

中国产业互联网发展白皮书 (2021)

2022 年 4 月

中国移动通信联合会产业互联网委员会

中国互联网协会物联网工作委员会

编制

编委会

主任编委	倪健中	中国移动通信联合会执行会长
副主任编委	王爱宝	中国电信集团有限公司
	熊轲	北京交通大学
	刘志红	电子工业出版社
	董振江	南京邮电大学
	曹盖天	中国电信宁波分公司

编委成员

姚大球	云橙智造有限公司
张涛	中国电信研究院行业研究所
阮涛	中国电信集团增值中心
王晖	广东省电信规划设计院
孟飞	中国移动通信集团有限公司研究院
陈挺	美的集团股份有限公司
王辉	杭州安恒信息技术股份有限公司
张锦红	浙江翼信科技有限公司
成国强	中国电信天翼数字生活科技有限公司
刘小希	中国电信集团有限公司
余晓光	华为技术有限公司
辛毅	中兴通讯股份有限公司
洪一帆	杭州芒种科技公司
张煜	国网能源研究院有限公司
吴冬升	高新兴科技集团股份有限公司
朱易翔	上海第五空间信息科技研究院

目录

序言	5
一、产业互联网进入发展新阶段	7
1.1 产业互联网能力水平提升	8
1.2 产业互联网价值加速提升	9
二、产业互联网发展洞察与能力坐标	10
2.1 产业互联网发展规模再创历史新高	10
2.1.1 产业电商	10
2.1.2 供应链金融	11
2.1.3 网络货运	11
2.2 产业互联网经济贡献水平显著提升	12
2.3 产业互联网结构继续优化升级	14
2.3.1 大力发展“5G+工业互联网”	14
2.3.2 物流交付体系	15
2.3.3 互联网金融构建融资体系	15
2.3.4 智能家居---柔性化产线叠加定制化设计	15
2.3.5 对传统企业影响巨大	15
三、数字产业化与产业数字化	16
3.1 数字产业化稳步发展	16
3.2 产业数字化深入推进	17
3.3 产业互联网的发展层面	17
四、产业互联网垂直维度	18
4.1 车联网	18
4.1.1 车联网概述	18
4.1.2 车联网技术	29
4.1.3 车联网业务与应用	36
4.1.4 典型应用场景	38
4.1.5 挑战与展望	40
4.2 工业互联网	41
4.2.1 发展特点与动态	41
4.2.2 存在问题	44

4.2.3 发展趋势	45
4.2.4 模组赋能工业互联网改造	48
4.2.5 经典案例	50
4.4 智慧城市	58
4.4.1 概述	58
4.4.2 智慧城市的发展趋势	59
4.4.3 技术进步对政府部门组织优化变革意义	62
4.5 智慧医疗	63
4.5.1 发展历程	64
4.5.2 发展现状与趋势	65
4.5.3 建设模式	66
4.5.4 技术架构	67
4.5.5 发展趋势	67
4.5.6 智慧医疗应用场景与发展	68
4.5.7 展望	71
4.6 智慧家居	71
4.6.1 智能设备	73
4.6.2 操作系统	74
4.6.3 安全体系	76
4.6.4 “端-边-云”协同	79
4.6.5 展望	81
4.7 信息安全	82
4.7.1 产业互联网安全威胁	82
4.7.2 产业互联网安全思路	83
4.7.3 产业互联网安全发展	85
4.8 智慧养老	86
4.8.1 智慧养老概述	86
4.8.2 智慧养老产业发展现状分析	87
4.8.3 智慧养老应用场景	92
4.8.4 智慧养老产业存在的问题	95
4.8.5 智慧养老未来趋势和展望	96

4.9 智慧法治.....	97
4.9.1 智慧法治概述.....	97
4.9.2 智慧法治核心要素.....	98
4.9.3 智慧法治应用场景.....	101
4.9.4 展望.....	106
4.10 智慧电网.....	107
4.10.1 智慧电网国家政策解读.....	107
4.10.2 智慧电网行业分析.....	109
4.10.3 挑战与机遇.....	109
4.10.4 智慧电网典型场景与需求.....	110
4.10.5 展望.....	112
4.11 5G 垂直应用.....	113
4.11.1 5G+工业互联网.....	113
4.11.2 5G+智慧电网.....	114
4.11.3 5G+智慧矿山.....	115
4.11.4 5G+智慧港口.....	116
4.11.5 5G+智慧医疗.....	117
4.11.6 5G+智慧文旅.....	120
4.11.7 5G+垂直行业应用的挑战.....	122
4.12 产业互联网云计算.....	122
4.12.1 产业互联网云计算概述.....	122
4.12.2 产业互联网云计算现状与趋势.....	124
4.12.3 政务云应用场景与发展.....	124
4.12.4 总体框架.....	126
4.12.5 建设任务.....	126
4.12.6 安全防护设计.....	129
4.12.7 关键云服务能力.....	130
4.12.8 容灾备份中心设计.....	130
4.12.9 政务云集中化运营、运维管理.....	131
五、产业互联网政策布局与推进建议.....	132
5.1 发达国家产业互联网发展战略.....	132

5.2 我国产业互联网发展战略参考 133

5.3 推动产业互联网发展重点方向 133

序言

过去 20 年，随着互联网和经济社会的深度融合，以及对生产生活方式、社会运行模式和政治经济的重大影响，互联网在国家政治、经济和社会生活中的重要性日益凸显，发展好、利用好、管理好产业互联网成为时代紧迫的课题。

2021 年，我国产业互联网发展进入了一个技术创新、业态创新、监管治理同步推进的发展新阶段。

不同社会基础设施对应不同的产业业态和经济形态，5G、大数据中心、工业互联网、人工智能等新型基础设施的普及应用，将使社会运行模式、经济发展方式、产业服务模式发生新的变革。中国产业互联网将有望实现多点突破和价值全线提升。

“十四五”期间，我国网络科技企业将会大力投资和布局关键信息技术的研发攻关，推动我国产业互联网技术从跟跑向并跑转变，局部领域有望实现领跑。从微观层面上看，我国的产业互联网的场景创新和赋能产品，关键核心技术短板有望得到有效弥补。聚焦产业互联网各领域的实践探索与创新，从产业创新、组织创新、生产创新、价值创新、产品创新、运营创新和市场创新八个维度推动数字产业化稳步发展，产业数字化深入推进，产业互联网能力水平提高，产业互联网价值加速提升。从垂直维度上看，车联网、工业互联网、智慧交通、智慧城市、智慧医疗、智慧家居、信息安全、智慧养老、智慧法治、智慧电网、5G 垂直应用、云计算等关键领域，我国将会加快推进基础理论、基础算法、装备材料等研发突破与迭代应用。国内企业将有可能乘势崛起，大型网络科技企业都会积极投入巨额资金推进基础关键核心技术的研发，以防技术“卡脖子”引发生存危机，ICT 产业全链条多点受制于人的问题将有望得到有效缓解。ICT 产业链上下游协同、产业生态打造、商业化应用等诸多方面有望取得一定突破，特别是在云服务、手机芯片、物联网操作系统、网络数据库、5G 智能终端、语音图像识别技术等领域有望实现全球领跑。

数字经济新业态将进入规范发展期。《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“迎接数字时代，激活数据要素潜能，推进网络强国建设，加快建设数字经济、数字社会、数字政府，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。”“十四五”期间数字经济发展将更加竞争有序，面向数字市场的规章制度将更加完善，不正当竞争等乱象将得到有效整治，数字市场秩序将会更加健全。

网络霸权主义将持续深刻影响我国产业互联网的发展。当今世界，新一轮科技革命和产业变革方兴未艾，带动数字技术快速发展。新冠肺炎疫情暴发以来，远程医疗、在线教育、共享平台、协同办公等得到广泛应用，互联网对促进各国经济复苏、保障社会运行、推动国际抗疫合作发挥了重要作用。然而，新冠肺炎疫情也对全球政治经济格局产生了重大深远影响。

我国作为正在崛起的新兴网络大国，产业互联网的发展促进了市场竞争能力和规则制定影响力不断提升。尤其是，云计算、大数据、人工智能、区块链等领域新技术和新业态国际定规还处在探索中前进，网络主权、数据保护、网络空间安全等重大问题缺少普遍适用的国际规则。这些都影响着我国产业互联网政策的布局 and 推进。

基于上述形势，中国移动通信联合会产业互联网委员会编撰了《中国产业互联网发展白皮书（2021）》。本书从推动产业互联网与实体经济深度融合和全面展现中国产业互联网发展的生动实践角度出发，系统分析了 2021 年我国产业互联网产业发展情况，对基本情况、发展阶段、各领域取得的实践探索与创新、产业互联网政策布局与推进建议等方面进行了全景式研究。以期结合我国产业互联网发展面临的国际国内形势，在系统展现我国发展现状的基础上，展望了 2022 年中国产业互联网发展走向，希望能为实现我国产业互联网企业数字化转型提供路径参考，为深入推进制造强国和网络强国建设、加快推动经济社会高质量发展贡献力量！

本报告由中国移动通信联合会产业互联网委员会、中国互联网协会物联网工作委员会、中国电信、北京交通大学、南京邮电大学、广东省电信规划设计院、中国移动通信集团有限公司研究院、华为技术有限公司、美的集团股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国电信天翼数字生活科技有限公司、杭州安恒信息技术股份有限公司、浙江翼信科技有限公司、国网能源研究院有限公司、高新兴科技集团股份有限公司、上海第五空间信息科技研究院、杭州芒种科技公司、联想新视界（北京）科技有限公司等单位联合撰写发布，特此感谢！

《中国产业互联网发展白皮书》编委会

2022 年 4 月 30 日

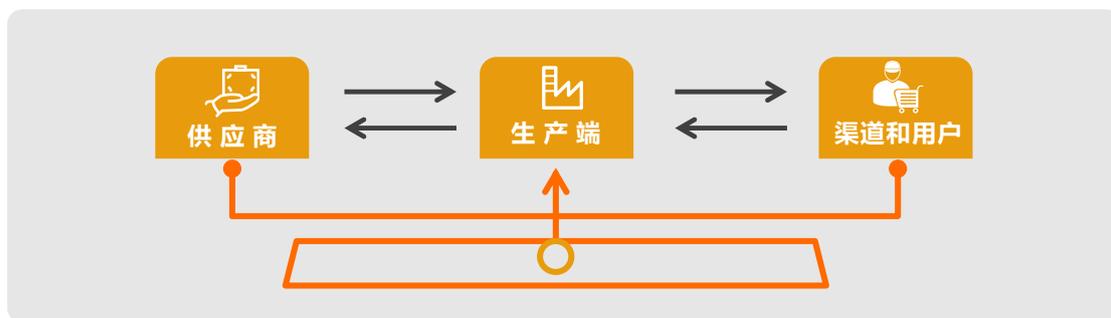
一、产业互联网进入发展新阶段

所谓产业互联网就是利用现代数字技术把产业各要素、各环节全部数字化、网络化、智能化。将互联网从消费端带入生产端，目的是实现 C2B2B2C 的闭环、带动各产业整体转型升级。推动组织重构、业务流程生产方式重组变革，进而形成新的产业协作、资源配置和价值创造体系。

构建产业互联网是产业价值链重塑的过程。以数据为纽带，从消费到生产端的每个环节通过数字化升级对各个垂直产业的产业链和内部的价值链进行重塑和改造；因而产业生态不再只是传统意义上把原材料变成产品，还要加工“数据”要素、把数据变成产品的一部分，进而通过数据产品和服务拓展产业链的价值空间。

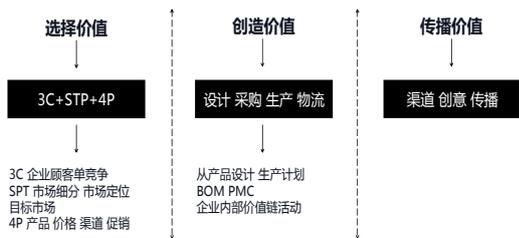
工业互联网强调的是物联、网联、数联和智联；通过打通机、物、系统之间的割裂，构建新基建产业底座覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，从而在工业生态环境下为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了实现途径。

而产业互联网更强调人本化的服务建立人与人之间的连接，更强调了设备、产品、服务、应用场景相互之间的连接。用数据打通多个产业环节，通过数字化技术优化产业链从消费到生产端的每个环节，优化供需匹配效率，实现在采购上的库存管理、在生产上的质量管控、在分销上追溯源、在零售上的精准营销，以及在服务上的体验升级，从而达到降本增效，提升效率。



数字化企业价值链重构（图）

产业互联网面向企业生产、经营、销售等整个过程，提升高质量供需匹配。产业互联是解决从段到段到端到端的问题。



段到段价值传递模型 (图)



端到端价值传递模型 (图)

从产业来看，它包括一产、二产、三产。产业互联网的理念应用到城市方面就是智慧城市，应用到交通领域就是智慧交通，应用到工厂就变成了工业 4.0，应用到供应链方面就是智慧供应链金融。在发展产业互联网的过程中，它应用在那一个层面上、那一个领域上发展产业互联网，就是对这一层面或这一领域进行数字化改造、价值链重塑。传统产业要进行大胆的变革，敢于抛弃落后的商业模式，对组织架构、组织能力进行升级迭代，提高组织内部协同效率，更好更快地为数字化转型服务。



消费端与供给端双轮驱动模型 (图)

1.1 产业互联网能力水平提升

产业互联网是基于互联网技术和生态，对各个垂直产业的产业链和内部的价值链进行重塑和改造，从而形成的互联网生态和形态。产业互联网是一种新的经济形态，利用信息技术与互联网平台，充分发挥互联网在生产要素配置中的优化和集成作用，实现互联网与传统产业深度融合，将互联网的创新应用成果深化于国家经济、科技、军事、民生等各项经济社会领域中，最终提升国家的生产力。

我国产业互联网高速发展，在网络基础、平台中枢、数据要素、安全防护等核心体系建设上均取得了一定进展。

一是数据与网络基础不断夯实，数据采集与感知能力持续提升。国产工业传感器、工业芯片、工业机器人等底层硬件的研发与应用加速发展；工业企业的内网改造升级与

工业的外网建设持续进行。5G 技术的利用，助力产业互联网突破通信技术瓶颈，为实现产业链各个环节的泛在互联和数据流通提供保障。

二要平台技术能力持续提升。围绕协议解析、边缘计算、工业机理模型等技术短板开展协同攻关，推动平台关键软硬件发展；工业 App 开发生态逐步建立，产业数据在多源设备、异构系统之间开始有序流动；人工智能、大数据、机器学习等技术的运用，数据分析能力稳步提高。

三是安全技术能力进一步强化。

四是技术创新加速融合。企业综合运用 5G、人工智能等新技术研发创新智能产品，5G、人工智能、区块链、数字孪生技术等新型技术在产业互联网领域的广泛应用推广，并促进数据互联、信息互通、模型互操作能力的提升。

1.2 产业互联网价值加速提升

产业互联网促进行业发展、转型升级效果显著。据测算，2020 年产业互联网带动第一产业、第二产业、第三产业的增加值规模分别为 0.056 万亿元、1.817 万亿元、1.697 万亿元，名义增速为 19.48%、9.97%、13.28%，产业（工业）互联网带动各行业的增加值规模持续提升。对中国统计年鉴中的 19 个行业门类进行测算分析，2020 年工业互联网带动制造业的增加值规模达到 1.49 万亿元，蝉联榜首；带动信息传输、软件和信息技术服务业的增加值规模达到 0.74 万亿元，带动增加值规模超过千亿元的行业已达到 9 个，展现出产业（工业）互联网给行业发展注入的强劲动力。

产业互联网是推动农业数字化转型的重要支撑。产业互联网可通过各类传感器、GPS、成像技术、NB-IOT 技术等对土壤、作物、环境温度、空气湿度等各类农业产品生长所需关注的指标进行实时感知和监测，利用监测数据建立相关模型和数据分析实现精准化生产，为农作物“量身定做”生产方案，通过移动通信技术和网络技术对环境调控设备和农机设备等相关农业设施进行智能控制并提供远程智能化运维服务；同时，产业互联网平台能够协助农业部门对上下游供应链系统进行整合对接，构建资源要素共享平台和交易平台，降低信息流动成本减少信息不对称，同时实现农产品的无缝化、可视化溯源，提高农产品的安全保障水平。

产业互联网对第二产业的发展具有明显的带动作用，其中制造业作为产业互联网应用赋能的主要渗透产业之一，产业互联网可高效深度推动制造业创新发展。目前，在新一轮工业革命和逆全球化萌芽的背景下，推动我国的制造业发展的转型升级是我国制造强国建设的必经之路。尽管我国制造业的增加值在世界制造业产值中所占比重在不断上升，但高技术密集型制造业仍与发达国家存在一定的差距，在芯片制造、新能源汽车、数控机床、工业机器人等关键领域仍存在技术短板和空白，在装备制造业方面的生产和

销售也容易受到美、日、韩等产业链上游国家的国家战略、世界市场供需等不确定因素的影响。产业互联网将全面改造我国制造业的基因，实现高质量和低成本并行的智能制造。

我国第三产业对经济的主导作用正在不断增强，产业互联网通过优化供应链管理、定制化制造服务、常态化信息共享等模式，正推动第三产业提质、降本、增效，赋能第三产业高质量发展。

二、产业互联网发展洞察与能力坐标

2.1 产业互联网发展规模再创历史新高

产业互联网为传统行业的信息联通、流程优化、效率提升带来了巨大推动力，它通过在生产、交易、融资和流通等各个环节的网络渗透，不断提升各个产业的生产效率、优化资源配置。从中国产业互联网的产业结构来看，它是以产业电商为核心，供应链金融和网络物流为两翼，SaaS、大数据等为技术支撑的多种平台业态。

2.1.1 产业电商

交易是商业企业关注的重点，是各产业发展的核心环节，因此产业电商是产业互联网的重要切入点。

疫情下，越来越多的数字企业参与电商数字化变革，助力传统电商转型升级，打通电商全产业链发

展。今后国内数字经济发展重点将从数字产业化转向到产业数字化，更加重视融合应用，产业数字化的重心将从服务业逐步转移到工业和建筑业，信息技术开始与传统行业深度融合。

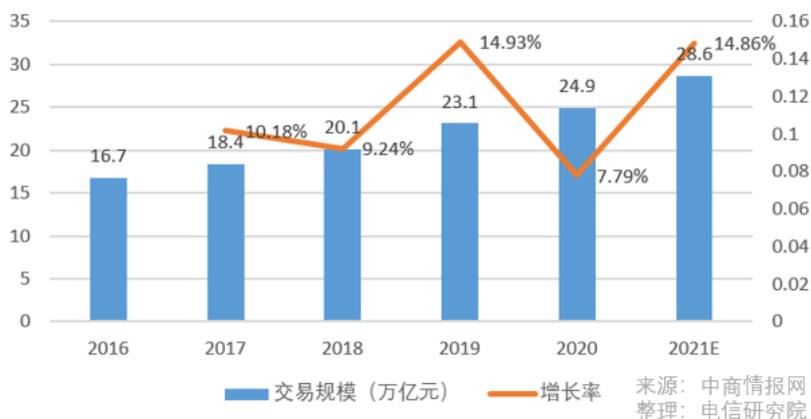
产业电商交易规模（2016-2021）



2.1.2 供应链金融

通过供应链金融，供应链中的企业可改善其营运资金情况，核心企业也可相应提高运营效率和行业价值链的稳定性。同时，以企业为中心，通过整合各种交易及贸易活动的信息流，供应链金融亦令金融机构能够有效地管理风险，并为中小企业提供普惠融资。

供应链金融资产规模 (2016-2021)

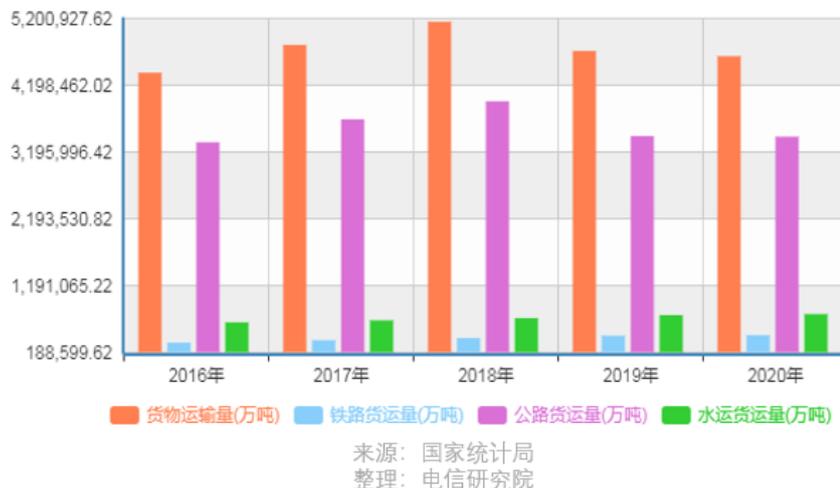


在供应链金融领域，随着贸易活动增长、融资渗透率提高以及有利的监管环境推动，其市场规模发展迅速。预计到 2021 年末，供应链资产规模将达到 28.6 万亿元。

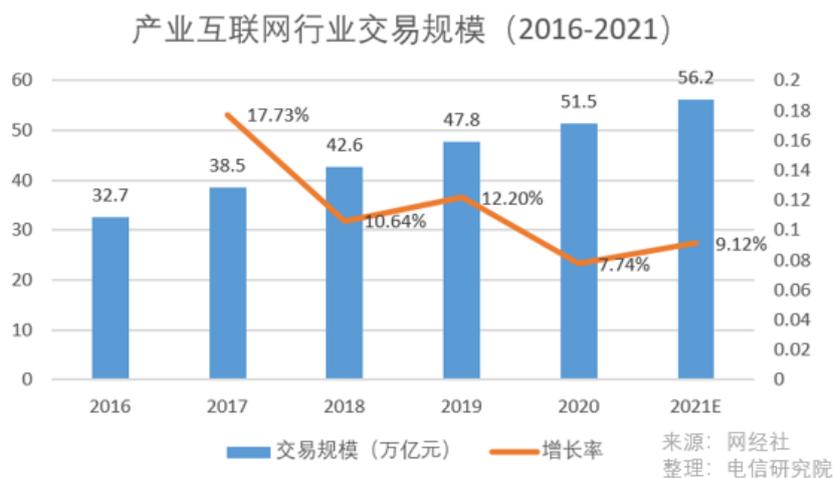
2.1.3 网络货运

2020 年是网络货运的元年，至今已超 1300 多家企业获得牌照。目前公路运输是我国货物运输的最主要运输方式，而网络货运服务的整车运输市场是公路运输市场最大的细分市场，其中个体运力占整体运力的比例超过 80%，也就是说，

中国货物运输量 (2016-2020)



将有 80%的物流运力选择网络货运平台，预计 2025 年，网络货运规模将突破 4 万亿元。



从以上数据可见，产业电商和供应链金融规模占产业互联网整体规模的 90%以上，随着产业电商、供应链金融和网络货运的高速发展，产业互联网发展规模再创历史新高。市场普遍认为，未来数十年，产业互联网将有着不可估量的市场规模。

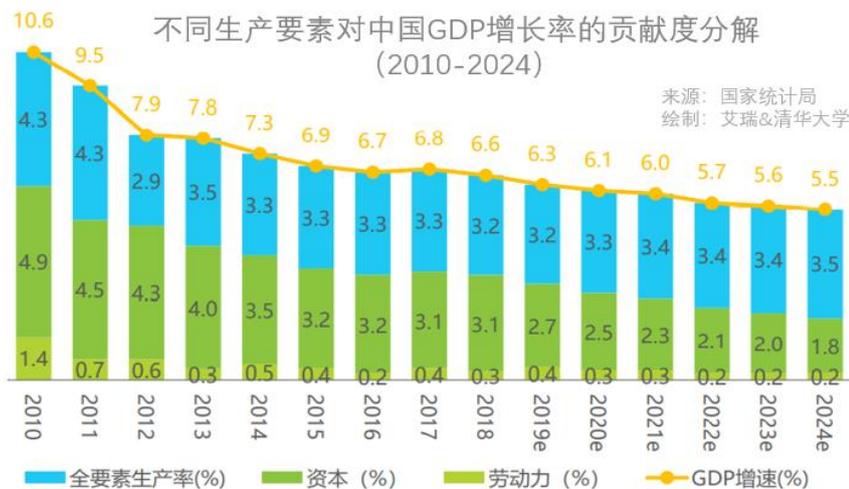
2.2 产业互联网经济贡献水平显著提升

根据国家统计局公开信息，在疫情影响下，2020 年我国经济仍实现了 2.3% 的逆势增长，GDP 达到了 14.73 万亿美元，按当年汇率 6.89 计算，约合人民币 101.5 万亿元。在 2021 年 12 月召开的 2021-2022 中国经济年会上，中央财经委员会办公室副主任韩文秀对中央经济工作会议进行解读称，2021 年中国 GDP 有望达到 110 万亿元。

根据宏观经济中的生产函数，GDP 增长的决定因素是：劳动力、资本和全要素生产率。其中，劳动力指劳动力规模和质量；资本包括固定资产、资金、土地等有形资产和知识产权、软件等无形资产；全要素生产率指在各种要素的投入量既定的情况下，通过提高使用效率而产生的额外生产效率，代表劳动生产率的提高。

但是，随着人口老龄化的不断加剧，中国劳动力规模正在不断萎缩，对 GDP 推动力日渐衰弱；同时，传统投资的边际回报率递减、土地自然和环境资源收紧，也使得资本对 GDP 的影响逐渐降低。因此，劳动生产率成为推动 GDP 增长的主要动力。

根据艾瑞&清华产业互联网课题研究组推算，至2024年，中国的GDP年增速为5.5个百分点，其中，劳动力、资本、全要素生产率对GDP增长的拉动为0.2、1.8、3.5个百分点，三者的GDP增长贡献度分别



为 3.7%、32.5%、63.9%，由此可见，劳动生产效率对GDP的驱动作用已经占据主导地位。

产业互联网是一种新的经济形态，利用信息技术与互联网平台，充分发挥互联网在生产要素配置中的优化和集成作用，实现互联网与传统产业深度融合，将互联网的创新应用成果深化于国家经济、科技、军事、民生等各项经济社会领域中，最终提升国家的生产力。随着互联网技术的不断发展，传统企业主动触网、互联网巨头及资本全力拥抱，产业互联网被持续推动，并正在改变着现有产业形态。企业数字化意识被持续唤醒，产业互联网社会及经济价值不断凸显，对于劳动力质量、资本投入、全要素生产率的提升都具有正向推动作用：

- 1) 从劳动力角度来看，产业互联网的推广带动工程师、产业工人等高技能人才的发展，提升了劳动力质量；
- 2) 从资本投入角度来看，各行业对软件、技术、研发的投入增加，优化资本投入结构；
- 3) 从全要素生产率角度来看，产业互联网优化生产效率和资源配置效率，能从根本上提升劳动生产率，而且，这也是产业互联网推动GDP增长的主要途径。



根据艾瑞&清华产业互联网课题研究组推算，在 2020-2024 年间，产业互联网的应用将为中国经济带来每年 7000 亿到 1 万亿元（共计 3.96 万亿元）的 GDP 增量，产业互联网对中国 GDP 增长的贡献比例将从 11.5% 增长到 14.2%，其贡献水平显著提升。

2.3 产业互联网结构继续优化升级

党的十九大报告提出：“加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在中高端消费、创新引领、绿色低碳、共享经济、现代供应链、人力资本服务等领域培育新增长点、形成新动能。”产业互联网赋能实体经济，为我国传统产业转型和实体经济发展注入新的动能、释放新的活力，对各个垂直产业的产业链和内部的价值链进行重塑和改造，从而形成互联网生态和形态。

产业互联网对于传统产业和新兴产业都有巨大的推动作用，在垂直行业形成百家争鸣的繁荣景象，体现在互联网对各产业的生产、交易、融资、流通等各个环节的改造，并在农业、制造业、文化、交通、旅游等领域展现出十分广阔的应用前景。产业互联网区域发展呈现百家争鸣的新气象。

2.3.1 大力发展“5G+工业互联网”

“5G+工业互联网”利用新一代信息通信技术，构建与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态。通过 5G 技术对人、机、物、系统全面的全面连接，构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，为工业乃至产品数字化、网络化、智能化发展提供了新的实现途径，助力企业实现降本、提质、增效、绿色、安全发展。

“5G+工业互联网”将要发挥基础性作用、发挥聚合性作用及融合性作用。

2.3.2 物流交付体系

互联网对企业的物流体系和交付方式正在产生重大改变，无论电商平台还是企业自身都在构建适应互联网环境下的物流交付体系。

2.3.3 互联网金融构建融资体系

在产业互联网的大潮背后，互联网+金融+X 是其核心。我们相信，产业互联网的大势将很快在各个产业渗透蔓延，无论是教育、医疗等较轻的服务业，还是橡胶、建筑、煤炭、钢铁等较重的工业，均将感受到这场变革。其中，互联网和金融将成为产业互联网在各个领域发展的两大工具，互联网对应的是信息流，诠释了全新的技术手段（如云计算、大数据、移动互联网等）和思维模式（如长尾、众包、免费等），金融不仅体现在支付结算方面，而且还应用于资金融通，通过资金的流通引导其他生产要素的流动，推动整个产业的快速发展。

中国的互联网金融最近的发展可谓突飞猛进，在网络基金销售、网络贷款、网络支付等各个领域互联网金融显示出不可阻挡之势。电商企业开展金融业务的核心便是其对融资对象的真实情况的掌握，降低了风险。另外通过互联网的方式进行融资，不需要进行大量线下的调查走访，降低了经营成本。

2.3.4 智能家居---柔性化产线叠加定制化设计

产业互联网对生产的影响不仅体现在制造过程中高度自动化柔性化的生产方式，更体现在了产品的设计上面，包括产品设计方式和功能设计等方面。在互联网时代产品设计上将会更加强调用户的参与，尊重用户的个性化需求。

海尔的全套定制家电，瞄准个性化需求，采用在线定制，F2C 的模式，为客户量身打造合适的家电产品，是一个有力的尝试。小米从一开始的就强调用户的参与感，让用户参与到设计中来，小米论坛作为一个产品论坛，他的流量 10 倍于同行网站，日活跃用户数 100 万，日发帖量 30 万。MIUI 的很多特性功能的设计都是受论坛的启发。在产品的功能设计方面，越来越多的产品支持联网功能，具备一定智能程度。智能家居将是产品互联网化在家居家电领域的重要应用。

2.3.5 对传统企业影响巨大

产业互联网助力传统企业大发展。钢铁行业是我国重要的基础产业，每年钢铁贸易额高达 5 万亿元以上。但随着基础投资的逐步减少，钢铁行业产销问题逐渐严重，钢贸行业受到了前所未有的压力。1) 交易难。钢贸行业的交易方式相对特别，其中涉及三个

参与者，钢铁厂商，钢贸商，下游客户，钢铁厂商与下游客户一般没有直接的接触。这种交易模式导致了两方的信息不对称，随着近几年钢市持续低迷，钢价出现倒挂，钢贸商大批量倒闭，参与意愿也很低，钢铁厂商和下游客户完成交易的难度被动提升。2) 融资难。在交易中，钢铁厂商往往要求钢贸商先付清款项，下游客户则往往要求钢贸商先发货，一段时间后才付清款项。这给钢贸商带来了巨大的资金压力。3) 物流贵。总体而言，我国钢铁物流成本占到产品总成本的 20-30%。大型钢厂业务量较大，议价能力较强，物流成本率在 10%以上，而美国的钢铁行业物流费用率仅为 6%左右。

针对这些情况，上海钢联提供了撮合交易，金融服务，物流整合三位一体的钢贸服务。通过我的钢铁网（mysteel.com）发布的 MySpic 价格指数消除了信息不对称性，撮合了交易，网上融资业务减少融资困难，物流整合计划也顺利推进。

三、数字产业化与产业数字化

我国数字经济按内部结构可划分为产业数字化和数字产业化两大部分。近年来，产业数字化深入发展获得新机遇，电子商务、平台经济、共享经济等数字化新模式接替涌现，服务业数字化升级前景广阔，工业互联网、智能制造等全面加速，工业数字化转型孕育广阔成长空间。工业和信息化部的数据显示，“十三五”时期，我国工业增加值从 23.5 万亿元增加到 31.3 万亿元（连续 11 年蝉联全球第一制造业大国），制造业的占比比重对世界制造业贡献的比重接近 30%。其中，信息传输软件和信息技术服务业的增加值也有明显提升，由约 1.8 万亿元增加到了 3.8 万亿元，该行业增加值对 GDP 的贡献已由 2.5%提升到 3.7%。

相关统计数据显示，截至 2020 年末，美国工业 GDP 增加值仅 2.27 万亿美元，在全球制造业总额中占比不足 11%。日本制造业 GDP 增加值大约 1 万亿美元，其 GDP 占比不足 20%，在全球制造业中占比约 5%。德国制造业 GDP 增加值为 6795 亿美元，其 GDP 占比约 18.13%，在全球制造业占比约 3%。

3.1 数字产业化稳步发展

数字产业化，即信息产业，包括了电子信息制造业、电信业、软件业、信息技术服务业、互联网行业等。近年来，我国数字产业化总体发展呈稳步增长趋势。据报道，2020 年，我国数字产业化增加值规模已达 7.5 万亿元，约占 GDP 比重 7.3%，名义增长约 5.3%。据中商产业研究院预测，2022 年我国数字产业化规模将达到 9.3 万亿元。2021 年 8 月，

中国信通院发布的白皮书显示，2020年中国数字经济以5.4万亿美元的规模继续位居世界第二，位居第一的美国则达13.6万亿美元。就比例而言，发达国家美国、德国和英国的数字经济在国内经济中占据主导地位，占其GDP的60%以上。中商产业研究院预测，2022年我国数字经济增加值规模将达48.9万亿元。

随着数字产业化实力进一步增强，数字技术新业态层出不穷，一批大数据、云计算、人工智能企业创新发展，产业生产体系更加完备，正向全球产业链中高端跃进。数据显示，2020年，数字产业化占数字经济的比重为19.1%。

3.2 产业数字化深入推进

产业数字化，即传统产业由于应用数字技术所带来的生产数量和生产效率提升，其新增产出构成数字经济的重要组成部分。2020年我国产业数字化增加值规模约为31.70万亿元，占GDP比重为31.2%，同比名义增长10.3%。产业数字化加速增长，在成为数字经济发展强大引擎的同时，也缓解了疫情对我国实体经济的负面冲击。中商产业研究院预测，2022年我国产业数字化规模将达41.52万亿元。

近年来，国家大力发展数字经济。中央、国务院高度重视数字经济发展，先后出台实施“互联网+”行动和大数据战略等一系列重大举措，加快数字产业化、产业数字化发展，推动经济社会数字化转型。各级地方政府也纷纷出台政策支持和鼓励数字经济发展，加快推进产业数字化转型，壮大实体经济新动能。

5G技术与大数据、人工智能等技术相结合，将赋能各行各业向数字化，网络化和智能化转型，助推数字经济高质量发展的同时驱动国内经济更好地创新发展。同时，以数字技术为代表的新一代信息技术与能源技术交叉融合，数字经济在绿色低碳发展领域呈现广阔应用前景。

3.3 产业互联网的发展层面

在生产层面，产业互联网不仅通过智能制造、共享制造和工业互联网等新型生产方式促进了产品产量的增加，而且通过技术创新与技术进步加强了产品种类的创新与质量的提升，推动生产可能性边界向外移动，深度助力产业基础高级化、产业链现代化和供给侧结构性改革。

在流通层面，产业互联网可以充分发挥其智慧赋能与精准触达的能力，推动传统交通运输与物流配送行业的数字化转型，发展出智慧物流、无接触配送、社区电商等新型

流通方式，解决运输行业的“最后一公里”难题，进一步扩大社会商品与服务的触达范围与流通可能性边界。在这一方面，腾讯推出的智慧物流解决方案，针对物流行业仓储与运输等场景，提供物联、大数据、人工智能等能力，助力物流行业快速发展。

在消费层面，产业互联网不仅通过线上与线下的融合，创新了食品、服装、家电等有形消费品的新型消费模式，而且通过数字技术创造了数字内容、数字文创等新的无形消费品的种类，并使得传统的需要面对面交易的无形服务变得可以远程交易，如远程医疗、数字政务、智慧文旅等，从而推动消费可能性边界的快速外移。

在微观层面，产业互联网通过推动企业组织持续的数字化转型，降低供需双方之间的信息不对称程度，有助实现供给与需求之间的精准匹配。在疫情期间，深圳天虹商场借助腾讯智慧零售的数字化能力，在“线上购物节”开展一周后，实现销售额环比增长92%，单日线上销售超过3000万元的成绩。

在中观层面，产业园区内部及园区之间的供需适配也是产业互联网助力构筑双循环发展格局的重要场景。例如腾讯通过推出“星·园计划”，从云资源补贴、生态资源助力、技术护航等维度，为园区数字化转型提供技术与资源支持。

在宏观层面，产业互联网通过将分散在微观组织和个体中的信息进行整合与共享，提升产业链、供应链的现代化水平，促进产业集群之间相互适配，在更大规模和更大范围上以高质量供给满足多样化需求。例如腾讯云通过服务汽车整车制造、零部件及汽车电子、大数据及高端装备制造等主导产业，助力长三角制造业集群转型升级。

四、产业互联网垂直维度

4.1 车联网

4.1.1 车联网概述

V2X (Vehicle to Everything)，是将车辆与一切事物相连接的新一代信息通信技术，其中V代表车辆，X代表任何与车交互信息的对象，当前X主要包含车、人、交通路侧基础设施、网络和云。V2X概述交互的信息模式包括：车与车之间(Vehicle to Vehicle, V2V)、车与路之间(Vehicle to Infrastructure, V2I)、车与人之间(Vehicle to Pedestrian, V2P)、车与网络之间(Vehicle to Network, V2N)和车与云之间(Vehicle to cloud, V2C)的交互。



图 0-1 V2X 示意图

C-V2X（Cellular Vehicle to Everything），是基于 3G/4G/5G 等蜂窝网通信技术演进形成的车用无线通信技术，包含两种通信接口：一是车、人、路之间的短距离直接通信接口（PC5），另一种是终端和基站之间的通信接口（Uu），可实现长距离和更大范围的可靠通信。C-V2X 是基于 3GPP 全球统一标准的通信技术，包含 LTE-V2X、LTE-eV2X 和 5G-V2X，从技术演进角度讲，LTE-V2X 支持向 5G-V2X 平滑演进，增强型技术研究阶段 LTE-eV2X 相对 LTE-V2X，主要针对编队驾驶、增强驾驶、扩展传感器、遥控驾驶等场景进行了技术增强。

1) 发展背景

(1) 整体产业规划、产业融合指导意见相继出台，产业发展环境逐渐成熟。车联网已经成为全球核心战略。美欧日韩将车联网产业作为发展重点，通过制定国家政策或立法来推动相关产业发展。我国也将智能网联汽车提升到国家战略的高度，组建了车联网产业发展专项委员会负责组织制定车联网发展规划、政策和措施，协调解决车联网发展重大问题，督促检查相关工作落实情况，统筹推进产业发展，出台了一系列战略规划、建设指南、产业发展行动计划，顶层设计初步成型。我国目前已基本建设完成 LTE-V2X 标准体系和核心标准规范，而 5G 的商用给车联网业务提供了更强大的性能保障和更多的可能性。车联网产业链日益完善，产业环境逐渐成熟，产业协同创新持续增强，车联网示范规模扩大。

(2) 融合生态体系逐步构建，商用蓄势待发。我国车联网产业化进程逐步加快，产业链上下游企业已经围绕 LTE-V2X 形成包括通信芯片、通信模组、终端设备、整车制造、运营服务、测试认证、高精度定位及地图服务等为主导的完整产业链生态。传统车厂、新型车企、信息通信企业和互联网企业等纷纷加入车联网研发和测试浪潮中，融合生态

体系逐步构建。国内智慧路网建设与信息化升级，以路侧带动车载设备规模上量，商用车联网需求推动着车联网进入发展期，并带动乘用车市场上量。C-V2X 的价值逐步得到车企的广泛认同，众多车厂和 V2X 设备厂家在培育期也纷纷以产品后装模式开展试点示范，车联网规模化发展也在进行中。随着汽车联网技术的多样化和联网率的持续提升，车联网市场规模呈现高速增长的趋势。

(3) 技术基础条件日渐成熟，车联网商业化落地已然就绪。随着 5G 发展，车联网技术标准研究正加速进行，5G-V2X 与 LTE-V2X 在业务能力上存在差异，在 5G-V2X 支持更先进业务能力同时也结合 LTE 能力，考虑对 LTE-V2X 增强。而更多测试场景、跨厂家跨层的互操作验证等大规模应用示范也在进行中，国内已完成 V2X“三跨”、“四跨”、“新四跨”等互联互通应用。目前多个城市陆续发布自动驾驶道路测试细则并开放自动驾驶公开道路，为自动驾驶车辆上路测试提供政策支持。未来的智慧交通体系朝着协同化、综合化、一体化发展，最终形成“人-车-路-网-云”一体化现代综合交通运输体系，实现交通要素的有机结合、数据的共享利用、平台的交互对接和一体化管理，确保交通更加安全、畅快、便捷。

