

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 高技术产业集聚对绿色全要素生产率影响研究——基于集聚外部性视角

研究生姓名: 刘光华

指导教师姓名、职称: 蔡文浩

学科、专业名称: 应用经济学 产业经济学

研究方向: 流通创新与贸易经济发展

提交日期: 2024年6月2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：  签字日期： 2024.6.2

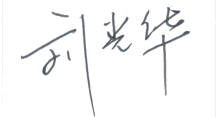
导师签名：  签字日期： 2024.6.2

# 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：  签字日期： 2024.6.2

导师签名：  签字日期： 2024.6.2

**The Impact of High tech Industry  
Agglomeration on Green Total Factor  
Productivity Response Research - Based on  
the Perspective of Agglomeration  
Externalities**

**Candidate : Liu Guanghua**

**Supervisor: Cai Wenhao**

## 摘 要

在经历了四十余年的高速增长后,中国正面临资源消耗严重、环境污染加剧的严峻社会问题。但从我国综合发展状况看,我国将长期处于发展阶段。因此环境资源破坏和经济发展需求的矛盾是亟需解决的。自十九大报告首次提出应提高全要素生产率后,二十大报告又再次强调着力提高全要素生产率,推动经济的高质量发展。考虑非期望产出的绿色全要素生产率是评价绿色经济发展的重要指标,能同时度量经济增长状况和环境资源节约情况。绿色全要素生产率水平与我国的产业结构和产业发展有着必然联系。高技术产业具有低能耗、高知识性、高生产率等特点,当形成产业集聚时发挥其外部性通过知识溢出等效应提升地区的绿色全要素生产率水平。

本文以 2011-2021 年中国 30 个省份(西藏、香港、澳门、台湾省因数据缺失暂不纳入研究范围)的高技术产业集聚情况和绿色全要素生产率水平为研究对象,采用区位熵和赫芬达尔-赫希曼指数测算了高技术产业的马歇尔(MAR)外部性和雅各布斯(Jacobs)外部性水平,采用 Malmquist-Luenberger 指数法测算了地区的绿色全要素生产率及其分解项技术效率和技术进步水平。建立基准回归模型,从实证角度检验了集聚外部性对绿色全要素生产率的影响;建立影响机制模型,检验了集聚外部性对技术效率以及技术进步的影响。

通过对各指标的现状分析以及计量结果分析得出如下结论:第一,各省的 MAR 外部性水平和 Jacobs 外部性水平都能显著提升地区绿色全要素生产率水平;第二, MAR 外部性水平和 Jacobs 外部性水平能显著提升技术效率和技术进步水平;第三,技术进步在集聚外部性的绿色全要素生产率提升效应中扮演主要角色。因此本文提出如下建议:第一,全面优化政策,提高绿色全要素生产率;第二,建设高质量高新技术开发区,发挥集聚池作用;第三,引导企业进行合理集聚,充分发挥集聚外部性效应。

**关键词:** 高技术产业 集聚外部性 绿色全要素生产率

## Abstract

After more than 40 years of rapid growth, China is facing severe social problems such as severe resource consumption and intensified environmental pollution. However, from the perspective of per capita income level, China will be in a long-term stage of development. Therefore, the contradiction between environmental resource destruction and economic development needs urgently needs to be resolved. Since the 19th National Congress report first proposed the need to increase total factor productivity, the 20th National Congress report once again emphasizes the focus on improving total factor productivity and promoting high-quality economic development. The green total factor productivity considering unexpected output is an important indicator for evaluating the development of green economy, which can simultaneously measure economic growth and environmental resource conservation. The level of green total factor productivity is inevitably related to China's industrial structure and development. High tech industries have the characteristics of low energy consumption, high knowledge, and high productivity. When forming industrial clusters, their externalities are utilized to enhance the green total factor productivity level of the region through knowledge spillover effects.

This paper takes the high-tech industry agglomeration and green total factor productivity level of 30 provinces in China in 2011-2021 as

the research object ( Xizang, Hong Kong, Macao and Taiwan are temporarily excluded from the study due to lack of data ) , uses the location entropy and Herfindahl Herchmann index to measure the MAR externality and Jacobs externality level of high-tech industries, and uses the Malmquist Luenberger index method to measure the regional green total factor productivity and its decomposition technical efficiency and technical progress level. Establishing a benchmark regression model to empirically examine the impact of agglomeration externalities on green total factor productivity; We established an impact mechanism model to examine the impact of agglomeration externalities on technological efficiency and progress.

Based on the analysis of the current situation and measurement results of various indicators, the following conclusions can be drawn:: firstly, the levels of MAR and Jacobs externalities in each province can significantly improve the regional green total productivity level; Secondly, the level of MAR and Jacobs externalities can significantly improve technological efficiency and progress; Thirdly, technological progress plays a major role in the green total factor productivity enhancement effect of agglomeration externalities. Therefore, this article proposes the following suggestions: firstly, comprehensively optimize policies and improve green total factor productivity; Secondly, build high-quality high-tech development zones and leverage the role of agglomeration

pools; Thirdly, guide enterprises to conduct reasonable agglomeration and fully leverage the externalities of agglomeration

**Keywords:** High-tech industry Agglomeration externalities Green  
Total Factor Productivity

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.1.1 研究背景 .....	1
1.1.2 研究意义 .....	2
1.2 研究的主要内容与方法 .....	3
1.2.1 主要研究内容 .....	3
1.2.2 研究框架 .....	4
1.2.3 研究方法 .....	5
1.3 概念界定 .....	5
1.3.1 高技术产业 .....	5
1.3.2 产业集聚 .....	6
1.3.3 集聚外部性 .....	6
1.3.4 绿色全要素生产率 .....	7
1.4 文献综述 .....	7
1.4.1 产业集聚的相关研究综述 .....	7
1.4.2 高技术产业集聚的相关研究综述 .....	9
1.4.3 绿色全要素生产率的相关研究综述 .....	10
1.4.4 文献述评 .....	12
1.5 创新点与不足之处 .....	13
1.5.1 本文可能的创新 .....	13
1.5.2 本文的不足 .....	13
<b>2 理论基础及影响机制</b> .....	<b>15</b>
2.1 理论基础 .....	15
2.1.1 技术创新理论 .....	15
2.1.2 集聚经济理论 .....	16
2.1.3 新经济地理理论 .....	17



2.2 影响机制与研究假说 .....	18
2.2.1 MAR 外部性对绿色全要素生产率的影响机制分析 .....	18
2.2.2 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响机制分析 .....	19
<b>3 指标测算与发展现状分析 .....</b>	<b>20</b>
3.1 高技术产业发展现状分析 .....	20
3.2 高技术产业集聚及外部性指标测度与发展现状分析 .....	24
3.2.1 高技术产业集聚及外部性测度方法 .....	24
3.2.2 我国各地区高技术产业集聚及外部性发展现状分析 .....	25
3.3 绿色全要素生产率指标测度与发展现状分析 .....	33
3.3.1 绿色全要素生产率及其分解项测度方法 .....	33
3.3.2 我国各地区绿色全要素生产率及其分解项发展现状分析 .....	34
<b>4 集聚外部性影响绿色全要素生产率的实证分析 .....</b>	<b>37</b>
4.1 模型构建与变量选取 .....	37
4.1.1 模型构建 .....	37
4.1.2 变量选取 .....	37
4.1.3 描述性统计 .....	38
4.1.4 样本检验 .....	39
4.2 实证检验与分析 .....	39
4.2.1 基准回归分析 .....	39
4.2.2 稳健性检验 .....	41
4.2.3 机制检验 .....	42
<b>5 研究结论与对策建议 .....</b>	<b>45</b>
5.1 研究结论 .....	45
5.2 对策建议 .....	46
5.2.1 全面优化政策，提高绿色全要素生产率 .....	46
5.2.2 建设高质量高新技术开发区，发挥集聚池作用 .....	47
5.2.3 引导企业进行合理集聚，充分发挥集聚外部性效应 .....	47
<b>参考文献 .....</b>	<b>49</b>

后记 ..... 54

# 1 绪论

## 1.1 研究背景及意义

### 1.1.1 研究背景

中国经济经历了四十余年的中高速发展，经济体量跃为世界第二。并且近十多年来，中国 GDP 占世界比重稳步提升，已由 2008 年的 7% 上升至 2022 年的将近 18%。究其根本原因是在经济全球化的背景下，我国依赖制度优势、市场优势、劳动力优势积极嵌入全球价值链体系，从国际分工中获得利润。然而，这种靠嵌入价值链低端的加工贸易模式在短期看来有利可图，从长远来看却使得中国产业陷入低端锁定的困局，不利于产业升级。其实，在二战以后新的世界经济格局下，有相当多的国家和地区经历了经济的快速发展，但却只有少部分国家进入了高收入俱乐部。以阿根廷为例，其在经济快速膨胀后停滞不前，始终无法迈过高收入国家门槛，陷入“拉美漩涡”的泥潭之中。日本虽然进入了高收入俱乐部，但自房地产泡沫被刺破后，经济增长却也长期停滞不前，被称为“消失的三十年”。我国虽不会步入阿根廷后尘——由于未能及时工业化导致错过发展机遇，但也需警惕出现如日本正面临的经济社会问题。

回顾过去的发展历程，我国长期追求经济“量”的增长，而忽略了“质”的要求，进而导致了一系列的环境恶化问题。绿色青山就是金山银山，环境的过度破坏不利于长期的经济增长。而生育率的下降以及劳动力成本优势的丧失使得企业生产成本大幅提高，我国正处于产业结构升级的关键期。根据内生增长理论的表述，虽然资本和劳动的投入能带来经济的增长，但全要素生产率的提升才是经济增长的唯一动力。自十九大报告首次提出应提高全要素生产率后，二十大报告又再次强调着力提高全要素生产率，推动经济的高质量发展。全要素生产率也可以在狭义上理解为技术进步率，是考虑名义产出和资本劳动投入比的指标。但是在资源消耗日益增大，环境问题凸显的背景下，将资源的消耗和环境相关指标纳入投入产出体系中才是更符合经济高质量发展要求的。各国在技术和创新领域的竞争是国际竞争的主要形式，如：美国对我国在 5G、半导体、人工智能、云计

算领域的行政限制。率先完成技术革命的国家往往会利用先发优势完成产业链的重构升级，并将高能耗、低附加值的生产工序向后发国家进行转移，这也使得我国在一定程度上成为了“污染避难所”。

因此我国需要有高技术、高附加值、低能耗产业链的支撑，以发挥自主创新能力引领各行业发展，在提高绿色全要素生产率的同时突破技术封锁，实现技术创新驱动的高质量发展。自 1988 年“火炬计划”开始实施后，创办高新技术开发区和创业服务中心纳入了计划的重点内容，高技术产业开始列入了地区的重点发展项目。尤其是近二十年来，我国的高技术产业进入了蓬勃发展时期，到 2023 年 6 月，我国高新技术产业开发区的数量增加至 178 个，是各地区高技术产业的主要集聚区。如今，高新技术产业已经形成了初步的集聚规模。高技术产业是技术密集型和知识密集型产业。相比于传统产业，其有着生产效率高、效益卓越、低污染、低耗能的优势，是提高地区绿色全要素生产率的重要支柱，也是国家创新发展的领头羊和经济增长的原动力，是经济发展由“量”转“质”的重要渠道。由高技术产业专业化集聚产生的 MAR 外部性以及由多样化集聚产生的 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响如何？对其分解项技术效率和技术进步的影响如何？MAR 外部性和 Jacobs 外部性主要依赖技术效率还是技术进步提升绿色全要素生产率？这都是本文想要探讨的话题。

### 1.1.2 研究意义

本文从集聚外部性视角来分析高技术产业集聚对绿色全要素生产率的关系。从理论上分别阐述了 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响路径。这为统筹高技术产业健康发展以及高新技术开发区空间布局提供了理论支撑。将绿色全要素生产率分解为绿色经济效率和绿色技术进步，并通过实证检验高技术产业集聚外部性对其的影响，细化了研究内容和视角。高技术产业集聚是该产业健康发展的主要模式。在强调推动科技进步、培养创新意识、提高全要素生产率的背景下，高技术产业的产业集聚和产业转移问题涉及到地区的可持续发展，是当地政府制定经济政策时重点考虑的问题。从集聚外部性视角探讨高技术产业的集聚问题在理论上更具备全面性。

绿色全要素生产率是地区经济健康发展的重要度量指标,有着重要的生态意义和经济意义。因此研究高技术产业集聚对绿色全要素生产率的影响有着重要的现实意义。第一,为当地政府合理推动高技术产业集聚从而提升地区绿色全要素生产率制定相关政策提供参考。第二,从实证检验了高技术产业集聚对地区技术效率、技术进步和绿色全要素生产率的影响,对我国从全国层面合理布局高技术产业、合理建设高新技术产业园区有重要的借鉴意义。第三,“经济高质量发展和生态环境高水平保护”是十四五期间我国的重要发展目标,本文对同时实现经济高质量发展和生态保护有着重要的参考价值。

## 1.2 研究的主要内容与方法

### 1.2.1 主要研究内容

第一章,绪论。这部分内容主要论述本文的研究背景、选题意义、研究内容、相关概念辨析、拟采用的方法以及本文可能存在的创新点以及不足之处,在本部分最后一节中对相关文献进行了回顾。

