

分类号  
U D C

密级  
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 长三角一体化战略对高技术产业  
绿色创新效率的影响研究

研究生姓名: 尤怡卜

指导教师姓名、职称: 孙玉环、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: 2024年6月5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： 尤怡卜 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 孙玉环 签字日期： 2024.6.3

# 关于论文使用授权的说明

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

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

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

学位论文作者签名： 尤怡卜 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 孙玉环 签字日期： 2024.6.3

**Study on the influence of Yangtze River  
Delta integration strategy on green  
innovation efficiency of High-Tech industry**

**Candidate: You Yibo**

**Supervisor: Sun Yuhuan**

## 摘 要

自上世纪 80 年代,提出长三角一体化构想至今,经过 40 余年的长期探索,长三角一体化发展在产业、经济、文化、环保等领域都取得显著的成绩。2018 年,长三角一体化战略上升为国家战略,长三角一体化进入新的发展阶段。作为实现创新驱动发展,培育经济发展新动能的关键领域,高技术产业也会顺应发展政策,充分享受一体化战略发展红利,实现发展新突破。对此,关注实现创新发展重点领域的高技术产业,测度其绿色创新效率,明晰一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响作用机制,对于区域加快绿色发展及创新驱动协同发展具有重要意义。

梳理相关文献,本文基于 2012-2021 年中国省级面板数据,首先利用非期望产出 Super-SBM 模型测度高技术产业绿色创新效率,分析研究期内高技术产业绿色创新效率的分布状况及区域差异,并利用核密度估计法绘制三维核密度估计图,估计效率变化的动态演进趋势;接着构建多种计量模型,完成长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率影响的实证分析,其中不仅实证检验了长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响关系,也探讨了营商环境水平的门槛效应及产业结构升级的中介效应,并进行一系列稳健性检验确保结果的稳定性;最后根据实证分析结果提出针对性建议。

研究主要结论有:①我国的高技术产业绿色创新效率水平整体不高,呈现波动上升趋势,长三角效率值高于全国平均水平;②高技术产业绿色创新效率水平区域差异明显,且呈现逐渐扩大趋势;③实施长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率具有正向促进作用;④不同营商环境水平下,长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率的促进程度不同,同时,产业结构升级在其中具有中介效应。

本文主要工作及创新有:研究视角上,考虑产业创新过程中的环境问题,测度我国省域高技术产业绿色创新效率,在实证分析中,将一体化政策的研究与绿色创新发展纳入统一体系进行研究,拓展既有文献关于一体化政策对创新及绿色发展的研究内容;研究方向上,针对新阶段长三角一体化战略展开研究,探究一体化战略是否对高技术产业绿色创新效率产生影响,丰富长三角一体化政策的相关研究;研究方法上,采用非期望产出的 Super-SBM 模型测度效率,可以比较

同时位于有效前沿面省份效率的大小；利用双重差分模型进行政策作用效果分析，达到分离出政策作用效果的净效应的目的。

**关键词：** 长三角一体化 绿色创新效率 双重差分模型 门槛效应 影响机制

## Abstract

Since the 1980s, the concept of integrated development of the Yangtze River Delta has been proposed. After more than 40 years of long-term exploration, significant achievements have been made in the fields of industry, economy, culture, and environmental protection. In 2018, the integrated development of the Yangtze River Delta rose to the national strategy, entering a new stage of development. As a key area to achieve innovative-driven development and cultivate new economic growth drivers, high-tech industries will also comply with development policies, fully enjoy the benefits of integrated development strategy, and achieve new breakthroughs in development. Therefore, it is of great significance to focus on the high-tech industries in key areas of innovative development, measure their green innovation efficiency, clarify the impact mechanism of integrated strategy on the green innovation efficiency of high-tech industries, and promote regional green development and coordinated development of innovation-driven development.

Based on the panel data of Chinese provinces from 2012 to 2021, this study first uses the Super-SBM model to measure the green innovation efficiency of high-tech industries, analyzes the distribution and regional differences of green innovation efficiency in high-tech industries during the research period, and uses kernel density estimation

to draw a three-dimensional kernel density estimation map to estimate the dynamic evolution trend of efficiency changes. Then, multiple econometric models are constructed to empirically analyze the impact of the Yangtze River Delta integration strategy on the green innovation efficiency of high-tech industries. The study not only empirically tests the relationship between the Yangtze River Delta integration strategy and the green innovation efficiency of high-tech industries, but also explores the threshold effect of the business environment level and the mediating effect of industrial structure upgrading. A series of robustness tests are conducted to ensure the stability of the results. Finally, targeted recommendations are proposed based on the empirical analysis results.

The main conclusions of the study are as follows: The overall level of innovation efficiency in China's high-tech industries is not high, showing a fluctuating upward trend, significant regional differences, and a gradually widening trend. The average efficiency in the Yangtze River Delta region is higher than that in non-Yangtze River Delta regions and the national average, and is in a relatively leading position. The implementation of the integrated strategy in the Yangtze River Delta has a positive promoting effect on the green innovation efficiency of high-tech industries. The better the business environment in the region, the stronger the effect of the integrated strategy on the green innovation efficiency of high-tech industries. At the same time, the integrated

strategy can promote industrial structure upgrading, thereby improving the green innovation efficiency of high-tech industries.

The main work and innovations of this study are as follows: In terms of research perspective, considering environmental issues in the industrial innovation process, measuring the green innovation efficiency of high-tech industries in Chinese provinces, and in empirical analysis, integrating the research on integrated policies with green innovation development for a comprehensive study, expanding the existing literature on the research on the impact of integrated policies on innovation and green development. In terms of research direction, conducting research on the new stage of the integrated strategy in the Yangtze River Delta, exploring whether the integrated strategy has an impact on the green innovation efficiency of high-tech industries, and enriching the relevant research on the integrated policy of the Yangtze River Delta.

In terms of research methods, using the Super-SBM model of unexpected output to measure efficiency can compare the size of efficiency in provinces located on the efficient frontier at the same time, and using the difference-in-differences model for policy effect analysis can separate the net effect of policy effects.

**Keywords:** Yangtze River delta integration; Green innovation efficiency; Difference-difference model; Threshold effect; Influence mechanism



# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景与意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 研究内容.....	2
1.3 研究创新与不足.....	4
1.3.1 主要工作及创新.....	4
1.3.2 研究不足之处.....	5
<b>2 文献综述及理论基础</b> .....	<b>6</b>
2.1 国内外研究综述.....	6
2.1.1 一体化政策的相关研究.....	6
2.1.2 长三角一体化相关研究.....	7
2.1.3 绿色创新效率的相关研究.....	8
2.1.4 简要评述.....	11
2.2 理论基础与机制分析.....	12
2.2.1 理论基础.....	12
2.2.2 机制分析.....	15
<b>3 长三角区域一体化及高技术产业发展现状分析</b> .....	<b>19</b>
3.1 长三角区域一体化发展过程.....	19
3.2 长三角高技术产业发展现状.....	20
<b>4 高技术产业绿色创新效率的测度与分析</b> .....	<b>25</b>
4.1 模型介绍.....	25
4.2 指标体系构建.....	26
4.3 结果分析.....	27
4.3.1 整体分析.....	28
4.3.2 动态演进分析.....	32

4.4 本章小结.....	33
<b>5 长三角一体化战略影响效果的实证分析.....</b>	<b>34</b>
5.1 研究设计.....	34
5.1.1 模型构建.....	34
5.1.2 变量选取.....	35
5.1.3 数据来源及描述性统计.....	37
5.2 基准回归分析.....	38
5.3 稳健性检验.....	40
5.3.1 安慰剂检验.....	40
5.3.2 PSM-DID 模型检验.....	41
5.3.3 其他稳健性检验方法.....	42
5.4 门槛效应分析.....	43
5.5 作用机制分析.....	44
5.6 本章小结.....	45
<b>6 结论与建议.....</b>	<b>46</b>
6.1 结论.....	46
6.2 建议.....	47
<b>参考文献.....</b>	<b>49</b>
<b>致谢.....</b>	<b>56</b>

# 1 绪论

## 1.1 研究背景与意义

### 1.1.1 研究背景

十四五时期，我国发展进入了新阶段，经济社会面临愈加复杂的国内外发展环境。我国始终坚持参与国际大循环，但某些核心技术的缺失以及发达国家的技术垄断使我国在国际分工中总体上处于劣势。因此创新驱动发展成为新阶段我国能否实现向产业链高端攀升，能否在国际大循环把握主动权的关键（谢伏瞻等，2020）。高技术产业是我国实施创新驱动战略的前沿阵地。作为实现国民经济高质量转型升级的动力支撑，发展高技术产业，有助于培育经济发展新动能，提升我国科技创新水平，是实现我国经济高质量发展中长期目标的必然选择（王宏伟等，2023）。随着新发展理念深入贯彻，粗放型发展模式逐步向集约型发展模式转变，发展过程更加注重效率提升和环境友好。基于此，绿色创新作为两大发展理念的结合产物，愈加成为评价区域创新可持续性的重要考量标准。

长期以来，长江三角洲地区（下称长三角地区）是我国经济发展最活跃、开放水平最高、创新能力最强的区域之一。依托强大的区位优势，长三角地区始终走在我国创新驱动发展改革前列，在创新驱动发展中具有强大的区域带动和示范作用。作为引领科技创新的前沿阵地，高技术产业在此得到长足发展。有数据显示，2023年，长三角地区拥有11.6万家高技术企业，占全国29%；重大科研基础设施25个，占全国33.5%；4个科技集群进入全球百强，占全国18%；协同承担国家重点研发计划项目296项，涉及中央专项经费56.5亿元，占比84%；发明专利授权量21.35万件，同比增长17%<sup>①</sup>。

党的二十大报告指出要深入实施区域协调发展战略，优化重大生产力布局，构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系。据此，推动长三角一体化进一步发展，是发挥长三角战略优势、优化我国区域经济布局的重要举措。长三角一体化发展至今，不断拓展其覆盖区域范围，加大政策影响力度，增强区域联动优势。2018年11月，习近平总书记在首届中国国际进口博览会上宣布，

<sup>①</sup>数据来源于《2023 长三角科技创新共同体年度发展报告》

支持长江三角洲区域一体化发展并上升为国家战略。次年，国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，至此，长三角一体化进入新的发展阶段。2023年，习近平总书记在深入推进长三角一体化发展座谈会中提出发展长三角一体化的“四个统筹”，即“统筹科技创新和产业创新，统筹龙头带动和各扬所长，统筹硬件联通和机制协同，统筹生态环保和经济发展”，为长三角一体化的深入发展指明了努力方向。作为实现创新驱动发展，培育经济发展新动能的关键领域，高技术产业也会顺应发展政策，充分享受一体化战略发展红利，实现发展新突破。

### 1.1.2 研究意义

#### (1) 理论意义

研究将从理论上丰富一体化政策与高技术产业绿色创新效率的研究体系，对两者的理论研究都具有一定的意义。其一，对一体化政策研究来说，在既有研究的基础上，进一步拓展了一体化关于产业创新及绿色发展的研究体系，也丰富了长三角一体化的相关研究内容；其二，从高技术产业绿色创新来说，进一步完善关于高技术产业绿色创新效率影响因素的理论体系，为相关研究提供新的研究视角与方向。

#### (2) 实践意义

中国经济进入新的发展阶段，在这一阶段更加重视新发展理念和发展方式，更加强调绿色发展的重要性。鉴于此，以极具创新活力的高技术产业为代表，文章尝试理清现阶段长三角一体化战略的实施为高技术产业的绿色创新发展带来的影响以及产生这种影响的内在机制，旨在为提升高技术企业绿色创新水平开拓思路，进一步推进企业乃至长三角区域的绿色发展，同时也顺应长三角一体化发展的统筹战略思想，兼顾科技创新与生态环保，为区域加快绿色发展及创新驱动协同发展的步伐建言献策。

## 1.2 研究内容

本文基于 2012-2021 年中国省级面板数据，首先利用非期望产出的 Super-SBM 模型测度高技术产业绿色创新效率，并分析效率变化的趋势。接着利用双重差分模型、门槛效应模型以及中介效应模型进行影响机制分析，最终根据

实证结果提出合理的政策建议。具体分为六个章节内容，概括介绍如下：

第一章为绪论。对选题背景、研究意义以及研究基本内容进行阐述，并列出了研究框架，同时提出可能的创新点和不足。

第二章为文献综述与理论基础。针对研究内容，从区域一体化与绿色创新效率两方面入手，梳理国内外文献并进行简要评述。同时，介绍本文涉及的区域一体化理论、创新理论及绿色发展理念等理论，并对存在的内在理论机制进行具体分析。

第三章为长三角区域一体化及高技术产业发展现状分析。主要对长三角区域一体化的发展过程及长三角高技术产业的发展现状进行详尽分析。

第四章为高技术产业绿色创新效率的测度分析。首先使用 Super-SBM 模型测度省域高技术产业绿色创新效率，对研究期内我国省域及长三角地区的高技术产业绿色创新效率的变化进行比较分析；然后利用效率变化可视图直观感受效率的变化趋势及整体分布状况；最后利用核密度估计绘制三维核密度估计图，分析我国高技术产业绿色创新效率的动态演进趋势。

第五章为区域一体化对高技术产业绿色创新效率影响的实证分析。通过构建双重差分模型，完成一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响分析。首先利用 2SLS 模型排除内生性问题对结果可能存在的影响，并通过安慰剂检验、PSM-DID 模型及剔除其他政策影响等手段完成稳健性检验；接着通过门槛效应模型和中介效应模型，理清一体化战略对于高技术产业绿色创新效率的作用机制。。

第六章为主要结论与措施建议。总结全文研究结果形成结论，基于区域一体化对高技术产业绿色创新效率的影响提出一些可行的建议。

本文技术线路图如图 1.1 所示：

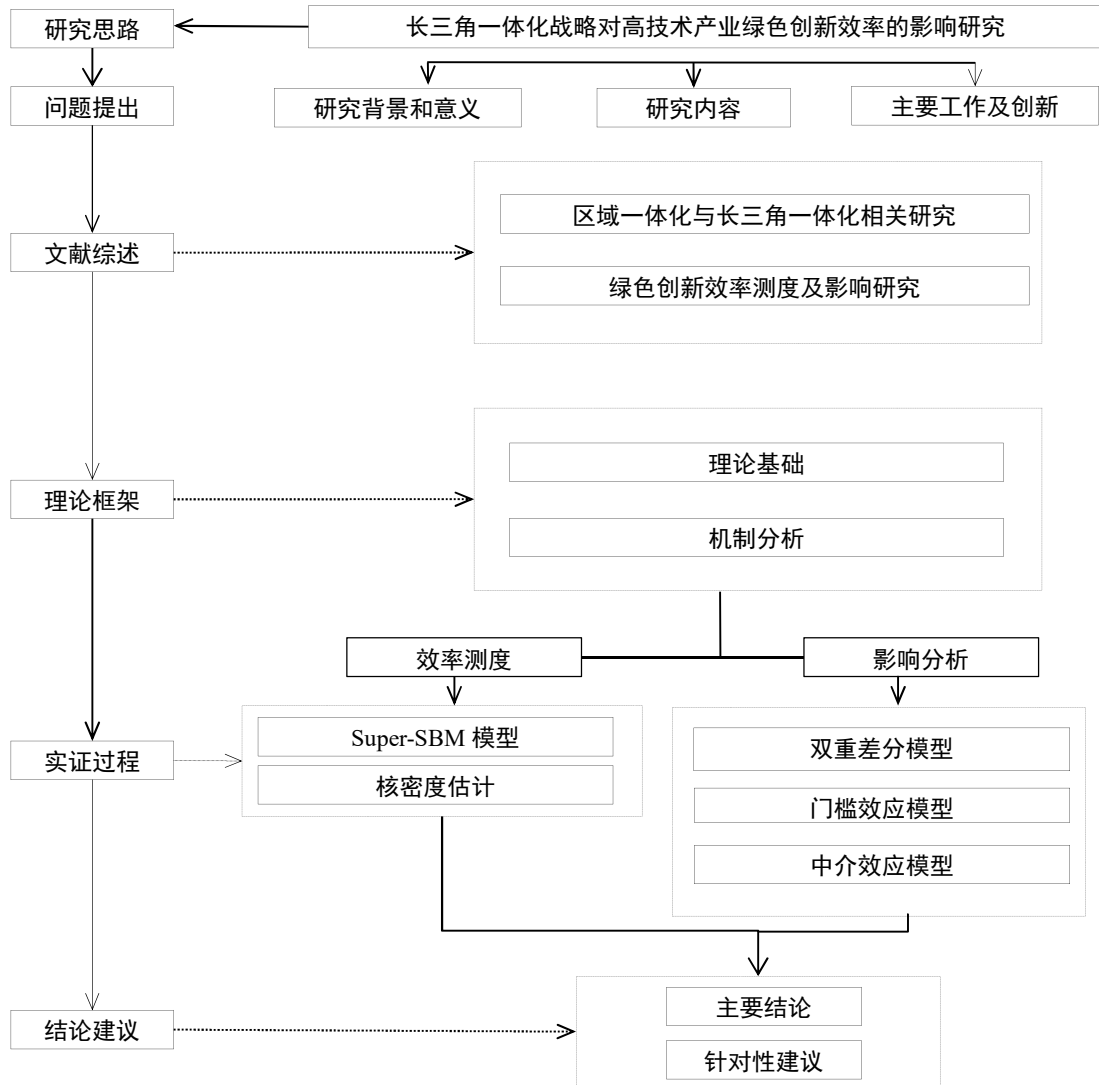


图 1.1 技术线路图

### 1.3 研究创新与不足

#### 1.3.1 主要工作及创新

研究视角上，考虑产业创新过程中的环境问题，在创新效率投入体系中引入工业“三废”排放作为非期望产出，测度我国省域高技术产业绿色创新效率，并结合核密度分析，观察效率的动态演进过程；在实证分析中，将一体化政策与绿色创新发展纳入统一体系进行研究，拓展既有文献关于一体化政策对创新及绿色发展的研究内容。

