

“工业互联网”系列科普问答

一、什么是“工业互联网”？

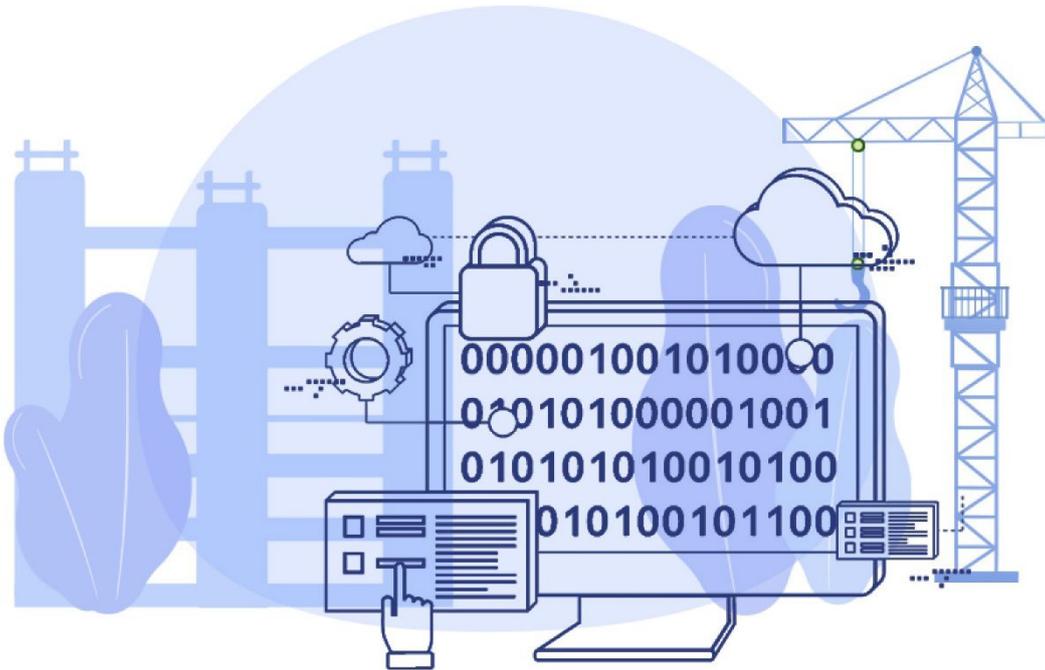


工业互联网（Industrial Internet）是新一代信息通信技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态，通过对人、机、物、系统等的全面连接，构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了实现途径，是第四次工业革命的重要基石。

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

当前，工业互联网融合应用向国民经济重点行业广泛拓展，形成平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理六大新模式，赋能、赋智、赋值作用不断显现，有力的促进了实体经济提质、增效、降本、绿色、安全发展。

二、为什么要发展“工业互联网”？



近年来，新一轮科技革命和产业变革快速发展，互联网由消费领域向生产领域快速延伸，工业经济由数字化向网络化、智能化深度拓展，互联网创新发展与新工业革命形成历史性交汇，催生了工业互联网。

加快发展工业互联网，促进新一代信息技术与制造业深度融合，是顺应技术、产业变革趋势，是加快制造强国、网络强国建设的关键抓手，是深化供给侧结构性改革、促进实

体经济转型升级，也是实现“碳达峰、碳中和”目标，持续推进可持续发展的客观要求。

从工业经济发展角度看，工业互联网为制造强国建设提供关键支撑。**一是**推动传统工业转型升级。通过跨设备、跨系统、跨厂区、跨地区的全面互联互通，实现各种生产和服务资源在更大范围、更高效率、更加精准的优化配置，实现提质、降本、增效、绿色、安全发展，推动制造业高端化、智能化、绿色化，大幅提升工业经济发展质量和效益。**二是**加快新兴产业培育壮大。工业互联网促进设计、生产、管理、服务等环节由单点的数字化向全面集成演进，加速创新方式、生产模式、组织形式和商业范式的深刻变革，催生平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等诸多新模式、新业态、新产业。

