

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 _____

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

论文题目 数字技术对我国制造业出口竞争力的影响研究

研究生姓名: 杨洁玉

指导教师姓名、职称: 王必达 教授

学科、专业名称: 应用经济学 国际贸易学

研究方向: 对外贸易与区域经济发展

提交日期: 2023年5月31日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 杨洁玉 签字日期： 2023.5.31

导师签名： 王必达 签字日期： 2023.5.31

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定， 同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 杨洁玉 签字日期： 2023.5.31

导师签名： 王必达 签字日期： 2023.5.31

Research on the Impact of China's Digital Technology on the Export Competitiveness of Manufacturing Industry

Candidate : Yang Jieyu

Supervisor: Wang Bida

摘要

制造业是我国战略性支柱产业，提高制造业出口竞争力、实现制造业高质量发展是我国迈向社会主义现代化强国的基础。习近平总书记提到“新常态要有新动力，数字经济在这方面可以大有作为”。以数字技术为核心推动力的数字经济是重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量，正引领新一轮的科技革命，为制造业高质量发展带来新机遇。借力数字技术发展实体经济，促进制造业智能化、数字化转型是我国实现制造强国的重要举措。因此，研究数字技术对制造业出口竞争力的影响及内在机理，为我国发展数字技术、提升制造业出口竞争力、成为制造强国提供理论支撑。

本文在梳理数字技术与制造业出口竞争力相关研究的基础上，探究数字技术促进制造业出口竞争力提升的内在机理，构建了一个多渠道机制下数字技术影响制造业出口竞争力的数理模型，认为数字技术可以通过降低贸易成本、提升人力资本水平、促进技术创新和优化资源配置四条路径影响制造业出口竞争力。基于2011-2021年我国30个省份面板数据，从数字基础设施建设、数字化终端应用、数字化产业发展三方面构建数字技术发展水平的综合评价指标体系，建立相关模型并分析其影响机制。研究结果如下：（1）基准回归分析表明，数字技术能显著提升我国制造业出口竞争力；（2）作用机制分析表明，数字技术通过降低贸易成本、提升人力资本水平、促进技术创新和优化资源配置四条路径提升制造业出口竞争力；（3）异质性分析表明，数字技术对制造业出口竞争力的影响存在区域异质性。基于以上研究结果，本文从完善数字基础设施、产学研协同推进创新发展、促进区域协调发展和完善制度体系建设等方面提出对策。政府需要重视数字技术的发展，助力其与制造业的深度融合，推动制造业数字化、智能化转型。

关键词：数字技术 制造业出口竞争力 技术创新 资源配置

Abstract

Manufacturing industry is a strategic pillar industry of China. Improving export competitiveness of manufacturing industry and realizing high quality development of manufacturing industry are the basis for China to become a great modern socialist country. Digital economy is a key force in reorganizing global factor resources, reshaping global economic structure and changing global competition. It is leading a new round of scientific and technological revolution and bringing new opportunities for high-quality development of manufacturing industry. The new round of industrial revolution based on digital technology as the core driving force and intelligent manufacturing determines the depth and breadth of our industrial development. Taking advantage of digital technology to develop the real economy and promote the intelligent and digital transformation of the manufacturing industry is an important measure to realize China's manufacturing power. Therefore, the study of the influence of digital technology on the export competitiveness of manufacturing industry and the internal mechanism provides theoretical support for the development of digital technology, the enhancement of export competitiveness of manufacturing industry and the development of manufacturing power.

On the basis of sorting out relevant studies on digital technology and manufacturing export competitiveness, this dissertation explores the

internal mechanism of digital technology's promotion of manufacturing export competitiveness and builds a mathematical model of digital technology's impact on manufacturing export competitiveness under the multi-channel mechanism. It is believed that digital technology can affect the export competitiveness of manufacturing industry by reducing trade cost, improving human capital level, promoting technological innovation and optimizing resource allocation. Based on the panel data of 30 provinces from 2011 to 2021, a comprehensive evaluation index system of digital technology development level is constructed from three aspects: digital infrastructure construction, digital terminal application and digital industry development, and relevant models are established and their influence mechanisms are analyzed. The results show that: (1) digital technology can significantly improve the export competitiveness of manufacturing industry; (2) Mechanism analysis shows that digital technology can improve the export competitiveness of manufacturing industry by reducing trade cost, improving human capital level, promoting technological innovation and optimizing resource allocation. (3) Heterogeneity analysis shows that there is regional heterogeneity in the impact of digital technology on manufacturing export competitiveness. Based on the above research results, this dissertation proposes countermeasures from the aspects of improving digital infrastructure, promoting innovative development in collaboration with industry,

university and research, promoting coordinated regional development, and improving institutional system construction. The state should attach importance to the development of digital technology, facilitate its deep integration with the manufacturing industry, and promote the digital and intelligent transformation of the manufacturing industry.

Keywords: Digital technology; Export competitiveness of manufacturing industry; Technological innovation; Resource allocation

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究意义.....	2
1.2.1 理论意义.....	2
1.2.2 现实意义.....	2
1.3 研究内容与方法.....	3
1.3.1 研究内容.....	3
1.3.2 技术路线图.....	5
1.3.3 研究方法.....	6
1.4 可能的创新与不足.....	6
2 文献综述	8
2.1 数字技术相关研究.....	8
2.1.1 数字技术的内涵.....	8
2.1.2 数字技术的特点.....	8
2.1.3 数字技术发展水平的测算.....	9
2.2 制造业出口竞争力相关研究.....	10
2.2.1 制造业出口竞争力的内涵.....	10
2.2.2 制造业出口竞争力指标测度.....	11
2.2.3 制造业出口竞争力影响因素.....	12
2.3 数字技术影响制造业出口竞争力相关研究.....	14
2.4 文献述评.....	15
3 数字技术影响制造业出口竞争力的理论分析	16
3.1 贸易成本效应.....	17
3.2 人力资本效应.....	18
3.3 技术创新效应.....	19
3.4 资源配置效应.....	20

4 数字技术与制造业出口竞争力的测度及分析	23
4.1 数字技术的测度及分析	23
4.1.1 数字技术的测度	23
4.1.2 数字技术现状分析	26
4.2 制造业出口竞争力的测度及分析	29
4.2.1 制造业出口竞争力的测度	29
4.2.2 制造业出口规模与结构分析	31
5 数字技术影响制造业出口竞争力的实证分析	34
5.1 模型构建与变量说明	34
5.1.1 模型构建	34
5.1.2 变量选取及说明	34
5.2 实证结果分析	35
5.2.1 基准回归分析	35
5.2.2 稳健性检验	37
5.2.3 异质性检验	39
5.2.4 机制检验	40
5.3 本章小结	43
6 结论及对策建议	44
6.1 研究结论	44
6.2 对策建议	44
6.2.1 完善数字基础设施建设	44
6.2.2 数字技术助力制造业发展	45
6.2.3 产学研协同推进创新发展	46
6.2.4 推进区域协调发展	47
6.2.5 完善相关制度体系建设	48
参考文献	49
后 记	55

1 绪论

1.1 研究背景

当前，各国十分重视实体经济的发展，制造业作为我国战略性支柱产业，在实体经济所占地位更是不言而喻。我国处在迈向社会主义现代化强国的关键时期，提高制造业国际竞争力，实现制造业高质量发展刻不容缓。改革开放以来，我国制造业高速发展并取得一些傲人成就，制造业规模及种类居世界之首，我国已成为世界制造业第一大国。然而我国要实现制造大国向制造强国的转变还面临诸多挑战。早期凭借人口红利和资源禀赋等优势发展制造业的粗放型增长方式已不再适用，现阶段我国还面临“低端锁定”、“大而不强”和“全而不优”等问题。此外，我国正面临来自发达国家和发展中国家的双重压力。一方面，发达国家愈发意识到实体经济的重要性，纷纷进行“再工业化”，将发展制造业提升到国家战略高度；另一方面，越南等发展中国家在部分简单加工制造业中对我国进行挤压。当前环境促使我国加快新旧动能转换，推动制造业转型升级，提升制造业国际竞争力，实现高质量发展。

以大数据、5G、互联网、云计算、人工智能等为代表的数字技术蓬勃发展，成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量，引领了新一轮的科技革命，为制造业高质量发展带来新机遇。进入数字经济时代，借力数字技术发展实体经济，促进制造业智能化、数字化转型已经成为全球经济发展新趋势。各国争先发挥数字技术强大的驱动作用，推动数字技术与实体经济的融合发展，以提高国际竞争力，抢占发展主动权。我国也高度重视数字经济的发展，与发达国家相比，我国在数字经济中起步较晚，但数字经济发展势头大好。2021年我国数字经济规模高达45.5万亿元，占GDP比重超过39.8%。¹数字革命是我国实现弯道超车的大好机遇，我国亟需抓住此次机遇，在制造业现有体量的优势下，发挥数字技术对制造业的推动作用，助力我国制造业由量大走向质高，成为制造强国。习近平总书记提到“新常态要有新动力，数字经济在这方面可以大有作为”。早在2016年《“十三五”国家信息化规划》就提出要结合“中国

1. 2022年《中国数字经济发展报告》

制造 2025”的实施，推进新一代信息技术与制造业的深度融合。2021 年《“十四五”数字发展规划的通知》提出数字技术已成为关键生产要素，正全面赋能产业经济发展。2022 年二十大报告再次指出要建设数字中国，加快发展数字经济，促进数字经济与实体经济的融合，赋能传统产业转型升级，推进新型工业化，推动制造业高端化、智能化发展。数字技术已然成为我国推进创新驱动与技术驱动，实现供给侧结构性改革，提升国际竞争力的关键动力，为我国制造业发展提供了一条全新的路径。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

数字经济发展势头强劲，是促进我国制造业高质量发展与出口升级的新动能。学者们愈发重视数字技术发展影响制造业出口竞争力的相关研究，现有研究大都认同数字技术促进了我国制造业的出口，但多集中在理论层面。此外，数字技术是新一轮的产业革命，其与各个产业的融合与延伸都有利于新模式的产生。现有文献以互联网发展水平、专利数、工业机器人数量等单一指标来表征数字技术发展水平不够全面，构建综合评价指标体系的侧重点也各不相同，基于省际层面数据研究数字技术影响制造业出口竞争力的文献相对薄弱，实证层面影响及作用机制分析的研究较少。本文尝试构建数理模型，理论结合实证分析省际层面数字技术对制造业出口竞争力的影响，以及数字技术影响制造业出口竞争力的作用机制，希望能为各地区制造业出口竞争力的提升提供借鉴，完善数字技术与制造业出口竞争力的相关文献，丰富数字技术影响制造业出口竞争力的机制研究。

1.2.2 现实意义

从“十四五”发展规划纲要的通过，到党的二十大召开，习近平总书记一直在强调新常态要有新动力，要牢牢把握数字经济发展大局，促进数字经济与实体经济融合。数字技术俨然成为我国制造业转型升级、提升出口竞争力的关键动力，正引领我国制造业转向新的发展模式与轨迹。我国要充分发挥数字技术对制造业的驱动作用，引导制造业数字化、智能化转型，以期实现制造业转型升级，打破

制造业出口“低端锁定”的局面。随着数字经济时代的到来，数字技术的发展能否提高制造业出口竞争力，数字技术具体通过何种渠道影响制造业出口竞争力，这些问题是我国实现制造强国所面临的重要课题。因此，本文基于省际层面数据，探索数字技术发展对我国制造业出口竞争力的影响，并根据实证结果，针对性提出相关对策建议，希望为加快实现“中国制造 2025”提供切实可行的建议。

1.3 研究内容与方法

1.3.1 研究内容

本文旨在研究数字技术对制造业出口竞争力的影响及影响路径，对各指标测算进而进行实证研究，并提出相应建议。本文研究内容主要分为以下六部分：

第一部分为绪论。主要阐述本文研究背景及意义、研究内容与方法和研究可能的创新与不足之处。

第二部分为文献综述。主要是对现有相关文献进行归纳整理，筛选出部分有针对性的文献展开论述。本文从数字技术的内涵、特点及测算，制造业出口竞争力的内涵、指标测度及影响因素和数字技术与制造业出口竞争力相关研究三方面进行文献的梳理，并做出简要论述。

第三部分为理论分析。本文在分析数字技术对制造业出口竞争力产生影响的基础上，尝试构建数理模型将贸易成本、人力资本、技术创新和资源配置纳入其中进行研究，说明数字技术可以通过降低贸易成本、人力资本积累、促进技术创新和优化资源配置四条路径影响制造业出口竞争力。

第四部分为指标测度及现状分析。主要利用主成分分析法对数字技术发展水平进行测度，并简要分析测得结果，同时对我国数字技术发展现状进行分析。此外，本文采用改进后的 Hausmann 两步法对我国大陆 30 个省份（除西藏外）的制造业出口技术复杂度进行测度，以此衡量制造业出口竞争力，并对制造业出口现状进行简要分析。

第五部分为实证检验部分。本文采用我国各省份 2011-2021 年的面板数据进行实证检验。在基准回归的基础上更换解释变量及被解释变量进行稳健性检验，同时进行内生性检验，确保实证结果的可靠性。本文还进行了异质性检验和中介

机制检验，旨在深入分析数字技术对制造业出口竞争力的影响。

第六部分为结论与建议。首先是对全文所得结论进行综述和分析，其次在前文结论的基础上，为我国推进数字技术发展、提升制造业出口竞争力提供一些客观的对策建议。

1.3.2 技术路线图

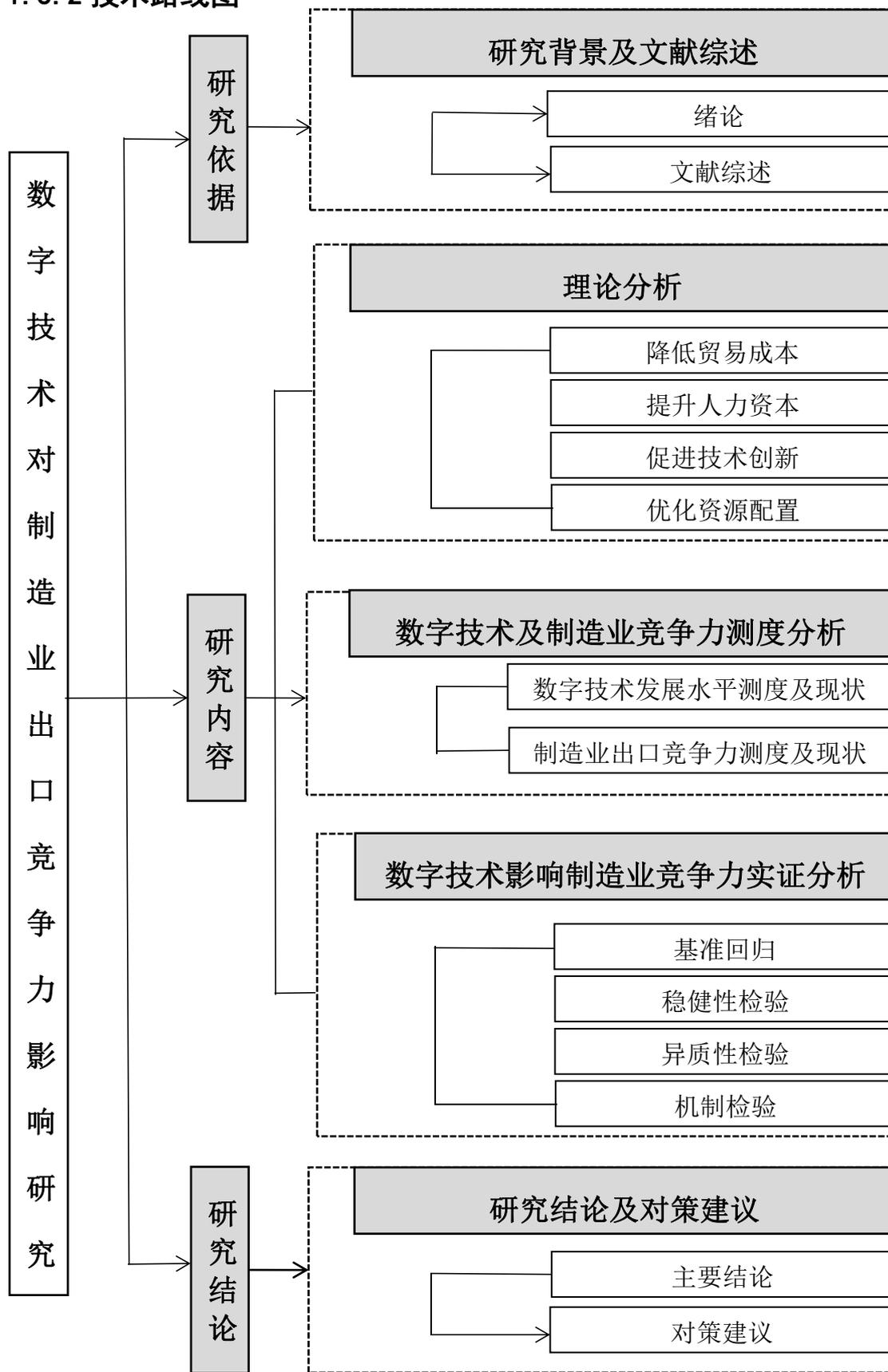


图 1.1 技术路线图

1.3.3 研究方法

第一，文献研究法。文献研究法是学者们进行理论研究常用方法之一，本文第二章、第三章及第四章均使用了这一研究方法。基于国研网、国家统计局、中国知网等平台搜集到的相关数据及现有文献，了解国内外学者的相关研究，并进行文献评述。熟悉数字技术与制造业出口竞争力相关的理论背景，在已有研究的基础上，开展后续工作。

