

工业互联网标识解析 资产追踪定位

牵头编写单位：中国信息通信研究院

工业互联网产业联盟（AII）

2023年12月





工业互联网标识解析 资产追踪定位

工业互联网产业联盟（AII）

2023 年 12 月

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他文献的内容除外），并受法律保护。

如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

工业互联网产业联盟
联系电话：010-62305887
邮箱：aia@caict.ac.cn

前 言

近年来，资产追踪定位市场需求持续旺盛，市场规模快速扩张。各行各业纷纷采用资产追踪定位技术，提高了生产效率和管理水平，尤其在物流、农业和智能制造领域表现突出。我国出台了一系列政策措施，鼓励资产追踪定位技术的研发和应用，促进了行业健康发展。然而，资产追踪定位行业仍存在标准化及规范化程度低、资源零散、产业链条协同性、缺乏数据泄露有效防范措施等诸多问题和短板，加快构建创新融合的资产追踪定位体系成为迫切需求。

工业互联网作为第四次工业革命的基石，是新一代信息技术与制造业深度融合的产物，更是实现数据要素高效共享和优化利用的重要保障。工业互联网标识解析体系是工业互联网网络体系的重要组成部分，是实现工业全要素、各环节信息互通的关键枢纽。通过赋予每一个产品、零部件、机器设备唯一的“身份证”，实现全网资源的灵活区分和信息管理。

资产追踪定位正在成为工业互联网标识解析技术的一个典型应用场景。基于标识解析技术的危化品重要资源安全运营管控、生产零部件协同辅助放错、煤矿井上井下协同调度预警等典型应用已在多行业多领域开展实践探索，伴随着标识规模化效益逐渐显现，必将为打造资产追踪定位新模式和新应用、推动资产追踪定位行业数字化专项提供重要支撑。

本白皮书编写过程中，得到了联盟成员及产学研各界企事业单位的大力支持，在此一并致谢。

牵头编制单位：

中国信息通信研究院

参与编制单位：

北京邮电大学

北京航空航天大学

重庆邮电大学

0mlox 委员会

中国联合网络通信有限公司

中煤科工集团信息技术有限公司

中煤科工西安研究院（集团）有限公司

清研讯科（北京）科技有限公司

苏州真趣信息科技有限公司

中科劲点（北京）科技有限公司

天津海纳天智科技有限公司

莱讯（苏州）计算机科技有限公司

无锡艾森汇智科技有限公司

中科星图股份有限公司

徐工汉云技术股份有限公司

海尔卡奥斯物联生态科技有限公司



工业互联网产业联盟公众号

编写组成员（排名不分先后）：

刘阳、尹子航、田娟、池程、赵方、邵文华、罗丹、李国旗、艾骏、焦诗琴、吴大鹏、黄宏程、杨志刚、Matthias Jöst、王岩、贾雪琴、史可、韩政鑫、李军中、王凯团、李乔乔、赵瑞祥、王小明、熊智超、余彦培、刘晓伟、刘军发、彭磊、贾学庆、伍峥、张荣刚、刘秉欣、邱清华、侯树强、蔡文文、梁旭、徐清华、杨晓明



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

目 录

前 言	错误! 未定义书签。
一、资产追踪定位概述	1
(一) 资产追踪定位概念	1
(二) 国际资产追踪定位体系发展现状	2
(三) 国内资产追踪定位体系发展现状	6
二、我国资产追踪定位面临的机遇与挑战	9
(一) 面临的机遇	9
(二) 面临的挑战	11
三、基于工业互联网标识解析的资产追踪定位总体架构 .	13
(一) 识别采集层	15
(二) 定位引擎层	16
(三) 中间交互层	17
(四) 业务应用层	18
四、基于工业互联网标识解析的资产追踪定位关键技术 .	19
(一) 室内外定位技术	19
(二) 统一标识编码技术	27
(三) 定位感知一体化标识载体技术	28
(四) 定位服务中间件技术	30
(五) 定位数据可信认证技术	32
五、基于工业互联网标识解析资产追踪定位实施路径 ...	34
(一) 端侧系统部署	34

(二) 企业节点部署	35
(三) 二级节点部署	36
(四) 应用与实施	36
六、基于工业互联网标识解析资产追踪定位典型应用 ...	38
(一) 管道设备定位优化安全运营管控	38
(二) 零件协同定位实现生产辅助防错	41
(三) 矿用装备定位构建安全预警机制	44
(四) 仓储物流定位打造精准管理系统	47
七、发展建议	51
(一) 加强政策引导支持，释放资产追踪市场活力 ..	52
(二) 深化核心技术融合，赋能资产追踪定位应用 ..	52
(三) 加快关键标准研制，促进产业规范有序发展 ..	52
(四) 布局重点设施研发，打牢资产追踪产品基础 ..	53
(五) 强化异构数据互信，增强资产追踪服务效能 ..	53
(六) 增强国际交流合作，开创资产追踪国际市场 ..	54

一、资产追踪定位概述

(一) 资产追踪定位概念

资产是一个广泛的概念，不同领域机构有着不同的定义和解释，但资产的经济利益和控制权成为各国对资产认识的共识。国际财务报告准则给出定义“资产是企业控制的一种资源，是过去事件的结果，并且预计未来的经济利益将经由资产流向企业”，美国财务会计准则委员会定义“资产是具有经济价值的资源，是由过去交易或事项引起的，其存在将来可预期带来经济利益”，国际金融资产评估机构定义“资产是指可以在市场上交易的金融工具、房地产、土地等有形和无形的财产”。我国对资产的定义主要体现在《中华人民共和国会计法》和《企业会计准则》中，根据相关法律法规，资产是指企业拥有或者控制的、能够为企业带来经济利益或者潜在经济利益的资源。由此可见，资产的定义虽存在差异，但对于资产经济利益和控制权的强调存在通用性。

工业互联网领域资产重点聚焦于工业资产，强调资产的实体性、可操作性和经济价值。工业资产主要是指工业生产使用过程中使用的各种设备、机器、工具、原材料等，以及为完成生产所需的人员、土地、建筑物、能源、运输等各种资源和服务。工业资产是工业企业的重要生产要素，对于企业的生产能力、生产效率和经济效益具有重要影响。

资产追踪定位是指对企业或个人拥有的资产进行实时或定期的位置追踪、状态监测、信息采集和数据分析的过程。

资产追踪定位是现代企业和个人必备的管理工具之一，能够帮助企业或个人更好地管理和控制资产，降低资产损失、盗窃或滞留的风险，提高资产利用效率和生产效率，其在提高资产安全性、优化资产管理、提高生产效率、改进客户服务等多方面带来益处。根据市场研究公司 Markets and Markets 发布的《全球资产追踪定位市场》报告，预计到 2025 年，全球资产追踪定位市场规模将达到 430 亿美元，年复合增长率为 15.4%，据市场研究公司 Research And Markets 发布的《全球资产追踪定位市场 2021-2026》报告，预计亚太地区的资产追踪定位市场规模将在 2026 年达到 170 亿美元，年复合增长率为 23.4%。

资产追踪定位是一个复杂的问题，是涉及实时定位技术、无线通信、传感器、云计算、物联网、工业互联网等技术融合的多学科、多领域协同产业，通过软硬件融合方式对资产进行实时监测，获取目标对象的即时状态并优化决策方案，为工业领域数字化转型提供重要抓手。

（二）国际资产追踪定位体系发展现状

国际政策方面，各国纷纷重视资产追踪定位重要性，积极推进相关政策。美国在资产追踪定位方面一直走在全球前列，2002 年美国国会通过了《生物反恐法案》，要求对食品进行追溯和监管，为食品安全保障提供了技术手段。此外，美国自 20 世纪 60 年代便开始着手研发卫星导航系统，于 1994 年建成全球覆盖率达 98% 的 24 颗 GPS 卫星定位网络，

并于 1999 年将 GPS 技术首次应用到手机；后续美国政府也积极推进自动驾驶技术的应用，资产追踪定位技术也是其中的重要组成部分。**欧洲**在资产追踪定位方面的政策制定和推进也较为积极，欧洲委员会在 2012 年推出了《全球卫星导航系统（GNSS）应用行动计划》，旨在促进欧洲的 GNSS 应用开发和商业化，包括 GPS 等全球卫星导航系统在内的资产追踪定位技术得到了广泛应用。**日本**在资产追踪定位技术的推行方面较为主动，2017 年日本成立了“物联网振兴战略会议”，推动物联网技术的研发和商业化应用。此外，日本政府还通过《特定无人驾驶车辆试验法》等相关法规，积极推进自动驾驶技术和资产追踪定位技术的应用。**印度**在资产追踪定位方面也有着积极的政策推进，印度于 2016 年政府出台了《国家物联网政策框架》，提出了在物联网方面的战略规划和实施措施，其中涵盖了资产追踪定位技术的应用和发展。

国际标准方面，资产追踪定位发展需要遵循一系列国际标准以确保全球范围内定位追踪数据的准确性和合法。**ISO 18000** 是国际标准化组织（ISO）制定的射频识别（RFID）技术标准，该标准规定了 RFID 技术的基本要求、参数、测试方法和性能评估标准，在资产追踪定位方面，ISO 18000 标准被广泛应用于工业资产的 RFID 标签和读写器的规范和测试方面，确保工业资产的追踪和定位的准确性和一致性；**ISO 18305** 是国际标准化组织制定的“实时定位系统（RTLS）- 基本概念和应用”标准，该标准描述了 RTLS 技术的工作原理、定位算法、传输协议和数据格式等，旨在促进 RTLS 技术的

应用和发展；**ISO 15143** 是工业自动化系统和集成标准，该标准规定了工业自动化系统的组成、接口、功能和性能等方面的要求和指导，其被广泛应用于工业资产追踪和定位的工业自动化系统和集成方面，确保工业资产的自动化追踪和定位的准确性和可靠性；**ISO/IEC 24730** 系列标准包括了 ISO/IEC 24730-1、ISO/IEC 24730-2、ISO/IEC 24730-3 三个标准，分别为“RTLS-系统架构”、“RTLS-数据格式和交换”、“RTLS-功率管理”等方面进行了规范，该系列标准涵盖了 RTLS 技术的关键组成部分，为 RTLS 系统的设计、实现和运行提供了指导；**IEC 62443** 是工业控制系统安全标准，该标准规定了工业控制系统的安全要求、威胁分析、风险评估、安全措施和安全管理等方面的指导和要求，其被广泛应用于工业资产追踪和定位的安全管理和措施方面，确保工业资产的安全和保密性；**OGC 标准**是开放地理空间联盟（OGC）制定的地理空间信息标准，该标准规定了地理空间信息的数据模型、格式、服务和应用等方面的要求和指导，其被广泛应用于工业资产位置信息的规范和交换方面，确保工业资产位置信息的一致性和可追溯性。

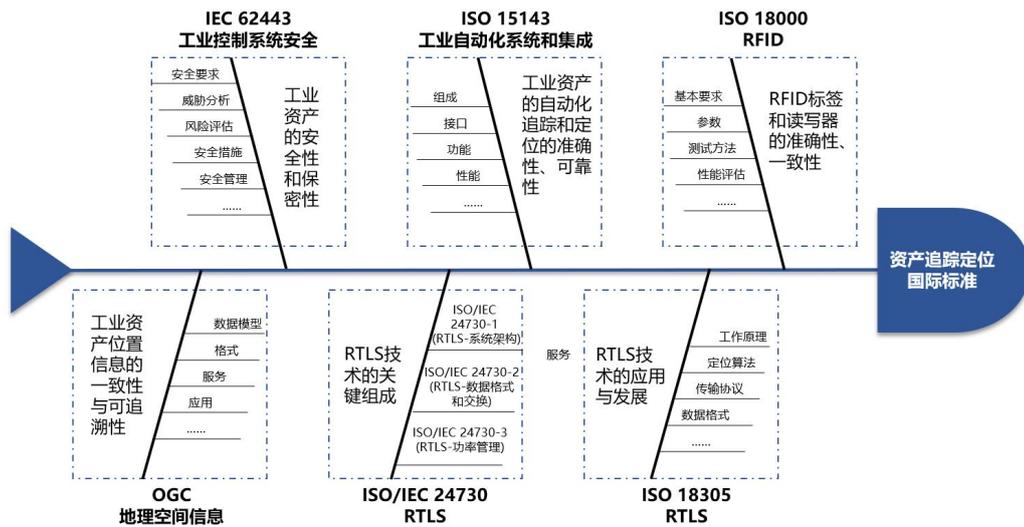


图 1 资产追踪定位国际标准梳理

国际应用方面，根据《2022 - 2027 年按基础设施（平台、软件和服务）、连接类型、移动性（固定、便携式、移动）、定位方法（GPS、信标、RFID 等）、解决方案类型、支持技术和垂直行业划分的资产跟踪市场》报告中预测结果：到 2027 年全球资产跟踪市场将达到 607 亿美元，2021-2027 年的复合年增长率为 17.1%。此外，到 2027 年，AI 嵌入式设备的全球资产跟踪市场将增长 32.8%。到 2030 年，物联网支持的资产跟踪市场将占有所有互联企业和工业解决方案的 90% 以上。**物流行业**，资产追踪定位技术可用于跟踪货物的位置、运输时间和条件，从而提高物流效率和准确性；在制造业中，资产追踪定位技术可用于跟踪制造设备、零件、工具和原材料的位置和状态，从而帮助制造商提高生产效率、减少损失和提高安全性；**农业领域**，资产追踪定位技术可用于跟踪农作物、家畜和农业机械设备的位臵和状态，从而帮助农民优化农业生产过程并提高产量。