从网络设施发展角度看，工业互联网是网络强国建设的重要内容。**一是**加速网络演进升级。工业互联网促进人与人相互连接的公众互联网、物与物相互连接的物联网向人、机、物、系统等的全面互联拓展，大幅提升网络设施的支撑服务能力。**二是**拓展数字经济空间。工业互联网具有较强的渗透性，可以与交通、物流、能源、医疗、农业等实体经济各领域深度融合，实现产业上下游、跨领域的广泛互联互通，推动网络应用从虚拟到实体、从生活到生产的科学跨越，极大地拓展了网络经济的发展空间。

三、工业互联网包含哪些内容？

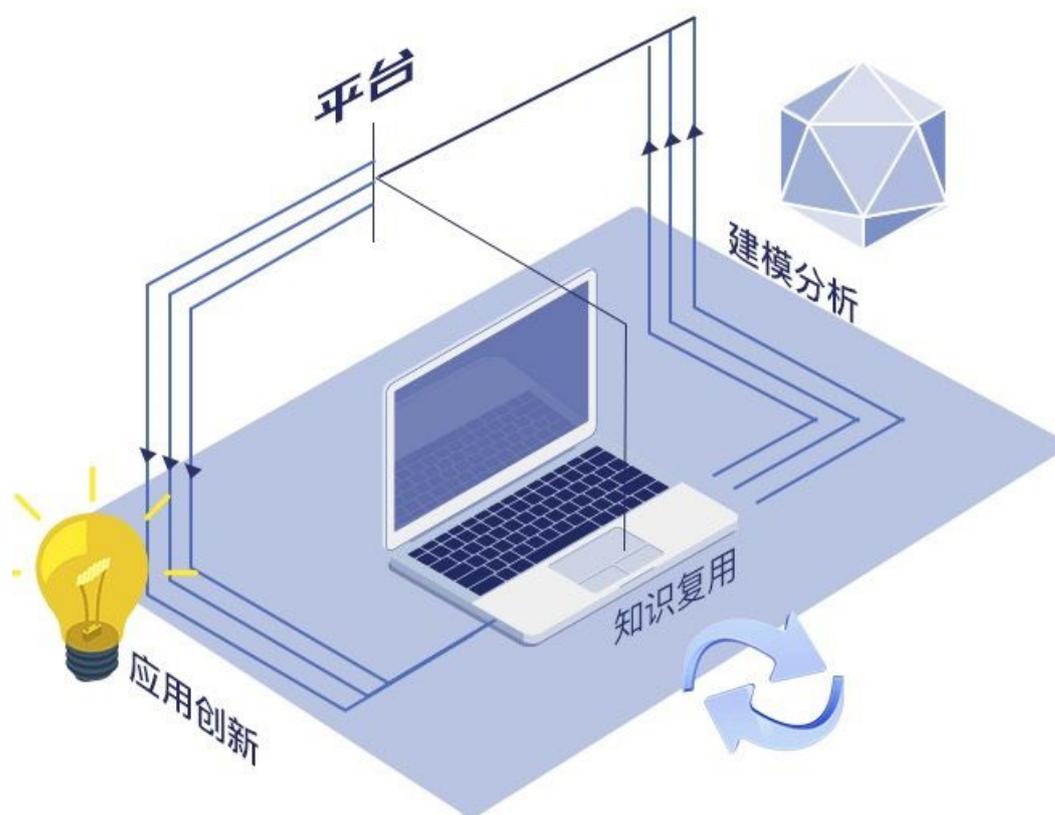
工业互联网包含了网络、平台、数据、安全四大体系，它既是工业数字化、网络化、智能化转型的基础设施，也是互联网、大数据、人工智能与实体经济深度融合的应用模式，同时也是一种新业态、新产业，将重塑企业形态、供应链和产业链。



网络体系是基础。工业互联网网络体系包括网络互联、数据互通和标识解析三部分。**网络互联**实现要素之间的数据传输，包括企业外网、企业内网。典型技术包括传统的工业总线、工业以太网以及创新的时间敏感网络（TSN）、确定性网络、5G 等技术。企业外网根据工业高性能、高可靠、高