研究方向上,针对新阶段长三角一体化战略展开研究,探究一体化战略是否对高技术产业绿色创新效率产生影响,并尝试分析区域营商环境水平的不同是否会使影响强度产生差异,以及影响过程中的作用机制,丰富长三角一体化政策的相关研究。

研究方法上,在效率测度方面,采用非期望产出的 Super-SBM 模型,可以比较同时位于有效前沿面省份效率的大小;在实证分析方面,利用双重差分模型进行政策作用效果分析,分离出政策作用效果的净效应。

### 1.3.2 研究不足之处

限于数据获得的局限性,本文在以下几处仍存在不足。一是,在测度高技术产业绿色创新效率时,选用的环境指标为工业“三废”的排放数据,而高技术产业还包括高技术服务业,因此效率值存在一定偏差,后续研究需要一定优化;二是,我国高技术产业数据只统计到省级层面,因此只能测算各省份的平均水平效率值,无法观测各省内部的绿色创新效率变化发展;三是,在指标衡量中,由于主观性的存在,指标衡量具有一定片面性,同时虽然对缺失数据进行了填补,仍存在系统误差,这些都将在一定程度上影响结果的精确度,需要在后续研究中进一步改进。

## 2 文献综述及理论基础

### 2.1 国内外研究综述

学术界关于区域一体化政策的研究始终热度不减。近年来，随着可持续发展理论的深入推进，如何构建和培育绿色创新系统也成为众多学者讨论的热门话题之一。基于此，本研究从区域一体化与绿色创新效率两方面进行文献梳理和述评。

#### 2.1.1 一体化政策的相关研究

区域一体化理论最早可追溯至上世纪中旬。二战以后，西欧各国组成西欧经济共同体（即欧盟）以适应不断变化的全球环境（Monnet.J., 1963）。经济学界根据西欧经济共同体发展实践经验，提出了区域一体化的一般概念，即伙伴国家之间逐步加强经济合作联系、结合成为范围更大的区域经济实体的过程（庞效民，1997）。此后几十年里，有关区域一体化的研究主要从经济效益考虑（Butorina O.V. 和 Borko Y.A., 2022）。Jan Tinbergen（1954）认为，一体化是独立国家处理好国际关系以实现本国经济最佳发展的政策之一，它能够通过消除各种形式的歧视，使成员国达到制度与市场平等的状态（Balassa, 1961）。而后随着世界体系的变化，一体化发展主体不再局限于发展程度相似的国家层面，逐渐扩展至跨国企业、国际组织和其他相似度较低的地区性集团（吴立广，1994）。20世纪80年代开始，一体化制度逐渐引入我国区域发展规划中，区域一体化理论得到进一步丰富，学界有关一体化理论的研究也逐步增多。梳理文献可以发现，我国的一体化政策研究主要分为探究发展新模式以及政策效果评价两类，具体如下：

一是根据已有的一体化的实践经验，尝试探索适用于我国区域的新发展模式。吴克烈（2000）认为，世界经济一体化模式对我国区域经济发展模式产生冲击，开始由以行政区为单位逐渐转向以经济的内在联系为标准；鞠正江（2005）指出，县域经济作为最基本层级的区域经济综合体，在一体化发展进程中面临着重大的发展机遇与突出问题，并指出可能的解决方案；曹剑飞（2010）借鉴欧洲一体化的发展经验，认为北部湾经济合作需要树立核心与制度约束，达到利益契合；陈建军等（2019）比较长三角局地湾区与世界三大湾区后认为，建设长三角大湾区



要继续汲取长三角地区几十年来的一体化发展经验，由上海领衔发展，形成既有分工又有协同的湾区发展格局。

二是对一体化政策效果进行评价。随着我国一些区域一体化政策的实施深入，学者们更倾向于采用定性与定量结合的方式，实证分析一体化政策实施对社会方方面面发展带来的变化。涉及对象主要包括经济、环境以及创新发展等。首先是对经济的影响分析。已有学者从实际 GDP 及经济总量（程学伟等，2020）、经济增长效率（李雪松等，2017）以及经济韧性（汪小龙和丁佐琴，2023）等视角，研究了一体化发展对于社会经济发展的影响。结果发现，区域一体化能够显著提升社会经济发展水平。其次是对环境的影响分析。贺祥民等（2016）认为，区域一体化有利于促进区域排放污染强度的降低；张可（2018）的研究也证实了这一观点，并在其后续研究中进一步证实发现区域一体化抑制污染排放的强度与污染物类型密切相关（张可，2020）。同时，也有学者证实区域一体化有利于降低碳排放强度，进而提高碳排放效率，加快碳达峰实现进程（郭艺等，2022；晏清等，2022；徐斌等，2023）。在对创新发展的研究中，主要分为城市创新与产业创新两类。张治栋和胡爱燕（2022）以长江经济带一体化发展为例，分析得到区域一体化通过优化创新环境来提升城市的创新能力；在此基础上，叶堂林等（2022）进一步证实了区域一体化对于城市创新具有显著正向空间溢出效应。产业创新方面，区域一体化有利于促进跨区域产业协作，助推产业结构升级，从而加速产业创新，实现产业的蓬勃发展（王开科，2011；宋阳和吴昊，2018；汪小龙和丁佐琴，2023）。除此之外，还有部分学者分析了区域一体化对于社会福利（皮亚彬，2016）、社会交往（罗子昕等，2019）以及共同富裕（程必定，2023）等社会性问题的影响。

### 2.1.2 长三角一体化相关研究

作为新兴的国际化都市圈，长三角地区在拉动中国甚至世界经济增长、影响世界经济格局方面将发挥越来越重要的作用（Wu J 和 Sun W，2023）。已有研究对于长三角一体化的分析主要从一体化发展及一体化政策效应研究两方面展开。在一体化发展方面，学者们主要利用熵权法（王山等，2022；李超和黄晓雅，2023）、社会网络分析（王山等，2022；杜德斌等，2022）以及主成分分析（金飞和陈晓

峰, 2022) 等方法, 对长三角地区的经济 (王山等, 2022)、生态 (杜德斌等, 2022)、数字化发展 (金飞和陈晓峰, 2022)、城市交通 (Wei G 等, 2022) 以及综合方面 (李超和黄晓雅, 2023) 等维度的一体化水平进行测度, 得出的结论相对一致, 即长三角东部地区的一体化水平普遍高于西部地区。基于此, 部分学者进一步探究一体化程度的影响因素。如王山等 (2022) 认为, 金融发展和人口流动是长三角经济一体化的主要驱动力; 金飞和陈晓峰 (2022) 证实, 数字经济的发展能显著促进长三角区域一体化。一体化效应研究方面, 既有文献表明, 长三角一体化政策不仅可以优化产业结构升级 (赵海峰和张颖, 2020), 并以此为机制降低地区碳排放强度, 实现区域间的节能减排 (Yan D 和 Li P, 2023); 还能提高城市的创新能力 (闫东升等, 2022), 进而提高全要素生产率和经济效率 (安礼伟和蒋元明, 2020; 杨航英和强永昌, 2022), 达到促进长三角地区经济高质量发展的目标 (邓文博等, 2019)。

### 2.1.3 绿色创新效率的相关研究

资源与环境问题贯穿我国经济社会发展的全过程, 一味追求经济效益的经济发展模式带来了严重的生态环境问题。伴随着可持续发展理论的深入推进, 对以往创新活动的反思和如何构建和培育绿色创新系统, 成为众多学者讨论的热门话题 (丁莹, 2008)。绿色创新是兼顾环境影响的同时为企业和消费者提供价值的新工艺和新产品的创造性活动 (James, 1996)。因此, 本文将绿色创新效率定义为考虑环境保护和绿色发展的前提下, 生产活动过程中投入的创新要素与产出之间的比率。

#### (1) 绿色创新效率的测度

关于绿色创新效率测度的研究中, 学者们主要从省域、城市及行业三类尺度进行效率测度, 涉及的模型包括 SFA 模型、DEA 模型及其改进形式等。

SFA 模型本身具有统计特性, 能够实现对参数以及模型本身的检验, 直接分析效率的影响因素, 同时也能做到构建随机前沿面使结论更贴近现实 (朱承亮等, 2011)。像 Eric (2007)、李金滢等 (2017), 均利用 SFA 模型进行效率测度。为了解决 SFA 模型无法处理多产出的问题, 部分学者进一步优化 SFA 模型, 增加其适用范围。例如曹霞和于娟 (2015) 引进投影寻踪模型 (PP 模型), 将产出由

高维降至一维，再利用 SFA 模型对中国省际区域创新效率进行测度；在此基础上，Tuochen L (2018) 使用 RAGA 算法对 PP 模型中的投影指数函数进行优化，随后利用 PP 模型降维产出指标测度效率。可以看到，多算法结合的 SFA 模型得到的效率结果，相较于一般 SFA 模型的效率结果精度更高。

DEA 模型作为一种非参数方法，适用于多投入多产出的情景，且不必事先设定生产函数的参数及其具体形式，实际测算中具有更大的灵活性，因此受到国内外学者的青睐（籍艳丽和赵丽琴，2011）。传统的 DEA 包括 CCR 或 BCC 模型两种，在涉及创新效率实证研究伊始阶段，学者们较多使用此类方法，如池仁勇（2003）、虞晓芬等（2005）、薛娜和赵曙东（2007）等学者，都曾利用 CCR 或 BCC 模型测度我国省份、城市及企业的创新效率。

但传统 DEA 模型存在径向有偏、测算误差较大等问题，为了提高 DEA 模型的精准度，Tone (2002) 先后改进出 SBM 模型和 Super-SBM 模型。此后，此类改进后的 DEA 模型代替传统的 DEA 方法，成为学者们衡量绿色创新效率的更优选择。冯志军（2013）运用 SBM 方法分析比较了省域规模以上工业企业的绿色创新效率，发现区域间工业绿色创新效率差异较大，沿海地区的效率值更高；张逸昕和林秀梅（2015）结合 Super-SBM 模型和 Malmquist 指数，从静态和动态两方面比较分析了各省际空间绿色创新的投入产出效率，发现中国三大区域绿色创新水平呈现自东向西“梯度递减”的趋势；滕堂伟等（2019）分析比较了长三角城市群各市的绿色创新效率及其空间关联特征，发现长三角地区的绿色创新效率正在趋向协同化。除此以外，还有部分学者构建分阶段 DEA 模型，主要包括两阶段 DEA（张洪潮等，2017）、三阶段 DEA（李晓阳等，2018）以及四阶段 DEA 模型（韩晶等，2013），来剔除环境因素和随机干扰的影响，以期实现效率值精度的进一步提高。

## （2）绿色创新效率的影响因素研究

既有文献关于绿色创新效率的影响研究主要从宏观及中观两方面展开。

从宏观层面看，政府宏观调控会极大程度地影响社会的发展走势，鉴于此，学者们将目光聚焦于近年来政府出台的政策制度，探究其如何对区域的绿色创新效率产生影响。第一类是城市试点政策。已有学者实证分析了智慧城市建设（张节和李千惠，2020；吴鸣然和黄卫东，2023）、低碳城市试点（邓世成等，2023）、

创新型城市试点（王晗等，2022）以及产城融合（黄小勇和李怡，2020）、高新区设立（王巧等，2020）等政策对于城市绿色创新效率的影响效果。研究结果表明，这些城市试点政策对于城市绿色创新效率的提升均有着不同程度的促进作用，同时学者们普遍认同东部地区的政策促进效果强于中西部地区。第二类是绿色发展制度。不同于试点政策的普适性结论，绿色发展制度对绿色创新效率的影响尚未形成统一观点。肖仁桥等（2022）将环境规制分为激励型与投资型两种，认为激励型环境规制对企业的绿色创新效率影响呈现 U 型，而投资型环境规制的影响呈现倒 U 型，且大多数省份环境规制水平未跨过拐点；但不同于企业的是，激励型环境规制对于省域的绿色创新效率具有显著促进作用（肖振红等，2023）。同样具有非线性影响关系的是异质环境分权。研究发现环保人事分权、环保立法分权与企业绿色创新效率均呈倒 U 型关系，且目前未跨过拐点，处于促进阶段，而环保资金分权与企业绿色创新效率呈 U 型关系，同样未跨过拐点，处于抑制阶段（钱丽等，2023）。除此以外，还有学者探究了绿色信贷（陈东景和冷伯阳，2022）、排污权交易政策（张静晓等，2021）以及数字普惠金融（张杰飞等，2022）等政策制度的影响。

从中观层面看，产业发展伴随着其创新能力与绿色发展能力的提升，从而影响其绿色创新效率。陈龙梅和霍艳琳（2020）研究发现，生产性服务业发展对工业绿色创新效率的影响呈现倒 U 型特征，且在生产性服务业发展与工业存在低-低与高-高发展水平匹配时促进作用较强；同样地，产业协同集聚对工业绿色创新效率的影响也呈倒 U 型非线性特征，且现阶段产业协同集聚的影响强度未跨过拐点，对全国各地效率的影响均正向显著（宋晓玲和李金叶，2023）。而刘丙泉等（2023）进一步将绿色创新效率细分为绿色创新研发与绿色创新成果转化两阶段，认为产业协同集聚有助于省域绿色创新成果转化效率与整体效率的提升，但对绿色创新研发效率的作用并不显著；与此不同的是，数字经济产业的发展则对城市绿色创新效率的两阶段均有显著促进作用（郭爱君等，2023）。除了产业外部环境的影响，一些产业内部因素同样影响着绿色创新效率。王惠等（2016）认为企业规模越大，R&D 投入强度对绿色创新效率的促进作用越强；周淑贞和邓群钊（2021）分析认为，国内技术转移有利于中国高技术制造业绿色创新效率的提升、而国外技术引进则对效率产生负面作用；沈路等（2022）将研发要素分

为研发人员、研发资本和信息三类，实证发现，各种要素的流出以及资本流入都能显著提升绿色研发效率，但对绿色成果转化效率来说，人员和资本的流出以及信息流入会产生阻滞作用。

### （3）高技术产业绿色创新效率相关研究

上世纪七十年代，高技术概念诞生于美国，被定义为“使用或包含尖端方法或仪器用途的技术”。不同时期高技术所指的范围有所不同，经济合作发展组织（OECD）根据产业的研究开发力度界定高技术产业，将研究开发经费占销售额的比例超过 7.1% 的产业称为高技术产业（陈耀，2005）。我国采用的高技术产业界定标准与 OECD 所采用的基本一致，并将高技术产业划分为医药制造，航空、航天器及设备制造，电子及通信设备制造，计算机及办公设备制造及医疗仪器设备与仪器仪表制造等五个行业。2015 年之后，信息化学品制造业也被认定为高技术产业，成为我国高技术产业的第六个行业。

既有文献表明，虽然我国高技术产业绿色创新效率整体呈上升趋势，但效率值普遍偏低，存在很大的提升空间，东部地区效率高于中西部地区，空间特征明显（张樨樨等，2021；董会忠等，2022）。效率值不高的原因主要是受到产业集聚度低、研发投入的节能减排目标性不强，知识产权保护严重等因素的制约（刘文琦，2022；董会忠等，2022）。研究发现，人力资本有助于促进本地高技术产业创新效率的提升，这是由于充沛的人才储备有助于高技术产业整体劳动者质量的提升，有利于企业加强创新质量，进而促进高技术产业绿色创新效率的提升；而随着企业规模的增大，研发投入强度对绿色创新效率的作用方向逐步由负变正。规模大意味着高技术企业拥有更多的研发人员，在生产过程中更易交流和积累学习绿色创新理念，从而达到促进绿色创新效率提升的目的（韩艳旗等，2022；董会忠等，2022；王惠等，2016；张樨樨等，2021）。

## 2.1.4 简要评述

总结来看，关于一体化政策与绿色创新效率的相关研究都相对较为丰富，为本文研究高技术产业绿色创新效率提供了较为充分的理论依据，但仍存在以下几点不足：

第一，一体化政策的研究涉及创新与绿色发展等方面，但鲜有学者将两者纳

入统一体系进行研究。实际上,能否实现环保和创新并轨发展关乎中国经济转型和高质量发展的命运前途(Xu M 等, 2022)。相较于单独考虑一体化对于创新或环境的影响,绿色创新具备经济与环境效益的双重属性,更贴合高质量发展的要求(宋晓玲和李金叶, 2023)。