(三) 国内资产追踪定位体系发展现状

1. 政策措施：设施服务稳步推进

中国在资产追踪定位方面的政策和规划，强调其在物联网、智能制造、智慧城市等领域的重要性和应用前景。2011年，中国国家发改委、工信部、科技部等十几个部门联合发布了《国家物联网规划（2010-2020年）》，其中明确提出“基于物联网技术的资产追踪定位”为物联网的应用之一，将其列为“智能物流”、“智能制造”等重要领域之一。2016年，中国国务院发布了《国家集成电路产业发展推进计划（2016-2020年）》，其中提出要加强集成电路设计和制造的核心技术研发，加快推动北斗导航芯片和高精度定位芯片等关键技术的发展和应用，同时推动北斗卫星导航系统在资产追踪定位领域的应用。《2022中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》指出，自2020年7月31日北斗三号全球系统建成并开通服务以来，进入了持续稳定运行、规模应用发展的新阶段，2012-2021年，我国卫星导航与位置服务产业总产值从810亿元上升至4690亿元，年均复合增长率达到了21.55%。

2. 技术标准：起步阶段加速布局

中国资产定位方面的相关标准尚处于起步阶段，相关工作加快布局推进。目前，GB/T 29261.5-2014《信息技术 自动识别和数据采集技术 词汇 第5部分：定位系统》、GB/T 30996.1-2014《信息技术 实时定位系统 第1部分：应用程序接口》、GB/T 30996.2-2017《信息技术 实时定位系统 第

2 部分：2.45GHz 空中接口协议》、GB/T 30996.3-2018《信息技术 实时定位系统 第3部分：433MHz 空中接口协议》、GB/T 31101-2014《信息技术 自动识别和数据采集技术 实时定位系统性能测试方法》等现行国家标准围绕定位技术的基本概念、数据通信协议、测试方式方法等方面提供标准规范支撑。

行业标准方面，中国通信标准化协会组织的 YD/T 3588.1-2019《移动通信终端室内定位技术要求和测试方法 第1部分：总体》、YD/T 3936-2021《基于移动通信网的高精度定位总体技术要求》、YD/T 4086-2022《适用于移动室内分布系统的蓝牙定位技术要求》等标准聚焦不同定位技术和测试评估开展规范性工作，全国道路运输标准化技术委员会组织 JT/T 794—2019《道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求》、JT/T 808—2019《道路运输车辆卫星定位系统 终端通讯协议及数据格式》、JT/T 809—2019《道路运输车辆卫星定位系统 平台数据交换》等标准面向具体定位追踪应用规范数据交互、通信协议及终端技术等相关内容。此外，2009年全国信标委 RTLS 标准制定工作组成立，持续推进实时定位系统相关标准研制工作。

3. 典型应用：三大领域重点实施

中国资产定位发展聚焦于物流管理、公共安全及个人资产管理等领域。在物流管理领域，资产追踪定位技术已经广泛应用。根据市场研究机构艾瑞咨询的数据显示，2020年中国物流追踪市场规模达到了人民币 139.9 亿元，同比增长

19.5%。公共安全领域，据公安部数据显示，2019年全国公安机关共破获各类涉黑涉恶案件12.6万余起，其中利用资产追踪技术破案的比例逐年提高。例如，2019年，安徽公安机关利用资产追踪技术，成功破获一起涉及百万元贪污案件。个人资产管理领域，借助智能手环、智能手表等智能设备实现对个人健康状况的实时监测，保险公司利用资产追踪定位技术，开展车辆保险业务，实现了对被保险车辆的实时监控。

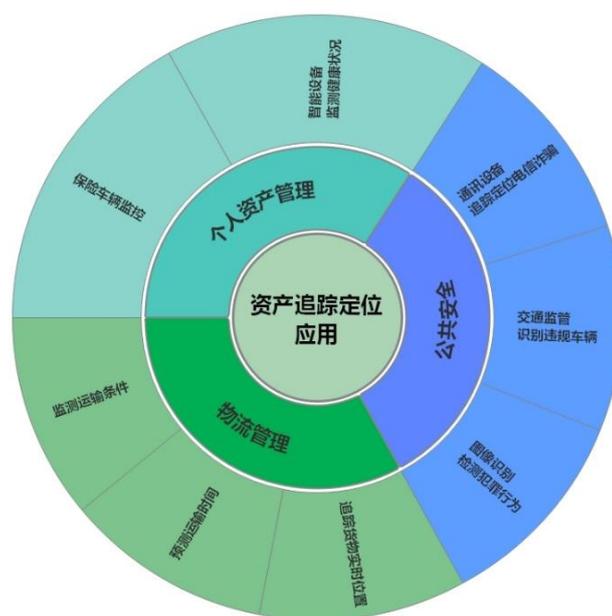


图2 我国资产追踪定位典型应用梳理

二、我国资产追踪定位面临的机遇与挑战

（一）面临的机遇

一是国家持续加强资产追踪定位相关产业的政策支持。国家相关政策已经开始陆续推出，例如《工业互联网发展行动计划（2021-2023年）》、《“十四五”智能制造发展规划》等，明确提出要加快推动工业互联网的发展和應用，并加大对关键技术研发和推广应用的支持力度。此外，政府还将加大政策宣传力度，提高企业和社会公众的认知度和接受度，以加快资产追踪定位产业的推广和应用。政府将积极支持有创新、有技术、有前景的资产追踪定位企业的发展，提供政策扶持、技术支持、市场推广等方面的帮助，降低企业创新和发展的风险和成本，鼓励更多的人才和创业者加入到资产追踪定位产业中来。政府将加大投资力度，提高基础设施建设的水平，为资产追踪定位产业提供更加完备的基础设施保障，为企业提供更加优惠的税收政策、融资政策等方面的支持。

二是多元技术创新促进室内外定位融合方案走深向实。物联网、人工智能、云计算、工业互联网等新一代信息技术的应用逐渐普及，为资产追踪定位技术的应用提供了广阔的市场需求增长前景，资产追踪定位技术正是制造企业实现智能化制造和物流管理的关键技术之一。Wi-Fi、蓝牙、UWB、卫星、蜂窝基站等各式各样的定位技术日益成熟，室内外一体化融合定位方案逐渐成熟，技术融合趋势愈发明显，伴随

云服务和数据存储成本的降低，更多位置数据被快速获取并加以利用，充分释放位置数据价值。

三是我国定位产业基础有效支撑资产追踪应用广泛化。

我国在北斗卫星导航、低轨卫星通信、智能传感器、云计算等技术领域取得了显著成就，使得我国的定位技术在全球范围内备受关注。中国是全球最大的制造业和物流中心之一，资产追踪定位技术在这些领域中有广泛的应用。此外，中国的物流、运输、农业等领域也是资产追踪定位技术的重要市场。中国资产追踪定位产业的国际化程度也在不断提高。中国的资产追踪定位企业已经开始在全球范围内开展业务，例如在海外建立销售网络和研发中心，积极参与国际标准制定等方面，取得了显著的成果。

四是标识解析赋能资产追踪定位蕴含巨大的市场价值。

伴随硬件和传感器的成本降低，网络连接选项增加，使得越来越多设备可以实现万物互联，追踪定位的市场需求变大。依托工业互联网标识解析构建的高端化资产追踪定位系统，通过赋予重要资产唯一标识，保障其实现跨工厂、跨企业、跨园区、跨省份的全域定位信息获取，构建重要资产全生命周期室内外联动位置信息获取体系将有望成为工业互联网与资产追踪定位的融合发展路径，可以实现工业互联网的数字化、智能化和可视化，推动工业生产向高效、精细化和绿色化方向发展。

（二）面临的挑战

一是资产追踪定位技术标准体系尚不完善。我国资产追踪定位产业的发展相对较晚，行业标准和规范体系尚不完备。目前，资产追踪定位企业之间缺乏统一的技术标准和协议，不同企业采用的技术标准和协议不同，导致系统之间无法互通和数据无法共享，限制了行业发展的速度和规模。由于缺乏完善的技术标准体系，资产追踪定位产业存在着技术安全和数据安全的隐患。缺乏统一的技术标准和安全保障机制，容易导致数据泄露、信息安全风险等问题，严重威胁企业和用户的利益和安全。技术标准体系不完善还存在着行业准入门槛低、技术标准不规范、产品质量参差不齐等问题，导致行业内部竞争激烈、产品同质化现象突出，同时也制约了行业健康发展。

二是资产追踪定位产业尚缺乏统一标识。资产追踪定位产业缺乏统一的标识和命名体系，各系统间无法互相识别和连接。不同的定位技术和系统采用的标识和命名方式不一，这使得资产追踪定位数据难以实现互操作和共享，降低了系统的实用性和价值。缺乏统一标识和命名体系也增加了数据处理和管理的难度和成本，影响了资产追踪定位产业的发展。室内外一体化融合技术备受关注，亟需统一标识助力全流程追踪定位。室内外融合定位技术主要以卫星导航系统为基础，聚合各类室内外定位资源，为海量大众用户提供精确、快速、泛在的位置服务，也为重要资产的全生命周期追踪定位提供技术基础，但整体应用由于缺乏对重要资产的统一身份标识，

严重影响其在全生命周期流转过程中定位信息获取的实时性和真实性，限制了室内外融合定位的普及推广。

三是资产追踪定位数据安全保障机制尚不成熟。由于缺乏完善的数据安全保障机制，资产追踪定位产业存在着数据安全隐患。资产追踪定位系统涉及到大量敏感信息，如位置坐标、运行状态、历史记录、资产代码、运维状况、个人信息等，这些数据的泄露可能会对企业 and 用户带来严重的财产和声誉损失。但是目前，资产追踪定位产业的数据安全保障机制尚不完善，比如系统的访客权限设置等级较低，可能导致其他人员访问导致隐私泄露；此外，一些系统的数据处理和传输过程存在漏洞，极易受到网络攻击，如黑客攻击、数据窃取等，从而导致数据泄露或被篡改；而现今许多资产追踪定位数据被存储在服务器或云平台上，对数据加密和存储安全提出了更高的要求。

四是资产追踪定位产业综合性人才不足。资产追踪定位是一项技术密集型和知识密集型的产业，它需要大量高素质、高技能的人才支撑。虽然近年来我国增加了对人才储备的投资，但是在国内外市场的激烈竞争和各种类政策限制下，资产追踪定位产业仍然面临着人才短缺的问题。这种状况对许多企业在人才招聘方面带来了巨大的挑战。资产追踪定位产业非常重视国际竞争力，诸多外国企业在技术和人才方面具有一定的优势，因此如果我国不能吸引和留住更多的优秀人才，加强人才培养和引进，将很难在国际市场上取得优势。

三、基于工业互联网标识解析的资产追踪定位总体架构

资产追踪定位产业分上、中、下游。其中上游包括芯片、传感器、模组、配套组件等提供商；中游主要是设备生产商、地图开发商、定位算法开发商；下游主要是方案集成商、数据分析商、用户认证开发商和商业系统开发商等。近年来，室内外融合定位技术成为资产追踪定位发展的核心依托，但由于缺乏对重要资产的统一身份标识，缺乏跨域跨企业定位信息交互方式，导致在全生命周期流转过程中严重影响定位信息获取的实时性和真实性，限制了室内外融合定位的普及推广。



图 3 资产追踪定位产业链示意图

工业互联网通过构建连接人、机、物，打通不同行业信息孤岛、促进各类数据有序流动的网络和平台，为各行业数字化转型提供了关键路径。工业互联网聚焦网络是基础、平台是中枢、安全是保障、数据是核心、标识是纽带等五大体系，五位一体全面协同发展，夯实工业互联网作为新型工业化的战略性基础设施的作用。其中，工业互联网标识解析体系发

