

分类号 _____
U D C _____

密级 公开
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

论文题目 环境规制对工业高质量发展的影响研究

研究生姓名: 徐坤

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: 2022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： 练坤 签字日期： 2022年5月30日

导师签名： 刘明 签字日期： 2022年5月30日

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： 练坤 签字日期： 2022年5月30日

导师签名： 刘明 签字日期： 2022年5月30日

Study of the Impact of Environmental Regulation on High-quality Industrial Development

Candidate : Xu Kun

Supervisor: Liu Ming

摘要

我国经过长达 40 多年的发展，GDP 总量已居于世界前列，在工业发展中，也实现了由小到大，由弱到强的跨越，新兴工业行业的兴起使得我国工业体系逐渐完善，在工业快速发展至今的基础上，实现工业高质量发展成为我国工业发展的主要任务。与此同时，生态环境不断恶化使得在工业生产过程中进行环境规制变得尤为重要。因此，环境规制对工业高质量发展产生的影响值得探索。

本文使用 2009-2019 年全国除西藏外 30 个省市的面板数据，通过纵横向拉开档次法、空间计量模型、门槛模型、中介效应模型等方法，在我国工业高质量发展现状、环境规制强度演变、环境规制对工业高质量发展的作用力及作用方式等方面进行相应研究，得到如下结论：

各省份的工业高质量发展综合得分整体呈现逐年上升的趋势，东、中、西部地区在工业整体高质量发展以及五个要素方面均存在显著差异，东部地区领先于中西部地区；东部的许多省份兼具较高的工业发展质量与速度，但在中西部地区，大部分省份仍处于工业发展质量和速度双重落后的状态中。地区工业高质量发展存在显著的空间相关关系，工业发展质量相似的地区，在地理上也呈现空间集聚的特点；环境规制强度的增加能够有效促进工业高质量发展，从空间上来看，不同类型的环境规制在对工业高质量发展的影响中均产生显著为正的直接效应和显著为负的溢出效应，增加环境规制的强度能够有效促进本地区工业高质量发展，但也会通过负向的空间溢出作用抑制其他地区的工业高质量发展。在此基础上，技术创新与产业结构的不同相对发展度会使得环境规制在工业高质量发展过程中产生不同的作用效果，环境规制在技术创新水平较弱的地区对工业高质量发展产生的推动作用也较弱，但随着技术创新能力继续不断加强，会使得生产效率提高，环境规制对工业高质量发展的作用力提升；同时，环境规制能够通过技术创新产生影响，进而影响工业高质量发展，但技术创新并不是环境规制影响工业高质量发展过程中唯一的中介变量，在环境规制促进工业高质量发展的过程中，还存在许多值得探索的路径。

关键词：工业高质量发展 环境规制 空间杜宾模型 门槛效应 中介效应

Abstract

After more than 40 years of development, China's GDP has already among the top on the world. In the industrial development, realized from small to big, from weak to strong leap. The rise of the new industrial industry makes China's industrial system gradually perfect, on the basis of the rapid development of industry so far, to achieve high-quality industrial development has become the main task of China's current industrial development. At the same time, the continuous deterioration of ecological environment makes environmental regulation become particularly important in the process of industrial production. Therefore, the impact of environmental regulation on high-quality industrial development is worth exploring.

This article uses the country except Tibet in 2009-2019 panel data of 30 provinces and cities, through the "vertical and horizontal" method, spatial econometric model, threshold model and the intermediary effect model, high-quality in China's industry development present situation, environmental regulation, environmental regulation intensity evolution mode of industrial action and function of development of high quality research. Accordingly, the conclusions are as follows:

Provinces of high-quality industrial development overall scores showed a trend of rising year by year, the eastern, central and western areas in the overall industrial quality development exist significant

differences, as well as five elements. Ahead of the eastern region development in central and western regions; Many provinces in the east have high industrial development quality and speed, but in the central and western regions, most provinces are still in the state of double backward industrial development quality and speed. There is a significant spatial correlation between high quality industrial development in different regions. The regions with similar industrial development quality also show the characteristics of spatial agglomeration; The increase of environmental regulation intensity can effectively promote high-quality industrial development. From the perspective of space, different types of environmental regulations have a significant positive direct effect and a significant negative spillover effect on the impact of high-quality industrial development. Increasing the intensity of environmental regulation can effectively promote high-quality industrial development in the region. However, it also inhibits the high-quality industrial development in other areas through negative spatial spillovers. On this basis, technological innovation and development of industrial structure of different relative degrees will make environmental regulation in the process of industrial development of high-quality produce different effects. Environmental regulation will have a weaker driving effect on high quality industrial development in areas with weak technological innovation level. But with the continued to strengthen technological

innovation ability, can make production more efficient, environmental regulation for the development of the industry high quality force. At the same time, environmental regulation can have an impact on technological innovation, and then affect the high-quality development of industry, but technological innovation is not the only intermediary variable in the process of environmental regulation affecting the high-quality development of industry, there are many ways worth exploring in the process of environmental regulation promoting the high-quality development of industry.

Keywords: High-quality industrial development; Environmental regulation; Spatial Dubin model; Threshold effect; The mediation effect

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.....	3
1.2 国内外相关研究综述.....	4
1.2.1 工业高质量发展测度.....	5
1.2.2 环境规制对工业经济发展的影响.....	6
1.2.3 环境规制对工业发展的作用研究.....	8
1.3 研究内容与技术路径.....	10
1.3.1 研究内容.....	10
1.3.2 技术路径.....	11
2 中国工业高质量发展现状	12
2.1 工业高质量发展综合指标体系.....	12
2.2 工业高质量发展水平.....	16
2.3 工业高质量发展水平的区际差异.....	20
2.4 小结.....	23
3 环境规制对工业高质量发展的作用力分析	23
3.1 环境规制的定义与测度.....	24
3.2 环境规制对工业高质量发展的作用力.....	25
3.3 环境规制对工业高质量发展的空间作用效果分析.....	27
3.4 小结.....	32
4 环境规制对工业高质量发展的作用方式分析	33
4.1 技术创新与产业结构协调度分析.....	33
4.2 技术进步与产业结构协调度异质性条件下的作用力差异.....	36
4.3 环境规制对工业高质量发展的作用路径.....	38
4.4 小结.....	40

5 结论与启示	41
5.1 研究结论.....	42
5.2 研究启示.....	43
参考文献	46
后记	50

1 绪论

1.1 研究背景与研究意义

1.1.1 研究背景

我国经济快速崛起使人们的生产和生活方式发生巨大变化，我国的 GDP 总量已由 1978 年的占全球 1.7%，世界第 11 位上升至 2020 年的占全球 17.42%，世界第 2，这离不开我国工业的发展，除传统的工业行业如采矿、金属冶炼、电力供应、食品、机械等的快速发展外，新兴的工业行业如医药、航天、计算机、汽车也从无到有。我国的工业体系逐渐完善，劳动力优势在国际竞争中得到了充分发挥，服装、玩具、五金、家电等轻工业产品在全球市场中占据了较高的市场份额，丰富了全球的工业品市场。随着我国经济地位的提高，劳动力成本不断上升，使用劳动密集型产品占据全球市场不具有可持续性，因此实现经济的高质量发展至关重要。从工业发展的角度来看，我国人均资本比例上升，人们的收入水平不断提高，使得低质量工业产品无法满足人们对高质量产品的需求，同时，数字经济的发展也对我国实现工业高端生产，提高国际竞争力提出要求。

三大产业中，工业发展对环境的影响最强，因此，需要从节能、减排和再利用三个方面加强对工业生产的环境规制。科技进步也促进了不同产业间的融合发展，这些变化有利于我国工业实现绿色生产，但区域之间的产业发展仍存在差距，对于不同发展程度的地区来说，环境规制对工业发展可能产生不同的效果。相较于产业结构合理性不足的地区，产业结构趋于完善的地区更容易实现通过环境规制提高工业高质量发展的效率。短期来看，环境规制会提高企业的生产成本，降低利润，但长远来看，环境规制能够推动相关技术进步，提高企业的能源利用率及废弃物回收率，进而实现工业高质量发展。

从国际上看，改革开放后，我国工业产业快速兴起，加入 WTO 也使得我国吸引大量外资并迅速开展国际贸易。我国在国际产业链的下游位置发挥了重要作用。处于价值链上游的国家由于具有技术优势，往往将高耗能的生产过程转移至下游国家，提供一定技术支持，或直接将中间产品运送到发展中国家进行最终生产。这样的生产方式一方面为企业节约了劳动力成本，但另一方面，也给发展中

国家的生态环境带来了极大负担。由于劳动力成本逐渐提高，劳动密集型产业的产品在国际竞争中可获得的利润下降，国外工业企业开始关注劳动力成本更低的其他发展中国家。一方面来说，我国继续通过低端产品占领国际市场的道路是不具有可持续性的，要提高国际竞争力，还需要致力于提高产品质量，加快高端产业的发展，努力缩小差距，支持科技发展现状下国际消费者的多样需求。另一方面，我国的工业要走可持续发展的道路，需要提高技术水平，减少排污量，增加废弃物利用率，还需要发展清洁能源，减少化石能源的使用。

我国在工业高质量发展的过程中树立了明确目标，并不断做出尝试。2019年，我国举办首届国际工业与能源物联网创新发展大会，提出将物联网与新能源引入工业生产中，打造高质量工业生产环境。由于全球变暖不断加剧，极端气象频发，国际环保组织对各个国家的工业发展提出要求，2009年，哥本哈根气象大会上指出了气候变化是全人类面对的重大挑战，应降低工业生产中的温室气体减排度，各个国家责任共担。2015年召开巴黎气候变化大会，各个国家通过《巴黎协定》，我国提出要在2030年左右实现碳达峰，增加非化石能源的消费比重和森林储积量。

从国内来看，2014年，我国超过美国成为第一大制造国，工业总产值已达到美国的1.7倍，到2018年时，我国的工业产值占GDP总量的29%，这些都离不开需求侧的“三驾马车”的推动。工业发展初期，国内需求量大而供给量不足，因此工业生产的重心在于扩大生产规模。加入WTO后，我国的产品大量进入国外市场，这些都很大程度上推动了我国工业的快速发展，使我国掌握了国际竞争中的话语权。供给和需求的均衡是国家经济长期稳定发展的关键，因此在保证需求侧刺激经济发展的同时，还需要通过供给侧改革优化要素配置，达到工业高质量发展。当下我国工业发展机遇与挑战并存，一方面国内外环境和技术条件迅速变化，物联网等新兴行业的崛起为我国工业发展带来了“换道超车”的契机，另一方面，由于居民的可支配收入增加，对于高端产品的需求大大增强，大量的低质量产品无法满足国内的需求，同时生产成本增加也使得企业无法获得价格优势。因此转而进行工业高质量发展刻不容缓，这要求我国提高工业生产产品的质量，满足国内市场需求。我国的工业产值在GDP中所占比例较大，因此实现工业高质量发展能够进而推动我国整体经济的高质量发展。

长期以来,我国工业的快速发展主要依靠对化石能源的使用,其中,重工业是我国工业生产的重要组成部分,粗放的生产方式所产生的工业污染物对环境产生了不可逆的影响。同时,大量能源开采以及过快的城镇化速度都减少了我国的人均自然资源占有量,使脆弱的生态环境更易受到破坏。因此,要实现工业高质量发展,必须意识到工业生产中环境规制的重要性,明确环境保护与工业发展不是对立关系,有效的环保措施能够促进绿色发展与工业高质量发展的良性循环。我国已经在绿色生产的领域做出了许多努力,包括加强工业废弃物回收利用,开发清洁能源,并取得了良好的效果。从工业企业的角度来讲,如何通过发展相关技术,减少污染物排放以及单位产值的能源消耗是未来工业绿色发展的重点所在。这为我国高新技术型工业企业和清洁型工业企业的发展及建立完整的现代化工业体系提供了契机。

1.1.2 研究意义

工业高质量发展是实现我国经济高质量发展的重要环节,不仅要求建立完善的现代化工业生产体系,发展高端制造业,还要求实现工业绿色发展。如何科学有效地衡量工业发展质量,确保对不同地区工业发展质量的评估结果具有较强的可信度?环境规制在工业高质量发展中产生的作用力如何?是否因各地区产业结构和技术创新水平协调度而异?实行环境规制是否会影响相邻地区的工业发展质量?环境规制影响工业发展质量时是否具有中介效应?这些都是本文要探索的问题。本文以打造工业发展强国,开创环境友好型经济为背景,构建面板模型、空间计量模型、门槛模型及中介效应模型,分析环境规制对工业高质量发展的影响,探究产业结构与技术创新的不同协调度下,环境规制对工业发展质量的作用力变化,以及技术创新在实现工业高质量发展过程中产生的中介效应,利用全国30个省市的数据对上述问题进行实证研究,在理论和现实中均具有一定价值。

(一) 理论意义

第一,现有对环境规制影响经济发展的研究大多将技术创新作为门槛变量,研究不同技术水平下,环境规制对经济发展的影响力变化,本文首次使用相对发展指数衡量产业结构与技术创新的协调度,细化了门槛变量,能够更深入地解释环境规制对工业高质量发展的影响路径,提供新的理论支撑。

第二,目前对环境规制影响经济高质量发展的研究将重点放在环境规制的影响力测度中,在衡量经济发展质量时,常使用全要素生产率这样的单一变量,而全要素生产率在以往的研究中,多用来衡量科学技术的发展水平。本文从创新、协调、绿色、开放、共享五个角度建立综合指标体系,并测度工业发展质量,使得研究内容更全面,且结果更具有说服力。

(二) 现实意义

第一,本文及时关注了国家在工业高质量发展过程中对环境规制的需求,探究区域间产业结构及技术创新水平的不同均衡度下,相同的环境规制措施对工业高质量发展产生不同的作用效果,能够为不同发展情况的地区制定工业生产的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。

第二,短期来看,环境规制会减少企业利润,但长期来看,有利于刺激企业技术改革,实现工业高质量发展。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工业高质量发展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,制定实行环境规制措施的长远规划提供了理论依据。

1.2 国内外相关研究综述

本文建立不同的计量模型,从环境作用力和作用路径的方面阐述了环境规制对工业高质量发展的影响,在我国转变产业发展方式,实现绿色发展需求的现状分析的基础上,首先构建综合评价体系,分析我国不同地区的工业高质量发展程度,接着建立面板模型,探究两种环境规制工具及各控制变量对工业发展质量的影响,并在此基础上建立空间计量模型,探究环境规制对工业发展质量在地区间产生的影响力差异,然后将我国各地区产业结构与技术创新的协调度作为门槛变量,探究不同协调度下,环境规制对工业高质量发展的作用力差异,最后构建以技术创新作为中介变量的中介效应模型,研究环境规制对工业高质量发展的作用方式。本文根据上述研究思路进行文献梳理:总结了现有的工业发展质量测度方式,并归纳国内外对环境规制作用于经济发展的文献,学习产业结构与技术创新的协调度测度方法,最后关注使用门槛模型和中介效应模型研究影响机制的可行性。

1.2.1 工业高质量发展测度

从发展阶段看,我国已经进入 L 型的中高速增长阶段,各方更加注重发展质量(迟福林, 2017)^[1]。经济高质量发展和高速发展的差别在于,经济高质量发展是创新驱动型经济增长方式,能够使经济增长的效率提高、结构优化、稳定性提高、福利分配改善、创新能力提升,从而使经济长期持续增长(任保平, 2013)^[2]。与经济高质量发展不同,经济高速发展的核心特征为经济总量规模的扩大,通常通过 GDP 总量增长进行度量。经济高质量发展不再盲目追求经济发展高速度,是在经济高速发展至今的基础上追求经济发展的高效率,追求可持续发展与和谐发展。