第二,关于长三角一体化的研究中,鲜有学者以新阶段长三角一体化作为研究对象进行定量分析。事实上,此次长三角一体化战略是首次将江浙沪皖三省一市全部地区纳入长三角一体化发展中,是长三角一体化发展中新的里程碑(刘士林, 2021)。

第三,当前,学界关于高技术产业绿色创新效率的文献较少,大多数学者更加关注区域内的绿色创新。然而,高技术产业是我国实现科技强国的持续动力来源,同时区域创新很大程度上依托于区域产业的创新。因此,关注高技术产业绿色创新效率的发展走向,为从更具体视角观察区域绿色创新效率的发展走向提供了可能。

因此,本文将研究重心放于长三角一体化上升为国家战略这一重要决策,将区域一体化政策与高技术绿色创新效率纳入统一研究框架,以期完成长三角一体化战略对于高技术产业绿色创新效率的影响分析。

## 2.2 理论基础与机制分析

根据研究内容,本部分对区域一体化理论、创新理论及绿色发展理念进行重点梳理。同时,结合既有事实,对区域一体化战略如何作用于高技术产业绿色创新效率进行理论机制分析。

### 2.2.1 理论基础

#### (1) 区域一体化理论

有关区域的阐释,按照属性可大致分为三种(Hveem, 2000; Martin et al, 1997):地理空间单元、交易和联系所构建的网络或结构以及具有共同认知和身份认同感的群体。在研究中,学者大多主张以区域的功能属性来判断区域一体化的边界,将区域视为某种经济空间中的一部分。在全球体系不断变动中,区域主义伴随着全球化趋势先后经历了四次思想变革,也伴随着一体化理论趋向系统化的发展进

程。梳理区域一体化理论发展脉络，从早期一体化理论及一体化新理论两方面对一体化理论加以阐述。

早期一体化理论主要包括关税同盟理论、共同市场理论、大市场理论、最佳货币区理论等，具体内容如下：

关税同盟理论。指两个或多个国家达成协定，建立统一关境并在此间相互减让或取消关税，对缔约国以外国家或地区的商品进口实行共同的关税税率和外贸政策。20世纪30-40年代的关税同盟理论在国际经济一体化理论中占据主导地位。关税同盟通过“贸易创造”和“贸易转移效应”，解释了关税变化对于贸易及全球福利水平的影响。

共同市场理论。指两个或多个的国家或经济体通过达成某种协议、不仅实现了自由贸易、建立共同的对外关税，还实现了服务、资本和劳动力等生产要素的自由流动的国际经济一体化组织。要素在区域间的自由流动更有助于形成统一的市场。

大市场理论。针对共同市场提出的，共同市场在一体化程度上比关税同盟又进一步，它将那些被保护主义分割的小市场统一起来结成大市场，然后通过大市场中激烈竞争，实现批量生产带来的大规模经济等方面的利益。大市场理论的出现，进一步完善区域一体化理论，摆脱了纯粹的经济模型抽象分析，更加符合现实客观。

最佳货币区理论。指在经济金融上具备一定条件的国家或地区，相互之间建立紧密联系的货币制度，甚至使用统一货币，以此来增加经济效益，这也促进欧洲货币联盟的出现，奠定了国际一体化理论的基础。

一体化新理论可分为新区域主义、中心-外围理论、制度变迁理论等，具体内容如下：

新区域主义。指区域内地方政府、社会非营利组织和市场主体构成的市场治理主体，共同遵守相同的治理理念和相关制度设计以更好地解决区域公共问题。在这种趋势下，区域地位将逐渐上升成为全球重要行动者。

中心-外围理论。指将资本主义世界划分为生产结构同质性和多样化的中心与生产结构异质性和专业化的外围。两者间存在着显著的结构性差异，非对称均衡是导致区际之间产生差异并持续扩大的原因，而这种差异会随着一体化达到某

一临界值时开始缩小，直至两区域福利水平趋同。它们并非彼此存在差异性而独立存在，而会作为相互联系、互为条件的两极存在，构成了一个统一的、动态平衡的世界经济体系。

制度变迁理论。强调区域一体化作为一种制度安排产生于市场和政府的双重失灵，反映出成员国之间利益博弈和利益共享的制度变迁。

可以说，区域一体化理论的发展具有鲜明的时代特征，不同的时代背景不断赋予区域一体化理论新的内涵。它强调各地区之间在各类资源要素方面的协调，目标是达到整体效益最大化。因此区域一体化是区域化发展的阶段性产物，体现了高层次的区域合作（王珏和陈雯，2013）。

## （2）创新理论

20 世纪初，经济学家熊彼特首次提出“创新”一词，并在其经济学著作中首次提及创新理论，并将技术变革以及生产组织形式的变革看作经济生活内部的创新活动（马凤娣，1999）。西方创新理论的发展可追溯至 20 世纪中旬，经济学家华尔特·罗斯特提出的经济成长阶段论使创新走进研究学者视野，同时，该理论将创新延伸至技术创新范畴，而后大多数学者将研究目光转向技术创新。直至 20 世纪 70、80 年代，创新才真正形成系统性理论。学者们在不同领域与方向提出不同的创新理论和概念，但总体来说，这一阶段创新理论的研究较多侧重于科技创新的理论内涵。20 世纪 80 年代，创新理论引入我国，学者们根据中国实际，注重宏微观结合，对创新理论展开更深入的探讨，最终对创新达成共识，即创新是以技术创新为主体，包含技术进步和技术应用创新两个层面的综合产物（王雅彬，2022）。

## （3）绿色发展理念

绿色发展强调经济社会发展中对生态资源的保护，是一种考虑环境因素的经济发展模式。

绿色发展理念以马克思主义自然观为哲学基础，是我国发展理念的一次深刻变革。它针对我国发展过程中亟待解决的环境问题，从战略高度奠定生态文明建设的发展基调。从马克思主义自然观出发理解绿色发展理念，其最终目的在于寻求人与自然的最佳平衡。为了达到这种平衡，就要正确处理经济发展与环境保护之间的关系，通过控制和调节人与自然间的物质变换，充分保证自然循环的可持



续性，从而实现生产发展与环境保护有机结合。

绿色发展理念是对可持续发展观的进一步阐释。可持续发展理论涉及经济、生态和社会的可持续发展，力求做到三方面的协调统一。绿色发展理念致力于实现人与自然、社会、国家等多方面的和谐，既是对可持续发展的生动阐释，又是增进民生福祉，实现经济社会与生态环境和谐共处的必经之路。

绿色发展理念以自然在人类生产生活中具备的双重价值作为价值依据。具体来说，自然物在生态系统中具有无可替代的生态价值，而人类的生产生活必然会以牺牲这种生态价值为代价来获取社会属性价值，因此这两种价值相互排斥，不可共生。绿色发展理念要求人类在进行生产活动中不能无限挥霍与占有自然物，使经济系统和社会系统的运行处于生态系统可承载的范围内，最终实现人类社会的发展进步（兰洋，2016）。

### 2.2.2 机制分析

一体化让各地区获得更多的发展红利，促进竞争力提升和整体高质量发展。首先，一体化突破要素流动的行政边界约束，按照市场规律寻求最契合的资源、土壤和空间，形成有效率和优势互补的专业化分工，促进技术和知识溢出，分摊降低成本，实现规模集聚力和超额收益；其次，推动产业链在更大范围内配置和延伸，发展势能向周边扩散，提升区域内经济人口密度，提高产业范围经济社会效益，通过基础设施连通，有效缩小各类要素流动的时空距离，促进更高自由化和更密切合作以及各地区与先进市场的战略性连接，降低流动成本；以制度改革、创新和协调，促进制度协同和文化认同，形成统一市场制度以及有章可循的区域合作博弈平台机制，缩短社会联系的心理距离，减少逆向选择和道德风险的边界融合，有效降低交易成本。使资源配置结构更加合理化，为区域发展带来新的机遇，有利于形成区域间的发展优势。

#### （1）一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响

一体化发展有助于区域内企业加强交流合作，分享创新知识技术（王冲和王磊，2023）。因此推进一体化会对各产业的创新体系进行改革，从而对企业和地区的创新活动和绿色发展产生深刻影响。

从创新方面来看，首先，创新具有知识密集、多要素投入、快速迭代等特性，

除了强化自身创新投入，跨区域、多主体的创新协同发挥着越来越重要作用（孙晓露，2023）。而区域一体化政策的实施，正为这种跨区域的协作创新提供了契机。为了保证自身利益最大化，区域内创新主体间的关系从竞争逐渐走向共生，即主体间求同存异，取长补短，协作分工。原本不同利益相关体间的挤出效应会逐渐转变成为溢出效应，形成可持续的创新发展模式，主体创新能力随之提升（储节旺和李振延，2023）。其次，一体化发展能够拓展企业开展创新活动的资金来源。一方面，通过政府部门统一的政策引导和政府补贴等资金支持，能直接缓解企业的资金短缺问题；另一方面，区域一体化有助于促进区域金融的平衡发展，银行业内竞争加剧，会为企业提供更优惠的融资政策，有利于缓解企业的融资约束问题。此外，一体化发展也会吸引更多的外部投资者，为区域内企业发展增添新动力。因此，区域一体化发展过程可以加速企业间跨区域协作，拓宽企业进行创新活动资金渠道，降低企业融资约束资金成本等问题，有利于促进企业的创新行为。

从绿色发展来看，区域间生态环境保护协作机制的不断完善，会增加高污染粗放型生产方式的机会成本，也会推动环境污染治理技术在地区间的扩散。而区域一体化使不同地域间市场保持大联通状态，这无形中增加了企业间的竞争压力。为了保持自身的竞争力，企业会在自身更擅长的领域钻研，加速优势产品更新换代，由此形成产业差异化，避免了产业同质造成重复建设和资源浪费。除此之外，区域一体化还能通过催生新技术、促进经济活动空间重配、实现生产资源的灵活调度等方式，提高能源资源要素投入的产出效率。区域一体化为区域间的“碎片化”治理走向整体性合作与政策协同提供机会，有利于政府间制定统一的环境规制制度，形成区域工业污染治理的联防联控长效机制，倒逼企业使用清洁能源和更为先进的节能减排技术，同时也会淘汰一批高污染且产能落后的企业，推动区域产业结构升级，从而降低对环境的影响（郭艺等，2022）。

## （2）营商环境的门槛效应分析

在我国经济社会转型发展进程中，企业创新能力与创新效率的提高，除了依赖自身的资源禀赋，还取决于外部环境。营商环境是企业参与经济活动时面临的政务、市场、法治、人文等各种外部约束环境的集合。一方面，良好的营商环境为企业提供了完善的投资环境和高效的服务体系，能够吸引更多投资落地。因

此带来的知识、资源、人力等创新要素的集聚效应，为企业进一步强化创新奠定了基础(刘新智等, 2023)，而区域一体化可以实现生产要素在区域内自由流动。因此在营商环境良好的地区，一体化让更多的创新要素流动起来，二者形成合力更有利于企业间形成良性竞争氛围，加快技术革新速度，从而实现创新能力的提高。另一方面，营商环境的创造主体是政府，能否营造好的营商环境，政府是关键。如果政府持续对市场主体活动的干预，势必会增加企业为了获得非竞争优势、摆脱政策限制付出的寻租成本，而繁琐的政务办理程序也会占用大量的企业发展资源，增加企业制度性交易成本，挤占企业创新空间，不利于企业的创新发展。因此，营造清朗透明的政务环境，帮助纾解企业发展过程中的痛点问题，优化地区营商环境对于企业创新发展至关重要。

同时在新发展理念的约束下，我国经济社会逐渐向高质量发展转型。因此各级政府在优化营商环境的同时，也会重视生态环境的管理(李卫波等, 2022)。良好的营商环境使企业不愿轻易退出市场。这种情形下，本地企业会不断优化自身技术降低污染以达到政府的环境要求。而招商引资过程中的环境准入门槛也会阻止一批高污染企业进入当地市场。因此，当地生态与经济发展会维持在相对稳定的平衡状态。

### (3) 产业结构的中介效应分析

区域一体化合作能够促进区域内部资源合理配置，让企业明确自身优势产业项目，发挥所长，从而推动区域内产业结构差异化发展，促进区域产业结构合理化发展。对于市场资源配置来说，一方面，一体化协调发展为政府规范市场提供管理范本，各地区交流互通，信息共享，能够更准确地对本地产业市场进行定位，根据本地区要素禀赋差异，帮助政府及时有效调整当地产业布局发展战略，减少盲目投资过程带来的资源浪费，形成地方优势产业集群，打造一体化空间内的特色化、差异化产业发展格局，促进产业结构水平升级；另一方面，创新资源在产业内部及产业间的得到优化配置，能促进产业链延长，带动关联产业发展，更进一步催生新业态出现，从而提升区域结构高级化水平(郑军等, 2021)。从政府执政角度看，以往各自为政的局面下，部分地方政府为了实现政绩，倾向于保护地方产业，排斥外来产业落地。这会导致产业单一化问题严重，阻碍本地区产业结构的转型升级。在一体化发展状态下，各地政府统筹协调发展，完善产业发展

相关政策，从多区域联动宏观调控区域产业布局。推动不同区域间产业深层次合作发展。这有利于企业进行资源整合，加快产品创新，缩短产品迭代周期，实现向价值链中高端环节攀升，进而实现产业结构优化升级（柯蕴颖等，2022）。

产业结构升级有利于推进企业技术创新，完善企业生态，打造绿色发展产业链，从而增强企业竞争力。从创新角度来看，产业结构升级伴随着技术进步的创新过程。一方面，产业升级会带来市场体系的扩大，更多企业进入市场，加剧竞争。企业为了抢占市场份额，进行技术创新，生产更有效率的新产品，在此过程中提升自身研发能力；另一方面，产业结构升级将引导地区改造传统产业，发展新产业，这个过程会吸引更多地社会资本参与其中，增加企业研发经费投入，加快传统产业的技术改造与成果转化，从而带动区域自主创新能力。此外，产业结构升级也会带来相关产业政策的跟进，政府出台对于战略新兴产业的优惠政策，鼓励引导企业自主创新发展，基于政策补贴分担创新风险，为企业提供保障。这在一定程度上加快企业创新步伐（李伟庆和聂献忠，2015）。从绿色发展角度看，产业结构升级可以引导不同环节的企业和机构逐步形成完整的绿色产业链。整合产业链上的各个环节，形成资源共享、信息流通和协同创新的机制，提高绿色技术和产品的供应能力和市场竞争力。这将推动创新和技术进步，促使更多企业加入绿色产业，并对整个绿色创新生态系统的发展起到积极的推动作用（汪晓文等，2023）。

### 3 长三角区域一体化及高技术产业发展现状分析

本章节分成两个部分。第一部分主要梳理长三角一体化发展过程；第二部分利用多种图表对长三角地区高技术产业的发展现状进行直观分析，同时对比分析高技术产业在长三角地区的发展与全国层面上发展的异同。

#### 3.1 长三角区域一体化发展过程

改革开放政策为长三角地区的发展带来优厚的制度收益。随着一体化制度逐渐引入我国区域发展规划中，长三角地区依托其优越的地理区位成为国内较早探索区域协同发展的试点区域。相关各方几十年的探索，让长三角区域一体化实现了长足发展。按照时间脉络梳理，表 3.1 列出有关长三角区域一体化发展的重要事件。

表 3.1 长三角区域一体化发展时间线

时间	重要事件
1982 年	设立上海经济区，包括上海及江浙两省内共计 10 个城市。
1984 年-1988 年	上海经济区逐步扩容至除山东之外的整个华北地区，最终撤销建制。
1992 年	召开长江三角洲协作办主任联席会议，出现首次非制度化合作。
1997 年-2003 年	设立长江三角洲城市经济协调会，形成包括 16 个城市的长三角城市群。
2010 年	正式批准《长江三角洲地区区域规划》，划定长三角地区为江浙沪全境。
2016 年	发布《长江三角洲城市群发展规划》，纳进安徽省内 8 个地级市。
2018 年	长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略。
2019 年	发布《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，划定长三角地区为江浙沪皖全境。

基于发生的重大事件以及颁布的相关政策，可以将长三角区域一体化发展分为以下三个阶段：

第一阶段是探索阶段。1982 年上海经济区的建立是对长三角区域一体化发展的首次尝试，其最初的成员城市包括上海以及苏州、无锡、常州、南通、杭州、嘉兴、湖州、宁波、绍兴等江浙部分城市。而后几年中不断扩充，形成了包括上

海、江苏、浙江、安徽、江西以及福建在内的五省一市格局。1988年，上海经济区规划办公室撤销建制，长三角区域一体化的第一次尝试虽然以失败告终，但却为后续发展提供了宝贵经验。