第二，定性与定量相结合的方法。本文在明确数字技术的内涵及特点基础上，从贸易成本、人力资本、技术创新和资源配置四方面分析数字技术对我国制造业出口竞争力的影响，并构建数理模型进行分析，为后续实证研究做铺垫。其次，本文测算 2011-2021 年我国各省数字技术发展水平及制造业出口竞争力，利用 stata16 计量软件进行回归，展开分析并根据实证结果提出相应建议。

1.4 可能的创新与不足

本文的创新之处主要有以下两点：

第一，当前国内关于数字技术影响制造业出口竞争力的研究多局限于理论分析缺乏相应实证检验。同时，现有文献大多基于国家或行业层面进行研究，本文从省际层面研究数字技术与制造业出口竞争力的关系，并进一步分析其影响机制。

第二，在指标选取上，部分学者采取互联网发展指标或工业机器人、专利申请数等单一指标衡量数字技术发展水平，以此研究其与制造业出口竞争力的关系，不具代表性。部分学者使用综合指标测算数字技术发展水平，但大多研究采用传统基础设施指标进行测算，本文在前人研究基础上加入新型基础设施指标包括电子信息产业固定资产投资、移动电话基站数、IPV4 地址数，从数字基础设施建设、数字化终端应用、数字化产业发展三方面测度各省数字技术发展水平，使指标兼具时效性与综合性，减少了单一变量或简单测算造成结果的偏差，以此为基础，探讨数字技术与制造业出口竞争力的关系，以求充实相关研究。

本文在研究方面可能存在以下不足之处：

第一，影响制造业出口竞争力的因素很多，本文在选择控制变量方面可能还

存在疏忽，现实条件也不允许将所有变量全部纳入研究范围，可能导致研究结论出现些许偏差。

第二，数字技术的发展日新月异，对其评价指标的选取也应随时代发展不断更新，基于数据可获得性等现实原因，本文从三方面共选取十三个指标来构造数字技术发展综合指数，测度的考量可能不够全面，未来还需与时俱进，纳入更全面且可获得的数据指标，深入测度我国省际层面数字技术发展水平，保证综合性及时效性。

2 文献综述

2.1 数字技术相关研究

2.1.1 数字技术的内涵

数字技术是数字经济的核心驱动力,在推进数字技术与实体经济相融合的过程中,数字技术已渗透到生活的各方面。各国对于数字技术的发展与应用都十分重视,但关于数字技术的定义至今仍没有一个统一的答案。1996年美国IT专家数字经济之父 Don Tapscott 在《数字经济》中首次提出数字技术这一概念,认为数字技术是指信息通讯技术,一切数字化都在此基础上实现,并预言数字技术将对经济发展产生重大影响。Turban (2007) 等从纯技术视角分析,提出数字技术是将模拟信息转化为数字形式即二进制格式 0 和 1 的技术过程。Bhardjaj (2013) 在 Tapscott 的基础上将数字技术的概念扩大化,提出数字技术是信息、计算、通信和连接性技术的组合。随着数字时代的到来,大数据、物联网、人工智能的发展,越来越多学者进行数字技术有关研究。Sebastian (2017) 指出数字技术包括社交技术、移动技术、云计算技术和物联网技术。众多学者认为数字技术的发展与互联网、人工智能、区块链等技术相互交织,互联网等技术的成熟为数字技术高速发展奠定了良好的基础(詹晓宁等, 2018; 戚聿东等, 2020; 钱海章等, 2022)。邢小强等(2019)将数字技术概括为一种通用的目的技术,既包括传统的数字技术也包括目前新型的数字技术如大数据、区块链等技术。基于众多学者对数字技术的研究,可以看出数字技术的内涵正随着数字经济的发展不断扩大。本文界定数字技术为使用数据、知识、信息等新型生产要素,基于传统信息网络技术,同时包含多种新型数字技术类型的复合型技术概念。

2.1.2 数字技术的特点

随着数字技术逐渐渗透到生活的方方面面,学者也开始关注数字技术的特点。与传统信息通信技术相比,数字技术具有融合渗透性及敏捷适应性两大特点。一方面数字技术具有万物皆可融的特性。Yoo 等人(2010)提出数字技术具有自生

长性、可沟通性、融合性，这一归纳受到很多学者的认同（Von Briel 等，2018；谢卫红等，2020）。Holmstrom（2018）在此基础上提出数字技术具有再结合性，有助于数字技术助力传统生产要素嵌套和重构组合。此后，蔡莉等（2019）提出数字技术具有可扩展与可关联的属性，刘平峰等（2021）基于数字技术与传统生产要素融合，提出数字化生产要素概念，指出其具有典型的自生长性、再结合性和解耦性等。韩啸（2022）提出数字技术具有高传播性与渗透性，提高信息传递与知识溢出效率，助力数字技术融合各经济活动环节。另一方面，数字技术具有敏捷适应外部信息并及时做出调整的属性。Autio 等（2018）指出数字技术具备去耦性和非中介性，能促进数字技术与生产活动融合的同时，提高产品生产各环节的独立性，进而提高生产过程的可控性。刘平峰等人（2021）认为数字技术还具有记忆性和可再现性的特点，能够促进无边际成本的再生产。Schuh（2019）提出数字技术能够快速识别数据间的复杂关系、提升数据分析结果稳定性，敏捷适应外部变化。随着数字技术加速模块化，其扩散性与易用性逐渐加强，降低交易成本的同时助力生产效率的提升。理清数字技术的属性特点有助于数字技术更好的与实体经济相融合。

2.1.3 数字技术发展水平的测算

学术界目前对数字技术的定义未进行统一界定，衡量数字技术发展水平的指标也各有侧重，现有研究对数字技术发展水平的测算仍未形成统一标准。鉴于数字技术与数字经济两者密不可分，丛屹和俞伯阳（2020）直接采取数字经济的测算指标衡量数字技术发展水平，也有部分学者借鉴数字经济的测算研究，自选指标进行客观赋权或主观赋权，得出指标合成的数字技术发展水平。2020年中国信息通信研究院从数字产业化、产业数字化、数字化治理和数字价值化四方面测度数字经济发展水平。指标合成的数字技术研究中，学者们选取的指标主要集中在数字技术基础设施和数字技术应用层面。阎世平等（2021）选取数字技术基础设施、数字经济规模和数字技术应用三方面衡量我国省际层面数字技术的发展水平。黄蕊，李雪威（2021）从信息传输、软件和信息技术服务投入三角度衡量数字技术发展水平。庞瑞芝等（2021）从数字基础设施、数字化应用、数字产业发展三方面测度数字技术发展水平。此外，部分学者采用机器人、互联网技术、专

利数等指标衡量数字技术。Kromann 等（2011）采取每百万工作小时的工业机器人使用数量作为数字技术的衡量指标，对制造业细分行业生产率进行分析。王可和李连燕（2018）以互联网技术代指数字技术分析其对制造业的影响。陈楠等（2021）选取数字技术专利统计量衡量数字技术发展。参考现有文献数字技术指标选取，结合数据的可得性，本文选取数字基础设施建设、数字化终端应用程度、数字化产业发展三个维度的变量对数字技术进行衡量。

2.2 制造业出口竞争力相关研究

2.2.1 制造业出口竞争力的内涵

出口竞争力被视为国家综合实力的体现，由于出口竞争力这一概念较为宽泛且随社会发展及研究对象的不同而有所差异，学术界对出口竞争力也有多种观点。Hayes（1982）把出口竞争力定义为一个国家在世界贸易中保持盈余的能力。1985年，世界经济论坛所发布的《全球竞争力报告》中将出口竞争力定义为企业在生产活动中创造更低成本、高质量产品的能力。Porter（1990）提出钻石模型，认为产业竞争力主要由生产要素、相关支撑产业、需求条件和国内竞争环境四要素构成。Krugman（1993）认为，出口竞争力是指在资源及生产率的优势。Lall（1998）认为出口竞争力更侧重于满足消费者需求，占据更大市场份额。贾继峰（2001）认为出口竞争力不仅包括产品市场份额还包括企业进行扩张获利的能力。金碚（2003）认为竞争力的差异来源于生产效益的不同，一些学者认为出口竞争力来源于生产企业效率与创造力（千庆兰，2006；王亚男，2011）。随着国际贸易的深入发展，产品质量受到更多关注，越来越多学者认为出口竞争力要侧重于产品的技术含量（Sivadasan，2009；Gervais，2015）。陈锦玲（2019）认为出口竞争力在过程中表现为生产效率、销售及服务能力，在结果上表现为产品具有较高市场占有率同时能获取较高利润。归纳上述研究，本文认为制造业出口竞争力指制造业企业在生产活动各环节中提升生产效率，制造高质量的产品，在世界贸易中获取利润的能力。

2.2.2 制造业出口竞争力指标测度

衡量具有复杂性及多层次特点的出口竞争力,国内外学者常用的指标有显示性比较优势指数(RCA)、国际市场占有率指数(MS)、贸易竞争指数(TC)、出口技术复杂度(EXPY)、市场渗透率(MPR)等。Balassa(1965)首次提出显示性比较优势指数估计产业国际竞争力,此后众多学者采用此指数测量出口竞争力。Mohamed Ariff & Hal Hill(1985)采用RCA指数衡量东盟国家制成品出口竞争力, Banderetal(2001)用此指数分析亚洲与拉美国家竞争力的差异。胡艺和吴宏(2007)采用RCA指数测度中国部分细分制造业竞争力,得出劳动密集型制造业具有较大的出口竞争优势。付书科等(2017)认为RCA指数考虑到世界总量经济波动等因素,能真正体现一国产业比较优势。关于出口竞争力指标的选取,学者们看法不一。卫迎春和李凯(2010)认为MS指数相比RCA指数虽易受国际汇率等影响,但却能更好地体现一国产业出口竞争力。陈文科(2013)则认为TC指数将进口、出口因素都考虑在内,更适合作为衡量出口竞争力的指标。茅锐和张斌(2013)采取市场渗透率指数测算出口竞争力,指出劳动力成本的增加是影响出口产品国际竞争力下降的关键原因。在我国处在百年未有之大变局,努力实现制造业高质量发展的时代背景下,更多学者将视角聚焦于产品技术层面。余姗等(2021)构建各省出口产品技术含量指标研究制造业出口竞争力,多数学者采用出口技术复杂度作为衡量出口竞争力的指标(代中强,2014;李金城和周咪咪,2017;夏杰长等,2021)。

随着指标不断完善,也有一些学者结合多种指标对各经济体产业竞争力进行综合测度。金碚等(2006)、李钢等(2012)采取RCA、TC和MS等指数建立一个多指标综合指数衡量制造业国际竞争力的变化趋势。张学智(2013)测度中国制造业出口竞争力选取的是修正后的显示性比较优势指数、相对出口表现指数及出口一致性指数等指标。陶春海和汤晓军(2015)结合RCA指数和MS指数测算制造业出口竞争力,指出我国制造业各行业竞争力发展不均衡。唐红祥等(2019)用显示性比较优势指数RCA和贸易竞争力指数TC测度出口竞争力,产业内贸易指数IIT测度产业内贸易,国际市场占有率指数MS测度市场份额,三方面对制造业竞争力进行综合评估。范爱军(2021)将国际竞争力和利润率评价法结合起来衡量中国工业产品的出口竞争力,得到出口竞争力离不开价格优势

这一结论。通过已有研究发现国内外目前对于制造业出口竞争力的测算方法很多，不同指标的适用范围存在差异，但都在一定程度上反映一国制造业出口竞争力。在制造业转型升级大背景下，提升制造业技术含量、优化产业结构是我国现阶段关注的重点问题，故本文借鉴夏杰长等（2021）选取出口技术复杂度衡量制造业出口竞争力。

2.2.3 制造业出口竞争力影响因素

随着制造业出口竞争力研究的深入，学术界开始关注如何提升制造业出口竞争力这一问题，对于其影响因素的研究也日渐增多，主要集中在劳动力成本、技术创新、外商直接投资（FDI）等方面。

劳动力作为重要生产要素之一，其成本的变动自然会影响到制造业出口竞争力。多数学者认为劳动力成本上升会抑制贸易产品国际竞争力的提升。马飒（2015）分析我国省际数据得出劳动力成本增加会抑制加工贸易产品国际竞争力的提升。余翔（2015）采用宏观层面季度时间序列数据，检验得出劳动力成本上升对出口竞争力产生了显著的负面影响。孙志贤等（2017）、刘宇昂（2020）通过实证分析得出劳动力成本价格上涨会阻碍制造业出口竞争力提升。也有学者认为劳动力成本增加阻碍制造业出口竞争力提升的说法过于片面。冯伟（2013）认为短期来看劳动力成本上升带动制成品价格的上涨，影响制造业出口竞争力；但从长期来看，劳动力成本上升会发挥激励作用，促进劳动者提升劳动素质，进而优化产业结构，最终提升出口竞争力。程承坪等（2012）认为劳动力成本上升对我国制造业出口竞争力仅在短期内存在积极影响。李彤（2019）在朱克朋和樊士德（2017）研究基础上认为劳动生产率上升速度快于劳动力成本上升速度对我国行业竞争力将呈现积极影响。

随着经济全球化，国际分工深化，技术创新对制造业出口竞争力的促进作用逐渐加大。技术创新直接影响产品质量，是影响国际竞争力的关键因素（亢梅玲等，2014）。赖明勇等（1999）实证发现创新对制造业出口竞争力存在显著影响，但其影响效果在细分行业存在较大差异。唐德祥等（2009）以自主研发作为创新的指标，认为其影响存在地区异质性。学者们在技术创新能提升我国中高技术产品出口竞争力方面达成一致（陶春海，2015；朱兰亭等 2019）。孙婷等（2017）

基于环境规则视角提出要引导行业内技术创新和资本深度融合,提升制造业出口竞争力。郭梦迪等(2018)提出自主创新是提升我国制造业出口竞争力的长久动能。技白钰(2020)则将技术创新分为自主创新与引进创新,分析其对我国通信设备制造业出口竞争力的影响,得出自主创新存在正影响,而引进创新存在负影响。詹淼华等(2022)考察创新对我国制造业出口竞争力的影响,认为创新行为能够有效提升制造业出口竞争力的持续时间。

随着研究外商直接投资(FDI)与出口贸易关系的深入,越来越多学者开始关注 FDI 对制造业出口竞争力的影响。学者们对于 FDI 影响制造业出口竞争力存在不同看法。大多学者认为 FDI 可以通过技术溢出等效应促进一国制造业出口竞争力的提升。Dunning(1992)研究美国对英国制造业外商直接投资,得出其提升了英国制造业出口竞争力。神玉飞(2004)认为 FDI 能弥补制造业发展的资本缺口,借先进技术提升我国制造业出口竞争力。严兵(2006)分析 FDI 对不同区域制造业出口竞争力的影响,得出其对东部地区存在促进作用,对中西部作用则相反。也有学者认为 FDI 对制造业出口竞争力的影响不明确,原因在于 FDI 的挤出效应和竞争效应会对劳动密集型制造业出口竞争力产生负面影响。詹晓宁(2002)认为 FDI 对东道国本地出口竞争力的影响并非只存在积极作用,李海波(2008)也提出 FDI 具有双重作用,谢建国(2011)指出不合理引入外资会阻碍制造业出口竞争力的提升。李坤望等(2013)发现 FDI 进入资本密集型制造业将加大产业竞争,不利于产业发展。石大千(2018)等认为,FDI 对发展水平较低企业的挤压作用大于技术外溢作用,抑制企业创新,不利于出口竞争力提升。

