



**工业互联网标识解析
——标识资源搜索技术与应用发展
白皮书
(2023 版)**

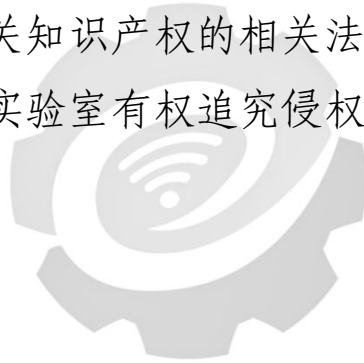
工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟 (AII)

2023 年 9 月

声 明

本报告版权属于网络通信与安全紫金山实验室和工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他地方的内容除外），并受法律保护，任何个人或是组织在转载、摘编或以其他方式引用本报告中的文字、数据、图片或者观点时，应注明“来源：网络通信与安全紫金山实验室和工业互联网产业联盟”。否则将违反中国有关知识产权的相关法律和法规，对此网络通信与安全紫金山实验室有权追究侵权者的相关法律责任。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

网络通信与安全紫金山实验室

联系电话：18502566366

邮箱：gogobaxia@126.com

组织单位：工业互联网产业联盟

牵头编制单位：（排名不分先后）

网络通信与安全紫金山实验室、中国信息通信研究院

参与编制单位：（排名不分先后）

江苏省未来网络研究院、北京工业大学、北京邮电大学、南京复创智能制造技术有限责任公司、天翼物联科技有限公司、中信戴卡股份有限公司、潍柴动力股份有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、苏宁易购集团股份有限公司、兰州兰石换热设备有限责任公司、广州白云山医药集团股份有限公司、江苏博云科技股份有限公司、苏州协同创新智能制造装备有限公司、江苏中天互联科技有限公司、江苏省自动化学会、广州米多网络科技有限公司、码客工场工业科技(北京)有限公司、哈尔滨工程大学、武汉亚为电子科技有限公司、东集技术股份有限公司、北京万维物联科技发展有限公司、中信科移动通信技术股份有限公司、江苏万联信息科技有限公司、中国联通物联网研究院、联通数字科技有限公司、南京卫岗乳业公司

主要编写人员：（排名不分先后）

霍如、侯聪、邵子豪、倪东、王志浩、彭开来、贾庆民、汤雅婷、陆柔伊、鄂新华、黄韬、谢人超、刘阳、池程、田娟、尹子航、张钰雯、姚頔、吴琦莹、付金国、刘斌、杨震、

李洁、陈璐、段志强、王辉、王翔宇、孙希科、李红雨、刘磊磊、林欢、林成建、叶国华、白学伟、车生文、张涛、惠博、向娜、崔骥、张浩澜、狄航、袁雪腾、时宗胜、蒋剑、伍林波、徐玲玉、张晓、王慧强、吕宏武、王瑞、王耀勤、樊春晖、黄少珉、陈慧、陈月、张森、陈巍、颜廷睿、白钰、何非、闵爱佳、蒋维、孙玉刚、朱峰



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

前言

党的“二十大”报告强调要加快建设现代化经济和产业体系，推进新型工业化，建设制造强国、网络强国、数字中国。而工业互联网作为数字经济和实体经济深度融合的关键底座，是国家深刻把握发展新形势、新变化，站在战略全局高度做出的重要决策，已成为新型工业化的战略性基础设施。

随着新型工业化和工业互联网的发展，包括标识数据在内的工业数据量呈现爆发式增长，海量、多源、异构数据面临着难以关联整合、数据价值难以利用等问题。

工业互联网标识资源搜索将标识解析技术与垂直搜索技术相结合，实现工业数据的集成共享和价值挖掘：一方面，对接标识解析节点获取标识数据资源，丰富搜索数据来源的同时，利用标识的全网唯一性优化数据的融合与关联分析，为搜索对象之间、搜索用户之间、搜索对象及用户之间关联关系的建立提供了创新性方法；另一方面，通过提供工业垂直搜索能力，借助身份标识深入理解工业用户搜索意图，赋能用户对产品介绍、应用与服务、企业信息、潜在合作方挖掘、生产环境、报工信息、仓储物流、市场营销、知识经验、流程规范、新闻活动以及标识注册信息等标识相关的工业细分领域信息资源进行个性化搜索。以标识资源搜索技术与应用为切入点，加速推动数据资源的高效流通、激发标识数据价值，将带动与工业大数据和标识解析相关的其他业态发展，对于打造自主可控的标识解析体系、支撑数字经济及其核心

产业发展、持续提升工业互联网创新能力具有重要意义。

本报告首先从政策导向、数据支撑和行业诉求等三个方面，阐述了工业互联网标识资源搜索的发展背景，分析基于消费互联网的搜索、基于工业电商的搜索、基于工业互联网的搜索、工业互联网标识资源搜索等搜索技术路径的发展现状和挑战，并明确工业互联网标识资源搜索的定位与意义；其次，提出了工业互联网标识资源搜索整体框架，在此基础上，介绍立足我国工业互联网标识资源搜索需求特征拟突破的一系列关键技术；随后，梳理了标识资源搜索的十余种潜在应用场景，以及在汽车、高端礼品、个人家居、生产制造等多种行业和场景下的实践案例等创新应用；最后，对工业互联网标识资源搜索进行展望，并从体系、技术、应用、生态、运营等方面提出发展建议。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

目 录

一、工业资源搜索发展态势	1
(一) 发展背景	1
(二) 行业需求	2
(三) 技术路径	4
1. 基于消费互联网的搜索	5
2. 基于工业电商的搜索	5
3. 基于工业互联网的搜索	7
4. 工业互联网标识资源搜索	8
(四) 定位与意义	10
二、基于标识解析的工业资源搜索整体框架	12
(一) 业务视图	13
(二) 管理视图	14
(三) 部署视图	14
(四) 运营视图	16
(五) 安全视图	17
三、基于标识解析的工业资源搜索关键技术	19
(一) 标识解析	19
(二) 数据采集	21
(三) 数据存储	23
(四) 数据融合	25
(五) 数据关联	27

(六) 数据搜索	30
(七) 数据安全保障	32
四、应用与实践	36
(一) 案例 1: 个人家居设备智能检测与服务	37
1. 案例介绍	37
2. 应用场景提炼与拓展	39
(二) 案例 2: 轮毂生产全流程一体化解决方案	39
1. 案例介绍	39
2. 应用场景提炼与拓展	42
(三) 案例 3: “智慧瓶盖”主动标识载体搜索解决方案	42
1. 案例介绍	42
2. 应用场景提炼与拓展	44
(四) 案例 4: 汽车后市场服务平台中的搜索应用	45
1. 案例介绍	45
2. 应用场景提炼与拓展	47
(五) 案例 5: 五码关联搜索赋能全渠道数字化营销	48
1. 案例介绍	48
2. 应用场景提炼与拓展	50
(六) 案例 6: 基于主动标识载体技术的移动设备管理方案 ..	50
1. 案例介绍	50
2. 应用场景提炼与拓展	52
五、展望与建议	53



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

一、工业资源搜索发展态势

工业互联网标识解析体系为对象赋予全网唯一标识，并借助标识解析体系进行解析，是支撑工业互联网全面互联互通的神经枢纽。工业互联网标识资源搜索，发展于国家重点布局“工业互联网”数字基础设施的大背景下，将标识解析技术和搜索引擎技术相结合，实现全面、准确、快速的工业数据发现和共享。本节将从发展背景、行业需求、技术路径、定位与意义等四个方面，对工业互联网标识资源搜索展开介绍。

（一）发展背景

工业互联网标识资源搜索研究与应用的发展得益于工业互联网和标识解析体系建设的加速推进，有着数字化时代背景下的必然性。

（1）发展标识解析体系是国家重要战略决策

工业互联网是新工业革命的关键支撑和重要基石，得到党中央、国务院高度重视，《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》对工业互联网发展计划作出明确部署，规划打造自主可控的标识解析体系，《工业互联网专项工作组 2022 年工作计划》将标识解析增强行动作为工业互联网创新行动计划的重点任务，提出要引导产业界落实《工业互联网标识管理办法》、完善标识体系建设并加速标识规模应用推广等关键举措。

（2）标识解析体系建设夯实创新发展数据基础

我国工业互联网标识解析体系秉承统一管理、互联互通、自主可控的设计理念，经过五年多的持续布局已全面建成5+2国家顶级节点，基本形成政策完善、体系完整、创新活跃的发展格局。截至2023年6月，全国累计接入顶级节点的二级节点达305个，累计接入的企业节点数量26万多家，标识注册总量突破3000亿个，海量标识数据为工业互联网创新发展打下坚实的数据基础。

（3）标识解析增强行动亟需杀手级应用的示范和推广

标识数据的爆发式增长降低了数据价值密度，导致信息过载问题日益突出，海量标识数据的解析查询压力激增；标识编码格式复杂，不便于人工理解和使用，标识应用的发展动能不足；标识应用的供需双方缺乏有效对接渠道，信息不对等造成资源浪费和产品滞销，严重影响工业生产经营效率。如何高效、便捷地获取和使用价值信息，成为工业互联网标识解析发展过程中面临的重要问题，亟需以杀手级应用作为切入点，推动工业标识数据流通和管理，牵引并赋能标识在各行业、各环节的深层次应用。

（二）行业需求

工业互联网标识解析体系的发展促进了工业实体甚至虚拟数据的全方位互联互通，但工业数据量巨大，特别是引入标识解析体系对工业全要素进行标记后，数据体量更呈现指数级增长，如何管理和利用数据成为工业企业数字化转型升级过程中面临的重要挑战。搜索服务能够实现高效的数据发现与价值共享，成为企业数字化转型升级的关键措施和重

要驱动力，具有日益强烈的行业需求：

（1）在需求分析阶段，需要进行深入的用户交互和市场调研，及时、准确地获取并整合用户关注点和潜力细分市场等信息，以具备需求洞察和分析能力，为后续产品设计、销售策略制定等环节提供强有力支撑；

（2）在研发设计阶段，需要动态查询需求、目标、可使用资源情况等设计入口参数，以便根据实时信息进行方案的仿真设计和优化调整，保证设计效果；

（3）在采购供应链阶段，需要建立供需双方和供应链上下游企业的高效沟通桥梁，挖掘潜在提供方并实现用户拓展，扩大供应链协作节点的广度与深度，提高供需匹配效率，同时可以引入抽成方式衍生线上交易盈利模式；

（4）在生产制造阶段，需要通过人工网页查询或者与企业信息化系统对接的方式，利用搜索服务赋能企业实时获取订单要求、工艺流程、报工数据、库存销量和备品备件等信息，促进科学化排产和柔性化生产自动执行，并反向推动生产流程优化，此外，需要监控生产环境和设备状态，在出现环境危险或者设备故障前，及时采取应急措施，保障生产连续性；

（5）在质量管理阶段，由于工业生产上下游流程众多且关联紧密，任何环节的质量问题都会影响后续生产过程及最终产品质量，因此需要利用搜索服务进行全流程质量溯源管理，在关键生产环节前对半成品进行质量复核以降低返工概率，在出现问题时快速定责和处理；

(6) 在仓储物流阶段，需要对物流信息进行跟踪定位，确保货品在途安全并防止窜货、司机接私活等违规事件发生，同时，需要最新仓储信息的便捷获取渠道，以便及时查询仓储情况并调整排产与销售计划，降低库存压力实现产销动态平衡；

(7) 在销售服务阶段，需要在绘制精准用户画像的基础上，提供个性化销售方案，赋能消费者与企业直接互动，以便消除信息壁垒提升用户体验，并更好地跟踪市场动态和反馈，优化生产经营策略，此外，在销售服务过程中需要对产品和服务信息进行追溯，提供防伪查询和折损评估等增值服务。

(三) 技术路径

工业领域涉及的搜索服务，其技术路径发展如下：用户可以使用**基于消费互联网的搜索服务**查询通用领域信息，但由于工业数据的特殊性，需要使用更具针对性的工业垂直搜索服务来提高搜索速度以及结果的准确性和全面性，由此产生了**基于工业电商的搜索服务**，为工业领域信息查询和供需对接提供了有效渠道。随着物联网万物互联，用户搜索诉求拓展到上下游企业、人、机、物、工艺、环境等方方面面，**基于工业互联网的搜索服务**应运而生，并为了应对标识数据量激增的情况，进一步衍生出**标识资源搜索服务**。本节将对以上几种搜索服务的特点及代表性产品进行阐述，在此基础上分析工业互联网标识搜索服务的创新优势以及其发展过程中面临的主要问题。

1. 基于消费互联网的搜索

消费互联网搜索引擎利用协同过滤算法分析用户和对象间的关系，根据搜索行为喜好进行局部个性化分析，面向公开互联网的跨领域数据计算搜索结果并返回给用户。

消费互联网搜索引擎以谷歌、百度、微软 Bing 等通用搜索引擎为代表，近年来还出现了 Medical Matrix、PharmWeb 等以搜索某一主题或领域为目标的垂直搜索引擎，以及 DuckDuckGo、Gibiru、Yippy、Ask、Similarweb、TinEye 等侧重隐私保护、结果集成、社交关系、知识共享、统计数据、图像信息等特殊功能的搜索引擎，整体上向搜索渠道和内容的多元化趋势迈进。2022 年 11 月底上线的大型语言模型 ChatGPT 使用自然语言与用户交互，通过与 Bing 搜索引擎集成，将使得搜索结果更具相关性、时效性以及更加注重用户体验。

