

分类号
U D C

密级
编号 10741



硕士学位论文

论文题目 中国制造业 GVC 地位的测度及其对
GTFP 的影响研究

研究生姓名: 王玉峰

指导教师姓名、职称: 傅德印、教授

学科、专业名称: 应用经济学、统计学

研究方向: 社会经济统计

提交日期: 2024 年 6 月 3 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： 王峰 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 傅永印 签字日期： 2024.6.3

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： 王峰 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 傅永印 签字日期： 2024.6.3

**Measurement of the global value chain
position of China's manufacturing industry
and its impact on green total factor
productivity**

Candidate :Wang Yufeng

Supervisor: Fu Deyin

摘要

随着世界经济全球化的加深,全球价值链(GVC)在世界范围内得以兴起和繁荣发展,我国作为发展中国家和世界人口大国,凭借低成本的劳动力优势,通过加工、组装等劳动密集型生产活动积极参与全球价值链分工,促进了我国制造业的快速发展。但同时我国还处于价值链分工中下游环节,制造业行业飞速发展的同时也带来了资源损耗加剧、环境污染严重的问题,因此我国亟须寻找一条既能提高中国制造业全球价值链地位,又能同时实现绿色低碳发展的新途径。

在此背景下,本文研究了全球价值链地位对我国制造业绿色全要素生产率(GTFP)的影响。本文首先进行了文献综述和理论梳理,厘清了全球价值链地位和绿色全要素生产率的概念和测度方法,以及前者对后者的影响效应;其次通过 UIBE GVC 数据库测量了我国制造业行业的 GVC 地位指数,并利用 SBM-GML 模型测算了我国制造业行业的 GTFP;然后实证研究 GVC 地位对我国制造业 GTFP 的影响,并得出以下结论:第一,GVC 地位对 GTFP 的提升具有显著促进作用,外商直接投资、劳动人员科研水平、研发投入、企业所有制结构具有促进作用;第二,通过构建技术进步(RD),产业结构(IS),行业规模(SE),环境规制(EN)四个机制变量进行机制检验,得出技术进步和产业结构是 GVC 地位影响 GTFP 提升的作用途径,具有正向促进作用;第三,通过行业异质性检验,得出我国劳动密集型行业和技术密集型行业 GVC 地位指数对 GTFP 具有显著促进作用,资本密集型行业不具有显著促进作用。最后,根据研究结论,从优化产业结构、促进技术创新、加强国际合作、优化能源消耗结构等四个方面提出可行性政策建议。

关键词: 全球价值链地位 绿色全要素生产率 SBM-GML 模型 制造业

Abstract

With the deepening of the world economic globalization, the global value chain (GVC) has risen and flourished in the world. China, as a developing country and the world's populous country, with the advantage of low-cost labor, actively participates in the global value chain division of labor through processing, assembly and other labor-intensive production activities, and promotes the rapid development of China's manufacturing industry. However, at the same time, China is still in the middle and downstream links of the value chain division, and the rapid development of the manufacturing industry has also brought about the problem of increased resource loss and serious environmental pollution. Therefore, China urgently needs to find a new way to improve the position of China's manufacturing industry in the global value chain and realize green and low-carbon development at the same time.

In this context, this paper studies the influence of global value chain position on the green total factor productivity of China's manufacturing industry. First of all, this paper makes a literature review and theoretical review, and clarifies the concepts and measurement methods of global value chain position and green total factor productivity, as well as the influence of the former on the latter. Secondly, this paper measures the GVC status index of the manufacturing industry in our country through UIBE GVC database, and uses SBM-GML model to measure the GTFP of the manufacturing industry in our country. Then we empirically study the effect of GVC status on GTFP in China's manufacturing industry, and draw the following conclusions: First, GVC status has a significant role in promoting GTFP, foreign direct investment, labor scientific research level, investment in research and development, enterprise ownership structure; Secondly, through the establishment of four mechanism variables of technological progress (RD), industrial structure (IS), industry scale (SE) and environmental regulation (EN), the mechanism test is conducted, and it is concluded that technological progress and industrial structure are the role of GVC status to affect the improvement of GTFP, and have a positive promoting effect. Third, through the

industry heterogeneity test, it is concluded that the GVC status index of China's labor-intensive and technology-intensive industries has a significant promoting effect on GTFP, while the capital-intensive industries have no significant promoting effect. Finally, according to the research conclusions, feasible policy suggestions are put forward from four aspects: optimizing industrial structure, promoting technological innovation, strengthening international cooperation and optimizing energy consumption structure.

Keywords: Global Value Chain Status; Green Total Factor Productivity; SBM-GML Model; Manufacturing

目 录

1 引言	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 研究内容与研究方法.....	2
1.3.1 研究内容.....	2
1.3.2 研究方法.....	5
1.4 文章创新点.....	5
2 文献综述	6
2.1 全球价值链相关研究.....	6
2.1.1 全球价值链的概念.....	6
2.1.2 全球价值链的测度.....	6
2.2 绿色全要素生产率相关研究.....	8
2.2.1 绿色全要素生产率影响因素研究.....	8
2.2.2 绿色全要素生产率的测度.....	9
2.3 全球价值链地位与绿色全要素生产率相关研究.....	10
2.3.1 全球价值链地位对全要素生产率的影响.....	10
2.3.2 全球价值链地位对绿色全要素生产率的影响.....	11
2.4 文献述评.....	12
3.理论基础	13
3.1 全球价值链发展的理论基础.....	13
3.1.1 比较优势理论.....	13
3.1.2 产业组织理论.....	13
3.1.3 技术进步理论.....	14

3.1.4 人力资本理论.....	14
3.2 绿色全要素生产率发展的理论基础.....	14
3.2.1 可持续发展理论.....	15
3.2.2 内生增长理论.....	15
3.3 全球价值链地位对绿色全要素生产率影响的理论机制研究.....	16
3.3.1 正向促进机制.....	16
3.3.2 负向抑制机制.....	18
4 中国制造业全球价值链地位及绿色全要素生产率的测度.....	20
4.1 中国制造业全球价值链地位的测算.....	20
4.1.1 测算方法.....	20
4.1.2 行业分类.....	21
4.1.3 整体行业的全球价值链地位指数.....	22
4.1.4 细分行业的全球价值链地位指数.....	23
4.2 中国制造业绿色全要素生产率的测算.....	27
4.2.1 测算方法.....	27
4.2.2 整体行业的绿色全要素生产率指数.....	31
4.2.3 细分行业的绿色全要素生产率指数.....	32
5 全球价值链地位对绿色全要素生产率影响的实证分析.....	35
5.1 模型构建、变量说明与数据来源.....	35
5.1.1 模型设定.....	35
5.1.2 变量说明.....	35
5.1.3 数据来源.....	37
5.1.4 描述性统计.....	38
5.2 实证结果分析.....	39
5.2.1 基准回归结果.....	39
5.2.2 稳健性检验.....	40
5.2.3 行业异质性检验.....	42

5.2.4 机制检验.....	44
6 结论与建议	49
6.1 研究结论.....	49
6.2 政策建议.....	50
参考文献	53
致谢.....	59

1 引言

1.1 研究背景

随着世界经济全球化和一体化的加深，国家间贸易往来密切，生产要素流动不断加强，全球价值链（Global Value Chain,GVC）在世界范围内得以兴起和繁荣发展。发达国家凭借其科技优势，长期位于产业链高端，主要从事产品设计、开发等核心技术生产环节。我国作为发展中国家和世界人口第二大国，凭借低成本的劳动力优势，通过加工、组装等劳动密集型生产活动积极参与全球价值链分工。然而在享受参与全球价值链带来的学习效应和技术溢出效应的同时，中国制造仍然存在大而不强，缺乏自主创新能力等问题，甚至被发达国家采取“低端锁定”策略，从而使得我国在全球价值链分工中长期处于中低端生产环节。

制造业作为我国的立国之本、强国之基，是推动国家经济发展的核心支柱产业。党的二十大报告指出，要加快建设制造强国，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。通过参与全球价值链分工，我国制造业发展得到了技术提升和经济利润提高的双重效应。然而制造业的强大基数增长，导致我国企业能耗和碳排放量大幅上升。同时由于我国长期处于全球价值链低端环节，一些污染程度高的生产环节往往会伴随着技术溢出一起转移到发展中国家，使得我国环境污染日益加剧，从而造成了全球变暖、各种极端天气和自然灾害频繁发生。为此，我国亟须寻找一条既能提高中国制造业全球价值链参与地位，又能同时实现绿色低碳发展的新途径。

我国积极承担环境保护的责任，在第 75 届联合国大会上提出“2030 碳达峰、2060 碳中和”目标，加快促进制造业转型升级与实现绿色低碳发展，从而促进整个社会经济高质量发展。而绿色全要素生产率是衡量社会经济绿色、高质量发展的重要指标，可以通过提高绿色全要素生产率来促进我国制造业绿色发展。我国制造业在参与全球价值链分工的过程中，全球价值链参与地位在一定程度上对制造业绿色全要素生产率产生促进或者抑制作用，因此可以深入研究全球价值链嵌入地位对制造业绿色全要素生产率产生何种影响，具体影响机制是什么，通过对这些问题的考察，既有利于我国全球价值链分工地位攀升，也能促进我国制造业

绿色全要素生产率提升，最终推进中国生态文明建设和经济社会全面绿色转型。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

全球价值链（GVC）理论是关于产品和服务在全球范围内如何创造和交付价值的框架。然而，过去的研究主要集中在经济增长、贸易平衡等传统领域，对绿色要素的深入研究相对较少。本论文通过关注全球价值链嵌入地位与中国制造业绿色全要素生产率的关系，强调了全球价值链中绿色元素的重要性，这有助于深化全球价值链理论，为理解全球产业网络中的环境可持续性提供新的理论视角。本文首先梳理了全球价值链发展的理论基础，主要包括比较优势理论、产业组织理论、技术进步理论和人力资本理论，然后研究了绿色全要素生产率发展的相关理论，主要包括可持续发展理论和内生增长理论，最后厘清了前者对后者的具体影响机制，主要包括参与全球价值链带来的技术效应、规模效应、结构效应、环境效应，通过四个维度分别探究对绿色全要素生产率的影响机理，本文的研究将能够进一步丰富相关理论。

1.2.2 现实意义

中国作为全球制造业的中流砥柱，其制造业的绿色升级不仅关系到国内经济的健康发展，还对全球环境可持续性产生深远影响。通过研究全球价值链嵌入地位对中国制造业绿色全要素生产率的影响，能够为提高中国制造业竞争力和可持续发展水平提供科学依据。通过优化全球价值链的结构，中国制造业可以更好地整合全球资源，提高绿色技术的应用水平，从而推动全球产业链的绿色升级。此外，论文研究结果还有助于政府制定更为精准的产业政策，引导企业朝着更环保、更高效的方向发展，实现经济与环境的双赢。因此，本研究对中国乃至全球经济的可持续发展都具有积极而深远的现实意义。

1.3 研究内容与研究方法

1.3.1 研究内容

本文共包括六章，每一章内容如下：

第一章为引言。主要包括研究背景、研究意义、研究内容与方法、技术路线图以及文章的创新点。

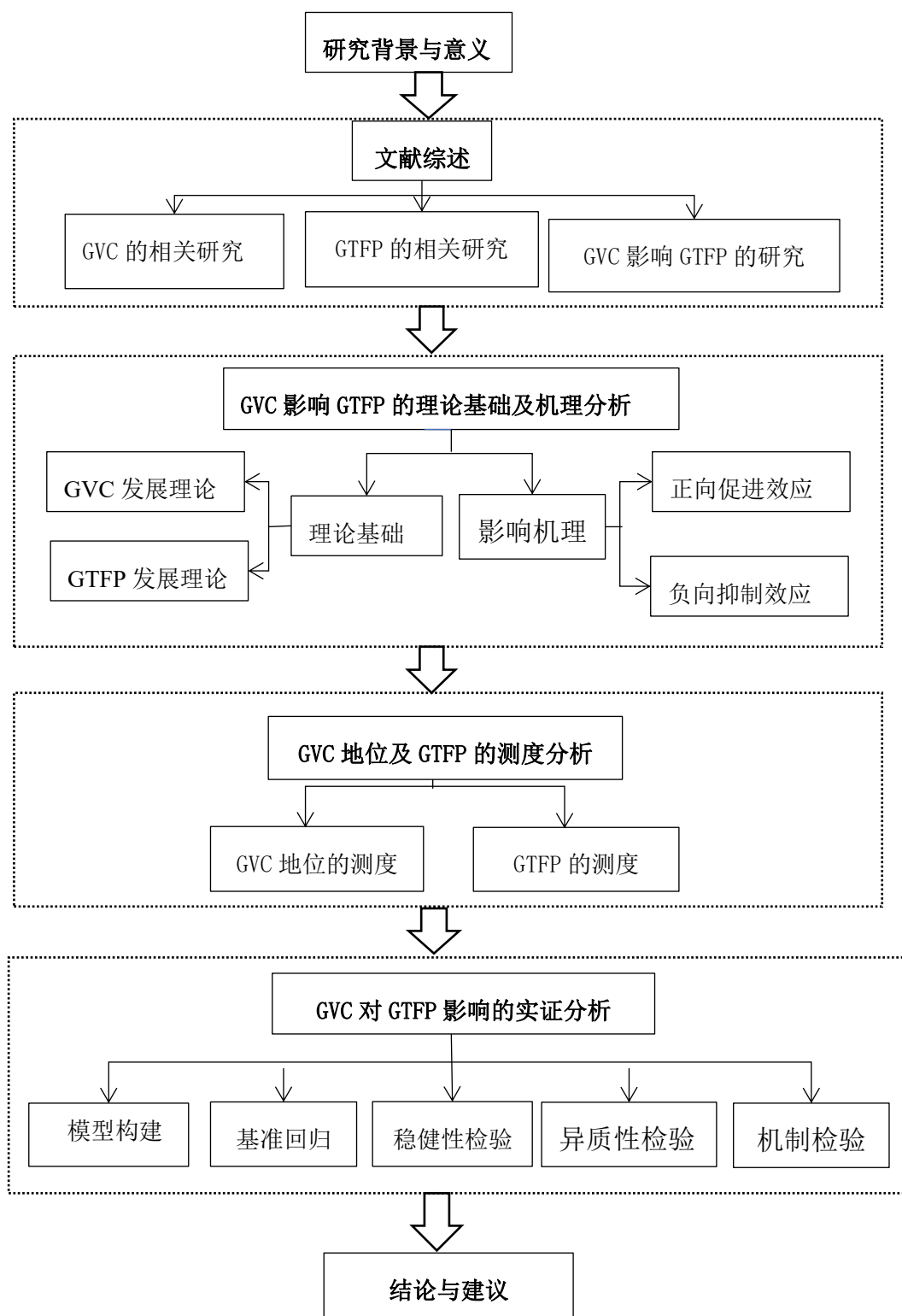
第二章为文献综述。首先梳理了国内外学者对于全球价值链的概念和测度方法；接着对绿色全要素生产率进行文献综述，主要包括其影响因素和测度方法；其次把全球价值链和绿色全要素生产率纳入同一框架，先梳理了全球价值链和全要素生产率间的关系，再梳理了全球价值链和绿色全要素生产率间的关系；最后对文献进行评述。

第三章为 GVC 地位对 GTFP 影响的理论基础及机理分析。首先论述全球价值链发展的理论基础；然后论述绿色全要素生产率发展的理论基础；最后分析 GVC 地位对 GTFP 影响的理论机制效应，主要包括正向促进效应和负向抑制效应。

第四章为中国制造业全球价值链地位及绿色全要素生产率的测度。对于全球价值链部分，首先介绍出口增加值的生产分解模型以及全球价值链地位指数的含义、测算方法和公式，其次明确国际标准分类的制造业细分行业，并基于对外经贸大学发布的全球价值链数据库（UIBE GVC）中的亚洲开发银行投入产出数据库（ADB-MRIO2021）对其进行测算，最后从行业整体和细分行业进行分析；对于绿色全要素生产率部分，先介绍 SBM 函数和 GML 生产率指数的含义以及测算公式，然后对国民经济行业标准分类的中国制造业细分行业进行分类整理，接下来采用 SBM-GML 模型测算绿色全要素生产率，并从行业整体和细分行业进行分析。

第五章为实证分析。首先介绍了变量的选取、数据来源以及描述性统计；其次对 GVC 地位和 GTFP 以及控制变量构成的面板数据进行线性回归分析，根据模型分析前者对后者的影响；接下来通过替换被解释变量、添加控制变量和缩尾处理进行稳健性检验；然后对于劳动、资本和技术密集型制造业行业进行异质性分析；最后根据第三章的机理分析分别选取机制变量进行回归，验证 GVC 地位对 GTFP 的影响是否存在上述效应。

