

---

# 制造业数字化转型动机、模式与成效

## ——基于典型案例和问卷调查的实证分析<sup>1</sup>

陈楠 蔡跃洲 马晔风

**【摘要】**：基于覆盖全国十余个省市的实地调查、深度访谈及问卷调查资料，使用定量与定性相结合的方法对我国制造业企业数字化转型实践与影响展开分析。多案例研究结果表明，制造业企业数字化转型既有提高产品质量和竞争力的主动作为，又有“招工难”倒逼的被动应对。现阶段，我国制造业企业数字化转型水平整体偏低，先进数字技术应用水平不高，数据要素潜力亟待开发。制造业数字化转型初期成效主要体现在效率提升、成本管控、质量优化等方面。在数字化转型中，制造业企业普遍面临技术支撑不足、投入回报不确定性高、人才短缺等难题与挑战。基于企业问卷调查数据的量化分析结果进一步验证了上述判断，为案例研究结论提供了数据支撑。为此，应从完善公共服务和强化基础设施建设、加强数字人才培养、加快数据要素市场建设等方面，积极应对转型挑战，深入推进制造业数字化转型。

**【关键词】**：制造业数字化转型；企业数字化转型；数字经济发展

**【中图分类号】**：F424 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1003-7543（2022）11-0037-17

“十四五”时期，推动制造业数字化转型发展是我国数字经济发展的重要方向，也是新发展阶段保障产业链供应链安全、构建新发展格局的重要支撑。2016年以来，《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》《智能制造发展规划（2016—2020年）》等国家层面的智能制造相关规划和政策性文件陆续出台，国内制造业数字化转型提速，涌现出一批标杆型的“灯塔工厂”“黑灯车间”。2018年世界经济论坛联合麦肯锡先后进行了6次“全球灯塔工厂”评选，截至2021年3月共评选出69家。其中，中国大陆共有21家企业入选，在全球占比最高，包括海尔、青岛啤酒、上汽大通、宝钢、美的等。中国标杆企业跻身世界前列固然令人欣慰，但媒体的追逐性报道也容易让人产生中国制造业普遍达到高水准“灯塔工厂”“黑灯车间”的错觉。事实上，行业标杆远不能代表我国制造业数字化转型全貌，国内具备良好信息化基础、着手数字化转型的企业占比较低，多数企业还处于电气自动化尚未完成的工业2.0甚至工业1.0阶段，并不具备全面推动数字化转型的现实基础。我国制造业数字化转型的普遍状况与个别标杆企业之间形成了巨大反差，因而有必要从微观层面对企业转型实践展开调研与分析。

尽管制造业数字化转型一直受到各界广泛关注，但学术界围绕企业数字化转型实践进行的实证分析并不多见。针对我国制造业企业的数字化转型状况进行深入调研和分析，对企业转型实践具有重要指导意义，可为行业监管、政策制定提供重要参考。为此，笔者所在课题组2019年以来先后前往我国十余个省市，通过企业访谈、问卷调查等方式就制造业数字化转型状况开展调研。基于调研资料，本文从典型案例分析出发，对我国制造业企业数字化转型动机、转型模式、成效及挑战作出基本判断，分析企业实施数字化转型的决策逻辑与实践规律，尝试总结制造业数字化转型的共性特征与行业趋势。在此基础上，通过更大范围的企业调查问卷分析，对案例研究的判断和结论进行验证并提供数据支撑，以期更加全面、客观地把握我国制造业数字化转型

---

<sup>1</sup> **作者简介**：陈楠，中国社会科学院数量经济与技术经济研究所助理研究员；\*蔡跃洲（通信作者），中国社会科学院数量经济与技术经济研究所研究员、博士生导师；\*马晔风，中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员。

**基金**：国家自然科学基金面上项目“新一代信息技术影响增长动力及产业结构的理论与经验研究”（71873144）；国家自然科学基金重大项目“宏观大数据建模和预测研究”（71991475）。

型现状，为企业实践、行业监管及相关政策制定提供参考。

## 一、相关文献综述

国内外已有文献对数字化转型的内涵界定大致可以划分为三类，分别是技术型定义、组织型定义、社会型定义。技术型定义重点关注包括社交媒体、移动互联网、数据分析、嵌入式设备等在内的新型数字技术的商业化应用，以及由此带来的多方面转型收益<sup>[1,2]</sup>。组织型定义强调数字化转型并不是单纯的技术改造，转型范围涉及商业模式、运营流程、用户体验等诸多业务环节<sup>[3,4]</sup>。伴随数字技术的广泛应用和数字经济的深入发展，越来越多的学者认为数字化转型已不仅仅是一种商业行为或模式，而是逐渐发展成为一种社会现象，由此提出了数字化转型的社会型定义，即以新一代信息通信技术应用为基础的数字化转型，绝不止步于简单的自动化或劳动力替代，而是更多关注如何为经济社会各方面带来革命性的新型能力<sup>[5,6,7,8]</sup>。

数字化转型正逐步渗透至生产生活各领域，成为影响全球政治、经济、社会发展的重要因素之一。在此背景下，制造业企业数字化转型成为产业实践和学术研究关注的重点，即企业如何将大数据、云计算、人工智能等先进数字技术，应用至生产制造、管理运营、市场营销、物流配送、研发创新等各个业务环节，从而实现制造业企业和行业层面的效率提升、成本降低、质量优化等转型收益<sup>[9]</sup>。党的十八大以来，我国经济已逐步从高速增长阶段转向高质量发展阶段。推动数字经济与制造业融合发展，加快制造业数字化转型，是推动制造业实现质量变革、效率变革、动力变革的重要途径，也是深化供给侧结构性改革、实现我国经济高质量发展的必由之路<sup>[10,11,12]</sup>。

已有文献从不同角度梳理了制造业数字化转型的路径与模式。有学者认为，制造业数字化转型的成效主要取决于企业所选择的技术类型，数字技术是支撑数字化转型的核心所在<sup>[13,14]</sup>。对此，Brynjolfsson 等认为有形的技术资本投入仅仅是数字化转型的一部分，转型企业在员工技能、组织架构、业务流程、企业文化等方面的无形资产投入通常远远高于技术本身<sup>[15]</sup>。许多学者尝试识别数字化转型所需要的无形资产投入，探讨制造业数字化转型的可行路径。Parviainen 等采用多案例研究方法，对多个制造业细分行业的数字化转型进行了对比分析，发现转型较为成功的企业通常拥有清晰的战略规划、包容的企业文化和领导力，而转型收益不显著的企业则主要受限于传统的知识管理系统、企业框架或组织流程，缺乏系统性、战略性的转型布局<sup>[9]</sup>。Dremel 等长期追踪奥迪汽车股份公司的转型过程，建立了一个三阶段数字化演进模型，就传统制造业企业如何引入数字技术，在岗位设置、员工培训、业务流程设计、产品服务创新等方面进行数字化转型提出了针对性建议<sup>[16]</sup>。近年来，数据要素作为数字经济时代的关键要素的地位已经得到广泛认可，然而鲜有学者就数据要素在制造业数字化转型中的作用进行专门的探讨和分析。陈畴镛和许敬涵虽然指出数据是制造业数字化转型中的关键要素，但其构建的制造业企业数字化转型能力评价指标体系并没有对数据要素进行单独的衡量与评估<sup>[17]</sup>。李唐等构建了企业数据管理能力得分指标，并就企业数据管理能力对生产率的影响效应和机制进行了实证检验。他们的研究表明，目前我国企业的数据管理能力明显偏低，已经成为制约企业数字化转型和高质量发展的主要瓶颈<sup>[18]</sup>。

