



智慧工厂离我们有多远？

——工业互联网的价值与探索

2021年7月

本期，集团研究院联合信产投共同对工业互联网进行了研究，主要观点如下：

1、在新一代信息技术与制造技术深度融合的背景下，在工业数字化、网络化、智能化转型需求的带动下，以泛在互联、全面感知、智能优化、安全稳固为特征的工业互联网应运而生。

2、工业互联网作为第四次工业革命的重要基石，已经成为各国推动制造业转型升级，增强综合国力的重要选择。美国、德国、日本、欧盟、印度和巴西等都出台了一系列相关政策，以支持行业发展。国内从2014年开始，相关政策密集落地，经过多年的发展，产业规模持续增长，体系建设不断完善、“5G+工业互联网”场景加速落地，总体发展速度较快。

3、企业借助工业互联网打造智慧工厂，可实现数字化管理、智能化生产、网络化协同、个性化定制和服务化延伸，进而可在第四次工业革命中占据潮头优势。

4、河南省委省政府高度重视工业互联网的发展。从2018年始针对工业互联网相继推出了多台政策信息。经过多年的发展，总体来看，河南省工业互联网产业规模大体上与自身

经济规模相当，位列全国第五。前景广阔，具备腾飞的基础条件。

5、工业互联网是实现国资国企数字化转型的典型抓手。2021年6月，依托河南信息产业投资有限公司组建的河南省国资国企信息和数智化发展中心正式揭牌。针对制造类企业，建议信产投可加快建设工业互联网，通过打造1-2个制造类企业示范样板为河南省国资国企数字化转型提供典型案例模板。

6、集团涉足工业互联网的发展建议。随着工业互联网的不断渗透，或将激发管理模式、生产模式、商业模式甚至创新模式的改变；当前工业互联网还处于推行试点的初期，面临着“试点困境”问题，如何突破现有的“数据孤岛”、“部门孤岛”，需要不断理清实施路径，推动生态协作促进产业发展。建议集团一是加强资本运作和投资布局，综合考虑未来产业的布局、产业链布局和承担的战略任务目标等因素，可优先考虑通过资本运作的方式扶持板块内制造业企业提升各自在产业生态的位置。二是加强统筹规划和内部协同，利用集团内部产业业态多、场景丰富、传统产业占比较高优势，优先考虑进行生产线智能化改造，探索建设智能车间、智能工厂、智能化示范园区。

目 录

一、工业互联网是什么？	5
1、什么是工业互联网？	5
2、工业互联网的战略意义.....	6
3、工业互联网与产业数字化.....	6
二、工业互联网有什么？	8
1、工业互联网技术体系简述.....	8
2、工业互联网标识解析体系.....	9
3、“星火·链网”加速工业互联网应用落地.....	10
4、工业互联网涉及到的主要技术.....	10
三、工业互联网能做什么？	12
1、推动企业数字化管理	12
2、提升智能化生产水平	13
3、加强生产网络化协同	13
4、延伸服务范围和边界	13
5、打造个性化定制空间	14
四、工业互联网发展现状	14
1、全球工业互联网发展概述.....	14
2、我国工业互联网整体发展情况.....	16
2、河南省工业互联网发展现状.....	20
五、工业互联网产业链分布与投融资情况	20
1、工业互联网产业链结构.....	20
2、国内主要行业协会机构.....	22
3、重点企业分布	23
4、行业投融资情况	24
六、典型企业及典型案例分析	26

1、行业内工业互联网主要玩家.....	26
2、典型案例分析：海尔创新—基于用户全流程参与体验的互联工厂.....	29
七、工业互联网的挑战和机遇.....	31
1、新基建为工业互联网发展带来机遇.....	31
2、工业互联网发展遇到的困难与障碍.....	33
八、发展工业互联网的思考与建议.....	36
1、相关思考.....	36
(1) 随着工业互联网的不断渗透，或将激发模式改变.....	36
(2) “试点困境”务须重点突破.....	38
(3) 理清路径保障实施落地.....	38
(4) 生态协作促进产业发展.....	39
2、集团涉足工业互联网的发展建议.....	40
(1) 加强资本运作和投资布局.....	40
(2) 加强统筹规划和内部协同.....	40

一、工业互联网是什么？

1、什么是工业互联网？

2012 年，美国通用电气公司在提出“工业互联网”概念时是这么说的：“工业互联网，就是把人、数据和机器连接起来”。也就是说，**工业互联网的三要素，是人、数据、机器。**

工业互联网的本质，就是通过开放的、全球化的通信网络平台，把设备、生产线、员工、工厂、仓库、供应商、产品和客户紧密地连接起来，共享工业生产全流程的各种要素资源，使其数字化、网络化、自动化、智能化，从而实现效率提升和成本降低。工业互联网平台可以划分为 IaaS 平台、通用 PaaS 平台、工业 PaaS 平台、SaaS 平台等四类，其主要构建者包括信息技术企业、自动控制与软件企业、装备制造企业、生产制造企业、创业企业等五类不同企业。

全球工业互联网发可分为 4 个阶段：

第一阶段是在 60-80 年代，实现了网络的发明以及机器和机器之间的互联；

第二阶段是在 90 年代，实现了工业网络协议以及操作系统的发布，以及物联网的提出并且工业设备逐渐联网；

第三阶段是在 2000 年初，云计算以及通信独

立架构协议的形成,并且工业互联网支撑体系逐步形成;

第四阶段是2010年到至今,工业互联网雏形的形成和发展。

2、工业互联网的战略意义

工业互联网对我国经济发展有着重要意义。

一是化解综合成本上升、产业向外转移风险。

通过部署工业互联网,能够帮助企业减少用工量,促进制造资源配置和使用效率提升,降低企业生产运营成本,增强企业的竞争力。

二是推动产业高端化发展。加快工业互联网应用推广,有助于推动工业生产制造服务体系的智能化升级、产业链延伸和价值链拓展,进而带动产业向高端迈进。

三是促进创新创业。工业互联网的蓬勃发展,催生出网络化协同、规模化定制等新模式新业态,促进一二三产业、大中小企业开放融通发展,进而打造出新的增长点。

3、工业互联网与产业数字化

随着全球数字化进程加速,我国数字经济政策体系加速演进,数字经济成为构筑经济增长关键支撑,产业数字化成为壮大数字经济发展的核心引擎,工业互联网成为数字化转型的路径和方法论。

目前,工业互联网在各个垂直行业的应用实践覆盖更加全面,并逐步由制造业向非制造业延伸。据统计,我国工业互联网已覆盖 41 个国民经济重点领域,其中,已覆盖工业领域的 37 个大类和制造业的 28 个大类。工业互联网的应用模式逐步清晰,探索形成了智能化制造、网络化协同、服务化延伸、个性化定制、数字化管理五大典型工业互联网应用模式,实现了“信息化补课+数字化提升+智能化突破”并举的工业互联网应用实践。

(1) 实现数字化转型的重要抓手

数字化转型是一项涉及数据、技术、流程、组织等的复杂系统工程,通过数字化转型,企业可进一步提升技术创新能力,有利于新产品培育、新模式扩展等。工业互联网为数字化浪潮底下工业体系和互联网体系的深度融合的产物,通过数据创造价值,也为制造企业带来全面生产模式变革,从生产关系到生产力的转变,人机料法环等生产要素数字化,驱动车间协作和全流程透明信息贯穿,实现降本增效提质减存,助力企业实现数字化转型。

(2) 推动数字化转型的基本路径

工业互联网是一个数字化转型的基本路径和方法论。物理系统或 IT 系统中采集的数据有效结合形成一个数据模型,这样,传统工业知识和新技术通过结合构成了一个新的方法论,通过经济描