消费互联网搜索引擎技术成熟、应用普遍，但是采用的跨领域通用数据缺乏工业针对性、干扰信息多，在工业场景下的数据价值密度过低，严重影响工业数据融合挖掘深度；基于普通用户画像对大众进行分类，无法获取用户在工业行业内的喜好；通用领域推荐算法难以结合工业机理模型来匹配工业搜索诉求。因此，消费互联网搜索引擎的普适性服务特征使其难以充分赋能工业领域数字化建设。

2. 基于工业电商的搜索

基于工业电商的搜索服务能够以点对点模式从企业获

取工业开放数据，根据行业类别和工业场景聚合知识信息，为工业注册用户提供更加高效的垂直搜索体验，并为供需双方搭建起产品和服务互通的桥梁，进而促进企业用户渠道拓展和资源整合。

基于工业电商的搜索服务以德国媒体出版有限公司的工业集市 (Industry Stock)、中云数据的工业快搜、FNS-CLOUD 的食品追溯搜索引擎、索为云网的众工业等为代表。其中，工业集市以 17 种语言服务来自全球 183 个会员国家的超过 46 万家工业企业，支持工业产业全球供应目录、线上展会信息、工业商品线上采购渠道等知识沟通和信息交流服务，并提供搜索引擎优化 (Search Engine Optimization, SEO) 服务提升网页的 Google 搜索排名；工业快搜基于工业大数据采集、处理、语义链接技术，为矿业、电力等 13 个行业的 11 个数据主题提供工业搜索服务；FNS-CLOUD 为每个食品数据或信息资源分配语义标签，适用于搜索食品行业供应链信息以及详细加工流程；众工业平台提供数字工品、软件、供需对接、最新资讯等内容的列表和关键词搜索服务，赋能用户查询产品可视化细节并支持线上订单撮合。

由于工业数据具有来源广泛且分散、规模大、更新快、模式多样、与复杂的工业机理紧密相关等特点，以点对点方式从企业采集数据的效率低，并且识别、抽取、集成等传统的数据关联关系分析方法，在工业场景下面临计算资源、数据集成模型以及挖掘算法的多重挑战。

3. 基于工业互联网的搜索

基于工业互联网的搜索由基于物联网的搜索演进而来。物联网搜索服务利用无处不在的连接和在线服务特征，提供对物联网设备的在线查询能力，最具代表性的 Shodan 引擎支持查找连网的网页服务器、路由器、摄像头等节点信息，包括服务器及端口信息、设备类型、操作系统等，帮助用户搜索满足特定属性的设备信息。

在工业制造场景中，搜索对象不仅仅是连网设备，而是包括人、机、物、信息系统、车间、企业等产业链各环节全要素。工业互联网平台及企业集成搜索服务能力，以满足域内资源查询需求，但是由于仅使用域内数据资源，搜索内容和适用范围局限，难以综合分析跨企业跨平台的跨域数据来最优化用户搜索体验，需要向多跨发展方向转变。2022 年工信部公布了卡奥斯 COSMOPlat、航天云网 INDICS、徐工汉云等 28 家跨行业跨领域工业互联网平台名单，这些工业互联网平台提供产品和解决方案、案例库、应用、供需对接、新闻、文档等跨域搜索服务。另一个工业互联网搜索的典型代表是德国弗劳恩霍夫研究所和韩国电子技术研究所共同在美国工业互联网联盟推出的智能工厂网站（Smart Factory Web, SFW）。SFW 设计统一的物料清单和工序清单描述材料用以规范注册信息便于数据查询索引，建立供应链网络模型及工厂数字孪生模型，利用 OPC UA 信息模型、时间敏感网络等技术保障智能工厂供应链网络的灵活性、兼容性、实时性，支持查询供应链网络中的工厂信息、特定工厂的上下游

信息，以及输入、输出、参数属性等工序信息。

无论是域内搜索还是跨域的产业链泛在搜索，基于工业互联网的搜索都极大提高了工业企业数字化管理效率。但是，随着工业互联网标识解析体系建设的推进，标识数据量呈现指数级增长，基于工业互联网的搜索面临着如何充分利用复杂繁冗的标识数据的问题。

4. 工业互联网标识资源搜索

标识数据量的飞速增长以及标识数据流通和利用诉求的日益强烈，使得发展工业互联网标识资源搜索势在必行。它能够对接各级标识解析节点获取标识数据；利用标识绑定的属性信息以及标识编码中自带的关联字段信息，将同一对象的不同属性信息、不同来源信息，以及不同对象信息进行精准关联与融合，节省大量数据抽取和集成工作；结合行业、属地、喜好、搜索历史及工业角色等信息进行用户工业画像刻画，实现搜索意图理解最优化。

中国物品编码中心的 GS1 条码查询，支持对 GS1 编码格式的标识信息进行管理、查询并提供软件工具支撑，具体包含以下服务内容：注册和发布产品信息的产品服务，条码、射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）以及软件检测服务，中国编码、条码追溯等终端软件下载，GS1 标准服务提供商信息查询，商品信息与安全追溯等服务平台，以及基于标识码、文本或列表形式的查询服务等。此外，其他涉及标识业务的企业和机构也相继加入到标识资源搜索的研究队列中，包括：国家顶级节点标识查询系统支持用户

输入标识编码，查询标识分配信息以及站点信息；江苏中天互联科技有限公司开发的中国工业互联网标识解析服务中心，支持以标识编码查询、中文文本查询等方式，搜索工业企业信息、产品信息和行业新闻动态，同时提供码上聊、码上看、码应用、码申请、码论坛、码上购、码生成、码表情等“工业码”增值服务；徐工信息汉云溯源标识综合平台为企业提供一站式标识溯源技术解决方案，在食品、机械制造、物流等行业实现落地，并结合人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术支撑用户通过“扫一扫”二维码、“拍一拍”物品实物或者输入溯源码等三种查询方式，搜索茶叶溯源信息；清控数联（山西）工业技术有限公司推出工业互联网标识检索引擎，进行二级节点标识码查询解析、业务管理、数据管理，并以运营驾驶舱形式实时可视化展示二级节点运营情况；合肥条顿工业技术有限公司的检索引擎提供标识码查询能力，自主研发营销软件即服务（Software as a Service, SaaS）系统“唐久码”，通过码客通、码客查等业务帮助企业打造专属客户资源池及全流程营销生态网络；网络通信与安全紫金山实验室则关注多源异构标识数据的采集和兼容性问题，并推出支持音频、视频、图像等多种输入形式的标识资源搜索系统，提供稳定、高性能的搜索服务能力。

但是，工业互联网标识资源搜索的专业性、复杂性和多元性决定了其发展并非一日之功，发展难度主要集中在以下几个方面：①**数据多源且异构，采集处理难度大。**标识资源

搜索涉及大量多源异构数据，数据采集、清洗、分析和管理难度大，同时，还面临与各标识解析节点的对接要求差异大、定制成本高，以及对 Handle、OID、GS1、Ecode、DNS 等不同编码格式的兼容性问题。②**应用形态局限，短期投入见效慢**。当前工业互联网标识资源搜索服务仍以标识编码和文本等单一的查询形式为主，输入内容繁琐影响用户体验。此外，工业互联网产品受其服务属性影响，往往需要带来短期成效，然而标识资源搜索的强公共服务属性使其面临商业价值见效慢、融合模式难共识以及商业属性弱等问题。③**工业数据敏感度高，数据安全隐患多**。工业数据特别是核心数据资产的安全性关乎企业生产经营命脉，因此工业企业非常重视数据安全和隐私保护问题，对标识数据的流通普遍持谨慎态度。④**产业生态依赖强，使用共识难统一**。发展工业互联网标识资源搜索服务虽然能够帮助企业以更快速有效的方式获取价值信息，但由于大多数制造企业追求稳定可控且已经习惯既有的应用模式，因此标识资源搜索技术的应用推广依赖产业发展共识，亟需采用有效手段引发业界重点关注。

（四）定位与意义

工业互联网标识资源搜索定位为基于标识解析技术的工业领域垂直搜索，是工业互联网标识解析体系发展的杀手级应用。一方面，通过工业场景分类和数据归类，针对工业细分场景进行数据挖掘分析，并且结合用户在工业行业内的画像理解其搜索意图，属于垂直搜索范畴；另一方面，从搜索对象和搜索用户两个维度引入标识解析技术，对接标识解

析节点获取标识数据，为拥有唯一标识身份的用户提供搜索查询服务，同时利用标识的全网唯一性打破数据异主、异地、异构的信息孤岛，为搜索对象之间、搜索用户之间、搜索对象及用户之间关联关系的建立提供创新性思路。在工业互联网标识资源搜索服务中，标识所起到的作用包括数据来源、搜索输入、标识身份信息，以及在数据处理和计算过程中对多源异构数据进行融合关联的纽带。

工业互联网标识资源搜索服务作为标识数据发现和互通的有效手段，提供了科学管理和高效利用海量工业数据的标准范式。它是应对工业数据过载的先锋利器，通过获取数据背后的价值信息，促进信息资源集成共享，为工业企业商业决策提供参考、为行业生态内的合作互惠提供途径、为监管机构职能开展提供便利、为消费者获取信息提供可靠便捷的保障，有助于打造人、机、物全面互联的新型基础设施。同时，**工业互联网标识资源搜索服务是推进标识解析体系建设的应用突破口**，能够激发标识数据价值、带动其他基于工业大数据和标识解析技术的新兴业态以及应用模式的规模化发展，最终助力产业综合实力显著提升。

二、基于标识解析的工业资源搜索整体框架

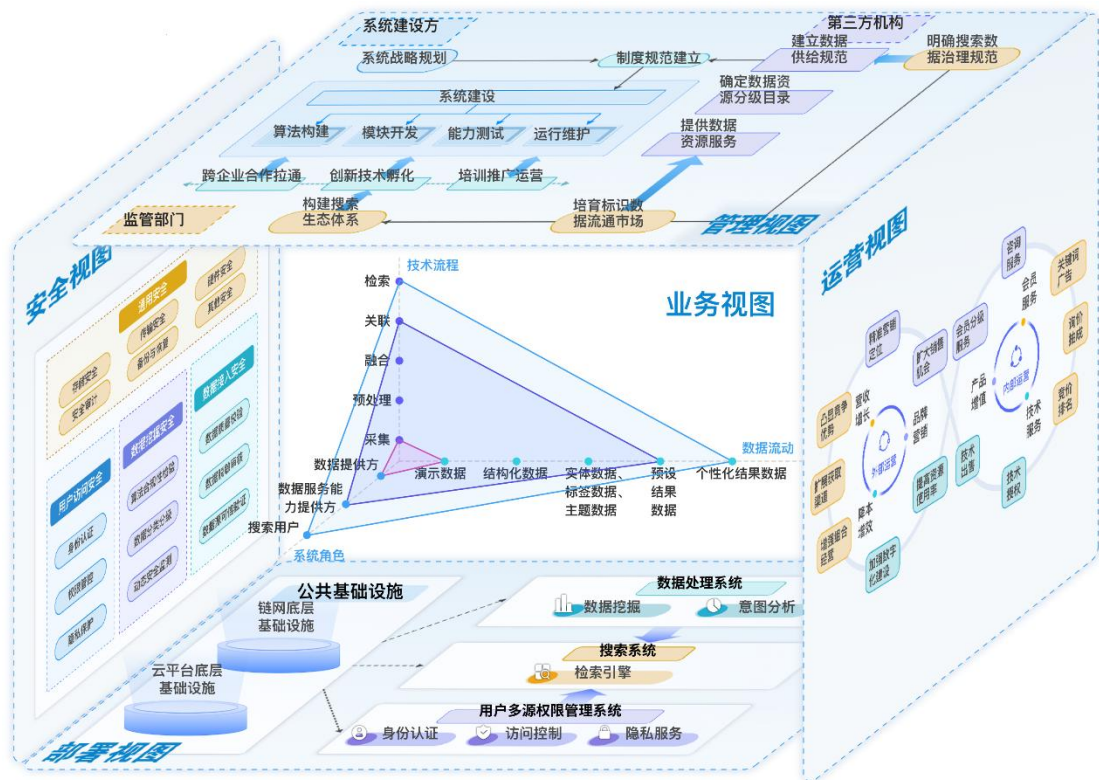


图 2.1 工业互联网标识资源搜索框架

工业互联网标识资源搜索服务的发展依托于标识资源搜索系统的建立和完善，工业互联网标识资源搜索系统的建设可以为工业企业提供更高效、更精准的资源搜索和管理手段，帮助工业企业优化生产流程、提升质量管理水平、加强供应链管理，从而实现更加智能化、高效化的工业企业生产和运营。随着工业企业建设规模的持续扩展，工业互联网标识资源搜索系统不断丰富，不仅在业务角度逐渐成熟，系统部署逐渐落地，在安全、管理、运营角度也不断发展完善。为明确业务内容，厘清各方职责，梳理系统部署，全生命安全保障，提升产品价值，本白皮书从业务、管理、部署、安全、