从研究领域来看,要实现经济整体的高质量发展,必须通过引导国民经济的三大产业同步实现高质量发展,以达到经济结构优化升级的目的(徐坤和刘明, 2021)^[3]。李振叶等(2020)^[4]探究了“互联网+”对工业高质量发展的影响,认为“互联网+”可以从科技创新和绿色发展两个路径共同推动工业高质量发展,主张建立产学研协同的创新体系。罗良文等(2019)^[5]分析了工业布局优化对经济高质量发展的影响,以长三角地区为例,提出地区间要加强梯度合作,协同构建长江经济带工业发展新格局的建议。涂正革等(2019)^[6]从绿色发展的角度探究环境规制改革对经济高质量发展的影响,提出在通过调整工业排污收费标准的同时,还要注意排污费征收过程中的执法监督问题。陶爱萍等(2020)^[7]从对外开放的视角探究了进口对经济高质量发展的影响,得出生活性服务进口和技术密集型生产服务进口有助于经济高质量发展的结论。王玉燕等(2020)^[8]从共享发展的角度研究了价值链嵌入和创新型人力资本对制造业高质量发展的影响,分析了不同行业类型和价值链嵌入位置中,创新型人力资本对制造业高质量发展的不同作用力。可见当前工业高质量发展所涉及的研究领域众多,这些都为工业高质量发展的测度提供了新视角。

目前国内对工业高质量发展的测度方式还没有定论,主流方法有三种。一是使用产业增加值率,即工业增加值与工业销售收入的比值衡量工业高质量发展状况(高丽娜, 2020)^[9];二是基于工业发展的基本特征和发展趋势,构建包括投入和产出要素在内的指标体系(韩海燕和任保平, 2020)^[10];三是基于“十三五”规划中提出的五大发展理念,构建包括创新、协调、绿色、开放、共享这五个方面的

指标体系(宋晓娜等, 2019)^[11]。由于本文研究的内容为环境规制对工业高质量发展的影响, 且为从多个角度衡量工业高质量发展状况, 因此结合五大发展理念, 借鉴前人的方法构建指标体系。

在通过指标体系测度经济高质量发展水平的过程中, 学者们使用了不同的方法。陈浩等(2021)^[12]使用熵权法测度产业发展与就业发展指数, 进而研究二者对经济高质量发展的影响。宇超逸等(2021)^[13]使用熵权 TOPSIS 法测度经济发展质量, 并探究金融创新对经济增长质量的而影响。考虑到使用熵权法或主成分分析法进行综合评价时对原始数据中的信息损失量较大, 许多学者针对所建立的指标体系, 使用纵横向拉开档次法确定权重。钞小静等(2021)^[14]使用纵横向拉开档次法测算装备制造业高质量发展, 既可保证赋权的客观性, 也能最大限度保留各评价对象间的整体差异。此外, 韦欢(2020)^[15]使用纵横向拉开档次法测度制造业高质量发展水平。

综上所述, 实现工业高质量发展能够显著推动我国经济整体高质量发展。由于目前对各个行业高质量发展水平的测度方式尚未有定论, 因此如何构建完善且全面的指标体系, 同时使用科学有效的方法测算各指标及综合发展情况是不容忽视的重点。提高我国工业在全球范围内的竞争力, 建立可持续发展的工业生产体系是我国工业发展的目标, 只有找出各地区工业发展存在的薄弱环节, 才能在后续发展过程中做到有的放矢。因此本文使用纵横向拉开档次法分析各地区工业整体发展水平及不同发展层面中存在的差异, 以期为各地区尽快实现工业高质量发展提供参考。

1.2.2 环境规制对工业经济发展的影响

根据环境库兹涅茨曲线, 当经济发展落后时, 环境污染程度较低, 随着经济发展水平的提高, 环境污染程度也逐渐升高, 当达到某个临界点时, 环境污染程度随经济水平提高而逐渐下降, 这揭示了环境状况随经济发展的变化规律。实现绿色可持续的工业生产模式是走向工业高质量发展的必经之路, 需要工业企业进行技术改革, 这无疑会增加生产成本, 而工业企业自身出于盈利目的对相关技术的改造动力不足, 需要从国家层面加强环境规制。这样一方面可以促使企业自身进行生产的优化调整, 发展绿色工艺, 使国家层面的环境规制成本分散到各企业内部(Michael E Porter, 1995)^[16]。另一方面可以推动清洁生产型产业的发展, 增

加企业的绿色竞争力, 进而提高企业的生产效率(Du L 等, 2018)^[17]。这些都是进行环境规制的积极作用, 在政策实施达到一定程度时才会显现, 但在进行政策实施的最初阶段, 由于绿色生产技术欠缺, 容易使企业的生产成本增加, 在短期内抑制经济的发展(Levinson A, 2008)^[18]。我国作为工业生产大国, 要在实行环境规制措施的同时尽量减少相关举措对工业生产及经济发展的影响, 就必须充分考虑各地区的不同发展状况, 了解我国实现绿色发展所需要经历的过程, 才能依据实际情况制定有效策略。许多学者根据我国经济发展的具体情况分析了环境规制措施本身对不同行业和地区的影响。从不同行业来看, 重度污染行业的国际竞争力在环境规制中表现出“倒 U 型”发展特点, 而中度和轻度污染行业的国际竞争力在环境规制中表现出“U 型”发展特点(孙婷等, 2018)^[19]。从不同地区来看, 环境规制对东部和中部地区的技术创新能力有显著的提升作用, 对西部地区则几乎没有影响(江珂等, 2011)^[20]。从不同类型的环境规制措施来看, 费用型环境规制对企业的技术创新不具有促进作用, 而投资型环境规制则能够对企业创新产生激励效果(张平等, 2016)^[21]。可见, 当前的相关研究受“波特假说”的影响较大, 从环境规制影响技术创新能力的角度展开, 且工业区别于农业与服务业这样的低耗能产业, 成为重点研究行业。

在工业环境规制研究领域, 刘素霞等(2021)^[22]证实了进行环境规制能够有效控制由于工业集聚引起的环境污染问题, 但会导致邻近地区的污染物排放量显著增加。由于环境库兹涅茨曲线中, 环境规制作用力由抑制转向促进的临界点是未知的, 蔡昉等(2008)^[23]通过实证证明了环境库兹涅茨曲线的正确性, 并认为在如今的环境变化形式下, 不能被动等待环境库兹涅茨曲线拐点的到来, 尽早采取积极的环境规制措施有利于缓解日益增长的环境压力。景维民等(2014)^[24]聚焦于环境库兹涅茨曲线转折点出现的第二类原因, 即偏向能源节约和清洁生产的绿色技术进步, 分析了环境规制和对外开放两方面对绿色技术进步的影响机制。童健等(2016)^[25]就我国的具体发展情况进行分析, 发现环境规制对工业行业转型升级的影响在东、中、西部均呈现 J 型特征。除环境与经济发展拐点的研究之外, 对工业环境规制的研究涉及到多个方面。刘帅等(2021)^[26]从产能利用率的角度出发, 证明了环境规制能够提高工业产能利用率, 且及技术创新作为中介变量, 在环境规制与产能利用率之间起到完全的中介效应。王杰等(2014)^[27]从全要素生产率的

角度出发,以工业企业数据为样本,证明环境规制和企业全要素生产率间存在“倒N型”关系,且中国所有行业都没有跨越第二个拐点。张江雪等(2015)^[28]从工业绿色增长指数的角度出发,研究不同环境规制类型对工业绿色增长指数的影响力差异,证明市场型环境规制和行政型环境规制均对提高工业绿色增长指数产生积极作用,而公众参与性环境规制的影响力则较小。

综合以上文献可得,当前研究环境规制影响工业高质量发展的文献较少,但由于各种研究表明环境规制在工业生产的技术进步、产能利用率、全要素生产率等各个方面均产生影响,因此认为探究环境规制对工业高质量发展具有重要意义。当前国内外对环境规制影响经济发展,尤其是工业经济的发展产生了大量研究成果。采取环境规制的措施会对我国乃至全球的工业生产系统产生深远影响,使清洁型工业生产领域、技术创新能力和产业结构等方面发生变革。而由于环境库兹涅茨曲线的拐点并不明确,要在工业生产领域实行环境规制,就必须结合我国地区产业结构和技术创新水平的实际情况制定不同强度的环境规制措施。此外,政策制定的多样性,会使不同措施对工业生产产生不同的效果,在选择环境规制的类型时,也应做到因地制宜。据此,本文将环境规制作为核心解释变量,建立面板模型,研究不同强度和不同类型的环境规制措施在我国各地区实施的效果,以期在政策制定过程中提供理论依据。

1.2.3 环境规制对工业发展的作用研究

工业革命中使用大机器生产代替人力生产,正是随着技术的发展实现的,如今也需要通过提高技术水平逐渐发展环境友好型经济。早在2002年,就有学者建立相关模型,研究技术进步对环境经济发展的影响(Andreas, 2002)^[29]。在我国将绿色发展作为实现现代化经济体系的目标之后,国内也在环境规制推动技术进步的领域产生了大量研究成果。技术进步在推动绿色经济发展的过程当中,会对在一定程度上对原本均衡的经济发展模式产生影响,甚至使部分产业发生较大程度的波动,影响经济发展与产业结构的稳定性(Harrod R, 1969)^[30]。然而产业结构调整正是为了适应技术发展水平,以达到新的均衡状态,完成主导产业的更替。同时,产业结构的变更也是经济周期变化的重要驱动力(Kuznets, 1971)^[31]。干春晖等(2011)^[32]通过产业结构高级化和产业结构合理化两个指标对产业结构进行评估,考察产业结构变迁对经济发展的影响。可见,技术进步、经济发展、

生态友好、产业结构从来不是人类社会过程中相互独立的因素，它们彼此联系，又相互制约，因此必须考虑到各种因素之间的协同关系，才能使理论研究具备更多的现实意义。

当前关于产业结构的协同研究多围绕产业结构与城镇化程度协调展开，在产业结构与技术创新协调方面尚缺乏相关研究。当前在研究不同要素协调程度时，通常对两种要素都建立综合评价指标体系，并使用耦合协调度及灰色关联度模型进行计量。杨立勋等(2013)^[33]将产业结构系统分为产值结构和就业结构两个部分，通过产城耦合协调度模型测度我国各省份的产业结构与城镇化协调度，分析其对经济效率的影响。王芳等(2020)^[34]同样构建综合评价指标体系，使用产业结构高级化和产业结构合理化指数衡量产业结构，并通过耦合协调度模型计算产业结构和城镇化的协调性，并将产业结构和城镇化分别作为门槛变量进行分析。郑晓舟等(2021)^[35]同时使用耦合协调度和灰色关联度测度中国十大城市群中环境规制与产业结构升级的协调情况。杜霞等(2021)^[36]在研究旅游经济与城镇化协调度时，提出使用两个要素的综合发展水平指数之比构建相对发展度模型，可以细化两个领域的协调程度。可见在不同要素的协同研究中，通常采用对各要素建立指标体系的方法，因此本文在研究产业结构与技术水平协调度时，借鉴以上学者的方法，对产业结构和技术水平两个要素分别建立综合评价指标体系。除门槛模型外，由于环境规制不对经济产生十分直接的影响，所以中介效应模型在环境规制通过影响技术发展水平进而影响经济发展状况的研究领域中受到了广泛使用。杨仁发等(2020)^[37]的研究表明制造业高质量发展指数与环境规制之间存在“U”型关系，且使用技术创新作为中介变量再次证明了这一结论。周清香等(2021)^[38]构建了包括技术创新、结构升级、生产率多个中介变量的中介效应模型，确定了环境规制对经济发展的多种影响路径。

综上所述，当前关于环境规制对经济发展的影响研究中，常使用技术创新进行关联分析，且门槛模型和中介效应模型都是常见的分析方式。在涉及到建立门槛模型研究变量差异化水平下的不同影响作用时，常常对不同因素分开讨论，容易忽视要素相对发展状况异质性条件下的影响差异，考虑到技术创新水平较高而产业结构均衡度较弱和技术发展水平较低而产业结构均衡度较高的情况下，环境规制可能对工业发展质量产生不同的作用，本文采用相对发展指数作为门槛变量，

使研究结果更加细化。本文以技术创新为中介变量构建中介效应模型，研究环境规制在对工业高质量发展过程中可能存在的影响路径。

1.3 研究内容与技术路径

在研究内容中由表及里，层层深入，从对我国工业高质量发展及环境规制强度的宏观统计分析，过渡到环境规制对工业高质量发展的作用力与作用方式层面的微观研究，并将技术创新和产业结构这两个视角相结合，体现了内容结构的系统性；使用面板模型、空间计量模型、门槛模型以及中介效应等方法逐步论证，使研究结论更具有说服力。本文的数据从 2010-2019 年《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国税务年鉴》《中国环境统计年报》以及各省市统计局网站等查找获取。

1.3.1 研究内容

本文的研究内容有五个部分，具体内容如下：

第一是绪论，主要介绍研究展开的背景、意义及文献综述。首先阐述实现工业高质量发展的必要性，其次从环境规制推动工业高质量发展的重要意义，以及技术创新与产业结构协调对工业高质量发展的影响路径这两个方面整理相关文献，阐述本文的研究结构、研究主题、创新性以及研究方法的可行性与合理性。

第二是我国各地区工业高质量发展现状分析。根据五大发展理念从创新、协调、绿色、开放、共享五个方面建立工业高质量发展的综合评价指标体系，使用纵横向拉开档次法对各省市的工业高质量发展水平进行测度，通过描述统计方法分析各省市在不同方面的工业高质量发展差异与现状。

第三是环境规制对工业高质量发展的作用力分析。用排污费收入衡量市场激励型环境规制，用累计环保法规数衡量命令控制型环境规制，并将其作为核心解释变量建立面板模型，分析环境规制及各控制变量对工业高质量发展的影响，然后建立空间计量模型，探究在使用邻接、地理和经济矩阵时，环境规制对工业高质量发展的直接效应和溢出效应，分析环境规制是否会对本地区以及其他地区工业高质量发展水平产生影响。

第四是环境规制对工业高质量发展的作用方式分析。首先对技术创新及产业结构分别建立综合评价指标体系，使用纵横向拉开档次法测度各省份的技术创新

及产业结构发展状况，其次使用相对发展指数测算二者发展的协调程度，并将其作为门槛变量，探究在技术创新和产业结构的不同协调度水平下，环境规制对工业高质量发展的影响力差异。建立中介效应模型，将技术创新作为中介变量，探究环境规制是否能够通过提高技术创新程度进而影响工业高质量发展，为我国实现工业高质量发展提供更多理论指导与现实建议。

第五是结论与建议。结合本文实证所得到的结论，从加强环境规制，促进技术创新与产业结构协调，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 技术路径

