信 息 通 告

中 国 民 用 航 空 局 发 展 计 划 司

编　　号：IB—PL—2023—01

下发日期：2023 年 5 月 4 日

智慧民航数据治理典型实践案例

前　言

数据作为新型生产要素，是民航行业数字化、网络化、智能化的基础。为充分发挥数据价值，完善行业数据治理体系，提升行业数据治理能力，民航局提出了行业数据治理顶层框架。“智慧民航数据治理”是指以民航行业数据为主要对象，以最大限度实现数据价值为目标，在确保数据安全的前提下，通过多方主体共建、共治、共享的方式，实现面向行业数据全生命周期的优化数据质量、改进数据服务、释放数据价值的过程。民航局智慧办通过对国内各行业、各地方政府相关法律法规、标准规范和技术文件，以及国外经典数据治理案例的调研、梳理，提出智慧民航数据治理规范体系架构，包括《框架与管理机制》《数据架构》《数据安全》《数据质量》《数据服务》《数据共享》《数据治理技术》和《典型实践案例》等八个部分（7 部行业标准和 1 部信息通告）。

《智慧民航数据治理典型实践案例》汇集了行业数据治理典型案例 55 个，历经单位申报、专家遴选、集体研讨、反复优化编纂而成，既是业内相关工作的经验凝练，也是对 7 部行业标准的具象化呈现，可为开展民航业务数字化转型工作提供可借鉴与参考的范例。

鉴于数据治理的政策与技术仍处于高速发展阶段，尚需不断积累经验，望相关单位在实践过程中多提宝贵意见与建议，以便今后完善、总结。本信息通告的日常维护工作由民航局智慧办、中国民航管理干部学院大数据与人工智能系负责（联系人：刘一；地址：北京市朝阳区花家地东路 3 号；电话：13811299061；邮箱：bigdata@camic.cn）。

主编单位：中国民用航空局发展计划司

中国民航管理干部学院

中国民用航空局信息中心

目　录

航空运输企业

多措并举 构建国航数据治理长效机制.....1
数据治理助力东航数字化转型.....11
南航数据管理体系建设及能力提升工程.....19
厦门航空数据治理体系的构建与应用.....29
山东航空数据治理体系及实践.....39
智慧川航大数据治理及人工智能平台.....49
航企数据治理与数字化转型实践.....59
基于深度学习技术的手册数字化实践.....69
航空公司生产数据集成自动化治理的实践与应用.....79
探索数据治理，助力长龙航空数字化转型.....87

机 场

标准创新引领首都机场集团数据治理能力提升.....97
机场收费结算数字化转型实践.....107
首都机场集团有限公司 RFID 行李全流程跟踪数据中心建设与数据治理实践.....117
点数成金，提质增效—首都机场数据治理之路.....126
构建数据治理体系，驱动业务高质发展——北京大兴国际机场数据治理探索及实践.....136
以数据管理驱动行李服务质量提升.....146
强化时空数据治理，全面推动上海数字孪生机场建设.....156
虹桥机场能源数据治理实践案例.....166
基于大数据运用的机场安检管理.....176
白云机场数据治理实践.....186
基于 AMDB 标准的机坪运行管理系统实践.....195
四川省机场集团基于飞行区智能管理系统的飞行区生产数据治理实践.....205
成都天府国际机场建设期以数据治理驱动智慧机场建设的应用实践.....215
湖北机场集团生产运行数据治理典型案例.....225
提升数据治理能力 长沙机场智慧机场建设与发展.....235
财务数治化（财务共享服务中心）建设项目.....245
数据赋能青岛机场数据治理体系建设.....255
淮安机场智慧生产运行数据治理.....265
基于区块链技术的民航旅客信息预检预登记信用数据治理平台.....275

多源运行数据融合治理与应用实践.....285
基于机场航班运行的数据治理体系构建与实践.....295
新疆机场集团生产运营管理系统建设项目.....304
贵州民航产业集团有限公司大数据管理及应用.....314

民航局空管局、地区空管局

《民航空管航班数据资产目录》设计构建实践.....324
民航协同流量管理全域主题数据治理.....334
制定数据标准，提升数据质量 推进民航空管飞行计划数据全面统一共享.....343
中南空管航班信息数据治理及应用实践.....351
西南空管局生产数据治理研究与实践.....361
西北空管局数据治理体系.....371
新疆民航气象数据管理应用平台.....381

运输保障企业

旅客数据对外提供治理实践案例.....391
数据治理为先的民航旅客服务系统 大数据平台建设.....401
机场智慧中台数据治理实践案例.....411
智慧民航数据价值挖掘实践.....421
基于大数据的民航数据治理及应用实践.....430
电子身份证照在民航的应用与管理.....440
客运收入结算数据安全治理体系建设.....448
机场生产要素交换服务数据治理解决方案.....457
智慧航油工业大数据平台.....467

民航地区管理局、民航局直属企事业单位

民航中南局内部控制数据治理的实践.....477
运输机场数字化净空一体图研究及应用.....487
民航政务信息化数据治理实践.....497
数字化智能运维实例.....507
基于多元数据治理的民航空防治安事件处置量化监管.....514
面向重点型号需求的智慧适航审定数据治理体系.....524

多措并举 构建国航数据治理长效机制

单位/部门：中国国际航空股份有限公司/规划发展部

主要人员：李成、刘春、徐欣、苏倩、刘默

一、背景和痛点

1.1 背景

为贯彻落实习近平总书记关于推动数字经济和实体经济融合发展的重要指示精神，落实民航局关于加快推进智慧民航建设的战略举措，民航局印发《智慧民航建设路线图》和《智慧民航数据治理规范》，要求完善民航数据治理体系，落实民航强国建设，促进民航高质量发展。中国国际航空股份有限公司（以下简称国航或公司）承接上级要求并结合自身发展实际，以数字化转型为契机，扎实推动数据治理各项工作开展。

国航完成了数字化转型“1364”规划，下发了数字化转型行动计划，其中数据治理是数字化转型一项重要落实举措和基础保障。2017 年国航设立数据管理职能和部门，坚持目标导向、价值导向、问题导向，统筹推进公司层面数据治理工作，在搭建顶层设计、完善治理体系、建立规章制度、强化技术支撑、打造典型案例等方面取得积极进展，逐渐走出一条可复制、可推广的数据治理管理路径。

1.2 痛点

国航信息化起步较早，信息系统建设尤其是领域级信息系统建设较完备，数字化和数据治理具有优势，但同时也带来问题。围绕数据治理总结的痛点如下：

缺乏统一标准，缺乏有效抓手。国航的主要业务单位体系化很强，各系统内部耦合度高，系统之间缺乏统一的标准和规范，数据难以集成和共享，形成“数据孤岛”。数据治理工作繁杂耗时，缺乏有效抓手则很难在短期内产生直接的成果和效益，因此需要找到切入点，将数据治理工作融入到业务提升项目中去，在业务价值提升中呈现数据治理价值。

数据资产分布不清晰，人才储备不足。已构建公司层数据资产地图，但具体

数据项情况不清晰，“找数难”成为数据治理的一大障碍。数据作为资产需要专人管理并持续完善。目前公司级数据资产管理体系已基本构建，主要业务单位专人专岗承接是当前急需解决的问题，以保证数据治理工作推进落实。

数据应用存在局限，数据文化尚需营造。数据应用方面需求分析流程尚不完善，支持“实时业务决策”“事前预测”等数据应用的场景仍不够丰富，对管理层决策支持不足，分析系统和业务系统处于分离状态。推动数据管理的业务认责，需要公司培养数据文化，构建数据治理的土壤和环境，接受数据驱动的管理模式。

二、实践路径

国航从顶层设计出发，建立数据治理框架，形成数据治理组织，统一数据治理方法论，明确数据治理技术路径。以大处着眼、小口切入的方式，探索数据治理落地办法，在构建公司整体数据治理框架基础上，以航空公司核心资产——飞机为抓手，完成飞机主数据管理和飞机数据标准统一。创建公司内外数据生态，制定安全策略，确保数据使用安全，建立数字化转型创新实验室，创新数据应用，形成数据治理新局面。

2.1 完善数据治理顶层设计，构建治理架构和治理路径

全面系统地构建数据治理架构。国航非常重视数据治理顶层设计，构建数据治理架构，囊括管理政策、组织与人员、工作内容、技术支撑等内容，全面系统化地把数据治理各层面有机结合。

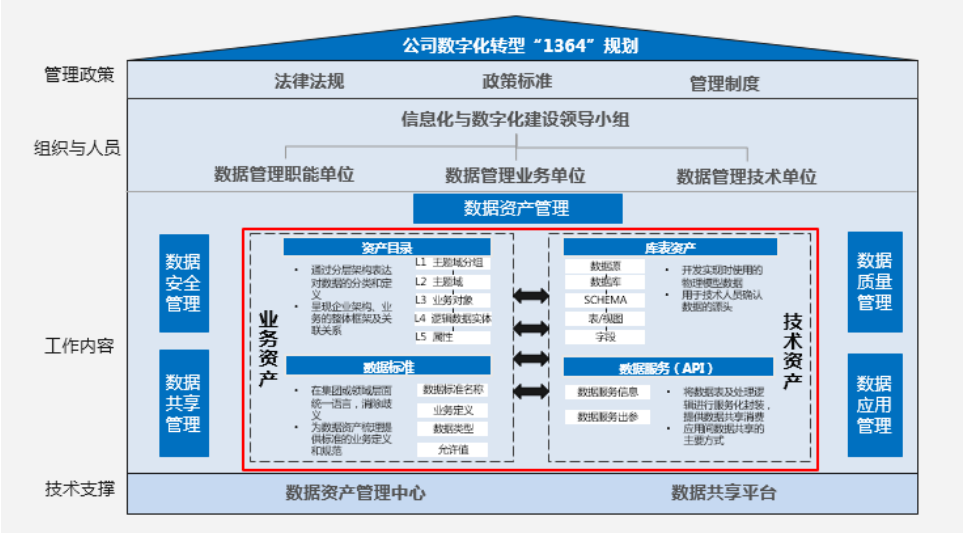


图 1：国航数据治理顶层设计

准确清晰地制定数据治理发展路径。一是业务过程全面线上化，数据全面采集，实现业务数据化；二是完善数据的安全管控与标准治理，逐步实现数据资产化；三是数据能够广泛共享和应用，能基于大数据和人工智能辅助决策，推动数据价值化，切实提升公司能力。

2.2 建立数据治理组织机制，设计分层次数据治理结构

组建分层数据治理组织。领导层成立信息化与数字化建设领导小组，由公司董事长任组长，作为数据管理的预决策机构；管理层设置数据管理责任单位和责任人，把管理职责明确到各单位，成立数据联合工作组，作为数据治理的议事机构；员工层在各单位增加专兼职数据管理人员的岗位。**建立健全数据治理配套机制。**国航先后下发公司数据管理规定、数据安全管理实施细则、数据标准字典管理实施细则等文件，数据治理的管控初见规模。

2.3 统一数据治理方法论，形成“业务+IT”双轮驱动

统一实施一套方法进行数据治理。为使业务和系统有机结合，形成“业务+IT”双轮驱动，一是梳理跨领域业务流程，串联各板块的业务数据；二是盘点各领域信息系统，梳理各系统存储情况，最终通过数据资产地图链接业务和系统。

完善跨领域业务流程，串联各板块业务数据。在已有相对完备的作业指导书、工作手册的基础上，重点以旅客全流程接触点、运行全流程接触点、员工全流程接触点为核心，梳理跨业务场景数据的标准和规范，打通业务流程断点，衔接跨领域业务流程，实现数据共享。**盘点各领域信息系统，梳理各系统元数据。**以重大 IT 建设项目为切入点，从全流程旅客服务、运行保障、航空安全管理等领域，规范各系统数据处理标准、明确数据使用口径，记录数据跨系统流转情况，收集整理元数据信息。**运用数据衔接业务与技术，建立数据资产地图。**在数据资产地图中把业务场景的数据需求关联信息系统中的元数据形成数据模型，依靠数据模型转换业务经验成为数据资产，使业务、技术人员找准定位，实现数据消费。

2.4 制定数据治理技术蓝图，明确数据治理技术建设路径

国航在推进数据治理工作时，同步开始数据资产管理中心建设，以保证数据

治理工作有工具有系统，固化管理经验，实现动态监控，提升数据运营能力。

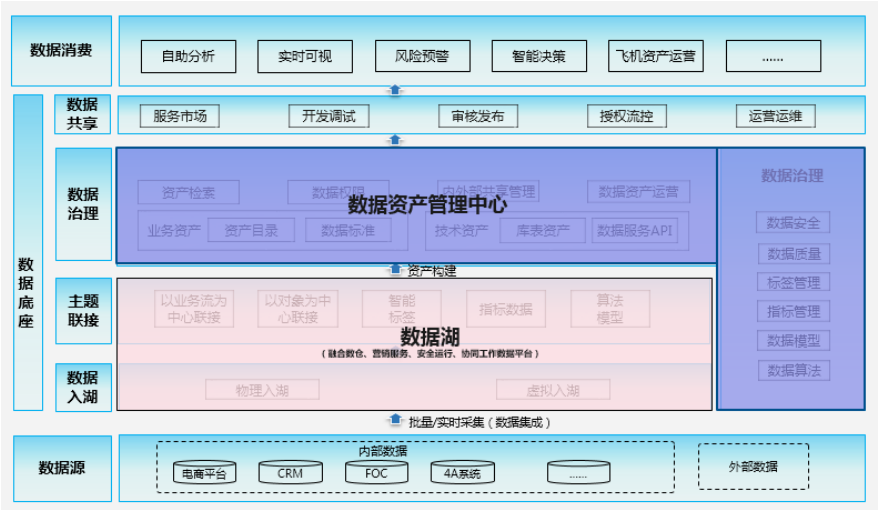


图 2：国航数据治理技术发展蓝图

统筹规划数据平台，统一管理数据资产。打通数据仓库、营销服务平台、安全运行平台等几大平台的数据，建设数据资产管理中心，统一管理数据标准字典、数据表、主数据、数据标签、数据指标、数据质量、数据安全合规等。

迭代建设数据中心，分阶段增强管理功能。数据资产管理中心的建设分为三个阶段——**建中心定标准：**建设数据资产管理、资产检索、资产权限申请、数据可视化、数据内外部共享集成等功能。**汇数据筑能力：**建设数据规范、数据开发、数据质量、数据服务开发等能力，逐步使各业务领域数据资产清洁，使业务数据资产化。**创价值建生态：**引入区块链、人工智能等技术，持续建设公司数据资产管理中心，提供智能辅助决策，驱动业务创新流程优化。

2.5 落实数据治理工作内容，以点带面切入飞机资产管理项目

为使数据治理工作落到实处，国航以飞机资产管理项目为切入点，理清飞机数据资产“来龙去脉”，实现飞机业务数据化、资产化、价值化。另一方面，建立以用户为导向的治理服务模式，提升数据治理“友好度”。

（1）理清飞机数据资产“来龙去脉”，搞清数据治理的主体“数据资产”

系统梳理机队管理流程，形成数据资产目录。通过飞机计划、飞机引进退出、飞机价值评估等机队管理业务流程梳理，形成飞机管理业务全景视图。进而形成与业务流程节点对应的数据逻辑实体，建立起“主题域分组、主题域、业务对象、数据逻辑实体、属性”数据资产管理目录，使飞机管理业务数据化。

全面设计飞机相关数据模型，形成技术资产。对飞机管理数据进行建模和数据清洗，形成飞机管理系统的数据全景视图，包括飞机主数据、发动机主数据、模拟机主数据、规划数据、价值评估和监控数据、引进和退出数据等，建立起包含“数据源、数据库、表\视图、字段、数据服务”等内容的技术资产。

准确连接飞机业务和技术，形成业务资产。根据飞机管理场景，连接飞机数据资产目录和技术资产，理清飞机数据资产目录中数据逻辑视图和属性的名称、定义、业务用途等，理清飞机技术资产中表视图和字段名称、类型、关联关系等，建立起“业务逻辑实体对表视图、属性对字段”的关系，形成业务资产。

规范飞机数据定义和口径，形成数据标准。识别飞机主数据、参考数据，对使用频率高、价值大的数据制定数据标准，明确定义、口径、标准来源（如民航局制定的数据标准）、管理单位等内容，建立起“国家标准对应国航标准、行业标准对应国航标准、国航标准对应单位标准”的映射体系，使数据资产化。

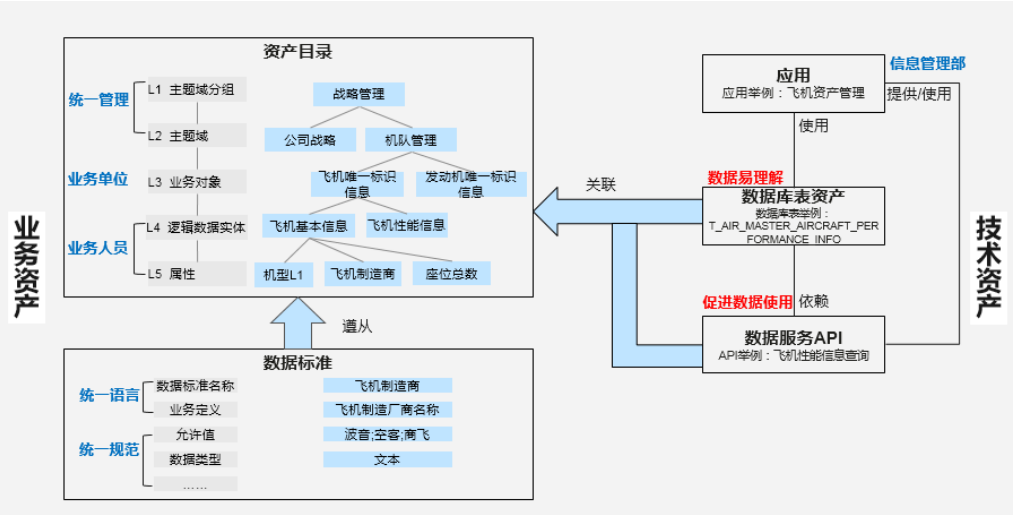


图 3：飞机数据资产管理

配套飞机用数机制和工具，落地数据服务。设计飞机数据资产的指标体系和数据模型，提供数据再加工再利用的可视化工具，实现飞机引进退出分析、飞机价值评估、飞机生产监控预警、飞机投资计划分析等多种数据服务，有效机队管理分析效率和分析能力，实现数据资产价值化。

（2）建立以用户为导向的治理服务模式，提升数据治理“友好度”

建立以用户为导向的数据治理服务模式。把数据用户放在首位，分层级设置账户，个性化提供服务。根据飞机数据使用场景，设计数据内部共享流程、数据外部共享流程、数据外部授权流程，支持用户进行数据需求检索、申请、授权等

操作，提升用数体验。对用户数据分析赋能，使用户能便捷进行数据展示和挖掘、能及时提出数据质量问题，从而有效改进数据消费体验，使“人人愿意用数据”。

2.6 构建数据治理生态体系，实现内部互联外部互通

建立数据治理的生态体系，实现国航跨领域数据互通互联，逐渐融入航空产业数字生态链，进而参与交通业数字建设。遵循“谁使用，谁负责”“有相关才使用”“统一接口，共享可用”的原则，坚持以客户为中心，打通业务流程，与航空产业链及跨航空伙伴合作形成数据通道，释放用数需求，降低用数成本，激发数据分析、数据挖掘意愿。

打通数据标准，实现国航数据互通互联。通过信息化与数字化领导小组，统筹管理单位、用数单位、供数单位等角色，明确责任、制定处理流程、清晰审批程序，根据“场景清晰，内容合理合法合规，应给则给”原则，充分对用数和供数进行授权，让数据流动，避免因为要数难而形成小的“数据堰塞湖”，逐步形成公司大的“数据湖”。如为客舱服务人员提供旅客销售环节产生的客户画像、会员级别等信息，使其提前为服务客户做好准备，提升旅客体验；为航班运行部门提供地面节点保障信息和旅客登机信息，使其更好地调整排班计划。

依托业务场景，实现行业内数据共享。国航通过业务场景梳理，制定航班唯一标识算法，实现航司与机场的数据打通。与民航局共享航班运行数据、开展政务数据方面的合作，提升行业管理水平和运行效率；与首都机场、上海机场等单位，共享航班运行、旅客快速通关、机场数字地图等信息，提升旅客体验；与飞猪、携程等互联网企业合作，扩展国航营销渠道，提升国航收入水平。截至 2021 年底已实现与民航局、首都机场等单位的数据共享，涉及数据 3517 项。

提升客户体验，参与交通业数字建设。为满足旅客乘机前后衔接高铁的需求，国航开展异业合作，提供向外输出的服务接口，与第三方平台开展销售、服务一体化的跨航空领域和铁路运输领域合作，打通旅客出行场景，多触点释放服务压力，更好的辐射国航旅客群和全链条服务旅客；跟进国际健康通行证项目，实现入境场景下的旅客“双阴证明”自动校验功能。

2.7 出台数据治理安全策略，守牢数据安全底线

安全是国航重中之重的工作，数据治理也要守牢安全底线。根据“重要数据资产安全优先，非重要数据资产效率优先”原则，建立数据安全管理策略框架，遵循法律法规、行业规章、公司数据安全制度，明确数据安全管理关系人，管理数据安全全生命周期。

实施数据安全分级。国航将数据安全等级分为八类，并在分级的基础上，重点梳理个人信息、跨境传输数据使用情况，制定员工个人信息、旅客个人信息的管理制度，加强管理和监督。**建立年度数据安全检查机制。**定期开展数据安全检查，并形成评估报告，不断完善数据安全管理工作水平，及时发现数据安全隐患，降低数据使用合规风险。**设计数据安全事件应急响应流程。**建立数据安全事件应急响应流程，并要求核心业务单位建立本单位数据安全事件应急流程，与公司流程衔接。防范和应对突发数据安全事件，提供明确、可操作的处理报送流程和高效的解决方案，最大程度地减轻突发事件给客户和公司带来的损害。

2.8 激活业务创新应用潜力，促进数据治理加快发展

通过应用产生数据价值是数据治理的最终目标，同时数据应用的结果可以反作用于治理优化。国航以创新机制为切入点，打造创新实验室/工程技术中心、工会“五小”创新和创新基地三大创新渠道，设立 3 个公司级创新实验室和 9 个专业领域级创新实验室，通过“短、平、快”的创新孵化，加速数据价值释放，挖掘数据治理潜力，形成数据治理-应用-再治理的管理闭环。

三、应用效果

公司通过开展数据治理，推动以数据资产管理服务来满足用户多层次需求，沉淀各单位在数据使用上的经验与探索，形成对数据资产的统一管控，同时可提供有效的数据安全、质量审计结果，为公司逐步构建数据资产管理中心创造有利条件。

3.1 数据资产管理水平全面提升

数据资产管理体系形成。国航已形成全业务覆盖的数据资产目录。2021 年发布国航数据资产地图 1.0 版，包括 13 个一级目录、77 个二级目录；在公司统

筹整体资产地图的同时，各业务领域持续做深做实数据资产梳理，以地面服务领域为例，目前已梳理形成 8 个三级目录、27 个四级目录、98 个五级目录。**飞机主数据模型基本构建。**梳理飞机主数据共 255 个字段，其中唯一标识 154 个，飞机基础配置 16 个，飞机机型相关 83 个。集成数据和手工采集数据 462 个，事务数据 1427 个。**数据标准有章可循。**建立数据标准管理体系，实现数据标准的公司统一管理，消除各部门间的信息差异，为数据共享打下坚实基础。将数据标准嵌入业务流程和对应的生产系统，使数据、业务、技术之间的结合更加紧密。2017 年至今，陆续更新发布 3 版公司级数据标准字典，确立 108 条公司级核心数据标准。**盘点数据资产家底。**全面摸底信息系统数据资产现状，目前梳理 297 套信息系统，形成全系统覆盖的技术类数据资产清单。包括全流程旅客服务相关系统 37 套，如国航 APP；枢纽运行相关系统 82 套，如数字化运行风险评估系统、乘务员资质管理系统等等。**营造数据文化氛围。**提供公司统一的数据管理界面和流程，降低数据使用门槛，使数据资产的使用变得清晰可行。广泛开展数据治理、数据应用培训，覆盖核心数据管理人员 300 人次以上。**强化数据安全合规。**开展数据出境安全评估工作，成为全国首批数据出境获批场景。

3.2 数据驱动业务创造更大价值

催生数字服务，提升旅客体验。基于旅客视角，整合全流程旅客数据，实现客票自助退改、选座值机、无纸化通关、行李全流程追踪、特殊旅客服务、中转服务、会员服务等数字服务，加强出行服务全面线上化和线下服务智能化，提升旅客的全球、全流程、全接触端数字化出行体验。2019 年起，国航完成国产芯片 RFID 行李条的测试，成为国内首家使用国产芯片行李条的航司，打造“自助为主、人工为辅”的智慧行李服务新模式。国航实现国内 138 个通航站点远程自助值机服务 100%全覆盖。

聚焦安全和稳定，提升资产效率。集成航班、飞机、机组数据，以航班运行控制管理系统为核心加强航班全流程安全管控；建立航班信息查询系统，提供全流程运行管理信息；通过电子飞行包（EFB）、QAR（快速存取记录器）解析应用等系统，提升数据共享及分析能力，释放海量飞行数据的应用价值。

助力员工管理，提升员工能力。围绕员工便捷应用、员工生活服务、人力数

据综合分析、人事管理关键环节线上化与深度协同等场景，通过移动端赋能和服务一线员工，提高公司办公与运行效率。落实国资委监管要求，推进集团一体化建设和人、财、物资源管理模式优化，初步构建中航集团国资国企在线监管能力。

3.3 数据赋能生产经营管理决策

通过数据治理工作，实现生产经营数据可视化、历史数据模型化，更好地辅助领导层决策，实现从数据到智慧的转变，使数据价值得以体现。

在安全运行领域，搭建运行监控平台，构建全维度和全流程的运行监控能力，完成空中监控核心功能开发，可对飞机的实时状态进行监控、预警，提供智能化应对方案。**在商务营销领域，**构建生产组织、航班信息发布等全流程的辅助经营决策数字化信息流，科学组织航班管理系统的航班计划编制和发布、航线网络预测与评估、时刻管理和机队分配与优化；搭建基于大数据分析的全球运力网络分析工具，融入“全球运力投入规模与趋势”“运力份额分析”等场景，提高航线网络规划质量。**在服务保障领域，**通过车辆运营监控平台汇聚地面特种车辆数据，实现车辆维修管理、位置监控、资产分析等能力，提升车辆管理数字化水平。**在飞机维修领域，**打造飞机健康管理系统（APCM），基于可追溯的非结构化数据，建设飞机物理结构的“数字孪生”模型，减少预防性维修和非计划维修，实现飞机系统状态的故障预测，高效保障飞机持续适航及安全运行，推进民航机队维修工程管理水平由粗犷型向集约化、精准化发展。

四、洞察启示

4.1 加强数据治理领导，强化板块统筹协调

数据治理是涉及全公司的系统工程，需要领导重视、统筹推进。国航形成了公司级领导小组和业务、技术、管理三方协同的组织推进形式，统筹制定公司内部的数据方针政策，协调解决长久以来跨领域、跨板块数据缺乏统筹的管理难题。

4.2 沉淀数据治理方法，打造国航数据标准

在国航数据治理推进过程中，以企业架构和通用数据治理方法为基础，结合

自身情况与实践经验，逐渐形成一套适用性较强的数据治理方法论。同时，将数据治理方法论定义为国航系统建设标准，融入方案审批与成果验收环节中，实现方法论的不断复制，使数据资产形成累积，解决跨业务板块的数据烟囱问题。

4.3 运用新技术新手段，确保数据持续发展

在数据治理推进过程中，国航面向未来发展的潜在能力，聚焦当下的热点技术话题，始终将数字化新技术的运用放在首要位置。在传统的生产系统和数据仓库基础上，融合应用区块链、数子孪生、人工智能等新技术，提升生产效率和分析能力。

4.4 统筹数据梳理需求，避免重复建设投入

通过构建整体数据架构和发展蓝图，目前国航已形成了统一的数据资产管理中心框架，统筹对接数据类建设、共享需求，打破数据壁垒，减少数据搬家，避免重复投资，在民航业发展困难时期从数据端发挥降本增效作用。

4.5 加强数据共享合作，构建数据应用生态

要发挥数据最大价值潜力，不仅要在公司内流转起来，更要实现产业链、生态圈的互联互通。国航一直以来是民航数据共享的支持者和生力军，同时也在不断拓展产业链上下游如机场、旅客营销服务、飞机制造维修、航油消费、航材供应等各环节的数据合作、共享场景。通过数据合作，加深业务融通，不断延伸产业生态链，共同挖掘新价值。

数据治理助力东航数字化转型

单位/部门：中国东方航空股份有限公司

一、背景和痛点

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出，发展数据要素市场，激活数据要素潜能。数据要素成为推动数字经济深化发展核心引擎。习近平总书记指出：“要运用大数据提升国家治理现代化水平。要建立健全大数据辅助科学决策和社会治理的机制，推进政府管理和社会治理模式创新。” 大数据、人工智能、云计算等新技术的蓬勃发展使得数据的价值日趋显现。数据已成为基础设施，成为业务发展重要原动力，也是各类企业的核心资产。

中国东方航空股份有限公司（以下简称东航）是一家总部位于中国上海的国有控股航空公司，是中国三大国有大型骨干航空企业之一。在中国民航第十三个五年规划的指引下，国际化、互联网化成为东航新阶段新目标。数据已成为打造互联网化东航、重塑客户体验和运营模式的重要原动力，数据资产管理和运营能力也将成为公司的核心能力。随着东航的数据量成指数级增长，需要通过数据治理对庞大而复杂的数据源以及输出的数据资产进行高效和精准的管控，实现数据在不同部门和系统内有序的交换和共享，充分发挥其价值。数据治理是保障数据质量的必须手段，数据治理的价值贡献在于确保数据的准确性、可获取性、安全性、适度分享和合规使用，只有解决了数据问题，才能从根本上提升企业的核心竞争力。

经过十多年信息化建设，东航在数据应用分析、数据架构等方面已取得了一些成绩。通过大数据平台的建设，实现了数据的采集存储、分析应用，利用其数据处理能力，不断深入挖掘数据价值，提升数据洞察能力；通过QAR大数据的应用，有效进行了安全预警及安全原因分析，提升业务决策能力，降低安全隐患；成立了算法实验室，致力于应用人工智能解决航空公司面临的问题，提升整体运营效率；成立了数据实验室，通过自主研发的多项核心产品，对原有的数据使用方式进行了革新，在企业内推行公民数据科学家取得了一定的成效，并多次获得

国内外大奖，得到了行业专家和公众的认可。

但由于数据分散在众多系统中，缺乏统一的数据定义和数据分类，因此在数据使用上存在数据不标准、数据不一致、数据完整性差等问题。与国内外一流企业对标仍存在较多不足,总体可以归集为以下四方面：**制度缺乏**，缺失企业级数据治理体系，缺乏数据管理工作流程，各单位管理水平参差不齐。**权责不清**，缺少企业级数据管理部门，数据管理职责的界定，追责协商比较困难。数据质量问题很难有效解决，导致数据资产价值很难被深入挖掘。**协同困难**，业务与 IT 部门之间存在沟通障碍，难以建立以数据驱动的业务闭环，业务壁垒和数据孤岛问题严重。**资源不足**，缺少一支既懂业务又懂 IT 专业的、专职的数据治理团队。数据治理工具的成熟度不足，难以有效推广。

二、实践路径

2.1 明确数据管理的战略目标

东航始终秉承“数字化是航空公司最高形态”的战略思想。随着数字化转型要求的具体化和深入化，东航确立了“管用结合、以管促用”的数据管理指导思想。明确了数据管理的工作目标：提升数据质量、保障数据安全、促进数据共享、最大化数据资产价值。在公司数据管理委员会的统筹指挥下，东航对数据资产逐步开展盘点治理，逐步形成坚实的数据底座，为业务数字化转型赋能。

2.2 形成数据管理组织机构

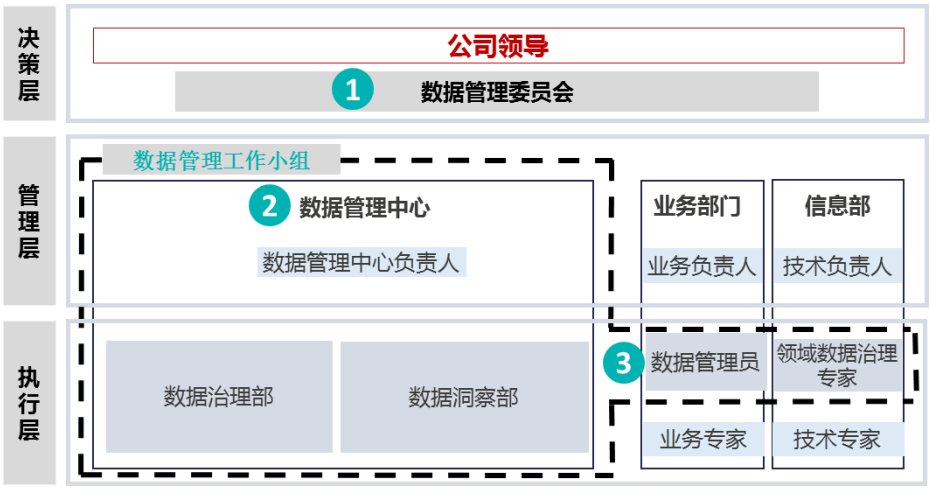


图 1：数据管理组织机构

2017 年底，东航建立了数据管理委员会和数据管理工作小组，成立数据管理中心，全面启动数据管理工作。

2.3 创新“盘规治用”数据管理工作模式



图 2：“盘规治用”基本流程

根据数据管理的要求，结合实际情况，东航摸索总结出“盘规治用”数据管理工作模式。通过“盘规治用”将 14 个管理活动串联起来，涵盖了数据管理的各个方面。

“盘”即盘点数据，通过元数据采集、数据入湖和探查，初步掌握业务系统中存储的数据内容和质量情况。通过元数据采集率，掌握数据盘点进度；通过元数据打标率，掌握元数据识别程度；通过元数据注释率，了解元数据质量。

“规”即规范数据，通过实体编制，明确数据共享级别，建立数据目录。通过数据认责，明确责任单位和数据源头。通过标准编制和数据建模，建立数据的业务规范和技术规范。

“治”即治理数据，通过数据落标，将数据标准推广落地，逐步解决数据标准不一致等问题。通过质量检核，分析数据质量。针对质量问题，开展数据治理专项。通过价值评估，掌握数据资产价值，作为采用不同数据管理措施的依据以及数据交易估价的参考。

“用”即使用数据，通过数据平台将源头数据根据数据标准清洗落地，发布数据服务，促进数据共享。通过实体映射，将数据目录与数据服务关联，形成“盘规治用”闭环。

2.4 建立数据管理长效机制

数据治理工作是一项较为复杂的系统工程，必须结合企业自身管理特性，通过有效的企业数据管理制度，为数据管理的成功保驾护航。在公司层面，东航发布了《中国东方数据管理办法》和《外部数据交互管理办法》，作为公司数据管理工作纲领性、指导性的规章制度。在业务层面，各单位根据生产运营数据的管理需要，发布了数据安全使用规范、数据维护管理办法等制度，保障数据采集、使用合规高效。在技术层面，从项目管理、技术架构、数据存储方面发布了若干管理规范，实现数据管理全流程有章可依。

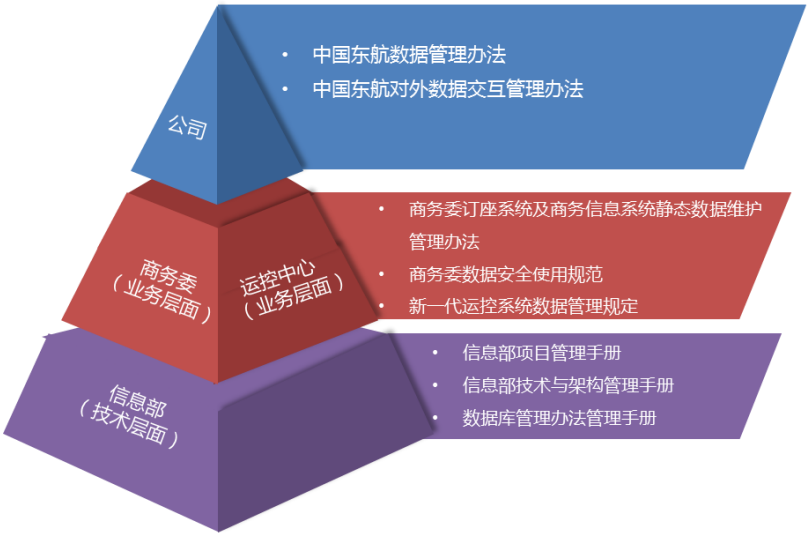


图 3：数据管理制度体系

2.5 搭建数据中台，促进数据开放共享

数据中台作为数据治理的落地平台，落地数据治理成果，包括数据标准、数据模型和加工整合规则。整体设计上采用 Kappa 架构理念，整体架构分为三层，分别是数据处理层、监控调度层和探查分析层。数据中台也是保障东航整个企业数据共享交换的数据平台，使用数据中台解耦当前系统多对多关系，由数据中台提供高质量数据，成为内外统一数据源，同时通过中台向业务部门和下游系统提供高效、灵活的服务（支持现存系统所有符合信息部标准要求的数据提供方式），支持实时数据共享和非实时数据分析，最终实现跨领域的数据互联互通。

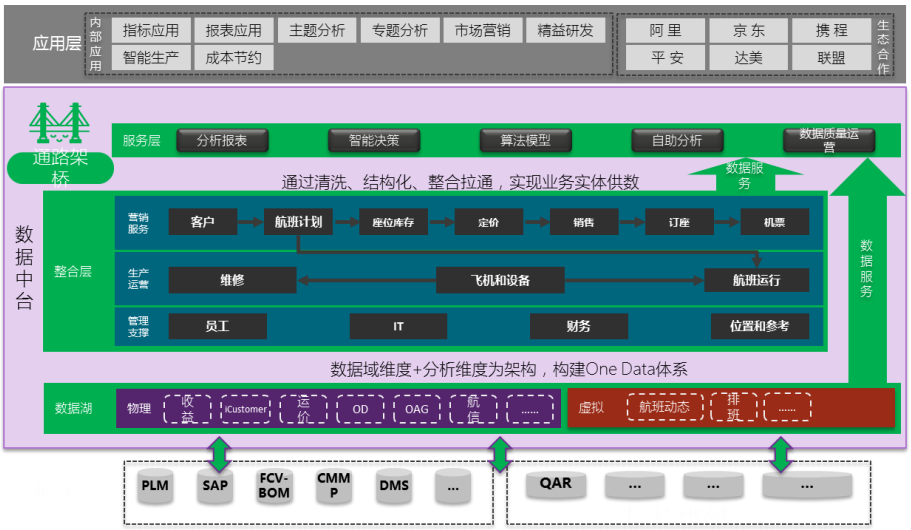


图 4：东航数据中台三层架构

2.6 搭建数据资产管理平台，实现数据资产可视化

数据资产管理平台通过数据地图，向公司全员提供找数据、用数据能力；通过元数据、数据标准、数据质量、数据模型、数据服务管理等功能为数据管理人员提供数据管理能力，以及数据资产展现和管理，将数据资产可视化。



图 5：东航数据资产管理平台

三、应用效果

3.1 通过数据治理专项，切实解决业务问题

自数据治理工作启动以来，以建体系、定标准、提质量为目标，通过评估数据质量，分析业务流程，查找出多个业务痛点，使用治理专项模式，建立了业务、IT 和数据联合工作组，针对业务痛点，优化业务流程和数据流向，制定数据标准，设计解决方案，并通过数据中台实现专项方案及各数据整合需求的落地，提升数据质量，降低数据重复维护的成本，切实解决实际业务痛点。

2018 年至今，在航班、飞机、员工、参考等数据域中先后开展了 20 多个数据治理专项。其中，员工专项工作组由人力部领导挂帅，成效最为显著。陆续发布了《E-HR 系统数据字段定义》和《E-HR 系统数据质量标准》，并定期发布数据治理专项简报，对重点问题督办整改。仅半年时间，数据质量提升了 11 个百分点。

3.2 管用结合，赋能企业发展

在实现全面管数据，推进深度用数据，通过提升创新能力，将新技术与业务场景融合，探索新产品，挖掘更多业务价值。

运用运筹优化、机器学习等方法解决内部营销、运行、服务等领域复杂的业务问题。利用人工智能进行舱位销售控制，覆盖百余个独飞和竞争航班；在浦东 S1 卫星厅建立桥位分配优化模型，实现业务约束下最大靠桥率；通过神经网络算法实现精准配餐；利用数据分析支持“随心飞”等产品销售，持续提高客座率。算法实验室持续推进核心算法自主化，目前算法自主研发率已达 72%。其中，自主研发的带飞排班算法可节约外购成本高达 200 万元；航班连线算法目前可实现 sabre 业务系统中相关计划模块同等功能，后续可逐步实现国产替代。

3.3 推进数据底座建设，构建航空数据生态

以数据和数字孪生技术为驱动，通过业务与新技术的融合，以 GCS 系统、算法平台、IoT 物联网平台、数据中台为核心，构建集成化的系统生态体系，构建以实时感知、数据和算法为驱动的业务流程体系，从而不断夯实数据底座的建设。为了打通东航航班运行全生命周期的各个保障节点，更精准保障航班，为旅客提供更舒适的体验，东航与各地机场紧密协作，推出“无接触、无纸化、无聚集”的智慧出行，设立“一站式”综合服务柜台，让数据流动起来，让旅客少跑

路。

经过近三年努力，东航与国内40多家千万级机场建立了数据共享渠道。共同建立数据标准与技术规范，开展数据质量监控，保障数据交互质量，提升了双方在日常生产作业协同决策效率和服务效率，保障旅客出行的“准点、舒适、安全”。

与机场、空管建立了三方合作机制，在生态圈数据共享、室内室外定位导航、场面通信、飞行器及车辆机坪运行轨迹数字化等多个领域深入合作。以航空器在机坪上起降运行全流程为基线，梳理每个信息节点的数据提供方和消费方，通过统一的数据标准，加速生产数据的跨域流动，提升运行的共享化、协同化，在机坪生产的业务链上实现运行效益的最大化。

四、洞察启示

4.1 体系先行，制度保障

数据治理体系是开展数据管理工作的指引，数据管理办法数据开展数据管理工作的依据。通过借鉴国内外先进的数据治理体系和数据管理最佳实践，结合公司实际建立数据管理路线图，协同数据管理相关人员，重点突破关键问题，保障各项数据管理工作稳步开展。

4.2 平台配套，管用结合

数据孤岛和数据资产流通不畅是数据管理工作需要从根本上解决的两大问题。在数据管理制度的保障下，建立数据中台和数据资产管理平台有助于解决这两大问题。数据中台将业务系统间的网状连接，优化为通过数据中台的主干连接，打造对内通路、对外架桥的格局。数据资产管理平台是公司的数据资产供需平台，将数据提供方、数据使用方和数据管理方连接在一起，为数据使用方提供数据资产查询和申请便利，为数据提供方提供数据资产可视化能力，为数据管理者提供数据管理工具。

4.3 培育文化，激发潜能

“数据”作为新型生产要素参与分配，其根本性、关键性、全局性作用渗透、融合、贯穿在企业管理的全领域、全过程。数据治理作为企业数据资产管理的核心机制，必然促进企业数据文化的蓬勃发展，带动企业数据生态的持续繁荣。，深刻认识到数据文化培育的重要性，积极推动数据融入运营模式、思维方式，实现以数据为基础的全员认知升级，将数据文化厚植于企业管理文化。

南航数据管理体系建设及能力提升工程

单位/部门：中国南方航空集团有限公司

一、背景和痛点

1.1 南航数字化发展现状

近年来，南航深入实施创新驱动发展战略，大力推进科技创新与数字化转型升级工作，全面提升公司数字化应用水平。2019 年，在国资委中央企业信息化对标中，南航位列央企 20 强，居三大航之首。

（1）完善顶层设计，加强统筹管理

南航成立网络安全与数字化委员会，构建科信部、信息中心和业务部门三位一体的协同管理体系。打造民航维修工程技术研究中心、人工智能重点实验室、明珠创新工作室、飞行安全研究院四大科技创新平台，整合资源，加快推进科技创新和数字化建设。

（2）数字化安全保障体系成效显著

初步建成网络安全纵深防御体系和网络安全联防联控体系，对重大网络安全事件实现闭环管控。公司信息系统安全平稳运行，信息系统可靠性始终保持在99.999%以上。

（3）数字化平台支撑能力大幅提高

进一步完善信息技术基础设施建设，投产使用南航云平台，初步形成集团级基础设施保障能力。云平台+双中台建设初见成效。跨业务、跨领域的互联互通工作迈出实质步伐，数据赋能业务决策和驱动价值创造的能力初步具备。

（4）科技创新领先成果不断涌现

近年来，南航 e 行、无纸化登机、飞机维修 APS 理论、APU 试车台自主标定等多项成果创造行业内第一。科技创新能力达到国内领先水平，拥有民航科技创新领军人才 1 人，民航拔尖人才 2 人，民航科技重点领域创新团队 3 个。

1.2 数据资源基本现状

南航一直高度重视数据工作，目前已经积累了包括安全运行、经营管理、外部数据等类型多样、体量庞大的数据资源。基于数据中台，南航已实现客户管理、

飞机管理、航班运行、市场营销、人力资源等系统结构化数据全域汇聚，累计完成 131 个系统上云，数据存储量约为 1.1PB。

1.3 问题与不足

随着数字化转型不断推进和深化，对数据管理能力提出了新要求。南航在数据管理方面主要存在以下问题与不足：

（1）数据管理保障体系不健全

公司数据管理工作缺乏明确的职责定位和统筹协同；企业级制度体系设计不够完善；制度落地执行效果显著；人才培养和文化宣传机制不完备。

（2）数据质量不高

数据不标准、数据打架的现象仍然存在，数据质量专项提升缺乏有效的管理手段，未能常态化推进；部分业务部门的数据电子化程度不高。

（3）数据共享不畅

数据共享流程不清晰，企业核心数据缺乏统一口径及有效的管理机制，导致跨部门数据共享意愿低、流程周期长等问题，制约并影响业务工作开展。

（4）数据价值释放不充分

数据应用形式单一，基于机器学习、深度学习的数据深度分析、挖掘应用能力有待提升。数据要素流通和内部市场化机制仍未建立，在激发各方积极性，实现数据要素价值增值方面，目前还处于探索阶段。

（5）技术支撑能力不足

数据管理工作缺乏工具平台支撑，大部分数据管理工作仍需线下处理，导致数据管理工作效率低，难以常态化开展。

（6）数据安全管理未成体系

安全策略不完善，管理职责不明确，管理制度不健全。数据使用者对数据保护工作的认识不够深，导致数据共享过程中，管理者“不敢批”，使用者“不敢用”的现象时常发生。

二、实践路径

2.1 南航数据管理发展阶段

数据管理是伴随数据库技术发展和数据存储访问需求而出现的。随着人们对数据价值认知不断深化，数据管理的内容边界持续延伸，数据管理体系也在持续发展演进。南航的数据管理经历了局部治理、系统化管理、要素化管理三个发展阶段，目前正在向“数据要素化、资产化”方向突破演进。

（1）局部治理阶段（2018-2020 年）

在此阶段，南航建立了企业级大数据平台，针对关键业务领域和流程，以点带面的开展数据质量治理工作，数据与系统紧密融合，基于个别数据场景应用，通过数据汇聚、分析、挖掘与应用，实现了从分散建设到集中建设、从局部应用到企业级应用的转变。

（2）系统化管理阶段（2020-2022 年）

随着南航数字化转型深入推进，业务部门对数据管理工作的作用逐步凸显，初步形成了业务和技术部门协同管理的体制机制。这一阶段，南航建立了数据管理体系框架，找准数据管理在企业数字化转型中的定位，初步形成业务和技术部门紧密合作、综合共治的管理格局，逐步实现纵向贯穿、横向联动、跨领域协同的数据管理模式，推动数据依法合规充分共享，释放数据价值。

（3）要素化管理阶段（2022 年至以后）

随着国家法律法规和数据管理理论日益成熟，数据作为生产要素将成为企业数字化转型不可或缺的组成部分。这一阶段，南航将建立健全数据要素流通配套的体制机制，打造更加丰富的数据产品，数据要素价值在公司内部得到广泛认同。通过打造数据生态，培育数据要素市场，激发数据“放大”、“叠加”效应，以数据驱动公司经济高质量发展。

2.2 南航数据管理总体思路

南航主动拥抱新一轮科技革命浪潮，基于理论研究和大量经营管理实践经验，在公司四个统一的总体要求下，提出“1156”数据管理总体思路。

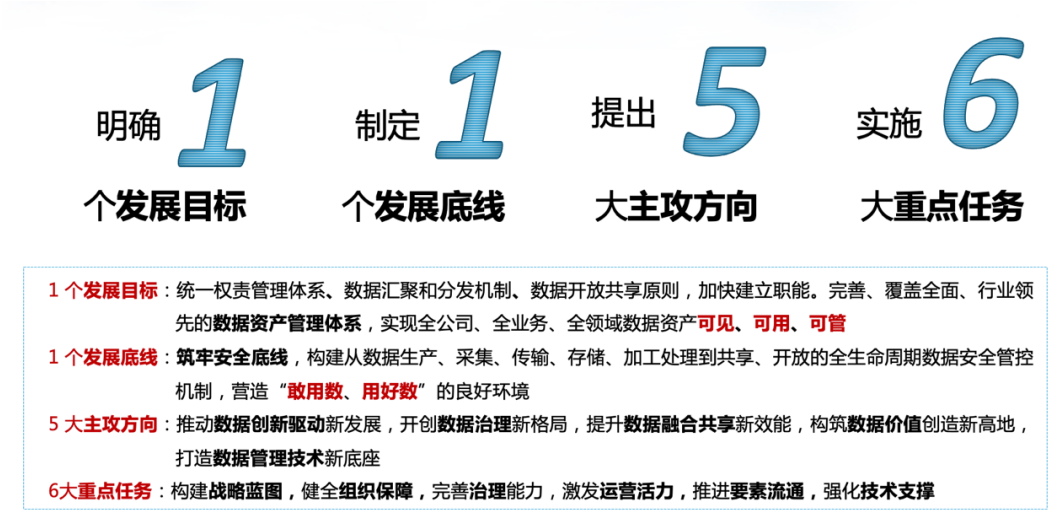


图 1：数据管理总体思路图

通过明确 1 个发展目标，制定 1 个发展底线，提出 5 大主攻方向，实施 6 大重点任务的数据管理总体思路，指导、建立职能完善、覆盖全面、行业领先的数据管理体系框架，实现“业务数据化、数据业务化”的突破，在新起点开创发展新格局。

2.3 实施内容

（1）构建数据管理体系

南航充分借鉴国内外数据管理先进理论，根据公司“十四五”战略规划，结合行业特点和公司数据管理发展现状，搭建数据管理体系框架，描绘数据管理目标蓝图，构建包括职能活动和保障手段在内的一整套运作体系，其中数据治理、数据运营和要素流通是三大管理职能，组织保障和技术支撑是两大保障手段。

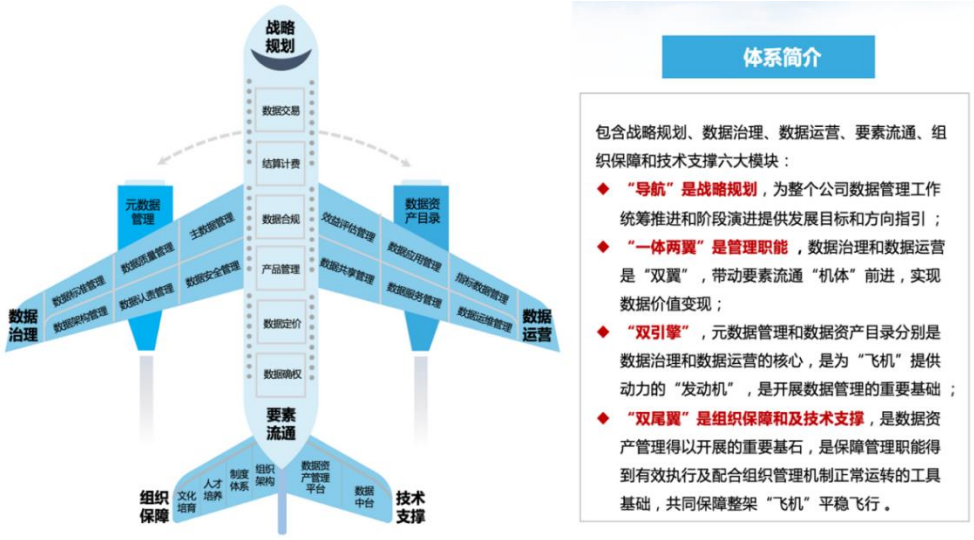


图 2：数据管理体系框架图

数据管理体系框架的制定统一了公司对数据管理工作的认识、明确了管理职责，指导数据管理工作有序实施和资源的合理配置。

为了让数据管理体系有效运转起来，南航进一步优化了组织架构，加强内部统一管理和横向协同。南航基于流程架构将数据划分为 16 个数据域，指定业务领域负责人作为数据域管理责任人，统筹本领域数据管理工作，构建数据认责机制，横向拉通业务和技术团队，初步解决数据问题找不到责任主体，数据需求找不到受理主体等问题。南航信息中心成立数据运营部，统筹数据技术管理和运营工作。优化组织架构的同时，南航不断健全数据管理制度体系，围绕数据管理体系各职能活动，形成公司级管理办法和指导意见，领域级管理细则以及部门级操作指引的多维度多层级制度体系。通过制度全面规范公司数据管理机制和流程，引导和固化基层执行人员良好的工作习惯，有效提升数据质量，保证数据合规，为全面实现“依法治数、依法管数、依法用数”打下坚实基础。

数据管理体系的运转离不开人才和氛围。南航在教学管一体化平台上设立数字学堂，体系化开发培训课程，通过丰富的教学形式开展数据管理培训，定期组织从事数据管理工作的员工参加数据管理专业认证，以考促学，持证上岗。同时，南航充分利用内部刊物、社交媒体，通过各宣传渠道宣传数据管理理念，定期举办数据沙龙、数据论坛、数据创新大赛等活动，培育公司数据文化。南航定期遴选数据管理专业人才，建立公司数据管理专家库，制定相应激励机制，加强专业人才储备。

（2）提高数据供给效能

南航基于数据管理制度，通过数据认责、数据集成与贯标、数据质量监控和讲评等手段提高数据供给效能。一是明确数据域管理责任人制定质量规则，开展常态化质量监控，牵头提升本领域数据质量等职责。同时，基于谁生产谁负责的原则，梳理数据对应的生产单位，压实数据生产质量的责任。二是建立企业级数据集成和共享的管理机制，推动数据统一汇聚和贯标，持续丰富指标和标签，最后通过双中台进行数据能力的统一输出。三是建立数据质量评价指标，定期组织数字化讲评会，讲评各数据域数据质量情况，分析数据质量问题，推动数据质量提升。

（3）持续释放数据价值

南航基于企业级能力开放平台构建数据分析和数据服务能力，持续释放数据价值。一是以业务需求为驱动，推动数字技术融合和产品服务创新，丰富数据产品和服务。二是打造差异化、可配置化、智能化的数据产品和服务，形成多样化、高质量的服务供给体系。三是深化企业级大数据平台应用，深化安全管理、大运行、营销生态圈和客户经营等领域的应用建设，基于统一标准的指标数据，建设面向领导层的经营管理数字看板和移动端应用。四是搭建算法中心，沉淀公共算法能力，充分利用基于大数据的深度学习和挖掘，提升公司在航班决策、收益管理、智能排班等场景的智能化运营和决策能力。五是积极探索对外数据服务模式，以市场需求为驱动，规划对外数据产品体系图谱，探索数据确权、数据定价、数据价值评估、内部价值分配等数据要素流通机制，加强市场化营销推广，打造一批得到市场认可的数据精品。

（4）强化架构支撑

数据架构是公司结构化认识数据，打通数据流，消除数据孤岛，提升业务效率的关键要素。南航遵循企业架构方法论，组织开展企业级数据架构规划和设计。一是以数据需求为出发点，构建企业级统一数据模型和统一技术平台体系，建立全集团一体化技术架构与能力体系。二是基于“云平台+双中台”的核心技术架构优化数据集成关系，厘清数据流向，加强生产和服务过程中各业务场景的数据采集，做到“应采尽采”。三是建设南航数据资产管理平台，优先建设元数据管理、数据标准管理和数据质量管理三大基础功能，在此基础上构建企业级数据资产目录，实现数据共享流程线上化，满足数据运营需要。同时，本着“满足现状、适度超前、持续领先”的原则，进一步加强对区块链、机器学习、图像/语音识别、自然语言处理、知识图谱等前沿性先进技术的深入研究，探索智能化技术与数据管理能力的结合点，推动数据资产管理平台智能化应用与功能创新，实现技术变革驱动管理模式的创新升级。四是将企业级大数据平台定位为南航集团权威的大数据分析平台，通过构建统一的数据分析模型，实现“全、统、通、快、准”企业级智能大数据分析体系，沉淀可复用的共享数据能力，打造高效、可持续的数据资产运营能力，赋能业务快捷、智能发展。数据架构规划如下图所示。

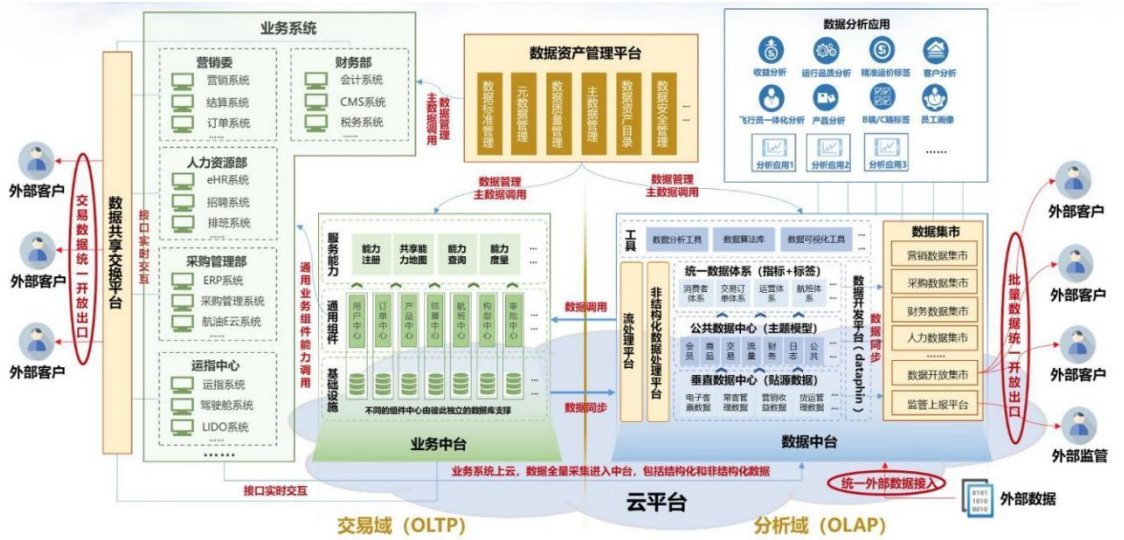


图 3：南航数据架构规划

（5）夯实数据安全保障体系

数据安全是“红线”，是“底线”。南航基于国家法律法规要求，开展数据分类分级，结合业务场景压实数据安全责任，围绕数据处理全生命周期，制定数据安全管理策略、应急预案和内部审计机制。南航重点围绕个人信息数据开展专项保护，通过构建权限体系，规范业务流程，强化中台能力，推动个人信息合法合规最小化采集和查询，推动实现在数据可用不可见的基础下完成业务活动。在公司营造“敢用数、用好数”的良好环境，保障数据价值得到充分释放。

2.4 实施路线图

数据管理按照现状调研与诊断分析、建立数据资产治理体系、制定数据治理规划及行动计划、建立数据管理制度规范体系、关键场景试点落地等，逐步实施，如下图所示。

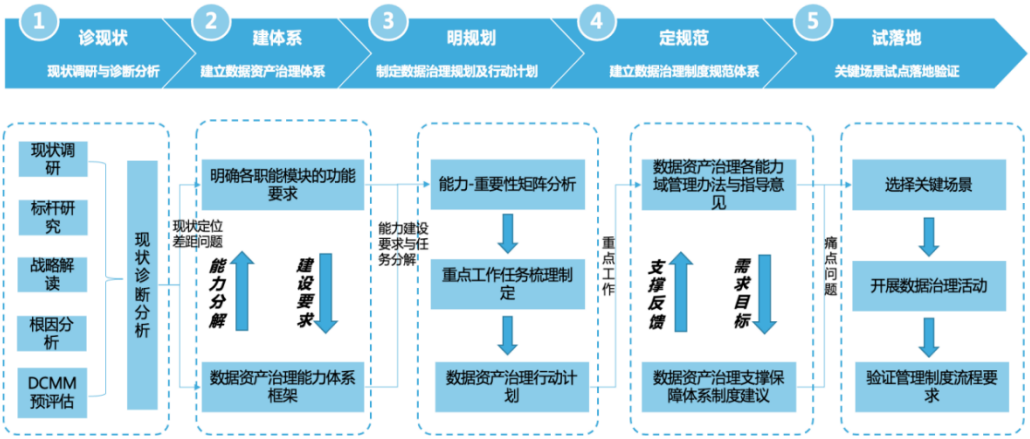


图 4：数据管理实施路线图

三、应用效果

3.1 建成高效适配的组织保障体系

南航形成“两个统筹、一个协同”的执行组织架构，如下图所示。

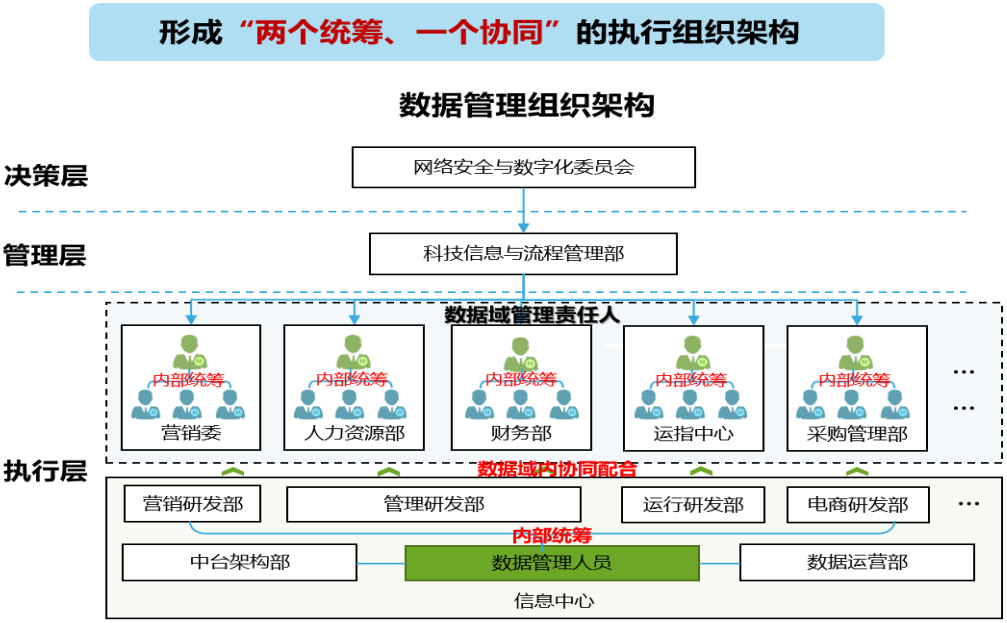


图 5：数据管理组织架构

南航成立网络安全与数字化委员会，审议和决策公司数据管理重大工作事项。建立数据域管理责任人机制，业务侧建立一个统筹单位，多个协同单位的“1+N”工作网络。协同单位指定数据管理专员，负责执行公司数据管理工作要求。信息中心组建数据运营部，统筹技术侧数据管理工作，负责公司数据管理工作的技术保障。南航同步加强数据管理专业人才培养，通过云 T 数字化人才培养计划，以训战结合的方式，培养了一批既懂业务又懂数据的复合型人才，云 T 培养计划也荣获 2021 年度全国企业学习设计大赛的金奖，得到业界专家们的肯定。在数据文化培育方面，南航组织数据知识竞赛、数据创新大赛等活动。2021 年南航第二届创新挑战赛开辟数据赛道，依托南航企业级大数据平台，充分应用可视化分析工具和算法平台，通过多维度多视角的分析，在数据中发现机会并提出业务解决方案，全力加速具有产品化、产业化应用前景的项目孵化落地，提升航司数字化、智能化水平。

3.2 首创“1+16”公司级项目平台+项目绩效合约机制

南航创新构建了“1+16”公司级项目平台+项目绩效合约机制，充分发挥公

司管理创新平台优势，建立权责利对等的数据管理模式。数据管理工作以业务对象为基准分配到 16 个数据域，数据域以项目组形式加入公司管理创新平台，以项目经理为核心，通过平台拉通资源，通过项目绩效合约，将数据管理工作通过项目绩效进行兑现，通过项目绩效对项目经理进行奖惩，全面激发项目组积极性和创造性。项目绩效以是否解决业务问题为衡量，推动各领域数据管理工作能围绕业务痛点制定并实施工作方案，切实产生业务价值。飞机数据治理方面：实现飞机基本信息、飞机构型信息、客舱构型信息等 202 项飞机静态数据在线化，解决运行和营销缺少数据支撑的问题；客户数据治理方面：推动客户数据贯标，实现精英会员触达率从 88%提升至 93.9%；不动产数据治理项目成效显著，2022 年辅助新签不动产运营合同金额和确权面积同比分别增长 2 倍和 3 倍；指标数据治理方面：统一公司经营讲评会指标标准，发布《公司经营讲评指标库（1.0 版）》，指标数据治理实践获得国际数据治理协会 2021 年数据治理最佳实践奖。

3.3 深化数据应用，逐步释放数据价值

基于数字技术在关键环节的开发应用，对快速存取记录器（QAR）、发动机监控、驾驶舱语音记录仪的数据进行分析，及时发现问题并快速改进。建立飞行档案，构建智能化数据分析平台，实现精准培训、精细管理、精益飞行。截至 2022 年底，南航连续保证 278 个月的飞行安全和 343 个月的空防安全。

打造统一的运行指挥信息平台，统一数据标准，为航路优化、航班编排、飞行跟踪、航延优化、机型调配、精益维修、航材库存优化等业务决策提供数据支撑，不断提高运行效率。南航航班正常率连续六年在国内主要航空公司中名列前茅，2022 航班正常率达 95.45%，比行业平均水平高 0.47 个百分点。

在机队规划、航线网络、成本核算、航油管理、经营分析等领域实施数字化变革，建成网络收益管理、采购管理等系统，完成“航油 e 云”、财务机器人三期项目，打造“南航 e 家”办公平台，不断提升管理规范化、科学化、精细化水平。

四、洞察启示

4.1 统一思想、提高认知

数据管理是“一把手”工程，是需要横向协同，纵向贯穿的体系化工程。数据战略规划能起到统领和指导的作用，能统一全员认知，明确总体目标，指导数据管理工作。数据战略规划要紧扣公司业务战略规划，保障业务战略得以实现。

4.2 集中管理、协同配合

公司数据管理工作要有主责单位集中管理，统一领导和协调，通过绩效实现数据管理工作在各部门的纵向贯穿，通过搭建公司级平台，促进公司各部门横向协同，有序推进数据管理的各项工作有序开展。

4.3 业务驱动，需求引领

数据管理的初心使命是赋能业务，数据管理工作应来源于业务侧发现的数据痛点和需求，以解决业务侧问题为切入形成工作方案，并由业务部门牵头实施。信息中心要构建数据运营体系，建立科学的正向反馈和闭环管理机制，培育、拓展、企业数字化场景，提高数据的服务和应用效果，实现数据赋能。

4.4 人才建设，坚实保障

开展数据管理工作需要一批既懂业务又懂数据且能从企业全局着眼和制定数据管理方案的复合型人才。企业要加大数据专业人才培养和引进力度，通过实施数据专业人才培养计划和员工数据技能轮训计划，勾勒数据人才画像，打造多层次、多类型、高质量的数据人才梯队。

4.5 统筹项目、保障资源

数据管理工作需要大量的人力资源和 IT 研发资源的投入，企业要做好规划期内数据管理工作的资源投入计划，避免重复投资、加强资源使用过程监管和效益评估，保证资源有效投入，保障工作能按照计划予以落地实施。

4.6 红线意识、确保安全

企业要加强数据安全风险防控，提前梳理和分析工作开展时可能存在的数据安全隐患，制定切实可行的安全策略和应急预案，定期组织开展系统性风险评估工作，及时处理和解决已存在的风险问题，避免风险发生，要在企业范围内树立牢固的安全“红线”意识。

厦门航空数据治理体系的构建与应用

单位/部门：厦门航空有限公司/数字委员会

一、背景和痛点

1.1 数字化转型是厦航高质量发展的必由之路

民航局在《“十四五”民用航空发展规划》及《智慧民航建设路线图》中指出，建设智慧民航，就是要提升行业智慧运行能力，以航空器运行为核心，打造面向全行业的民航协同运行平台，构建数字化运行环境，形成智慧化运行方案，提升整体运行保障能力。

在民航“一二三三四”的总体工作思路下，厦航制定了“一一四三三”的“十四五”发展整体思路，其中在“构筑三大动力”里，明确提出要把“数字驱动力”作为厦航高质量发展的力量源泉，并将信息部升格为数字委员会，牵头推进公司的数字化转型工作，依靠架构、流程、数据三驾马车，全面吹响数字化转型的号角！

1.2 厦航在数据治理中面临的四大痛点

厦航在实现信息化全面覆盖的过程中积淀了海量数据。以《厦门航空官网/APP》《航班运行控制系统》《客户关系管理系统》《客/货运结算系统》《人力资源管理系统》《学习平台》《办公门户》为代表的一批信息系统积累了安全运行、营销服务、企业管理各业务域的多源、多类型海量数据，成为厦航的核心数据资产。

但是和大多数企业一样，这些海量数据没有发挥出新时代应有的作用，厦航在数据治理和数据应用过程中面临着四大痛点：

一是数据分散形成孤岛，有数不便用。经过二十多年的信息化建设，厦航积累了大量的数据。但是这些数据分散在数百个系统的数十万张数据表之中，业务与技术人员都难以快速地找到自己需要的数据，甚至有没有需要的数据都“心里没数”。

二是数据存在业务壁垒，有数不让用。由于传统思维的阻碍，各部门之间对数据共享意愿低，造成沟通成本高、申请周期长、数据权责不清、共享使用困难。

数据生产者不想、不能、不敢共享数据的情况普遍存在，部分数据的使用申请往往要进行多轮反复沟通，甚至长期无法达成一致。

三是数据质量参差不齐，有数不敢用。数据输入不规范、数据模型设计不科学、业务流程不完善都会影响数据质量，各业务系统中或多或少都存在“脏数据”。数据项目建设往往有一半的时间是用于数据的核对与清洗，大大降低了数据应用的效率。

四是数据分析应用不足，有数不会用。由于缺乏系统性数据思维，数据分析人员投入不足，导致数据资源利用大多停留在表面，为业务服务不够、应用领域相对较窄、数据与场景融合不够，导致数据之“沙”难以汇聚成“塔”，海量数据资源无法盘活，数据潜力没有释放，数据价值得不到充分发挥。

二、实践路径

在数字化转型的大背景下，厦航全面贯彻落实习近平总书记关于推动数字经济和实体经济融合发展的重要指示精神，针对公司内部存在的数据治理困局和痛点，从以下六个层面开展了数据治理体系的构建和应用。

2.1 明确数字化使命愿景，锚定治理目标计划

厦航在《“十四五”数字化规划》中提出了“数造新厦航，智助行天下”的数字化新使命，“打造全面连接、智能感知、数字驱动的智慧厦航”的数字化新愿景，及**“帮助更多的人用好数据”**的数据治理理念，锚定了数据治理的目标——**让数据像自来水一样，干净无害，千家万户，随用随取。**

在数据治理时间表上，厦航将“十四五”规划战略解码形成公司十大硬仗，硬战之九“激活数据潜能，塑造数字驱动力”中对“加强数据治理”战略任务的标杆、实施方案、年度目标、十四五总体目标以及主办、协办单位等做了明确而详细的阐述和要求。厦航正以战略为引领，全速推进数据治理与数据应用，并建立了领导牵头、全员参与、督办推进、绩效考核的工作模式。

2.2 搭建治理组织架构，创新跨域协作机制

数据治理是一项公司不同部门共建、共担、共享的工作，需要业务跨域协同

规划与实践。所以，构建高效的数据治理组织架构，建立科学的分工协作机制，促进数据治理和数据应用各参与方积极履职、紧密协作、善作善成非常关键。厦航建立了三层数据治理组织架构，分为决策层、管理层和执行层。其中：

决策层为公司科技和信息化委员会（以下简称“科信委”），由公司董事长、总经理等公司“一把手”亲自担任委员会主任，总信息师和分管业务的副总担任委员会副主任，委员涵盖公司各单位负责人。**管理层**为科技和信息化委员会办公室，该办公室设在数字委员会，主任由数字委员会总经理担任，副主任由规划财务部及人力资源部总经理担任。**执行层**为各分子公司、下属单位。



图 1：厦航数据治理组织架构

2.3 建立治理手册体系，开展治理培训宣贯

厦航是中国民航手册管理的先行者和获益者，一直以来都依靠强大、完备的手册体系确保各项工作在统一的框架下开展，数据治理也不例外。厦航建立了“管理办法-标准规范-工作指南”的数据治理手册体系。其中，《厦航数据管理办法》等明确了工作开展的方向、机制、原则等；《信息主数据操作规范》等制定了数据流转全生命周期具体场景下需遵循的规范；《数据质量管理系统使用指南》等则为数据治理工作落地执行提供了操作手册和模板。这三级数据治理手册确保了全公司上下统一数据治理思路，为数据治理工作有序开展提供了有力保障。



图 2：厦航数据治理手册体系

厦航还就数据目录编制规范和数据治理知识、方法、工具在全公司开展数十场专项培训，帮助各单位人员熟悉数据治理、数据安全的相关要求和技能。

2.4 绘制企业数据架构，引领数据源头治理

数据治理不能只是“治标”，还得“治本”。厦航聚焦企业生产经营各领域，从数据资产目录、数据模型、数据标准、数据分布四大组件全面绘制企业数据架构，便于数据工作者掌握企业数据全貌。发布了《厦门航空企业数据目录》，盘点出一级分类 23 个、二级分类 85 个、三级分类 192 个、四级分类 600 个，并以三级分类数据为元素绘制企业数据架构全景。随着数据治理工作不断深入，数据资产目录将持续迭代，在深度和广度上更进一步，也将作为数据责任落实、数据标准制定、数据模型开发、数据分布优化以及数据质量提升的底数清单，帮助厦航数据工作者管好数据、用好数据，让数据发挥更大价值。

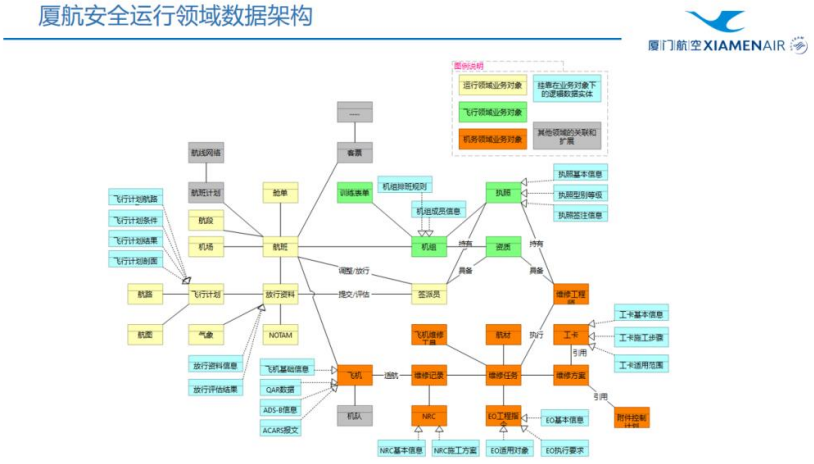


图 3：厦航安全运行领域数据架构

企业数据架构的绘制为数据源头治理、高效流转和业务敏捷创造了可能。开展数据治理工作以来，厦航在各单位共成立 16 个数据治理工作专项小组，涵盖飞行、机务、运控、营销、财务等领域。各数据治理项目组形成了年度规划、季度小结、月度推进的工作模式，持续高效推进各业务域的源头治理、数据汇聚、数据共享和数据应用，通过“以用促治”取得了良好的效果，有效推进了数据治理工作。

2.5 强化数字技术支撑，夯实数据治理底座

数据治理离不开数字技术的强力支撑。通过借鉴行业成功经验，结合自身探索实践，厦航基于航空公司数据流转特点自主搭建了具备**数据汇聚**、**数据服务**两大核心能力的数字底座，同时将**数据治理**融入数据流转的每个节点，持续强化数据全生命周期管理能力。

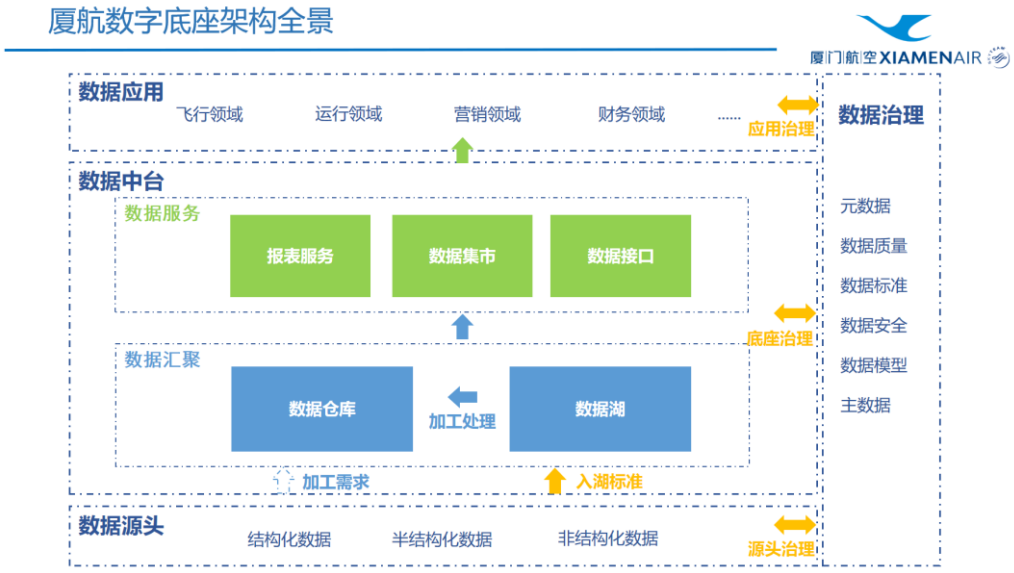


图 4：厦航数字底座架构全景

通过持续提升数据治理、数据汇聚和数据服务能力，厦航实现了数据在企业内部从产生到实现商业价值的有序增值流通。截至目前，厦航企业数据仓库已对接超 200 个业务系统，每日执行实时、离线计算任务超 10000 个，同步数据超 30 亿条，已汇聚全领域数据超 100TB。以 QAR 数据为例，全集团每天近 1000 个航班的 QAR 数据以实时形式汇聚至数据仓库进行文件译码、测量值加工、自定义指标计算等处理，全程耗时不超过 1 分钟。飞行员在航班落地后最快 5 分钟即可

在 iPad 上查看航班关键阶段数据动画回放，第一时间复盘当班飞行操纵情况，促进飞行员不断进行自我完善和提高。

2.6 培育数据治理文化，实现共建共享共赢

数据治理是一项长期的系统工程，必须让数据治理植根于企业文化，数据治理策略和要求才能生根发芽。2020 年以来，厦航在核心业务部门开展了 30 多场数据治理与数据分析培训，既提高数据治理技能、培养数据创新思维，也有效传播了“共建共享共赢”的数据治理文化。



图 5：厦航首届数据创新大赛优秀作品集

2021 年，厦航举办“数据创新大赛”，比赛以数据可视化工具为平台、以数据分析为手段，用数据说话，孵化出一系列提升安全运行效能、提高流程处置效率、提增航线经营效益的“好办法”、“金点子”。大赛共吸引了来自 25 个部门 251 名员工组成的 90 支队伍参赛，打破了原有组织、工作边界，进一步促进了跨域融合，为数据驱动业务创新提供了良好的平台。得益于坚持不懈的数据文化培育，厦航已形成了“你追我赶”的数据治理和数据应用氛围，仅数据可视化工具平台就构建了业务数据集 5000 多项，存量数据分析报表 3000 余张，覆盖厦航全集团所有部门，形成了“共建、共享、共赢”的数业共创新生态。

三、应用效果

厦航通过明确治理目标、创新工作机制、搭建手册体系、培育数据文化、绘制数据架构、强化技术支撑，构建了科学有序的数据治理体系和稳健高效的数字

底座，较好地解决了数据应用面临的四大痛点，积淀了高质量、高价值、高共享的海量业务数据，开展了一系列数字化变革举措，孕育了一批自主掌握核心技术的数据产品，在安全运行、营销服务、节能减排等方面取得了良好成效。

3.1 安全运行强力助手

为了更好地利用飞行数据，厦航由公司运行副总、总信息师、安全总监、总飞行师共同筹划组建了“飞行数据分析应用”联合项目组，飞行总队、运行风险控制部、数字委员会、飞行技术管理部、安全监察部、质量标准部、培训部等多部门领导及业务骨干深度参与。

在 18 个月的时间里，联合项目组治理并汇聚了包括 QAR 数据、飞行排班、人员资质、机场、气象等在内的 18 类数据，利用《飞行大数据平台》持续深入开展飞行安全分析，采用场景挖掘、场景评审、模型设计、功能实现、模型验证、模型优化、模型运用、风险发现、风险控制的方式，先后完成了超过 50 次的专项分析，沉淀了超过 15 个飞行数据典型应用模型，逐步提炼并完善常态化飞行品质分析监控项，助力飞行安全从结果管理向过程管理转变，极大程度提升了飞行安全。例如：

（1）机队 SOP 执行力专项分析

通过对调制高度证实进行常态化分析，机队发生松开通话 PTT 电门与调制高度时间差为 0 秒的情况呈整体下降趋势，机队的中位数和平均数下降了一半。

（2）高速解除自动刹车专项分析

分析机队操纵规律，对高速解除自动刹车进行剖析，把机场运行风险点录入飞行准备提醒，通过持续监控，高速解除自动刹车的发生率从分析前的 1.75%降至 0.10%，减少了 94%；

（3）机队复飞专项分析

大数据筛选出复飞动作不规范问题人员，通过模拟机训练等手段进行补训后，机队的复飞不规范事件数量降低 50%，复飞规范性显著提升；

（4）飞行训练数字驾驶舱

飞行训练会由原有纸质+PPT 讲评转变为 BI 大屏互动式讲评，促进业务管理转型提升。



图 6：厦航飞行数据分析系统监控大屏

3.2 营销服务大显身手



图 7：厦航“营销大脑”

厦航围绕数据架构建设成果，借助企业数据仓库整合客户、市场、航班、营收等多种类数据，构建经营指标体系，在企业内外部统一收入、利润、成本等多项经营指标，为营销服务“问诊把脉”，助力营销服务精准决策。

此外，厦航统一自营线上、线下渠道，形成了数据采集、智能预测、执行营销的闭环流程，绘制了覆盖全部白鹭会员、囊括 500 余项客户特征、超过 700 个标签的场景化客户画像。在数据共享下，厦航构建营销服务开放平台，实现与商旅、零售、联盟等合作客户的数据互联互通，平台还获得国际航协 NDC Level4 级别认证，标志着厦航已具备行业领先的营销服务能力。在数据驱动下，厦航推出“飞要系列”精品产品，精准触达旅客退改、积分、选餐等场景，极大提升用

户体验。精准营销活动全年场均促活近 5 万人，最高单场促活超 14 万人。借助商务伙伴私域客户流量，厦航半年内累计转化客户近 4 万人，成功增收超 2 亿元。

3.3 节能减排崭露头角

节能减碳是可见未来民航发展的主旋律之一。厦航践行可持续发展理念，基于数据驱动的精细化管理能在确保“两个绝对安全”的前提下，进一步挖掘航班运行节能降碳空间，从而得到安全裕度与节油效益平衡的最优解，这无疑更能匹配航空公司的长远利益，也更能匹配国家对智慧民航的高质量发展要求。

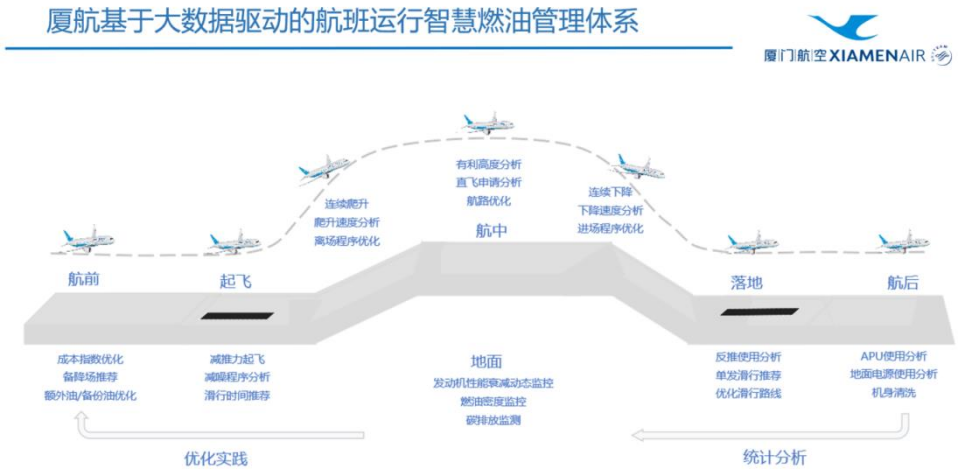


图 8：厦航基于大数据驱动的航班运行智慧燃油管理体系

依托企业大数据平台及机器学习平台的存储计算能力，厦航构建了基于大数据驱动的航班运行智慧燃油管理体系。通过基于大数据的节油分析算法研究，实现了“计算-演练-评估-发布-执行-监控”的动态管理，并成为国内首家实现最优成本指数推荐的航司。通过在节油方向的不断探索，厦航的可持续发展之路行稳致远，近三年总节油量超 15000 吨，减少碳排放超 48000 吨，节约燃油成本超 7000 万元，降本增效成果显著。

四、洞察启示

中国民航正处于全面建设多领域民航强国的新阶段，数据治理作为数字化转型的驱动力和必要前提，更是民航共同面临的课题。厦航在集团范围内开展的数据治理体系的构建和应用，取得了一定的成绩，总结经验，有以下三方面的启示：

4.1 体系建设，全局谋划

企业应加强顶层设计，**从战略层面**，聚焦企业数字化转型重点，明确数据治理总体目标和年度目标，指导数据治理分阶段推进。**从管理层面**，打破传统组织边界，建立企业级跨域联合项目组，逐步瓦解“系统墙、部门墙、制度墙”。**从执行层面**，打造具有企业特色的数据治理“工具箱”，保障数据治理各类要求、规范落到实处。**从文化层面**，引导“共建共享共赢”的数据文化，营造“奋勇争先”的数据氛围，激发广大员工参与到数据创新应用中。

4.2 以用促治，分块推进

纯粹的数据治理需要投入大量的人力，但成果见效慢，难以得到业务部门的大力支持，要结合跨业务域面临的痛点和难点推进。例如厦航以显性化飞行员操纵技能和习惯、统一企业经营指标为切入点，逐步统一了对各类数据、指标的理解和定义，逐渐扩展了数据共建共享的范围。业务领导和骨干均感受到数据源头治理、汇聚共享的价值，进而辐射到更多业务领域，激发更多的人参与到数据治理工作中。

4.3 架构引领，源头治理

企业要将数据治理融入到信息化项目建设的过程中去，优化数据建模、规范数据流向、监控数据质量、落实数据保护，实现数据的源头治理，“减存量，遏增量”，避免陷入数据问题越治越多的泥潭。通过绘制数据架构，形成清晰的数据模型演进路线，在员工管理、物资管理、合作伙伴管理等方面取得良好成效。

展望未来，厦航将继续围绕数据治理愿景与目标，发掘更多业务场景价值，继续丰富完善数据治理体系，昂首踏上厦航数字化转型之路，以开拓进取、爱拼会赢的厦航精神，为民航强国建设、为实现“两个一百年”奋斗目标、实现中华民族伟大复兴贡献厦航智慧和厦航力量！

山东航空数据治理体系及实践

单位/部门：山东航空

一、背景和痛点

1.1 数字化现状

山东航空集团有限公司(以下简称山航),保持了连续27年的安全飞行记录，是首家也是唯一一家获全国质量奖的民航企业，承担并履行着重大的社会责任。近年来为适应市场需求，不断开拓创新，以数字化转型工作开展为契机，充分将主业与互联网、大数据、人工智能新技术深度融合,不断强化核心业务竞争优势。

为进行数据治理与应用，提升数据资产价值，山航于2017年成立数据管理相关机构，负责数据资产管理，建立主数据、元数据、标准、质量、安全等的数据管理制度流程，负责以数据管理和应用为主体的项目建设，通过几年的探索在数据治理方法论、制度流程、系统建设等方面取得一定的成绩，形成了数据治理方法论、制定了数据治理流程与标准、建设了数据管理与应用的平台系统。

1.2 数据资源基本情况

公司在信息化建设过程中，建立上百个信息系统，每年运输旅客约2000万人次，积累大量的运行、安全、旅客、订座、库存、结算等数据，数据存储量500TB以上，通过集群、备份、灾备等机制，保障数据资源稳定性达到99.99%。

1.3 面临的问题

随着数据共享、分析决策的需求，以及数据使用范围的扩大，在数据应用与管理过程中发现了治理流程不清、存在数据孤岛，数据资产管理手段缺失,数据资产价值未充分挖掘等问题。

二、实践路径

为了解决以上问题，山航积极探索实践，根据国家、局方有关规定、参考 DAMA、智慧民航数据治理等规范，形成治理方法论逐步进行数据治理，并取得良好应用效果，以下从数据治理机制、数据资产管理平台、主数据治理、QAR 数据治理与应用四个方面介绍。

2.1 数据治理机制

数据治理主要包括明确数据资产管理框架、目标与原则、推进方法与步骤、结果呈现等内容。

（1）数据资产管理框架：数据资产管理框架包含支撑、管数据、用数据三部分。支撑部分包括数据治理的目标和原则，明确业务、技术、管理的组织机构，形成一套涵盖数据治理各方面的制度、流程、标准的制度体系规范数据治理过程中管理动作，搭建一套技术平台支撑各项数据管理的活动。管数据部分是侧重数据管理方面的业务功能，包括涵盖数据目录、数据模型、数据标准、元数据管理的数据架构管理，主数据管理、数据共享交换管理、数据安全管理、数据质量管理等。用数据部分是侧重于使用共享的数据平台实现数据集成、连接、分析，对数据进行服务化便于上层数据应用使用数据，实现数据反哺业务。

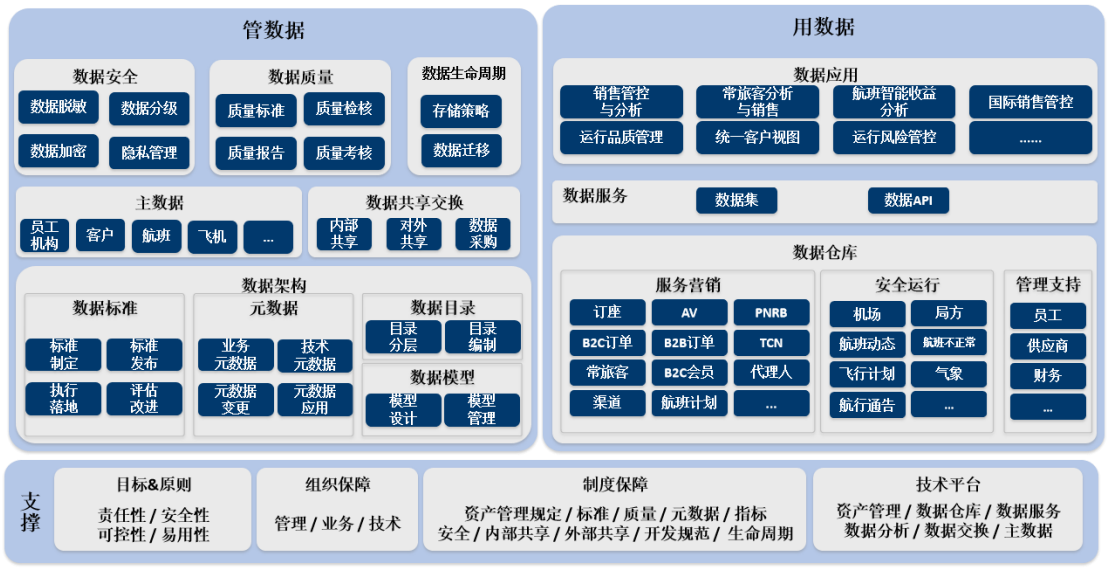


图 1：数据资产管理框架示例图

（2）数据治理目标与原则：数据治理的目标来源于业务目标，随着公司提出建立面向东北亚的航班枢纽、航班智能调度等业务规划与目标时，明确了十四五期间公司数据治理的目标是**“明确职责、优化流程，建立必要的系统与平台，**

进行航班与客户数据资产管理，数据驱动实现航班运行智慧化、旅客服务个性化”。数据治理的原则包括：明确责任、安全性、可控性与易用性。

（3）数据治理组织保障：数据管理组织架构分为三层结构，分别是数据管理决策机构、公司级数据管理组织、业务级数据管理组织。建立业务负责制数据管理体系,即公司的每一项数据,必须由业务流程牵头部门负责相关数据的管理。

网络安全与信息化委员会作为数据管理决策机构,负责公司数据资产管理的审议与决策。主要职责包括：审议并指导数据管理体系与规划、审核并指导公司数据管理的规章制度、推进公司数据管理和应用，传播数据管理理念，营造数据文化氛围等；信息管理部作为公司级数据管理组织，统筹负责公司数据资产管理制定数据管理规划，编织相关的政策、流程、标准，协助各业务部门开展数据管理相关工作，建立并维护数据架构，监控数据质量，协调解决争议与重大事项，建设数据管理与应用的支撑系统;各项数据的业务负责部门作为业务级数据管理组织，负责该业务领域的数据管理工作，指定专职人员负责数据管理相关工作，建立相关的数据管理制度和操作流程，管理数据资产，提升数据质量，保证数据安全，实施数据共享，开发和管理数据应用。

（4）数据治理制度保障：为了提升数据质量、保障数据安全、促进数据应用，必须建立完整的制度体系，让执行层面有标准可依。制度体系分为三层，一级管理办法，二级管理流程，三级技术规范与标准。一级管理办法是《数据资产管理规定》，是公司数据资产管理的总纲，对数据进行分级分类，明确组织架构与职责，把数据架构管理、主数据管理、数据质量管理、安全管理、共享管理、应用管理等各项数据管理工作的原则要求、职责划分明确说明。二级管理流程是对各项数据管理工作分别编制管理流程，例如数据架构部分包含《元数据管理规定》、《数据目录管理》、《数据标准管理》等，数据共享管理包括《共享工作流程说明书》、《数据交换平台开发流程说明书》等。三级技术规范与标准是每个数据管理工作中具体的技术规范与标准，例如元数据管理工作的三级文件包括《元数据系统管理规定》、《元数据审核规范》、《元数据采集与注册规范》、《元数据变更管理规范》等。

（5）数据治理技术保障：因为数据具备多样性、虚拟化、动态性等特点，各项数据管理工作在执行层面无法完全通过线下、文档化的方式进行，必须通过

系统与工具的支撑。结合公司实际情况，设计了**“以数据应用为驱动、主数据管理为主线、元数据管理为核心”**的数据治理技术架构。

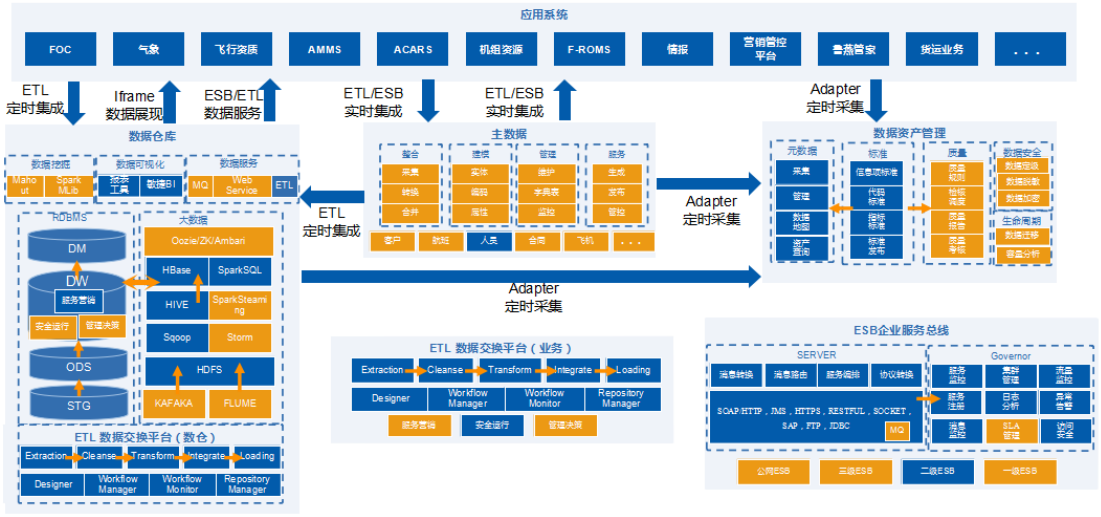


图 2：数据治理技术架构图

“以数据应用为驱动”，没有应用价值的数据，不会做为数据资产，不会成为治理的对象，所以数据治理的目标、需求来源于业务的目标、需求，数据交换平台、数据仓库、敏捷 BI 等平台与工具不仅承接了业务数据应用的实现，也在应用过程中明确数据治理的需求；“以主数据管理为主线”，航司中重要的主数据包括客户、飞机、航班、员工、供应商等，主数据会被客户订单、员工绩效、维修记录等业务过程数据调用，分析数据的维度多为主数据，因此主数据管理非常重要，作为治理工作的主线，明确主数据源头、数据标准、数据质量、数据发布等功能依靠元数据管理系统；“以元数据管理为核心”，数据管理、数据应用的前提是明确数据的定义、知道数据在哪里，才能有的放矢，元数据管理是数据质量、数据安全等数据管理、数据应用工作的基础，因此业务元数据、技术元数据、变更监控等功能依靠元数据管理系统。

（6）数据治理实施路线：明确数据治理的目标、原则、组织架构、制度流程、技术架构之后，按照实施计划逐步落地。山航结合实际情况，按照需求驱动的方式、结合数据类系统的建设契机推进数据治理实施，建设数据治理相关的平台与工具，依次对各主题的数据开展数据架构、数据标准、元数据管理、数据安全、数据质量等相关的工作。

2.2 数据资产管理平台

为解决数据管理工作缺少抓手、人员对数据缺乏理解、难以保障数据质量及后续数据应用等的痛点问题，实现对数据进行业务主题划分、提升业务与技术人员对数据的理解和认识、进行数据标准的集成与管理、支撑数据质量闭环管控等目标，山航于2020年上线数据资产管理平台，实现了数据资产目录、元数据、数据标准、数据安全等管理功能，后续不断扩展与优化。

（1）数据资产目录管理：数据资产目录决定了数据治理的边界和对象，让数据资产找得到、看得清，是支撑数据标准、数据模型、元数据、数据资产有效利用的基础。数据目录遵循**“谁使用，谁负责”**原则，基于数据本身特征及业务管理边界进行数据领域（主题域分组、主题域、业务对象、实体、属性）划分。

（2）元数据管理与应用：元数据是描述数据的数据，是数据的描述和上下文。通过元数据管理能够更好的理解数据、明确数据流向，为数据治理、应用集成、数据分析等提供支持。平台具备元数据采集与管理、数据资产查询与数据地图、元数据应用（血缘分析、影响分析、关联度分析、变更管理等）等功能，制定了《数据集成与元数据管理规定》，并对不同元数据制定不同的管理流程，明确了岗位职责与管理标准。

（3）数据标准管理：数据标准指公司层面需共同遵守的数据定义与规则，是对数据的共同理解，是确保数据一致的关键，数据标准包括业务属性、技术属性、管理属性。业务属性是指数据的业务定义与规则、质量规则、数据字典等内容，用于统一业务侧语言与理解；技术属性是指数据类型、数据格式、数据源系统等,用于指导数据在系统中的实施;管理属性是指管理部门、生效失效日期等，用于明确管理的责任部门。平台具备数据标准维护、查询、浏览、统计等功能。

（4）数据安全管理：明确敏感数据定义，建立清单管理：结合国家法律法规、业务实际需求，明确敏感数据的定义与范围，主要包括系统内用户密码、客户证件号、手机号、银行卡号、生物识别信息等。定义和范围清晰后，需要建立敏感数据清单，通过盘点各系统内的数据，借助平台的标签管理能力，形成了敏感数据清单,通过清单能够掌握公司内敏感数据存储的系统、库、表的具体位置；明确管理职责与工作流程：通过《敏感数据安全管理规定》明确了敏感数据安全管理过程中项目经理、元数据管理员、数据安全管理员等岗位的工作职责与流程，让敏感数据识别、数据加密、敏感数据清单更新等工作有法可依，确保落地；建

立技术标准：形成《敏感数据加解密规范》与具体库函数，统一了加解密的标准，包括具体算法、工作模式、填充算法、密钥要求等。业务系统统一加密后，通过数据交换平台交换数据，数据仓库集成分析数据时，遵守统一的标准能够明显提高开发与交付效率。

2.3 主数据治理

实施主数据管理系统并不一定能够管理好主数据，主数据管理需要从业务职责、数据标准、数据质量、数据分发能力等多方面统筹考虑。

山航于 2015 年建设了统一用户管理系统，实现了公司员工主数据的统一管理，从 HR 源头产生的机构与用户主数据，实时同步到系统中，分发到下游各业务系统，实现员工主数据的规范、一致、唯一。但是随着员工主数据管理的深入，发现员工手机号存在大量不完成、不准确、不一致的问题。

为确保员工手机号的完整、准确、一致，进行以下数据治理：

（1）盘点现状，梳理业务痛点：通过盘点 HR、统一用户管理、掌上山航、FOC 等系统中的手机号数据，梳理并量化了完整性、准确性、一致性等数据质量问题。并与相关业务部门调研手机号信息不全导致的业务问题。

（2）明确治理目标、业务意义与应用价值：治理目标是让数据完整性、准确性达到 85%以上，一致性达到 99%。在公司层面能够让管理者准确的找到每一名员工，减轻每个部门综合办公室维护通讯信息的工作量，实现员工与员工、系统与员工的连接，实现信息找人。在员工层面，能通过自助服务方式找回系统的密码，能够收到工会对员工关怀的祝福短信，方便领取慰问品等活动。

（3）明确改造需求、进行架构设计：明确了 6 个系统的改造需求，共计 34 个需求点。改造完成后形成如下架构，以 HR 数据为标准、源头，用统一用户管理作为主数据的分发与统一管理，下游系统遵守统一用户管理系统的接入规范获取需要的数据，员工可以在 HR 与掌上山航 APP 中自助修改手机号，掌上山航 APP 中加入引导员工维护手机信息的功能等等。

（4）完善管理规定和业务流程，明确数据认责：协调人力资源部，在新员工入职流程、HR 管理规定中明确员工作为手机数据的责任人，有责任维护手机号。

（5）采用项目管理方式落实治理：把 34 个需求点进行拆分，合并形成 24 项工作任务，采用项目管理中的 WBS 工具进行工作分解、明确责任人，计划用时 7 个月左右落地。

（6）采用问题管理与数据质量监控进行闭环：对工作任务落地过程中产生的问题进行记录，定期调度确保能按照计划顺利执行，通过数据质量监控程序监控各系统中数据的一致性，发现问题及时调查、解决，形成治理的闭环。

2.4 QAR 数据治理与应用

QAR 数据是航司最宝贵的数据资产之一，它完整地记录了整个飞行过程中的上千个传感器数据，可应用于飞行、运行、机务等各个业务领域。长期以来，QAR 数据译码领域存在国外产品封闭、不支持二次开发、译码结果不开放、偏重于个别应用场景，国内产品效率低、扩展性差、不灵活等问题。航司要实现完整的 QAR 数据利用，往往要采购多个译码软件，导致数据标准不统一，形成数据壁垒。QAR 海量数据对服务器计算、存储资源要求高，硬件资源投入大，译码系统的重复建设导致资源浪费，同时带来极大的系统维护成本和管理成本。为了解决以上问题，山航自主研发实现 QAR 数据平台，实现译码、治理与应用。

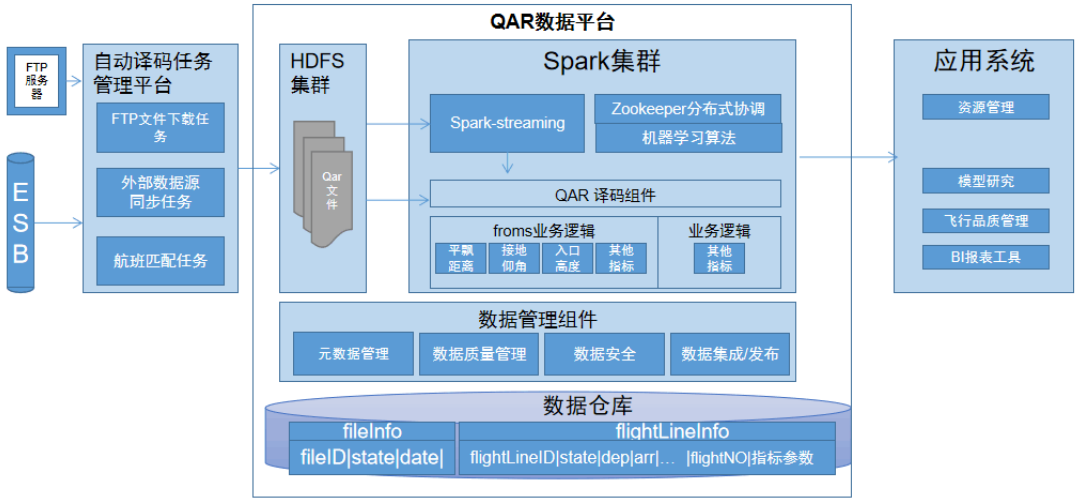


图 3：QAR 数据平台技术架构

（1）QAR 数据治理：平台实现了波音、空客等世界主流机型 QAR 数据的全参数译码，全参数译码平台在业内几乎没有成功案例，自主研发的译码引擎在运算效率、可扩展性、数据清洗、易用性等方面均处于领先水平。实现了对机型、QAR 构型、文件存储格式、记录参数描述等标准体系的建立，保持数据口径的一

致性，为上层业务应用提供统一的标准数据接口。创新使用了 Hadoop 大数据平台，以山航机队现有规模，全参数译码产生的数据量达到每年 40TB，传统的数据存储和分析工具无法满足要求，因此采用 Hadoop、Spark 等大数据技术实现了 QAR 数据的全参译码、存储及分析。在数据治理方面实现了：QAR 数据标准和规范化、QAR 数据质量管理、统一管理与对外共享和应用。

（2）提炼 ROM 理论：局方《飞行品质监控（FOQA）实施与管理》咨询通告的要求，创新提炼了 ROM 理论：日常运行测量（Routine Operational Measurement，ROM）是通过完全采集日常运行航段 QAR 数据，对所有航段数据进行无筛选的统计并利用现代数学、统计学算法进行数据挖掘分析，发现日常运行中隐藏的不理想因素并将结论用于向航空公司飞行品质管理、飞行员个人飞行品质管理提供改进建议，引导飞行品质持续向好的飞行数据分析方法。通过深入研究，提出了技术趋同、标准值设置、偏差研究、偏差量设置、因/果参数五大核心概念，并通过技术改进一览、历史数据分析等功能模块进行了实际应用。在以往的事件管理模式下，只有发生了不安全事件才能被管控，而越危险的事件发生概率越小，发现成本越高。创新的 ROM 管理模式，通过采集全量的数据，将飞行员的各项技术水平以测量指标的形式数据化，通过数据分布、趋势、离散度分析并预测可能的风险，整个过程不超过 30 分钟，相比于事件管理模式，风险发现的效率提升 1400 余倍。

（3）多维度飞行品质管理评价模型体系：突破传统飞行品质管理事件管理模式的技术局限，通过大数据技术记录全量运行飞行数据，引入优秀的模型构建理念，结合多方专家理论知识，建立监控模型 100 余个，利用数学、统计学工具对飞行数据进行充分挖掘，形成飞行员的个人技术画像，从技术水平、稳定性、超限率等多个维度对飞行员进行全方位的评价，从而制定个性化的训练计划，形成了飞行-数据分析-评价-训练的管理闭环，促进个人飞行水平的提升。

（4）人工智能技术应用：创新使用深度学习技术，采用 CNN 卷积神经网络构建分析模型，解决了行业内对不稳定进近监控手段单一与理论研究不成熟的两大难题，具备仅使用一个可持续成长的算法模型就能迅速、准确对全类型进近的航班数据进行综合状态判别的能力。系统对识别到的航班数据，进行数据可视化和自动化分析，并对数据异常点进行显著的提示，使用户能够全面、快速、准确

的掌握航班进近情况。目前实现从60300个日常航班中识别1060个容差进近航班，占比1.76%，具有代表意义的高等级航班约占0.63%；突破现有不稳定进近事件管控模式，真正做到日常监测，为开展风险管控提供更可靠依据，降低可控飞行撞地、冲偏出跑道等重大不安全事件的安全风险。

（5）探索QAR数据实时下传：在3.21事件中暴露出黑匣子译码技术垄断问题，山航已在积极探索QAR数据实时下传、机载数据应用。计划通过对飞机改装实现天地互联，升级飞机前舱机载设备并新增QAR数据接口,实现实时数据传输到地面QAR数据平台，仿真模拟实时的飞行情况，最终实现数字孪生飞机。

三、应用效果

通过数据治理体系建设，取得了良好的管理和应用效果，主要表现为：

(1)数据治理机制：形成数据资产管理参考框架，明确了目标与规划、制度保障、组织保障、技术支撑与实施路线，为数据治理工作明确了方向、方法。形成决策级、公司级、业务级的三级组织机构，建立业务负责制数据管理体系。形成三级制度体系，一级的《数据资产管理规定》、二级各项数据管理工作的具体流程、三级标准规范等文件，包含数据架构管理、数据质量管理、数据安全管理、数据共享管理、数据应用管理、主数据管理等工作内容。

(2)数据资产管理平台：实现数据资产管理能力，编制数据资产目录，完成各业务领域70套信息系统、100个数据库的元数据采集、发布，涵盖业务表1.6万张，涉及字段29万个，ETL 2200余个，确保后续新系统的元数据交付质量，以及变更管理。进行数据分级，定义敏感数据和范围，形成敏感数据清单，掌握公司内所有敏感数据的存储位置，提升数据安全；通过系统能够快速定位数据、获取信息更准确快捷，使数据管理与数据应用开发工作不返工或少返工，加强各方的统一理解以及沟通效率，工作效率提高创造时间价值70万/年。

(3)员工主数据治理：数据质量大幅提升，完整性达到98%，准确性达到99%、一致性99.9%；安全性大幅提升，实现离职员工自动禁用账号，非山航员工无法登陆掌上山航APP；通过单点登陆、统一代办等数据应用，工作效率提高创造时间价值100万/年；在公司层面能够让管理者准确的找到每一名员工，让系统能够触达到每一名员工，实现员工与员工、系统与员工的连接，实现信息找人，为

企业微信、航班智能调度等数字化、智能化系统奠定了坚实基础。

（4）QAR 数据治理：通过自主研发、数据治理，建立 QAR 数据平台，实现 QAR 数据的标准化、规范化，统一共享和应用。基于 QAR 数据平台实现日常运行测量管理系统 F-ROMS、CNN 识别不稳定进近、飞行员个人技术画像、个性化训练等上层应用，突破了传统飞行品质管理事件管理模式的局限，风险发现的效率提升 1400 倍，创造经济效益 700 余万元。该案例行业通用性强，根据山航现有经济效益，如在全民航推广，预计每年可产生效益 1.9 亿元。后续逐步探索 QAR 数据实时下传，实现数字孪生飞机。

四、洞察启示

经过数据治理，通过实践解决长期困扰我们的三大痛点，得到如下三个启示：

(1)数据治理关键在于组织、流程、业务和技术：四个要素缺一不可，通过四要素构成的有机体系实现治理目标，治理过程遵循循序渐进原则。数据治理的落地一般有两种推进方式，一种是整体设计、盘点、依次治理方式；另一种是结合数据项目逐个数据主题进行盘点、设计、治理。第一种方式成本大、耗时长、短期内不见效，而分主题、分阶段治理有以下优点：优先聚焦在问题多、能产生业务价值的主题，比如 QAR 数据治理，能够解决业务痛点，避免治理目标不明确。

(2)价值创造、价值量化原则：数据治理需要需求驱动，围绕具体业务场景、具体问题开展治理，考虑如何用数据产生业务价值，充分挖掘数据价值让数据拥有者收益；数据治理的价值必须被量化，通过提升数据质量、数据安全、促进数据应用，结合具体的业务场景进行价值量化，只有价值量化才有不断推动数据治理的动力。

(3)数字化工具：数据治理不可能依靠手工，必须依靠完善的系统工具，将制度、流程、标准通过系统支撑来实现，促进数据治理的高效执行。通过数据资产管理平台、主数据管理等系统，实现元数据、数据标准、数据质量、数据安全、主数据等管理工作，让数据资产可视、可管理，提升数据质量、数据安全；通过数据仓库、敏捷 BI、数据交换平台等系统强化数据服务和共享能力，培养业务自助分析能力，实现数据反哺业务用数据支撑业务决策。

智慧川航大数据治理及人工智能平台

单位/部门：四川航空股份有限公司/信息技术管理部

主要人员：宋世彬、罗江林、李建、严玉、周馨雨

一、背景和痛点

近年来，我国民航业迅猛发展，我国已由民航大国发展为民航强国，四川航空股份有限公司（以下简称：川航）在这一良好的发展背景下，也呈现出蓬勃的发展态势，伴随着机队规模以及人才队伍不断扩大，川航的信息系统建设也随即进入了“加速度”发展的时代。经多年发展，川航已建设了较为完善的业务支撑系统超百个，存储数据上 TB 级，覆盖公司航班运行、服务营销、机务维修、运营管理等方方面面，川航的信息化建设有效推动了业务效率大幅提升。

多年来，川航各个业务部门的数据均存储于各类业务系统中，庞大的数据资源蕴含着丰富的业务价值。然而，分散储存的方式带来了一系列问题：第一，数据孤岛化情况凸显，共享流程长、时间久，导致数据得不到充分利用；第二，数据口径未标准化，数据质量未经全局检验，影响数据使用效果；第三，数据多头管理，要求不一致，管理不一致，数据使用存在较大安全风险；第四，数据资源的综合利用由于缺乏必要技术手段，数据化分析进程推进缓慢，大部分数据价值无法得到体现，影响辅助支持力度。因此，搭建大数据中心、开展数据治理，对于实现公司数据的集中管理具有重要意义。

此外，党的十九大报告指出要推动互联网、大数据、人工智能和实体经济的深度融合。航空业作为人工智能落地应用的重要领域，各航空公司、机场也在稳定安全运营、敏捷协同运行、智慧营销服务等方面，逐步开展建设及应用。在此大背景下，川航积极在人脸识别、智能客服、航班智能调整方面开展自主预研及相关建设尝试并取得一定的成果。但人工智能基础能力具备较强的专业性、系统性，自主研究方式投入大、耗时长，难以快速满足公司的智能化进程。因此，加快 AI 人工智能基础设施能力建设对于川航创新业务模式具有深远作用。

综合考虑上述多重因素，川航公司领导高度重视，指示“要进一步加大对大数据中心口径标准、治理体系、作用发挥、管理规范等方面规划建设”，强调“对

数据治理、数据中心的建设要从规划、制度、建设、管控上设定阶段性目标，有效推进”，同时，明确提出“数据治理与应用是公司数字化转型的基础，要加强大数据与人工智能在公司飞行安全、节能减排、服务营销等领域分析与应用，为公司降本增效提供新动力”。为此，在“十三五”信息化规划中，川航将大数据治理及人工智能建设作为公司“信息引领”战略的重要举措，并将其列为数字化转型的重点工作方向，统筹规划，系统设计数字化转型战略。

二、实践路径

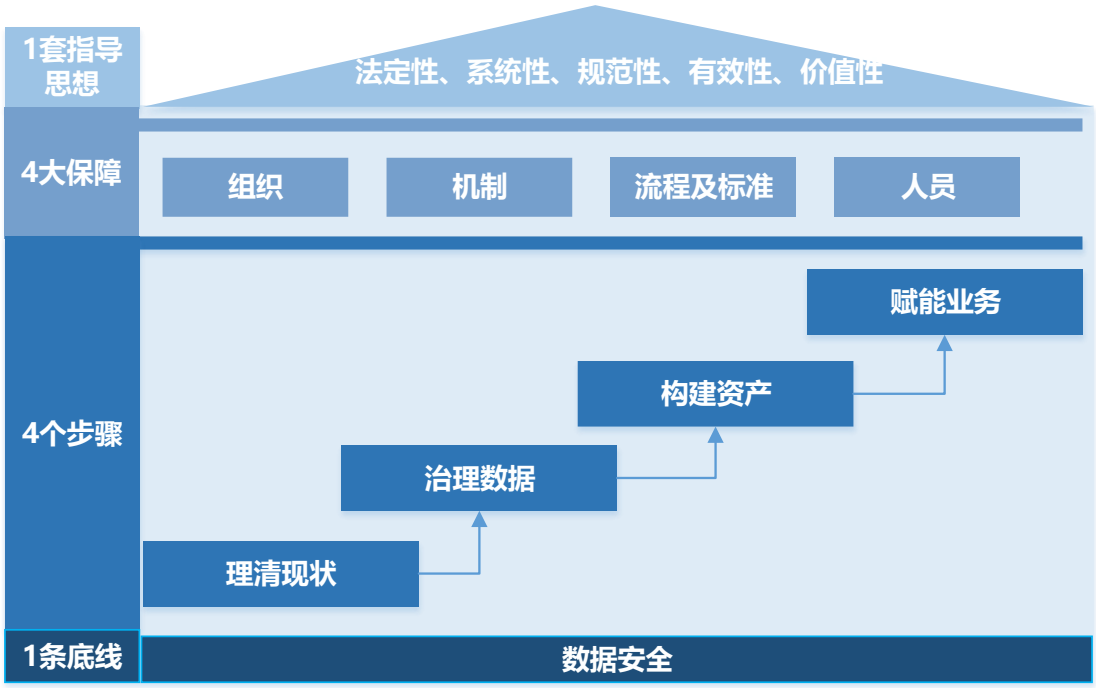


图 1：数据治理总体框架

为高效推进大数据治理及人工智能平台建设，川航牢牢把握公司信息化特点以及行业高质量发展要求，坚持以“法定性、系统性、规范性、有效性、价值性”为核心指导思想，严守数据安全底线，在四大管理保障基础上，按照“理清现状、治理数据、构建资产、赋能业务”四个步骤，有序推进公司数据管理。

2.1 一套指导思想

（1）法定性

提升数据管理工作的站位：在数字化时代，数据资产是公司的核心资源，必须站在公司战略角度统筹管控。要依法合规获取数据，注意不同国家地区的法律

要求；要建立针对不同场景的数据使用权限管控，坚持公司“统一管控”的总体要求，杜绝向公司隐瞒数据的情况。各部门严格遵守法律法规，不得泄漏敏感数据；从事或涉及敏感数据的岗位人员必须签订保密协议，严格执行保密制度。

（2）系统性

数据管理是高度统筹的系统性工程，需要组织统筹、流程统筹、技术统筹。

- 组织统筹：川航需建立独立的数据工作组织机构以及决策小组，从横向上覆盖公司各部门，从纵向上覆盖上至公司领导下至具体岗位员工，统筹数据工作开展，发掘数据资产价值；
- 流程统筹：建立便捷的工作机制，可根据公司领导的指示与方向，业务的分析挖掘需求，快速建立包括业务与技术的数据分析挖掘团队，形成联动，又快又好的产出权威数据统计分析结果；
- 技术统筹：推行项目建设中的数据模块化设计，统一数据底层技术架构、业务数据标准，进一步整合数据工作已有信息化建设成果，加强数据全生命周期管控。

（3）规范性

对标国家、行业标准，建立川航数据工作管理规章制度与技术标准，覆盖数据生产、使用、共享、分析、归档的全生命周期。坚持按手册流程要求开展数据工作，坚持标准统一，建设统一，杜绝各自为政，各搞一套。在推进工作的同时，重点关注事后检查与质量管控，实现闭环管理。

（4）有效性

保证数据真实有效，大数据时代，各种数据繁多巨大，掌握数据入口，要梳理筛选，摒弃无效虚假不真实数据；数据工作是技术更是管理，应加强数据定标，充分参考国标及行业标准，利用信息手段实现标准的共享可见，使产出的数据标准、指标规则全覆盖、有权威、可落地，确保产出准确、有效、有价值的分析结果。

（5）价值性

数据的战略意义在于可通过分析挖掘，产出数据价值，支撑公司运营决策。川航将数据治理与数据价值赋能相结合，推进大数据分析应用，扩大数据分析挖掘的深度、广度，建立多维度、多领域数据分析挖掘机制，重点实现大数据在飞

行安全、节能减排、旅客营销、成本收益等公司核心业务领域的突破，实现数据创新应用，利用大数据反哺业务增值。

2.2 四大管理保障

（1）组织保障

坚持规划先行，做好顶层设计。川航在公司信息规划与整合委员会下设数字管控及人工智能决策小组（以下简称：数字决策小组），由公司总经理亲自挂帅，划分 10 个专业方向，统筹公司大数据治理分析与人工智能企业应用工作。充分利用各部门业务需求和数据专家资源，在小组内建立业务数据专家库，加强业务与数据资源的融合，形成合力。

（2）机制保障

建立数字决策小组日常工作机制，如月度汇报、定期会议等，保证数据管理顺利开展；建立数据管理工作机制雏形，划分元数据、数据标准、数据安全、数据模型、数据应用（含数据共享与数据服务）等领域，分别开展数据管理工作；固化数据挖掘应用机制，例行化竞赛及成果孵化；利用算法大赛及业务数据专家管理，建立人才奖励机制；新增决策成效考核办法，以结果为导向，进一步促使数据管理向数据运营管理转变升级；完善信息数据风险管控机制，提升数据安全保障意识；建立对外合作单位数据风险检查机制及自查机制，“分类管理、分级负责”，将公司职能管理部门例行检查与各单位自查结合，同时对数据误报可能的后果建立应对机制，并明确各类事件的主体责任与岗位责任。

（3）管理流程及技术标准保障

制定公司级管理手册，为数据工作建规立制。对标《数据资产管理白皮书》，结合工作实践，建立数据治理管理手册架构，包含《数据决策体系管理规定》《数据资产管理规定》《数据挖掘与应用管理规定》《业务数据专家管理规定》等；制定公司数据安全管理规定，将公司数据划分 5 个安全等级，进行分级管控，产出《数据安全与质量管理规定》及《个人信息泄露突发事件响应处置预案》；对标国内外标准，产出数据库设计、敏感数据及数据安全技术标准，将数据安全保障融入信息化系统建设，加强公司数据安全重要节点管理，同时形成《个人敏感信息数据清理模板》，实现个人敏感数据“可见、可查、可控、可用”的长效管理。

（4）人员保障

川航在信息管理部门设立数据管理科室，共培养数 10 名数据领域专业人员，牵头执行公司数据全生命周期管理工作。同时，结合数据应用、算法大赛，与各业务部门建立互动，挖掘并培养出一批具备丰富业务数据挖掘分析、算法模型搭建能力的人才队伍。目前，公司业务数据专家库有来自 24 个部门的 95 名专家，业务数据专家为推动各部门数据业务化赋能起着良好的带领作用。

2.3 四步实施路径

（1）理清现状

盘点业务，理清现状是开展数据资产管理的重要前提。结合川航发展特征，选取业务配合度好，信息化程度高，体现核心价值的业务板块，对接业务部门以及系统建设商，分别开展业务、技术调研，梳理相关核心业务流程，明确业务归属，了解系统分布，勾画系统关系，理清数据流向，理解数据定义，从业务视角、系统视角、数据视角理清全局现状，明确公司业务痛点。基于业务、技术调研结果，结合元数据采集，对核心数据的模型、标准、统计指标等内容进行进一步梳理，形成元数据、血缘分析、资产地图等基础数据成果。

（2）治理数据

制定数据标准是数据资产管理的核心任务，也是构建数据模型以及数据服务的重要基础。川航规划并建立多层次、立体化的数据标准模型框架，包含数据模型标准，数据分类标准、数据编码标准、和数据安全标准等内容。在定标之前，采用规范的数据分类方案对数据进行分类管理，帮助企业全面厘清数据资产、确定数据重要性以及敏感程度，对数据资产实现规范化管理，更好的完成对数据的维护和扩充。数据建标采用意见收集、集中办公等方式，对每个重要数据的业务含义、业务规则、数据结构、质量规则、管理部门、管理人员进行定义、细化和明确，并由公司进行发布以及维护，确保公司标准的唯一性、有效性、权威性。同时，优化信息化项目建设流程，项目组中设立数据组广泛参与项目建设，梳理数据流向，统一数据标准口径，做到入口管控，治理闭环。

（3）构建资产

引入数据治理技术工具，对元数据、数据血缘、数据标准、数据模型、数据质量进行可视化管理，让公司直观了解数据资产大盘，确保数据“可见、可查、

可用”。通过对数据资产规范化、系统化的归并、整理、分类等操作后，将梳理结果纳入系统管理，公司可以清晰地认识企业数据资产状况、业务价值链条分布情况以及业务痛点问题。同时，通过大数据处理工具，搭建数据仓库，集成梳理后的核心模块数据资产，打通数据链路，实现公司核心数据快速准确高效的清洗、建模与共享，实现数据的集中化管理。

（4）赋能业务

数据来源于业务，并服务于业务。川航积极探索业务场景，创新赋能模式，开展数据、算法生态圈建设，专项推进数据挖掘与分析课题，多层次、多领域实现业务赋能。搭建大数据平台，夯实基础能力，对公司数据进行整合、提炼与分析，进一步消除数据壁垒。建立统一的数据共享平台，规范数据的对外输出模式，逐步实现接口数据的全面管控，驱动数据快速数据流通。自主研究 Doris、Flink 等开源工具，优化大数据架构，提升平台稳定性。引入自助 BI 工具，培养挖掘人才，实现数据资产快速利用与价值创造。建立统一的 QAR（快速存取记录器）机载大数据平台，统一 QAR 译码、分析标准，实现 QAR 机载大数据全量全参解析存储，精细化呈现飞行全周期参数，筑牢飞行领域大数据基础。搭建人工智能 AI 中台，在行业内率先完成人工智能计算算力（GPU）与机器学习算法组件仓库的私有化部署，搭建统一管理的人脸图像库，输出 AI 感知服务（人脸识别、语音识别与合成、图片与文字识别），进一步夯实 AI 人工智能基础服务能力。此外，川航还关注生产运行难题，定期开展算法大赛，在公司内外征集技术方案与解决思路，突破难题，为公司降本增效提供新的思路。

2.4 一条安全底线

近年来，欧盟出台了《通用数据保护条例》（General Data Protection Regulation，简称 GDPR），我国《中华人民共和国数据安全法》和《中华人民共和国个人信息保护法》也相继施行，这些法律法规均对重要数据及个人信息保护明确提出了数据保护义务及技术措施要求。

为保障数据活动开展的合法性，川航以法律合规性要求及业务使命为驱动，持续建立自上而下，以数据为核心的安全管理与技术体系，以“主动、动态、整体、精准”为公司数据安全防护体系的整体目标，不断提升由内到外纵深式数据

安全防护能力，促进公司数据的安全共享与应用，为落地大数据治理及人工智能平台，实现公司数字化转型，建设智慧型航司打造坚实稳固的数据安全基础。

三、应用效果

川航依托大数据治理及人工智能平台，以数据治理方法论为指引，持续整合数据，构建数据资产，挖掘数据价值，初见成效。获得飞行安全监控方法及装置1项专利认证，取得四川航空数据中心平台、机场与局方数据共享系统、航班智能调整应用验证系统等6个软件著作权认证。

3.1 集成整合层面

2019年至2022年,川航共梳理有效数据系统155个,累计集成系统117个，集成率达75.5%，集成量达1.6T，各主要领域核心数据已基本实现统一管控、统一治理，为数据业务化提供数据支撑。

3.2 数据治理层面

目前，川航共划分15项一级主题域，135项二级主题，在线管理100余个业务数据库，近9000张数据表，112977个数据字段。同时，川航发布了基础数据标准365项，数据指标标准81项，结合航班动态专项数据治理，梳理发布了航班动态运行标准40项，对客展示标准61项，为统一业务定义，构建标准化数据服务奠定良好业务基础。

3.3 数据应用层面

川航以业务为导向，聚焦业务难点与痛点，自2019年至2022年4月，通过自主研发方式，共计开展数据应用分析课题66个（2022年4月-2023年2月，新增开展了35个），数据价值正全面赋能各业务。以下为部分分析课题成效:

（1）安全运行领域业务赋能

川航以飞行安全三级事件数据为基础,使用安全管理体系的两个核心要素工具——风险管理和安全绩效测量，辅以事故树分析思路，建立关键风险的监测评价指标体系，上线关键风险监测功能，该功能实现对近7天、近30天及每个自

然月“可控飞行撞地”、“机体擦挂”、“冲/偏出跑道”、“着陆载荷大”和“不稳定进近”5 个关键风险值的趋势监控与分析，数据准确率达 99%，提高公司对安全风险的量化监测能力与精细化管理能力，有效提升飞行安全决策能力。

川航通过对航油数据整合分析，产出运控类及飞行类效益价值。其中，运控类满足局方对 5%不可预期燃油的能力要求，精准计算各航班计划与实际油耗差，挖掘长期给油偏多的航线，提醒业务人员进行针对性调整；飞行类能够在航前告知飞行员同航线的历史情况，使其了解申请直飞、申请最佳巡航高度的可能性。按照正常航班量估算，全年预计为公司节油 4000 吨，助力节油飞行、绿色飞行。

（2）服务营销领域业务赋能

以数据驱动业务，川航通过对旅客出行基础数据的清洗与整合，在官方 APP、小程序等移动端构建“我的行程”服务。该功能作为基础产品，有效补齐了川航移动端的短板，让移动端服务营销上升一个台阶。同时，借助旅客行前、行中、行后的全流程各个触点进行精准化推送和营销，有效提升了 APP 预付费行李、接送服务等辅营业务的使用量及转化率。

川航自主设计，实时监控航班调整的数据变化，以业务为导向，构建以“SSIM”报文为基础的 105 个场景功能应用，实现了系统化传递航班变动信息以及航班计划自动化发布、复核的业务升级，打破了公司“运行-销售”业务链长期以来的数据壁垒。该应用上线运行后，自动化发布占比提升显著，从项目运行前 48.14%提高至 97.11%，共计发布航班变动报超 50000 班次，实现“0”差错发布，并成功经受住了包括各地疫情反复、天府转场、极端天气等各类考验。

（3）运营管理领域业务赋能

川航建设“运营管理驾驶舱”及“AOC 运行一体化”大屏展示模块，共计近 100 个公司核心数据指标，完成对相关数据指标的规则梳理、指标开发、数据标准定义、稽核上线，保障了川航向外展示“智慧大运行”的效果。通过 AOC 运营分析大屏应用建设，有助于公司人工智能、大数据等新兴技术的有效落地，辅助新 AOC 运行指挥大楼与公司天府基地在运行指挥方面的有机融合，助力“两场一体”战略实施，同时助力川航 AOC 体系在运行、风险控制、应急响应等方面的实施落地。

在人工智能服务应用方面，川航封装本地化人脸类、语音类、图片与文字识

别类共计 10 个关键技术组件服务。以“AI+安全”为指导目标，结合“人脸搜索 1: N”与“人脸动态活体检测”关键技术服务与组件，新增或优化升级航班会会议签到、AOC 值班打卡、航前身份认证等共计 4 个业务应用，实现毫秒级人脸采集与识别，识别率可达 95%，并建立高质量公司人脸库，存储约 18000 张公司员工人脸数据；以“AI +移动化”为指导目标，以“语音识别/合成”、“高精度通用文字识别”，对接川航办公助手 APP，发布语音助手模块，实现语音唤醒、查询及控制；发布会议语音纪要模块，以实时语音转写文字，形成会议纪要，字准率均可达 80%；发布通用文字识别 OCR 应用，实现高精度多语音图片与文字转换功能。另外，持续输出人脸类、图片与文字识别类服务与“智慧园区项目”对接，结合智慧园区业务场景及需求，增强 AI 视频结构化能力与功能。

川航积极与民航局运行监控中心、清算中心、各机场等外单位开展数据合作，共享数据，共建行业数据生态圈。在确保数据交换的合法性、合规性基础上，川航将接收数据应用于地面保障、运行监控等业务，为公司生产运行保驾护航。

3.4 数据安全层面

川航积极对标相关数据保护法律法规，以及局方下发的智慧民航数据治理规范等行业标准，已组织开展个人敏感数据和重要数据的梳理与分类分级工作，使公司对敏感数据资产做到“心中有数”，对敏感数据安全技术保障程度做到“心里有底”，并将持续开展二次梳理与复核确认工作。同时，按照“减少安全风险敞口”的原则，川航已组织完成 18 个系统的数据加密安全整改与渗透测试工作，从源头上提升与验证系统数据安全性，做到“系统攻不破、攻破拿不走、拿走看不懂”的三层纵深防御机制，为公司守护个人敏感数据保护的“最后一道防线”。

此外，为加强内部数据安全保护机制，严格管控个人敏感数据访问的权限与资质，川航创新建立针对“敏感数据”、“合规资质”与“人员权限”三位一体的合规动态资质授权管控模式，并已按照计划与公司相关含有敏感数据的核心系统进行对接，形成公司敏感数据防泄漏的坚实屏障。

四、洞察启示

4.1 重视顶层设计，明确建设方向

顶层设计是搭建大数据治理及人工智能平台的重要基石。企业高层应充分重视、亲自参与，将数字化战略与企业发展战略相结合，围绕“做什么”“怎么做”“路线图”，统筹制定主要目标、业务蓝图，确保工作开展的整体性、协同性、体系性。

4.2 强化管理机制，夯实发展基础

管理机制是搭建大数据治理及人工智能平台的重要保障。企业应强化组织文化培养，统一思想，统一认知，有效调动业务部门参与度、增强认同感；强化组织机制建设，建设完善的数字化人才绩效考核和成长激励制度，以及跨部门人才共享和流动机制，提升协作能力；强化管理流程以及技术标准建设，明确角色职责与流程规范，提升数据管理的标准性、规范性、有效性。

4.3 强调价值导向，助力生产经营

实现业务价值是搭建大数据治理及人工智能平台的核心目标。其一，要加强业务、技术融合，实现“双轮驱动”，达到 1+1>2 效果；其二，以点带面，选取一两个数据质量好、业务见效快的场景，打造成标杆应用，让业务能直接感知数据应用成效，促使更多业务人员主动参与，实现良性循环；其三，数据治理不求大而全，不用面面俱到，但一定要贴合公司运营发展，注重实效产出；第四，要建立评价机制，对数据治理全过程以及成效进行动态跟踪，全面分析并精准评价，识别持续改进的方向，推动治理体系不断迭代、完善。

4.4 分类管控数据，重视数据安全

数据安全是搭建大数据治理及人工智能平台的底线、红线。川航认为企业做数据安全应以数据分类分级为基础，数据防护建设充分侧重于重要数据与个人信息保护，以最有效的资源投入解决最核心的数据安全风险。

航企数据治理与数字化转型实践

单位/部门：北京首都航空

主要人员：王炜、侯飏、苗伟、朱亚虎、蒋荷珍

一、背景和痛点

在当下 IT 行业云计算、大数据、人工智能、万物互联等数字技术大行其道时，作为我国企业主体的生产和运输业才刚刚发力，民航业的数据治理与数字化转型发展空间巨大，在此背景下投身智慧民航建设是参与行业高质量发展的具体表现。案例公司北京首都航空是一家拥有 88 架空客飞机的中型航空公司。2020 年前公司维修系统使用集团统一开发的通用线上数据管理平台，由于开发时间早，且对象是集团内多家航司，存在难以满足个性需求、无法支撑新增业务的尴尬。同时，随着维修行业的发展和数据分析、数据驱动需求的不断提高，系统对原有业务的支撑同样出现乏力，对于新 AC 下的机队年检管理，规章手册评估，局方明电管控、培训审核、人员资格评估，拆换件分析、外委监督检查等典型维修管理工作无法形成有效支撑。致使公司相关业务仍停留在用单机 WORD 或 EXCEL 管理的水平，移动性和交互性差，数据治理不足，安全余度低下，业务发展遇到系统瓶颈，分析主要问题包括：

（1）维修数字化普遍存在重控制，轻管理，数据治理存在盲区

目前维修管理系统对直接与飞机维修相关的业务做的普遍比较完善，即侧重于对维修控制类业务的数据治理，而对于协作和管理类的支撑比较缺乏，甚至是空白，不利于数据的全面统计、分析和治理。

（2）早期系统跟不上业务发展和数据治理需求，持续开发困难

随着行业管理和效率要求的不断提升，越来越强调对数据信息的治理、分享、协作、收集、分析、呈现等，移动办公和指尖办公已成为刚需。但早期开发的系统不能提供移动支持，干部员工外出办公时效能下降明显，这与疫情下移动办公、高效办公的需求存在显著差距，无法满足新形势下的办公需求，而传统模式下，系统开发存在周期长、耗资大，开发速度跟不上业务发展，限制了公司实施数字化转型和数据治理的美好愿景。

（3）现有系统对效能提升和远程协作支撑不足

受疫情影响，航空运输市场低迷，部分航司人员需要轮岗休假。实际到岗人数很难达到正常时期水平，为确保工作质量，进一步提高工作效率成为公司必须要解决的问题。此外，在防疫形式严峻复杂阶段，为隔离风险，兼顾防疫和生产需要，航司一般会采取 A/B 班轮班到岗制度，如何确保到岗的 A 班人员与在家办公的 B 班人员在业务和空间上无缝衔接？很大程度上取决于航司办公系统的数字化程度，而此时最容易暴露出老旧系统的支撑能力不足。

本文针对公司如何解决痛点，快速实现维修数据治理与数字化转型的方法和效果进行说明，同时引用一套由公司特业人员自行开发，已在线上运行 3 年，平均业务提升率超过 30%，并被国家级专业期刊《航空维修与工程》选刊发表的数字化维修业务管理系统，又名指尖智慧办公系统作为实践案例。



图 1：系统双终端

二、实践路径

2.1 系统平台与设计理念

（1）系统平台

首航维修部门自行设计的数字化智慧办公系统是一套利用成熟的PHP语言，基于OA平台和MYSQL数据库开发的，具备电脑和手机双平台的多点移动办公系

统。主要弥补公司数据治理盲区，解决维修管理业务数据的整合、治理、效率提升、移动办公、协作支撑和基于数据驱动决策的精细化管理问题。

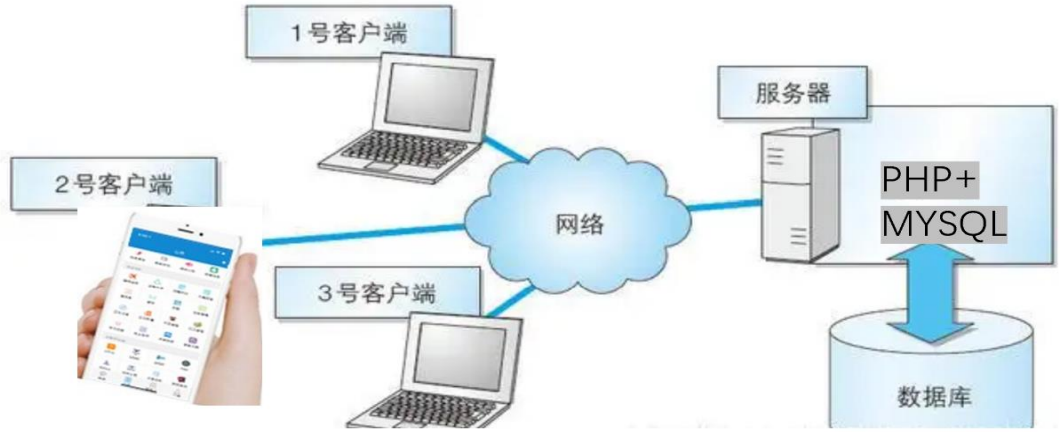


图 2：系统搭载平台

（2）设计理念

参考行业顶层设计，系统定位和理念概括为“一二三三四”

一个中心：以方便员工、有利于员工为中心

两个目的：实施数据治理、提升办公体验

三大板块：维修业务、党建团建、行政管理

三项特色：智慧办公、智慧协作、数据驱动

四个关系：精神与物质、投入与产出、服务与回馈、分享与荣誉

2.2板块设计与数据迁移

（1）板块设计

系统集数据采集、数据治理、信息分享、移动办公、适航管理、资源共享、业务协作、自动提醒、数据可视化分析等功能于一体。目前已完成20余个模块开发，并形成一套配合特定工作需要，快速开发指定功能模块的能力。

专业模块：拆换件管理、手册修订、规章评估、人员技术档案、空器年检协作、证件管控、适航信息池、值班交接、干部下一线、培训记录、线上学习、在线测评、外委监督检查、局方明电处理、局方布置工作闭环管控等；

党建模块：党建团建新闻速递、党支部在线、监督信箱、部门公告等；

行政模块：员工考勤、公告、排班、任务、智慧协作、日报、信息报备等；



图 3：业务功能模块

（2）数据迁移

系统上线后，在对相关信息数据进行治理和数字化转型时，建议设置 3 个月过渡期，在此期间业务保持线上线下并行处理，以确保上线运行的稳定过度。数据库选择成熟的 Mysql，系统服务器端建议设置自动备份数据。



图 4：电脑端主页



图 5：手机端样例

三、应用效果

3.1 数据驱动精细化管理类案例

养数据、用数据、数据驱动决策是精细化管理的基础，系统的 MYSQL 数据库可以对典型维修业务的数据收集、分析和呈现提供实时支撑。

（1）拆换件数据统计

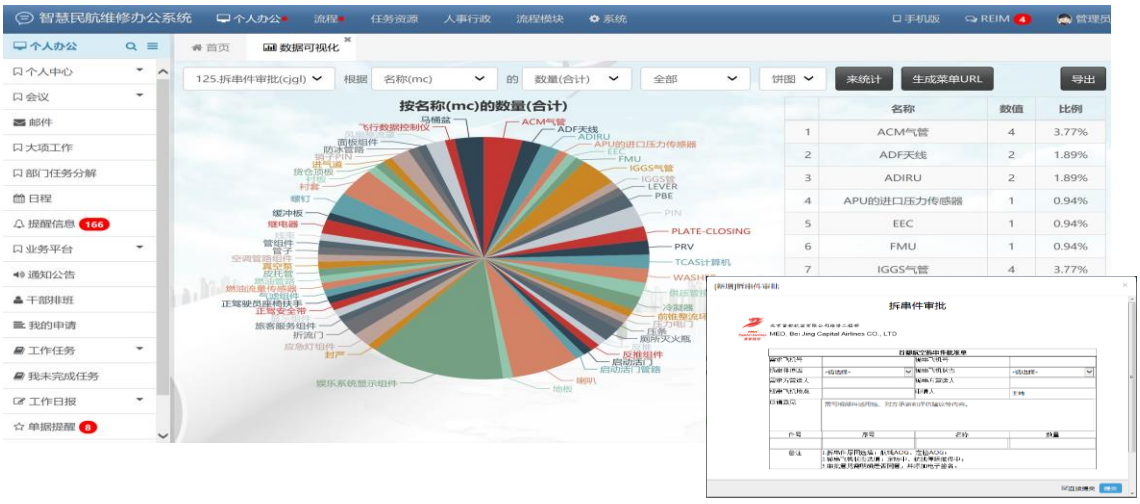


图 6：拆换件统计

通过对航空器拆串件数据的日常收集，可自动统计分析并可视化呈现出相关部件的章节、件序号等特征信息的占比和趋势，为采购提供指导信息。

（2）维系人员疲劳度管理

如何精准掌握维修人员疲劳度一直是业界关注的重点，系统基于工程管理人员最常使用的加班存消模块，可自动统计相关人员在指定日期内的有效工时，为特业人员的工时管理提供数据参考。