灵活、高安全网络需求进行建设，用于连接企业各地机构、上下游企业、用户和产品。企业内网用于连接企业内人员、机器、材料、环境、系统，主要包含信息（IT）网络和控制（OT）网络。当前，内网技术发展呈现三个特征：IT和OT正走向融合，工业现场总线向工业以太网演进，工业无线技术加速发展。**数据互通**是通过对数据进行标准化描述和统一建模，实现要素之间传输信息的相互理解，数据互通涉及数据传输、数据语义语法等不同层面。其中，数据传输典型技术包括嵌入式过程控制统一架构（OPC UA）、消息队列遥测传输（MQTT）、数据分发服务（DDS）等；数据语义语法主要指信息模型，典型技术包括语义字典、自动化标记语言（automation ML）、仪表标记语言（Instrument ML）等。**标识解析体系**实现要素的标记、管理和定位，由标识编码、标识解析系统和标识数据服务组成，通过为物料、机器、产品等物理资源和工序、软件、模型、数据等虚拟资源分配标识编码，实现物理实体和虚拟对象的逻辑定位和信息查询，支撑跨企业、跨地区、跨行业的数据共享共用。我国标识解析体系包括五大国家顶级节点、国际根节点、二级节点、企业节点和递归节点。国家顶级节点是我国工业互联网标识解析体系的关键枢纽，国际根节点是各类国际解析体系跨境解析的关键节点，二级节点是面向特定行业或者多个行业提供标识解析公共服务的节点，递归节点是通过缓存等技术手段

提升整体服务性能、加快解析速率的公共服务节点。标识解析应用按照载体类型可分为静态标识应用和主动标识应用。静态标识应用以一维码、二维码、射频识别码（RFID）、近场通信标识（NFC）等作为载体，需要借助扫码枪、手机 APP 等读写终端触发标识解析过程。主动标识通过在芯片、通信模组、终端中嵌入标识，主动通过网络向解析节点发送解析请求。



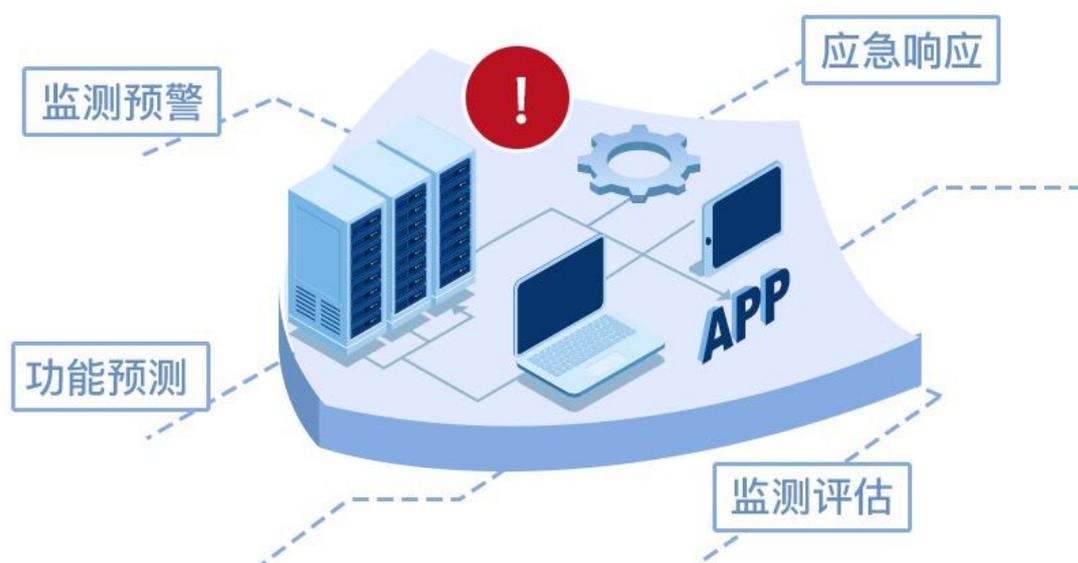
平台体系是中枢。工业互联网平台体系包括边缘层、IaaS、PaaS 和 SaaS 四个层级，相当于工业互联网的“操作系统”，有四个主要作用。**一是数据汇聚。**网络层面采集的多源、异构、海量数据，传输至工业互联网平台，为深度分析和应用提供基础。**二是建模分析。**提供大数据、人工智能分析的算

