

# 制造业数字化转型的内在机理与实现路径<sup>\*</sup>

孔存玉 丁志帆<sup>①</sup>

〔摘要〕作为信息化与工业化深度融合的重要体现，制造业数字化转型是“技术－经济”范式变革在制造领域的深化与应用，是现代信息技术对制造业的要素结构、生产方式、组织结构以及价值来源的根本性变革。当前，我国制造业企业存在着“不想转型”“不能转型”“不会转型”三重困境，本质上是企业层面数字化转型能力、产业层面数字化支撑能力、多元主体数字化协同能力不足以及整体层面开放共享不充分的表现。鉴于此，应深化信息技术应用以提升企业动态能力，通过产业创新与产业融合激发潜在的发展空间，通过多元制造业主体有效对接与高效协同促进制造业体系与信息技术体系的开放共享，加快推进制造业数字化转型。

〔关键词〕制造业；数字化转型 “技术－经济”范式；实现路径

〔中图分类号〕F424 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1006—012X（2021）—06—0098（08）

〔作者〕孔存玉，博士研究生，河南大学经济学院，河南开封 475004

丁志帆，副教授，博士，博士生导师，河南大学经济学院，河南开封 475004

## 一、引言

在过去的40余年间，中国创造了制造业史上的奇迹，不但产业规模在2010年后稳居世界首位，而且建成了门类齐全、独立完整的现代工业体系。<sup>〔1〕</sup>但是，我国规模日益扩大的制造业一直贴着“大而不强”的标签，发展质量效益不高的问题尤为突出，主要表现为产业结构不合理，多数产业处于价值链的中低端，在国际分工体系中缺少话语权；自主创新能力薄弱，部分领域核心技术缺失，高端产品重要零部件和关键材料对外依存度高，产业基础能力有待提升；产品质量问题突出、竞争力不强，缺乏品牌效应；资源利用效率低、污染物排放超标，与人民日益增长的美好生活需要不相适应。无论是从产业安全考虑，还是从高质量发展的目标考量，摆脱固有的低成本竞争和规模扩张模式，推动制造业数字化转型，是新发展格局下制造业转型升级的必由之路。

随着新一代信息与通信技术的集成突破与融合渗透，大数据、云计算、移动互联网、人工智能等前沿科技正以前所未有的深度和广度推进资源配置、生产方式与组织结构变革，新一轮科技革命与产业变革蓄势待发。<sup>〔2〕</sup>与传统意义上的“信息化”不同，制造业数字化转型是以数字化、网络化、智能化技术在传统产业部门尤其是制造业的扩散与应用为特征，以现代信息技术对机械化生产和流水线生产等传统生产制造模式的优化升级为主体，是制造系统在“技术－经济”范式意义上的根本性变革。它不仅重新定义了制造业的经济功能、重构了国家与产业竞争所依赖的要素结构、技术基础与竞争优势，而且能够最大程度地激发居民日益丰富和多元的消费需求。<sup>〔3〕</sup>

推动制造业数字化转型，既是顺应新一轮科技创新与产业变革历史规律的客观需要，更是深化供给侧结构性改革、夯实国

<sup>\*</sup> 基金课题：河南省高等学校重点科研项目“数字经济驱动河南省制造业高质量发展的机制、路径与对策研究”（21A790005）。

<sup>①</sup> 丁志帆系本文的通讯作者。

民经济发展基础与推动经济高质量发展的战略选择。<sup>①</sup> 新冠肺炎疫情的治理实践,进一步凸显了信息化与工业化融合发展的重要性。在疫情防控与复工复产的过程中,部分数字化转型起步较早的制造业企业不仅没有“伤筋动骨”,反而在灾害预警、医疗支援、稳产保供等方面起到了关键作用,<sup>②</sup>而那些转型滞后、数字化程度较低的制造业企业则遭遇重创,部分甚至出现了生存危机。鉴于此,中央全面深化改革委员会在2020年6月审议通过的《关于深化新一代信息技术与制造业融合发展的指导意见》中明确提出,推动制造业产业模式和企业形态的根本性变革,提升制造业数字化、网络化、智能化发展水平。面对百年未有之大变局,探讨制造业数字化转型的内在机理与战略路径极具理论和现实意义。

## 二、文献综述

产业升级,即通过重塑技术能力与组织能力形成新的核心竞争力或比较优势,从而提升企业、产业乃至国家在全球价值链中的地位。<sup>[4]</sup> 早期研究较为关注制造业转型升级难的动因,强调应破解制约科技创新与成果转化的体制机制障碍,为制造业高质量发展创造公平竞争的制度环境。<sup>[5~7]</sup> 然而,基于制度创新的主流观点忽略了制造业发展模式的差异性,这些研究所强调的有效市场建设、功能性产业政策、教育体制改革只是制造业转型升级的必要条件,而不是充分条件。也有学者强调消费需求对制造业发展的牵引作用,他们通过引入消费需求的非一致性偏好来讨论制造业转型升级的方向。<sup>[8~9]</sup>