(4) 应用聚焦信息服务、安全、效率，服务自动驾驶。目前行业应用集中在信息服务、提升驾驶安全、提高交通效率、使能协同式自动驾驶四方面。V2X 从信息服务类应用向交通安全和效率类应用发展，并将逐步向支持实现自动驾驶的协同服务类应用演进。借助于人、车、路、网、云间全方位连接和高效信息交互，针对不同行业应用，正形成针对性解决方案，如封闭/半封闭园区、城市场景、高速公路等。

2) 建设目标

分阶段、分步骤、分区域推进 C-V2X 通信设备、安全保障、数据平台、测试认证等技术演进，推进在国家车联网示范区、先导区及部分特定园区部署路侧设施，形成示范应用，推动车企在新车前装 C-V2X 设备，鼓励后装 C-V2X 设备，车、路部署相辅相成，形成良性循环，C-V2X 生态环境逐步建立。根据前期示范区、先导区建设经验，形成可推广的商业化运营模式，在全国典型城市和道路进行推广部署，并开展应用，建成全国范围内的多级数据平台，跨行业数据实现互联互通，提供多元化出行服务。各技术领域具体目标如下：

分阶段、分区域推进 C-V2X 道路基础设施建设、部署工作，促进交通基础设施（信号灯、标志、标线等）的数字化升级，制定与 C-V2X 设备之间互联的设备和系统的接口规范。统一通信接口和协议，实现道路设施与智能汽车、运营服务提供商、交通、交管系统等信息互联，提供多元化的应用场景，确定可行的商业运营模式。

提高 C-V2X 车载终端搭载率，逐步实现 C-V2X 的普及化，提高交通出行效率，提升行驶安全，提供多元信息服务。推动 C-V2X 技术与自动驾驶技术的融合，利用 C-V2X 技术为智能驾驶提供辅助信息、扩展单车传感器的感知范围，实现“人-车-路-云”协同感知。并逐步探索车路协同决策能力的实现，推动自动驾驶技术发展。

建立完善 C-V2X 安全认证鉴权体系，推动量产具备安全功能的 C-V2X 设备，支持车企量产 C-V2X 车型。建立完善 C-V2X 安全检测认证机制及平台，促进研发、生产适用于 C-V2X 的国密安全芯片，提高安全防护技术水平，保障产业健康发展。

构建 C-V2X 数据平台体系架构，实现“人-车-路-云”动态多源异构信息融合，制定数据平台数据、接口、通信协议、认证与安全等标准；推动数据平台建设及部署，分步构建“中心-区域-边缘-终端”的多级分布式数据平台体系，满足研发、测试、应用需求。搭建跨行业合作平台，促进各行业数据平台之间的信息开放、互联互通。

完善 C-V2X 相关测试标准规范，包括测试组件、测试环境、测试实施要求等。开展 C-V2X 应用层互联互通、协议一致性、性能要求、信息安全等方面的测试认证工作。联合通信、汽车、交通、交管等行业协同推动建设 C-V2X 测试认证能力，构建国家级车联网测试验证平台。

3) 车联网发展现状

全球范围内，美国、欧盟、日本、韩国、新加坡等国家已将车联网产业作为核心战略，通过制定国家政策或立法来推动相关产业发展，具体如下：

美国：美国一直是世界第一汽车大国，侧重于单车智能的技术路线，在自动驾驶领域拥有全方位的主导地位。由 2016 年 9 月至今，美国交通部陆续发布《自动驾驶 1.0-4.0》，其中 2020 年 1 月最新发布的《自动驾驶 4.0》指出，要确保美国在自动驾驶技术领域的领先地位，促进自动驾驶技术安全且充分地融入地面运输系统中。在 2020 年 3 月由交通部发布的《ITS 战略规划 2020-2025》中，也指出要评估和应用 5G、AI、无人驾驶等新技术，推动自动驾驶技术集成到道路交通系统，加速 ITS 智能交通系统部署，确保人员、货物运输更加安全和高效。由此可见，美国新版 ITS 战略已从单纯关注自动驾驶转向关注智能网联与系统协同应用。

欧盟：欧盟是合作式智能交通系统战略的倡导者，在合作式智能交通系统战略框架的指导下开展自动驾驶技术与产业的创新发展，并把车辆智能化与网联化间的协同发展作为其主要发展演进路径。首先在单车智能化领域，欧盟先是通过立法为自动驾驶产业发展铺平道路，然后再依托车企的力量推动自动驾驶应用落地；而在网联化领域，欧盟持续更新发布相关战略规划，并提出了“2020 年通过云计算、IoT、大数据和 V2X 推动网

联自动驾驶发展，2022 年网联自动驾驶实现与大数据可信平台开放数据交互，2025 年下一代 V2X 提升 L4 自动驾驶能力”的目标。

日韩：日本以及韩国则主要是选择从路侧端出发，通过布局道路基础设施以抢占自动驾驶的商业落地的机会。日本政府依托法律法规层面的行动有效清除了自动驾驶商用化发展的障碍，例如 2020 年 4 月日本正式实施《道路运输车辆法》修正案以促进自动驾驶技术在日本的商业化落地。韩国政府早些年和美国一样主推单车智能发展路线，但从 2019 年起也加入自动驾驶基础设施建设的大本营中来，提出了“2027 年建成自动驾驶相关通信、高精度地图、交通管制、道路等基础设施，确保自动驾驶车辆可商用行驶于韩国国内的主要道路上”的总体目标。

中国：根据我国国民经济“十五”计划至“十四五”规划，车联网经历了从概念到实现并加以应用的过程，国家对车联网行业的支持政策则实现了从“加快智能型交通发展”到“积极稳妥发展车联网”的变化。“十五”计划（2001-2005 年）时期，国家层面提倡：加快智能型交通的发展；“十一五”时期则提倡推广智能交通运输体系；自“十二五”开始，规划明确了要是实现对交通运输状况等的感知和监控并提出了“车联网”的概念。到“十三五”时期，国家层面提倡“加快构建车联网”。“十四五”规划时期，根据《“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》，积极稳妥发展车联网成为“十四五”时期的重要任务。

我国 2015 年 5 月由国务院发布《中国制造 2025》，将智能网联汽车提升到国家战略高度。工信部等相关部门围绕这一战略纲领性文件发布了一系列关于智能网联汽车的战略规划《<中国制造 2025>重点领域技术路线图（2015 年版）》，将智能网联汽车作为一个重点领域做了详细的阐述，为智能网联汽车的发展指明了发展方向与路径；《节能与新能源汽车发展技术路线图》进一步细化了发展途径及举措。为了保证智能网联汽车产业的规范化发展，国务院分别于 2015 年 7 月、2016 年 5 月、2017 年 11 月发布关于推进“互联网+”行动的指导意见，推动互联网产业与汽车产业结合，自此智能网联汽车正式走上了产业化发展的道路；2018 年，工信部制定《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》，明确 2020 年实现车联网（智能网联汽车）产业跨行业融合取得突破，初步建立适应产业发展的政策法规、标准规范和安全保障体系，以促进车联网产业进一步健康发展。

2020 年起各部委持续发力，年初由发改委等 11 个部委联合发布《智能汽车创新发展战略》，明确到 2025 年车用无线通信网络（LTE-V2X 等）实现区域覆盖，新一代车用无线通信网络（5G-V2X）在部分城市、高速公路逐步开展应用；3 月工信部印发《关于推动 5G 加快发展的通知》，明确指出促进“5G+车联网”协同发展，推动将车联网纳入国

家新型信息基础设施建设工程；8月交通部印发《关于推动交通运输领域新型基础设施的指导意见》，明确协同建设车联网，推动重点地区、重点路段应用车用无线通信技术；21年2月国务院发布《国家综合立体交通网规划纲要》，推动车联网部署和应用，21年7月工信部等部位联合发布《5G应用“扬帆”行动计划（2021-2023）》，推动车联网基础设施与5G网络协同建设，上述文件将大力引导、支撑行业向智能网联化演进，车联网产业发展迎来良好政策环境。

4) 车联网标准

国家车联网产业标准体系。2017年，我国成立了车联网产业发展专项委员会，该委员会设立于国家制造强国建设领导小组下，由工信部、交通部、发改委等20个部门及单位构成，主要负责车联网发展规划、政策法规、技术标准及相关措施的组织与制定工作，可有效加强对车联网产业发展的规范和引导。2017年起，在我国车联网产业蓬勃发展的大背景之下，工信部组织编制并联合国家标准委印发了系列《国家车联网产业标准体系建设指南》文件，力争通过构建跨行业、跨领域，且符合我国产业技术演进路径的标准体系方式，推动车联网产业高质量创新发展。

表 0-1 《国家车联网产业标准体系建设指南》系列文件

时间	发表部门及单位	标准名称
2017年12月	工业和信息化部、国家标准委	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》
2018年6月	工业和信息化部、国家标准委	《国家车联网产业标准体系建设指南（总体要求）》 《国家车联网产业标准体系建设指南（信息通信）》 《国家车联网产业标准体系建设指南（电子产品和服务）》
2020年4月	工业和信息化部、公安部、国家标准委	《国家车联网产业标准体系建设指南（车辆智能管理）》
2021年3月	工业和信息化部、交通运输部、国家标准委	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能交通相关）》

资料来源：根据工信部公开文件收集汇总

综上所述，当前我国已基本完成具备中国特色且符合我国技术发展路径的国家车联网产业标准体系建设工作，基于此可有效规范车联网产业技术演进并推动其高质量发展。

5) 国内外车联网标准进展

C-V2X 是国际标准组织 3GPP 通过拓展 LTE 标准制定，未来可逐步往 5G 进行演进。当前 Rel-14 LTE-V2X、Rel-15 LTE-eV2X 以及 5G NR Rel-16 的标准制定工作已陆续完成，且

均获得里程碑式进展，Rel-17 相关标准化工作已启动，预计于 2021 年 12 月冻结。我国在车联网产业发展专委会指导下，把研究方向重点放在了 C-V2X 领域，陆续开展智能网联行业相关标准制定工作。

其中 3GPP C-V2X 的标准化分为 3 个阶段：

- 支持 LTE-V2X 的 3GPP R14 版本标准已在 2017 年 3 月正式发布
- 支持 LTE-V2X 增强（LTE-eV2X）的 3GPP R15 版本标准于 2018 年 6 月正式完成
- 支持 5G-V2X 的 3GPP R16+版本标准宣布于 2018 年 6 月启动研究，将与 LTE-eV2X 形成互补关系，其中 5G NR Rel-16 于 2020 年 6 月冻结并正式发布，目前已启动 Rel-17 相关标准化工作，预计于 2021 年 12 月冻结。

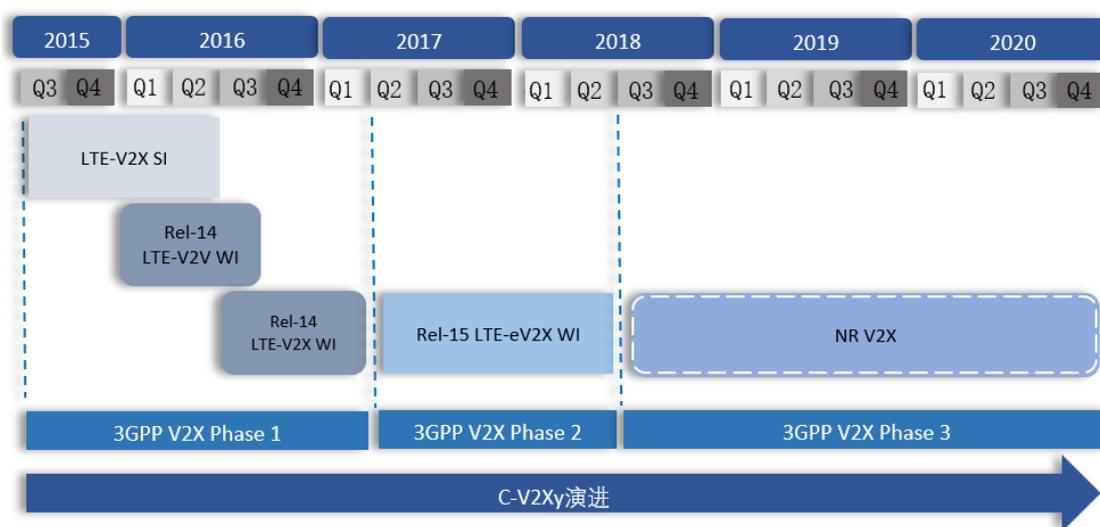


图 0-2 3GPP C-V2X 演进路径

资料来源：信通院 《C-V2X 白皮书》

中国通信标准化协会早在 2014 年就开始进行 LTE-V2X 关键技术的可行性研究工作，开展了系列行业标准的立项、研究与制定，目前已完成的技术标准和测试规范包括：LTE-V2X 总体架构、空中接口、网络层、消息层、通信安全等；中国智能交通产业联盟与中国汽车工程学会以推进 LTE-V2X 技术在汽车驾驶服务、交通基础设施与交通管理方面的应用作为目标，联合开展 LTE-V2X 应用层及网络层相关标准制定工作；车载信息服务产业应用联盟主要负责车联网频谱方面的研究测试，探讨出符合中国车辆行驶环境的 LTE-V2X 安全类、效率类场景。

表 0-2 LTE-V2X 已编制完成的部分标准

分类	标准号	标准名称
总体	YD/T 3400-2018	基于 LTE 的车联网无线通信技术总体技术要求
接入层	YD/T 3340-2018	基于 LTE 的车联网无线通信技术空中接口技术要求

网络层	YD/T 3707-2020	基于 LTE 的车联网无线通信技术网络层技术要求
	YD/T 3708-2020	基于 LTE 的车联网无线通信技术网络层测试方法
消息层	YD/T 3709-2020	基于 LTE 的车联网无线通信技术消息层技术要求
	YD/T 3710-2020	基于 LTE 的车联网无线通信技术消息层测试方法
安全	YD/T 3594-2019	基于 LTE 的车联网通信安全技术要求
系统应用	YD/T 3592-2019	基于 LTE 的车联网无线通信技术基站设备技术要求
	YD/T 3593-2019	基于 LTE 的车联网无线通信技术核心网设备技术要求
	YD/T 3754-2020	基于 LTE 网络的边缘计算总体技术要求
	YD/T 3847-2021	基于 LTE 的车联网无线通信技术支持直连通信的路侧设备测试方法
	YD/T 3848-2021	基于 LTE 的车联网无线通信技术支持直连通信的车载终端设备测试方法
功能应用	GB/T 31024.3-2019	合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准
	T/CSAE 157—2020	合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准（第二阶段）

资料来源：根据信通院及相关公开资料整理

6) 测试进展

2018 年 11 月，由中国智能网联汽车创新联盟、IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组、上海国际汽车城（集团）有限公司举办 V2X“三跨”互联互通应用展示活动，实现了世界首例跨通信模组、跨终端、跨整车的互联互通。2019 年 11 月，我国又举行了 C-V2X“四跨”互联互通应用示范活动，首次实现了国内外首次“跨芯片模组、跨终端、跨整车、跨安全平台”的 C-V2X 应用实践。2020 年，智能网联汽车 C-V2X“新四跨”暨大规模先导应用示范活动举行，此次活动主要围绕 C-V2X 技术大规模测试、高精度地图及定位、CA 平台跨域互认机制及异常行为管理平台、云控平台、数据传输加密等关键核心技术领域进行技术验证。该活动覆盖在“三跨”“四跨”连续开展跨芯片模组、跨通信设备、跨整车厂商、跨安全平台的互联互通应用示范的基础上，更进一步深化验证了车联网 C-V2X 规模化运行能力以及跨域互认的 C-V2X 安全身份认证体系，实现了世界首次跨厂家 C-V2X 大规模先导性应用验证。

2021 年国内先后在北京亦庄、上海、苏州、无锡、柳州等地开展了多次大规模测试

活动，汇集产业链上下游企业，共同搭建技术验证平台，面向 C-V2X 的产业化开展创新技术和标准的验证。

2021 年 7 月，“2021 年北京 C-V2X 大规模应用实践活动”在北京亦庄举办，活动分别对车辆静止状态与运动状态、开启拥塞和关闭拥塞、有遮挡与无遮挡等真实场景进行了对比测试与分析，测试验证结果将为产品能力提升和规模化商用提供宝贵的参考价值。

2021 年 10 月，“2021 C-V2X 四跨（沪苏锡）先导应用实践活动”在上海市嘉定区、苏州市相城区、无锡市锡山区开放测试道路协同开展。活动首次实现了跨省域“车-路-网-云”间协同，促进了路侧基础设施等的标准化建设和统一应用；使用了更加丰富的应用消息集，在兼容一阶段功能场景的基础之上，通过验证二阶段功能场景，进一步探索路侧感知赋能单车智能的技术路径可行性。

2021 年 12 月，“2021 C-V2X ‘四跨’（柳州）先导应用实践活动——大规模通信测试活动”在柳州开展，其中大规模测试是在跨芯片模组、跨通信终端、跨整车、跨安全平台的基础上，实现从功能演示到大规模并发的提升，重点考察被测终端搭载的软件+硬件在性能上的表现。

7) 产业发展趋势。

目前，我国车联网产业化进程逐步加快，车联网产业涉及多个参与主体，主导能力、盈利方式各不相同，商业模式呈现多样化特点，产业融合生态体系也正在构建。随着车联网系统建设，路侧基础设施、车联网网络以及车载设施也将逐渐铺开。在技术标准不断完善及针对车联网的应用示范开展的背景下，车联网商业化进程蓄势待发。

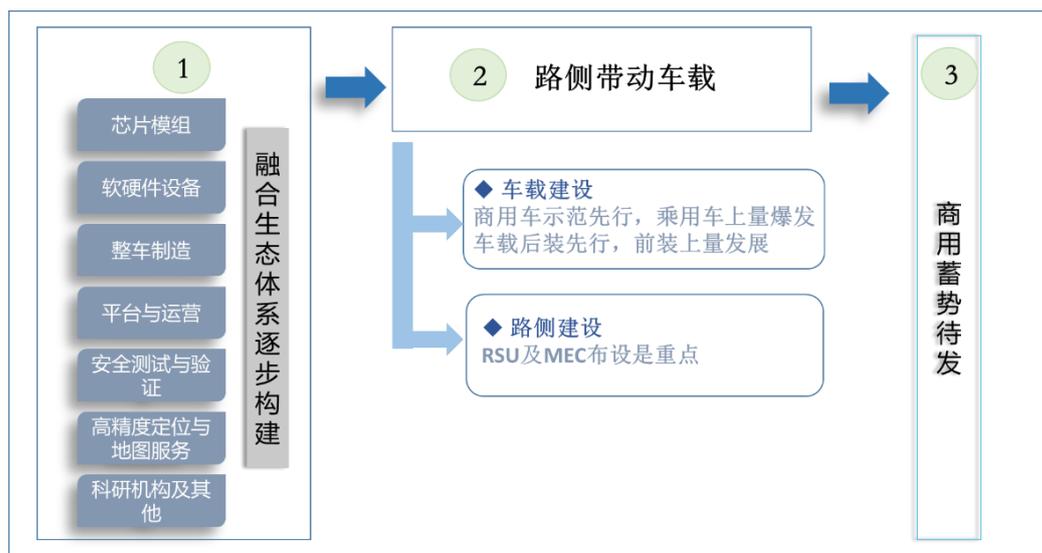


图 0-3 5G 车联网产业化发展趋势示意图

资料来源：高新兴整理 2021,12

融合生态体系逐步构建，产业化进展加速。目前，我国车联网产业化进程逐步加快，产业链上下游企业已经围绕 C-V2X 形成包括通信芯片、通信模组、终端设备、整车制造、运营服务、测试认证、高精度定位及地图服务等为主导的完整产业链生态。车联网产业涉及多个参与主体，主导能力、盈利方式各不相同，商业模式呈现多样化特点。汽车厂商、信息通信企业等都意识到自动驾驶技术、应用以及商业模式的发展是一个长期演进的过程，跨界合作得到一致认可。



图 0-4 车联网产业链图谱

资料来源：信通院整理

车联网发展条件具备，商用蓄势待发。随着标准的有序推进，车联网商用进程正处于蓄势待发状态。基于 LTE-V2X 的车联网商用进程从 2018 年开始规模试验测试，升级改造路侧基础设施，验证多用户情况下网络的组网性能以及典型车联网业务性能；2019 年进行部分城市级基础设施改造，并开展预商用测试；2020 年推动 LTE-V2X 商用，支持实

现交通效率类智能出行服务商业化应用，正式迈入车联网（LTE-V2X）商用元年。基于 5G NR 的车联网商用进程从 2019 年-2020 年开始进行 5G NR Uu 技术试验，2021 年进行 5G NR PC5 技术试验，2022 年进行预商用测试，2023 年将正式迈入 5G NR-V2X 商用元年。

路侧智能基础设施建设，带动车载设备规模发展。目前我国针对智慧交通的发展，出台多个支持基础设施建设的规划。公路路网系统化布局，高标准建设及道路基础设施持续不断的大规模投入，为国内网联汽车、智慧公路产业升级发展创造良好机会。车的“渗透率”和网的“覆盖率”决定了车联网商用速度，二者相辅相成：当网的覆盖达到一定程度（比如高速和城市主干道）将带动车载安装渗透率提升；当车载安装渗透率达到 30% 临界值的时候，又会进一步拉动网的部署。通过智慧路网建设与信息化升级，从道路角度完善交通路网信息感知、传递、计算能力，加强道路多传感融合和车路信息实时交互，以路侧带动车载，是目前中国车联网商业化落地的可行方案之一。

商用车示范先行，助推乘用车市场爆发。与乘用车相比，商用车最大特点是其生产资料属性，贯穿购买、使用、维修、保养的产品全生命周期，商用车用户对车使用成本非常敏感，这为车联网新技术带来商业化应用动力。同时，目前智能汽车在复杂交通场景应用上仍面临挑战，但在高速物流车队这样行驶环境相对封闭、道路情况不太复杂的情况下，自动驾驶和智能网联技术反而更容易得到应用。

当前中国物流成本占 GDP 14.5%，每年物流费用 12 万亿，其中公路运输占 76%。包括 1400 万辆主要活跃在中长途，以及城际运输的货运卡车，和近 3000 万辆主要活跃在城市内运输、快递外面配送场景的面包车、三轮车以及两轮电动车、摩托车。4400 万辆交通工具背后是成本与安全的双重压力，也为物流行业引入自动驾驶和车联网提供了明确的需求和商业场景。一方面是针对干线物流业务在高速公路车路协同场景，如典型的卡车编队行驶，另一方面则是末端物流在城市智能网联场景上，如自动驾驶无人配送。

未来，商用车联网需求将推动车联网行业进入发展期，随着更多的基础设施完善，更多的应用场景落地，也将带动乘用车上量发展。

车载设备阶段式发展，后装先行前装上量。在产业培育期，商业模式不明朗，技术标准还未完全确定。无论是针对商用车还是乘用车，后装模式将是最快实现试点示范项目落地的方式之一。各车厂及 V2X 设备厂家，也纷纷以这种方式开展试点示范，跑马圈地。

随着产业化趋势的显现，各大车企也开始在前装量产车型上发力。2019 年 2 月，吉利宣布将于高新兴合作于 2021 年推出国内首款量产 5G C-V2X 车。2019 年 3 月福特宣布首款 C-V2X 车型 2021 量产。2019 年 4 月广汽、上汽、东风、长安、一汽、北汽、江淮、

长城、东南、众泰、江铃集团新能源、比亚迪、宇通等 13 家车企共同宣布支持 C-V2X 商用路标，并规划于 2020 年下半年到 2021 年上半年量产支持 C-V2X 的汽车。

在迎来量产 C-V2X 前装车型前，C-V2X 将先以后装形式发展，比如集成 C-V2X 功能的智能后视镜产品、行车记录仪、OBD 等。

车联网网络建设展开，RSU 及 MEC 成为重点。智能路侧设施属于基础设施建设范畴，建设主体、运营主体及盈利模式的确立也成为后期可扩大发展的关键。提升智能路侧设施覆盖率是提升车联网用户体验的重要保证。依据目前 C-V2X 的技术特点，智能路侧 RSU 的通信覆盖范围大约为 600m 左右，并在重点应用中要实现密集布设，智能路侧单元将有非常大的市场空间。且未来车联网将是 5G-V2X 与 LTE-eV2X 多种技术共存状态，因此基于 LTE 及基于 5G 的路侧设备也将长时间并存。

且随着 5G 的发展，及车联网应用的丰富，更多场景下需要 MEC 与 C-V2X 融合。MEC 与 C-V2X 深度融合，能丰富和扩展车联网应用场景，降低网络及中心云负载压力，提供低延时、高可靠网络环境，以及打造高性能计算、存储资源。

4.1.2 车联网技术

1) 技术架构

车联网总体架构可以分为终端设备层、路侧设备层、平台层、应用层。主要涉及车载设备、路侧设施、网络、云平台、安全和高精度定位。车联网车载设备有前装和后装不同的产品形态；路侧设施包括 4G/5G 蜂窝基站通信基础设施、C-V2X 专用通信基础设施、路侧智能设施、MEC（多接入边缘计算/移动边缘计算）设备；网络层面在 5G 时代会重点部署网络切片；云平台考虑分级部署，并建设云控平台；安全方面将从网络通信、业务应用、车载终端和路侧设备三个方面保障；高精度定位通过 GNSS 或其差分补偿 RTK、无线电（例如蜂窝网、局域网等）、惯性测量单元、传感器以及高精度地图实现。

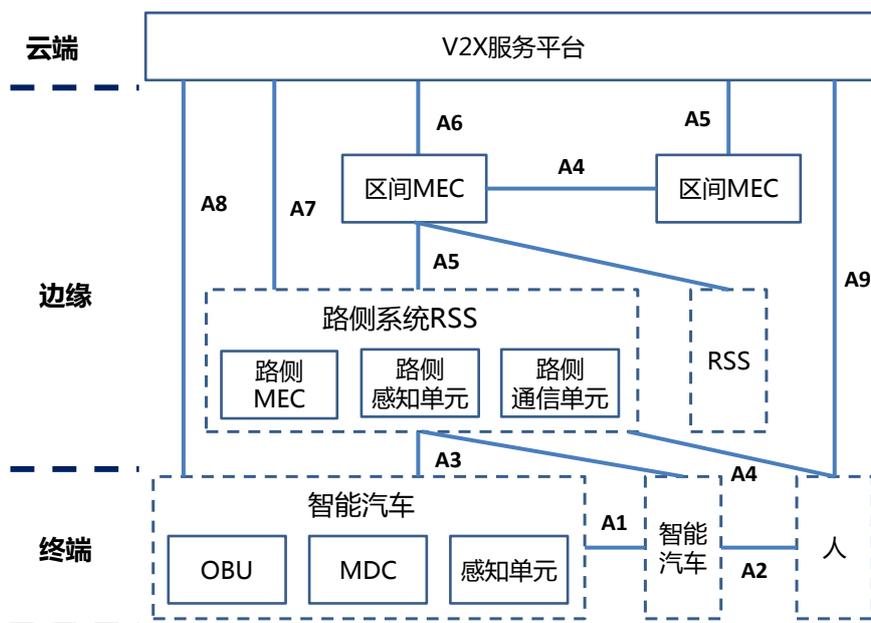


图 0-5 车联网技术架构图

2) 车载单元 OBU

智能网联汽车的车载终端 OBU (On Board Unit) 形态多样化, 包括传统的 2G/3G/4G T-BOX、Tracker、OBD、UBI、智能后视镜、行车记录仪, 以及 ETC 有源车载终端 OBU 和汽车电子标识无源 OBU 等。

智能网联主要通过 OBU 实现。OBU 是一种安装在车辆上用于实现 V2X 通信的硬件设备, 可实现和其他车辆 OBU (PC5)、路侧 RSU (PC5)、行人 (PC5) 和 V2X 平台 (Uu) 之间通讯。OBU 上需要集成通信网络, 包括 4G/5G Uu 通信芯片和模组, LTE-V2X/5G NR-V2X 通信芯片和模组。

C-V2X 车载终端 OBU 的基本功能包括业务、管理和安全三类, 其中业务功能围绕 V2X 业务的实现, 完成 BSM 消息的上报、V2X 消息的接收与解析、CAN 数据的读取与解析、消息的展示与提醒; 管理功能负责完成设备的认证、管理与维护; 安全功能负责实现 OBU 设备自身, 以及 OBU 与其他交互对象之间信息交互的安全保护错误!未找到引用源。。

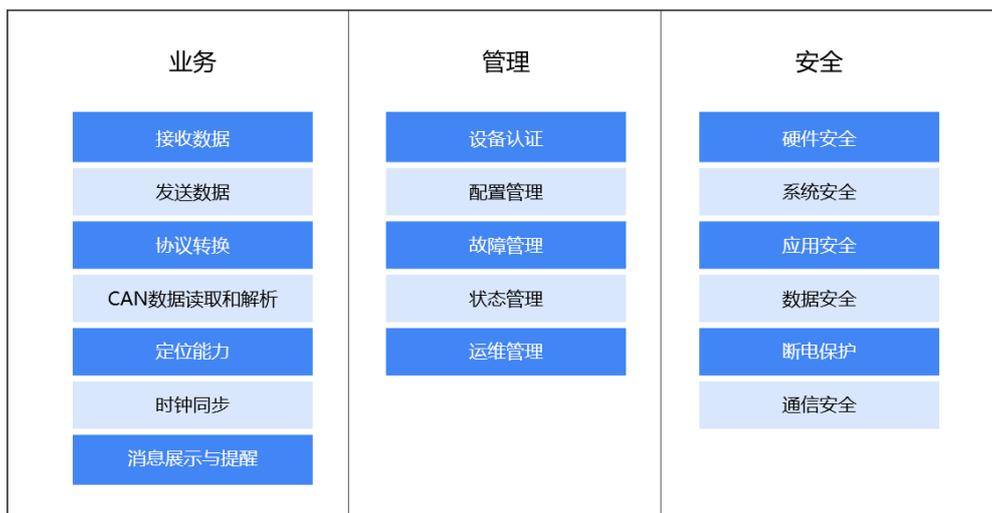


图 0-2 OBU 功能框图

3) 路侧设施 (RSU+MEC)

智能网路侧基础设施主要包括①通信基础设施：4G/5G 蜂窝基站；②C-V2X 专用通信基础设施：多形态的 RSU (Road Side Unit)；③路侧智能设施：包括交通控制设施（交通信号灯、标志、标线、护栏等）智能化，以及在路侧部署摄像头、毫米波雷达、激光雷达和各类环境感知设备；④MEC（多接入边缘计算/移动边缘计算）设备。

其中 C-V2X RSU 是部署在路侧的通信网关，解决的是感知层面的网联化。RSU 的基本功能包括业务、管理和安全三类，其中业务能力围绕 V2X 业务的实现，汇集路侧交通设施和道路交通参与者的信息，上传至 V2X 平台，并将 V2X 消息广播给道路交通参与者；管理功能负责完成设备的认证、管理与维护；安全功能负责实现 RSU 设备自身，以及 RSU 与其他交互对象之间信息交互的安全保护错误!未找到引用源。。



图 0-3 RSU 功能框图

MEC 支持多接入技术，其部署既可以和 4G 网络结合，也可以在 5G 部署后与 5G NR 边缘节点结合。针对低时延、高可靠性需求的 C-V2X 业务，在引入 MEC 技术后，相比部

署在中心云上可以显著降低业务响应时间。MEC 也可以为车载/路侧/行人终端提供在线辅助计算功能，实现快速的业务处理与反馈。另外，MEC 具备本地属性，可以提供区域化、个性化的本地服务，同时降低回传网络负载压力。也可以将接入 MEC 的本地资源与网络其他部分隔离，将敏感信息或隐私数据控制在区域内部。

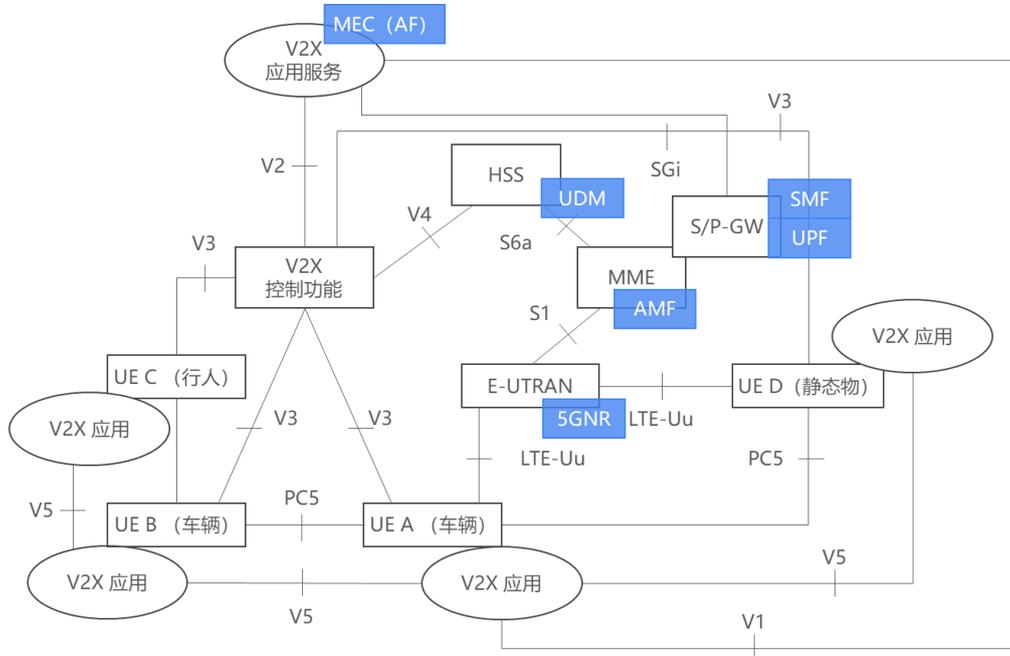


图 0-4 基于 MEC 的 C-V2X 整体架构

4) 车联网云控平台

平台架构。5G 车联网云边协同，可部署三级计算体系。云中心平台主要支撑全网业务，并提供全局管理功能，包括全网业务运营管理、全局交通环境感知及优化、多级计算能力调度、应用多级动态部署，跨区域业务及数据管理等功能；V2X 区域中心平台主要支撑省/市区域范围内业务，包括区域业务运营管理、区域交通环境感知及优化、区域数据分析/开放/应用托管、边缘协同计算调度、V2X 边缘节点管理等功能，可服务对时延要求较高的业务场景；V2X 边缘节点主要支撑边缘范围内高实时、高带宽的 V2X 业务，包括边缘范围内边缘数据融合感知、动态全景感知图构建等功能，可服务于高级辅助驾驶和自动驾驶等应用。

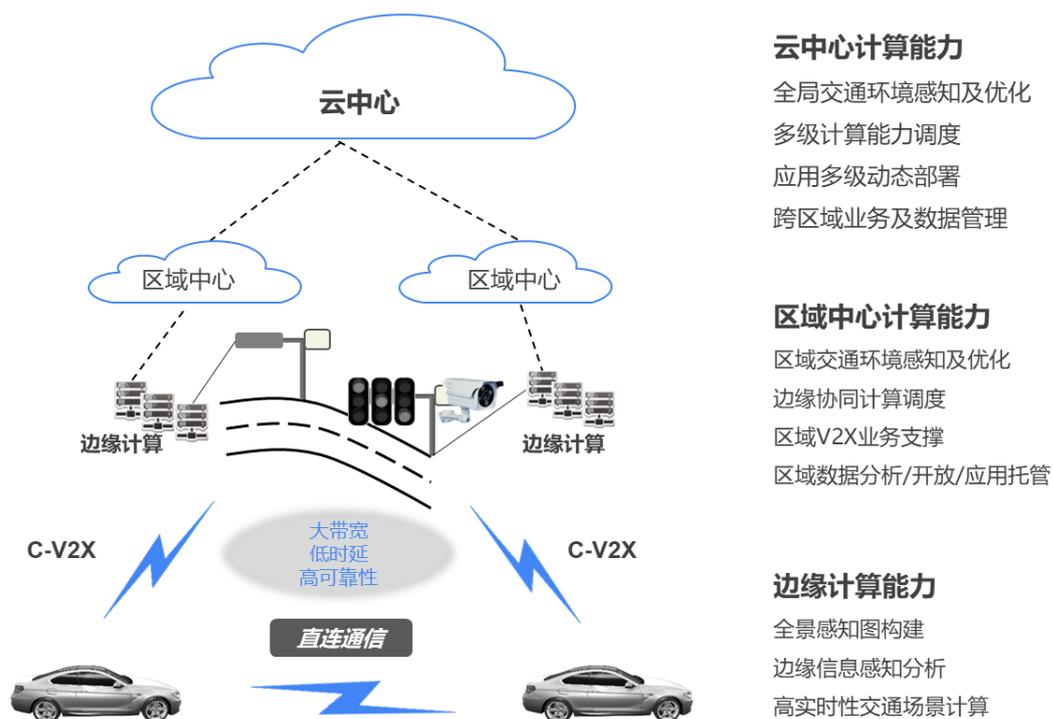


图 0-5 车联云平台架构

平台功能。车联云平台提供网络协同融合感知、实时计算/分析、数据存储/开放、能力聚合/开放、资源调度、协同计算等多种基础功能，同时，云平台在参照多级架构进行部署时，各级平台功能可依据所提供的应用服务按需进行部署。

车联云V2X平台

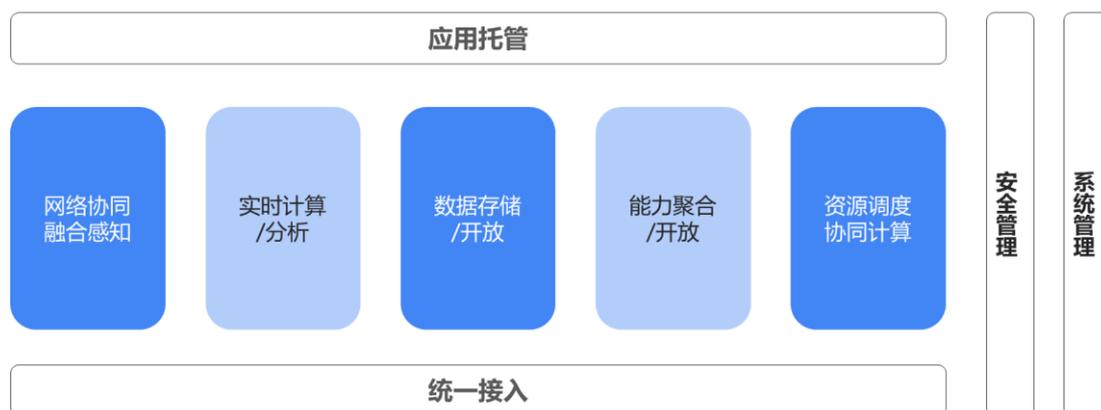
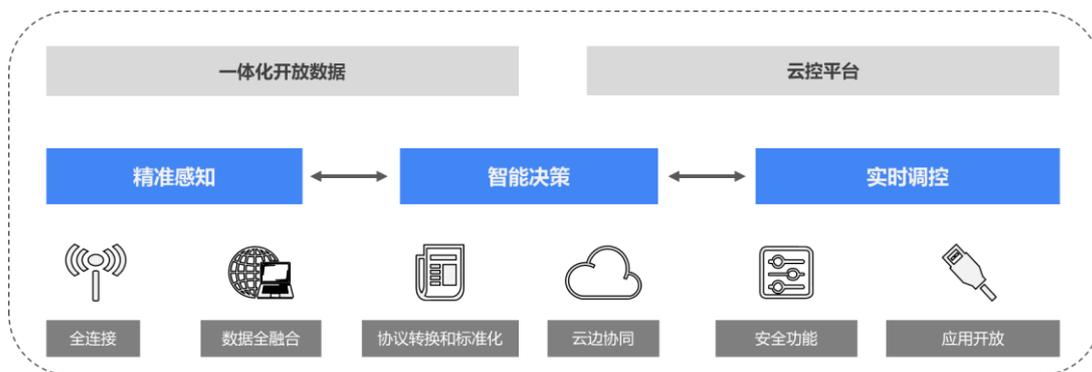


图 0-6 车联云平台功能

车联云控平台。云控平台通过“人车路网云一体化”，为智能驾驶提供协同感知、协同决策、协同控制服务的基础性平台。云控平台将构建一体化开放数据公共服务平台

和云控平台，可为车载终端、一体化路侧智能设施、第三方车联网应用平台提供高并发接入、实时计算、应用托管、数据开放、决策控制等能力。海量微观数据和宏观数据，比如微观的个人驾驶行为数据，宏观的交通数据等，将接入到云平台。车联网数据经过清洗、脱敏、建模、分析以及可视化后，一方面可用于提供一体化开放数据公共服务，衍生出大量面向主机厂、Tier 1、运营商、行业客户、政府管理者、普通消费者的增值服务；另外一方面可用于提供云控服务，实现智能决策和实时调控。



车联网高精度定位。定位技术是车联网的关键技术之一，是实现车辆安全通行的重要保障。在车联网应用中，不同的应用场景对定位的要求也不同。例如辅助驾驶中对车的定位精度要求在米级，而对于自动驾驶业务，其对定位的精度要求亚米级甚至厘米级。

根据场景以及定位性能的需求不同，车辆定位方案是多种多样的。在大多数的车联网应用场景中，通常需要通过多种技术的融合来实现精准定位，包括 GNSS、无线电（例如蜂窝网、局域网等）、惯性测量单元、传感器以及高精度地图。其中，GNSS 或其差分补偿 RTK 是最基本的定位方法。考虑到 GNSS 技术在遮挡场景、隧道以及室内的不稳定性（或不可用），其应用场景受限于室外环境。基于传感器的定位是车辆定位的另一种常见方法，然而高成本和对环境的敏感性也限制了其应用前景。通常，GNSS 或传感器等单一技术难以满足现实复杂环境中车辆高精度定位的要求，无法保证车联网定位的稳定性。因此会通过其他一些辅助方法例如惯性导航、高精度地图等，以满足高精度定位需求。