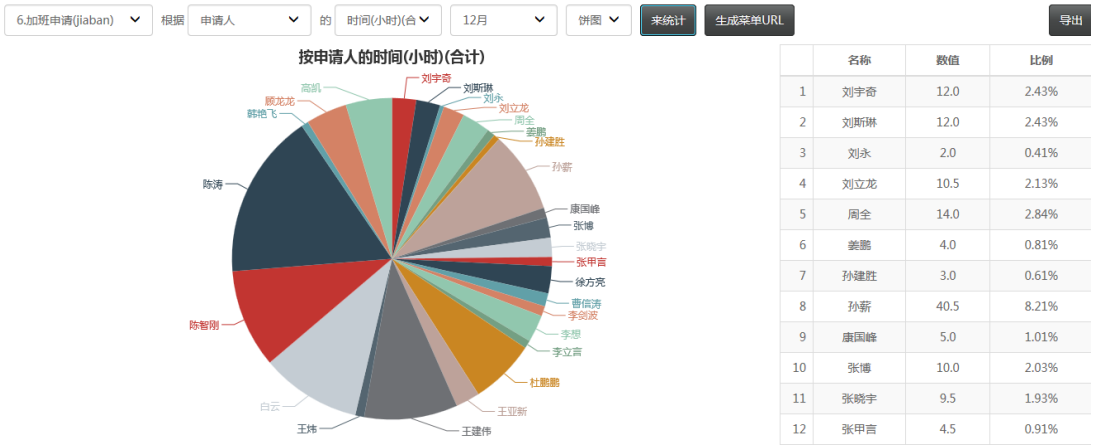


图 7：人员疲劳度统计

（3）AOG数据治理



图 8：AOG 数据录入界面

该模块通过对飞机号、机型、AOG 地点、故障系统、排故用时和航材保障用时等属性标签的数据治理，即可利用系统的数据可视化功能，随时查看保障短板和排故经验信息，比如 AOG 发生最多的地方、最常涉及的系统，航材保障最慢的地方和部件、排故时间最长的地方等，还可以积累经验性大数据，比如各种情况导致的 AOG 的平均排除时间等，有效提升预测能力，减少航班延误。

可按月统计 AOG 故障数量趋势，实时调用，监控趋势，无需花费额外精力汇总，处理数据或按地点统计故障突出地区，结合航班量分析该异常是否有降低空间，视情采取措施优化。

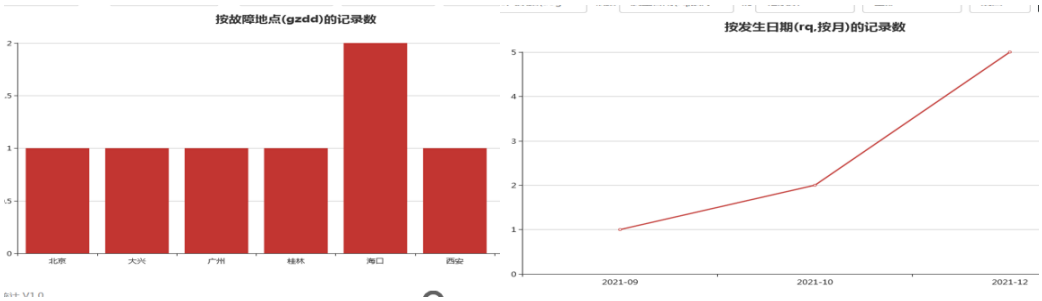


图 9：AOG 趋势统计呈现

可按故障件统计，评估相关部件对 AOG 发生次数的影响，为航材采购提供数据参考；按排故耗时统计，掌握 AOG 时相关故障部件的平均排故时间，形成经验性数据，准确预测放行时间，提升利用率。按地点排故时间统计，掌握每年各航站为首航 AOG 投入的工时，为协议谈判及相关政策提供参考。

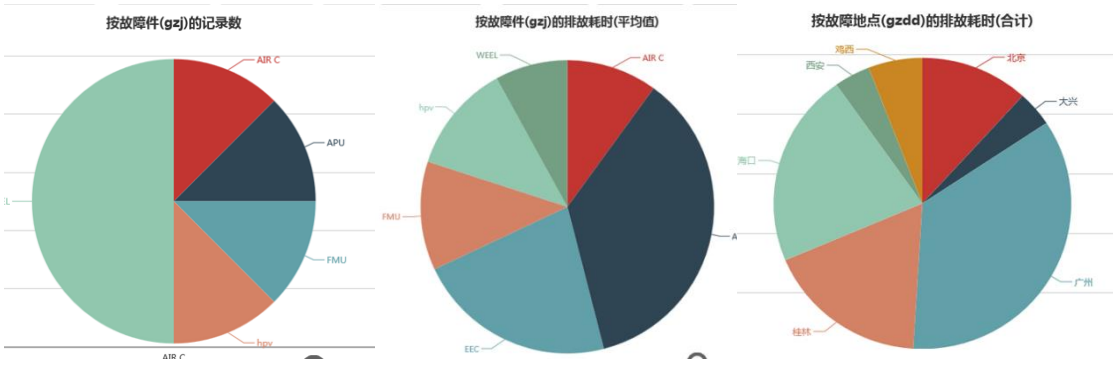


图 10：AOG 关键数据比对

3.2 快速支撑新增业务类案例

（1）落实规章新政——航空器适航检查

民航局新近颁发航空器年度适航状态检 AC，机队年检由侧重航空器现场检查转为技术记录评估与航空器现场检查相结合的综合健康管理模式。以完成 AC 附件“航空器年度适航性状态检查报告”为例，该工作需要维修部门各中心协作完成检查并形成综合报告，流转各级领导签批后生成适航申请文件。

数据治理转型前，采用 WORD/EXCEL+邮件形式，工程部各业务口依次完成表单各项目的填写，存在效率低，协同难、共享差，在更新信息时容易被误覆盖，需要设立总控协调人。**数据治理转型后**，各业务口随时通过手机、电脑将信息录入数据库，并发完成填写，系统自动流转领导签批，形成可直接提交的报告。基于系统支撑，首航在辖区内率先完成机队年检工作，获得局方认可。

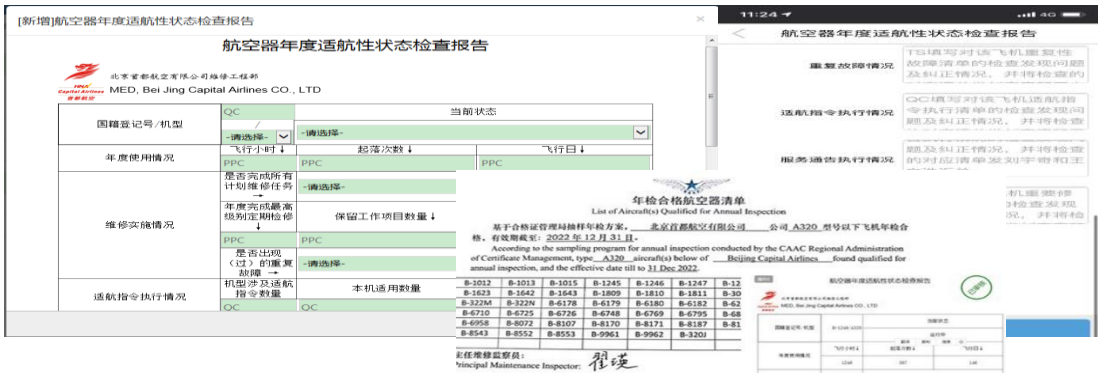


图 11：年检协作模块

治理效果：1、提高新政落实效率；2、解决多人协作痛点；3、不受时间空间限制；4、系统防差错性强；5、数据安全性高。

（2）提升效率案例

数据治理转型前，监督检查人员完成检查后填写 WORD 表单，由上级领导签批后，发邮件给统计汇总人，再由汇总人员摘抄、统计、EXCEL 做表、制图并编写相关趋势报告材料。**数据治理转型后:**监督检查人员直接通过手机、电脑登录数字化系统，在专用模块录入检查数据，全流程节点邮件提醒完成审核签批，系统自动汇总信息，生成统计表格并绘图。授权人员可随时在系统查看实时数据和可视化的图形趋势，也可直接截取相关表格图形,快速制作相关汇报材料。**治理效果**：1、监督检查不受时间地点约束；2、数据处理和可视化分析效率提升 80%；3、可随时随地对数据进行分析和查看。

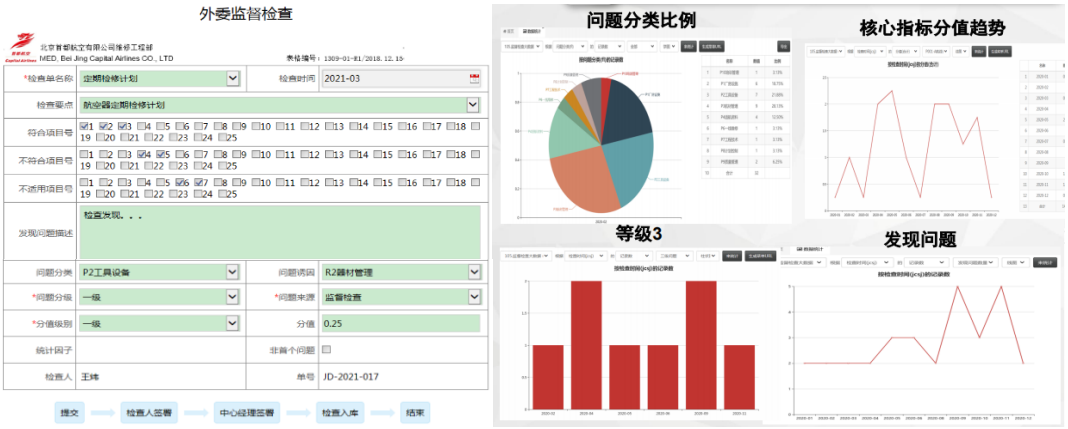


图 12：数字化监督检查的输入与输出

3.3 助力远程协作与疫情防控类案例

（1）航线维修监察

数据治理转型前：检查人需打印检查单，准备纸笔,签章等工具。进场检查期间，相关物品可能与他人产生共用性接触，增加传播风险。治理**转型后**所有检查操作均可在手机上完成，系统根据手机端录入信息自动生成检查记录。

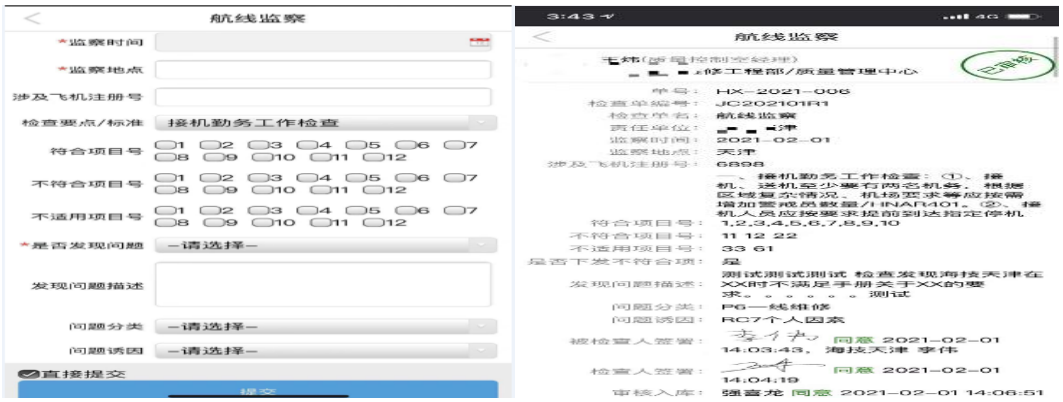


图 13：手机端航线维修监察

（2）数据速查，云端共享

维修信息整合：维修信息碎片化不利于后期总结、追溯和回顾。例如：机队适航证件、限制信息、技术信息和黑白限制名单等，涉及机队的各项信息由各业务口分别管理。使用时需要各业务口统计提供，费时费力。治理构建信息整合平台后，各业务口对数据进行协同维护，即可使用手机或电脑端随时查询。



图 14：数据一体化查询

3.4 系统普适性

案例系统是航司维修部门在有限的资源下，弥补维修系统数据治理盲区，摸索开发的一套极具性价比系统。具有普适性强、开放性好，可复制可推广特性。航司可根据业务需求，边使用边开发，逐步将系统拓展成最适合本单位的数字化平台，系统价值和数据治理能力也将随使用时间和数据积累不断提升。

四、洞察启示

4.1 数据治理和数字化转型是民航业的“新基建”

智慧民航工作高度切合国家对行业高质量发展的需求，但目前业内具备数字化改革和跨界视野的人员还相对较少，量变引发质变需要加大民航人才培养，建议航司多创造跨行交流机会，通过观察 IT 等数字化前沿行业的技术应用，总结可借鉴、可移植、可提升的方法，提高民航业数据治理和数字化转型水平，突破效率瓶颈，实现行业高质量发展。

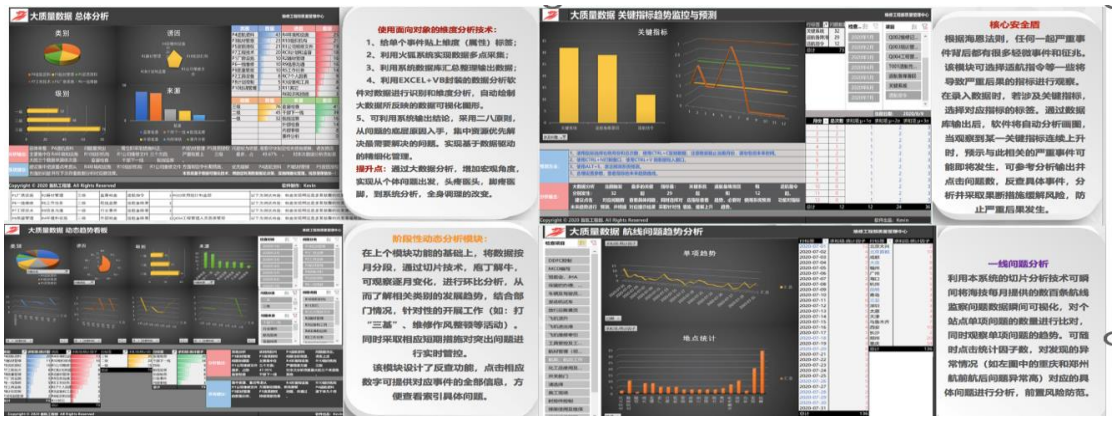


图 15：维修大数据的治理与呈现

4.2 创新永远是最佳竞争力

通过本文我们已经窥探到对民航传统业务进行数据治理和数字化转型所带来的丰厚回报，不仅是疫情下的安全感，业务效率的提升，智慧办公的实现、一图胜千言的便利和数据驱动的决策，还使身处其中的人前所未有的感受到运筹帷幄之中，决胜千里之外的快感。

从案例可以发现，看似高不可攀的数字化系统研发，只要仔细观察需求，积极了解跨行业知识和较为经济普及的技术，善于站在巨人肩膀上借助成熟的资源，就可以用极小的投入，实现提升效率和效果的目标。在如今百年未遇之大变革国家倡导各行各业高质量发展的背景下，我们应主动提高政治站位，深刻意识到推进民航基础业务的数据治理和数字化转型，抢占技术制高点，不但是一笔极具“性价比”的投资，更是建设智慧民航，落实总书记两个“绝对”指示精神，为广大群众美好出行保驾护航的一项重要工作。

基于深度学习技术的手册数字化实践

单位/部门：青岛航空/信息部

主要人员：王元斌、刘斌、史守文、孙成焘

一、背景和痛点

青岛航空股份有限公司自 2013 年成立以来，持续重视信息化建设工作，目前已建设涵盖安全管理、行政办公、航班运行、机务业务、运行人员资质管理、旅客服务、市场营销等信息系统 70 余套，覆盖了航空公司主要生产业务流程。同时，青岛航空十分重视数据资产，于 2016 年开始建设数据仓库，目前数据仓库中包含运行、营销、旅客、财务等上百 G 的数据，常用报表 200 余个，日均访问千次以上。青岛航空依托于企业微信，建立了移动业务平台，目前已覆盖了行政办公、财务报销、人事管理、安全管理、运行保障、营销服务等业务领域，有力地支持公司各项工作的便捷开展。自 2019 年以来，在公司信息部的主导下，公司的数字化框架向微服务架构转型，规划了运行中台、营销服务中台和数据中台，全面提速业务数据流转与共享，提升数据价值，提高公司的数字化水平。

安全是民航业的生命线，规章是安全生产的第一行动指南。青岛航空以安全运行为中心，依据民航规章标准建立起自己的运行手册和岗位手册。庞大而完备的手册体系共同构筑起保卫民航安全的坚实防线。青岛航空现已建立了以《运行手册》和《维修工程管理手册》为核心的运行管理手册体系，共计 160 余本，总字数达“亿”字级，为公司所有岗位人员提供了操作指导的政策、标准和规定。

手册与规章之间需要遵循“规章符合性”，手册与手册之间需遵循“关联一致性”,手册自身的管理需要遵循“现行有效性”。此外，手册还应具有一定的格式和易于修订的形式，以方便员工的使用。民航的高质量发展对手册管理提出了更高的要求，当前手册管理遇到的问题主要表现在以下五个方面：

1、体量大且修订日益频繁。随着新安法的实施，四个责任日益清晰明确，公司管理越来越向细分领域纵深。系统化思维和双重预防机制越来广泛的应用，伴随而来的是公司手册体系的覆盖面越来越完善,体量越来越大,修订日益频繁，对实际工作的指导及时性的需求越来越强。

2、手册修订及制作方式落后。手册排版依然依靠人工使用传统的文档编辑工具开展工作，新旧版之间的差异对比依然依靠人工标注识别，手册所要遵循的关联一致性依然依靠人工查找校对,当前的工作方式耗时费力效率低。

3、手册关联查询效率低。手册之间各自独立存在，如需查询不同手册的关联内容，需要逐本手册查询，手册使用体验较差。

4、手册历史版本的追溯管理水平不高。目前的手册追溯管理仅在一个修订版次内留存手册修订结果，手册条款的修订原因、修订依据、评审意见等手册修订过程的数据，在历史版本之间没有共享互通。

5、手册的规章符合性管理跟不上局方监管新要求。近年来，局方启用 FSOP 监管模式，构建了 SAI 检查单体系从以程序为接入点从六个属性对公司手册提出了新要求。公司手册当前使用的符合性声明列表对照 CCAR-121 部的条款进行规章符合性管理的方式已跟不上局方监管的新要求。

二、实践路径

2.1 数字化手册特点

数字化手册至少有如下四个特点：

交互式，实现输入“X”输出“Y”， 从某一知识点或单一程序为切入口，通过一轮或几轮的交互问答寻求答案，手册体系将糅合成一本手册成为基于计算机系统的数据库。

区分用户角色，简单分为两类，一类是前端一线运行人员，另一类是后台手册管理人员。前端用户的需求是获取的指令、程序，快速寻求指导帮助。后台用户的需求是检验局方规章符合性、公司政策落实性、程序可执行性、接口匹配性、责权清晰性、质量可靠性，确保运行安全顶层设计的系统性和全面性。

可扩展，接入互联网的手册数据库，具有延伸扩展性，比如链接案例分析、数据预测、培训短视频等等。

智能化，例如跟踪局方规章变化，初步分析差异，自动提取关联政策和程序供分析评估,又或者可以通过大数据分析,提取关注点,收集手册程序修订建议，

供分析评估，再或者通过数据分析，根据执行任务节点和关键词，推送相关程序供参考。

2.2 建设思路

经过多轮的讨论和设计，青岛航空制定了“三步走”策略，具体如下。

第一步，手册数据结构化。

我们首先将现有手册进行结构化处理，重点是将手册细化到章节和条款，同时把用户查询的关键词与手册、章节、条款建立联系，形成了如下图 1 所示的网状结构。在该结构中，通过关键词可以查找到条款，通过条款和关键词的关联，也可以通过条款查找到关联的其他手册条款。

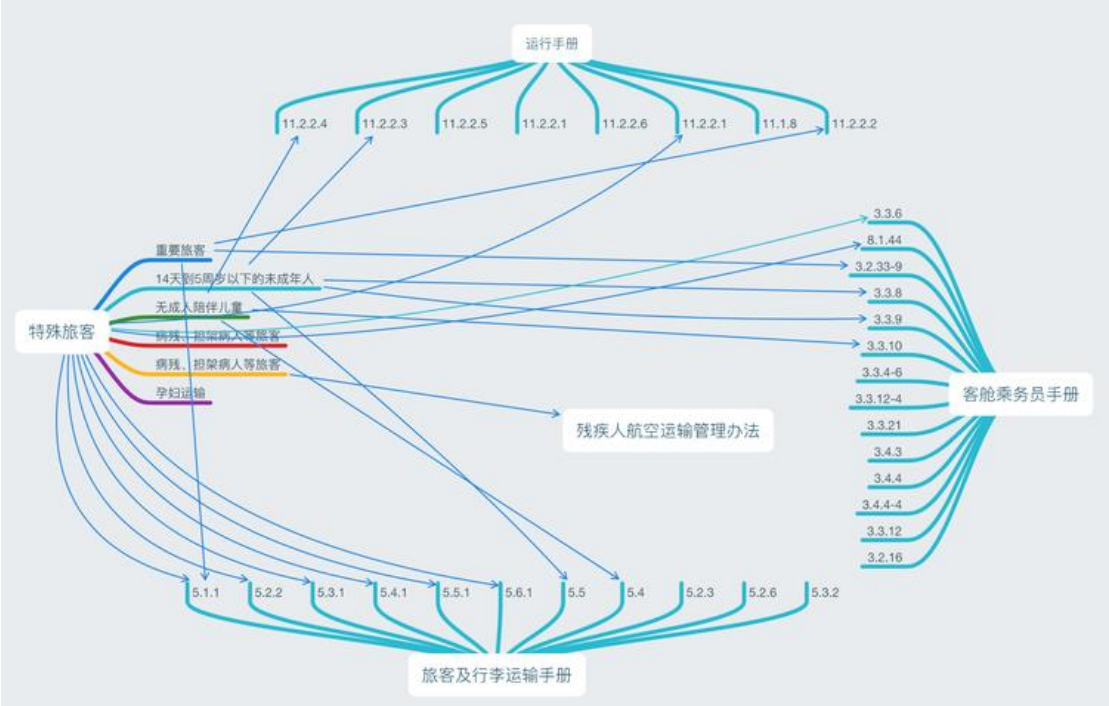


图 1：手册条款间的关联关系示例图

第二步，数据维护简单化。

在基础数据的查询和维护方面，计划采用如下二维表格的形式对关联关系进行描述。相比于 excel 表格，线上表格有利于一次性维护，多次使用，且可以保证数据的一致性。相比于图谱，二维表格的优势在于方便维护和查找。



图 2：手册条款关联关系维护表

第三步，用户体验最大化。

在手册快速查找方面，计划采用对话机器人的方式与用户进行交互，前端可集成各类即时通讯软件，后端通过调用 IDP（智能文档处理平台）提供的接口获取详细信息。如用户输入“无成人陪伴儿童”，对话机器人通过查找关系表返回“无成人陪伴儿童”涉及到的手册并通知用户。用户选择手册后，对话机器人根据手册名称和章节号，调用 IDP 接口获取章节具体描述并返回给对话机器人，对话机器人再返回给用户。

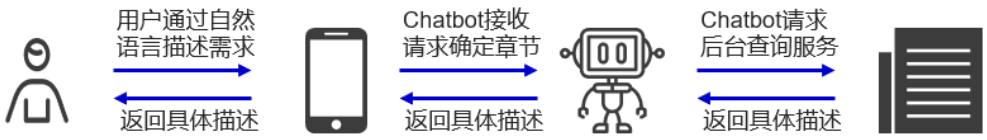


图 3：对话机器人的数据处理逻辑图

在查看不同版本文档差异方面，用户可选择当前版本及过去任意版本进行比对，比对采用全文比对的方式，除可显示增加和删除的区别之外，还能对字体大小、样式等变化进行提醒。

2.3 技术路线

（1）IDP 技术

智能文档处理（IDP，Intelligent Document Processing），基于光学字符识别(Optical Character Recognition，OCR)、自然语言处理(Natural Language

Processing, NLP)等前沿深度学习技术，提供文档的识别、分类、要素提取、校验、比对、纠错等功能，帮助用户实现文档处理工作的自动化。

IDP 的工作步骤一般包括文档捕获、图像处理、光学字符识别、自然语言处理、文档分类、数据提取、数据验证、数据集成等几个部分。本次项目我们主要是利用 IDP 的数据提取能力实现对各类手册进行结构化处理，包括不同版本文档的比对以及细化到章节和条款的数据获取服务。

（2）Chatbot 技术

对话机器人是人工智能的产物，它以智能对话系统为核心，应用于客服/营销/企业信息服务等多方场景的产品。对话机器人以文本、语音和多模态的产品形式，辅助或替代人工对话，赋能对话全流程以实现降本增效。比如大家手机里的各种智能助手，各种智能音箱，都是对话机器人。

对话机器人一般包括问答式机器人和任务式机器人两种。本次项目我们利用任务式机器人，来接收用户关于手册问题，并采用引导的方式帮助用户定位所需要的信息，对话机器人作为人机交互界面，后台由知识库和 IDP 提供服务。

2.4 界面设计

（1）数据查询维护

关键词和关联关系维护界面如下。



图 4：关键词和关联关系维护界面

该表的表头部分为手册名称，用户可根据实际需要进行手册的增加和减少。表体为具体的关联数据，比如《运行手册》的 11.2.4 章节，与《客舱乘务员手

册》的 3.3.10 章节、《旅客及行李运输手册》的 5.4 章节有关联。初始化时，用户可根据要求整理 excel 表格，并导入到系统，同时支持导出。使用时，用户可输入手册名称和章节号进行查找，然后根据查找到的关联关系人工判断是否有其他手册需要同步更新。



图 5：关键词和关联关系查询

（2）手册快速查找

通过对话的形式从手册中快速获取信息。

用户输入关键字或相似说法，如无陪，机器人返回无成人陪伴儿童的定义以及涉及到手册名称。



图 6：通过关键词查找手册界面

用户选择输入手册编号或名称，机器人根据关键字和手册名称发起查询，查询结果为具体描述，并返回给用户。

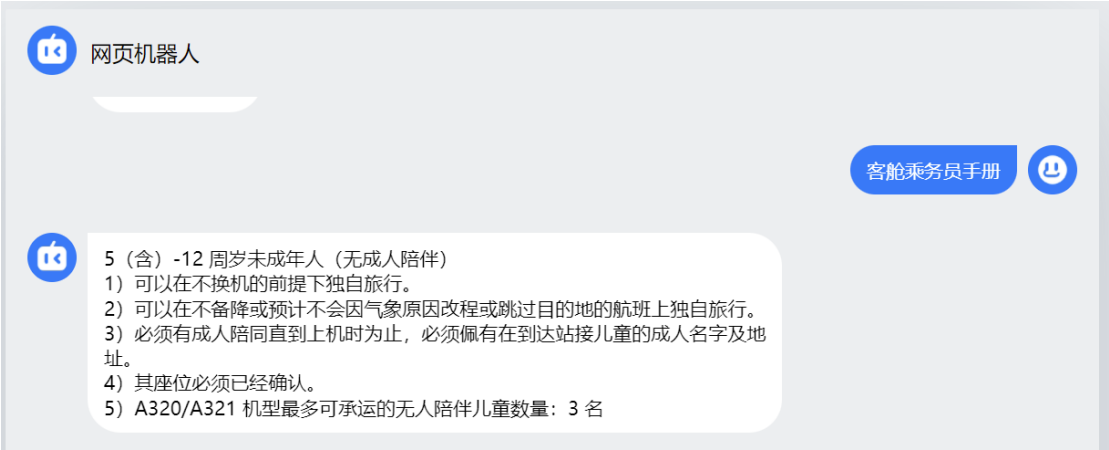


图 7：通过手册名称查找手册界面

支持返回上一步。

（3）文档版本比对

该功能主要面向运行标准部人员。

比对结果界面如下。

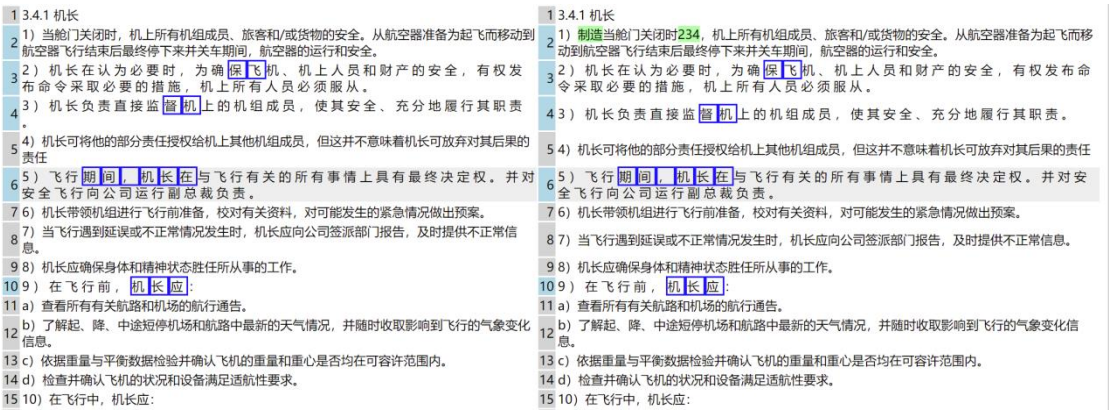


图 8：文档版本比对界面

系统在左右两个界面显示待审核版本和当前版本，在两个界面中间显示差异分类，包括新增、删除、字体大小、字体格式、下划线、加粗等。用户点击每个差异，左右两个文档自动定位到差异所在位置。左右两个文档会通过颜色、标注等方式高亮提醒差异点。支持用户通过鼠标滚动的形式浏览差异。页眉页脚的差异以及是否满足规范要求，不在文档版本比对功能中实现。

（4）知识图谱展示

利用已维护的关系表格，生成用于展示手册、条款之间关联关系的知识图谱。知识图谱可实现从国家规章到公司制度，再到各类手册、章节、条款的逐步查看。用户可通过搜索的方式找到关键词，将关键词拖入画布则自动生成谱图。

点击图谱中的节点可查看该节点具体信息，主要包含以下几种：

如是规则，则显示对应的规章链接；

如是手册，则显示对应的手册链接；

如是章节，则显示对应的章节内容；

如是条款，则显示对应的条款内容。

三、应用效果

项目竞争性

（1）结构化数据存储

一般来讲，结构化数据的存储都是采用树结构的形式，优点是结构清晰，但维护起来比较费时费力。本次项目采用二维图表的方式进行数据维护，后台基于图表数据自动生成网状关联结构，满足关联关系查找的同时，也易于维护。

（2）版本比对技术

常见的文档版本比对是通过图像识别的方式，这种方式对一些复杂的场景，如错行、删除整个章节等情况是很难处理的，容易出现大量的干扰数据。本次项目我们采用的是全文比对的方式，可以有效应对各类复杂场景，同时对于一些细节的差异，如字体、字号、下划线、斜体等，均可以查找出差异，实现更精细的文档管理。

（3）对话机器人技术

通过自然语言理解的能力智能识别用户的关键词，能够主动引导用户找到需要的文档和章节条款。同时，我们实现了多终端应用，用户从电脑、平板、手机端均可以直接访问机器人获取手册数据。

（4）IDP 技术和 Chatbot 的无缝集成

现在市面上的产品一般都是单独面向文档处理或单独面向对话机器人，很少有厂商将两个技术联合起来使用。本次项目是将两大技术进行了无缝整合，既满足了管理要求，又提升了用户体验。

实际应用效果

（1）管理层面

将手册进行结构化的拆解和管理，进一步细化了手册的管理粒度，改变了过

去人工粗放式管理的方式。

实现了从关键词到政策、到手册、到章节、到条款的关联关系梳理，在遇到政策变化、手册条款变更等情况时，可以做到快速查找相关内容，不遗漏，提升手册标准化程度。

改变了手册对外提供服务的方式，让手册更加安全。

（2）使用层面

增强了手册查找的能力，用户可以快速查找到需要的手册，且能够进一步查看各版本手册的对比，有利于日常工作的开展。

对话式的手册、章节及条款的获取方式，符合用户的使用习惯，学习成本低，用户能够快速掌握，大大提升用户使用体验。

推广和复制性

各航司均涉及到手册的管理，本次结构化手册的思路和技术在民航内部具有很高的复制和推广价值，具体表现在以下几个方面：

（1）本次项目我们已经验证了通过智能文档处理技术，可以对手册进行有效的结构化拆解，能够适用于其他航司的各类型手册。

（2）手册全文比对涉及到很多细节的处理，比如标点符号、字体、字号等，我们在项目中积累了应对此类特殊场景的方式方法，能够为其他航司提供借鉴。

（3）各航司的手册基本逻辑是一致的，我们本次整理的关键词、民航局政策等，在其他航司是可以参考使用的，能够加快项目的实施进程。

（4）通过对话式平台提供服务是时代的趋势，学习成本低，并且可以和各航司不同的即时通讯软件对接，不改变用户现有使用习惯，容易推广。

四、洞察启示

手册内容涉及到运行保障的方方面面，归根到底是为保障运行安全服务的。手册的数字化，不仅包括手册形式的数字化，也包括对手册内容的数字化。未来的数字化手册将成为员工随身携带的专家助手，未来的标准管理将是以程序为控制单位，将政策、责权、安全、效益、正点、服务等的要求，统一融合到简洁、合格的程序中，将员工的工作关注点重新聚焦到运行实际本身。同时，理清局方

规章与公司政策，公司政策与落实程序，主体责任、管理责任、岗位责任和监管责任之间的关系，将规章要求、公司政策和责权分工映射落实到运行程序里。这将增加标准管理的难度，但也将方便一线员工执行，方便公司运行管理顺畅，方便局方监管明晰。此种思考结论也可延伸至其他业务领域。任何业务领域的数字化建设，不仅是对业务流程的数字化改造，更是对业务内容的数字化改造。对业务内容注入数字化的能量，可能直接颠覆已有的业务流程，大幅提升业务效率。例如对机组排班业务的数字化建设，对业务人员的排班过程的信息化辅助支持已逐渐成为过去式，最新的趋势是系统程序直接吸纳业务内容，建立资源最优模型，实现自动排班，大大提升排班效率，并严格遵守规章制度，保证均衡。释放业务人员的机械式作业，使其更多的精力转移至对提升程序优化的思考上，进一步提升程序的执行力，创造更高效的作业方式。

目前市场上大多 To C 产品中已成功应用对话机器人技术，快速高效地处理海量的咨询类业务，尤其在电商、通讯类领域中发展成熟。但在 To B 产品中，尤其是深度定制化的 To B 产品中应用较浅。企业用户在处理内部业务时，大多仍采用传统的手工检索信息的方式，虽然有信息系统支持，但数据分散在不同的系统中，操作繁琐，步长较多，检索效率低。尤其是在紧急危难时刻，需要高效的信息梳理和检索工具，以帮助决策制定。例如查询某航班信息时，机组信息、资质信息、机场信息、航路信息、飞机信息、维修信息、旅客信息等分散在不同的业务系统中，且不同类用户有权限限制，如发生应急事件，领导在决策时需要各部门提供航班相关信息进行综合研判，信息梳理效率可想而知。如引入机器人技术、智能识别技术，平时通过演练场景来对其进行反馈式训练，可在关键时刻时发挥高效作用，为决策者快速提供全面、精准的信息，为应急指挥赢得时间。

航空公司生产数据集成自动化治理的实践与应用

单位/部门：昆明航空有限公司/规划发展部

主要人员：钟牧原

一、背景和痛点

目前公司已建设数据中心，提供了数字化的基础环境；同时还搭建了服务器虚拟化平台来提高资源管理水平，核心系统具备异地灾备功能，有较好的业务连续性保障能力。在安全运行方面，初步建立了信息化安全管理手段，风险识别和风险控制从人为经验判断向量化分析转变，航班运行信息化保障能力满足基本要求，部分核心业务从传统运行向无纸化运行转变。在营销服务方面，初步建立销售渠道信息化，部分业务利用新技术、新产品，提升线上销售能力，加强了客服服务与销售体验。在信息安全方面，实现了信息安全管理体系建设，完善 ISO27001 信息安全管理体系，初步建成网络安全运营一体化管理平台。在数据应用方面，已完成数据交换平台的建设，数据管理制度的制定以及部分业务场景的投入使用。公司根据当前数据资源，对数据进行了分级分类，根据数据产生、处理、使用的载体不同，数据分为系统数据和用户数据。系统数据主要为信息系统中产生、处理、使用的各类数据，包括但不限于数据库表、系统日志、电子文档等；用户数据主要为个人用户在电脑、U 盘、移动硬盘等设备中产生、处理、使用的各类数据，包括但不限于 Word 文件、Excel 文件、图片、音视频文件等。此外，根据数据的重要程度、安全和监控要求，将公司数据分为四个等级。第一级为机密数据，主要包括公司生产经营的核心数据，泄露会使公司的利益和合法权益遭受特别严重的损害，安全和监控要求最高，如重要旅客名单、未披露的生产经营数据和财务数据等；第二级为秘密数据，主要包括公司生产经营的一般数据，泄露会使公司的利益和合法权益遭受损害，安全和监控要求中等，如人事档案、客户合作协议等；第三级为内部公开数据，主要包括可在公司内部公开的通用数据，该级数据对外公开可能对公司和客户产生一定的影响，安全和监控要求较低，如员工通讯录、内网发布的人事任命等；第四级为对外公开数据，主要包

括可对外部公开的数据，没有特殊安全和监控要求，如公布的产品和价格等。

虽然公司已具备了一定信息化、数字化水平，但信息基础设施支撑不足、IT数据能力建设不足、信息化整体覆盖率低、业务数据化程度低等一系列问题仍待改进。关键基础设施支撑不足，将面临“卡脖子”的技术难题，需逐年更新替换设备；航班运行过程中许多业务依然采用手工作业，缺少信息化支撑和移动化办公，致使整体运行生产效率不高，重复冗余性工作繁杂，业务数据不能产生有效利用价值；客户管理信息化薄弱，缺少丰富精准营销的手段，系统架构无法实现销售环节产品快速响应，全流程服务保障内部服务信息传递不畅通；缺少移动端及无纸化行政办公能力，大部分业务需要依赖固定终端处理，许多行政办公事项依然靠纸质单据实施；网络安全防护依然较薄弱，存在“难以发现、难以确认、难以处置”的三难问题，安全防护没有实现联动、全态化的资产管理及安全运营管理；数据管理体系、数据使用规范、数据基础设施、数据应用统筹、数据底座规划和数据互联互通，均存在领域之间各自为战，产生数据孤岛问题。

二、实践路径

2.1 公司生产数据存在的问题

基于公司在生产数据处理工作上存在的两方面问题：一是自动化处理、分析能力较低，数据质量较差，生产计划执行情况监控、后续生产量预测、对外报表制作等工作依赖于人工方式进行，出错概率大；二是系统间数据存在差异，以及数据丢失和异常现象，并且无预警和修正机制。公司规划发展部开展“生产数据集成分析平台”的系统建设工作，作为兼具数据统计、监控、分析、管理维护、报表功能为一体的综合系统，可有效减少人工方式的数据分析与报表制作，解放生产力，提高生产数据准确性、及时性；可实时监控生产计划执行情况并完成生产量预测，为生产工作安排提供科学的数据支撑；解决公司现有各生产系统间数据差异问题，增加数据预警和修正机制，保证数据质量，统一生产数据出口。另外，保证公司生产数据的保密性和安全性存在一定隐患，需制定相关规范来进行管理。

2.2 生产数据集成系统建设的可行性分析

系统的建设首先需要对 RSP 程序进行梳理，实现与 FOC、营销数据库、航线经营决策等系统的对接改造。经过评估，硬件设备和技术平台均可利用公司现有设备和平台。

2.3 系统的建设方案

（1）总体方案

目前昆航上报局方及内部使用的 YY（生产数据）、YT（非生产数据），其数据源均来自 FOC 系统，若其中所包含的商务数据从系统中剥离，则会影响到数据生成与维护，因此需要建立一套新系统，保障 YY、YT 数据形成。

公司生产数据自动化处理、分析能力尚处于较低水平，在 YY 数据由计算机软件自动处理并经人工审核、修正生成后，生产数据的使用基本依靠人工方式进行，包括生产计划执行情况监控，后续生产量预测、对外报表制作等工作，即消耗大量人力，又加大出错概率。同时，生产数据呈多系统、多口径情况，存在 YY 数据、BI 应用平台数据等多种版本，彼此之间存有差异，对日常生产管控造成影响。

综合考虑上述情况，系统建设的功能主要基于两个方面：一是可对接其他生产相关系统，统一数据标准与规则，根据需要，对生产数据进行整合、加工，进行数据展现；二是自动完成固定模式的数据报送与报表制作工作，提供数据使用效率，同时提升数据处理的及时性与准确性。

（2）系统模块设置

设置数据管理模块，进行生产数据及非生产数据自动生成，并保存用户数据修改，最终形成满足要求的 YY、YT、YF 数据；设置统计报表模块，进行局方、部门需要的年度、月度固定报表生成；设置数据品质模块，进行基础系统数据质量监控，并形成图形直观展示；设置规则模块，进行生产及非生产数据的生成规则、数据品质监控的规则进行定义；设置基础数据模块，对系统需要用到的基础数据进行设置维护；设置告警处理模块，对系统识别的基础系统数据问题进行处理状态管理。设置月度计划模块，进行月度计划相关数据录入及存储、进行滚动预测的调整及分析，最终形成比较符合公司要求的月度滚动计划。

（3）数据校验规则设置

开发系统数据质检规则设置页面，数据质检规则按照局方生产数据质检要求进行规则的新增、修改、删除，质检规则包含告警规则、错误规则两类，对于错误规则，必须正确后，导出符合局方格式要求的数据才能上传局方系统成功。开发系统数据质量设置页面，数据质量包含数据的完整性、准确性校验设置；设置完成后系统可实时监控生产数据，对航段距离未配置、油量不完整、舱单等数据缺失的完整性进行检查，以及旅客人数、业载错误、时刻点错误、成人数等数据的准确性进行检查，便于日常异常数据的排查及修正。

同时根据数据校验规则，开发数据品质可视化页面，时限系统对月度 YY 数据进行品质的可视化监控。在 YY 归档后则对归档后数据进行监控，归档前对实时数据进行监控，且数据品质报告也通过此功能生成，在月度数据校验的归档操作前，可先查看当月数据的品质报告。

（4）告警处理设置

开发系统告警自定义规则页面，将系统中不准确数据以及系统错误信息通过邮件形式告知相关人员，使得相关人员及时知晓错误信息，对系统进行人工干预。另将告警自定义中配置的各种规则以邮件形式告知相关人员。可配置邮件发送的频次、接收邮件的角色及相关人员。系统支持邮件和短信两种方式。系统自动发送邮件或者短信通过后台的 windows 服务 Aero.RunEveryDayServer 服务实现，将该服务配置到系统的后端。告警设置默认 2 分钟后才生效，故更改告警时间或者新增告警，则告警事件需在当前时间两分钟后，否则只能再下一次告警时才能生效。告警指标填写数据，单位由选择的“监控周期”决定；告警方式可以单独选择和多选；告警人需首先配置好用户信息，以及该用户的角色信息，方能进行选择操作。

（5）基础数据设置

关联 FOC 底层机场信息表，可通过“起飞机场”和“着陆机场”对已加入计划或实际执行的航段进行查询，通过编辑和删除功能对已添加航段直接进行操作。设置机型维护功能，将租购机型与 YY 机型进行匹配关联，租购机型包括干租、自购、湿租三种，干租机型以字母“G”结尾，自购机型以字母“Z”结尾，湿租机型以字母“S”结尾；YY 机型按上报局方的统一机型格式进行设置。在机型维护时，需首先确认好不同口径之间的匹配关系，保证进行维护后，数据能按

照规定口径正确地生成。

（6）数据管理设置

根据所设置的数据校验规则，设置月度数据校验与修正功能，首先查询获取当月全部生产数据，然后选择校验规则对当月错误数据进行排查，排查完毕后手动对错误数据进行修正，然后将数据归入历史存档中。年度数据校验与修正为月度功能所作的补充，当在进行月度数据校验与修正时，可能存在少部分航班因报送时间的限制，无法及时更新数据，因此该部分数据将在进行年度数据校验时进行修正。功能实现上将年度生产数据和月度生产归档数据设置为相互隔离独立，在年度数据校验与修正对指定月份生产数据质检通过进行归档后，系统对历史归档生产数据及相关报表数据使用最新归档数据进行更新替换。

2.4 系统数据提供管理规范的制定

为了加强对系统生产数据的使用管理，保证生产数据的保密性和安全性，公司制定了生产数据提供操作规范，来规范公司各部门对生产数据的使用。由规划部作为公司生产数据的唯一出口及提供单位，负责制定并完善生产数据对外提供流程及规范，严格审核需求单位的生产数据需求，确保所提供生产数据的保密性。生产数据的使用单位，负责按本规范要求对申请使用的生产数据做好内部审核、管控及备案工作，对规划部提供的生产数据做好保密工作。与此同时，规划部于钉钉平台自行开发配套的审批流程，使用单位申请人首先通过钉钉审批应用，向规划部提起生产数据需求申请审批单，并填写《昆明航空生产数据需求明细表》和《生产数据使用用途说明及保密承诺》，说明所需数据用途、数据相关统计口径及所需数据的提供形式等，按审批类别经申请人所在部门和科室的相关负责人审批后，流转至规划部审批。规划部根据申请人的数据需求判定数据的等级类别，待审批通过后流转至生产数据管理员，生产数据管理员根据申请部门需求时限完成所需生产数据的统计加工和提供工作，并由科室经理和部门领导进行复核，复核无误后通过公司内部邮箱提供至使用单位申请人处。

三、应用效果

经过长时间的系统建设，提高了生产数据的质量和错误数据排查能力。另外还实现了两个目标：统一生产指标的管理目标，保证生产指标定义、计算口径、数据来源的一致性；统一生产数据出口的目标，实现了生产指标元数据和数据的唯一出口。系统提供了生产数据的统一监控和预警能力，提供数据灵活查询及分析的能力，提供数据图表展示的能力，提供数据错误追查来源的能力。系统建立了各种各样的固定化业务报表，而且随着业务发展，报表统计越来越精细，统计的数据类别越来越多。各部门可根据数据提供操作规范及电子审批流程来获取需求个性化、差异化的统计报表。

公司从内部和外部均受益于生产数据的治理与改善。内部通过高效一致的程序取代低效的流程，节省了时间；外部使组织保持合规，并使公司能够通过高效可靠的流程提高商业信誉。有效的流程和训练有素的员工可以节省时间和成本，并降低风险；数据可视性和管理使公司能够遵守法规和进行行业最佳实践；如果出现审计检查，公司可以快速提供可验证的结果，整个公司的标准化生产数据管理改善了信息共享和协作；集中数据仓库中的生产数据可实现业务场景应用的二次开发，可通过数据分析与挖掘，给予公司管理决策层科学的数据支持，及时洞察管理问题。

生产数据系统建设中有如下成功经验可便于进行复制推广：

（1）在搭建系统底层数据库之前制定清晰的目标。

在系统上线使用之前对平台的功能以及技术细节做了非常明确的规划，因此后续可以基于这些目标做清晰的阶段划分、人员组织安排。

（2）充分发挥团队优势，共创共建。

在该项目中充分发挥各业务口对公司各业务模块和数字化现状了解的优势，结合信息部门给予的相应技术，整个团队经过不断的沟通和合作，才能推动系统项目落地。

（3）公司自上而下对数字化有很高认知并全员参与建设。

公司的管理层和业务部门的人员对数字化的认知程度很高，公司内部非常重视数据系统项目，所有关键人员都会自发参与，需求资源也会往该项目倾斜，全员的参与和投入，使得项目推动较为顺利。

（4）各业务模块逻辑要依靠公司对应的业务部门有针对性地进行梳理。

数据的有效应用需要以公司业务和管理标准为前提，很多公司通过整体行业规律或准则来做本公司业务和管理标准的统一，往往不能得到公司管理层的认可。我公司则是由公司内部信息中心和业务部门梳理和统一了系统业务逻辑的管理标准，从而有效支撑了数据应用。

此外，根据该系统还配套开发了数据提供操作规范及电子审批流程，对各部门可按使用需求的不同类别进行数据提供，包括规范提供包括提供系统的明细数据、汇总数据、固定化数据报表、差异化数据指标等。对生产数据的采集、加工和传输进行了统一规范，如在生产数据系统中机型按统计的不同口径进行分类，按此指标体系分别应用于不同的业务场景中。

四、洞察启示

对于整个民航业而言，数据治理的内容范围较广，主要包括数据标准、元数据、数据模型、数据分布、数据存储、数据交换、数据生命周期管理、数据质量、数据安全以及数据共享服务。通过数据标准的管理，可以提升数据合法性、合规性，进一步提升数据质量，减少数据生产问题；在元数据管理的基础上，可进行数据生命周期管理，有效控制在线数据规模，提高生产数据访问效率，减少系统资源浪费。而且，数据的治理是随着民航业务发展而不断变化的，各管理项之间的关系也需要不断深入挖掘和分布，最终形成一个相互协同与验证的领域网，全方位的提升数据治理成效。

民航数据标准是根据航空运输建立的一套符合自身实际，涵盖定义、操作、应用多层次数据的标准化体系。良好的数据标准体系有助于行业内的数据共享、交互和应用，可以减少不同系统间数据转换的工作，可从业务和技术两个层面来着手改进。高质量的数据是进行分析决策、业务发展规划的重要基础，只有建立完整的数据质量体系，才能有效提升民航数据整体质量，从而更好的为客户服务，提供更为精准的决策分析数据。在技术层面上，应该完整全面的定义数据质量的评估维度，包括完整性、时效性等，按照已定义的维度，在系统建设的各个阶段都应该根据标准进行数据质量检测和规范，及时进行治理，避免事后的清洗工作。另外，应该明确相应的管理流程，数据质量问题会发生在业务的各个阶段，因此需要明确各个阶段的数据质量管理流程。

数据的管理和治理是为了更好的利用数据，是数据应用的基础。整个行业应该以数据为根本，以业务为导向，通过对大数据的集中、整合、挖掘和共享，实现对多样化、海量数据的快速处理及价值挖掘，利用大数据技术支持航空运输产品地快速创新，提升以客户为中心的精准营销和差异化客户服务能力，增强风险防控实时性、前瞻性和系统性，推动业务管理向信息化、精细化转型。此外，数据治理不是一个临时性的管理活动，应从民航业务发展、数据治理意识形成、数据治理体系运行的角度，建立一个长效机制来保证该活动持续进行。

探索数据治理，助力长龙航空数字化转型

单位/部门：浙江长龙航空有限公司

主要人员：李土军、朱美美、马家熠

一、背景和痛点

在经历多年的信息化建设后，长龙航空已经实现了核心关键应用的信息化管理。但随着运行环境的日益复杂化以及旅客对出行体验的更高要求，亟需进行数字化的转型建设来支撑未来发展需求。长龙航空紧密围绕智慧民航建设思路，基于云计算、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术，创新航司运行和服务方式，规划落地智慧运行平台、智慧出行平台、智慧协同平台和数据中台，力争3年内完成平台建设，打造行业首家“数智航空”。

数据作为数字化转型的基础，是数字时代的基石，也被称为新货币，如何打通系统之间的数据壁垒，促进系统间数据的有序流动、安全共享和高效利用，将直接影响长龙航空“数智航空”的推进进程。

1.1 数字化现状

在公司业务的发展壮大过程中，公司通过自研开发、外采引进等方式建设了大量的专业业务系统，为公司各项业务的开展提供了强有力的信息化支撑。另一方面，不同业务系统间各自为政，独立运行，系统间的协同需求越来越迫切。

目前，长龙航空每年信息化投资达几千万，当前运行的数字化系统超过100套，系统之间交互关系错综复杂。长龙航空现有数据库130余套，各系统业务数据独立存储于对应数据库，形成信息孤岛，导致“蜘蛛网”状的系统交互等建设方式弊端也逐渐凸显出来，系统之间协同和集成愈发困难，新的系统搭建会牵一发而动全身，导致多个业务系统的改变，同时也给信息系统建设增加大量的集成成本。

1.2 数据资源基本情况

长龙航空拥有包括生产、运行、经营、财务以及内部管理等数据资源，数据资源的使用管理正逐步走向规范化，系统和系统间接口调用现状存在如下特点：

（1）系统数量多，系统间交互频繁，接口多；

（2）系统交互采用点对点连接，整体呈现蜘蛛网状；

（3）系统开发技术平台多种多样，存在 JAVA、C#、PHP 等多种开发语言；

（4）接口无统一技术标准，接口方式多样化，可复用性低；

（5）缺乏统一的接口管理平台，接口交互情况监管困难。

1.3 面临的问题

随着公司数字化转型工作的推进，主要面临如下问题：

（1）数据共享效率问题

部分业务存在大量的外部数据需求，需要大量耗费人工采集完成，自动化程度较低；应用或系统之间的数据交换重复性工作较多，效率低；系统间对接多采用一对一的方式实现数据交换，无法形成单点接入多方共享的高效传输。

（2）数据管控问题

公司现有业务产生的数据包括生产、运行、经营、财务以及内部管理等方面，数据具有多样性、高价值的特点，但目前数据分散，管控困难，缺乏数据统一视图，无法统一共享，数据无法关联分析，业务协同困难，制约数字化管理的实现。

（3）数据需求的快速响应问题

业务上期望数据需求能够快速响应，数据准确性高，获取及时，且可进行多系统的整合共享后提供，但技术层面上缺乏快速有效的响应和支持工具、系统。

（4）数据安全问题

各系统缺乏数据获取的标准和规范，也无法控制数据的传播和使用，给数据造成安全隐患。

二、实践路径

基于数字化的现状和数据资源的现状，并针对数据应用方面存在的问题，长龙航空开展数据治理和接口治理工作，主要建设了企业级数据仓库、数据中台和统一数据交换平台三个项目，目前项目建设已经取得一定的成效，并根据业务的变化不断的进行优化和持续运营。

2.1 问题分析

（1）烟囱式的开发模式，缺乏顶层规划设计

在公司运营快速发展时期，由于缺乏整体的 IT 顶层规划设计，IT 架构中都是以部门级应用为主，缺乏从大的管理职能(运行业务、商务业务等)综合方面的数据整合、数据标准和统一业务定义。零散的数据不能有效支持统一的对外呈现。

（2）数据管理能力缺失，缺乏专门的组织机构

由于没有权威的公司认可的数据规划和管理职能机构，各业务部门职能不清晰或存在互相重叠，观察数据视角不尽相同，缺少数据标准与业务统一定义，语义不一致，导致公司整体数据管理能力的缺位。

（3）数据质量差，缺少数据应用全链路监控

由于业务系统输入的随意性，导致部分关键业务数据质量较差，数据口径和标准不一致需要大量的解释说明。而系统间数据的使用由于流程和规范的不完整，导致数据存在多次共享使用等情况，对数据的使用也缺少全链路的监控和跟踪。

2.2 数据治理的管理方案

（1）设立数据管理相关组织机构

设立专门的数据服务组织机构，培养数据治理、数据共享和数据应用类项目实施专业团队。其职责如下：

表 1：数据服务机构职责

序号	主要职责
1	负责公司数据服务平台的规划和落地实施
2	负责数据服务领域数字化产品设计、开发、测试和上线运行
3	重点打造航空大数据服务平台，负责航空数字化运营管控平台、数据共享与交换平台等产品线的建设
4	负责保障数据服务平台的稳定、可靠运行
5	参与建设公司 IT 技术体系建设、制定体系标准和流程
6	了解行业前沿技术，研究技术应用的价值，为项目组提供技术服务、技术培训、进组支援等

（2）搭建数据中台

数据中台是指通过数据技术，对海量数据进行采集、计算、存储、加工，同时统一标准和口径的基础性平台。数据中台把数据统一之后，会形成标准数据，再进行存储，形成数据资产层，进而为用户提供高效服务。主要功能如下：

数据自动采集

通过技术手段，打通数据链路，实现数据的自动采集，包括 QAR 数据、飞行员个人及资质数据、旅客数据、空地通讯（ACARS 和 ADS-B）数据、气象数据、情报数据、飞机信息、票务信息、财务数据等等。

数据服务提供

支持以 SQL 脚本的方式获取所需的数据；

建立服务总线，将所有数据汇集到一个入口，方便各应用调取；

研发 SDK 支持，通过 SDK，各应用能方便快速获取数据。

数据治理

按不同的数据主题，明确计算逻辑，确保数据的唯一性、有效性和实时性；已经实施的数据主题包括：航线、飞机、放行、监控和财务数据主题。

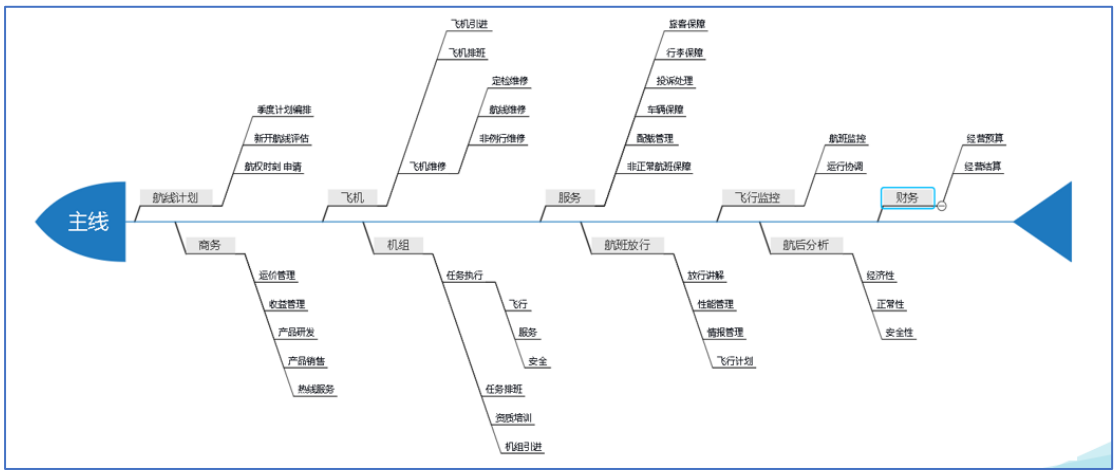


图 1：数据主题划分

数据管理

按功能进行内容划分，如下：

表 2：数据管理内容划分

分类	具体内容
服务管理	服务注册、服务权限管理
数据同步	模板管理、数据源管理、任务管理
数据地图	数据明细、血缘关系、数据地图
计算管理	离线计算、实时计算
监控平台	计算监控、埋点监控、使用监控

（3）建设统一数据交换平台

长龙航空自行研发建设公司级统一数据交换平台，打通业务系统间的交互壁垒，加强业务数据交换过程中的开放和可视化管理，保障业务信息交换的高效化和便捷化。建设内容如下：

表 3：统一数据交换平台建设内容

分类	建设内容
数据共享门户	针对数据提供方和数据使用方，建设数据共享门户。数据共享门户是在前端将服务以可视化手段清晰动态的展示出来，以方便相关系统使用人员清楚的了解平台服务资源情况，提高服务的共享和利用率，主要实现功能有：服务发布、服务订阅申请、数据目录、个人中心等功能模块，为数据服务使用者

	提供一站式的数据服务。
后台管理系统	针对平台管理运营方，建设后台管理系统和资源目录系统。平台管理系统是在后台提供一个良好的运营管理环境，提供确保平台可靠运行的运维监控体系和保障平台数据安全使用的安全支撑能力，主要实现功能包括：服务注册、服务权限、日志审计、目录管理、运行监控等功能模块。
企业服务总线	建设数据共享与交换的统一服务总线，实现异构系统之间统一的标准规范信息传输，为异构系统之间接口交互提供信息“高速公路”，并实现对总线传输的统一网关策略控制，主要实现功能包括：服务路由、协议校验、安全鉴权、格式转换、日志记录、异常处理、安全管理和统一日志等功能模块。

（4）制定数据共享标准和流程

公司层面，从接口开发、数据库规范、接口使用等方面制定数据共享相关的标准和流程规范，包括数据中台建库建表的命名规范、ETL 开发管理规范、接口调用技术规范、接口接入技术规范等。

数据库规范

数据库对象包括表、索引、视图、触发器、存储过程、包、函数等，对象按照前缀_业务名称进行命名，对象名称长度不得超过 20 个字节。根据架构需求，数据库无特殊要求禁止使用除表和索引以外对象。具体分为表设计规范、字段设计规范、视图设计规范、存储过程/包/函数/触发器设计规范。

ETL 开发管理规范

对 ETL 中资源库命名、JOB 命名、Trans 命名和组件命名等 ETL 开发相关的内容进行规范化。对数据库分层设计进行标准化等。

接口技术规范

制定统一数据交换平台的接口开发规范，包括接口的分类、技术标准、接口地址要求、接口请求参数和返回参数标准、接口安全开发标准等内容。

2.3 数据治理的技术方案

（1）数据中台技术解决方案

数据中台的技术架构如下图所示：

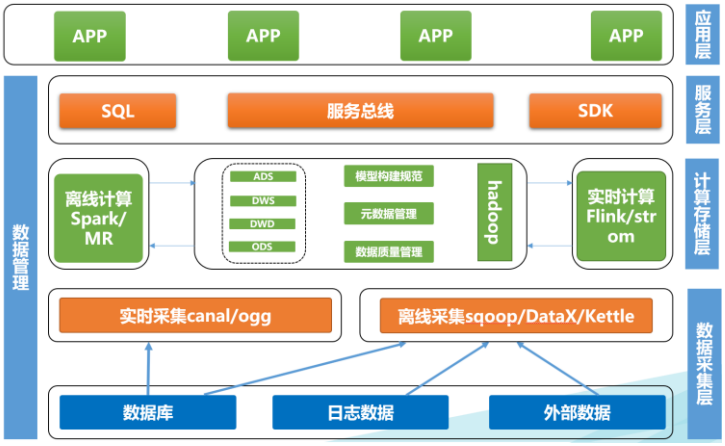


图 2：数据中台架构图

平台整体采用开源的技术进行搭建。在数据采集部分，采用 canal/ogg 实现实时数据的采集，采用 sqoop/DataX/Kettle 实现离线数据的采集；在计算层，采用 hadoop 进行部署，确保数据存储和读取方面的性能；在数据服务部分，根据数据主题自行研发相关的数据接口，分别支持 java 和 DotNet 体系，采用微服务方式进行部署；在数据治理部分，根据航空业务线，逐个确定数据标准，采用 ETL、kafka 等多种开源技术，逐步实现数据治理。

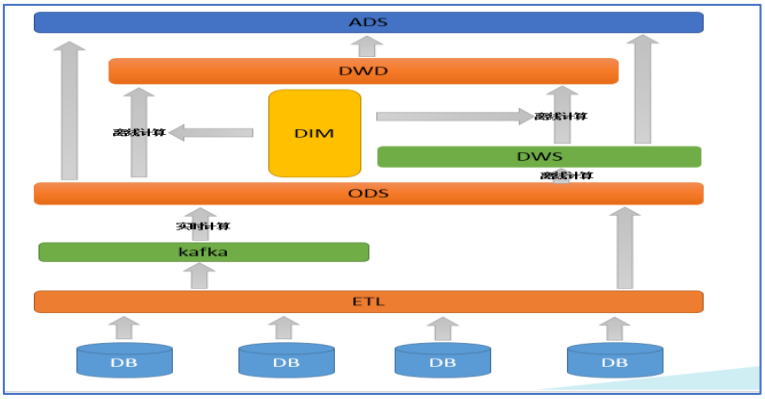


图 3：数据中台分层设计图

在数据管理部分，通过自行研发，对数据服务进行权限管理，对数据采集、计算和使用等方面进行监控。

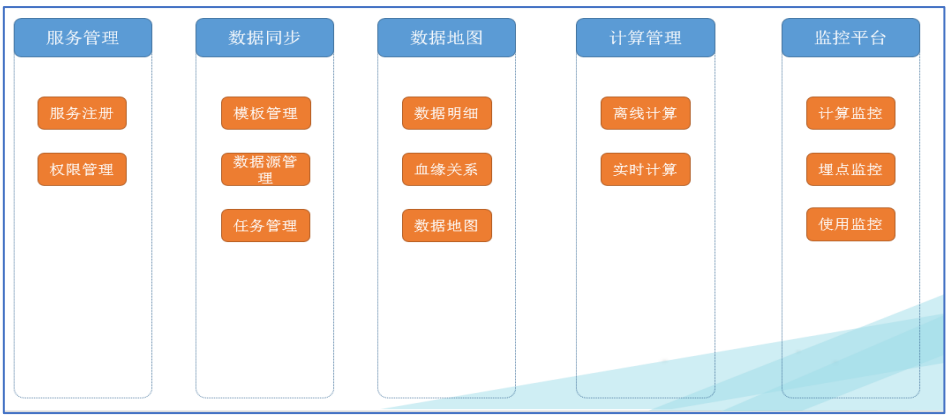


图 4：数据管理划分

（2）统一数据交换平台技术解决方案

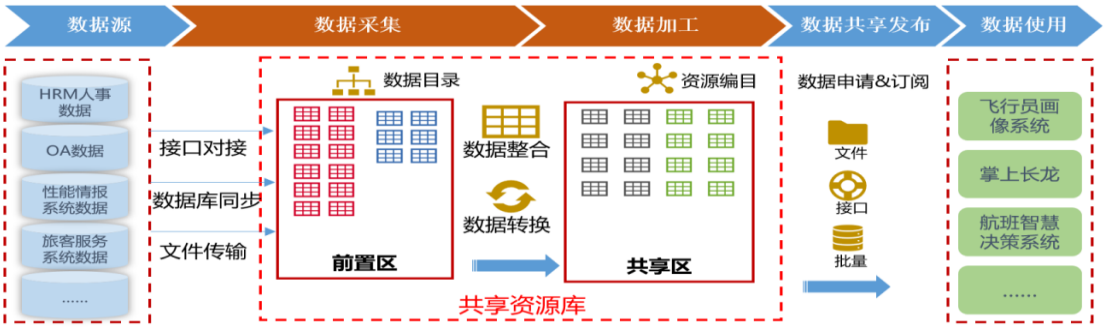
总体架构如下图所示：



图 5：统一数据交换平台总体架构图

数据层

建立共享资源库，采集、存储、整合共享价值高、使用频率高的业务主数据，并对外提供共享。如：组织信息、人员信息、岗位信息、飞机信息、客户信息、产品信息等。共享资源库实现与数据中台的融合，作为数据中台的一部分。



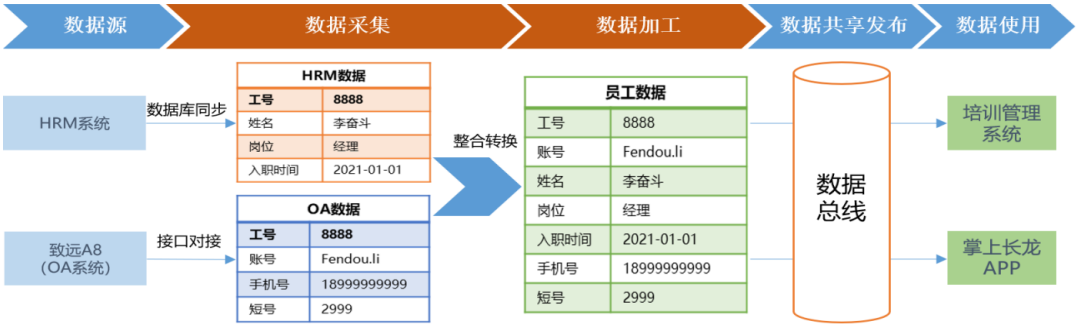


图 6：统一数据交换平台数据流向图

服务层

统一数据总线交换中心，为异构系统之间接口交互提供信息“高速公路”，实现对总线传输的统一网关策略控制。数据总线类似于“同声传译”，实现将“接收到的协议、消息”转换为调用方可识别的协议、消息，解决异构系统数据交互问题。

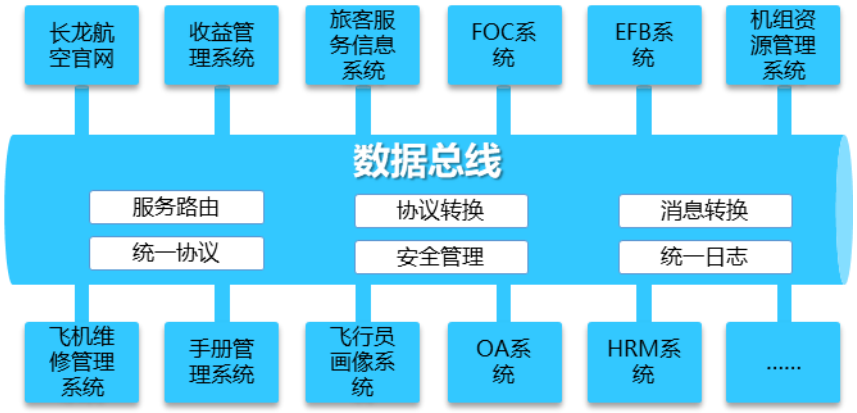


图 7：统一数据交换平台应用概览图

应用层

建设“数据服务超市”，为数据提供方、数据使用方、平台管理方提供一站式的数据接口服务，主要包括数据共享门户、后台管理系统和资源目录系统三个部分。

对外应用层提供跨部门、跨系统的数据共享，支撑数据应用类系统的建设，如管理驾驶舱系统、数据统计分析型系统；对内实现接口的治理和全局监控管理。

三、应用效果

通过建立数据中台和统一数据交换平台，逐步推进公司数据治理和接口治理，当前应用效果已经开始显现。平台的技术架构、建设理念等可在行业内直接进行

复制推广。

3.1 数据治理效果

数据中台总共已接入 200 多个数据源，包含 QAR 数据、航班数据、人员资质数据、机场数据、财务数据等航班运行涉及的各方面数据，通过数据治理，赋予业务意义，对不同类型的数据进行整合，输出航班维度、人员维度等多个维度的主题数据。

3.2 接口治理效果

目前已经完成长龙航空近 30 套系统 400 个 API 接口的治理，系统间总体接口数量实现直线下降，系统之间耦合度降低，可实现快速进行服务组装和重用。同时，通过接口的集中管理，建立监控和预警机制，实时掌握各类数据接口的运行状态，接口访问情况一目了然。平台目前已转入运营优化阶段，将持续开展存量系统的接口治理和增量接口的接入，实现一次对接多次连接使用，一次注册，多次共享交换。

3.3 复制推广效果

长龙航空数据中台和统一数据交换平台基于 JAVA、ESB 和 Kettle 等主流、开源的技术体系搭建，架构灵活，可实现快速的复制部署，部署后经过简单的定制调整即可投产使用。对航空行业各主体及其它行业市场主体都具备通用性，可进行复制推广。

四、洞察启示

4.1 数据治理要选择合适的工作模式推进

企业数据治理是从技术层面着手，还是以业务流程切入，需要根据企业的数据现状，业务对数据的理解和感知程度，业务的成熟度等方面进行评估，采用适合自身的数据治理工作模式。长龙航空主要基于现有信息化系统数据结构为基础，从技术层面着手，实现了业务数据的集中管理和接口服务的集中管控。

4.2 数据治理要建立企业级数据模型

航空公司业务属于高度成熟的一个行业，各航司的数据类型存在通用性和普遍性，如航班、旅客、航线等数据都是航司必须具备的数据，而各类数据的属性

也基本一致。因此航司的数据治理经验对其它航司都具备借鉴意义，航空基础的数据也要建立通用的基础数据模型，沉淀数据模型。

4.3 要依托行业标准，建立企业级标准

2022 年，民航局发布了智慧民航数据治理系列规范中的《框架与管理机制》《数据架构》《数据质量》《数据安全》《数据服务》等 5 部行业标准。航空业各主体在数据治理时可依托行业通用标准，这样能有效提升与其它主体之间进行数据共享赋能的能力。同时，企业又必须要根据企业信息化情况，数据管理情况等，建立适合自身现状和发展需要的企业标准，不断推动数据的治理。

4.4 要加强数据治理的组织保障

数据治理不止是技术层面或业务层面的单方面工作，需要双方共同协同推进。企业必须设立专门的组织机构来制定数据治理的标准和流程，负责推进数据治理，并不断开展运营。

另一方面，熟悉公司业务的、成熟的、相对固定的数据团队需要不断的进行培养投入，同时也要注重团队的梯队建设，保持团队的稳定性。技术团队只有深耕业务，深入去理解业务和规则，才能高效、持续地推进数据治理和接口治理。

4.5 要取长补短，结合应用新、旧技术

在数据治理过程中，大数据、云计算等新一代信息技术发挥着越来越重要的作用，但是传统的数据总线、ETL、数据仓库等技术应用也扮演着不可或缺的角色。我们既不能一味求新而舍弃现有投资和技术，也不能故步自封不适应技术的发展，只有将新、旧技术进行充分结合，才能既经济又有效的推进数据治理。

标准创新引领首都机场集团数据治理能力提升

单位/部门：首都机场集团有限公司/国际科技部

主要人员：郑建青、秦倩、牛占云

一、背景和痛点

1.1 数据治理是智慧民航发展的关键基础

数据作为民航行业新兴的生产要素和经济社会资源，是行业数字化转型的基础，也是智慧民航建设的支撑元素。建立健全民航数据治理标准体系是智慧民航的基础。民航局发布的《智慧民航建设路线图》明确，要“建立健全民航数据治理标准体系”，构建完善民航数据标准体系，制定数据管理政策、流程和规范。**数据治理是机场业务数字化的重要举措和必经之路。**民航局2021年发布的的《智慧民航数据治理规范框架与管理机制》强调，“民航行业数据治理应基于数据的业务价值，融合业务、技术和管理机制，支撑业务的数字化运营”，明确了民航数据治理要服务于业务数字化的基本原则。

1.2 数据孤岛是集团数字化转型面临的核心问题

首都机场集团作为一家以机场为核心业务的，跨地域的大型国有企业集团，管理着7个省市的54个干、支线机场。在集团公司数字化转型的推进中，面临着三方面的问题。**一是信息建设各自为政。**各成员单位形成了大量技术架构、数据格式不同的业务系统。**二是数据治理需要统筹。**新产品催生新系统建设，又在形成新的“数据孤岛”。**三是流程标准尚待统一。**行业最佳实践在集团内无法快速有效复制推广。

1.3 标准引领是集团高质量发展的必由之路

在集团公司数字化转型实践中，标准引领是高质量发展的必由之路。2020年8月，集团领导亲自部署， 启动集团公司数据标准体系建设工作。**一是建体系。**

以数据共享、避免孤岛、降低互联互通成本为目标，形成“1+N”的数据标准体系。**二是出标准。**在广泛调研各成员单位信息系统建设情况的基础上，结合现有成员单位已形成的标准成果，形成集团公司数据及技术标准体系。**三是树标杆。**充分发挥各成员单位的主动性，以各自优势业务领域为基础，形成业务数据标准，并在集团内推广使用。

二、实践路径

民航局《智慧民航数据治理规范框架与管理机制》标准中提出民航数据治理体系框架包括基础保障、管控实施、应用服务三部分。首都机场集团参照以上建议，结合自身实际工作情况将集团数据治理的实施路径划分为规划、突破、推进三个步骤。

2.1 规划先行

在规划阶段，首先进行了数据治理相关制度建设，为后续数据治理工作建章立制，将数据安全、数据质量、数据架构等制度也规划为集团数据标准体系的一部分，最终形成首都机场集团数据治理体系。

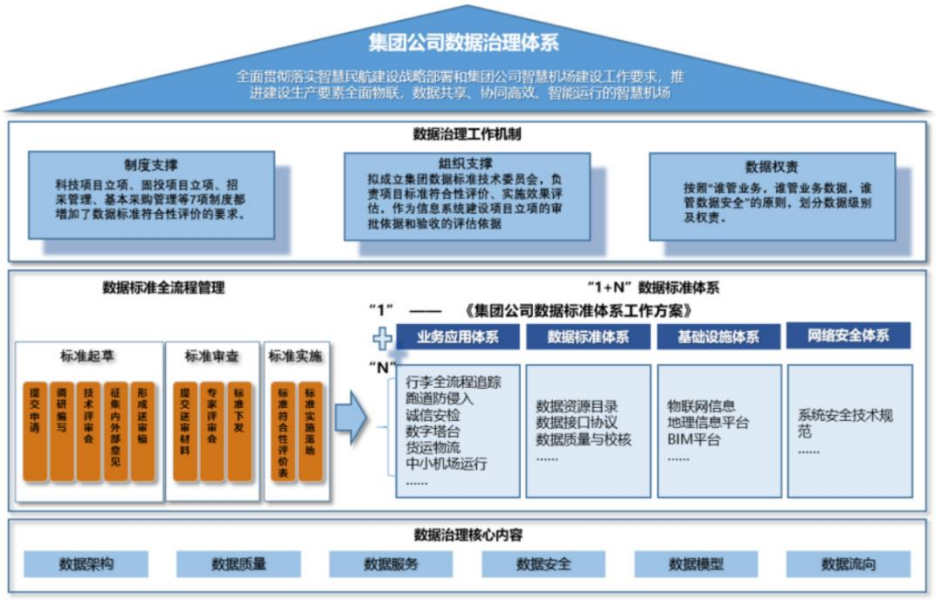


图 1: 集团公司数据治理体系

（1）建立“1+N”数据标准体系

以“数据共享、避免孤岛、互联互通、降低成本”为目标，构建“1+4+N”集团数据标准体系架构，确保标准成果具备普适性，实用性和可操作性。其中，“1”是指《集团公司数据标准体系工作方案》，明确标准制定、实施和管理机制；“N”指技术标准规范，结合业务实际不断完善。

1. 按标准种类划分

按照民航行业标准编写规范，集团公司发布的标准分为建设指南、技术规范和数据标准三类，每类各有具体的对应含义，各单位在标准的制定和使用中应依照标准分类的定义来进行。

2. 按标准内容划分

结合集团公司业务发展和系统建设情况，将数据标准体系按业务划分为“基础设施”、“业务应用”、“数据标准”、“信息安全”四个类别。

（2）首批下发 18 项数据标准

集团公司数据标准建设遵循需求导向，确保标准的实用性、前瞻性、开放性。各单位梳理已有或新建、在集团内具备普适性的标准，经集团公司遴选、审核后，纳入集团公司标准发布流程，做为集团公司企业标准发布。2021 年，共发布 10 项数据标准和技术规范。2022 年，发布 8 项数据标准。

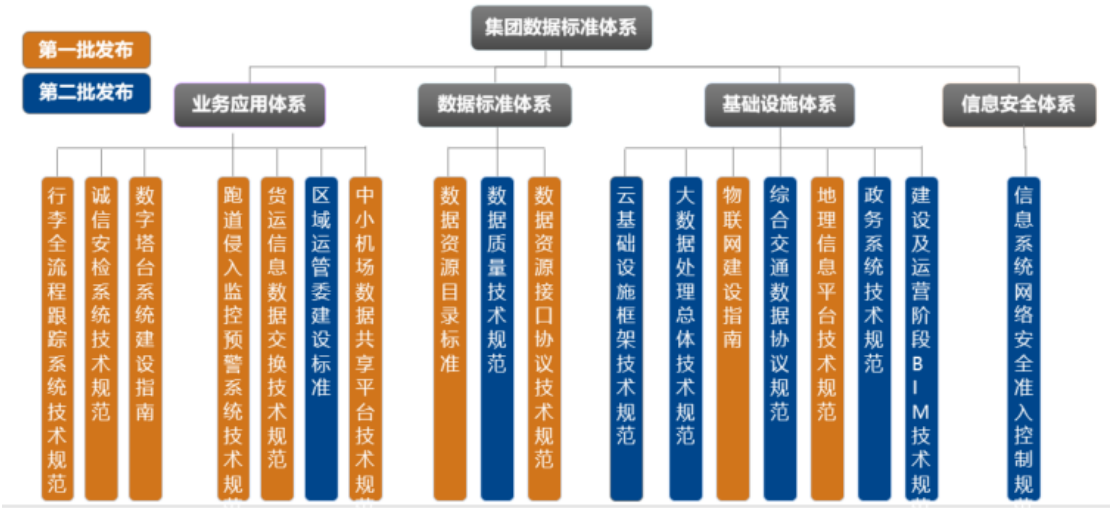


图 2：集团公司数据标准体系

（3）制度支撑保障治理体系落地

一是强化制度保障。完善项目审核流程，将标准审核列入集团公司信息管理、科技管理、固定资产投资管理、基本建设项目管理、采购管理制度，把标准符合

性评价、实施效果评估纳入系统建设的立项和验收评估流程，明确标准审核工作要求，明确工作职责和任务分工，明确数据标准牵头责任部门和联系人。

二是严格项目审核。集团公司已对所发布的数据标准，形成《标准符合性评价表》。各单位要将所有涉及集团标准的系统建设项目，开展标准符合性自评后，提请集团公司立项审批，将标准审核作为系统建设审核过程中的一个必要步骤，实现标准的全流程管理。

2.2 重点突破

在重点突破阶段结合规划阶段已发布的数据标准，一方面在实践中大力提升数据质量，为数据应用打好基础；另一方面选择重点业务方向建立起数据应用服务的典型案例，在集团内起到示范引领作用。

（1）集团数据治理实现质的飞跃

首都机场集团的元数据管理、主数据管理已经进行了多年建设，得到较好应用，但这两项工作必须和数据资产目录、数据标准、数据模型结合起来才能真正达到最优效果。因此近年来集团着重加强了数据资产目录、数据标准、数据模型的建设工作。集团发布了《中小机场数据共享平台建设技术规范》、《数据资源目录》、《数据资源接口协议技术规范》和《数据治理及质量校核标准》。按照民航局关于民航运行数据共享工作情况的通报，首都机场和大兴机场的数字化能力指数（DCI）排名前列，首都机场集团所辖中小机场已全部实现运行数据共享。

2018 年 7 月，集团公司开始建设智慧云平台，逐步接入 8 家干线机场运行数据，2019 年启动运行数据治理专项工作，实现数据协同，目前已初步构建“1+8”集团大数据中心。运行数据治理协同效能管理主要包括共享机制、规范协同和应用协同三个层面。共享机制立足于“指导性理念和原则”，注重实现三对关系的平衡；规范协同以“对数据的治理”为研究对象，在标准层面、质量管理层面和平台层面达成协同；应用协同以“利用数据进行治理”为研究对象，从治理主体、治理工具、治理对象等各个方面实现协同治理，支撑决策能力，具体的产出物包括数据资源目录标准和接口协议、数据治理平台、数据质量月报。

2020 年 7 月正式推行集团标准以及运行数据质量校核工作。2021 年建设数据治理平台是集团协同效能管理的综合运用，支持业务数据的采集汇聚、加工处

理、数据治理、数据资产管理等数据应用能力，其中“数据资源目录标准”、“数据资源接口协议技术规范”于2020年发布，“数据治理及质量校核标准”在2022年第二批标准中修订发布。

构建集团数据治理的多元主体协同共享治理模式。集团与民航运控数据中心、各成员单位签定数据合作协议，为集团所辖中小机场提供与民航运行数据共享平台和集团大数据平台的数据交互服务；按国家等级保护2.0三级要求构建民航局-集团-子集团-干线/省会机场-支线机场间的网络传输架构，集团数据共享平台规划共享数据12大类，1200余数据项。

以规范推动数据的标准化。建立集团公司数据标准体系，实现数据统一定义、统一格式、统一接口，统筹内部各信息系统，实现全场一张网，数据全贯通，实现线上、线下无缝衔接、顺畅切换，逐步建立以机场运行为核心的大数据信息平台，提升集团数据资源优势及各单位共享共用效率。

以体系保障数据高质量。完善的数据质量管理是保障各项数据治理工作能够得到有效落实，达到数据准确、完整的目标，并能够提供有效的增值服务的重要基础。数据质量管理的规划和实施包括以下内容：一是以建立健全数据质量管控体系为基础。二是以源头数据质量管控为手段。三是以考核评价为驱动力。

以平台推动数据整合共享。平台是集团数据治理的重要载体，承担着对内实现高效运行协同和对外提供优质运行服务的功能。在完备的数据治理体系和数据治理规范的指导下，利用数据治理平台实现集团数据的采集、管理、质量校核以及为上层业务提供数据应用服务。建设大数据平台、人工智能平台等，在智能运行监控、少人机坪、机坪自主驾驶、自助智能服务设备等领域重点突破。构建集团数字化运行监控平台，推出值班管理、航迹监控、“掌上运控”移动APP等14项产品为“机场运行服务翼”赋能。

（2）RFID 行李全流程追踪保障冬奥行李运输

行李全流程跟踪的关键是标准互认，数据共享，难点是打通上下游数据壁垒，将行李各节点数据连点成线，从而实现全流程跟踪。在“1+N”数据标准体系指导下，集团对民航局“一标两端”深化，发布集团《行李全流程跟踪系统技术规范》，按照集团智慧机场“一核两翼”总体规划，着重开展以下两项工作：

一是首都机场圆满保障冬奥会行李专项保障。2022年在北京举行的冬奥会，集团领导挂帅成立跨组织机构的冬奥行李全流程跟踪、专项服务攻坚治理等工作

组，关键节点多次召开专题会，解决问题推动落实。集团下属八家干线机场，去年底前全部完成7节点全覆盖行李全流程跟踪系统建设，八场全部联网对接民航局行李公共服务平台。

截至2022年2月27日共保障国航国际出港航班60班，行李6685件（包括值机前移行李535件），各节点采集率均高于99.8%；保障达美航空国际出港航班5班，行李1980件。为“简约、安全、精彩”冬奥做出积极贡献，向世界展示了国门机场服务水平。

二是大兴机场全面提升行李全流程跟踪能力。大兴机场率先落实行李运输服务提升工作。2019年初步建成本场行李全流程跟踪系统，2020年3月配合民航局完成“三线六点”的试点工作，上线“行李跟踪”服务产品。冯正霖局长对大兴机场行李全流程跟踪建设工作给予高度赞扬并做出重要批示，要求“努力将大兴机场作为行李全流程跟踪建设标杆，向全国机场推广”。

大兴机场行李全流程跟踪系统建设的主要特点包括以下方面：

运行指标优异。行李系统差错率稳定在0.003%（万分之0.3）以下，远低于《民用机场旅客服务质量》要求的0.05%(万分之5)，总体指标全行业领先。2021年CAPSE测评“在行李转盘的等待行李时间”项目在四千万级及以上机场中排名第一。

综合效益明显。截止2022年3月，累计跟踪旅客行李1520万件，累计服务旅客117万人次。2021年民航在线满意度行李服务得分4.66分，排名第一。大兴机场行李全流程跟踪服务荣获了CAPSE2020创新服务奖。

标准成果突出。大兴机场在行李全流程跟踪建设过程中，共制定《北京新机场建设工程企业服务总线BPM报文IDD数据接口标准》、《进港航班行李保障时间标准》、《旅客服务标准》等7项标准。配合民航局编制了《民航行李全流程跟踪系统建设实施方案（试行）》等3项行业标准文件。

（3）机场地理信息和物联网平台建设指南申报行业团体标准

集团公司《机场地理信息平台建设指南》和《机场物联网平台建设指南》两部标准发布以来，首都机场不断深化该标准的应用与推广，结合企业的实际应用经验，申报了中国民用机场协会团体标准，目前已完成标准材料的编写与专家初步评审。

结合该标准，首都机场股份公司不断深化地理信息领域和物联网领域新技术

的标准化应用，创新性地搭建了地理信息三维可视化平台，将航空器位置数据和车辆位置数据，与航班运行保障数据进行治理与融合，并关联了物联网平台23000余个传感器采集的近亿条的天气、风力、风向、空气质量、温湿度和冰雪覆盖情况等环境监测数据，314个机位的航班入离位数据，汇总共享设备数据到各应用系统，为冬奥出港“32小时转场奇迹”等多次流程规划与运行保障提供了有力技术支撑。

2.3 系统推进

民航局2020年印发的《关于加强民航标准化工作的指导意见》中，明确提出要“强化对标准实施的监督管理，确保标准有效实施”。为切实发挥数据标准的规范协同作用，集团本次标准编写发布到落地实施从组织、执行、修订三方面入手做实做牢。

（1）明确职责监督标准实施

要发挥标准的协同作用，必须要明确标准化管理职责，实现组织分工规范化。成立集团公司“标准化技术委员会”，由各相关部门和外部专家共同组成，对标准实施工作进行领导和监督。同时在“标准化技术委员会”下，设立“标准化执行工作组”，由参与“标准化技术委员会”的各部门抽调人员组成，做为标准化实施的具体执行机构。

（2）强化执行确保标准落地

要发挥标准的协同作用，必须强化标准执行。对于集团公司已发布的各项标准，“标准化执行工作组”首先应在集团公司范围内进行宣贯，确保各成员单位相关部门都能对已发布标准的适用范围、具体内容有正确了解。然后在具体工程项目审批过程中，对工程项目进行“标准符合性评价”，具体操作可由申报单位在立项材料中提交标准符合性评价表，申报该工程项目遵循的集团公司标准，并用表格形式逐条列出项目建设内容和标准条款的对应关系，由“标准化执行工作组”通过评分法形成标准符合性评价结论。项目验收过程中，要增加对立项审批时的标准化符合性评价结论的验收，确保事前承诺的标准条款得到满足。

（3）定期修订保证标准适用

要发挥标准的协同作用，必须保证标准全生命周期的适用性。对于在标准执

行过程中发现的、反馈的各项问题，“标准化执行工作组”应有专人负责记录，并形成反馈意见记录表。“标准化技术委员会”应定期组织对已发布标准的实施效果评估，“标准化执行工作组”根据标准的执行情况和反馈意见形成标准的实施效果评估报告，“标准化技术委员会”根据该评估报告明确是否需要对标准进行修订，通过这样的评估修订机制，来保持标准的生命力和适用性。

三、应用效果

3.1 行业首发企业数据标准体系

首都机场集团坚持需求导向、问题导向，从标准体系出发，探索结合对成员机场现有标准 “自下而上”收集，和新技术应用领域“从上而下”引导的路径，创新性搭建“1+4+N”集团数据标准体系架构，发布了行业首批 18 部集团企业标准，为行业其他机场集团的数据治理提供了宝贵的实战经验。

数据标准管理是集团数据治理的重要组成部分，在实施数据标准规划的过程中，始终遵循三个指导思想，一是立足全局、统一规划；二是以业务发展指导数据标准建设；三是新技术引领，坚持前瞻性。

3.2 建立集团内部管理的协同机制

（1）用数据资源标准进行规范性协同

集团公司牵头进行数据资源梳理工作，形成《数据资源接口协议规范》、《数据资源目录规范》、《中小机场运行数据共享平台建设规范》等数据标准，15 个大类、1300 多个数据项的定义、格式、时效性等进行了规范。

（2）用标杆项目数据标准进行示范性协同

在数字化转型过程中出现的标杆项目和典型项目，集团公司应组织建设单位及时进行经验总结，把项目实施过程中定义的系统数据规范、最佳实践，成功经验，成熟做法等整理成集团公司标准进行发布，如已经发布的《机场车辆侵入跑道监控预警系统技术规范》和《首都机场集团有限公司行李全流程跟踪系统技术规范》。

（3）用创新技术标准的引领性协同

集团公司鼓励先进机场在智慧机场建设过程中先行先试，对于在探索过程中经过验证的新技术，新应用和其他创新性成果，可以及时进行标准化，形成指南进行推广，如《大型枢纽机场数字机坪塔台系统建设指南》，《物联网平台建设指南》，这些新技术标准为成员机场在应用新技术，开拓新思路方面可以起到引领作用。

3.3 提升全域数字化能力

数据标准从多个方面支撑集团的数字化转型，完成集团建设“生产要素全面物联，数据共享、协同高效、智能运行的智慧机场”的数字化目标。

创新性搭建“1+4+N”集团数据标准体系架构，其中 “N”指具体的 N 套技术标准规范主要是 “业务应用”、“数据标准”、“基础设施”、“信息安全”四个体系大类。在业务方面，数据标准能够明确很多业务含义，使得业务集团各部门之间、业务和技术之间、统计指标之间统一认识与口径。在技术方面，集团数据标准能够帮助构建规范的物理数据模型，实现数据在跨系统间敏捷交互，减少数据清洗的工作量，便于数据融合分析实现数据动态价值提升。

四、洞察启示

4.1 统一数字化战略与部署

数据治理作为数字化转型的关键基础，应在企业数字化转型战略中统一考虑、统一部署。**一是要从顶层设计出发。**首都机场集团 22 年 12 月发布的《智慧机场建设路线图》，明确了“1-3-1-4”的总体工作思路，其中**标准引领**就是四大核心能力之一，进行了数据标准体系规划，自上而下布局数据治理和数字化建设。**二是数据体系规划要以需求为导向。**将数据治理规划和数字化建设规划与业务规划结合起来进行，如可以将数据治理、数字化建设与 “建立世界一流机场集团”与“为保障人民群众美好出行”起来进行统一规划，相互协作共同推进战略目标达成。**三是数据治理要有制度体系支撑，**制度和规范是组织数据治理工作的行为准则，实现“车同轨，书同文”。**四是组织和人才是数据治理和数字化建设成功的关键要素。**数据治理和数字化建设组织须统一部署，须厘清数据治理组织中决

策层、管理层和执行层的组织和职责设置，理顺数据治理流程。

4.2 引导行业数据价值链的完善

智慧民航作为“十四五”主线，涉及民航发展的全领域、全主体、全要素、全周期， 以标准为突破点，对内进一步统筹行业各运营主体的内外合力，构建基于智慧安全、智慧运行、智慧服务、智慧商业、智慧管理等业务的集团公司共享能力中心，统筹规划共性应用建设，各成员单位基于总体规划统一进行推广部署，促进科技创新，节约建设成本，优化建设流程，提升运行品质。只有内外部数据信息整合共享，才有可能实现机场航班、车辆以及人员的共同态势感知，进而辅助合作单位协同决策。在数据治理过程中，管理主体与管辖各单位对信息和数据的需求得到有效满足，有利于缩小集团与管辖单位之间的信息鸿沟，改善信息不对称的状况，实现机场、海关、边防、航司等协同联动，增强应对恶劣运行条件的跨区域、跨部门运行协同能力、资源共享能力。

4.3 加强旅客隐私数据保护

后疫情时代，出于国家安全、公共安全的考虑，机场在运行过程中利用生物识别技术收集了大量旅客数据，机场和旅客产生了数字化的连接，这也是世界民航的共性，连接人与世界。在大数据时代下急切需要完善信息保护监管细则、提升信息安全，首都机场集团也将根据民航局《智慧民航数据治理规范数据安全》标准中的要求和建议，尽快制定发布自身的信息系统数据安全规范，确保旅客的安心如意出行，实现人民机场保证人民群众“美好出行”的初心！

机场收费结算数字化转型实践

单位/部门：首都机场集团有限公司

主要人员：沈兰成、陈小海、王燕、施云飞

一、背景和痛点

机场收费是机场最重要收入来源，具有业务链条长、收费项目多、数据来源广、计算规则复杂等特点。因此，机场收费一直以来都是机场经营管理的重点和难点。尤其在首都机场集团公司，作为管理着北京、天津、河北、江西、吉林、内蒙古、黑龙江等 7 个省市自治区 53 个干支机场的大型集团，所辖机场规模差异大，业务模式多样，更加剧了机场收费管理的难度。

首都机场集团机场收费业务痛点主要包括以下几个方面：

信息化覆盖不足，数据可控性差。大量收费项目的数据采集还是依赖纸质签单，保障部门定期将纸质签单批量移交给财务部门。数据游离在系统之外，纸质单据的存放和传递存在原始数据丢失的风险。

手工处理量大，流程效率低下。各保障部门只负责各自服务范围的签单，造成一个航班多头签单。签单样式不一，业务和财务人员需要进行大量的单据分类，手工汇总统计等工作。

数据质量不高，结算拒付量大。缺乏完善的数据标准建设和数据质量规则定义。未形成成体系的、自上而下的、多部门协同的数据闭环管理机制，因数据质量导致的结算拒付现象层出不穷。

决策支持困难，数据价值无从体现。各机场数据缺乏可比性，管理层无法快速准确地获得机场主业各项经营分析数据。财务人员难以履行服务、监督和决策支持职能，无法实现向业务财务和战略财务的转型。

为了能够提升核心主业管理水平，保证主营收入应收尽收，实现以数据为基础的科学决策，首都机场集团决定成立专项工作组，由财务管理部牵头，推动机场收费结算数字化转型。

二、实践路径

2.1 建设目标和原则

以促进业财联动，提高组织协同，提升数据质量，释放数据价值为目标，以“全面化、标准化、集成化、数字化、智能化”为原则，基于 ERP 航空计费系统，设计一整套适配首都机场集团所有干支线机场，覆盖机场收费业务全场景，全流程的数字化解决方案。通过全业务链系统集成和数据规范，为后续能够向管理层及时准确地提供可比的数据奠定基础，为科学决策提供有效支持。

2.2 ERP 航空计费系统

ERP 航空计费系统以航班起降为主记录创建飞行订单，资源、服务数据挂靠飞行订单，经过一系列决定过程批量完成收费计算，同步生成会计凭证。

2.3 数字化集成架构

为了保证财务规则的稳定性，结算数据的准确性，同时考虑运行系统的灵活性，以及干、支线机场的业务规模，工作组设计了高阶和低阶两个集成方案。

（1）高阶方案

高阶方案适用于干线机场。由干线机场同步配合建设数据质量治理系统和地面服务电子签单系统。各生产运行系统采集运行和服务数据传输给数据质量治理系统，数据质量治理系统进行数据整合、清洗、加工、校验和转换后传输给航空计费系统。高阶方案集成架构如图 1 所示。

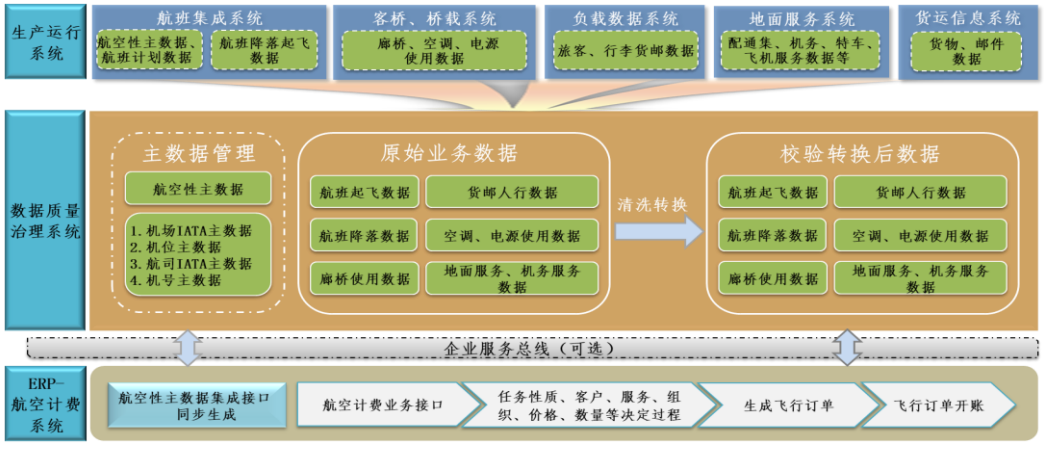


图 1：机场收费结算数字化集成架构——高阶方案

高阶方案数据流转示意图如图 2 所示：

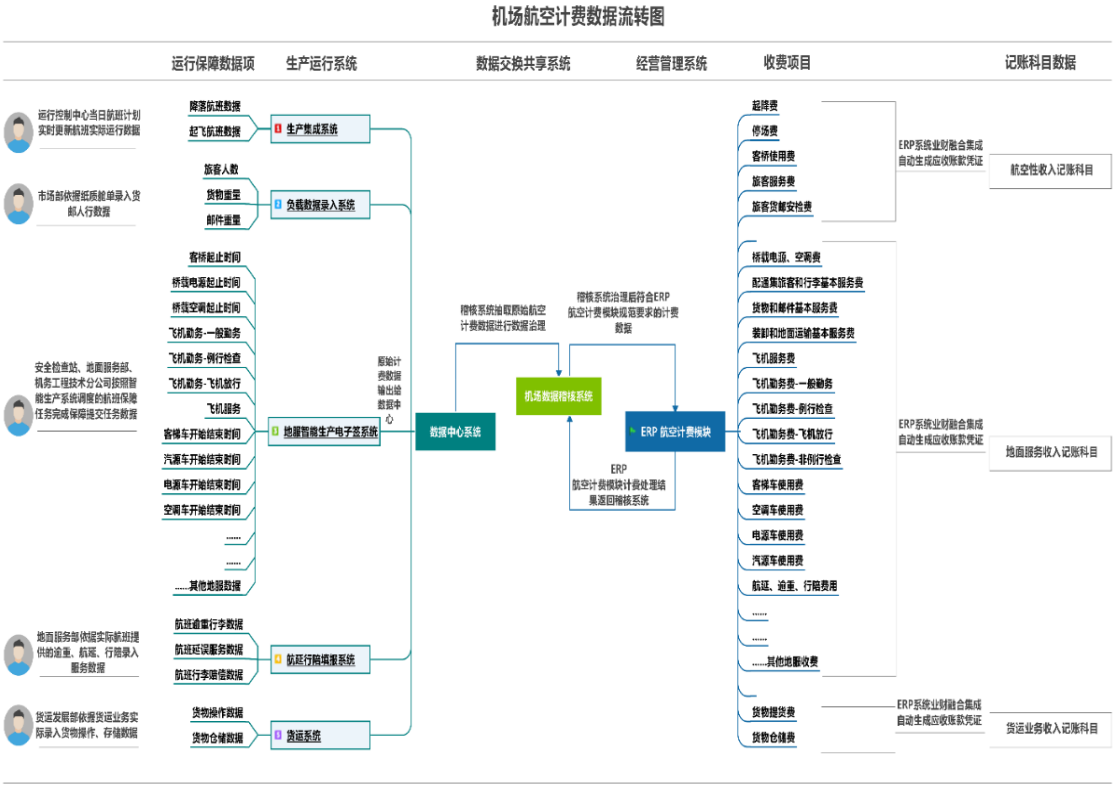


图 2：机场收费结算数字化解决方案数据流转示意图

（2）低阶方案

低阶方案适用于支线机场。业务规模较小的支线机场通过标准导入工具先后将运行和服务数据导入航空计费系统，由航空计费系统完成数据校验。在业务量达到一定规模后，可通过上线电子签单实现服务数据电子化采集和自动传输。

2.4 机场收费标准业务流程

机场收费业务包括主数据管理、业务数据管理、订单开账管理、结算及拒付管理四大类 12 个标准业务流程。如图 3 所示。

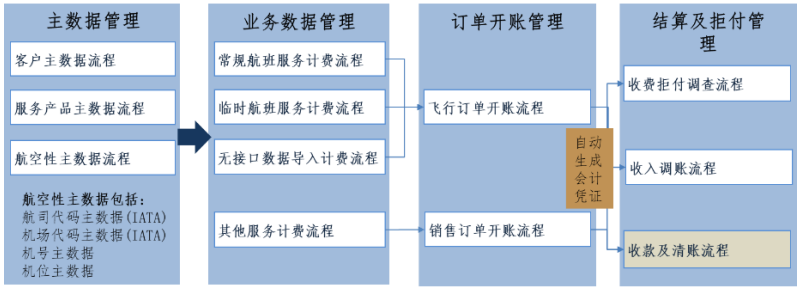


图 3：机场收费标准业务流程

2.5 机场收费主数据管理

航空计费系统的主数据资源包括客户主数据、服务产品主数据和航空性主数据。其中航空性主数据包括航司代码主数据、机场代码主数据、机号主数据、机位主数据。

（1）主数据识别

通过识别主数据生产者和消费者，确定主数据来源、数据流向，形成主数据U/C矩阵。航空计费的主数据U/C矩阵如表1所示。其中，C表示创建，对应主数据来源系统；U表示使用，对应主数据消费系统。

表1：航空计费主数据U/C矩阵

主数据	航司代码	机场代码	机号	机位	客户	服务产品
ERP系统	U	U	U	U	C	C
生产运行系统	C	C	C	C		

航空性主数据来源于生产运行系统，航空计费系统作为数据消费系统，遵循生产运行系统的数据资源标准规范。其中，机号主数据直接使用航空器注册号，航司代码主数据直接使用IATA两字码，机场代码主数据直接使用IATA三字码。客户和服务产品主数据来源于ERP系统，其中客户主数据标准遵循整个ERP系统的标准规范，在这里不做赘述。服务产品主数据是航空计费系统的核心主数据，也是机场收费结算数字化转型中主数据标准建设的主要内容。现以服务产品主数据为例介绍机场收费主数据标准建设方案。包括数据标准、管理职责、管理模式和管理平台。

（2）主数据标准

服务产品分类遵循“准确性、唯一性、稳定性、前瞻性、可执行性、低风险性”的原则。

分类依据为民航局收费文件。主数据分类是服务产品主数据编制的依据。工作组按照“159号文”的分类标准，确定合理的分类层级，形成满足各成员机场业务需要和集团统一管理的服务产品分类体系。

服务产品类型和收费项的对应关系。服务产品类型与收费文件收费分类对应，分为航空性服务和地面服务。服务产品组与收费文件收费项对应，分为起降服务、停场服务、客桥服务、安检服务、引导车、客梯车……

服务产品组和服务产品的对应关系。在航空计费系统中飞机的降落和起飞配对生成一个飞行订单，进港和出港航班是两个不同航班号，不同航班号如果航线属性不同，则服务性质不同，占用资源不同，收费标准也不一样，所以服务产品组加上进离港属性和航线属性确定每一个服务产品。

服务产品分类编码规则。服务产品分类编码是标识服务产品分类的代码，用以系统多维度统计分析的取数定义。服务产品分类编码规则采用服务类型码+进离港标识+服务项英文缩写的方式。

服务产品命名规则。服务产品命名需要唯一定义服务产品的所有属性，采用“航线属性+进离港属性+服务产品组”，其中起降费里，进港只对应降落服务，出港只对应起飞服务。服务产品分类和服务产品命名示例如表 2 所示：

表 2：服务产品分类和服务产品命名示例

服务产品分类						服务产品
服务产品类型		服务产品组		服务产品属性		服务产品名称
产品类型	收费文件收费分类	产品组	收费文件收费项	进/出港属性	航线属性	
航空性服务	航空性收费	起降服务	起降费	进港	国内	国内航班进港降落服务
					国际	国际航班进港降落服务
				出港	国内	国内航班出港起飞服务
					国际	国际航班出港起飞服务
		……	……	……	……	……

服务产品编码是标识服务产品唯一性的代码，由系统自动生成。服务产品编码规则采用集团机构码+服务类型码+流水号的编码方式，共 10 位字符，流水码取值范围为 00001～99999。

（3）主数据管理职责

在实际工作中，即使同一个主数据项，运行和财务口径对属性字段的标准和需求是也是不同的，如果要求运行部门及时按结算标准维护和更新航空性主数据，将会给运行保障增加过多压力。基于此，工作组设计了主数据的归口管理部门。

客户主数据：归口财务部管理；

服务产品主数据：归口财务部管理；

航空性主数据：编码归口运行控制中心管理，计费参数字段归口财务部管理。

（4）主数据管理模式

建立分类分级的主数据管控模式，既满足集团管控要求，又适应各机场业务

运行特点，促进集团业财一体化融合。

客户主数据采用联邦式管理。主数据编码及基本信息由集团统一管理，各单位再进一步在公司代码层维护区域信息。

服务产品主数据采用集中式管理。服务产品主数据产生于 ERP 的航空计费系统，与 ERP 系统会计科目实现映射，由集团统一在航空计费系统中维护。对于定价规则配置，政府指导价项目由集团统一配置，市场化定价项目由各机场经过相应管理流程后自行配置。

航空性主数据中的航司代码主数据、机场代码主数据和机号主数据采用联邦式管理。由各机场生产运行系统创建并推送到数据质量治理系统主数据模块，经过校核后推送到集团主数据管理平台，并分发到其他机场数据质量治理系统。同时，各机场需要在数据质量治理系统主数据模块中补齐计费所需参数数据后推送给航空计费系统。

航空性主数据中机位主数据采用分散式管理。各机场维护各自的机位主数据。

（5）主数据管理平台

在首都机场集团，数据治理实行顶层规划，分域设计。对于各域之间涉及的相同主数据项，建立映射关系。这种柔性统一，既保证了集团内主数据的一致有序，又适应了各个业务线对数据的不同需求，避免刚性统一的冲突。作为集团主数据管理的先行试点，财务管理部正在推进财经域主数据管理体系和平台的建设。

2.6 机场收费数据质量管理

机场收费结算是对数据质量要求很高的业务，所以除了系统的规划设计，还需要对数据质量管理进行规划。工作组设计了基于 PDCA（Plan、Do、Check、Action）循环的数据质量管理框架，进行数据质量规则定义、建立质量管理机制，并通过数据质量治理系统进行数据质量控制，并持续改进，保证数据质量。

（1）质量规则定义

数据质量规则定义是数据质量管理的起点。通过与航班保障服务部门共同研究，工作组共梳理出四个指标维度七类数据质量规则约 200 多条，根据各机场业务差异，规则略有不同。机场收费结算数据质量规则如表 3 所示。

表 3：机场收费结算数据质量规则示例

指标维度	规则分类	示例
完整性	不可为空类	航司国内国际属性不能在航司主数据中缺失
	逻辑约束类	桥载电源使用记录存在开始时间但结束时间缺失
准确性	阈值约束类	航班计划时间与实际执行时间偏差超出阈值（小时）
	合理约束类	同一航班两次客桥资源使用时间不能相同或相交叉
	格式约束类	航班号格式有误，超过 7 位
一致性	合理约束类	远机位航班不能存在客桥使用记录
	多源约束类	地面服务调度系统存在除冰车任务记录但电子签单中缺失
唯一性	记录唯一类	同一编号客桥资源不能同时被多个航班占用

（2）质量管理工具

数据质量治理系统按照上述数据质量规则，通过合理设置治理频率，进行多源数据治理，给数据质量提供有效保障。其功能架构如图 4 所示。

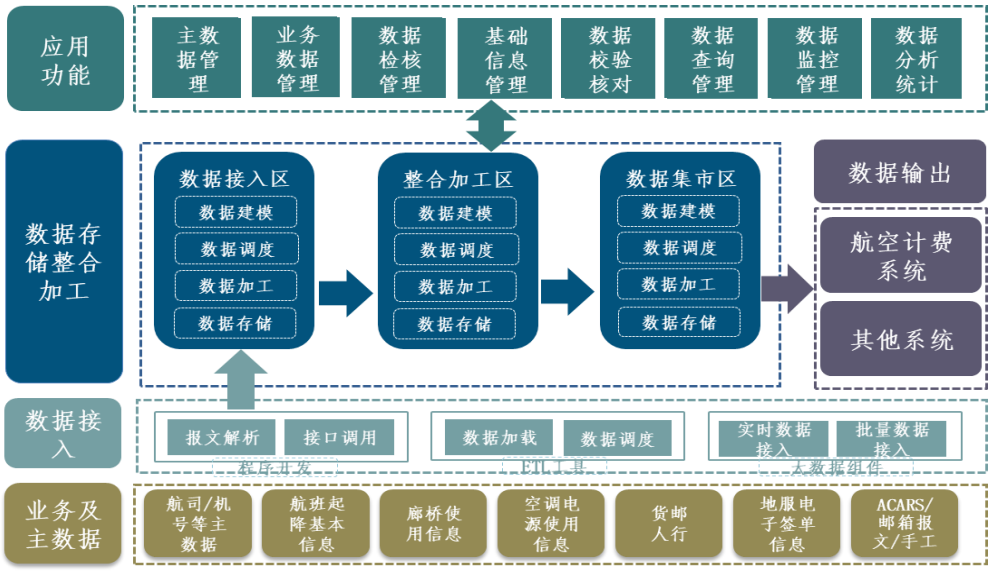


图 4：数据质量治理系统功能框架

各机场的数据质量治理系统前端接入各生产运行系统的运行服务数据，为本场提供收费结算交易数据的整合、存储、清洗、校验和转换，另一方面与集团主数据管理平台集成，为集团内各机场实时共享计费主数据提供支持。

（3）质量管理机制

本项目建立了完善的数据质量管理机制，将数据工作充分卷入业务，对准业务价值。以“谁提供服务，谁对数据负责”为原则，明确数据质量第一责任人，制定数据校核方案和处理流程，规定报错处理时限，形成数据质量管理长效机制，保证业务连续性，实现“作业即记录，记录即数据”。

2.7 数据共享和安全

首都机场集团内机场收费业务的模式差异主要体现在干线机场的地面服务业务上。主要有四种业务模式：一站式模式、地服分站模式、地服联站模式和地服分站+大机务模式。一站式模式下，干线机场管理机构提供干线机场所有的航空性服务和地面服务并负责结算；地服分站模式下，干线机场的部分地面服务由干线机场管理机构的地服分公司提供并负责结算；地服联站模式下，干线机场的部分地面服务由机场的关联地服公司提供并负责结算；地服分站+大机务式模式下，干线机场管理机构还负责所辖支线机场的机务服务和结算。

对于地服分站模式，为保证航班起降主记录唯一性，主数据一致性，机场相关数据统一性，减少不必要的数据冗余，同时实现核算主体和服务主体对应，地服分公司的服务数据全部进入干线机场数据质量治理系统进行统一校验，再统一传输给航空计费系统，在干线机场机场代码下生成唯一的飞行订单，在公司代码层拆分给各结算主体。跨组织机构的数据共享通过权限配置保证数据安全，航空性主数据权限仅分配给机场管理机构运行控制部门，地服分公司无权限修改。服务数据权限根据服务产品对应的服务提供方来配置。需要跨公司的数据管理协同。

对于地服联站模式，机场管理机构和地服公司分别建设数据质量治理系统，分别传输给航空计费系统。在航空计费系统中需要为地服公司创建虚拟机场代码，分别生成飞行订单，数据完全隔离。未来，在满足数据统一治理，统一传输的条件下，最终切换到地服分站模式的方案上。

2.8 集团级收费数据统御

通过数字化集成架构、标准业务流程和数据管理方案实现了单个机场收费的数字化结算和全集团收费数据可比。而通过航空计费系统的顶层结构设计，实现集团对所辖干支线机场收费业财数据的统御。

航空计费的结构设计分为五层。一至三层依次为服务产品、产品组和服务大类。第四层为机场代码层，与 IATA 代码一致，最上层为公司代码层，与账套一致。通过五层结构设计，保留了各种业务模式下不论是业务角度还是财务角度的数据链的清晰完整。从业务角度看，多个服务提供方为同一航班保障的服务数据都是记录在这一机场代码下唯一的飞行订单上，从财务角度看，在一个机场代码

下不同服务提供方的收入又核算在了各自的账套下。集团不论是从单个机场业务角度还是从公司板块管理角度都能获得全域数据。如图 5 所示。

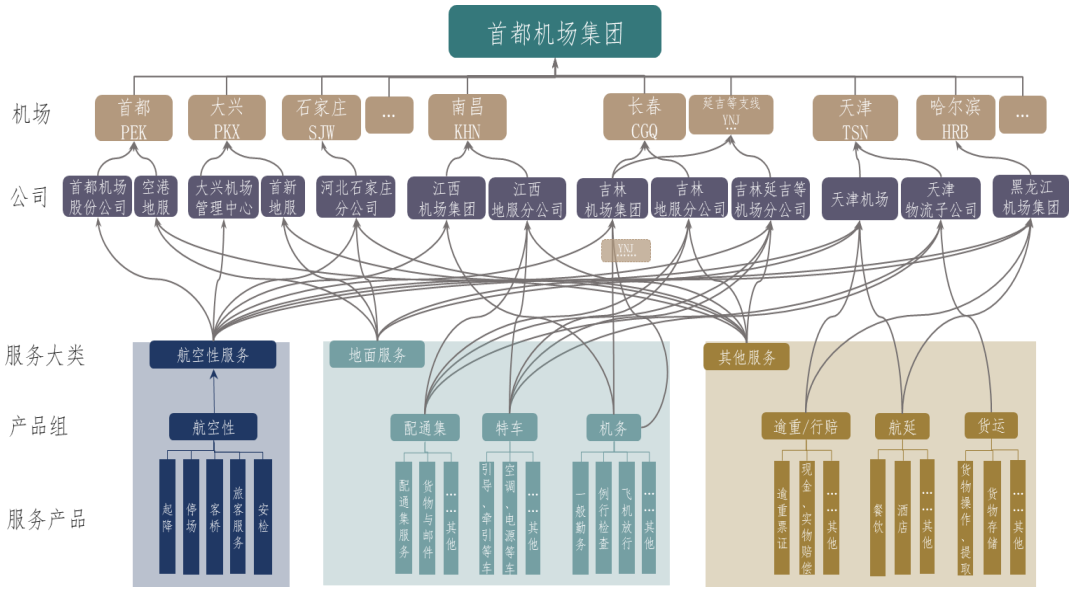


图 5：集团级收费数据统御示意图

三、应用效果

首都机场集团机场收费结算数字化解决方案已完成一期干线机场建设，正在进行二期支线机场推广。一期项目取得了卓越成效，实现了智慧结算、绿色结算。

3.1 提升信息化覆盖，加强数据控制

干线机场地面服务收费全部实现电子签单，运行和服务数据100%通过系统全自动完成清洗、校验和整合；收费项全自动结算比例从9%提升到95%。支线机场运行和服务数据纳入集团系统平台，加强了集团对数据资源的控制。

3.2 消除流程冗余，提高结算效率

在数据采集环节，全业务链服务集成到一张电子签单，由最后提供保障服务的部门找航司机组统一签单，提高签单流程效率，提升保障服务体验。在计费结算环节，每月开账结算由3人12小时，减少为1人1小时，效率提升36倍。

3.3 优化数据质量，降低结算拒付

航班起飞后1小时内可完成全部保障服务收费计算，数据及时性从按月计量

提升到到按小时计量，实现质的飞跃；数据完整性和准确性均达99.95%以上，大大降低因数据质量问题导致的拒付。以石家庄机场为例，结算拒付率降低64%，万架次拒付金额降低35万元，拒付举证追溯能力提升，有效挽回拒付损失。

3.4 降低结算成本，促进财务转型

据石家庄机场统计，上线后每月节约纸质签单量约 1 万份，结算业务每年节约人工、纸质单据采购和邮寄等相关成本约 85 万元。重复且低价值工作量的降低，将促使财务人员将工作重心转向风险防控和决策支持上。

四、洞察启示

本项目的实施由集团统筹总体方向和整体进度，成员单位通力协作，上下联动，业财一体 ，共同推进多个系统的业财全链条同步建设，避免了“部门壁垒”和“信息孤岛”，实现了整体项目进度、成本和质量的可控，为集团级数字化转型积累了成功的项目管理经验。

本项目是首都机场集团在业财融合整体规划下，围绕“目标融合、数据融合、系统融合、流程融合、机制融合和标准融合”的财务数字化转型先行实践，在集团内机场收费领域设计了两种标准化业财系统集成架构，规范了端到端标准业务流程，搭建了场间可比的收入业财数据体系，形成了“纵向数据贯通，横向数据共享”的数据管理机制。

首都机场集团机场收费数字化解决方案覆盖不同业务规模和各种业务模式，在行业内具有广泛的适用性和普遍的推广性。该方案的亮点在于，根据业务规模和前端运行系统建设情况，设计了不同的标准化集成架构，为持续推广提供更加灵活的方式。低阶方案降低了支线机场实现数字化结算的门槛。高阶方案的松耦合架构，通过引入数据质量治理系统作为数据桥梁，在对生产运行系统影响最小化的情况下，实现了财务端向业务端的延伸融合。两种方案均将运行和服务数据纳入 ERP 系统，在财务端保留了业务数据和财务数据的关联性，使得经营成果能够快速追溯业务动因，形成数据和流程双轮驱动，从运行保障到收费结算，从收费结算到经营分析，再从经营分析到业务赋能的经营管理提升通道，是机场收费结算数字化转型最佳实践。

首都机场集团有限公司 RFID 行李全流程跟踪数据中心建设与数据治理实践

单位/部门：首都机场集团有限公司管理学院

主要人员：张彪、张栋

一、背景和痛点

当前，行李运输过程中存在的各类问题已经成为影响行业旅客满意度提升的主要瓶颈之一。据 IATA 统计，航空公司平均每年要运输的行李超过 40 亿件，大概有 0.43%的行李不能按时和旅客同机到达。

为全面贯彻落实习近平总书记关于四型机场建设的指示要求，推动民航高质量发展，提高机场服务质量，增强人民群众对民航服务的满意度和获得感，民航局针对行李运输明确提出要推广使用 RFID 行李全程跟踪系统，减少行李运输差错和破损，缩短行李提取时间。按照民航局部署，首都机场集团有限公司（以下简称“集团公司”）各成员机场先后启动 RFID 行李全流程跟踪系统建设。

集团公司下辖干线以及支线机场众多，行李全流程跟踪产生的信息数据必须实现标准化和平台化才能真正的发挥作用。经过详细调研梳理，集团公司建设行李全流程跟踪系统存在以下问题：

一是集团公司下辖干线以及支线机场众多。不同机场的行李相关系统技术标准不尽相同，会产生大量多源异构数据。

二是各个行李相关系统因开发时间参差不齐，且在开发前未进行统筹规划，系统技术和数据标准规范不统一，系统间相对独立，系统间集成度不够，系统之间相互独立不能继承，耦合性较低，缺乏统一的信息集成平台，多数系统各自独立，很少有系统间存在数据交换和跨系统的流程，造成大量的业务数据被封闭在某个数据库和应用中，数据不能共享，逐渐形成了一个个信息孤岛，造成一定程度的数据不一致，源头不唯一。

三是缺乏全局层面的信息标准与管理规范。工作界面分散，业务无法有效协同，部门职责在数据应用和管控各业务环节不够清晰、明确，跨部门信息协作难度较大；难以解决上下级间的数据交换和共享的问题；难以对外提供统一的数据

服务和管理。缺乏数据质量管理体系，数据多源头存在，数据关系不明确，采集时验证不严格，数据内容不一致，数据质量难以鉴定，造成数据质量、数据完整性、数据安全等多方面的问题。

四是数据关系不清晰，数据全生命周期管理理念不清晰，没有梳理清晰各业务流程间“主数据”与“依赖数据间”的关系。数据产生后，数据如何应用、交互，如何保存、销毁等，还需要进一步进行梳理和规范。未从宏观层面提出数据管理的方向，缺乏统一的决策主题、指标体系以及实体关系模型。

五是随着行李业务的快速发展，越来越多的外部单位，例如安检部门、集团成员机场、航司等单位不断提出各种数据共享和交换需求，一些项目由于时间紧、任务重，采用了“就近连接，简便连接”的原则，使得系统之间点对点接口日益增多，导致对外部单位发布数据的一致性、准确性、权威性出现了问题。

六是缺乏严格的数据治理流程，尚未建立信息安全管理体系；对信息安全没有提升到战略的高度和数据难以进行质量的评定，对信息的主动追踪监控及获取能力不足。

七是平台支撑不足，缺乏数据交互管理支撑平台，无法对数据标准、数据模型、数据质量、数据交互等进行高效管理和支撑。

只有解决以上问题，才能进一步提升行李服务运行管理能力，最大化数据价值，为提升旅客行李运输管理效率和精准决策提供支撑。

二、实践路径

2.1 制定企业标准

集团公司已于 2021 年末制定出台《首都机场集团行李全流程跟踪系统技术规范》（以下简称“《规范》”），并已在全集团范围内执行。

《规范》具体明确了采集节点要求、采集节点覆盖要求、跟踪节点详细说明、非常规行李处理规范、设备设施规范、基础数据规范、航班报文数据项规范、行李报文数据项规范、行李报文交换规范、数据接口规范、数据质量与数据治理规范、安全规范、性能规范。

《规范》是在符合民航总局发布的《民航行李全流程跟踪系统建设指南》基

础之上，结合集团现状，布局未来，对集团公司各成员机场在建设行李全流程跟踪系统的指导性文件，为在集团公司全面、快速、高质量推进行李全流程跟踪系统建设奠定基础。

2.2 梳理数据流

梳理数据流，首先需要根据《规范》对需要对行李数据模型进行设计，根据行李数据模型倒推数据源并形成完整的行李全流程跟踪系统数据流。

（1）行李数据模型设计

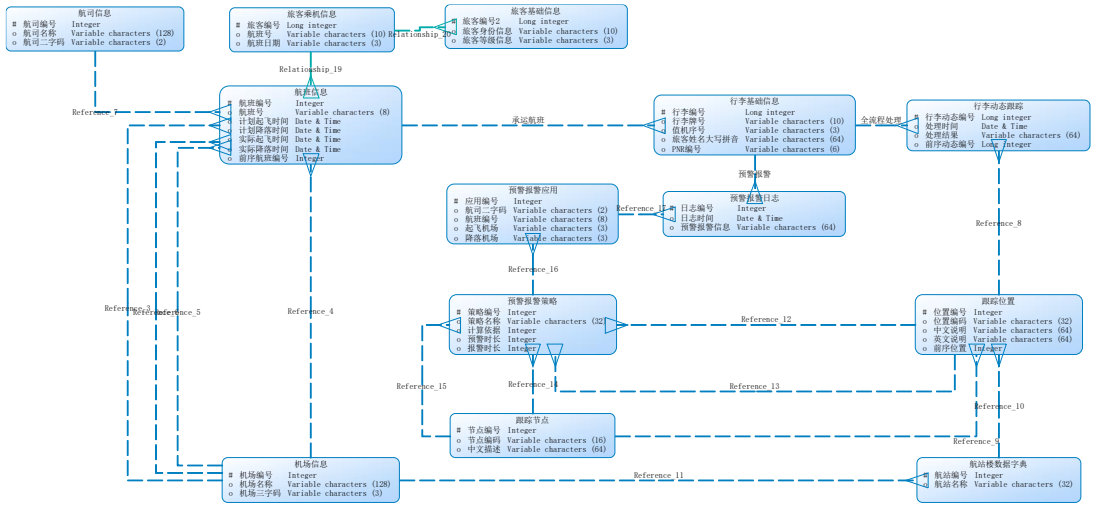


图 1：行李数据模型设计

行李数据核心包括三大类数据：行李基础信息及行李处理日志、行李相关航班信息、行李相关旅客信息。

行李及行李处理日志将从 BSM、BPM、离港高频、不正常行李等各个行李数据源进行数据获取；包括行李基础信息表和行李动态跟踪表；行李基础信息表除了记录行李的不变信息外，也会冗余记录行李的当前状态信息，包括分拣、装车、装机、卸机、到达、是否中转等，冗余记录的目的是为了提升查询的速度，实际冗余的数据每件行李不超过 0.1K，年度冗余不超过 5G 数据，目前实际年度冗余不超过 2G；行李动态跟踪表除了记录 BPM 数据外，也会记录 BSM 操作信息、特殊及异常行李处理信息、投诉赔偿信息。

航班信息表的存在是因为行李数据中只有航班号、航班日期、起飞站、目的

站，缺少航班实际起飞时间、起飞航站楼、实际降落机场、实际降落时间、登机口等信息。

旅客信息的存在主要用于投诉、赔偿与行李的关联，同时也作用于按旅客进行分类的行李统计分析；包括旅客基础信息表和旅客乘机信息表；旅客基础信息表需要记录旅客证件、旅客手机；旅客乘机信息表需要记录旅客乘坐的航班号、航班日期。

除了三大类核心数据外，还有为全流程跟踪、预警报警、统计分析做基础支撑的基础数据，包括：特殊行李类型字典、跟踪节点标识字典、位置标识字典、机场信息（机场、航站楼、位置编码）、航司信息以及预警报警策略及应用；预警报警日志作为一种特殊应用，属于对数据规则的计算结果，不放入系统的日志管理中。

（2）数据流向设计

结合数据流向设计可以发现，整个系统的核心实质上是一个实时流处理框架。

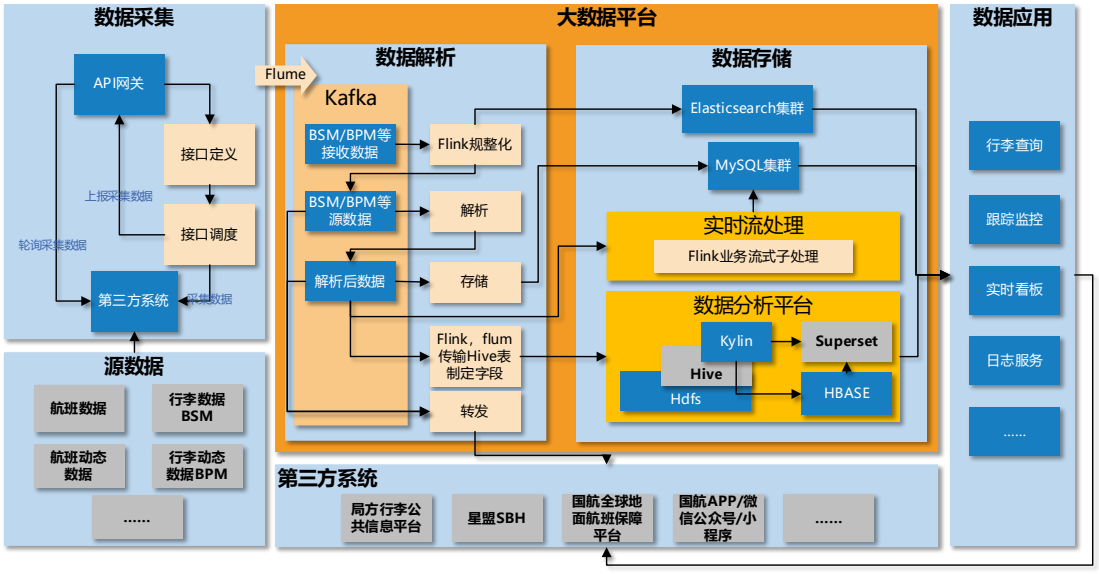


图 2：数据流向设计

需求中的航班、行李等数据的采集通过微服务方式，进行数据的主动采集和标准上传，数据采集服务将采集和接收到的数据写入 Kafka 中；无论是为了方便测试、环境迁移、应对后期可能产生的变化以及未来数据接入的扩展，数据采集服务将使用动态技术设计，由接口定义与调度进行控制。

规整化服务消费 Kafka 中收到的数据，一方面将添加了元数据的结果（用于数据审计和数据朔源）存入 Elasticsearch 集群，另一方面抽取出原始报文（不含

任何元数据）写入 Kafka 中。

数据解析服务消费 Kafka 中的原始报文，进行数据的解析（包括结构化处理、有效性检测、去重、逻辑补偿等操作），解析后的有效结果存入 Kafka 中。

转发服务消费 Kafka 中的原始报文，应用于原始报文的直接转发，主要场景是首都机场、局方公共平台以及未来需要原始报文的第三方系统。

数据存储服务消费 Kafka 中有效解析后的结构化数据，进行 Mysql 的数据存储，结构化数据存储到 Mysql 中主要用于行李信息综合查询、离港进港中转视图查询。

实时流处理服务消费 Kafka 中的有效解析后的结构化数据，进行增量累计计算，并将计算结果存入 Mysql，核心用于提高离港进港中转视图查询的效率。

大数据分析数据同步服务消费 Kafka 中有效解析后的结构化数据，传输到数据分析平台，用于统计分析。

转发服务消费 Kafka 中有效解析后的结构化数据，应用于结构化数据的直接转发，主要场景是 BRS 系统的数据交换以及未来需要原始报文的第三方系统。

2.3 搭建数据中台

集团公司行李全流程跟踪数据中心的建设参照数据中台技术路线，搭建基于集团公司现有行李业务的数据处理系统、数据服务中台应用以及业务应用前台等多层级架构，达到数据融合、业务协同、标准统一的目标。数据中台技术在本项目的应用主要为通过数据治理技术，对基于集团公司所需的大量行李及相关数据进行采集、梳理、加工，存储为平台统一的标准数据，形成大数据资产层，根据业务需求和数据特点，将各类数据打包封装，结合定制开发的功能模块，变为各类个性化或可复用的应用，进而为各用户提供丰富的数据服务。这些数据服务中的一部分跟集团公司的行李业务有较强的关联性，是业务和数据的沉淀，同时另一部分将通用性的功能整合，避免重复建设，降低业务协作的成本。该项目所提供的应用服务既能是集团公司独有的，与业务强相关的，也能是可复用的，可为多种业务提供普适性功能，并且具备强大的灵活性，可适应不断变化的业务，迅速响应功能需求，方便快捷地生成新应用。因此，按照数据中台技术路线，集团公司行李全流程跟踪数据中心将具备数据汇聚整

合、数据提纯加工、数据服务可视化、数据价值变现等核心能力，让民航总局、集团公司及合作机场、航司等相关参与方等用户更便利地应用数据。

通过对来自各个系统的数据，包括但不限于局方公共行李数据平台、离港系统、安检系统、行李处理系统、行李再确认系统、地面航班保障系统等外部系统提供的各类数据进行统一采集（实时采集、离线批量采集等）、清洗、加工，统一标准和口径、汇总并根据业务需求建立相应的主题域、专题等模型，并利用元数据管理等数据治理手段提高数据质量，形成全方位、全景视图、高质量的数据资产。基于数据仓库的全量数据，通过加工整合、封装和发布，形成标准化数据产品对外提供数据服务，对上层各应用提供服务调用及数据支撑，为集团公司相关业务操作提供实时可靠的数据支持和服务。

（1）技术架构

通过对来自各个系统的数据进行统一采集、加工，统一标准和口径，并根据业务需求建立相应的主题域、专题等模型，形成全方位、全景视图、高质量的数据资产，对上层各应用提供服务调用及数据支撑，为民航局相关业务操作提供实时可靠的数据支持和服务。从总体架构上来看，包括数据采集、分布式消息系统、数据服务、数据治理、数据安全五个部分。



图 3：总体技术构架

（2）数据采集

根据调研情况，对本项目相关业务系统的数据进行梳理，并根据业务特点，支持对前端页面、后端接口、消息队列、数据库、设备接口、文件系统等采集方式。

（3）分布式消息系统

数据收集层：包括主动拉取节点、被动接收功能，用于从数据来源获取数据。

实时流层：用于数据解析、分类存储、实时计算，用于对源数据进行规整、数据治理，转换为标准目标数据。

数据湖层：包括内存数据库、关系型数据库、大数据，用于对数据进行存储。

数据应用层：包括透传微服务、推送微服务、查询微服务，为内部应用及外部应用提供数据服务。

（4）数据服务

此区域提供数据门户、即席查询服务、报表服务、多维分析服务、数据标签服务、数据封装服务。

（5）数据安全引擎

数据中台的安全管理由一系列安全服务构成，各类安全服务是实现安全管理目标的重要技术手段。对数据数据中台数据实施监控、管理、保护，保障各项服务的安全运行，用户数据的安全可靠。

三、应用效果

尽管 IATA 与民航总局发布的行李全流程跟踪标准并不复杂，但其落地和实施是一个非常复杂的过程，包括技术、流程、设施、设备等方面的一些调整和改进，需要整个系统的各个方面进行通力合作。为了让旅客托运行李运输更安全和高效，机场、航司应采用更先进、更自动化的技术，实现对行李的定位与追踪，提供更人性化的数字化监控平台、数据共享服务；在行李处理效率方面，利用信息化的手段，提高机场处理容量，包括但不限于进一步建设、完善行李跟踪系统，实现保障流程信息化；通过对行李跟踪数据的实时采集，实时处理，实时展示，

实现决策联合化。

通过整体规划，并稳步推进，集团公司行李全流程跟踪数据中心于 2021 年 6 月开始试上线运行。系统能承载的最大并发用户数量达到 150，最大数据上报并发量达到 10000，每秒并发 2800，每秒数据交换 28M。航班数据、行李跟踪数据查询返回时间达到秒级。通过建立集团层级的行李全流程跟踪数据平台，集团公司实现了对成员机场行李数据的集中业务监管，并将通过与旅客服务 APP/小程序对接，为旅客提供行李自助查询服务，实现数据资源价值最大化。目前，首都机场集团行李全流程跟踪项目建设成果如下：

一是完成《首都机场集团行李全流程跟踪系统技术规范》，并以在全集团推广。

二是全面完成数据流梳理，应用在首都机场、大兴机场等机场行李全流程跟踪系统改造项目中，并通过数据治理形成首都机场集团的行李数据资产。

三是建设完成数据中台，具备为机场间提供数据交换能力，接入了大兴机场、首都机场等行李跟踪数据，正在接入天津等地机场数据。

四是已成功为接入机场的小程序/公众号提供行李全流程跟踪查询服务。

集团公司 RFID 行李全流程跟踪系统数据中心按照数据集聚、中台整合、信息共享、条块联动的模式，推进资源统筹管理，平台互联互通、数据共享共用。

四、洞察启示

（一）制定企业标准是关键

制定相关的技术标准、流程规范、职责设计，是数据治理能够成功运转的关键因素，也是事前治理必不可少的一部分。为指导和保障行李全流程跟踪系统建设和数据治理顺利进行，首都机场集团出台《首都机场集团行李全流程跟踪系统技术规范》，以指导集团公司及各成员单位机场规范建设行李全流程跟踪数据中心及行李跟踪系统。技术规范是项目发起的依据和项目结果评估的手段，也可作为平时管理和工作的抓手。通过建立集团层级的技术规范以及行李全流程跟踪数据平台，引导各成员机场统一数据存储和交互标准，避免投资浪费。

集团公司实现了对成员机场行李数据的集中业务监管，并将通过与旅客服务 APP/小程序对接，为旅客提供行李自助查询服务，实现数据资源价值最大化。

（二）梳理数据流是基础

数据治理是一项系统工程，应从被动的、单点治理，转变为主动的、体系化治理。数据中心对于数据治理的要求，需要治理更全面、更精细、更有效，需要治理的体系化，需要从宏观角度进行思考，层层拆解，需要从整体、从顶层来做方案设计，避免“胡子眉毛一把抓”。

在前期设计阶段，梳理数据流是基础，可很好地降低数据问题的发生量。要梳理业务关系、业务流程、业务数据，明确数据关系，解决数据多源头问题，确保数据源唯一。同时，实现数据集成的前提和基础性工程就必须明确数据源头唯一，实现一数一源、一次一处采集进入系统，避免多次采集重复输入。

（三）建设数据中台是核心

数据中台是依据特有的业务模式和组织架构，通过有形的产品和实施方法论支撑，构建一套持续不断把数据变成资产并服务于业务的机制。只有建成高标准的数据中台，才能真正打造统一标准、高度集成、完整业务支撑的信息系统。

集团公司 RFID 行李全流程跟踪系统数据中心通过构建统一的数据中台，解决“信息孤岛、应用孤岛、资源孤岛”等问题，实现数据的无缝交互、集聚集约，共享共用，解决工作界面分散，业务无法有效协同问题。

数据中台是一个经过不断循环、反馈而使系统不断增长与完善的过程，未来随着业务的增加，需要很强的拓展性，因此需在顶层构架上要进行整合规划，将相关涉及的内容进行统筹考虑，再根据实际情况、难易程度等方面进行分步实施，合理把控。

集团公司 RFID 行李全流程跟踪系统数据中心坚持数据“无条件归集，有条件使用”原则，充分整合基础信息，主动接入各类数据系统，打通“信息孤岛”，实现信息互联共享；畅通信息数据渠道，实现管理数据全掌握、情况报知会说话、指挥处置更高效。强大的数据中台为进一步挖掘、整合以及深入分析，寻找行李数据的潜在价值，提升旅客行李运输管理效率和精准决策提供了有力支撑。

点数成金，提质增效—首都机场数据治理之路

单位/部门：北京首都国际机场股份有限公司

参与人员：李颖、徐英超、雷宁、潘振杰、王磊

一、背景和痛点

1.1 业务背景

（1）数据资源现状

首都机场信息化建设发展较早，伴随 T2、T3 建设等契机，围绕机场运行主线建设了一系列信息化系统。随着多年的发展，业务外延不断扩大，信息化系统也随之覆盖到了运行、安全、服务、商业以及经营管理等多个领域，也分别在各系统中沉淀了大量的历史数据。近年来，为了实现高质量发展，首都机场各项业务管理越来越精细化，以数据驱动业务发展的数字化转型之路也在稳步推进，随之而来则是更多的系统和更多的数据。据统计，首都机场各系统中现有 2.7T 的结构化数据（表结构）和 12.9T 的非结构数据（图片、音频及视频）。

（2）数据共享需求

以往的系统都封闭在各自系统中，形成一个个的“数据孤岛”，数据未能得到有效利用，在推动机场高质量发展的过程中，打破“数据孤岛”得到了普遍的共识，建设新系统的时候往往会考虑更多的业务协同和信息传递，一个核心数据可能需要共享给数十个系统，特别是为了推进各驻场单位和相关方共同发展，打造机场生态圈，更是需要各种业务数据能够互通有无，数据开放共享已是必然的趋势。

（3）法律法规要求

2021 年 9 月 1 日，《中华人民共和国数据安全法》正式施行，国家进一步明确了保障网络数据的完整性、保密性、可用性的要求，完善了对于个人隐私数据的监管。依据相关法律法规中对数据安全的要求，首都机场需结合数据管理工作的现状，进一步加强数据安全保护，确保数据在全生命周期过程中的安全。

1.2 面临痛点

（1）数据管理制度有待完善

2019 年至 2021 年间，首都机场集团公司与股份公司先后发布了《首都机场集团公司数据标准》和《网络与信息安全管理规定》等与数据相关的管理规定。参照民航局发布的智慧民航数据治理系列规范的建议，首都机场有待进一步完善数据治理的管理办法、实施流程、技术规范等相关制度。

（2）数据资源分散有待整合

首都机场的数据分散在运行、安全、服务、商业等多个业务领域中的不同各系统中，有待进一步整合。同时，2006 年始建的旧数据中心系统只能处理结构化数据，然而图片、音频及视频类型的非结构化数据，已经成为首都机场数据资源的重要组成部分，因此首都机场需要建立一个多源、多类型的数据统一采集、存储、分析的集成平台。

（3）数据治理能力有待提升

首都机场现有业务还未实现全面数字化，也缺乏统一的数据标准。以运行数据为例，首都机场的航班计划等关键数据较为完善，但地面保障环节的数据从准确性、一致性、规范性等方面都还存在一定的差距。同时，首都机场缺少一套统一的数据治理工具，导致数据校核、清洗、共享的规则在各业务系统中不一致，有可能会造成同源数据对外发布不一致、共享标准不统一、数据安全不受控、数据交互不及时等问题。

（4）数据应用模式有待拓展

目前首都机场的数据应用主要集中于结构化数据的统计分析和运行管理数据的事后分析，缺乏对非结构化数据和实时数据的多维度应用，不能完全发挥海量数据的应用效果；数据对实时决策支持力度不足，容易造成信息传递滞后，指挥协调低效的问题；数据服务的形式比较单一，缺少用户自助式的数据服务模式。

二、实施路径

为了解决以上痛点，首都机场立足于民航局发布的智慧民航数据治理系列规范的七份指导性文件，参考了《智慧民航数据治理框架与管理机制规范》中的“保障基础、管控实施、应用服务”的三级民航数据治理体系框架结构，制定了“三步走”实施路径：第一步建立数据管理规范，搭建数据平台；第二步优化数据架构、提升数据质量；第三步融合多种数据，拓展数据应用。

2.1 建立数据管理规范，搭建数据平台

在 2020 年首都机场编写的智慧机场信息规划中，梳理了机场的数据现状，经过评估，首都机场正处于数字化使能阶段，需要在建立数据治理规范的同时，迅速搭建一套能满足现有业务需求的数据治理平台，实现数据的统一存储、统一分析和统一展示。



图 1：首都机场信息规划图

（1）规范先行

为保障信息系统安全、高效地运行，首都机场在数据治理的过程中，深入研读了民航局发布的《智慧民航数据治理系列规范》以及集团公司发布的《首都机场集团公司数据标准》，对标管理规范、数据标准、技术标准以及安全保障规范，先后编写并发布了《数据安全管理规范》、《数据共享管理规定》及《共享数据资源目录》。



图 2：数据管理规范内容

其中《数据安全管理规范》是为加强首都机场数据安全保护，从满足网络安全标准和法律法规要求的角度对数据的完整性、机密性和可用性进行了规范。该

规定秉承统一领导、分级负责的责任制度，将职责明确到岗、到人，并从制度和流程方面规范了数据在全生命周期过程中的安全。

《数据共享管理规定》规范了首都机场数据共享工作的管理和审批流程，明确了公司各部门在数据共享管理中的职责和定位，提出了“数据分级、风险定级”的概念，为数据需求方申请数据共享和使用提供了指导。《共享数据资源目录》从数据控制部门、数据项明细、数据风险等级、共享约束等维度定义了首都机场的 537 项可共享数据，借助该目录，各部门可便捷的搜索到自己需要的数据项，并明确申请部门。

（2）强化数据安全

参照等保三级的要求，首都机场从数据的通信传输、入侵防范、访问控制、及数据备份恢复等层面加强了大数据平台的安全保护能力。大数据平台对外数据传输时，采用了加、解密算法和安全传输协议，并且通过加密存储的方式来防止用户滥用和窃取数据。同时大数据本身的分布式存储和三个数据副本机制，在运行时针对不同的数据类型，采用了不同的备份机制，全面保证了数据的完整性与高可用性，避免数据出现意外情况。平台通过双因素认证的方式对访问用户进行了权限控制，并授予用户所需的最小权限，同时也对数据库进行了异地备份，实现了远程容灾的功能。

（3）搭建平台

首都机场大数据平台通过搭建数据源层、数据存储层、数据平台层和数据应用层，构建了三个支撑平台和一个综合展示平台，即数据采集处理平台、数据治理平台、数据共享平台与数据综合展示平台（如图 3 所示），实现数据全生命周期的统一管理。



图 3：大数据平台总体架构图

大数据平台实现首都机场全域数据的整合汇集和质量管理，充分保证了数据完整性、安全性、可靠性；大数据平台支持内部多维数据统计分析和数据内外部共享，最大化实现数据资源的价值；大数据平台提供从数据接入、数据处理、数据分析到数据可视化的一站式数据服务，提升了数据管理的智慧化程度。大数据平台的建设为提升数据质量提供了技术支持，为拓展数据应用打下了坚实基础，让首都机场多年沉淀的数据“活起来、用起来”成为了可能。

2.2 优化系统架构，提升数据质量

（1）优化系统架构

首都机场基于关系型数据库与分布式数据库实现了数据融合，形成了首都机场混合式架构的大数据平台，实现海量异构数据的采集、存储、计算、治理与共享服务，并通过大数据平台提供的数据开发能力为内、外部系统提供数据服务支撑，从而完整实现首都机场信息化领域全面的数据与信息集成。

首都机场从业务维度，将数据划分为运行、安全、服务、商业等几个域，均通过彼此独立的专有平台进行分域治理，避免数据任意从端到端运行降效或数据非法泄露等风险。最终通过数据采集处理平台抽取、采集内外部的数据并进行分离、清洗、转换等处理，最后加载到主题域中，实现数据的整合与提炼，对外提供合规的数据服务。



