

# 中国工业互联网发展历程与展望

付宇涵,王丹\*,柴雯,王庆瑜

国家工业信息安全发展研究中心,北京 100040

**摘要** 通过梳理中国工业互联网的发展历程,分析了工业互联网的建设意义、发展路径。在党的各项方针政策的指引下,中国积极推进两化融合战略,进一步加速制造强国和网络强国建设的协同发展,加快工业现代化的历史进程。中国近年来一直大力支持工业互联网的发展与迭代,强调利用信息技术提升中国制造的全要素生产率,有利于推动信息化和工业化在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展。

**关键词** 工业互联网;制造业企业;数字化转型;应用场景

中华人民共和国成立以来,在中国共产党的带领下,中国工业坚定地走上了独立自主自力更生的发展道路。放眼全球,制造业正从数字化阶段向网络化阶段加速过渡,工业互联网已成为全球竞争新重点。工业互联网是数字经济背景下,工业和互联网深度融合的产物,支撑新一轮工业革命,同时促进中国供给侧结构性改革、加快新旧动能转换、加快制造强国和网络强国建设。中国是互联网大国,目前互联网与消费领域的融合已取得较为瞩目的成就,持续推动工业互联网发展对中国未来经济发展的意义重大而深远。

## 1 工业互联网的概念普及期(2012—2015年)

### 1.1 概念兴起:打破智慧与机器的边界

通用电气公司于2012年发布白皮书《工业互联网:打破智慧与机器的边界》,在全球掀起工业互联网浪潮。白皮书从技术架构、发展机会、潜在收益、应用条件等方面详细阐述工业互联网的内涵外延和未来愿景。本质上看,工业互联网是工业能力与IT能力的集成、融合和创新。工业互联网发展的基础在于制造企业基于底层设备设施的全面数字化、网

收稿日期:2021-05-21;修回日期:2021-06-09

基金项目:国家社会科学基金重大项目(15ZDB151)

作者简介:付宇涵,工程师,资深研究员,研究方向为两化融合、信息化测评、企业数字化转型、产业数字经济等,电子邮箱:fuyuhan@cics-cert.org.cn;王丹(通讯作者),工程师,研究方向为两化融合、工业互联网、智能制造、企业数字化转型等,电子邮箱:wangdan@cics-cert.org.cn.

引用格式:付宇涵,王丹,柴雯,等.中国工业互联网发展历程与展望[J].科技导报,2021,39(12):116-120;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2021.12.015

络化,其中标识解析体系(分为根节点、国家顶级节点、二级节点、企业节点、公共递归节点5个层级)的构建支撑工业全要素互联互通。工业互联网发展的关键在于制造能力的平台化,即在平台上模块化部署数据化制造资源,进而在线交易制造能力。工业互联网发展的主要目标是人与机器智能的融合创新,通过大数据、物联网、人工智能等新兴技术赋能工业知识和经验的沉淀、复用和创新,提升创新主体掌握和运用知识、技术的能力,显著降低创新门槛和成本。

### 1.2 时代选择:关乎制造业发展主动权和话语权

2008年,工业和信息化部正式成立,以两化融合为引领,不断推动工业和信息化高质量发展。2015年,国务院印发《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》(国发[2015]40号,以下简称《指导意见》),强调借助“互联网+”行动,将创新成果同社会中各个领域的经济过程深度融合,形成以互联网为基础设施和创新要素的经济社会发展新模式。同年,工业和信息化部印发《贯彻落实<国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见>的行动计划(2015—2018年)》,明确指出将互联网广泛融入生产制造全过程、全产业链和产品全生命周期,培育发展开放式研发设计模式、加快开发和应用工业大数据。在全球工业互联网正处在格局未定的关键期和规模化扩张的窗口期,中国工业互联网基本与发达国家同步启动,加快构建适应经济高质量发展需要的工业互联网生态,是中国抢占全球产业竞争新制高点、构筑制造业国际竞争新优势的必然选择。

### 1.3 发展形势:总体上处于探索阶段

工业互联网总体上处于探索阶段,主要瓶颈一是数字化、模块化、平台化的制造资源不够丰富,缺乏杀手锏应用,规模化应用不足;二是受制于传统的合作模式和利益格局,缺乏构建开放价值生态的路径和机制;三是专业深耕能力不足,跨行业应用难度大,发展初期如果盲目求大求全,可能雷声大、雨点小,错失发展先机。