运营五个视图出发总结出工业互联网标识资源搜索框架，为高端装备、汽车、模具制造、医药等典型行业提供工业搜索服务。工业互联网标识资源搜索框架如图 2.1 所示。

（一）业务视图

工业互联网标识资源搜索系统业务主要包括系统角色、数据流动和技术流程三部分组成。**系统角色**包括数据提供方，负责提供数据并具备数据更新、同步等服务的企业、机构；数据服务能力提供方，负责数据处理并提供服务的一方；搜索用户，负责使用标识资源搜索业务的企业与个人。**数据流动**包括原始数据，处理后的数据（结构化数据、实体数据、标签数据、主题数据、预设结果数据），以及个性化结果数据。**技术流程**包括数据采集、数据预处理、数据融合、数据关联、数据检索。上述内容与工业互联网标识资源搜索系统的关系如下：

首先，工业互联网标识资源搜索系统对数据提供方的大规模数据进行采集，获取大规模原始数据，保障数据来源的广泛性；其次，工业互联网标识资源搜索系统根据数据服务能力提供方的预处理、融合、关联操作，对原始数据进行处理，得到结构化数据、实体数据、主题数据和预设结果数据，去除数据冗余，保障数据质量；最后，工业互联网标识资源搜索系统为搜索用户提供检索服务，结合用户画像，获取个性化结果数据，提升使用满意度。

（二）管理视图

工业互联网标识资源搜索系统管理部分涉及的实体包括系统建设方、第三方机构以及监管部门三类。

系统建设方，应以组织战略为导向、以外界环境为依据、以业务与搜索系统整合为重心，正确定位搜索在整个系统的作用，保证搜索系统的战略目标能够和组织发展目标相协，支撑制度规范建立。通过构建搜索算法、功能模块解耦开发、建立能力验证测试平台以及提供售后运行维护等方式，为系统开发赋能。

第三方机构，需健全数据资源管理机制，明确数据资源管理权责与规则，建立数据产权制度，明确数据资源的归属和相关产权边界，建立数据供给规范，完善数据分类分级授权使用规范及管理标准，细化不同类别数据的管理办法，推进数据产权和标准化体系建设，构建数据基础制度，推动系统建设。

监管部门，一般由政府部分负责，需充分发挥组织的协调服务功能，加强跨企业合作，推动资源整合，打造创新孵化服务生态体系，加速创新资源集聚，推动系统建设。同时，着力建立数据流通和交易制度，聚焦当前数据交易市场建设现状与问题，统筹构建数据交易场所，培育数据流通市场。此外，应完善数据安全合规体系，明确搜索数据治理规范。

（三）部署视图

工业互联网标识资源搜索系统部署主要由公共基础设

施、数据处理系统以及用户多元权限管理系统共同完成构建。标识解析是工业互联网标识资源搜索服务中一个重要的组成部分，它涉及将标识信息映射到相应的资源或实体。

公共基础设施主要包括两个部分：链网基础设施以及云平台基础设施。其中，链网基础设施指具有广泛接入能力、公共服务能力、可灵活部署的公共链网及连接这些区块链的跨链系统组成的网络服务设施；云平台基础设施主要指以数据存储为主的存储型云平台。在标识搜索服务中，链网基础设施主要负责搜索用户认证相关内容的存证；云平台基础设施主要指以数据存储为主的存储型云平台，主要为数据处理系统中的标识搜索服务数据存储工作。前述基础设施中的存证数据包括了标识信息与相应资源之间的映射关系。标识解析可以利用链网基础设施中存储的认证信息来实现标识的解析，以确定标识与资源之间的关联。

数据处理系统负责两部分功能，包括标识搜索服务数据挖掘以及意图分析。其中，数据挖掘即通过分析标识搜索服务数据，从大量数据中寻找其规律，支撑技术流程中数据关联过程；意图分析，即识别文本中蕴含的主题和意图，通过设定训练模型，完成标识搜索用户行为意图分析。数据处理系统中的数据挖掘和意图分析功能可以进一步支持标识解析。数据挖掘可以帮助发现标识与资源之间的潜在关联规律，从而提高解析的准确性。例如，通过分析用户行为数据，可以更好地理解标识与资源之间的关系。同时，意图分析可以帮助理解用户的意图，以更精确地解析标识并提供相关资源。

用户多元权限管理系统负责标识搜索服务参与各方身份认证、访问控制以及隐私服务。身份认证、访问控制以及隐私服务功能，主要基于传统的密码学算法与链网基础设施结合完成。权限管理系统在标识解析中也扮演着重要的角色。它确保只有经过认证和授权的用户可以执行标识解析操作。此外，访问控制功能可以限制对标识解析结果的访问，以确保数据的安全性和隐私保护。

（四）运营视图

工业互联网标识资源搜索系统运营主要包括内部运营与外部运营两方面。

内部运营主要指标识资源搜索企业内部的运营管理。其目标是为了实现企业的长期发展和盈利，通过产品增值服务与技术支持等方面提高系统的核心竞争力，主要包括会员服务、产品增值服务、技术服务三部分。会员服务方面，搜索企业可以通过对不同搜索用户分类分级，通过提供不同访问权限的方式实现会员分级服务，此外对不同级别的用户提供不同类型的咨询服务，实现用户服务定制化。产品增值服务方面，搜索企业可以对外提供广告并通过广告竞价排名方式实现广告位最大价值营收。技术服务方面，搜索企业可以通过专利转让等方式对外提供技术授权，或对外出售技术实现技术增值。

外部运营主要指标识资源搜索企业或组织向外部市场提供产品或服务的运营管理方式，其主要目标是为了满足标识资源搜索市场需求，提高销售额和市场份额。主要包括品

牌营销、降本增效、营收扩展三部分。品牌营销方面，搜索企业需对用户进行精准的营销定位，扩大销售机会。降本增效方面，搜索企业应加快数字化建设，对外提高资源使用率。营收扩展方面，搜索企业应与其他企业加强联动，增强组合经营。此外，应扩展资源获取渠道，凸显系统差异化竞争优势。

（五）安全视图

工业互联网标识资源搜索系统安全主要涉及用户访问安全、数据挖掘安全、数据接入安全和通用安全等四个方面。

在用户访问数据信息的过程中，进行身份认证、权限管控和隐私保护：通过数字签名和口令方式对登录用户进行身份认证，保证用户身份可信；采用基于角色、身份、属性等不同访问控制策略进行鉴权，拦截未经授权的数据操作；原始数据、过程数据及结果数据均经过脱敏处理，拒绝隐私泄露，并利用 DID 分布式身份管理，使用户身份信息自主可控，从而最大化保护其隐私。

在融合关联等挖掘分析过程中，进行算法合规性检验、数据分类分级、动态安全监测：对算法是否存在越权访问以及挖掘用户敏感信息等操作进行合规性检验；对数据进行分类分级，在数据挖掘过程中，为不同类型和级别的数据提供针对性保护；动态监测数据挖掘过程中的安全风险，进行及时告警并提供应急处理措施。

在数据接入过程中，进行数据质量校验、数据脱敏审核、数据源可信验证：校验数据的一致性、完整性、及时性以及

可用性，并在检测到异常时采取必要的恢复措施，进而提高接入数据质量；对采集到的数据进行脱敏审核，包括非敏感数据中能够用于重新生成敏感数据或者回溯到敏感数据的部分，并在发现疑似敏感数据时进行风险提示；运用基于区块链的声誉评价机制监控低信誉数据源及其异常行为，加强对低信誉数据源的审核或者限制其接入。

此外，在标识资源搜索全流程过程中，需要保障数据存储、传输以及硬件环境安全，并提供备份恢复、安全审计等安全措施：通过加密算法以及分布式存储技术提高数据存储安全性；采用 SSL、TLS、HTTPS 等安全传输协议保证数据传输安全性；使用环境安全的场地存放服务器、管理进出机房人员信息，选用自带可信计算环境的服务器，保证硬件安全性；提供基于时间序列的自动备份等备份恢复功能，并定时批量更新重要的备份数据；记录系统日志、操作日志、安全日志并定期进行安全审计，以确保数据内容的安全性。

三、基于标识解析的工业资源搜索关键技术

针对基于标识解析的工业资源搜索服务现状及面临的风险，本白皮书从标识解析、数据采集、数据存储、数据融合、数据关联、数据搜索、数据安全保障等多个方面汇编总结工业互联网标识资源搜索的关键技术，为工业互联网标识资源搜索应用建设者和研究者提供参考。

（一）标识解析

标识作为工业互联网标识资源搜索的核心基础资源，是支撑工业互联网互联互通的神经中枢，是能够唯一识别设备、产品等物理资源以及算法、工序、标识数据等虚拟资源的身份符号。当前，工业互联网处于多标识编码体系并存的发展阶段，如OID、EPC、Ecode、Handle、Ucode、mRFID Code、GS1等，导致标识信息类型复杂、关键信息提取缓慢、解析时延效率低下等问题。针对此，亟需解决标识解析技术，如图3.1所示，包括多类型标识处理技术，明确不同行业对象的标识分类、编码规则、编码结构，实现多维数据收包、多码标识识别；高效标识路由技术，负责具体的标识解析过程，实现快速、准确获取最终标识解析数据，降低解析时延；定制化标识管控技术，实现分类管理、智能路由选路、状态监控与感知，提升解析效率。

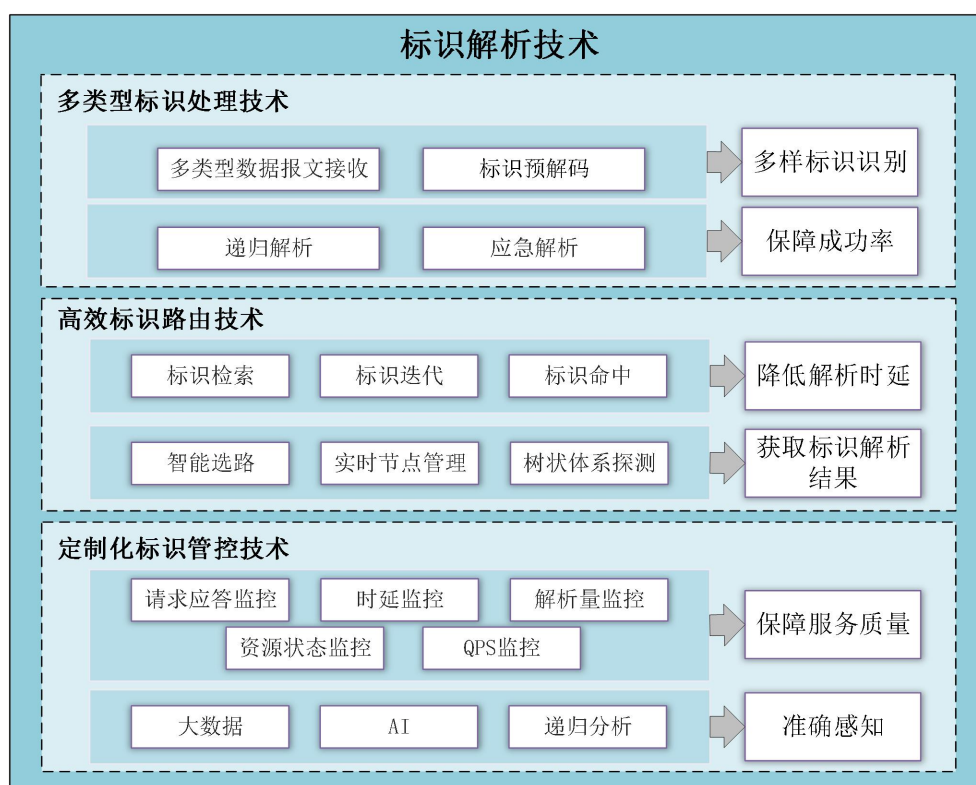


图 3.1 标识解析技术

多类型标识处理技术。包括异构标识解析接收技术和标识解析服务技术。异构标识解析接收技术可利用多类型数据报文接收技术、标识预解码技术，接收 UDP、TCP、HTTPS 等含有标识信息相关的不同数据报文，从数据报文中提取关键请求编码信息，识别具体标识协议，保证末端接入的多类型标识识别需求；标识解析服务技术可嵌入递归与应急解析服务，在与外界递归系统、二级节点系统、顶级节点系统发生无法访问的情况下，提供应急解析，保障解析成功率。

高效标识路由技术。包括标识传输技术和智能选路技术。标识传输技术可通过标识检索、标识迭代、标识命中技术，减少与外部系统的交互次数，降低解析时延；智能选路技术可通过智能选路算法、实时节点管理与树状体系探测技术选择最优路径，在本地缓存无法解析的情况下，访问外部标识