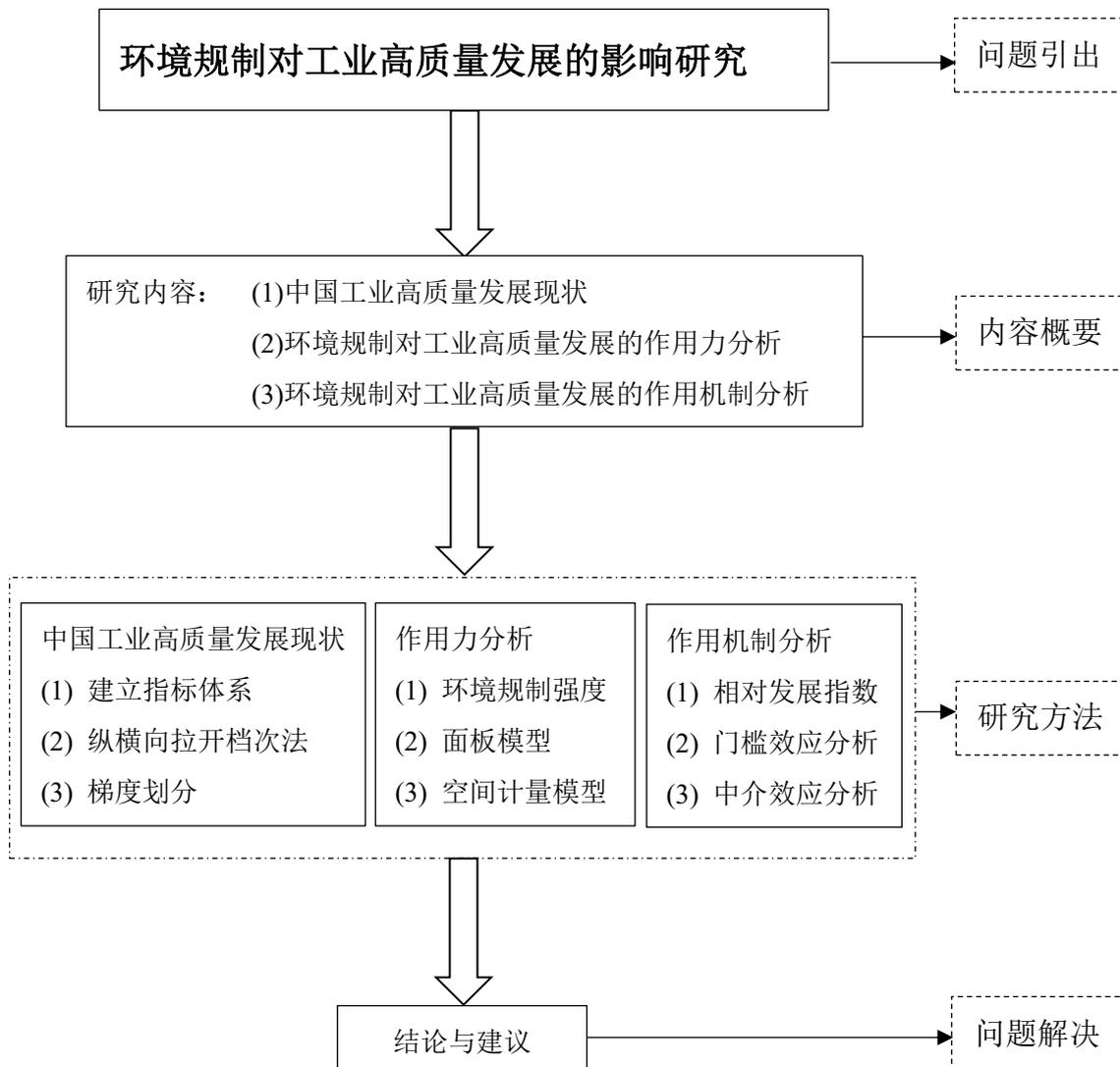


图 1.1 本文研究技术路径图

本文旨在从我国除西藏外 30 个省市（自治区）的视角分析环境规制对工业高质量发展的影响。研究思路如下：选择 2009-2019 年我国 30 个省市的相关面板数据，建立指标体系并使用纵横向拉开档次法测度各地区工业高质量发展状况，同时建立面板模型、空间计量模型、门槛模型和中介效应模型分析环境规制强度对工业高质量发展的作用力以及作用路径，最后形成的研究结论为我国更有效地通过环境规制促进工业高质量发展提供了参考。具体技术路径如图 1.1 所示。

2 中国工业高质量发展现状

本章节根据创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念建立衡量中国工业高质量发展的指标体系，随后使用纵横向拉开档次法计算综合得分，并进行描述性分析，探究中国各省份工业高质量发展的特点及随时间的演变趋势，以及不同区域在五个领域中的发展差异，根据其各自的工业生产总值及工业高质量发展水平，总结出各区域工业发展的特点，为第三部分探究环境规制对工业高质量发展的影响力奠定了基础。

2.1 工业高质量发展综合指标体系

当前学术界对于如何建立高质量发展的评价体系还未有定论，测度工业高质量发展状况的指标体系多是从已有的高质量发展指标体系中提取与工业发展相对应的指标来完成。李金昌(2019)^[39]将现有的高质量发展评价体系归为三类：第一类从“五大发展理念”和社会主要矛盾出发；第二类从经济高质量发展角度出发；第三类以区分狭义广义或微观宏观的不同要求为视角。由于使用第二和第三类方法测度高质量发展时，多涉及到产业结构、居民福利、基础设施建设等只能用于衡量经济高质量发展而无法体现工业高质量发展的指标，因此本文根据“五大发展理念”建立工业高质量发展的指标体系。

“五大发展理念”不仅在国家战略层面成为引领高质量发展的理念，在理论层面，创新、协调、绿色、开放、共享这五个方面也满足对经济、社会、环境均衡发展，实现更高水平、更有效率、更加公平、更可持续发展的要求(何立峰，2018)^[40]。在确定“五大发展理念”对于衡量高质量发展的有效性后，如何在兼顾数据可得性的基础上将五个方面分别对应到工业发展领域，使之成为衡量工业高质量发展的有效手段？当前已有学者在使用“五大发展理念”衡量工业及制造业高质量发展的领域中建立对应的指标体系，本文则在现有指标体系的基础上做出改进，使之

在能够科学度量工业高质量发展状况的同时，满足本文的实证需求。

（1）创新维度指标

本文参考傅为忠等(2021)^[41]的方法，从创新投入和创新产出两方面评估创新维度。其中，创新投入包括工业生产中的创新人员投入、创新经费支出、以及相关专利申请；创新产出包括已完成的新产品开发项目以及各种创新投入活动所带来的实际收入。使用 R&D 人员占比、R&D 投入占比、新产品开发经费和专利申请数衡量创新投入，使用新产品开发项目数、新产品销售收入代表创新产出。

（2）协调维度指标

不同学者对协调维度指标的构建方式不同，宋晓娜等(2019)^[11]从工业信息化和信息工业化两个角度衡量工业高质量发展的协调性，考虑到这种度量方式更强调科技的影响力，本文参考杜宇等(2020)^[42]的做法，从企业协同，区域协同的角度构建协调维度的指标，劳动生产率作为衡量工业发展效率的重要指标，在本文中也用来衡量协调发展程度。企业性质结构即规模以上工业企业中，国有企业的资产占比；区域结构为各地区工业增加值占全国工业增加值的比重；生产效率即单位工业从业人员产生的工业增加值以及利润率。

（3）绿色维度指标

当前学者对绿色维度的指标选取基本相似，本文将其分为环境质量和资源利用两个方面。环境质量所选取的指标包括工业废水、废气、烟粉尘及固体废弃物等；资源利用包括对单位产值的能耗、电耗、水耗以及固体废弃物的综合利用率。除固体废弃物综合利用率外，绿色发展中所使用的指标功效均为负，工业废弃物的排放量及单位产值对资源的消耗量增加，会对工业高质量发展产生不利影响，而固体废弃物的综合利用率增加，能够推动工业高质量发展。

（4）开放维度指标

开放维度的建立有多种方式，宋晓娜等(2019)^[11]从外资吸引和外资使用的角度选取指标，本文参考王玉燕和张晓翠(2020)^[43]，段国蕊等(2021)^[44]的做法，使用外资引进和进出口的相关变量衡量开放维度。对开放状况的评估从开放程度和对外贸易两个方面展开。开放程度包含港澳台和外资企业占比、企业平均实际使用外资额、外商投资企业产值；对外贸易使用工业进出口总额以及外贸依存度衡量。

(5) 共享维度指标

当前学者在选取共享维度的指标时，多围绕与工业高质量发展相关的社会效应，比如就业、税收等，本文参考宋晓娜等(2019)^[11]的做法，从就业服务，税收贡献，收入保障，民生共享四个方面构建共享维度的指标体系。就业服务即工业就业人数占总就业人数的比重；税收贡献即工业纳税总额占总纳税额的比率；收入保障为工业企业在岗职工的年均收入；民生共享包括每万人拥有的工业企业数量以及工业增加值占 GDP 的比重。

综合以上解读构建指标体系，并进行数据处理，通过纵横向拉开档次法计算得到各层次的指标权重如表 2.1 所示：

表 2.1 中国工业高质量发展评价指标体系

一级指标	二级指标	计量指标	权重	功效
创新 (0.19091)	创新投入 (0.13412)	R&D 人员占就业人员人数比重=规上工业企业 R&D 人员/工业企业从业人数 (%)	0.03717	+
		R&D 投入比重=规上工业企业 R&D 经费支出/规上工业企业主营业务收入 (%)	0.04184	+
	创新产出 (0.05679)	规上工业企业新产品开发经费投入 (万元)	0.02787	+
		专利申请数 (件)	0.02724	+
		新产品开发项目数 (项)	0.02773	+
协调 (0.17465)	企业结构 (0.04752)	非国有企业资产占比	0.04752	+
	区域结构 (0.03629)	各省份工业增加值在全国工业增加值中所占比重	0.03629	+
	生产效率 (0.09084)	劳动人员生产效率=工业增加值/工业从业人数 劳动人员平均利润率=规上工业企业利润总额/工业从业人数	0.03718 0.05366	+
绿色 (0.28346)	环境质量 (013159)	工业固体废弃物排放量 (万吨)	0.02575	-
		工业废水排放总量 (亿吨)	0.03042	-
		工业二氧化硫排放量 (千万吨)	0.02382	-
		工业氮氧化物排放量 (千万吨)	0.02514	-
		工业烟粉尘排放量 (千万吨)	0.02646	-

		单位产值能耗（万吨标准煤/亿元）	0.0356	-
	资源利用	单位产值水耗（亿立方米/亿元）	0.02641	-
	(0.15187)	单位产值电耗（亿千瓦时/亿元）	0.03984	-
		固体废弃物综合利用率（%）	0.05002	+
	开放程度	规模以上工业企业数量中港澳台和外资企业占比（%）	0.03388	+
	(0.09376)	规模以上工业企业平均实际使用外资额（亿元）	0.0293	+
开放		规模以上工业企业外商投资企业产值（亿元）	0.03058	+
(0.16126)	对外贸易	出口产品总额占行业产值之比=制造业出口商品额/制造业总产值（%）	0.03472	+
	(0.0675)	外贸依存度=货物进出口额/地区生产总值	0.03278	+
	就业服务	工业就业人数占总就业人数比率（%）	0.04048	+
	(0.04048)			
	税收贡献	工业纳税总额占总纳税额比率（%）	0.03722	+
共享	(0.03722)			
(0.18972)	收入保障	工业就业人员在岗职工年均收入（元）	0.03512	+
	(0.03512)			
	民生共享	万人拥有规模以上工业企业数（家/万人）	0.03235	+
	(0.0769)	工业增加值占 GDP 比重（%）	0.04455	+

在进行数据的搜集和整理的过程中，存在数据缺失、负向指标及量纲问题，本文针对不同问题采取相应数据处理方法：

（1）数据缺失

由于西藏地区数据缺失严重，本文选取除西藏外全国 30 个省市区 2009-2019 年的数据进行分析。工业氮氧化物排放量、外资投资工业企业产值等指标存在部分年份的数据缺失，使用插值法对缺失数据进行处理。

（2）负向指标

绿色发展层面存在多个负向指标，如工业固体废弃物排放量、工业烟粉尘排放量、单位产值能耗等，均取倒数进行正向化处理，便于进行后续研究分析。

（3）数据标准化

使用纵横向拉开档次法需要对数据归一化处理，本文使用最大—最小值法对进行过缺失数据处理及负向指标正向化后的原始数据实现线性变换，使结果映射到[0,1]区间内。

可以看出, 创新、协调、绿色、开放、共享 5 个方面在工业高质量发展过程中所占权重基本均衡, 在 0.20 上下产生小幅度波动。其中, 绿色发展所占权重最大为 0.28, 开放发展的权重最小为 0.16, 五个方面在实现工业高质量发展的过程中均具有重要作用。表明该指标体系的建立充分考虑到工业高质量发展的各个层面, 在衡量工业高质量发展状况时, 具有较高的可信度。

2.2 工业高质量发展水平

基于表 2.1 所示的指标权重, 使用纵横向拉开档次法测算各省市在 2009-2019 年的工业高质量发展综合得分。纵横向拉开档次法确定权重的原则是最大限度拉开被评价对象之间的差异, 利用信息中的横向和纵向差距进行赋权, 在处理面板数据时具有独特的优势(郭亚军, 2002)^[45]。具体计算步骤如下:

首先, 通过求倒数对逆向指标做正向化处理, 并使用标准化变换对各正向指标以及正向化后的逆指标做标准化处理。

其次, 设置评价函数为:

$$y_i(t_k) = \sum_{j=1}^m \omega_j x_{ij}(t_k) \quad (2-1)$$

其中, $y_i(t_k)$ 为被评价省份在 t_k 时期的综合评价价值; ω_j 是指标权重, $x_{ij}(t_k)$ 是在 t_k 时期 i 省的第 j 个评价指标。

再次, 确定指标权重 ω_j , 使得 $y_i(t_k)$ 的离差平方和 σ^2 最大, 其公式可表示为:

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [y_i(t_k) - \bar{y}]^2 \quad (2-2)$$

由于对原始数据 $\{x_{ij}(t_k)\}$ 进行了无量纲处理, 故

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_j x_{ij}(t_k) \right) = 0 \quad (2-3)$$

所以式(2-2)可以表示为:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [y_i(t_k) - \bar{y}]^2 = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^n [y_i(t_k)]^2 = \sum_{k=1}^N [\omega^T H_k \omega] = \\ &\omega^T \sum_{k=1}^N [H_k \omega] = \omega^T H_k \end{aligned} \quad (2-4)$$

式中， $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_m)^T$ ， $H = \sum_{k=1}^N H_k$ 是 m 阶对称矩阵。 $H_k = A_k^T A_k (k = 1, 2, 3, \dots, N)$ ，且 $A_k = \begin{bmatrix} x_{11}(t_k) & \dots & x_{1m}(t_k) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1}(t_k) & \dots & x_{nm}(t_k) \end{bmatrix}$ ，若假定 $\omega^T \omega = 1$ ，则当 ω 为矩阵 H 的最大特征值所对应的特征向量 λ 时， σ^2 即取到最大值。对标准特征向量 λ 进行归一化处理，即限定 $\omega^T \omega = 1$ ，就得到不同指标的权重。

根据式(2-1)的评价函数，用权重与归一化后的数值求积并求和计算各地区工业高质量发展情况在 2009-2019 年间的综合得分，其结果如表 2.2 所示，展示了不同省份工业高质量发展状况随时间变化的趋势及 2019 年的工业高质量发展得分排名。

表 2.2 各地区工业高质量发展综合得分

省份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019 排名
北京	1.510	1.511	1.546	1.572	1.607	1.620	1.636	1.635	1.696	1.736	1.782	5
天津	1.727	1.711	1.733	1.748	1.761	1.765	1.761	1.761	1.743	1.761	1.696	8
河北	1.449	1.451	1.467	1.459	1.468	1.483	1.495	1.505	1.552	1.573	1.547	15
山西	1.331	1.355	1.365	1.375	1.359	1.347	1.304	1.294	1.336	1.354	1.367	27
内蒙 古	1.401	1.441	1.490	1.469	1.468	1.466	1.440	1.434	1.389	1.384	1.399	25
辽宁	1.468	1.506	1.509	1.521	1.535	1.523	1.460	1.431	1.463	1.489	1.483	18
吉林	1.434	1.462	1.489	1.508	1.538	1.547	1.508	1.511	1.496	1.461	1.418	24
黑龙 江	1.396	1.432	1.434	1.436	1.423	1.412	1.369	1.376	1.352	1.357	1.378	26
上海	1.779	1.735	1.799	1.791	1.780	1.788	1.777	1.784	1.815	1.829	1.829	4
江苏	1.861	1.891	1.950	1.969	1.955	1.979	1.982	1.997	2.013	2.042	2.067	1
浙江	1.700	1.715	1.738	1.748	1.769	1.784	1.794	1.808	1.814	1.851	1.892	3
安徽	1.450	1.481	1.530	1.561	1.559	1.580	1.586	1.595	1.633	1.628	1.638	11
福建	1.602	1.616	1.626	1.657	1.659	1.662	1.646	1.660	1.668	1.697	1.743	6
江西	1.428	1.457	1.486	1.492	1.492	1.502	1.502	1.498	1.523	1.562	1.596	13
山东	1.710	1.717	1.745	1.755	1.763	1.782	1.763	1.770	1.783	1.768	1.699	7
河南	1.471	1.490	1.515	1.523	1.523	1.531	1.538	1.523	1.533	1.561	1.559	14
湖北	1.425	1.484	1.521	1.533	1.530	1.551	1.545	1.564	1.582	1.633	1.671	10
湖南	1.466	1.478	1.505	1.521	1.534	1.545	1.566	1.586	1.619	1.655	1.672	9