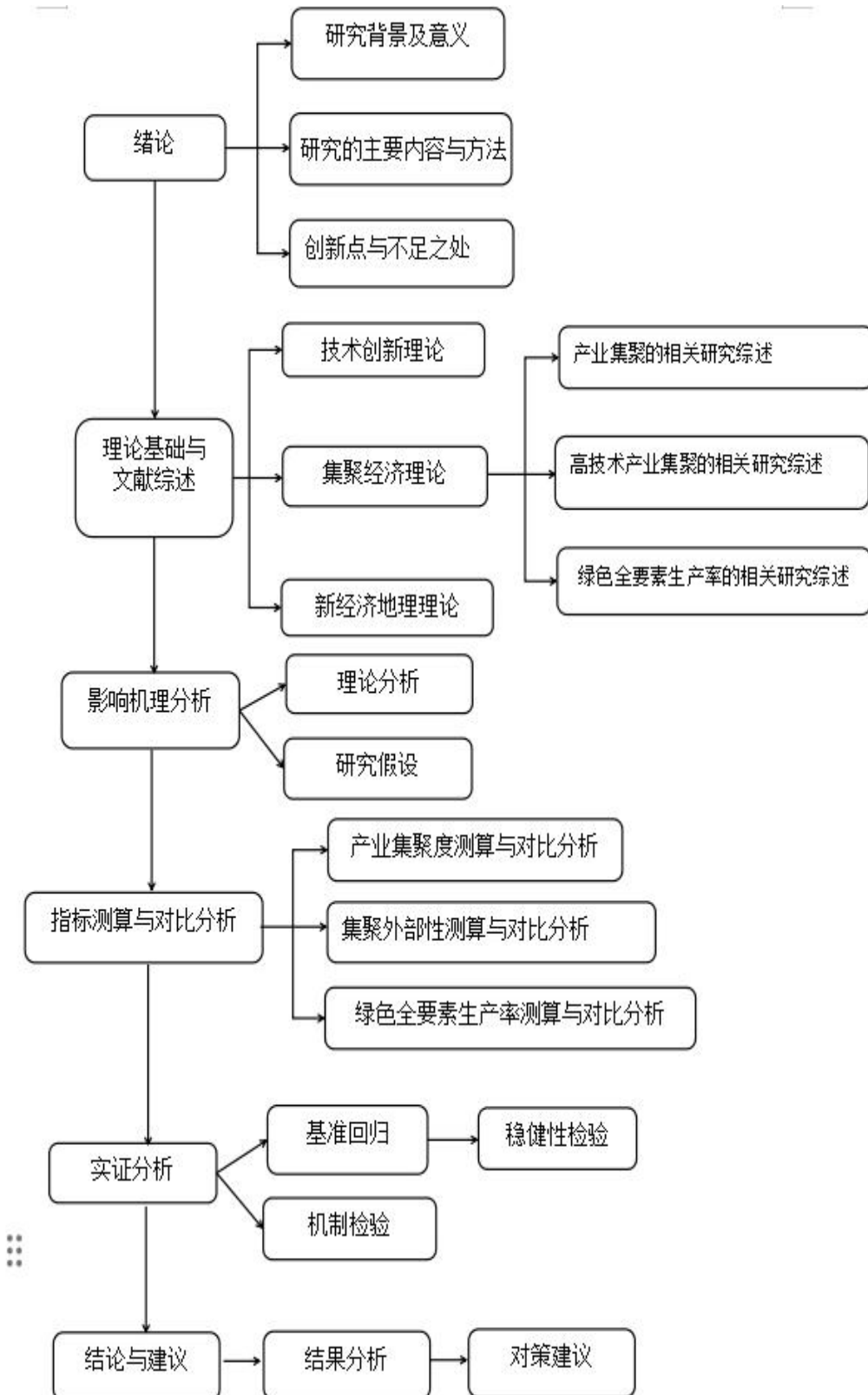
第二章,理论基础以及影响机制。通过相关理论的梳理结合第一部分的文献综述内容提出高技术产业集聚外部性对绿色全要素生产率的影响机制,设定假说。

第三章,指标测算与发展现状分析。选择 2011-2021 全国 30 个省级行政区建立面板数据。首先对高技术产业的总体发展情况进行分析,其次选择区位熵和赫芬达尔-赫希曼指数测度产业集聚度和外部性水平并进行了现状分析,最后采用基于 SBM 模型的 Malmquist-Luenberger 指数测算绿色全要素生产率进行现状分析。

第四章,集聚外部性影响绿色全要素生产率的实证分析。在前人研究的基础上,选择合适的回归模型并纳入相关控制变量,进行了基准回归检验并解释计量结果。通过稳健性检验保证结果的可靠性。将绿色全要素生产率分解为绿色技术效率和技术进步,建立基于被解释变量分解项的回归模型检验影响机制。

第五章,结论和对策建议。对前面章节的研究结论归纳总结,并提出具有针对性的对策建议。

### 1.2.2 研究框架



### 1.2.3 研究方法

#### (1) 定性分析与定量分析

通过广泛搜集、整理国内外关于高技术产业集聚、集聚外部性、全要素生产率、绿色全要素生产率和经济增长等方面的核心期刊文献，并梳理其中的影响路径，通过定性分析法为研究集聚外部性对绿色全要素生产率的影响提供了思路。在此基础上通过对相关文献进行分类和总结，提炼出相关经济名称的概念、指标测度方法、各方法之间的差异，选择适合本文的测度方法对数据进行定量研究。

#### (2) 实证分析法

利用 2011-2021 年中国省级行政区面板数据，运用相关理论，以 Stata 计量软件为工具，分别建立多元回归模型验证高技术产业集聚外部性对绿色全要素生产率及其分解项的影响。

#### (3) 对比分析法

通过对比分析法比较研究各地区的高技术产业区位熵、集聚外部性和绿色全要素生产率水平。对回归结果进行比较分析，研究 MAR 外部性和 Jac 外部性的绿色全要素生产率及其分解项的影响效应强度。

## 1.3 概念界定

### 1.3.1 高技术产业

高技术的概念来自 1971 年美国国家学院在书中《技术和国家贸易》，意为生产和使用尖端设备的科学技术。而我国关于高技术的概念则起源于 1986 年 3 月的发布的《高技术研究发展计划》。在该计划中，确定了生物、航天、新材料等九个高技术领域。关于高技术产业的分类，中国《高技术产业（制造业）分类》（2017）借鉴 OECD 的分类标准，以研发投入强度最为重要指标，划分出相对较高的制造业行业，包括：医药制造业、航空航天器及设备制造业、电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业、医疗仪器设备及仪器仪表制造业、信息化学品制造业六大类。

在进行本文的研究时，以高技术产业（制造业）为研究对象，发现《中国高技术产业统计年鉴》统计口径不统一。航空航天器及设备制造业的相关数据实际

统计到 2016 年后不再公布，信息化学品制造业在研究期内数据不连续且份额较小。考虑到研究的时效性和严谨性，选择医药制造业、电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业、医疗仪器设备及仪器仪表制造业 4 个行业为研究对象。

### 1.3.2 产业集聚

产业集聚的核心概念为相同产业或者互补性关联产业在空间地理上的集中。马歇尔（Alfred Marshall）最早解释了产业集聚的概念，他认为企业为了形成规模经济所带来的企业生产成本的下降、劳动力共享、技术溢出效应等，形成了产业集聚的经济现象。韦伯（Alfred Weber）在其著作《工业区位论》中对集聚一词的解释中引入了地理因素，他认为企业在地理上的集中生产能带来外部性，降低生产成本。1990 年代新经济地理学派在此基础上把地理因素纳入经济分析，发现产业集聚区的企业能实现规模报酬递增、运输成本降低和生产要素集聚。另外由于各学科的研究范式和角度不同，还有诸如“产业集群”、“产业群”“产业区”等等不同的专业术语表述。不过其核心概念都为相同产业或者互补性关联产业在空间地理上的集中，集中的要素包括产业、技术、人才。例如：深圳高新区的高新技术产业集聚、北京中关村科技园、美国好莱坞电影产业等等。

### 1.3.3 集聚外部性

集聚外部性从产业集聚模式的角度来看分为两类，一类是由产业专业化集聚形成的 MAR 外部性，另外一类是由多样化集聚形成的 Jacobs 外部性。具体说来，自马歇尔（Marshall）提出并解释产业集聚的现象后，阿罗（Arrow）罗默（Romer）进一步指出同一产业在同一区域的集聚度越高，越容易产生知识溢出效应以促进同行业其余企业的技术进步，进而提升相关企业的生产率，促进区域经济增长。这种由企业通过专业集聚所产生的经济效应被称为 MAR 外部性。而 Jacobs 外部性也被成为城市外部性。雅各布斯（Jacobs）认为差异化和多样化是激发企业创新的重要源泉，良好的竞争环境有利于激发企业不断创新以保持竞争力。在这个过程中，每个企业都在此过程中获得了效率提升和技术进步。也即为当形成集聚的企业来自不同产业时，这种现象被称为多样化集聚。多样化集聚不仅对企业创新有激励作用，形成多样化集聚的产业之间还能通过共生与协作提高资源利用效



率,提高企业所处产业的生产率水平,进而影响所处区域的宏观经济,这个过程被称为 Jacobs 外部性。

### 1.3.4 绿色全要素生产率

1957年索罗提出了全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)的概念,是指经济部门所有生产要素的综合生产率,也即为产出投入比。全要素生产率描述了投入生产的所有资源的利用,在早期的模型中投入包括资本和劳动的投入量。全要素生产率的增长率被称为索罗残差或技术进步,用来解释产出的增长中不能被要素投入增长解释的部分。其测算方法为产出增长率减去要素投入增长率。全要素生产率的运用能够有效解释投入要素中的人力、资本的产出转化率,反映了技术进步对经济的促进作用。对比某一要素的单要素生产率,全要素生产率能更加全面地测算企业或地区的资源配置效率和技术进步情况,被广泛用于政策制定和经济预测。然而全要素生产率也有一定的弊端,不能解释环境资源的投入和破坏环境的非合意产出。随着世界经济的高速发展,人们享受了技术进步带来的财富积累,却为之付出了沉重的环境代价,生态保护成了全人类的共识,走绿色经济发展道路势在必行。为了测算在经济发展过程中的环境付出,在传统的投入产出分析中加入环境相关因素,将环境资源投入和具有环境危害的非期望产出纳入模型中来测算绿色全要素生产率(Green Total Factor Productivity, GTFP)。

## 1.4 文献综述

### 1.4.1 产业集聚的相关研究综述

产业集聚的经济效应是研究集聚经济的主要方向,大部分学者对产业集聚的研究都基于此展开。首先学者们认为产业集聚具有显著的经济增长效应。张治栋和王亭亭(2019)通过研究产业集群、城市群和经济增长的关系发现:产业集群和城市群都能显著地拉动经济增长,但城市群对经济增长的作用远小于产业集群。张晓红等(2018)通过建立面板回归模型发现,产业集聚对高新区所在城市的经济增长有显著促进作用。而有部分学者考虑了产业集聚类型的经济增长异质性作用。王俊松(2016)以2003-2010年中国地级市的集聚水平和经济增长状

况为研究对象,研究发现,产业集聚中的多样化集聚和专业化集聚都能促进经济增长。细分来看,多样化集聚中的相关多样化集聚比无关多样化集聚更能促进产业增长。吴松飞和范金华(2017)以1998-2015年安徽省金融产业的集聚水平为研究对象,探究其对区域经济增长的效应作用。发现金融产业集聚能够显著促进经济增长。任阳军等(2019)利用动态面板模型检验了生产性服务业集聚和制造业集聚对绿色全要素生产的影响,研究发现生产性服务业集聚和制造业集聚都能显著促进地区绿色全要素生产率,并且绿色技术和绿色效率发挥了中介作用。相反的,于斌斌等(2015)在进行产业集聚测度考虑了地理距离,通过空间计量模型研究发现,制造业集聚以及制造业、生产性服务业的协同集聚这两种集聚模式都会抑制地区的经济效率。

除了研究产业集聚对经济增长的线性关系外,也有部分学者通过验证威廉姆森假说,得出产业集聚与经济增长的非线性关系的结论。王西贝和王群勇(2023)通过研究中国产业的协同集聚与地区经济发展的关系发现,从全国层面和东、西部层面来看,产业协同集聚的经济促进效应为倒U型,而中部地区的产业集聚则线性促进经济增长。史梦昱和沈坤荣(2021)通过研究产业集聚和区域经济增长的关系也检验了威廉姆森假说。陈路等(2019)产业集聚对经济增长的影响为非线性关系。且在金融危机前,产业集聚对经济溢出的影响具有正外部性,在此之后则为负外部性。金春雨和程浩(2016)以日本47个行政区建立面板门限模型,分析了日本制造业集聚对经济增长的影响。分析表明:日本制造业集聚的经济增长具有显著的影响作用,并且在该作用过程中,集聚度、经济发展水平和地区运输成本均发挥了门槛作用。为考虑不同集聚类型的异质性,吴宗杰等(2019)通过空间杜宾模型研究发现高新技术产业的专业化集聚对经济质量有正向溢出效应,而多样化对经济质量的空间效应溢出不显著。有些学者将目光聚焦于集聚的其他效应。韩峰和李玉双(2019)通过研究认为专业化集聚和多样化集聚均有助于提高本市人口规模,但对周边城市却产生了负向空间外溢效应,且专业化集聚的作用效果明显大于多样化集聚。刘佳丽和荣垂青(2023)认为制造业集聚水平对人口迁入具有显著的促进作用,服务业集聚水平对人口迁入有促进作用并随人口净迁入规模的扩大其影响变为显著;但制造业和服务业协同集聚却对人口迁移具有抑制作用。Li et al. (2019)研究了生产性服务业与制造业协同集聚的提升

对碳排放有抑制作用，且资源错配在此过程中发挥双门槛效应。在资源配置合理的地区产业协同集聚可以产生显著的集聚效应，促进碳强度降低。一旦资源错配程度超过阈值水平，集聚效应将转变为拥挤效应，导致无法降低碳强度。

#### 1.4.2 高技术产业集聚的相关研究综述

经济政策、人力资本、企业规模和对外开放程度是影响高技术产业集聚的主要因素。Zheng & Kuroda (2013) 利用动态面板模型检验了 1996-2005 年经济政策对中国高技术产业专业化和区域集中度的影响。结果表明：以高技术为导向的出口政策和对科技活动的补贴促进了高新技术产业的集聚，特别是在东南沿海地区这种效应尤为明显。曹雄飞等 (2017) 利用区位熵的方法测算了高技术产业的人才集聚水平和产业集聚水平，发现在全国和各地区区层面来看，高技术人才集聚均都有助于高新技术产业集聚水平的提高，而政策环境也在该影响过程中发挥重要作用。江瑶和高长春 (2017) 深入研究高技术产业中的五个细分行业，研究发现长三角地区的人力资本、对外开放程度和企业规模都会对高技术产业的集聚产生正向促进作用。更进一步的孔令池 (2020) 将人力资本深化为企业家精神，通过研究发现无论是通过提升制度环境和激发企业家精神两种手段都能促进高技术产业的集聚水平。

由于高技术产业的高技术含量、重创新和高附加值率等产业特征。在高新技术产业集聚效应的研究中，以技术创新效应和经济效应为主。陈抗和战焱磊 (2019) 以 2009-2016 年的高新技术产业集聚度和全要素生产率为研究对象，发现高新技术产业集聚对提高全生产率具有显著的正向促进作用。王燕等 (2023) 测度了 2002-2019 年度 30 个省份高新技术产业的集聚水平，并采用熵值法评价各地区的创新水平。研究发现高新技术产业集聚对经济增长起积极推动作用。Zhang (2019) 通过研究认为高技术产业集聚对企业的创新具有正向作用，这种作用还具备空间外溢效应。邱士雷和王子龙等 (2018) 也选择空间计量模型，分析发现我国省际高新技术产业创新能力具有明显的空间溢出效应和集聚效应。当考虑不同的集聚模式时，产业集聚对创新绩效的影响出现了异质性。吕承超和商圆月 (2017) 研究发现在短期内高新技术产业的多样化集聚不利于本地和邻近区域的技术创新，不过长期来看，区域内和区域间的这种负面影响都会消失。李拓晨等 (2021)

