

分类号 C8/327
U D C _____

密级 公开
编号 10741



硕士学位论文

论文题目 环境规制对制造业产业结构升级的影响路径研究

研究生姓名: 陆杨锋

指导教师姓名、职称: 刘明 教授

学科、专业名称: 应用经济学 统计学

研究方向: 经济与社会统计

提交日期: 2023年5月30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： 张杨峰 签字日期： 2023年5月30日

导师签名： 刘明 签字日期： 2023.5.30

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內容。

学位论文作者签名： 张杨峰 签字日期： 2023年5月30日

导师签名： 刘明 签字日期： 2023.5.30

**Research on the Impact Path of
Environmental Regulation on the
Upgrading of Manufacturing Industry
Structure**

Candidate : Lu Yangfeng

Supervisor: Liu Ming

摘要

制造业作为实体经济的重要组成部分,不仅是近代中国崛起的重要支撑力量,更是国家实力的象征。制造业的快速发展也会带来一系列的环境问题,进而环境规制政策开始逐渐加强,制造业的发展也受到了影响。平衡环境规制和制造业产业结构发展的的问题也逐步显现出来,探究环境规制对我国制造业产业结构升级是怎样的影响关系和基于什么样的路径进行影响是解决问题的方向。同时为“制造大国”向“制造强国”转变提供参考意见。

首先基于国内外关于环境规制、制造业产业结构及两者间关系的研究为本文的研究方向和方法提供参考。其次在界定环境规制和制造业产业结构升级的概念后,基于波特假说、污染避难所说等假说确定本文的中介变量技术创新和 FDI。然后经过分析我国环境规制和制造业产业结构升级的发展趋势和分区域发展的特点发现两者间存在显著区域差异性。最后,基于 2012-2020 年我国 30 个省市数据(除西藏和港澳台地区)构建面板模型、中介面板模型、带调节效应的中介面板模型和分区域面板模型探究环境规制对制造业结构升级的影响路径。

结果表明正式和非正式环境规制可以促进我国制造业产业结构的合理化和高级化水平,资产负债率水平的提高会对制造业产业结构升级产生抑制作用,而城镇化的影响呈现差异性。环境规制可以通过技术创新和 FDI 间接影响制造业产业结构升级,正式和非正式基于技术创新路径对制造业高级化产生的中介效应分别占总效应的 25.74%和 21.01%,正式环境规制通过 FDI 路径对制造业合理化和高级化分别产生 12.39%和 8.58%的间接效应。劳动力错配和资本错配会降低技术创新的正向中介效应。受经济发展水平的影响环境规制对制造业产业结构升级的影响具有显著的区域差异性,对东部和西部的影响最显著。

基于实证结果提出了以下对策:推动正式和非正式环境规制协调发展;加快企业技术升级,提高边际利润;区域差异化实施环境规制标准;建立健全融资市场和劳动力市场发展机制。

关键词: 制造业 环境规制 产业结构升级 影响路径

Abstract

Manufacturing, as an important part of the real economy, is not only an important supporting force for China's rise in modern times, but also a symbol of national strength. The rapid development of manufacturing will also bring a series of environmental problems, and therefore environmental regulation policies have gradually strengthened, affecting the development of manufacturing. The problem of balancing environmental regulation and the development of manufacturing industry structure has gradually emerged. Exploring the relationship between environmental regulation and the upgrading of China's manufacturing industry structure and the path based on which it affects is the direction for solving the problem. At the same time, it provides reference opinions for the transformation from a "manufacturing power" to a "manufacturing strong country".

First, based on domestic and foreign research on environmental regulation, manufacturing industry structure, and the relationship between the two, this paper provides reference for the research direction and method. Secondly, after defining the concepts of environmental regulation and the upgrading of manufacturing industry structure, this paper determines the intermediate variables of technological innovation and FDI based on hypotheses such as Porter's hypothesis and pollution haven hypothesis. Then, through analysis of the development trends of environmental regulation and the upgrading of manufacturing industry structure in China,

and the characteristics of regional development, it was found that there are significant regional differences between the two. Finally, based on the data of 30 provinces and cities in China (excluding Tibet and Hong Kong, Macao, and Taiwan) from 2012 to 2020, we construct a panel model, an intermediary panel model, an intermediary panel model with regulatory effects, and a subregional panel model to explore the impact path of environmental regulation on the structural upgrading of the manufacturing industry.

The results show that formal and informal environmental regulations can promote the rationalization and high-level upgrading of China's manufacturing industry structure. An increase in the level of asset-liability ratio will have a restraining effect on the upgrading of the manufacturing industry structure, while the impact of urbanization shows differences. Environmental regulation can indirectly affect the upgrading of manufacturing industry structure through technological innovation and FDI. The intermediary effects of formal and informal technological innovation paths on the advanced upgrading of manufacturing industry account for 25.74% and 21.01% of the total effect respectively. Formal environmental regulation has indirect effects of 12.39% and 8.58% on the rationalization and high-level upgrading of the manufacturing industry through the FDI path respectively. Labor and capital mismatch will reduce the positive intermediary effect of technological innovation. The impact of

environmental regulation on the upgrading of manufacturing industry structure has significant regional differences, which are most significant in the eastern and western regions, and is influenced by the level of economic development.

Based on the empirical results, the following countermeasures are proposed: promoting the coordinated development of formal and informal environmental regulations; Accelerate the technological upgrading of enterprises and improve the marginal profit; Regional differentiation implementation of environmental regulation standards; Establish and improve the financing market and labor market development mechanism.

Key words: Manufacturing; Environmental Regulation; Industrial Structure Upgrading; Impact Path

目 录

1. 绪论	1
1.1 研究背景与研究意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 国内外相关研究综述	3
1.2.1 环境规制的研究	3
1.2.2 制造业产业结构研究	4
1.2.3 环境规制对制造业产业结构的影响研究	6
1.3 框架思路与研究方法	8
1.3.1 研究内容	8
1.3.2 研究方法	9
1.3.3 技术路线	9
1.4 本文创新点和不足	10
2. 概念界定与理论基础	12
2.1 相关概念界定	12
2.1.1 环境规制的内涵	12
2.1.2 制造业产业结构升级的内涵	12
2.2 环境规制相关理论	13
2.2.1 外部性理论	13
2.2.2 科斯定理	13
2.2.3 污染避难所假说	14
2.2.4 波特假说	14
2.2.5 技术创新理论	15
3. 环境规制与制造业产业结构发展现状	16
3.1 环境规制发展现状	16
3.1.1 环境规制发展趋势	16
3.1.2 区域差异性	17

3.2 制造业产业结构发展现状.....	19
3.2.1 产业结构发展趋势.....	19
3.2.2 区域差异性.....	20
3.3 小结.....	22
4. 环境规制对制造业产业结构升级的影响路径分析.....	23
4.1 直接影响路径.....	23
4.2 间接影响路径.....	23
4.3 要素错配的调节作用.....	24
4.4 区域差异性.....	25
4.5 小结.....	25
5. 环境规制对制造业产业结构升级影响的实证分析.....	27
5.1 变量选取与模型设定.....	27
5.1.1 变量选取.....	27
5.1.2 模型设定.....	32
5.2 实证检验与结果分析.....	34
5.2.1 直接影响检验.....	34
5.2.2 间接影响检验.....	36
5.2.3 调节作用检验.....	39
5.3 模型稳健性.....	41
5.4 地区差异性研究.....	41
5.4.1 正式环境规制分区域的影响.....	41
5.4.2 非正式环境规制分区域的影响.....	43
5.5 小结.....	44
6. 研究结论与政策建议.....	46
6.1 研究结论.....	46
6.2 政策建议.....	47
参考文献.....	49
致谢.....	53

1. 绪论

1.1 研究背景与研究意义

1.1.1 研究背景

近几年，我国工业增加值占国内生产总值的比重有所下降，2020 年受疫情影响占比约 30.9%，在近十年中处于最低水平，但占比仍要高于欧美发达国家，2021 年工业增加值占 GDP 的比重恢复至 32.6%。制造业不仅仅是我国工业经济发展的重要组成部分，也是助力当代中国崛起的重要力量。“中国制造”不仅作为中国走向世界的一张名片，更是体现了我国综合实力和国际竞争力。国内经济发展进入新常态，长期累积的结构性矛盾逐渐扩大，国际经济环境和形式错综复杂，资源、能源、资本密集型等重化工业经济发展的高峰期基本结束，传统制造业发展模式迎来新挑战，制造业产业结构调整与经济增长新动力问题日益严峻。据此《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》重点强调了实体经济中制造业的发展地位，明确了经济发展的着力点在实体经济上，突出了制造业在实体经济的核心地位，进一步推动制造业的高端化智能化，加快传统和重点行业的转型升级，实现我国制造业高质量发展的目标。现阶段，我国制造业发展的真实情况是在推动制造业发展的同时污染问题也随之而来，由于工业企业缺乏环保意识、缺少环保设施或设施简陋、技术相对落后、排放标准执行不严格和相关监管不到位等问题导致了工业污水废水、二氧化硫、二氧化氮等空气污染物肆意排放，固体废物也随意倾倒，对环境的伤害极大。因此国家出台了《环境保护法》、《环境保护税法》、征收排污费、建立碳排放市场等政策和措施保护环境。环境保护政策的实施对于制造业的影响尤为密切，一方面会将高污染的企业取缔，淘汰部分不合格企业，另一方面会倒逼企业升级排污系统，推动技术革新。总之，环境规制问题会制约和推动制造业的发展，也会对制造业的产业结构产生促进或制约的影响。为推进新型工业化的目标，推动制造业从高能耗高污染向低能耗低污染发展是必要的，生产重心从低附加值向高附加值转移会是未来制造业的发展方向。

1.1.2 研究意义

制造业是我们生存发展的基础产业，不仅为我们提供了必要的生存基础，也提供了大量的再生产设备基础，可以展现出一个国家的生产力水平以及综合国力。目前我国拥有门类最全的制造业行业与独立完整的产业体系，然而与世界先进水平相比，仍存在大而不强，在自主创新能力、资源利用率、产业结构水平等方面存在明显的差距。环境规制在保护环境、改善生态环境的同时会制约着制造业的发展，在微观层面，企业会由于升级排污系统，缴纳排污费等事件导致运营成本增加。在产业层面，环境规制对于有色和黑色金属冶炼、石油加工、炼焦和核燃料加工等部分高污染型行业的制裁效果明显，随之而来会影响钢铁制造业的生产，进而影响汽车、铁路、船舶等行业的正常发展。因此，在环境规制力度日益加大的背景下，推进我国制造业产业结构升级的研究具有重要的实践意义。基于环境规制角度研究其对我国制造业产业结构升级的直接和间接影响路径，结合相关的统计方法探究具体的影响路径，是对我国制造业产业结构升级研究的有益补充。

（一）理论意义

第一，现有对环境规制影响制造业产业结构升级的研究多以技术创新和 FDI 作为中介变量，研究环境规制是如何通过技术创新来促进制造业产业结构升级，在此过程中鲜有学者考虑到其他因素的变化是否会促进或抑制技术创新的作用，因此本文从影响技术创新和制造业产业结构升级的角度出发，探究要素错配是否会增强或减弱技术创新的中介作用，为环境规制对制造业产业结构升级的影响路径提供理论支撑。

第二，目前对于环境规制的测度尚未形成统一的规则，命令型和市场激励型是两种使用较多的分类规则，使用正式和非正式环境规制分类方法相对全面，前者可以包含命令型和市场激励型，后者是公众通过信访、电话投诉、网络曝光等方式对污染行为进行监督，是对前者的补充。正式和非正式环境规制的分类方式可以有效地将环境规制的含义涵盖，该分类方法具有一定参考意义。

（二）现实意义

第一，本文及时关注了国家在制造业产业结构升级过程中对环境规制的需求，研究环境规制通过影响技术创新和 FDI 对产业结构产生作用的同时，探究不同

水平的环境规制力度的影响是否存在差异性,不同区域间的环境规制作用力差距问题以及要素错配是否会增加或减弱技术创新和 FDI 发挥的中介作用,为不同发展情况地区制定环境规制措施提供理论支撑,使我国各地区更有效率地开展工业减排工作。

第二,环境规制从短期来看,会减少企业生产的利润,但从长期来看,有利于刺激企业进行技术改革,提高制造业的产业结构升级。对处于不同技术发展水平的地区来说,从实行环境规制到真正实现环境规制促进制造业产业结构升级所需要经过的时间也不相同,因此本文的研究结论为各地区根据自身技术发展水平、FDI 引进力度和要素错配情况,制定实行环境规制措施的长远规划提供了参考。

1.2 国内外相关研究综述

1.2.1 环境规制的研究

环境规制最早以命令型环境规制出现,使用的范围是最广的,由 OECD 提出的“污染付费者原则”是市场激励型环境规制的代表,两者方式均是正式型环境。不同于正式型环境规制,非正式型环境规制主要以非官方监督的方式为主,例如拨打举报电话、寄送举报信、媒体曝光等方式进行环境保护监督。正式环境规制中的命令型和市场激励型两种方式各有其优势,Stavins (2002) 认为应当组合使用以期发挥最大程度的作用。非正式环境规制相较于正式环境规制的影响力度较弱,其发挥的作用力和作用机制主要和当地人群对于环境保护关注度相关,影响范围较小。

环境规制的衡量由于学者出发角度的不同,衡量指标也存在一定差异。正式环境规制主要的测度方式有两种,分为单一指标和综合指标,单一指标是指采用单个指标作为衡量环境规制的变量,而综合指标则通过多个变量通过特定的计算方法将多个变量综合成一个。单一指标主要从污染物排放、排污费、环境治理费用等方面入手,如罗能生,王玉泽(2017)采用了工业污染治理投资额和排污费收入衡量环境规制强度,Brunnermeier and Cohen (2003) 和 Lanoie et al. (2008) 等国外学者则采用污染治理投资占企业总成本或工业总产值的比重表示,李小平等(2012)和陈宇科和刘蓝天(2019)以工业废水、废气治理设施年运行强度作

为衡量指标，夏勇和钟茂初（2016）和胡江峰等（2021）则分别通过二氧化硫去除率指标和各个行业废气和废水治理加权平均值成本表示环境规制的强度。综合指标主要从相近的若干个指标入手，综合衡量环境规制的强度水平。如佟家栋和陈霄（2019）基于工业烟尘和废水的排放量、城市二氧化硫三类污染排放物的数据通过对指数的逆处理得到环境规制的强度指标，孙英杰和林春（2018）则从环境污染治理投资和排污费两方面构建环境规制指标，黄清煌和高明（2017）以废水达标率、废气去除率以及固废综合利用率为基础，采用加权和标准化处理后得到环境规制综合指数。此外，张三峰和卜茂亮（2011）采用政府环保检查次数来衡量环境规制力度。目前非正式环境规制测度的方法相对较少，如陆旻（2009）将人均收入水平作为环境规制的代理变量，张婷婷（2020）则综合考虑地区收入水平、受教育程度、人口密度、年龄结构四个方面采用改进的熵权法构建非正式环境规制的测度方法。

对于环境规制的影响对象，国内学者主要从环境规制对于绿色全要素生产率、产业结构等方面展开，申晨等（2017）和王冠等（2021）从绿色全要素生产率为对象，研究不同环境规制工具对于绿色全要素生产率的影响力差异和影响方式；孙玉阳等（2018）、王冉和周蕾（2022）则探究了环境规制对于产业结构的影响，其影响作用存在“U”型关系。