第六章为结论和建议。总结前面各章的研究结果，得出综合性结论，然后根据制造业行业发展现状提出一些具有针对性和可行性的建议措施。



1.1 技术路线图

1.3.2 研究方法

(1) 文献归纳法

本文通过阅读大量文献，确定文章切入点，构建本文研究框架。文章首先梳理了全球价值链相关概念及四种主要测度方法；其次对绿色全要素生产率进行研究，主要包括其影响因素分析和测度研究；然后把二者纳入同一框架进行研究，由于学者们对于全球价值链与绿色全要素生产率的研究较为缺乏，因此在此之前先对全球价值链与全要素生产率进行了研究；最后对上述文献的研究思路、结构框架和实证方法进行归纳整理，在现有研究基础上进行补充完善。

(2) 实证分析法

首先收集《中国工业统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》以及国家统计局发布的相应数据资料，基于 Wang 等（2017a；2017b）提出的贸易出口增加值分解方法和对外经贸大学发布的全球价值链数据库（UIBE GVC）中的亚洲开发银行投入产出数据库（ADB-MRIO2021），测算全球价值链地位指数。然后构建投入产出指标，采用 SBM-GML 模型测算出中国制造业的绿色全要素生产率。最后构建基准回归模型进行实证分析，并进行稳健性检验、异质性检验，构建机制模型进行影响机制检验。

1.4 文章创新点

第一，从研究内容上，本文通过梳理出全球价值链地位对绿色全要素生产率的具体影响效应，设立技术效应、结构效应、规模效应、环境效应等四个相对应的机制变量进行机制效应分析，进一步厘清了 GVC 地位对 GTFP 产生的作用机制。第二，从研究视角上，对于绿色全要素生产率的研究大多数是从省域层面或微观企业层面展开，对于行业层面的研究也主要集中在工业层面，而本文在全球价值链视角下对制造业细分行业的绿色全要素生产率进行研究，为现有研究提供了有益的补充。第三，对于 GVC 地位指数的研究，多数学者采用的是世界投入产出数据库（WIOD）的数据，数据最新到 2014 年，本文的 GVC 地位指数相关数据主要来源于 UIBE GVC 数据库中的亚洲开发银行投入产出数据（ADB-MRIO2021），数据最新年份到 2021 年。

2 文献综述

2.1 全球价值链相关研究

2.1.1 全球价值链的概念

学术界对于全球价值链理论的发展进行了不断地拓展和完善。Michael Porter (1985) 在《竞争优势》一书中最早提出了价值链概念。他认为企业为实现经营目标、创造价值所展开的各种活动,例如产品的生产、加工、销售以及服务等构成了企业的价值链。而 Kogut (1985) 则从宏观角度认为国家的比较优势决定了整个价值链的生产经营活动在国家和地区之间如何分布,但企业具体参与价值链哪一环节则是由其自身的竞争优势决定。Gereffi (1995) 提出了全球商品链 (GCC) 的概念,他认为随着经济的全球化,国际商品的研发、加工、销售环节涉及到不同的跨国企业和组织,这种跨国组织生产系统便构成了全球商品链。随后 Gereffi (2001) 首次提出全球价值链 (Global Value Chain, GVC) 的概念,即全球范围内商品从原料到最终产品的各个生产经营环节所构成的网络。与之前概念不同的是,全球价值链的概念主要侧重于参与的各个国家的利益和价值。联合国工业发展组织 (UNIDO, 2002) 进一步将全球价值链定义为一种全球性跨企业网络组织,通过各种生产经营活动从而实现产品或服务的价值增值。21 世纪初,英国曼彻斯特大学 Neil Core 和 Peter Dicken 等经济地理学者,在前人的基础上提出了全球生产网络。全球生产网络主要研究价值链参与者如何创造、提高、捕获价值和权力,如何保证生产网络的高效有序运行 (王艳华等, 2017)。

综上所述,关于全球价值链的概念演化经历了从价值链到全球商品链再到全球价值链的过程。在全球价值链下,产品往往会被分为研发、生产、销售等不同阶段,具有不同竞争优势的国家往往处于全球价值链的不同环节。

2.1.2 全球价值链的测度

通过文献整理,可以发现国内外学者对于全球价值链的测度方法主要有四种,包括垂直专业化指数、出口技术复杂度指数、上游度指数、出口增加值分解。

Hummels 等 (2001) 首次构建出垂直专业化指数 (VS), 通过计算进口中间

投入在一国出口产品中的比重来衡量该国参与国际分工的程度。垂直专业化程度能够反映国家参与全球化分工过程中使用的国外中间产品的比例(潘文卿和李跟强, 2014)。唐东波(2013)考虑了加工贸易的出口品价值构成,从而测算出中国出口贸易的垂直专业化程度。王锋正等(2020)使用垂直专业化指数测度了中国资源型产业参与全球价值链的具体情况,得出全球价值链对该产业升级表现出“倒U型”的影响。然而垂直专业化指数存在一定的局限性,比如无法辨别不同生产阶段和价值来源。

对于出口技术复杂度指数, Hausman 等(2007)首先提出了包括产品层面和国家层面的出口技术复杂度指数。大多数国家的出口技术复杂度呈现出上升趋势,但是不同国家地区之间存在巨大差异,中国与发达国家之间的出口技术复杂度差距仍然较大(程大中等, 2017; 章秀琴等, 2020)。周贝和李婷(2023)通过 2005-2018 年 OECD-TiVA 的附加值贸易数据对中国农业出口技术复杂度进行测算,得出其呈现波动上升趋势。高运胜等(2021)基于改进的国内增加值出口复杂度指标测算中国制造业出口技术水平,发现全球价值链嵌入对技术密集型制造业行业影响不显著,可能存在价值链低端锁定效应。

Antras 等(2012)构建了行业的上游度和下游度指数,通过测算某产业与最终消费之间的距离来体现国家或行业在该产业链中位置。倪红福和王海成(2022)对中国企业进行实证分析,研究发现中国在 2000 到 2014 年上游度显著提升,加工贸易企业出口上游度低于一般贸易企业,东部地区企业上游度和进出口位置较低。罗伟和吕越(2022)以价值链分工对企业对外直接投资的影响为研究对象,测算了企业的上游度指数,并得出企业价值链上游度越低, OFDI 倾向越高的结论。然而上游度指数存在一定缺陷,它只能说明一国在某一产业中的嵌入位置,不能完整地反映一国参与全球价值链。

对于出口增加值分解方法, Johnson 和 Noguera(2012)提出了增加值出口(VAX)的定义,但他们没有考虑到增加值重复计算部分。随后 Koopman 等(2014)克服了这一缺陷,进一步完善附加值贸易的测算框架(KPWW 方法),将一国或地区的总出口拓展为 9 项不同的增加值和重复核算项。然而, KPWW 方法不能在部门和双边层面进行增加值分解。于是 wang 等(2013)在此基础上提出了 WWZ

模型，将一国总出口分解为国内增加值（DVA）、国外增加值（FVA）、先出口再返回国内的增加值（RVA）和纯重复计算的部分（PDC）。Wang（2017a，2017b）又在 WWZ 的基础上，将 GVC 的分析框架从出口阶段延伸至生产阶段，构建国家和部门、双边、双边和部门三个层面的生产分解框架，并依据价值来源地和最终消费地，将一国总出口增加值分解成 16 个生产部门。

2.2 绿色全要素生产率相关研究

2.2.1 绿色全要素生产率的测度

关于绿色全要素生产率的测度研究经历了不断完善改进的过程。传统的全要素生产率在测算上只考虑了期望产出，而事实上存在如污染排放的非期望产出，从而导致测算结果出现较大误差。为此，Chung 等（1997）提出了方向性距离函数（DDF）并结合生产率指数法，将污染排放作为非期望产出，从而有效解决了这一问题。该模型属于径向的 DEA 模型，存在投入过多和产出不足的问题，因此 Tone（2001）提出了 SBM（Slacks-based Measure）方向距离函数，通过设定松弛变量来解决这一问题。随后 Tone 和 Tsutsui（2010）提出了 EBM（Epsilon-Based Measure）模型，该模型考虑了要素之间的径向与非径向松弛变动，增强了决策单元的相对可比性。然而上述模型并不能反映生产效率的动态变化趋势，于是 Hu 等（2005）通过构建曼奎斯特（Malmquist）指数来研究动态的中国环境全要素生产率。随后 Oh（2010）建立了 Malmquist-Luenberger（ML）指数，解决了指标间存在的不可行解。Du 等（2018）在方向性距离函数基础上进一步改进了 ML 指数，提出了 GML 指数，从全局角度分析绿色全要素生产率的变化情况，有效克服了跨周期 DDF 函数中 ML 指数的不可行解问题。于善波和张军涛（2021）基于 SBM-GML 指数测算了 2015-2019 年长江经济带省域的绿色全要素生产率。孙冬营等（2021）利用 SBM 模型对 26 个长三角城市群的绿色全要素生产率进行了测度，并采用扩展的 STIRPAT 模型分析了其影响因素。杨书等（2022）同样采用 SBM 模型对中国省级层面的绿色全要素生产率进行了测度。徐璋勇和朱睿（2020）将 CO₂ 排放作为非期望产出，运用 SBM-DDF 函数和 Luenberger 生产率指标对中国西部地区的绿色全要素生产率进行了测度研究。陈晓和车治轲

(2018) 同样基于 SBM-DDF 的 Malmquist-Luenberger 指数对中国 30 个省份的绿色生产效率进行测算, 并得出效率水平由东到中再到西逐渐减少。林丽梅等 (2022) 运用超效率 EBM 模型测算了我国环保重点城市的绿色发展效率。

2.2.2 绿色全要素生产率的影响因素研究

当前学术界关于绿色全要素生产率影响因素的研究众多, 通过文献归纳整理, 主要影响因素包括以下几个方面: 环境规制、技术因素、经济因素、对外直接投资。

对于环境规制方面, 大多数学者认为环境规制与绿色全要素生产率呈现倒“U”型关系, 适当的环境规制能促进企业绿色业技术创新, 过度的环境规制则会导致成本提高, 要素价格上涨, 从而抑制企业技术研发, 不利于 GTFP 的提升(殷宝庆, 2012; 朱金鹤和王雅莉, 2019; 杜龙政等, 2019; 张鹤等, 2022)。环境规制对生产率的影响存在时效性, 长期来看环境规制能促进 GTFP 的提升, 短期内则存在抑制作用(李鹏升和陈艳莹, 2019; 黄庆华等, 2018)。

技术因素可以分为技术进步和技术效率两个方面, 而绿色全要素生产率是由技术进步指数和技术效率指数构成。通过整理文献发现, 学者们普遍认为技术进步指数是促进 GTFP 提升的主要因素(李卫兵和涂蕾, 2017; 刘淑茹等, 2020)。毛渊龙和姜国刚(2023)运用 DDF-ML 指数测度了我国 267 个城市的绿色全要素生产率, 得出技术进步指数对 GTFP 的提升作用要优于技术效率指数。孙亚男和杨名彦(2020)运用空间异质性的动态模型对中国省际 GTFP 进行测算, 研究发现北上广等地的 GTFP 提升是技术进步和技术效率提升的共同作用。

经济因素对于 GTFP 的影响主要包括产业结构和经济发展水平两方面。从产业结构来看, 当前产业结构和 GTFP 有显著的负向影响(苏华等, 2022; 黄庆华等 2018)。而产业结构转型升级是绿色全要素生产率提升的重要驱动力(田泽等, 2023; 余硕等, 2020; 张军涛和朱悦, 2023)。从经济发展水平来看, 部分研究集中在数字经济发展水平对绿色全要素生产率的影响(张建和王博, 2023; 蔡玲和汪萍, 2022)。张英浩等(2022)通过实证研究发现数字经济发展水平与城市的 GTFP 呈现“U”型关系。也有部分研究关于金融发展水平与绿色全要素生产

率的影响，史代敏和施晓燕（2022）认为二者存在非线性关系，存在门限效应，而尹子擘等（2021）认为二者之间不是简单的非线性关系，而是呈现“U”型关系。

从对外投资来看，刘乾等（2022）运用交互模型和门槛模型研究发现 OFDI 能显著促进绿色全要素生产率的提升。冯严超等（2021）运用空间计量模型发现 OFDI 对中国 GTFP 的提升存在一定作用，若是考虑 GTFP 的动态效应，FDI 与 OFDI 对于促进 GTFP 的提升在地理上存在协同效应。张伟科和葛尧（2021）认为 OFDI 逆向技术溢出对本地区 GTFP 提高有显著作用。

2.3 全球价值链地位与绿色全要素生产率相关研究

随着经济全球化和国际价值链分工的不断深化，我国作为发展中国家参与价值链分工，通过发达国家的技术溢出从而提升自身技术水平，但同时高能耗、低附加值的生产阶段往往会给我国带来较大的环境污染。而绿色全要素生产率是在传统全要素生产率基础上充分考虑能源投入和环境污染因素，与经济发展状况更加符合。本文先研究了全球价值链地位和全要素生产率之间的关系，然后在此基础上纳入环境、能源因素，研究全球价值链地位对绿色全要素生产率的影响效应，使得研究结果更加全面、充分。

2.3.1 全球价值链地位对全要素生产率的影响

随着 GVC 国际分工体系的完善，众多国内学者开始研究 GVC 嵌入对中国全要素生产率的影响，通过归纳总结，其研究角度主要从行业层面和企业层面进行展开。

从行业层面来看，马建峰和赵田明娣（2022）从行业出口异质和技术异质视角出发，测算了中国制造业 GVC 地位指数，并研究其对 TFP 产生的影响，研究发现 GVC 分工地位对知识技术密集型行业和出口型行业的 TFP 促进作用更强。余东华和田双（2019）测算了中国 13 个制造业的 GVC 地位指数，认为嵌入全球价值链可以通过提升科技资源错配程度，进而推动制造业转型升级。桑丹丹等（2022）结合 WWYZ 方法与 Sup SBM 模型，在环境友好全球价值链视角下，测算了中美各产业的 TFP 和碳排放效率，得出了中国整体产业部门 TFP 及碳排放

效率要低于美国的结论。李宏等（2021）在全球价值链视角下，通过 DEA 方法和随机前沿模型对中国制造业增长效率进行研究，认为中国制造业细分产业的 TFP 大部分呈现负增长状态，且要低于日本、美国等发达国家，主要是由于技术创新差距较大。

从企业层面来看，王钧天（2022）以中国上市公司为例，通过全要素生产率来衡量技术进步，引入非线性平方项模型，研究了 GVC 地位与企业数字化投入间的关系，得出二者之间存在“U”型关系，并且技术进步对这种关系存在显著调节作用。唐青青和王珏（2022）利用企业的上游度指数来刻画企业价值链嵌入位置，并研究其与出口产品质量的关系，结果表明上游度指数可以通过企业全要素生产率，进一步促进企业出口产品质量升级。任志成和张幸（2020）测算了中国微观企业全要素生产率和 GVC 地位指数，认为劳动密集型企业参与 GVC 分工并不能明显提高全要素生产率水平，而资本和技术密集型企业则可以通过参与 GVC 分工有效提升 TFP 水平。吕越等（2017）发现中国企业参与全球价值链可以通过不同效应来提升生产效率，但对于加工贸易企业和国有企业这种效应并不显著，同时 GVC 嵌入和企业生产率之间存在“U”关系。

2.3.2 全球价值链地位对绿色全要素生产率的影响

通过文献归纳整理发现，目前学术界分别对于全球价值链和绿色全要素生产率的研究已经十分丰富，但是将二者纳入同一框架，研究全球价值链对绿色全要素生产率影响的文献数量有限，因此研究二者之间的关系具有一定的新颖性。

大多数学者认为参与全球价值链分工对绿色全要素生产率具有促进作用，且前者对后者的影响机制主要包括技术进步效应、结构效应、规模效应、环境效应等（尹天宝等，2023；程中华和李廉水，2021；许冬兰等，2019）。许冬兰和韩婧彤（2022）利用动态 EBM-Malmquist 指数和区域投入产出表分别测算了中国工业行业的低碳 TFP 指数和 GVC、NVC 嵌入指数，发现国际和国内价值链对低碳 TFP 都有促进作用。范德成和刘凯然（2022）测算了中国工业 GVC 的前后项嵌入度，发现后向嵌入度明显高于前向嵌入度，后项嵌入度与 GTFP 呈现倒“U”型关系，前向嵌入度则完全相反。郑国姣和常冉（2019）以 KPWW 贸易增加值为理论框架对中国装备制造业投入服务化水平和 GTFP 以及二者间的关系进行

了研究,发现 GVC 视角下前者对后者有显著促进作用,且高端化服务投入相比低端服务投入对 GTFP 的促进作用更明显。余泳泽等(2019)测算了中国 230 个地级市的 GVC 嵌入程度,并探讨了其对 TFP 以及 GTFP 的影响,研究发现 GVC 嵌入程度具有空间正相关性,并对 TFP 和 GTFP 都有明显促进作用,但是对 GTFP 的促进作用要小于对 TFP 的促进作用。陈颂和卢晨(2019)基于 SBM 模型和 WIOT 数据实证研究了参与 GVC 产品分工对中国工业环境技术效率的影响机制,发现以中间品进出口两种方式参与 GVC 分工与行业环境技术效率具有显著正相关关系。