述、诊断、洞察、预测、优化，形成了从设备到系统，到车间到企业，到产业链价值优化的过程，这是工业互联网基本的要义，也是实现数字化转型的基本方法论。

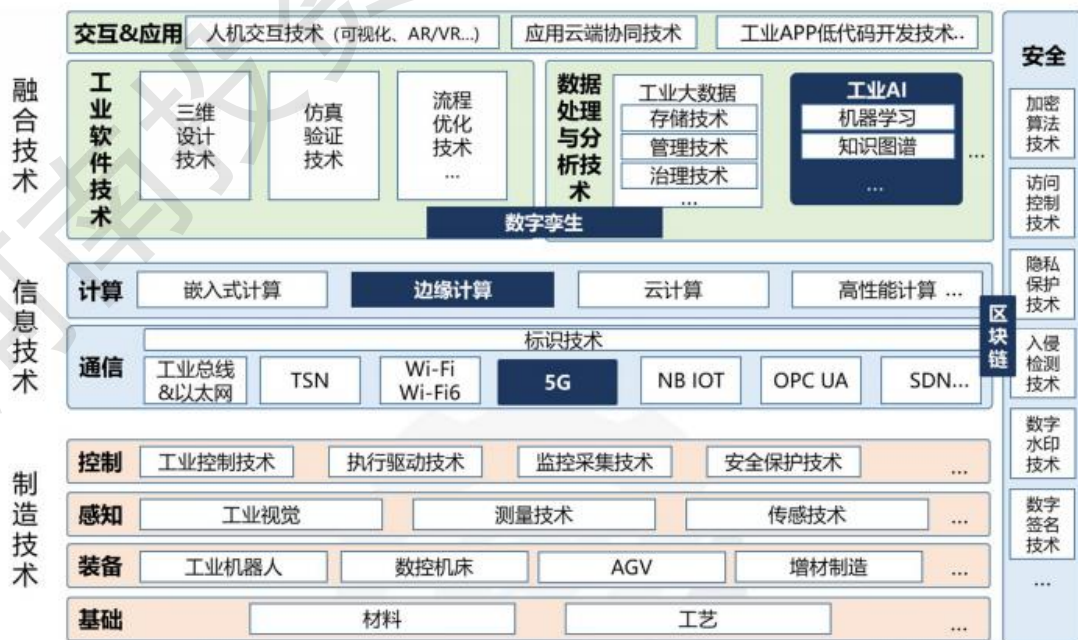
(3) 推动数字化转型的管理工具

随着工业互联网的应用，企业的经营和生产流程也会出现颠覆式改变。类似于仓库管理系统，设备运维系统，销售管理系统等一系列工业软件系统，他们的集成式应用将会极大提升整个企业管理流转的工作效率，这样的企业管理节奏是传统企业管理很难企及的。

二、工业互联网有什么？

1、工业互联网技术体系简述

图表 1：工业互联网技术体系



资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

工业互联网技术体系是支撑功能架构实现、实施架构落地的整体技术框架，由制造技术、信息技术以及两大技术交织形成的融合性技术组成。

制造技术和信息技术的突破是工业互联网发展的基础。制造技术和信息技术的融合强化了工业互联网的赋能作用，催生工业软件、工业大数据、工业人工智能等融合性技术，使机器、工艺和系统的实时建模和仿真，产品和工艺技术隐性知识的挖掘和提炼等创新应用成为可能。

2、工业互联网标识解析体系

工业互联网标识是建立工业互联网新连接的重要前提。标识是工业互联网的‘身份证’，是连接数字与物理对象相关信息的入口，是实现工业全要素、各环节信息互通的关键支撑，也是产业发展的重要基石。通过建立工业互联网标识解析体系，可以实现全球供应链系统和企业生产系统精准对接、产品全生命周期管理和智能化服务。

2018 年底，北京、上海、广州、武汉、重庆 5 大标识解析国家顶级节点正式运行；2020 年，南京、贵阳灾备节点建设正式启动。截至目前，标识注册量超 200 亿，日均解析量超 2500 万次。二级节点已达 134 个，覆盖 22 省 42 个行业，包含船舶、集装箱、石化、食品、医疗器械等领域，接入工业

互联网标识解析体系的企业数量超 15000 家，这标志着国家工业互联网标识解析体系已初步建成，赋能效应初步显现。

3、“星火·链网”加速工业互联网应用落地

“星火·链网”以代表产业数字化转型的工业互联网为主要应用场景，以网络标识这一数字化关键资源为突破口，将推动区块链的应用发展，实现新基建的引擎作用。

“星火·链网”采用许可公有链构建的区块链标识基础设施主要包括监管节点、超级节点和骨干节点及其子链平台，通过内置的标识管理能力向整个接入的区块链网络提供标识基础服务进而提供跨链互通能力。超级节点面向政府和企业提供服务支撑，骨干节点面向政府、企业、开发者和个人开放，推进星火·链网应用生态落地实施。

4、工业互联网涉及到的主要技术

工业互联网技术体系要支撑实施框架解决“在哪做”、“做什么”、“怎么做”的问题。随着新一代信息技术的自身发展和面向工业场景的二次开发，5G、边缘计算、区块链、工业人工智能、数字孪生成为影响工业互联网后续发展的核心重点技术和不可或缺的组成部分。

(1) 5G 通信

5G 技术是网络连接技术的典型代表，推动无线连接向多元化、宽带化、综合化、智能化的方向发展。5G 技术对工业互联网赋能作用主要体现在两个方面：一方面，5G 低延时、高通量特点保证海量工业数据的实时回传；另一方面，5G 的网络切片技术能够有效满足不同工业场景连接需求，降低平台应用落地的技术门槛。

在 5G+工业互联网的典型场景方面进展迅速，体现出 5G 变革型的赋能意义，也为 5G 技术标准的进一步迭代提供了依据。“5G+工业互联网”的应用发展将经过预热、起步、成长、规模化 4 个阶段，当前正是从 0 到 1 的关键适配期。

(2) 边缘计算

边缘计算技术是计算技术发展的焦点，通过在靠近工业现场的网络边缘侧运行处理、分析等操作，就近提供边缘计算服务，能够更好满足制造业敏捷连接、实时优化、安全可靠等方面的关键需求，改变传统制造控制系统和数据分析系统的部署运行方式。

边缘计算技术对工业互联网赋能作用主要体现在两个方面：一方面，工业设备之间的连接需要边缘计算提供“现场级”的计算能力，实现各种制式的网络通信协议相互转换、互联互通；另一方面

提高工业数据计算的实时性和可靠性。

（3）区块链

区块链技术是数字加密技术、网络技术、计算技术等信息技术交织融合的产物，能够赋予数据难以篡改的特性，进而保障数据传输和信息交互的可信和透明，有效提升各制造环节生产要素的优化配置能力，加强不同制造主体之间的协作共享，以低成本建立互信的“机器共识”和“算法透明”，加速重构现有的业务逻辑和商业模式。

（4）数字孪生

数字孪生是制造技术、信息技术、融合性技术等交织融合的产物，其将不同数据源进行实时同步，并高效整合多类建模方法和工具，实现多学科、多维度、多环境的统一的建模和分析，是工业互联网技术发展的集大成者。

三、工业互联网能做什么？

1、推动企业数字化管理

随着信息技术的飞速发展，识别、计量与管理海量数据的算法、算力不断完善，数据的价值被充分释放，逐渐成为企业重要的生产要素。企业可基于平台开展数字化管理，打通研发、生产、管理、服务等环节，实现设备、车间、物流等数据的泛在采集，推动全生命周期、全要素、全产业链、全价