## 2 工业互联网的实践深耕期(2016—2020年)

### 2.1 前进方向:持续提升工业互联网创新能力

党的十九大报告提出“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”,指明了在中国特色社会主义进入新时代的历史背景下,信息技术和实体经济融合发展的方向,就是要深化互联网+先进制造业,要发展工业互联网。2019年10月,习近平总书记在2019工业互联网全球峰会致贺信中指出,“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”。这是以习近平同志为核心的党中央立足新时代新方位做出的重大战略安排,也是党中央、国务院作出的一项长期性、战略性部署,为把握信息革命历史机遇、加强信息化工作明确了前进方向、提供了根本遵循。

### 2.2 顶层设计:政策体系不断完善

2016年,国务院印发《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》(国发[2016]28号)中,提出打造制造企业互联网“双创”平台、制造企业与企业跨界融合、强化融合发展基础支撑、培育制造业与互联网融合新模式等七大任务。2017年,国务院印发《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》,从夯实网络基础、打造平台体系、加强产业支撑等方面明确建设和发展工业互联网的主要任务。2018年,工业和信息化部颁布实施《工业互联网发展行动计划(2018—2020年)》,不断完善政策体系,实施工业互联网创新发展工程。2020年,工业和信息化部印发《关于推动工业互联网加快发展的通知》,明确5G和工业互联网融合发展“加档”提速。全国各地陆续发布推进工业互联网创新发展的政策和资金支撑,全国多个省(市、自治区)发布发展工业互联网的实施方案或行动计划,全力推进工业互联网落地实施。

### 2.3 工作方向:示范带动、数据共享

“十三五”期间,随着工业互联网创新发展战略

的深入实施,中国工业互联网平台已成为企业数字化转型探索的关键抓手,工业互联网从概念普及走向实践深耕。总体来看,从国家到地方,推进工业互联网落地生根、效应发挥,重点从以下几个方面持续发力。一是充分发挥先进经验的示范效应,以平台实际应用成效为导向,从战略定位、开放生态、云服务能力、杀手锏应用、数据资产、人才结构、安全保障等维度,开展工业互联网优秀平台的遴选并充分发挥示范效应。二是全面推动平台间数据开放和共享利用,以开放共性数据为前提,搭建公共性基础能力平台,通过政府购买服务、战略合作等方式获得平台企业的数据,加速知识沉淀,缩短创新周期,实现价值共创。三是推动共性技术攻关和应用创新,针对共性需求和瓶颈环节,联合平台企业、ICT企业、互联网企业、科研院所等建设面向特定场景的测试验证环境和测试床,开展技术攻关和协同创新。四是营造公平有序的发展环境,推进工业互联网平台运行数据的监测分析,支撑地方发现确有实效的平台企业,上下联动、集聚资源进行重点培育,促进市场良性发展。

#### 2.4 主要成效:全面赋能制造业高质量发展

“十三五”期间,中国工业互联网平台的建设推广正向着更广范围、更深程度、更高水平不断发展,平台间优势互补、协同分工的发展模式与建设路径逐渐清晰。一是深化供给侧结构性改革,工业互联网通过制造资源的网络化泛在互联、软件化弹性供给、平台化高效配置,能够更大范围、更加精准地优化配置资源,有效激发技术、管理、知识等高级要素的创新潜能,降低对劳动力、土地、资本等一般性生产要素的过度依赖,大幅提高全要素生产率,显著增强经济发展的创造力和竞争力。二是赋能企业数字化转型,支撑旧动能改造,针对原材料、高端装备、消费品和电子信息等行业运行成本高、需求差异大等问题,基于平台的质量管控、设计优化、个性化定制等智能解决方案持续涌现,助力企业“提质降本增效”。三是催生新制造业模式业态创新发展,工业互联网平台通过打破社会资源配置的时空局限,带动产业生产组织方式演进变革,同时催生制造协同、能力共享、工业金融等新模式新业态。

### 3 工业互联网的发展新阶段(2021年至今)

《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》中明确指出,“十四五”时期将统筹推进基础设施建设,其中重点强调要加快工业互联网建设、积极稳妥发展工业互联网,推进产业基础高级化、产业链现代化,提高经济质量效益和核心竞争力。在利好政策的带动下,中国工业互联网应用已经覆盖国民经济40个大类,多层次平台体系持续壮大,工业互联网建设不断取得积极进展。