(1) 基于 RTK 差分系统的 GNSS 定位

全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System , GNSS）是能在地球表面或近地空间的任何地点为用户提供全天候的 3 维坐标和速度以及时间信息的空基无线电导航定位系统，包括美国的 GPS、俄罗斯的格洛纳斯卫星导航系统（GLONASS）、欧洲的伽利略系统（GALILEO）和中国的北斗系统（BDS）。

高精度 GNSS 增强技术通过地面差分基准参考站进行卫星观测，形成差分改正数据，

再通过数据通信链路将差分改正数据播发到流动测量站，进而流动测量站根据收到的改正数进行定位。

(2) 传感器与高精地图匹配定位

视觉定位是通过摄像头或激光雷达等视觉传感器设备获取视觉图像，再提取图像序列中的一致性信息,根据一致性信息在图像序列中的位置变化估计车辆的位置。根据事先定位所采用的策略,视觉定位可分为基于路标库和图像匹配的全局定位、同时定位与地图构建的 SLAM（即时定位与地图构建）、基于局部运动估计的视觉里程计三种方法。

①全局定位：全局定位需要预先采集场景图像，建立全局地图或路边数据库，当车辆需要定位时，将当期位姿图像与路边数据库进行匹配，再估计当期图像与对应路边之间的相对位置，最终得到全局的定位信息。

②V-SLAM：同时定位与地图构建基于采集到的视觉信息，在车辆行驶的过程中对经过的区域进行地图构建和定位。

③视觉里程计：视觉里程计（Visual Odometry, VO）是以增量式地估计移动机器人的运动参数。视觉里程计关注如何计算图像序列中相邻图像间所反映出的机器人位姿变化，并将局部运动估计的结果累积到车辆轨迹中。

5) 车联网安全

智能网联汽车面临诸多的信息安全威胁，包括外部威胁、云端威胁、网络威胁、边缘威胁与终端威胁，覆盖采集、存储、传输、使用、共享、销毁等数据安全全生命周期，从而保障信息的保密性、完整性和隐私性。故需要从网络通信、系统平台、业务应用、车载终端和路侧设备四个方面保障 LTE-V2X 车联网系统安全需求。

云端威胁	数据安全（保密性、隐私性、完整性和可恢复性）	
	访问控制、防攻击	
网络威胁	网络传输安全威胁（认证、传输和协议风险）	
边缘威胁	MEC、RSU、雷达、摄像头、信号灯、各类传感器	
终端威胁	节点层	T-BoX/OBU、IVI、终端升级、车载 OS、接入、传感器、车无线钥匙
	传输层	车内网络传输、CAN 总线
	架构层	车载终端架构安全
外部威胁	移动 App 安全、充电桩信息安全	

为了实现 OBU、RSU 等 V2X 设备间的安全认证和安全通信，LTE-V2X 车联网系统使用基于公钥证书的 PKI 机制确保设备间的安全认证和安全通信,采用数字签名等技术手

段实现 V2V/V2I/V2P 直连通信安全。密码算法应采用国家密码管理局批准的国密算法，数字证书应符合国家标准或者行业标准的技术要求。

为了能够对基于数字证书的应用层安全机制提供有效支撑，LTE-V2X 车联网系统需要建立一套完整的 CA 管理系统，实现证书颁发、证书撤销、终端安全信息收集、数据管理、异常分析等一系列与安全相关的功能，确保 V2X 业务的安全。“四跨”测试验证安全基础 PKI/CA 系统，包括伪造限速预警防御（在路边配置一个攻击 RSU，广播伪造限速信息 20km/h，演示车辆能够过滤不可信的 RSU 消息）、伪造红绿灯信息防御（在非交叉路口配置一个攻击 RSU，持续广播信号灯消息，演示车辆在通过该点位过程中，不触发任何红绿灯相关预警和提示）、伪造紧急车辆防御（在路侧放置一台不可信 OBU，未实现通信安全身份认证机制，持续对外广播伪造的紧急车辆消息，演示车辆路过时，不会触发前向碰撞预警）、伪造前向碰撞预警防御（在路侧放置一台不可信 OBU，未实现通信安全身份认证机制，持续对外广播伪造的前方车辆消息，演示车辆路过时，不会触发前向碰撞预警）。

引入满足 LTE-V2X 场景的消息认证专用安全芯片，存储个人身份证书和签名私钥，提供数字签名、签名验证和数据加解密等密钥服务。智能网联汽车在周边有 200 台其他智能网联汽车的极端情况下，实现 V2V 功能，每秒钟将接收 $200 \times 10 = 2000$ 条消息，安全芯片需要保障性能、算法功能、可靠性、安全性及应用能力。

4.1.3 车联网业务与应用

借助于人、车、路、云平台之间的全方位连接和高效信息交互，V2X 从信息服务类应用向交通安全和效率类应用发展，并将逐步向支持实现自动驾驶的协同服务类应用演进。借助于人、车、路、网、云间全方位连接和高效信息交互，针对不同行业应用，正形成针对性解决方案，如封闭/半封闭园区、城市场景、高速公路等。

1) 典型业务

V2X 应用场景分为基础业务场景和增强业务场景。基础业务场景下，大部分应用的实现都基于车辆、道路设施等参与者之间的实时状态共享。在利用 V2X 信息交互实现状态共享的基础上，再由车辆自主进行决策或辅助。

表 0-3 基础业务场景

序号	类别	通信方式	应用名称
1	安全	V2V	前向碰撞预警
2		V2V/V2I	交叉路口碰撞预警
3		V2V/V2I	左转辅助
4		V2V	盲区预警/变道辅助
5		V2V	逆向超车预警
6		V2V-Event	紧急制动预警
7		V2V-Event	异常车辆提醒
8		V2V-Event	车辆失控预警
9		V2I	道路危险状况提示
10		V2I	限速预警
11		V2I	闯红灯预警
12		V2P/V2I	弱势交通参与者碰撞预警
13	效率	V2I	绿波车速引导
14		V2I	车内标牌
15		V2I	前方拥堵提醒
16		V2V	紧急车辆提醒
17	信息服务	V2I	汽车近场支付

资料来源：IMT-2020(5G)

增强业务场景下，在保证驾驶安全的基础上，对于场景会向精细化方向发展，协同支持多种驾驶辅助功能。

表 0-4 增强业务场景

序号	增强的业务场景	通信模式	场景分类
1	协作式变道	V2V	安全
2	协作式匝道汇入	V2I	安全
3	协作式交叉口通行	V2I	安全
4	感知数据共享/车路协同感知	V2V/V2I	安全
5	道路障碍物提醒	V2I	安全
6	慢行交通轨迹识别及行为分析	V2P	安全
7	车辆编队	V2V	综合
8	特殊车辆信号优先	V2I	效率
9	动态车道管理	V2I	效率
10	车辆路径引导	V2I	效率
11	场站进出服务	V2I	效率/信息服务
12	浮动车数据采集	V2I	信息服务
13	差分数据服务	V2I	信息服务

资料来源：IMT-2020(5G)

2) 效率类业务

交通效率是 C-V2X 的重要应用场景,同时也是智慧交通的重要组成部分。通过 C-V2X 增强交通感知能力,实现交通系统网联化、智能化,构建智慧交通体系,通过动态调配路网资源,实现拥堵提醒、优化路线诱导,为城市大运力公共运输工具及特殊车辆提供优先通行权限,提升城市交通运行效率,进一步提高交通管理效率,特别是区域化协同管控的能力,这对于缓解城市交通拥堵、节能减排具有十分重要的意义。典型的交通效率应用场景包括车速引导、前方拥堵提醒、红绿灯信号播报和特殊车辆路口优先通行等。

3) 安全类业务

交通安全是 C-V2X 最重要的应用场景之一,通过 C-V2X 车载终端设备及智能路侧设备的多源感知融合,对道路环境实时状况进行感知、分析和决策,在可能发生危险或碰撞的情况下,智能网联汽车进行提前告警,为车辆出行提供更可靠、安全、实时的环境信息获取。这对于避免交通事故、降低事故带来的生命财产损失有十分重要的意义。典型的交通安全应用场景包括交叉路口碰撞预警、前方事故预警、盲区监测、道路突发危险情况提醒等。

4) 服务类业务

信息服务是提高车主驾车体验的重要应用场景,是 C-V2X 应用场景的重要组成部分,是全面提升政府监管、企业运营、人民出行水平的手段。C-V2X 信息服务类典型应用包括突发恶劣天气预警、车内电子标牌等、紧急呼叫业务等。

4.1.4 典型应用场景

1) 封闭/半封闭园区应用场景

封闭测试场即包括传统汽车试验场,也包括在各种试验道路基础上增加智能化和网联化功能的智能网联汽车封闭测试场。与传统汽车试验场测试不同,智能网联封闭测试场重点考核车辆对交通环境的感知及应对能力,是面向车-车、车-路、车-人等耦合系统的测试。

智能网联封闭测试场或自动驾驶汽车测试场按不同测试场景,分为 T1 至 T5 五个级别。其中,T1 为最基础的笔直道路,只有红绿灯等简单交通设置;T2 为简单城市场景,可让自动驾驶车辆实现右转;T3 为常见城市场景,有城市平面立交桥;T4 为复杂城市场景,有隧道、林荫道等设置;T5 为特殊城市场景,可实现雨雾、湿滑路面等复杂交通和天气环境

智能网联封闭测试场或自动驾驶汽车测试场按照具备的测试能力,可以分为三个级别:L1 和 L2 级自动驾驶的 ADAS 系统测试;L3 及以上等级自动驾驶的测试;车车通信,

车路协同系统和装备的测试**错误!未找到引用源。**。

2) 城市车联网应用场景

城市智能交通从早期的单一交通信息采集发展起步，逐步开始向全面的交通信息采集及交通指挥演进。通过 LTE-V2X 及 5G-V2X 技术，构建车路协同体系，车车、车路、车人等各类预警通知信息会实时推送到车辆，使得驾驶更安全；结合车载感知和路侧感知，多传感器融合，应对恶劣天气、超视距情况，达到更加安全可靠的目的；通过对接交通指挥中心平台，可以采集更加全面的交通数据，进行实时动态的分析，使得驾驶更加高效。

城市道路交通是由点-线-面构成的，“点”的典型场景包括交叉口、环岛、立交桥、隧道、公交场站等，针对城市道路交通的特点，从单点开始打造车联网智慧路口一体化系统，解决十字交叉路口单个点位车辆协同的问题，实现了城市交叉路口信号灯信息下发、防碰撞预警等应用。“线”对应城市来讲主要是城市主干道，针对城市主干道的交通诱导、绿波控制，修路及封路及限速等特点，实现城市主干道绿波通行、修路封路信息预警等应用。在“面”的层面，打造智慧园区的车路协同方案，通过面向城市交叉路口，城市主干道，城市环岛，桥梁等的不同应用实现城市级车联网业务架构。



图 0-6 城市商用车联网全景图

资料来源：高新兴整理 2021,12

3) 高速车联网应用场景

高速公路车联网典型应用包括面向 C/B 端和面向 G 端的不同类型场景。

其中面向 C/B 端，针对智能网联汽车(前装及后装网联车辆)和普通车辆(手机 App)，可以提供主动安全类、提升效率类场景方案。主动安全类场景具体包括前方隧道提醒、

隧道内情况提醒、车道汇合碰撞预警、道路施工区域提醒、紧急停车带位置提醒、危险品运输车辆提醒、特殊车辆提醒、异常天气提醒、限速提醒、车辆超速提醒、道路危险状况提示、变道预警、前向碰撞预警、拥堵提醒、团雾检测、道路结冰检测与预警、落石/抛洒物检测与预警、行人与动物闯入检测、能见度检测与预警、动态可行驶区域检测、护栏间距提醒、异常故障车辆预警、司机状态评测与预警、超视距视频感知、紧急制动预警、违章车辆预警、可变限速控制、动态诱导及绕行、临时路肩使用等。提升效率类场景具体包括货车编队行驶、施工路段交通组织、匝道智能管控、应急车道临时借用、连续式港湾停车带等。

面向 G 端场景具体包括应急救援、服务区信息服务、区间测速、视频监控、嫌疑车辆追踪、违章车辆上报、交通事件上报等。

此外，通过对众多安全类、效率类、管理类场景组合，可以形成多种应用。如高速公路物流应用、高速公路治堵应用等。

4.1.5 挑战与展望

车联网商用面临机遇的同时，在政策、技术、产业合作、商业模式等方面还存在一系列挑战。在政策层面：车联网安全尚无相关立法，高精度地图部分参数采集政策不明朗，智能网联汽车上路测试政策支持力度不足。在技术层面：5G-V2X 标准尚未成熟；信息安全和用户隐私泄露带来用户的不信任感；高精度地图覆盖范围有限，且无法获取完备的动态信息。在产业合作层面：车联网产业链涉及多个产业和多个部门，管理协调难度大。在商业模式层面：投资规模大，商业模式不明确；车联网直连通信的工作频段有限，不利于多运营商参与；工程建设安装规范尚未建立；道路类型及交通设施的特异性，制约车联网发展进程。

移动互联网技术与大数据技术的迅猛发展，给汽车产业带来了新的发展机遇。车联网发展依托于 LTE-V2X、5G、IoT、AI、边缘计算、云计算、大数据等关键技术的深入研究，融合高精度定位、新型通信、先进传感、安全等多类前沿先进技术，是汽车、通信、信息、交通产业的交汇融合点，是推动汽车产业转型升级和 5G 发展的重要载体，也是汽车产业转型升级的主推力量和 5G 发展的重要领域，是构建完整 5G 基础设施的重要环节。目前车联网产业化进程逐步加快，已形成完整产业链生态，产业链的各环节都在为商用部署做积极准备并取得了长足的进展，相信在良好的通信产业环境下，车联网应用将实现快速普及。

4.2 工业互联网

工业互联网（Industrial Internet）是新一代信息通信技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态，通过对人、机、物、系统等的全面连接，构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了实现途径，是第四次工业革命的重要基石。

工业互联网不是互联网在工业的简单应用，而是具有更为丰富的内涵和外延。它以网络为基础、平台为中枢、数据为要素、安全为保障，既是工业数字化、网络化、智能化转型的基础设施，也是互联网、大数据、人工智能与实体经济深度融合的应用模式，同时也是一种新业态、新产业，将重塑企业形态、供应链和产业链。

4.2.1 发展特点与动态

工业互联网的实现和发展需要企业具备一定工业化的基础，具有生产资料自动化，生产活动信息化，生产通信网络化等前提，工业物联网发展定位为支撑和发展工业互联网的基础使能技术体系，完成工业物联才有可能实现工业互联，工业互联网是通过生产设备网络化、信息数据平台化、生产环境清洁化、生产过程智能化，实现从生产原料配置到生产过程按需执行、生产工业的合理化和生产环境快速匹配，达到高效的利用率，从而重构制造业服务化生产过程，以产品管控和体制为目标，提升生产工艺智能化，以实现过程可管控、工业可优化、产品可管理的数字化、智能化的目标。

1) 政策积极推动，工业互联网连续四年写入《政府工作报告》

从 2018 年“发展工业互联网平台”被首次写入政府工作报告，到 2019 年“打造工业互联网平台，拓展‘智能+’，为制造业转型升级赋能”，2020 年“发展工业互联网，推进智能制造”，2021 年“发展工业互联网，搭建更多共性技术研发平台，提升中小微企业创新能力和专业化水平”，工业互联网已经连续四年被写入了政府工作报告，成为促进新时期发展的重要战略举措。

2021 年 3 月 11 日，十三届全国人大四次会议通过的《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》（以下简称“‘十四五’规划目标纲要”）中三次提及工业互联网，并要求积极稳妥发展工业互联网，推进“工业互联网+智能制造”产业生态建设。

表 1：近年来有关工业互联网政策梳理

时间	政策文件	发布单位	涉及内容
2018年3月	《2018年政府工作报告》	国务院	推进智能制造，发展工业互联网平台，创建“中国制造2025”示范区
2019年3月	《2019年政府工作报告》	国务院	促进先进制造业和现代服务业融合发展，加快建设制造强国。打造工业互联网平台，拓展“智能+”，为制造业转型升级赋能
2020年3月	《关于推动工业互联网加快发展的通知》	工业和信息化部	改造升级工业互联网内外网络；增强完善工业互联网标识体系；提升工业互联网平台核心功能；建设工业互联网大数据中心
2020年5月	《2020年政府工作报告》	国务院	推动制造业升级和新兴产业发展。支持制造业高质量发展。大幅增加制造业中长期贷款。发展工业互联网，推进智能制造，培育新兴产业集群
2021年3月	《2021年政府工作报告》	国务院	发展工业互联网，搭建更多共性技术研发平台，提升中小微企业创新能力和专业化水平。
2021年3月	《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》	国务院	提出积极稳妥发展工业互联网，并将工业互联网作为数字经济重点产业，提出打造自主可控的标识解析体系、标准体系、安全管理体系，加强工业软件研发应用，培育形成具有国际影响力的工业互联网平台，推进“工业互联网+智能制造”产业生态建设。

2) 产业数字化转型加速，“5G+工业互联网”项目全面开花

工业和信息化部新闻发言人罗俊杰于2021年10月19日介绍2021年前三季度工业和信息化发展情况，其中“5G+工业互联网”是重中之重。

截至8月底，制造业数字化水平不断提升，企业数字化研发设计工具普及率、关键工序数控化率分别达74.7%和54.2%，具有一定行业和区域影响力的工业互联网平台超过100家，连接工业设备总数达到7600万台(套)。

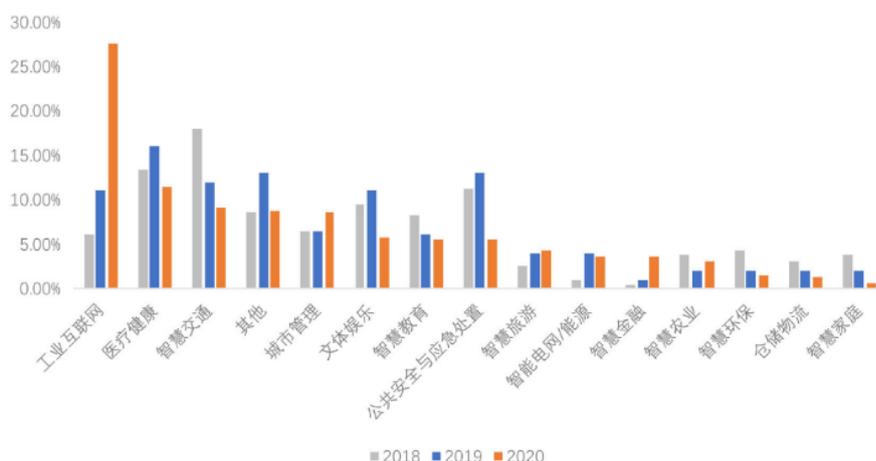
截至9月底，中国5G基站数达115.9万个，5G终端连接数达4.5亿户，三家基础电信企业发展蜂窝物联网终端用户13.64亿户，比上年末净增2.29亿户，其中应用于智能制造的终端用户占比达17.5%。

加快拓展工业互联网和5G在国民经济重点行业的融合创新应用，遴选工业互联网产业示范基地，发布工业互联网与钢铁行业融合应用参考指南，全国在建“5G+工业互联网”项目超过1800个，第四届“绽放杯”大赛应用案例超过1.2万个。

IMT-2020工作组于2020年10月发布的《5G应用创新发展白皮书》中提道：第三届“绽放杯”大赛参赛项目继续围绕产业数字化、智慧化生活、数字化治理三大方向创新发展，三大方向分别占比63%、31%、6%。与2019年相比，产业数字化项目比例获得17%的增长，5G技术加速与垂直行业深度融合。

5G 行业应用方面，工业互联网、医疗健康、智慧交通、其他（政务、园区、商业等）、城市管理 领域的项目数量位居前列，这五个领域项目数量占全部项目数量的 65%。工业互联网项目占比连续三年增长，占据全部项目的 28%，成为最具热度的 5G 融合应用领域。工业互联网领域应用的繁荣主要得益于国家及工信部对工业互联网的高度重视和专项支持，同时能源、农业、教育、金融等行业 5G 创新应用也在蓬勃发展。

2018-2020 “绽放杯” 大赛参赛项目各类行业应用占比



来源：《5G 应用创新发展白皮书》

2021 年 7 月，为加快突破 5G 应用的关键环节，工业和信息化部联合中央网信办等九部门印发了《5G 应用扬帆行动计划 2021-2023》，提出 5G 应用标准体系构建及推广，面向行业需求的 5G 产品攻坚，5G 应用创新生态应用培育示范，5G 应用安全能力锻造等系列工程。总体目标到 2023 年，我国 5G 应用发展水平显著提升，综合实力持续增强，实现重点领域 5G 应用深度和广度双突破，其中大型工业企业的 5G 应用渗透率超过 35%，电力、采矿等领域 5G 应用实现规模化复制推广。

2021 年 11 月 20 日，2021 年中国 5G+工业互联网大会在武汉举行。中共中央政治局委员、国务院副总理刘鹤作书面致辞。刘鹤表示，“5G+工业互联网”是传统产业跨越式发展的历史性机遇。我国 5G 网络布局具有先发优势，产业应用场景十分丰富，要充分用好这些有利条件，补齐工业互联网短板，大胆探索颠覆式技术路径，创造性地解决产业难题。

4.2.2 存在问题

5G+工业互联网目前仍存在“不会用、不敢用、用不起”的问题，中国信息通信研究院副院长王志勤表示，“产业应用有待进一步探索、技术基础有待进一步夯实和发展环境有待进一步完善，特别是初期研发和建设投资巨大、模组等产业支撑能力不足、开放融合生态尚未建立。另外，我国 5G 标准尚未完全冻结、我国工业整体信息化基础也较差，支撑能力相对薄弱，在核心技术掌握程度、关键产品服务性能、解决方案供给、应用深度等方面仍然有较大差距。”

1) 5G 技术尚在迭代，工业企业改造意愿不强

目前工业互联网与 5G 技术绑定很深，绝大多数的工业互联网改造与 5G 直接挂钩。低时延和确定性是实现 5G 在工业领域规模化应用的关键，5G 能不能在工业领域被真正接纳成为一个赋能于各个环节的变革性技术，取决于它能否真正解决好低时延和确定性

问题。当前，5G 仍然处于标准迭代和技术演进的快速发展阶段，5G R16 的标准在 2020 年 7 月冻结，R16 中定义了对工业互联网改造较为重要的 uRLLC，相较于标准冻结，产业应用还需要时日跟上标准的定义。中国信息通信研究院院长余晓晖在 2021 年中国 5G+工业互联网大会上说，下一步 5G URLLC 将分阶段匹配工业控制应用需求，激活更深层面的变革创新。一是推动 5G uRLLC 标准逐步落地应用，推动 5G 技术深度融入工业应用场景，真正匹配工业控制需求。二是推动 5G+TSN 与 uRLLC 技术能力的融合，通过 TSN over 5G、5G over TSN，以及端到端 TSN 化 5G 等三个阶段有序推动 5G 与 TSN 的融合部署应用。三是推进 5G URLLC+工业控制应用落地试验，依托工业互联网产业联盟开展“5G URLLC”先锋营，加速产业生态圈培育。

尽管工业互联网在全国已经在不断地进行试点应用，打造了一批头部示范项目，但是绝大多数的普通工业企业仍然处于观望状态，一方面是改造所需投入的时间财力直接影响厂能效益，另一方面技术尚在更迭中，改造的最佳时机尚未到来。

2) 5G 终端匮乏，产业链仍需磨合

在 5G 通用终端方面，要加强三类终端研发：分别是工业 5G 网关、5G CPE、5G DTU、5G TSN 交换机等基础连接类终端，车载终端、巡检机器人等运动控制类终端，以及 5G 摄像头、工业 5G 相机、5G AR/VR 终端等视频类终端。在 5G 行业终端方面，要加强电力授时 CPE、5G 医疗手术机器人、5G 煤矿防爆摄像头、5G PLC、5G AGV、5G 掘进机等行业特色终端的研发与产业化。

5G 终端模组的行业化改造适配存在磨合问题，例如在某装备制造企业的 AGV 5G 改造项目中，需要将模组的通信控制单元放置在 AGV 的主体内，由于主体为金属打造，具有非常强的电磁屏蔽效果，需要将 5G 天线外置、可调，且移动过程中状态不会碰撞变形；传统的工业路由使用的棒状天线不能满足需求，而目前市场上，能用的终端天线设备屈指可数。5G 工业终端和需求的适配是一个漫长而艰难的过程。

3) 5G 工业芯片模组价格高

现在 5G 模组价格是 4G 模组价格的 10 倍以上。为此，一方面要进行模组精简化，现阶段 5G 通用模组存在大量的功能冗余，精简化模组是短期内降本的重要途径。另一方面，要推动模组定制化，根据行业需求，增强或削弱部分基本功能，与行业业务特性相结合。

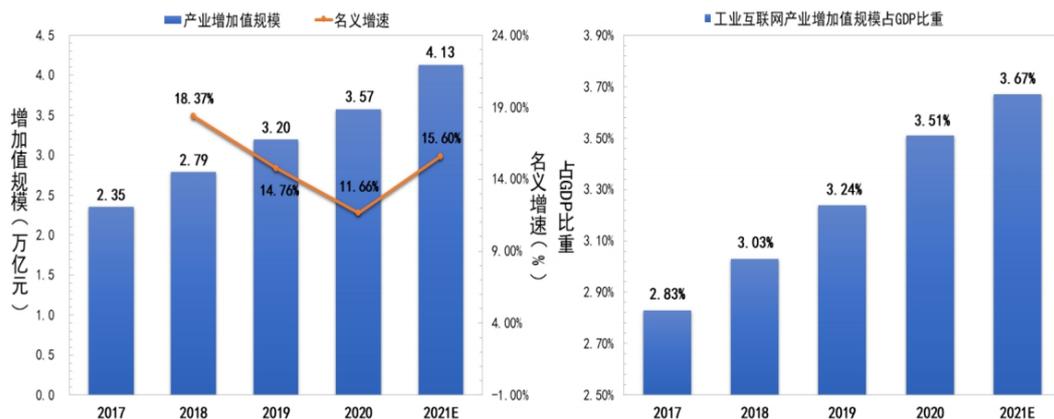
4) 5G2B 可见规模应用仍不够丰富

对于 5G 应用的落地发展，业界存有一种观点，电力、钢铁、煤矿才是 5G “To B” 的刚需，其他不具备可复制条件。运营商、设备商对 5G 行业运营的场景做了一些缩减，主要还是想缩减到一些能够规模化应用的方向，似乎也在印证这一点。

4.2.3 发展趋势

1) 工业互联网产业增加值规模再创新高，给各行业发展注入强劲动力

根据中国工业互联网研究院发布的《工业互联网产业经济发展白皮书 2021》中的测算数据，2020 年我国工业互联网产业增加值规模达到 3.57 万亿元，名义增速达到 11.66%，占 GDP 的比重为 3.51%。在经历新的新冠疫情的冲击后，以工业互联网为载体的新型工业和经济模式成为我国生产和经济复苏的发力点。预计 2021 年，工业互联网产业增加值规模将突破 4 万亿元，达到 4.13 万亿元，占 GDP 的比重为 3.67%，成为促进我国经济高质量发展的重要力量。



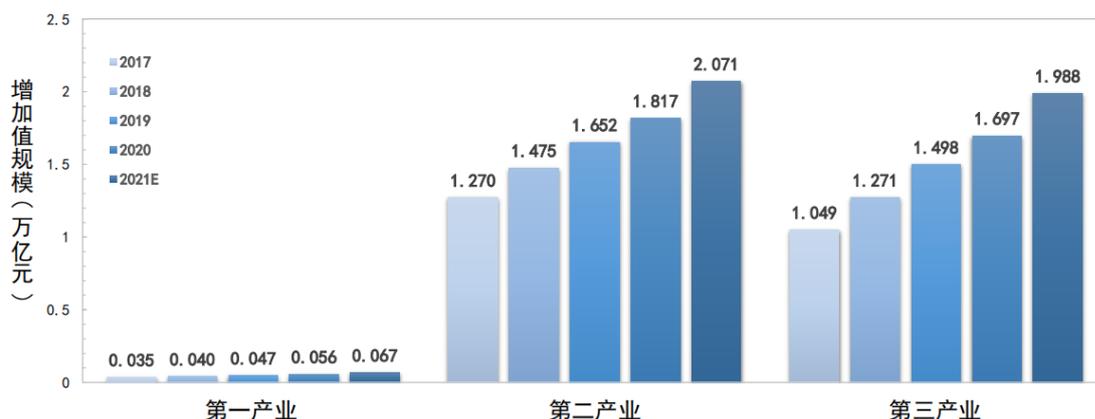
(a) 我国工业互联网增加值规模及增速

(b) 占 GDP 比重

数据来源: 中国工业互联网研究院

我国工业互联网的发展情况

另外, 据测算, 2020 年工业互联网带动第一产业、第二产业、第三产业的增加值规模分别为 0.056 万亿元、1.817 万亿元、1.697 万亿元, 名义增速为 19.48%、9.97%、13.28%, 工业互联网带动各行业的增加值规模持续提升。



第一产业

第二产业

第三产业

数据来源: 中国工业互联网研究院

工业互联网带动三大产业情况

中国工业互联网研究院在发展白皮书中还提道: 工业互联网作为实现工业经济全要素、全价值链、全产业链全面连接的新型基础设施, 其在万物互联、信息汇聚、优化调度、异地协同、远程服务等方面的优势得到了充分凸显。

工业互联网作为中国制造业数字化转型的必由之路, 将加速“中国制造”向“中国智造”转变, 推动实体经济高质量发展。

2) 工业互联网参与者由制造业企业发展为各类企业

近年来我国的工业互联网平台迅速发展，工业互联网实现了互联互通，实现了数据的无缝集成；平台是核心，工业全系统数据能够无缝采集与分析，为智能决策、弹性控制、运营优化、生产协同与商业创新提供了支撑；安全是保障，我国已建立了全涵盖的安全防护体系，能够有效地防范网络攻击和数据泄露。我国的工业互联网参与者已经从前的制造业企业发展为各类企业，制造业成为重要且关键的参与者。

工业互联网平台企业大多是依赖自有的云平台来进行方案的整合，例如浪潮云洲，用友精智；也有做生态的工业互联网平台商，例如海尔卡奥斯；更为重要的是依赖自有工业，集成云端能力做方案等一系列服务的制造企业，例如富士康的工业富联。

3) 产业链加强合作，行业细分化趋势将为工业互联网带来更多发展机遇

亿欧智库 2020 年发布的《工业互联网产业研究报告》中对工业互联网产业的发展趋势有以下分析：当前，新一轮科技变革和产业变革给中国制造业带来了巨大的发展机遇，随着政府持续的政策推动，信息化、智能化的工业发展趋势将会引导中国从制造大国向制造强国转变。在这个过程当中，工业互联网等基础设施将提供重要支撑作用，将大大促进中国制造业的整体生产效率，促进产业链融合加速发展。而工业互联网平台在发展过程中将会针对行业进行细分，一方面利于沉淀工业专有技术，另一方面便于加强产业链合作。

A. 产业融合加速

工业互联网在各个行业的发展基本遵循了从单个企业变革逐渐走向产业融合发展的过程。从服务商产业链视角来看，过往已经有案例证明发展工业互联网靠一家企业是没有办法成功的，未来加强产业链的合作，共同打造良性循环发展的工业互联网生态，将成为主要发展趋势。从产业自身视角来看，工业互联网又是产业融合发展并产生变革的关键抓手，因此工业互联网的发展必将促使产业融合的速度加快。

B. 工业互联网平台细分化

作为工业互联网产业的核心，最早一批工业互联网平台企业目标是打造一个大而全的通用型行业平台，由于行业间工业专有技术及产业链生态的差异性，导致并没有许多企业为通用型平台的产品及服务买单。随着工业互联网产业生态的进一步完整，以及行业需求的进一步提升，未来工业互联网平台将进一步细分化，使用不同行业甚至不同体量的工业制造业企业，以满足行业间的差异化需求。

4.2.4 模组赋能工业互联网改造

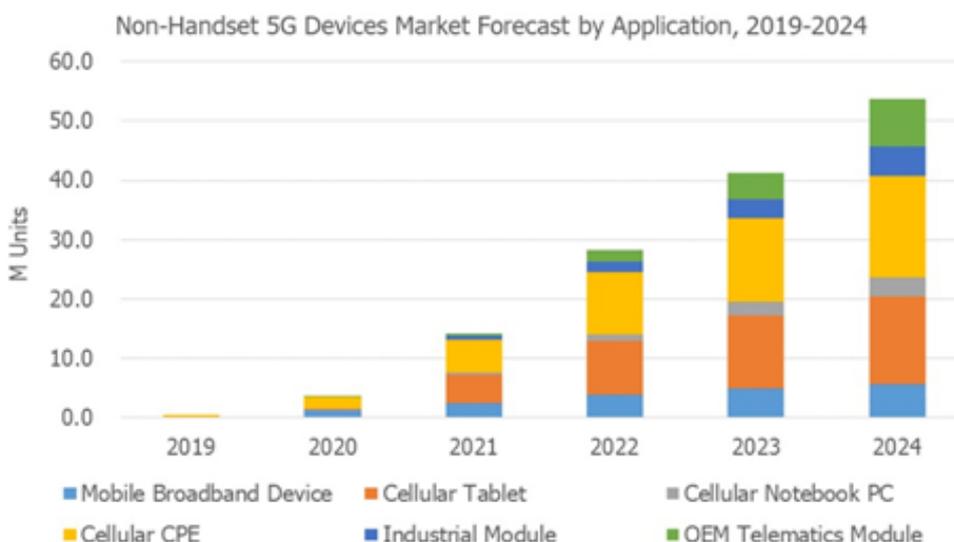
1) 工业互联网网络侧的产业技术重点在模组行业

海量传感控制单元将直接推动模组出货量爆发。无线模组是设备接入网络和定位的关键部分，属于工业互联网中网络层的硬件载体。通常情况下，每增加一个工业互联网连接数，就需要增加 1-2 个无线模组，行业垂直应用的快速发展推动无线模组出货量大幅增加。

东方财富证券研究所的报告显示，通信模组是工业互联网最边缘的核心网元，无线模组可分为通信模组和定位模组，分别满足网络通信和定位功能。根据制式划分，又可以分为蜂窝类模组和非蜂窝类模组，同样地，蜂窝模组特指 2G-5G 蜂窝类模组，而非蜂窝类模组分为局域网模组（WiFi4/5/6、蓝牙、Zigbee）和 LPWAN 模组（NB-IoT、eMTC、Lora、Sigfox）。目前，无线模组出货量最大的是非蜂窝模组，但其可靠性、时延和容量等性能指标均无法满足未来工业互联网的需求。未来，随着 5G mMTC 标准逐步冻结和演化，5G 模组将会接棒，满足工业互联网演进需求。

垂直应用场景定制化程度高，中游模组公司地位不可撼动。工业化的无线模组兼具标准化和场景定制化特点，这就决定了上游芯片厂商涉足模组并不经济，同时下游客户自行研发有难度。

2019-2024 5G 非手持终端连接数市场预测



来源：诺基亚，东方财富证券研究所

根据诺基亚与东方财富证券研究所的预测，2019 年-2024 年的 5G 非手持终端的市场增长快速，在工业模组的部分将在未来五年内实现倍数增长。无线模组按照通信方式

的不同可以分为两类，一类是短距离通信，依靠蓝牙、WIFI、Zigbee 等技术实现，优点是成本低，功耗低，易部署，但是传输距离受限，穿透性弱。另一类是长距离通信，依靠运营商蜂窝物联网实现，现在主要用的是 2G/3G/4G 和 NB-IoT，2019 年逐渐有模块厂商推出 5G 模组，2020 年各类模组厂家宣布 5G 模组实现规模化出货，但由于成本，网络覆盖等各方面原因较少实现商业化落地使用。

根据爱立信的预测，从 2016 年-2022 年，短距离合长距离通信的物联网连接数复合增长率分别为 20%和 30%，连接数 2020 年将超过 180 亿，市场前景广阔。

2) 5G 工业模组应对工业全连接

2019 年国内外模组厂商先后推出 5G 模组，2020 年各类模组厂家宣布其 5G 模组商用，广和通作为全球领先的模组厂率先对工业互联网做出了自己的思考，推出的 5G 工业模组系列赋能工业互联网改造。

广和通现有的 5G 模组 Fx150，Fx650 系列支持亚洲/欧洲/澳大利亚/北美地区的 5G NR Sub6 频段，同时兼容 LTE 和 WCDMA 制式，在设计研发之初，从客户角度出发，在模组射频、基带、天线接口设计、软件特性上充分考虑行业客户在切换新旧产品线时的需求，支撑行业客户 5G 产品快速落地。打消客户在 5G 建设初期的投入顾虑，响应快速落地的商业需求。

广和通 5G 模组



来源：广和通公众号

5G 工业模组通过嵌入智能工业网关、CPE、超高清视频通信设备等，赋能无人 AGV/IGV 小车，超高清视频监控超高清质量检测，工业表计数据采集等智能制造应用。在工业互联网改造方面，有以下优点：

连续移动性：5G 嵌入式解决方案替代有线，解决固网布线难、改造维护成本高等问

题。为工业园区提供无处不在的无线覆盖，以满足移动连续性需求。

上行大带宽：AGV 集成多台高清摄像头，要求上行达 20-50Mbps。5G 提供超高可靠通信和超级上行带宽。

低时延：5G 通信模组通过 MEC 平台实现低时延的端到端通讯保障。足以满足 AGV 的实时图像处理要求的 60ms 时延。

数据安全：5G 模组通过与 SD-WAN 终端，建立虚拟专网，让企业数据不出园区。

物料溯源：5G 模组可集成区块链功能，实现对物料的追踪和溯源，保障品质管控。

降本增效：5G 模组赋能无人作业，有效解决因高危作业环境、人工三班倒以及在噪音、粉尘、高温的作业环境造成的人工作业低效能。

国内的其他模组厂商，如移远，鼎桥，芯讯通等也拥有各种类的蜂窝通信模组，促进工业互联网的改造升级。

4.2.5 经典案例

1) 中兴南京滨江工厂

中兴与中国电信合作，在江苏省利用 5G 技术实现了厂区智能物流场景的应用。中兴在南京滨江 5G 智能制造基地，建设 5G 网络，自研集成 5G 模组的 AGV 载重平台，在下沉至园区的 MEC 端部署 AGV 调度管理系统，与企业既有的数字化生产和物流管理系统业务融合，实现近 40 台 AGV 的自动化调度，以及多车联动、调度指令、实时位置、任务完成等信息的稳定可靠下达。

同时，利用 5G 网络的大上行改造，在部分 AGV 上使用了基于 MEC 视频云化的 AI 障碍物分析技术，实现智慧避障，在控制 AGV 硬件成本的前提下弹性扩展了 AGV 的功能。通过 5G 厂区智能物流应用，中兴南京滨江工厂一方面解决了既有 Wi-Fi 连接信号不稳定问题，使得热点切换区域掉线率降低 80%以上，另一方面实现了制造基地物料周转的完全无人化，厂区内货物周转效率提升 15%。

厂区智能物流



典型应用场景：厂区智能物流

江苏

- 基于5G+MEC视频云化的AI分析技术，实现AGV智慧避障和调度，改善既有Wi-Fi信号不稳定问题，AGV热点切换区域掉线率降低80%以上；
- 制造基地物料周转无人化，厂区内货物周转效率提升15%。

来源：工信部网站

2) 格力电器的总装车间

中兴格力与中国联通合作，在广东省利用 5G 技术部署了机器视觉质检场景的应用。在格力电器的总装车间，联通以一套独立 MEC 为格力打造了工业虚拟专网，实现生产控制网与生产管理网融合，在模拟场景中基于样本训练建立数据模型，在需要自动检测的工位上安装 5G 高清摄像头，与自动化生产线同频联调，在实际生产中利用 5G 网络将待检内容自动拍照，照片视频流上传至部署在 MEC 平台的机器视觉质检应用，运用图形处理单元（GPU）大算力资源与数据模型做实时比对分析检查，实现设备自动识别，检测结果以毫秒级时延返回现场端，自动化生产线与质检系统关联做出不良品分离操作。5G 虚拟专网、MEC 平台与检测系统深度融合，为机器视觉质检应用的数据传输和信息处理提供了强大保障。目前格力已在其总部总装生产线的空调外观包装、压缩机线序、空调自动电气安全测试等环节中部署了 5G 机器视觉质检应用，单车间机器视觉每年可为企业节约人工成本 160 万元。

机器视觉质检



典型应用场景：机器视觉质检



- 总装车间5G虚拟专网、MEC与检测系统深度融合，将空调外观包装等环节的自动化生产线与质检系统相关联，实现自动识别检测与不良品分离；
- 单车间机器视觉每年可为企业节约人工成本160万元。

来源：工信部网站

3) 青岛海尔家电工厂

中兴海尔与中国移动合作，在山东省青岛市利用 5G 技术实现了精密工业装备的现场辅助装配场景的应用。青岛海尔家电工厂结合海尔卡奥斯工业互联网平台，打造基于 5G+MEC 的互联工厂，开展了基于 AR 眼镜的 5G 远程辅助装配，工人通过佩戴 AR 眼镜采集关键工业装备的现场视频，同时从后台系统调取产品安装指导推送到 AR 眼镜上，实现了一边查阅操作指导一边装配的目的。