测度了医药制造业的专业化集聚水平,并研究发现其对区域创新绩效的影响并非线性,当人力资本处于错配过高时,专业化集聚的创新绩效提升效应较低。也有学者考虑了其他经济因素在此影响过程中发挥的机制作用。郭丽燕等(2020)利用了空间动态面板模型检验高技术产业集聚的经济增长效应,发现该种效应显著存在并会影响邻区经济水平,且人力资本与产业集聚水平的交互性对经济增长也有显著的促进作用。郭卫军和黄繁华(2021)认为高技术产业集聚水平对经济增长质量会产生正向影响,但这种影响的大小会受到以集聚水平作为门槛而发生改变。且这一影响是通过提高经济增长效率、经济增长稳定性、经济结构优化和绿色发展等方式实现的,且在不同区域间存在显著的异质性。

### 1.4.3 绿色全要素生产率的相关研究综述

关于绿色全要素生产率的研究主要从其影响因素展开,主要包括环境规制、资源禀赋、政府干预、对外投资和外商直接投资、对外开放程度等等。Li & Wu (2016)以中国城市为研究对象,通过建立空间杜宾模型,研究发现:环境规制对高政治属性的地区绿色全要素生产率影响显著为正,而对低政治属性地区的影响显著为负;且环境规制对企业绿色全要素生产率有显著抑制作用。李玲和陶锋(2012)以1999-2009制造业部门为研究对象,将其分类为重、中和轻污染三大类,并检验了各部门所面对的环境规制强度与绿色全要素生产率的关系。研究发现:重污染产业能够促进上述三者的提升;中度和轻度污染产业与三者的关系呈现U型特征。余长林等(2023)部分证实了此类观点,他认为环境规制与中国工业绿色全要素生产率之间呈现显著的U型关系,环境规制强度跨过一定的门槛值后,会促进中国工业绿色全要素生产率的提升;而资源禀赋会抑制环境规制对中国工业绿色全要素生产率的促进作用。张建华和李先枝(2017)研究了政府干预和环境规制及其交互作用对绿色全要素生产率的影响。结果表明:环境规制对绿色全要素生产率的促进作用非线性。在门槛值内环境规制水平的提升能有效促进绿色全要素生产率的提升,一旦跨越门槛值,这种促进效应就会减弱;而政府干预越强,绿色全要素生产率的提升越困难;而政府干预越弱,当地政府会选择逐步引导的环境规制方式,促进企业绿色创新,提升绿色全要素生产率。聂雷等(2021)以2003-2017年中国十个城市群群的142个地级市为研究对象,也得出

了政府干预会抑制绿色全要素生产率提升的结论。在对外投资和外商直接投资对绿色全要素生产率的研究中。Zhu & Ye(2018)认为中国对外直接投资会促进中国的绿色进步进而提升绿色经济效率,而对发达国家投资的绿色经济效率提升效应比发展中国家明显。董有德和夏文豪(2022)检验了外商直接投资对绿色全要素生产率的非线性影响。实证结果表明:外商直接投资对绿色全要素生产率存在抑制作用,且环境规制发挥了门槛作用;空间异质性上,该种负面影响呈现出东弱西强的特征。李繁荣等(2022)以中国260个地级市作为研究对象,实证检验了外商直接投资对地级市绿色全要素生产率的影响。研究发现:外商直接投资会通过降低绿色技术进步水平进而显著降低地级市绿色全要素生产率水平;分区域来看,绿色技术效率和绿色技术进步在不同的地区发挥了中介效应。李光龙和范贤(2019)以2002至2016年省级样本建立面板数据,同时检验了贸易开放和外商直接投资对绿色全要素生产率的影响,检验结果表明:贸易开放通过促进绿色技术进步进而促进绿色全要素生产率的提升;而外商直接投资对绿色全要素生产率也表现为抑制作用。还有学者考虑了信息化水平对绿色全要素生产率的影响。郑婷婷等(2019)认为,信息化水平是导致资源依赖与绿色全要素生产率呈U型曲线特征的重要因素;且信息化水平越高,U型曲线拐点就会越晚到来。程中华和刘军(2019)同样认为信息化水平对绿色全要素生产率的影响是积极的。他建立了2012-2016年工业分行业面板数据,实证分析了信息化对工业绿色增长的影响及行业异质性。研究发现信息化是促进工业绿色增长的新动力源泉;且在技术水平越高的行业,信息化对绿色全要素生产率的促进作用越明显。而葛鹏飞等(2018)认为创新会影响绿色全要素生产率的提升。他以“一带一路”沿线国家建立面板数据,并将创新分类为基础创新和应用创新,研究其对绿色全要素生产率的影响。研究结果表明:基础创新对绿色全要素生产率有促进作用,但该促进效应呈现边际递减的非线性特征;而应用创新对绿色全要素生产率的影响为正U型关系。

产业集聚也是影响绿色全要素生产率的重要因素。吕祥伟(2022)测算了制造业的集聚水平和企业绿色全要素生产率水平,并从微观上实证检验了两者的关系。研究发现制造业集聚通过降低技术创新和技术进步手段显著降低了企业绿色全要素生产率水平;从异质性上来看,私营企业受该种负面效应影响最大。叶阿忠和肖志学(2023)以相关多样化和无关多样化作为研究视角,探究产业集聚对绿

色全要素生产率的影响效应,研究发现产业结构多样化能够显著提升本地区城市绿色全要素生产率,对邻近城市绿色全要素生产率也有明显的促进作用。张素庸等(2019)基于我国30个省市2007-2016年的数据,采用动态空间杜宾模型,实证检验了生产性服务业集聚及其空间溢出效应对绿色全要素生产率的影响。研究表明:生产性服务业多样化集聚对本地区和相邻地区的绿色全要素生产率产生显著的促进作用;但专业化集聚只有利于本地区绿色全要素生产率提升。李瑞雪等(2022)选取长三角地区为样本建立城市面板数据,并探究了金融业集聚对工业绿色全要素生产率的影响。研究发现:金融集聚对长三角地区工业绿色全要素生产率的影响为倒U型关系,且存在行业异质性。杨树旺等(2018)以湖北省13个地级市为研究对象,测算了各地级市的区位熵和绿色效率水平,并实证检验了两者的关系,发现早期高技术产业集聚度过高会抑制绿色经济效率,跨越门槛后抑制效应会转变为促进效应。任阳军等(2019)采用空间杜宾模型检验了中国30个省级行政区高新技术产业集聚和空间溢出效应对绿色经济效率的影响。结果表明:高新技术产业集聚能同时提高本地区和相邻地区的绿色经济效率。

#### 1.4.4 文献述评

通过文献梳理发现,学者对产业集聚,高技术产业和绿色全要素生产率相关领域的研究较为全面。产业集聚的经济效应研究中,结论丰富,但未能形成统一一定论。有些学者认为产业集聚的经济效应是线性的,而有些学者倾向于检验威廉姆森假说。即当产业集聚程度较低时,处于同一地理空间上相互关联的企业能通过知识溢出、中间品共享、劳动力蓄水池等路径发挥正向外部性,实现本区域的经济增长或生产率的提高。而超越某一门槛值后,拥挤效应大于促进效应,从而表现为负外部性。为了探讨这种外部性的空间溢出效应,部分学者考虑了地理位置因素,通过建立空间杜宾模型,检验集聚外部性对邻域省市宏观经济现象的影响。在绿色全要素生产率领域,大多数学者从测度方法和影响因素出发进行了一定的探讨。特别是针对不同的研究对象时,学者们倾向于在投入产出中纳入不同的要素,这让绿色全要素生产率的测算结果更加丰富。现有文献对本文的研究提供了一定的参考,但仍然存在一些需要补充之处:

随着研究深入,越来越多学者关注了细分行业的集聚问题,但大多把目光聚焦于传统行业。而高技术产业作能发挥技创新引领作用,是中国迈向创新强国行列的有利保障。高技术产业的产业转移现象也越来越明显,这必定会使得地区的产业集聚水平发生变化,进而引起集聚外部性水平的变化,关于这种变化带来的经济效应的研究有待补充。经济增长的进程中,中国在很长时间中过多考虑了“量”而忽略了“质”。绿色全要素生产率将不利于环境的非期望产出纳入考量,是考量了环境付出的生产率,是经济高质量发展的重要指标。但是高技术产业集聚对绿色全要素生产率及其分解项绿色技术效率和绿色技术进步的研究较为缺乏。

## 1.5 创新点与不足之处

### 1.5.1 本文可能的创新

通过对比前人的研究成果,结合本文的研究对象和研究内容,发现可能存在的边际贡献有以下两点:

#### (1) 研究视角的创新

以往的研究中对产业集聚以及劳动生产率、全要素生产率研究成果较多,但对高技术产业集聚和绿色全要素生产率的研究较少。本文同时考虑到高技术产业集聚的重要意义和绿色全要素生产率在绿色经济发展中扮演的重要角色,以集聚外部性的视角,在理论和实证上辨析了高技术产业 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对地区绿色全要素生产率的提升效应。

#### (2) 研究内容的创新

在研究内容中,将绿色全要素生产率分解为技术效率和技术进步,在探讨集聚外部性对绿色全要素生产率影响的基础上,分别研究了 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对技术效率以及技术进步的影响效应,从机制上探究了高技术产业集聚外部性对绿色全要素生产率的影响路径。

### 1.5.2 本文的不足

本文存在的不足包括:第一,高技术产业包括了制造业和服务业,但服务业的数据更新较慢数据较难获得,因此本文没有将其作为研究对象,这也一定程度

上导致了本文的研究不够全面。第二，由于我国西藏、香港、澳门和台湾省数据的缺失，进行了剔除处理，以其余 30 个省份作为研究对象。第三，对缺少的 2018 年高技术产业相关数据采用了插值法进行填补，有可能存在数据失真的情况。



## 2 理论基础及影响机制

### 2.1 理论基础

#### 2.1.1 技术创新理论

亚当·斯密在其著作《国富论》中强调了分工的重要性。他认为国民财富的增长的重要源泉为分工，而分工之所以能带来经济增长，其重要原因之一是分工能让劳动者精于某一生产环节从而促使机械的发明。这种技术上的进步减少了生产过程中的劳动投入，提高了生产率。尽管有部分经济学家承认创新的重要性，但并未在该领域进行系统的论述，直到技术创新理论的出现。该理论最早由熊彼特在《经济发展理论》中提出。他认为“创新”实则是一种新的生产方式，在该生产方式中生产要素之间以一种新的组合进行配比，从而实现产出的增加或者投入的减少。创新一般包括五个方面的内容：制造出新产品；采用新工艺或新的生产方法；开辟新市场；创新供应链、获得新供应商；形成新的组织形式。技术进步是技术创新理论的重要内容，新古典经济学家将技术进步纳入到理论分析框架中，形成了新古典经济增长理论和内生增长理论。新古典经济增长模型的代表人物为罗伯特·索罗，他将技术进步视为外生变量，研究经济增长的影响因素，其认为人均产出的永久性增长来源于技术进步而非资本积累。1982年保罗·罗默在其著作《收益递增与经济增长》中将知识作为生产要素纳入方程，将技术进步和创新视为内部经济变量，认为技术进步和创新能带来长期的增长。在1988年，卢卡斯的论文《论经济发展机制》中，将人力资本作为投入要素之一纳入生产函数，进一步丰富完善了经济增长理论。借助于人力资本的积累，生产部门的效率将得到很大的提升，并且劳动者的聚集将会产生知识外溢效应，提高生产要素的利用率从而改善企业的生产效率，有利于经济的长期发展。技术创新理论揭示了技术进步、技术创新等知识类要素在经济增长过程中的重要性，为探究劳动生产率提升的源泉提供了一个新路径。卢卡斯在经济增长因素的分析中强调人力资本的作用，强调人力资本产生的知识外溢带动了技术进步与创新，这也为本文的集聚外部性指标测算提供了思路：将高新技术产业细分行业的的就业人数作为重要指标，测算MAR外部性和Jacobs外部性。

## 2.1.2 集聚经济理论

马歇尔在其著作《经济学原理》中，率先提出了产业聚集、内部聚集和空间外部经济的概念，认为产业集聚现象产生是由于经济体中存在外部经济和规模经济的作用。他以工业企业为研究对象，发现企业为获得外部规模经济在空间地理上形成集聚。在外部规模经济的作用下，企业不断形成集聚、产业规模扩大，进而培育出成熟的产业链条，形成专业化分工。随着生产工人的增多，由人力资本集聚带来的知识外溢效应逐渐显现，促进同行业间知识的共享和技术进步。马歇尔（Marshall）、阿罗（Arrow）和罗默（Romer）进一步指出，同一产业越在特定区域集聚，劳动力资源、生产资金、能源投入等生产要素聚集现象也就越多，从而增加该特定生产区域的供给，提升生产效率。这种同一产业在相同区域形成集聚的过程被称为“MAR 外部性”。以 Jacobs 为代表提出的 Jacobs 外部性则认为一个地区中多种产业积聚与跨行业互动有利于互补性知识与技术的交流、融合，从而形成良好的区域创新基础，一定程度上打破区域技术锁定与路径依赖，激励地区企业持续性创新，不断提升区域创新能力。首先，从知识溢出角度来说，多样化集聚使得相关企业在获得并利用不同行业的知识上更具有便利性，同时促进行业内创新思想与技术的交叉融合，不断激发地区创造力。其次，从成本降低效应来说，跨行业知识创造与技术创新活动降低了互补性资源的搜索与获取成本，从而降低创新成本，增强创新主体的创新意愿。最后，从对地区的外部性效应来说，产业多样化集聚能够提升区域产业多元性与产业链的完整性，激励企业通过创新来获取竞争优势，以更好地融入区域产业链之中。因此，产业多样化集聚能够形成区域内更大范围的知识溢出，推动区域技术进步与创新能力提升。MAR 外部性和 Jacobs 外部性分别从专业化集聚和多样化集聚的角度解释了产业集聚的原因。一方面，高技术产业由于其知识和技术密集高的原因，需要大量专业技术人员和投资支持，这对该产业的专业化集聚提出了较高的要求。而随着相关设施配套的完备，技术人员的充沛和资金的完善，高技术产业就能依赖劳动力市场共享、知识外溢和中间品投入共享带动研发和创新，实现循环正向发展，提高产业内部的劳动生产率。另一方面，不同的高技术产业之间的跨行业交流能够激励企业进行创新和技术改进。不同于传统行业，知识要素在高新技术产业中扮演着