解析节点获取标识解析结果。

定制化标识管控技术。包括标识监控技术和标识感知技术。标识监控技术可通过请求/应答监控、时延监控、解析量监控、服务器软硬件资源状态监控、每秒查询率监控(Queries Per Second, QPS)，提供定制化服务，保障标识解析服务质量；标识感知技术可利用大数据、AI、递归分析等技术对相关的标识解析进行时延预判、递归预判与状态预判，及时调整访问路径，提升递归解析处理时效，实现标识准确感知。

(二) 数据采集

数据作为工业互联网标识资源搜索有效运行的重要基础生产资料，精准、高效的数据采集技术将有利于提升后续服务的能力。当前，工业互联网通信主体来自不同国家和企业，工业数据涵盖了主体各自的数据标准，其展现形态具有多样性且错综复杂，单一模式的数据抓取方式难以实现内容的准确采集。此外，采集的数据质量难以保障，可能存在大量的冗余信息，进一步降低了数据的准确性。针对此，亟需解决数据采集技术，如图 3.2 所示，包括多模式数据抓取技术，提升数据采集的速度与准确度，实现大规模数据抓取；多模态数据识别技术，实现多模态工业数据类型特征采集；数据清洗技术，实现数据去重与异常识别，保障数据采集的整体质量。

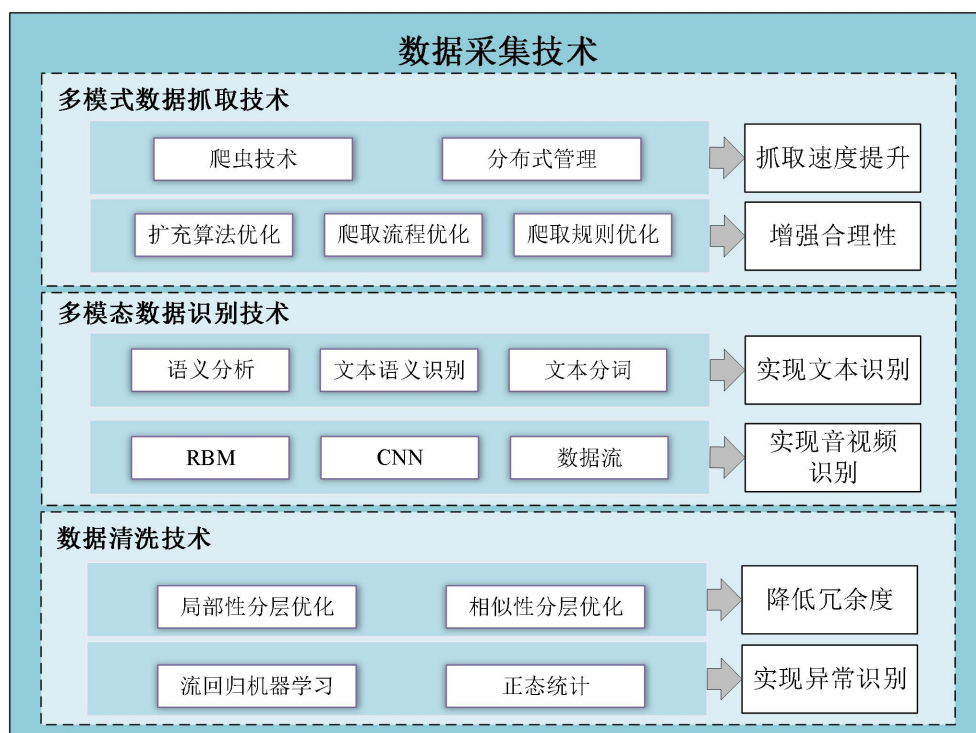


图 3.2 数据采集技术

多模式数据抓取技术。包括分布式管理技术和抓取优化技术。分布式管理技术可对传统的爬虫技术进行改进，利用分布式思想，搭建分布式集群，扩充工作资源，构建支持不同企业多种编程语言、传输协议、软件系统的数据调度接口，提升数据抓取速度；抓取优化技术可对抓取队列进行管理、优化爬取规则与扩充算法，使分布式爬虫的抓取过程更加流畅合理，增强数据抓取合理性。

多模态数据识别技术。包括文本数据识别技术和音视频数据识别技术。文本数据识别技术可基于工业文本行文的特点，通过优化的文本语义识别技术实现文本分词和词义消歧的功能，完成在各个语言单位（包括词汇、句子和篇章等）间的自动语义分析，从而理解整个文本表达的真实语义，提升文本数据识别准确性；音视频数据识别技术可基于工业生

产场景，结合基于受限玻尔兹曼机 (Restricted Boltzmann Machine, RBM) 和卷积神经网络 (Convolutional Neural Networks, CNN) 的音视频数据要素提取技术，将视觉图像和音频数据分别作为两种模态输入，获取两种模态的高层特征并与行业特征进行交叉判别，建立模态间的共享表示，实现工业媒体数据流的特征提取。

数据清洗技术。包括数据去重技术和异常识别技术。数据去重技术可结合局部性和相似性分层优化技术，解决工业实体各环节标准化数据局部性优化技术的高敏感数据需求与相似性优化技术的高计算资源消耗问题，实现数据分层，降低数据冗余，减少统计规模；异常识别技术可采用流回归机器学习算法和正态统计技术相结合的方法进行数据异常检测，实时且准确分析宏观供应链流数据中的异常数据，实现异常数据识别并及时反馈。

(三) 数据存储

完善的数据存储技术可以让有限的资源服务更多的用户，从而满足工业互联网标识资源搜索服务更快的响应速度与更快的需求变化。当前，数据规模变的越来越大，大规模非结构化数据的存在，增加了数据存储的困难并导致了传统关系型数据库的无效。此外，用户查询频率符合逆幂规律 (Power-Law)，即少量数据查询次数极高，大多数重复的数据查询会在较短时间内被再次访问，热点数据的频繁写入和读取导致实时负载不平衡，造成单个服务器节点负载过大，成为系统的瓶颈。针对此，亟需研究数据存储技术，如图 3.3

所示，包括多源异构数据存储技术，有效存储大量网络化非结构数据，使得系统具备多源异构数据汇聚能力；存储优化技术，平衡各服务器节点负载，定期更新缓存内容，有效节省搜索系统后台的计算资源。

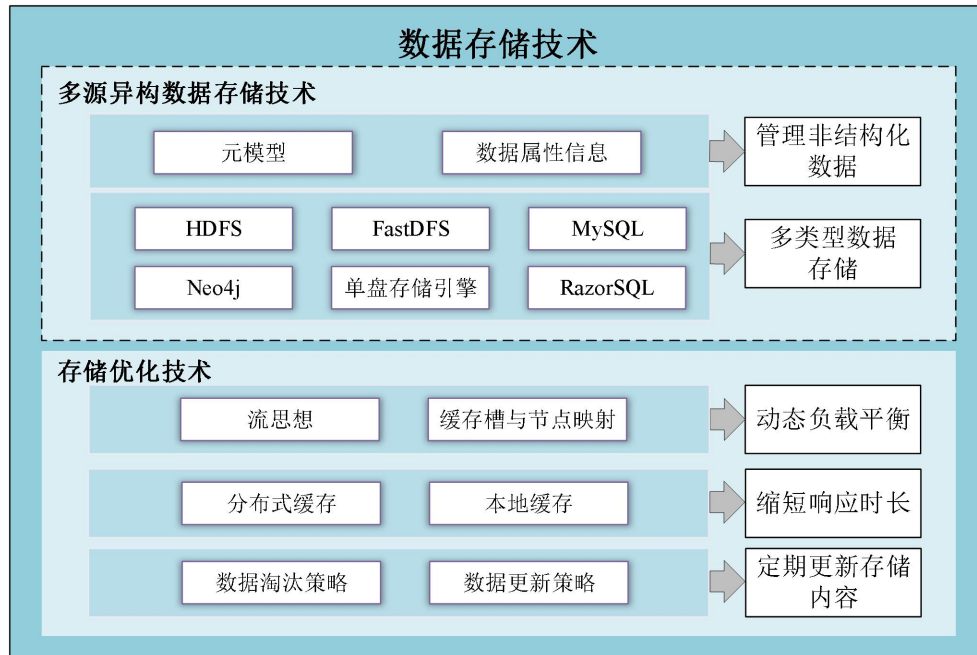


图 3.3 数据存储技术

多源异构数据存储技术。包括模型构建技术和多类型数据库构建技术。模型构建技术可利用元数据描述数据属性信息，构建统一的元数据模型，将非结构化数据转化为可以解析与查询的内容，实现简单高效地管理大量网络化非结构数据；多类型数据库构建技术可分别构建多种类型数据库，可采用分布式文件系统 (Hadoop Distributed File System, HDFS) 存储视频源等大文件，采用轻量级分布式文件系统 (Fast Distributed File System, FastDFS) 存储关键帧图片等小文件，利用 MySQL 数据库存储结构化数据，利用 Neo4j 数据库存储复杂网络数据，利用单盘存储引擎存储中间数据，

利用 RazorSQL 工具存储异构数据库，最终实现多源异构数据统一管理。

存储优化技术。包括负载均衡调度技术、存储区优化技术、和存储内容更新技术。负载均衡调度技术可利用流思想、缓存槽与节点的映射构建方法，实时监控集群负载，重新分配热点数据，防止单个服务器节点负载过大，实现动态平衡；存储区优化技术可结合分布式缓存与本地缓存技术，实现多级缓存，将频繁使用数据存放本地，缩短系统响应时长，提升服务质量；存储内容更新技术可利用数据淘汰策略包括近最少使用策略 (Least Recently Used, LRU)、大小自适应最近最少使用策略 (Size-adjusted Least Recently Used, SLRU)、加权缓存策略 (LandLord)、静态动态混合缓存策略 (Static and DynamicCaching, SDC)、准入策略 (Admission Control, AC) 等，快速筛选过时数据内容，提高缓存命中率，保障存储数据实时性。可利用数据更新策略包括缓存-索引密切耦合策略、缓存-索引非耦合策略，为缓存项设置合理过期值，及时更新索引信息，保障缓存存储内容与索引内容的一致性。

(四) 数据融合

数据融合的效用对工业互联网标识资源搜索应用尤为重要。当前，工业数据来源具有多领域、结果集合体量巨大、行业数据规则众多的特征，导致数据共享困难，融合难度大。此外，主流匹配方法仍存在计算复杂度高，缺乏全局性，导致匹配精度存在不足。针对此，亟需研究数据融合技术，如

图 3.4 所示，包括多类型信息抽取技术，抽取多类型异构数据内容，便于后续相似度计算与实体匹配；多源异构数据实体匹配技术，从多数据源全局角度出发，提升匹配精度与满意度；多领域共享网络构建，共享多领域数据，实现多领域异构数据内容抽取。

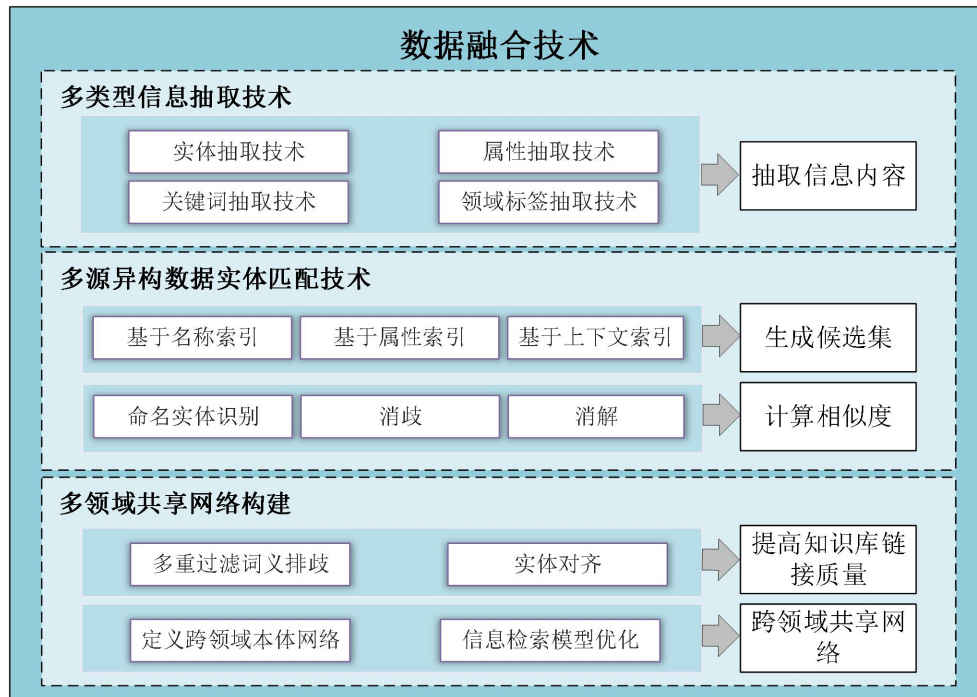


图 3.4 数据融合技术

多类型信息抽取技术。根据抽取信息内容的不同，可利用不同的抽取技术。具体而言，可利用实体抽取技术从原始数据语料中自动识别出命名实体，识别专有名称和有意义的数量短语并加以归类。可利用属性抽取技术抽取实体对应的属性和属性值，将非结构化数据转化为结构化数据。可利用关键词抽取技术抽取文档类数据的关键词并加以分类。可利用领域标签抽取技术完成对不同领域的工业数据的专业性标签的抽取。便于后期分词、分类、相似计算、匹配计算等数据融合工作的顺利进行。