法模型和物理、化学等各类仿真工具，结合数字孪生、工业智能等技术，对海量数据挖掘分析，实现数据驱动的科学决策和智能应用。**三是**知识复用。将工业经验知识转化为平台上的模型库、知识库，并通过工业微服务组件方式，方便二次开发和重复调用，加速共性能力沉淀和普及。**四是**应用创新。面向研发设计、设备管理、企业运营、资源调度等场景，提供各类工业 APP、云化软件，帮助企业提质增效。



数据体系是要素。工业互联网数据有三个特性。**一是**重要性。数据是实现数字化、网络化、智能化的基础，没有数据的采集、流通、汇聚、计算、分析，各类新模式就是无源

之水，数字化转型也就成为无本之木。**二是专业性**。工业互联网数据的价值在于分析利用，分析利用的途径必须依赖行业知识和工业机理。制造业千行百业、千差万别，每个模型、算法背后都需要长期积累和专业队伍，只有深耕细作才能发挥数据价值。**三是复杂性**。工业互联网运用的数据来源于“研产供销服”各环节，“人机料法环”各要素，ERP、MES、PLC等各系统，维度和复杂度远超消费互联网，面临采集困难、格式各异、分析复杂等挑战。



安全体系是保障。工业互联网安全体系涉及设备、控制、网络、平台、工业 APP、数据等多方面网络安全问题，其核心任务就是要通过监测预警、应急响应、检测评估、功能测试等手段确保工业互联网健康有序发展。与传统互联网安全相比，工业互联网安全具有三大特点。**一是涉及范围广**。工业互联网打破了传统工业相对封闭可信的环境，网络攻击可直达生产一线。联网设备的爆发式增长和工业互联网平台

的广泛应用，使网络攻击面持续扩大。**二是**造成影响大。工业互联网涵盖制造业、能源等实体经济领域，一旦发生网络攻击、破坏行为，安全事件影响严重。**三是**企业防护基础弱。目前我国广大工业企业安全意识、防护能力仍然薄弱，整体安全保障能力有待进一步提升。

与消费互联网相比，工业互联网有着诸多本质不同。**一是**连接对象不同。消费互联网主要连接人，场景相对简单。工业互联网连接人、机、物、系统以及全产业链、全价值链，连接数量远超消费互联网，场景更为复杂。**二是**技术要求不同。工业互联网直接涉及工业生产，要求传输网络的可靠性更高、安全性更强、时延更低。**三是**用户属性不同。消费互联网面向大众用户，用户共性需求强，但专业化程度相对较低。工业互联网面向千行百业，必须与各行业各领域技术、知识、经验、痛点紧密结合。上述特点决定了工业互联网的多元性、专业性、复杂性更为突出，也决定了发展工业互联网非一日之功、难一蹴而就，需要持续发力、久久为功。

四、工业互联网有哪些典型应用模式？

工业互联网融合应用推动了一批新模式、新业态孕育兴起，提质、增效、降本、绿色、安全发展成效显著，初步形成了平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理六大类典型应用模式。



平台化设计是依托工业互联网平台，汇聚人员、算法、模型、任务等设计资源，实现高水平高效率的轻量化设计、并行设计、敏捷设计、交互设计和基于模型的设计，变革传统设计方式，提升研发质量和效率。



智能化制造是互联网、大数据、人工智能等新一代信息

技术在制造业领域加速创新应用，实现材料、设备、产品等生产要素与用户之间的在线连接和实时交互，逐步实现机器代替人生产，智能化代表制造业未来发展的趋势。



网络化协同是通过跨部门、跨层级、跨企业的数据互通和业务互联，推动供应链上的企业和合作伙伴共享客户、订单、设计、生产、经营等各类信息资源，实现网络化的协同设计、协同生产、协同服务，进而促进资源共享、能力交易以及业务优化配置。



个性化定制是面向消费者个性化需求，通过客户需求准确获取和分析、敏捷产品开发设计、柔性智能生产、精准交付服务等，实现用户在产品全生命周期中的深度参与，是以低成本、高质量和效率的大批量生产实现产品个性化设计、生产、销售及服务的一种制造服务模式。



服务化延伸是制造与服务融合发展的新型产业形态，指的是企业从原有制造业务向价值链两端高附加值环节延伸，从以加工组装为主向“制造+服务”转型，从单纯出售产品向出售“产品+服务”转变，具体包括设备健康管理、产品远程运维、设备融资租赁、分享制造、互联网金融等。