值链的有效连接，打造状态感知、实时分析、科学决策、精准执行的数据流动闭环，辅助企业进行智能决策。

2、提升智能化生产水平

工业互联网平台作为连接“人机料法环”等全生产要素的重要载体，全流程贯通的数据流可以完整、实时、动态地反映现实生产全过程，通过调用工业机理模型可以实时分析工业生产运转情况，实时对生产进行调整优化，实现动态交互的生产优化。

3、加强生产网络化协同

工业互联网利用大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术将各生产要素、企业与企业、企业与社会连接起来，构建产品全生命周期的泛在连接，将各生产环节和制造主体统筹起来运作，打通数据孤岛，形成数据连通体系，以数据的自由流动化解工业场景中的不确定性。

4、延伸服务范围 and 边界

传统的制造企业以生产制造为中心。随着市场竞争不断加剧，生产力大幅提升，供需关系发生转变，产品生产能力已经不再是企业提高市场占有率的唯一考量，客户往往更加关注企业基于产品提供的服务质量。因此，制造企业的定位逐渐从制造商

向服务商转变，业务范围从单纯的生产加工向提供设备运营维护、支撑业务管理决策、满足客户多样化需求等服务环节延伸，增加产品附加价值，塑造企业综合优势。

5、打造个性化定制空间

用户中心化是个性化定制的本质。当前，企业价值链正加速由以产品为中心向以用户为中心转变。一是用户地位由被动变主动。在个性化定制新模式中，用户由被动接受标准化产品向主动主导产品供给转变，深度参与产品设计、制造和装配等环节，大幅提高消费自由度。二是出售产品由标准化变个性化。以往制造企业主要面向重点大客户提供统一化、模块化的拳头产品，而长尾经济理论则启示制造企业要同时兼顾具有个性化、定制化需求的用户，挖掘更广阔市场空间。三是服务边界由销售部门变企业全部门。用户与制造企业分离的边界点由前端销售部门不断向企业内部延伸，研发、生产、运维等部门以用户定制需求信息为依据，合理安排相关工作，全程响应用户需求。

四、工业互联网发展现状

1、全球工业互联网发展概述

工业互联网是重要的基础设施，工业互联网平台是制造业智能化转型开展的载体。美国、德国、

日本和中国等世界主要工业大国都发布了各自的工业互联网参考架构。各国的工业互联网参考架构既具有共性，又相互借鉴，同时由于各国制造业、信息技术产业发展的条件、优势不同，工业互联网参考架构在名称表述、优势、形成与推动力量、重点应用领域等方面也存在差异。

从全世界范围来看，工业互联网的提出已有近八年时间，德国政府基于机械、电子、自动控制和工业管理软件等方面的优势，推出“工业4.0”国家计划；法国政府先后推出“新工业法国”和“新工业法国II”，布局数字制造、智能制造，带动商业模式变革。此外，还有日本政府提出的“日本：制造白皮书”和英国政府提出的“英国制造2050”等。我国政府也推动了三年时间，但仍然是一个正在完善中的新事物。工业互联网平台以及智能制造的发展需要国内、国外众多领域的企业、科研机构、公共服务机构共同参与，需要建立广泛的连接和数据共享，因此需要建立工业互联网参考架构，在平台接口、网络连接、数据标准、信息安全等方面达成共识，实现参与者之间的“互联互通”；同时，工业互联网平台的建设和运营也需要多方企业的参与，形成不同的层次和不同的类型。

2、我国工业互联网整体发展情况

(1) 政策定位不断上升

在过去数年中，国内工业互联网政策发展主要经历了两化（信息化和工业化）融合阶段、“互联网+”阶段和新基建阶段，定位不断上升。

“互联网+”阶段（2015-2018），工业互联网政策密集出台，政策内容延伸为“充分发挥互联网在促进产业升级以及信息化和工业化深度融合中的平台作用”、“增强工业互联网产业供给能力，持续提升我国工业互联网发展水平，深入推进‘互联网+’”。

新基建阶段（2018 年至今），工业互联网政策定位进一步升级，在十四五规划等面向未来的纲领性文件中，工业互联网被定位为重要的新型基础设施。

图表 2：我国工业互联网发展情况概述

发展阶段	政策文件	时间	主要内容
两化融合阶段 (2013-2015)	《信息化和工业化深度融合专项行动计划（2013-2018 年）》（工信部信〔2013〕317 号）	2013. 8	提出深化物联网、互联网在工业中的应用，促进工业全产业链、全价值链信息交互和集成协作。
“互联网+”阶段 (2015-2018)	《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》（国发〔2015〕40 号）	2015. 7	充分发挥互联网在促进产业升级以及信息化和工业化深度融合中的平台作用，推动生产方式和发展模式变革。
	《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》	2017. 1 1	增强工业互联网产业供给能力，持续提升我国工业互联网发展水平，深入推进

			“互联网+”，形成实体经济与网络相互促进、同步提升的良好格局。
	《工业互联网 APP 培育工程实施方案（2018-2020 年）》（工信部信软〔2018〕79 号）	2018.4	突破一批工业技术软件化共性关键技术，构建工业 APP 标准体系，培育出一批具有重要支撑意义的高价值、高质量工业 APP，形成一批具有国际竞争力的工业 APP 企业。
新基建阶段 (2018-至今)	2018 中央经济工作会议	2018.1 2	加快 5G 商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设。
	《2020 年政府工作报告》	2020.5	重点支持既促消费惠民生又调结构增后劲的“两新一重”建设。
	《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》	2020.1 1	系统布局新型基础设施，加快第五代移动通信、工业互联网、大数据中心等建设。
	《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023 年)》	2021.1	统筹工业互联网发展和安全，提升新型基础设施支撑服务能力，拓展融合创新应用，深化商用密码应用，增强安全保障能力，壮大技术产业创新生态，实现工业互联网整体发展阶段性跃升。

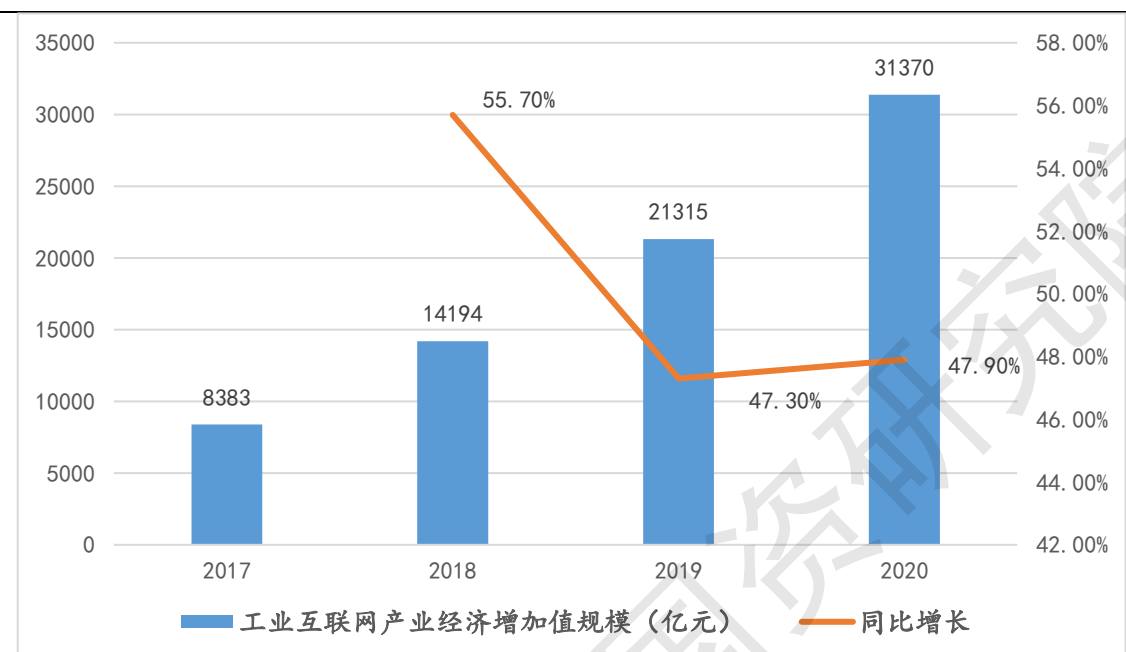
资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