多源异构数据实体匹配技术。包括工业数据候选集构建技术和跨专业规则相似度计算技术。工业数据候选集构建技术在多类型信息抽取技术基础上，可利用实体名称同义词挖掘、属性权重赋值以及文本关键词抽取，构建基于实体名称、属性和上下文的多种索引，以此生成候选实体对，缩减计算空间并生成高质量的候选集；跨专业规则相似度计算技术可对实体进行多维度定义，利用命名实体识别、消歧、消解等技术，计算实体间的相似度，实现多源数据匹配。

多领域共享网络构建。包括多领域语料库词义排歧技术和多领域本体网络互联技术。多领域语料库词义排歧技术可利用多重过滤词义排歧技术、实体对齐技术，提高本体连接的准确度，实现能多个现有知识库的高质量链接；多领域本体网络互联技术考虑到跨领域本体在知识背景、概念维度和构建方法均存在不同，可采用跨领域本体网络的概念，将领域本体进行连接，支持数据和信息的融合，优化多种信息检索模型，包括布尔模型、向量空间模型、概率模型、语言模型、机器学习排序算法模型等。打破领域间的概念隔阂，建立多个领域的共享网络，适用于不同的业务场景，解决工业数据跨领域、多平台、数据类型多样且难以处理的问题。

（五）数据关联

数据关联主要是在数据融合的基础上实现工业数据之间的关联分析和检索排序，实现实体关系抽取，结合词义进行知识推理进一步挖掘潜在的关联关系，构建能够展示关联关系的工业知识图谱。当前，数据关联的研究仍存在诸多不

足，例如专属场景数据关联模型缺失、数据关联检索效率低下，导致海量知识概念展现缺失，潜在关联信息获取困难，难以支撑制造业的数字化发展。针对此，亟需研究数据关联技术，如图 3.5 所示，包括专属工业场景知识构建技术，提高工业垂直搜索检索命中率；工业语义网知识图谱扩展技术，获取更多隐含知识，提升数据计算和处理效用；检索模型构建技术，提升用户信息检索速度，降低检索数据规模；检索结果排序技术，有效挖掘出实体间有价值的关联关系。

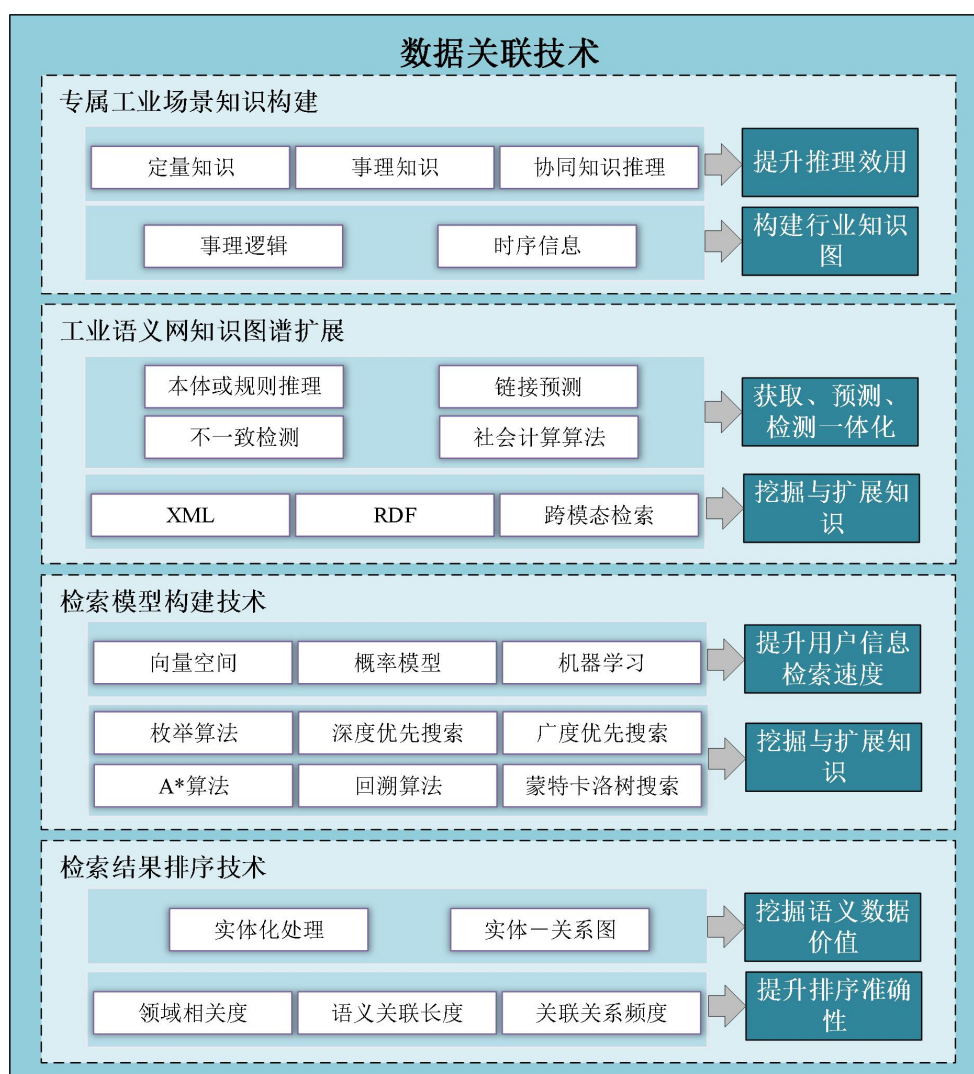


图 3.5 数据关联技术

专属工业场景知识构建技术。包括知识推理技术和行业

知识图构建技术。针对制造业的定量数据与事理数据，知识推理技术可先进行命名实体识别的抽取，再进行实体之间关系的抽取，抽取定量知识与事理知识，将两种知识进行融合，构建协同知识推理方法，提升知识推理效用；行业知识图构建技术可在知识图谱中引入带有时序信息的事理逻辑，实现流程问题的预测及时序模式的挖掘，完成行业知识图构建，支撑制造业仿真分析的各个环节。

工业语义网知识图谱扩展技术。包括知识计算技术和知识图谱动态更新与扩展技术。知识计算技术可利用本体或者规则推理技术获取数据中的隐含知识，利用链接预测方法以预测实体间隐含的关系，使用多种社会计算算法在知识网络上计算获取知识图谱上存在的社区，提供知识间关联的路径，通过不一致检测技术发现交叉行业知识数据中的噪声和缺陷；知识图谱动态更新与扩展技术可利用可扩展标记语言 (Extensible Markup Language, XML)、资源描述框架 (Resource Description Framework, RDF)、跨模态检索算法和本体等技术，从领域知识和产业化语义 Web 中挖掘知识条目，扩展现有工业知识图谱库构建，实现知识更新。

检索模型构建技术。包括用户信息检索模型构建技术和大数据检索算法构建技术。用户信息检索模型构建技术可在向量空间、概率模型等基础上，构建基于机器学习的检索模型，根据用户提供的工业流程与生产数据进行训练，通过机器自动学习获取理想的排序公式，完成用户信息检索；大数据检索算法构建技术可利用枚举算法、深度优先搜索、广度

优先搜索、A*算法、回溯算法、蒙特卡洛树搜索等算法，根据检索问题的约束条件进行剪枝，降低搜索规模，避免重复计算。

检索结果排序技术。包括语义数据处理技术和权重计算技术。语义数据处理技术可利用实体化处理，将三元组结构化语义数据表示成实体-关系图，找到若干路径或者子图，实现用户查询结果关联，克服传统搜索引擎只通过分析文档发现隐藏在文本中的关联，造成的结果不准确、不完整的问题；权重计算技术可利用领域相关度、语义关联长度和关联关系频度，设置合理权重，使得计算结果优先返回用户真正感兴趣的关联关系，提升检索结果排序准确性。

（六）数据搜索

数据搜索结果准确性是影响搜索引擎满意度的关键环节。当前，工业用户需求的行业多样化、知识专业化与上下文选择的不确定性导致传统搜索引擎中基于检索词与查询结果的方法难以实现准确与高满意度的搜索结果反馈，例如，搜索关键词为“小米”时，需根据用户历史行为与实际需求进行判断，提供关于粮食产业的搜索结果或者提供关于手机行业的搜索结果。此外，用户输入形式的多样性，包括图片、视频、音频、文字等数据，难以直接参与计算机计算，导致搜索结果准确度进一步下降。针对此，亟需研究数据搜索技术，如图 3.6 所示，包括用户行为分析搜索技术，为不同用户提供个性化、高满意度搜索结果；结构化信息提取技术，提升检索效率和检索精度。

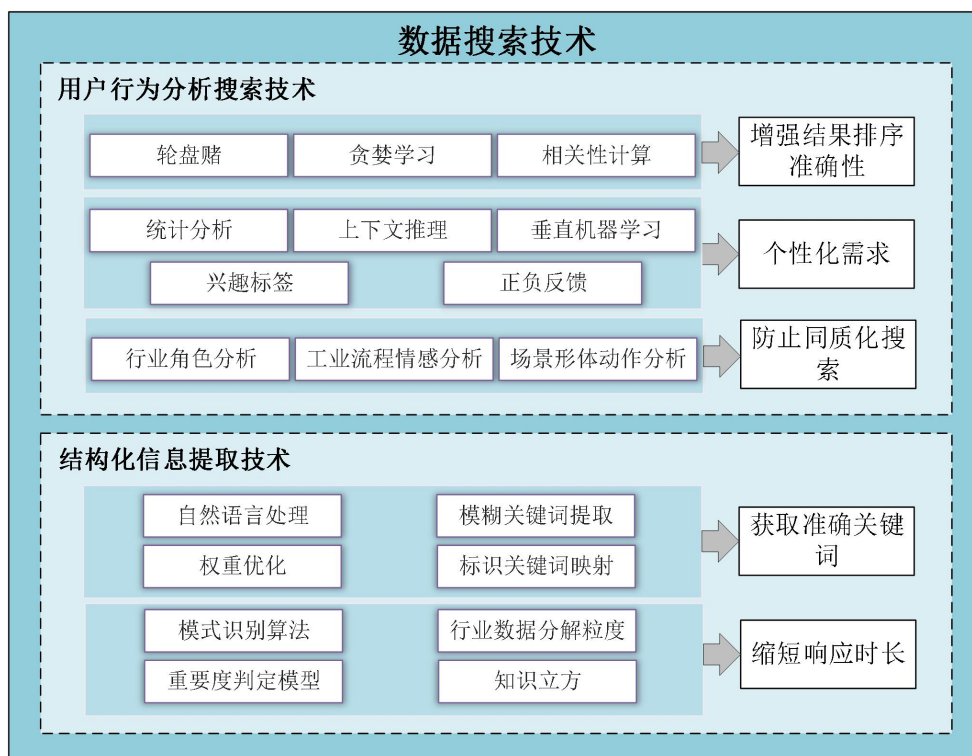


图 3.6 数据搜索技术

用户行为分析搜索技术。包括用户检索行为分析排序技术、用户偏好分析技术与用户画像搜索技术。用户检索行为分析排序技术，根据用户的查询操作，可利用轮盘赌策略向用户推荐相关搜索结果信息，通过用户点击行为进行贪婪学习，计算得到排序算法中的不足，利用奖励和惩罚机制改进结果计算相关性程度值，实现搜索结果的重新排序；用户偏好分析技术可将历史数据的统计分析、上下文推理、垂直机器学习等方法相结合，共同应用到用户的个性化偏好的提取中。若用户为新用户时，可依据用户选择的兴趣标签进行相关内容推荐，根据正负反馈结果对用户及数据标签进行调整，满足用户个性化需求；用户画像搜索技术可利用访问方的行业角色分析、工业流程情感分析、场景形体动作分析等技术构建用户画像，迅速、准确地理解用户的真实搜索意图，调

整搜索索引表顺序，提升搜索满意度，避免同质化资源搜索。

结构化信息提取技术。包括关键词特征提取技术与多媒体数据结构化处理技术。关键词特征提取技术可利用自然语言处理、模糊关键词特征提取与关键词权重优化等技术，并结合工业标识进行关键词映射，获取工业领域适用性强、精度高的用户输入关键词；多媒体数据结构化处理技术可根据不同的行业数据分解粒度和工业实体对象重要度判定模型，建立模式识别算法，将多媒体数据结构化处理为计算机易于识别的生产制造或产品运行模式或流程，针对用户频繁及固定工业场景下变动较小的搜索内容可构建知识立方，缩短整体搜索响应时间。