影响制造业出口竞争力的因素很多,除了上述三种因素外,制度质量、基础设施等均能影响制造业出口竞争力。关于制度质量的研究,主要集中在制度质量的门槛效应以及知识产权相关制度上(赵静等,2018;刘英基 2019)。对于基础设施的相关研究,学者们普遍认为基础设施建设的完善程度是促进一个国家或地区制造业出口竞争力提升的重要因素(杨晶晶等,2013;卓乘风等,2018)。此外,部分学者还研究了金融发展、贸易自由化、环境规制、产业转移等因素对制造业出口竞争力的影响。

2.3 数字技术影响制造业出口竞争力相关研究

围绕数字技术对制造业的影响,学者们进行了大量研究,主要围绕影响效果及影响路径两方面。在数字技术对制造业出口竞争力影响效果的研究方面,Solow (1987)提出企业在IT方面投入并不能有效提升生产率,这一现象也被称作“索洛悖论”,一些学者研究证实了它的存在(Erik & Lorin, 1996; Gordon, 2012)。西方国家也因此开始限制互联网技术应用,认为其阻碍了经济发展。2000年后,美国依靠互联网信息技术的广泛应用带动了工业生产率的增長,从实践层面破解了“索洛悖论”的理论难题,推动互联网的发展。随着互联网等技术的广泛应用,多数学者提出互联网技术对经济社会发展至关重要,能优化资源配置,有效提升制造业出口竞争力(Humphrey, 2002; 赵振, 2015)。蔡跃洲和陈楠(2019)提出数字技术对制造业竞争力的影响仍存在“索洛悖论”带来的滞后效应。多数学者认为数字技术在提升制造业出口竞争力中起重要的作用。党琳等(2021)认为数字技术广泛应用于生产制造各领域,促进了制造业全球价值链地位的提升,提高了制造业的出口竞争力。姚战琪(2022)认为数字经济与制造业出口竞争力存在显著的空间正相关性,且能有效促进中国制造业出口竞争力的提升。从企业层面来看,数字技术的应用能够有效提高企业产品研发制造、运营管理、市场营销等效率(肖静华, 2020; 谢康等, 2020),正成为保障企业出口竞争力的必要条件(Gerasimenko & Razumova, 2020)。在新冠疫情背景下,数字技术发展有望成为制造业企业竞争力提升的重要动力(Pekarcikova, 2021)。Acemoglu等(2020)认为数字技术推动企业智能化改革,利用智能设备代替人工劳动,可以通过要素增强效应及技术溢出效应提高产品生产率。智能设备应用还将促进企业甚至行业高质量发展(程虹和袁璐雯, 2020)。Sergushina(2021)从数字技术传播视角分析,认为数字技术的传播能显著提升制造业竞争力。

关于数字技术对制造业出口竞争力影响路径的研究主要围绕成本降低、技术创新和人力资本等方面。Saunders & Brynjolfsson(2009)指出,现代信息技术通过降低成本提高制造业生产率。李金城等(2017)认为数字技术推动制造业智能化生产,降低生产成本,提高制造业出口竞争力。沈国兵(2020)提出数字技术能提高国内中间品的要素替代效应,进而提高出口竞争力。齐俊妍和任奕达(2021)认为数字技术能有效降低中间品成本,促进一国制造业出口竞争力提升。

余姗等（2021）提出数字技术通过贸易成本、人力资本、技术创新影响制造业出口竞争力，认为其影响存在区域异质性。杜传忠、管海锋（2021）提出数字技术能有效降低交易成本、促进技术溢出、推动产业融合进而提高制造业出口竞争力。沈运红和黄桁（2020）提出数字技术通过促进创新影响出口竞争力，但具有一定的时滞性。张晴、于津平（2020）指出数字技术通过提高企业技术创新水平、资源配置效率来影响制造业出口竞争力，对先进制造业的影响更显著（何文彬，2020）。郭然（2021）指出一国数字技术发展能促进技术创新，提高全球价值链地位，提升制造业出口竞争力。刘志坚（2021）指出数字技术通过技术创新和人力资本积累两方面提升出口竞争力。姚战琪（2022）认为数字技术通过技术创新、人力资本积累和协同集聚等路径影响我国制造业出口竞争力。杨慧梅和江璐（2021）认为数字技术通过提升人力资本、优化产业结构提高生产效率进而提升国际竞争力。此外，付文字等（2020）从成本节约效应、规模经济效应、精准配置效应、效率提升效应和创新赋能效应五方面分析数字技术对产业竞争力的影响。秦建群等（2022）认为数字技术通过技术创新和金融发展两方面对产业出口竞争力产生影响。数字技术还能改进传统生产要素的使用方式，促进分工深化以提高制造业出口竞争力（郭家堂和骆品亮，2016；谢莉娟等，2019；裴长洪，2021）。

2.4 文献述评

既有文献为本研究提供了坚实的理论基础，综合上述文献可以看出，数字技术正成为全球经济发展的新引擎，其能提升制造业出口竞争力这一观点已基本得到学术界普遍认可。总体来看，关于数字技术相关的概念界定、指标测算都还不成熟，虽然国内外学者试图从不同角度理解数字技术的内涵并分析其属性，但至今未达成一致观点。学者们关于制造业出口竞争力指标的选取也各有侧重，对于数字技术影响制造业出口竞争力具体机制研究主要围绕成本、人力资本、创新等方面，对资源配置的研究较少。对于数字技术代理变量的选取，一些学者使用工业机器人数据或企业调查数据代指数字技术水平，影响实证结果的可靠性。数字技术对经济发展极为重要，我国如果能够有效利用数字技术带来的机遇，实现弯道超车，将更早实现制造强国这一目标。

3 数字技术影响制造业出口竞争力的理论分析

数字技术的发展拓展了生产要素的边界，催生出数据、知识等新型生产要素。相比于传统生产要素，数据等要素不仅成本低，而且具有规模收益递增效应。持续投入数据要素并不会造成企业成本增加，对于以数据要素为关键生产要素的产业而言，用户量增加会降低长期平均生产成本，有助于形成规模经济效应。这一特性对我国技术密集型制造业的发展有重要意义，随着数字技术与制造业的深度融合，我国将实现更大范围的智能制造及批量化生产，制造业生产成本会逐渐减小。生产成本是影响制造业出口竞争力的关键要素之一，数字技术的发展能降低制造业生产成本，提升制造业国际竞争力（李俊久等，2022）。

数字技术的发展催生出新型生产要素外，还有效整合传统生产要素，提升传统生产要素效能，优化资源配置，进而提高制造业供给质量。数字技术对劳动力的提升主要表现为互联网等数字平台的发展极大降低了学习成本，劳动者更高效的进行学习，提升其劳动素养，并发展成为高素质技能型人才。从制造业行业视角来看，随着劳动力要素质量不断提升，劳动生产率也随之提高，并带动制造业生产率的提高。此外，高素质的劳动力投入能加快制造业企业智能化转型，推动产业结构由劳动密集型和资本密集型向技术密集型转变。智能化发展能优化要素配置、提升生产效率。生产效率会影响制造业出口竞争力，数字技术的发展降低制造业生产成本的同时，也提升其生产效率，进而有效提高制造业出口竞争力。

科技是第一生产力，人才是第一动力。劳动力水平的整体提升增强创新潜力，为科技创新提供坚实基础。数字技术的发展能有效促进知识及技术的溢出，进而带动整个制造业行业创新发展，打破产业技术瓶颈，促进产业创新。创新是发展的重要驱动力，技术创新水平的提高将有效推动制造业出口竞争力的增长（余姗，2021）。随着数据等新型生产要素与传统生产要素的深度融合，要素配置结构不断优化。生产要素从产能过剩行业释放，流向高效率生产部门，极大盘活闲置资源，发挥生产要素效能，推动制造业高质量发展。数字技术提升传统生产要素效能的同时，推动生产要素高效流动，增加要素协同性，优化生产流程，提高资源配置效率。资源配置优化也将提升制造业生产率，进而提高其出口竞争力（任保平和李培伟，2022）。

数字技术为实体经济的发展提供了全新动力，促进数字技术与实体经济的深

度融合有助于我国实现高质量发展。制造业作为实体经济的重要支撑，要充分发挥数字技术的赋能作用，优化产业结构，加快产业转型升级的步伐，提高制造业出口竞争力。下文尝试从降低贸易成本、提高人力资本积累、促进技术创新和优化资源配置四个方面进一步分析数字技术对制造业出口竞争力的影响。

3.1 贸易成本效应

国际贸易的开展涉及多个环节，前期买卖双方需要进行大量信息搜集，此后进一步沟通并达成合作意向，再到产品运输及货款支付，各环节都存在贸易成本。随着数字经济时代的到来，数字技术已经渗透到生活的方方面面，影响企业生产及交易的各个环节。学术界普遍认为数字技术的发展能有效降低贸易成本，促进国际贸易的发展，提高产业出口竞争力（Lendle 等，2012；李金城等，2017；杜传忠等，2021）。大数据、云计算等技术的发展有效缓解了信息不对称问题，降低信息搜寻成本及匹配成本，供求双方能利用数字平台高效获取所需信息（李兵等，2020）。互联网等数字技术不受时间空间限制，对生产企业而言，利用互联网等数字平台准确搜集消费者信息，充分了解市场需求的基础上进行柔性化生产，满足消费者需求，极大提高了生产效率。通过数字技术提供售后服务，不仅能提高产品竞争力，还能进一步收集消费者对产品的反馈，进而依照反馈信息适当优化产品，提高产品质量，提升制造业出口竞争力。数字平台也降低了信息匹配成本，在买卖双方搭起一座桥梁，方便彼此了解产品供求信息，更快达成合作意向，减少中间商赚差价的情况。数字技术让贸易双方快速便捷获取大量信息，企业整合信息资源并基此做出最优决策，有利于提高其生产效率及竞争力。

数字技术不仅降低信息成本，还有效降低了生产成本。制造业智能化、数字化转型已成为全球发展趋势，多数制造业企业引入智能设备取代简单重复劳动力。生产活动数字化发展促进生产要素的动态调整，进而优化要素配置。数据无限复制性这一特点有利于企业形成规模经济，降低生产及经营成本（李金城等，2017）。此外，数字技术的发展推动了全球专业化分工与合作，分工深化也降低生产成本，进而提高其出口竞争力（Nath，2017）。国际贸易还面临多次跨境运输等情况，运输成本较大程度影响国际贸易价格。数字技术的发展推动智能物流的产生，简化货物交付流程，缩短货物运输时间，提高贸易交付效率，降低了仓储及运输成

本进而影响产品价格。数字技术也强化了国际贸易支付方式，第三方支付平台不仅打破时间、空间局限，实现货款线上快捷支付，还给贸易双方提供保障，减少双方对货款的担忧，降低贸易支付成本（付文字，2020）。总之，数字技术发展有效降低了贸易成本，扩大制造业出口企业的盈利空间，让企业将更多资本节省下来，专注产品研发生产，提供更高质量的产品与服务，提高制造业出口竞争力。

3.2 人力资本效应

党的二十大报告提出我国要建设数字中国，建设离不开人才，人才是第一动力，我国正在加大数字型人才的培养。数字技术的发展有效推动制造业智能化转型，智能制造对简单重复劳动力造成冲击，同时促进劳动力水平的提升，提高人力资本积累（杨慧梅，2021）。对需求端而言，数字技术的发展提高技术密集型制造业的就业规模，进而造成其对人力资本的需求的改变。制造业数字化、智能化转型的背景下，企业对高技术人才的需求加大，对劳动者技能提出更高要求。国家正在完善人才补贴等相关制度，不断提高人才待遇，力求吸引高素质人才。企业也逐渐重视员工的培训，积极为员工提供优质的学习环境，鼓励员工提升专业技能，发展成高技术人才。人工智能设备的引入替代部分简单劳动力，倒逼劳动力提升自身知识技能，提高其竞争优势。简而言之，数字技术的发展促进制造业对高端技术人才需求扩张，进而促使企业注重员工技能培训。同时，倒逼劳动力提升自身职业素养，以适应市场需求，进而实现制造业整体人力资本水平的提升（卢福财等，2020）。对供给端而言，数字技术发展提供了良好的学习条件，互联网、5G等技术促进了教育资源的流动共享。劳动者可借助网络平台进行资料的收集和学习。通过线上培训学习新技能，提高综合素质，从简单劳动力逐渐转变为复杂劳动力。除此之外，数字技术发展提高了全社会学习能力，激发学习热情。数字化发展加大了构建终身学习体系的可能性，为活到老学到老提供条件支持，任何有学习需求的人都能通过数字平台，进行理论知识的学习及劳动技能的提升。随着数字平台的发展，更多人可以打破地域限制，通过网络进行知识交流共享，极大提升知识技术外溢，人力资本也在此过程中不断积累（李金城，2017）。数字技术还推动就业市场信息透明化，劳动者能及时了解市场需求。随着劳动技能的提升，劳动力偏好流向更具潜力的高质量行业，创造更高的价值，优化人力

资本结构。劳动力从劳动密集型制造业流向资本、技术密集型制造业，将推动制造业转型升级，提升制造业出口竞争力（孟凡生，2019）。总体而言，数字技术的发展能提高人力资本积累，改变劳动力结构，促进产业结构优化。同时，人力资本积累能提高技术吸收及创新能力，增强知识扩散效应，提高产业竞争优势，进而提高制造业出口竞争力（刘志坚，2021）。

3.3 技术创新效应

创新是国家发展的重要驱动力，习近平总书记指出“中国要强盛、要复兴，就一定要大力发展科学技术，努力成为世界主要科学中心和创新高地。”数字技术的发展是我国制造业创新发展不可多得的机遇，趁数字革命实现创新引领，我国经济就可能实现跨越式增长。互联网、大数据等新兴技术的发展打破了传统技术创新的壁垒，国内外各领域高端技术人才通过网络平台进行交流互动，加速不同领域的知识及技术溢出，为企业创新提供便利（佟家栋等，2019）。数字技术的发展让更多人能站在巨人的肩膀上进行技术研发，加快企业对于外界先进技术的模仿学习，促使其在模仿的基础上实现创新突破。具体表现为信息高效传播以及高技术中间品的进口为企业学习国内外现有技术提供便利。企业在分析国际市场产品供需情况及竞争对手产品技术水平的基础上，明确自身生产技术差距，客观定位产品技术水平。当企业技术水平较低时，可通过学习模仿竞争对手产品技术，并在其基础上改进创新，提高自身产品技术水平，进而提升制造业出口技术复杂度（郭家堂等，2016）。数字技术的发展在促进自主创新的同时，加速各领域信息相互渗透，推动个人创新转变为群体性创新，促进开放协同创新模式的发展。一方面，大数据让消费端与生产端信息互通，制造业企业可通过所反馈信息更改下期产品，引导消费者以此方式参与产品开发过程。一定程度上解决了以往研发者对市场需求了解不充分等问题，降低企业新品研发风险，提高企业技术创新能力。通过对消费者偏好的大数据分析，发挥消费者需求“长尾效应”，将原本散乱、规模较小的需求，汇集成为一个较大的需求，并分析个性化生产规律，以期实现大规模定制化生产。另一方面，数字技术有效整合信息资源，将原先独立的技术创新主体聚集到一起，有效推动产业创新。互联网等技术的发展为国内外各领域尖端研发人才提供交流共享平台，不同技术的交流碰撞有助于迸发出新

的创意（张晴等，2020）。技术及知识的外溢有助于研发人员提升经验积累，提高技术创新能力。数字化设备模拟产品研发全过程，有助于企业发现问题并及时做出调整，极大提高了研发准确性。资源易得性及有效研发都降低了企业创新成本，促进企业资金向研发成本偏移，从而推动企业技术创新发展。此外，数字技术与制造业的融合还促进产学研一体化发展，校企研三方紧密协作，加速科技创新成果的有效转化，推动全社会创新发展。数字技术能激发企业的研发潜能及活力，优化生产结构，提高产品附加值，进而促进制造业国际竞争力的提升（佟家栋，2022）。