就制造业数字化转型的成效和影响而言，基于微观数据的实证分析结果表明，数字化转型能够通过降低成本、提高资产利用率、提升运营管理效率、增强创新能力、促进对外合作等多重机制，帮助转型企业提升经济效益<sup>[19,20,21]</sup>。在产业层面，数字化转型的价值主要体现在驱动产业效率提升、推动产业跨界融合、重构产业组织竞争模式，并最终实现制造业等传统产业转型升级<sup>[22]</sup>。在实践中，数字化转型取得的收益通常存在较为显著的行业、规模及所有制差异。陈楠和蔡跃洲对制造业细分行业数据的分析结果表明，现阶段数字技术对我国制造业增长的促进作用主要集中在机械设备制造业，而轻纺制造和资源加工类细分领域并没有获得显著的数字化收益<sup>[23]</sup>。刘飞基于我国制造业上市公司数据的分析结果表明，我国制造业数字化转型整体水平不断上升，显著影响了企业生产率，但转型的生产率促进效应主要集中在先进制造业，且对中小企业和民营企业的影响更大<sup>[24]</sup>。而王莉娜基于世界银行中国企业调查数据的分析结果认为，数字化转型水平较高的外资企业能获得更多收益<sup>[25]</sup>。

总体而言，已有文献在明确制造业数字化转型内涵及重要意义的基础上，从数字技术、组织机制、转型模式等方面对制造业数字化转型状况进行了刻画描述，并就数字化转型的经济影响开展了实证检验，肯定了转型对制造业生产效率、创新能力、收入规模和市场竞争力的促进作用。然而，该领域研究在以下方面仍存在改进空间：一是针对企业数据资产管理状况及其影响

的相关研究还较为有限；二是数字化转型在我国依然属于探索性、前沿性问题，通过构建个别变量模型的传统量化方法很难涵盖或反映数字化转型的整体水平，且单纯依靠定量或定性方法都不足以完整呈现企业转型历程、现状及成因；三是已有文献更多关注数字化转型结果及其产生的经济影响，而对企业数字化转型的决策逻辑、实施过程的研究不够，难以为企业实践提供有价值的参考。为此，本文拟采用定量与定性相结合的研究方法，对我国制造业企业的数字化转型动机、模式、成效及挑战展开深入分析。

## 二、制造业数字化转型典型案例研究

为深入了解我国制造业数字化转型状况，课题组自 2019 年以来先后前往福建泉州、浙江绍兴、江苏南京、山东青岛、上海张江、广东东莞、广东佛山、广西南宁、陕西咸阳、北京经济技术开发区等地，通过深度访谈、发放问卷等方式对企业数字化转型状况进行调研。这里选择了不同类型制造行业的数字化转型典型案例，分析对比案例企业数字化转型动机、模式、成效与影响，厘清企业转型的决策逻辑与实践规律，总结提炼制造业数字化转型的共性特征与行业趋势。

### （一）多案例研究与基本信息

我国大部分制造业企业的数字化转型仍处于初级阶段，数据要素、数字技术等依然属于新兴事物，很难通过构建个别变量模型的方法，客观全面地反映行业转型状况。因此，针对转型企业的典型案例分析，更适合于对数字化转型现象进行纵深描述，据以厘清现象背后的内在逻辑和规律。按照案例数量与特征，案例分析可以分为单案例研究和多案例研究，其中多案例研究又包括逐项复制与差别复制<sup>[26]</sup>。这里使用了基于多案例的逐项复制研究方法，选择多家具有代表性的制造业转型企业，从数字化转型动机、现状、成效及挑战等方面进行对比，分析识别转型企业之间的共性特征与行业趋势，对我国制造业数字化转型整体状况作出基本判断。

本文从课题组走访的 20 余家企业中挑选了 4 家进行案例分析，分别是南京钢铁联合有限公司（以下简称南京钢铁）、北京 ABB 开关有限公司（以下简称北京 ABB）、福建省华昂体育用品有限公司（以下简称晋江华昂）、浙江陀曼精密机械有限公司（以下简称浙江陀曼）。表 1 列示了 4 家企业的基本信息，虽然案例企业存续时间、主营业务、生产类型和企业规模各不相同，但均属于各自行业或区域的领先企业，且已经实施数字化转型并取得阶段性收益。案例企业通过在数据基础、数字技术和组织机制等方面的转型布局和投入，取得了较好的预期结果，满足多案例逐项复制分析的基本要求。案例资料来源主要包括课题组调查笔记、深度访谈记录以及企业官网、公众号、新闻报道等公开信息。

### （二）案例企业数字化转型模式及成效

#### 1. 案例企业数字化转型动机

我们将企业实施数字化转型的动机划分为主动因素和被动因素两类，对比了 4 家案例企业实施数字化转型的主要原因（见表 2）。结果表明，案例企业实施数字化转型的动机既包括对标行业龙头、降本增效等内生驱动因素，又包括劳动力短缺、行业标准和监管要求提升等外部环境的倒逼。以南京钢铁为例，企业一方面需要应对钢铁冶炼行业普遍面临的绿色转型要求及生产岗位“招工难”等挑战，另一方面也希望通过数字化转型实现“高效率生产、低成本制造”等目标。作为大规模离散型生产制造领域的国际领先企业，北京 ABB 实施数字化转型的驱动力更多来自主动的战略定位。企业在原有自动化生产线的基础上，较早布局产业链数字化转型，积极向数字化、智能化方向发展。晋江华昂自成立以来连续三年经营亏损，其主要原因在于一线员工流动率高、老员工返工率低，公司花费大量资源培训员工却不能为其所用。日益突出的劳动力短缺和连续亏损的经营困境，迫使晋江华昂加速自动化改造步伐，加快一线生产岗位的机器替代，缓解经营压力。浙江陀曼从设备供应商向行业数字化服务商的转变，更多是主动顺应市场需求，充分利用和挖掘自身在轴承制造行业 20 多年的行业经验积累，为浙江新昌当地中小微企业提供数字化转型方案。

表 1 案例企业基本信息

企业名称	成立时间	主营业务	生产类型	企业规模
南京钢铁	1985 年	中厚板（卷）、棒材、高速线材、钢带、异型钢五大类，近 300 个钢种、一万余个品种规格的产品系列	长流程连续型	2020 年主营业务收入 531.23 亿元
北京 ABB	1994 年	集团业务包括低压电器、工业自动化、运动设施、机器人离散自动化	纯离散型	2020 年集团总收入 261.34 亿美元
晋江华昂	2012 年	集科研、开发、生产、贸易、销售于一体的现代化大型鞋类企业，专业生产硫化鞋、运动鞋	半流程半离散型	年产量 600 万双，总产值约 10 亿元
浙江陀曼	2006 年	自动化装备、智能部件、工业互联网应用及基于工业 4.0 系统集成等产品研发、制造和服务	数字化解决方案供应商	—

表 2 案例企业数字化转型动机对比

企业名称	主动因素	被动因素
南京钢铁	降低生产成本；提高生产运营效率	招工难，毕业生不愿意去一线生产车间；绿色生产、绿色发展要求不断提升
北京 ABB	降低生产成本；提高生产运营效率	—
晋江华昂	—	连续三年经营亏损，经济效益亟待改善；一线员工流动率大，员工返工率低
浙江陀曼	顺应市场需求，对标国外领先企业；充分利用轴承制造多年行业积累	—