当工人发现无法自行解决问题时，还可以通过 5G 网络联系远程专家，实现实时远程指导。另外，通过将算力部署在 MEC 侧，降低了 AR 眼镜算力要求与眼镜重量，实现数据的本地计算，保障视频数据不出园区，一方面解决了以往 Wi-Fi 连接产生的信号不稳定、晕眩感和 AR 眼镜偏重的困扰，另一方面也节省了维修时间和成本。

现场辅助装配

**典型应用场景：现场辅助装配**

山东

- 工人通过佩戴5G+AR眼镜可实现一边查阅操作指导一边精密装配；
- 当工人发现无法自行解决问题时，还可通过5G网络联系远程专家，实现实时远程指导。

来源：工信部网站

4) 招商港口 5G 智慧港口项目

目前自动化码头采用有线光纤回传或者无线 LTE 网络回传实现远程自动化，由于光缆的成本很高，高频率的磨损和移动让光缆的寿命大大缩短，运维难度大、成本高昂。而 LTE 网络受自身限制，在带宽、可靠性无法满足自动化码头对自动化、智慧化的创新升级需求。

通过在智慧港口覆盖 5G 网络，利用 5G 技术 1 Gbit/s 以上的大带宽高速率、端到端毫秒级时延、99.999%的网络可靠性、超高密度连接等特点，提升港口自动化效率，节省人力成本，改善工作环境。

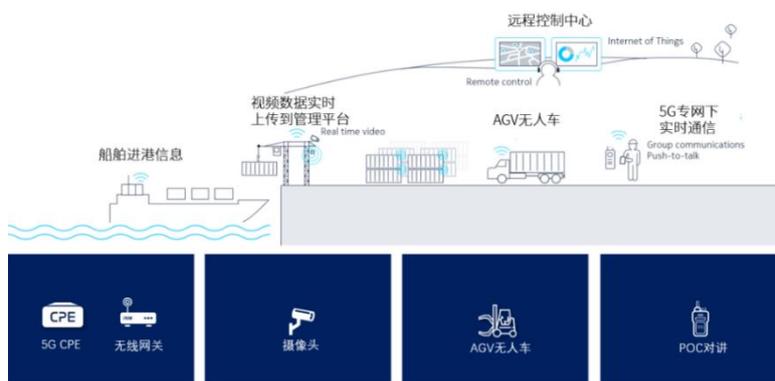
自动化港口生产运输涉及环节多且终端形态复杂，如：摄像头、AGV 无人车、桥吊、轨道吊、无人集卡等，可利用无线通信模组+无线网关等方式与传统行业设备结合，充分利用 5G 专网的优势，聚焦产业链，降低行业终端成本。

船舶通信系统：船舶利用 5G CPE 接收、传输入港/出港信息，远程管理中心实时调度，提升港口运转效率。5G 系列模组内嵌于 5G CPE，为船舶实时信息传输提供稳定的联网服务。

智能岸桥：龙门吊上安装 10~15 路摄像头和 PLC，将高清视频回传到控制中心，司机可在中控室观看多路实时视频进行操作，下发装卸等实时控制信号，完成龙门吊所有动作如吊车吊具精准移动、抓举集装箱等。搭载 5G 模组的摄像头，能够将采集的 4K/8K 高清视频通过 5G 网络上传至管理平台，为司机的精准操控提供高质量的视讯画面。

无人集卡和 AGV 远程调度：高精度定位 AGV，利用 5G 低时延高可靠的无线网络实现运输无人化。通过内置 5G 模组，AGV 无人车的实时动态将“有迹可循”，广和通 5G 模组具备 5G 网络下的数据传输功能和 GNSS 定位功能，为 AGV 无人机与集装箱的精准对接提供稳定的通信保障。

智慧港口



来源：广和通公众号

通过在智慧港口各形态终端设备，如：摄像头、AGV 无人车、5G CPE、5G 无线网关内置广和通 5G 模组，可实现 5G 网络下端到端的实时数据传输，充分发挥 5G 网络高可靠、低时延的特性。5G 系列模组支持 5G 独立组网（SA）和非独立组网（NSA）两种网络架构，目前已正式调通国内四大运营商 5G SA 组网实网，实现全网通。广和通 5G 系列模组为智慧港口丰富多样的应用场景提供稳定、可靠、安全的无线连接，助力自动化升级改造，成就更智慧的港口。

招商港口“5G 智慧港口”项目是招商港口联合中国移动、华为等十家行业领先合作伙伴，基于 5G 智慧港口创新实验室共同建设的 5G 智慧港口标杆项目。项目荣获第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛总决赛一等奖。

妈湾港，5G 无人驾驶



来源：5G 产业应用方阵

项目方案采用 5G SA 网络架构，采用切片网络技术构建港口 5G 专网，无线侧采用 2.6GHz+4.9GHz 公专结合组网方式，承载网使用 FlexE 硬通道，核心网采用 UPF 下沉方

式给港口提供专属 UPF，实现数据不出网要求。在优质网络环境下，利用 5G+岸桥/场桥自动控制和“招商芯”CTOS 系统，实现岸桥/场桥设备远控操作；使用 L4 级别单车智能，实现限定场地智慧港口自动化无人驾驶拖车，并通过 5G 实现拖车异常实时监控；实现 5G 网联无人机巡检；利用 5G 技术有效解决传统智能理货无线数据传输瓶颈；并将港口各视频监控端通过 5G 网络接入智慧港口监控指挥中心运营系统综合管控。

妈湾港，5G 远程控制



来源：5G 产业应用方阵

5G 智慧港口项目的应用，将推动 5G 相关产业，包括 5G CPE，5G AR, 5G 无人机，5G 巡检机器人，5G 远程控制的成熟。对于港口行业，5G 专网的应用极大地提升了智慧港口的自动化和智能化水平。配载效率由原来的 2 小时缩短至 6 分钟，港口综合作业效率提升 30%，现场作业人员减少 80%，安全隐患减少 60%。

智慧港口是 5G+垂直行业的重要场景之一，据悉，国内已有宁波舟山港、深圳西部港区招商港口、青岛港、上海洋山四期码头等初步完成 5G 智慧港口的规模部署。希望未来有更多港口复制他们的成功经验，甚至辐射到全球，成为中国的又一张工业名片。

1) 云南神火铝业 5G 边缘云有色金属智慧工厂应用

云南神火铝业是河南神火集团去年在云南新建的工厂，与中国移动及合作伙伴合作建设基于 5G 的一流水电铝智慧化工厂，项目获得第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛总决赛一等奖。按照总体规划分步实施的原则建设，一期包括 5G 网络覆盖、园区 MEC 以及综合布线等超过两千万的标段已由中国移动独家中标并交付，二期包括工业互联网平台、数字孪生中台、5G 创新应用正在建设中，当前已实现：传送带裂纹监测、视觉自动抄表、中频炉高温检测、光纤应变漏液监测、天车远程操控、环境监测等场景落地。三期包括 MES、WMS、AI 工艺优化等深度智能阶段正在规划中。

传输带裂纹监测



来源：5G 产业应用方阵

云南神火智慧工厂项目总体框架以 5G 企业专网为依托，借助 MEC 技术实现园区数据资产私有化及创新环境搭建，同时以工业互联网平台、工业视觉分析平台、数字孪生车间多维管理、工控数据智能分析为依托向上支撑各种创新应用孵化和实现。达到云南神火铝业由物理世界到数字世界、传统工厂到智能化工厂的变革和转型。

智慧工厂市场广阔，预计 2022 年我国市场容量将突破万亿水平。商业模式主推以 5G 建网为切入口，为工业企业客户提供拎包入住的一站式解决方案。目前我国西部智能制造产业落后，云南以前是通过廉价的水、电、金属矿产资源吸引产业的迁入，通过智慧工厂的落地和推广可实现智能制造及科技产业链的吸引聚合以及人才的培养，拉动西部开发与科技创新。同时云南省亦是我国有色金属王国，有色金属冶炼企业众多，通过本方案的落地和推广，有助于有色金属产业链的上下游协同与合作发展。

我国有色金属冶炼、化工、钢材企业转型发展在即，通过本方案的实践，以点带面可将模式与方案推广，以 5G 为融合剂优化产能、智能转型。

5G+视觉抄表



来源：5G 产业应用方阵

5G 2.6GHz 公网专用模式，MEC 边缘下沉为神火智能工厂提供专享网络。5G 切片为云南神火包括控制（URLLC）、管理（eMBB）、办公（mMTC）等场景提供精准网络。以工业互联网平台为核心，数字孪生、视觉分析、AI、远程控制、大规模数据采集为辅助孵化创新应用。

5G+MEC 架构实现云南神火由混合云到边缘精准云网演进，减少后续运维及业务扩展难度；5G 有色金属冶炼能耗管理降低直流电耗 100Kwh/t，90 万吨电解满产后减少电耗约 9 千万度；5G 天车远程操控节约 25 人力；5G 传送带裂纹监测减少空转监测次数，安全生产；5G 仪器自动抄表营造舒适工作环境，减少 2 人力，5G 中频炉 1400 度测温提高生产工艺 15%。

2) 5G+AGV 赋能智能制造

AGV 是不断移动的，因此必须要有稳定的无线通信网络覆盖，以及快速的 AP 间漫游切换，保证各工业场景中 AGV 的高效稳定工作。目前大多数场景主要采用 Wi-Fi 技术或无线专网技术，但很明显的局限是 Wi-Fi 的承载业务能力不足，抗干扰能力普遍较差，特别是某些需要传输高清视频信息的场景，Wi-Fi 完全无法保证系统的稳定可靠。5G 网络强大的移动性管理、无缝覆盖和服务质量保证是 AGV 应用所需的可靠通信保障。

【解决方案涉及技术】

网络切片：基于 5G 网络切片的专用工业网络，根据工业场景的需求创建专用的工业网络，并利用网络切片来确保生产数据的安全性和可靠性。大大地增强了 5G 网络在

垂直行业的应用。

边缘计算：在边缘云上部署 AGV 应用系统以转移本地流量，满足低时延的要求，并确保工厂对工业应用进行有效管理。这也有助于降低 AGV 设备的复杂性并提高整个系统的运行稳定性。

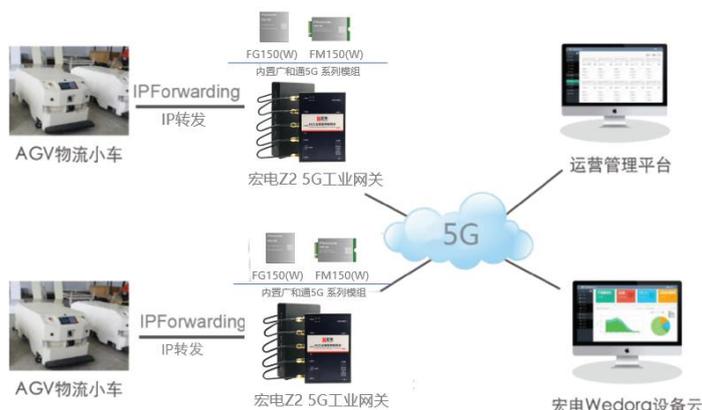
大数据分析：AGV 应用程序可以利用边缘云的强大计算功能来对测试数据进行深入分析，以提高效率并集成来自其他制造系统的数据。这实现了从产品制造到测试的闭环管理，并改善了工厂智能制造的效率。

AGV 示意图



宏电 Z2 5G 工业物联网网关支持 IP Forwarding (IP 转发) 功能，可以将网关 Modem IP 映射至 AGV 小车，远端服务平台可以通过访问网关的 IP 地址来读取 AGV 小车的相关信息。同时 IP Forwarding 功能在各行业广泛使用，网络结构简单，网关将上下行数据完全透传传输，减少 AGV 与服务器之间不必要的链路消耗。

工业物联网关赋能 AGV 物流小车

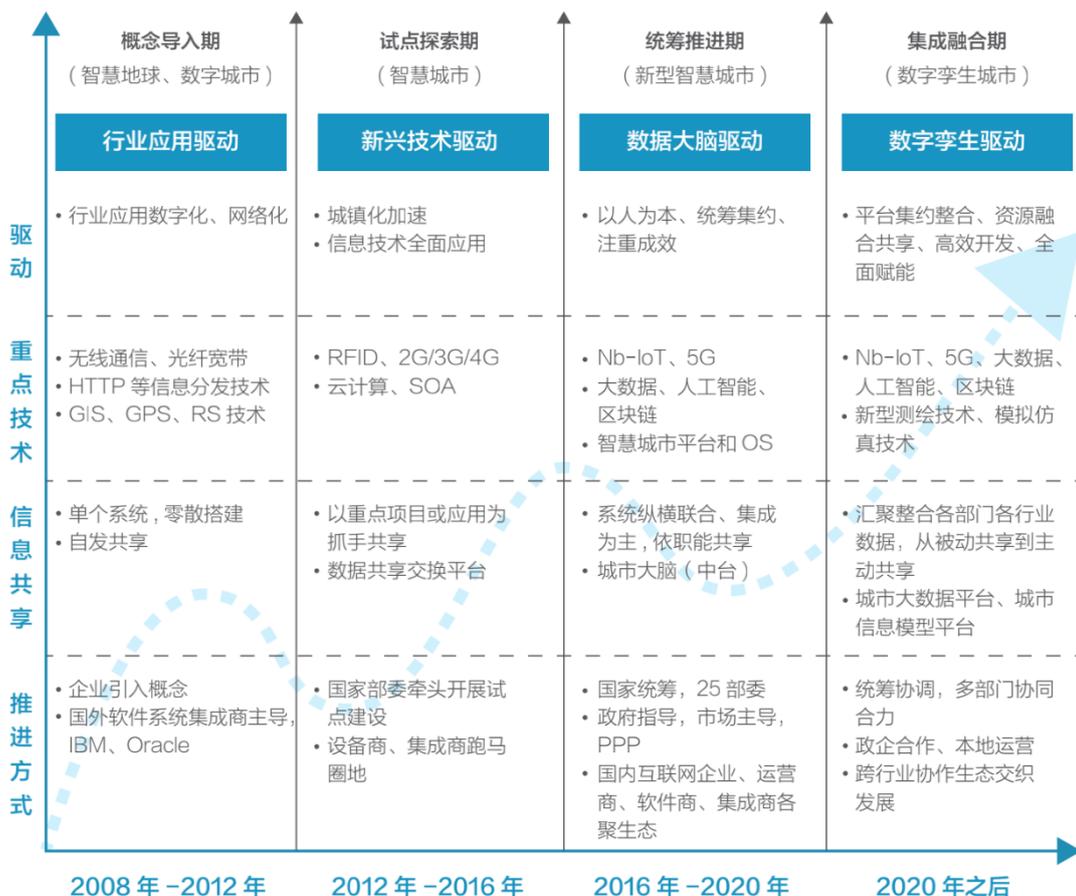


搭载了广和通 FM150 5G 无线通信模组的宏电 Z2 5G 工业网关为 AGV 提供低时延无线网络连接服务，提升现场网络的实时性，充分发挥 AGV 小车的灵活性，先进性导引能力，定位精度频率高、准确，自动驾驶作业性能好、任务分配及时数据信息准确等特点。宏电 Z2 5G 工业网关在基站有效覆盖范围内可以实现不间断切换，保证网络的稳定性，可靠性。

4.4 智慧城市

4.4.1 概述

我国智慧城市发展至今，经历了概念导入期、试点探索期、统筹推进期等三个阶段，并朝着第四个阶段：集成融合期迈进。通过持续推进城市数字化、网络化、智能化发展，智慧城市实现了发展理念、建设思路、实施路径、运行模式、技术手段的全方位迭代升级，进入以人为本、成效导向、统筹集约、协同创新的新型智慧城市发展阶段。



来源：中国信息通信研究院

“十四五”时期伊始国家各级部门密集出台一系列政策文件，指出要“加强数字政府、数字社会建设，提升公共服务、社会治理等数字化智能化水平”、“推进以人为核心的新型城镇化”。各地政府结合本地情况出台了智慧城市发展路线图、建设内容、建设规范等可。新型智慧城市是以创新引领城市发展转型、全面推进新一代信息通信技术与新型城镇化发展战略深度融合城市服务向个性化、便捷化方向发展；新型智慧城市建设已进入大数据驱动、智能技术深入应用的新阶段。

4.4.2 智慧城市的发展趋势

国内 2021 年各地疫情防控过程中可以看出，防疫防控过程成为智慧城市的一把试金石。政府治理能力与疫情防控效果、管控区域面积和清零时间关联性很强，在防疫防控执行过程中管控区域、流调效率及总体防控效果跟政府的信息化系统建设水平跟使用效率有很大关系，在这个过程中各地出现的健康码、场所码、新冠疫苗注射评估、数字防疫、健康码智慧终端等一些有针对性的场景创新应用。

我们认为 2021 年以来智慧城市发展的有如下 3 个趋势：

1) 智慧化，大数据、Ai 的应用成为核心应用

大数据、AI 应用在城市治理中的作用和效果越来越好，主要表现在治理过程效率提升、解决问题准确率提高、可快速建立可执行的系统。各地在建立智慧城市系统之前，大多都拥有了各部门、各条线业务的专业系统，积累了城市运行的庞大基础数据，根据现实场景需要快速利用这些数据和已有信息化能力形成解决问题的新系统或工具，成为城市治理和服务的新能力。健康码、城市码、数字防疫都是利用了原有的通信大数据、定位能力、城市交通运输系统、移动支付、医疗等系统和数据，进行数据和业务的融合，形成了精准、高效的防疫防控能力。而随着语音 AI、视觉 AI 等 AI 技术的不断发展与应用，AI 应用也成为了城市治理中重要组成部分。通过视觉 AI 中的口罩 AI 识别和人脸识别技术以及与公安、防疫大数据中的人脸数据比对实现疫情防控。通过 AI 客流统计技术，实现城市景区、商场等公共区域人员流动掌握，既提高区域管理人员管理的效率，也避免了人员过多造成的相关危险。城市治理和服务的其他场景不断涌现类似的情况，比如浙江省数字化改革的外卖在线，充分整合了市场监管、外卖平台、餐饮店、交通系统、骑手等多方系统和大数据，利用 AI 巡查，形成对外卖市场的智慧、高效的全面治理，涵盖外卖平台合规运营、餐饮店卫生监管、骑手交通违规巡查、服务评价等外卖业务全链条业务。充分利用已有资源建立新的城市运营监管和服务能力，在成本和落地实现效率上都有先天优势，在新型智慧城市建设中占有比重也会越来越重，经典应用也会不断涌现。

2) 场景化，由单一业务系统向场景化转变

场景化治理能力是对原有专业条线治理内容的丰富，能力的提升。原来智慧城市的建设更多是某个部门条线内部进行的，各级政府按照专业进行城市运行治理和服务，比如水域治理是水利部门的权利，而排污监管是环保部门的职责，开发区（园区）建设又是经信部门的职责。但是，随着改革的深入，遇到的往往是多部门协作的事情。比如，一个水域的水质可能跟上游来水、居民排水、工厂排污、自然降水、城市建设都有关系，因此水域治理这个场景需要跨部门、跨业务，“五水共治”就成为水域治理的必然选择和唯一途径。通过“五水共治”实现业务协同、数据协同、组织协同这种跨部门、跨业务的场景统一治理、服务能力。

上海市的“一网通办”也是一种典型场景解决方案，每个政务部门都有自己的信息系统，如果不打通，就使得企业向 A 部门提交的材料，到 B 部门要再提交一次，因此通过“数据多跑路、人员少跑腿”的场景化解决思路，通过打破部门“数据孤岛”，跨业务

流程打通、跨部门组织协同，推动政务服务从“群众跑腿”向“数据跑路”“政府跨组织协同”转变。随着这种场景化对政务内部治理效率提升，群众服务满意度提高，这种场景化的城市治理解决方案会越来越多地被接受和使用。

2021年浙江省政府《浙江省数字化改革总体方案》站在全面改革的高度，提出了从小切口解决大问题，立足“场景化”“一件事”协同需求建设数字信息系统，从全省的角度出发建立“场景化”的解决方案，提出了未来社区、数字乡村、产业大脑、未来工厂等场景化的解决方案和建设要求。《浙江省数字化改革总体方案》是站在全省更广泛的区域解决场景问题，提升场景服务能力，比新型智慧城市的范围更广，要求更高。未来社区站在全面满足社区居民数字社会美好生活需求，提升未来社区智慧服务应用，集成社会事业12个领域公共服务，率先提供数字生活、数字教育、数字交通、数字旅游、数字养老、数字健康等新服务跨部门协同应用，落地“未来邻里、教育、健康、创业、建筑、交通、低碳、服务、治理”九大场景，创新有机统一的新人居空间，形成数字社会城市基本功能单元。可以看出未来社区是站在社区居民、社区管理、社区服务各方需求的角度提出的“一篮子”场景化解决方案，是新型智慧城市最基础的构成单元。产业大脑是将资源要素数据、产业链数据、创新链数据、供应链数据、贸易流通数据等汇聚起来，运用大数据、人工智能等新一代信息技术，对数字产业发展和产业数字化转型进行即时分析、引导、调度、管理，实现产业链和创新链双向融合；推动政府各部门有关数字经济运行的公共资源数据的共享应用；推动生产方式、产业链组织、商业模式、企业形态重构，提高经济社会的运行效率和资源要素的配置效率。随着数字化改革的深入和信息技术的发展，会有更多场景化的应用和服务推出，也会在更广范围得以应用。

3) 实用化，从民生问题出发，让老百姓有获得感

最近两年新型智慧城市建设由信息化向数字化全面转型。2020年3月习近平总书记对杭州“数字治堵”“数字治城”“数字治疫”，系统治理能力的创新成果表示肯定，并提出了“让城市更聪明一些、更智慧一些，是推动城市治理体系和治理能力现代化的必由之路，前景广阔”。2020年4月，国家发展改革委印发《2020年新型城镇化建设和城乡融合发展重点任务》中，要求实施新型智慧城市行动，完善城市数字化管理平台 and 感知系统，打通社区末端、织密数据网格，整合卫生健康、公共安全、应急管理、交通运输等领域信息系统和数据资源，深化政务服务“一网通办”、城市运行“一网统管”，支撑城市健康高效运行和突发事件快速智能响应。数据像劳动、知识、土地、资本一样的生产要素，新型城市数字化治理是通过数据要素的高效治理解决城市各种问题，是以数

据资源为基础，以城市中枢为核心，全面构建跨层级综合治理、跨部门协同治理、全景精细治理的新模式。因此数字化治理会重构原有的城市治理的条块化模式，专业划分模式，形成以数据为基础，数据要素流转、使用效率为核心的数字化综合治理。在新型智慧城市数字化建设中，数据的价值得以充分体现，因此数据生产、数据流转、数据资产管理、数据安全、数据共享、数据应用数据全生命周期结合物联网、大数据、AI、区块链等技术，会形成城市治理各种各样的新能力、新工具，使城市治理更高效、更智能、更精细，使数据资源价值持续释放，城市治理良性可持续发展。

除此之外，智慧城市发展区域不平衡，跟区域经济发展成良性互动，经济越发达地区智慧城市发展速度越快，成效越大，我国沿海城市经济发达，新型智慧城市建设明显高于中西部地区城市，有些地区信息化建设刚起步，还不具备城市治理数字化基础，因此根据区域性及城市发展阶段，各地在新型智慧城市建设要结合本地实际情况，采用适合当下需求的技术，建设适合当下城市需求的智慧城市系统，但要提前做好智慧城市未来发展顶层规划、实施路径，做好智慧城市数字化发展实施步骤，避免给城市发展带来的资源浪费、成本包袱同时，坚定未来发展方向、制定实施规划，才可以使城市治理良性可持续推进。

4.4.3 技术进步对政府部门组织优化变革意义

新型智慧城市建设的新技术，推出的新应用在推动城市治理的同时，也在影响城市治理组织的优化和重构，两者良性互动，让中国的智慧城市发展走在世界智慧城市发展的浪尖。

1) 新型智慧城采用的新技术提升政府组织能力

据统计分析智慧城市系统为上海群众就医每人每年节省 180 小时，杭州智慧城市交通为杭州每户出行节省 10% 的时间，这些效率的提升来自智慧城市的新技术，新应用。物联网、大数据及 AI 的应用，使数据采集效率、资源价值和数据使用效率得以大大提升，通过物联网智能终端自动采集数据、不受地域、时间、环境的影响，大大提升数据采集范围、采集频率；大数据技术提升数据治理能力，使数据治理效率提升，快速发掘数据价值；AI 技术使数据使用效率更高、更准、更快，智能行为识别、自动外呼、智能统计全流程智能化，让数据价值落地更高效。数据要素在政府治理各个环节成为组织插上了有效、高效的翅膀，让政府各组织的能力和效率大幅提升。

2) 新型智慧城市场景化的解决方案，促进了政府部门融合和优化

场景化是解决一个问题的所有关联业务的所有过程，跟这个场景相关的所有部门的

所有业务系统都要进行数据协同，业务流程协同才能实现场景化的问题解决，在这个过程中，为提升效率，参与这个场景的各个政府部门内部流程会不断优化，部门之间的流程不断完善和优化，因此部门内部会不断简化，部门间融合会越来越深，最终形成解决场景需求的最简化的组织结构，最高效的数据协同、业务协同，在这个过程中也会涌现新的组织来代替原有的多个部门，新的组织合作模式来更换原有的部门业务处理模式，这些都是新型智慧城市在新应用，解决新问题，采用新的城市治理模式下带来的城市组织的优化和融合。

3) 流程、数据的融合，促进组织的融合和变革

智慧城市数字化治理为政府内部治理带来新的模式，形成新的组织考核评估模型。数据这个生产要素在政府各部门流转中，都会留下处理时间、处理结果、使用效率这些数据资源使用过程中产生的数据，这为评估政府各个部门各个组织工作效率、工作成果提供了数据支撑；场景化下的数据流转在跨部门、跨组织的过程中也留下了各种痕迹，这些痕迹也含有处理时间、处理结果、使用效率这些数据要素产生的数据，这样为同一数据在不同部门间的流转效率，使用效率提供数据计算依据。依据这些有效的数据就可以为政府内部组织管理考核和评估建立数字模型，评估政府各部门的工作效率、工作成果，成为政府内部治理的工具，为政府部门组织优化、改进、重构提供科学可靠的数据支撑。

随着智慧城市应用不断的演进，技术的不断发展，新型智慧城市建设为城市治理提供了越来越广泛和高效的手段和工具，新技术促进智慧城市治理效率和能力的提升、智慧城市建设也在影响政府组织的优化和重构，两者相辅相成，相互促进；智慧城市建设和演进都是以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，推进国家治理体系和治理能力现代化，让人民群众在信息化发展中有更多获得感幸福感安全感，为全面建设社会主义现代化国家、向第二个百年奋斗目标进军提供强大动力。

4.5 智慧医疗

大健康的目的是维护和促进生产力要素中人才这个第一资源的身心状态和适应能力，是一个融会贯通的产业，集合了政府规划与政策导向、硬件终端、云网运营、诊疗设备、生活方式、生物医药、养老等诸多要素，始终无法离开政府、医院、研究、投资、企业等多方力量的参与。从国内外发展历史与趋势看，尤其近年来科创重要性日益凸显的时代，伴随人口和经济社会发展，人民群众对美好生活向往追求的趋势，都揭示了大健康产业巨大的产业价值和发展潜力，其中，生物医药与健康被多国列为战略新兴性产

业。

大健康产业包括医疗服务、健康管理促进、健康保障等细分子产业。其中，医疗服务子产业，主要包括：1. 医疗服务机构，医院+康复机构+公共卫生+疗养服务；2. 医疗产业，包括医药（中药/化学药/生物药）+医械(设备/仪器/器械)；3. 医疗康旅，包括治（医疗护理）+疗（理疗康复）+养（养生）+游（康旅）。健康管理促进子产业，主要包括：1. 健康生活，有机农业+保健器械设备+健康养生服务+健康家电+保健食品/药品；2. 健康管理，体检与咨询服务+私人保健服务+一站式健康管理。健康保障子产业，主要包括：1. 医疗保险，包括公费医疗、城镇职工医疗保险、城镇居民医疗保险、新农合医疗保险、商业保险、健康险等保险服务和救援服务；2. 健康养老：养护服务+养老地产。

综合来看，现代的医疗服务，是大健康产业中最硬核的部分，是医学健康从理论科研到技术转化临床实践再到理论科研循环往复中最关键的场景。医疗服务已从医疗机构内扩大到外部，形成了综合医疗的概念，医疗内容也日益广泛，包括健康调养、预防疾病和调理、健康咨询、健康体检、急救处理、控制和消灭疾病、临床诊疗、康复医疗等。现代医疗服务中最核心的环节是临床诊疗，即通过各种医技检查检验，使用药物、器械及手术等方法对疾病做出诊断、处置和处方等，消除疾病、缓解病情、缓释情绪等。

随着量子计算、机器人、物联网、5G 等新兴技术的兴起，运用新兴技术提升医疗机构效率与效益，提升满意度、满足多方面监管要求成为医疗机构的首选，通过自动化、智能化、体系化、轻量级、高性价比的智慧工具为医院管理、医生与患者增效减负，使各方将更多的资源与时间投入医疗服务，成为新的技术在医疗机构创新发展的主流趋势。2008 年 11 月，IBM 提出了“智慧地球”概念，并提出了 21 个支撑智慧地球概念的主题，包括医疗保健，旨在合理配置医疗资源、人人享受医疗保健并及时获得健康指导，大幅提高人们生活的健康指数。在中国，“智慧医疗”的概念早于“智慧医院”提出，但在早期资料显示，二者之间并没有明确概念区分。2019 年 3 月，国家卫健委针对智慧医院给定的概念中明确了智慧医疗的概念包含于智慧医院，且缩小了智慧医疗范围，是应用于医疗机构内部，用于核心医疗服务的智能技术集合。

4.5.1 发展历程

智慧医疗不是单纯的技术问题，而是系统性工程，涉及人才、技术、管理、文化、经济诸多方面。据麦肯锡分析显示，在很多国家，科技在医疗服务场景中的落地能够带来的成本节约相当于年医疗总支出的 10%。智慧医疗的创新具有渐进性、个性化、系统性和高价值的特点。其发展历程遵循从分布创新到集成创新，最后到基础创新的不同阶

段。

智慧医疗创新可分为三个层次，包括理论创新、技术创新、模式创新，从基础到应用，从难到易。

理论创新。根植于医疗领域，对医疗信息化建设具有指导意义，如物理学、材料学、计算科学等多学科与生命科学的交叉融合进一步拓展了原有生命科学领域的边界，组织工程、3D 打印、器官再生、器官芯片、智能医疗等领域迅速发展并加速向各个应用场景渗透，使得生物医学领域重大科学问题得到解决，又如，大数据研究成为科研新范式，网络化、平台化、生态化成为产业新范式；生命组学、大数据技术、大队列为核心的精准医学正在成为生命科学研究的主要模式，都指导了医疗信息化建设的大方向。

技术创新。以新技术、新方案解决现有问题，如：以 5G 开展物联网、无线通信等网络通信技术的多网融合组网、一体设计，实现医院软件定义网络的灵活开放和安全；临床与技术的交叉结合，以物联网促进临床质控与运营管理的精细化等。

模式创新。以更新模式、改善流程为主的业务创新，如：以互联网+医疗手段，优化升级仅关注线下医疗的医院流程，诊前可预问诊、预约、挂号、咨询，诊中可导医分诊通知提醒，诊后可在线随访、提交满意度在线调查，全程可在线、多元（医保、自费、商保等）支付和健康管理，实现了线上+线下融合的业务流程和服务模式。

目前，中国的智慧医疗产业创新，正在经历从集成创新到基础创新的新阶段，从技术创新到理论创新的新层次，深水区的探索创新将日益艰巨，包括生物医药、医疗器械、医疗临床指南三大核心要素，均需要人才、技术、制度、市场、组织、资本的密切配合，在跟跑国外先进前沿技术的努力中，以点带面地创新攻破关键技术，实现自主创新技术引领，建立引领世界的中国智慧医疗的新标准。

4.5.2 发展现状与趋势

国内对医疗健康非常重视，强调民生事业的质量、安全与公平、效益，以及公益三者间的平衡，其中公益性要求是国内医疗行业的国情特色，因此，在智慧医疗的参与者中，医院尤其是公立医院充当了主要的角色。国内互联网企业凭借在消费互联网端的用户流量、支付手段、资本等优势资源，通过先健康管理促进+健康保障入局，再医疗服务发展的路线，先线上再线下结合的方式，着力在互联网+医疗领域开创产业模式创新的赛道，但在核心医疗服务环节建树不大。典型的有阿里健康，通过药品电子监管码入局医药电商，收购健康体检咨询机构入局健康管理促进子产业，成立医疗信息化子公司研发并实施智慧医疗解决方案，入局医疗服务核心环节，并打通不同子产业间的相互赋

能,实现生态闭环;以及平安以医生集团平台为引流入口,以商业医疗保险为支付保障,结合发展线下实体医院提供医疗服务,实现了医疗保险+医疗服务的生态闭环。但因为医疗服务需长期投入且公益性强,与公立医院的专业医疗健康资源相比,互联网企业的人才、技术、资源、信誉背书难以匹敌,综合实力相比弱,只能实现差异化竞争,未来不排除在个人自费比例高、高端需求旺盛的临床专科方面,实现可持续盈利及差异竞争发展。

4.5.3 建设模式

智慧医疗的建设模式,依赖路径多,主要根据医疗管理、互联网医疗、集成架构、部署模式的不同,进行分类。

从医疗管理模式来说,可分为单体医院(医生平台)、松散型医院(医生)集团、同质化管理医院(医生)集团三种管理模式。其中同质化管理医院(医生)集团又可再细分为过程性同质化管理和结果性同质化管理两种模式。医疗管理模式的区别主要在对医疗质量和安全管控的着力不同上。

互联网医疗模式,可分为医院主导的互联网医疗,以及由互联网平台主导的互联网医疗或(医生)集团。

集成架构主要用于医疗机构(医生集团)内部业务信息系统的集成与协同,主要的方式包括单体 HIS 或数据集成,即文件、数据集成方式,以及面向服务架构的集成,包括信息平台/微服务架构等。

部署模式包括一体化私有云部署、分散私有云部署、一体化公有云部署、混合云部署等方式,通过融合云、网、安等新兴信息技术,适配医院管理的信息系统部署模式,优化信息系统、数据的供应及运维管理。

4.5.4 技术架构

交互类型	场景说明	交互特点	应用技术	应用场景
流程类	跨多模块的流程协同中，组合底层数据和业务原子服务能力	实时异步 数据量小 执行周期长	BPEL服务编排，BPM端到端流程管理	跨模块的组合应用设计，流程端到端监控等；医疗闭环流程
业务类非实时	跨应用和模块的业务规则处理识别的服务调用	并发量大 数据量中等 无实时要求	SOAP+JMS技术，异步实时响应，消息和事件引擎	各种类似发布订阅模式下的事件管理和消息通知等；危急值管理提醒、CDSS决策提示
业务类实时	实时的业务流程中业务校验服务调用	并发量大 数据量小 毫秒级响应	ESB服务总线，SOAP Web service	业务校验类场景，如缴费、服务开通等
数据类非实时	定时机制下的数据交换和传输平台	大数据量 涉及到数据映射和转换	ETL技术	业务系统的非实时业务数据的交换；区域平台数据上报、统计
数据类实时	实时的大数据获取和数据集成	根据需求实时提取数据，上万条以上记录传输	ODI服务模式	类大HRP中的各种批量数据的数据集成和传递分发
文件类实时	业务应用中的和业务表单相关的附件集成	< 10M 文件量大 对传输实时要求高	SOAP+JMS组合 SOAP消息头传输	各种业务表单附件；检验检查数据的传输
文件类非实时	实现大文件的数据采集和文件传输	50M以上的大文件传输，重点可靠性	分段多线程 文件压缩 并行处理 安全	类综合结算中住院缴费文件采集和传输；第三方检验、基因检测、脑电图像等数据传输
技术类	类消息，日志，缓存等纯技术能力提供，作为共享技术能力开发平台向外提供	并发量巨大 响应要求毫秒级 可靠性要求高	轻量RestFul Service集成模式，重点是服务鉴权和简单路由处理	涉及到所有业务模块开发的纵向技术集成

技术架构要从整体上满足医疗服务业务流程复杂、协同环节多、闭环管理的诸多要求。典型的业务场景如下：

面向服务架构是解决医院信息系统技术架构的必然选择，当前，针对智慧医疗的面向服务架构开启了新一轮迭代，新一代医院信息系统（HIS）、业务微服务中台化，从原来的关注信息和数据集成，转向业务能力的共享复用，掀起了智慧医疗新一轮建设的浪潮，但因为新架构的成熟生态建设，除了技术本身，还需要上下游的软件供应商通力协作，因此医疗中台、微服务化、新一代医院信息系统的推广应用，均需要医疗信息化企业联合医疗机构，在信息标准、接口协作等方面开展深度合作和协同。

4.5.5 发展趋势

智慧医疗产业发展，将在维护医疗数据的安全和患者隐私前提下，数据互联互通建设向数据治理与开发转变，AI 医疗影像向多疾病多科室横向拓展与纵向深挖，学习与知识推理结合并融合实际场景需求的相关技术产品将能获得市场青睐。个别赛道竞争将加剧，可行的商业模式需提炼升华，形成质量和服务体验的综合竞争优势。

智慧医疗的参与主体医院角度看，未来将形成梯度合理的优质高效医疗服务体系，高水平医院是梯度的顶端，包括国家专科类医学中心以及国家辅导类医学中心，将向智慧研究型医院发展，着力于研究型临床，主要关注点在临床与科研的质量而非数量，科研成果转化和收益比例将大大提升；区域型综合和专科医疗中心是次梯队，主要专注区域内疑难杂症疾病的诊治，智慧医疗建设着重于区域医疗指导；梯队底端是普通诊疗医

院，作为收治病人的主要场所，承担一部分医学院校的教学任务，智慧医疗的关注点在传统医疗服务的流程和优化，以及临床教学的智慧实践。体系中同级别医疗机构的横向对比，与同级横向优势医疗、科研、教学资源扩容，与下级纵向医疗、科研、教学资源同质化的程度，将决定其发展质量的高低，并深远影响未来的竞争力发展。

智慧医疗信息化建设参与企业的竞争，将不单是资本的竞争，而是深刻洞察医疗服务与患者身心与适应能力真实需求，优化资源配置的智能能力等商业综合竞争力的较量，实现减轻医疗负担、均衡医疗资源分配、为患者节约成本。

4.5.6 智慧医疗应用场景与发展

1) 医疗新基建

“医疗新基建”主要是指服务医疗行业的信息化基础设施，主要包括 5G、医疗基础网络、医疗云、楼宇智能化、医院 IDC 等信息化基础设施在医疗领域的发展及应用。

5G+医疗健康应用场景是指以第五代移动通信技术为依托，充分利用高级别机构（医院、公共卫生机构等）有限的临床医疗和公共卫生的人力、设备、物质等资源，发挥优势，在疾病预防控制、临床诊断、监护治疗、康复等方面提供的信息化、移动化和远程化医疗服务，创新智慧医疗业务应用，节省机构运营成本，促进资源共享下沉，提升效率和水平，缓解患者看病难问题，协助推进偏远地区精准扶贫。

医疗基础网络是指规划统一的软件定义网络，畅通通信基础设施的应用和运维管理。网络设施通常包括硬件和软件，使用户、服务、应用程序和进程之间进行计算和通信。医疗基础网络包括智能化医疗设备网、医疗及疾控专网、远程医学网、医保结算专用网、业务信息系统内部网等，通过多网融合、软件定义，实现医疗服务与公共卫生业务一体运营管理。

医疗专用云包括私有云、公有云、行业专有云、混合云等形式，云计算将是智慧医疗的数字技术核心基础底座，通过将电子病历、临床数据中心部署在不同形式的云端，实现跨时空地域的融合共享，满足医、护、技、管、药、患等多方的多元信息需求。

楼宇智能化是指综合计算机、信息通信等方面先进技术，使建筑物内的电力、空调、照明、防灾、防盗、运输设备等协调工作，实现建筑物自动化（BA）、通信自动化（CA）、办公自动化（OA）、安全保卫自动化（SAS）和消防自动化（FAS），5 种功能一体运行的建筑即 5A 建筑，加上结构化综合布线系统（SCS），结构化综合网络系统（SNS），智能楼宇综合信息管理自动化系统（MAS）组成，就是智能化楼宇。可充分利用建筑模型与信息模型，促进医疗服务的精益化管理。

2) 公共卫生与生活方式

公共卫生是关系到一国或地区人民大众健康的公共事业，基本的公共卫生服务应包括：1. 对重大疾病尤其是传染病(如结核、艾滋病、SARS 等)的预防、监控和医治；2. 对食品、药品、公共环境卫生的监督管理；3. 相关的卫生宣传、健康教育、免疫规划与接种等。

而广义的公共卫生功能则覆盖面更广，与公共卫生服务不等同，国家疾控预防体系是公共卫生服务的主要承担，但公共卫生功能所涉及的资源并不在公共卫生服务机构的掌控范围，目前正在改革，实现预防性、经常性卫生监督 and 传染病管理职能的一体化治理与服务。