更为重要的角色。这种要素是稀缺资源，为顺应市场更新迭代速度快的要求，高技术产业间的知识流动更加流畅。

### 2.1.3 新经济地理理论

新经济地理理论经保罗克鲁格曼等人开创，他将运输所产生的成本纳入理论模型中。并提出了“中心-边缘”理论和集聚与贸易理论。基于要素禀赋和产业集聚现象形成的“中心-边缘”主要假设为：规模报酬递增和市场是不完全竞争的结构；有两个在偏好、技术和开放程度上相互补充的北部区域和南部区域；将生产部门分为工业部门和农业部门两种，并考虑劳动力流动性的差异，其在工业部门之间可以顺畅流动，而农业部门的农业劳动者无法流动；部门生产的产品可以进行贸易，但需要考虑空间地理距离的因素，其中工业品在进行区际贸易时会产生冰山交易成本，其余交易均不会产生成本；工业劳动力不存在失业现象。规模报酬递增产生的原因在于中心城市作为核心区域形成了完整的产业链，而边缘城市与之互补。上下游相互关联的产业形成空间上的集聚，减少了运输成本和中间产品的途中损耗，因而使得集聚现象更加明显。在劳动力供给方面，集聚区工人的实际工资由于生产成本的降低会显著高于边缘区域，劳动力水平在核心区域的进一步集聚使得核心区域的规模更加庞大。在核心区域的产业集聚效应被称为“产业前向联系”和“产业后向联系”。随着产业联系的增强，产业集聚现象与地区经济增长的正反馈使得核心和边缘区域形成了更为紧密的经济联合体。传统概念的有形运输成本和地区保护主义形成的无形运输成本进一步降低，工人实际工资进一步提高，从而使得“中心-边缘”的经济结构越发稳固。新经济地理理论中的贸易理论认为相似国家的产品进行贸易的原因不在于生产要素禀赋的差异或者互补，而在于其遵循规模报酬递增而发展形成的产业链优势。这种规模报酬递增的来源是产业集聚的外部性。正向的集聚外部性使得企业较容易获得产品价格优势和劳动力成本优势进而促成了区间和区际的产品贸易。

## 2.2 影响机制与研究假说

### 2.2.1 MAR 外部性对绿色全要素生产率的影响机制分析

高技术产业的 MAR 外部性来自于产业的专业化集聚。在同一地域内大量的同类型或生产类似产品、提供类似服务的企业通过专业化集聚模式形成集聚经济。MAR 外部性对地区绿色全要素生产率的影响主要包括以下几个方面。一是外部规模效应。高技术产业的专业化集聚形成了严格的分工协作体系,在该体系中有完整的设计、生产和销售链条。随着市场需求的精细化和多样化深入,高技术产业的分工规模不断扩大,形成了规模经济效应;与此同时,由于产业园区和企业数量的扩大,资本、人才、技术等高技术产业发展的关键要素也会被吸引而来,提高了效率进而提升绿色全要素生产率。二是技术溢出效应。技术溢出效应可以从劳动力与人才共享流动、生产经营合作两个维度来说明。首先,专业化的劳动力在空间中的大量集聚形成了“劳动力蓄水池”,由于劳动力从事的行业相同或相似,企业在进行人才选择时能够有效减少搜寻时间和成本。而从劳动力转移的效益来看,蓄水池的专业知识会在该过程中融合并加强企业之间的信息共享,促进知识和技术溢出。其次在高技术产业专业集聚相关联的企业生产经营过程中,上中下游的企业往往共同面对相同的市场需求,日益深化的消费要求倒逼企业进行技术创新与技术改进。当产业链上的企业通过生产经营上的技术合作完成服务与产品的转型升级时,会吸引更多的企业加入,形成良好的经营合作关系,提高高技术使用效率从而提升地区的绿色全要素生产率。三是市场效率提升效应。大量的高新技术企业集聚形成产业相互关联的稳定关系,能够有效降低企业的交易费用。而对于政府的公共基础设施建设来说,集聚区内的投资建设会被高新技术企业最大化地合理利用,提高了土地利用效率与资金回流率。回流的资金被继续投资到地区生产的其他方面。在信息共享层面,上下游企业能以较低的成本获得同行业的信息资源,提高信息资源利用率。

因此本文提出以下假说:

假说 1: 高技术产业 MAR 外部性会促进绿色全要素生产率提升。

## 2.2.2 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响机制分析

高技术产业在特定区域内的多样化集聚形成了 Jacobs 外部性，其对提升地区绿色全要素生产率的原因主要包括以下几个方面。一是学习效应。在高技术产业多样化集聚现象最为突出的开发区内，企业为了使得自身产品和服务具有差异化竞争特性，一个主要的手段是通过交叉学习获得不同领域的知识和技术，提升其技术进步，以在同行业竞争中占据更大的市场份额。在这种市场的激励下，属于不同细分行业的相关企业之间进行跨行业的知识交流，产生知识溢出，既能补充了产品的跨学科技术含量，使得企业更加多元化发展；又能通过大量的跨学科学习形成良好的科研氛围，位于产业园区的高校和研究机构从中获益并加速科研成果落地转化，提高企业的生产率。二是竞争效应。企业为获得更广阔的市场前景、政府的资金支持、社会对行业的认可度展开竞争。由于多样化集聚的企业分属不同细分行业，所属市场不同，所以这种竞争往往是有序竞争。企业在这过程中发挥自身技术和人才优势，进行技术改革和精进，提高生产效率，提升绿色全要素生产率。三是资源配置效率提升效应。首先，以水平结构为特征的高技术产业多元化集聚能够共享地区的物流和交通，有效降低贸易的物流成本，节约资源降低非期望产出。其次，在劳动力匹配方面，多元化的劳动力供给现状赋予企业更充分的选择，企业利用多元化的人才队伍更有利于提升效率和提高技术进步。最后，在环境污染治理设备上的共享既能够节约政府投资资金，避免重复建设问题；又能依赖高新技术企业高附加值、低污染、低能耗等优势降低污染物的排放从而实现绿色全要素生产率的提高。

假说 2：高技术产业 Jacobs 外部性会促进绿色全要素生产率提升。

### 3 指标测算与发展现状分析

#### 3.1 高技术产业发展现状分析

##### (1) 高技术产业总体发展现状分析

自发达国家在 20 世纪 60 年代将科技作为推动经济增长的关键因素起,以创新为基础的高技术产业开始了长达几十年的发展。我国在 20 世纪 90 年代先后提出了“火炬计划”和《关于实施科技兴国战略的若干意见》,明确了“发展高技术产业,提高国民经济的整体素质和竞争力”的发展目标。在此之后,各地政府出台了系列政策和举措支持高技术产业的发展,高新技术开发区如雨后春笋般涌现,形成了良好的科技成果转化机制。从高技术产业发展现状来看:其一,已经成为了国民经济的重要组成部分,对产业结构升级有重要推动作用。其二,引领着传统行业以科技创新带动经济增长,提高了相关企业的资源配置效率和劳动生产率,在科技创新领域发挥了领头羊作用。其三,显著提高了我国的科技水平,对我国参与国际科技竞争发挥了关键作用。为了从宏观上了解我国高技术产业发展现状,统计了 2011-2021 年企业数、从业人员和利润三个重要指标,具体如下表 3.1 所示。

表 3.1 中国高技术产业发展情况

指标	年份	数量	指标	年份	数量	指标	年份	数额
企业数 (个)	2011	21682	从业人员 (万人)	2011	1147	利润 (亿元)	2011	5245
	2012	24636		2012	1269		2012	6186
	2013	26894		2013	1294		2013	7234
	2014	27939		2014	1325		2014	8097
	2015	29631		2015	1354		2015	8986
	2016	30798		2016	1342		2016	10302
	2017	32186		2017	1330		2017	10297
	2018	33573		2018	1318		2018	10293
	2019	35833		2019	1288		2019	10505
	2020	40194		2020	1387		2020	12394
	2021	45646		2021	1467		2021	18435

数据来源:《中国高技术产业统计年鉴》

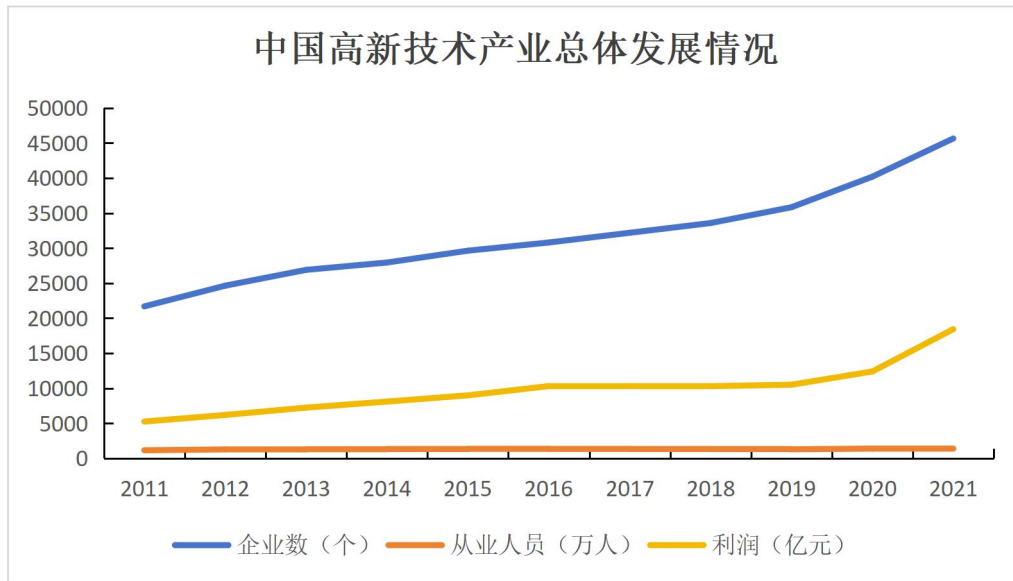


图 3.1 中国高新技术产业发展趋势

数据来源：《中国高技术产业统计年鉴》

从表 3.1 和图 3.1 可知，2011 至 2021 年内，从整体上看我国的高技术产业发展速度较快，且增速有加快的迹象。企业数从 2.1 万个增长到 4.5 万个，增长了 1.1 倍；从业人员数从 1147 万增长到 1467 万，增长了 28%；利润从 0.52 万亿增长到 1.8 万亿，增长了 2.5 倍。从增长速度看，利润增长率明显高于企业个数和从业人员增长率。说明我国高技术产业的发展“质”“量”并存，在吸纳和培养更多专业劳动力的同时兼顾了经济利益的增长。产业的良好发展前景吸引更多的劳动和资本投入，更多的投入反哺产业发展，进而形成良性循环。

## (2) 各省份高技术产业发展现状分析

为了更深入地研究各省市高技术产业发展状况，将各地区首末两年的指标状况进行统计，如下表 3.2 所示。

表 3.2 各省高技术产业发展情况

地区	指标					
	企业数 (个)		从业人员 (万人)		利润 (亿元)	
	2011	2021	2011	2021	2011	2021
上海	962	1030	59	45	222	546
云南	104	123	2.5	7.8	29	229
内蒙古	98	97	3.1	3.7	34	48
北京	737	760	26	27	229	2592
吉林	368	394	13	7.6	98	200
四川	727	813	43	64	212	623

续表 3.2 各省高技术产业发展情况

地区	指标					
	企业数 (个)		从业人员 (万人)		利润 (亿元)	
	2011	2021	2011	2021	2011	2021
天津	497	587	24	18	165	264
宁夏	14	19	0.56	2.2	8	58
安徽	574	744	15	42	86	430
山东	1514	1875	55	60	464	746
山西	118	136	12	16	28	108
广东	4601	5059	362	417	1007	4124
广西	275	285	10	14	84	110
新疆	23	25	0.75	1.4	4	12
江苏	4061	4598	233	232	1065	2294
江西	499	2111	24	57	86	573
河北	370	840	18	22	84	269
河南	723	1369	40	70	167	402
浙江	1923	4230	59	102	350	1390
海南	46	69	1.4	2.2	13	45
湖北	544	1489	22	46	130	476
湖南	683	1838	21	49	143	405
甘肃	59	140	2.5	3.3	12	91
福建	596	1314	33	53	183	928
贵州	119	387	6.3	10	29	77
辽宁	701	549	20	17	154	383
重庆	252	866	12	40	36	506
陕西	325	787	21	27	73	417
青海	26	42	0.47	1.8	2	23
黑龙江	138	227	7.4	6	47	48

数据来源：《中国高技术统计年鉴》

2011 和 2021 年企业数较多的省市均为广东、江苏、浙江、山东、上海。以 2021 年为例，上述五个省市的企业数总计为 14705 占到总企业数 24636 的 60%，而其余所有省市的企业数之和为 9931，约占总企业数的 40%。这五个省市的从业人员和利润也明显高于其他省份。而位于西北地区的青海、新疆、宁夏、甘肃以及海南省的高新技术发展状况较缓慢。企业数目、从业人员数量以及利润都不及其他地区。由此可见，高技术产业发展不平衡，东部沿海地区遥遥领先于中部和西部地区。而东部地区中又以广东和江苏发展最为迅猛。从政策视角来看，近十年广东省和江苏省出台了一系列有效的政策推动高技术产业的发展。如《广东省



高新技术企业培育三年行动计划（2018-2020年）》、《广东省促进科技成果转化条例》、《江苏省高新技术产业发展规划（2018-2020年）》、《江苏省支持科技型中小企业发展的若干政策措施》等等。政策的支持很大程度上促成了广东和江苏高技术产业的蓬勃发展。从增速上看，江西企业数从2011年的499增长到2021年的2111，增长了3.23倍；是所有省市中企业数增长最快的。与此同时，江西省的从业人员数量和利润分别增长了1.36倍数和5.67倍。宁夏、新疆、重庆在该三种指标上的增长速度也较快。与之对应的是，在所有省市中辽宁和吉林的企业数量和从业人员数在报告期内均出现了下跌；2021年上海、天津的从业人员数较2011年回落较大。由此可见，高技术产业出现了产业转移的现象。吉林和辽宁由于常年处于人口净流出状态，导致无法支撑高技术产业的发展。部分高技术产业发展较好的沿海地区由于劳动力成本的提高，城市化带来的拥堵效应，挤出了部分产能。由以上两种现象挤出的资本和劳动力在中西部地区集聚，推动了中西部地区的相关产业发展。在利润指标中，所有的省份都实现了增长。其中，重庆、北京、青海增速最快。经济发达省份充分发挥经济和政策优势，起到了带头引领作用；而作为起步较慢的部分中西部地区通过后发优势吸收了部分产能，承接产业转移，由此实现了高技术产业有序健康发展。

### （3）各省份高新技术开发区发展状况分析

自我国在1988年设立了第一个高新技术开发区——北京新技术产业开发试验区后，全国高新区的数量不断增加。从全国来看，江苏省、广东省、山东省、湖北省、河南省的高新区数量较多，分别为18个、14个、13个、12个、9个。湖北、河南、湖南、江西的高新区数量也从一定程度上说明了中部地区具有高技术产业发展的后发优势。西部地区如青海、宁夏、甘肃、西藏等地高新区数量较少，不足三个，对比于各省份的辖区面积，这些省份的高新区密度较低。这些省份应当以高技术产业支持发展政策为抓手，以市场为导向结合本地产业优势加快高新区的建设，助力实现2025年建设220个高新区的目标。西部（重庆）科学城是西部地区高新区开发建设的典型代表，高技术产业集聚效应突出、产业链完善、产值高增速快，对其他西部高新区的建设提供了借鉴意义。