与上述研究不同,制造业的数字化转型是从供给侧技术变革层面展开的。关于制造业的数字化转型,现有研究从以下几个视角进行了初步探讨:一是数字化转型的成效视角,研究发现信息技术应用在成本节约、生产与管理效率提升等方面对企业绩效改善有积极作用。<sup>[10~11]</sup> 二是数字化转型的过程视角,即探讨以“互联网+”为代表的现代信息技术驱动制造业转型的路径,认为应打破基于后发模仿赶超、低成本的路径依赖,通过再造产业基础能力来增强制造业的技术创新能力,或是以信息技术产业的集群发展和融合发展为载体,通过产业创新实现价值链攀升。<sup>[12~13]</sup> 三是从数字化转型的内涵视角,认为企业从工业化体系向数字化体系的转型是一种跨体系的根本性变革。这一变革并非简单的技术基础或商业模式的变革,而是经济性、社会性、体制性的全面改造,其最终目的是改变行业运作方式和价值创造方式。<sup>[14]</sup> 四是从行业或产业应用视角,开展数字化转型的行业现状或产业政策调查,提供制造业数字化转型的经验数据和实践案例。<sup>[15~16]</sup>

现有研究关于中国制造业如何借助信息技术实现弯道超车具有良好的借鉴作用,但需进一步深化与拓展:首先,既有研究大都基于全球价值链理论和企业能力理论,从产业或企业等单一层面探讨制造业升级的机制与路径。然而,仅从产业层面展开的政策制定往往难以落到实处,而从企业层面展开的研究往往代表性不足。事实上,制造业的数字化转型是多主体和多层次的,不仅体现在企业或产业层面,还体现于区域和国家等多个层面。<sup>[17]</sup> 其次,现有研究主要是从资源观与市场竞争优势角度探讨制造业转型升级问题,即便考虑了信息技术的作用,也只是将信息技术与制造业的融合等同于生产设备的数字化改造或供应链管理效率的提升。然而,数字技术不仅会触发传统意义上的技术变革,更是通过“技术-经济”范式革命内生地推动制造业转型升级。进一步,制造业数字化转型具有打通生产、分配、交换、消费等社会生产各环节的堵点、补齐供应链产业链短板、维护产业链供应链安全、有效促进国内国际双循环畅通的作用。<sup>[18]</sup> 本文以制造业数字化转型的基本内涵与核心特征为逻辑起点,深度剖析制造业数字化转型面临的现实困境,尝试提出新发展阶段的转型路径。

## 三、制造业数字化转型:基本内涵与核心特征

制造业数字化转型本质上是“技术-经济”范式变革在制造业领域的应用,是现代信息技术对制造业的要素结构、生产方式、组织结构以及价值来源的根本性变革。

### 1. 制造业数字化转型的内涵

制造业数字化转型是现代信息技术的集群突破及其与制造业的渗透融合,是在数据要素驱动下制造业的研发设计、生产制造、仓储物流、销售服务等领域的全方位变革。<sup>[19]</sup> 换言之,数字化转型并非简单的技术基础或商业模式的变革,而是经济性、社会性、体制性的全面改造,其最终目的在于带来行业运作方式和价值创造方式的变革。<sup>[20]</sup> 具体地,制造业的数字化转型不仅

① 中国信息通信研究院《中国数字经济发展白皮书(2021)》显示,2020年我国产业数字化增加值达31.7万亿元,占GDP的比重从2005年的7%提升为2019年的31.2%,成为新时代国民经济发展的重要支撑力量。

② 如,在本次疫情防控中,以富士康、上汽通用五菱、长盈精密为代表的制造企业和以利元亨、拓野机器人等智能制造系统集成企业也迅速加入到口罩生产队伍中,这些跨界厂商依托的正是强大的柔性化生产能力和数字化基础支撑。

寄希望于深化信息技术应用来提升企业生产效率与内部资源的配置效率,更重要的是将数字化应用于战略层面,通过资源要素重组、生产模式创新、组织结构变革实现价值重塑与价值创造。

## 2. 制造业数字化转型的核心特征

与“两化融合”的生产设备改造思路不同,制造业数字化转型主要呈现出如下特征:一是数据资产取代劳动、资本、技术等传统要素,成为新的关键要素。二是网络化协同、服务型制造、个性化定制取代了传统的链式生产、自动化生产、规模化生产,成为新的生产模式。三是组织结构从等级制、科层制、金字塔型向扁平化、网络化、平台化转变。四是价值源泉从供给侧效率提升向需求侧价值挖掘转变(如图1所示)。

