

图谱构建各环节能力及知识图谱应用过程中安全性、可靠性等重要特性要求，并明确了在通过认证后可向认证机构申请授权使用产品认证标识，如图2-19、图2-20所示。



图2-19 知识图谱构建平台认证标识



图2-20 知识图谱应用平台认证标识

知识图谱标准化  
Knowledge Graph Standardization

## 1、已通过知识图谱产品认证的平台清单

第一批和第二批测评与认证工作分别于2020年11月至12月和2021年8月至11月进行，通过认证平台清单及其所属企业如表2-6、表2-7所述。

表2-6 第一批通过知识图谱产品认证的平台及其企业名称

企业/单位名称	产品名称及版本号	知识图谱构建平台认证	知识图谱应用平台认证
联想（北京）有限公司	联想知识图谱平台 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
华为技术有限公司	华为云知识图谱软件 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京百度网讯科技有限公司	行业知识图谱平台 V1.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
腾讯云计算（北京）有限责任公司	腾讯云小微知识图谱 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
蚂蚁智信（杭州）信息技术有限公司	蚂蚁金融知识图谱平台 - 知蛛 V2.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
清华大学	大规模中英文跨语言知识图谱平台 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
杭州依图医疗技术有限公司	多模态知识图谱结构化平台 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京百分点信息科技有限公司	百分点智能融合大数据分析平台 V2.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京国双科技有限公司	国双知识智能平台 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
成都数联铭品科技有限公司	KUNLUN Hyper Lite V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京华宇元典信息服务有限公司	元典睿核 V3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京智谱华章科技有限公司	科技情报知识图谱平台 V2.1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
网智天元科技集团股份有限公司	星图知识图谱平台 V1.0/ 星图金融知识图谱应用平台 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

表2-7 第二批通过知识图谱产品认证的平台及其企业名称

企业/单位名称	产品名称及版本号	知识图谱构建平台认证	知识图谱应用平台认证
中国电信股份有限公司 北京研究院	中国电信智能化运维知识图谱平台 V1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
解放号网络科技有限公司	解放号采购知识图谱应用平台 V1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
通联数据股份公司	萝卜投资 V3.35	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
杭州海康威视数字技术股份有限公司	海康威视知识图谱引擎 V1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
撼地数智（重庆）科技有限公司	撼地产业透析知识图谱、V3.2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
恒生电子股份有限公司	HUNDSUN 金融知识图谱应用系统软件	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京海致星图科技有限公司	Atlas 知识图谱平台 V3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
北京神州绿盟科技有限公司	绿盟安全知识图谱平台	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
海义知信息科技（南京）有限公司	海义知 PlantData 知识图谱全生命周期构建及管理软件 V3.5.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
南京柯基数据科技有限公司	柯基数据知识图谱平台 V2.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	KGDATA 智能问答平台 V3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
新华智云科技有限公司	新华智云知识图谱平台 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
拓尔思信息技术股份有限公司	TRS 知识图谱关联分析软件 / TRS 知识图谱构建软件 V1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### 2、已通过认证平台的能力现状

《知识图谱构建平台认证技术规范》中规定了知识图谱构建平台的基础能力指标59项，其中必选指标30项，可选指标29项；《知识图谱应用平台认证技术规范》中规定了知识图谱应用平台的基础能力指标31项，其中必选指标16项，可选指标15项。根据第一批和第二批通过认证平台对指标的满足情况，可以初步分析当前知识图谱相关平台的发展现状：

#### (1) 部分平台实现了对知识图谱构建、应用与维护全流程的覆盖

根据表1和表2中各平台的认证分布情况，共计19项平台同时完成了知识图谱构建能力与知识图谱应用能力的测试和认证，实现了从结构化数据、半结构化数据、非结构化数据的知识抽取到知识应用、知识维护与管理的全流程，占总数的比例为76%。尽管各功能模块间集成水平有待进一步，但建设覆盖全流程、各环节相互衔接的知识图谱应用系统趋势显现。

#### (2) 基础性能和功能指标全部满足率依然较低

《知识图谱构建平台认证技术规范》和《知识图谱应用平台认证技术规范》结合各企业实践提出了基础性的功能和性能指标。然而，通过全部知识图谱应用平台测试指标的平台比例为36%，通过全部知识图谱构建平台测试指标的平台比例仅为10.5%，各平台整体能力仍有提升空间，如图2-21、图2-22所示。

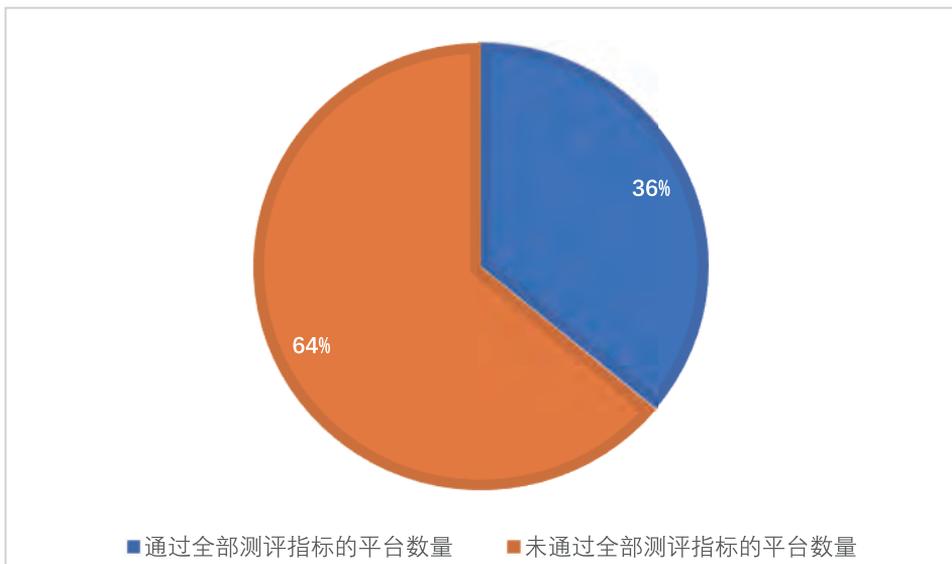


图2-21 通过全部知识图谱应用平台测评指标的平台分布情况

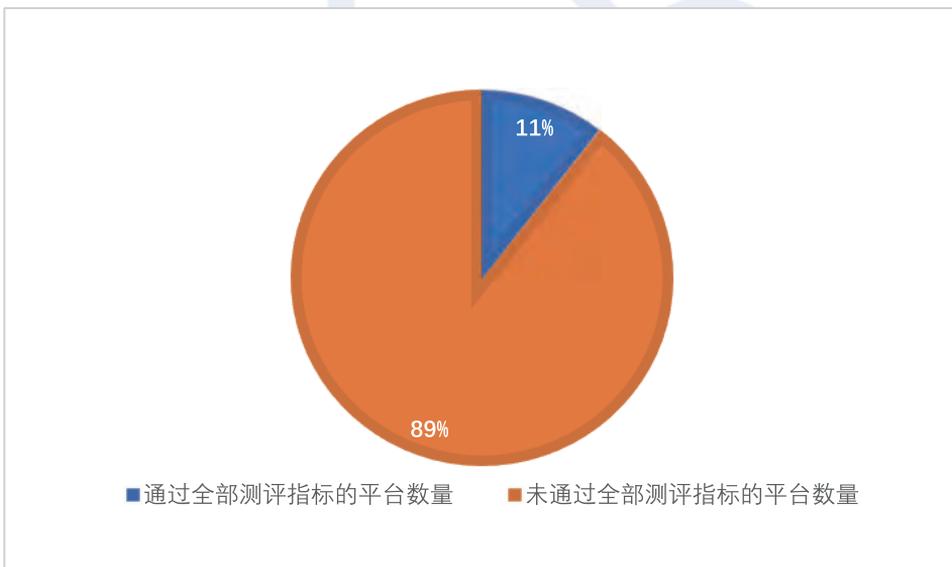


图2-22 通过全部知识图谱构建平台测评指标的平台分布情况

### (3) 知识图谱应用平台已覆盖通用领域及金融、医疗、制造业等重要细分领域

已通过认证的平台不仅包括了面向通用或跨行业知识图谱构建、应用与管理的平台，也包括了聚焦典型领域应用需求的知识图谱平台，共涉及了智慧金融、智慧医疗、智能制造、智慧电信运营商、信息安全、科技情报、智慧司法、智慧公安等8个细分领域。各领域中已通过认证平台数量的分布情况见图2-23，细分领域渗透率稳步提升。

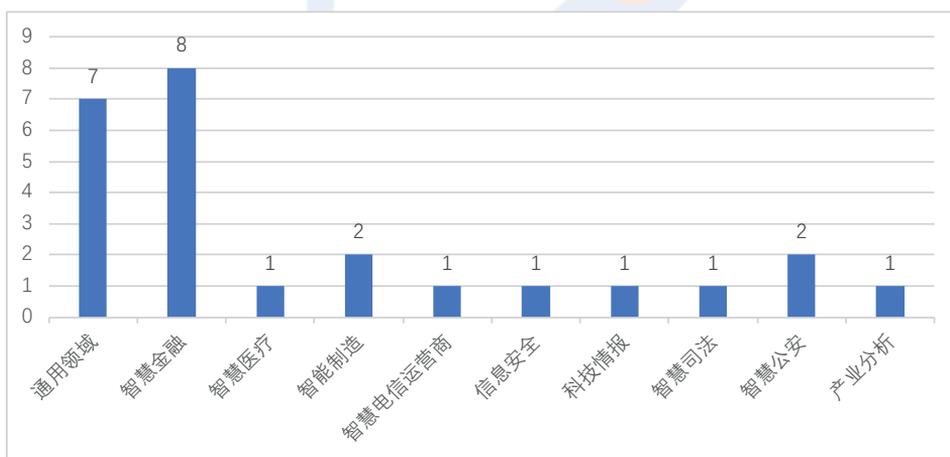


图2-23 已通过认证平台数量的领域分布图

### (4) 知识图谱构建平台中知识融合、知识计算及非结构化数据的知识抽取能力相对薄弱

已通过知识图谱构建平台认证的平台或系统在知识获取、知识表示、知识存储、知识建模、知识计算、知识融合等多个环节已建立相应的功能模块。而且，面向知识图谱构建的平台化产品逐渐成效，具备了向不同用户整体交付部署的能力，有利于复制推广。