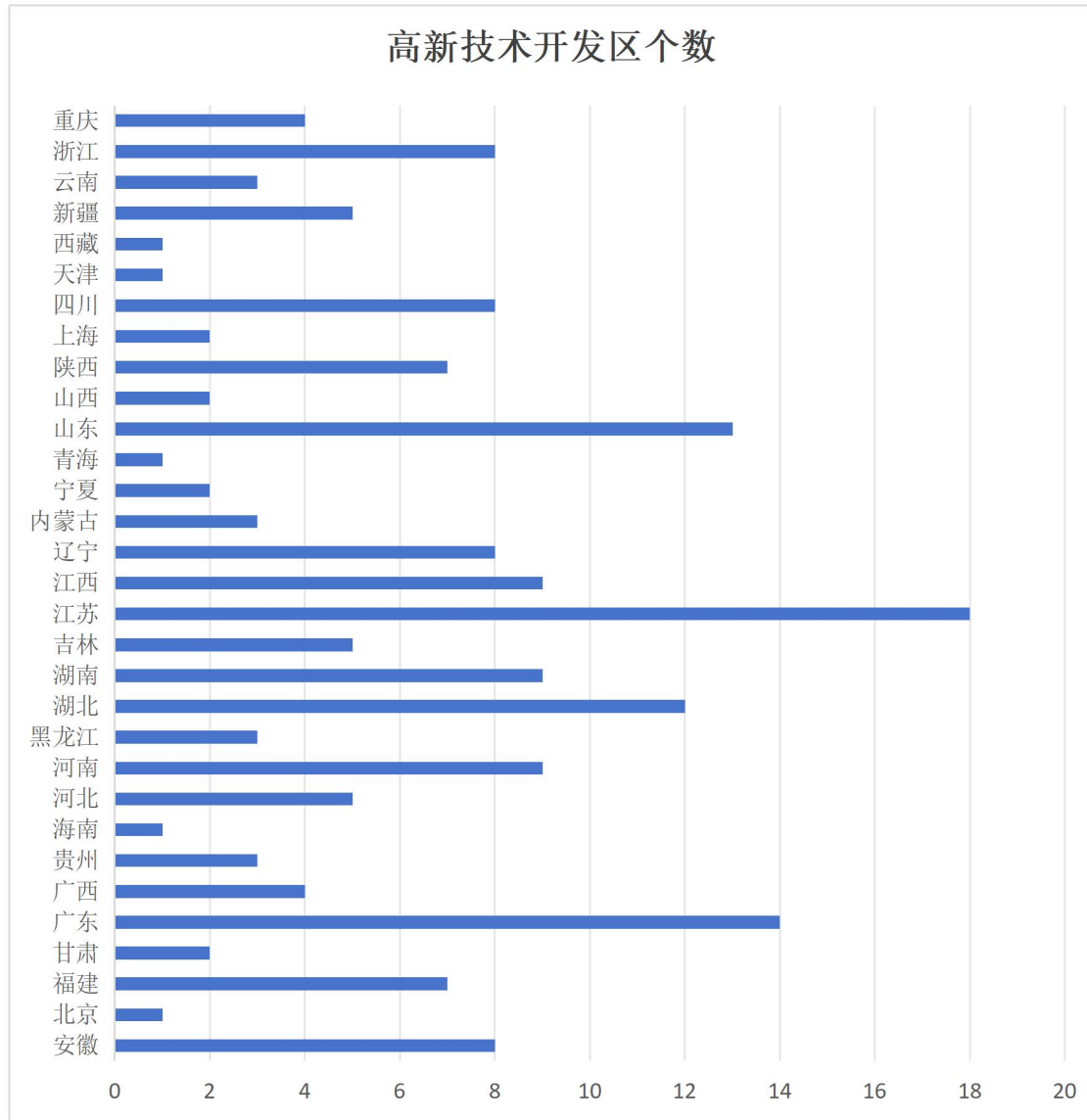


图 3.2 高新技术开发区数量

数据来源：中华人民共和国科技部

## 3.2 高技术产业集聚及外部性指标测度与发展现状分析

### 3.2.1 高技术产业集聚及外部性测度方法

关于产业集聚的测度方法比较丰富，主要有区位熵、行业集中度、赫芬达尔—赫希曼指数、EG 指数等等。行业集中度一般采用排名前四的企业占全行业总产量或市场份额来表示行业的集中程度，但忽略了行业内企业数量的差异。高技术产业的进入壁垒较高，这可能会高估或低估产业集聚水平。EG 指数对于数据完整性和准确要求较高。区位熵能有效测度地区某一产业的相对集中度，消除了

地区发展差异对结果的影响,且运用广泛。因此本文基于区位熵测度产业集聚度,测算 MAR 外部性和 Jacobs 外部性。

$$LQ_{ij} = \frac{lq_{ij} / \sum_{j=1}^n lq_{ij}}{\sum_{i=1}^m lq_{ij} / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n lq_{ij}} \quad (3.1)$$

其中  $LQ_{ij}$  表示 i 地区 j 产业的区位熵,  $lq_{ij}$  表示 i 地区产业 j 的就业人数。当测算各省份高技术产业整体集聚情况时,  $lq_{ij}$  为 i 地区的高技术产业就业人数,

$\sum_{j=1}^n lq_{ij}$  为 i 地区所有产业的总就业人数。当区位熵大于 1 时,就认为该地区在该产业上具有较高的集中度。

参考 Duranton 的测算方法, MAR 外部性和 Jacobs 的测度方法分别为:

$$MAR_i = \max_j \left( \frac{S_{ij}}{S_i} \right) \quad (3.2)$$

$$Jacobs_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^n S_{ij}^2} \quad (3.3)$$

其中  $S_{ij}$  表示 i 地区高技术产业的一级细分行业 j 的就业人数占 i 地区所有高技术产业就业人数的比例。  $S_i$  代表全国高技术产业的一级细分行业 j 就业人数占全国高技术产业总就业人数的比例。所以 MAR 外部性取决于上述比例最高的那个行业, Jacobs 外部性与各行业的比例都有关系。且这两种指数并不是完全相反的。

### 3.2.2 我国各地区高技术产业集聚及外部性发展现状分析

#### (1) 高技术产业区位熵总体发展现状分析

根据公式 (3.1) 计算我国各地区的高技术产业 2011-2021 年的区位熵。具体如表 3.3 所示。

表 3.3 高技术产业区位熵

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	1.56	1.47	1.43	1.34	1.22	1.14	1.13	1.12	1.09	1.07	1.08
天津	2.00	2.13	1.96	1.88	1.65	1.29	1.30	1.22	1.19	1.54	1.47
河北	0.30	0.27	0.29	0.30	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.29	0.31
山西	0.46	0.49	0.46	0.45	0.43	0.46	0.48	0.50	0.49	0.54	0.49
内蒙古	0.16	0.14	0.15	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15
辽宁	0.48	0.46	0.44	0.42	0.39	0.34	0.34	0.32	0.33	0.31	0.31
吉林	0.56	0.64	0.64	0.65	0.65	0.68	0.05	0.35	0.33	0.31	0.33
黑龙江	0.21	0.21	0.22	0.20	0.21	0.21	0.20	0.19	0.20	0.15	0.16
上海	3.63	3.29	2.70	2.52	2.41	2.12	1.99	2.04	1.95	1.70	1.61
江苏	3.39	3.25	3.15	3.07	2.99	2.84	2.81	2.73	2.56	2.45	2.50
浙江	1.20	1.19	1.21	1.18	1.17	1.19	1.25	1.27	1.32	1.29	1.37
安徽	0.24	0.28	0.29	0.35	0.36	0.39	0.43	0.45	0.46	0.65	0.68
福建	1.04	1.00	1.04	1.00	0.98	1.03	1.10	1.16	1.25	1.19	1.27
江西	0.65	0.67	0.73	0.80	0.87	0.97	1.08	1.16	1.33	1.35	1.28
山东	0.65	0.72	0.73	0.76	0.75	0.78	0.73	0.66	0.60	0.57	0.57
河南	0.53	0.66	0.75	0.82	0.87	0.91	0.83	0.73	0.75	0.72	0.73
湖北	0.43	0.48	0.51	0.55	0.57	0.59	0.61	0.61	0.61	0.66	0.65
湖南	0.35	0.38	0.45	0.44	0.45	0.46	0.53	0.58	0.59	0.72	0.76
广东	4.12	3.90	3.74	3.65	3.54	3.50	3.47	3.39	3.37	3.18	3.10
广西	0.25	0.26	0.28	0.29	0.33	0.34	0.32	0.30	0.29	0.29	0.29
海南	0.21	0.23	0.24	0.20	0.20	0.19	0.20	0.21	0.20	0.20	0.18
重庆	0.51	0.70	0.84	0.92	0.99	1.08	1.13	1.16	1.21	1.40	1.26
四川	0.59	0.65	0.61	0.61	0.62	0.57	0.60	0.62	0.66	0.68	0.67
贵州	0.13	0.13	0.13	0.17	0.19	0.26	0.29	0.31	0.29	0.24	0.20
云南	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.13	0.13	0.15
陕西	0.39	0.37	0.39	0.39	0.40	0.42	0.44	0.44	0.48	0.47	0.45
甘肃	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12
青海	0.10	0.12	0.12	0.14	0.12	0.13	0.18	0.22	0.24	0.22	0.33
宁夏	0.11	0.13	0.12	0.13	0.12	0.14	0.21	0.28	0.29	0.32	0.34
新疆	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06

数据来源：通过《中国统计年鉴》、《中国高技术产业统计年鉴》计算所得

2021年，高技术产业区位熵大于1的地区有北京、天津、上海、江苏、浙江、江西、广东、重庆，这些地区的高技术产业集中度较高，有相对优势。而东北地区黑龙江、吉林、辽宁以及经济发展较缓慢的甘肃、新疆、贵州、广西等内陆省份区位熵指数远小于1，整体集聚程度不高。2011年，高技术产业区位熵大于1的地区有北京、上海、江苏、浙江、福建、广东。福建掉出了榜单，而全国

只有江西和重庆由低区位熵进入高区位熵榜单之中。从增长速度来看,安徽、湖南、江西、重庆等原本不具备集聚优势的省市上涨较快;而北京、天津、江苏、广东等高区位熵的地区几乎呈现逐年下跌的趋势。这也再次证明了在高技术产业正在从集聚度高的经济发达地区向内陆中西部地区进行产业转移。但是内蒙古、甘肃、新疆、广西增速较为缓慢,这说明产业转移并不充分;且内陆地区由于自然资源禀赋、市场前景、劳动力水平等因素与其他地区存在客观差异,不具备承接大量高技术产业转移的能力。

## (2) 高技术产业细分行业区位熵发展现状分析

根据公式(3.1)计算各地区高技术产业的细分行业就业占该地区高技术产业总就业的比例,并基于此计算各行业的区位熵。

表 3.4 各地区高技术产业细分行业区位熵

	医药制造业		电子及通信设备制造业		计算机及办公设备制造业		医疗仪器设备及仪器仪表制造业	
	2021	2011	2021	2011	2021	2011	2021	2011
北京	2.48	1.51	0.53	0.89	0.63	0.45	2.19	1.95
天津	1.71	1.09	0.84	1.22	1.03	0.28	0.96	0.88
河北	3.01	3.11	0.61	0.67	0.12	0.10	1.41	1.12
山西	1.33	1.35	1.17	1.28	0.15	0.10	0.24	0.44
内蒙古	4.26	5.45	0.55	0.16	0.00	0.10	0.00	0.21
辽宁	1.91	1.86	0.71	0.73	0.55	0.62	1.95	2.01
吉林	5.16	5.38	0.18	0.12	0.55	0.07	0.56	0.62
黑龙江	4.59	4.93	0.19	0.15	0.15	0.14	1.75	1.16
上海	1.00	0.60	0.80	0.85	1.74	1.90	1.55	1.09
江苏	0.64	0.45	0.97	1.12	1.49	1.01	1.23	1.31
浙江	1.03	1.22	0.93	0.94	0.49	0.32	1.93	2.37
安徽	1.18	1.95	0.99	0.90	1.11	0.33	0.69	1.29
福建	0.58	0.47	1.13	1.17	1.14	1.19	0.65	0.62
江西	0.90	2.15	1.13	0.70	0.61	0.61	0.69	1.68
山东	2.60	2.15	0.66	0.59	0.54	1.28	1.25	1.16
河南	1.23	2.15	1.04	0.88	0.29	0.10	1.10	1.54
湖北	2.03	2.12	0.86	0.97	0.44	0.19	0.94	0.81
湖南	1.16	1.72	1.10	0.89	0.37	0.40	0.76	1.65
广东	0.25	0.18	1.23	1.22	0.98	1.41	0.65	0.44
广西	1.23	2.10	1.09	0.89	0.57	0.62	0.48	0.58
海南	6.67	4.47	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.91

续表 3.4 各地区高技术产业细分行业区位熵

	医药制造业		电子及通信设备制造业		计算机及办公设备制造业		医疗仪器设备及仪器仪表制造业	
	2021	2011	2021	2011	2021	2011	2021	2011
重庆	0.76	1.79	0.71	0.37	3.56	1.76	0.72	2.26
四川	1.36	1.91	0.84	0.62	1.90	1.76	0.57	0.46
贵州	2.94	4.49	0.79	0.39	0.08	0.00	0.36	0.65
云南	2.62	5.01	0.81	0.08	0.25	0.26	0.58	1.18
陕西	1.68	2.05	0.94	0.74	0.04	0.01	1.33	2.74
甘肃	3.21	3.01	0.73	0.82	0.00	0.00	0.47	0.59
青海	1.38	5.38	1.22	0.03	0.00	0.00	0.00	1.36
宁夏	2.03	5.35	0.98	0.08	0.00	0.00	0.60	1.12
新疆	4.82	2.82	0.40	0.95	0.06	0.00	0.12	0.10

数据来源：作者计算所得

表 3.5 各地区区位熵最高的细分行业

	2021	2020	2019	2018		2021	2020	2019	2018
北京	1	4	4	4	河南	1	4	1	1
天津	1	1	1	1	湖北	1	1	1	1
河北	1	1	1	1	湖南	1	2	1	1
山西	1	1	1	1	广东	2	2	2	2
内蒙古	1	1	1	1	广西	1	1	1	1
辽宁	4	4	4	4	海南	1	1	1	1
吉林	1	1	1	1	重庆	3	3	3	3
黑龙江	1	1	1	1	四川	3	3	3	3
上海	3	3	3	3	贵州	1	1	1	1
江苏	3	3	3	3	云南	1	1	1	1
浙江	4	4	4	4	陕西	1	1	1	1
安徽	1	3	1	1	甘肃	1	1	1	1
福建	3	3	3	2	青海	1	1	1	1
江西	4	2	1	1	宁夏	1	1	1	1
山东	1	1	1	1	新疆	1	1	1	1

数字 1-4 分别代表医药制造业、电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业、医疗仪器设备及仪器仪表制造业