第二阶段是发展阶段。1992年召开的长江三角洲协作办主任联席会议，标志着长三角区域一体化进入新的发展阶段。该会议于1996年被长江三角洲城市经济协调会取代，最初包括上海、南京、杭州、镇江、苏州、无锡、扬州、常州、泰州、南通、嘉兴、湖州、宁波、绍兴、舟山等15个城市，2003年台州市加入，由此以江浙沪16个城市为主体的长三角城市群最终形成。此后在2010年以及2016年，在以16市为发展规划“核心区”的基础上，长三角城市群不断扩容调整，最终形成江浙沪皖三省一市共26市在内的长三角城市群。

第三阶段是国家战略阶段。2018年，在中国首届进口博览会上，习近平总书记宣布支持长三角区域一体化发展上升为国家战略。2019年颁布的《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》首次将江浙沪皖三省一市全部城市纳入长三角区域一体化发展当中。

纵观长三角一体化发展历程，长三角城市群始终处于动态变化之中，直至2019年的纲要颁布，才使今后至未来较长一段时期内，长三角区域一体化范围相对固定。至此，长三角区域一体化步入更深层次、更高水平的发展通道。

## 3.2 长三角高技术产业发展现状

高技术产业是我国实现创新驱动发展的前沿阵地，对于提升我国企业的国际竞争力，提升我国综合实力都具有重要意义。根据国家统计局颁布的数据显示，2012-2021年以来，我国长三角地区高技术企业主要经营指标稳步增长，研发投入持续增加，创新产出逐年增多，高技术企业整体呈现良好的发展局面。

(1) 高技术产业经营状况良好，发展稳中有进。

如图3.1所示，研究期内，长三角地区高技术产业主营业务收入规模持续扩大，2012年营业收入为3.54万亿元，到2021年营业收入为6.02万亿元，研究期内营业收入增长近1.6倍。长三角地区主营业务收入规模与全国类似，呈现持续扩大态势，长三角地区占全国比重较为稳定，在30%上下波动，且在研究期内有小幅下降。

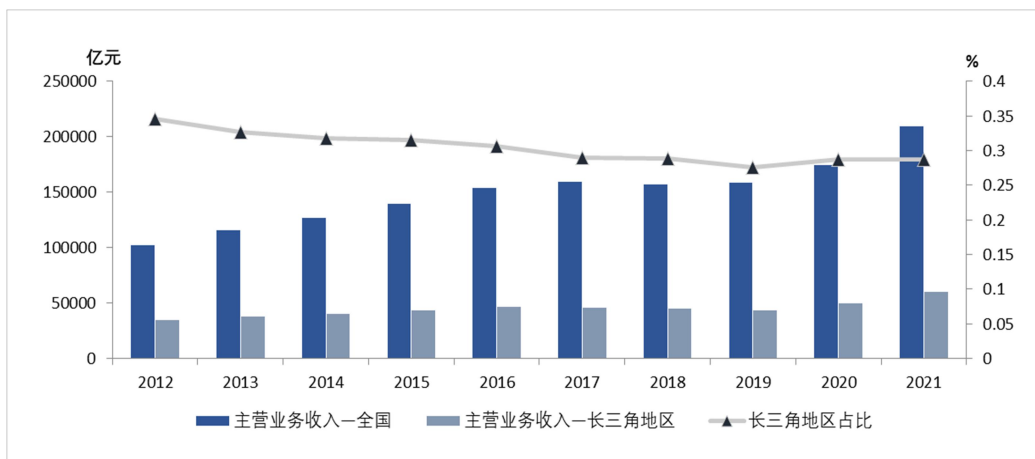


图 3.1 高技术产业营业收入变化

(2) 内资企业发展势头强劲，主体地位得到巩固。

如图 3.2 所示，分登记注册类型看，研究期初，长三角地区外资企业主营业务收入占比接近 50%，在高技术产业市场中占据主体地位，这与长三角地区高度开放的社会环境密不可分。但在研究期末，内资、外资企业占比实现对调，市场主体地位发生转换，内资企业发展势头强劲。在研究期十年间，长三角地区内资企业主营业务收入占比保持稳步上升，由研究期初的 31.06% 上升至研究期末的 48.67%，外资企业主营业务收入占比逐年下降，港澳台企业主营业务收入占比涨跌幅不大，基本维持在同一水平。从图中可以看到，长三角地区发展趋势与全国整体发展趋势基本保持一致。高技术产业中内资企业的规模不断扩大，意味着近年来我国不断加大创新力度，注重培养企业自主创新，内资企业自主创新能力得到增强，市场份额稳定增加，市场竞争力大幅提升。

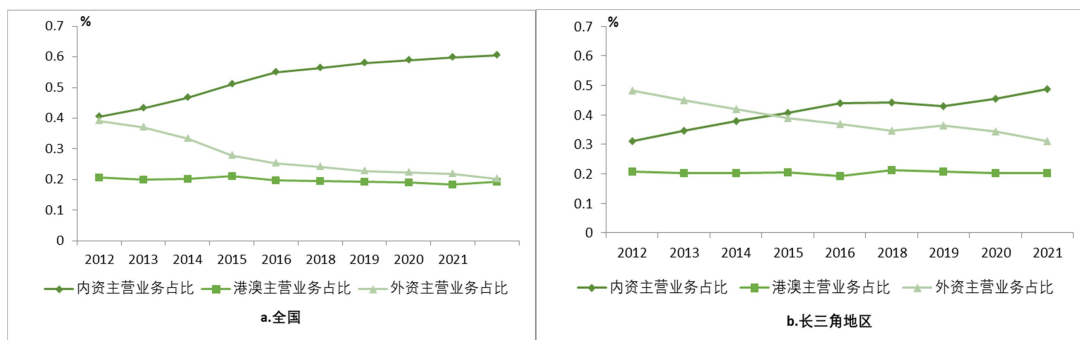


图 3.2 按登记注册类型分高技术产业营业收入占比

(3) 高技术行业规模差异明显，电子通信制造业优势突出。

如图 3.3 所示，高技术产业主营业务收入在不同行业间存在显著差异。以 2021 年为例，2021 年长三角地区电子及通信设备制造业营业收入所占比重为 60.56%，为高技术产业各行业之首；而后占比由高到低排列依次为计算机及办公设备制造业 15.14%，医药制造业 12.59%，医疗仪器设备及仪器仪表制造业 10.49% 以及信息化学品制造业 1.22%。电子及通信设备制造业主营业务收入占全部收入的一半以上，为占比最低的信息化学品制造业营业收入的近 50 倍。

与全国平均水平对比来看，各行业营收占比总体变化不大，长三角地区计算机及办公设备制造业比医药制造业营收占比更大，这一点与全国平均水平相反。无论是全国平均水平还是长三角地区，电子及通信设备制造业行业规模最大，主要原因是电子及通信设备制造业承担着为其他产业提供科技核心支撑的作用，是各产业发展的基石。大力发展电子及通信设备制造业，对于加快我国自主创新步伐，实现产业结构水平优化升级，保障经济健康发展，具有重大战略意义。

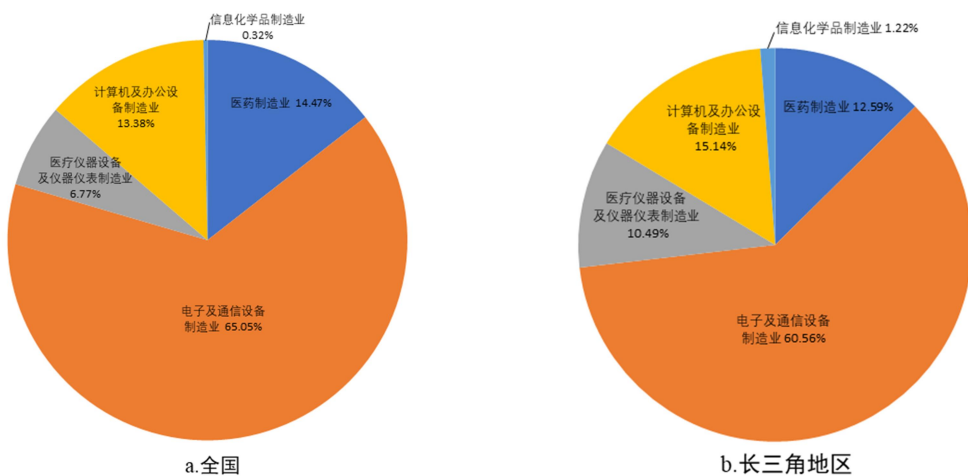


图 3.3 按行业分高技术产业营业收入占比

(4) 研发投入较快增长，创新能力稳步提高。

如图 3.4 所示，从研发投入来看，研究期内，长三角地区高技术产业的研发经费投入持续增长。2021 年，高技术产业研发经费投入为 1796.73 亿元，对比 2012 年的 486.25 亿元，增幅为 369%。从图中可以看到，长三角地区研发经费投入占全国研发经费投入前期相对稳定，2018 年开始，比重有一个明显增幅，增幅达 2%。



如图 3.5 和图 3.6 所示，从创新产出水平来看，研究期内，长三角地区高技术产业发明专利申请数与新产品销售收入逐年上升，创新产出水平稳步提升。新产品销售收入由 2012 年的 8465 亿元增长至 24692 亿元，增幅达到 291.70%。占全国比重整体呈现“W”型，在 30%左右波动，而发明专利申请数由 2012 年的 14849 件增长至 2021 年的 54216 件，增幅为 365.11%，占全国比重在 25%左右波动。

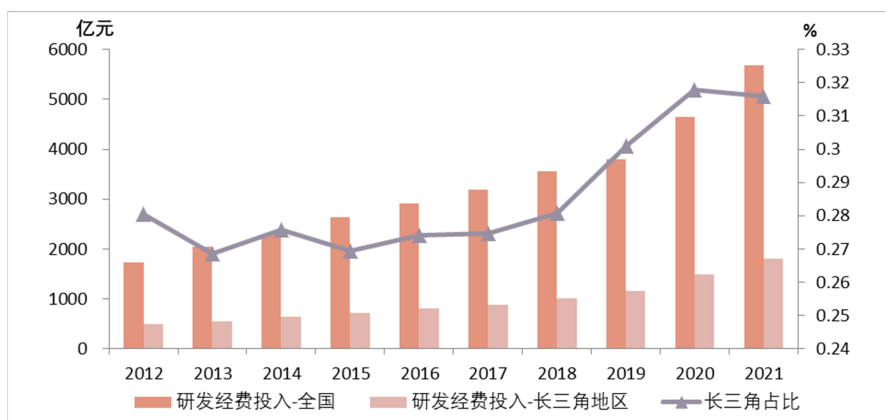


图 3.4 高技术产业研发经费投入时序图

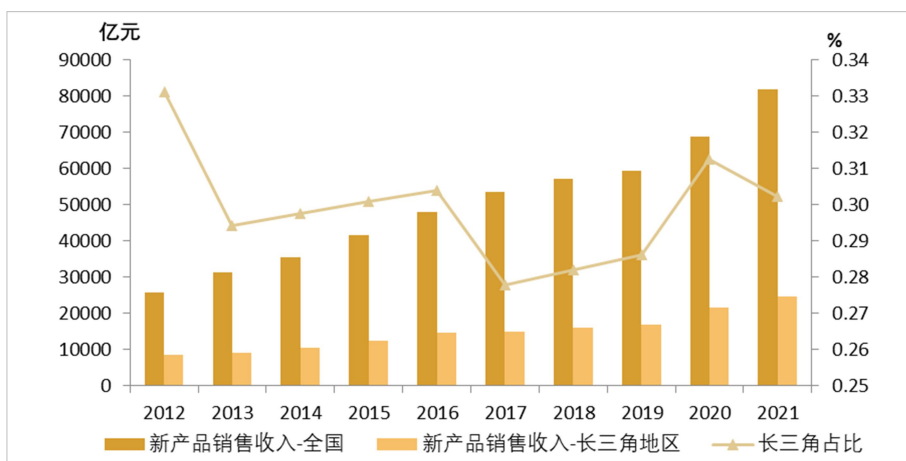


图 3.5 高技术产业新产品销售收入时序图

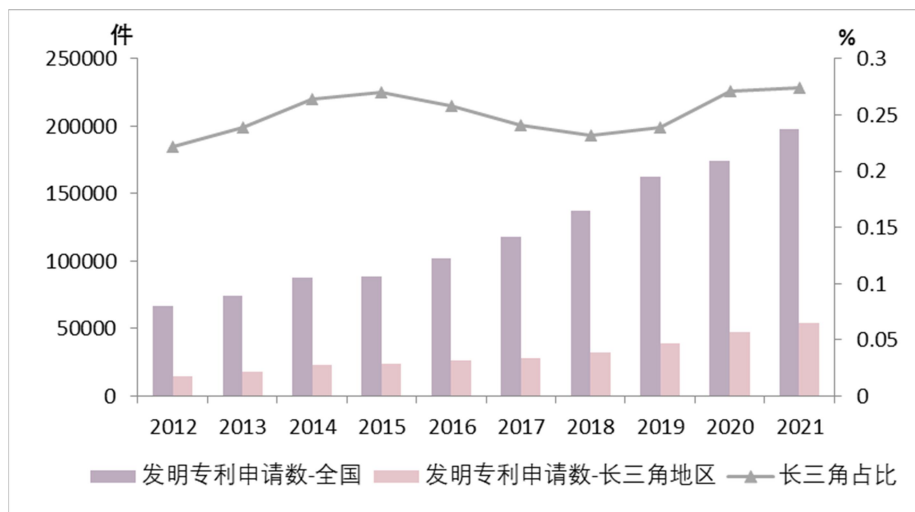


图 3.6 高技术产业发明专利申请数时序图

## 4 高技术产业绿色创新效率的测度与分析

本章节首先简要介绍了效率测度与分析过程中选取的模型,接着在分析绿色创新效率内涵的基础上,建立了高技术产业绿色创新效率的指标体系,最后利用基于非期望产出的 Super-SBM 模型及核密度估计,测度并分析了我国各省市的高技术产业绿色创新效率。

### 4.1 模型介绍

数据包络分析法 (DEA) 是一种适用于多投入产出的非参数效率评价方法。因其不必事先设定生产函数的具体形式而具有较大灵活性。就本文而言,事先设定高技术产业绿色创新效率的生产函数形式难度较大,因此选择 DEA 方法作为效率测度方法。具体模型如下:

#### (1) 非期望产出 Super-SBM 模型

Tone(2002)提出的基于非期望产出 Super-SBM 模型,同时解决了传统 DEA 模型径向有偏、测算误差大,前沿面上效率值无法有效区分以及未考虑非期望产出的问题。其基本模型为:

$$\min \rho = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( \frac{\bar{x}}{x_{ik}} \right)}{\frac{1}{r_1+r_2} \left( \sum_{s=1}^{r_1} \frac{y^d}{y_{sk}^d} + \sum_{q=1}^{r_2} \frac{\bar{y}^u}{y_{qk}^u} \right)}$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq k}^n x_{ij} \lambda_j; \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, \neq k}^n y_{sj}^d \lambda_j; \\ \bar{y}^d \geq \sum_{j=1, \neq k}^n y_{qj}^d \lambda_j; \bar{x} \geq x_k \\ \bar{y}^d \leq y_k^d; \bar{y}^u \geq y_k^u; \\ \lambda_j \geq 0, i=1, 2, \dots, m_1; j=1, 2, \dots, n_1; \\ s=1, 2, \dots, r_1; q=1, 2, \dots, r_2 \end{cases} \quad (4.1)$$

式中,假设有  $n$  个决策单元,每个决策单元由投入  $m$ 、期望产出  $r_1$  和非期望产出  $r_2$  组成,  $x$ 、 $y^d$ 、 $y^u$  为相应的投入矩阵、期望产出矩阵和非期望产出矩阵中的元素,  $\lambda$  为横截面数据的权重向量,  $\rho$  为高技术产业绿色创新效率。

#### (2) 全局 DEA

改进后的非期望产出的 Super-SBM 模型测算的效率值仍然是相对效率,无法进行跨时期比较。因此,借鉴臧洪等 (2015) 的做法,在效率测算过程中引入全局 DEA 思想,以所有时期的投入产出数据构造全局生产技术前沿面  $P^G$ ,若记

单期 DEA 的截面生产技术前沿面为  $P^T$ ，则有

$$P^G = P^1 \cup P^2 \cup \dots \cup P^T \quad (4.2)$$

此时测算出的效率值能够清晰地展示出每一个决策单元的纵向变化趋势，进而分析其本身的改进情况。

### (3) Kernel 核密度估计

核密度估计是分析变量分布动态与演进规律的重要方法，本文利用此方法对我国高技术产业绿色创新效率的动态演进过程进行分析。具体表达式为：

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - \bar{x}}{h}\right) \quad (4.3)$$

其中， $n$  为观测值个数， $x_i$  为各个观测值，文中指高技术产业绿色创新效率， $h$  为带宽， $K(\cdot)$  为核密度函数，本文采用高斯核函数。