## 2. 案例企业数字化转型能力

表 3 从数字技术、组织机制和数据基础三个方面对比了 4 家案例企业数字化转型能力。每家企业因其所属行业和类型不同，数字化渗透和应用重点也不相同。南京钢铁作为一家长流程连续型制造业企业，信息化基础较好，技术应用和自主开发能力较强。自 2004 年起，逐步上线 MES、ERP 系统、C2M 平台等，在已有信息化、自动化基础上，充分利用自身行业积累，与外部供应商合作开发，探索钢铁行业数字技术攻关应用及数字化转型模式。在配套机制方面，南京钢铁以“产业智慧化、智慧产业化”为战略愿景，一方面不断推动企业内部各环节的数字化转型；另一方面，将数字化转型过程中沉淀的技术、产品和服务能力向外输出，依靠服务化提升数字化收益。南京钢铁的行业积累、技术能力和配套机制均处于领先地位，但其数据资产管理能力仍有待提升。对于数据要素的价值开发依然局限于生产制造环节的数据采集、分析与共享，在数据要素规模估算、价值评估、资产化管理等方面还没有开展相关尝试。

ABB 集团是全球工业自动化领域的头部企业，2015 年开始关注数字技术和数字化转型，搭建 ABB Ability 平台，利用传感器、VR、AI 等技术为终端用户提供数字化支持和服务。在配套机制方面，集团发布了适用于全球工厂的智能制造模型，将数字化过程划分为 4 个阶段：（1）开展简单数据收集；（2）利用数据提高运营效率；（3）实现生产过程可视化和过程可控；（4）根据上下游数据，实现预测性生产，打造“黑灯工厂”。现阶段，ABB 集团依然处于转型初期阶段，距离智能制造愿景目标还存在较大差距。北京 ABB 分公司成立了专门的数字化小组，由 IT 部门牵头，联合工程工艺和创新部门，负责具体推进企业数字化

转型。在数据基础方面，北京 ABB 由于较早实施了数字化转型战略，已经积累较多生产运营数据。然而，数据要素的应用场景依然局限于质量检验、财务管理等单一环节，尚未形成一体化、规模化的数据管理和应用。同时，数字化转型投入巨大且较难获得显性财务收益，再加上数据安全、网络安全等隐患，阻碍了企业决策层对数字化的进一步投入。

表 3 案例企业数字化转型能力对比

	数字技术	组织机制	数据基础
南京钢铁	传统 ICT: MES、ERP 系统, C2M 云商平台; 数字技术: 信息物理技术、射频识别技术、仿真技术、冶金智能机器人	明确的数字化战略; 设立子公司金恒科技, 对外输出数字化产品服务; 数字人才引进和培训	100+工序长流程制造的数据采集和分析
北京 ABB	MES 等传统信息化系统; 智能化改造: 基于传感器+VR 的 ABB Ability 平台	清晰的数字化阶段划分和发展战略; 数字化小组负责软件增强和开发	生产运营数据积累; 缺乏明确的大数据应用场景; 数据安全、网络安全隐患
晋江华昂	华宝制鞋智能成型生产线(自动化生产线); “鞋创云”垂直领域工业互联网平台	与华中科技大学的产学研合作创新模式	生产数据采集存储至云端, 用于提升制鞋工艺与产品品质
浙江陀曼	设备上云、管理上云; 平台大数据分析; 数字化软件系统(SPC)	设立分公司布局智能制造技改服务; 新昌市政府合作“百企改造”活动	尝试利用平台数据, 着手视觉查验、远程检查维护等工作

晋江华昂在生产线劳动力流失、经营持续亏损的压力下，开始尝试数字化转型。转型初期，企业需求并不明确，需要生产人员与技术开发人员密切配合、多次迭代才能找准需求。为此，华中科技大学在泉州市专门成立“智能制造研究院”，将实验室搬到企业生产线上，降低双方研发技术人员协调成本，提高数字化改造效率，形成了一种更为有效的产学研合作模式，为数字化转型提供了有力的配套支撑。在研究院及相关单位支持下，晋江华昂引进“华宝制鞋智能成型生产线”，逐步实现各生产环节自动化，生产效率显著提升。近年来，晋江华昂开始关注物联网、5G、人工智能等各种新一代信息技术，积极加入“鞋创云”等工业互联网平台。在数据基础方面，生产线积累而得的大数据被采集存储至云端，通过对制鞋环节的生产数据进行统计分析更好地提升制鞋工艺和产品品质。

浙江陀曼原本是一家轴承加工设备制造企业，凭借其 20 余年的行业积累，搭建起服务于当地中小型轴承制造企业的垂直领域工业互联网平台。通过在加工设备上预装传感器及数据接口，为设备联网创造基本条件，并将有意愿参与的企业的设备运行数据接入平台，为其提供分阶段、分模块数字化服务。在组织机制方面，浙江陀曼与新昌市政府合作开展“百企改造”活动，新昌市政府和浙江陀曼各出资 500 万元，成立（中小企业）数字化改造免费体验基金，降低中小企业转型门槛，在数字化转型初期发挥了重要促进作用。在数据基础方面，目前浙江陀曼正在利用平台数据，着手进行视觉查验、远程检查维护、轴承制造领域行业字典编撰和标准化推进等工作。

---

从案例企业转型状况来看，我国制造业数字化渗透程度依然较低，距离理想中的智能制造还有一定差距，具体表现在以下方面：

第一，先进数字技术渗透应用水平较低，数字化转型程度不高。尽管案例企业均具备较好的信息化基础和行业积累，但技术应用大多集中在 MES、ERP 等传统信息技术和自动化生产线，而云计算、人工智能、数字孪生等新一代信息技术渗透应用水平较低。同时，制造业数字化转型还面临专业性强、操作技术（OT）与信息技术（IT）融合难等问题，即使是 ABB 这样的国际领先企业，要达到智能制造、无人工厂的理想状况也存在较大难度。由此推断，我国大多数制造业企业的信息化、数字化建设还处于起步阶段，部分企业连电气自动化都没有实现，不具备全面推动数字化转型的现实基础。

第二，数字化转型前期投入巨大，且具有不确定性，通常只有效益较好的大企业才有意愿、有条件全面推进。本文选用的案例都属于大型企业，具备实施数字化转型的必要资金实力，也能够从战略定位、业务流程、组织架构等方面提供转型配套支撑。但对于中小微企业而言，融资难问题长期存在，生产经营多处于盈亏平衡边缘，即便有强烈的数字化转型意愿，也较难筹措到转型所需资金。通过浙江陀曼所服务的中小型轴承制造企业的发展状况可以判断，中小型制造企业受技术水平、资金人才等的限制较大，在数字化转型方面表现得较为谨慎。

第三，数据要素作为数字经济的新型关键要素、数字化转型实践的底层支撑，尚未发挥其应有的基础性支撑作用。课题组走访调研的企业基本都属于行业第一梯队，数字化转型程度远高于全国或行业平均水平。尽管如此，案例企业的数据资产管理水平普遍薄弱，明显滞后于数字技术应用与配套机制设置。从内部条件来看，企业在数据要素标准化采集、资产化管理等方面缺乏经验和指导。从外部环境来看，我国数据要素市场化配置机制尚不完善，数据要素确权定价、隐私保护、交易安全等方面的不确定性进一步限制了企业对于数据资产管理和交易的尝试。