数字化管理是企业通过打通核心数据链，贯通生产制造全场景、全过程，基于数据的广泛汇聚、集成优化和价值挖掘，优化、创新乃至重塑企业战略决策、产品研发、生产制造、经营管理、市场服务等业务活动，构建数据驱动的高效运营管理新模式。

五、工业互联网在各行业中的应用发展情况如何？

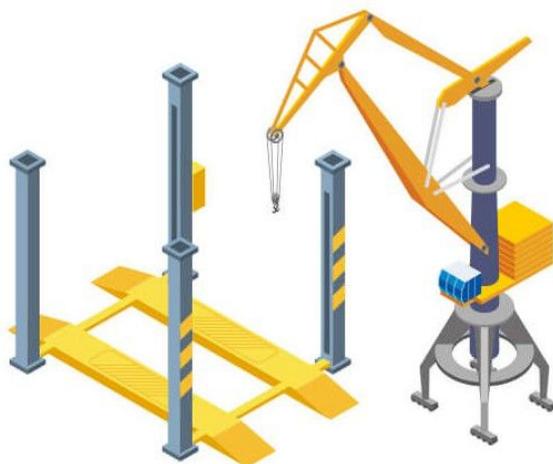
工业互联网目前已延伸至 40 个国民经济大类，涉及原材料、装备、消费品、电子等制造业各大领域，以及采矿、电力、建筑等实体经济重点产业，实现更大范围、更高水平、更深程度发展，形成了千姿百态的融合应用实践。



钢铁行业是国民经济支柱产业，制造流程长、工序多，生产分段连续，主要面临生产运营增效难、产能严重过剩、节能绿色低碳压力大、本质安全水平较低等痛点。中国宝武、鞍山钢铁、马钢集团等企业应用工业互联网积极探索生产工艺优化、多工序协同优化、多基地协同、产融结合等典型应用场景，一方面通过数据深度分析带动生产效率、质量和效益提升，另一方面实现多区域、多环节、多业务系统的协同响应与综合决策，通过模式创新实现新价值创造和新动能培

育。

工程机械行业



工程机械行业作为国民经济的重要行业，为建筑、制造、采矿等行业提供生产必需的机械装备和基础工具，具有产品复杂多样、生产过程离散、供应链复杂的特征，同时也面临着生产效率不高、产品运维能力较弱和行业同质化竞争严重等行业痛点。三一重工、徐工集团和中联重科等工程机械龙头企业积极应用工业互联网加快企业数字化步伐。通过工业互联网进行设备预测性维护、远程可视化管理，不仅降低了设备运维成本，提高了生产资源的动态配置效率，还在此基础上延伸出供应链金融、融资租赁等服务模式，实现“制造+服务”，带来新的增长空间。

家电行业



家电行业具有技术更新速度快、产品研发周期短、产品同质化程度高等特点，当前主要面临个性化需求满足困难、生产精度效率要求高、订单交付周期长、质量管控力度不足、库存周转压力等核心需求痛点。格力、海尔、美的、TCL等轻工家电企业依托工业互联网开展规模化定制、产品设计优化、质量管理、生产监控分析及设备管理等应用探索，提升用户交互体验、品质一次合格率与生产效率，节省设备运维成本，满足客户个性化需求。

电子信息行业



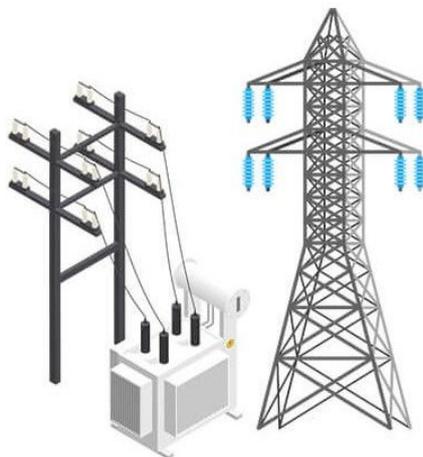
电子信息行业属于知识、技术密集型产业，产品细分种类多、生产周期短、迭代速度快，对品质管控、标准化操作与规范化管理、市场敏捷化响应等要求较高。中国电子、华为、中兴等通过工业互联网开展设备可视化管理、产品良率提升、库存管理优化、全流程调度优化和多工厂协同等典型应用探索，一方面通过机器视觉、大数据分析等新技术提升质量管理、设备故障诊断、产品库存管理等环节效率，另一方面通过建设互联工厂实现企业级决策优化和需求敏捷响应。