单一指标衡量环境规制水平存在一定的局限性，而综合指标的方法测度方式可以更为全面的衡量该区域的环境规制水平，因此文章选择综合指标的方式测度环境规制水平。

1.2.2 制造业产业结构研究

产业结构是反映经济发展中各产业的构成以及各产业间的联系和比例关系。产业结构会随经济发展时期和水平的不同而发生改变，不同状态间变换称为产业结构调整，产业结构的升级是产业结构逐步向好的方向发展的体现，可以分为两个方向：合理化和高级化。制造业的产业结构升级优化可以提高产业运行效率和资源利用水平，可以改善一个地区或国家的资源配置结构（俞海山等，2011），促进制造业的发展，Lakhwinder（2004）的研究也证实了产业结构的变动会有利于制造业生产率的增长。

目前,产业结构的测度方法主要从高级化和合理化两个角度构建评价指标。制造业高级化是制造业的发展由高附加值行业主导,高附加值的行业一般是指中高技术行业,因此学者采用中高端制造业与中端制造业总产值之比(沈运红和黄桁,2020)或使用高端制造业总产值占制造业总产值的比重(陈璇和钱薇雯,2020)来体现制造业的高度化水平。同时,也有学者基于劳动生产率和技术角度出发构建高级化的测度指标,如刘伟等(2008)、蒋殿春和王春宇(2020)分别以各产业劳动生产率和技术复杂度进行测算制造业的高级化水平。合理化是指产业的投入产出之间的内在比例协调关系,是制造业的生产要素配比和产出间合理化程度的体现,具体测度方法有结构偏离度(潘为华等,2019)、泰尔指数(干春晖等,2011)和改进的泰尔指数(梁榜和张建华,2018)等方法,是以产出与劳动投入的比例关系为基础进行构建的。此外,也有学者通过构建指标体系(李云菲,2017)的方法测度合理化和高级化,但目前该方法的实践尚未成熟,尚未得到广泛地应用。鉴于此文章选择较为成熟和常用的方法,采用高端制造业的总产值占制造业总产值的比重衡量制造业的高级化水平,泰尔指数作为衡量制造业合理化的指标。

在制造业产业结构升级优化的影响因素研究方向,国内外学者主要侧重于劳动、资本、外商直接投资和创新投入等传统要素以及大数据、互联网+和智能化等新型要素,同时政府政策、投资环境、融资约束、市场竞争和经济发展水平等宏观经济环境也是重要的影响因素。传统要素中的劳动力要素对于制造业产业结构升级优化的影响主要表现在两方面,一是劳动力数量的投入,苏杭等(2017)分别从产业和企业层面考察发现劳动投入对中国制造业升级的促进作用要大于资本和研发投入;二是劳动力的质量水平,中国高技能劳动力的占比提升可以促进制造业的升级,同时会促使要素向高端制造业配置(李磊等,2019)。对于外商直接投资(FDI),黄日福和陈晓红(2007)认为FDI对产业结构具有正向的作用。技术水平也是影响制造业产业结构发展的重要因素之一(Russu,2015),技术创新是推动制造业技术水平发展的重要手段,而不合理的R&D内部经费支出结构会对制造业产业转型升级产生一定的负面影响(瞿肖怡等,2020),因此企业不能盲目地增加创新投入,需要逐步合理地安排投入要素的结构。

不同于传统要素,新型要素主要围绕数据展开,多数国内外学者主要从理论上论证大数据如何促进制造业产业转型升级和具体的实现路径(霍媛媛,2019;

Koksal, 2011), 而吕明元(2020)基于互联网普及率和大数据技术发明专利申请量的乘积构建大数据发展的量化指标,验证了大数据对制造业产业结构高级化和合理化的促进作用,同时指出大数据的促进作用具有区域差异性。制造业智能化生产是对大数据、“互联网+”以及人工智能的综合运用,智能化设备和技术的应用可以改进制造业的生产制造业模式和提高企业生产效率(Acemoglu, 2018)。通过量化智能化水平从而研究智能化对于制造业产业结构的影响力,评价智能化的方法和“互联网+”的方法类似,采用相关变量的乘积或指标体系进行刻画,刘军等(2019)、吉亚辉等(2021)分别用上述方法验证了智能化对于制造业产业结构的高度化和合理化具有显著的促进作用。由此可知现阶段对制造业产业结构影响因素的研究比较丰富,为文章选择控制变量提供了参考。

1.2.3 环境规制对制造业产业结构的影响研究

(1) 直接影响

环境规制是推动制造业产业结构优化的重要动力,其可以通过提高企业绿色技术创新能力、改善产品的要素配比、提升行业的生产效率以及改变企业和产业间的竞争力等路径,进而实现推动产业结构优化的目的(郑加梅, 2018)。直接研究环境规制、技术创新和产业结构升级的文献并不多,主要集中于对产业的竞争力和产业结构调整检验方面,可以归纳为从宏观角度层面对“污染避难所”假说进行检验(张婷婷, 2020)。环境规制对制造业产业结构的升级存在促进和抑制两个作用,Ahmet A. A., Sevil A. (2018)指出环境规制能够增强产业竞争力从而倒逼产业结构转型升级,而钟茂初等(2015)的研究则发现我国现阶段的环境规制政策可以促进产业转移,但却不能有效地促进产业结构的升级。

(2) 间接影响

环境规制的实施可以规范企业的生产和排污行为,当环境规制对技术创新产生的“补偿效应”大于“抵消效应”时,企业就可以实现利润的最大化(Marit E. K. et al., 2018),进而带动各行业间资源要素的配置向更加合理的方向推进,使整个行业资源配置和生产结构得到改善(童健等, 2016)。合理适当的环境规制政策会对企业产生激励作用,刺激其加快对绿色环保技术的升级,并且减少产品的成本提高利润,会给企业带来持续地改进、升级绿色技术的动力。制造业技术的

创新可以带来资源配置的优化，减少不必要的投入，改善原有的生产资料结构，进而推动生产部门发生变化，催生出新的企业和产业推动制造业产业结构不断进行调整优化。因此，技术创新在环境规制影响制造业产业结构升级的过程中发挥着重要的中介作用。基于“污染避难所”假说，环境规制会影响国际间的生产要素投入比重，对制造业影响较为直接因素则是外商直接投资（FDI），Eva（2005）指出 FDI 的进入带动着资本、技术、人才的流动，可以促进制造业的产业结构升级，而过度引入 FDI 会对制造业产业结构升级产生抑制作用（尹航，2007）。

（3）调节作用

目前鲜有研究关注环境规制对制造业产业结构升级影响的中介变量技术创新和 FDI 的发挥作用是否会受到其他因素的影响，关于要素错配对技术创新和 FDI 的调节作用研究较少。将要素错配分为资本错配和劳动力错配两方面进行研究，资本错配会导致融资结构的扭曲效应，当要素市场发生错配时，企业进行融资时的相对成本发生了扭曲，工业企业有激励选择创新激发效应更弱的债权融资渠道，直接造成了企业创新效率低于股权融资下的创新效率，从而会抑制技术创新的促进作用（宁楠，2020）。资本要素错配同样会影响 FDI 的作用，FDI 的影响可以分为技术层面和资本层面，资本要素错配均会这两方面产生影响。劳动力市场错配的重要成因是户籍制度带来的劳动力市场在城乡和省域间的分割。因户籍制度的限制对劳动力要素的自由流动产生影响，使劳动力的分布不能由市场供需机制进行有效配置，导致一部分劳动力被滞留再报酬较低的岗位或区域。FDI 中的技术层面可以细分为人才方面、生产设备和管理水平，劳动力要素的错配会导致 FDI 技术层面的推动力难以全部发挥。因此，就业范围的限制最终导致了企业创新产出活动整体效率的降低，抑制了技术创新和 FDI 发挥其促进作用。

（4）区域和非线性影响

环境规制对产业结构升级的影响效应并非是简单线性关系，受到时间、空间、人文、经济等因素的影响可能会存在相反的结论。在环境规制影响制造业产业结构升级的路径中，技术创新和 FDI 起到了重要的驱动和传到作用，由于我国各个地区经济和技术存在发展不平衡的问题，环境规制对产业结构的影响会随着区域间和行业间的差异性而存在不同的空间溢出效应（范玉波和刘小鸽，2017），同时不均衡的技术创新能力和经济发展水平导致环境规制存在非线性的门槛效应

(韩国高, 2018; 李虹和邹庆, 2019)。童健等(2016)从要素投入结构和行业异质性的角度出发, 得出了环境规制对于工业行业转型升级的影响呈现为“J”型, 其拐点要依据各个区域的环境规制具体特征观察。因此, 环境规制对产业结构升级具有显著的区域差异性和非线性影响, 本文将从东, 中, 西, 东北四个区域进行探索环境规制的区域差异性, 探求区域间的环境规制与制造业产业结构升级的影响关系。

1.3 框架思路与研究方法

1.3.1 研究内容

本文的研究内容有六个部分, 具体内容如下:

第一是绪论, 主要介绍研究展开的背景、意义以及文献综述。首先制造业产业结构升级的必要性, 其次从环境规制对产业结构的直接影响和基于技术创新的间接影响梳理相关文献, 阐述本文的研究结构、内容、方法。

第二是基本概念的界定和理论基础的阐述, 首先对环境规制的内涵进行界定, 然后对制造业产业结构升级的内涵进行界定, 为测度方法的选择奠定基础, 最后基于环境规制的相关理论阐述环境规制对制造业产业结构的影响。

第三是对我国各地区环境规制以及制造业产业结构发展的现状展开分析。基于对环境规制和制造业产业结构升级概念的界定, 确定测度方法并测度各地区的环境规制水平、制造业高级化和合理化水平, 通过图形分析我国环境规制力度、制造业高级化和合理化水平的演化趋势和区域差异。

第四是环境规制对制造业产业结构升级的影响路径分析, 分别从直接影响路径和间接影响路径阐述环境规制对制造业产业结构的影响路径, 基于间接影响路径进一步探究要素错配对技术创新和 FDI 的调节作用, 同时探究不同区域间环境规制作用力的差异, 从理论上剖析环境规制对制造业产业结构的具体影响路径。

第五是检验环境规制对制造业产业结构升级的影响。基于第四部分的理论分析基础, 选择合适的控制变量并构建相应模型, 建立面板模型检验环境规制的直接影响, 构建面板中介效应模型检验间接影响, 并在此基础上加入调节变量要素错配, 探究要素错配是否会减弱或增强技术创新和 FDI 的促进作用。通过分东中

西部分析环境规制的直接影响和间接影响的差异。

第六是结论与建议。结合本文实证所得到的结论，从协调正式和非正式环境规制，促进技术创新，注重要素错配问题和 FDI 引进力度，不同区域环境规制措施制定应做到因地制宜等方面给出相关政策建议。

1.3.2 研究方法

文献分析法。通过阅读梳理国内外环境规制、制造业产业结构升级以及环境规制对制造业产业结构升级影响的相关文献，总结和借鉴学者们的研究贡献，发现其中尚存在空缺的地方，并在此基础上提出本文的研究方向。

定性分析法。本文对环境规制对我国制造业产业结构升级的直接影响路径和技术创新，FDI 的间接影响路径及要素错配在其中的作用进行了理论层面的分析。

定量分析法。通过构建面板模型研究环境规制对制造业产业结构升级的直接影响效应，构建中介效应面板模型研究技术创新和 FDI 的间接影响效应，及构建带调节效应的中介效应面板模型探究要素错配对技术创新和 FDI 的调节作用，并在实证检验结果的基础上提出促进我国制造业产业结构升级的相关政策建议。

1.3.3 技术路线

文章的行文思路如图 1.1 所示，从制造业的发展和环境规制对制造业的影响为基点，基于现阶段学者的研究成果，分析探究环境规制对于制造业产业结构升级的影响路径，以外部性理论、污染避难所假说、波特假说和技术创新理论等理论为支撑点，可以得到环境规制对于制造业产业结构的影响路径。同时，基于环境规制和制造业产业结构的发展趋势和区域差异得出其影响关系可能存在地区差异，进而选择相关变量收集数据并构建统计模型进行实证检验，基于实证研究的结果得出结论并提出相关建议，丰富环境规制对制造业产业结构升级的研究。

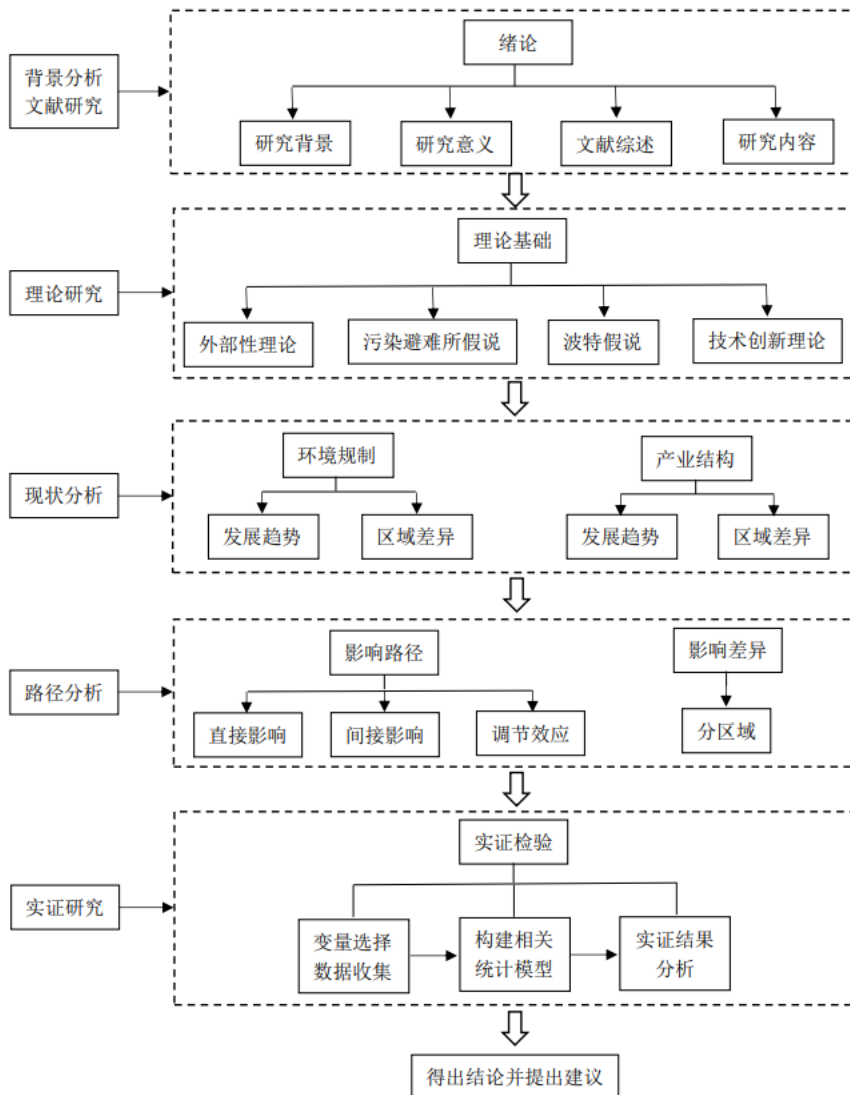


图 1.1 技术路线图

1.4 本文创新点和不足

通过对文献的阅读与分析,发现环境规制对制造业产业结构升级的影响主要是从正式环境规制或其中的一方面进行探究,本文从正式和非正式两个角度探究环境规制的影响,完善环境规制的研究角度。同时,在探究间接影响的路径中鲜有学者研究是否有其他因素会影响间接因素发挥的作用大小,基于此本文通过在中介效应模型中加入要素错配变量构建有调节效应的中介效应模型进行探究分析。