2.4 文献述评

通过文献梳理发现,学术界对于全球价值链和绿色全要素生产率问题已分别进行了丰富的研究,并取得一定成果,但仍然可以从以下几方面进行改进:第一,对于全球价值链嵌入指标的选取,大多学者采用垂直专业化指数来衡量全球价值链参与度,对于 GVC 地位指数的研究较少。参与度主要反应的是某经济体的某部门融入全球价值链分工的深浅,GVC 地位指数衡量的是某经济体某部门在全球价值链分工中的上下游地位。通常情况下,GVC 地位越高,GVC 参与度就越高,但参与度高不代表 GVC 地位也高。因此本文选取 GVC 地位指数来考量它们对于 GTFP 产生的影响效应和机制。第二,对于绿色全要素生产率的研究大多数是从省域层面或微观企业层面展开,对于行业层面的研究也主要集中在工业层面,因此有必要对制造业细分行业的绿色全要素生产率进行进一步研究。第三,目前大多研究集中在全球价值链对全要素生产率的影响研究,而对于考虑环境因素的绿色全要素生产率的影响研究较少。因此本文以制造业细分行业为研究对象,构建全球价值链地位指标,纳入环境和能源因素,通过 SBM 函数结合 GML 指数,进一步挖掘全球价值链对绿色全要素生产率的影响和作用机制。

3.理论基础

3.1 全球价值链发展的理论基础

全球价值链的概念演化经历了从价值链到全球商品链再到全球价值链的过程。在全球价值链下,产品往往会被分为研发、生产、销售等不同阶段,具有不同竞争优势的国家往往处于全球价值链的不同环节。全球价值链发展的理论基础涉及国际贸易、产业组织、技术创新以及劳动力等多个经济学领域。

3.1.1 比较优势理论

比较优势理论是全球价值链发展的最早理论基础之一。由大卫·李嘉图提出的这一理论认为,各国应该专注于其相对擅长的产业,通过国际贸易实现资源的最优配置。比较优势理论的核心概念是“相对成本优势”,即一个国家相对于另一个国家在生产某种商品时所具有的成本优势。通过一个简单的例子来说明这一理论:假设英国生产纺织品和葡萄牙生产葡萄酒,英国在生产两种商品上都比葡萄牙高效。然而,如果英国专门生产纺织品,而葡萄牙专门生产葡萄酒,并通过贸易进行交换,两国都可以从这种贸易中获益。在这个例子中,虽然英国在两种商品的生产上都比葡萄牙高效,但由于英国在纺织品生产上的相对优势更大,因此英国选择专注于生产纺织品,而葡萄牙则选择专注于生产葡萄酒。这样一来,两国通过贸易可以获得比各自尝试生产两种商品更多的产品,从而提高了整体经济效益。全球价值链的发展部分得益于比较优势理论,各国可以专注于特定环节,发达国家由于其经济和技术优势主要专注于产品的设计、研发,发展中国家则根据其资源禀赋优势主要参与产品生产、加工和包装等环节,各国形成互补性,从而提高全球生产效率。

3.1.2 产业组织理论

产业组织理论是解释企业行为和产业结构的重要理论,也是全球价值链发展的理论基础之一。该理论强调了市场结构对企业行为和 market 绩效的影响。在全球价值链中,产业组织理论解释了为什么某些企业选择参与跨国生产活动,以及跨国生产如何影响产业结构和 market 绩效。根据产业组织理论,企业在选择生产地点

和参与全球价值链时，会考虑市场结构、竞争程度、进入壁垒等因素。通过参与全球价值链，企业可以利用不同国家和地区的资源优势，降低生产成本，提高效率，实现规模经济和分工的最优组合。因此，产业组织理论对于理解全球价值链发展中企业行为和市场结构的演变具有重要意义。

3.1.3 技术进步理论

技术进步理论是全球价值链发展的重要理论基础之一，强调了技术创新对经济增长和全球产业结构变革的重要作用。在全球价值链中，技术进步理论解释了为什么某些国家或企业能够在全球市场上取得竞争优势。根据技术进步理论，技术的不断进步和创新可以降低生产成本、提高产品质量、拓展产品范围，从而使企业在全世界市场上获得竞争优势。在全球价值链中，技术进步促进了生产方式和生产组织形式的变革，推动了跨国公司在全世界范围内的生产布局和资源分配。因此，技术进步理论对于理解全球价值链发展中技术创新对产业结构和市场格局的影响具有重要意义。

3.1.4 人力资本理论

人力资本理论强调了人力资本对经济增长和产业发展的重要作用。在全球价值链中，人力资本理论解释了为什么某些国家或地区能够在特定产业或领域中取得竞争优势。人力资本是指个体的知识、技能、经验等方面的能力，是一种非物质资本，可以通过教育、培训等方式进行积累和提升。在全球价值链中，人力资本的积累和提升可以提高劳动生产率，推动经济增长和产业升级。一些国家或地区通过加大对教育、培训等方面的投入，提高了劳动者的人力资本水平，从而在全世界价值链中占据了重要的位置。因此，人力资本理论对于理解全球价值链发展中人才培养和人才流动对产业竞争力和全球市场地位的影响具有重要意义。

3.2 绿色全要素生产率发展的理论基础

绿色全要素生产率和经济增长理论之间存在密切的关系。GTFP 是一个衡量经济系统在考虑了环境和资源因素的情况下，产生经济产出的效率的指标。与传统的全要素生产率相比，GTFP 更加注重生产过程中的环境可持续性和资源效率。

3.2.1 可持续发展理论

可持续发展理论强调经济增长应该与社会和环境的可持续性保持平衡，鼓励采用对环境影响更小的生产方式。绿色全要素生产率的概念与可持续发展理论相契合，因为它强调在提高经济产出的同时，需要减少对资源的过度消耗、降低环境污染和碳排放。

环境库兹涅茨曲线（Environmental Kuznets Curve, EKC）是一个描述环境质量与经济发展之间关系的经济学理论。该理论以经济学家西蒙·库兹涅茨的名字命名，他提出了一种关于收入水平和环境质量关系的模型。环境库兹涅茨曲线旨在说明在一定条件下，随着国家收入水平的提高，环境质量可能首先恶化，然后在一定水平后开始改善。曲线的横轴表示国家的经济水平，通常用人均 GDP 表示；纵轴表示环境质量的指标，如二氧化硫排放、空气和水污染指数等。曲线的初始部分通常表现为环境质量随着经济增长的加速恶化，而曲线的后期部分则表现为环境质量随着经济增长的继续提高而逐渐改善。在经济发展的初期，随着工业化和城市化的加速，国家的环境质量可能会恶化，这是因为经济活动的规模和强度增加，导致自然资源过度利用和环境污染。随着我国经济水平的提高，社会开始更加关注环境问题，制定和执行更为严格的环境法规和政策，这种环境保护意识的增强可能导致环境库兹涅茨曲线发生拐点，即环境质量开始逐渐改善。在经济水平达到一定阈值后，环境保护投入可能增加，企业采用更为环保的生产方式，技术创新和生产方式的改变也可能减缓对环境的压力，这一阶段环境质量随着经济增长而改善，从而提高绿色全要素生产率。

3.2.2 内生增长理论

内生增长理论认为技术进步是内生于经济体系的，强调技术创新和知识积累对经济增长的推动作用。而绿色全要素生产率的提高强调了绿色技术的创新和应用，通过发展和采用更环保的技术，可以实现资源更有效利用，推动经济增长。在绿色全要素生产率的背景下，技术创新将更加关注环保技术的研发，包括清洁能源、可再生能源、低碳技术等，从而推动经济向更绿色方向发展。内生增长理论强调技术进步对生产方式的改变，有助于推动清洁生产和循环经济的实践。通

过提高资源利用效率、减少废弃物和污染物的排放，GTFP 得以提高。同时，该理论认为人力资本的积累对经济增长至关重要，在绿色全要素生产率的视角下，人力资本的提升不仅包括一般的教育水平提高，还应包括对环保知识和技能的培训，使人们更加注重可持续发展的理念，种环保素养将有助于促使企业和个人更加注重绿色全要素生产率的提高。

3.3 全球价值链地位对绿色全要素生产率影响的理论机制研究

随着世界经济全球化和一体化的加深，国家间贸易往来密切，生产要素流动不断加强，各国国家通过自身比较优势参与全球价值链分工。一方面，发达国家长期位于产业链高端，通过其技术和资本优势主要从事产品设计、开发等核心技术生产环节。另一方面，发展中国家凭借自身劳动力和资源优势，通过加工、组装等低附加值生产活动积极参与全球价值链分工，不断提高生产效率。在这个过程中，我国作为最大的发展中国家，一方面可以通过技术溢出效应，规模效应，学习效应等方式提高自身研发创新能力，促进我国 GTFP 的提升。但也可能会因为发达国家的低端锁定效应，自身吸收能力限制等多方面因素的影响，从而抑制 GTFP 的提升。通过文献梳理，本文把全球价值链嵌入对我国 GTFP 的影响机制分为正向促进机制和负向抑制机制。

3.3.1 正向促进机制

(1) 技术效应

GVC 嵌入产生的技术进步效应对我国 GTFP 产生的促进作用主要包括以下几个方面：第一、技术溢出效应，GVC 的嵌入通常伴随着跨国公司的直接投资和技术引入，这些公司在全球范围内积累了先进的生产技术和管理经验，在我国制造业中，这些技术和知识的引入可以促使企业采用更为先进、高效、环保的生产技术；第二、学习效应，随着全球价值链的深入嵌入，国内企业有机会通过与跨国公司的合作学习到先进技术，这种技术传播有助于提高国内企业的技术水平，推动技术进步，从而提高绿色全要素生产率；第三、竞争效应，GVC 的嵌入意味着更强烈的国际竞争压力，为了在全球市场中保持竞争力，企业倾向于提高生产效率，通过技术升级、工艺创新等方式，从而实现生产效率的提升；第四，市场

需求效应，GVC 嵌入使得我国经济不断增长，国民收入水平提高，消费者对绿色产品的偏好也在上升，根据环境库茨涅茨曲线，收入水平越高的居民对清洁环境的需求也越高，为了满足市场需求，企业更倾向于采用环保技术，生产绿色产品，从而推动了技术进步与绿色全要素生产率的提高。

（2）规模效应

随着企业融入全球价值链，它们能够更广泛地接触到全球市场，这使得企业面临更大的市场需求，尤其是对于中国这样具有庞大制造基础的国家来说，通过扩大生产规模以满足全球市场需求，企业可以实现成本的规模效益，因为在大规模生产下，单位产品的平均成本往往较低。GVC 的嵌入使得我国制造业能够利用规模效应，通过扩大生产规模、引入先进技术、加强合作与资源共享、迎合全球市场需求等途径，从而促使绿色全要素生产率得以提高。这一过程中，规模效应发挥了重要的作用，推动了产业整体的绿色转型。

（3）结构效应

全球价值链分工在制造业中引发的结构效应主要体现在不同国家会根据自身的产业和资源比较优势进行分工。这种效应可能导致不同国家在全球生产过程中扮演不同的角色，一些国家可能专注于高附加值、资本密集型的环节，而另一些国家则专注于低附加值、劳动密集型的环节。这不平衡的结构分配可能对制造业绿色全要素生产率产生深远影响。高附加值、资本密集型环节通常伴随着较先进的生产技术，可能更容易采用环保创新，提高绿色生产效率。然而，低附加值、劳动密集型环节可能在资源利用和环境影响方面面临挑战。因此，全球价值链分工所引发的结构效应对于不同国家的制造业而言，既提供了绿色技术创新的机遇，又可能带来环境可持续性的挑战。

（4）环境效应

参与全球价值链使得我国制造业能够在全球范围内充分利用资源，通过与其他国家和地区的协同作业，我国制造业可以更有效地配置全球资源，降低资源浪费，提高资源利用效率。为适应国际市场对环保要求的提高和对环保产品的需求，企业不得不采取更严格的环保措施，减少污染物的排放，我国制造业在全球价值链中推动了更多绿色产品的生产，通过采用环保材料、清洁生产技术，企业不仅

满足了市场需求，还推动了整个产业朝着更环保的方向发展。

本文在第五章实证结果分析中，依次将上述四个效应作为全球价值链嵌入影响中国制造业绿色全要素生产率的机制路径，并构建相应的中介变量进行机制检验。

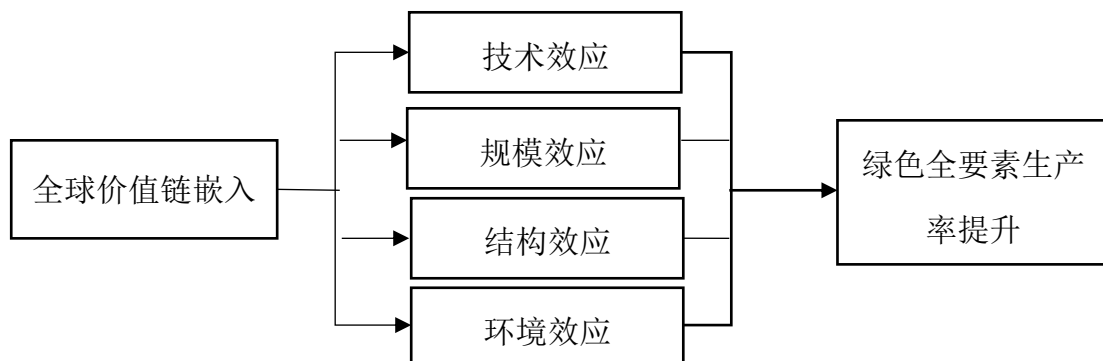


图 3.1 全球价值链嵌入的促进机制

3.3.2 负向抑制机制

(1) 低端锁定效应

在 GVC 分工体系中，我国等发展中国家制造业主要参与一些低附加值、劳动密集型和环境影响较大的生产环节，在迈向高端研发环节过程中，发达国家为巩固其地位，会对我国采取打压、市场排挤、技术封锁等手段，从而使得我国长期处于价值链低端环节。我国在低端锁定中，可能受制于技术壁垒，难以迅速适应和采用先进的绿色技术，这使得我国制造业在环保标准上相对滞后。同时，会导致我国制造业较大程度上依赖传统产业，如劳动密集型、资源密集型产业，这种结构可能使得推动绿色全要素生产率提升的过程更加困难，因为传统产业更难以实现环保和可持续发展。

(2) 污染转移效应

由于发达国家在自身进行产业升级和绿色化的过程中，会逐渐淘汰或转移一些高污染的传统产业，这些产业可能会转移到我国等发展中国家，导致我国在全球价值链中扮演低端、污染较大的角色。同时，发达国家将一些制造环节外包到我国，可能导致我国对原材料和能源的需求急剧增加，这可能引发对资源的过度开发和消耗，加剧对环境的压力。

(3) 自主创新投入不足的抑制效应

在全球价值链中，我国可能更多地扮演着组装、加工等相对低端环节，而核心技术和创新往往来自于发达国家，这种技术上的依赖性使得我国在一定程度上沦为技术的“跟随者”，难以在关键技术领域进行自主创新。同时，为了降低成本和保持竞争力，我国在全球价值链中的一些企业可能更注重降低生产成本，而在研发和创新上投入相对较少，这导致了我国制造业在自主创新方面的投入相对较低，制约了绿色全要素生产率的提升。

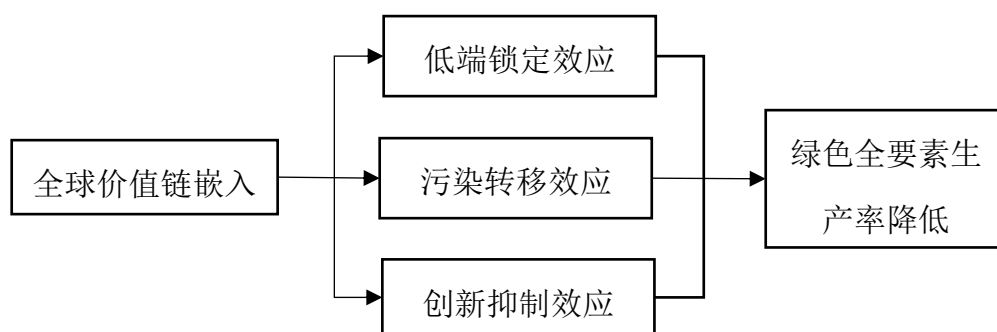


图 3.2 全球价值链嵌入的抑制机制

4 中国制造业全球价值链地位及绿色全要素生产率的测度

随着世界经济全球化和一体化的加深，国家间贸易往来密切，生产要素流动不断加强，全球价值链（Global Value Chain,GVC）在世界范围内得以兴起和繁荣发展。通过参与全球价值链分工，我国制造业发展得到了技术提升和经济利润提高的双重效应，但同时业造成了企业能耗增加，我国的环境污染加剧。本章将分别研究我国制造业行业全球价值链的分工地位和制造业行业的绿色全要素生产率水平，从而为下一章研究二者之间的影响关系做好铺垫。