### 3. 案例企业数字化转型成效

案例企业在数字化转型的数据基础、技术支撑、配套机制等方面进行了大量投入，尽管转型依然处于初级阶段，但已经在诸多领域取得明显成效，主要体现为三个方面。

第一，一线人员大幅精简。晋江华昂的传统生产线需要 50~60 名工人，而智能生产线只需要 8~10 人，大幅减少了用工数量。北京 ABB 开发了一套 AI 自动检测装置后，每条生产线检测人员由 6 人降至 1 人，目前该公司 87% 的生产工序不需要人工参与。南京钢铁计划“十四五”期间进一步推动智能化改造，将工作环境较差的岗位尽量用机器替换，在钢铁产能由 1 200 万吨提高到 1 400 万吨的同时，将钢铁主业员工人数由 9 200 人压缩至 5 000 人。

第二，提升效率，降低成本。制造业企业在实施生产线自动化、数字化改造过程中，普遍实现了效率提升和成本降低。在晋江华昂的制鞋流程中，仅机器智能喷胶就能带来 20% 以上的成本节约，每双鞋平均用胶成本由 0.95 元下降为 0.75 元。浙江陀曼所服务的新昌轴承行业，在进行数字化改造前的设备有效产出率（OEE）约为 48.9%，目前约在 62% 至 65% 之间，数字化技改后平均提升 15 个百分点，预计未来行业整体 OEE 水平可以进一步提高。

第三，提高产品质量和稳定性。相较于人工操作，机器人等自动化、数字化设备最大的优势是不会疲劳，不容易出错，能够在提升产品质量的同时最大限度地保证品质稳定性。北京 ABB 生产线使用 AI 图像识别技术，替代了原本由人工完成的产品质量检测任务，在降低劳动成本的同时，避免了重复性劳动造成的人工出错率，有效提升了产品合格率。晋江华昂通过在自动化制鞋系统中导入鞋楦视觉扫描工作站，可及时根据制鞋需求量身打造智能化制鞋生产线；数字化转型后的产品质量更为稳定，产品合格率也有较大幅度提升。

### 4. 案例企业数字化转型的困难和挑战

尽管各地区、各领域不乏推动数字化转型并实现提质增效的典型案例，但即便是标杆企业也面临技术支撑不足、投入回报不确定性高、人才短缺等方面的问题和制约。

第一，就技术层面而言，企业面临信息技术与操作技术难融合、关键核心技术受制于人等现实困难。制造业数字化转型的关键在于信息技术（IT）与操作技术（OT）的有效融合，即借助数字技术更好地优化制造工艺和流程，这对传统产业 IT 和 OT 人员均提出了较高要求。为解决上述技术难题，南京钢铁在转型过程中，不是单纯地依靠第三方设备和软件供应商，而是主要依靠自身行业积累和合作开发，循序渐进地推进企业内部转型，并最终形成了专业化的钢铁行业数字化服务团队，实现数字化能力的对外输出。然而，就我国大多数企业而言，其信息化基础、行业积累、技术自主开发能力等，都很难满足数字化转型的要求。同时，课题组走访的企业普遍反映，我国在制造业数字化转型领域存在“卡脖子”技术难题。芯片、控制系统、工业软件等核心技术依然受制于人，为后续数字化转型的深入推进留下了隐患。

第二，企业巨大资金投入难以直接快速获得回报。一方面，数字化建设的巨大投入回报，往往不能直接体现在企业盈利中。正如北京 ABB 相关负责人所指出的，自动化投入回报还比较容易测算，但全面数字化建设所带来的整体运营效率提升，很难与投入一一对应，难以准确核算出每一项投资的具体回报。当企业股东或实际控制人考察成本收益时，管理层很难明确划分数字化投资所对应的财务收益。另一方面，数字化建设沉淀下来的数据要素价值尚未显性化。即使少数企业数字化程度较高，其对数据要素的开发利用也仍处于初级阶段。南京钢铁、北京 ABB 等头部企业面临的主要困惑是如何找到合适的大数据应用场景，而数据要素确权定价等制度安排的滞后制约了企业的有益尝试。

第三，数字技能人才短缺成为制造业数字化转型的主要瓶颈。自 2012 年起，互联网平台经济的爆发式增长大幅抬高了 IT 人员薪资水平，传统制造业企业在待遇上缺乏竞争力。在 IT 人才看来，制造业企业中的 IT 岗位并非公司主业，职业前景不明。在新业态冲击下，即使是位于一线城市的制造业行业标杆企业都面临“招工难”困境。通过市场招聘引入的 IT 人员，能否与企业内部 OT 人员有效融合、深度参与企业生产经营流程的数字化改造，存在较大不确定性。从北京 ABB 等案例企业的实践经验来看，在数字化转型中发挥关键作用的技术人才往往不是来自 IT 部门，而是在工艺和创新部门自学 IT 技能的专业技术人才。此类 IT+OT 复合型人才的培育成长过程漫长，难以满足企业快速发展的需要。

### 三、企业数字化转型问卷调查结果分析

为更加全面客观地反映当前我国制造业数字化转型的整体状况，这里使用覆盖我国多个省份的企业问卷调查数据，从数字化转型的实施动机、发展现状、成效和挑战等方面进行量化分析，为案例研究中提炼的机制和模式提供微观数据支撑。

#### （一）问卷调查与基本信息

本文使用的问卷数据来源包括三个部分。首先，2019 年 9 月至 11 月，课题组在福建省泉州市工业和信息化局协助下，对泉州市 600 余家制造业企业在线发放《制造业企业数字化建设调查》问卷，收回有效问卷 53 份，其中已实施或计划实施数字化转型的企业 35 家。其次，2020 年 6 月至 8 月，课题组与上海科技管理干部学院合作，向上海市高新技术企业发放《上海高新技术企业景气调查》问卷，收回有效问卷 119 份。最后，2020 年 9 月至 12 月，课题组通过“问卷星”平台向北京、上海、江苏、浙江、福建、广东、山东等省市的企业发放《企业数字化建设与机器替代情况调查》问卷，收回有效问卷 71 份。综上，课题组最终获得有效问卷 225 份。问卷内容涉及企业数字化转型动机、数字化转型能力构建、数字化转型成效、数字化转型面临的困难和挑战等。由于调查分多次进行，每次调查重点和问题设置均有调整，因而无法完全合并企业样本。在后续分析中，将具体明确所使用到的企业样本。

#### （二）企业数字化转型状况分析

##### 1. 数字化转型动机

《企业数字化建设与机器替代情况调查》询问了企业关于开展数字化转型的动机，调查结果与案例分析一致，转型企业既有主动对标领先企业、应对市场竞争的考量，又面临劳动力成本上升、生产岗位“招工难”的压力（见图1，下页）。在选项列示的政策、竞争、供给和需求等诸多因素中，日益激烈的行业竞争是企业开展数字化转型的最大动机。超过半数的受访企业选择了“行业竞争激烈，企业需要依靠转型夺取存量市场”和“对标行业领先企业，为企业长期发展作准备”两个选项。可见，在以竞争为主要特征的市场经济条件下，如何在行业技术转型升级阶段保持自身竞争优势，依然是影响企业经营决策的首要因素。劳动力供给条件对企业实施数字化转型和机器替代的影响较为突出，33.80%的被调研企业选择了“劳动成本压力激增，机器换人应对‘招工难’‘用工荒’”选项。同时，政府政策引导是影响我国企业实施数字化转型的重要因素，39.44%的受访企业选择“政策要求或政府补贴激励”作为其决策的重要影响因素。近年来，各地政府相继出台实施的智能制造发展规划、示范项目申报和评选等工作，在数字化转型的初期阶段发挥了重要的引导和支撑作用。其他排名靠前的数字化转型动机还包括“市场个性化需求激增”等需求侧因素，以及“资源压力增大”“环保要求提高”等供给侧资源限制因素。