#### 3.1 新技术:“5G+工业互联网”将广泛应用于制造业

2021年5月28日,习近平总书记在两院院士大会、中国科协第十次全国代表大会上强调,实现“两个一百年”奋斗目标,实现中华民族伟大复兴的中国梦,必须坚持走中国特色自主创新道路,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求,面向人民生命健康,加快各领域科技创新,掌握全球科技竞争先机。

制造业是“5G+工业互联网”的产业融合应用的主要战场,主要原因,一是5G技术改变了制造业企业原本的组织方式和生产模式,对设备、人员、以及环境进行全方位互联,对生产设备进行实时监控,使工业生产越来越向着无人化、网络化、智能化的方向发展;二是5G技术改变了制造业企业的生产经营模式,使得工业企业同客户交互成为可能,面向客户提供个性化服务,推动制造业向服务型企业转型升级。

未来,以5G、6G、数字孪生、边缘计算、量子互联网为代表的的技术应用也将持续深化,助力工业互联网不断创新发展。从不同行业分析,新一代信息技术对工程机械、轨道交通、航空航天等高端装备行业带来的影响是贯穿产品全生命周期的。对于石化、冶金等原材料行业,工业互联网平台的应用能够实现资产、生产、价值链的复杂与系统性优化。从消费品行业来看,新一代信息技术能够助力家电、纺织等行业在规模化定制、质量管理与产品

后服务水平有效提升。

### 3.2 新应用:工业APP应用持续丰富和拓展

数字时代,万物互联,信息技术在工业领域的应用,不仅会提升生产与管理的效率,也将创造新模式、激发新动能。从工业互联网产业生态发展趋势看,工业互联网APP生态环境建设显得尤为重要,据目前工业APP发展基础、发展主体和发展模式来看,国内外工业APP发展将呈现出平台+应用开发者+海量用户的发展趋势,海量的三方开发者将成为工业APP发展的主要推动力。通过工业互联网平台、软件开发平台,让大量的开发者和创客都可以参与到工业APP的开发中,以此降低工业APP开发的难度和门槛,同时软件开发者也将不再局限于平台的运营者和平台客户,大量的软件工程师乃至技术人员都能够依托平台进行自主开发,有限、封闭的软件开发方式将向海量的、开放的三方开发方式过渡。

### 3.3 新局面:预计2025年制造企业云平台普及率超过60%

工业云平台应用率(指应用了工业云平台的规上工业企业占全部规上工业企业的比例。数据来源于两化融合服务平台:www.cspiii.com)自2016年起逐年提升,预计2025年将达到63%左右,涨幅接近1倍(图1)。工业云平台的普及不仅在广度方面覆盖了多种行业、企业,同时在深度层面通过发挥工业云平台强大的计算和存储能力,有效提高企业生产制造、业务管理等效率。

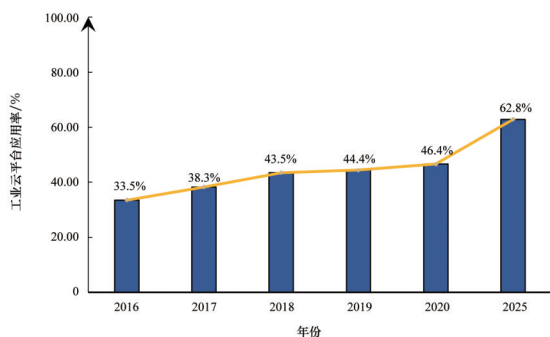


图1 2016—2025年工业云平台应用率

融合应用广度方面,云计算与制造业的融合应用在行业层面出现跨行业推广和新行业主动加入

的局面。在企业层面正逐渐从大企业向中小企业延伸推广,大型制造企业基于自建云平台并整合成熟有效的相关业务,形成具备行业特色的工业互联网平台,并面向相关中小企业群体逐渐下沉、推广应用,使广大中小企业通过上云用云降低成本,享受与大企业一样的专业化信息服务,快速形成行业内的网络化协同能力。

融合应用深度方面,在对数据全面采集和管理的基础上,依托云服务实现多源数据在云端的汇聚、共享及大数据分析,帮助企业优化生产资源管理、人力资源管理、供应链管理等,将传统基于经验的模糊决策变为基于数据的精准决策,进而充分激发企业内外部数据价值。通过云计算与制造业的深度融合在有效降低企业信息化建设成本的同时大幅提高了企业的运营管理的效率。