(2) 产业规模持续增长

根据中国信通院的数据，中国工业互联网产业经济增加值规模保持高速增长。2017 年，中国工业互联网产业增加值规模为 8,383 亿元。在经历了 2018 年和 2019 年 55.7%和 47.3%的高速增长后，2019 年，中国工业互联网产业经济增加值规模已经达到 21,315 亿元。2020 年，虽然受到新冠肺炎疫情影响，中国工业互联网产业经济增加值规模仍

预计保持高速增长，规模达 31,370 亿元。

图表 3：2017-2020 年工业互联网产业经济增加值规模



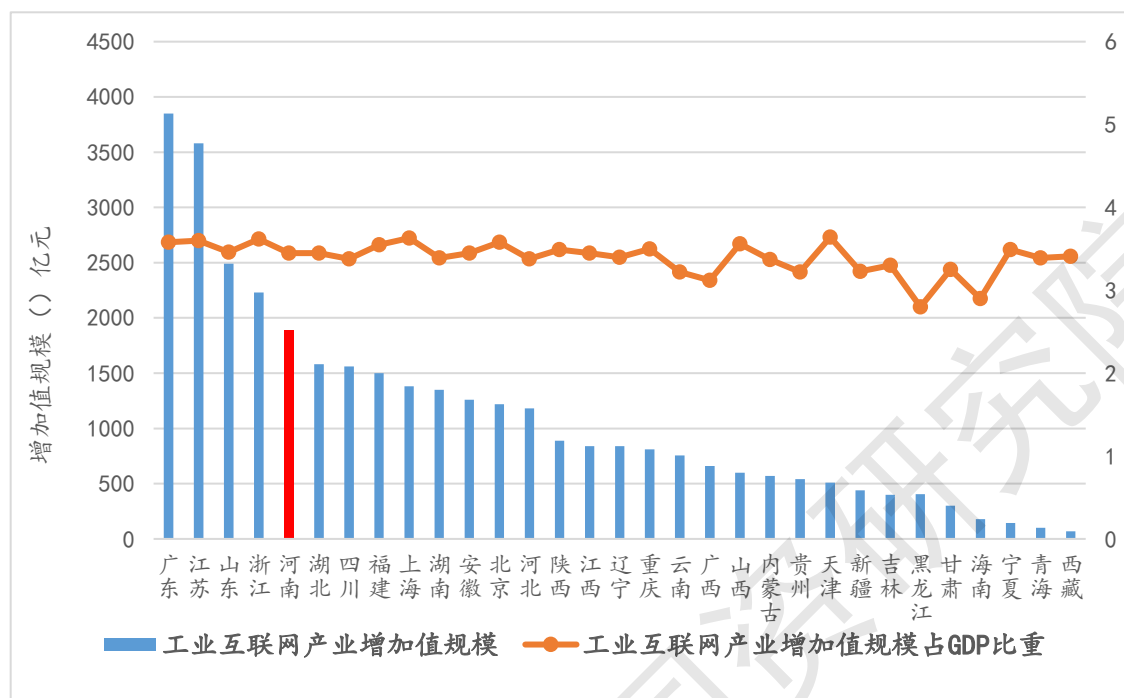
资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

(3) 体系建设不断完善

截至 2020 年 12 月，我国已有 25 个省（直辖市、自治区）出台标识解析技术和产业发展扶持政策，开展产业布局。除了北京、上海、广州、重庆、武汉五大工业互联网标识解析国家顶级节点以外，全国二级节点已经达到了 77 个，覆盖了 22 个省级的行政区、28 个行业。

此外，我国还建成超过 70 个有影响力的工业互联网平台，连接工业设备 4,000 万套，开发工业 APP 25 万余个。一项又一项成绩，标志着我国工业互联网体系建设正在不断完善，并加速走向成熟。

图 4：2019 年我国各省市工业互联网增加值规模



资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

(4) “5G+工业互联网”加速场景落地

在工信部《“5G+工业互联网”512 工程推进方案》的推动下，多省市相继出台“5G+工业互联网”发展促进政策，“5G+工业互联网”建设不断提速。

《中国 5G+工业互联网发展报告（2020 年）》显示，截至 2020 年 11 月，全国已建成 5G 基站近 70 万个，应用于工业互联网的 5G 基站 3.2 万个，占比 4.57%；基础电信企业和工业企业对接在建“5G+工业互联网”项目超 1,100 个。5G 融合技术已经全面应用于工业互联网的各大核心环节，并正在赋能汽车、家电、港口等众多场景迭代发展。

2、河南省工业互联网发展现状

河南省高度重视工业互联网的发展。2018年4月，河南省人民政府印发了《河南省智能制造和工业互联网发展三年行动计划（2018—2020年）》。紧接着在2020年9月，印发了《河南省推进“5G+工业互联网”融合发展实施方案》。经过多年的发展，总体来看，河南省工业互联网产业规模大体上与自身经济规模相当，位列全国第五。

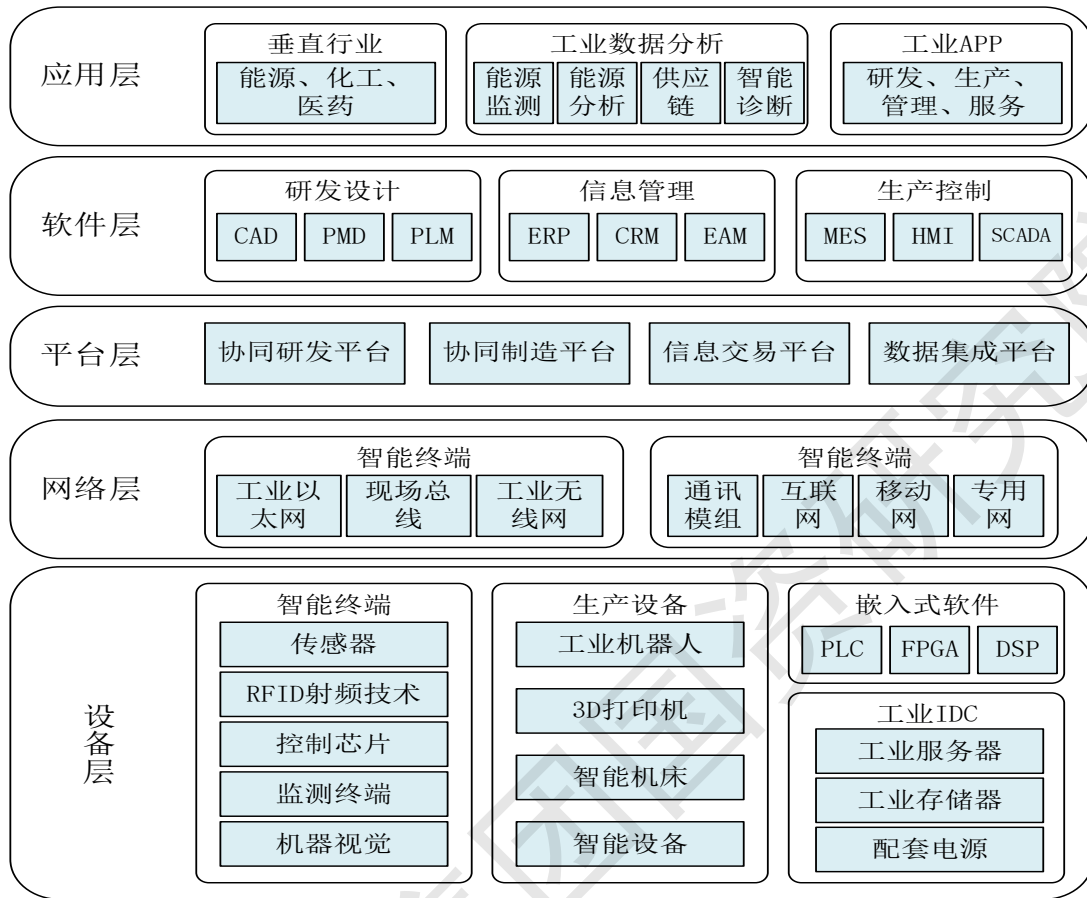
截止2021年5月，河南省已建成洛阳、漯河、许昌等三个工业互联网标识解析二级节点，建成综合性工业互联网平台1个，完成培育行业工业互联网平台24个，服务企业1.3万家。河南省通信管理局某位领导表示：河南省5G+工业互联网产业发展良好，前景广阔，具备腾飞的基础条件。