挥标识的核心纽带作用，赋能新型工业化发展，是实现工业全要素、各环节信息互通的关键枢纽。资产追踪定位正成为工业互联网标识解析技术的典型应用场景，依托工业互联网标识作为资产唯一标识信息，构建高端化资产追踪定位系统，有效解决重要资产跨企业、跨地域流转过程中定位信息获取的实时性和真实性，释放资产追踪定位巨大市场空间。

基于工业互联网标识解析的资产追踪定位总体架构如 4 所示，通过对工业生产制造全流程中设备、工具、原材料、人员等工业对象进行编码标识，并采用集成主动标识载体、卫星导航定位模组、多类型室内定位模组的采集设备进行关键环节位置及轨迹信息的可信获取，借助标识解析与关联交互能力实现定位对象的位置及状态数据的决策处理，通过构建异构数据模型，实现不同定位方案数据的融合，开发定位中间件提供统一交互接口，从而达到资产追踪定位实时获取可信位置信息的目的。总体架构主要分为识别采集、定位引擎、中间交互和业务应用四层。

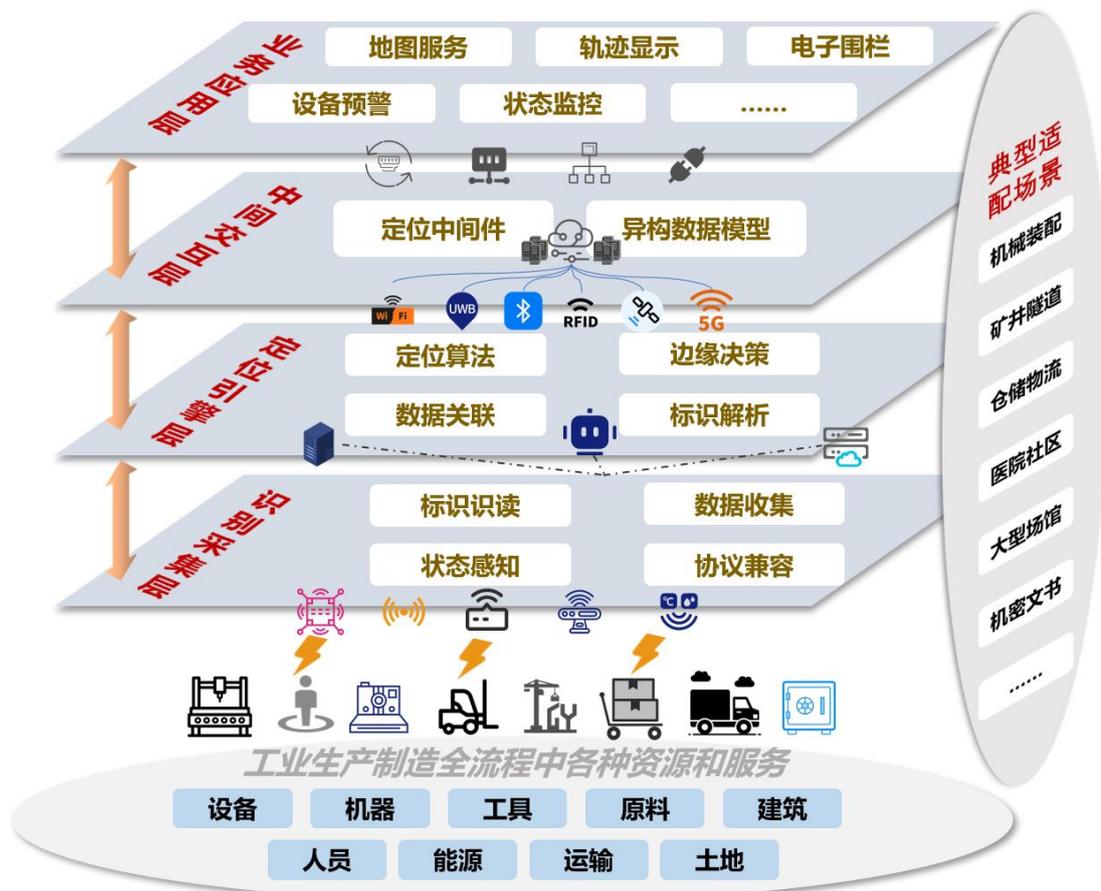


图 4 基于工业互联网标识解析的资产追踪定位总体架构

(一) 识别采集层

识别采集层面向工业生产制造全流程中设备、机器、工具、原料、建筑、人员、能源、运输、土地等各种资源和服务提供包括位置信息、温湿度等环境信息、加速度和角速度信息、视频图像信息、雷达信息、气象信息、时间信息等关键数据的标识识别采集与数据传输，实现资产追踪定位数据全生命周期覆盖、数据源头可信。识别采集层主要包括标识识读、协议兼容、数据收集、状态感知等能力。标识识读依托主动标识载体认证以及与资产追踪定位关联的室内外定位模组保障数据采集设备的身份可信；基于融合型编码对标

识载体、定位模组、采集终端、测量单元等进行统一管理。**协议兼容**通过适配 HTTP、MQTT、CoAP、GPS、RDSS、RFID、UWB、Wi-Fi、蓝牙等通信，实现多类型终端的接入与数据传输，增强资产追踪定位端侧设备的网络自适应性；**数据收集**采用集成大量传感器设备，提升定位对象自检测能力和信息传输能力，对位置、时间、图像、电信号、雷达信号灯不同类型的数据进行实时汇聚形成数据包，确保资产追踪定位全流程的数据完整性和实时性；**状态感知**通过融合多类型传感器及通信模组，实时获取环境信息和定位对象的状态信息，便于模拟运行路线，进而开展路径优化和安全预警。

（二）定位引擎层

定位引擎层通过构建边缘服务器和信息服务系统，提供定位算法分析处理服务和定位对象在数据空间的解析寻址服务，利用数据建模对定位数据要素进行统一数据对象表达、描述和操作，推动资产追踪定位数据在边缘端的高效处理与智能决策，实现标识资源泛在连接和高效配置。定位引擎层主要包括定位算法、标识解析、数据关联、边缘决策等能力。**定位算法**能够结合不同需求和技术，自适应选择合适定位方案，结合 CDMA、AOA、TOA、TDOA、RSSI 等不同类型室内外定位算法完成定位数据的实时处理分析；**标识解析**根据资产追踪定位对象的标识编码查询其网络位置或其相关信息的服务器地址，对各类追踪对象进行唯一性的定位和信息查询，实现资产位置及状态信息跨部门、跨系统的资源整合；**数据关联**通过构建标识数据服务模型，建立资产追踪定位标识数

据之间的关联关系，实现定位设备与定位对象的绑定信息管理，将资产追踪定位在工业生产制造的全流程不同阶段分散在各个关联企业信息系统中的位置和状态数据连接起来，实现全流程定位数据互联互通；**边缘决策**通过利用人工智能和区块链技术，实现企业边缘侧数据的智能处理分析，结合智能合约和共识机制，将资产追踪定位各环节信息记录至区块链上，构建定位数据的智能分析和可信存证机制，保障追踪信息的有效性和真实性。

（三）中间交互层

中间交互层通过构建轻量级中央处理软件，为多种定位技术及不同供应商数据规范提供标准化交互机制，打造多源异构数据模型，借助算力网络、云计算、大数据等技术，打造定位中间件，实现资产追踪定位对象的位置可查、轨迹可寻、状态可视、问题可纠，有效保障资产追踪定位在不同环境下的适用性。中间交互层主要包括定位中间件和异构数据模型两部分。**定位中间件**实现不同类型的定位数据间的互认互通，面向不同场景应用服务提供统一调用接口，系统将不受限于单一算法制约，满足泛在场景的部署需求，同时融合访问控制和加密算法，构架多层次权限管理机制，有效保障数据的安全性和用户信息的隐私性；**异构数据模型**主要面向大规模、多模态异构数据，聚焦数据整合研究，构建不同源头不同格式数据的统一交互模型，这将有利于更灵活、更适配的数据分析和决策模型构建，从而提高资产追踪定位的效率和准确性。

（四）业务应用层

业务应用层主要面向政、产、学、研、用等不同主体对资产追踪定位的不同需求提供的应用和服务能力，大多依托软件方式，以标识为触发点，通过可视化界面、平台或门户展现，尤其是在机械装配、矿井隧道、仓储物流、医院社区、大型场馆、机密文书等场景基于工业互联网标识解析的资产追踪定位将发挥着重要作用。业务应用层主要包括地图服务、轨迹显示、电子围栏、设备预警、状态监控等方面。**地图服务**允许用户在地图上实时查看资产的位置，并提供详细的经度、纬度和高度等地理信息，通过帮助用户直观地了解资产的位置，以便更好地计划和管理资产的移动；**轨迹显示**通过绘制资产在一段时间内的位置信息，用户可以回顾资产的行动历史，识别潜在的运营趋势，进行效率分析，实时了解资产是否遵守预定的路线或计划；**电子围栏**是一种虚拟的地理区域，用户可以设置警报规则，当资产进入或离开这些区域时触发警报，有效监控资产实时位置并能迅速做出反应；**设备预警**可以监测资产的状态和性能，并在发现异常或问题时生成警报，有助于及时识别潜在的设备故障或问题，以便采取维修或维护措施，从而降低停机时间和维护成本；**状态监控**能够实时监视资产的运行状态和性能参数，包括但不限于温度、湿度、电池电量、运行速度、核心器件状态等各种传感器数据，这有助于确保资产正常运行，提高生产效率，并避免意外损失。

四、基于工业互联网标识解析的资产追踪定位关键技术

(一) 室内外定位技术

1. 室外定位技术

室外定位主要依托全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS), 又称全球卫星导航系统。GNSS泛指所有卫星导航系统, 包括全球的、区域的和增强的, 目前主要有我国的北斗定位导航系统、美国的全球定位系统(Global Positioning System, GPS)、俄罗斯的GLONASS卫星定位系统和欧洲的伽利略卫星定位系统。GNSS通常由空间段、地面段和用户段三部分组成。GNSS定位原理主要利用到达时间(TOA- Time of Almanac)测距以确定用户的位置。这种原理需要测量信号从位置已知的辐射源(例如雾号角, 无线电信标, 卫星)发出至到达用户所经历的时间。将这个称为信号传播时间的时段乘以光速, 便得到从辐射源到接收机的距离。接收机通过测量从多个位置已知的辐射源所广播的信号的传播时间, 便能确定自己的位置。

室外定位技术还包括基于通信运营商体系的蜂窝网络定位方案。基于蜂窝网络5G的定位技术主要依靠信号测量和处理、多天线技术、时空协同和协作定位等方法。信号测量和处理通过接收基站发送的信号, 并通过测量和处理信号参数(如到达时间、信号强度等)来实现定位。多天线技术利用多个天线接收信号, 提高接收灵敏度和定位精度。时空协同技术结合时间和空间信息, 提供更准确的定位结果。

协作定位利用网络中其他设备的信息来辅助定位，提高定位精度和可靠性。

室外定位技术——全球导航卫星系统

全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 以高精度的星载原子频率标准作基准进行发射，而星载原子频标是与内在的卫星定位系统时基准同步。卫星采用码分多址(CDMA)的技术广播导航数据和测距码，导航数据提供给接收机以确定卫星在发射信号时的位置，而测距码使用户接收机能够确定信号的传播延时，从而确定卫星到用户的距离。这种技术要求用户接收机也包含一个时钟。假设接收机时钟与卫星时钟同步，那么只需要 3 个距离值就可以算出用户方位。但是由于本地时钟与卫星时钟总是不同步的，因此实际上需要测量到 4 颗卫星的 TOA 距离才能进行接收机的三维定位。

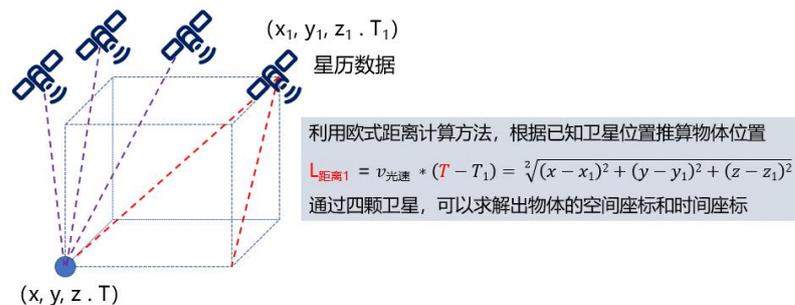


图 5 全球导航卫星定位原理示意图

北斗导航定位系统通过利用精确同步卫星时钟提供的授时和测距，采用距离交会定位或差分定位方法对用户进行定位，具有定位精度高、实时性好、抗干扰能力强等优点。相比其他卫星导航系统，北斗导航定位系统还具备独特的短报文通信功能，其在抢险救援、地质勘探、航海、户外探险等方面都发挥了不可替代的作用。