## 4.2 指标体系构建

绿色创新效率在创新的基础上考虑了生产过程中的环境因素，既有研究对于环境因素的处理主要分为两种形式：一是将环境因素作为环境投入，与其余生产投入指标共同形成投入指标体系，如韩晶（2012）等；二是将环境因素作为环境绩效，以生产过程中的非期望产出形式引入效率测度体系。本文选取第二种方法，将环境因素作为效率测度中的非效率期望产出。按照生产要素类型，生产投入主要包括劳动投入、资本投入以及能源投入几种形式，产出体系分为包含创新的期望产出及生产过程中造成环境污染的非期望产出。

由于研究侧重点不同，不同学者在高技术产业投入产出指标的选取上略有差异。本文根据高技术产业的发展实际状况，在参考相关研究的基础上，按照指标选取的科学性、系统性、可操作性原则，兼顾数据的可获得性以及 DEA 模型的使用条件，选取如下指标对高技术产业绿色创新效率进行评价：

### (1) 投入指标

企业创新活动离不开创新人员的支撑，R&D 人员是各企业内部从事科创活动的人员，因此本文选择高技术产业 R&D 人员全时当量作为人力投入指标；在资本投入方面，选用 R&D 内部经费支出衡量企业的创新投入；在能源投入方面，选用能源消耗总量并统一折算成标准煤，用以衡量高技术产业创新活动中的能源消耗。

## (2) 产出指标

期望产出是产业的创新产出。主要从研发阶段以及创新成果转化两方面考虑，分别选用发明专利申请量及新产品销售收入作为创新产出的衡量指标。此外，考虑到企业进行创新研发活动到申请专利授权存在时滞性，借鉴高晓光（2015）的做法，选取 1 年的时滞期，将发明专利申请量的观测年份较其余变量滞后一年。非期望产出是创新过程中的环境污染，借鉴姚孟超等（2022）的做法，同时考虑工业废水、二氧化硫、固体废物的排放，利用熵权法计算得到综合的环境污染指数作为效率测度体系中的非期望产出。

建立的指标体系如表 4.1 所示：

表 4.1 高技术产业绿色创新效率指标体系

类 型	指标选取	单 位	数据来源
投 入	人力投入	R&D 人员全时当量	人年
	资本投入	R&D 内部经费支出	万元
	能源投入	能源消耗总量	万吨·标准煤
产 出	期望产出	新产品销售收入	万元
		发明专利申请量	项
	非期望产出	环境污染指数	%

考虑到数据的可获得性，本文选取 2012-2021 年为研究时期，鉴于创新的时滞性，创新期望产出指标的观测年份为 2013-2022 年。因海南、青海以及西藏相关数据缺失严重，设定研究范围为排除以上三省的其余 28 个省份。据此，效率测度过程中的决策单元数（DMU）为 28。而利用 DEA 模型进行效率测度应满足决策单元数（DMU）与投入（m）产出（n）指标之间的数量关系（N），即  $N_{DMU} \geq \max\{N_m N_n, 3(N_m + N_n)\}$ 。上述建立的包含 3 种投入与 3 种产出在内的效率测度体系，能够满足这种数量关系，因此本文使用 DEA 模型是合理可行的。

## 4.3 结果分析

利用 Matlab 软件测度 2012-2021 年全国 28 省市的高技术产业绿色创新效率值，按照长三角地区与非长三角地区分类，具体结果如表 4.2 及表 4.3 所示：

表 4.2 长三角地区高技术产业绿色创新效率

年份 省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
上海	0.216	0.225	0.229	0.246	0.260	0.321	0.410	1.004	0.388	1.046
江苏	0.354	0.395	0.403	0.432	0.389	0.446	0.434	0.555	0.543	1.071
浙江	1.016	0.411	0.385	0.319	0.328	0.384	0.395	1.006	1.012	1.170
安徽	1.027	1.017	1.019	1.004	1.009	1.023	0.625	1.006	1.017	1.064
均值	0.653	0.512	0.509	0.500	0.496	0.544	0.466	0.893	0.740	1.088

表 4.3 非长三角地区高技术产业绿色创新效率

年份 省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	1.023	0.695	0.643	0.907	1.004	1.011	1.003	1.021	1.119	1.087
天津	0.555	0.545	0.480	0.386	0.504	0.501	0.431	1.041	1.110	1.119
河北	0.100	0.107	0.108	0.105	0.123	0.135	0.183	0.236	0.240	1.284
山西	0.072	0.085	0.103	0.088	0.157	0.127	0.204	0.202	0.187	0.509
内蒙古	0.082	0.054	0.123	0.135	0.183	0.232	0.056	0.085	0.129	1.039
辽宁	0.117	0.116	0.111	0.139	0.163	0.192	0.122	0.146	0.167	0.443
吉林	0.160	0.171	0.153	0.250	0.209	0.197	0.293	1.044	1.025	1.464
黑龙江	0.050	0.056	0.053	0.070	0.059	0.032	0.287	0.190	0.326	0.473
福建	0.280	0.265	0.255	0.306	0.300	0.308	0.292	0.309	0.373	0.440
江西	0.207	0.206	0.232	0.269	0.380	0.470	0.437	0.453	0.446	0.720
山东	0.202	0.193	0.211	0.208	0.236	0.194	0.176	0.365	1.019	1.020
河南	0.452	0.403	0.374	0.331	0.384	0.442	0.365	0.409	0.404	0.548
湖北	0.141	0.154	0.165	0.172	0.199	0.288	0.307	0.300	0.328	0.652
湖南	0.334	0.305	0.298	0.258	0.291	0.239	0.279	0.356	0.392	0.713
广东	0.267	0.304	0.293	0.374	0.541	0.694	0.675	0.878	1.021	1.227
广西	0.163	0.156	0.138	0.167	0.189	0.320	0.314	0.524	1.026	1.124
重庆	0.277	0.381	1.008	0.487	0.591	0.499	0.445	0.520	0.596	1.089
四川	0.210	0.216	0.226	0.218	0.253	0.196	0.212	0.258	0.296	0.392
贵州	0.081	0.088	0.077	0.114	0.143	0.154	0.144	0.169	0.147	0.337
云南	0.101	0.110	0.093	0.083	0.161	0.129	0.138	0.386	0.123	0.476
陕西	0.087	0.105	0.107	0.129	0.126	0.110	0.163	0.142	0.207	0.303
甘肃	0.146	0.185	0.160	0.234	1.037	1.045	0.349	1.014	1.064	0.777
宁夏	1.197	1.003	1.017	0.704	1.070	1.002	1.028	1.025	1.008	1.023
新疆	1.472	0.078	0.369	0.175	0.131	0.122	0.052	0.039	0.027	2.080
均值	0.324	0.249	0.283	0.263	0.351	0.360	0.331	0.463	0.532	0.848
全国	0.371	0.287	0.315	0.297	0.372	0.386	0.351	0.524	0.562	0.882

### 4.3.1 整体分析

为了更直观地观察各省效率的分布及变化情况，分别选取 2012 年、2016、

2021 年及各年均值，利用 ArcMap 软件绘制出长三角地区效率分布可视图（图 4.1）及全国效率分布可视图（图 4.2）。

就长三角地区而言，研究期内，高技术产业创新效率值均呈现先下降后上升的趋势，整体均值由 2012 年的 0.653 上升至 2021 年的 1.088，研究期末效率均值达到有效前沿面，处于相对有效状态。从效率分布可视图中能够看到，2012 年长三角地区三省一市间高技术产业绿色创新效率差异较大，安徽地区的效率值高于其余地区；从发展实际来看，安徽地区高技术产业发展较其余三省市来说起步较晚，并不具备较强的高技术产业竞争力，出现这种高效率的情况可能是企业的创新投入和产出虽然相对较少，但由于 DEA 模型测算的是相对效率，“低投入与低产出”形成了低水平下的相对有效状态。2021 年，长三角地区三省一市的效率值均达到有效前沿面，效率相对有效。这得益于十年间在国家政策支持引导下，长三角地区高技术产业实现跨越式的高速发展。从总体看，各省市十年间的效率均值相对无效，未来仍需进一步提升。

从全国层面来看，研究期内，高技术产业绿色创新效率值呈现波动上升趋势，效率均值由 2012 年的 0.371 上升至 2021 年的 0.882，与长三角地区不同的是，全国范围内的效率均值始终处于相对无效状态。从图 4.2 中可以观察到各省份间效率具有较大差异，且观察期末对比期初有明显的提升。这可能得益于近年来我国环境保护政策的不断推进，环境保护意识不断增强，政府对于企业的环保约束倒逼企业加快科技创新，不断更新的工艺减少了污染排放，同时科技创新产出也在增多，因此整体上效率值有所提升。而东部地区的效率值较中西部地区普遍偏高，东部地区省份多为我国创新强省，高技术产业创新投入与产出均保持在相对高水平，高投入产出带来相应的高效率，这一点与彭绪庶和张笑（2022）的研究结果相吻合，也符合我国发展实际。

除此之外，少数中西部地区省域发展的战略重心并非在高技术产业方面，高技术产业的创新投入、产出等在全国范围内排名并不靠前，不具备高技术产业发展优势，但仍表现出较高的效率值。例如宁夏、甘肃等地区，出现这种情况的原因可能是低投入与低产出导致其形成一种“低水平均衡状态”，由于 DEA 模型测算的是相对效率，由此这些地区表现出来较高效率。

在研究初期 2012 年，大部分省市的效率值处于一、二阶段，效率值普遍偏

低，此时期，虽然我国高技术产业发展已处于迅速上升时期，但发展过程中的环境问题仍然较为突出，从而拉低高技术产业的绿色创新效率。

在研究中期 2016 年，此时，图示颜色较 2012 年明显加深，此时期全国大部分省份的效率值有所提升，此时期，随着绿色发展理念的推进，我国产业发展更加强调环境友好，由此带来的环境污染有所减弱，同时，高技术产业进入发展黄金期，对于创新的追求更高，也相应的带来绿色创新效率的提升。

在研究末期 2021 年，此时期全国大部分省市的效率值达到相对高水平，虽然大部分省市效率值仍小于 1，处于相对无效率状态，但效率较之前年份具有大幅提升，此时，顺应时代发展需要，高技术产业进入发展快车道，成为我国的创新引擎，而出台的一系列环保政策经过数年实践，取得相应成果。同时，我国坚持创新发展的决心更大，投入力度更强。而相对高投入、高产出与低污染势必带来效率值的提升。

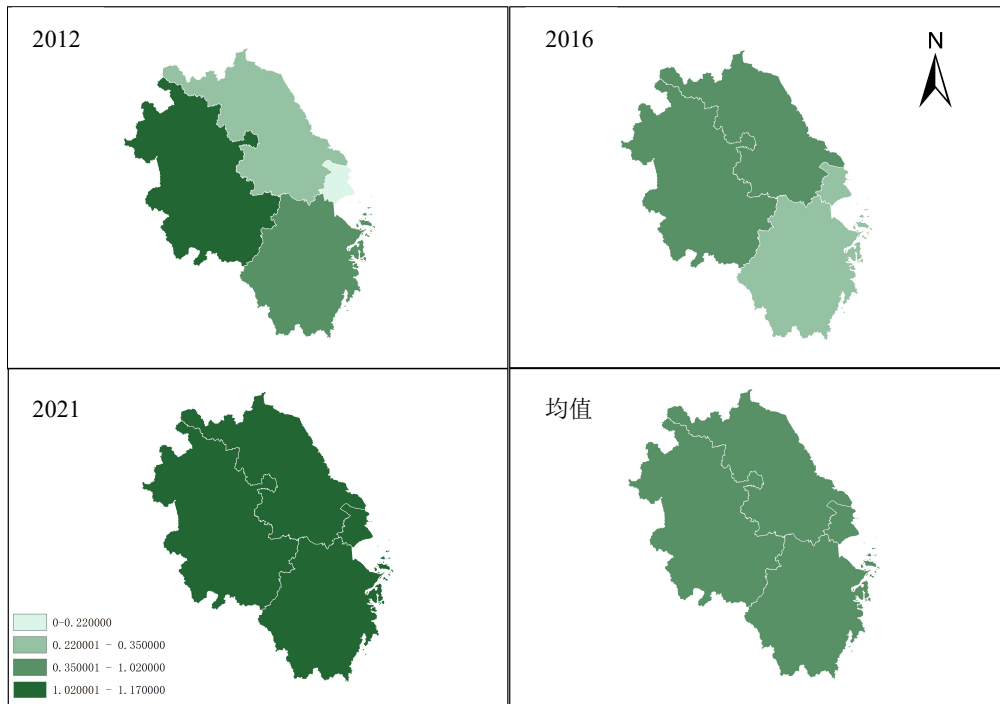


图 4.1 长三角地区高技术产业绿色创新效率分布图



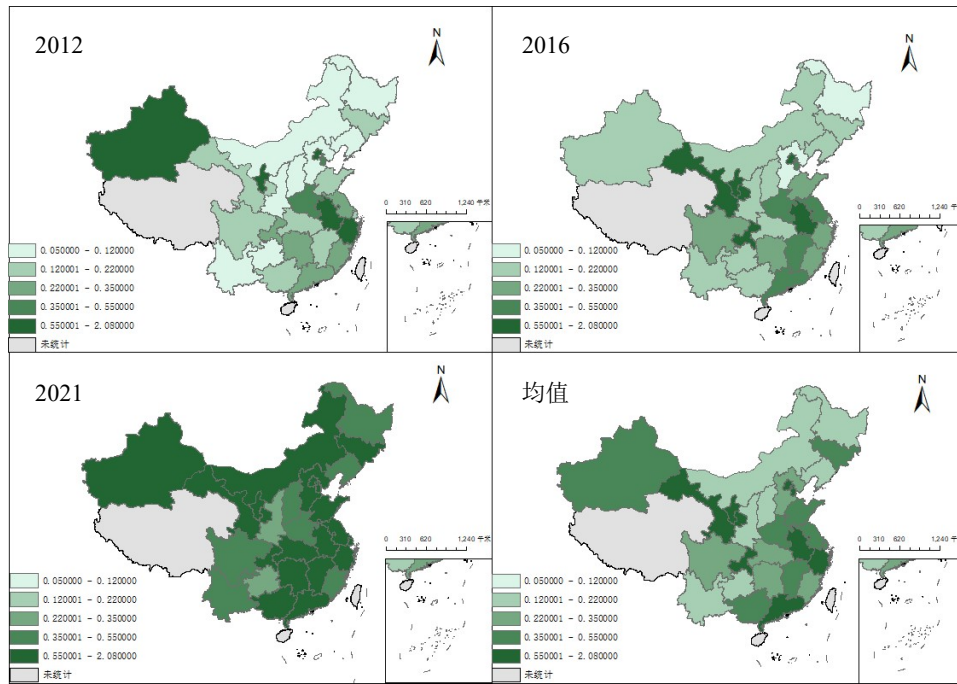


图 4.2 全国高技术产业绿色创新效率分布图

注：基于国家地理信息公共服务平台下载审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作进一步地，将区域划分为长三角与非长三角地区并绘制相应的效率折线图，从图 4.3 中可以看到，长三角地区的效率均值高于非长三角地区的效率均值和全国水平，处于相对领先状态。而在 2018 年之后，长三角地区效率上升幅度明显加快，从结果初步猜测一体化战略的实施有助于提升长三角地区的高技术产业绿色创新效率，后续将利用模型进行具体分析。

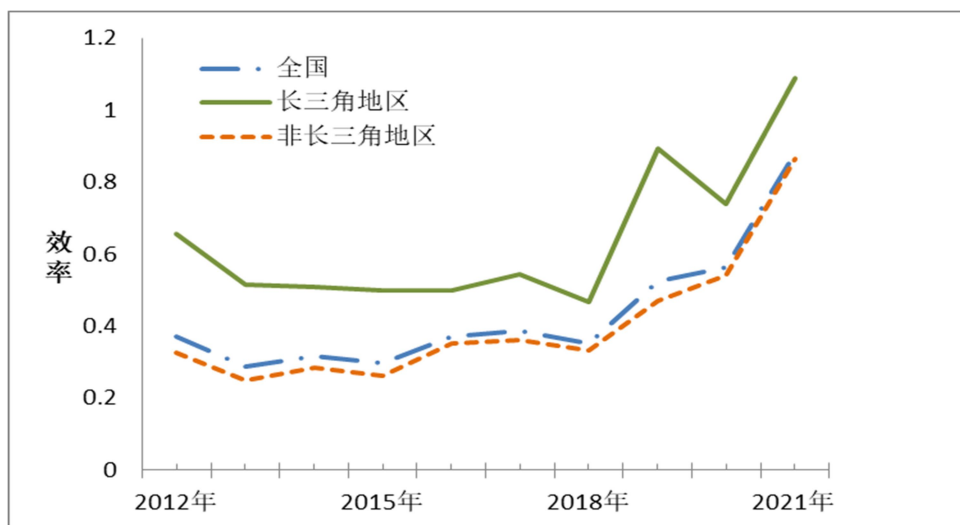


图 4.3 高技术产业绿色创新效率走势图

### 4.3.2 动态演进分析

为进一步分析研究期内效率的差异性及动态演进趋势，利用核密度估计法对全国层面的效率结果进行解读，绘制的三维核密度曲线如图 4.4 所示。

横向来看，每一年均呈现明显的多峰形态，说明研究期内我国高技术产业绿色创新效率始终呈现多级分化状态，具有一定持续性。具体来看，最高峰值效率值多位于 0.5 左右，次高峰值效率值多位于 1.5 左右，表明效率值在这两处的分布最为密集，且更多效率值聚集在 0.5 左右，我国的高技术产业绿色创新效率整体依旧不高，仍有长期进步空间。