数据来源：作者计算所得

从表 3.4 和表 3.5 分析可得,大部分地区的医药制造业区位熵高于其他三个行业。特别是贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙古、吉林、黑龙江十个省份的医药制造业集聚度远高于其余行业,形成了专业化集聚,产生了较高的 MAR 外部性水平。从总体上看,大部分地区各细分行业的区位熵变动较小,说明各地区形成了较为完善的产业链,高技术产业转型动力不大。但有几个特例:上海的计算机设备制造业区位熵由 2011 年的 1.9 降至 2021 年的 0.8,与此同时医药制造业的区位熵由 0.6 上升至 1.0;而江西则刚好相反,降低了医药制造业、提升了计算机设备制造业的区位熵;海南大幅度提升了医药制造业的区位熵,减少了其余行业的相关投入。在 2018-2021 四年内,上海、江苏、重庆、四川的计算机制造业区位熵高于其他行业;北京、辽宁、浙江的医疗仪器设备及仪器仪表制造业相比其他行业更具备集聚优势。广东是全国唯一一个电子以及通信设备制造业区位熵高于其他行业的省份。广东的电子通信设备制造业营业收入连续 29 年居全国第一,且主要集聚在深圳和广州两地,又尤其以深圳为主。成立于 1988 年的华强北电子通讯工业区是中国重要的电子产品集散地。

### (3) 高技术产业 MAR 外部性发展现状分析

根据公式 (3.2) 测算各地区 MAR 外部性水平,如表 3.6 所示

表 3.6 各地区 MAR 外部性水平

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	1.95	1.95	2.05	2.11	2.19	2.29	2.29	2.28	2.46	2.51	2.48
天津	1.22	1.24	1.23	1.13	1.10	1.32	1.39	1.45	1.58	1.65	1.71
河北	3.11	3.04	2.68	2.56	2.46	2.34	2.58	2.81	2.72	2.88	3.01
山西	1.35	1.26	1.39	1.32	1.40	1.25	1.29	1.32	1.41	1.24	1.33
内蒙古	5.45	5.31	5.09	5.28	5.14	4.65	4.16	3.66	4.36	4.20	4.26
辽宁	2.01	2.04	2.02	2.07	2.14	2.23	2.15	2.07	2.15	2.20	1.95
吉林	5.38	5.51	5.17	5.22	5.26	4.98	5.07	5.15	5.29	5.16	5.16
黑龙江	4.93	5.01	4.59	4.49	4.41	4.10	4.42	4.73	4.71	4.24	4.59
上海	1.90	1.79	2.22	2.27	1.90	1.65	1.66	1.66	1.64	1.68	1.74
江苏	1.31	1.31	1.37	1.38	1.40	1.40	1.42	1.43	1.56	1.57	1.49
浙江	2.37	2.30	2.23	2.22	2.25	2.10	2.08	2.05	2.16	2.14	1.93
安徽	1.95	1.80	1.79	1.51	1.51	1.38	1.37	1.35	1.27	1.43	1.18
福建	1.19	1.19	1.23	1.18	1.40	1.30	1.23	1.15	1.24	1.15	1.14
江西	2.15	2.01	1.88	1.71	1.64	1.54	1.43	1.32	1.16	1.12	1.13
山东	2.15	2.03	2.19	1.91	2.04	1.98	2.22	2.45	2.57	2.49	2.60
河南	2.15	1.64	1.56	1.58	1.60	1.55	1.47	1.39	1.22	1.29	1.23

续表 3.6 各地区 MAR 外部性水平

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
湖北	2.12	2.20	2.32	2.18	2.07	1.92	2.07	2.21	2.00	2.08	2.03
湖南	1.72	1.53	1.38	1.32	1.36	1.32	1.24	1.15	1.14	1.13	1.16
广东	1.41	1.37	1.35	1.34	1.28	1.28	1.27	1.25	1.24	1.26	1.23
广西	2.10	2.03	1.89	1.74	2.26	2.24	1.88	1.51	1.39	1.33	1.23
海南	4.47	4.34	4.01	5.04	5.14	4.96	5.47	5.97	5.93	5.97	6.67
重庆	2.26	2.50	3.08	3.18	4.26	3.78	3.69	3.60	3.78	3.26	3.56
四川	1.91	2.20	1.95	2.04	2.81	1.65	1.72	1.79	2.07	1.97	1.90
贵州	4.49	4.66	5.01	4.06	3.72	2.55	2.46	2.37	2.38	2.49	2.94
云南	5.01	4.57	4.26	3.91	3.75	3.52	3.49	3.45	3.25	2.92	2.62
陕西	2.74	2.17	2.41	2.38	1.89	1.79	1.88	1.96	1.70	1.59	1.68
甘肃	3.01	3.23	3.15	3.34	3.26	3.11	3.20	3.29	3.14	3.05	3.21
青海	5.38	5.38	4.91	4.75	4.20	3.70	3.08	2.46	2.00	2.23	1.38
宁夏	5.35	5.05	4.92	5.11	5.15	4.31	3.53	2.75	2.38	2.20	2.03
新疆	2.82	6.06	5.62	5.32	5.20	4.03	4.42	4.81	5.35	4.05	4.82

数据来源：作者计算所得

观察表格数据发现，2011 年内蒙古、吉林、黑龙江、海南、贵州、云南、青海、宁夏八个省份的 MAR 外部性水平平均大于 4，有良好的专业化集聚效应；而天津、江苏、广东等地的 MAR 外部性水平较低，各高技术产业发展相对均衡。2021 年上述省份中的海南进一步提升了其 MAR 外部性，专业化集聚效应加深；贵州、云南、青海的 MAR 外部性水平下降幅度较大，削弱了专业化集聚效应。从时间趋势上，MAR 外部性水平呈现明显上升趋势的地区有北京、天津、山东、海南、重庆，新疆。结合表 3.5 说明除北京外的五个省市都正在加强医药制造业的发展，形成了以医药制造业为主的专业化集聚，进而提升了该地区的 MAR 外部性水平。而江西、贵州、云南、陕西、青海、宁夏的 MAR 外部性水平下降趋势明显，说明专业化集聚现象正在消退。而其余地区的 MAR 外部性水平随时间动态波动。为了更直观地对比各地区 MAR 外部性水平的高低，以四分位数作为分类标准，将各地区分为低、中低、中高、高四类，制定下表 3.7。



表 3.7 MAR 外部性平均水平基于四分位数的分类

取值范围	外部性水平	个数	省份
$MAR \leq 1.52$	低	8	天津、山西、江苏、安徽、福建、河南、湖南、广东
$1.52 < MAR \leq 2.14$	中低	7	辽宁、上海、江西、湖北、广西、四川、陕西
$2.14 < MAR \leq 2.53$	中高	7	北京、河北、浙江、山东、重庆、贵州、甘肃
$MAR > 2.53$	高	8	内蒙古、吉林、黑龙江、海南、云南、青海、宁夏、新疆

通过表格发现:内蒙古、吉林、黑龙江、海南、云南、青海、宁夏、新疆的 MAR 外部性水平位于前列,这是由于这些省份的医药制造业形成了专业化集聚进而带动了 MAR 外部性水平的提升。而天津、陕西、江苏等地 MAR 外部性水平较低,专业化集聚效应不明显。这在一定程度上是由于这些地区更多地参与高技术产业全产业链的发展,对各行业的生产资源投入相对均衡。

#### (4) 高技术产业 Jacobs 外部性发展现状分析

根据公式(4.3)测算各地区的 Jacobs 外部性水平,如表 3.8 所示

表 3.8 各地区 Jacobs 外部性水平

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	2.84	2.86	3.00	3.06	3.18	3.22	3.19	3.16	3.25	3.27	3.23
天津	1.90	1.77	1.84	2.00	2.08	2.41	2.43	2.45	2.57	2.69	2.61
河北	2.46	2.46	2.51	2.51	2.50	2.48	2.52	2.56	2.65	2.64	2.63
山西	1.73	1.68	1.74	1.67	1.71	1.66	1.66	1.66	1.64	1.55	1.61
内蒙古	1.30	1.35	1.32	1.23	1.29	1.39	1.70	2.01	1.76	1.83	1.86
辽宁	3.28	3.14	3.08	3.15	3.08	3.01	2.97	2.93	3.00	2.98	2.96
吉林	1.33	1.28	1.29	1.26	1.24	1.24	1.34	1.44	1.37	1.43	1.62
黑龙江	1.56	1.52	1.59	1.65	1.70	1.74	1.70	1.66	1.68	1.96	1.93
上海	2.81	2.74	2.89	2.83	2.37	2.38	2.45	2.52	2.57	2.76	2.87
江苏	2.20	2.13	2.17	2.18	2.13	2.13	2.17	2.20	2.24	2.29	2.24
浙江	2.66	2.60	2.48	2.42	2.44	2.43	2.39	2.35	2.42	2.43	2.34
安徽	2.64	2.55	2.71	2.70	2.55	2.48	2.40	2.31	2.32	2.45	2.16
福建	2.02	1.87	1.85	1.86	1.83	1.77	1.75	1.72	1.76	1.78	1.78
江西	3.19	2.63	2.64	2.52	2.46	2.39	2.27	2.14	1.88	1.82	1.76
山东	3.47	3.30	3.33	2.94	2.90	2.90	2.89	2.87	2.78	2.81	2.80
河南	2.58	2.23	2.18	2.24	2.22	2.24	2.15	2.05	2.00	2.06	1.98
湖北	2.33	2.34	2.41	2.40	2.37	2.32	2.44	2.55	2.48	2.39	2.42
湖南	2.77	2.19	2.12	2.08	2.08	2.14	1.98	1.81	1.80	1.78	1.83

表 3.8 各地区 Jacobs 外部性水平

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
广东	1.85	1.79	1.79	1.70	1.50	1.49	1.49	1.48	1.50	1.51	1.53
广西	2.62	2.81	2.88	3.06	3.14	3.15	2.74	2.32	2.14	1.96	1.84
海南	1.79	1.86	1.93	1.33	1.29	1.24	1.17	1.09	1.11	1.09	1.00
重庆	3.88	3.51	3.18	3.23	3.25	3.28	3.15	3.01	2.98	3.22	2.82
四川	3.23	3.17	3.14	3.11	3.09	2.79	2.80	2.80	2.78	2.63	2.62
贵州	1.76	1.67	1.36	1.84	2.14	2.34	2.24	2.14	2.05	2.09	2.17
云南	1.52	1.77	1.81	2.06	2.17	2.17	2.18	2.18	2.30	2.36	2.31
陕西	2.88	2.73	2.85	2.80	2.55	2.50	2.49	2.48	2.35	2.24	2.20
甘肃	2.22	2.19	2.15	2.11	2.19	2.12	2.11	2.10	2.12	2.26	2.19
青海	1.32	1.33	1.41	1.49	1.78	1.91	1.99	2.06	1.94	2.02	1.49
宁夏	1.34	1.47	1.38	1.30	1.28	1.54	1.98	2.42	2.31	2.13	2.00
新疆	2.02	1.06	1.10	1.21	1.27	1.69	1.63	1.57	1.34	1.89	1.70

数据来源：作者计算所得

2011 年 Jacobs 外部性水平较高的地区有北京、辽宁、上海、江西、山东、重庆、四川、陕西，且均超过了 2.8，高技术产业多样化集聚效应明显；内蒙古、吉林、青海、宁夏等地则表现相反。对比后发现，2021 年，北京、天津、内蒙古、云南、宁夏的 Jacobs 外部性水平都得到了较大提升，多样化集聚水平加深。而江西、海南、广西等地下降幅度较大，这可能是由于各地权衡自身发展优势和短板，调整了高技术产业结构导致的。以海南省为例，该省依托自然资源和港口优势，逐年加大医药制造业的投入，减少其余行业的投入，多样化集聚效应不明显。如上文所述，也以四分位数作为分类标准，制定下表 3.9。

表 3.9 Jacobs 外部性平均水平基于四分位数的分类

取值范围	外部性水平	个数	省份
$Jac \leq 1.71$	低	8	山西、内蒙古、吉林、黑龙江、广东、海南、青海、新疆
$1.71 < Jac \leq 2.18$	中低	7	福建、河南、湖南、贵州、云南、甘肃、宁夏
$2.18 < Jac \leq 2.55$	中高	7	天津、河北、江苏、浙江、安徽、江西、湖北
$Jac > 2.55$	高	8	北京、辽宁、上海、山东、广西、重庆、四川、陕西

通过表格发现：Jacobs 外部性水平高的地区既有北京、上海等率先发展的地区，也有诸如四川、陕西、重庆等中西部省市。这是因为高技术产业经过了较长时间的发展，部分中西部省份发挥后发优势，拥有了承接高技术产业全产业链转

移的能力。山西、内蒙古、吉林、海南、新疆等地集中发展高技术产业中的单一行业，因而导致 Jacobs 外部性水平较低。对比表 3.9 和表 3.8，发现北京、河北、浙江、山东、重庆的 MAR 外部性水平和 Jacobs 水平均位于全国前百分之 50，实现了专业化集聚和多样化集聚共存的局面。而山西、广东、福建、河南、湖南的两种外部性水平均位于全国后 50%，这可能是由于在高技术产业转移和承接的过程中，各省份在“取”与“舍”中处于两难境地，产业发展仍处于动态调整之中。

### 3.3 绿色全要素生产率指标测度与发展现状分析

#### 3.3.1 绿色全要素生产率及其分解项测度方法

基于数据包络分析（DEA）的效率评估方法不需要先进行参数设定，同时也可以解决多投入产出的问题。在此方法的基础上基于采用非径向、非角度的 SBM-ML 指数法在测度生产率时解决了径向性等问题，并且能将 ML 指数分解为绿色技术效率和绿色技术进步，符合本文的研究需要。其具体方法如下：

首先构建包含非期望产出的生产率模型：

$$ML^{t+1} = \left( \frac{\theta^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{\theta^t(x^t, y^t, b^t)} * \frac{\theta^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{\theta^{t+1}(x^t, y^t, b^t)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.4)$$

其次将 ML 指数因式分解为两项乘积的形式：

$$ML = EC * TC \quad (3.5)$$

$$TC^{t+1} = \left( \frac{\theta^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{\theta^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} * \frac{\theta^t(x^t, y^t, b^t)}{\theta^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.6)$$

$$EC^{t+1} = \frac{\theta^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{\theta^t(x^t, y^t, b^t)} \quad (3.7)$$

其中  $x$ ,  $y$ ,  $b$  表示投入、期望产出和非期望产出。在本文中  $ML^{t+1}$  表示  $t$  时期到  $t+1$  时期绿色全要素生产率的变动状况， $TC$  和  $EC$  分别表示技术进步和技术

效率的变动状况。若 ML 指数大于 1，则认为绿色全要素生产率较上年相比得到提升，TC 指数和 EC 指数同理。由于这三个指数表示的是与上期的比值或是变动情况，为了数据的可比性和进一步研究的需要，采用连乘法得到各地区各年份的绿色全要素生产率及其分解项的值。