在能力分布方面，已通过认证的平台或系统仍存在短板。其中，知识计算中可选检测项平均通过率仅为47%，知识融合中可选检测项平均通过率为68%，尤其在实体类型、关系和属性名对齐与融合、知识推理等方面通过率不足。此外，在非结构化数据知识获取方面，受限于数据类型差异大、获取难度大等问题，获取的准确率、召回率有待进一步提升。综合考虑各维度检测项通过率及检测项数量，已通过知识图谱构建平台认证的平台或系统能力平均分布情况见图2-24。



图2-24 已通过知识图谱构建平台认证的平台或系统能力画像

### (5) 知识图谱应用平台中可移植性和易用性有待强化

已通过知识图谱构建平台认证的平台或系统在安全性、可靠性、响应性、可移植性、易用性等方面设计了相应的功能模块。但，在顶层本体模型及图式（Schema）的在线导入、导出，多维度知识图谱内容可视

化展示等方面通过率较低，有待继续强化，以提升平台与外部专家、知识内容审核人员、知识内容管理人员等人员间的协同交互效率。综合考虑各维度检测项通过率及检测项数量，已通过知识图谱应用平台或系统认证的平台平均能力分布情况见图2-25。

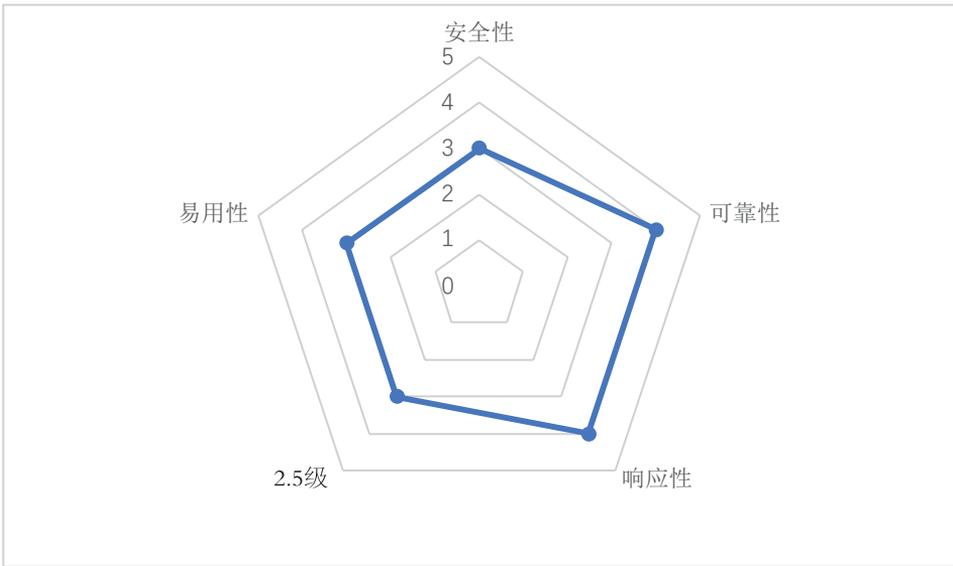


图2-25 已通过知识图谱应用平台认证的平台或系统能力画像

知识图谱标准化  
Knowledge Graph Standardization

## 第三章 为什么应用知识图谱

### 一、知识图谱应用的必要性

#### (一) 传统知识服务系统/知识库的不足

随着信息技术和业务规模不断发展，企业累积了海量的业务数据。这些数据普遍存在来源广、规模大、格式杂、维度高等特点。如何从海量多源异构数据中抽取大规模知识，挖掘潜在的多度关联，并应用于实际的业务场景，成为各企业亟待解决的问题。而传统知识服务系统 in 应用和实施过程中越来越显得力不从心，主要面临的难点在于：

##### 1、数据模式变化快，知识建模、存储和维护成本高。

随着业务发展，企业的需求和认知总是处于不断变化中，因此，业务逻辑和数据模式也不可避免地频繁发生变动。但传统知识服务系统的底层数据组织常以关系数据库为主，数据模式的可扩展性较差，表结构修改带来的数据迁移成本也较高，从而导致模式动态变迁困难、业务需求响应缓慢、知识运维繁琐复杂等问题。同时，频繁的模式变化也给底层知识存储带来较大压力，显著增加了知识维护的成本。

##### 2、语义理解困难，知识挖掘能力不足。

当前企业内部非结构化数据所占比重越来越大，文本、图像、音视频形式的多模态数据大量涌现。这些数据蕴含丰富业务知识，信息量甚至超过结构化数据，具有重要的应用价值。但传统知识服务系统侧重处理、分析和管理结构化数据，针对非结构化数据的语义理解能力较弱，在挖掘单模态信息以及模态间的关联性方面存在较大困难，更多依靠人工或规则模板方式，大大限制了企业自动获取知识的能力。

### 3、多源异构数据融合难，数据孤岛现象严重。

企业积累的海量数据常常分散在内部各业务部门，同时还包括大量的第三方数据和公开数据。这些数据来源分散、格式繁杂、冗余冲突，迫切需要关联融合，发挥数据倍增效应。但传统知识服务系统面向各业务独立开发，设计之初较少考虑到多源异构数据的兼容问题，能够处理的数据种类和范围较为有限，缺乏数据集成的有效方法和流程，导致数据间关联融合面临巨大挑战，进而形成数据孤岛。

### 4、知识应用存在局限性，无法精确触达用户需求。

随着互联网的普及，语义搜索、智能问答和个性化推荐等应用在显著降低知识获取门槛的同时，对精准语义分析和推理提出了更高要求。但传统知识服务系统以离散符号表示和关系数据库存储为主，知识查询所需的专业化程度较高，无法摆脱行业专家的依赖，算法的可扩展性较差。此外，多跳查询性能随知识规模扩大而急剧下降，导致知识的深度关联分析和推理能力不足。这些问题极大制约了知识应用的范围，难以满足用户精确语义分析需求。

## （二）知识图谱擅长的方向

知识图谱以结构化的形式描述客观世界中概念、实体及其关系，进而以更符合人类认知的方式建模真实世界的各个场景，在人工智能应用中的重要价值日益凸显。针对传统知识服务系统在企业行业应用中面临的难题，通过运用知识图谱技术，能够具备以下优势，如图3-1所示：



图3-1 知识图谱擅长方向

### 1、支持数据模式的动态变化。

知识图谱能够对现实世界中的实体、实体类型、属性以及它们之间的关系进行建模，底层以图模型存储和关联业务数据，具有较强的表达能力和建模灵活性。基于动态本体技术，将数据模式和业务数据分开存储，能够支持可自由扩展的数据模式。通过构建节点和关系索引，能够根据修改后的数据模式实现节点属性和关系的快速更新，从而适应数据的动态变化和模式变迁。

### 2、支持大规模行业知识挖掘。

知识图谱通过将知识关联起来，并进行推理计算，能够做到结构化的语义理解，赋予机器像人类一样理解客观世界的能力。通过知识增强的语义表示模型来引入背景先验知识，借助信息抽取技术（实体抽取、关系抽取、属性抽取和事件抽取等），能够从多模态非结构化数据中抽取行业相关的实体、属性、关系及重要事件，实现知识的大规模抽取，并不断扩充

知识图谱规模。

### 3、支持多源异构数据的整合。

知识图谱基于图的数据表示方式更加灵活自由，能够更好地兼容多源异构数据。此外，知识图谱提供了丰富的实体、关系及路径信息，有利于数据间的冲突检测和消歧。基于知识图谱，利用本体对齐技术，能够实现不同来源数据的类别层次、实体属性名称、关系名称等对齐，为数据融合打下基础；利用实体消歧技术，能够解决知识表示形式多样性问题，进一步丰富实体属性和关系，实现多源异构数据融合。

### 4、支持更加广泛的知识智能化应用。

通过约束构造、样本增强、事后检验、注意力构造等手段，知识图谱能够辅助机器语义理解和语言生成，减少样本依赖，提升模型的健壮性。同时，知识图谱基于图数据库等存储方式，在多跳关系查询上性能优势明显，可实现深度的关联分析和展示。因此，知识图谱能够不断沉淀知识逻辑和模型，降低对专家经验的依赖，在智能问答、语义搜索、可解释推荐、可视分析等方面展现出独有的优势。

除此之外，能够支持良好的知识间关联关系可视化体验。知识图谱可以对多维复杂关系的可视化展示，进而支持多种基于查询、过滤、多视图联动等的交互方法，进一步满足用户日益复杂的数据分析需求。

## （三）知识图谱战略和规划

随着知识图谱的技术价值和赋能所产生的社会经济价值不断提升，近年来知识图谱及相关技术已经被多个国家、重点行业从不同维度列入战略规划当中。

### 1、国际层面

与知识图谱相关的人工智能已经成为新时期国际竞争的重点领域之

一，全球多个国家均针对人工智能的发展方向和应用场景部署了相关政策规划。其中，美国、欧盟等地更是已率先将发展人工智能提升到国家战略高度，试图在变革中寻找新的发展机遇。

#### (1) 美国

美国政府的第一份人工智能研发战略发布于2016年。目前，美国已经制定了较为完整的人工智能战略，并进入了快速实施阶段。

2016年10月，奥巴马政府发布了两份与人工智能发展相关的重要文件，即《国家人工智能研发战略规划》和《为未来人工智能做准备》，并在同年12月发布了题为《人工智能、自动化与经济》的报告。前两份报告把扩大人工智能研发队伍当作重点，第三份报告更进一步地调查了人工智能驱动的自动化对美国就业市场和经济的影响，并概述了应对措施方面的政策建议。

2017年发布的《美国国家安全战略》报告和2018年发布的《国防战略报告》都强调人工智能对美国国家安全具有重大的战略意义。

2019年6月，特朗普政府正式发布了《国家人工智能研发战略规划:2019年更新》。其中指出：“推进以数据为中心的知识发现方法”，“需进一步研究多模态机器学习以使其能够从不同类型的数据（例如，离散的、连续的、文本的、空间的、时间的、时空的、图形的）中发现知识。”新的人工智能研发战略提出了8项重点战略，分别为：对人工智能研究进行长期投资；为人机协作开发有效方法；了解并解决人工智能的道德、法律和社会影响问题；确保人工智能系统的安全性；为人工智能的培训和测试开发共享的公共数据集和环境；支持建立人工智能技术标准和对相关工具的开发；更好地了解人工智能研发人员需求以及扩大公私合作伙伴关系以加快人工智能的发展。