由于个人的科研水平有限,某些问题的分析缺乏细致性和深入性,同时某些地区的某些年份数据不可得也会对最终结果的准确度产生影响。此外,由于 2018

年以后大部分省份对制造业的固定资产原价的数据不再公布,对数据进行插补后得到的要素错配结果可能会存在一定的误差,影响调节效应的准确度。

2. 概念界定与理论基础

2.1 相关概念界定

2.1.1 环境规制的内涵

环境是指人类生存的空间及可以直接或间接影响人类生存和发展的各种自然因素，包括自然环境和社会环境。环境规制是以保护自然环境为目的，对污染公共环境的行为进行的规制。规制的领域包含大气污染、水污染、噪音污染、有毒有害物质等，是通过一定的手段和方式去限制该类污染物产生、排放和回收，以有形的制度或无形的压力约束个人或污染型企业污染环境的活动，达到保护环境的目的。

目前最常见的环境规制分为命令型、市场激励型和自愿型，命令型是指政府通过指定相关污染物排放标准、技术标准等政策对企业的污染物排放带来的不良影响进行控制，违规则会受到相应的处罚；市场激励型则是通过征收排污费、环境保护税、生态补偿等市场手段影响企业的决策，进而达到保护环境的目的；自愿型是指公众或非政府组织参与环境保护，通过环境信访举报、环境污染新闻报道等方式对污染环境的主体进行监督和约束。前两种是官方采取的手段，称为正式环境规制，而最后一种属于非官方的方式，称为非正式环境规制，相较而言正式环境规制的影响力度显著。

2.1.2 制造业产业结构升级的内涵

产业结构是产业间的技术经济联系和联系方式，可以从“质”与“量”两个角度考察，“质”是从动态角度揭示产业间技术经济联系和联系方式不断发展变化的趋势，“量”则是从静态角度研究一定时期内产业间的“投入”与“产出”的量的比例关系。产业结构优化升级是指推动产业结构合理化和高级化的发展过程，前者基于产业间技术经济关联的客观比例来调整不协调的产业结构，促进各产业间的协调发展；后者主要遵循产业结构的演化规律，通过创新驱动发展的手段加速产业结构的高级化演进过程。

制造业产业结构合理化是指产业间的协调能力和关联水平的不断优化,是一个动态的过程。合理化的目的就是要促进产业结构的动态均衡和产业素质的提高,改善资源在产业间的合理配置和有效利用是直接有效的手段。制造业产业结构高级化是指产业结构从较低水平向高水平的发展过程,也是一个动态过程。高级化的特征之一是产业结构顺着劳动密集型、资本密集型、技术密集型产业封面别占优势地位的顺梯度方向演进发展。

2.2 环境规制相关理论

2.2.1 外部性理论

外部性概念最早由马歇尔在 1890 年出版的《经济学原理》中首次提出,在该书中指出“我们可把因任何一种货物的生产规模之扩大而发生的经济分为两类:第一是有赖于这工业的一般发达的经济;第二是有赖于从事这工业的个别企业的资源、组织和效率的经济。我们可称前者为外部经济,后者为内部经济。”庇古将外部性划分为正负两种,正外部效应是指某一经济主体的生产经营行为可以使得其他经济主体或社会获得收益,但受益者并不需要为自身的受益进行支付相应代价;与此相反,负外部性效应是指某一经济主体的生产经营行为使得其他经济主体或社会利益遭受损失,造成损害的经济主体也不需要对这些损害进行承担支付相应的代价。在市场经济体制的作用下,所有的经营主体都会追求自身利益最大化,对于制造业的企业由于生产性质的原因,在生产过程中会产生大量污染对环境产生负外部效应,而现有的市场机制无法消除此负效应,此时环境规制政策便会对造成负外部效应的经济主体起到约束和管制的作用,进而削弱负外部效应。

2.2.2 科斯定理

20 世纪 60 年代后美国经济学家科斯在其发表的《社会成本问题》一文中提出,市场资源配置机制失灵并不是造成负外部性的唯一主要原因,因为外部性从其影响的路径看并不是单向的,而是存在于市场与主体之间的双向影响关系。科斯定理以“产权界定明确”和“交易成本极小或为零”为前提,提出无论开始

时将财产权赋予谁，市场资源配置在此状态下最终结果都是有效率的。所以要解决外部性问题的前提是要界定和保护产权，运用相应的经济手段，例如市场激励型规制工具：采用排污权可进行交易的制度来调节，而不是简单的采用政府管制命令的手段，进而实现经济资源配置的帕累托最优效率。

2.2.3 污染避难所假说

污染避难所假说也被称为“污染天堂假说”，最初是由 Copeland 和 Taylor (1994) 研究南北贸易和环境的关系时提出的，核心的观点是在开放的全球经济自由贸易的状态下，由于经济发展速度和水平的不同，各地区对于环境规制的政策和标准各不相同，企业为降低生产成本和排污成本会将中高污染型企业转移至环境规制标准相对较低的地区。在现实情况中就是中高污染企业不断地从发达国家向发展中国家转移，这是因为发达国家一般具有较高的环境保护意识，会实施相对较严格的环境管理制度和政策，导致高污染企业在本国的生产成本和排污成本大大提高。发展中国家经济发展相对较慢，人均收入也不高，发展中国家为能够吸引外资和外国企业，通常会设置较低的环境规制标准，以环境污染为代价换取经济的发展。最后，发达国家会将污染企业转移至环境规制标准相对较低的发展中国家，发展中国家则可以通过跨国企业促进国内就业率和经济发展水平，进而该发展中国家成为了发达国家的“污染避难所”。

2.2.4 波特假说

在传统的观点中认为环境规制虽然纠正了企业引起的对环境产生的负外部效应，但同时也会增加企业的生产成本，企业将原本用于生产经营的部分资金和人力用于降低企业的排污水平，导致企业的产品成本增加，不利于企业参与市场竞争，阻碍企业的长期生存和发展。在此基础上，波特提出了适当的环境规制将会刺激技术革新，促使企业进行更多的创新活动，这些创新活动的成果将会提高企业的生产力，进而抵消由环境规制引起的企业生产成本增加，并且提升企业产品在市场中的竞争能力和盈利能力，同时也可能会提高产业的生产率。波特假说的提出打破了环境规制是消极的观点，揭示了环境规制促进企业发展的正向作用。

2.2.5 技术创新理论

技术创新是在 1912 年由奥地利经济学家熊彼特在《经济发展理论》首次系统的提出，并在其后续的著作中不断修改和完善，形成了较为完整的创新理论体系。熊彼特提出“创新是一种新的生产函数或供应函数”，即实现生产要素和生产条件的一种从未有过的新结合，主要包含五种方面：产品种类创新、生产方式创新、市场范围创新、资源供应创新和组织管理创新。同时他创造性地提出了创新的本质就是“创造性破坏”，经济主体在不断地积累和突破中完成从量变到质变的飞跃，创新生产要素资源得以重新组合配置，并形成新的经济增长点，这就是“熊彼特动力”。

3. 环境规制与制造业产业结构发展现状

3.1 环境规制发展现状

3.1.1 环境规制发展趋势

本文将环境规制指标分为正式环境规制和非正式环境规制，正式环境规制由地方财政环境保护支出和环境保护法累计组成，故采用两者数据进行分析我国正式环境规制状况，见图 3.1。从图中可以看出我国地方财政环境保护支出呈现上升趋势，2016 年地方环境保护支出总和 4439.33 亿元，比 2015 年仅增加了 36.85 亿元，上升幅度是历年中最小的。这是因为 2015 年地方财政环境保护支出增长过快，给地方财政带来了压力，因此 2016 年的增幅不够明显，天津市、河北省、辽宁省、黑龙江省等地区 2016 年的支出相比 2015 年有所下降。《中国制造 2025》纲领的提出影响了制造业的发展结构，地方政府加大了对环境治理的力度，同时也影响了制造业的发展结构。2020 年地方环境保护支出有所下滑，受疫情的影响，各地区经济发展有所放缓，进而影响了地方财政收入，最终导致地方财政环境保护支出下滑。环境保护法累计则呈现逐年上升的趋势，表明我国对于环境保护的力度在逐年增加，这也体现出我国始终坚持走“绿水青山就是金山银山”的可持续发展之路。

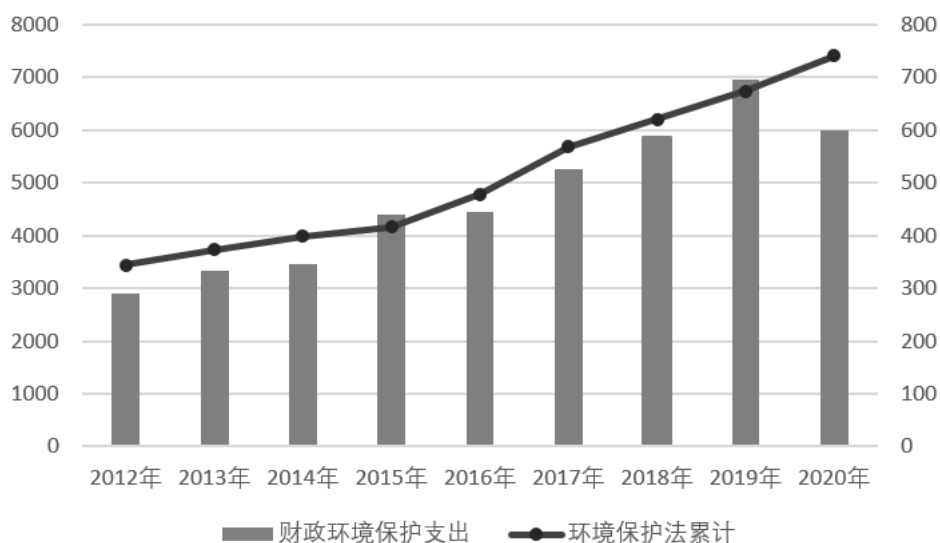


图 3.1 2012-2020 年财政环境保护支出和环境保护法累计变化趋势

非正式环境规制变量的测度由人口密度和环境保护百度指数组成，从图 3.2 可以看出我国 2012-2020 年环境保护百度指数存在显著的波动，整体呈现先上升后下降再上升再下降的趋势，峰值在 2017 年出现。2015 年下降是由于政府对于环境规制的力度加强，进而人们监督的频率就有所下降，但后续人们会发现新的环境问题，因此关注度也逐步提升。2017 年至 2018 年国家出台涵盖水处理、大气污染防治、土壤修复等多领域的环境保护政策，有效减少了环境污染问题，使得公众对环境污染问题的监督力度有所下降。

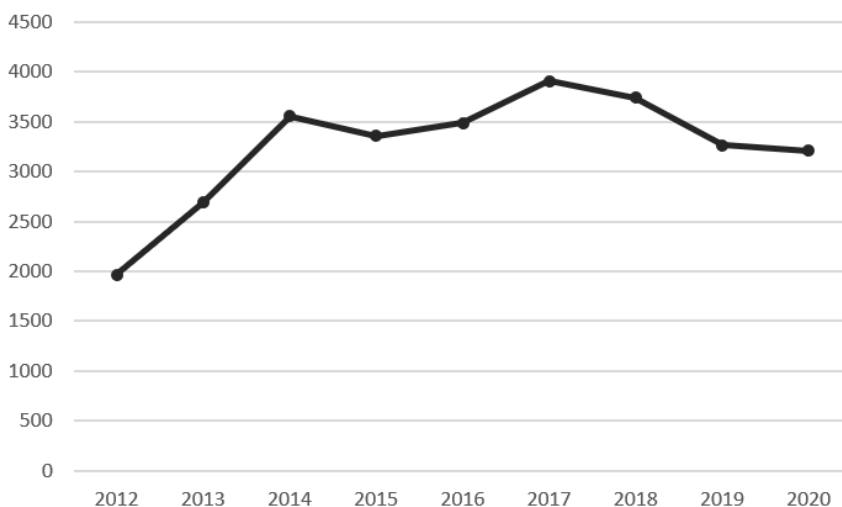


图 3.2 2012-2020 年环境保护百度指数

3.1.2 区域差异性

基于以上的数据，两者相乘开放后去对数得到正式环境规制的代理变量，图 3.3 是 2012-2020 年四个区域的正式环境规制力度的水平，整体上正式环境规制的变化趋势和地方财政环境保护支出的变化趋势保持一致。东部地区正式环境规制水平相对较高，其增长的速度也较稳定，这与东部地区经济发展水平有关，根据污染避难所说经济较发达的地区环境规制的力度相对加强，且随着经济发展环境保护的意识也会逐步增加。中部地区的环境规制稍弱于东部地区，一方面是中东部地区实施相对较弱的环境规制标准，吸引部分高污染制造业转入；另一方面是中东部地区的经济发展相对弱于东部地区，进而对环境保护的支出也会少于东部地区。西部地区在 2012-2015 年期间与中部地区正式环境规制力度相近，但随着 2015 年提出的《中国制造 2025》纲领后，中部地区对制造业的发展要求提高，

正式环境保护的力度也逐步增加与西部地区拉开了较大的差距，西部地区的正式环境规制力度增长的也较慢，是与当地的经济的发展相关，为了能够发展经济以牺牲环境为代价换取发展。东北地区的环境规制力度在 2015 年之前处于相对较高的水平，甚至高于东部地区，是由于东北地区中高污染企业较多，地方政府需花较大的代价治理环境。但是 2016 年之后东部地区对环境规制的力度不断加大，超过了东北地区，东北地区正式环境规制的增速相对缓慢，是因为东北地区是传统的老工业区，是中国装备制造业发展的重点区域，正式环境规制力度就会相对较低。由此可以分析出我国各区域的正式环境规制力度存在显著的区域差异和不同发展趋势，对于分区探究正式环境规制的影响具有显著的必要性。

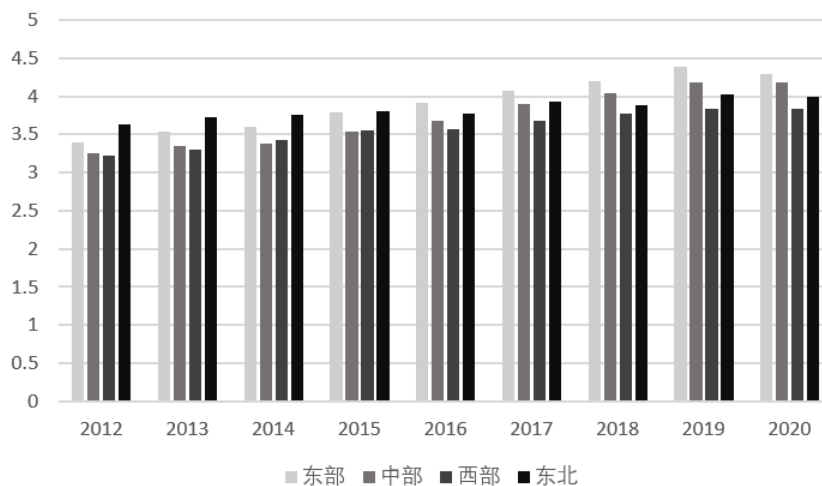


图 3.3 2012-2020 年正式环境规制分区域水平值

非正式环境的发展趋势呈现先上升后下降的趋势，在 2017 年达到峰值，整体上的高低顺序和正式环境规制相近，东部地区最高，其次是中部地区，西部地区最低，这也较符合污染避难所说的排序方式。东部地区经济发展水平相对较高，因此人们对环境保护的关注度较高，西部地区因经济发展水平较低会执行相对低一点的环境保护政策，以期吸引其他地区的制造业向西部转移，发展当地的经济。非正式环境规制主要从地区人口密度和环境保护百度指数出发，地区人口密度较高的地区若遭受污染则受害的人越多，关注环境保护的人就相对较多；环境保护百度指数则是衡量人们对于当地环境保护问题的关注程度，两者相乘后去对数的结果可以一定程度上反映当地非正式环境规制的水平。