4.1 中国制造业全球价值链地位的测算

4.1.1 测算方法

根据文献综述的梳理，本文采用出口增加值分解的方法来测算全球价值链地位指数，参考 Wang 等（2017a， 2017b）的做法，把出口贸易总额分解为 16 个部分，具体如表 4.1。

表 4.1 经济体出口贸易总额分解

货物与服务总出口 (E) (1) - (16)	被国外吸收的国内增加值 (DVA)	最终出口的国内增加值 (DVA_FIN) (1)
		直接被进口国吸收的中间出口的国内增加值 (DVA_INT) (2)
		被进口国生产向第三国出口所吸收的中间出口的国内增加值 (DVA_INTREX) (3-5)
	返回并被本国吸收的国内增加值 (RDV)	返回并被本国吸收的国内增加值 (RDV) (6-8)
	生产本国出口的国外增加值 (FVA)	以最终产品出口的国外增加值 (FVA_FIN) (11-12)
		以中间产品出口的国外增加值 (FVA_INT) (14-15)
	纯重复计算部分 (PDC)	来自国内账户的纯重复计算 (DDC) (9-10)
		来自于国外账户的纯重复计算 (FDC) (13) (16)

资料来源：UIBE GVC 数据库

然后根据 Koopman 等（2010）的研究，构建全球价值链地位指数的测算方法：

$$\begin{aligned}
 GVC_{Po_{ir}} &= \ln \left(1 + \frac{IV_{ir}}{E_{ir}} \right) - \ln \left(1 + \frac{FV_{ir}}{E_{ir}} \right) \\
 &= \ln \left[1 + \frac{DVA_INT_{ir}}{E_{ir}} \right] - \ln \left[1 + \frac{FVA_FIN_{ir} + FVA_INT_{ir}}{E_{ir}} \right] \quad (4.1)
 \end{aligned}$$

其中, E_{ir} 表示 r 国 i 部门的货物与服务总出口额; IV_{ir} 表示总出口贸易额中所包含的国内中间产品增加值; FV_{ir} 表示总出口贸易额中所包含的国外附加值; DVA_INT_{ir} 表示被进口国生产向第三国出口所吸收的国内增加值; FVA_FIN_{ir} 表示一国最终产品出口中包含的国外增加值; FVA_INT_{ir} 表示一国中间产品出口中包含的国外增加值。

一般而言, 全球价值链地位指数位于 -1 到 1 之间, 值越大表明在全球价值链分工中处于上游环节, 主要从事产品设计、研发等高附加值活动, 值越小则表明处于价值链分工下游环节, 主要依靠从其他国家进口中间产品进行生产、加工等低附加值活动。

4.1.2 行业分类

本文的全球价值链地位指数相关数据主要来源于对外经贸大学发布的全球价值链数据库 (UIBE GVC) 中的亚洲开发银行投入产出数据库 (ADBMRIO2021), 该数据库采用的行业分类标准为国际标准行业分类 (ISIC/Rev.3), 时间范围为 2007 年到 2021 年, 共有 47 个经济体, 35 个行业, 制造业细分为 14 个行业, 参考程中华 (2021) 和戴翔 (2018) 对制造业行业的分类标准, 将其归为劳动密集型, 资本密集型和技术密集型三大类行业, 以便分析。具体如表 4.2。

表 4.2 制造业细分行业

行业代码	英文名称	中文名称	类型
C03	Food, Beverages and Tobacco	食品、饮料和烟草	劳动密集型
C04	Textiles and Textile Products	纺织及纺织产品	劳动密集型
C05	Leather, Leather and Footwear	皮革、及鞋类制品业	劳动密集型
C06	Wood and Products of Wood and Cork	木材及木材产品和软木制品	劳动密集型
C07	Pulp, Paper, Paper, Printing and Publishing	纸浆、造纸、纸制品、印刷出版	劳动密集型
C08	Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	焦炭、精炼石油和核燃料	资本密集型
C09	Chemicals and Chemical Products	化学原料及化工产品制造业	资本密集型
C10	Rubber and Plastics	橡胶和塑料制品业	资本密集型
C11	Other Non-Metallic Mineral	非金属矿物制品业	资本密集型
C12	Basic Metals and Fabricated Metal	金属及加工金属制品业	资本密集型
C13	Machinery, Nec	机械设备、其他	技术密集型
C14	Electrical and Optical Equipment	电气和光学设备	技术密集型
C15	Transport Equipment	运输设备制造业	技术密集型
C16	Manufacturing, Nec; Recycling	其他制造业及资源回收	劳动密集型

资料来源: 作者根据 UIBE GVC 的 ADBMRIO 数据库整理获得

4.1.3 整体行业的全球价值链地位指数

(1) 分时间段看

制造业行业整体的全球价值链地位指数基本为负值，仅在 2015 年为正值，2016-2017 年接近于 0，表明在这几个年份我国地位指数处于价值链分工中上游环节，更多的向其他国家出口中间产品，赚取了更多的附加值。整体变化趋势为“W”型，在 2008-2011 年呈现下降趋势，这可能是由于 2008 年全球的金融危机影响，全球经济持续低迷，处于下行趋势，导致中间产品出口动力较弱。2011-2015 年地位指数开始回升，这与全球经济的复苏具有一定关系，同时这段时期处于我国对外贸易发展“十二五”规划期间，我国出口产业体系日益完备，综合优势进一步增强，新的外贸增长点不断涌现，中西部和沿边地区外贸增长势头强劲，这为我国在参与全球价值链分工中提供了较大优势。2017-2019 年制造业地位指数又有一个下降的趋势，这可能与这段时期中美间的贸易摩擦存在一定关系，美国对中国科技企业的制裁和对特定商品进出口的限制，这不仅导致了双方贸易额下降，也给全球供应链带来了负面影响。2019 年后我国制造业全球价值链地位指数又逐步开始上升，具体见图 4.1。

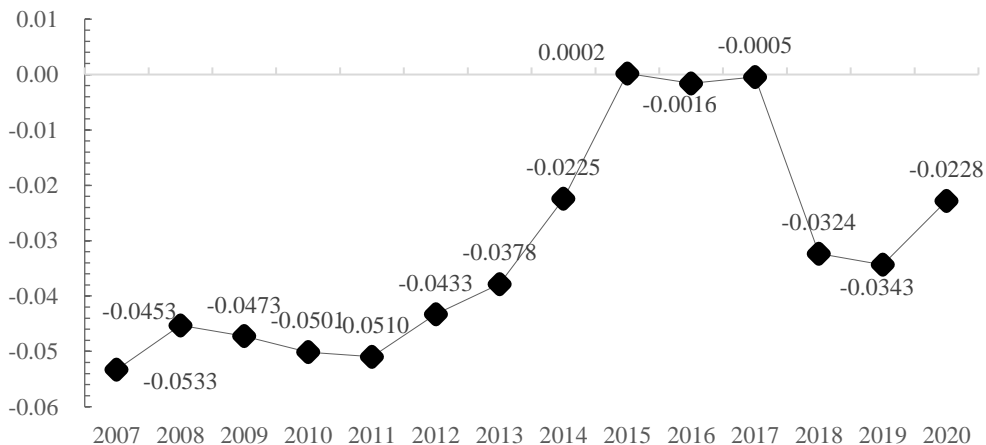


图 4.1 2007-2020 年我国制造业行业 GVC 地位指数

(2) 分不同行业看

从制造业不同行业来看，可以发现绝大部分行业的地位指数平均值都小于 0，只有纺织及纺织产品，纸浆、造纸、纸制品、印刷、出版，橡胶和塑料制品业，

其他制造业及资源回收这四个行业的地位指数平均值大于 0，表明这些行业在 2007-2020 年这段时期整体处于价值链分工上游环节，更多的通过向其他国家出口中间产品来参与国际分工，从而赚取更多的附加值。在地位指数为负值的行业中，运输设备制造业和焦炭、精炼石油和核燃料制造业数值最小，处于分工弱势地位。木材及木材产品和软木制品，化学原料及化工产品制造业的地位指数相对其他为负值的行业来说，地位指数更高，通过加强研发设计、品牌营销等战略，价值链分工地位有望迈向上游位置，具体见图 4.2。

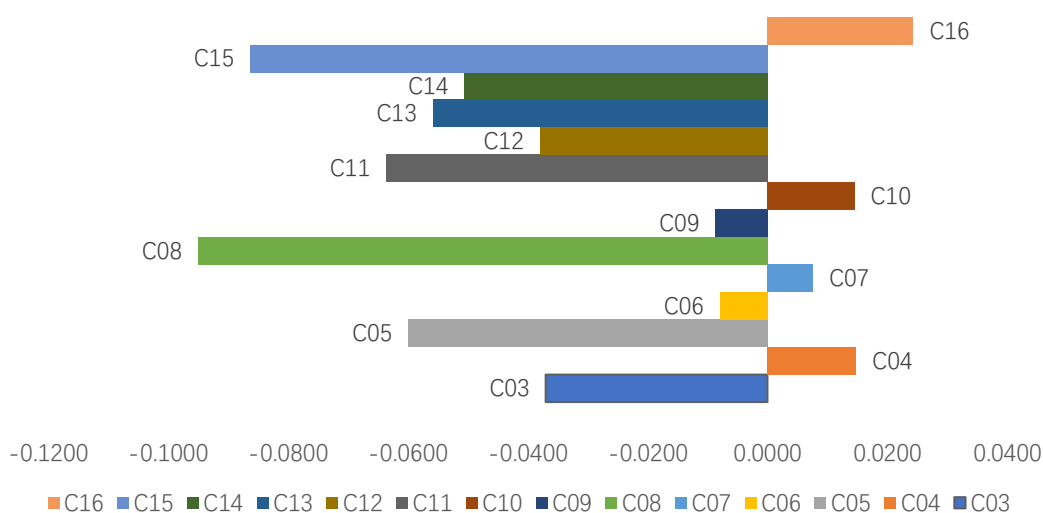


图 4.2 2007-2020 年我国制造业不同行业整体 GVC 地位指数

4.1.4 细分行业的全球价值链地位指数

通过计算得到 2007-2020 年我国 14 个制造业各行业的全球价值链地位指数，具体分析如表 4.3。（由于表格篇幅限制，本文仅列出部分年份）。

与 2007 年相比，2020 年我国 14 个行业大部分的全球价值链地位指数变化趋势为上升状态，其中有 10 个行业变化量为正，4 个为负，这表明我国制造业行业在全球价值链分工中的地位在逐渐提升。然而从近几年来看，我国大部分行业全球价值链地位指数依然为负值，2020 年有 9 个行业的地位指数为负值，5 个行业为正值，这表明我国制造业仍旧处于全球价值链的中低端环节，依然存在大而不强的问题。从不同类型的行业来看，三大类型的制造业行业 GVC 地位指数存在明显差异，我国劳动密集型行业的价值链地位指数最大，资本密集型行业次

之，而技术密集型行业最小，都为负值，这表明当前我国制造业还是以低附加值的劳动和资本密集型为主，诸如计算机、精密仪器、电子产品等高技术行业还有待提高，具体细分行业见表 4.3。

表 4.3 2007-2020 年我国制造业各行业 GVC 地位指数

行业	2007	2010	2013	2016	2018	2019	2020	变化量
C03	-0.0556	-0.0474	-0.0398	-0.0210	-0.0281	-0.0373	-0.0322	0.0234
C04	-0.0192	0.0025	0.0136	0.0343	0.0206	0.0273	0.0377	0.0568
C05	-0.1243	-0.0948	-0.0530	-0.0215	-0.0468	-0.0491	-0.0388	0.0855
C06	-0.0085	-0.0162	-0.0065	0.0117	-0.0366	-0.0286	-0.0189	-0.0104
C07	-0.0366	-0.0301	-0.0055	0.0605	0.0452	0.0154	0.0307	0.0673
C08	-0.0793	-0.1053	-0.1142	-0.0628	-0.0731	-0.1355	-0.1211	-0.0418
C09	-0.0150	-0.0179	-0.0206	0.0124	-0.0273	-0.0107	0.0090	0.0240
C10	0.0065	-0.0054	0.0187	0.0461	0.0130	-0.0115	0.0010	-0.0055
C11	-0.0885	-0.0874	-0.0699	-0.0394	-0.0326	-0.0468	-0.0511	0.0374
C12	-0.0058	-0.0510	-0.0619	-0.0162	-0.0697	-0.0462	-0.0318	-0.0260
C13	-0.0820	-0.0754	-0.0639	-0.0213	-0.0785	-0.0461	-0.0367	0.0453
C14	-0.1168	-0.0599	-0.0428	0.0019	-0.0762	-0.0686	-0.0528	0.0639
C15	-0.1028	-0.1095	-0.0985	-0.0575	-0.0910	-0.0730	-0.0682	0.0346
C16	-0.0186	-0.0038	0.0147	0.0501	0.0279	0.0298	0.0539	0.0725

资料来源：作者根据计算结果整理得到

（1）劳动密集型行业

在劳动密集型行业中，各行业的整体变化趋势为“倒 U 型”，处于先上升后下降再上升的状态，大部分行业在 16-19 年呈现下降趋势，19-20 年又开始回升，总体为上升状态。纸浆、造纸、纸制品、印刷和出版行业、其他制造业及资源回收行业、纺织及纺织产品行业的全球价值链地位指数要略大于其他行业，且数值大于 0，说明这几个行业处于较高的分工地位，更多的向国外国家出口本国中间产品；木材及木材产品和软木制品次之，皮革、及鞋类制品业，食品、饮料和烟草，地位指数最低，尽管处于上升状态，但始终为负值，仍旧处于分工地位的下游位置，具体见图 4.3。

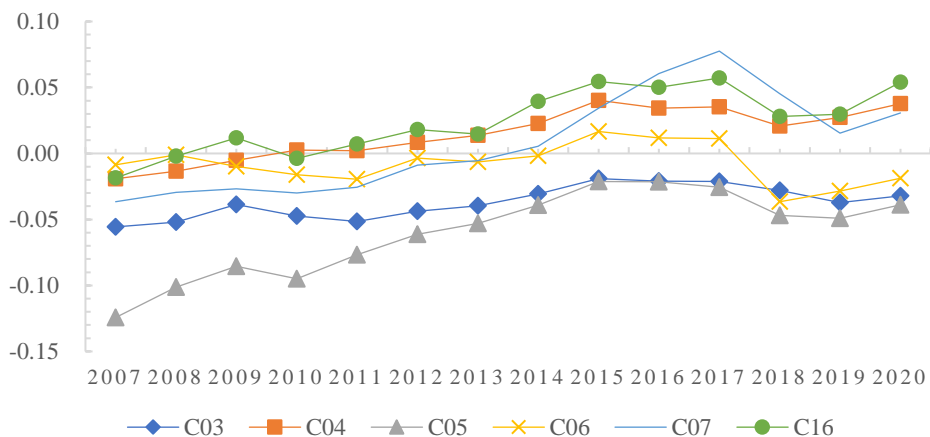


图 4.3 2007-2020 年劳动密集型行业 GVC 地位指数

(2) 资本密集型行业

在资本密集型行业中，橡胶和塑料制品行业的地位指数最高，大多数年份都大于 0，化学原料及化工产品制造业次之，近年来呈现上升趋势，表明这两个行业处于价值链上游位置，更多的向其他国家提供原材料等中间产品。焦炭、精炼石油和核燃料的地位指数始终为负值，且有降低的趋势，这是因为在以往年份我国主要是石油出口国家，地位指数较高，但近年来由于我国经济发展迅猛，对石油、焦炭等能源消耗较大，国内供应不足，从而转变为向其他国家进口石油等燃料，从而价值链地位指数存在下降的趋势。金属及加工金属制品行业也存在地位指数下降的趋势，表明该行业仍处于价值链分工下游环节，依然依靠向国外国家进口中间产品来进行最终产品的生产。非金属矿物制品业的地位指数基本处于稳步上升的状态，逐渐迈向价值链中上游环节。