从要素结构看,数字化转型意味着数据资产取代劳动、资本、技术等传统要素成为制造业新的关键要素。第一,得益于信息通信技术的进步,尤其是物联网、大数据、云计算的扩散与应用,人、机器、组织实现了广泛的连通,海量的制造业数据得以生成。此外,随着数据采集、存储与信息传递成本的大幅降低,数据成为新的关键要素,促进了以“数据”为核心的制造业范式的形成,从根本上改变了制造业的生产方式、管理模式和价值增值方式。第二,作为一种高级要素,数据提高了劳动、资本等传统要素的配置效率与生产效率,企业可以对数据资源进行重复或组合利用,突破了传统意义上规模经济和范围经济的约束。此外,海量数据与机器学习能够训练与提升制造业企业的智能化水平,使得生产设备具备了自学习、自决策、自组织的特点。第三,以信息技术与海量数据为基础形成的数字基础设施在生产上具有边际成本递减的特点,在消费上具有非竞争性或部分竞争性的特点,其有助于打破数据流动的壁垒,提升制造业企业的运营效率。

从生产方式看,数字化转型改变了传统的链式生产和规模化生产模式,网络化协同和大规模定制应运而生。第一,在工业经济时代,制造业通过大规模的标准化生产来提质增效,无法有效跟踪企业生产动态、满足用户需求,牺牲了用户的个性化需求。但是,在数字经济时代,按需生产、定制生产和智能生产成为一种趋势。信息集成技术解决了大多数企业与用户之间割裂、失联等问题,通过将用户的需求信息实时传递到生产一线,并由智能制造系统进行分析、研判,再将数据传递到生产的各个环节,最终实现协同生产与个性化定制。<sup>①</sup>第二,通过数字孪生体,生产的物理空间与虚拟空间可实现无缝对接,不仅能够及时发现生产过程中的安全隐患,还可以提前研判可能存在的问题,大幅降低企业生产与研发的不确定性。如,通过打造数字工厂,浙江康恩贝药业对药物生产质量进行全周期监管,极大提升了药物生产的安全性。第三,在确保产品生产质量的同时,通过对生产过程和供应链管理进行优化,可缩短产品生产周期,提升制造链和供应链运行效率。<sup>[21]</sup>如,立足于C919型国产大飞机的研发,中国商飞集团通过全球网络化协作研发平台的应用,成功将产品研发周期缩短20%,运营成本降低20%。

从组织结构看,数字化转型加速了集权式的层级制、等级制、金字塔型组织形态的瓦解,取而代之的是适度分权式的网络式、扁平化、平台式的组织结构。中国制造业能否延续熊彼特长周期规律、迎来新的上升期,最终还要取决于其生产方式、组织结构、分配机制等能否适应新经济体系的特点。在工业经济时代,科层制是最具效率的组织制度,等级森严、分工严密的组织结构确保了组织运行的高效率。进入数字经济时代,外部环境尤其是消费需求的不确定性不断增强,这就要求制造业企业的组织结构能及时感知和响应外部市场环境的动态变化。于是,垂直化、矩阵式的金字塔型组织模式逐渐瓦解,面向消费者的扁平化、网络化的生态体系式组织结构备受青睐。这一结构转型改变了延迟、碎片化的信息结构,大大降低了企业的决策成本,使得企业能够科学、及时、高效地进行决策。同时,随着跨界融合的深入,企业与行业的边界日趋模糊,围绕着核心企业或平台企业进行分散布局的网状治理结构取代了传统的产业链治理模式,网络内部形成具有高度协同效应的价值共同体,平等治理规则和中心治理模式成为组织运作的基本规则。

从价值来源看,数字化转型促使制造业价值源泉从供给侧向需求侧转变。在数字经济时代,厂商所拥有的消费者信息可以

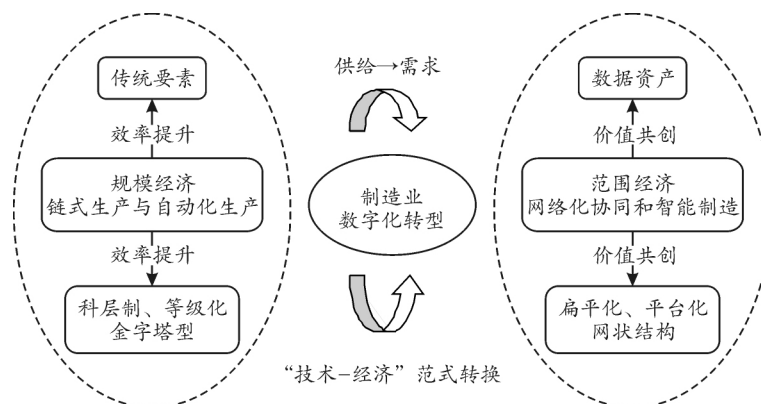


图1 制造业数字化转型的内在机制框架图

<sup>①</sup> 如,海尔、美的等家电企业和红岭集团等制衣企业搭建了以用户需求数据为驱动的产品制造体系,令用户、设计师和供应商通过数据流在互联网平台上相互协作,并通过柔性制造生产线将用户的个性化定制需求实时转换为产品。