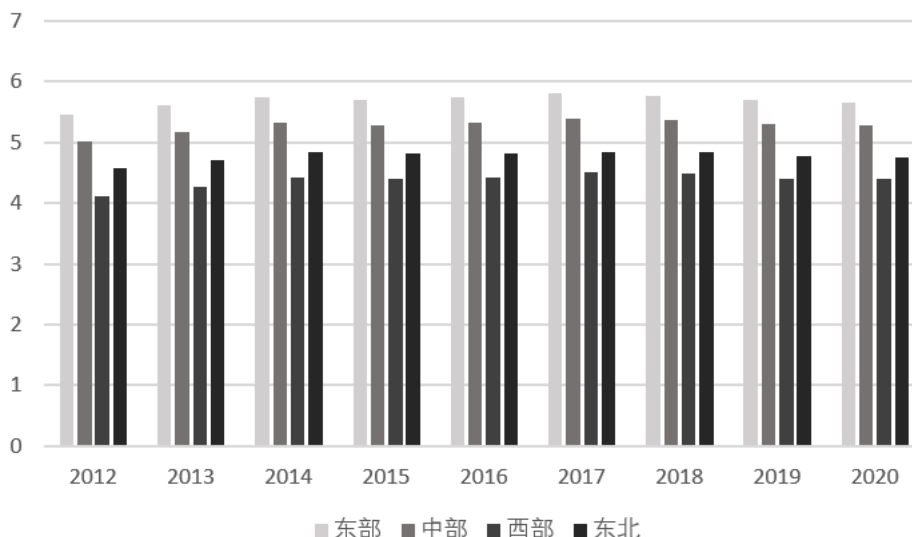


图 3.4 2012-2020 年非正式环境规制分区域水平值

3.2 制造业产业结构发展现状

3.2.1 产业结构发展趋势

文章从合理化和高级化两个角度反映制造业产业结构升级的状况与趋势，文章中采用泰尔指数量化合理化的指标是负向指数，其水平值越低则表明制造业产业结构的合理化水平越高，高级化则是正向指标。图 3.5 显示制造业产业结构的合理化水平在 2012-2020 年期间呈现“U”型分布，表明我国制造业的合理化水平先上升后下降，转折点在 2016 年。2015 年通过的《中国制造 2025》纲领后各地区对于制造业的结构进行了调整，大力发展高技术行业，资源和技术向高精尖、低碳环保行业的倾斜，影响了制造业的产业结构原本生产模式。随着制造业新的发展模型的推动，便会形成新的稳定的产业结构模式，从而使制造业的合理化水平逐步恢复。高级化的变化历程中整体上呈现上升的趋势，2018 年后我国制造业整体的高级化的增长速度有所放缓，一方面是除东北地区意外各区域制造业高级化进程出现上升幅度下滑或水平下降，东北地区制造业的体量相对其他三个地区较小，因此整体上呈现增速放缓现象；另一方面国际贸易摩擦、全球经济增长放缓等多重因素影响，导致我国制造业的市场需求下行压力扩大，抑制高端制造业的发展。

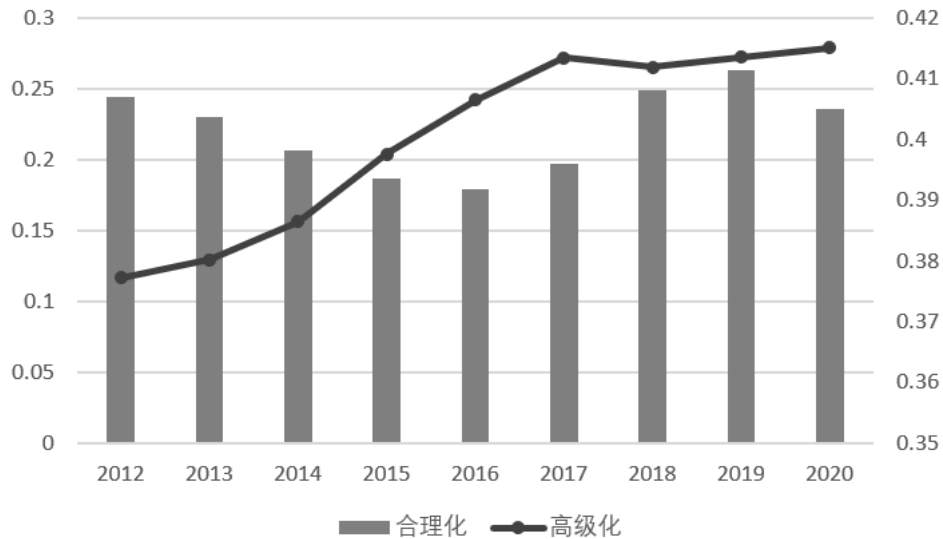


图 3.5 2012-2020 年制造业产业结构演化趋势

3.2.2 区域差异性

为进一步探究各区域制造业产业结构合理化和高级化的发展趋势，对合理化和高级化分别进行分区域分析。图 3.5 是 2012-2020 年我国四个地区制造业合理化的变化趋势，西部地区的合理化水平是最低的，其变化趋势呈现“U”型分布，变化幅度是四个地区中最大的，由此表明我国西部地区的制造业产业结构合理化相对不稳定，极易受到外界因素的影响。其次是东部地区的合理化水平较低，东部地区的制造业合理化发展趋势和我国整体制造业合理化发展趋势相一致，东部地区中海南省的合理化水平值极大的影响了东部地区的水平值，海南省的制造业发展存在显著的畸形特征，医药制造业占据了高技术产业的大部分份额，同时劳动密集型行业的合理化水平较低，在整体上削弱了海南省制造业的合理化水平。中部地区制造业合理化的发展相对较好和稳定，未出现过大的波动，其趋势也和我国整体制造业的合理化发展趋势相同。中部地区不仅承接了东部地区的产业转移，与此同时也加快培育新兴产业，推动高水平高质量的制造业生产集群形成。东北地区的制造业合理化的变化趋势也与我国整体制造业合理化变化趋势相同，但 2018 年后的反弹趋势较大，是因为制造业的发展趋势逐渐放缓，服务业的快速壮大，冲击了制造业的发展。

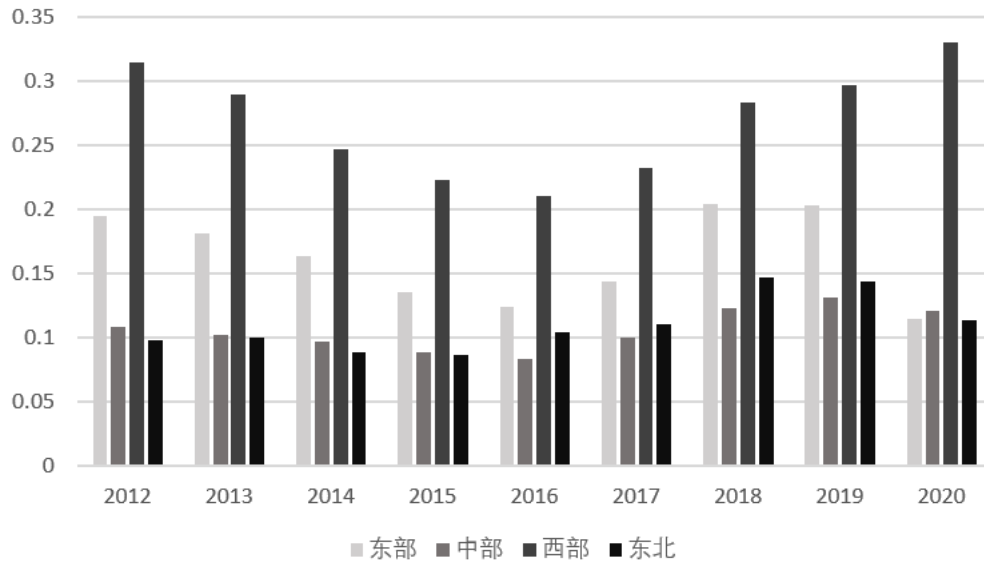


图 3.6 2012-2020 年制造业合理化分区域结果

图 3.6 是 2012-2020 年分地区的高级化趋势图，东部地区的高级化水平是最高的，其次是东北地区，最后是西部地区，排序的结果较合理。东部地区高级化发展的增长趋势在 2018 年逐步放缓，与我国整体制造业的发展趋势相同，发展水平较高的地区是北京市、上海市、江苏省和广东省，以北京市为核心的京津冀发展圈的河北高级化水平和发展速度都是最低的，以江浙沪鲁为发展区域的差距则不是很明显，粤闽琼发展圈则相对差距较大，东部地区的制造业发展也存在显著的差异性。中部地区制造业的高级化则相对较均衡，靠近广东和上海地区的省份发展相对较好，这些地区的区位优势相对明显，也能较好的承接东部地区的产业转移，因此制造业产业结构高级化的发展趋势比较稳定。西部地区的制造业高级化水平相对较低，发展水平较高的为陕川渝地区，广西与广东相邻，故其发展较领先于其他地区，西部地区制造业受区位和资源约束，其发展速度相对较缓慢。东北地区发展也存在不均衡现象，吉林的制造业高级化水平约是黑龙江的 2 倍多，吉林是东北地区高端制造业发展最迅速的省份，汽车制造业的发展带动着吉林的制造业的发展，完善的汽车制造业集群吸引着大批汽车制造厂商，推动制造业高级化的进程，同时注重环境生态保护和治理，推动各产业绿色发展。

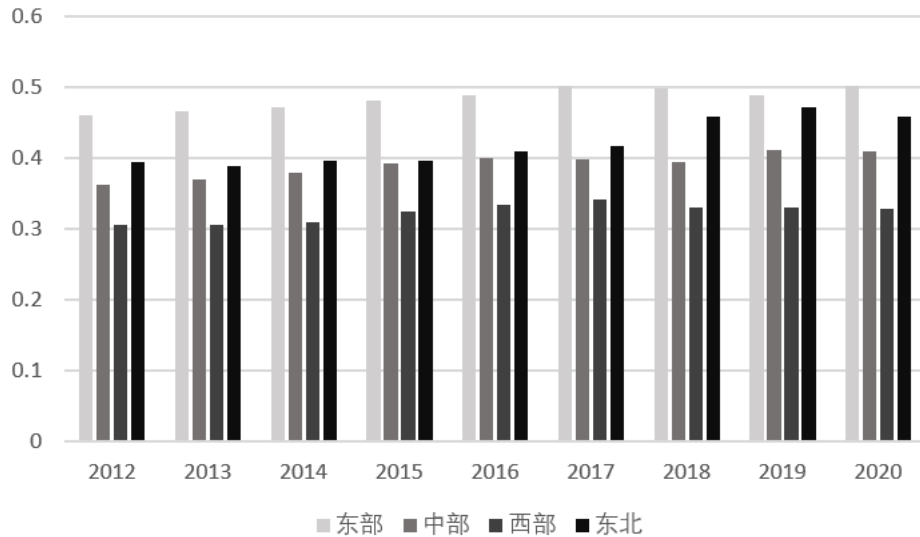


图 3.6 2012-2020 年制造业高级化分区域结果

3.3 小结

2012-2020 年期间我国正式环境规制力度在不断的加强，各区域间的环境规制发展趋势则存在显著的差异性，东、中部地区以较快的速度提高环境规制力度，西部地区的增速以先快后慢的趋势，而东北地区增速均是最慢的。非正式环境规制的变化趋势则相对较稳定，排名由高到低的顺序为东部、中部、东北和西部。2012-2020 年间制造业产业结构的合理化和高级化发展趋势存在显著的差异，合理化呈现“U”型趋势，而高级化则呈现稳步上升的趋势。合理化分区域的结果呈现东北、中部、东部、西部的由高到低排列，东部地区较低的原因是海南省的合理化过低引起的，中部和东北地区的发展最稳定。高级化分区域的从高到低的顺序为东部、东北、中部和西部，东北和西部存在显著的内部分化现象，有的地区极高，有的地区极低，中部地区发展相对均衡，靠近广东和上海的省份其高级化水平相对较高。

整体上正式和非正式环境规制对制造业产业结构的高级化和合理化具有类似的发展趋势，表明环境规制对制造业产业结构的升级可能存在一定的影响。同时分区域的结果显示，各地区的正式和非正式环境规制水平存在显著的差异性，合理化和高级化的发展也存在显著的地域差异性，因此可能会受各地区经济发展水平、产业结构水平和要素禀赋等因素影响，导致各地区的环境规制力度会对制造业的产业结构升级产生不同的效果。

4. 环境规制对制造业产业结构升级的影响路径分析

4.1 直接影响路径

环境规制中正式环境规制和非正式环境规制是存在互补关系的,当政府出台相关政策制约环境污染行为,既正式环境规制水平较强时,人们则对环境污染问题的自主监督度较低,也既非正式环境规制水平较低;而正式环境规制的力度提升较慢时,环境污染问题日益显著,人们则对环境污染问题的关注度逐步增加,进而非正式环境规制水平上升。因此接下来的分析采用环境规制直接进行分析,不区分正式和非正式。

环境规制的直接作用主体是企业,就在生产企业而言将会面临继续生产和退出行业两种选择,而选择继续生产则会从缴纳污染管理费、罚款等与自主升级排污系统两种方式中选择。企业若选择继续生产,无论以哪种方式继续生产都会面临成本增加的问题,迫使企业生产的产品在国内和国际市场上的竞争力不断衰减,进而影响企业的利润。也有部分企业因无法承担排污和设备升级的费用选择退出市场。当有新的企业想进入到该行业中则会受到技术壁垒的影响,对进入企业的资本和技术都有更高的要求,一定程度上起到了阻碍新企业进入的作用。基于以上情况会对原本的制造业企业结构产生影响,淘汰不合格企业,对制造业的产业结构进行升级。

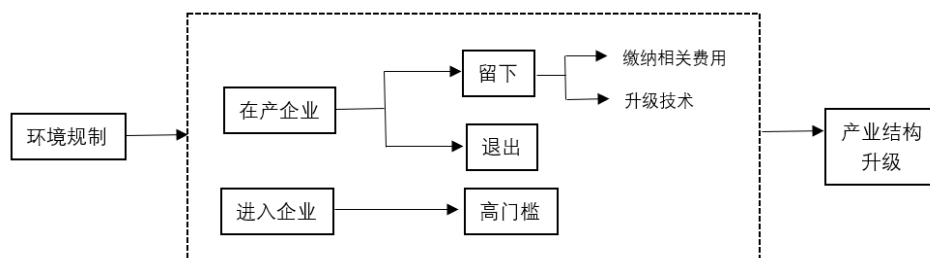


图 4.1 环境规制的直接影响路径

4.2 间接影响路径

文章基于“波特假说”和“污染避难所说”分析环境规制的间接影响路径,波特假说的主要内容是指适当的环境规制可以促进企业的技术创新活动,进而通过技术创新所获得的利润将会抵消因环境规制而增加的成本,即创新补偿效应,