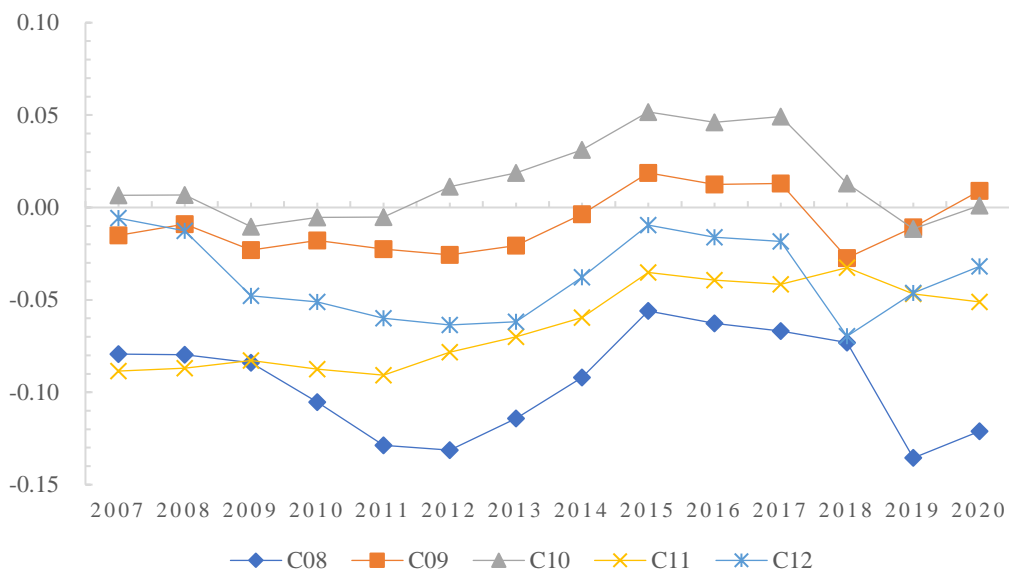


图 4.4 2007-2020 年资本密集型行业 GVC 地位指数

(3) 技术密集型行业

制造业技术密集型行业的全球价值链地位指数始终都为负值，处于价值链分工下游环节，表明我国制造业行业仍旧主要是依靠劳动和资本来带动发展，高端技术制造业与发达国家还具有一定差距，需要继续加强核心技术的研发创新。但三个行业呈现倒 U 型变化趋势，整体为上升状态，虽然在 17-18 年都存在一个急剧下降的趋势，但 18 年之后又开始回升。这表明我国一直在努力提升自身研发水平，加强技术创新，积极接受发达国家在全球价值链分工过程中的技术溢出，我国正在慢慢实现从制造业大国到制造业强国的转变过程。具体而言，机械设备、其他制造业行业的地位指数排在第一位，我国机械制造行业在发展过程中取得了巨大进步，尤其是在产品研发阶段，具有较高的对外贸易竞争力和出口价值；电气和光学设备排在第二位，这是因为诸如美国等发达国家实施的“低端锁定”策略在一定程度上抑制了我国高新技术产业的发展；运输设备制造业行业地位指数为三者最低水平，这表明我国依然依赖于对国外运输设备中间产品的进口，（见图 4.5）。

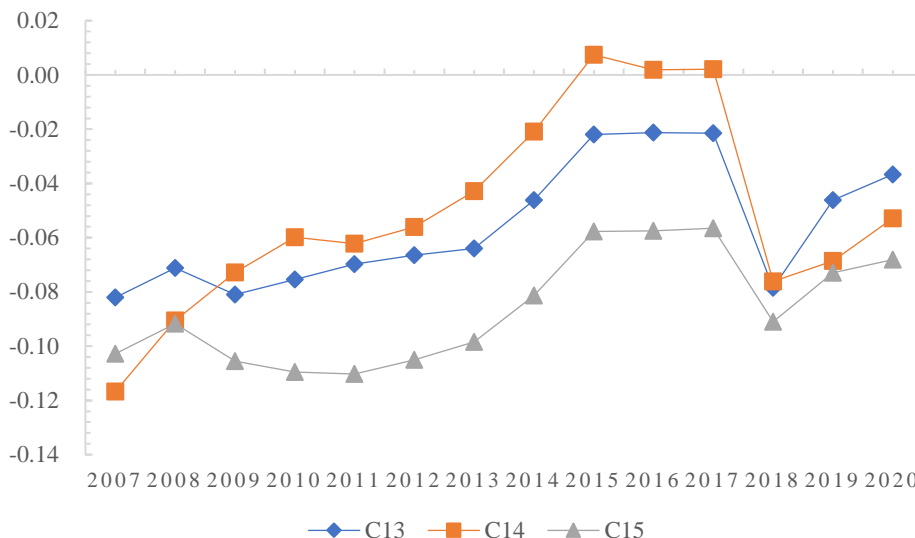


图 4.5 2007-2020 年技术密集型行业 GVC 地位指数

4.2 中国制造业绿色全要素生产率的测算

4.2.1 测算方法

(1) 方法比较与选择

①超效率 SBM 模型

关于绿色全要素生产率的测度研究经历了不断完善改进的过程。传统的全要素生产率在测算上只考虑了期望产出，而事实上存在如污染排放的非期望产出，从而导致测算结果出现较大误差。学者们通过不断改进，提出非期望超效率 SBM (Slack Based Measure) 方向性距离函数模型，纳入非期望产出，能避免投入过多和产出不足的问题，并且能很好的解决角度及方向问题。基于此，本文通过 MATLAB 软件，采用此种方法来测度我国 14 个制造业细分行业 2007-2020 年的绿色全要素生产率。参考刘欣等 (2023)，沈洋和周鹏飞 (2022) 的研究，构建模型如下：

$$\rho = \min_{\lambda, \bar{x}, \bar{y}^g, \bar{y}^b} \frac{\sum_{i=1}^m \frac{x_t}{x_{i0}}}{\frac{1}{s_1 + s_2} (\sum_{j=1}^{s_1} \frac{y_j^g}{y_{r0}^g} + \sum_{k=1}^{s_2} \frac{y_k^b}{y_{k0}^b})} \quad (4.2)$$

$$s. t. \begin{cases} X \geq \sum_{j=1}^L \lambda_j x_j \\ \overline{Y^g} \leq \sum_{j=1}^L \lambda_j y_j^g \\ \overline{Y^b} \geq \sum_{j=1}^L \lambda_j y_j^b \\ \overline{X} \geq x_0, \overline{Y^g} \leq y_0^g, \overline{Y^b} \geq y_0^b \\ \overline{Y^g} \geq 0, \overline{Y^b} \geq 0, L \leq e\lambda \leq \mu, \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad (4.3)$$

其中, ρ 为决策单元的效率值, 其值大于等于 1, 则表示该决策单元是有效的。 x 、 y 、 y^b 分别表示投入、期望产出、非期望产出, λ 为指标权重 $\overline{y_r^g} = y_{ro}^g - s^+ (i=1,2,3,\dots, s_1)$, $\overline{y_k^b} = y_{ko}^b + s^b (k=1,2,3,\dots, s_2)$ 。 s^- 、 s^+ 、 s^b 为松弛变量, 分别表示投入过多、产出不足及造成的环境污染。

②GML 指数 (Global Malmquist—Luenberger)

然而上述模型并不能反映生产效率的动态变化趋势, 通过国内外学者的研究改进, Oh (2010) 建立了 Malmquist-Luenberger (ML) 指数, 解决了指标间存在的不可行解, Du 等 (2018) 在方向性距离函数基础上进一步改进了 ML 指数, 提出了 GML 指数, 从全局角度分析绿色全要素生产率的变化情况。通过超效率 SBM 模型求出各行业绿色全要素生产率后, 本文参考 Du 提出的 GML 指数, 测算各决策单元绿色全要素生产率的变动率, 并将其分解为技术进步变化与技术效率变化, 公式如下。

$$\begin{aligned} GML^{t,t+1}(x^t, y^t, b^t, x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}) &= \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \\ &= \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} * \left[\frac{1 + D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} * \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^t(x^t, y^t, b^t)} \right] \quad (4.4) \\ &= GEC^{t,t+1} * GTC^{t,t+1} \end{aligned}$$

其中, GML 表示绿色全要素生产率变动率, 如果 GML 大于 1, 表示绿色全要素生产率提高, 如果 GML 小于 1, 表示绿色全要素生产率下降, GTC 代表绿色技术进步, GEC 代表绿色技术效率变化。由于测度得到的 GML 指数为绿色全要素生产率的变动率, 因此本文参考邱斌等 (2008), 刘颖和王诗 (2023) 的方法, 假设 2007 年的绿色全要素生产率为 1, 2008 年的 GTFP 等于该年的 GML 指

数乘以 2007 年的 GTFP，其余年份依次累乘得到，同理也需要对 GEC 和 GTC 进行累乘处理。

(2) 行业分类

由于中国国民经济行业分类标准和国际行业分类标准对制造业行业的分类不同，因此在收集数据时，应对不同标准的制造业分类进行合同处理。本文首先参考 GB/T 4754-2017 国民经济行业分类标准，同时，为了方便归类，把 2007-2011 的橡胶制品业和塑料制品业归为橡胶和塑料制品业，将 2012-2014 年的汽车制造业以及铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业归为交通运输设备制造业，最终将我国制造业分为 29 个行业。其次，本文参考 ADB-MRIO2021 数据库采用的 ISIC/Rev.3 分类标准（国际标准行业分类），把制造业分为 14 大类。最后进行合并分类，得到 14 个细分行业的制造业。

表 4.4 行业分类标准对照表

国民经济行业分类标准	国际行业分类标准
农副食品加工业 食品制造业 酒、饮料和精制茶制造业 烟草制品业	食品、饮料和烟草
纺织业 纺织服装、服饰业	纺织及纺织产品
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	皮革、及鞋类制品业
国民经济行业分类标准	国际行业分类标准
木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业	木材及木材产品和软木制品
造纸及纸制品业 印刷和记录媒介复制业	纸浆、造纸、纸制品、印刷、出版
石油、煤炭及其他燃料加工业	焦炭、精炼石油和核燃料加工业
化学原料和化学制品制造业 医药制造业 化学纤维制造业	化学原料及化工产品制造业
橡胶和塑料制品业	橡胶和塑料制品业
非金属矿物制品业	非金属矿物制品业

续表 4.4 行业分类标准对照表

国民经济行业分类标准	国际行业分类标准
黑色金属冶炼和压延加工业 有色金属冶炼和压延加工业 金属制品业	金属及加工金属制品业
通用设备制造业 专用设备制造业	机械设备、其他
电气机械和器材制造业 计算机、通信和其他电子设备制造业 仪器仪表制造业	电气和光学设备
交通运输设备制造业	运输设备制造业
其他制造业 废弃资源综合利用业	其他制造业及资源回收

资料来源：根据 GB/T 4754-2017 和 ISIC/Rev.3 分类标准整理得到

(3) 投入产出指标选取

传统全要素生产率测度指标的选取只考虑到了投入和期望产出，而对于绿色全要素生产率的测度指标选取则需要纳入环境污染、能源消耗等非期望产出。本文采用 SBM-GML 模型来测度 GTFP，指标选取包含三个投入指标，一个期望产出指标，两个非期望产出指标。所有数据来源于《中国工业统计年鉴》，《中国能源统计年鉴》，《中国环境统计年鉴》，由于《中国工业统计年鉴》未公布 2017 和 2018 年的数据，因此缺失数据通过查找统计公报和线性插值法补充完整。

①劳动力投入指标

经济增长的基本动力是生产率的提高，而劳动力则是生产率提高的必要条件之一。本文采用规模以上工业行业平均用工人数来衡量劳动力投入，单位为万人，对于 2012 年的缺失数据采用线性插值法补齐。

②资本投入指标

资本积累也是经济增长的重要动力之一，本文参考余东华，燕玉婷（2022）的研究，采用规模以上制造业行业固定资产净值来衡量，单位为亿元，固定资产原价与累计折旧的差值就是固定资产净值，并以 2007 年为基期，用固定资产投资价格指数进行平减。

③能源投入

能源消耗是制造业行业生产活动中必不可少的投入要素,低能耗也是绿色全要素生产率提高的一个重要环节,因此本文选取制造业行业规模以上能源消耗总量来衡量能源投入,单位为万吨标准煤。

④期望产出指标

对于期望产出指标的选取,大多数文献采用工业行业总产值来衡量,但由于《中国工业统计年鉴》对于 2011 年后的工业总产值未公布,因此本文选用制造业分行业规模以上工业销售产值作为期望产出指标,并通过分行业工业生产者出厂价格指数(PPI),以 2007 年为基期进行价格平减处理。

⑤非期望产出指标

多数文献采用工业“三废”排放量来衡量非期望产出,但由于近年来制造业行业污染排放数据缺失严重,因此本文采用制造业行业二氧化硫排放量(万吨),固体废物产生量(万吨)作为非期望产出指标。

表 4.5 投入产出指标选取

指标类型	指标名称	单位	数据来源
投入指标	平均用工人数	万人	《中国工业统计年鉴》
	固定资产净值	亿元	
	能源消耗总量	万吨标准煤	
期望产出	行业销售产值	亿元	《中国工业统计年鉴》
非期望产出	行业二氧化硫排放量	万吨	《中国环境统计年鉴》
	行业固体废物产生量	万吨	

数据来源:作者根据不同年鉴整理得到

4.2.2 整体行业的绿色全要素生产率指数

表 4.6 为 2007-2020 年我国制造业 14 个行业的绿色全要素生产率平均值,及其分解项绿色技术进步和绿色效率进步。可以看到,我国 14 个制造业行业的 GTFP 数值都大于 1,都在一定程度上实现了行业绿色全要素生产率的增长。整体上来说,我国 GTFP 的平均增长率达到 7.9%,从分解项来看,绿色技术效率的平均增长率为 5.29%,绿色技术进步的贡献率为 5.62%,这表明我国制造业行业的绿色全要素生产率的进步更多依靠技术进步来推动。

表 4.6 2007-2020 年我国制造业行业整体平均 GTFP

行业	GTFP	GEC	GTC
C03	1.1115	1.1120	1.0662
C04	1.0393	1.0209	1.0198
C05	1.0965	1.0007	1.0961
C06	1.1121	1.1821	0.9768
C07	1.0681	1.1584	1.0786
C08	1.1293	1.0010	1.1090
C09	1.0319	0.9997	1.0371
C10	1.0420	1.0195	1.0233
C11	1.0621	1.0363	1.0258
C12	1.0486	1.0191	1.0371
C13	1.0494	1.0257	1.0321
C14	1.1043	0.9992	1.0970
C15	1.0939	1.0038	1.0911
C16	1.1168	1.1621	1.0967
均值	1.0790	1.0529	1.0562

数据来源：作者计算整理得到

4.2.3 细分行业的绿色全要素生产率指数

根据前文在测量全球价值链地位指数时对我国制造业行业的分类标准，本节也通过把 14 个制造业行业分为劳动密集型行业、资本密集型行业、技术密集型行业来进行研究，以探究不同行业绿色全要素生产率的具体差异。表 4.7 为不同类型制造业行业在 2007 年到 2020 年间具体年份的绿色全要素生产率数值，2020 年相对 2007 年的 GTFP 年均增长率以及整体平均值，由于篇幅限制，本文只展示部分年份数据。

(1) 劳动密集型行业

可以看到，六个劳动密集型制造业行业的整体增幅为 1.394%，GTFP 的整体均值为 1.091，要大于技术密集型行业和资本密集型行业。与 2007 年相比，到 2020 年有四个行业的年均增长率为正，最大的行业为 C03 行业，食品、饮料和烟草，增幅达到 3.789%。该行业在生产过程中不会有大量能源投入和污染产出排放，并且该行业在国有经济中的占比大，随着国有企业不断深化改革，企业加强经营管理，提升研发技术和效率，从而使得该行业绿色全要素生产率不断提高。其次，其他制造业及资源回收，皮革、及鞋类制品业，纺织及纺织产品等三个行

业的 GTFP 也在不同程度上增长。同时,有两个行业的增幅为负值,分别为木材及木材产品和软木制品,纸浆、造纸、纸制品、印刷、出版行业,说明这两个行业 2020 年的 GTFP 要小于 2007 年,可能是由于近年来行业在生产活动中对环境造成一定污染,所以使得绿色发展水平降低。

(2) 资本密集型行业

可以看到,5 个资本密集型行业的年均增长率为 0.159%,要远低于技术密集型行业和劳动密集型行业,GTFP 的整体均值为 1.063,也要略低于资本密集型行业和技术密集型行业。这是因为资本密集型制造业行业大多为高能耗、高排放产业,生产活动需要大量能源投入,并且产生诸如固体废物、废水、和废弃等污染物,从而使得这些行业的绿色发展水平增长较为缓慢。相比于 2007 年,2020 年 C12 行业金属及加工金属制品业,C10 行业橡胶和塑料制品业的增幅排在第一位和第二位,增长幅度分别为 0.563%和 0.502%。C08 行业,焦炭、精炼石油和核燃料,C09 行业,化学原料及化工产品制造业,这两个行业在 2020 年的 GTFP 增幅为负值,但整体也是处于增长状态,并且焦炭、精炼石油和核燃料行业的整体均值在资本密集型行业中最高。

(3) 技术密集型行业

技术密集型行业的绿色全要素生产率整体均值为 1.083,略低于劳动密集型行业,但要高于资本密集型行业,增长幅度达到 3.001%,排在第一位说明我国技术密集型制造业行业在稳步发展。具体来看,C14 行业,电气和光学设备 2020 年相比 2007 的年均增长率达到 4.763%,为 14 个制造业行业中最高,且 GTFP 的平均值为 1.104,排在所有行业中的第五位,说明近年来我国企业加强科技创新,加大对高技术产业的研发投入,从而带动了绿色全要素生产率水平的提高。C15 行业,运输设备制造业的年均增长率和均值同样排在前列,GTFP 提升较为显著,这主要是因为近年来新能源汽车逐渐占据市场,减少了诸如汽车尾气等污染气体的排放,从而促进了绿色全要素生产率的提升。