纵向比较来看，核密度曲线呈现波动向右趋势，随时间推移，曲线形态逐渐由高而窄的形状向扁又宽的形状过渡，同时右拖尾存在逐年拉长现象，分布延展性在一定程度上存在拓宽趋势。这意味着，随着年份推移，我国高技术产业绿色创新效率水平不断提高，各省份间的差异有逐渐扩大趋势，不具备动态收敛特征。结合我国实际分析，我国高技术产业主要分布在东部地区，东部地区拥有较为开放的政策环境和经济资源，在资金、技术和人才等资源要素具有先天的优势，更有利于高技术产业在此聚集发展，产业集聚形成的集聚效应和协同效应进一步推动了区域发展，由此形成良性循环。而中西部地区由于基础设施和政策环境的限制，高技术产业发展缓慢。长此以往势必引起我国高技术产业区域间差异的持续增大。

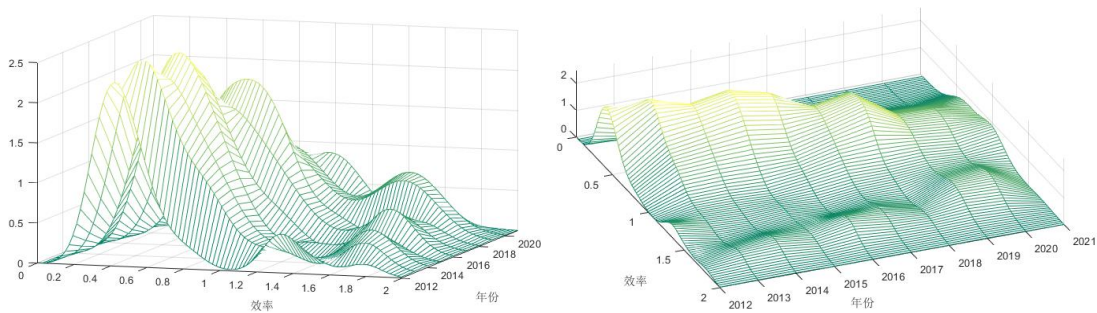


图 4.4 效率核密度图

## 4.4 本章小结

本章利用基于非期望产出的 Super-SBM 模型,以 2012 年-2021 年为研究期,测度我国除青海西藏海南外其余 28 省市的高技术产业绿色创新效率,并分整体及动态演进两部分对效率值进行分析。

整体分析部分主要利用效率可视化图,分析并对比长三角地区与全国的效率值。研究期内,长三角地区的高技术产业创新效率值均呈现先下降后上升的趋势,全国呈现波动上升趋势,且长三角地区效率均值高于全国与非长三角地区,处于领先状态,但从整体来看,无论是全国还是长三角地区,高技术产业绿色创新效率均处于相对无效状态。未来仍有很大提升空间;

动态演进分析部分利用核密度估计,依据测度的效率值分析全国整体的效率走势。从三维核密度结果图来看,研究期内,我国高技术产业绿色创新效率呈现多级分化状态,具有一定持续性。随着年份推移,我国高技术产业绿色创新效率水平不断提高,各省份间的差异有逐渐扩大趋势,不具备动态收敛特征。

## 5 长三角一体化战略影响效果的实证分析

本章节将依据上节的测度结果，首先通过双重差分模型，完成一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响分析，并排除内生性问题，进行稳健性检验，确保结果的准确性；其次，利用门槛效应模型探究营商环境水平是否具有门槛效应；最后利用中介效应模型分析产业结构水平升级的中介效应。

### 5.1 研究设计

#### 5.1.1 模型构建

##### (1) 双重差分模型

双重差分模型能够有效地避免变量之间的内生性问题，同时也能有效分离“政策处理效果”，因此常被用于政策效果的研究。为避免时间及个体差异对结果造成影响，考虑面板模型的双重固定效应，据此建立如下模型：

$$EFF_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{period}_{it} \times \text{treat}_{it} + \alpha_2 \text{control}_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5.1)$$

其中， $EFF_{it}$ 是被解释变量，表示第*i*个省份在第*t*年的高技术产业绿色创新效率。交互项 $\text{period}_{it} \times \text{treat}_{it}$ 表示一体化战略实施变量。 $\mu_i$ 和 $\eta_t$ 为分别个体固定效应和时间固定效应， $\text{control}_{it}$ 代表所有的控制变量， $\varepsilon_{it}$ 为随机扰动项。

##### (2) 门槛效应模型

门槛效应模型由汉森（Hansen，1999）首次提出，单一门槛模型如下：

$$EFF_{it} = \beta_1 \text{INT}_{it} \times I(\text{ENV} \leq \eta_1) + \beta_2 \text{INT}_{it} \times I(\text{ENV} > \eta_1) + \beta_3 \text{control}_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

其中， $\text{INT}_{it}$ 表示长三角地区*i*省在第*t*年的一体化指数。ENV为门槛变量营商环境， $\eta_1$ 为门槛变量的单一门槛值，I为指标函数，其余各项含义与基准模型保持一致。双重门槛模型可由单一门槛模型扩展而来。

##### (3) 中介效应模型

为了进一步厘清一体化战略的实施对高技术产业绿色创新效率的影响机制，建立中介效应模型来探究产业结构的影响，具体模型如下：

$$EFF_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{period}_{it} \times \text{treat}_{it} + \alpha_2 \text{control}_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

$$IS_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{period}_{it} \times \text{treat}_{it} + \beta_2 \text{control}_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5.4)$$

$$\text{EFF}_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \text{period}_{it} \times \text{treat}_{it} + \gamma_2 IS_{it} + \alpha_3 \text{control}_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5.5)$$

其中， $IS_{it}$ 代表中介变量产业结构，其余符号含义与基准模型保持一致，如果满足以下条件，则认为存在中介效应。

首先是检验模型中解释变量 $\text{period}_{it} \times \text{treat}_{it}$ 的系数 $\alpha_1$ 的显著性，即区域一体化战略的实施对高技术产业绿色创新效率的影响是否显著，如果系数显著，进行下一步；

其次检验模型中系数 $\beta_1$ 和 $\gamma_2$ 的显著性，即说明解释变量对中介变量是否存在显著影响以及中介变量对于被解释变量是否存在影响。

若 $\beta_1$ 和 $\gamma_2$ 均显著，接下来检验系数 $\gamma_1$ 是否显著，若显著，则说明产业结构在区域一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响中存在部分中介效应，若不显著，则说明存在完全中介效应。

若 $\beta_1$ 和 $\gamma_2$ 至少有一个不显著，则需进行 Sobel 检验，以验证是否存在中介效应。

### 5.1.2 变量选取

#### (1) 被解释变量

利用非期望产出的 Super-SBM 模型测得的高技术产业绿色创新效率 (EFF)。

#### (2) 解释变量

在基准双重差分模型中，解释变量为长三角一体化战略，即双重差分模型中的交互项 $\text{period}_{it} \times \text{treat}_{it}$  (DID)。长三角地区中的三省一市构成实验组，即  $\text{treat}=1$ ；其他省市自动分为对照组，即  $\text{treat}=0$ 。虽然长三角一体化战略在 2018 年上升为国家战略，但考虑到其提出时间在 2018 年末，且《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》是在 2019 年开始实施。因此将政策冲击时点设置为 2019 年，即 2019 年之前  $\text{period}=0$ ，2019 年及以后  $\text{period}=1$ 。

在门槛效应模型中，解释变量为利用相对价格法测度长三角地区的一体化指数 (INT)。参照袁茜等 (2019) 的做法，构建一个三维面板数据，为了使结果更全面准确，选择统计局官网公布的食物、饮料烟酒、服装鞋帽、纺织品、家用

电器及音像器材、文化办公用品、日用商品、体育娱乐用品、交通通信用品、家具、化妆品、金银珠宝首饰、药品、书籍、燃料及建筑材料等 16 类商品的价格指数，首先对长三角地区的四省市进行两两配对，对其 16 类商品分别进行相对价格一阶差分，以此度量各商品间的相对价格，具体地：

$$\Delta Q_{ijt}^k = \ln\left(\frac{p_{i,t}^k}{p_{i,t-1}^k}\right) - \ln\left(\frac{p_{j,t}^k}{p_{j,t-1}^k}\right) \quad (5.6)$$

其中， $p_{i,t}^k$  表示省份  $i$  在  $t$  年中  $k$  类商品的价格指数，为了消除先后顺序的影响，对相对价格的差分  $\Delta Q_{ijt}^k$  取绝对值。由于不同种类商品存在异质性，为消除这一性质对计算结果带来的影响，对上述数据进行去均值处理，则有：

$$q_{ijt}^k = \varepsilon_{ijt}^k - \bar{\varepsilon}_{ijt}^k = \left| \Delta Q_{ijt}^k \right| - \left| \Delta Q_t^k \right| \quad (5.7)$$

其中， $\Delta Q_t^k$  是省份六个配对组中的第  $k$  类商品在  $t$  年的相对价格均值。

接着进一步计算各类商品相对价格波动方差  $\text{Var}(q_{ijt}^k)$ ，其代表了长三角地区的市场分割指数，对该指数取倒数即可得到最终的一体化指数。

### (3) 控制变量

根据王惠等(2016)的研究，高技术产业的绿色创新效率主要受到产业特点、区域环境以及政府相关政策等因素的影响。据此，选取如下五个指标：

企业污染成本，用排污费征收金额表征。一定程度上，高污染成本会倒逼企业加快创新以减少污染排放、降低成本，进而影响企业的绿色创新活动。

人力资本，用每十万人中高等教育人数表征。科技人才在企业背后为其提供强大的技术支撑，为企业创新注入新鲜动力，因此区域人力资本水平对企业的绿色创新能力具有一定影响。

经济发展水平，用人均 GDP 表征。地区经济发展水平制约着当地创新水平的提高。

政府财政支持，用 R&D 内部经费中政府资金所占比例表征。政府财政支持表明政府对于创新改革的重视程度，为高技术企业加快创新提供保障。

对外开放水平，用区域进出口总额与 GDP 比值表征。引进国外先进技术对企业的绿色创新活动产生重要影响。

### (4) 门槛变量

门槛变量为营商环境（ENV）。优化营商环境有利于激发市场主体活力，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用。据此，参照解学梅和朱琪玮（2021）的做法，本文采用市场化总指数衡量某一地区的营商环境水平。

#### （5）中介变量

中介变量为产业结构（IS）。产业结构升级是通过技术进步与比较优势的变化推动产业由传统产业向新兴产业转变。本文用地区第三产业增加值与第二产业增加值比值表征产业结构。

为确保实证结果的准确性，先对文内涉及的变量进行多重共线性检验，结果如表 5.1 所示，各个变量的方差膨胀因子均小于 10，可以认为各变量间的相关性不强，不存在严重的多重共线性，可以进行后续实证分析。

表 5.1 多重共线性检验

变量名称	方差膨胀因子	容差
经济发展水平	3.862	0.259
企业污染成本	1.764	0.567
政府财政支持	1.121	0.892
人力资本	2.500	0.400
对外开放水平	1.881	0.532
营商环境	5.271	0.190
产业结构	1.618	0.618

### 5.1.3 数据来源及描述性统计

#### （1）数据来源

本文涉及的原始数据均来源于 2012 年-2021 年的《中国统计年鉴》、《中国高技术统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、EPS 数据库、中国市场化指数数据库及各省市统计年鉴，少量缺失数据以邻期算数平均值代替。从 2018 年起，我国改征收企业排污费为环保税，故企业污染成本在 2012-2017 年用排污费征收金额表征，2018-2021 年用环保税表征。同时，为了减少数据异方差，除去用比值表示的变量外，其余变量均做取对数处理。

#### （2）描述性统计

研究中涉及变量数据的描述性统计如表 5.2 所示：

表 5.2 变量描述性统计

变量类型	变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	绿色创新效率	280	0.435	0.361	0.027	2.080
解释变量	一体化指数	40	4.421	0.260	3.986	4.969
	政府财政支持	280	0.101	0.094	0.008	0.433
	对外开放水平	280	0.255	0.258	0.029	1.358
控制变量	经济发展水平	280	10.04	0.726	7.758	11.730
	人力资本	280	7.902	0.258	7.238	8.619
	企业污染成本	280	10.860	0.747	8.040	12.82
门槛变量	营商环境	280	8.275	1.779	3.360	12.920
中介变量	产业结构	280	1.244	0.683	0.549	5.297

## 5.2 基准回归分析

### (1) 平行趋势检验

利用双重差分方法的前提是处理组与对照组在政策前满足平行趋势假设,即在一体化战略实施之前,两者的高技术产业绿色创新效率变化趋势相似。参考卢盛峰等(2021)的做法,进行以事件研究为基础的平行趋势假设。结果如表 5.2 所示,在政策发生前,交互项系数不显著,表明处理组与对照组之间的变化趋势没有明显差异,符合平行趋势假设,可以使用双重差分方法。同时,2020 年交互项系数不显著,可能的原因是新冠疫情对产业发展产生负面影响,从而影响了政策效果。而 2019 年与 2021 年,交互项系数均在 1%水平下显著为正,说明政策实施后,处理组和对照组的效率值出现显著差异,政策效果具有一定持续性。

### 5.2 平行趋势回归结果

	bef_7	bef_6	bef_5	bef_4	bef_3	bef_2	current	aft_1	aft_2	_cons	N
EFF	0.234	0.133	0.0721	0.0911	-0.00594	0.0501	0.334***	0.123	0.239***	3.625	280
	(1.46)	(1.47)	(0.73)	(0.93)	(-0.06)	(0.52)	(2.81)	(0.80)	(3.18)	(1.64)	—

注: bef\_(n)表示政策实施前 n 年, current 表示政策实施期, aft\_(n)表示政策实施后 n 年。

### (2) 基准回归结果

根据 2012-2021 年我国 28 省市高技术产业的面板数据,利用 Stata/SE 16.0



进行结果分析，结果如表所示，表格中模型一为随机效应双重差分模型，模型二为固定效应的双重差分模型，模型三与模型四分别在模型一和二的基础上加入控制变量。

从表 5.3 中可以看到，四种模型下核心解释变量的系数均为正，虽然双重固定效应模型较随机效应模型显著性水平有所下降，但仍然在 5%水平内显著。同时利用双重固定效应的双重差分模型的拟合优度为 0.776，说明区域一体化战略实施对于高技术产业绿色创新效率具有 77.6%的解释力，所选模型结果具有一定可信度。结果显示长三角一体化战略能够显著提升高技术产业绿色创新效率。

但也应注意到，DID 的系数较小，说明政策促进水平有限。如模型四所示，区域一体化战略对高技术产业绿色创新效率的提升系数为 0.164，虽具有一定提升能力，但提升幅度相对较弱。出现这种情况可能的原因是，当前一体化战略实施年限相对较短，政策效果的显现存在一定的滞后性。

表 5.3 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
DID	0.497*** (4.97)	0.373*** (4.70)	0.420*** (5.31)	0.164** (2.12)
控制变量	NO	NO	YES	YES
时间/个体效应	NO	YES	NO	YES
_cons	0.405*** (20.72)	0.411*** (29.73)	-2.094*** (-3.18)	3.571** (2.32)
adj. $R^2$	0.089	0.571	0.367	0.776
$N$	280	280	280	280

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ , 下同

### (3) 内生性检验

基准回归结果表明，区域一体化战略对高技术产业绿色创新效率存在显著正向提升作用，但未考虑遗漏变量对于实证结果的影响。为确保结果的准确性，排除遗漏变量导致的内生性问题，使用两阶段最小二乘法进行内生性检验。具体地，参照王凯等（2023）的做法，使用解释变量等的滞后项作为工具变量。据此，选择一体化战略的代理变量 DID 的滞后一期变量 LDID 作为工具变量，利用固定效应的 2SLS 模型以缓解不随个体与时间变化的内生性问题。结果如表所示，不可识别检验（Kleibergen-Paap rk LM）统计量  $p$  值为 0.000，弱工具变量检验

(Kleibergen-Paap rk Wald F) 统计量为 236.03, 远大于 10, 因此工具变量不存在不可识别与弱工具变量的问题, 选取合理有效。

如表 5.4 所示, 第一阶段模型中, LDID 对 DID 的系数在 1%水平下显著为正, 两者之间具有高度相关性, 满足相关性假设; 同时, 鉴于滞后变量已经发生, 可以视为存在的既定事实, 与政策实施的地区选择无直接关系, 满足外生性假设 (王凯等, 2023)。第二阶段回归分析中, DID 的系数依旧显著为正, 且回归系数比基准回归系数稍大, 这表明在排除内生性问题后, 上文得出的区域一体化战略的实施对高技术产业绿色创新效率具有显著促进的结论较为准确, 具有一定可靠性。