图 4：数据主题域划分图

（2）提升数据质量

为了建立数据质量管理体系，首都机场从组织、机制、技术三个层面发力，取得了显著成效，数据质量在完整性、准确性、一致性、及时性等方面均有明显

提升。

在组织支撑层面，首都机场建立了数据管理专项工作组，先后与华北空管局、国航、东航、海航、川航、深航、公务机公司、北京地服公司、油料公司等各单位开展运行保障全量数据的实时共享，极大丰富了首都机场的数据资源目录，提高了数据的完整性和准确性，为运行保障、指挥调度、运行决策提供了有力的数据支撑。

在机制流程层面，依据《数据资源管理规定》，明确各部门在业务、管理、技术等方面的职责和分工。制定了完整的数据质量监控、问题处置、技术提升、报告发布流程，设立了 7×24 小时的数据质量监控席位，对数据质量进行实时监控，保证数据质量问题得以及时发现。

在技术保障层面，首都机场针对运行保障数据完整性、及时性不足的问题，采用技术手段提高数据采集、清洗、传输的工作效率。一方面，通过业务信息化，实现数据的自动化、全流程采集；另一方面，借助数据治理平台涉及稽核规则、部署任务、监控数据质量和分析结果，实现了数据全生命周期的实时质量监控与质量稽核。

通过以上一系列举措，首都机场数据质量有了明显提升，在民航局监控中心开展的数据质量考核中，首都机场的数据平均覆盖率由 91.08％提升到 99.55%，平均及时率由90.28％提升到99.20%，数字化能力DCI由0.9262提升至0.9954，在 41 家千万级机场中的整体排名由第 32 名提升至第 2 名，三千万级以上机场排名第 1。数据质量的提升为数据应用的拓展和数据价值的变现奠定了基础。

2.3 融合多种数据，打造典型数据应用

基于大数据平台融合的不同类型、不同领域数据，首都机场在运行、安全、服务、商业等领域拓展了大量的数据应用，为首都机场实现四型机场的远景目标夯实了基础。

（1）运行方面

首都机场协同决策系统 A-CDM 通过大数据平台，共计接入了 7 大类 1540 项运行数据，数据源涵盖民航局、民航局空管局、首都机场、航空公司、地服公司、第三方数据服务商等多家单位。保证了 A-CDM 系统的数据完整性、及时性、准确，提升了系统协同决策能力，为首都机场运管委、旅促会等多个平台的航班全链条

监控、特情下协同联动、大面积航班延误处置等多方面工作提供有力支撑。

基于地图资源数据，助力数字孪生机场落地。大数据平台每天可处理 1000 余万条车辆数据和 2000 余万条航班数据，以及 100 余万条保障资源数据，结合地理信息系统的可视化仿真技术，构建首都机场全域全要素的三维运行场景。实时动态呈现运行态势、运行指标、保障进程、服务资源状态和环境、防汛、天气等监测数据，实现机场实时运营可视化，辅助模拟推演和联动指挥，全面提升机场运行监控与治理水平。



图 5：空域全景监控界面

（2）安全方面

大数据平台为 CCTV 平台共享了航班运行数据，并提供了智能识别算法。通过在航站楼增设智能摄像机，在首都机场重点区域，实现进入人员的动态图像采集、识别，并形成旅客行走路线轨迹。在疫情期间，为疾控人员对涉疫人员的轨迹回溯和密接识别提供了便利。

大数据平台汇总了物联网平台上的设备设施运行数据，并同步转发到智能运维平台、智慧安全管理系统的安全状态监测平台等，为设备设施运维、公司的安全治理和决策提供了数据依据。同时依托大数据的共享交换平台，实现了内外部的安全信息共享，提高了各安全保障单位在反恐防爆、信息通信方面的处置、处理效率。

（3）服务方面

首都机场综合交通协同运行管理系统通过大数据平台汇聚了交通领域的 18 套内外部数据，结合道路拥堵、公共交通运力资源分布、旅客排队等实际情况，借助人工智能算法，建立了旅客数量预测、乘车需求匹配、运力智能调度等模型，实现陆侧交通的运行态势感知，可帮助旅客更好更快地选择合适的交通方式抵离首都机场。通过大数据的综合展示页面，实现了公共交通运力紧张的实时预警功

能，有助于相关单位及时采取应对措施，提升了首都机场陆侧交通管理的智慧化和协同化程度。

（4）商业方面

利用大数据计算能力，将商业经营数据与运行数据相融合，对商业收入影响因素进行分析，实现商业销售预测，为商业资源规划及营销活动策划提供数据参考。融合航班、旅客及商业等多维数据，对中转和出港旅客进行群体特征分析，形成零售、免税和餐饮等销售数据预测，为航空业务优化和服务开发提供决策辅助；通过首都机场商铺内及商铺通道前的摄像头，借助智能视频分析技术，进行高效精准的客流量统计和预测，为商业运行提供分析和决策依据。

三、应用效果

本案例有效诠释了首都机场数据治理工作与成果，是数据作为新的生产要素，推进民航数字化转型，支撑智慧机场建设的典型代表，具有重要参考价值。首都机场从自身的痛点入手，通过搭建大数据平台，结合运行、安全、服务和商业等业务领域特点，构筑新型数据管理体系，形成数据与业务深度融合、相互促进的良性循环，助力首都机场数字化、智慧化转型升级。

3.1 多维数据融合关联，助力运行提质增效

首都机场创新性地将的航空器位置数据和车辆位置数据，与航班运行保障数据相融合，并关联了近亿条环境监测数据，实现机场运行全要素、全场景的实时状态监控与运行态势三维展示。通过展示平台的智能化应用，业务人员实现了包括冬奥保障流程规划、冬奥出港“32 小时转场奇迹”等多次流程规划与运行保障。

除此之外，首都机场还运用视频与雷达融合算法，解决了航班入、离位数据不准确，保障节点数据不全面的问题，数据准确度提升至 98%以上，覆盖率可达 99%以上；运用“雷达+ADS-B”的融合算法，使得航空器的位置数据有效覆盖率提升了近 20%。结合以上数据，运用多维模型与算法融合，实现保障资源的快速、高质量分配与调度，地面保障效能大幅提升。

3.2 主动监测与轨迹追踪，筑牢防疫安全屏障

疫情期间，首都机场将航站楼前自动测温与航站楼内智能轨迹追踪相结合，实现涉疫人员的自动识别与追踪，大幅提升了防疫工作的智能化水平。航站楼前自动测温，基于人工智能技术实现每分钟＞60 人的大流量密集人群通过速度下的自动测温，实现了由“人工查”变为“系统自动测、自动报”，简化出入口测温流程，提高平均检测效率 5 倍以上。

轨迹追踪，基于海量的视频数据，支持全量轨迹跟踪，重点人员倒查，赋能安全防控。可在 1 分钟内追溯单个重点人员及密接人员的轨迹，轨迹实时性达到 1 分钟以内，轨迹完整度（跟踪时长占比）>99%，轨迹定位精度小于 0.5 米。疫情期间共完成 2000 余人的轨迹查询，有效辅助流调的快速开展和密接人员管控。

3.3 数据挖掘与行为分析，构筑服务与商业新高地

通过感知系统采集上报首都机场会员用户信息，形成基础数据、线上行为数据、消费数据、活动参与数据等，与会员身份的匹配、清洗，形成会员的多维度数据，在此基础上，完成会员画像。并与首都机场官方 APP、微信小程序联动，推送地图导航服务等会员服务，为旅客提供会员精准推荐、营销券领取等增值服务体验内容，引流首都机场常旅客会员，扩大营销范围和渠道，助力会员与营销运营，撬动非航收入增值。2020 年全年带动增长 26 万会员，带动零售、免税及餐饮销售额增长 1.12 亿元。

经过全方位、多维度的数据治理，首都机场推动了数据在运行、安全、服务和商业等业务领域的应用，促进了首都机场数据管理体系的逐步形成，为行业内数据治理工作的高效、有序开展提供了典范，具有很高的参考价值和借鉴意义。

四、洞察启示

2020 年，民航局印发《推动新型基础设施建设促进民航高质量发展实施意见》和《推进新型基础设施建设五年行动方案》为首都机场的数字化、智能化转型升级指明了方向，明确了数据治理和数字化转型的工作内容与标准。首都机场按照 “统筹规划-管理实施-稽查核验-价值运营”四个阶段，逐步深入推进数据治理工作与数据的智能化应用，并总结出了如下经验与启示：

4.1 数据治理，是实现企业数字化转型与智能化升级的重要前提

数据作为民航业新的生产要素和经济社会资源，是行业数字化转型的基础，也是智慧民航建设的支撑元素。数据治理通过消除数据的不一致性，建立规范的数据应用标准，增强数据安全，从而实现广泛的数据共享与价值挖掘，进而赋能企业管理决策与业务提升，最终形成业务与数据相互促进的良性循环，为实现企业数字化转型与智能化升级奠定坚实基础，引领行业生态共赢和高质量发展。

4.2 数据治理，是一个多维度、深层次、逐步推进的系统工程

数据治理，是一项系统工程，以建立健全数据治理标准为基础；以规范数据来源和质量要求为内容；以搭建数据平台为手段；以建立数据管理体系为保障；以最终创新数据应用为目的。除此之外，还需要拥有专业的治理团队，通过合理引入外部咨询专家，带来对数据治理的领先实践经验；借助智能化的数据分析模型与预测技术，将“人工+智能”有机结合，实现的完整数据治理体系，并在不断精进中迭代、升级，持续迸发出新的生机与活力。

4.3 数据治理，要从需求和痛点入手，以实现业务价值为导向

数据治理工作环节多、显效慢，传统的治理方式从打基础到实现成熟应用需要经历多个阶段，耗时长。但是首都机场探索创新了数据治理模式，从公司各部门的需求和痛点入手，以实现业务价值为导向，将切实解决数据问题、满足内部分析和应用创新作为迭代目标，确定数据治理的重点范围，有效提升数据质量，实现数据价值的不断释放。

4.4 数据治理，不是对“数据”的治理，而是对“数据资产”的治理

一般情况下，数据作为一种电子化记录，无处不在，大多数情况下都与企业的重大利益无关，并没有治理的必要。只有部分关乎企业重大利益的数据资源才有必要进行有效的治理，这样的数据资源被称为“数据资产”。而针对这些“数据资产”的治理，是对数据资产所有相关方利益的协调与规范，预期能够为企业带来数据质量和业务效能提升，最终助力企业获取经济利益和社会效益。

数据治理工作，任重而道远，数据是数字经济的核心生产要素，是企业发展的重要战略资源，数据治理将成为中国企业数字化转型的基石，成为带动产业发展的全新源动力。

构建数据治理体系，驱动业务高质发展——北京大兴国际机场数据治理探索及实践

单位/部门：首都机场集团有限公司北京大兴国际机场

主要人员：高宇峰、刘冠、王晓磊、李英慧、尹雪丽

一、背景和痛点

随着云计算、大数据、人工智能等信息技术的快速发展，智慧民航建设成为实现民航强国的必由之路。当前，数据已成为继土地、劳动力、资本、技术之后的第五大生产要素，是驱动智慧民航高质量发展的核心。以提升数据的质量、安全性与共享能力为中心，构建数据治理体系、开展数据治理工作，从而充分发挥数据价值赋能业务发展，是民航业应对发展环境变化，实现新旧动能转换、推动行业数字化转型升级的动力之源，也是智慧民航建设的重中之重。

北京大兴国际机场在规划阶段就以“Airport3.0”智慧机场建设为目标，统筹规划、同步建设了 19 个信息平台，共计近百套信息系统，构建了稳定、灵活、可扩展的智慧机场技术架构，支撑了运行、安全、服务、经营等各类业务场景，为打造多方协同、信息共享、智能决策的智慧机场打下了良好的信息基础。

业务规模庞大、系统关系复杂、数据治理链条长、溯源难度大、运行相关方多是大型国际枢纽机场普遍面临的情况，大兴机场在建设阶段即谋划布局数据治理，提前开展相关工作。初步设计阶段，梳理出数十个业务系统所包含的 7000 余项数据字段，初步形成数据资产目录。深化设计阶段，开展数据标准和数据架构相关工作，制定了 6 个主题的主数据标准和元数据标准，制定了全场统一的数据接入规范和数据模型建设规范，形成接口定义文档 392 份。在系统实施阶段，建设了以智能数据中心系统为核心的数据平台底座，集中存储了各类数据，提供广泛的数据分析和应用能力；通过企业服务总线 ESB 实现了 19 个平台的数据交互、挂载了近 400 类数据服务。开航投运前期，大兴机场颁布了《北京大兴国际机场数据管理规定》，明确了管理机构、管理职责及管理机制。

开航投运后，大兴机场迎来新业务、新人员、新系统的运转磨合期，数据治理工作迈入了新的阶段，也迎来了真正的挑战。随着业务量的上涨、业务需求的明确，新建系统开始增多，数据量也不断攀升，数据平台中存储的数据增量达到每年 25TB。与此同时，数据相关问题也逐步显现，在不同业务领域，不可避免地、不同程度地遇到了三方面痛点：数据“管不住”，数据触发源头多、格式杂，数据集成和使用难度大；数据“用不了”，数据质量低，存在不完整、不合规、不及时等问题；数据“传不出”，数据共享涉及单位众多，制度规范落实不到位。

二、实践路径

为了做好数据治理工作，大兴机场积极响应国家、行业、集团的号召，深入研究 DAMA 数据管理知识体系、数据管理能力成熟度评估模型等国内外专业治理知识，主动对标智慧民航数据治理规范，结合发展现状及发展诉求，建立了大兴机场数据治理体系框架。框架主要包含了数据治理制度及机制保障、数据架构管理、数据治理技术、数据质量管理、数据共享服务管理、数据安全管理等六大领域。遵循框架设计，大兴机场陆续启动了航班运行、旅客服务、行李服务等领域的专项数据治理工作，细化明确数据职责和流程，实现数据源头治理，稳步提升数据质量。

2.1 定规章、建组织，管理制度提供支撑

大兴机场通过建立、完善、优化相关制度及机制，从政策上、组织上为数据治理工作提供强有力的保障。

政策上，大兴机场在正式投运前即颁布了《北京大兴国际机场数据管理规定》，作为公司级纲领性数据管理制度，明确了元数据、主数据、数据标准、数据质量、数据安全、数据资源使用与共享等方面的管理要求。开航后，大兴机场陆续发布了系列性的专项数据管理规定。运行方面，制定了《北京大兴国际机场运行数据管理规定》《北京大兴国际机场 AOC 信息维护操作手册》等文件；旅客服务方面，制定了《刷脸登机人脸识别算法管理办法（试行）》和《刷脸登机人脸识别技术规范与质量标准（试行）》；行李服务方面，制定了《BRS 行李位置跟踪编码规则》《RFID 入场标准》等 3 项技术标准，《航空器保障作业标准化手册》等 3

项运行标准，《北京大兴国际机场旅客服务标准》1 项服务标准。

组织上，依托于数据管理规定，大兴机场为各类数据划分了归口管理部门，制定了归口管理部门的主要职责，包括设置部门级数据责任人、根据业务进行数据标准的制定及更新、检核数据质量、进行元数据采集、共享数据审批等。归口职责的清晰划分使得各方在治理过程中能更好地承担主体责任。随着大兴机场数字化转型工作的开展与数据治理工作的深入，近期，大兴机场着手一把手领导、多层级治理的数据治理组织结构升级，组建公司级数据治理委员会，把数据责任落实到公司、领域、业务等各个层级的个人。

同时，由归口管理部门组织成立专项治理团队。**运行数据管理方面，**大兴机场在运管委下成立数据资源分委会，机场管理机构各部门、驻场各单位均为分委会成员，并指派相关领导和对接人参与数据治理工作。同时，国内机场首创数据共享模式，在签订入场协议时即明确要求了各方提供数据和保障数据质量的职责。数据资源分委会负责制定运行数据考核规则并定期组织各单位研讨数据治理工作，通报最新进展和成果。**在行李数据管理方面，**为确保行李追踪数据质量，大兴机场联合 22 家航司、4 家地服公司、2 家运维保障单位、11 家系统厂商，建立了行李数据监察治理平台。面对因终端系统设备故障、网络传输不稳定以及跨夜、调时、备降特殊航班处理机制不统一等行李追踪数据问题，逐一分析并逐项制定解决措施，以专人专班保证行李数据问题日清日结。**在旅客服务数据管理方面，**针对开航初期航班应用范围窄、识别通过率低、自助登机设备故障较多等导致的刷脸登机成功率问题，大兴机场各相关业务部门组建了刷脸登机服务专项提升工作组。

2.2 搭框架、出标准，数据架构筑牢根基

大兴机场着力开展数据架构管理，通过对数据资产进行标准化描述，营造一个共享、开放、标准、可靠的数据环境和管理框架。

盘点数据资产，厘清资源目录。大兴机场在建设、运营过程中，持续开展数据资产盘点、数据资产目录完善工作。大兴机场将全域数据划分为航班、资源、人员、商业、交通、环境、经营、货邮、机构、事件等 10 个主题；每个主题下又划分若干大类及小类。以航班运行数据为例，大兴机场已盘点出运行数据资产

656 项，涉及航班信息类、保障信息类、航空器信息类等 7 大类 31 小类。

制定数据规范，落实标准管理。数据标准是保证数据质量的前提。大兴机场对包括航班、人员、行李、资源等主题在内的重要业务数据制定了基础数据、主数据和元数据标准，内容主要包括主题定义、信息项、标准代码三部分。其中，基础数据标准含外部标准 13 项和行业标准 17 项、内部规范 89 项，共计 8000 余个标准代码。

构建数据模型，明确内在关联。为规范和支撑各类应用系统的设计和开发，大兴机场在建设期就制定了 10 类主题数据的概念数据模型、物理数据模型和逻辑数据模型，以此指导数据库的落地。以航班主题的逻辑模型为例，模型以航班基础信息为核心信息，以航班动态信息、使用资源信息、除冰信息、旅客信息、等为扩展信息，并在后续系统升级改造过程中不断迭代完善数据模型。

规范化元数据，支撑系统落地。在元数据管理规范中，大兴机场明确了新建系统及改造系统的元数据采集规范、元数据的业务归口划分、元数据的使用规范等。并不断完善优化元数据产生、采集、注册、运维的相关管理制度与方案。

标准化主数据，确保协同一致。在遵循主数据范围和管理原则、主数据标准制定与执行、主数据维护等主数据管理规范的基础上，当前，大兴机场已梳理 147 张主数据表，来源于 17 个平台，已为航班运行、旅客服务、经营分析、商业管理等多个领域的各项业务提供主数据支撑。

统一数据指标，支撑上层应用。为了保证不同应用中数据指标的一致性，大兴机场着眼于统一指标规则建设。近年来，大兴机场已梳理并规范化生产运行、旅客服务、安全管理、商业管理等 7 个应用主题的 726 个指标。对指标的名称、关键程度、逻辑描述、指标维度、指标定义、算法公式等属性进行了详尽的定义。以三大业务量指标为例，大兴机场的 A-CDM、OA、经营分析应用、商业系统、大屏可视化等十余个系统均使用并展示了一致的指标数据。

2.3 建平台、造工具，信息技术夯实能力

大兴机场通过搭建平台系统，为数据治理工作提供坚实的技术底座。数据共享平台实现了全场数据的高度集成与互联互通，数据管理平台实现了数据全生命周期的闭环管理，数据服务平台实现了数据的多样性应用。

（1）数据共享平台从技术上解决数据“怎么来”。大兴机场数据共享平台以企业服务总线 ESB 为核心，连接了大兴机场及各个航空公司、地服公司、空管、首都机场集团等十余个业务相关方的近百个系统，共享着近四百类数据，日均数据吞吐量达 1 亿条。平台可以根据据订阅、授权情况自动完成数据分发，新系统可以快速接入实现数据共享；数据的秒级日志大大提升了数据交互问题的回查效率，清晰的数据流向为数据治理提供了基础。

（2）数据管理平台从技术上解决数据“怎么管”。大兴机场数据管理平台是集数据采集、数据存储、数据清洗、数据加工、数据分析为一体的综合技术平台，并为主数据、元数据、数据质量管理提供了管理工具；管理平台分为数据存储加工系统、数据管控系统。

数据存储加工系统用于数据采集、存储、计算和分析。通过使用 Kafka 等技术，从数据共享平台实时获取数据；通过使用 Spark 等流计算技术，实现高吞吐量数据的高并发处理；通过 ETL、主题建模等技术，构建数据仓库和数据集市。大兴机场依据已梳理的数据目录和数据标准，搭建了高整合、多主题、可溯源的数据仓库，实现了机场业务数据全集的存储和处理。

数据管控系统配套了完整的数据管理工具，支持主数据管理、元数据管理、数据质量管理。**主数据管理工具**主要功能为主数据的维护管理、分发管理以及集成管理，并实时监控主数据的变化情况，保障主数据的完整性、一致性和准确性。当前，主数据管理工具开放给各相关部门使用，各部门可以维护其职责范围内的主数据。**元数据管理工具**具备元数据定义管理、版本管理、映射管理、血统分析和影响分析等功能，可以用于分析数据之间的血缘关系，根据数据的来源和处理过程以快速定位问题数据来源；通过影响分析提取数据的下游流向，以快速定位元数据修改对下游系统造成的影响。**数据质量管理工具**具备数据监测规则配置、数据稽核、质量报告、问题处理、数据质量总结等功能。通过与大兴机场各业务系统相连，实现对源头系统的数据质量实时态势感知；通过实时告警功能，及时提示各保障单位录入相关数据，填补数据缺失漏洞；定期生成数据质量分析报告，把握机场总体数据质量情况；通过数据挖掘预测算法，研判数据质量问题原因。

（3）数据服务平台从技术上解决数据“怎么用”。数据服务平台提供了数据应用场景、指标接口服务、数据目录、报表工具等多种数据服务。

数据服务平台以数据业务化为出发点，建立了查询、监控、预警、趋势预测、分析挖掘等 5 大类共 28 种应用场景，包括航班生产运行应用、旅客服务应用、航空收费数据稽核应用等，供用户直观掌握数据的业务内涵；数据服务平台利用大数据分析的算力，采用微服务架构，以 DATA API 形式提供三大业务量、双百天（始发正常率、放行正常率均为 100%）、三百天（始发正常率、放行正常率、起飞正常率均为 100%）等 13 种指标接口，通过数据共享平台分发至多个系统；数据服务平台开发了航班类、旅客类宽表，为用户提供整合了对应业务主题下各维度数据的数据表，供用户进行数据查询及二次开发；数据服务平台提供了 BI 报表工具和数据挖掘工具，提供了界面友好的数据分析和展示平台，支持用户根据自身需求自主开发数据报表，当前服务平台已有 380 余张报表，涉及机场各业务领域，已经成为机场日常运营、管理的重要手段和依据。

2.4 重检核、共改进，数据质量保障价值

对数据的全生命周期进行持续的质量管理，是大兴机场数据治理工作的核心。大兴机场数据质量管理工作以数据质量管理工具为技术支撑，以质量管理团队和管理规范为制度保障，以质量规则体系为准绳，落实数据质量问题闭环管理流程，有效处置数据质量问题，形成长效的数据质量提升机制。

定义指标规则，开展质量检核。大兴机场各数据归口管理部门依据业务运行和管理决策的需求、外部监管及政策法规的要求等，针对已发布的数据标准建立了相应的数据质量检核体系，对数据的准确性、完整性、及时性、一致性、唯一性、有效性等维度进行重点评估。以运行数据为例，目前核心运行相关数据共有 51 个数据质量检核项，评分指标包括数据的完整性（占比 50%）、及时性（占比 30%）和合规性（占比 20%），对于每个数据检核项，都依据实际业务规则量化校验指标。综合各项指标计算结果，最终形成对各航司的整体性考核指标（包含航班覆盖率、数据完整率、数据合规率、数据及时率），航司综合得分=数据完整率*50%+数据及时率*30%+数据合规率*20%。并建立数据情况发布平台，动态发布数据检核结果，培养全员关注数据质量意识，形成全员参与数据检核氛围。

闭环问题处置，促进质量提升。在建立数据质量指标体系的基础上，大兴机场依循问题发现、问题分析、问题治理的工作流程，开展数据质量提升工作。

大兴机场通过业务和技术双渠道主动发现数据质量问题：一是业务部门在日常操作业务系统时发现问题；二是通过数据质量检核工具发现问题，大兴机场基于运行、行李、旅客登机等关键节点的数据检核标准，利用数据质量管理工具，实时监控数据质量情况，自动生成每日问题统计报告。同时，定期将问题及统计报告形成数据质量报告，反馈至相关责任单位，督促其进行质量问题分析及整改。

在数据质量问题分析方面，由数据归口管理部门从业务优化角度分析数据质量问题的成因，包括业务操作流程不当、管理制度缺失、业务系统需求不匹配等；信息管理部从技术角度进行问题分析，包括数据标准异常、数据校验规则设计不当、数据源接入不当、数据存储能力受限等。

在数据质量提升方面，根据问题原因，由各相关方共同完成业务流程优化、管理制度完善、系统改造等工作。具体举措包括：通过开展数据追本溯源工作，明确数据触发条件，解决数据源质量差的问题；依据数据发送和检核规则，明确元数据与数据标准，解决数据定义和表示模糊的问题；对于多源同类别数据，利用数据检核的综合打分算法对不同源的同一数据质量进行评价，依据得分和业务实际，调整数据融合优先级，规避单一数据源导致的数据质量低下。

2.5 创生态、促应用，共享服务赋能业务

大兴机场数据平台的建设，使得高效、便捷的数据共享与服务在技术上成为可能。然而，数据治理不仅是技术工作，更是业务、管理、思想文化的转变与升级。大兴机场通过将数据能力赋能给业务人员，形成数据共享服务的生态与文化。

构建共享服务生态。为使数据得到更好的应用，发挥更大的业务价值，大兴机场秉持以用户为中心的理念，不断分析数据服务需求、挖掘数据服务应用场景、识别数据服务价值，依托统一的数据共享服务平台，不断设计、开发各式各样的数据服务。数据应用场景、数据接口服务、指标接口服务、数据宽表、报表工具等不同类型的数据服务满足了不同业务领域、不同应用场景下机场内外部用户、技术及业务用户的多样化诉求。根据数据源头的数据归口责任划分，大兴机场为数据服务指定了数据服务责任部门（责任人），对其服务数据质量负责。以航班运行数据为例，在各方使用数据的过程中，如果发现航班运行数据问题，会将问题反馈至数据服务责任人——运行管理部数据资源分委员，由数据服务责任人统

筹处置。数据服务越方便、数据用得越多、发现数据问题的概率越大、数据质量随着问题管理的过程逐渐提高、数据可以构建出更多应用来发挥价值，数据服务生态的搭建，让数据的使用与价值创造更易进入良性循环。

培养数据分析能力。数字化时代，数据来源于业务、反映了业务，其携带的信息又将影响业务。如何分析数据、将数据包含的信息充分挖掘出来，不再是一个技术问题，而是每个业务人员的必修课。大兴机场在建设 BI 报表工具和数据挖掘工具的同时，也十分注重数据分析能力的培养与输出。大兴机场持续为业务人员提供报表开发培训，当前已经开展三轮“人人都是数据分析师”的培训，通过培训提升其报表工具使用能力，并为培训考试合格人员颁发证书，以此引导数据应用向自助化社区化发展，释放更多的数据能力。经过培训后，业务人员就可以利用 BI 报表等可视化工具，使用航班类、旅客类等宽表以及数据目录、元数据信息，按照报表开发管理规范和数据使用规范，自由制作报表，开展多维度分析。

三、应用效果

大兴机场在解决 “管不住、用不了、传不出”的数据治理问题的过程中，逐步探索出一条行之有效的数据治理实践路径。按照相关接口规范，在统一平台进行数据对接，能够实现快速接口开发和数据对接，精准定位数据问题，为内外部系统提供高质量数据，数据传输效率明显高于业内平均水平。依靠高质量数据，大兴机场不断强化数据应用价值，支持各领域多维度数据分析工作，全面提升本场运营水平。

目前，大兴机场已初步形成了较完善的数据管理机制，初具规模的数据架构，建设了数据平台，在保障数据安全的前提下，提供持续的数据共享服务，稳步开展数据质量管理工作。同时，大兴机场也参与编写了民航局《机场数据规范与交互技术指南》和《机场数据基础设施技术指南》，共享大兴机场智慧和经验，助力民航数据治理体系建设。

3.1 运行指标优异

通过运行数据治理，大兴机场民航局共享平台数字化能力（DCI）得分稳居

全国第一，为各单位运行保障提供坚实的数据基础，航班正常性较初期提升 8.13 个百分点，出港滑行时长缩短 3 分 41 秒。通过出港行李数据治理，行李处理差错率保持在 0.003%（十万分之三）以下，远低于《民用机场旅客服务质量》要求的 0.05%（万分之五），其中错分率与丢失率全部为 0，总体指标全行业领先。通过进港行李运输节点数据治理，首件行李等待最长用时 3.7 分钟，平均等候 2.3 分钟，50%航班的行李早于旅客到达转盘；末件行李等待最长用时 10.5 分钟，平均等候 5.3 分钟，整体指标满足卓越要求。通过刷脸登机数据治理，刷脸登机通过率较专项工作开展前提高了 13 个百分点，刷脸登机服务质量稳步提升。

3.2 效益明显

降低成本方面：大兴机场统一建设数据平台及治理工具免费供航司使用，节省了航司重复建设相关系统的成本；航班运行数据统一开展数据检核，为每家航司节省技术人员至少 3 人，7 家主要航司共减少技术人员 21 人，节省人工成本 400 万元/年；通过行李数据治理，减少了行李迟运、破损、丢失比例，预计每年可为航空公司节省行李赔偿成本约 1500 万人民币；通过常态化的航空性收费数据稽核工作，航空性收费数据准确性已经处于行业领先水平，拒付额度明显下降。

节能减排方面：通过数据精准治理使出港平均地面滑行时长缩短 3 分钟，按 A320 飞机开车滑行每小时耗油 1 吨计算，每航班节省燃油费 300 元，全年为航司节省燃油费 4000 万元。

四、洞察启示

谋规划。大兴机场在规划初期就意识到数据治理的重要性，系统谋划、提前布局，前瞻性地搭建了数据治理相关的平台和工具，并且在公司层面出台了数据管理规定，明确了各部门对数据管理的职责。在数据治理开展的过程中，逐步明确、扩充、完善数据的治理框架体系，使数据治理工作有法可依、有章可循。

建组织。在大兴机场统一数据治理框架体系下，打通机场、航司、空管等业务主体单位在数据治理方面的协作关系，通过建立数据治理融合团队，重点解决共性问题，提升数据质量水平。针对不同业务领域，组建专项治理组织，推进大兴机场全面的数据治理工作。如运行数据资源分委会、旅客服务专项提升工作组、

行李数据产品质量监察治理平台等。

定标准。大兴机场依托数据共享、管理及服务平台，建立各系统间的数据接入规范和数据交换标准，有效保证了数据服务一致性。同时，大兴机场把数据共享要求纳入运行管理协议，各航司入场前需与机场签订，明确各方在数据的提供和质量保障方面的职责。在具体的各个业务领域，大兴机场出台了相关数据管理和指标管理的规定和办法，并对各关键数据项的创建、变更等维护流程制定了操作手册，对关键数据所对应的业务制定了详细的流程标准。

搭平台。大兴机场建设数据共享平台、数据管理平台和数据服务平台，汇聚整合全业务领域数据。数据共享平台是大兴机场各应用系统之间、大兴机场与外部单位之间信息交换共享的“高速公路”。数据管理平台是集数据采集、数据清洗、数据加工、数据治理、数据分析与应用为一体综合技术平台，按照主题建模思路，存储加工和分析数据，同时配套了完整的数据管理工具。数据服务平台通过多种数据方式，为全场驻场单位提供业务支持。

控数据。制定数据治理相关各领域管理规范和办法，包括数据质量管理、数据指标管理、主数据管理等。对外，为促进业务深度融合，联合成立数据质量专项提升课题组，开展专项数据整理，共同研究数据应用方向，发挥数据价值；对内，业务部门和技术部门合作，组织专题数据相关的讲座，开展“人人都是数据分析师”等培训，持续培养内部数据人才。

创应用。大兴机场对内外部提供高水平的数据服务，助力业务态势把控和经营预测，创新应用场景和业务模式。为用户提供数据自助服务平台，航班、旅客类等宽表以及数据目录、元数据信息，制定报表开发管理规范和数据使用规范，使用户能够自助地获取数据，让数据在使用的过程中“活起来”。

以数据管理驱动行李服务质量提升

单位/部门：首都机场集团有限公司北京大兴国际机场

主要人员：王以河、徐林、史宇、丰丹宁、王海琦

一、背景和痛点

1.1 案例背景

现阶段，智慧民航建设的推进极大的提升了旅客出行的幸福感，数据化将作为推动民航高质量发展的新引擎。行李服务品质依托于行李各项关键数据指标质量，行李数据也会以各种服务手段或服务产品作为载体去服务旅客，数据质量如何将直接影响旅客对行李服务水平的感知，行李数据治理将作为提升行李服务质量的一项重要工作进行推进。

1.2 面临痛点

（1）大兴机场开航初期，面对新设备、新系统、新环境，运维管理经验不足，行李差错率指标在0.02%左右，没有达到大兴机场KPI <=0.015%的要求，影响行李的服务水平，需要深入分析原因，制定方案，改进数据质量，提升行李服务品质。

（2）在2019年民航工作会议上，民航局把推进行李全流程跟踪系统建设，作为践行真情服务、提升旅客满意度的一项重要举措。行李全流程跟踪是一项跨主体、跨系统、跨平台的复杂性工作，数据质量管理可以说在全行业来讲是管理难点。大兴机场行李全流程跟踪系统建设完成初期数据质量不是十分理想，整体达标率在90%左右，亟需整改提升，以满足服务要求。

（3）行李提取效率影响旅客能否及时的提取到自己的行李，是旅客非常关心的行李服务问题。大兴机场开航初期行李提取效率达标率在99%左右，如何确保行李提取效率数据100%达标，减少旅客等待时间，成为急迫解决的服务问题。

二、实践路径

2.1 组建团队 确定目标

为改善影响行李服务的各项数据指标，提升行李整体服务水平，大兴机场各部门快速行动，由航站楼管理部牵头，相关部门协同，成立专项工作组，研究行李数据质量提升举措，旨在用提高行李关键数据质量去撬动行李各项运行品质及行李服务品质提升，从而提高大兴机场行李服务整体质量，使大兴机场行李服务水平超过行业平均水平，最终达到行业领先水平。

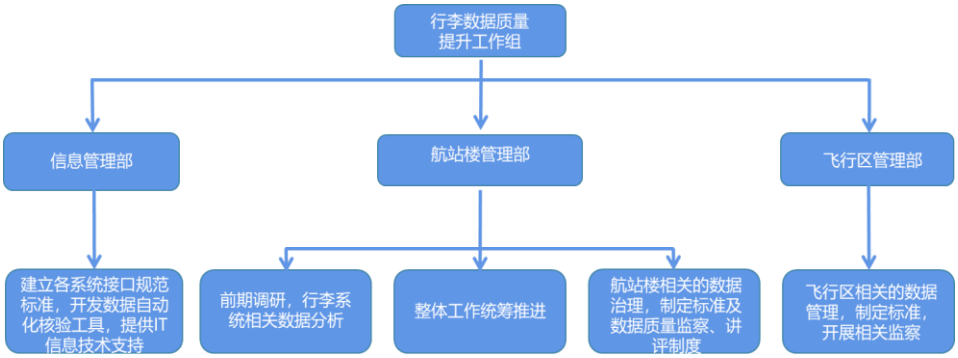


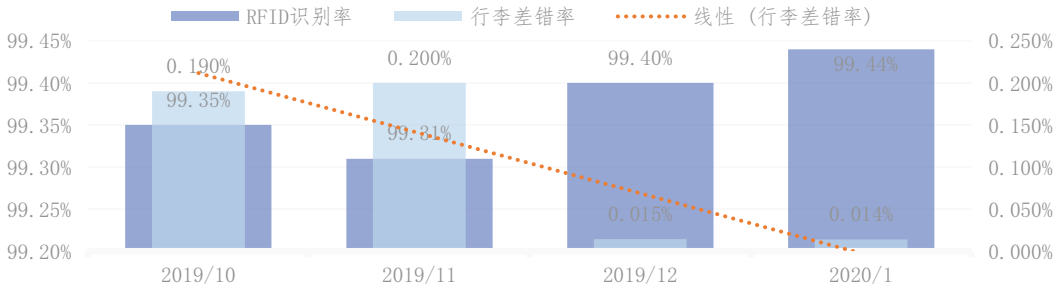
图 1：行李数据质量提升工作组架构图

（1）行李差错率数据

大兴机场在行李系统规划建设时期，为提高出港行李在系统内分拣的识别率和准确率，全面采用 RFID（无线射频识别）技术替代传统光学识别方式。RFID 技术通过行李条内嵌芯片来识别行李身份信息，条码识别不受行李条码位置、质量、光线等条件影响，相较于传统光学的扫描识别，提高 5%-10%的识别率。行李识别率提高可有效减少行李错运、漏运、丢失情况。进一步说，如果行李可以被系统正常识别，那么这些行李就会被自动的被系统分拣；如果不被识别，就需要去往人工处置站点(人工编码站)，通过人工进行再次识别，这样就增加了行李的传输时间，也可能会造成人员误识别导致行李迟运和错分，从而造成差错率变高，因此，提高行李识别率是关键。

大兴机场在开航初期 RFID 标签识别率在 99.3%左右，已经达到较高水平。通过对数据分析发现，如果 RFID 标签识别率提升 0.1%，那么行李差错率会降低 0.006%，如果 RFID 标签识别率提升 0.2%，则差错率就会很好的控制在 0.015%以下，因此，工作组将行李识别率确定为 99.5%。

表 1：RFID 识别率与行李差错率关系



（2）行李全流程跟踪数据完整率

《民航旅客行李全流程跟踪系统机场端建设指南》中要求千万级以上机场行李全流程跟踪节点覆盖率达到 90%，大兴机场在此基础上提出更高标准和更严要求，按照 100%覆盖设计产品，于 2020 年 3 月，建成并试运行行李全流程跟踪服务产品，旅客在大兴机场可以像查快递一样查询自己托运行李的状态。但是，行李全流程跟踪服务产品包含进出港共 9 个跟踪节点，产品试运行期间 9 个跟踪节点数据的完整率最低为 85.07%。同时，全流程跟踪服务产品对行李跟踪节点数据的准确率和及时率也有极高的要求，数据完整率、准确率和及时率不达标将直接影响旅客行李查询服务体验，为提高行李跟踪节点数据质量，提高产品体验感，工作组要将各节点数据的完整率、准确率及及时率目标确定为 100%。

航司	地服代理	总航班量	卸机	卸机节点完整率	装车运输	装车运输节点完整率	开始传输	开始传输节点完整率	传输结束	传输结束节点完整率
CA国航	首新地服	23	23	100.00%	23	100.00%	23	100.00%	23	100.00%
DZ东海航		2	2	100.00%	2	100.00%	2	100.00%	2	100.00%
HO吉祥航		1	1	100.00%	1	100.00%	1	100.00%	1	100.00%
JD首都航		10	10	100.00%	10	100.00%	10	100.00%	10	100.00%
NS河北航		15	15	100.00%	15	100.00%	15	100.00%	15	100.00%
MU东航	东航地服	67	65	97.01%	57	85.07%	67	100.00%	67	100.00%
FM上海航		1	1	100.00%	1	100.00%	1	100.00%	1	100.00%
KN中联航		66	59	89.39%	64	96.97%	66	100.00%	66	100.00%
CZ南航	南航地服	111	111	100.00%	106	95.50%	111	100.00%	111	100.00%
MF厦航		25	25	100.00%	24	96.00%	25	100.00%	25	100.00%
OQ重庆航		3	3	100.00%	3	100.00%	3	100.00%	3	100.00%

图 2：开航初期行李跟踪节点数据质量情况

（3）行李提取效率数据

对于进港行李服务，行李提取效率是旅客关心的要点，因此，设定旅客等待首件行李及末件行李时间数据为关键指标进行管理。通过 2019 年 10 月至 2019 年 12 月的统计测量，首末件行李等待时间按照《中国民用机场服务质量评价指标体系》（MH_T 5114-2017）标准（首件行李应在旅客到达行李转盘后 10min 之内出现；末件行李应在旅客到达行李转盘后 30min 之内出现），目前的达标率为

100%。为提高行李服务品质，大兴机场于 2019 年 9 月高于民航局标准制定了大兴机场服务标准，即第一件行李应在旅客到达行李转盘后 10min 之内出现；最后一件行李应在旅客到达行李转盘后 30min 之内出现。按照大兴机场服务标准，开航初期达标率在 98.2%，考虑疫情及海关检查等影响，工作组将目标确定为 99.9%以上。

2.2 制定方案 开展攻关

（1）行李识别率数据管理

设定准入标准：在大兴机场，各家航空公司可以自由使用测试合格的 RFID 标签。为确保 RFID 行李条识别率，大兴机场制定了严格的 RFID 标签准入标准，为全国首家推出 RFID 入场标准的机场。规定连续测试 500 张且识别率达到 99%方可通过测试，测试后大兴机场将出具专业的测试报告，通过测试的标签允许在大兴机场进行试运行，试运行期间平均读取率需要达到 99.5%才可正式使用，并要求在以后更换品牌或者型号时需要重新测试。

进行技术提升：为解决行李箱材质多样、行李间距小、识别区域不固定导致 RFID 标签动态识别不稳定的难点，大兴机场结合现场物理环境和行李标签芯片情况，建立了 RFID 感应评估模型矩阵。在航司启用新型号行李标签时，通过模型矩阵测量信号三维立体参数信息，动态调整 RFID 天线分布、专项调整 RFID 芯片性能，使得读取设备与各家航司使用的不同厂家的 RFID 标签均形成了最优匹配，以提高 RFID 标签读取率。

实施系统监测：利用行李信息管理系统中 RFID 读取率报表系统，每日自动计算 RFID 读取率数据，并可按照航空公司生成各自读取率数据。同时，设立专岗监控，当系统监测到行李标签读取率在 99.5%以下时，系统将进行告警，监控岗位采取应急措施应对，并将问题及时反馈后台处置。



图 3：RFID 读取率自动化监控

开展常态管理：大兴机场通过旅客服务促进委员会平台（简称“旅促会”），联合航空公司、地面保障单位、设备运维单位共同成立了行李服务提升分委会，采取航司、地服等成员单位轮值主席制，定期召开工作例会推进问题整改，同时利用大兴机场行李联合工作平台，实现每日行李数据点评，重点事项专题解决，实现问题常态化管理。针对前期读取率低的情况，利用 4M1E 法，共梳理出影响行李读取率的设备类问题 2 项，人员操作类问题 2 项，行李条码类问题 2 项，标准类问题 2 项，全部进行整改。

（2）全流程跟踪数据管理

订立操作规则：出港装车、装机和进港卸机、装车运输以及行李上传等节点需由地服公司通过人工方式进行采集。为规范员工操作，确保数据采集不出现质量问题，大兴机场推动地服公司将行李节点手工采集细则纳入员工操作手册，并要求每半年培训一次，同时大兴机场建立了业务操作监察标准，对地服操作过程进行监督检查，实现作业全方位监管，确保行李节点采集数据的质量。



图 4：运行规范及执行监察

数据自动核验：行李全流程跟踪数据链条长，行李节点多，在高峰日每日可产生近五十万条数据。为实现数据自动核验，保障数据质量，大兴机场开发了数据质量核验系统，并不断对数据质量核验系统进行优化升级，核验系统可自动检核各航司各环节共 26 个行李跟踪数据的完整率、及时率和准确率。发现问题第一时间预警处置，有效保障了节点数据的质量。



图 5：全流程跟踪节点数据采集自动化监控

制定应急措施：系统在运行过程中会发生各种突发故障情况，如现场终端设备故障，网络故障导致数据发不出、收不到。针对系统故障情况，机场与地服联合制定了数据处理应急保障措施，如果因为系统故障造成数据缺失，现场人员立即上报反馈，同时可以利用航司自有系统及大兴机场系统进行自动告警以提醒人工补录，通过应急机制系统，保障故障情况下数据完整率、及时率和准确率仍可以达到 100%。

建立治理平台：为解决数据治理过程中的问题，确保数据质量，大兴机场打破组织边界，联合 22 家航司、4 家地服公司、2 家运维保障单位，11 家系统厂商建立治理平台。设立专人专班，实行日讲评及周总结机制，并形成报告报送各单位。如果发生节点数据缺失，立即启动追查机制，当日事当日毕。平台专班共召开了专题沟通会议 12 次，从人员、流程、技术及信息等方面梳理总结问题 15 项，逐一分析并逐项制定解决措施，闭环管理，最终予以全部解决。

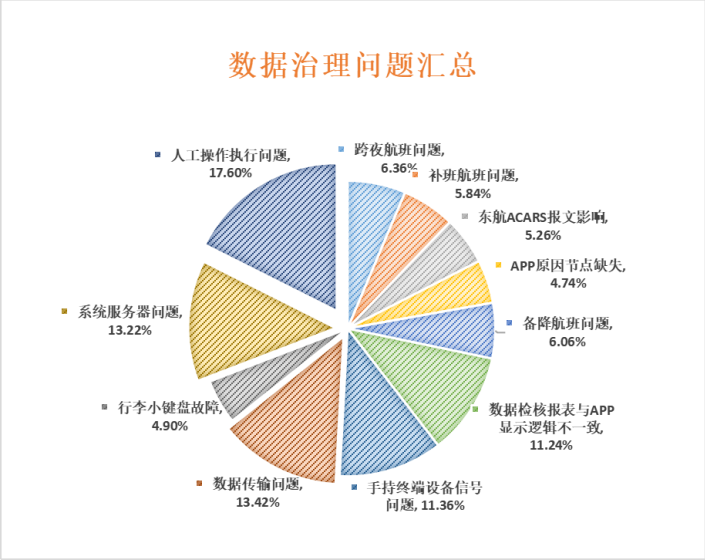


图 6：跨系统数据治理问题统计图

（3）进港行李提取效率数据管理

制定并细化保障标准：行李提取效率服务标准的有效落地达标需要以实际运行业务操作时间标准作为保障。同时，服务标准是行李相对于旅客的时间标准，较难实现自动化大规模数据核验，制定以行李各保障环节为节点的时间标准，便于实现数据的自动核验度量。大兴机场于 2020 年 3 月制定并发布了《北京大兴国际机场进港航班行李保障时间标准》，明确了不同性质进港航班行李保障用时，提升了大兴机场行李运输效率，缩短了旅客行李提取的整体等待时间。

表 2：航班末件行李保障时间标准

	航班性质							
末件行李保障时间	国内				国际			
	C 类机型	D 类机型	E 类机型	F 类机型	C 类机型	D 类机型	E 类机型	F 类机型
	25 分钟	30 分钟	35 分钟	40 分钟	30 分钟	35 分钟	40 分钟	45 分钟

为进一步细化行李效率标准，大兴机场于 2021 年 4 月发布了《北京大兴国际机场进港航班行李保障各环节时间标准》，明确行李运输各个阶段的时间标准，实现了从行李效率的结果考核向过程管控的精细化管理。

表 3：航班行李保障各环节时间标准

航班性质 \ 环节	准备环节	机下卸载	行李运输	行李传送
国内 C 类机型	3 分钟	13 分钟	8.4 分钟	3.6 分钟
国内 D 类机型	7 分钟	16 分钟	10.4 分钟	3.6 分钟
国内 E 类机型	7 分钟	18 分钟	13.4 分钟	3.6 分钟
国内 F 类机型	7 分钟	21 分钟	15.4 分钟	3.6 分钟
国际 C 类机型	3 分钟	14 分钟	11.4 分钟	4.6 分钟
国际 D 类机型	7 分钟	17 分钟	13.4 分钟	4.6 分钟
国际 E 类机型	7 分钟	19 分钟	16.4 分钟	4.6 分钟
国际 F 类机型	7 分钟	22 分钟	18.4 分钟	4.6 分钟

自动化结合人工监测：对于《北京大兴国际机场进港航班行李保障时间标准》及《北京大兴国际机场进港航班行李保障各环节时间标准》，利用行李跟踪数据治理的自动核验功能已实现通过自动化监测各航班行李保障时间达标情况。对于大兴机场进港行李首末件时间标准，由于需要根据旅客实际到达转盘时间来进行测试，因此需人员到现场进行监测，目前采取每日抽取 10 班，覆盖不同时段及航司进行现场记录监测。

建立日常监察体系：按照服务标准和运行标准，大兴机场对进港行李提取效率采取每日自动统计、抽测和专项检查相结合的方式进行监测，形成监察日报，针对数据不达标项进行原因调查与复盘分析，制定改进措施，通过旅促会行李分委会专题讲评并推进问题整改，确保行李提取效率达标率始终处于较高水平。

三、应用效果

3.1 运行指标优异

通过实施 RFID 标签入场及全过程管控，行李识别率从之前的 99.35%提高到了 99.6%以上。行李系统差错率稳定在 0.003%（万分之 0.3）以下，远低于《民用机场旅客服务质量》要求的 0.05%（万分之 5），其中错分率与丢失率持续保持为 0，总体指标全行业领先。开航至今，未发生因行李原因导致航班延误事件。

在监控进港行李每个操作节点的基础上，实现进港各阶段时间数据的精细管

控，取得了显著成果。其中首件行李等待平均等候 2.3 分钟，50%航班的行李早于旅客到达转盘；末件行李平均等候 5.3 分钟，整体指标满足卓越要求。2021 年 CAPSE 测评“在行李转盘的等待行李时间”项目在四千万级及以上机场中排名第一。

3.2 综合效益明显

通过数据管理和治理，行李全流程跟踪各节点完整率从之前的 85%提高到 100%，成为全国首家做出承诺实现 100%行李全程流程跟踪的机场。行李全流程跟踪创造出较大的社会价值和经济价值。截止 2023 年 1 月，累计跟踪旅客行李 2005 万件，累计服务旅客 160 万人次。广大旅客对行李信息实现了可知、可视、可控，获得感、幸福感、安全感不断提升，并通过媒体平台表达了对大兴机场行李服务的高度认可。行李全流程跟踪服务成果在央视、北京卫视及新京报等主流媒体上进行广泛报道。2021 年及 2022 年连续两年民航在线满意度行李服务得分在千万级机场排名第一。大兴机场行李服务案例荣获了 CAPSE2020 及 CAPSE2021 创新服务奖。

2021 年，南航大兴站行李综合指标及东航大兴站行李差错率指标分别在全国场站中排名第一。2022 年，东航大兴站行李差错率指标分别在全国场站中排名第一。有效降低航空公司异常行李处理成本。

3.3 标准成果突出

大兴机场在开展行李数据专项治理过程中，先行先试，标准引领，本场共制定《北京新机场建设工程企业服务总线 BPM 报文 IDD 数据接口标准》、《BRS 行李位置跟踪编码规则》、《RFID 入场标准》3 项技术标准，《航空器保障作业标准化手册》、《北京大兴国际机场进港航班行李保障时间标准》、《北京大兴国际机场进港航班行李保障各环节时间标准》3 项运行标准，《北京大兴国际机场旅客服务标准》1 项服务标准。配合民航局编制了《民航行李全流程跟踪系统建设实施方案（试行）》、《民航旅客行李全流程跟踪系统机场端建设指南（试行）》和《民用航空行李跟踪 RFID 存取技术规范（试行）》3 项行业标准文件，大兴机场充分共享智慧和经验，助力了民航行李全流程跟踪体系建设。

四、洞察启示

本案例通过数据质量分析评估发现问题，通过数据治理提升数据质量，通过数据全生命周期管理确保数据质量稳定，最终提高系统运行关键指标及服务项目指标，从而驱动整体行李服务质量提升，这里秉承了以下三个理念：

一是将 PDCA 质量管理方法创新应用于数据管理。PDCA 循环是全面质量管理所应遵循的科学程序，数据质量管理同样属于质量管理范畴。在数据质量管理过程中利用 PDCA 循环，制定标准，执行标准，日常监测，整改提升，形成数据治理管理流程，通过长期的良性循环，使数据在达到目标状态后可以保持数据质量稳定，并可以不断优化提升。

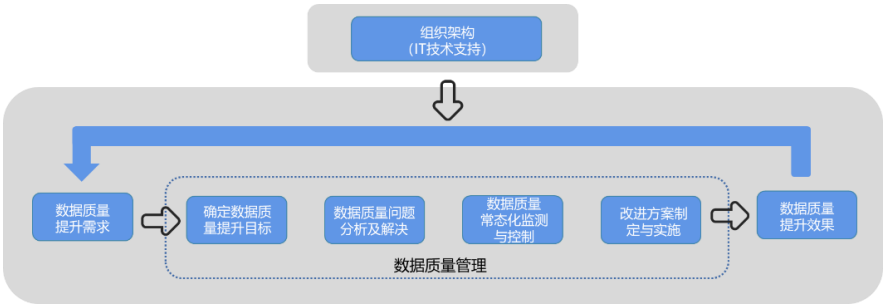


图 7：数据质量管理流程图

二是运用大数据思维去分析解决问题。现代社会，大数据将对整个社会的全面发展带来全新的动力。在大数据时代，思维方式要从因果思维转向相关思维，因此我们利用客观的数据去分析问题，通过大数据挖掘出事物之间隐秘的关系，再通过对关系数据的治理去解决实际问题，从而达到我们的目标。

三是利用智能化工具及科学核查方法进行数据管理。系统日常运行将产生海量数据，各项数据也纷繁复杂。如行李全流程跟踪每日系统可产生几十万条数据，对于任何一条数据，从源头到末端，管控单位多，传输链条长。在海量数据面前通过人工抽查方式完全无法满足高标准质量控制要求，必须通过自动化手段进行核验。对于核验发现的问题数据，应首先对职责边界数据进行排查，缩小排查范围，确定责任单位，单位内业务部门与技术部门再联动处置，快速找到症结所在，最后针对性的解决问题。

未来，随着智慧民航的发展，数据与服务的关系将更加密切，大兴机场将不断完善数据治理框架体系，用做规划、建组织、定标准、搭平台、控数据、创应用的整体思路持续开展数据管理，以提升旅客的服务质量。

强化时空数据治理，全面推动上海数字孪生机场建设

单位/部门：上海机场（集团）有限公司/科创管理部

主要人员：冉祥来、郑悦锋、张卓剑、余思远、张智铭

一、背景和痛点

1.1健全制度保障，数据治理是数字化转型核心要素

“十四五”期间，数字化转型成为企业战略核心，各类企业通过大数据、云计算、人工智能、区块链、元宇宙等技术运用，推动研发、生产、管理、服务等关键环节的数字化转型。海量的数据资源，对企业的数据采集、归集、整合、共享、开放、应用等方面的数据能力提出了更高的要求，企业需要依托数据治理来实现数据、技术、流程和组织的智能协同，发掘数据资产价值，赋能企业战略、运营与业务的创新发展。

为深入贯彻习近平总书记的重要指示精神和上海市卓越全球城市建设、民航局智慧民航建设的重要部署，上海机场集团（以下简称“集团”）以“数字感知、数据决策、精益管理、精心服务”为指导思想，以建设数字化底座、构筑智慧生态为核心，通过理念创新、机制创新、流程创新和技术创新，积极推动数字孪生机场实践，加快建设相关数据管理平台及应用系统，更好服务和支持上海智慧机场建设。目前,集团先后颁布了《上海机场(集团) 有限公司数字化转型、智慧化发展规划纲要(2021-2030 年)》、《机场新基建项目管理办法》、《机场新基建项目滚动实施推进方案(2021-2023 年)》，修订了《集团网络安全管理办法》、《集团网络安全事件应急预案》等规章制度，为数据治理奠定了保障基础。

1.2深化数据治理，加快推进智慧机场融合应用

2021 年以来，集团在加强数字感知、搭建生态系统、完善数据治理、强化网络安全、支持行业创新等方面精准发力，启动数字孪生机场、数据平台与管理系统等重要数字基础建设，充分发挥数据价值，推动规模化场景的应用开发，驱动

行业高质量发展。

加强各单位数据归集，“以共享为原则，以不共享为例外”的原则，推动各模块业务数据的统一规范采集和汇聚，实施集团范围内数据统一治理。其中，时空数据治理作为“牛鼻子”项目，助力机场“数字底座”建设。该项目以丰富的基础地理信息为基础，通过“三维 GIS+BIM+物联网终端”数字新技术，数百种专题空间要素层层叠加，不断完善上海机场“智慧一张图”，为机场精细智能管理提供运行数据集成载体与业务信息共享交换的枢纽。

1.3认清形势，积极应对数据治理挑战

时空数据治理是推动数字化实践的基础，在数据治理过程中，发现以下的三方面问题：

一是空间信息资源重复建设。各业务部门各自采购不同来源、不同精度要求和不同质量的信息数据，在公共性地理信息的采集上重复投资，浪费资金和人力。

二是空间信息标准不统一。地理信息在分类编码、图层分层上没有统一标准，造成基础数据共享和跨部门协作的难度。

三是技术系统不统一。各业务部门的 GIS 系统在软件、数据库选型、数据存储格式等方面各不相同，且缺乏统一的数据交换接口标准，难以实现数据共享。

当前，各类业务数据缺乏统一管理、展示与共享的数据管理平台，导致管理与决策时不能全面、快速、准确地掌握各类数据的最新情况，达不到对数据资源规划、保护和开发利用的全程监管的要求。面对挑战，集团统筹推进上海机场“一张图”时空数据治理，建设统一的地理信息数据平台，集成时空数据可视化和分析功能，为“智慧机场”建设奠定基础。

二、实施路径

2.1明晰职责分工，完善管理体系

为加快上海机场时空数据治理工作，上海机场建立专项团队，覆盖集团、两场的主要职责部门，进一步明确各部门的分工和职责，将工作流程固化为制度，为上海机场时空数据治理工作打下了扎实的是制度保障。

（1） 成立上海机场时空数据治理专项工作组

上海机场在 2017 年即着手建设上海机场地理信息共享服务平台，并以项目为基础，大力推进上海机场时空数据治理工作，依托项目成立由集团领导、相关部门负责人、行业专家等组成的上海机场时空数据治理专项工作组。

（2） 明确上海机场相关部门时空数据治理职责

具体而言，集团公司科创管理部是集团公司时空信息治理的统筹管理部门。负责上海机场时空数据治理的顶层设计；负责基础地理信息数据、市政公共数据、机场通用地理数据的管理；负责上海机场时空数据的安全保密管理、使用审批与监管。

集团公司各单位是集团公司时空数据治理的维护协管部门，负责所辖空间范围和业务范围内的专题地理信息数据的管理，包括采集、更新、服务发布等；负责对下辖部门的时空信息需求的对接、协调、审批等；负责对所辖空间范围内驻场单位专题时空信息数据及需求的管理，包括对接、收集、需求汇总、审批和监督等；负责对接集团公司科创管理部，协助集团公司科创管理部建设集团公司地理信息服务，管理机场地理信息的使用权限等。

集团公司各单位地理信息管理按照“属地管理、专题负责、区域协同”原则。虹桥公司、股份公司、货运事业部分别统筹所辖区域，建设指挥部负责管理改扩建和新建区域，其他单位负责业务相关专题数据管理。

（3） 制定上海机场时空数据管理规范

上海机场在梳理相关部门的职责的同时，制定了《上海机场（集团）有限公司地理信息共享服务管理方案》，形成了上海机场时空数据治理的核心管理制度。

2.2攻关数据治理技术，探索可行方案

（1） 调研编制《上海机场时空数据名录》

上海机场时空数据治理的首要工作是梳理上海机场的时空数据清单，并厘清各时空数据之间的关系。为此，上海机场通过广泛调研，形成了《上海机场时空数据名录》。根据数据来源和用途，上海机场时空数据可分为基础地理信息数据、市政公共数据、机场通用地理数据、机场专题地理数据四大类，详情见表 1。

表 1：《上海机场时空数据名录》框架表

一级分类	二级分类	三级分类
基础地理数据	影像图	航空影像图
	政务图	上海市基础地图
市政公共数据	水系	
	地块	
	市政交通	
	境界	
	地形	
机场通用地理数据	运行资源	运行分区
		跑道
		滑行道
		机坪
		设备停放区
		飞行区内车道
	重点建筑	建筑轮廓
		楼内建筑结构
		楼内分区
		楼内功能区
		电梯
	非重点建筑	建筑轮廓
	场区道路	
	其他机场通用地图数据	
机场专题地理数据	基础资源	非重点建筑内部结构
		工程施工区域
		运行相关设备设施
		管网
	室内设备设施	楼内交通基础设施
		楼内弱电设备设施
		楼内弱电管线
		公共卫生
		公告信息
		旅服设施
		金融服务类
		邮政通讯类
		消防安全类
		餐饮
		商铺
	室外设备设施	场区配套设施
		陆侧交通设备设施
	其他机场专题地图数据	

（2） 基于上海机场地理信息共享服务平台实现时空数据治理

1. 上海机场地理信息共享服务平台建设

建立上海机场的统一时空基准，形成一套涵盖空中、地上、地表、地下、室内、室外六位一体的时空数据体系；形成一套满足专业业务、旅服大众，满足二维、三维，满足精细管理、宏观决策的时空信息服务；建立一套先进的满足上海机场统一管理时空信息资源的机制。



图 1：上海机场地理信息共享服务平台总体设计

上海机场地理信息共享服务平台总体设计分为基础层、数据体系建设、服务能力建设、应用四层。其中：

基础层依托上海机场私有云平台，实现软硬件环境的集中部署，而通过机场私有云可以实现地理信息平台资源的弹性调整，及时满足用户需求。

时空数据体系建设中包含基础地理信息建设、机场专题时空信息建设以及平台运行管控信息建设。此部分为上海机场时空数据治理的主要实施部分，主要通过机场竣工资料收集、市政基础地理信息调用、机场相关业务数据归集等获取上海机场现有时空数据。并通过数据清洗、坐标转换、外业核查等手段，最终形成了统一时空基准的上海机场时空数据成果，并以多种配色方案进行制图，满足对外共享和发布的多种上海机场“一张图”。

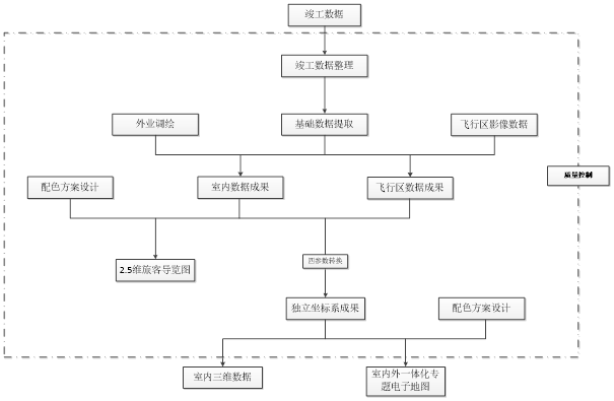


图 2：上海机场时空数据治理流程图

2. 上海机场时空数据/服务归集管理

上海机场时空数据/服务的归集管理主要实现对上海机场时空信息的统一管理，是上海机场对外提供实心服务的官方权威出入口，功能包括用户管理、目录管理、数据和服务查询、服务管理等，通过这些功能为用户提供使用指南和综合服务。具体而言：

一是实现了上海机场时空信息的统一注册与管理：通过对自有服务和专业系统第三方时空服务等进行注册，形成上海机场的时空信息服务目录。

二是实现了上海机场时空信息的实时监控：上海机场地理信息共享服务平台的管理系统能够对时空信息服务的性能、使用情况进行实时监控和统计，并及时调整资源配置，满足用户需求。



图 3：上海机场地理信息共享服务平台监控管理系统

3. 上海机场时空信息服务申请审批

上海机场时空信息服务基于上海机场时空信息服务管理系统进行“申请-审批”制度。具体而言：

上海机场时空信息需求用户申请单位需规范填写《上海机场空间资源需求表》，并由属地管理单位根据业务需求和本部门要求进行汇总初审后提交至集团公司科创管理部，集团公司科创管理部受理后结合集团相应部门的审批意见，最终形成服务清单，授权相应空间数据资源服务。

同时，共享服务过程中，由用户单位提供输入、输出至上海机场地理信息服务平台的相关数据清单并向平台开放共享权限。实现上海机场时空信息体系的不断更新与完善。

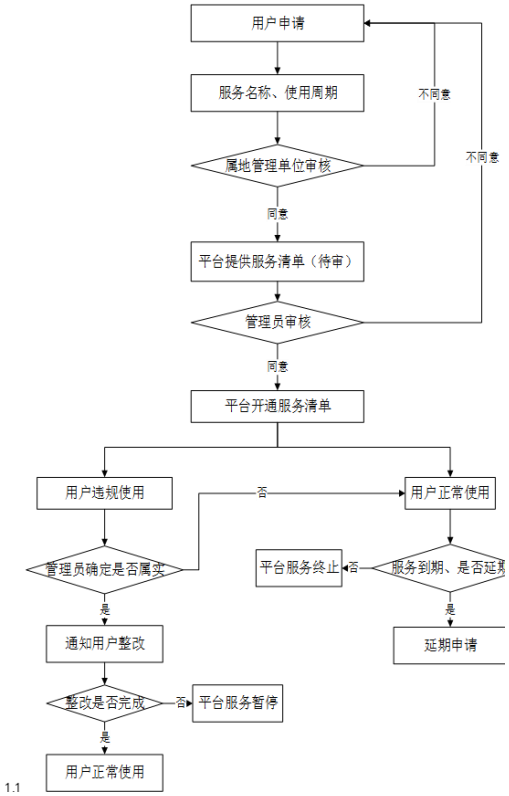


图 4：时空信息共享服务审批流程

（3） 时空数据分区分网精细化权限管控

上海机场根据管理需求、实际业务运行要求及属地化管理原则，上海机场的红线管辖区域内仍需要进一步划分不同的管理单元，且同一种空间要素根据管理主体的不同，可访问权限也不同，因此，上海机场在时空数据治理的过程中同步解决时空信息服务的精细粒度权限管理。

首先，上海机场时空数据治理专班制定上海机场时空数据权限清单表，通过调研和梳理，形成《时空信息名录与权限关系对照表》。

表 2：《时空信息名录与权限关系对照表》样表

用户 / 数据			集团			虹桥机场			浦东机场		
			规建部	科创管理部	……	技术设备部	航站楼	……	技术设备部	航站楼	……
基础地理信息	高清影像	1:2000 及以下浏览	√	√	×	√	√	√	√	√	√
		1:2000 及以上浏览	√	√	×						
	基础地图	审批	×	√	×						
	……			×	×						
虹桥机场	滑行线	浏览		√	×	√	×				
		属性查询		√	×	√					

飞行区		编辑		√	×						
……	……	……			×						

时空信息服务的精细粒度权限管理解决方案，主要实现了如下能力：

1. 时空信息服务可根据空间范围、可见比例尺、要素服务可访问属性字段、特定服务中可访问图层等权限管控；

2. 时空信息服务的数据编辑、更新、审核权限管理；

3. 时空信息服务的可访问有效期、可访问 IP 等权限控制管控。

2.3以点带面，逐步推广时空大数据业务应用

随着上海机场时空数据的治理工作不断推进，上海机场逐步构建了上海机场的时空数据资源体系，并基于上海机场地理信息共享服务平台发布为信息服务，逐步为机场内外各部门提供统一时空、高质量的时空信息服务，并采取“先试点，后推广”的策略。

（1） 试点应用，突出亮点

在上海机场地理信息共享服务平台建设初期，为进一步完善和提升时空数据服务能力，集团首先在驻场部门、集团本部、浦东机场和虹桥机场等部门选取试点应用。如机场公安利用地理信息平台有机整合应用，研发部署合成指挥可视化系统，实现了“系统融合、风险预知、指挥可视”的管理目标。A-CDM 机场协同决策系统利用地理信息平台有机整合核心要素，有效提高了机场生产运行监管水平；土地资产管理系统通过将土地房屋资产信息与地籍、房屋空间要素结合，实现了机场土地权属和房屋租赁的可视化管理，有效提高了资产管理效率。

在试点应用的过程中，上海机场进一步对时空信息服务的数据内容、地图配色、服务性能等进行优化，形成了稳定、高效的时空信息服务能力。

（2） 逐步推广，实现增值

在试点应用的基础上，上海机场逐步将时空数据治理成果面向内部安全、运行、管理各项业务条线，外部向驻场单位、管理部门开放。

目前，建成的上海机场地理信息共享服务平台已向集团部门、两场、驻场单位等近 40 个用户或专业系统提供地理信息服务，且潜在用户仍在持续对接和增加中。平台时空服务满足了用户看、查的需求，解决了专业系统中地图使用场景

从无到有的问题。有力支撑了上海机场上下游行业和业务的管理升级，赋能了专业系统“以图管理 科学决策”治理能力，真正实现了效能增值。

三、应用效果

3.1 形成上海机场统一时空基准的数据底板和标准

上海机场通过对时空数据的集中治理，首次实现了多机场体系的统一时空基准，为上海机场统一管理两个国际大型机场提供了数据底板和标准。基于上海机场的时空数据治理成果，不仅为浦东、虹桥机场的独立坐标系建立了转换桥梁，而且将两场时空信息和业务要素转换为统一坐标系标准数据，形成了上海机场“一张图”，实现了“一图观两场，多图掌全局”。

3.2 实现上海机场内各业务领域的数据共享与融合

经过治理的上海机场时空数据资源不仅极大节约了各部门的重复建设成本，同时有效推动了上海机场各业务的数字化和智慧化发展。首先上海机场时空信息服务为各业务系统快捷展示管理要素的空间分布情况提供了基础底图，同时实现多种关联专题要素基于空间的分层展示和集中呈现，有效提升了机场各管理要素的统筹管理；其次，上海机场各业务条线以机场时空信息为载体，实现了多领域业务数据的共享与融合，各部门的专业数据以时空信息为载体实现汇集，实现了机场时空一张图，有效提升机场的数字化治理能力。

3.3 促进机场与空管、航司及政府的数据共享与交流

基于上海机场的时空信息服务，空管、航空公司及机场三方实现了数据共享和交流，通过统一的时空底板数据，三方信息得以快速集成和融合，形成了“1+1>2”的效果，有效提升了智慧空港各方的管理水平和服务水平。同时，基于上海机场的时空数据治理成果，上海机场实现了与当地政府的数据共享和交流，通过上海机场的时空治理成果，机场的地籍、房屋、道路等基础设施实现了与上海市政府的快速对接，并搭建了数据共享流通渠道，为上海机场协助提升上海城市治理提供了科技支撑。

四、洞察启示

4.1 数据治理是释放数据价值的有效路径

从数据价值实现的路径出发，宜重点从四个方面入手：一是要增大数据体量，将封闭的数据释放出来，为数据分析提供充足的“原材料”。二是要提升数据质量，实现数据标准化，为数据互通和分析提供“可用”数据。三是要促进数据的交易流通，让已有的数据流动起来。通过时空数据服务，打破机场与外界数据交流壁垒。四是要规制数据风险，维护各方主体数据权益，规范数据开发利用行为。

4.2 时空数据治理工作具有示范应用价值

项目建设实施可采用多元化建设运营模式，由需求部门牵头，时空大数据平台建设与运维单位共同实施。建成后的应用系统建设应新增以下三个方面内容：

一是应建设“云+端”一体化服务。可以公开的数据通过宿主环境部署在云端，不宜公开的数据部署在本地数据端。新系统建设优先采用时空大数据平台提供的二次开发 API 接口。

二是应深入挖掘潜藏数据背后的知识与规律。扩充知识引擎，提升面向时空大数据的时空分布、关联分析、深度挖掘等大数据挖掘能力，辅助科学决策、促进精细管理、推动产业发展、满足用户需求。

三是应重视实际业务场景的融合应用。以业务需求为导向，推动关键环节和应用场景的数据流通，推进业务流程再造，实现各保障主体高效协同；推进全领域、全要素运行态势感知、精准监控与准确预测，构建更高水平的多元主体协同运行和应急响应机制，提升运行管理效率和安全防控水平。

4.3 时空数据治理支撑智慧机场建设

以时空数据治理“一张图”为切入点，构建完整的多维度时空数据体系，结合运行数据治理工作，共同组成实现机场生产经营各领域“业务数字化，数字业务化”的核心支撑枢纽——数字底座。数字底座承载着物理世界的真实机场与数字空间的“虚拟机场”的精准映射功能，构成同生共长、虚实交融的基础格局，有力支撑数字孪生机场建设，更将持续赋能机场智慧化建设。

虹桥机场能源数据治理实践案例

单位/部门：上海虹桥国际机场有限责任公司

一、背景和痛点

上海虹桥国际机场位于上海市西郊，距市中心约 13 公里。机场总面积约 8.86 平方公里，机场在跑道东西两侧各有 1 座航站楼，其中 T1 航站楼总建筑面积约为 13.20 万平方米，T2 航站楼总建筑面积约为 36.30 万平方米。

能耗及其关联数据的监测和采集是能源管理中的一个重要环节，是实施能源动态管理的基础。区别于普通建筑的能源管理，虹桥机场要面临的是能源生产、传输、使用的能源流信息，与相关的设施设备状态、用户单位、生产力信息（航班、旅客、货运等）以及各种管理要求等海量信息流交互的大数据信息化转型。

上海虹桥国际机场的用能特点：

能源结构多样；

用能设备复杂；

能源供应集中；

供能区域分散。

尽管我们已经意识到数据是企业的核心资产，但是没有完备的数据资产管理体系，数据要素的生产力就很难发挥出来。然而在数据资产体系构建后，并没有像预期那样实现数据资产化和数据价值化，数据产生的洞察和报表也没有完全收到业务和管理部门的认可。主要原因包括数据质量不高、数据标准不一、数据安全缺位、应用场景匮乏等。

首先，信息孤岛，有数据不能用。数据孤岛可能存在掌握数据的人主观上不愿意共享，也有客观上担心数据共享存在敏感性问题，或数据与数据关联性不够导致不能有效连接。

第二，数据质量不高，有数据不好用。没有统一的数据标准导致数据难以集成和统一，没有质量控制导致海量数据因质量过低而难以被利用，没有能有效管理整个大数据平台的管理流程。

第三，数据不可知，有数据不会用。不知道数据平台中有哪些数据，也不知

道这些数据和业务的关系是什么，不知道平台中有没有能解决自己所面临业务问题的关键数据。

第四，数据服务不够，有数据不可取。用户即使知道自己业务所需要的是哪些数据，也不能便捷自助地拿到数据，相反，获取数据需要很长的开发过程，导致业务分析的需求难以被快速满足，而在数字时代，业务追求的是针对某个业务问题的快速分析。

为了更好的进行数据集成和数据治理，充分挖掘数据的价值，2021 年 6 月虹桥机场启动了“虹桥机场能源管理系统建设项目（一期）”，该项目是基于虹桥国际机场能源管理系统顶层设计，致力于完成虹桥机场能源数据采集层的前端采集设备安装及数据采集共享平台的建设，在此基础上，实现能源管理系统基础可视化功能，为第二阶段实现节能运营与管控打好坚实基础。

二、 实践路径

2.1 案例概述

虹桥机场能源管理系统采用基于工业互联网平台技术架构，结合能源需求和供应方式特点，充分考虑用能与供能之间的匹配关系，运用先进的信息化、智能化技术对机场能源系统的供能和用能进行多种能源匹配、智慧调控，以提升机场能源系统运行的安全水平、控制水平和管理水平，降低机场能源系统运行成本。

本项目主要从以下三个方面发力：1）多源异构数据处理，机场能源系统平台前段继承了 20 多个子系统的数据，数据点多，结构多样，同时实时性要求高，基于工业互联网数据治理等技术为多源异构数据的应用提供基础；2）数据深度挖掘分析，基于工业互联网大数据汇聚和分析技术对海量数据进行挖掘分析，实现源、网、储、荷的深层次优化和服务增值；3）业务模式创新，基于工业互联网工业 PaaS 平台和环境，提供可视化报表工具开发功能，按需定制、敏捷管理，提升系统开发效率，降低机场对系统开发商的依赖。

2.2 总体技术架构

本项目总体技术架构如图 1 所示，分为物联感知层(边缘接入层)、IaaS 层、

PaaS 层和 SaaS 层。物联感知层通过系统对接的方式实现了数据的集成，用到的技术包括不限于数据库同步，RabbitMQ 消息队列、Netty TCP 服务、Web API、OPC DA 等技术。

由于机场的信息和数据都比较敏感，IaaS 层使用虹桥机场的私有云主机和网络，通过私有化部署，可以最大程度保护企业机密不会外泄。

PaaS 层提供了数据中台、容器服务、交付中心、DevOps 和平台管理功能。

SaaS 层参考《民用机场智慧能源管理系统建设指南》的要求，实现了能耗可视、能效可视、能效分析、碳排管理、节能管理和数据治理等应用功能。

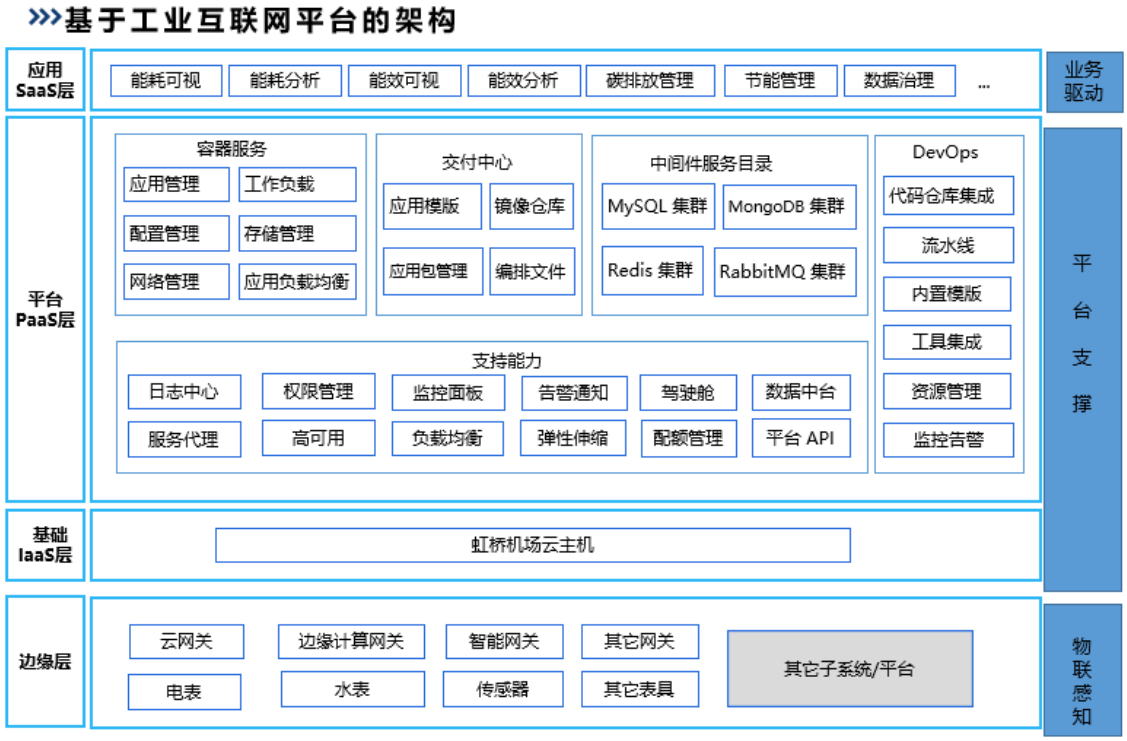


图 1：总体技术架构

2.3 技术路线

本案例主要技术路线如图 2 所示，以云原生、数据治理、物联网、人工智能等工业互联网技术底座为基础，对各种能源的供给和使用情况、系统和设备的运行情况进行集中监视、控制和管理，并通过对各种能源数据进行采集、分析和管理，对机场能源系统的供能和用能进行多种能源匹配、智慧调控，达到多种能源高效利用和综合服务的控制和管理功效，实现安全、高效、绿色、智慧运行的机场能源供给与应用系统。



图 2：技术路线

2.4 数据治理实施方案

开展数据规范化治理工作，对提升机场数据的管理效率，分析挖掘机场能源数据资源利用价值，具有重要意义。

（1）功能架构

机场能管数据治理功能架构设计主要是在数据中台技术底座的基础之上，构建元/主数据管理、数据标准管理、数据质量管理、数据生命周期管理和数据安全管理等数据管理功能，以支持实现数据中台的业务数据化、数据资产化、资产价值化。

（2）数据架构

能源管理数据治理平台遵循分层设计模式，分为数据层，平台层，服务层，应用层。数据层提供数据采集、处理、清洗和加工，平台层提供各种数据治理能力，服务层面向业务用户提供数据服务，应用层提供的数据分析，挖掘能力。

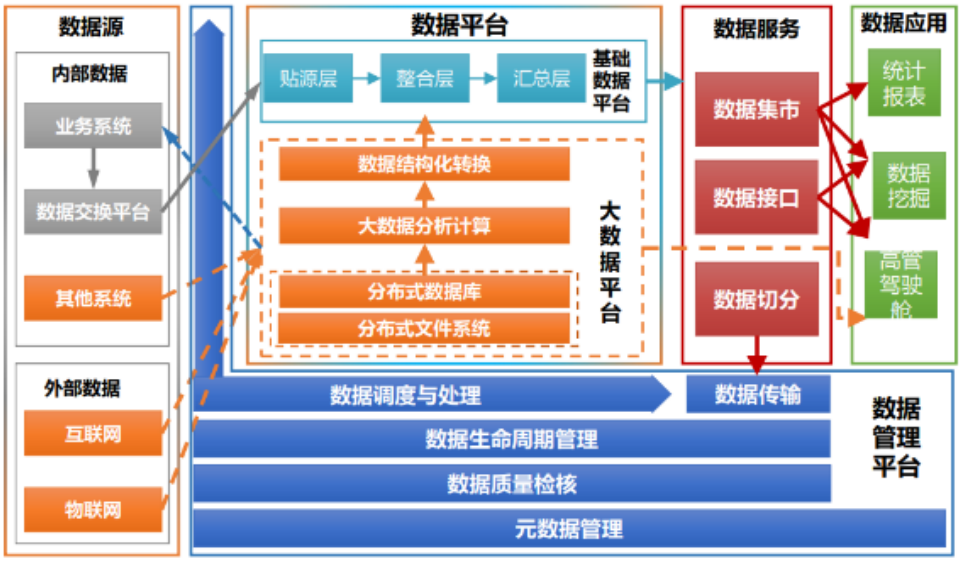


图 3：功能架构、数据架构

平台集容器云、数据汇聚、数据规划、数据开发、数据智能、数据资产、数据服务功能于一体，提供元数据管理，建立数据质量评估体系，通过数据地图，

实现数据资产的数据血缘和数据全景可视；通过数据模型设计、指标建设、标签管理等工具构建统一的企业数据体系，提升运营效率。

（3）数据治理流程

基于机场能源系统现有数据体系考虑，从元数据管理、主数据管理、数据质量管理、数据生命周期管理、数据资产管理和数据安全管理几方面建立闭环式数据治理工作，覆盖数据治理咨询规划、方案制定、执行和评价的数据治理统一流程。

具体实施方案如下：

1）元数据管理

机场能源系统涉及元数据有业务元数据、技术元数据、操作元数据，这些都是元数据管理的范畴，应按照科学、有效的机制对元数据进行管理，并面向开发人员、最终向用户提供元数据服务，以满足用户的业务需求。本案例中元数据管理从功能上主要包括：元数据采集服务，元数据存储服务，元数据管理，分析服务，接口管理服务。

本案例中元数据采集，支持从内外部不同数据源批量导入元数据的功能，通过配置调度策略，实现各类元数据自动采集功能，还支持手工采集功能，对于不在调度周期中发生变更的元数据，可通过手工采集功能及时采集更正元数据信息。

元数据采集完成后，根据规则进行元数据分类，存储在数据库中，支撑元数据统计、查询、血缘分析、影响性分析、数据资产地图，接口服务等元数据应用。

2）主数据管理

机场能源系统涉及的主数据种类繁多，数据量庞大。因此对主数据管理，主要采用集中管理模式、源头管理模式和协同管理模式，提供多种服务方式，包括对数据使用者提供数据汇聚，数据存储，数据开发，数据分析能力。支持根据存储引擎分类主数据、支持通过数仓分层管理存储数据、支持系统通过 API 发布数据接口，系统通过发布的 API 接口调用平台主数据，同时，API 接口发布过程中，还可设置流量控制，进一步对主数据的访问做管理。

3）数据质量管理

机场能源数据常见数据质量问题产生的原因如：源系统业务人员录入不规范；源系统设计缺陷导致数据质量问题；逻辑设计问题导致特定情况下出现错误数据；

关联性较强的流程设计缺乏有效衔接；数据上报不及时；各源系统相同含义数据标准不一；数据增值过程中，每次加工转换产生了新的质量问题。本项目设计开发数据质量管理工具，提供完善的数据质量评估体系，合理的数据质量管理整改流程以及清晰的数据质量管理质检报告，以支撑机场实现能源数据质量管理。

能源数据质量管理中进行了电力数据延时性监测、航站楼电耗阈值监测、航站楼用水阈值监测、能源中心冷机运行数据监测、楼宇自控信息监测等多项数据质量监测服务，并提供多维度质量分析报表，辅助管理运行人员对问题数据进行质量分析，以便用户进行有针对性的质量改进。

4）数据生命周期管理

数据本身存在着从生产到消亡的生命周期，在数据的生命周期中，数据的价值会随着时间的变化而发生变化，数据的被采集粒度与时效性、存储方式、整合状况、呈现和展示的可视化程度、分析的深度，以及和应用衔接的程度，都会对数据的价值的体现产生影响。

本项目支持数据资产全生命周期管理，从数据采集，数据存储，数据处理，数据可视化展示，到数据应用，提供全生命周期管理控制。

5）数据资产管理

虹桥机场数据资产管理包括数据资产概览，模型库，指标标签库展示，数据目录，元数据采集展示，数据血缘分析展示等功能。强大的资产数据资产检索能力，可根据各种维度指标对检索平台中各种类型的资产，列表显示检索出来的资产；清晰的数据目录，可根据不同类型源数据分类展示；可靠的数据血缘分析，为应用提供业务支撑。

6）数据安全管理

本项目基于数据安全原则，以数据安全分级为基础，建立覆盖数据生命周期全过程的安全防护体系，并建立健全数据安全组织支撑。整个安全管理过程中，支持数据的分类分级，数据脱敏，数据加密，数据授权，质量监控等功能，确保数据的安全合规使用。



图 4：虹桥机场能源数据治理

（4）数据分析与报表开发

本项目通过整合综合供水/排水系统、综合燃气监控系统、T1 航站楼 BA 系统、T2 航站楼 BA 系统等 20 多个系统的数据，利用报表技术建立集成统一的数据分析应用工具并对数据进行深入分析和报表应用，集中相关业务数据于一体，支撑能源分析和经济效益分析。



图 5：虹桥机场能源报表

（5）数据可视化展示

本项目基于 3D 可视化技术，联合云计算、大数据、物联网平台等建设，构建“态势一张图”，实现全要素可视。将机场内各能源相关资源整合，以 2D+3D 可

视化形式进行展示，为机场的能源管理工作安排和经济效益分析，提供了有力的数据支撑。通过直观的可视化数据展示，对机场用能数据进行实时监控，做到运行监控一目了然。





图 6：虹桥机场能源一张图

三、应用效果

3.1 工业领域数据治理应用效果

本项目所述的能源管理系统，基于云原生 PaaS 平台，搭载了面向通用用户需求的机理模型开发工具、可视化工具、大数据治理等多种核心工具平台，叠加工业微服务、大数据建模分析等创新功能，构建可扩展的开放式系统，建设“数

据+模型”驱动的云服务环境。聚焦机场数据管理、能源管理、业务管理等多个功能维度，取得较为显著的管理效益。

3.2 能源数据治理平台应用效果

通过建设数据中台，提高数据的质量（准确性、及时性、完整性、唯一性、一致性，有效性），增强数据的安全性（保密性、完整性及可用性），实现数据资源在各组织机构部门的共享，推进数据资源的整合、服务和共享，从而提升了单位信息化水平，充分发挥数据资产作用。

通过实施数据治理工具，提升了数据质量，对节能诊断、负荷预测提供了良好的数据支撑，为助力双碳、降本增效发挥了较大作用。

四、洞察启示

（1）数字化，“以建促用”打造数据平台

数据本身不产生价值，需要结合业务场景，由配套的组织体系和方法论实现平台与业务的有机结合。**首先**，平台要以用户为中心提供自助式服务能力，增强运维数据运营效能，为用户提供直接获取有价值的数据的能力，方便用户对数据的获取和分析。**其次**，提供人机协同应用能力，增加用户粘性，方便用户将运营经验数据沉淀为知识，形成专家知识库，将机器优势与运维专家经验相结合，形成对数据洞察与预测能力，支撑辅助决策、执行自动化任务的闭环。

（2）标准化，“群策群力”制定数据标准

在数据标准的制定过程中，有几点体会：**组织比制度更重要。**专业的人做专业的事，建立完善的数据标准管理组织是做好数据标注化工作的必要条件，只有建好了数据标准的组织，数据标准化的过程才能获得有效支撑。**要着眼当前，更要兼顾未来。**数据标准体系的建立是一个长期渐进完善的过程,不可能一蹴而就，不能过于考虑现状，只考虑解决眼前问题，而忽视未来的业务发展。**数据标准要为人服务。**数据标准化的过程也不能过于严苛，不能死板的要求业务系统必须进行标准化改造，这样往往会导致项目失败。而是应该多方人员的诉求、团队成员的可接受能力，综合考虑数据标准化的推进速度等。

（3）协同化，“系统思维”探索能源管理

推动跨单位协同，实现从供能侧保障向用能侧服务的转变。通过拓展服务半径，构建多维度的机场用能服务体系，拓展能源管理的广度，实现广域的用能服务输出，布局机场区域整体用能管控从而打造安全和绿色供能共同体。**推动跨系统协同，实现源网荷储用一体化。**通过技术方式对电力源，电力网，负荷，储能、用能进行一体化的调配和控制，通过全链条的管理，实现真正意义上的资源调配。从而达到对于清洁能源的合理利用和内部供配电资源的平衡。**推动跨区域协同，实现内外互联多方共赢。**鼓励机场内外、行业内外、供方用方、机构厂商等多方参与机场能源建设，比如科研创新、新技术落地、合同能源等等，适时把握时代发展的机遇，推动能源要素配置更新迭代和自身专业技术提升，扩大区域控制力和行业影响力。

基于大数据运用的机场安检管理

单位/部门：上海虹桥国际机场有限责任公司/安检护卫保障部

主要人员：沈炜平、盛健、张涵、邱伟斌、潘晨

一、背景和痛点

1.1 基于大数据运用的机场安检管理背景

（1）应对城市发展战略提出的现实要求

在全球化、信息化的时代特征之下，民航运输业发挥着现代化城市经济繁荣的基础支撑、重要组成和持续驱动等不可替代的影响作用。近年来受到地域空域的限制，旅客吞吐容量基本饱和，上海虹桥机场无法继续在运营量上创造更多的增长空间。在服务城市发展的战略需求日益凸显，机场整体资源十分有限的尖锐矛盾下，虹桥机场以求新求变的主动思维，聚焦机场运营主业，通过运用大数据技术为核心的多种科技抓手，谋求高品质发展新路径。

（2）应对技术变革之下的行业激烈竞争

民航运输业作为辐射范围最广、数据流动速度最快的行业之一，在客户需求趋于多元和个性定制下，谁能利用好信息技术实现机场运行效能的优化升级，谁将更容易在与国际国内其他枢纽机场、其他交通运输方式的激烈竞争中得到客户青睐。虹桥机场很早就敏锐捕捉到作为新型生产要素的大数据技术的巨大潜能，超前布局，力争主动，在庞大的旅客出行数据中，建立对数据采集、存储、处理、分析、安全管理的全环节覆盖和全生命周期管理的大数据运用体系，充分挖掘数据价值、不断释放数据红利、主动推进全行业数据信息协同共建模式。

1.2 基于大数据运用的机场安检管理所面临的问题

（1）企业内部精益管理面临的诸多挑战

机场内部管理长期面临着诸多挑战。例如人员勤务管理方面，机场一线保障人员人数多、岗点分布广，而业务工作量又存在跟着航班走、分时段大幅波动的特点，所以勤务方案的布置往往需要依靠历史经验和管理人员对当前运行状况的临时判断，管理信息化程度不高，在旅客量持续高位运行的情况下，极难达到精

益管理的要求。又如人力资源配置方面，因为民航行业风险高度密集的特性，旅客出行流程环环相扣、过程运行情况较为复杂，导致了企业人力成本的不断攀升，而业务工作的主要内容又较为重复且强度较大，造成了员工觉得累、旅客觉得烦、管理觉得难的局面，使得企业的部分资源走向低端甚至是无效供给。

（2）机场信息化发展现状的瓶颈问题

虽然机场各部门的生产类系统筹建较为全面，能够满足机场整体业务运行要求，但在信息集成、管理决策、综合应用等方面，仍旧与企业的战略定位存在一定差距。以安检护卫保障部为例：2016 年 12 月前，该部门自主建设的安检信息管理系统和安检分层管理系统均为生产类系统，未建立整体业务运行管理和综合功能集成管理的系统。海量的旅客出行数据完全并且仅仅用于部门生产作业，系统交互协同模式较为单一，信息和数据挖掘应用能力有限，整体信息化水平中等，缺乏未来业务拓展的弹性发展空间、难以满足机场中长远发展的规划布局，系统“单打独斗”的状态亟需优化。

二、实践路径

2.1 明确大数据运用体系的基本思路

（1）分析大数据运用体系的总体应用方向

基于生产业务和价值链的情况分析，如图 1 所示，虹桥机场以航空运输为核心业务，在客运和货运复合的业务体系下，客运业务比重更大，所以在机场的业务价值链上，旅客出行的全流程安全保障服务和相关业务环节的无缝衔接无疑是关键重点。依据公司区域化管理专业化支持的运营模式，安检护卫保障部是负责提供旅客出行安全检查服务、承担空防安全支持保障的主体部门，该部门运行的最大特点之一就是生产数据流繁杂庞大，直接影响机场的运营全局，部门的业务特点决定了大数据技术在安检有效发挥治理能力，进而提升公司整体智慧运营、旅客智慧出行的可能。

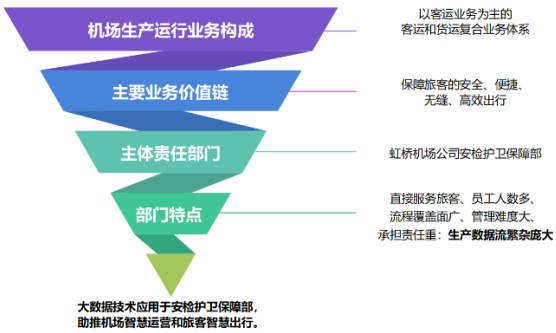


图 1：基于生产业务特点和价值链的大数据应用方向分析

（2）制定大数据运用体系的主要目标规划

安检护卫保障部针对大数据在部门业务流程中的综合应用方向，形成了大数据运用体系四大要求和目标规划：一是需要形成从采集、存储、分析到应用的大数据健康发展体系，将大数据技术运用作为企业的高质量科技投资和构建机场智慧运营的新基建；二是大数据的应用要与精准服务旅客需求、服务航班生产等深度融合，为客户创造更多高附加值的服务产品，提升企业核心竞争力；三是大数据技术运用重点是面向管理而不是面向生产，要充分发挥大数据在提升企业现代化管理决策方面的效能和科学性，尽可能地破除瓶颈和难点痛点，促进企业整体运行效率的全面提升；四是提高整体站位，从长远长效的发展角度和全国民航的全面合作趋势考量，预留大数据在共享共建方面的弹性发展空间。大数据运用助推机场智慧出行的整体目标规划如图 2 所示。

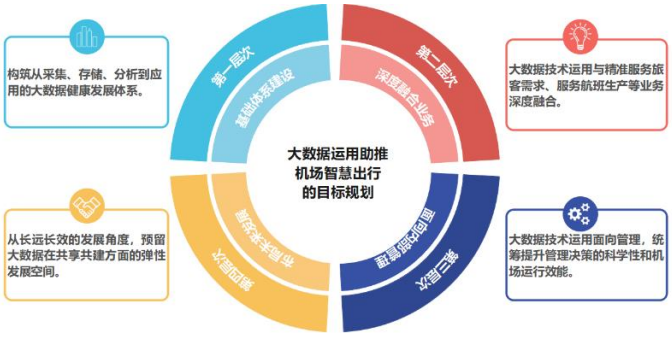


图 2：大数据运用助推机场智慧出行的四大目标规划

（3）打造大数据应用的解决方案和实践路径

安检护卫保障部通过充分调研国内外优质的大数据应用解决方案和实践经验，结合对实际业务和旅客需求的充分掌握，制定了“构筑一套支撑基础、打造一整个运行平台、开发一系列深度应用”的实施路径，为大数据运用助推机场智慧出行在全行业内的率先突破提供了典范式案例。如图 3 所示，一套支撑基础是指数据采集和存储过程中，做好硬件体系、组织架构、制度规章等基础

的功能性支撑；一整个运行平台是指与组织架构精准联动，为大数据的挖掘分析所打造的集中运行管理平台系统，让大数据平台作为催化剂，加速将生产系统“单打独斗”转换成高度集成、融合交互能力突出和管理优势明显的“组合拳”；一系列深度应用是指聚焦大数据分析所显现的特点，采用目视化、移动端等呈现方式，实现针对旅客出行智慧便捷、安全裕度稳步提升、内部管理精益科学、产业布局优化调整等多层次多方位应用场景下的功能开发。

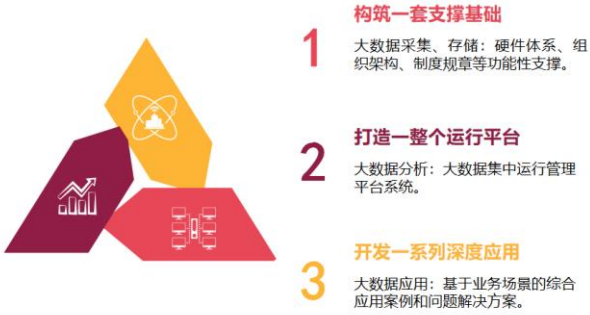


图 3：大数据运用助推机场智慧出行的“三个一”实施路径

2.2 逐步构筑大数据运用体系的一套支撑基础

（1）引入覆盖旅客出港的全流程技术设备基础

一方面为了提升服务品质、降低人力成本，另一方面为充分做好大数据运用的前置性技术设备基础建设。安检护卫保障部联合兄弟单位：一是依托全流程不同环节的业务要求，推进民航局局方和行业普遍认可的成熟度好、性价比高、精准度强、实用性优良的技术设备的研究和部署，全面细化引导提醒、植入温馨问候内容，让旅客在整个出行链条上体验扫码过闸、人脸识别、毫米波无人近身检查、人包对应、AI 智能辅助判图等带来的科技感、自助感、自在感，避免过多人为因素干扰和接触，兼顾通关效率和安全彻底性，给予旅客便捷舒适的体验，高新技术设备部署前后旅客出行对比如图 4 所示；二是重点聚焦整个安全闭环管理的重要岗位、要害区域的安全治理，提升技术设备在突出风险点的应用占比和辅助能力，规避大量人力消耗在机械、重复的作业上，降低人为因素造成的风险隐患；三是同步实现海量旅客出行数据的长期全面采集，高性价比技术设备覆盖全流程，为持续针对性分析和研究数据信息提供技术设备采集基础。

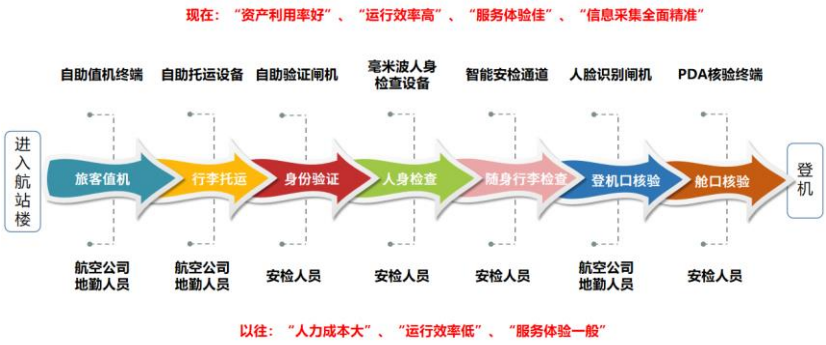


图 4：高新技术设备部署前后旅客出行对比

（2）组建大数据综合运用的信息情报分析机构

安检护卫保障部专项优化了作为现场运行管控核心科室的运行管理中心（SOC），如图 5 所示，在运行管理中心下设 2 个部门，分别为现场处置部、信息分析部。根据职责调整和管理分工，该中心的岗位编员优化发展至涵盖中心主任、党支部书记、旅检服务主管、各分部部门经理、值班员、信息统计分析员、投诉咨询管理员、监控员、复查员等十多个岗位，并且后续部门还在信息分析部的基础上筹建了安检信息情报中心，全面提升了对现场信息和数据研究利用的把控力度和有效程度，不断激发数据应用的创新潜能和活力。

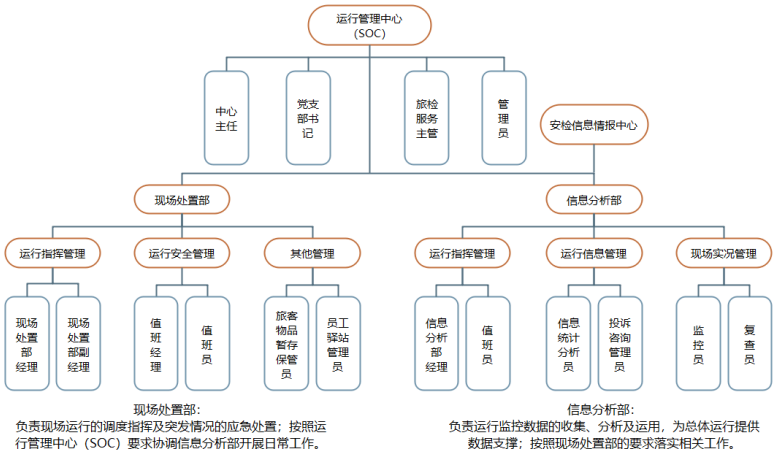


图 5：运行管理中心（SOC）组织架构及职责

（2）制定设备应用和数据分析的标准制度规范

一方面，安检护卫保障部在针对数据采集、研究分析等过程中，数据的确权、采集范围、开放范围、交互范围、使用范围、存储时限、风险管理等构建了安全管理制度，实现对旅客隐私数据的有效保护，确保了大数据研究和应用环境的风险可控。另一方面，针对技术设备体系的建立促使员工劳动过程从机械重复的体力劳动转向偏向知识型的脑力劳动这一改变，建立了完备的硬件使

用操作指南、流程优化方案和与之配套的应急预案手册，既促进了人机和谐的协同作业水平，确保相关技术设备的效能在落地过程中得到充分的发挥；又健全了应急处突能力建设，为设备故障等突发状况提供降级机制和灾备方案，保障了业务运行和航班生产的连续性，为旅客智慧出行持续护航。

2.3 逐步打造大数据运用体系的一整个运行平台

从基础数据互联到管理决策平台的集成，安检运行管理平台主体架构和技术实现路径，可以看出安检运行管理平台的主要定位是面向管理，完全符合战略规划初衷，如图 6 所示。这一平台需要基础的生产系统数据作为支撑，且与生产系统剥离开来，确保生产数据和管理功能不发生冲突、不对底层数据做“直接编辑”，保证了底层数据的绝对安全性。通过大数据采集分析，对机场业务相关的生产数据实现高度集成，聚焦安检的主要职能，衍生建设目视化管理和运维平台，建立对机场整体安全态势和运行风险强有力的安全管理能力；通过对大数据综合挖掘，促进对机场客户需求的精准把握和旅客出行的智慧化探索，不断优化调整旅客出行流程和商业区的宏观布局；通过大数据应用开发，面对传统管理模式的短板和痛点，实现科学有效的企业内部治理能力建设。

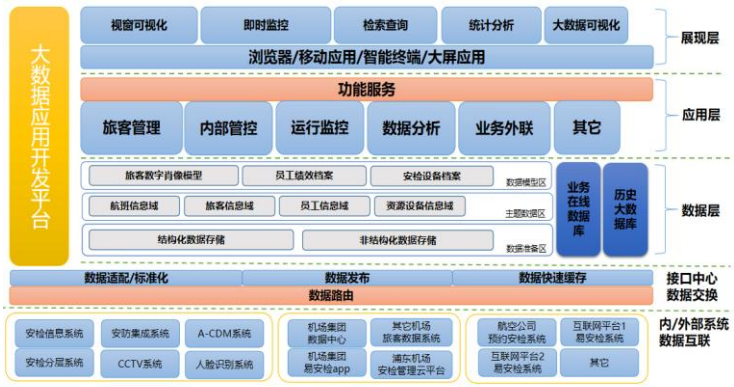


图 6：安检运行管理平台主体架构和技术实现路径

2.4 逐步开发大数据运用体系的一系列深度应用

（1）建立虹桥机场“易安检”，创新旅客安检模式

虹桥机场“易安检”计划正在全力、有序推进，主要包括三方面的工作：一是基本完成旅客安检诚信行为评价系统建立，所有从虹桥机场出发的旅客均已实现按照民航局标准的评分评级，如图 7 所示；二是全力研发面向旅客的“易安检”

入口，并可搭载在机场、航空公司及各大互联网平台 APP 上，旅客可以进行实名信息的自主申报和安检预约；三是稳步试点面向一定范围旅客的预约安检通道，从实际操作的业务层面分步推进旅客分类、旅客预约、差异化安检的工作。



图 7：旅客安检诚信行为评价系统主要数据模块

（2）建立全流程“无纸化”出行，优化旅客安检流程

安检护卫保障部充分借助运行管理平台，结合技术设备等硬件体系的部署过程。提出了本场旅客“无纸化”出行的实现方案：通过新技术应用和适应性流程再造，全面支持旅客持二代身份证或二维码电子凭证自助过检和登机，实现“一证通关”。通过半年多上下游各部门、各环节的通力合作和积极推进，最终实现了贯通旅客便捷出行体验的完整链条。

（3）建立 AI 智能判图模式，提升物品查验效率

安检人工智能辅助判图系统通过将人工智能算法技术应用于常见违禁品的自动探测，并基于安检现场的局域网系统进行部署的人工智能产品。该系统能够将各通道 X 光机使用 FISCAN 违禁品智能探测系统软件的客户端产生适合智能识别格式的图像，发送给算法服务器，由算法服务器执行人工智能算法进行违禁品探测，最后将探测结果返回、记录，可以实现对违禁品实时的报警、安检过程中的抽样监控，如图 8、图 9 所示。

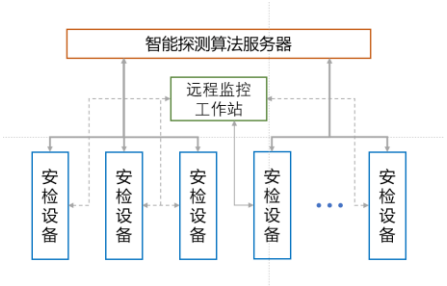


图 8：AI 辅助判图系统架构



图 9：AI 辅助判图系统操作界面

（4）建立实况可视化模块，强化全环节风险管控

面向全局性的运行管理，主要是以安检信息情报中心为组织依托，通过大数据平台对虹桥机场所有涉及安防资源的生产系统数据进行有效整合、分析，对现场全局运行实况、安检通道区域实况、旅客登机实况等实现宏观把控，基本实现了统一的安全和安防管理平台搭建，填补了安全检查业务集成管理平台的缺失。其中，安检运行实况图和信息情报中心的可视化部署情况分别如图 10、图 11 所示。



图 10：安检现场运行实况图



图 11 安检信息情报中心

（5）建立业务数字化平台，实现全要素效能提升

一是通过大数据分析，对旅检通道员工进行考勤统计、对工作内容详细记录、对岗位绩效统计分析。二是通过基于企业微信的运行管理移动端的开发，实现面向管理层的随身工具，随时了解安检运行实况、运行报表、航班安检、当日值班等各类安检运行情况。三是通过对待检区安检排队的监控分析，利用运行管理系统的平台优势，将图像智能检测作为数据源，建立安检区域排队模型算法，辅助后台监管，如图 12 所示。

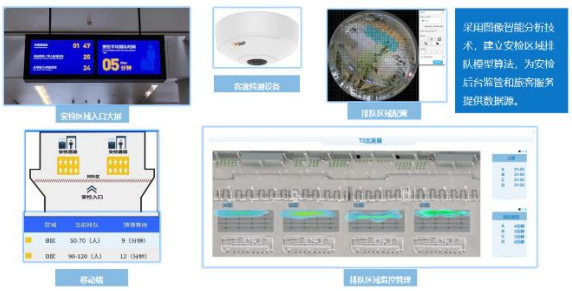


图 12：待检区旅客流量监测功能示意图

（6）建立数据共建共享机制，推动全行业信息融合

一是加强与虹桥公司职能部室、兄弟单位的协同配合，构建全方位纵深推进的机场一体化安全建设、联动机制；二是主动加强与空港社区、兄弟机场的密切沟通，击破跨区域技术壁垒，加快形成全行业数据链条的无缝共建、共享、共赢，稳步推进行业的责任共同体建设；三是加强安全信息、安全文化的技术宣传能力

和辐射作用，通过加大正面影响和正向引导，加快实现行业内外的安全共识建设，加速推进数据支撑下的“大安全”环境建立。

三、应用效果

3.1 为安保经济的最佳平衡创造了更好的结构性调整

在大数据运用体系的建立过程中，一方面，成熟完备的技术设备部署能够取代人工操作，实现人力成本的合理控制和有效缩减，例如：虹桥机场是全国首家获得民航局批复同意自助验证闸机取代人工验证的机场，既降低了企业的成本投入，又实现了业务运营的技术升级；另一方面，依托数据平台形成企业知识型人才发展渠道，人员结构从人海战术转型至知识型、服务型技能人才为主，员工从重复劳动中解脱，转向专业化、智慧化的技防人防协同作业，有限的安防资源精准投放，实现了劳动产出率的大幅提升，助力创造安保经济的最佳平衡。

3.2 为内部的精益管理提供了更多解决方案

大数据的综合应用，为企业的运行管控、人员的内部勤务管理提供了强有力的科技支撑作用，为旅客的智慧出行提供了稳健的安全保障。较大程度规避以往经验主义和主观主义为主导的管理风险，内部管理决策和勤务安排更加科学、运行管控信息化和目视化程度不断提升，稳步助力实现卓越运营的愿景。通过大数据研究分析，深度挖掘数据价值、不断释放数据红利、主动推进协同作业，实现了在风险高度密集的行业特性下的企业精益管理，持续保障了进博会、两会等各类重大保障任务的圆满完成。社会安全公信力不断提高，强化了旅客选择航空出行的意愿和信心；社会效益不断提升，服务城市发展能力持续加强，营商环境保障能力更加显著。

3.3 为旅客创造了更多的高附加值服务产品

基于大数据运用的机场安检管理，全面优化了旅客的出行流程和服务体验，实现了端对端的出行方式，旅客可以在家里完成值机，可以高效、自助地通过安全检查环节，更少的时间用于安全检查，更多的时间可以用于航站楼商业消费。全流程实现近乎无人员干扰的出行体验，真正满足了旅客对便捷出行和品质服务的需求，是对真情服务内涵的全面践行，旅客满意度逐年上升，虹桥机场成为商务旅客的钟意选项，实现运行体量的量变向精品航线的质变转换，营收能力明显

增强。2019 年，虹桥机场成为 Skytrax 国内首家 4000 万级“五星机场”。在国内相关测评中，虹桥 T1 航站楼入选中国民航首批“四型机场”、连续六年荣获 CAPSE 年度“最佳机场”，在智慧发展和价值创造方面彰显了企业强劲的核心竞争力。

四、洞察启示

根据“智慧机场”、“科技兴安”的发展理念，结合“四型机场”及集团十四五规划要求，虹桥机场清楚认识到安检所处的历史发展阶段，坚持以创新驱动、技防协同、追求实效技术的发展策略，坚持以旅客需求和企业管理问题为导向，推进基于大数据运用的机场安检管理项目，构建了全国民航枢纽级机场安检的数字化转型样板案例。数据沉淀能力、安全品牌建设、服务保障品质、运行管控水平全面升级强化，实现了安检一体化管理平台和大数据技术的综合运用，实现了航班生产运行的平稳衔接和整体运行的安全治理，实现了全国标杆级安检的智慧化管理建设，为解决行业的难点、痛点问题提供了典范参考，获得了民航局局方和驻场航空公司的充分认可。北京首都机场、杭州萧山机场、昆明长水机场等安检同仁曾先后针对相关的信息化建设方案前往虹桥机场实地考察，侧面表明基于大数据运用的机场安检管理项目具备良好的可推广性和可持续发展的广阔空间。

在日益严峻的安全形势下，近年来不管是在国际上还是国内，各个机场都在航空安保方面不断加大投入。民航主管部门也制定了很多密切相关的政策法规，对机场安检模式的构建和完善起着指导和推进的作用。虹桥机场本着坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的安全理念，积极探索研究航空安保管理体系的建设，稳步推进智慧机场的安保专业化进程，着力开展“政策标准化、情报一体化、装备智能化、检查差异化、管理信息化”五个方面的工作，为全行业打造“智慧出行”新模式接续拼搏、砥砺奋进，迈向“百年门户，世界枢纽”的新征程，书写新时代上海机场高质量发展新篇章。

白云机场数据治理实践

单位/部门：广州白云国际机场股份有限公司

主要人员：杨洪宇、陈丰华、姚远、赵铁柱、字丽娥

一、背景和痛点

2017 年，白云机场制定了科技机场规划，提出建设和完善信息化体系、深化全流程自助服务、提升智慧服务水平、强化智慧运行能力、提高智慧安全裕度、夯实信息基础设施、加大技术创新。2018 年，提出通过打造“4 个 ONE”工程（一朵云、一张网、一幅图、一个身份），强化“5 个 SMART”（智慧生态、智慧服务、智慧运营、智慧安全、智慧商业），加强智慧机场建设。但是在推进各项工作的过程中，面临以下问题:

1.1 信息孤岛众多

经过多年的信息化建设，白云机场构建了庞大的信息系统体系：股份公司层面建设了包括集成系统、A-CDM 系统、安检信息系统、能源管理平台、OneID 平台、“机场通”平台、财务共享中心等 50 余套平台类的生产、经营、管理系统；下属各单位在使用股份公司统建系统的同时，还根据自身业务需求，逐步建立了 60 余套业务信息系统。这 110 余套系统间存在交互断点多、数据散落、信息孤岛等问题，管理、运行、安全、服务等业务信息尚未完全贯通。

1.2 数据不一致

由于各系统中的数据都是自成体系、分散管理，公用的主数据也不例外，这就造成不同系统对同一个业务实体的数据描述不一致、数据代码各异等情况，以致无法对不同源头的数据进行归并、无法消除数据冗余，从而给数据融合和数据共享带来困难。比如运行保障数据，每个系统都有不同的运行保障代码、运行保障信息和运行保障状态描述，将数据集中到机场运行保障系统中后，无法对来自不同系统的客户数据进行合并，无法消除一个保障环节有多条重复记录所带来的数据冗余，无法满足运行保障分析分析的要求。随着数据开发利用工作的推进，

数据方面存在的问题也愈发突显。

1.3 数据标准不统一

在以往的信息化工作中，信息系统大都是在不同阶段针对不同业务需求建设起来的，虽然一些业务系统内部已经形成了一些局部、独立的数据标准，但是不同业务系统之间未能形成统一的数据标准，各系统都是基于自己的需要定义数据代码、数据规格和语义，致使不同系统之间的数据标准存在较大差异，难以实现数据融合和数据共享。比如运行保障数据，有的系统用 UN／code 标准，有的系统用自定义标准，这就造成了数据缺乏统一标准而无法融合。

1.4 数据质量不高

缺乏有效的数据质量管理，对数据采集、数据传输、数据存储、数据转换处理等缺乏质量控制，导致数据质量参差不齐，数据的完整性、准确性和有效性低，存在诸多数据垃圾，难以发挥数据的价值。

1.5 缺乏数据管理机制

数据管理机制尚为空白、数据（编码、属性）定义不统一、各层级标准自成体系、顶层标准执行不彻底、系统平台不统一。

因此，加快白云机场的数据规范化、信息代码化、数据资产化，以及统一组织开展数据治理工作，从根本上提升白云机场的主数据管理水平和信息化条件下的管控能力迫在眉睫。

二、实践路径

为解决上述问题，白云机场自 2017 年开始，逐步开展数据治理工作，通过以数据资源创造价值为长远发展目标，深挖业务和管理需求，从股份公司层面自顶向下统筹规划布局，制定主数据标准体系，搭建集中的主数据管理平台，促进内外部数据融合共享，完善数据安全管理体系，并分领域逐步深入开展数据治理工作。

2.1 构建主数据标准体系

主数据是信息化、数字化建设的重要内容，也是在建设智慧机场体系过程中实现信息交换和集成的基础。可以说，没有良好的数据管理能力，信息化、数字化工作将无法有序推进。因此，想要实现智慧机场建设，必须从数据基础抓起。

白云机场庞大的信息系统体系在满足专业应用需求和航班生产保障的同时，由于各信息系统的业务要素定义自成体系，数据含义、属性不统一，编码规则不一致，导致各系统间数据交换与共享的困难，在一定程度上割裂了业务的连续性。

为了保障生产、经营和管理活动中的数据规范化，数据采集的完整性、及时性、准确性，实现业务数据的交换与共享。确保机场各保障工作有序推进，并对各类管理数据进行统计分析，提升机场对生产运行的管控能力，白云机场于 2017 开始信息化系统的数据规范研究，并于当年发布了白云机场数据规范。数据规范的主要内容是对主数据的定义，主数据包括术语、缩略语、主数据描述方法及规则、主数据使用、机场业务主数据目录等内容。术语用来定义航班性业务管理中的主要业务事项或信息对象，如定期航班、旅客舱单等。数据规范所确定的主数据来自于白云机场生产、经营和管理，参考了民航局及行业内所颁发的相关规范标准，规定了这些主数据的定义、使用等有关标准和要求，包括主数据的中文名称、英文短名、标识符、说明、数据类型、表示格式等。

2.2 搭建集中的主数据管理平台

白云机场通过数据治理平台建设，实现机场主数据的统一管控、统一标准规范，建立统一数据仓库和实时数据交换服务，在此基础上，实现数据的智能化应用。白云机场数据治理平台从数据和功能的角度可以分为数据存储层、数据计算层、运行管理层、数据管控层、数据处理层五个部分:

（1）数据存储层。数据存储管理层实现平台采集和产生的数据存储，包括结构化数据存储和非结构化数据存储。

（2）数据计算层。针对白云机场相关业务应用，比如实时数据服务、历史数据分析挖掘等，通过分布式计算、内存计算等高效计算方式，完成前端应用对数据中心实时性计算的要求。

（3）运行管理层。完成对数据业务调度规则制定，实现对数据安全的管理、对数据操作日志的审核管理等。

（4）数据管控层。通过数据治理实现对元数据的统一管理，制定数据交换标准、数据目录服务标准、实现对数据质量的管理。

（5）数据处理层。数据处理层包含数据源、数据交换、数据整合和数据应用四个内容。

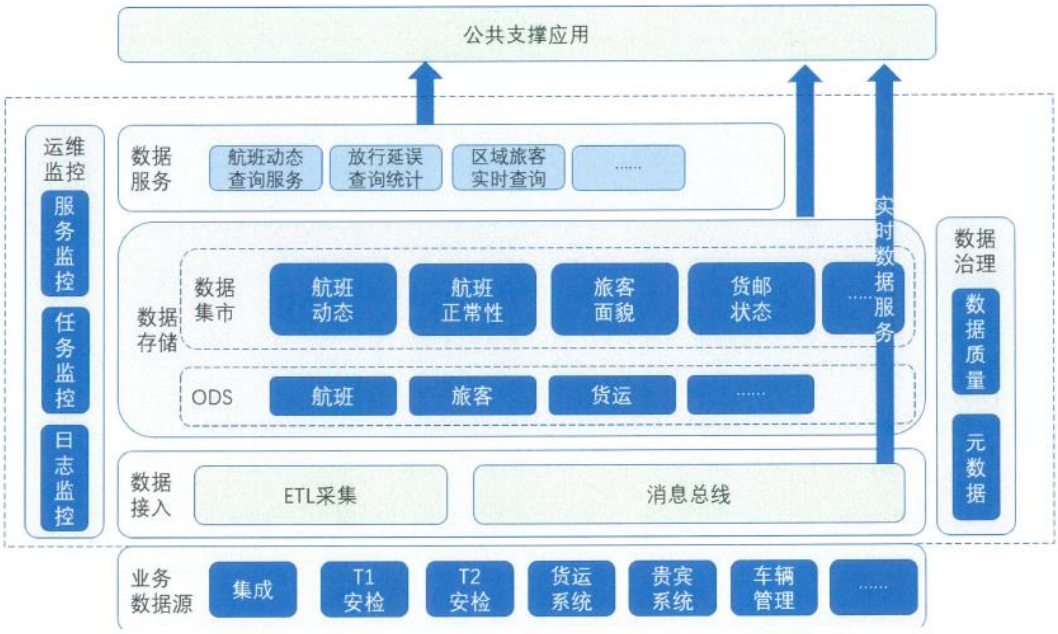


图 1：白云机场数据治理平台架构

2.3 逐步在各业务领域深入开展数据治理工作

（1）梳理数据资产现状

在制定好主数据标准后，白云机场逐步启动各业务领域的数据治理工作。比如在运行领域，全面梳理了核心生产运行系统，完成了白云机场航班保障节点、白云机场外部数据源航班动态数据现状，关键数据项间的逻辑关系、计算规则、触发条件以及相关数据流转过程等梳理工作。

（2）清理数据，保证数据的完整性、准确性和唯一性

根据数据资产现状梳理和主数据标准规范，对各业务领域的历史数据进行清洗、排重、编码，保证数据的完整性、准确性和唯一性，并且对已上线、在建业务系统，根据系统所处阶段及重要性的不同，采用“完全、映射、择机”不同的策略导入标准数据。

2.4 持续促进内外部数据融合共享

数据治理的目的，最终是为了更好地开发利用数据，实现业务运营数字化和管理决策智能辅助，从而提升企业的运营效率和市场竞争力。因此，在开展数据治理的同时，白云机场积极促进内外部数据共享，包括:

航班保障数据共享: 一是通过收集、整合不同维度、不同渠道的航班保障作业信息，实现覆盖 4 个工作过程、38 个保障节点、59 个业务岗位的航班运行全要素（飞机、人员、车辆、机位、旅客、行李、货邮）全过程（前站起飞至本站起飞）实况监控与数据共享。二是对接空管航班数据、CDM 协同数据、ADS-B 数据、ACARS 数据、航空气象数据、全国机场特情数据、民航运行监控中心数据、南航/东航/海航/春秋/九元等航空公司数据、北上广三大机场数据、货邮数据、旅客进出港（值机/安检/登机）数据、行李数据、车辆位置及报警数据等，实现多源数据共享与融合。

旅客服务信息共享:充分利用数据管理平台的航班、旅客、商业资源等数据，为旅客提供从计划出行到抵达目的地所需的机票预订、航班动态、地面交通、停车指引、在线值机、机场指南、室内导航、行李提取、天气以及酒店、餐饮、商业、医疗娱乐、行李状态查询等服务信息，构建旅客出行服务链新业态。

2.5 完善数据安全保障体系

白云机场按照“谁主管谁负责、谁运营谁负责、谁使用谁负责”的原则，从组织、管理、技术三个方面组织构建数据安全管理体系，内外兼顾、立体防护，采取有效措施做好数据安全管理工作。

在组织层面，自上而下建立了网络安全与信息化领导小组、网络安全与信息化领导小组办公室、各单位网络安全与信息化工作组的三层数据安全管理组织架构。按照各自职责，确保信息和信息系统的完整性、保密性、可用性、时效性、合法性、可审查性和可控性，有效保护白云机场信息系统的物理环境、设备设施和运行环境，提高信息系统的安全防范能力和灾难恢复能力，确保信息系统持续安全运行，促进白云机场业务的持续、稳定、健康发展。

在管理层面，建立了重要信息系统数据安全管理制度，明确了数据使用、维护、存储、备份等工作流程、管理流程和人员组织安排。根据白云机场各单位信息系统的重要性和业务要求，建立了数据灾难分级与分类方法，制定了数据备份

策略和恢复机制，形成了完整的数据备份策略文档。白云机场各单位指定专人负责数据安全和备份管理工作，严格数据库管理员口令管理。对数据的各项操作实行日志管理，严格监控操作过程，对发现的数据安全问题，及时按照流程进行处理和上报。当信息系统出现故障和遭到破坏时，由专人负责完成数据恢复工作，确保备份数据能够及时、准确地恢复。

在技术层面，一是建设云计算数据中心，开展信息系统上云工作，提升对信息系统的安全防护水平。云计算数据中心建立统一的云资源管理系统，将虚拟化平台和相关物理服务器、存储资源进行管理，打造 3432 核 CPU 容量、35244GB 内存容量、410T 存储容量规模的白云机场私有云，强化“一朵云”的 IT 治理架构。二是建设信息安全态势感知预警平台，形成白云机场上下级安全态势联动，有效感知网络态势、威胁、风险和隐患，实时监测网络安全漏洞、病毒木马、网络攻击行为，准确发现数据安全事件线索，及时地开展通报预警，有效掌控白云机场各单位之间纵向和横向的已知、未知及未来的网络及数据安全态势发展情况，有助于采取措施及时阻止数据安全风险发生。

三、应用效果

白云机场通过前期的数据治理工作，建立了数据标准、形成了标准数据资源库、构建了统一的数据安全体系，实现数据源头唯一、数据标准一致，有效提升运营效率。

3.1 运行数据集成，提升运行效率

通过运行数据治理及白云机场 A-CDM 系统建设，实现了航班保障全流程监控、多系统数据融合及发布、服务监管及绩效考核、运行协同等功能，以及围绕航班数据共享、航班运行管理、地面指挥调度、航班延误管理和空地协同决策等机场关键业务的一系列信息系统的综合集成。A-CDM 系统业务已涵盖白云机场运控、地勤、航服、商旅、餐食、安检、物流等内部单位，以及空管、南航/东航等航司、公安、交警、边检、海关等 20 余家外部单位。在民航局 2018 年 11 月对国内三千万级机场 A-CDM 系统评估工作中，白云机场得分 96.5 分，位列十家三千万以上机场的第二名，被评定为 A+等级。白云机场 A-CDM 系统上线以来，

航班正常性、地面运行效率、旅客服务质量、旅客货邮吞吐量均实现了稳步提升。

3.2 服务数据集成，提升服务品质

通过服务数据治理及白云机场 OneID 平台建设，实现旅客生物识别特征信息、数字身份和会员信息打通，把人脸信息作为旅客在机场办理出行手续的唯一识别标识，并对现有各独立运行的场景，如值机、安检、登机、中转、航显等进行整合，由 One ID 人脸数据库提供更安全、高效且唯一的旅客人脸识别信息，有效去除重复的旅客身份人工验证流程，简化旅客乘机流程，提高旅客无感通行体验，缩短旅客的排队等待时间，提升旅客出行品质。

白云机场“机场通”平台充分利用来自数据管理平台的航班、旅客、商业资源等数据，为旅客提供从计划出行到抵达目的地所需的机票预订、航班动态、地面交通、停车指引、在线值机、机场指南、室内导航、行李提取、天气以及酒店、餐饮、商业、医疗娱乐、行李状态查询等服务，围绕机场数字化转型发展要求及航空旅客实际出行需求，以平台建设为基础、以资源联动为核心、以会员体系为纽带，搭建旅客全流程自助交互平台，构建旅客出行服务链新业态。

3.3 逐步推进各业务领域精细化管理

通过运行数据治理，白云机场初步建立了数据源评估体系，先后完成多份外部数据源质量分析报告，如《外部数据源评估方案》、《南航预计落地、起飞时间数据分析报告》、《ACARS 数据质量分析报告》等数据质量评估分析报告，为数据治理、数据的应用提供决策依据。同时，通过选取 2018 年-2019 年的数据样本，分别从解析率、重复率、匹配率、覆盖率、逻辑性、有效性、及时性、偏差性等 8 个维度对可变滑行时间数据项进行深度分析，按照分析结果，对所有机位按进出港重新分组，将相关数据应用到 A-CDM 系统。

四、洞察启示

白云机场在数据治理实践过程中，始终围绕“管好用好”数据开展，充分发挥数据要素驱动作用。通过加强内部宣传、贯彻及培训，提升全体员工的数据治理意识；通过与行业内外其他企业的交流，学习、总结数据治理经验；通过建立

企业级数据标准，保障生产、经营和管理活动中的数据规范化，实现业务数据的交换与共享；通过结合具体业务问题，从核心业务系统开始，逐步开展数据治理工作。通过结合自身实践，以及与行业内外其他企业的交流，白云机场总结了如下数据治理经验:

4.1 制订数据治理长期计划，兼顾数据短期成效

数据治理是一项涉及数据、技术、流程、组织等的复杂系统工程，要注重深化对数据治理工作艰巨性、长期性和系统性的认识。同时，数据治理是战略性的举措，期待一次性就能把数据治理工作做好是不现实的，必须以长期建设的心态来制定实施路线。从实践来看，传统非数字原生企业数据质量相关问题很突出，所以在实施操作上，小步快跑、以点带面的短线操作更符合传统非数字原生企业现状。

4.2 坚持以解决数据问题为导向，重视全局把控

“冰冻三尺，非一日之寒”，很多企业的数据质量问题积重难返，要彻底解决需要投入大量的时间和资源。数据治理工作先治标后治本是对企业现实要求的折中，首先要解决具体的数据质量问题，同时要站在 IT 战略和总体架构管控的角度，从总体架构把握数据治理的各项决策，确保不偏离企业的战略方向要求。

4.3 高层领导重视，全体员工参与

数据治理是涉及全员、全要素的创新活动，只有引起企业领导层的高度重视，得到各级员工的认可，充分激发基层创新活力、营造勇于、乐于、善于“管数用数”的氛围，才能有效执行，否则会事倍功半。因此，在数据治理体系建立过程中就应该动员全体员工积极参与，增加员工对数据治理体系的认知度，并在数据治理体系建立后，通过培训、推广、考核，扎实分级、分业务领域贯彻标准等多种形式让员工多方面了解及掌握。

4.4 做好组织资源保障，考核激励

数据治理的复杂性，决定了其实施过程必然是一项耗时、耗力的艰巨任务。

这就需要企业投入必要的资源，包括在企业内部成立管理领导小组、执行小组等组织，并且由企业内的权威部门牵头推进，深度参与，负责各自标准的制定和对数把关，发动业务部门参与数据清洗，确保数据质量。同时可以将这些工作纳入企业绩效考核体系中，对体系建立及实施人员进行充分的激励。

4.5 持之以恒，持续改进

数据治理需要企业耗费较长的时间，是一项长期工程，要提前做好整体规划，分期实施，逐步推广。随着企业内外部环境及战略的变化，还需要对数据标准进行不断调整，以适应企业的发展要求。

基于 AMDB 标准的机坪运行管理系统实践

单位/部门：广州白云国际机场股份有限公司/运行控制中心

主要人员：潘健、伍岭、肖志成、戴勇、孙凯

一、背景和痛点

近年来，中国民用机场运行规模不断扩大，以广州白云机场为例，2019 年 12 月 14 日迎来第 7000 万名旅客，标志着白云机场成功跻身全球“七千万级旅客出行俱乐部”，成为继 2017 年旅客吞吐量突破 6500 万人次后实现的又一次千万级跨越，随着机场场面运行规模的不断扩大，目前民航局推行大型机场航空器地面管制移交工作推进，在布局结构复杂、低能见度条件、机场道面标志不明显以及机组不熟悉的大型机场，机场场面活动日趋复杂，不仅影响地面运行效率和机场放行正常率，还增加了不安全事件发生的概率。在能见度不高、场面活动复杂的机场，如何有效杜绝航空器与航空器危险接近、航空器与活动车辆危险接近、航空器与固定障碍物、航空器和车辆跑道非法入侵等场面活动安全事件的问题已经成为机场场面面临的巨大挑战，面对日趋复杂的机场场面活动运行管理难题，机场场面自动化运行管理已成为各大型机场亟需解决的难题突破口，现有机场地图数据库无法支撑机场高效、安全的运行，具体痛点如下：

一是，现有地图数据库误差高。与现场地形和实际比例存在较大的差距，无法完全呈现现场的实际情况。

二是，现有地图数据库可靠性差。偶尔会出现地图数据显示不完整，地图拖拽卡死等现象，无法对现场运行业务提供连续稳定的服务支持。

三是，现有地图数据库分层维度少。仅有基本的运行层面数据，缺少不停航施工、应急救援等维度的分层元素，难以与其他业务在同一地图上实现联合运行场景。

四是，现有地图数据库数据不全。缺乏航空器定位数据、地面车辆定位数据，难以掌握现场运行态势。

二、 实践路径

2.1 案例概述

本案例底层数据采用了目前我国首个机场地图数据库（AMDB）。本案例将AMDB 作为底层，通过接口服务的方式向机坪运行管理系统等核心应用系统提供接口服务，实现从 AMDB 数据制作、校验、审核、发布到应用的全过程的数据治理机制。

AMDB 主要是将机场地理信息进行梳理，结构化，通过其规范使得过去精度较低的 GIS 矢量数据变为符合交换标准的数据库及基础图层。

因此，AMDB 系统主要研究以下几个问题，多个研究的重点在国内属于首创，对打破外商垄断，实现技术突破有重要意义。

1. AMDB 数据采集及导入；

2. 控制点校准；

3. AMDB 地理空间绘制；

4. NAIP 元素赋值；

5. AMDB 图层建立及打包入库；

6. 接口封装与发布；

7. AMDB 数据更新及维护；

8. AMDB 数据联合维护机制；

9. AMDB 培训能力运行系统如动态控制系统、机组管理系统、运行风险系统、维修管理系统、地空数据链、飞机跟踪、QAR、性能计算软件等的集成。

当 AMDB 建设完成后，通过其构建的应用系统将变得更加灵活丰富，使得多个业务单位可以在一套标准，一套底层数据下协同工作，并且可扩展的应用更加多样。既保证了底层标准一致，又保证了上层应用系统构建更加丰富。

对于 AMDB 数据，采用联合治理模式，与航行情报数据相同，由官方单位 28 天发布一版更新。联合治理模式是指，机场用户通过数据维护平台对 AMDB 的数据进行初始维护；AMDB 数据校核单位作为第二个节点，对机场用户的修改或动态事件按照 AMDB 标准进行核对、校验，无误后提交飞服中心，由飞服中心对数据进行最终审核并发布。所有环节均在 AMDB 动态维护平台中进行，它将现有 AMDB 数据抽象成了图层，并可视化展现给维护人员。

2.2 总体技术架构

AMDB 数据架构的设计考虑了一切机场的特征元素，并对其进行详细的定义，形成机场特征(Airport Features)集，它为每种类型的机场特征提供了所需的属性（Attributes)。在 AMDB 的元数据和特征目录编码标准中定义数据，这使得数据集成商（Integrator）和数据创建商（Originator）可以交换数据，只要符合 AMDB 标准即可。标准的数据结构可以让终端用户选择不同的数据集成商。这个标准将允许数据集成商将数据直接转换为终端系统规范。包含以下内容：

元数据规格；

性能需求；

最低特征功能和属性；

AMDB 的编码；

AMDB 的获取规则；

几何特征的三角测量（Triangulation)；

物理文件格式化规格；

识别号；

特征和属性包括坐标；

特征符号表示（例如：锚定位)；

坐标（Coordinate）映射算法规范；

循环冗余算法规范（CRC)；

二进制编码。

被 AMDB 格式化处理的机场特征元素，将会更好地用于应用程序描绘机场移动地图，主要目的是提供给应用程序一个图形化的机场。包括以下元素。

图形化的机场特征（例如跑道，滑行道…)；

特定区域的图形化定义（例如建筑区域…)；

用于移动地图的不同显示模式和显示范围；

机场地图的交互（例如平移…)；

生成特定条件的信息（例如，告警…)。

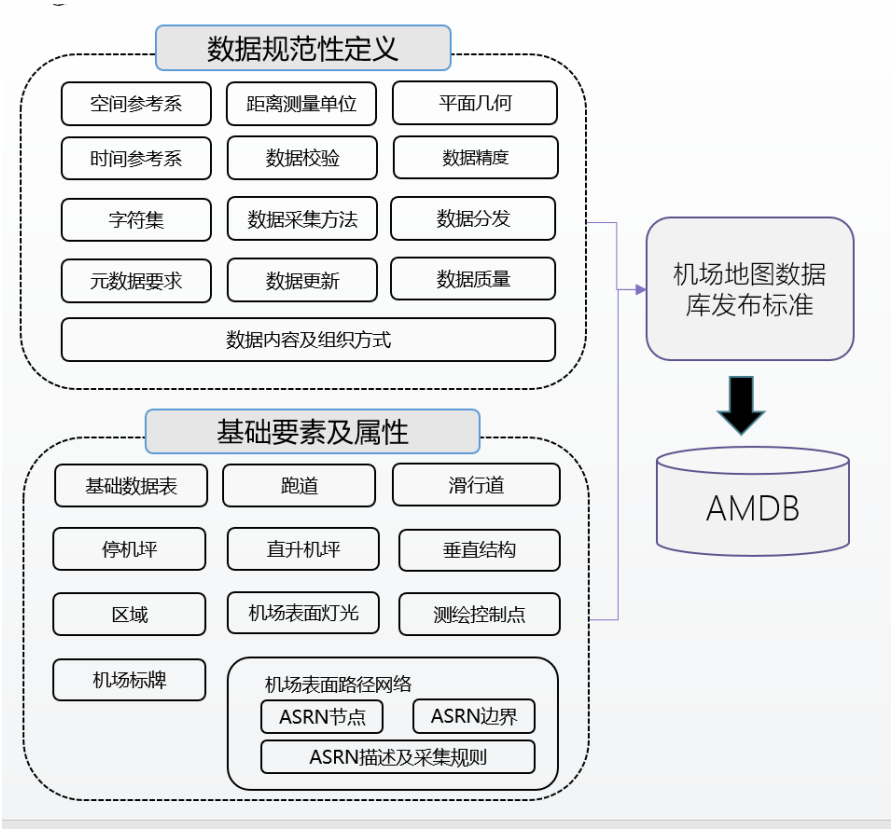


图 1：总体数据架构

2.3 运行数据治理

对于业务运行数据，由于本案例涉及多个单位、业态，因此运行数据的输入输出也是多维的，数据来源非常多元，同时，本案例也需要输出数据给多个业务系统。因此，引入数据中台的概念并加以实施，以避免各系统之间直接连接造成的资源消耗以及数据格式无法统一的问题。

运行数据中台起到中间系统集成、数据集成的作用，是实现联合运行的基础平台。试点工程的数据集成，实现系统之间的交互，最终实现多业态联合运行主要依靠数据中台完成。白云国际机场联合运行试点场景运行数据中台的建立，主要包含以下几个计算层面的搭建：

（1）数据开发平台

对各种结构化、非结构化数据的采集、存储与处理，要根据场景处理离线和实时数据的计算与存储，要将一个个数据处理任务串联起来以保障数据的运转能赋能到业务端。

（2）数据资产管理

数据中台建设的成功与否，与数据资产是否管理有序有直接关系。数据中台是需要持续运营的。随着时间的推移,数据不断涌入数据中台，如果没有一套井然有序的数据资产平台来进行管理，后果将不堪设想。数据资产管理的首要任务是管理好进入数据中台的元数据,这里的元数据包括数据源、建设的各种模型、通过模型拆解出来的指标与标签以及调度作业。有序管理这些数据资产的元数据是前提条件,只有做好了这一步,才能继续对数据流向的追溯,才能对指标、标签体系的生命周期进行管理,确定指标的使用频率,决定是否下线。

（3）标签工厂建立

标签建设是数据中台走向数据业务化的关键步骤。因此,一个强大的标签工厂是数据中台价值体现的有力保障。标签工厂按功能一般分为两部分：底层的标签计算引擎与上层的标签配置与管理门户。标签计算引擎一般会采用 MapReduce、Spark、Flink 等大数据计算框架,而计算后的标签存储可采用 Elasticsearch 或者 HBase,这样存储的好处是便于快速检索，是建立数据仓库和做数据清洗的关键核心技术。

（4）ID-Mapping 映射技术

ID-Mapping 又称 ID 打通工具,是数据中台建设的可选项。可选不代表不重要,在一些多业态、多终端联合运行的企业,离开了这个工具,数据质量将大打折扣。ID-Mapping 功能的建设一般会利用强大的图计算功能,通过两两之间的关系实现互通,自动高效地将关联的身份映射为同一身份即唯一 ID 的数据工具。它能大幅度降低处理成本,提高效率,挖掘更多用户信息,形成更完整的对联合运行对象画像,大大利于协同运行的推进。此技术在数据中台中发挥着提升数据处理效率的关键作用。

（5）统一数据服务

统一数据服务旨在为机场搭建统一的数据服务门户,帮助机场提升数据资产的价值，同时保证数据的可靠性、安全性和有效性。统一数据服务支持通过界面配置的方式构建 API 和数据服务接口,以满足不同数据的使用场景,同时降低数据的开发门槛,帮助机场实现数据应用价值最大化。统一数据服务作为唯一的数据服务出口,实现了数据的统一市场化管理,在有效降低数据开放门槛的同时,保障了数据开放的安全。

2.4 数据治理技术

AMDB 数据库设计是对于一个给定的应用环境，构造最优数据库模式，建立数据库及其应用系统，有效存储数据，满足用户信息要求和处理要求。为加快数据库设计速度，提高数据库设计质量，我们采用了 Sybase 公司的 PowerDesigner 这一数据库辅助开发工具。

基于关系数据库统一管理空间数据与非空间数据可以有效地实现空间与非空间数据关联和集成。而且由于空间数据与非空间数据都以数据表或视图的形式存贮，可以方便地采用数据库逆向工程的方法自动提取元数据，因此，可以方便地实现基于元数据信息资源管理。

为了提高系统的可扩展性，系统将采用元数据驱动平台架构加以实现，根据信息资源管理统一平台之数据平台（包括基础地理信息系统、基本单位信息系统）的特点，在 GIS 基础软件与实际应用系统之间增加一层统一的、元数据驱动的应用平台，将数据平台各组成系统（基础地理信息系统、基本单位信息系统）的应用模型（如图层显示控制、数据关联、数据域）和应用组件的共性进行抽象通过 UML 模型和元数据加以描述，开发元数据驱动的应用组件（应用组件首先通过访问元数据来控制对具体数据库的访问），基于元数据驱动组件搭建应用平台。

当系统的数据扩展时，通过修改平台的元数据，实现应用组件对新扩展数据的访问和处理，对于功能的扩展，通过定制元数据驱动的功能扩展插件的形式实现，使基于平台定制的系统具有较强的可扩展性。

系统采用面向服务的体系结构（Service-Oriented Architecture，SOA，也叫面向服务架构）是指为了解决在 Internet 环境下业务集成的需要，通过连接能完成特定任务的独立功能实体实现的一种软件系统架构。SOA 是一个组件模型，它将应用程序的不同功能单元（称为服务）通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的，它应该独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言。这使得构建在各种这样的系统中的服务可以以一种统一和通用的方式进行交互。

传统的 Web（HTML/HTTP）技术有效地解决了人与信息系统的交互和沟通问题，极大地促进了 B2C 模式的发展。WEB 服务(XML/SOAP/WSDL）技术则是要有效地解决信息系统之间的交互和沟通问题，促进 B2B/EAI/CB2C 的发展。SOA 则是

采用面向服务的商业建模技术和WEB服务技术，实现系统之间的松耦合，实现系统之间的整合与协同。WEB服务和SOA的本质思路在于使得信息系统个体在能够沟通的基础上形成协同工作。

AMDB动态维护工具采用SOA架构：

机坪管制用户端使用 WCF 框架，WCF 是微软基于 SOA（Service Oriented Architecture）推出的.Net 平台下的框架产品，它代表了软件架构设计与开发的一种发展方向，在微软的战略计划中也占有非常重要的地位。WCF是微软分布式应用程序开发的集大成者，它整合了.Net 平台下所有的和分布式系统有关的技术，例如.Net Remoting、ASMX、WSE和MSMQ。

用户界面：

本系统基于Microsoft .Net Framework 3.5，支持多种形式的用户界面：基于WPF的用户端程序、基于ASP.NET和Silverlight的WEB应用程序以及移动终端设备。

用户端程序即可以使用传统的 Windows 安装程序进行部署，也可以使用ClickOnce 技术进行部署。ClickOnce是一种允许应用程序自动升级的部署技术。应用程序发布到文件共享、Web站点或CD这样的媒介上。之后，ClickOnce应用程序就可以自动升级，而无需用户干涉。过去，很多问题使得软件提供商决定创建 B/S结构的Web 应用程序而不是基于 Windows 的应用程序，为了便于安装及维护而牺牲了 Windows 应用程序丰富的用户界面交互特性。对于使用ClickOnce部署的应用程序，您可以集用户交互性和易于安装及维护性的优势于一身。ClickOnce还解决了安全权限问题。一般情况下，要安装应用程序，用户需要有管理权限。而利用ClickOnce，用户只要有运行应用程序所需的最低权限就可以安装和运行应用程序。

业务逻辑：

本系统业务逻辑层组件采用可移动业务对象技术开发,支持多层分布式系统架构。使用WCF和SOAP API技术进行通信，整合了多种分布式架构的优点，使得用户端与应用服务器的交互更加方便、安全，也使得本系统与第三方系统有着更好的接口方式。

数据访问：

本系统提供多种数据访问组件,支持多种主流关系数据库管理系统(DBMS),包括 SQL Server、Oracle、DB2 等，同时对于大量外部数据的集成采用了中台方式进行交互，对用户系统的连接则采用了 SOAP 接口的方式进行。