广东	1.830	1.864	1.895	1.912	1.918	1.936	1.930	1.955	1.997	2.034	2.055	2
广西	1.370	1.404	1.430	1.439	1.439	1.442	1.445	1.439	1.437	1.445	1.420	23
海南	1.489	1.504	1.464	1.482	1.484	1.474	1.479	1.480	1.462	1.497	1.508	17
重庆	1.447	1.480	1.493	1.513	1.525	1.560	1.576	1.589	1.608	1.600	1.626	12
四川	1.377	1.389	1.403	1.423	1.422	1.432	1.426	1.439	1.461	1.536	1.541	16
贵州	1.253	1.268	1.283	1.303	1.302	1.327	1.342	1.356	1.379	1.432	1.456	20
云南	1.280	1.296	1.303	1.301	1.314	1.312	1.317	1.317	1.332	1.364	1.435	22
陕西	1.348	1.374	1.411	1.429	1.433	1.440	1.426	1.433	1.424	1.447	1.451	21
甘肃	1.275	1.293	1.296	1.311	1.311	1.306	1.278	1.273	1.279	1.290	1.302	29
青海	1.296	1.336	1.374	1.366	1.355	1.357	1.310	1.327	1.322	1.320	1.262	30
宁夏	1.360	1.326	1.360	1.371	1.389	1.401	1.390	1.385	1.385	1.427	1.477	19
新疆	1.287	1.325	1.345	1.326	1.309	1.315	1.295	1.298	1.318	1.332	1.324	28

可以看出, 2009-2019 年期间, 各省份工业发展质量水平逐年上升。就 2019 年而言, 工业高质量发展得分排名前 5 的分别为江苏、广东、浙江、上海、北京, 而排在最后 5 位的分别为黑龙江、山西、新疆、甘肃、青海。可见工业发展质量较高的省份和经济发展水平较强的地区具有一定重合性, 而经济发展落后地区的工业高质量发展水平也落后于其他地区。对比 2009 及 2019 年的数据可以发现, 江苏、广东、上海三个省市的工业高质量发展综合排名始终位于全国前 5 位, 而甘肃、青海、新疆三个省区的工业高质量发展综合排名始终位于全国最后 5 位。此外, 部分省份的工业高质量发展状况在 11 年间发生较大变化, 湖北省的工业高质量发展综合得分由 2009 年的 1.4246 提升至 2019 年的 1.6714, 位次由全国第 18 提升至第 10; 贵州省的综合得分由 2009 年的 1.2528 提升至 2019 年的 1.4559, 位次由第 30 位提升至第 20 位; 云南省的综合得分由 1.2800 提升至 1.4352, 位次由第 28 提升至第 22。除湖北、贵州、云南等工业高质量发展程度提升较快的省份外, 也有部分省份存在工业高质量发展动力不足的问题。吉林省在 11 年间工业高质量发展综合得分下降 0.016, 且其位次由全国第 16 下降至第 24; 辽宁省的工业高质量发展综合得分共提高 0.0141, 位次由全国第 11 下降至全国第 18。可见, 工业高质量发展状况在整体上仍与经济发展程度密切相关, 东部地区的工业发展质量始终处于领先地位, 此外, 我国中部和西部地区的工业高质量发展也表现出后发优势, 而东北地区的工业高质量发展状况却不容乐观。

为探究我国各省份在五个层面的发展情况，分析其各自的优劣势。本文以2019 年为例，分别计算各省份工业发展在不同领域的综合得分及排名，结果如表 2.3 所示：

表 2.3 2019 年各地区的五大领域发展综合得分及排名

省份	创新	排名	协调	排名	绿色	排名	开放	排名	共享	排名
北京	0.2731	17	0.2954	28	0.6798	1	0.2598	5	0.2737	22
天津	0.2737	16	0.3343	22	0.4982	4	0.2602	4	0.3297	6
河北	0.2965	12	0.3799	8	0.3714	23	0.1855	19	0.3138	12
山西	0.2392	23	0.3296	25	0.3307	29	0.1911	15	0.2768	21
内蒙古	0.2397	22	0.3960	5	0.3109	30	0.1704	26	0.2821	20
辽宁	0.2586	21	0.3298	24	0.3603	26	0.2226	9	0.3113	13
吉林	0.2276	27	0.3044	27	0.3777	21	0.1862	18	0.3220	8
黑龙江	0.2385	25	0.3179	26	0.3854	19	0.1747	24	0.2619	29
上海	0.2934	13	0.3348	20	0.5326	2	0.3383	3	0.3298	5
江苏	0.4419	2	0.4315	1	0.4589	5	0.3483	1	0.3858	1
浙江	0.4259	3	0.4070	3	0.4571	6	0.2414	7	0.3602	3
安徽	0.3294	7	0.3589	14	0.4455	12	0.1892	17	0.3152	11
福建	0.3162	8	0.3980	4	0.4473	11	0.2450	6	0.3361	4
江西	0.3054	10	0.3688	11	0.4113	13	0.1901	16	0.3204	9
山东	0.3436	5	0.3861	7	0.4112	14	0.2340	8	0.3241	7
河南	0.3003	11	0.3762	10	0.4035	15	0.1794	21	0.2999	15
湖北	0.3303	6	0.3774	9	0.4532	7	0.1918	14	0.3188	10
湖南	0.3628	4	0.3873	6	0.4491	8	0.1781	23	0.2943	17
广东	0.4925	1	0.4107	2	0.4475	10	0.3435	2	0.3607	2
广西	0.2388	24	0.3431	17	0.3730	22	0.1930	13	0.2720	24
海南	0.2139	28	0.3426	18	0.5065	3	0.2140	11	0.2312	30
重庆	0.3146	9	0.3553	16	0.4478	9	0.2184	10	0.2901	18
四川	0.2830	14	0.3634	13	0.3978	17	0.2138	12	0.2833	19
贵州	0.2731	18	0.3561	15	0.3941	18	0.1679	28	0.2647	28
云南	0.2747	15	0.3299	23	0.3836	20	0.1789	22	0.2681	27
陕西	0.2635	20	0.3387	19	0.3699	24	0.1845	20	0.2948	16
甘肃	0.2310	26	0.2860	29	0.3463	27	0.1673	29	0.2714	25
青海	0.2063	29	0.2207	30	0.4002	16	0.1641	30	0.2706	26
宁夏	0.2694	19	0.3674	12	0.3649	25	0.1705	25	0.3046	14
新疆	0.2040	30	0.3346	21	0.3444	28	0.1682	27	0.2722	23

可以看出，广东、江苏、浙江、湖南、山东的工业创新程度最高；江苏、广东、浙江、福建、内蒙古的工业协调发展程度最高；北京、上海、海南、天津、江苏的工业绿色发展程度最高；江苏、广东、上海、天津、北京的工业开放发展

程度最高；江苏、广东、浙江、福建、上海的工业共享发展程度最高。除在工业高质量发展的各个领域都在全国保持领先的省市外，也有部分省份在工业高质量发展的各个领域均处于落后地位。在创新发展层面，甘肃、吉林、海南、青海、新疆发展最为落后；在协调发展层面，黑龙江、吉林、北京、甘肃、青海发展最为落后；在绿色发展层面，辽宁、甘肃、新疆、山西、内蒙古发展最为落后；在开放发展层面，内蒙古、新疆、贵州、甘肃、青海发展最为落后；在共享发展层面，青海、云南、贵州、黑龙江、海南的发展最为落后。可见东部工业高质量整体发展程度较高的地区，在分领域的发展中也具有优势，而在工业高质量发展状况较为落后的地区，一般在各个领域中的发展也具有劣势；广东、江苏、浙江、上海等地的工业高质量发展在各个领域均领先于全国其他地区，而在工业高质量发展程度较差的省份，如黑龙江、新疆、甘肃、青海，在工业高质量发展的各个领域中大多数表现不佳，但黑龙江和青海的工业绿色发展程度处于全国中游；山西省的工业开放程度相比其他领域更高；而新疆和甘肃要实现工业高质量发展，则需要各个领域全方位提高。

2.3 工业高质量发展水平的区际差异

综合时间层面和五大发展理念的不同领域层面分析可知，我国各省份的工业高质量发展综合得分稳定增加，工业高质量发展水平逐渐提高，但区域间仍存在较大差异，表现在东部地区无论是在整体还是在创新、协调、绿色、开放、共享的不同领域，其工业发展质量都显著优于中西部地区，因此本文将我国 30 个省份分为东、中、西部地区，进行区际差异分析。用图像展示各区域中五大领域发展状况随时间变化的特点，如图 2.1 所示：

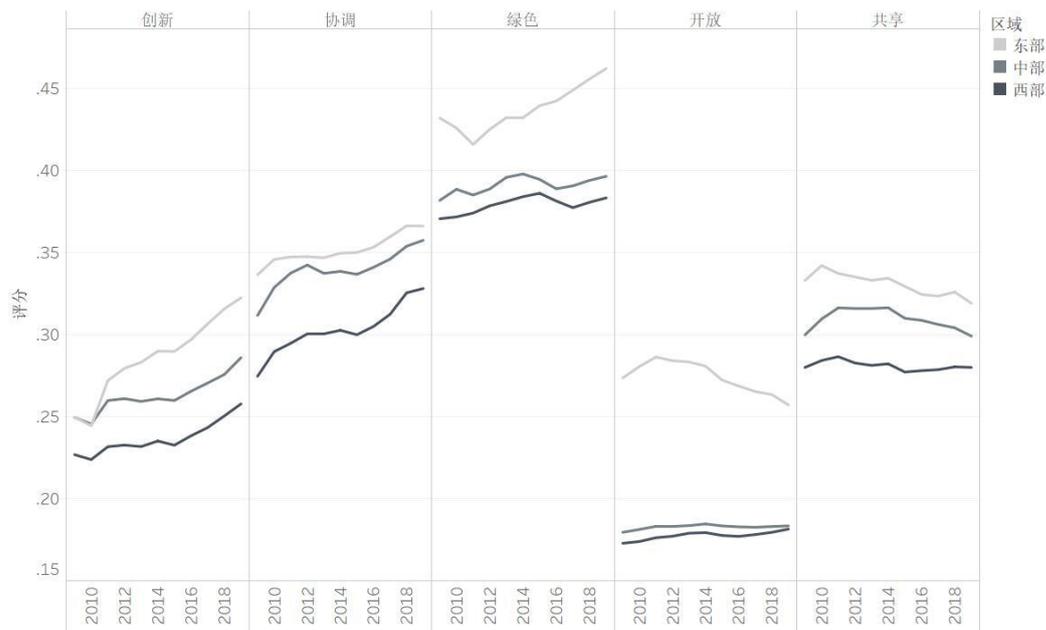


图 2.1 东中西部地区五大发展要素变化图

可以看出，无论是东部、中部还是西部，不同地区工业的创新、协调、绿色、开放发展的综合得分均大致呈现逐年递增的特点，而共享发展则有一定下降趋势。就五个不同领域而言，绿色发展的综合评分最高，其次为协调和共享发展，创新发展的评分在 2009 年处于相对较低的位置，但发展速度较其他各因素更快，目前已达到各因素发展的平均水平，开放发展中，东中西部地区的发展评分产生较大差异，且呈现出东部地区评分先上升后下降，中西部地区评分缓慢增长的特点。协调发展中，东中部地区的差异较小而与西部地区差异较大，但整体发展水平在五大要素中较高，且始终保持快速发展的特点。就绿色发展而言，东部地区评分逐年上升，与中西部地区的差距不断加大，中西部地区的评分整体趋于一致，且差距较小，工业绿色发展的综合得分在 2014-2016 年经过小幅下降后，又呈现出逐年增加的趋势。与其他四个要素不同的是，共享发展的综合得分表现出逐年下降的变化趋势，东、中、西部地区的共享发展程度均在一定水平上产生小幅波动。

为探究工业发展数量和质量之间的关系，本文以 2019 年为例，使用工业增加值衡量工业发展数量，用上文所测度的工业高质量发展综合评分衡量工业发展质量，建立坐标图，分析不同区域内各省份工业发展数量与质量的分布情况，如图 2.2 所示：

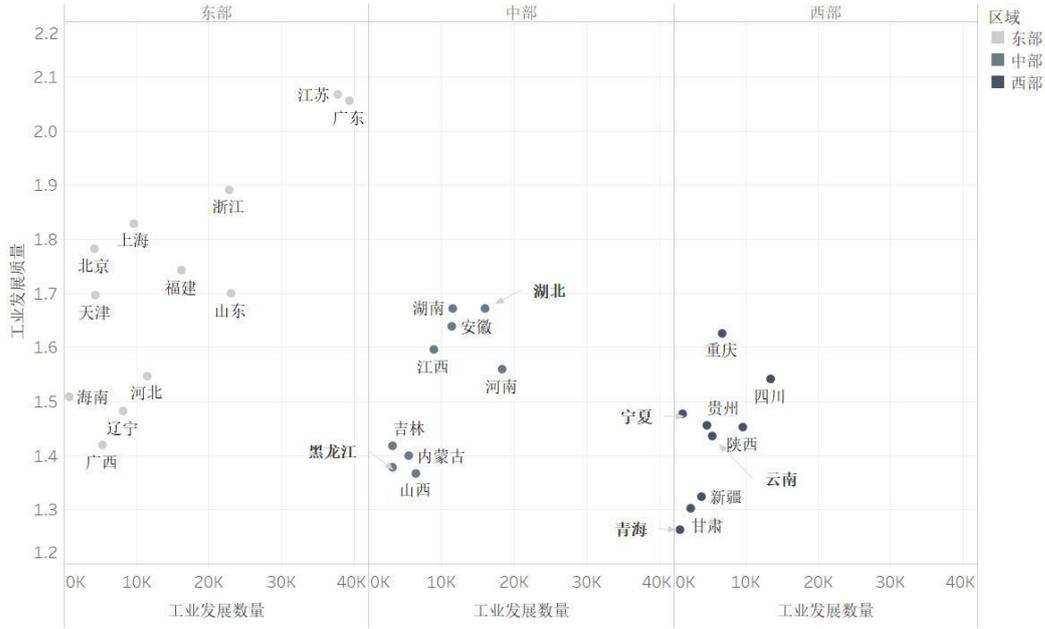


图 2.2 各地区工业发展质量与数量分布

可以看出，各区域中工业发展的数量和数量之间均呈现出较强的相关关系，工业增加值较高的省份，往往在工业高质量发展中也有更好的表现。对比可得，东部地区的工业发展质量和数量相较于中、西部地区来说都有更好的表现，同时，与中西部地区相比，东部地区省份工业发展状况的离散型更强，不同省份呈现出较大差异。东部地区的工业高质量发展得分均高于 1.4，处于 1.4 和 2.1 之间，中部地区的工业高质量发展得分处于 1.3 和 1.7 之间，而西部地区的工业高质量发展得分处于 1.2 和 1.7 之间。中部地区虽然各省份的工业发展差异不及东部地区明显，但大致可分为两种类型，第一类包括湖北、湖南、安徽、江西、河南，第二类为吉林、内蒙古、黑龙江、山西。这两类地区在工业增加值中的变化是连续的，但其工业发展质量出现了断层，第一类地区的工业增加值领先第二类地区的幅度较小，但在工业发展质量中第一类地区的优势更强。就西部地区而言，大部分省份仍处于工业发展数量和质量的双重不发达阶段，但与工业发展质量相比，其工业增加值的落后情况更为明显。工业发展质量与数量之间相辅相成，工业高质量发展与工业高速发展不是一组相互对立的概念，要实现工业高质量发展，必须要以工业高速发展为依托，而工业高质量发展也能够一定程度上继续刺激工业发展的速度。当前我国不同区域在工业高质量发展与工业高速发展中存在差异，当工业发展速度相同时，东部地区省份的工业发展质量相较于中部和西部省份更