五、工业互联网产业链分布与投融资情况

1、工业互联网产业链结构

整体看，工业互联网具有很长的产业链，且工业互联网的产业链协同性很强，上游通过智能设备实现工业大数据的收集，在通过中游工业互联网平台进行数据处理，才能在下游企业中进行应用。任何一个环节缺失都会导致产业链的效用丧失。

图表 5：工业互联网产业链结构



资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

具体来讲，工业互联网产业链可分为设备层、网络层、平台层、软件层、应用层和安全体系等六大部分构成；

其中，设备层属于产业链的上游。主要是硬件设备，提供平台所需要的智能硬件设备和软件，主要有传感器、控制器；工业级芯片；智能机床；工业机器人等。

网络层是指包括工厂内部和外部的通信；

平台层包括了协同研发、协同制造、信息交易和数据集成等工业云平台；

软件层包括了研发设计、信息管理和生产控制软件，是帮助企业实现数字化价值的核心环节；

应用层是包括了垂直行业应用、流程应用及基于数据分析的应用；

而安全体系则是渗透于以上各层中，是产业重要的支撑保障。这些层共同组成了互联网平台，在产业链的中游。

而下游应用场景是工业互联网典型应用场景的工业企业，如高耗能设备、通用动力设备、新能源设备、高价值设备和仪器仪表专用设备等等。

2、国内主要行业协会机构

(1) 工业互联网产业联盟

为加快我国工业互联网发展，推进工业互联网产学研用协同发展，在工业和信息化部指导下，2016年2月1日由工业、信息通信业、互联网等领域百余家单位共同发起成立工业互联网产业联盟。在全体成员的共同努力下，联盟成员数量超过1900家。

(2) 产业互联网发展联盟

中国产业互联网发展联盟（Internet+ Development Association of China，简称“IDAC”）是由从事产业互联网融合创新（互联网+）的技术、产品研发、研究、服务及相

关业务的企业、科研院所、服务机构自愿组成的全国性的非营利社会组织。

3、重点企业分布

在工业互联网产业链中，不仅仅是传统IT企业，而且运营商和通信设备提供商、互联网巨头、传统工业设备厂商、芯片企业和创业公司都参与这场“盛宴”。

平台层和软件层作为工业互联网核心，市场相对集中的平台厂商具有较好投资价值。鉴于物联网产业呈现出非常明显的碎片化特征，市场集中度有限，龙头效应不明显，平台层不仅是产业链上下游非常关键的一个环节，同时连接管理平台（CMP）因为直接和运营商、云计算厂商对接，市场集中度相对较高，投资价值更佳。相关受益标的包括制造类企业海尔智家、三一重工（树根互联）、工业富联；软件企业用友、东方国信等。

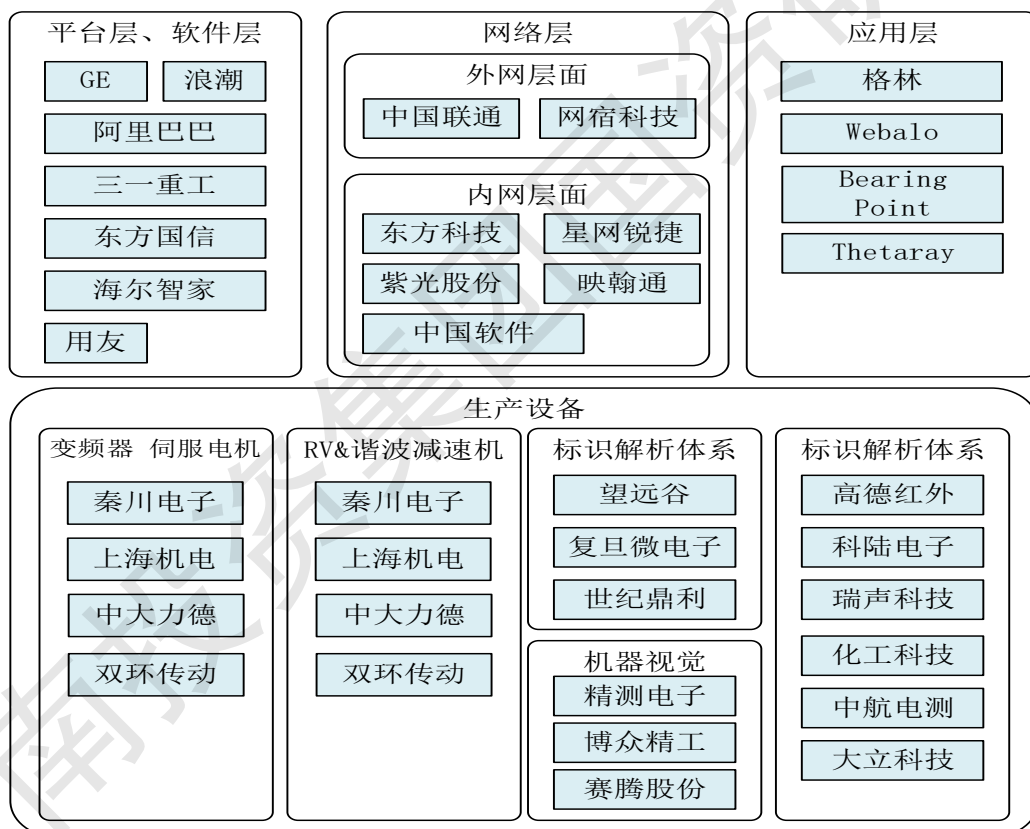
网络层则分为内网、外网，尤其内网其产业链代表企业所占市场份额已较为稳定，主要代表企业有东土科技、中国软件、紫光软件等；