3.4 资源配置效应

数字技术的发展提高社会信息透明度，有效解决了供需双方信息不对称问题，减少市场失灵造成的资源错配甚至闲置等问题。数据可视化很大程度上提高了生产者对闲置生产要素的利用率。信息高效流通有利于提高生产者对消费需求的信息捕捉能力，扩大生产者的认知边界，此前部分被忽略的消费者需求也逐渐进入生产者视线，这有益于生产者发现并利用闲置生产要素进行个性化生产。生产者对消费者需求的准确掌握促进了制造业精准化生产，减少了传统制造业盲目生产、浪费生产资源，造成产能过剩的情况（谢思，2022）。随着数字技术的发展，低端无效供给逐渐减少甚至消失。生产要素也逐渐从过剩行业释放出来，优化资源要素配置，推动供给侧结构性改革，实现供需精准匹配。信息透明化还有助于闲置劳动力及时了解劳动力市场需求，获取岗位信息，并结合自身情况合理匹配。这在一定程度上减少了非自愿失业的问题，缩短劳动者与岗位匹配时间，提升市场匹配效率。

数字技术的发展不仅减少资源闲置及错配问题，还通过改变传统生产要素的投入质量及比例，提高要素配置效率。数据要素赋能提高劳动者素质及资本收益率，进而提高资源生产效率。数字信息技术的发展让各市场竞争更加激烈，根据优胜劣汰的生存法则，生产效率越低的企业先出局，其释放出的生产要素也流向生产效率更高的企业，实现生产要素的优化配置。数字技术发展也改变传统要素市场需求的情况，促使高质量的生产要素流向更有潜力的制造业行业。生产者能借助数字信息技术监测生产全过程、科学分析生产数据，精准计算出制造业产品

的生产要素投入, 在生产过程中进行及时调整, 提高生产要素的投入产出比。数字技术与制造业的融合促使制造业数字化、智能化转型, 无人工厂成为可能。在减少劳动力成本的同时, 增加生产的精确性, 提高制造业生产效率。生产效率及贸易成本都是影响制造业出口竞争力的关键因素。因此, 数字技术发展能优化资源配置, 提高制造业生产率, 进而提升制造业出口竞争力。

基于上述分析, 本文参考潘家栋(2018)做法, 构建多渠道机制下的数理模型, 尝试说明数字技术对制造业出口的影响, 并在下文进行实证检验。

假设存在 n 个国家, 每个国家都有典型生产企业出口同质化产品, i 表示出口国, j 表示进口国, 对进口国 j 的消费者而言, 采用典型 CES 效用函数, 即 $U_j = \left(\sum_{j=1}^n x_{ji}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ 。 U_j 代表 j 国消费者效应, x_{ji} 代表 j 国从 i 国进口的商品, 同时假设 j 国收入预算仅来源于劳动报酬记 ω_j , j 国从 i 国进口商品价格记 p_{ji} , 则 j 国消费者效用最大化如下:

$$\text{Max } U_j = \left(\sum_{j=1}^n x_{ji}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

$$\text{S. t. } x_{ji} \cdot p_{ji} = \omega_j$$

求解消费者效用最大化一阶条件, j 国对 i 国进口商品需求函数表示为:

$$p_{ji} = \frac{x_{ji}^{-\frac{1}{\sigma}}}{\sum_{j=1}^n x_{ji}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}} \cdot \omega_j \quad (2)$$

为简化模型, 假设出口国 i 的生产函数为规模报酬不变的 C-D 函数, 即 $x_i = A_i \cdot K_i^\alpha \cdot L_i^{1-\alpha}$, 其中 K_i 代表资本要素投入, L_i 代表劳动要素投入, A_i 代表技术水平, 且 $A_i = f(\tau, \theta)$, 即 A 由数字技术水平 τ 及其他因素 θ 共同决定, 且 $\theta = g(h, t, e)$, 即 θ 受人力资本水平 h 、技术创新水平 t 、资源配置效率 e 共同驱动。出口国 i 对 j 的出口利润用 π_{ji} 表示, 则出口国 i 利润最大化表示为:

$$\text{Max } \pi_{ji} = p_{ji} \cdot x_i - \omega_i \cdot L_i - \gamma_i \cdot K_i \quad (3)$$

利润最大化一阶条件有:

$$\frac{\partial \pi_{ji}}{\partial K_i} = \alpha \cdot p_{ji} \cdot A_i \cdot K_i^{\alpha-1} \cdot L_i^{1-\alpha} - \gamma_i = 0$$

$$\frac{\partial \pi_{ji}}{\partial L_i} = (1 - \alpha) \cdot p_i \cdot A_i \cdot K_i^\alpha \cdot L_i^{-\alpha} - \omega_i = 0$$

求解可得：

$$p_{ji} = A_i^{-1} \cdot \alpha^{-\alpha} \cdot (1 - \alpha)^{\alpha-1} \cdot \gamma_i^\alpha \cdot \omega_i^{1-\alpha} \quad (4)$$

考虑到实际出口还存在信息搜集、贸易沟通、运输成本等，对（3）式进行修正得：

$$p_{ji}^* = p_{ji} \cdot (1 + c_{ji}(\tau)) \quad (5)$$

其中 $c_{ji}(\tau)$ 为出口贸易成本，将（5）式代入（4）式及（2）式，得：

$$\frac{\frac{-1}{\sigma} \frac{x_{ji}^\sigma}{\sigma-1}}{\sum_{j=1}^n x_{ji}^\sigma} \cdot \omega_j = A_i^{-1} \cdot \alpha^{-\alpha} \cdot (1 - \alpha)^{\alpha-1} \cdot \gamma_i^\alpha \cdot \omega_i^{1-\alpha} \cdot (1 + c_{ji}(\tau)) \quad (6)$$

对（6）式进行对数化处理，求解全微分可得：

$$\left(\frac{1}{\sigma \cdot x_{ji}} + \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \right)^2 \cdot \frac{\frac{-1}{\sigma} \frac{x_{ji}^\sigma}{\sigma-1}}{\sum_{j=1}^n x_{ji}^\sigma} \right) dx_{ji} = \frac{1}{\omega_j} d\omega_j - \frac{\alpha}{\gamma_i} d\gamma_i - \frac{(1-\alpha)}{\omega_i} d\omega_i + \frac{1}{A_i} dA_i - \frac{1}{1+c_{ji}(\tau)} dc_{ji}(\tau) \quad (7)$$

根据（7）式，由于 $\frac{1}{\sigma \cdot x_{ji}} + \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \right)^2 \cdot \frac{\frac{-1}{\sigma} \frac{x_{ji}^\sigma}{\sigma-1}}{\sum_{j=1}^n x_{ji}^\sigma} > 0$ ，可知 $\frac{dx_{ji}}{dA_i} > 0$ 、 $\frac{dx_{ji}}{dc_i(\tau)} < 0$ ，且

$\frac{dx_{ji}}{dA_i} > 0$ 可进一步分解为 $\frac{dA_i}{d\tau_i} > 0$ 和 $\frac{dh_i}{d\tau_i} > 0$ 、 $\frac{dt_i}{d\tau_i} > 0$ 、 $\frac{de_i}{d\tau_i} > 0$ 。由于 $\frac{dc_i(\tau)}{d\tau_i} < 0$ 和 $\frac{dx_{ji}}{dc_i(\tau)} < 0$ ，最终可得 $\frac{dx_{ji}}{d\tau_i} > 0$ 。通过以上推导可发现，数字技术发展对制造业的影响

主要通过降低成本 C 与提高技术水平 A 两渠道进行。将技术水平 A 进一步细分为技术创新 t、人力资本 h 和资源配置效率 e 三因素。基于以上理论机制分析，本文提出假设：数字技术通过降低贸易成本、提升人力资本水平、促进技术创新和优化资源配置四渠道对制造业出口竞争力产生影响。

4 数字技术与制造业出口竞争力的测度及分析

4.1 数字技术的测度及分析

4.1.1 数字技术的测度

数字技术目前并没有官方核算体系,学者对于数字技术发展水平的测算方法较为多样。部分学者选取电话普及率、互联网普及率、工业机器人及相关专利申请量等单一指标作为数字技术的代理变量。由于数字技术涉及范围较广,单一指标不能准确衡量中国数字技术的发展情况,多数学者采用综合指标进行研究,即测量一系列与数字技术相关的指标,综合计算得分。本文参考现有文献对数字技术的指标选取,结合省际层面数据可得性,从数字基础设施建设、数字化终端应用、数字化产业发展三方面对数字技术进行衡量,具体包括长途光缆线路长度、移动电话交换机容量、互联网宽带接入端口、电子信息产业固定资产投资、移动电话基站数、IPV4 地址数、图书馆阅览室终端、网页数、移动电话年末用户、互联网宽带接入用户、信息传输、软件和信息技术服务业从业人员占比、快递量、软件业务收入占比等十三个指标。数据来源于国家统计局、《中国统计年鉴》、各省历年统计年鉴、中国通信研究院及工信部发布的相关研究报告。

表 4.1 数字技术发展水平指标体系

一级指标	二级指标	单位
数字基础设施建设	长途光缆线路长度	万公里
	移动电话交换机容量	万户
	互联网宽带接入端口	万个
	电子信息产业固定资产投资	亿元
	移动电话基站数	万个
	IPV4 地址数	万个
数字化终端应用程度	图书馆阅览室终端	台
	网页数	个/人
	移动电话年末用户	万户
	互联网宽带接入用户	万户
数字化产业发展水平	信息传输、软件和信息技术服务业从业人员占比	%
	快递量	万件
	软件业务收入占比	%

数字技术处在动态发展中,易受客观环境影响,同时考虑到多重共线性问题,本文采用主成分分析对数字技术发展水平进行测度。主成分分析是多元统计分析的常用方法之一,旨在利用降维的思想,将相关性较强的多个指标转化为少数几个综合性指标,每个综合性指标都能反映原始变量的多个数据且所反映的数据互不相关。主要步骤为首先对原始数据进行标准化处理,计算相关矩阵的系数,进而计算特征值与特征向量,进行主成分载荷,最后合成主成分。进行主成分分析前,首先对数据进行标准化处理,再对样本数据进行 KMO 检验和 Bartlett's 球状检验,表 4.2 为主成分提取前的检验,检验结果 KMO 值为 0.811, Bartlett's 球状检验的显著性 $p=0.000$, 说明所选变量适合使用主成分分析法。

表 4.2 KMO 检验和 Bartlett's 球状检验

Kaiser-Meyer-Olkin 度量		0.811
Bartlett's 球状检验	近似卡方	4587.242
	自由度	45
	显著性	0

表 4.3 中国 30 省份数字技术发展水平

地区	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	2.244	2.315	2.557	2.825	3.055	3.465	3.768
天津	0.495	0.582	0.698	0.795	0.865	0.980	1.038
河北	1.069	1.235	1.395	1.499	1.583	1.687	1.850
山西	0.578	0.626	0.681	0.730	0.792	0.827	0.859
内蒙古	0.519	0.554	0.602	0.631	0.621	0.627	0.676
辽宁	1.310	1.143	1.206	1.172	1.221	1.287	1.301
吉林	0.548	0.614	0.694	0.717	0.668	0.654	0.678
黑龙江	0.639	0.735	0.799	0.808	0.853	0.850	0.799
上海	1.719	2.358	2.505	2.601	2.756	2.879	2.839
江苏	1.715	1.879	2.062	2.400	2.617	2.708	2.795
浙江	1.707	1.869	2.196	2.437	2.627	2.772	3.028
安徽	0.865	0.924	1.024	1.135	1.212	1.278	1.369
福建	0.972	1.040	1.130	1.252	1.292	1.310	1.358
江西	0.613	0.648	0.745	0.816	0.874	0.958	0.975
山东	1.580	1.754	1.887	2.026	2.153	2.242	2.440
河南	1.189	1.354	1.455	1.596	1.747	1.859	2.052
湖北	0.918	1.016	1.066	1.165	1.272	1.282	1.376
湖南	0.775	0.859	0.976	1.083	1.166	1.256	1.353
广东	2.472	2.769	3.042	3.416	3.653	3.919	4.339
广西	0.585	0.649	0.849	1.010	1.049	1.156	1.187
海南	0.215	0.248	0.281	0.404	0.416	0.374	0.400

续表 4.3 中国 30 省份数字技术发展水平

地区	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
重庆	0.576	0.641	0.716	0.783	0.830	0.893	0.951
四川	1.500	1.664	1.831	2.010	2.103	2.156	2.248
贵州	0.446	0.491	0.546	0.608	0.685	0.714	0.791
云南	0.609	0.671	0.716	0.803	0.892	0.851	0.898
陕西	0.783	0.885	0.931	1.034	1.130	1.183	1.220
甘肃	0.341	0.375	0.480	0.529	0.587	0.578	0.580
青海	0.113	0.130	0.128	0.141	0.133	0.137	0.139
宁夏	0.126	0.143	0.167	0.189	0.190	0.194	0.222
新疆	0.458	0.505	0.524	0.586	0.621	0.634	0.674

数据来源：作者测算整理所得，下同。

表 4.3 为主成分分析法测得我国各省份数字技术发展水平结果，鉴于篇幅，选取 15 年到 21 年的数据绘制。可以观察到我国数字技术发展整体来看呈稳步上升趋势。其中广东、北京、上海等地区排名靠前，数字技术发展水平普遍较高，青海、宁夏、海南等地区数字技术发展水平较低，这一结果与中国通信院发布的数字经济发展报告基本一致，说明本文指标具有可信性。将测算数据依照统计局东中西部划分，得出各地区平均数字技术发展水平，并对我国 30 个省份取平均数作为全国数字技术发展水平进行参照，得表 4.4。依据表中数据绘制图 4.1，可以看到我国数字技术呈稳步增长趋势。东部地区数字技术发展水平处于领先水平，远高于全国数字技术水平，中西部地区则低于全国平均水平，说明我国存在着较大的数字鸿沟，随着时间推进中西部与东部的差距未缩小反而增大，说明东部基于自身地理环境、基础设施、数字资源等要素禀赋，存在“虹吸效应”。

表 4.4 分地区数字技术发展水平

年份	全国	东部地区	中部地区	西部地区
2011	0.294	0.875	0.076	0.147
2012	0.336	1.000	0.104	0.169
2013	0.382	1.138	0.121	0.198
2014	0.412	1.229	0.131	0.206
2015	0.483	1.396	0.171	0.237
2016	0.516	1.505	0.191	0.266
2017	0.583	1.710	0.200	0.298
2018	0.640	1.885	0.239	0.337
2019	0.686	2.008	0.276	0.361
2020	0.739	2.136	0.298	0.380
2021	0.808	2.291	0.355	0.390

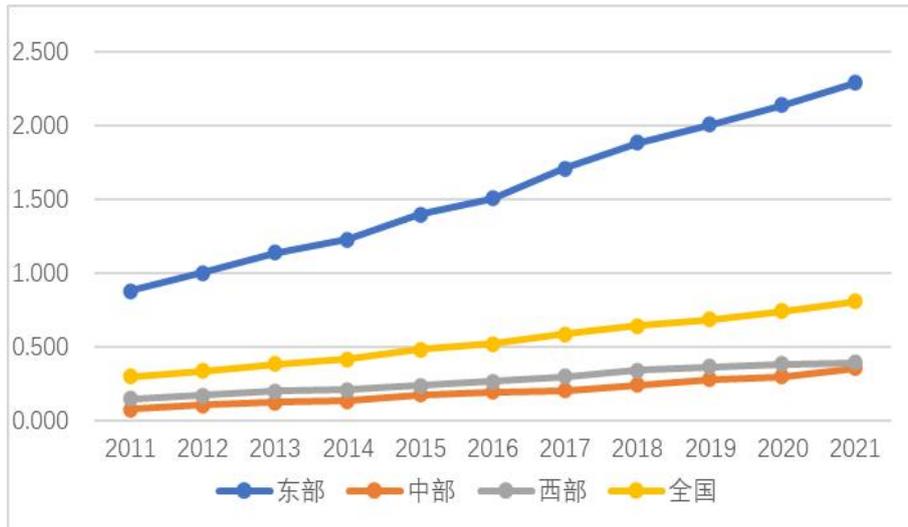


图 4.1 2011-2021 年我国分地区数字技术发展水平

4.1.2 数字技术现状分析

数字技术是数字经济的核心驱动力,习近平总书记提到“新常态要有新动力,数字经济在这方面可以大有作为”。近年来,我国高度重视数字经济的发展,明确指出我国要加快数字化发展,建设数字中国,我国数字经济也在此背景下呈现高速发展态势。据通信院报告显示,我国数字经济规模已从 2014 年 16.2 万亿元发展到 2021 年 45.5 万亿元,增长近两倍,同比名义增长 16.2%,高于 GDP 名义增速 3.4 个百分点,数字经济规模占 GDP 比重也从 2014 年 25.1%增长到 39.8%,实现跨越式增长。图 4.2 显示了我国 2014 年至 2021 年数字经济规模占 GDP 比重情况,从折线图可以明显看出数字经济规模占 GDP 比重逐年上升,此外观察柱状图也可以发现我国经济增长及数字经济规模发展态势向好。新冠疫情的出现更是成为了数字经济发展的“试金石”,凸显了数字经济作为宏观经济“加速器”和“稳定器”的作用。