视为其独特的、稀有的、不可替代的资源。通过信息技术搜集分散的多维需求信息，企业可以对消费者进行精准画像，挖掘潜在的消费需求。如，韩都衣舍电商集团以用户为导向，通过数据预测市场需求来指导产品研发，生产满足消费者需求的差异化产品，并根据消费者的购买与反馈进一步改善产品，形成数据驱动的研发创新体系。此外，在工业经济时代，价值实现方式是单维的。但在数字经济时代，价值来源逐渐从专业化效率转向多样化效率。这就要求制造业企业不断挖掘产品功能与服务价值，再将产品价值链延展为产品与服务融合价值链，在为企业创造多维盈利模式的同时，进一步探索价值增值的空间。制造业的数字化转型不再是微笑曲线上产品价值链向两端的延伸，而是微笑曲线本身的扩张；数字化转型可以突破产业壁垒，通过产业融合实现实体企业价值链环节解构并与数字经济价值链“跨链”重组。<sup>[22]</sup>

#### 四、我国制造业数字化转型的现实困境

为突破产业发展瓶颈，创造新的竞争优势，部分制造业企业积极探索数字化转型模式，取得了显著成效。数据显示，2020年，我国制造业研发设计、生产制造等环节的数字化水平不断提升，48.7%的企业实现了主要业务环节的全面数字化。但总体而言，我国制造业数字化转型仍处于起步阶段，企业尤其是中小制造业企业“不想转型”“不能转型”和“不会转型”现象突出。

##### 1. 制造业转型难的“三重表象”

“不想转型”主要是指出于路径依赖或风险规避缺乏数字化转型的意愿。“不能转型”主要是指有数字化转型意愿，然而自身资源或能力不足，转型成本偏高，无法完成数字化转型。“不会转型”主要是指既有数字化转型的意愿，也有数字化转型的能力，但转型方向不明确（如图2所示）。

（1）不想转型。部分企业由于路径依赖或资产专用性，长期被锁定在原有的价值增值模式下，处于组织僵化、缺乏竞争意识的状态。<sup>[23]</sup>部分企业虽然意识到了数字化改造的好处，但是企业前期信息化建设薄弱，且ICT技术研发与应用投入大、回报慢、风险高。它们担心转型阵痛期较长，而且一旦转型升级不成功，不仅前期投入化为泡影，而且面临被竞争对手抢占市场的风险。（2）不能转型。在经济高速发展阶段，数字化转型的重要性没有凸显，大多数企业仅仅凭借着低要素成本与规模扩张即可获取竞争优势。即使那些探索数字化转型的企业，其信息技术创新与应用主要集中于管理或流通领域，处在由个别流程信息化改造向系统集成应用发展的过程中，没有从根本上去思考如何运用现代信息技术完成价值创造逻辑的转型。面临市场需求与技术基础的双重变化，这些企业原有的比较优势逐步弱化，而新的以信息技术应用为支撑的数字化转型能力尚未形成。（3）不会转型。目前我国制造业企业缺乏对现代信息技术与制造业融合发展的深刻认识，它们或是夸大互联网的作用，盲目照搬其他类型企业数字化转型的成功模式，没有将互联网与制造业的行业特性和企业发展实际结合起来，或是简单追求形式，认为触网就灵。<sup>[24]</sup>本质上，它们只是将信息技术视为企业可利用的资源，而不是实现价值增值的工具。

##### 2. 制造业转型难的深层次根源

从根本上来说，制造业企业“不想转型”“不能转型”和“不会转型”都是前期信息化建设不充分，无法有效支撑制造业发展所造成的。特别是早期信息化建设以数字基础设施投资为主，侧重于信息技术的商业化应用。然而，随着大数据、云计算、人工智能等现代通信技术在产业部门尤其是制造业的渗透与扩散，新的“技术—经济”范式变革从根本上对制造业的要素结构、生产方式、价值来源以及组织结构进行了颠覆。

此外，制造业系统不仅内部结构庞杂，涉及多主体、多

环节、多部门、多工艺，而且确保其良好运转需要处理好与其他服务性企业、区域甚至国家的关系。也就是说，制造业是多主体、多层次的，不仅包含企业和产业层面，而且包含了为制造业服务的各类平台企业、中介组织以及政府机构，它们共生于一个开放的复杂生态系统中。因此，制造业数字化转型所面临的困境不仅是企业层面数字化转型能力缺失的直接反映，更是产业层面数字化支撑能力不足、制造业多元主体数字化协同能力欠缺，以及整体层面的开放共享不够充分的体现。具体而言：

（1）企业层面数字化转型能力不足。资金、技术的持续投入只是数字化转型成功的前置条件，观念与能力的培育才是根本保证。如，制造执行系统（MES）、企业资源计划（ERP）等数字管理系统的良性运转不仅需要企业内部组织结构的适应性变