除此之外，美国联邦政府的许多部门也发布了各自的人工智能规划，以保证采取全面措施促进人工智能的发展。

### (2) 欧盟

在人工智能热潮下，欧盟意识到人工智能的重要意义，为此先后出台了《欧洲人工智能》与《人工智能协调计划》等重要政策文件，相关战略框架初步成型。在此基础上，2019年4月欧盟发布了《可信人工智能伦理准则》与《建立以人为本的可信人工智能》两个政策文件，明确提出七条关键伦理要求，对欧盟的人工智能战略框架做了补充与细化。

### (3) 其他国家

在美国等科技强国的带领下，国外其他国家如英国、德国、日本、等也纷纷紧跟时代脚步，发布了各种有关人工智能的战略发展规划。由此可见，人工智能，以及作为其中重要一环的知识图谱在国际中有着重要地位。欧洲电工标准化委员会发布的焦点报告《人工智能路线图》中提出“领域知识的概念化和规范化”相关标准化需求。

## 2、国家层面

随着国际上各技术强国对知识图谱在内的人工智能技术的关注，人工智能在我国也得到了前所未有的重视。为加速推动知识图谱在各行业的深度应用，我国已在多项国家和地方重要人工智能发展规划与相关政策中进行了相关部署。

2017年7月，国务院印发《新一代人工智能发展规划》，明确了我国新一代人工智能发展的战略目标：到2020年，人工智能总体技术和应用与世界先进水平同步，人工智能产业成为新的重要经济增长点，人工智能技术应用成为改善民生的新途径；到2025年，人工智能基础理论实现重大突破，部分技术与应用达到世界领先水平，人工智能成为我国产业升级和经济转型的主要动力，智能社会建设取得积极进展；到2030年，人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平，成为世界主要人工智能创新中心。

其中，明确指出：“实现对知识持续增量的自动获取，具备概念识

别、实体发现、属性预测、知识演化建模和关系挖掘能力，形成涵盖数十亿实体规模的多源、多学科和多数据类型的跨媒体知识图谱，并重点突破跨媒体统一表征、关联理解与知识挖掘、知识图谱构建与学习、知识演化与推理、智能描述与生成等技术”。

2017年10月，党的十九大报告明确提出推动“人工智能和实体经济深度融合”。2018年，政府工作报告也强调“加强新一代人工智能研发应用”。而后，各部委和地方政府也陆续出台了一系列政策来响应和推动战略实施，包括《广东省新一代人工智能发展规划》、《关于上海市推动新一代人工智能发展的实施意见》、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020）》、《高等学校人工智能创新行动计划》等文件。

其中，在《湖北省新一代人工智能发展总体规划（2020—2030年）》中提到：“重点提升感知识别、知识计算、认知推理、运动执行、人机交互能力；鼓励跨媒体分析与推理、知识计算引擎与知识服务等新技术在商务领域应用，推广基于人工智能的新型商务服务与决策系统”。

### 3、行业/产业层面

知识图谱等人工智能技术作为我国产业革新和经济转型的重要一环，在重点行业领域都具有重要的战略地位，下文以医疗、金融、工业、教育领域为例，阐述知识图谱相关行业发展规划。

#### (1) 医疗领域

2018年，卫健委发布了《关于印发电子病历系统应用水平分级评价管理办法（试行）及评价标准（试行）的通知》，并提出：所有二级以上医院需要按时参加电子病历系统功能应用水平分级评价，且评估结果纳入公立医院绩效考核。这意味着我国医疗体系的电子化建设进一步完善，智慧医疗、智慧健康等概念进一步普及，并有待强化知识图谱及相关算法的助力。

### (2) 金融领域

随着国家对知识图谱重视程度的逐年递升，金融领域的知识图谱技术在飞速迭代更新。其中，被关注的重点需求及战略发展有以下方面：

第一，统一建立金融领域知识图谱Schema规范，统筹金融行业概念体系，泛化通用业务场景并形成适用于所属业务场景的概念体系，推进不同场景数据壁垒打通，解决数据孤岛等问题。

第二，结合脱敏数据共享规范等，促进有价值的金融数据不局限于局部效益，通过更安全、更可靠的方式共享数据，完成数据的再次增值。

第三，逐步完善金融领域知识图谱平台构建，作为领域知识图谱源源不断、质量可靠的数据来源，发展图算法、深度学习等人工智能技术应用于业务，配合数据中台深度加工挖掘金融领域深层次数据价值，最终达到领域内业务场景数据互通、增值的目标。

### (3) 工业领域

《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》中指出：“强化工业大数据开发、制造资源配置和解决方案汇聚能力，加快工业知识的沉淀、传播和复用”。智能制造是推进工业制造领域快速发展的原动力，数据是联系新兴技术与智能制造的纽带。然而，目前工业产品从设计、生产、销售、物流与服务产生的庞大数据多以关系型数据库进行存储。该种方式在增加数据冗余性的同时使得数据的存储聚合度降低，导致知识的潜在价值被埋没。

同时，当前工业领域的企业大多为劳动密集型，但业务复杂，面临着行业知识难积累、人员培训难度大的问题。而且，国内工业信息化发展水平参差不齐，部分企业的数据仍是粗放式管理，可用性与易用性较差，难以形成知识积累。工业领域资源密集型企业迫切需求向技术密集型与数字密集型企业转型，提高企业数字化能力。

工业知识图谱是知识图谱的重点发展方向之一，主要集中在产品研发、生产过程、运行保障、营销采购等环节的知识图谱构建，可通过行业知识整合，建立领域知识库，为上层业务应用赋能，同时帮助员工快速积累行业知识，提高人力资源效率。工业知识图谱具有数据量大、模型复杂度高、专业程度高、现有系统复杂度高等特点，对知识图谱厂商的技术能力及行业知识积累程度有着较高要求。

#### (4) 教育领域

《北京市“十四五”时期教育改革发展发展规划(2021—2025年)》指出：“刻画知识图谱、能力图谱，为学习者提供全面、有效的智能诊断、资源推送和学习辅导等服务”。优质资源不足是当前教育领域的主要矛盾，经济发展的不均衡带来了教育资源的区域性差异，同一地区城乡教育水平也同样差距巨大。教育资源的不足使得当前的教学难以满足学生个性化学习的需求，无法根据每个学生的接受能力和知识结构进行针对性的教学。

借助在线教育，以知识图谱为代表的人工智能技术可以帮助实现精准化教学，提高学生对知识的掌握程度。例如，通过整合课程知识、教学知识、学科知识及百科知识等教育领域的的数据，教育领域知识图谱可建立各种知识与教学资源之间的关联关系，可得到领域知识。同时，可对学生的学习情况进行刻画，实现对学生学习情况的精准判断学习资源个性化推荐。

## 二、知识图谱应用现状

### （一）典型知识图谱应用

知识图谱在智能电网、智慧金融、智能制造、智慧医疗、智慧司法、智慧医疗、人文建设、科技文献等细分领域的应用，对于推动各行业及相关企业“知识驱动”下的转型升级和科技支撑具有重要意义，图3-1展示了知识图谱在17个领域赋能的应用成效。

表3-1 知识图谱在部分赋能领域的应用成效

序号	赋能领域	典型应用	应用成效
1	智能电网	物料重码发现与筛选	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大量缩减业务流程</li> <li>● 减少返工次数与物料浪费</li> <li>● 降低人力资源成本，提高效率</li> </ul>
		异物掉落防范	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 校验结果具有较强的参考价值，工单反馈可靠性高</li> <li>● 解决用户即时使用的需求，有效提高工作效率，减少工作时间</li> <li>● 保护设备的完整性、提高核电站的安全管控</li> </ul>
		电力运检知识管理与认知推理系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有效解决运检人员知识储备的差异性，提升电网故障处理水平</li> </ul>
		主设备缺陷知识管理与移动应用	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 满足服务基层班组人员对专家级缺陷知识的需求</li> <li>● 为管理决策者提供分析服务，辅助决策</li> </ul>
		虚拟供电服务指挥员引擎	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 减轻人工压力，有效提升配网优化调度能力</li> </ul>
		客服中心智能服务系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 改善用户服务体验</li> </ul>
		企业智能搜索系统	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 消除数据孤岛，促进信息的整合、搜索和应用</li> <li>● 提升信息资源的利用效率和共享</li> </ul>
		基于知识图谱的电力供应链	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提高电网在供应商的遴选与管理方面的决策能力</li> </ul>

序号	赋能领域	典型应用	应用成效
2	智慧能源	<ul style="list-style-type: none"> <li>石油天然气勘探开发知识管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>在知识管理方面，改变原来分散存储、共享应用难的局面</li> <li>在提升价值方面，大幅度提高非结构化知识数据的应用价值</li> <li>在效率提升方面，大幅缩减前期资料收集时间，提高工作效率</li> <li>在提升业务能力方面，形成更好的开发方案，提升业务能力</li> <li>在知识传承方面，推动知识经验成果的高效传承</li> </ul>
3	智慧金融	<ul style="list-style-type: none"> <li>金融监管</li> <li>银行业信贷风险评估</li> <li>智能投研</li> <li>反欺诈、反洗钱</li> <li>内审内控</li> <li>智能产品营销</li> <li>财险风控（如车险风控、农险风控等）</li> <li>寿险产品推荐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>金融机构监管效率提升，资本市场运作稳定性增强</li> <li>风险识别维度和准确率提升，信贷服务工作效率提升</li> <li>投资行业领域范围扩大，投资回报率提升</li> <li>金融机构内部违规案件数量减少，内控规范度提升</li> <li>用户满意度和用户粘性提高，获客时间缩短，营销成本降</li> <li>提升保险公司核保效率，降低公司承保业务风险</li> <li>降低保险公司业务经营风险，提高业务利润率</li> <li>支撑保险公司精准获客、高效展业</li> </ul>
4	智慧医疗	<ul style="list-style-type: none"> <li>辅助诊断</li> <li>病历质检/质控</li> <li>疾病风险评估</li> <li>智能导诊</li> <li>治疗方案推荐</li> <li>相似病历推荐</li> <li>医嘱质控</li> <li>病历内涵质控</li> <li>智能问诊</li> <li>临床路径服务</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>辅助诊断提升诊疗能力</li> <li>规范电子病历提升质量</li> <li>医疗信息检索效率和准确率提升</li> <li>病患风险评估覆盖率提升</li> <li>在线/辅助诊断使用率提升</li> </ul>
5	智慧司法	<ul style="list-style-type: none"> <li>证据索引</li> <li>类案检索及推送</li> <li>结果预判</li> <li>证据分析</li> <li>文书生成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>阅卷效率和案由判断准确率提升</li> <li>类案检索报告生成效率提升</li> <li>案件审理、案例研判质效提升</li> <li>文书自动生成效率提升</li> </ul>