从长期看企业会持续增加利润，实现经济和环境效益的双赢。创新补偿效应一方面可以通过刺激企业升级技术，进而降低企业的成本，使其产品在国内和国际的市场更具竞争力；另一方面企业通过技术的升级而优化自己的生产效率，当这种优势转化成更多的利润时，更多的企业会升级自身的生产技术，推动行业技术和优化产业结构。

污染避难所说主要内容是投资壁垒，较高的环境规制标准将会使国外高污染的企业难以进入，制造业的外商直接投资将会减少，原本高污染的跨国企业也必须升级技术或退出市场，绿色清洁的企业进入，影响了跨国企业在国内的产业分布结构。与此同时，国内的企业会引进国外先进的生产技术和设备对企业的生产进行升级和优化，会影响国内市场中企业竞争的格局。跨国的小型高污染企业难以完成转化时，则会被中国市场淘汰，中国原本的制造业产业结构会改变。

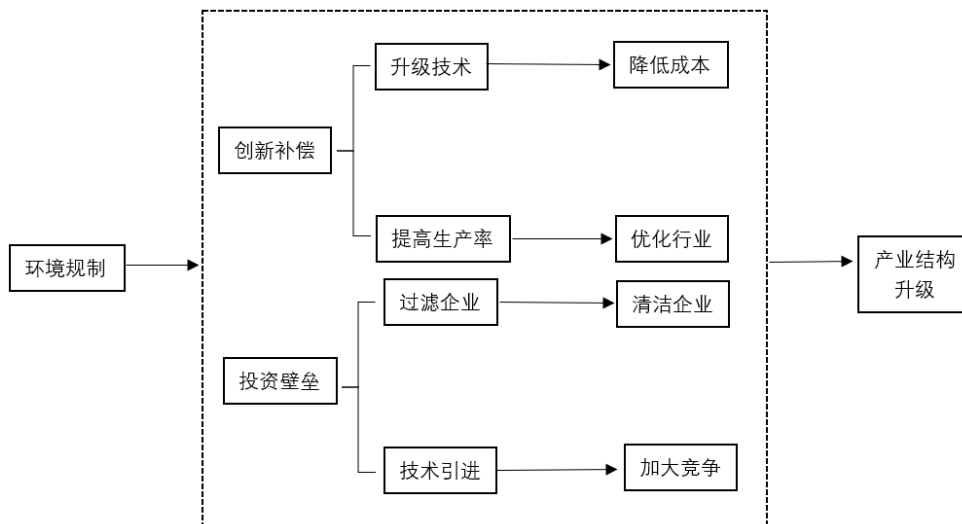


图 4.2 环境规制的间接影响路径

4.3 要素错配的调节作用

当环境规制通过技术创新和外商直接投资影响制造业产业结构升级时，会引起要素资源的流动，其中较为主要的是劳动力和资本要素的流动。劳动力和资本要素的流动是否会影响到技术创新和外商直接投资的作用呢？当环境规制政策实施时，高污染企业的生产受到限制，企业会面临继续生产和退出的选择，退出的企业将会释放劳动力，而继续生产的企业通过技术的升级会扩大原有的生产规模，进而会需要更多的劳动力。同理，原本由退出企业占有的资本也会逐渐向该企业

转移，最终退出企业的劳动力和资本向留存的企业转移。部分高污染企业由于生产成本的增加而使得利润减少，将会实行裁员减产等措施，这些减少的劳动则会转移到其他行业或地区，导致劳动力的流失和错配。由于生产规模减小和利润降低，企业难以从银行获得贷款，贷款资源将转移至其他制造业企业或其他行业，引起资本的错配。整体上会导致劳动力和资本由高污染企业向低污染企业或其他行业转移，进而影响制造业的要素配置格局。此时的劳动力和资本要素的流动引发的劳动力错配和资本错配会影响技术创新和外商直接投资产生的作用力，因此需要在中介模型的基础上加入调节效应进行研究，拓宽了环境规制对制造业产业结构升级间接影响的路径研究。

4.4 区域差异性

基于第三章的分析结果可知，制造业产业结构的升级优化存在显著的地区差异性，其中制造业的合理化水平呈现较明显的 U 型分布现象，四个区域间的合理化发展水平也存在差异，中部和东北地区的变化相对稳定，西部地区的合理化水平最低。制造业的高级化水平各区域的变化趋势基本相同，但是区域的基础发展水平以及变化的幅度却存在不同，东部地区最高，其次是东北地区，西部排在最后。正式环境规制中，东部地区的水平最高，其次是东北地区，2012 年中西部地区的正式环境规制水平相近，但随着发展中部地区的增长速度明显要高于西部地区，并超越了西部地区，具有显著的地区差异性。非正式环境规制水平的排列呈现东部、中部、东北部和西部递减分布，与正式环境规制的发展趋势有所不同，在 2012-2020 年期间均呈现该种分布，而且发展呈现先升后降的趋势。因此可以发现正式和非正式环境规制有各自的发展特点和分布特点，需要分区域分析其影响力度和关系。

4.5 小结

基于以上分析可以得到环境规制首先对企业进行直接的影响，在产企业需要付出一定的代价继续生产，若不付出相应的代价则会退出市场，进而对制造业中高污染不合格的企业进行淘汰，留存的企业则被迫的升级技术，改变原有的制造业产业格局。新进入的企业则存在一定的门槛，要求企业具有较多资金和较高的

生产排污技术等，是原有的制造业企业分布产生改变。根据“波特假说”和“污染避难所说”，高水平的环境规制将会刺激企业创新，提高外国资产进入国内建厂的标准和成本，对企业进行筛选，进而达到影响国内制造业行业布局的结果。而在产业布局转换时，劳动力和资本要素的重新配置可能会引发劳动力和资本要素的错配问题，这些错配对技术创新和外商直接投资的中介作用存在一定的调节作用，可能会扩大或缩小其对制造业产业结构升级的中介作用。

5. 环境规制对制造业产业结构升级影响的实证分析

5.1 变量选取与模型设定

5.1.1 变量选取

1. 被解释变量

(1) 制造业产业结构合理化 (R)。合理化测度常用的方法有结构偏离指数和泰尔指数两种, 文章选取较为普遍应用的泰尔指数进行测度, 具体测度方式如下:

$$R = \sum_i^n \left(\frac{q_i}{q} \right) \ln \left(\frac{q_i / q}{l_i / l} \right) \quad (5-1)$$

其中, R 表示制造业的产业结构合理化程度, q_i 、 l_i 分别表示第 i 行业的总产值、从业人数, q 、 l 表示制造业的总产值和从业人数。 R 的值越大表明合理化水平越低, 既 R 是一个负向指标, 当某个行业的数据缺失时则 $\ln \left(\frac{q_i / q}{l_i / l} \right)$ 的值记作 0。该指标的计算方式避开了结构偏离指数的绝对数的计算, 考虑到各个产业的重要性不相同而赋予了不同的权重, 也保留了结构偏离指数的理论基础和经济含义, 是一个度量制造业产业结构合理化的好方法。

(2) 制造业产业结构高级化 (A)。高级化的衡量方法相对较丰富, 有结构超前指数法、产值比率法、生产要素法和综合指标法, 本文选择较为常见的产值比率法。产值比率法的理论基础来源于配第一克拉克定律, 主要内容是随着全社会人均国民收入水平的提高, 就业人口会由第一产业向第二产业转移, 进一步提高则会继续向第三产业转移。在制造业的发展历程中, 也会存在相同的规律, 而产业的区分则以劳动密集型、资本密集型和技术密集型方式区分, 本文以制造业的总产值为研究核心, 采用高端制造业总产值在制造业总产值中的占比衡量制造业产业及结构的高级化, 具体测算方法如下:

$$A = \frac{Y_H}{Y} \quad (5-2)$$

其中 A 表示制造业产业结构的高级化, Y_H 表示高端制造业¹的总产值之和, Y 表示所有制造业行业的总产值之和。该数值越大则表明制造业产业结构的高级化水平越高, 相反则越低。

2. 解释变量

(1) 正式环境规制 (FER)。从现有的方法来看, 正式环境规制的测度方法主要从治理污染的费用、征收污染的税收和污染物总量三种方式出发, 也有少部分采用人均收入和政府环保检查次数方法进行测度。本文从治理污染的费用和政府发布的环境法入手, 基于官方管制的渠道和官方治理的角度出发, 选择地方累计环境法数和地方财政环境保护支出, 相对完整的反映各地区的环境规制水平。计算方法如下:

$$FER_i = \ln \sqrt{laws_i \times exp_i} \quad (5-3)$$

其中 FER_i 表示 i 地区的正式环境规制的水平, 该值越大说明 i 地区的正式环境规制水平越高, $laws$ 表示 i 地区的地方累计环境法数量, exp 表示 i 地区的地方财政环境保护支出。

(2) 非正式环境规制 ($IFER$)。非正式环境规制是以非官方的方式进行监督, 其主要的核心就是人们对于环境问题的关心程度, 一方面人口密度较大的区域环境污染问题将会迅速被举报监督, 另一方面人们对从互联网上关注环境问题也是一个重要的途径, 因此本文结合两个方面进行分析。具体测度如下:

$$IFER_i = \ln \sqrt{pop_i \times ind_i} \quad (5-4)$$

其中 $IFER_i$ 表示 i 地区的非正式环境规制的水平, 该值越大说明 i 地区的非正式环境规制水平越高, pop_i 表示 i 地区的人口密度, 采用 i 地区的常住人口数量除以 i 地区的地区面积, ind_i 表示 i 地区的的环境污染百度指数, 该指数从百度中分年分地区获取。

¹ 高端制造业包括化学原料和化学制品制造业、医药制造业、通用设备制造业、专用设备制造业、汽车制造业、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业、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和仪器仪表制造业。

3. 中介变量

(1) 技术创新 (IN)。技术创新变量的方法有很多, 主要从技术创新的投入和产出两方面进行衡量, 基于本文中的定义, 环境规制是促进了技术创新成果, 因此本文选择技术创新产出进行衡量。关于技术创新产出的衡量, 目前较多的是采用工业企业专利申请数、技术市场成交额等单一指标去衡量制造业创新的产出, 但单一指标不能完全反映出技术创新的产出, 因此本文采用熵权法进行综合测度技术创新产出, 并在工业专利申请数和技术市场成交额的基础上加入工业新产品销售收入指标, 更加完整的描绘技术创新产出水平。

熵是系统无序程度的一种度量, 对于某项指标, 可以用熵值来判断某个指标的离散程度, 其信息熵值越小, 指标的离散程度越大, 该指标对综合评价的影响或者说权重就越大。

令 x_{ij} 表示第 j 个指标的第 i 个值, 将各个指标的数据进行标准化处理得到各指标的标准值:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (5-5)$$

根据信息熵的定义, 一组数据的信息熵为:

$$E_j = -\ln(n)^{-1} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (5-6)$$

其中 $p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^n y_{ij}}$ 如果 $p_{ij} = 0$, 则定义 $\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \ln p_{ij} = 0$ 。

根据信息熵的计算公式, 计算出各个指标的信息熵表示为: E_1, E_2, \dots, E_k , 从而得到各个指标的权重:

$$W_j = \frac{1 - E_j}{k - \sum E_j} \quad (5-7)$$

最后, 计算出各地区的技术创新水平。

$$IN_i = \sum_{j=1}^m W_j y_{ij} \quad (5-8)$$

(2)外商直接投资(FDI)。制造业 FDI 的数据有部分地区未细分至该项目,故按照制造业总产值在工业总产值中的占比作为比例系数进行计算。由于 FDI 数据的单位是万美元,每一年美元兑人民币的汇率不相同,故在国家统计局网站上查询到 2012-2020 年人民币兑美元的汇率,将单位万美元转换为万人民币。受各地区经济发展水平的不同,外商对各地区的投资兴趣也会不同,取 FDI 的绝对数会存在异方差的可能,因此将 FDI 转化为人民币后除以各地区当年的 GDP,采用相对数的方式可以解决绝对数变量问题。

4. 调节变量

调节变量包含劳动力错配系数(LM)和资本错配系数(CM),计算方法借鉴陈永伟和胡伟民(2011)的生产函数法。方法如下:

假定各地区的制造业生产函数满足柯布一道格拉斯生产函数:

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} \quad (5-9)$$

其中 Y_{it} 表示 i 地区 t 时期制造业的总产值, K 和 L 分别表示制造业的资本投入和劳动力投入, α 和 β 分别为资本和劳动投入对产出的贡献,假设 $\alpha + \beta = 1$ 。

劳动力价格和资本价格存在以税的形式扭曲,可以将其表示为 $(1 + \tau_k)P_k$ 和 $(1 + \tau_l)P_l$, 其中 τ 表示扭曲产生的税, P 表示要素的价格。基于利润最大化和资本、劳动力要素 ($\sum_{i=1}^N K_i = K$, $\sum_{i=1}^N L_i = L$) 的约束,可以求得各地区资本和劳动力的均衡最优解:

$$K_{it} = \frac{\alpha_i P_{yi} Y_i / (1 + \tau_{ki}) P_{ki}}{\sum_{j=1}^N \alpha_j P_{yj} Y_j / (1 + \tau_{kj}) P_{kj}} \quad (5-10)$$

$$L_{it} = \frac{\alpha_i P_{yi} Y_i / (1 + \tau_{li}) P_{li}}{\sum_{j=1}^N \alpha_j P_{yj} Y_j / (1 + \tau_{lj}) P_{lj}} \quad (5-11)$$

其中 P_{yi} 表示 Y_i 的价格。令 $1/(1 + \tau_{ki}) = \gamma_{ki}$ 和 $1/(1 + \tau_{li}) = \gamma_{li}$ 分别定义为资本和劳动力的绝对扭曲系数,该系数计算不易且实际有限,因此需构建相对扭曲系数来测算各地区资本和劳动力的扭曲程度。以各地区产值的份额 $s_i = P_{yi} Y_i / Y$ 为权重

计算各地区总的要素贡献度 $\alpha = \sum_{i=1}^N s_i \gamma_{ki}$ 和 $\beta = \sum_{i=1}^N s_i \gamma_{li}$ ，基于资本和劳动力的约束

条件即可得到相对各自的扭曲系数：

$$CM = \frac{K_i / K}{s_i \alpha_i / \alpha} \quad (5-12)$$

$$LM = \frac{L_i / L}{s_i \beta_i / \beta} \quad (5-13)$$

5. 控制变量

(1) 市场化 (*Mar*)。市场化是反映各要素在市场中流动的水平以及政府“有形之手”与市场“无形之手”配合的状态，当生产要素在市场中按规律流动时，那么可以起到要素在各产业的配置，推动制造业的产业结构升级。但是市场配置的机制不起作用时，则需要政府进行干预，纯粹的市场化不能带来最好的结果，需要市场和政府相互配合才能使资源在各产业间的配比进一步优化，推动产业结构的升级。基于此本文借鉴樊纲等（2011）的市场化测度方法，其包含了市场和非市场因素，可以较好的反映各地区的市场化水平。