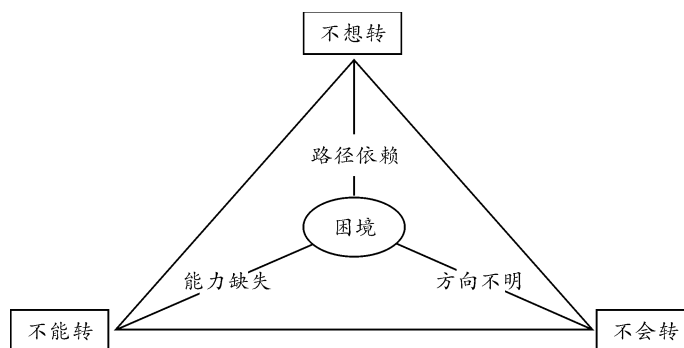


图2 制造业数字化转型的“三重困境”

革,更需要专业的数字化人才进行开发与维护。此外,百年工业化发展的经验使制造业企业形成了较强的路径依赖。在学习效应、协调效应及自适应预期等因素作用下,制造业企业的工业化思维不断固化。然而,在“技术-经济”范式转变的过程中,外部技术环境和市场环境高度动态变化,以降低传统要素成本和规模扩张为核心的竞争优势逐渐弱化,甚至逐渐发展成为制约制造业数字化转型的核心刚性。当前,以大数据、云计算、物联网为代表的现代信息技术可以实现制造业生产活动的泛数据化、生产设备的物联网化、组织结构的生态链化,是企业竞争力的衍生。然而,多数企业仍将现代信息技术单纯视为一种可利用的资源,是与机器设备类似的生产工具,而没有意识到其在价值创造、价值增值等方面的重要作用。调查显示,我国完成基础设施数字化改造的制造业企业不到一半,而且那些已经启动了数字化转型的企业也只是处于“上云”阶段,更不用说“用数赋智”了。

(2) 产业层面数字化支撑能力不足。随着消费者对高品质、个性化和体验性要求的提升,以及技术渗透下跨界融合的发展,产品与服务一体化价值链取代了单一的产品价值链,企业之间的竞争也从价值链的竞争转变为包括产业链上下游企业和配套企业在内的产业生态系统的合作,以及与其他产业生态系统的竞争。虽然部分制造业企业意识到了信息互联的好处,也愿意运用现代信息技术进行数字化改造,但是以数据中心、工业互联网、智能制造云为代表的新型信息基础设施缺失或是建设不充分,只能依靠企业自身建立公共信息服务平台。这不仅在很大程度上造成企业生产投入的错配,而且间接提高了企业信息化的门槛,阻滞了产业重组与企业跨界融合。同时,制造业的数字化转型需要金融支持、项目孵化、数字化设计、质量监管等外部环境建设的服务机构,专业服务机构的缺乏也在一定程度上限制了中小企业的数字化转型。

(3) 多元制造主体数字化协同能力欠缺。一方面,虽然国家不断促进工业化与信息化的深度融合,但是由于信息基础设施建设和信息产业发展具有正外部性,短期内所需资金庞大、风险较高,其渗透或溢出效应又具有时滞性,信息化投入严重不足。事实上,国家已经意识到了新型基础设施建设在激发居民消费潜力和现代经济体系建设方面的巨大功效。2020年《政府工作报告》明确提出,重点支持有助于扩内需、惠民生、调结构的民生基础设施和数字基础设施建设。另一方面,制造业数字化转型是一个全面、系统的工程,不可能仅仅在制造体系内部实现,而需要依托信息技术在经济社会的广泛扩散与应用。这不仅需要业务部门与通信部门间摒弃部门偏见,促进技术、标准与规范的贯通,以实现数据资产的流通和共享,而且需要通信运营商、互联网企业等生产性服务企业的高效协同。由于利益各方在技术标准、设备采用和信息互联等方面认识不统一,行政壁垒和市场垄断长期存在,从而降低了服务质量并提高了信息技术应用的成本,阻滞了数字化改造。

(4) 整体层面的开放共享不够充分。一是组织结构的封闭性。过去的信息化只是在企业内部实现信息集成,在企业之间仍存在信息孤岛,导致不能充分发挥其他经济主体的主观能动性,抑制了潜在的经济增长动能,难以适应数字经济时代消费需求主导的产业发展特点。二是市场的封闭性。由于信息化建设需要大量投入,信息平台的建设往往被具备资金、技术和人力资本实力的大企业所独占,它们也就独享了信息化的红利。三是创新链的封闭性。由于技术垄断和技术封锁,基于信息化创新获取的垄断利润被单个企业或行业所独占。四是制度体系的封闭性。制造业数字化转型不单纯是技术渗透与产业融合问题,更是与这些技术相适应的产权制度和组织结构的深刻变革。因此,需完善企业内部的组织结构和治理结构,明确激励约束机制,最大限度地激发多元创新主体潜能,将潜在效能转化为现实竞争力。

## 五、我国制造业数字化转型的战略路径

企业层面数字化转型能力不足、产业层面数字化支撑能力欠缺、多主体数字化协同能力错位以及整体层面的开放共享不充分,将会制约制造业的数字化转型。要克服这些困难,必须从战略视角科学规划其发展路径。鉴于此,本文基于战略管理的相关理论,提出推动制造业数字化转型的四维路径。其中,动态能力提升路径着力于提升制造业的数字化转型能力,解决由于能力缺失造成的“不能转型”和由于路径依赖“不想转型”的问题;双元融合路径主要处理制造业在传统业务保留与新兴业务探索方面的关系,主要解决制造业“不想转型”和“不会转型”的问题;多主体协同路径和开放共享路径着眼于为制造业转型提供良好的制度环境,解决因为环境风险顾虑“不想转型”的问题。