采矿行业



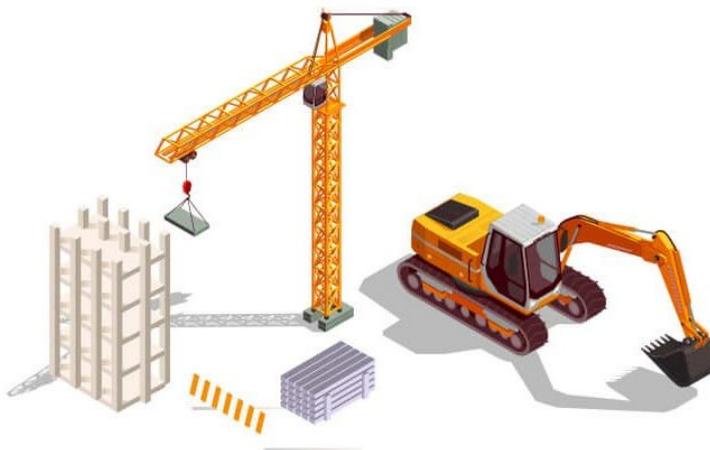
采矿行业是采掘、开发自然界能源或将自然资源加工转换为燃料、动力的工业，当前主要面临资源紧缺、安全监管与环保压力大、设备实时监控、精细化管理要求高等痛点。山西潞安新元煤矿、陕煤集团小保当煤矿、山东黄金三山岛金矿、内蒙古白云鄂博稀土矿等采矿企业利用“5G+工业互联网”，开展智能采掘与生产控制、环境监测与安全防护、井下巡检等，把人从危险繁重的工作环境中解放出来，促进了采矿行业绿色、安全生产。

电力行业



电力行业利用“5G+工业互联网”与发、输、变、配、用全环节融合，形成新型控制监测网络，优化流程工艺，大幅减少碳排放，降低了清洁能源并网的不确定性，同时提升电动汽车和微电网等主体的接入能力，降低了上下游企业和用能客户的成本。中国华能、南方电网、国家电网、正泰集团、特变电工等发电侧、电网侧和用电侧企业及机构纷纷开展探索，形成发电侧设备预警与节能增效、电网侧调度优化与全流程集成管控、用电侧服务提质与用电策略优化等典型应用模式，分别实现设备故障提前预测和主动维修、电能量数据可测和用电成本降低。

建筑行业



建筑行业具有项目建设周期长、资金投入大、项目关联方管理复杂、人员流动性强等特点，未来将走向以工业互联网、BIM 等技术综合应用支撑下的工业化、智能化、绿色化。中建科工、广联达、三一筑工、北京建谊等企业利用工业互联网，探索数字化协同设计与集成交付、虚实融合的施工协同管理、装配式建筑智能制造等应用，实现建设项目全过程的虚拟执行和优化调整，大幅提升设计效率、施工质量、成本进度控制和安全施工水平。另一方面，面向建筑本身能耗优化、安全应急和访问控制等需求，部分领先建筑企业通过工业互联网开展能耗管理、资产监测运维、虚拟演练等应用探索，实现智能化安全化运行。

六、自 2017 年我国大力推进工业互联网创新发展以来，有哪些大事记？



2017年10月18日至10月24日中国共产党第十九次全国代表大会在北京召开。习近平总书记在十九大报告中指出，加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。

2017年11月19日，经李克强总理签批的《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》正式印发，成为我国工业互联网发展的纲领性文件。

2017年12月8日，中共中央政治局就实施国家大数据战略进行第二次集体学习。习近平总书记在主持学习时指出，要深入实施工业互联网创新发展战略，系统推进工业互联网基础设施和数据资源管理体系建设，发挥数据的基础资源作用和创新引擎作用，加快形成以创新为主要引领和支撑的数字经济。