高，因此对于中西部地区来说，在现有的工业发展速度下，工业发展质量还有较大的提升空间。由于西部地区省份的工业发展速度仍落后于全国其他地区，因此对于西部省份来说，努力提升工业发展速度，缩小不同省份间存在的工业增加值差距仍然重要。

2.4 小结

根据上文对工业高质量的发展现状分析可以看出，五大发展理念都对工业实现高质量发展起到重要作用，且具有较强的代表性。各省份的工业高质量发展综合得分整体呈现逐年上升的趋势，同时，东、中、西部地区在工业整体高质量发展以及五个要素方面均存在显著差异，且经济发展状况与工业发展质量区域一致，东部的江苏、浙江、广东等地始终位于全国工业高质量发展前列，而新疆、甘肃、青海等西部地区则在工业高质量发展中始终落后于全国其他地区。在五个要素之中，均表现出东部地区评分高于中部和西部的特点，其中，创新发展的速度最快，其次为协调发展，同时，协调发展的评分在五大要素中居于首位，共享发展在三个区域中表现一定下降趋势，因此通过共享推动工业高质量发展或存在动力不足的问题。开放发展中，东、中、西部地区差异巨大，东部地区的开放程度明显高于中西部地区，但呈现出逐年下降的趋势，中西部地区的开放程度随逐年上升，但速度较为缓慢。在绿色发展中，中西部地区的增长趋势一致，而东部地区的增长速度较中西部地区更快。通过探究工业高速发展和工业高质量发展的关系可以发现，工业发展的数量和质量呈现正向线性相关关系，即工业发展速度较快的省份中，工业发展质量也具有较高水平。但在工业发展速度相同的情况下，东部地区省份的工业发展质量较中西部地区更高，说明中西部地区在工业发展质量方面仍有较大的提升空间，同时，西部地区存在大量工业发展质量和数量都落后于全国其他地区的省份，仍需要通过先提高工业增加值，再进一步推动工业高质量发展。

3 环境规制对工业高质量发展的作用力分析

第2部分从整体、分区域、分五大领域的角度探究了我国工业高质量发展现状，也概括了工业高质量发展的基本特点。而影响工业发展质量的主要因素是什么？环境规制在其中起到怎样的作用？这些问题仍有待探索。因此，本部分分析

环境规制对工业发展质量的作用力，以及其在空间中的作用特点。使用排污费收入和地方累计环保法规数量分别代表市场激励型环境规制强度和命令控制型环境规制强度。建立面板模型探究环境规制对工业高质量发展的作用力，随后使用莫兰指数确定不同区域间的工业高质量发展状况存在空间相关性，建立空间计量模型，判断某一地区实行环境规制是否会对本地区及相邻地区的工业高质量发展产生影响。

3.1 环境规制的定义与测度

环境问题随着全球经济发展逐渐凸显，环境污染的负外部性决定了要破解环境问题，需要通过政府采取强制性手段，制定相应排污和技术标准，实现对污染物排放的控制以及推进资源有效利用进行干预，因此环境规制能够反映我国各行业对污染排放的严格度(傅京燕，2010)^[46]。

目前我国环境规制的工具可以分为命令控制型和市场激励型。其中，命令控制型指包括法律法规制定、技术标准控制以及限期治理等在内的，以约束管理为主的政策性工具。市场激励型则包括污染治理补贴、排污费收取、排污许可证交易等以鼓励为主的工具，目的是激励企业积极进行技术创新，降低污染排放，进而实现节能减排。

关于如何测度环境规制，目前尚未形成一致结论，但主流的测度方法有以下几种：

(1) 污染物排放综合指数测度。用废水排放达标率、二氧化硫去除率、烟(粉)尘去除率和固体废弃物综合利用率等变量构建环境规制的指标体系，并通过标准化和确定权重的方式计算得到环境规制的综合指数。(傅京燕^[46]，2010；沈坤荣，2017^[47]；王杰等^[27]，2014)

(2) 市场激励型环境规制强度的测度。第一类为污染物治理投资额占工业增加值的比重(王国印^[48]，2011；沈能等^[49]，2012)、第二类为使用排污费收入表示环境规制强度(王兵等，2010)^[50]、第三类为使用环保设施运行费用表示环境规制强度(张成^[51]，2010；赵红等^[52]，2007)。

(3) 命令控制型环境规制强度的测度。第一类为使用地方累计环保法规数量表示环境规制强度(李胜兰等，2014)^[53]、第二类为使用人均收入水平表示

环境规制强度（陆旻等，2009）^[54]。

由于污染物排放综合指数测度方法中使用的排污数据均为工业行业中所产生，而这些数据在上文衡量工业高质量发展时已有体现和应用，因此，本文在市场激励型环境规制中选择排污费收入，并在命令控制型环境规制中各选择地方累计环境法规数，用来衡量环境规制强度。

3.2 环境规制对工业高质量发展的作用力

当前我国的环境规制政策体系进入了全面提升阶段，环境的日益恶化也使得环境规制成为实现工业高质量发展的迫切手段。本文以工业高质量发展综合得分(Y)为因变量，环境规制强度为核心变量，包括市场激励型环境规制(MIER)以及命令控制型环境规制(CCER)，控制变量包括政府规模(govsc)、人力资本水平(huca)、城镇化率(urra)、人口密度(poden)、信息化水平(infle)，然后构建面板模型。面板模型中不包含被解释变量的滞后项，其中既存在样本个体维度的信息，也存在样本时间维度的信息，能够克服单纯使用截面数据或时间序列数据时的信息遗漏问题。面板模型的构建形式如下：

$$y_{it} = x'_{it}\beta + z'_i\delta + \lambda_t + u_i + \varepsilon_{it} \quad (i = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T) \quad (3-1)$$

其中， x'_{it} 随个体和时间变化而变化， z'_i 为不随时间变化的个体特征， λ_t 为不随个体变化的时间特征。当 $\lambda_t = 0$ 时，产生个体效应模型；当 $u_i = 0$ 时，产生混合回归模型；当 $\lambda_t \neq 0$ 时，产生时间固定效应模型。

由于人力资本水平、城镇化率人口密度这几个变量的数据具有指数增加的趋势，因此对其取对数去除趋势影响，得到的估计结果如表 3.1 所示。

表 3.1 基于面板模型的估计结果

变量	模型①	模型②	模型③	模型④	模型⑤	模型⑥
MIER	0.0259*** (0.0070)		0.0269*** (0.0056)	0.0218*** (0.0056)		0.0237*** (0.0055)
CCER		0.0046*** (0.0004)	0.0047*** (0.0004)		0.0018*** (0.0005)	0.0020*** (0.0005)
<i>govsc</i>				-2.4412*** (0.6934)	-2.5913*** (0.6987)	-2.5422*** (0.6786)
<i>lnhuca</i>				0.1633** (0.0711)	0.1551** (0.0718)	0.1357* (0.0699)
<i>lnurra</i>				0.1257*** (0.0435)	0.0584 (0.0445)	0.0874** (0.0437)
<i>lnpoden</i>				0.0883 (0.0967)	0.1687* (0.0930)	0.0314 (0.0958)
<i>infle</i>				0.0409*** (0.0093)	0.0214** (0.0106)	0.0228** (0.0103)
<i>C</i>	1.2541*** (0.0748)	1.4636*** (0.0058)	1.1755*** (0.0605)	-0.0391 (0.4511)	0.0284 (0.4626)	0.4503 (0.4597)
时间固定	Y	Y	Y	Y	Y	Y
个体固定	Y	Y	Y	Y	Y	Y
R ²	0.0930	0.2066	0.2340	0.6416	0.6065	0.7176
N	330	330	330	330	330	330
F	13.68***	151.4***	92.69***	45.75***	44.44***	43.05

*表示结果在 10%水平上显著；**表示结果在 5%水平上显著；***表示结果在 1%水平上显著，() 内为标准误，下同。

模型①-③表示只对因变量与核心变量进行回归的结果，模型④-⑥表示在模型①-③的基础上分别加入控制变量所得的结果，可以看出，相比于模型①-③，模型④-⑥的拟合优度均大幅提高，模型的解释效果提升，说明各控制变量确实能够对工业高质量发展产生一定作用。由模型①-③可得，两种类型的环境规制对工业高质量发展的影响均显著为正，在模型④-⑥中加入多个控制变量后，二者对工业高质量发展的影响力有所下降，但仍表现出显著的正向促进作用，说明了无论是否存在其他因素的影响，环境规制措施能够提升工业高质量发展状况的结论具有稳健性。通过回归结果可得，政府规模对工业高质量发展的影响显著为

负,即政府公共财政支出所占比重增加会对工业高质量发展综合得分产生负向影响,这是由于政府公共财政支出占地方生产总值的比例越高,说明地方政府的干预越多,反而不利于工业的高质量发展。这与杨仁发(2020)^[37]在研究环境规制对制造业高质量发展的影响中所得结论一致。人力资本水平的提高会对工业高质量发展产生促进作用,说明人均受教育年限越长,越有利于工业高质量发展,因为工业发展质量的提高依赖于大量人力资本的投入,更长的人均受教育年限意味着更高的劳动者素质和更多有利的科技人才。城镇化率的提高也对工业高质量发展产生显著的促进作用,说明城市人口占比越高,对工业高质量发展产生的推动作用就越强,城镇化率提高是我国经济长期发展的必然结果,与工业发展也存在密切联系,当工业发展达到一定程度时,所需的劳动力数量增加,吸引大量农村居民到城市务工,加快了城镇化速度,同时,来自农村的劳动力也会转而对工业高质量发展产生影响。人口密度对工业高质量发展的影响为正但不显著,一般来说,人口密度较大的地区对劳动力的吸引力更强,本文发现其与工业高质量发展存在显著的相关关系,这是因为工业实现高质量发展除了需要更多高素质人才加入外,还需要以大量的普通劳动力为基础;信息化水平对工业高质量发展产生显著正向影响,即人均邮电业务总量越高,工业高质量发展水平越强,信息化水平在一定程度上反映国家整体的科技发展状况与信息交流速度,因此信息化水平提高有利于资源与信息共享,加快地区之间的协同发展。

3.3 环境规制对工业高质量发展的空间作用效果分析

3.2 部分分析了环境规制、政府规模、人力资本、城镇化率等因素对工业高质量发展的影响,以及产生这些影响的原因,证实了环境规制对工业高质量发展的正向作用,此外通过第2部分的工业高质量发展综合评分可得,我国的工业高质量发展状况与地域分布相关,东部地区的工业高质量发展状况显著优于中部和西部地区。为研究环境规制对工业高质量发展的影响中是否存在空间相关关系,本部分测度了工业高质量发展状况的Moran's I指数, Moran's I指数的计算公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3-2)$$

Moran's I的值一般在(-1, 1)之间,若 $I > 0$,则空间正相关,若 $I < 0$,则空

间负相关,且*Moran's I*的绝对值越接近于 1,说明空间相关性越强,越接近于 0,说明空间分布越随机。工业高质量发展的*Moran's I*指数计算结果如表 3.2 所示。

表 3.2 工业高质量发展*Moran's I*指数

年份	<i>Moran's I</i> 指数	P 值
2009	0.533	0.000
2010	0.518	0.000
2011	0.485	0.000
2012	0.497	0.000
2013	0.494	0.000
2014	0.486	0.000
2015	0.521	0.000
2016	0.510	0.000
2017	0.530	0.000
2018	0.536	0.000
2019	0.539	0.000

可以看出,2009-2019 年间,我国工业高质量发展的*Moran's I*指数均大于 0,且在 1%的水平上显著,说明我国各省份的工业高质量发展存在空间正相关性,且*Moran's I*指数的值都在 0.5 上下波动,具有一定稳定性,工业发展质量相似的地区都呈现空间聚集的特点。所以在研究环境规制对工业高质量发展影响的基础上,进一步探讨其中存在的地理和空间效应具有必要性,为了进一步分析我国工业高质量发展的局部空间集聚特征,本文采用*Moran's I*散点图对区域间的空间自相关性进行分析,如图 3.1、图 3.2 和图 3.3 所示。

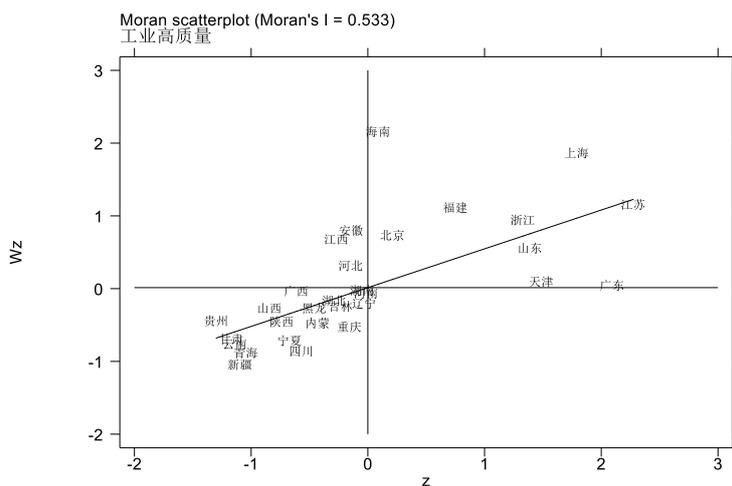


图 3.1 2009 年中国各省份工业高质量发展莫兰散点图

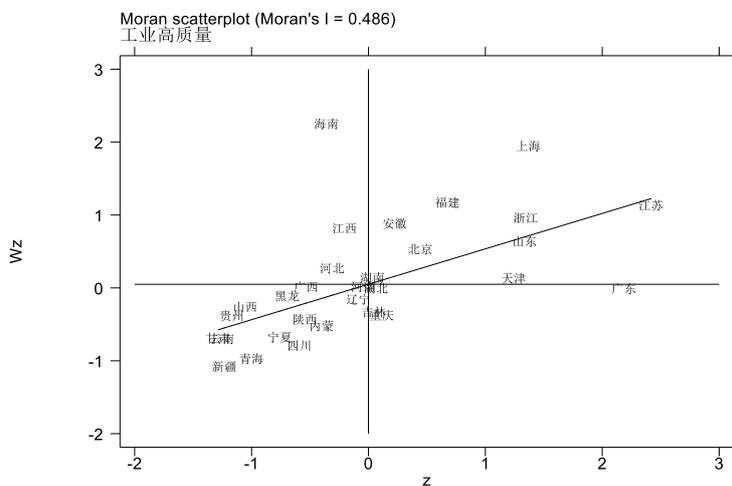


图 3.2 2014 年中国各省份工业高质量发展莫兰散点图

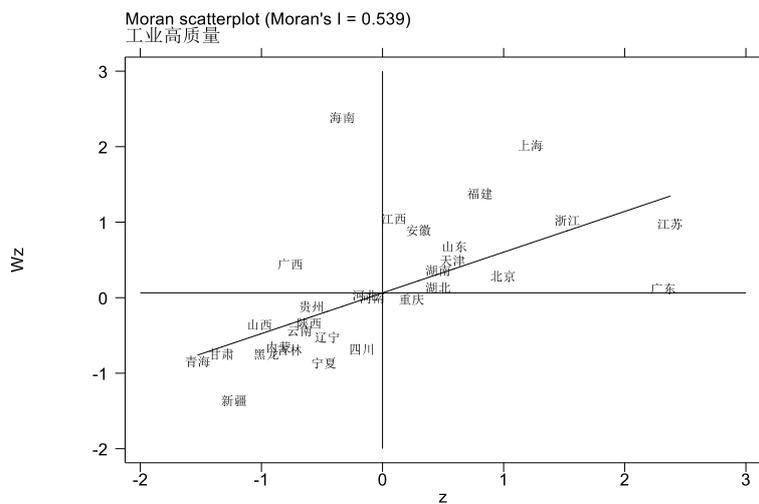


图 3.3 2019 年中国各省份工业高质量发展莫兰散点图

相比全局莫兰指数来说,局部莫兰散点图能够更清晰地显示不同省份之间存在的差异性以及工业高质量发展的不平衡性。由图 3.1-图 3.3 可以看出,我国各省份的工业高质量发展在空间上呈现出高-高(第一象限)、低-高(第二象限)、低-低(第三象限)、高-低(第四象限)四种状态,但从整体来看,处于第二和第四象限的省份都较少。除此之外,各省份在不同象限的集中程度也随时间发生变化,2009 年时,工业高质量发展处于第三象限的省份共 18 个,但随时间发展,这些省份产生逐渐向第一象限转移的特点,到 2019 年时,处于第一象限区域的省份已经明显增加,由 9 个增长到 12 个,处于第四象限的省份非常少,且第二象限除海南和广西之外的其他省份(安徽、江西、河北)也都转移到第一象限。从地区角度来看,高-高型集聚的省份在 2009 年时主要为东部沿海的发达省份,而到 2019 年时,又加入了安徽、湖南、湖北、江西等中部省份;低-低型集聚的省份则包括全部的西部省份及山西、陕西、黑龙江等部分中部省份。这些分布和变化的特征表明了我国的工业高质量发展中存在的空间极化现象正不断减弱,区域中工业发展存在的不平衡现象也逐渐被打破,在整体工业高质量区域均衡情况向好发展的同时,处于第三象限的省份数量依然较多,所以在工业发展的过程中,要消除地区差异,仍然需要付出更多的努力。