序号	赋能领域	典型应用	应用成效
6	智慧教育	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 智慧课堂</li> <li>● 智能备课</li> <li>● 智能答疑</li> <li>● 高考智能估分</li> <li>● 个性化教学资源推荐</li> <li>● 学习成效分析</li> <li>● 智能校园管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 人文数据学科资源管理和利用能力提升</li> <li>● 知识检索效率和准确率提升</li> <li>● 学科知识的学习路径规划，提升学习效率</li> </ul>
7	智慧营销	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 产品搜索</li> <li>● 产品推荐</li> <li>● 需求识别</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 智能问答和推荐准确率提升</li> <li>● 商品购买转化率提升</li> <li>● 消费需求洞察能力提升</li> </ul>
8	智能制造	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 辅助生产操作控制</li> <li>● 生产预测</li> <li>● 生产异常追溯</li> <li>● 生产知识整合</li> <li>● 供应链管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 产品设计效率提升</li> <li>● 产品运营成本降低</li> <li>● 设备质量管控能力提升</li> </ul>
9	智慧交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 城市安全与交通管理</li> <li>● 路径规划与停车诱导</li> <li>● 交通规划决策支持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 跨部门决策效率提升</li> <li>● 交通规划与治理能力提升</li> </ul>
10	智慧运营商	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 智能客服</li> <li>● 工单智能整合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在知识管理方面，改变原来分散存储、共享应用难的局面</li> </ul>
11	智慧政务	智慧理政（如： 社情民意数据获取与分析，公众焦点热点领域分析及分布）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提高决策部署的科学性、合理性</li> <li>● 打破区域和部门间的藩篱，优化政府智能配置</li> <li>● 及时发现异常、及时预警、精准打击</li> </ul>
		深度洞察核心用户特点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升用户体验，为用户推送精准信息</li> <li>● 对政务工作起到辅助决策的作用</li> </ul>
		政务问答	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为政府机构与亿万用户提供直接沟通的桥梁</li> <li>● 推动社会服务事业的全面发展和进步</li> </ul>
		政务百科	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 梳理政务任务、政务机构和政务信息</li> <li>● 对政务信息用户提供更有效的政务信息服务</li> </ul>

序号	赋能领域	典型应用	应用成效
12	智慧公安	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 案情辅助分析</li> <li>● 关系网络挖掘分析</li> <li>● 物品关系图谱分析</li> <li>● 团伙关系图谱分析</li> <li>● 类案分析与案例推演</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 多源数据整合能力提升</li> <li>● 分析侦查效率提升</li> </ul>
13	智慧传媒	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 新闻智能分析</li> <li>● 内容智能生成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 资源共享效率提升</li> </ul>
14	疫情防控及复工复产	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 疑似病例识别</li> <li>● 密切接触者识别</li> <li>● 防疫物资供需对接</li> <li>● 疫情智能监测</li> <li>● 智能外呼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 疑似病例追踪效率提升</li> <li>● 基层自动电话统计效率提升</li> <li>● 在线疫情知识服务范围扩大</li> </ul>
15	智慧建筑能源	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 能源系统态势感知</li> <li>● 空调群控自寻优</li> <li>● 空调系统负荷预测</li> <li>● 故障检测与健康管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升对安全威胁的发现识别、理解分析能力</li> <li>● 提升紧急情况的处置能力</li> <li>● 降低运营成本</li> </ul>
16	智慧文旅	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 景点知识展示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不受时空限制，多角度体验特色文化的魅力</li> </ul>
17	智能家居	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 智能菜谱应用</li> <li>● 家电知识百科</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升智能家电的智能化水平</li> <li>● 便利用户选购和日常使用家电</li> </ul>

因表3-1中部分典型案例或应用在《知识图谱标准化白皮书》、《知识图谱实践案例集》、《知识图谱在疫情防控与复工复产案例集》中已进行详细描述，本文不再赘述，仅对上述文献中未提及的部分应用说明如下。

## 1、智慧电网领域

典型应用	应用成效
<p><b>基于知识图谱解决电力场景下物料重码</b></p> <p>当前核电站的物料数据均由各电站自行创建和维护，存在大量重码问题，不利于物资共享、集中采购、成本控制。通过知识图谱进行的数据相似性对比，对物料主数据及相关数据进行多维度分析，生成疑似重码的物料清单，并由业务人员审定标识为重码后，将重码数据在知识图谱中建立关系。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 缩减业务流程，减少返工次数与物料浪费，降低人力资源成本，提高效率。</li> </ul>
<p><b>基于知识图谱解决异物掉落风险分析</b></p> <p>部分异物事件给核电站带来了巨大的经济损失。为了解决异物掉落的问题，基于防异物工单数据构建异物知识图谱，采用图搜索和图计算的方法建立核电领域防异物的校验模型，实现防异物工单分级以及异物掉落的风险分析，将有掉落风险的工单展示给用户。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 防异物工单反馈可靠性提升；保护设备的完整性、提高核电站的安全管控；</li> <li>● 减少设备维修工作、缩短维修工期等，为核电站的安全与资源的节省提供了更高的保障。</li> </ul>
<p><b>主设备缺陷知识管理与移动应用</b></p> <p>为解决目前设备缺陷资料获取难、知识服务程度低的问题，以缺陷信息、变电五通、分析报告为基础，构建缺陷知识、技术导则、专家经验、典型案例四类知识库。同时，通过与变电移动作业APP应用场景的深度融合，开发设备知识精准检索、智能问答、缺陷知识主动推送等服务，支撑现场作业人员便携、快速、精准地获取设备运维和检修知识。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 满足服务基层班组人员对专家级缺陷知识的需求；</li> <li>● 提供缺陷知识智能检索与问答、作业设备缺陷知识主动推送、缺陷信息自动校验、缺陷性质自动定级等应用服务；</li> <li>● 为管理决策者提供缺陷设备谱系分析、缺陷影响关联分析、家族性缺陷分析、供应商绩效评价等分析服务。</li> </ul>
<p><b>客服中心智能服务系统</b></p> <p>系统涵盖了国家电网智能语音服务导航、智能客服应用业务场景、智能外呼、智能语音服务和智能在线服务等领域。在智能客服方面，实现了智能语音对话服务，代替传统IVR按键场景，提升服务水平；在智能座席方面，通过建设智能人机辅助、智能座席工作台和相关应用统计等功能，提高座席人员的工作效率及服务质量；在智能运营方面，实现客服工作过程中的全方位实时监测及应急指挥管理。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 将人工模式逐渐转变为智能化模式，解放重复机械化的人力劳动；</li> <li>● 进一步改善用户服务体验，提升座席工作效率和中心运营管理水平。</li> </ul>

典型应用	应用成效
<p><b>虚拟供电服务指挥员引擎</b></p> <p>虚拟指挥员系统聚焦配调专业 OMS 操作票和工作票的调度和运方业务管理，实现电话系统和配调图形管理系统的集成。同时，通过采集配网调度电话系统的语音数据与文本数据，训练出相应声学模型和语言模型，并基于 NLU 和 NLP 服务实现语义分析和识别。进而，对自然语言和文本实现快速理解，并通过话术管理内容、话术场景及业务流程控制引擎完成动态灵活的多轮人机交互。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在系统学习调度规程及主动抢修电力术语后，虚拟指挥员代替原有人工调度员接听现场电话，催办工作、结合配电自动化许可现场工作，完成负荷预测以及智能抢修应用，减轻人工压力，有效提升配网优化调度能力。</li> </ul>
<p><b>基于知识图谱的电力供应链管理</b></p> <p>从供应商管理的实际需求出发，采用文本分析、图计算、知识图谱等技术，融合采购相关数据（如，合同、项目、反馈、处罚等）及供应商外部数据，建设物资多元智慧全景供应链，实现基于知识图谱的供应商综合分析管理体系。</p> <p>此外，基于知识图谱实现整个物资供应链上下游各方的全面联动，并通过知识治理、知识构建、知识融合，提升数据端到端的整体流转效率，形成物资供应链全景知识图谱。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 实现供应商状态的预测、评价、风控及全景画像，有效地提高电网在供应商遴选与管理方面的决策能力。</li> </ul>

## 2、智慧金融领域：

典型应用	应用成效
<p><b>基于知识图谱的保险风控应用系统</b></p> <p>通过接口方式对接核心业务系统，基于知识图谱提供风险画像、风险评分、风险信息，支撑关键业务节点实现事前、事中、事后风险管理。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升保险公司核保效率，降低公司承保业务风险；</li> <li>● 通过在理赔端进行风险案件检测，释放了现场查勘资源，整体降低保险公司业务经营风险，提高业务利润率。</li> </ul>
<p><b>寿险产品推荐</b></p> <p>寿险产品知识图谱把产品涉及的所有信息建立成统一的关联网络，为实现产品的智能推荐和精准营销提供数据基础。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 促进支撑保险公司的精准获客和高效展业。</li> </ul>

### 3、智慧交通领域

典型应用	应用成效
<p><b>交通设备故障溯源</b></p> <p>交通行业的业务知识种类繁多、数据分散，未能建立数据间关联，无法快速、直观、全面地获取数据。基于用户使用场景，可利用知识图谱开发智能分析应用，如设备全生命周期管理、故障溯源等。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升设备信息、故障、日志等业务数据的检索效率。</li> <li>● 提升故障排查与解决的效率。</li> </ul>

### 4、智慧政务领域

典型应用	应用成效
<p><b>基于知识图谱实现智慧理政</b></p> <p>为了畅通政务服务渠道，通过知识图谱将杂乱的社情民意数据进行知识梳理表示，利用知识获取、知识融合等技术，实现对公众真实诉求的掌握及办理结果的互联互通。</p> <p>此外，通过知识图谱技术，分析展示各地区公众关注的焦点热点领域及分布，结合投诉咨询件的办理情况，梳理政府管理中存在的薄弱环节。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提高决策部署的科学性和合理性，打破区域和部门间的藩篱，优化政府资源配置；</li> <li>● 促进及时发现异常，及时预警。</li> </ul>
<p><b>基于知识图谱的政务问答</b></p> <p>在知识库中建立问题与答案的映射关系，将自然语言转化为知识图谱查询语句，并从知识图谱中获得答案，为政府智能客服机器人、12345 热线提供问答知识支撑。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为政府机构与亿万用户提供直接沟通的桥梁，代替政府工作人员为民众提供权威官方的解答；</li> <li>● 为广大社会民众在民生、安全、旅游等方面提供更加及时、更为优质的服务，推动社会服务事业的全面发展和进步。</li> </ul>
<p><b>利用知识图谱技术构建政务百科</b></p> <p>利用知识图谱的能力对政府人物、机构、政务关键词、政策词条等内容进行百科式的知识抽取和知识表示，并利用图模型描述和梳理政务各知识间的关联关系，形成内容权威、解读全面、通俗易懂的政务知识百科。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 厘清梳理政务任务、政务机构和政务信息，帮助政府解读经济、社会发展与政府顶层设计之间的内在逻辑，提升政务决策水平；</li> <li>● 为公众提供一个分门别类、可立体索引的“政务地图”和“政务动态档案馆”。</li> </ul>