应用层是依托平台快速创建应用的服务能力。面向不同行业不同场景，以及更多工

业领域提供海量工业 APP 应用，典型企业如格林、Webalo、Bearing Point、ThetaRay。

生产设备层看，其主要包括变频器、伺服电机、减速器以及前端信息采集系统，整体看，该领域分布企业格局较不稳定，市场有待进一步竞争已达成较为稳定的梯队格局。

图表 6：工业互联网产业链各环节重点企业分布



资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

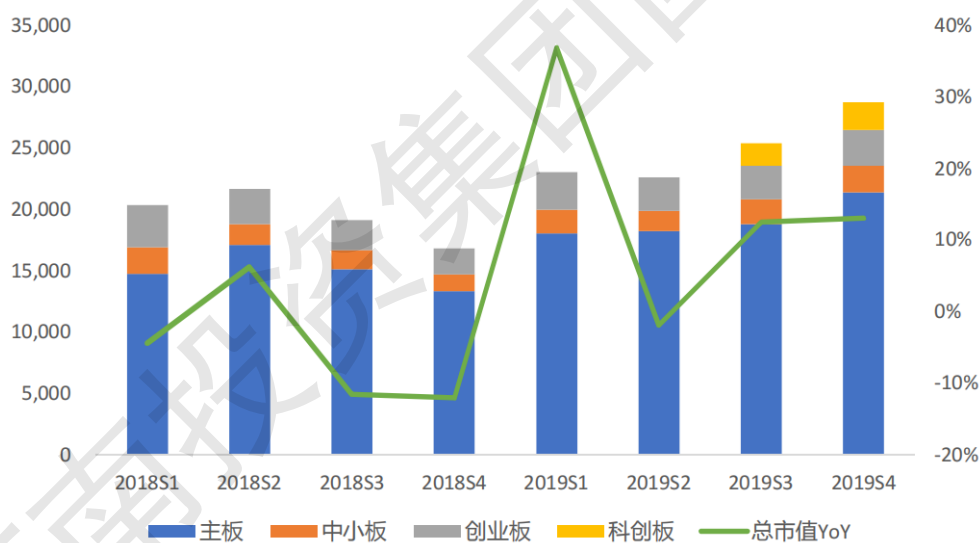
4、行业投融资情况

融资方面：截止 2019 年底，在各大板块上市的工业互联网企业累计有 100 家，公司总市值达到万亿级规模，同比增长 70.59%。其中，小板、创

业板、科创板均有上市，股权融资相对活跃。

2018年11月，习近平总书记提出要在上海证券交易所设立科创板并实施试点注册，6月13日上午，科创板宣布开板，7月22日正式开市。科创板支持的重点领域包括新一代信息技术、高端装备等高新技术产业和战略性新兴产业，工业互联网作为新型融合领域横跨了相关产业，在重点支持的行业之列。可以说，科创板为我国工业互联网发展带来政策红利，极大的拓展了工业互联网企业融资的渠道和规模，为发展注入新动力。

图表 7：2018-2019 年我国工业互联网上市企业板块分布及市值



资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

投资方面：头部机构是工业互联网创投的“主力军”。2019年，百余家投资机构和企业投资布局工业互联网创业企业，大型的创投机构是工业互联网领域的“主力军”。其中，既有经验丰富的风

险投资机构，如中金资本、高瓴资本等国内知名机构，也包括CGV纪源资本、红杉资本等国际领先机构。

同时，国家级的产业投资基金，如中国互联网投资基金、国家中小企业发展基金等，都将工业互联网作为重点关注领域。部分机构投资情况见下表所示。

图表 8：2019 年主要投资机构

投资机构	参投数量	投资机构	参投数量
红杉资本（中国）	14	源码资本	7
深创投	14	东方富海	9
中科创星	11	IDG 资本	8
同创伟业	13	达晨资本	9
金沙江创投	8	线性资本	9
联想创投	9	银杏谷资本	6
百度风投	9	真格基金	8
高瓴资本	10	经纬中国	6
中金	10	北极光创投	8
国中创投	9	腾讯	8

资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

六、典型企业及典型案例分析

1、行业内工业互联网主要玩家

信息化、工业化水平仍处于低位，细分领域发展潜力巨大，但重点骨干企业工业互联网平台普及度高，高达 75.1%。我国目前电子、电力、家电行业处于工业互联网发展的第一梯队，主要是设备运维管理功能实现较为容易，所需数据来源单一。

我国工业互联网平台数量迅速增长，水大鱼大，龙头企业发展前景广阔，领先企业工业互联网平台初具规模。

图表 9：各行业工业主要痛点、应用场景及成效

行业	业务痛点	典型应用场景	主要成效	发展水平
电力	发电设备维护成本高、并网协	预测性维护、远程运维电力	降低运维成本、提高功率预测	第一梯队
家电	市场需求响应慢、产品研发周期长、库存压力大	按需定制	缩短产品研发周期、提高采购效率、降低库存缩短交付周期	第一梯队
电子	通讯方式各异，人工调机和工序衔接响应时间长	远程运维、生产制造优化	减少生产过程人工干预、实现智能调机、缩短生产环节响应时间	第一梯队
石化	安全生产是重中之重，工艺技术传承难	安全管理员工赋能、预测性维护	降低事故发生概率、缩短员工培养周期	第二梯队
交通	工序复杂，产品研发周期长，产品质量不稳定，产品出厂后运维难度大	协同研发设计、工艺优化、远程运维、协同制造	缩短产品研发周期、提高生产	第二梯队
机械	设备维护水平低、转型需求迫切	生产优化、资源调度优化、分享制造产融合作	降低维修成本、提高设备使用率	第二梯队
服装	预估生产无法满足多元化需求，积压库存	按需定制、协同制造	快速响应需求、降低库存、缩短订单交付周期	第三梯队
钢铁	高能耗、高排放、设备和工序管理难度大、下游行业需求多元化	能源管理、设备状态监测与工艺优化、供应链协同	节能减排、提升产品质量、缩短供应链周期、降低库存	第三梯队

资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

工业互联网平台类型可分为 SaaS 平台、专用 PaaS 平台，数据分析与可视化、通用 PaaS 平台、云服务平台、连接/边缘计算平台。

图表 10：工业互联网平台分类

平台类型	平台能力及服务	针对性	通用性	集中度	主要参与者
SaaS 平台	调用和封装工业 PaaS 平台开发工具与数字化模型，面向特定行业，特定场景的工业 APP。	强	弱	极低	用友、金蝶、海尔、航天云网、宝信、树根互联等

专用 PaaS 平台	基于各行业，各领域的知识与经验构建数字化模型，以工业微服务组件的形式提供服务。	强	弱	较低	用友、金蝶、海尔、天云网、宝信、树根互联等 foxconn 等
数据分析与可视化	提供海量工业数据分析，预测及可视化服务。	中等	中等	—	昆仑数据、航天云网、树根互联、ADVANTECH 等
通用 PaaS 平台	集成微服务、容器等框架和软件开发工具，提供 IT 资源分配，应用调度及开发部署管理服务。	弱	强	高度集中	阿里、百度、腾讯、华为等
云服务平台	数据存储、计算及网络服务。	弱	强	高度集中	阿里、百度、腾讯、华为等
连接/边缘计算平台	提供工业设备，工业产品、工业服务的连接管理及边缘计算服务；是海量工业数据的入口。	—	强	较低	阿里、华为、小米、海尔、中国移动 ADVANTECH 等

资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

在 2018 年 5 月，工信部印发了《工业互联网发展行动计划（2018-2020 年）》，其中便包括要遴选出 10 个左右跨行业跨领域平台。

从总体上来看，这十大“双跨”平台均由大企业孵化而来，且成立时间多在 2017 年左右。在短时间内能够完成跨行业、跨区域的“生长”，离不开其原生企业多年来整合资源的能力。工业互联网平台建设仍然处于初期阶段，至于未来这十大平台是合作共赢还是优胜劣汰，还需要经过时间和市场的检验。

图表 11：十大“双跨”工业互联网平台技术能力对比

公司	联接设备数	数字模型数	工业 APP	活跃用户	活跃开发者
浪潮集团	145W	2445	3528	75W	8. 8W
用友网络	57W	1050	1949	46W	5112
东方国信	75W	1450	2329	22W	6500
华为	240W	1500+	2000	10W	1. 8W
富士康	15W	477	400	1400	3011