突发急性传染病传播速度快、波及范围广，影响和危害大，预防与控制是公共卫生的难点。如新冠肺炎疫情，在传染病监测管理方面，智慧医疗主要的任务是以技术手段支撑个体、群体等病例的早发现、早报告、早响应、早处置、早公开。慢性病负担承重，且发病呈现年轻化趋势。职业与心理健康问题也存在较大需求。同时，随着人民生活水平不断提高、人口老龄化加速，人民群众健康需求和品质的要求持续快速增长。

生活方式医学是未来医学发展的重要学科，指通过对疾病患者及患病高危人群的生活方式进行非药物干预，全面改善生活方式（包括膳食调养、运动治疗、心理解压和人际关系管理），积极应对慢性疾病的深层原因，达到预防、控制和逆转慢性疾病的效应。依托临床康复工作的技术体系为基础，建立生活方式干预技术体系，开出科学的生活处方，比如，运动、营养、睡眠处方，开展压力、心理、戒烟限酒等等健康管理，不仅可用于预防疾病，也可用来治疗和康复疾病。借助互联网+可穿戴技术、探索全生命周期的生活方式干预和健康管理模式。同时，创建深扎根、广覆盖的生活方式干预技术培训和健康宣教体系，让生活方式培训技能渗透到各行各业，加快在全社会形成更健康的生活方式。

3) 智慧医院

智慧医院是基于移动通信、互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等先进的信息通信技术，建立电子病历为核心的医疗信息化系统平台，将患者、医护人员、医疗设备和医疗机构等连接起来，通过丰富的智能医疗应用、智能医疗器械、智能医疗平台等，实现在诊断、治疗、康复、支付、卫生管理等各环节的高度信息化、自动化、移动化和智能化，为人们提供高质量的医疗服务。

包括智慧医疗（狭义，仅指给医务人员使用、以电子病历为核心的信息系统）、智慧

服务（面向患者，包括移动端的预约挂号、诊间支付、报告查询、信息推送、停车指引等，方便患者就医）、智慧管理（面向医院管理，支持质控、院感、财务、后勤、耗材管理等精细化、信息化管理）三位一体任务目标。构建智慧医院体系，从患者、医护、管理者等多个角度分析建设智慧医院的多种因素，其中以质量、安全、效率、服务、费用、绿色为六大核心要素。智慧医院建设涉及内容多，不能一蹴而就，是一个持续性的工程，因此在建设智慧医院的过程中要牢牢把握六大核心要素，保障医疗安全和质量、改善医疗服务、提高工作效率、降低费用成本、降低能耗推进绿色医院建设将始终贯穿智慧医院建设过程。

4) 医疗健康大数据

健康医疗大数据已成为国家重要的基础性战略资源。随着医疗健康服务业务的发展，信息系统增多，医疗数据规模呈几何级数增长，为了有效存储和利用相关数据，需要建立数据中心对病人诊疗数据（数值、文字、波形、图像等）进行统一有效管理和标准化存储，实现患者临床信息的整合，在此基础上通过整合其他相关信息数据，建立面向医院临床业务和运营管理的决策分析系统，对医疗健康数据进行科研和临床决策支持等的需要，以及支持区域医疗信息的共享。

医疗健康大数据技术体系，已从早期的数据要素资源技术体系，包括采集、清洗、转换等 ETL 以及数据标注，逐渐转移到后端的数据结构化深度治理、资产目录和分析利用的数据要素资产化技术体系，对数据进行主体界定、评估定价、共享利用等，是当前医教研产学领域的主要痛点难点。

5) 区域医疗

区域医疗是实现医疗服务体系化的关键策略，技术支撑是核心要素之一。国内外不同的区域医疗模式探索，达成了分级诊疗、区域协同的共识。在国内，47%的三级医院相对集中分布在东部地区，40%的中央本级医院床位集中在北上广三地，优质医疗资源地区配置不均衡问题比较突出。医疗服务体系受制于医疗供给资源总量不足和分布结构不均的体制性问题，难以短时间解决资源供给的矛盾，通过云、网技术实现集中统一部署和运维，支撑医疗资源的线上线下结合高并发计算与网络服务，放大现有资源的时空覆盖，提高效率，面向医疗机构间的远程医疗、医联及医共体协作，以及面向个人的家庭医生、互联网医疗健康管理，面向老人、妇幼、精神病患者等特殊人群的专科网络建设，都需要在服务模式、服务效率、管理质量方面融合现代化通信与信息技术。第三方互联网医疗平台是辅助区域医疗的有力补充。

6) 信息安全

医疗服务机构作为公益事业部门，政策刚性强，在《数据安全法》《个人信息保护法》《关键信息基础设施保护条例》的共同约束下，信息安全智慧医疗行业的必然要求。医疗机构面临安全等保、网络安全、云安全、数据安全等多方面的建设和运维挑战，但人才、技术供给相对不足，为医院高质量发展带来了掣肘。医院要在建立覆盖技术、管理和运营三个要素组成的信息安全体系过程，合理分批投入，使医院整体网络具备安全可视、持续检测、协同防御的能力。

7) 生物医药

生物医药产业由生物技术（含医疗器械）与医药产业共同组成，需要结合工程学、信息学等手段开展研究及制造生物医学工程和医药产品。而医疗器械行业的基本特征是数字化和计算机化，是多学科、跨领域的现代高技术的结晶，包括体外诊断设备与试剂、医学影像设备、放化疗设备、手术机器人等物理器械及其上的计算机软件，往往呈体系化发展。

目前国内药品器械市场规模比为 1:3，而发达经济体的合理比例为 1:2~1:1。作为核心医疗服务的关键要素，生物医药中的药品、器械等，90%的前沿和核心技术均受制于国外，高端医药产品国产化率较低。在肿瘤分子等创新药物研发与转化方面，国产已经实现了国际一流跟跑，主要的弯道超车在于大数据技术与临床试验资源的融合应用，但全面性实现国产创新药市场占领方面实力单薄。结合带量集中采购、公立医院绩效考核的改革深入，国产自主替代将从数量上升逐步转移到质量效率为主，形成国内生物医药产业的高质量生态体系。

4.5.7 展望

智慧医疗的发展将向多学科交叉、科学与技术、科技与产业一体化进发，智慧研究型医院、场景深化型智慧医疗产品与服务将成为中长期发展热点。健康医疗数据将作为战略资产管理并在脱敏后可交易。IT 与健康医疗行业业务战略的协同作用更加凸显，从原来的支持学科多元融合、产学研合作的数字底座，向驱动业务战略提升的高度发展，通过赋能数据驱动的决策，连接医疗团队与病患，从而建立起一个自动学习、推理的智慧医疗系统。

4.6 智慧家居

随着物联网与大数据 AI 的跨越式发展，智慧家居的概念和范围一直在不断更新，

主要分为三个阶段：

初级阶段：主要专注于解决生活痛点，实现智能互联互通。目前以单品智能为主，主要是家电产品和家用设备的单品自动化；通过感知和无线通信技术，智能设备接收用户指令并做出响应动作，服务用户需求，减轻用户劳动量。

当前阶段：主要聚焦提升生活品质，构建空间智能。该阶段主要是通过各类传感器，借助物联网技术、互联网技术等相关技术，将家居智能控制、人机信息交互以及联动场景服务等家居生活有效地结合，保证家居设备深度参与家庭场景协作，创造出高效、舒适、安全、便捷以及个性化定制化的智慧生活。

未来阶段：主要面向家电主动智能的实现，提供符合用户个性化预期的无感服务。借助人工智能技术，智能家居设备能够主动感知用户行为，感知家居环境变化，提供全方位智能化服务；促使智能家电和家用设备从被动响应用户需求变成能够实时感知用户行为提供主动服务的智能设备。



图 1 物联网 AIoT 体系架构

同时，针对物联网基础设施在智慧家居领域的整合探索从未停止，家居物联网 AIoT 的体系架构（如图 1）也在不断完善，主要包括智能设备、物联网 OS、物联网中台以及物联网原生应用等层级，并最终通过物联网开放平台，交付给开发者为不同应用领域提供智能场景服务。

智能设备在 AIoT 体系中主要负责环境感知和与用户交互；可以采集多样化的数据，如空气质量、环境温度、视频图像等，为上层应用提供数据采集、指令执行等服务；同时，用户可以通过遥控、屏幕、语音、手势等方式和智能设备进行交互，实现与智能设备的沟通和交流。物联网 OS 层和物联网中台是 AIoT 体系的核心，主要负责对智能设备进行连接与控制，提供智能分析与数据处理能力，并将智能场景的核心应用固化为各个

功能模块，实现对业务逻辑、设备建模的统一管理，同时提供全链路技术、高并发支撑、多场景联动等能力。物联网原生应用提供 AIoT 基本组件服务，负责提供数据分析和治理、算法引擎、机器学习、开放框架以及应用管理等基础服务。

4.6.1 智能设备

由于物联网应用场景的多样性，导致物联网设备的形态和功能呈现多样化，因此不同的终端和设备对智能化的需求和侧重点会不一样，未来智慧家居场景中存在的智能设备主要包含三类：

1) 传感器

未来智慧家居场景中用户行为以及家居环境信息的感知需求，促使大量具有简单连接和数据采集功能的传感设备被部署在用户生活空间，如环境监测传感器、可穿戴设备等，此类设备往往需要具备以下特点：

安全性：主要聚焦在传感器硬件、系统、数据、通信和应用五大安全保障，确保用户隐私数据以及行业应用数据的安全性。

轻量级：由于大量部署的传感器节点资源往往受限，很多终端设备只需传递简单的感知信息，比如环境温湿度、开关状态等信息。

低功耗：物联网应用中海量传感器往往采用电池供电，能源供给有限，因此需要考虑低功耗设计，满足低功耗需求（往往需要将整体功耗降至 uA 级），延长传感器节点的网络寿命。

互联互通：支持微功率自组网、LoRa、NB-IoT 和蜂窝网络等无线通信技术，覆盖家电和可穿戴设备的众多互联诉求，支持 LwM2M、MQTT 和 COAP 等标准协议实现不同智能设备厂家的产品互联互通。

2) 智能家电

智能家居行业需要高性能的智能家电来赋能行业发展，具有高阶数据处理功能，比如智能冰箱、智能空调等智能家电；未来能家电应该具备以下能力：

多模态交互能力：用户可通过各种各样的交互方式和智能家电交流，包括语音、遥控器、手势、人脸识别和智能家电交互。

智能化场景能力：智能家电一方面能够自主学习设备运行情况，建立设备数据模型；同时也能够通过和用户的交互获取用户行为并分析用户习惯，多种品类的智能家电通过自学习、自发现、自决策、自联动，自动为用户提供智能化的场景服务。

开放生态能力：不同设备厂商、不同产品型号的智能家电能够自动识别不同的物联

网协议（包括网络协议、传输协议以及底层通信协议），实现跨品牌、跨品类家电设备和智能硬件之间的互联互通。

大数据 AI 能力：智能家电通过原生 AI 服务将用户偏好信息、日常时序数据汇聚到智慧中台，通过机器学习、数据洞察等大数据技术，全面整合全品类智能家电数据，对数据进行智能化分析，实现从环境感知、用户行为分析、场景辅助决策到自主联动场景的转变，实现智能家居交互方式无感化，支持跨终端业务无缝协同体验，最终帮助用户改善生活环境提高居住体验。

3) 家庭中控

在智能家居领域，中控系统是一种可以实现本地计算、消息通信、数据缓存等功能的一体化服务器设备，它可部署于不同量级的智能设备和计算节点中，让其具备安全、存储、计算、人工智能等能力。中控系统通过统一的操作系统平台，构建开放生态，基于云+边+端的部署模式实现设备海量接入，并且具备高并发、高灵活性及海量数据存储等能力，这大大增加物联网设备的连接和管理效率。一般来说物联网中控系统，应该具备如下功能：

设备接入与控制执行：包括协议转换与设备接入平台，支持连接至本地和其他云平台的集成服务，保障设备与数据的安全，集成多种异构网络通信协议等；

开发平台：主要提供一些基本服务，如设备管理、调度优化、消息队列、事件管理、分布式缓存、趋势预测、GIS、报表服务、身份验证与授权等；

数据处理：包括数据接入（物模型接入）、数据存储（时序数据库、关系型数据库等）、数据计算（规则引擎、流式计算等）、数据挖掘（时序洞察、可视化等）；

智能分析：包括趋势和异常预测、图像监测分割、调度程序、细粒度物理识别、多任务学习等。

家庭中控系统是一类具有强大数据处理功能的设备，主要负责将分散的各个家电设备以及智能传感器的功能、信息集成到一起，形成相互关联、统一协同、异构融合的家庭物联网系统，实现各类设备的集中、高效、便利的管理，从而为用户提供无缝感知、自主决策、场景联动的智慧家居体验。

4.6.2 操作系统

面向物联网新型终端大量组网的需求，传统嵌入式操作系统由于封闭性、体积较大、功耗较高等原因无法直接适用于物联网设备；嵌入式 OS 只是完成了物理硬件的抽象，实现了应用软件与智能终端硬件的解耦，并不是真正的物联网 OS；因此，物联网操作系

统需要新一轮发展创新。

家居物联网的服务对象直接面向大众消费者，因此在运维模式、网络架构、数据处理上都与传统模式有很大曲边，家居物联网操作系统从独立封闭走向开放互联。同时，随着通信、人工智能、大数据等技术不断发展成熟，物联网终端智能化不断加深，亟待提升能力的终端设备给物联网操作系统提出了新需求：

a) 为实现不同厂家和不同品类设备的互联互通和互操作，物联网操作系统必须实现互通性要求；

b) 物联网设备资源受限，低功耗成为物联网操作系统的必备特性；

c) 联网设备不断增加，网络安全亟待提升，从操作系统层面保障软硬件安全成为必须；

d) 物联网设备形态功能各异，需增加软硬件的支撑能力；

e) 针对大量异构终端，物联网操作系统需要实现模块化需求，实现可裁剪和迅速定制。

目前，物联网操作系统的发展主要存在三种技术路线：

a) 基于智能手机/PC 操作系统裁剪和定制，以试图适配物联网需求，主要以谷歌 Android wear、苹果 watchOS 和 tvOS 为代表；

b) 以传统嵌入式操作系统和实时操作系统为基础，通过增加设备联网等功能，满足物联网接入设备互联需求，形成新的嵌入式操作系统；典型代表 FreeRTOS、RT-thread、Contiki 等，满足低功耗、可靠性更高，但是应用生态体系缺失，需要时间逐步建立和完善；

c) 面向物联网应用设计的专用操作系统，具备可伸缩、易扩展、实时性、可靠性等特点，可以更好地适配物联网应用需求；典型代表包括：特定产业定制化操作系统，如多家汽车厂商基于 Linux、Android、QNX 等底层系统开发个性化操作系统；规模化消费物联网领域，开发支持多终端的操作系统，如谷歌 Fuchsia OS，华为鸿蒙 OS 等；巨头企业战略布局打通“端-边-云”多层次操作系统，如阿里 Ali OS Things，谷歌 Android Things 等。

前两种途径基于已有的操作系统改造，提出相对时间较早，但是受限于 IoT 应用碎片化严重、应用和服务规模化量级不足、剧透硬件终端占有率低等因素，导致应用提供商开发意愿低，产品和生态成熟度低。随着海量异构终端接入，物联网操作系统的紧迫性开始提升，后续各大厂商纷纷布局轻量级物联网操作系统，且操作系统间的生态互不兼容，操作系统的碎片化愈加严重，可以预见这种情况在未来很长一段时间还将继续存

在。

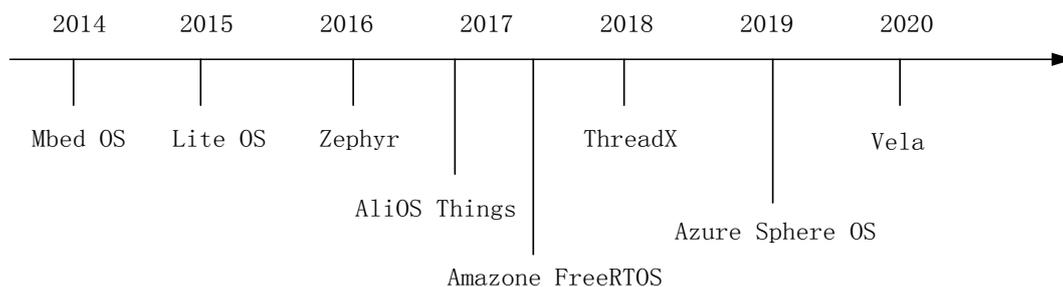


图 物联网操作系统发展历程图

针对智慧家居领域应用，家居物联网 OS 在系统架构的设计上，必须结合实际，满足如下要求：

a) 能够兼容、适配各种不同硬件资源配置的设备。在市场定位上，智能家电设备本身就有高、中、低的品牌区分，品牌定位高低决定了成本的高低，成本的高低同样决定了硬件资源配置的高低。作为一款通用的操作系统，必须充分考虑物联网设备的硬件资源配置，不同配置的硬件，能支撑的系统能力和应用能力是不一样的。

b) 降低系统研发成本、缩短系统研发周期。操作系统直接运行在硬件之上，其中最重要的硬件是芯片。芯片厂商对操作系统的适配、驱动，与当前操作系统的成熟度、生态丰富度上有很大关联。不借助任何外力，从 0 打造一套自研操作系统，去支持主流的芯片类型，是一个投入巨大、周期巨长的过程。因此，架构设计上需要考虑如何借助开源操作系统成熟生态，以快速搭建起自有的操作系统能力。

c) 基础能力丰富，能支撑物联网原生应用的高级特性。物联网发展最明显趋势是互联互通、智能感知、去中心化和高度安全，操作系统的设计上也应顺应这种趋势，在系统中打造一系列丰富的基础能力，如多媒体、AI 算法库、分布式通讯、多协议栈、消息推送、安全加密等。基于这些基础能力去构建上层丰富多彩的物联网原生应用。

d) 应用开发门槛低、效率高。基于第 2 点，不同的操作系统具备的能力，以及能力调用的方式都是不一样的，如果开发者自行去处理这种差异性，开发的门槛和适配的成本都非常高。因此需要屏蔽这种差异性，让开发者基于相同的开发框架去调用内核系统无差异的基础能力；同时，在开发语言、构建发布、功能动态化、跨平台运行等方面，也都应充分考虑开发者开发应用的效率。

4.6.3 安全体系

在智能家居应用中，所有的边缘终端、云端设备以及用户数据都需要在物联网安全

保障机制下运行，给予用户端到端的全链路安全与隐私保障。2021年12月，《中国智能家电信息安全发展白皮书》发布的智能家电信息安全体系架构，明确了以“云-管-边-端”体系为主线的智能家居安全技术体系，聚焦硬件安全、系统安全、通信安全、平台安全、应用安全、数据安全、个人隐私保护等领域，为行业发展提供有效了有效的信息安全解决方案，为智慧家居产业发展提供了信息安全理论和技术支撑。



图 智能家居安全体系架构

1) 硬件安全

硬件安全是指家居设备在硬件方面的安全能力，包括设备物理防护安全、接口安全和芯片安全等。设备物理防护方面，应有防止连接外部控制装置而使其属性发生改变的措施，具备相应的告警能力；接口方面，应禁止闲置接口，应防止误连接而导致危险发生；芯片方面，具备逻辑控制、运算、通信等功能，通过芯片安全功能提升自身安全能力。

2) 系统安全

系统安全是指运行在智能设备上，向上承载应用程序，向下承载底层资源调用和管理的智能设备控制安全，包括固件安全和操作系统安全。

固件安全方面，应采取定期固件更新策略，进行固件的完整性检验、完善固件更新机制等方法，提升固件安全能力；通过 OTA 功能进行设备更新时，设备应拒绝旧版固件

更新，以防止历史 BUG 或安全风险重新暴露被利用。

操作系统安全方面，操作系统提供了统一的编程接口与智能设备资源管理功能，极大地提升智能设备的工作效率，应通过账户管理、用户鉴别、访问控制、安全审计等手段，保障系统安全。由于传统的桌面操作系统或者服务器系统善于保护某一个用户不受其他用户的影响，而智能家居设备基本只运行在 root（超级管理员）用户下，所以智能家居操作系统更加关注相同用户的不同进程之间的访问控制，需要创新的访问控制机制；同时，面向智能家居应用的操作系统应进行加固，关闭不必要的服务，缩小攻击面；产品正式发布之前必须对整机系统、固件、应用程序进行安全漏洞检测，尤其是引入第三方组件、集成了第三方应用和 SDK 的系统，需要及时识别和修复高危安全漏洞。

3) 通信安全

通信安全是物联网信息安全领域不可缺少的一部分，涵盖了智能设备自身通信安全和设备间的互联互通安全。根据智能家居设备采用的通信模块进行区分，通信安全包括短距离无线通信安全、蜂窝通信安全等。短距离无线通信安全方面，通过确保蓝牙、WiFi 等短距离无线通信方式的安全性，保障智能设备与平台间、智能设备间的数据传输安全。蜂窝通信安全方面，在移动通信网络基本安全机制的基础上，应确保应用平台层与通信网络层间的安全能力，可通过部署安全网关等方式，实现设备接入认证、边界访问控制、入侵防范、恶意代码防范、安全审计等安全机制。

智慧家居系统中各实体之间建立通信会话前需进行身份鉴别，包括家居设备之间的通信、设备与家庭网关或中控、家庭网关或中控与云平台之间。各实体之间根据通信安全需求应支持不同的身份鉴别机制，包括基于 PKI/CA 体系的数字证书认证机制和对称密钥认证机制；其中数字证书相对应的私钥信息或设备密钥信息，应采用安全密码模块进行安全存储。

4) 平台安全

平台向下连接海量家居智能终端，向上对接各种应用，提供对终端管控分析和管理工作，并对应用提供开发工具、数据存储、计算分析等功能。平台安全包括基础设施安全、数据库安全、存储与运算安全等。

5) 应用安全

应用安全是指智能设备对用户业务功能的安全，包括 App 安全、AI 安全。

智能家居领域 App 一般用于远程管理设备，用户通过无线协议连接设备，向设备下发配置信息，获取设备状态等，目前存在以下措施保护应用安全：应尽量避免对外开放

端口；启用安全编译选项；核心代码逻辑进行加固混淆，提升第三方逆向分析的门槛；避免出现常见的 WEB 漏洞类型，如 SQL 注入、命令注入、越权等。

AI 算法安全需要业界投入更多的资源进行深入研究，在智慧家居应用中，人脸识别、指纹识别等基于生物特征识别的人工智能技术得到了广泛的应用，但这些 AI 技术无疑也收到了广泛的攻击。比如通过指模、头像照片等可以仿冒主人打开智能门锁，带来严重的安全隐患。AI 算法的强度要求是智能家居领域的研究重点，在智能门锁等高安全要求场景，需要采取多因子认证技术，来提高工具成本，确保智能家电、智能安防等设备的安全。

6) 数据安全

数据安全是指硬件、系统、通信、平台和应用上数据的全生命周期安全，需要从技术和管理两方面来实现数据安全。

技术方面，智能设备采集和使用用户的个人信息直接关系到设备的安全性和用户隐私的保密性，在数据使用过程中要通过技术手段做到数据采集的方式安全可靠，如数据的传输、存储应进行加密处理，并且采用安全的数据加密技术。在管理方面，数据安全应做到在收集、存储、使用和销毁过程中的全生命周期安全管理。在采集用户个人信息时，用户应具备知情权与选择权，并明确采集用户个人信息的内容、目的、方式和范围；同时，用户具有授权撤销、删除数据的权利，设备、系统和应用上不应上传任何明文或者加密的敏感信息（如 WiFi SSID、密码、手机 IMEI、地理位置等敏感信息）。

4.6.4 “端-边-云”协同

近年来，“边缘计算”的概念在家居物联网的体系架构中不断普及，边缘计算平台是在靠近数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储及应用等核心能力的开放平台，就近提供边缘智能数据处理服务，以满足大规模网络连接、实时业务、数据优化等应用需求。将边缘计算引入整个物联网架构中，使得终端、边缘、云平台动态分配计算量，有效缓解了云计算平台的数据处理负担，提高了数据处理效率。同时，终端与边缘更贴近数据源头，极大地降低了数据的传输时延，满足低时延业务的数据实时性要求。新型的边缘计算纳入物联网体系架构后，也使得“端-边-云”协同一体化发展面临着设计方案、调度策略、数据建模以及隐私保护等方面的挑战：

网络资源极度紧张，需要设计高效的资源调度策略以合理地调度“端-边-云”计算资源、优化网络资源利用率；

多种多样的物联网终端设备产生多样性感知数据，需要设计合理的信息模型对不同设备产生的多样性异构数据进行整合；

大量部署的边缘计算节点，使得对网络实体的监管难度加大，更需设计有效的隐私保护策略及安全保障机制，以保护数据及用户隐私信息不受侵害，保障网络安全、稳定运行；

物联网业务对网络的服务质量要求日益增长，增强业务的服务质量需求变得至关重要。

智慧家居“端-边-云”协同基于虚拟化技术的云服务基础设施，以多样化的家庭终端为载体，通过整合已有业务系统，利用边缘计算节点（家庭网关和中控平台）将包括家用电器、照明控制、多媒体终端、移动设备等家庭终端组成家庭局域网，并实现设备本地化操控和数据存储，提升可靠性和低时延操控体验；边缘计算节点再通过互联网（未来 5G 时代还会通过 5G 移动网络）与广域网相连，继而与云端进行数据交互，从而实现电器控制、安全保护、视频监控、定时控制、环境检测、场景控制、可视对讲等功能。

“端-边-云”一体化通过“端-边-云”协同计算为家居物联网应用提供资源与服务，通过三者的协同调度与优化配置，可以极大地提高整个系统中资源的最大使用效率和传输效率，保证数据处理的实时性；同时“端-边-云”还可以根据当前的状态以及任务迁移的方式动态地进行调整，达到均衡计算负载的目的，最终实现物联网的泛在覆盖和海量连接。“端-边-云”一体化体现在以下方面：

统一管理：将异构复杂的多变底层资源进行统一管理，减少上层应用和业务对底层资源细节的感知，比如硬件架构、操作系统、网络环境等等；

云边协同：边缘计算能够轻易地将业务从云端下沉到边缘节点上，但是需要边缘和云端协同工作，云计算与边缘计算需要通过紧密协同才能更好地满足各种需求场景的匹配，从而最大化体现云计算与边缘计算的应用价值。

资源调度：边缘计算的场景往往导致资源相当分散，网络负载随着时间和空间的变化而变化，根据时空差异对资源进行合理有效地分配和动态调整，可以让整个系统变得更高效率、更稳定，实现低成本。

为了实现“端-边-云”一体化协同，可以从以下几个维度进行探索：

资源协同：硬件抽象：实现底层硬件的抽象，对端边设计的计算、存储、网络等资源进行抽象，简化上层应用的开发难度，向应用开发者以及运维人员提供一个统一的资源能力描述、部署、运维管理方式；

全局调度：在终端侧，流量调度决定着终端用户到边缘计算节点的最优接入路径，

使得终端接入到的边缘计算节点使整体服务质量达到最优；在边缘侧及云端，实现基于策略的全局资源调度，使得应用可以灵活地按照自定义的策略实现应用场景的倒台部署和动态切换；

全域加速：实现从中心到边缘、边缘到边缘、边缘到终端之间的互联互通、高效的通信路由，进一步可以实现全域网络节点的优化寻址和动态加速，为基于服务质量和确定性时延的策略调度提供基础。

数据协同：数据抽象：物联网数据格式的多样性共存和爆发式正在，给物联网数据管理、传输以及存储带来了巨大挑战，通过压缩感知、数据融合等数据抽象方法能够简化“端-边-云”三者的数据管理和存储方式，同时能减轻数据交换是产生的网络传输负载；

数据模型：根据统一的数据信息模型，能够将不同行业的设备终端实体进行数字化描述，在边缘侧和云端实现设备虚拟化，形成标准化的服务或资源池，为物联网应用开发提供统一访问接口；

数据同步：“端-边-云”数据、数据库操作以及事件消息如何做同步及协调，主要负责数据在端-边-云之间的分层备份及同步机制。

应用协同：实现应用层无感知的“端-边-云”协同调度：终端决策向边缘进行资源请求与卸载，包括了终端计算卸载决策、数据预取策略；边缘侧提供模块化、微服务化的应用、数字孪生、网络等应用实例；云端主要是提供按照客户需求实现应用、数字孪生、网络等业务能力。

4.6.5 展望

智慧家居物联网如今正朝着三大方面趋势演变：远程控制过渡到场景联动、封闭的生态圈转变为开放互联，单一入口控制转变成多入口、产品能力从中心控制转变为分布式控制，这些趋势正在促使智能家电从被动响应用户需求变成能够实时感知用户行为提供主动服务的智能设备。未来，通过多模态分布式感知技术、大数据 AI 技术以及云边端一体化技术，来构建未来家庭信息模型，支持更多物联网原生应用场景，结合数据洞察、数字孪生等技术，实现从环境感知、用户行为分析、场景辅助决策到自主联动场景的转变；通过打造“硬件+软件+内容+服务”的综合智能产品，支持多设备全屋智能场景联动，构建海量多样的智能原生应用，最终为用户提供更多智慧决策，改善用户生活环境提升居住体验，实现更便捷智慧生活。

4.7 信息安全

随着互联网向各行业渗透，驱动各个产业的组织变革和生产变革，从而形成了新的车联网、工业互联网、智慧交通、智慧城市、智慧医疗、智慧家居、智慧养老、智慧法治、智慧电网、5G 垂直应用等互联网生态和形态，一方面提升了数字经济活力，一方面也面临严峻的网络安全挑战。

产业互联网具有网络化、集成化、智能化等特点，这也决定了安全威胁更加泛在化。尤其是互联网服务的普及和海量的智能终端接入，多数都处于“无防护”状态，存在安全漏洞，极易被攻击。例如，智能摄像头可能正在现场直播你的生活场面，智能冰箱也可作为垃圾邮件的发送端。儿童智能手表、家庭路由器、扫地机器人等物联网智能设备存在诸多安全隐患，一旦被攻击，很可能“出卖”用户的隐私。

另外，随着数字化技术的大量应用和普及，数据逐渐成为核心资产，数据的价值也不断提升，企业核心数据频繁面临数据泄露的安全风险。尤其金融、保险、教育、医疗、科技、政府等行业作为数据的“洼地”，已成为黑客和黑产的主要攻击目标。2019 年 4 月，Facebook 应用服务商 Cultura Colectiva 上 5.4 亿数据因数据库配置错误导致数据泄露；同年 5 月，美国房地产和产权保险巨头 First American 8.85 亿份敏感客户财务记录被泄露；国内医疗 PACS 服务器泄露涉及中国近 28 万条患者记录。

产业互联网面临黑客攻击、蠕虫病毒传播、非法渗透等安全威胁，直接影响信息系统的正常运行。终端的非法入侵、数据通信劫持、隐私数据泄露等事件，也使正常运营秩序受到威胁。如何做到既高效又安全，是制约产业互联网快速发展的重点，今年《数据安全法》《个人隐私保护法》等安全法规落地，给信息安全建设提出了更高要求。

4.7.1 产业互联网安全威胁

根据国家互联网应急中心发布的《2020 年中国互联网网络安全报告》显示，2020 年远程办公人员数量的激增，导致信息技术服务业攻击事件急剧上升，产业互联网或成网络安全下一个焦点，云原生漏洞成为安全研究员和黑色产业链关注重点。

1) 智能化终端运行状态异常导致失效

互联网已经渗透到生活的方方面面，大量的智能化终端通过互联网接入，通常数量非常庞大，同时部署位置也很分散化，可能会有断网、设备故障、状态异常等情况，因此，如何实时监控这些智能终端设备的安全状态，及时发现异常的设备并进行预警。

2) 开放的互联网应用漏洞被恶意利用

车联网、工业互联网、智慧交通、智慧城市等产业快速发展，为了生活生产的便捷，更多的互联网服务对外开放，可能会存在系统漏洞未修复的情况。一旦被黑客利用后果极为严重，比如 2016 年下半年导致半个美国互联网瘫痪的 DDOS 攻击事件，其主要原因就是大量弱口令的智能硬件设备被黑客控制利用，需要实时的监测这些未修复的漏洞，并进行及时修复。

3) 权限滥用身份伪造产生内部威胁

传统安全架构更多地聚焦在网络架构安全，通过对区域的划分来对可信进行划界，因此通常在互联网与内网边界部署大量的安全网关来隔断四层到七层的攻击，安全策略也指向来自互联网侧的攻击，而用户管理者对内部网络、内部人员的定义是“可信”，忽略了内部攻击是当前网络安全保障最大的隐患，员工拥有全部的访问权限可以接触到数据中心的应用系统、数据库系统等，破坏由内部人员引起的也比比皆是。

4) 内外部威胁导致数据泄露

据第三方调查机构报告显示，内部威胁是数据泄露的第二大原因，员工拥有过度的权限、安全意识薄弱等原因是引起此类事件的关键因素。比如仿冒的或非法的设备接入导致恶意代码攻击，通过专网/互联网传播，可能会出现数据被非法窃取的风险。

5) 终端被恶意控制损坏基础设施

产业互联网加速了物联网的发展，无处不在的各种类型的物联网终端，其中一部分部署位于室外区域，比如机器人、传感器、摄像头等，一旦这些物联网终端被恶意程序控制，会影响正常的基础设施监控，同时还可能导致基础设施被恶意攻击而无法正常工作。

4.7.2 产业互联网安全思路

1) 建立针对产业互联网的实时安全监控防护能力

针对产业互联网大量互联网服务的脆弱性与其存储数据的高价值的特点，需要为产业互联网提供系统级安全防护能力，进行自身安全加固，对海量接入用户和设备进行签名认证，为每一个互联网服务和终端赋予专属的安全感知与防护能力，确保终端系统安全可控。

2) 形成面向互联网资产的安全监测评估机制

通过技术手段对互联网网络资产进行实时安全监测，智能感知网络资产安全状态信

息，包括资产状态、弱口令、系统漏洞等威胁信息，同时结合多角度、多维度分析网络资产在网络内存在违规外联、跨网通信、网中网等异常行为，及时发现并预警，为网络资产安全管控构建安全监测评估机制。

3) 实现贴合场景需要的安全接入管控机制

针对当前产业互联网各场景业务数据传输特点，在网络层构建完善的安全接入控制机制，兼容主流的互联网安全传输协议，能够针对终端进行访问控制，控制接入终端的网络访问，仅允许用户授权的安全终端接入网络，同时也能够对终端的物联网业务进行攻击入侵检测以及流量清洗，对通过网关的流量进行深度分析，结合专业的安全防护能力，提供整体的产业互联网业务安全性。

4) 基于零信任的互联网数据安全防护体系

针对产业互联网数据价值高，传输链路数据易存在监听的安全风险，构建一套面向不同场景产业互联网系统的端到端数据安全防护体系。基于零信任的安全理念，设计并构建覆盖数据访问安全、数据交换与传输安全、访问控制安全、数据使用申请与管理的数据安全管控方案。将数据使用权和数据所有权分离，构建虚拟隔离的数据资源安全边界，防止数据泄露、数据篡改等事件发生，打造零信任架构下的新一代的数据安全管控和隔离方案，实现数据传输、使用、共享安全。

5) 构建统一网络安全感知与管理体

通过采用各类型安全探针，实现对互联网资产的安全状态实时监控、安全防护，同时运用大数据分析技术、动态预警技术、泛系统漏洞检测技术等多项关键技术，结合外部最新威胁情报数据，对全场境内的资产进行综合安全分析计算、攻击链还原，实现全场景产业互联网安全态势感知，风险及时预警与快速管控处置，实现整体网络安全威胁可视、可管、可控。

通过面向物联网的数据分析和挖掘，对获取的多源异构数据进行数据标准化处理，并结合不同业务需求和场景模型，将各类安全事件进行集中管理和关联分析，及时发现系统中存在的安全威胁，加强对入侵攻击识别能力、关联分析能力和攻击趋势预测能力。同时能够预测近一段时间的安全威胁、攻击方式等，进行一系列安全趋势分析，最后从不同的维度对全网进行综合安全指数量化，形成对全网网络安全的综合评价。

6) 推动产业互联网信息系统构建合规能力

立足产业互联网部署场景，梳理和搭建开放、统一的安全框架。根据分区分域防护的原则，按照一个中心下的三重防御体系，建设信息安全等级保护纵深防御体系。按照

信息系统业务处理过程将系统划分成计算环境、区域边界和通信网络三部分，以终端安全为基础对这三部分实施保护，构成有安全管理中心支撑下的计算环境安全、区域边界安全、通信网络安全所组成的“一个中心”管理下的“三重防御体系”。

依据相关安全建设要求，遵循“重点保障，适度防护、体系防御”原则，围绕产业互联网场景设计安全防护方案，构建集防护、检测、响应于一体的全面的安全保障体系，在入侵行为对互联网信息系统发生影响之前，能够及时精准预警，实时构建弹性防御体系，避免、转移、降低物联网信息系统面临的风险。针对各场景互联网业务体系，为用户提供感知层防护、网络层防护、应用层防护以及数据安全防护等差异化安全防护手段，满足等保 2.0 以及物联网安全国家标准的要求。

4.7.3 产业互联网安全发展

产业互联网赋能实体经济。党的十九大报告提出：“加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在中高端消费、创新引领、绿色低碳、共享经济、现代供应链、人力资本服务等领域培育新增长点、形成新动能。”当前，产业互联网正在为我国传统产业转型和实体经济发展注入新的动能、释放新的活力，并在农业、制造业、文化、交通、旅游等领域展现出十分广阔的应用前景。

随着产业互联网渗透到各个产业领域，互联网、云计算、大数据、物联网、人工智能等技术制造、医疗、交通、能源、教育等行业不断融合，网络环境不再局限在一个固定空间，网络安全边界变得更加模糊，传统边界安全防护理念面临巨大挑战。传统安全建设核心是在纵深防御体系的建设，安全设备如同“灯笼式”的串接在从互联网到数据中心的网络路径上，对过往的流量进行层层检测和阻断，然而应用发布映射到公网，人人皆可访问的场景，让黑客拥有更多的时间、精力去研究发现安全漏洞并发起攻击，从而逐步渗透到全网。

安全是信息化、数字化发展的基础，国家的“十三五”规划明确指出，加强数据资源安全保护，建立大数据安全管理制度，实行数据资源分类分级管理，保障安全高效可信应用。《中华人民共和国网络安全法》中指出，采取数据分类、重要数据安全保护等措施，保障网络免受干扰、破坏或者未经授权的访问，防止网络数据泄露或者被窃取、泄漏。

伴随着网络防护从传统边界安全理念向零信任理念演进，零信任将成为数字安全时代的主流架构。一方面基于零信任的产品将不断涌现，这些产品以网络接入安全为起点，基于接入过程中关键对象所处环境的安全状态变化动态进行访问控制，并将在零信任体

系下逐渐融合更多针对身份、设备、网络等关键对象的安全防护的能力，最大限度降低企业整体的安全风险。另一方面零信任应用场景将以远程办公为主的用户访问服务的场景。与此同时，随着互联网业态的发展演变，黑灰产资源模块化、团伙碎片化、运营专业化，催生出强大的体系对抗能力，倒逼企业安全体系从单点的企业防御向供应链的全局防御演进，构建全域数字安全共治体系、多元联动的黑灰产治理体系以及产业链防护“共同体”将势在必行。

未来需要构建与产业互联网相适应的全场景安全防护体系，实现可信互联、安全互动、智能防御，为产业互联网做好全环节安全服务保障，规范产业互联网安全策略管控原则，构建基于密码基础设施的快速、灵活、互认的身份认证机制。落实分类授权和数据防泄漏措施，强化应用防护、应用审计和安全交互技术，实现“物-物”、“人-物”、“人-人”安全互动。实现对产业互联网安全态势的动态感知、预警信息的自动分发、安全威胁的智能分析、响应措施的联动处置。

4.8 智慧养老

4.8.1 智慧养老概述

1) 智慧养老的概念定义

我国人口老龄化问题日趋严重，养老问题日益凸显。传统的养老模式已无法满足现有的养老需求，而科学技术和发展的互动、协同和共生等特性，使得人们在面对老龄化带来的各种问题时，自然而然地转向现代信息技术，“智慧养老”应运而生，开辟了新的养老道路，同时也能结合各种养老模式的优缺点，做到扬长避短，用科技让老年人的生活更安全更简单更幸福。

智慧养老的概念最早由英国生命信托基金提出，也被称为“全智能老年系统”，即利用先进的互联网、云计算、可穿戴等新一代信息技术手段，构建面向家庭养老、社区养老和机构养老的物联网系统与信息平台。整合政府、社会及社区家庭的资源，为养老提供更便捷、高效、灵活的公共管理创新服务模式。

2) 智慧养老的发展历程

随着技术的不断发展，智慧养老的内涵不断扩大。现在的智慧健康养老主要有三个方面，分别是智慧助老、智慧用老和智慧孝老。

在我国，智慧养老发展历程大致分为5大阶段，分别是：

2010 年起步阶段：互联网和电话呼叫的为老服务出现，全国老龄办提出养老服务信息化，推动建设基于互联网的虚拟养老院

2012 年探索阶段：全国老龄办首次提出“智能养老”概念，并以智能化养老实验基地形式在全国开展实践探索。

2015 年试点阶段：国家发布互联网+行动计划，国家发展改革委联合 12 部门全面部署实施“信息惠民工程”，智能养老被正式列入国家工程。

2017 年示范阶段：2017 年 2 月，工信部、民政部、国家卫计委发布《智慧健康养老产业发展行动计划（2017-2020）》，标志着智能养老第一个国家级产业规划出台；7 月三部委发布《开展智慧健康养老应用试点示范的通知》，标志着智能养老进入示范发展阶段。