#### 5、智能家居领域

典型应用	应用成效
<p><b>基于知识图谱的智能菜谱应用</b></p> <p>食材采购推荐：及时向用户推荐需采购的食材，并提供选购技巧、商家优选、比价等服务。</p> <p>菜谱推荐：结合现有食材、季节天气、用户健康状况等因素，为用户推荐每日菜品。</p> <p>菜谱问答：响应用户提问，向用户提供菜品的烹饪方式。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升智能家电的智能化水平，进一步改善用户体验。</li> </ul>
<p><b>基于知识图谱的家电知识百科</b></p> <p>利用知识图谱构建家电百科知识库，向用户提供产品介绍、选购指南、使用技巧、产品保养、故障维修等家电使用全流程的知识检索和智能问答。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 为用户提供全面、具体的家电知识，并为用户选购和日常使用家电带来更多便利。</li> </ul>

#### (二) 国外知识图谱应用

国内外知识图谱的应用主要集中在搜索引擎、问答系统、电商平台、社交网站、生物医疗、金融证券、政府部门、新闻教育等诸多领域，在整体大方向上具有一定的共性，但在一些细分领域具有差异性。部分典型的国外知识图谱应用见表3-2。

表3-2 部分国外知识图谱应用

应用领域	国际知识图谱应用
智慧金融	Financial Industry Business Ontology(FIBO) KENSHO
智慧公安	National Security Knowledge Graph(govini) Palantir
智慧医疗	Benevolent Platform IBM Watson Health Ontotext Linked Life Data
智慧教育	Know EDU
智慧能源	Ontotext Energy Transparency Knowledge Graph
智能制造	Metaphactory
零售电商	Amazon product knowledge graph Walmart Retail Graph eBay Beam
智慧政务	UK Parliament' s Data Service
智能营销	Pitney Bowes Knowledge Fabric
企业服务	Franz AllegroGraph
智慧司法	EU Project Lynx
智慧文旅	Europeana ResearchSpace Tourism Media Enigma
智慧投研	Siren Platform
科技文献	SpringerNature SciGraph
信息安全	安全本体图 (SOG) Strikeready
社交网络	Facebook
搜索引擎	Google Search Bing
疫情防控	CovidGraph

### 三、可能存在的挑战

#### (一) 共性挑战

知识图谱实现技术演进和产业化应用的同时，在数据准备、知识图谱构建与维护、应用系统集成与部署等知识图谱应用系统建设的三大阶段分别面临一系列共性挑战，有待关注并在项目规划中予以综合考虑，如图3-2所示。总体而言：

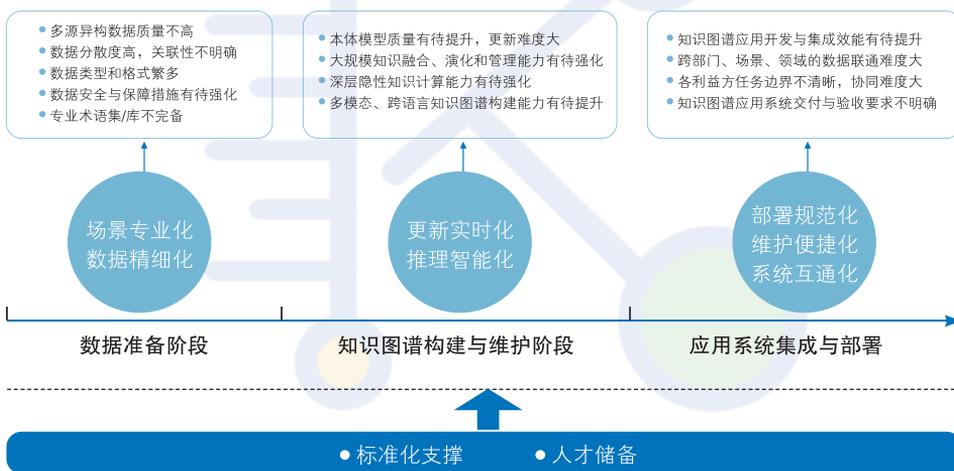


图3-2 知识图谱面临存在的挑战

在数据准备阶段，场景专业化、数据精细化挑战突出。数据是一切技术构建的前提，在数据来源、数据对接、数据标注、数据处理、数据融合等过程中，都存在着各式各样的问题。此外，不同行业存在着专用术语、语法与逻辑，尤其像司法、金融等特殊行业，应用场景对于专业知识水平均有较高要求，知识图谱需在通用化与个性化中进行取舍和平衡。

在知识图谱构建与维护阶段，更新实时化、推理智能化挑战突出。知识图谱在具体应用中需对其知识内容进行不断的更新，甚至在部分场景中需实现实时更新与自动获取，来保证数据的时效性和准确性。此外，基于

特定的业务需求和已有的数据，建立精确高效的推理计算模型并输出正确的结果，决定了知识图谱应用的品质和有效性。

在应用系统集成与部署阶段，部署规范化、维护便捷化、系统互通化挑战突出。知识图谱需要与必要的功能模块共同组合形成知识图谱应用系统，才能够在企业中部署和运营。此外，还可能涉及与关键业务系统的集成以获取重要数据或提供知识服务支撑，这均需要以工程化视角进行建设，并形成完备的交付材料以保障服务方撤出后企业能够实现自我管理和基础维护。

### 1、数据接入与预处理相关挑战

#### 挑战1:多源异构数据质量不高。

数据是知识图谱构建的基石，来源可分为自有数据和外源数据。自有数据是建设者自身拥有的数据，大多数公司为数据库里产生的业务数据；外源数据是通过互联网爬取、数据交易或公开共享等渠道所获得的数据。在实际应用中，多源异构的数据往往依托于不同的业务需求和工具产生，缺乏统一的业务数据模型标准和行业描述规范，使得多源数据存在歧义、噪声大、质量不高等问题。其中，数据歧义体现在实体和概念属性描述缺乏精确性、一致性，或实体间关系扭曲，进而可能导致概念描述重复、语义描述冲突、推理机制混乱等问题。

#### 挑战2:数据分散度高，关联性不明确。

关联是知识图谱的核心和特征之一，使用本体对各种类型的数据进行抽象建模，构建“实体类型-实体-属性-关系”的数据类型是构建知识图谱的基础工作。数据间的关联性是否明确决定了知识图谱实体关系是否清晰、完整。然而，现有的公共知识库并没有按照领域数据的特点分类，无法完整表达文本、图片等知识和它们的关联，一定程度上给本

体构建带来了挑战。

### 挑战3：数据类型和格式繁多。

不同结构类型的数据有着不同的挑战。从结构化数据库里获取知识需要处理复杂的表数据，而从链接数据中获取知识需要解决数据对齐的问题。从半结构化（例如网站）数据中获取知识，需要对包装器进行定义、生成、更新与维护。从非结构化数据中获取知识的难度最大，且大部分数据都是非结构化的，其中包含了文本、图像、语音等不同形态等数据。从文本来获取，涉及到大量自然语言理解的问题；从图像来获取，涉及到大量视觉识别相关的问题；从语音来获取，涉及到大量语音识别相关的问题。

### 挑战4：数据安全与保障措施有待强化。

随着知识图谱中知识规模和维度的增加，涉及的数据范围不断拓展。部分数据中可能会包含隐私信息，特别是金融、医疗等领域知识图谱，需在数据安全方面基于法律法规、国家标准建设体系化的保障措施，提升知识图谱的安全性。

### 挑战5：专业术语集/库不完备。

专业术语集是知识图谱构建中重要的数据基础之一。通用知识图谱和领域知识图谱的目标对象不同，构建图谱所需的专业术语集有一定的差别。通用知识图谱的术语集更注重百科知识的科普性，而领域知识图谱的术语集强调行业知识的专业性。目前大多企业的数字化程度都不够，无法自主沉淀出完备的专业术语集。这主要有三大原因：第一，专家知识往往是隐性的，难以直接从文本中抽取出来；第二，专家知识有着一定的门槛，只有少部分行业的从业人员才能完成专家知识的众包工作；第三，各个行业内缺少统一的术语制定规范和知识共享平台。因此，面对复杂多样

的知识百科和成千上万的细分行业，当前构建的专业术语集和知识库还远远达不到应用需求目标。

### 2、知识图谱构建、管理与维护相关挑战

#### 挑战1:本体模型质量有待提升，更新难度大。

##### (1) 本体模型开发工具不完善。

随着知识图谱构建的需求增多，许多机构通过抽象知识图谱构建过程来尝试搭建工具，用以辅助构建本体。主流的本体构建工具包括 Ontolingua Server, WebOnto, oililed等。各种工具目前的技术水平上具有各自的优缺点，几乎没有一种本体工具可以提供完备的功能支持，如 WebOnto、WebODE不提供备份管理功能，OilEd不提供协作构建本体的环境。知识图谱本身属于人工智能领域较新技术方向，目前开发工具水平参差不齐。专业工具的匮乏降低了本体构建的效率，因此，如何构建完整、易用的本体成为业内重要的挑战。

##### (2) 本体模型设计与构建完备性不足。

对于领域知识图谱，构建一个标准的知识本体是一项巨大的工程，对业务人员的行业理解能力要求较高。建设者为尽可能地建模场景元素，既要了解业务细节，如复杂实体如何拆分，属性和实体关系如何区分等问题，还要宏观把控业务抽象，针对问答、检索等不同的需求构建不同的本体。现阶段本体的构建，大多需领域专家对概念体系和关系进行评估后才能形成较为完备的本体模型。但由于各个领域的本体数目众多、关系复杂，且实体类型等设计具有主观性，缺少统一的标准，导致人工构建的本体模型往往存在缺陷。