（七）数据安全保障

数据安全保障是工业互联网标识资源搜索正常运行的重要前提。工业互联网打破了传统工业相对封闭可信的环境，涵盖领域极为广泛，导致用户数据管理困难、数据灵活性高、传输稳定性差。若未在用户数据管理、接入、传输和存储等过程中保障数据安全，则会造成数据窃取、篡改、丢失等安全问题。针对此，亟需突破数据安全保障技术，如图 3.7 所示，包括数据分级安全管理技术，贯穿标识数据生命全周期，保障公共环境下的工业数据唯一性、准确性、合法性；数据源安全接入技术，确保多种数据源的安全接入，消除信息孤岛数据；数据安全传输技术，保障节点数据的安全、高效传输；系统灾备技术，确保任何环境下的标识搜索系统稳定、安全运行；可定制访问控制框架构建技术，根据业务需求，

提供可扩展性资源搜索服务。

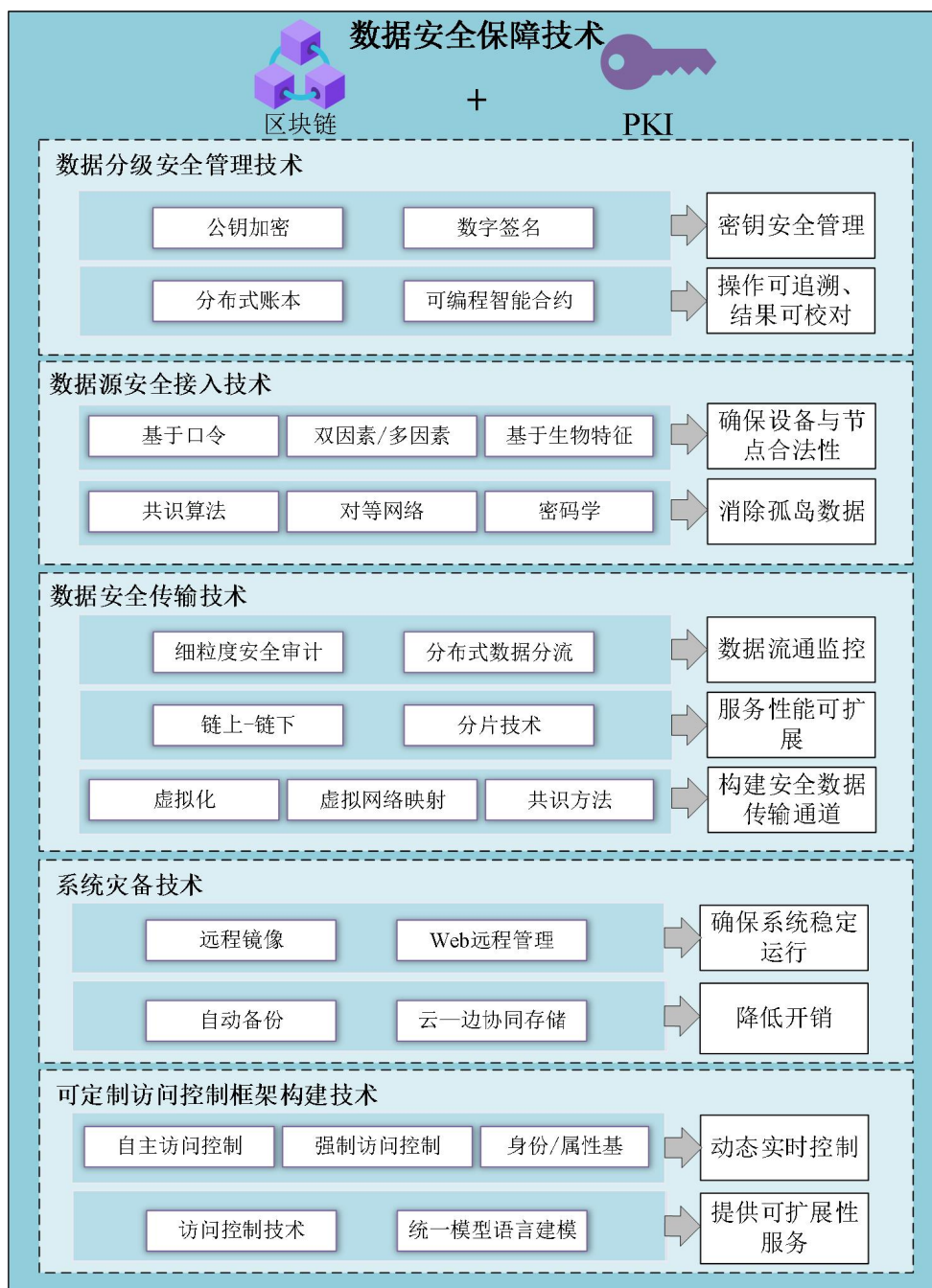


图 3.7 数据安全保障技术

数据分级安全管理技术。包括密钥管理技术与工业标识解析信任体系构建技术。密钥管理技术可利用公钥基础设施技术 (Public Key Infrastructure, PKI) 提供公钥加密、数字签名等功能，使用可验证、可更新的动态密钥管理方案，

实现密钥的安全管理；工业标识解析信任体系构建技术可结合区块链与 PKI 技术设计完整的交互机制，贯穿标识数据生命周期全过程，利用分布式账本与可编程智能合约技术，实现分布式区块链节点的数据操作可追溯，解析结果可校对，建立工业标识解析信任体系，实现数据分级安全管理。

数据源安全接入技术。包括多因素身份认证技术与多源数据接入技术。多因素身份认证技术可利用基于口令的身份认证、双因素/多因素身份认证、基于生物特征的身份认证、基于证书的认证等方法验证接入节点的登录凭据，确保接入设备和节点的合法性和有效性，并拒绝非法接入设备与节点的接入行为；多源数据接入技术可利用分布式共识算法生成和更新数据，通过对等网络进行节点间的数据传输，利用密码学方式保证数据传输和存储的安全性，支持单企业、多企业、单节点、多节点的数据源安全接入与传输需求，消除信息孤岛数据。

数据安全传输技术。包括数据传输监控与分流机制构建技术、网络优化算法和虚拟存储映射机制构建技术。数据传输监控与分流机制构建技术可利用细粒度的安全审计、分布式数据分流机制等方法，使得数据合理地分配到各分布式存储节点，平滑存储节点的动态波动，实现数据流通情况的监控与管理；网络优化算法可以“链上-链下”相结合的计算模式和分片技术为基础，实现区块链网络弹性伸缩与动态调整，提高区块链网络的吞吐量，提供工业互联网数据安全传输服务性能的可扩展支持；虚拟存储映射机制构建技术可利

用虚拟化技术、虚拟网络映射技术、共识方法等，建立安全、可信、高效、负载均衡的数据传输通道，实现海量数据的安全传输。

系统灾备技术。包括系统灾备机制构建技术和安全数据备份技术。系统灾备机制构建技术可利用远程镜像技术实现标识搜索子系统的容灾备灾、应用镜像、故障切换等功能。结合 Web 远程管理技术，实现系统远程配置、管理、监控，确保标识搜索子系统的稳定、安全运行，防止系统被攻击或产生故障时的数据损失问题；安全数据备份技术可利用基于时间序列的自动备份、分级云一边协同存储等方法，在保证数据安全的同时，对部分备份数据进行转移，减少系统开销。

可定制访问控制框架构建技术。包括访问控制模型构建技术与数据分级管控框架构建技术。访问控制模型构建技术可选择自主访问控制、强制访问控制、身份基访问控制和属性基访问控制等模型，满足动态、实时地控制数据安全访问的需求，有效避免数据挖掘，确保数据的机密性；数据分级管控框架构建技术可结合访问控制技术、统一模型语言建模技术等设计访问策略定制语义框架、模型编译器等，根据业务需求，定义不同角色权限范围与访问规则，实现数据分级分域管控，保证系统内外部数据共享过程中的隐私需求，提供可扩展性资源搜索服务。

四、应用与实践

工业互联网标识资源搜索以**独立搜索引擎**或者**定制化集成**形式，为个人用户、企业用户、工业互联网平台、标识解析节点、监管机构等目标用户提供多样化的查询管理服务。标识资源搜索的资源类型包括虚拟数据、实体信息及映射关系信息，**搜索范围**涵盖产品介绍、应用与服务、企业信息、潜在合作方挖掘、生产环境、报工信息、仓储物流、市场营销、知识经验、流程规范、新闻活动以及标识注册信息等方方面面，为工业企业内部、合作企业之间、产品最终用户以及监管部门的信息获取提供了极大便利。

本章将介绍工业互联网标识资源搜索在苏宁易购家居设备智能维保业务、中信戴卡轮毂产线、码客工场“智慧瓶盖”、复创汽车后市场服务平台、米多“五码关联”全渠道营销、东集移动设备管理中的实践探索，并在此基础上，梳理提炼出工业互联网标识资源搜索的主要应用场景。这些场景一方面是**传统搜索服务**针对工业领域的拓展，以企业宣传窗口、产品销售渠道、知识沟通和信息交流媒介等多元化的搜索服务身份，为工业领域针对性地提供丰富的搜索资源和体验形式；另一方面，是**围绕标识解析的创新应用模式**，为产品防伪与质量追溯、供应链协同、设备健康管理等标识解析典型应用场景提供搜索服务支撑。

(一) 案例 1: 个人家居设备智能检测与服务

1. 案例介绍

标识资源搜索应用前

在个人消费用户居家环境中，设备的使用年限、健康状况、维保记录等情况难以通过传统的纸质说明书、维保卡进行有效的查询管控，对等、可信的信息获取渠道缺失将导致品牌商难以跟踪管理产品使用信息、维保服务提供商难以进行问题定位，严重影响服务效率和质量。

标识资源搜索案例介绍



图 4.1 基于标识资源搜索的家居设备智能检测与服务

如图 4.1 所示，苏宁易购二级节点为个人家居设备、维保服务人员赋予唯一标识码，建立跨厂商、跨经销商、跨维保服务提供商、跨用户的动态电子档案，在此基础上结合标

识资源搜索技术实现多维度应用，转变家居设备市场的一次性交易模式为持续性跟进模式，提升企业及从业人员竞争力。

具体实现的功能如下：（1）设备健康监测预警。借助电子器件自动采集设备运行参数，结合销售、维保记录等跨模态数据对设备健康状态进行建模分析，将分析结果同步绑定至标识码，利用标识资源搜索系统赋能苏宁信息化系统根据标识码监测设备健康状态并及时预警。（2）个性化查询推荐。搜索系统获取家居设备档案并分析脱敏后的用户购买偏好、使用习惯等画像信息，为用户定制个性化的搜索和推荐服务，支持通过扫描二维码、图片、家居设备实物或者输入视频、语音等方式查询设备状态、使用说明、维保历史、服务人员资质和评价、关联产品、设备估值等信息，并适时为用户推荐用户社区、维保增值服务以及新款家居设备等信息。（3）维保服务优化升级。维保服务人员被赋予一人一码服务档案并集成至搜索系统，供用户自行查询和选择。服务人员上门后，利用标识资源搜索服务查询设备档案和维保指导方案，还可以借助众筹功能寻求帮助。苏宁信息化系统将此次服务情况同步至设备档案和服务人员档案，跟进家居设备状态和服务质量的持续优化。

标识资源搜索应用成效

集成标识资源搜索服务后，苏宁易购家居设备智能检测与服务业务取得以下成效：（1）降低设备故障发生率 50%；（2）提升维保效率 80%、服务精准度 200%；（3）提升增值

服务销售额 500%，提升家居设备换新销售额 300%，并通过设备电子档案为设备回收交易提供可信的定价依据，提升二手交易量 80%；（4）提升用户满意度 80%。

2. 应用场景提炼与拓展

从本案例可以总结出工业互联网标识资源搜索以下几种主要应用场景：

- a) **设备健康管理和预测性维护**。智能运维系统集成标识资源搜索能力后，自动获取设备及关键零部件的电子档案信息，结合大数据和 AI 技术分析设备健康状态，并根据预警阈值进行故障预测和维修通知，减少设备故障造成的损失。
- b) **用户深度交互**。通过刻画用户工业搜索画像，在保护隐私安全的前提下实现搜索意图的最优化理解；赋能用户追溯产品全流程信息，提升其对产品的掌控力和使用信心；以众筹、扫码反馈等方式为用户的深度参与提供便捷渠道，提升用户粘性与满意度。
- c) **设备价值可信查询**。通过标识资源搜索获取设备电子档案信息用于评估租赁及二手交易决策，包括设备状态、维保记录、使用寿命、使用说明等关键信息，交易各方还可以借助标识资源搜索查询交易合同条款内容。