部署方式：

系统采用 B/S 和 C/S 结合的方式部署，AMDB 更新维护工具采用 B/S 结构部署，机坪管制端系统采用 C/S 模式部署。

2.5 数据服务

本案例的 AMDB 数据采用封装的形式，通过注册方式对外提供丰富的 API 接口服务。包含了 52 类点、线、面、空间位置等原子元素的接口服务。同时为方便不同业务系统调用，还通过不同 AMDB 元素的组合，实现了几十类业务应用接口服务，方便用户对 AMDB 数据进行扩展应用。

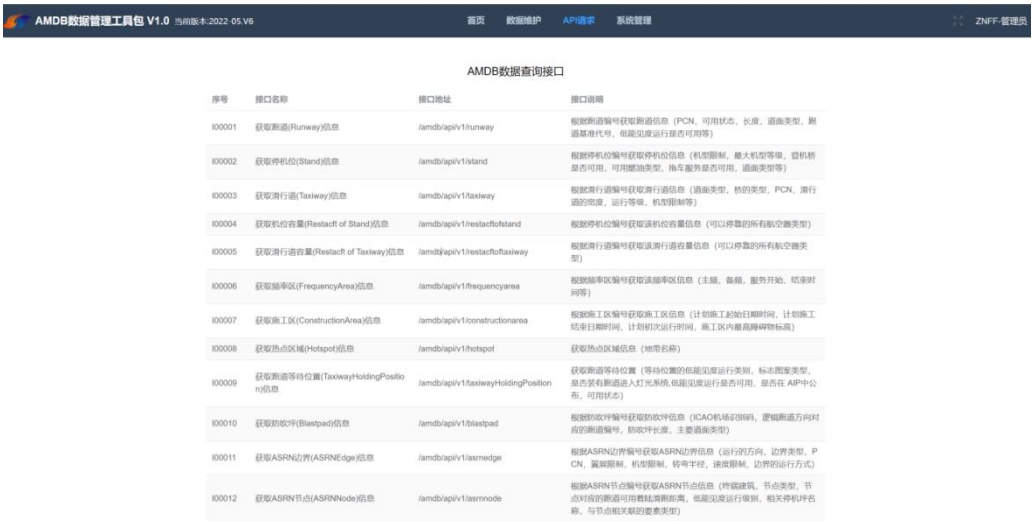


图 2：数据服务界面

业务运行数据方面，由于采用数据中台来管理运行数据，数据导入、注册、清洗、入库以及输出方面更为灵活可靠。

2.6 数据共享

数据可采用 XML、BML 输出，同时也可以支持.udbx、.shp file 等国内外主流 GIS 软件支持的格式进行输出。以方便用户在不同技术架构的业务系统中共享 AMDB 数据。同时，搭建完 AMDB 技术和运行数据中台后，会利用到数字孪生技术对数据进行深层次地加工处理，并形成全方位、多业态、多维度的主题报表。数

字孪生技术的关键件数在于商业智能 BI 工具的建立。本案例涉及面广、涉及业务单元的业务逻辑错综复杂，利用好数字孪生技术，可以对不同用户的关注维度进行主题化分析。在数据孪生过程中，允许用户根据采集的数据和自身的业务逻辑特点，进行主题报表的定制。用户可以看到自己所需要的业务综合报表分析，同时可对某些关注的主题分析进行深入挖掘，下钻数据，直到获取到原子属性的参数，方便用户对某个特定运行领域或事件进行深入分析和挖掘。同时在数字孪生技术中也会应用到多项前沿技术算法、模型及标准。整个过程全部数字化，极大方便用户对自身积累的数据资产进行高效地分析,并得出结论,触发持续改善。

三、 应用效果

3.1 经济效益或管理效益

机坪运行管理系统的开发与上线应用将对白云机场的空侧精细化运行与管理起到重要作用，实现了空侧不停航施工的数字化闭环管控、基于多维排序的航班推出预排序及统一发布、空侧飞机拖行作业的数字可视化管理、实现系统化的试车流程及交互实施管理等。以上数字化、智能化运行管控能力的实现，将加速机场整体通行能力，提升安全水平与保障效率。这不仅贴合局方对机场的相关考核，也是未来评估机场运行水平、申请放量和时刻的重要保障，将有效促进航班和旅客吞吐量的提升，获取较大经济效益。

广州白云国际机场机坪运行管理系统的“电子导航”理念,将是实现 A-SMGCS（高级场面引导）能力的另一种路径探索。大型机场传统 A-SMGCS 建设成本约为 4-5 亿元，且维护成本居高不下。应用基于 AMDB 的电子导航理念实现监视、控制、路径规划和引导能力，开创非传统 A-SMGCS 的功能呈现，将大大减少成本投入和运维要求。初步估算，仅需要“千万级”规模即可实现，将极大的节省建设成本。

3.2 社会效益

利用基于 AMDB 地图的高级场面引导能力的实现，将显著促进民用机场空侧运行新技术和数字技术的应用，覆盖机场、空管、航司及其他民航运行单位的应

用，相关的产业厂商将扩展较大的市场和创新迭代动力。

民航局大力推进新建机场和改扩建机场应用 A-SMGCS，基于 AMDB 的高级场面引导能力的突破，也将极大减少新建和改扩建机场的建设成本。

基于 AMDB 的机坪运行管理系统的运行，也将为航空器、旅客带来滑行路径、通行体验的提升，同时减少航油消耗和碳排放，促进节能环保的提升。

四、洞察启示

搭建白云机场智慧运行“数据中台”。民航运行的主要属性是以围绕航空器保障而展开的各项任务，基于智慧空侧管理模式，逐步形成智慧型航空器场面运行管理（SMAN）模式，将助力实现以航空器运行为核心，统一运行大数据的数字化管理能力，搭建起白云机场以 AMDB 为基础的运行“数据中台”，为白云机场实现数字化场面管理提供重要支撑。

构建数字孪生运行管理平台。基于 AMDB 地图，未来可以构建出数字孪生的机场场面运行管理平台（SMAN）。整合基于 AMDB 的数字孪生 SMAN 管理模式，逐步形成 AMAN+SMAN+DMAN 三个系统智能融汇，实现空地协同的监视、引导、路径规划、控制等能力的场面管理系统，为行业提供创新性的机场场面运行管理解决方案。

创新实现非传统 A-SMGCS 能力。机场电子地图数据库（AMDB）的精确地理位置信息及场面定位能力的实现，结合远程手持终端、EFB 等模式，利用专用传输网络，连接飞行员、管制员、地面保障人员等，并智能推送航班运行及保障关键节点相关信息及预计时间。可根据管制员的指挥直接进行可视呈现、告警、路径规划等“智能地面导航”功能，实现在正常和低能见度情况下为飞机和车辆提供引导及避让规划。

四川省机场集团基于飞行区智能管理系统的飞行区生产数据治理实践

单位/部门：四川省机场集团有限公司/信息科技部

主要人员：胡程、邹宇翔、吴国延、杨丹丹、杨肖康

一、背景和痛点

1.1 案例背景

四川省机场集团有限公司（以下简称“机场集团”）成立于 2004 年 3 月 29 日，是成都双流国际机场由民航总局划归四川省政府、实现属地化管理后，在此基础上组建而成的四川省国资委管理的省属重要骨干企业，主要经营机场投资、机场运营管理、机场航空地面保障和地面运输服务及相关非航业务。机场集团下辖成都双流国际机场、成都天府国际机场，以及西昌青山机场、达州河市机场、广元盘龙机场、攀枝花保安营机场等支线机场，拥有成都双流国际机场航空地面服务有限公司、成都空港建设开发服务有限公司、成都双流国际机场广告传媒有限公司、四川机场旅客服务有限责任公司和成都空港大酒店等分、子公司，为提升双流机场飞行区运行管理水平，实现管理职能和手段转型升级，机场集团启动了双流机场飞行区智能管理系统建设工作。

1.2 运营痛点

基础业务部门上下级之间的信息数据传递效率的提升一直是日常运营主抓的方向，在飞行区智能管理系统建设之前存在诸多运营痛点，具体情况如下：

1. 管理部门无法实时了解飞行区各子部门作业保障情况。

2. 各子部门、管理部门之间的信息传递采用原始纸质文件的形式，无法做到高效率。

3. 运行控制部整理飞行区周报、周不安全事件、月报、月度道面维护情况及鸟击事件只能事后依据现场作业人员填写的纸质资料进行收集整理，无法准确、快速、有效的给出明确指标数据，同时也导致无法实时有效的对飞行区管理职责

落实情况进行督查，不利于组织飞行区运行情况评估工作。

4.净空管理部日常净空保护区（含无障碍区）开展巡视检查工作中去没去、到没到位、有哪些异常等核心工作指标无法监管。

5.场务部各中队人员调度无规律，存在工作量分配不均、不透明的情况；且各中队在跑道、滑行道、滑行通道、土质区、巡场道、机坪、排水沟等场地进行工作的过程中对于出现的异常事件记录取证方式复杂，不利于事后排查。

6.助航灯光部负责的站内外所有设备设施的巡视检查、维修处理工作存在大量的纸质记录编写和整理工作量；负责的站内外所有设备设施的运行试验、测试等工作中发现的异常无法及时上报处理。

7.围界鸟情防控部全体工作人员的排班调度采用的是手工模式，存在误排、漏排的情况；同时声霸驱鸟系统、激光驱鸟系统、电脑声学驱鸟系统、煤气炮、驱鸟猎枪、驱鸟发生器、猎枪子弹、捕鸟网、地网、风轮、驱鸟球、黑旗、灭虫灯等消耗品的进销库存仍采用纸质档案管理，无法做到及时性、有效性。

8.各子部门、管理部门应对公司等职能领导单位的数据统计分析需求时，通常需投入大量的人力去手工抄报数据，其有效性和时效性无法达到相关要求。

二、实践路径

2.1 问题分析

针对飞行区存在的数据治理困难和难点，系统建设部门和飞行区管理部通力配合进行了彻底的分析梳理，主要发现以下几点可解决的建议：

1.针对各子部门、管理部门之间的信息传递采用原始纸质文件的形式，无法做到高效率；以及运行控制部、净空管理部、场务部、助航灯光部、围界鸟情防控部等一线作业部门，工作模式原始数据治理意识不够强烈，工作中仍然采用纸质手写的方式记录和保存数据的情况；建议采取自下而上的方式进行数字化、信息化替换，先从主要一线部门开展“无纸化”办公改革，最后逐步递推到管理部门以及领导部门。

2.针对运行控制部整理飞行区周报、周不安全事件、月报、月度道面维护情况及鸟击事件只能事后依据现场作业人员填写的纸质资料进行收集整理，无法准

确、快速、有效的给出明确指标数据，同时也导致无法实时有效的对飞行区管理职责落实情况进行督查，不利于组织飞行区运行情况评估工作的情况，建议在推动一线部门开启“无纸化”办公的同时，由运行控制部梳理并提出各类周报、月报、事件统计等多个维度的数据模型样本之后，采用大数据分析技术利用软件系统定制其需要的报表。

3.针对净空管理部日常净空保护区（含无障碍区）开展巡视检查工作中去没去、到没到位、有哪些异常等核心工作指标无法监管的情况，建议采用信息化的手段，给各个施工作业人员统一配备手持设备，并将实时定位数据进行采集，即可实现实时监管，又可废弃原来传统的手写记录单，提升保障效率。

4.针对场务部各中队人员调度无规律，存在工作量分配不均、不透明的情况；且各中队在跑道、滑行道、滑行通道、土质区、巡场道、机坪、排水沟等场地进行工作的过程中对于出现的异常事件记录取证方式复杂，不利于事后排查的情况，其一、建议由场务部梳理各个中队人员调度规则类数据资产后，辅以定制化信息系统来生成合理的任务分配数据；其二、建议由场务部梳理跑道、滑行道、滑行通道、土质区、巡场道、机坪、排水沟等场地的具体位置，结合对这些位置 GPS 定位数据的治理，利用电子围栏等信息化技术实现到达、进入、离开、异常上报等事件的数字化管理。

5.针对助航灯光部负责的站内外所有设备设施的巡视检查、维修处理工作存在大量的纸质记录编写和整理工作量；负责的站内外所有设备设施的运行试验、测试等工作中发现的异常无法及时上报处理的情况；其一、建议助航灯光部对实际施工操作过程中需要填写的单据进行整理，并利用信息化手段对这些工单数据进行数据化治理，以软件系统填写的方式代替纸质书写的方式，一方面能减少现场工作的强度、另一方面可以及时的记录处置情况；其二、建议助航灯光部梳理现有设施设备的种类、数目、状态等特征类数据资产，辅以定制化信息化系统对其变动、异常等情况进行数字化管理。

6.针对围界鸟情防控部全体工作人员的排班调度采用的是手工模式，存在误排、漏排的情况；同时声霸驱鸟系统、激光驱鸟系统、电脑声学驱鸟系统、煤气炮、驱鸟猎枪、驱鸟发生器、猎枪子弹、捕鸟网、地网、风轮、驱鸟球、黑旗、灭虫灯等消耗品的进销库存仍采用纸质档案管理，无法做到及时性、有效性的情

况；其一、建议由围界鸟情防控部梳理各个全体工作人员的排班调度规则类数据资产后，辅以定制化信息系统来生成合理的任务分配数据；其二、建议围界鸟情防控部对声霸驱鸟系统、激光驱鸟系统、电脑声学驱鸟系统、煤气炮、驱鸟猎枪、驱鸟发生器、猎枪子弹、捕鸟网、地网、风轮、驱鸟球、黑旗、灭虫灯等消耗品进行种类、数目、状态等特征类数据资产梳理，辅以定制化信息化系统对其变动情况进行数字化管理。

7. 针对各子部门、管理部门应对公司等职能领导单位的数据统计分析需求时，通常需投入大量的人力去手工抄报数据，其有效性和时效性无法达到相关要求的情况；建议由对各子部门、管理部门应对公司等职能领导单位对待统计分析数据进行模型样本分析之后，采用大数据分析技术利用软件系统定制其需要的报表。

2.2 建设思路

为保证形成高质量的生产作业数据资产，需通过数据治理手段对飞行区生产业务数据进行处理。需要对数据源、资源分布、数据应用、数据质量、数据治理、数据安全进行统一化、集约化管理，利用数据治理、比对、加工、整合以及数据追溯与影响分析等手段，实现飞行区生产业务数据的统一管理。同时建立对飞行区生产中各类数据的审核管理和维护机制，确保数据的完整性、准确性以及一致性，实现飞行区生产业务数据生命周期管理、数据标准化等各项功能。从而更加有效的发掘和利用数据资产的价值，实现精准高效的分析和决策，推进系统变更管理，降低信息系统建设风险。数据治理贯穿了“飞行区智能管理系统”建设过程的各个阶段，通过基于元数据采集、查询和分析，建立数据的审核流程，完成对数据的溯源、数据责任权限等功能，实现对数据生命周期的全流程管控。数据治理体系体现在主数据管理、元数据管理、数据质量管理、数据资产化、数据分析应用等。

2.3 建设过程

本次建设耗时较长，期间共经历了元数据梳理、数据模型规划、数据存储设计、配套信息系统开发、试运行验证、整体上线推广，共六个主要阶段。

（1）元数据梳理

在本次建设初期，机场集团对飞行区整体原始业务及相关数据信息进行梳理和研究，总结并得出适应生产作业的真实生产数据项，具体如下：

1.管理配置类元数据：机构信息、领导关联信息、人员、人员基础信息、部门信息、角色、角色分类、权限、菜单、菜单关联信息、资质信息、手持设备、手持设备历史登录信息、子系统信息、系统公共码表、日志信息。

2.生产作业类元数据：供应商、供应商合同、供应商人员；培训计划、培训有效性评价、培训课程、培训人员、培训考试成绩、培训课程课表、培训记录；特情记录、特情救援记录、特情指令、特情人员、特情通知；应急主体、应急打卡、应急指令、应急救援记录、应急救援工作情况；鸟击事件；鸟类类别、鸟情记录、虫情记录、草情记录、小动物记录；知识库文档；项目类型、项目信息、项目步骤、步骤模板、项目会议记录、项目附件、项目检查单、检查单模板、项目附加内容、项目检查记录；航行通告、通知公告、系统信息、任务提醒。

3.生产管理类元数据：排班点到、任务、工作交接、交接明细、任务分配、任务执行记录、班组管理、班次管理、排班记录、请假记录、代办记录、计划、计划区域、异常信息。

4.物资管理类元数据：车辆记录、车辆使用记录、车辆维修记录、车辆加油记录、加油卡、加油卡金额、加油卡使用审批、车辆保养记录、车辆保险记录、车辆黄灯记录、车辆违规违章记录、车辆台账；消防器材；巡检设备类型、巡检设备台账、巡检设备维修记录、巡检设备巡检记录、巡检设备保养记录；备品类型、备品台账、备品盘点记录、备品出入库记录；枪支台账、弹药台账、枪支出入库记录、弹药出入库记录、枪支盘点记录、弹药盘点记录、枪支维保记录、弹药损毁记录；药品库存、药品出库记录、药品入库记录、药品类型、药品领用记录。

5.统计报表类元数据：场务 FOD 事件统计、场务割草/碾压统计、场务道面嵌缝统计、场务切割修补方量统计、场务月度覆盖清扫统计、场务跑道除胶统计、场务步行检查统计、场务加强清扫统计、场务道面破损统计、场务零星修补统计；围鸟鸟类大面积入侵统计、围鸟鸟击事件统计、围鸟鸟情巡视统计、围鸟草情统计、围鸟围界报警统计、围鸟驱鸟设施维护设备维保统计；净空限高统计、净空宣传统计、净空噪音投诉统计、净空疑似超高建筑物统计、净空应急特情记录统

计、净空不停航施工统计；灯光调光、UPS、低压柜、柴油发电机故障统计、灯光回路绝缘排查统计、灯光回路绝缘统计、灯光外场跑滑灯具统计、灯光外场设施统计。

（2）数据模型规划

本次建设采用具有同一个主题的数据归类、数据冗余、修改异常、插入异常、删除异常、满足关系规范化的要求、考虑数据结构的动态适应性等主要原则为前提进行设计，主要设计结果展示如下：

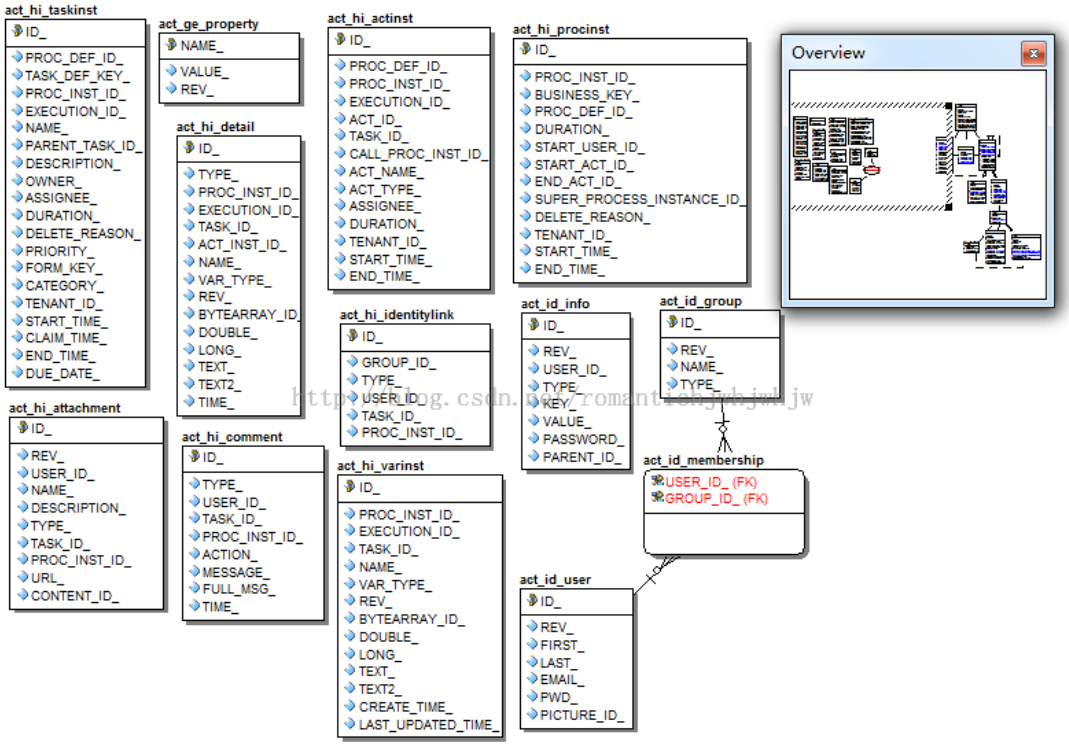


图 1：数据结构图

（3）数据存储设计

采用世界上先进的开源关系型数据库 PostgreSQL，用三台数据库服务器组成集群，采用读写分离技术，实现写入唯一性和多节点读取功能。数据库节点支持横向扩展功能。可以提供秒级故障转移、支持双节点集群和多节点集群、支持同步复制和异步复制、同步复制下 failover 零数据丢失、提供写 VIP 和读 VIP，集群的拓扑结构对应用透明。数据库集群架构图如下：

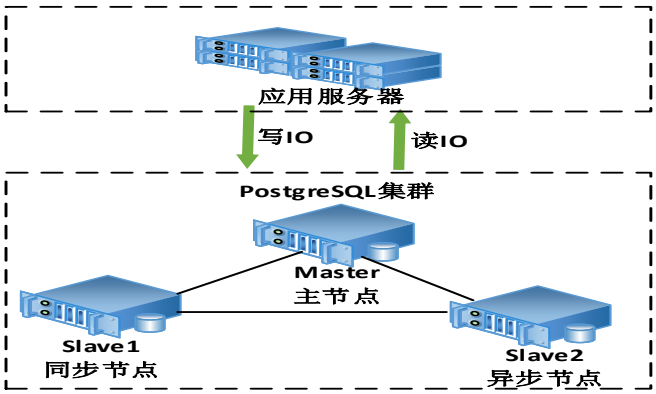


图 2：数据库集群架构图

（4）配套信息系统开发

系统主要架构及设计如下：

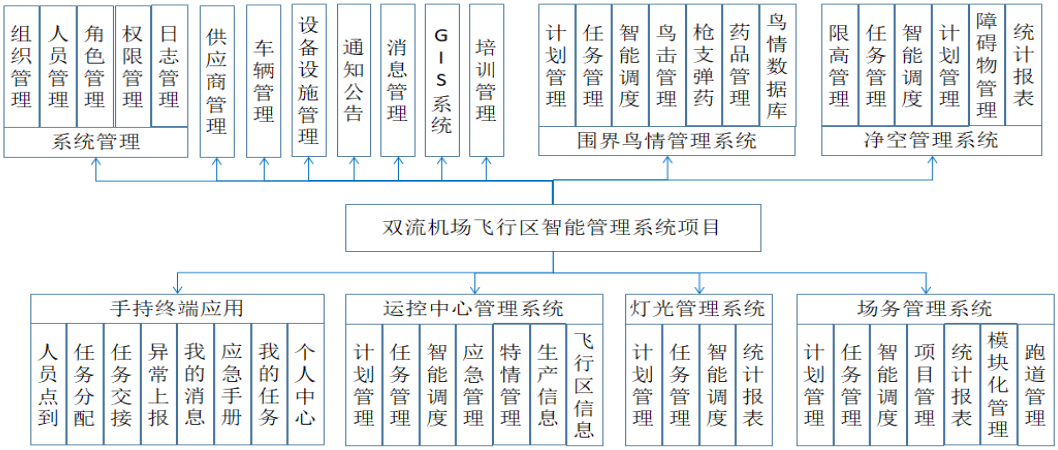


图 3：系统功能框架图

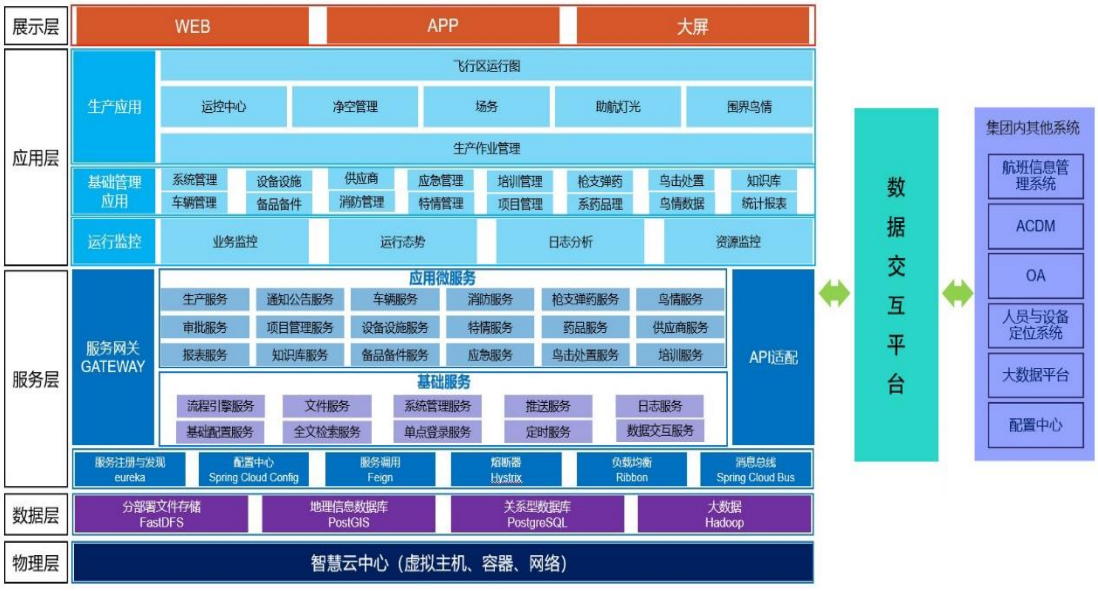


图 4：系统架构图

技术架构

基于微服务的软件信息系统开发。

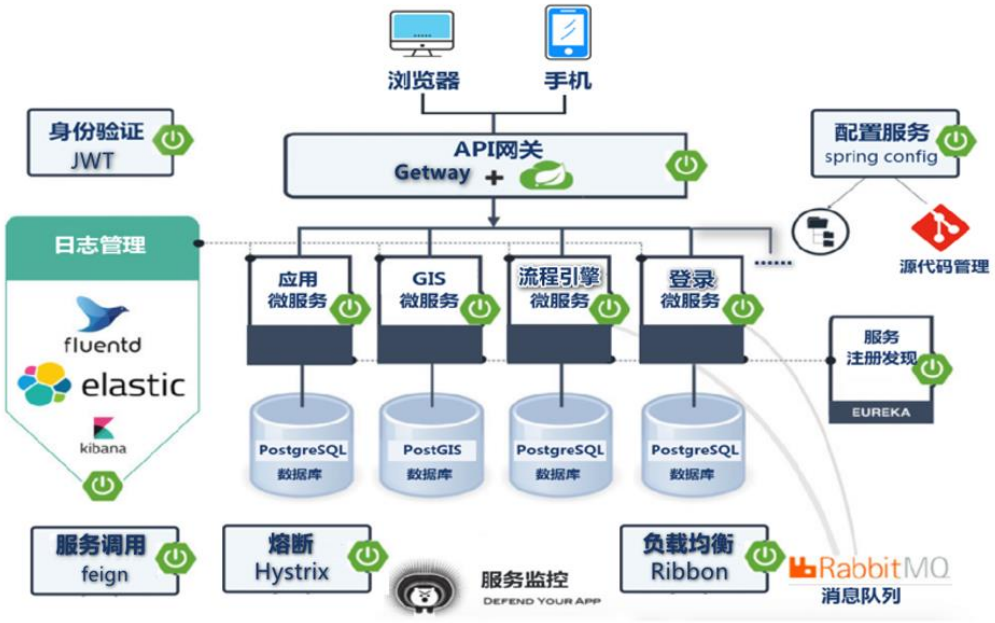


图 5：微服务架构图

1、API 网关：API 网关（Netflix GetWay）处理来自用户的请求，从服务注册中心（Eureka Server）发现调用微服务注册信息，从服务注册客户端（Eureka Client）调用微服务；同时为微服务之间的调用提供服务组件。

2、消息队列：RabbitMQ 为实现系统内外的消息发送与接收提供服务。

3、身份验证:JWT 协议为用户资源的授权提供了一个安全的、开放而又简易的标准。

4、配置服务：Spring Cloud Config 为分布式系统中的外部配置提供服务器和客户端支持。使用 Config Server,为所有环境中的应用程序管理其外部属性。

5、服务注册与发现：服务注册与发现（Netflix Eureka）Spring Cloud 使用 Netflix Eureka 实现服务祖册与发现。

6、日志管理：ELK：Elasticsearch、Logstash 和 Kibana 三部分组件组成。

7、Elasticsearch 是个开源分布式搜索引擎，它的特点有：分布式，零配置，自动发现，索引自动分片，索引副本机制，restful 风格接口，多数据源，自动搜索负载等。

8、Logstash 是一个完全开源的工具，它可以对你的日志进行收集、分析，并将其存储供以后使用。

9、Kibana 是一个开源和免费的工具，它可以为 Logstash 和 ElasticSearch 提供的日志分析友好的 Web 界面，可以帮助您汇总、分析和搜索重要数据日志。

10、服务监控：监控平台（SpringcloudDashboard）是一个集中化式的监控管理平台，提供了统一的图形界面监控系统所有应用构件的运行状态、报警、异常信息等。

（5）试运行验证

本次建设系统进行了为期 1 年的全面试运行工作，期间调整和优化了较多内容，最终达到设计预期目标。

三、应用效果

第一，实现了飞行区生产保障、运行管理相关保障信息和物资管理等关键资源的电子化。可随时查询机场天气、值班信息以及机场关键运行资源的动态，包括跑道运行方向、运行动态及占用时长等，实现了对机场关键运行资源使用情况的动态跟踪与实时展示，包括特殊机型在内的本场航班运行实况及保障预警，并对典型运行安全问题进行了专项提示。

第二，实现了飞行区作业现场的线上管理，可大幅减少使用纸质台账的情况，并及时处理现场问题。一线巡查人员可登录系统 APP 客户端实时上传异常情况，后台管理人员按照事件类型进行精确划分并准确推送给相关人员，同时处置人员到位后可实时反馈现场信息，实现了异常情况上报及处理机制。

第三，搭建了学习知识和业务分享的平台，可实时查询最新的业务通告、航行通告等各类运行规则，让随时随地学习业务成为可能。电子化办理，提高一线工作管理效率。

四、洞察启示

4.1 生产业务数据的梳理方法

在本次建设过程中，用户部门和建设单位克服了应用群体广、收集需求难度大、业务细节不明显的问题，采用自下而上的数据采集模式，在较短的时间内完成了生产业务元数据的梳理和数据应用模型的设计，此套方法值得推广，其主要

重点管理办法如下：

1.领导牵头：在工作小组制定了调研计划后，各用户和管理部门立即绑定责任领导，由领导牵头，极大提高了工作效率和现场配合度。

2.跟班调研:业务在一线、数据就在一线,一直是工作小组坚定不移的信念；建设过程中，在各级责任领导的配合下制定了严密的跟班调研计划，一对一收集真实可用的元数据，为整套数据治理体系打下坚实的基础。

4.2 可靠信息技术的应用推广

（1）高可用

应用服务器虚拟机采用双机集群模式部署，业务系统以 AA 方式部署，任何一台虚拟机故障都不影响该应用的正常访问。

数据库服务器、消息总线服务器、数据缓存服务器采用三套以上虚拟机集群方式部署。可以实现任意一台或两台故障时，系统仍然提供正常访问。

虚拟化云平台采用 HA 高可用模式。即物理主机出现硬件故障宕机时，其所属虚拟机也会自动迁移到其他物理机节点上，确保系统的高可用性。

（2）易用性

系统大量采用了 Java 技术和基于 Flex 标准的 RIA 技术,通过标准的 B/S 架构部署与运行，以提高用户体验。用户界面基于美观的 GUI 界面，界面由专业美工针对机场行业特点进行了精心设计，界面友好、清晰，操作简便，完全支持键盘和鼠标的操作，由于采用了 Java 技术和 RIA 技术，在 B/S 架构下，不但具有 B/S 架构的常见优势，还在容错性方面得到了提升。

成都天府国际机场建设期以数据治理驱动智慧机场建设的应用实践

单位/部门：四川省机场集团有限公司成都天府国际机场分公司、民航机场成都电子工程设计有限责任公司

主要人员：杨建伟、卓威、叶瀚、陆远斌、王巍

一、背景和痛点

成都天府国际机场（以下简称：天府机场）位于成都简阳市，距成都市中心天府广场 51 公里，是“十三五”规划建设的我国最大民用运输枢纽机场项目，定位为中国第四个国家级国际航空枢纽，丝绸之路经济带最大的航空港。成都天府国际机场建设以规划导引、安全第一、功能齐备、便捷舒适、环保节能、协调美观、质优价公的建设原则，致力于在综合交通、智慧运行、绿色节能等方面实现新突破，努力建设“平安、绿色、智慧、人文”的四型机场。成都天府国际机场一期于 2021 年建成并投用，是继北京、上海之后，国内第三个拥有两个国际机场的城市。

天府机场在建设前期，依据民航局科技发展十三五规划、集团公司信息化发展行动计划，并结合远期规划和机场战略定位，确定天府机场智慧建设将以数字赋能驱动，5G、物联网、大数据、可视化、智能分析等新技术新应用为支撑，围绕“智慧出行服务，智慧运行管理，智慧安全”三大主题，打造改善旅客体验，提升机场运行效率，提高安全管控水平的智慧生态圈。天府机场一期工程建设过程中开展了智慧机场建设期的数据治理应用实践，根据天府国际机场战略目标定位，围绕建设智慧型机场，建设了以“ 1 套 IT 基础保障、4 大数据共享交互平台、1 个数据中心、7 大业务应用主题、N 应用+1 孪生”作为“数字底座”的信息系统保障体系，为全场业务提供数字化支撑。一期工程包含 90 个信息系统。

回顾成都天府国际机场智慧机场建设前期，主要面临以下问题和痛点：

1、天府机场建设一期项目处于智慧机场建设实践探索期，智慧机场建设阶段的数据治理框架与管理机制缺失，没有同类型经验可以借鉴，需要探索适合天府机场智慧机场战略的“数据治理框架及管理机制”，满足天府智慧机场业务需

求，提升数据价值，同时保证建设项目目标实现。

2、机场业务复杂，数据来源多样，不同的业务关注数据角度不同，缺少一个组织从全局的视角对数据进行管理；缺少统一的数据规划、可信的数据来源和数据标准，导致数据不规范、不一致、冗余。

3、天府机场作为全新的机场建设，组织机构方面也是逐步运筹建设，如何保障建设期的建设目标和投运后的管理运营匹配，实现建设和投运一体化，需要提供组织支撑，做好前期统筹、制定相应的管理机制。

4、传统机场信息系统是呈网状结构，各自提供数据，缺乏数据管控平台，数据散落在各业务系统中，没有进行有效整合，形成竖井架构，造成信息孤岛。

5、在机场建设阶段缺乏完善的数据质量管控体系和有经验的数据管理人员，数据质量、安全和服务模式难以保证，难以共享和提升数据价值。

6、智慧机场建设中缺乏懂业务、懂技术并具备先进、科学项目管理方法、数据治理管理经验的专家团队。难以解决参建各方以局部利益为重，缺乏全局性、协同性，无法满足建设单位需求，以及多主体协同管理成本高效率低等问题。

二、实践路径

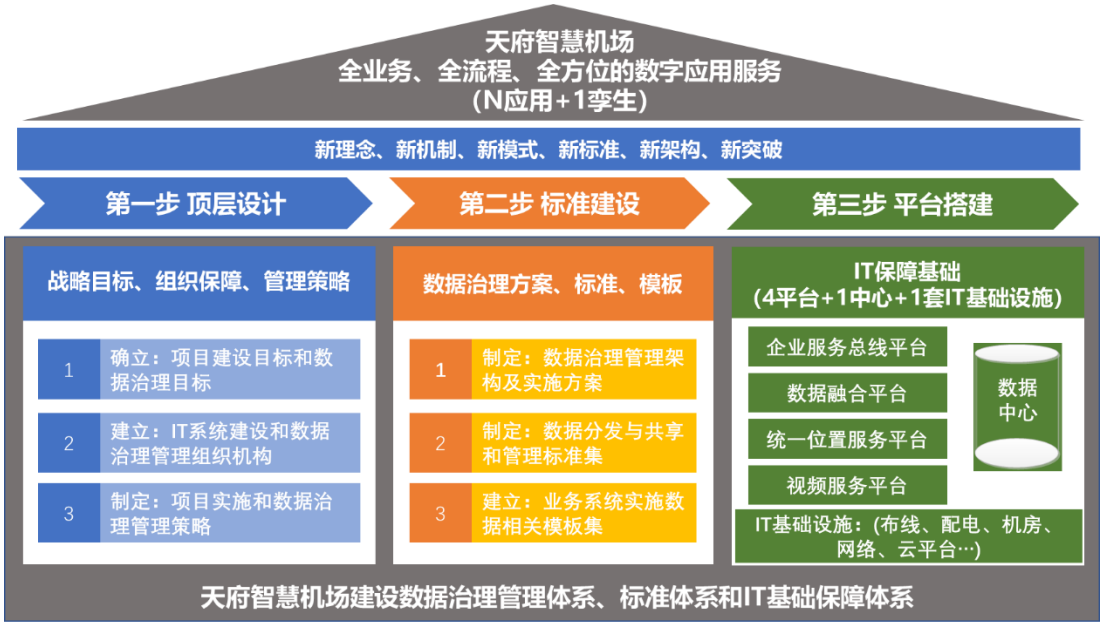


图 1：天府机场建设数据治理体系架构及实施路径图

天府机场在项目建设期进行智慧机场建设期的数据治理应用实践，“以数据

治理驱动智慧机场建设”，从顶层设计、标准建设、平台搭建三个方面，打造满足天府智慧机场建设目标的“天府智慧机场建设数据治理管理体系、标准体系、IT 基础支撑体系和实施路径”，如图 1 所示。

第一步，建立天府智慧机场建设组织管理机构，明确智慧机场建设和数据治理目标，制定建设期的数据治理管理策略，以数据治理引导项目建设，保证项目落地，为智慧机场战略目标实现打下基础。第二步，引入技术总协调数据治理创新机制和团队，协助建设指挥部组织各方开展数据治理，制定数据标准并应用于项目实践。第三步，结合顶层设计、标准建设要求，建设一套满足本期建设目标、数据治理目标，而且能够支撑未来发展的 IT 基础保障基础。

通过“天府智慧机场建设数据治理管理体系、标准体系和 IT 基础保障体系”的建设，为天府机场提供全业务、全流程、全方位的智慧应用服务，实现“智慧出行服务，智慧运行管理，智慧安全”三大主题，打造改善旅客体验，提升机场运行效率，提高安全管控水平的智慧生态圈。

2.1 做好顶层设计，明确目标定位，提供组织管理保障。

（1）目标定位

机电工程部结合天府机场远期规划和机场战略定位，明确天府国际机场智慧机场建设目标是以数据为核心，以 5G、物联网、大数据、可视化、智能分析等新技术、新应用作为支撑，提升机场管理及服务水平，改善旅客体验。

数据治理目标：通过对数据治理的内容和要求开展全面调研和梳理，对数据治理管控体系进行规划设计，实现天府机场智慧机场建设阶段数据治理与项目实施落地融合，建立数据标准与规范，提供全面、统一的数据服务以灵活支撑业务，以数据治理驱动项目建设，保证项目落地。

（2）组织保障

建立天府机场智慧机场 IT 系统建设及数据治理管理组织机构，统筹项目建设阶段智慧机场系统建设和数据治理，为天府智慧机场建设期的数据治理和 IT 系统建设提供组织、政策保障，同时做好业务运营阶段的衔接和匹配。



图 2：天府机场建设期的数据治理组织架构图

天府机场 IT 系统数据治理管理组织机构组成及职责：

决策管理层：由天府机场建设指挥部机电工程部领导（建设期兼职运筹办领导）组成，负责天府机场信息化建设及数据治理顶层设计和决策。

组织治理层：由天府机场建设指挥部机电工程部信息主管和技术总协调数据治理团队组成，负责天府机场信息化建设及数据治理统筹管理，制定数据治理体系框架、管理方案、治理标准规范，督导应用实施落地。

管理执行层：由天府机场建设指挥部机电工程部系统负责人及运筹办业务专家和承包商系统工程师组成，负责服从组织层管理，积极配合数据治理工作，根据数据治理需求向技术总协调人提供本系统的数据内容及数据治理建议，并根据数据治理结果进行数据应用、接口开发，实现 IT 方案落地，满足建设目标。

运营维护层：由数据管理部门和业务部门业务专家组成，负责运营期的数据管理、治理相关工作。

（3）管理策略

智慧机场建设关键在于做好顶层设计，围绕智慧机场数据治理进行深入分析，数据治理与 IT 项目建设相融合，探索创新建设模式引入技术总协调数据治理机制，在天府机场建设过程中就开展实施阶段的数据治理工作。以“业务数字化为基础，流程数字化为过程，机场运营数字化为目标”，开展以“数据治理驱动智慧机场信息系统建设”的项目实践。从数据治理管理策略、组织管理方案、数据治理流程、数据架构标准、数据质量方案、数据安全方案、技术平台支撑方案等方面设计数据治理体系的总体框架，制定数据治理体系蓝图规划和实施路径，提

升数据价值，保障项目落地。

在建设初期，以招标和合同条款的方式明确数据治理的管理策略：创新引入数据治理团队，该团队与建设单位共同搭建数据治理上层管理机构，负责制定“天府智慧机场建设数据治理管理体系、标准体系和 IT 基础保障体系”。同时在各系统承包商的“招标和合同条款”中明确了各自数据治理的配合职责，必须服从组织管理，并按照数据治理管理方案和标准完成各自范围的系统实施，真正做到数据治理与项目系统建设的高度融合。

2.2 引入技术总协调数据治理创新机制，制定数据标准。

（1）创新管理机制，数据平台先行。

数据标准与管控体系的建立是数据治理的基础性工作，为开展天府机场建设期的数据治理，首创在智慧机场建设期引入“技术总协调数据治理机制”，将项目管理与数据治理有机结合。在信息弱电一标段首先进行技术总协调角色+数据交互平台+生产业务核心系统+智慧孪生展示平台的创新模式。通过技术总协调进行数据治理全局把控，数据平台技术支撑，业务系统业务实现，探索天府机场建设期的数据治理创新理论方法。

（2）数据治理与项目实施匹配，业务、数据、平台统筹推进。

通过制定数据治理管理机制，明确天府智慧机场建设过程中数据治理的目标、责任分工、步骤流程，从业务、数据、平台三个方面同步推进数据治理和项目实施落地，形成天府智慧机场建设期的数据分发与共享的标准集及业务软件实施模板集。本期主要针对天府机场的运行、安全、服务、能源、交通、物流、商业等 7 大数据主题进行业务数据梳理、数据标准定义、元数据及血缘分析、指标体系规范等数据治理设计。具体涵盖的数据标准和数据管理方案如下：

工程术语标准。匹配项目进度，制定信息化系统建设术语标准，提升信息系统、过程和服务的适用性，促进各业务系统之间的合作和应用，迭代更新和发布。

业务基础数据标准。梳理全场业务流程图和数据模型，审核业务基础数据和共享数据来源和质量，制定统一的标准规范，为跨构架、跨平台、跨应用的系统提供一致的、可识别的共享数据，从而支撑整个机场的业务需求。标准规定了机场业务信息系统中共享数据和代码集的描述规则、编码规则、分类及其维护管理

等方面内容，并给出了天府国际机场信息技术业务基础共享数据的细目，包括：机场航班运行、机场旅客服务、机场运行安全、机场货运物流、机场能源环境、机场经营管理、机场交通运行等七大类型数据。

数据接入管理标准。制定了天府机场各业务系统间接口协议模板，规范了文档编制标准及管控流程，梳理了各系统间所需数据交换数据项、传输协议、数据格式等信息。

数据交换和共享管理标准。通过分析全场应用系统共享信息的范围和交互方式，制定数据交换和共享管理标准，对所涉及的各类信息，按照主题分类进行科学合理的定义和分割，通过企业服务总线实现数据交换和共享管理。

数据质量管理方案。数据质量是数据价值得以发挥的前提。为提升天府机场建设过程中各业务系统提供的数据质量，编制数据质量管理方案。从数据采集、数据传输、数据应用三个阶段和业务、系统两个维度，提出天府智慧机场建设阶段的数据质量评价、质量控制和改进措施要求。

数据安全管理方案。按照天府机场数据治理的管理框架，建立实施阶段的数据安全管理方案。制定了在采集、传输、存储、使用、共享以及销毁等各个环节安全防护要求和措施。

平台接入标准和开发规范。由企业服务总线、统一位置服务平台、视频服务平台按照数据治理管理体系要求，制定各自平台接入标准和开发规范，经过评审后提供给全场业务系统使用。

2.3 数据交互平台实施落地，提供数据治理 IT 平台支撑。

根据天府机场“智慧机场”的定位，立足于机场的业务需求，采用“平台+系统”，“平台即服务”的先进理念和原则，对天府机场的业务进行了全面的梳理和分类整合。数据平台是智慧机场数据关键基础设施，为解决机场业务系统孤立、数据无法融合共享等问题提供基础设施支撑。基于数据治理体系成果以及用户需求调研、深化设计成果，通过搭建的数据技术基础平台，经过多轮方案论证、测试之后，由企业服务总线、统一位置服务平台、视频服务平台等作为天府机场智慧机场建设的业务数据、视频数据、地图+位置数据的交互共享平台。

（1）企业服务总线平台

企业服务总线平台作为异构系统数据交换的桥梁，按照数据交换原则和协议文件规范，对数据源相关数据及服务在平台进行注册、发布及对数据需求方进行数据、服务动态路由配置订阅等，从而自下而上的推进高质量数据的治理、交换及共享。通过制定总线接入原则规范，将数据分为消息类及服务类两大类。企业服务总线平台共接入84个系统，其中消息总线接入73个系统，服务总线接入38个系统。消息总线中，33个系统提供覆盖航班数据、基础数据、资源数据、保障数据等共计390余类消息；66个系统订阅数据，共形成11000余条消息转发策略。服务总线中，12个系统提供覆盖航班数据、统计数据、施工数据、员工信息数据、位置数据、停车场数据等共计100余个数据服务；33个系统订阅调用数据服务，共形成580余条服务订阅关系。

（2）数据融合平台

为保证各系统内部数据与空管、航司等外部数据互融互通，天府机场建设在传统的信息集成系统下，增加数据融合平台，该平台接收来自不同数据源的航班计划和动态信息，为不同业务数据提供对比、融合、整合功能，从而为下游业务系统提供更加准确、可靠的数据信息。

（3）统一位置服务平台

统一位置服务平台将车辆及航空器位置数据通过消息队列及地图融合服务API向各业务系统提供服务，消息队列负责转发原始的位置数据，地图融合服务API负责将位置数据与地图进行融合后，通过API提供服务。为机场各类信息系统提供地图、位置数据和服务，目前统一位置服务平台共接入32个应用系统。

（4）视频服务平台

成都天府国际机场建设覆盖全场范围视频监控的“大安防平台”，“大安防平台”包括1个一级安防平台和6个二级安防平台，二级安防平台是一级安防平台的子平台，由一级安防平台统一管理，解决了视频系统标准不统一，接入难得的问题，实现不同区域之间的视频共享及互联互通，一体化运行管理。

（5）数据中心应用系统

数据中心系统基于大数据相关技术完成机场大数据平台建设，为天府机场提供大数据存储、处理和分析能力支撑，通过数据的不断融合积累和平台能力的不断完善，全面支撑天府机场运营管理各项业务应用，有效提高运营管理能力，促

进业务创新发展。同时实现多样化、海量数据的聚合与处理，强化企业数据管理与应用支撑的体系建设，融合多业务领域的数据和应用，为企业内外部各系统提供高价值的数据服务与数据应用支撑能力。结合数据治理管理体系，通过数据共享交互平台，在机场内部建立一套标准的数据模型，并严格按照机场的数据标准与数据模型对数据进行转换，保证数据的唯一性、正确性和完整性。

（6）协同运行可视化（数字孪生）系统

协同运行可视化（数字孪生）系统由 3D 可视化、2D 可视化、智慧推演为 3 个基本独立子系统组成，由数据中心系统作为数据后台支撑，提供高质量的融合数据，完成机场全域及航站楼的数字孪生建设，在一体化的数字场景中，将航班、机位、交通、飞行区安检、行李、值机等机场运营关键主题数据进行场景化呈现，让管理人员可以通过“一张图”了解机场全景的运行状况，在航班运行、机位规划、交通调度等作业场景中提供科学精准的决策依据，全国机场处于领先地位。

三、应用效果

通过天府国际机场智慧机场建设期的数据治理应用实践，为天府机场提供**全业务、全流程、全方位**的智慧应用服务，作为新建机场主要从**新理念、新机制、新模式、新标准、新架构、新突破**六个方面来介绍应用效果。

（1）新理念。天府机场智慧机场建设顶层设计中提出“以数据治理引导业务系统建设，数据与系统一体化融合建设”的新理念。与过去机场传统基础弱电系统建设“重项目管理实施落地，轻数据治理”，或者数字化转型过程的数据治理规划，停留在“给方法、无落地”的方式不同，天府机场建设前期，提出数据治理和项目系统建设并重，互相支撑、有机融合，以数据表达业务，以数据驱动流程，最终以数据实现业务调度的建设理念。

（2）新机制。天府机场作为新建机场，创新管理机制，建立了项目建设和运营筹备一体化的管理机制，建设指挥部的领导兼任运筹机构领导，强化了跨组织、跨阶段管理的能力，为智慧机场建设目标和数据治理目标打下坚实的组织基础。在此管理机制下，探索建立了天府智慧机场建设数据管理框架体系，成立数据治理和 IT 系统建设管理组织机构，明确数据治理目标、流程和管理策略，并按照框架体系开展了数据治理应用实践，项目管理、数据治理、系统建设融合推

进，做好建设期与运营衔接。

（3）新模式。引入技术总协调数据治理创新模式和团队，协助建设指挥部组织各方开展数据治理，制定数据标准并应用于项目实践。以指挥部信息主管和总协调组成的数据治理及 IT 系统建设管理层，站在整个智慧机场信息弱电工程建设和数据治理的顶层、高点，赋予融合组织边界、数据边界、技术边界、工作边界的权力和职责，组织协调各承包商，能力互补，发挥最佳合力，最终达成项目建设目标。

（4）新标准。在天府机场建设阶段，采取“边研究、边制定、边落地”的方式，完成数据分发与共享的标准集和业务系统软件实施框架模板的编制，并应用于项目实践。建立了系统对接标准，实现不同信息系统的互联互通；统一数据定义及信息交互格式标准，实现不同系统数据的交互共享；统筹内部各信息系统，实现全场业务数据、视频数据、地图+位置数据的全贯通，并组织测试联调，项目顺利验收。

（5）新架构。结合数据治理管理架构体系和数据标准要求，采用新的 IT 技术架构，建设了以“ 1 套 IT 基础保障、4 大数据共享交互平台、1 个数据中心”作为“数字底座”的信息系统保障体系，满足本期天府机场智慧机场建设战略目标和数据治理目标，而且能够支撑未来发展的 IT 基础保障基础。

（6）新突破。外部数据应用取得一些突破。积极推进与各个航空公司、航信、空管、市交委等公司的数据交互，协商适配数据。为了支撑天府国际机场信息系统的功能完整可用，在多方努力之下，目前天府机场各信息系统已接入东航、川航、国航、空管、交委、航信等公司的数据。通过综合交通管理系统实现机场交通整体态势监控，打破了机场与交委、地铁之间的数据壁垒，将航班态势、地铁、长途汽车运营信息、天气信息、综合交通信息进行数据融合。

四、洞察启示

智慧机场建设任重道远，将伴随机场智慧化转型升级的全过程，数据治理是一项长期持续、复杂艰巨的任务。在成都天府国际机场智慧机场建设期的数据治理应用实践过程中，我们有以下几个方面的体会。

（1）强化顶层设计。智慧机场是生产要素全面互联，数据共享、协同高效、

智能运行的机场。智慧机场的实现，数据是核心，为支撑智慧机场建设，需要强化数据治理顶层设计，建设符合自身发展现状及目标的机场建设数据治理得框架体系。

（2）规划设计先行。作为机场建设项目具体工程建设项目属性，必须在规划设计阶段就明确智慧机场战略目标、数据治理目标，需要创新规划设计思路，围绕实现智慧机场、提升数据质量和共享搭建 IT 基础保障系统。

（3）探索新模式。天府机场建设期处于智慧机场建设探索阶段，还没有智慧机场建设期的数据治理机场应用借鉴，天府机场通过强化顶层设计，创新建设模式，优化组织协同机制，引入技术总协调机制，组织开展 IT 系统技术协调和数据治理，制定数据治理管理目标，方法、流程及标准，全局把控、有效推进，从而保障智慧机场建设实施落地。

（4）数据治理 IT 保障系统建设，应遵循基础先行、平台先行，统筹规划、分期实施的原则。首先搭建基础和应用平台，进行机场信息化的资源整合、数据整合、应用服务整合，支撑实现机场大运控、大安全、大服务业务高效协同，实现平台通用、流程贯通，业务融合，提高机场的运行效率、安全保障和服务水平。

（5）建立数据标准。积极贯彻《数据治理框架与管理机制》等已发布的行业标准，结合机场实际情况，建立适合自身的智慧机场建设战略目标和数据治理体系架构，打破业务和应用系统建设的壁垒、充分发掘数据的价值，以尽量减少成本，降低风险。

（6）合理选择新技术。适合的才是最好的，我们在智慧机场数据 IT 支撑底座的建设中，也面临一些新技术与传统业务流程存在矛盾的问题，新技术的使用必然会导致流程的转变，但不是所有的新理念新技术就真的适合机场业务，新技术的使用一定是要结合业务。

(7)智慧机场和数据治理的新目标。天府机场将按照智慧民航建设路线图、集团公司信息发展规划、数字化转型专项规划等内容，依据天府公司的十四五规划整体发展蓝图，基于现有系统建设的完整性和先进性，将已有系统与业务场景真正融合，提升数据质量，以业务驱动为核心理念，扎实推进智慧机场建设。

湖北机场集团生产运行数据治理典型案例

单位/部门：湖北机场集团有限公司

主要人员：张雄、邓文伟

一、背景和痛点

1.1 数字化现状

湖北机场集团在 2017 年启动了智慧机场一期项目建设，该项目的建设内容可以概括为:“一库一系统四平台”。一库:建立智能数据仓库,成立大数据中心，搭建大数据分析及人工智能工具平台；一系统：通过人工智能 AI 的应用满足流程决策、应急决策、战略决策等应用；四平台：按照业务领域划分，建立面向机场四大领域的主题平台系统，生产运营信息平台、旅客服务信息平台、航空物流信息平台、行政管理信息平台。智慧机场一期项目已于 2021 年全面上线。

1.2 数据资源基本情况

通过智慧机场一期项目的建设，全面实现生产运行、安全管理、旅客服务、机场能源、商业分析、经营管理、货运物流等业务的数字化，并通过对核心数据的标签化、服务化实现业务的二次赋能。

数据资源基本情况如下：

（1）生产运行，包括班期计划、航班计划、航班动态、航班生产量、基础指标代码等内容，结构化数据主要在关系型数据库存储。

（2）安全管理，包括安全管理体系、旅客安检、行李安检等内容，结构化数据主要在关系型数据库存储。

（3）旅客服务，包括 ACI 服务测评调查、旅客投诉建议、旅客画像等内容，主要在关系型数据库存储。

（4）机场能源，包括单体建筑物能源消耗、充电桩能源消耗、重大能耗设施、公司/单位耗能等内容，主要在关系型数据库存。

（5）商业分析，包括商铺租赁、商品销售明细、POS 自主收银信息、登机口

旅客人流量等内容，主要在关系型数据库存储。

（6）经营管理，包括人力资源、业务板块运行数据、财务三大报表、财务收支明细、航空计费等内容，主要在关系型数据库存储。

（7）货运物流：包括货代管理、货站运营管理、货物安检、站坪作业等内容，主要在关系型数据库存储。

1.3 面临的问题

当前各信息系统相对独立，各部门站在各自的立场生产、使用和管理数据，使得数据分散在不同的部门和信息系统中，缺乏统一的数据规划、可信的数据来源和数据标准，导致数据不规范、不一致、冗余、无法共享等问题出现，各部门对数据的理解难以用一致的语言来描述，导致理解不准确。

面临的问题主要体现在以下几方面：

（1）数据分散管理，数据共享度差，部门业务的条块分割形成了部门间的“信息孤岛”，民航行业内的“数据烟囱”依然存在，如何以“供需关系”为契机构建监管到位、各方积极参与、数据互通有无、数据安全有保障的交换平台是企业数字化转型的源点。

（2）数据治理比较薄弱，数据管理方式落后，未形成涵盖机场客运和货运全业务两条的数据采集、传输、存储到共享交换和数据应用等生命周期的统一的管控体系，如何盘点清晰数据资产、制定全局的数据质量考核体系是企业数字化转型的立足点。

（3）数据统计效能低、数据分析手段有待加强，数据资产的价值挖掘需要进一步探索，如何将行业的各专家特长、各业务部门的业务和企业数据资产进行有效碰撞、广泛融合、深入分析、持续改进是践行企业数字化转型的发力点、活力点。

二、实践路径

随着智慧机场建设项目的推进，湖北机场集团信息化建设工作正高速向智慧化应用转型，一方面实现了各业务环节的日常信息化工作，另一方面也产生和储存了大量的数据；当前数据管理工作存在业务数据分散处理、数据管理手段单一、数据管理职责不明、数据质量管理欠缺、数据资产管理不力等问题；为管理好这

些数据，进一步处理、分析和利用好这些数据，以及内部数据管理工作的需要，切实提高工作效率，对航空市场提升快速反应能力，为科学决策提供预测、预警、预防、预控的依据；根据集团实际情况，以“明确责任、加强沟通、结合实际、保证质量”为指导思想，制定此工作方案。

2.1 数据治理工作目标

集团数据治理是将数据作为组织资产而展开的一系列的具体化工作，是对数据的全生命周期管理。数据治理体系是指从组织架构、管理制度、操作规范、IT应用技术、绩效考核支持等多个维度对组织的数据模型、数据架构、数据质量、数据安全、数据生命周期等各方面进行全面的梳理、建设以及持续改进的体系。

开展数据治理工作的目标是提高数据的质量（准确性和完整性），保证数据的安全性（保密性、完整性及可用性），实现数据资源在各部门间有效共享；推进信息资源的整合、对接和共享，充分发挥信息化作用，提升整体信息化建设和应用水平。

2.2 数据治理工作思路

（1）统一思想：充分认识企业数据资产的价值

数据是企业实力的重要资源：数据类型的丰富性和数据管理水平高低，会对机场的竞争力、发展能力产生关键性影响。

数据是生产经营的重要支撑：生产运行、商业经营都需要数据进行支撑。只有高水平的数据管理能力，全面、及时、准确的数据供给，生产运行才会更加顺畅，企业才能提档升级、提质增效，才会有更强的竞争力和生存能力。

数据是管理水平的重要标志：信息化程度、智能化程度是机场管理水平的重要体现。机场管理水平的提升、机场的智慧化需要以数据治理能力作为基础。

（2）理清思路：顶层规划、滚动实施、长效管理

以解决实际问题为切入点，以战略规划为主线，以促进业务发展为最终目标。分三步走：首先解决当前存在的影响业务运营、统计分析效能低的问题。优先满足航空计费统计、航线开拓数据分析需求。其次纳入长期治理规划，建立完善的

管理体系，形成数据管理文化提高管理效率和管理质量。最终为应用更为先进的数据应用技术奠定基础，让数据成为在行业竞争中的利器。

（3）实用原则：以数据资产清理为契机再造数据管理流程

各业务保障单位理清自身数据资产和外部数据来源，建立数据流动的供需关系；各归口职能部门围绕管理需求明确机场集团、驻场单位、外部单位（中航信、民航总局、天信达、空管等）所有相关数据的来源供给方，为下一步数据获取提供技术对接基础；信息管理部门从条件成熟度、信息化现状、需求迫切程度进行分析整理，提出数据补录、数据电子化、新建采集系统需求；相关方共同推进存量数据清洗进入数据仓库平台、规划信息采集系统建设工作。

（4）健全机制：提供强有力的组织保障体系

建立组织保障机制：搭建跨部门协调机构，数据管理体系建设涉及全集团各方面资源的协调和工作方式的改变，由集团层面成立数据治理管理委员会推进该项工作。

统一数据管理标准：数据标准推广是一项繁琐而长期的工作，按照业务分类由不同的职能部门归口牵头管理，协调各业务部门积极参与，并将标准化工作纳入绩效考核体系。

配备业务专家团队：合理引入第三方咨询团队或组建企业业务骨干专家团队进行支持，明确业务对口负责人，固定人员名单长期参与此项工作。

2.3 数据治理工作要求

（1）明确责任、建立机制

智慧机场项目建设部是后台的技术支撑部门，职能管理部门、数据需求单位、数据应用单位是数据治理的主体责任单位；根据数据治理的主题分类，明确职能管理部门、生产单位、需求单位、技术支撑单位的职责。通过正式文件的下发，落实工作任务；由职能管理部门牵头，开展所属归口业务主题类数据的需求调研与收集工作；信息化建设中心作为技术支撑单位，对职能部门进行培训，指导工作方法；明确事项清单、任务、时间、节点，将数据治理工作纳入年度绩效考核工作内容。

（2）加强沟通，提高效率

充分运用一对一访谈和联合组织会议的不同形式，解决各单位在数据治理过程中的个性与共性问题。通过独立访谈的方式，指导方法、明确要求、提高认识、协商目标。组织相关责任单位召开会议，统一共识、化解矛盾、管控进度、推进项目。

（3）结合实际，分步推进

从整体构架、系统管理角度出发，搭建数据治理的主体框架；根据市场发展、生产经营的需要，由易到难，由急到缓，逐步开展工作。

（4）痕迹管理，确保质量

根据责任事项及任务清单，规范工作任务的跟踪和管理。以共同协商制定的工作任务目标为基线，定期开展工作进度汇报总结，监管进度、控制质量。

2.4 数据治理工作内容

针对数据治理实施工作，按照盘、规、聚、治、管、用的闭环式的数据治理方法开展整体设计规划。



图 1：数据治理方法

（1）盘（摸家底）

想要管理好数据，实现业务元数据、技术元数据的全面采集、存储和管理，首先通过调研的方式，摸清湖北机场集团的业务和数据现状及存在的问题。

（2）规（定规矩）

数据治理体系顶层规划是数据治理项目建设的工作之源。

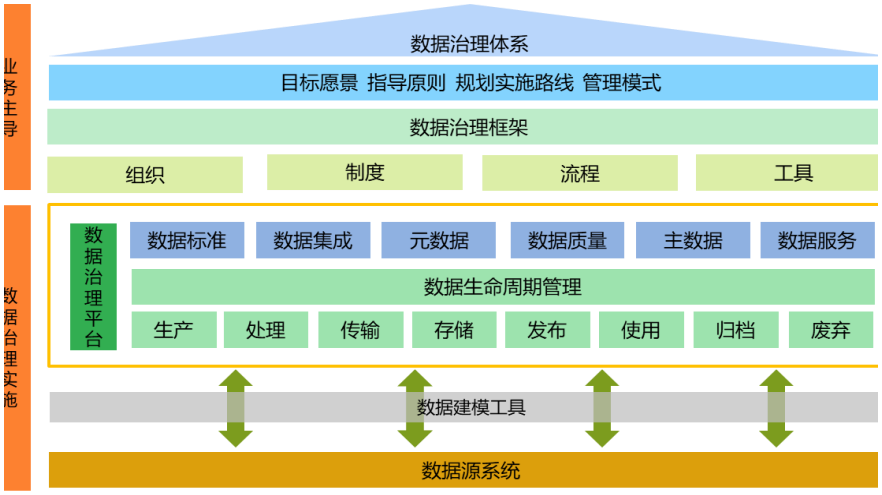


图 2：数据治理管理体系

通过数据治理体系的顶层规划明确了组织、制度、流程、工具的数据治理四要素的关系。

（3）聚（聚数据）

为满足数据汇聚、数据整合的需求，构建一个体系化的数据层次架构，将武汉数据中心将数据分为三层：贴源数据层 ODS、统一数仓层 DW、应用数据层 ADS。



图 3：数据体系架构

（4）治（治问题）

基于数据治理平台，开展数据的数据标准、元数据管理、数据质量管理、主数据管理等的数据治理实施落地工作。

（5）管（管资产）

建立全域数据资产统一管理，实现数据资产化管理，在整个数据体系建设中处于中间位置，介于数据开发和数据应用之间，对上支持以价值挖掘和业务赋能

为导向的数据应用开发，对下依托数据汇聚和数据整合平台，从数据生成及传输、数据存储、数据处理及应用、数据销毁（封存）四个阶段，重点就数据的标准性、完整性、保密性、可用性、复用性及安全性等角度，实现数据全生命周期的管理，并对企业数据资产的价值、质量进行评估，促进企业数据资产不断自我完善，持续向业务输出动力。数据资产管理包括数据资产的目录管理、生命周期管理、安全管理等。

（6）用（促应用）

数据治理最终目的就是能更准确更快更方便服务于各部门，通过各种报表、工具来分析数据服务资源层面的问题，通过数据挖掘等工具对数据进行深度加工，从而更好的管理者服务。通过统一的数据服务平台来统一数据源，变多源为单源，加快数据流转速度，提升数据服务的效率。

三、应用效果

3.1 企业数据体系建设——全域数据统一存储、标准化的数据底座

通过企业数据体系的建设，对数据进行了贴源数据层、统一数仓层、应用数据层的数据体系分层建设，采用多种采集技术，实现了内部系统（航班生产、旅客服务、安全安防、商业管理、货运物流、交通运行、能源环境、经营管理等）、外部系统（民航局、航空公司、空管等）、互联网（行业网站、新闻媒体等）等数据的汇聚。通过站在业务的视角，从业务完整性的角度重新组织数据，以维度建模为理论基础，构建总线矩阵，划分了载量（LDM）、航班（FLT）、旅客（PSG）、行李（BAG）、物流（ALG）、交通（TRA）、商业（BSN）、能源（ENG）、安全安保（SCT）、管理（MNG）、舆情（PBS）、设备设施（EFM）等 12 个数据域，确定维度表、事实表的模型设计，建设了一套覆盖全域、全历史的企业数据体系，构建标准化的数据底座。

3.2 航站楼运行态势——实现航站楼运行态势的实时监控



图 4：TCDM 运行态势实时监控

以电子地图方式，对航站楼各区域的航班运行、旅客分布、温湿度的环境状况，进行可视化实时展示。基于生产运营、天气、出港旅客的数据，结合大面航班延误预测算法，实现航站楼大面积延误的航班延误、旅客人数、人员聚集等指标计算，进而评估分析大面积航延态势，为现场运行管理人员进行实时态势预警。

3.3 商业主题分析应用——实现商业数据多角度分析展示



图 5：商业主题分析

商业主题展示的商业相关数据包括销售量、商铺日销售情况、当日航班运行状况、大商销售额柱、商业销售分析（大商、区域、业态、支付方式）、销售前五和后五的商铺等，是用户能够直观实时查看商业经营数据和分析结果。

3.4 搭建统一用户管理系统——实现全集团的统一用户管理及单点登录的功能

通过搭建机场集团业务系统统一用户管理系统，实现账号、认证、授权、审计管理，为应用人员和运维人员提供统一访问 Portal 页面、集中身份认证、统一授权及认证请求转发等功能。

系统实现对帐号和账号属性的集中维护；具备对帐号的密码强度和有效期进行管理的功能，包括密码安全设置及修改、组成规则、有效期、与前几次密码不重复设定、校验策略等；系统支持分级认证，能够根据用户访问的具体需要，配置相应强度的认证方式，根据用户访问的资源类型、访问数据的敏感程度等因素，确定不同的安全级别。

四、洞察启示

数据治理是企业治理和企业信息管理的重要组成部分，是综合运用数据管理法律制度、人员组织、技术方法以及流程标准等手段，对结构化数据和非结构化数据的可用性、完整性、安全性等进行全面管理，以确保数据资产的保值增值。

（1）充分认识到数据治理对于机场数字化转型工作的深远意义，不断强化机场集团领导及工作人员的数据思维，深入研究机场数据治理规律，并结合湖北机场集团实际情况，强化数据治理的宏观指导与统筹规划，理顺机场业务场景与数据治理之间的内在关系，周密设计机场数据治理的整体行动方案。

（2）健全湖北机场集团数据治理的组织领导体系，明确数据管理机构的职能边界，构建职责清晰、运转高效、协调有序的数据治理内部运行机制，加强机场数据生态建设，推动机场数据与外部数据的融合，形成数据治理的多元化、多维化、多样化，进而增强机场的数据调控能力，构建数据综合管理平台。

（3）关注机场数据治理结构的优化，完善信息制度，强化数据治理的制度保障和监督指导，准确把握机场数据治理的核心问题。在数据质量管理、数据资产管理和数据风险识别防范方面综合运用技术、管理、制度等手段实现数据管理方式创新与服务模式创新，建立起系统性与协同性并重的数据治理方法体系。

（4）数据治理体系建设并不仅仅就是指进行信息化建设。数据管理体制本身的完善程度，将直接决定数据治理信息化建设的好坏，所以数据治理的整体推

进需要数据治理咨询的全面介入。以数据治理咨询为驱动，加强和提升数据治理水平，遵循“管理变革+信息应用”的建设模式，分阶段稳步推进数据治理工作。通过数据治理咨询，梳理贯穿机场整个经营过程的数据资产，进行业务、数据、职责等多因素的匹配性分析，形成能够覆盖所有关键业务的数据治理标准，提高工作效率，为数据治理建设提供有力保障。

（5）数据治理体系不仅是现在面对的数据规模，未来随着机场业务的不断发展完善，需要能够及时适应数据量的快速增长。在这个过程中，需要引入成熟治理工具，好的治理工具可以有效的提升系统的稳定性、安全性、扩展性，同时工具本身良好的架构设计可以很好的降低系统的复杂度，使系统易于维护。

（6）保持数据架构的开放性，兼顾短期利益与长期目标。在架构设计时要既考虑通过传统稳定的技术满足机场传统应用的建设要求，同时要引入更多创新性技术的支撑，让系统具备良好扩展性。

（7）数据治理是一个面向数据全生命周期的体系过程，武汉机场利用元数据管理进行各系统的结构梳理，影响分析，为后续数据整改提供变更依据。数据标准的全制定，为各源头数据入仓提供了统一的标准规范，并可指导后续新系统的搭建。各阶段的数据质量监控，保证历史数据清洗的同时，为后续新增数据提供有效的预警，从而确保数据仓库中数据的高质量、高价值。

（8）关注数据治理结构的优化，不断完善信息制度，强化数据治理的制度保障和监督指导，准确把握机场数据治理的核心问题，在数据质量管理、数据资产管理和数据风险识别防范方面综合运用技术、管理、制度等手段实现数据管理与服务模式，建立系统性与协同性并重的数据治理方法体系。

（9）建立多层次、多模式的数据治理培训体系，满足不同岗位员工数据能力的需求，建立数据管理问责制度与激励机制，进而提高机场数据的聚合效应，增强数据洞察力，在这个过程中培养出一批善于数据治理和数据分析的复合型人才，使得机场在未来数据应用的领域能更好的发展，更深入的利用数据促进业务的提升。

提升数据治理能力

助力长沙机场智慧机场建设与发展

单位/部门：长沙黄花国际机场/智慧机场部

完成人员：常希娟、曾武、柳政、冷波、王晖

一、背景和痛点

2020 年，长沙机场紧跟“智慧民航”建设要求，启动建设长沙机场智慧数据中心，通过整合分散在空管、航空公司、机场、保障单位的数据资源，加强运行信息统一集中管控，提升信息数据综合分析能力，促进信息资源共享，支持业务优化调整，解决应用系统烟囱化建设问题，持续提升数字化应用能力。我们根据各部门及岗位数字化能力水平，以及实际业务情况进行分析，总结了目前主要存在的一些痛点：

1.1 存在信息孤岛，有数据不能用

各业务系统间相互关联程度不高，导致数据分散在不同系统中，彼此之间无法形成联结，数据共享性较低。例如，机场运行数据与民航局运行共享的信息互通，可极大减少数据的重复操作，降低差错率，再比如，数据资产方面各业务板块并不了解各自业务有哪些数据可用，哪些还未数字化等等。

1.2 数据质量不高，有数据不好用

高质量数据成为机场服务与创新的重要基础，也是大数据提升精准施策能力的关键前提。首先，缺乏统一的数据治理体系，在数据采集、存储、处理等环节存在不科学、不规范等问题，导致错误数据、异常数据、缺失数据等脏数据产生，无法确保数据的完整性和准确性。其次，缺乏数据的一致性规范，由于业务条线繁杂、业务种类多样，多个部门往往数据采集标准不一、统计口径各异，同一数据源在不同部门的表述可能完全不同，看似相同的数据实际含义也大相径庭，数据一致性难以保障，这给全局数据建模、分析、运用造成障碍，数据挖掘效果大打折扣。

1.3 融合应用困难，有数据不会用

数据来源众多、体量庞大、结构各异、关系复杂。从如此繁杂的海量数据中

挖掘高价值、关联性强的高质量数据，需要高效的数据建模分析能力。目前数据资源利用大多停留在表面，数据应用尚不深入、应用领域相对较窄、数据与场景融合不够，导致数据之“沙”难以汇聚成“塔”，海量数据资源无法盘活，数据潜力得不到充分释放。

1.4 缺乏数据安全保障，有数据不好管

随着业务系统的不断建设，迅速扩大的数据规模，使得与这些数据相关的保护和治理，从数据发现到分级分类、从访问控制到数据审计，数据规模迅速增加，亟需数据安全治理方式改进，来应对快速生成的海量的数据带来的变化。在当前复杂的业务情境下，数据在很多时候并不是先生成再存储，而是从不同的位置获取的，数据的交换过程中，数据在不断地变化位置，甚至是跨平台进行，这使得数据的追踪变得十分不可控。

二、实践路径

2.1 搭体系：业务和数据双轮驱动治理体系的建设

（1）高层领导牵头，全部业务部门参与，为数据治理工作的顺利执行提供组织上的保障

我们公司高层领导非常重视数据治理工作，成立以总经理、分管信息的副总牵头的智慧数据中心领导小组，主要负责机场数据相关政策和办法的制定和后续的推动和落地，进行数据质量、数据标准、数据规范等数据相关的具体管理工作，统筹协调推进机场数字化进程；各业务部门具体负责人作为小组成员，共同推进智慧数据中心相关工作的开展。

（2）引入数据管理成熟度国际标准，开展机场全岗位手册业务流程梳理，开展数据管理水平评估，对数字化阻塞点进行全面盘点

我们对全域、全岗位、全业务流程进行业务和数据梳理及数字化建设评估，涉及 12 个部门、972 个工作流程，目前已逐步建立核心数据资产体系，并分别从业务流程数字化程度、数据质量、数据共享程度等方面进行机场数字化程度评估，形成了行业第一套数字化能力实时看板。全面理清各部门业务流程现状及数字化能力所处的发展阶段，同时找出各部门在数字化能力方面的短板，以及存在的突出问题，为各部门后续的数字化工作指明方向，做好数据战略顶层规划。

（3）以业务为牵引进行数据治理规划，构建完善的数据管理体系

通过对业务板块的分析，数据治理规划实现了多层次的业务、系统、数据的整合分析；通过对业务流程的梳理，展现了流程中以及跨流程的数据流向关系，让流程本身清晰可见，有助于基于流程、数据层面进行分析规划，优化岗位工作，进而展开该工作涉及的流程，帮助通盘了解该资产在机场真实的承载、产生和使用情况。

2.2 树标准：建立“书同文、车同轨”的标准规范体系

（1）建立管理制度和标准规范，明确管理基线

以八大业务域为基本范围，明确数据标准的分类规则，编制主数据、数据接口、信息安全等多个领域的标准规范，初步建立了统一的数据标准体系，具体标准规范包括《数据质量管理规定》、《信息安全管理规定》、数据协议规范相关文件《数据资源目录》、《数据交换协议》。

（2）从业务、技术、管理的维度全面推进标准落地实践

数据标准落地的关键点就在于“执行”，经过执行的标准才具有生命力，有效执行才能体现数据标准对业务、技术、管理流程的借鉴和指导意义。我们从四个方面推进数据标准的有效执行：首先是借助数据标准管理工具来支撑数据标准的落地实施，为数据管理工作提供技术支持；其次是统一业务和技术的数据字典，实现了速度与标准并重，确保了数据标准的实用性；第三是将标准制定与落地同步开展，结合数据标准，大力推动数据标准在其他业务系统的落地工作；第四是建立数据指标体系从业务需求出发，通过对指标的找、理、管、用全流程建设，实现指标标准体系在机场中的落地应用，保持各业务部门的指标计算的一致性。

2.3 建平台：以工具支撑开展全面数据治理工作

大数据管理体系以及大数据治理体系的构建和完善是智慧机场的核心，同时围绕主要业务场景和核心业务需求挖掘数据价值，为各业务板块所用是机场大数据管理体系的核心目标，同时还要实现业务与数据的深度融合，实现跨业务领域数据资源的融合创新和挖掘分析。智慧数据中心依托大数据融合治理平台进行规划建设，它是集数据集成、数据开发、数据治理、数据服务、数据安全等能力于一身的一站式数据中台建设工具，支持从“0-1”构建数据中台，为机场的业务创新持续赋能。



图 1：智慧数据中心数据中台平台架构

（1）数据集成

数据接入及处理将数据源层中的内部数据、行业数据、外部数据通过实时、批量采集的方式接入数据平台中，保证了各系统之间的业务顺利互通，实现各信息系统间的全面、高效、可靠、精准的数据共享交换服务，进而消除信息孤岛和多点对多点的数据交换方式。同时平台承担着内外部系统数据采集和交换功能，是跨部门、跨公司和机场内外各系统之间的业务协同的基础。

（2）数据加工

数据的解析加工过程是数据治理过程中对源数据的数据清洗及整理的过程。在这一过程首先是将接收到数据解析成为结构化数据再通过系统数据资产提供的数据定义进行定义校核确保接入的数据符合原始数据定义。数据加工是对数据格式、数据单位、数据长度等进行规范统一的过程。在这一过程中通过数据转换规则形成数据的统一定义模式，方便后续进行应用。智慧数据中心对来自 23 个系统的数据进行解析，完成了 308 个数据类型的解析，形成了 30 个数据解析算法，解析生成的数据项达到 8340 个，实现了 29 种加工算法。

（3）数据融合

数据融合过程是对数据目录数据融合生成的过程，在这一过程将对机场各个接入数据源进行择优，形成唯一的、规范的、实时的数据对象，通过这一过程可以让机场免去后续数据应用的多源混杂，数据不一致等各种数据应用的问题。这个过程是通过数据融合算法及规则的管理完成。目前已完成 59 个融合算法的编写，对 23 个数据对象的 634 个数据项的融合，初步形成覆盖机场旅客服务、生产协同、综合交通、航空物流 4 个板块。

（4）数据质量

定义数据质量校核的规则及指标。这是对数据质量考核的规范过程，对进入数据中心及数据中心提供的所有数据进行数据质量的管理。同时对接入数据中心的源数据、数据融合生成的对象数据以及与民航局共享数据这三类数据进行数据质量校核。

制定专题通报的机制。这是对数据质量提升的有效手段，我们建立了民航局共享数据质量专题，对 DCI 指数、覆盖率、及时率、可靠率进行了质量核对。完成对所有接入和共享核心数据项的质量校核和规则建设，并逐步形成数据中心质量校核、数据提供方质量提升、民航局共享数据质量提升的良性循环过程。

建立数据质量管理目标和管理措施的程序。根据数据质量提升情况，以及长沙机场的发展规划提出阶段性数据质量管理目标与措施。

（5）数据仓库

在数据仓库中对数据进行分层构建，第一层是数据湖层，它接入了各系统以及解析融合的所有数据，共存储数据 290G，包括：采集数据 2.5 亿条、236G,加工数据 9 千万条、存储 25G,融合数据 1 千万条、存储 29G，每日新增存储数据 2.5G。第二层是数据分析模型层，它通过抽取数据湖中的数据完成数据明细层的构建，包括数据明细、数据指标、维度等数据模型，共完成数据分析模型 52 个，包括分析维度表 18 个、分析明细表 8 个、分析指标表 45 个。第三层是数据应用指标汇总层，它对各主题应用进行了数据应用指标汇总，提供数据应用，共完成 457 个指标的计算，生成计算指标表 45 个。

（6）数据资产

数据资产通常可以视为企业产生的具有较高数据质量并具备流通价值的数据。这种流通包括了系统间的数据流通以及业务活动间的数据流通。我们在数据治理的过程中，不仅对各部门业务活动的数据流通进行了梳理，也对系统间的数据流通情况进行梳理，形成了长沙机场的数据资产目录。

系统资产梳理。我们对现有数据系统进行了调研摸底，形成数据调研报告，包括航司、空管、民航局、交通局、机场等的 23 个系统或接口，共计 6362 个数据资源目录。

业务资产梳理。我们对各个部门岗位进行调研，形成各岗位业务活动数据流程图。从而抽取各业务活动产出的数据及业务活动间交付的数据。

数据资产目录梳理。根据数据的业务范围、数据目录（包括航班数据、资源数据、旅客数据、行李数据、物流数据等）进行梳理，形成了包括旅客服务、生产协同、安全安保、综合交通、商业管理、机场能源、航空物流、机场运营 8 个业务板块，109 个业务域，605 个数据类型。

（7）数据共享

数据共享是让数据资产进行流通产生数据价值的过程，对数据流通的管理就是数据共享的过程。用于数据共享的数据包括了接入到数据中心的源数据、数据融合生成的对象数据、计算完成的指标数据。这一过程为了达到让数据老用户能够接入过程在之前应用基础上进行无感升级减少数据使用开发，同时数据新用户采用统一数据协议的目标。

（8）数据服务

数据服务主要包括数据查询服务、数据推送服务、数据 API 服务。其中数据查询服务对融合后数据的关注有助于检测数据是否按照融合规则处理完成，能反向验证融合规则的正确性和合理性。数据推送服务是智慧数据中心平台提供的可跨异构数据存储系统的、可靠、安全、低成本、可弹性扩展的数据同步平台，为 10 余种异构数据源提供全量、增量的数据进出通道。数据 API 服务是数据中心加工处理生成的数据，可以通过 Restful API 等方式提供给外部系统使用，让数据发挥价值。

（9）数据安全

数据安全管理是数据中台的重要组成部分，数据安全是数据中台运行应用的前提。主要包括：数据存储安全，系统数据主要采用 MPP 数据库进行存储，MPP 数据库本身通过多副本机制来提供数据备份能力，也可以将 MPP 数据库中的数据定期备份到大数据平台的分布式文件存储中。数据使用安全，系统采用的应用服务器和数据库本身都具有极高的安全性能和完善的安全策略，系统在数据传输上通过中间件加密，确保传输过程中数据的安全性。数据交互安全，数据交互安全主要是在交互过程中应用事务机制和心跳机制来实现。

（10）数据应用

基于数据管理及数据治理平台，遵循“多场景，一张图”的思路，构建长沙机场的三维模型，根据静态三维模型和动态数据进行融合，完成了 320 个指标的构建，形成了空地一体化、航班运行、能源、旅客、大交通、经营管理、空地一

体化、物流等业务板块的 3D 交互式一张图展示，提供了上帝视角的、全景全域的、实时动态的机场状态监控，同时并探索数据的价值挖掘，实现了多个专题应用，为各业务应用提供决策支撑。

2.4 重运营：持续运营，巩固和加强数据治理效能

数据治理是一项连续性的工作，需要有持续、长效的运营机制来支撑，不断巩固和加强数据治理效能，助力长沙机场数字化业务的深入发展。建立数据治理长效运营机制的关键在于领导支持，标准明确，流程规范，奖罚分明，持续优化。

（1）以数据质量为抓手持续推进数据治理工作

完善的数据质量管理是保障各项数据治理工作能够得到有效落实，达到数据准确、完整的目标，并能够提供有效的增值服务的重要基础。数据质量管理的规划和实施包括以下内容：

建立健全数据质量管控体系。建立以界定管理权责、制定统一标准、落实评估考核为一体的质量管控体系，包括数据质量的评估体系，定期评估数据质量状况；建立数据质量监督机制，在部门各个应用系统中的落实，含各应用系统中的数据质量检查等；建立数据质量常态化管理机制，集中化建立数据质量管理系统，数据应用方积极反馈问题，数据责任方积极主动配合管理部门进行问题整改，逐步形成数据质量的良性生态。

以源头数据质量管控为抓手。将数据质量管理与业务规则的结合，通过业务规则的稽核来发现数据质量深层次的问题，从根源解决问题，避免增量问题数据的持续出现。

以考核评价为驱动力。数据治理工作涉及部门多、业务多，须从指标定义、问题发现、问题整改、问题跟踪、效果评估几个方面建立问题处理的闭环机制，制定质量考核方案，进一步强化绩效传导，压实管理责任，督促完善提升，持续发挥机场各部门协同管理能效，提升机场运行品质。

（2）以平台持续推动数据共享及应用

平台是机场数据治理的重要载体，承担着对内实现高效运行协同和对外提供优质运行服务的功能。在完备的数据治理体系和数据治理规范的指导下，利用数据治理平台持续实现机场其他数据的采集、管理、质量校核以及为上层业务提供数据应用服务，在各个层面上不断实现整合共享，打通各业务部门的沟通壁垒，实现跨部门、跨单位的协同，实现数据通、业务通，提升机场数字化的能力。目

前，除在数据层面打通和持续集成治理方面，我们基于治理后的数据持续挖掘数据价值，在 AOC、市场部等多个部门开展了基于数据中心的数据应用工作，如围绕次日计划制作、航班计划调整协同、民航正常性统计数据应用、自动化报表报告、大面积航班延误下的辅助决策支撑等相关应用，在运行协同和预测预警等多方面进行数据挖掘的应用，不断实现数据变现。

三、应用效果

3.1 完成全平台数据盘点，实现数据“颗粒入仓”

对全平台系统进行数据梳理，第一次直观、详细地呈现各部门的数据“家底”，并在此基础上构建数据资产目录，完成了数据从“看得到”到“看得懂”的跨越，实现数据“颗粒入仓”。

3.2 建立管理制度和标准规范并落地实施

初步形成了五大数据管理制度体系和各领域的标准规范，为全平台统一管理、统一标准、高效协同建立了良好的基础。从数据资源目录管理、数据质量管理、数据协议及安全等方面明确了数据资源管控的要求。为后续的与各单位进行数据接入和共享提供规范，简化了对接流程，保障了数据的交互稳定、准确、安全。

3.3 解决核心数据共享及协同问题

主数据是“黄金数据”，也是各部门之间普遍共享的数据。本次项目重点关注主数据管理，在原有主数据的基础上开展了主数据唯一来源定义，解决了数据层面和系统层面的多个问题，极大地提升了主数据的一致性和应用效果，初步解决了核心数据的共享和协同问题。

目前智慧数据中心接入了空管、A-CDM、机电廊桥、航油、航司、交通局、站坪车辆、货运、民航局共享平台等 23 个单位及系统，覆盖了航班计划、航班动态、空管控制信息、雷达、气象、航班保障、运单、旅客、运行品质、配餐、能源、网约车等数据分类下 8340 个数据项。在数据共享过程中对 13 个数据使用方进行了数据协议的适配。

3.4 形成可视可追溯的数据处理全链条

数字链路图是对智慧数据中心的整体数据流向的一个综合展示，其中包括了数据接入、数据融合、数据指标、数据服务全链路的数据流向进行展示。不仅能够有效帮助对流入数据的情况进行了解，同时也能从数据项层次对数据的链路进

行追溯。通过数据脉络的细致把握，快速定位在数据处理及数据应用过程的问题。

3.5 以数据质量提升为核心的数据质量校核技术体系基本形成，数据协同和数据应用得到提升

在数据治理方面，智慧数据中心依据《数据质量管理办法》中的要求，以质量提升指标为具体导向，将数据质量作为一项常态化的工作开展，基本搭建起以数据质量管理为核心的数据治理技术支撑体系，数据治理初见成效，数据质量有所提升。通过技术和管理两方面，确保了数据的完整性、准确性、及时性。以 DCI 指标为评价标准，长沙机场的 DCI 指标提升至 0.99，民航局的数据质量日报中，长沙机场的质量在全国机场排名中名列前茅。

3.6 初步建立业务协同场景治理一张图

在业务协同场景治理方面，智慧数据中心遵循“多场景，一张图”的思路，全面开展八大业务场景的应用，通过统一的指标体系构建以及机场三维模型的一张图构建，意在提升业务协同质量和效率。形成了航班运行、能源、旅客、大交通、经营管理、空地一体化、物流等业务板块的 3D 交互式一张图展示，初步构建了具有上帝视角的、全景全域的、实时动态的机场状态监控一张图。

3.7 初步建立信息安全技术能力

建立信息安全保障系统，初步具备了信息的安全防护能力，也为开展数据共享和对外开放数据建立了基础的“安全防线”。建立了《长沙机场智慧数据中心-信息安全管理规定》，完善的数据安全管理制度规范体系，实现数据安全要求清晰明确、数据安全治理有章可循。提高数据安全技术防护能力，精细化数据权限管控，加强抗数据风险能力，建立数据安全监控与审计的能力.

网络安全方面。网络边界或区域之间部署网络防火墙等边界防护设备，根据访问控制策略设置访问控制规则，实现边界防护和访问控制。建立白名单机制，只针对白名单单位的服务接入。

系统安全方面。采用点对点数据接入，集中处理共享处理。配合统一用户权限管理、转发权限控制、转发脱敏机制、数据接入情况监控告警、下游系统接收情况监控告警、集中日志管理、消息队列权限控制等措施。

数据安全方面。保证数据链路消息服务器账号安全，并采用数据过滤机制。

四、洞察启示

4.1 组建数据治理工作领导小组，为数据治理工作提供组织保障

通过学习民航业智慧机场建设案例并结合实际，我们认识到实现数字化转型关键背后的核心是数据，要挖掘和发挥数据的最大价值，依靠的是有效的数据治理工作。为要保障数据治理工作的顺利开展，我们成立了以总经理、分管信息副总牵头的领导小组，各业务部门定义数据责任人，建立与组织架构和业务架构相适配的多层级的数据治理工作领导小组，架构健全，职责分工明晰，相互衔接，有效保障了数据治理工作在跨部门跨系统时的顺利实施。

4.2 做好顶层规划和标准规范建设，为数据治理工作保驾护航

对机场来说，业务系统高度复杂，业务对象和业务流程各异，因此，在顶层规划过程中，需要将数据治理工作规范化，明确数据标准和处理规范，才能在实际数据治理工作开展过程中有统一的数据语言和操作手段，保障数据治理工作的一致性和标准化。我们首先提出了理念先进、规划科学、落地性强的智慧机场建设顶层规划，其次是出台了数据治理相关标准《数据质量管理规定》、《信息安全管理规定》、数据协议规范相关文件《数据资源目录》、《数据交换协议》，为数据治理具体工作的成功实施保驾护航。

4.3 两图一表，实现数据治理工作操作手段创新

在数据治理过程，我们提出以“两图一表”（数据规划图、数据链路图、数据质量表）为核心产出物，引领和贯通整个数据治理工作，取得统一管理、统一标准、高效协同的效果，实现了数据治理工作操作手段极具实用价值的创新。这启示我们：数据治理工作不仅仅需要依赖通用的数据平台和各种数据治理工具，更重要的是实现与机场业务的结合，以及对民航行业数据各类规则的理解，这也是在选择数据治理服务提供商需要重点考察的因素。

4.4 业务赋能、迭代创新，实现可持续运营

通过数据治理工作实践，为长沙机场各业务系统赋能，使得各信息系统的功能模块有机融合，资源共享与业务协同机制基本建立。同时，我们认识到，新技术的发展带来的业务创新没有止境，数据治理工作的创新没有止境，只有采取迭代创新的模式，不断提升数据在现实业务场景下的应用能力，并提升构建全域孪生场景所需的精准、全域物联数据治理能力，才能全面实现数据在多模态业务流程的应用能力，提升机场的精细化管理和业务创新能力，实现可持续运营。

财务数治化（财务共享服务中心）建设项目

单位/部门：内蒙古自治区民航机场集团有限责任公司/财务管理部

主要人员：杨建华、邬美林

一、背景和痛点

随着企业的发展壮大，精细化管理标准不断提高，业务和财务数据深度融合需求日渐凸显，应用于经营决策的高价值数据应用亟待提上日程，现有的财务管理模式和体系难以支撑内蒙古机场集团跨区域集团化的快速发展。

1.1 财务数字化现状

（1）信息系统建设推进较快，应用能力较强，尤其自主研发的智能生产运行管理系统走在行业前列。

（2）信息系统投入数量较多，但一体化整合力还有待提升，对接程度不高，形成信息孤岛。

（3）系统数量较多，且存在单业务多系统情况，如干线机场和支线机场收入系统应用不同；部分单位系统使用效率不高。

（4）现有系统稳定运行程度差异大，部分系统运维不及时甚至已停止运维。边远机场网络状况不理想。

1.2 财务管理现状

（1）基础工作。基础数据整理、核对、制表等业务工作量大、耗时多、有效工作时间较短、数据质量不够高；财务人员一人多岗情况普遍，兼职较多；收入、税务等关键岗位业务繁重，流动性大，业务处理稳定性不足。

（2）预算管理。现阶段只能够实现财务预算的编制，无论执行控制还是后续跟踪反馈、与绩效分析考核的过程管控紧密度不高。同时，全面预算理念落地难度较大。

（3）数据应用。各部门需要的报表各异，数据采集难度大，手工统计为主，重复工作较多，质量和效率不高。同时，报表以对外报送要求为主，

对内部管理需求的支撑相对薄弱，尤其对决策支持的分析能力仍有较大的提升空间。

（4）转型升级。集团整体发展速度快，管理链条长，管控效果衰减较多。财务管理融入业务力度不足，参与绩效管理深度不够，培养高层次财务专家的需求强烈，需要财务管理尽快从核算型向管理型转型。

二、实践路径

内蒙古机场集团公司于 2018 年 11 月启动了财务数治化（财务共享服务中心）建设项目一期，实施内容包括费用预算、报账平台、影像系统、航空性收入结算与统计系统（框架搭建）、作业平台、结算平台、综合查询、移动 APP 应用等相关功能模块，从而建立高效统一的财务共享服务及应用平台，实现预算类、会计核算类、资金结算类业务的统一管理与集中作业。通过财务数治化建设项目一期的实施，显著提高了报账效率、实现了全业务电子化报账和在线审核，有效的将集团的管控重点落地到系统中，通过在平台中引入规范化工作标准和科学的工作流程，可以防止违规记账，堵塞管理漏洞的必要措施，成为集团财务规避风险、协同管控的主要帮手，从而提高集团的财务管理水平。

财务数治化（财务共享服务中心）建设项目一期所搭建的平台体系，能够提供各类业务运行的核心框架和运行逻辑。为了进一步巩固和拓展财务共享服务中心服务水平，深度落实集团公司战略目标，加快推动业务财务一体化进程，内蒙古机场集团公司于 2019 年 11 月启动了财务数治化（财务共享服务中心）建设项目二期，本次项目涵盖全业务链收益管理及分析系统、全面预算管理系统、税务管控及发票识别系统、决策支持系统、集中核算管理系统、内部协同管理系统、投资管理系统、采购管理系统、合同管理系统、移动 APP 深度定制与升级、资产全生命周期管理系统、与资金系统集成、共享中心大屏分析展现系统、共享中心运营管理系统，共计 14 个方面。

财务共享平台是构建各种业务平台、解决方案的基础性研发平台，是解决企业发展与信息化之间的矛盾和公司内部的产品平台整合矛盾的解决方案。平台总体架构将从概念、模型和业务设计，定义系统的执行、开发和运行环境，同时在业务、应用、数据和技术多个领域针对共享服务平台进行方案视图规划和设计细化。平台总体设计架构如下:

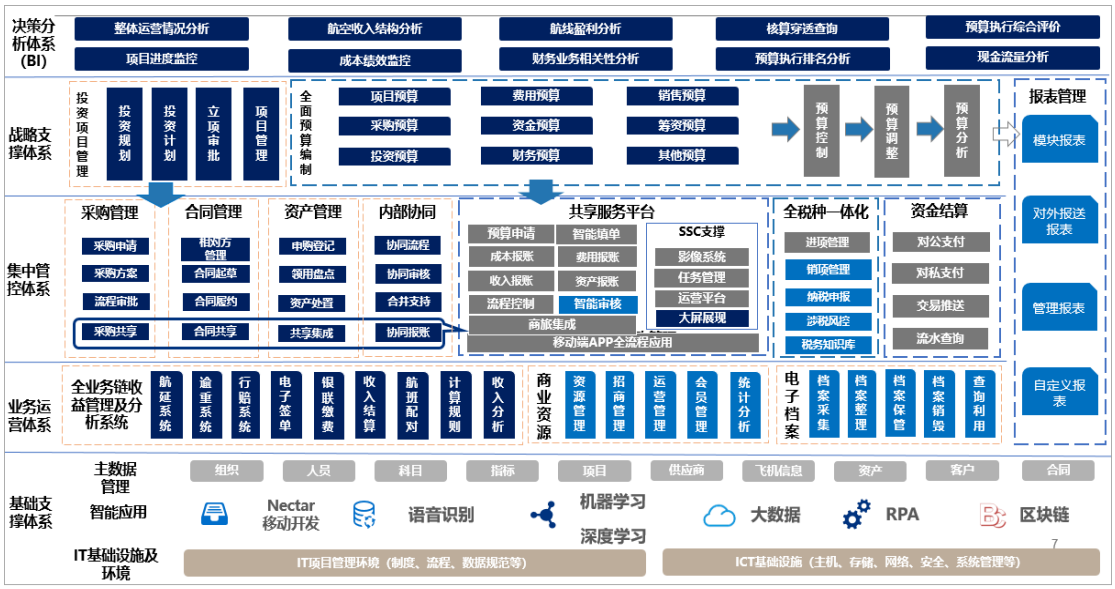


图 1：财务共享平台总体设计架构

2.1 全业务链收益管理及分析系统

建立集基础数据管理、合同管理、收入结算、统计分析等多种功能于一体的管理系统，优化和改进操作流程，满足各成员机场全业务基础数据采集、数据校验、收入结算、统计分析等功能需求，利用先进的信息化技术手段提升现代管理综合水平，实现公司内部资源的最佳配置，提高机场公司盈利能力和综合竞争力。

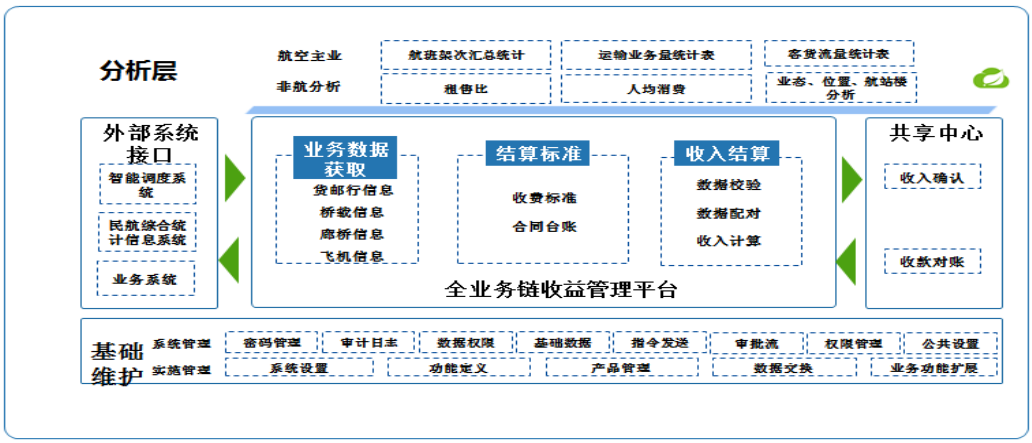


图 2：全业务链收益管理及分析系统

2.2 全面预算管理系统

建立多维管理的全面预算管理体系，打造安全、规范、统一、高效、实时的全面预算信息化平台，设计符合机场行业的预算管控体系，全面覆盖航空性业务和非航业务。本期项目的重点完成预算体系搭建，预算编制实施上线。主要包括以下建设内容：

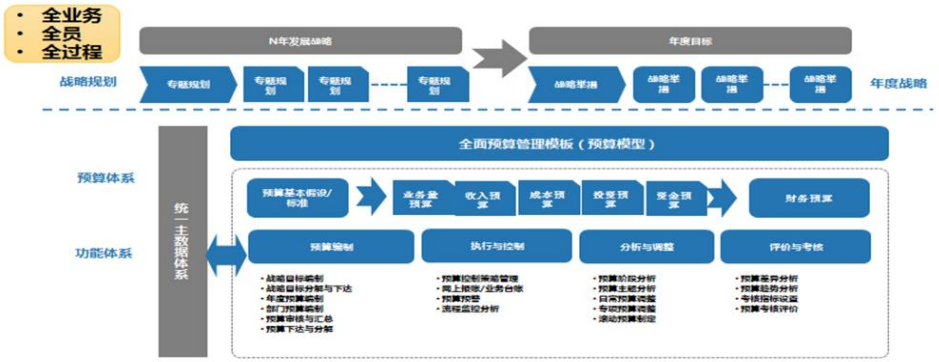


图 3：全面预算管理系统

2.3 税务管控及发票识别系统

建立统一的税务管理子系统，实现税务信息的有效共享，与共享系统进行关联，满足集团内各级单位税务管理需求，实现业、财、税一体化。具体功能包括：

2.4 决策支持系统

决策支持子系统的建设目标是结合当前业务运营管理需求用于打通各业务信息孤岛并给领导层提供相关决策辅助信息。该系统使集团的决策层能够及时看到他们所关心的业务数据，从而为决策者的正确决策提供准确、及时的依据，进而提高集团的经营管理水平，提升整体的竞争力。主要功能如下：

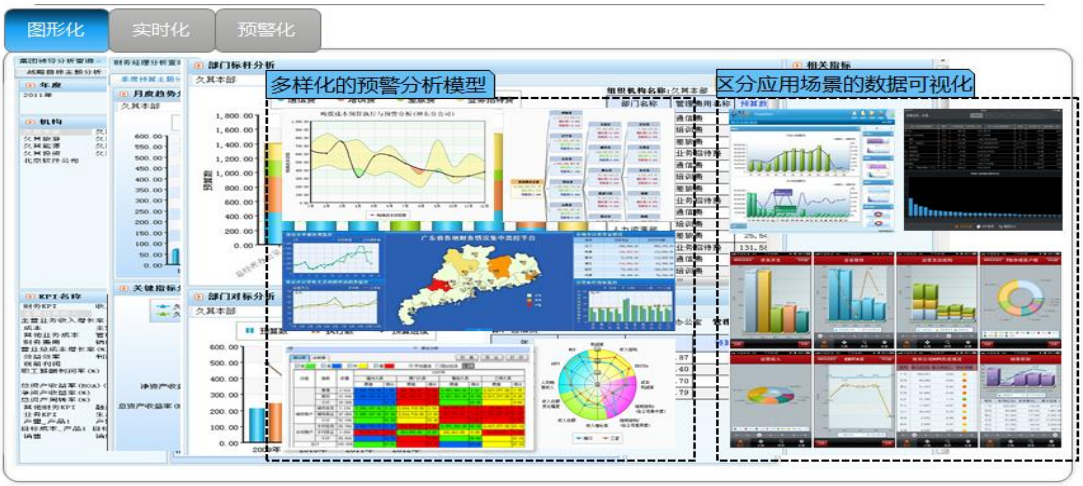


图 4：决策支持系统

2.5 集中核算管理系统

建立集团财务集中管控体系，通过参数设置对成员单位的会计核算政策、会计科目进行统一和管控。实现基础数据管理、总账管理、固定资产管理、现金流量管理、外币核算等功能模块。

集中核算管理系统从统一集团财务核算体系角度出发，强调集团管控，通过多组织机构管理、集团账簿、财务档案等基础设置保证政策统一执行，通过总账管理、出纳管理、往来协同管理、现金流量管理等满足日常核算要求，通过账簿查询、辅助账簿查询、内部审计等功能满足集团对下级单位的监控审计。

2.6 内部协同管理系统

实现内部单位在共享模式下的收入成本、往来支付、投资收益等业务的协同确认，共享审核、凭证生成以及关联交易的查询分析，从而提升集团公司内部业务的全链条协同管理，实现对集团合并报表的明晰化支撑。

2.7 与资金系统集成

实现与资金系统集成，付款单据经过共享系统传递至资金管理系统，资金管理系统支付完成后反馈支付结果，支持对公、对私支付。



图 5：与资金系统集成

2.8 移动 APP 深度定制与升级

现阶段集团公司移动APP已实现共享报账的审批，为进一步提升移动化办公进程，提升移动办公的全场景支持和全流程应用。建设内容主要包括移动端提交单据、单据审批、查看影像、预算控制及执行情况查询、电子发票等全过程功能应用。

同时，移动APP还将进行深度地定制化设计开发，根据内蒙古机场集团的实际需求，开发如功能导航、工资查询、个人工作台、个人查询、资产盘点、分析图表等功能模块。



图 6：移动 APP 深度定制与升级

2.9 投资管理系统

集团面对数量日益增长的投资、建设项目，错综复杂的管理任务，在项目管理、项目进度、项目成本、周期及资源分配估算、评估项目绩效、数据质量管理和审计、内部管控等方面面临诸多挑战。目前，虽然集团已经形成了项目管理的方法、流程和职能定位、但是缺少贯穿始终的，全生命周期项目管理信息系统和信息交互规范的支持，降低了项目运作和管理的效率；同时，造成了信息孤岛和信息交互障碍的形成。通过对原经营管理系统进行“移植+升级”的方针，实现投资管理系统与共享系统全面打通，形成闭环管理。

2.10 采购管理系统

通过对原经营管理系统进行“移植+升级”的方针，帮助采购人员完成工程、货物、服务类的采购全过程的管理和控制，即从采购申请、采购方案、采购过程、合同管理的全部过程。可有效地监控采购计划的实施、采购成本的变动及供应商交货履约情况，从而帮助采购人员选择最佳的供应商和采购策略，确保采购工作高质量、高效率、低成本执行。

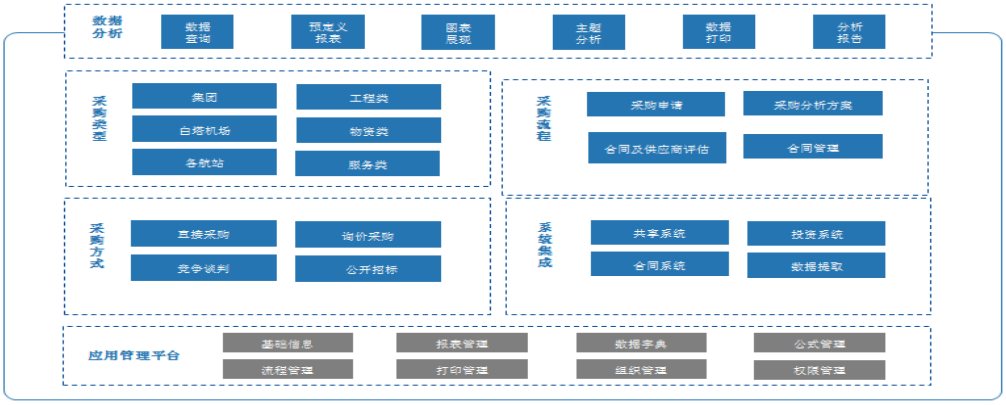


图 7：采购管理系统

支持直接采购、询价采购、招标采购、零星采购、竞争性谈判等多种采购模式，与投资、合同、报账等子系统均有灵活的接口。采购需求信息可由各部门直接下达，采购物品收货检验后，同时由报账系统完成结转采购成本及应付款的工作。

2.11 合同管理系统

通过对原经营管理系统进行“移植+升级”的方针，实现集团公司及其成员企业从相对方审核评价、合同的起草、审批、履行监控、变更、评价、查询统计等全生命周期管理，优化管理模式，最大限度地降低成本，提高工作效率和工作质量，规避法律风险。



图 8：资产全生命周期管理系统

2.12 资产全生命周期管理系统

资产全生命周期管理子系统是从资产的长期效益出发，全面考虑资产的策略、规划、投资、项目、运维、处置的全过程，提高资产使用率并优化资产全生命周期成本，实现实物资产的全链条业务管理，包括资产申购、卡片登记、资产使用、资产盘点、资产折旧、资产调拨、资产处置和资产清理等全生命周期管理。

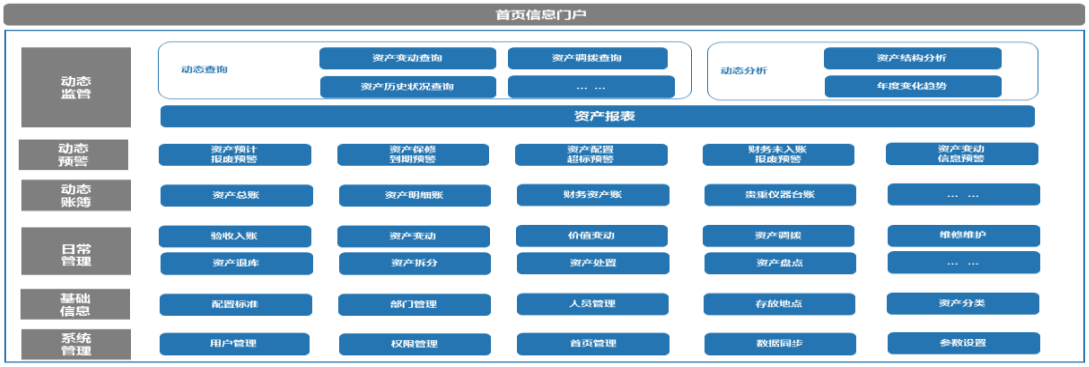


图 9：资产全生命周期管理系统

2.13 共享中心大屏分析展现系统

共享中心大屏分析展现系统，是抽取公司业务、财务系统的关键数据后，通过数据建模、主题、图表、仪表盘设计管理等一系列功能对数据进行处理，最终将数据在拼接大屏上进行实时可视化展示。是共享中心对外的信息整合门户，将企业关心的所有资源整合起来，通过Portal将各种功能模块和信息资源集成到一个统一的用户界面下，信息门户中的各种要素都可以随意组装/拆卸，从而实现用户界面的个性化定制。



图 10：共享中心大屏分析展现系统

2.14 共享中心运营管理系统

实现员工报账信用评级体系，并支持实时查询，根据提单人信用级别进行派单优先级自动控制和提单权限自动控制。实现对共享中心审核作业的质量管理、并通过质量管理中的稽核数据对共享中心员工的绩效进行模型化评估计算，实现绩效考核的自动化。

三、应用效果

财务数治化（财务共享服务中心）建设项目采用财务共享服务模式来加强财务风险管控、提升管理效益、降低运营成本，并更快更好的适应了内蒙古机场集团未来飞速扩张的发展趋势，应用效果如下：

3.1 强化财务标准化工作

实现数据口径统一、管理口径统一、流程管理统一、权限管理完善等财务标准化工作。

3.2 促进财务信息协同

在垂直方面，打通集团及下属各单位的信息通道，实现信息实时监控；在横向方面，实现核算、资金、资产、报表等各方面的信息互联互通，实现信息共享。

3.3 放大产业协同效应

实现信息化与工业化的深入融合，通过信息纽带，加强各产业之间的深入融合，在资金协同、业务协同、人才协同等多方面建立起立体化的协同体系。

3.4 构建科学决策体系

在集团层面建立财务决策分析系统，建立集团、二级单位及下属公司的分层决策模式，通过财务分析模型，实现智能的财务决策分析，实现集团管战略、单位管理运营的决策目标。

3.5 支撑战略体系落地

以目标为导向，以全面预算为中心，以财务控制为抓手，以信息化为支撑，平衡目标与计划、整合业务与财务，要求结果与过程控制并重，兼顾管控力度与灵活性，推动集团战略体系的信息化落地。

从成果角度而言，通过规范化的数据接口与财务中台的衔接，实现实时数据生成航延、逾重、行赔的标准化单据信息，又借助 RPA 等智能机器人的审核提升收支数据的准确性，将业务不合格率从原有的 35%降低至 7%，降低 80%，上述财务中台模式的探索，在整个机场行业具备较高的创新性和可推广价值。共享财务 20 人的团队审核了全集团每年近 10 万笔的凭证量，规模效应和标准化服务效果凸显，预计每年节约人工成本约 1200 万元。

2021 年，获得中华人民共和国国家版权局授予非航航延管理系统、非航逾重管理系统、全业务链收益管理信息系统和智能电子签单数据采集系统四项软件著作权。2022 年，被中国企业财务评价专家委员会与中国 CFO 发展中心列入《中国企业财务数智化转型与高质量发展蓝皮书》项目的调研企业。2023 年，被央广网评为 2022 年度数字化转型优秀案例。

四、洞察启示

目前，财务数治化（财务共享服务中心）建设项目在国内机场集团财务信息化领域中，是技术、业务、平台、理念各方面都较为领先的一体化信息平台。通过行业调研和学术探讨，财务数治化（财务共享服务中心）建设项目可为机场行

业的业财一体化建设提供实践借鉴，为民航领域航空大数据推进提供先行尝试，为智慧机场建设中的财务数据中台建设提供参考。相关创新理念概括为：

“立足服务”，搭建高效率、智能化、面向全员的报账服务平台，实现商旅集成自助订票，自动月结；打通税局链条，发票一键查验、自动认证，资金自动支付，凭证自动生成。

落地“会计事项化、管理精细化” ，设计符合集团特色的全面预算管理体系。涵盖事项化编制、预算控制、预算调整、执行分析、预算考核、对外报表等闭环化管理体系。

“业财融合”，实现“投资—采购—合同—履约—监控”全链条平台。涵盖投资管理、采购管理、合同管理、合同履约、监控分析等，实现跨职能全流程管控。

行业首创，极具推广，连接经营 ，自研“全业务链收益管理平台”。一方面，涵盖针对机场行业航空五项收入的“数源集成-航班动态驱动-服务行为采集-航空数据校验-航班配对-收入自动计算-拒付补收-统计分析”的航空收入管理；另一方面，针对非航收入深度集成了“银联收款码”、“货运业务”、“航延系统”、“逾重系统”、“行李赔偿系统”等系统模块，形成了从业务端到财务端的全流程覆盖及数字化管理，构建了“机场集成生态圈”。

实现基于移动端的共享服务业财一体化的全流程覆盖。涵盖了移动制单、各类业务移动审批、工资查询、资产一键盘点、各类业务数据支撑的查询分析图表等。

本项目建设了集团统一的资产管理模块，连接采购系统，全面覆盖固定资产从形成、使用到处置的全生命周期管理，包括资产采购申请与审批、资产验收、资产变动与调拨、资产盘点与资产处置，资产查询统计等。

“支撑战略” ，打造“业财融税资”一体化财务数据中台。共享运营及决策支持的企业数据中心，包括大屏 BI 分析、移动终端分析、决策支持等服务，打造数据中台，进行全数据纳入。

数据赋能青岛机场数据治理体系建设

单位/部门：青岛国际机场集团/信息管理部

主要人员：曹伟、金勇军、于洋、袁萌、高晓燕

一、背景和痛点

十九届四中全会正式将数据纳为生产要素，与劳动、资本、土地等并列。《“十四五”国民经济社会发展规划纲要》明确“加快数字化发展，建设数字中国”，其中智能交通更是作为“数字化应用场景”的重点领域。

行业层面，民航局印发《智慧民航建设路线图》描绘了构建“民航+数字产业”共同体的发展新格局。对于机场而言，数据作为生产要素参与到航班运行、安全保障、旅客服务和经营管理各个方面，如何管好、用好、治理好行业数据，是机场实现高质量发展的必然要求，也是实现数字化转型的重要举措和必经之路。

青岛机场集团 2014 年完成胶东机场 2015-2025 年信息化规划，并在此指导下，2015-2017 年完成设计及招标工作，2018 年进入全面实施阶段，并紧跟技术发展方向与新机场业务需求，不断吸收借鉴国内外先进机场经验，迭代升级，同年 12 月，胶东机场智慧机场项目获批民航局“四型机场”示范项目；2020 年 6 月，完成信息弱电工程竣工验收工作；2021 年 3 月，胶东机场行业验收，2021 年 8 月 12 日正式投产运行。

在数据中心建设方面，青岛机场统一将计算、存储及网络资源进行虚拟化融合，共建设 500 余台服务器及存储设备，其中 85%业务实现上云；建设“4+1”数据交换平台，接入机场建设的所有系统、15 个外部单位系统，基本消除数据孤岛，实现全业务、全板块数据互联互通；建设经营决策分析系统，建立青岛机场数据仓库，实现青岛机场集团主要业务系统的数据建模，建设多渠道的数据采集功能、整理规范数据类型、开发综合统计分析功能，引入商业智能技术对机场经营数据加以分析和展现。

青岛机场的信息化系统建设，为数据治理工作构建了良好的环境和坚实的基础，但数据的产生仍要依存于业务流程的开展。自胶东机场启动运行至今，数据的采集、治理工作中遇到了诸多困难：

1）民航机场的运行既要具备航班运行保障的生产运行系统支撑，也要具备安全管控、旅客服务、企业经营管理等管理系统支持，涉及领域众多、业务流程复杂，不同业务板块的数据管理难以一概而论。

2）信息系统在设计时期往往会预留针对输入信息的容错机制，使得业务人员在操作时可以输入非规范或非全量数据而不会造成系统业务错误，然而这种容错机制的存在，则会造成数据库数据质量差，增加数据质量治理工作困难。

3）数据的应用往往需要对业务高度熟悉，基于业务而产生需求。从事数据开发工作的信息技术人员往往是对数据分析算法技术精通，而难以深入到业务岗位中去熟悉具体业务。这就导致了由技术部门主导建设的数据治理体系往往难以落地。

二、实践路径

2.1 数据中心架构

青岛机场集团的数据治理工作的开始，依托于“经营决策分析系统”、“2 台数据仓库一体机”、“4 个平台共享数据库”、“4+1 数据交换平台”、“N 个业务系统”的“1245N”数据中心整体技术架构，如图 1 所示。

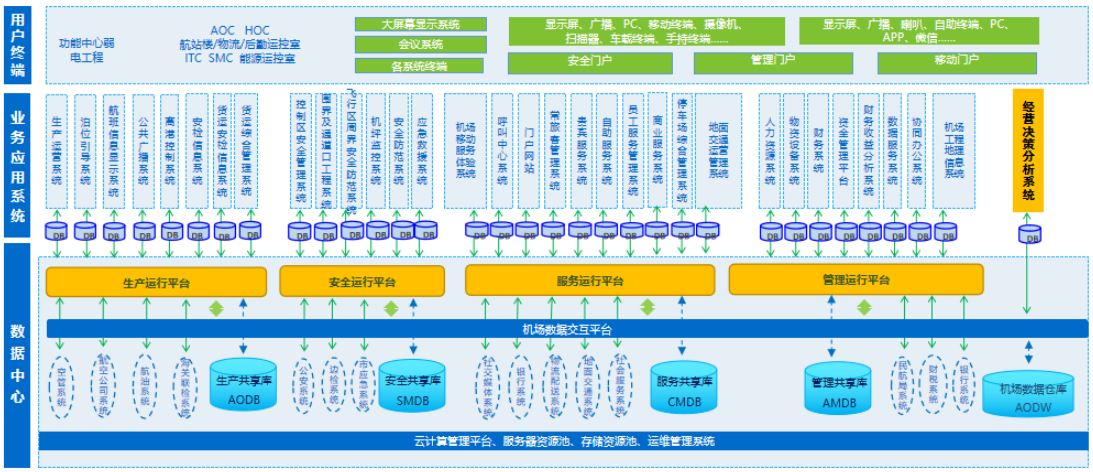


图 1：青岛机场数据中心架构

2.2 4+1 数据交换平台

4+1 平台是包含生产运行平台、安全管理平台、综合服务平台、综合管理平

台 4 个二级平台和 1 个数据交换一级平台在内的服务总线。重要信息系统及 15 个外部单位系统根据其主要业务，分别接入 4 个二级平台。多数生产、安全、服务、管理业务可在对应的二级平台下完成，跨平台的数据交换以及同外部单位之间的数据交换通过一级平台实现，既保障了生产业务、安全业务可在各自的网络策略保护下独立运作，又消除了系统间的数据孤岛，实现全业务、全板块数据互联互通。

2.3 平台共享数据库

4 个平台共享数据库，用于汇聚各二级平台下的信息系统产生的业务数据，分别位于各自业务板块所在的网段中，避免了不同网络资源池中的数据相互访问，从而保障各版块中的数据安全。

2.4 数据仓库一体机

由于不同系统采用的数据库类型不同，造成了数据抽取的困难，青岛机场采购并部署成熟的 ETL 产品，实现共享数据库到数据仓库的数据抽取。数据仓库从架构上分为 ODS、DW、DM 层。

数据仓库 ODS 层具有如下功能特性：

1）对数据源作统一的一次性获取，整合经营决策分析系统所涉及到的内部数据与外部数据，数据仓库都依赖于 ODS 层的数据，不再重复进行抽取，也不在生产系统上作运算，减小生产系统的压力；

2）在生产系统数据已经刷新的情况下，保存一定量的生产系统的历史数据，以便在二次抽取过程中运算出错的情况下可以进行回溯。

3）融合多种数据源数据进行集中处理，采取分布式数据库，保证数据抽取效率。

4）提供业务系统数据文件的临时存储，数据稽核，数据质量保证，屏蔽对业务系统的干扰，对于主动数据采集方式，以文件的方式描述系统与各个专业子系统之间数据接口的内容、格式等信息。与该模型对应的数据是各个专业系统按照该模型的定义传送来的数据文件。ODS 是生产系统数据源的直接拷贝，由 ETL 过程对数据源进行直接抽取，在格式和数据定义上不作任何改变。

DW 层是数据仓库的细节数据层，是对 ODS 层数据进行沉淀，减少了抽取的复杂性，同时 DW 的信息模型组织主要遵循企业业务事务处理的形式，将各个专业数据进行集中。为企业进行经营数据的分析，系统将数据按分析的主题的形式存放，属于分析的公共资源。

DM 层为专题业务分析服务，系统将数据按分析的专题组织成多维库表的形式存放，集中处理多维度数据。属于分析目标范畴的数据组织与汇总，属于分析的专有资源。其信息主要来源于 DW 的汇总，反映实时的经营状况，时间维度为天。而历史经营状况的分析，时间维度一般为月，同时也具有季度、年这样的维度。

2.5 经营决策分析系统

经营决策分析系统作为数据的顶层应用系统，是数据管理和数据应用功能的载体。在系统建设期间同步构建青岛机场数据治理体系，以促进数据价值的发挥。

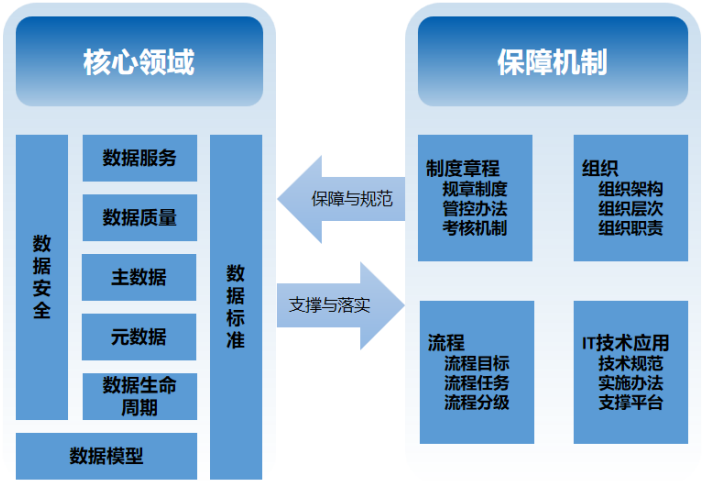


图 2：数据治理体系

（1）元数据管理

元数据管理的实现依赖数据管家工具，整体功能包含几个部分：

1）整合来自多个 BI 相关产品、数据源的元数据；

2）在资料库中集中存储、管理元数据，且支持元数据自定属性、注释；

3）实现审计、搜索、趋势、影响分析、使用分析和血统分析；

4）将元数据导出为语义层。

元数据管理工具能够收集数据源、ETL 过程、数据仓库以及展现层面的各种元数据，对这些元数据进行采集、存储和展现，同时提供元数据分析功能。元数据管理的重要应用之一，是实现数据的血统分析和冲突分析，实现 BI 系统从前端到后台的数据处理过程的追溯。

（2）主数据管理

1）整合主数据。主数据管理工具能够整合来自不同系统的主数据对象。对汇总过来的主数据信息进行搜索，辨别出相同或相似的对象，并按照需求将之清除、整理；得到统一、完整而准确的主数据视图，在数据整合后，将这些完整、准确的主数据信息传送到 BI 智能分析系统，来实现准确的企业层面的分析和报表。

2）协调主数据。通过交互式的分发模式来协调整个企业范围内的主数据信息，将准确、完整的主数据信息更新到主数据管理系统中；内置数据处理工作流，支持同一企业内基于多层角色的模式来共同维护主数据。从一个系统的记录来维护主数据，并作为集中的主数据管理集线器，自动更新到其他系统中对应的信息；达到整个公司层面上不同应用系统之间的数据统一、协调。

3）集中主数据管理。通过用户客户端主数据管理器直接管理数据，对主数据的创建、修改和删除进行统一的监管，这些主数据信息也可以根据需要同步或分发到其他需要的系统中，达到集中的主数据质量控制和监管并实现企业数据标准化目标。

（3）数据质量管理

根据业务人员对数据标准的描述，设计数据稽核规则，并对数据仓库中集中存储的数据进行质量评估，将数据质量问题集中在数据库中进行管理。

1）异常数据存储层。 根据不同的业务数据表进行异常数据存储；数据结果中包含异常字段的具体数据，以及异常的描述；每天进行异常数据结果的刷新。

2）稽核结果展示层。对接稽核结果，将数据稽核结果进行前端应用，建立多个展示模型；生成数据质量报告，通过保存历史稽核结果的方式，对比历史记录，监控数据质量问题处理情况，识别出新增差异、遗留差异、已整改差异等，并根据差异处理策略（如优先处理新增差异）。

（4）数据分析设计

运行核心主题：包含三大指标、三大指标增长分析、进出港目的地分析、基地航司分析、份额变更分析、航线统计、假日报、生产报等。

航班主题：航班作为机场最重要的生产行为，通过对航班模块的监控，可以很准确的监控当日航班的运行是否正常，并且识别相应风险，进行管理干预。包含航班分析、今日航班、航班统计、航班延误、航班放行等分析指标分析。

旅客主题：通过对旅客模块的监控，可以很准确的监控当日本场承运的所有旅客，反映出本场航空客运经营的现状。包含承运统计、旅客分布、客类分析、旅客 OD 等。

物流主题：物流货运作为机场最重要的生产指标之一，通过对物流模块的监控，可以很准确的监控当日本场承运的所有货物，反映机场的运载能力。包含承运统计、货类分析、物流 OD、货量统计等。

经营主题：航空公司管理机场的模式，可以充分发挥航空公司在航线和运力等方面的优势，整合机场资源，实现机场和航空公司的整体效益。经营主体包含经营分析、航性收益、单位营收、单位贡献等。

人力主题：基于人力资源数据，实现人力结构、人力流动、人力效力分析。

资产主题：接入企业物资设备基础数据，实现固定资产统计、固定资产分布、土地资产转化、资产生命周期管理分析。

周边交通：分析机场周边实时交通图，通过对周边交通的监控，可对旅客指引最佳、最快捷的行驶路线，提高道路和车辆的使用效率。

安全分析：包含安全事件分类、发生率、不安全事件历史变化分析等。

服务质量：分析表扬及投诉类型、数量变化、ACI 指标历史变化分析等。

能耗分析：水、电、油和气的消耗及与航班、旅客量的联合分析，体现单位航班（旅客）的耗电、用水、用气量变化。

商业主题：包含航站楼商铺分布、客流分布、不同板块和品类商品销量、旅客偏好的变化趋势，各品类、区域商铺贡献等。

（5）固定报表设计

通过各部门需求调研，汇总等 196 个主题报表的设计和数据准备。由于数据源广泛、数据标准化及可用性强，可实现跨业务跨系统的报表生成。

（6）即席查询

通过建立多维查询模型和查询筛选模块，实现数据即席查询和数据多维查询。系统将即席查询和多维功能进行整合，通过多维数据模型增加自定义查询条件设置，实现基于多维查询的即席查询，提供用户使用。

（7）数据知识应用

计划建立航班到离港保障能力预估模型、航班到离港旅客分布预测模型、招聘来源波动预测模型、中转航班波调整预测模型等，在分析历史数据的基础上，通过数据分析挖掘，建立预测机制，为相关执行管理人员提供决策支持参考。

航班到离港保障能力预估模型：通过航班到离港保障能力预估模型的建立，在面临航班波动的情况下，结合航班保障资源的剩余可用程度，对未来时段的航班保障情况进行预测。

通过对历史数据进行统计，将航班负荷下的保障资源使用率和保障及时率进行分析，推算出不同航班负荷下机场的保障能力曲线，即航班负荷曲线，保障资源使用曲线和保障能力（保障及时率）曲线的对比模型（航班到离港保障能力模型）。依据次日计划和航班动态，推算航班负荷曲线，通过航班负荷曲线和当前可用保障资源数据，结合航班到离港保障能力模型，预测未来时段内的航班保障能力。航班负荷及可用保障资源均进行参数化调整，通过对参数的变更，实现对航班保障能力变化的管理。

航班到离港旅客分布预测模型：航班时刻的分布，影响旅客时刻的分布；在已知航班时刻分布的前提下，实现对旅客时刻分布的预测，并对旅客波动变化进行预警预示，为旅客服务管理提供决策参考。

旅客到离港分布：依据航班计划和旅客到港提前量，及值机，托运，安检，候机等环节耗时；预测当日未来时段的旅客量，参考航班登机口分布，预测旅客的分布；依据航班的当港计划，和旅客到港环节耗时（行李提取，出隔离区，大巴离场，轨道离场，出租离场，自驾离场），预测当日未来时段旅客分布和流速。

招聘来源波动预测模型：当人力资源部启动招聘计划后，可以自动识别当前的内部人员的岗位满足度，并参考培训数据，推送未来时段内的内部人员满足率，为人力资源部招聘计划的落实提供管理参考支持。

中转航班波调整预测模型：作为枢纽机场，中转能力的提高至关重要，通过中转航班波的建立和使用，辅助管理部门调整航班时刻，以便扩大机场特定时段

内的连通能力；优势是定向的连通能力。建立模型，建立航班到港波、离港波，通过分析波次、波高、波宽在筛选条件下的特征，实现对航班泼的推算，并满足特点筛选条件下的航班波预测观察。

三、应用效果

青岛机场经营决策分析系统在洞悉业务执行的基础上，借助实时监控、指标分析、数据模型、可视化主题、决策驾驶舱、报表查询、多维分析、数据门户等功能模块，为用户提供多角色使用者应用体验。

3.1 丰富的数据可视化体系

经营决策分析系统具有良好的数据可视化体系，丰富的展现形式和组合策略，实现了大屏视窗为主，指标看板辅助，查询、报表灵活编辑，移动端同步展示的可视化形式，足以支持系统多样的数据可视化应用需求，数据应用服务架构如图3所示。

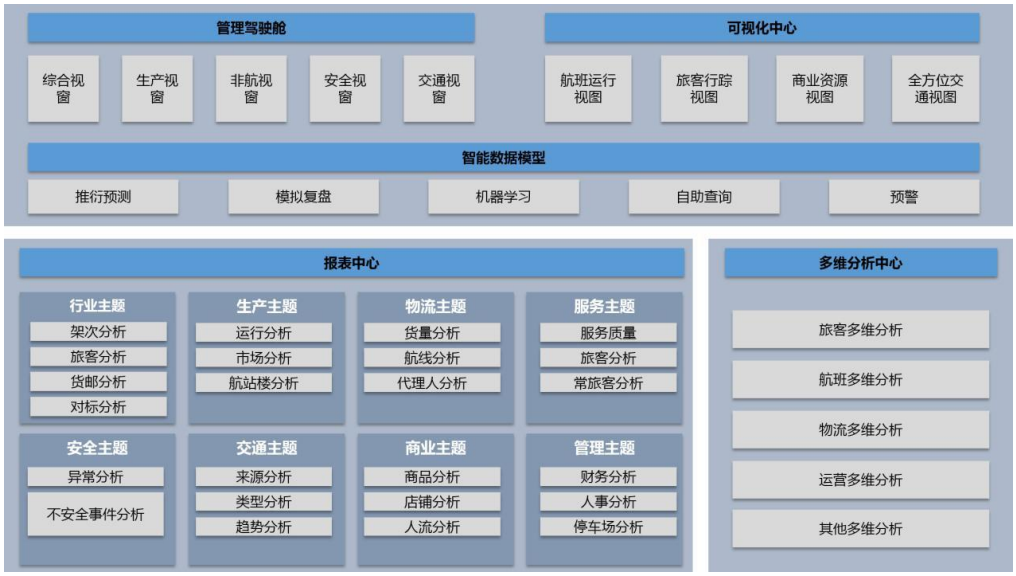


图3：数据服务架构图

现阶段青岛机场经营决策分析系统完成了三大指标、航班主题、旅客主题、物流主题、经营主题、综合主题、宏观主题等12个可视化分析主题设计。如图4所示为“三大指标”展示主题示意图，页面融合了多种吞吐量变化趋势、航线贡献等多个板块元素。



图 4：经营决策分析系统-三大指标主题

青岛机场将不断完善经营决策分析系统主题建设，根据业务需求深化技术研究，真正的让数据价值落地。

3.2 多样的数据统计分析场景

目前，青岛机场经营决策分析系统汇集数据已达 3000 余项，数据源自 30 余个业务系统，涵盖生产、安全、服务、能源等业务板块，实现了航班动态实时展示及统计分析。后期将重点推进生产运行和经营管理数据的有机融合，为机场经营决策管理提供全景信息和数据分析服务。

机场市场部门可通过系统对机场运行的全局进行掌握，不断寻找市场机会；发展部门可通过系统不断统筹全局，明确未来的发展方向；财务部门可通过系统确保航空业务收入准确，分析业务趋势。

随着数据的不断接入及系统的不断完善，越来越多的部门会随之收益。

四、洞察启示

数据作为民航行业新的生产要素和经济社会资源，是行业数字化转型的基础，也是智慧民航建设的支撑元素。数据治理是实现民航业务数据化和数据业务化，提升行业数据的共享、质量及安全水平，发挥数据价值的重要举措和必经之路。

4.1 深入学习行业标准，规范数据治理标准

民航局 2021 年 12 月发布了智慧民航数据治理系列 5 部行业标准，2022 年 10 月在《关于民航大数据建设发展的指导意见》中提出了“三个导向，六个方向，六个靶向”的整体框架，一方面促进了业内各单位间民航数据共享的标准化实施，一方面也为企业数据治理工作的开展提供了指导。青岛机场深刻领会指导意见，深入研究智慧民航数据治理系列行业标准，完成了集团数据管理制度建设。

4.2 依托专业化管理工具，建立数据治理体系

为有效开展数据仓库信息资源的管理与数据安全，青岛机场经营决策分析系统构建集团级数据治理体系，并开展了一系列工作，例如推进数据仓库和数据交换平台建设，努力实现在准确性和完整性上提高数据的质量，在保密性、完整性及可用性上保证数据的安全性，联通数据，实现数据资源跨组织机构、部门的共享；推进数据资源的整合、对接和共享，从而充分发挥数字化价值。

青岛机场经营决策分析系统是促进数据“管起来、用起来、活起来”的智慧民航数据治理实践之一，系统建设过程中始终坚持执行“以人为本，智慧赋能；深化改革，创新驱动；系统布局，协同推进；安全可靠，行稳致远；开放共享，融合发展；绿色低碳，集约高效”的基本原则，将理论与实践有力结合，加速实现数据和业务的统一管理，推动数据互通和安全共享，实现跨组织跨部门的数据融合与复用，从而降低运行成本、大幅提高数字化转型效率。

淮安机场智慧生产运行数据治理

单位/部门：淮安涟水国际机场有限责任公司、中电莱斯信息系统有限公司

主要人员：衡兴练、顾晨超、赵福忠、李平伟、黄吉波

一、背景和痛点

1.1 数字化现状

淮安机场作为全国中小机场的代表，面临着传统设施资源保障能力饱和、现有运行指挥调度模式不适用、地面保障人员逐步趋紧等诸多挑战。在机场生产运行保障方面，淮安机场主要依靠自动转报系统、航班显示系统、CDM、安检信息系统、广播系统、时钟系统等传统系统支撑，但各系统之间运行独立、数据共享不足、联动运行不足，导致运行中多依赖于较为传统的人工数据统计、维护管理和运行指挥。这种运行模式缺乏集成系统，不能将空管指挥、地面运行和航站区管理有机地结合起来。因此，数字化建设滞后，现有设施资源保障能力已日趋饱和，运行调度模式已不能满足快速发展的需要，高峰时段保障压力加大，地面保障人员逐步趋紧，安全风险不断加大。为解决这些问题，需要加快推进新技术、新举措、新模式的应用，促进机场数字化、智慧化建设。

1.2 痛点分析

作为数字化建设的一员，数据治理在淮安机场的生产运行中扮演着重要的角色。然而，数字化短板依然存在，主要体现在以下几个方面：

首先，生产运行数据采集方面存在不统一的问题。航班计划需要对多种来源的报文、人工上报的信息进行解析、识别，但是标准、格式、方式不统一，且仍然依赖人工，影响了航班计划制定的效率和准确率。航班保障运行节点数据采集依靠人工填报、对讲机通知等方式，信息的一致性、及时性得不到保障。

其次，运行保障数据共享方面不够充分。生产运行保障呈现多系统状态，但是这些系统之间运行独立，数据共享、联动运行不足，致使现实运行中多依赖于较为传统的人工数据统计、维护管理和运行指挥，使得生产运行保障协同不足。

最后，态势安全数据融合不全面。目前塔台管制员依靠小型空管自动化系统

实现对空中监视，但是不能掌握场面航空器、车辆、人员运行态势，缺乏融合数据，不能实现态势监视一张图，影响塔台管制工作。因此，淮安机场需要加强数据治理，实现数据采集、共享和融合，提高生产运行保障协同能力，满足机场数字化、智慧化建设的需求，为保障安全高效的生产运行提供更好的数据支持。

二、实践路径

近年以来，淮安机场不断加大信息化建设投入，制定了数字与智慧化转型发展规划，组建了运行指挥中心（AOC），主动探求与开发创新能力强的优质科研院所的合作交流。

依托中电莱斯与东部机场集团战略合作，淮安机场深度对接开展“淮安机场信息化能力提升项目”合作，深度贯彻《四型机场建设导则》、《智慧民航数据治理》等相关规范标准的指导意见，深入实施四型机场智慧化提升、航班生产运行保障数据治理，力争打造集空管机场一体的国产化智慧化、数字化机场解决方案的中小机场样板工程。

2.1 完善管理机制

（1）组织架构建设

淮安机场通过成立数据管理领导小组，小组组长由分管业务副总经理担任，各小组组长均为部门领导或部门技术专家。数据管理领导小组代表单位制定数据管理相关的政策、流程、方法和支撑系统，制定单位数据管理的规划和计划并监督落实，建立并维护单位数据架构，监控数据质量，披露重大数据问题。

（2）制度体系建设

为构建有效的数据架构，实现应用系统设计开发与业务深度融合，淮安涟水国际机场重点加强数据管理制度和数据管理能力等方面的建设，建成了完善的数据管理制度体系，覆盖了数据规划、数据模型、数据应用、数据安全、数据质量等领域，有效地指导数据治理工作高效开展。

制定《淮安涟水国际机场信息内部制度发布与管理办法》，建立了有效的数据制度管理机制，统一了管理流程。该管理办法明确机场所有制度的编制、发布、执行、修订、存档和废止等流程和要求。信息数据制度的编制与发布流程为：由

编制部门对数据管理制度先起草，然后提交给制度审查委员会，该委员会组织跟该数据管理制度相关的部门和人员进行评审，评审后提供反馈意见，由起草部门进行修订后，再由制度审查委员会确认。制度审查委员会把制度终稿提交给总经理办公室签批，并在内部发布。

2.2 建立数据管理框架

针对淮安机场智慧生产运行建立数据治理框架，以顶层设计指导信息化建设，实现数据采集完善、数据共享、数据服务机场的数字化提升目标。

实现数字化的数据采集完善业务对象、过程与规则数字化、提升数据自动采集能力、减少人工录入。

建立清洁可靠的数据源、基于统一的数据治理规则、提升数据源头质量。

构建统一的数据资源池、通过数据的物理汇聚与虚拟汇聚、 实现单位内外部数据安全合规的汇聚。

为机场提供可定制的灵活数据服务。

（1）元数据管理

按照民航局数据治理标准指导意见，淮安机场数据包括业务元数据、技术元数据和操作元数据三类。

业务元数据是描述数据系统中业务领域相关概念、关系和规则的数据，包括业务术语、信息分类、指标、统计口径等。**如机场的生产、安全、管理、服务等**。

技术元数据: 描述数据系统中技术领域相关概念、关系和规则的数据，包括物理模型的表与字段、ETL 规则、集成关系等。**如航班动态里的航班代码、时间、目的地等**。

操作元数据: 描述数据处理日志及运营情况的数据包括系统执行日志、访问记录等。

（2）数据资产目录管理

淮安机场数据资产目录的范围遵循民航局数据治理指导意见，结合了本单位当下航班生产运行业务需要，将数据资产目录基于数据业务属性划分为五层，分别为领域、业务域、业务对象、逻辑数据实体及属性。基于数据共享属性、部门使用需求、业务协同需求进行数据项分类，分为无条件共享、有条件共享、不予

共享 3 种类型。可提供给本单位所有部门共享使用的数据，属于无条件共享类；可提供给部分部门共享使用或仅能够部分提供给所有部门共享使用的数据，属于有条件共享类；不宜提供给其他部门共享使用的数据，属于不予共享类。

（3）数据标准管理

淮安机场按照民航局数据治理标准的指导意见，结合本单位实际情况，将数据标准分为基础数据标准和指标数据标准两种。

基础数据标准的对象是业务流程中直接产生的、未经加工和处理的基础业务数据， 如原始采集的航班计划、落地时间、入位时间、保障内容、保障时间等等。

指标数据标准的对象是具备统计意义的指标数据。如日/月/年起降架次、旅客吞吐量、能耗等等。

2.3 统一规范数据采集

通过建设机场信息集成系统提供数据接口，规范统一数据采集标准、格式，实现一个平台采集生产运行保障的数据。

（1）航班信息采集处理

获取和处理次日 PLN、当日飞行电报（FPL、CHG、CNL、DAL 、DEP、ARR、CPL 等），获取和处理开关舱门、起飞、落地时刻、开始上/下客时刻、完成上/下客时刻、机组到位时刻、撤/上轮挡时刻、预计的过站时间、预计的除冰雪时间。最短过站时间 MTTT、修正的目标撤轮挡时刻 TOBT 时间。

（2）机场信息采集处理

获取和处理机场跑道数据、除冰雪能力信息、机场承载量信息、特殊时间信息以及其他环境信息。

（3）资源信息采集处理

获取和处理机场资源信息，包括机场停机位信息、廊桥资源信息、保障车辆信息（油料车、行李车、加水车、配餐车、除冰车、电源车等）。

（4）调度和服务信息采集与处理

获取和处理机务调度（机务维修、机务车辆）、油料调度、运输调度（值机、服务、行李、要客保证）、货运调度（作业值班、保证车辆）、食品调度信息等。

（5）作业保障采集处理

获取和处理来自机场、航空公司和地服系统的保障信息，包括前站起飞、落地、进港航班地面移交、挡轮挡、靠桥/客梯车对接、开客舱门、开货仓门、开始保洁、完成保洁 、开始加油、完成加油、开始配餐、完成配餐、开始登机、完成登机、关客舱门、关货舱门、机务放行、离桥/客梯车撤离、撤轮挡 、离港航班地面移交、起飞等。

（6）航班情报采集处理

获取和处理航班流控信息、航班电子进程单信息（包括进离港排序、放行许可时间等、放行状态、排队情况、进离港地面移交时间），以及场监雷达数据、二次雷达数据提供的航班航迹数据。

（7）气象信息采集处理

获取和处理气象信息，包括机场天气预报、重要天气报告、天气报告、特殊天气报告、AWOS 气象信息等。

（8）旅客信息采集处理

获取和处理来自航空公司系统的旅客信息,将旅客订座数据、旅客值机数据、旅客登机数据、机务放行时间等数据与航班关联显示。

（9）跑道信息采集处理

获取和处理来自空管系统的使用跑道号、跑道使用状态信息。

2.4 机场信息共享

通过机场服务总线，集成先进技术以实现信息的共享，实现机场运营协同决策功能：融合机场数据信息、融合空管数据信息、融合航空公司数据信息、融合其他驻场机构的数据信息、融合机场范围内的实时环境信息等，基于融合的数据信息，重构全机场（含机场周边）的综合运行态势与环境态势，在相应细粒度存取权限控制下，发布至机场运行的全体利益相关者，使各方同步感知运行与环境态势。具体信息包括：航班信息、机场信息、资源信息、调度和服务信息、作业保障信息、气象信息、航班情报信息、旅客信息、跑道信息。

通过机场信息集成系统从航空公司、机场、空管、地服、民航局运行监控中心获取各类航班动态信息和航班保障信息，对业务信息进行分析、处理和存储，

形成航班的综合信息。根据终端用户的权限，对处理过的各类信息进行共享。数据集成功能具备将来自空管、航空公司、机场公司、地服、民航局运行监控中心等单位的航班运行保障的数据（包括航班计划、动态、地面准备等信息）进程分析、处理、整合，得到航班运行各环节完整的信息，并将信息存储于数据库系统中。