通过测度全局莫兰指数与绘制局部莫兰散点图可以确定我国的工业高质量发展在空间上存在相关性,因此本文通过建立空间计量模型研究区域工业高质量发展中的空间特征,其形式如下:

$$\begin{cases} y_{i,t} = \tau y_{i,t-1} + \rho w'_i y_t + x'_{i,t} \delta + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \\ \varepsilon_{i,t} = \lambda m'_i \varepsilon_t + v_{i,t} \end{cases} \quad (3-3)$$

当 $\lambda = 0$,为空间杜宾模型(SDM);当 $\lambda = 0$ 且 $\delta = 0$,为空间自回归模型(SAR);当 $\tau = 0, \rho = 0, \delta = 0$,为空间误差模型(SEM)。在式(3-3)中, y_{it} 为被解释变量,即*i*地区在*t*时期的工业高质量发展状况; $y_{i,t-1}$ 为滞后一期的被解释变量; X_t 为解释变量,包括环境规制、政府规模、人力资本、城镇化率、信息化水平; τ 为空间滞后系数, ρ 为空间自相关系数; δ 为解释变量的空间效应; u_i 和 γ_t 分别表示个体和时间固定效应; λ 为空间误差自相关系数, ε_{it} 和 v_{it} 则表示随机误差项; w'_i 、 d'_i 和 m'_i 均为空间权重矩阵,这里的使用的空间权重矩阵包括邻接矩阵、地理矩阵以及经济矩阵,回归后得到表 3.3 所示的结果(1)、(2)、(3),其中,(1)为邻接矩

阵空间权重下的回归结果；(2)为地理矩阵空间权重下的回归结果；(3)为经济矩阵空间权重下的回归结果。同时，由 Hausman 检验的结果可得，三个模型均应使用随机效应，且 LR 检验的结果均通过 1% 的显著性检验，证明 SDM 模型无法退化为 SAM 模型或 SEM 模型，因此，表 3.4 中的三个回归结果都是随机效应下的 SDM 模型，这里在加入了各控制变量的基础上，只展示核心解释变量环境规制的回归结果，以及其存在的空间直接效应和空间溢出效应。

表 3.3 基于空间计量模型的估计结果

	邻接矩阵			地理矩阵			经济矩阵		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
C	0.1049 (0.1892)	0.0901 (0.2102)	0.0606 (0.1973)	-0.2471 (0.5009)	-0.2780 (0.5724)	0.4755 (0.5541)	-0.1712 (0.2601)	0.0131 (0.3035)	-0.0469 (0.2979)
MIER	0.0294*** (0.0057)		0.0353*** (0.0055)	0.0281*** (0.0053)		0.0315*** (0.0052)	0.0240*** (0.0049)		0.0251*** (0.0048)
CCER		0.0019*** (0.0005)	0.0022*** (0.0005)		0.0019*** (0.0005)	0.0023*** (0.0005)		0.0023*** (0.0005)	0.0024*** (0.0005)
W × MIER	-0.0252*** (0.0095)		-0.0354*** (0.0094)	-0.0413*** (0.0129)		-0.0492*** (0.0129)	-0.0307*** (0.0114)		-0.0274** (0.0111)
W × CCER		-0.0014** (0.0006)	-0.0024*** (0.0006)		-0.0004** (0.0002)	-0.0021** (0.0010)		-0.0009*** (0.0002)	-0.0011*** (0.0003)
直接效应	MIER 0.0282*** (0.0056)		0.0332*** (0.0055)	0.0271*** (0.0053)		0.0305*** (0.0053)	0.0232*** (0.0049)		0.0244*** (0.0049)
直接效应	CCER 0.0018*** (0.0005)		0.0020*** (0.0005)		0.0020*** (0.0005)	0.0024*** (0.0005)		0.0023*** (0.0005)	0.0023*** (0.0005)
溢出效应	MIER -0.0225* (0.0118)		-0.0324** (0.0128)	-0.0552** (0.0256)		-0.0619** (0.0244)	-0.0326** (0.0133)		-0.0260* (0.0144)
溢出效应	CCER -0.0011 (0.0009)		-0.0024** (0.0010)		-0.0022** (0.0010)	-0.0059*** (0.0018)		-0.0006** (0.0003)	-0.0006** (0.0015)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
R2	0.7287	0.7418	0.7667	0.6964	0.7311	0.7627	0.6511	0.6887	0.7097
Log-Likelihood	611.4185	605.9936	625.1732	612.0209	604.1147	623.1858	618.7828	616.8011	630.6319
LR-A	50.31***	36.52***	34.05***	43.05***	23.78***	32.97***	61.21***	53.43***	44.36***
LR-E	31.76***	40.03***	36.37***	19.18***	25.02***	34.60***	52.29***	52.89***	41.21***
ρ	0.3205*** (0.0562)	0.3137*** (0.0606)	0.3125*** (0.0583)	0.5071*** (0.1230)	0.4440*** (0.1341)	0.4562*** (0.1328)	0.2356*** (0.0899)	0.2180** (0.0903)	0.2242*** (0.0875)

对比表 3.3 所示的三种回归结果可以得出,在不同空间权重矩阵作用下,得到的回归结果基本保持一致。环境规制影响工业高质量发展的系数均显著为正,证明实行环境规制的强度越高,对工业高质量发展的促进效果越好,但是三个模型中 $W \times MIER$ 和 $W \times CCER$ 的系数却始终显著为负,说明某一地区进行提高环境规制强度会对邻近地区的工业高质量发展产生抑制作用,地区间环境规制对工业高质量发展产生的负向空间溢出效应是显著存在的,此外,在三个模型中,工业高质量发展的空间自回归系数 ρ 也均在 5%的显著性水平下为正,这说明各省份不仅存在外生的环境规制交互效应,还存在工业高质量发展的内生交互效应。但是空间交互项系数是依据点回归得出的结果,不能直接表示环境规制对工业高质量发展产生的边际影响,因此需要用直接效应和溢出效应表示某一省份环境规制强度对自身及其他省份工业高质量发展的影响。可以看出,直接效应的系数结果均为正且在 10%的水平下显著,说明某一地区增加环境规制的强度可以提升其工业发展的质量,但是溢出效应的系数结果全部在 10%的水平下显著为负,说明某一地区增加环境规制的强度会在一定程度上抑制其他地区的工业发展质量。当使用不同的空间权重矩阵时,模型的拟合优度存在差异,其中使用地理矩阵时,模型的拟合优度最高,在 0.5 上下波动,使用邻接矩阵时次之,拟合优度在 0.3 附近波动,使用经济矩阵时最低为 0.2 左右,说明在使用三种不同的空间权重矩阵时,自变量对因变量的解释效果存在差异,但由于三个模型所得结果相似,认为这三个模型的结果均具有稳健性。无论使用邻接矩阵、地理矩阵或者经济矩阵,都能很好地展示环境规制在影响工业高质量发展过程中存在的空间相关关系,某一地区实行环境规制一方面可以有效促进该地区工业高质量发展,另一方面也会通过负向的空间溢出效应作用于相邻的其他地区,增加地区工业发展质量间的差距。

3.4 小结

本部分由当前对环境规制的定义、环境规制的主要工具与测度方法开始,计算环境规制强度、探索环境规制及各控制变量对工业高质量发展的作用力,得到其中可能存在的空间相关关系,进而建立空间计量模型验证,证明环境规制在影响工业高质量发展的过程中存在负向的空间溢出效应。通过本部分研究可以得到:

环境规制的措施能够有效促进工业高质量发展,同时,政府规模、人力资本水平、城镇化率、人口密度、信息化水平也在一定程度上对工业高质量发展产生作用,其中政府规模越大,政府对工业发展的干涉越强,越不利于工业高质量发展,而人力资本水平的提高能够为工业发展提供更多的高素质人才,进而促进工业高质量发展,城镇化率和人口密度的提高能够吸引更多的人口加入工业高质量发展的过程,提供丰富的劳动力,信息化水平的提高能够加快国家科技发展和信息交流速度,对工业高质量发展起到推动作用;各地区的工业高质量发展状况存在显著的空间相关关系,呈现以“高-高”型和“低-低”型为主的空间集聚特点,且表现出“低-低”型向“高-高”型逐渐转移的趋势;实证结果表明,我国各地区的工业高质量发展状态呈现显著的空间内生交互效应。此外,环境规制在对工业高质量发展的影响中产生显著为正的直接效应和显著为负的溢出效应,说明加强环境规制的措施能够有效地促进本地区工业高质量发展,但环境规制强度的增加也会通过负向的空间溢出作用抑制其他地区的工业高质量发展。

4 环境规制对工业高质量发展的作用方式分析

第3部分从作用力角度出发,证明了环境规制在促进本地区工业高质量发展的同时也会抑制其他地区的工业发展质量。而环境规制究竟是如何作用于工业高质量发展的呢?其作用方式是什么样的?为解决这两个问题,本章节测度技术创新与产业结构协调度的综合评分,计算二者的协调程度,建立门槛模型,分析在不同的技术进步及产业结构协调度水平下,环境规制对工业高质量发展的作用力差异。其次建立中介效应模型,将技术进步作为中介变量,探究环境规制是否会通过影响技术进步进而影响环境规制,最终对工业高质量发展产生作用。

4.1 技术创新与产业结构协调度分析

由当前学术界对环境库兹涅茨曲线的研究可得,环境规制措施主要通过提高绿色科技技术对经济发展产生影响,为了探究该规律在工业高质量发展的过程中是否同样适用,同时验证技术创新和产业结构的不同协调度下,环境规制对工业高质量发展的影响是否存在差异,本文使用相对发展指数法计算技术创新和产业结构的协调度,对技术创新和产业结构分别建立指标体系,使用纵横向拉开档次法分别计算二者的综合得分,并将技术创新的综合得分与产业结构协调度的综合

得分之比作为二者的相对发展指数。选取的指标如表 4.1 所示：

表 4.1 技术创新与产业结构指标体系

一级指标	二级指标	权重
技术创新	专利申请授权量（件）	0.2405
	R&D 人员（万人）	0.2260
	R&D 内部经费支出（万元）	0.2756
	财政科技占地方财政拨款比重	0.2580
产业结构	第一产业增加值占 GDP 比重	0.1600
	第二产业增加值占 GDP 比重	0.1595
	第三产业增加值占 GDP 比重	0.1812
	第一产业从业人员占总从业人员的比重	0.1087
	第二产业从业人员占总从业人员的比重	0.1734
	第三产业从业人员占总从业人员的比重	0.2172

其中，技术创新所包含的指标包括专利申请授权量、R&D 人员、R&D 内部经费支出、财政科技占地方财政拨款比重，这些指标可以用来衡量地方整体的科技创新能力，技术创新能力的综合得分越高，则说明技术创新能力越强；产业结构指标包括各产业增加值占 GDP 比重以及各产业从业人员占总从业人员比重，产业结构综合得分越高，则说明产业结构的协调性越强。通过表 4.1 中的指标计算技术创新和产业结构的综合发展水平后，计算其相对发展指数的方法如下式所示：

$$R = f(x)/g(x) \quad (4-1)$$

其中，R 表示技术创新与产业结构的相对发展度指数， $f(x)$ 表示技术创新的综合得分， $g(x)$ 表示产业结构的综合得分。各省市技术创新和产业结构的相对发展度指数如表 4.2 所示：

表 4.2 各省市的技术创新和产业结构相对发展度指数

省份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
北京	1.0680	1.1548	1.1720	1.2040	1.2705	1.3495	1.3319	1.2756	1.2760	1.3288	1.3171
天津	0.6393	0.6719	0.6815	0.6956	0.7191	0.7338	0.7336	0.7228	0.7111	0.7039	0.7944
河北	0.5784	0.5821	0.5845	0.5934	0.5949	0.6077	0.6234	0.6433	0.6537	0.6653	0.6905
山西	0.6062	0.6118	0.6157	0.6229	0.6456	0.6471	0.6226	0.6137	0.6320	0.6403	0.6468
内蒙古	0.5154	0.5126	0.5024	0.5030	0.5144	0.5230	0.5427	0.5506	0.5863	0.5824	0.5952
辽宁	0.6200	0.6049	0.6099	0.6089	0.6157	0.6192	0.6054	0.6627	0.6726	0.6820	0.7017
吉林	0.5374	0.5355	0.5331	0.5370	0.5465	0.5522	0.5583	0.5579	0.5724	0.5667	0.6214
黑龙江	0.5451	0.5463	0.5448	0.5548	0.5613	0.5638	0.5596	0.5537	0.5496	0.5420	0.5889
上海	1.0141	0.9875	1.0046	1.0324	1.0579	1.0950	1.1012	1.1289	1.1657	1.1706	1.1150
江苏	0.7779	0.8302	0.8904	0.9543	0.9628	0.9760	1.0453	1.0549	1.0937	1.1836	1.2259
浙江	0.7294	0.7629	0.7805	0.8313	0.8487	0.8692	0.9282	0.9280	0.9444	1.0254	1.0657
安徽	0.6330	0.6565	0.6742	0.6914	0.7065	0.7423	0.7731	0.8583	0.8554	0.8879	0.8811
福建	0.6253	0.6364	0.6391	0.6496	0.6636	0.6872	0.7140	0.7238	0.7532	0.7959	0.7979
江西	0.5819	0.5890	0.5919	0.5974	0.6135	0.6292	0.6485	0.6610	0.6894	0.7188	0.7275
山东	0.6506	0.6798	0.7006	0.7265	0.7466	0.7594	0.7978	0.8171	0.846	0.8609	0.8984
河南	0.6146	0.6218	0.6304	0.6418	0.6478	0.6655	0.6874	0.6993	0.7281	0.7580	0.7689
湖北	0.6314	0.6417	0.6533	0.6679	0.6821	0.7173	0.7394	0.7563	0.7892	0.8222	0.8278
湖南	0.6022	0.6092	0.6104	0.6204	0.6267	0.6376	0.6576	0.6635	0.6896	0.7134	0.7334
广东	0.7726	0.8173	0.8296	0.8746	0.9131	0.9243	1.0632	1.1256	1.1934	1.3358	1.3980
广西	0.5537	0.5544	0.5555	0.5645	0.5702	0.5816	0.5827	0.5787	0.6077	0.6084	0.6095
海南	0.5305	0.5428	0.5482	0.5541	0.5702	0.5657	0.5668	0.5697	0.5668	0.5686	0.5786
重庆	0.6113	0.6176	0.6205	0.6325	0.6441	0.6437	0.6698	0.6833	0.6953	0.7241	0.7172
四川	0.6483	0.6628	0.6689	0.6898	0.7042	0.7369	0.7625	0.7678	0.7814	0.8157	0.8188
贵州	0.5807	0.5827	0.5847	0.5846	0.5888	0.5973	0.6085	0.6116	0.6266	0.6422	0.6303
云南	0.5965	0.6014	0.6088	0.6114	0.6187	0.6259	0.6383	0.6366	0.6415	0.6529	0.6153
陕西	0.6625	0.6655	0.6665	0.6775	0.6930	0.7068	0.7305	0.7419	0.7478	0.7515	0.7501
甘肃	0.5773	0.5790	0.5824	0.5829	0.5828	0.5864	0.6000	0.5949	0.6032	0.6014	0.5993
青海	0.5547	0.5453	0.5340	0.5384	0.5400	0.5442	0.5534	0.5714	0.5857	0.5885	0.5828
宁夏	0.5729	0.5760	0.5842	0.5852	0.5877	0.5967	0.6111	0.6078	0.6361	0.6560	0.6503
新疆	0.5447	0.5459	0.5584	0.5630	0.5751	0.5809	0.5821	0.5827	0.5895	0.6027	0.5818
平均分	0.6392	0.6508	0.6587	0.6730	0.6871	0.7022	0.7213	0.7314	0.7494	0.7732	0.7843