图 4.2 2014-2021 年中国数字经济规模占 GDP 比重

数据来源：中国信息通信研究院。

各行业也深入贯彻落实党的二十大精神，以通信业为例，2022 年我国通信业结构优化，超前部署 5G、千兆等新型基础设施建设，年底已建成具备千兆服务能力的 10G PON 端口数 1523 万个。光缆的建设也在逐步加强，图 4.3 可以看到 2022 年我国光缆路线长度高达 5958 万公里，相比 2015 年增长了一倍还多。我国还不断完善基站建设，自 2015 年起，着手建设 5G 基站。根据图 4.4 中可以看出我国移动电话、4G、5G 基站数都在稳步增长，2022 年我国移动电话基站数首次破千万，高达 1083 万，同时 4G 基站数也从 2015 年的 177.1 万个发展到现在 602 万个，实现了翻倍增长。值得一提的是我国 5G 基站高速增长，现累计建成并开通 5G 基站 231.2 万个，5G 建设全球领先。此外，我国已建成全球规模最大的光纤和移动宽带网络，这些都为我国数字技术发展奠定基础，有效推动数字中国的建设。



图 4.3 2015-2022 年我国光缆线路长度

数据来源：国家统计局，下同。

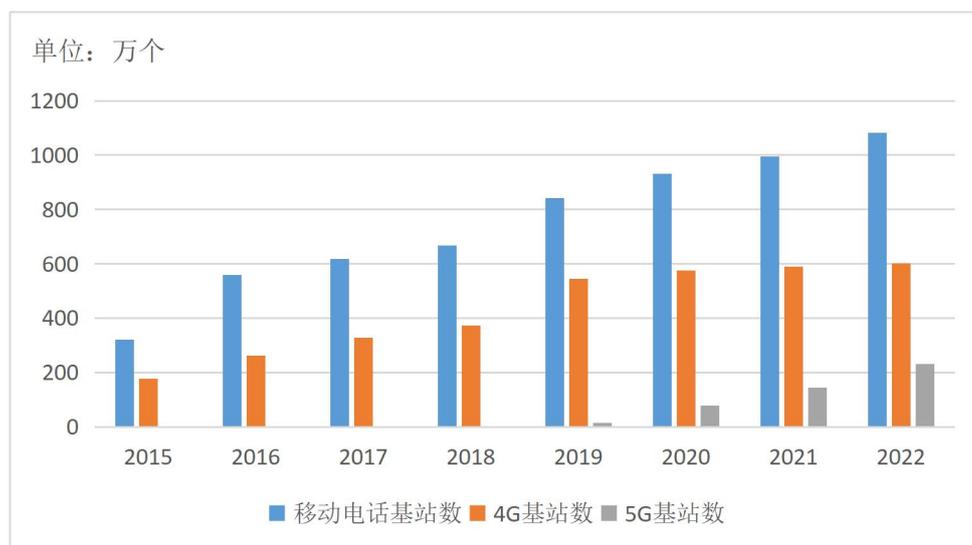


图 4.4 2015-2022 年移动电话基站发展情况

我国数字基础设施建设为数字化终端应用提供了良好的基础，截至 2022 年底，我国电话用户总数达到 18.63 亿户，净增量高达 3933 万户。其中，移动电话用户总数高达 16.83 亿户，全年净增 4062 万户。移动电话普及率为 119.2 部每百人，与 2021 年末相比提高了 2.9 部每百人。其中，5G 移动电话用户达到 5.61 亿户，占移动电话总用户比例高达三分之一，同比提高 11.7 个百分点。我国互联网普及率也逐年增加，图 4.4 为 2015 年到 2022 年我国互联网普及率柱状图，可以看出 2015 年我国互联网普及率为 50.3%，到 2022 年提高到了 75.6%，虽然

高于全球互联网普及率，但仍存在发展空间。我国农村地区数字基础薄弱，一定程度上拉低整体水平，还需继续加强农村地区数字基础设施建设，缩小城乡差距。

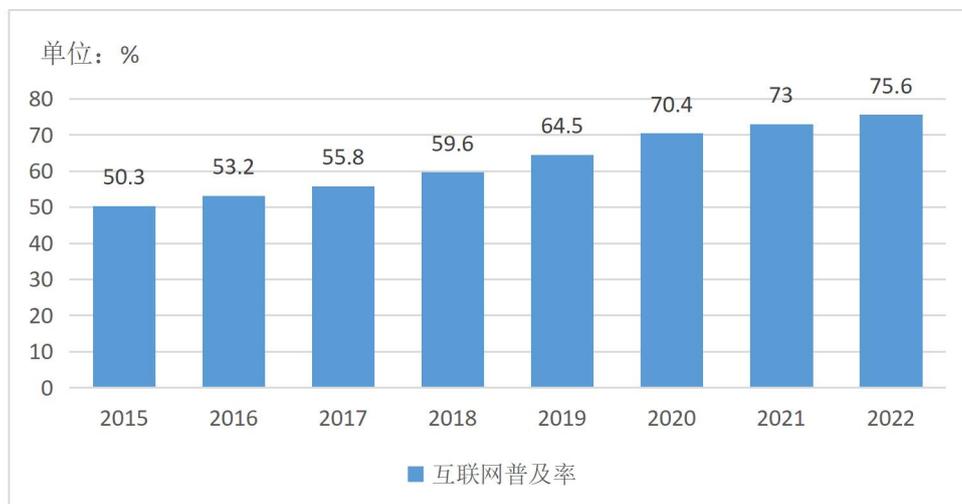


图 4.5 2015-2022 年我国互联网普及率

4.2 制造业出口竞争力的测度及分析

4.2.1 制造业出口竞争力的测度

本文参考姚战琪、余珊等众多学者做法，选取出口技术复杂度来衡量我国制造业出口竞争力。出口技术复杂度这一概念最早由 Hausmann (2003) 提出，并于 2007 年进行修正，主要用来度量不同国家或地区贸易产品的技术含量，出口复杂度越高，说明出口技术含量越高。本文参考余珊 (2021) 的做法，将 hausmann (2007) 提出的两步法中国家层面转变为省际层面，测算出我国各省份制造业出口技术复杂度。具体方法如下：先利用以下公式测算各时期制造业分行业 j 的出口技术复杂度 (IEC_{jt})

$$IEC_{jt} = \sum_{i=1}^n W_{ijt} Y_{it} \quad (8)$$

其中： i 代表省份， j 代表制造业行业， t 代表年份； Y_{it} 代表 t 年 i 省的人均 GDP； W_{ijt} 为权重， $W_{ijt} = (X_{ijt}/X_{it}) / \sum_{i=1}^n (X_{ijt}/X_{it})$ ， X_{ijt} 为 t 年 i 省的制造业 j 行业产品的出口额， X_{it} 为 t 年 i 省的总出口额， X_{ijt}/X_{it} 代表 t 年 i 省制造业 j 行业产

品的出口份额， W_{ijt} 则代表 t 年 i 省的制造业 j 行业的出口份额占当年制造业 j 行业出口份额的比重。

然后测算各时期分省份制造业出口技术复杂度：

$$EC_{it} = \sum_{j=1}^m \left(\frac{X_{ijt}}{X_{it}} \right) IEC_{jt} \quad (9)$$

其中 EC_{it} 为 t 年 i 省制造业出口技术复杂度。数据来源于国研网，考虑到数据的完整性和连续性，本研究以中国大陆剔除西藏以外的 30 个省份为研究样本。

依照所得结果绘制我国各省 2021 年出口技术复杂度柱状图 4.6。此外，参照联合国工业发展组织《2016 工业发展报告》的做法，基于相对于增加值和生产总值统计数据的研究强度，将制造业分为高技术制造业、中技术制造业和低技术制造业三大类，对应 2017 年《国民经济行业分类》，高技术制造业大类代码包括 26-29、34-40，中技术制造业大类代码包括 25、30-33 和 41-43，低技术制造业大类代码包括 13-24。绘制我国 2011-2021 年高中低制造业行业技术复杂度图 4.7。基于两图可以看到我国制造业出口技术复杂度呈逐年递增趋势，但各省份出口技术复杂度还存在较大差异，此外观察行业出口技术复杂度可以看到，高技术复杂度远高于中低技术复杂度，占全国技术复杂度一半以上。

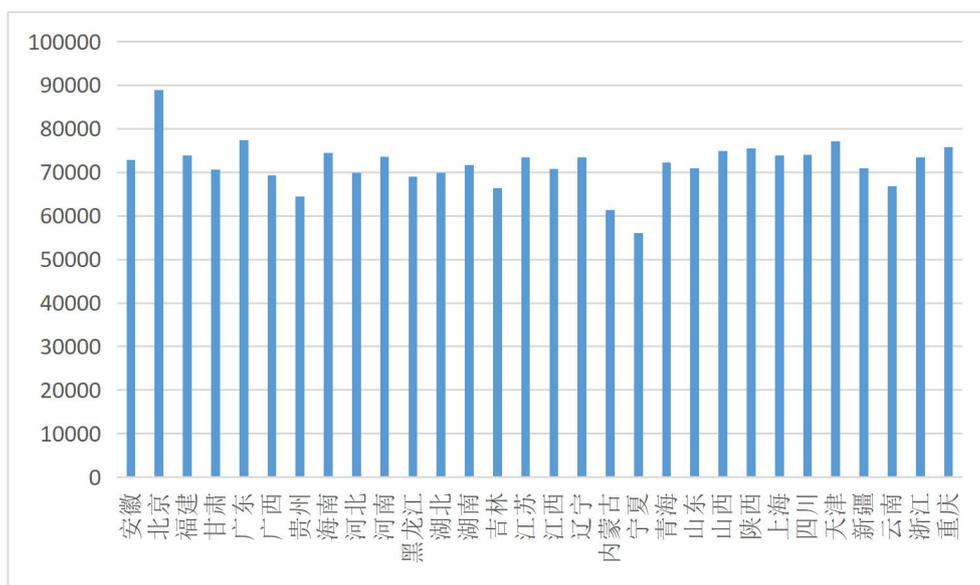


图 4.6 2021 年中国各省制造业出口技术复杂度

数据来源：作者测算整理所得，下同。

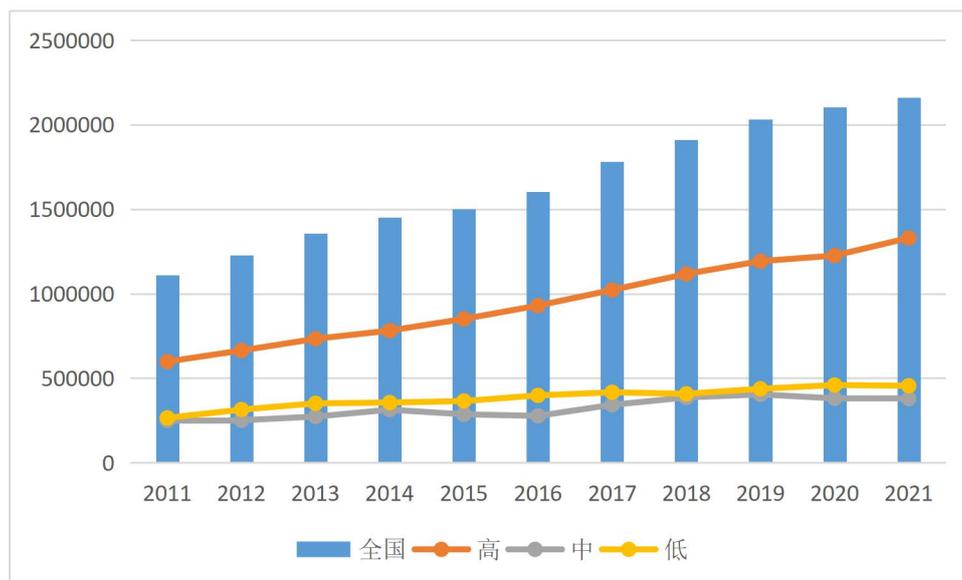


图 4.7 2011-2021 年我国出口技术复杂度及分行业数据

4.2.2 制造业出口规模与结构分析

制造业是立国之本，我国正在推进制造业的转型升级。在此背景下，制造业发展也是一片向好，2022 年我国制造业产能利用率高达 76.8%。我国制造业出口规模也在逐渐扩大，从表 4.5 可以看出我国制造业出口规模从 2006 年的 9287.179 亿美元发展到 2021 年 32261.310 亿美元，十五年的时间已实现两倍多的增长。这十五年间 2009 年、2015 年、2016 年和 2019 年的制造业出口贸易额是下降的，其余时间我国制造业出口规模持续扩大。受 2008 年全球金融危机的影响，我国 2009 年制造业出口规模下降了 15.81%，是这 15 年间制造业出口贸易额下降最多的一年，在此之后我国制造业的出口贸易额基本回到相对稳定的增长态势。2015 年与 2016 年的下降主要源于我国传统出口优势消失，劳动力成本提升，我国目前正努力实现增长动力的转换。2019 年制造业出口贸易额的下降主要是由于中美贸易摩擦，针对“中国制造 2025”计划，意图打压我国制造业的发展。从 2021 年出口贸易规模来看，中美贸易摩擦和新冠疫情都阻挡不了我国制造业的发展的态势。到 2023 年 1 月份，我国制造业采购经理指数（PMI）¹达 50.1%，环比上升 3.1 个百分点，制造业景气水平明显回升。

1. 采购经理指数（PMI）是国际上通用的监测宏观经济走势的先行性指数之一，具有较强的预测、预警作用。PMI 高于 50% 时，反映经济总体较上月扩张；低于 50%，则反映经济总体较上月收缩。

表 4.5 2006-2021 年我国制造业出口规模及增长率

年份	制造业出口额（亿美元）	增长率（%）
2006	9287.179	
2007	11728.916	26.29
2008	13717.278	16.95
2009	11548.780	-15.81
2010	15173.983	31.39
2011	18249.804	20.27
2012	19781.243	8.39
2013	21311.408	7.74
2014	22602.396	6.06
2015	22002.524	-2.65
2016	20201.939	-8.18
2017	21748.928	7.66
2018	23848.936	9.66
2019	23842.568	-0.03
2020	24833.658	4.16
2021	32261.310	29.91

数据来源：中国统计年鉴，下同。

从制造业出口贸易结构来看，我国制造业出口结构较为固定，各细分占制造业出口的比重未发生较大变化，图 4.8 是根据中国统计年鉴数据整理绘制的 2017-2021 年我国各类制造业行业占比情况，可以看出近五年的折线图几近重叠，各大类制造业出口额占制造业总出口额比重较为稳定，其中第十六类机器、机械器具、电气设备及其零件；录音机及放声机、电视图像、声音的录制和重放设备及其零件、附件出口额占比遥遥领先，占我国制造业总额的约 45%，除此之外，我国第十一类纺织原料及纺织制品出口额占比较其他行业也相对较高。进一步按照上文提到的分类将其分为高技术制造业、中技术制造业与低技术制造业，绘制图 4.9，可以看出近十五年内，我国高技术制造业出口额占制造业总出口额存在波动，但基本稳定在 60%以上，高技术制造业在我国制造业出口中占据十分重要的地位。我国应大力发展高技术制造业，实现制造业智能化生产。制造业企业要引进高技术设备，同时利用工业互联网等实现智能制造及批量化生产，提高生产效率。充分发挥数字技术对制造业的赋能作用，实现制造业智能化、数字化转型。同时观察低技术制造业数据可以看到，我国早期低技术制造业的出口占制造业总出口 20%左右，近几年占比呈现逐年递减的趋势。这一转变是因为我国早期依靠低成本的劳动力优势发展劳动密集型制造业。随着人口红利的消失，劳动力优势