### 1. 动态能力提升路径

在数字经济时代,数字化转型能力缺失或不足深度制约制造业创新能力与核心竞争力提升,阻碍其转型升级。由于消费需求复杂多变,企业需要具备不断自我革新的能力,即通过整合与重构企业内外部资源来应对具有高度不确定性的外部环境动态能力。<sup>[25]</sup>作为一种高阶能力,动态能力不仅能够帮助制造业企业摆脱路径依赖和结构惯性,而且能够帮助其在应变过程中重塑新的竞争优势,实现可持续发展。<sup>[26-27]</sup>

数字化转型正是通过组织重构、价值链整合和产业再造,促进制造业企业进行价值判断、资源整合、技术攀升,以适应不断变化的市场环境的动态能力。众所周知,数字技术在降低生产成本和提升运营效率方面非常有效,但是这些均属于更有效地利用既定资源的普通能力。在高度不确定的数字经济时代,数字技术的重要性更多地体现为提高企业适应环境的动态能力,即数字技术能够增强制造业企业的市场感知能力、组织协同能力、资源整合能力以及学习吸收能力。市场感知能力强调企业或产业借助信息技术开发新产品或新工艺,以应对外部市场环境的变化。研究表明,拥有强大 ICT 能力的企业可以加速决策制定和进行高质量决策,从而对不断变化的市场需求做出快速反应。组织协同能力强调通过信息集成技术实现制造业企业内部以及企业和为之服务的经济主体之间信息的有效协同,解决了大多数企业与用户之间割裂、失联而产生的无法有效跟踪企业生产动态、满足用户需求的问题。资源整合能力强调利用现代信息技术对已有或能够控制的资源进行重新配置,在避免它们成为核心刚性的同时,实现资源配置的最优化。<sup>[28]</sup>具体地,通过数据流对技术流、资金流、人才流等传统生产要素进行整合,构建全新的数字化供应链体系,提高专业化与多样化效率。学习吸收能力强调通过大数据、机器学习等数字技术进行新知识的学习、吸收和转化,实现从模仿到创新的能力。<sup>[29,30]</sup>学习吸收能力的提升又会通过正反馈效应进一步提升制造业企业适应外部环境的动态能力。

## 2. 二元融合路径

应正确处理制造业传统业务与通过数字化转型诱发的新产业、新业态、新商业模式的关系。数字化转型并不是一蹴而就的,而是一个技术基础与组织结构动态变迁的过程。在企业层面,鉴于传统业务仍然是制造业企业主要的利润来源,具有一定成长的空间。因此,不能完全摒弃固有的竞争优势去盲目发展新业务,而应当在坚持传统业务良性发展的同时,通过数字化转型拓展新业务。在产业层面,二元融合路径既强调基于现有的产业发展基础,通过产业融合与创新创造新的发展机遇,又强调挖掘传统制造业现有的潜力,通过数字化、网络化、智能化转型来营造新的产业竞争优势。需要注意的是,应当结合行业特点与企业规模循序渐进、分门别类地推进数字化转型。

现代信息技术的通用属性决定了其具有渗透性、融合性与赋能性,其生命力和发展空间正在于其与传统行业的深度融合,或者不同产业之间的融合。但是,数字化转型并非数字化工具的简单堆砌,不能单纯依赖数字技术而忽略了工业属性。鉴于此,应注意学科交叉与融合,培育那些既懂制造技术、业务和流程,又熟知数字技术的复合型人才,为制造业数字化转型提供智力支持。此外,现代信息技术给制造业发展带来的最大改变就是平台化、网络化和生态化发展。通过工业互联网制造业不仅能够实现企业内部的资源整合,而且能够实现供应商、采购商以及服务商的有效整合,实现产业虚拟集聚或生态化发展。通过智能制造云,制造业企业将用户的需求信息实时传递到生产线,并由智能制造系统进行分析、研判,再将信息传递到生产的各个环节,包括生产、销售、采购、供应、物流等环节,实现不同工序的协同创新。<sup>[31]</sup>