可以看出,在 2009-2019 年之间,我国各省市的技术创新和产业结构相对发展度指数在随时间不断增大,说明技术创新的发展速度相较于产业结构优化速度更快,且二者的相对发展度指数平均值在 0.7 左右。在 30 个省市中,北京、上海、江苏、浙江、安徽、山东、广东、四川的相对发展指数始终高于全国平均水平;河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江西、河南、湖南、广西、海南、重庆、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆的相对发展指数始终低于全国平均水平;除此之外,天津的相对发展指数在 2016 年之前高于全国平均

水平，但从 2016 年开始低于全国平均水平；福建和湖北的相对发展指数本来低于全国平均水平，但随时间发展逐渐高于全国平均水平。通过观察各省份相对发展指数变化规律可以得到，经济发达地区的相对发展指数显著高于其他地区，并且增长速度较快，使得平均指数维持在较高水平，而相对发展指数在平均值以下的省份主要集中在中西部地区，且指数增长速度较慢。可见在我国，技术创新的发展速度较快而产业结构的变化相对并不显著，因此二者的相对发展指数主要为技术创新的变化起主导和决定性作用，技术创新程度较高的地区相对发展指数更大，同时东中西部地区间存在较大差距。

4.2 技术进步与产业结构协调度异质性条件下的作用力差异

4.1 部分计算了我国各省市技术创新与产业结构的相对发展度指数，显示不同地区间该指数存在较大差异。同时，各种研究表明环境规制强度与经济发展情况并非线性相关，我国不同地区的技术创新与产业结构发展差异恰好可以为该研究提供足够的样本支撑，所以本部分建立门槛模型以探究环境规制与工业高质量发展的非线性关系是否存在。门槛效应指当一个经济参数达到特定的数值后，引起另外一个经济参数发生转向其它发展形式的现象。该临界值称为门槛值。考虑到由于各地区的产业结构不同将可能导致大数据发展水平对经济发展产生异质作用。根据 Hansen(1999)^[55]发展的面板门槛回归方法，对不同的样本区间进行回归分析，具体公式为：

$$y_{i,t} = u_i + \beta_1' x_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma) + \beta_2' x_{i,t} I(q_{i,t} > \gamma) + e_{i,t} \quad (4-2)$$

其中， $I(*)$ 为指示函数， $q_{i,t}$ 为门槛变量， γ 为门槛值， $e_{i,t}$ 为随机误差， u_i 为个体效应。这里的 $y_{i,t}$ 表示 t 时刻下地区 i 的工业高质量发展状况； $x_{i,t}$ 表示核心解释变量环境规制； $q_{i,t}$ 表示技术创新与产业结构的相对发展度指数； β_1' 和 β_2' 表示在不同的门槛区间内，环境规制对工业高质量发展产生的不同作用效果。

对于门槛数量的确定，需要先进行门槛效应检验，检验结果如表 4.3 所示。

表 4.3 门槛效应检验

门槛数	门槛值	P 值
单门槛	0.5729	0.0000
双门槛	0.8984	0.1360
三门槛	0.6628	0.4660

门槛效应检验分别进行了单门槛、双门槛和三门槛检验，在单门槛检验中，p 值为 0.0000，双门槛检验中，p 值为 0.1360，但在三门槛检验中，p 值为 0.4660，因此无法建立双门槛和三门槛模型，而当进行单门槛检验时可以看出，门槛值为 0.5729，且该结果在 99%的水平下显著，认为技术创新和产业结构的相对发展指数在大于 0.5729 和小于 0.5729 这两个区间内，环境规制会对工业高质量发展产生不同的作用力。根据门槛效应检验的结果建立单门槛模型如表 4.4 所示。

表 4.4 基于门槛模型的估计结果

变量	系数		
C		-0.3047 (0.4179)	
MIER (指数≤0.5729)	0.0340*** (0.0050)	MIER (指数>0.5729)	0.0430*** (0.0049)
CCER (指数≤0.5729)	-0.0031** (0.0012)	CCER (指数>0.5729)	0.0016*** (0.0005)
政府规模		-2.4078*** (0.6077)	
Ln 人力资本水平		0.1854*** (0.0624)	
Ln 城镇化率		0.1232*** (0.0391)	
Ln 人口密度		0.1212 (0.0859)	
信息化水平		0.0297*** (0.0093)	

可以看出，在以门槛值为界限的两个区间中，不同环境规制对工业高质量发

展的影响均发生显著变化,市场激励型环境规制对工业高质量发展的作用力由 0.0340 增加到 0.0430,同时,命令控制型环境规制对工业高质量发展的作用由抑制转变为促进。此外,政府规模扩大不利于工业高质量发展,且人力资本水平、城镇化率、人口密度、信息化水平的提高均对工业高质量发展产生较为显著的促进作用,这与第 3 部分的研究结论一致。根据门槛值划分区间中环境规制的不同系数可得,当技术创新和产业结构的相对发展度指数小于 0.5729 时,环境规制对工业高质量发展的影响力系数较低,而当技术创新和产业结构的相对发展度指数大于 0.5729 时,环境规制对工业高质量发展的影响力系数有所提高。结合 4.1 部分的相对发展指数计算结果可以知道,相对发展指数小于 0.5729 的值多产生于内蒙古、吉林、黑龙江、广西、海南、青海、新疆等经济不发达,且技术创新能力相对较弱的地区,这些地区的工业发展综合水平落后于全国,因此在实施环境规制的举措后,会导致短期内生产成本增加,对当地工业生产产生抑制作用,因此其影响力系数较小。反观全国其他地区,由于本身的技术水平已达到一定高度,会使得工业发展过程中的智能化程度提升,工业发展质量也随之增加,此时再实施环境规制,就会对工业高质量发展产生显著的促进作用。而要使环境规制在最大程度上发挥其对工业高质量发展的促进作用,除了要提高技术创新能力外,还应该考虑产业结构的影响。当技术创新发展程度较高时,需要有足够均衡的产业结构与之相匹配,才能使环境规制充分发挥其作用,但就目前我国的发展特点来看,技术创新的发展速度明显领先于产业结构的更新速度,这也会是未来的发展趋势,要进一步加强环境规制对工业高质量发展的影响效果,还应该探索其他更为有效的途径。

4.3 环境规制对工业高质量发展的作用路径

通过上文研究可以看出,环境规制对工业高质量发展具有显著的正向非线性作用,但这样的促进作用产生的原因还有待商榷,究竟是环境规制直接对工业高质量发展造成影响,还是环境规制通过促进技术创新进而促进工业高质量发展。本部分内容对此展开讨论,建立中介效应模型,将技术创新作为中介变量,探究环境规制在影响工业高质量发展的过程中是否存在中介效应,以及环境规制是否会通过促进技术创新进而促进工业高质量发展。

温忠麟等(2004)^[56]认为中介效应属于间接效应,考虑自变量 X 对因变量 Y 的影响,如果 X 通过影响变量 M 来影响 Y,则称 M 为中介变量。可用下列方程来描述变量之间的关系:

$$Y = cX + e_1 \quad (4-3)$$

$$M = aX + e_2 \quad (4-4)$$

$$Y = c'X + bM + e_3 \quad (4-5)$$

若系数 $c = 0$ 的假设显著成立,则 X 与 Y 不存在中介效应;若 $a, b, c \neq 0$ 且 $c' = 0$, 则存在完全中介效应;若 $a, b, c \neq 0$ 且 $c' \neq 0$, 则存在中介效应;若 a, b 至少有一个为 0, 则需要通过 MacKinnon 等人测度的临界值进行检验。这里的 Y 表示工业高质量发展状况; M 表示中介变量技术创新; X 表示环境规制。所得的中介效应检验结果如表 4.5 所示。

表 4.5 技术创新对环境规制影响工业高质量发展的中介效应检验结果

类型	效应	影响力	标准差	LLCI	ULCI
MIER	直接效应	0.0404	0.0067	0.0273	0.0535
	间接效应	0.0200	0.0108	0.0003	0.0424
CCER	直接效应	0.0032	0.0006	0.0020	0.0045
	间接效应	0.0046	0.0010	0.0025	0.0064

将中介效应的检验分为直接效应和间接效应两个部分,其中的直接效应指控制了中介变量后,自变量对因变量的直接影响,检验式(4-5)中,系数 c' 是否显著,即在环境规制影响工业高质量发展的基准模型中,加入技术创新这一变量后,环境规制的系数是否显著;间接效应是否显著则用来衡量中介路径是否存在,检验式(4-4)和式(4-5)中,系数 $a \times b$ 是否显著,即技术创新是否能够作为环境规制影响工业高质量发展的中介变量。通过检验结果可以看出,间接效应中的技术区间分别为 (0.0003, 0.0424) 和 (0.0025, 0.0064), 这两个期间都不包括 0, 说明在两种环境规制类型中均存在显著的中介效应。直接效应中的区间分别为 (0.0273, 0.0535) 和 (0.0020, 0.0045), 同样不包括 0, 说明在加入了中介变量技术创新后,环境规制对工业高质量发展的影响仍然显著。这表示技术创新在环境规制影响工业高质量发展的过程中存在中介效应,但是这样的中介效应并不

是完全的中介效应，在环境规制影响工业高质量发展的过程中，除技术创新外，还存在其他中介变量。通过中介效应检验确定技术创新在环境规制影响工业高质量发展的过程中存在不完全的中介效应之后，建立面板模型得到其回归结果如表 4.6 所示。

表 4.6 基于中介效应模型的回归结果

变量	工业高质量发展		技术创新		工业高质量发展	
	(1)		(2)		(3)	
MIER	0.0218*** (0.0056)		0.0408*** (0.0114)		0.0268*** (0.0065)	
CCER		0.0018*** (0.0005)		0.0139*** (0.0009)		0.0027*** (0.0006)
技术创新					0.3094*** (0.0310)	0.3188*** (0.0272)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	330	330	330	330	330	330
R ²	0.6416	0.6065	0.6718	0.4505	0.7717	0.6430

模型(1)对应式(4-3)，为第 3 部分对环境规制影响工业高质量发展的基准回归结果，不同类型的环境规制均对工业高质量发展产生显著的促进作用，模型(2)对应式(4-4)，验证了环境规制对技术创新的作用力，显示环境规制能够在 1%的水平下显著促进技术创新，最后，在模型(1)的基础上加入技术创新变量得到模型(3)，模型(3)对应式(4-5)，可以看到，在加入技术创新变量后，不同类型的环境规制对工业高质量发展的影响系数仍显著为正，同时，技术创新也对工业高质量发展产生显著的促进作用。该中介效应的回归结果与上文中中介效应的检验结果一致，环境规制会通过推动技术创新进而促进工业高质量发展，但技术创新并不是其中唯一的中介变量，环境规制推动工业高质量发展存在多种路径，值得继续探索。

4.4 小结

本部分由计算技术创新与产业结构的相对发展指数开始，将其作为门槛变量

研究不同相对发展度下,环境规制对工业高质量发展的影响力差异,建立中介效应模型,将技术创新作为中介变量。根据本部分环境规制对工业高质量发展的作用方式分析可以看出:技术创新与产业结构的相对发展协调度在环境规制影响工业高质量发展的过程中存在显著的单门槛效应,即在已知环境规制对工业高质量发展有促进作用的基础上,技术创新与产业结构的不同相对发展度会使得环境规制在工业高质量发展过程中产生不同的作用效果,环境规制在工业发展及技术创新水平较弱的地区会对工业高质量发展产生较弱的推动作用甚至抑制作用,而当某一地区的工业发展和技术创新能力达到一定程度时,环境规制对工业高质量发展产生的促进作用增加。同时,在技术创新发展达到一定程度时,必须要有相对完善的产业结构与之匹配,才能使环境规制在工业高质量发展过程中发挥更好的效果,但由于产业结构变动速度较为缓慢,需要探索新的加强环境规制作用的途径。通过建立中介效应模型可以得到,技术创新在环境规制影响工业高质量发展的过程中可以作为中介变量存在,即环境规制是通过对技术创新程度产生影响,进而影响工业高质量发展状况,但由中介效应检验结果可以得到,技术创新并不是环境规制影响工业高质量发展过程中唯一的中介变量,因为在加入技术创新的变量后,环境规制对工业高质量发展的影响仍然是显著的,环境规制在促进工业高质量发展的过程中,还存在许多值得探索的路径。

5 结论与启示

我国经济多年来飞速发展,GDP总量居于世界前列,要达到成为社会主义现代化国家的目标,不仅需要满足经济快速发展的要求,还需要使经济发展达到较高的质量,而工业行业作为我国经济发展的基石,实现工业高质量发展刻不容缓。环境规制就是有助于实现工业高质量发展的重要手段,然而目前就环境规制如何促进工业高质量发展还存在一些问题,本文则针对该问题做出解答,以全国30个省市自治区作为研究对象,首先分析了各地区工业高质量发展状况,进而研究环境规制对工业高质量发展的作用力,以及某一地区实施环境规制对相邻地区工业高质量发展产生的空间作用力,最后,从环境规制对工业高质量发展的作用方式角度出发,建立门槛模型与中介效应模型,探究技术创新与产业结构的不同相对协调度下,环境规制对工业高质量发展的作用力差异,以及环境规制是否会通过促进技术创新进而促进工业高质量发展。本文的主要结论和政策启示总结如下:

5.1 研究结论

依据本文的研究框架，通过理论与实践相结合的方式研究我国工业高质量发展状况、环境规制对工业高质量发展的影响力以及环境规制对工业高质量发展的影响机制之后，可以得到以下基本结论：

(1) 我国工业高质量发展水平整体上呈现出逐年上升的趋势，且创新、协调、绿色、开放、共享这五个方面均能够较好地反映工业高质量发展水平，对工业实现高质量发展起到重要作用。①各地区工业高质量发展综合水平显示，我国工业发展质量最高和最低的地区在 2009-2019 年间并未发生变动，整体上来说，经济发展较为领先的地区工业发展的质量也较高，而经济发展较为落后的地区工业发展质量也较低，此外，也存在部分地区工业高质量发展进程较快，如湖北、贵州、云南，以及部分省份的工业高质量发展状况逐渐落后于其他地区，如吉林、辽宁。②从五大发展理念的角度来看，工业发展质量整体评分较高的地区，在五个不同的发展领域中也具有较好的表现，而工业发展质量整体评分较低的地区，在五个不同发展领域中也表现欠佳，但也有部分地区因自身工业发展特点，在不同发展领域的发展状况存在较大差异。③从区际差异的角度来看，根据地理位置将我国 30 个省份分为东、中、西三个区域，在五大发展要素中，都呈现出东部地区发展领先于中部，且西部发展最为落后的特点，且在开放发展的领域，差异表现得更为明显，此外，不同地区工业发展的速度与质量之间的均衡程度也存在差异，各区域中工业发展的速度与质量呈现出较强的线性关系，但在东部地区，工业发展的速度和质量均处于较高水平的省份数量明显高于中部和西部地区，中部地区的大部分省份工业发展的速度和质量均处于中等水平，且分布较为集中，对于西部地区而言，大部分省份的工业发展速度和质量水平均较低，且不同省份之间存在的差异较大。

(2) 环境规制对工业高质量发展产生显著的促进作用，且工业高质量发展存在较强的空间相关关系。①无论是否加入控制变量，环境规制对工业高质量发展的影响均显著为正，说明环境规制能够有效促进工业高质量发展，通过分析各控制变量的作用可以发现，除过多的政府干预会对工业高质量发展产生不利影响外，其他因素如人力资本、城镇化率、人口密度、信息化水平的提高均对工业高

质量发展产生促进作用。②我国工业高质量发展水平与地域分布相关，且环境规制对工业高质量发展的影响中存在空间相关关系和负向的空间溢出效应，某一地区环境规制强度增加在提高该地区的工业高质量发展水平的同时，也会通过负向空间溢出效应，对其他地区的工业高质量发展产生抑制作用。

(3) 环境规制在影响工业高质量发展的过程中存在显著的门槛效应与中介效应。①技术创新和产业结构的相对发展水平在环境规制影响工业高质量发展的过程中产生显著的单门槛效应，当地区的技术创新水平与产业结构相对发展协调度较低时，环境规制的作用力也较低，而当技术创新水平不断上升，会提高工业高质量发展的效率，环境规制对工业高质量发展的作用力提高。②由中介效应模型可得，环境规制并不是直接作用于工业高质量发展，而是会通过提高技术创新水平进而促进工业高质量发展，然而技术创新在此过程中并不是唯一的中介变量，因此环境规制还会通过其他途径影响工业高质量发展。

5.2 研究启示

综合以上研究结论，本文给出如下政策启示：

第一，依据不同地区的特点，有针对性地制定工业高质量发展策略。我国东部地区的经济发展水平明显高于中西部地区，这一特征在工业发展中也表现得十分明显，工业发展质量较高的地区普遍集中于东部，而西部地区的工业发展质量则落后于其他地区，因此，应对不同地区的工业发展制定与其实际情况相符合的工业高质量发展政策，才能提高我国整体实现工业高质量发展的效率。对东部地区来说，工业发展的质量与速度普遍处于较高水平，因此，更应该注重环境规制在工业高质量发展过程中的重要作用，将探索更为绿色的生产方式作为工业生产的主要任务；对中部地区来说，各省份之间的工业发展程度存在的差异较小，更适合打造省份间工业互通，协同发展的新模式，在着力提高工业发展速度的同时，也要兼顾工业发展的质量；对西部地区来说，各省份间的工业发展状况也存在较大差距，具体表现为，西南地区的工业发展质量高于西北地区，但整体来说，西部地区的工业发展速度仍处于落后状态，因此，和东部地区相比，西部地区应将重心集中于加快工业发展速度，同时努力提高产业结构的协调程度，使环境规制能够最大程度发挥其在工业质量发展过程中的作用。

第二，加强中西部地区的开放发展程度，缩小与东部地区间的差距。从五大发展理念的角度来看，东、中、西部地区也呈现出明显的东部领先的特点，且创新、协调、绿色发展总体表现出稳中有增的特点，东、中、西部地区在这三个领域中的发展虽然存在差异，但差异也都维持在一定水平；与其他三个领域不同的是，我国东、中、西部地区的开放发展差异巨大，东部地区以十分明显的优势领先中西部地区，中西部地区之间的差异反而较小，东部地区由于靠近海洋且经济发达，所以和中西部的内陆地区相比，在对外开放发展中确实存在较大优势，但要实现我国整体的工业高质量发展，就必须使我国的中西部地区也积极参与到对外开放贸易当中，发展优势工业产业，提高国际竞争力。除开放发展外，我国工业在共享发展的领域也存在一些问题，在其他四个领域发展稳中有进的同时，共享发展的增长趋势并不明显，因此要实现工业高质量发展，必须加大力度促进工业共享程度的提高，鼓励工业领域的创业活动，给具有小、精、专特点的工业企业提供良好的发展环境，提高工业行业从业人员的薪资水平，吸引更多人才投入到我国的工业高质量建设中来。

第三，打造技术水平与产业结构协调发展的城市高质量发展模式。实现工业高质量发展需要以提高技术创新水平为基础，但通过技术创新提高工业高质量发展水平需要满足一定条件，即工业本身发展已达到较好程度，可以给技术创新活动提供较好的整体环境与充足的资金支持，在这种条件下实施技术创新可以在不影响工业企业正常盈利的基础上，为工业企业带来较大的收益。反之，如果地区的工业发展状况较差，工业企业维持本身的生产活动已具有一定挑战，此时再要求其投入大量资金进行技术创新活动，无疑会增加企业运行负担，在耗费大量成本的同时，使用不成熟的方法进行技术创新也无法对企业生产产生实质性的帮助。上文中门槛模型的结果表明，技术创新与产业结构的不同协调度下，环境规制对工业高质量发展的影响力存在差异，单方面提高技术创新程度，忽视产业结构的重要性，会使得技术创新的投入事倍功半，无法发挥其最大作用，因此在提高技术创新的同时，还要注重对产业结构的协调度建设，只有当地区的整体产业结构处于相对完善且健康的模式，才能使环境规制更好地促进工业高质量发展。然而目前我国整体上呈现出技术创新与产业结构的相对发展程度差距在不断拉大的特点，长此以往反而不利于环境规制在工业高质量发展过程中发挥作用，因此，

除了注意产业结构发展的整体协调程度之外,还要为实现工业高质量发展探索更多具有可行性的路径,当前我国服务业发展速度较快,成为国民经济增长的重要部分,而工业发展却呈现出从业人员逐年下降,且工业生产总值占 GDP 总量的比重也呈现出过早下降的趋势,我国工业发展远未达到高质量水平,因此要提高工业生产在国民生产中所占比重,实施实业兴国的战略,避免去工业化过早发生,阻碍我国的工业高质量发展。

参考文献

- [1] 迟福林.以高质量发展为核心目标建设现代化经济体系[J].行政管理改革,2017(12):4-13.
- [2] 任保平.经济增长质量:经济增长理论框架的扩展[J].经济学动态,2013(11):45-51.
- [3] 徐坤,刘明.经济高质量发展:基于中国问题研究的文献综述[J].兰州财经大学学报,2021,37(01):32-45.
- [4] 李振叶,刘杨程,徐斌.“互联网+”对工业高质量发展的影响——基于面板中介效应模型的估计[J].科技进步与对策,2020,37(14):86-93.
- [5] 罗良文,赵凡.工业布局优化与长江经济带高质量发展:基于区域间产业转移视角[J].改革,2019(02):27-36.
- [6] 涂正革,周涛,谌仁俊,甘天琦.环境规制改革与经济高质量发展——基于工业排污收费标准调整的证据[J].经济与管理研究,2019,40(12):77-95.
- [7] 陶爱萍,吴文韬.进口推动经济高质量发展吗?:一个供给侧的视角[J].世界经济研究,2020(06):73-88+136-137.
- [8] 王玉燕,王婉.GVC 嵌入、创新型人力资本与制造业高质量发展——基于“新发展理念”的影响机制分析与效应检验[J].商业研究,2020(05):67-76.
- [9] 高丽娜,宋慧勇.创新驱动、人口结构变动与制造业高质量发展[J].经济经纬,2020,37(04):81-88.
- [10] 韩海燕,任保平.黄河流域高质量发展中制造业发展及竞争力评价研究[J].经济问题,2020(08):1-9.
- [11] 宋晓娜,张峰.高质量发展下工业发展质量测度及趋势研究[J].软科学,2019,33(12):36-41.
- [12] 陈浩,刘培,刘定平.基于经济高质量发展理念的产业与就业协同发展水平测度[J].统计与决策,2021,37(08):5-8.
- [13] 宇超逸,王雪标.金融创新对经济高质量发展的实证检验[J].统计与决策,2021,37(09):88-92.
- [14] 钞小静,刘璐,孙艺鸣.中国装备制造业高质量发展的测度及发展路径[J].统计与信息论坛,2021,36(06):94-103.

- [15] 韦欢.制造业高质量发展的测度与驱动因素研究 [D].浙江工商大学,2020.
- [16] Towards a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship[J].
Journal of Economic Perspectives, 1995, 4(4):97-118.
- [17] Du L, Zhang Z, Feng T . Linking green customer and supplier integration with
green innovation performance: The role of internal integration[J]. Business
Strategy and the Environment, 2018, 27(8):1583-1595.
- [18] Levinson A, Taylor M S. UNMASKING THE POLLUTION HAVEN EFFECT[J].
International Economic Review, 2008, 49(1):p.223-254.
- [19] 孙婷,余东华,张明志.技术创新、资本深化与制造业国际竞争力——基于环境
规制视角的实证检验[J].财经论丛,2018(01):3-11.
- [20] 江珂,卢现祥.环境规制与技术创新——基于中国 1997—2007 年省际面板数据
分析[J].科研管理,2011,32(07):60-66.
- [21] 张平,张鹏鹏,蔡国庆.不同类型环境规制对企业技术创新影响比较研究[J].中
国人口·资源与环境,2016,26(04):8-13.
- [22] 刘素霞,朱英明,裴宇.环境规制约束下工业集聚的环境污染溢出效应研究[J].
生态经济,2021,37(06):172-177+192.
- [23] 蔡昉,都阳,王美艳.经济发展方式转变与节能减排内在动力[J].经济研
究,2008(06):4-11+36.
- [24] 景维民,张璐.环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J].经济研
究,2014,49(09):34-47.
- [25] 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.
- [26] 刘帅,杨丹辉,金殿臣.环境规制对产能利用率的影响——基于技术创新中介调
节效应的分析[J].改革,2021(08):77-89.
- [27] 王杰,刘斌.环境规制与企业全要素生产率——基于中国工业企业数据的经验
分析[J].中国工业经济,2014(03):44-56.
- [28] 张江雪,蔡宁,杨陈.环境规制对中国工业绿色增长指数的影响[J].中国人口·资
源与环境,2015,25(01):24-31.
- [29] Andreas, Löschel. Technological change in economic models of environmental

- policy: a survey[J]. *Ecological Economics*, 2002.
- [30] Harrod R. Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries by Edward F. Denison[J]. *Economica (New Series)*, 1969, 36(143):323-325.
- [31] Rostow W W, Kuznets S. Economic Growth of Nations; Total Output and Production Structure[J]. *Political Science Quarterly*, 1971, 86(4):654.
- [32] 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.
- [33] 杨立勋,姜增明.产业结构与城镇化匹配协调及其效率分析[J].*经济问题探索*,2013(10):34-39.
- [34] 王芳,田明华,秦国伟.新型城镇化与产业结构升级耦合、协调和优化[J].*华东经济管理*,2020,34(03):59-68.
- [35] 郑晓舟,郭晗,卢山冰,胡先功.中国十大城市群环境规制与产业结构升级的耦合协调发展研究[J].*经济问题探索*,2021(06):93-111.
- [36] 杜霞,方创琳,马海涛.沿海省域旅游经济与城镇化耦合协调及时空演化——以山东省为例[J].*经济经纬*,2021,38(01):15-26.
- [37] 杨仁发,郑媛媛.环境规制、技术创新与制造业高质量发展[J].*统计与信息论坛*,2020,35(08):73-81.
- [38] 周清香,何爱平.环境规制对长江经济带高质量发展的影响研究[J].*经济问题探索*,2021(01):13-24.
- [39] 李金昌,史龙梅,徐蔼婷.高质量发展评价指标体系探讨[J].*统计研究*,2019,36(01):4-14.
- [40] 何立峰.深入贯彻新发展理念 推动中国经济迈向高质量发展[J].*宏观经济管理*,2018(04):4-5+14.
- [41] 傅为忠,刘瑶.产业数字化与制造业高质量发展耦合协调研究——基于长三角区域的实证分析[J].*华东经济管理*,2021,35(12):19-29.
- [42] 杜宇,黄成,吴传清.长江经济带工业高质量发展指数的时空格局演变[J].*经济地理*,2020,40(08):96-103.DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2020.08.012.
- [43] 王玉燕,张晓翠.环境规制、技术进步和制造业高质量发展[J].*吉林工商学院学*

- 报,2020,36(06):5-12.DOI:10.19520/j.cnki.issn1674-3288.2020.06.001.
- [44]段国蕊,于靓.制造业高质量发展评价体系构建与测度:以山东省为例[J].统计与决策,2021,37(18):99-102.DOI:10.13546/j.cnki.tjyj.2021.18.022.
- [45]郭亚军.综合评价理论与方法[M].科学出版社,2002.
- [46]傅京燕,李丽莎.环境规制、要素禀赋与产业国际竞争力的实证研究——基于中国制造业的面板数据[J].管理世界,2010(10):87-98+187.
- [47]沈坤荣,金刚,方娴.环境规制引起了污染就近转移吗?[J].经济研究,2017,52(05):44-59.
- [48]王国印,王动.波特假说、环境规制与企业技术创新——对中东部地区的比较分析[J].中国软科学,2011(01):100-112.
- [49]沈能,刘凤朝.高强度的环境规制真能促进技术创新吗?——基于“波特假说”的再检验[J].中国软科学,2012(04):49-59.
- [50]王兵,吴延瑞,颜鹏飞.中国区域环境效率与环境全要素生产率增长[J].经济研究,2010,45(05):95-109.
- [51]张成,于同申,郭路.环境规制影响了中国工业的生产率吗——基于DEA与协整分析的实证检验[J].经济理论与经济管理,2010(03):11-17.
- [52]赵红.环境规制对中国产业技术创新的影响[J].经济管理,2007(21):57-61.
- [53]李胜兰,初善冰,申晨.地方政府竞争、环境规制与区域生态效率[J].世界经济,2014,37(04):88-110.
- [54]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.
- [55]Hansen BE. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference [J]. Journal of Econometrics,1999,93(02):345-368.
- [56]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.

后记

时光飞逝，回想三年前的自己带着忐忑和迷茫踏入这座校园，但有幸遇到可亲可敬的老师传授知识，还有可爱的同学们朝夕相伴，三年之后能够满怀感激地离开，确实是一件非常幸运的事情。

感谢我的老师刘明教授，古人说，老师的责任在于传道授业解惑，刘老师无时无刻不在践行这句话，在我的论文修改意见中，常常有老师凌晨一两点的批注记录，大到整篇文章的逻辑，小到标点符号的设置，正是因为得到了这些教导，我的学业才能不断进步，也正是因为老师的以身作则，言传身教，我才能明白人生道路上刻苦努力，精益求精的重要意义，并决定带着耐心、宽容和真诚对待身边的每个人。还要感谢统计学院的各位老师在三年来对我的教导，祝各位老师工作顺利，生活愉快！

感谢我的爸爸妈妈，一直以来为我付出很多，给了我无限的爱和支持，让我有勇气追逐自己的目标，是他们给了我自由前进的空间，又做我永远避风港，如果说厉害的父母可以让自己的孩子长成合格的大人，那我也要努力做厉害的孩子，可以让自己的爸爸妈妈变回无忧无虑的小孩。感谢我的姐姐张辽北路徐冰冰，我生命中的宝藏，世界上最懂我，可以一起笑或一起哭的人，感谢她在我迷惘时指点迷津，也给我平淡的生活增添了无尽的欢乐。

感谢王霞师姐和程钦良师兄在这篇论文选题时提供的众多方向，以及在论文修改中提出的宝贵建议，感谢好友周尧民帮助我修改纵横向拉开档次法的代码部分。感谢师门的各位师兄师姐师弟师妹们，大家在学习和生活中互相关怀，一起组队比赛，一起唱歌吃火锅的日子我永远不会忘记。感谢我亲爱的舍友庞茹娜、韦楠楠、赵敏，你们三年如一日的投喂总是让我感受到家的温暖。感谢统计学院的各位小伙伴，能够和你们相遇，虽为远赴千里求学，也从来没有体会过身为异乡人的孤单，祝愿大家未来一切顺利！

2022.5.30

兰州