机场信息共享模块主要功能有航班信息采集处理、机场信息采集处理、资源信息采集处理、调度和服务信息采集处理、作业保障采集处理、航班情报采集处理、气象信息采集处理、旅客信息采集处理、跑道信息采集处理等功能。

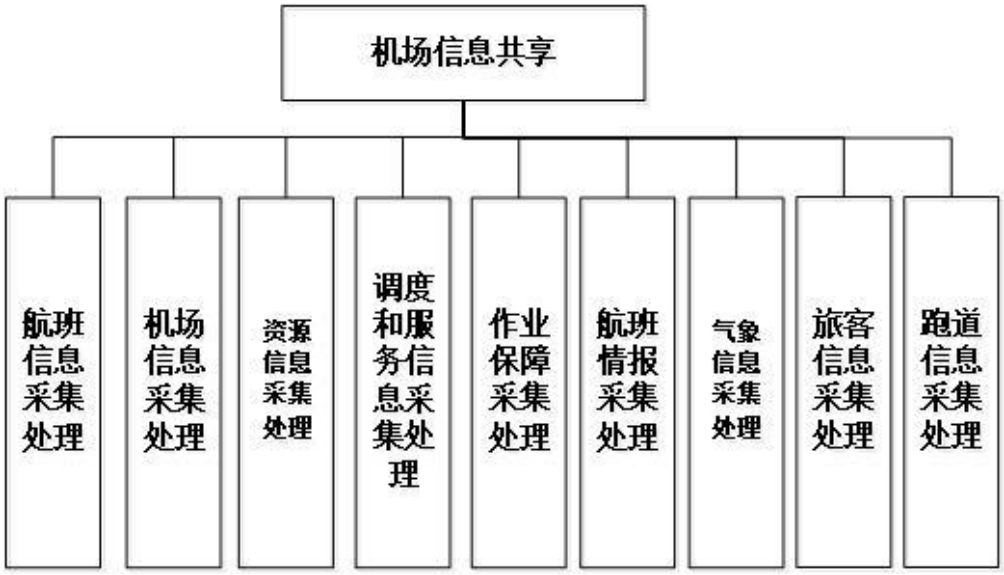


图 1：淮安机场信息共享架构图

2.5 数据服务

通过数据治理、数据共享，打通数据流程，创造更全面、更高效、更精准的数据服务。

（1）前站起飞

信息集成系统**提供自动计算放行正常时间能力和过站管理里程碑自动规划能力：**系统根据前站起飞时间自动计算预计落地时间并进行发布提醒；系统自动获取全国流量 CTOT 时间，并自动计算撤轮档时间 COBT，AOC 依据需要向各保障单位发布**航班需要完成准备的正常时刻**，协同过站和放行管理。系统支持根据机场保障运行情况，直接向全国流量系统上传新的 TOBT 时间。

（2）进近、落地滑行

针对“塔近一体”管制特点，通过引接监视数据（MLAT、雷达、ADS-B、车辆/人定位数据）进行多源监视处理形成综合航迹，为管制员和机场运行管理人员提供**全场航空器、车辆和人员一体化的态势“一张图”**，增强场面运行管控能力，实现**预防跑道侵入、限制区侵入、敏感区侵入，滑行冲突、短期冲突、下滑道偏离等**，提升进近和场面运行风险防控预警能力。

三、应用效果

淮安机场以卓越的创新能力和精细化管理，成功构建了高效、智能化的信息集成系统(IIS)，将运行数据融合与自动化采集发挥到极致。以信息集成系统(IIS)为中枢，以多源监视（ADS-B、MLAT、GPS 等）为感知基础，以信息共享交互为手段，打通 14 个与运行相关的业务系统，打破数据孤岛，形成数据共享，从空中态势感知到地面监测服务，从视频感知到数字化赋能，为机场提供从前站起飞到落地、地面保障、本场起飞的航班运行全流程管控服务，构建了机场运行“一张网”、安全监视“一张图”。

3.1 运行数据融合化

建设信息集成系统，以运行数据库(AODB)为核心，以智能中间件平台(IMF)为连接载体，对航迹、气象、空管放行时隙、航班保障节点等一系列运行数据，进行统一采集、解析、融合和存储，实现了与塔台自动化系统、车辆管控系统、航班进程管控系统、无人机管控系统、跑道 FOD 探测系统、全国流量系统之间的充分交互，为机场数字化协同运行提供了数字底座。

以塔台自动化系统为核心，以无人机探测、高分等多维感知技术为基础，机场通过视频识别与传统空地监视数据深度融合处理技术，精准剔除场面假目标，对航空器、保障车辆和保障人员进行精准监视，为空管指挥提供空地一体的全方位态势监视服务。

通过塔台管制自动化系统实现塔台与机场运行中心(AOC)之间的信息全面交互。飞机停机位、关舱门时间、起飞时间等关键运行节点会在电子进程单上集成显示，并基于本场天气、能见度情况、日出日落时间等，进行助航灯光等级切换、开/关弹窗提醒。

塔台自动化系统与无人机管控系统、跑道异物探测系统和车辆管理系统实现，有效提升了空管运行指挥效率和应急处置实效。

3.2 数据采集自动化

淮安机场引入 AI 视频与物联网技术，搭建了航班进程管控系统，利用部署在机位的高清监控摄像头，实现飞机入位到滑出共 26 个航班保障节点的自动化采集。而后 IIS 系统将地面保障数据和航班放行数据实时结合，高效协同决策，支撑航班地面运行。

3.3 运行指挥可视化

IIS 能够向 AOC 指挥人员、地面保障人员展现空地一体化运行态势，综合航班计划信息、动态信息、航迹信息，以态势地图形式实时显示机场附近空域的进离港航班以及具体飞行轨迹，提高航班运行指挥效率。

机场按照中小机场实际业务流程定制了电子进程单，具备告警提醒功能，以降低管制指挥“错忘漏”风险。电子化的航班进程管理，不仅提高了管制指挥效率，还减少了纸张消耗，为绿色机场建设助力。

通过多系统与多部门的联动能力，提高处置事件中的协同能力，利用信息化和数字化管理能力，异物高效预警、事件快速响应，流程高效闭环，事后完整分析。通过场面态势监视、告警管理提示等功能，提升道面巡查中的车辆、人员等安全可控。

3.4 保障提醒智能化

为 IIS 平台配套开发的手机 App，可同步更新航班动态、本场天气实况、场面空域态势、保障人员和车辆定位信息等，提供系统预测的航班到达时间，进行播报提醒。目前，已有 150 余名保障人员的手机上安装了该 App，监测保障航班 8000 余架次。

提供 FOD 探测系统实现跑道异物的识别、定位、显示、告警，进而引导完成异物排除和取证，达到采用自动化跑道外来物非中断检测手段替代人工巡检方式的目的，这使得航班通行能力效率提升、可靠性增加，同时减少占用宝贵的跑

道使用时间，提升机场运行效率。

3.5 态势监视“立体化”

以塔台自动化系统为核心，以无人机探测、高分等多维感知技术为基础，通过视频识别与传统空地监视数据深度融合处理技术，精准剔除场面假目标，进一步提高监视可靠性，实现对航空器、保障车辆和人员的高效监视，为空管指挥提供了空中、地面及机场净空区的“立体化”态势监视。

3.6 运行交互“一体化”

结合淮安机场空管及运控一体化运行实际，实现塔台与 AOC 交互航班停机位、CTOT、客齐、关舱门等关键运行节点数据，并能够在电子进程单上集成显示，由以往“电话”沟通转变为“信息化”共享；融合本场天气实况，基于本场能见度、日出日落时间数据驱动实现助航灯光等级切换、开/关弹窗提醒；与无人机管控系统集成，在机场净空空域有无人机/非无人机目标侵入时，提供告警处置节点信息；与跑道异物探测系统和车辆管理系统集成，在机场跑道有异物、发生跑道侵入时，弹窗告警提醒。通过系列数据融合交互，有效提升空管运行指挥效率和应急处置实效。

四、洞察启示

目前中小机场发展的主要矛盾是快速发展与保障能力不足的矛盾，必须探索由科技创新驱动发展的新路径，向智慧化要管理、要效益、要安全、要发展、要效能。淮安机场在数据治理、推进智慧机场建设过程中主要有以下几点体会：

一是要注重规划引领。首先要强化数据安全建设，将数据安全建设与网络安全并重，建立健全数据安全治理体系，建立数据分类分级保护机制，制定相关手册和数据处理流程，出台相关的制度规范，规范数据采集、传输、存储、处理、共享、销毁全生命周期管理。

二是要注重协同创新。积极参加行业数据治理相关座谈，学习行业内外优秀的数据治理办法，主动搭建深化数据治理交流平台，结合机场发展需求以及具体业务部门的业务主线，共同研讨探索，发掘数据治理新价值。

三是要加强技术治理投入。应加强数据治理顶层设计，明确数据安全总体战略，建立数据安全管理机构，落实安全策略精准管控要求，采用高质量的设备、技术，持续保障数据安全运营。全面推进管理与技术结合，持续强化安全内控，完善 API 安全防护体系的闭环建设。

四是做好路线图落地实施。目前，淮安机场结合三期建设规划，把握推进智慧化建设的阶段性特点，通过数据治理，分析潜在数据价值，逐渐融合所有业务运行数据，覆盖运行全过程，稳步推进新型基础设施与传统基础设施深度融合，紧紧围绕“智慧出行、智慧空管、智慧机场、智慧监管”四个重要核心抓手，按照阶段性目标，加快验证航空器、车辆、场道、设施间的智能互联，实现机场资源一体化调度；推进飞行区保障无人化作业，提升航站楼服务智能化水平，提高航空货站智能化保障能力；开展机场“易安检”、行李全流程跟踪建设，加快实现“出行一张脸”、“物流一张单”，以智慧实现航空服务便捷顺畅；优化航空器运行保障，缩短航空器飞行时间和地面滑行距离，以智能化技术促进机场绿色发展转型，最终实现面向行业内外的多元主体智慧协同，实现安全、高效、绿色的发展目标。

基于区块链技术的民航旅客信息预检预登记信用数据治理平台

单位/部门：泉州晋江国际机场股份有限公司/机场科研中心

主要人员：陈青彬、姚焰辉

一、背景和痛点

随着我国经济已转向高质量发展阶段，中高收入群体规模不断扩大，消费结构升级趋势明显，人民群众对全流程、个性化、智能化和高品质的航空服务有更高期待。近三年，因新冠疫情爆发，机场运行保障和安全、服务管理受到了重大影响。如何做好安全、服务工作，是机场当前面临的重大挑战。泉州晋江国际机场股份有限公司（以下简称“泉州机场”）深挖自身短板和弱点，立足实际分析，主要体现在如下几个方面：

一是饱和的候机楼容量亟需推进旅客“差异化”服务。泉州机场处于向大型机场发展的临界阶段，候机楼容量早已饱和（原设计容量仅为 600 万人次），2019 年的机场年旅客吞吐量为 843 万人次，在制定“十四五”规划中，将突破年旅客吞吐量千万人次作为发展愿景目标。近几年，年旅客吞吐量超千万人次的大型机场已实施“差异化”安检模式，缩短了旅客候检时间，提高了旅客乘机体验度。这做法，为泉州机场的发展提供了很好的借鉴范本。在现有条件下，如何推进旅客“差异化”服务模式，以及优化旅客值机手续，缓解候机楼容量饱和所造成拥挤问题，是摆在泉州机场的面前的重大课题。

二是数据治理逐渐成为智慧机场建设的重中之重。参与机场运行各类数据系统繁多，如中航信的离港系统、安检信息管理系统、安检行李分层系统、航司数据系统、ACDM、公安网等。各数据系统相对独立，自成数据“孤岛”，共享难，存在数据标准不统一、系统集成有效度较低、数据运用效率不高等问题。

三是机场当局无本场旅客信息数据沉淀，难以构建数据驱动的智慧民航场景。机场自通航至今，未建立有效的数据系统，因此未有数据沉淀资源。这对机场开展各项安全服务、航班拓展和运行保障等方面形成了很大障碍。

2019 年 10 月 24 日，中共中央政治局就区块链技术发展现状和趋势进行第十八次集体学习。习近平总书记在主持学习时强调，区块链技术的集成应用在新

的技术革新和产业变革中起着重要作用。我们要把区块链作为核心技术自主创新的重要突破口，明确主攻方向，加大投入力度，着力攻克一批关键核心技术，加快推动区块链技术和产业创新发展。2021 年，国家工业和信息化部、中央网信办印发了《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》。

区块链技术在国内、外民航企业方面业已应用。民航国际组织 IATA 在 2018 年发布了《航空区块链白皮书》，认为区块链是可能对航空未来产生重大影响的技术之一，并提出了区块链技术五大应用场景。2019 年英国伦敦希思罗机场与英特尔公司联合研究民航业区块链加密技术;美国奥黑尔国际机场启动研究区块链技术在民航领域的应用。在国内，民航局在 2020 年初印发了《中国民航四型机场建设行动纲要（2020-2035 年)》(民航发[2020]1 号)，将推进综合运用区块链新技术纳入纲要内容。

民航是系统性很强的行业，参与协同主体多，信息来源广，数据量大，业务链条长，实现跨区域、多主体、全流程的立体化多维共享协作，既非常关键，又迫切需要。区块链的分布式数据记录所具有的存证、可追溯、共享、信任、协作等特点正好契合了民航业的需求。泉州机场科研中心人员经过一年多的调研，本着先行先试的理念，结合机场内在需求和区块特特点，于 2022 年初研发了“基于区块链技术的民航旅客信息预检预登记信用数据治理平台”。

二、实践路径

2.1 建设“预检预登记”平台的理念

“基于区块链技术的民航旅客信息预检预登记信用数据治理平台”(简称为**“预检预登记”**平台)，即民航旅客在乘机前，通过登录区块链浏览器接口，预先输入自身旅行相关信息（如身份信息、航班信息、随身行李信息等)，并对所输信息进行自保证，形成可追溯且不可篡改的信用记录，尔后机场工作人员根据旅客的信息进行分类管理，为旅客提供便捷、高效的“差异化”乘机服务（如值机、安检、餐饮、登机等)。同时，搭建该平台，记录民航旅客的相关信息，为机场对旅客进行信用管理，搭建起实践与信用的桥梁，为下一步信用评价、信息共享等工作的开展奠定基础。

区块链具有“公开透明、可追溯且不可篡改”等特性，可基于区块链技术建立民航旅客信息预检预登记信用系统,将旅客基本信息记录上链,形成不可篡改、

安全可信的“数据凭证”数据库。信用管理，即基于社会成员信用信息所形成的信用评价，通过政府、社会共同参与的跨地区、跨部门、跨领域的守信联合激励和失信联合惩戒机制，对相关主体实施奖惩的管理方式。只有拥有安全可信的旅客信息数据，再综合考量旅客的信用记录，才能给予旅客客观公正的评价，赋予旅客信用以价值，推进民航旅客信用体系建设。

2.2“预检预登记”平台的主要内容

民航旅客通过区块链浏览器接口（机场微信公众号、小程序或 APP 端）登录“预检预登记”平台，进行实名注册；注册后，旅客在乘机前，可自愿填写个人的相关信息，进行前置自主申报。

旅客前置基本信息包括但不限如下内容：

（1）身份信息；

（2）航班信息；

（3）随身行李信息（如重量、大小、类型、数量等）；

（4）托运行李信息（如重量、大小、类型、数量等）；

（5）限制物品信息（如化妆品、酒类、充电宝等）；

（6）禁止物品信息（如易燃易爆品、管制刀具等）；

（7）其他信息（如出行目的、结伴随行人员等）。

旅客自愿输入以上信息后，形成个人区块链档案。区块链档案数据与各类信息数据相对应的系统集成，进行相应匹配认证。如个人身份证与机场公安网认证、航班信息与航司售票系统、离港系统认证。机场工作人员根据信息数据，预先采取相对应的服务；如对无托运行李、行李内无限制或禁止物品的常旅客可采取“易安检”模式、对携带“三超”行李的旅客可通过平台进行事先提醒、对携带有限制或禁止物品的旅客采取“严安检”模式。

当旅客在安检或值机时，若实际情况与预登记信息相匹配，形成乘客乘机记录档案，将该平台全国联网记录，信用记录良好的乘客将享受“易登机”“易安检”等服务；反之，若实际情况与旅客预登记信息不匹配时，如旅客不如实填写行李信息，涉嫌故意藏匿违禁物品等情况，信用记录也将受到影响。

2.3“预检预登记”平台的建设方案

民航乘客信息预检预登记信用平台共分为四层，平台具体建设方案架构设计

如下图 1 所示：

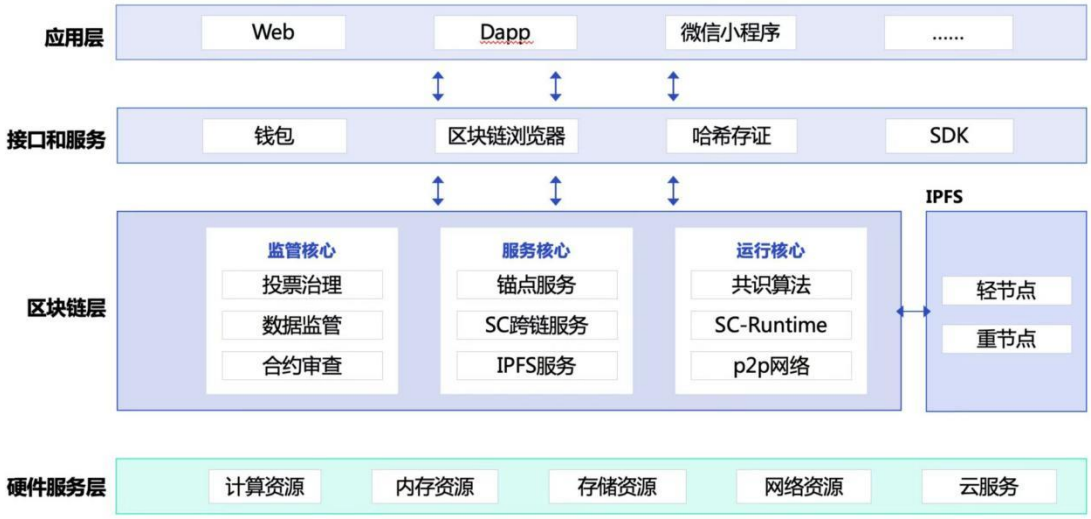


图 1：民航乘客信息预检预登记信用平台架构

硬件服务层：提供计算资源，包括云服务、存储资源、网络资源、内存资源等。

区块链层：是整个项目的运行基础链，为平台提供智能合约运行环境和乘客信息去中心化存储服务等。

接口和服务层:提供了连接客户端应用和区块链层的各类开发者工具,包括:钱包、区块浏览器、SDK、哈希存证模板等。

应用层：提供了乘客录入信息的应用程序，包括：Web 应用、微信小程序、Dapp 等应用。

“预检预登记”平台系统 1.0 版本将上线民航旅客信息登记平台的 Web 网页端并开放微信公众号入口。

客户可以通过“旅客信息预登记”页面，提交个人身份、航班信息、防疫信息、随身行李、托运行李、限制物品、禁运物品等安检预登记信息。

旅客预登记信息数据将上链到民航旅客信息管理系统,通过智能合约进行加密处理和链上存证，形成旅客信息档案库。

（1）旅客信息上链

民航旅客信息登记平台,将旅客预登记信息数据上链到民航旅客信息管理系统，通过智能合约进行加密处理和链上存证，形成旅客信息档案库。

（2）民航旅客信息登记模块

实现将民航旅客预登记信息（如旅客基本信息、随身行李信息、托运行李信

息等）通过数据接口实时上链至民航旅客信息管理系统后，自动进行旅客信息的加密处理和上链存证。

（3）民航旅客信息管理模块

民航旅客信息管理平台将链上旅客预登记信息和旅客安检信息，并将两项数据进行对比，对比结果写入旅客信用档案，形成链上存证。若旅客的两项信息匹配，则给旅客发放信用凭证记录。

民航旅客信息管理模块主要涵盖以下功能点：

（1）民航旅客信息看板：实现民航旅客信息数据展示，方便机场工作人员对信息的全局把握；看板可以实现按旅客维度、时间维度、数据类别等维度进行筛选，实现旅客信息档案的查看和管理。

（2）民航旅客信息查询功能：提供民航旅客信息和安检信息查询功能。通过智能合约实现链上旅客预登记信息和旅客安检信息自动比对，生成对比结果，将对比结果写入旅客信用档案，形成链上存证。

（3）系统管理功能：实现系统的账号添加、账号删除、账户信息修改、角色权限管理、登录日志、操作日志等基础系统管理功能。

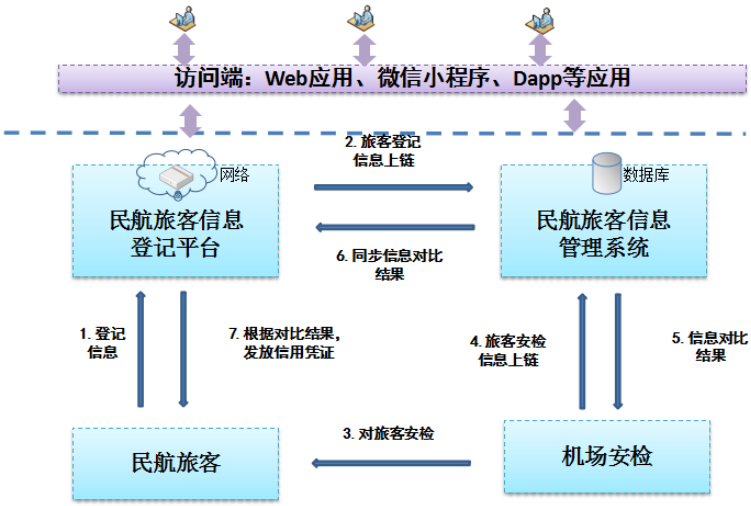


图 2：民航机场旅客信息上链业务流程图

旅客使用民航旅客信息登记平台进行基础信息登记（详见如上图 2），通过区块链 API 接口，上链到民航旅客信息管理系统，形成链上旅客信息档案。

机场对旅客进行安检时，将旅客安检信息实时录入并上链，在链上通过智能合约实现链上旅客预登记信息和旅客安检信息自动比对，生成对比结果，将对比

结果写入旅客信用档案，形成链上存证。

2.4“预检预登记”平台的数据流

（1）信息匹配系统对接示意表

表 1：信息匹配系统对接示意表

序号	信息内容		序号	系统对接
A1	个人身份		B1	机场公安网
A2	航班信息		B2	离港系统（中）
A3	防疫信息		B3	防疫系统、通信大数据
A4	随身行李		B4	凯亚数据
A5	托运行李		B5	凯亚数据
A6	限制物品		B6	安检系统
A7	禁运物品		B7	安检系统
A8	出行目的		B8	机场服务系统
A9	同伴信息		B9	机场服务系统
A10	贵宾服务		B10	机场贵宾服务
A11	行李打包		B11	机场服务系统
A12	停车服务		B12	机场服务系统、本地车辆管理系统
A13	餐饮服务		B13	机场服务系统、餐饮管理系统
A14	酒店服务		B14	机场服务系统、酒店服务
A15	其他信息		B15	其他信息系统

（2）技术路线及数据流的实现

“预检预登记”平台运用区块链技术专注于处理机场的各类数据，能够快速精确的进行数据的采集、处理及发布；通过可视化流程界面配置开发，使得数据流视图变得更加易懂、易用，也降低了开发和运维的难度。

灵活的数据接入方式和多样的数据发布方式，使得平台可以最大程度的兼容各种系统。能够快速的进行机场中各类数据的规整，使得系统的各类数据条理清晰、层次分明。平台还提供了数据接口、数据服务、数据库、服务器等实时监控功能，为机场信息化进程提供了可靠的保障。(详见如下图 3：民航机场旅客预检预登记平台数据流图)

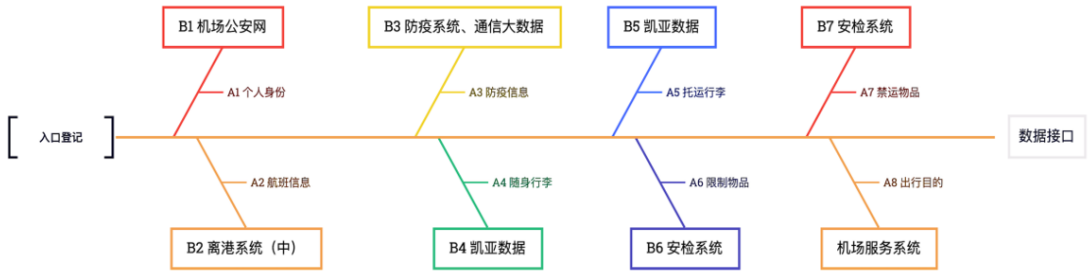


图 3：民航机场旅客预检预登记平台数据流图

（3）数据底座（数据湖）的构建

通过“预检预登记”平台的信息互通和数据采集，集成接口，实现数据的标准化筛选、数据清洗与处理、数据整合与共享、数据存储等，构建数据底座，为提升智慧民航的综合数据治理打下良好的基础和底座。（详见如下：图 4：民航机场旅客预检预登记平台数据底座示意图）

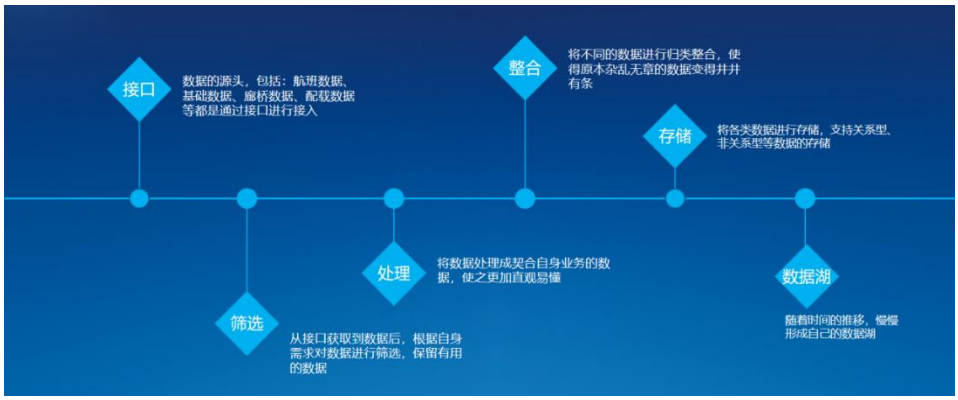


图 4：民航机场旅客预检预登记平台数据底座示意图

三、应用效果

“预检预登记”平台是泉州机场自主设计、研发的一款数据治理应用平台。该平台为机场在多方面领域提供了有力的大数据支撑。主要体现在以下几方面：

3.1 及时响应旅客服务需求

平台有助于从服务消费者与提供者之间解耦。平台提供了一个集中的平台使任何应用程序进行相互通信，使消息发送者到信息接收者解耦，从而实现消息的实时校验和响应。

应用过程中，数据和信息由旅客自行登记录入，或从其它系统中调用、导入，多系统形成汇总与集成，构建数据服务总线，而多源数据均由区块链技术提供上链，并通过自动化识别、RPA 机器人等智能组件，实时校验。不但确保数据来源的可靠性，更保证数据的准确性、完整性和唯一性，还使得这些信息能够跟旅客之间进行共享，提供无缝服务并赋能其他相关的应用场景。

3.2 大力赋能航空安保工作

区块链与大数据的结合，加上标准化数据筛查，让数据精准对应到业务流程，业务生成数据、数据驱动业务，为机场航空安保提供数据支撑。同时，平台提供身份验证、授权与加密功能，为确保传入的消息安全，防止有人恶意使用，以满

足服务提供者信息安全。符合《数据安全法》、《个人信息保护法》的合法合规要求。此外，关于个人身份、航班信息、随身行李、托运行李、限制物品、禁运物品的上链和互通互联，让安保工作变得简单快捷，在这基础上，可以构建“数字安检员”、“安保一扫通”等相关应用，大力赋能航空安保工作。

3.3 增强航班航线拓展的广度和深度

机场作为航空运输和城市的重要基础设施，是综合交通运输体系的重要组成部分。“预检预登记”平台正是以此为宏观目标和实践指导，从航空旅客到航班航线，以覆盖数据生命周期的“数据血缘分析”作为区块链上链的对象，“让数据说话”，用区块链锻造精准数据，用数据驱动业务，体现出自动化、智能化的新型智慧应用特征。标准化的数据、可信可溯源的信息，构成了航空数据治理的底座与核心。

同时平台能无缝集成不同传输协议应用程序如 HTTP、JMS、FTP,文件批处理和 SMTP、TCP。提供将消息从一种格式转换为其它基于开放的标准，如 XSLT 和 XPath。在多协议转换的过程中，也使得平台的扩展性、兼容性得到提升。(详见如下图 5:民航机场旅客预检预登记平台泛数据流图。

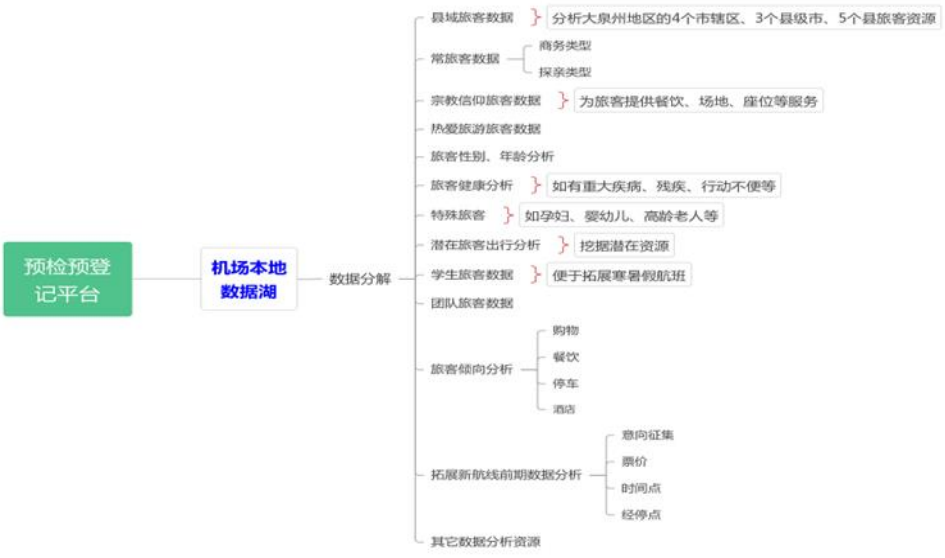


图 5：民航机场旅客预检预登记平台泛数据流图

3.4 增强机场非主航业务动能

“预检预登记”平台不但满足了前述业务功能,更覆盖机场基本功能的扩大,即提供各种商业服务，如餐饮、购物、会展、休闲服务等。并可依托机场建立物

流园区、临空产业区、临空经济区以及航空城等。上述业务功能，均可在平台基础进行升级、扩展和增强。

3.5 为本机场留下宝贵的旅客数据沉淀财富

“预检预登记”平台将搭建机场数据湖，记录数据流，关注数据的全生命周期，从数据的产生、使用、存储、处理、分析到删除与更新，构建了机场宝贵的数据资源，并让数据得以加工、使用，进而转化为数据资产。沉淀下来的数据财富，不但可以用来研究、学习、分析与脱敏使用，更提供了决策分析支持，从评价、分析到预测，做到数据的可视化与智能化。

综上，“预检预登记”平台把旅客信息预检预登记过程中产生的数据进行多源校验并统一上链，不改变数据形态、不增加环节，简单易用，却具有非常重要的实践价值和拓展空间。

四、洞察启示

基于区块链技术的“预检预登记”平台的应用，为机场解决了多项数据治理难题，也为打通跨界、跨行业和跨公司的数据“烟囱”，实现共享共治提供了良好的应用渠道。同时，也为今后的元宇宙技术应用奠定了底层技术基础，进一步促进了行业数据应用良性循环。

4.1 进一步优化提速安检流程效率,拓展延伸应用

“预检预登记”平台首先从预检预登记入手，以信用体系为核心，打通数据流，建立小型的数据总线，并以区块链技术为关键支撑，从端口到场景，建立起数据流的采集、监控和价值沉淀路径。而在智慧民航领域，始终专注数据治理的底座，为安检流程效率提速优化，更为数据智能打下深厚的基础。

尔后，“预检预登记”平台还能提供与机场相关的互联网及电商服务解决方案，这些方案可以有：商旅通关服务、机场旅客服务（餐饮、酒店、导购、礼品）、旅客精准服务等等。这些都构成了“数据资源”向“数据资产”的转化路径。

4.2 乘客信息记录上链，形成永久档案追踪管理

记录上链，意味着数据不可篡改，更驱使数据的标注化和互通互联，还使得数据生成、流转、应用都有迹可循，数据血缘清晰可见。利用区块链分布式记账技术将数据分割成许多块，存放在网络中的不同节点上时，作为整体它们是难

以被破坏的，这意味着对数据安全和隐私保护的提升。

最终，数据沉淀下来，形成数据湖，也同步构建了永久的档案。任何时候，任何场景，都可以进行调用、追踪和管理。

4.3 让守信用的人都有信用价值，推进民航信用体系建设

数据即资产，信用即价值。旅客预检预登记，仅仅是数据上链、数据生成的方式之一，重要的是，利用区块链技术，经过用户的授权，“预检预登记”平台帮助用户采集自己的数据并加密保存至区块链上，通过区块链技术管理数据，共享和使用数据，产生价值，并生成航空旅客的可信数字档案，在与人协作中大大降低信任成本。数据生成过程中的校验环节、数据集成总线，更让这种信用体系从一开始就有了数据源的权威性基因，进而衍生“可信空间”的巨大价值，也使得智慧民航数据治理、民航信用体系建设有了强有力的抓手。

4.4 强化数据源头治理，实现资源与价值“齐飞”

“预检预登记”平台不仅仅是区块链技术在智慧民航的创新应用，更是民航数据治理的源头。通过平台充分发挥区块链技术的作用，高度聚焦数据智能，以数据治理为落脚点，以数据资产化为基本点，最终推向智慧民航的创新高效应用。

“出行一张脸、安检一个证、治理一平台、监控一端口”——这是“一齐飞”平台最有价值的洞察启示。智慧民航建设是《“十四五”民用航空发展规划》的主线，是实现多领域民航强国建设的必由之路，由传统要素驱动向更加注重创新驱动转变，由运行服务为主向更加注重产业协同发展转变。平台的创新应用，在智慧民航建设大潮中，首先是无纸化出行，再者是可信数据空间，最后是数据治理底座。“预检预登记”平台不仅仅是一个轻量级的智慧运用，更是沉淀“智慧数据”的开始。而区块链技术的应用，让“预检预登记”平台从一个软件级产品，转化为一种信用打造方式，数据与信用“比翼”，资源与价值“齐飞”。

多源运行数据融合治理与应用实践

单位/部门：珠海市珠港机场管理有限公司/资讯科技部

主要人员：周福兴、韩继红、李嘉伟、梁钺锋、李玉翼

一、背景和痛点

1.1 数字化现状

珠海金湾机场（以下简称珠海机场或本场）作为一个千万级大型枢纽机场，经过多年的信息化建设，目前已有数十套信息系统投入运行。涉及的系统包括离港系统、安检信息管理系统、航显系统、广播系统、A-CDM 系统、协同运行管理系统、机坪塔台系统、行李分拣系统、监控系统、门禁系统、桥载系统、泊位系统、货运系统、商务收银系统、一卡通系统、对讲系统、网站、贵宾系统、PSP 旅客服务系统、ERP、HER、结算系统等。

为确保本场运作正常，需通过与外部系统对接进行数据交互，涉及的外部系统包括：民航运行监控中心系统、中南空管 FIPS 系统、深圳空管 CDM 系统、南航系统、东航系统、春秋航系统、中航油系统、公安系统、省交通厅系统、市气象系统等。

1.2 数据资源情况

到目前，珠海机场已发展成为一个集旅客运输、货运运输、机场商业服务为一体的大型综合机场，那么随之带来的旅客流、航班流、货运流，每天将生产越来越多的数据；并且随着民航“智慧机场”的推进，产生越来越多的非结构数据。此外，经过多年的信息化建设，珠海机场沉淀了大量历史业务数据(航班类数据、航空类数据、旅客类、经营管理类、宏观决策类、物流类、综合服务类数据等)，这些数据在推进建设“智慧机场”中，也要加以利用起来。

珠海机场基于当前的数据资源开展智慧民航数据治理朝着以下方面努力：

感知增强：通过更全面的数据开放和共享，不断提高数据的准确度，提升数据态势感知的范围，实现数据的态势感知层的横纵向发展；

数据分析和挖掘：更深层次的数据挖掘，不断提升数据在机场安全运行保障的价值。

可视化呈现：在数据覆盖率与及时率不断提高的基础上，逐步实现数据可视化，如基于三维数据可视化的数据建模方向发展，逐步实现机场数字孪生和三维仿真应用；

1.3 面临的问题

珠海机场数据治理朝“智慧机场”的方向进行发展，目前仍存在如下挑战：

数据链路网庞大，数据来源多复杂度高：当前数据链路中间节点多且复杂，其来源包含如下：第一类是直接的信息采集，包括传感器、物联网手段采集及手工录入的各类业务记录；第二类是通过集成各类管理系统来采集运行态势；第三类是通过收集的各类底层数据，基于数据分析来获得运行态势所需的各类指标；第四类是通过《民航航班运行数据共享交换协议》采集实时下发的共享数据；

应对灾备降级及恢复：为提高机场运行与保障安全，需要实现核心运作系统的“一主一备一冗余”，根据业务场景实现数据的分级和互为主备功能；

数据交互标准不一：数据对接过程中接口规范不一，各系统间需要开发适配实现对接，维护升级成本及难度增大。

二、实践路径

珠海机场数据治理工作主要经历了三个阶段：1、网状数据链路、人工管理数据链路和数据质量阶段；2、数据总线阶段；3、数据平台阶段。

2.1 问题分析

2.1.1 第一阶段路径及所遇到问题

各系统间制定数据对接方案统一数据交换协议,保障数据链路的稳定，为生产保障提供可靠的数据支撑，制定巡检制度定时检查并记录状态健康指标。数据资产的管理，对数据资产进行汇总和定期人工统计。

数据交换体系效率低：由于每次数据对接需定制开发，执行效率低，没有统一的数据标准，造成数据的使用和监控难以提升质量的问题。多个信息化系统的业务数据也难以进行融合形成更完整的数据资产。

数据监控难及时或预先发现问题：人工巡检具滞后性，软件或数据层面的问题难以及时有效的发现，人工巡检难实现自动预测。

数据资产管理难形成实际价值：治理手段停留在数据归档层面，治理工作更多是被动接受业务系统的数据变更，并没有使用数据资产管理手段去促进数据建设和信息化建设的实际工作。

鉴于以上问题启动数据总线建设，实现数据传输链路进行统一汇总和管理，形成相对统一的数据模型。将业务系统间数据对接进行解耦，减少系统间的依赖程度。

2.1.1 第二阶段路径及所遇到问题

为解决信息化发展过程中的数据链路管理、数据模型和数据资产管理等问题，建设数据总线服务。由数据总线进行统一的数据接入，清洗，融合和存储。根据预定的监控指标对每个数据链路进行实时监控，通过邮件，短信和监控终端声光告警提醒系统管理员和相关的业务管理人员。

业务系统如需其他系统数据时，可根据数据总线规范化申请接入，数据总线服务模式分为主动推送模式和被动接收请求模式。

数据总线模式很好的解决了数据基础设施的问题，可以有效的对数据进行整合和应用，充分保证了数据的可靠性和服务的稳定性。但还存在以下不足：

数据模型没有充分指导信息化系统建设：总线模式在信息化过程中还是扮演着搬运工的角色，在信息化系统建设中处于被动，没有给业务系统建设提供业务经验和数据质量要求。不同供应商对民航业务的理解和本机场实际情况的掌握还会在很大程度上影响信息化建设的质量。

数据资产未能为业务发展形成指导性分析：数据总线虽然集中大部分数据，但更多是在数据交换层面对数据进行组织和应用，未按照数据应用层面对数据进行分类、建模，也没有建设针对数据分析场景所需要的基础设施和数据主题。难以针对特定业务目标进行相应的分析处理。

数据安全治理风险严重，需考虑全生命周期防护：随着数据的价值不断的提升，机场核心数据频繁面临数据泄露的安全风险。

在数据基础链路建设和管理基础上，为配合整体信息化建设工作的推进，我们在数据总线模式的基础上，进行平台化升级，将数据交换工作和日常的数据资产管理、业务数据分析等场景结合起来，起到相互促进，互为补充的作用。

2.2 第三阶段落地的技术方案

数据平台建立在数据总线数据交换模式基础上，叠加元数据管理、模型管理、可视化监控、业务主题分析、数据应用服务管理等特性。对信息化建设和数据治理工作流程进行进一步规范化和标准化。

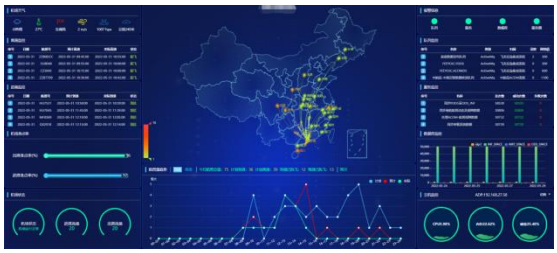


图 1：数据管理平台



图 2：可视化大屏

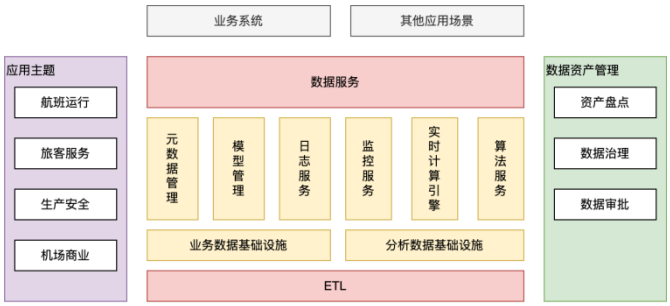


图 3：数据平台架构

2.2.1 业务数据基础设施

支撑业务应用场景的数据服务，同时兼顾数据可用性、一致性和面向业务应用场景的数据性能优化。包括：1. 用于保证数据一致性和查询性能的事务型数据库（OLTP） 2. 用于存储航空器位置、车辆位置、自动观测气象等数据的支持 GIS 的时间序列数据库（TSDB） 3. 用于存储文件、图片、语音、视频段落等文件的分布式对象存储服务（OSS） 4. 用于进行实时数据交互的消息队列服务（MQS）。

2.2.2 分析数据基础设施

面向大规模数据并行计算为目标设计的分布式数据处理服务，偏向于数据计算规模而非数据的一致性和实时性。目前分析数据基础设施主要包含一套分布式的大规模并行处理库（MPP）以及相应的 BI 可视化界面。



图 4：BI 可视化

2.2.3 ETL 服务

根据机场信息化特性兼容了 AFTN、SITA 等报文数据解析、雷达数据、ADSB 数据解析、集成系统、离港系统等民航常用系统的数据对接。

通过图形化配置实现数据的接入和处理，将数据从业务系统或其他外部数据源接入并按指定的格式进行存储和输出，非标数据支持脚本形式对数据进行处理，具备图形化管理，体现数据流的结构、实时状态，查看数据传输内容等。

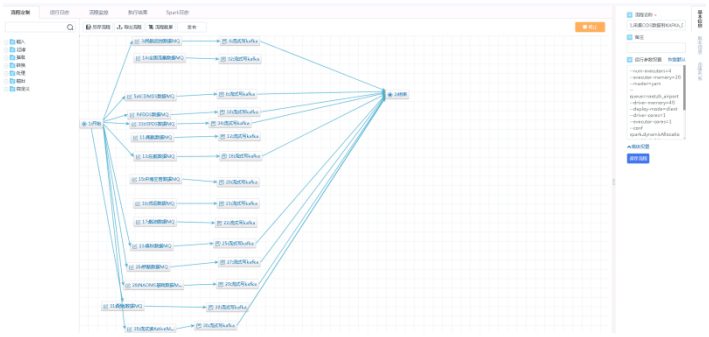


图 5：数据 ETL 服务

2.2.4 模型管理模块

根据机场信息化特性，对各类数据进行逻辑建模，形成统一的数据模型。在数据输入输出时，作为交换标准来减少数据理解成本和差异化潜在的数据一致性风险。

2.2.5 日志/可视化监控模块

保证数据可回溯性，确保数据的每个字段可回溯到原始状态，满足数据治理的有效性要求。可视化监控模块是在基础设施、数据和业务三个维度对数据资产进行展示。

从数据维度，监控模块实时展示每个数据源接入的数据量、数据健康性、标

准化后各个数据主题的数据存储量、数据质量评估指标。

从业务维度，围绕机场的航班运行、地面保障、旅客服务、生产安全等主题，进行关键数据抽取和指标化展示。实时展现机场当前生产总体态势。

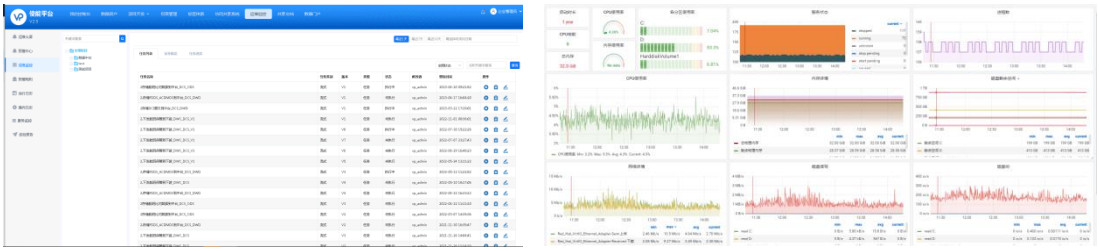


图 6：可视化监控

2.2.6 数据服务模块

数据使用进行合规性管理，制定数据使用规范，保障数据安全。

2.2.7 数据安全管理模块

针对平台的数据安全防护机制包括以下几个方面：

数据安全原则

结合行标《智慧民航数据治理规范数据安全（M H/ T 5057—2021）》，聚焦基础支撑、共享开放、创新应用、安全保障、管理改革等重点环节。

数据安全定级：依据影响对象与影响程度作为安全分级要素划分为 5 级。全生命周期安全防护措施：落实等保要求,围绕数据从数据采集、传输、存储、使用和共享交换以及销毁阶段进行。数据收集阶段：形成数据安全采集管理规范，明确数据收集目的、用途、方式、来源等。数据传输阶段：形成数据安全传输管理规范，定位敏感数据进行链路加密传输，对敏感数据进行数据脱敏，数据导入导出具备严格审批和监测手段。数据存储阶段：建立数据存储备份机制和存储管理规范，采用密码技术、权限控制等技术措施保证数据完整性。数据使用阶段：建立数据安全使用管理规范，实现多因素认证，关键数据采取脱敏、控制访问数据量等。对外提供数据阶段：建立数据交换和共享审核流程和监管平台开展风险评估并对数据共享进行监测和审计，对数据共享操作和行为进行日志记录，对高危行为进行风险识别和管控。数据销毁阶段：建立数据平台数据安全销毁规范，明确数据清理方法，确保销毁的数据不能被还原。

2.2.8 数据质量管理模块

根据评估指标对数据按主题或按数据源进行质量评估支持 SQL、脚本等形

式自定义评估指标，在数据指标达到预设的阈值时，通过短信、邮件、客户端告警等形式通知相关人员。

2.2.9 其他

数据架构

基于数据平台架构，珠海机场构建统一数据处理流程和数据仓库，并对数据进行分层处理。

消息队列数据：通过消息队列进行数据交换，采集业务数据由 Kafka 进行数据分发。建立 ActiveMQ-Kafka 数据传输通道，写入 kafka 后将存入数据库和 HIVE。见下图。

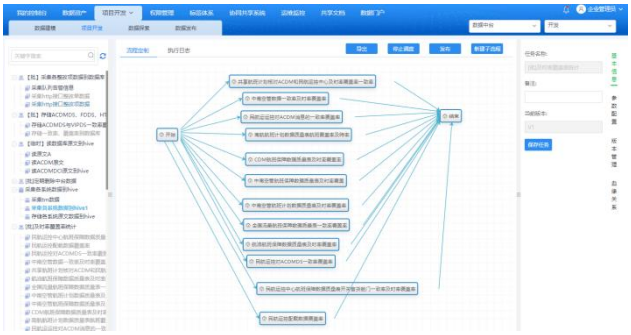


图 7：数据处理可视化

请求-响应式数据：通过定义请求数据的地址，密钥等连接信息，数据进行扁平化处理写入关系型数据库或直接进行分发。支持 API 自定义所需要数据。

数据仓库中的数据分成四层，分别为 ODS 层(原始数据层)、DWD 层(明细数据层)、DWS 层 (服务数据层)和 ADS 层(数据应用层)。

三、应用效果

3.1 案例竞争性

案例实现机场各业务部门之间的数据交换与数据共享促进机场数据信息化进程的发展。完成相应的应用软件和数据管理系统建设，实现数据的接入、交换、保存、更新、共享、备份、分发等功能，并扩展容灾、备份、挖掘、分析、可视化、运维监控等功能。

案例完成机场内部多源异构数据的汇聚，提升了机场对数据的处理能力，例如在处理航空器飞行坐标及航路点等信息时与本场实际落地时间进行海量数据

学习和分析，逐步提高现有预达时间准确度，为航班保障、旅客服务、决策服务、运控监控提供数据支持。

3.2 应用实际效果

数据平台经过多年运行，已经形成了一套相对完整的适应珠海机场当前信息化建设需求的数据治理体系。包括数据治理流程化制度，数据模型，数据资产管理和评估体系，以及基于数据平台构建的若干个信息化系统。总结的应用效果主要包括：

3.2.1 形成可控的数据资产

形成一套面向航班生产、旅客服务、安全运行、商业分析等数据主题的一百多个数据模型，数据模型用于数据质量评估，数据输出服务和数据分析服务。形成了从数据生产到数据存储到数据应用的完整的标准化链条。

形成的数据资产作为新建系统的标准数据来源，减少了不同应用系统间的模型差异性提高了数据使用效率，减少了维护成本和潜在数据问题的风险。



图 8：数据源接入的监控



图 9：数字化能力监控与预测

3.2.2 数据质量提升

考虑了民航的机场、空管、航司多数据源相互补充且相互冲突的特点，数据融合功能根据数据源类型、数据交叉验证等方式择优选择。现已针对诸如航班取消、航班起降时间、COBT 时间、旅客人数等多源数据进行了有效融合，为一线生产保障提供了数据支撑。通过数据监控和质量分析实现了数据故障实时甚至预先发现，及时有效应对故障。

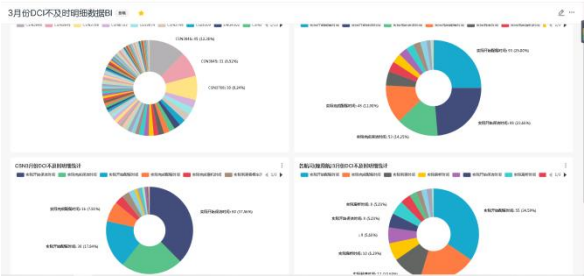


图 10：DCI 数据不及时明细数据

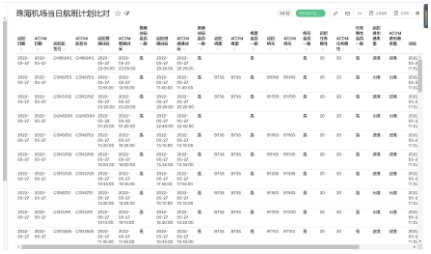


图 11：航班计划比对

3.2.3 业务稳定性提升

通过数据平台建设，将数据源和应用系统间解耦，实现了数据源主备和信息化系统主备两种备份模式。在单数据源故障时，通过数据平台切换备用数据源可以在极短中断时间恢复各个应用系统的正常使用。在单点应用故障时，可通过切换到备用系统来恢复相应服务，由数据平台来消弭两个系统的数据源需求差异性。

建设航班计划和动态数据主备系统，主用系统是机场集成系统，向数据平台提供航班业务数据，在系统故障时，可快速通过备用数据源恢复业务。

建设备用航显系统，通过数据平台分别向主备系统提供两套相同数据内容不同数据格式的航班数据，当主用系统故障时，可迅速切换到备用航显系统，减少给旅客带来的信息不畅等问题。

3.2.4 数据主题分析

依托于数据平台的数据分析能力和数据资产积累，完成针对航班运行效率的机位分配规则优化、航班保障效率分析，针对机坪运行安全的场面交通风险点分析等分析报告，并以数据支撑为指导方向进行多个业务流程的优化工作。



图 12：机坪可视化

3.2.5 建立基于数据安全分类分级的数据安全体系

强化管理的落地执行性，根据不同数据级别，实现不同安全防护。

3.2.6 数据安全组织架构保障数据安全落实

数据安全的组织架构明确数据安全各相关方职责，形成部门横向协同有力的工作机制，更好的制定和执行数据安全相关要求。

四、洞察启示

总结得出以下几点经验与思考，希望能对民航机场的数据治理工作有所启示。

4.1.1 数据治理的持续性

数据治理工作绝对不是一蹴而就，数据治理工作包括：治理工具的建设，数据标准数据模型的建立，数据的融合贯通，相关规章制度的落地和优化，数据体系和业务系统间互相促进互相融合。并伴随着机场的发展和信息化建设的深入不断优化和迭代。

4.1.2 数据资产的挖掘潜力

基于基础数据做好数据加工和数据挖掘工作，可以在更高的维度上优化指导一线生产工作的进行和辅助机场做出重要决策。

示例，珠海机场通过采集 ADS-B，实时接收周边 200 公里内航班的实时位置，地面保障单位调度人员可以根据航班实时位置、高度等数据决策何时安排保障资源、何时到位，提高了保障效率，减少了一线人员的工作负荷。在数据平台建设过程中引入了预达时间算法服务，提供相对精确的预计落地时间和入位时间高维数据，并输出到生产管理系统，生产管理系统根据落地时间、落地跑道、入位时间，可以实时快速的决策引导任务、接送机任务、机务任务的人员安排、保障到位时间，又进一步提高了保障效率,如除目前普遍机场所采用的中南 FIPS 预达时间外，应用民航运控中心共享的航司航路点数据，结合大数据机器学习分析，自行计算出动态航路点-预达时间数据，能在特殊天气情况下，也能提供与实际落地±3 分钟的预达时间，并已作为多源数据接入生产系统中。

4.1.3 数字化转型进程中不能忽略数据安全治理

珠海机场在数据互联互通、跨领域跨层级跨区域业务智能联动的数据治理进程中，实现高质量的数据服务、高效率的数据流通、深层次的数据洞察的数据治理体系，利用管理、技术能力建设夯实珠海机场数据安全建设基础，利用数据安全技术能力完善机场内数据安全管控与运营，利用数据资产化从安全角度明确数据整体态势，利用数据安全态势分析结果实行数据安全治理。

基于机场航班运行的数据治理体系构建与实践

单位/部门：重庆机场信息通信网络有限公司

一、背景和痛点

1.1 研究背景

目前，重庆机场已完成大数据一期和大数据二期项目，重庆机场大数据一期项目重点完成数仓建设，二期则是在一期基础上规划构建了“1+4+5+N”总体目标，即搭建 1 个大中型“大数据中心”平台；构筑 4 大体系即“数据体系、技术体系、服务体系、运营体系”；基于行业、主题、服务的统一标准规范，制订 5 大数据管理标准规范，包括数据统一编码规范、数据资产目录及技术规范、数据模型建模规范、大数据主题库规范、数据服务及安全规范；支撑 N 个场景应用。以机场实际业务流程为出发点，目前重庆机场已完成多个主题域的数据采集、数据建模、数据治理、数据可视化等工作，重点针对航班运行主题域实现业务流端到端的全链条全生命周期的数据治理工作。

1.2 研究痛点

以重庆机场大数据平台建设为例，在大数据中心二期建设中,对平台技术体系、数据体系进行重构，并搭建服务体系，形成标准“大数据中心”架构。基于本次项目研究，实施团队针对 “航空器保障”运行领域进行了数字化调研，实施过程中发现一些体系性的问题，主要问题如下：

（1）标准规范缺乏系统性管理

在调研和项目实施过程中，我们发现各业务部门针对相同领域的业务，均各自为阵，各有各的内部标准，形成了一个个标准“孤岛”，没有牵头部门来针对某一业务领域进行全局性整理和口径统一。以航空器保障为例，现场指挥中心、地服公司、驻场单位的保障流程等均有各自内部保障流程标准，缺乏标准流程全局性管理是对数据治理推进的起始障碍。

（2）数字化基础薄弱，缺乏数据治理

构建机场数据治理体系的第一步就是要实现产业数字化，产将现实业务通过一定信息化手段转化为数据。通过分析发现，重庆机场数字化薄弱存在的问题主

要表现为两个方面：1）行政管理问题：某些系统具备某个业务节点数据采集功能，但是业务单位由于一些原因并未完全使用该功能；2）系统功能问题：某些业务保障依然采用人工统计、或者传统纸质记录方式，没有信息化系统的支撑。集团业务数字化基础设施不完善，无法实现产业数字化，无法推进数据治理工作。

（3）缺乏数据管理组织体系支撑

数据治理体系建设、数字化转型的目标实现、组织机构调整是同步演进的，就目前重庆机场情况，暂未搭建数据治理的组织体系，从顶层到基层缺乏相应的数据治理运营团队以及协作机制，各部门数字化建设均各自为阵，没有形成统一的战略方向、全盘的统筹规划、科学的实施策略以及执行力的保障，缺少企业级数据管理部门，数据管理职责难以界定，追责协商比较困难，数据质量问题很难有效解决，导致数据资产价值很难被深入挖掘。

二、实践路径

通过上述研究现状和研究痛点，重庆机场集团依托大数据二期建设，构建起数据治理体系，该体系从数据治理战略、机制、架构和标准 4 个方面展开。

2.1 数据治理战略

数据作为一种新的生产要素，在企业构筑竞争优势的过程中起着重要作用，企业应将数据作为一种战略资产进行管理。数据从业务中产生，在 IT 系统中承载，对数据进行有效治理和应用，需要业务部门充分参与，与技术部门共同挖掘应用场景。通过建立数据治理体系，可以规划统一、标准的数据架构，为企业信息化建设提供规范和标准，实现跨领域的数据互联互通；在分析型应用和数据层之间，做数据获取、分析，规范重庆机场数据治理工作，推动集团公司迈入数字化转型阶段。

2.2 数据治理机制

在数据治理机制层面，通过建立数据治理组织、制定数据治理制度、明确数据治理流程、培养数据治理人才，将推动重庆机场更好的管理数据和使用数据。为了有效推动数据治理工作，集团公司已建立信息管理部作为职能部门，代表集团制定数据管理相关的政策、流程、方法和支撑系统，制定数据管理的战略规划和年度计划并监控落实。

为落实数据管理目标方面，还需要在机场各业务领域建立实体化的数据管理

组织，实线向业务部门汇报，承接并落实各业务领域的数据管理责任；虚线向机场数据管理部汇报，遵从机场统一的数据管理政策、流程和规则要求。虚实结合的数据组织设置，是确保数据工作能充分融入业务，同时是能够在应用系统中有效落地的关键。建议数据管理组织中各个组织的职责和分工如下所示。

（1）体系建设者

第一条：负责数据管理的战略、规划、政策、规则的制定。

第二条：负责数据管理体系建设。

第三条：数据架构及核心数据资产管理。

第四条：确保机场数据质量水平。

（2）能力中心

第一条：构建数据管理的方法、工具、平台。

第二条：负责专业能力的开发和建设，包括数据架构、数据分析、信息管理、数据质量管理。

（3）业务数据伙伴

第一条：支撑业务数据需求，提供数据解决方案，解决业务数据痛点。

第二条：向业务提供标准化的主数据或基础数据服务。

（4）文化倡导者

第一条：倡导“谁创建（录入）数据，谁对数据质量负责”的文化。

第二条：倡导用数据支撑业务决策的文化。

同时，在数据工作的不同阶段，分场景组建了不同的虚拟数据团队，如信息架构建设工作组、数据质量执行组、元数据工作组等，以保障跨领域数据工作的有序开展。

2.3 技术架构建设



图 1：大数据平台技术架构图

重庆机场二期大数据项目构建基于 Hadoop 分布式技术的融合数仓及大数据平台，依托融合的大数据处理平台架构，实现离线数据和实时数据采集，通过层层数据治理，形成基于航班运行主题的指标数据和标签数据。经过深化数据融合、挖掘与分析，与人工智能技术的运用相结合，充分挖掘平台智能化价值，通过数据的整合分析，找出事件与数据的关联性，实现机场运行的实时态势感知，从而达到智能预判、智能调度、高效响应、提升服务。

2.4 数据架构建设

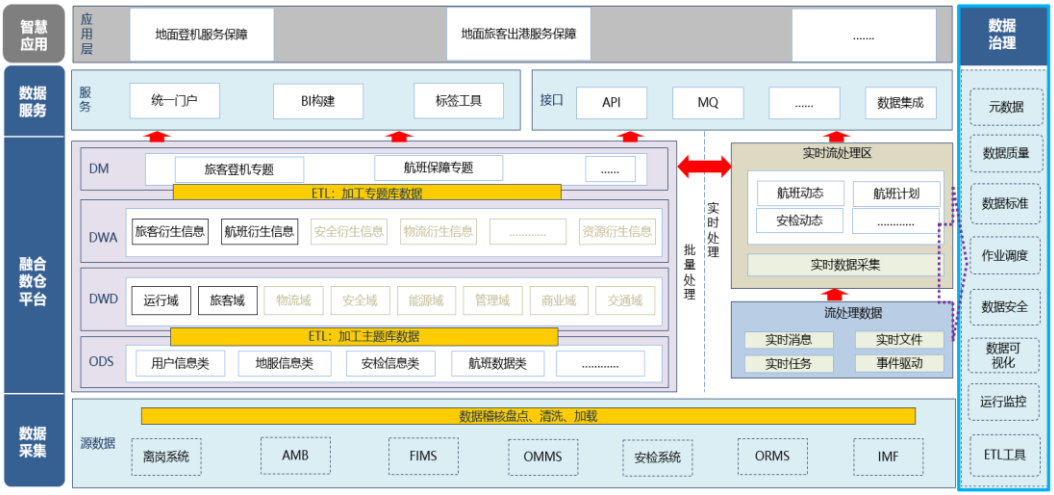


图 2：数据架构图

数据治理平台针对重庆航班运行进行数据标准管理、数据资产管理、数据质量管理等全生命周期、全流程的数据治理，同时 ETL 对数据进行清洗、转换、 集

成及加载等不同功能的分布式调度，形成数据仓库统一编码规范，数据仓库主题库建设规范，大数据服务及安全规范，信息资源目标体系数据及技术规范，数据仓库主题库模型规范五大规范，形成数据治理统一标准。

（1）数据标准制定

机场大数据平台拥有庞大的信息系统，各类信息体量巨大，在数据使用过程中需要制定合理、可行的数据流通标准体系，这对于数据使用过程中的数据质量、流通效率至关重要。重庆机场大数据平台制定实际应用的相关标准和规范，主要包括：数据统一编码规范、数据平台管理制度规范、信息资源目录体系数据规范、数据实体关系模型、主题库和专题库规范、数据服务规范、信息资源数据共享安全体系标准。

（2）元数据管理

元数据主要用于在数据仓库里描述数据及其环境，它是在数据仓库建设过程中所产生的有关数据源定义、目标定义、转换规则等相关的关键数据。在数据管控中，元数据管理对各数据的实体定义和流程管控管理两方面的元数据进行管理，并提供相应的对外服务。从数据源到后续的逐层加工以及稽核，元数据将各类的数据实体进行定义，约束；元数据管理贯穿于整个流程，提供相应的服务，并与各环节有效的互动。

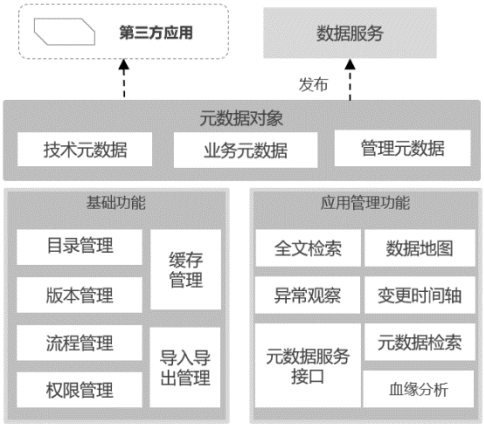


图 3：元数据管理架构图

（3）数据质量管理

数据质量决定着大数据平台的分析质量和应用效益，数据传输质量控制需要把握数据采集整合的整个过程，通过对传输过程中的数据进行校验、清洗、转换。具体架构如下图所示：

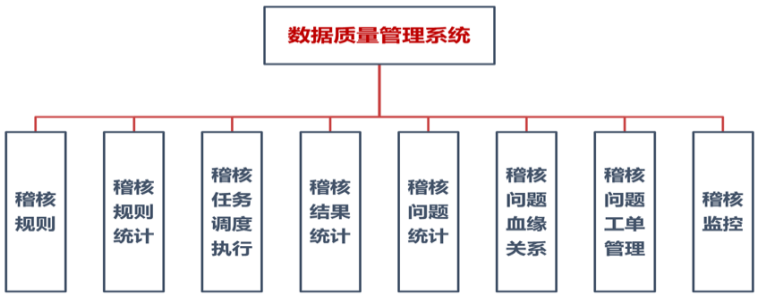


图 4：数据质量管理架构图

（4）数据资产管理

数据资产管理着力构建重庆机场大数据平台数据资产管理体系，通过数据资产管理可将数据规范管理和数据处理实现有机的融合，实现对具体资源数据的元数据描述，支持利用标准化的数据接口以及形式丰富图表展示工具可快速定制各类数据资产应用，配合数据资产的全面评估，逐步实现数据资产的规范能力和数据资产的开放、应用能力的提升。

基于元数据全方位画像的数据资产管理，实现了数据全生命周期的管理与监控，全流程记录的追本溯源，全景式的资产可视化，提供数据资产全场景视图。建立大数据平台数据资产管控能力，实现大数据平台相关的数据资产元数据采集与同步、数据资产元数据存储与识别、数据资产展现等应用功能。



图 5：大数据平台监控图

三、应用效果

在传统数仓架构基础上，重庆机场大数据平台新建基于 Hadoop 架构的分布式大数据处理平台，整合形成融合的大数据处理架构。增加数据源的采集，充实数据底座，完善数据模型设计。同时对数据进行全流程管控，引入数据治理、数据安全等技术手段与理念对数据进行端到端应用管控。传统数仓用于支撑集团 BI 展示，新建分布式大数据平台用于支撑后续智能化应用的部署建设。依托融合的大数据处理平台架构，深化数据融合、挖掘与分析，与人工智能技术的运用相结合，充分挖掘平台智能化价值，通过数据的整合分析，找出事件与数据的关联性，实现机场运行的实时态势感知，从而达到智能预判、智能调度、高效响应、提升服务。

截止目前，大数据平台的航班数据使用业务部门：

（1）重庆机场一期大数据通过数据交换平台为重庆市交委推送准实时的航班运行域数据，为中新物流公司推送准实时的物流进出港数据；

（2）重庆机场二期大数据平台为机场公安推送准实时航班动态和航班计划等信息。

（3）为航站楼开通航班域的 IOC 大屏展示，可通过航班域大屏的可视化统计分析，实时监控全业务流程的航班数据统计。



图 6：航班运行大屏展示图

（4）为安检站、地服人员、航站楼、中新公司等业务部门提供智能可视化分析，实现对大数据平台的各项航班指标进行数据分析服务，通过简单的拖拉拽操作即可生成丰富的可视化图标，帮助用户轻松自如的完成数据分析、数据探查、

报表制作等工作。

同时，重庆机场已与机场公安进一步深化数据合作。重庆机场大数据平台已建立一套完整的数据治理体系，针对航班数据进行数据标准管理、数据资产管理、数据质量管理等全生命周期、全流程的数据治理，将治理完的航班数据通过标准化的数据交换平台共享给公安。其次，除了提供航班基础数据外，还为机场公安提供处理后的航班指标数据和标签数据，让公安能更准确和及时的得到初步分析数据从而达到高效响应、精准服务的效果。最后，重庆机场还将与市公安局共同探索安防数据，管理数据，物流数据等应用，通过数据的整合分析，找出事件与数据的关联性，为协助支持市公安局提供更加智能的数据服务。

四、洞察启示

4.1 形成数据资产的价值

按照“全机场一盘棋”的建设思路，遵循顶层设计，采用先进的体系架构及对多元信息融合、信息智能挖掘、智能分析决策、云计算等多种先进技术进行有效融合。数据资产管理的作用就如同交通体系一样，它需要把数据资产在各种大数据处理能力平台有效的管起来，并且支持围绕业务价值创造的目标，更好地流动、加工、分析、应用，甚至是数据间的开发、连接、整合、嫁接等一系列过程。围绕数据资产本身建立起一个可靠可信的管理机制。可以直接或间接导致资金流入企业的潜力，将数据作为经济资源纳入企业经济活动的能力。通过为企业的管理控制和科学决策提供合理的依据，减少企业经济活动的风险，进而间接为企业带来预期的经济利益，也可以通过资产交易，直接为企业带来经济收入。

4.2 组织管理经验

组织重构是继战略后的至关重要的一步。数字化时代，组织需要发展为更具有连接性的层级结构，使得信息在各层级被收集、分析和共享，打通顶层与基层组织的壁垒，从而实现各部门，各层级信息互相打通，实现信息资源互联共享，最终形成一个开放的、多维生态的全新发展数字化空间。在组织重构时，必然伴随着数字化人员配置。人员队伍建设时需要搭建匹配战略目标的人才体系，制定数字人才标准，依照标准设立关键岗位，搭建人才队伍。在具体实施上，可以选择内部培养、借助外部专家或者内外组合建立数字化顶层组织体系的方式。基层组织体系由各业务单位成立数据团队，主要实现承上启下的连接作用，推动数字

化转型任务的落地。

4.3 数据治理的方向

数据治理是通过机场数据资源的盘点、汇聚、治理，不断提升数据质量，满足数据管理和业务智慧运营要求，既支持机场数据资产的数据运营，也支持机场业务智慧应用、数据分析和数据开放运用，最终实现机场数据资产的增值。数据治理工作聚焦机场经营管控及战略目标落地，对其支撑所需的数据资源进行自上而下的梳理和规划，形成数据资产地图，并建立数据资源管理体系，制定标准和规范，发现数据管理问题，为数据资源应用夯实基础，提升业务运营效率。重庆机场已经对航班主题进行了数据治理工作，未来将持续对航班已有内容进行补充完善，并对剩余“旅客域、安全域、物流域、服务域、商业域、管理域”等其他业务域的相关数据分别展开治理工作。

4.4 可复制的场景方案

针对机场航班放行排序的场景，空管普遍按照航班准备好的时间和顺序安排航班放行，这种放行方法比较简单但也存在问题，比如要在关舱门后才能申请起飞时间，这样起飞时间就跟飞机的旅客、行李到位以及加油、餐食补充的时间等因素影响较大。另外，当前一时段航班整体延误时，延误向下传导，造成整体航班延误加大。对于航空公司而言，航班能不能起飞不仅取决于该航班的局方批复时间和航空公司的计划时间，实际运行中还与机场运行态势即跑道、停机位等资源的紧张程度、天气情况、航站楼内旅客状况、行李装卸情况、发生复杂事件之后的应急处理时间、以及滑行和地面保障时间的效率等多因素来决定。

针对机场运行场景，下一步将利用大数据融合技术、计算机算法和人工智能技术，对未来机场航班保障进行态势研判，实现机场运行环节精细化管控，确保机场安全运行，提高准点率、增加收益、减少资源浪费；对航空公司而言也有效提升航班准点率，提高服务质量，减少了燃油排放量。对广大旅客而言，更能够提早知道航班信息，减少在飞机上长时间等待等益处。相关场景的大数据应用实现，也将为其他机场运行提供可复制的解决方案。

新疆机场集团生产运营管理系统建设项目

单位/部门：新疆机场（集团）公司

主要人员：杨东、孙召利、吴昊、党政

一、背景和痛点

结合民航“十四五”发展规划中以“安全为底线、智慧民航为主线”的有关要求，为进一步落实智慧民航建设，推动行业数字化、智能化、智慧化转型升级，民航局发布了智慧民航数据治理行业标准。围绕行业规范标准，新疆机场集团愈加重视信息化建设，各方面不断开拓建立了若干业务系统，这些业务系统在发挥协助作用的同时，也积累了大量业务数据，数据资源越来越丰富，需要通过数据资源的管理、交互共享和开发利用实现价值变现，为改善现状，藉此建立新疆机场集团生产运营管理系统。

随着智慧民航建设的不断推进，数据资源将逐步从信息化资产向生产要素转变。新疆机场集团现有系统中已接入航班数据、旅客数据、货邮数据、行业监管数据等多方面生产运行数据，利用大数据平台所提供的数据采集、存储、传输、共享、使用、销毁等功能对数据资源进行全生命周期管理，对各类生产运营数据进行治理后汇入新疆机场集团生产运营管理系统，协助机场实现“运行标准化、管理精细化”的目标，既为生产运行保障人员提供便捷的使用操作，又为各级管理者提供有效的监督管理工具和手段，同时为决策者提供详实、可靠的决策支持。

新疆机场集团信息系统建设范围覆盖广，且随着信息系统的不断使用，已从多业务维度积累了大量数据，包括：运行数据、设备数据、员工数据、基础数据、航班数据、旅客数据、天气数据、经营数据等，逐渐形成了数据资产库。加之数据资产化的推进，进一步促使业务与运营形成闭环，借助大数据治理打通数据和信息的通道，从而为挖掘数据价值、业务创新提供决策支持，以满足客户的个性化服务要求。

现阶段，各业务系统积累的数据总体面临着数据资产分布散、数据定义乱、数据管理难等常见问题。围绕大数据治理方向需集中管理数据资产，提升企业数据洞察能力，统筹规划企业数据架构，打通数据孤岛，实现数据增值。目前存在

部分信息系统在数据层面难以满足现有需求，部分数据资源存储分散，系统“烟囱式”建设导致数据融合难，且没有统一的数据标准，数据管理、维护难度大，数据治理机制不够完善使得数据可利用价值不高、应用深度不足，创新类应用实施有难度，数据服务能力不足无法实现数据运营，现有数据架构难以满足未来数据需求。在数据转化为数据资产的过程中，打通数据与信息的通道都是关键的一环。通过自动化收集、自动化分类、自动化数据质量监控等技术手段，可以辅助企业规划统一、标准的数据架构，最终为数据转化为信息数据资产提供可靠、可行的途径。

二、实践路径

2.1 问题分析理解

（1）数据统一管理规划问题

数据资源存储分散，IT 系统烟囱式建设，数据融合难，同时又缺乏统一的数据标准，管理维护难度大。数据规划和管理能力是新时代信息化管理的重要能力，机场集团对数据资产的重要性和价值都有清楚的认知，数据资产作为企业重要的资产之一，通过各种信息系统在长时间的业务工作中产生，但如果不对数据资产进行有效的整合应用，数据资产难以发挥其相应作用，需要建设大数据平台，用以对数据进行有效的管理规划。

（2）数据治理机制问题

缺乏数据治理机制，对于数据资产管理单位与使用单位的权限职责划分与互动机制不够明确，缺少统一的规划引领与标准指定，导致累积的海量数据利用价值不高，需要逐步建立数据治理机制，从发展战略层面明确数据治理的意义，规划业务发展方向，建立内外部联动治理的机制，在数据汇聚清洗的基础上，挖掘数据的利用价值，形成可量化的、准确的、可挖掘的“数据资产”。

（3）数据服务能力问题

未来系统若能提供平台级的数据服务能力，从规划设计能力、实施部署能力和运维运营能力等三个维度提升大数据平台的服务能力，满足新疆机场集团的长远发展目标。一方面可以对其他信息系统提供相应数据服务，提升其效能，加长

其生命周期，另一方面也可以通过数据建模、数据分析等辅助决策。

2.2 建设路径规划

新疆机场集团对过往信息系统的建设规划及数据资产的累积情况进行了细致的分析后，规划建设生产运营管理系统，通过四个步骤，一方面，解决当前数据治理的问题与痛点，另一方面，充分发挥数据资产的作用。第一步，搭建大数据平台基础架构，全面仔细地调研大数据行业相关技术地应用发展，结合机场专业特点，打造稳固耐用地系统底层基础。第二步，以 A-CDM 系统及相关运行数据为典型，开始逐步打造机场数据湖并进行相关数据治理。新疆机场集团在 A-CDM 系统的部署推广及应用程度都比较高，A-CDM 系统目前已经集成了空管、航司、航旅纵横等外部数据，从 A-CDM 系统开始，将各类运行类数据逐步汇入大数据平台，形成机场数据湖，并进行相关数据的清洗治理分析应用。第三步，扩大系统覆盖范围，将大数据的数据采集治理延申到运营类数据、支线机场数据等，建设高集成、协同化的全域管控系统。第四步，全面发挥系统的平台级支撑能力与数据分析效能。



图 1：主题领域模型规划图

2.3 技术实施方案

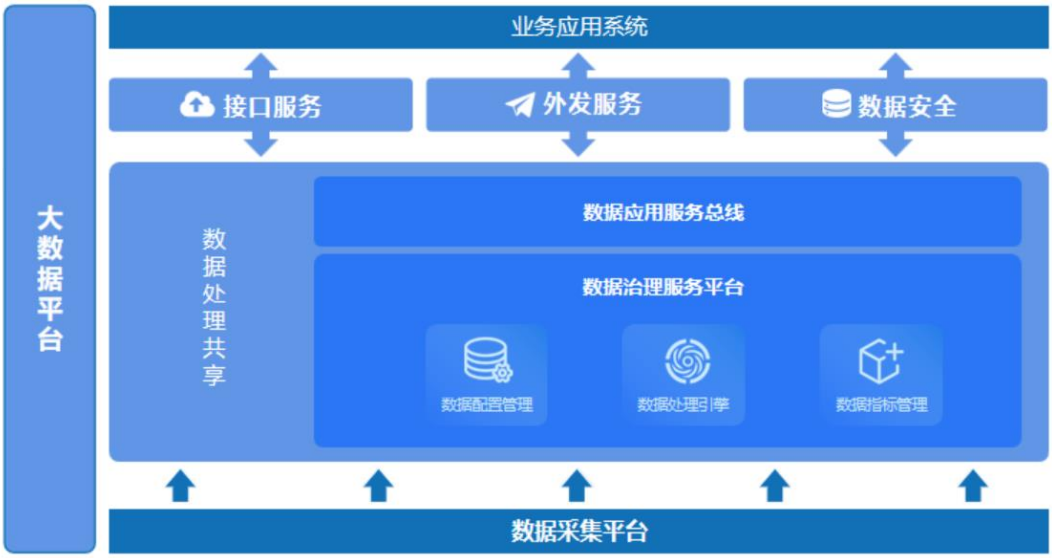


图 2：平台架构图

（1）数据采集存储

数据采集是负责从各个业务系统数据源中提取各类业务数据到大数据平台，由于各个数据源内的数据格式及复杂程度各不相同，因此针对每个数据源都要建立各自独立的抽取转换任务，抽取的目的在于将各个业务系统中的数据汇聚在一起，实现数据的统一存储，统一管理，并为后期的治理提供数据支撑。

大数据平台需要集成的数据按照数据采集的时效性分为定时数据采集和实时数据采集，数据采集模块基于 hadoop 体系，通过整合优化不同开源工具，实现各类业务数据的采集功能。

定时采集支持各种数据抽取模式，以全量或增量的方式实现多种渠道的数据采集。一是 API 接口调用，通过 API 接口调用方式采集业务系统数据，并根据各业务系统提供的接口规范进行解析入库；二是数据库共享，业务系统共享指定的数据表供大数据平台调度，实现通过直接访问业务系统数据表的方式获取业务数据。三是文件共享，业务系统将数据文件通过 FTP 的方式发送到指定的 FTP 服务器上，大数据平台定时扫描该服务器的数据目录，并将数据文件下载到本地，解析入库，实现通过文件共享的方式采集业务数据。

实时采集是业务系统将数据推送到队列服务器上的指定队列中，大数据平台实时监听队列中的数据变化情况，通过数据流方式将新增或修改的数据采集并解析入库。实时采集主要采用 flume 技术实现，Flume 是 Cloudera 提供的一个高可用的，高可靠的，分布式的海量日志采集、聚合和传输的系统，Flume 支持在日

志系统中定制各类数据发送方，用于收集数据；同时，Flume 提供对数据进行简单处理，并写到各种数据接受方（可定制）的能力。当节点出现故障时，日志能够被传送到其他节点上而不会丢失。

数据存储采用 redis 缓存平台、postgreSQL 数据库管理系统、分布式数据库 Hbase 和分布式数据仓库引擎 Hive 相关技术。redis 支持存储的 value 类型包括 string(字符串)、list(链表)、set(集合)、zset(sorted set --有序集合)和 hash（哈希类型）。这些数据类型都支持 push/pop、add/remove 及取交集并集和差集及更丰富的操作，而且这些操作都是原子性的，在此基础上，redis 还支持各种不同方式的排序。PostgreSQL 数据库管理系统可支持 R-/R+tree 索引、哈希索引、反向索引、部分索引、Expression 索引、GiST、GIN，范围分区、哈希分区、混合分区、列表分区。数据存储使用 HBase 来承接，HBase 是一个面向列（Column-Oriented）、适合存储海量非结构化数据或半结构化数据的、具备高可靠性、高性能、可灵活扩展伸缩的、支持实时数据读写的分布式存储系统。Hive 可以将数据存放在分布式文件系统或分布式数据库中，并使用类 SQL 语言进行海量数据统计、查询和分析操作。

（2）数据分析

大数据分析是数据资产体现价值的最直接手段，能有效应对大量数据、快速分析、多类型聚焦、真实准确的相关数据分析需求。数据采集并分类存储后，建立统计分析的相关规则模型，对数据进行初步的分析处理。在航班、旅客、货邮、运行、资产、人员、财务、经营等主题下，建立三大指标统计分析、正常性分析、延误分析、高峰架次小时统计分析、客货邮统计分析、航班数据整合、财务数据分析、人员用工成本分析、固定资产价值折旧分析、采购分析等数据模型，可有效解决由于当前人工处理各类复杂结构化数据，而产生的人力耗费、统计分析类型单一、速度慢等问题，初步挖掘数据资产的深度价值。

（3）数据应用服务平台

大数据平台建设的根本目的是为了对外提供数据服务，即把信息资源整合成可操作的、有统一标准的服务，准确、及时为机场集团提供航班生产、旅客服务、货运物流、能源环境等信息，提高机场集团对业务的快速反应能力，提高机场集团的宏观调控和管理能力。大数据平台对外提供的服务包括四大模块：

一是权限管理，权限管理可以控制不同系统在大数据平台获取数据的权限，根据不同的系统对数据访问的需求进行权限分配，给与相应接口访问权限和访问时限，保证数据访问的安全性。

二是数据源管理，数据源管理是用来维护各类数据源的基础信息，包括数据库类型、地址信息、端口信息、账号信息等，方便管理人员根据数据共享需求快速准确地向其它系统提供相应数据支持。

三是用户管理，用户管理是用来维护大数据平台用户消费的各类信息，包括用户名称、数据用途、数据项等，可以更好地向用户提供数据服务，同时留有相应消费记录，方便后期回溯。

四是接口管理，数据应用服务平台通过配置化方式提供不通类型的协议报文接口供业务系统调用，业务系统可通过该 API 接口获取所需数据；另外数据应用服务平台还可以通过定时任务，将业务系统所需数据推送到指定的队列服务器上供业务系统使用。

（4）数据标准体系

针对大数据平台实施数据标准管理，基于数据集成、数据质量管理等，实现标准创建、标准管理及映射管理，通过数据稽核规则完成符合数据标准的实施，保障数据的规范性。本期大数据平台项目制定符合机场集团大数据平台实际应用的相关标准和规范。

大数据平台涉及到多个应用系统的整合，数据结构复杂，将在调研各个挂接服务和各个客户端的基础上，建立平台本身的模型，在建立模型的过程中，应遵循特定的数据标准建立规范。包括数据描述方法及规则、以及核心数据目录等。

技术标准为信息资源一致性和大数据平台各参与方的互联互通互操作提供了基本的保证，应围绕信息采集、组织、分类、保存、发布与使用等信息生命周期各环节建立技术规范和标准。大数据平台建设的技术标准规定了大数据平台的总体架构、硬件和网络要求、技术要求、服务接口、接入标准等内容。

（5）系统监管平台

数据监控平台通过对数据采集、数据存储和数据展示三个方向，使用 Telegraf+influxDB+Grafana 实现大数据平台硬件监控和数据监控的相关功能。

实现大数据平台的硬件监控、数据服务监控和前端可视化监控展示等功能。

2.4 系统实施进度

（1）数据采集

开发大数据采集交换平台，现支持队列、数据库、文件、ftp、API 接口等多种协议数据接入。使用分布式架构，现支持多种协议、多业务系统的数据接入，为上层应用提供数据支撑。

接入来自 25 个业务系统航班、旅客、运行、天气、设备、员工、基础、经营 8 类数据。

累计采集数据量 3.64T，日增长量 728.03 万条，其中结构化累计数据量 640G。

（2）数据治理

定义了数据采集及共享的标准和规范；明确了数据建模的命名规范。

梳理航班正常率，始发放行正常率，客座率等 20 个规范。

完成基于航班数据的专题，包括：进出港航班数量，含延、返、备、消等状态共 13 个专题。

完成基于旅客数据专题，包括：进出港旅客人数、已安检人数、未安检人数、登机人数等 7 个专题。

（3）数据共享

完成数据应用服务总线开发,提供消息队列、文件、FTP、HTTP 等常用协议的标准化接口，实现了数据字段级的共享与访问控制。

对 12 个系统提供航班、旅客、天气、区域证等 19 类业务数据，共 51 个数据接口，以便为各业务系统提供数据支持。

（4）数据安全

已完成大数据监控平台搭建及基础服务的开发，实现了对大数据平台 15 台服务器的监控。

完成对数据总线的服务可用性和数据及时性监控。

在数据传输、存储、共享环节增加了数据加密处理、接口访问权限控制、数据库备份等安全措施。

三、应用效果

3.1 系统竞争力

（1）高效可靠的可扩展平台

平台提供数据层、应用层等多层次的数据交换，提供基于文件、数据库、应用层的多种交换方式。

（2）即插即用的柔性架构

数据共享交换平台设计了统一的管理总线和安全总线接口、采用了“即插即用”的管理模型，具备了即插即用的特性，对于新拓展的适配器能够快速、动态的部署和集成。

（3）高扩展低维护的特性

使系统具备高可扩展能力，各部分之间必须是松散耦合的，每个部分的实现方法的变化不应该对系统的其他部分造成影响；系统中的新增的模块只需要在一处配置，可以被多个子系统共享的能力。

（4）支撑扩展的综合应用

通过对应用支撑体系的实现，不仅可以支持数据中心的数据整合、共享交换，还可为其他部门或综合应用提供支撑。

（5）强大的系统能力

系统遵循国际主流的架构体系，采用先进、主流、可靠、安全、开放、实用、性价比好的系统架构，具有优秀的技术能力。

多种交换方式：数据交换接口主要包含：Web 服务方式，支持主流的协议接口，如 SOAP、REST 等 Web 服务协议标准数据库接口方式，支持主流关系型数据库的接口，基于文件交换方式，支持基于自定义格式的文件交换。

多种数据格式：以 XML 格式为主，可支持各种类型的数据源的交换，包括关系型、结构化、XML、消息、文本数据、WEB 数据等。

数据交换能力：支持服务、消息、数据库、文件等多种交换方式，并具有良好的负载均衡能力；支持大数据包的交换，进行分块传输，数据量大小不应受限制，在保证一定数据传输速度的同时，可避免占用全部网络带宽。

数据交换传输：支持多种传输协议、多种传输格式，支持数据的加/解密，支持传输层的动态扩展性。

数据交换管理：数据交换管理主要包含交换安全管理、交换路由管理、交换

协议管理、交换性能管理、交换日志管理、交换格式管理。

批量数据交换：批量数据交换由数据抽取工具完成，支持数据抽取、数据清洗、数据比对、数据校验、数据转换等处理，支持异构数据源或数据访问接口。

实时数据同步：数据同步支持异构数据源之间的数据复制，支持实时、定时、订阅/发布、手工等数据复制模式。

安全性：对共享数据进行访问权限设置、访问标准或者分发标准。基于安全基础服务，通过对敏感信息进行加密等手段，提供消息的加密/解密、数字证书认证等功能，实现信息内容的保密和操作的不可抵赖性；基于日志，实现对数据交换任务进行追踪和事后审计。

3.2 应用效果

机场集团大数据平台，通过建立机场综合运营协同管控体系，结合生产运行数据实现飞机进出港安全起飞、旅客出行、货物运输保障等工作在数据驱动下的管理优化。

通过对具备数据整合条件的生产、运营、人力、财务、资产等应用系统进行数据采集、数据挖掘、数据清洗及数据共享，解决当前的数据资源存储分散，IT系统“烟囱式”建设，数据融合难的问题。规划建设大数据平台，标准数据接口规范，统一今后各类数据对接、数据采集、数据存储、数据管理等问题，对各类业务数据进行横向和纵向的数据碰撞，挖掘数据资产和数据价值。

搭建机场集团大数据平台基础架构，包括数据采集、存储、外发。采集机场集团各类具备采集条件的系统数据，建立机场集团大数据数据湖，并对业务数据进行初步的数据主题分析，打造基本指标库，建立基础分析模型；依托大数据平台，为部分上层应用提供数据支持，实现机场集团信息化建设在大数据技术上的探索和初步应用；基于大数据平台，打造运营主题应用服务模块，实现对分公司整体综合运营过程中资源调配与管控优化，为降本增效、运营调整以及未来发展方向和业务拓展决策提供有力支持。

四、洞察启示

在完成大数据平台的基础架构开发之后，集团公司也积极探索大数据平台未

来发展方向及技术升级，具体如下。

数据采集方面，利用全域管控中心、乌鲁木齐机场北航站区（T4）ESB 总线拓宽采集的数据项的范围，对全疆机场新疆系统的数据加以采集，推动资源整合，以扩充大数据平台数据湖，获取更多的数据服务支持，同时新增定时采集功能，升级数据外发功能，开发大数据企业总线平台，实现实时数据外发和定时数据外发的功能；新增数据清洗治理的相关功能，通过进一步对数据进行分析处理和统计分析，最大化提升数据的使用价值，新增和扩充包括综合主题建模、三大指标建模、生产运行主题建模、旅客主题建模、市场发展主题建模、经营管理主题建模，通过上述主题的多个模型建立，建立不同业务之间的数据联系，为辅助决策提供更全面和更深层次的数据依据。

通过一、二期项目对集团相关数据的积累沉淀，大数据平台将开始发挥其在数据分析应用全面能力。在基础数据条件满足的前提下，从不同的主题域（旅客域、运行域、安全域、管理域、能源域、物流域、商业域、交通域、人力资源域、财务域等)实现数据融合，进行不同维度的数据建模、数据分析，为机场用户提供精准化服务，提升用户满意度，给机场集团决策层提供真实有效的数据支撑。

从本次项目建设的经验来看，机场大数据平台主要会有三个趋势。

一是精准营销和个性化服务。利用大数据来决定应该部署哪些新的个性化服务,优化业务操作,以增强客户的粘合度;将旅客在互联网上的活动与旅行过程的各个孤立数据整合,利用数据分析确定客户的需求及喜好从而向客户推广产品,不仅可以为航空公司大大减少在昂贵的传统媒体上的宣传费用,还可以更加贴近客户的行为习惯。

二是智慧机场的高效运营。通过机场业务系统和传感器网络收集机场综合运行数据,利用大数据技术进行运行态势的监控和预测,从而更高效的协调机场资源使用。

三是机场运行态势感知系统。涉及机场、航空公司、空管、各驻场保障单位等,具有多运行主体、多尺度、多变性、多信息源以及海量数据等特征,分析和探索大数据环境下的枢纽机场运行态势感知系统的应用模式和运行机制。

贵州民航产业集团有限公司大数据管理及应用

单位/部门：贵州民航产业集团有限公司/信息管理部

主要人员：牟旭东、王健、初健、蔡朋宸、孙长平

一、背景和痛点

贵州民航产业集团有限公司（以下简称“贵州民航集团”）是在原贵州机场集团和原贵州航投集团基础上进行整合重组的贵州省管大一型国有全资公司，下设六大产业板块，主要负责机场投资、运营及服务，民航基础及相关配套设施投资建设、开发、经营管理，着力构建“一张综合立体交通网、一条航空服务产业链、一处区域动力核心圈”的“航空+”产业生态圈，奋力建设成为贵州航空经济转型升级的重要驱动力、对外开放的重要平台、机场集群发展的引导力量、航空港经济发展的核心引擎、新型城镇化的重要载体、综合交通体系的重要组成。

为满足业务发展需求，贵州民航集团先后部署了220余套系统应用，多年运行使用下来积累了大量的数据，同时也形成了数据孤岛，给数据统计分析及日常管理带来麻烦，亟需开展常态化、持续化、体系化的数据管理及应用工作。

近期，贵州民航集团借鉴符合中国企业实际情况的数据方法论，以解决数据历史问题为着眼点，以构建核心数据资产为发力点、以探索数据融合挖掘为关键点，对大数据综合管理及应用建设工作进行顶层规划和分步实施，通过开展建设数据平台、打通业务壁垒、盘点数据资产、上线数据超市、分类分级管理、构建分析模型等工作，将数据管理应用与业务流程相关联，实现运营、生产、服务等各项活动与系统数据的交互融合，从而实现筑基节流和增效发展双提升。

二、实践路径

贵州民航集团坚持“顶层设计”“规划引领”“标准先行”原则，以《数据管理能力成熟度评估模型》（GB/T 36073-2018，DCMM）以及民航数据治理规范相关文件为指导，从数据战略、数据治理、数据架构、数据应用、数据安全、数据质量、数据标准、数据生存周期八个核心能力域建设和增强数据管理能力。其次，

以数据填报、数据分析等低代码平台工具为依托，组织引导业务人员自主开展电子化、可视化相关工作，形成浓厚的全员参与的数字化转型氛围，共同提升数据应用水平。具体工作内容如下:

2.1 数据战略

（1）突出顶层规划引领。集团编制了顶层的信息规划，明确了贵州民航集团十四五期间数字化转型和大数据建设的愿景和目标，明确以“云上智慧贵州民航集团”为愿景，通过抓好 12 个信息化方向、筑牢“8 个一”数字底座、覆盖 4 个区域、建设 6 大业务平台、实现 10 个业务领域的数字化转型升级。

（2）规范投资建设活动。集团编制了数字化系列规范标准，对数字化转型和大数据投资建设按照“统一规划”原则，坚持“不符合战略规划、不纳入滚动规划，不纳入滚动规划、不列入年度计划”，从制度上规范数字项目部署和数据处理活动，促进数据汇聚、联通和应用。

（3）明确关键实施路径。集团采用物联化资源、数字化业务、智能化管控的“三化三步走”战略，重点实施综合协同管理、大数据平台、大数据工作平台、数据处理服务、数据应用研发等数据管理项目，上线了集团市场分析系统、商业数据分析平台，贵阳机场“黔程在握”机场协同决策系统以及支线机场生产数据统计系统等数据应用产品。

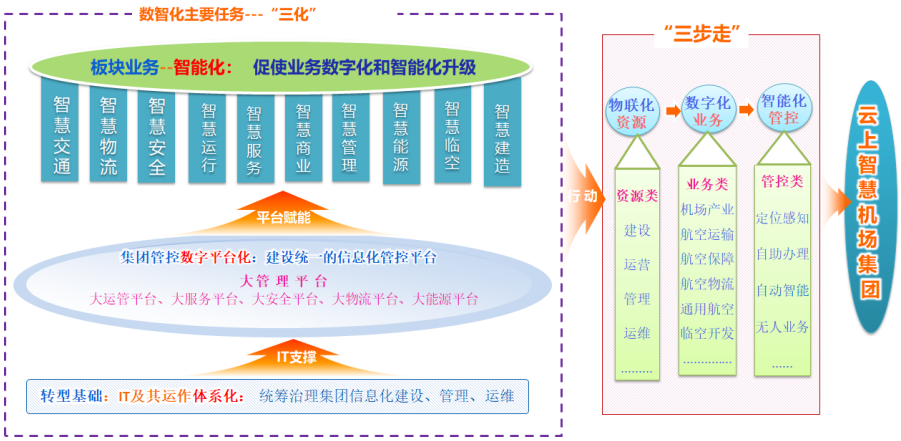


图1：三化三步走战略

2.2 数据治理

（1）明确数据治理组织。集团成立了由党委书记担任组长的网络安全和信息化领导小组作为大数据管理应用的最高决策机构，其主要职责包括：负责决定

数据管理应用中的重大事项、协调数据管理应用中的争议问题、查处危害数据安全的相关事件、审定数据资产目录更新方案（包括共享数据项增减、范围及属性变更等）。其次，集团组建职能部门信息管理部作为大数据管理应用的归口部门，主要职责包括：负责制定数据管理应用规范标准、形成数据资产清单共享目录、落实数据项目备案审核机制、建设数据相关基础设施平台并监督管理、协调推进、检查评估各单位数据汇聚、共享和应用等工作。第三，集团成立了贵州空港智能科技有限公司作为数据管理应用的技术支撑单位，共同推进数据相关工作。第四，集团下属各二级单位均设置专兼职信息管理部门或人员负责本单位大数据管理应用工作，确保数据管理应用工作一以贯之，不脱节、不断档、不变形。

（2）制定数据治理规范。集团建立并持续完善数据管理应用制度体系，编制并下发了《数据管理规定》，对数据安全、数据质量、数据销毁、数据采集等数据管理应用重要环节提出了具体详实的工作要求和规范标准。

（3）研究数据治理机制。集团建立并持续完善数据治理机制，通过按月汇总梳理、按季分析提示、按年总结安排等方式对数据治理情况进行跟踪检查、督办考核。



贵州机场 2022 年数据共享情况年报

按照民航局《中国民航运行数据共享协议》《民航运行数据共享平台数据质量管理规定》及民航贵州监管局《关于贵州地区航班运行数据共享工作情况的通报》要求，机场的数据共享质量已作为机场综合保障能力评估的一项重要参数，同时也作为新增航班时刻、加班、包机等申请的一项条件考核指标。

自 2022 年 4 月贵州省机场集团有限公司（以下简称“贵州机场集团”）统筹开展提升航班运行数据共享质量工作以来，全省 11 家机场航班运行数据共享质量均有不同程度的提升，数字化能力指数 DCI（见附件 1）在全国机场以及各机场集团的排名也持续靠前。现将 2022 年相关情况作如下说明：

图 2：数据共享工作情况年报

2.3 数据架构

（1）制定数据建模规范。集团编制了《数据仓库模型设计开发规范》，指导数据模型的开发和管理，文件包含数据模型架构、建模方法、维度表设计、事实表设计、数据库设计、表命名规范、字段命名规范等内容，支撑数据建模开发人员开展维护、优化、升级等工作。

（2）明确数据分层架构。按照 ODS（贴源层）、DW（数据仓库层）、DIM（数据集市层）、RTDB（实时数据库）数据架构分层通用规范，将组织级数据模型划分为生产运行、安全防范、综合服务、行政管理、商业经营、航空物流、能源环保、综合交通、机场建造、临空产业十个主题域，并设计了各个主题域下的概念模型、逻辑模型、物理模型，从而构建规范、统一、合理的数据模型，并设置专门的数据建模人员进行数据模型的更新维护。

（3）构建数据资产目录。集团全面开展数据资产盘点工作，通过数据电子化、接口对接、ETL 抽取等方式实现纸质和系统重要数据的全面采集和汇聚，按照建模规范梳理主题数据，利用大数据平台输出数据资产目录、发布便捷查询页面，目前目录中主要包括生产运行、安全防范、综合服务、行政管理、商业经营、航空物流、能源环保、综合交通、机场建造、临空产业十大主题数据类型。



图 3：数据查询页面

2.4 数据应用

（1）规范数据分析应用。集团数据分析应用实行申请审批和备案审核管理，并在《信息化项目备案审核管理规定》《数据管理规定》中明确各单位责权边界和操作流程，通过电子申请、逐层审批完成数据使用申请审批，通过平台备案、分类审核完成数据分析应用建设备案审核。

（2）提升数据应用质效。集团部署大数据工作平台并统筹开展大数据工作平台推广工作，由各级人员结合业务需求自行完成数据分析应用开发展示，不仅有效减少委托外部单位开发应用的资金投入量，同时持续提升了数据在发现问题、分析预测和辅助决策等方面的能力和水平，营造全员参与的浓厚氛围，提升数据分析应用质效。

（3）推进数据多维应用。集团结合行业特性开发各类数据系统级应用，逐步将数据融入机场生产、运营、管理各项活动中，推进数据安全业务化、运行业务化、运营业务化，助力数字化转型和精细化运营。主要数据应用包括自主开发安全管理平台，机场运行指挥类数据应用以及航线营销商业运营类数据轻量级应用等。

2.5 数据安全

（1）明确安全管理责任。集团《数据管理规定》明确了数据安全管理相关者的责权利边界，集团各级网信办是数据安全管理的决策者，各级信息管理部门及人员是数据安全的管理者，各数据使用单位是数据安全的执行者。

（2）实施分类分级管理。集团数据安全实行分类分级管理原则，根据数据一旦遭到篡改、破坏、泄露或者非法获取、非法利用，对国家安全、公众权益、企业合法权益、个人隐私造成的危害程度，将所有数据安全级别划分为 5 级并采取不同的安全措施予以保护。

表 1：数据分类

序号	业务分类名称	业务分类简称	分类代码
1	生产运行	运行	OPS
2	安全防范	安全	SMS
3	综合服务	服务	SRV
4	行政管理	管理	OPM
5	商业经营	商业	BIZ
6	航空物流	物流	ALG
7	能源环保	能源	ESD
8	综合交通	交通	TRS
9	机场建设	建造	BUD
10	临空产业	临空	AID

2.6 数据质量

（1）制定质量管理规定。集团《数据管理规定》明确了数据质量管理的目标以及数据质量管理机制等内容，研究设计了包括完整性、唯一性、合法性、准确性等方面的数据质量评价体系，通过大数据平台对关键数据的质量需求进行识别，并结合业务需求建立了数据质量规则库。

（2）建立质量评估方法。集团明确了数据质量分析评估的目标和方式，能

根据数据质量检查结果对问题原因进行分析，主动发现和解决数据质量问题，在数据质量监控过程中及时发布告警信息，数据管理部门定期进行数据质量问题分析、改进和提升。

（3）推进质量提升工作。集团将数据质量管理融入日常工作中，与业务单位共同开展数据质量管理提升工作，对于逻辑、格式类数据质量问题，通过大数据平台自动发现，对于真实、准确类数据质量问题，通过在数据分析应用中发现，必要时会同业务主管部门共同下发通知，通过规范业务管理流程提升数据质量。

2.7 数据标准

（1）制定元数据规范。集团制定了《数据元分类与编码标准》，初步建立了参考数据和主数据的管理流程，定义了主数据标准，整合并描述了部分参考数据和主数据属性。

（2）制定主题数据规范。集团建立了数据元目录，并依据国家标准、行业标准对数据元标准进行优化，通过大数据平台进行数据元标准的识别和创建，对数据元标准进行统一管理和应用。

（3）制定业务指标规范。集团制定了业务指标数据标准，包括业务指标名称、指标含义及计算逻辑等，初步形成业务指标库，后续将完善形成业务指标数据管理体系，用于指引开展数据管理及应用工作。

2.8 数据生存周期

（1）明确数据需求管理。集团《数据管理规定》中明确数据需求收集及实施具体要求和流程规范，并在需求收集时评审数据需求优先级。

（2）开展数据设计管理。集团制定了《数据仓库开发规范》《数据仓库 ODS 层设计规范》《数据表命名规范》等标准规范，对大数据平台数据设计和开发工作提出要求，包括实时数仓设计规范、离线数仓各层设计规范、SQL 编码规范等具体要求。

（3）实施数据运维管理。集团数据管理应用技术支撑单位编制了《大数据管理中心接口维护操作指南》《大数据管理中心日常巡检手册》，梳理明确并严格落实服务器巡检、数据库服务巡检等运维管理工作。

三、应用效果

3.1 增强数字意识技能水平

集团通过部署低代码工具并统筹开展电子化、可视化工作，不仅逐步实现了台账流程电子化、业务平台数字化、数据分析应用化，还全面提升了全员数字意识思维和技能水平，营造了全员数字化的浓厚氛围。截至目前，集团已培养了约300 位业务人员成长为低代码平台开发小能手，并共计开发了约 1000 个数字应用（约 4000 张表单）和约 480 个数据分析可视化应用，开发周期也从最初的一两周缩短至一两天。



图 4：大数据工作平台

3.2 有效提升数据管理能力

贵州民航集团以《数据管理能力成熟度评估模型》(GB/T 36073-2018,DCMM)为指导，从数据战略、数据治理、数据架构、数据应用、数据安全、数据质量、数据标准、数据生存周期八大核心能力域，建立和评价自身数据管理能力，并在数据管理能力方面得到有效提升，经第三方评审获得《数据管理能力成熟度评估模型》三级认证，目前贵州民航集团是国内第一家申请评估并获得证书的机场。



图 5：数据管理能力成熟度等级证书

3.3 节约建设开发资金投入

（1）减少 FDSS 平台建设运行成本。集团通过自主建立 FDSS 平台相较全省 11 家机场单独建设，节约软件开发费用 530 万元、专线链路费用 50 万元/年。

（2）降低数据分析应用开发成本。集团通过建立统一标准、共享基础平台，防止重复建设的同时节约建设管理费用约 600 万元。其次，集团通过统筹部署“大数据工作平台”和低代码工具，引导业务人员自主开展数据分析应用开发展示，相较其自行采购外部单位节约开发费用约 500 万元。

3.4 实现数据资产清单管理

结合改革目标及业务实际，集团从生产运行、安全防范、综合服务、行政管理、商业经营、航空物流、能源环保、综合交通、机场建造、临空产业 10 个方面，采集梳理形成包含 220 套信息系统和 147 类共计 5264 项数据元的《信息系统清单》及《数据资产清单》，通过建立数据资产全景图、数据分析模型、数据制度标准，打破数据、组织、系统之间的壁垒，防止重复建设，提升使用质效，实现数据资产管理。

3.5 有助于行业协同运行发展

贵州民航集团自主开发了航班运行数据共享（FDSS）平台，按照统一的数据规范及标准，完成了全省 11 家机场航班运行数据的汇聚并实现与民航运行监控中心、空管局、国内各航司的数据共享交换，有利于开展全省机场数据分析及

应用开发，进一步强化资源获取和整合应用能力，为实现精准分析、精细管理、精确监管、精心服务和科学协同决策提供参考，为解决系统独立、相互封闭的问题提供经验参考，为安全、运行等领域监管提供更加充分的决策依据，为全省民用机场统筹协调朝着更安全高效、智慧便捷的方向发展奠定数据基础，为广大人民群众出行创造更多便利，全面落实“发展为了人民”的理念。

3.6 有利于经验参考模式推广

截至目前，集团数据管理及应用工作已开展了近两年的时间，期间部分产出成果也获得了行业及省市相关机构和单位的高度认可，多次被省内主流媒体进行宣传报道。其中，FDSS 平台是民航局将集团作为统筹中小机场数据共享首批试点单位的基础平台，还获得了贵州省大数据“百企引领”优秀应用解决方案。



民航明传电报

发电单位 民航局运行监控中心　　签发盖章 马兵

等级 加急·明电　　局发明电〔2020〕835号

关于开展贵州机场集团所属中小机场数据共享工作的通知

贵州机场集团：

为贯彻落实全国民航运行大数据共享工作部署电视电话会议相关要求，全面扩大民航运行大数据共享范围，运行监控中心将配合机场集团发挥集中资源优势作用，按照“统一规划、应上尽上、分批实施、共建共享”的原则，充分发挥民航运行大数据资源和机场集团自身优势，推进中小机场（千万级以下机场）运行大数据共享工作。

根据前期调研，决定依托贵州机场集团组织实施其所属中小机场数据共享工作，实现民航局运行监控中心、贵州机场集团及其所属中小机场运行信息的互联互通，切实提升中小机场运行协同能力和航班正常水平，具体内容如下：

GUIZHOU DAILY 贵州日报

有“智”者事竟成

——贵州大数据“百企引领”企业掠影

贵州省民航机场集团实现数据共享

图 6：FDSS 平台入选省大数据优秀案例

四、洞察启示

贵州民航集团坚持“顶层设计”“规划引领”“标准先行”，从数据基础设施建设、数据管理制度建设、数据分析应用建设等方面开展大数据管理及应用工作，结合近两年的工作情况，总结如下几点经验启示供交流分享。

4.1 恰当运用低代码工具推进数据技术与一线业务的深度融合

（1）企业应推进技术与业务的深度融合。数字化不是简单的通过部署各种

各样的系统来满足各级管理人员的工作需求就可以实现的，而应该从统筹管理的角度，为各级人员提供简单易学、可操作性强的低代码数字平台并全面实施电子化工作，由具体人员自行开发贴近业务的电子化应用，以实现业务和技术的深度融合，在解决大量的一线业务数字化需求的同时极大地拓展了基础业务数据的采集范围。

（2）企业应推进数据与业务的深度融合。企业可通过部署具备多源数据关联分析能力且简单易学的数据工作平台，由业务人员自主开展数据分析应用开发展示工作，一方面能将技术人员从繁琐的简易应用开发中解放出来，深入了解业务、掌握前沿科技、研发核心应用，同时还能充分发挥业务人员的内生动力、主观能动性和创新思维，自主开展数据分析应用开发展示工作，在有效减少开发资金投入的同时，实现数据与业务的深度融合，并提升了数据在分析预测和决策管理方面的支撑能力。

综上，对于技术力量欠缺、专业人才较少、投入资金有限、转型经验不足的企业可以从低代码工具切入，逐渐搭建贴合本企业运营管理实际的数据管理应用体系。其次，应引导企业各级管理者和员工充分发挥主观能动性，结合具体业务流程，提升数据管理意识能力，增强数据应用开发技能水平，共同推进数字化转型升级。

4.2 多维度提升和展示数据应用价值

（1）企业可通过统筹开展大数据管理建设，汇聚数据资源，上线“数据超市”，实现跨单位间的数据共享和跨业务之间的数据关联分析，提高了数据可用价值。

（2）企业可通过开发应用或直接接入等方式将数据应用于内部各项核心活动中，比如将数据融入安全活动中，解决安全管理体系融合不足、标准不一、应用脱节，数字化程度不够、效率不高，绩效指标监测手段单一、过程指标落地难等问题；将数据融入运行活动中，进一步优化调整航班保障资源分配、调配机场运行能力，从而提高航班保障效率、资源使用率，提升机场航班放行正常率和旅客服务质量；将数据融入运营活动中，实现数据自动分析、提高数据查阅效率，更科学合理的支撑运营管理、引领业务决策，推进数字化转型和精细化运营。

《民航空管航班数据资产目录》设计构建实践

单位/部门：中国民用航空局空中交通管理局

主要人员：高红蕾、苏力思、汪欣荣、朱治、杨少华

一、背景和痛点

1.1 面临形势背景

在国家政策和行业规划的指引下，在业务运行需求的驱动下，数据治理之于民航空管系统，已经从一道选择题变成了必答题，真正将数据作为核心资产治理管控、深化应用，是空管系统智慧化转型升级的基础支撑和重要驱动。从数据治理实践的角度，数据资产目录是一系列工作的起点和开端，只有对数据资产现状形成全面、客观、清晰的认知后，才能进一步深化推进数据治理工作。

1.2 数据资产现状

民航空管系统的航班运行数据，主要来源于各空管业务系统，包括但不限于航空器态势、航班计划、航班动态等。航班数据主要来源于空管 ATM 系统及 CNS 设备，包括空管自动化、塔台管制自动化、电子进程单、高级场面引导与控制、场面监视、飞行计划处理、协同决策管理、流量管理、管制综合信息显示、管制运行支持以及 ADS-B 系统等，此外还包括部分支撑航空运行的情报、气象系统。

经粗略统计，民航空管上述各类业务系统近 700 套，系统产生的数据体量超过 130TB/月。由此可见，民航空管系统每天都在产生着大量的生产运行数据，且具备“体量大、类型多、时效性强、价值高”的总体特征。

1.3 存在问题分析

现阶段，民航空管系统还未深入开展数据治理相关工作，从基础设施和数据治理两个层面分析，还存在诸多问题和挑战。

在基础设施层面，民航空管系统大力推进信息化建设，建成投用了众多空管信息化系统，但总体来看，基础设施构建多为“烟囱式”架构，缺乏顶层规划与统筹管理，从而导致了系统功能交叉重叠多、信息孤岛多、业务扩容难、基础设

施技术路线各异等问题。

在数据治理层面，民航空管系统数据资源比较丰富，数据种类多，数据价值密度高，但由于缺乏数据治理管控的有效机制，也呈现出数据品质不佳、数据标准欠缺、数据交换不畅、数据共享不充分、数据应用不深入等问题。

二、实践路径

2.1 对策分析

综合上述背景、现状和问题分析，2020 年民航局空管局统筹成立专家工作组，专项开展数据治理相关研究实践工作，并将**设计构建《民航空管航班数据资产目录》作为先导性任务优先开展**，希望首先解决空管航班运行数据“看不见、摸不清、读不懂”的问题。下面详细阐释此工作开展的思路、方法、过程和成果。

2.2 数据资产目录特征及定位

数据资产目录不同于传统意义上的数据目录（字典）。数据目录（字典），主要指通过对数据源系统的采集或整理后，形成的数据库字段列表，主要服务对象是技术人员，如数据库管理员、数据开发工程师等，具有较强的技术特性。而数据资产目录，则需要具备**“资产性、业务性、管理性、指导性”**四大特征。

在《智慧民航数据治理数据架构规范》中指出，数据架构由数据资产目录、数据标准、数据模型、元数据管理、主数据管理等部分组成。进一步分析，数据资产目录在数据架构中有着先导性、基础性的地位，与数据架构的其他部分息息相关：**其一**，数据资产目录能够消除数据冗余、提升数据协同效率，进一步识别界定主数据的范畴；**其二**，数据资产目录需包含数据的业务属性、技术属性和管理属性，是元数据管理的集中体现；**其三**，数据资产目录需要明确数据的业务定义和技术指标，是制定数据标准的参考和依据；**其四**，数据资产目录经过加工后能够形成概念数据模型，为继续构建逻辑数据模型、物理数据模型奠定基础。根据以上分析，数据资产目录在民航数据架构中的定位，如图 1 所示。

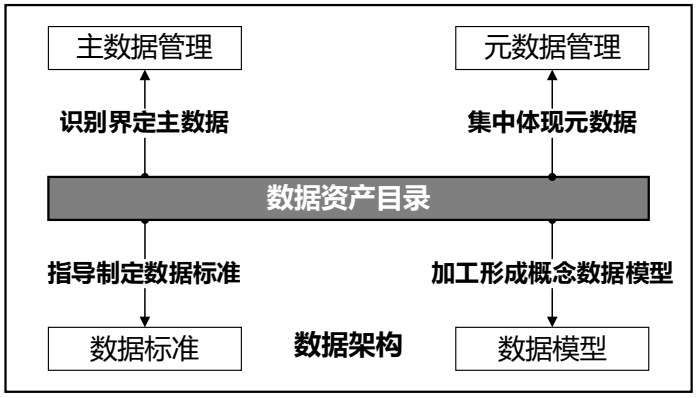


图 1：数据资产目录在民航数据架构中的定位

2.3 数据资产目录设计构建基本方法

结合数据治理行业经验，数据资产目录构建有两个基本方法，自上而下梳理（业务视角）和自下而上归纳（技术视角）。一般来说，两个方法需要配合使用，构成数据资产盘点的两个方面，如图 2 所示。

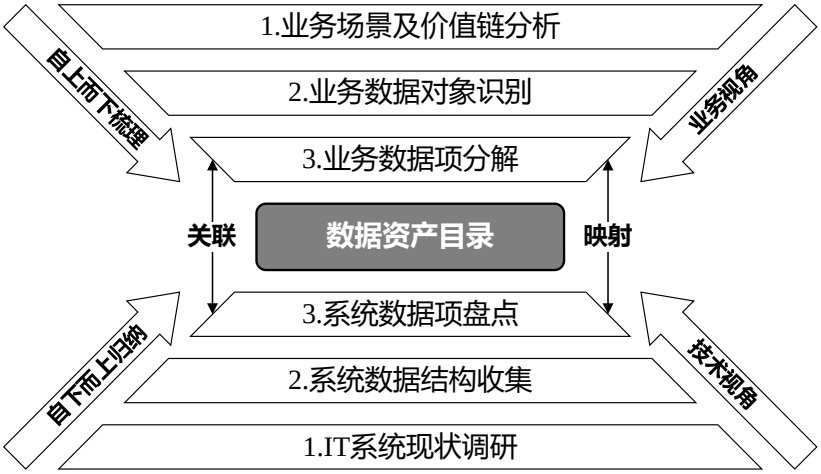


图 2：数据资产目录构建的基本方法

自上而下梳理，是基于业务视角的数据盘点方式，主要由业务人员开展。通过“业务场景及价值链→业务数据对象→业务数据项”的梳理分解，最终明确各项数据资产的业务属性和管理属性，同时对数据资产目录的分级形成初步思路。

自下而上归纳，是基于技术视角的数据盘点方式，主要由技术人员实施。通过“IT 系统→系统数据库表→系统数据项”的归纳整理，最终明确各项数据资产的技术属性。

将业务视角、技术视角分别盘点出的数据项进行关联，建立两者的映射关系，就能够构建一套基本的数据资产目录，该目录能够从业务视角、技术视角进行数据检索与定位，同时能够确保各项数据资产在 IT 系统中真实存在和存储。

2.4《民航空管航班数据资产目录》设计构建思路

《民航空管航班数据资产目录》(后简称“数据资产目录”)是空管系统数据资产管理、数据治理等工作开展的重要基础和支撑。为确保目录设计构建工作的有序开展、合理推进，工作组在充分汲取数据治理行业智慧的基础上，进一步考虑民航空管对数据资产的管理和应用需求，最终形成了**“业务视角梳理、技术视角盘点、管理需求牵引、数据治理落地”**的数据资产目录工作思路，如图 3 所示。

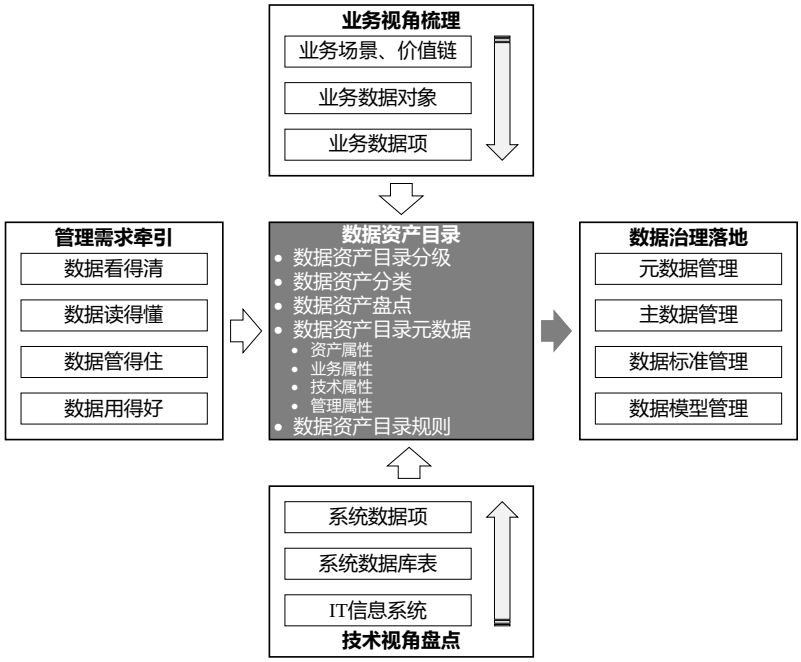


图 3:《民航空管航班数据资产目录》工作思路

业务视角梳理。数据资产目录的构建，在业务层面，既要衔接全球民航顶层规划，更要着眼中国民航数据互用，充分借鉴吸收 ICAO、中国民航局等上级单位已有的工作成果，以此为基础从业务视角开展数据梳理工作，更为有的放矢、事半功倍，同时能够确保数据资产目录未来的通用性、适配性与延续性。

技术视角盘点。数据资产盘点工作也是一项复杂且长期的系统工程，在初期应该找准着力点和落脚点，稳步推进实施。数据资产目录优先以应用价值最广泛、共享需求最迫切的空管航班运行数据为对象，针对空管系统内较为核心的生产业务系统，确定相应的数据资产范畴，优先开展数据盘点工作。

管理需求牵引。目前在民航空管系统，不同角色人员对于同一数据资产的认知、理解不同，涉及到跨系统、跨部门的数据交换共享、应用开发工作时，要消耗大量的沟通和人力成本。因此，数据资产目录还需要满足管理方面的迫切需求，在数据“取得到、存得下”的基础上，进一步实现数据“看得清、读的懂、管得

住、用得好”的目标。

数据治理落地。数据资产目录是民航空管数据架构的重要组成部分，也是空管系统全面铺开数据治理工作的基础和前提。在数据治理体系中，涉及主数据管理、元数据管理、数据标准、数据模型等诸多工作，都应该在数据资产目录中有一定的体现和指导。

基于以上思路，数据资产目录设计构建，从业务视角、技术视角、管理视角三个维度协同开展，全面体现空管航班运行数据的资产属性、业务属性、技术属性和管理属性。

2.5《民航空管航班数据资产目录》设计构建落地实施

（1）业务视角开展工作

确定业务及语义参考系。经过多年的发展，ICAO 针对民航运行数据和信息，提出了语义、语法两个层面的互操作模型。其中语义互操作模型是空中交通管理信息参考模型 AIRM（ATM Information Reference Model），AIRM 模型是 ICAO 在全球民航语义一致性层面提出的参考模型，最终被选定为数据资产目录在业务语义层面的参考系，通过 AIRM 模型实现空管数据资产的语义对齐。

确定数据资产目录分级。在《智慧民航数据治理数据架构规范》中明确指出，需要构建数据资产目录的五层分层结构，分别为 L1-主题域分组、L2-主题域、L3-业务对象、L4-逻辑数据实体、L5-数据项，如图 4 所示。

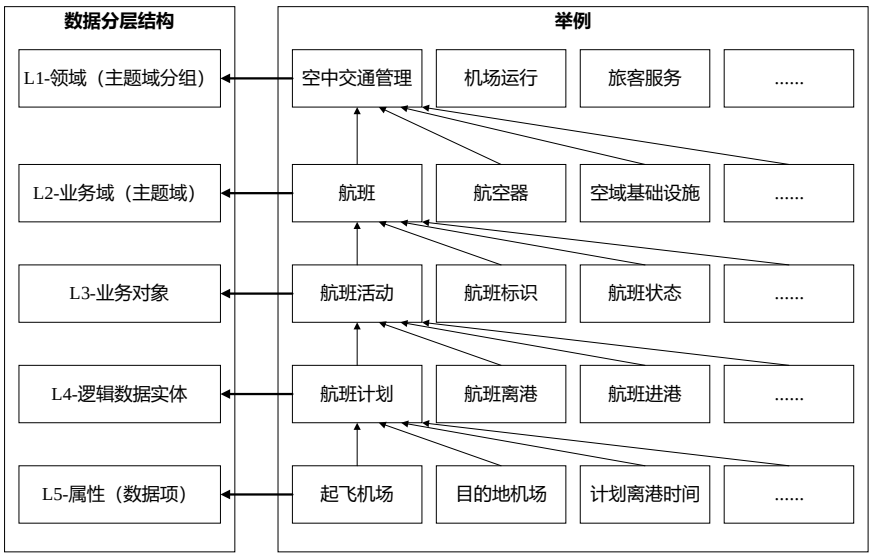


图 4：数据资产目录分层结构（以空中交通管理为例）

确定数据资产分类思路。根据《智慧民航数据治理数据架构规范》，民航空

管航班数据资产目录的分级架构也设计为五层，同时将 L1-L3 层作为数据资产分类的主线索引，参考 AIRM 模型的分级分类思路，对民航空管生产运行数据进行分类，最终划分为 9 大类、47 小类，具体如图 5 所示。

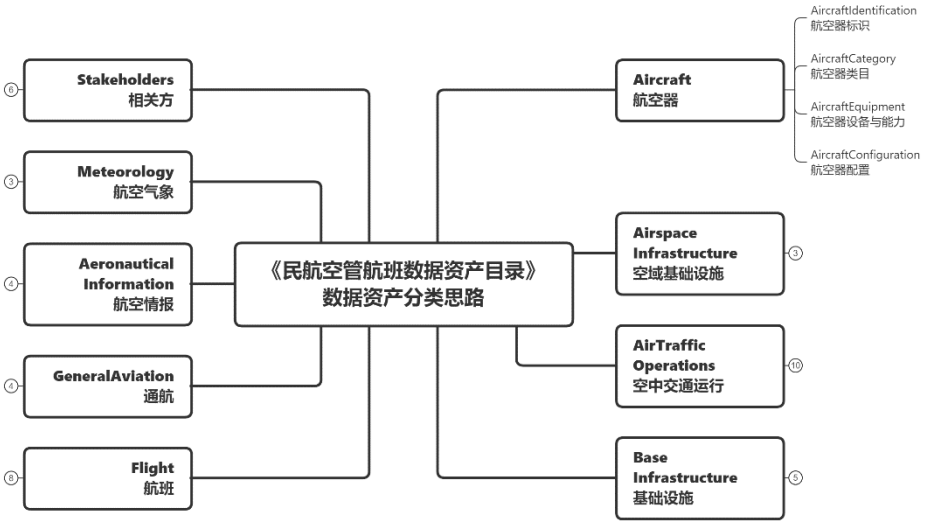


图 5:《民航空管航班数据资产目录》目录分级及数据分类思路

（2）技术视角开展工作

确定数据资产盘点范畴。在明确数据资产目录分类思路后，可以大致明确开展数据资产盘点的范畴。数据资产盘点主要聚焦于空管航班运行数据，最终明确民航空管航班运行数据的资产盘点范围及对象，如图 6 所示。

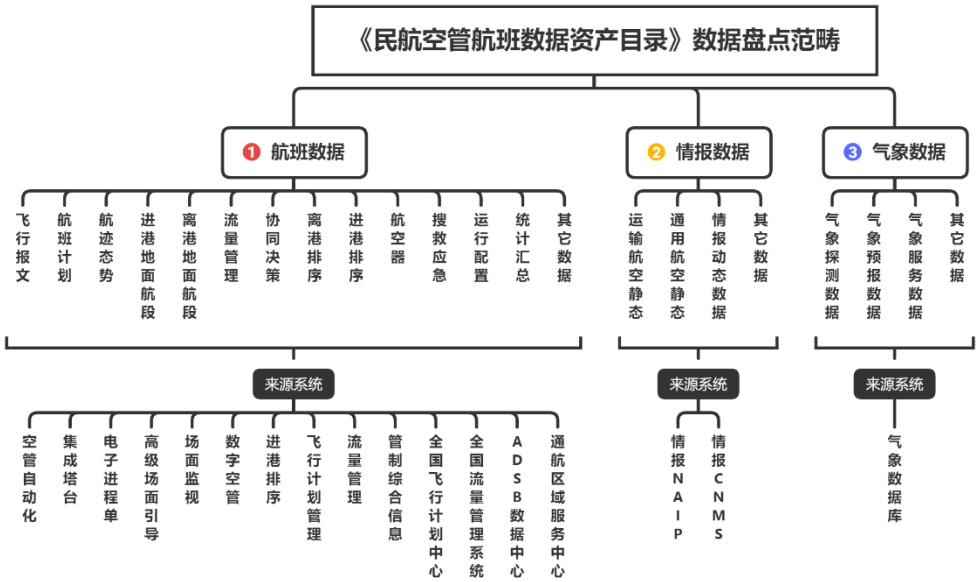


图 6:《民航空管航班数据资产目录》数据盘点范围及对象

开展数据资产盘点工作。明确数据资产盘点范围后，工作组牵头组织各地区空管局、各空管单位开展数据资产盘点工作，历时一个月，收集汇总空管系统航班运行数据资产共计 5193 项。

（3）管理视角开展工作

数据资产目录元数据设计。元数据设计，是数据资产目录的核心工作。通过元数据设计，要能够体现出数据资产的资产属性、业务属性、技术属性和管理属性。充分汲取行业先进经验，同时考虑空管运行实际，最终设计出数据资产目录元数据 39 项，分为 4 大类，具体如图 7 所示。

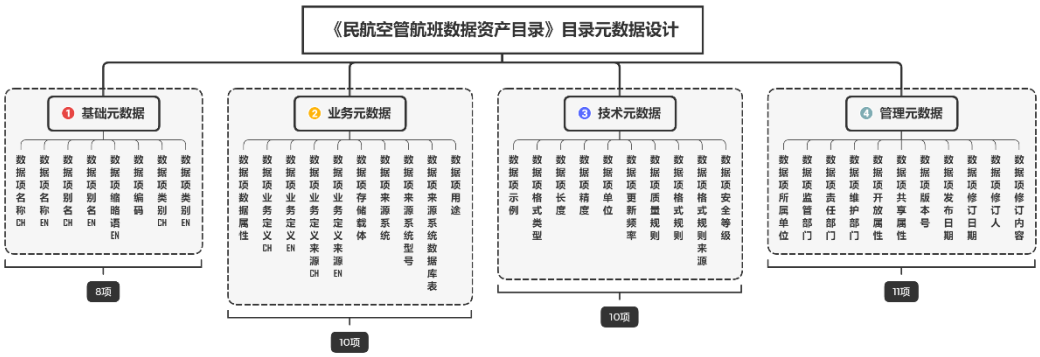


图 7:《民航空管航班数据资产目录》元数据设计

数据资产编码规则设计。遵循《智慧民航数据治理数据架构规范》中统一性、唯一性、可读性、扩展性的编码原则设计。需要说明的是，L4-逻辑数据实体通常对应业务系统的数据库表，暂时无法实现求同存异，因此本阶段数据资产目录暂未涉及相关目录层级，仅分为 4 段对数据资产进行编码，具体如图 8 所示。

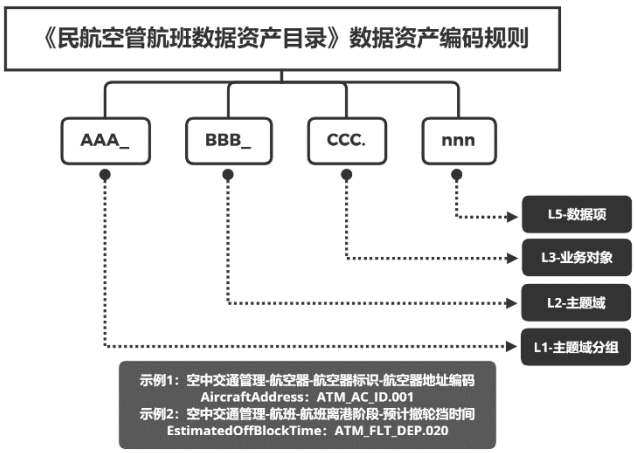


图 8:《民航空管航班数据资产目录》数据资产编码规则

数据资产命名规则设计。针对数据项英文名称命名规则，确定以 AIRM 模型为标准，能够匹配的数据项直接沿用 AIRM 命名，并采用帕斯卡命名法。根据以上规则举例，航空器识别标识命名为 AircraftIdentification，计划起飞机场命名为 ScheduledDepartureAerodrome。

数据资产业务规则设计。借鉴 ICAO SWIM 信息交换模型语法互操作的相关经验，确定采用正则表达式的方式，表征和体现数据资产的业务规则，如航班号

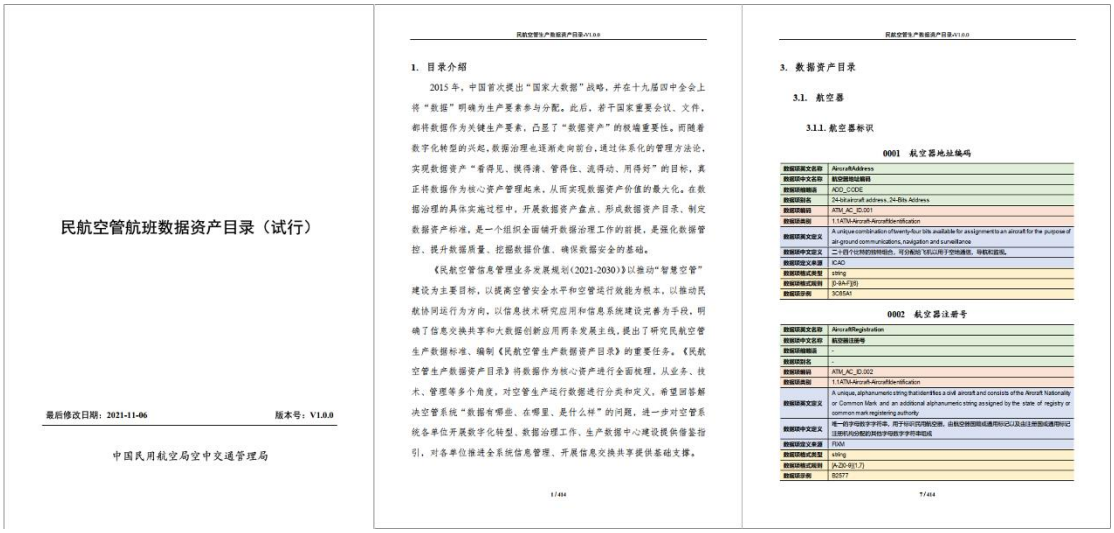
的正则表达式为[A-Z0-9]{2,7}，起降机场的正则表达式为[A-Z]{4}。

数据资产格式类型设计。明确数据资产格式类型，为后续的数据标准和数据模型奠定基础，最终确定 9 类数据资产格式类型，包括 string-字符串、date-日期、time-时间、datetime-日期时间、duration-持续时长、int-整数、decimal-小数、boolean-布尔、enumeration-枚举。

特定格式数据规则设计。针对布尔型数据项，在数据项名称中加入“Flag”后缀加以标识；针对枚举型数据项，通过建立码表（CodeList）的方式，规范其格式表达，并建立索引将码表与数据项映射关联。

2.6《民航空管航班数据资产目录》工作成果

数据资产目录相关工作历时近一年半，最终于 2021 年底正式发布《民航空管航班数据资产目录》试行版本（V1.0.0）。目录共计收纳有效数据项 990 条，分为 9 大类、47 小类，初步包含了空管系统最为核心的航班运行数据，并对数据资产的核心资产属性、业务属性、技术属性进行了详细的定义，如图 9 所示。


民航空管航班数据资产目录（试行）

最后修改日期：2021-11-06　　版本号：V1.0.0

中国民用航空局空中交通管理局

1. 目录介绍

2015 年，中国首次提出“国家大数据”战略，并在十九届四中全会上将“数据”明确为生产要素参与分配。此后，若干国家重要会议、文件，都将数据作为关键生产要素，凸显了“数据资产”的权威重要性。而随着数字化转型的兴起，数据治理也逐渐走向前台，通过体系化的管理方法论，实现数据资产“看得见、摸得清、管得住、流得动、用得好”的目标，真正将数据作为核心资产管理起来，从而实现数据资产价值的最大化。在数据治理的具体实施过程中，开展数据资产盘点，形成数据资产目录，制定数据资产标准，是一个组织全面铺开数据治理工作的前提，是强化数据管控，提升数据质量，挖掘数据价值，确保数据安全的基础。

《民航空管信息管理业务发展规划（2021-2030）》以推动“智慧空管”建设为主要目标，以提高空管安全水平和空管运行效能为根本，以推动民航协同运行为方向，以信息技术研究应用和信息系统建设完善为手段，明确了信息交换共享和大数据创新应用两条发展主线，提出了研究民航空管生产数据标准、编制《民航空管生产数据资产目录》的重要任务。《民航空管生产数据资产目录》将数据作为核心资产进行全面梳理，从业务、技术、管理等多个角度，对空管生产运行数据进行分类和定义，希望回答解决空管系统“数据有哪些、在哪里、是什么样”的问题，进一步对空管系统各单位开展数字化转型、数据治理工作、生产数据中心建设提供借鉴指引，对各单位推进全系统信息管理、开展信息交换共享提供基础支撑。

1/404

3. 数据资产目录

3.1. 航空器

3.1.1. 航空器标识

0001 航空器地址编码

数据项英文名称	AircraftAddress
数据项中文名称	航空器地址编码
数据项精确值	ADD_CODE
数据项别名	24-bit aircraft address, 24-Bits Address
数据项编码	ATM_AC_ID.001
数据项类别	1.1ATM-Aircraft-Aircraftidentification
数据项英文定义	A unique combination of twenty-four bits available for assignment to an aircraft for the purpose of air-ground communications, navigation and surveillance
数据项中文定义	二十四个比特的特殊组合，可分配给飞机以用于空地通信、导航和监视。
数据项定义来源	ICAO
数据项格式类型	string
数据项格式规则	[0-9A-F]{6}
数据项示例	3C65A1

0002 航空器注册号

数据项英文名称	AircraftRegistration
数据项中文名称	航空器注册号
数据项精确值	-
数据项别名	-
数据项编码	ATM_AC_ID.002
数据项类别	1.1ATM-Aircraft-Aircraftidentification
数据项英文定义	A unique, alphanumeric string thatidentifies a civil aircraft and consists of the Aircraft Nationality or Common Mark and an additional alphanumeric string assigned by the state of registry or common mark registering authority
数据项中文定义	唯一的字母数字字符串，用于标识民用航空器，由航空器国籍或通用标记以及由注册国或通用标记注册机构分配的其他字母数字字符串组成
数据项定义来源	FIXM
数据项格式类型	string
数据项格式规则	[A-Z0-9]{1,7}
数据项示例	B2577

7/404

图 9:《民航空管航班数据资产目录（试行）》_V1.0.0

三、应用效果

3.1 实施效果

初步梳理空管核心业务数据。《民航空管航班数据资产目录》，针对空管内部主要的业务系统开展了较为全面的数据盘点工作，从 5000 余条数据项中提炼去重，最终形成近千条空管核心运行数据资产，能够初步回答空管系统航班运行数据“有哪些、在哪里、是怎样”的问题。

初步统一核心业务数据语义。《民航空管航班数据资产目录》，以 ICAO AIRM 模型为业务语义参考系，以 ICAO 相关附件及 DOC 文件、中国民航行业标准规范为依据，统一了部分空管核心业务数据的语义，为空管系统管理人员、业务人员、技术人员形成数据资产的共同认知和一致理解，提供了基础的参考和指引。

初步规范核心业务数据标准。《民航空管航班数据资产目录》，通过对元数据的有效设计，能够较为全面地体现空管核心航班业务数据的资产、业务、技术和管理属性，同时初步明确了数据的业务定义和技术标准，能够进一步指导后续开展空管系统数据标准设计、数据模型开发工作。

3.2 应用情况

对专项工作的支撑作用。根据 ICAO SWIM 的相关规划，信息交换标准模型是实现全球信息无缝敏捷、标准规范共享的实际载体，需要在语义和语法两个层面实现互操作。2021 年起，民航局空管局组织开展“民航空管信息交换模型”设计开发工作，《民航空管航班数据资产目录》成为了模型开发在语义、语法层面的依据和指引，确保了信息交换模型与 ICAO AIRM 模型、SWIM 模型对齐。

对下级单位的引领作用。现阶段，各地区空管局都在着力开展数据中心、数据共享平台的规划建设工作，《民航空管航班数据资产目录》为上述工作提供了指导和支撑。如西南、中南、西北地区空管局，均对数据资产目录进行了详细的研究，并优化设计本地区系统的数据架构、应用架构和技术架构，为后续各系统间的数据交换共享提供便利。

四、洞察启示

《民航空管航班数据资产目录》的设计构建，是民航空管系统对于智慧民航数据治理系列规范的一次落地实践，是民航空管系统启动开展数据治理工作的一次探索性尝试，为后续完善构建空管系统数据架构，驱动空管业务架构、应用架构和技术架构的优化迭代，最终促进空管数字化、智慧化转型升级，有着重要的实践价值和示范意义，现将此工作的经验总结如下，以供参考。

遵循上位指导事半功倍。民航具有全球化、一体化的行业特点，因此在开展数据治理、数字资产目录和数据标准制定等工作时，建议提前查找收集相关国际、国家及行业标准规范，尽量避免“闭门造车”，以确保数据资产目录在行业内的

通用性、适配性和延续性，同时能够达到事半功倍的实施效果。

提高视角站位整体统筹。数据资产目录是一个组织对于数据资产的全面梳理和客观呈现，具备全局性、总体性的特征。从此角度分析，在开展数据资产目录相关工作时，民航各单位应该有更高的站位和考量，以更为宏观的视角审视和谋划相关工作，在做好统筹规划和整体设计的基础上，组织指导组织内各单位“步调一致、协同推进”，才能够确保相关工作的高效开展，以更好地服务于组织自身和民航行业的发展需求。

业务需求驱动循序渐进。数据资产目录是数据治理的基础支撑，既不能“一蹴而就”，也无法“一劳永逸”，需要持续进行版本迭代和优化完善。各单位应充分认识到数据资产目录长期性、阶段性的特征，在实施层面做好工作计划，以“业务驱动、以点带面”的思路、“小步快跑、稳步推进”的方式开展工作，在各阶段的工作中找准落脚点、抓准着力点。尤其在工作开展初期，应避免“贪大求全”，坚持“有的放矢”，以解决组织痛点难点为目标导向，以技术应用产生业务价值为衡量标准，制定工作计划，稳步推进实施。

汲取数据治理行业智慧。数据资产目录相关工作虽较为复杂，但数据资产管理、数据治理作为一个专业的技术领域，已经经历了较长的发展过程，逐渐形成了较为成熟的工作思路和方法论。因此，民航各单位开展数据资产目录相关工作时，应该充分借鉴和吸收行业先进经验：其一，遵循数据资产目录构建的基本方法，从业务视角梳理数据，从技术视角盘点数据，将两项成果映射关联，确保数据资产目录的专业性、有效性和全面性；其二，针对数据资产目录的核心要素合理规划、科学设计，如元数据设计、目录分级及数据分类、相关业务及技术规则制定等工作，应该优先重点开展。

有序组织协同推进实施。数据资产目录的实施过程，需要多部门配合、多专业协同、多角色参与，才能体现出数据资产在管理、业务和技术层面的多元化特征。因此，应充分认识到该项工作的复杂性、系统性，有序组织、协同推进、高效开展。以空管航班数据资产目录的实施组织方式为例，抽调管理、业务、技术、行业专家成立专项工作组，集中优势力量攻坚，实现“技术支撑业务需求、业务驱动技术演进”的良性循环。同时，将整体工作分为初步设计、数据盘点、优化整合、编制构建四个阶段分步开展，确保数据资产目录相关工作行稳致远。

民航协同流量管理全域主题数据治理

单位/部门：民航局空管局运行管理中心、中电莱斯信息系统有限公司

主要人员：仲锋惟，胥宝新，苗亚，靳学梅，张启维

一、背景和痛点

近年来，我国经济高速发展，促进了民航业规模的高速增长，特别是 2015-2019 年间我国民航航班量及旅客吞吐量大幅度增长，而我国民航空域资源及管理工具还无法与之相匹配，对航班运行安全性和航班正常率产生了极大地挑战。参考欧美等发达国家成熟经验，在有限的空域资源基础上，提升我国空中交通流量的监控和管理水平已然成为提升民航运行效率的捷径。

流量管理业务正在经历由离场到进场、分散到集中的发展过程，业务部门对于流量管理理念的转变造成的数据频繁增加和剥离、数据理解不统一等问题，为信息集成带来了更大的挑战。此外，尽管运行相关方对于协同流量管理的需求日趋增加，但是协同交互中各方承担的角色、数据标准等方面的问题仍没有较为明晰的答案，制约了信息共享、行业协同进一步发展。从流量管理战略-预战术-战术-事后分析四个阶段来看，具有明显的态势观测、趋势预测、形势洞察等方面的需求，需要多方对当前空中交通流量运行形势进行数据解释、对运行趋势进行数据解读、对运行风险采取决策措施、对运行效果和规律进行数据分析。

二、实践路径

2.1 推行数据交互规范，促进协同信息标准对接

（1）制订运行规则，明确相关多方数据职责

出台了《中国民航空管流量管理运行规则》，在规则中明确了在流量管理过程中，各相关运行单位对数据维护的职责，如：“在容量管理过程中，执行级流量管理单位需要至少提前 6 小时将机场、扇区等空域单元运行容量上报地区级流量管理单位，地区级流量管理单位需要协同执行级流量管理单位和管制运行部门，共同确定和维护空域单元的运行容量数据”， 除了对数据职责的约定外，对部分

关键数据的维护流程和取信原则等也做了约定。如：“流量管理系统以 SOBT（计划撤轮挡时间）、EOBT（预计撤轮挡时间）和 TOBT（目标撤轮挡时间）三者中最后更新的数据作为计算基准”、“航空公司通过流量管理系统进行时隙交换的次数通常不超过 3 次，超过后如需再交换的，需协调全国级流量管理单位，同意后实施”。

运行规则和系统平台的组合构成了网络式的数据治理组织形式，空管、航空公司、机场等运行相关方作为业务支持方，依据规则维护各自全责范围内的数据，对数据的可用性进行保障，并通过规范化交互获得数据收益。IT 支持方则为数据需求的满足、核心数据维护等提供技术手段，加快数据理解与使用。