2020 年爆发阶段：为了适应智慧养老服务产业的企业基本建设，创新的服务模式不断涌现，投融资市场十分活跃。智慧养老服务产业发展的重要转折点为 2020 年左右。2020 年后，基于网络的无形市场规模会逐渐接近传统的有形市场规模，预计智慧养老服务产业在此时进入成熟期。

与传统养老服务相比，智慧养老解决了服务中人力做不好、做不到和不愿意做的诸多问题。智慧养老在我国的发展速度很快，从企业到政府，从产品到服务，都非常重视智能技术在养老中的应用。“智能+”也将成为未来养老行业的重要方向和主流趋势。

4.8.2 智慧养老产业发展现状分析

当前的养老服务供给与我国老年群体的养老需求相比，仍然存在较大的缺口，传统养老模式无法适应市场需求，亟须进行行业变革。

1) 国家政策支持

国家为了应对人口老龄化所带来的各种挑战，通过一系列政策扶持积极发展养老产业，着力促进智慧养老市场发展。

下表列举了近年来有关智慧养老的相关国家政策：

发布时间	政策名称	主要内容
2013 年 9 月	国务院关于加快发展养老服务业的若干意见	到 2020 年，建成以居家为基础、社区为依托、机构为支撑的养老服务体系
2016 年 3 月	关于金融支持养老服务业加快发展的指导意见	该规划目标到 2025 年，从金融组织体系、信贷产品、融资渠道、保险体系、金融服务等各个方面为养老服务业提供金融支持
2017 年 2 月	智慧健康养老产业发展行动计划（2017-2020 年）	到 2020 年，形成覆盖全生命周期的智慧健康养老产业体系，建立 100 个以上智慧健康养老应用示范基地，培育 100 家有引领作用的行业领军企业，打造一批智慧健康养老服务品牌

2018年4月	国务院关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见	开展第二批智慧健康养老应用试点示范工作
2019年4月	《关于推进养老服务发展的意见》	实施“互联网+养老”行动，在全国建设一批“智慧养老院”，推广物联网和远程智能安防监控技术
2019年6月	构建“居家为基础、社区为依托、机构为补充、医养相结合”的养老服务体系	国家卫健委将在90个城市开展医养联合试点基础上，切实做好基础公共卫生服务当中的老年人健康管理服务工作，开展失能老人的评估和健康服务的试点工作，推动安定疗护的试点工作。
2019年11月	中共中央、国务院印发了《国家积极应对人口老龄化中长期规划》	《规划》从财富储备、人力资源、供给体系、科技支撑和社会环境五个维度，综合来谋划应对人口老龄化的政策体系。
2020年11月	国务院办公厅印发国办发〔2020〕45号《关于切实解决老年人运用智能技术困难实施方案的通知》	便利老年人使用智能化产品和服务应用。扩大适老化智能终端产品供给。推动手机等智能终端产品适老化改造，使其具备大屏幕、大字体、大音量、大电池容量、操作简单等更多方便老年人使用的特点。积极开发智能辅具、智能家居和健康监测、养老照护等智能化终端产品。按照适老化要求推动智能终端持续优化升级。
2020年12月	住房和城乡建设部等部门关于推动物业服务企业发展居家社区养老服务的意见	意见提出，要补齐居家社区养老服务设施短板，推行“物业服务+养老服务”居家社区养老模式，丰富居家社区养老服务内容，积极推进智慧居家社区养老服务，完善监督管理和激励扶持措施。
2021年1月	国家发改委、民政部、卫健委联合发布《关于建立积极应对人口老龄化重点联系城市机制的通知》	明确指出：推动发展“互联网+养老服务”、“互联网+老年健康服务”，支持大型互联网企业导入养老服务和老年健康服务，支持优质养老机构互联网平台化发展，更好发挥信息科技赋能作用。
2021年3月	《“十四五”积极应对人口老龄化工程和托育建设实施方案》	支持综合性养老服务机构建设，支持社会力量建设专业化、规模化、医养结合能力突出的养老机构，完善长期照护服务的标准规范，加强专业护理人才培养储备，提升信息化、智能化管理服务水平，促进康复辅助器具推广应用，强化对失能失智老年人的长期照护服务。
2021年10月	为进一步推动智慧健康养老产业发展，工业和信息化部、民政部、国家卫生健康委等三部门联合印发《智慧健康养老产业发展行动计划（2021-2025年）》	提出到2025年，智慧健康养老产业科技支撑能力显著增强，产品及服务供给能力明显提升，试点示范建设成效日益凸显，产业生态不断优化完善，老年“数字鸿沟”逐步缩小，人民群众在健康及养老方面的幸福感、获得感、安全感稳步提升。

全国各省市“十四五”发展规划纲要中有关智慧养老行业发展相关内容如下：

各省市第十四个五年规划和二〇三五年远景目标有关智慧养老行业纲要汇总一览	
省市	内容
全国	发展银发经济，开发适老化技术和产品，培育智慧养老等新业态。
重庆	积极推进“互联网+养老”，加快智慧养老大数据云平台联网应用，让老年人获得“触手可及”的服务保障。发展老年教育，积极开发老龄人力资源，发挥老年人社会价值。鼓励开发老年住宅、老年公寓。
浙江	大力发展银发经济，推动老年产品提质扩容和研发攻关，加快发展以智慧养老、健康养老为主要业态的养老服务。
云南	支持培训疗养机构转型发展为养老机构，培育养老新业态，健全完善“互联网+养老”，推动形成智慧养老服务新模式。健全覆盖县乡村三级的农村养老服务网络。构建居家社区机构相协调、医养康养相结合的养老服务体系，保障人人享有基本养老服务，健全养老服务综合监管机制。
天津	健全完善“互联网+养老”，打造智慧养老服务新模式。夯实居家养老基础，支持家庭承担养老功能，充分发挥居家养老服务支撑作用。
上海	增强科技支撑智慧养老能力。布设互联感知的智慧养老设施，开发与传感器、智能设备、医疗设备对接的云边协同的物联网养老系统。制订完善智慧养老相关产品和服务标准，开展家庭、社区、养老机构等多种应用场景试点，支持发展社区居家“虚拟养老院”，鼓励企业开发智慧养老综合服务平台，培育一批智慧养老应用示范基地、示范社区和示范品牌。
山东	巩固扩大老年服装、食品和保健品、康复保健器材等优势产业，鼓励发展老年人护理照料、生活辅助、功能代偿增进等老年辅助科技产品，培育智慧养老等新业态。
青海	创新“互联网+居家社区养老”模式，打造一批智慧微型养老院和智慧养老社区。
宁夏	建设一批绿色智慧养老、医养结合养老、生态养生养老等项目，支持社会资本开办托育服务机构，实施银川宝丰健康养老、桃园城企联动社区养老、六盘山生态康养城等项目。
江苏	积极构建数字化生活场景，在车联网、感知网、智慧社区、智慧家庭、智慧养老、智慧医保等领域先行突破。
吉林	推动建立智慧养老模式，丰富养老服务产品供给。加强养老服务人员培训和队伍建设。积极开发老龄人力资源，发展“银发经济”。
湖北	推进智慧养老应用系统建设，加快发展远程看护、健康管理、康复照料等居家养老服务新模式。
黑龙江	普及公共基础设施无障碍建设，加强智慧养老配套设施建设，构建老年友好型社区。
河南	加快智慧养老服务试点建设。加强养老服务机构质量安全、运营秩序等监管，提高养老护理人员规模和素质。积极研发推广适老生活用品、老年功能代偿和辅助产品、智慧养老产品，丰富适老性金融产品和服务，促进银发经济全链条发展。
甘肃	构建“互联网+智慧养老”服务平台，打造养老服务品牌。
福建	支持智能停车、智慧门禁、智慧消防、智慧养老等智慧社区应用和平台建设。依托“互联网+”提供就近便捷养老服务，每年建设不少于30所“智慧养老院”。
安徽	实施智慧养老建设示范工程，推动智慧养老机构建设，发展智慧居家和社区养老服务。建设省养老服务数据资源中心及应用服务平台，增强研判、决策、指挥等功能，构建覆盖全省的养老服务信息网络和管理系统，提供智能化、个性化、多样化、便利化的养老产品和服务。

制图：中商情报网(www.askoi.com)

2) 我国智慧养老产业发展

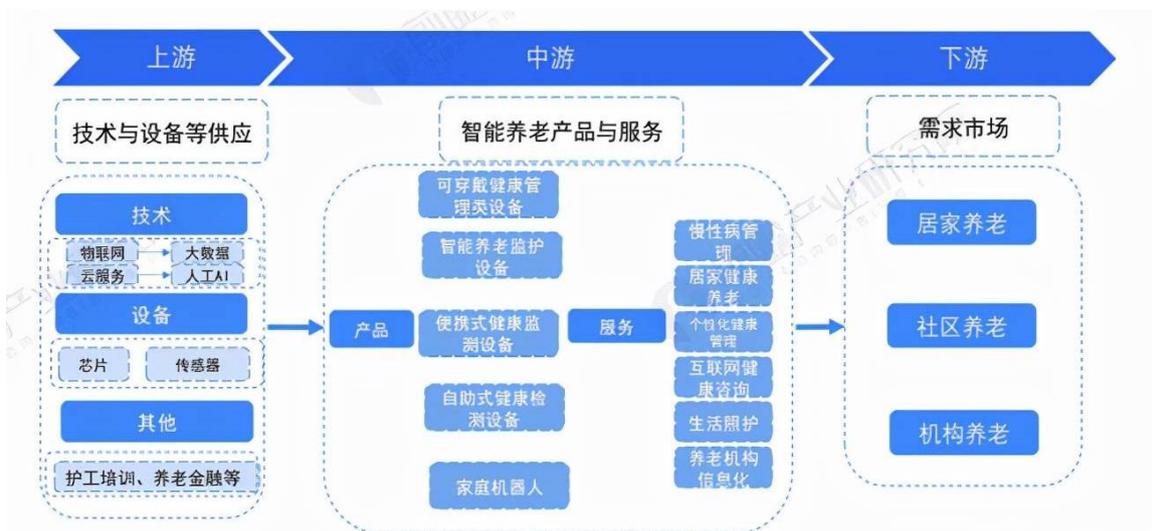
A. 我国智慧养老产业现状

在国家政策的支持下，我国智慧养老产业主体不断增多，产业链不断整合，发展向好。智慧养老行业产业链分为上、中、下游：

其中产业链上游包括物联网、大数据、云计算、人工智能服务提供商、芯片、传感器等部件供应商、通信模块、信息传感器等中间部件供应商，以及护理培训、养老金融

等。

而产业链中游是各种智慧养老产品和服务，其中智能设备是与传统养老最大的区别。最后产业链下游则是家庭养老、社区养老和机构养老三类养老需求市场。



资料来源：前瞻产业研究院整理

@前瞻经济学人APP

图 1 智能养老行业产业链

智慧养老产业需要物联网技术、智慧养老产品设备、信息平台 and 养老智能服务的有效协调发展。对于行业来说，智能设备只是行业的入口，真正的行业利润点在于与设备相匹配的信息平台和养老服务。一个完整的智慧养老服务系统，可以实现养老资源综合整合、养老生态链发展、健康、医疗、娱乐等功能的产业体系。



图 2 智能健康养老综合服务模式

B.智慧养老产业发展基础

1、养老需求快速增长。

当前，全国人口老龄化问题日益突出，老年人口规模大、增长速度快、高龄失能老人增多、空巢化独居化加速。

2021年5月11日，第七次全国人口普查结果显示，中国60岁及以上人口为26402万人，占18.70%，其中65岁及以上人口为19064万人，占13.50%。我国已成为全球老龄人口数量最多的国家，人口老龄化程度正在进一步加深。据预测，2025年65岁及以上老人数量将突破2.1亿，到2050年65岁以上老年人预计达到3.8亿，占比接近27.9%。在居住形态方面，家庭结构趋于小型化和核心化，超6成老年人处于独居状态（一个人居住或与配偶同住）。

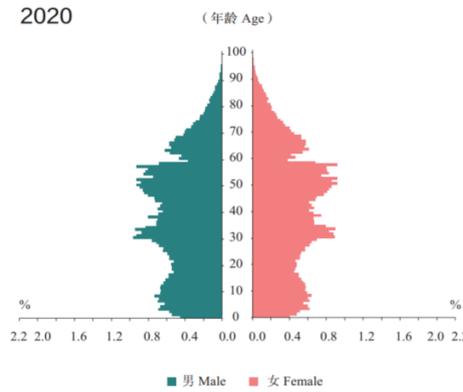


图 3 第七次人口普查 人口金字塔

2、产业基础条件好。

近年来，在智慧健康养老相关的电子信息、软件服务、人工智能、家用电器、医疗器械等产业领域均实现快速发展。智能可穿戴设备、智能家电、智医助理、体征测量监测等新物联网相关新产品、新业态不断涌现，智慧健康养老应用逐步深化。

3、技术进步日新月异。

当前，新一代信息技术、健康技术等正在取得群体性突破，大数据、云计算、物联网、AI 人工智能、5G、区块链、机器人等技术逐渐成熟，在智慧健康养老领域的融合应用不断加快、新产品不断涌现。智能传感技术、大数据技术、物联网技术等养老领域持续渗透。低功耗智慧健康养老终端、适老化交互康养平台及高效健康信息架构得以应用。与发达经济体相比，我国在基础科学和原始创新方面有差距，但在应用创新和商业模式开发方面并不落后。信息技术产业坚实的发展基础，蓬勃的创新创业活动以及不断优化的政策支持环境，为智慧健康养老的加速发展创造了有利条件。

4、试点示范成效显著。

国家三部委公布的四批次共计 168 家智慧健康养老示范企业中，可以看出来我国的大部分省份都已经发展了智慧养老试点，这些试点普遍集中于城市而非农村，且发展较好的试点主要集中于发达地区，例如北京中关村、上海闵行、山东泰安、浙江舟山等。中西部地区智慧养老发展起步晚、程度低的特点显著。

4.8.3 智慧养老应用场景

1) 智慧养老应用场景

我国目前的养老模式仍以“9073”为主，即 90%老年群体采取以家庭为基础的居家养老；7%依托社区的养老服务中心提供日间照料；3%通过机构养老予以保障。不同的养老模式对于智慧养老的需求、应用场景上也存在着很大的差异，需要分别来看。

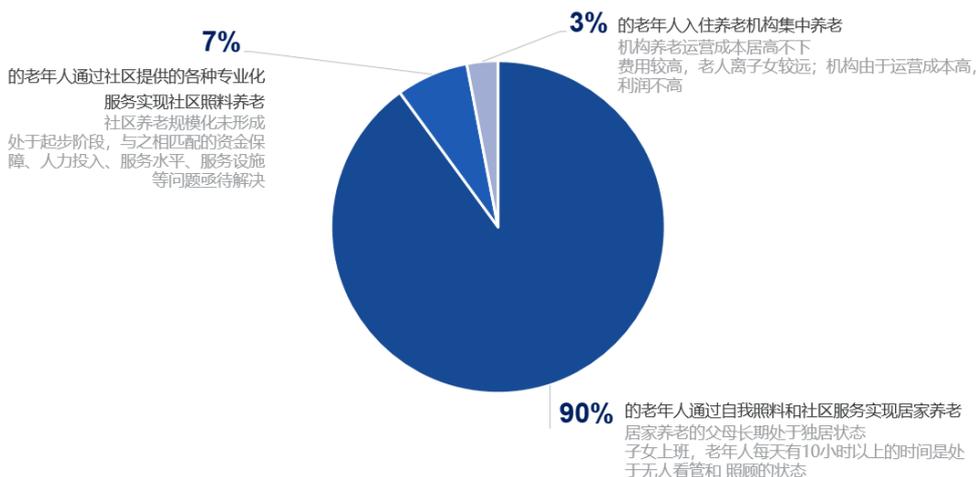


图 4 我国养老现状及分布比例

2) 智慧养老在机构养老中的运用

机构养老的主体是养老机构，就是各种养老院，老年公寓等机构的运营主体。在养老机构信息系统基础上，借助移动终端设备实现物联网在老年人生活、照护、管理中的运用。覆盖出入院流程管理、护理管理、膳食管理、物业管理，财务管理、人力资源管理、固定资产管理、物品管理等诸多方面。帮助机构管理人员获得老人最新、最全信息，以此提供完善服务的同时，通过信息化建设优化养老机构管理流程，提升服务效率，增强和子女等家庭成员之间的沟通和联系等。例如：

- 1) 通过一卡通系统使管理流程自动化
- 2) 借助可视通话技术、通话终端，使家属能够方便地了解老人在院情况、远程探视
- 3) 物联网智能硬件实时采集老人睡眠、运动、生理体征等数据，拉通体检数据、用药数据，老人生活习惯数据等多维度数据。可和对应医疗机构系统打通，自动获取相关的测试报告，供医生、家属及相关人员查询。其他如用药情况，饮食情况，运动情况数据的自动化管理等。
- 4) 定位预警：穿戴式物联网智能终端，通过定位技术对老人位置信息进行捕捉，当老人出现异常情况时，可自动报警，同时老人也可以通过携带的定位设备进行自主求助，提高安全意识。通过和视频会议系统的联动可以进一步提升应急处理能力。
- 5) 环境监测：通过环境监测设备动态监测老人房间以及公共场所的温湿度、空气质量等数据，通过空气净化器，空调，加湿器等设备的联动，给老人以舒适的室内环境。
- 6) 便捷生活：通过音箱、传感器等感应类设备，监测老人需求、行动等多方位数据，语音操控、联动控制打开/关闭灯光、窗帘，电视机调节音箱/节目等，给老人便捷的生

活体验。

3) 智慧养老在居家养老、社区养老中的运用

社区养老是衔接养老机构之前老年人的照料的一个重要载体。社区作为老年人大部分时间在此度过的主要根据地，能在老年人熟悉的环境中镶嵌“养+医+护”一体的养老服务，宣传健康教育和疫病预防等教育工作的同时，方便衔接居家护理，无障碍设施改造，紧急救援和转诊以及满足老年人精神需求等服务。

居家养老其实可以理解为社区养老的一种特殊方式，社区养老=居家养老+社会化上门服务。当老人自理能力强，家里人有足够时间照顾的情况下，基本不需要社会化上门服务，那么就称为居家养老了。

社区/居家养老中的问题主要在于老人健康状况未知、无人看护/陪伴、紧急求援缺失、生活服务设施不够适老化等方面。智慧养老围绕健康、安全、医养、情感、管理五大养老核心需求，基于智能终端设备及信息化系统，实现人员、家庭、社区、机构与健康养老资源的有效对接和优化配置，提升社区/居家养老水平。

智慧养老在居家养老和社区养老中的运用主要有以下几个场景：

1) 健康：随着政策推动、经济水平发展，健康服务发生了变化：其一，医疗内容从疾病治疗服务向康复医疗服务延伸；其二，医疗场景的延伸，如院内治疗延伸出了远程医疗、社区医疗、家庭健康。在家庭及社区环境中，通过在家庭中配置生命体征监测仪器、在社区设立“健康小屋”等方式，运用物联网智能设备实时采集老人睡眠、运动、生理体征，老人生活习惯数据等多维度数据的实时跟踪和采集，健康数据自动上传至物联网云平台，并将数据反馈到社区医院、家庭医生或相关监护人处，通过系统分析，医务人员可以清晰了解患者的身体状况，提出相应的医疗健康方案。

2) 安全：通过在家中安装健康/安全/消防等监护设备，实现对居家老人的24小时远程监护，通过紧急呼叫系统或者腕表等设备，在老人发生危险求救或者摔倒时候自动报警。对失能失智老人的定位、生命体征数据实时跟踪监测，发生意外/走失时能及时处理。老人家中安装烟雾传感器/燃气传感器等消防类监测设备，实现对居家老人24小时的消防看护，发生火灾或燃气泄漏隐患，告警信息联动社区和综治网格，能够及时上门处理。相关的安防终端在出现意外时，服务中心能第一时间获取报警信息。

3) 医养：养老“一键通”有利于把各养老服务机构有效整合为一体，成为为老人提供物质与精神服务的巨大可靠力量，成为解决“空巢”、孤寡老人养老难题的一个突破口。医院开通养老急救直通车热线，更好地为老人提供安全保障。

4) 情感：智能 AI 设备、智能电视伴侣、机器人等物理网智能设备帮助老年人轻松享受到健康管理、科学锻炼、身心舒缓、娱乐陪伴等为老服务，帮助老人与家人增强沟通、维系感情。激活老人主观能动性，加深社会存在感，让老年人不被科技时代的“数字鸿沟”隔断，能够真正享受到前沿科技带来的幸福感、安全感。

5) 管理：多级联动的智慧养老指挥中心，通过部署在社区和家庭里的各种智能终端，感知老人的服务需求，对服务供给端资源进行统一调度，在短距离的服务半径内，实现供需双方的精确匹配，从而为老人提供了一个更加安全、方便、快捷的社区生活环境。



图 5 居家养老样板间

4.8.4 智慧养老产业存在的问题

1) 产业发展尚不充分，产品水平有待提高。智慧健康养老产业融合物联网、大数据、人工智能等多项新一代信息技术，目前在相关基础领域的关键技术储备不足，有关技术科研成果转化不充分，具有自主知识产权的产品较少且功能单一，同质化现象较为严重。高端类服务机器人等产品主要被国外公司垄断，健康服务类可穿戴设备接口和通信标准不统一，难以实现互联互通，采集数据的准确性难以达到医用要求；产品人性化设计水平有待提升，特别是面向老年人特定需求的适老化设计较为欠缺。

2) 缺乏成熟的商业模式，企业造血能力较弱。智慧健康养老产业当前仍处于发展起步阶段，企业还没形成成熟、可持续盈利的商业模式，目前主要采用企业运营、政府财政补贴的运营模式。智慧健康养老终端产品多数通过财政以购买服务的方式免费发放给

用户，医疗养老机构缺乏有效的盈利模式；信息技术和养老服务的结合方式单一，多侧重于硬件设备研发、线上软件系统开发，忽略线下服务体系建设；居家养老服务中心等医疗、养老机构对于之恩发的理解和技能掌握不够，无法充分发挥信息平台 and 智能硬件的潜力。

3) 涉及多个部门管理，推进机制有待优化。智慧健康养老涉及多个部门和电子信息、软件服务、家用电器、医疗器械等多个行业，部门之间信息尚未共享互通，协同推进机制有待进一步完善，相关行业之间缺乏有效协调和对接，产业链上下游存在信息不对称现象；政府与产业、机构、用户人群之间，存在沟通交流不畅等问题。新技术市场化应用推广缓慢，智能产品和服务应用无法满足消费者需求，需求方无法找到合适的产品及服务。

4) 信息共享亟待完善，信息安全有待加强。在前期健康管理、慢性病管理等方面，养老机构、平台资源、信息技术企业合作意愿不强，医疗数据、健康数据开放共享意识不强，“信息孤岛”情况普遍存在。打通平台壁垒，实现数据信息共享，形成良性互动、利益合理分配的发展模式，是当前需要解决的问题。庞大的用户数据和用户隐私管理，也是产业面临的关键性问题，监管技术和手段、标准和制度等亟待完善。

5) 智慧养老缺乏顶层设计和统一标准。智慧养老整个体系虽是由政府主导，但实际上多数以分开治理的方式来开展进行，这使得资源没有被充分利用，也可能使得在使用资源的过程中存在重复性，这些问题都是因为没有从顶层设计和规划。同时，这也导致了智慧养老的管理方面也存在着许多问题。另外，目前国内关于智慧养老服务的相关标准的政策文件并不多，即使已经出台的政策文件也大多数是建设性意见，缺乏了科学性的说明和统一标准。

4.8.5 智慧养老未来趋势和展望

智慧养老系统涵盖了机构养老、居家养老、社区日间照料等多种养老形式，通过跨终端的数据互联及同步，连通各部门及角色，形成一个完整的智慧管理闭环，实现老人与子女、服务机构、医护人员的信息交互，对老人的身体状况，安全情况和日常活动进行有效监控，及时满足老人在生活、健康、安全、娱乐等各方面的需求。智慧养老能够和多种养老模式融和发展，实现新的升级和优化，满足老人不断增长变化的需求，将高品质的养老生活的构想变成可能。

1) 智慧养老会越来越普及

随着年龄的提高，老人的身体机能不断下降，对于智慧健康养老服务的意识和需求

将会逐渐增加，加上老龄人口的持续增长，市场购买需求也会随之增长。其次，随着技术研发公司与老年人、养老从业人员的互动加深，智慧养老的产品也将更为成熟，价格也会逐渐降低。最后，民众会逐渐意识到，智慧健康养老不是从老人身上赚钱，而是要降低社会的养老成本，让未来老年人的养老生活将变得更加智能化。这些因素都会推动智慧养老的普及。

2) 智慧健康养老产业增速加快

近年来，中国智慧健康养老产业规模持续快速增长。而随着全社会健康和养老需求呈现井喷式增长，以及以人工智能、机器人等新一代附加值高的智慧养老产品逐步推向市场，健康老龄产业动能必将加速释放。

3) 智慧健康养老可能会催生出新的养老服务模式

未来，智慧养老很有可能不仅是提升现有的养老服务，而是会催生出全新的模式。未来五年将是我国养老服务业迈向现代化发展的新五年。“中度老龄化”社会的到来使得我国必须构建广覆盖、高质量、可持续的养老服务体系，所以毫无疑问，智慧养老模式将成为未来养老服务的趋势和方向。

4.9 智慧法治

4.9.1 智慧法治概述

法治是人类文明进步的重要标志，是治国理政的基本方式。智慧法治属于法治智能化范畴，意在运用互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等技术，对包括立法、执法、司法、普法工作的各种需求做出智能化建设和运行，实现法律体系和法治能力的现代化，更好地满足人民群众的法治需求，提高人民群众的法治获得感。

1) 政策背景

根据《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》第五十九章指出要坚定不移走中国特色社会主义法治道路，一体建设法治国家、法治政府、法治社会，实施法治中国建设规划。

以习近平同志为核心的党中央为统筹推进全面依法治国，于 2021 年 1 月 10 日印发了《法治中国建设规划（2020—2025 年）》（以下简称“《规划》”），《规划》是新中国成立以来第一个关于法治中国建设的专门规划，是新时代推进全面依法治国的纲领性文件，是“十四五”时期统筹推进法治中国建设的总蓝图、路线图、施工图。

智慧法治是国家治理体系和治理能力现代化、加强法治供给和法治效能、落实国家信息化和智能化战略，以及参与全球治理、引领世界法治体系创新的必然要求，是中国特色社会主义法治的未来方向。

2) 建设目标

智慧法治建设是一项综合性和立体性的工程，以贯彻以人民为中心、服务国家战略大局、坚守伦理道德、全面信息化、开放协同和共享互信、国家安全保障、合作共赢为原则，以新一代信息技术为载体，推进法治中国建设的数据化、网络化、智能化。

智慧法治可包括智慧立法、智慧公安、智慧检务、智慧法院、智慧司法等。具体建设目标如下：

1、推进智慧立法，完善信息化和智能化规范框架

促进网络和人工智能与立法活动的良性互动，通过立法为网络和人工智能的发展提供稳定的制度保障，通过网络和人工智能技术提升立法质量。

2、建设智慧警务，提高公安战斗力

促进新技术与警务机制深度融合，打造公安机关核心战斗力，推进公安机关社会治理能力的跨越式发展，使得警务资源高度融合、治安管控高效有力、公安服务更加便捷，为公安工作提供高效的警务管理手段和拓展便民服务的新空间。

3、建设智慧检务，落实科技强检战略

打造“全业务智慧办案、全要素智慧管理、全方位智慧服务、全领域智慧支撑”的智慧检务“四梁八柱”为全面履行检室职责，全面深化检率改革奠定基础。

4、建设智慧法院，提升审判管理效能

构建网络化、阳光化、智能化的人民法院信息化体系，实现公正司法、司法为民的组织、建设和运行形态。

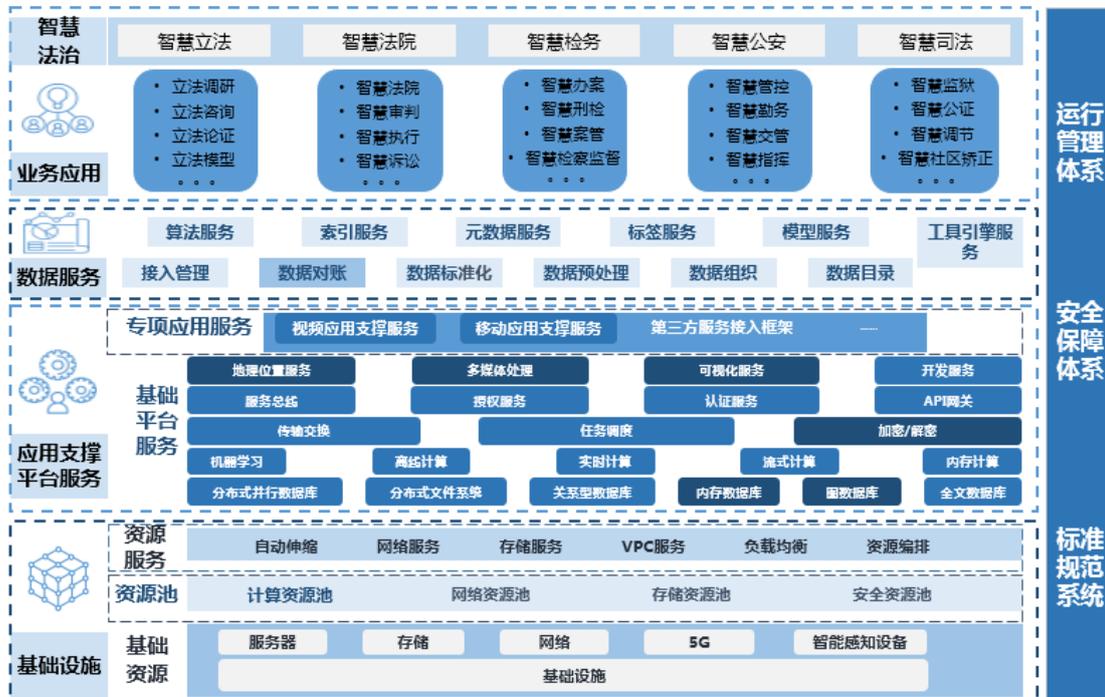
5、建设智慧司法，强化司法服务能力

实现司法系统信息化建设跨越式、融合式发展，不断提升统筹推进全面依法治国和行政立法、行政执法、刑事执行、公共法律服务的能力和水平，推动司法系统履职能力的持续升级，为全面推进法治国家、法治政府、法治社会一体建设提供全面有力的支撑。

4.9.2 智慧法治核心要素

智慧法治建设涉及政法委、公安、检察院、法院和司法等多个单位，以“标准化、松耦合、开放化、多元化”为指导思想，以《法治中国建设规划（2020—2025年）》为建设标准，以业务场景化、模块化为设计原则，以云计算、大数据技术、人工智能、区

区块链、分布式等关键技术为支撑，在各层级机构既有信息化系统基础上，统筹规划、协调建设、体系推进，构建统一的智慧法治信息化平台，为智慧立法、智慧公安、智慧检务、智慧法院、智慧司法等应用提供敏捷、可靠、安全、弹性的基础设施服务和平台服务能力。



智慧法治技术架构图

1) 云计算赋能智慧法治

云计算是推动信息技术能力实现按需供给、促进信息技术和数据资源充分利用的全新业态，是信息化发展的重大变革和必然趋势。随着分布式云架构体系的日臻成熟和边缘计算技术的普及应用，驱动智慧法治基础设施向“云、网、端”三位一体安全融合的架构演进，实现更加普惠、可靠、自主的计算资源、网络资源、应用资源的融合治理、泛在接入、弹性自适，支撑构建智慧法治“云、网、端”融合的弹性基础设施。

依靠云计算技术，构建覆盖法治系统标准统一的云架构体系，为智慧法治提供信息基础设施保障，实现业务协同、资源融合共享。通过应用系统云化、应用上云，推动技术融合、业务融合、数据融合，打通信息壁垒，提升立法、执法、监督、普法的信息化水平。推动法治系统履职能力的持续升级，为全面推进法治中国、法治政府和法治社会一体建设提供全面有力的支撑。

2) 5G 赋能智慧法治

随着移动通信技术的发展，5G 技术具有超高速的数据传输能力，能够实现高容量、

高可靠的泛在接入。应用 5G 网络，将把智慧法治带入更加彻底的“网络中心”应用环境，支持构建万物云端、融合互联的泛在接入。

智慧法治涉及公检法司等多个区域，业务分散，既有垂直系统的管理，又有横向平级单位的协同，充分发挥 5G 移动互联技术高速率、大容量、低延迟、低能耗、低成本和大规模设备连接的综合优势，加快“5G+”关键技术攻关，为智慧法治场景应用提供保障速率的 QoS、RB 资源预留、载波隔离等切片方式，保障资源上下行的调度优先级以及安全隔离。

依托移动互联网、5G 等技术，全面支持法治各类用户，使用各类终端，将法治各个领域、各个区域、各个分散的业务实现高速连接和协同，为立法、执法、监督和普法业务提供更多元渠道、更灵活方式、更高效服务，实现业务跨网系办理，全面提升智慧法治信息化水平。

3) 大数据赋能智慧法治

随着经济社会数字化转型的广泛深入，大数据技术是当前国家数字化发展战略的重要技术手段，智慧法治建设依靠大数据技术，通过统一汇聚、融合、加工、分析云上业务应用的数据，建立起法治的基础库、主题库和专题库，形成法治大数据共享体系，为法治的业务协同和信息共享提供数据支撑服务。

1、大数据赋能智慧立法，利用大数据技术对智慧法治各领域业务数据进行分析，为立法调研、立法咨询和论证提供有力的数据支撑；提高立法的效率。

2、大数据赋能智慧执法，通过数据汇聚、融合与共享交换，形成法治系统数据资源库 and 知识资源体系。在执法过程中快速调动相关执法知识资源，提高执法的合理性。

3、大数据赋能智慧监督，通过盘活法治各领域原有数据，调动同类案件进行对比分析，避免同类案件多各种判决的情况，为执法监督提供辅助决策，提高执法准确性。

4、大数据赋能智慧普法，通过大数据分析技术，针对不同的群体和不同的途径进行有针对性普法，提供普法的有效性。

大数据赋能智慧法治，旨在利用大数据技术，将“一切业务数据化和一切数据业务化”，加速推进业务的数据化，以数据的驱动重塑优化业务流程和工作模式。为法治信息化的建设提供一系列数据资源服务。

4) 人工智能赋能智慧法治

人工智能是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言

处理和专家系统等。随着人工智能技术的研究和发展，其已经成为支撑智慧法治建设的重要技术手段，不断赋能智慧立法、智慧执法、智慧监督、智慧普法等建设。

1、人工智能推动智慧立法，利用人工智能为立法调研、立法咨询和论证提供完整的数据和信息，为立法的科学决策提供依据；通过人工智能构建立法平台整合立法资源，提高立法的效率；通过人工智能收集和筛选立法意见和建议，实现科学民主立法；通过人工智能提高对规范性文件审查的准确性，提高立法者的工作效率。

2、人工智能推进智慧执法，利用人工智能推进智慧执法建设，提高依法和高效决策能力。

3、人工智能赋能智慧监督，利用人工智能平台对工作人员参与诉讼活动全程留痕，有助于智慧法治工作的公开透明，助力智慧监督。

4、人工智能推进智慧普法，通过人工智能技术打造全方位、立体式、虚拟化的普法空间，扩大普法覆盖面、增强普法有效性。

5) 区块链赋能智慧法治

区块链技术是利用块链式数据结构来验证与存储数据、利用分布式节点共识算法来生成和更新数据、利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全、利用由自动化脚本代码组成的智能合约来编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算方式。其具有分布式去中心化存储、信息公开、内容不可篡改、信任共享的共识机制特性。随着下一代区块链的创新和应用，其在智慧法治领域得到了越来越多的关注，正在不断赋能智慧执法、智慧监督等建设。

1、区块链助力智慧执法可信水平，提升执行协同能力。利用区块链技术建设智慧法治领域信息基础设施，构建相关区块链平台，提供电子证据、电子卷宗、电子档案等电子数据在采集、传输、存储、流传等过程中真实、有效、可追溯、不可篡改的服务；通过区块链与执法平台融合，提升协同执行能力，助力智能精准执行。

2、区块链赋能智慧监督，基于区块链的平台数据信息具有可追溯、不可篡改的特性，有助于智慧法治工作的公开透明，助力智慧监督。

4.9.3 智慧法治应用场景

1) 智慧警务

智慧警务是以互联网、物联网、云计算、智能引擎、视频技术、数据挖掘、知识管理等为技术支撑，以公安信息化为核心，通过互联化、物联化、智能化的方式，促进公安系统各个功能模块高度集成、协调运作，实现警务信息“强度整合、高度共享、深度

应用”之目标的警务发展新理念和新模式。智慧检务应用包括智慧管控、智慧防控、智慧侦查、智慧交管等。

2) 智慧管控

十九大报告指出，“要坚决打好防范重大风险攻坚战”“提升预测预警预防能力”。赵克志部长在全国公安厅局长会议上强调，要“着力提高预测预警能力，充分应用大数据、机器学习、人工智能等新技术，坚持综合研判与专业研判相结合、机关研判与基层研判相衔接，强化重点人员实时监测、重点群体跟踪关注、重大风险预测预警，精准推送滴灌式、预见性、指导性情报信息，同时根据各类重点人员的特点，从基础信息、行为轨迹、网络言论、通联情况、跨地流动规律等方面着手，建立大数据分析模型，对个人和群体刻画多维数据画像，挖掘潜在行为习惯、预测危害程度，实现对各类风险隐患的敏锐感知、精确预警”。

充分利用大数据、云计算、物联网等新兴技术的迅猛发展和广泛应用，形成全域感知、主动发现、滴灌预警、动态管控的“智慧管控”警务机制。统筹全警情报业务，集成全警情报资源，以情报平台为主体支撑，构建以人特别是重点人员为核心的、覆盖全域的、一体化多维预警风险管控体系，重点完善多维数据画像的重点高危人员监测预警体系、动态智能感知的重大事件监测预警体系、全程追踪在控的重点车辆监测预警体系、分类分时盯控的重点部位监测预警体系，做大做强情报应用，做准做精预测预警，让“智慧”成果服务决策指挥，服务基层实战。建立社会治安风险监测预警指数体系、指标体系、发布体系、应用体系；建立群众安全感满意度监测指数体系、指标体系、发布体系、应用体系。

3) 智慧巡逻防控

智慧巡逻防控通过抽取警综、110 报警数据，按类别（如“两车”类、“两入”类、“两抢”类、诈骗类、黄赌类等）区分在系统上展示一段时间的警情发案情况，以区域、线路形式标注出治安黑点信息，如治安黑点名称、类型、案件高发时段、案发数量、标注原因等。采集共享治安黑点、“135 防控点”信息、巡逻路线信息、被盘查人员、车辆、物品信息、巡逻民警巡逻出警信息、巡逻民警装备信息。需支持共享警情信息、警员基本信息、辅助力量基本信息、装备基本信息、对讲机定位信息、执法记录仪定位和录像信息、PGIS 地图信息、摄像头位置和录像信息等。建设巡逻民警上岗执勤情况分析模型、巡逻路线与警情匹配模型、“135 防控圈”落实情况分析模型、被盘查人员特征分析模型等。警力配置从“固化”向“动态”转变，极大提升治安实战与服务能力。

4) 智慧交管

以互联网+大数据、人工智能等先进技术为依托，通过全面感知路面交通信息，多渠道采集交通管理信息，采集的信息主要包括路面地理地图、气象、交通流量、交通事件、通行情况等；通过建立共享合作机制，与交通运输部门共享道路运输企业、车辆、驾驶人及从业人员登记信息，车辆通行轨迹、交通流量、交通视频监控等信息，与百度、高德、腾讯等互联网公司建立警企合作机制，共享获取交通运行数据、交通拥堵信息、交通诱导信息；与税务、保险、环保等单位共享购置税、车辆保单、理赔、黄标车等数据。通过实时、持续掌握交通基础信息、交通运行态势，与警力勤务紧密相结合，形成交通管理信息资源一张图，建立道路交通运行态势分析、交警警情分布分析、重点车辆、驾驶人风险积分预警、车驾管异常业务预警、执法执勤监督风险分析等模型，合理调配各类交通管理资源，实现“路面感知”、“勤务调度”、“执法管控”的闭环管控体系，构建情报研判主导、高效扁平指挥、精准机动勤务、优质美好服务“四位一体”的现代交通管理工作新机制。

5) 智慧检务

智慧检务是依托大数据、云计算、移动互联网、人工智能等信息技术，提高检察机关的办公、办案、服务、决策的智能化水平，内部服务检察干警办案办公，外部服务人民群众，促进司法为民、司法便民、维护司法公正、提升司法能力，规范司法行为、深化司法公开、强化法律监督、提升司法公信力，推进检察工作现代化的一种全新检务运营模式。智慧检务应用包括智慧刑检、智慧检察监督、智慧案管、智慧民检、未成年人帮教等。