2018年2月2日，时任国务院副总理马凯出席2018工业互联网峰会开幕式并致辞，强调要把握新工业革命战略机遇，充分认识加快发展我国工业互联网的重要意义。

2018年2月24日，为贯彻落实《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，加快推进工业互联网创新发展，加强对有关工作的统筹规划和政策协调，经国家制造强国建设领导小组会议审议，决定设立国家制造强国建设领导小组工业互联网专项工作组。

2018年5月21日，工业互联网专项工作组第一次会议在京召开。时任工业互联网专项工作组组长、工业和信息化部部长苗圩主持会议。会议审议通过了《工业互联网发展行动计划（2018-2020年）》，并成立工业互联网战略咨询专家委员会。

2019年7月26日，工业和信息化部、教育部、应急管理部等十部门联合印发《加强工业互联网安全工作的指导意见》，围绕落实企业主体责任、健全制度机制、建设技术手段、强化数据安全保护等方面提出17项重点任务，推动构建责任清晰、制度健全、技术先进的工业互联网安全保障体系。

2019年10月18日，2019工业互联网全球峰会在辽宁沈阳召开。习近平总书记致贺信。习近平指出，当前，全球新一轮科技革命和产业革命加速发展，工业互联网技术不断

突破，为各国经济创新发展注入了新动能，也为促进全球产业融合发展提供了新机遇。中国高度重视工业互联网创新发展，愿同国际社会一道，持续提升工业互联网创新能力，推动工业化与信息化在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展。

2019年11月12日，时任工业和信息化部副部长陈肇雄与德国经济和能源部国务秘书努斯鲍姆，在德国柏林共同主持中德智能制造及生产过程网络化合作副部长级会议，并出席合作论坛。

2020年3月6日，工业和信息化部办公厅印发《推动工业互联网加快发展的通知》，提出加快新型基础设施建设、加快拓展融合创新应用、加快健全安全保障体系、加快壮大创新发展动能、加快完善产业生态布局、加大政策支持力度共6方面20项措施。

2020年11月20日，2020中国5G+工业互联网大会在湖北省武汉市开幕，习近平总书记致贺信。习近平指出，当前，全球新一轮科技革命和产业变革深入推进，信息技术日新月异，5G与工业互联网的融合将加速数字中国、智慧社会建设，加速中国新型工业化进程，为中国经济发展注入新动能，为疫情阴霾笼罩下的世界经济创造新的发展机遇。

2020年11月20日，中共中央政治局委员、国务院副总理刘鹤以视频连线形式出席2020中国5G+工业互联网大会

开幕式，宣读了习近平总书记的贺信并致辞。他表示，习近平总书记的贺信充分体现了党中央对5G+工业互联网产业发展的高度重视，要认真学习领会，坚决贯彻落实。

2020年12月22日，《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》经工业互联网专项工作组第二次会议审议通过正式印发，聚焦基础设施、融合应用、技术创新、产业生态、安全保障等五方面，制定了十一个重点行动和十项重点工程。

2020年12月25日，工业和信息化部印发《工业互联网标识管理办法》，旨在促进工业互联网标识解析体系健康有序发展，规范工业互联网标识服务，保护用户合法权益，保障标识解析体系安全可靠运行。办法包含20项条款，于2021年6月1日起实施。

2021年3月5日，李克强总理代表国务院在十三届全国人大四次会议上作政府工作报告，提出发展工业互联网。这是政府工作报告连续第四年对工业互联网作出部署。

2021年3月8日，在十三届全国人大四次会议第二次全体会议结束后，工业和信息化部党组书记、部长肖亚庆在“部长通道”回应工业互联网等热点问题，提出下一步发展工业互联网要打好基础、在融合上下功夫、把发展和安全平衡好。

2021年3月12日，《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》发布，提出

积极稳妥发展工业互联网，并将工业互联网作为数字经济重点产业，提出打造自主可控的标识解析体系、标准体系、安全管理体系，加强工业软件研发应用，培育形成具有国际影响力的工业互联网平台，推进“工业互联网+智能制造”产业生态建设。

2021年5月27日，采矿行业“5G+工业互联网”现场工作会在山西召开，工业和信息化部党组成员、副部长刘烈宏出席会议并讲话。会议系统总结创新成效，着力推进采矿等重点行业利用“5G+工业互联网”加快数字化转型。会上发布了《“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践》。