2. 室内定位技术

室内定位技术是通过构建空间位置与环境信号之间的映射关系来估计资产的位置坐标，实现对资产的实时定位和动线跟踪。目前，能够实现室内定位的技术众多，不同技术各具优势但同时各有局限性，主要室内定位技术包括蓝牙、Wi-Fi、RFID、ZigBee、UWB、红外、超声等，其中蓝牙、Wi-Fi和UWB是当前室内定位技术的发展热点。如何选择不同定位技术满足业务层面对定位精度、定位时延、并发容量、同步性能、单站距离、功耗性能、射频性能等方面的需求，同时兼顾设备成本、部署难度，将需要从多个维度进行综合分析决策。

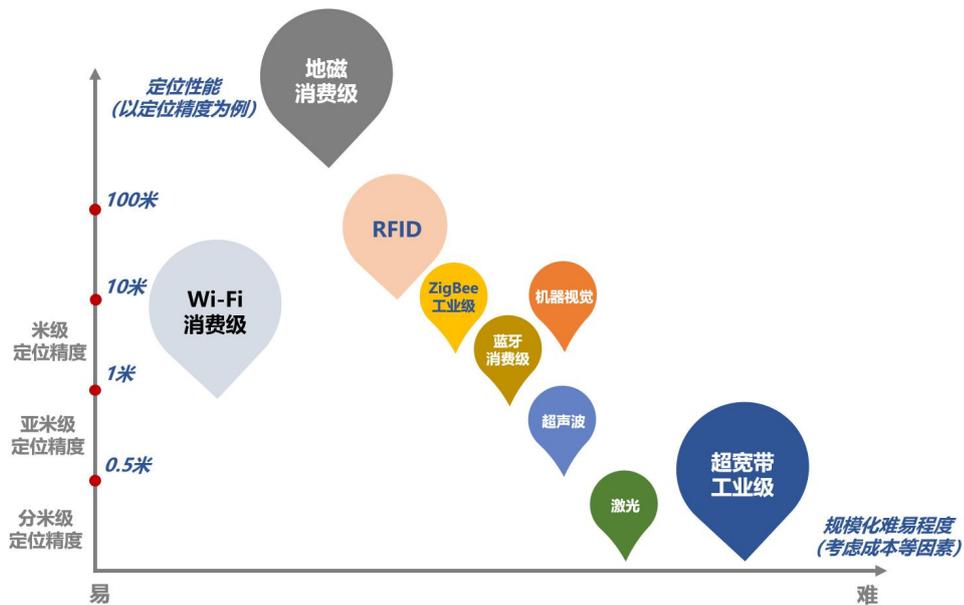


图6 主流室内定位技术对比

表 1 典型室内定位技术核心指标对比

	Wi-Fi	传统蓝牙RSSI	UWB	2.4G特殊频段AOA
典型精度	5~30米	5~10米	0.1~0.5米	0.1~1米
实时性	中	低	中	高
兼容性	手机、智能手表等	需额外特殊信道 回传标签	UWB特殊标签	手机、手环、手表、 Beacon等各类标签
标签功耗	高	中	中	低
部署成本	低	低	高	低

超宽带(Ultra Wideband, UWB)定位是近年出现的一种高精度、低功耗、短距离无线定位技术。UWB 通过利用超宽带通信可有效识别多径传播的特性，采用 TOA/TDOA 等测距技术，可获得 10cm 级的测距与定位精度。UWB 定位技术的主要误差来源包括发送和接收机内码序列传输处理时间和无线链路传播时延带来的空间传播误差、非视距传播影响、接收噪声影响、参考点之间不完全同步以及求解方程组带来的误差。UWB 定位需要比较严格的时钟同步，即使采用 TDOA 测距技术，也需要参考站之间实现精确的时钟同步。UWB 通过发送和接收宽带脉冲信号，并测量信号的往返时间来实现高精度的定位和距离测量。UWB 技术在室内环境中能够提供高精度的定位和跟踪功能。它可以被用于智能家居、室内导航和安全监控等领域，实现物品或人员的精确定位。此外，UWB 还可用于智能家居、物联网、交通导航和安全防护等领域，通过不断的技术改进和创新，UWB 定位技术有望在未来的定位领域发挥更重要的作用。

蓝牙 (Bluetooth, BT) 定位是基于短距离通信蓝牙无

线传输技术的定位技术，需要在定位区域放置蓝牙信号发射器，形成一个蓝牙网络。蓝牙发射器以一定的时间间隔广播蓝牙信号，当其他蓝牙设备进入该蓝牙网络覆盖的区域后，通过计算与多个发射器之间的距离得到用户位置。基于蓝牙的室内定位方法优势是作为短距离的通信技术，定位精度高；但其不足之处在于单个设备的覆盖范围小，需要在定位场地内布设大量的蓝牙发射器，并且蓝牙信号的稳定性较差，受噪声信号干扰很大。低功耗蓝牙（Bluetooth Low Energy, BLE）是蓝牙通信方式的主要方式。相比于传统的蓝牙，BLE的优势是功耗很低，使得其覆盖范围比传统蓝牙覆盖范围大。而且，随着物联网环境和智能硬件的发展，智能终端几乎都嵌有低功耗蓝牙模块，能够很便捷地获取蓝牙信息。随着苹果公司发布基于蓝牙 4.0 的 iBeacon 技术，基于 iBeacon 的室内定位技术成为定位精度和实施成本较为适中、被用户接受的定位方案。

Wi-Fi 定位主要依托 IEEE 802.11 无线网络协议标准，即无线局域网（WirelessLAN, WLAN）实现的定位技术。利用不同无线接入点（Access Point, AP）的接收信号强度计算位置信息，在离线阶段对同一场地的不同地点进行数据采集，然后通过两种方法实现定位。一种方法根据定位设备收集到的 RSSI 和机器学习方法选取可能性最大的位置实现定位；另外一种方法利用信号衰减模型，测得移动终端与各 AP 之间的距离，然后根据三角定位算法计算用户的最终坐标。

3. 典型定位算法

基于到达时间 (Time of Arrival, TOA) 定位算法是一种常用于室内和室外环境中的定位方法。该算法利用信号从发射源到接收器的传播时间差异来确定位置，通过测量信号到达接收器的时间戳，并利用已知的传播速度。**基本原理是基于信号的传播时间与距离成正比的关系。**当信号从发射源传播到接收器时，会受到传播介质和环境的影响，如信号的传播速度受到反射、衰减和散射等因素的影响。为了准确测量到达时间，通常需要使用精确的时钟来同步发射源和接收器之间的时间。在接收到信号后，接收器记录时间戳，并与发射源的时间进行比较，从而计算出信号传播的时间差。为了实现准确的 TOA 定位，通常需要多个接收器来测量信号到达时间。通过多个接收器之间的时间差异，可以使用三边测量或多边测量方法来确定位置。这些方法利用接收器之间的距离差异和几何关系来计算目标位置。

基于到达角度法 (Angle of Arrival, AOA) 和出发角度法 (Angle of Departure, AOD) 定位算法。到达角度法 (AOA) 是利用单一天线发射寻向讯号，而接收端的装置内建天线阵列，当信号通过时，会因阵列中接收到的不同距离，产生相位差异，进而计算出相对的信号方向；出发角度法 (AOD) 则与前者相反，由已经固定位置具备天线阵列的设备来发送信号，传给单一天线终端，终端可以透过接收的信号

计算出来波方向完成定位。定位架构主要包括定位感知、定位计算、定位应用三个部分。定位感知包含蓝牙定位终端和定位基站，按定位要求的不同，可以分为多片区空间的二维部署，走廊型空间的一维部署和房间型空间的零位部署。定位基站通过有线网络同定位引擎进行交互。定位引擎对各定位基站接收到的信号进行角度估计、定位解算（AOA 方式），或者控制定位基站进行位置播发（AOD 方式）。定位应用从定位引擎获取数据，结合具体业务，构建行业解决方案。

基于时间到达差 (Time Deference of Arrival, TDOA) 定位算法，也被称为双曲线定位法。通过预先将所有参考点之间时钟同步，未知点发出信号，不同参考点在不同时刻接收到该信号，选取某参考点接收到信号的时刻作为基准，其他参考点收到信号的时刻减去该基准得到定位信号到达时间差，该到达时间差即为 TDOA 值。根据未知点与两个参考点之间的 TDOA 值可以建立一条双曲线，实现二维定位需要至少三个参考点建立一组双曲线方程求解得到未知点的位置估计。**TDOA 定位算法的性能受到多个因素的影响**。首先，接收器之间的距离需要足够大，以确保形成明显的双曲线。其次，准确的时间测量对于定位的精度至关重要，因此需要高精度的时钟同步和时间测量技术。此外，信号的传播速度也是一个重要因素，因为它直接影响到时间差的计算。TDOA 定位算法在实际应用中具有广泛的应用。在雷达系统中，

TDOA 可用于定位目标的位置和速度，用于目标跟踪和导航。在无线通信系统中，TDOA 可用于移动设备的定位，以支持位置服务和应急呼叫等功能。此外，TDOA 还可用于定位无人机、声源定位和地震监测等领域。

基于信号的强度进行目标定位 (Received Signal Strength Indication, RSSI)，使用接收到的信号强度来进行位置估计。该方法的合理性在于假设无线信号强度 (RSSI) 在空间中的分布相对稳定，因此在同一个位置的 RSSI 测量值稳定且与其他位置上的 RSSI 测量值有所区别，利用该“区别”来进行位置识别。然而在实际应用环境中，RSSI 容易受到信号衰落和多径效应的影响，带来不同程度的误差。理论上所有无线电磁信号都能够基于 RSSI 进行定位计算，包括 Wi-Fi、蓝牙、UWB 等。在基于 RSSI 定位的算法框架上，大致可以分为两类，即基于传播模型的定位方法和基于指纹模型的定位方法。基于 RSSI 的定位方法在系统实施上可以根据定位发起端分类为网络侧定位和终端侧定位。网络侧定位由环境中的网络设备发起数据采集和处理，在后台服务器进行定位计算，资产终端仅作为信号发射源存在，此种模式对终端侧是无扰感知，适宜监管类应用；终端侧定位由移动终端发起定位操作，一般包括主动扫描采集环境信号数据、数据处理和定位计算步骤，此种模式无需进行网络工程实施，适宜用户资产给自身进行定位、导航、寻丢等应用需求。

（二）统一标识编码技术

我国工业互联网标识解析体系建立了适用于各垂直行业、多应用场景的统一编码体系，兼容 DNS、Handle 等不同体系的解析协议，为工业全要素的大规模连接提供统一的网络入口。标识解析体系为资产追踪定位应用提供重要支持，伴随工业互联网标识解析体系国家顶级节点全面建成，解析节点在全国范围内已形成规模化网络，能系统支撑工业互联网和数据流通交互。标识解析体系通过中间件建立异构数据转换交互机制，统筹发挥好现有各类数据平台作用，有效提升位置信息的应用价值，增强信任传递和市场引导效应。

工业互联网标识解析通过根据标识编码查询目标对象网络位置或者相关信息的过程，它是实现全球供应链系统和企业生产系统的精准对接、产品的全生命周期管理和智能化服务的前提和基础。标识解析技术包括编码技术和解析技术。**标识编码**是指能够唯一识别物料、机器、产品等物理资源和工序、软件、模型、数据等虚拟资源的身份符号，通常存储在标识载体中，包括主动标识载体和被动标识载体。标识编码由标识前缀和标识后缀两部分组成，是用来指示某个用户、使用者、网络元素、功能、网络实体、业务、应用或者数字对象的数位、字符和符号组合。企业级编码和产品级编码将沿用工业互联网标识编码分配方式其中，标识前缀由标识解析体系分配，由国家代码、行业代码、企业代码组成，用于唯一标识企业主体，标识后缀由行业或企业定义数据结构，用于唯一识别标识对象。

（三）定位感知一体化标识载体技术

通信感知一体化是当前移动通信网络发展的主流趋势。通信感知一体化基于软硬件资源共享或信息共享同时实现感知与通信功能协同的新型信息处理，有效提升系统频谱效率、硬件效率和信息处理效率，为高精度定位服务提供重要发展方向。通信感知一体化系统中将基于通信与感知融合技术实现高精度的定位服务，一方面基于通信中的参考信号获得设备的位置信息，另一方面也可以基于对反射的无线信号的时延、角度以及多普勒信息的感知，获得距离、角度和速度信息。无线通信与感知技术的深度融合，将为定位提供更多置信度信息，从而提升定位精度。高精度定位既可以服务于通信系统本身，也将广泛应用于无人机操作与自动驾驶、机器人运动控制、增强现实、智能工厂、智能物流以及智能交通等。