## 4 结论

在全球数字化的时代浪潮下,工业互联网对传统制造业数字化转型、赢取数字经济红利有重要意义和推动作用,习近平总书记也曾多次在会议和讲话中强调“要做好信息化和工业化深度融合这篇大文章”。通过梳理中国工业互联网建设的概念普及期、实践深耕期和新形势新阶段的主要任务和成效,有助于分析总结工业互联网的发展路径和发展特点,促进工业互联网平台创新、提升平台设备管理能力以及工业知识沉淀、传播、复用与价值创造,从而推动工业互联网的技术研发和成果应用,深化产融结合,推动中国制造业向更高质量、更优结构发展。

### 参考文献(References)

- [1] 两化融合服务联盟. 中国两化融合发展数据地图(2018)[EB/OL]. (2018-06-01)[2018-10-23]. <http://cspiii.com/pg-zd/gzzd/jd/>.
- [2] 工业互联网产业联盟. 工业互联网平台白皮书(2017)[EB/OL]. (2017-12-01)[2018-10-23]. <http://www.aii-alliance.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=23&id=186>.

- [3] 中国工业技术软件化产业联盟. 工业互联网发展APP白皮书(2018) [EB/OL]. (2018-06-29) [2018-10-23]. <http://www.ctoutiao.com/792679.html>.
- [4] 工业互联网产业联盟. 中国工业大数据技术与应用白皮书 [EB/OL]. (2017-07-03) [2018-10-23]. <http://www.aii-alliance.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=23&id=142>.
- [5] 周云杰. 以工业互联网驱动企业高质量发展[J]. 中国经贸导刊, 2020(14): 34-37.
- [6] 杜传忠, 金文翰. 美国工业互联网发展经验及其对中国的借鉴[J]. 太平洋学报, 2020, 28(7): 80-93.
- [7] 李振叶, 刘杨程, 徐斌. “互联网+”对工业高质量发展的影响——基于面板中介效应模型的估计[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(14): 86-93.
- [8] 郭启光, 王薇. 我国工业互联网产业高质量发展研究[J]. 理论研究, 2020(5): 68-73.
- [9] 李勇坚, 丰晓旭, 李坚飞. 工业互联网推动经济高质量发展的实施路径[J]. 黑龙江社会科学, 2020(3): 54-59, 160.
- [10] 宋歌. 以工业互联网助推中国装备制造业高质量发展[J]. 区域经济评论, 2020(4): 100-108.
- [11] 刘秉镰. 全球“互联网+”发展现状与展望[C]//国际经济分析与展望(2015-2016). 北京: 中国国际经济交流中心, 2016: 14.
- [12] 骆骁, 周进. “5G+工业互联网”发展现状及展望[J]. 中国无线电, 2020(11): 28-31.
- [13] 邬贺铨. 邬贺铨:认识工业互联网[J]. 网信军民融合, 2019, 24(5): 14-15.
- [14] 刘多. 加快工业互联网创新发展助推制造业数字化转型[J]. 中国无线电, 2019, 283(3): 33-34.

## Development and prospect of industrial internet in China

FU Yuhan, WANG Dan\*, CHAI Wen, WANG Qingyu

China Industrial Control Systems Cyber Emergency Response Team, Beijing 100040, China

**Abstract** With the rise and the development of the new generation of the information technology represented by the Internet, the big data and the artificial intelligence, a transformation is taken place in China from the traditional industrial economy to the digital economy. In China, the strategy of the integration of two modernizations is actively promoted, showing evidently the advantages of the complete manufacturing industry, the independence and the integrity and the large scale. The traditional manufacturing industry goes from big to strong in the new wave of the technological revolution and the industrial reform, taking a historical leap from "a follow-up pattern" to "advancing side by side" and further to "a pattern in a leading place". The Internet is regarded as an important cornerstone of the fourth industrial revolution. In recent years, in China, the development and the updating of the industrial Internet are encouraged and supported, focusing on the use of the information technology to improve the total factor productivity. This paper analyzes the construction significance, the development path and the future outlook of the industrial Internet by reviewing the development process of the industrial Internet in China, in order to promote the information and the industrialization in a wider and deeper range.

**Keywords** industrial internet; process manufacturing; digital transformation; application scenario ●



(责任编辑 徐丽娇)