## 2. 数字化转型能力建设

《上海高新技术企业景气调查》与《企业数字化建设与机器替代情况调查》两次问卷调查，从数据资产管理状况、数字化能力水平和数字化组织保障三个角度，让企业对自身数字化转型能力进行评估，以期对企业数据基础、数字技术和组织机制等数字化转型能力建设状况进行刻画和分析。

图1 企业数字化转型动机及占比 [下载原图](#)

数据要素的采集、存储、流动和分析，是企业实现数字化转型的基础。问卷按照企业数据资产的采集、管理和联通程度，设计了6个逐层递进的选项。由表4的统计结果可知，目前大部分企业还处于数据资产管理的低阶段，主要关注企业内部数据的采集和联通，对外部（上下游产业链和第三方平台）数据的关注程度较低。除15.79%尚未开展数据管理的企业样本之外，其他样本企业实现了不同程度的内部数据采集或联通，仅有4.74%的企业建立了上下游产业链数据联通，7.37%的企业接入第三方平台。

数字技术是企业实施数字化转型中的核心技术支撑。课题组选择了13项适用于企业经营管理、市场营销、生产制造、平台化运营等方面的数字技术和技术应用能力，用于评估转型企业的数字技术应用情况。表5（下页）展示了选择每一项数字技术的企业数量在总样本中的比例，并按企业占比对选项进行了排序。整体而言，企业数字化渗透主要体现为传统信息技术在管理运营、市场营销等环节中的运用，新一代信息通信技术的应用还相对有限。48.42%和43.68%的企业分别选择了办公自动化系统（OA）和企业业务资源管理系统（ERP），另有41.58%、35.79%和35.26%的企业分别使用社交媒体账号、网站和移动端、手机客户端等数字化运维和营销手段。上述选项属于传统信息通信技术，投入成本相对较低，且回报稳定、风险低，因而能够在数字化转型的初期阶段获得较为广泛的推广和应用。以海量数据采集和分析为特征的新一代信息技术（包括数据中心、自动化生产设备、人工智能技术等）选项排名靠后；与新型基础设施相关的工业互联网和5G网络应用企业占比则更低。其原因可能包括相关技术的前期投入高且回报不确定，技术应用对企业资本、人力资源等配套要求高等。同时，近半数（48.95%）的企业具备软件自主开发能力，为继续推进企业数字化转型奠定了良好的基础。

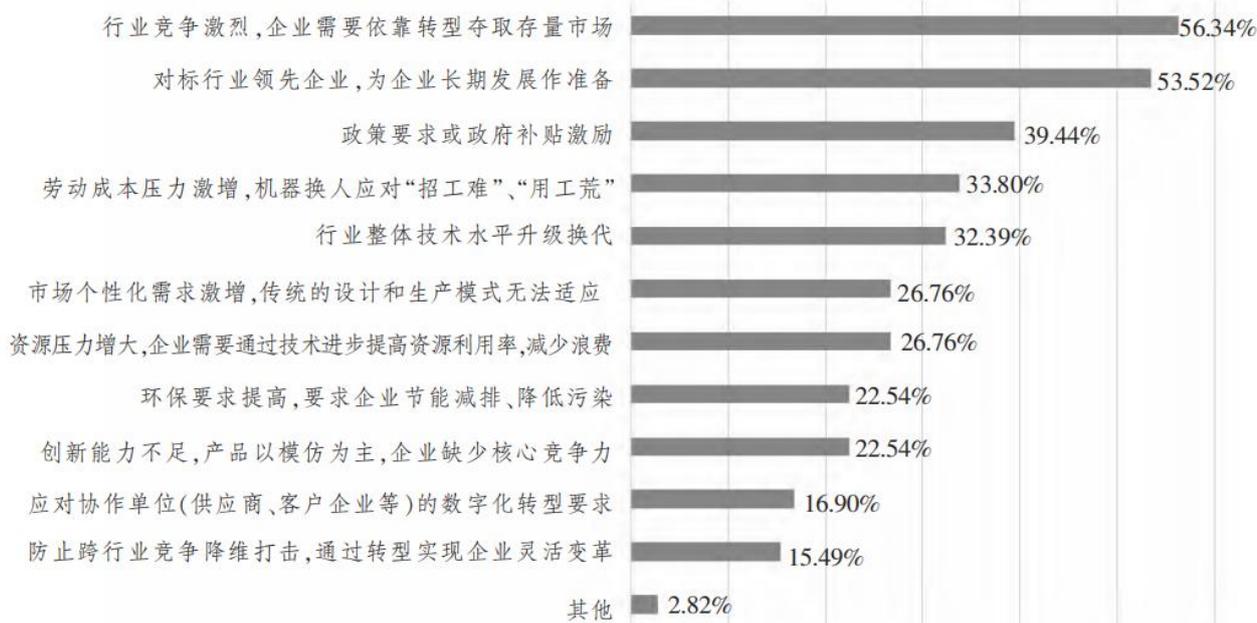


图 1 企业数字化转型动机及占比

表 4 企业数据资产管理水平自我评估结果

等级	数据资产管理水平	数量	占比 (%)
0	尚未开展数据采集和管理	30	15.79
1	已对相关业务数据进行收集和存储,但未建立联通	39	20.53
2	已建立个别业务流程的数据联通	50	26.32
3	已建立企业内部全流程的数据联通	48	25.26
4	已建立企业上下游产业链的数据联通	9	4.74
5	已接入第三方平台,且实现数据联通	14	7.37
合计		190	100

表 5 企业数字技术和技术应用能力自我评估结果

数字技术和技术应用能力选项	占比 (%)
具备软件开发能力	48.95
拥有办公自动化系统(OA),包括使用 SaaS 服务	48.42
拥有企业业务资源管理系统(ERP、CRM)等	43.68
拥有官方社交媒体账号并定期维护内容(微博、微信等)	41.58
可以通过网站、移动端等网络渠道提供售后服务	35.79
拥有手机客户端应用(Mobile App)	35.26
建设了数据中 R	26.84
搭建或使用云服务平台	26.32
使用数控机)、工业机器人、自动化生产线等自动化生产设备	24.21

拥有专门的电子商务平台，或通过第三方电商平台进行产品销售	19.47
具备人工智能技术运用或服务能力	14.21
搭建或使用工业互联网平台	11.05
以上各项均不具备	6.32
搭建或使用 5G 通信网络	5.79

数字化转型的顺利实施需要企业识别、匹配并不断完善与数据要素、数字技术相适应的组织机制，包括企业数字化转型战略和目标设定、数字人才培养和招聘等。为此，课题组从战略目标、机构设置、员工技能等方面，设计了9项数字化转型配套机制（见表6，下页）。45.26%的被调研企业“设立了IT部门”，而仅有13.16%“设立了专门的大数据部门”，表明数字化专职团队或部门依然普遍缺失。传统的IT部门虽然可以承担部分转型工作，但数字化转型过程通常需要跨专业、跨学科、跨部门的交流合作。因此，除了传统IT部门的技术支撑外，数字化专职团队或部门还应更多关注数字化业务创新、数字技术与操作技术融合发展等战略层面的工作内容[27]。在前文的案例研究中发现，转型成功企业基本都建立了专门负责数字化转型的小型团队或分支机构，他们在转型过程中发挥了重要作用。就其他数字化配套机制而言，目标和战略设定、产品和服务数字化、员工数字化技能培训等选项排名靠前，而业务流程重构、企业文化建设、人才招聘等选项的排名相对靠后。选项分布相对分散，反映出数字化配套机制实施重点存在差异，转型企业可以更多关注业务流程、人才招聘、企业文化等领域。另外，19.47%的被调研企业选择了“以上各项均未开展”，对比6.32%选择数字技术能力“均不具备”的企业占比来看，从一定程度上说明了企业数字化组织保障的部署落后于技术应用。