表 4.7 不同类型行业 GTFP 测算结果

行业	2007	2010	2013	2016	2018	2019	2020	均值	年均 r
C03	1.000	1.139	1.146	1.080	0.744	1.243	1.683	1.111	3.789
C04	1.000	1.142	1.081	1.064	0.816	1.006	1.046	1.039	0.320
C05	1.000	1.213	1.005	0.717	0.689	1.117	1.262	1.096	1.673
C06	1.000	1.095	1.080	0.993	0.369	1.260	0.987	1.112	-0.093
C07	1.000	1.175	0.647	1.057	0.942	0.996	1.000	1.068	-0.002
C16	1.000	1.479	1.373	1.004	0.944	1.134	1.306	1.117	1.924
劳动密集型	1.000	1.207	1.055	0.986	0.751	1.126	1.214	1.091	1.394
C08	1.000	1.369	2.109	0.489	1.322	1.002	0.999	1.129	-0.010
C09	1.000	1.148	1.018	1.042	0.935	1.005	0.949	1.032	-0.373
C10	1.000	1.147	1.095	1.032	0.839	1.052	1.073	1.042	0.502
C11	1.000	1.136	1.076	1.038	0.878	1.206	1.011	1.062	0.076
C12	1.000	1.138	1.003	1.069	1.120	1.063	1.082	1.049	0.563
资本密集型	1.000	1.188	1.260	0.934	1.019	1.066	1.023	1.063	0.159
C13	1.000	1.106	1.090	1.006	0.832	1.068	1.169	1.049	1.124
C14	1.000	1.115	1.405	0.975	0.647	0.981	1.918	1.104	4.763
C15	1.000	1.171	1.070	1.426	0.709	1.012	1.451	1.094	2.693
技术密集型	1.000	1.131	1.189	1.136	0.730	1.020	1.513	1.083	3.001

数据来源：根据投入产出数据测算得到

5 全球价值链地位对绿色全要素生产率影响的实证分析

5.1 模型构建、变量说明与数据来源

5.1.1 模型设定

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + GVC_Po_{it} + \alpha_2 FDI_{it} + \alpha_3 OS_{it} + \alpha_4 ES_{it} + \alpha_5 MS_{it} + \alpha_6 RL_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (5.1)$$

其中，被解释变量 $GTFP_{it}$ 表示行业 i 在第 t 年的绿色全要素生产率水平， GVC_Po_{it} 为解释变量，代表全球价值链地位指数， FDI_{it} ， OS_{it} ， ES_{it} ， MS_{it} ， RL_{it} 为控制变量，分别代表外商直接投资水平，所有制结构，能源消耗结构，制造业行业规模和劳动人员科研水平。 μ_i 表示行业固定效应， γ_t 表示时间固定效应， ε_{it} 为随机扰动项。

5.1.2 变量说明

(1) 被解释变量 (GTFP)

本文采用 2007-2020 年我国制造业 14 个行业的绿色全要素生产率作为被解释变量。

(2) 解释变量 (GVC_Po)

本文采用 2007-2020 年我国制造业 14 个行业的全球价值链地位指数来衡量解释变量。

(3) 控制变量

① 外商直接投资水平 (FDI)

外商直接投资对绿色全要素生产率的影响学界并未得出一致的结论，有学者认为 FDI 对绿色全要素生产率提升具有负向影响（董有得，夏文豪，2022），而章志华等（2023）认为外商直接投资可以通过提升绿色技术进步水平来提升绿色全要素生产率。故本文采用外商及港澳台商投资的资产占规模以上工业企业资产总计的比值来衡量外商直接投资水平。

② 所有制结构 (OS)

国有经济与民营经济的经济效益以及对资源环境的利用率都有所不同，从而

可能会对绿色全要素生产率产生促进或者阻碍作用,本文采用分行业规模以上国有企业资产与规模以上工业资产总计的比值来衡量所有制结构。

③能源消耗结构 (ES)

我国能源消耗尤其是工业行业,主要是以煤炭为主,会对环境造成一定污染,抑制绿色全要素生产率的进步。本文采用规模以上工业行业煤炭消耗量与能源消耗总量的比值来衡量能源消耗结构。

④制造业行业规模 (MS)

制造业行业的规模越大,就可能拥有更雄厚的资金和更先进的技术,从而更容易进行绿色技术创新和制造业绿色转型升级。本文采用制造业分行业工业销售产值来衡量制造业规模。

⑤劳动人员科研水平 (RL)

全要素生产率的提升离不开劳动力这个主要指标,而劳动力中掌握高科技水平的人才越多,越有利于企业和行业进行绿色技术创新,从而提高劳动生产率和绿色全要素生产率。本文采用制造业分行业规模以上 R&D 人员占从业人员总数的比值来衡量劳动人员科研水平。

(4) 机制变量

①技术进步 (RD)

通过理论部分的分析,全球价值链嵌入可以通过发达国家的技术溢出效应、学习效应等方式来促进技术进步,从而促进制造业绿色全要素生产率的提升,本文选用研发投入 (RD) 来衡量技术进步。

②产业结构 (IS)

学者们往往用资本劳动比来衡量产业结构 (程中华, 2021)。要素禀赋理论认为,国家根据其要素禀赋,会在某些生产领域具有相对的比较优势,比如我国拥有丰富的劳动力资源,那么在劳动密集型产业中就可能具有比较优势,在资本密集型产业相对具有弱势。高资本劳动比可能表明一个产业或部门在生产中更加自动化和技术密集,这可能导致更高的生产效率和更低的人工成本。低资本劳动比可能表明一个产业或部门更依赖人力,企业创新能力较差,从而生产效率降低,成本提高,不利于全要素生产率的提高。本文采用资本劳动比来衡量产业结构,

并对产业结构进行取对数处理，资本投入使用规模以上制造业行业的固定资产净值，劳动投入采用规模以上制造业行业的年平均用工人数。

③规模经济（SE）

生产规模的扩大可以带动企业进行技术投资和创新，在环保压力逐渐增大的背景下，企业为了提高绿色全要素生产率，可能会投资于更环保的生产技术和工艺，随着生产规模的扩大，这些环保技术的投资可以在更广泛的范围内实现，并通过规模效应降低单位产品的环保成本。此外，生产规模的扩大使得企业进出口增加，带动更多生产和消费，从而可能带来更多污染排。因此全球价值链地位带来的规模效应对于绿色全要素生产率的提升作用也不确定。本文参考张彦彦和胡善成（2022）的做法，采用制造业行业规模以上就业人数/制造业行业规模以上企业数量来衡量规模效应。

④环境规制（EN）

参与全球价值链使得我国制造业能够在全球范围内充分利用资源，通过与其他国家和企业的协同作业，我国制造业可以更有效地配置全球资源，降低资源浪费，提高资源利用效率，从而促进绿色全要素生产率的提升；另一方面，不同国家和地区对环境标准的要求可能存在差异，当我国参与全球价值链时，可能需要遵守各个参与国的环境规定，这可能导致我国企业在面对多样化的环保法规时面临更高的合规成本，为了降低生产成本，企业可能选择在生产中使用便宜但环保效益低的能源，这可能导致低效的能源使用，增加温室气体排放和其他环境污染，从而抑制绿色全要素生产率的提升。本文采取规模以上制造业各行业废水、废气治理运行费用之和与工业销售产值的比值来衡量环境规制，并对环境规制进行取对数处理。

5.1.3 数据来源

基于数据的的可获得性和有效性，本文的所有数据时间范围为 2007 年到 2020 年。其中绿色全要素生产率的数据主要来源于《中国工业统计年鉴》，《中国环境统计年鉴》，《中国能源统计年鉴》；全球价值链地位指数相关数据主要来源于 UIBE GVC 数据库；相关控制变量来源于国家统计局和各种统计年鉴。对于部分缺失数据通过线性插值法和查找统计公报进行补充完整、具体见表 5.1。

表 5.1 变量说明

变量类型	变量名称	变量来源
被解释变量	绿色全要素生产率 (GTFP)	SBM-GML 模型测算得到
解释变量	GVC 地位指数 (GVC_Po)	UIBE 数据库测算得到
控制变量	外商直接投资水平 (FDI)	《中国工业统计年鉴》
	所有制结构 (OS)	《中国工业统计年鉴》
	能源消耗结构 (ES)	《中国能源统计年鉴》
	制造业行业规模 (MS)	《中国工业统计年鉴》
	劳动人员科研水平 (RL)	《中国科技统计年鉴》
机制变量	技术进步 (RD)	《中国工业统计年鉴》
	环境规制 (EN)	《中国工业统计年鉴》
	产业结构 (IS)	《中国工业统计年鉴》
	规模经济 (SE)	《中国工业统计年鉴》

资料来源：作者测算和整理得到

5.1.4 描述性统计

描述性统计可以帮助研究者对数据有一个整体的了解,包括数据的分布情况、集中趋势、离散程度等,为后续的实证分析提供基础。本文各变量的描述性统计结果见表 5.2。

表 5.2 变量描述性统计

变量	观测值	平均数	标准差	最小值	最大值
GTFP	196	1.6132	0.4512	0.9653	2.9262
GVC_Po	196	-0.0316	0.0447	-0.1355	0.0776
FDI	196	0.2542	0.1181	0.0822	0.5752
OS	196	0.2263	0.1690	0.0077	0.7636
ES	196	0.5242	0.4842	0.0048	2.4746
MS	196	6.1194	4.8181	0.5037	19.0989
RL	196	0.0381	0.0335	0.0015	0.1709
EN	196	0.1568	0.1463	0.0060	0.5623
RD	196	0.715	0.475	0.031	2.330
LnIS	196	2.986	0.755	0.911	5.012
SE	196	2.349	1.087	0.842	11.059

资料来源：作者测算得到

5.2 实证结果分析

5.2.1 基准回归结果

本文从制造业细分行业角度考察全球价值链地位指数对绿色全要素生产率的影响,涉及 14 个行业,样本数量为 196 个,时间跨度为 14 年,属于短面板数据,因此用 Stata 软件,采用固定效应模型进行基准回归。同时,为了避免多重共线性,本文将 5 个控制变量依次放入模型进行回归,观察控制变量个数变化是否会影响显著性,具体结果如表 5.3 所示。

表 5.3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
GVC_Po	2.565** (2.18)	3.268*** (2.70)	2.644** (2.27)	2.680** (2.28)	2.408** (2.11)	2.403** (2.10)
FDI		1.396** (2.16)	2.172*** (3.38)	2.163*** (3.35)	2.036*** (3.24)	2.130*** (3.10)
OS			1.233*** (4.22)	1.242*** (4.21)	1.529*** (5.10)	1.525*** (5.07)
ES				0.051 (0.28)	-0.550 (-0.31)	-0.491 (-0.27)
MS					-0.010 (-0.76)	-0.004 (-0.33)
RL						4.052*** (3.20)
时间	固定	固定	固定	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定	固定	固定	固定
常数项	1.137*** (12.55)	0.704*** (3.21)	0.087 (0.34)	0.065 (0.24)	0.132 (0.51)	0.108 (0.40)
样本量	196	196	196	196	196	196
R ²	0.449	0.440	0.433	0.436	0.450	0.50

注: * P<0.10, ** P<0.05, *** P<0.01; 括号中数值为 t 值, 下同

可以发现,在依次加入控制变量的过程中全球价值链地位指数都通过了显著性检验,并且系数始终为正,表明全球价值链地位指数和绿色全要素生产率存在正相关关系。从表最后一列可以看到,地位指数在 5%的水平上推动制造业绿色全要素生产率的提升,并且回归系数为 2.403,表明全球价值链地位指数每提升一个单位,绿色全要素生产率将提升 2.403 个单位。这主要是因为随着制造业在

GVC 中的嵌入地位由中低端向中高端攀升,制造业将逐渐从事更多的研发、设计等高技术环节,技术进步明显加快,能源消耗和环境污染也显著降低,这些都显著有利于制造业绿色全要素生产率的增长。

从控制变量来看,FDI 在 1%的显著性水平上对绿色全要素生产率产生促进作用。我国企业通过外商直接投资带来的技术、资本、先进生产设备,不断改进自身生产技术水平,提高技术生产效率,从而不断降低能耗和污染,提高 GTFP。所有制结构在 1%的显著性水平上促进 GTFP 的提升,表明我国国有企业的资源利用效率和环境利用率要高于民营企业,因为国有企业在技术发展水平、环境监管力度等方面都要比民营企业成熟,从而有利于绿色全要素生产率的提升。劳动人员科研水平在 1%的显著性水平下促进 GTFP 的提升,表明我国制造业行业从业人员中掌握高科技水平的人才越来越多,越有利于企业和行业进行绿色技术创新。能源消费结构未通过显著性检验,其与绿色全要素生产率的关系没有得到明确体现,这可能是因为一方面我国增加可再生能源比例可能有助于提高能源效益、减少环境污染,从而促进企业的绿色全要素生产率,另一方面我国能源消耗尤其是工业行业,主要是以煤炭为主,会对环境造成一定污染,高碳排放可能导致环境压力增加,企业可能面临更高的环境成本和法规限制,从而抑制生产率。制造业行业规模也没有通过显著性检验,对绿色全要素生产率的影响尚不明确。

5.2.2 稳健性检验

(1) 替换被解释变量

前文基准回归验证了全球价值链地位指数与绿色全要素生产率存在显著关系,为确保结论的准确性,通过更换绿色全要素生产率的测算方法,改用 EBM-GML 模型重新测算 GTFP,再次进行实证回归,采用基准回归的方法,依次把 5 个控制变量加入模型进行回归,观察控制变量个数变化是否会影响显著性。

表 5.4 替换被解释变量的稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
GVC_Po	1.510** (2.36)	1.957*** (2.99)	1.604** (2.56)	1.620** (2.57)	1.603** (2.54)	1.466** (2.38)
FDI		0.888** (2.54)	1.328*** (3.85)	1.324*** (3.82)	1.488*** (3.92)	1.352*** (3.64)

续表 5.4 替换被解释变量的稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
OS			0.698*** (4.45)	0.702*** (4.43)	0.702*** (4.43)	0.855*** (5.30)
ES				0.023 (0.23)	0.031 (0.31)	-0.029 (-0.30)
MS					-0.007 (-1.06)	-0.004 (-0.63)
RL						2.182*** (3.21)
时间	固定	固定	固定	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定	固定	固定	固定
常数项	0.081 (1.64)	-0.195 (-1.64)	-0.544*** (-3.97)	-0.554*** (-3.86)	-0.596*** (-4.00)	-0.543*** (-3.72)
样本量	196	196	196	196	196	196
R ²	0.558	0.529	0.512	0.516	0.519	0.569

从表 5.4 的回归结果可以看到，重新测量绿色全要素生产率后再进行回归，全球价值链地位指数依旧在 5% 的显著性水平下显著，当把所有控制变量都加入模型中，从表的最后一列可以看到，全球价值链地位的系数为 1.466，表明 GVC 地位每提升一个单位，GTFP 提升 1.466 个单位。从控制变量来看，外商直接投资、所有制结构、劳动人员科研水平都在 1% 的水下显著，回归系数分别为 1.352，0.855 和 3.21 表明三者均对绿色全要素生产率具有促进作用。和基准回归一样，能源消耗结构和制造业规模均未通过显著性检验，对绿色全要素生产率不存在显著影响。

(2) 添加控制变量

内生经济增长理论强调经济增长的动力源于内在的因素，其中研发投入 (RD) 被认为是推动技术进步、创新和全要素生产率提升的关键因素，研发投入可以帮助制造业改善生产过程的效率，通过引入先进的生产技术和智能制造系统，企业可以实现更有效的资源利用、减少废弃物和能源消耗，提升绿色全要素生产率。因此，通过添加控制变量 RD，来进行稳健性检验，观察其是否对绿色全要素生产率产生显著影响。本文用制造业各行业经费内部支出与工业销售产值的比值来衡量研发投入。

表 5.5 添加控制变量的稳健性检验结果

变量	GVC_Po	FDI	OS	ES	MS	RL	RD	常数
GTFP	2.409** (2.09)	2.157*** (3.05)	1.529*** (5.06)	-0.051 (-0.28)	-0.004 (-0.32)	4.059*** (3.19)	0.524** (2.23)	0.078 (0.25)

从表 5.5 的回归结果可以看到，当加入控制变量研发投入后，各个变量的显著性没有出现明显变化，解释变量全球价值链地位指数依然在 5%的水平下促进绿色全要素生产率的提升。从控制变量来看，其余变量和基准回归结果大体一致，研发投入在 5%的水平下显著，回归系数为 0.524，表明研发投入每提升一个单位，绿色全要素生产率提升 0.524 个单位。