逐渐减弱。对此，我国也在进行制造业产业结构的调整，从生产低附加值的劳动密集型产品逐渐转变为生产高附加值的技术密集型产品，实现制造业转型升级。

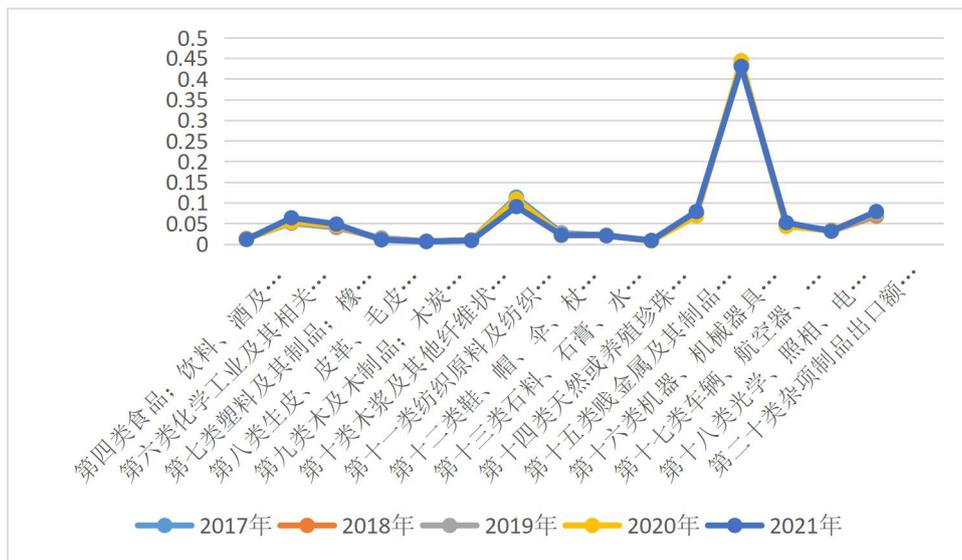


图 4.8 2017-2021 年我国各类制造业行业出口占比

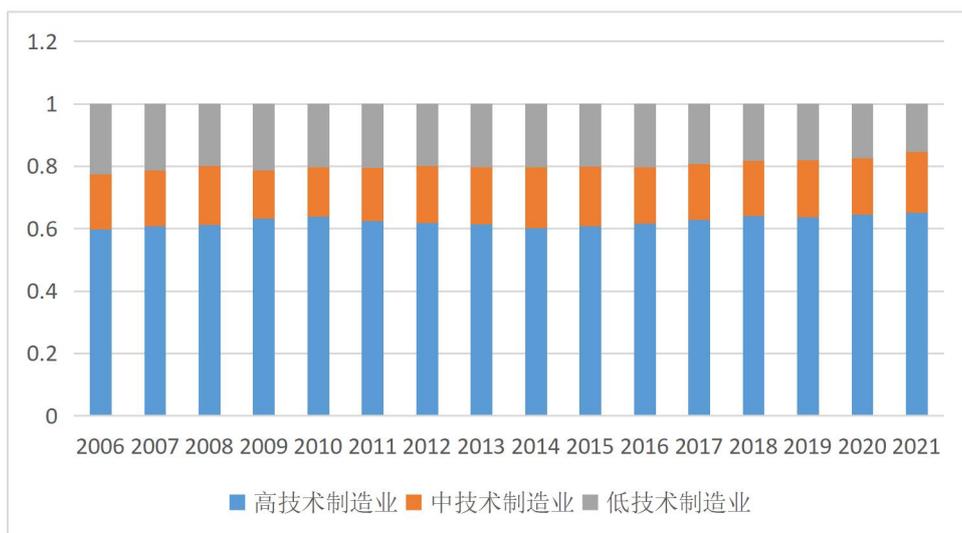


图 4.9 2006-2021 年三类行业占制造业出口总额比重变化

1.第四类食品；饮料、酒及醋；烟草、烟草及烟草代用品的制品。第六类化学工业及其相关工业的产品。第七类塑料及其制品；橡胶及其制品。第八类生皮、皮革、毛皮及其制品；鞍具及挽具；旅行用品、手提包及类似品；动物肠线(蚕胶丝除外)制品。第九类木及木制品；木炭；软木及软木制品；稻草、秸秆、针茅或其他编结材料制品；篮筐及柳条编结品。第十类木浆及其他纤维状纤维素浆；纸及纸板的废碎品；纸、纸板及其制品。第十一类纺织原料及纺织制品。第十二类鞋、帽、伞、杖、鞭及其零件；已加工的羽毛及其制品；人造花；人发制品。第十三类石料、石膏、水泥、石棉、云母及类似材料的制品；陶瓷产品；玻璃及其制品。第十四类天然或养殖珍珠、宝石或半宝石、贵金属、包贵金属及其制品；仿首饰；硬币。第十五类贱金属及其制品。第十六类机器、机械器具、电气设备及其零件；录音机及放声机、电视图像、声音的录制和重放设备及其零件、附件。第十七类车辆、航空器、船舶及有关运输设备。第十八类光学、照相、电影、计量、检验、医疗或外科用仪器及设备、精密仪器及设备；钟表；乐器；上述物品的零件、附件。第二十类杂项制品。

5 数字技术影响制造业出口竞争力的实证分析

5.1 模型构建与变量说明

5.1.1 模型构建

为检验数字技术发展对制造业出口竞争力的影响，本文构建基准模型如下：

$$\ln \text{EXPY}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{DE}_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中， EXPY_{it} 为被解释变量，表示*i*省份在*t*时期的制造业出口技术复杂度， DE_{it} 为核心解释变量，表示*i*省份在*t*时期的数字技术发展水平， X_{it} 表示一系列控制变量， μ_i 表示个体效应， μ_t 表示时间效应， ε_{it} 为随机扰动项。

5.1.2 变量选取及说明

本文使用的是2011到2021年中国大陆剔除西藏以外的30个省份的面板数据，数据来源于国家统计局、各省份统计年鉴、《中国工业统计年鉴》、国研网及工信部统计数据。对于个别省份个别年份数据缺失问题，本文采用线性插值法进行补齐。

本文核心解释变量为数字技术发展水平（DE），选取数字基础设施建设、数字化终端应用、数字化产业发展三方面变量使用主成分分析法对数字技术进行衡量，详见第四章。

被解释变量为制造业出口技术复杂度（EXPY），参考余珊的做法，将hausmann的两步法中国家层面转变为省际层面，测算得出结果，详见第四章。本文对该指标进行了取对数处理，以便后续实证的进行。

为得到可靠的估计结果，应尽量控制其他因素对制造业技术复杂度的影响，本文参考武可栋（2020）、姚战琪（2021）、杜传忠（2021）、余珊（2021）等现有文献的研究做法，选取产业结构（IDS）、外商直接投资（FDI）、对外开放程度（OPEN）、物流基础设施（GS）和金融发展水平（FIN）五个控制变量。其中产业结构采用第二产业增加值占第三产业增加值比重表示，外商直接投资采用该省实际使用外资额占生产总值比重，对外开放程度采用地区进出口贸易总额

占生产总值比重表示,物流基础设施采取该省高速公路里程数与铁路运营里程之和与地区面积的比值取自然对数来表示,金融发展水平采用区域内金融机构人民币贷款余额占地区生产总值的比重表示。

本文选取贸易成本(COST)、人力资本水平(HR)、技术创新(RD)和资源配置效率(EAL)作为中介变量。在贸易成本指标的选取方面,雪楠等(2020)在研究出口跨境电商与贸易成本时使用出口生产地区GDP取对数来表示贸易成本,蒋皓文等(2021)在研究数字经济与我国制造业高质量发展的文献中也曾用使用此方法来表示贸易成本。本文参考此研究思路,以出口生产地GDP取对数的倒数表示贸易成本。人力资本水平的测度本文选取人均受教育年限取对数来表示。本文以省级申请授权数量取自然对数来表示技术创新。此外,采用资源配置结构即区域固定资产投资占劳动力比重来表示资源配置效率。表5.1为主要变量的描述性统计结果。

表 5.1 主要变量的描述性统计

variable	N	mean	sd	p25	p50	p75	min	max
LnEXPY	330	10.89	0.23	10.73	10.91	11.09	10.14	11.39
DE	330	1	0.74	0.52	0.8	1.28	0.07	4.34
IDS	330	1.34	0.73	0.97	1.19	1.39	0.53	5.24
FDI	330	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0	0.08
OPEN	330	0.26	0.26	0.09	0.15	0.33	0.01	1.4
GS	330	0.98	0.52	0.58	0.95	1.4	0.09	2.26
FIN	330	0.07	0.03	0.05	0.07	0.08	0.03	0.2
COST	330	9.82	0.89	9.36	9.91	10.43	7.22	11.73
HR	330	9.29	0.9	8.77	9.2	9.56	7.51	12.68
RD	330	10.21	1.45	9.25	10.3	11.22	6.22	13.68
EAL	330	7.67	3.04	5.25	7.45	9.7	2.18	20.3

5.2 实证结果分析

5.2.1 基准回归分析

在进行面板回归前,对样本进行多重共线性检验,确保实证结果的有效性,检验结果见表5.2。VIF=2.43<10,表明不存在多重共线性。此后,据豪斯曼检验选择固定效应模型对(5.1)式进行回归。

表 5.2 多重共线性检验

Variable	VIF	1/VIF
DE	1.65	0.606
IDS	3.36	0.298
FDI	1.65	0.606
OPEN	2.28	0.438
GS	1.82	0.55
FIN	3.8	0.263
Mean	VIF	2.43

本文选择逐步加入控制变量的方法进行回归，表 5.3 报告了基准回归的检验结果。第一列为数字技术发展水平对制造业出口竞争力单变量的回归结果，结果表明数字技术发展水平（DE）的回归系数是 0.463，且在 1%水平上显著，说明数字技术能促进制造业出口竞争力的提升。第二列开始依次加入产业结构（IDS）、外商直接投资（FDI）、对外开放程度（OPEN）、物流基础设施（GS）和金融发展水平（FIN），可以看到在逐步加入控制变量的情况下，数字技术发展水平对制造业出口竞争力的回归结果仍在 1%水平上显著为正，进一步验证了数字技术发展促进我国制造业出口竞争力的增长。从控制变量角度来看，产业结构、对外开放程度、物流基础设施和金融发展水平都促进了制造业出口技术复杂度的增长，而外商直接投资对制造业出口技术复杂度为负影响，且在 1%的水平上显著。究其原因可能是外商直接投资的引入虽然为我国制造业带来了更多的资源和技术外溢效应，但国内企业并不能对“技术外溢”充分吸收，将其转变为自身优势，进而推动本国生产力发展，造成企业丧失自主创新动力与能力，一味的依赖外商直接投资，反倒不利于我国制造业的发展，降低了制造业出口竞争力。

表 5.3 基准回归结果

VARIABLES	(1) EXPY	(2) EXPY	(3) EXPY	(4) EXPY	(5) EXPY	(6) EXPY
DE	0.463*** (0.0232)	0.241*** (0.0270)	0.234*** (0.0270)	0.284*** (0.0279)	0.227*** (0.0266)	0.218*** (0.0261)
IDS		0.455*** (0.0387)	0.441*** (0.0391)	0.477*** (0.0383)	0.369*** (0.0379)	0.242*** (0.0486)
FDI			-1.832** (0.877)	-2.474*** (0.854)	-2.294*** (0.782)	-2.050*** (0.766)
OPEN				0.649***	0.462***	0.509***

续表 5.3 基准回归结果

VARIABLES	(1) EXPY	(2) EXPY	(3) EXPY	(4) EXPY	(5) EXPY	(6) EXPY
GS				(0.130)	0.609*** (0.0801)	0.603*** (0.0782)
FIN						3.663*** (0.915)
Cons	10.43*** (0.0246)	10.04*** (0.0388)	10.10*** (0.0480)	9.842*** (0.0692)	9.491*** (0.0784)	9.394*** (0.0803)
个体	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	330	330	330	330	330	330
R ²	0.571	0.707	0.711	0.733	0.777	0.788

括号内为标准误差；***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平，下同。

5.2.2 稳健性检验

为保证实证结果的可靠性，本文先后替换原解释变量和被解释变量进行稳健性检验。关于解释变量的替换，本文借鉴廖信林等（2015）的方法，采用改进后熵权法对数字技术发展水平重新进行测算。对于被解释变量的替换，本文选取贸易竞争力指数（TC）衡量制造业出口竞争力重新进行回归。表 5.4 为稳健性检验结果，其中第一列显示原解释变量回归结果，第二列报告了更换解释变量后的回归结果，第三列为更换被解释变量的回归结果，对比三列结果可以发现，数字技术发展对制造业出口竞争力的影响均在 1%的水平显著为正，表明在更换解释变量及被解释变量的度量方法后，本文的实证结果依旧成立。

表 5.4 稳健性检验

VARIABLES	(1) 原解释变量	(2) 替换解释变量	(3) 替换被解释变量
DE	0.218*** (-0.0261)	1.312*** (-0.192)	0.065*** (-0.0227)
IDS	0.242*** (-0.0486)	0.250*** (-0.0505)	-0.147*** (-0.0424)
FDI	-2.050*** (-0.766)	-2.433*** (-0.792)	0.26 (-0.668)
OPEN	0.509*** (-0.119)	0.465*** (-0.124)	0.176* (-0.104)
GS	0.603***	0.683***	0.0959

续表 5.4 稳健性检验

VARIABLES	(1) 原解释变量	(2) 替换解释变量	(3) 替换被解释变量
	(-0.0782)	(-0.0791)	(-0.0681)
FIN	3.663***	4.032***	2.978***
	(-0.915)	(-0.944)	(-0.798)
Constant	9.394***	9.368***	-0.642***
	(-0.0803)	(-0.083)	(-0.141)
个体	YES	YES	YES
时间	YES	YES	YES
N	330	330	330
R ²	0.788	0.774	0.932

考虑到制造业发展较好的地区，其数字技术发展水平也相对较高。一方面，数字技术的发展能够有效推动该地区制造业出口技术复杂度的发展；另一方面，制造业出口技术复杂度越高的地区经济发展更好，也将更加重视基础设施的建设及数字技术的投入。因而两者之间可能存在反向因果关系。为减弱可能存在的反向因果等内生性问题，本文借鉴齐俊妍（2021）的方法，选取数字技术发展水平滞后一期为工具变量，使用工具变量两阶段最小二乘法重新进行回归。对固定效应模型和 2SLS 回归结果进行 Hausman 检验，结果显示回归存在内生性问题，说明采用 2SLS 回归是合适的。

表 5.5 报告了引入工具变量后两阶段最小二乘法回归结果，结果表明，数字技术发展对我国制造业出口竞争力的影响仍显著为正，且在 1%水平上显著，与基准检验基本一致，说明基准结果稳健有效。此外，本文通过杜宾-吴-豪斯曼检验（DWH），工具变量的 F 值远大于 16.38（阈值），拒绝了弱工具变量的原假设，表明选择数字技术滞后一期作为工具变量是合理的。

表 5.5 内生性检验

VARIABLES	(1) first stage	(2) second stage
DE		0.132*** (8.039)
L.DE	1.073*** (186.414)	
IDS	0.006 (0.760)	-0.017 (-0.733)

续表 5.5 内生性检验

VARIABLES	(1)	(2)
	first stage	second stage
FDI	0.484* (1.762)	-1.879** (-2.246)
OPEN	0.054*** (2.863)	-0.269*** (-4.672)
GS	0.005 (0.592)	0.072*** (2.982)
FIN	-0.274 (-1.393)	2.451*** (4.073)
Cons	0.004 (0.425)	10.663*** (372.114)
Chi ²	-	171.89
N	300	300
R ²	0.995	0.354

注：括号内为 t 值；***、**和*分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平。

5.2.3 异质性检验

我国各地区在资源环境、产业发展、基础设施等方面发展各不相同，不同地区数字技术发展水平与制造业发展水平也存在显著差别，这可能会导致数字技术对不同区域制造业出口竞争力的影响不同。本文按照前文分组对我国东部地区、中部地区、西部地区分别进行回归，结果见表 5.6。回归结果显示我国东部与中部都在 1%的水平上显著为正，西部的系数则在 5%的水平上显著为正。相比之下，中部地区回归系数更高，可能是因为中部地区的区位优势，可以从东部对西部的经济辐射中受益。我国中部地区低技术制造业占比较多，数字技术的发展可以极大提高其信息交流效率。相比于西部地区，中部地区更易吸收技术溢出，充分整合资源并转化为自身优势，提高其生产力。而西部地区由于制造业和数字基础设施建设基础较为薄弱，数字技术等高科技行业的发展还处在起步阶段，产业发展不均衡，对于技术溢出的吸收能力也相对较弱。我国东部沿海地区经济发展水平高，新兴产业及高技术产业发展势态良好，集聚了大量高技术制造业，技术含量高的产品生产过程可能更复杂，所以造成数字技术对制造业促进作用相对较低。总之，互联网、大数据等的发展将加速企业间信息的共享传播，提高全行业创新效率，提升制造业出口其竞争力。我国数字技术的发展还是会不同程度的促进各地区制造业出口竞争力的发展。

