

【区域格局与产业发展】

# 以工业互联网助推中国装备制造业高质量发展\*

宋歌

**摘要:**发展工业互联网已成为全球主要经济体顺应科技发展趋势、提升制造业竞争力的共同选择。近年来,中国装备制造业稳步发展的同时,质量效益不高的问题突出。工业互联网的应用有助于破解相关制约因素,推动装备制造业实现高质量发展,但随着两者融合应用的日益深化,在基础保障、企业落地、行业应用等方面暴露出一些短板问题。当前,要以新基建为契机,发挥企业主体作用,强化生态体系建设,深化工业互联网的探索应用,加快推进装备制造业迈向高质量发展。

**关键词:**工业互联网;装备制造业;高质量发展

中图分类号:F426.4 文献标识码:A 文章编号:2095-5766(2020)04-0100-09 收稿日期:2020-05-09

\*基金项目:河南省软科学研究项目“河南省传统装备制造业向高端装备制造业升级研究”(182400410058);河南省社会科学院2020年创新工程项目“工业互联网背景下加快河南制造业‘三大变革’研究”(20A32)。

作者简介:宋歌,女,河南省社会科学院工业经济研究所副研究员(郑州 450002)。

装备制造业是为国民经济生产提供技术装备的基础性产业、战略性产业,是推进中国制造业实现创新驱动、转型升级的原动力,其发展水平、发展质量对中国工业体系的优化升级具有重要的、决定性的作用。习近平总书记于2018年9月在东北三省考察时指出,制造业特别是装备制造业高质量发展是中国经济高质量发展的重中之重,是一个现代化大国必不可少的。近年来,中国装备制造业保持平稳增长,整体规模不断扩大,一批优势行业迈入国际领先水平,新兴产业快速崛起,但“大而不强”仍是装备制造业的突出特征,中国装备制造业的高质量发展亟待破题。

当前,装备制造业面临的发展环境不同于以往任何一个时期。随着互联网、大数据、云计算等新一代信息技术与制造业的融合日渐加深,通过信息和通信技术把各种生产要素连接起来的工业互联网应运而生,并迅速在美国、德国、日本及中国掀起应用热潮,成为全球主要经济体应对制造业发展新

形势、提升制造业竞争力的共同选择。装备制造业为工业互联网发展提供底层硬件支撑,具备发展工业互联网的先天优势;而工业互联网作为制造业智能化、网络化发展的关键技术支撑,是推进装备制造业转型升级、迈向高质量发展的重要途径。中国装备制造业较早开始应用工业互联网,在政府的引导下、龙头企业的带动下,短短几年间工业互联网与装备制造业的融合应用日趋加深,多场景、多环节、多领域、多行业的应用实践正在改变装备制造业的产业生态,加速行业的转型升级。2019年12月召开的中央经济工作会议提出,“着力推动高质量发展”“要支持战略性新兴产业发展,支持加大设备更新和技改投入,推进传统制造业优化升级”。对于装备制造业来说,要以此为契机,着力破解工业互联网在装备制造业应用中的难题,以工业互联网发展加快中国装备制造业转型升级,引领行业迈入高质量发展新阶段。

## 一、中国装备制造业现状分析及其高质量发展的制约因素

改革开放以来,中国装备制造业依靠成本优势、规模优势、制度优势,获得了快速发展。但随着近年来世界发达经济体“制造业回归”“再工业化”等的推进以及新一轮工业革命的到来,装备制造业既面临全球产业格局调整、产业链重组的重大挑战,也受到各类新技术、新模式的不断冲击,传统发展优势日趋瓦解,产业发展质量效益不高的问题日益突出,亟待突破瓶颈因素制约迈向高质量发展阶段。

### 1. 中国装备制造业发展现状

一是整体规模稳步扩大,但发展质量不高。经过多年来的发展,中国已建立起完整的装备制造业产业体系,相关行业产业链条逐步完善,多种装备产品产量位居世界第一,部分领域取得重大突破;2010年,中国装备制造业产值跃居世界首位,占全球的比重超过1/3,标志着中国成为全球第一装备制造业大国。从国内看,2014年以来,中国装备制造业增加值占规模以上工业增加值的比重均保持在30%以上,并由2014年的30.4%增至2019年的

32.5%,呈稳步增长态势,且增速均高于同期规模以上工业增加值的增速,其中,2017年,装备制造业增加值的增速高于规模以上工业4.7个百分点;2014至2018年,中国装备制造业实现的营业收入占规模以上工业营业收入的比重以及装备制造业企业数量占规模以上工业企业数量的比重同样逐年增长<sup>①</sup>,尤其是前一比重在2018年增至42.9%,比2014年高出近10个百分点(见图1)。与发达国家相比,中国装备制造业尽管规模较大,但产业发展存在明显的不足和重大短板,整体发展质量有待提高。其一,大量高端装备、短板装备及智能装备仍依赖进口,如高端纺织机械、高端机床、机器人、航空设备、船舶等重大技术装备的零件、生产高端产品的专用生产设备以及高端检测实验设备等,机械工业信息研究院机工智库调查显示,目前中国仅高端装备领域的短板装备数量多达900多项。其二,部分装备产品和零部件质量与国外差距较大,由于质量标准体系建设落后,部分产品的技术标准不完善、实用性差,跟不上新产品研发速度,部分产品的可靠性、安全性与稳定性不高;与国外相比,部分装备产品缺乏竞争力与显性优势,出口比例低,贸易逆差现象十分明显,同时,缺乏具有影响力、能够与国外知名品牌抗衡的自主品牌。

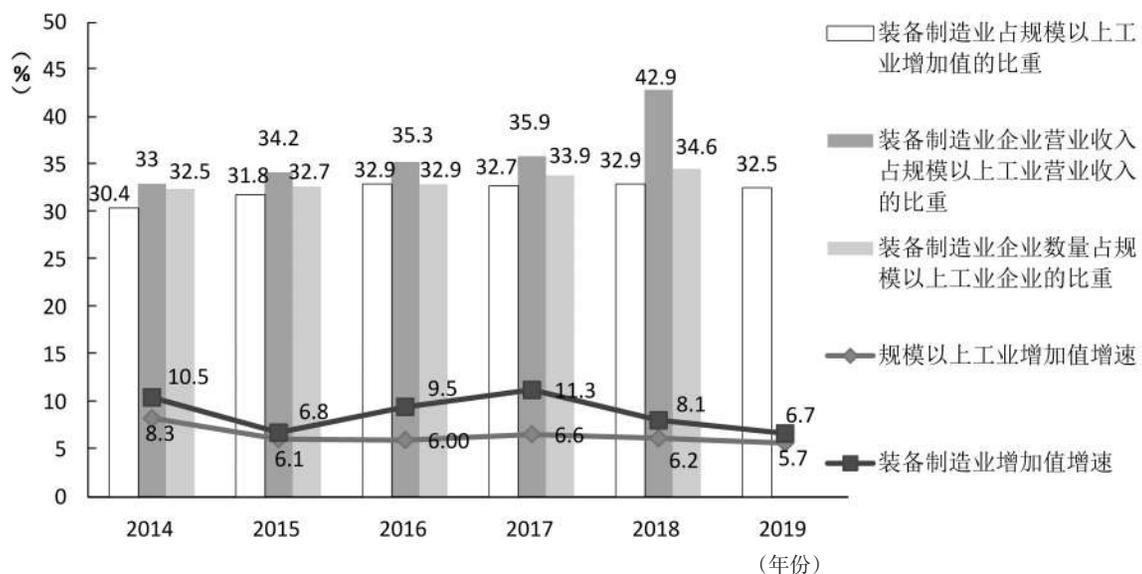


图1 2014—2018年中国装备制造业增加值增速及增加值、营业收入、企业数量占比

数据来源:《中华人民共和国统计公报》《中国统计年鉴(2015—2019)》。

二是企业竞争力不断增强,但效率效益待提升。近年来,装备制造企业数量已占到中国规模以上工业企业总数的1/3以上,涌现出浙江中控、三一

重工、中联重科、徐工集团、柳工集团、中车、潍柴、新松机器人等一批具有国际竞争力的龙头企业,不仅引领行业发展,也成为中国制造业发展的重要支

撑力量。尽管龙头企业发展势头良好,但中国装备制造业近年来下行压力大,企业经营效率与效益整体不佳。2014年至2018年,中国装备制造企业营业收入与利润总额年均增速分别为5.36%、-0.03%,两者近年来的增速波动明显,尤其是利润总额增速呈大幅下降态势,2018年与2014年相比,降幅近40个百分点,与规模以上工业企业利润总额增速的差距逐渐拉大;装备制造企业的营业收入利润率变化幅度相对不大,由于统计口径变化,2018年指标略

有降低;企业资产利润率呈逐年下降态势<sup>②</sup>,2018年比2014年降低了3.22个百分点,与规模以上工业企业资产利润率基本持平(见表1)。2018年,中国以煤炭、石油开采为代表的原材料供应行业以及医药、烟酒饮料等消费品制造企业营业收入利润率均达到10%以上,装备制造业与之相差一倍多。与国外先进企业相比,中国装备制造企业的盈利能力普遍较低,2019年中国共有6家汽车及零部件企业入围世界500强,但6家车企的利润总额不及丰田、大

表1 2014—2018年中国规模以上工业企业及装备制造企业主要效益指标、增速

年份	营业收入利润率(%)		资产利润率(%)		营业收入增速(%)		利润总额增速(%)	
	规模以上工业企业	装备制造企业	规模以上工业企业	装备制造企业	规模以上工业企业	装备制造企业	规模以上工业企业	装备制造企业
2014	6.16	6.82	7.54	9.07	7.57	10.38	8.43	22.52
2015	5.96	6.51	6.68	8.10	0.25	4.06	-2.89	-0.65
2016	6.21	6.58	6.82	8.06	4.43	7.67	8.66	8.77
2017	6.61	6.57	6.79	7.38	-2.23	-0.52	4.16	-0.78
2018	6.32	4.94	5.88	5.85	-7.38	10.60	-11.43	-16.80

数据来源:根据《中国统计年鉴(2015—2019)》相关数据测算。

众任一家的利润额度,营业收入利润率最高3.99%,最低1.51%,远低于宝马、丰田、通用等企业。

三是新兴产业表现突出,但部分产业发展动力不足。2012年,中国将高端装备制造业列为战略性新兴产业之一,开始进行大力扶持。经过几年来的发展,高端装备制造领域的重大技术装备研发、制造、产业化及推广应用取得积极进展,轨交设备、锂电池制造设备、航空航天设备、工业激光设备等已具备国际竞争力,大型清洁高效发电设备、煤化工成套设备、水泥成套设备等国民经济领域所需的高端装备实现了从主要依赖进口到基本自主化的跨越,高端装备制造业产值占装备制造业的比重已超过10%。高端装备制造业发展态势较好,但部分传统装备制造业增长放缓,装备制造领域的行业运行分化态势明显。尤其是汽车制造业近年来持续下行,2019年,汽车制造业的增加值增速由2014年的11.8%降至1.8%,整整下降了10个百分点,比同期规模以上工业增加值的增速低3.9个百分点,全年实现的营业收入和利润总额分别比上年下降1.66%、15.3%。同时,多个行业固定资产投资增速回落,通用设备制造业及专用设备制造业投资增速分别比上年降低6.4个、5.7个百分点,汽车制造业、电气机械及器材制造业投资分别同比下降1.5%、7.5%。

## 2. 中国装备制造业高质量发展的制约因素

一是装备制造业产业创新能力不强。近年来,国内学者围绕装备制造业高质量发展进行了多个层面的研究,其中,王卫(2017)、孟祥宁(2018)、李士梅(2019)等一批学者分别通过SFA模型或DEA-Malmquist指数分解法对中国较长时期内不同区域装备制造业及细分行业的全要素生产率进行了测算,结果均证明:技术进步是提高装备制造业全要素生产率的关键因素,也是推进其产业结构向高阶阶段演化的重要动力。当前,一些装备制造企业研发投入力度不断加大,但仍有大量的企业甚至重点企业的研发实验条件较差,研发团队及领军人才不足,产学研合作的平台与机制不完善,创新能力难以达到预期水平。由于研发设计水平低,关键核心技术缺失,中国装备制造业的发展不仅尚未摆脱“高端依赖”的局面,在工业机器人、增材制造等新兴装备领域也显现高端产业低端化的隐忧。

二是装备制造业产业基础能力薄弱。改革开放以来,中国装备制造业的发展沿着“以整机带动零部件”的思路逆向推进,先整机后零部件,重“大块头企业”轻“小体格配套企业”,尽管快速实现了主机、成套设备的突破,推动了产业规模的不断扩张,但也造成了关键零部件不能自主、基础制造工

艺落后、中小企业配套能力差的弊端。由于缺乏长期的积累与沉淀,装备制造企业的基础制造工艺和水平无法在短期内实现突破,高精、高速、高强(高温、高压)、高稳(稳定性和可靠性)的工艺技不如人,为了提高装备产品性能,关键、核心的零部件只能依赖进口,由此导致装备集成企业与国内中小企业配套协作不紧密,中小企业难以进入集成企业的供应链,配套能力不能同步提升,配套企业整体实力较弱;而中小企业配套能力低下,零部件产品的性能、精度、稳定性差,又使得集成企业在选择配套零部件及配套企业时往往不固定,大中小企业间难以建立长期合作关系,这样的恶性循环造成装备制造业产业链上下游各环节的割裂,对产业基础能力提升形成了桎梏。

三是装备制造业价值链“低端锁定”。长期以来,面对技术和资金制约,中国装备制造业只能依托劳动力、土地、自然资源等低成本比较优势进行发展,产品集中在劳动力密集的中低端制造领域,融入全球价值链过程中只能从事微利化的加工制造低端环节,从而造成装备制造业在价值链上的“低端锁定”。近年来,中国装备制造业高端产能不足、低端产能过剩的结构性矛盾突出,服务化进程明显滞后。加快价值链升级,提升价值创造能力和产业竞争力,成为装备制造业高质量发展的内在要求。囿于传统的工业发展思维和粗放发展路径,中国装备制造企业发展中存在重产品轻服务、重“生产制造环节”轻“服务增值环节”现象,多数企业急功近利,只关注产品如何在短期内占据市场,而不愿或没有能力加大投入提升产品附加服务能力,在提供整体解决方案、个性化定制化产品等方面缺乏技术支撑,服务化转型能力不足。当前,随着新一轮产业革命的到来和各种新技术新模式的冲击,产业创新速度加快,制造业价值链的固化状态有望被打破,为装备制造业价值链升级带来了新机遇。

## 二、工业互联网赋能装备制造业高质量发展 路径分析

“工业互联网”这一概念源于新兴信息技术冲击下互联网与工业体系的融合应用实践。2012年,美国通用电气公司首次提出了“工业互联网”的理念,并于2013年推出了其工业互联网平台产品Predix;德国、日本及中国紧随其后,全球主要经济体迅速掀起了工业互联网发展热潮。不同于其他产业,装备制造业在工业互联网的发展中扮演重要角色,既是工业互联网发展的底层支撑,也是工业互联网的重要应用领域,分处工业互联网产业链的上下游。从应用的角度,工业互联网作为各种新技术的集成与载体,是从供给侧为装备制造业发展提供的新工具、新流程和新方法。装备制造业应用工业互联网的过程中,能够通过内部以及与产业链上下游企业、相关部门之间的互联互通,实现横向端到端打通产业链、纵向端到端打通企业内部订单到生产的环节,在综合集成的基础上,打破企业间、行业间的物理边界和组织边界,依托工业互联网平台的数据采集、整合、挖掘、分析等,为装备制造业各方面赋能增效,从而实现高质量发展(见图2)。

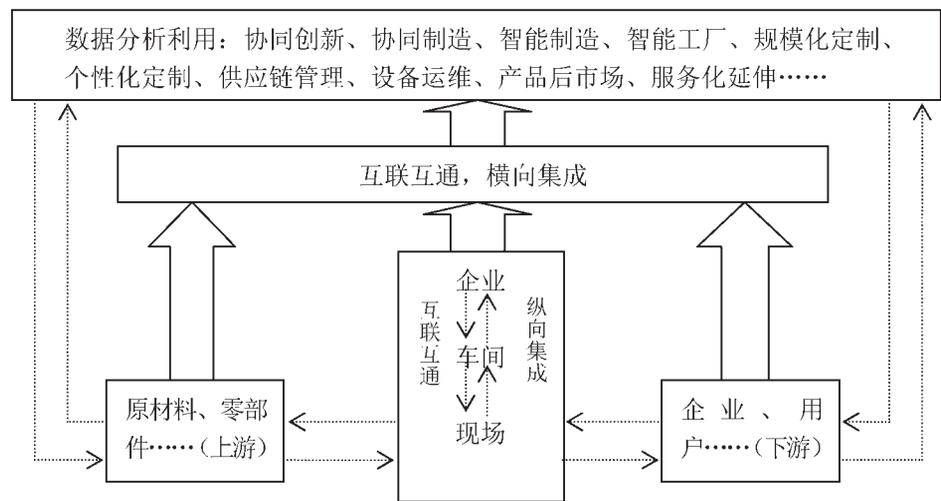


图2 工业互联网赋能装备制造业示意图

1. 工业互联网有助于提升装备制造业产业创新能力

一是工业互联网能够为装备制造业创新提供技术支撑。工业互联网作为各种信息技术集成的载体,其一,运用数据采集与分析技术,能够实现贯

穿装备制造业生产制造全流程、产品生命全周期、全产业链的海量数据采集与分析,使企业能够根据数据分析结果,快速、准确地判定生产工艺、产品质量等方面存在的问题,进而对生产工艺及产品进行创新和改进;其二,运用物联网、云计算、大数据等技术,支持装备产品通过布设传感器、控制器、加载软件、融合网联技术等手段向智能化、自动化、功能多元化的方向发展;其三,运用虚拟仿真、工艺流程仿真等新技术,使企业在研发设计环节能够对产品在各种环境下的状态进行实时模拟仿真,进而根据其结构、性能的动态变化,优化设计,改进性能,加快研发进程,降低研发成本。

二是工业互联网能够推动装备制造业创新模式的转变。基于工业互联网在产业链、创新链等层面的互联互通,通用设备、专用设备及汽车等制造行业,通过在研发设计环节搭建云协作平台,可以打破空间、时间、组织限制,联合配套企业、科研机构、用户等根据技术趋势、用户反馈进行协同创新,从而改变原先独立分散的状态;航空航天和船舶等制造行业,由于研发设计流程冗长复杂,涉及专业面广,长期以来在设计环节联通、跨专业对接、设计模型变更等方面存在数据交流不畅、企业协同水平不足等问题,通过引入工业互联网技术,能够统一标准,减少数据差异,进行跨专业、跨企业、跨区域的协同设计与仿真验证,实现研发设计由串行异构向并行协同的转变。

2. 工业互联网有助于提升装备制造业产业基础能力

一是工业互联网能够以智能制造提升装备制造业基础制造能力。装备制造业导入工业互联网,能够在生产制造环节打通企业内部设备、生产线、经营管理各系统之间的连接,进而通过数据有序流动,驱动智能制造、智能生产。企业在人、机、物料、管理系统泛在联系的基础上,将工业机器人、模块化组装等自动化手段与制造执行系统(MES)、资源管理系统(ERP)等衔接,通过对生产状况、设备状态、能源消耗、生产质量、物料消耗等信息进行实时监测、数据分析、智能控制等,能够实现制造过程中的产品标准管理、质量管理、设备运行管理、工艺指标分析等,有效提高制造工艺水平和产品质量。

二是工业互联网能够以网络协同制造提升中小企业配套能力。工业互联网的应用能够突破时空的边界约束,打通装备制造企业与外部产业链上

分散在各处的制造资源的连接,并在此基础上为整个供应链上的制造企业和零部件配套企业搭建信息共享平台,实现全生产过程优势资源、优势企业的网络化配置。依托工业互联网,广大中小制造企业能够进入以集成企业为核心的供应链网络,与集成企业、下游厂商等共享客户需求、产品设计、工艺文件、供应链计划、库存等信息,进而参与到产品的研发设计、协同制造过程中,通过供应协同、同步生产,按时、按质、按量实现零部件供给的精准对接、与大企业的密切合作,提升产业配套能力。

3. 工业互联网有助于提升装备制造业价值链

一是工业互联网能够推进装备制造业向服务型制造转变。装备制造业引入工业互联网,能够将用户需求接入制造全流程,通过需求数据变化驱动制造流程智能化排产、刚性生产转向柔性化生产,继而实现进行大规模定制、个性化定制,满足用户个性化需求,提升产品附加值;在售后服务方面依托装备产品的可联网、可感知、可控制,能够通过工业互联网平台为用户提供远程维护、故障预测、性能优化等一系列增值服务,开拓设备远程运维、产品售后服务市场。中国工程机械行业对设备远程运维的探索应用起步较早,通过工业互联网平台,对相应的机械装备进行在线状态监控、远程维护、故障分析和全生命周期管理,推动了机械制造企业向服务型制造的转变。

二是工业互联网能够推进装备制造业向平台化经营模式转变。由于装备制造业底层支撑的必然性,装备制造企业推进工业互联网发展具有其他企业不可比拟的先天优势。与传统系统解决方案提供商、传统软件企业以及互联网企业相比,装备制造行业浸淫制造业多年,在长期的装备制造实践中对设备生产的工艺、流程、技术、质量检测等具有深厚的积累,加之处于工业互联网的边缘层,获取数据的一线,在采集、维护、分析、处理工业数据方面具有先天优势。因此,装备制造企业能够依据自身生产实践,在工业互联网平台建设中更加高效地封装工业技术知识,并为相关行业提供APP、工业算法、大数据等增值服务,进而实现向平台化经营模式的转变。

### 三、当前工业互联网与装备制造业融合发展的短板分析

得益于发展工业互联网的先天优势,装备制造

业是中国较早开始应用工业互联网的行业,也是与工业互联网融合程度较深的行业。体现在平台建设方面,围绕装备制造业多个场景、行业以及领域的不同需求,既有综合诸多场景、跨多个应用领域的通用型平台,也有专门针对某些应用场景或为特定行业提供解决方案等的垂直行业平台,各类平台与装备制造业的发展相辅相成、相互支撑。装备制造企业主导的工业互联网平台建设成效显著,徐工集团、三一集团等龙头企业利用自身工业经验、工业知识的沉淀,分别打造出行业知名的工业互联网平台——汉云工业互联网平台及根云(RootCloud)平台,并实现了由服务本企业向服务多行业、多领域的转变,成为推动装备制造业转型升级的重要抓手。

与此同时,工业互联网在装备制造各行业的应用日益深入,工程机械、汽车、航空航天以及船舶、轨道交通等行业是目前国内工业互联网平台的主要应用领域,虽然这些行业都属于离散型制造的范畴,但由于产业性质不尽相同,对转型升级的需求存在差异,因而在实践中形成了差异化的应用路径。如,中国工业互联网在工程机械领域的探索应用主要围绕推进协同研发设计、智能制造、智能工厂、个性化定制、设备远程运维等方面展开;在汽车制造业领域主要围绕智能制造、产品创新、销售物流、维修保养后服务等方面推进;在航空航天制造业和船舶制造业领域则主要围绕研发设计、供应链协同优化、运维服务等方面进行深化。

当前,以工业互联网发展加快装备制造业转型升级已成为各界共识。尽管工业互联网在中国装备制造业的探索应用日益深入,但由于工业互联网的发展尚处于初期阶段,装备制造业的高质量发展任务艰巨,二者的融合应用存在一系列短板。

#### 1. 工业互联网深化应用的基础保障不到位

一是智能装备水平不高。作为工业互联网平台的底层硬件支撑,智能装备是工业互联网产业链上的重要组成部分,是工业互联网发展的基础设施,其发展水平对工业互联网平台的推广与应用具有重要影响。近年来,中国将智能装备产业作为高端装备制造业大力扶持,推动了智能装备产业的快速发展,但由于整体上起步较晚,企业规模小,很多技术仍然落后于国际先进水平,产业竞争力较弱。以工业机器人为例,尽管中国连续多年是全球最大

的机器人市场,且工业机器人系统集成商数量众多,但由于缺少核心技术,产品多为集中在搬运和上下料环节的中低端机器人,高端产品依赖进口。根据中国机器人产业联盟(CRIA)的统计,2018年,在中国工业机器人应用工艺中,搬运和上下料占据了44.4%的比重。随着工业互联网的进一步发展,对装备的智能化要求也在不断提高,如智能传感器要能够接收温度、压力、图像和声音等更加丰富的指令,高速处理器要能够处理海量的信息,高精度控制器要能够执行更加复杂的命令等,国内智能装备的发展水平亟待提升。

二是安全性有待提升。安全性是工业互联网在各个行业、各个领域推广应用都不容忽视的重要问题。装备制造业在与工业互联网的融合应用中对安全性提出了以下要求:第一,伴随工业互联网的发展,越来越多的设备会暴露在互联网上,病毒、木马、勒索软件等安全风险不断向工业领域渗透,工业设备一旦中招,带来的结果可能是致命的,因此,对装备产品以及生产设备的安全提出了更高要求;第二,工业互联网上承载有大量价值巨大的工业数据,能够揭示企业生产状况及行业运行,也承载了大量供应链、用户、市场等信息,是工业互联网核心要素,数据安全因此成为工业互联网安全保障的重要任务之一;第三,随着智能化的推进,工业控制系统逐渐向工业互联网平台的方向发展和转变,与互联网深度融合,受到攻击的可能性也越来越大,控制安全的重要性凸显。

#### 2. 装备制造企业应用工业互联网的基础支撑不足

一是企业数字化基础薄弱。数据是工业互联网的核心驱动要素,数字化是推进工业互联网应用的前提。只有通过工业传感器实时采集生产设备和生产线上的温度、压力、震动等信息,并与经营管理各环节的信息联结起来,汇聚成海量的数据库,才能进行挖掘分析、处理、应用,最终形成产品或服务。当前,工业数据采集是工业互联网与装备制造业融合应用面临的主要挑战之一,企业数字化基础薄弱导致的数据采集传输困难、数据链不通、数据质量不高使得不同企业之间互联互通难度极大,工业互联网难以落地。一方面,受制于企业智能装备应用不够、水平低下、设备老旧等因素,装备制造业设备数字化水平不高。中国两化融合服务平台发布的数据显示,截至2019年底,装备制造业

生产设备数字化率为44.4%，关键工序数控化率为41.6%，均低于电子信息、原材料及消费品行业相关数据。另一方面，从业务流程来看，由于高端工业软件领域为发达国家所垄断，且工业软件的客户以大企业为主，中小企业应用不足，装备制造业工业软件应用水平不高，业务流程的数字化步伐亟待加快。

二是企业复合型人才缺乏。人才是支撑工业互联网发展、创新的核心要素。当前，中国工业互联网的发展在经历了缺市场、缺技术、缺政策之后，进入了缺人才阶段。2019年入选工信部十大“双跨”工业互联网平台的公司纷纷反映，复合型人才的缺乏已成为制约工业互联网发展最重要的瓶颈之一。对于装备制造业来说，大企业在工业互联网平台建设中缺乏既懂工业互联网研发、销售、服务、管理，又了解工业、了解工业机理、懂得设备制造专业知识的复合型人才；广大中小企业作为工业互联网平台的应用者，缺乏的是有较强创新能力和操作能力，又懂工业互联网使用、维护、管理的复合型人才。由于制造技术和信息技术长期处于分割的两个领域，跨界复合型人才极度稀缺，在国内外各制造领域都缺口巨大。

### 3. 装备制造业应用工业互联网的范围不广泛

一是大量中小企业尚未参与到工业互联网的探索应用中。中国装备制造业涉及领域广泛，中小企业不仅数量众多，而且相当数量的企业居于装备产业链的上游或者基础部分，在一定程度上决定着各产业链所能达到的高度，以工业互联网推进中小企业的智能化、网络化发展，提升产业基础制造能力是装备制造业高质量发展的必然选择。从中国工业互联网与装备制造业的融合应用实践来看，龙头企业在平台建设及应用中居主导地位，其他真正应用工业互联网平台的企业数量相对较少，尤其是广大中小企业尚未真正参与进来。由于中小企业一是生产规模较小，资金和人才缺乏；二是数字化滞后，数字化改造需求模糊而庞杂；三是对工业互联网认识不充分、安全性有疑虑，因此，导入工业互联网的意愿不足，参与积极性不高。从企业上云进程来看，由用友网络科技股份有限公司、国家工业信息安全发展研究中心、两化融合创新服务联盟联合发布的《中国企业上云指数(2018)》报告显示，2018年，中型企业、微型企业未上云比例分别达

56.1%、57.8%。

二是产业链协同应用存在阻力。中国装备制造业尽管具备完整的产业链，但由于上下游之间、供需端之间信息不畅通，大中小企业之间配套协作不紧密，产业基础制造能力不强，整体处于价值链的中低端。工业互联网能够实现产业链上下游的互联互通，是推进装备制造业产业链深度分工、高度协同的有利抓手。但从近年来工业互联网在装备制造各行业的应用来看，一些龙头企业运用其工业互联网平台实时监控分布在各地的工厂运行状态，汇聚上下游信息，实现的只是集团内部企业之间、部门之间的供需对接和协同制造；从平台来看，无论装备制造企业打造的是通用型平台还是垂直行业平台，当前主要服务的仍是其原来产业链上的合作伙伴生态圈，平台的应用只是加深了彼此合作的深度，提升了合作水平，而产业链整体的协同效应并未显现。此外，产业链上的部分企业之间，由于彼此存在竞争关系，如何共同融入工业互联网平台，也是当前面临的一个难题。

### 4. 装备制造业应用工业互联网的程度不够深

中国工业互联网应用场景日益丰富，但受当前装备制造业数字化发展水平的制约，工业互联网应用场景探索不够深入。突出表现在售后服务中，根据《工业互联网平台白皮书(2019)》，国内工业互联网的运用主要集中在基于在线监测手段衍生出的生产过程管控、资源配置协同、设备管理服务等场景，三者的应用占比分别为27%、32%和21%。而国外制造业数字化水平相对较高，对工业数据挖掘利用较深入，工业互联网平台的应用主要集中在设备管理服务场景，占比高达49%，其设备健康管理、产品远程运维已达到可预测水平，并在数据支撑下初步实现了某些领域的商业智能决策。相比之下，中国工业互联网发展受制于整体数字化水平相对滞后、中小企业数量众多等因素，部分应用仅处于可视化描述与监控诊断层面，预测性维护的渗透率很低，也难以通过数据驱动高效的动态智能决策。

## 四、以工业互联网助推中国装备制造业高质量发展的对策

工业互联网诞生以来便与装备制造业紧密结合在一起，装备制造业是工业互联网融合应用的主

战场,工业互联网是装备制造业高质量发展的重要途径。面对诸多短板,工业互联网与装备制造业从融合到取得实效将是一个较长的过程,也是一个系统性的工程,要形成多元化的参与机制,通过政府、行业、企业以及产业链上所有参与主体共同发挥作用、形成合力,深化工业互联网在装备制造业的探索应用,助力中国装备制造业的高质量发展。

### 1.以新基建为契机,提升工业互联网供给能力

2018年底,中央经济工作会议上将5G、人工智能、工业互联网、物联网定位为“新型基础设施建设”;2020年以来,中央频频部署新型基础设施建设(简称“新基建”)相关任务,中国新基建由此将进入快速推进阶段。工业互联网是新基建的重要组成部分,要以当前推进新基建为契机,顶层规划、统筹布局,加快构建全国“一盘棋”的工业互联网基础设施体系:一是从国家层面打造工业互联网创新体系,集中科研力量,围绕工业大数据分析、工业机理建模、工业应用开发、智能传统器等重点领域开展技术攻关,着力解决工业互联网发展中“卡脖子”的软硬件核心技术,弥补硬件基础、工业软件、数据传输、工控安全等技术短板;二是加快布局“5G+工业互联网”建设,要伴随5G的商用落地,引导装备制造企业积极利用5G技术开展工业互联网内网改造,完善网络基础设施;引导装备制造各行业构建各自领域的5G专用网络,避免频谱干扰,从而满足不同应用场景对网络的复杂需求;三是积极推进装备制造业数据中心建设,构建基于云、网、边深度融合的数据网络,提升数据采集能力,满足行业不断增长的数据存储和计算需求;四是鼓励各地加快工业互联网公共服务平台建设,着重建设包括工业数据管理服务、评估服务、产业监测服务及检测认证服务在内的四大类公共服务平台。

### 2.坚持企业主体地位,深化工业互联网与装备制造业的融合应用

企业是工业互联网与装备制造业融合应用的主体。装备制造业的龙头企业要引领行业工业互联网平台的发展,带动行业的平台化转型:一是鼓励汉云、根云(RootCloud)等工业互联网平台依托龙头企业的优势,汇聚技术、人才、数据、模型等各类资源,构建综合性工业操作系统,打造具有国际竞争力的工业互联网平台;二是围绕装备制造企业研发、生产、管理、服务等流程中的痛点,持续迭代平

台功能,不断丰富应用服务,加快培育基础共性、行业通用、企业专用等“杀手级”工业APP;三是引导徐工信息、树根互联、航天云网等公司开发针对中小企业的低成本、可共享的应用服务产品,并将工业互联网平台向二、三线地级城市推广,带动更多的中小企业“上云上平台”,打造以平台为支撑、以龙头为引领、产业链中小企业广泛参与的行业工业互联网发展格局。要推动中小企业以应用为主,加快导入工业互联网平台:一是各地政府要通过标杆示范、场景式体验、组织企业参加展会活动等方式,普及各类新兴技术,深化中小企业对应用工业互联网转型升级的认识;二是政府要对中小企业的数字化改造给予资金、技术扶持,或对主动升级设备、“上云上平台”的中小企业实行奖补政策,或统一购买信息工程服务,免费为中小企业提供数字化解决方案,加速中小企业“上云上平台”的步伐;三是构建对中小企业参与工业互联网建设的指导机制,协助中小企业平衡当前需求与未来发展,有步骤、有重点、循序渐进地开展工业互联网平台的探索应用,提高资金使用效率。