(3) 数据缩尾处理

“缩尾处理”（Trimming）是稳健性检验中的一种常见方法，在进行缩尾处理时，研究者会去除数据的一些极端值或异常值，以减少它们对模型的影响。本文参考尹天宝等（2023）的做法，剔除首尾 1%的离群值重新进行回归。

表 5.6 缩尾处理的稳健性检验结果

变量	GVC_Po	FDI	OS	ES	MS	RL	常数	R ²
GTFP	2.376** (2.04)	2.201*** (3.18)	1.631*** (4.93)	-0.049 (-0.27)	-0.005 (-0.38)	4.079*** (3.21)	0.056 (0.20)	0.489

从表 5.6 的回归结果可以看到，经过缩尾处理后，整体的回归结果和基准回归结果也大体一致，各个变量的显著性水平没有发生明显变化，系数值大小和 t 统计量也变化不大，表明回归结果具有稳健性。

5.2.3 行业异质性检验

我国制造业行业存在丰富的异质性，这是由于不同行业的特征、发展阶段、技术水平、市场需求等因素引起的。制造业涵盖了从重工业到轻工业的多个领域，不同行业对资本和劳动力的需求程度各异，一些行业可能更加依赖资本密集型的生产方式，而另一些则更注重劳动力密集型的生产方式。不同制造业行业的技术水平和创新能力存在差异。一些行业可能处于技术前沿，拥有较高的研发和创新能力，而另一些行业可能相对滞后，这种差异会直接影响到产品质量、生产效率和市场竞争力。因此本节通过对我国制造业细分行业进行深入分析，从而更好地

理解我国制造业行业的异质性，并为政策制定和企业发展提供有针对性的建议。按照第三章对 14 个制造业行业的分类，将制造业分为劳动密集型、资本密集型和技术密集型行业，分别进行实证回归。

表 5.7 行业异质性检验结果

变量	劳动密集型	资本密集型	技术密集型
GVC_Po	5.386*** (2.65)	-0.492 (-0.33)	2.478** (2.35)
FDI	-2.299** (-2.34)	-4.241*** (-3.60)	2.718 (1.40)
OS	1.211** (2.43)	1.020** (2.04)	-2.798 (-0.56)
ES	0.131 (-1.64)	0.511** (2.38)	-0.329 (-0.30)
MS	0.095*** (4.22)	0.032 (1.55)	0.159*** (2.78)
RL	3.250*** (2.62)	4.268 (0.90)	1.193* (1.80)
时间	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定
常数项	1.837*** (5.38)	1.292*** (3.34)	1.452 (0.60)
样本量	84	70	42

由表 5.7 可以看到，三种不同类型的行业的回归结果存在显著差异。劳动密集型行业的全球价值链地位指数在 1%的水平下促进绿色全要素生产率的提升，且回归系数为 5.386，表明劳动密集型行业的 GVC 地位指数每提高一个单位，GTFP 将会上升 5.386 个单位。从控制变量来看，制造业规模、所有制结构和劳动人员科研水平对绿色全要素生产率具有显著促进作用，外商直接投资对 GTFP 的提升具有抑制作用，能源消耗结构未通过显著性检验。资本密集型行业的全球价值链地位指数未通过显著性检验，且系数为负值，这可能是由于资本密集型行业通常需要大量的物理资产，例如设备和设施，这些行业可能更倾向于使用传统生产方法，可能对环境造成更大的影响，包括能源消耗、废弃物产生和排放等。因此，这些行业的全球价值链地位提高可能与较低的绿色全要素生产率相关。劳动人员科研水平在资本密集型行业未通过显著性检验。技术密集型行业的全球价值链地位指数在 5%的水平下促进绿色全要素生产率的提升，回归系数为 2.478，

表明技术密集型行业的 GVC 地位指数每上升一个单位, GTFP 会提高 2.478 个单位, 促进作用要小于劳动密集型行业。从控制变量来看, 制造业规模在 1% 的水平下促进 GTFP 的提升, 劳动人员科研水平在 10% 的水平下促进 GTFP 的提升。

5.2.4 机制检验

根据前文理论部分和文献综述的梳理, 全球价值链地位对绿色全要素生产率的作用机制主要包括技术效应、结构效应、规模效应、环境效应等四个方面。通过构建技术进步 (RD), 产业结构 (IS), 规模经济 (SE), 环境规制 (EN) 四个中介变量, 来验证全球价值链地位是否是绿色全要素生产率的影响机制。

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GVC_Po_{it} + \alpha_2 FDI_{it} + \alpha_3 OS_{it} + \alpha_4 ES_{it} + \alpha_5 MS_{it} + \alpha_6 RL_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

$$N_{it} = \beta_0 + \beta_1 GVC_Po_{it} + \beta_2 FDI_{it} + \beta_3 OS_{it} + \beta_4 ES_{it} + \beta_5 MS_{it} + \beta_6 RL_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

$$GTFP_{it} = v_0 + v_1 GVC_Po_{it} + v_2 N_{it} + v_3 FDI_{it} + v_4 OS_{it} + v_5 ES_{it} + v_6 MS_{it} + v_7 RL_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (5.4)$$

根据中介效应原理, 参考张彦彦和胡善成 (2022) 的做法, 首先, 若 α_1 显著为正, 则表明全球价值链地位有助于提升绿色全要素生产率; 然后, 若 β_1 , v_1 , v_2 都显著为正, 且 v_1 要小于 α_1 , 则全球价值链地位对绿色全要素生产率的影响存在部分中介效应; 如果系数 β_1 或者 v_2 有一个不显著, 则表明不存在中介效应, 或需借助 Sobel 检验中介效应。

(1) 检验结果

① 技术效应

由表 5.8 的回归结果可以看到, 全球价值链地位对绿色全要素生产率在 1% 的显著性水平下显著, 系数 α_1 为 2.778, 全球价值链地位对中介变量技术进步的作用在 1% 的水平下显著, 系数为 3.469, 且技术进步对绿色全要素生产率的作用在 5% 的水平下显著, 系数为 0.686, 且系数 v_1 为 1.661, 要小于 α_1 , 根据中介效应的检验原理, 即存在部分中介效应。因此, 全球价值链带来的技术进步是绿色全要素生产率提升的一条中介效应机制。GVC 的嵌入伴随着跨国公司的直接投

资和技术引入, 这些公司在全球范围内积累了先进的生产技术和管理经验, 在我国制造业中, 这些技术和知识的引入可以促使企业采用更为先进、高效、环保的生产技术。同时也意味着更强烈的国际竞争压力, 为了在全球市场中保持竞争力, 企业倾向于提高生产效率, 通过技术升级、工艺创新等方式, 从而实现生产效率的提升。

表 5.8 技术效应回归结果

变量	GTFP	RD	GTFP
GVC_Po	2.778*** (2.68)	3.469*** (3.47)	1.661** (2.12)
RD			0.686*** (12.06)
FDI	2.130** (3.080)	-1.962*** (-3.54)	1.947*** (3.36)
OS	1.525*** (5.07)	-0.584** (-1.77)	0.788*** (3.11)
ES	-0.049 (-0.27)	0.034 (0.22)	0.459*** (3.97)
MS	-0.004 (-0.33)	0.038*** (3.54)	0.034*** (4.25)
RL	4.05*** (3.20)	-1.979 (-1.41)	0.366*** (6.76)
Constant	0.108 (0.40)	1.901*** (8.74)	0.956*** (4.68)
时间	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定
样本量	196	196	196
R^2	0.504	0.433	0.209

②结构效应

由表 5.9 的回归结果可以看到, 全球价值链地位对中介变量产业结构的作用在 10%的水平下显著, 系数为 1.08, 产业结构对绿色全要素生产率的作用在 1%的水平下显著, 系数为 0.692, 且系数 v_1 为 2.402, 要小于 α_1 , 根据中介效应的检验原理, 存在部分中介效应, 表明全球价值链分工带来的结构效应是影响绿色全要素生产率提升的一条机制路径。参与全球价值链嵌入, 我国制造业更容易从传

统的低附加值、劳动密集型产业向高附加值、技术密集型和创新型产业升级，我国企业可以专注于提高在价值链中的附加值，例如研发、设计、品牌建设等，从而推动整个产业结构的升级，最终推动制造业绿色全要素生产率的提升。

表 5.9 结构效应回归结果

变量	GTFP	LnIS	GTFP
GVC_Po	2.778*** (2.68)	1.080* (1.97)	2.402** (2.10)
LnIS			0.692*** (4.91)
FDI	2.130** (3.080)	-3.151*** (-10.34)	-0.161 (-0.22)
OS	1.525*** (5.07)	0.882*** (4.86)	0.179 (0.49)
ES	-0.049 (-0.27)	0.116 (1.34)	0.155 (0.96)
MS	-0.004 (-0.33)	0.042*** (7.01)	0.048*** (3.78)
RL	4.05*** (3.20)	4.810 (6.24)	4.76*** (2.99)
Constant	0.108 (0.40)	3.122*** (26.10)	-0.555 (-1.12)
时间	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定
样本量	196	196	196
R^2	0.504	0.478	0.036

③规模效应

由表 5.10 的回归结果可以看到，全球价值链地位对中介变量规模效应的显著性检验未通过，规模效应对绿色全要素生产率的作用也不显著，系数 β_1 和 v_2 都没有通过显著性检验，根据中介效应检验原理，全球价值链带来的规模效应与制造业绿色全要素生产率之间不存在中介效应，行业规模不是影响制造业绿色全要素生产率提升的机制路径。说明 GVC 嵌入带来的生产规模扩大，一方面可以带动企业进行投资于更环保的生产技术和工艺创新，提高绿色全要素生产率。另一方面生产规模的扩大带动更多生产和消费，可能带来更多污染排，抑制绿色全要素生产率的提升，两个方面的作用效果最终对于绿色全要素生产率的作用无法确

定。

表 5.10 规模效应回归结果

变量	GTFP	SE	GTFP
GVC_Po	2.778*** (2.68)	-1.028 (-0.57)	3.536*** (3.23)
SE			0.011 (0.25)
FDI	2.130** (3.080)	-1.496 (-1.49)	-2.324*** (-3.80)
OS	1.525*** (5.07)	-4.85*** (-8.09)	0.844** (1.99)
ES	-0.049 (-0.27)	1.631*** (5.73)	0.216 (1.16)
MS	-0.004 (-0.33)	-0.174 (-0.88)	0.077*** (6.44)
RL	4.05*** (3.20)	-0.426 (0.867)	-1.432 (-0.93)
Constant	0.108 (0.40)	3.063*** (7.75)	1.571*** (5.69)
时间	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定
样本量	196	196	196
R^2	0.504	0.009	0.030

④环境效应

由表 5.11 的回归结果可以看到，全球价值链地位对中介变量环境效应的显著性检验未通过，环境效应对绿色全要素生产率的作用也不显著，系数 β_1 和 v_2 都没有通过显著性检验，根据中介效应检验原理，全球价值链带来的环境效应与制造业绿色全要素生产率之间不存在中介效应，环境规制不是影响制造业绿色全要素生产率提升的机制路径。这表明全球价值链分工产生的环境规制效应对于绿色全要素生产率是具有正向促进作用还是负面抑制作用尚不明确。

表 5.11 环境效应回归结果

变量	GTFP	LnEN	GTFP
GVC_Po	2.778*** (2.68)	-2.092 (-1.26)	2.259* (1.96)
LnEN			-0.069 (-1.27)
FDI	2.130** (3.080)	-2.353** (-2.35)	1.969*** (2.80)
OS	1.525*** (5.07)	-0.124 (-0.29)	1.516*** (5.05)
ES	-0.049 (-0.27)	-0.043 (-0.16)	-0.052 (-0.29)
MS	-0.004 (-0.33)	-0.033* (-1.78)	-0.006*** (-0.50)
RL	4.05*** (3.20)	11.515*** (6.30)	-3.26** (-2.31)
Constant	0.108 (0.40)	-1.60*** (-4.08)	-0.002 (-0.01)
时间	固定	固定	固定
行业	固定	固定	固定
样本量	196	196	196
R^2	0.504	0.020	0.510

6 结论与建议

6.1 研究结论

本文旨在探究全球价值链分工地位对中国制造业绿色全要素生产率的影响，通过构建全球价值链地位指数与制造业绿色全要素生产率指数，并建立相应的基准模型和机制模型进行实证回归，以便分析其具体影响原因和机制，现对每个部分进行相应总结。

通过第二章文献综述的梳理，明确了 GVC 嵌入地位和 GTFP 的概念以及测度方法；通过第三章理论部分的分析，确定了我国制造业参与 GVC 分工会通过技术效应、结构效应、规模效应和环境效应来促进 GTFP 的发展，同时也会通过低端锁定效应、污染转移效应和自主创新抑制效应来抑制 GTFP 的发展。

第四章先是测度了我国制造业 14 个行业 2007-2020 年的 GVC 地位指数，可以发现我国制造业行业的 GVC 地位指数大多数为负值，仍旧处于价值链分工的中低端环节，但随着时间的推移，我国 GVC 分工地位呈现波动式上升，逐渐向价值链高端环节迈进。从细分行业来看，我国劳动密集型行业的 GVC 地位指数最大，资本密集型行业次之，而技术密集型行业最小，都为负值，这表明当前我国制造业还是以低附加值的劳动和资本密集型为主，诸如计算机、精密仪器、电子产品等高技术行业还有待提高。然后对我国制造业 GTFP 进行了测算，14 个制造业行业的 GTFP 数值都大于 1，都在一定程度上实现了行业绿色全要素生产率的增长，整体上来说，我国 GTFP 的年平均增长率达到 7.9%，且主要依靠技术进步来推动 GTFP 的增长。从细分行业来看，劳动密集型行业的 GTFP 最大，技术密集型行业第二，资本密集型行业最小。

第五章通过实证研究得出如下结论：

(1) 通过基准回归结果表明 GVC 地位指数的提升对我国制造业 GTFP 存在促进作用，全球价值链地位指数每提升一个单位，绿色全要素生产率将提升 2.403 个单位。从控制变量来看，外商直接投资、所有制结构、劳动人员科研水平和研发投入都对 GTFP 具有促进作用，能源消费结构未能通过显著性检验。

(2) 根据行业异质性检验结果，我国劳动密集型行业和技术密集型行业的

GVC 地位指数对 GTFP 的提升具有促进作用, 资本密集型行业的 GVC 地位指数对 GTFP 的提升不具有促进作用。

(3) 根据机制检验结果, GVC 嵌入带来的技术效应和结构效应对 GTFP 的提升具有显著促进作用, 规模效应和环境效应对 GTFP 的提升未产生显著作用。

6.2 政策建议

通过文章的分析可以看到, 全球价值链嵌入地位对我国制造业绿色全要素生产率的提升有着显著的促进作用, 但是我国在 GVC 分工中仍然处于中下游环节, 不利于进一步提升我国制造业行业的绿色发展水平。基于上述结论, 本文提出以下建议。

(1) 优化产业结构, 促进价值链升级

全球价值链中的高端环节通常伴随着更高的技术水平和创新能力, 提升我国制造业在全球价值链的地位, 意味着提高了国际市场竞争力, 有助于占领更高附加值的市场份额。根据机制检验结果, 产业结构是提升绿色全要素的重要影响机制, 因此可以通过优化产业结构, 促进价值链升级和制造业绿色发展。首先, 政府可以制定战略性的产业政策, 重点支持和发展高附加值的产业。通过鼓励战略性新兴产业的发展, 例如新能源汽车、人工智能、生物医药等, 我国制造业可以更好地融入全球价值链的高端环节, 提高附加值。其次, 加强产业链协同发展是关键一环。通过搭建产业联盟和生态系统, 不同企业之间形成紧密的协作关系, 共同推动整个产业链的升级。例如, 在汽车制造业中, 可以通过整合设计、制造、零部件供应等环节, 形成完整的产业链, 提升整体竞争力。第三, 重视服务型制造业的发展。培育具有服务性质的制造业, 例如智能制造服务、售后服务等, 有助于提高产品的附加值, 推动制造业由传统的生产导向向更加综合、服务导向的方向发展。此外, 加强人才培养是提高分工地位的重要途径, 通过优化教育体系, 培养更多高素质的工程技术人才和管理人才, 提高劳动力的综合素质, 使其适应高科技产业的需求。

(2) 加大研发投入, 促进技术创新

根据实证回归结果, 技术进步和研发投入是促进我国制造业 GTFP 提升的重

要因素,因此可以通过加入研发投入和创新来实现 GVC 分工地位的提高和 GTFP 的提升。首先,通过加大研发投入,企业能够致力于技术创新,引入先进的生产技术和工艺,以提高产品的技术含量和附加值。这种技术创新不仅有助于满足市场对高品质产品的需求,还能够提升制造业在全球价值链中的地位,使其更多地参与到技术密集型和创新驱动型产业中。其次,加大研发投入也能够推动绿色技术的应用,从而降低生产过程对环境的影响。通过采用清洁生产技术、提高资源利用效率、降低碳排放等手段,制造业可以逐步实现环保绿色生产,提高全要素生产率的同时减轻对自然资源的压力。此外,研发投入也可以推动新材料的应用,减少对有限资源的依赖,促使制造业更加可持续。最后,政府在引导研发投入方面也应扮演重要角色,通过制定激励政策、提供资金支持和强化知识产权保护,鼓励企业进行更为长远和深度的技术研发,以推动整个制造业的全面升级。通过这些努力,我国制造业将能够提高其在全球价值链中的地位,实现更为绿色、创新和可持续的发展。