（二）案例 2：轮毂生产全流程一体化解决方案

1. 案例介绍

标识资源搜索应用前

随着汽车走进千家万户，轮毂作为重要的汽车零部件，

其需求量和质量要求急剧攀升，生成企业主要面临以下挑战：（1）众多生成工序产生大量多源异构数据，需要解决如何高效访问和管理这些数据的问题。（2）客户订单定制化程度高，为适应小批量、多品种生产而设计的柔性混线生产模式面临如何自动分拣选线的问题。（3）订单量大且交货频繁，对生产企业如何调整计划、跟踪现场进度、平衡设备负荷、明细库存储备等生产进度管控和资源动态调度能力提出了更高要求。（4）全球化发展带来参与方信息不对称、认识不统一等问题，打破贸易壁垒首先需要突破信息壁垒。

标识资源搜索案例介绍

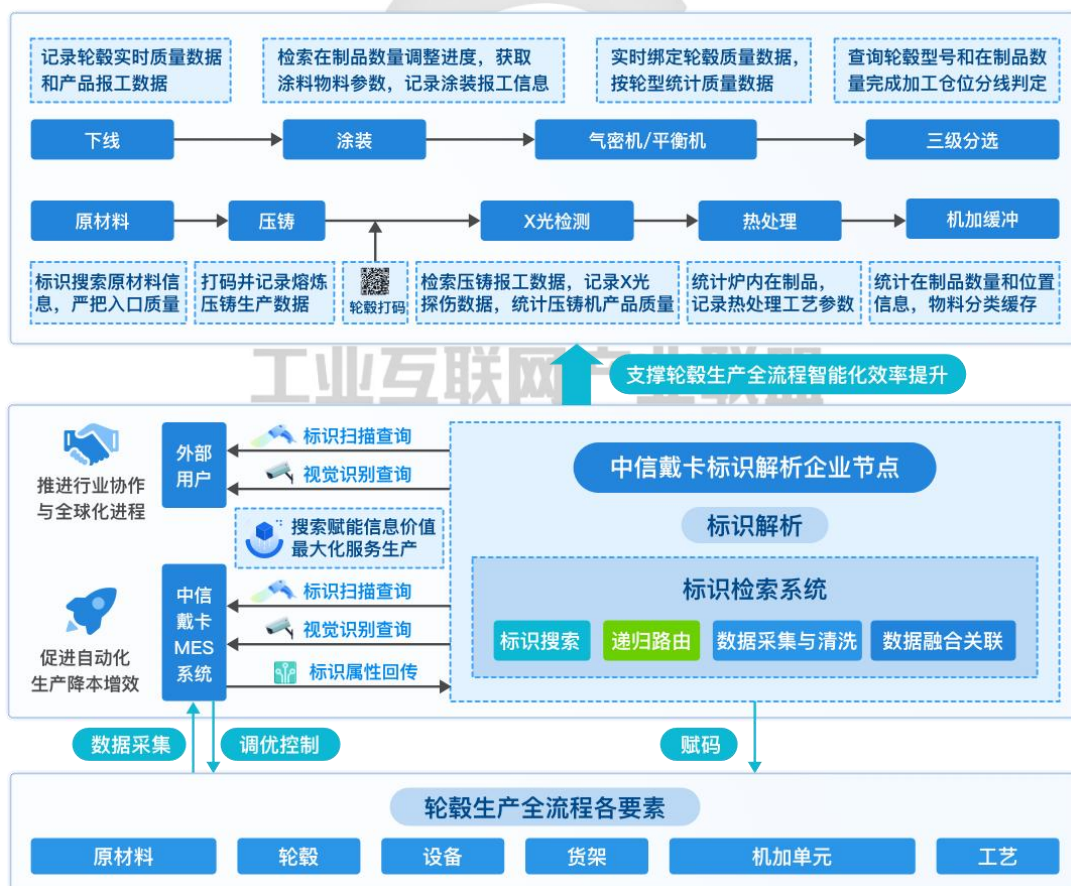


图 4.2 标识资源搜索赋能轮毂生产全流程优化

中信戴卡轮毂产线引入标识解析技术和标识资源搜索

技术，赋能轮毂生产全流程数据的及时记录 and 高效访问，如图 4.2 所示。

该方案为轮毂生成全流程各要素赋予唯一标识码，并将生产设备、刻码机、扫码机等通过网络接入中信戴卡 MES 系统，由 MES 系统采集各工序生产数据并与二维码绑定后，回传至标识解析企业节点。借助标识资源搜索服务实现以视觉识别、标识扫描等多种方式读取生产信息，为生产排产、自动化作业、质量监管、工艺优化、管理改进提供科学分析途径，促进自动输送立体分选、智能化码垛仓储、柔性加工、报工信息管理、产品质量回溯等功能实现：每个工序执行前，通过标识资源搜索复核上一工序输出的产品质量，减少返工情况出现；通过标识资源搜索服务溯源各工序涉及的生产设备、完成时间、质量、班次等过站信息，为优化生产工艺和流程提供数据支撑；产线使用的自动化机器人和复合夹具根据标识资源搜索得到的产品尺寸和形状调整生产参数以及夹取角度，实现自动码垛服务和混线柔性化生产能力。

标识资源搜索应用成效

标识资源搜索服务助力中信戴卡轮毂产线取得以下成效：（1）自动化产线降低人力投入成本 20%，减小人为原因导致的生产安全隐患 5%；（2）资源配置结构得以优化，原材料、能耗等资源成本降低 5%；（3）产品返工及不合格率降低 5%；（4）综合提升轮毂生产效率 10%；（5）促进上下游企业协同及国际贸易合作，有效提高中信戴卡的企业竞争力和国际影响力，实现营收增长 15%。

2. 应用场景提炼与拓展

从本案例可以总结出工业互联网标识资源搜索以下几种主要应用场景：

- a) **生产过程管控**。在加工、运输、检测产品等环节中，通过标识资源搜索自动获取原材料、在制品、成品的参数信息，实现更加智能高效的参数配置、设备操控、备品备件管理、工艺关联以及问题分析等应用。
- b) **柔性化生产**。通过标识资源搜索查询个性化订单需求，并以视觉识别、扫码等方式获取原材料、在制品及成品信息，按需动态分拣选线以及匹配参数、资源和操作，进而大大提升柔性化生产能力。

（三）案例3：“智慧瓶盖”主动标识载体搜索解决方案

1. 案例介绍

标识资源搜索应用前

在酒品、化妆品等瓶装商品市场，品牌方缺乏与消费者的有效连接渠道，难以掌握产品存量及开封状况，导致真瓶假货和经销商窜货等问题严重，消费者无法确认产品信息真实性及产品质量可靠性，将严重影响企业声誉和用户满意度。因此，防伪溯源成为建立企业和产品公信力的关键，而目前的防伪标识以电码、条形码、二维码等被动标识为主，难以保证产品监管和防伪溯源的可靠性。

标识资源搜索案例介绍



图 4.3 “智慧瓶盖”标识搜索解决方案

码客工场利用一物一码标识结合主动标识模组、NFC 技术，实现“智慧瓶盖”搜索解决方案，如图 4.3 所示。该方案在防伪溯源效果上，相较于现有防伪技术有较大提升。

该方案利用具有主动标识解析功能的“智慧瓶盖”，在商品出入库时智能读取标签信息，将数据统一上传至后台管理系统，建立品牌全网唯一映射，实现产品身份标识和主动防伪功能。通过将主动标识窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things, NB-IoT) 模组嵌入瓶盖内部或产品外包装上为产品赋码，消费者拆开瓶盖或包装时，触发模组通路并向二级节点发送信息，表明该产品已被消费。消费者借助近距离无线通讯技术 (Near Field Communication, NFC) 实现主动标识载体形态的标识搜索，确定产品真伪并获取产品开启状态、标签扫描次数、产品标识、生产日期、原材料

批次等信息，还可以访问线上商城购买产品和获取更多信息。企业信息化系统通过集成标识资源搜索能力，一方面追溯产品全生命周期信息，实现质量追溯、问题界定至环节、班组和个人，并对问题产品进行精准及时的召回和销毁；另一方面，实时监测开盖数据及产品销售情况，可视化展示于数据驾驶舱大屏上，帮助企业分析防伪防窜预警、销量趋势等统计信息并制定科学的营销决策。

标识资源搜索应用成效

“智慧瓶盖”防伪溯源搜索解决方案应用于中高端瓶装品市场中，取得以下成效：（1）对接国家工业互联网标识解析体系，国家背书保护数据不被篡改，提升防伪可靠度 50%，提升用户满意度 50%；（2）提高追溯效率 50%，实现产品来源可查、去向可追、责任可究；（3）“以销定产”辅助决策，提升决策合理性 50%。

2. 应用场景提炼与拓展

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

从本案例可以总结出工业互联网标识资源搜索以下几种主要应用场景：

a) **产品防伪与质量追溯**。为用户获取产品的原料、生产、仓储、流通、服务等全生命周期信息提供便捷渠道，实现防伪查询和溯源，并能够在产品出现问题时进行及时、精准的回溯定责。

b) **防窜货管理**。通过查询经销商、指定销售区域、产品流通地图、可疑预警等信息，结合消费者扫码数据收集窜货信息，进行大数据防窜货预警及管理，消除产品出厂即盲区现象。

(四) 案例 4: 汽车后市场服务平台中的搜索应用

1. 案例介绍

标识资源搜索应用前

汽车后市场服务业务涉及消费者、原始设备制造商、经销商、4S 店、零件品牌方、零部件供应商等多种角色，从需求产生到产品交付的流程复杂，面临市场需求响应慢、生产计划凭空定、库存管理成本高、供应协同难达成、质量问题难追溯、渠道窜货难管控等挑战。

标识资源搜索案例介绍

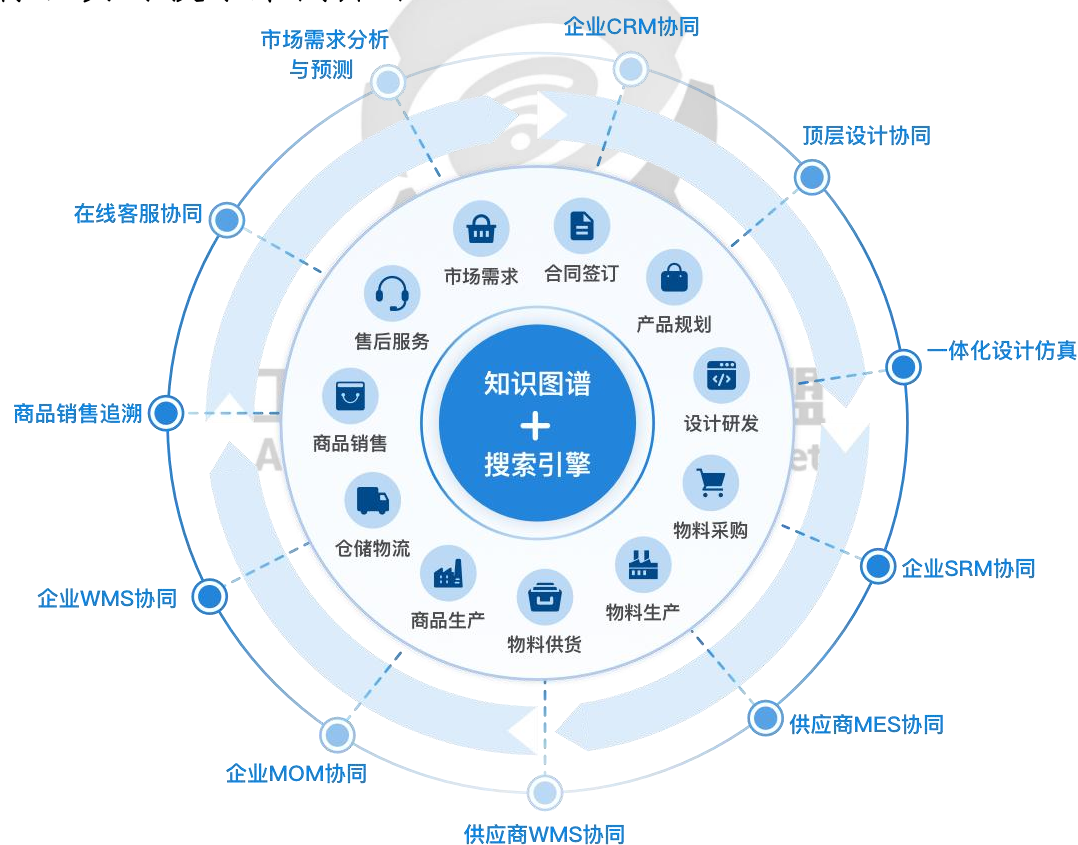


图 4.4 使用标识资源搜索后的业务数据流

南京复创二级节点通过为工业对象赋码，使用兼容不同标识编码规范的统一接口打通企业资源计划 (Enterprise

Resource Planning, ERP)、制造执行系统(Manufacturing Execution System, MES)、仓库管理系统(Warehouse Management System, WMS)、供应商关系管理(Supplier Relationship Management, SRM)等信息化系统的异构数据流,结合标识资源搜索技术实现多源异构数据的标准化存储与查询,打造了如图 4.4 所示的汽车后市场服务追溯平台。