## 3. 多主体协同路径

企业从来不是孤立的系统,而是与消费者、为制造业服务的中介企业和政府部门等主体共同处在一个开放的复杂生态系统。传统的“两化融合”之所以没有取得预期的效果,归根结底还是政策落脚点集中于产业层面的信息化建设,而实践层面的信息化停留在企业层面。随着数字基础设施尤其是工业互联网平台的发展,制造业各个经济主体之间不再是彼此孤立或分离的,而是有着密切的联系。首先,互联网时代居民的个性化、差异性消费需求不断被挖掘出来,成为扩大内需、价值创造与产业变革的动力源泉。庞大的网民规模、快速成长的消费市场,以及全球领先的零售网络和在线支付体系,不断拉动和倒逼制造业转型。此外,端对端集成降低了供需双方的信息不对称,使得多样化的消费需求与用户体验成为新的价值源泉。<sup>①</sup>其次,企业是制造业数字化转型的主体和能动力量。区别于传统意义的上“两化融合”,生产率和管理效率提升不再是企业信息技术应用的着力点,它们更加注重运用大数据和云计算等现代信息技术分析、挖掘并激发潜在的消费需求,改善用户体验,不断开发新产品、创新服务、变革商业模式。再次,产业或产业集群层面的数字化生态系统是企业转型的孵化器或助推器。通过制造业资源的解耦、整合与重构,培育产业生态体系,重塑制造业的研发体系、生产范式与商业模式,推动在更广的范围、更深的领域优化资源配置效率,实现价值创造从封闭的价值链向开放的价值网络拓展。因此,应积极推动产业层面信息技术应用,尤其是智能制造云和工业互联网建设,构建支撑传统制造业数字化转型尤其是中小企业数字化转型的公共服务平台。最后,在区域或国家层面可以降低数字化转型成本、提升服务质量,引导与释放潜在的数字化转型需求。<sup>②</sup>因此,政府应当全面统筹规划信息基础设施建

① 如,韩都衣舍电商集团以用户为导向,注重通过数据预测市场需求来指导产品研发,生产满足消费者需求的差异化产品,并根据消费者的购买与反馈进一步改善产品,形成数据驱动的研发创新。

② 在数字经济时代,互联网、大数据、云计算等信息技术正是最重要的基础设施,也正因如此,国家相继部署了“智慧城市”“宽带中国”“企业上云”“宽带提速降费”等,以信息基础设施建设和信息技术应用普及为目标,为新一代信息技术与制造业的融合发展提供支撑。

设,尤其是区域和行业数字化转型促进中心,通过公开数据、减税降费、提升服务质量、提供种子基金等方式来降低制造业企业数字化转型的成本与风险。此外,通过搭建互联网公司与制造业企业的有效对接机制,引导互联网公司开发更多有助于制造业企业转型的数字化产品、服务、工具,引导和激发制造业企业的能动性。

#### 4. 开放共享路径

封闭的系统是无法成功实现数字化转型的,转型需要调动制造业企业内外部的资源,开展全方位和多领域的变革,这就要求各个层面的经济主体能够共享信息、分工合作、协同发展。随着互联网成为创新驱动发展的先导力量,它所具备的联通功能打破了原有的技术封锁与行业割据局面,使得共享成为可能。首先,在数字经济环境下,制造业发展由技术推动转变为需求拉动。通过开放式的创新生态系统,不仅潜在的消费需求被精准挖掘,消费者更是深度参与产品研发设计,从产品的被动接受者转变为主动推动者。此外,网络效应意味着基于规模经济的范围经济得以最大限度发挥,不仅消费者个性化、多样化的消费需求得到满足,而且极大降低了生产的盲目性。其次,在数字技术平台上,创新组织由封闭走向开放。网络化的创新生态系统和公共服务平台建设打破了固有的行业和地域垄断,重构了价值链和创新链。此外,物联网、大数据等现代信息技术降低了信息的搜集与传递成本,实现了数据资产在企业内部以及企业之间共建共享,极大地延展了企业的边界,有助于企业群落的虚拟集聚,促进了技术创新与扩散。最后,创新主体从小众转为大众,迭代创新方兴未艾。现代信息技术的开放融合特征改变了传统意义上的以企业为主、产学研结合的创新模式,消费者、科学家、企业研发人员等创新主体在新的开放式创新生态系统内分工与合作,实现了技术创新“上、中、下”游的对接与耦合,形成供需双向正反馈效应。

#### 参考文献:

- [1] 许召元. 制造业高质量发展的核心标准和关键环节 [N]. 中国经济时报, 2019-01-01 (005).
- [2] 郭美晨, 杜传忠. ICT 提升中国经济增长质量的机理与效应分析 [J]. 统计研究, 2019, (03): 3-16.
- [3] 黄群慧, 贺俊. “第三次工业革命”与中国经济发展战略调整——技术经济范式转变的视角 [J]. 中国工业经济, 2013, (01): 5-18.
- [4] Gereffi G. International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chains [J]. Journal of International Economics, 1999, 48 (01): 37-70.
- [5] 李晓华. 以创新推动制造业高质量发展 [N]. 经济日报, 2018-05-17 (014).
- [6] 余东华. 切实推动我国制造业高质量发展 [N]. 中国社会科学报, 2019-10-09 (004).
- [7] 黄群慧. 推进制造业高质量发展的三个关键问题 [N]. 学习时报, 2019-10-09 (002).
- [8] 李尚熬, 龚六堂. 非一致性偏好、内生偏好结构与经济结构变迁 [J]. 经济研究, 2012, (07): 35-47.
- [9] Comin D A, Lashkari D, Mestieri M. Structural Change with Long-Run Income and Price Effects [R]. NBER Working Papers No. 21595, 2015.
- [10] Huang Y Y, Handfield R B. Measuring the Benefits of ERP on Supply Management Maturity Model: A “Big Data” Method [J]. International Journal of Operation and Production Management, 2015, 35 (01): 2-25.
- [11] 陈志祥, 迟家昱. 制造业升级转型模式、路径与管理变革 [J]. 中山大学学报 (社会科学版), 2016, (04): 180-191.
- [12] 郭朝先. 以产业融合推动制造业高质量发展 [N]. 经济日报, 2019-09-11 (015).
- [13] 苗圩. 我国工业和信息化的辉煌成就与宝贵经验 [J]. 中国信息化, 2019, (10): 7-9.
- [14] 肖静华. 企业跨体系数字化转型与管理适应性变革 [J]. 改革, 2020, (04): 37-49.
- [15] 肖静华, 吴小龙, 谢康, 等. 信息技术驱动中国制造转型升级——美的智能制造跨越式战略变革纵向案例研究 [J]. 管理世界, 2021, (03): 161-179.
- [16] 吕文晶, 陈劲, 刘进. 工业互联网的智能制造模式与企业平台建设——基于海尔集团的案例研究 [J]. 中国软科学, 2019, (07): 1-13.
- [17] 赵付春, 焦豪. 产业升级的微观实现机制研究: 基于二元性理论的视角 [J]. 科学学与科学技术管理, 2011, (05): 79-85.
- [18] 祝合良, 王春娟. “双循环”新发展格局战略背景下产业数字化转型: 理论与对策 [J]. 财贸经济, 2021, (03): 14

- 27.

- [19] 马文秀,高周川. 日本制造业数字化转型发展战略 [J]. 现代日本经济, 2021, (01): 27-42.
- [20] 赵 振. “互联网+”跨界经营: 创造性破坏视角 [J]. 中国工业经济, 2015, (10): 146-160.
- [21] 赵西三. 数字经济驱动中国制造转型升级研究 [J]. 中州学刊, 2017, (12): 36-41.
- [22] 温思雅. 企业升级研究现状探析与未来展望 [J]. 现代经济探讨, 2015, (01): 53-57.
- [23] 邓少军. 多层次信息消费驱动我国传统产业转型升级的机理研究 [J]. 社会科学, 2014, (01): 32-41.
- [24] 童有好. 论“互联网+”对制造业的影响 [J]. 现代经济探讨, 2015, (09): 25-29.
- [25] Teece P. Dynamic Capabilities and Strategic Management [J]. Strategic Management Journal, 1997, 18 (07): 509-533.
- [26] Mithas S, Ramasubbu N, Sambamurthy V. How Information Management Capability Influences Firm Performance [J]. MIS Quarterly, 2011, 35 (01): 237-256.
- [27] 徐思雅,冯军政. 技术范式转变期大企业如何衰落——动态能力视角 [J]. 科学学与科学技术管理, 2013, (10): 31-38.
- [28] Eisenhardt K M, Martin J A. Dynamic Capabilities: What Are They? [J]. Strategic Management Journal, 2000, 21 (10): 1105-1121.
- [29] Parida V, Pejvak O, Stefan C. A Study of How ICT Capabilities Can Influence Dynamic Capabilities [J]. Journal of Enterprise Information Management, 2016, 29 (02): 127-165.
- [30] Teece D J. Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of Enterprise Performance [J]. Strategic Management Journal, 2007, 28 (13): 1319-1350.
- [31] 邓少军,芮明杰,赵付春. 多层次信息消费驱动传统产业转型升级的路径模式 [J]. 复旦学报(社会科学版), 2017, (03): 154-163.

## The Internal Mechanism and Realization Path of Manufacturing Industry Digital Transformation

KONG Cun-yu DING Zhi-fan

(School of Economics, Henan University, Kaifeng 475004, China)

**Abstract:** As the deep integration of informatization and industrialization, the digital transformation of manufacturing industry is the deepening and application of the “technology-economy” paradigm change in the manufacturing field, and the fundamental change of modern information technology on the factor structure, production mode, organizational structure and value source of manufacturing industry. At present, there are three dilemmas in China’s manufacturing enterprises that are “unwilling to transform”, “unable to transform” and “unable to transform”. As a matter of fact, these dilemmas are the manifestation of insufficient digital transformation ability at the enterprise level, insufficient digital support ability at the industry level, insufficient digital coordination ability of multiple subjects and insufficient open sharing at the overall level. Therefore, We should deepen the information technology application in order to improve enterprise’s dynamic capability, inspire potential development space through industry innovation and industry integration, integrate and coordinate multiple manufacturing body, promot the open sharing of manufacturing system and information technology system, so as to promote the manufacturing digital transformation.

**Key Words:** manufacturing industry; digital transformation; “technology-economy” paradigm; realization path

责任编辑: 何 飞