开展基于主动标识载体的定位感知一体标识载体研制。依托主动标识载体融合定位与传感模块研发定位感知一体化模组既能保障定位数据获取的实时性，又能依托载体内的工业互联网标识实现位置信息的全流程数据追溯。一是开展多定位技术融合的定位感知模组研发，面向不同应用场景进行定制化设备设计与部署。针对资产全生命周期位置数据获取难、位置信息跨系统共享难、无法保障数据准确可信等问题，融合传感器、无线通信、位置定位与主动标识载体等技术研发面向跨域跨境位置信息服务的定位感知模组。二是制定基于工业互联网标识解析的定位感知一体化模组的统一

数据模型和传输通信协议，根据不同定位需求进行定制化开发，联动不同定位系统和功能，实现位置数据的综合分析处理。



要数据支撑。结合物联感知定位模组，帮助资产追踪定位深入供应链流程，实现产品全生命周期位置信息管理的可视、可管、可控。

（四）定位服务中间件技术

定位中间件实现多定位技术协议互通。定位中间件汇聚不同技术和供应商位置数据，通过标准化和 API 方式向应用服务提供位置数据和通用位置功能。定位中间件将处理定位数据的工业应用程序与实际定位技术及其制造商解耦，简化定位技术与应用程序的集成，实现跨技术和供应商的室内外无缝追踪定位。定位中间件聚合定位数据，将其放入统一的空间数据格式，提供可复用的核心空间功能，并将定位数据以 X、Y 和 Z 坐标的 3D 形式提供。作为一种轻量级软件，定位中间件也可满足自动化应用中实时数据处理要求。

定位中间件构建跨系统异构数据互操作。中间件融合了多种定位技术，使得异构企业系统能够实现异步通信和事件驱动架构。这种机制允许企业系统以非阻塞的方式进行并行处理和异步操作，提高系统的吞吐量和响应能力。中间件可以处理不同企业系统中使用的多种数据格式。不同企业可能使用不同的数据结构和编码方式，如 XML、JSON、CSV 等。中间件通过支持多种数据格式的解析和转换，使得不同企业系统能够相互理解和解析对方的数据，从而实现无缝的数据交换和共享。此外，中间件提供了一个统一的接口和协议适配层，使得不同企业系统可以通过中间件进行通信，无需关注底层通信协议的细节。这种灵活性和适配能力确保了企业

系统之间的可互操作性。

定位服务中间件技术

不同的定位技术会使用各自的定位引擎来解算和输出相对位置数据，无形中使得不同数据来源间存在着不可互通的壁垒。中间件通过标准化 API 的方式，从任意室内外定位技术的引擎中获取位置数据，进而将所有数据无来源差异的进行中央 ID 分配，实现在绝对坐标系里统一进行运算和管理的目的。而标准化 API 的制定和使用，也使得中间件为工业级终端用户提供了灵活拓展的可能，意味着根据不同时期对不同定位技术的需求，可随时增减数据来源，而不必要针对每次的变化独立开发接口，大大降低需要投入的人力或时间等资源，减少了工业用户沉没成本的同时，也为不同项目工期供应商之间的系统对接清除了障碍。

定位服务中间件作为一种轻量级软件，可满足自动化应用中实时数据处理的需求。例如跨定位技术的标定电子围栏，可直接按照实际需求来制定围栏规则，不必考虑不同技术的覆盖区域相互不互通的壁垒。从根本上使得定位系统的应用更加贴近终端用户的主观意愿。其次，任意定位系统的简易标准化接入也使得室内外无缝实时追踪成为可能，从工业级的应用层面来看可以解决生产或物流在整个园区室内外的全流程无缝实时定位，助力精益化管理更加精准和高效。不同技术的被定位物资或人员之间也可实现防碰撞等交互告警处理，不受限于单一系统的算法管理，进一步为上层基于位置数据的应用提供底层支持。

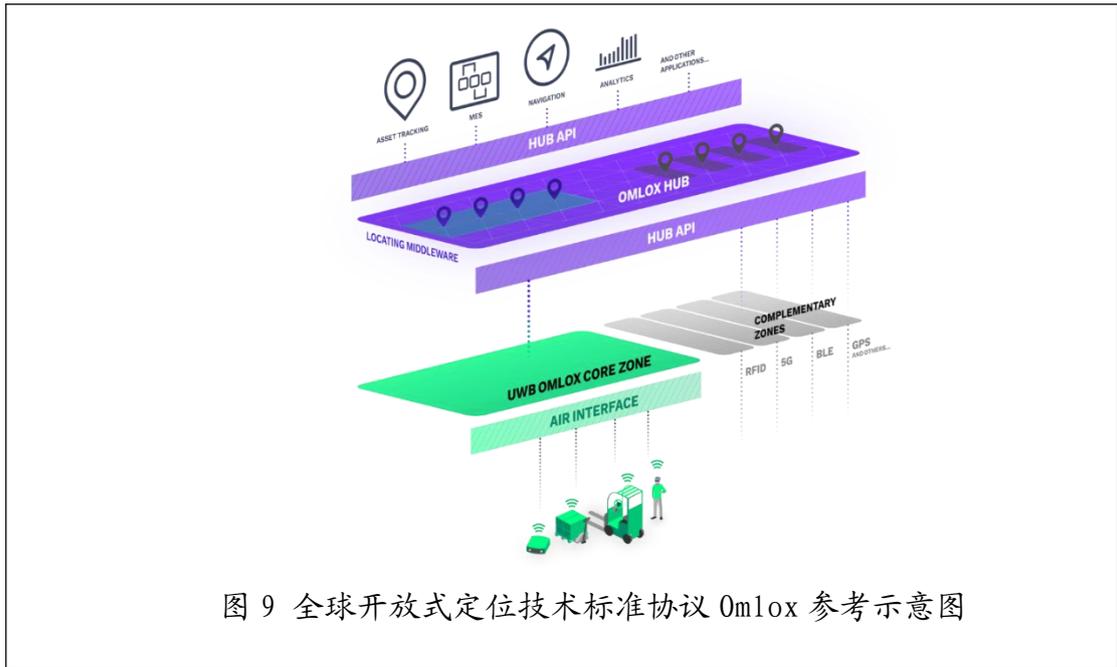


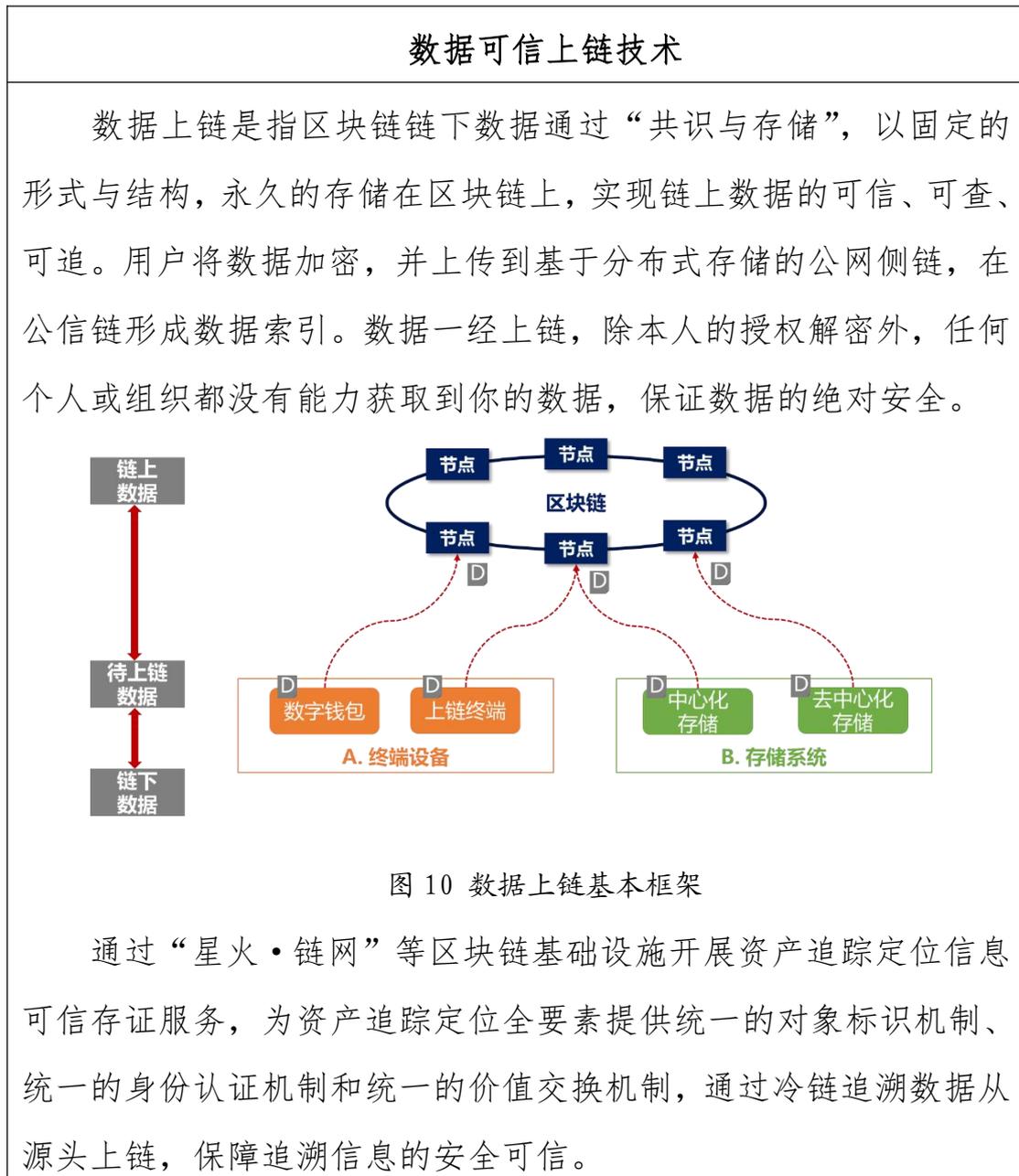
图 9 全球开放式定位技术标准协议 Omlox 参考示意图

（五）定位数据可信认证技术

区块链是分布式存储、点对点传输、共识机制、加密算法等技术在互联网时代的创新应用模式，区块链并非一项单一的信息技术，而是依托现有技术的组合性创新。目前，区块链已形成了去中心化、不可篡改、数据可追溯、开放共识、交易透明等特点，成为未来可信数字空间发展的核心组件。区块链凭借其独有的信任建立机制，正在改变诸多行业的应用场景和运行规则，成为数字经济发展和行业数字化转型的关键技术。

区块链赋能资产追踪定位数据可信管理。基于主动标识载体的定位感知一体化设备作为数据智能采集的重要数据源头，通过结合区块链技术为资产定位环节的所有参与方提供共同维护的分布式账本，将工业生产制造全流程中各种资源和服务的定位数据记录在区块链中，所有参与方均可参与

到数据的存储和维护，通过区块链的智能合约和共识机制，建立区块链可信存证服务，保障信息的不可篡改和不可伪造，构建资产追踪定位数据可信生态体系。



五、基于工业互联网标识解析资产追踪定位实施路径

基于工业互联网标识解析的资产追踪定位实施架构需要产业链上所有参与的企业节点、二级节点和国家顶级节点共同完成。企业节点完成资产追踪定位对象标识后直接与标识解析体系基础设施对接，并在二级节点、国家顶级节点的共同参与下，形成统一管理、互联互通、高效交互的网络基础设施，实现资产追踪定位全生命周期定位寻迹的典型应用。