表 5.6 分地区样本回归结果

VARIABLES	(1) EXPY (东部)	(2) EXPY (中部)	(3) EXPY (西部)
DE	0.197*** (0.0150)	0.468*** (0.0578)	0.291** (0.137)
IDS	0.110*** (0.0370)	0.0127 (0.0780)	0.357* (0.188)
FDI	-2.431*** (0.438)	-3.633** (1.727)	-5.141 (3.647)
OPEN	0.215*** (0.0791)	-1.181** (0.496)	-0.143 (0.557)
GS	0.980*** (0.0879)	0.0157 (0.114)	0.538*** (0.166)
FIN	1.495* (0.764)	7.073*** (1.955)	4.004** (1.948)
Cons	9.012*** (0.124)	10.30*** (0.116)	9.683*** (0.181)
个体	YES	YES	YES
时间	YES	YES	YES
N	121	88	121
R ²	0.945	0.912	0.699

5.2.4 机制检验

本文选择中介效应模型来检验数字技术提升制造业出口竞争力的作用机制。前文分析得到数字技术通过贸易成本、人力资本、技术创新、资源配置四条路径影响制造业出口竞争力。构建中介效应模型如下：

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 DE_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$\ln EXPY_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 DE_{it} + \gamma_2 M_{it} + \gamma_3 X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

其中， M_{it} 表示中介变量， X_{it} 表示一系列控制变量， μ_i 表示个体效应， μ_t 表示时间效应， ε_{it} 为随机扰动项。为验证中介效应的有效性，本文分别采用逐步回归法、sobel 检验及 bootstrap 检验对贸易成本、人力资本、技术创新、资源配置的中介效应进行检验，具体实证结果见下表。

其中表 5.7 第一列和第二列用于检验贸易成本作为中介变量时，数字技术对制造业出口竞争力的影响效果，第三列和第四列为人力资本作为中介时数字技术对制造业出口竞争力的影响。结果显示数字技术对贸易成本系数为负，贸易成本对制造业出口竞争力系数为负，即数字技术能降低贸易成本，进而提升制造业出

口竞争力。在控制其他影响因素的情况下,数字技术发展水平每提升 1 个百分点,直接影响出口技术复杂度提升 0.09 个百分点,并间接影响出口技术复杂度提升 0.128 个百分点,在总效用中占比 58.7%。在人力资本的路径影响中,可以观察到影响系数均显著为正,即数字技术正向影响人力资本,同时人力资本又对出口技术复杂度有正向影响,数字技术通过促进人力资本的提升间接推动了制造业出口技术复杂度水平提升。在控制其他影响因素不变的情况下,数字技术发展水平每提升 1 个百分点,出口技术复杂度会直接提升 0.15 个百分点,同时使人力资本水平提高 0.261 个百分点,并间接导致出口技术复杂度提升 0.068 个百分点,间接效应在总效应中占比 31.2%。

表 5.7 中介效应检验:贸易成本、人力资本

VARIABLES	(1) COST	(2) EXPY	(3) HR	(4) EXPY
DE	-0.00228*** (0.000404)	0.0902*** (0.0135)	0.261*** (0.0460)	0.150*** (0.0244)
M		-56.23*** (1.855)		0.261*** (0.0293)
IDS	-0.00193** (0.000753)	0.134*** (0.0242)	0.282*** (0.0859)	0.169*** (0.0440)
FDI	0.0170 (0.0119)	-1.092*** (0.378)	-2.573* (1.353)	-1.379** (0.685)
OPEN	-0.00383** (0.00185)	0.294*** (0.0592)	0.322 (0.211)	0.425*** (0.107)
GS	-0.0115*** (0.00121)	-0.0437 (0.0440)	0.800*** (0.138)	0.394*** (0.0734)
FIN	-0.0482*** (0.0142)	0.951** (0.460)	1.391 (1.617)	3.300*** (0.815)
Cons	0.138*** (0.00251)	15.53*** (0.268)	8.874*** (0.286)	5.474*** (0.298)
N	330	330	330	330
R ²	0.976	0.955	0.961	0.852

表 5.8 第一列和第二列为技术创新作为中介变量时数字技术对制造业出口竞争力的影响,第三列和第四列为资源配置作为中介变量时,数字技术对制造业出口竞争力的影响。结果显示数字技术通过技术创新和资源配置两条路径影响制造业出口技术复杂度。在技术创新影响路径下,数字技术发展水平每提升 1 个百分点,会直接推动制造业出口技术复杂度提升 0.106 个百分点,同时推动技术创新

提升 0.556 个百分点，间接推动制造业出口技术复杂度提升 0.113 个百分点，间接效应在总效用中占比 51.7%。在资源配置的影响路径中，数字技术的发展促进资源配置优化，资源配置优化又推动制造业出口技术复杂度的提升。数字技术每提升 1 个百分点，将直接影响制造业出口技术复杂度提升 0.137 个百分点，促进资源配置效率提升 3.081 个百分点，进而间接促进出口技术复杂度提升 0.081 个百分点，间接效应占总效用比重 37.1%。

表 5.8 中介效应检验：技术创新、资源配置

VARIABLES	(1) RD	(2) EXPY	(3) EAL	(4) EXPY
DE	0.556*** (0.0949)	0.106*** (0.0186)	3.081*** (0.405)	0.137*** (0.0261)
M		0.203*** (0.0108)		0.0263*** (0.00343)
IDS	0.337* (0.177)	0.174*** (0.0330)	-2.050*** (0.756)	0.296*** (0.0450)
FDI	-3.064 (2.787)	-1.428*** (0.518)	32.91*** (11.90)	-2.915*** (0.709)
OPEN	1.310*** (0.435)	0.243*** (0.0818)	3.999** (1.856)	0.404*** (0.110)
GS	2.071*** (0.284)	0.182*** (0.0573)	9.163*** (1.215)	0.362*** (0.0781)
FIN	12.56*** (3.332)	1.114* (0.632)	71.12*** (14.23)	1.793** (0.872)
Cons	3.142*** (0.589)	7.150*** (0.114)	-19.54*** (2.516)	8.302*** (0.162)
N	330	330	330	330
R ²	0.938	0.915	0.740	0.844

表 5.9 sobel 检验结果

M	Std Err	Z	P> Z	Ind eff	Dir eff	Total eff	Prop
COST	0.231	5.553	0.000	0.128	0.090	0.218	0.587
HR	0.014	4.756	0.000	0.068	0.150	0.218	0.312
RD	0.020	5.586	0.000	0.113	0.106	0.218	0.517
EAL	0.015	5.377	0.000	0.081	0.137	0.218	0.371

为保证结果稳健性，本文使用 sobel 检验及 Bootstrap 法进一步检验中介效应，表 5.9 为 sobel 检验结果。此外，本文还通过 Bootstrap 进行重复 1000 次的抽样检验，计算 95% 的置信区间，结果显示 Bootstrap 95% 的置信区间均不包含 0，说

明中介效应成立。由此验证了数字技术通过降低贸易成本、提升人力资本水平、促进技术创新、优化资源配置促进制造业出口竞争力的提升，假设成立。

5.3 本章小结

本章基于前文理论分析及指标的测度，对数字技术发展影响制造业出口竞争力进行实证检验，结果显示数字技术发展对制造业出口竞争力影响显著为正。对样本进行相关检验后，选取固定效应模型来进行回归，逐步加入控制变量，回归结果仍显著为正，说明数字技术能提升制造业出口竞争力。为保证实证结果的可靠性，本文选取使用熵权法测度的数字技术发展水平替换原变量重新进行回归，同时采用贸易竞争力指数替换原被解释变量进行实证检验，实证结果均显著为正。考虑到模型可能存在的反向因果问题，本文使用数字技术发展水平滞后一期作为工具变量，使用两阶段最小二乘法进行内生性检验，以上方法均显示数字技术对制造业出口竞争力的实证结果具有稳健性。此外，本文分样本进行异质性检验，结果显示数字技术对制造业出口竞争力的影响确实存在区域异质性，数字技术对制造业竞争力的推动作用在东部和中部都在 1%的水平上显著，在西部的回归中在 5%的水平上显著。最后进行了机制检验，分析数字技术通过贸易成本、人力资本、技术创新及资源配置四条路径影响制造业出口竞争力。

6 结论及对策建议

6.1 研究结论

数字技术俨然成为我国实现供给侧结构性改革,提升国际竞争力的关键动力。探究数字技术是否有效促进我国制造业国际竞争力的提升,究竟是以何种机制影响制造业国际竞争力是我国实现制造业强国所面临的重要课题。本文在梳理数字技术、制造业出口竞争力相关文献的基础上,试图构建数理模型分析数字技术促进制造业出口竞争力的影响路径。通过选取 2011-2021 年我国 30 个省份的数据,构建数字技术发展水平指标体系,并使用改进后的 Hausmann 两步法测算我国各省制造业出口技术复杂度作为出口竞争力的衡量指标。同时利用计量模型检验数字技术对制造业出口竞争力的影响,分析其内在作用机制。本文得出的主要结论有:(1)数字技术的发展能显著促进我国制造业出口竞争力的提升。(2)在对我国东中西部地区分组回归之后发现,我国数字技术的发展对制造业出口竞争力的促进作用存在区域异质性。数字技术对中部地区的影响大于东西部地区,本文认为是因为中部地区存在区位优势,可以从东部对西部的经济辐射中受益。同时我国中部地区低技术制造业占比较多,数字技术的发展对其影响见效更快且更为显著,中部地区在吸收技术溢出的基础上将其整合为自身优势,提高其生产力,提升出口竞争力。(3)中介效应的检验结果显示数字技术能够通过降低贸易成本、提升人力资本水平、促进技术创新、优化资源配置来促进制造业出口竞争力的提升。

6.2 对策建议

6.2.1 完善数字基础设施建设

“十四五”规划明确指出我国要不断优化升级数字基础设施,二十大报告也强调建设数字中国,数字技术的发展及广泛应用离不开数字基础设施建设。目前我国正在超前部署 5G、千兆等新型基础设施建设,已经建成全球规模最大的光纤和移动宽带网络,这都为我国数字技术的发展奠定了深厚的基础。各地区数字

技术发展水平很大程度上取决于其数字基础设施建设,必须承认我国目前各区域数字基础设施建设方面存在较大差异,东部地区 5G、千兆、移动电话基站等数字基础设施相较中西部地区更完善,其经济发展也远超西部地区,数字鸿沟可能加剧区域发展不平衡的现状。因此,我国亟需重视数字鸿沟这一问题,不断加强对我国中西部地区基础设施建设的投资力度,以此作为改善区域间数字技术发展不平衡的第一步。实现数字基础设施在全国的广泛覆盖,必须重视经济欠发达地区的基础设施建设,尤其要重视农村的基础设施建设,缩小城乡数字技术发展差距,让数字红利惠及到各个角落。数字基础设施建设是一项长期且艰巨的工作,前后期需要投入大量资金进行规划和维修,建设周期及投资回报周期也较长,对经济落后地区的挑战更大,要求有稳定的资金来源。因此,国家要做好数字基础设施建设相关规划,同时加强对中西部偏远地区的政策支持及技术指导,鼓励发达地区精准帮扶欠发达地区,实现跨区互助。强化 5G、千兆、智能服务平台等新基建的建设,助力传统制造业实现智能化转型,提升我国整体数字基础设施水平,为各区域数字技术的发展及制造业出口竞争力提升打下坚实的基础。

完善数字基础设施建设有利于我国各地区实现数据资源共享,作为新型生产要素,数据等资源在区域间更好的流通将有效提升我国经济发展水平。同时,我国还需建立健全数据要素市场,提升数据市场化水平,释放市场活力。建立全国性的数据交易市场,鼓励各方机构、企业积极参与,共同探讨数据要素交易科学价格,形成明确科学的价格体系。政府要根据各地区实际发展情况,有针对性的制定发展数字技术的相关政策,为制造业数字化转型提供良好的市场环境。此外,要充分发挥我国人口体量优势,加快数据在各区域间的流动,让数据得以更合理高效的利用,避免信息孤岛的产生。通过构建国家级数据共享平台,推进数据要素市场化进程,鼓励各部门信息共享,缩小区域间数字鸿沟。逐步形成全国范围内跨领域、跨地区、跨系统的数据共享,充分发挥数据等新型生产要素价值优势。

6.2.2 数字技术助力制造业发展

实现制造业智能化、数字化转型离不开数字技术的支持,数字技术广泛应用于制造业生产过程将有效推动制造业高质量发展。我国要加大制造业智能设备引进及更新,实现制造业智能化生产。人工智能等设备的引用能替换简单重复劳动

力，降低企业用工成本，提高生产效率，同时还能倒逼劳动素质的提升。随着劳动者职业技能的不断提升，其能胜任的岗位也逐渐增多，在我国实现劳动密集型制造业向技术密集型制造业转型的过程中也能避免结构性失业等问题。在重视数字设备引进的同时，我国还需持续加大 5G、千兆等领域的投入，早日实现万物联通，推动数字经济与实体经济的深度融合。充分利用数字技术推进制造业智能化制造，真正实现生产制造各环节智能管理。前期产品市场调研可以利用大数据了解消费者需求确定产品设计；生产制造过程中进行精确模拟实验，发现问题并不断进行修正；产品售后期间收集消费者反馈信息，进一步针对性优化产品、提升服务。毫无疑问，智能化生产将极大提高制造业生产效率。此外，数字技术的发展还将促进制造业各细分行业间的信息共享及协作分工，促使制造业合作化、柔性化生产。数字技术的发展不仅对有形生产要素的效率有倍增作用，还能直接影响制造业生产活动，在要素配置方面突破时间空间的限制，提高资源配置效率，进而影响制造业生产力。随着大数据、互联网等的发展，信息不对称情况逐渐改善，制造业企业能便捷的获取所需市场信息，清楚掌握上下游产业基本状况及消费者的需求变化，随外部环境的变化及时调整生产计划进而实现最优生产，提升制造业竞争力。总之，我国应重视 5G 等数字技术的发展，促进其与制造业的融合，推动制造业数字化、智能化转型。推动劳动密集型制造业向技术密集型制造业的转变，早日实现大范围智能制造，为批量化生产提供基础，让数字技术切实成为制造业发展的强力引擎。

6.2.3 产学研协同推进创新发展

科技是第一生产力，科技创新的重要性更是不言而喻。党的十八大报告首次提出实施创新驱动发展战略，强调科技创新是国家发展的核心动力。党的二十大报告再次强调要加快实施创新驱动发展战略，推动经济高质量发展。纵观历史发展，创新一直是推动一个国家、民族发展的主要力量，唯有不断提升创新能力，才能在技术革命中抢占先机，创造发展优势。近十年来，我国创新能力大幅度提升，根据世界知识产权组织所发布《全球创新指数》来看，我国科技创新水平从 2012 年的第 34 名跃升到 2022 年第 11 名，实现了较大的发展，迈入创新型国家行列。创新驱动的本质是人才驱动，我国应重视人的发展，营造良好的创新环境，

吸引人才集聚,从人才强到科技强最终实现国家强。实证检验数字技术通过人力资本积累与技术创新两条路径影响制造业出口竞争力。我国应重视人才的培养,提高人力资本水平,培养数字型人才。高校应积极开设数字技术等相关专业,鼓励学生学习相关知识技能,聘请数字技术方面的专家对学生和指导及培训,加强数字技术专业人才培养。同时企业与科研机构,也可以定期组织员工进行培训,提升自身技术水平,以适应制造业转型升级。针对不同人群和不同岗位可进行差异化培训,对于学习能力较强且自身具备一定数字技能的员工,进一步加强其自身技能;对于年龄较大且数字基础薄弱的人群,先培训其掌握基础的计算机知识,尽快适应数字化发展。培养专业人才的同时,各地区也应重视人才引进,为其提供良好的发展环境。人才是创新的基础,制造业转型升级离不开人才与创新,数字技术的发展更是为创新提供巨大便利。我国要提升企业自主创新能力,发展高技术产业,促进制造业智能化转型。大力发展高新技术产业,充分数字技术对创新的促进作用。通过产学研协同发展,提升制造业技术创新水平。产学研一体提升高学历人才与市场的适配度的同时促进创新成果转化,发挥技术创新对制造业升级的促进作用,提升制造业出口竞争力。