##### (3) 本体模型动态变迁困难，维护成本高。

随着本体层知识的动态变化或更新，本体应及时做出响应。而且，本

体的变化极大地影响着实体、实体关系的变化。例如，某领域内用户产生新需求或产生某种新认知，可能带来本体的扩展性差、对用户响应慢等负面情况。而且对领域知识图谱来说，业务变化和业务人员的认知水平变更也会增加本体构建的不确定性。如何维护、更新本体，实现对数据及数据模式动态变化的支持还存在诸多挑战。

#### **(4) 领域知识体系比较封闭，公开获取渠道少。**

受细分领域内组织自我保护等因素限制，领域知识体系比较封闭，知识获取的开放途径少，专业知识分散度高而且存在内容滞后等问题。然而，本体构建需参考的语料库不但包括相关的专业文献、专利、字典和工具，还包括领域流程、工艺、市场和用户等多方的知识体系。这导致本体构建可用的领域知识不充分，可用程度不高。

#### **挑战2：大规模知识融合、演化和管理有待强化。**

##### **(1) 大规模实体消歧和标识管理有待强化。**

知识图谱中的一些实体具有非常相似的名称，例如具有相同或相似标题的电影、歌曲和书籍。但每一个实体应具有唯一的规范化标识。如果没有正确的链接和消歧，实体将与错误的事实相关联，并导致下游的错误推断。在一个数据规模较大的系统中进行标识管理时，如何进行标识描述，使不同的团队能够达成一致，并知道其他团队在描述什么？开发人员如何确保有足够的可读信息来判定冲突？在上述场景中该问题将变得更具挑战性。

##### **(2) 大规模知识演化和知识管理有待强化。**

当前知识图谱构建的方法和技术重点聚焦在知识获取、知识处理、知识融合，较少关注知识演化和知识图谱系统的维护管理。由于知识图谱构建的步骤繁多，针对整体系统的运维和管理也非常复杂。如一个有效的实体链接子系统就需要根据其不断变化的输入数据进行有效的更新。虽然部分知识图谱系统已配置了图谱的版本管理能力，但是距离图谱中高度动态

的知识管理仍然有一定差距。因此，针对知识图谱系统的维护管理工具需要加强开发。

### (3) 知识质量控制难度大。

知识质量控制包括质量评估、问题发现和质量提升。评估数据质量需要确定一组质量维度和相应的度量方式，但知识图谱的质量评估尚未形成一套统一的维度标准。针对不同的下游任务和不同的数据集，知识的质量评估往往会有不同的质量要求，这为评估工作带来更大的挑战。

而且，现存的质量评估方法大都是针对静态知识，缺少动态知识的评估手段。问题发现中，手动方式依赖任务设计和用户参与，效率低、成本高，不适用于大规模图谱；半自动方式涉及规则的自动发现和人工验证的结合，目前还没有得到很好的研究；全自动方法由于完全脱离人的校正，准确率和可信度有待提高。质量提升因其复杂性较高，还未有很好的研究。

### 挑战3：复杂规则表达困难，深层隐性知识计算能力有待强化。

#### (1) 多元关系中复杂的隐含信息挖掘有待强化。

知识计算的主要对象多是二元关系，通常处理多元关系的方法是将其拆分为二元关系进行推理。然而，将多元关系拆分会损失结构信息，如何尽可能完整地利用多元关系中复杂的隐含信息进行推理是知识计算一大挑战。

#### (2) 小样本或零样本学习知识推理有待强化。

现有的知识计算往往都是基于大量高质量的数据集进行训练来得到有效的推理模型，并通过在测试集中测试、优化模型来完成推理任务。除了数据集获取成本高的问题，训练出的推理模型的泛化能力也极为有限。而在现实世界中，人类通过少量样本的学习即可完成复杂的推理。因此，如

何模仿人脑机制实现小样本或零样本学习的知识计算也是一大挑战。

#### (3) 基于动态约束和复杂规则的动态推理有待强化。

知识图谱中知识的有效性往往受到时间、空间等动态因素约束。如何合理利用知识的动态约束信息完成动态推理是知识计算的一大挑战。此外，实体和关系构建的语义网络复杂，导致知识图谱中的规则表达困难，知识计算开销巨大，自动化推理难度也相应增加。

#### 挑战4：多模态、跨语言知识图谱构建能力有待提升。

##### (1) 多模态知识图谱的构建难度大。

知识图谱技术已经广泛用于处理结构化数据和文本数据，但对于图像、视频、音频等多模态数据的知识提取缺乏有效的技术手段。因此，目前针对多模态数据的知识图谱构建难度较大，包括多模态下的实体构建，多种模态实体间的语义关系构建，不同模态信息间的互补、融合，多模态知识的实体消歧、跨模态之间的语义对齐等问题。

##### (2) 跨语言的知识图谱构建技术基础薄弱。

全面的知识图谱必须涵盖以多种语言表达的事实，并将多语种表达的概念融合在一起。然而，不同文化在描述世界的方式上有一定的差别，这会给多语种数据的知识抽取和融合带来不少挑战。XLORE是第一个中英文知识均衡的大规模跨语言知识库，它提供了一种通过利用维基百科中的跨语言链接来构建跨任何两种语言的知识图谱的新方法。虽然XLORE已经拥有比较均衡的双语知识量，但仍有大量缺失事实需要补充，存在特征可扩展性差（只能把特定的词汇或结构当作特征）和链接稀疏（现存的跨语言链接很少）的问题。

### 3、知识图谱应用系统建设与部署相关挑战

#### 挑战1：知识图谱应用开发与集成效能有待提升。

### (1) 知识图谱应用系统边界与性能要求不清晰。

一是因用户和技术开发方对领域知识范围理解不对等，导致系统开发时候无法有效地明确知识图谱应用的系统边界；二是因用户缺乏技术开发方法和工具的甄别能力，导致知识图谱应用系统的性能需求模糊；三是因缺乏针对知识图谱应用系统边界与性能的评价方法和工具。

### (2) 企业对将自身业务逻辑转化为知识图谱的应用算法存在困难。

用户业务特定环境和工艺路线的复杂性，决定了其业务知识和技能的专业性，知识图谱的应用算法工程师对于其认识存在一定局限性。此外，用户企业专家也需要对知识图谱构建基础知识进行必要的了解，上述因素导致企业自身业务逻辑迁移和转化为知识图谱的应用算法过程中存在困难。

### (3) 部分领域知识图谱的应用深度不足。

目前，制造业、农业等领域知识图谱的应用多停留在知识问答、智能推荐、智能检索等通用应用，与领域融合程度较为有限，还未触及领域核心痛点，有待进一步突破。

### (4) 缺乏必要和权威的开发规范。

知识图谱应用系统的开发与集成需要系统化、规范化的规程指导，以降低用户企业与外部服务方之间的对接沟通成本。而且，由于企业内部已建设有信息化系统，并已拥有一系列管理规定，明确和权威的开发规范有助于促进知识图谱相关项目与用户企业已有信息化系统建设要求的匹配与结合，提升管理的实效性。

## 挑战2：跨部门、场景、领域的数据联通难度大。

跨领域中的组织通常存在自我保护和弱相关性等特点，导致领域间数据共享存在壁垒。此外，跨场景和跨部门知识流动时，还涉及业务逻辑差异、数据模型不一致、知识体系不协调、接口不匹配等问题，而且知识交

换与融合协议缺失，这都阻碍了领域知识图谱应用系统间知识的联通与流动，抑制了知识价值应用的最大化。

### 挑战3：各利益方任务边界不清晰，协同难度大。

#### (1) 用户对于知识图谱构建所需基础能力和资源投入评估不足。

知识图谱应用系统的建设与长期运行需要数据、资金、人员、软硬件资源、机制保障等多方面的投入。这要求企业在初期从系统的建设规模、基础条件、知识获得渠道、经济支持额度等需求做出准确的评估，合理规划建设周期、建设难度及自身短板。

#### (2) 用户需求定位和表达模糊，部分场景中对性能期望过高。

明确和清晰的业务应用场景和定位是设计知识图谱应用系统架构和算法模型的基石之一。然而，当前用户对知识图谱的应用带有一定的主观性和效仿性，而且，知识图谱在技术和工程化方面仍存在一些挑战，导致用户对应用场景识别不足、规划不清及期待过高等问题。

#### (3) 用户对于基础数据的归集、整理与储备有待强化。

数据作为知识图谱构建的基础，服务方的数据积累无法替代用户方所需提供的专业数据资源。而且，部分领域由于用户缺乏数据归集和治理相关思想意识，数据质量不足，有待用户与服务方共同协作从知识图谱应用系统角度出发进行数据处理。

#### (3) 开发和实施过程中各方任务构成及要求不清晰。

在知识图谱应用开发和实施过程中不仅需要用户参与，也需要服务方投入项目经理、技术开发人员、算法建模人员等不同类型的人员以保障全流程的顺利完成。对于各环节的任务构成和要求不明确，容易导致各方相互间角色认识差异、任务推诿等问题。

### 挑战4：知识图谱应用系统交付与验收要求不明确。

#### (1) 知识图谱质量测评体系不明确。

从用户角度看，知识图谱推理结果和应用效果的评价带有主观性，缺乏一致性的用户评价指标体系。从技术方角度看，知识图谱系统开发和部署应用的成功与否，缺乏第三方监理和验收的评价指标体系。

#### (2) 知识图谱应用系统的质量评估和验收要求不明确。

知识图谱应用系统的验收交付需涉及知识图谱本身、知识图谱应用系统各功能模块、使用说明书、维护手册等内容，而且需要对其试运行期间性能进行评估，才能够保障用户对系统的全面了解和掌握。然而，当前缺乏明确的验收方法和程序等，交付与验收效果有待强化。

### 4、理论及人才储备相关挑战

#### (1) 知识图谱行业专业人才紧缺。

由于教育体系和技能培训机构对人才培养的滞后，而且社会需求旺盛，知识图谱的构建、部署、应用等需要的专业技能人才十分紧缺。

#### (2) 知识图谱相关理论不完备。

知识图谱构建所需的知识建模、知识抽取、知识融合、知识推理等理论待持续完善，而且工程化实施部署中缺乏系统性标准支撑。

### (二) 细分行业挑战

随着人工智能对数据处理和理解的需求逐日增加，知识图谱应用领域日趋广泛。这不仅对知识图谱的各种共性技术有了更高的要求，针对不同的行业领域，知识图谱技术也面临着各种风险和挑战。下文以智慧城建、智慧司法、智慧教育、智慧金融四个行业为例，分析知识图谱技术在不同细分行业中可能存在的挑战。