表6 企业数字化转型配套机制自我评估结果

数字化转型配套机制选项	占比（%）
设立了IT部门	45.26
建立了明确的数字化转型战略	33.68
设定了明确的数字化目标，并与绩效评估直接挂钩	31.58
开发了满足市场数字化需求的新产品、新服务	30.53
开展了员工的数字化技能培训	28.95
完成了适应数字化发展的业务流程重构	22.11
建立并宣传了有利于数字化建设的企业文化	21.58
开展了数字化人才的市场招聘	20.00
以上各项均未开展	19.47
设立了专门的大数据部门	13.16

### 3. 数字化转型成效

《上海高新技术企业景气调查》问卷从主营业务收入、生产运营效率、行业竞争力、就业和收入分配等方面设计了转型收益选项，让企业根据自身情况进行选择。调查发现，对于已经实施数字化转型的企业而言，转型成效主要体现在“降本”“增效”两个方面。具体表现为42.02%的企业认为数字化能够“降低成本”，33.61%的企业认为数字化能够“提高企业生产和运营效率”（见图2）。同时，数字化转型在提升产品和服务质量、提高客户满意度、增强竞争力、提升营业收入等方面也产生了一定的积极影响。

根据企业主观评价结果，目前数字化转型对劳动就业和岗位设置的影响较小。与劳动就业和岗位设置相关的四个选项占比

均较低，多数企业还未感受到转型对其劳动就业产生的显著影响。其原因可能在于，大部分企业数字化转型还处于初级阶段，技术应用及配套机制调整还需要一段时间的渗透和完善。数字化转型在劳动就业、收入分配等方面的影响通常具有较长的时滞效应<sup>[23]</sup>。

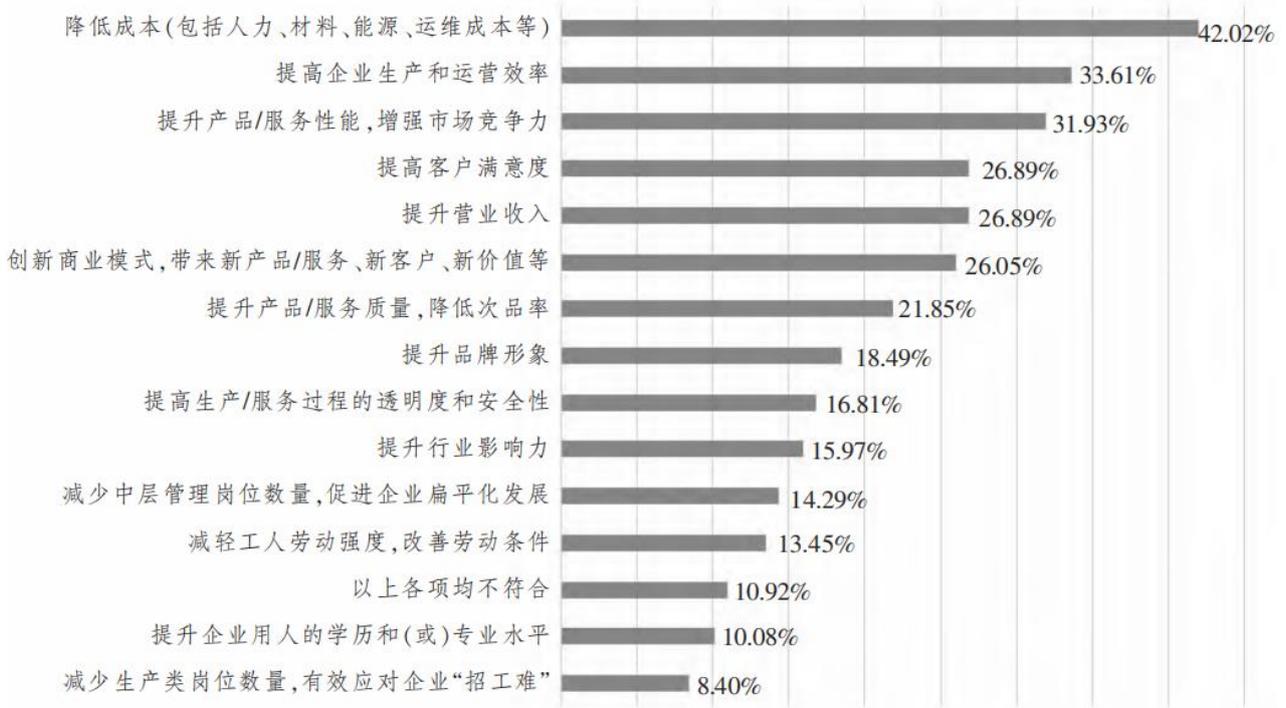


图 2 企业数字化转型收益及占比

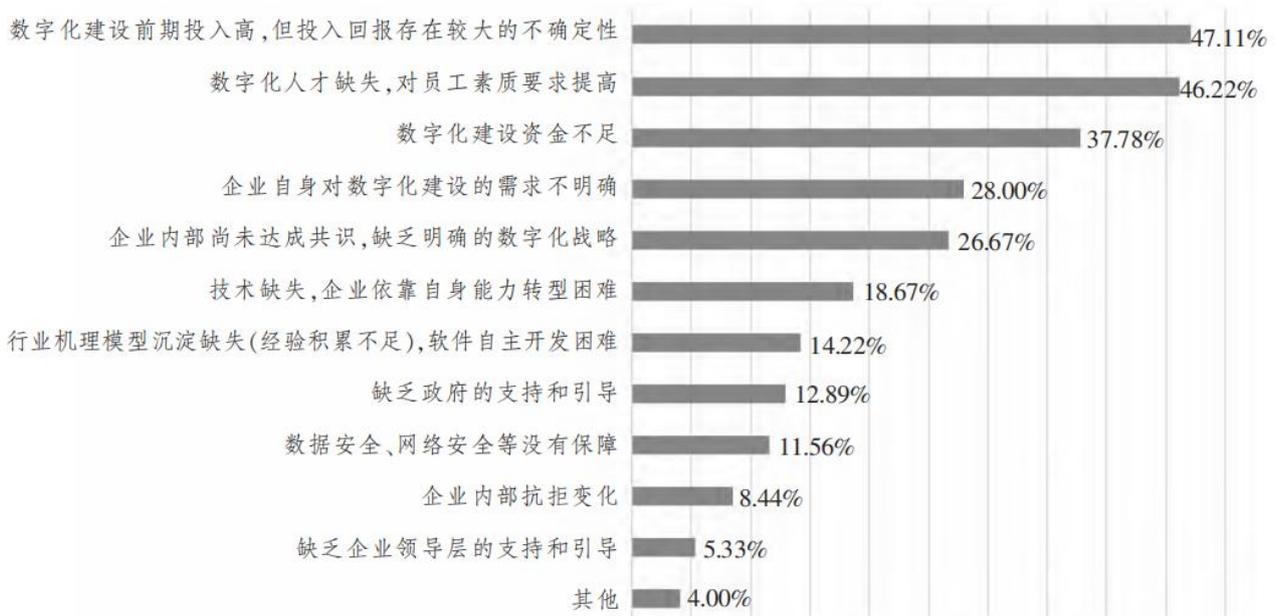


图 3 企业数字化转型挑战及占比

---

为进一步区分数字化转型为企业带来的成效影响，《企业数字化建设与机器替代情况调查》邀请企业对数字化转型在提高主营业务收入、提升效率、促进创新三个方面的影响分别进行评估。结果表明：企业对于数字化转型影响的整体评估较为正面。超过 2/3 的被调研企业认为数字化转型发挥了“显著”或“轻微”的正向影响，肯定了数字化转型在促进增长、创新和提高效率等方面的积极作用，仅 1 家企业认为数字化转型“轻微阻碍”了创新活动。与《上海高新技术企业景气调查》的结果一致，数字化转型在效率促进方面的成效最显著，50%的企业认为数字化显著提升了企业效率。这反映出现阶段我国制造企业数字化转型实践和影响更多体现在对生产制造、运营管理等方面的效率改进上。