海尔集团	71W	1536	2379	6. 3W	5336
航天云网	79W	39W	2072	35. 2W	2030
徐工信息	70W	474	1542	13. 5W	3113
阿里云	14W	40+	450+	1000+	19000+
树根互联	72W	400	400+	9W	2100+

资料来源：公开资料，信产投、河南投资集团国资研究院整理

2、典型案例分析：海尔创新—基于用户全流程参与体验的互联工厂

(1) 项目背景

为顺应全球新工业革命以及互联网时代的潮流，海尔集团积极探索基于互联网的智能制造新模式（智能互联工厂），关注点是从用户定制，到智能制造，到虚实研发的全流程、全系统、全方位的升级，形成新一代信息技术产品智能工厂参考模型。

海尔集团在全资子公司沈阳海尔电冰箱有限公司进行互联工厂全过程试验验证，项目作为海尔集团首个互联工厂样板进行推进升级，并成为海尔集团申请国家智能制造示范试点单位之一。

(2) 项目介绍

海尔智能互联工厂具有三个基本能力特征：

一是定制：众创定制将用户碎片化需求整合，由为库存生产到为用户创造；用户全流程参与设计、制造等，由“消费者”变成“创造者”，用户参与定制全流程。

二是互联：体现的是网络化，内外互联、信息

互联、虚实互联；与用户实时互联，从产品的研发到产品的制造，以及到我们的供应商、物流商，全流程全供应链的整合。

三是可视：全流程体验可视化，用户实时体验产品创造过程。

智能互联工厂架构的核心是智能制造执行 iMES 系统，通过 iMES 驱动 ERP、Logitics、PLM（包含 CAD/CAPP/设计仿真、制造仿真）、Control（生产数据采集分析等）五大系统集成。业务上通过智能制造执行系统和现场智能化硬件的连接，构建了一个高度灵活的个性化和数字化制造模式，逐步实现从管理、研发、生产、物流的数字化管理，提升企业全系统、全业务的智能化水平。

（3）项目价值

从用户角度看，智能互联工厂最终满足用户的个性化定制需求为结果，体现了海尔一贯以用户为中心的经营理念。

从技术上看，海尔吸收德国工业 4.0 和美国先进制造的理念，结合中国制造 2025 的要求，梳理出从模块化、到自动化、到数字化、到智能化的智能制造升级路径。通过系统集成实现生产过程和工厂管理的智能化，自感知、自分析、自决策、自控制、自优化，从智能排产到智能物流实现全流程透

明可视。

在智能工厂的整个探索的过程当中，从一个工序的无人，再到一个车间的无人，再到整个工厂的自动化，最后再到整个智能工厂的示范，通过不断的积累、不断的沉淀，逐步形成了海尔智能互联工厂参考模型，对制造型企业的智能升级有很好的借鉴意义。

七、工业互联网的挑战和机遇

1、新基建为工业互联网发展带来机遇

2020年3月，中共中央政治局常务委员会召开会议提出加强新型基础设施建设支持经济反弹与增长，主要包括5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域。其中工业互联网作为“新基建”板块之一，迎来发展新机遇。

(1) 新基建加速工业互联网建设

根据工信部《关于推动工业互联网加快发展的通知》，工业互联网新型基础设施具体分为工业互联网内外网、标识解析体系、工业互联网平台、工业互联网大数据中心等。这些基础设施的大规模投入建设，将全方位加速工业互联网网络、平台、安全三大体系发展，加速工业互联网产业生态构建。

强大的网络、丰富的平台和可靠的安全保障将提供便捷的应用通道和高质量的服务能力，深入到最广泛的工业应用场景中，帮助工厂企业以最便捷的方式获取到所需的服务，实现企业的转型升级。

(2) 新基建各领域融合发展

工业互联网与新基建的其他六大领域均可融合发展，相互促进，为经济社会发展提供新动能。

工业互联网与特高压、新能源汽车充电桩融合为智能电网应用，与城际高铁融合为智能轨道交通系统。

工业互联网与 5G 融合，可加速人工智能、AR/VR 等新兴前沿技术在工业领域的应用与探索，催生形成新产品、新模式和新业态，拓展工业互联网发展空间。

工业互联网与人工智能技术融合，将驱动工业在产品全生命周期、全产业链进行数字升级。

工业互联网大数据中心建设可建立工业互联网数据资源合作共享机制，提升工业互联网基础设施和数据资源管理能力。国家工业互联网大数据中心通过汇聚、处理、分析、共享和应用各类数据资源，推动工业经济全要素、全产业链、全价值链的数据流通共享，实现对工业领域各类资源的统筹管理和调配。

2、工业互联网发展遇到的困难与障碍

今天中国所处的工业互联网时代，对于工业进步、技术创新是目前为止中国工业史上最好的阶段。从政策、供需关系到工业基础，这一切都为工业互联网做好了铺垫，但在发展道路上，要重视现实中存在的问题、困难和障碍。

(1) 宏观层面

一是工业互联网是一项长期投资，更需要实战经验。当前的工业互联网有软件派，有实战派。实际来看，各地方上马工业互联网，一方面是符合当前的政策需求，另一方面则是获取财政补贴。

发展工业互联网是大势所趋，但绝不能搞平均主义，也不能像芯片产业，人工智能、光伏等战略性新兴产业中出现的一些烂尾项目或者是项目雷声大、雨点小的现象出现。炙手可热的工业互联网，不要由于激进而重蹈芯片产业项目烂尾的覆辙。

二是工业互联网需要有工业基础和实战能力。新兴产业及商业模式的出现，往往需要一段时间的概念炒作与市场教育，工业互联网也不例外。但是，但凡与前沿科学技术有关的项目，从概念层面到技术层面，再到应用落地层面，是一个非常复杂的系统工程。没有这几方面的先天基因，或者技术底子，恐怕其构建的也是空中楼阁。

目前,在工业互联网领域,就存在这样的现象。一些以软件起家的企业,为了迎合时代大势、获得资本青睐,大有搭工业互联网“顺风车”的架势,除了蹭热度,更多的是企图与工业互联网沾上边,从而在这个未知的市场获得先机,分得一杯羹。顺势而为无可厚非。但是如果不对其背后发展的逻辑进行深究,恐怕无异于揠苗助长,有搞浮夸风、大跃进的嫌疑。

因此,工业互联网面临的**最大发展障碍**就在于概念与落地相差甚远。所以整个行业重软件、重设备、轻应用、不注重交互体验与变革、迭代的现象十分普遍。这也导致了发展整个行业的出发点,与市场端的最终需求似乎有些背道而驰。

三是工业网络化服务商业模式可行性问题。

商业模式创新是工业互联网平台发展的价值所在。企业数字化转型绝对不是简单的技术层面推动设备上云上平台,是通过商业模式创新来重塑工业企业在数字化条件下的物资链、服务链、价值链。没有商业模式重构的工业互联网平台建设,只能算是企业内部管理信息系统,难以从根本上推动企业数字化转型和变革。

目前,绝大部分工业企业在建设工业互联网平台过程中,都遭遇到了商业模式可行性问题。

(2) 技术层面

一是工业机理模型数字化问题。工业互联网平台是软硬融合平台，工业软件在工业互联网平台数字化、网络化和智能化控制以及商业模式创新中发挥着核心作用，工业产品的数字设计、验证和测试，工业装备的数字化控制，都离不开工业软件支撑。工业软件绝非一般的普通软件，是工业机理模型数字化封装和复用，需要对工业工艺、技术和机理等长期积累。

目前，国际主流常用的各领域工业软件有超过150余款，涵盖研发设计、生产控制、测试验证等环节，几乎都是国外企业提供，且软件封闭不开源不开放。我国工业各细分领域国产工业软件全链条缺失，影响了国内企业工业互联网集成工业软件，已经成为了我国企业部署工业互联网平台最大障碍。