表 5.4 内生性检验

	(1)	(2)
	DID	EFF
DID		0.209* (1.77)
LDID	0.791*** (15.36)	
控制变量	YES	YES
固定效应	YES	YES
Kleibergen-Paap rkLM		0.000
Cragg-Donald Wald F		236.03
N		252

## 5.3 稳健性检验

### 5.3.1 安慰剂检验

为增强基准回归结果的稳健性, 排除随机因素的干扰, 借鉴石大千等(2018)的研究, 采用虚构处理组的方法进行安慰剂检验。具体地, 在 28 个省份中随机抽取 4 个省份作为处理组与一体化战略一并构成虚拟政策冲击时点, 其余省份自动分为对照组。进行随机试验 1000 次。最终得到的虚拟 p 值分布如图 5.1 所示:

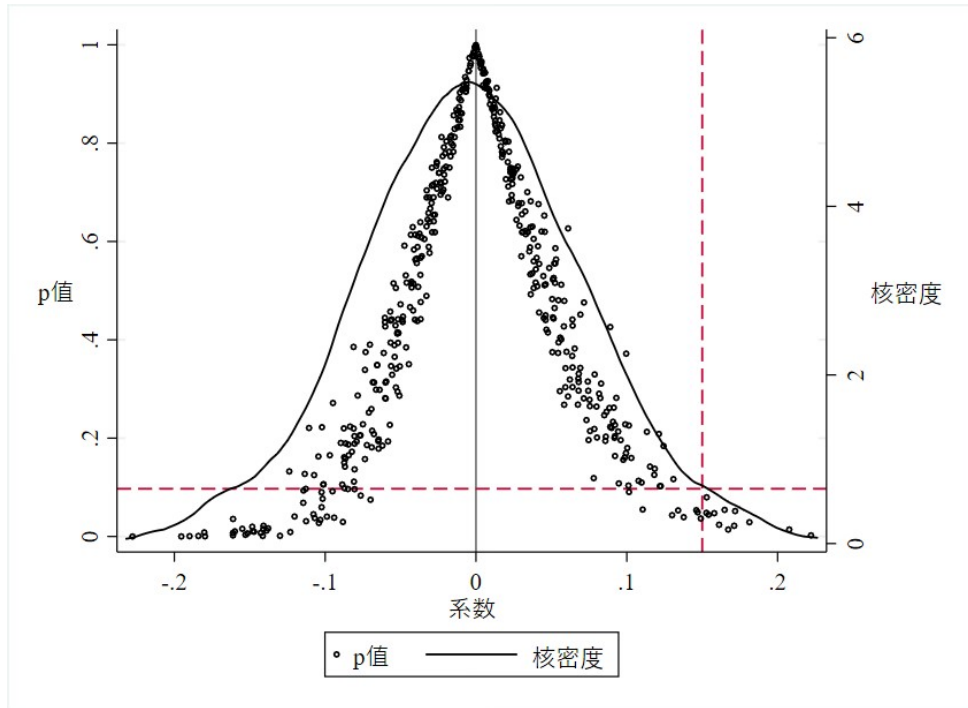


图 5.1 p 值分布图

图 5.1 中，实线表示基准回归结果中的真实系数。由图可知，p 值散点集中分布在 0 值附近，与真实值保持差距，且多数散点 p 值大于 0.1，说明大多数随机实验结果在 10%的水平下不显著，这意味着一体化战略对高技术产业绿色创新效率的政策效应没有受到其他未被观测因素的影响，证实了基准结果具有一定的稳健性。

### 5.3.2 PSM-DID 模型检验

为了降低系统性差异，参照石大千等（2018）的做法，利用 PSM-DID 模型进行进一步稳健性检验。首先将文章内涉及的控制变量作为待选协变量，筛选协变量的一阶、二阶形式以期实现最佳拟合效果。最终选择对外开放水平、经济发展水平和经济发展水平的二阶形式作为实验的协变量，作为利用 1:1 邻近匹配法实现实验组与控制组的有效匹配。共同趋势检验结果如表 5.5 所示，所有协变量在匹配前差异明显，而匹配后均不存在显著差异，同时变量匹配后的偏差均控制在 10%以内，匹配效果良好，实施 PSM-DID 方法合理可行。表 5.6 的模型 1 展示了匹配后的 DID 模型回归结果。结果表明，利用 PSM-DID 模型进行筛选后，

一体化战略对高技术产业绿色创新效率仍具有显著的促进作用，佐证了基准结果具有较好的稳健性。

表 5.5 平衡性检验结果

协变量	匹配前后	均值		偏差	t检验	
		实验组	对照组		T值	P值
对外开放水平	前	0.557	0.218	119.9	8.55	0.000
	后	0.537	0.558	-7.6	-0.34	0.737
经济发展水平	前	10.646	9.9653	109.7	5.83	0.000
	后	10.665	10.715	-8.2	-0.41	0.683
经济发展水平#	前	113.59	99.808	109.4	5.95	0.000
经济发展水平	后	113.99	115.16	-9.3	-0.44	0.661

### 5.3.3 其他稳健性检验方法

第一，排除其他政策干扰。为进一步说明回归结果的稳健性，尝试剔除其他重要政策的影响。2014 年长江经济带发展进入整体推进时期，一体化发展稳步推进，长三角地区作为长江下游地区也列入其中。参照吕越等（2023）的做法，将是否为位于长江经济带省份与是否为 2014 年后的交互项加入基准回归方程，以控制长江经济带一体化政策的冲击，结果为表 5.6 中模型 2 所示；第二，替换标准误。将基准回归中的稳健标准误替换成在省份层面进行聚类的聚类标准误，回归结果如表 5.6 中模型 3 所示。可以看到，三个模型结果下，核心解释变量均显著为正，意味着基准回归结果具有较强稳健性。

表 5.6 稳健性检验结果

	(1) PSM-DID	(2) 剔除政策影响	(3) 聚类标准误
DID	0.198** (2.49)	0.160** (2.09)	0.164** (2.76)
控制变量	YES	YES	YES
时间/个体效应	YES	YES	YES
_cons	5.477** (2.37)	3.743** (2.21)	3.571*** (5.35)
adj. R <sup>2</sup>	0.779	0.735	0.734
N	175	280	280

## 5.4 门槛效应分析

考虑到一体化战略和高技术产业绿色创新效率之间的紧密联系,接下来利用门槛效应模型进一步分析不同营商环境水平下两者间是否存在非线性关系。为此,建立门槛效应模型,在不同门槛个数下分别自抽样 300 次,结果见表 5.7。由表所示,营商环境水平存在双重门槛,且单门槛与双门槛分别在 5%和 10%水平下显著。这表明,区域一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响在不同营商环境水平条件下存在着非线性关系,进一步利用门槛效应模型进行回归分析,具体结果见表 5.8。

由表 5.8 可知,无论营商环境是否跨过门槛值,一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响回归系数均在 5%水平下显著为正。当营商环境水平小于第一门槛值 9.86 时,一体化指数的回归系数是 0.020;当营商环境水平跨过单门槛,处于两门槛中间时,一体化指数的回归系数是 0.025;当营商环境水平跨过第二门槛值时,一体化指数的回归系数为 0.187。从结果中可以看到,区域一体化战略对高技术产业的促进水平,在不同营商环境水平下呈现倒 U 型,有一个先上升后下降的趋势。出现这种情况的原因可能是:一方面,营商环境水平的提升吸引更多企业落户长三角,带来生产要素的大量集聚,而一体化战略让这些生产要素在长三角区域内流动起来。因此,企业可以更好地利用资源、技术和人才,从而降低经营成本,提高效率。而良好的营商环境带来公平有序的竞争环境,企业为了保持自身的核心竞争力,会更有创新发展的动力。因此,在营商环境水平提升之后,一体化战略对于高技术产业绿色创新效率的促进程度会有所提高。另一方面,区域内的资源供应不是无限的,资源的承载能力会反过来制约发展。营商环境水平的提升吸引企业落地的同时,会加大对于能源的消耗使用,受到资源约束会对企业的发展造成一定负面影响。因此,一体化战略对高技术产业绿色创新效率的促进程度并不是无限增长的,与长三角区域内的资源能力密切相关。营商环境水平的提升,在一定程度上会加快资源约束的速度,由此表现出一体化战略对高技术产业绿色创新效率对促进程度的减弱。

表 5.7 门槛效应检验结果

门槛变量	门槛数	P 值	临界值			门槛值	95% 置信区间
			10%	5%	1%		
营商环境	单门槛	0.040	17.034	20.534	24.963	9.860	[9.701,9.875]
	双门槛	0.073	18.601	24.260	40.000	11.379	[10.802,11.456]
	三门槛	0.563	11.692	13.564	16.464	—	—

表 5.8 营商环境的门槛效应分析

变量	一体化系数
ENV≤9.86	0.020** (5.58)
9.86<ENV<11.379	0.250** (5.21)
ENV>11.379	0.187** (5.01)
控制变量	YES
时间/个体效应	YES
_cons	48.878* (2.75)
R <sup>2</sup>	0.854
N	40

### 5.5 作用机制分析

实施长三角一体化战略最终是要建成现代化产业体系，率先基本实现现代化，而现代化产业体系的形成正是建立在产业结构升级的基础上。在此过程中，长三角一体化战略通过推进区域内的产业与生态一体化，协力优化产业结构。据此，构建中介效应模型来检验实施区域一体化战略是否能够通过影响产业结构升级从而影响高技术产业绿色创新效率。

如表 5.9 所示，第一列结果与前文所述一致；第二列结果表明实施区域一体化战略对于产业结构升级具有正向促进作用，且回归系数在 10%水平下显著；第三列结果表明，产业结构升级对于区域一体化战略影响高技术产业绿色创新效率存在部分中介效应，从系数对比来看，模型三中加入产业结构升级变量后，一体化战略对于绿色创新效率影响系数为 0.143，相较初始模型降低 2%，此时系数代表了影响的直接效应水平，且系数在 10%水平下显著，同时产业结构升级对绿色

创新效率影响系数为 0.207, 代表着影响的间接效应水平, 且系数在 5% 水平显著。

对其中原因进行分析, 可能是长三角一体化战略推动长三角内不同区域产业的差异化发展, 而一体化发展带来的信息共享, 能够帮助长三角各个地区对本地产业市场进行精确定位, 有规划地调整当地产业发展布局, 形成地方优势产业集群, 从而促进产业结构水平升级。产业结构升级伴随着技术进步的创新过程。企业提升自身研发能力, 加快技术改造与成果转化速度, 对于区域自主创新能力的提升具有极大的促进作用。因此, 实施一体化战略通过促进产业结构升级, 进而促进高技术产业绿色创新效率的提升。

表 5.9 中介效应结果

	(1) 绿色创新效率	(2) 产业结构	(3) 绿色创新效率
DID	0.164** (2.12)	0.100* (1.66)	0.143* (1.86)
产业结构			0.207** (2.28)
控制变量	YES	YES	YES
时间/个体效应	YES	YES	YES
_cons	3.571** (2.32)	4.932*** (4.17)	2.552 (1.53)
adj. $R^2$	0.776	0.913	0.780
$N$	280	280	280

## 5.6 本章小结

本章基于第四章的效率测度结果, 通过构建双重差分模型、门槛效应模型以及中介效应模型, 探究了长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响。

研究结果表明, 长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率具有正向促进作用, 在排除内生性问题后结论依然成立; 营商环境水平通过了双重门槛检验, 即在不同的营商环境水平下, 一体化战略对高技术产业绿色创新效率的促进程度有所不同, 促进程度随着营商环境水平的提升存在着倒 U 型趋势; 此外, 产业结构升级对于区域一体化战略影响高技术产业绿色创新效率存在部分中介效应, 实施一体化战略通过促进产业结构升级, 进而促进高技术产业绿色创新效率的提升。

## 6 结论与建议

2018 年长三角一体化上升为国家战略，一体化持续推进使区域间连接的更加紧密，也为高技术产业的创新发展带来新的机遇。在此背景下，文章基于 2012-2021 年十年间我国 28 省市的平衡面板数据，首先利用非期望产出的 Super-SBM 模型测算了高技术产业绿色创新效率，并在实证过程中利用双重差分模型、门槛效应模型以及中介效应模型，完成一体化战略对高技术产业绿色创新效率的影响分析。本章节在前述研究基础上，给出结论建议。

### 6.1 结论

从高技术产业绿色创新效率分布特征和一体化战略对其产生的影响两方面入手，对本文研究结果进行归纳，得到的结论如下：

第一，我国的高技术产业绿色创新效率水平整体不高，呈现波动上升趋势，长三角效率值高于全国平均水平。

研究期内，我国各省份高技术产业绿色创新效率水平总体呈现波动向上趋势，东部地区的效率值较中西部地区普遍偏高，但整体效率普遍偏低，具有长期进步空间；长三角地区效率水平呈现先小幅下降而后上升的趋势，其效率均值高于非长三角地区的效率均值和全国水平，处于相对领先状态。

第二，高技术产业绿色创新效率水平区域差异明显，且呈现逐渐扩大趋势。

核密度估计结果显示，研究期内我国高技术产业绿色创新效率分布始终呈现多级分化状态，区域差异明显，并且具有一定持续性，同时各省份间的差异有逐年扩大趋势，不具备动态收敛特征。

第三，实施长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率具有正向促进作用。

实证结果表明，实施一体化战略对高技术产业绿色创新效率具有显著的正向促进作用，在排除内生性问题后结论依然成立，但由于政策实施年限较短，目前只具有小幅提升水平。从平行趋势检验结果来看，政策效果具有动态持续性。在进行一系列稳健性检验后，结论依然成立。

第四，不同营商环境水平下，长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率的促进程度不同，同时，产业结构升级在其中具有中介效应。



门槛效应结果表明营商环境水平存在双重门槛,长三角一体化战略对高技术产业绿色创新效率促进作用的强弱与区域营商环境有关,伴随着营商环境水平的提升,区域一体化战略对高技术产业的促进水平存在倒 U 型趋势。此外,区域一体化战略对产业结构的影响系数显著为正,产业结构存在部分中介效应,即一体化战略可以通过促进产业结构升级达到提升高技术产业绿色创新效率的目的。

## 6.2 建议

基于以上结论,从缩小高技术产业绿色创新效率的区间差异、促进产业结构升级以及提升营商环境水平等几个角度提出如下建议:

第一,因地制宜制定高技术产业发展政策,考虑国家整体发展需求、产业特点和地区差异,制定科学合理的政策措施,促进高技术产业的健康发展。针对区域间高技术产业绿色创新效率差异较大的问题,基于目前我国发展现状,现阶段应继续支持东部沿海地区率先建立高技术产业发展高地,继续加大对科研和人力资源的投入,调高研发强度,让更多企业在规模上做强做大;注重自主创新和原始创新,注重创新研究中的基础研究项目。进一步地,当高技术产业集群已经形成且发展成熟,要充分发挥先进区域的带动作用,由点至面辐射周边区域高技术产业发展,通过逐层递进的发展机制来促进高技术产业发展先进经验的扩散。可以在全国范围内构架高技术产业协同发展体系,制定东西部地区的合作交流机制,可通过诸如区域对口帮扶、设立联合研发机构、组建技术共同体等方式实现经验的互通。对于中西部地区来说,要优化高技术产业资源配置,完善制度顶层设计,对高技术产业进行全面部署。着重关注招商引资过程中的高技术企业,提供优待政策,建立良好发展环境,吸引投资落地。

第二,促进产业链的延伸和优化,提升整个产业链的附加值和竞争力,从而推动产业的发展升级。政府应制定系统的政策,诸如财税优惠政策、科技创新基金、风险投资等,为产业链的延伸和优化提供支持和激励。降低企业发展风险。长三角地区各级政府也应持续加强合作交流,明确本地区在产业链中所处位置,发挥地区优势,因地制宜制定创新政策。同时政府部门应共同配合加大对高技术产业集群的布局力度,打造区域科技创新高地。由此实现产业链上下游既协同发展、又分工明确的目标,促进产业链的进一步延伸,提高生产效率和创新效率。

第三，各级政府部门应持续优化当地营商环境，为企业营造优质稳定的外部经营环境。具体来说，首先，目前我国企业依然面临着经营成本高、收入降低的现实困难。地方政府应出台更有针对性的惠企政策，如减低税费、拓宽中小企业直接融资渠道、取消不合理收费等。并在此基础上，定期开展企业座谈会，认真听取企业经营现状及发展现实困难，督促相关部门及时调整政策方案，使惠企政策能量发挥最大量级。其次，政府应着力打造公平透明高效的政务环境，建设人民满意的服务型政府。这要求政府部门在政务服务上去繁就简，持续优化企业、群众办事流程；自觉公开政务服务全过程，接受社会监督；同时也要进一步升级政务服务数字化水平，建立跨区域政务服务网络，实现跨地域、跨系统业务互认，提升政务服务效率。最后，在区域一体化战略下，营商环境水平较高的地区要充分发挥引领带动作用。必要时可通过进行区域对点帮扶，分析营商环境较低地区症结所在，对症下药加强营商环境建设。由此实现区域间协同发展，推动营商环境水平整体提升。