#### 4. 数字化转型的挑战

本文所使用的三份问卷均设计了关于企业数字化转型所面临的挑战的问题，基于 225 份问卷反馈的分析结果显示，资金不足和人才短缺是现阶段制约我国企业数字化转型的主要因素。47.11%的企业认为“数字化建设前期投入高，但投入回报存在较大的不确定性”；另有 37.78%的企业认为“数字化建设资金不足”，直接制约了数字化进展。除资金投入外，46.22%的企业认为“数字化人才缺失，对员工素质要求提高”是企业数字化转型所面临的主要挑战（见图 3）。

相较而言，转型企业在技术、战略等方面面临的阻碍较小。仅 18.67%的企业认为数字化相关“技术缺失，企业依靠自身能力转型困难”，数据和网络安全、机理模型和软件等其他技术因素选项占比更低。同时，企业数字化战略规划和实施、企业领导层支持、政府引导等方面对企业转型带来的阻碍也相对较少，相关选项占比大多不足 10%且排名靠后。

在此，将《上海高新技术企业景气调查》收回的 119 份有效问卷，按照企业 2019 年主营业务收入分为大型、中型和小型企业 1。图 4（下页）展示了不同规模企业数字化转型面临的挑战的情况对比。由图 4 可知：第一，“数字化建设资金不足”和“投入回报存在较大的不确定性”等资金因素是中小型企业转型的主要制约因素，对中小型企业转型形成了制约，而大型企业的资金约束相对较小；第二，“数字化人才短缺”对大、中、小型企业而言，都是转型难点所在；第三，更多的大型企业认为“企业自身对数字化建设的需求不明确”，说明企业在具备转型资金等前提条件后，需要更加明确的数字化应用场景，推动数字化转型落地实施。



图 4 不同规模企业数字化转型挑战对比

上述分析也印证了案例研究部分的结论，以南京钢铁、北京 ABB 为代表的大型领先企业，在资金投入、技术水平、行业积累等方面都具备较强实力，但数据要素等具体应用场景不明确限制了其转型纵深推进。而对于浙江陀曼所服务的中小型轴承制造企业而言，在数字化转型决策和实施过程中，资金和技术依然是其面临的巨大挑战。

### （三）企业数字化转型能力与收益的关联性分析

在对企业数字化转型的动机、现状、成效和挑战进行基本描述后，这里基于《上海高新技术企业景气调查》中受访企业的自我评估结果，生成了 4 项数字化转型变量，分别用于表征企业数据基础、数字技术、组织机制 3 项转型能力，以及数字化转型收益。其中，数据基础变量直接使用了 6 个逐层递进的问卷选项，等级最低的“尚未开展数据采集和管理”选项赋值为 1，最高的“已接入第三方平台，且实现数据联通”选项赋值为 6，对其取自然对数后，获得数据基础能力变量  $\ln data\text{amng}$ 。基于企业在数字技术、组织机制及转型收益方面作出的自我评估结果，分别对企业选择项目的数量进行加总 2，再取自然对数后获得数字技术能力变量  $\ln digitech$ 、组织机制能力变量  $\ln digiorg$ 、转型收益变量  $\ln digipro$ 。企业数字化转型变量的描述性统计特征汇总于表 7。

为判断数字化转型能力与转型收益之间的关系，本文对转型变量进行了多元线性回归分析，结果汇总于表 8。模型 1 至 3 分别使用数据基础、数字技术和组织机制进行了单变量回归，三项数字化转型能力分别与转型收益之间存在正相关关系，系数均在 1% 水平下显著。其中，使用组织机制作为解释变量时，模型的解释力度最强，调整后  $R^2$  为 0.351，优于数字技术和数据基础的单变量模型。在同时使用三项转型能力进行回归时（模型 4），数据基础的回归系数不再显著；数字技术系数为 0.231，在 5%

水平下显著；组织机制系数为 0.377，在 1%水平下显著。这表明组织机制与转型收益之间的显著性和稳健性最强，具备成熟数字化转型机制的企业更容易获得转型收益；数字技术对于转型收益的重要性次之。数据基础与转型收益之间的关联性最弱，这可能是由于数据要素的重要性尚未获得企业的充分理解和关注。与案例研究结论一致，即使转型收益较高的企业，也需要继续提升其数据资产管理水平。

#### 四、研究结论与政策建议

本文使用案例分析与问卷调查相结合的方法，对我国制造业数字化转型状况开展实证分析。首先，通过对代表性企业的案例研究，梳理提炼制造业数字化转型在动机、模式、成效与挑战等方面的共性特征与行业趋势；然后，使用更为广泛的企业问卷调查数据，对有关特征和趋势作进一步的验证分析。本文的边际贡献主要包括：第一，采用了定量与定性相结合的研究方法，先以案例研究提炼特征与趋势，并梳理其背后的逻辑与机制，再使用问卷调查数据，为案例研究结果提供数据支撑。第二，从我国制造业企业转型实践出发，深入挖掘其数字化转型动机与决策逻辑，动态刻画其转型模式与能力构建过程，有助于更好地了解我国制造业数字化转型的状况与面临的挑战，为深化转型提供传导机制与实证方面的支撑。

表 7 变量描述性统计特征

变量	名称	观测值	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值
Indatamng	数据基础	119	0.974	1.099	0.520	0.000	1.792
Indigitech	数字技术	119	1.330	1.386	0.572	0.000	2.485
Indigiorg	组织机制	119	1.001	1.099	0.676	0.000	2.303
Indigipro	转型收益	119	1.251	1.386	0.589	0.000	2.485

表 8 企业数字化转型要素对转型收益的回归结果

	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
	Indigipro	Indigipro	Indigipro	Indigipro
Indatamng	0.328*** (3.27)			0.046 (0.50)
Indigitech		0.545*** (6.76)		0.231** (2.21)
Indigiorg			0.520*** (8.05)	0.377*** (4.39)
_co	0.932*** (8.42)	0.525*** (4.50)	0.730*** (9.36)	0.522*** (4.46)
N	119	119	119	119
22	0.084	0.281	0.357	0.389
adj. 22	0.076	0.275	0.351	0.373

注：括号内为 t 值；\*\*、\*\*\*分别表示在 5%、1%的水平下显著；计量结果由 Stata 软件运行得出

基于本文研究，可以对我国制造业数字化转型基本状况作出如下判断：第一，我国制造业企业实施数字化转型既有提高产品质量和竞争力的主动作为，又有“招工难”倒逼的被动应对，但主要是企业出于生产经营现实需要作出的理性抉择，政策引导则加速了转型进程。第二，我国企业数字化转型整体还处于较低水平，先进数字技术渗透应用水平不高，数据要素价值潜力