该平台的主要功能如下:(1)销售端数字化管理。记录消费者标识扫描热力图,以便获取零部件交付位置,帮助企业实现渠道追溯管理、防窜监测、消费者信息管理等应用,并建立更加科学高效的需求响应机制。(2)质量追溯。借助“一物一码、一工序一码”处理,赋能企业进行问题追溯定责、快速定位解决,并有效提升供应链质量。(3)库存优化。建立库存分析模型与订单预测模型,利用标识资源搜索服务获取实时数据对两个模型进行迭代训练,并基于预测结果指导生产排产规划,帮助企业及下游供应商实现库存轻量化。(4)品牌保育。基于标识码的“码上”搜索服务赋能用户查询品牌信息、产品电子手册、售后服务等信息,支持品牌信息流橱窗的订制、管理和展示,提升品牌保育能力。(5)大数据看板。将核心数据、内部数据、外部数据以看板形式呈现在工业大屏等显示终端上,分等级、分权限地精准推送至特定用户,以辅助用户进行商业决策。

标识资源搜索应用成效

该平台在某汽车科技有限公司应用落地后,取得以下应用成效:(1)“码上”服务提升售后服务好评率 300%;(2)

商品平均交付周期缩短 15%，高度定制化商品的交付周期缩短 35%；（3）降低库存管理成本 20%左右。

2. 应用场景提炼与拓展

本案例除了涉及产品防伪与质量追溯、防窜货管理等工业互联网标识资源搜索场景，还可以从中总结出以下几种主要应用场景：

a) **产销动态平衡**。利用标识资源搜索能力统计生产进度、库存情况和产品销售数据，将用户和市场需求快速转化为生产排产，实现产销动态平衡、降低库存压力。

b) **供应链信息查询**。标识资源搜索构建供需双方和供应链上下游企业的沟通桥梁，通过提供供应链信息以及企业、产品等品牌信息的查询服务，推动供需对接以及供应链企业间的战略合作，加速产能共享等新业态涌现。

c) **全生命周期优化**。标识资源搜索对设计、生产、经销、运行、使用、维保、回收报废等数据进行串联挖掘和可视化展示，有利于管理者对产品全生命周期各环节进行实时监控，赋能企业进行生产、运营、维保等改进优化。

（五）案例 5：五码关联搜索赋能全渠道数字化营销

1. 案例介绍

标识资源搜索应用前

随着烟酒等高端礼品市场存量竞争日益激烈，传统营销模式面临诸多挑战，包括：营销费用投入产出比难以量化且面临被截流风险，企业对渠道的掌控力弱，人工录入方式存

在造假数据及过时数据，窜货严重扰乱市场价格，用户反馈滞后、供给侧难以及时响应，终端动销难、产品销量差等等，亟需加速营销模式数字化转型升级。

标识资源搜索案例介绍

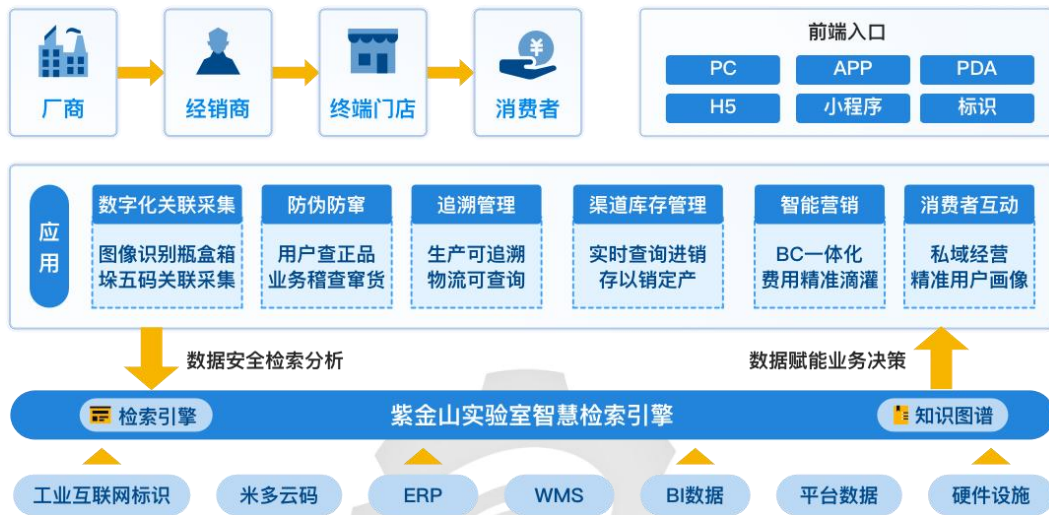


图 4.5 五码关联数字化营销方案

如图 4.5 所示，广州米多通过“五码关联”整合商品进、销、存信息，在生产过程中实现瓶盖内码、瓶身码、盒码、箱码、托盘码“五码”关联，对内打通各部门独立系统间的数据孤岛，对外贯穿品牌商、经销商、店老板、导购员、消费者等全链路各角色。通过运用标识资源搜索技术打通生产流程、渠道表现、终端表现、库存状况、促销反馈等各项数据，实现全渠道数字化营销。

该方案具体实现以下功能：（1）防伪防窜。终端消费者通过扫码查询商品防伪信息，同时扫码区域信息将被同步至标识资源搜索系统，当扫码区域与经销商被品牌商限定的销售区域不一致时，触发商品窜货预警。（2）渠道库存管理。标识资源搜索系统对接企业 ERP 系统，实时查询市场流

通、生产及库存情况，自动统计产品供需并优化生产排产，避免大量积货。（3）消费者互动。一是借助标识资源搜索前台增强用户互动，促进消费需求动态响应和订单增长；二是将用户与产品码关联得到更加精准的用户画像，进而优化市场分析和运作；三是将用户引流至公众号、小程序、企业微信等私域池，推进用户资产私有化进程。（4）快速出货。运用工业相机以图像识别方式自动采集生产信息并上传至服务器，在仓库出货时，工作人员使用掌上电脑(Personal Digital Assistant, PDA)关联托盘与产品信息，通过扫描托盘码完成整垛快速出货。（5）合理化利益分配。门店老板扫箱码获取开箱红包、产品卖出后获得推荐返利，导购员扫盒码预登记产品、在消费者扫瓶内码领奖后获得导购返利，消费者扫瓶码查询产品防伪信息并领取营销红包，以此激励终端门店和导购员售卖产品，刺激消费者购买产品，同时帮助企业采集真实终端网点数据，实现营销费用精准投放以及各角色数据资产留存。

标识资源搜索应用成效

米多“五码关联”标识搜索方案助力大益茶、顺德酒厂等客户实现全渠道数字化营销，取得以下应用成效：（1）收集终端网点数据 10 万余条，对经销商、门店的掌控能力提升 50%；（2）提高网点推销积极性，经销商门店进货率提升 30%；（3）会员积分营销数据收集率提升 100%，各渠道吸粉量增长 50%，渠道动销率增加 20%。

2. 应用场景提炼与拓展

本案例除了涉及产品防伪与质量追溯、防窜货管理、产销动态平衡、用户深度交互等工业互联网标识资源搜索场景，还可以从中总结出以下主要应用场景：**数字化智能营销**。标识资源搜索便利企业、消费者及渠道的直接联系，促进营销费用精准直达，赋能企业搭建线上营销闭环，并准确获取市场销售动态以便及时调整市场策略。

（六）案例 6：基于主动标识载体技术的移动设备管理方案

1. 案例介绍

标识资源搜索应用前

工业互联网设备感知层涉及大量移动采集设备，它们分散于工业生产制造各环节中，主要负责数据的采集和传输。随着企业对移动设备精细化管理需求日益增加，传统设备管理方式面临诸多问题，包括应用安装难以管控、系统配置复杂、设备异常状态无法汇总、设备资产管理混乱、批量部署及升级困难等。

标识资源搜索案例介绍

如图 4.6 所示，东集创新性地将主动标识技术应用于移动设备管理中，开发了基于主动标识载体的物联网数据采集设备，并打造相关的移动设备管理平台，解决传统设备管理存在的问题，同时开辟出主动标识载体的创新应用模式，助力工业互联网标识解析体系高质量发展。



图 4.6 基于主动标识载体技术的移动设备搜索与管理方案

每个设备被关联一物一码服务档案，借助主动标识载体技术封装物联网数据采集设备上的相关信息，主动上传至工业互联网标识解析系统，并实时更新标识信息内容，实现高效的设备档案收集和固定资产盘点。移动设备管理平台通过结合标识资源搜索技术，赋能用户自行对设备进行查询和选择，帮助用户实时监测设备的使用状态、运行时间、位置轨迹等信息，进而快速定位丢失的设备并挽回损失，及时发现异常设备与违规设备，一键推送应用与系统升级消息，并对满足特定属性的设备进行批量化部署与配置。

标识资源搜索应用成效

采用基于主动标识载体技术的移动设备管理方案后，东集取得以下应用成效：（1）为驻马店某客户找回价值 50 万元的丢失设备；（2）降低运维人力成本 50% 以上；（3）提

高设备利用率并降低设备成本约 20%，减少管理分散设备所耗费的人工排查工作量约 40%。

2. 应用场景提炼与拓展

从本案例可以总结出工业互联网标识资源搜索以下主要应用场景：**设备资产管理**。通过为设备赋码并记录设备使用和维修状态，结合主动标识载体技术对设备进行远程查询和控制，实现设备资产账目的快速清点和设备状态高效管控。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

五、展望与建议

通过研究基于工业互联网平台的域内资源搜索、基于消费互联网的搜索、基于工业电商的搜索以及基于物联网的搜索等四种搜索服务的用户需求，我们发现当前用户不仅关注搜索精度和速度，还追求搜索体验的综合性优化，包括搜索服务定制化、搜索内容多样化、搜索过程强安全性、搜索结果可视化以及搜索模式多联动性。当前，工业互联网标识资源搜索尚处于发展起步阶段，**未来的应用发展趋势及技术研究方向**，主要集中在用户体验个性化、搜索输入多样化、异构标识编码兼容性、搜索对象泛在性、搜索终端丰富性、对外接口定制开放性、隐私保护和数据安全性、搜索实时性、跨语言支持性，以及拓展增值服务和盈利增收等方面。在接下来的发展过程中，需要坚持以国家政策为导向，瞄准标识解析和搜索服务国际先进水平，从**体系构建、技术实现、应用实践、生态布局、运营增收**等方面开展全面建设：

(1) 增强数据、人才及标准化储备，推进标识搜索体系全方位构建。一是加强标识解析体系建设，标识量、解析量、企业量“三量齐发”奠定了标识资源搜索的数据基础，也使得标识资源搜索的推进工作更加重要和紧迫，积极做好标识解析体系的规划和建设，对于发展标识资源搜索至关重要；二是提速复合型人才体系建设，标识资源搜索涉及互联网技术 (Internet Technology, IT) 和操作技术 (Operational Technology, OT) 复合型知识结构，亟需培养一批熟悉工业细分场景的信息化专家作为人才储备；三是行

业标准化体系搭建，围绕数据积累、系统技术、产品功能、评估测试、安全和隐私保护、行业应用等方面明确具体的规范性要求。

（2）聚焦关键核心技术攻关，坚持多技术手段深度融合创新。通过优化科研管理、加大对相关领域研究的支持力度，激发研究人员创新动力，集中力量攻坚数据安全、多模态搜索等关键技术，加速技术创新并赋能应用实践落地；同时，要加强与智能制造、标识解析、信息化、区块链、大数据等先进技术的深度集成，实现前沿交叉领域的融合创新和优势互补，共同赋能、赋值、赋智数字化经济建设。

（3）拓展多元化标识搜索应用，树立示范标杆引领产业实践。需要深入挖掘创新应用模式，打造多模态搜索、多终端展示、多语言支持的标识资源搜索服务。可以由点及面推进应用落地：在标识解析重点行业开展应用试点，由行业龙头企业率先引入标识资源搜索能力，打造一批高质量发展行业标杆，总结可复制的实践经验进行推广，为中小企业提供创新资源共享、应用案例参考以及产业转化渠道，并将创新成果通过供应链回流至龙头企业。

（4）加强多方协作联动，构建开放生态与合作伙伴关系。从国家层面，加强战略引导和政策支持，优化标识资源搜索领域顶层设计；从地方层面，牵引地区重点行业、龙头企业、标识解析节点企业等市场各方与标识资源搜索应用提供方开展交流合作，集聚创新力量打造应用生态；从行业层面，充分发挥产业联盟的纽带作用，组织指南、模板、白皮

书、标准、工具和案例集等成果的研究发布，积极推动“产学研用”合作创新。

（5）加速商业模式创新，激发标识数据价值和企业发展动能。积极探索基于标识资源搜索的供应链重构、资源整合以及生产模式优化，拓展多元化收入模式，推动线上线下、端到端价值链的全面协同，为工业企业提供场景化的搜索解决方案。通过引入知识论坛、标识申请和注册、会员分级服务、关键词广告、竞价排名、邮件推送、交易抽成、咨询服务、搜索软硬件授权转让等增值服务来扩大营收，最终实现标识数据的价值流通以及商业模式变革。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet