


调查研究

制造业数字化转型的难点与对策

□ 沈恒超

随着新一代科技革命和产业变革浪潮，越来越多的国家把发展数字经济作为推动经济增长的重要途径。其中，积极促进新一代信息技术和制造业深度融合，大力发展先进制造和智能制造，是各国普遍采取的重要举措。我国制造业规模庞大、体系完备，但大而不强问题突出。尤其是传统制造业，自主创新能力不强，生产管理效率较低。在我国制造业低成本优势逐步减弱的背景下，必须着力提高产品品质和生产管理效率，重塑竞争优势，数字化转型正是提升制造业竞争力的重要途径。当前，需更好顺应数字经济发展趋势，解决好制造业数字化转型进程中的难点问题，切实推动制造业高质量发展。

数字经济是继农业经济、工业经济之后新的经济形态，它以数据资源为重要生产要素，以数字化转型为重要推动力。目前，越来越多的国家把发展数字经济作为推动经济增长的重要途径，大力推动新一代信息技术和制造业深度融合、大力发展战略制造和智能制造。

数字化转型也是我国制造业提高产品质量和生产管理效率的重要途径。虽然我国制造业发展取得了长足进步，但现实地看，大部分制造业企业仍处于较低发展阶段。在此基础上的制造业数字化转型，既包括企业进行信息化（数字化）改造，也包括少数已经有基础有实力的企业将大数据、人工智能等技术深度应用于供应、制造、销售、服务等环节，进入网络化、智能化发展阶段。

近年来，为促进包括传统制造业在内的制造业转型升级，我国不断完善制度环境，出台了一系列战略规划和政策措施，推动我国制造业数字化水平不断提升，处在产业发展前沿的

尽管我国制造业数字化转型已经取得了一定成效，但阻碍行业发展的难点问题依然不少。

一是缺乏权威的数据标准。制造业企业每天产生和利用大量数据，比如，经营管理数据、设备运行数据、外部市场数据等。但是，工业设备种类繁多、应用场景较为复杂，不同环境有不同的工业协议，数据格式差异较大，不统一标准就难以兼容，也难以转化为有用的数据。目前，我国已有全国信息技术标准化技术委员会、智能制造综合标准化工作组、工业互联网产业联盟等多个从事相关标准研发的机构，制定了《国家智能制造标准体系建设指南（2018年版）》《工业互联网标准体系框架（版本1.0）》等文件，但具体标准的研制和推广工作刚刚启动，

数字化转型是制造业自身发展的现实需要，这一进程中遭遇的多数问题应由市场解决，市场也有能力解决。但是，发展环境的改善需要政府的积极推动，在这方面要更好发挥政府作用。

完善支持鼓励政策，促进制造业数字化改造。通过技术改造贷款贴息、搬迁补助、职工安置补助、加速折旧、产业引导基金投资等方式支持和鼓励企业进行数字化改造；通过政府购买服务等方式鼓励中小企业与服务平台合作，引导中小企业通过“上云”提升数字化水平；通过试点示范，培育工业互联网平台，鼓励、支持优势企业提高工业互联网应用水平，推广网络化协同制造、服务型制造、大规模个性化定制等新模式、新业态。

推动工业数据标准制定与应用，促进数据的开放共享。引导行业组织、企业研究制定工业数据的行业标准、团体标准、企业标准。梳理现有国家标准，适时将成熟的行业标准、团体标准上升为国家标准。加强标准体系与认证认可、

工业互联网是数字浪潮下工业体系和互联网体系深度融合的产物，是促进我国供给侧结构性改革、加快新旧动能转换的关键抓手。党中央、国务院高度重视工业互联网发展，在顶层设计、项目试点、集群发展、生态构建等方面开展了一系列工作，形成了统筹指引、差异定位、上下联动、多方协同的发展格局。近几年，在各方共同努力下，我国工业互联网发展加快，从概念普及阶段进入探索实践阶段，形成了战略引领、规划指导、政策支持、技术创新和产业推进良好互动的可喜局面。

应该看到，推动工业互联网发展对我国经济发展意义重大而深远。

第一，工业互联网为推动经济高质量发展提供新支撑。我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。制造业是国民经济的主体，推动制造业高质量发展是2019年经济工作的重点。工业互联网具有较强的渗透性，以制造业为起始点，可逐步发展为能源、交通、农业等实体经济各领域数字化、网络化、智能化升级必不可少的新型基础设施，成为转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的新途径。依托工业互联网可形成创新创业创造的多层次公共平台，打破“信息孤岛”，促进集成共享，实现跨企业、跨领域、跨产业的广泛互联互通，实现生产资源和服务资源更大范围、更高效率、更加

我国制造业数字化水平显著提升

工业互联网应用也在不断拓展。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》等，对制造业数字化转型进行了全面部署；工业和信息化部、财政部等部门相继印发《智能制造发展规划（2016—2020年）》《工业互联网发展行动计划（2018—2020年）》等，明确了制造业数字化转型的具体目标和重点任务。这些文件就技术研发、成果应用、重点领域突破以及金融、财税、人才、基础设施、质量基础、信息安全、服务平台等方面给出了支持政策与措施，发挥了卓有成效的推动和促进作用。

与此同时，我国信息化、工业化发展水平也持续上升，但数字化转型仍需加力。工业和信息化部发布的《中国两

化融合发展数据地图（2017）》显示，研发、制造、营销等环节的数字化指标值较高，集成互联、智能协同指标值较低，说明制造业数字化改造进展较快，但在网络化、智能化方面的数字化转型进展依然较慢。

值得关注的是，我国工业互联网应用规模正在迅速扩大。工业互联网是制造业数字化转型的前沿技术应用，发展工业互联网已经成为各主要工业强国抢占制造业竞争制高点的共同选择。工业互联网技术主要应用在产品开发、生产管理、产品服务等环节。工业互联网的主要应用模式和场景可归纳为以下四类：一是智能产品开发与大规模个性化定制；二是智能化生产和管理；三是智能化售后服务；四是产业链协同。在产品开发

和服务环节应用工业互联网技术的企业，一般致力于开发智能产品，提供智能增值服务；在生产管理环节应用工业互联网技术的企业，一般主攻发展数字工厂、智能工厂。从调研情况看，我国在产品和服务环节应用工业互联网技术的企业，远远多于在生产管理环节应用工业互联网技术的企业。

还要看到，工业互联网平台为制造业数字化转型提供了服务和支撑。工业互联网平台可以分为通用平台、行业平台、专业平台，它们都可以直接为用户提供服务，但更多的情况是：通用平台为企业平台提供服务，行业平台为专业平台提供服务，专业平台为用户提供服务。目前，我国已有一批工业互联网平台实现了规模化商用。

数字化转型面临诸多难点

市场接受度还不够高。

二是数据安全有待保障。工业数据的安全要求远高于消费数据。工业数据涵盖设备、产品、运营、用户等多个方面，在采集、存储和应用过程中一旦泄露，会给企业和用户带来严重的安全隐患。数据如果被篡改，可能导致生产过程发生混乱，甚至会威胁城市安全、人身安全、关键基础设施安全乃至国家安全。目前，各种信息窃取、篡改手段层出不穷，单纯依靠技术难以确保数据安全，相关惩罚措施亦不到位，不能给数据窃取、篡改者足够的威慑。

三是数据开放与共享水平尚需提高。随着数字经济发展，企业对外部数据的需求呈现不断上升的趋势，包括产业链上下游企业信息、政府监管信息、公民基础信息等，将这些数据资源进行有效整合才能产生应用价值，但前提是这些数据能够被获得。目前，政府、事业单位等公共部门的数据仍处于内部整合阶段，对社会公开尚需时日。在社会数据方面，对哪些数据可以采集并独享、哪些数据能采集但必须共享、哪些数据不能采集还缺乏详细规定。

四是核心关键技术能力不足，信息

基础设施和制造业数字化转型的基础相对薄弱。当前，关键工业软件、底层操作系统、嵌入式芯片、开发工具等技术领域基本被国外垄断；我国能够生产的工业传感器与控制产品大多集中在低端市场；控制系统、平台数据采集开发工具等领域的专利多为外围应用类，缺少核心专利。此外，虽然我国信息基础设施供给能力显著增强，但发展不平衡矛盾依然突出。

以上这些都在一定程度上制约了制造业数字化转型的进程。

推动转型需进一步改善发展环境

检验检测体系的衔接，促进标准应用。加快公共数据开放进程，促进数据资源的高效利用。建立健全社会数据采集、存储、交易等制度，保障数据有序、规范应用。

加强数据安全保护体系建设。强化工业数据和个人信息保护，明确数据在使用、流通过程中的提供者和使用者的安全保护责任与义务；加强数据安全检查、监督执法，提高惩罚力度，增强威慑力；严厉打击不正当竞争和违法行为，如虚假信息诈骗、倒卖个人信息等，引导、推动行业协会等社会组织加强自律。

加强核心技术攻关，夯实技术基础。加大对通信、网络、人工智能、核心器件、基础软件等领域的技术研发资助力度，加强底层操作系统、嵌入式芯片、

人机交互、工业大数据、核心工业软件、工业传感器等核心技术攻关。增加企业研发投入，完善政府采购制度，加大采购力度，从需求侧拉动技术发展，帮助新技术、新产品进入市场。

围绕制造业数字化转型要求，增强信息基础设施支撑能力。适应数字经济发展对信息基础设施的要求，现有信息基础设施仍需加强普遍服务。与此同时，数字工厂、智能工厂对信息基础设施的要求远高于消费互联网，基于明确需求和应用场景的5G建设在工业领域可以适当加快。

加强国际合作，提升国际影响力。当前，美国、德国正在合作探讨工业互联网参考架构（IIORA）和工业4.0参考架构模型（RAMI4.0）的一致性，最终

有可能形成统一的架构。我国应发挥产业门类齐全、市场规模大、数据资源丰富等优势，谋求与其他国家的深入合作，并引导行业组织在国际合作方面进一步发挥作用。

统筹规划，与再就业培训、社会保障体系有机结合。制造业数字化转型将大幅提高企业的智能化水平、减少普通就业岗位。同时，旧有的知识、技能不能适应数字工厂、智能工厂要求的劳动者也难以适应数字化的服务业的要求。对于可能出现的新情况，相关部门需及早谋划、做好预案，通过技能培训、提供公益性岗位等化解就业压力，同时切实发挥社会保障体系的作用。

（作者系国务院发展研究中心创新发展研究部研究室主任、研究员）

同声

中国信息通信研究院院长刘多提出

加快构建工业互联网产业生态

精准的优化，推动一二三产业、大中小企业融通发展，并为推动经济高质量发展和改善民生提供重要依托。

第二，工业互联网为制造业转型升级提供新动能。工业互联网通过跨设备、跨系统、跨厂区、跨地区的全面互联互通，实现全要素、全产业链、全价值链的全面连接，驱动工业数据充分流动，实现以数据流带动技术流、资金流、人才流、物流，构建数据驱动的网络化生产制造体系和服务体系，有效提升传统产业的发展质量与效益，推动制造业转型发展。同时，工业互联网能够促进各类资源要素优化配置和产业链紧密协同，引导企业挖掘市场潜在需求，帮助企业将价值创造模式由单纯的供给产品转化为提供“产品+服务”的服务型制造，实现工业生产的产消融合、协同制造、服务延伸和智能决策，不断催生新业态、新模式、新产业，助力制造业向高端迈进。

第三，工业互联网为数字经济发展开辟新蓝海。数据是数字经济发展的关键资源。工业互联网极大地开拓了网络空间的边界，将网络的连接对象从人延伸到机器设备、工业产品和工业服务，将互联网应用领域由虚拟扩展到实体、由生活延伸至生产，数据的连接量、流通量、计算量均呈现出指数级爆发式增长，极大地丰富了数据资源的种类，不断开辟数字经济新蓝海、拓展经济发展新空间。

经过多年发展，我国工业互联网已经从概念层面的普及阶段，步入实践层面的落实阶段。一方面，工业互联网平台支撑体系日益健全，初步形成了技术创新、平台评测、平台管理等公共服务能力。另一方面，工业互联网网络顶层设计逐步完善，新型网络技术研究稳步推进，工业互联网标识解析的顶层布局初步形成，工业互联网安全管理体系和标准体系加快构建，企业安全意识及安全监测

和防护技术能力进一步增强。与此同时，聚焦行业特点，工业互联网探索创新积极推进，新模式新业态不断涌现，跨界创新也日益丰富。还要看到，围绕工业互联网网络、平台、安全三大体系，我国已从工业互联网顶层设计、技术标准、产业发展、国际合作、产融推进等多个方面开展了相关工作，并在多个细分行业进行深入研究和探索，面向产学研用协同发展的多层次工业互联网产业生态逐步构建。

当前，我国工业互联网处于难得的发展机遇期，下一步，还需进一步提高产业支撑能力、应用服务能力、生态构建能力。一是推动新一代信息技术与制造技术的联动发展与创新突破；二是立足行业需求，加快应用创新和推广；三是发挥好联盟桥梁纽带作用，营造工业互联网发展生态，以产业联盟为载体，以产业集群为依托，发挥出“体系作战”的优势。（肖伟）

用好开放式创新

激发社会创新潜能

□ 戚聿东 张洁琼

党的十九大报告提出，“创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑。”我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，增强自主创新能力是在此进程中亟需解决的重大问题。今年两会期间，习近平总书记在参加福建代表团审议时强调，“要向改革开放要动力，最大限度释放全社会创新创业创造动能，不断增强我国在世界大变局中的影响力、竞争力”，为我们进一步增强自主创新能力和平指明了方向。

最大限度释放全社会创新创业创造动能，需充分发挥企业作为技术创新主体的作用。通过推动开放式创新，企业可将供应商、竞争者、领先用户、非相关企业、大学与研究机构、政府等创新资源聚集到一起，增强自身的创新能力和水平，进而形成富有活力的、鼓励创新创业创造的社会氛围。

企业的开放式创新，是指企业的产品研发和商业化活动充分整合全社会的智力资源，基于一定的风险分担和利益分配机制，与外部创新主体协同创新，实现互利共赢。开放式创新的理念和模式正被越来越多的企业认可和采纳，成为目前企业创新的主要形态之一。特别是近几年，随着我国各类数字技术、移动互联网和移动终端的普及和应用，企业的开放式创新实践越来越普遍，也越来越成熟。开放式创新正在为创新提供新入口、新模式、新条件。

构建开放式创新平台，为开展创新提供新入口。开放式创新平台是一个能够提供数字化服务的虚拟环境，全国的创新者都可在平台上表达对产品的需求、对产品和服务提出改进意见以及和其他用户交流观点和创意。企业则利用大数据分析将这些需求、建议和创意进行筛选，并结合具体需求运用到创新活动中去。一般来说，就是企业通过开放式创新平台汇集用户的创意和想法，并有选择地用于生产和产品创新。比如，海尔的HOPE开放式创新平台就收集了大量用户创意，并为很多颠覆性产品提供了技术支持；伊利也引入“众创”模式，将消费者变成创新产品的研发人员。开放式创新平台已经成为人们参与创新活动的有效途径，提供了创新的新入口。

探索开放式创新机制，为开展创新提供新模式。今年的《政府工作报告》强调，要“健全以企业为主体的产学研一体化创新机制，支持企业牵头实施重大科技项目”。对开放式创新机制的积极探索，将通过打造无边界组织激发组织内部的创新积极性，将通过内外部合作研发形成优势互补，提升产品的市场竞争力，为开展创新提供新模式。应该看到，大学和科研院所能够为企业提供特定领域相关科学理论的发展前沿信息和成果，企业与大学、研究机构可以共同创建产学研基地、开放性实验室、学生实践基地等合作机构，鼓励优秀的学生、教师和研究人员参与相关的研发项目并提出有价值的创意。这些新机制都有助于思想和观点的输入、输出与碰撞，有利于全面盘活企业的创新资源，降低研发成本，缩短研发时间，提升创新效率，促进全社会创新资源的市场化流动，优化各个组织资金和研发人员的配置，形成物尽其用、人尽其才的良好局面。

营造有利于开放式创新的环境，为开展创新提供新条件。开放式创新可以打破组织内部的边界，鼓励内部成员之间的思想交流，调动组织内部成员特别是研发人员的积极性，培育具有创新精神的企业文化，在企业内部营造良好的创新环境。应该看到，企业是市场的主体，其开放式创新的相关实践还将带动全社会的创新热情。尤其是开放式创新平台、产学研合作、技术联盟等，能够吸引和激励更多人加入到创新活动中来，提高全社会创新意识，最大程度激发全社会创新活力，塑造开放、共享、宽容的社会氛围，为创新创业创造提供更好的条件。

在积极推动开放式创新、及时总结相关经验的同时，我们还应充分关注开展开放式创新可能带来的风险。一方面，要防止因过度依赖技术引进而挤压内部研发资源。如果企业过分热衷于开放式创新，就有可能导致研发人员将大量时间和精力用于与外部创新主体的沟通合作上，忽视对内部研发的投入，降低创新资源的利用效率；与此同时，这也容易让企业的管理者和研发人员认为外来技术比自我研发技术更容易获取，久而久之会形成过分依赖外部技术的倾向，内部研发能力薄弱、自主创新精神淡化，最终导致自身技术积累不足。另一方面，要关注沟通和协调成本的提升。在开展开放式创新中，各创新主体往往分散于缺乏正式契约的社会网络中，不同创新主体所在机构的沟通机制、激励机制和分配机制各不相同，企业需要与不同职业背景的人员进行沟通、协调与合作，这会在一定程度上提升创新的成本，降低创新效率。

对此，企业应首先明确开放式创新适用的技术边界，选择适合自身发展的开放范围。必须看到，不是所有的企业都适合开展开放式创新，也并非所有的创新都可以通过开放式创新来实现，现实中，大多数颠覆性和突破性创新来自企业的内部研发。对此，应充分评估企业的技术需求及其适用的创新方式，区分核心技术与边缘技术、突破性技术和改良性技术，精准定位开放式创新的适用范围。其次需合理分配创新资源，选择适合企业情况的开放程度。较高的开放程度有利于企业充分借助外部资源提升自身的创新能力，但也容易导致对外部资源的过分依赖，应根据不同的技术发展阶段合理有序推进开放式创新，在起步阶段需避免构建大而全的开放式创新体系。总而言之，企业需因地制宜、因时制宜，用好开放式创新，有效控制风险，实现可持续发展，进而更好释放全社会创新创业创造动能。

（作者单位：北京师范大学经济与工商管理学院、首都经济贸易大学工商管理学院）

本版编辑 采笑语