---

有待开发。国内具备良好信息化基础、着手数字化转型的企业占比还较低；已经开始转型的企业也大多仅实现了传统信息技术、自动化技术的应用，而大数据、人工智能、数字孪生等新一代信息技术成功应用案例有限。第三，现阶段数字化转型的成效主要表现在提升效率、降低成本、提升产品质量等方面，在劳动就业、收入分配、促进创新等方面的影响有待进一步验证分析。第四，在推进数字化转型过程中，广大制造业企业特别是中小企业依然面临技术支撑不足、投入回报不确定性高、数字人才短缺等困难和挑战；较为领先的大型企业则更多受制于数字技术、数据要素应用场景不明确，难以将转型纵深推进。

针对我国制造业数字化转型发展状况及其面临的挑战，提出如下政策建议：

第一，立足制造业企业数字化水平差距较大的实际，从完善公共服务、基础设施等外部环境入手，循序渐进推动企业数字化改造。各级政府既要关注少数标杆企业所展示出的智能制造场景，又要客观认识我国制造业多层次工业化并存的现实国情。在转型过程中，政府部门既要充分提升中小企业负责人对数字化转型的认知、增强企业的转型意愿，又要提升制造业整体信息化、数字化基础，将有限的政府资金集中到数字基础设施建设、数字化共性技术研发等准公共服务领域，降低中小企业数字化改造隐性成本。在此基础上，引导企业选择关键、典型的应用场景进行数字化改造，循序渐进地推进数字化转型。

第二，加强数字人才培养和人力资本积累，为制造业高质量发展提供持久内在动力。完善制造业人力资本积累顶层设计，从市场、教育、社会保障等多方面入手，切实提高制造业对人才的吸引力。对职业资格制度、职称制度、人才评价制度、劳动保障制度进行适应性改革和调整；大力提升工程制造学科职业教育水平，畅通工程职业教育向研究型高等教育的转换深造渠道；重视数字技能、先进制造技能等未来产业发展所需技能的开发和培养，推广终身学习，建设学习型社会。

第三，加快建设数据要素市场化配置机制，鼓励企业更多参与数据流通交易。一是加强制度建设，推动完善数据要素立法工作，统筹安排数据产业监管机构和制度。二是加强数据要素市场化配置的技术标准和流程规范，依靠区块链、隐秘计算等前沿技术手段，对数据交易流程、标准进行改造，更好解决数据交易过程中的隐私保护和交易安全问题。在逐步完善数据要素交易机制的基础上，调动市场主体积极性，鼓励企业开发内部数据资源、探索产业数据流通、参与数据市场交易，从而更好地盘活数据要素资产，提升数据要素在制造业数字化转型中的作用和价值。Reform

## 参考文献

[1] WESTERMAN G, CALMEJANE C, BONNET D, et al. Digital transformation:a roadmap for billion-dollar organizations[Z]. MIT Sloan Management, MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting, 2011:1-68.

[2] FITZGERALD M, KRUSCHWITZ N, BONNET D, et al. Embracing digital technology:a new strategic imperative[R]. MIT Sloan Management Review, Research Report, 2013.

[3] SOLIS B, LIEB R, SZYMANSKI J. The 2014State of digital transformation[R]. Altimeter Group, 2014.

[4] 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(4):37-49.

[5] STOLTERMAN E, FORS A. Information technology and the good life[M]//KAPLAN B, et al. Information Systems Research. Boston:Springer, 2004:687-692.

[6] MARTIN A. Digital literacy and the“digital society”[J]. Digital Literacies Concepts Policies Practices, 2008(30):151-176.

- 
- [7] NAGY P, KOLES B. The digital transformation of human identity:towards a conceptual model of virtual identity in virtual worlds[J]. *Convergence*, 2014(3):276-292.
- [8] HENRIETTE E, FEKI M, BOUGHZALA I. The shape of digital transformation:a systematic literature review[C]. *Mediterranean Conference on Information Systems Proceedings*, 2015.
- [9] PARVIAINEN P, TIHINEN M, KAARIAINEN J, et al. Tackling the digitalization challenge:how to benefit from digitalization in practice[J]. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 2017(5):63-77.
- [10] 吕铁. 传统产业数字化转型的趋向与路径[J]. *人民论坛·学术前沿*, 2019(18):13-19.
- [11] 赵剑波. 推动新一代信息技术与实体经济融合发展:基于智能制造视角[J]. *科学学与科学技术管理*, 2020(3):3-16.
- [12] 李英杰, 韩平. 数字经济下制造业高质量发展的机理和路径[J]. *宏观经济管理*, 2021(5):36-45.
- [13] LUCCHETTI R, STERLACCHINI A. The adoption of ICT among SMEs:evidence from an Italian survey[J]. *Small Business Economics*, 2004(23):151-168.
- [14] NEVO S, WADE M, COOK W. An empirical study of IT as a factor of production:the case of net-enabled IT assets[J]. *Information Systems Frontiers*, 2010(12):323-335.
- [15] BRYNJOLFSSON E, HITT L M, YANG S. Intangible assets:computers and organizational capital[J]. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2002(1):137-181.
- [16] DREMEL C, WULF J, HERTERICH M, et al. How AUDI AG established big data analytics in its digital transformation[J]. *MIS Quarterly Executive*, 2017(16):81-100.
- [17] 陈畴镛, 许敬涵. 制造企业数字化转型能力评价体系及应用[J]. *科技管理研究*, 2020(11):46-51.
- [18] 李唐, 李青, 陈楚霞. 数据管理能力对企业生产率的影响效应——来自中国企业—劳动力匹配调查的新发现[J]. *中国工业经济*, 2020(6):174-192.
- [19] BAYO-MORIONES A, BILLION M, LERALOPEZ F. Perceived performance effects of ICT in manufacturing SMEs[J]. *Industrial Management&Data Systems*, 2013(113):117-135.
- [20] 何帆, 刘红霞. 数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J]. *改革*, 2019(4):137-148.
- [21] 胡青. 企业数字化转型的机制与绩效[J]. *浙江学刊*, 2020(2):146-154.
- [22] 肖旭, 戚聿东. 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J]. *改革*, 2019(8):61-70.
- [23] 陈楠, 蔡跃洲. 数字技术对中国制造业增长速度及质量的影响——基于专利应用分类与行业异质性的实证分析[J]. *产业经济评论*, 2021(6):46-67.

---

[24] 刘飞. 数字化转型如何提升制造业生产率——基于数字化转型的三重影响机制[J]. 财经科学, 2020(10):93-107.

[25] 王莉娜. 数字化对企业转型升级的影响——基于世界银行中国企业调查数据的实证分析[J]. 企业经济, 2020(5):69-77.

[26] 罗伯特·K. 殷. 案例研究: 设计与方法[M]. 周海涛, 罗少杰, 译. 重庆: 重庆大学出版社, 2017.

[27] HORLACHER A, HESS T. What does a chief digital officer do? managerial tasks and roles of a new C-level position in the context of digital transformation[C]. Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, 2016.

#### 注释

1 主营业务收入低于 2 000 万元的小型制造企业共 43 家, 2 000 万元至 4 亿元的中型制造企业共 64 家, 超过 4 亿元的大型制造企业共 12 家。

2(1) 选择“以上各项均不具备”“以上各项均未开展”“以上各项均不符合”的企业, 数字技术、配套机制与转型收益变量赋值为 0。