(2) 城镇化 (*Urb*)。一方面城镇化可以通过对消费需求结构产生影响来促进产业结构升级，城镇化可以代表一个地区的消费能力以及市场规模，相较于农村而言城镇的消费多样化和总量均大于农村，消费结构和消费规模是工业产品生产的动力和目的，对制造业的行业分布结构产生影响。另一方面城镇化也为制造业带来了大量的劳动力，劳动力因素也是影响企业生产的重要因素之一。因此城镇化会对制造业的产业结构产生影响，本文使用城镇人口占总人口的比重来衡量一个地区的城镇化水平。

(3) 资产负债率 (*ALR*)。制造业是一个生产周期较长、资金回笼较慢的产业，企业为了维持正常的生产活动和扩大生产规模时往往会进行贷款融资，而贷款融资行为会受到企业现有的资产和负债水平的限制，企业的资产负债水平高于某一水平时企业会减少对研发创新的投入，会减弱对厂房扩建、机器设备更新、高端人才招聘和行业竞争等方面的意愿，减缓企业的升级优化步伐，制造业产业结构的升级优化速度变慢（刘明和陆杨锋，2023）。衡量资产负债水平在财务中常用指标是资产负债率，一定程度上能代表企业的融资约束大小。

以上数据可以从2013-2021年各省市自治区(除港澳台和西藏)的统计年鉴、国家统计局网站和《中国环境统计年鉴》获得,制造业的数据均是规模以上的,对于部分缺失的数据采用均值法和线性法进行插补。

表 5.1 变量设置与具体测度方法

	变量名称	变量	具体测度方法
被解释变量	制造业合理化	<i>R</i>	泰尔指数
	制造业高级化	<i>A</i>	高技术产值占总产值比重
解释变量	正式环境规制	<i>FER</i>	地方环境法累计与地方财政环境保护支出乘积开方的对数
	非正式环境规制	<i>IFER</i>	环境污染百度指数与人口密度乘积开方的对数
中介变量	技术创新	<i>IN</i>	工业专利申请数、技术市场成交额、工业新产品销售收入的熵权法综合指数
	外商直接投资	<i>FDI</i>	外商直接投资占 GDP 比重
调节变量	劳动力错配	<i>LM</i>	生产函数法
	资本错配	<i>CM</i>	生产函数法
控制变量	市场化	<i>Mar</i>	市场化指数
	城镇化	<i>Urb</i>	城镇人口占总人口比重
	资产负债率	<i>ALR</i>	制造业负债总和占资产总和比重

5.1.2 模型设定

(1) 直接效应

首先是验证环境规制对制造业产业结构升级的直接影响,产业结构升级分为合理化(*R*)和高级化(*A*),环境规制分为正式环境规制(*FER*)和非正式环境规制(*IFER*),同时加入其他影响因素市场化(*Mar*)、城镇化(*Urb*)和资产负债率(*ALR*)作为控制变量,建立面板模型进行分析,模型如下所示:

$$R_{it} = \lambda_i + \gamma_t + \beta_1 FER_{it} + \beta_2 Mar_{it} + \beta_3 Urb_{it} + \beta_4 ALR_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5-14)$$

$$A_{it} = \lambda_i + \gamma_t + \beta_1 FER_{it} + \beta_2 Mar_{it} + \beta_3 Urb_{it} + \beta_4 ALR_{it} + \tau_{it} \quad (5-15)$$

$$R_{it} = \lambda_i + \gamma_t + \beta_1 IFER_{it} + \beta_2 Mar_{it} + \beta_3 Urb_{it} + \beta_4 ALR_{it} + \xi_{it} \quad (5-16)$$

$$A_{it} = \lambda_i + \gamma_t + \beta_1 IFER_{it} + \beta_2 Mar_{it} + \beta_3 Urb_{it} + \beta_4 ALR_{it} + \zeta_{it} \quad (5-17)$$

其中 i 表示地区, t 表示地区, λ_i 表示地区固定效应, γ_t 表示时间固定效应, ε 、 τ 、 ξ 、 ζ 表示随机误差项。

(2) 间接效应

其次为证明环境规制可以通过技术创新和外商直接投入路径间接影响制造业产业结构升级, 则构建面板中介模型。借鉴温忠麟等 (2014) 的方法, 可以通过以下方法检验中介效应。

考虑自变量 X 对因变量 Y 的影响, 如果 X 可以通过影响变量 M 来影响 Y , 则称 M 为中介变量。假设所有变量都已经标准化, 则可用下列方程来描述变量之间的关系:

$$Y = cX + \varepsilon_1 \quad (5-18)$$

$$M = aX + \varepsilon_2 \quad (5-19)$$

$$Y = c'X + bM + \varepsilon_3 \quad (5-20)$$

中介效应分析一般采用逐步检验回归系数的方法, 首先检验解释变量对被解释变量的总效应, 即系数 c ; 其次是检验解释变量和中介变量 M 的关系, 即系数 a ; 最后, 检验系数 c' 和系数 b 。若系数乘积 ($a \times b$) 不显著为 0, 则认为中介效应存在。

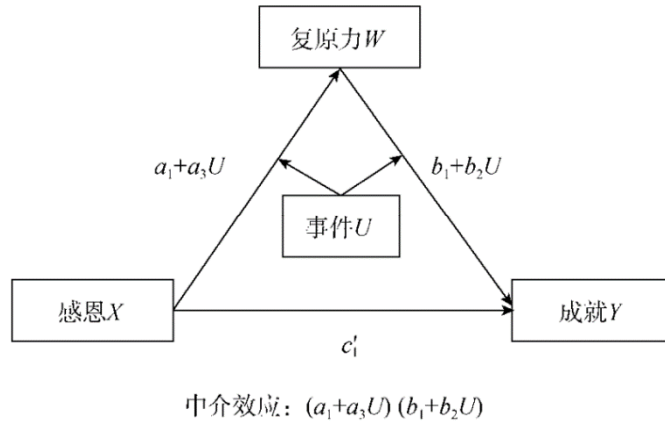
(3) 调节效应

最后为探究要素错配是否会影响中介变量的中介作用, 有调节的中介模型 (moderated mediation model) 就是同时包含中介变量和调节变量的一种常见模型, 这种模型意味着自变量通过中介变量对因变量产生影响, 而中介过程受到调节变量的调节 (温忠麟和叶宝娟, 2014)。具体方法如下:

$$Y = c_0 + c_1X + \varepsilon_1 \quad (5-21)$$

$$W = a_0 + a_1X + a_2U + a_3UX + \varepsilon_2 \quad (5-22)$$

$$Y = c_0' + c_1'X + c_2'U + b_1W + b_2UW + \varepsilon_3 \tag{5-23}$$



基于式(5-23)可知， W 对 Y 的效应是 b_1+b_2U ，将式(5-22)带入到式(5-23)可以计算得到 X 经过 W 对 Y 的中介效应为 $(a_1+a_3U)(b_1+b_2U)$ 。为检验 $(a_1+a_3U)(b_1+b_2U)$ 与 U 有关，可以检验如下关于系数乘积的假设： $a_1b_2=0, a_3b_1=0, a_3b_2=0$ ，只要其中有一个被拒绝，中介效应是有调节的。可以通过系数一次检验法进行检验，先检验式(5-22)的 $a_1、a_3$ 是否显著，再检验式(5-23)中的 $b_1、b_2$ 是否显著。如果 $a_1 \neq 0$ 且 $b_2 \neq 0$ ，或者 $a_3 \neq 0$ 且 $b_1 \neq 0$ ，或者 $a_3 \neq 0$ 且 $b_2 \neq 0$ ，至少有一组成立，则中介效应受到调节。如果只考虑后半路径的调节（此时 $a_3=0$ ），只需检验 $a_1b_2=0$ ，即以此检验 a_1 和 b_2 是否显著。

5.2 实证检验与结果分析

5.2.1 直接影响检验

本文采用 stata15.0 软件，从全国和分区域的角度探究环境规制对制造业产业结构升级的影响路径，同时在全国层面以直接影响、间接影响和调节影响三个角度展开，采用 2012-2020 年的面板数据进行实证研究。基于检验直接影响的模型进行回归分析，结果见表 5.2。模型(1)和(2)是以正式环境规制为核心解释变量的回归结果，模型(3)和(4)则是以非正式环境规制为核心解释变量。

正式环境规制对制造业产业结构升级具有显著的促进作用。从表中模型(1)

可以看出正式环境规制对制造业的合理化的影响系数是显著为负,合理化是一个逆向指标,那么当其他变量不变时正式环境规制对于制造业的合理化具有显著的促进作用,当正式环境水平上升 1%,则会倒逼制造业合理化水平上升 0.0549%。政府部门通过设定相应的环境规制政策可以有效的推动制造业合理化水平的提升,首先对于企业的影响是正面大于负面,虽然环境规制力度的增加使企业的生产成本有所增加,但随着企业升级自身的技术带来的利润增加,逐步覆盖原始的成本投入,实现长期的利润增长。模型(2)的结构同样表明了正式环境规制将会提高制造业的高级化水平,正式环境规制水平每增加 1%,制造业的高级化水平就增加 0.0303%。环境规制对企业的生产技术提出了更高的要求,不能适应新环境规制力度的企业只能被淘汰,继续留存的企业其生产技术都有不同程度的提升,进而推动行业的技术提高,其中高技术行业的技术提升速度相对较快,高技术行业将会优先获得更多的市场和利润,发展更具优势,提升制造业的高级化水平。

非正式环境规制对制造业产业结构升级具有显著的促进作用。模型(3)中变量 *IFER* 的系数显著为负,即非正式的环境规制可以促进制造业合理化进程。非正式环境规制每提升 1%,制造业合理化水平就增加 0.1213%。非正式环境规制是对正式环境规制的一个补充,与人们对环境保护重视程度相关,人们的环境保护意识越强,非正式环境规制的水平就越高,那么对当地污染企业的监督力度就越强,起到减少污染排放的作用。模型(4)的非正式环境规制显著为正,当非正式环境规制水平增加 1%,制造业的高级化水平就提升 0.0457%。公众对于环境保护的监督水平越高则对污染企业的影响就越大,排污标准难以达到的企业会退出市场,留存企业则必须提升自己的生产和排污技术,进而使各行业的技术水平整体升高,推动制造业的高级化。

控制变量城镇化对制造业合理化的表现为负,城镇化水平的提高一方面会具有促进作用,而另一方面则会产生抑制作用,目前城镇化的进程中会提高企业的生产成本,随着城镇化水平的提高人们对居住要求和消费水平也不断提高,对部分制造业产品的需求量也会减少,同时人们的素质水平提高对于工作岗位的追求也会发生改变,会影响制造业从业人员和技术人员的减少,影响制造业合理化。制造业的资产负债率是影响产业结构合理化和高度化的共因,且均呈现为显著的负影响,企业高额的负债将会给企业的运行带来财务风险,企业的破产风险将会

大大增加。同时过高的负债也会影响企业的创新投资行为，企业被迫减少创新的投资，进而抑制了企业的技术升级，影响制造业的产业结构升级。

表 5.2 环境规制对制造业产业结构升级直接影响回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	R	A	R	A
FER	-0.0549** (0.0221)	0.0303*** (0.0096)		
IFER			-0.1213*** (0.0453)	0.0457** (0.0199)
Mar	-0.0091 (0.0099)	-0.0010 (0.0043)	-0.0027 (0.0107)	-0.0022 (0.0047)
Urb	0.0075*** (0.0020)	0.0009 (0.0009)	0.0051*** (0.0016)	0.0024*** (0.0007)
ALR	0.0045*** (0.0016)	-0.0012* (0.0007)	0.0047*** (0.0016)	-0.0013* (0.0007)
C	-0.2125* (0.1260)	0.3077*** (0.0548)	0.2823 (0.2177)	0.1180 (0.0957)
N	270	270	270	270

注：()的数据表示标准误，***，**，*分别表示通过 1%，5%，10%的显著性水平检验，下表同。

5.2.2 间接影响检验

1.技术创新路径

基于温忠麟等(2014)的中介效应检验方法，首先对技术创新的中介作用进行检验，检验的结果见表 5.3 的模型(1)一(3)。模型 1 以技术创新变量作为被解释变量，模型(2)一(3)则是在直接效应影响模型的基础上加入了技术创新变量，基于中介效应的检验过程只需验证直接效应中正式环境规制的系数与模型(1)的中正式环境规制对技术创新的影响系数是否都显著，若都显著不为 0 那么其中介效应则存在。从表 5.3 的结果可以看出，环境规制对于技术创新具有显著的促进作用，可以验证波特假说的中环境规制可以刺激技术创新的说法。技术创新的中介效应值为 $0.0796 \times 0.0986 = 0.0078$ ，是总效应 0.0303 的 25.74%，说明技术创新的中介效应是存在的且为正向的促进作用，这与前文的理论分析相同。但模型(2)中对制造业合理化的中介效应却不存在，说明我国目前技术创新的中介作用主要作用于高级化，对合理化暂未起到显著的影响。

表 5.3 正式环境规制的技术创新中介效应回归结果

	(1) IN	(2) R	(3) A
IN		0.1132 (0.0969)	0.0986** (0.0417)
FER	0.0796*** (0.0148)	-0.0639*** (0.0234)	0.0225** (0.0101)
Mar	0.0325*** (0.0067)	-0.0128 (0.0104)	-0.0042 (0.0045)
Urb	-0.0020 (0.0014)	0.0078*** (0.0020)	0.0011 (0.0009)
ALR	-0.0010 (0.0011)	0.0046*** (0.0016)	-0.0011 (0.0007)
C	-0.2560*** (0.0846)	-0.1835 (0.1284)	0.3330*** (0.0553)
N	270	270	270

表 5.4 是非正式环境规制通过技术创新影响制造业产业结构升级的回归结果, 基于中介效应检验的原理可知, 被解释变量为制造业的高级化时, 技术创新的中介效应为 $0.0666 \times 0.1444 = 0.0096$, 是总效应 0.0457 的 21.01%, 说明非正式环境规制在影响制造业高级化的作用中有五分之一是通过技术创新路径的间接作用, 五分之四是直接作用。同时, 与正式环境规制的结果相同, 非正式环境规制通过技术创新影响制造业合理化的间接作用不显著。

表 5.4 非正式环境规制的技术创新中介效应回归结果

	(1) IN	(2) R	(3) A
IN		-0.0070 (0.0923)	0.1444*** (0.0395)
IFER	0.0666** (0.0320)	-0.1208*** (0.0458)	0.0361*** (0.0196)
Mar	0.0484*** (0.0075)	-0.0024 (0.0116)	-0.0092* (0.0050)
Urb	0.0032*** (0.0011)	0.0051*** (0.0016)	0.0019*** (0.0007)
ALR	-0.0012 (0.0011)	0.0047*** (0.0016)	-0.0011 (0.0007)
C	-0.0209 (0.1538)	0.2821 (0.2182)	0.1210 (0.0933)
N	270	270	270

2.FDI 路径

基于污染避难所说,环境规制对外商直接投资会产生抑制作用,进而影响制造业的产业结构升级,表 5.5 是中介效应检验的回归结果,从模型(1)中可以发现,正式环境规制对于 FDI 具有抑制作用,证实了污染避难所说中的内容。模型(2)是检验正式环境规制对制造业合理化影响中 FDI 是否发挥了中介效应作用,基于检验的原理,FDI 的中介效应为 $(-0.5720)*(-0.0119)=0.0068$,占总效应 -0.0549 的 12.39%,说明 FDI 的中介效应是显著的负向的效应。在较高的正式环境规制政策下,外商进入国内的门槛会变高,外国在我国能获得利润就会减少,进而外商的投资将会降低,技术溢出效应就难以得到有效发挥,对制造业的合理化产生不利的影响。模型(3)是检验正式环境规制对制造业高级化影响中 FDI 的中介效应,从结果可知 FDI 的中介效应为 $(-0.5720)*(-0.0046)=0.0026$,占总效应 0.0303 的 8.58%,同样说明 FDI 的中介效应为负向的效应。FDI 的阻碍作用会影响国外的资本和人员的流入,那么也会对国内制造业的要素分布造成一定的影响。但这种阻碍作用是一种正向的筛选过程,长期来看会过滤到部分高污染的企业,减少我国高污染企业的数量,减少环境污染,符合我国经济绿色健康发展的长期目标。