(3) 优化能源消费结构, 加大污染治理

当前我国工业行业的能源消耗依然是以煤炭为主,碳排放高、对环境污染较大,应积极优化能源消费结构,加大污染治理。首先,应推动制造业实施绿色能源消费策略,逐步减少对传统高耗能资源的依赖,提升能源利用效率。通过采用清洁能源、加强能源管理与技术创新,降低生产过程中的能源消耗,从而减缓对环境的不良影响。其次,加大对污染治理的力度,实施更加严格的环境保护政策。通过引入先进的环境治理技术,减少排放物的产生,改善空气和水质,提高制造业的环保标准。这不仅有助于改善我国制造业在全球价值链中的形象,还能够提高企业的社会责任感,吸引更多环保和社会责任感强的消费者。最后,政府应通过激励政策,鼓励企业进行绿色投资,奖励采用清洁生产技术的企业,加大对环保产业的支持。通过这些综合措施,可以促进我国制造业的绿色全要素生产率的提升,提高其在全球价值链中的分工地位,实现可持续发展。

(4) 积极吸引外资, 加强国际合作

通过实证部分的研究,外商直接投资对我国制造业绿色全要素生产率存在显著影响,在参与全球价值链分工中,我国企业应积极吸收发达国家技术和资金的

溢出效应，加强与国际企业合作。通过建立更加开放的投资环境，提供优惠政策和便利条件，我国可以吸引更多外国直接投资，促进国际先进技术和管理经验的引入。与此同时，加强与国际企业和组织的合作也是关键一环，通过开展联合研发、技术交流和生产合作，我国制造业可以更好地融入全球价值链的高端环节，提高产品附加值。这种国际合作不仅有助于技术水平的提升，还能促进绿色技术的引入和绿色全要素生产率的提高。在合作中，注重可持续发展理念，推动绿色制造和环境友好型生产模式的传播与应用，有助于塑造我国制造业的可持续发展形象。通过这些举措，我国制造业将逐步在全球价值链中发挥更为重要的作用，提高分工地位，实现制造业绿色全要素生产率的提升。

参考文献

- [1] Antràs P, Chor D, Fally T, et al. Measuring the upstreamness of production and trade flows[J]. *American Economic Review*, 2012, 102(03): 412-416.
- [2] Chung Y H, Färe R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. *Journal of Environmental Management*, 1997, 51(3): 229-240.
- [3] Du J, Chen Y, Huang Y. A modified Malmquist-Luenberger productivity index: assessing environmental productivity performance in China[J]. *European Journal of Operational Research*, 2018, 269(1): 171-187.
- [4] Gereffi G. The organization of buyer-driven global commodity chains: How US retailers shape overseas production networks[J]. *Commodity chains and global capitalism*, 1994: 95-122.
- [5] Gereffi G, Humphrey J, Sturgeon T. The governance of global value chains[J]. *Review of International Political Economy*, 2005, 12(1): 78-104.
- [6] Hausmann R, Hwang J, Rodrik D. What you export matters[J]. *Journal of Economic Growth*, 2007, 12: 1-25.
- [7] Hummels D, Ishii J, Yi K M. The nature and growth of vertical specialization in world trade[J]. *Journal of International Economics*, 2001, 54(1): 75-96.
- [8] Hu J L, Sheu H J, Lo S F. Under the shadow of Asian Brown Clouds: Unbalanced regional productivities in China and environmental concerns[J]. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2005, 12(4): 429-442.
- [9] Johnson R C, Noguera G. Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added[J]. *Journal of International Economics*, 2012, 86(2): 224-236.
- [10] Kogut B. Designing global strategies: Comparative and competitive value-added chains[J]. *Sloan Management Review (pre-1986)*, 1985, 26(4): 15.
- [11] Koopman R, Wang Z, Wei S J. Tracing value-added and double counting in gross exports[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(2): 459-494..
- [12] Oh D. A metafrontier approach for measuring an environmentally sensitive

- productivity growth index[J]. *Energy Economics*, 2010, 32(1): 146-157.
- [13] Porter M E. Technology and competitive advantage[J]. *Journal of business strategy*, 1985, 5(3): 60-78.
- [14] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. *European journal of operational research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [15] Tone K, Tsutsui M. Dynamic DEA: A slacks-based measure approach[J]. *Omega*, 2010, 38(3-4): 145-156.
- [16] UNIDO's Industrial Development 2002/2003[R]. Vienna: UNIDO, 2002.
- [17] Wang Z, Wei S J, Zhu K. Quantifying international production sharing at the bilateral and sector levels[R]. National Bureau of Economic Research, 2013.
- [18] Wang Z, Wei S J, Yu X, et al. Measures of participation in global value chains and global business cycles[R]. National Bureau of Economic Research, 2017.
- [19] Wang Z, Wei S J, Yu X, et al. Characterizing global value chains: production length and upstream ness[R]. National Bureau of Economic Research, 2017.
- [20] 程大中,魏如青,郑乐凯.中国服务贸易出口复杂度的动态变化及国际比较——基于贸易增加值的视角[J].*国际贸易问题*,2017(05):103-113.
- [21] 蔡玲,汪萍.数字经济与城市绿色全要素生产率:影响机制与经验证据[J].*统计与决策*,2022,38(09):11-16.
- [22] 程中华,李廉水.全球价值链嵌入与中国制造业绿色增长[J].*科学学研究*,2021,39(05):822-832.
- [23] 陈颂,卢晨.国际产品内分工对中国工业行业环境技术效率的影响效应研究[J].*国际贸易问题*,2019(12):46-60.
- [24] 陈晓,车治轲.中国区域经济增长的绿色化进程研究[J].*上海经济研究*,2018(07):43-53.
- [25] 戴翔,李洲,何启志.中国制造业出口如何突破“天花板约束”[J].*统计研究*, 2018, 35 (06): 56-67
- [26] 杜龙政,赵云辉,陶克涛,林伟芬.环境规制、治理转型对绿色竞争力提升的复合效应——基于中国工业的经验证据[J].*经济研究*,2019,54(10):106-120.

- [27]董有德,夏文豪.外商直接投资与中国绿色全要素生产率——基于系统 GMM 和门槛模型的实证研究[J].上海经济研究,2022(08):94-106.
- [28]冯严超,王晓红,胡士磊.FDI、OFDI 与中国绿色全要素生产率——基于空间计量模型的分析[J].中国管理科学,2021,29(12):81-91.
- [29]范德成,刘凯然.动态内生视角下嵌入全球价值链的节能减排效应[J].统计与决策,2022,38(17):86-90.
- [30]高运胜,郑乐凯,李之旭.融入全球价值链与中国制造业出口技术水平[J].科研管理,2022,43(09):58-66.
- [31]黄庆华,胡江峰,陈习定.环境规制与绿色全要素生产率:两难还是双赢?[J].中国人口·资源与环境,2018,28(11):140-149.
- [32]李鹏升,陈艳莹.环境规制、企业议价能力和绿色全要素生产率[J].财贸经济,2019,40(11):144-160.
- [33]李卫兵,涂蕾.中国城市绿色全要素生产率的空间差异与收敛性分析[J].城市问题,2017(09):55-63.
- [34]刘淑茹,贾箫扬,党继强.中国工业绿色全要素生产率测度及影响因素研究[J].生态经济,2020,36(11):46-53.
- [35]刘乾,钟昌标,黄远浙.对外直接投资与中国工业绿色全要素生产率——基于环境规制与吸收能力视角分析[J].生态经济,2022,38(03):79-85.
- [36]林丽梅,赖永波,谢锦龙,何秀玲.环境规制对城市绿色发展效率的影响——基于超效率 EBM 模型和系统 GMM 模型的实证分析[J].南京工业大学学报(社会科学版),2022,21(05):102-114+116.
- [37]李宏,牛志伟,邹昭晞.双循环新发展格局与中国制造业增长效率——基于全球价值链的分析[J].财经问题研究,2021(03):38-48.
- [38]刘颖,王诗.考虑环境非期望产出的工业行业绿色全要素生产率异质性与提升选择偏好[J].中国环境科学,2023,43(11):6183-6193.
- [39]吕越,李小萌,吕云龙.全球价值链中的制造业服务化与企业全要素生产率[J].南开经济研究,2017(03):88-110.
- [40]罗伟,吕越.全球价值链分工位置和制造业企业对外直接投资[J].中山大学学报

- (社会科学版),2022,62(02):182-193.
- [41]毛渊龙,姜国刚.城市规模与城市经济绿色增长关系的实证检验[J].统计与决策,2023,39(06):155-160.
- [42]马建峰,赵田明娣.全球价值链分工地位对中国制造业全要素生产率的影响——基于行业出口与技术双重异质特征视角的实证研究[J].国际商务研究,2022,43(04):14-26.
- [43]倪红福,王海成.企业在全球价值链中的位置及其结构变化[J].经济研究,2022,57(02):107-124.
- [44]潘文卿,李跟强.垂直专业化、贸易增加值与增加值贸易核算——全球价值链背景下基于国家(地区)间投入产出模型方法综述[J].经济学报,2014,1(04):188-207.
- [45]任志成,张幸.参与全球价值链提高中国上市公司的全要素生产率了吗?[J].审计与经济研究,2020,35(03):93-101.
- [46]孙亚男,杨名彦.中国绿色全要素生产率的俱乐部收敛及地区差距来源研究[J].数量经济技术经济研究,2020,37(06):47-69.
- [47]苏华,杨帆,张亚力.中国市域绿色全要素生产率空间计量分析[J].经济地理,2022,42(09):138-146.
- [48]余硕,王巧,张阿城.技术创新、产业结构与城市绿色全要素生产率——基于国家低碳城市试点的影响渠道检验[J].经济与管理研究,2020,41(08):44-61.
- [49]史代敏,施晓燕.绿色金融与经济高质量发展:机理、特征与实证研究[J].统计研究,2022,39(01):31-48.
- [50]孙冬营,吴星妍,顾嘉榕,许玲燕,王慧敏.长三角城市群工业企业绿色全要素生产率测算及其影响因素[J].中国科技论坛,2021(12):91-100.
- [51]桑丹丹,王元月,丁黎黎.中美产业部门全要素生产率比较——基于环境友好全球价值链视角[J].资源科学,2022,44(03):570-582.
- [52]沈洋,周鹏飞.农业绿色全要素生产率测度及收敛性分析——基于碳汇和碳排放双重视角[J].调研世界,2022(04):58-68.
- [53]唐东波.贸易开放、垂直专业化分工与产业升级[J].世界经济,2013,36(04):47-68.

- [54] 田泽,斯洪诚,任阳军,毛春梅. “双碳”目标下三大流域产业转型升级与绿色全要素生产率提升[J].当代经济研究,2023(04):100-114.
- [55] 唐青青,王珏.全球价值链嵌入影响制造业企业出口产品质量研究[J].财经论丛,2022(04):3-14.
- [56] 王锋正,孙玥,赵宇霞.全球价值链嵌入、开放式创新与资源型产业升级[J].科学学研究,2020,38(09):1706-1718.
- [57] 王钧天.全球价值链嵌入地位与中国上市企业数字化转型发展[J].产业经济研究,2022(06):101-113+142.
- [58] 许冬兰,于发辉,张敏.全球价值链嵌入能否提升中国工业的低碳全要素生产率?[J].世界经济研究,2019(08):60-72+135.
- [59] 许冬兰,韩婧彤.双环流价值链嵌入对低碳全要素生产率的影响效应研究[J].中国地质大学学报(社会科学版),2022,22(01):99-114.
- [60] 徐璋勇,朱睿.金融发展对绿色全要素生产率的影响分析——来自中国西部地区的实证研究[J].山西大学学报(哲学社会科学版),2020,43(01):117-129.
- [61] 殷宝庆.环境规制与我国制造业绿色全要素生产率——基于国际垂直专业化视角的实证[J].中国人口·资源与环境,2012,22(12):60-66.
- [62] 尹子擘,孙习卿,邢茂源.绿色金融发展对绿色全要素生产率的影响研究[J].统计与决策,2021,37(03):139-144.
- [63] 于善波,张军涛.长江经济带省域绿色全要素生产率测算与收敛性分析[J].改革,2021(04):68-77.
- [64] 杨书,范博凯,顾芸.投资型环境规制对绿色全要素生产率的非线性影响[J].中国人口·资源与环境,2022,32(05):120-131.
- [65] 余东华,田双.全球价值链嵌入、科技资源错配与制造业转型升级[J].财经问题研究,2019(10):35-43.
- [66] 尹天宝,赵红岩,仲颖佳.全球价值链嵌入对中国绿色经济效率的影响研究[J].当代财经,2023(01):17-28.
- [67] 余泳泽,容开建,苏丹妮,张为付.中国城市全球价值链嵌入程度与全要素生产率——来自 230 个地级市的经验研究[J].中国软科学,2019(05):80-96.

- [68] 余东华,燕玉婷.环境规制、技术创新与制造业绿色全要素生产率[J].城市与环境研究,2022(02):58-79.
- [69] 艳华,郝均,赵建吉,苗长虹.从 GPN 1.0 到 2.0:全球生产网络理论研究进展与评述[J].地理与地理信息科学,2017,33(06):87-93.
- [70] 章秀琴,余长婧,朱怡童.基础设施质量影响了制造业出口技术复杂度吗?——基于“一带一路”49 国跨国面板数据的实证研究[J].财经理论研究,2020(05):1-11.
- [71] 周贝,李婷.中国农业全球价值链地位影响因素考察[J].统计与决策,2023,39(02):83-87.
- [72] 朱金鹤,王雅莉.中国省域绿色全要素生产率的测算及影响因素分析——基于动态 GMM 方法的实证检验[J].新疆大学学报(哲学·人文社会科学版),2019,47(02):1-15.
- [73] 张鹤,杨雪梅,郑跃朋.环境规制对绿色全要素生产率影响研究[J].价格理论与实践,2022(10):196-199+215.
- [74] 张军涛,朱悦.制造业转型升级差异化路径与绿色全要素生产率——基于调节效应和空间效应视角[J].商业研究,2023(02):9-18.
- [75] 张建,王博.数字经济发展与绿色全要素生产率提升[J].审计与经济研究,2023,38(02):107-115.
- [76] 张英浩,汪明峰,崔璐明,匡爱平.数字经济水平对中国市域绿色全要素生产率的影响[J].经济地理,2022,42(09):33-42.
- [77] 张伟科,葛尧.对外直接投资对绿色全要素生产率的空间效应影响[J].中国管理科学,2021,29(04):26-35.
- [78] 郑国姣,常冉.中国装备制造业服务化与绿色全要素生产率研究——基于新型国际分工下的 GVC 视角[J].技术经济与管理研究,2019(10):3-8.
- [79] 章志华,唐礼智,孙林.双向 FDI 协调发展、市场分割与绿色全要素生产率[J].商业研究,2023(05):81-89.
- [80] 张彦彦,胡善成.垂直专业化、创新与绿色全要素生产率——基于制造业行业的经验证据[J].中国科技论坛,2022,(11):104-113+124.

致谢

时光荏苒，转瞬间三年硕士研究生生涯即将画上圆满的句号。在此，我要衷心感谢所有在我硕士学业过程中给予我支持和帮助的人们。

首先，我要对我的导师表示由衷的感谢。感谢您在整个研究生阶段对我的精心指导和悉心教诲。您丰富的学识、严谨的治学态度以及对研究的深刻见解，使我在学术道路上受益匪浅。在论文的选题、设计、撰写以及最后定稿的整个过程中，您的耐心和细心的指导让我受益良多。

其次，我要感谢学校和学院的各位老师。在学术上，您们严谨的治学风格和精湛的教学水平使我受益匪浅；在生活中，您们的关怀和支持让我感到温馨和温暖；同时，我要感谢我的同窗们。在相互学习、交流的过程中，大家共同进步，互帮互助，形成了良好的学术氛围。在论文的撰写过程中，能够得到大家的意见和建议，使我的研究更加丰富和完善。

特别要感谢我的家人，是你们在背后默默的支持和关怀，让我在追求梦想的道路始终充满力量。谢谢你们一直以来的理解和支持。

最后，感谢所有在我求学路上遇到的朋友们，是你们的陪伴让我的研究生生活更加丰富多彩，愿我们都能在自己的领域取得更大的成就。

兰州财经大学的学习经历将成为我一生难忘的回忆。感谢所有曾经帮助过我的人们，正是有了你们的支持，我才能顺利完成我的硕士学业。愿未来的日子，我们依然携手前行，共同奋斗。再次致以最诚挚的谢意！