二是数字工业设备集成互联问题。完善接口标准是工业互联网平台发挥平台系统集成、资源汇聚、信息共享等作用的关键。工业数字化设备网络接入、工业软件互联互通等标准不统一，不同厂商提供工业数字化设备、工业软件也就无法综合集成和互联互通，更无法建成一体化的工业互联网平台，互联工厂和智能工厂也就无从谈起。

例如，目前市场上常用工业现场总线种类就超

过 20 多种，由不同国际主要工业数字化设备厂商主导着，工业数字化设备五花八门，严重地影响了工业互联网平台对工业设备的综合集成。

三是数字工业设备高速互联问题。提供满足工业应用场景需求的工业网络接入服务，是工业互联网平台畅通内外信息流通渠道必要保障。固定光纤网络无法解决工业设备移动化应用场景需求，传统室内 WiFi 无法满足海量设备接入、大场景移动漫游、多路数据高速率并发传输等需求，工业 WiFi 设备存在大场景部署无法弹性伸缩等问题。

需要根据工业应用场景特殊需求，按照 5G 网络服务能力，为工业应用场景量身定制能解决网络接入痛点、技术切实可行、性价比高的 5G 专用网络部署方案。

四是数字工业设备可管可控问题。目前，面对工业设备全方位的安全保障体系由于技术、制度等原因尚未全面建立起来。若工业互联网平台遭受病毒等网络攻击，产生的危害将更为巨大。

八、发展工业互联网的思考与建议

1、相关思考

(1) 随着工业互联网的不断渗透，或将激发模式改变

工业互联网将工业系统连接起来，让数据流

通，并通过数据分析、建模进行各个层面的优化，持续影响渗透到工业的各维度，改变着工业的管理模式、生产模式、商业模式以及创新模式。

一是改变管理模式。通过人、机、物、系统的广泛互联，将不同信息转换为行业知识并进行沉淀和共享，发挥乘数效益，改变碎片化的管理模式管理，打通信息和管理孤岛。

二是改变生产模式。随着消费者需求的变化，其个性化需求也与日俱增，催生出基于柔性生产模式的先进制造技术和管理方式，通过工业互联网融合形成新的行业机理模型，实现知识的共享，形成消费者需求、设计、生产、物流的全闭环。

三是改变商业模式。工业的商业模式由传统的制造向服务型制造转型。如装备制造行业由以往的卖产品设备，转型卖服务，专业知识的输出形式发生了变化，通过平台模式更加高效。

四是改变创新模式。工业互联网的发展使需求、研发、生产、物流、服务整个环节打通，将制造业的发展模式升级为以用户为中心，以用户体验为起点和终点的全生态协同创新模式。以接口标准化、硬件开放化、代码开源化等技术为代表的新兴技术使得软件代码、平台建设得以共享，工业体系的创新模式得以改变，促使全系统、全产业链、全价值链的资源整合和优化，形成新型业务模式。

(2) “试点困境”务须重点突破

工业互联网整个发展过程注定是一个不断逐步演进的过程，可以分为四个阶段：一是**局部创新试点阶段**，重点是建设创新中心和示范标杆；二是**大规模试点和架构共识阶段**，优胜劣汰，基本产业格局形成；三是**体系规模应用阶段**，群体产业突破，产业转型进入快速发展期；四是**工业互联网新模式形成阶段**，创造新的开放型产业生态。

当前工业互联网还处于推行试点的初期，面临着“试点困境”问题，通过对企业生产运营系统融合数字技术进行更深入的创新，将企业管理数据和生产作业数据转换为知识并在平台进行有效沉淀和复用，从而突破现有的“数据孤岛”、“部门孤岛”。通过数据分析、建模进行各个层面的优化，形成知识沉淀和复用，实现生产工艺、生产过程的创新，是摆脱跨越“试点困境”实现服务化模式转型有效的关键路径。

(3) 理清路径保障实施落地

在工业互联网项目实施上建议重点考虑自我评估、战略规划、路线制定、立项实施、验收升级五个关键阶段。

第一步，企业内部需进行自我评估，对生产中痛点问题深入洞察等，对自身在生产、管理等环节

存在的问题形成一个内部的深刻认知；

第二步，是战略规划确定企业的战略路线图，明确企业现在和未来三年需要达到的战略目标；

第三步，是围绕整体战略规划，确定当前时间节点的阶段目标，确定具体的技术路线；

第四步，是与相关的咨询服务提供商或者技术服务商交流，确定技术合作伙伴，立项实施；

第五步，是项目的验收和维护升级。企业部署工业互联网的路径不是一蹴而就的，也不是一劳永逸的，项目验收合格以后，围绕新的业务痛点和需求，仍需进一步技术迭代和服务升级。

(4) 生态协作促进产业发展

工业互联网的生态体系包括 ICT 厂商、通信运营商、云服务厂商、系统集成商、平台厂商等等。而工业互联网“终端连接+边缘智能节点+云基础设施+数据分析+应用服务”的端到端解决方案难以由一家独立提供。因此，构建开放协作的合作伙伴关系和生态系统，促进各生态厂商通力合作，积极参与工业互联网产业体系建设至关重要。

各方生态结合自身业务特点，提炼共性技术，完善技术体系，促进跨区域、跨行业的顶层参考架构共识，构建跨平台互联互通接口规范，推动产业链上下游资源有效对接，形成全产业链、全价值链协同发展的体系化生态体系是工业互联网发展的

主要途径。

2、集团涉足工业互联网的发展建议

(1) 加强资本运作和投资布局

目前,市场中对工业互联网领域进行布局的各类投资机构已超过 100 家。对于风险投资,由于具有资金、人才等方面的综合优势,大型机构在工业互联网全领域都展开了积极布局,例如红杉资本中国基金、腾讯投资。中小型机构则更加聚焦自身熟悉的领域,例如,达晨资本重点投资工业软件。

依托“双循环”发展战略,国内处在产业升级的关键时期,国有企业作为中国特色社会主义的重要物质基础和政治基础,要勇挑重担,以供给侧结构性改革为主线,以智能制造为主攻方向,促进工业企业的健康发展,保障产业链的长期稳定运行。

对于省投资集团这样的大型国有资本运营公司,建议综合考虑未来产业的布局、产业链布局和承担的战略任务目标等因素,可优先考虑通过资本运作的方式扶持板块内制造业企业提升各自在产业生态的位置。期望借助省投资集团这类大型政府投融资主体,打开中部地区工业互联网蓬勃发展的局面,吸引更多的金融机构加入到生态中,形成生态可持续发展能力。

(2) 加强统筹规划和内部协同

工业互联网平台培育壮大新模式新业态是一项涵盖生产设备、业务流程、组织管理等领域的数字化、网络化、智能化改造升级的系统性工程。

集团内部产业业态多、场景丰富、传统产业占比较高，可以提供多应用的“试验田”，面向集团基础设施产业板块，建议优先考虑进行生产线智能化改造，探索建设智能车间、智能工厂、智能化示范园区。

2021年6月，依托河南信息产业投资有限公司组建的河南省国资国企信息和数智化发展中心正式揭牌。支持板块企业与省信产投、基础电信运营商、高校、科研院所等各类机构加强合作。建议省信产投加强智能制造投入力度，提升研发、设计和生产智能化水平，率先通过打造一个集团板块内制造类企业示范样板为河南省国资国企数字化转型提供典型案例模板。



编辑部：河南投资集团国资研究院，战略发展部

信息部：高飞、贾开开

信产投：宋广军、管笛

联系电话：0371-69158059