6) 智慧检察监督

智慧检察监督致力于提升检察机关法律监督的能力和水平，采用“智慧赋能检察，线索引导监督，监督助力治理”的主动监督模式，即以海量数据为基础，利用信息技术智慧挖掘异常信息、可疑信息，并以侦查思维分析研判，主动发现监督线索，开展法律监督，进而参与社会治理。通过数据汇集—数据挖掘—分析研判—交相关部门线索初查—开展监督—跟踪成效—社会治理，完成数据到监督和治理的闭环，实现刑事检察、民事检察、公益诉讼、行政检察四大检察监督全覆盖，并有效延伸监督，通过弥补制度漏洞、预防犯罪等方式积极参与社会治理。

智慧检察监督赋能检察机关对社会生活和法律实际运行情况的洞察力升级换代，更加精准高效地发现需监督的事项，提升法律监督的数量和质效，有力地支持了检察机关

法律监督工作的开展，并为检察机关参与社会治理打下坚实的信息基础。

7) 智慧刑检

为适应检察机关“捕诉一体”改革、认罪认罚从宽制度适用和刑事检察“繁简分流”办案需要，智慧刑检辅助办案实现刑事检察捕诉办案全流程、诉讼监督办案、刑事犯罪全罪名、常用办案辅助工具“四个全覆盖”，提供了简案快办、繁案精办两种办案模式，完全可满足速裁、简易、普通三种不同诉讼程序办案需求，具备 OCR 电子卷宗自动识别、法律文书自动生成、量刑辅助、证据智能审查、法律法规推送及快速检索、类案推送及快速检索、音视频智能审查、文字校对及纠错、出庭一体化示证、案卡自动回填、诉讼监督职能辅助等功能，借力信息科技提高检察办案人员工作效率，有效缓解检察机关案多人少的实际矛盾。

8) 智慧未检帮教

根据最高人民检察院对于新时代未成年人检察“捕、诉、监、防、教”一体化工作的要求，智慧未检帮教平台主要运用 AI 和大数据技术，以未成年人为中心，打造集“精准帮教、犯罪预防、普法教育、心理疏导”四大核心应用场景，严格贯彻“教育、感化、挽救”方针，最大限度教育挽救错罪未成年人。

智慧未检帮教平台支撑涉罪未成年人帮扶教育开展的一体化系统，面向检察官/院领导、督导社工、帮教人员（一线社工、心理咨询师、家庭教育辅导员、观护基地辅导员）、被帮教未成年人等，切实解决案多人少精力不足、案件时间周期长难跟进的工作困难。

9) 智慧法院

智慧法院是依托现代人工智能，围绕司法为民、公正司法，坚持司法规律、体制改革与技术变革相融合，以高度信息化方式支持司法审判、诉讼服务和司法管理，实现全业务网上办理、全流程依法公开、全方位智能服务的人民法院组织、建设、运行和管理形态。智慧法院应用包括智慧执行、智慧诉讼、智慧审判、智慧服务等。

10) 智慧诉讼

智慧诉讼服务中心，以“一站式多元解纷机制、一站式诉讼服务中心”建设为主线，围绕建设集约高效、多元解纷、便民利民、智慧精准、开放互动、交融共享的现代化诉讼服务体系，纵深应用信息技术，高度整合诉服资源，创建了“一键提交、一链办理、一线联通、一网通办”的联动矩阵，为群众提供“大普惠、高效能、集约化、定制式”诉讼服务。

11) 智慧审判

以法律法规库以及海量案例库作为大数据支撑，以特有的智能分析技术根据法律关系和逻辑关系建立的知识分析规则，创新性采用要素式审判分析模式，通过对案件前置数据例如案件起诉状等材料进行语义分析和智能判断形成案件信息要素中心，包括当事人要素信息、案件事实要素信息、案件证据要素信息等，再根据这些案件要素自动生成庭审笔录纲要，自动归纳出案件事实以及案件争议焦点，辅助书记员记录笔录，笔录完成后，系统会结合对诉状、笔录内容的分析，按照法院文书格式要求，一键式自动生成案件调解书、判决书等各类文书。智慧审判在合理的繁简分流基础上，实现了简易案件快速要素式审判、标准化说理，同时能够精准定位同案信息，帮助法官实现同案同判。针对复杂案件，则可以推送有效相关案例、法律法规等信息，提高法官的工作效率。

12) 智慧执行

随着执行案件的日趋复杂化和被执行人规避执行多样化，仅依靠传统执行手段难以取得理想效果。针对以上情况，新时期的“智慧执行”主要采用大数据、云计算、人工智能等信息技术，围绕办案质量、效率和流程管理三个核心要素进行创新。按照最新法律规定和执行规范要求，对执行实施、异议审查、执行监督、执行保全等各种案件的办理流程、节点予以全面梳理和规范。

将执行工作从线下搬到线上，同时按照“办案最公、用时最少、群众司法获得感最强”的工作要求，全方位重构执行工作流程，多维度搭建财产查控体系，全链条强化监督管理，全要素融入社会治理，构建繁简分流、快慢分道、类案归集、事项集约、权责清晰、运行高效、管理精准的执行工作新模式，全面提升执行工作在保障胜诉者权益、维护司法权威、捍卫公平正义、激活市场要素、助力生产经营、培植法治经济、优化营商环境、促进社会信用体系建设等方面的能力和作用，有力助推国家治理体系和治理能力的现代化。

13) 智慧司法

智慧司法运用云计算、大数据和人工智能等新技术开展“数字法治、智慧司法”信息化体系建设，以信息化引领和带动司法事业发展，提升全面推进依法治国实践的能力和水平。智慧司法应用包括智慧社区矫正、智慧监狱、智慧戒毒所、智慧调解等。

14) 智慧监狱

围绕司法部《智慧监狱技术规范》的技术要求，立足监管执法和监管安全核心需求，将物联网、大数据、云计算和 AI 等新一代信息技术与监狱业务深度融合，辅助监狱最

终建成标准规范科学统一、数据信息全面准确、业务应用规范灵活、研判预警指挥高效的智慧监狱。

智慧监狱主要应用场景包括智慧办公、智慧安防、智慧教育矫正、阳光执法、帮教和狱务公开、智慧劳动生产、劳动技能培训、智能劳动报酬等。通过打造智慧监狱统一管控平台，对监狱各类信息进行实时、精确、全面地感知、整合和分析，全方位支撑民警执法、风险管控、教育改造、队伍建设、综合保障等方面智慧化发展，实现监狱管理精细化、指挥调度立体化、安全防控精准化、刑罚执行智能化、教育矫治科学化、综合办公无纸化，助推监管改造工作在新时代实现新发展。

15) 智慧矫正

按照《中华人民共和国社区矫正法》《司法部关于加快推进全国“智慧矫正”建设的实施意见》的要求，以“一个平台、两个中心、三大支撑体系、四个智慧化融合”为体系架构设计开发。实现业务工作和执法流程网上办理，法律文书网上流转，各类文书、签章、报表、工作评比结果网上自动生成，并针对社区矫正对象信息化核查数据进行智能化分析预警，实现实时对社区矫正对象动态跟踪、远程监管，全力预防和减少社区矫正对象脱管漏管和重新违法犯罪。

16) 智慧戒毒

“智慧戒毒”是以教育戒治科学化、专业化为中心任务，以统一的戒毒基本模式和戒毒业务技术规范标准体系为支撑基础，综合运用大数据、物联网、人工智能等科学技术手段，优化戒毒资源配置，收集、分析、整合戒毒工作关键信息，总结、把握、归纳戒毒工作规律，建立健全符合戒毒工作实际的科学警务模式和管理制度，科学预知、预判、预警，并做出决策，实现安全、智能、统一、共享、规范的戒毒工作智慧运行工作措施体系。

其中主要的应用场景包括：戒毒人员画像，对戒毒人员进行个性化建模，建立戒毒人员画像，分析戒毒人员的改造成果及改造程度发展趋势，严格管控戒毒人员行为动向和改造过程。生命体征感知，通过物联网+雷达+生命体征感知系统对吸毒人员运动、呼吸异常等生命体征进行检测，并自动报警。戒治管理，以戒治为维度，展开对戒毒人员从入所到出所，将收治、分级管理、日常管理贯穿戒毒人员整个戒治周期的“一站式管理”。

4.9.4 展望

智慧法制是一项综合性和立体性的工程，在推进过程中，不可避免也会遇到诸多阻

力。在信息技术时代下，运用互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链等技术，人们能够感测、汇集、分析、整合、输出法治运行必要的关键信息，对包括立法、执法、司法、普法工作的各种需求做出智能响应，极大减少相关业务阻力，提高法治的效率、质量、效益。

智慧法治是中国特色社会主义法治的未来方向，是国家建设全面法治国家、法治政府、法治社会的重要支撑，是推进国家治理体系和治理能力现代化的重要内容。“十四五”时期，随着智慧法治建设的逐步深入推进，法治中国将更加数据化、网络化、智能化。建设智慧法治，是推进国家治理体系和治理能力现代化题中应有的法治技术要求，是建立健全大数据辅助科学决策和社会治理的机制的关键，也是推进政府管理和社会治理模式创新，更是实现政府决策科学化、社会治理精准化、公共服务高效化良方。

4.10 智慧电网

4.10.1 智慧电网国家政策解读

国家能源发展“十三五规划”和党的十九大对现代能源体系提出了更高要求，其中包括让广大人民群众从“用上电”迈向“用好电”，以及不断减少停电时间，提高电能质量，打造安全、高效、绿色的智能电网系统。在智能电网发展环节中，电力通信网作为支撑智能电网发展的重要基础设施，承担着各类电力业务的安全性、实时性、准确性和可靠性的要求。

国家发展改革委、国家能源局、工业和信息化部联合发布的《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》中明确指出以“互联网+”为手段，以智能化为基础，紧紧围绕构建绿色低碳、安全高效的现代能源体系，促进能源和信息深度融合，推动能源互联网新技术、新模式和新业态发展。

国家发展改革委、国家能源局发布的《关于促进智能电网发展的指导意见》中强调智能电网是在传统电力系统基础上，通过集成新能源、新材料、新设备和先进传感技术、信息技术、控制技术、储能技术等新技术，形成的新一代电力系统，具有高度信息化、自动化、互动化等特征，可以更好地实现电网安全、可靠、经济、高效运行。

为保障电力监控系统的安全，国家能源局下发了国能安全[2015]36号文，电力业务的安全总体原则为安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证。

安全分区：安全分区是电力监控系统安全防护体系的结构基础。发电企业、电网企业内部基于计算机和网络技术的业务系统，原则上划分为生产控制大区和管理信息大区。

生产控制大区可分为控制区（又称安全区 I）和非控制区（安全区 II）。

在满足安全防护总体原则的前提下，可以根据业务系统的实际情况，简化安全区装置，但是应当避免形成不同安全区的纵向交叉连接。

网络专用：电力调度数据网是为生产控制大区服务的专用数据网络，承载电力实时控制、在线生产交易等业务。安全区的外部边界网络之间的安全防护隔离强度应该和所连接的安全区之间的安全防护隔离强度相匹配。

电力调度数据网应当在专用通道上使用独立的网络设备组网，采用基于 SDH/PDH 不同通道、不同光波长、不同纤芯等方式，在物理层面上实现与电力企业其他数据网及外部公共信息网的安全隔离。当采用 EPON、GPON 或光以太网等技术时应当使用独立纤芯或波长。

横向隔离：横向隔离是电力二次安全防护体系的横向防线。采用不同强度的安全设备隔离各安全区，在生产控制大区与管理信息大区之间必须设置经国家指定部门检测认证的电力专用横向单向安全隔离装置，隔离强度应当接近或达到物理隔离。电力专用横向单向安全隔离装置作为生产控制大区与管理信息大区之间的必备边界防护措施，是横向防护的关键设备。生产控制大区内部的安全区之间应当采用具有访问控制功能的网络设备、防火墙或者相当功能的设施，实现逻辑隔离。安全接入区与生产控制大区相连时，应当采用电力专用横向单向安全隔离装置进行集中互联。

纵向认证：纵向加密认证是电力监控系统安全防护体系的纵向防线。采用认证、加密、访问控制等技术措施实现数据的远方安全传输以及纵向边界的安全防护。对于重点防护的调度中心、发电厂、变电站在生产控制大区与广域网的纵向连接处应当设置经过国家指定部门检测认证的电力专用纵向加密认证装置或者加密认证网关及相应措施，实现双向身份认证、数据加密和访问控制。安全接入区内纵向通信应当采用基于非对称密钥技术的单向认证等安全措施，重要业务可以采用双向认证。

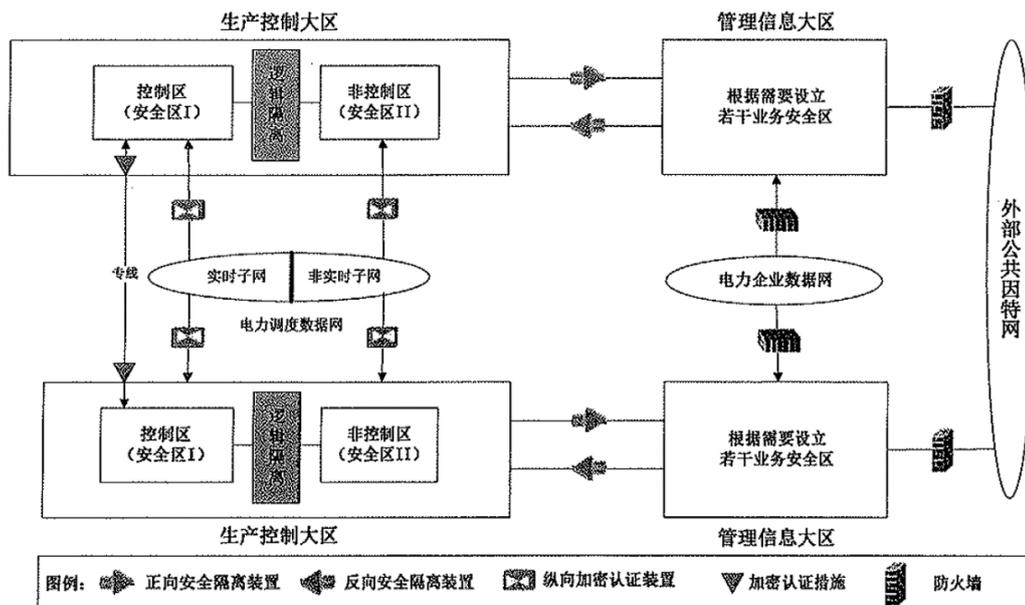


图 电力监控系统安全总体防护框架结构示意图

4.10.2 智慧电网行业分析

智能电网概念自 2001 年较为明确地提出以来，得到世界范围的广泛认同。十几年来，世界各国政府、电力企业、科研机构结合各自经济社会发展水平、能源资源禀赋特点和电力工业发展阶段，进行了深入研究和实践探索，智能电网的概念和特征、内涵与外延不断得到丰富发展。特别是随着全球新一轮科技革命和产业变革的兴起，先进信息技术、互联网理念与能源产业深度融合，推动着能源新技术、新模式和新业态的兴起，发展智能电网成为保障能源安全、应对气候变化、保护自然环境、实现可持续发展的重要共识。

我国电网行业集中度高，由国家电网（26 省市）、南方电网（5 省市）两大电网公司垄断经营，年产值超 8 万亿元，代表了中国电网行业的整体趋势，具备极其重要的话语权，是电力服务经济社会发展的重要力量，且两家企业高度重视智能电网建设，在智能电网领域制定了内部愿景与发展规划。

4.10.3 挑战与机遇

随着大规模配电网自动化、低压集抄、分布式能源接入、用户双向互动等业务快速发展，各类电网设备、电力终端、用电客户的通信需求爆发式增长，迫切需要构建安全可信、接入灵活、双向实时互动的“泛在化、全覆盖”配电通信接入网，并采用先进、可靠、稳定、高效的新兴通信技术及系统予以支撑。

电力无线通信发展存在的问题分析：

安全隔离问题：5G 之前的无线通信技术均未能达到国家能源局 36 号文中关于网络承载电力不同分区业务的要求。因此对于不同安全分区的多业务融合接入需求，目前无线通信技术无法有效解决，需额外部署加密终端、设置安全接入区等网络安全措施。

承载能力问题：5G 之前的无线通信承载能力有限，难以同时满足大带宽、低时延等承载需求。2G 网络的数据业务速率约 20-100kbps，单向通信时延超过 100ms；3G/4G 虽然带宽有所提高，但通信时延也普遍在 40-100ms 之间。

无线公网终端运行情况无法远程管理及故障预警、告警，故障定位困难：全网目前有大量无线公网模块（计量终端和配电自动化终端），但相关终端的资费情况、流量情况、网络在线情况、信号情况、故障预警及告警等均无法远程管理，业务终端掉线后无法进行故障定位，即不能确定是业务终端故障还是通信原因的故障（包括公网通信网络、通信模块、SIM 卡等）。

4.10.4 智慧电网典型场景与需求

1) 差动保护

配网差动保护通过配电自动化终端比较两端或多端同时刻电流值（矢量），当电流差值超过门限值时判定为故障发生，执行差动保护动作，实现配电网故障的精确定位和隔离。该业务要求端到端网络时延不大于 15ms，网络授时精度小于 $10\mu\text{s}$ ，传统的 2/3/4G 通信技术不具备高精度网络授时功能，同时端到端网络时延也无法满足业务需求。

5G 低时延及高精度网络授时特性能充分满足配网差动保护业务的通信需求，有效促进该业务的推广应用，改善配网运行状态，推动整个智能配电网的升级发展。

2) 自动化三遥

配网自动化三遥是以一次网架和设备为基础，综合利用计算机、信息及 5G 通信等技术，并通过与相关应用系统的信息集成，实现设备与电网主站之间的通信。配网自动化三遥包括遥信、遥测和遥控，遥信是对设备状态信息的监控，如告警状态或开关位置，阀门位置等。遥测是电网的测量值信息，如被测电流和电压数值等；遥控是完成对设备运行状态的控制，如断开开关等。配网自动化三遥通过与继电保护自动装置配合，实现配网线路区段或配网设备的故障判断及准确定位，有效提高配电网的供电可靠性。配网自动化三遥需要经过配网主站接入电网生产控制大区，业务安全隔离性要求高，传统的无线网络无法满足该业务的要求。

5G 网络切片能提供端到端安全隔离方案，实现通信可靠性和业务安全接入的有效

结合。

3) 配网 PMU

配网 PMU 为了同一时刻采集线路上的电压、电流、有功、无功等向量类数据，快速准确掌握电网动态运行工况，PMU 与主站的信息交互时必须携带高精度时间戳；授时精度要求 $<1\mu\text{s}$ 。

配网 PMU 利用 5G 网络对 PMU 设备进行高精度网络授时，为电力系统枢纽点的电压相位、电流相位等相量数据提供精准的时标信息，并通过 5G 网络把数据回传至监测主站。监测主站根据以上信息精确定位故障位置，并在电网系统扰动时快速生成系统解列、切机及负荷切换的方案。

4) 精准负控

精准负荷控制设备解决电网故障初期频率快速跌落、省际联络线功率超用等问题。根据不同控制要求，分为实现快速负荷控制的毫秒级控制系统和更加友好互动的秒级、分钟级控制系统。由于该业务控制粒度小，且电力系统故障需要实时快速响应，需要对用电设备实现低时延的负荷控制，因此对通信系统提出了更为严格的需求，其通信需求主要集中在超低时延与高可靠性上。

精准负荷控制利用 5G 网络超低时延与高可靠性特性，在精准负荷控制系统中，控制对象将精准到生产企业内部的可中断负荷，减少对重要用户的影响。通过精准控制，优先切除可中断非重要负荷，例如电动汽车充电桩、工厂内部非连续生产的电源等，充分降低社会影响。

5) 智能化巡检

智能巡检终端包含无人机、机器人等多种类型，能够提供多路高清视频图像(百兆级以上)及多元的传感信息(红外、温感、湿感、辐射综合回传能力、百毫秒级远程控制能力)，光纤专网在站内的部署存在困难，4G 网络的带宽、时延及业务终端接入密度难以满足智能电网的业务发展需求。

智能巡检结合无人机和机器人应用，扩大巡检范围，提升巡检效率，利用 5G 高速率、低时延、海量连接、快速移动特性实现巡检终端遥控及数据采集，实现巡检高清视频实时回传及远程控制作业。

6) 高级计量

目前采用集中抄表方式多以配变台区为基本单元进行集中抄表，采集频次低，无法有效支撑用户行为分析；采集数据以上行为主，数据内容单一，数据传输速率有限，缺

乏电网侧与用户侧双向互动；电表只可看不可控，安全及时延无法支撑精准负控。

5G 网络大带宽、低时延、海量连接特性，能满足高级计量采集频次提升，采集内容丰富、双向互动三大趋势要求。未来在现有远程抄表、负荷监测、线损分析、电能质量监测、停电时间统计、需求侧管理等基础上，将构建更为丰富多元的应用，例如支持阶梯电价等多种电价政策、用户双向互动营销模式、多元互动的增值服务、分布式电源监测及计量等。

7) 电网应急通信

电力作为经济社会发展的重要支柱，电力保障尤为重要。目前应急通信车主要采用卫星作为回传通道，通过卫星回传至远端的指挥中心进行统一调度和指挥决策。无线广域网通信带宽不足，语音无法保证清晰连贯，时延高，用户容易产生眩晕感，体验较差。无人机的非网联模式，导致协作飞行困难、此外还存在飞行距离受限、前端算力不足等问题。未来应急通信车将作为现场抢险的重要信息枢纽及指挥中心，需具备自组网能力，配备各种大带宽多媒体装备，如无人机、单兵作业终端、车载摄像头、移动终端等，保障电网的应急通信。

应急通信车配备搭载 5G 基站的无人机主站，通过该无人机在灾害区域迅速形成半径在 2-6km 的 5G 网络覆盖，其余无人机、单兵作业终端等设备可通过接入该无人机主站，回传高清视频信息或进行多媒体集群通信。应急通信车一方面作为现场的信息集中点，结合边缘计算技术（MEC），实现基于现场视频监控、调度指挥、综合决策等丰富的本地应用。另一方面，可为无人机主站提供充足的动力，使其达到 24 小时以上的续航能力。

4.10.5 展望

智能电网的业务类型丰富，有无人机、智能巡检等大带宽的视频类业务；差动保护等低时延的控制类业务；高级计量、新能源等大连接业务。相对 4G，5G 对智能电网业务的承载更全面，如其大规模机器连接场景（mMTC）提供百万~千万级的连接能力、增强移动带宽场景（eMBB）单终端 10~100Mbps 级别的带宽承载能力，超高可靠低时延场景（uRLLC）提供网络端到端 10 毫秒级的时延能力。

电力企业可利用公网运营商提供的各种能力开放，如网络切片定制设计、规划部署来实现线上的快速业务开通（分钟级）；利用切片运行监控能力实现运营商网络资源运行的监控及故障定位；通过通信终端或模组采集的各类数据实现对终端的在线管理等，最终实现智能电网的可观、可管、可控。此外，5G 作为更面向行业的新兴技术，可以此

为契机，通过与 5G 产业的结合，孵化、打造自身的产业链，如 5G 电网定制化的通信终端、模组、计量电表、管理平台等，助力智能电网自身的产业培育及发展。

4.11 5G 垂直应用

我国 5G 赋能千行百业已呈现百花齐放的局面，截止 2021 年 10 月，全国 5G 应用创新案例已超过 1 万个，涵盖工业、医疗、教育、交通等多个行业，率先在采矿、电力等重点行业形成远程设备操控、无人智能巡检等 20 大典型应用场景，标杆示范带动作用日益凸显。

“5G+垂直行业”多重政策利好将进一步释放，促进产业化规模化应用。工业和信息化部等十部委联合启动《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》，未来三年 5G 行业应用是发展重点，5G 行业赋能要实现三大重点指标，到 2023 年要实现 5G 在大型工业企业渗透率达到 35%、每重点行业 5G 示范应用标杆数达到 100 个、5G 物联网终端用户数年均增长率达到 200% 三大指标。

当前我国 5G 发展已走在世界前列，5G 应用无现成经验可以借鉴，5G 与行业的融合是一个渐进过程，需要遵循从试点示范到规模推广再到大规模应用的规律，在“十四五”期间，5G 垂直行业应用将从探索起步阶段进入到产业深耕、赋能发展的新阶段。

4.11.1 5G+工业互联网

1) 5G 应用场景及价值

5G 作为移动通信的最新一代技术，相比光纤固网，具备接入灵活的特点，更能适配新时代定制化生产的柔性制造的需求，其低时延、高可靠等特性，对工业生产的稳定性需求能有更好的保障，5G+边缘计算可以解决工业互联网在异构网络融合、业务融合、数据融合、数据安全、隐私保护等方面的需求，使得无线技术应用于工业设备实时数据采集、控制、远程维护及调度、图像智能处理等领域成为可能。目前，5G 相对于有线和 Wi-Fi 的关系并不是替代，而是对特殊场景的补充和增益，如应用于 AGV、AR 终端、机器人、无人车等移动性场景，以及光纤不易覆盖的户外场景。

5G 在智慧工厂中的应用探索成效已经初步显现。超高清视频监控、移动无人巡检等叠加赋能型应用，在现有工厂网络应用基础上，叠加 5G 网络应用，在非核心生产和管理业务方面有效补充、增强工厂管理能力。

2) 实践案例

中国电信南京分公司和中兴通讯联合打造的全球 5G 智能制造基地每分钟可产出 5

台 5G 基站，并从这里发往世界各地。为打造黑灯工厂，实现零碳运营，以确定的韧性来应对不确定的挑战，5G 扮演着重要的角色，在工厂里实现“用 5G 制造 5G”。基于本方案建设的 5G 网络和 MEC，依托园区数据中心与协同制造云平台，协同中国电信建设“互联网+”工业应用超市，为滨江园区制造企业提供 5G 企业虚拟专网的运营服务，并为企业提供基于 5G 的工业应用咨询和集成服务，园区企业可以自主选择适合不同场景的 5G 工业应用集成服务，加快推广成熟可复制的 5G 工业应用场景，并共同探索不同行业的 5G 应用和商业模式。全球 5G 智能制造基地提出了“1+2+5+X”的整体架构：为滨江工厂建设并运维 1 张 5G 2B 精品网络，基于天翼云部署 2 大工业云平台，合作开发并部署 5 大能力中台。得益于这三大“看不见”的云网底座，为工厂提供了 X 种可复制的应用原子能力，并组合成“看得见”的 16 大类 60 多种 5G 应用场景。

该基地是全球首个 5G 应用型智能制造基地，通过 AGV 小车、8K 机器视觉、望闻问切机器人、数字孪生、智能仓储等全场景泛 5G 应用，该基地的“5G+智能制造”工厂在柔性化、智能化、无人化等方面得到有力提升，生产不良率降低 53%，生产效率提升 27%，生产周期降低 13%。

4.11.2 5G+智慧电网

1) 5G 应用场景及价值

以 5G 技术为代表的 ICT 技术的发展正在推动能源电力进入数字化转型的新阶段，5G 优越的性能将解决当前电力通信网在大规模无线接入、承载能力、运维能力，覆盖能力等方面的痛点。大容量、安全可靠的光纤骨干通信网，与 5G 无线接入网络结合，电力通信网将产生新的变化，能够保障各类电力业务的安全性、实时性、准确性和可靠性要求。

电力系统包括发电、输电、变电、配电、用电五大环节。对于发电、输电、变电这三大环节，5G 技术主要以移动巡检、视频监控、环境监测等新型业务方式增强电力系统管理能力。在配电环节，5G 技术将有效推动配电自动化、柔性化转型。一方面，通过提升配电设备数字化、网络化、智能化水平，实现配电网设备可管可控，并提升控制的精细化水平；另一方面，通过 5G 实现分布式能源泛在接入和智能化管理，保障配网稳定。在用电环节，5G 助力用电端向服务化、智能化方向发展，例如通过支持阶梯电价、实时电价等业务实现精准预测用电需求，并提升供需协同。

2) 实践案例

南方电网与中国移动、5G 设备厂商等共同在广州市南沙区建立了国内最大的智能

电网示范区，面积达到 103 平方公里，规划应用场景达 51 个，在电力发、输、变、配、用各个环节开展 5G+智能电网应用创新，共同在南沙深入开展 5G+智能电网的研究。该项目一方面积极践行国家 5G 战略，促进 5G 技术与电网融合发展，借助 5G 技术进一步探索、促进智能电网的应用创新，研究适用于电力应用的 5G 技术及解决方案，为后续 5G 在电力行业规模应用打下坚实基础；另一方面，通过示范工程以及平台搭建，实现与运营商的能力对接，为 5G 电力行业切片的运营管理提供有力支撑，共同探索未来可行的商业模式，为后续 5G 在电力行业规模应用推广提供参考。

已经完成包括变电站智能巡检、两栖带电作业智能设备、一键顺序控制、电压、电能质量监测在内的多个示范业务测试，同时，开展了首个基于 3GPP R16 标准的高精度 PMU 授时端到端验证。智能巡检业务，机器人通过 CPE 接入 5G 网络，利用 5G 大带宽的特性，将采集到的高清晰视频实时回传电力系统主站；高精度授时方面，基于电力专用 CPE，实现对基站下发的时钟信号处理，输出为 B 码授时信号，为电力设备（PMU）进行授时。基于广东电网广州供电局机房部署的电力专用 UPF 以及变电站下沉 UPF，项目完成国内首个商用网络下的基于端到端网络切片的 5G 电力专网，切片网络满足不同电力业务差异化的网络服务性能要求以及安全隔离标准。

4.11.3 5G+智慧矿山

1) 1.3.1 5G 应用场景及价值

在 5G 智慧矿山行业应用实践方面，截至 2020 年底，全国已建成 400 多个智能化采掘工作面，有 20 种以上的煤矿机器人在井下使用，超过 70 处煤矿列入国家首批智能化示范建设煤矿，矿山行业采用 5G 等信息化新手段以后，生产效率提升 20%到 30%，按照日产一万吨、每吨煤六百元测算，则该企业年均增效将达 4 亿元。

在煤矿最重要的作业面、综采面，光纤有线的连接方式不能很好地适配，5G 替代光纤解决了井下最后 500 米连接的问题，合并了多套独立的作业系统，帮助煤矿实现“井下一张网”，同时可以满足作业面、综采面等移动场景，并采用防爆处理，满足井下安全作业需求。传统露天矿山作业环境恶劣，依托 5G 通信技术“低时延、高带宽”的优点，利用 5G+北斗高精度定位、智能作业、双向自动驾驶运输、中央控制算法，实现矿山设备集群的远程遥控、智能自动化作业与协同作业实现露天矿产区铲、装、运的全程无人操作。5G 网络的上行大带宽，低时延特性，在煤矿行业应用可以实现快速上传安全生产数据和环境视频、高清音视频通话、设备远程智能控制等多种应用，进一步降低了煤矿企业综合维护成本，极大提高作业效率，让无人化、少人化的井下开采成为可能。

5G 应用于智慧矿山领域可以很好地解决行业痛点，创造价值，可复制推广性强。各地矿山场景对无人化的需求迫切，对远程控制的需求相似，解决方案具有较强的可复制性，社会经济效益前景巨大。

2) 实践案例

在陕煤集团黄陵矿业一号煤矿数字化调度指挥中心，矿井下采煤、掘进、运输各个生产环节可以清晰地映射在监控大屏上，工作人员点击鼠标便可查看任何一个工作面的视频画面。黄陵矿业已建成 5G 为核心的立体化通信网络，实现生产、通讯、监控数据的高速、可靠、多元化传输。黄陵矿业采取 5G SA 独立组网的专网进行井上井下的网络建设，双龙煤矿、二号矿井、一号矿井、瑞能矿业井下 5G 规划全覆盖，涉及各个矿区工作面、掘进面，主运输巷道、辅助运输巷道及各硐室。

综合实施 5G 智慧化改造以后，黄陵矿业综合成本下降 1%以上，每年节约成本 4000 万；总体能耗下降 3%以上；减少人力 80 人以上、大幅度降低劳动强度，总体每年节约人力成本 1000 万以上；立体式智能巡检、机器代替人零事故。项目实施后，黄陵矿业成为陕西矿业标杆，行业影响力显著提升，同时该方案具备可复制性，大小型煤矿根据实际情况按需部署，具备较强的推广意义，加快煤矿智能化改造的步伐。

4.11.4 5G+智慧港口

1) 5G 应用场景及价值

智慧港口的发展是当前的战略方向，2019 年 11 月交通运输部联合 9 大部委印发了《关于建设世界一流港口的指导意见》，提出加快智慧港口建设。抢抓新一轮科技革命和产业变革的历史机遇，推动港口发展更加注重向创新驱动转变，建设智能化港口系统、加快智慧物流。

目前我国 5G 智慧港口可行性已得到验证，可较早实现规模化推广，港口物理空间相对独立，应用 5G 打造智慧港口具有巨大的实践意义，吊机远控场景切实解决港口吊机司机工作条件艰苦安全风险大的痛点；智能理货针对港口出入货物量大且繁杂，货物精细管理压力巨大构建；智能安防和无人机巡检则切实解决了港口安防压力大，人力巡检工作量巨大且工作环境恶劣的痛点。随着 2020 年 5G 商用化的推进，在现有合作成果的基础上，进一步丰富业务验证场景，扩大试点规模，全面验证各类典型应用的 5G 承载能力，打造 5G 垂直行业应用标杆。同时随着各应用场景的成熟技术和商业模式的固定化，5G 智慧港口解决方案可以复制到国内外各港口，带动整个行业技术的换代升级，同时带来巨大的商业利益。

2) 实践案例

天津港是京津冀及“三北”地区的海上门户、雄安新区主要出海口，同世界上 200 多个国家和地区的 800 多个港口保持航运贸易往来。在 5G 等新技术的加持下，去年天津港集团完成集装箱吞吐量 1835 万标准箱，同比增长 6.1%，增幅位居全球十大港口首位。中国联通、天津港集团和中兴通讯基于标准 5G 网络与创新应用相结合，通过 5G 岸桥远控、5G 智能理货、5G 智能锁站、5G 水平运输等业务的落地部署，孵化出 5G VPN、5G 双链路、低时延视频合成、统一终端管理、业务异常分析等创新产品和方案，推动 5G 真正满足港口自动化生产的常态商用运营需求。

港口 5G 网络（上行带宽 100M、时延低于 20ms）与岸桥设备进行业务对接，取代了传统光纤传输方式（时延约 60ms），成功实践岸桥远程操控应用。无人集卡在 5G 网络保障下，累计行驶超过 2 万公里，完成 3000 个作业循环，累计运输 4500 箱，是全球首个投入实际作业的港口一体化平面运输系统。通过 5G 网络上传各类视频数据流，并通过 MEC 分流到港口的视频云中心，取代传统 4G 专网传输方式，传输带宽可达 80M/s 以上。按照天津港对于码头智能化规划，未来还将开展 1 个智能化码头，总需求开展场桥岸桥超过 200 套、无人车辆超过 100 辆，视频监控摄像头超过 1000 个。

4.11.5 5G+智慧医疗

1) 5G 应用场景及价值

5G 网络的超高速率、超低时延、万物互联以及对移动环境的高适应性等特点，能够应对智慧医疗应用过程中的海量数据实时传输、远程操控准确响应等挑战，可有效保障远程医疗、远程手术、应急救援、智慧医院、可穿戴设备、医疗机器人等智慧医疗应用的稳定性、可靠性和安全性，让远程医疗、移动医疗等医疗服务能力得以彰显，促进医疗资源的线上流动，打破医患地域时空限制，大幅提升医疗效率，推动医疗行业向无线化、远程化、智能化发展。

5G 开始应用于智慧医疗服务、应急救援、公共卫生、健康养老等领域，多数应用处于技术试验阶段。在智慧医疗服务领域，5G 赋能现有远程实时会诊、远程重症监护、移动医护等应用场景，极大提升现有医疗服务能力和管理效率，5G 技术与医疗服务创新融合能够催生出远程超声检查、远程手术等新型应用场景。在应急救援领域，5G 在急救人员、救护车、应急指挥中心、医院之间构建应急救援网络，将大量生命信息数据实时回传到后台指挥中心，帮助院内医生做出正确指导并提前制定抢救方案。在公共卫生领域，5G 结合物联网、人工智能等技术，支撑各地传染病数据的快速上报和智能监测，开

展疾病危险因素监测和疫苗管理服务，实现食品安全、饮用水卫生安全、学校卫生服务等数据及时上报和实时处理。在健康养老领域，5G 结合便携式健康监测设备、智能养老监护设备、家庭服务机器人等产品，支撑慢性病管理、居家健康养老、个性化健康管理、在线健康咨询、生活照护等服务模式。

2) 实践案例

四川大学华西医院是中国西部疑难危急重症诊疗的国家级中心，医疗水平处于全国先进行列，是重要的医学科学研究和技术创新的国家级基地；拥有国家级研究平台 8 个，拥有国家及省部级研究平台及重点实验室 39 个；在中国医学科学院医学信息研究所发布的“中国医院科技影响力排行榜”上，连续 6 年排名全国第一。

本方案快速利用 5G 大带宽、低时延的特性实现远距离实时同步 VR 查房/会诊/探视等业务，有力解决了偏远地区医疗能力投送的问题，使四川华西医院专家在成都便可会诊远端病人，有效促进了医疗资源下沉，落实分级诊疗。

与此同时，基于 5G、VR、高清、云计算、多网络聚合传输技术、层叠网传输技术、智能终端远程仿真操控等技术开展探索，在 ICU 远程会诊、查房、示教、医学科研中的应用，实现 ICU 床单元呼吸机、心电监护仪、超声机、脑电、颅内压等各设备与系统的快速接入，院内 HIS、PACS、LIS 等系统的快速对接，设备的远程操控与协同，实现远程专家亲临床旁式问诊与查房、临场式示教。最终，打造出集远程沉浸式 VR 会诊、查房、探视、示教、科研于一体的 5G+远程重症监护平台。

本方案以 5G+远程重症监护为业务主线，围绕患者、患者家属、医生、医联体等角色在整体 ICU 业务闭环的应用场景，制定出 5G+远程重症监护建设规划。

在设计框架上，项目总体采用：一张 5G 医疗定制网、一个远程重症监护平台、N 个应用的“1+1+N”顶层设计架构。整体框架分为医疗终端层、5G 医疗定制网络层、远程重症监护平台层和医疗应用层四部分，以 5G 医疗定制网络层为核心，建立医疗终端、医疗数据与医疗应用的高速、可靠、安全的专属切片连接，通过医疗数据与应用的解耦，全面加速医疗应用的快速发展。

2021 年 2 月 8 日在华西医院 SICU 上线 VR 探视业务，是四川省内第一个 5G+医疗机器人+VR 探视系统。系统上线以来引起了央视国际频道、人民网、光明日报、川观新闻、头条、封面新闻、四川在线等各大媒体的关注和报道，自上线至 2021 年 6 月底，已有 600 余位家属使用 VR 进行探视。患者家属普遍表示“通过 VR 探视，看到她（患者）这样我们心头也安稳了。”。基于 VR 探视系统，华西医院制定了 VR 探视预约制度，向完成

VR 探视的患者家属发放医学角度调查问卷，对患者建立了医学角度的观察机制，长期进行 VR 探视的医学学术研究，相关学术论文在 SCI 医学期刊发表，目前正在审稿中。

2021 年 3 月 13 日上线华西-甘孜 5G+VR ICU 远程会诊，通过 5G 网络回传实时 8k 全景视频，华西医院专家配戴 VR 眼镜，实时了解州内危重病人在 ICU 病房内的情况，与患者、医生进行双向互动沟通，并指导现场值班医生实施诊疗，实现专家身临患者床边的沉浸式查房和会诊。在少数民族地区，医生的工作负荷和压力很大，长期外出学习基本不可能，即便是短期学习的机会也不太多。而现在，可以通过 5G+VR 的模式和大医院的专家一起现场交流，同时也可以通过具体的某个病人展开讨论，针对病人的病情来制定具体的诊疗计划和治疗措施，所以我们相信通过这种模式能够更好地促进当地医生的临床思维，不断地提高治疗的规范性，最终能够更加有效地服务于患者。

2021 年 4 月 15 日在华西医院 SICU 搭建云诊疗能力，通过智控终端、5G 定制网将 SICU 中呼吸机、监护仪、脑电监护仪、超声设备、移动工作站等快速接入与回传，远程专家通过远程操控方式查阅患者病历、实时查看上述设备实时数据，医疗设备智慧互联。远程专家可以实时、有效、准确地掌握病人的情况，避免受到信息传递不准确带来的干扰，更好地通过远程为病患解除痛苦。

四川大学华西医院成功应用华西（5G）智慧医联公卫应急协同平台，以满足在公共卫生事件发生期间提高事件处置效率、提升预警管理能力、减轻群众心里压力、降低不良影响发生概率等。整个方案以“一个 5G 医疗虚拟专网+一个智慧医联公卫应急协同平台”为“硬件”和“软件”的建设核心，由医疗业务应用、医疗业务中台、基础服务、基础设施服务等共同组成，覆盖了公共卫生事件中常见的十余种急救救治、手术、医疗服务等场景，包括疫情预警、院前急救、远程实时会诊、远程手术、无线监护、移动查房、无人机/车消毒等 5G 应用。目前，该平台已服务病人 800 余例次，通过远程会诊、远程 CT 等应用提高了医疗诊断效率，阻隔了新冠病毒二次传染，有效保障医护人员健康。消毒无人机/车等 5G 应用，有效降低了医院、大型超市等人群聚集点的消毒工作人力需求，比以往人工消毒的效率提高了 10 倍，节省 50%以上的人力成本，还降低了洗消人员的感染概率。该方案的实施落地，为应对重大公共卫生突发事件等提供了重要支撑，促进了全川医疗卫生信息资源的汇聚整合和医疗卫生服务的协同联动，辐射西南地区提高了公共卫生应急事件发生时的救治之效。