表 5.5 正式环境规制的 FDI 中介效应回归结果

	(1) FDI	(2) R	(3) A
FDI		-0.0119* (0.0063)	-0.0046* (0.0027)
FER	-0.5720** (0.2269)	-0.0617*** (0.0223)	0.0277*** (0.0097)
Mar	0.1177 (0.1021)	-0.0077 (0.0099)	-0.0004 (0.0043)
Urb	-0.0036 (0.0208)	0.0075*** (0.0020)	0.0009 (0.0009)
ALR	-0.0076 (0.0164)	0.0044*** (0.0016)	-0.0012* (0.0007)
C	2.8801** (1.2944)	-0.1781 (0.1267)	0.3209*** (0.0551)
N	270	270	270

表 5.6 是非正式环境规制对制造业产业结构升级的 FDI 中介效应检验回归的结果,模型(3)种非正式环境规制对于制造业的影响为不显著,因此不存在中介效

应。非正式环境规制不是官方的规制政策，对国外资本的投资行为不存在约束作用，这也说明了制造业 FDI 的投资主要受到正式环境规制的影响。

表 5.6 非正式环境规制的 FDI 中介效应回归结果

	(1) A	(2) R	(3) FDI
IFER	0.0457** (0.0199)	-0.1213*** (0.0453)	-0.6859 (0.4701)
Mar	-0.0022 (0.0047)	-0.0027 (0.0107)	0.1239 (0.1109)
Urb	0.0024*** (0.0007)	0.0051*** (0.0016)	-0.0329** (0.0163)
ALR	-0.0013* (0.0007)	0.0047*** (0.0016)	-0.0057 (0.0165)
C	0.1180 (0.0957)	0.2823 (0.2177)	5.7662** (2.2606)
N	270	270	270

5.2.3 调节作用检验

当技术创新和 FDI 起到中介作用时，其他因素是否会影响其发挥的作用呢？本文从要素错配的角度研究对中介效应的影响。鉴于文章内容的限制，此处仅展示具有显著调节作用的检验结果。表 5.7 是基于正式环境规制影响路径中劳动力错配和资本错配对中介变量技术创新的调节作用，基于有调节的中介效应检验的步骤，需要检验三个方程中部分系数的显著性，进而得到检验结果。表中模型(2)中的 FER 、 LM 和 $LM \times FER$ 的系数均是显著的，模型(3)中 $LM \times IN$ 的系数是显著的，因此可以得出正式环境规制对制造业高级化中基于技术创新中介路径的中介效应受到了劳动力错配的影响， $LM \times FER$ 与 $LM \times IN$ 系数的乘积为负，即劳动力错配会降低正式环境规制的促进作用。首先劳动力市场的流动会受到户籍、低于等问题的限制，劳动力不能有效地流转至市场最需要的地方。其次低技能劳动力会选择技术门槛较低的行业就业，低技能劳动力无法为企业创造更多的利润，创新型人才无法获得相匹配的工资收入将会使他们出现“隐性失业”和更换企业，进而阻碍企业的技术进步。最后由于劳动力市场存在错配，劳动者的报酬将会低于市场的均衡水平，可支配收入也会降低，会减少部分开支，降低消费的多样性，其余企业难以短期内难以获得较高的利润，影响了企业创新的积极性。

模型(4)和(5)是检验资本错配带来的调节作用,模型(4)中变量 FER 的系数是显著的,模型(5)中 $CM \times IN$ 的系数是显著的,基于此可以知道资本错配对技术创新的中介作用起到了调节效应, FER 与 $CM \times IN$ 的系数为负,即资本错配抑制了技术创新起到的中介作用。资本错配一方面会引起融资结构的扭曲,由于部分地区政府为达到 GDP 数据的优势,会对部分制造业企业融资开绿灯,使部分企业更容易获得融资,而其他企业和行业则存在融资困难问题,导致资本在制造业间的分布产生扭曲,不利于制造业整体发展。另一方面则是会引发企业被低端价值链动态锁定,由于技术要求较低,故可以大量的生产和复刻,低端价值产品的总产量和出口量会激增,地方政府大量会补贴当地低端产品企业,进而维持住高产值和高出口的数据,但将会导致企业不愿意去创新,被锁定在价值链较低的位置。

表 5.7 技术创新路径下要素错配的调节效应检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	A	IN	A	IN	A
FER	0.0303*** (0.0096)	0.1061*** (0.0176)	0.0220** (0.0098)	0.0704*** (0.0165)	0.0183* (0.0100)
Mar	-0.0010 (0.0043)	0.0275*** (0.0069)	-0.0045 (0.0044)	0.0306*** (0.0068)	-0.0051 (0.0045)
Urb	0.0009 (0.0009)	-0.0017 (0.0014)	0.0012 (0.0009)	-0.0022 (0.0014)	0.0007 (0.0009)
ALR	-0.0012* (0.0007)	-0.0011 (0.0011)	-0.0011 (0.0007)	-0.0012 (0.0011)	-0.0010 (0.0007)
LM		0.4538*** (0.1679)	-0.0748*** (0.0208)		
LM×FER		-0.1257*** (0.0455)			
IN			-0.0579 (0.0565)		0.2707*** (0.0788)
LM×IN			0.7621*** (0.1940)		
CM				-0.1361 (0.1446)	0.0749*** (0.0251)
CM×FER				0.0374 (0.0331)	
CM×IN					-0.4008*** (0.1534)
C	0.3077*** (0.0548)	-0.3302*** (0.0904)	0.3475*** (0.0549)	-0.1838* (0.1006)	0.3404*** (0.0556)
N	270	270	270	270	270

5.3 模型稳健性

本文采用替换被解释变量的方法进行稳健性检验,分别验证正式环境规制和非正式环境规制的影响结果是否依旧稳健。合理化采用结构偏离指数 ($R2$) 进行替换,高级化则采用技术密集型行业总产值与资本密集型行业总产值的比值 ($A2$) 进行替换,回归的结构见表 5.8。表中的结果显示,替换被解释变量后,正式环境规制和非正式环境规制对制造业产业结构的影响系数符号未发生变化,并且系数均是显著的,仅大小发生了改变,其余控制变量的显著性也变化不大,表明本文构建的模型是稳健的。

表 5.8 稳健性检验结果

	(1) A2	(2) A2	(3) R2	(4) R2
FER	0.6404*** (0.1745)		-0.0592** (0.0238)	
IFER		0.6174* (0.3662)		-0.1687** (0.0692)
Mar	0.1155 (0.0785)	0.1241 (0.0864)	-0.0460* (0.0246)	-0.0352 (0.0265)
Urb	-0.0335** (0.0160)	0.0002 (0.0127)	0.0110** (0.0050)	0.0087** (0.0039)
ALR	-0.0054 (0.0126)	-0.0075 (0.0129)	0.0080** (0.0040)	0.0082** (0.0039)
C	0.8744 (0.9954)	-1.7656 (1.7611)	0.1143 (0.3124)	0.7969 (0.5395)
N	270	270	270	270

5.4 地区差异性研究

5.4.1 正式环境规制分区域的影响

表 5.9 是正式环境规制对合理化影响分区域的回归结果,中部和东北地区正式环境规制的水平提高会不利于制造业产业结构的合理化,就目前中部地区的制造业发展结构和节奏而言,是承接了东部地区部分产业的转移,由于处于快速发展和积累阶段其制造业的生产模式和产业布局结构会存在一些问题,这是快速发

展制造业和经济难以避免的后果。因此，当提高中部地区的正式环境规制水平则会抑制中部地区部分高污染型制造业的发展，同时中部地区诸多制造业企业处于起步阶段，尚未有较高的技术，正式环境规制所带来的负面影响会较多。东北地区以装备制造业和重型工业发展为主，污染问题相对其他地区较大，实行较高标准的环境规制标准将会不利于东北地区制造业的发展，同时第三产业的蓬勃发展对第二产业产生强烈的冲击，吸引走了很多劳动力，不利于东北地区制造业合理化发展。西部地区的正式环境规制则呈现显著的促进作用，西部地区以资源密集型行业发展为主，较高的环境规制标准会导致资源密集型行业的发展受到一定的限制，从而其产业结构的分布协调性得到改善，资本和劳动力会向其他行业流动，提升制造业的合理化水平。

表 5.9 正式环境规制对合理化的分区域回归结果

	东部 R	中部 R	西部 R	东北 R
FER	-0.0178 (0.0337)	0.0481* (0.0250)	-0.1750*** (0.0495)	0.2151* (0.1117)
Mar	0.0237 (0.0168)	-0.0003 (0.0103)	-0.0422** (0.0169)	-0.0343 (0.0276)
Urb	-0.0027 (0.0045)	-0.0016 (0.0026)	0.0155*** (0.0033)	0.0081 (0.0065)
ALR	0.0118*** (0.0033)	0.0034*** (0.0012)	0.0001 (0.0025)	0.0117** (0.0043)
C	-0.3239 (0.2760)	-0.1725* (0.0863)	0.3143 (0.1968)	-1.6481*** (0.3839)
N	90	54	99	27

表 5.10 是正式环境规制对制造业高级化影响的分区域回归结果，表中仅东部地区的正式环境规制促进制造业的高级化水平，其余地区未产生显著的作用，与表 5.9 的结果产生互补的结果。东部地区制造业的发展整体处于较高的水平，无论是产业结构的布局还是高技术制造业的发展水平均要领先于其他地区，同时其强大的资本市场和劳动力市场也为制造业的增添动力。对制造业发展已有一定基础的东部地区而言，环境规制标准的提高将会刺激企业进行技术创新，并且东部地区高技术制造业的发展优势明显，进而推动东部地区制造业高级化水平发展。

表 5.10 正式环境规制对高级化的分区域回归结果

	东部 A	中部 A	西部 A	东北 A
FER	0.0405*** (0.0075)	0.0042 (0.0231)	-0.0124 (0.0198)	-0.0147 (0.1068)
Mar	0.0042 (0.0037)	0.0106 (0.0095)	0.0071 (0.0068)	-0.0436 (0.0264)
Urb	-0.0022** (0.0010)	0.0021 (0.0024)	0.0023* (0.0013)	0.0140** (0.0063)
ALR	-0.0052*** (0.0007)	0.0002 (0.0012)	0.0001 (0.0010)	0.0094** (0.0042)
C	0.7275*** (0.0610)	0.1806** (0.0795)	0.2073*** (0.0786)	-0.6494* (0.3670)
N	90	54	99	27

5.4.2 非正式环境规制分区域的影响

表 5.11 是非正式环境规制对制造业合理化水平影响分区域的回归结果，其中仅西部地区的非正式环境规制对合理化产生了显著的促进作用，西部地区的制造业发展模式会更容易引发污染问题，当公众发现其存在较大的影响作用时，就会进行投诉监督，进而丰富了西部地区环境规制的方式，与正式环境规制政策相结合，共同促进西部地区制造业产业结构的合理化水平上升。其他地区未产生显著的影响，不是其公众关注度不够，而是可能受到当地的经济规律和政府的环境保护政策的影响，其非正式环境规制未能产生显著的影响力。

表 5.11 非正式环境规制对合理化的分区域回归结果

	东部 R	中部 R	西部 R	东北 R
IFER	0.0148 (0.0830)	-0.0358 (0.0361)	-0.2726*** (0.0735)	-0.0690 (0.1521)
Mar	0.0205 (0.0178)	0.0066 (0.0124)	-0.0268 (0.0181)	-0.0194 (0.0340)
Urb	-0.0043 (0.0036)	0.0025* (0.0015)	0.0098*** (0.0024)	0.0180*** (0.0048)
ALR	0.0123*** (0.0033)	0.0030** (0.0013)	0.0009 (0.0026)	0.0132** (0.0047)
C	-0.3737 (0.4884)	-0.0512 (0.1790)	1.0443*** (0.2822)	-1.2813* (0.6760)
N	90	54	99	27

表 5.12 是非正式环境规制对制造业产业结构高级化影响分区域的回归结构，其结果与表 5.11 的结果相似，仅西部地区的非正式环境规制促进了制造业的高级化发展，目前西部地区的非正式环境规制会对制造业的合理化和高级化都会产生促进作用，因此政府可以出台相关政策鼓励公众对环境污染问题的监督，达到辅助正式环境规制的目的，积极推动制造业的产业结构升级。

表 5.12 非正式环境规制对高级化的分区域回归结果

	东部 A	中部 A	西部 A	东北 A
IFER	0.0323 (0.0213)	0.0046 (0.0323)	0.0508* (0.0291)	0.0809 (0.1331)
Mar	0.0058 (0.0046)	0.0098 (0.0111)	0.0011 (0.0071)	-0.0530* (0.0297)
Urb	0.0009 (0.0009)	0.0025* (0.0013)	0.0011 (0.0009)	0.0129*** (0.0042)
ALR	-0.0060*** (0.0008)	0.0002 (0.0011)	-0.0005 (0.0010)	0.0090** (0.0041)
C	0.5194*** (0.1251)	0.1579 (0.1603)	0.0648 (0.1117)	-0.9438 (0.5914)
N	90	54	99	27

5.5 小结

本章利用 2012-2020 年 30 个省市（除西藏、香港、澳门、台湾地区）的面板数据进行回归分析，采用面板模型、中介面板模型和带调节的中介面板模型进行实证检验，从正式和非正式环境规制视角出发，考察了全国层面的直接影响，基于波特假说和污染避难所说研究了技术创新和 FDI 的中介作用，同时探究了要素错配对于中介作用的影响，同时对实证结果进行稳健性检验。为进一步丰富影响路径研究，分区域考察环境规制对制造业产业结构升级的影响。

本章的实证结果表明正式和非正式的环境规制都能够促进我国制造业的产业结构升级；控制变量资产负债率则是抑制制造业产业结构升级的重要因素，城镇化的影响则呈现差异化；技术创新是正式和非正式环境规制促进制造业产业结构高级化的中介路径。劳动力错配和资本错配都会降低正式环境规制通过技术创新对制造业高级化发挥的正向中介效应。在分区域的结果中，正式环境规制对制造业产业结构合理化和高级化产生的影响存在互补性，即正式环境规制对合理化

产生显著影响则对高级化不产生显著影响；非正式环境规制则仅对西部地区制造业的产业结构升级产生显著的促进作用，环境规制的影响具有显著的区域差异性。

6. 研究结论与政策建议

6.1 研究结论

本文以环境规制为落脚点,探究了环境规制对我国制造业产业结构升级的影响路径,通过波特假说和污染避难所说分析了技术创新和 FDI 的中介作用,在此基础上分别考察了劳动力错配和资本错配对中介效应的调节作用,同时基于各区域的环境规制和产业结构发展的规律发现存在显著的区域差异性。综合理论研究和实证分析得到以下结论:

第一,正式和非正式环境规制对我国制造业的产业结构升级具有显著的促进作用,资产负债率产生了显著的抑制作用,城镇化的影响呈现差异性。当正式环境规制的水平提升 1%,会倒逼合理化水平上升 0.0549%,促进高级化水平提高 0.0303%。环境规制标准的提高会迫使留存企业进行创新活动和引进技术,对新进入的企业提出更高的要求,淘汰不合格的企业,进而对制造业产业的布局产生影响,部分资本和劳动力会被重新分配,进而达到对制造业产业结构升级优化的目的。非正式环境规制提升 1%的水平则会使合理化和高级化分别提高 0.1213%和 0.0457%的水平,非正式环境规制是以公众监督为核心,是对正式环境规制的一个补充,两者协同发展促进制造业产业结构的升级。资产负债率对制造业企业的生产活动具有显著的负向作用,高水平的资产负债率会引发财务风险而增加企业的破产率,也会抑制企业进行创新活动。城镇化一方面改变了对制造业产品的需求结构不利于合理化水平提高,另一方面提高了劳动力的素质水平,推动制造业的高级化发展。

第二,环境规制可以通过技术创新和 FDI 路径间接影响制造业产业结构升级。正式和非正式环境规制均能通过技术创新促进制造业高级化发展,两种规制中技术创新的中介效应分别占到总效应的 25.74%和 21.01%,但合理化的中介效应就不显著。正式环境规制则对 FDI 起到了抑制的作用,进而对制造业产业结构的合理化和高级化产生不利影响,其中介效应分别占总效应的 12.39%和 8.58%,非正式环境规制没有对 FDI 产生显著的影响。基于波特假说,环境规制会对企业产生倒逼的作用力,企业由于政策环境发生变化而不得已升级技术,长期来看增加的利润将会覆盖原有的成本,促进企业发展。而根据污染避难所说环境规制将

会对国外的投资资本进行筛选，FDI 将会减少，但也会过滤掉高污染的企业，有利于我国制造业和环境的长期发展。

第三，劳动力错配和资本错配将会降低技术创新的正向中介效应。资本错配会引发融资扭曲现象，受地方政府政策的影响导致企业不愿意去创新，被困在价值链的低端位置。劳动力错配和资本错配均是作用于正式环境规制路径，劳动力错配会引起劳动力流转无法基于市场最优的原则配置，也造成创新型人才“隐性失业”，进而影响企业创新能力提升。因此需要加强劳动力和资本要素的流动，一方面改善劳动力和资本要素的配置协调问题，为制造业产业结构的合理化做出贡献；另一方面减少两者出现错配进而影响技术创新的效率。

第四，环境规制的影响存在显著的区域差异性规律。基于分区域的回归结果正式环境规制对制造业产业结构的合理化和高级化影响有时滞性，在制造业发展水平较高的东部地区则是推动高级化发展，对西部地区制造业合理化是显著的促进作用，而对中部和东北地区是不利于合理化发展。非正式环境规制仅对西部地区制造业的合理化和高级化有显著的推动作用。由于各地区制造业发展的速度和结构各不相同，造成各地区的环境规制水平也不同，故需要因地制宜和因时制宜地制定环境规制政策。

6.2 政策建议

第一，积极推动正式和非正式环境规制协同发展。正式环境规制是官方的实行的一定环境保护标准，对自主遵守的企业会起到作用，这一类企业会积极加快技术创新活动，降低产品的边际成本，从而活动更多的利润进行再生产，产生良性循环。但是部分小型企业会逃避官方的规则继续生产，对环境产生破坏性的伤害，非正式环境规制是由公众和非政府组织等对该类企业进行投诉曝光，对正式环境规制进行补充，制约该类企业的污染行为。因此各地区政府需要协调正式和非正式环境规制，加快公众环保参与和监督机制的建立，有效推动制造业创新和产业结构升级。

第二，加快制造业企业技术升级，提高边际利润。技术永远是企业长期生存和获利的核心动力，政府可以提高正式环境规制力度刺激企业绿色创新，也可以以补贴的形式降低企业的创新成本，推动企业生产技术的革新。当地政府可通过

引进其他地区或国外绿色清洁的技术和企业,改善本地企业的生产技术水平,达到绿色生产的目标。由于各地区的技术发展存在差异性,东部地区可优先推动高技术产业的发展,其生产的规模效应和可持续性会继续扩大优势,推动良性循环。

第三,重视区域差异化实施环境规制标准,推动区域间制造业协调发展。我国东部、中部、西部和东北地区的经济发展水平各不相同,进而导致制造业的发展也有不同步现象。东部地区经济发展水平较高,人们的环保意识也相对较强,高技术企业也较为集中,因此可以实行较高标准的环境规制策略,助力制造业产业结构升级。西部欠发达地区则需要相对宽松的环境规制政策来推动制造业发展,并且充分发挥地方政府环境保护的作用,同时加大对制造业企业节能减排技术的补助,改善制造业发展落后的问题,助推各区域制造业结构的升级。

第四,建立建全融资市场和劳动力市场发展机制。巩固利率市场化改革成果,保证资本定价是可以反映要素的稀缺程度,既要保证企业能够得到充分融资,降低融资成本,也要保证金融机构可以获得最大化的利润。劳动力市场也需要尽快打破地区户口限制,有效推动劳动力能够随市场规律流动,减少劳动力错配问题。积极强化地方政府引导要素配置过程的约束和监督,减少和杜绝腐败行为的产生,同时也要引导企业树立正确的价值导向,保证企业能够得到有效地要素配置。

参考文献

- [1] Acemoglu D, Restrepo P. Artificial intelligence, automation and work[R]. National Bureau of Economic Research,2018.
- [2] Ahmet A. A., Sevil A. How does environmental regulation affect production location of non-carbon ecological footprint? [J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 178: 927-936.
- [3] Brunnermeier S. B. and M. A. Cohen. Determinants of Environmental Innovation in US Manufacturing Industries[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 45(2):178-293
- [4] Eva Kippenberg. Sectoral linkages foreign direct investment firms to the Czech Economy[J]. Research in International Business and Finance,2005, (19):251-265.
- [5] Koksal G, Batmaz I, Testik M C. A Review of Data Mining Applications for Quality Improvement in Manufacturing Industry[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(10): 13448-13467.
- [6] Lakhwinder Singh. Technological Progress, Structural Change and Productivity Growth in Manufacturing Sector of South Korea[J]. The Institute of World Economy,2004,1(1):37-49.
- [7] Lanoie, P. Mochel, M. Patry, R. Lajeunesse. Environmental Regulation and Productivity: Testing the Porter Hypothesis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2008, 30(2):121-128
- [8] Marit E. K., Brita B., Arvid R. Can Direct Regulations Spur Innovations in Environmental Technologies? A Study on Firm-Level Patenting[J]. The Scandinavian Journal of Economics,2018(120): 338-371.
- [9] Robet N. Stavins. Lessons from the American Experiment with Market-Based Environmental Policies[J]. SSRN Electronic Journal,2002,30(2):200-204.
- [10] Russu C. Structural changes produced in the Romanian manufacturing industry in the last two decades[J]. Procedia Economics and Finance, 2015(22): 323-332.
- [11] 陈璇,钱薇雯.环境规制对制造业产业转移和结构升级的双重影响[J].统计与决策,2020,36(18):109-113.

- [12] 陈永伟,胡伟民.价格扭曲、要素错配和效率损失:理论和应用[J]. 经济学(季刊),2011,10(04):1401-1422.
- [13] 陈宇科,刘蓝天.环境规制强度、企业规模对技术创新质量的影响[J].科技进步与对策,2019,36(16):84-90.
- [14] 樊纲,王小鲁,马光荣.中国市场化进程对经济增长的贡献[J].经济研究,2011,46(09):4-16.
- [15] 范玉波,刘小鸽.基于空间替代的环境规制产业结构效应研究[J].中国人口·资源与环境,2017,27(10): 30-38.
- [16] 干春晖,郑若谷,余典范.中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J].经济研究,2011,46(05):4-16+31.
- [17] 韩国高.环境规制、技术创新与产能利用率——兼论“环保硬约束”如何有效治理产能过剩[J].当代经济科学,2018, 40(1): 84-93+127.
- [18] 胡江峰,王钊,黄庆华,张校溱.异质性 FDI 绿色技术溢出环境规制门槛效应研究[J]. 科技进步与对策,2021,38(06):20-28.
- [19] 黄清煌,高明,吴玉.环境规制工具对中国经济增长的影响——基于环境分权的门槛效应分析[J].北京理工大学学报(社会科学版),2017,19(03):33-42.
- [20] 黄日福,陈晓红.FDI 与产业结构升级:基于中部地区的理论及实证研究[J].管理世界,2007(03):154-155.
- [21] 霍媛媛.以大数据技术驱动制造业转型升级[J]. 人民论坛,2019,(25):54-55.
- [22] 吉亚辉,杨彭宇,尹昱霖.智能化对制造业结构优化升级的影响研究[J]. 价格理论与实践,2021,(08):150-153+187.
- [23] 蒋殿春,王春宇.外商直接投资与中国制造业产业升级[J].南开学报(哲学社会科学版),2020(04):32-43
- [24] 李虹,邹庆.环境规制、资源禀赋与城市产业转型研究——基于资源型城市与非资源型城市的对比分析[J].经济研究,2018, 53(11): 182-198.
- [25] 李磊,刘常青,徐长生.劳动力技能提升对中国制造业升级的影响:结构升级还是创新升级? [J].经济科学,2019(04):57-68.
- [26] 李小平,卢现祥,陶小琴.环境规制强度是否影响了中国工业行业的贸易比较优势[J].世界经济,2012(4):62-78

- [27] 李云菲.中国制造业产业结构优化的探讨——以制造业细分行业为视角[J].泰山学院学报,2017,39(01):112-121.
- [28] 梁榜,张建华.对外经济开放、金融市场发展与制造业结构优化[J].华中科技大学学报(社会科学版),2018,32(04):89-101.
- [29] 刘军,常慧红,张三峰.智能化对中国制造业结构优化的影响[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2019,21(04):35-41+106.
- [30] 刘明,陆杨锋.中国制造业结构演化及影响因素研究[J].兰州财经大学学报,2023,39(01):110-124.
- [31] 刘伟,张辉,黄泽华.中国产业结构高度与工业化进程和地区差异的考察[J].经济动态,2008(11):4-8.
- [32] 陆旸.环境规制影响了污染密集型商品的贸易比较优势吗?[J].经济研究,2009,44(04):28-40.
- [33] 罗能生,王玉泽.财政分权、环境规制与区域生态效率——基于动态空间杜宾模型的实证研究[J].中国人口·资源与环境,2017,27(04):110-118.
- [34] 吕明元,苗效东.大数据能促进中国制造业结构优化吗?[J].云南财经大学学报,2020,36(03):31-42.
- [35] 宁楠.要素错配对工业企业创新效率的影响研究[D].西北大学,2020.
- [36] 潘为华,潘红玉,陈亮,贺正楚.中国制造业转型升级发展的评价指标体系及综合指数[J].科学决策,2019(09):28-48.
- [37] 瞿肖怡,陆萍,汪红霞,冯翠莲.R&D 投入对中国传统制造业转型升级影响的实证分析[J].统计与决策,2020,36(05):120-123.
- [38] 申晨,贾妮莎,李炫榆.环境规制与工业绿色全要素生产率——基于命令—控制型与市场激励型规制工具的实证分析[J].研究与发展管理,2017,29(02):144-154.
- [39] 沈运红,黄桁.数字经济水平对制造业产业结构优化升级的影响研究——基于浙江省 2008—2017 年面板数据[J].科技管理研究,2020,40(03):147-154.
- [40] 苏杭,郑磊,牟逸飞.要素禀赋与中国制造业产业升级——基于 WIOD 和中国工业企业数据库的分析[J].管理世界,2017(04):70-79.
- [41] 孙英杰,林春.试论环境规制与中国经济增长质量提升——基于环境库兹涅茨

- 倒 U 型曲线[J].上海经济研究,2018(03):84-94.
- [42] 孙玉阳,宋有涛,王慧玲.环境规制对产业结构升级的正负接替效应研究——基于中国省际面板数据的实证研究[J].现代经济探讨,2018(05):86-91.
- [43] 佟家栋,陈霄.出口扩张、环境规制与能源效率——来自中国城市层面的经验证据[J].经济问题探索,2019(06):174-184.
- [44] 童健,刘伟,薛景.环境规制、要素投入结构与工业行业转型升级[J].经济研究,2016,51(07): 43-57.
- [45] 王冠,张凯,刘静.不同规制工具对绿色发展效率的影响及机制研究[J].生态经济,2021,37(01):130-135.
- [46] 王冉,周蕾.环境规制对中国装备制造业产业结构升级影响的实证分析[J].现代商贸工业,2022,43(10):8-9.
- [47] 温忠麟,叶宝娟.有调节的中介模型检验方法:竞争还是替补?[J].心理学报,2014,46(05):714-726.
- [48] 温忠麟,叶宝娟.中介效应分析:方法和模型发展[J].心理科学进展,2014,22(05):731-745.
- [49] 夏勇,钟茂初.环境规制能促进经济增长与环境污染脱钩吗?——基于中国 271 个地级城市的工业 SO₂ 排放数据的实证分析[J].商业经济与管理,2016(11):69-78.
- [50] 尹航.全球化进程和中国制造业空间结构演化研究[D].武汉理工大学,2007.
- [51] 俞海山,刘方,邱艳莉.FDI 与我国产业结构的优化[J].系统科学学报,2011,19(03):93-96.
- [52] 张三峰,卜茂亮.环境规制、环保投入与中国企业生产率——基于中国企业问卷数据的实证研究[J].南开经济研究,2011(2):129-146
- [53] 张婷婷.基于技术创新视角的环境规制对制造业结构影响研究[D].安徽工业大学,2020.
- [54] 郑加梅.环境规制产业结构调整效应与作用机制分析[J].财贸研究,2018,29(03): 21-29.
- [55] 钟茂初,李梦洁,杜威剑.环境规制能否倒逼产业结构调整——基于中国省际面板数据的实证检验[J].中国人口·资源与环境,2015, 25(8): 107-115.

致谢

三年时光很快就过去了，在这三年中我收获颇丰，不论在学习上还是生活中我获得了很多，在这即将离去的时刻也对这三年的生活甚是怀念。

感谢我的导师刘明教授！在这三年中对我的照顾，常在我的学习道路上鞭策着我，也为我答疑解惑，有时改论文到深夜，大大小小的问题都会指出，感谢老师的包容，让我可以不断进步。因为老师对待事情的认真以及精益求精的态度使我可以获得现在的成就，三年时间真的很快，您对我的帮助不仅仅是学习，在为人处世方面也教会了我很多。

感谢我的朋友们，虽然相处的时间只有两年，但是我觉得我真的很疯狂很快乐，也感谢你们的陪伴，让我在离家很远的地方也能快乐，尤其是周颖钦，感谢你一直陪我来兰州上学。感谢我的同门的师兄师姐师弟师妹们，大家一起在互相学习和互帮互助中进步。感谢我的女朋友，可以一直陪伴着我，在生活中鼓励我，一起消灭学习和生活中的不愉快。

感谢我的家人，长久以来对我的付出和爱，感谢你们的支持让我可以站在现在的高度，长大以后越来越发现你们的不容易和伟大，一直在背后默默支持和鼓励我。正是因为你们这份浓浓的亲情让我能够完成学业，我一定会继续努力，成为你们的骄傲。