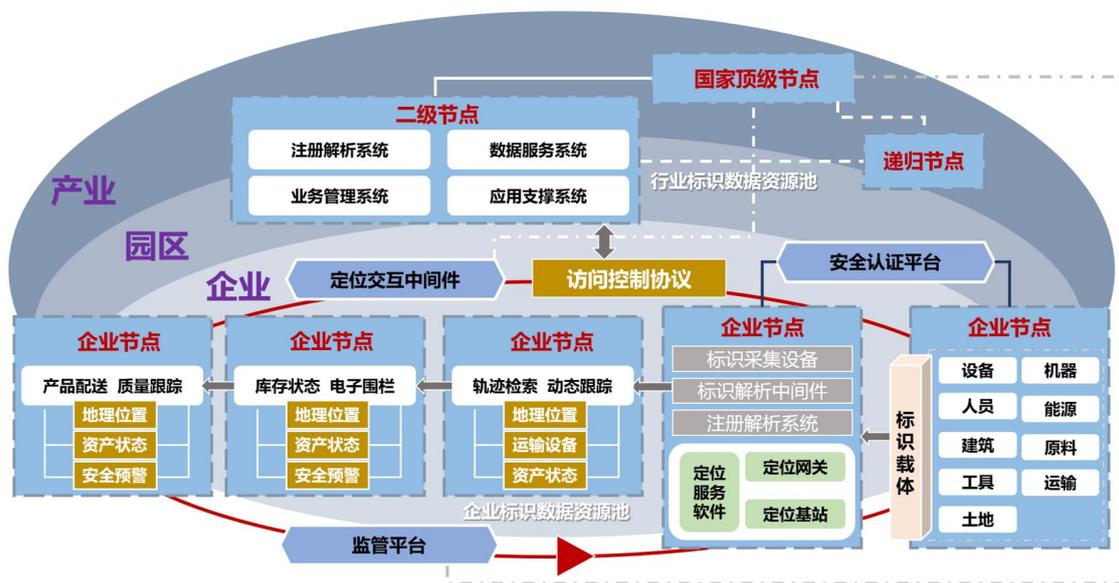


图 11 基于工业互联网标识解析的资产追踪定位实施框架

(一) 端侧系统部署

端侧系统部署实施通过资产追踪定位全生命周期过程中可识别对象的标识和采集，实现定位数据的数字化管理。通过确定资产追踪可识别对象及标识载体，对关键环节的标识对象和标识载体技术进行有效适配。资产追踪定位对象可采用条形码、二维码、RFID 等被动标识载体，也可采用集成给类传感器设备和，具有主动联网通信能力的主动标识载体。

为解决多源异构表示问题，通过部署标识解析中间件，设计统一标识数据模版，将多源异构的采集数据转化为系统间可交互操作的标准数据。通过增加区块链技术的防篡改能力，将资产追踪定位全生命周期过程中的信息上传到企业标识解析系统和数据资源池，确保定位信息的实时性和可信性，满足定位信息资源的快速获取、集成和服务需求。

（二）企业节点部署

企业节点部署实施通过与现有信息服务系统、工业软件、工业设备管理系统集成，并与主动标识载体安全认证平台对接，实现资产追踪定位数据的集成与交互。资产追踪定位过程中的资产提供商、资产生产加工商、资产承运商、资产仓储管理服务商、资产承销批发商等产业链相关方可作为企业节点建设标识注册和标识解析系统，在企业内部提供资产追踪定位对象的标识注册、标识管理和数据管理等基本能力。企业节点在信息系统中创建冷链可识别对象的标识注册数据并对其进行存储、管理和维护，通过对私有标识和公共标识的翻译和映射，实现标识间的互联互通。通过解析各类资产追踪定位对象标识关联的资产位置信息、状态信息等，实现资产追踪定位场景下全面互联。为实现与现有资产追踪定位企业现有信息化系统及定位系统的无缝对接，企业节点要制定相应的标准和访问控制协议，实现异构系统的数据交互共享。

（三）二级节点部署

二级节点部署实施通过向上对接国家顶级节点、向下对接资产追踪定位企业节点和递归节点，实现资产追踪定位的统一运维和管理。大型资产追踪定位应用服务商或园区、卫星导航定位企业、大型室内定位服务商、定位服务系统或设备供应商等具有代表性的企业均可部署为资产追踪定位服务二级节点，提供标识注册、标识解析、标识查询、业务管理、数据管理和运行监测等服务。资产追踪定位二级节点作为定位服务标识解析体系的中间环节，应建立体系化、规范化的流程、机制和制度，支撑资产追踪定位交互平台开展协议兼容和信息共享，并指导企业节点的建设、运营和发展。实际部署时，需着重考虑与企业现有信息系统及定位交互平台的互操作性、系统稳定性、数据安全性等问题，支持跨企业、跨行业、跨地域的资产追踪定位信息的共享流通。

（四）应用与实施

推进工业互联网标识在资产追踪定位场景中的应用，贯穿全生命周期中所有参与方，探索广覆盖、全时空的资产位置和状态数据服务。在完成端侧、企业节点、二级节点的部署实施后，资产追踪定位全链条参与方应根据各自角色开展追踪定位体系实施工作，为不同行业不同区域提供融合高效的资产追踪定位服务，构建全国范围内的追踪定位体系的互联互通。面向政府及第三方监管机构，结合数据分析、安全算法、智能决策构建资产关键信息分析监测平台，积极响应政府、企业、消费者等不同用户的差异化应用需求，支撑高

效灵活的应用创新，推动形成资产追踪定位产业形态和商业创新模式。

基于工业互联网标识解析的资产追踪定位体系，可在不改变现有标识的情况下，建立企业现有标识之间的映射转换，通过以工业互联网标识作为追踪定位信息传递的统一载体以及核心信息查询入口，企业可以根据业务需求进行实时调整且能够动态更新，且标识解析体系提供了在体系内任何节点之间标识信息解析互查的能力，为实现资产追踪定位信息分布式、跨企业、跨地域查询提供了良好的基础，创造了一种全新的资产追踪定位体系建设解决方案。

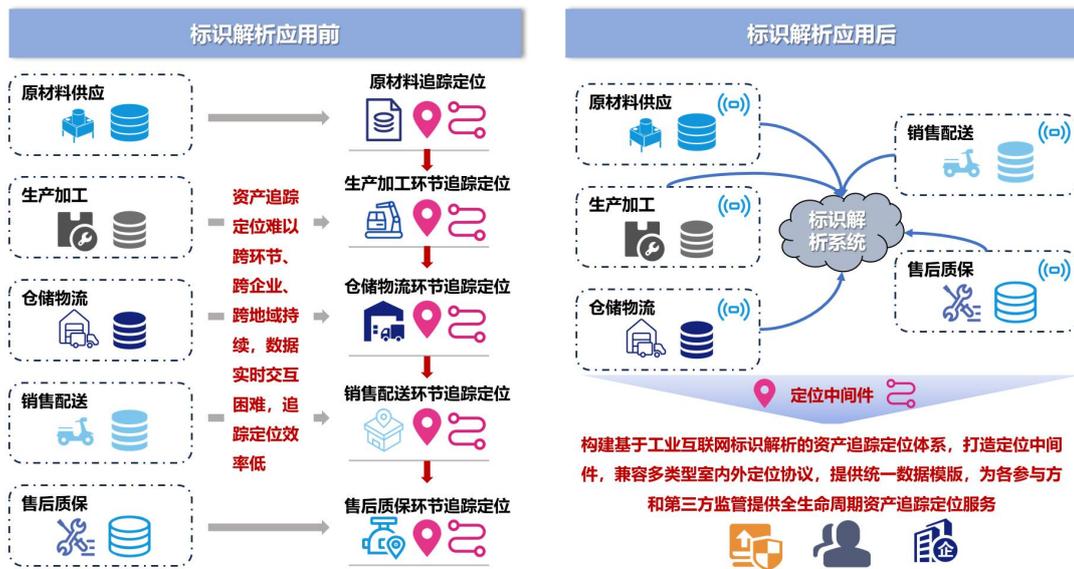


图 12 基于工业互联网标识解析的资产追踪定位应用对比

六、基于工业互联网标识解析资产追踪定位典型应用

当前，基于工业互联网标识解析的资产追踪定位主要适配智能制造、安全生产、仓储物流、智慧城市和公共管理五大核心场景，典型应用包括石油化工安全生产、零部件协同制造、煤矿隧道安全预警、仓储物流智能管理等。

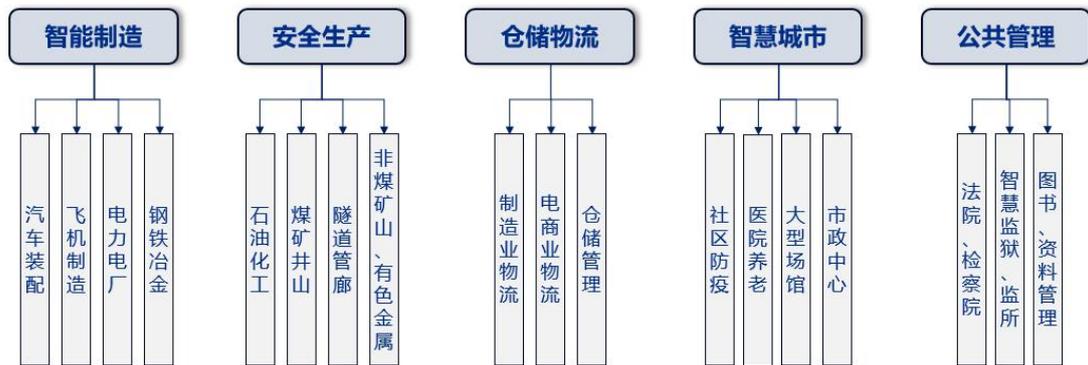


图 13 基于工业互联网标识解析的资产追踪定位典型适配场景

（一）管道设备定位优化安全运营管控

1. 应用需求

油气管道作为服务油气资源供应的重要基础设施，在保障国家能源安全方面作用巨大。油气输送管道造价高、穿越地域广阔、涉及的地域类型复杂，很多设备安装在距离最近的有人值守场站数十公里外，对设备的巡检困难程度高、间隔长。然而，油气管道设备一旦发生爆裂破坏，就会造成人员伤亡、环境污染和油气输送中断等恶性事故，因此如何保证管道始终处于安全可靠的受控状态至关重要，对管道及其附属设施的完整性管理必不可少。

油气管道运行完整性管理的主要对象包括管道线路和油气场站，通过数据采集对管道面临的风险因素进行识别，

划定高后果区，进行全面的风险评价和完整性评价，采取各种风险减缓措施，进行预防性维修与维护，将风险控制在合理、可接受范围内，最终达到持续改进、减少管道事故、经济合理的保证管道安全运行的目的。因此，构建管理人员、检测设备、管道线路、油气场站的统一标识体系，结合定位系统应用，为保障管道完整性提供综合管理手段。

2. 解决方案

针对管道线路，引入标识解析系统，解决管道本体加工、焊接、运行维护的全流程跟踪管理难题，通过对接全产业链标识解析系统获取管道本体加工制造过程信息，追溯加工制造质量信息。在管道工程建设阶段，为每段管道、每条焊缝分配唯一标识，可以通过标识系统建立完善的管道线路本体全生命周期档案，档案整合管道本体出厂、检验、焊接、防腐、巡线、报废全生命周期数据，并且在管道运行过程中不断通过内监测、无损探伤和运行监测数据，对管道线路进行风险分析，通过智能预警推送系统把分析报告、预警信息推送给管道线路负责人。最终达到持续改进、减少和预防管道事故发生、经济合理地保证管道安全运行的目的。

针对管道场站，引入基于标识解析系统的资产追踪定位系统，对管道场站设备进行唯一标识，实现管道场站设备完整性管理和全生命周期追踪管理。资产追踪定位系统结合地理信息系统（GIS）无人机技术和机器人技术，可以直观的了解关键生产设备的地理位置，开展无人机智能巡线、机器人智能巡检等工作，实时监测设备运行状态和健康状态，并

对场站设备风险、环境风险以及人员不安全行为进行识别和实时风险分析，确保油气管道场站的生产安全。

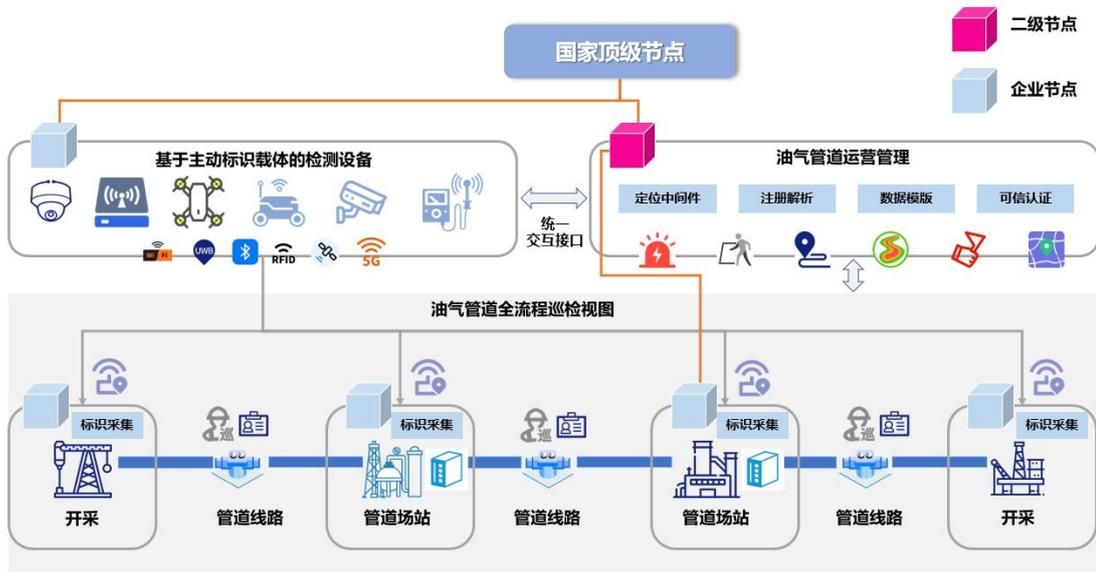


图 14 油气管道安全运营管控标识解析实施参考

3. 典型案例及实施成效

案例 1：油气管道智能运行管控系统（天津海纳天智科技有限公司）

针对油气管道智能运行管控的应用场景，结合工业互联网标识解析体系，打造油气管道智能运行管控系统。实现以“全数字化移交、全智能化运营、全生命周期管理、数据全面统一、感知交互可视、系统融合互联、运行智能高效、预测预警可控”目标的油气管道智能运行管控。