## 参考文献

- [1] Balassa.B., Towards a Theory of Economic Integration[J].Kyklos,1961,14(1): 1-14.
- [2] Bruce E H.Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics,1999,93(2):345-368.
- [3] Butorina, O.V., Borko, Y.A. Benefits of Regional Integration: Redefining the Concept[J]. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2022,92 (2):105–112 .
- [4] Eric C W. R&D efficiency and economic performance: A cross-country analysis using the stochastic frontier approach[J]. Journal of Policy Modeling,2007,29(2): 345-360.
- [5] Hveem H .Explaining the Regional Phenomenon in an Era of Globalization[J]. 2006.
- [6] Kaoru T. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,2002,143(1):32-41.
- [7] Li T,Liang L,Han D.Research on the efficiency of green technology innovation in China’sprovincial high-end manufacturing industry based on the RAGA-PP-SFA model[J].Mathematical Problems in Engineering,2018.1-13.
- [8] Monnet J .A FERMENT OF CHANGE[J].JCMS Journal of Common Market Studies, 2010, 1(3):203-211.
- [9] Tinbergen.J.,International Economic Integration[M]. London: Pitman ,1954.
- [10]Wei G, Li X, Yu M, Lu G, Chen Z. Influence Mechanism of Transportation Integration on Industrial Agglomeration in Urban Agglomeration Theory—Taking the Yangtze River Delta Urban Agglomeration as an Example[J]. Applied Sciences, 2022,12(16):8369.
- [11]Wu J, Sun W. Regional Integration and Sustainable Development in the Yangtze River Delta, China: Towards a Conceptual Framework and Research Agenda[J]. Land,2023,12(2):470.
- [12]Xu M, Li J, Ping Z, Zhang Q, Liu T, Zhang C, Wang H. Can Local Government’s

- Attention Allocated to Green Innovation Improve the Green Innovation Efficiency?—Evidence from China[J]. Sustainability,2022,14(19):12059.
- [13] Yan D, Li P.Can Regional Integration Reduce Urban Carbon Emission? An Empirical Study Based on the Yangtze River Delta, China. Int. J. Environ. Res[J]. Public Health, 2023, 20, 1395.
- [14] 安礼伟,蒋元明.长三角区域规划与先进制造业企业全要素生产率——基于 PSM-DID 模型的经验研究[J].产业经济研究,2020(04):45-60.
- [15] 曹剑飞.从欧州一体化看泛北部湾经济合作途径[J].地域研究与开发,2010, 29(03):15-18+62.
- [16] 曹霞,于娟.绿色低碳视角下中国区域创新效率研究[J].中国人口·资源与环境,2015,25(05):10-19.
- [17] 陈建军,陈怀锦,刘实,徐倩.区域一体化背景下的长三角大湾区研究:基于国内外比较的视角[J].治理研究,2019,35(01):37-44.
- [18] 陈龙梅,霍艳琳.生产性服务业发展对工业绿色创新效率的影响——基于面板门槛回归模型[J].科技管理研究,2020,40(20):226-231.
- [19] 程必定.区域一体化推进共同发展共同富裕的四维度分析[J].学术界,2023 (05):5-16.
- [20] 程学伟,黎中彦,吴默妮,韩兆洲.区域一体化促进了当地经济发展了吗?——基于 286 个地级市面板数据的实证分析[J].经济问题探索,2020(10):56-67.
- [21] 池仁勇.企业技术创新效率及其影响因素研究[J].数量经济技术经济研究,2003(06):105-108.
- [22] 储节旺,李振延.长三角一体化区域创新生态系统及其知识协同机制研究[J].现代情报,2023,43(05):14-22.
- [23] 邓世成,吴玉鸣,东童童.低碳城市试点政策对城市绿色创新效率的影响——来自长三角地区的经验证据[J].城市发展研究,2023,30(03):40-48+89.
- [24] 邓文博,宋宇,陈晓雪.区域一体化带动长三角欠发达地区经济增长效应评估——基于 DID 模型的实证研究[J].华东经济管理,2019,33(07):14-20.
- [25] 杜德斌,金红,段德忠.绿色技术跨城流动下长三角生态绿色一体化发展研究[J].中国科学院院刊,2022,37(12):1770-1782.

- [26]冯志军.中国工业企业绿色创新效率研究[J].中国科技论坛,2013(02):82-88.
- [27]郭爱君,杨春林,张永年,钟方雷.数字经济产业发展对城市绿色创新效率的影响——基于两阶段价值链视角的分析[J].城市问题,2023(01):49-59.
- [28]郭艺,曹贤忠,魏文栋,曾刚.长三角区域一体化对城市碳排放的影响研究[J].地理研究,2022,41(01):181-192.
- [29]韩晶.中国区域绿色创新效率研究[J].财经问题研究,2012(11):130-137.
- [30]韩晶,宋涛,陈超凡,曲歌.基于绿色增长的中国区域创新效率研究[J].经济社会体制比较,2013(03):100-110.
- [31]贺祥民,赖永剑,聂爱云.区域一体化与地区环境污染排放收敛——基于长三角区域一体化的自然实验研究[J].软科学,2016,30(03):41-45.
- [32]黄小勇,李怡.产城融合对大中城市绿色创新效率的影响研究[J].江西社会科学,2020,40(08):61-72.
- [33]籍艳丽,赵丽琴.一种效率测度的新方法:随机非参数数据包络分析法[J].统计与决策,2011(05):33-34.
- [34]解学梅,朱琪玮.企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题? [J].管理世界,2021,37(01):128-149+9.
- [35]金飞,陈晓峰.长三角数字一体化水平测度及其影响因素分析——数字经济驱动视角[J].科技管理研究,2022,42(24):78-84.
- [36]鞠正江.区域经济一体化中县域经济发展问题研究[J].经济问题,2005(03):69-71.
- [37]柯蕴颖,王光辉,刘勇.城市群一体化促进区域产业结构升级了吗[J].经济学家,2022,(07):62-75
- [38]兰洋.绿色发展理念的哲学基础与多维审视[J].学习与实践,2016,(05):135-140.
- [39]李超,黄晓雅.长三角一体化综合测度与协同治理研究[J].华东经济管理,2023,37(04):35-46.
- [40]李金滢,李超,李泽宇.城市绿色创新效率评价及其影响因素分析[J].统计与决策,2017(20):116-120.
- [41]李伟庆,聂献忠.产业升级与自主创新:机理分析与实证研究[J].科学学研究,2015,33(07):1008-1016.

- [42]李卫波,王霞,赵长江,侯可斌.营商环境与生态环境关系研究[J].环境保护,2022,50(Z2):70-73.
- [43]李晓阳,赵宏磊,林恬竹.中国工业的绿色创新效率[J].首都经济贸易大学学报,2018,20(03):41-49.
- [44]李雪松,张雨迪,孙博文.区域一体化促进了经济增长效率吗?——基于长江经济带的实证分析[J].中国人口·资源与环境,2017,27(01):10-19.
- [45]刘丙泉,刘增果,王月,孟令奇,聂博洋.产业协同集聚对区域绿色创新效率的影响[J].华东经济管理,2023,37(05):52-61.
- [46]刘士林.长三角一体化的发展历程与文化选择[J].中国名城,2021,35(08):7-13.
- [47]刘新智,黎佩雨,张鹏飞.营商环境优化、技术进步与产业转型升级——基于长江经济带的实证分析[J].西南大学学报(社会科学版),2023,49(01):111-122.
- [48]卢盛峰,董如玉,叶初升.“一带一路”倡议促进了中国高质量出口吗——来自微观企业的证据[J].中国工业经济,2021(03):80-98.
- [49]罗子昕,周素红,何嘉明.区域一体化下城市居民跨边界社会网络构建——以广佛地铁为例[J].城市发展研究,2019,26(06):70-78.
- [50]马凤娣.熊彼特的经济发展理论[J].学术论坛,1999,(01):23-27
- [51]庞效民.区域一体化的理论概念及其发展[J].地理科学进展,1997(02):41-49.
- [52]皮亚彬.区域一体化对社会福利改善的异质效应研究[J].现代财经(天津财经大学学报),2016,36(08):3-14.
- [53]沈路,钞小静,南士敬.研发要素流动对区域绿色创新效率的影响——以“一带一路”沿线省份为例[J/OL].软科学:1-15[2023-06-16].
- [54]石大千,丁海,卫平,刘建江.智慧城市建设能否降低环境污染[J].中国工业经济,2018(06):117-135.
- [55]宋晓玲,李金叶.产业协同集聚、制度环境与工业绿色创新效率[J].科技进步与对策,2023,40(04):56-65.
- [56]宋洋,吴昊.珠三角区域一体化、地区专业化与产业布局的实证分析[J].统计与决策,2018,34(16):130-133.
- [57]孙晓露.长三角一体化区域扩容对城市创新质量的影响与机制[J].现代经济探讨,2023(03):121-132.

- [58]滕堂伟,瞿丛艺,胡森林,曾刚.长三角城市群绿色创新效率格局分异及空间关联特征[J].华东师范大学学报(哲学社会科学版),2019,51(05):107-117+239-240.
- [59]汪小龙,丁佐琴.区域一体化、经济韧性与科技创新[J/OL].科学学与科学技术管理:1-21[2023-06-17].
- [60]汪晓文,陈明月,陈南旭.数字经济、绿色技术创新与产业结构升级[J].经济问题,2023,(01):19-28.
- [61]王冲,王磊.区域市场一体化促进城市技术创新吗?——基于“撤县设区”的实证分析[J/OL].财经论丛:1-14.
- [62]王晗,何枭吟,许舜威.创新型城市试点对绿色创新效率的影响机制[J].中国人口·资源与环境,2022,32(04):105-114.
- [63]王宏伟,陈多思,张慧慧,白宇轩.中美技术摩擦给我国高技术产业和企业带来的风险分析[J].中国科学院院刊,2023,38(04):593-601.
- [64]王惠,王树乔,苗壮,李小聪.研发投入对绿色创新效率的异质门槛效应——基于中国高技术产业的经验研究[J].科研管理,2016,37(02):63-71.
- [65]王珏,陈雯.全球化视角的区域主义与区域一体化理论阐释[J].地理科学进展,2013,32(07):1082-1091.
- [66]王开科.区域一体化进程中的产业发展协作问题及其治理机制优化[J].经济地理,2011,31(10):1692-1697.
- [67]王凯,关锐,甘畅.低碳试点是否有助于提高旅游业碳排放效率?——基于双重差分的实证检验[J].中国人口·资源与环境,2023,33(11):47-56.
- [68]王巧,余硕,曾婧婧.国家高新区提升城市绿色创新效率的作用机制与效果识别——基于双重差分法的检验[J].中国人口·资源与环境,2020,30(02):129-137.
- [69]王山,刘文斐,刘玉鑫.长三角区域经济一体化水平测度及驱动机制——基于高质量发展视角.统计研究,2022,39(12):104-122.
- [70]王雅彬.创新理论研究发展、现状及趋势分析[J].现代商业,2022,(03):11-13.
- [71]吴克烈.世界经济区域一体化与我国区域经济理想模式[J].世界经济研究,2000(01):24-27.
- [72]吴立广.区域经济一体化浪潮及对国际直接投资的影响[J].世界经济,1994(01):31-37.

- [73] 吴鸣然,黄卫东.智慧城市建设对城市绿色创新效率的直接影响与扩散效应——基于 173 个城市的“准自然实验”[J/OL].软科学:1-15[2023-06-15].
- [74] 肖仁桥,陈小婷,钱丽.异质环境规制、政府支持与企业绿色创新效率——基于两阶段价值链视角[J].财贸研究,2022,33(09):79-93.
- [75] 肖振红,谭睿,安芮,罗晓梅.市场激励型环境规制与区域绿色创新效率——基于产业结构优化的中介作用和财政分权的调节作用[J/OL].系统管理学报:1-16[2023-06-15].
- [76] 谢伏瞻,刘伟,王国刚,张占斌,黄群慧,魏后凯,张车伟,张晓晶,政武经,佟家栋,龚六堂,洪永淼.奋进新时代 开启新征程——学习贯彻党的十九届五中全会精神笔谈(上)[J].经济研究,2020,55(12):4-45.
- [77] 徐斌,柯达,刘杨倩宇.中国区域一体化如何影响碳排放效率[J].当代财经,2023(01):120-131.
- [78] 薛娜,赵曙东.基于 DEA 的高技术产业创新效率评价——以江苏省为例[J].南京社会科学,2007,No.234(05):135-141.
- [79] 闫东升,孙伟,李平星,王玥.长三角一体化区域扩容的城市创新发展效应研究[J].地理研究,2022,41(09):2568-2586.
- [80] 晏清,贺超飞,郭焕修.基于区域一体化的长三角城市碳达峰实证研究[J].世界经济与政治论坛,2022(03):150-172.
- [81] 杨航英,强永昌.城市群扩容对区域绿色经济效率的影响研究——以长三角城市群扩容为例[J].技术经济,2022,41(02):75-85.
- [82] 姚孟超,段进军,张仁杰,玄泽源.中国高技术产业绿色创新效率的空间关联结构与影响机制分析[J].长江流域资源与环境,2022,31(11):2345-2356.
- [83] 叶堂林,李国梁,任绍铭,刘莹.区域一体化战略能有效提升创新扩散环节溢出效应吗——以京津冀城市群为例[J].科技进步与对策,2022,39(16):77-86.
- [84] 虞晓芬,李正卫,池仁勇等.我国区域技术创新效率:现状与原因[J].科学学研究,2005(02):258-264.
- [85] 袁茜,吴利华,张平.长江经济带一体化发展与高技术产业研发效率[J].数量经济技术经济研究,2019,36(04):45-60.
- [86] 臧洪,丰超,周肖肖.绿色生产技术、规模、管理与能源利用效率——基于全局



- DEA 的实证研究[J].工业技术经济,2015,34(01):145-154.
- [87]张洪潮,李芳,张静萍.资源型区域工业企业两阶段技术创新效率评价——基于绿色增长视角[J].科技管理研究,2017,37(08):69-76.
- [88]张杰飞,尚建华,乔彬.数字普惠金融对绿色创新效率的影响研究——来自中国280个地级市的经验证据[J].经济问题,2022(11):17-26.
- [89]张可.区域一体化、环境污染与社会福利[J].金融研究,2020(12):114-131.
- [90]张可.区域一体化有利于减排吗?[J].金融研究,2018(01):67-83.
- [91]张逸昕,林秀梅.中国省际绿色创新效率与系统协调度双演化研究[J].当代经济研究,2015(03):51-56.
- [92]张治栋,胡爱燕.区域一体化对城市创新的影响——基于长江经济带战略的准自然实验分析[J].产经评论,2022,13(03):55-67.
- [93]赵海峰,张颖.区域一体化对产业结构升级的影响——来自长三角扩容的经验证据[J].软科学,2020,34(12):81-86+103.
- [94]郑军,郭宇欣,唐亮.区域一体化合作能否助推产业结构升级?——基于长三角城市经济协调会的准自然实验[J].中国软科学,2021,(08):75-85.
- [95]周淑贞,邓群钊.技术转移对高技术制造业绿色创新效率的影响[J].科技进步与对策,2021,38(16):46-52.
- [96]朱承亮,岳宏志,师萍.环境约束下的中国经济增长效率研究[J].数量经济技术经济研究,2011,28(05):3-20+93.

## 致谢

求学之路始于家乡，辗转太原，而今终于兰州。回望硕士生涯三年，有过困顿、迷茫与失落，也体会过快乐、温暖和喜悦。点滴经历使我对一切充满不舍与感恩。

涓涓师恩，铭记于心。感谢我的导师孙玉环教授！老师为人仁爱宽厚，做事严谨睿智，学业上给予我孜孜不倦的教导，让我学会在做学术时要始终保持严谨认真；老师以鼓励代替责备，在我遭遇瓶颈时，耐心地与我沟通交流，帮助我捋顺思路，找到正确的前进方向。每次与老师沟通时，她都会在谈话最后为我加油打气，这份鼓励给予我源源不断的前进动力。

焉得援草，言树之背。感谢我最爱的家人们！是父母亲对我二十多年的付出与包容，让我可以站在他们的臂膀之上望向远方的世界。还有时而靠谱，时而“坑姐”的尤翔弘同学，总让我平静的生活充满意外。无论是漫长而又充实的求学旅途中，还是细水长流的涓涓岁月中，你们永远是最坚实的后盾，是我生命最重要的精神支柱。

最后，感谢母校兰州财经大学，我和兰财的故事从意料之外开始，在命中注定结束。兰财承载了我花信之年所有美好的回忆，这段时光，永生难忘！祝福母校，未来更加繁荣昌盛！