4.11.6 5G+智慧文旅

1) 5G 应用场景及价值

以 5G 为代表的最新数字科技，解决了文化资源有效链接旅游市场的问题，催生了若干实现在文化、旅游、商圈领域进行科技创新、商业创新的企业、产品。5G 智慧文旅主要包括三种应用场景。

首先，5G+多样化的终端为景区、商圈的娱乐项目带来更新颖、更有文化内涵的体验。随着 4K/8K 大屏、VR 终端等终端形态的逐步丰富，游客可通过不同的方式感受景区的风貌，获得全新的沉浸式游览体验。其次，5G 赋能景区应用，在互动中引导用户贡献知识和评价。景区、商圈可以借此汇集大量的游客一手信息，更深入的了解游客喜好，从而挖掘高价值的目的地文化内容和商业价值，呈现给游客高质量的具有文化属性的 IP。再次，5G“智联万物”的特性帮助景区进行更细颗粒度的管理，景区内的人、物和流程都会纳入景区的管理范畴。5G 助力多行业形成跨界旅游的主题型深度体验，更好地满足了旅游消费转型期新游客的需求，例如 5G+体育+农业+交通形成催生农家乐、大型赛事赛会连锁泛旅游线路，“5G+商业+文化购物”进一步提升线上、线下消费体验。

当前在智慧文旅领域，5G 已初试身手。5G+AI 智慧导航、5G+VR/AR 全景直播、AR 导购、路线规划、辅助讲解、无人机航拍、景区管理等应用已开始在各地景区、商圈落地应用。未来随着景区网络的全面覆盖以及网络能力的提升，VR/AR 沉浸式游览等应用也将开始落地。

5G 被用于扩大商业综合体等新型文旅市场的信息消费。受疫情影响，线下人流减少，消费需求减少。政府出台消费代金券，但和客户、市场对接不准导致刺激消费的效果不佳。5G 与 AR/VR、导航定位等新技术相结合可以推动信息消费，采用线上、线下联动，以线上消费、线下接受服务的新形式精准对接，实现商业场景重构、消费体验升级、线下消费复苏。中国电信的商业综合体云 XR 数字孪生项目已经在四川宽窄巷子、合肥万象城等多地实现了 5G+智慧文旅等信息消费的探索，通过 AR 探宝、AR 红包、AR 景观、AR 智享、VR 店铺、VR 直播，客流增加的同时也提升了商户营业额，5G 的应用促进了文旅业的形式创新，为疫情后重启的文旅业带来了新的商机。

2) 实践案例

利用中国移动 5G SA 网络，结合 5G 边缘计算、5G 云平台、VR 交互等技术，为 5G VR 多人互动剧场提供了全生态的解决方案。

可靠网络：本方案采用 5G 网络作为回传网络，突破了传输专线和 WIFI 的线路限

制，利用 5G eMBB 特性，能够有效保证多个用户同时并发的下行大带宽（单用户 40Mbps-80Mbps）要求，且能够满足时延敏感性。

数据安全：5G 网络的接入、传输均采用标准加密协议，保密性高，企业专网与大网传输相隔离，保证企业数据的安全和专用性。

可视化 SLA 业务监控：提供服务工具，实现 SLA 业务的监控，使 VR 业务质量实时展示，SLA 尽在掌握，实时感知业务质量。

山西省为贯彻习近平总书记指示精神，提出打造“游山西、读历史”文化旅游品牌，讲好中国故事，弘扬中华文化，推动山西文旅走向全国、走向世界，加快建设国际知名旅游目的地。晋祠作为山西的名片式景点，古建筑、文物众多。其中晋祠圣母殿是我国现存最早的皇家园林，始建于宋代。出于文物保护的目的，目前游客是无法进入圣母殿的，晋祠博物馆一直在想办法采用 VR 的手段让文物活起来，让数据动起来，带给游客更好的体验，传承中华文化。

大空间多人互动云渲染技术在文旅场景的首次应用，已经在山西太原晋祠景区进行了首次落地应用，接入由山西移动统一建设的 XR 文旅应用管理平台，完整方案可实现：

a) 体验内容在山西移动的 XR 文旅中心管理平台统一进行管理，针对不同景区用户设置分权分域管理。

b) 除晋祠景区外，后续的各接入景区、博物馆可订制自身独有内容结合移动统一订制通用类体验内容（逐步形成内容市场）在平台进行销售，丰富用户可体验内容。

c) 云渲染算力在景区、博物馆就近部署，按景区、博物馆需求进行物理机或者虚拟机部署，为景区博物馆原有的游客提供多元化的游览体验。

d) 大空间多人互动云渲染设备已实现标准化配置，可以帮助景区快速在机场、车站、商业综合体等人流密集地进行复制部署。

e) 可以结合景区、博物馆的国内外巡展进行异地部署，帮助景区扩大宣传声浪，提升巡展效果。

本方案按照电信级标准建设，采用商用级通用服务器、容灾备份方案，保障长时间不间断运营，服务可用率可达 99.99%。以晋祠景区为例，按现场游客渗透率 2% 计算，景区内预计年体验用户人次可达 2 万次左右；景区外的扩展、复制场景（包括机场、车站、商业综合体等场景）按客流量 0.1% 的渗透率计算，预计年体验用户数可达 2 万次左右。

社会效益主要体现在：让文物活起来，传承中华文化；让数据动起来，盘活数字资产；让游客看进来，解锁文物禁区，和文物保护的政策精神完美契合，依托文物资源讲

好中国故事，增强中华文化国际传播能力。

4.11.7 5G+垂直行业应用的挑战

在推动“5G+垂直行业”持续深入应用赋能的过程中，未来会面临几个重点问题：

首先，要解决 5G 工业芯片模组价格高的问题，消除“5G+工业互联网”发展遇到的产业瓶颈。现在 5G 模组价格是 4G 模组价格的 10 倍以上。为此，一方面要进行模组精简化，现阶段 5G 通用模组存在大量的功能冗余，精简化模组是短期内降本的重要途径。另一方面，要推动模组定制化，根据行业需求，增强或削弱部分基本功能，与行业业务特性相结合。

第二，要解决 5G 终端匮乏的问题，不断丰富 5G 通用终端和行业终端。在 5G 通用终端方面，要加强三类终端研发：分别是工业 5G 网关、5G CPE、5G DTU、5G TSN 交换机等基础连接类终端，车载终端、巡检机器人等运动控制类终端，以及 5G 摄像头、工业 5G 相机、5G AR/VR 终端等视频类终端。在 5G 行业终端方面，要加强电力授时 CPE、5G 医疗手术机器人、5G 煤矿防爆摄像头、5G PLC、5G AGV、5G 掘进机等行业特色终端的研发与产业化。

第三，要进一步优化“5G+工业互联网”产业公共服务平台。既要继续构建供给侧公共服务平台，服务各环节技术创新，又要开展产业链监测评估等需求侧平台建设，形成产业发展的闭环。

最后，下一步 5G URLLC 将分阶段匹配工业控制应用需求，激活更深层面的变革创新。一是推动 5G uRLLC 标准逐步落地应用，推动 5G 技术深度融入工业应用场景，真正匹配工业控制需求。二是推动 5G+TSN 与 uRLLC 技术能力的融合，通过 TSN over 5G、5G over TSN，以及端到端 TSN 化 5G 等三个阶段有序推动 5G 与 TSN 的融合部署应用。三是推进 5G URLLC+工业控制应用落地试验，依托工业互联网产业联盟开展“5G URLLC”先锋营，加速产业生态圈培育。

4.12 产业互联网云计算

4.12.1 产业互联网云计算概述

1) 发展历程

国内云 IT 基础架构增长超预期，产业互联网时代到来。IDC 最新的云计算 IT 基础架构季度跟踪报告显示，中国将于 2023 年成为全球最大的私有云 IT 基础架构市场。

中国云 IT 基础架构年度投资增长超出预期。2018 年，中国公有和私有云 IT 基

础架构的年度投资总计 120.1 亿美元，同比增长 74.7%。预计 2019 年中国云 IT 基础架构的总投资将达到 151.7 亿美元，同比增长 25.5%。2018Q4 中国 IT 基础架构销售收入同比增长 54.4%，达到 33.6 亿美元；而全球范围内 2018Q4 达到 168 亿美元，同比增长 28.0%。

公有云增速有所放缓，私有云有望成为全球第一市场。公有云：中国公有云 IT 基础架构支出 2018Q4 增长 68.6%，增速有所放缓；全球 2018Q4 同比增长 33.0%。中国公有云运营商过去几年对 IT 架构进行了大量投资，2018 年较 2015 年翻了四倍。私有云：中国私有云 IT 基础架构支出增长 49.2%，保持了高速的增长。全球 2018 年相关支出增长 24.8%。无论公有云还是私有云，中国增长速度都是全球增速的两倍左右。预测，中国云 IT 基础架构支出将由 2018 年占全球市场 12%左右，5 年后上升到全球市场 25%左右。届时中国私有云支出将超过美国，成为全球第一大市场。

2) 驱动因素

云计算规模化发展，构建了产业互联网和数字生态的基石。云是构建产业互联网，实现新型数字生态的基础要素。云计算 IT 基础架构的迅速成长，有利于搭建产业互联网体系，使得互联网服务的主体开始由 C 端消费者有能力转向 B 端机构组织，来促进传统产业转型升级。随着云计算的发展普及，产业互联网实际已在各行各业展开实践，不仅覆盖服务业、工业和农业，还从商业扩展到公益和政府，整个社会走向全面互联。

3) 建设目标

从“互联网+”到产业互联网，产业与云计算交织迎来产业互联网深化。2015 年十二届全国人大三次会议，政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划。云计算在国内迎来了高速增长时期，传统 IT 领域例如金融、医疗健康、能源、政务等行业利用云计算全面改造，相关 IT 细分行业需求与结构也在快速升级。2019 年政府工作报告提出，要促进新旧动能接续转换。产业互联网打通各产业间、内外部连接，以新兴产业的技术提高传统产业效率，有望在未来十年迎来黄金发展期。



4.12.2 产业互联网云计算现状与趋势

1) 建设模式

产业互联网领域云 IT 基础设施有望迎来增量，运营商布局“云节点+边缘”IDC。产业互联网主要包括 IDC、云服务、物联网、大数据以及相应的系统集成项目等，近年来，运营商产业互联网收入占比不断提升，已成为 5G 应用批量爆发前的主要业绩助推剂。

2) 技术架构

运营商大力布局产业互联网将为 ICT 行业带来可观的增量：1) IaaS 层方面，三大运营商仍占据我国 60%左右的 IDC 份额，高基数下成长绝对值更大，利好 IDC 基础设施（电源、UPS、精密空调、一体化机柜等）以及云 IT 基础设施（服务器、交换机、路由器、安全设备）；2) PaaS 层方面，运营商联合产业合作伙伴面对各行各业开发了云 OS、数据库、中间件、应用开发工具等；3) SaaS 方面，运营商数字化转型带来 BOSS、多云管理平台、大数据 AI 分析等软件采购需求，而未来边缘侧 5G 专网也将带来机器视觉、自然语言学习、XR 渲染等共性能力需求。

3) 发展趋势

国内通信产业已走过“大基建”带来的行业估值普遍上行阶段，未来转向“看需求、补短板”的结构性行情。三大运营商 2021 年均明显加大产业互联网投资比重，或代表运营商向 AICDE 新兴业务转型决心，行业增量夯实景气度。

例如在政务领域，各省政府通过构建数字政府，一体化技术架构走在全国产业互联网产业前列，集约高效、安全可靠。通过建设省市两级政务云平台，有效解决目前政府各单位信息安全防护体系不健全、IT 资源利用效率低、维护能力不足等问题，为“数字政府”相关大数据平台、政务服务系统、决策支持系统等提供完善、可靠、安全、灵活的云基础设施，实现各级政务云、行业云互联互通。

4.12.3 政务云应用场景与发展

1) 建设模式

数字政府政务云平台采用按需购买云资源，云资源池需要满足数字政府省市（州）一体云平台规范要求，纳入省级数字政府云管理平台，能够对本期数字政府云资源使用情况在省级运营中心呈现。

2) 建设目标

按照“统筹规划、资源共享、按需分配、弹性服务”的原则，建设 xx 省“数字政府政务云”，由 XX 省政务云多云管理平台进行统一管理。

3) 建设标准

建设规范：政务云平台需满足包括《国家电子政务外网标准-政务云安全要求》（GW0013—2017）、《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）、《信息安全技术网络安全等级保护安全设计技术要求》（GB/T 25070-2019）、《信息安全技术云计算服务安全指南》（GB/T 31167-2014）等一系列标准要求。

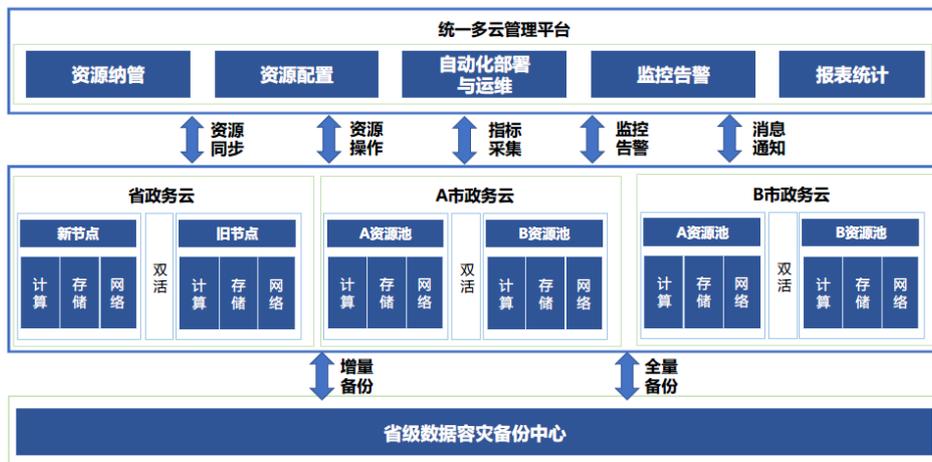
平台架构：政务云平台必须符合电子政务云标准架构，政务云按照功能区域划分为互联网业务区和政务外网业务区（可进一步分为公共业务区和部门业务区），确保两个区域物理隔离，两个区域之间通过安全隔离网闸进行数据交互。即要求政务云上承载互联网门户及部署在互联网上的信息计算网络资源，在物理上（宿主机和交换机）与其他 VPC 分开部署。政务云资源池的政务外网业务区与市州级电子政务外网汇聚节点直接对接，为委办厅局提供安全入云通道。所有对各类资源的操作必须通过云资源管理区，并对管理员进行审计。要求业务流量与管理流量分开，应能实现并区分运维管理人员、云服务客户管理员机公务人员访问业务和对各类资源的管理和控制。市级政务云资源池与省级政务云集中化数据容灾备份中心（部署在金昌紫金云机房）采用独立通道对接，为市州政务云资源池提供异地容灾备份，确保核心数据安全。

安全能力：政务云平台必须按照网络安全等级保护 2.0 第三级的要求建设和保护。需从物理环境安全、设备安全、边界安全、网络安全、主机安全、存储安全、虚拟主机安全、虚拟存储安全等层面全方位保证平台安全。云服务客户拥有本单位 VPC 内部信息系统和数据完整的使用权和管理权。市级政务云平台需部署采用国密算法密码管理平台，平台应具备密码资源统一管理、密码服务统一管控、密钥分发、文件数据签名验签、身份认证鉴别、密码态势、数据存储和传输过程中真实性、机密性、完整性、抗抵赖保护等功能，实现数字签名验签、提供云上通用数据加密服务、视频加密服务、通道加密保护、信息系统数据可信真实完整防抵赖。

管理能力：市级政务云平台必须按照要求被省级多云管理平台纳管，通过独立专用链路接入省级多云管理平台，实现资源的统一管理，若未实现纳管将无法统计政务云资源情况，影响多云管理数据准确性。

4.12.4 总体框架

全省政务一朵云方案架构如下图所示。



(图 全省政务一朵云的整体架构)

在政务云容量要求方面，省级政务云计算资源规模≥15000vCPU，存储资源规模≥4000TB。xx市（州）政务云计算资源规模≥6000vCPU，存储资源规模≥1000TB。可按照实际需求快速扩容。

4.12.5 建设任务

1) 数字政府政务云建设

逻辑架构：政务云平台逻辑架构如下图所示，主要由基础设施层、资源池层、云服层、展现层和管理域组成。

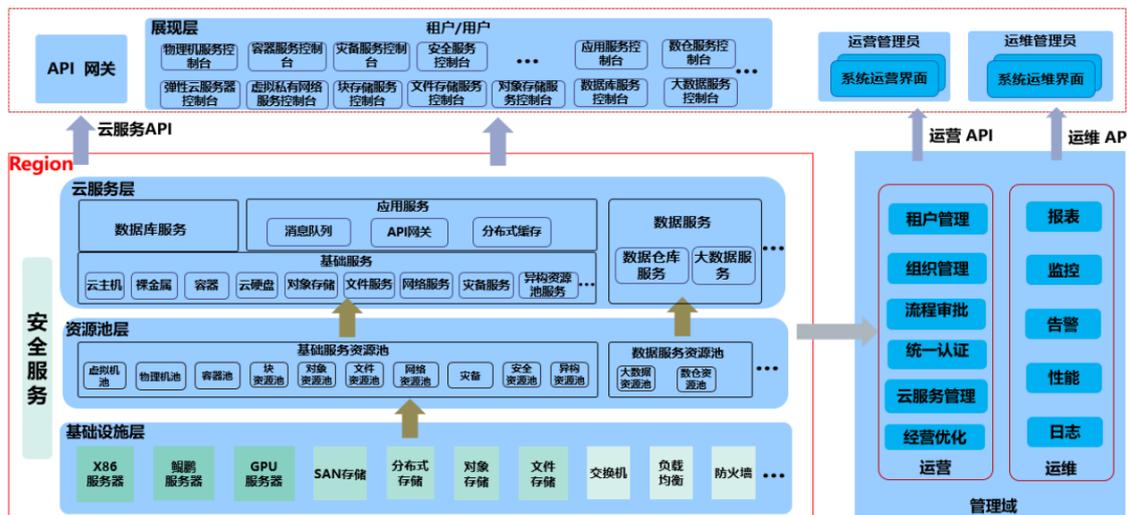


图 数字政府专属云平台逻辑架构图

基础设施层是云平台实际运行的物理设施，包括 X86、ARM 以及包含 GPU 的计算服

务器，提供块存储、对象存储等存储服务，为上层业务提供具有云平台能力的资源服务使用方式。

资源池层按照提供服务能力的不同分为基础服务资源池和数据服务资源池；基础服务资源池接入计算、存储、网络资源池、安全资源池、灾备资源池以及异构资源池等。

云服务层作为云服务的后端实现实体，主要完成服务的封装和对资源的自动化分配、使用。

展现层是云管理平台的对外呈现，分为用户门户及管理员门户。

政务云管理域分为运营管理和运维管理两部分。运营管理提供云服务申请和自助服务能力。运维管理支持对多个数据中心的统一运维管理。

2) 物理架构

数字政府政务云采用“两网三平面”架构。即从业务应用来看将政务云划分为政务外网区和互联网区两个网络区。从政务云管理来看将政务云内部划分为管理平面、业务平面、存储平面等三个平面。使网络层次更加清楚、网络性能更优化，网络架构更加可靠。

政务云平台相应划分为两部分，分别位于电子政务外网区域的政务外网云平台 and 位于互联网区域的互联网云平台，两区域间部署安全数据交换区实现政务外网区域与互联网区域的数据安全交换，两个区域云平台间通过数据交换区设备实现物理架构隔离，保证云平台安全以及数据的安全传输，整体物理网络架构拓扑如下图所示。

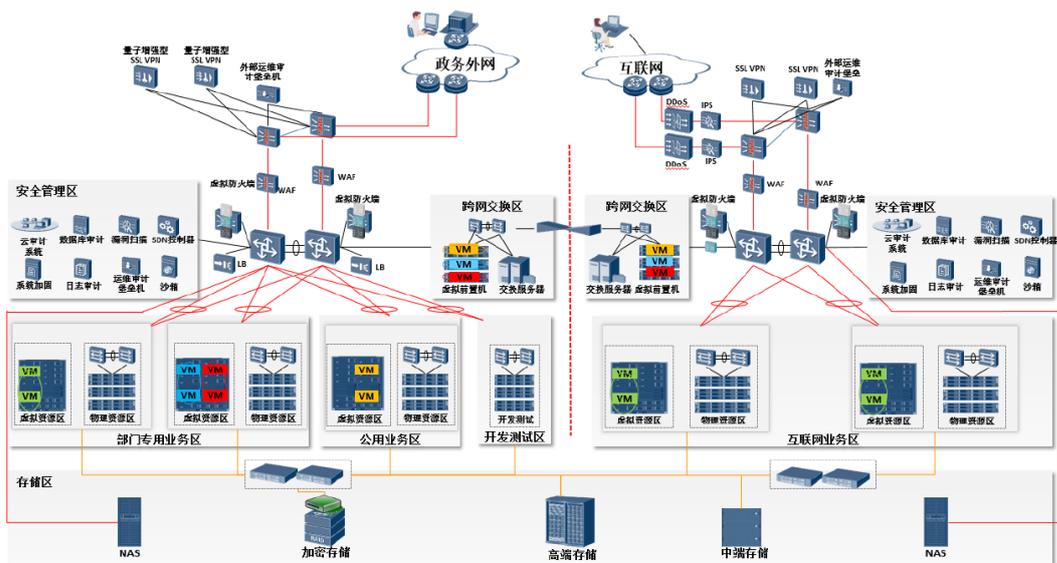


图 3 政务云物理网络架构拓扑图

政务云平台主要分为电子政务外网区、互联网区、安全数据交换区、安全运维管理区和备份区等五部分。

电子政务外网区：电子政务外网区按照功能不同，主要分为政务外网接入区、政务外网核心区、政务外网资源区，整体网络架构如下图所示。

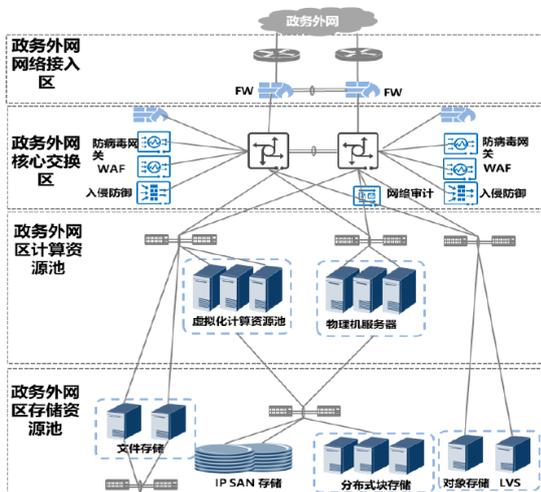


图 电子政务外网区拓扑图

互联网区：互联网接入区，互联网接入区将部署出口路由器和防火墙，确保各级政府部门能够通过互联网访问云平台资源。为保障互联网区的安全，在互联网接入区部署抗 DDoS 防护设备，过滤来自互联网的大流量攻击。互联网核心区，政务云平台互联网区核心网络采用核心层和接入层的二层扁平化网络架构，实现统一管理和数据层面转发。互联网资源区，每个服务器至少有七个网络接口。带外管理(1*GE)、业务端口(2*10GE)、带内管理端口(2*GE)、存储端口 IPSAN 端口(2*10GE)。安全数据交换区，在政务外网区与互联网区之间，部署安全隔离网闸，实现对数据内容严格过滤和摆渡交换。

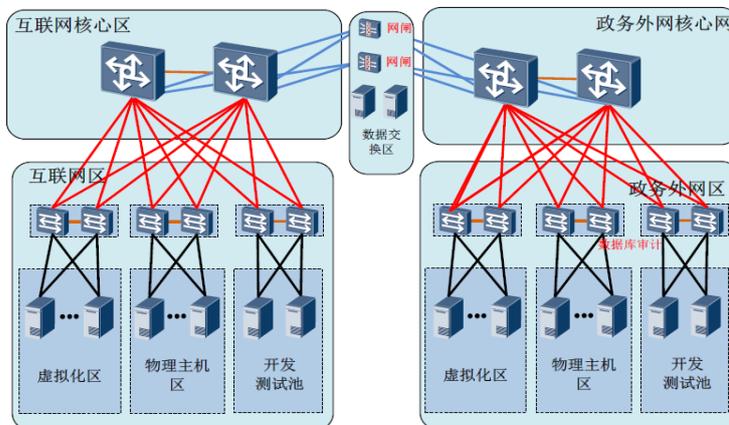


图 跨网数据交换架构图

安全运维管理区：安全运维管理区负责将政务云内主机、以及数据中心内服务器设备、网络设备、存储设备进行统一管理和运维。管理区网络架构如下图所示。

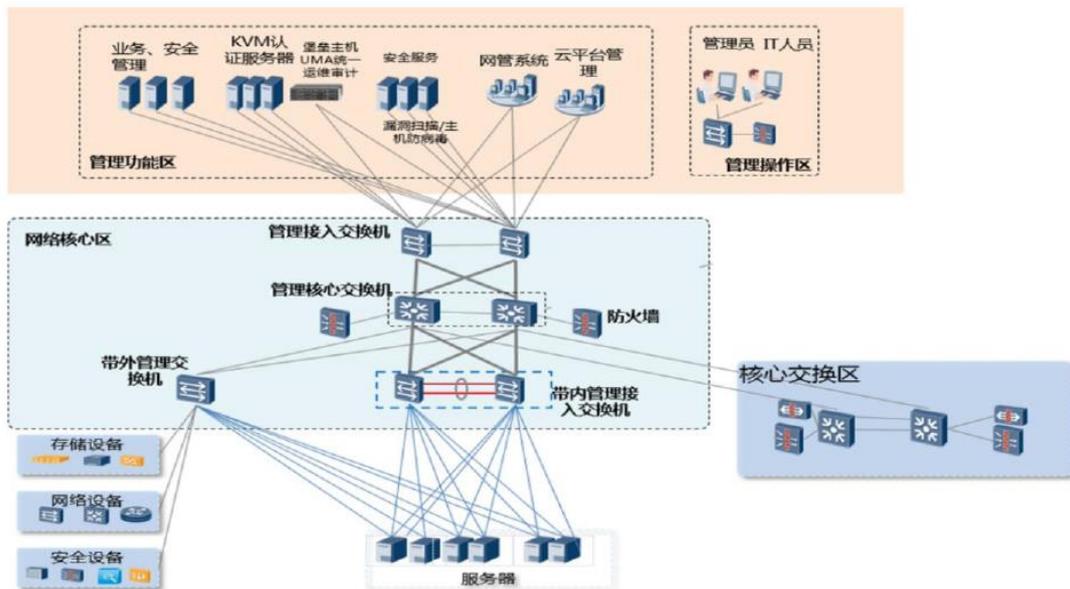


图 管理区网络架构图

备份区：备份区是政务云平台数据安全的重要屏障之一，负责实现政务云中互联网区和电子政务外网区数据的统一存储、备份策略制定与恢复。

4.12.6 安全防护设计

全面整合各类安全资源，为政务云构建全面、专业和智能的自适应安全防护体系，满足政务云主管部门、建设和运营单位、各委办局（使用者）的各类安全需求。本方案总体安全框架如下图所示。

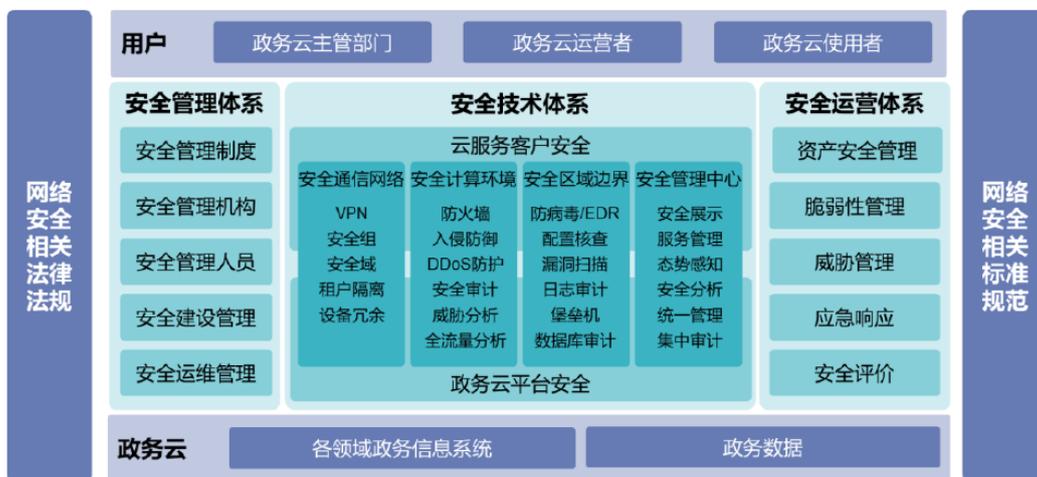


图 政务云安全框架图

安全管理体系：从安全规划、组织机构、管理制度与流程、建设管理和运维管理等

多个层面，建立政务云安全管理体系，为政务云提供安全方针和规划，推动实现安全建云和维护云、安全上云和安全用云。

安全技术体系：针对政务云的安全需求和合规性需求，依据安全规划统一部署包括网络安全、主机安全、应用安全和数据安全、安全资源池等多种全面和专业的安全能力。建立安全管理中心，统一收集和处理各类安全数据，进行持续的安全检测和分析；利用可视化技术，建立整体安全态势，并在政务云安全管理中心进行展示。

安全运营体系：围绕人和安全技术，为政务云提供安全运营体系设计。借助安全技术体系中的安全能力和安全管理中心，提供信息资产管理、脆弱性管理、威胁与事件管理、应急响应和安全值守等安全运营服务。

4.12.7 关键云服务能力

省市两级政务云应提供标准化的云计算、云存储、云网络、云安全、云管理等关键云服务能力，以满足各类政务信息系统上云部署的需求。

4.12.8 容灾备份中心设计

建设针对云主机、云存储、数据库、文件、核心应用提供统一的省级容灾备份中心，市级核心数据统一备份到省级容灾备份中心，同时本期政务云平台可提供标准的北向接口对接后续规划的异地容灾中心，实现异地容灾能力。

容灾备份方案：本次统一省级数据容灾备份中心将采用容灾备份一体化设备实现核心数据异地备份。本次新建的政务云平台，通过专线与省级容灾备份中心三层网络打通，实现数据的统一备份。如有需求，可在本地政务云额外再部署一台备份一体机，从而实现数据的二级备份，逻辑图如下图所示。

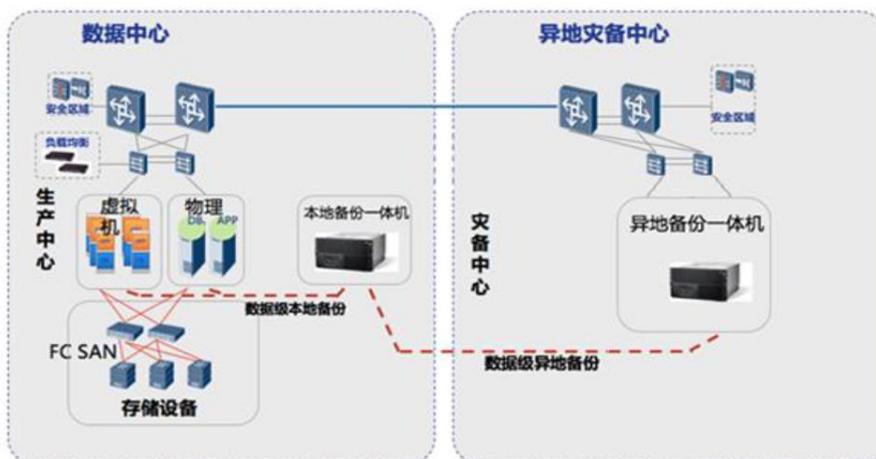


图 异地备份逻辑图

4.12.9 政务云集中化运营、运维管理

政务云资源池统一纳入省级多云管理平台进行运维、运营管理。由省级政务云主管部门开展资源分配、资源调度、运维监控、账号分配、权限管理等相关工作。

云资源池集中化运营管理：省级多云管理平台支持全局统一的资源中心，运营管理员、租户可以在一张资源视图内管理所有区域的云服务资源，支持对资源进行监控、执行常用操作。多云管理平台提供了各云环境资源统计概览信息展示，云环境下实例/虚拟机、宿主机、数据存储等资源信息查询及管理功能。多云管理平台提供对各云环境的统一网络管理功能。

资源管理提供以下主要功能：资源列表、资源接入、位置管理、资源类型分组管理、资源类型管理、标签管理、配置审计、自定义配置审计规则、变更记录、流量管理、软件资源管理、拓扑自动展现、资源容量负载报表、容量预警、资源水位监控、报表配置等。

云资源池集中化监控管理：省级管理员可通过省级多云管理平台监控市州政务云资源的运行状况，根据资源拓扑、性能指标和告警信息，评估资源是否异常。政务云资源监控主要从计算、存储、网络及安全四个方面实时监控全省各级云资源使用情况，收集各级政务云资源模块的监控指标，探测资源模块的可用性。

运维情况监控管理主要包括监控全网告警、基础设施运行情况监控、云资源运行情况监控、云服务运行情况监控等四个方面。

云资源池集中化运维管理：省级管理员可通过省级多云管理平台对市州政务云资源池开展日常运维的自动化作业操作。省级多云管理平台支持具备灵活的任务编排及大并发处理能力，支持各种类型的脚本管理与执行，定时任务、过程监控等功能；通过灵活的任务编排引擎将零碎的运维任务组成一个运维流程，并实现自动化的调度，应对满足繁杂、耗时的各种运维场景。

云资源池集中化用户管理和授权：省级管理员通过多云管理平台为市州级政务云资源池管理方和使用方进行账号授权，并开展相应用户的管理。主要包括用户管理、账号与口令管理、用户权限划分、角色管理等。

五、产业互联网政策布局与推进建议

5.1 发达国家产业互联网发展战略

发达国家的产业互联网政策主要呈现五大共性趋势：一是创新驱动成为产业互联网发展的优先选择；二是新基建支撑发达国家经济社会发展；三是深化数字经济融合应用成为产业发展战略的焦点；四是积极应对调整和完善数字经济治理问题；五是提升国民数字技能，抢抓数字人才机遇。

当前，欧美发达国家纷纷把发展产业互联网作为重塑数字经济时代国家竞争力的战略举措。美国作为产业互联网的领头羊，已经在产业互联网有了不少布局，特别是在风险投资的驱动下，已经形成了较大规模的参与群体。作为互联网的发源地和技术高地，美国早在 20 世纪 90 年代就有了产业互联网的萌芽，到目前已形成了独特的产业互联网业态。起初，一些工业企业为把握互联网的发展机遇，成立了专门的电子商务企业，解决供求效率问题。后来，随着产业互联网的深入发展，产业互联网企业经过多次转型，形成了更为专业化运行格局。

相比之下，欧洲的产业互联网发展仍然相对迟缓，由于欧盟一直倡导的单一数字市场差强人意，欧洲产业互联网的目标市场大大受限，迫使一些需要较大市场的业务和模式难以成规模。比如，虽然德国在 1997 年创建了类似纳斯达克的 Neue Markt，但由于管理经验不足，该市场不仅没有为产业互联网的发展带来机遇，反而伤害了传统投资者，影响了大家对产业互联网持续的支持。

与欧洲相似，日本也未能很好把握产业互联网的发展。1980-1990，是日本的黄金年代，日本携钢铁、机电、造船、消费电子等产业的绝对优势，席卷全球，将曾想的霸主——美国打的丢盔卸甲，就连美国的传统王牌——汽车制造，也被日本攻破。但进入互联网革命之后，日本并没有抓住互联网的浪潮，是因为日本的实体商业非常发达且集中，此外，日本的企业制度也决定了与互联网这种生态格格不入，最终让日本错失了互联网时代。

据工业 4.0 研究院产业互联网研究中心一项主题研究显示，目前全球产业互联网在云计算、物联网和数字孪生体等技术的驱动下，开始呈现了三大发展趋势，分别为数字孪生体设计及生产、智能资产管理和新一代的共享服务，这些新型的业务和模式将改变产业互联网的未来竞争格局。

5.2 我国产业互联网发展战略参考

我国在产业互联网未来的发展空间甚大，有特有的优势。诺贝尔经济学奖得主、麻省理工学院经济学教授本格特·霍姆斯特罗姆（Bengt Holmstrom）曾表示，中国拥有巨大的数据积累空间，在数字经济时代有着很强的天然优势。数据是新财富的源泉，是新的生产要素，尤其是在人工智能主导的经济模式下，数据规模的差异意味着未来国家经济发展的差异，比如网民规模。据中国互联网络信息中心（CNNIC）数据显示，截至 2021 年 12 月，中国网民数量达 10.32 亿，较 2020 年 12 月新增 4296 万，互联网普及率达 73.0%，较 2020 年 12 月提升 2.6 个百分点。中国成为全球唯一拥有十亿“网络居民”的数字社会，接近 2020 年欧美总人口。

与此同时，中央、国家也十分重视产业互联网的发展。国家“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要明确提出要打造数字经济新优势，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。2021 年政府工作报告将经济增速目标定在 6% 以上，同时指出要以创新驱动、高质量供给引领和创造新需求。作为通用数字技术赋能的主战场，产业互联网可以通过数字流串联贯通起生产、流通和消费的全部环节，有效提高供给侧与需求侧之间的适配性，加速促进城乡与区域之间的连通性，对推动我国经济提质增效、高质量发展和构筑新发展格局具有重要的战略价值。

5.3 推动产业互联网发展重点方向

“十四五”时期，国家将大力“促进数字技术与实体经济深度融合，赋能传统产业转型升级，催生新产业新业态新模式，壮大经济发展新引擎”。新发展格局下，中国更需要掌握未来发展的主动权，系统提升和推进产业互联网发展战略，加强数字化转型升级的政策体系顶层设计，综合施策、统筹推动数字经济与传统经济深度融合，提高国家数字竞争力和全球市场竞争力。可能的重点方向如下：

提升数字引领能力。具体包括：强化前沿技术布局，加速核心技术攻关，推进集成应用创新，做大做强软件产业，提升数字技术竞争力；加快云计算等新型基础设施建设，筑牢产业互联网发展的战略基石；推动政府数据开放共享，打造数字供应链闭环，以数据流驱动生产要素合理配置；加快构建统一的产业互联网标准化体系，推动两化融合、智能制造、新一代信息技术等领域的统一标准化体系建设，着力化解产业互联网标准缺失的矛盾。加强数字技术高端人才培养，提升全民数字素养，提升数字研发能力和使用能力，消解数字鸿沟。

加快融合创新步伐。具体包括：系统构建区域性、行业性、企业级产业互联网平台，加快数字技术与一二三产业的全面融合，推动产业基础的高级化和产业链现代化；结合国家乡村振兴、制造强国战略，促进乡村产业与数字经济深度融合，加快研发、设计等生产性服务业发展，包容审慎推动新模式新业态健康发展，全面提升供给体系质量。

推动平台载体建设。具体包括：以产业互联网国家战略为突破口和着力点，打造具有国际水准的产业互联网平台，推进国民经济各行各业的互联网化和数字化进程。加强智慧城市、智慧乡村、智慧园区、智慧社区、智慧校园、智慧医院规划建设，通过数字投资带动经济发展，助力政府治理能力提升和优质基础医疗教育资源普惠。培育数字化转型公共服务平台，运用数字化手段，通过开源、设计及服务共享等方式为行业和企业赋能，拓展生产空间，提升流通效率，优化分配结构。

倡导数字消费行动。具体包括：通过政府采购、云量贷、用云券等方式，拓展数字消费市场。扩大消费券在数字产品、数字服务等领域应用范围，激发消费市场活力。加强制度创新，进一步为网络直播、在线医疗、在线教育和新就业形态等松绑，推动居民消费结构升级，更好发挥消费在新格局中的基础性作用。

提高数字建设水平。具体包括：以区域全面经济伙伴关系协定签署为契机，在智慧城市、跨境电商、数字服务贸易、数据跨境流动等领域加强国际合作，探索跨国产业互联网平台建设，畅通数字经济国际循环。以国际市场为牵引，带动我国关键技术、生产、产品及标准的全面升级，推动我国加快形成新发展格局。

深化数字赋能水平。具体包括：持续推动工业互联网基础设施建设，培育一批系统解决方案供应商和运营服务企业；加快融通发展步伐，发挥大型企业引领支撑作用，提高中小企业数字化应用能力，促进一二三产业数字化转型和融通发展；加强创新发展能力，加强关键核心技术攻关和标准研制，加快建立工业互联网数据确权、流转规则，加大人才支持力度；提升开放发展水平，深化在标准研制、技术验证、先导应用探索等领域国际交流合作，推动全球共享数字化发展红利。

版权申明

本白皮书版权属于中国移动通信联合会产业互联网委员会和中国互联网协会物联网工作委员会共同所有, 并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的, 应注明“来源: 中国移动通信联合会产业互联网委员会 中国互联网协会物联网工作委员会”。违反上述声明者, 本会将追究其相关法律责任。