### 1、智慧城建中面临的挑战

#### (1) 数据来源问题

知识图谱在智慧城建的应用中，数据来源仍然是首要难题，主要包括数据公开不全面、数据源单一、数据源缺失、数据类型差异较大。城乡之间、地区之间在人口数据信息、城市基础设施信息、城市经济发展信息的建设和公开方面仍存在很大差异；不同领域、不同部门间数据的部门化、碎片化严重；跨地区、跨层级、跨部门的数据共享交换面临着信息孤岛和数据壁垒，这些问题使得知识图谱技术在智慧城建上的应用情况离理想状态还有一定差距。

#### (2) 数据对接问题

智慧城建相关的数据非常多，如何将各种类型的数据（比如音频数据、视频数据等）和知识图谱进行对接，并从数据中提取出有效的知识，与知识图谱已有内容进行整合，以达到有效使用知识图谱的目标是当前面临的一大挑战。

#### (3) 高级推理建模问题

知识图谱中的知识推理，一般是通过知识的表示学习来补全知识图谱中缺失的实体或关系，并对未来可能发生或存在的关系进行推理。然而，智慧城建涉及的数据面较广，如何综合利用海量、高维的数据来建立推理模型，是当前还未解决的难题。因此，基于特定社会场景下研究面向智慧城建领域知识图谱的计算和复杂推理技术，既有意义也有挑战。

### 2、智慧司法中面临的挑战

#### (1) 语义关系的多样性和复杂性

知识图谱中的知识是按照语义关系连接的，它们的关系多样性强。首先，词汇关系是多样的，比如，法官与司法工作人员是上下位关系，而审判庭和法院是整体和部分的关系。其次，文本关系也是多样的，比如，张

三驾驶机动车撞上李四，导致李四失血过多死亡是因果关系，而张三为了非法占有，盗伐李四承包经营的林木是目的关系。因此，多样且复杂的关系抽取，是智慧司法知识图谱建设的一大挑战。

### (2) 法律术语的专业性

法律知识图谱具备独特的专业特征。首先，法律本身具有严密的逻辑性和严谨性，从某种程度上来说，法律和知识图谱有着天然的联系，如犯罪构成体系就是一种刑法的认知体系。另一方面，法律术语的专业性使得司法图谱的构建更需要行业专家的人工标注。目前的机器学习模型还无法取代人脑来理解专业的法律术语，难以保证学习和推理的正确性。因此，如何对海量且多样的法律术语和司法表述进行标注、训练、学习，是司法知识图谱的另一个挑战。

### (3) 法律知识的动态更新

知识是不断发展的，人类发展的进程就是一个不断纠正或改进原有认知的进程。知识图谱作为对人类知识、经验的集合，也相应地进行着更新。法律知识也一样，例如，民法典的颁布及其一系列司法解释的出台，导致民法方面的法律知识结构发生变化，所构建的知识图谱也需要更新。

## 3、智慧教育中面临的挑战

### (1) 学科知识验证挑战大

垂直领域的知识图谱构建强调知识的深度和精确度，尤其是面向教育领域的学科知识图谱，其数据来源必须权威且准确，得到教育领域专家和教师的认可。然而，学科知识图谱缺少相应的知识验证算法和模型，来确保学科知识之间的一致性与准确性。其中，一致性指正确的知识应该与其他知识是相容的而不是矛盾的，准确性指没有拼写错误、不存在重复数据等问题。

#### (2) 学科知识融合挑战大

学习资源是知识的载体，是教学和学习活动的基础与参照。不同机构将构建针对不同学科、不同学段的学科知识图谱，但是如何将来自多源的知识图谱进行融合，从而使得学科知识图谱能够在教育中发挥更大作用，将会是学科知识图谱面临的一大挑战。

#### (3) 图谱的自适应可视化挑战大

相同的知识点针对不同学段的学习者，其教学目标、教学内容以及教学资源等都是不同的。如何针对学习者画像提供自适应的学科知识图谱可视化服务，与学习者已有的知识体系建立关联，同时支持学习者自身知识体系的动态演进，具有一定的挑战性。首先，学科知识图谱的可视化内容需要根据学习者的知识体系、画像特征等确定；其次，学科知识图谱的可视化设计具有一定的难度。针对相同的学科知识图谱，学习者的认知方法和学习方法等方面的差异对可视化设计提出了更加复杂多样的要求。

### 4、智慧金融中面临的挑战

#### (1) 数据存在噪音和冗余

金融数据中存在着很多噪音，即使是已经存在数据库里的数据，也不能保证完全准确。一方面是数据本身有误，这部分数据需要纠正，最常用的纠正方法是不一致性验证。另一方面是数据的冗余。比如，银行借款人甲填写公司名字为“快捷”，借款人乙填写的名字为“快捷金融”，借款人丙填写成“快捷金融信息服务有限公司”。这三个都隶属于同一家公司，但由于填写的名字不同，计算机认为他们三个来自不同的公司。

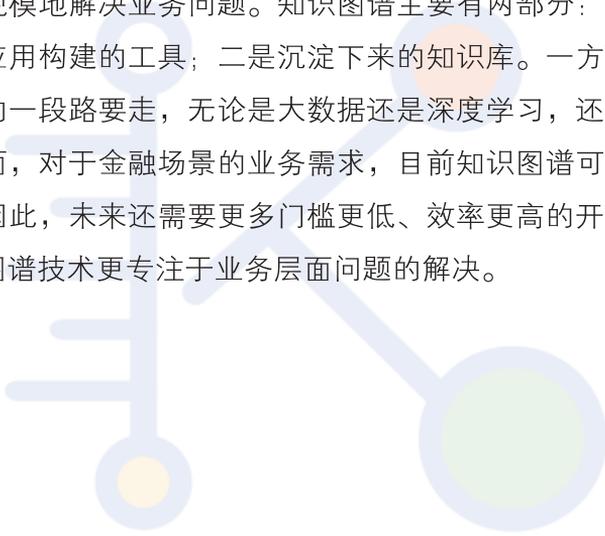
#### (2) 知识的自动获取难度大

理想的知识图谱应用是基于低成本的方式获得高质量的数据，并形成准确的预测或判断模型，从而辅助人类做出智能化的应用。不同类型的

数据结构获取知识的难度是不一样的。结构化高的数据获取的成本相对较低，结构化低的数据成本相对较高。然而，在金融领域中，结构化高的数据规模非常小，且在获取知识后，还会存在精度和覆盖率的问题。

### (3) 缺乏开源工具支持

由于缺乏开源工具的支持，金融知识图谱还停留在解决技术问题层面，没有大规模地解决业务问题。知识图谱主要有两部分：一是方法论，即知识图谱应用构建的工具；二是沉淀下来的知识库。一方面，算法到工具还有很长的一段路要走，无论是大数据还是深度学习，还需要不断地精进。另一方面，对于金融场景的业务需求，目前知识图谱可以解决的问题还很有限，因此，未来还需要更多门槛更低、效率更高的开源工具和生态圈，让知识图谱技术更专注于业务层面问题的解决。



知识图谱标准化  
Knowledge Graph Standardization

## 第四章 知识图谱应用系统构成

### 一、知识图谱应用系统定义及类别

**知识图谱应用系统：**通过整合知识与业务逻辑实现特定功能及应用的软件系统。根据知识范围及应用范围的不同，可将知识图谱应用系统分为通用知识图谱应用系统和领域知识图谱应用系统。

**通用知识图谱应用系统：**面向通用应用场景，以通用知识图谱作为主要知识来源，并通过知识与业务逻辑整合实现特定功能及应用的软件系统，如基于百科知识库的检索系统等。

**领域知识图谱应用系统：**面向一个或者多个领域应用场景，以领域知识图谱作为主要知识来源，并通过知识与业务逻辑整合实现特定功能及应用的软件系统，如基于医学知识图谱的诊疗辅助系统等。

### 二、知识图谱应用系统架构及功能组成

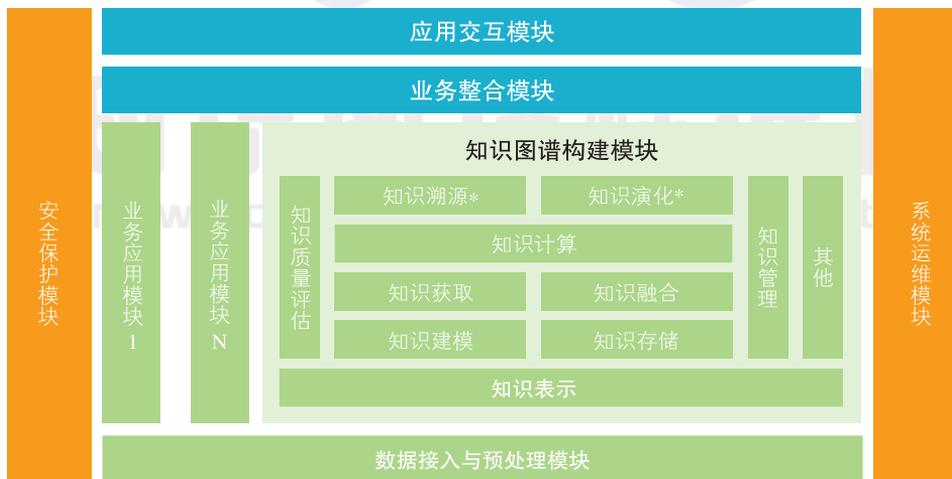


图4-1 知识图谱应用系统架构

根据知识图谱应用系统中功能定位的差异，可以将其架构划分为七个模块，包括：数据接入与预处理模块、业务应用模块、知识图谱构建模块、业务整合模块、应用交互模块、运维模块、安全保护模块，以覆盖知识图谱构建前、中、后各环节。如图4-1所示，黄色部分主要面向知识图谱构建前环节，绿色部分主要面向知识图谱构建环节，蓝色部分主要面向知识图谱构建后应用环节，标识\*的模块为可选模块。

### (1) 数据接入与预处理模块

该模块主要是对外部数据进行采集、接入和必要的处理，以使数据满足后续知识获取的要求，处理环节可包括：数据清洗、数据转换、基础自然语言处理等。

数据接入的数据源可包含：结构化数据，如存储于关系型数据库中的业务数据等；存在一定的文档结构和语法规则，但存在非结构化和结构化数据混杂情况的半结构化数据，如百科数据等；文档、图片、视频、音频等非结构化数据。此外，由于数据来源需区分公开和私有数据，因此处理过程中存在处理权限、内容保护、数据溯源等问题。

### (2) 业务应用模块

业务应用模块为待与知识图谱进行集成的业务系统或模块，通常存储着重要的业务数据，可以提供业务数据处理、业务数据调用、业务功能调用和结果反馈、任务管理等细分功能。由于应用场景、应用需求的差异，知识图谱应用系统可能涉及多个业务应用模块或子系统。