通过对接工业互联网标识解析（能源行业）二级节点平台，基于“一物一码”原则，结合油气管道智能运行管控系统，实现对油气管道资产的统一编码和唯一识别。通过油气管道智能运行管控系统对油气管道“人和物”的唯一标识赋码，利用 RFID、条码、二维码和模组标识等技术，完成对油气管道“人和物”的感知和身份识别。

油气管道智能运行管控系统，综合利用各种感知、身份识别技术和实时通信网络技术，实现对油气管道“人和物”的空间位置、历史轨迹、电子围栏空间信息的适应性应用。资产空间位置的应用主要包括：油气管道资产的统计和管理等；活动人员的位置的主动上报；基于巡线、巡检人员的信息推送和信息窗口页面的联动等应用。历史轨迹的应用主要包括：可移动资产的流转最终；资产的生命周期管理；活动人员的活动轨迹管理，如油气管道的巡线、巡检质量管理等应用。电子围栏的应用主要包括：划定油气管道管线和场站的管控范围；划定工厂生产工艺区、办公区和生活区，对活动人员按照不同的区域进行管控；划定重大危险源和密闭空间等高风险管控区域，加强对高风险区域的重点管控等应用。



（二）零件协同定位实现生产辅助防错

1. 应用需求

制造生产线的高效运作关键在于快速响应复杂的工序需求和精准的物料定位。首要任务是确保全面的车辆实时定

位，包括 VQ-Check 点、各类返修区（焊装、涂装、总装缺陷返修区）、返修确认区、合格证打印点、检测线、淋雨线、PDI 线（销售前检测证明）、抽查解析区及 PA 返修区，以便于产品状态监控、寻车和定位。此外，PDI 线前需触发电子围栏，通过 PLC 获取缺陷数据，实现缺陷判断并将产品维修信息及时反馈。

工厂总装装配过程中，螺栓正确拧紧的准确性对产品质量至关重要。随着装配流程的柔性化，传统的定位力臂方案已不再适用于某些高要求场景，需采用更高级的防错技术。这包括工位、产品和工具位置的精确判断与定位，确认工具作业位置是否符合预期，根据螺栓点工艺自动选择合适的工具程序，确保作业规范，监控拧紧工具的工作状态、轨迹跟踪和异常报警，并实时上传所有位置数据至后台控制系统。

2. 解决方案

运用工业互联网标识解析技术，在制造总装生产线定位地图上实时展示所有维修车辆的位置和分布，实现通过工业互联网标识精确查找产品位置。定位地图灵活划分区域，包括返修区、抽查解析区、PA 返修区、PDI 线、淋雨线及过道等，以便统计各区域内的维修产品数量和区域进出时间。

定位技术与工业互联网标识结合，在三维空间中记录工具和组件在预设工作区的位置，系统根据不同产品的工艺流程自动选择相应的拧紧程序，有效降低选错程序的风险。系统选定的拧紧程序与定位算法相结合，准确匹配工具位置，使操作员能够按顺序、准确拧紧螺栓，大幅减少人为失误，

同时不影响生产节拍，提高生产灵活性，确保无线工具的正确使用和产品质量。



图 15 零部件协同化辅助防错标识解析实施参考

3. 典型案例及实施成效

案例 2: 5G 全连接飞机制造工厂（上海飞机制造有限公司）

2019 年今年 2 月 28 日，经过近一年的应用实践，中国商飞在上海飞机制造有限公司厂区举行了 5G 智慧厂区及基于 5G 的十大工业场景发布会，得到了业内外人士的广泛关注。有专家表示，这是首个真正意义上的 5G 智慧工厂，是 5G 技术在工业制造领域的深度应用，运营商与中国商飞上海飞机制造有限公司的合作，将 5G 带入车间工厂，将 C919 大飞机复杂无比的系统工程化繁为简，200 多万个零部件实现与人、机、车间和各控制系统、管理系统的广泛互联，运营成本降低 20% 以上，生产效率提高 20% 以上。

全连接工厂的室内定位应用首先用于人的管理。大飞机生产涉密性强、安保要求高，对人员出入进行严格管理非常重要。解决方案是在数控车间、复材车间部署人员定位系统，并且采用 5G 数据

回传，其网络时延低，这让人员身份信息与放在“云”端的存储记录可形成快速比对，从而大幅提高效率。

在人的管理上，还涉及到人员有效工作时间的自动统计，通过将车间按照工位准确划分成“网格”区域，定位系统自动精准统计人员在每个工位的进出时间和停留时间，计算人工效。

物品的管理方面，用于大飞机生产的零配件成千上万，不少工艺仍需要工匠手工完成，“智慧工厂”通过 5G 网络承载的精准室内定位系统，可以把车间内摆放的零配件定位误差缩小在 3 厘米以内。工匠通过室内导航设备，在需要时就能很快找到它们，或者原地归还。UWB 定位系统针对人员、托盘、部件、拖车的精度达到了 0.5-1 米，覆盖面积 3 万平米，定位对象达到 800 多个，工厂实现地图 2.5D+3D 可视化展示界面，快速查找、工时统计、产线人数分区统计与报表、人员分布大数据热力图、电子围栏闯入告警、视频联动等功能。



（三）矿用装备定位构建安全预警机制

1. 应用需求

煤矿开采过程的安全问题尤为重要。煤矿作业环境复杂

多变，存在运行过程中设备保护不足，及地质结构变化导致的渗水或岩层运动等不确定性，这些都可能导致重大安全事故。智慧煤矿安全解决方案的核心需求，一是在现有视频监控基础上增加环境监测，如井壁压力、井下液位、可燃气体等，确保及时传递危险信号并通过声光警示设备提醒矿工撤离；二是运用智能安全帽和智能手环监测矿工位置和身体状态，为井下矿工生命安全增加保障，并提高紧急情况下的搜救效率；三是矿用装备普遍缺少设备的唯一身份标识，导致各监管单位出现了数据孤岛、信息壁垒、账物不符、设备来源不可查、出问题无法溯源等现象，很难建立一个完整的设备溯源信息链，不能很好的呈现出设备从发证、出厂、入库、出库、安装、运行、维修到报废的全生命周期业务，给煤矿安全生产管理造成了一定的影响。

2. 解决方案

工业互联网标识解析技术在矿用装备溯源追踪平台中发挥核心作用，致力于实现矿用装备从生产到报废的全生命周期管理。通过“数字身份证”等主动标识解析技术，结合北斗定位和 UWB 定位系统，实现了暴露空间与非暴露空间下的设备实时追踪。这种深度融合人工智能、物联网和大数据等高新技术，不仅能够进行天地图与矿图的融合，还能在设备环境切换时实现定位模式的自动切换，确保全空间定位追踪的准确性。通过标识解析技术构建了“一码通”的矿用装备溯源信息链，从而打造了一个全生命周期的安全管理数据链条。这不仅保证了设备来源的可查性和去向的可追溯性，

还有效打破了数据壁垒和信息烟囱，实现了数据的融合与共享。通过这种智能应用，矿用装备的安全管理和煤矿的安全生产得到了显著的提升。

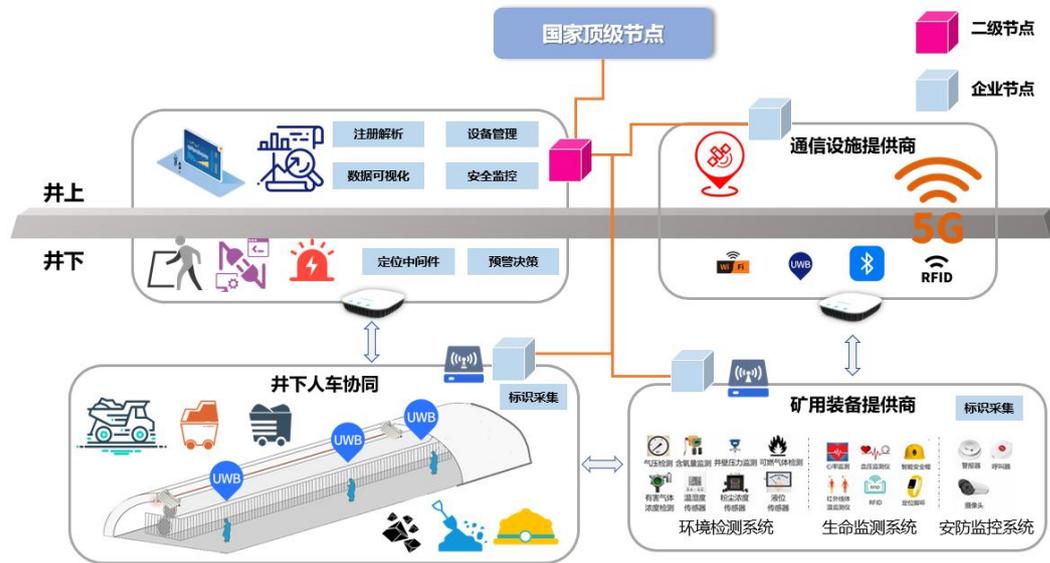


图 16 煤矿隧道安全生产预警标识解析实施参考

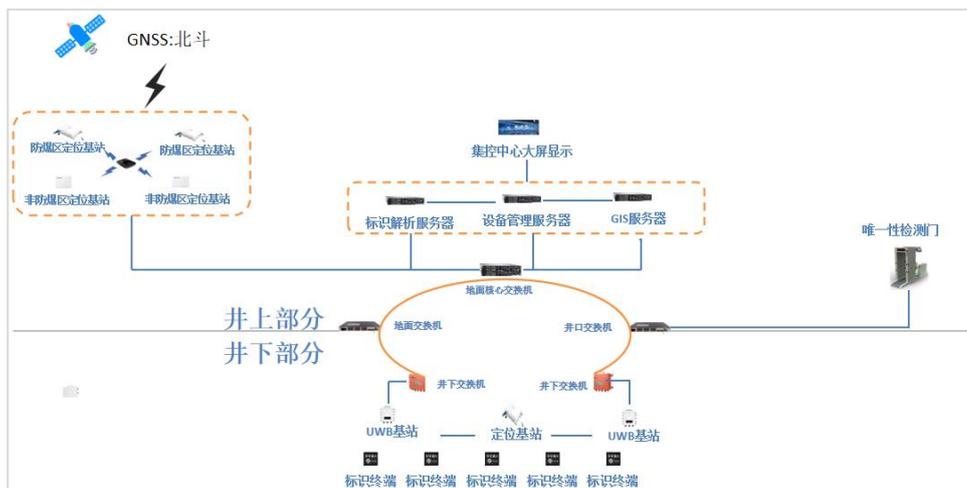
3. 典型案例及实施成效

案例 3: UWN 井下车辆协同（中国煤炭科工集团有限公司）

为提高井下车辆调度管理工作效率，保证车辆调度的实时性和准确性，中国煤科天地王坡在智能化一期建设中完成了车辆定位调度系统。本系统由煤科院承建，能够辅助调度中心及运输队管理人员更好地开展矿井车辆调度工作，及时发现车辆运行异常情况，在提高工作效率的同时，杜绝矿井运输事故的发生。

车辆定位调度系统借助主动标识解析技术的“数字身份证”赋能、北斗定位的暴露空间定位赋能和 UWB 的非暴露空间定位赋能，深度融合人工智能、物联网、大数据等高新技术，实现天地图与矿图融合的暴露空间和非暴露空间下车辆的实时追踪，车辆静止时定位精度可达到 30 厘米。目前，天地王坡在井下 19 台无轨胶轮车上

安装了车载终端，通过运行专用 APP，可在终端及地面系统上实时显示矿区地图及井下所有车辆位置、工况信息（甲烷浓度、运行时长、总里程、车速、转速、冷却水温、表面温度、排气温度），可实现车辆行驶过程中的红绿灯管理、超速预警提示、驾驶员防疲劳驾驶提示、人车防碰撞提示、查看用车申请、一键接单、4G 通话等功能。通过智慧用车 APP，可实现用车申请（取消）、用车审批、接单车实时位置共享、查询用车记录、用车评价等一系列功能，让员工在井下便能享受到“打车”服务。