（2）紧贴运行需求，发布流量数据接口标准

根据流量管理运行需要，从业务应用角度对数据交互的格式、频率、环境、内容等进行了约定，发布了流量管理系统与飞行计划集中处理系统数据对接、流量系统与航空公司/机场数据交互等系列接口技术说明。基于各地区配套工程建设的差异性，设计了通过转发平台接入的统一模式、业务系统直连模式，以及混合模式三种接入方式，考虑到接口的扩展性以及数据传输的效率，采用分布式消息传输的交互环境，在数据引接侧，由于引接内容和数据归口部门相对固定，为每类用户分配独立的消息队列，集中采集各主体提供的各类数据；在数据输出侧，考虑到未来输出内容的扩展性，采取以输出数据类型分配独立消息队列的策略，每类消息可依据订阅管理情况输出给多类用户。

在数据结构上，对基础共性的数据内容（如航班唯一标识符、航空器注册号、起降机场等航班基础信息）以及可能依据运行规则变化调整的数据内容（如总量间隔限制信息、地面延误程序信息等流控策略信息）采用了组块式设计，便于后续调整。考虑到数据传输的实时性，在消息设计上采取了精简原则，每类消息由完成某类业务所需的最小数据集合组成。接口传输数据内容符合流量管理的业务要求，如计算起飞时间标识（CTOT_INFO）作为航班信息的补充，设置了 6 类取值，用于表述“航班未分配时隙，建议航班在该时段之后起飞”、“航班受到含有总量间隔限制执行容差要求，尽量按照 CTOT 时刻保障”等不同情况。

（3）探索运行机制，促进跨境单位运行对接

在空管局与 IATA 签订的战略合作框架背景下，与日韩、泰国、蒙古等邻国

开展技术对接，对多国之间流控策略（TMI）、流量管理日计划（ADP）、飞行计划、航迹、计算起飞时间（EDCT/CTOT）、控制过点时间（CTO）等数据的共享机制和跨境航班计算模式等进行了深入设计。一个典型航班运行跨境协同场景的数据流如图 1 所示。

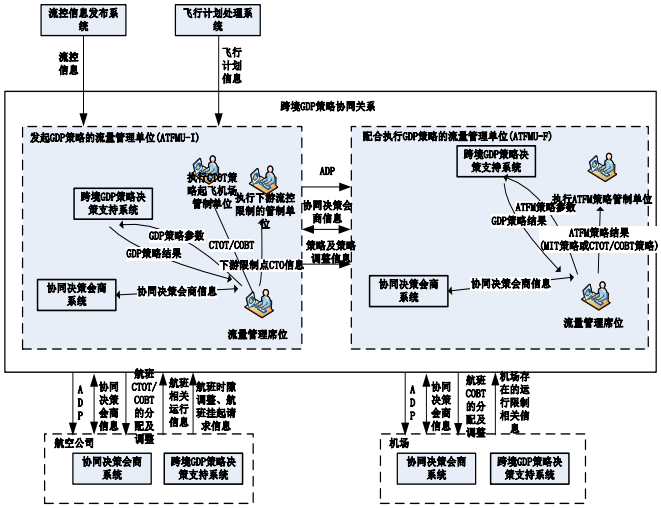


图 1：航班运行跨境协同业务数据流示意

发布跨境策略的空管单位（如三亚流量室）根据所受到的下游单位(如广州流量室)传导的 MIT（总量间隔限制）/CTO 等限制，在航班起飞机场设置地面等待策略，为受限航班分配 CTOT，为保障发布策略单位的可靠运行，对 CTOT 执行无法保证的单位，需要在上游结合采用传统的流控限制来共同实施管理。

（4）验证信息标准，推进全域信息交互应用

与空管局情报中心合作推进 AXIM 数据交互标准，在国内率先成功对接解析符合 AXIM 标准的情报数据。在 FIXM 核心版本 4.1.0 基础上，增加亚太地区量身定制的 FIXM 扩展，并与中国香港进行测试准备。

2.2 设计数据采集策略，覆盖全域运行数据需求

（1）针对基础成熟数据的分级采集策略

依据调研结果，自动化系统综合雷达航迹数据、机场数据、塔台电子进程单数据、ADS-B 二级中心分布在全国各地区空管局、地区空管分局（站），考虑到民航 ATM 网的带宽限制，设计地区采集-中心汇总的分时分步传输采集策略。如各地区将辖区自动化系统综合航迹融合为全地区监视数据后，再优选传输至运行管理中心融合成全国航迹，当地区与中心间数据通信受阻时，本区监视数据仍能

支撑各地区完成区域内态势监视功能。视信号类型不同，主要采取数据同步、组播和懒加载三种策略，如对于飞行计划这类核心数据，首先由中心实时库计划表的记录更新时间，结合各地区上报的本级计划更新情况，采用增量方式，对数据进行压缩后同步至各地区的代理；而历史查询等人工操作采用懒加载的方式，由地区按需发起请求，向中心索取后缓存。

（2）针对非结构化数据的数据结构设计

对航行情报数据进行结构化处理。建立预训练语言表征模型表征航行通告非结构化文本中的常见分词，如机场关闭、飞行种类、区域等，利用余弦相似作为测度，对部分短文本进行相似匹配，从而对航行通告中常见的文本化、口头式词语进行识别，抽取出航行通告中的关键信息，实现航行情报数据结构化。

对流控策略数据进行了结构化设计。对于总量间隔限制（MIT）、地面延误程序（GDP）、空域流量程序（AFP）、地面停止程序（GS）等流控策略，设置计算模式、最小间隔值、是否为同高度限制、距离环等精细化控制内容；其次，为描述类似“过 GULEK 点，飞越郑州管制区，去 TAMIK；豁免：自青岛管制区，过 GULEK 的交通流”的复杂流控，提出了一种多组分层交通流（MGLTF）方法用以描述限制/豁免交通流，其中，“多组”是指每个交通流可由多个交通组构成，之间为“或”关系，表示交通流里的航班只会存在于一个交通组集合中；“分层”是指交通流是由交通组构成，交通组基于条件和排除定义筛选组，呈现多层次树形结构。每个交通组可通过条件和排除两大类定义不同的筛选组：在条件筛选组中，定义筛选条件从整个航班集合中确定属于该交通组的航班集合；在排除筛选组中，也定义筛选条件从整个航班集合中排除不属于该交通组的航班集合；筛选组间关系可定义为“且”或者“或”的关系，每个筛选组中的筛选条件间为“且”的关系，通过以上方式确定交通流，最终形成航班集合，为结构化流控参与仿真、计算、显示奠定了基础。

（3）针对核心数据源的质量分析与管理

为了确保流量系统制定的管理策略相对准确，需要对航班从前序起飞到降落结束进行全生命周期跟踪与管理，而对飞行计划生命周期中各种状态的变化的影响往往有多个参与者，因此涉及对多个外部数据源，如飞行电报、飞行计划集中处理系统输出的飞行计划、航空公司提供的航班数据、机场提供的航班数据、塔

台自动化系统航班数据等进行检查、融合与管理，以维护飞行计划信息的准确性和去二义性。针对此问题，系统针对计划基本数据项、S 系列时间、E 系列时间、C 系列时间、T 系列时间、A 系列时间等各项飞行计划数据项设置了优先级取信策略，同时，对飞行计划中航班号、机型、尾流、24 位地址码等 16 项关键数据项进行检查，非法数据项将被丢弃，并记录系统日志，缺失关键数据项（如航班号、起降机场、计划撤轮挡时间等）的外部飞行数据，系统不予创建新的计划。

对流量管理系统另一类重要的数据源，具备对接入的各路、各通道监视数据进行质量指标的监视和统计的功能。在指标超过告警门限值时发送消息给各地区监控运维人员，以便给出告警提示。监视的场景包括：监视数据源自报告的出错事件（例如 ASTERIX 格式中的告警/错误状态数据项）、缺失必备项数据、组装格式不正确、系统收到时标信息异常等情况。

2.3 建立主题数据目录，提高运行数据集成水平

出于明确数据定义，更好地使用、分析和理解相关数据的目的，建立围绕流量运行主题的数据资产目录，对流量管理涉及的外部数据和内部数据进行分类盘点，形成航班计划、预测分析等对象主题，对元数据进行解释，并提供数据查询、数据输入、数据修改、数据删除、数据检查、帮组、回退和数据导入等系列管理工具，为数据检索、数据集发现、数据冲突发现、语义推断、数据标记、隐私标记、敏感数据检查等数据治理行为奠定了基础。流量运行数据目录如表 1 所示。

表 1：流量运行数据目录

数据类别	数据对象
航班计划	班期数据
	航班计划数据（前 1 日到未来 5 天）
	航班扩展信息
	4D 预测轨迹变更数据
	航班变化过程信息
	补班计划
预测分析	航班过点信息
	航班出入扇信息
	航班出入航路信息
	机场/点/扇区/航路预测数据
	容流告警数据
容量	静态容量信息
	动态容量信息

	未来各时间片容量信息
航班位置信息	航迹实时信息
	场面监视数据
	ADS-B 监视数据
通告	大面积航班延误信息（MDRS, Massive Delay Response System）
	MDRS 审批信息
基础统计	机场/扇区/点/航段流量统计数据
	正常率统计
	非正常航班统计
	延误统计
	航班执行情况统计
	空域实际量统计
仿真	战略仿真计划数据
	流量管理措施制定过程数据
	流量管理措施仿真对比数据
	战略分析结果数据
流控措施	TMI 策略制定数据
	流控限制信息
	流控审批信息
	ADP 信息
放行	放行数据信息
	等待池信息
	保护池信息
	时隙交换信息
	目标撤轮挡时间（TOBT, Target Off-Block Time）、目标起飞时间交互信息
气象	雷达拼图
	气象报文
	机场红绿灯
	数值预报
	本地气象数据
环境	全球情报区数据、国内区域管制区数据、国内机场跑道、国内机场机型起飞标准数据等
系统参数	机场关闭、跑道运行模式、组织架构信息、席位注册信息等
系统监控维护	设备资源采集信息、故障信息
	数据源质量监视信息
	数据引接配置信息
	系统日志
原始数据	报文、计划、监视、环境、气象等原始数据

2.4 挖掘数据应用价值，孵化数据决策支撑能力

（1）加强核心生产能力

在加强系统核心能力方面，使用 Spark 计算框架进行多维空域单元流量的并行统计与计算，提出应用大数据技术研究航班飞行活动规律，按航班飞行过程分阶段提取航空器的巡航速度、巡航高度、航路阶段爬升/下降规律等特征进行提取，分析不同航司、不同机型在不同条件下的飞行特征，运用到 4D 预测模型中，使得轨迹预测精度提高到 1min/100 公里（概率为 98%）、4min/1000 公里（概率为 90%），航路阶段航班预测轨迹与实际飞行轨迹误差由 4%下降到 1.5%，终端区内航班预测过点时间与实际过点时间的误差由 5 分钟下降到 3 分钟以内。

（2）提升辅助分析能力

在提升辅助分析能力方面，结合各空域单元历史预测流量和容量历史数据，分析各空域单元（机场、扇区、航路、航路点、航路段）的历史交通压力情况，并据此计算各空域单元（机场和扇区）产生交通压力的等级及各等级压力产生的概率。汇总形成历史典型场景容量数据库，完成典型场景容量数据的分类管理，从历史典型场景容量数据库中找出与预评估时间相匹配场景下的容量设置的数据，并推荐最佳匹配场景，通过气象、空域结构、航班计划等方面指标对比展示典型场景与预评估场景容量值设置下的航班运行效果。

2.5 构筑安全技防网络，加强数据容灾与访问控制

通过镜像的方式采集所有针对数据库的访问流量，并基于 SQL 语法、语义的解析技术，记录下数据库的所有访问和操作行为，例如访问数据的用户（IP、账号、时间），操作（增、删、改、查）、对象（表、字段）等。通过数据库审计管理，可以针对高风险的数据库操作进行实时告警及阻断；可以在发生数据库安全事件（例如数据篡改、泄露）后为事件的追责定责提供依据。在进行数据维护登录时，除一级权限控制外，在对重要数据（席位参数配置、各种告警数据、航线数据和数据备份恢复等）进行管理时，还设置了二级权限的控制，只有在二次权限验证通过后，才能生效。

三、应用效果

在项目建设过程中对流量管理过程中所涉及的数据进行了体系化治理，从推

行顶层数据规范、采集全域运行数据、建立流量主题数据目录、孵化数据决策支撑能力、构建数据安全技防网络等方面，加强流量管理相关数据信息集成，加快流量运行相关方围绕流量运行数据一致性、准确性管理链的建设。针对多系统零散化管理造成信息集成度不足问题，基于空管、航空公司、机场等运行相关方对于流量协同运行的一致需求，制订运行规则、发布数据标准，明确了相关方数据维护和使用的权责，以及数据交互过程中应遵循的格式与规范，使相关方达成对数据的一致理解，全国 7 个地区 44 家空管单位、近 48 家航空公司、81 家机场、情报中心、监控中心、运管委等单位加入了协同运行环境，国内航班覆盖占比达到 97.5%，形成了空管、航空公司和机场等相关方以数据为媒介深度参与流量管理协同运行的重要数据协商对接平台。

基于全域主题数据治理体系支撑的流量系统上线应用，流量管理工作的精准性和协同性得到极大提升。系统以“数据驱动决策、决策提升效率”为目标，打造首套民航领域信息化、数字化、智能化的以数据为核心的工作平台。据统计，系统正式运行一年以来，首次实现全国及跨境航班的时隙统算，全国总体运行效率提升 20%；首次构建了全过程、全要素、多模式的流量管理决策模型，实现从单一措施粗放管理到组合策略精细管控的转变，流控限制总量减少 50%；首次突破了对航空气象信息从“简单可见”到支撑航班流量管理“精细化管理决策”的技术瓶颈，空域容量评估预测精度提升了 10%；流量管理相关业务数字化程度达 70%，机器辅助智能决策覆盖程度达 80%，有效增强了整体运行效率，提升航班正常率，节约能源减少排放，营造中国民航安全、高效、绿色、低碳生态圈，加快民航强国建设。

国务院副总理韩正、空军司令员丁来杭等领导对该系统给予充分肯定：结束了中国民航未有全国级流量管理的历史，提升了中国民航强国地位。

四、洞察启示

数据是开展流量管理工作的基础，高质量的数据更依赖于一整套数据管理机制。面向民航协同流量管理的全域主题数据治理就是以民航运行数据的集中化管理为抓手推进的，通过有效的数据集中化管理促进了行业内各类支撑协同流量管理的运行信息充分共享，在整合数据资源的基础上建立共同情景意识，促进三大

运行主体的运行效率提升，共同提升数据质量，健全航班运行数据的全生命周期管理工作。重点在以下4方面提供行业借鉴：

1）标准引领

结合我国民航流量管理发展实际需要，较完整地梳理了空管、航司、机场三大运行主体间的数据共享框架，形成了数据接口标准，并在民航行业内多轮征求意见，最终以民航局明传电报形式下发执行。标准的制定为后续工作推进，特别是跨空管、航司、机场三大运行主体，200余家运行单位系统间的数据接口改造工作消除了障碍。

2）异构化管理

针对各类运行数据，不同的类型信息具有不同的数据技术处理要求及应用方式区别，在对数据集中处理方面，按模块按需要构建多节点、多层级、多主体数据集中处理环境，传统的数据处理系统与大数据处理平台的应用形成互补，但又做到了松耦合，提升整体运行的鲁棒性。

3）强质量管控

集中数据管理是为运行服务的，因运行工作对数据质量要求极高，在完成数据引接实施后，即建立了多项数据质量管控标准，并基于标准逐步建立规则，提升数据协同管控效率。一方面明确了数据质量标准和评价方法，另一方面也通过共同的运行规则对质量不高且实际影响运行公平性的问题实施必要的处罚措施。最终建立了公平公正、标准统一的协同信息质量管控环境，促进各方的协同运行数据质量提升。

4）共赢驱动共享

数据共享仅通过行政要求是难以持续的，让数据共享方体会到数据应用的价值，通过实现数据的成果共享，促进运行的充分协同，最终实现参与方的利益共赢，对实现数据共享有积极的推动意义，同时也能规范流量管理工作，反过来促进数据的质量提升。

制定数据标准，提升数据质量
推进民航空管飞行计划数据全面统一共享

单位/部门：中国民用航空华东地区空中交通管理局

一、背景和痛点

近几年全国两会期间，多位全国政协委员、全国人大代表携“数据”相关提案上会，为国家安全战略的建设献言献策，话题涵盖 “网络安全”、“数据安全”、“数据要素”、“数据灾备”等热点，这意味着国家高度重视大数据的战略性资源作用，在会议上明确数字化战略核心，为数字经济和产业发展指明方向。国务院及各部委近年来也出台了一系列政策，引导和推进数据工作和产业发展。民航局也高度重视数据共享以及数据的标准化，出台了多项规定以及标准来规范民航业数据。2021 年，为贯彻落实智慧民航建设要求，提升行业数据治理能力，民航局提出了行业数据治理顶层框架，规划了智慧民航数据治理规范体系，分别为智慧民航数据治理规范《框架与管理机制》、《数据架构》、《数据安全》、《数据质量》、《数据服务》、《数据共享》以及《数据治理技术》等 7 部行业标准。

中国民用航空华东地区空中交通管理局（以下简称：民航华东空管局）积极探索践行数据治理工作，通过全面的业务流程梳理以及数据资产盘点，发现目前还存在较多数据管控方面的问题，如缺乏数据管控和长效治理机制，缺乏明确的数据管理制度，缺乏全局统一数据架构，各部门间对数据的协同协作成本较高并且没有实施数据分级安全保护措施等。

因此，民航华东空管局以数据治理工作为基础逐步搭建数据资产管理体系，确保数据从源头到使用全过程的质量及安全，建立明确的数据管理组织和制度、清晰的数据资产目录、统一的数据架构和标准、有效的数据质量评估方案以及数据安全管理方案，并完成数据平台、数据治理平台、数据交互平台规划设计，积极推进实施落地。同时，民航华东空管局制定了应用系统开发技术流程和标准，尤其是制定了应用系统研发和建设过程中的数据全过程规范和标

准，为应用开发提供科学化、规范化、可持续的方案指导，保证应用系统建设统一高效，支撑业务高速发展。在数据治理体系框架的指导下，民航空管飞行计划集中处理系统的建设升级在数据治理方面尤为重视，为了高效实现飞行计划的统一、集中处理，需要对数据资产进行统一梳理，完成数据治理及技术标准的详细方案设计，实现数据统一化、规范化，为空管、航司和机场的各类系统提供更加高效、高质的飞行计划数据，同时减少由于信息共享不畅造成的重复工作，从而保证民航业的顺畅运行。

二、实践路径

2.1 概述

为了实现飞行计划报文统一接收，集中处理，维护航班计划及动态，并统一发布，减少空管各飞行计划处理部门的重复劳动。民航华东空管局开展了飞行计划集中统一处理工作，以实现飞行计划的统一申请、统一生成、统一更新和统一发布，解决以前飞行计划由于管制中心单独管理而产生的一致性和完整性问题，为飞行情报区提供准确一致的飞行计划数据服务，为流量管理系统提供更加精确的计算数据基础。

2.2 数据治理

飞行计划集中处理系统为了保证数据高效共享、安全可靠，在民航华东空管局数据治理框架指导下开展了数据治理的相关工作。第一步，针对飞行计划数据涉及的相关单位，进行数据盘点，厘清数据脉络，完善数据资产，形成了飞行计划集中处理系统的数据资源目录，有助于更加高效地获取与使用数据、进一步发挥数据的价值。第二步，通过数据标准的制定规范了系统涉及的各项数据。数据标准是数据全生命周期质量控制的机制与制度保障，贯穿数据从采集到存储、治理和分析应用的全过程，只有建立一套完备的标准体系，数据标准化之后才能更好的管控数据的质量，支撑更高层面的数据应用。

（1）数据标准

民航华东空管局参考行业上位规章规范及专业技术标准，制定华东空管数据标准方案：全面梳理了航空模型参考（AIXM）以及民航空管资产目录，形成了 1400 个数据标准（涉及 116 个业务对象）；全面梳理了上位规章及技术标准文件（465 个），形成了 1594 个业务术语、677 个缩略语；结合实际运行需求，形成了数据标准模板，并通过专业的工具实现数据标准的集中管理，为数据交换与共享（内部及外部）以及数据质量提升奠定了基础，如图 1 所示为数据标准模板。



图 1：数据标准模板

民航华东空管局依据上述数据标准模板制定了飞行计划相关的数据标准方案，为飞行计划数据交换与共享（内部及外部）以及数据质量提升奠定了基础。基于数据标准方案，飞行计划数据将遵循统一的规范和标准，保证数据接口的规范统一，避免数据交互中产生分歧，保证高质量的数据交换。通过制定统一的接口技术标准来规范数据格式，这为后续数据共享提供了坚实的基础，表 1 是飞行计划数据规范部分样例。

表 1：飞行计划数据规范部分样例

名称	语法	说明
airport	4{ALPHA}4	4 位机场码
approvalno	{char}	批文号
arcid	2{ALPHANUM}8	航班号
area	4{ALPHA}4	情报区四字码

date8	8{DIGIT}8	8 位 utc 日期：4 位表示年，2 位表示月，2 位表示日
guid32	32{ALPHANUM}32	32 位 GUID
mp	ALPHA + ‘/’ +ALPHA	任务性质，见章节**错误!未找到引用源。**描述
regn	2{ALPHANUM}8	机号
rout	{ALPHANUM}	航路描述符
runway	2{DIGIT}2 + (‘L’ | ‘C’ | ‘R’)	跑道名
sarb	1{ALPHA}6 + “ZX”	八位管制区码
saltitude	(‘M’ | ‘S’ | ‘A’ | ‘F’)+ 3{DIGIT}4	计划高度：
sd6	6{DIGIT}6	6 位流水号
seasonid	6{ DIGIT }6 + (‘WS’ | ‘SA’)	航季号: 前四位为航季开始年份、第五六位为航季结束年份的后两位、最后两位表示季节： ‘WS’表示冬春季、‘SA’表示夏秋季
time4	4{DIGIT}4	4 位 utc 时间：2 位表示小时，2 位表示分钟
time6	6{DIGIT}6	6 位 utc 时间：2 位表示小时，2 位表示分钟，2 位表示秒
ttyp	2{ALPHANUM}8	机型: 匹配“ALPHA + 1{ALPHANUM}3”模式的为标准机型；否则为非标准机型
utc12	date8 + time4	12 位 UTC 时间，包含年月日时分
utc14	date8 + time6	14 位 UTC 时间，包含年月日时分秒
weekday	‘1’ | ‘2’ | ‘3’ | ‘4’ | ‘5’ | ‘6’ | ‘7’	表示星期几

（2）数据模型

基于数据进行决策及拓展业务边界，好的数据模型必不可少。数据建模是数据治理的一种形式，为了解决架构设计和数据开发不一致，而对数据开发中的表名、字段名等规范进行约束。数据模型在数据标准和数据开发之间起到一个承上

启下的作用，即数据模型需要依赖数据标准指导数据开发中的表名、字段名等标准规范的落地。通过数据治理，民航华东空管局确定了数据建模思路，包括写实、精炼和重构，最终设计完成了系统模型、企业模型以及主数据模型三大模型的设计，为数据入仓、数仓集成层的建模以及主数据建模提供参考。其中包括核心系统的数据模型设计（逻辑数据模型），企业数据模型设计和主数据模型设计。数据模型梳理作为一种有效的自下而上的数据治理方式，可以提供一个关键手段来控制日益复杂的数据管理环境，可以更有效地管理数据及使用分析，让数据发挥和创造更大的价值。

通过对飞行计划集中处理系统各个模块功能、字段的分析与梳理，对系统进行整体拆解，形成飞行计划集中处理系统入仓数据模型。数据建模过程中，通过专业建模方法，构建中心表、链接表和卫星表，提高模型的解耦能力，同时确保低影响的变更以及一致性，建立灵活、可扩展的模型，让模型间协同工作。同时我们采用专业的工具来进行模型构建，能帮助用户创建高质量的概念、逻辑和物理数据模型，具有可视化地设计数据库结构、执行逆向或正向工程程序、从 ODBC 数据源导入模型、生成复杂的 SQL/DDL 和打印模型到文件等优点。

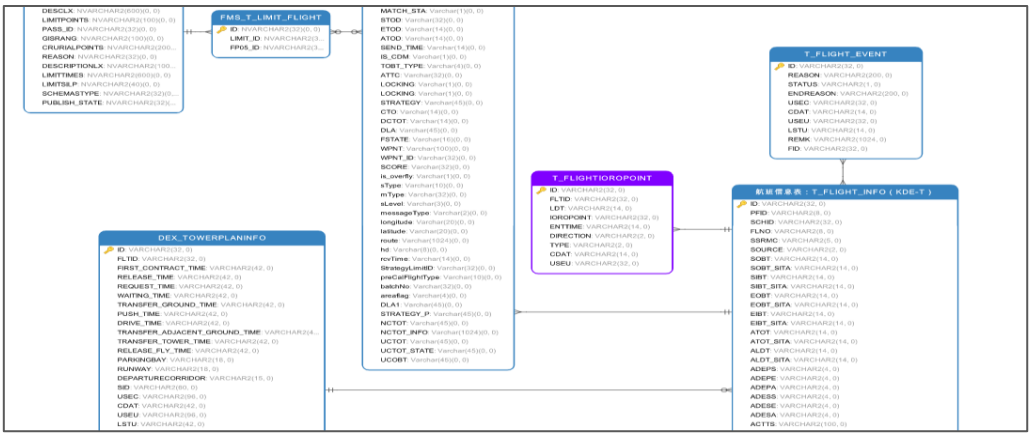


图 2：飞行计划集中处理系统部分入仓数据模型设计

（3）数据质量管理

数据质量管理一般包括数据质量需求、数据质量检查、数据质量分析、数据质量提升，还包括在必要的时候对已定义的数据质量规则进行合规性检查和监控，以及数据的解析、标准化、清洗和整合。民航华东空管局对数据质量管

理制订了详细方案和评估体系，其中对飞行计划数据的质量，开展详细的数据质量检测流程工作，持续性地优化各项数据质量，并依据数据特点、规模、复杂程度和变化情况，建立和实施长效的数据质量管理机制。

数据标准是数据质量规则建立的主要参考依据。通过对数据标准的统一定义，明确数据的归口部门和责任主体，为数据质量和数据安全提供了一个基础的保障，确保规则的全面性和可用性，提升数据质量。民航华东空管局采用PDCA 戴明环方法，根据数据标准，测量数据状况，如果数据状况不符合标准，确定其与标准不符的根本原因并进行纠正。例如，针对飞行计划集中处理系统数据，首先确定其中不符合应用要求的数据，以及阻碍实现业务目标的数据问题；其次，建立数据质量规则库，依据数据标准对数据质量管理对象提出约束条件；最后，定义数据验证方法，如长度约束、精度约束、格式约束等检查规则。基于上述方法，基本能够覆盖目前飞行计划集中处理系统的数据质量检查相关问题，如图 3 所示为数据质量检查流程。

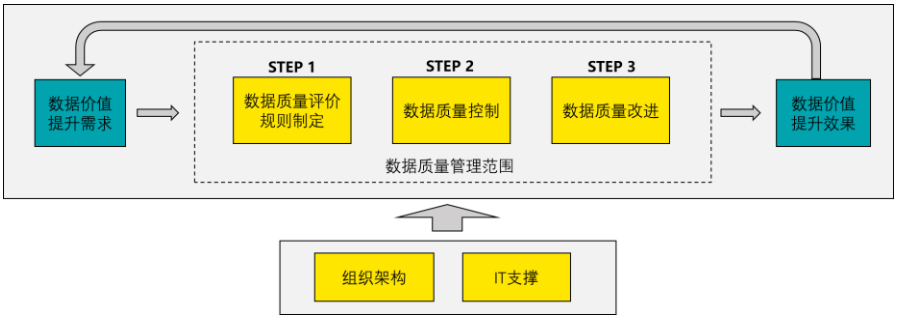


图 3：数据质量检查流程

（4）数据安全

数据安全方面，由于飞行计划集中处理系统是飞行计划处理核心中枢，是电报处理的关键节点，所以数据安全尤为重要。民航华东空管局通过现状调研和案例研究，结合空管现有业务和原有数据安全管理体系，搭建了全局数据安全管理体系框架，详细设计了数据安全管理流程和数据处理安全运维流程。不仅如此，针对数据安全问题，系统对数据进行分级管理，针对不同等级的数据进行不同的处置流程，主要分为 I 级数据安全事件（特别重大）、II 级数据安全事件（重大）、III 级数据安全事件（较大）以及 IV 级数据安全事件（一般），保障不同等级数据能够得到应有的安全防护。对于核心数据，系统严格

从数据的全生命周期对数据进行管控，做到私密数据的安全防护工作，防止数据泄露。

其次，按照民航华东空管局数据标准规范，进行数据标准的贯标，从数据的基础属性、业务属性、技术属性、管理属性、共享及安全属性等多个角度对数据进行规范化，对外进行共享的数据都满足上位规章要求，保证数据的准确、规范。

2.3 数据共享

数据共享是支撑相关应用开发的重要基础，可以打通系统生命周期各阶段之间的数据链条，更好地发挥数字化、信息化技术对企业信息系统及业务的支撑作用。

在工作推进过程中，定义了空中交通管制飞行计划部分数据在各个系统之间传输计划数据的协议、报文类型和数据格式，其中包括报文通用数据、文档描述与基础数据规范、数据交换报文格式、重复性交换报文格式、重复性计划查询、流水号段查询、系统心跳请求、系统心跳响应、异常处理流程，并规定了统一的数据输入、输出格式。该标准还统一了系统建设时对业务的理解，增强了业务部门、技术部门对数据的定义与使用的一致性。如图 5 是企业模型中所含飞行计划集中处理系统部分。飞行计划系统数据共享规范设计对企业数据模型的搭建有很大的帮助。设计一套完善的数据共享规范可以提高数据质量、加速数据传输、简化数据管理、统一数据视图、更好地管理数据、提高数据质量和加速数据传输。

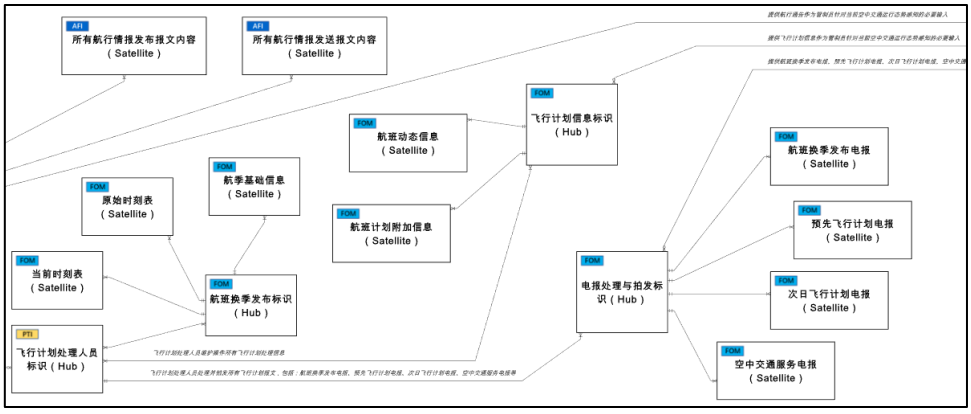


图 4：企业数据模型

三、应用效果

通过飞行计划数据管理的制度建设和数据标准化工作的实施，验证了民航华东空管局数据治理总体设计框架，支撑了华东空管数据治理体系建设，支撑了华东智慧空管和数字化建设。

四、洞察启示

通过对飞行计划集中处理系统规范性治理工作，明确了各项数据的可信来源，涉及的标准文件以及技术标准，制定了数据目录，用于对相关数据的快速定位、追踪，在进行项目数据对接时、能够通过数据目录快速查找相关数据并提供到数据需求方，加快数据交互的效率。通过数据标准的制定，所有管控数据都遵循严格的技术标准约束，保证数据在未来交互中能够满足各类上位规章以及技术指标的要求，实现数据标准化、规范化，保障数据质量。同时，在数据治理工作开展过程中，要注意以下事项：

（一）数据治理需要 IT 赋能

数据治理不应只是一堆规范文档的堆砌，需要将治理过程中所产生的规范、流程、标准落地到 IT 平台上；

（二）数据治理需要聚焦数据

数据治理的本质是管理数据，因此需要加强元数据管理和主数据管理，从源头治理数据，补齐数据的相关属性和信息；

（三）数据治理需要建管一体化

数据模型血缘与任务调度的一致性是建管一体化的关键，有助于解决数据管理与数据生产口径不一致的问题，避免出现不统一不一致的低效管理模式。

数据治理是有必要的，踏实走好每一步，不忘初心方得始终，终会实现数字化空管建设、数据和谐统一的目标。

中南空管航班信息数据治理及应用实践

单位/部门：民航中南空管局、广州市中南民航空管通信网络科技有限公司

主要人员：吴龙波、肖健、郭昊

一、背景和痛点

航班信息数据是空管运行管理的基础，从一线管制到全局战略层面都需要全面准确的统计数据作为决策支持的依据。受限于传统技术的不足，空管运行过程中的海量数据价值一直未得到挖掘，本案例将利用大数据技术手段，建立航班信息数据治理流程，并沉淀了一系列成果。相关治理成果在应用中效果显著，有效提升了空管运行的安全性和效率性。

党的十八大以来，党中央高度重视发展数字经济，习近平总书记强调要把握数字经济发展趋势和规律，推动我国数字经济健康发展。“十四五”国家信息化规划中明确提出构建产业数字化转型发展体系，推进传统产业优化升级，加快新一代信息技术与实体经济融合应用，实施“上云用数赋智”行动。

中南空管局在2009年开始着手建设首个数据中心（下称旧数据中心），并规划了一批数据服务器用于保存管制运行中产生的历史数据，初步实现了综合雷达航迹、航班飞行计划等主要航班信息数据的采集和存储。2018年后，随着航班量的急剧增长和业务的快速发展，采用传统架构搭建的旧数据中心，已经难以满足航班信息数据治理应用的需求。

航班信息数据主要包括空中交通管制自动化系统（Air Traffic Control System，ATC）航迹、场面监视雷达（Surveillance Monitoring Radar，SMR）航迹、广播式自动相关监视（Automatic Dependent Surveillance-Broadcast，ADS-B）航迹、航班计划、基础数据等。其中，航迹类数据量大（如广州主用ATC每月航迹数量约1.5亿条）、数据项复杂、更新频繁；飞行计划数据相对更新频率较低（每分钟更新不超过100条），数据量较小（每天不超过10万条）。在以往的航班数据治理实践中，由于缺乏大数据治理工具和方法论，存在以下难点和问题：

1）航班信息数据集成模式落后。现有数据采集模式扩展度小，自动化程度不高，如何设计安全且有效的数据采集方案是本案例的技术难点之一。

2）存储方案无法适配海量数据。例如未针对航迹数据量大的特点，设计专用的数据方案。

3）航班信息数据融合处理逻辑复杂。如何融合多源数据，建立有效的数据处理机制，是本案例需要解决的最主要问题。

4）统一实时数据交换基础设施缺失。业务系统众多，且系统间交互的需求日益旺盛，但各个业务系统各自为政，交互方式多样，无法统一管理。

5）难以适应用户多样化的需求。管制数据统计是空管运行管理的基础，现有的数据治理服务未沉淀历史航班信息数据的价值，对一线安全生产的辅助不足。

二、实践路径

2.1 需求分析

航班信息数据的治理，从数据集成到最终的数据分布考虑，分为四个阶段的需求，四个阶段包括数据集成、数据存储、数据处理以及数据服务。

数据集成需要一套可扩展性、面向性广泛且运行稳定可靠的数据采集接入体系，根据接入系统的不同，提供差异化、可配置的接入接口，支持实时模式和离线模式，数据接入类型应当支持离线文件、数据库和 WebService 接口等。

数据存储要求针对不同类型的数据设计不同的保存方式，实现数据库数据、文件数据、接口总线数据的统一规范化存储。存储容量应能满足数据初始化和增量存储要求，能至少存放十年的航班信息数据。

数据处理一方面要适应空管数据特点，在大数据平台上建设一套实用的数据治理方法论，实现采集数据的清洗、融合以及分析。另一方面需具备图形化数据处理工具，方便不同单位、不同岗位的人员根据数据处理规范实现简易数据处理。

完成对航班信息数据治理后，需要把结果进行汇总，并通过通用服务接口的方式实现数据处理结果的发布和应用。

2.2 平台架构方案

由于数据的多样性和特性不同，所对应的数据格式、标准也存在较大差异，需要有一种标准的方法，科学地管理数据。因此需要设计并构建适应空管的云计算和大数据平台，为数据引接存储、数据分析等提供基础能力，从而一体化实现

航班信息数据的采集、治理和应用，为空管运行提供数据分析和决策支持服务。

（1）总体建设架构

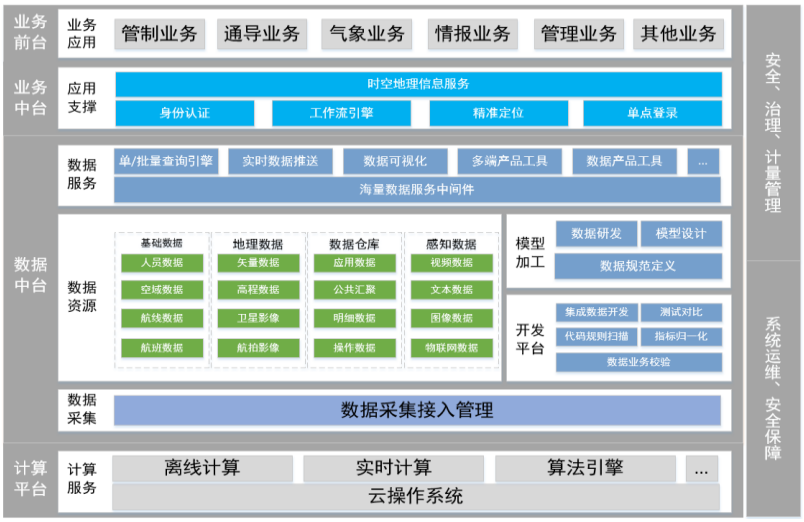


图 1：中南空管局云数据中心总体架构图

中南空管局云数据中心以集中空管各专业基础信息系统数据为基础，综合应用了商业云和开源云技术，构建了统一的计算后台、数据中台、业务中台以及业务前台，实现了全域数据资源的整合共享以及业务应用的协同联动。其中，计算后台以稳定统一的云操作系统为基础；业务中台依托统一的先进架构体系，构建整体服务的应用支撑平台；数据中台是航班信息数据的治理和应用的核心基础设施，涵盖了数据采集、加工、处理、分析以及服务的全流程能力。

（2）数据治理架构

基于云数据中心提供的数据中台能力，结合航班信息数据的特点以及应用需求，建立了一套可复用可扩展的数据治理架构，主要包括数据源层、数据采集层、数据存储与管理层、数据服务层和应用层。

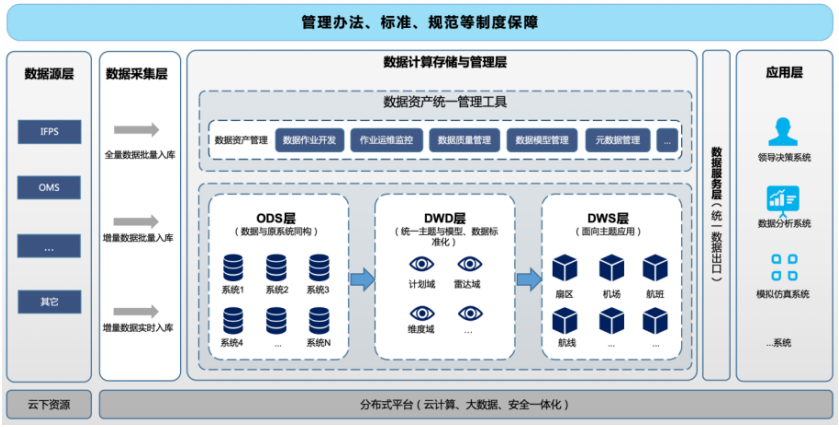


图 2：航班信息数据治理架构图

数据源层主要包括需引接数据资源的相关系统；数据采集层主要完成数据的抽取、传输和加载工作，其既要满足库表数据的集成，也要满足实时消息接收存储的要求；数据存储与管理层是大数据处理的核心，存储和管理来自各种源头系统的数据；数据服务层为应用层提数据服务，具体包括数据库、数据服务接口等；应用层基于统一数据服务提供各类应用开发，如统计分析系统、航迹复盘应用、大数据辅助决策系统等。

（3）数据技术架构

航班信息数据治理架构的建设以商业云组件为主，开源云组件为辅。其中，主要用到的商业组件包括云操作系统底座、云服务器、虚拟专有云网络、对象存储、云数据库、大数据计算组件（离线计算）、实时计算组件、消息总线、大数据开发套件、数据服务网关以及大屏可视化工具。为增强云数据中心快速查询统计性能，同步建设开源云产品，主要包括流数据采集工具、离线数据集成工具、列存储数据库、分析数据库以及大数据计算引擎等等。

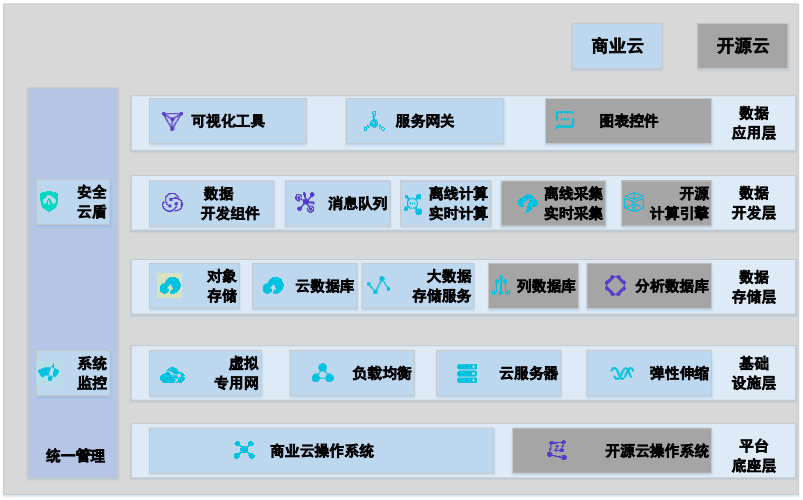


图 3：大数据技术架构

2.3 数据集成方案

集成模式包括离线模式和实时模式。离线模式可以实现业务系统历史数据库或数据文件的采集，历史数据一般存储在历史库或文件中。采用成熟的 ETL 工具或自定义工具即可将历史数据查询转换后装载到数据仓库；实时模式面向航迹数据等网络包输出接口，实现流数据的稳定处理和持久化处理。

为满足各类航班信息数据的数据引接需求，我们结合成熟软件和自研产品，建立了一套综合数据集成方案，包括开源实时流数据采集工具、离线集成工具，

以及自研实时基础数据设施等组件。

实时流数据采集工具是一款高可用、高可靠的分布式数据采集、聚合和传输工具，其特性十分适合用于采集本案例中的航迹类数据；离线集成工具有机结合商业云组件和开源软件的优势，支持在图形化界面上完成传统关系型数据库到云数据中心的 ETL 作业，在实现简单或复杂的数据抽取、数据清洗、数据转换、数据过滤等方面有着稳定的表现；自研实时数据基础设施是内外数据交互的统一接口，在提供安全可靠的数据交换的同时，能降低数据交换的维护成本以及风险。

2.4 数据存储方案

结合航班信息数据特性和治理需求，综合应用大数据存储服务（离线存储）、对象存储、开源分析数据库等分布式系统搭建多层次的数据存储环境。其中大数据存储服务负责海量离线数据的存储和清洗，对象存储负责文件型数据的存储和数据冷备，分析数据库实现治理后数据的快速查询和统计分析。

（1）大数据存储服务

大数据存储服务是面向大数据处理的分布式系统，主要提供结构化数据的存储和计算，是本案例中航班信息数据的核心存储计算平台。多租户、数据安全、水平扩展等特性是它的核心设计目标，采用抽象的作业处理框架为不同用户对各种数据处理任务提供统一的编程接口和界面。大数据存储服务具备单个部署单元 EB 级别存储能力、万台规模的节点调度能力、PB 级别的日数据处理能力；支持资源弹性伸缩，可按需要集约、有效组织和配置多个部署单元的计算和存储资源，服务于单个任务。面向海量的航迹数据，提供分钟级的离线处理能力。支持数据仓库建模和分层治理规范。

（2）对象存储

提供基于对象的海量存储服务，为用户提供海量、安全、高可靠、低成本的数据存储能力，包括：创建、修改、删除桶，上传、下载、复制、修改、删除对象等，支持通过通用标准的 API 进行读写（兼容数据集成工具）。

（3）分析数据库

分析数据库采用分布式引擎，可以同时提供低延迟的随机读写和高效的数据分析能力。它是一个融合随机读写和离线海量存储功能的新组件，具备介于两者之间的功能和性能。分析数据库支持海量航班数据的快速统计分析，迅速响应前

台用户查询需求，及时展示数据治理成果。

2.5 数据治理方案

（1）数据治理套件

数据治理开发套件是链接计算平台与应用服务的关键组成部分，其数据开发工具为数据使用者提供一站式的集成开发环境，可满足大数据环境下的数据查询、ETL 开发、数据挖掘算法开发等需求；提供 Web IDE 编程和调试环境，支持多种程序类型：SQL、M/R、SHELL、数据同步、状态检测等；一键发布，快速将程序部署到生产调度系统。系统可根据程序代码自动解析出任务节点间的依赖关系；团队开发：代码版本管理，代码分类管理，多人协同模式下的代码锁管理和冲突检测机制；提供大数据计算表搜索、数据查询功能。

（2）数据治理流程

通过云数据中心提供的数据治理平台以及数据开发组件，可以将分散、多样化的数据进行登记、汇集、标准化、清洗、整合等操作处理，实现对数据的分布和动态变更情况的追踪，提升数据质量，同时支持对数据进行全面的业务化、规范化，形成统一的业务视图，并保障数据在各个使用环节的安全可控。

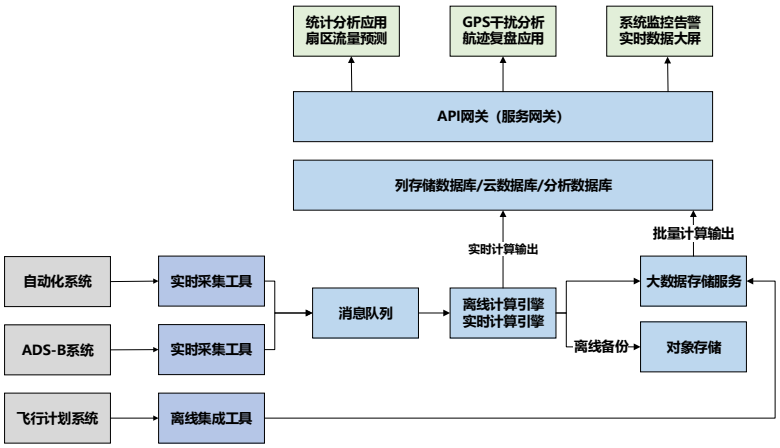


图 4：航班信息数据处理流程图

在航班信息数据的治理实践中，始终贯彻唯一 ID 和分层设计的思想。其中，唯一 ID 是指通过对数据的汇集清洗，根据数据特征，整合以航班生命为周期的数据仓库，例如统一航班在飞行动态、综合雷达航迹中的航班 ID，并且保证 ID 的唯一性；另一方面，坚持分层设计的数据治理规范，不仅有助于保证原始数据存储的独立不受干扰，又能灵活发挥数据平台的运算能力，下文将展开详细叙述。

结合航班信息数据特点，我们选取了相关组件建立了数据治理流程，如图 4

所示，可见数据治理流程的步骤包括：

1） 数据采集。通过实时采集工具实现航迹流数据的采集，并转发到消息队列，在此过程中，数据格式不发生变化。通过离线集成工具实现飞行计划类和基础数据的采集，并写入大数据存储。

2） 实时数据处理。通过实时计算引擎，对消息队列中的航迹数据进行解析和计算，解析后的结果数据写入大数据存储服务，并同时将原始格式数据以文件的形式写入对象存储作为应急备份。

3） 批量数据处理。利用大数据计算组件的海量数据处理能力，关联各项航班信息数据，通过分层治理的思想，逐步实现指标的计算。本案例中，数据处理层级从左至右划分为 ODS 层、DWD 层、DWS 层。每层含义如下所示。

ODS（OPERATION DATA STORE，业务原始数据存储层）:ODS 直接存放从业务系统抽取过来的数据，并且结构上与业务系统保持一致；ODS 层在业务系统和数据仓库之间形成一个隔离，降低业务系统与数据仓库的耦合性。

DWD（DATA WAREHOUSE DETAIL，数据仓库明细层）：ODS 层的数据经过清洗、格式转换后进入 DWD 层；DWD 层的数据与数据仓库模型保持一致；DWD 的建设以航班航迹模型为基础，是数据仓库建设的重点内容。

DWS（DATA WAREHOUSE SUBJECT，数据仓库主题层）：DWS 层数据以应用需求为出发点，按应用主题汇集数据，便于实现某一领域内的快速统计分析和结果保存。

4） 数据汇总处理。根据需求选择不同的数据存储形式实现结果数据的汇总，其中列存储数据库提供快速复盘航迹查询，分析数据库负责实现快速指标统计。

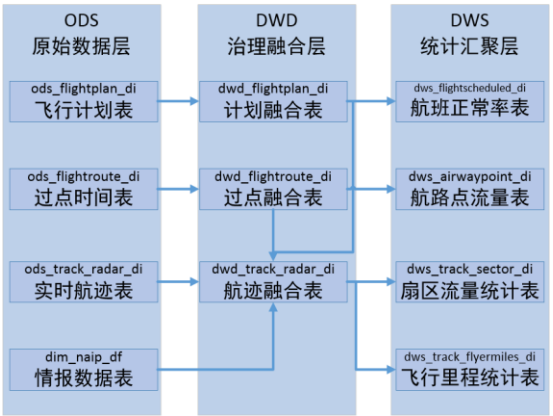


图 5：数据分层治理流程图



图 6：DMS 数据服务 API 管理界面

2.6 数据服务方案

数据服务以数据仓库治理好的数据作为数据源，对外通过接口的方式提供数据服务。数据服务平台（DMS，如图 6）是基于开源项目研发改造，具备将自定义 SQL 快速生成 API 接口服务的能力。支持市面上主流的 JDBC 协议数据库，如主流关系型数据库、Hive、Kylin、PostgreSql、分析数据库等。通过实现数据转换插件对数据字段进行脱敏，使用缓存插件对数据进行临时缓存避免重复频繁查询数据库。通过接入到云数据中心交换平台，实现快速发布 API 接口服务具有跨网段访问、用户鉴权、流量限制以及异常熔断等功能。DMS 数据服务平台应用于治理后的航班信息数据接口服务发布、管理，有效加快了接口研发、发布的速度，降低了接口的管理、维护难度。

三、应用效果

经过前期的辛勤付出和不懈努力，基于航班信息数据的数据治理工作已结出丰硕成果，在提升中南空管的安全和效率方面体现了良好的实践效果。

3.1 安全空管应用

（1）GPS 信号品质监测

系统首创 ADS-B 数据进行 GPS 信号品质监测，并基于航班信息治理架构实现海量 ADS-B 数据的监测分析算法。2021 年 2 月份，本系统在中南六省铺开试运行，协助地方无委先后排查了佛山千灯湖附近移动干扰源、潮汕机场附近干扰源等,有效减少了航空器突然拉升、复飞导致的飞行冲突，降低运行风险。2021 年 6 月民航局空管局下发了全系统推广应用的通知，本系统的全面应用，显著提升干扰排查效率，实现了无线电干扰新型风险的有效管控。

（2）飞行航迹复盘应用

航迹复盘应用以航班数据仓库建设为基础，完成了 2015 年至今中南地区全部 ATC 航迹数据的结构化存储，累计存储数据量达到千亿条级别，能够根据时间范围、航班各类属性、扇区、高度层等筛选条件实现对海量航迹数据的实时定位和提取，并通过前台进行复盘展示，同时以标准接口对外提供服务。航迹复盘程序已初步应用于管制现场，成为了安全管理复盘的重要工具，同时为军民融合运行提供了新的监控和决策手段，得到了一线管制用户的高度认可。

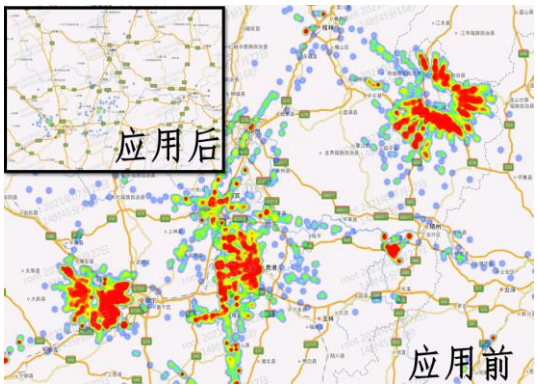


图 7：应用前后的 GPS 干扰热力图对比

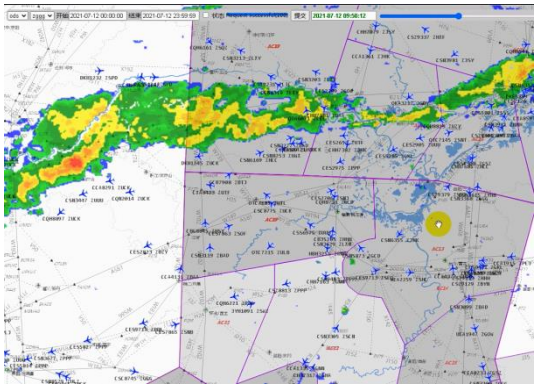


图 8：航迹复盘应用

3.2 效率空管应用

（1）RECAT 运行分析应用

根据民航局《关于在广州深圳两场实施航空器尾流重新分类管制实验运行的批复》的批复意见，中南空管局于 2019 年在两机场正式启动了尾流重新分类（Re-categorization，以下简称 RECAT）管制实验运行。基于航班信息治理架构，本系统实现海量场监数据的分区存储和分层计算，解决了 RECAT 运行分析中的跑道占用时间、间隔落地时间等计算难题。该应用上线后日均处理航迹数据 3000 万条，为各级部门掌握 RECAT 运行情况并精准决策提供了有力数据支持。

（2）大数据辅助决策系统

该系统利用实时计算引擎和分析数据库，实现了航班动态、流控信息等数据的实时处理与展示，提供中南运行态势监控页面，能根据航班运行态势实现指标统计和生成统计报表。大数据辅助决策系统建立了自动化的工作流程，彻底改变了传统手工作业的工作模式，将中南空管业务统计工作水平提高了一个台阶。

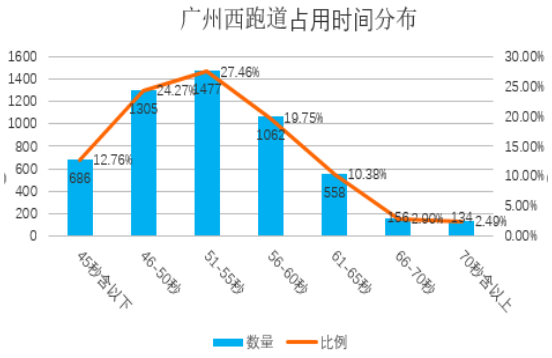


图 9：广州某月西跑道占用时长分析



图 10：大数据辅助决策系统大屏

四、洞察启示

4.1 经验总结

组织体系是数据治理的管理保障。数据治理组织体系是保障实践是否成功的关键因素，中南空管局大数据应用工作组的建立，有力促进了本案例的实践进展。

用户需求是数据治理的核心动力。本案例在实践过程中优先选取了用户迫切希望解决而受限于传统技术无法实现的功能，有效带动治理工作前进。

持续优化是数据治理的关键过程。数据治理是一个持续不断的过程，随着航班信息量和格式日新月异，要求数据治理方法持续改进，满足用户需求变化。

数据安全是数据治理的基本前提。近年来，网络安全事件频发，而以航班信息数据为代表的空管数据作为敏感性数据，对数据安全的要求不容置疑。

分层设计是数据治理的良好规范。在航班信息数据的治理过程中，综合应用了分层设计的规范和方法论，取得了良好的效果，能有效适应用户的多样化需求。

监控体系是数据治理的重要机制。合理的监控与报警策略有助于快速发现、定位以及修复故障，保证数据的及时性、完整性和准确性。

4.2 未来启示

健全完善组织管理体系。一方面完善各项数据管理制度，形成中南空管局数据资产定义和交互制度；另一方面，进一步加强大数据应用组织体系，从不同维度建立数据应用组，从组织层面加强数据治理建设。

全面推进数据治理应用。数据治理的根本目的在于实践与应用，后续我们应继续以安全空管、效率空管、协同空管和智慧空管为导向，打造契合不同层面需求的大数据应用，为建设四强空管服务。

加强数据人才队伍培养。还需进一步加强队伍建设，建立多层次、多模式的数据素养培训体系，满足不同层面的数据能力需求。可建立相关激励机制，提高员工参与大数据治理的热情。

完善数据治理技术框架。目前的航班信息数据治理对事前、事中的数据挖掘预测稍显不足，后续应根据一线运行需求，逐步增加机器学习和人工智能等相关工具，进一步挖掘历史数据价值，提升空管运行的智能化决策和数字化水平。

西南空管局生产数据治理研究与实践

单位/部门：西南空管局通信网络中心

主要人员：洪刚、苏力思、马沛、李亚鹏、田原

一、背景和痛点

空中交通管理生产过程中涉及航班信息、监视信息、气象信息、情报信息等多种信息类型，随之也产生了众多的信息系统。对于空管行业，整合空管数据资源、打造空管数据统一出口，是一个势在必行的过程。但在现实中，相较于实物资产,数据资产的管理目前还处于探索阶段,如何更合理的整合数据、治理数据、管理数据，将成为空管数据资产管理和应用面临的重大难题。

本案例以西南空管局天府数据中心系统（以下简称天府数据中心）建设为背景，根据本地区空管生产数据的应用为依托，针对天府数据中心中采用的数据治理方面的相关研究和实践情况进行报告，提出一种空管生产数据治理的思路，从而让空管数据创造出更有利于管理决策、更有利于社会价值的数据产品。

1.1 研究进展

西南空管局从2016年开始着手进行内部运行数据的整合与应用,遵循SWIM的框架指引，基于 SOA 架构，依托生产系统数据，在成都双流建设面向内部运行和外部数据交互的空管飞行数据中心（ATC Data Center 简称 ADC 平台），打造西南空管数据统一出口，并于 2018 年 5 月正式投产。

2019 年 9 月，西南空管局成立西南空管局数据中心工作组，集合全局所有涉及运行数据部门共同参与,进一步推动网络中心及各分局数据中心的建设规划工作，其中数据治理也是设计、建设中的重要内容。

2020 年 12 月，西南空管局天府数据中心竣工验收投产，形成双流-天府双站点分布式空管信息数据中心资源平台，并基于数据中心软件赋能，探索开展西南空管局生产数据治理的相关工作。

1.2 现状痛点

在西南空管数字化转型的过程中,数据治理面临诸多问题阻碍了数据的互联共享和高效利用，成为了空管数据难以体现价值的瓶颈，主要包括一下几点：

一是缺乏数据资产目录。空管的数据资产分布在众多运行系统中。管理者和业务人员无法及时感知到数据分布于更新情况，无法快速的寻找契合需求的信息，也无法发现和识别有价值的信息纳入数据资产。

二是数据孤岛普遍存在。空管生产系统的设计和建设各自为政，导致数据项、功能重叠，交互难、适配难的情况普遍存在。造成该情况的原因即有技术上的，也包括标准和管理机制上的，运行系统之间的数据共享无法形成全局统一的数据对外出口，降低了资源利用率和数据的有效性。

三是数据质量难以保证。糟糕的数据质量常常意味着糟糕的业务决策，将直接导致数据统计分析不准确、管理层难以决策、业务监管难等问题。目前空管数据资产管理普遍缺乏有效的数据治理手段和工具，但数据要发挥更大的价值，数据质量是前提。

二、实践路径

2.1 数据采集管理

由于各系统数据种类繁多、传输方式不同，系统采用异构数据采集方式，针对不同类别的接口种类，通过不同的适配器将关系型数据库、文件数据库、XML文件和网络数据接口等不同数据来源的采集，如图 1 所示。

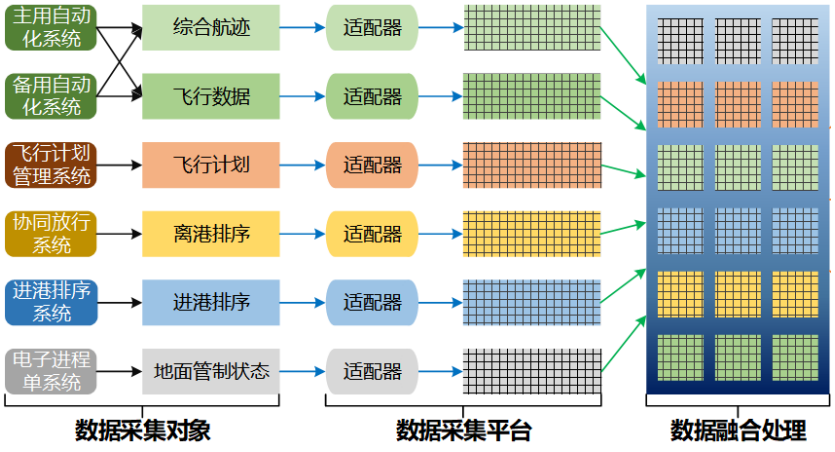


图 1：数据采集模型

2.2 数据集成管理

数据集成管理，主要聚焦于空管主数据，即航班数据的管理。天府数据中心采用 FO（航班对象，Flight Object）模型，根据航班运行全生命周期为主线进行数据来源到融合数据的处理加工、融合汇集，如图 2 所示。

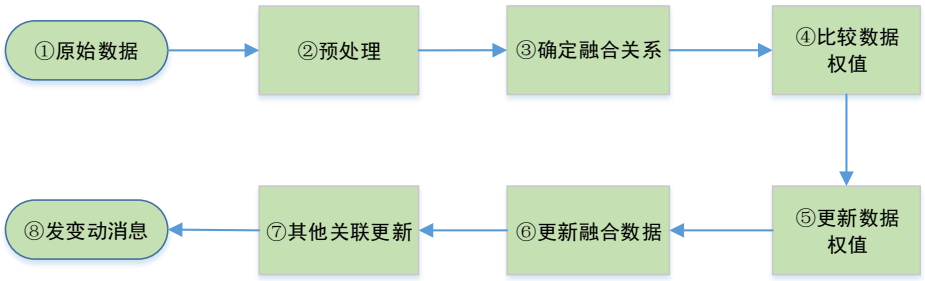


图 2：数据集成管理流程图

（1）数据清洗与预处理

数据清洗与预处理，主要包括数据验证、数据清洗、数据预处理三个部分。

数据验证是指通过配置管理来验证数据源的有效性、数据合法性和数据完整性。**数据源验证**通过采集的数据来源与配置的匹配关系，来验证是否来自预期的、可信的数据源以及其对应的关联关系；**数据合法性验证**通过数据类型和阈值设定，来验证数据是否为有效的数据，是否存在边界、类型等错误；**数据完整性验证**通过数据包的起止关键字段配置，来验证采集到的数据包是否为完整的，在传输过程中有没有产生变字。

数据清洗是对数据进行重新审查和校验的过程，目的在于删除重复信息、错误信息。天府数据中心数据清洗功能可以清洗掉采集来的非法数据、重复数据、越界数据、缺失数据、无效数据等异常数据，以保证天府数据中心后台处理的数据是可用的有效数据。

数据预处理是指鉴于数据采集自不同的外部系统，各源系统间数据的格式、类型均有差异，治理模块需要将异构的数据转换为系统可识别的格式。**原始报文类数据转换**将 AFTN、ADS-B、ACARS 等数据分解成一系列的字段属性，转换成中央数据库认可的格式；**格式化数据转换**从结构化数据(如 XML)中提取数据项，并将其转换为中心数据可识别的格式.

（2）数据集成方法

数据集成依托于 FO 模型，以航班动态为主线。通过“航班号+起飞机场四码+计划起飞时间”的组合方式，构建 GUFI（Globally Unique Flight Identifier），形成全局唯一性的主键，解决各系统间航班匹配问题。以主线上的数据项(如航班号、机号、起飞机场、降落机场、航路、航线、流控、时隙、气象、航迹等)根据数据融合规则关联其他相关的数据，将引接的数据进行融合，如图 3 所示。

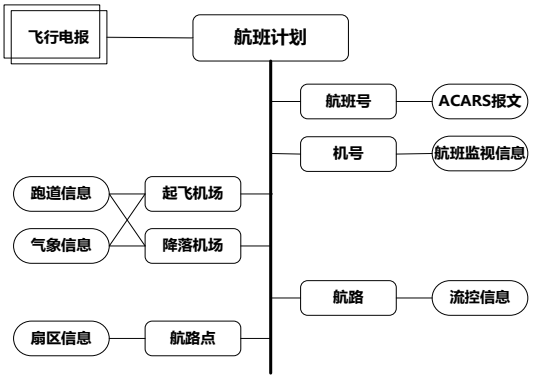


图 3：航班数据匹配总线示意图

2.3 数据资产管理

（1）数据字典

在天府数据中心中构建了各系统的数据字典，并描述数据资产相关属性，包括表级属性和字段结构，如图 4 所示。



图 4：生产数据中心数据字典

（2）数据资产服务

数据资产服务采用服务门户的方式，将空管数据进行聚类，形成数据服务窗口。潜在的数据消费者，可通过服务门户，便捷、直观的查阅数据资产和可供其选择的数据服务，如图 5 所示。



图 5：生产数据中心数据服务门户

（3）数据资产审批

针对潜在消费者所使用的服务门户，在其用户注册、服务申请环节设计了工单系统用于数据资产服务的审批，通过注册-申请-审批-发布进行数据服务的消费。消费者在服务门户中注册用户，选择所需数据内容，提交申请，经过数据管理员的审批后进行发布，形成数据提供-消费的全流程闭环服务，如图 6 所示。



图 6：数据资产服务审批界面

2.4 数据共享管理

目前在空管主要应用场景中主要有三类数据服务需求，**一是**需要民航业内各运行系统的数据交互需求，**二是**空管业内事后统计和事前分析的数据挖掘管理决策需求，**三是**根据 ICAO SWIM 指引的标准化数据共享服务。天府数据中心分别设计三个功能子模块，分别是数据发布服务模块、SWIM 信息服务模块以及航班信息微服务模块，如图 7 所示。

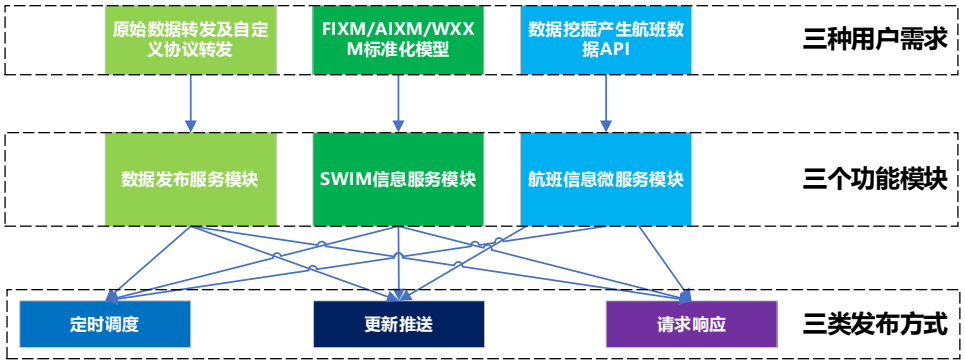


图 7：数据共享管理架构图

（1）数据发布服务模块

数据发布服务模块是天府数据中心进行具体原始数据发布和获取的管理模

块，主要功能是将天府数据中心整理后的数据进行提取并根据用户需求及双方自定义协议进行数据格式化，最终将用户请求的数据反馈给服务申请者(如 TCP、MQ 等)，支持多数据源，多格式，多路不同通信模式的输出，可根据业务需求水平扩展，从而实现不同系统间对于数据交换的需求。

原始数据发布调度功能。实现数据源、服务、任务的动态配置，采用数据源-服务-任务的业务模型。根据消费者应用场景情况，定义调度任务（定时调度）、触发任务（请求响应）和转发任务（更新推送）三种方式数据任务类型，如图 8 所示。

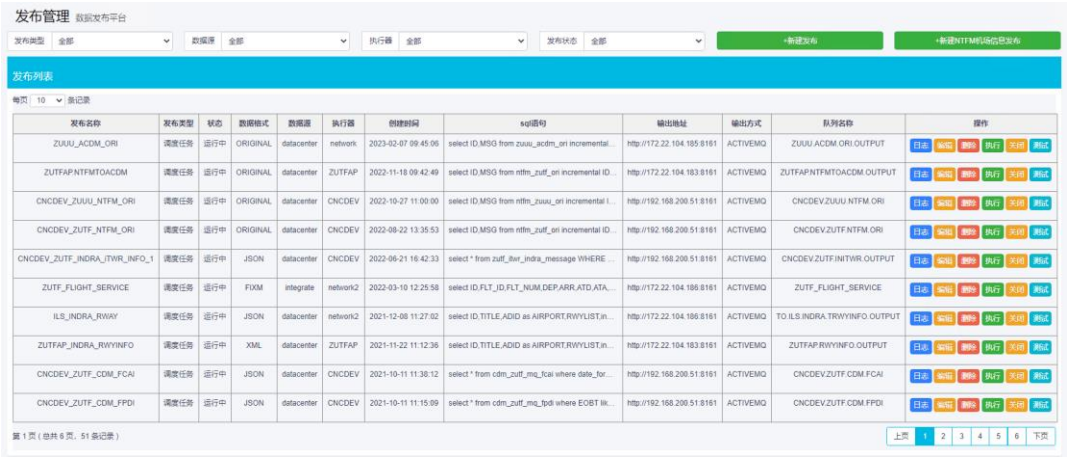


图 8：数据共享管理-原始数据发布调度功能

监视数据实时转发功能。针对监视数据数据体量大、更新频率高的特点，天府数据中心设计了监视数据实时转发模块，对监视数据不落地、不存储、直接按格式转发，支持一对多数据源分发，支持 UDP、TCP、MQ、KAFKA 等多格式通信模式的输出，可根据业务需求水平扩展，从而实现不同系统间对于监视数据交换的需求，如图 9 所示。

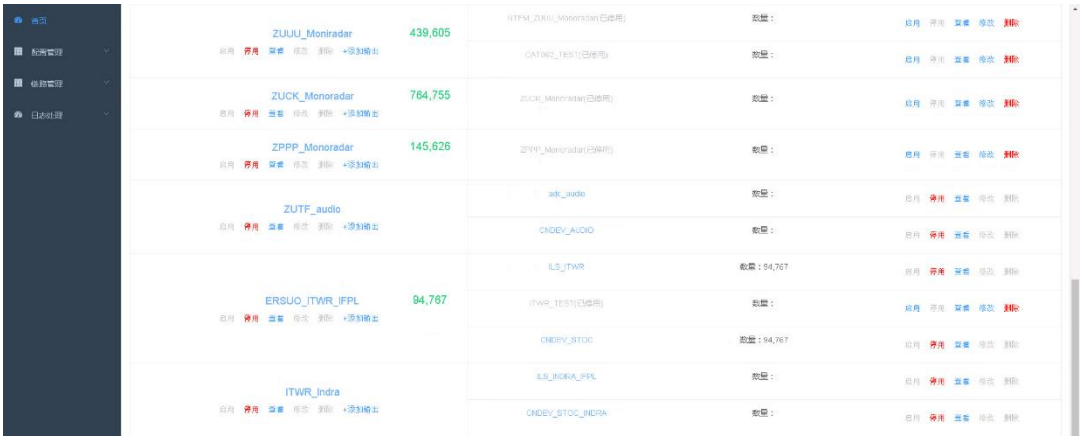


图 9：数据共享管理-监视数据实时转发功能

（2）SWIM 信息服务模块

SWIM 信息服务模块，支持 FIXM/AIXM/WXXM 三类 SWIM 的标准信息交换模型，能够以 SWIM 相关的标准信息模型格式，进行数据的发布。实现 FIXM 模型的实践应用，以单个航班为颗粒度提供 SWIM 信息服务。并提供 SWIM 模板管理器和 SWIM 格式转换器，可灵活修订、更新和上线 SWIM 交换模型的更新版本，SWIM 信息服务发布流程如下图 10 所示。

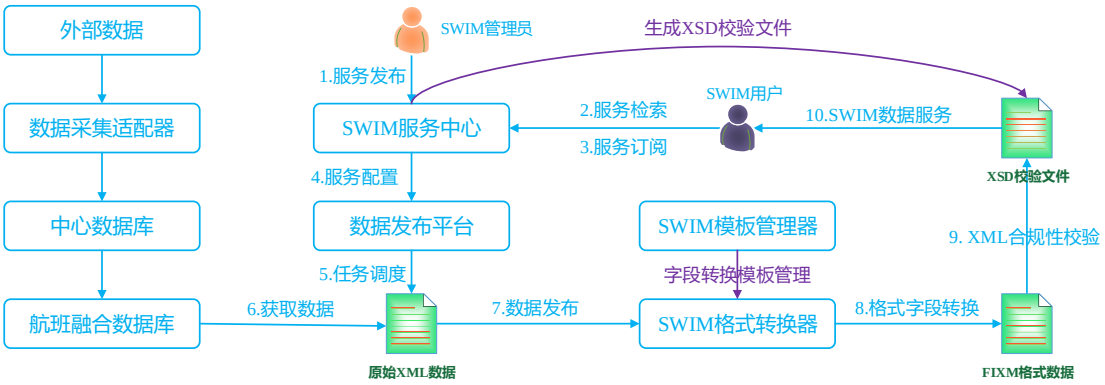


图 10：数据共享管理-SWIM 信息服务模块流程图

（3）航班信息微服务模块

航班数据信息服务模块，是在数据中心融合数据、形成空管生产数据资源池的基础上，对航班信息数据进行进一步挖掘，形成航班对象库后，针对航班类数据进行计算、统计、分析，并通过微服务架构、API 接口请求的方式，为用户提供航班类信息服务，如图 11 所示。

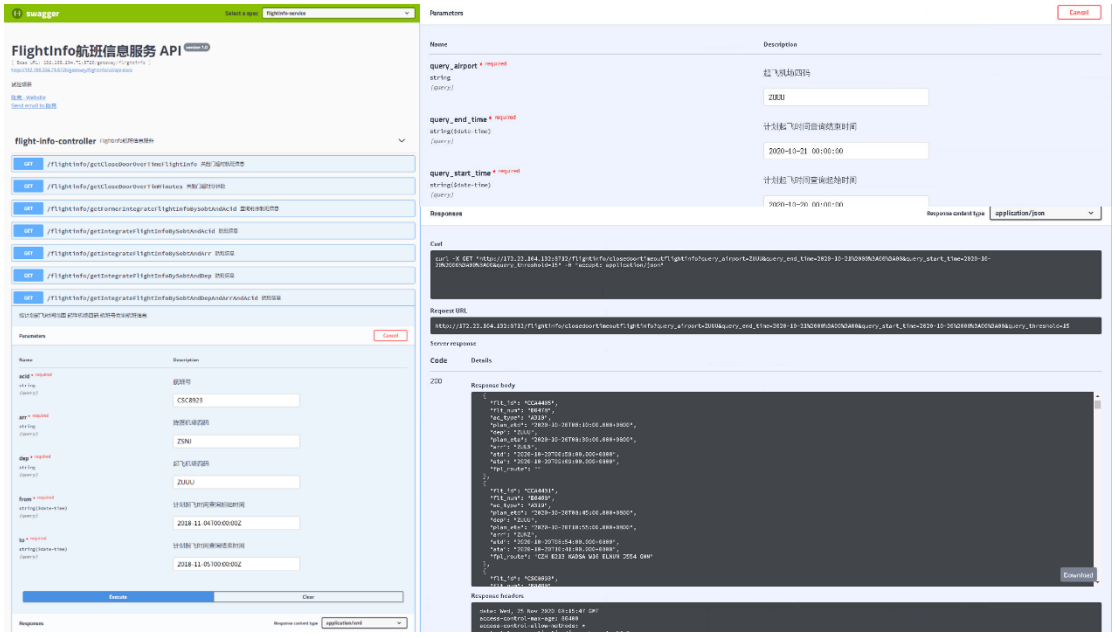


图 11：数据共享管理-航班信息微服务模块示例

2.5 数据质量管理

多数据来源融合过程中，不同系统间数据一定存在不同程度的差异。数据融合服务的数据质量评估依据关联异常数据、数据缺失统计、关键数据变更、及时性、合规性、重复性、准确性等多个方面，对各个数据源进行了数据评估。数据质量监控工具，如图 12 所示。

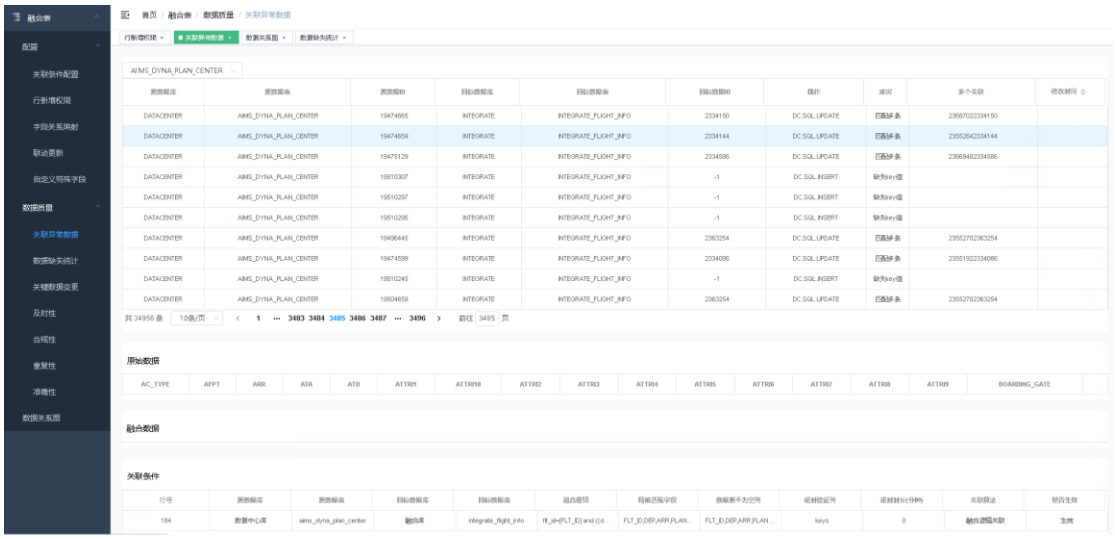


图 12：数据质量监控工具

三、应用效果

3.1 实施效果

初步形成生产数据资产目录。天府数据中心已完成 AFTN 报文、航班计划、航班自动化、流量控制、数字空管、陆空通话、气象信息等 23 类空管生产数据，共计 3 亿条空管生产数据治理，数据量覆盖范围整体西南空管数据量 90%以上。初级解决数据如何“存的下、用的好”的问题，初步形成规范的西南空管生产数据资产目录。

初步完成航班信息有机融合。天府数据中心已完成全国流量系统、转报系统、综合电报处理系统、流量预测与协同放行系统、综合信息显示系统、自动化系统、电子进场单系统、情报系统、气象数据库系统等数据引接。初步形成以航班 GUFI 为统一标识的航班融合数据，全方位展示该航班的生命周期流程中的各个状态。

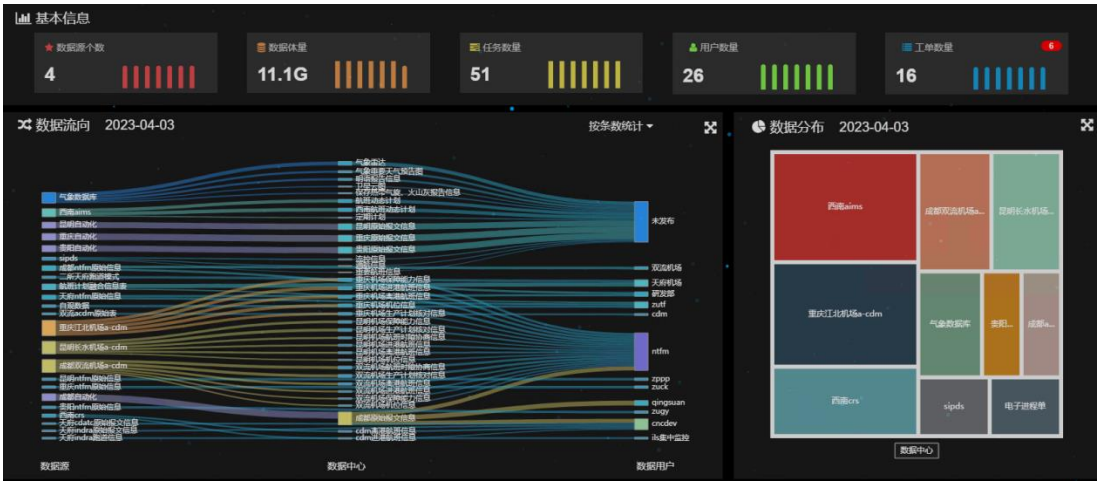


图 13：西南空管局生产数据中心门户

3.2 应用情况

大幅提升数据资产可识别度。通过数据治理实践，解决了西南空管局生产数据在“取、存、管、用、流”等多方面的痛点和问题，管控了数据质量，强化了数据价值，提升了数据利用率，通过数据字典、数据服务门户等多种方式，回答了西南空管数据资产“有哪些、从哪来、长什么样、有什么用”的一系列问题，为后续更为高效有序地开展数据资产管理、共享和应用，奠定了扎实的基础。

有效赋能数字化智慧化应用。随着数字化转型浪潮的到来，将数据作为核心资产，充分挖掘数据价值、智慧应用数据资产，将成为空管系统着力发展的主要方向。基于天府生产数据中心，运行态势监控、高级场面监视、管制现场支持等一系列数字化、智慧化应用应运而生，让数据资产“有形更有型”，基于数据分析、数据挖掘，进一步实现数据可视化，最终实现用“数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新”的智慧空管目标。



图 14：基于西南空管局生产数据中心开发的数字化应用

四、洞察启示

西南空管局在数字化转型过程中，数据治理是充分发挥数据价值的必经之路，所以空管数据治理仍是个长期的工作。随着数据治理工作的不断深入，对此项工作未来发展的有几点思考和建议：

一是建立跨部门协同的数据资产管理机制。数据资产管理的切入点是对数据家当进行全面盘点，形成自有的数据资产目录，为业务应用和数据获取夯实基础。空管数据分布于不同运行部门，受不同职能部门监管，一方面存在系统本身的技术壁垒，另一方面也存在着管理机制的技术壁垒。要想做好数据资产管理的前提，需在此两方面打破壁垒，创建沟通协调机制，多部门联动协同开展。

二是加大提升数据源质量及数据治理质量。目前空管数据采集过程中还是保持着传统的“有和无”的观念，只要有了数据就万事大吉，但实际上要发挥出数据的价值，数据质量才是关键。应对数据质量问题，首先需要要提升数据质量意识，包括数据质量与其可能产生的业务影响联系起来，同时也包括数据质量问题不能仅仅依靠技术手段解决的理念转变，尽可能从数据源头进行提升。其次，需要加大数据质量监控手段的投入，使其可以快捷、明了的找到数据质量问题，从而从源头改善数据质量。

三是加大网络安全数据安全研究投入力度。在大数据时代，数据资产更容易遭受泄露、篡改、窃取、非法使用等问题。国家网信办关于网络安全、数据安全政策的不断推出，各行各业数据安全问题时有发生，甚至导致了严重后果。在空管数字化转型过程中，网络安全和数据安全往往因为不是主要功能需求被忽略，需要打破原有从业务需求驱动触发的理念，转变为全盘考虑、统筹实施，加大数据安全的研究与投入，与功能实现双管齐下、协同发展，体现数据价值的同时，确保数据安全。

四是明确数据资产安全等级制度。数据资产需要设定相关安全等级，并针对敏感数据进行数据脱敏，保障数据被合法合规、安全地采集、传输、存储和使用。需要进一步加强顶层设计，对数据资产进行了敏感级别定义，数据资产管理部门根据上位规章对敏感信息进行严格筛选，从而能提高对数据安全的管理能力。这样在做新产品开发时，可以严格限制数据使用的条件，更安全的对数据进行二次开发，更好地服务于民航安全运行。

西北空管局数据治理体系

单位/部门：民航西北空管局

主要人员：张琼、刘霆、杨少华、郭进祥、雷隐隐

一、背景和痛点

在数字化时代，数据正在以超凡的速度渗透到民航业的业务领域，成为重要的生产要素。合理利用数据不仅能够提升单位的竞争力，甚至还可以再造单位的业务流程。然而，拥有了数据并不等于就拥有了数据并不等于就拥有了数据价值，只有实施有效的数据治理策略，才能持续输出高质量数据，释放数据价值。数据治理是一种数据管理的概念，是数据管理发展的必然选择。

自2019年西北空管局实施数字化转型战略以来，对数据的认知经历了从资源到资产的转变，并且深刻认识到数据是实现数字化转型和“智慧空管”的物质基础。当数据被视为产生业务价值和实现业务目标的基石时，那么数据质量就成为一个极其重要的因素。在数据管理方面发现以下五个痛点。

（1）数据管理不完善，治理体系缺失

没有完善的数据管理制度和流程，更没有一套行之有效的数据治理体系，对于数据资产的管控偏弱，无法支撑数据标准落地，实现数据资产的沉淀和数据的互联互通。

（2）数据源头较多，数据质量难以保证

如表1所示，同一个业务对象数据具备多个数据源，难以保证数据质量。

表1：数据源现状

序号	业务对象	源头系统现状
1	飞行计划	AIMS/主备自动化
2	跑道/扇区	电子进程单/自动化
3	流量控制限制	CDM/SIPDS/NTFM
4	航空器航迹	主备自动化/ADS-B/场监数融系统

（3）数据孤岛、缺乏统一的数据标准，信息资源共享困难

应用系统间信息流转采用点对点方式，导致拓扑和数据流转关系复杂。

信息共享成本高，部分系统数据集成还需要额外给厂家付费。

各系统的数据接口都由各厂家制定，不同数据源的信息缺乏规范而导致空管信息资源共享困难，新资源难以整合。

部分系统之间数据未打通。

（4）大量业务数据未存储

大量实时数据未存储或有存储时间限制，如自动化数据、CDM 数据。

（5）多系统手工重复录入相同信息

电子进程单和 DCL 系统重复录入 SSR 码。

电子进程单和自动化系统重复录入配置跑道信息。

电子进程单和多点场监融汇系统重复录入配置地图。

ATOM、CDM、SIPDS 系统重复录入流控信息。

通航服务、自动化和 SIPDS 系统多次录入重复通航计划。

针对以上痛点，我局针对性的开展了数据治理项目。项目从我局的发展战略和业务诉求出发，基于云计算和大数据技术完成对管制、流量、通导、气象等业务数据的治理工作，编制数据标准和数据资产目录，完成数据解析和清洗等一系列工作，将为我局的生产运行数据平台提供数据支撑。

二、实践路径

实施过程分为数据治理工作、完善组织保障和强化制度流程两个方面。

2.1 数据治理工作

2020 年 6 月至 2021 年 9 月，西北空管局基于西北空管局数据实验云平台（以下简称云平台）开展“西北空管局数据治理”项目。项目主要内容有：

以 ICAO、FAA、欧控、空管行业标准及我局数字化转型咨询规划项目的成果和最佳实践经验为基础，针对业务需求，制定一套数据治理的技术架构和实施方案。

数据治理项目完成数据集成（包含源系统数据解析）、数据平台、数据管理、数据服务、规章制度和组织流程五大模块的设计和实施。

赋能我局使用云计算和大数据的技术工具进行数据开发和数据管理。

为我局制定有关数据治理的规章制度、组织流程、标准体系。

按照《西北空管局数据治理测试和验收方案》完成测试与验证工作。

经过努力，我局基于云计算和大数据技术的数据治理工作实现了从无到有的突破，具体的工作成果包括以下方面。

（1）数据标准

我局对管制、流量、通导和气象等专业数据建立数据标准，共五层：L1 层包含管制、流量、气象 3 个主题域分组；L2 层包含区域、进近、塔台、流量等 8 个主题域；L3 层包含航班进程单等 46 个业务对象；L4 层包括航班进程信息等 114 个逻辑数据实体；L5 层包括航班号等 2053 个数据项。我局将所有数据项分为四级安全等级：严格保密级、保密级、内部级、公开级。

（2）数据模型和脚本作业

我局根据需求方案设计数据模型，开发逻辑运算和抽取数据脚本。我局数据治理既满足实时场景，也满足 T+1 场景。设计了 203 个事务型数据库模型和 53 个分析型数据库模型。其中：分析型数据库分为四层共设计了 372 张表、202 个数据抽取作业和 154 个数据迁移作业。

（3）数据质量

通过不断研究和提升数据质量，确定各路数据的可用性。首先，从字段质量入手，针对空值、数据类型、约束条件等内容，编写 9 个质量检查作业。然后，从数据延迟入手，统计每张表中业务时间到解析时间的延迟和解析时间到入库时间的延迟。其次，通过对比数据库和源系统的前端显示，分析数据库中数据的准确性，从源系统的角度检查数据质量。再次，从用户体验的角度进一步检查数据质量。最后，针对异常情况下数据未入库的情况，人工收集源系统的原始数据日志或数据库历史表，并将其保存在对象数据存储中。

（4）数据服务

数据服务是数据治理的成果体现和试金石。目前，我局可通过消息队列和三种类型的数据库对外提供服务，其中：消息队列提供解析过的源系统数据，延时约 20 毫秒；PG 数据库提供事务型模型的数据，延时 1 秒内；DWS 数据库提供分析型模型的数据，通常从日周月年的维度进行分析；对象存储提供源系统的原始数据，为恢复 PG 和 DWS 数据库和分析数据质量提供支撑。

目前，已对外提供71个API接口和425个指标项，主要支撑智慧塔台、放行时隙优化、DLV可视化大屏等上层应用，并通过迭代开发不断优化指标算法。其中，跑道就近起飞率、塔台进出港航班各状态间的平均用时、进离场航班连续爬升和下降率、疫区航班动态计划等一批指标具有一定创新性。

（5）管理和运维

经过探索和研究，已逐步建立一套适合空管安全生产的数据管理办法，明确管理原则、各部门职责和工作流程，为数据管理工作的逐步落地实施探索一条可行道路。另外，不断优化针对数据业务的日常运维工作，例如数据分级管理、数据安全管理、数据补录管理、数据质量监控、数据库性能监控、作业脚本执行监控、技术变更管理等。针对几次数据库发生的故障深挖根源，举一反三，制定技术和管理方面的整改方案，立行立改，成效显著。

2.2 完善组织保障和强化制度流程

通过数据治理项目，我局完成十六路生产运行系统的数据治理工作，2021年我局下发了《民航西北空管局数据管理办法》。制定该管理办法是为了规范我局数据资产的管理，确保数据资产能够满足我局业务持续发展的需要，明确数据资产在接、存、算、管、用各环节的工作内容、业务流程和管理权限。西北空管局数据管理委员会（以下简称数委会）在全局范围内负责编制和修订数据标准，提高数据质量，提供数据服务，确保数据安全，顶层设计数据管理体系。西北空管局网络中心（以下简称网络中心）负责数委会具体的日常工作,并协助其它单位开展数据应用的相关工作。

民航西北空管局数据管理办法主要从总体方针、数据标准管理和数据服务管理三方面进行描述。

（1）数据管理工作的总体方针

以数据价值和数据安全为核心，推动数据管理工作的体系建设。

以提供可信数据为目的，为业务应用提供可靠的数据基础。

以不断提升高效和可靠的数据服务能力为目标,支撑全局业务活动的发展和创新。

（2）数据标准管理

数委会负责组织编制和评审数据标准，并通过 OA 邮箱实时发布最新的数据标准至各单位；网络中心负责数据标准的日常修订工作；机关业务部门负责数据标准的推广和使用监督工作。

各单位在新建设项目或对原有系统升级改造之前，应按照数字化转型项目建设责任矩阵的相关要求填报数据需求，由网络中心给出数字化建议，符合要求后方可实施。

（3）数据服务管理

数据服务的基本原则：

避免点对点的数据连接。

设计数据服务全生命周期各环节的管理措施。

不同场景选择适合的数据资产目录和技术方案。

提高数据服务的可复用性，减少重复建设。

优先开发高价值的服务。

数据服务的框架：

网络中心受西北空管局数委会委托统一管理数据资产，协助其它单位开展数据应用的相关工作。网络中心按照《西北空管局数据标准》提供数据服务，根据需要数据的不同保密等级提供差异性服务，遵循最小特权和最小泄漏原则。数据保密等级的具体划分，遵循《西北空管局数据管理办法》中相关规定。

数据服务工作包括数据服务识别与定义、数据服务设计与实现、数据服务运营等。数据服务形式有消息队列数据流、API 数据接口、数据库访问、数据报表、静态数据文档等。

数据服务的开发流程：

根据《西北空管局数据管理办法》，数据服务开发分为确定数据与技术需求、设计数据服务、发布数据服务四个阶段，如图 1 所示。

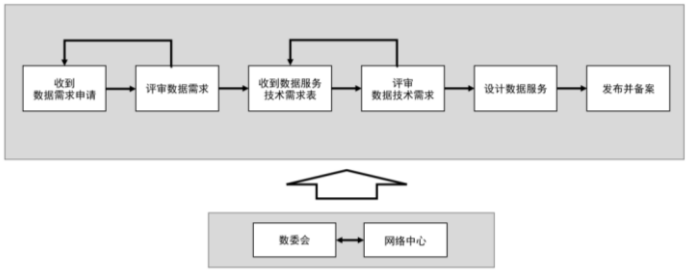


图 1：数据服务开发流程

数据分析服务：

我局可提供多种类型的数据分析服务，包括数据报表和数据报告，其流程可细分为数据分析需求、确定数据分析参数及逻辑、数据分析设计、发布分析结果四个阶段，如图 2 所示。

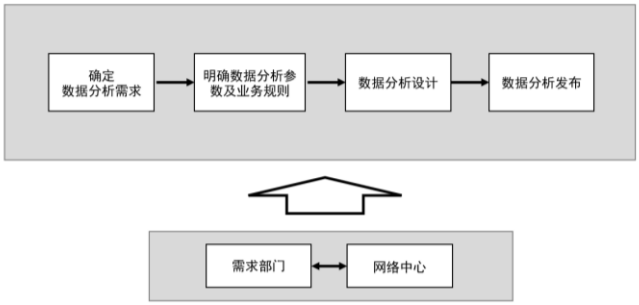


图 2：数据分析服务流程

数据服务运营：

数据服务运营包括数据服务的变更管理与下架管理。

2022 年 5 月，我局正式成立西北空管局智慧空管建设领导小组，其承担上述数委会关于数据质量管理的相关职能。针对数据治理工作，网络中心近年编制了多部管理规范和技术规定，主要包括《西北空管局业务系统 API 管理规范》、《西北空管局业务应用微服务规范》、《网络中心指标运算管理规定》、《网络中心数据治理框架和管理规范》等。

三、应用效果

根据《关于明确生产数据管理和数字化转型项目建设相关事宜的通知》（民航西北空局发明电〔2020〕493 号）和《关于印发<民航西北空管局数据管理办法>的通知》（民航西北空局发〔2021〕81 号）的要求，我局紧密围绕数字化转型工作在数据治理方面投入大量精力，探索一系列行之有效的方法并取得一定成效，现将数据资产、数据质量、数据开发、数据服务方面的工作描述如下。

3.1 数据资产工作

（1）数据标准、数据资产目录相关工作

2020 年，我局编制并发布了《西北空管局数据标准》和《西北空管局数据资产目录》。2021 年，我局作为核心组成员参与编制《民航空管生产数据资

产目录》和《民航空管信息交换模型》(均已正式发布)，并分享经验使数据标准更贴近安全生产的实际情况。同时，完成《西北空管局数据资产目录》和《民航空管生产数据资产目录》的数据项映射工作。

（2）数据引接

目前已为云平台引接 INDRA 自动化综合航迹、AIRNET 自动化综合航迹、AIRNET 飞行计划和基础数据等十六路空管业务系统的数据。同时，为支撑智慧塔台项目建设，已对接厂家引接数字放行系统（DCL）和综显系统（SIPDS）数据。此外，为支持防疫工作，完成云平台引接人脸识别门禁系统数据的工作。

（3）数据存储

为避免数据资产流失，达到长期保存生产运行数据的目的，云平台利用数据库对数据进行结构化和非结构化存储：PG 关系型数据库共存储 214GB，DWS 数据仓库共存储 7.9TB，对象存储共存储 12TB。

（4）数据资产优化

为持续优化西北空管局生产运行数据资产，确保其规范化、标准化和合理化，多次升级更新原始数据的解析、入库程序。在数据治理过程中，为优化数据库“脏页”的碎片空间，发现数据仓库因个别数据表存在数据倾斜的问题，并已完成对数据仓库的修复工作。

3.2 数据质量工作

数据质量工作主要包括实时监控、质量分析和延时分析，我局数据质量总体稳定和可控。

（1）实时监控

云平台对引接的各路生产运行系统的消息队列进行实时监控，主要发现自动化系统综合航迹存在中断、数据缺失和延时等问题。我局网络中心将质量问题进行统计，建立清单并联系责任单位跟踪整改。

（2）质量分析和延时分析

为进一步分析数据质量，云平台按照数据质量的六个维度，设计、开发另了质量分析作业和延时分析作业。此外，通过对数据质量作业的研究和代码优化，质量作业的执行时间减少为原来的 1/3。通过每天定时运行数据质量作

业，定位并解决数据存在的问题。

3.3 数据开发工作

我局以生产业务为导向，聚焦“难点”和“断点”，利用云平台提供的算力和数据，在自主研发方面开展以下几项工作。

（1）推进科技项目《用于大数据分析的飞行计划全周期管理的唯一标识》。

我局自主设计飞行计划的唯一标识 UFI 与红船模型，用于大数据分析。UFI 由航班号、预计起飞机场、预计降落机场、预计执行日期四个业务字段通过编码产生。目前针对 AIMS、电子进程单、自动化、CDM 等九套生产系统，当其输出数据接入私有云进行解析和存储时，将按上述四个业务字段各自独立的计算和校正 UFI。一个 UFI 代表一个具体的航班起降架次。

（2）推进实验项目《空管语音语义分析的测试与验证》

该项目部署在云平台的虚拟服务器上，可对外提供客户端与 API 接口的访问方式，支持实时分析与离线分析。该项目构建语音识别与语义识别算法模型，利用大量的人工语料，进行标注、训练和修正。经测试，项目的识别准确率已达到 98%，未来可应用于安全事故调查、管制指令纠错、管制安全防护、管制员模拟训练和通话能力测试等场景。

（3）推进科技项目《西北地区禁航对西安离场航班影响的放行提示系统研究》

项目采用 Java 后台和.NET 前台的灵活架构，实现“机器”替代“人工”进行禁航信息的提取和比对，禁航信息命中动态航班，并将禁航航班与智慧塔台航班放行时间轴相关，完成对运行一线的智能化改造。

3.4 数据服务工作

我局提供多种形式的数据服务，涵盖数据报表、数据融合、支撑项目建设等领域，为我局基于数据的运营打下坚实基础。

（1）数据报表

我局已发布了《西北空管局航班流量统计周报表》、《西北空管局飞行计划统

计周报表》、《西北空管局扇区工作量统计表》等报表服务，为西北空管局各业务部门与生产运行单位的运行决策提供了数据支撑。

（2）数据融合

多表融合飞行计划：

为解决AIMS系统中部分飞行计划数据不准确的问题，将AIMS与自动化飞行计划、EFS、CDM、ACDM、AFTN的实时数据进行数据处理和融合，对外提供唯一准确的飞行计划服务。

融合综合航迹：

为解决单一自动化系统综合航迹数据偶发丢失的问题，将主用和备用自动化系统的综合航迹进行数据处理和融合，对外提供唯一准确的综合航迹服务。

（3）支撑项目建设

新基建项目（云平台提供数据和软硬件资源）：

目前，云平台已在支撑民航西北空管局航班协同运行系统、智慧塔台系统、GPS干扰监控等安全生产系统的项目开发和建设；支撑科技项目“西北地区禁航对西安离场航班影响的放行提示系统研究”的开发和运用；保障“放行时隙优化系统”的稳定运行。

传统项目（云平台提供数据资源）：

目前，云平台已在支撑全国流量管理系统（NTFM）和西北空管局地面航班延误程序（GDP）项目的开发和建设；支撑咸阳机场运管委的科技项目“大型机场航空器地面滑行管制与优化研究”项目的开发和运用。

四、洞察启示

为满足我局安全生产对海量可信数据的需求，尝试为空管运行决策提供数据支撑，用数据驱动组织运转，我局的数据治理还有很多工作要做。按照我局三步走的规划，目前已基本完成“数字化转型”，正在实施“数据业务化”和“业务智能化”。经过总结得出以下四点思考。

（1）数据治理工作要遵守民航局和民航空管局的规划路径和技术路线

一方面，我局正在推进的生产运行数据平台项目和咸阳机场三期的数据中心等项目在项目定位和技术架构方面，要符合到《中国民航智慧民航建设路线

图》、《中国民用航空局空中交通管理局民航空管云数据中心专项发展规划（2021-2030 年）》和《“十四五”民用航空发展规划》等文件的要求，上接民航空管局 17125 总体规划中的总数据中心，下接甘宁青三分局分数据中心。

（2）数据治理要取得切实成效，必须顶层规划，主动打破壁垒

以往空管各业务链条多是垂直管理，而数据治理工作要在数据的层面拉通各业务就势必要进入各业务领域。数据治理的背后是业务体系和管理模式的再造，通过数据治理能解决很多空管系统的顽疾。目前，我局在上级的大力支持下，以网络中心为抓手，统筹开展数字化转型的相关工作。

（3）推进数据管理工作制度化

开拓思路和提高站位，深入学习国家和民航的相关政策，对标互联网信息行业的最佳实践成果，尽快落实《西北空管局关于明确生产数据管理和数字化转型项目建设相关事宜的通知》中的具体要求，厘清各方面关系，培养人才队伍，让数据管理工作有规可循，形成制度化。

（4）不断提高技术能力，支撑项目落地

云大物智移技术相比空管通导技术，一方面更新非常快，另一方面国内外技术差距很小，可借鉴的案例多是跨行业的案例。在先进技术的基础上，用数据支撑我局建设项目，为生产运行数据平台、西北航班放行系统、智慧塔台、智慧园区以及传统通导建设项目提供数据标准、交互规范、数据服务等方面的支撑。

新疆民航气象数据管理应用平台

单位/部门：民航新疆空管局

主要人员：杨乐、朱国栋、陈阳权、杜安妮、安志强

一、背景和痛点

近年来，复杂天气对航班正常率的影响越来越大，对民航气象的预报准确率提出了更高要求，为特定机场及航路提供精准的预报结论不仅需要数据库提供实时、准确的探测数据，还需高效处理海量历史数据做支撑。随着气象探测技术、民航数值预报技术面向自动化方向的发展，所产生的数据呈现出体积庞大且种类繁杂的特点。按照《中国民用航空气象工作规则(CCAR-117-R2)》、《民用航空气象资料管理办法(AP-117-TM-04)》、《民用机场气象观测资料处理系统技术规范(AP-117-2012-04)》等规章、规范和行业标准的要求，空管局气象中心需要对相关气象信息系统、探测设备的历史数据进行存储和管理。

长期以来，新疆航空气象部门的航空气象历史报文主要以光盘、硬盘持久化等方式进行存储，用户需要时需要在光盘或磁盘上进行拷贝、读取和解析，这种方式极不方便，用户体验也较差，难以满足用户对航空气象历史报文数据的需求。本平台就是在这种亟待解决的问题基础上研发的，结合现有民航气象业务的特点，基于 RAID 底层虚拟化技术将在存储系统中同时搭建 MySQL 数据库和文件存储模块，实现气象数据存储系统具有更高的存储空间利用率、更快的数据重构索引速度和更精准的数据质量控制，为海量气象数据长时间序列的统计、存储和管理提供解决方法。在此基础上，本平台设计实现了航空气象数据检索、航空产品及重要日数统计、重要天气案例提取、给定时段历年重要天气信息查询、给定日期重要天气要素统计分析等功能，以统一便捷的方式为用户提供数据提取和统计支持服务，可大大改善用户对历史报文数据的使用效果。为用户提供便捷有效的数据提取及统计分析平台，为报表制作、天气研究提供了可靠的数据支撑。

二、实践路径

2.1 存储系统架构搭建

结合民航气象数据库设计（图 1），整体架构组网时划分 6 个安全区域，由于民航气象信息资料源于多个相互隔离的业务网络，为保证数据接入的安全性，在区域边界通过防火墙策略实现在不同业务网络间的隔离机制。存储架构中分为接入区、数据录入区、本场数据交换区、资料处理区、核心业务区及用户管理区。

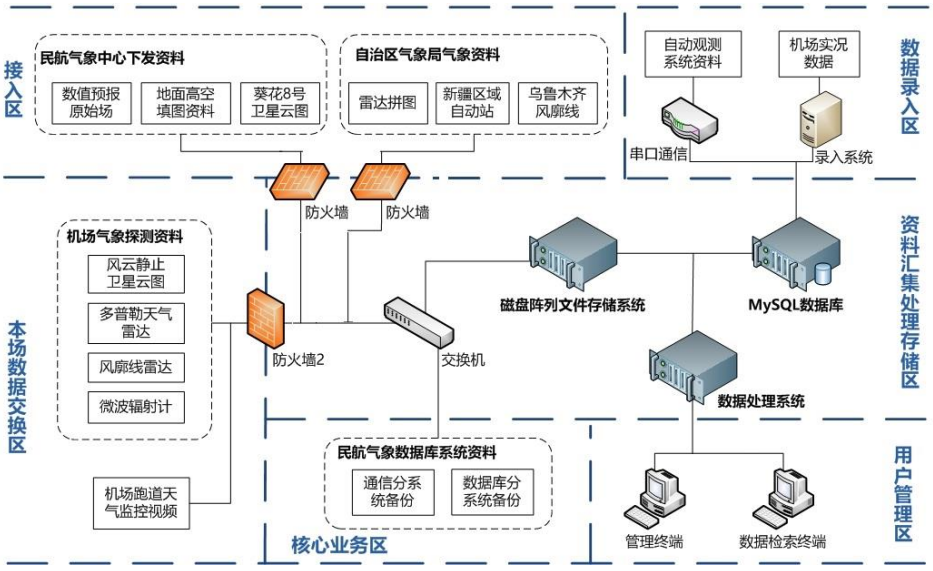


图 1：民航气象资料存储架构图

（1）接入区 由民航气象中心下发的数值预报原始场资料、地面高空填图站点资料、葵花 8 号卫星云图和自治区气象局获取相关资料，通过防火墙 1 将数据单向传送至文件存储系统，即完成气象数据的文件存储功能。

（2）数据录入区 本场自动观测资料通过串口通信方式获取、机场实况数据要素值通过录入系统进行质量控制后存储在 MySQL 数据库中。

（3）本场数据交换区 本场风云静止卫星云图、风廓线雷达图、微波辐射计数据、多普勒天气雷达图以及机场跑道天气监控视频通过防火墙 2 传输至文件存储系统。

（4）民航气象内网数据库区 采集内部核心气象数据库通信分系统、数据库分系统的报文、图形产品进行格式转换对接数据接口，具有易读取性和易维护性的特点。

（5）用户管理区 用户按照不同权限进行系统访问，实现气象数据浏览、历史资料统计、数据维护和数据处理等功能。

（6）资料汇集处理存储区 作为本文整体网络架构的核心区域，承载将汇集各类资料的分类存储，并完成对收集到的海量气象数据的分析、处理等功能。

2.2 气象数据收集存储程序设计

航空气象数据种类繁多，有文本数据、二进制格点数据、图片数据等。主要包括了航空气象报文类、自动观测要素类、MICAPS 数据类、GRIB 格点数据类、云图及雷达图等图片类、航空气象产品类、航空器空中报告类等，这些类型的数据具有不同的格式、要素、大小、存储方式以及使用方式。

表 1：民航气象资料统计

序号	数据名称	数据来源	获取方式	存储方式	日数据量
1	乌鲁木齐机场实况数据	观测记录本	手动录入	数据库	0.1GB
2	通信分系统备份	数据光盘	光驱	文件存储	0.5GB
3	数据库分系统备份	数据光盘	光驱	文件存储	0.6GB
4	风云静止卫星云图	CMAcast 系统	FTP 服务	文件存储	0.4GB
5	葵花 8 号卫星云图	民航气象中心	FTP 服务	文件存储	0.2GB
6	多普勒天气雷达	多普勒雷达	FTP 服务	文件存储	1GB
7	风廓线雷达	风廓型雷达	FTP 服务	文件存储	0.1GB
8	自动观测系统	AWOS 系统	串口	文件存储	0.3GB
9	微波辐射计	微波辐射计系统	FTP 服务	文件存储	0.3GB
10	雷达拼图	自治区气象局	FTP 服务	文件存储	0.2GB
11	地面高空填图	民航气象中心	FTP 服务	文件存储	0.1GB
12	新疆区域自动站	自治区气象局	FTP 服务	文件存储	0.1GB
13	乌鲁木齐风廓线	自治区气象局	FTP 服务	文件存储	0.1GB
14	EC 细网格数值预报	自治区气象局	FTP 服务	文件存储	4GB
15	机场视频监控	视频会议系统	视频流	文件存储	30GB

如表 1 所示，根据本系统中所存储气象数据资料特点，采用三种不同方式相结合的存储设计，具体如下：

（1）数据库及报文入库设计

报文数据库采用数据库的结构化存储，用于更新频率高的数据存储和组织，用于图形、格点文件等数据存储，数据接口兼容 MICAPS 系统。

本平台的报文入库服务通过实时从民航气象实时数据库中检索近 3 天的报文数据，若报文数据在本数据库中不存在，则按入库规则插入到历史数据库中供机场重要天气分析平台。具体数据入库业务流程如下图所示。

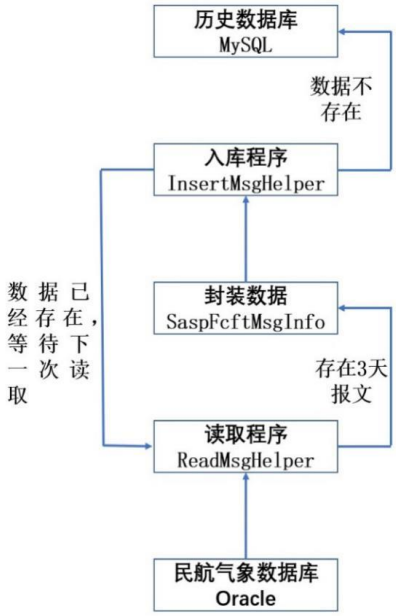


图 2：历史报文库入库流程

由上图的历史报文库流程可见，通过不断轮询民航气象数据库，每次读取该数据库中 3 天的报文数据，读取后进行数据校验，若已经入库则不做处理，等待下一次运行，若未入库则将数据按设计的方案入到历史数据库中。

（2）文件存储设计

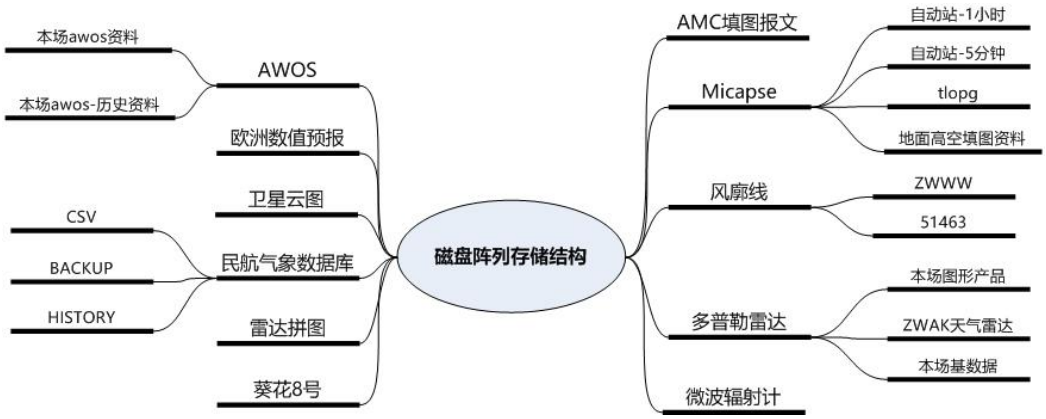


图 3：文件存储目录树结构

如图 3 所示，基于文件系统的数据存储底层存储系统采用高速读写磁盘阵列，利用磁盘阵列的冗余性提高数据的存储可靠度。利用脚本获取不同文件所属目录、筛选所需备份物理量、在磁盘阵列中生成文件备份路径定时拷贝文件资料。

由于航空气象数据量大，种类多，格式不一的特点，在设计平台对非结构化数据和大文件采用文件磁盘存储，对结构化数据则采用数据库存储。

磁盘存储中主要存储自观文本数据、MICAPS 数据、GRIB 格点数据、卫星雷

达数据、航空气象产品数据等，这些数据均以文件形式存储。在设计存储时，按资料类型建立文件存储文件夹，并根据资料文件时间，分别建立年、年月文件夹存储数据。在进行资料分类归档时，将部分文件数据时间特征不明显的文件名按时间进行重新命名。通过这种方式构建文件磁盘存储数据池，按年、月分类后可大大提高数据检索的效率。由于部分历史数据数据格式不一致，因此将这类数据进行单独的处理，以便平台进行统一检索。在实际业务运行中，采用多进程对数据进行归档，提高归档的效率，具体流程如图所示。

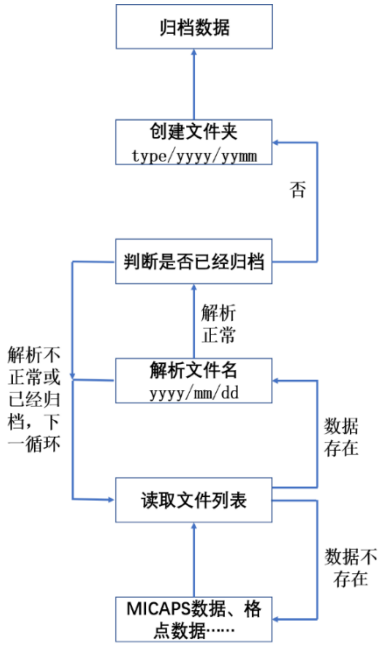


图 4：文件资料归档流程示意图

（3）民航气象数据库备份程序设计

通过读取气象数据库筛选所需数据，用动态拼接 SQL 语句，实现本场数据库类表 CSV 格式的转存。转存为的 CSV 格式文件每条记录由字段组成，可用文本工具查阅，避免了传统备份方式的气象报文需反演至数据库才可查看的繁琐。使用 CSV 格式将全国机场实况报文 CSV 格式存储程序，每日生成 243 个机场实况要素表进行备份，并将新疆辖区气象数据库中的报文每天生成指定四张表格，为用户查看程序设置统一 API 接口，方便实时查看气象报文数据。具体如表 2 所示：

表 2：民航气象数据库备份文件

序号	表名	说明
1	RPT01_CAC_YYYYMMDD.dat	民航报报文
2	ELE01_SASP_YYYYMMDD.dat	日常航空报告 SA、SP 要素
3	ELE01_AIREP_YYYYMMDD.dat	航空器空中要素报告

4	BULL01_ALL_YYYYMMDD.dat	民航报总表，包含民航报及填图报文

2.3 数据检索显示功能设计

平台采用全 B/S 架构，实现的功能主要包括实况要素查询和统计分析、自观数据查询、卫星雷达数据查询、自动站数据查询、MICAPS 数据查询、模式要素查询、格点数据查询、风廓线资料查询、航空气象产品查询、航空器空中报告查询等。通过数据查询，提供数据展示、要素分解、打包下载、图形动画制作、要素曲线绘制、数据基本统计分析等功能，尽可能满足用户对数据的需求，平台整体架构如下图所示。

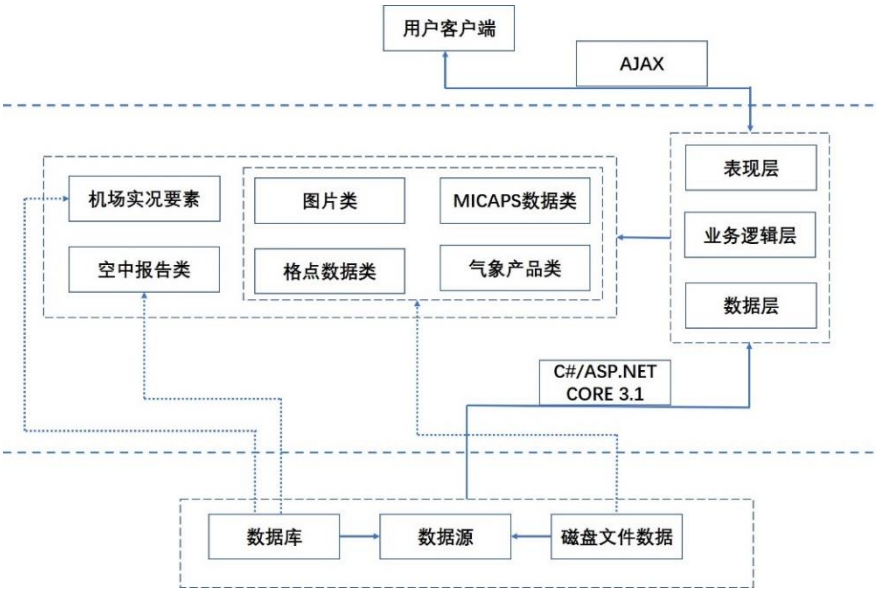


图 5：数据检索整体构架

从图可见，采用三层架构模式，将表现层、业务逻辑层、数据层分开，业务逻辑层主要与数据层和表现层通信，负责将数据层数据封装为表现层所需要的数据结构，当表现层需要数据时，从业务逻辑层中获取到数据；数据层则封装与数据池或数据库数据读取相关的功能，与业务逻辑层通过对象模型交换传递数据；表现层则进行业务数据展示，与客户端的交互采用 AJAX 技术，当用户需要某类数据时，向业务逻辑层发起请求，业务逻辑通过数据层获取数据并处理后进行反馈。本平台表现层中的机场实况要素及空中报告类的数据源为数据库，其它类型的数据数据源均为文件数据池。通过上述架构，对具体功能进行研发，实现基于两个数据源的数据统计和检索平台。

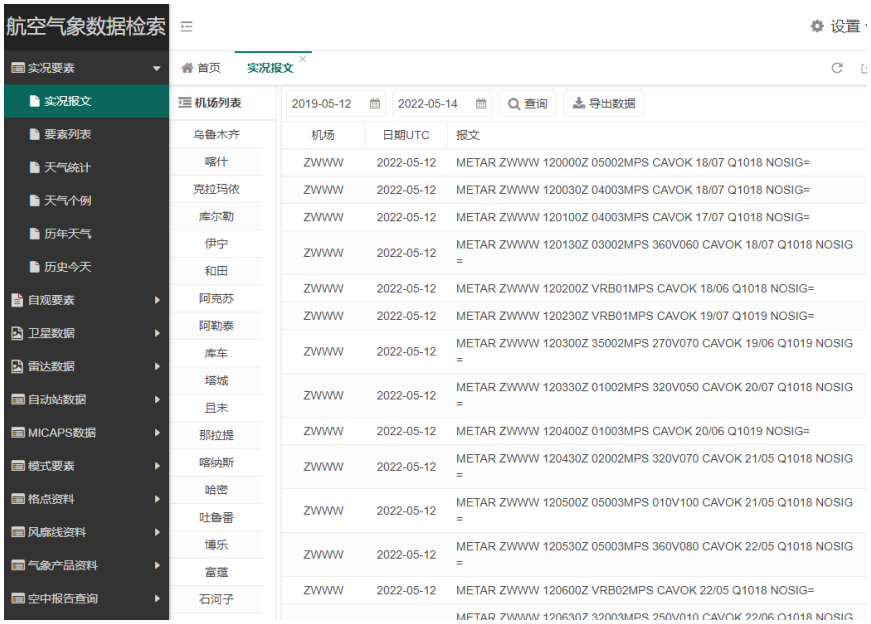


图 6：平台首页信息展示

（1）报文类资料查询显示

实况要素模块主要包括对报文类数据的应用，包括实况报文检索、实况报文要素解析、基于实况报文的重要天气统计分析和下载、基于报文统计分析的历史上当日要素统计、给定时段获取该时段历史上的重要天气等。

实况报文检索即通过给定时间和机场从数据库中检索出实况报文进行显示，若用户需要对报文进行解析时，则应用程序可对报文按标准进行解析，将报文要素解析为风、能见度、天气现象、云、温度、气压、湿度等气象要素进行展示和下载。无论是报文检索展示和要素解析展示，都会对大风、低能见度、低云、高温、对飞行有影响的重要天气现象进行着色显示。重要天气统计分析是根据可根据用户输入的气象要素阈值，根据解析的风、能见度、天气现象、云、气温等进行统计分析，将达到阈值的数据提取出来作为天气个例，并按持续时间给出天气案例的时段，用户可将统计结果下载到本地。若给定时段，则只统计历年该时段的重要天气进行展示。历史当天要素统计则只检索给定日期，检索该日的要素数据，并统计分析要素的最高、最低、平均值等，以图表方式向用户进行展示。

（2）自动观测要素类

自观数据是机场最重要的数据之一，无论是实时应用还是案例分析时均需要用到该数据，但该数据若直接从文件中获取并不容易，因此本平台中对自观数据的文件进行解析，用户可以通过选定时间提取到规整的要素数据，并可导出为 csv 格式。对自观要素中达到大风、低能见度、高温阈值的要素数据，平台给出

着色展示。除了要素数据检索外，平台还提供了自观要素的文件列表检索和数据预览，有需要的用户可以按需下载自观要素的文件。

（3）MICAPS 数据类

MICAPS 数据类包括了高空地面实况数据、EC 全球预报、自动站数据、模式要素数据等，这些数据应用场景不一，用户对数据的需求也不一致。高空、地面实况数据及 EC 全球预报数据，用户往往需要在 MICAPS 中进行显示应用，在此平台中提供了要素、层次的分类打包下载，自动站数据用户不仅需要在 MICAPS 中进行数据查看，还需要获取该数据的各个要素时间列表，因而需要对数据进行解析，将数据要素按时间排序，以列表方式进行展示，并提供解析要素下载，模式要素数据则用户只需要对该数据的要素列表进行展示和下载即可。因此对 MICAPS 数据类，平台提供了 MICAPS 数据、自动站数据、模式数据等三个模块分别实现功能。

（4）图片类、气象产品类、格点数据类

本平台中图片类数据检索主要包括了卫星数据、雷达数据、雷达拼图数据。可按时段进行数据分类文件检索，提供数据打包下载、动画制作、图片预览。气象产品类主要包括各类预警、通报、周报等，这类数据与图片类一样可按时段分类检索、打包下载、文件预览等。格点数据类只提供数据检索和打包下载功能。

（5）航空器空中报告类

航空器空中报告是从数据库中读取数据航空器空中报告内容进行展示，可分类检索和展示积冰、颠簸、风切变、雷暴、其它、8.4 海里颠簸等报告数据，同时对不同类型的空中报告份数进行统计。用户可根据需要检索和统计数据，并下载为 csv 格式数据。

（6）观测年、月总簿统计功能

按照《民用航空气象地面观测规范》行业规范标准，统计该月每日 24 小时场面气压、修正海压、气温、相对湿度、露点温度、总云量、云况、主导能见度、跑道视程、天气现象和能见度演变、风向风速的变化，形成观测月总簿。

调用数据库系统数据形成观测月总簿，统计该月每日 24 小时场面气压、修正海压、气温、相对湿度、露点温度、总云量、云况、主导能见度、跑道视程、天气现象和能见度演变、风向风速的变化。

（7）气候志报表统计功能。

按照行业规范标准，将气候志中所需统计的 26 张特定表格为预先设定条件值生成，其中包括机场气候总表、机场气象要素极值表、机场累年各月能见度低于规定值的不同持续时间的出现次数、机场累年各月各级能见度出现日数、机场累年各月各因素引起能见度小于 1000m 日数、机场累年各月天气现象的日数等。结合气候志中内容编写需要，输出配套的辅助表格近 80 张。

（8）历史跑道视频监控数据的存储和查看功能

通过网络存储和视频摄像头网络传输协议，录制跑道天气监控 H.264 图像格式文件。采用时间轴模式，将跑道历史监控画面按时间格式进行文件格式存储，可查看指定时间的视频画面，如下图所示：



图 7：跑道视频监控存储界面

三、应用效果

平台解决了海量气象数据稳定存储的难题，对日益增长的民航气象数据研究具有重要理论和实用价值。具体应用如下：

（1）实现了对实时基础气象数据的存储、民航气象信息光盘数据的反演存储、探测设备、数值预报及 9201 数据收集功能、使用户可方便地进行气象历史资料管理。

（2）实现了自动导出观测年、月总簿，并可自动统计气候志报表功能，节约了每次统计过程里大量的工作量，避免了人工统计中可能出现的错误。

（3）用户可自定义进行气候数据统计和导出，对天气复盘、研究历史气象资

料提供方便快捷的途径，对改进天气预报方法及提高预报准确率起到积极作用。

（4）平台中的跑道视频监控已引接至 OA 用户，将乌鲁木齐机场跑道东侧、中间、西侧及 T1 塔台 360°旋转视频信通过 OA 网络查看。

（5）对各类气象类项目开发提供稳定的后台数据支撑。本项目作为一套基础类气象数据存储平台，采用通用的数据存储规范，具有较开放的数据使用接口，已成为各类气象资料的开发的底层数据来源。

（6）通过系统移植，可用于自动化航迹数据存储、飞行报告文件存储等多种数据存储。为信息融合显示打下基础，目前各类气象类资料展示系统较繁杂，对于管制等用户的使用较为繁琐和不便，以本项目网络为底层，为各类系统提供安全性融合渠道。

四、洞察启示

以航空气象报文为基础开发了一套基础类数据存储平台，平台涵盖多种数据类型的存储，集合了空管气象所能获取的数据和产品资料，包括自动观测数据、天气雷达产品、航空气象报文、卫星云图、天气图等以及民航气象数据库系统的其他资料等。通过构建航空气象数据历史数据库，构建了一套机场重要天气统计分析平台，该平台实现了航空气象数据检索、航空产品及重要日数统计、重要天气案例提取、给定时段历年重要天气信息查询、给定日期重要天气要素统计分析等功能，为用户提供了便捷有效的数据提取及统计分析平台，为用户报表制作、天气研究提供了可靠的数据支撑。

目前本平台每日处理的资料量 40GB 左右，未来随着新的探测设备资料的加入、与更多中小机场的互联互通，以及与地方气象战略合作的落地，资料量将越来越大，本平台的存储方式灵活，对于存储各类新型资料都具有良好的可扩展性，为航空公司、机场部门等用户提供了可靠的气象数据，提高了航空气象用户的工作效率，对于空管局及其他单位具有良好推广借鉴作用。可推广至全国各民航地区气象中心及空管站使用。本项目中采用的数据存储模式均符合《民用航空行业标准》，并增加新型数据类型的存储及查看模式，建设成本低，可移植性好；可推广至航空公司、机场集团、军航等用户使用。平台设有用户的个性化资料查询功能，可根据不同用户单位的需求进行使用。

旅客数据对外提供治理实践案例

单位/部门：中国民航信息集团有限公司/安全生产与质量管理部

主要人员：葛京、李新林、贾琦婧、白鑫源、刘子芃

一、背景和痛点

1.1 背景

中国民航信息集团有限公司（以下简称“中国航信”）作为唯一以IT信息服务为主业的央企集团，在信息化建设领域有着多年耕耘积累，已经开始了全面数字化转型的探索实践：一是主要生产经营环节和重要管理流程已基本实现了信息化覆盖，部分核心领域正向着更加敏捷、高效、智能的数字化形态探索演进。二是全面落实民航十四五规划和智慧民航建设路线图，通过打造相关产品，全力赋能民航业深入开展数字化转型，并探索向非民航行业企业输出数字化能力。三是坚持以科技创新为发展第一动力，建设数字新型基础设施、推进数字技术平台建设、强化网络安全保障、大力解决“卡脖子”难题，为数字经济发展打下了坚实基础。四是持续夯实数据基础，提升数据治理水平，推进数据共享机制，开展数据价值挖掘，在数字产业化方面开展了大量探索工作。

作为航空信息数据的汇总者，中国航信主要为航空公司、机场、旅行社、代理商提供航班控制、机票分销、运价服务、值机配载、结算清算等信息服务。数据来源主要分为两部分：一是**商业服务**，目的是确保需要乘机的旅客能够正常出行，其数据来源于旅客和航空公司，服务对象是航空公司及其地面服务代理人（机场）、销售代理；二是**非商业服务**，目的是确保不允许乘机的人不能正常出行，其数据来源是高法、高检、公安部、疫情防控等政府机构，服务对象是政府机构。截至2021年，中国航信系统处理的数据已涵盖航班和库存数据、旅客订单数据、电子客票数据等约八类数据，总数据量达150T，每年滚动变化，年增加约15T。

1.2 痛点

中国航信作为具备对外发布高风险高价值旅客数据能力的中央企业，为了能够及时发现旅客数据对外服务管理流程中不规范的地方，避免数据泄露风险，开

展了旅客数据对外服务专项合规检查并发现存在一些管理问题，具体表现如下：

表 1：问题描述及分类

问题分类	存在问题	问题描述
制度建设标准不高	制度发布前和发布后脱节，未及时并轨	对于 2015 年制定并发布的管理制度之前审批的数据，未要求按该制度重新走审批流程，存在审批依据“双轨制”。
	制度更新不及时	管理规定自发布后长期未修订，不能如实反映现实情况；制度中对日常管理等方面，缺乏及时更新和完善。
数据审批多头管理	既当运动员又当裁判员	旅客数据对外服务审批单位涉及安全主管部门、市场管理部门和业务部门，其中市场管理部门是制度的制定者，同时也参与了旅客数据对外服务的审批。
	管理边界不清晰	业务部门是商务数据管理部门和审批部门，而业务部门之间对数据管理边界也存在部分交叉和重叠的情况，存在同一类数据，多个业务部门都可以审批的情况。
	角色错位	系统中存在个别数据的审批依据来自非管理部门制定的工作流程，而管理流程规定应为市场管理部门和业务部门，存在管理角色错位的问题。
管理过程把关不严	岗位权责不匹配	针对高风险高价值的全市场实时旅客数据，在数据使用审批过程中由普通员工审批占比就超过 60%；公司最重要的旅客数据不是由高级别管理人员审批，而是由级别较低的普通员工审批，存在低职位高权限的管理问题。
	人员调整不及时	当员工离职或调离原部门，未及时更新数据管理过程中人员信息和删除原有管理权限，存在数据审批管理风险。
	超期数据未删除	旅客数据对外提供到期后，技术部门未按管理规定及时删除关停服务，存在数据违规提供情况。
	审批执行不严格	由于中国航信的多数航空公司客户，同时也是中国航信的股东，双方合同都是多年延续性合同。对于这类客户数据审批时未严格按照合同内容执行，存在数据使用申请时内容填写随意，数据审批执行时标准宽松软的情况。

二、实践路径

2.1 数据治理方面的管理与技术实施方案

中国航信在针对上述问题开展深入分析后，形成**“三阶段、十五项措施”**的专项数据治理方案。具体方案措施如下：

第一阶段 立行立改，清理审批人员和有问题的数据

阶段目标：严格账号管理，更换把关不严的审批人员，清理过期数据、制度发布前的数据和离职人员审批的数据；调整审批权限，解决低职高权问题；建立

统一的旅客数据标准（“四类三级”），突出重点，对高价值高风险的全市场旅客数据重点监管；分解任务，“谁审批、谁负责”，责任到部门、到主要负责人，防止整改措施不落实、不落地。

实施措施：

（1）梳理数据管理制度

经制度梳理，中国航信关于对外提供旅客数据的内部制度共四份：公司级制度一份，2015 年 11 月发布的《中国民航信息网络股份有限公司商务数据使用管理规定》，2018 年 4 月修订，由市场管理部门制订和负责执行；部门级制度三份，即基于上述“规定”的要求，业务部门中的各分管部门针对各自管理范围的旅客数据，对外提供数据服务制定并发布了工作流程，均为 2015 年发布，发布后未修订。除了商务协议与合同外，上述四份制度，是治理前中国航信使用旅客数据的主要制度依据。

（2）制定旅客数据分类分级标准（“四类三级”）

经数据梳理统计，为了更好管控旅客数据中的高风险高价值数据，针对治理前没有旅客数据的分级分类标准，中国航信初步建立了统一的旅客数据标准(“四类三级”)，作为中国航信数据治理工作的前提和基础，进一步明确中国航信对于不同等级数据的周期管理应该承担的义务。按照旅客数据泄露后的风险程度、价值高低，将旅客数据分为四类，分类标准如下（以下简称“四类三级”）：

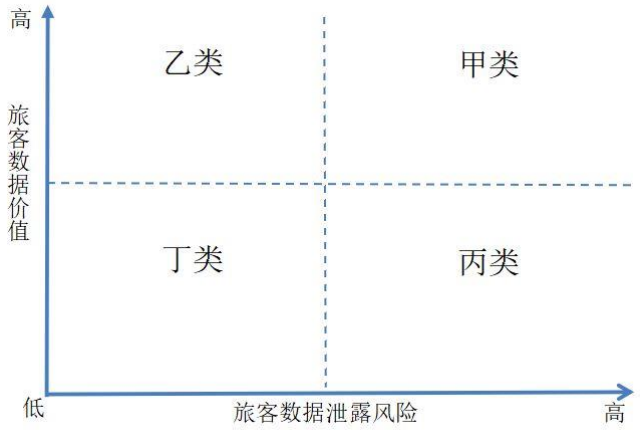


图 1：旅客数据标准

表 2：旅客数据分类说明

类型	风险	价值	分类说明
甲类	高	高	全市场（> 50%），实时推送
乙类	低	高	全市场（> 50%），非实时推送

丙类	高	低	非全市场，实时推送
丁类	低	低	非全市场，非实时推送
备注：1. 数据范围：包含>50%的中国航信 B 系统、C 系统、J 系统任一系统的旅客数据，即认定为全市场数据，数据的市场价值较高。 2. 数据频率：旅客数据变化 5 分钟以内发出，即认定为实时推送，泄露后风险较高；			

对于高风险、高价值的甲类数据，进一步分级，即：

表 3：甲类旅客数据分级说明

类型	级别	风险	分类说明
甲类	3	最高	B/C/J 全部三个市场的全量全市场实时数据
甲类	2	极高	B/C/J 任两个市场的全市场实时数据
甲类	1	高	B/C/J 任一系统的全市场实时数据
备注： B/C/J：中国航信的 B 系统、C 系统、J 系统。			

（3）建立数据资产台账

按照上述“四类三级”的分析模型标准展开进一步梳理，中国航信治理前具备对外发布高风险高价值旅客数据能力的数据库共有七个：一个主库，六个分库（结构为 2+4），即中国航信总部管理的三个（分别归属于技术部门管理的主库（A 库）、业务部门管理的分库（B 库）和（C 库））。

A 库作为主库，是所有数据库的源头，出于安全的要求，采取“技术业务权限分离”的管理方式，有电子化工单记录和信息公示，能够做到可审计、可追溯；技术部门有技术权限，无审批权限；业务部门有审批权限，无技术权限。

（4）排查旅客数据对外提供情况

根据系统统计情况，A 库对外提供的旅客数据一共有 322 条，其中有审批记录的 307 条，因时间久远，系统更替等原因，未能找到审批记录的 15 条。按照“四类三级”分析模型，分析结果如下：

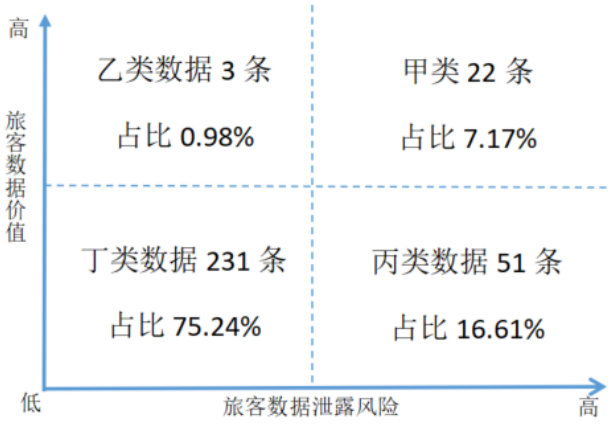


图 2：旅客数据对外提供情况按分类统计

（5）整改不规范审批

经梳理统计，具有 A 库的旅客数据对外提供审批权限的部门涉及市场管理部门、安全管理部门和相关业务部门等，部门审批情况汇总参见下图：

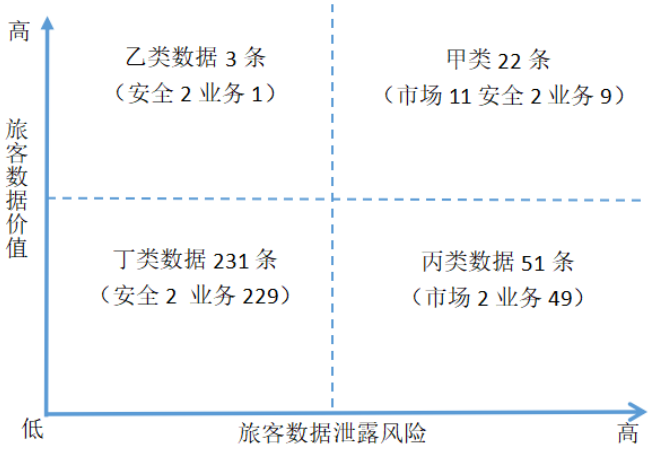


图 3：旅客数据对外提供情况按审批部门统计

具体治理措施如下：

表 4：存在问题及治理措施

存在问题	实施措施
超期数据未删除	删除过期数据
既当运动员又当裁判员	删除系统中市场管理部门人员的审批权限，市场管理部门只负责制度制定和监督，不再负责旅客数据的审批
审批执行不严格	删除违规人员的审批账号审批权限。对违规人员予以公示，两年内不得从事数据产品审批及相关工作
人员调整不及时	对审批人已离职或调离原部门的工单重走审批流程
角色错位	全市场数据（甲类、乙类）的审批只允许公司党委管理干部或同级别人员审批，不得授权低级别人员审批。
制度发布前和发布后脱节，未及时并轨	无人认领的数据申请需求重新审批；制度制定之前的旧数据申请需求重新按照新的管理制度审批

第二阶段 强化管理，全面升级制度体系和标准

阶段目标：以习近平总书记关于网络安全、信息安全系列重要讲话为根本遵循，对照习近平总书记对网络安全、信息安全的总要求，以建设维护国家网络安全、保障数据安全、促进信息技术应用为根本任务的新时代信息安全标准为目标，全面升级现有“1+3”制度体系，提高制度的质量和标准，实现对旅客数据服务的无死角、全覆盖。

实施措施：

（1）全面修订制度

全面修订制度，按照“一库一规定”的原则，分别制定管理审批制度，做到制度全覆盖，无死角，解决制度覆盖度不够的问题。

（2）完善和修订产品目录

根据实际情况，完善和修订产品目录，产品目录应包含详细的数据项说明，与商务协议内容一致，提供情况相符，解决制度更新不及时的问题。

（3）规范数据申请

依据新的产品目录,对所有数据提供重新登记,解决审批执行不严格的问题。

第三阶段 长效机制建立

阶段目标：对于高风险高价值旅客数据库提出了统一分类、统一运维、统一监控、统一审批、统一公示和统一成本分摊的“六统一”要求。完善数据安全管理机制，提升防护能力。建立数据分类标识和分级标准制度，明确各相关业务部门对不同等级数据的管理职责，建立智能化数据授权体系。探索建立数据内部共享应用机制，构建数据标签体系。稳妥推进数据对外提供服务。

实施措施：

（1）数据库实行“六统一”要求

所有甲类数据库，统一运维（由运营管理部门规划专门区域统一存储）、统一监控（由技术部门部署监控软件，对数据库的日志和账号统一监管）、统一审批（数据对外提供，使用统一的系统审批，做到有据可查）、统一公示（在安全系统上实时公示）、成本分摊（由此产生的所有成本，根据各使用单位存储的数据量按比例分摊，每月开账，每年结算）。

除原始数据 A 库外，对于其他涉及甲 2 甲 3 类的数据库的建立和取消、审批制度制定等重大事项，列入公司“三重一大”管理范围。对甲类数据库，安全管理部门负责制订检查标准并监督执行，建立定期的监督机制（季度报告、年度审计），按谁审批谁负责的原则，完成各自审批的甲类数据库的审计。

（2）超期数据预警

对于即将过期的数据，技术部门负责开发功能，提前一个月提醒数据申请单位和审批单位联系人，一共提醒六次（一个月、两周、一周、三天、两天、一天），

如提醒完毕仍无后续数据延期的工单，系统将自动下线过期数据，解决超期数据未删除的问题。

（3）加快数据平台建设

中国航信作为民航关键基础设施运营者，要坚持数据安全风险防控，加强数据安全管理，盯紧旅客数据等重点核心数据的风险隐患，推动数据安全管理工具化、自动化。通过建设数据安全管理平台，推进公司数据使用情况与国家数据安全法律法规的对标，确保数据的使用依法合规，降低数据应用风险，满足数据管控和外部监管要求，实现可持续、高效率的数据安全管理，从而对业务发展形成有效促进。

（4）完善数据安全管理机制

中国航信成立专职数据安全管理机构，并设立首席网络安全官，负责落实数据安全保护的具体责任和总体管理，在此基础上持续完善数据安全管理机制，逐步建立数据全生命周期合规体系和制度体系，明确各单位各部门的数据安全责任人和数据安全管理职责，层层落实责任。定期开展数据安全教育和培训，提高全员数据安全意识。加强数据安全的风险监测，落实数据安全事件的应急响应规范。同时通过不断加强技术手段，提升数据安全防护能力，积极开展数据安全能力成熟度评估，将数据安全管理贯穿在数据全生命周期的各个环节。

（5）建立数据分类标识和分级标准制度

在已初步建立的旅客数据风险和价值分析模型“四类三级”模型的基础上，进一步建立并完善分类分级体系。根据相关法律法规要求，落实完善数据分类分级管理要求，过程中要特别注意对个人隐私信息和重要数据的定义，形成数据分类分级操作指南，建立数据分类分级管理规范，并持续性梳理更新数据分类分级清单。在业务部门建立数据认责机制，个人隐私信息数据和重要数据要实现责任到部门、到岗位。结合数据安全评估，建立动态数据授权体系，从产品安全、商务可信、业务合规三个目标出发，进行动态数据使用授权及使用审批授权。

（6）探索建立数据内部共享应用机制

结合公司数据分级分类管理规范，探索在集团内部建立数据共享应用机制，首先在数据所有权问题上形成共识，明确不同类不同级数据的管理归属和管控职责，从一般类数据入手，不盲目追求数据共享规模，规范共享数据的使用边界，

理清安全责任，加强数据基础管理，加速数据要素自由有序流动，以数据要素高效配置助力全要素生产率提升。在建设数据资产目录的基础上，探索构建数据标签体系，尝试从数据安全级别或数据生命周期角度构建数据标签体系，最终实现赋能业务和数据资产价值最大化。

（7）稳妥推进数据对外开放服务

稳妥推进数据对外开放服务的重要前提是确保数据的安全可控。要针对不同的应用场景及业务需求增加针对性的安全保障手段，在公司数据资产目录建立后，进一步完善数据分级分类标准，梳理明确可开放的数据、带有隐私信息有条件开放的数据和不可开放的数据。尝试建立负面清单管理机制，开展数据负面清单梳理，夯实数据对外开放基础，以“全覆盖”和“强管控”为原则，以政策法规、管理制度、技术要求为依据，将涉及个人隐私信息的高敏感性数据纳入负面清单。对负面清单以外的数据，逐步实现分业务、分区域、分等级的合规、安全、高效的对外开放服务。

三、应用效果

中国航信在深刻剖析存在问题的原因并进行专项数据治理方案实施后，取得了明显的数据治理效果。

3.1 建立工作机制，成立专项组织

根据新颁布的《中华人民共和国数据安全法》（以下简称“《数据安全法》”）第二十七条规定“重要数据的处理者应当明确数据安全负责人和管理机构，落实数据安全保护责任”，中国航信成立了专职数据安全管理机构，负责落实数据安全保护的具体责任和日常工作，并设立首席网络安全官，负责网络安全、数据安全等关键基础设施安全保护工作的总体管理。在组织机构、工作机制方面，确保数据安全工作的合规有序。

3.2 强化数据管理，升级制度规范

中国航信坚持总体国家安全观，履行数据安全保护义务，完善现有数据安全管理制度体系，约束和规范数据生产到使用的各个过程，加强数据安全风险预警、

防控机制和能力建设，同时建立健全长效机制，保障制度迭代更新，确保数据治理机制的日常持续、有效运转，提升数据安全防护水平。现有已发布和待发布数据安全方面制度规范有：《商务数据管理规定》及配套的业务实施流程、《旅客数据安全分类标准》、《旅客数据产品安全评估流程》、《旅客数据库年度审计制度》、《旅客数据安全管理规范》。

3.3 梳理数据资源，建立数据台账

中国航信参照《网络数据安全管理条例（征求意见稿）》，对所运营的民航行业（领域）数据进行认真梳理，初步建立四类三级的统一数据标准和数据台账。经梳理结果，中国航信现有约八类数据，总数据量约为 150T。