期望产出、非期望产出和投入的基础数据主要来源于历年《中国环境统计年鉴》、《中国劳动统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国固定资产投资统计年鉴》以及各省份统计年鉴。其中，资本投入：采用永续盘存法对各省的资本存量进行计算。具体公式为  $K_{it} = K_{it-1}(1 - \delta_{it}) + I_{it}$ 。其中  $K$  为资本存量， $i$  代表省份， $t$  代表年份， $\delta$  代表资本折旧率， $I$  代表固定资产投资额也即为资本流量。以固定资产价格指数折算为 2010 年的可比价。能源投入：选用各省份能源消耗总量（单位万吨标准煤）作为能源投入指标。劳动投入：选取各省就业人数作为劳动投入指标；期望产出：采用各省的地区生产总值来衡量。以 GDP 平减指数折算为 2010 年的可比价。非期望产出：采用工业二氧化硫、工业废水排放量作为非期望产出指标。

### 3.3.2 我国各地区绿色全要素生产率及其分解项发展现状分析

经过 MAXDEA 软件测算的 ML 指数为本期效率与上一期效率的比值，表示效率的变动情况。设定基期 2010 的 GTFP 为 1，则 2011 年的 GTFP 计算方法为用该期的 ML 指数乘以 1 得到，因此将该指数进行连乘就可以得到任意报告期绿色全要素生产率 GTFP 的值，GTFP 可分解为技术效率 EC 与技术进步 TC 乘积的形式。详细如表 3.10 所示。

表 3.10 各地区绿色全要素生产率、技术效率、技术进步水平

	GTFP		EC		TC	
	2011	2021	2011	2021	2011	2021
北京	1.012	1.005	1.000	0.958	1.012	1.157
天津	0.957	1.275	1.000	1.167	0.957	1.092
河北	0.862	1.275	1.000	1.000	0.862	1.275
山西	1.000	1.008	1.000	0.978	1.000	1.132
内蒙古	1.083	1.031	1.000	0.972	1.083	1.105
辽宁	0.953	1.232	1.091	1.000	0.873	1.232
吉林	0.973	1.108	0.963	0.785	1.010	1.333
黑龙江	1.025	1.057	1.000	1.000	1.025	1.057
上海	0.962	1.005	1.000	1.005	0.962	1.000
江苏	1.099	1.223	1.000	1.125	1.099	1.087
浙江	0.885	1.112	1.000	1.000	0.885	1.112
安徽	1.053	1.057	0.983	1.000	1.072	1.057
福建	1.291	0.936	1.000	0.883	1.291	1.055
江西	1.044	1.015	0.793	1.000	1.317	1.015
山东	0.914	1.053	1.000	0.997	0.914	1.125
河南	1.012	1.227	0.765	1.157	1.323	1.061
湖北	0.955	1.275	0.948	1.155	1.007	1.104
湖南	1.027	0.998	0.904	0.957	1.136	1.008
广东	1.096	1.036	1.075	1.001	1.020	1.036
广西	1.639	1.000	1.000	1.000	1.639	1.000
海南	0.965	1.335	1.090	1.201	0.886	1.128
重庆	1.241	1.051	1.294	0.974	0.960	1.122
四川	1.163	1.000	1.163	1.000	1.000	1.000
贵州	0.850	1.357	1.000	0.917	0.850	1.480
云南	0.777	1.102	0.753	1.001	1.033	1.101
陕西	1.006	1.084	0.843	1.000	1.193	1.084
甘肃	0.932	1.021	1.000	0.921	0.932	1.128
青海	0.988	1.000	1.027	1.000	0.962	1.000
宁夏	1.340	1.174	0.843	1.045	1.591	1.122
新疆	1.143	1.047	1.000	0.923	1.143	1.214

数据来源：作者计算所得

绿色全要素生产率体现了考虑非期望产出的生产率的增长情况，技术效率衡量了地区生产环节中的组织方式和制度等因素，技术进步则衡量了地区生产工艺

的改进。从表中数据看,天津 GTFP 从 2011 年的 0.957 增长至 2021 年的 1.275, 增长率为 33%, 年均增长 2.9%。且技术效率的增长高于技术进步的增长。河北 GTFP 增长达到 48%, 年均增长 4%, 且这种增长大多归功于技术进步。辽宁、浙江、海南、云南等地也都实现了 GTFP 的快速增长, 增速均达到了 25%以上, 技术效率和技术进步均在不同程度上发挥正向作用。而福建、广西、重庆、四川 GTFP 下降趋势较为明显。以广西为例, GTFP 的数值从 2011 年的 1.639 降至 1, 降幅高达 40%, 且是技术进步的水平下降导致了这一结果。四川则是由于技术效率的下降, 导致了其 GTFP 数值降低了 15%。但是总体而言, 全国绿色全要素生产率水平得到了提升, 这表明我国的绿色经济发展取得了初步成效。从各地区的技术效率水平上看, 天津、江西、江苏、河南、湖北、海南、云南等地增长速度较快, 表明各地的资源配置效率得到了进一步的优化。而吉林、重庆、四川增速为负, 且降幅较大。意味着资源配置在一定程度上存在扭曲的现象, 生产端的投入无法以较高的效率实现产出的转化。从技术进步水平上看, 河北、辽宁、山东、贵州提升较快, 其中贵州更是提升了 70%。近年来, 贵州持续加大了科技创新投入并取得了卓越的成绩: 航空航天制造领域成果颇丰; 企业创新主体地位突出; 大数据中心的建设改善了贵州地区的发展旧貌, 以技术进步和创新驱动贵州经济绿色发展。总结而言, 全国绿色全要素生产率及技术效率和技术进步水平都呈递增趋势。绿色全要素生产率的提升一方面实现了生产环节的降本增效, 另一方面有利于减轻环境压力实现可持续发展。随着我国对绿色经济发展和产业升级的日趋重视, 各地区应当从提高技术效率和技术进步视角出发, 逐步提高各地区的生产率, 实现经济发展和环境保护双重提升。

## 4. 集聚外部性影响绿色全要素生产率的实证分析

### 4.1 模型构建与变量选取

#### 4.1.1 模型构建

根据前文的描述,由产业集聚产生的 MAR 外部性和 Jacobs 外部性具有经济效应,能够提升地区绿色全要素生产率水平。一方面,由于高技术产业正处于蓬勃发展时期,企业数量、从业人员数量和企业利润逐年上升,产业发展前景广阔。另一方面,我国贯彻“绿色发展”理念,大力推动“创新发展”战略,政策支持很大程度上延缓了拥挤效应的到来。因此本文认为高技术产业集聚能线性影响绿色全要素生产率水平。本文建立线性模型分别验证 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响。为了减缓由于遗漏变量导致的内生性问题,在模型中加入时间和个体固定效应,具体如下:

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 MAR_{it} + \sum_{j=1}^6 \alpha_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

$$GTFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Jac_{it} + \sum_{j=1}^6 \alpha_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

其中,  $GTFP_{it}$  表示省份  $i$  在  $t$  时期的绿色全要素生产率水平;  $MAR_{it}$  表示地区  $i$  在  $t$  时期的高技术产业 MAR 外部性水平;  $Jac_{it}$  则表示 Jacobs 外部性水平。  $X_{it}$  为控制变量集,包括外商直接投资、对外开放程度、创新水平、信息化水平、政府干预程度和环境规制强度。  $\mu_i$  为不随时间变化的个体固定效应;  $\gamma_t$  为不随个体变化的时间固定效应;  $\varepsilon_{it}$  为随机干扰项。

#### 4.1.2 变量选取

本文基于 2011-2021 年全国 30 个省级行政区建立面板数据,数据来源主要包括《中国高技术产业统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国工业统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》和各省统计年鉴。由于 2018 年没有公布《中国高技术产

业统计年鉴》，采用插值法的方式进行填补。西藏、香港、澳门和台湾省的数据缺少严重无法计算其绿色全要素生产率，因此将其剔除。

#### (1) 被解释变量

本文的被解释变量为各省份绿色全要素生产率。由于 MAXDEA 软件测算的结果为相邻两期的变动率，故采用连乘的方式得到各期的 GTFP 值，具体做法前文已经做出了描述。

#### (2) 解释变量

解释变量是各省的 MAR 外部性和 Jacobs 外部性水平，分别用区位熵和赫芬达尔-赫希曼指数 (HHI) 的倒数求得。

#### (3) 控制变量

根据前人的研究和对绿色全要素生产率影响因素的梳理，将影响绿色全要素生产率的以下六个重要因素纳入方程中，尽可能减小遗漏变量带来的估计偏误。

外商直接投资 (FDI)：外商对各地区的资本投入会作为生产要素投入生产，进而影响地区的产出水平和绿色全要素生产率。采用各地区外商直接投资额占地区生产总值的比例作为外商直接投资水平。

对外开放程度 (OPEN)：对外开放程度越高的地区受国际市场的影响越大，进而影响该地区的产业结构和经济发展质量。采用进出口总额与地区生产总值的比例衡量。

创新水平 (INN)：高质量的创新水平通过提高生产技术水平提升地区的生产效率；而低质量的创新不仅经济效应有限，还会因为浪费过多社会资源产生负面影响。利用发明专利申请受理量的对数衡量创新水平。

信息化水平 (INF)：从一定程度代表了地区的信息发展水平，越高的信息化水平意味着较高的资源利用效率。用邮电业务总量与地区生产总值衡量。

政府干预程度 (GOV)：政府购买行为具有一定的政策导向，各地区在一定程度上以此为依据调整生产投入。采用政府一般公共预算支出与地区生产总值的比例来衡量。

环境规制 (ER)：环境规制严苛与否直接影响了地区的非期望产出，采用工业污染治理完成投资额与工业增加值的比值衡量。

### 4.1.3 描述性统计

对收集的各变量特征进行描述性统计，具体如表 4.1 所示。



表 4.1 变量描述性统计

变量名称	N	mean	sd	min	max
外商直接投资 FDI	330	0.0187	0.0148	1.00e-04	0.0796
对外开放程度 OPEN	330	0.265	0.291	0.00760	1.548
创新水平 INN	330	9.614	1.397	5.318	12.40
信息化水平 INF	330	0.0603	0.0552	0.0143	0.290
政府干预程度 GOV	330	0.249	0.103	0.107	0.643
环境规制 ER	330	0.00337	0.00352	8.50e-05	0.0310
MAR 外部性 MAR	330	2.644	1.372	1.100	6.670
Jacobs 外部性 Jac	330	2.207	0.583	1	3.880
绿色全要素生产率 GTFP	330	1.017	0.137	0.608	1.928
技术效率 EC	330	0.992	0.144	0.436	1.853
技术进步 TC	330	1.050	0.210	0.492	2.561

#### 4.1.4 样本检验

为了检验模型是否存在多重共线性问题，分别对方程（4.1）和（4.2）包含的变量进行方差膨胀因子检验，结果如表 4.2 所示。各变量 VIF 值都严格小于 5，因此不存在多重共线性问题。

表 4.2 VIF 检验

方程（4.1）			方程（4.2）		
变量名称	VIF	1/VIF	变量名称	VIF	1/VIF
INN	3.4	0.29	INN	3.24	0.31
GOV	2.61	0.38	GOV	2.61	0.38
MAR	1.84	0.54	OPEN	1.57	0.64
OPEN	1.58	0.63	RD	1.43	0.70
RD	1.47	0.68	ER	1.40	0.71
ER	1.38	0.72	JAC	1.37	0.73
INF	1.31	0.76	INF	1.33	0.75

## 4.2 实证检验与分析

### 4.2.1 基准回归分析

利用 Stata 软件对模型（4.1）和（4.2）进行参数估计，结果如表 4.3 所示。

## 4.3 基准回归检验结果

变量名称	GTFP		
MAR	0.055*** (4.83)	Jac	0.078** (2.11)
FDI	-1.611** (-2.55)	FDI	-1.452* (-1.93)
OPEN	0.085 (1.47)	OPEN	0.073 (1.1)
INN	-0.004 (-0.16)	INN	-0.080** (-2.29)
INF	0.542** (2.58)	INF	0.174 (0.85)
GOV	-0.626** (-2.55)	GOV	-0.532*** (-2.87)
ER	-7.633*** (-5.70)	ER	-5.438** (-2.43)
Constant	1.036*** (4.42)	Constant	1.706*** (6.06)

Robust t-statistics in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

从回归结果中可以看出，在 MAR 外部性对绿色全要素生产率影响的回归方程中，MAR 的系数为 0.055，且在 1% 的显著性水平上显著为正。说明高技术产业 MAR 外部性水平每提升 1 个单位能使得绿色全要素生产率水平提升 0.055 个单位。高技术产业的专业化集聚形成 MAR 外部性，通过规模效应和技术溢出效应降低企业的生产成本从而提升劳动生产率；政策支持加上高技术产业有低污染、能耗低的优势，产业集聚带来的拥挤效应尚未出现，从而 MAR 外部性促进了绿色全要素生产率水平。这与任阳军等（2019）研究结果一致。在控制变量方面，外商直接投资在 5% 显著性水平上显著为负，验证了“污染避难所”现象。即外商对中国的投资虽然会带来经济增长，但这种增长可能不追求“质”，对环境造成污染和破坏。对外开放程度和信息化水平都能提升绿色全要素生产率，但是对外开放程度没有通过显著性检验。信息化水平的提升意味着更高的信息交换效率从而提升地区绿色全要素生产率，程中华和刘军（2019）。创新水平在一定程度

上抑制了绿色全要素生产率水平，这可能是由于我国的创新质量不高，创新活动过多地占用了社会资源却对产出的提升作用有限。政府干预在 5% 的显著性水平上显著抑制了绿色全要素生产率的提升，这是因为政府的政策往往会扭曲市场资源配置效率从而抑制绿色全要素生产率水平，这与聂雷等（2021）结论一致。环境规制在 1% 显著性水平上抑制绿色全要素生产率水平。环境规制在企业的某个发展阶段中约束了企业的生产行为，如果不能倒逼企业进行技术创新改进工艺，那么就会抑制企业的生产积极性，减少产出，不利于绿色全要素生产率攀升。在 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率影响的回归方程中，Jacobs 外部性的系数为 0.078，且在 1% 的显著性水平上显著为正。说明高技术产业多样化集聚产生的 Jacobs 外部性每提升 1 个单位使得绿色全要素生产率提升 0.078 个单位。这是因为 Jacobs 外部性能够通过行业间的交流学习、有序竞争等途径提升各行业的知识水平，扩大劳动力蓄水池进而带动整个产业和地区的发展，提升了绿色全要素生产率水平。横向对比发现，Jacobs 外部性的系数大于 MAR 外部性。说明从全国所有地区的层面来说，前者比后者的绿色全要素生产率提升效应更加明显。在控制变量方面，系数符号和方程（4.1）保持一致，验证了其对绿色全要素生产率的影响。