### 3.强化要素保障,打造装备制造业工业互联网生态体系

围绕装备制造业工业互联网生态体系构建,要强化政策、人才、技术等方面的保障。在政策方面,当前阶段,各地的政策目标主要还是聚焦于提高“企业上云”的意识和积极性,提高企业信息化水平等方面,随着企业“上云”的进一步普及以及对工业互联网发展规律认识的深化,要根据行业特点出台有针对性的工业互联网发展政策,优化装备制造业工业互联网发展环境。在人才方面,要把复合型人才纳入国家层面的制造业人才发展规划中;在应用型高校、职业院校建设一批工程创新训练中心,加强工业数字设计、系统集成、数据分析、网络安全等专业人才培养;支持校企合作开展工业互联网应用人才“订单式”培养,对重点行业、关键环节、高端产品制造的专业技术人员开展智能机器操作、运维、人机交互等技能培训,帮助传统制造业人才适应工业互联网需要,提升综合技能。在技术方面,加快人工智能、5G、边缘计算、大数据、区块链、AR/VR等前沿技术与工业互联网的融合;同时,在构建综合安全防控体系的基础上,加快5G网络安全建设,通过采用认证、加密完整性保护、隔离等技术,有效提

高5G网络安全防护水平,保障“5G+工业互联网”的推进。

### 注释

①2014—2018年装备制造业营业收入及企业数量等数据(下同)由《中国统计年鉴》中金属制品业,通用设备制造业,专用设备制造业,汽车制造业,铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业,电气机械和器材制造业,计算机、通信和其他电子设备制造业,仪器仪表制造业8个细分行业数据汇总而来;2019年国家统计局为全面反映工业企业经营规模和经营状况,将发布的“主营业务收入”调整为“营业收入”,从近年数据情况看,“营业收入”与“主营业务收入”两者绝对值差异基本稳定,指标改变对数据使用影响很小。因此,本文中2018年前的营业收入实际上指每年的主营业务收入。②企业资产利润率的计算中,分别以上年、当年企业资产总额作为期初期末资产总额求得平均数,得到资产平均占用额。

### 参考文献

[1]夏德仁.把握制造业高质量发展的着力点[N].人民日报,2019-11-06.  
[2]国家统计局.中华人民共和国2019年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL].[http://www.caam.org.cn/chn/7/cate\\_76/con\\_5228905.html](http://www.caam.org.cn/chn/7/cate_76/con_5228905.html).  
[3]李士梅,李强.中国装备制造业全要素生产率测算及提升路径[J].哈尔滨商业大学学报(社会科学版),2019(2).

[4]孟祥宁.中国区域装备制造业全要素生产率增长的演化动力研究——基于1990—2015年分行业面板数据的实证分析[J].长白学刊,2018(3).  
[5]王卫,綦良群.中国装备制造业全要素生产率增长的波动与异质性[J].数量经济技术经济研究,2017(10).  
[6]任继球.推动装备制造业高质量发展[J].宏观经济管理,2019(5).  
[7]刘佳斌,王厚双.我国装备制造业突破全球价值链“低端锁定”研究——基于智能制造视角[J].技术经济与管理研究,2018(1).  
[8]郑松.面向智能制造的工业互联网技术创新[J].中国工业评论,2015(6).  
[9](美)通用电气公司.工业互联网:打破智慧与机器的边界[M].北京:机械工业出版社,2015.  
[10]余晓晖,杨希,蒋昕昊.工业互联网的发展实践与未来方向[J].新经济导刊,2019(2).  
[11]工业互联网平台白皮书(2019)[EB/OL]. <http://www.aii-alliance.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=23&id=673>.  
[12]张磊,杨宏庆,周兴,等.工业互联网平台如何助力中小企业走向智能制造[J].智慧工厂,2019(10).  
[13]袁晓庆.工业互联网发展站在新的起点[N].中国电子报,2020-03-24.  
[14]徐晓兰.以工业互联网“良药”,疗制造业中小企业“疫病”[N].人民邮电,2020-02-21.  
[15]杜娟.发展工业互联网 人才是根本[N].人民邮电,2018-04-10.

## Study on Boosting the High-Quality Development of China's Equipment Manufacturing Industry with Industrial Internet

Song Ge

**Abstract:** The development of industrial Internet has become a common choice for major global economies at present, comply with the development trend of science and technology and it also enhance the competitiveness of manufacturing industry. In recent years, with the steady development of China's equipment manufacturing industry, the problem of low quality and efficiency is prominent. The application of industrial Internet helps to solve the relevant constraints and promote the high-quality development of equipment manufacturing industry. The industrial Internet and equipment manufacturing industry have shown a trend of integrated development. However, with the deepening of their integrated application, some short boards are exposed in basic support, enterprise landing, industry application, etc. The challenge is to take the opportunity of new infrastructure construction, give full play to the main role of enterprises, strengthen the construction of ecological system, deepen the exploration and application of industrial Internet, and accelerate the transformation and upgrading of equipment manufacturing industry.

**Key Words:** Industrial Internet; Equipment Manufacturing Industry; High Quality Development

(责任编辑:柳 阳)