6.2.4 推进区域协调发展

数字技术的发展及其对制造业出口竞争力的影响存在区域异质性,因此要因地制宜发展数字技术,减少数字鸿沟,推进区域协调发展。东部地区在现有发展优势的基础上,大力发展物联网、区块链等数字技术,加速数字化进程,重视数字技术与各产业的融合,推动制造业智能化生产。重视高新技术产业的发展,打造高端产业集群,以数字技术助力制造业的发展,同时建设数字技术示范基地,将成功经验推向全国,带动全国数字技术的发展。积极发挥先行示范作用,为中西部地区提供人才帮扶、技术支持,发挥比较优势,提升中西部地区数字技术发展水平,推动区域间数字技术协调发展。中部地区应充分发挥其自身区位优势,在承接产业转移的过程中,吸收技术外溢,整合为自身资源,提升自主创新能力,优化产业结构。对西部地区而言,首要的任务是加强基础设施建设,加大对新型数字基础设施的投资力度,推动数字技术的发展。此外,中西部地区应出台发展数字技术的相关政策,大力扶持数字技术相关产业,推动制造业智能化发展。除

政策支持外，还需注重数字化人才的引进，对接发达地区的技术转移，加快数字创新，早日实现制造业数字化转型。总之，各地区发挥自身优势发展数字技术，合理推进制造业企业数字化转型，实现制造业高质量发展。

6.2.5 完善相关制度体系建设

随着大数据、物联网等数字技术在生活中的应用，数字安全问题也随之而来。大数据时代信息搜集十分便利，企业可以分析消费者相关数据了解市场需求进而柔性化生产，提高生产效率，但同时也存在部分不良企业并利用大数据杀熟，更严重的直接泄露消费者个人隐私数据。消费者对信息安全持怀疑态度不利于数字技术的发展，需采取措施保障数据安全，赢得消费者的信任。在数字技术与制造业融合发展的过程中，要不断加强对数字安全管理体系的建设。首先就要完善相关法律与制度，数字技术在不断发展，相关法律法规的制定也要及时进行补充和完善。我国已经颁布《中华人民共和国侵权责任法》、《数据安全法》等诸多法规，为发展数字技术提供良好环境，但仍需进一步强化对数据安全的保障。重点规范数字平台，严格限制其对数据使用权限，全面监控数字平台对消费者信息的采集、处理等环境，不得以任何理由采集涉及消费者隐私的信息。此外，积极探索多部门联合监管，推动多方协同治理，为数字技术的发展保驾护航。重视知识产权保护，完善专利保护及技术转让相关方面的法律，加大对侵权行为的处罚力度，激发自主创新动力。在制造业智能化生产中，要严格制定智能产品的安全检测流程，明确制造业企业与数据平台的主体责任，切实保障消费者合法权益。真正做到保障数字安全，为数字技术的蓬勃发展及制造业智能化转型提供基础环境。

参考文献

- [1] Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment[J]. American Economic Review, 2018, 108(6): 1488-1532
- [2] Bergeran. The economic effects of technological progress: evidence from the banking industry[J]. Journal of Money Credit & Banking, 2003, 35(2): 141-176
- [3] Bharadwaj A, Sawy AE, Pavlou PA, et al. Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights[J]. MIS Quarterly, 2013, 37(2): 471-482.
- [4] Bryan, K, Lemus. The Direction of Innovation[J]. Journal of Economic Theory, 2017, Vol. 172(2): 247-272.
- [5] Brynjolfsson E, Hitt LM. Beyond Computation; Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance[J]. Journal of Economic Perspectives, 2000, 14(4): 23-48
- [6] Freund C L, Weinhold D. The Effect of the Internet on International Trade[J]. International Finance Discussion Papers, 2000, 62(1): 171-189
- [7] Hanna, N. Mastering Digital Transformation[M]. Emerald: UK, 2016
- [8] Humphrey, J, Schmitz, H. How does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?[J]. Regional Studies, 2002, 36(9): 1017-1027.
- [9] Kromann L, Skaksen J R & Sorensen. Automation, Labor Productivity and Employment — A Cross Country Comparison. Copenhagen Business School Working Paper, 2011.
- [10] Kotarba, M. Digital Transformation of Business Models[J]. Foundations of Management, 2018, 10(1): 123-142
- [11] Loebbecke C, Picot A. Reflections on Societal and Business Model Transformation Arising from Digitization and Big Data Analytics: A Research Agenda[J]. Journal of Strategic Information Systems, 2015, 24(3): 149-157
- [12] Nambisan S. Digital entrepreneurship: toward a digital technology perspective of entrepreneurship[J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2017, 41(6): 1029-

- 1055.
- [13]Niebel,T. ICT and Economic Growth-comparing Developing,Emerging and Developed Countries[J].World Development,2018,Vol.104(1):197-211
- [14]Rauch J E,Business and Social Networks in International Trade[J].Journal of Economic Literature,2001,39(4):1177-1203
- [15]Schuh G & Scholz P. Development of a Framework for the Systematic Identification of AI Application Patterns in the Manufacturing Industry: 2019 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), 2019.
- [16]Syverson C. What Determines Productivity?[J]. Journal of Economic Literature,2011,49(2):326-65
- [17]Szeles,M.R.,Simionescu,M.Regional Patterns and Drivers of the EU Digital Economy[J].Social Indicators Research,2020,150(1):95-119
- [18]Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence[J]. Educom Review,1996(1)
- [19]Yoo Y. Computing in everyday life:a call for research on experiential computing[J].MISQuarterly,2010,34(2):213-231
- [20]蔡莉, 杨亚倩, 卢珊, 于海晶. 数字技术对创业活动影响研究回顾与展望[J]. 科学学研究, 2019, 37(10):1816-1824+1835.
- [21]蔡跃洲, 牛新星. 中国数字经济增加值规模测算及结构分析[J]. 中国社会科学, 2021(11):4-30+204.
- [22]陈凤兰, 武力超, 戴翔. 制造业数字化转型与出口贸易优化[J]. 国际贸易问题, 2022(12):70-89
- [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(06):46-67
- [24]丛屹, 俞伯阳. 数字经济对中国劳动力资源配置效率的影响[J]. 财经理论与实践, 2020, 41(02):108-114.
- [25]代中强. 知识产权保护提高了出口技术复杂度吗?——来自中国省际层面的经验研究[J]. 科学学研究, 2014, 32(12):1846-1858.

- [26]戴翔,马皓巍,杨双至.数字基础设施对制造业 GVC 分工地位的影响[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2022(05):20-35
- [27]党琳,李雪松,申烁.制造业行业数字化转型与其出口技术复杂度提升[J].国际贸易问题,2021(06):32-47
- [28]杜传忠,管海锋.数字经济与我国制造业出口技术复杂度——基于中介效应与门槛效应的检验[J].南方经济,2021(12):1-20
- [29]范爱军,郑志强,马永健.要素市场扭曲与企业出口产品质量——理论机制与实证检验[J].产业经济评论(山东大学),2021,20(04):119-143.
- [30]付宏,刘其享,汪金伟.智能制造、劳动力流动与制造业转型升级[J].统计与决策,2020,36(23):181-184.
- [31]付书科,陈梓清,鲁庭婷,邓倩逸.技术创新对中国制造业竞争力的影响研究[J].商业经济研究,2017,(12):166-168.
- [32]郭家堂,骆品亮.互联网对中国全要素生产率有促进作用吗?[J].管理世界,2016,(10):34-49.
- [33]黄蕊,李雪威.数字技术提升中国旅游产业效率的机理与路径[J].当代经济研究,2021,(02):75-84.
- [34]惠宁,杨昕.数字经济驱动与中国制造业高质量发展[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2022,51(01):133-147
- [35]韩啸.数字技术对产业结构升级的作用机制——基于知识流动中介效应的实证检验[J].商业经济研究,2022,(22):177-180.
- [36]金碚.企业竞争力测评的理论与方法[J].中国工业经济,2003,(03):5-13.
- [37]李伯虎,柴旭东,张霖,侯宝存,刘阳.新一代人工智能技术引领下加快发展智能制造技术、产业与应用[J].中国工程科学,2018,20(04):73-78.
- [38]李金城,周咪咪.互联网能否提升一国制造业出口复杂度[J].国际经贸探索,2017,33(04):24-38
- [39]李俊久,张朝帅.数字要素投入、专业化分工与中国制造业国际竞争力[J].国际经贸探索,2022,38(11):51-65
- [40]李瑞琴,王立勇.数字技术革命促进中国制造业出口贸易高质量发展的机制、挑战和对策[J].国际贸易,2022(11):11-18

- [41]刘平峰,张旺.数字技术如何赋能制造业全要素生产率?[J].科学学研究,2021,39(08):1396-1406
- [42]刘志坚.数字经济发展、科技创新与出口技术复杂度[J].统计与决策,2021,37(17):29-34
- [43]茅锐,张斌.中国的出口竞争力:事实、原因与变化趋势[J].世界经济,2013,36(12):3-28.
- [44]孟凡生,徐野,赵刚.“工业4.0”背景下新能源装备制造企业智能化升级过程及影响机理研究[J].管理评论,2022,34(07):326-338.
- [45]孟凡生,徐野,赵刚.高端装备制造企业向智能制造转型过程研究——基于数字化赋能视角[J].科学决策,2019,(11):1-24.
- [46]潘家栋,肖文.互联网发展对我国出口贸易的影响研究[J].国际贸易问题,2018(12):16-26
- [47]庞瑞芝,张帅,王群勇.数字化能提升环境治理绩效吗?——来自省际面板数据的经验证据[J].西安交通大学学报(社会科学版),2021,41(05):1-10.
- [48]裴长洪.探讨中国走向贸易强国之路——《从贸易大国到贸易强国:影响因素及其效应研究》评介[J].财经问题研究,2022,(04):129.
- [49]戚聿东,刘翠花,丁述磊.数字经济发展、就业结构优化与就业质量提升[J].经济学动态,2020,(11):17-35.
- [50]戚聿东,徐凯歌.新时代十年我国智能制造发展的成就、经验与展望[J].财经科学,2022,(12):63-76.
- [51]齐俊妍,任奕达.数字经济渗透对全球价值链分工地位的影响——基于行业异质性的跨国经验研究[J].国际贸易问题,2021(09):105-121
- [52]钱海章,张强,李帅.“十四五”规划下中国制造供给能力及发展路径思考[J].数量经济技术经济研究,2022,39(01):28-50.
- [53]任同莲.数字化服务贸易与制造业出口技术复杂度——基于贸易增加值视角[J].国际经贸探索,2021,37(04):4-18
- [54]沈洋,魏丹琪,周鹏飞.数字经济、人工智能制造与劳动力错配[J].统计与决策,2022,38(03):28-33.
- [55]唐红祥,张祥祯,吴艳,贺正楚.中国制造业发展质量与国际竞争力提升研究

- [J]. 中国软科学, 2019, (02):128-142.
- [56]陶春海, 汤晓军. 中国制造业产品出口竞争力的评价研究[J]. 东岳论丛, 2015, 36(09):186-190.
- [57]陶永, 蒋昕昊, 刘默, 刘继红, 赵罡. 智能制造和工业互联网融合发展初探[J]. 中国工程科学, 2020, 22(04):24-33.
- [58]佟家栋, 杨俊. 互联网对中国制造业进口企业创新的影响[J]. 国际贸易问题, 2019(11):1-15
- [59]王德祥. 数字经济背景下数据要素对制造业高质量发展的影响研究[J]. 宏观经济研究, 2022(09):51-63+105
- [60]王军, 张毅, 马骁. 数字经济、资源错配与全要素生产率[J]. 财贸研究, 2022, 33(11):10-26
- [61]王俊, 陈国飞. “互联网+”、要素配置与制造业高质量发展[J]. 技术经济, 2020, 39(09):61-72
- [62]王可, 李连燕. “互联网+”对中国制造业发展影响的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(06):3-20.
- [63]王婷, 廖斌, 杨承诚. 大数据驱动的绿色智能制造模式及实现技术[J]. 重庆大学学报, 2020, 43(01):64-73.
- [64]卫迎春, 李凯. 我国制造业国际市场竞争力的发展趋势及其决定因素的实证分析[J]. 国际贸易问题, 2010, (03):99-104.
- [65]吴敏洁, 徐常萍, 唐磊. 制造业集聚、智能制造与劳动力流动[J]. 统计与决策, 2022, 38(17):155-159.
- [66]吴友群, 卢怀鑫, 王立勇. 制造业数字化投入对全球价值链分工的影响——基于制造业行业的实证分析[J]. 中国科技论坛, 2022(09):85-94+117
- [67]夏杰长, 徐紫嫣, 姚战琪. 数字经济对中国出口技术复杂度的影响研究[J]. 社会科学战线, 2022(02):65-75
- [68]谢莉娟, 庄逸群. 互联网和数字化情境中的零售新机制——马克思流通理论启示与案例分析[J]. 财贸经济, 2019, 40(03):84-100.
- [69]谢卫红, 林培望, 李忠顺, 郭海珍. 数字化创新: 内涵特征、价值创造与展望[J]. 外国经济与管理, 2020, 42(09):19-31.

- [70]邢小强,周平录,张竹,汤新慧. 数字技术、BOP 商业模式创新与包容性市场构建[J]. 管理世界, 2019, 35(12):116-136.
- [71]徐星,惠宁,崔若冰,韩先锋. 数字经济驱动制造业高质量发展的影响效应研究——以技术创新效率提升与技术创新地理溢出的双重视角[J]. 经济问题探索, 2023(02):126-143
- [72]许清清,董培超,路兰. 智能制造驱动劳动密集型产业转型实证研究[J]. 福建论坛(人文社会科学版), 2020, (07):25-38.
- [73]阎世平,武可栋,韦庄禹. 数字经济发展与中国劳动力结构演化[J]. 经济纵横, 2020, (10):96-105.
- [74]姚战琪. 数字经济对我国制造业出口竞争力的影响及其门槛效应[J]. 改革, 2022(02):61-75
- [75]姚战琪. 数字贸易、产业结构升级与出口技术复杂度——基于结构方程模型的多重中介效应[J]. 改革, 2021(01):50-64
- [76]尹洪英,李闯. 智能制造赋能企业创新了吗?——基于中国智能制造试点项目的准自然试验[J]. 金融研究, 2022, (10):98-116.
- [77]余姗,樊秀峰,蒋皓文. 数字经济对我国制造业高质量走出去的影响——基于出口技术复杂度提升视角[J]. 广东财经大学学报, 2021, 36(02):16-27
- [78]詹晓宁,欧阳永福. 数字经济下全球投资的新趋势与中国利用外资的新战略[J]. 管理世界, 2018, 34(03):78-86.
- [79]周勇,吴海珍,韩兆安. 数字经济对制造业转型升级的影响[J]. 统计与决策, 2022, 38(20):122-126
- [80]卓乘风,邓峰. 互联网发展如何助推中国制造业高水平“走出去”?——基于出口技术升级的视角[J]. 产业经济研究, 2019(06):102-114

后 记

写到这里意味着硕士三年的生活即将结束，感慨良多，庆幸又不舍。幸于熬过去了，又不舍友人分别。李雪琴说过分别是这世上第二浪漫的事情，而重逢是第一浪漫的事情。这三年遇到很多喜欢又敬重的人，和你们在一起的时光全都很耀眼。期待往后某天，天气刚刚好，我们重逢。

感谢恩师王必达，老师学术态度严谨认真，为人随和，对学生细心照顾，感谢他在学习道路中给我的帮助和指导。每周的组会为我们指引方向，从论文的选题到写作，老师都耐心地指导我，是我学术上的启蒙老师。还记得老师春节的祝福语，所得皆所愿，所行皆坦途，也衷心祝福老师万事胜意，桃李满天下！

感谢我的兰财白羊第一好和双子第一好，帮我驱散了很多的烦恼。感谢民姐霜哥露宝儿的腾讯会议教学，给我提供了莫大的帮助，减轻了我的许多焦虑。还想感谢我的家人给予我的帮助与支持，在他们这里我可以永远当一个长不大的孩子。感谢我的隐婚夫毛不易，用音乐治愈着焦躁的我，挚友张优秀远程安抚我不稳定情绪。我真的不是一个传统意义上努力上进的人，喜欢的鸡汤也都是你不用优秀，会有人爱你。我知道现实里有许多的不得已，但还是希望大家都能勇敢做自己，喜欢什么就去尝试，爱生活爱世界。

伴随着毕业论文写作的结束，我的研究生生活也即将画上完美的句号。感恩国家，感恩社会，感恩所有相遇，我将重新出发，奔赴美好前程。马龙出征冬奥前回答如果卫冕最想对自己说的话是“马龙，你的美丽人生才刚刚开始！”。朋友，我们的美丽人生也才刚刚开始。