3.4 加强技术手段，确保数据安全

中国航信主要从四方面加强数据安全技术防护措施：一是建立数据分类分级安全保护体系，对不同安全等级的数据实施不同强度等级的安全措施，对旅客隐私数据进行加密存储，并支持国密算法，对外传输采用加密传输。二是实现了敏感数据梳理和脱敏需求整理、脱敏平台建设和中转环境建设，对生产环境的数据进行脱敏后传入开发环境和测试环境，确保开发和测试人员无法接触到真实旅客数据。三是实现了中国航信数据平台的用户行为统计及旅客信息提取监控、数据交付公示及到期服务自动停止功能、数据流向跟踪监控、辅助核心系统功能安全提升等功能。四是实现了数据仓库旅客个人信息的去标识化处理，保证旅客个人信息非明文存储，提升数据安全。

3.5 探索治理经验，助推行业发展

中国航信作为信息服务领域的“国家队”，及时关注跟进相关数据安全立法，在专项数据治理工作中，初步建立有效的数据管理工作机制，提升数据治理能力，初步探索与总结了数据安全治理工作的相关经验，这些经验希望能够帮助国有企业更好地实现数据安全治理工作。随着数字技术不断成熟，数据作为当下数字经济时代重要的生产要素，中国航信能够把好数据安全关，同时又不限制数据的发展与创新，充分发挥数据要素价值，助力数字经济发展。

四、洞察启示

4.1 数据管理工作不可缺位

根据前述《数据安全法》第二十七条规定，中国航信设立专职数据安全管理机构，落实数据安全保护责任，确保数据安全工作“不断档、不缺位”。

4.2 数据管理职责必须明确

数据管理职责边界不清，往往容易导致多头管理或“三不管”等情况产生。根据管办分离的原则，规则制定者应主要负责制度的制定和监督执行，而自己不参与审批；避免造成既是运动员、又是裁判员的情况，存在制度性隐患。

4.3 数据管理制度及时更新

数据管理制度及时更新完善，能够如实反映现实情况，对旅客数据实现制度全覆盖，提升数据安全治理水平，为数据合法合理有效利用和价值实现提供安全环境，为中国航信的数字化转型提供有效保障。

4.4 数据管理审批从严从紧

严格执行旅客数据提供审批流程，禁止超范围提供；按照“谁审批、谁负责”原则进行追责；坚持分级审批原则，避免低职位高权限的管理问题；严格按照合同或协议约定的数据范围、频度、类型、用途、数据提供时间和方式等内容进行。

4.5 数据管理技术必要必须

数据管理技术在数据治理过程中必不可少。敏感数据加密及脱敏，能够确保开发和测试人员无法接触到真实旅客数据，降低数据泄露风险。数据审计与监控，能够及时发现异常操作行为，对于责任追查和数据恢复非常重要。

4.6 数据管理台账清晰准确

数据台账是数据治理工作的基础，基于数据分类分级标准，以实际业务出发，对数据资产进行规范化管理和保护，保证数据安全可控。

数据治理为先的民航旅客服务系统大数据平台建设

单位/部门：中国民航信息网络股份有限公司/研发中心

一、背景和痛点

航信作为中国航空旅游业信息技术解决方案的主导供应商，建设并运营着民航旅客服务系统，为国内外航空公司、机场、机票销售代理提供旅客信息、商务信息、机票分销服务，拥有丰富的全民航旅客预定、销售和运输数据。经过长期的技术演进和业务积累，航信已经逐步建设形成基于低成本数据仓库和商用大数据平台为底座的企业级综合大数据平台，数据资源涵盖民航旅客服务全流程。

依托民航旅客服务系统，航信大数据平台积极参与智慧民航建设，为旅客智慧出行、航司精准营销、智慧机场项目等一系列新兴业务做出数据支撑。良好的数据治理是保证数据可用、易用、好用的基础，是航信大数据平台充分释放数据价值，降本增效地对外提供数据支撑的重要前提。航信积极引入业界领先的大数据技术团队，对航信数据平台进行全面细致的调查分析和规划设计，形成《中国航信大数据技术平台总体规划与设计报告》（以下简称《规划》），总结出航信数据平台所面临的七大关键问题，提出了包括加强企业数据资产管理等在内的九大建设思路，明确了数据平台需要具备的五大核心能力，制定了未来平台的建设路径，并合理描绘了各方向的预期成果。《规划》通过航信内外部专家的技术评审，已正式成为航信内部指导数据平台建设和发展的行动纲要。

参照《规划》，当前航信数据平台面临以下几个问题：

（1）平台建设规划和技术管控能力不足

缺少企业级大数据技术平台，多个团队自建大数据平台或分析平台，已经形成烟囱模式，技术路线和工具不统一，整体开发和维护成本高。

（2）数据建模和数据处理能力不足

采用传统数据仓库架构和数据模型，难以灵活适应新的数据应用场景。数据拷贝导致数据冗余存储，重复计算，口径不一致现象。批量与实时数据混合计算

的应用场景尚不支持，难以满足未来基于海量数据的实时计算。

（3）数据价值挖掘不充分

大数据技术平台目前仍以数据推送为主要服务手段以基础数据为主要服务内容，数据加工度不够，数据服务与业务场景结合不够，导致数据价值发掘不足。

（4）数据资产管理体系薄弱

缺乏企业级的数据资产管理平台，尚未形成全生命周期的数据治理体系。数据目录不完整，数据不开放，容易形成数据“黑匣子”；缺乏企业级数据标准以及数据质量管理，元数据管理功能不足，数据难以被追溯，数据资产质量不高，数据不可理解，数据加工及使用成本高。

（5）数据安全管控能力不足

针对新的安全法规、制定针对性的数据安全治理和合规机制不足；数据安全管控技术措施不够，敏感数据全生命周期安全管理机制需完善。尚未形成应对数据安全新规的完整方案和手段，安全管理仍面临挑战。

二、实践路径

2.1 优化数据架构，统一数据标准

航信大数据平台存储并管理着海量行业数据，包括应用系统产生的业务数据，民航局、边检、海关、OAG 等行业相关数据以及天气、舆情等外部相关数据。航信大数据平台针对中心区进行数据架构设计，划分为原始数据区、标准数据区、衍生数据区三个区域。

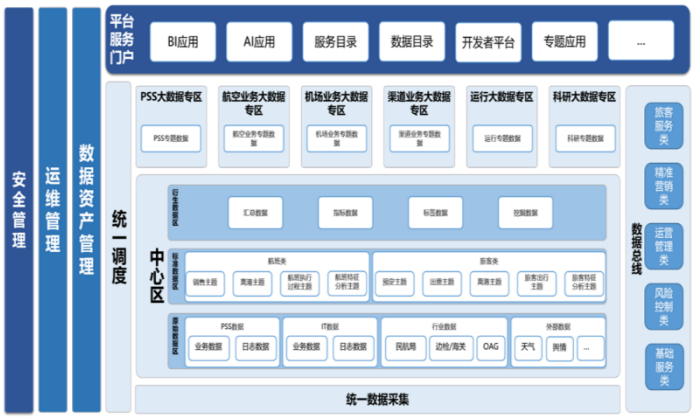


图 1：大数据技术平台数据架构

其中，原始数据区包含大数据技术平台所有采集到的原始数据，这些数据不进行任何形式的数据加工处理，完全按照数据的原始结构和数据形态进行存储，以供相关的业务使用需求。

标准数据区会从原始数据区获取数据，进行业务数据的主题划分，ID 打通，数据融合，标准化等通用性的数据处理工作。

衍生数据区，是在标准数据区之上，为向各专区提供数据支撑或对外提供数据服务时所需的加工数据，提供数据存储的区域。

针对标准数据区，航信大数据平台以 IATA NDC/ONE Order 为基础，结合国内民航业务特色，顺应行业开放化、零售化发展趋势，形成面向未来的标准体系，建立了统一航班数据标准 OFS（One Flight Standard），包含航空公司航班控制、库存管理、航班销售和航班交付等各个环节，站在航司业务角度，将航班视作一个完整统一的整体，将航班全生命周期各环节的业务数据进行统一规范和描述，将航班业务对象涉及的数据内容进行规范；以及统一旅客数据标准 ORS（One Record Standard），包含旅客行程预订、出票、离港值机等业务环节，从业务及用户视角，定义旅客行程记录全生命周期内的数据结构。

实时数据整合能力实现零的突破，基于 OFS 和 ORS 数据标准，实现了面向旅客和航班的数据整合模型设计与建设，为航信积累了宝贵的旅客全景视图等一系列核心数据资产。

2.2 业务数据创新，丰富服务手段

利用新的数据处理技术如大数据技术、人工智能技术等，将传统的数据服务进行创新、挖掘数据价值，增强传统数据获取服务的能力和质量、降低服务成本，提高商业智能水平、为业务创造新的价值点。

数据创新服务以数据查询服务、数据文件产品服务、数据订阅及推送服务三种形式为载体，为公司各业务方向及客户提供标准化的数据服务，提升服务能力。数据查询服务面向业务场景，以 Webservice 实时查询的方式，为 IT 产品、 行业数据应用等提供数据整合统计、智能分析等“即查即用”支持，提高数据应用的开发效率；数据文件产品服务是以文件交付的方式，为用户提供批量数据文件推送的服务，推送频率主要以日频推送为主；数据订阅及推送服务是以报文的方

式为用户提供实时数据的订阅和推送功能，报文推送的触发点叫事件，推送频率即时推送，数据时效性较高。

基于此前介绍的统一航班数据标准 OFS 和统一旅客数据标准 ORS，可以更好的规划和统一数据服务，使得数据服务更易用、更易于理解、更易于展现服务全过程的概括，为公司各业务方向及客户提供标准化的数据服务，提升数据服务能力。

基于航信大数据平台的业务数据已为民航业务航司客户、机场客户、代理人客户等行业客户提供数据服务及数据价值挖掘支撑，实现 43 类数据推送和查询 API 接口，每日报文量总计 5.4 亿+，TPS1.5 万，每日文件个数 1000+，数据大小接近 400GB，很好地满足了内外部数据服务的需求，有效的支持了差异化安检、智能航班保护等重点行业应用，同时满足了社保数据融合、失信人多证件融合等跨行业数据应用的数据需求，为民航业的产品精准营销、旅客智慧出行和安全保障防护等多个核心领域提供有效数据智能服务，进而提升了航信数据赋能业务的能力，成功承担起汇聚航信大数据，提升数据服务能力的重任。

2.3 系统数据应用，赋能业务系统

航信业务系统产生的海量跟踪带日志数据同样由航信大数据平台存储和管理。在符合法律法规（《中华人民共和国网络安全法》、《中华人民共和国数据安全法》、《中华人民共和国个人信息保护法》等）要求的前提下，满足用户和航信自身对行为数据的应用需求。

按照日志产生的系统来源可分为主机平台和开放平台系统。这两大类日志数据属于系统数据。与通常的业务数据相对比，系统数据具有低价值、低密度、海量、高流速等特征。这些特征给数据的采集、处理、存储及应用都带来了很大的挑战。

采集方面，主机平台的跟踪带日志日均日志采集量日均为 1T+，开放平台的跟踪带日志采集日均容量为 30T+、日均采集日志 200 亿+条数，已实现开放各类软件 1800+台服务器跟踪带日志数据秒级采集延时；数据建模、处理及存储方面，利用 Flink 和 Storm 实现日志近实时处理，数据存储组件为 Hbase，Hive 和 Elastic Search，分别支持不用应用场景的使用需求，数据建模方面，采用大数

据领域普遍采用数据仓库 4 层模型结构，分别是 ODS（贴源层）、DWD(明细层)，DWS（汇总层），DM 层（数据集市层），同时配有相关的 DIM 表（维度表）。具备良好的扩展性和兼容性，既可支持时效性要求高的明细数据查询需求（基于 ODS 或 DWD），也可支持对日志数据的深加工分析和价值发现应用需求；数据管理方面，支持数据生命周期管理、数据共享和服务管理以及数据安全管理，按照采集、存储、使用、销毁各步骤实现了日志数据各模型表的生命周期自动管理；同时，将日志数据的共享和服务环节的数据流入和输出都进行数据化展示，真正实现日志数据的入口、出口都纳入管理范畴；在数据质量、数据安全领域进行了探索实践。

系统数据的主要应用场景是事后故障排查分析、用户行为审计、用户行为分析及高阶预警监控等。随着民航新客规的实施和《个人信息保护法》的实施，对于数据流向跟踪监控和数据治理提出更加明确的要求，以跟踪带日志解析为载体，继续构建和完善“数据流向监控”工具。围绕“安全和监控”为关键词，不断挖掘数据价值，形成数据工具，服务于内部系统的监控和客户关键用户行为的安全审计；用户行为分析方面，实现在线用户行为分析多维查询功能，为业务系统的业务运营、业务分析提供在线数据决策支持，提高业务系统用户行为分析能力和业务系统运营水平。用户行为趋势分通过日、周等时间维度分析用户行为的操作变化情况，为用户行为的合规性、变动性监测及软件系统资源使用优化等工作提供决策数据支持，进而为提高业务系统的资源使用效率做出贡献。

2.4 数据资产管理，促进价值释放

航信数据平台以体系化的数据管理理论框架、标准、规范为指引，结合自身业务架构、技术架构特点，重点开展了元数据管理、数据资产目录管理等数据资产管理能力建设等，为后续更为全面的数据资产管理建设夯实基础。

元数据管理是数据资产管理的重要基础，为获得高质量的、整合的元数据而进行的规划、实施与控制行为。元数据管理内容描述了数据在使用流程中的信息，通过血缘分析可以实现关键信息的追踪和记录，影响分析帮助了解分析对象的下游数据信息，快速掌握元数据变更可能造成的影响，有效评估变化该元数据带来的风险，逐渐成为数据资产管理发展的关键驱动力。航信数据平台通过引入成熟的企业级元数据管理工具补足元数据管理领域的短板，具备完备的元数据采集、

元数据集中存储、元数据统一查询以及元数据应用能力。实现了 10+数据类型的元数据自动化采集，支持传统数据仓库从数据采集、数据存储、数据处理、数据服务全流程的技术元数据和业务元数据的统一视图，实现数据“采、存、用”一体化管理。支持字段级全链路数据的血缘分析和影响分析，增强了数据使用者对数据的理解。构建数据地图，实现了数据的向上可追溯、向下可追踪，数据使用者可以清晰地了解数据的来龙去脉，在进行数据变更、数据影响分析、数据问题排查等实际的业务应用场景中，数据地图都发挥了重要的作用。

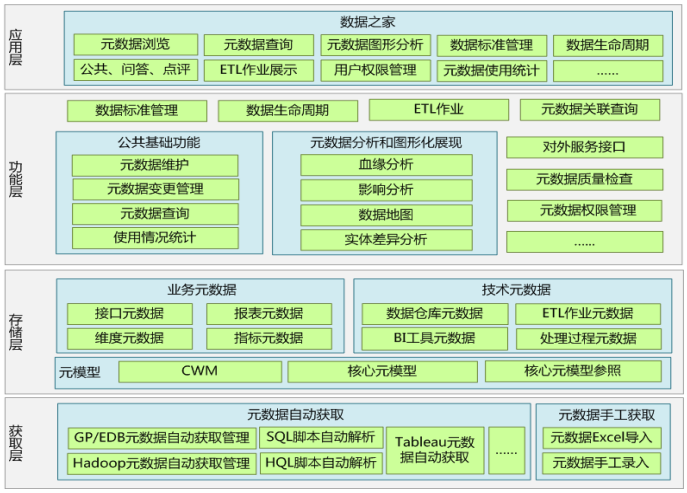


图 2：元数据管理功能框架图

通过数据资产盘点梳理确定数据资产目录，分为数据集成共享目录和数据开放共享目录。数据集成共享目录面向航信数据平台内部用户，建立平台内数据集成的基础目录，支持航信数据平台内数据互联互通；数据开放共享目录面向航信数据平台外部用户，建立平台可对外开放的数据目录，支持航信数据平台数据对外开放共享。

2.5 数据安全管控，降低风险隐患

航信大数据平台的数据安全管控从数据生命周期和统一安全管控平台两个方面展开建设。围绕数据的生命周期进行管控，航信大数据平台数据生命周期包括采集、传输、存储、处理、服务、销毁六个环节，根据每个环节的特点，采用不同的安全措施和管理手段。

数据安全技术在数据各流动各环节中应用，采用轻量化方式解决数据安全问题，规避功能冗余；统一安全管理平台负责提供管控依据、综合分析、模型建立、

策略配置等管理类功能。

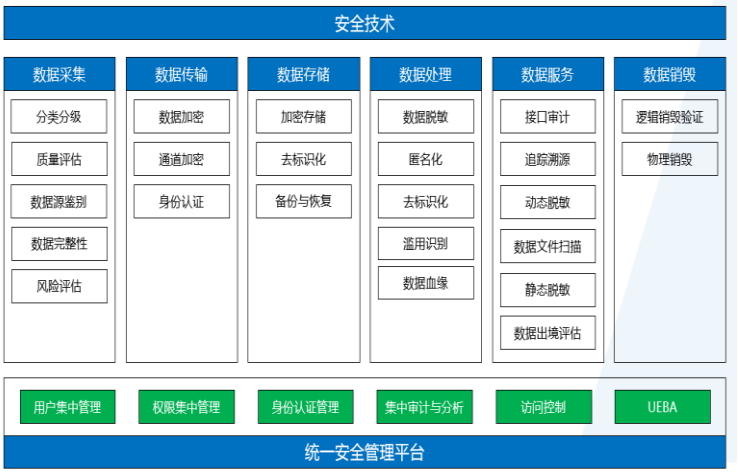


图 3：数据安全管控功能框架图

利用最先进的大数据批流融合技术，实现对 43 类基础数据的输入输出自动化实时监控，实时 TPS 达到 3 万+；完成业务系统内旅客信息提取相关指令操作日志的提取与整合，日均处理主机和开放每日产生的跟踪带数据超过 40 亿条，提供可视化的高层操作行为统计信息查询与异常监控展示。

航信数据平台将大数据处理专业技术应用于企业数据安全防护，很好的解决了数据处理过程中所面临的性能、复杂度和时效性等难题，填补数据传输环节的数据流向及数据访问环节的用户行为监控两个领域的管理空白，大大提升了风险识别和问题排查的效率，降低了数据泄露和数据违规提供的风险，从工具和流程相结合的角度补齐了数据安全防护的短板，为进一步开展数据安全治理和优化改进奠定了基础。

三、应用效果

3.1《民航旅客智能服务大数据平台研发及融合应用》项目

以航信大数据平台的建设及应用运营情况为基础的《民航旅客智能服务大数据平台研发及融合应用》项目，申报了国家工业和信息化部大数据产业发展试点示范项目，并顺利通过工信部批复入选项目名单。

本项目充分利用公司在民航领域 40 余年积累的海量航班数据、旅客行程数据进行汇聚融合，结合大规模复杂业务实时交易引擎搭建技术，遵循业务和数

据双驱动、开放与安全相结合基本原则建设，为航空公司、机场、和支撑政务服务提供高效、低成本和安全的大数据支撑方案，为行业数字化转型提供大数据平台化支持，促进民航和其他行业的大数据融合应用创新，构建大数据生态圈。本项目建设的大数据平台一方面为行业提供大数据的基础服务，另一方面也与社保、公检法进行了数据融合应用，支撑相关的政务服务，此外，依托民航大数据重点实验室，联合北京交通大学、中国民航大学进行联合共建。同时面向中科院、南京航空航天大学等众多科研院校，启动针对民航业务相关的智能航班管理、智能旅客保护等重大科研课题，借助大数据技术平台的数据与技术，研发出一系列具备自主知识产权的行业核心算法与工具，并将研究成果应用于实际的业务应用中，很好的发挥了产学研联动创新效能。

3.2《国资央企数据共享技术体系和工作机制课题研究》课题

“国资央企数据共享技术体系和工作机制课题研究”是经国务院国资委审定为 2021 年度十大重点研究课题之一，中国航信作为央企和民航行业代表，参与本课题的研究交付工作。

按照课题组分工，航信主要承担了数据确权和数据交易等部分的研究。一是针对数据共享现状进行研究。包括国内外数据流通现状、数据要素市场规模、国内交易的数据行业类型、国内数据要素交易模式、数据交易所的现状、生态保障体系等。二是提出数据确权保障机制及技术手段建议。针对国有企业数据权属的分析和界定，在目前国内法律对数据权属尚无清晰定论的情况下，经过与项目组成员单位多轮研讨，将数据与权属分类细化，提出央企数据确权保障机制及技术手段建议。三是结合当前主流的数据安全技术实现，提出通过隐私计算、数据定价算法、区块链、数字水印和智能撮合等新兴技术都可用于国资央企数据共享交易平台，保障数据交易过程安全的建议。通过参与本次课题研究，中国航信自身对数据治理和数据资产保护的能力也得到了进一步提升。一是加强数据制度建设，出台了公司商务数据使用管理规定和旅客数据安全管理规范。二是对核心数据进行了标准化定义，支持更高效的数据传输和分享。三是构建了数据安全管理三层架构，落实数据人员队伍建设，强化数据安全保障。

3.3《民航重要信息系统网络安全示范保障工程项目》

中国航信参与承建发改委专项《民航重要信息系统网络安全示范保障工程项目》。项目批复后，中国航信积极推进稳步实施所有承建子项目均顺利完成并通过发改委验收。按照项目分工，中国航信负责建设：

（1）可信认证中心

可信认证中心是本项目中解决用户侧安全问题的核心组件，业界用户侧的安全问题主要包括用户账号孤岛式管理，用户信息不一致，用户授权混乱，权限蔓延问题严重，用户行为难以审计，用户异常行为难以跟踪预警等问题。可信认证中心系统自投产以来，参与了“中华人民共和国成立 70 周年”、“第二届中国国际进口博览会”、“一带一路”等重要活动的安全保障工作。

（2）中航信监控预警及应急处置二级平台

监控预警及应急处置二级平台实现实时展现监测信息系统整体安全态势，对国家相关职能部门开放接口，形成民航重大信息安全事件预警防范与应急处置联动机制，建立科学、专业的网站安全态势感知监测手段以及信息系统通报预警、应急响应处置的体系；全面汇总重要网站和信息系统的安全风险。

（3）数据安全交换与管控平台。

数据安全交换与管控平台共包含了业务系统数据安全、生产环境数据安全和非生产环境数据安全三个层次的数据安全。平台主要通过威胁建模与安全架构设计、数据分类分级保护体系、数据安全标签防护等保证业务系统中的旅客信息和航班数据的安全性；通过虚拟化运维终端、运维 4A、数据库审计、生产边界安全系统等保证生产环境中的生产数据的安全性；通过数据脱敏解决非生产环境业务数据泄露问题。

四、洞察启示

航信大数据技术平台建设，是典型的大数据通用技术与自身数据积累相结合的产物。通过借助商用或开源的大数据技术框架，结合自身所积累的数据与应用需求，快速孵化搭建出适合行业特点的企业级大数据技术平台，具备高性能、低成本、核心应用算法模型自主可控、数据访问安全等特点，并实现了企业内外部核心数据的汇聚与整合，通过多种服务接口有效的支持了企业内外部各项大数据应用需求，对行业内大中型航司、机场以及其他大中型企业的大数据平台建设项

目都有积极的推广和示范作用。

在技术创新方面，航信大数据技术平台采用了当前主流大数据技术套件 Hadoop 作为基础平台，并在此基础上结合航信的生产运营体系，实现了多租户管控体系,保证资源的统一申请与运维,有利于资源的集约型管控和调配。此外，建立批流融合引擎，达成了低延迟、标准化、数据一致的目标。

在模式创新方面，通过数据公共服务层的建设，提供时效性高、易用性强、智能的公共数据服务接口,有效的支持了公司多个业务方向多个产品的数据需求，同时降低周边 IT 系统等下游用户的开发成本，提高其开发效率。有效的实现了数据处理与数据分析的解耦，激发数据分析人员的潜能，使数据更深层次的潜在价值挖掘成为可能。

在应用创新方面，以 IATA NDC/ONE Order 为基础，结合国内民航业务特色，顺应行业开放化、零售化发展趋势，形成面向未来的标准体系，统一建立了航班统一标准和旅客统一标准。针对民航行业航班及旅客相关业务数据，对提供更易用、更易于理解、更标准化的数据服务具有参考借鉴意义。针对具有低价值、低密度、海量、高流速等特征的系统数据，探索了用户行为审计、用户行为分析、事后故障分析及高阶预警监控等应用场景，为系统数据应用开拓方向。

在数据安全方面，航信数据平台包含大量旅客个人信息和行程等重要数据。为阻断非法数据访问和避免数据泄露，需要建设数据安全防护系统；我们提出了基于安全标签进行数据保护的思路并通过《数据安全标签防护项目》实施验证，证明了思路的可行性并检验评估预防效果。针对民航旅客隐私数据的特点，参考相关法律法规要求，同时考虑到科研和数据分析的需要，构建数据脱敏系统，在提升数据机密性的同时保障可用性，有效支持科研和数据分析工作的安全开展。

机场智慧中台数据治理实践案例

单位/部门：中国民航信息网络股份有限公司/机场数字化产品事业部

主要人员：吴啟彪、刘乐、浦黎、黄小东、袁垒

一、背景和痛点

随着四型机场建设的不断深入，目前很多机场在完善信息化的基础上，正处在数字化转型的关键期。数字化是智慧机场具有高度感知、互联、智能能力的基础，以业务驱动与科技创新为特征的机场数字化转型是达成智慧民航高质量发展的实现路径。

根据民航局“出行一张脸、物流一张单、通关一次检、运行一张网、监管一平台”未来智慧化应用目标，目前国内机场在机场信息整体整合、智慧运行、智慧出行、智慧服务等方面加大推进力度。数据、信息是智慧机场数字化转型的生产资料，持续发挥利用好机场已有信息系统的数据价值，为机场的安全生产、旅客服务、精细管理、经营收益等各方面更好地提供科学决策基础，是目前机场信息化面对的问题和挑战，也是智慧机场建设的重要组成部分。目前面临以下问题：

1、数据分散难以管理，没有稳定抗源变化的数据层。

2、数据来源不清晰，部分关键业务数据缺少，数据质量不稳定且不能回溯。

3、缺少统一应用标准，指标设计口径不一致，指标重复建设开发，无法形成统一的数据资产，相互之间不能共享。

机场智慧中台是为响应民航机场信息系统整体规划，避免烟囱式和单体式架构设计的重复建设，实现全场一张网的发展要求，打造的基于机场本场的信息集成和业务支撑，兼具算法赋能，并以服务的方式提供共享能力的平台产品。

通过机场智慧中台建设，从技术上实现机场运营关键要素整合，解决机场系统各自为政、条块分割、烟囱林立的信息孤岛问题，建设统筹感知体系，统一数据汇集网络，实现数据整合与共享，为机场打造内外部系统之间通畅的信息交互渠道，使各类不同的业务系统以统一、标准的方式进行数据交互和业务协同，支撑各种新的业务功能需求和流程。实现以智慧为驱动的机场数字化转型从航站楼飞行区向机场全领域覆盖，从旅客服务、生产运行向机场全要素的业务数字化，

从机场运营向规划设计全生命周期转变，智慧数字化转型正在逐步深层次融入民航机场的发展。

二、实践路径

我们注重机场数字化转型和业务赋能过程中数据价值挖掘。从数据标准、数据质量、元数据、数据安全方面建立规范化数据治理体系，通过建立一致性的数据规范与统一的模型容器，实现数据有效整合。系统将以科学高效、流向可追、日志可查的方式，采集全面数据资源，对数据进出进行管理和融合，有效推进数据治理的工作，并将系统治理和数据治理向结合，持续提升机场数据质量。



图 1:数字化转型路径图

2.1 实现路径

结合机场信息化建设实际，理清机场数据现状、协助制定机场数据治理战略，健全数据治理组织与制度保障，以中台技术为底座构建整合、存储、计算、数据沉淀资产、数据共享与交互为一体的数据体系。

（1）数据战略规划

根据机场信息化战略总体目标，明确机场数字化转型中数据治理战略。定义治理工作的范围和方法，数据治理战略路线图与计划，评价数据治理成熟度与成功的标准。

（2）数据组织制度保障

数据治理跨越了传统组织与业务的边界，为确保数据战略能有效落地，需从组织上为数据治理工作提供保障，建立自上而下的数据自理保障组织，涉及到每个数据来源与应用的业务单位。建立各类数据的责任人、保障制度与流程，定义不同数据责任人的职责，对某一特定数据范围内的信息的正确性、一致性和及时性负责，确保数据策略和制度规程在各部门的有效执行。

（3）数据资产梳理

梳理机场的业务流程，理清数据资产情况。如数据资产摸底，数据应用场景摸底，数据管理体系调研，数据治理现状调研等。根据数据治理的战略全面梳理机场的数据来源与数据分布情况，针对业务单位的输入与使用场景需求进行采集，调研现有的数据管理体系，针对数据全生命周期管理的现状，梳理现有数据治理的数据标准，数据质量、数据安全与数据运营的范围与有效性。

（4）数据标准规范建设

根据机场数据资产制定数据标准规范体系，包含元数据标准、数据采集标准、数据开发标准、数据建模标准、数据共享标准、数据质量标准、数据服务、数据交换等方面的标准，并包括标准梳理、标准定义、标准评审、标准发布、标准管理等。

（5）建设数据整合与计算能力

以机场规范标准为基础，整合机场全域数据为机场提供实批一体化数据平台。构建机场全域数据的统一存储与应用平台，实现机场 OneData 的数据理念，为机场提高数据的完整性、准确性与及时性。

（6）统一数据交换

实现系统接入和数据共享服务的统一管理和监控。提升机场多方数据的汇聚及整合与技术服务能力的共享，同时支持接入其它开放应用产品及各类接口程序服务，具备强大的数据承载能力和服务能力。

（7）业务创新

服务即能力、服务即数据，通过服务可以进行创新。通过建设强有力的中台支撑运营模式的转变与创新将成为机场数字化转型和业务赋能的有效路径之一。机场中台以开放式的应用管理支持机场开放本场应用服务，实现机场多方数据的

汇聚及整合与技术服务能力的共享。机场可针对不同领域进行业务封装，为机场的业务发展和管理创新提供快速敏捷的拼装服务，从而提升机场高速运转效率。

2.2 系统架构

机场智慧中台主要包括技术中台、数据中台、业务中台和能力中台四大模块组成。

技术中台可以过滤掉运行环境和开发环境的技术细节，为前端应用提供简单一致、易于使用的能力接口、接入规范、治理规范，形成开放服务体系，为机场的数据、服务、应用和能力提供可视、可管、可控的统一管理平台。

数据中台聚焦业务数据化，协助机场建立规范的数据治理体系，接入机场“旅客流、飞机流、物流、车流、财物流”等数据资产，建立一致性的数据规范与统一的模型容器，建立数据湖、专题库、数据域和主题库，提供快捷高效的数据服务。基于丰富的业务实践，协助机场从数据治理、系统治理相结合的角度，全面提升机场数据质量。

业务中台聚焦数据业务化，围绕机场生产运行、旅客服务、安全保障、行李运输、经营管理等核心业务板块，实现原子化的能力下沉，针对需要多系统数据融合才能完成的业务协同和场景创新，以可复用 API、服务组件等多种形式，提供快捷响应能力。同时，在单维度业务目标的基础上，进行场景化的大数据挖掘，为机场领导层、市场部提供多屏互动的管理驾驶舱，为机场运营管理提供决策支撑。

能力中台针对机场存在的大量技术和业务复用需求，如人脸识别、工单、排班、派工、巡检巡查、智能决策闭环等，提供一次建设、所有系统可复用的服务能力。

2.3 功能实现

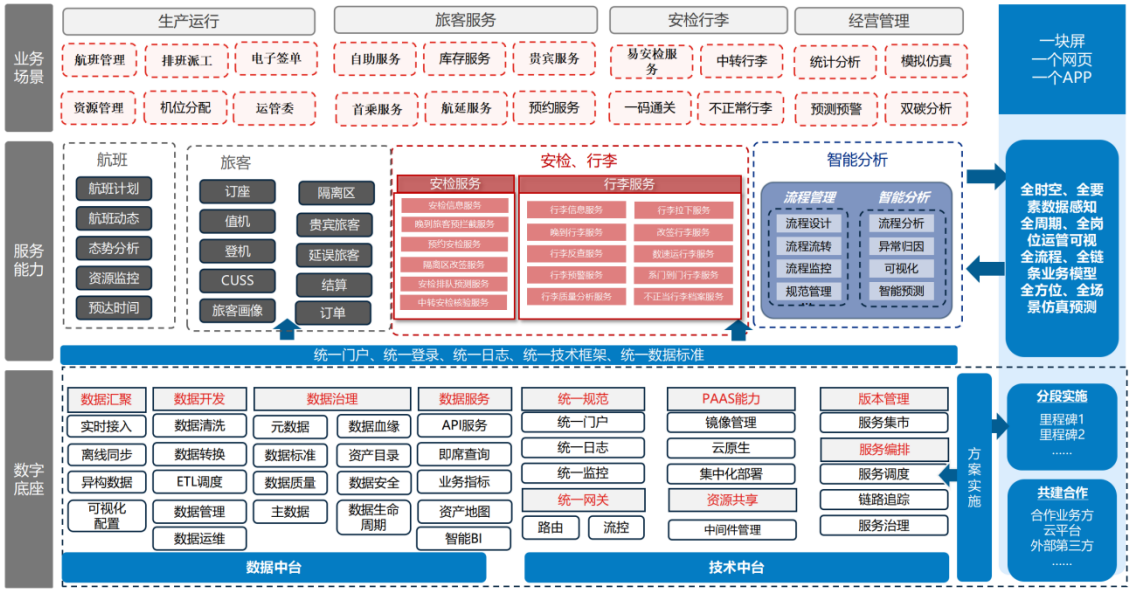


图 2:智慧机场中台功能架构

（1）技术中台

机场智慧中台中所有关联的需求都做了统一的管理体系结构，包括：统一认证、统一管理机场端、统一管理接口、统一管理应用的注册以及统一化首页的管理等。基于统一化架构基础能够为机场及其应用系统提供动态化业务的服务调整，可按照用户的需求融合各种资源进行选择性装配。

（2）数据中台

机场数据中台是机场智慧中台的核心组成部分，需要协同技术中台实现服务管理，并按照技术规范为机场业务中台、能力中台赋能。

1、建立模型

在全域原始数据的基础上进行标准定义及分层建模，数据体系建设之后，最终呈现的结果是一套完整合、 规范、标准的数据体系，可以方便支撑数据应用。



图 3：数据分层设计

通过全流程的元模型、元数据管理（产生元数据、采集元数据、注册元数据和运维元数据）建立，实现元数据及规范化模型应用，为未来数据互通及数据共

享打基础。

2、数据汇聚

数据中台通过组件化的方式可以支持不同类型的数据的采集。丰富的采集组件适配不同时期建设的各种异构系统，包括且不限于集成系统、地服系统、空管系统、安检系统、行李系统、离港系统等。数据种类包括：航班计划、航班动态、空管气象、跑道信息、静态数据、旅客信息、人脸相关数据、行李数据等结构化数据及视频数据、图像数据、音频数据等非结构化数据。

3、数据标准及质量管理

通过对数据标准进行梳理及制定，建立的一套符合自身实际，涵盖定义、操作、应用多层次数据的标准化体系，包括各类数据的标准制定及分类管理，形成格式化数据。

数据质量模块对数据资源进行清洗、匹配、标准化作业，通过制定、实施数据质量稽核，暴露各系统数据质量问题。持续监控各系统数据质量波动情况及数据质量规则占比分析，定期生成各系统关键数据质量报告，掌握系统数据质量状况。

4、数据资产及数据服务

数据资产管理通过对数据资产全面的盘点，用数据资产目录的方式共享数据资产，数据资产通过数据服务的方式，根据各业务域的规划对外提供业务所需的服务被各外部系统或第三方系统调用。

数据服务对于不同的业务需要，需要提供不同的业务服务。为提供数据集的服务集、API 服务、业务服务等一系列的数据与计算支撑。数据交换服务为异构系统之间进行数据共享与交换。 数据服务可以被分解不同的颗粒度，小颗粒度的数据服务可以被重组成颗粒度更大的数据服务。

（3）业务中台

对机场目前各业务系统的数据进行深度融合，为机场在生产运行、旅客服务、安全保障、经营管理等方面能提供跨场景业务支撑能力。针对现有各业务领域的数据与业务进行全域融合，并建立适合机场数字化转型与业务发展的数据模型，提升机场跨场景业务的数据或服务能力，通过优化对旅客出行、航班运行、安全保障、行李保障、经营管理等方面数据整合能力。

1、生产板块

以航班流为主线，依托飞行区、航站楼、公共区核心资源和业务的使用和处置，打通航班保障场景中旅客、行李保障必要环节，建立以机场为核心的协同化运行机制。

2、服务板块

以旅客流为主线，实现旅客出行全流程接触点管控，为旅客服务、航站楼管理、航班协同保障提供信息支撑，通过整合机场各个旅客服务系统业务，建设原子化的旅服核心功能，实现跨场景的业务组合与应用。建设基于服务订单化与任务工单化的服务流程管理，构建服务监控与智能引导引擎，建立场景化的服务组件、补偿服务和结算服务，实现旅客预处理、引导、订单管理、高端旅客服务、不正常航班服务，机场生产运行与旅客服务互通互联等业务功能。

3、行李板块

以行李流为主线打通以行李为核心的服务场景，建设原子化行李相关数据服务，为行李破损、中转旅客服务、行李挑减、预减客等跨场景业务组合与应用提供原则化服务，协助机场建立统一的行李业务与行李数据标准，构建行李全域数字模型，提供行李全域服务输出能力，满足跨场景的各类行李业务，最终实现机场行李管控“一盘棋”。

4、安全板块

以安检系统为基础，实现安检系统数据下沉、业务下沉、能力下沉，推进机场安检业务全链条、旅客及行李安检全过程场景挖掘和贯通，实现安检信息、旅客交运/随身开包信息、员工上下岗信息、员工验证/开包信息、安检通道设备、商检通道和国际通道数据等元数据下沉至数据中台，实现安检数据统计、安检排队时长、随身行李等场景数据沉淀，完成隔离区改签、晚到旅客预拦截等跨场景应用场景挖掘。

5、经营管理板块

针对机场多维度业务目标挖掘，进行场景化的数据挖掘，基于网页、大屏、移动 APP 技术，为机场领导层、市场部提供多屏互动的管理驾驶舱，为机场运营管理提供决策支撑。

三、应用效果

通过智慧机场中台建设主要帮助机场解决以下问题，一是技术、数据、应用与服务能力共享及复用，避免烟囱式和单体式架构设计的重复开发以及相同功能重复建设和维护带来的资源浪费，减少机场信息化建设成本和周期，为机场提供敏捷的数字化建养服务创新产品赋能平台，适应新数据、新应用接入，新场景、新业务扩展。二是提供机场全域数据与业务治理及复用能力。三是与相关前端应用无缝对接，打造机场跨区域、跨部门、跨系统综合应用场景。四是具备物联网、数字建模、生物识别、大数据、人工智能 AI 等技术与机场业务实际相结合的 IT 转换能力。五是支持单机场、机场集团多种版本。六是具备跨机场协同能力、接触点管理能力、分销渠道能力，为机场打通旅客服务的最后一公里。同时，平台安全可靠，具备防监听、防篡改的能力，实现数据分级分类处理，符合国家等保要求。为打造“安全运行保障有力、生产管理精细智能、旅客出行便捷高效、环境生态绿色和谐”的高品质四型机场提供信息底座。具体应用案例如下。

（1） 航班协同

以“构建提升地面运行效率为核心的机场保障管理体系”为目标，通过互联、融合航空公司、空管、机场及地面保障、旅客服务等多方数据源，打通从前序开始到航班本场起飞的航班运行保障信息全链条，为机场搭建实时大数据信息共享平台，根据不同业务场景流转信息，形成信息采集、流转、反馈的完整闭环，对航班各个生产环节的全局把握和精细控制，增强预警能力，精准发现异常，指挥关键航班，实现以机场为中心、各运营方资源合理调配，航班放行协同决策，从而达到提高机场整体运行效率和航班放行正常率的目的，为机场的运行效率提升、服务一致性保障、统一调配等提供了重要支持。

（2）旅客精准服务

统筹管理机场旅客服务关键接触点，挖掘机场自助服务终端实现旅客出发、中转、到达等不同场景的服务需求，将旅客信息与大数据结合，对不同旅客群体进行智能识别，提供多元化的服务模块，全方位提供个性化精准服务。实现了以证件、登机牌、人脸查询行程信息、补打登机凭证、行李查询、商业信息查询、路线引导、投诉建议、服务评价、航班信息、出行须知、无线上网等 15 个功能模块，自助查询终端可以同时满足旅客出发、中转、到达等不同场景的自主化、

数字化服务需求。

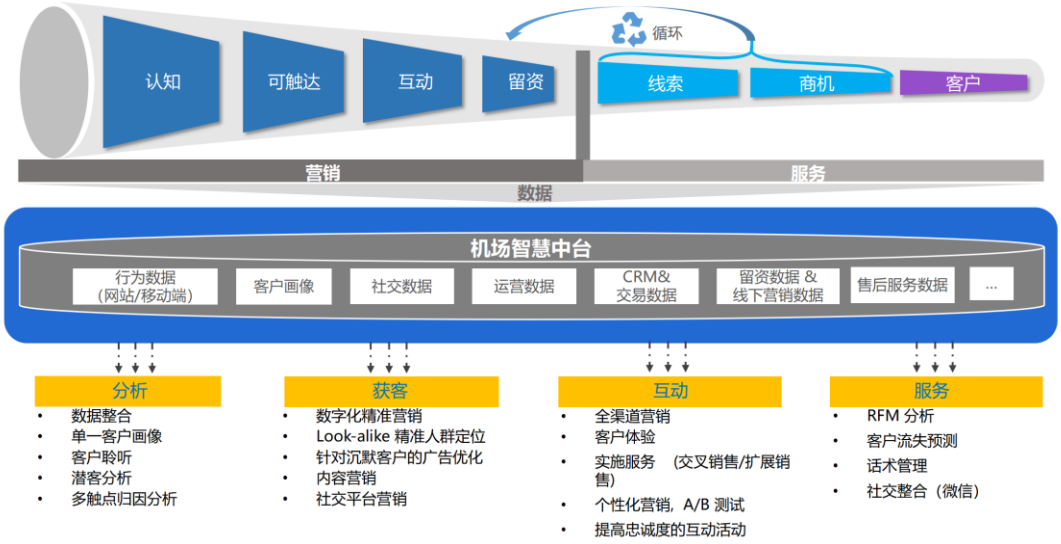


图 4:旅客服务数字化示例

（3）航站楼精细化管理

根据《智慧民航建设路线图》中“机场运行协同高效”和“航站楼服务智能化”相关建设的数字化转型的需要，平台利用物联网、视频分析、多源数据融合处理等技术，融合航站楼核心业务数据，基于航站楼实景建立对应的三维模型，结合航班、行李等运行态势等数据和业务指标，实现监管与统计的可视化功能，更加直观、形象的展示航站楼运行信息以及辅助员工管理与调配航站楼内资源，进行客流量精细化预测，为航站楼合理分配资源建立了重要基础保障，提高了航站楼内的服务质量，实现航站楼内高效的业务运作以及资源的合理分配。同时为机场提供包括楼内保障、资源管理、合同管理、单位管理、施工管理、报事报修管理、巡检管理、航站楼可视化、监管统计移动终端等核心功能的协同管理系统，提升不同协作单位之间的沟通效率，解决高峰时段机场面临服务资源、人员短缺等行业挑战性问题带来的运行保障压力。



图 5:航站楼业务流程数字化优化示例

四、洞察启示

在互联网+、四型机场建设大时代背景下，民航机场经营管理、生产运行、旅客服务、安全防范等等业务形态向互联网化、集团化、区域化等方向发展。打造统一的技术底座（机场中台），打破数据孤岛，实现机场或者集团内部各系统数据、业务的深度融合和共享，实现跨机场、跨区域协作，并探索和发展多元共生、跨界融合的应用，对民航的管理模式、业务模式、商用模式进行创新和重塑。

数字化转型是智慧机场具有高度感知、互联、智能能力的基础。获取机场生产运营和资源服务信息，实现灵活、高效、主动的机场运行、服务和管理模式，是机场向智能化发展转变的重要支撑。而实现这一过程，一方面需要建立更加全面的数据感知和接入体系，构建机场运行平行数字空间，实现机场的全面数字化和全要素覆盖。另一方面，也需要积极沉淀业务能力和数据资产，把大数据变成活数据，实现数据反哺业务，建立机场中台，沉淀共性业务服务和技术，避免相同功能重复建设和维护带来的资源浪费。通过建设机场技术中台、数据中台、业务中台、能力中台，最终将实现全场一张网的发展要求，打造基于机场本场的信息集成和业务支撑，兼具算法赋能，为各类不同的业务系统提供统一、标准的方式进行数据交互和业务协同的创新赋能平台。

智慧民航数据价值挖掘实践

部门：中国民航信息网络股份有限公司/航空数字化产品事业部

主要人员：孙琼巍、杨勃、吴越伯、张佳蕾、胡冰

一、背景和痛点

随着我国数字化转型的推进，数据的价值日益被重视起来，民航业是一个链条庞大且复杂的行业，时刻都在产生着航班数据、旅客数据，数据作为新的生产要素，是民航业数字化转型的基础，也是智慧民航建设的支撑。民航信息化、数字化有着广泛的应用场景，已经覆盖旅客服务、民航运营等全生命周期的各个环节。为进一步落实智慧民航建设，推动行业数字化、智能化、智慧化的转型升级，民航局发布了智慧民航数据治理系列规范。以“智慧民航”为主线，加快行业数字化转型，提升行业治理能力和治理水平，是行业发展的迫切需求。

同时，随着国家《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》和《关键信息基础设施安全保护条例》“三法一条例”的陆续出台和实施，数据合规性也受到空前的重视，数据合规性与数据治理是唇齿相依的，这要求我们在数据治理过程中，必须与适用外部法规的相关特定要求进行统筹协调，对数据治理提出了更高的要求。

中国航信作为民航业的信息技术及商务服务提供商，掌握着海量的行业数据，在智慧民航建设中具有重要的推动作用。“管好、用好、治理好”行业数据，提升行业数据的质量及安全水平，充分发挥数据的业务价值，是中国航信在应对发展环境变化、实现新旧动能转换、推动行业转型升级的重要任务。

面向航空公司用户，中国航信提供了民航常用数据支持，并参考了国际通用数据标准，制定了相应的数据格式，是根据中国航信的实际情况和航空公司业务发展需求提出的。中国航信一直在不断探索如何进行数据支持，并对采集的数据进行了系统的梳理，聚焦数据多层次梳理环节，提升数据资源处理能力，通过对中国航信各业务系统产生的“无序数据”进行重组，将数据进行关联，使数据转变为信息，通过信息的传递提高决策效率与生产力，从而实现数据价值。

2020 年，民航局将“民航旅客行李全流程跟踪系统建设”列为民航新基建工程，并制定“一标两端”建设方针：统筹全行业遵照“统一标准”，有序开展“机场端”行李跟踪系统建设，同时构建“平台端”，实现行业级行李跟踪数据的交互与共享。根据这一顶层设计，中国航信积极参与“平台端”建设，并获得民航局“平台端”认定：授予中国航信自主研发行李跟踪信息平台为“中国民航行李全流程跟踪系统公共信息平台”。公共信息平台与“机场端”建设相互支持，“平台端”持续与全国机场、航空公司开展数据对接，支持全行业实现行李跟踪数据交互与共享。随行李跟踪系统建设逐渐落成，行李跟踪数据释放巨大价值，也将在智慧民航建设中发挥积极作用。

以国家维度实现海量化、异构化行李跟踪数据的交互与共享，在世界尚属首例。行李跟踪系统作为基础设施投建，极大加速了中国民航行李服务的数字化进程，同时也为行李数字化服务升级，探索旅客差异化服务市场空间，提升民航运输服务价值提供了更多可能。为旅客提供及时、准确的“行李门到门”服务，解决旅客日益多样化的服务需求，提升旅客服务体验，成为行业内广泛关注的焦点。该服务产品参与者众多，既是民航运输与快递物流两大行业的服务整合，又是机场、航空公司、地面服务运营商以及旅行服务提供商共同参与的联动式服务。诸多参与者或提供服务，或提供入口，或交叉销售。如何有效解决信息流、旅客流、资金流、行李流的一致化管控，实现数据安全传递与共享，是产品面临的难点。

二、实践路径

2.1 标准数据服务，助力航司价值提升

中国航信作为民航业 IT 服务公司，致力于为航空公司提供优质高效的民航信息技术服务。为全力支持和配合航空公司针对本公司数据的合理使用的要求，辅助航空公司的日常运营和管理决策，中国航信整合三大业务系统数据，设立了标准数据产品，作为中国航信为 Hosting 航空公司提供的标准服务之一。数据主要来源于航信三大业务系统，涵盖了 Hosting 服务的方方面面，尽最大可能满足航空公司对数据的需求，最大程度地保障了航空公司的业务需要及数字化发展。

标准数据中为航司提供支持的航班数据，是航空公司收益系统的数据来源，航司可用于航班订座趋势分析、航班销售渠道分析、航班时刻分析统计、机场吞吐量分析、航班运行分析、航班旅客构成分析、航班收入预估等；标准数据中为航司提供支持的旅客数据可用于离港旅客查询、升降舱旅客统计、进港联程/出港联程旅客统计、电子客票旅客统计、旅客值机行为分析、代理人操作行为分析、旅客订座行为与习惯分析等。标准数据对客票数据的提供，可支持航司用于进行收入结算、代理人销售客票分类统计、本票自动结算、电子客票统计、退票和废票统计等。综合以上，标准数据在涵盖了航司业务的方方面面，对航司业务数据支持有重要作用。

除此之外，中国航信还为航司收益系统提供支持，创建收益类数据产品，供收益管理数据分析软件进行分析，辅助 O&D 收益管理系统，为航空公司提供预测分析能力，助力航空公司实现整个航线网络收益最大化的业务需要。

2.2 行李全流程跟踪公共信息平台 开创民航发展新征程

中国航信行李全流程跟踪信息平台在中国民航行李跟踪系统建设中起到了至关重要的作用，为实现数据充分共享，旅客获取服务提供了坚实的系统支撑。数据是信息技术的基础，如何将散落在异构系统间的海量行李处理数据进行集中式收集、标准化处理、进而相互共享，是实现行李跟踪数据价值的关键。在民航局的领导与帮助下，中国航信充分发挥民航信息化建设“国家队”“主力军”的作用，支持全民航行李跟踪服务实现、支撑行业数据交互与共享，在行李跟踪领域的信息安全与数据治理工作取得阶段性成果。

行李跟踪信息平台旨在基于 RFID、物联网、互联网、大数据等新型应用技术，制定并遵循统一系列行李标准，构建全国民航行李物联网，建立民航旅客行李服务生态，助力产业转型升级，为国家、行业、消费者提供大服务。主要实施方案如下：

（1）构建标准化数据交互平台

如何解决民航行李跟踪数据的离散度高、系统间相互隔绝、数据规范、交互标准缺失等一系列问题，是构建行业级信息平台，实现信息交互共享的核心。由此，中国航信在创建平台初期，提出标准先行的建设理念，制定适用于

全行业、全要素的行李全流程跟踪平台技术规范、行李全流程跟踪节点数据规范、行李全流程数据交换及接口规范、保温规范等一系列规范及标准输出，为平台实现各参与方数据互联互通，实现行业级数据整合与处理、构建交互共享机制，打下坚实基础。

（2）构建行李数据交换中心

在统一标准引领下，构建国内行李服务大数据中心：整合机场行李系统、航空公司行李系统、其他第三方行李系统数据，构建相互连接的网状结构，实现数据互通，并为不同群体提供数据实时交换能力，保证各系统间互联互通。

数据交换中心主要包含报文元数据管理、权限管理、交换规则管理、报文接入引擎、数据交换引擎等核心功能。报文输出网关具有集成协议转换、权限校验、加密、压缩、交换过程监控等多种功能，保证各系统之间数据的有效交换。

（3）实现行李全流程跟踪查询

建立行李全流程跟踪查询系统，通过全国机场、航空公司数据共享，汇集行李处理关键节点数据，形成单件行李从托运到提取的全流程跟踪数据。为行业各干系方提供行李相关服务：在数据仓库基础上利用大数据技术提供面向航空公司、机场、政府管理机构等不同主体、不同场景下的微服务。

系统记录单件行李在全流处理过程中各个业务操作节点，包括航程、航站、位置、结果状态等信息，完整展现行李全生命周期，并提供各类查询API，支持机场、航空公司面向旅客提供行李跟踪状态提醒服务。

（4）实现数据可视化服务

行李全流程跟踪平台汇聚了行业行李大数据，基于数据资源对行李进行多方面的数据分析，为机场、航空公司、行业管理者等各参与方提供多维度数据可视化服务，以图形化方式展现行李处理监控、数量监控、效率监控等状态总览。同时，提供多维度统计报表功能，根据不同的业务提供对应的统计报表功能，为各参与方提供行李跟踪数据分析，支持报表生成。通过智能算法，进行数据挖掘分析，充分发挥数据价值。

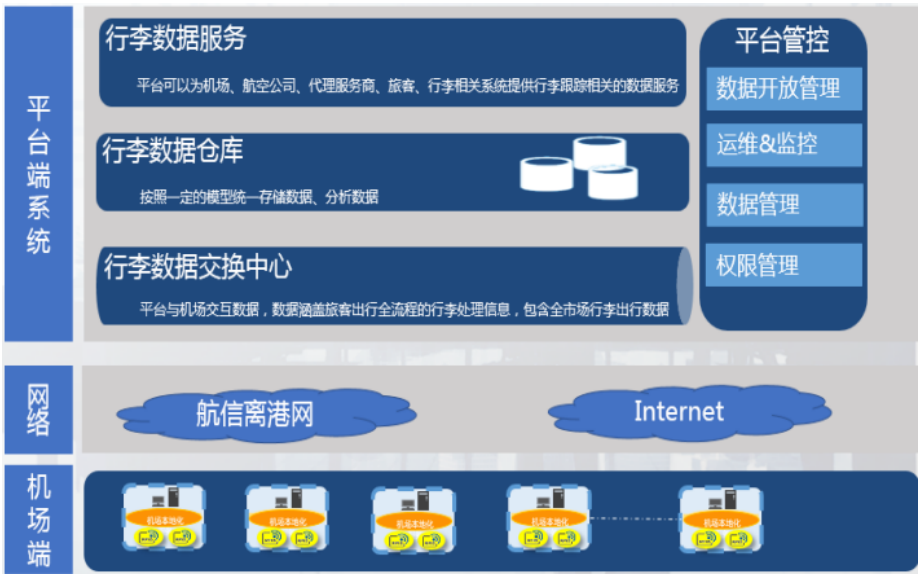


图 1：行李全流程跟踪平台架构

构建民航旅客行李跟踪信息平台，有助于打破系统间隔，降低行业服务主体间数据获取成本，有助于全行业构建数据标准与规范，减少数据交互成本。集约型平台的构建，使得全行业以最低的成本，快速实现行李跟踪数据的获取与价值应用，使得旅客获得行李跟踪服务成为可能。

2.3 行李“门到门”服务 深挖数据资产价值

随着民航信息安全与治理这一命题的持续深入展开，随智慧民航建设路线的逐渐清晰，从政府、行业管理者，到民航服务提供者，都高度重视信息的合法与合规化，同时也更加注重数据资产价值的有效挖掘与灵活应用。

中国航信基于行李跟踪系统建设经验以及敏锐的市场洞察，积极探索基于需求提供的创新型行李衍生服务，尝试构建“民航+物流”服务模式，建设旅客行李门到门服务平台。通过制定统一服务标准，运用大数据、物联网、人工智能等技术打造民航产业互联网，高效连接行李服务链的各方，构成由民航旅客运输服务方、快递物流方、机场方、民航地面服务方，以及销售方共同参与的行李门到门服务平台，促进产业间协同发展，共建行李运输服务生态：

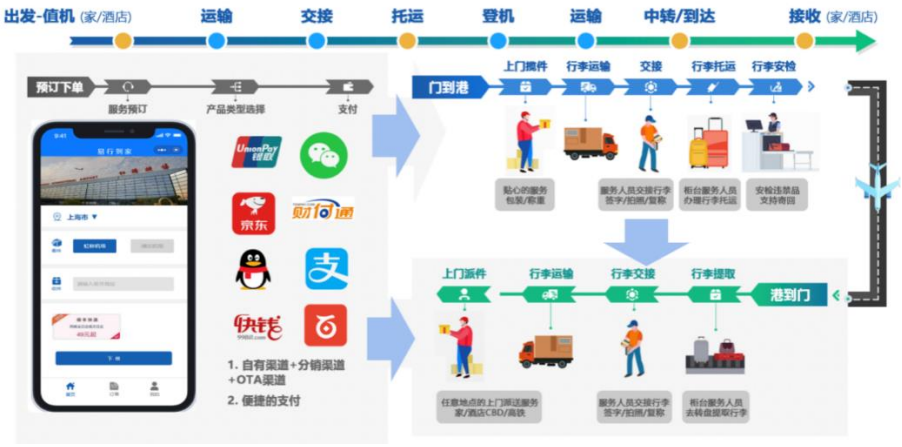


图 2：行李门到门服务流程

（1）制定系列规范

制定涵盖行李门到门各个触点服务的服务流程、服务规范及数据交换协议，为各方业务协同、系统地提供规范支撑。实现快递物流运输、机场地面服务以及民航行李运输的一体化服务规范及服务输出，同时始终将数字化贯穿服务全程，提供全程智能化服务及监控，解决平台标准化对接与服务输出问题，构建跨行业、跨主体、跨系统的复杂运营模式，实现多方主体共建的协同运营模式。

（2）构建行李门到门服务平台

整合航空公司、机场、物流、保险、OTA、酒店等各方资源，实现各方系统互联、数据互通、服务协同。同时，完成内部资源重构，整合航班流、旅客流、行李流等信息，实现门到门行李服务营销一体化。构建规范化、标准化、结构化，且具备集各参与方服务产品的兼容能力，保证行李门到门服务安全、稳定、高效运转。

（3）建立平台商务模式

基于平台参与方承担的不同角色与职责，明确商务原则，平台自动维护各方资源及产品信息，同时支持基于角色与职责的收入分配及多方结算。

（4）建立运营服务体系

建立完备的运营服务体系，为各方运营服务提供有力支撑，包括产品定价、订单监控、售后服务等，保障门到门服务各个环节持续高效运转。



图 3：行李门到门服务平台架构

构建集约型行李门到门服务平台，有助于帮助行业管理者实现数据安全治理的有效监管，有助于帮助行业参与者充分获取数据价值，并实现数据的有效交互与安全共享。

通过与快递物流、机场、航空公司的系统对接，解决旅旅服务痛点，实现行李地面运输与民航出行服务的无缝对接，实现行李门到门服务与航班信息、客票信息自动关联，让旅客能实时获取行李处理状态信息、预先完成逾重行李付费、提供与民航运输网络相匹配的行李门到门服务网络。

中国航信作为民航行李跟踪公共信息平台建设者、机场端行李跟踪系统解决方案提供商、民航订座、离港系统、数据网络建设者，积极整合内外部资源，实现系统对接，打通下游产业链、服务链，构建推动与航司、机场方的合作，打通场内环节，完善行李服务，依托快递物流商提供场外运输服务，通过保险公司为服务提供保障，最终形成完善的行李门到门全流服务。

三、应用效果

3.1 项目竞争性

随着民航业步入数字经济时代，数据日益成为核心的生产要素，大到企业经营小到产品赋能都与需要数字化的信息所支撑，中国航信的各类生产要素也不断被数字化的信息所武装，数据赋能的融合正在成为新时代的核心资源。

中国航信面向航空公司提供标准化的数据服务，提升了客户业务全流程中的数据价值，通过数据价值的合理调配促进了客户数据获取、分析的效率，使数据

资产为客户带来经济效益。作为民航业信息系统服务供应商，中国航信肩负构建数据治理、数据管理体系的重任，通过赋能产品多元化以实现数字化转型的战略目标。基于数据标准化的服务，实现多元化业务场景，进而提升体系内数据内在的流动性，最大程度发挥数据的潜在价值，最终起到重塑企业数据体系，提高企业产品竞争力的作用。未来将围绕业务需求进一步建设数据能力，为客户创造更多价值，为企业扩大边际优势。

3.2 应用实际效果

行李全流程跟踪信息平台在民航局领导和授权下，作为行业公共信息平台，基于公益属性为全行业提供行李跟踪信息的交互与共享服务。自 2020 年以来，持续为全国行李跟踪系统建设提供坚实的系统支撑，在全行业开展行李数据交互与共享服务，取得了良好的社会价值和用户反馈。行李跟踪服务的实现增强了广大旅客民航服务获得感，展示了当代民航精神，增强了行业的团结协作能力。强化了行业治理效能，增强了中国民航的国际竞争力。

在民航行李跟踪系统建设工程的有序推进下，行李跟踪数据的价值也获得了真正的释放，在数据开放、共享的机制下，有助于激发民航服务方充分利用数据价值，结合先进技术开展新产品的创新与服务，实现更深层次的数据挖掘与应用，带动民航高质量发展。民航局多次强调围绕行李服务创新的工作要求，也多次提到关于行李门到门服务的探索与实践。

3.3 可复制可推广

中国航信通过集中资源、目标一致地开展数据治理的相关工作，加快了数据治理进程、加强数据治理效果，为航空公司客户提供完整、准确、一致的数据和服务，提升了数据的潜在价值，逐步形成企业级可复制可推广的数据治理方案。

在民航业数字化转型的宏观背景下，借助于管理和产品创新模式的推广，以实现对基础数据、应用数据等的质量检查、预警、分析、报告，进一步支持数据质量管理的全面开展。数据治理的方案里，不仅有利于建立一套科学、合理、有效的管理体系，保障数据报送的质量，而且有效落实监管、公司内部对数据治理的要求，更为重要的是为行业数据治理工作的开展起到积极的示范作用，进一步

提升了数据挖掘的价值，不断向“科学赋能，科学管理”的方向高速发展。

四、洞察启示

中国航信在数据的合规性和价值挖掘上不会满足于已取得的成绩，在不断探索数据工作新方向的同时也在不断总结经验。在处理航空公司数据需求或是针对行业痛点设计解决方案的时候，通过数据挖掘可以大大提高工作效率，减少无谓的尝试。首先要在业务流中明确需求内容，同时收集实现目标需求所涉及的数据元素，从数据来源、数据传输途径、数据触发机制等多维度考虑数据元素的可用性。并针对客户需求，把各种数据元素清洗、过滤、整合，建立模型，并在实际场景中进行测试，形成最终方案。

随着民航数字化新基建工程的持续深入开展，政府机构持续加强民航信息化建设投入，引领民航高质量发展。民航各运营服务主体，也纷纷加速数字化转型速度，寻求能力升级，努力提供更多适应新经济环境发展的旅客差异化服务产品。中国航信作为民航信息化建设者，希望与民航各服务参与主体协同共创，加强数据赋能，为更多基于用户需求的创新性产品落地提供技术支撑，真正实现民航创新性出行服务产品模式的转变。

基于大数据的民航数据治理及应用实践

单位/部门：中国民航信息网络股份有限公司/研究院

主要人员：冯迪、吴丽娜、赵耀帅、徐新、张立功

一、背景和痛点

1.1 背景

中国航信作为市场领先的航空运输旅游业信息技术和商务服务提供商，被行业和媒体誉为“民航健康运行的神经”，是全球第三大 GDS（航空旅游分销系统提供商），行业数据集中度高、数据质量佳。其数据源自航信核心业务交易系统——旅客信息服务系统（PSS），PSS 系统运营了 40 余家航空公司的信息服务，业务范围涵盖航空产品管理、航空产品销售、机场旅客服务等领域，每日产生 30G+的旅客交易数据、5T+的系统处理相关数据，每年数据增量 1.5PB+。



图 1：数据来源种类

为帮助行业各方洞察行业态势，预判发展趋势，共同寻找行业问题的解决之道，中国航信以服务中国民航发展为目标，以民航市场旅客服务数据为依托，以不断优化的科学算法为核心，分析洞察民航市场。

中国航信自主搭建的航信大数据平台（采用关系型数据库与非结构化数据库混载模式），每日完成中国民航市场的 1.2 万+个航班数据（航班计划、库存、票价、订单等）、130 万+名旅客数据（值机、登机、行李等）的实时采集存储、整合计算、可视化展现的全链条核心业务数据处理。

1.2 痛点

随着民航行业进入大数据时代，非结构化数据采集存储、海量数据实时处理

及挖掘分析、全流程数据管理支撑等方面的技术取得跨越式突破，也为大数据在民航领域的广泛应用打开了想象空间，行业数据也已经开始从简单的各经营主体的内部处理对象转变为一种行业内的基础性资源；但与此同时也要看到民航行业面临到的具体问题：

一是民航行业多主体运行，数据来源分散，数据资源尚未汇聚，数据资源目录缺失，使得数据获取效率低下，从数据的形态、存储周期、数据质量等均无法满足旅客服务的业务需要；

二是民航行业信息化发展不均衡，数字化基础设施不健全，数字鸿沟扩大；

三是数据标准尚未建立，大量数据难以融合，数据对业务支撑基础不强。由于尚未建立统一的数据标准，数据完整性不够、一致性不够、准确性不够、更新不及时，致使大量数据难以融合，数据的可用性存在问题。

针对上述问题，构建民航数据资源体系，并对数据之间的交互方式展开研究，依托中国航信的全市场数据，进行数据资源集中整合，构建企业级大数据处理平台，面向行业进行数据价值的直观呈现和深度分析，并通过企业内部在科研体系、市场体系的现有机制，积极与行业内部主体（民航总局、航空公司、机场）开展合作，推动民航行业内的数据价值流动，具有重要的现实意义。

二、实践路径

为完成面向行业数据共享和运行态势分析，中国航信搭建了基于大数据平台的数据治理及智能挖掘系统。以企业级大数据平台为支撑，从多个数据源获取数据，并进行分析、智能挖掘等处理，实现行业分析的计算及预测等功能。

数据开发模式采用的是目前主流的平台化的开放路线，按数据加工特点进行分工合作，以提升开发效率和开发质量，同时构建面向业务主题的数据整合模型，大力提升数据平台的服务能力，实现业务相关性强的分析统计，提升开发效率，提升数据质量，加速数据产品业务迭代演进。

2.1 数据架构

数据架构采用“五横一纵”模式，其中五横分别为数据源层、基础平台层、数据整合层、数据访问层和数据应用层，一纵为数据集成与共享。数据逻辑结构

如图 2 所示。

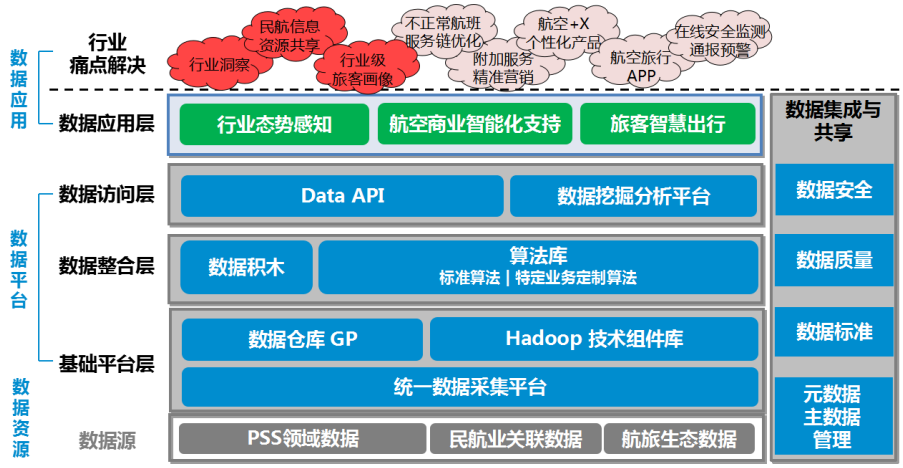


图 2：数据逻辑架构图

数据源层，包括航信自有的具备集中度优势的 PSS 全市场数据：源自航信核心业务交易系统--旅客信息服务系统（PSS），PSS 系统运营了 40 余家航空公司的信息服务，业务范围涵盖航空产品管理、航空产品销售、机场旅客服务等领域，每日产生 30G+的旅客交易数据、5T+的系统处理相关数据，每年数据增量 1.5PB+；通过其他方式获取的民航业关联数据（如航空公司电商零售平台数据、渠道销售数据）；航旅生态数据（如航班动态、互联网票价等），呈现海量、多源、异构、复杂等特点。

基础平台层，负责数据采集、处理和存储。通过“统一数据采集平台”提供的多种数据接入方式，根据数据存储类型、不同的时效性要求而形成不同的存储及处理策略，将结构化数据、日频处理的数据放入 GP 数据仓库、非结构化、实时处理的数据放入 Hadoop 平台。

数据整合层，基于汇集的基础数据、技术平台进行数据加工处理。为了提升对于业务场景下整合数据的复用率，对不同主题下的业务数据整合，生成“数据积木”，比如面向航班销售、航班值机等业务主题数据；并面向不同的业务领域去构建算法模型，比如航班标签、旅客画像、最低票价预测模型、需求指数模型等等。

数据访问层，包括数据实时查询服务接口和自助分析服务平台，为机器和分析人员提供数据。

数据应用层，以“行业态势感知”、“航空商业智能化支持”、“旅客智慧出行”

三大应用方向；聚焦行业态势感知应用方向，主要解决民航行业洞察、民航信息资源共享、民航旅客个性化服务等行业痛点。

在五横结构的基础上，为保证数据的权威和专业性，减少数据问题发生，整体提高数据的应用价值，通过一系列措施规范数据，优化数据架构，提升数据仓库/信息化管理系统建设，支持管理能力的提高、精细化和决策的科学性，引入全链条、全流程的数据治理，包含以下几个部分，具体来说包括以下四方面：数据质量、数据安全、数据标准、元数据管理。

数据质量：建立基于表、字段质量检核的模板，简化规则配置过程：如字段模板、实例模板、表级模板。字段模板主要是最大值、最小值、值域范围、外键等，实例模板主要是基于通识规则的模板，表级模板主要是一致性、跨表平衡性等。

数据安全：大数据环境下的数据安全防护工作是业界公认的一项难题，数据在大数据技术平台内的处理链条很长，大数据体系下开源技术的大量应用和异构系统的集成，也为统一的数据安全防护带来了重大的挑战。基于业务特点，结合企业内外部的相关数据保护要求，大数据技术平台数据安全防护功能重点包含如下内容：一是对实时数据实施链路加密，确保实时数据处理通道安全；二是为保证数据的安全性，除在传输过程中的加密处理，数据脱敏是重要的一环，对某些敏感信息通过脱敏规则进行数据的变形，实现敏感隐私数据的可靠保护，可以安全地使用脱敏后的真实数据集。

数据标准：由于航空公司、机场等主体各部门依据不同标准建立了各自的信息系统和数据库，各单位与部门在信息采集、筛选、存储、加工、计算、发布以及共享等方面缺乏统一参照，技术标准不一致，更没有形成统一的标准规范与兼容性，进而形成了诸多分散并且相互封闭的“信息孤岛”，影响了信息的实效性与准确性，致使大量数据资源的管理与应用受到限制，难以为上层应用提供有效支撑。

为后续的计算提供统一的数据，针对来自不同数据源的不同格式和传输方式的数据，建立健全旅客服务数据资源目录，实行标准化、规范化的定义与分类，建立统一的数据标准，实现数据打通，融合各渠道数据，整合数据资源，建立旅客服务数据资源体系，便捷地支持业务数据。

针对业务目标，根据民航旅客服务业务特点和旅客出行流程，总结旅客服务数据资源目录。目录中旅客服务数据划设为一级类别、二级类别和数据项。每个类别的数据描述均包括数据项描述和数据项说明。数据项描述侧重于从数据静态属性的角度对数据项进行定义和格式规范（或数据项包含内容），数据项说明侧重于从数据动态属性的角度对该类别数据的流动性进行分析。目录将数据资源分为 13 个一级类别，下设 45 个二级类别，共覆盖 222 个数据项。

元数据管理：支持 XML 格式的元模型导入和导出，同时内置大量技术元数据、业务元数据的元模型，可直接使用。元模型管理对元模型的基本信息、属性、父子关系、依赖关系、组合关系的增删改查操作，内置元模型的内置信息不允许修改或者删除，但可进行新增操作。

对元数据信息的维护除界面手动操作方式外，元数据管理平台利用内置采集适配器，让用户通过配置数据源参数及定时采集任务，进行自动化采集,实现直连数据源的端到端元数据采集，同时可对不需要采集的元数据进行过滤设置。

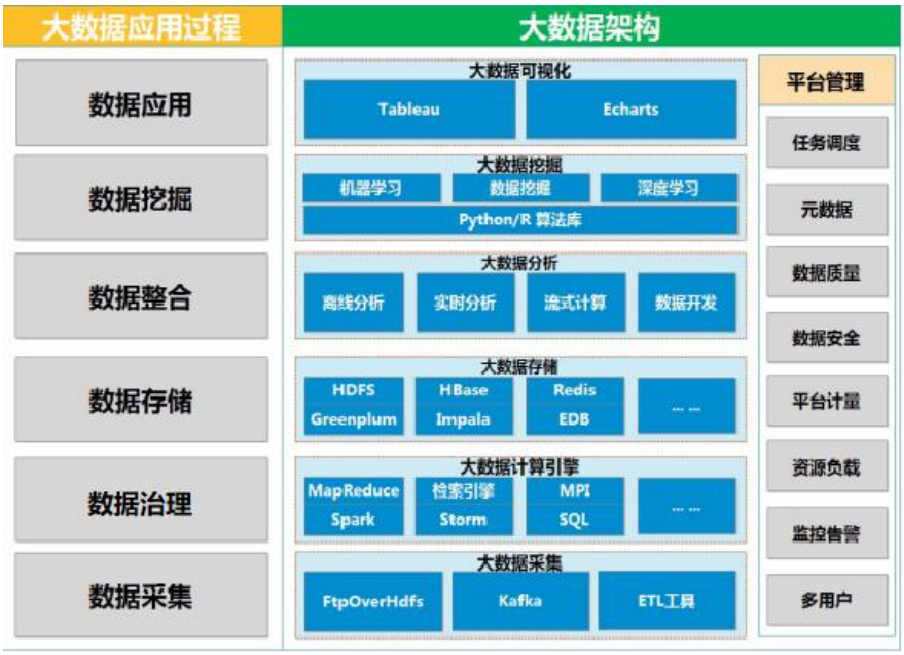


图 3：物理架构图

2.2 关键技术

底层系统使用了包括海量多源异构数据采集、海量数据处理、海量数据存储、高性能计算、机器学习、数据挖掘、深度学习、数据可视化等关键技术。物理架构图如图 3 所示，物理架构包括：数据采集、数据计算引擎、数据存储、数据分

析、数据挖掘、数据可视化以及平台管理六个部分：

（1）数据采集

数据采集平台可处理的数据类型主要包括批量数据、高速数据、多格式数据、机构化/非结构化数据和与多种技术或系统的集成数据等。

批量数据是指必须以批处理方式或者微批处理方式处理的数据，数据量与应用场景有关。包括各种应用程序存储在关系数据库中的海量数据。微批处理指的是操作更频繁但是数据量相对较小的数据操作。

高速数据是指从微批处理到批处理，数据量可能会从几MB 增加到几TB 。其中微批处理需要被数据获取层高效处理而不能有任何性能瓶颈。高速数据需要从两个方面来理解，其一是数据涌入数据采集平台的速度（微批处理操作频繁但是随机，批处理通常在特定时段触发）；其二是涌入数据采集平台的数据量。

多格式数据是指可处理多种文件格式（ XML 、JSON 、TEXT 等），多种不同的结构化或非结构化数据。非关系数据如：二进制数据、多源数据，如设备数据、服务器日志、机器生产日志、图像数据、视频数据等

结构化/非结构化数据在多格式数据中提到了结构化／非结构化数据，这里单列出来是因为它们的特殊意义。此外，半结构化数据也应提及，它介于结构化数据与半结构化数据之间。

采集方式分为离线采集、实时采集。实时数据采集，可以直接实时采集入库，对于有实时计算的业务场景，可采用多技术方式实时计算入库；准实时计算可以采用流式计算；离线采集，对多种数据源，采用批量传输方式，调度执行数据采集。

（2）数据计算

通过企业级的任务调度及工作流引擎，该任务调度，均支持对 Python、Scala、Java、Perl、sh 脚本的调度支持。

（3）数据存储

数据存储平台由关系型数据仓库以及可存储非结构化数据的大数据平台两大体系组成。

其中传统的 OLAP 系统存储，主要存储批量的结构化数据，借助数据仓库的 RDMS 特性，能够支持复杂的数据关联与查询，满足了面向离线型的主题数据分

析的需求。大数据平台的相关组件提供的大规模的数据存储与计算能力，同时流处理平台可以让数据实时接入大数据平台，弥补了过去数据时效性低，数据延迟高的不足。既能存储流处理的数据，也能处理大数据平台中的离线数据，引入实时计算框架，实现 TB/PB 级数据处理高时效性的目标，集成高性能检索技术，实现灵活的非结构化数据秒级检索目标，能够很好的接收和处理实时数据和历史归档数据，支持结构化、半结构化和非结构化的异构数据存储，将与数据仓库互为补充。

（4）数据整合

利用离线分析、实时分析、流式计算等技术进行数据加工处理，提供基于不同主题下的业务数据整合的“数据积木”和面向不同的业务领域算法模型。基于实际业务需求，将数据进一步细化成维度数据、主题数据、指标应用事实数据等。

（5）数据挖掘

数据挖掘主要有图 4 的七个流程



图 4：数据挖掘流程

数据导入：以数据整合层的数据为基础，支持多源多方式的数据导入，包含关系型数据库，平台支持多源，多方式数据接入。

数据探索：支持数据标注及数据变量统计。

数据预处理：支持无效异常数据过滤，缺失数据的补齐；支持数据预处理自动化，包括自动填充数据、自动清理数据、自动数据转换以及自动数据归一等；支持数据属性转换， 新属性生成，数据属性的归一化等。

特征工程：完成特征工程的各项工作，为数据挖掘算法准备特征数据。包含特征变换、特征重要性评估、特征选择、特征生成等。

模型训练：利用机器学习、深度学习、数据挖掘等技术对数据进行分析处理，支持上百种机器学习算法，包括传统机器学习算法、图算法、深度学习算法。广泛引入现在流程的算法库，也支持直接将自己写的算法封装成算法库，整个技术

架构支持 Java 语言、Scala 语言、Python 语言。取决于算法对数据量的大小、对计算速度的要求以及对数据的多少次的迭代计算需求，灵活选择。支持自定义多种训练模式和自动化调参。

性能验证：对上述训练得到的模型进行评估，判断其是否符合业务需求，支持机器学习中常用的多种评估方式。

模型部署：对上述通过评估得到的训练好的模型，进行部署，可单机和多机部署，支持负载均衡；并可将结果数据写入指定路径。

数据可应用：通过可视化技术呈现数据，解决行业痛点问题。

平台管理：使用数据管理、资源负载、监控告警等技术进行全流程的数据管理。底层使用的大数据平台主要包括海量数据存储能力、高性能计算能力、敏捷数据开发能力、运维安全管控能力四个方面的能力维度，具体的能力指标如下表：

表 1：数据平台能力指标表

数据平台能力	能力指标
海量数据 存储能力	规模：120 台，
	存储：1PB+
高性能 计算能力	数据接入：90 亿条+
	离线计算：48TB+
	实时计算：15 万 TPS
	作业调度：5 万+，5 千并发
	输出服务调用：20 万次+，5 千并发查询
敏捷数据 开发能力	自助处理场景：15 类+，80%作业使用类 SQL 开发
	用户规模：500 个并发用户
运维安全 管控能力	资源管控：配额管理，240 个资源队列
	数据安全：表级访问授权，数据加密、脱敏和审计
	监控告警：300 个指标+，秒级告警
	系统表现：平台可靠性 99%，资源利率 90%+

三、应用效果

随着人工智能技术、数据可视化技术、网站开发技术的不断发展优化，以市场分析预测和大数据应用为特色，构建民航市场数据共享平台，为各级政府部门以及行业提供宏观决策支持,在行业内发出更为专业、准确、引领行业动向的声音。数据应用由最早的“简单数据库查询—基本计算—展现”时代进入了大数据时代，数据存储再到结果展现，全流程依托大数据技术，采用最优的统计分析方

法，通过建立模型算法使指数化结果更加科学，更加符合市场规律。其分析成果覆盖航空、旅行社、OTA、酒店、金融、零售、传媒、政府研究机构等 10 多个行业，被 1000 余位行业专家关注，20 余家媒体引用转载。

四、洞察启示

作为一个具有海量数据存储的大数据平台，航信非常重视数据价值的挖掘。通过各种数据处理、分析、挖掘手段，为行业发展决策和业务开展提供数据支持。经过多年的发展，内部形成了一套完整的解决方案：

（1）建立企业级数据标准。数据标准对促进业务部门之间数据共享，界定业务数据范围，起到了重要作用。

（2）建立民航标准指标体系。指标体系核心包括基于民航以航班与旅客两个维度的指标体系，包括指标名称、业务分类、统计频率、精度、单位、指标类型、指标定义、计算逻辑、分析方法、影响因素、分析维度等信息；衍生模块包括一套基于民航运营、规划、统计及文本属性数据，融合相关交通及服务行业数据，通过数学模型计算得到的综合化指数标准产品，包含景气指数、连通性指数等系列指数。

（3）标准化的数据服务。定位于标准化的数据服务平台，提供一站式数据服务开发、测试部署能力，实现数据服务敏捷响应，降低数据获取难度，提升数据开发体验和效率。

（4）封装基于指标库的机器学习算法库。搭建基于标准数据的算法库，可提供从数据预处理、模型构建、模型训练、模型评估到模型服务的全流程开发及部署支持，更易于完成算法的迁移、实验和调优，使算法易于扩展，企业其他产品可以以较低的成本复用。

（5）基于大数据的 BI 和可视化技术。整合底层数据，建立大数据分析数据中台，结合数据可视化完成底层数据重构和整合。

在实践解决方案的过程中，我们的目标是数据是是可信的、可理解的、准确的，并且有意义的，可以以安全的和一致的方式展现和使用。为了更加高效地达到这一目标，我们有了如下启示：

（1）在保障数据安全和数据隐私的前提下，研究利用数据为公司及行业创

造价值，建立数据标准体系，采取多种手段加强数据主权维护和个人隐私保护，进而提高数据资产价值实现的安全性。

（2）要加强行业数据生态建设，加强企业数据与社会数据的融合，让数据体现的视角更为准确、多元，进而增强数据产品的可用性，提升应用意义。

海量大数据带来了数据应用的巨大挑战，在数据海洋里要快速找到需要的数据，准确地揭示数据背后的意义，要求建立一套完善的数据体系，同时为了避免烟囱式数据孤岛，确保共用数据的完整性、一致性和准确性，要求建立统一的数据模型架构规范，形成统一数据模型标准。航信以提高数据质量，将数据价值最大化，助力民航行业向高质量发展转变为己任，构建民航市场数据共享平台，为各级政府部门以及行业提供宏观决策支持,在行业内发出更为专业、准确、引领行业动向的声音。

电子身份证照在民航的应用与管理

单位/部门：中国民航信息网络股份有限公司/中航信移动科技有限公司

一、行业背景和民航服务痛点

1.1 行业背景:

根据国务院办公厅印发《关于加快推进电子证照扩大应用领域和全国互通互认的意见》,就进一步加快推进电子证照扩大应用领域和全国互通互认作出部署,提出了“要聚焦深化便民服务，扩大个人电子证照应用领域”以及“面向社会多样化需求，促进电子证照社会化应用”等明确指引。电子证照在居民出行及社会生活中的应用场景将会迎来一个蓬勃发展的局面。

当前数字化全面融入国民经济和社会发展各领域，数字化生产加速演进、数字化服务日益普及、数字化创新日新月异，深刻改变着经济社会的发展动力和发展方式，重塑着产业社会发展和国际竞争新格局。但同时也应该看到，我国数字化转型过程中存在着诸多瓶颈和问题，如数字资源开发利用能力不足、数字基础设施尚不完善、数字社会治理面临挑战等。

1.2 民航电子证照需求分析:

我国接入全球互联网已二十多年,国内的数字身份建设因种种原因始终未得到应有的重视。多年来的实践反复证明，仅仅使用姓名＋公民身份号码代表公民的线上身份，造成了大量的个人信息泄露。因此，结合我国现有身份管理的成就以及网络社会个人信息保护的现实需求,有必要以公民身份号码为根(唯一性),建设既能保护个人信息安全又能适应网络社会数据开放和流通需求的统一数字身份体系。伴随现代社会经济与航空业的蓬勃发展，航空运输作为更快捷与安全的出行方式，被人们频繁地选择和喜爱。相较于以往需要前往航空公司的门店或机票代售点购买机票，互联网的发展也便利了旅客的订票方式。网上订票已经成为机票预定的主要渠道。旅客通过航空公司官网或机票代理商网站，提交乘机人真实的个人信息后，由航空公司或代理商锁定并出票。然而，线上购票给旅客带来的最大困扰就是信息泄露。近年来，由于信息泄露，收到诈骗短信而造成财产

损失的旅客不在少数，而参与维权的后果又往往不尽人意。因此，航空旅客信息安全保护的问题引发了政府与相关主体的广泛关注。民航旅客的电子身份信息就迫切需要能够能有完善的隐私保护服务体系，如：用户自愿原则、个人信息保护原则、个人信息收集最小化原则、便利和互操作原则、充分告知原则、风险控制原则等。

二、服务实践路径简述

2.1 项目建设内容

基于移动互联网基础平台，设计提出民航旅客高可靠安全电子身份认证、授权和使用的体系，搭建电子身份证照信息网络安全存储环境，研发集成近场通信、人脸识别、活体检测、数据加密等先进技术电子身份证照系统，实现行程校验和身份校验的统一，有力地支撑民航旅客全流程无纸化安检、登机服务，提升民航旅客体验、出行效率和安全性。具体建设内容包括以下几个方面：

（1）民航旅客安全电子身份证照应用体系研究

分析机场安检系统、电子身份证生成系统、离港系统、电子凭证服务系统、智能手机终端等多类系统的信息交互模式，研究跨多系统的民航电子身份证照互联互通规范。开展面向多场景的民航电子身份证照应用分析，建立民航电子身份证照信息在多个系统之间的存储、传输规范，确保实现民航电子身份证照系统与相关系统的兼容与对接。

（2）电子身份证照的加密算法分析与网络安全传输研究

根据民航电子身份证照应用场景及模式，围绕用户端身份证信息授权、数字身份生成、数字身份使用、数字身份信息缓存清除及安检联动等典型场景，研究多类型加密算法，提出适合民航旅客出行情景的电子身份证照加密方案。研究身份证全量要素密文信息安全传输方式，通过搭建安全传输通道，确保实现电子身份证照信息的网络安全传输。

（3）移动电子凭证开发包研制

分析 IOS，ANDROID 及微信等第三方接口需求，研究多智能终端的便捷电子凭证服务接入技术，研究消息主动推送及刷新的登机凭证更新方式，设计民航旅客电子凭证模版及安全策略，研制移动电子凭证开发包模块，支持登机凭证的发放、更新、验证的全生命周期服务。

（4）民航电子身份证照系统研制及应用

研发集成移动互联网、人脸识别、活体检测、数据加密等技术，基于 One ID（唯一身份识别）思路，提出移动互联网环境下民航旅客电子身份证照信息与电子登机牌关联校验方案，依据民航旅客安全电子身份证照应用体系及规范研制民航电子身份证照系统，针对安检、登机等典型场景展开应用，通过旅客行程、身份、人证的统一校验，提供基于民航电子身份证照系统的便捷出行服务。

（5）统一的电子凭证服务系统研制及应用

研究制定标准化的登机凭证规则以及个性化的凭证模版配置，研究基于消息订阅的事件变更主动推送机制，开发基于电子登机凭证的统一事件引擎，最终研制统一的电子凭证服务系统，实现电子登机凭证的发放、更新和验证，支持对凭证生命周期、凭证模版、以及安全策略的管理，为终端提供统一的电子凭证服务，围绕值机、安检、登机等典型场景展开应用。

2.2 项目建设目标

基于基础移动互联网平台，设计提出民航旅客电子身份电子认证、授权和使用的体系，研制移动电子凭证开发包、民航电子身份证照系统、统一的电子凭证服务系统等三个关键系统，实现行程校验和身份校验的统一，是民航“无纸化”出行的又一次升级。

（1）业务目标主要包括:

实现旅客认证、信息采集、识别自助化；建立健全全网旅客数据；数据脱敏范围至少包括旅客的证件信息、联系信息、支付信息等旅客个人敏感信息；全面推进无纸化通关投产落地。

（2）性能指标主要包括:

系统支持未来 5 年的旅客快速增长应用;覆盖电子身份证照结构化数据的100%敏感数据脱敏;保持电子身份证照敏感数据的完整性及可用性。

2.3 项目实施方案

围绕建设目标，本方案基于统一的中性化电子通关凭证服务系统，通过采集由机场认可渠道在线值机旅客所持的电子登机牌二维码信息，从离港系统获取旅客值机信息，验证旅客航班信息，确保行程与机票信息合、证件一致。

（1）民航移动便捷出行系统架构设计

民航移动便捷出行系统是实现无纸化通关的核心系统。系统主要由统一电子登机凭证服务系统、民航电子身份证照系统以及用于支撑移动终端的移动电子凭证开发包组成，使用服务总线以及多个支撑系统，提供稳定可靠的电子登机凭证服务和快捷的终端接入。系统架构如下图所示：

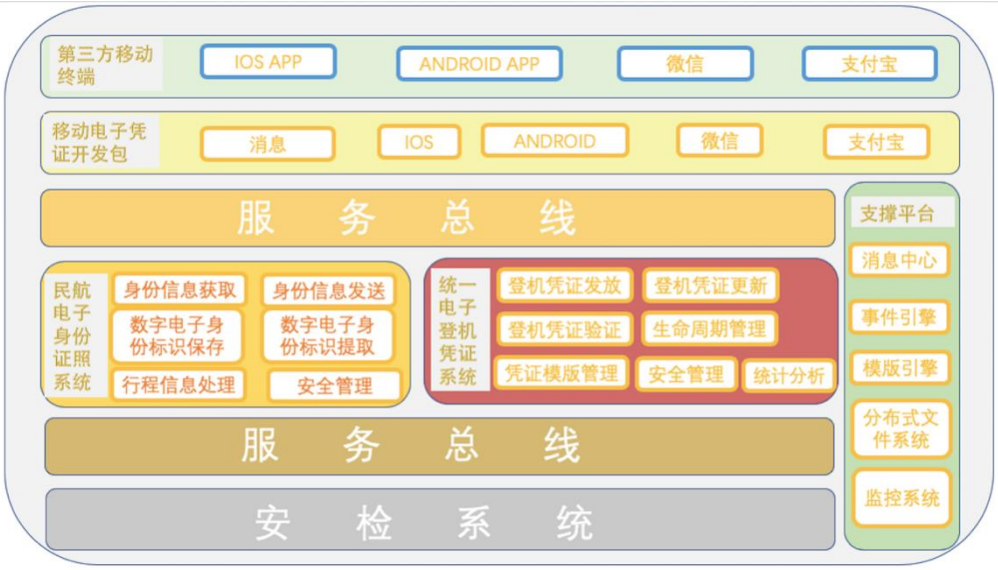


图 1：民航移动便捷出行系统架构图

（2）基于民航旅客出行场景建立电子身份认证流程服务体系

民航电子身份认证系统提供用户端身份证信息授权、数字身份生成、登机牌融合、数字身份使用、数字身份信息缓存清除、安检联动等多个功能，涉及与机场安检系统、电子身份证生成系统、离港系统、电子凭证服务系统、智能手机终端（包括安卓手机、苹果手机等）多类系统信息的交互，民航电子身份证照可以应用到安检、登机、值机、购票等多个环节，基于电子证照实现安检

环节的行程和身份统一校验，违法犯罪嫌疑人、失信人等的自动识别，实现登机环节的行程和身份复核，未来还可应用于购票环节的身份自动校验等。

三、应用效果

3.1 身份电子证照介绍

身份电子证照，是基于移动互联网、近场通信、人脸识别、活体检测、数据加密等先进技术，将公民身份证件信息提取、验证、使用的全流程互联网化并融合在旅客电子登机牌中，使旅客在安全保密的环境中享受“一码在手，畅行无忧”的全流程自助出行体验，是民航“无纸化”出行的又一次升级。手机的 NFC 功能代替专用的身份证阅读器，使授权身份电子证照的过程得以在移动互联网中进行，结合活体检测、人脸识别和数据加密等措施，简化旅客操作流程的同时也保障了其安全可靠。

旅客办理值机后只需在安检时出示电子登机牌，便可完成行程校验、身份校验、人证合一等一系列安检流程。减少了传统身份证核验流程，方便旅客的同时，也简化了安检人员的操作流程，提升了安检速度，减少了机场对基础设施的依赖，降低了办理临时身份证的需求。One ID（唯一身份识别）依靠一个可靠的电子身份特征来促进客户体验、出行效率和安全性的提升。简单来说，旅客只需在行程最开始时乃至购票时验证“你是谁”、“你与证件是否为同一人”，这种验证过程采用的是业界统一标准的生物识别技术。而接下来的全流程，均可在之前信息验证的基础上迅速办理相关手续，旅客无需再次出具任何证件信息，不久的将来甚至可以在机场以外的其他服务环节享受这种自动的识别服务。

3.2 身份电子证照使用:

（1）身份电子证照功能分为认证和使用两个环节:

认证环节：读取旅客身份证件上除指纹外的所有内置信息（以下称“身份证信息”），同时通过手机摄像头对旅客进行人脸比对和活体识别，之后生成旅

客的身份电子证照信息并加密存储于安全非互联网环境，旅客移动端 APP 保存对应密钥，以备在机场使用电子登机牌获得身份电子证照以证明身份信息。

使用环节：经过身份电子证照认证的旅客，办理值机后只需在安检时出示支持身份电子证照的电子登机牌（安卓或 IOS 设备均可），通过智能设备扫描便可结合安检系统完成行程校验、身份校验、人证合一等一系列安检业务操作（经认证授权的自助闸机设备通过离港专网调取身份电子证照服务），方便旅客的同时，也简化了安检人员的操作流程，提升了安检速度，逐步减少机场对设备的依赖，一定程度上可取代办理临时身份证的需求。

3.3 应用案例介绍:

（1）数字身份开通:

旅客需要通过带有 NFC 读取功能的安卓终端，本人使用身份证件通过身份电子证照 SDK 进行验证开通，SDK 提供封装了人脸识别、活体检测的完整验证处理方案。

（2）电子登机牌生成:

身份电子证照 SDK 支持各航司、机场 APP 中电子证照登机牌的生成和使用，经认证开通数字身份后，旅客使用相应 APP 账户值机，在现有电子登机牌二维码基础上可增加电子身份标识，值机流程以及电子登机牌原有信息不变。

（3）数字身份使用:

旅客可通过任意安卓或 IOS 手机（并不限于具备 NFC 功能的手机），通过支持身份电子证照的 APP 或微信公众号实现身份电子证照功能，经智能扫描识读或 NFC 设备实现与机场安检系统之间电子证照信息的获取和传输（机场安检系统需进行改造，以支持读取来自非传统身份证阅读器提供的身份证件信息）。

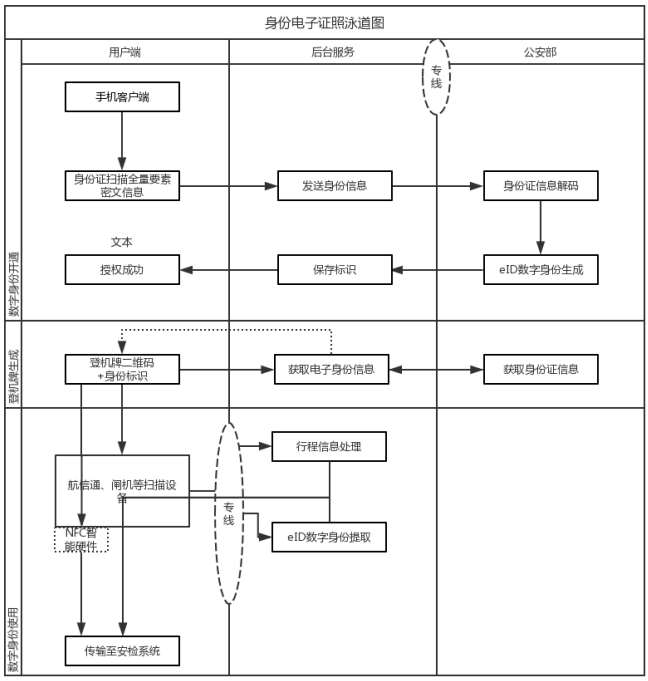


图 2：身份电子证照方案泳道图

四、洞察启示

根据国际航空运输协会（IATA）的旅客运输量预测，2037 年，全球旅客数量将超过 82 亿，在不影响安全的前提下，机场和航司需要扩展基础设施和运营。航司和机场面临更大的服务压力，并逐渐把目光投向提供战略和运营效益、解决旅客出行痛点的“便捷通关”、“无纸化”、“Face ID”、“One ID”等符合国际航协便捷出行（Fast Travel）宗旨的技术方案。

以密码技术为基础、以智能安全芯片为载体，能够在不泄露身份信息的前提下在线远程识别身份。当前网络空间与现实社会呈现出加速融合的趋势，云计算、移动互联网、物联网的日渐成熟与广泛应用，泛在互联网环境正在逐步形成，将成为我们社会生活的主要载体，云计算使网络资源进一步的集中，从而建立起日益强大的计算能力，移动互联网使人们通过移动设备，可以随时随地的接入网络空间，物联网使虚拟世界与物理世界逐渐融为一体，通过人与人，物与物，以及物与人之间相互联系，形成虚拟社会和现实社会在网络空间交汇融合。网络空间发展给我们带来方便快捷的同时，也为国家安全和社会稳定带来新挑战。网络空间信任与身份管理。主要用于解决隐私保护下的线上身

份识别问题，它不是明文的身份信息，也不是像“居民身份证”那样的证件，身份电子证照，是基于移动互联网、近场通信、人脸识别、活体检测、数据加密等先进技术，将公民身份证件信息提取、验证、使用的全流程互联网化一种身份识别技术。

本方案利用身份电子证照进行身份认证识别，由边缘计算终端设备进行信息提取、计算、处理。使旅客可以利用移动互联网方便完成快速认证、使用唯一凭证完成便捷出行（Fast Travel）的系统方案。从简化商务出行出发，在公民身份信息相关部分采用身份电子证照技术满足系统对安全性、私密性和便利性的要求；在系统建设上采用边缘计算与云计算相结合的方案架构高可用、分布式、低带宽、低时延的系统方案，解决传统云服务中心化、数据量大、计算量大、传输带宽大、高能耗、终端设备利用不充分等弊端。该方案同时具备业务上的高扩展性，适用于便捷出行的全链条业务场景,并且相关服务基本不需要投入改造成本，可以基于现有的业务场景进行平化升级改造。

客运收入结算数据安全治理体系建设

单位/部门：中国航空结算有限责任公司/产品研发部

主要人员：王保国、谭玲、袁永俊、王波、赵志科

一、背景和痛点

中国航空结算有限责任公司（以下简称结算公司）为航空公司、机场、代理人提供客运、货运、机场服务费等清结算服务，目前在为 20 家国、内外航空公司提供客运收入结算服务。客运收入结算系统（以下简称结算系统）处理的数据涵盖了航信、海外 GDS、IATA、ATPCO 以及航空公司自用数据，包含了 OAG、运价、订座、销售、离港、辅营等 12 大类，40 多小类的业务数据，每天处理上亿条客运票证的收入结算、清算和帐务数据。但数据多源化、业务复杂化以及跨系统数据处理等，给数据治理和数据安全防护带来了较大的难度和挑战。

数据安全治理目前主要面临着：（一）数据统一管理难度大，数据安全实施“各自为战”。结算系统包含了数十个业务子系统，各子系统对于数据识别和安全防护缺乏统一性和规范性。子系统识别的旅客个人数据和企业商业数据标准不统一；子系统间缺乏数据追踪、追溯机制；没有完整数据清单，无法落地整体管理。（二）数据安全技术不统一，缺乏标准化技术实现。结算系统的数据处理、存储技术和传输协议各不相同。数据接入/提供方式有：SFTP、Kafka/MQ 以及 Https 等；数据存储方式：Oracle、HDFS、Mongodb、HBase、Greenplum 等；数据处理方式：SQL、SparkStrging、存储过程以及 Function 函数等。数据接入、存储、传输、提供等软件产品、中间件各自采用了不同的安全技术，但没有形成统一的安全保护方案和技术实现。（三）数据安全管控缺乏体系化设计，以事后管控为主。结算系统缺乏体系化的数据安全管理制度和流程，许多数据安全管理比较被动，往往以事后管控为主，无法实现数据实现事前、事中和事后的主动管理。

客运收入结算数据安全治理体系（以下简称数据安全治理体系）建设是结算系统在数据安全、个人信息保护方面累积了多年经验和技术基础上，结合《网络安全法》、《数据安全法》、《个人信息保护法》等国家法律要求，对标

《通用数据保护条例》（以下简称“GDPR”）和 PCI DSS 行业标准，实现的数据安全管理制度和技术全面覆盖、数据资产分级分类管理和数据安全精细化管控。

二、实践路径

数据安全治理体系建设通过制订数据管理体系、识别数据资产和建立个人数据台账，采用数据网关模式，个人数据集中管控，实现系统数据安全防护。

2.1 数据安全策略制订及实施

（1）数据策略

数据策略的制订主要定义了数据安全治理的总体原则。此策略是需要贯穿到整体数据安全管控过程中，保护数据权属性、保密性、完整性、可用性、可审计性，实现数据“可管、可控、可信”。

（2）安全策略

安全策略是基于数据安全治理体系，针对安全管理、安全运营、安全技术、服务支撑等建设提出的方法指导。明确数据安全管控总体方针、安全原则、管控目标及范畴、安全组织与职责、安全管理策略、安全运营策略、安全技术策略和服务支撑策略等相关内容。

（3）系统分区分域管制方案

系统进行分区分域管理，定义了部署在不同区域的系统对于数据有不同的管控要求，进行分区分域管理，明确各区域的安全要求和安全防护措施等。

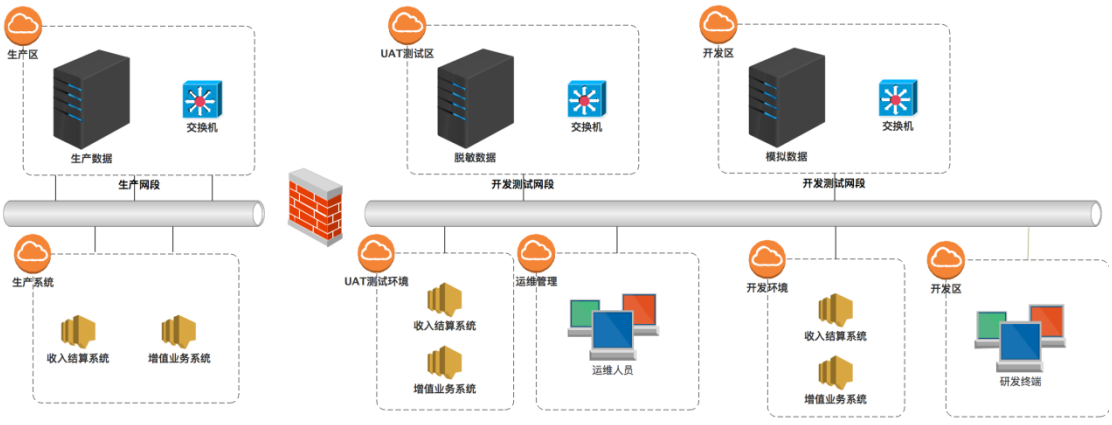


图 1：系统分区分域示意图

（4）管理制度和流程

基于数据策略、安全策略，建立配套的管理制度和流程进行保障，实现数据可管、可控，使数据访问、权限、应用、消费等“有法可依”。

表 1：数据安全治理体系管理制度列表

分类	管理及流程
总体管理	《数据安全架构管理》
事前安全防范	《账号权限管理》、《数据安全资产管理》、《数据分级分类管理》
事中安全防范	《数据全周期管理》、《数据使用审批流程》、《数据加密脱敏规范》等
事后稽核审计	《数据安全审计管理》、《安全事件响应及通报》

2.2 数据资产风险识别

数据资产风险识别，通过收入结算系统数据资产盘点，数据分级分类，形成数据资产台账，实现数据资产安全信息注册，为安全策略制订和实施、安全事件响应处置奠定基础。

（1）数据资产识别

根据数据处理的环节和流程进行数据字典的梳理和盘点，完成系统整体的数据资产列表。数据资产核心信息有：数据英文、数据中文、数据描述、数据来源、数据输出系统、数据归属系统、数据频率、数据存储介质、数据存储周期等。

（2）数据的分级分类识别

根据数据属性判断数据安全等级，有针对性的制订数据安全策略进行保护。参照《电信和互联网服务用户个人信息保护分级指南》等，根据敏感程度不同，结合数据业务属性，将数据划分为四级。

表 2：数据分级分类保护策略表

类别	定位	管控要南
第 4 级	极敏感级	对第 4 级数据应实施严格的技术和管理措施，保护数据的机密性和完整性，确保数据访问控制安全，建立严格的数据安全管理规范以及数据实时监控机制。 第 4 级数据严禁对外输出。
第 3 级	敏感级	对第 3 级数据应实施较严格的技术和管理措施，保护数据的机密性和完整性，确保数据访问控制安全，建立数据安全管理规范以及数据准实时监控机制。第 3 级数据在满足相关条件的前提下，可以对外开放。

类别	定位	管控要南
第 2 级	较敏感级	对第 2 级数据应实施必要的技术和管理措施，确保数据生命周期安全，建立数据安全管理规范。第 2 级数据在满足相关条件的前提下，可以对外开放。
第 1 级	低敏感级	对第 1 级数据应实施基本的技术和管理措施，确保数据生命周期安全。第 1 级数据可以直接对外开放，但需要考虑对外开放的数据量及类别，避免由于类别较多或者数据量过大，导致能够用于关联分析。

根据数据的分级，形成针对民航收入结算的数据分级分类设计。

表 3：民航收入结算数据分级分类表

类别	用户身份	用户服务	用户服务衍生	企业运营管理
第 4 级 极敏感级	旅客姓名、身份证、护照号、常客卡、信用卡、信用卡其他信息、籍贯、性别、出生日期、联系方式、地址			
第 3 级 敏感级	星盟信息、酒店信息	旅客航班、航程、值机、相关联系人信息	LK 信息、航班、舱位、座位号信息	
第 2 级 较敏感级			客票/EMD 支付信息、常客等级、大客户、代理人号、操作时间、操作内容	离港航班信息
第 1 级 低敏感级			ET、EMD、行李、服务信息	

2.3 数据安全网关建设

数据安全网关是实现旅客个人数据与业务系统隔离的“防火墙”，在业务中最小化输出个人数据，保障数据安全。数据安全网关主要实现：

对结算系统接入的文件数据、消息数据进行旅客个人隐私信息和持卡人数据

的识别，采用 Token 替换、脱敏、假名化、Hash 化等处理后，保证各业务模块使用的数据已去隐私。

实现旅客个人数据和持卡人数据的安全存储，采用双层强加密等技术加密存储，使用强加密算法的文件级加密工具对文件进行加密保护。

实现接口级、用户级访问控制，识别访问者身份，保证数据访问安全。

加强网络加密传输，在使用 Https 基础上，采用密钥、动态解密、脱敏、假名化等方式，满足业务场景下对旅客个人信息和持卡人数据的展现和应用。

利用堡垒机部署模式，保证数据安全治理系统与其他业务系统网络隔离，且可集中式的监控和记录人员对网络内的服务器、网络设备、安全设备、数据库的操作行为，以便实时报警、及时处理及审计定责。

数据安全网关具体实现如下：

（1）数据安全网关增强约束

数据安全网关设计及实施遵循 PCI DSS 标准相关条目约束，遵循 PCC DSS V3.2.1 版本（共 6 大目标，12 个大类）要求。数据安全网关设计及实施满足 GDPR 要求，分开存储个人信息，不对各类信息进行关联，把个人信息与业务行为隔离。

（2）数据安全网关整体架构

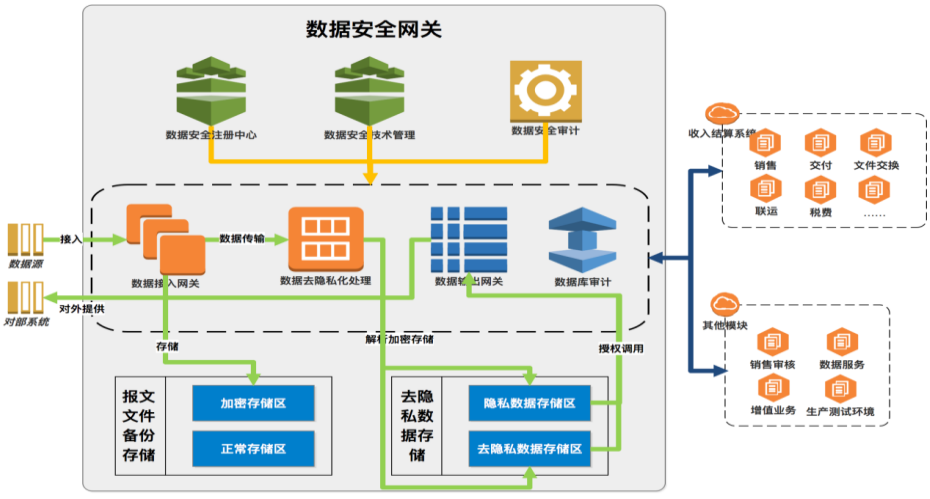


图 2：数据安全网关整体架构图

（3）数据安全网关功能架构



图 3：数据安全网关功能架构图

数据安全网关功能详细介绍如下：

脱敏处理模块：负责文件、报文的 Token 处理，根据安全配置模块中脱敏字段位置和脱敏规则，用 Token 或者脱敏字段替换敏感信息，包括了文件 Token 处理、文件 DeToken 处理、消息数据 Token 处理和 Token 删除功能。

安全配置模块：负责维护脱敏字段位置、密钥管理、Token 管理。脱敏字段维护负责管理批量文件或消息中的敏感字段位置、长度等信息；密钥管理包括密钥保存，SM4/FPE 密钥更新等；Token 管理负责加密值和 Token 映射关系。

API 管理模块：负责数据调用的管控。白名单管理配置 IP 地址以及用户 ID 信息，授权和认证后调用；DeToken 管理是根据业务要求，需要在业务中使用旅客个人信息原值，则在系统授权后调用。

备份管理模块，主要实现：文件备份通过调用文件加密工具，保存原始文件，支持批量文件备份和实时文件备份。

系统模块，主要包括：权限功能管理用户-角色关系，管理用户和密码采用 SHA256/SHA512 加密存储；日志功能是应用系统的日志（包括历史日志、排错日志、业务日志等）记录管理；作业调度功能实现配置调度文件 Token 的作业管理器；监控功能用于系统运行和数据调用、访问的实时监控，可进行短信、邮件告警；数据台账管理用于管理和维护个人数据资产信息。

（4）数据安全网关关键算法实现

证件类算法，Token 生成用 FPE 算法。信用卡采用 Token 信用卡号前 6 后 4 保留，中间随机数；身份证和护照采用保持 Token 和原值字段长度一致，Token 为数字+X。

中文名称算法，Token 生成使用汉字库中随机生成的汉字来表示，如随机生成的“辰筹猎” 来取代“张三丰”，保持 Token 和原值字段长度一致。

英文名称算法，Token 使用 FPE 算法。如果业务中需要用到名称的某几位，就保留某几位，其他部分用随机生成的字母替换。

其他卡算法，常客卡号、商旅卡卡号、星盟大客户号等。保持 Token 和原值字段长度一致。Token 为数字，使用 FPE 算法。

其他类型算法，包括日期、邮箱和年龄等。日期 Token 用噪声添加方法，邮箱 Token 采用数据合成法，年龄采用按婴儿、儿童和成人三类随机生成。

数据安全网关集密钥存储、加密、脱敏、数据接入、存储、输出的统一管控，最大限度的减少了对现有业务系统的影响，同时也为未来业务的发展和功能扩展提供了灵活的解决方案。

三、应用效果

数据安全治理体系的规划和实施，是把数据安全技术、数据安全法律法规、行业数据安全标准、航空公司数据安全要求以及收入结算业务需求整体的结合而实现的旅客个人数据安全防控的过程。在业务数据的关键算法上也结合业务需要和安全加密要求，创新发展出自有的数据加密、脱敏方法，满足业务系统的需要。

3.1 数据安全治理体系的优势

（1）完善的个人数据注册及动态台账管理机制

数据安全网关是结算系统数据出、入的总接口。数据台账管理结合民航客运业务领域的数据处理需求，在数据接入、数据对外提供以及内部数据使用等环节都会基于数据台账进行跟踪管理，保障数据的最小化输出以及满足数据安全要求。

（2）民航收入结算领域特有的数据加密、脱敏算法

数据安全网关引入了 SM4 和 FPE 算法，并与收入结算的业务场景结合，解决不同的旅客个人数据在实际加密、脱敏中的处理。例如在 TCN 数据中旅客姓名字段并不能直接进行 SM4 或 FPE 算法处理。需要先识别出姓名字段中的非姓名信息，进行保留，再进行 Token 化，保证业务在实际处理中不受影响。

（3）数据安全治理体系建设满足了 GDPR、PCI DSS 要求

结算系统的数据安全工满足 GDPR 和 PCI DSS 行业要求，因此在数据安全网关的设计实施中也增强实现这部分功能。如 Token 删除，就是要满足 GDPR 中的个人数据清除权的功能。

3.2 数据安全治理体系建设的实际应用效果

数据安全治理体系的实施，实现了个人数据敏感信息的集中安全控制，目前已实现 7 大类业务数据，68 个字段项的加密、脱敏处理，支撑了销售、交付、联运等多个核心系统和模块的数据使用。系统日批量处理数百个数据文件，采用数据安全网关技术，保证了业务系统处理的正常化。系统批量和实时接入多类文件、报文数据，日处理上千万条，解决了个人敏感数据的加密、脱敏处理需要。目前随新一代的结算系统将逐步在各大航空公司进行生产运行，保障数据安全。

3.3 数据安全治理体系的应用推广

数据安全治理体系建设采用了开源技术和标准加密算法，在数据脱敏、安全模块、API 管理等方面都采用了配置化和插件化的设计，因此从个人数据台账管理、Token 化处理、安全管理以及 API 调用等方面都可灵活配置和扩展开发，可快速在其他领域中应用和实施。

四、洞察启示

数据安全治理体系在规划和设计过程中结合收入结算业务特点进行了特有功能的研发，但整体的产品理念和方法论是在研究数据治理领域知识基础上，结合数据安全法律、法规要求进行实施的，其实施经验可供行业参考。

（一）数据安全网关设计，解决了个人数据集中管理，把个人敏感数据在数据安全网关进行脱敏处理，业务系统无需再对个人数据进行安全处理。一是个人数据安全管理和技术标准统一，降低管控难度；二是解决了业务系统与数据安全治理耦合高的问题，实现了解耦，方便未来业务的拓展；三是统一的数据出、入口，增强了数据安全防护，当出现数据泄漏时，可以快速排查并快速响应解决。

（二）灵活的 Token 管理方案，Token 的配置管理与业务相对独立。Token 配置根据个人数据属性进行配置和管理，业务中的旅客个人数据根据业务场景进

行识别，在数据安全网关中通过配置进行关联。解决了新增数据源时重复开发个人数据加密脱密算法的问题，可以在不同的业务领域和场景中可快速使用。

（三）数据加密脱敏影响业务降到最小程度，数据的加密脱敏技术采用不影响数据类型和原数据长度的算法技术，既保证了数据的加密和脱敏处理，同时对业务的数据解析、接入和处理不产生影响或影响程度降到最低。

（四）数据安全技术和管理结合。数据安全治理体系建设是把数据安全管理体系、数据资产台账以及数据安全技术进行结合，比较完善的解决了在实际生产和业务中数据安全的防护问题。

数据安全治理体系建设在自动化、智能化、安全增强方面还有不少需要建设和完善的地方。本案例也是把建设和实施过程中的经验和思路与行业共享，希望共同构建更完善的数据安全治理系统，为业务系统的安全运行保驾护航。

机场生产要素交换服务数据治理解决方案

单位/部门：青岛民航凯亚系统集成有限公司

主要人员：刘凤陵、王健、谭伟超、刘青、丁继存

一、背景和痛点

背景

当前，数据已经成为继土地、劳动力、资本、技术之后的第五大生产要素，正在重塑管理决策和价值创造的过程和方式。对于智慧机场建设，实现生产力提高和高质量发展，必然需要充分发挥数据生产要素的价值，推动行业决策从经验驱动、业务驱动向数据驱动转变。然而“系统间集成度不高，各业务系统存在信息孤岛，数据共享困难”是国内众多机场普遍存在的现象，已严重阻碍了机场数字化转型进程。因此，如何通过体系化的方案，打通数据孤岛，实现高效数据共享，发挥数据价值是摆在机场行业面前亟待解决的工作。

针对以上难题，青岛凯亚自主研发了机场生产要素交换服务数据治理平台。生产要素交换服务数据治理平台深入贯彻“统一设计、统一标准、统一规范”的建设思想，实现了数据治理、数据协议管理、系统接入、数据协议转换与智能路由、监控预警等核心功能，投产国内多家大中型机场，均取得很好的使用效果。以 2021 年 8 月 12 日通航的胶东机场为例，数据治理平台统一制定 537 类数据标准服务协议，支撑机场 20 余个内、外部信息系统的数据交换，包括民航局数据回传、空管、航司、、中航油、生产运营、安检信息、航显及广播等系统；截至目前每日数据交易量高达 300 多万笔，共累计交换 100 亿条核心数据，无数据丢失；平台数据交换延时始终控制在 0.5 秒以内，数据吞吐量最大支持 600 条/秒，支持最大并发连接 1000，RTO 为 15 秒，RPO 为 0。

痛点

机场信息化系统建设涉及航司、空管、机场运营等众多领域系统，数据治理和数据共享交换是项目实施的一项重点工作，当前机场数据交换共享存在众多共性问题，总结如下：

（1）数据孤岛问题严重，数据共享困难

机场信息化建设跨多单位、多项目、多阶段，系统众多，这种建设背景造成了各系统架构设计较独立，技术差异化严重，数据标准、数据接口及信息交换标准不统一，信息孤岛现象严重。

（2）数据质量参差不齐，数据标准难以落地

数据采集统计方法不统一、数据标准不一致，导致数据归集后的数据治理工作非常困难。即使数据管理部门制定了数据标准，因受到执行成本以及既定工作习惯的双重阻力影响，也面临着落地困难的问题。

（3）数据交换共享管理能力弱，数据治理能力有待提升

传统数据共享交换往往由机场各业务系统去实现，缺少统一的共享交换平台，外部系统接入机场系统的对接方式为自行对接，机场无法监控到各个系统的接入状态，当前机场数据共享交换权限管理力度较粗，数据治理能力有待提升。

（4）数据安全隐患大，数据风险点多

各业务系统之间共用数据较多，且各业务系统没有统一的数据权限管控标准，存在数据安全隐患。同时数据风险点多，系统接口直接对多个业务系统开放，没有服务隔离，系统对接越多，系统安全隐患越大。

二、实践路径

2.1 梳理业务主流程，识别业务主数据

机场生产要素数据治理，首先要理清楚平台对接的系统及各系统间的流转数据关系，但识别流转数据就要梳理出业务场景。面临机场近 20 个生产业务系统的复杂场景下，我们基于历年来丰富的 A-CDM 业务经验，以航班流程为起点，组织与生产运营、航显、广播、安检信息、泊位系统及站坪调度等系统进行深入调研，梳理出各业务系统涉及的航班流使用场景，最终识别出航班流的主数据。为解决各系统数据格式不统一问题，建立了统一的数据标准格式，然后逐渐梳理旅客流、行李流等业务场景，最终识别近百项主数据并逐步迭代增加，如下图所示：



序号	中文名称	英文名称	数据类型	表示格式	值域	样例	备注	数据来源
	基本信息							
1	航班 ID	FLIGHTID	数值型	N[0-9]		1304294		生产运营系统
2	航班业务主键	BIZKEY	字符型	S{1-10}-S{1}-DTF(yyyyMMddHHmmss)		CZ3158-I-20170906230500	航班号-进出港标识-计划本场时间	生产运营系统
3	关联航班ID	CONNECTID	数值型	N[0-9]		1556565	关联航班 ID	生产运营系统
4	关联航班业务主键	CONNECTIDBIZKEY	字符型	S{1-10}-S{1}-DTF(yyyyMMddHHmmss)		CZ3158-O-20170906230500	航班号-进出港标识-计划本场时间	生产运营系统
5	计划日期	PLANDATE	日期型	DTF(yyyyMMdd)		20170920	航班的机场运行日期，如9月21日0:20分航班，计划日期为0920	生产运营系统
6	执行日期	EXECDATE	日期型	DTF(yyyyMMdd)		20170920	航班的实际起飞日期	生产运营系统

图 1：机场生产要素交换服务数据治理平台标准规范

2.2 统一协议标准，建立服务协议

（1）统一协议标准，规范消息接入

统一消息数据类型，保持与《机场生产要素交换服务数据治理平台标准规范》的数据类型一致，避免数据理解偏差；统一消息标签格式，规范消息头和消息体的设计，便于对接平台的系统统一解析，减少沟通和开发成本；统一消息接入机制，提供 SDK 和 WebService 两种接入方式，供对接平台的系统快速接入；统一权限认证，便于平台的统一管理。

（2）与各系统对接，建立服务协议

基于各系统关联的业务场景，梳理出各系统之间的关系，形成《机场生产要素交换服务数据治理平台服务协议》并面向机场各系统正式发布。结合多机场共梳理 537 个服务协议，供平台内外部 20 余个系统使用。具体协议如下图：

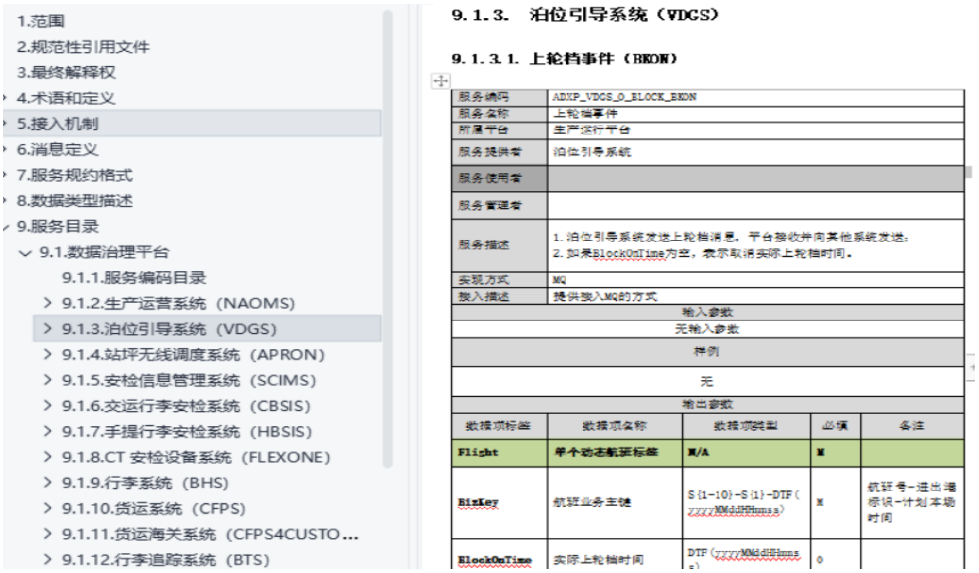


图 2：机场生产要素交换服务数据治理平台服务协议

2.3 关键技术设计

（1）总体设计

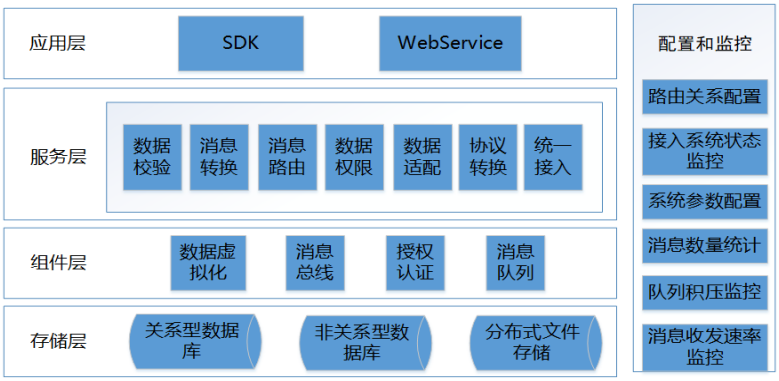


图 3：技术架构

机场生产要素交换服务数据治理平台采用成熟稳定的技术架构作为支撑，存储层有关系型数据库、非关系型数据库和分布式文件存储；组件层采用了数据虚拟化、数据总线、授权认证、消息队列等技术支持；服务层提供了数据校验、消息转换、消息路由、数据权限、数据适配、协议转换、统一接入等功能；应用层提供 WebService 和 SDK 两种方式，以便各业务系统接入平台时进行发送和获取消息数据；另外，平台提供集中配置和监控功能，支持路由关系配置、系统参数配置等配置管理功能，实时对各业务系统接入状态、消息总量、消息速率、消息队列积压等进行监控。

（2）系统接入设计

机场生产要素交换服务数据治理平台提供标准接口，实现消息的统一接入和发送，使用心跳服务实现对业务系统接入状态的监控，使用登录服务实现对接入系统的授权认证。平台提供 WebService 接口、Java 版本的 SDK 和 C#版本的 SDK，各业务系统可以通过以上方式与平台对接，实现向平台发送消息和接收平台消息。平台 SDK 包含了登录、登出、发送消息、接收消息、心跳五个接口服务模块，下面重点介绍发送消息、接收消息和心跳服务模块的技术设计：

1）发送消息服务模块

接入系统调用平台的发送消息服务模块，将消息发送到平台为接入系统配置关联的发送队列中，发送消息服务模块反馈接入系统已收到消息。

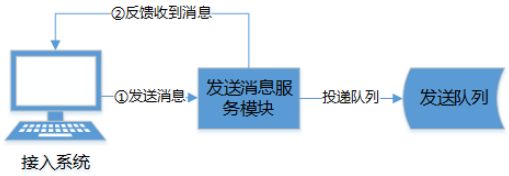


图 4：发送消息服务模块

2）接收消息服务模块

接入系统调用平台的接收消息服务模块，从平台为接入系统配置的接收队列中获取消息（从接收队列获取的消息暂称消息集合 M，消息集合 M 会有一个批次号 N，N 为代表 M 的 ID），接入系统接收到消息后发送一条消息确认信号（该消息确认信号包含批次号 N），从而接收消息服务模块知道接入系统已经收到相应消息。

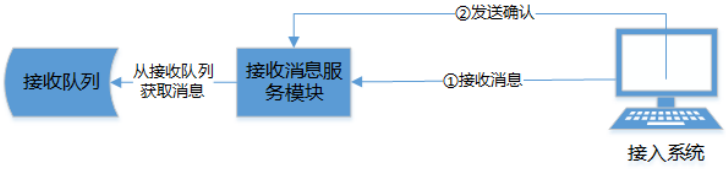


图 5：接收消息服务模块

3）心跳服务模块

各接入系统通过调用平台的心跳服务模块，定时发送心跳信息到平台，便于平台判定接入系统是否连接正常。如下图所示，各接入系统每 20 秒（此时间段可自由设定）发送一次心跳信息到平台，以告知平台与各接入系统的接口处于连接正常状态。若未发送则意味着某接入系统与平台的连接处于异常状态。

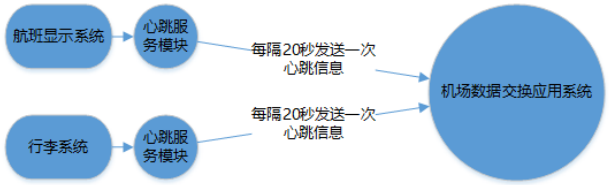


图 6：心跳服务模块

（3）消息流转设计

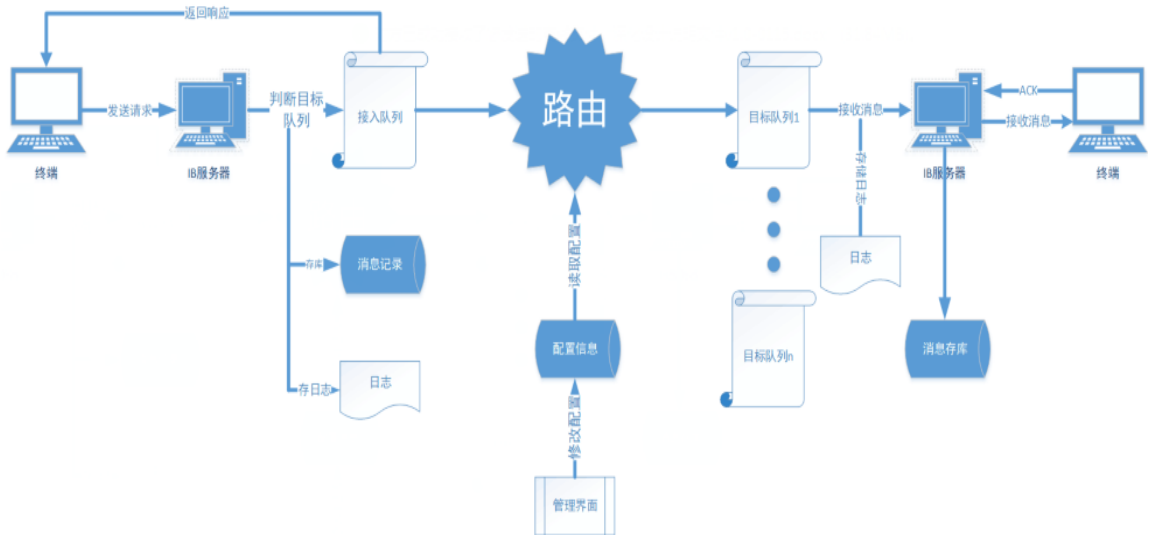


图 7：消息流转

机场生产要素交换服务数据治理平台消息流转如上图所示：

1）业务系统调用 SDK 发送消息到平台，平台查找该系统对应的队列并将发送的消息放入此队列中，同时对消息进行存库、日志记录及向业务系统响应消息发送成功。

2）路由模块是平台的核心，主要作用是根据路由关系、消息权限等规则把接入队列中拿到的消息放入到接收该消息的系统目标队列中。消息路由配置在数据库中，可以通过管理界面更改消息路由配置。具体如下图：

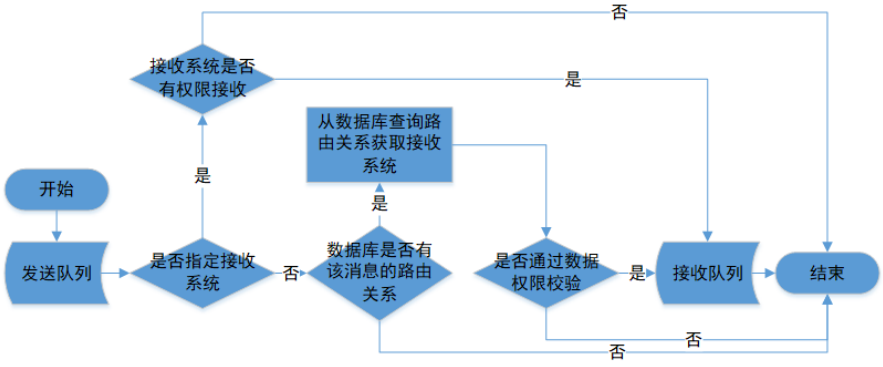


图 8：路由模块

路由模块开始端点是从监听消息发送队列开始的，主要分为两种使用场景：

第一种场景，从消息发送队列中监听到消息后，查看消息是否指定了接收系统，如果该消息指定了接收系统，然后查看消息中指定的接收系统是否有权限接收此消息，若有，则投递此消息到对应接收系统的接收队列中。

第二种场景，从消息发送队列中监听到消息后，查看消息是否指定了接收系统，如果该消息未指定接收系统，则去数据库查询是否有该消息的路由关系，如果没有，则结束，如果有，则从数据库获取该消息的路由关系，从路由关系可以得到需要接收该消息的系统，将该消息投递到对应接收系统的接收队列中。

3）业务系统调用 SDK 从该系统的消息目标队列中接收平台的消息，并返回 ACK 确认消息接收成功。

（4）消息可靠性设计

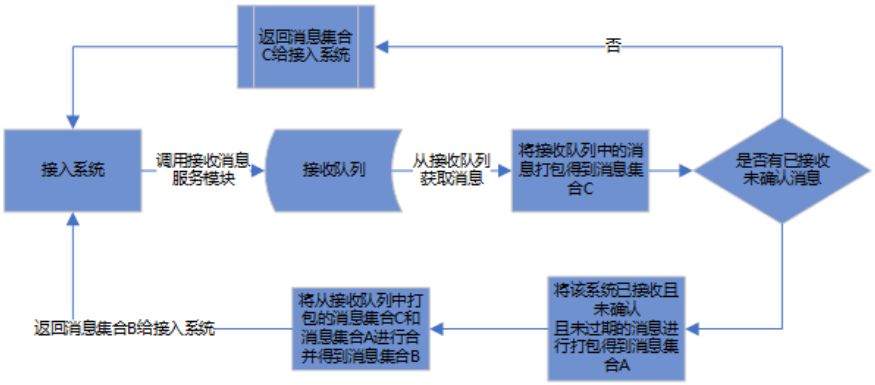


图 9：消息重发机制功能示意图

为应对系统出现短时间接入异常的情况，机场生产要素交换服务数据治理平台提供消息重发机制。接入系统调用平台的接收消息服务模块，接收消息服务模块从该接入系统对应的接收队列获取消息，并将获取到的消息进行打包，得到消息集合 C，从缓存中查询是否该系统是否有已接收未确认的消息，如果没有则直接返回消息集合 C 给接入系统；如果有则将其打包，得到消息集合 A，将消息集合 A 和消息集合 C 打包得到消息集合 B，将消息集合 B 返回给接入系统。

（5）服务代理设计



图 10：原业务系统访问方式



图 11：服务代理方式

建设机场生产要素交换服务数据治理平台之前，各个业务系统通过 WebService 和 Http 方式对接都是一对一直接相连，存在一定安全隐患，缺乏安全认证和流量控制,一旦暴露地址容易造成信息泄露和网络攻击,如图 10 所示：生产运营系统直接访问站坪系统车辆位置数据的 WebService 接口，假如生产运营系统访问站坪接口过于频繁，可能会导致站坪系统服务器宕机；假如另外一个系统拿到 WebService 接口的地址，它可以直接访问站坪的车辆位置数据，存在数据泄露风险。平台提供权限控制、流量管理及授权认证功能，并对平台内各系统服务的注册命名和寻址进行统一管理,下游系统访问 WebService 和 Http 服务接口必须经过平台的授权认证。如图 11 所示：生产运营系统访问站坪系统车辆位置数据的 WebService 接口需要经过平台，生产运营系统经过认证后通过平台访问站坪接口，假如访问过于频繁，平台会警告其 1 分钟内禁止访问。

三、应用效果

3.1 系统互通互联，消除数据孤岛，节省建设成本

机场生产要素交换服务数据治理平台由“多对多”转为“一对多”系统的互联方式，实现机场内部系统的互联互通，打破以往数据孤岛情况，使数据在各应用系统业务场景上产生更大的价值。原本 20 个生产系统之间直接相互通信需要建立 190 条通道；现在只需要每个生产系统跟平台分别建立 1 条通道即可，共计 20 条通道，降低近 80%的系统间对接及联调成本：按照以往系统单独对接，每条通道对接工时约 20 天/人，190 条通道共需约 3800 人/天；平台与 20 个系统对接仅需约 400 人/天，可节省建设成本约 3400 人/天。

3.2 数据内部统一，外部适配，实现数据流转的标准化

机场生产要素交换服务数据治理平台制定统一的数据标准规范和数据交换

协议，规范连接平台系统的数据类型、消息标签及接入方式等，构建了机场数据平台的标准体系，为现有系统迭代升级及未来新建系统的规范接入提供指导和依据；同时平台还实现与民航局、空管、航司及航油等外部系统的消息适配功能，所有不满足于平台规范的消息，都通过平台适配功能规范化为机场统一标准协议，大大降低外部系统的接入和发送成本。由于每个外部系统的消息标准不一，以前每个下游系统对接每个外部系统需各开发 1 套消息处理程序，对接 10 个外部系统就需要开发 10 套，现在平台适配所有外部系统消息，统一标准，各生产系统无论对接多少外部系统仅需 1 套程序，降低近 90%的开发成本。

3.3 实时集中监控，数据全流程追踪，提前消除故障萌芽

机场生产要素交换服务数据治理平台支持对所辖生产运营、安检信息、航显、广播、货运等 20 个系统的集中监控，监控系统的接入状态、消息队列积压情况及异常数据等情况并预警。一旦发生故障，系统会立即发出告警，便于运维人员第一时间进行处置。以胶东机场为例，平台上线至今，已提前预警近 7 起事件，如航司队列积压 6 次、协同系统发送异常数据 1 次预警，运维人员提前进行干预处理，在用户无感知的情况下快速定位、快速解决，提前避免了故障发生，提高了系统的安全性，延长了业务的连续性。同时平台支持数据的全流程跟踪，当系统接入或发送数据出现问题时，可通过平台查询该数据的“发送-投递-接收-确认”全过程，快速排查定位数据的故障节点。

3.4 “场景化”数据安全与合规管控，为机场数据交换保驾护航

机场生产要素交换服务数据治理平台提供精细化的权限管控，针对每条消息不仅可管控接收方的路由权限，还可精细到同一类消息不同数据的权限管控，比如平台支持动态航班消息按机场要求只发给某航司管辖的航司航班，保障消息的精准和合规传递；对于机场常见旅客、行李等敏感信息数据，平台从源头规范，统一加密和解密算法，从数据发送方源头开始加密，所有流转的敏感数据都是经过加密后的数据，保障数据的安全性。同时，平台作为机场生产系统，采用密码存储加密、强密码提升等多项措施顺利通过等保二级验证，为机场数据共享与交换保驾护航。

四、洞察启示

随着全球信息化的加快，机场业务的不断发展，机场数据治理、数据共享交换和数据安全等方面的需求呈爆发式增长，民航出行中依然存在飞机非计划延误，地面交通拥堵，安检候机全程时间过长，乘机托运行李错运、漏运、丢失、破损等痛点。基于以上背景，为了使数据资源得到充分利用，发挥出充分价值，数据治理已成为机场当下发展的重要任务，结合多年机场行业信息化建设经验，对于未来数据治理思考如下：

4.1 构建数据治理体系，助力数据治理工作畅通

建立“业务+技术+组织”三维一体的数据治理体系。一是建立数据标准、规范数据质量，提升部门数据共享和应用能力；二是优化企业业务流程，建立数据治理的协同长效机制；三是创新组织制度保障、强化数治思维，助力企业数据治理顺利推进。

4.2 从数据源头治理，形成数据质量的考评机制

数据治理核心是“唯一数据源、统一数据标准”，实现这一目标的关键是从数据源头抓起。必须让产生数据的系统人员分析并找到数据质量问题产生的根本原因，制定行之有效的解决方案，这就需要建立完善的数据质量考评机制，设计质量关键指标，自动化监控预警，形成质量报告，列入系统人员考核范畴。

4.3 激发数据价值，不断挖掘应用场景

数据治理的目的是让数据发挥价值，为业务赋能。数据治理与数据价值是相辅相成，这就需要在产品设计上深挖数据产品，利用数据中台思想，让数据参与到具体的业务中去，让数据为业务增值。

4.4 培养行业数据治理人才，形成长效治理措施

数据治理工作不是一蹴而就，而是一个长期工作。为有效开展这些工作，企业建设培养一批专业化数据治理人才是关键，确保数据治理机制贯彻实施、有效运转，充分发挥治理体系的效能，释放数据成效并实现业务价值。

智慧航油工业大数据平台

单位/部门：中国航空油料集团有限公司

主要人员：王建兴、王纵驰、陈旭、吴思齐、郑永生

一、背景和痛点

1.1 数字化现状

中国航空油料集团有限公司是是国内最大的集航空油品采、运、存、检、销、加为一体的航空煤油供应商，也是亚洲第一大航油供应商。在复杂的国际环境和新冠疫情的影响下，集团不断**优化产业链协同模式和精细管理能力，通过智慧能源工业互联网建设连接采运存销各个环节，构建全国性的工业传感网络和大数据中台，以支持数据的集中管理和提高企业盈利能力和安全生产保障能力。**

1.2 数据资源基本情况

随着信息化、数字化的推进，航油集团对实时数据采集、分析需求不断增强，监控摄像头、智能装备、物联网设备等在各级单位广泛应用，如航油库站监控摄像头数量已超过 1 万。数字化设施广泛部署，导致航油集团数据的产生量和存储量都呈现爆炸式增长。航油集团数据资源包括但不限于生产作业现场实时视频数据、库站管线传感器数据、库存量、采购量、销售量及详细加注信息、油料运单数据、车辆位置数据、船舶位置信息、船运航次信息、运输线路及费用、气象数据、以及上下游企业的生产数据。

1.3.面临的问题

国内石油石化产能过剩，对需求侧和供给侧的协同提出更高要求。油价受疫情影响波动剧烈，航煤消耗量变化幅度增大，产业链应变能力面临新挑战。航空公司需要通过精准计算控制携油量，节约飞行成本。然而，因为无法及时获取飞机到达信息，飞机加油服务效率受到影响。**航油集团需要提高数据分析能力，实现快速灵活的响应**，要收集、分析与事件相关的数据。此外，**航油集团业务分散，管理链条长，各业务系统分散在集团各个角落，存在数据协同问题。信息化建设缺乏长远规划，各应用系统局限性高，数据无法实时传递，缺乏有效关联和共享，协同难度大。**

二、实践路径

2.1 对问题的分析

在工业互联网时代，纳入产业链上下游和整合跨界数据是实现工业大数据转变的方式，需加快工业设备互联互通并持续推进工业互联网建设，实现全连接。同时需推动工业通信协议兼容统一，打破技术壁垒，形成完整贯通的数据链。

基于工业互联网基础设施、配套机理模型和应用系统建设，构建**工业大数据平台**及多级联动的工业基础大数据库，包括数据共享、治理与管理、分析研判等系统。研制产业、供应链图谱，加强数据汇聚、共享、应用、治理和安全。

构建工业互联网网络地图，**建立覆盖全国的工业传感网络、“视联”、“物联”数据应用支撑系统**，汇聚工业数据，支撑产业监测分析，赋能航油集团创新发展，提升行业安全运行水平。

建设标准规范体系，执行相关标准规范，结合航油集团各级单位需求，制定标准规范体系。加快工业互联网大数据分类分级、全生命周期处理、数据管理等标准的研制，并积极开展试验验证。

2.2 数据治理方案

（1）标准化数据资产仓库设计

1. 总体数据架构：

航油工业大数据应用平台的业务数据是系统的核心和灵魂。**航油集团按照民航局智慧民航数据治理系列规范中的《框架与管理机制》《数据架构》《数据质量》《数据安全》《数据服务》等 5 部行业标准，**开展系统总体数据架构设计。

数据可分为实时和非实时、结构化和非结构化，根据分库管理原则包括综合数据库、基础信息资源库、业务信息库、共享交换数据库、决策分析数据库和系统运行数据库，其中基础信息资源库包括库存、销售、物流、运维和气象数据库。总体数据架构如下图所示：

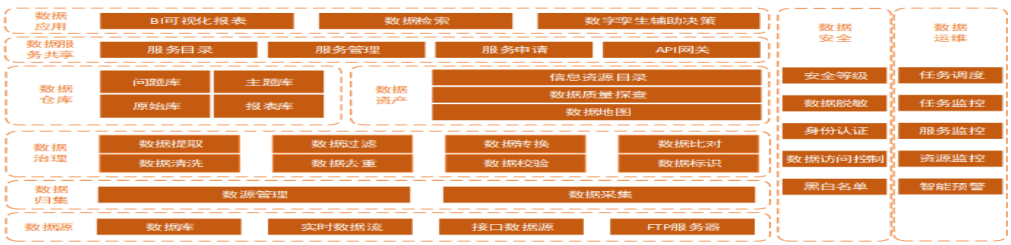


图 1：总体数据架构图

2.原始库：

原始库以原始格式存储数据，反映原始场景，为数据融合、抽象和增值提供准备，并支持信息溯源和场景回溯。本案例中数据来源包括实时和非实时数据，结构化和非结构化数据。

3.主题库：

主题库的目的是提取分散在各个业务数据表中的要素，打破数据表之间的壁垒，通过梳理数据之间的关联关系，打通各个业务数据表。主题库通过领域建模将数据“重构”，标识业务对象，并关联业务信息，产生高价值业务知识。基于领域对象建模，提供行业级别的业务洞察与潜在业务信息挖掘。

主题库包含库存能力主题、加油能力主题、运输能力主题、供应能力主题、库存运行主题、加油运行主题、运输运行主题、采购运行主题、视频安防主题、卫星影像主题。

（2）工业大数据技术支撑平台建设

1.数据归集系统

数据归集系统提供多种数据源接入、周期性自动采集数据、可视化任务调度与监控等功能，支持标准接口和多样化数据来源，包括数源管理、策略配置和采集任务管理。

a. 数源管理与策略配置：模块提供可融合的数据适配解析器，支持多数据源系统和不同类型数据的自适应解析和处理，包括数据库、文件和消息处理等。

b. 采集任务管理：支持多种数据源之间的自动解析和汇聚，包括异构数据库、文件和服务接口等，同时提供多样化的数据归集周期配置和任务调度机制，确保数据资源的准确性、完整性和一致性。

2.数据质量探查系统

提供数据质量探查功能，可自动识别数据准确性、完整性和唯一性，支持质量规则的可视化配置和生成质量报告，同时提供统一调度引擎和实时监控任务进度，方便快速分析执行状态。

3.数据治理系统

数据治理系统提供各类数据处理方法，提升数据价值密度，为数据智能应用实现数据增值、数据准备、数据抽象。

数据治理系统包括数据提取、数据清洗、数据过滤、数据去重、数据转换、

数据校验、数据比对、数据标识、数据分发等模块。

4.信息资源目录系统

数据治理工具可以编目、发布已注册的基础数据，形成数据资源目录，并通过审批流程展示在数据目录。这有助于在工业大数据平台中快速发现和定位所需的信息资源。主要功能包括：资源目录元数据管理、资源目录编码管理、目录编目、目录报送、目录查询、目录发布、目录服务、目录授权和认证等。

5.数据地图

数据平台以数据资产仓库为中心，提供汇总、展示、检索等功能，支持多维度存储，探查数据源变化情况，展示元数据和质量信息，并进行数据资源属性管理。

6.数据 API 服务系统

将数据资产封装为数据 API 服务，实现数据共享，包括服务发布、检索、申请、认证管理、调用和鉴权功能，提高数据价值转化效率。

7.数据安全

数据安全需要从多个维度进行管理，包括数据、用户、存储等方面。常见的安全管理能力包括身份认证、数据访问控制、黑白名单管理、数据脱敏和安全分级管理等。通过这些管理能力，可以实现对用户权限、数据流量、IP 地址的控制和敏感数据的保护，同时也可以根据数据的重要性和敏感性，制定相应的数据安全策略。

8.数据运维

数据运维平台支持微服务架构，提供资源调度、实时缓存、内部消息和日志服务等多种服务组件，同时提供任务调度与监控、服务监控、资源监控和智能预警功能。

9.数字孪生辅助决策系统

应用于生产制造领域，包括数字三维建模、生产流程模拟和生产优化。数字三维建模能够实时将传感器数据与三维场景相关联，展示设备运行状态和全面掌握数字孪生工厂的生产情况；生产流程模拟可以对现实物理生产车间进行真实还原，并模拟工艺流程，通过动画展示展现各个生产工序的流程；生产优化则通过跨部门、跨层级的信息关联互通，从全面角度对生产制造全过程进行数据描述，

以更好地优化生产工艺和物料配置。

（3）实时传感网络建设

1.车船联网

系统管理物流资源，包括车辆、船舶，并跟踪它们的实时位置，显示运输路线，同时通过数据归集系统整合内部和外部数据接口。功能模块包含车船信息管理、运单信息管理、车船实时位置显示跟踪、 运输路径显示和数据接口。

2.“视联”数据应用支撑系统

面向项目中海量视频终端、视频平台的整合汇聚与深度应用需求的解决方案，其主要功能包括视频多级汇聚接入、视频分级存储与调看和边云协同 AI 计算能力。

3.“物联”数据应用支撑系统

设备接入管理，包括 TLS 证书管理、网络通讯协议管理、设备消息协议管理等；

设备管理，包括设备规格信息管理、设备元数据管理、设备固件管理等；

规则引擎，包括数据处理流程可视化配置、数据订阅、转发、告警管理等；

系统功能，包括用户信息管理、多租户管理、角色管理等；

服务提供，包括 API 接口管理、数据签名权限控制等；

系统性能，包括并发登录、网络协议扩展、设备连接数、数据上传速度等。

（4）关键技术

本项目采用大数据与人工智能技术、互联网及移动化技术、微服务架构、docker 容器技术、基于云计算的视频技术等多项技术进行系统设计，实现系统的低耦合，高弹性扩展，易于维护等特性。

三、应用效果

3.1 项目的竞争性

该项目利用**工业互联网络**，覆盖全国 30 个省市自治区，汇聚了 278 个机场、64 艘内河船只、8 艘远洋船只的视频监控数据，并**采集**了各机场配套油库的工控系统、4 条长输管线、3000 余飞机加油车辆、8000 余航煤公路运输车辆的作业传感数据和位置数据。同时，该项目还充分发挥**国产天基资源优势**，应用最新一

代的卫星导航、遥感、通信等技术，为解决方案提供基于北斗三代的车船位置服务、基于高景卫星 0.5 高分辨率遥感影像的地图服务和基于中星 16 的 Ka 宽带卫星的远洋船只互联网访问服务。为保障信息安全，该项目采用数字孪生技术和大型工业传感网络实现对现场作业感知，并以国产密码与自主可控技术应用为基础构建中国航油工控网络**安全防护体系**。此外，该项目也采用**边缘侧的计算终端和服务**支撑大中型单位的使用需求，支撑了北京大兴国际机场的核心工程——供油智能化系统，实现了四项技术创新，达到国际先进水平。

3.2.应用实际效果

此方案用于中国航油安全运营调度指挥平台，提升了产业链协调效率，项目总价值 1.4 亿。通过云服务，为 300 多个作业现场提供服务。

（1）部署情况

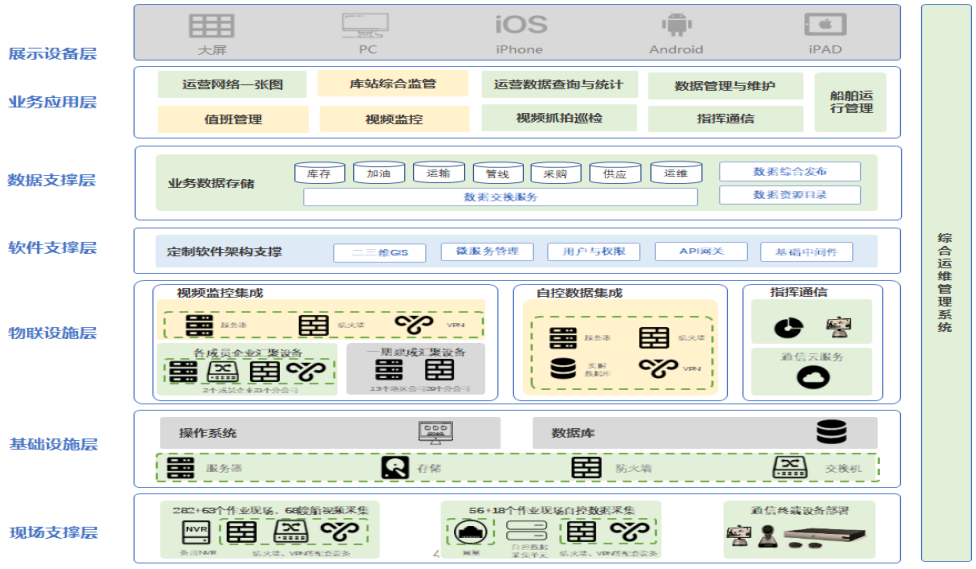


图 2：系统架构图

案例部署架构包括展示设备、业务应用、数据支撑、软件支撑、物联设施、基础设施和现场支撑层，以及一个综合运维管理系统。

（2）应用步骤

本案例为用户设计了七大应用场景，包括航油运营信息展示、运营调度优化、运营信息统计分析、重点设施实时监视、值班管理、应急事件处置和综合应用。



图 3：应用场景图

1、运营资源实时展示

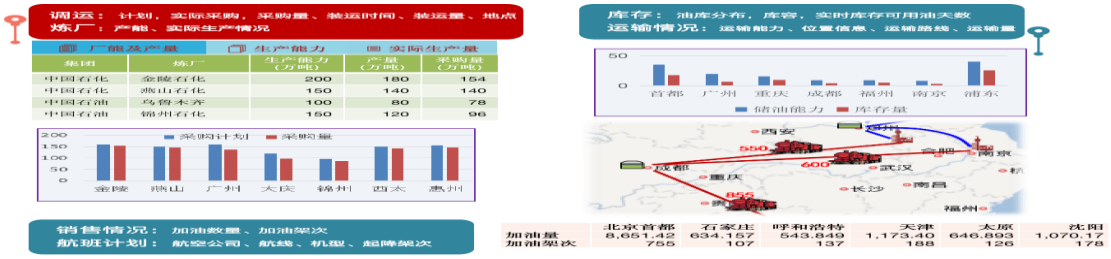


图 4：运营资源展示

显示炼厂生产能力、发运能力、生产计划和成品油库存，以及运输工具的能力、位置、路线和运输量。展示计划完成量、成本和调运过程跟踪，如发运数量、时间、工具位置和预期入库时间。可在 GIS 上查询。

2、资源网络优化



图 5：资源网络优化

针对现有网络，应用分析工具和模型，规避运输风险并确保资源供应连续性。考虑约束条件如线路、时间、成本等。

3、综合统计



图 6：综合统计

可对炼厂供油、航油运输、成本、产能等多方面进行统计分析，包括不同维度和统计方式。

4、重点设施实时监控



图 7：重点设施实时监控

实时监视重点设施（如油库、输油管线、船舶、车辆、加油车等），展示在 GIS 上。采集数据包括设备运行状态、现场视频信号和独立传感器数据。

5、应急指挥



图 8：应急指挥

执行应急预案，接入视频监控、传感器等信息，系统显示物资和人员疏散路线、物资分布情况，实现远程协同、查看和沟通。

6、综合应用



图 9：综合应用

利用系统提供的数据，使用指挥通信实时协调生产经营情况，为决策提供数据支持。也可用于节日慰问和宣传沟通。

（3）价值成效

案例项目运用人工智能和全产业视频联网**提升安全管理和数字化运营管理能力**，降低成本和费用，并节约投资。案例实现实时监管和智能识别不安全行为，深入排查隐患，消除安全管理薄弱环节，提高安全生产掌控能力，打造应急指挥体系。数字孪生、工业互联网、物联网等技术整合作业现场生产数据和企业业务数据，提高生产信息获取及时性，支撑科学高效决策。通过智能化手段**降低运营成本，优化资源配置模型，及时做出库存调节策略。**实现航空安全**供油保障**，提升航油加油安全保障力。通过建设全集团安全运营管理平台和集中管理系统等，降低**有效保障库存，优化设备选型，节约成本和投资**。另外，本平台建设可随时随地检查，**减少人员差旅费，提高检查有效性**，每年可节省近 2000 万元人民币。

3.3.推广方案

解决方案已覆盖国内各大机场城市，包括石化公司的炼厂、航油集团的油库和加油站等。方案将依托工业大数据基础设施进行扩展和延伸，紧跟航油集团业务拓展和国家战略规划，深度拓展商业空间；同时，采用市场策略推广，包括创新、绿色和整合营销等方向，支撑全国服务网络，推广至类似行业。具体包括以下 5 个方向：

积极利用公司拥有的超过 300 个航空燃料站、3000 多辆飞机加油车和十多条远程管道等资源，在集团内积极拓展航空燃料业务，并计划通过标准化和分层实施来推广解决方案。

依托中国“一带一路”倡议，积极扩大民航能源市场的海外业务，并建立全球运营体系。公司计划通过民航能源行业互联网覆盖海外燃料站、加油站和服务人员。

扩展到通用航空机场服务领域。公司计划利用民航能源行业互联网的数据为用户提供自助加油和基于用户画像的准确加油建议。

利用现有的航空燃料网络，进军地面燃料业务。公司计划向 20 多个城市的零售店和终端设施提供服务。

通过提供民航能源行业互联网的数据和服务，支持中国“四型机场”的发展。公司已经向大兴机场的智能供应系统提供了燃油数据、加油车调度数据和传感器数据。

四、洞察启示

企业实施数据治理旨在实现管理和业务目标，但数据质量问题如数据不一致、重复、不准确、不完整、关系混乱和不及时等，给业务开展和部门沟通带来困扰和成本，同时也阻碍了数据驱动管理和业务的实现。因此，从组织、数据和流程三个方面入手，分析数据治理现状，以解决这些问题。

（1）组织

建立跨职能数据治理委员会是组织先行的第一步，由高级业务主管支持。制定管理规范并执行，建立数据治理团队，包括虚拟团队和其他团队的参与，最后将责任落实到人并需要任务分配和责权对等。

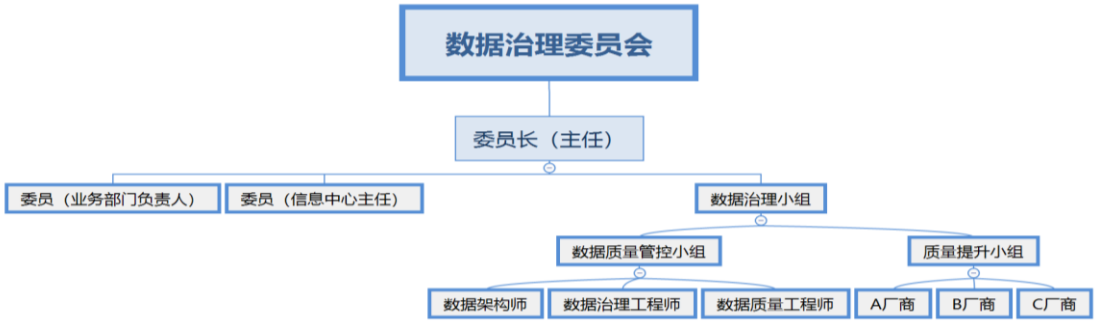


图 10：数据治理委员会（示例）

（2）数据

数据治理需求因场景和项目而异。核心是提升数据质量、规范管理、统一数据出口和数据资产化：数据质量评估应全面，制定治理制度和规范。存量数据清洗需协调各部门。增量数据治理需监控和量化管理，设兼职数据治理人员；数据生命周期需科学管理，剥离不再使用数据；统一数据出口保证输出一致；数据资产化包括存储、计算资源和维护，避免重复开发。

（3）流程

数据治理包含三个主要环节：生产、传输和加工：

在生产环节需要与业务部门沟通，根据情况进行调整和优化。对所有生产环节的关键数据进行有效性校验，并加强管控和培训。

在数据传输环节，增设一致性校验机制和系统监控，及时报警问题数据。

在数据加工环节，由数据治理委员会指定组织统一指标口径和数据出口，加强数据部门权威性。

民航中南局内部控制数据治理的实践

单位/部门：民航中南地区管理局

主要人员：王天露、谭振兴

一、背景和痛点

1.1 背景

党的十八届四中全会通过的《中共中央关于全面推进依法治国若干重大问题的决定》明确提出：“对财政资金分配使用、国有资产监管、政府投资、政府采购、公共资源转让、公共工程建设等权力集中的部门和岗位实行分事行权、分岗设权、分级授权，定期轮岗，强化内部流程控制，防止权力滥用”，为行政事业单位加强内部控制建设指明了方向。财政部于 2012 年 11 月 29 日印发了《行政事业单位内部控制规范》的通知，要求行政事业单位自 2014 年 1 月 1 日开始施行内部控制规范。上述重大改革举措兼顾了行政事业单位的财务、预算、资产、成本等方面管理的需要，将促使行政事业单位的财务状况、事业成果、预算执行情况得到更为全面、真实、合理的反映，对于提升会计信息质量和财会管理水平、强化资金的科学化管理、促进健康可持续发展将发挥积极作用。

我局实施的内控监督平台项目作为建设“智慧政府”的延伸，旨在通过“制度”+“科技”的手段加强对行政事业的财务收入和支出情况进行全过程实时监管，切实提高经费投入的有效性、合理性、科学性。构建面向行政事业单位内部、各部门，覆盖统一基础信息管理、预算管理科学化、精细化、支撑预算执行核算一体化管理、合同全生命周期管理、工资和其他收入的精细化规范化、非税收入全流程、财务核算一体化、精细化管理、经费分析决策的“内控监督平台”。

1.2 痛点

在我局进行内控信息化建设和数据治理前，工作遇到的主要问题和难点是现有的管理手段难以应对新技术带来的挑战：

（1）单据审批效率低下

根据财务管理制度，经费使用需要进行审批，审核流程会根据不同业务和金

额有不同的要求，导致报销人员在报销时，不清楚需要找谁签字，签字的前后顺序也不清楚，由于涉及审核环节的各领导经常不在办公室，所以导致签字审核周期比较长，导致报销进度慢，职工满意度不高等情况，需要通过信息系统进行线上审批、移动审批，提高审批效率。

（2）电子发票带来新要求

随着电子发票使用的普及，财务人员需要管理更多的电子发票原始凭据，在缺乏信息系统进行管理的情况下，财务人员对电子发票的管理还很原始，在验证发票是否篡改、是否重复报销等业务时，财务人员需要翻阅之前的原始凭证，这几乎是不可完成的工作，急需通过系统和数据处理将信息提供给财务人员，满足实时查验发票等票据真伪、重复使用和便捷查询等问题。

（3）公务卡与信息系统脱节

由于公务卡还款须要先校验公务卡的刷卡消费信息，包括：刷卡日期、刷卡金额、报销金额等信息，出纳人员需要通过银行逐笔查验有该笔消费记录后，进行逐笔还公务卡，导致出纳人员工作量非常大，经常由于报销人填报的公务卡刷卡信息不准确，导致无法查验的情况，给财务人员工作带来很大困扰。

二、实践路径

2.1 数据治理管理机制

为逐步提高数据资源利用效果，推动信息化建设管理向标准化、信息化和数字化方向发展，本项目数据管理主要遵循以下原则：

1. 统一规范，数据标准要严格执行国家相关的标准；

2. 过程控制，建立数据从采集、报送、审核到应用、维护全过程的控制规范，保证数据质量，提高应用效果；

3. 保障安全，建立数据访问的身份验证、权限管理及定期备份等安全制度，规范操作，做好病毒预防、入侵检测和数据保密工作；

4. 数据共享，整合应用系统，做到入口唯一，实现数据一次采集，集中存储，共享使用。数据管理的规范工作具体包括：数据标准、数据采集、数据审核、数据维护、数据分析、数据应用、数据发布、数据传输、数据存储（备份、恢复）、

数据安全管理、数据质量监控、数据管理考核等。

2.2 数据架构

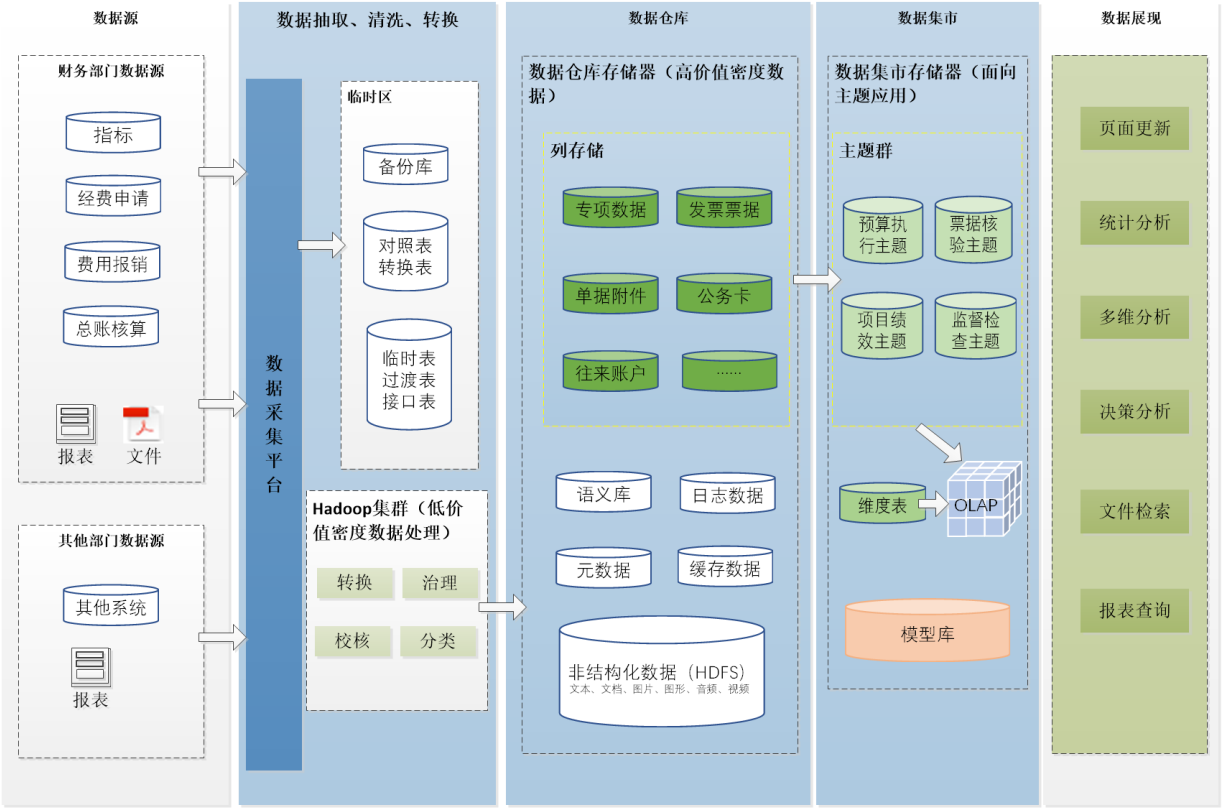


图 1：数据架构图

（1）源数据采集

本级单位内部（主要包括预算、指标、计划、支付、总账、监控、政府采购、收支月报、政策文件等）、外部数据（工商、税务、民航局等部门、下级单位和互联网等）的接入统一由数据交换平台实现。

（2）数据清洗、转换、加载

数据采集后，最大的问题是来源于不同部门和渠道的数据结构各异、标准不一、匹配度差。通过建立一套集数据问题校核、问题数据治理、不同来源数据匹配、业务规范为一体的数据融合标准，完成数据的校验、匹配、融合、存储以及管理。在数据抽取的过程中，数据分析挖掘平台会保留采集的原始数据，同时对抽取的数据进行清洗和转换，加载至相应主题库，以满足构建大数据分析体系需要。数据在转化加载过程中完全尊重原始数据，不进行任何意义上的数据篡改或调整，仅根据业务需要，针对不同业务应用做出相应的关系映射，并对数据映射

规则跟用户方做出明确沟通和确认，在应用上给出明确统计口径说明。

同时为了数据的准确性和一致性，在数据应用处理时，会做出大量的数据校核工作，尊重生产数据、考虑业务应用，保障同类型业务应用、同一种数据口径，数据校核包含数据分析挖掘平台本身工具的数据校核和人工干预的数据校核，系统校核包括：。

MapReduce（以下简称 MR）和 HDFS 是数据分析挖掘平台中的两个重要组成部分，MR 在集群上实现了分布式计算和任务处理，HDFS 在集群上实现了分布式文件系统。MR 提供了一个变成模型将磁盘读写问题进行抽象，我们可以理解 HDFS 好像是一个数据库，而 MR 就像是 SQL 语句和引擎一样运作，MR 将数据抽象并演变成为对一个数据集（key/value）的计算，这个计算式由 map 和 reduce 两部分所完成的，也就是讲数据抽象为 map 和 reduce 两个对外的接口。

数据通过 ETL 抽取到数据分析挖掘平台中，通过 MR 对采集来的海量数据进行清洗，然后以文件的形式进行分布式存储到集群中若干数据节点，数据的读写成功的突破了单台服务器的 IO 限制，同时 MR 能根据客户端的请求，从各数据节点读取相应数据进行集群运算，将运算结果输出到 Hbase（列存储数据库）和 MySQL（关系型数据库），供最终应用进行数据调用。

（3）数据仓库

主要存储清洗后高密度价值的明细数据、简单汇总数据、非结构化数据、缓存及索引等。本着良好的可扩展性和高性能响应的原则进行设计，本项目使用 Hbase 和关系型数据库存储并行，针对不同应用功能来选取相应存储方式。

关系型数据库是行式存储，Hbase 是列式存储。

列式数据库是以是以列作为元素存储的，同一个列的元素会挤在一个块，当要读某些列，只需要把相关的列块读到内存中，这样读的 IO 量就会减少很多。通常，同一个列的数据元素通常格式都是相近的，这就意味着，当数据格式相近的时候，数据就可以做大幅度的压缩。所以，列式数据库在数据压缩方面有很大的优势，压缩不仅节省了存储空间，同时也节省了 IO。在这一点上，可利用在当数据达到百万、千万级别以后，数据查询之间的优化，为改善数据查询性能提供了较为先进的方法。

综合考虑我局某些查询功能具备较多的维度组合形成的多条件查询，仅靠

Hbase 也很难实现数据的快速检索，solr+hbase 组合使用可以有效解决组合查询效率问题。

（4）数据集市

主要存储面向分析应用的汇总主题库、维度表、多维数据立方和模型库等。汇总主题库是针对特定的分析主题将相关的数据整合，从而形成相对独立的数据集市，它依赖于数据中心的数据仓库，但是针对性较强，数据量较小，因此效率也较高。维度表主要由时间、收支科目等基础数据、区域、规则等构成。多维数据立方由多维度、多主题动态构建而成，根据分析人员的要求快速、灵活地进行大数据量的复杂查询处理，并且以一种直观而易懂的形式将查询结果提供给决策人员。模型库主要是在数据整合的基础上，针对分析主题和业务需求，进行数据的深度分析与建模，用以提供分析、预测、预警等符合实际业务需求的服务。

（5）数据展现

基于数据集市和数据仓库，通过 GIS、图表、报表、OLAP、全文检索等方式进行数据展示。

2.3 数据治理技术

技术支撑平台的设计遵循数据价值发现的规律，基于 J2EE 规范，引入组件化技术（OSGI）、Hadoop 技术体系、R 语言等，并在此基础上进行深度优化，具备分布式存储、并行计算和海量数据处理等特性，有效支持数据采集、融合、存储、挖掘、分析、应用、展现全过程。

技术支撑平台架构设计沿袭了分层设计的思想，将平台所需提供的服务按照功能划分成不同的模块层次，每一模块层次只与上层或下层的模块层次进行交互（通过层次边界的接口），避免跨层的交互，这种设计的好处是各功能模块的内部是高内聚的，而模块与模块之间是松耦合的。这种架构有利于实现平台的高可靠性高扩展性以及易维护性。比如，当我们需要扩容 Hadoop 集群时，只需要在基础设施层添加一台新的 Hadoop 节点服务器即可，而对其他模块层无需做任何的变动且对用户也是完全透明的。主要包括数据交换层、计算存储层、数据挖掘层、应用支撑层。



图 2：数据治理技术

（1）数据交换层

通过提供数据交换平台、元数据管理、ETL 工具等有效支持不用渠道、不同类型、不同格式的数据采集、处理、融合。为数据深层次的挖掘分析打下良好的基础。

数据交换平台：是融合数据中心对外数据交换的 ESB，是本级内部数据交互和上下级等外部数据交互的管理枢纽。主流的 ESB 思想架构，支持协议转换与报文转换两大特性，具有标准化程度高、与业务无关性，并增加通用性和性能。

元数据管理：元数据（Metadata）就是数据的数据，用于建立、管理、维护和使用数据仓库。元数据管理是数据仓库中的关键组件，贯穿于建立数据仓库的整个过程。元数据分为技术元数据（Technical Metadata）和业务元数据（Business Metadata）。技术元数据是描述关于数据仓库技术细节的数据，这些元数据应用于开发、管理和维护数据仓库；业务元数据从商业和业务的角度描述数据仓库的数据，提供了良好的语义层定义，业务元数据能够更好的理解数据仓库分析出来的数据。

ETL 工具：ETL 工具提供了数据采集过程中的抽取、转换和装载等数据加工需要的功能，以保证载入中间数据平台的数据的规范性和有效性。

（2）计算存储层

HBase/HDFS（分布式存储）：利用分布式文件系统技术，将底层数量众多且分布在不同位置的通过网络连接的各种存储设备组织在一起，通过统一的接口向上层应用提供对象级文件访问服务能力。并且还提供分布式、可扩展的大量数据表的存储和管理能力，强调的是在较低成本的条件下实现海量数据表的管理能力。

MapReduce (并行计算)：是指同时使用多种计算资源解决计算问题的过程，是提高计算机系统计算速度和处理能力的一种有效手段。它的基本思想是用多个处理器来协同求解同一问题，即将被求解的问题分解成若干个部分，各部分均由一个独立的处理机来并行计算。

Hive（数据仓库）：是建立在 Hadoop 上的数据仓库基础构架。使用类 SQL 的 HiveQL 语言实现数据查询，所有 Hive 的数据都存储在 Hadoop 兼容的文件系统（例如， HDFS）中。Hive 在加载数据过程中不会对数据进行任何的修改，只是将数据移动到 HDFS 中 Hive 设定的目录下。主要特点：一是支持索引，加快数据查询；二是支持不同的存储类型，例如，纯文本文件、HBase 中的文件；三是将元数据保存在关系数据库中，大大减少了在查询过程中执行语义检查的时间；四是可以直接使用存储在 Hadoop 文件系统中的数据。

Spark 内存计算：通过配置 Shark 参数，Shark 可以自动在内存中缓存特定的 RDD，实现数据重用，进而加快特定数据集的检索。同时，Shark 通过 UDF 用户自定义函数实现特定的数据分析学习算法，使得 SQL 数据查询和运算分析能结合在一起，最大化 RDD 的重复使用。

（3）数据挖掘层

此层提供数据挖掘算法调用服务，读取存储层整理的数据，理解执行分析需要的数据挖掘工具和算法，从数据中获取洞察，生成想要的分析结果。

支持 R 语言、SPSS、Python、Vensim 等常用的数据挖掘工具集成。实现从大量的数据中通过算法搜索隐藏于其中信息的过程。

内置多种建模方法，主要包括对比分析、结构分析、分组分析、平均分析、强度分析、动态分析、因素分析、二八分析、波士顿矩阵分析等。

内置多种业务模型，针对分析主题和业务需求，进行数据的深度分析与建模，用以提供分析、预测、预警等符合实际业务需求的服务。建模以实际业务需求为

指导，以统计学、经济学、管理学和数据挖掘等理论学科为基础，力争实现服务决策与管理的目标。

（4）基础组件层

此层提供UI门户、用户组件、权限组件、规则引擎、任务调度、日志审计、组件部署等管理功能，为系统登录、系统管理和用户权限管理等提供基础支撑。

（5）分析应用层

此层提供可视化组件、报表组件、OLAP、GIS、仪表盘、知识分享等分析应用组件，为数据挖掘结果的应用展现提供良好的支撑，直观体现数据价值。

2.4 数据服务

数据整理最终目的是服务于各部门、人员等，能更准确更快捷更方便的服务是数据管理的目标。数据服务管理是针对内部积累多年的数据，研究如何能够更充分的利用这些数据，分析行业业务流程优化业务流程。数据使用的方式通常包括对数据的深度加工和分析，包括通过各种报表、工具来分析运营方面的问题，还包括通过数据挖掘等工具对数据进行深度加工，从而更好的为管理者服务。通过建立统一的数据服务平台来满足针对跨部门、跨系统的数据应用。通过统一的数据服务平台来统一数据源，变多源为单源，加快数据流转速度，提升数据服务的效率。

2.5 数据共享

通过建立数据集市，将各数据共享主题放到数据集市上，其他系统可以通过统一标准的数据接口，调用获取相关数据主题的数据。目前已经建立的数据治理主题有：预算执行主题、票据核验主题、项目绩效主题、监督检查主题。这些数据治理主题，被应用于系统中，满足日常业务需要。

2.6 数据安全

由于局机关财务内控数据都集中在应用系统中，数据安全至关重要。数据安全主要解决数据在保存、使用和交换过程中的安全问题，保障数据不被泄漏和非法访问。基础环境安全策略，通过网络安全审查机制，建立防火墙策略，定期进

行系统的漏洞检查，升级补丁，保障基础环境的安全。数据安全主要从五个方面实现：一是，数据专线传输，用于数据传输的网络采用 VPN 虚拟专线，解决数据链路的安全问题。二是，数据加密，在进行数据传输和交换过程中，采用数据加密技术，对传输数据进行加密处理，增强数据安全性。三是，应用级安全，应用系统需要通过三级安全等保测评，满足三级安全等保要求，使应用系统满足较高的安全要求。四是，安全管理与运维，在系统使用过程中，建立安全管理机制，定期进行安全隐患排查，对系统和应用工具进行升级。

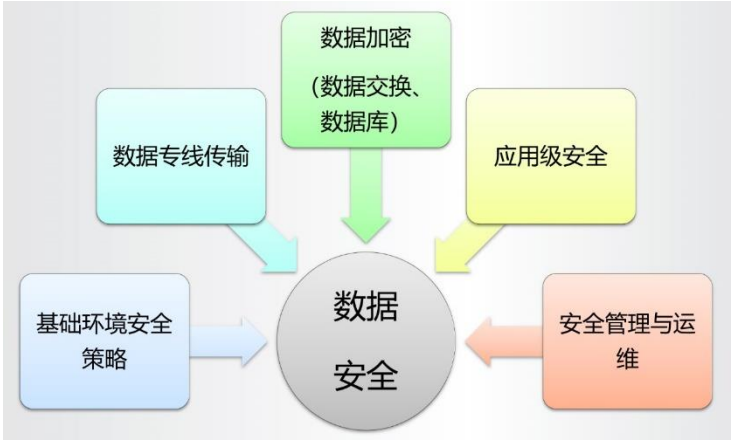


图 3：数据安全

2.7 数据质量

数据质量不高将影响数据仓库应用程度不高，低下的数据质量往往造成开发出来的系统与用户的预期大相径庭，数据质量关系建设有关分析型信息系统成败，合理有效的使用正确的数据能指导管理层做出正确的决策。

数据质量管理包含对数据的绝对质量管理、过程质量管理， 其规划和实施包括四方面内容：一是数据质量管理体系的建立，包括数据管理质量的评估体系，定期评估数据质量状况；二是在部门各个应用系统中的落实，包括每个应用系统的数据质量检查等；三是在最开始建立数据质量管理系统的时候，借助数据治理平台上，通过建立数据质量管理规则来集中化地建立数据质量管理系统，发现问题并持续改进；四是数据质量管理与业务稽核的结合，通过业务规则的稽核来发现数据质量的深层次问题，将数据质量与业务一线结合起来，使业务人员对数据质量问题有更加清晰和明确的认识。

三、应用效果

以内控信息系统为数据源头，作为数据治理的数据基础，通过对数据的治理，在加强财务管理、提高预算执行绩效和合规性监督方面取得了明显的效果，具体说明如下：

（1）加强财务管理水平

通过信息系统建设和数据支撑，使财务报销审核、公务卡还款、电子票据、原始附件等方面的管理有了很大提高，单据审批全线上处理，公务卡还款自动核验刷卡记录，发票及其他票据的识别、验真、验重和电子化存储，原始附件电子化存储，提升员工对财务工作的满意度。

（2）提高预算执行绩效

通过指标的分解细化到部门，落实预算分配、通过事前费用申请、事后报销全过程管理，提高预算执行进度，从而整体提高预算执行绩效。

（3）强化监督检查力度

通过数据治理和数据共享，财务、审计以及监督部门可以获得财务内控系统数据，对业务合规性进行及时的监督和处理。

四、洞察启示

数据治理是数字战略的基础，在内部控制数据治理的实践中，获得以下启示：一是，数据治理其流程涉及组织、制度、流程、工具的调动使用，需要多方协作共建，需基于同一的数据管理规则，以元数据为基础确保数据质量；二是，必须做到业务与数双驱动，脱离了实际应用的数据治理是浪费资源；三是，在进行数据治理过程中，务必明确目标，将数据治理的成果落地到具体应用中，与信息系统的建设统一起来。

运输机场数字化净空一体图研究及应用

单位/部门：民航中南地区管理局/航务管理处

主要人员：姜思军、冯力涛、李志焘、区敬堃、梁洪

一、背景和痛点

根据民航局《推动新型基础设施建设促进民航高质量发展实施意见》（民航发〔2020〕62 号），推动行业数字化、智慧化转型升级，完善数据治理，强化智慧监管，是实现智慧民航，促进民航高质量发展的重要举措和前进方向。

随着经济发展和城市建设，高层建筑逐渐向城市外围扩展，建筑高度、城市天际线不断提升，风电项目、高压线塔等在郊野山区的高大建设项目日趋增多，影响民航运行的超高案例不断涌现。相关建设项目可能对民航飞行程序、运行标准、一发失效越障、导航信号、监视引导、助航灯光等造成影响，危及飞行安全，影响航班正常，导致起飞限载，降低运行效率，挤压可用空域。运输机场净空保护对民航安全和发展至关重要。

近年来，党中央、国务院大力推进国土空间规划“多规合一”，在促进国土空间合理利用和有效保护的同时，着力解决审批流程复杂、周期过长的问题。民航控高意见是地方规划的依据之一，提前向地方政府提供准确详细的民航控高意见，有利于地方政府科学合理进行规划，提高规划审批效率，提前消除、缓解民航运行和地方规划的矛盾。

2021 年，民航局下发《运输机场净空区域内建设项目净空审核管理办法》（民航规〔2021〕3 号）及条款释义（局发明电〔2021〕333 号），对机场净空区域内建设项目的净空审核工作予以进一步规范，明确了管理范围、管理深度、审核形式、工作职责。

基于推动数据共享，提升数据服务，强化数据管理，完善数据治理的智慧民航建设理念，在“办法”实际执行中，尚存在以下痛点和改进空间：

1.1 控高数据的建立问题

“办法”要求民航飞行程序、管制运行、电磁环境等相关专业部门分别向地

方政府提供净空审核参考范围和高度，由地方人民政府规划部门依据各专业分别提供的参考材料确定是否需提交民航主管部门净空审核。

飞行程序、管制运行、电磁环境等控高要求主要以保护范围图示、文字描述等形式展现，缺乏矢量图、数字资料等数据展现形式，地方政府规划部门、民航主管部门、机场管理机构对控高数据难以查询、管理。控高数据的相应工具、数字格式、使用方式各异，相应主管部门、保障部门难于掌握和维护。统一形式的，便于查询、共享、管理的控高基础数据亟待建立。

1.2 控高数据的整合问题

民用运输机场的净空控制需求分散于机场障碍物限制面、飞行程序保护区、飞机性能、通信导航监视设备场地保护、目视灯光设施保护、空管运行（MVA）等各专业的技术要素中，民航净空审核意见以其中最严格的控高为准。各专业技术标准和运行需求未经整合，导致地方政府规划部门在筛选需征求意见的建设项目时，民航各专业部门出具净空审核初步意见时，重复查阅、审核，耗时耗力，效率低下。

1.3 控高数据的使用问题

在优化营商环境，提高政府办事效率的大背景下，地方政府规划部门对于净空审核意见的出具效率提出了更高的要求。随着净空审核项目的持续增多，民航主管部门人力资源不足、缺乏有效工具和数据的短板日益凸显，导致净空审核质量和审核效率难以兼顾，在审核的准确性、全面性上存在风险。利用数字化、可视化工具，提升净空审核的便利性和准确性，是民航和地方政府的一致诉求。

1.4 控高数据的维护问题

随着民航的不断发展，机场的规划建设不断推进，相应飞行程序和运行标准、管制范围和高度、电磁环境保护要求等控高数据需要动态维护。对控高数据实现全生命周期的管理，方能持续确保民航运行环境得到有效保护。

二、实践路径

为有效减轻民航主管部门净空审核工作负荷，同时提升审核质量、提高审核效率，以满足地方政府和建设单位快速获取民航控高意见的诉求，2018 年中南局承接了民航安全能力建设资金支持项目“机场航行服务程序保护区净空保护区域图应用研究”（以下简称“净空一体化图”），研究建立科学高效的数字化净空管理系统平台，实现对运输机场障碍物管控的数字化管理。

经在中南地区的试点应用检验，研究项目形成了“净空一体化图”编制技术规范、配套管理办法及可视化数字管理平台等 3 个成果。

2.1 “净空一体化图”编制技术规范

“净空一体化图”融合了机场障碍物限制面、飞行程序、飞机性能、通信导航监视设备场地保护、目视灯光设施保护、空管运行（MVA）等相关法律、法规、规章、行业标准和规范，将相应民航控高要求呈现为可视化的数据图。

（1）主要依据

《中华人民共和国民用航空法》；

《中华人民共和国飞行基本规则》；

《民用机场管理条例》；

《民用航空使用空域办法》；

《民用机场飞行程序和运行最低标准管理规定》；

《中国民用航空无线电管理规定》；

《民用机场运行安全管理规定》；

ICAO 附件十四《机场》第四章“障碍物的限制和移除”；

ICAO.Doc9137《机场勤务手册》第六部分“障碍物的控制”。

（2）“净空一体化图”基础数据

依据民航局机场总体规划批复，分别编制以下保护区图：

机场障碍物限制面图；

飞行程序保护区图；

飞机性能保护区图；

导航设施设备场地及电磁环境保护区图；

目视灯光设施的场地保护区图；

提供雷达管制服务的机场，增加编制最低雷达引导高度图（MVA）。

上述保护区图包含了水平范围及垂直控高基础数据。

（3）“净空一体化图”数据融合

以机场基准点为圆心，半径 55 公里水平范围内，对各保护区图的垂直控高的基础数据逐一叠加，以最严格的控高基础数据为准，融合形成总图，建立净空一体化图，作为数字化应用管理工具的底层数据。

（4）“净空一体化图”数据验证

在净空一体化图中选取一定量的点，与各保护区图的基础数据进行比对，验证其准确性。

2.2 “净空一体化图”数字化净空管理系统平台

通过编制净空一体化图，确定了相应机场的三维净空保护区域，以净空一体化图作为数据基础，开发便于查询、可直接输出分析结果的数字化净空管理系统，实现运输机场净空的智慧管理、精准管理，同时满足民航主管部门净空审核“减负、提质、增效”的需求，以及地方政府主动落实净空管理责任和国土空间合理规划的需求。

（1）数字化净空管理系统开发思路

建立净空管理系统数据模块：将包含地理坐标系统信息的特定机场净空一体化图载入系统数据库，作为该机场净空限制高度分析的基准数据。

叠加地理信息模块：将各种类型的底图（如卫星地图、地形图、地方规划图等）统一坐标系，与净空一体化图数据实现藕合一致，确保待审核点地理位置信息与相应机场净空保护区域相对位置匹配。

限高分析模块：单个或批量录入净空保护区域内任意点的坐标或距离机场磁方位、高度信息，进行限高评估；评估结论以列表显示，如超出限高要求，列明对应限制面及限高数据。

显示模块：可对净空一体化图及相应底图进行同步放大缩小，三维视角的旋转查看。

多平台开发：为满足民航主管部门、地方政府、机场管理机构、社会用户等不同需求，同步开发单机版、网页版、手机版等多个平台。

系统逻辑图：

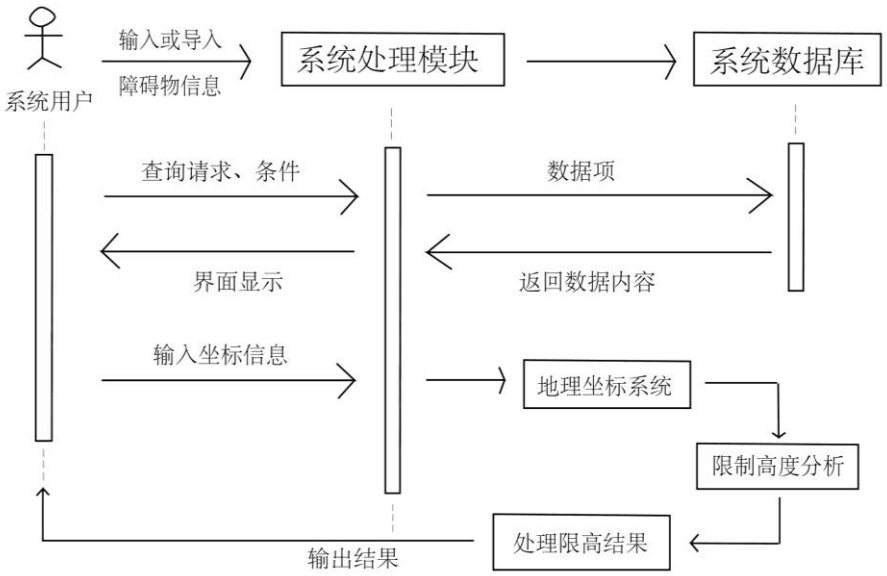


图 1：数字化净空管理系统逻辑图

（2）“净空一体化图”可视化应用

净空一体化图二维呈现形式：

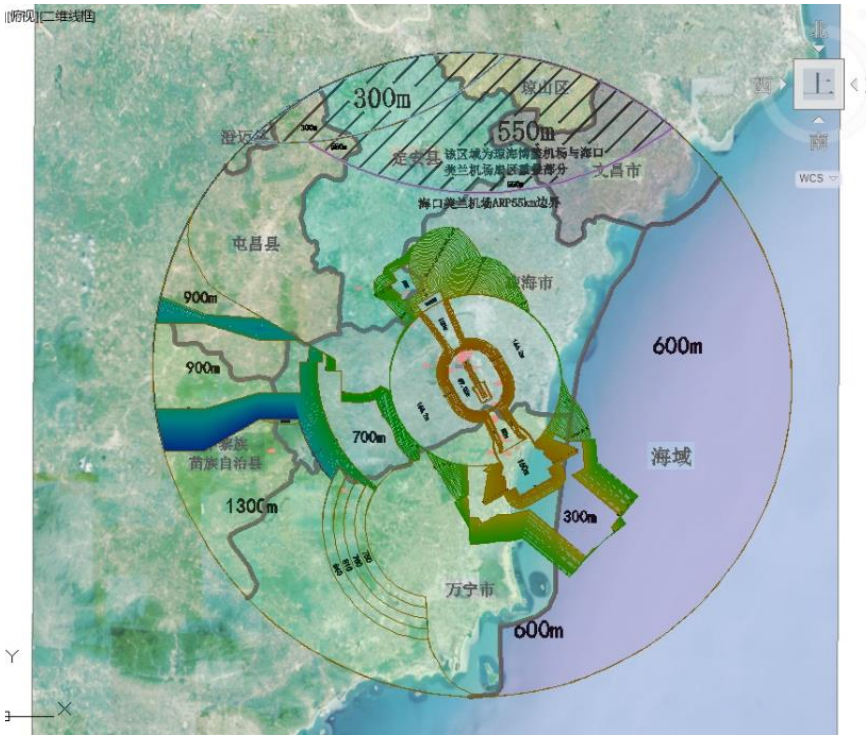


图 2：净空一体化图总平面图

净空一体化图三维呈现形式：

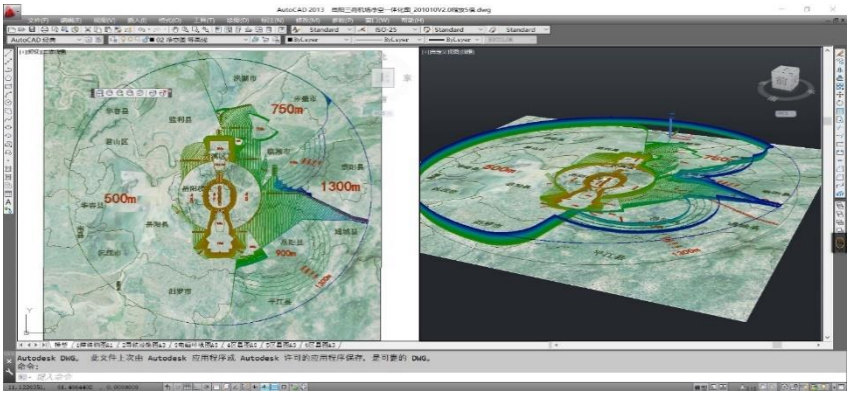


图 3：净空一体化图三维示意图

电脑版查询输入和输出界面：

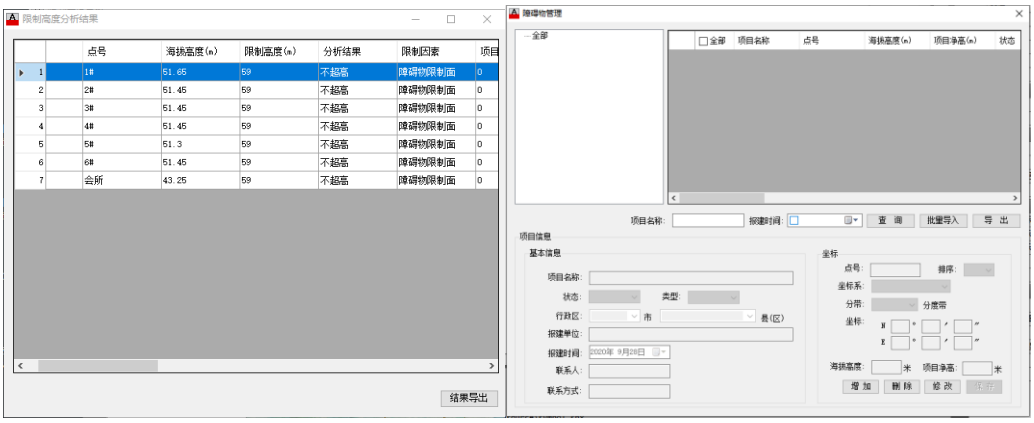


图 4：净空一体化图电脑输入和输出界面示意图

网页版：

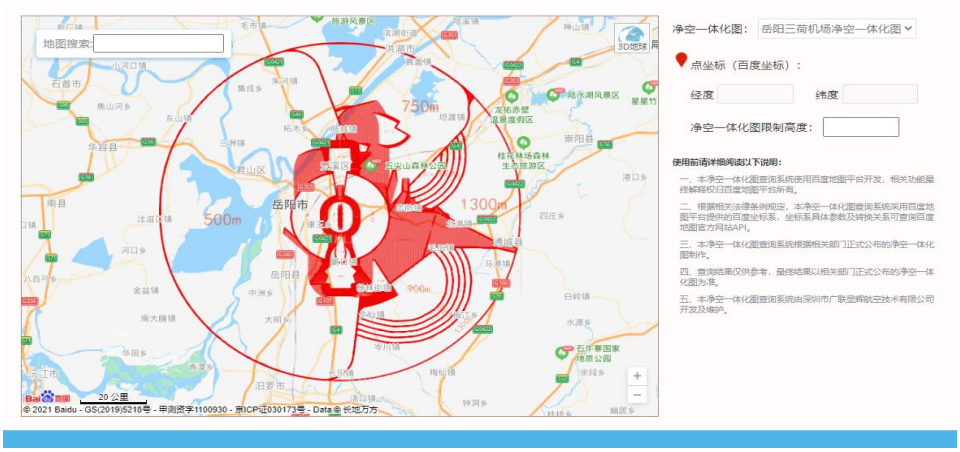


图 5：净空一体化图网页操作版界面示意图

手机版：



图 6：净空一体化图手机端操作版界面示意图

2.3 “净空一体化图”管理办法

为建立健全运输机场净空管理齐抓共管长效机制，确保各方落实主体责任，配合净空一体化图及数字化管理系统维护及应用，制定集净空一体化图“审查机制”、“公布机制”、“联系机制”、“维护机制”及“监管机制”于一体的普适性“净空一体化图”管理办法（草案）。

“审查机制”：由管理局和机场所在地有关地方人民政府共同组织审查。

“公布机制”：管理局与地方人民政府共同组织完成审查后，管理局出具行业意见后，由地方人民政府向社会公布。

“联系机制”：相关地方人民政府有关部门与监管局、机场管理机构就净空一体化图的管理建立长效联络机制。

“维护机制”：净空一体化图原则上不宜频繁修改。确有必要由引发相关修改的单位提出修改方案，经有关地方人民政府和管理局审核同意后开展修编。

“监管机制”：地方人民政府就净空一体化图的公布、使用、维护等建立相关管理机制，对有关部门在项目审批过程中净空一体化图使用要求的落实情况建

立相应监督机制。

三、应用效果

3.1 应用成效

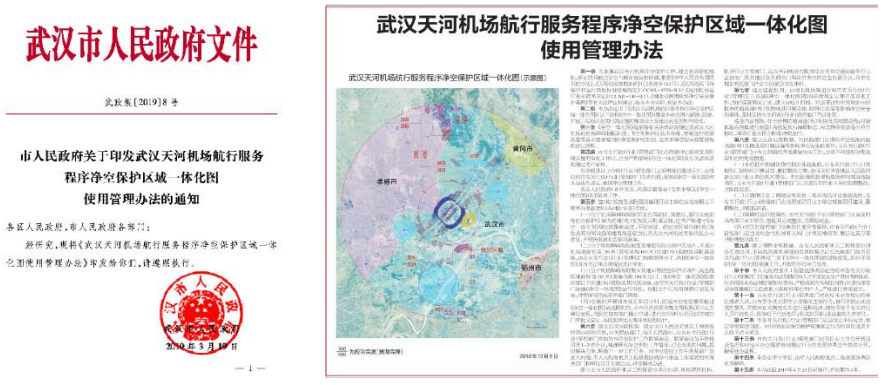
（1）切实解决监管局、管理局净空审核人力资源不足的问题，响应地方政府和建设单位快速获取民航控高意见的诉求。

2016 年、2017 年、2018 年，湖北监管局分别受理净空审核项目 50 件、93 件、121 件。占用了大量监察员的审核精力，在 2019 年武汉市正式公布使用净空一体化图后，当年湖北监管局净空审核量降为 0，监察员能将更多的精力投入到民航的日常安全监管局中。

（2）简化了地方政府与民航局方之间文来文往、一事一征求的管理手段，将安全关口前移，地方政府相关审批部门对民航限高“心中有数”，有据可依。

（3）净空一体化图安全能力建设研究项目于 2021 年 2 月顺利结题，其中的净空保护区域范围、参考高度面等相关内容，已在 2021 年 4 月民航局下发的《运输机场净空区域内建设项目净空审核管理办法》中予以采纳。

（4）项目在中南地区推广应用，目前辖区所有机场均已完成净空一体化图技术审查，其中 28 个机场所在 40 余个地市均公布了净空一体化图及配套使用办法。同时，项目得到了兄弟管理局的高度认可，具备可推广性。西北管理局在其辖区的西安市、兰州市、庆阳市试点推行，得到了当地相关政府部门的认同。


武汉市人民政府文件

武政规[2019]8号

市人民政府关于印发武汉天河机场航行服务程序净空保护区域一体化图使用管理办法的通知

各区人民政府，市人民政府各部门：

经研究，现将《武汉天河机场航行服务程序净空保护区域一体化图使用管理办法》印发给你们，请遵照执行。

2019年3月18日

武汉天河机场航行服务程序净空保护区域一体化图使用管理办法

武汉天河机场航行服务程序净空保护区域一体化图（示意图）

图 7：武汉市人民政府净空一体化图使用办法通知

四、洞察启示

基于前期研究、试点过程中遇到的问题及引发的思考，提出以下工作建议及展望，供后续政策制定和运行管理参考：

4.1 机场空域管理机制（净空管理就是空域管理）

国务院、中央军委《飞行基本规则》中第二章“空域管理”第二十一条明确规定：“在机场区域内必须严格执行国家有关保护机场净空的规定，禁止在机场附近修建影响飞行安全的射击靶场、建筑物、架空线路等障碍物”。该条表明在机场净空保护区范围内修建的非法障碍物，不仅可会能影响机场的飞行安全，更会对机场空域合理、充分、有效的使用和管理造成严重影响。但是目前国内规章对机场净空的管理要求与机场空域管理的要求存在脱节现象，民航部门和地方政府对净空的管理还停留在机场运行范畴，没有将机场净空管理上升至国家空域管理层面。空域是国家战略资源，净空管理不仅保护机场运行安全，更是保护国家资源，是对民航、地方等不同空域用户权益的保护。建议国家从立法层面明确空域如何使用、管理、保护，明确空域用户的权利。建议后续民航与地方政府进一步提升净空管理意识，特别是要高度重视影响空域使用效率的障碍物控制工作，确保国家资源不受侵害。

4.2 航路净空管理

我国当前的净空管理主要针对机场净空保护区域及相应控高要求，对于航路净空管理，尚无规章予以明确。经调研，目前我国高空航路图中航路最低安全高度由民航局空管局负责制定并公布，但法律法规并没有赋予其净空管理职责。随着国家新能源战略的实施，风力发电场不断涌现，因对风资源的需求，风机大多分布在山区高海拔地区，机身加叶片高度可以达到近 200 米，其突破民航航路航线最低安全高度的潜在威胁越来越严重。建议民航和地方政府进一步加强对航路净空保护的管理工作，从法规、机制和工作程序上消除该风险隐患。

4.3 光电烟气的净空管理

《民航法》第五十八条规定“禁止在依法划定的民用机场范围内和按照国家规定划定的机场净空保护区域内从事下列活动：（一）修建可能在空中排放大量

烟雾、粉尘、火焰、废气而影响飞行安全的建筑物或者设施；（四）设置影响机场目视助航设施使用的灯光、标志或者物体；”由于灯光、烟雾、粉尘、火焰、废气对飞行安全的影响的不确定性，当前并无简明、可操作的评估计算标准，难以通过净空一体化、数字化一并解决，需要一事一议。光电烟气等因素如何纳入净空管理的数据平台，将是后续研究的方向。

4.4 其他地区和全国推广

从净空一体化图在中南地区的试点经验来看，在中南管理局、监管局、机场管理机构的积极推动、宣贯和协调下，空管部门、地方政府、设计单位、研究机构等相关方深入参与、积极响应、大力支持，各单位持续沟通、通力协作，使包含枢纽、干线、支线和特殊机场的近 40 个机场试点工作得到有力推进，取得了良好的试点成果和工作实效。在净空一体化图应用推进过程中，中南管理局、监管局、机场管理机构、地方政府注重政策宣传和知识普及，通过报纸、网站、微信推送等将净空一体化图和相应管理机制向社会公布、展示、介绍，取得了广泛的社会关注和良好的舆论反响。净空控高数据一体化、数字化整合管理的理念已在中南地区深入人心，项目解决方案具有较好的借鉴价值和应用实效，建议向全国推广。

民航政务信息化数据治理实践

单位/部门：中国民用航空局信息中心

主要人员：邢伟、李宪武、张超、闫帅、陈诗萌

一、背景和痛点

民航政务信息化经过多年发展，建成了约 55 个政务信息系统，支撑了各业务司局关于行政审批、行业执法监管、无人机实名登记、机场安全监管、民航综合统计及价格管理等业务领域的监管业务需求。民航政务信息系统建设主体多，其中大部分信息系统由信息中心承建，另外一部分如危险品航空运输信息管理系统、投诉管理系统等由行业内 7 家单位分散建设。随着各司局业务需要与其他业务司局进行交叉融合，各系统之间数据的协同利用需求进一步加强，民航政务信息化建设局面不能更好的支撑业务需要及时代发展，具体表现在数据共享、协同利用、数据统一治理、数据资产等方面。

（1）缺乏跨系统、跨业务、跨层级的数据交换。各政务系统分散建设，系统间彼此独立，缺少一个数据交互枢纽为各系统提供数据交换服务。

（2）缺乏政务数据领域统一进行数据治理。各系统相对比较独立，系统的数据架构不尽相同，从而很难对行业内各政务系统进行统一的数据治理。

（3）各业务系统中数据标准不一致。各系统依据各自业务需要，建立了各自的数据标准，例如针对同一机型，各系统中的数值包括 B737-800,738 等，各个系统中的数据没有同一标准，从而造成数出多源。

（4）系统壁垒严重。由于各业务系统采用的系统架构，技术标准，数据库等各不相同，对于跨系统的数据应用场景代价较大。

（5）未形成统一的数据资产。数据分散在各个业务系统中，数据孤岛严重，数据资源家底不清，政务数据未形成统一的整体。

（6）对于政务数据统一管理困难。数据分散在各个业务系统中，对于数据采集、存储、处理、治理、服务、销毁等全生命周期管控能力薄弱。

二、实践路径

为更好推进民航政务数据治理相关工作，民航局信息中心依据“查建治用”思路，摸清了政务数据家底，按照“大平台、大数据、大系统”的方案，建设了民航政务云平台，构建了“落地”和“不落地”相结合的民航政务数据共享交换体系，完善了跨地区、跨层级、跨部门的共享交换机制，实现了民航政务数据有机汇聚及综合利用，并进行政务数据统一治理。

2.1 加强顶层规划设计，建立规章制度及标准规范

信息系统建设及数据治理应从顶层设计从发，形成全局的规划思路及方案，从而集中有效资源，高效快捷地实现目标。根据国家有关规章制度，经过充分调研民航政务信息化现状，信息中心配合民航局在编制印发的《关于印发民航政务信息资源共享管理暂行办法的通知》（民航发〔2017〕133 号）基础上，完成了《民航政务信息资源共享管理实施细则》（征求意见稿）初稿的编制工作。实施细则进一步明确了民航政务信息资源的管理职责，规范信息资源共享及使用的流程、权责、更新、检查校验等工作。

根据国家有关要求，推动民航电子政务标准化，完善民航电子政务统一数据接口标准规范，结合民航政务信息化实际，信息中心开展了《民航政务数据共享与交换接口规范》、《民航统一认证对接标准规范》、《民航行政审批服务平台接口对接规范》、《民航行业监管事项库及执法处理数据接口规范》等标准规范的制定。其中民航数据共享与交换接口规范将作为基础层的数据整合标准，为各业务系统打通数据通路提供底层技术规范；民航局行政审批服务平台数据交换与共享接口规范推送民航行政审批服务平台相关数据信息项格式及接口要求；民航统一认证对接标准规范将作为应用层面的另一个数据整合标准，实现各应用系统统一的认证标准和认证方式；民航行业监管事项库及执法处理数据接口规范将作为政务信息公开标准，实现民航各企业得到实时有效地获取局方监管事项及执法处理类信息。各标准规范作为政务信息化领域顶层技术指导文件，规范了政务数据交换、对接、认证等统一要求，为后续各系统开展政务领域数据治理提供了基础。

2.2 摸清数据资源家底，编制数据资源编目

民航政务信息系统建设单位多，现状复杂。为有效实施整体的数据治理，

首先需要摸清家底，明确数据资源家底并编制数据资源目录。为此，信息中心在综合司指导下，2017 年至 2018 年期间，先后面向 14 个业务司局开展两轮政务信息资源目录调研，最终编制形成了 314 个信息资源、4827 项信息项，其中无条件和有条件共享 3723 项，占比 77.1%，不共享 1104 项占比 22.9%。本次全面梳理了可共享、可开放的信息资源清单，初步摸清了政务信息资源数据家底并进行了信息资源分类，经过编码分类形成标准化、体系化目录，为后续开展数据资源共享工作奠定了重要基础。

2.3 梳理重要政务系统的数据模型

通过对重要的政务系统数据进行梳理，明确核心有价值的数据库表，实现数据业务化跟业务数据化的统一，为后续开展数据资源编目、政务数据资产统一管理积累了宝贵经验。信息中心从 50 多个政务系统中，选择了 FSOP 飞行标准、SES 监管执法、ASOP 机场安全监管、航空安全等 10 个主要系统，利用民航政务数据治理平台对涉及的 MySQL、Oracle、达梦等数据库中的数据结构、数据字段、数据模型进行详细深入梳理，共摸排包括业务数据、基础数据、系统辅助数据等多种类型在内的 6229 张数据库表，梳理了各业务与数据表之间的逻辑关系及元数据等信息，最终确定了 500 多张对行业管理有实际价值的数据库表。在梳理重要信息系统数据模型的同时，以点带面，提高对业务领域数据治理现状的认识和理解，更有针对性地开展相关数据治理工作。

2.4 建设民航政务云平台

采用“大平台”建设思路，实现了计算、存储、网络和安全资源的统一纳管，政务云平台为各政务系统、为智慧政务提供了统一基础设施和基础算力，实现了民航各政务信息系统集中运行和统一管理，实现硬件设备共享共用和计算资源弹性分配，有效避免各自为政、重复投资、重复建设。

2.5 建立共享交换平台，实现通数据

根据国家政务信息化要求，基于民航政务信息系统现状和工作实际，创新性地设计出了“落地”与“不落地”相结合的数据交换模式，即一方面为各个系统提供了数据共享交换枢纽，使各系统在统一平台下，按照统一标准进行跨

系统、跨业务、跨网络数据交换。另一方面，将各业务系统中的数据汇聚到政务大数据平台中，实现数据统一存储、统一数据治理，并对数据治理结果按数据主题进行数据分析应用。

民航数据共享交换平台的架构设计需遵循高效、稳定、包容、一致的原则，贯穿面向服务的设计理念，采用高内聚、松耦合的核心框架和模块化技术，保证整个平台的适用性、可扩充性、可维护性。根据民航行业特点，在系统梳理用户需求基础上，其整体架构如图 1 所示。

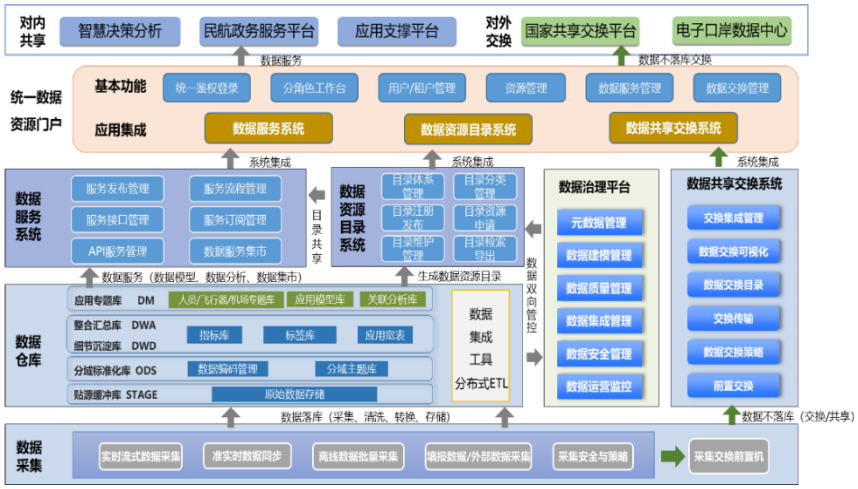


图 1：民航数据共享交换平台总体架构图

2.6 建设数据治理平台

通过构建数据治理平台，实现民航政务数据资产的集中化治理和运营管理，实现对所有业务系统元数据（表、视图、存储过程、函数、数据库资源）采集、梳理、线上维护及流程管理，构建数据与业务的关联模型，规范数据口径及使用流程，加强数据资源管理，形成统一的全生命周期数据资产管理模式。数据治理平台贯穿于数据处理全过程，包括数据采集、数据准备、数据加工、数据稽核、数据地图、数据血缘关系等多个方面。

数据治理平台的主要功能包括元数据管理、数据建模管理、数据质量管理、云化ETL、数据服务等五大模块功能，实现了数据仓库数据引接采集、数据加工调度的ETL集成工作，通过采集系统元数据，实现各系统数据血缘关系和数据地图展现等功能。该平台进一步促进了政务信息系统提高数据质量、保证数据的安全性等工作，加强了对政务数据资源的统筹管理。数据治理平台架构如图2所示。

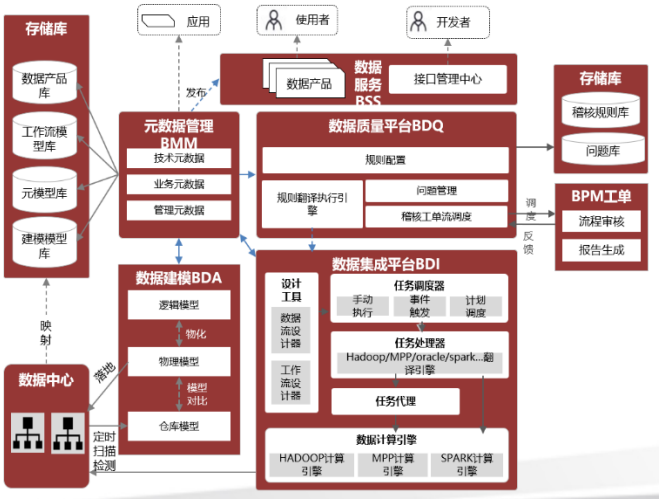


图 2：数据治理平台架构图

2.7 构建政务数据仓库

在前期调研梳理的基础上，结合民航管理需求实际情况，利用数据治理平台初步建设形成了数据资产目录，并构建了包含临时缓冲库（STAGE）、数据标准化库（ODS）、细节沉淀库（DWD）、整合库（DWA）、应用专题库（DM）等五层逻辑的数据仓库。

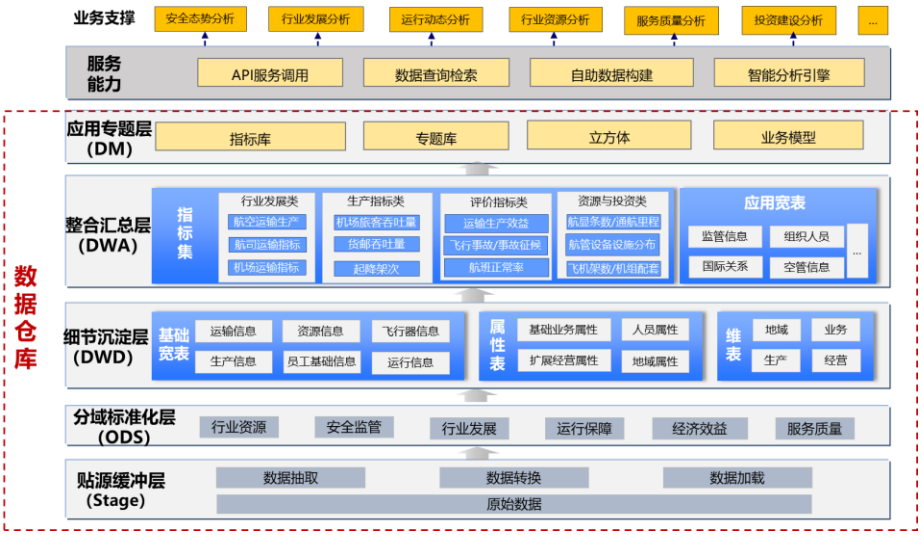


图 3：数据仓库功能架构

根据行业管理需求，通过对政务相关数据业务实体识别、总结和归纳，按上述方法对主题域进行划分，形成了行业资源、安全监管、行业发展、运行保障、服务质量、经济效益等六大主题域，以及 34 个主题。

行业资源：涵盖民航行业各类基础资源及设施相关主题内容，包括航空器、航空公司、机场、参与人员、航空从业企业等。

安全监管：涵盖民航行业相关航空安全及行业监管信息相关主题内容，包括行政审批、航空安全、监管标准、监管任务、执法监督、行政相对人等。

行业发展：涵盖反映民航行业发展情况的主题，包括航空物流、生产统计、项目招投标管理、投资建设、价格管理等。

运行保障：涵盖反映民航运行保障的相关数据信息，包含航线航班、飞行计划、飞行品质等主题信息。

服务质量：涵盖反映民航行业服务质量工作的相关信息，包含行业评价、投诉管理、服务品质等主题信息。

经济效益：涵盖反映民航行业各航空物流、航司、机场等单位经济效益情况的相关信息，包含财务状况、收费情况、能源消耗、效益分析等信息。

构建的数据仓库及数据主题域相关资源目前已在行政审批、各政务系统数据协同、行业监管、决策分析、疫情防控等方面发挥了重要作用，有效地提升了行业监管及治理能力。



图 4：主题域划分示意图

2.8 构建统一数据服务体系

各领域应建立统一的数据服务体系，规范数据格式、服务方式、数据质量等，形成统一数据服务出口，实现数据服务规范化、流程化，可追溯化。

根据政务信息系统群体用户，信息中心系统梳理了不同人员的数据分析需求，针对司局领导、业务负责人以及一线监察人员三个不同层级的数据需求，确立了数据资源查询、数据信息搜索、数据结果展现这三种数据利用方式，为各级人员提供不同方式和角度的数据服务：

（1）数据资源查询

资源发布和使用方都可以在统一资源门户中查看、查询、订阅数据资源，也可以查看自己申请到的资源使用情况统计信息。

（2）数据信息搜索

该模块功能包括原始信息检索、文件类资源搜索、关键词库搜索优化、数据自动入库、数据负面清单权限控制、数据安全脱敏机制和搜索日志可视化等。

（3）数据结果展现

通过建设数据资产大屏，对共享交换平台中的数据采集情况、数据变化趋势、存储空间占用情况、数据仓库主题分布等整体内容进行集中展现。

三、应用效果

信息中心按照“大平台、大数据、大系统”的模式，建设了民航政务云平台、民航数据共享交换平台等模块，在政务信息整合共享、数据分析利用新模式、助力疫情防控等方面发挥了重要作用，有效提升了民航行政办公效能，助力“用数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新”的民航新发展理念，为加快智慧民航建设、提升行业治理体系和治理能力现代化水平提供了有力的数字化、智慧化支持。

3.1 构建“大数据”，建成民航数据共享交换体系

民航数据共享交换平台是民航局落实国务院关于推进大数据战略、“放管服”、“互联网+政务服务”、“互联网+监管”等要求的重要举措，推动民航各政务系统数据互联互通，填补了行业内在跨地区、跨层级、跨部门数据共享交换领域的空白。该交换体系在民航政务领域各个方面得到了广泛应用。首先，平台保障了9个行政审批服务事项、14个适航许可事项、27个“互联网+监管”事项的数据交换，为进一步深化行政审批改革，大幅简化了办事流程，提升了行政审批效能提供了重要支撑。第二，平台实现了业务数据跨系统、跨地区、跨业务共享交换和融合处理，保障了通航飞行计划、航班实飞数据、民航失信人员等63组数据交换，推动民航各政务系统数据互联互通。第三，为新冠疫情防控工作提供重要数据支撑，实现了密切接触者、国际旅客 PNR、国际航班计

划等 9 类重要疫情数据的可靠实时交换，为科学合理应对疫情变化提供了重要数据支撑。经专家评选，民航数据共享交换平台荣获“2021 年度中国交通运输协会科学技术奖二等奖”。

3.2 构建行业数据仓库，强化数据的综合利用

该平台作为各类数据的总集成，将采集和汇聚各业务系统数据落地到数据仓库。构建了民航政务数据治理体系，通过元数据技术实现民航政务数据资产的目录化、可视化、系统化、标准化、集约化管理与设置，通过建立数据标准，有效解决了政务数据“输出多源、口径不一”的问题。按行业管理需求从 6000 余张数据表中整理总结了民航行业六大业务主题域，经过加工抽取形成了 572 张数据库表的数据仓库，提供以业务主题为核心的智能化数据查询、检索、分析展示等服务。通过构建大宽表形式，实现了各业务司局、各信息系统数据的统一“度量衡”，为后续数据统一治理、管理、利用提供了统一语言。

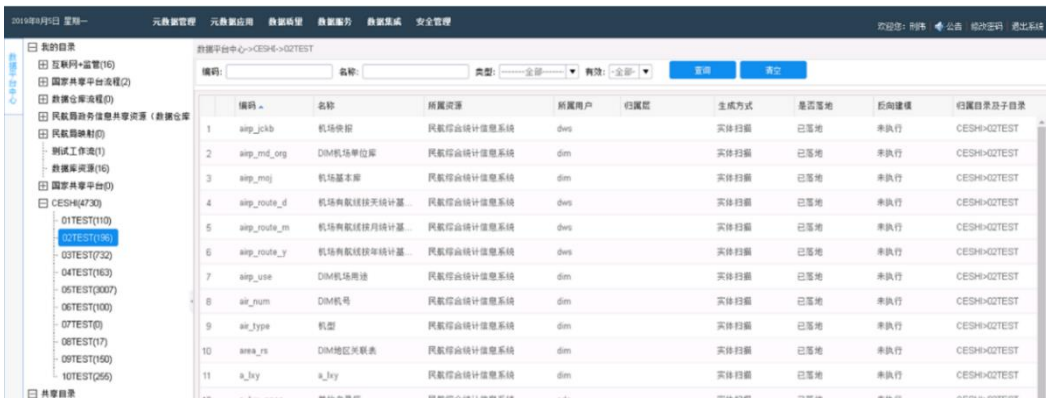


图 5：数据治理平台

3.3 形成数据分析利用新模式。

针对司局领导、业务负责人以及一线监察人员三个不同层级的数据需求，开创性地确立了数据资源查询、数据信息搜索、数据结果展现这三种数据利用方式，为各级人员提供不同方式和角度的数据服务。



图 6：数据分析平台

3.4 充分利用大数据新技术，构建了民航数据资源全文搜索引擎

实现了“一站式”、“百度式”的原始数据全文检索查询功能，民航行政机关可通过访问民航统一资源门户数据搜索模块查询各政务系统业务数据。目前，数据资源搜索模块已完成全部功能开发工作，实现了已接入的 1000 余万条数据信息的自动入库功能，结合数据负面清单，按部门、职级，分权限灵活设置查询权限，具有重要数据信息脱敏、搜索日志可视化等多种个性化功能服务。

四、洞察启示

民航业是一个沉浸在大数据中的行业，如何“管好用好”这些数据，并实现创造价值，既是行业发展面临的巨大考验，也是民航业应对发展环境变化、实现新旧动能转换、推动行业转型升级的根本之策，更是巩固安全、改进服务，实现创新引领支撑国家战略的重要使命。

数据作为民航行业一种新的生产要素和经济社会资源，既是行业数字化转型的基础，也是智慧民航建设的核心元素，如何“管好、用好、治理好”行业数据，是加快推进行业治理体系和治理能力现代化的重要课题，也是新时期推动行业发展的一项艰巨考验。而“数据治理”正是实现民航业务的数据化和数据的业务化，提升行业数据的共享、质量及安全水平，发挥数据业务价值的重要举措和必经之路。行业内各业务线条较为独立，各数据资源交互不强，数据治理不完善，导致数据价值并未显现。

为促进行业数据有序流动，发挥数据资源价值，需要建立健全行业数据共享机制，深化各领域数据融合，实施统一的数据治理，统一数据标准，为行业各业务构建统一的数据底座，实现数据全生命周期管理，推动建立全要素、全场景、全景视图的行业数据资产，发挥多领域数据价值，切实提升行业治理能力和治理水平现代化，推进行业高质量发展。

数字化智能运维实例

单位/部门：中国民用航空局信息中心/运行保障和网络安全处

主要人员：于清洋、魏申

一、背景和痛点

民航局信息中心作为数字政府的建设者，信息安全的守护者，数据价值的挖掘者，致力推动民航数字化转型和行业高质量发展。在智慧化、信息化蓬勃发展的新时代背景下，信息系统助力政务服务的覆盖范围愈发广泛，信息技术服务行业的需求日益增多，同时也给信息中心带来了系统及主机规模逐年攀升、运维管理日趋复杂、运维要求不断提高等诸多挑战。

1、运维工作量快速增加的挑战

民航局信息中心成立之初，专注电子政务系统的运行维护，自 2012 年互联网+电子政务的逐步深化发展以来，大量信息系统投入使用，助力民航局提高行业治理能力和治理水平。2022 年民航局印发了《智慧民航建设路线图》，明确了智慧民航建设的指导思想、基本原则、发展目标，对民航局信息中心的基础设施规模、运行保障能力、服务行业信息化的能力都提出了更高的要求。随着信息系统规模和复杂程度的不断增加，系统背后需要更为庞大的主机群、算力群、存储群，相比 2012 年，主机等基础设施规模增长 4.5 倍，增长趋势如图 1 所示。在人员数量有限，短时间无法大幅增加的条件下，如何更好的做好运维工作，发挥系统最大效益，既是我们的职责使命，也是我们面临的重要挑战。

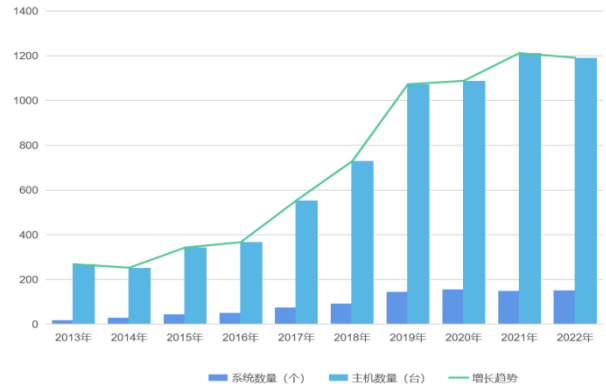


图 1：增长趋势

2、网络安全挑战

习近平总书记指出，“网络安全和信息化相辅相成，安全是发展的前提，发展是安全的保障，安全和发展要同步推进。网络安全和信息化是一体之两翼、驱动之双轮”。网络安全早已上升至国家战略高度，成为国家安全的重要组成部分。信息中心运行保障的信息系统涉及行业监管、市场管理、安全保卫、公共服务以及行政办公等多领域业务，网络安全作为民航安全的组成部分，关系到国家安全、国计民生、公共利益和行业健康发展。

由于主机数量多、漏洞多、修复难度大，因此容易成为网络安全中“木桶的短板”。为了确保信息系统的安全稳定运行，基础软件版本升级、漏洞修复，主机安全加固、配置核查已经成为了运维人员的日常工作内容。尤其是涉及到大量主机基础软件的升级，操作过程复杂、升级耗时时长，完全依靠传统手动升级，往往因不能及时完成而留下安全隐患，或急于完成造成升级失败，进而引发更为严重的安全运行问题。

3、应用快速迭代的挑战

随着行业数字化转型的加速，信息系统运维团队需主动拥抱业务的不断调整变化，应用程序开发从稳态向敏态开发模式转变，应用发布迭代速度越来越快。运维团队不仅须确保应用系统高效稳定运行，同时还要快速响应研发、业务人员诉求完成版本变更或系统上线交付。为避免造成业务中断，原有应用发布工作通常安排在夜间等业务闲时进行，需要运维人员手工更新程序包，重启中间件，执行数据库更新操作，人工不仅费时费力，而且由于应用迭代的频率越来越高，人工出错概率也不断增加。

二、实践路径

2.1 从“人管机器”到“机器管机器”

通过不断的研究、创新、实践，信息中心逐步提升运维能力，逐渐由人工运维、脚本运维向编排运维、甚至一体化运维演进，以达到系统运行保障工作不断提质增效。这四个运维模式并非一蹴而就，更没有明晰的时间阶段或者界限，其中脚本运维是更高阶运维模式的基础，需要运维人员不断完善运维脚本，适配新的问题，扩展编排场景，并通过一体化运维的理念统一管理起来。

在过去几年中，信息中心在自动化运维及主机安全防护方面进行了深入的探索，通过多年来在 Linux 主机系统以及网络安全渗透方向的学习和积累，编写形成了多种类型的运维脚本工具。每个脚本工具在不断尝试中迭代更新，取得了较好应用效果，并逐步覆盖中心所有版本操作系统。在此基础上，我们借助开源软件进行了脚本工具的编排管控、版本迭代及日志收集及邮件告警，逐步摸索出适合信息中心及民航电子政务的运维模式。这些运维脚本工具如图 2 所示，大致可以分为以下三类:



图 2：“机器管机器”的工具集

（1）内观动态

主机日常巡检工作重点是掌握每台主机的运行状态，提前预判并处置运行风险，以往这种重复性工作占用了运维人员的大量时间和精力。为此运维团队整理了主机监控脚本工具，不仅能够实现对 CPU、内存、磁盘 I/O 等通用指标进行收集，形成了主机的静态基线，还针对网卡连接数、数据库主从状态、业务进程启动情况等计算出动态基线。由于每台主机承载的业务不同，监控项的运行峰值也会有很大区别，以往的监控产品按照统一的阈值进行预警判断，一概而论往往失去了监控的意义，而通过每台主机自身运行状态而设计的动态阈值更有实际价值。主机通过计划任务每个小时运行巡检脚本，发现异常指标自动生成告警信息，未出现异常则生成巡检报告。巡检报告既是这次巡检的结果，又是下次巡检动态基线的数据依据之一。随着巡检的次数增多，动态基线的阈值就会越来越准确。

另外，通过脚本工具对主机防火墙配置改动、计划任务改动、帐号登录情况、密码过期等情况进行了监控预警，对主机运行可靠性及安全性能起到全面的监控

作用。

随着运维能力的提升，通过搭配开源自动化运维软件和收集告警信息的剧本，实现了每台主机告警信息的主动收集。当然编写的剧本也会具备商业监控软件具备的告警抑制，日志合并等功能，在特定场景下，还能进一步联动，实现异常处置、故障自愈。目前主机监控脚本工具已经在信息中心多个系统中部署，实现及时发现和处置主机故障症候，有效的将运行风险关口前移。

（2）外抵入侵

为进一步构建信息系统纵深防护能力，强化主机侧安全防护最后一道关卡，提高信息系统的整体安全防护能力，运维团队深入研究主机防护机制，编写了灵活有效的主机防护脚本工具。由于每个系统都有自己的业务特点，我们通过工具实时抓取应用访问日志并实时分析对应用系统攻击、探测、信息收集的恶意访问 IP 地址，利用主机防火墙临时策略表，自动阻断恶意 IP 的访问。

这类脚本工具利用模块化的动态防护能力，通过对实时、五分钟内、一小时内等多个时间跨度的 7 类访问行为进行排序、统计，从而及时拦截异常访问地址，目前已实现对高频访问、短时间内下载大量相同文件、HTTP 返回码 404、尝试通过一句话木马连接、访问 URL 包含敏感字、木马请求等恶意访问行为的 IP 等场景进行阻断。脚本工具还具备白名单机制，并有详细的防护记录及归档，实现拦截行为可追溯。现在主机防护脚本工具更新迭代了 12 个版本，在信息中心多个系统中部署运行，误报率极低，有效提升了主机层面的安全防御能力。

（3）提升守势

信息中心按照网络安全等级保护工作要求，建立了主机安全基线标准，编写形成了适配多版本操作系统的主机检查和修复工具集，兼容中标麒麟 6、中标麒麟 7 以及银河麒麟 V10 等版本的操作系统。该工具集利用配置核查及原理检查两种评判手段，判断主机的帐号锁定策略、密码有效期及复杂度，能够实现主机僵尸帐号、闲置端口、无用进程、软件版本、主机防火墙以及杀毒软件状态等检查，并进行同网段主机探测，基本实现了主机层面检查项的全覆盖。同时，检查完成后可以形成清晰且可读性强的报告，为主机安全自查整改提供了非常有效的技术支撑。其次，对出现问题的主机可进行一键安全加固以及一键升级 openssl/openssh 组件、nginx 等开源软件，使主机配置标准统一，达到主机操作

系统安全基线要求，显著提升了运维工作效率。

2.2 应用程序快速发布的落地实践

近些年，信息中心对基础设施运维工作不断思考、不断凝练，直面工作痛点、提炼运维场景，尽可能多的把操作步骤标准化后形成脚本，从脚本运维、编排运维迈进了一体化运维的新阶段。另一方面，借鉴 Devops 的思想，尝试将传统的运维工作和开发工作进行衔接，也获得了初步成效。

信息中心运维的各类信息系统经常有完善性维护的应用变更，为了不影响系统正常使用，所有应用变更通常在晚上实施。在操作过程中，涉及备份、程序包的校验、启动账号切换、程序更新等等操作步骤，而且每台发布服务器的步骤相同，非常适合编写成固定的发布流程，由机器在夜间自动完成新程序的发布流程，发布后自动检查进行端口、进程、URL 状态，发现问题后自动进入回滚流程，保障业务的连续性。

目前信息中心维护的民航行业监管执法系统借助开源工具实现了应用程序的自动发布。办公专网部署了运维管理系统，更好地完善了操作流程，实现了综合办公系统应用程序自动发布，单节点发布流程如图 3 所示。下一步将对接开发、测试、审批等环境，将 Devops 的愿景在信息中心信创环境中落地实施。

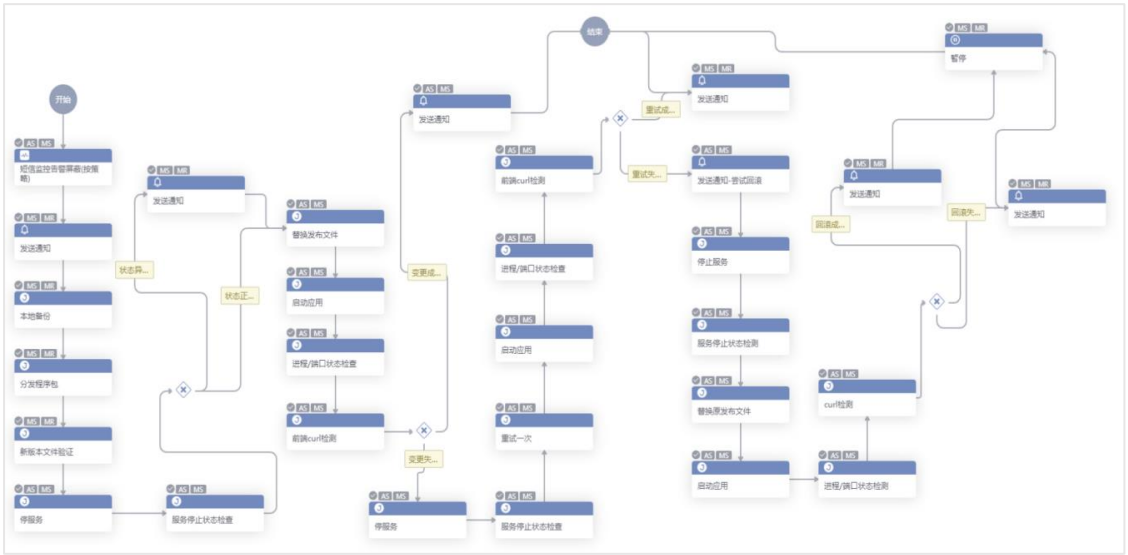


图 3：单节点应用发布流程

三、应用效果

以上自主研发的运维工具在信息中心的各个应用系统中广泛使用，取得显著成效:

一是在日常巡检方面，通过运维脚本工具的推广，每名运维人员只需要关注主机上的告警信息，1 个小时可以完成百余台主机的巡检工作，较以往效率提高将近 9 倍。随着一体化运维的部署实施，运维人员已经基本摆脱日常人工巡检，部分常见问题实现了故障自愈，形成了人工巡检为辅，“机器管理机器”为主的常态化运维机制，运维人员将更多精力聚焦到采用创新方法提高运行品质方面。

二是在基础软件漏洞修复方面，以 Linux 操作系统上使用的核心软件 OpenSSH 为例，2022 年 OpenBSD 基金会总共更新了 4 个版本，在升级 OpenSSH 的同时也要考虑同步升级 OpenSSL 的类库，以及升级使用这个类库的其他支撑软件等等问题。按照以往运维人员 1 小时升级 4 台主机的工作效率，完成 1 次千台主机的 OpenSSH 版本升级，至少需要 250 个小时，如果在升级过程中某台主机出现远程中断，还需要紧急处理。但利用运行脚本的方式逐台升级，初步估算 1 小时至少可以完成 40 台服务器升级工作，升级 1 个版本的时间则从原来的 250 小时缩减至 25 小时，工作效率有了近 10 倍的提升。目前，运维人员只需要运行运维剧本，下发通过验证的升级包，主机自动执行升级脚本，工作效率不可同日而语。

三是在主机对恶意访问的拦截方面，也是硕果累累、收获颇丰。截止 2022 年 12 月，已经通过简单的防护脚本实现了 352.73 万次恶意访问的拦截，封堵 IP 地址达 9.03 万个。有效地将这些“蓄意”渗透行为封堵在信息收集阶段，扼杀在漏洞探测初期。

随着运维能力的提升，不仅解决了人力成本大幅提升的窘迫，日常巡检、主机漏洞修复及处置恶意访问这三方面的运维人力需求显著下降（如图 4 所示），还有条件为行业内单位开展信息化服务。也正是有了更多的运维服务对象，让我们能够积累、提炼出更高效、更高质的运维方式，推动我们运维工作的良性循环。

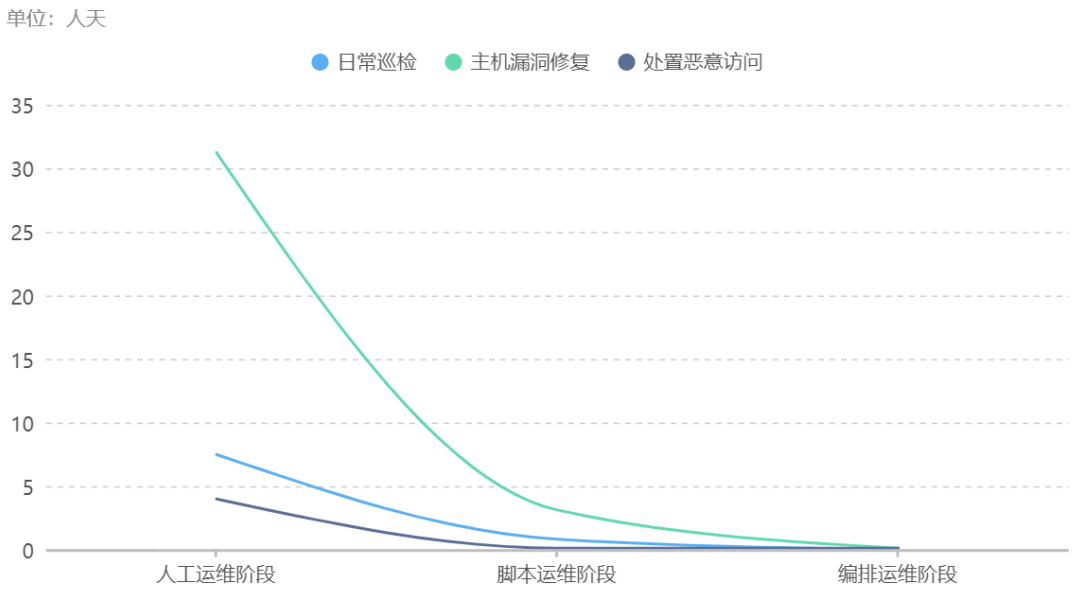


图 4：运维人力需求趋势

四、洞察启示

为了适应民航信息化的快速发展，信息中心在基础运维上苦下功夫，不断改革不断创新，通过积极采用新技术，引进新理念，持续推动运维模式转型，提升运维品质。一方面以机器管理机器的理念，通过采用自动化运维等新技术，在主机运维人数不变的情况下维护了越来越多的软硬件基础设施。另一方面，通过推动装机标准化、配置标准化、流程标准化等多项标准化工作，更好的推动了运维工作脚本化、编排化、一体化的运维方式创新，有效的降低了手工操作、人为原因造成的影响，保障了信息系统安全稳定运行。

未来已来，民航局信息中心正在全力推进中国民航智慧监管服务项目建设，开展民航大数据中心建设。确保数据中心、云平台等新型基础设施的高效和安全运行显得尤为重要，对新型基础设施的自动化、智能化运维管理要求也越来越高。为了应对大规模基础设施运行维护的挑战，面对激增的运维工作量、安全问题和复杂信息技术的快速变化，就必须要从传统人工运维向自动化智能运维进行转型，拥抱云原生、DevOps，用标准化、平台化的运维理念，逐渐降低系统运维过程中人为因素造成的不确定性，从根本上提升信息系统的运维效率和可靠性。随着运维服务能力的提升，信息中心将在服务好数字政府建设的同时，更好服务行业，服务智慧民航建设。

基于多元数据治理的民航空防治安事件处置量化监管

单位/部门：中国民航管理干部学院/大数据与人工智能系

主要人员：袁婷、刘一、韩征、尹蓬松、钟敏

一、背景和痛点

为维护民用航空运输秩序，保护旅客生命财产和航空器安全，立足于空防安全形势和行业现状，民航局公安局于 2015 年下发了《关于认真落实“六严”工作要求切实加强民航安全保卫工作的通知》（局发明电〔2015〕2131 号），贯彻落实“公安要严打、安检要严查、空中要严控、货运要严治、内部要严防、监管要严管”的“六严”政策。为了推进相关工作的落实，自 2015 年 10 月起，民航局公安局按月对全国主要机场公安的空防治安事件数据进行收集、统计及排名。但相关数据的治理与分析在当时呈现出以下难点：

一是，数据标准不一，各单位对同一数据项的上报格式多样、业务认识不一、统计口径不同，导致收集的数据可用性大大降低，难以支撑局方对各机场公安空防治安事件处置情况的统一分析。

二是，数据质量不高，一方面存在机场公安因考虑考核排名主观意愿上进行数据虚报，另一方面存在因填报人员对上报数据理解偏差而产生的错填等行为，导致收集的数据难以支撑空防治安事件工作情况的公平考核和监管分析。

三是，缺少科学量化的空防治安事件处置情况评价考核算法，仅依靠“严打率”单一维度考核，未能充分考虑不同机场、不同案件等差异因素，以及数据异常导致的排名不公平，评价排名很难反映各单位真实工作情况。

四是，缺少对空防治安事件数据的深入分析，亟需基于海量案事件数据进行态势分析和可视化洞察，为局方监督管理决策提供科学依据。

因此，民航局公安局组织中国民航管理干部学院大数据与人工智能系，自 2018 年起针对民航空防治安事件数据进行专项治理与分析，构建基于数据的量化监管模式闭环，支撑“平安民航”建设，提升空防安全治理水平。

二、实践路径

2.1 总体架构

基于以上难点，项目组通过“统一数据标准——数据质量治理——数据驱动的评价算法——态势分析与决策优化”的框架路径（如下图），进行民航空防治安事件处置数据的治理，并基于多元数据实现处置情况的量化监管。

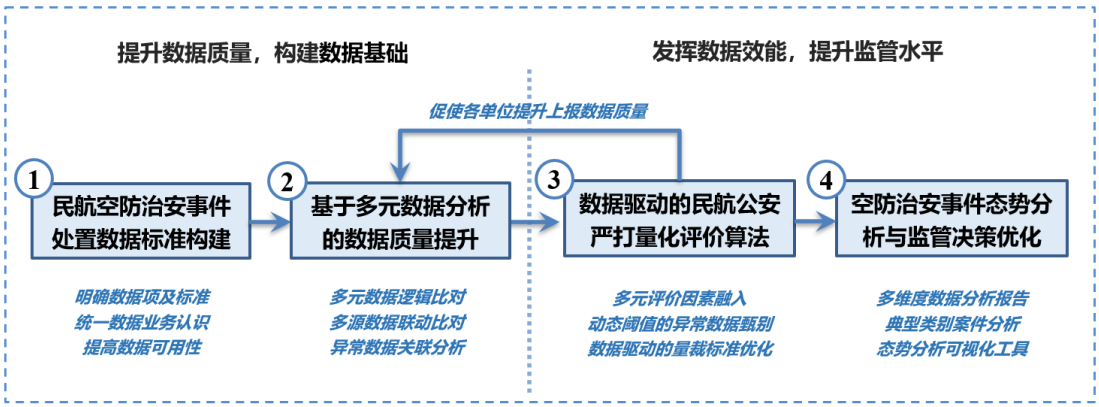


图 1：总体框架

2.2 民航空防治安事件处置数据标准构建

为统一各机场公安对报送数据的认识，项目组依据相关政策文件，以及空防治安事件监管的量化分析需求，制定了符合政策要求并便于后期分析的空防治安事件处置数据标准，明确采集的数据项、数据来源、业务含义、数据格式、数据时效等。自 2018 年 7 月起全国省会机场及计划单列市机场公安按照标准按月报送空防治安事件数据，为量化监管奠定数据基础。主要包括两大类数据：统计类数据和案事件详情类数据。其数据标准特点如下：

（1）根据空防治安业务需求与特点，明确统计类数据项及其标准，统一数据业务认识

统计类数据是机场公安处置情况评价和监管的主要依据，在标准制定过程中充分考虑了事件处置的业务特点、案件类型、处置量裁标准等，只有统一数据的业务认识，才能保障后续数据分析的口径一致。以各类案件处置情况数据标准为例，由于空防治安案件种类繁多、情况多变且严打量裁标准不一，因此在统计类数据标准中根据各类案件的严打量裁情况对上报数据标准进行统一。

数据项	业务标准
安检报警数	该月统计时限内该机场安检报警的案件数
机组报警数	该月统计时限内该机场发生的机组报警案件数
其他案源数	该月统计时限内该机场除安检报警和机组报警外的其他案源数，如旅客报警、其他工作人员报警等
公安处置案件数	该月统计时限内该机场公安处置的案件数，包含作出处罚的情形及教育放行等经公安处理后未作处罚的情形
公安处罚案件数	该月统计时限内该机场公安作出处罚的案件数，不属于机场公安管辖的案事件不计入在内；
免于拘留案件数	指《中华人民共和国治安管理处罚法》第二十一条所列情形，此类案件依法从轻处理的情形仍然计入从重处罚案件
携带禁运物品类案件从严罚款案件数	携带禁运物品类案件罚款 500 元及以上案件数
其他案件从严罚款案件数	携带禁运物品类案件外其他案件罚款 1000 元及以上案件数
行政拘留案件数	该机场采取行政拘留处罚的案件数

数据项	业务标准
采取刑事强制措施案件数	该机场采取刑事强制措施处罚的案件
年满 60 周岁老年旅客视情从轻处罚数	年满 60 周岁老年旅客藏匿火种类案件罚款 500 元以下案件数
吸食电子烟类案件视情从轻处罚数	吸食电子烟类案件满足附件情形时警告或罚款 200 元以下案件数
视情从轻处罚案件数	包含年满 60 周岁老年旅客视情从轻处罚数、吸食电子烟类案件视情从轻处罚数、法定不予处罚数
从严罚款案件数	携带禁运物品类案件从严罚款案件数与其他案件从严罚款案件数之和
从严从重处罚案件数	从严罚款案件、行政拘留案件、采取刑事强制措施案件、免于拘留案件数之和，其中同一案件以上情形只计算一次
从严率	该月从严从重处罚案件数/（该月公安处罚案件数-视情从轻处罚案件数）
处罚率	该月公安处罚案件数/（安检报警数+机组报警数+其他案源数）

图 2：空防治安事件处置统计类数据项及业务标准（示例）

（2）根据案事件详情文本数据特点，明确案事件采集数据项及标准，支持量化监管语义分析

案事件详情类数据即每个案件的具体信息，主要有两方面作用：一是对统计类数据的支撑，用于核对统计类数据是否准确；二是基于案件详情的语义分析，支撑空防治安事件处置的量化监管决策。因此，着重考虑了相关数据对后续分析的支撑性，一方面数据要方便提取案件关键信息，另一方面数据要尽可能保留案件信息量。鉴于此，将案事件详情类数据项分为结构化数据项和非结构化数据项。结构化数据项包括日期、航段、航班号、被罚人信息、违法行为类型、处罚结果等案件关键信息；非结构化数据项是案件的详情描述数据，保留更多的语义信息，为后续基于语义分析的量化监管提供丰富的数据资源。

2.3 基于多元数据分析的数据质量提升

由于业务特点的限制，空防治安事件处置数据（特别是统计类数据）当前主要依靠人工填报的方式，虽然通过数据标准的确立提高了机场公安对数据项业务标准的统一认识，但仍存在数据统计错误、数据漏报等问题。为提升数据质量，项目组通过多元数据的逻辑比对、多源数据的联动比对、异常数据关联分析等多种方法，对上报空防治安事件处置数据的正确性、有效性、真实性等多个维度进行改善，为量化评价和监管分析提供高质量的数据保障。

（1）多元数据逻辑稽核

数据产生于业务，因此业务规则也将映射到数据中产生相应的数据逻辑规则，

项目组通过统计类数据、案事件详情类数据等多元数据的自动化逻辑稽核，筛查出不符合业务规则的数据并修正，以提高数据的准确性。

一方面，基于逻辑规则自动检查统计类数据错误情况：基于空防治安相关业务规则构建数据质量校核的多种逻辑规则，并开发自动校验程序，实现基于业务规则的数据自动稽核。基于数十种逻辑规则的自动化校验程序，将触发不符合逻辑规则的空白数据填补、错误数据修正。

另一方面，实现案事件详情类数据与统计类数据的自动比对：构建案事件数据与统计类数据的自动化比对规则，并开发自动比对程序，实现案事件详情数据对统计类数据的正确性比对与修正。以“从严罚款数”为例，通过自动化比对程序，识别出案事件详情中“从严罚款”情况与上报统计数据不一致的情况，触发错误数据的修正。

（2）多源数据联动比对

数据的完整性、真实性将影响后续监管评价的公平性、数据分析的准确性。针对空防治安事件数据漏报瞒报的情况，通过不同来源数据的联动比对，如与安检报警上报数据、与安保基础信息管理系统数据的比对，筛查出每月漏报案件情况，特别是未处置、未严打案件的漏报情况，并进行通报，有效减少数据漏报瞒报情况。

（3）异常数据关联分析

通过指标关联性分析、数据异常检测算法，对真实性异常的数据进行甄别。一方面进行关联性分析，包括数据纵向和横向关联分析，纵向关联分析即各相关地区（如同吞吐量级、同区域）之间数据关联分析，横向关联分析即各数据指标（如安检报警数、公安处罚数、各类案件数等）之间关联分析，通过统计建模方法（多元回归、Pearson 相关性分析、斯皮尔曼等级相关系数分析等），基于历史数据分析出空防治安事件处置各数据项之间的相关性，计算出各机场关键指标（如公安处罚数、报警数等）的正常波动区间。另一方面构建数据异常检测算法模型，通过 PCA、LDA、PSLA 等算法从数据中找出与关键指标（如公安处罚数、报警数等）强相关的变量，通过强相关变量的关联关系寻找数据异常；同时构建基于机器学习算法的异常数据检测算法，通过 OneClassSVM 等监督算法、聚类分析等无监督算法、多元高斯分布等参数估计方法，构建数据特征（采集的空防

治安事件数据项）与异常情况之间的生成模型，进行异常数据监测。

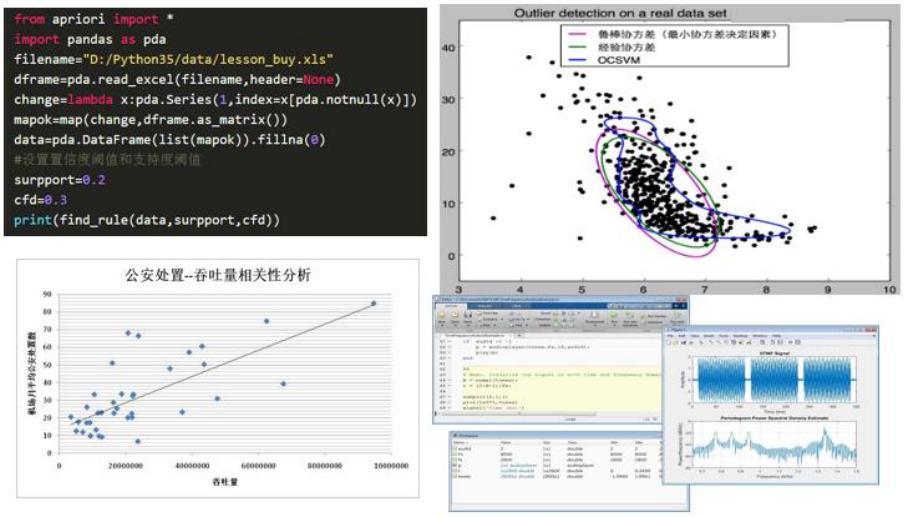


图 3：基于机器学习算法的数据异常分析

从数据中发掘典型数据异常机场，有针对的进行公安严打工作的核查，提升数据质量。以福州机场为例，在 2018 年 7 月以前 31 个月的统计数据中，有 22 个月的数据低于该机场同量级机场正常波动阈值，有 11 个月数据高度异常。通过异常数据关联分析，甄别出该机场数据异常后，民航局公安局针对该机场定点进行数据核查，经过整改后，该机场数据异常率为 0，各项指标较同量级机场在正常波动范围，数据质量大幅提升。

2.4 数据驱动的民航公安严打量化评价算法

民航局公安局自 2015 年 10 月起开始开展各机场公安严打处置情况的评价排名，在工作开展前期由于数据和算法的限制，仅以“严打率”作为评价指标，导致以下问题的存在：一是，指标区分力不够，考核项待完善；二是，部分机场数据异常影响排名的公平性；三是，针对特殊案件特点需设置针对性算法。因此项目组紧密结合各单位工作实际，不断调整公安严打相关政策，从量化考核指标、排名算法、特殊案件处罚情形与标准等方面进行了多次调整和优化。

（1）基于动态阈值公安严打量化评价算法，提高考核公平性

针对指标区分力不够、数据异常等问题，构建了数据驱动的动态阈值公安严打量化评价算法，考虑多元评价因素的同时，融入动态阈值异常数据甄别模型，提高评价的科学性和公平性。

多元评价因素方面：

第一，考虑“严”“打”并重——严打率处罚率加权：不仅衡量公安处罚严不严（处罚案件中严打比例），也要衡量打没打（报警案件中处罚比例）。

第二，考虑公安实际工作量——基于聚类的非线性建模：一方面不同的机场发生案件的概率不同，通过将机场分类，在同一类别下的机场进行比较才公平；另一方面，由于案件发生具有随机性，同一类别下案件数和分值不是简单的线性正比关系。算法中通过将机场按吞吐量等特征进行分类，计算出每一类别下机场公安办案量的正常波动区间，工作量高于正常范围的加分，低于正常范围的减分，正常范围内不加分也不减分。

第三，考虑安检与公安联动性——安检数据联动融入。安检移交数据失真会影响公安排名，将安检的工作成绩考虑在内，促进安检与公安的协同工作。

动态阈值异常数据甄别模型方面：

传统评价计算方法通常通过经验设置各种阈值参数，一方面会使得公安工作具有倾向性，另一方面也使得相关参数容易被猜出，为确保量化评价的公平性，构建了基于动态阈值的异常数据甄别模型，将评价算法中公安处罚阈值区间、报警数阈值区间等指标参数的设定变经验驱动为数据驱动，动态调整参数阈值，有效甄别异常数据，对数据失真情况给与排序分值惩罚，提高排名公平性，同时促使各单位提高数据质量。

阈值区间的动态计算主要考虑以下因素：一是，基于高维特征的关联机场数据聚类，由于机场的案件数阈值受多方面因素影响，基于吞吐量级、区域、历史安检报警数、公安处罚数、各类案件数等多维特征，进行关联机场聚类。二是，基于加权历史数据的同类机场动态阈值计算，基于时间远近对历史数据加权，使得越靠近当前时间的数据对于阈值计算的影响越大，同时基于多元高斯分布参数估计算法，基于加权的历史数据计算出各类机场公安处罚数、报警数等指标的正常波动阈值范围。基于以上算法计算出的阈值具有以下几方面特点：一是，各机场阈值不再受单方面因素影响，而是基于多方面特征计算；二是，由于每月历史数据加权不同，并且会计入当月数据，每月各个机场的阈值区间将动态变化。

（2）数据驱动的量裁标准优化，兼顾合理性与变通性

由于空防治安事件种类繁多、情况多变，部分情况需根据实际案件特点针对性考虑，因此项目组基于历史数据，分析出不同案事件类型处置的差异性与特殊

性，进一步完善考核标准，实现多元化多角度评价。

例如，项目组通过历史数据分析出过去两年吸食电子烟相关案件共 191 起，严打比例 58.64%，较其他案件严打比例偏低，同时该类案件严打处罚均为拘留。结合电子烟类案件处置实际情况大多数依据为《中华人民共和国治安管理处罚法》，处以 200 元以下罚款或行政拘留。因此，2021 年 6 月，对吸食电子烟案件处罚情形和标准进行了调整，依法严厉打击的同时考虑不同的情形，适用不同的裁量标准：“对于在飞机客舱和机场控制区内吸食电子烟，不听劝阻、辱骂他人、触发烟雾报警装置等行为或导致航班延误等严重后果的，按照治安管理处罚法规定给予行政拘留；在飞机客舱、机场控制区吸食电子烟，经提醒或劝阻后立即停止吸食，未造成后果的，应按治安管理处罚法予以警告或罚款。”

2.5 空防治安事件态势分析与监管决策优化

（1）多维度数据分析报告，从数据中发现问题并解决问题

开展民航空防治安事件处置数据多维度的数据分析，如分类别分区域的空防治安事件处置情况对标分析、各机场事件处置指标分析、案事件原因分析等，定期形成数据分析报告，从数据中发现问题，为局方监督管理决策提供依据。

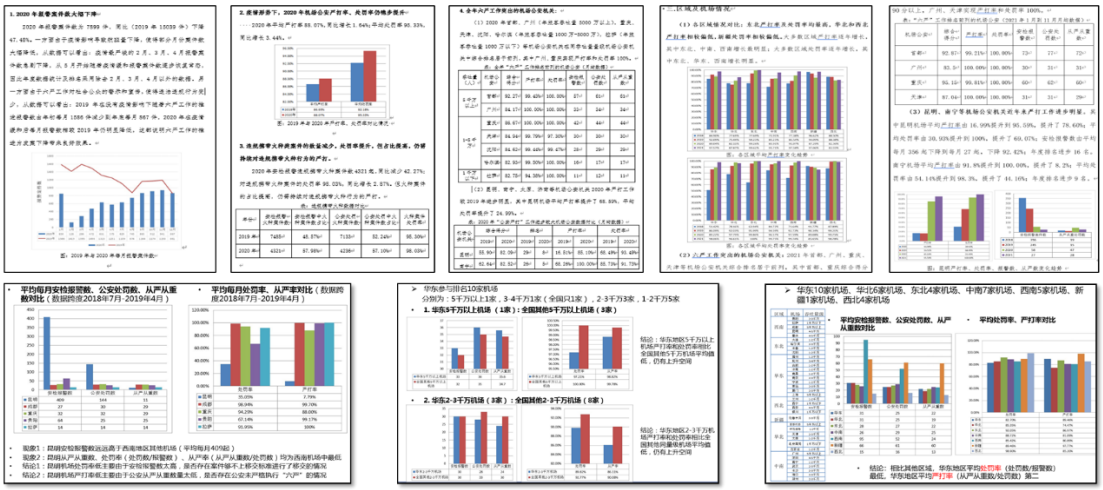


图 4：多维度数据分析报告（示例）

抓典型找原因，为局方针对性的监管提供依据。以昆明机场为例，通过数据分析出昆明机场处罚率、严打率等指标远低于同量级其他机场和全国平均情况，同时发现其安检报警案件数异常高于其他机场，而从严从重处罚数却较低，因此预判昆明机场可能存在安检与公安联动性不足的问题。民航局公安局针对性考察

了昆明机场，确实存在安检移交大量案件够不上公安处罚标准的情况，此后，昆明机场公安采取多项措施增强与安检的联动工作，处罚率和严打率提升。

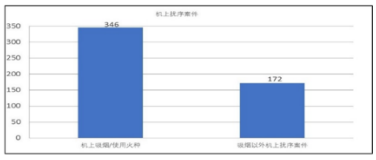
（2）典型类别案件分析，为相关政策的调整提供支撑

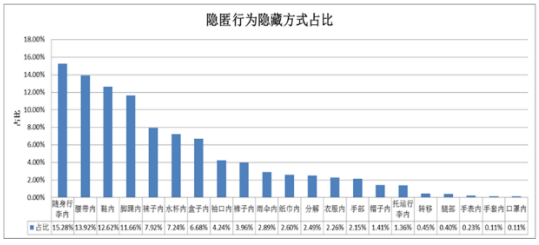
针对典型类别案件开展针对性数据分析，特别是针对非结构化案事件详情的语义分析，对违法行为类型、案件特征、处罚结果的潜在规律的数据集成分析，有效支持相关政策出台。如货物中易燃易爆危险品、电子烟、机上扰序等特殊案件的处置数据分析，为局方针对特殊案件的监管提供依据；隐匿火种等常发案件特征分析，如高发机场、高发隐匿位置，为提高该类案件的预防措施提供依据。

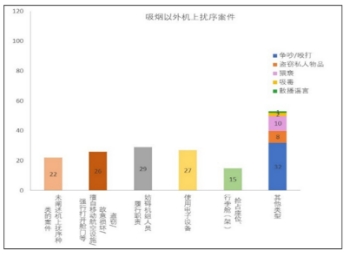
违规携带火种类案件分析示例

年份	安检报警火种案件数	安检报警中火种案件数占比	公安处罚火种案件数	公安处罚中火种案件数占比	火种案件处罚率
2019年	7485	48.57%	7133	52.24%	95.30%
2020年	4321	57.98%	4236	57.10%	98.03%

机上扰序类案件分析示例







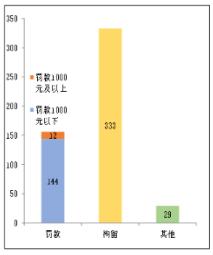
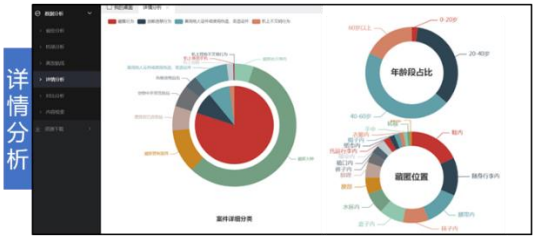


图 5：典型类别案件数据分析（示例）

（3） 态势分析可视化工具开发，实现定制化的数据洞察





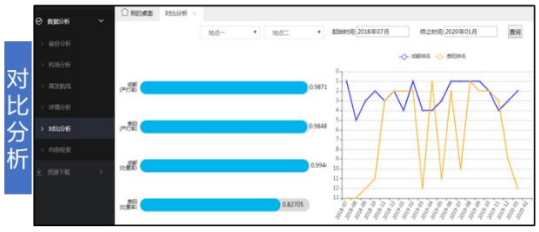




图 6：民航空防治安事件数据态势分析可视化工具

为监管人员及时掌握态势情况，定制化查找所关心的数据分析情况，开发民航空防治安事件数据态势分析可视化工具。实现：多维度的指标分析与监控，支持基于时期、地域、不同机场吞吐量级别、案件特征、热点与分布、处罚结果等

的可视化洞察，形成各种直观、动态的图表与报告；基于不同场景的智能分析和挖掘，实现不同类型案件特征、处罚结果关联规律分析和可视化呈现；分析指标、模型、参数的拖曳式配置，支持监管人员定制化数据分析。

三、应用效果

首次在行业内实现了对民航空防治安事件数据的统一标准和多维度校验，提高了数据真实性和准确性，为空防治安事件量化监管构建高质量的数据基石。自 2018 年 7 月起按月按照标准收集全国省会机场及计划单列市机场公安（共 36 家机场）空防治安事件数据，并对数据进行核查，通过多元数据的逻辑比对、多源数据的联动比对、异常数据关联分析等多种方法，对上报空防治安事件处置数据的正确性、有效性、真实性等多个维度进行改善对统计数据的准确性进行核查；通过算法模型对真实性异常的数据进行甄别，并在排名时给予分值惩罚。同时，基于数据分析各机场公安数据质量情况，从而协助局方进行精准的实地核查。数据异常率从 11.3%下降到 2.7%。为民航空防治安事件处置量化评价和监管分析提供高质量的数据基础。

构建数据驱动的民航公安严打量化评价算法，提高了评价的科学性与公平性，协助局方对全国机场公安严打情况进行常态化的统计与量化考评。项目组在实践过程中，结合案件办理的各种现实情况，不断更新和优化算法。该算法打破了过去仅以严打率论成绩的局限，充分考虑严打率、处罚率、公安办案工作量等多元因素，同时通过动态阈值算法模型有效甄别异常数据，对数据失真情况给与处罚，降低了评价中的人为性，提高评价的科学性与公平性。自 2018 年 7 月以来，相关算法支持民航局公安局对全国 36 家机场公安空防治安事件严打情况进行月度及年度的量化评价，目前已进行了 54 期月度情况统计与排名，5 期年度情况统计与排名。该工作的统计数据被列入公安部统计年鉴。

多角度的民航空防治安事件数据分析，支持局方对全国机场公安空防治安事件处置情况量化监管，有效支撑多项政策调整。基于空防治安事件多维度数据分析，并开发自动化数据分析工具，为局方提供量化决策支持，相关统计数据被列入公安部统计年鉴。如定期的全国各机场的违法犯罪案事件处置情况对比分析，抓典型找原因，为局方针对性的监管提供依据；电子烟、机上扰序、隐匿火种等

特殊案件处置情况分析，有效支持携带禁运物品、60岁以上老人携带火种、机上吸食电子烟等多项民航公安严打政策的调整。

四、洞察启示

构建数据基础，规范空防治安数据资源体系。统一的数据标准和高水平的数据质量，是数据治理工作的基础。民航空防治安数据涉及到机场安检、机场公安、旅客等方面，具有多维度、多格式等特征，需要结合其背后的业务规则和逻辑构建数据标准，并通过多元数据稽核、关联比对、异常数据分析等提升数据质量。上述工作是一个技术含量高且繁琐的过程，对于数据的处理不能仅仅针对文本或数字，必须**深入分析其背后的业务背景和逻辑，这样才能真正做到业务的数据化和数据的可用化，为后续数据驱动的量化分析和监管提供重要支撑。**

发挥数据效能，打造差异化、穿透式智慧监管。智慧监管的重要特征是数据驱动、动态化、精准化。基于“数据分析——动态阈值——量化评价”这一方案实现了深层次的公平性监管考核，真正实现了局方排名考核的初衷和价值，也获得了各个机场公安的认可与支持。异常数据的自动化、智能化甄别也促使各单位不断提升数据上报工作的真实性、科学性和精准性。**“用数据说话、用数据考核、用数据评价”的新机制，深入诠释了民航空防治安领域智慧监管的内涵和外延，有效的提升了监管效能和治理能力。**

深挖数据价值，实现辅助决策与政策优化。数据价值的释放，特别是对管理的优化提升，是数据治理工作的最终目的。数据驱动的量裁标准调整，通过数据分析洞察，在依法严厉打击的同时针对不同的情形，采用不同的裁量标准，兼顾了合理性与变通性，科学践行了“依法规范、以人为本”的工作方针。通过多维度治安数据的分析，找到事件典型原因和事件态势分布，预判问题根源、洞察关联要素，**实现面向监管人员的定制化、纵深化数据分析，从而提升监管政策制定的可靠性、实效性和合理性。**

面向重点型号需求的智慧适航审定数据治理体系

单位/部门：中国民用航空上海航空器适航审定中心

主要人员：顾新、朱玉屏、李焱鑫、张迎春、邢广华

一、背景和痛点

适航审定是国家法规赋予民航局对民用航空产品适航性进行检查和确定的一项重要职责，是民用航空安全管理的重要组成部分。为满足中国民航适航审查工作的需求，践行智慧民航和智慧审定的方针，中国民用航空上海航空器适航审定中心（以下简称“上海审定中心”）构建了面向重点型号审查需求的智慧适航审定数据架构，并在信息化建设过程中予以贯彻执行。2016 年起，上海审定中心信息化建设围绕大飞机审定和持续适航管理的需求，进行了一系列的信息系统建设。建设过程中，进行了一系列智慧民航数字治理体系的建设和创新。经过几年的建设，上海审定中心已建成覆盖适航审定系统七个中心的全面统一的数字化治理体系，实现了审定中心业务的标准化、电子化和信息化，从无到有，实现了三级跨越。

根据民航局相关型号合格审定程序，上海审定中心作为责任审查部门需保管包括审定计划、问题纪要、型号资料批准表等在内的 25 种审查项目记录文件，同时还应保存申请人提交的包括试验大纲、试验和分析报告、型号设计图纸等在内的各类型号设计和验证数据。由于需要进行资料保存的数据类型繁多、数据量大，上海审定中心在未建立自己的信息化平台前，往往通过签署型号资料档案管理协议的方式，委托申请人保存型号资料。截止到 2020 年中心信息化平台上线前，共有近十万份文件资料和 2T 以上光盘资料。

由于审查数据资源或散落于申请人系统、或散落于审查员个人电脑、或淹没于中心光盘库或者大量纸质文件中，审查数据资源呈现出形成了无法统一管理、无法二次利用的状态，同时也引发了一系列其他的问题，具体如下：

1、缺乏统一数据管理，导致审查组内部、审查方与申请人之间数据传输和共享途径不畅。不同审查组之间，特别是同一型号证前审查组和证后项目组为不

同审查人员时，以往审查数据资源无法即时被捕获，不利于后续审查工作的开展。

2、大型航空器型号合格审查可能持续数年，涉及到近千条适航条款，数万个符合性验证活动，数十万份符合性验证资料和审查结论，导致型号取证前条款关闭工作量巨大，且无法避免人为错误的发生。同时，条款验证所选择的符合性方法极度依赖经验，如能获取以往相关或类似审定数据，将有效提高条款验证活动划分的准确性，合理分配审查资源配置。

3、型号合格审定程序只规范了审查组的基本审查规则，但在实际操作中，在审查工具的使用及操作细节层面仍然存在各审查组各自为政，规则不一致的情况。即使是同一审查组内，由于不同审查人员审查尺度不一致，申请人面对不同审查人员时会产生重复性工作，造成审查效率低下。同时，在国外型号认可审查（VTC）中由于没有统一的审查执行标准，导致认可审查组屈从于国外制造商的规则，丧失面对外国局方时的主动权。

4、适航审定是一项系统性工作，为提交工作效率，申请人会建设自己的适航管理平台用于取证管理和存储数据。因此，审查组层面没有统一的数据管理工具，面对不同申请人将要学习使用不同的系统，且申请人会自设一套数据管理规则，审查方处于被动管理状态。

二、实践路径

2.1 对问题的分析

通过对现存问题的分析，中心亟需对现有适航审查数据资源进行治理，具体需在如下几方面进行改进：

（1）梳理做法不一的审查细节，建立统一的适航审查数字化业务标准

细化现有审查流程，建立统一的适航审查数字化业务标准流程，规范审查过程中的审查结论和审查案例描述，以便于在审查组内部、审查组与申请人、不同审查组之间共享审查结论，互相借鉴，提高审查效率。

（2）建立智慧审定数据治理框架

以“全面提升基于大数据的精准审查和智慧审查能力、最终实现适航审定智能化”战略目标为核心，支持智慧适航审定数据治理，强化适航审定数据治

理顶层设计，统一适航审定数据治理的框架体系，建设适航审定数据治理机制及组织制度，推动完善适航数据治理综合体系。

（3）构建跨平台、可共享的适航审定数据服务

打通与申请人、与上级主管审查单位等适航审定数据传输渠道，实现跨平台的数据服务，全面提升适航信息化的覆盖率和深入度，实现不同工具数据的云端融合，一方面帮助审查部门提升审查效率，另一方面有效协助工业部门针对适航大数据开展有效分析，为航空产品的持续改进提供有力依据和输入。

（4）构建自主的可控的适航审定数据治理工具平台

为解决适航审定数据资源统一归口管理的问题，需建设自主可控的适航审定数据治理工具平台，将审查工作集中到一个自主可控的平台中进行管理，实现适航审定数据治理的落地。

2.2 智慧适航审定数据治理体系

上海审定中心为实现智慧适航审定数据治理体系，构建了数据治理规范框架与管理机制，在此基础上制定了适航审定数字化业务标准，并以 C-PRO 模型为核心数据源建设了智慧适航审定治理数据架构，通过“适航数据传输协议”实现面向全行业的适航审定数据服务，最后通过自主可控的数字化适航审定协同工作平台进行落地。

（1）智慧适航审定数据治理规范框架与管理机制

智慧适航审定数据治理规范框架分为政策制度、组织保障、数据架构、业务架构、数据服务、数据保障、软件平台、硬件平台八个部分。如图 1 所示：

1) 政策制度

智慧适航审定数据治理的政策制度作为适航审定数据治理的顶层设计和依据，以“全面提升基于大数据的精准审查和智慧审查能力、最终实现适航审定智能化”这个战略目标为核心，分别构建了适航法律、规章和标准，一般审查规则、适航数据结构标准、适航数据传输标准这四个政策管理体系。

2) 组织保障

适航审定数据按照数据来源可以分为两大类：申请人适航数据和审查方适航数据。从管理层次上分为，申请人适航团队、审查组团队、中心专业室和中

心管理团队。其中，中心管理团队在宏观层面对适航审定数据治理规范框架和管理机制进行总体战略规划，实现标准规范制定、过程控制审核、经验总结及持续改进优化，为智慧适航审定业务提供了管理支撑。

3) 数据架构

适航审定数据架构定义了适航审定中心的数据基础，适航审定业务中涉及的业务模型、流程和场景的数据内容均基于此数据架构进行构建。适航审定数据架构的主要内容包括适航数据资产目录、适航数据标准、适航数据模型、适航元数据、适航主数据等。其中，适航数据资产目录定义了适航数据的资源分类，提供了适航数据的检索列表。适航数据标准为审定中心以及各个申请人之间的适航数据含义和业务规则进行规范性约束。适航数据从数据管理视角对适航审定业务进行抽象，为适航业务流程、系统集成、统计分析提供了数据依据。适航元数据包含适航基本的数据名称、关系、属性和约束等。适航主数据描述了适航审定的核心数据，被重复或共享应用于多个适航审定业务流程。

4) 业务架构

依据适航审定工作中的阶段和工作划分维度，将适航审定业务划分为四个主要业务流，分别为型号适航审定总体策划业务流、型号适航审定计划协同业务流、型号适航审查活动执行业务流、型号适航审定数据协同业务流。

5) 数据保障

适航数据保障主要体现在适航数据质量控制、适航数据安全保障和适航数据共享服务三个方面。适航数据质量控制通过对适航全生命周期中的每个阶段的数据质量问题进行识别、度量、监控和改进，定义了数据必要性和完整性校验，对数据之间的关联关系进行约束，最终实现适航数据质量的提升；适航数据安全保障是通过在适航审定过程中建立体系化安全防护机制，对数据安全进行了全方位、多维度的分级管理，实行全生命周期的数据安全管控措施，保障数据安全流动和适当使用；适航数据共享服务包括审定中心内部数据共享及与适航司、申请人的数据共享，明确了内外部数据共享的流程标准，实现多类型适航审定数据的有效共享机制。

6) 数据服务

适航数据服务通过标准化、集中化的方式，将来自各方的适航数据进行汇

集、整合后，通过数据分发和发布的框架，将适航数据以服务方式提供，以满足各种适航业务的数据需求，并提供数据发布和展示等服务。数据服务包括数据查询、数据监控、数据统计、数据维护和数据看板。

7) 自主可控的软件平台

建设自主可控的适数字化适航审定协同工作平台（以下简称“ACCS 平台”）。该平台提供了适航元数据管理、适航主数据管理、工作流程管理、生命周期管理、组织管理、权限管理、报表管理、系统集成等功能。该软件平台具备可靠性、先进性、开放性、可扩展性等特点。

8) 硬件设备

ACCS 平台所需的硬件基础，主要包含应用服务器、数据存储、网络设备、网络安全设备、监控报警等。

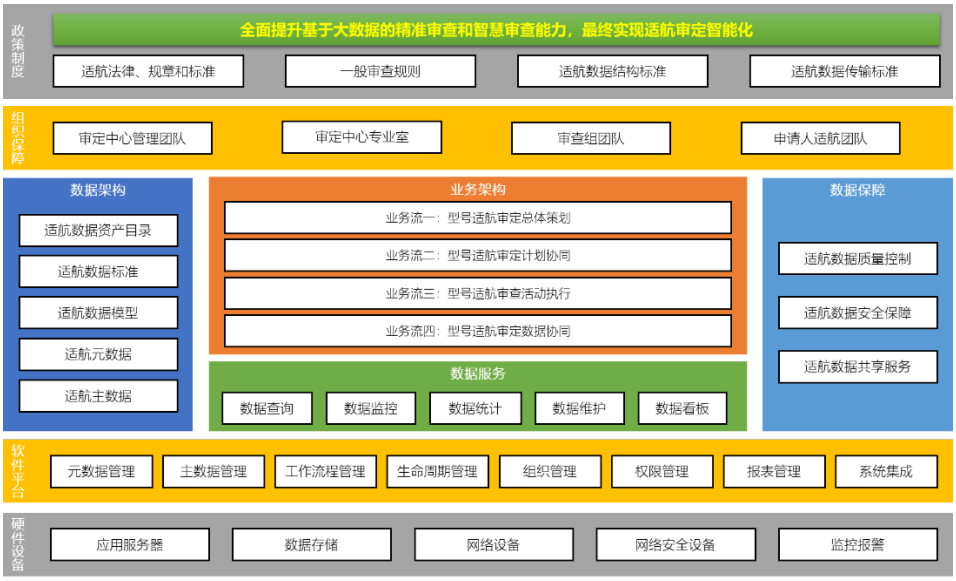


图 1：智慧适航审定数据治理规范框架

（2）适航审定数字化业务标准

为实现数字治理规范框架中的业务框架落地，弥补型号合格审查程序在审查操作细节上的不足，在数据治理过程中制定了《一般适航审查活动规则》（以下简称“一般审查规则”）作为适航审定数字化业务标准。

一般审查规则包含：符合性活动计划管理、标准审查工作流、问题升级、审查会议管理等。其中标准审查工作流中涵盖了常用的审查工作，包括资料评审、现场评审、软硬件审查以及制造检查，另外还包括对应审查活动的符合性结论、审查意见、关注项、抽查等工作。在一般审查规则中定义了五种适航审

查模式的审查基础单元，这五种审查基础单元是可通过不同组合，满足适航审查符合性验证方法 MC0-9 的不同审查需求。

（3）以 C-PRO 模型为核心的智慧适航审定数据治理数据架构

C-PRO 模型是由基于“CP-CPI-CAI”分解的审定计划树、结构化的审定基础树、结构化的审定对象树组成，通过关键属性标签进行关联。实现审查资源优化配置、审查进度实时监控、适航审定数据有效管理、适航审定案例传递与复制等目标。图 2 为 C-PRO 模型的部分实例。

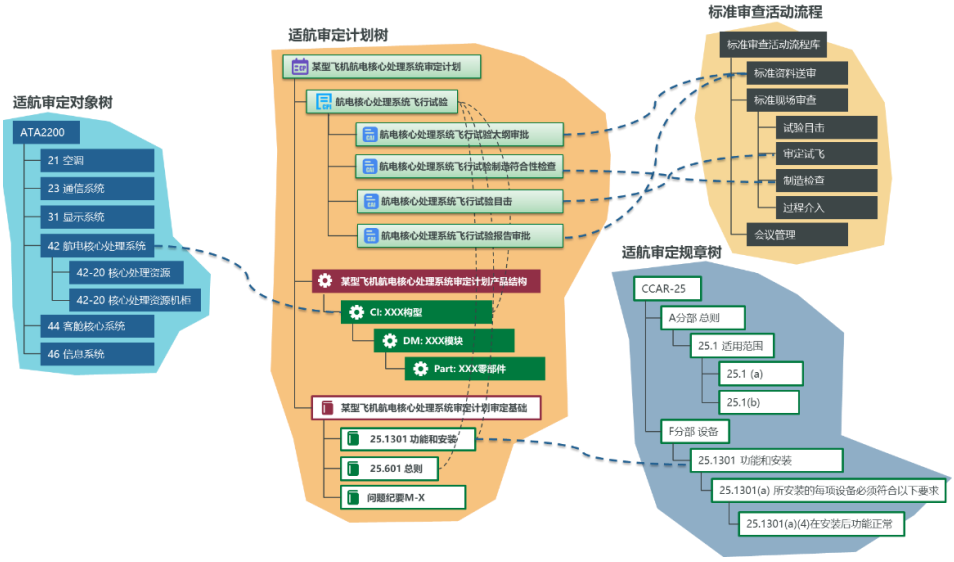


图 2：C-PRO 模型部分实例

其中，基于“CP-CPI-CAI”的适航审定计划树由最小审查单元、标准审查流程且能逐层分解的审查活动计划组成，最小审查单元对应一个标准审查流程。结构化的适航审定规章树由可裁剪的结构化适航审定规章组成，可适应不同型号的航空器的适航审定基础构成。结构化的适航审定对象树由一种通用的审定对象树的组成，可适应不同产品结构的航空器。最后，基于 C-PRO 模型形成具体的符合性案例。

基于符合性的案例推荐能够根据每一个新的审查活动，自动根据审查数据与关联关系及相关属性，确定本次审查的符合性对象（即审查对象）、符合性目标（即审定基础）、符合性活动（即审查活动）等三者的实例。并采用基于符合性向量的案例推荐算法，在当前知识库全部已有案例里跨项目、跨专业、跨活动的进行推荐。最后将推荐结果以“知识案例”的形式呈现在审查代表的审查操作环节供其使用。审查代表在完成审查后，本次的被审查文件、参考文件、

往来信息、审查结论以及当前案例的符合性向量信息也将作为知识数据存储至知识库中作为新的知识积累。

（4）面向全行业的适航审定数据服务

在智慧审定数据框架中研发了一套适航数据传输协议，以解决传统的线下审查中形成的一个个数据信息孤岛问题。该协议中的数据类型主要参照型号合格审查程序中的数据审查要求，实现异步系统的数据交换。协议提供数据自检能力且适用性广泛，有效规范了申请人与上海审定中心之间的适航数据服务。同时在适航审查数据传递中首次采用合法的电子签名机制，保证的数据的有效性、合法性、唯一性及不被篡改。因此通过该协议的适航审定数据服务使用不仅提高了审查方与申请人间数据交换的效率及准确性，又实现了审查过程透明，审查数据可查询，状态可追踪，破除了原有审查方与申请人间的信息孤岛。

（5）自主可控的数字化适航审定协同工作平台

ACCS 平台以当前国家重点型号的型号合格审查项目为背景，以智慧适航审定数据架构为核心，构建新型适航审定信息化环境，着眼于解决如何在保质、按时、高效的情况下完成多型号、多专业、全生命周期、跨地域等审查工作难题。ACCS 平台构建了如图 3 所示平台架构及功能。该架构由基础设施环境层、平台基础服务层、业务组件 APP 层、应用环境层等组成。各层功能详见表 1。

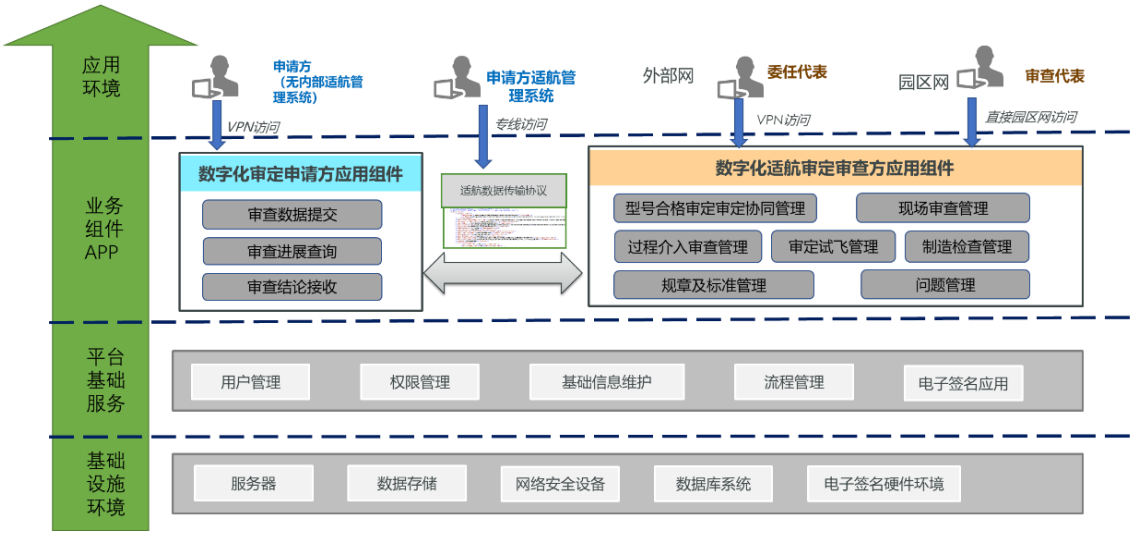


图 3：数字化适航协同平台（ACCS）应用框架

表 1：各层功能作用清单

层级	作用
基础设施环境层	本层主要包括各类服务器、数据存储、网络安全设备、数据库系统、电子签名物理环境等基础设施，为平台基础服务层应用提供基础环境支撑。
平台基础服务层	本层提供平台的基础服务，包括用户管理、权限管理基础信息维护、流程管理、电子签名应用等。为业务组件 APP 层提供基础服务。
业务组件 APP 层	本层由两大类组件组成，一类是适航审查方应用组件，该类业务组件面向适航审查的主要业务域、全生命周期各个环节，为各个不同的审定业务工作提供支撑。另一类是面向申请人的应用组件。两类组件通过下层的适航审定数据传输协议集成接口进行数据互联。
应用环境层	本层调用业务组件 APP 层的相关接口，对适航审查数据及流程进行实例化应用。因此，平台可针对不同的适航审定申请方提供不同的应用环境。对于已有适航管理系统的申请方可以通过适航数据传输协议直接进行无缝数据传递，无需构建专业门户。对于无适航管理系统的申请方，平台提供申请方工作门户，满足基本的审查工作需求。

三、应用效果

ACCS 平台自 2020 年上线使用，已应用于包括 C919 在内的国内多个重点型号合格审定项目。ACCS 平台的使用填补了我国适航审定技术领域内的空白，并实现了将型号审查过程中的大量技术难题突破转化为审定团队的核心固有能力，最终通过信息化技术弥补我国在传统审定领域内经验不足的短板问题。

（1）克服疫情以及复杂外部环境影响保障重大型号的适航审定

2020 年适逢疫情爆发以及国外复杂环境双重因素叠加，审查组大幅度减少了对国内申请人的异地现场审查，并完全停止了对国外供应商的异地现场审定工作。随着平台的上线和全面投入使用，通过将申请人和审查方的活动全面在线开展，重点型号的适航审查工作逆势而上快速推进。仅 C919 型号，自平台使用以来累计开展审查活动项目 2 万余项，在线审查设计数据近 4 万余项，发放型号资料评审表 32000 余项，发现和纠正型号中的不符合问题近 13000 项，并首次通过平台发放型号核准书 TIA 等关键文件、首次实现数字化条款关闭。

（2）国内外首次实现审查方与申请人异构系统的全过程关联，实现审定真情服务 24 小时在线

国外主要的适航当局所构建的审查系统，如美国联邦航空局（FAA）、空客

以及欧直等公司主导构建的（NECTR）系统主要着眼于解决适航规章和局方规范文件的管理和追溯，或用于特定目标企业审定推进,均无法解决面向复杂异构的研制运行平台间数据的传输和过程协同问题。ACCS 平台构建了面向全行业的统一适航数据传输协议和适航审定数据治理框架，实现了局方平台对接中国商飞、中航工业、航发商发等多个异构平台的协同审定环境。申请人无需登录 ACCS 平台，在其自身研制环境的下，自动发送送审数据，并根据收到的审查结论快速落实到相关研制环节，实现多个异构系统流程间的跨平台衔接。这有效保证了审查代表能实时在线处理，真正做到 24 小时在线的审定服务。随着开放的适航数据传输协议在行业的普及，最终将实现全国“一张网”，提供高效的适航审定服务。

（3）大幅度提高审查效率，实现适航审定中心系统一盘棋

适航审查资源短缺一直是困扰我国民航业特别是国产飞机制造业的难题。随着适航审定数字化治理过程中所开展的统一业务规范、统一作业标准和规范数据架构等方式，以往超百项不同类型的审查活动被重构为由四大类“审查活动单元”所构成的审查活动业务过程体系。通过标准化和高效在线迭代等方式，快速在不同类型的审查项目中展开，大幅度减少了不同类型审查活动中的差异，大幅度提高了审查工作的效率，有效的缓解了审定资源紧张的状况。平台目前运行着全国民机型号项目超 30 项，进口航空器认可项目近 300 项，平均每个送审资料评审反馈时间从系统上线初期的 7.5 天，降低到 1.65 天，对比系统上线前平均 5~15 天的反馈周期大幅度提高。同时，随着分工的细化和借助案例经验知识库的辅助。审查工作的有效性也得到了极大提高，审查问题发现比率得到了提高，随着审查活动的高效迭代，在审查活动倒逼下，研制单位的适航能力也得到极大提升，审查问题发现比率再次下降。同时，通过审定案例和记录数字化，也实现了跨项目审定案例的横向对比，帮助认可审查组发现 B737MAX 符合性问题，充分凸显出智慧审定的重要作用。

目前，该平台已申请包括《适航审查活动规则管理方法和系统》、《一种适航审定协同工作平台及方法》、《适航数据传输方法，系统，装置及存储介质》等在内的专利 8 项，著作权 3 项。多项成果已经被工业界各单位作为建设国产民机研发信息系统的基础，实现了可观的辐射带动作用。

四、洞察启示

适航审定能力的提升是全面支持民机制造业发展的举措，通过构建面向重点型号审查需求的智慧适航审定数据架构和自主可控的适航审定信息化平台，对后续持续推进智慧适航审定，建设民航强国具有重要的启示作用。对类似分散复杂业务系统高度集成协同化系统的开发和管理也具有借鉴意义。

（1）构建以案例为核心的适航审定知识工程

适航审定属于一种业务领域分布非常广的业务类型，几乎涉及工科的全部知识领域，知识分布及其广泛。使用传统知识工程方法对知识进行人工提取和管理不仅难度巨大且所收集的知识有效性难以验证、迭代慢。在当今大数据思想的启示下，ACCS 平台聚焦于案例形式表达的知识，每个审查案例中即包含完整的上下文信息（提交的被审材料），通过对相似案例的参考推荐并由使用者在实际活动中主观判断的方法，实现了适航审定知识的高效、自动化利用。既盘活了宝贵的审查业务记录，又是国内外首次在航空器适航这一宽口径低重复领域实现了知识的有效提取和复用。

（2）实现以原子化短作业为核心的业务过程优化

在未使用平台前，同时存在的审查业务工作流有 120 余种，大量的工作流不仅牵涉人员类型多、流程节点复杂，又迫使使用人员熟悉大量不同的业务流程，直接导致执行效率低下。为此，在 ACCS 平台建设中，对各类型号中的适航审定业务进行分析，通过将长过程的众多业务流程中提取同类项，最终构建出统一的“标准资料审查”、“标准现场检查”等原子化标准短作业规范，将以往冗长的业务流程重新整合为原子化短作业的组合。这样既保持了全国审定项目中的过程标准高度统一、提高了审查效率，又保证了数据收集和案例汇总的有效性。

（3）以开放的思路迎接后信息化时代的智慧审定

与以往其他政务类管理系统不同的是，ACCS 平台在强调全行业“一张网”的同时，并不强制所有应用单位在 ACCS 平台中统一登录和数据提交，也不要求所有的业务参与方强制使用同一款系统，而是通过发布“适航数据传输协议”，将开放的适航审查平台接口提供给所需要的单位和部门，确保异构系统能够快速有效地进行数据关联，实现审定业务快速联通、数据快速积累、凝聚行业智慧共同发展适航审定的目的。