车辆定位调度系统作为矿山智能化的组成部分，通过智能化手段更新管理理念，替代陈旧的管理机制，建立先进的、规范的、高效的智能化管理模式，为提高井下车辆管理水平奠定了重要基础，对于保证矿井正常生产、安全生产起着至关重要的作用。

（四）仓储物流定位打造精准管理系统

1. 应用需求

利用定位技术以减少人工或人机交互操作成为智能工业和智能物流发展的关键趋势。自动化与数控化生产及物流

领域，尽管已实现了人力投入的显著减少和流程标准化，但精益管理的复杂性要求部分步骤仍需人为参与或人机交互。

物料追踪管理的关键在于通过定位技术实现小批量物料、生产工具、子流程订单及 AGV 等的实时位置追踪，这不仅能及时响应生产过程中的异常情况，处理问题，还能提升整体生产效率和物流效率，这种追踪管理对制造过程中的产品质量缺陷实现精准溯源，从而有效降低品控成本；流程自动化辅助的重点在于实现“四个正确”，即正确的货物、数量、位置和时间，现有的业务管理系统如 MES、ERP 或 WMS 单独无法满足物料信息的自动录入和实时更新，而人工录入存在误差风险，通过定位系统的实时追踪和电子围栏的自动识别功能，可以大幅减少人工参与，提高生产自动化程度；智能物流管理依赖于叉车、AGV 等物流车辆的智能任务调度，定位系统与仓储管理系统的集成，使得这些物流车辆能够通过最优路径快速到达指定位置，结合自动识别技术，实现货物的自动出、入、移库操作，进一步提升物流作业效率及智能化管理水平。

2. 解决方案

利用定位中间件融合多种定位技术，实现全流程的生产和物流跟踪，是解决复杂生产和物流中细节管理的关键。该技术能对室内外各种资产管理对象（包括人员、设备、配件、物料、托盘、拖车、叉车等）进行无缝式位置感知。结合 RFID 和电子围栏功能，能实现对资产的快速自动识别，准确地将资产信息实时上传至业务系统，从而大幅降低错漏率，提升

数据的及时性和准确性，确保企业掌握真实的资产数据。

基于定位中间件的高集成和扩展性，可将定位系统与各类业务系统进行数据融合，实现物料在生产过程各个阶段的状态、数量、位置等信息的实时追踪，并对生产过程中的异常情况和质量问题进行实时告警。最终，以可视化的方式直观呈现这些数据，帮助企业实现对生产、物流及整个供应链各阶段情况的全流程透明化追踪。这种应用不仅提高了生产效率和物流管理的智能化水平，还为企业提供了更加精准的决策支持。

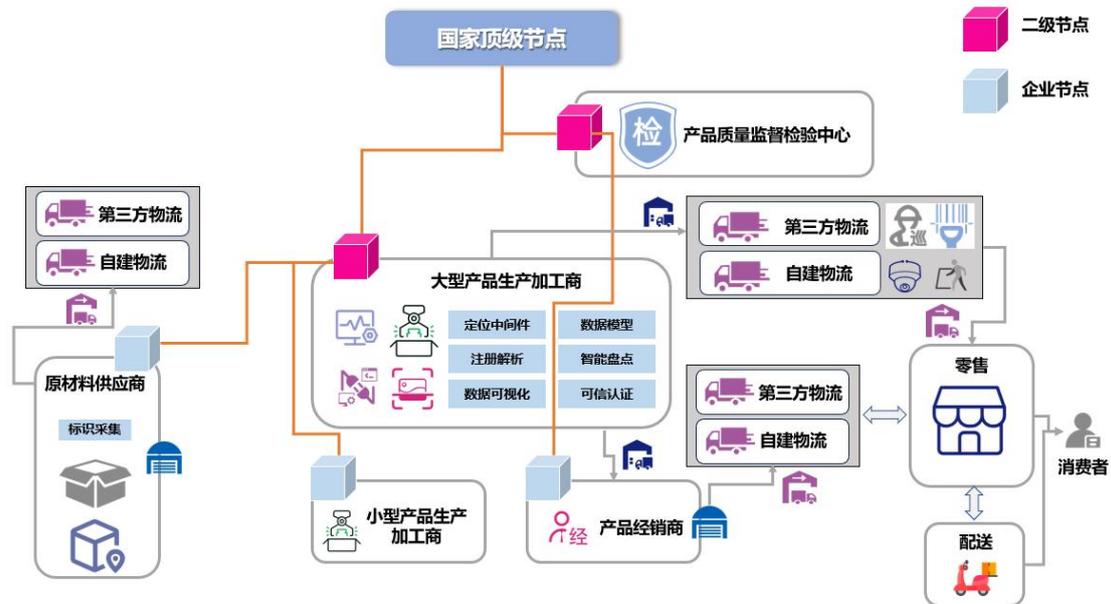


图 17 仓储物流可视精准管理标识解析实施参考

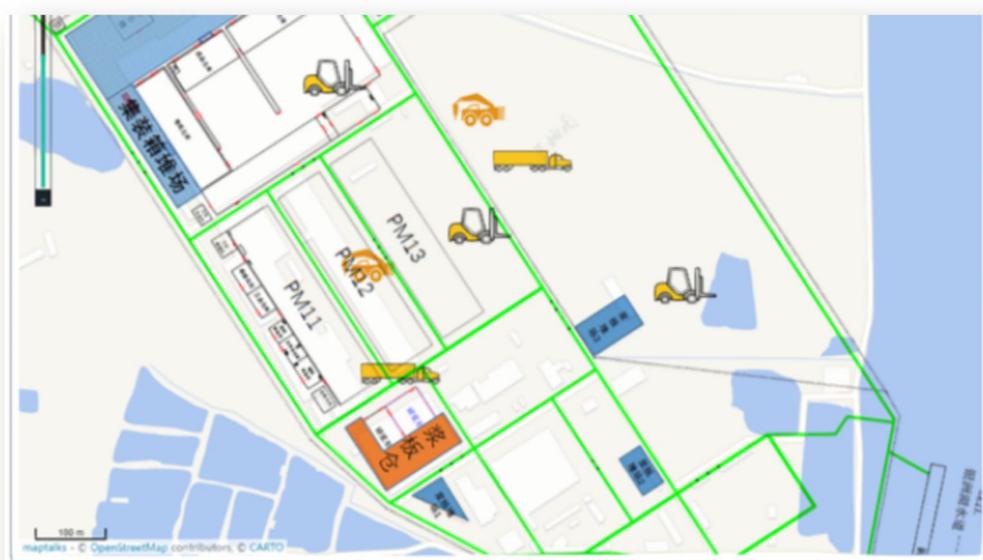
3. 典型案例及实施成效

案例 4: 仓储智能调度系统（清研讯科（北京）科技有限公司）

结合室外定位技术和室内 UWB 精准定位技术，实现对工作载具（叉车、转运车等）的实时追踪及监管。通过定位技术，结合空满载传感、称重传感实现物料自动出入库管理，增加转运车手动派单功能，把集装箱管理系统外的作业任务通过手动派单的方式录入系

统中，从而完善转运车的相关统计分析，同时弥补叉车入库的缺失数据和数据闭环。位置管理系统与车辆管理系统协同，对转运车工作量、工作状态等实时统计，实现车辆能效分析，提高管理效率，辅助决策支撑。

针对厂区内物流“多品种、小批量、多批次、高时效”的特点，通过 UWB 定位大幅优化仓储作业流程，保障高效、准确、低成本地履行订单，大幅提升消费者体验。与此同时通过合理的设计方案，完成补货、整箱拣货、拆零拣选、退货等物流作业，满足消费者越发多样化和个性化需求，助力企业降本增效，加固企业竞争力护城河。另外在定位管理的基础上结合 RFID、条形码等信息，实现货品仓储过程全要素数据的感知与追踪，打造并不断优化大数据分析平台，大幅提高电商企业物流仓储作业能力及效率；开发高度开放的 API 接口，通过与 WMS、CRM、PMS 等进行集成应用，提高电商企业整体供应链中人、车、物、料的无缝追踪、智能调配与高效协同。



基于定位中间件，采用室外定位技术和室内融合精准定位技术，

实现对工作载具的实时追踪及过程追溯，同时引入厂内智能物流管理系统，形成完整的车辆信息管理。通过定位数据与传感数据的结合，减少关键节点人员参与，提高工作效率，最终实现车辆作业管理透明化、智能化。

七、发展建议

（一）加强政策引导支持，释放资产追踪市场活力

加快构建基于工业互联网标识解析的资产追踪定位体系，充分释放资产定位市场潜力。资产追踪定位是工业互联网的重要应用之一，对于企业提高资产管理效率、提升生产效率和降低成本具有重要意义。政府应加强对资产追踪定位的政策引导和支持，鼓励企业加强资产管理，推动资产追踪定位技术的应用，建立和完善资产追踪定位的政策法规体系，为企业提供可靠的政策支持。发挥财政资金支持引导作用，在重点行业和领域部署相关重点研发计划等国家科技项目和重大工程，支持定位企业与金融机构对接合作，通过市场机制引导多方资本参与产业发展，加强揭榜挂帅工作创新引领能力，提供有效的产业发展支持。

（二）深化核心技术融合，赋能资产追踪定位应用

持续完善北斗、蜂窝网络、UWB、蓝牙等多类型定位技术与工业互联网标识解析的融合架构研究，开展异构数据融合定位中间件研发，构建工业资产全生命周期的动态跟踪体系，有效保障资产的来源可查、去向可溯，为企业提供高效的资产管理和追溯能力，进一步推动工业互联网的发展与创新。借助工业互联网标识解析服务，实现对资产信息的数字化管理和追溯，构建资产的全方位、全时段的动态跟踪，确保资产的安全性和可信度。

（三）加快关键标准研制，促进产业规范有序发展

推进建立资产追踪定位标准体系，建立行业统一的基于

工业互联网标识解析的资产追溯定位数据词典，规范资产追踪定位数据名称、数字类型定义和使用。加强基于标识解析的资产追踪定位基础通用标准、识别采集、定位引擎、中间交互、业务应用等不同环节以及运营管理、零部件协同、生产预警、仓储物流等不同场景的标准修订，填补工业互联网领域内相关标准空白。构建资产追踪定位数据流通及可信存证标准规范，提高多主体间数据流通效率，明确敏感数据使用权限、范围和范围，确保定位服务数据使用的安全合法性。

（四）布局重点设施研发，打牢资产追踪产品基础

强化工业互联网标识解析体系网络基础设施建设，构建资产追溯定位行业及场景的标识管理机制，制定资产追踪定位编码规范和企业对接标准办法，完善资产追踪定位标识注册、服务规范和解析节点的运行要求，建设一批面向资产追踪定位的二级节点运营机构。打造基于主动标识载体的定位感知一体化设备，赋予设备唯一可信身份标识，借助主动标识载体数据订阅、命令直达、身份认证等功能，融合多传感器、多定位模组设备及存证上链技术，构建安全可信的资产追踪定位体系，实现位置信息、环境信息和设备状态信息的多维数据感知。

（五）强化异构数据互信，增强资产追踪服务效能

开展基于工业互联网标识解析的资产追踪定位中间件研发，中间件作为多类型定位数据交互的桥梁，帮助异构数据间实现高效通信协作，保障数据以一致的方式进行传递接

收，提升数据的可用性和实时性。制定统一数据模版，促进不同数据源信息存储传输，有助于消除数据源间不匹配为题，降低数据整合难度，有利于实现数据要素安全、有序地互联互通。开发统一 API 接口，实现数据的无缝交互，提供对数据的访问控制和安全管控，有助于确保数据的机密性。统筹规划数据高质量发展路径，构建资产追溯定位监管平台，实现定位对象、定位设备、参与主体的多维身份认证和多层权限管理。

（六）增强国际交流合作，开创资产追踪国际市场

汇聚国际创新资源，加强技术研发和产业发展交流，鼓励国外企业和机构在中国开展基于工业互联网标识解析的资产追踪定位创新中心和制造基地等，推动产业国际化发展。积极参与资产追踪定位国际化标准活动，推动国内国际标准接轨，有效推动全球一体化发展进程。支持国内企业开拓海外市场，推广优秀产业和解决方案，建立跨国示范应用，打造国际化产业发展模式，助力工业互联网转型升级，带动一带一路经济发展，推动全球化进程。积极参与资产追踪定位国际标准研制，成立资产追踪定位领域国际专项工作组，把握国际规则话语权。