### (3) 知识图谱构建模块

该模块将根据应用需求、知识特点等因素构建相应的知识图谱。其需要具备知识图谱构建过程中技术路径中各环节的相应功能，包括：知识建模、知识表示、知识获取、知识存储、知识融合、知识计算、知识溯源、知识演化、知识质量评估、知识管理等。另外，根据具体的应用需求可对

知识图谱构建模块进行拓展，增加其他功能子模块，例如定制化图模型模块、图数据迁移备份子模块等。

该模块可以是独立开发或采购具有知识获取、检索、关系推理、可视化和维护等基本功能的知识图谱构建工具/系统。另外，部分厂商也可基于其拥有的知识图谱以接口等形式提供知识查询或计算结果调用等服务，用户企业可以在其上进行二次开发或集成，形成新的产品或服务。

### (4) 业务整合模块

业务整合模块主要负责将业务系统、知识图谱构建模块、数据接入与预处理模块等按照业务逻辑和系统设计进行集成和能力封装，以实现知识图谱应用系统目标。能力封装可包括各领域知识图谱提供的基础能力，如：提供语料库、语义引擎、语义模型、基础知识图谱及本体模型等。

### (5) 应用交互模块

应用交互模块主要负责对外提供可视化交互应用或可以被调用的服务，可包括UI、APP、API、SDK等形式。

该模块可提供本体管理、知识管理、众包标注、知识编辑、知识审核、协作管理、权限管理、图谱划分、缓存管理、查询分发、访问控制、版本管理等功能，以及数据可视化、语义检索、智能搜索、智能问答等知识应用能力。通过该模块，可实现基于知识图谱的各类复杂应用和管理。

### (6) 系统运维模块

该模块主要负责对知识图谱应用系统各模块进行监控和运维。其中，知识图谱的运营和维护贯穿知识图谱生命周期的每一个环节，通过参与者及时的反馈与管理者的人工介入来保证知识图谱具有较高的可表达性、可解释性、可移植性和可维护性等。此外，还需负责完成整个系统上线后的运维管理和运行状态监控。

### (7) 安全保护模块

该模块主要负责对知识图谱应用系统各模块进行全面的用户管理和权限控制等；另外，负责系统安全监测和安全管理，如数据加密、传输控制等。



知识图谱标准化  
Knowledge Graph Standardization

## 第五章 知识图谱应用系统建设 基础能力评估

### 一、应用系统建设基础能力评估准则

用户企业作为实际部署和使用知识图谱应用系统的利益方，系统建设成效和收益等与其基础能力紧密相关。因此，在建设前期有必要对自身基础能力进行系统评估，查找自身弱项，进而提升后续建设效率。评估系统建设基础能力的准则主要包括：

- **必要性：**

从业务需求、战略规划等方面评估企业对建设知识图谱及其应用系统的必要程度。

- **适用性：**

从业务匹配程度、二次开发难度、系统部署及操作难度等方面评估企业对系统性建设知识图谱的适用程度。

- **就绪性：**

评估企业对系统性建设知识图谱的就绪情况，如软硬件资源、数据储备、人员投入等。

- **安全性：**

评估对信息化建设的安全和质量保障能力，涉及用户隐私或企业安全的数据，须保障所获取的源端业务数据及用户数据的安全性。

- **可持续性：**

评估企业是否具备长期维护和管理知识图谱及其应用系统的能力。

## 二、应用系统建设基础能力指标体系

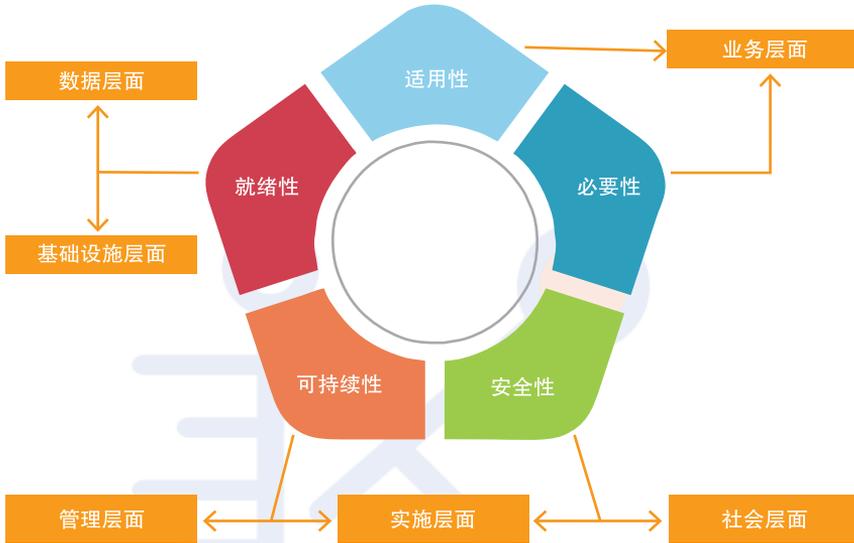


图5-1 应用系统建设基础能力评估原则与指标体系关系

以知识图谱高质量应用为主要驱动力，基于上述五项准则对知识图谱应用系统建设基础能力的评估可进一步拆分为六个层面，包括业务层面、数据层面、基础保障层面、实施层面、管理层面、社会层面等，拆分关系及基础能力评估指标体系如图5-1、图5-2所示。



图5-2 基础能力评估指标体系框架

● 从业务层面考量，企业的业务与知识图谱应用系统建设是否匹配，是否有长期建设知识图谱的规划。具体指标包括：战略愿景、业务需求、资源安排、行业资质、行业趋势和产业政策等。

● 从数据层面考量，数据是知识图谱建设的基石，企业是否有足够的支撑知识图谱应用系统，以及是否有数据处理和分析的能力。具体指标包括：数据储备、领域专业数据基础、数据治理水平等。

● 从基础保障层面考量，企业的各类基础资源是否能够保障知识图谱应用系统的建设。如：企业是否具备开展知识图谱建设与应用的人工智能专业技术人员储备，是否拥有自有的或可获取的数据存储与计算硬件资源储备是否建立完整的业务数据收集、存储、处理和应用的信息化管理体系，及企业业务开展过程的信息化建设基础情况。具体指标包括：人员储备、硬件资源储备、专业知识储备、信息化建设基础、资格资质等。

● 从实施层面考量，企业是否具有保障知识图谱应用系统建设及实施的能力。如：是否具备开展知识图谱建设与应用的专业知识储备；是否具备相关资质，具有在企业业务活动中应用知识图谱满足客户需求的能力，及通过知识图谱系统运维满足客户不断变化需求的能力；是否具备实施知识获取、存储和更新所需要的信息化软件及硬件系统建设的能力。具体指标包括：验证评估能力、实施能力、系统集成能力和运维能力等。

● 从管理层面考量，企业是否有与知识图谱的建设进度和应用相匹配的运营管理水平、组织保障能力、项目管控能力。具体指标包括：组织保障、质量管理能力、过程管理能力等。

● 从社会层面考量，企业是否有评估知识图谱应用系统建设中法律风险与责任、行业趋势、产业政策、行业资质风险项的能力。具体指标包括：法律风险与责任、知识服务市场接受程度等。

通过业务层面、数据层面、基础保障层面、管理层面、实施层面、社会影响层面六个层面综合评估投入与成本，有助于用户直观衡量知识图谱应用系统建设的必要性和可实施性。对各层面的具体评估指标及权重进行细化总结，可形成如下评估指标体系表：

表5-1 基础能力评估指标构成

指标体系	指标项（权重）	指标子项
业务层面（10分）	战略愿景（2分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 时间成本估计</li> <li>● 市场定位</li> <li>● 战略规划</li> <li>● 制度保障</li> </ul>
	业务需求（2分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 现有业务中对数据/知识大量依赖的场景数量</li> <li>● 知识沉淀情况</li> <li>● 应用迫切性</li> </ul>
	资源安排（2分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 经费投入规划</li> <li>● 时间投入规划</li> <li>● 人力投入规划</li> </ul>
	行业地位（2分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在行业内的水平和影响力</li> </ul>
	行业趋势和产业政策（2分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 知识图谱应用趋势（行业国内外应用案例）</li> <li>● 产业政策</li> </ul>
数据层面（20分）	数据储备（5分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 数据维度</li> <li>● 数据时效性</li> <li>● 数据规模</li> <li>● 已有数据库数量</li> <li>● 非结构化数据占比、非结构化数据规范性程度</li> <li>● 数据获取的渠道/能力</li> </ul>
	领域专业数据基础（5分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 行业语料</li> <li>● 专业术语</li> <li>● 标准数据集</li> <li>● 标准化的行业术语及术语集</li> </ul>
	数据治理能力（10分）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 数据治理水平</li> <li>● 数据安全治理与保障能力</li> </ul>

指标体系	指标项（权重）	指标子项
基础保障层面 (20分)	人员储备 (4分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 研发人员</li> <li>● 实施人员</li> <li>● 运维人员</li> <li>● 业务人员（建模人员等）</li> </ul>
	硬件资源储备 (4分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 软硬件基础设施（运算设备、云、大数据设施等）</li> </ul>
	专业知识储备 (4分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 前期预研情况（前期咨询、预研项目开展数量等）</li> <li>● 业务人员对 IT 系统的理解</li> </ul>
	信息化建设基础 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 信息化系统数量</li> <li>● 信息化系统处理业务量占比</li> <li>● 企业知识库建设情况</li> <li>● 现有的基础环境</li> <li>● 现有的软件基础工具（建模工具、图数据库等）</li> </ul>
	资格资质 (3分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IT 实施资质</li> <li>● 系统集成资质，如安全、管理等认证（可选）</li> </ul>
实施层面 (25分)	验证评估能力 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 专业知识</li> <li>● 硬件资源评估</li> <li>● 信息化建设能力评估</li> <li>● 知识质量评估</li> </ul>
	信息化系统建设能力 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 信息化系统规划能力</li> <li>● 信息化系统开发能力</li> <li>● 信息化系统管理能力</li> </ul>
	系统集成能力 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 系统集成经验</li> <li>● 系统集成和管理专业人员</li> </ul>
	运维能力 (3分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IT 系统运维能力</li> <li>● 知识维护与管理能力</li> </ul>
	风险管控能力 (2分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技术风险管控能力</li> <li>● 系统风险管控能力</li> <li>● 人员风险管控能力</li> <li>● 外部风险管控能力</li> </ul>