#### 4.2.2 稳健性检验

为了使基准回归的结论更具稳健性，本文使用替换被解释变量的方式进行稳健性检验。具体方法为在测算绿色全要素生产率时，在非期望产出中加入固体废弃物排放量。从回归结果来看，核心解释变量 MAR 外部性和 Jacobs 外部性的系数分别在 1% 和 5% 显著性水平上显著为正，保持一致。横向对比发现前者系数小于后者，与基准回归的结果保持一致。而纵向对比发现，稳健性检验中 MAR 对绿色全要素生产率的影响系数小于基准回归。说明当加入固体废弃物作为非期望产出时，MAR 外部性对绿色全要素生产率提升效应更不明显。而 Jacobs 对绿色全要素生产率的影响效应则刚好相反。其余控制变量的符号与显著性水平基本保持一致。因此回归结果是稳健的。稳健性检验回归结果如表 4.4 所示。

表 4.4 稳健性检验结果

变量名称	GTFP		
MAR	0.048*** (5.03)	Jac	0.087** (2.31)
RD	-1.882*** (-3.61)	RD	-1.124 (-1.39)
OPEN	0.064 (1.09)	OPEN	0.079 (1.19)
INN	-0.014 (-0.61)	INN	-0.089** (-2.57)
INF	0.537** (2.72)	INF	0.217 (0.84)
GOV	-0.747*** (-3.29)	GOV	-0.527*** (-2.86)
ER	-10.485*** (-3.91)	ER	-4.989** (-2.22)
Constant	1.205*** (4.96)	Constant	1.747*** (6.21)

Robust t-statistics in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

### 4.2.3 机制检验

为探讨外部性对绿色全要素生产率的影响机制,将绿色全要素生产率按照公式  $GTFP=EC*TC$  分解为技术效率和技术进步两项。并分别检验 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对分解项的影响。构建如下模型:

$$EC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 MAR_{it} + \sum_{j=1}^6 \alpha_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4.3)$$

$$EC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Jac_{it} + \sum_{j=1}^6 \alpha_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4.4)$$

$$TC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 MAR_{it} + \sum_{j=1}^6 \alpha_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4.5)$$

$$TC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Jac_{it} + \sum_{j=1}^6 \alpha_j X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (4.6)$$

其中 $EC_{it}$ 表示*i*地区*t*时期的技术效率水平， $TC_{it}$ 表示*i*地区*t*时期的技术进步水平，其余变量含义与基准回归模型一致。

表 4.5 机制检验结果

变量名称	EC		TC				
MAR	0.036*** (2.78)	Jac	0.034** (2.72)	MAR	0.056*** (3.35)	Jac	0.047*** (3.59)
FDI	-0.345 (-0.33)	FDI	-1.323* (-1.82)	FDI	-0.709 (-0.90)	FDI	-1.072** (-2.31)
OPEN	0.025 (0.49)	OPEN	0.042 (0.98)	OPEN	0.026 (0.44)	OPEN	0.038 (0.92)
INN	-0.034* (-1.83)	INN	-0.034* (-1.99)	INN	-0.042 (-1.05)	INN	-0.046 (-1.30)
INF	0.393 (0.85)	INF	0.343 (0.72)	INF	0.800* (1.78)	INF	0.841 (1.66)
GOV	-0.389** (-2.47)	GOV	-0.408*** (-2.78)	GOV	-0.605* (-1.70)	GOV	-0.502* (-1.79)
ER	-3.389 (-1.16)	ER	-3.578 (-1.28)	ER	-12.017** (-2.45)	ER	-12.302*** (-3.03)
Constant	1.301*** (7.48)	Constant	1.300*** (8.49)	Constant	1.403*** (3.77)	Constant	1.464*** (4.28)

Robust t-statistics in parentheses  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

综合第一列与第三列的数据可以看到，MAR 的系数分别为 0.036 和 0.056，且都在 1% 的显著性水平上显著。MAR 外部性水平每提升一个单位，技术效率提升 0.036 个单位，技术进步提升 0.056 个单位。这说明高技术产业集聚的 MAR 外部性会通过技术效率和技术进步显著提升绿色全要素生产率水平，且以后者为主要途径。这是因为 MAR 外部性通过规模经济效应和技术溢出效应推动了关联企业效率和技术水平的提高，进而推动整个地区绿色全要素生产率水平。综合第二列与第四列的数据，Jac 的系数分别为 0.034 和 0.047，且分别在 5% 和 1% 的显著性水平上显著。Jacobs 每提升一个单位技术效率提升 0.034 个单位，技术进步提升 0.047 个单位。这说明高技术产业的 Jacobs 外部性通过良性竞争和学习等效应提升了技术效率和技术进步进而提升绿色全要素生产率。控制变量的影响

与基准回归基本保持一致。政府干预和环境规制显著抑制了技术效率和技术进步的提升,说明目前“看得见的手”的干预程度在一定程度上扭曲了市场资源配置效率,阻碍了地区绿色全要素生产率的提高。环境规制能在一定程度上倒逼企业提升生产率水平,减少环境污染物的排放。但对于那些难以完成技术转型的企业来说,会加重企业的负担,减少用于技术革新的资金投入,降低技术效率和技术进步进而降低了绿色全要素生产率。外商直接投资抑制了技术效率和技术进步提升,外商资本可能会将高污染的生产环节通过产业转移的方式嵌入中国内陆的生产链中,验证了“污染避难所”假说。对外开放程度和信息化水平对技术效率和技术进步的影响都为正,但未全部通过 10%显著性水平检验。

## 5. 研究结论与对策建议

### 5.1 研究结论

绿色经济是一种同时关注经济效益与环境保护的新型经济模式,成为了我国经济发展主要方向,提高绿色全要素生产率是实现经济绿色发展的根本要求。我国的高技术产业正处于高速增长时期,高新技术开发区数量、高技术产业企业数、就业人数、利润等重要指标逐年增加,是实现社会生产降本增效、产业升级的重要依托。

通过区位熵和 HHI 指数的倒数建立了高技术产业集聚及其外部性的测算方法。并通过现状分析发现,北京、天津、上海、广东、江苏等率先完成高技术产业布局地区的区位熵指数逐年下降,呈现出产业转移的动态趋势;而吉林、辽宁黑龙江的区位熵从较低的水平降至更低,有可能会发生高技术产业空心化。一些经济发展势头强盛的省份优先于其他省份承接产业转移,安徽、江西、湖北、湖南、重庆的高技术产业区位熵逐年呈现上升趋势;而由于资源禀赋和市场前景的客观差异,经济发展相对不足的地区如:新疆、贵州、甘肃上涨较慢。在集聚外部性现状分析中,各地区的 MAR 外部性水平主要来源于医药制造业的专业化集聚,说明高技术产业中医药制造业的规模最大。吉林、海南、云南、新疆等地的 MAR 外部性水平较高,北京、辽宁、山东、广西等地的 Jacobs 外部性水平较高,多样化集聚水平较高。通过利用包含非期望产出的 SBM 模型测算 Malmquist-Luenberger 指数用以表征绿色全要素生产率水平。发现我国各地区的 GTFP 水平总体呈上升趋势,说明绿色经济发展取得初步成效。

在实证分析的基准回归中,根据文献梳理选择影响绿色全要素生产率的重要因素作为控制变量,以缓解遗漏变量带来的内生性问题。并通过建立双向固定效应模型检验 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响。结果表明,高技术产业的 MAR 外部性和 Jacobs 外部性都能显著提升地区绿色全要素生产率,且后者的促进效应更明显。控制变量方面,对外开放程度和信息化水平提升了绿色全要素生产率水平;外商直接投资、创新水平、政府干预和环境规制阻碍了绿色全要素生产率的提升。在稳健性检验中,替换了绿色全要素生产率的测算方法,在非期望产出中加入固体废弃物排放量。结果表明基准回归具有稳健性。

在机制检验中检验了 MAR 外部性和 Jacobs 外部性对绿色全要素生产率的影响机制。将绿色全要素生产率分解为技术效率和技术进步，建立四个模型依次验证外部性对分解项的影响。实证结果表明，高技术产业集聚的 MAR 外部性和 Jacobs 外部性都显著提升了地区的技术效率和技术进步从而提升绿色全要素生产率。并且由于技术进步估计的系数都大于技术效率，因此高技术产业的 MAR 外部性和 Jacobs 外部性主要通过提升技术进步水平促进绿色全要素生产率增长。在控制变量方面基本与基准回归保持一致。政府干预通过抑制技术效率和技术进步阻碍绿色全要素生产率；环境规制主要通过技术进步抑制绿色全要素生产率水平，信息化水平通过提升技术进步水平提高了绿色全要素生产率。

## 5.2 对策建议

### 5.2.1 全面优化政策，提高绿色全要素生产率

从近年我国各地区的绿色全要素生产率水平来看，中国正在告别过去粗犷的经济发展模式，绿色经济发展逐年加快，呈现出良好的绿色增长势头。要保证这种势头良序发展，结合本文的实证结果，提出如下对策建议：打造高技术产业绿色经济品牌，引领各行业积极推行低碳生产；高技术产业应进一步发挥低能耗、高生产率的产业优势，并持续投入研发资金，提高企业管理水平和产出水平，降低非合意产出的排放，践行绿色经济理念；地方政府应当摒弃“唯 GDP”论，积极宣传坚持绿色发展的相关企业，营造良好的绿色生产氛围；低质量的创新会抑制绿色全要素生产率，因此污染排放较高，生产技术相对落后的企业应当积极响应号召，调整资金投入结构，加快实用技术的研发步伐，以提高绿色全要素生产率为目标，以“量”换“质”，谋求长久利益，实现企业的可持续发展；金融部门和当地政府要进一步规范制定外商直接投资政策，警惕外商资本将环境污染过高生产率低下的生产环节嵌入地方产业链，防止成为“污染避难所”。要因地制宜调控环境规制强度，对于处于不同行业、不同发展阶段的企业采用与其客观生产条件相适宜的污染排放标准，做到命令型环境规制和市场型环境规制两种手段共同作用。完善奖惩机制，适当鼓励积极参与绿色转型的企业，惩罚不作为、



超标排放的企业。在完善相关法律法规后，政府职能应向服务型转变，充分发挥“看不见的手”的市场机制，防止过度的政府干预扭曲市场资源配置。

### 5.2.2 建设高质量高新技术开发区，发挥集聚池作用

高技术产业集聚对地区绿色全要素生产率有积极的促进作用，因此要以各省份的高新技术开发区为依托，为高技术产业的发展营造良好的市场氛围。打造良好的“硬环境”，建设好高新技术开发区。区域壁垒现象在我国的经济发展中比较常见，这一定程度上降低了资源配置效率。高新技术开发区的建设选址应以打破区域壁垒为目标，在城市结合处，省份结合处之间选址建立企业园区，一来能充分发挥高技术产业集聚对绿色全要素生产率提升的空间溢出效应；二来以高新区为重要结合点，打通地市之间、省份之间的要素流通渠道，实现区域市场的统一，从而共同实现多地生产效率的提高。另外对于已经建设好的开发区应适当扩大其产业规模、完善基础设施配套体系，扮演好高技术产业集聚区的重要角色。打造良好的“软”环境，管理好高新技术开发区。要健全完善人才引进、企业落户、优惠贷款等相关政策，充分发挥人才优势、产业优势促进高新区的发展。发挥好服务型政府职能，建立有效的监督和管理机制，优化管理体系，引导高技术产业在高新技术开发区的集聚，鼓励企业进行有效创新和工艺改进，促进企业园区的绿色发展。

### 5.2.3 引导企业进行合理集聚，充分发挥集聚外部性效应

MAR 外部性和 Jacobs 对技术效率、技术进步和绿色全要素生产率有显著提升作用。从高技术产业整体来看，经济发展程度较好的东部和中部地区比西部地区集聚度更高，时间趋势上出现了较大范围的产业转移趋势。高技术产业区位熵逐年下跌的地区应当警惕 MAR 外部性水平和 Jacobs 外部性水平的下降，保持高技术产业的多元化发展优势。相关部门应当给予发展较为困难的企业适当优惠政策，降低企业成本，提高企业的市场适应能力以保证产业结构的完整性。对于高技术产业的新兴市场应当充分发挥本地优势，因势制导、因地制宜发展优势产业，调整优势产业准入标准，引导企业集聚形成集聚效应，促进 MAR 外部性水平的提升。从各地发展经验来看，医药制造业是较多地区投入人力资本最多的行业，

应出台产业政策促进该行业的健康有序发展以保障各地区的产业竞争力。在高新技术产业发展中后期，新兴市场应警惕有可能因为过度竞争、市场饱和等问题带来的拥挤效应。要以优势产业为主要抓手，带动相关产业共同发展，提高产业多样化水平。知识产权保护是创新型企业最关心的问题之一，因此要完善相关法律，保护企业创新成果，促进企业的合作和有序竞争，进而引导企业形成具有高经济效率高技术产业集聚区。

## 参考文献

- [1] Arrow K J.The Economic Implication of Learning by Doing[J].Review of Economics and Statistics,1962,29(3).
- [2]Duranton G,Puga D.Diversity and Specialisation in Cities: Why, Where and When does it Matter?[J].Ssrn Electronic Journal,1999.
- [3]Glasmeier A.Factors Governing the Development of High Tech Industry Agglomerations: A Tale of Three Cities[J].Regional Studies,1988.
- [4]Hoover E M .Location Theory and Shoe and Leather Industry[J].administration & society,1937.
- [5]Jacobs J.The economy of cities.[M].Random House,1969.
- [6]Li B,Wu S.Effects of local and civil environmental regulation on green total factor productivity in China: A spatial Durbin econometric analysis[J].Journal of Cleaner Production,2016,153(JUN.1):342-353.
- [7]Li H,Shi J F.Energy efficiency analysis on Chinese industrial sectors: an improved Super-SBM model with undesirable outputs[J].Journal of Cleaner Production,2014,65(FEB.15):97-107.
- [8]Li T,Han D,Feng S,et al.Can Industrial Co-Agglomeration between Producer Services and Manufacturing Reduce Carbon Intensity in China?[J].Sustainability,2019,11.
- [9]Marshall A.Principles of economics[J].Political Science Quarterly,1961,31(77): 430-444.
- [10]Romer P M.Increasing Returns and Long-Run Growth[J].David K. Levine, 1999.
- [11]Tao F,Zhang H,Hu J,et al.Dynamics of green productivity growth for major Chinese urban agglomerations[J].Applied Energy,2016,196(JUN.15):170-179.
- [12]Xu B,Lin B.Investigating the role of high-tech industry in reducing China's CO2 emissions: A regional perspective[J].Journal of Cleaner Production,2018,177(MAR.10):169-177.

- [13]Zhang R,Sun B,Liu M.Do External Technology Sourcing and Industrial Agglomeration Successfully Facilitate an Increase in the Innovation Performance of High-Tech Industries in China?[J].IEEE Access,2019:1-1.
- [14]Zheng D,Kuroda T.The impact of economic policy on industrial specialization and regional concentration of China's high-tech industries[J].The Annals of Regional Science,2013,50(3):771-790.
- [15]Zhu S,Ye A.Does the Impact of China's Outward Foreign Direct Investment on Reverse Green Technology Process Differ across Countries?[J].Sustainability,2018,10(11).
- [16]曹雄飞,霍萍,余玲玲.高科技人才集聚与高技术产业集聚互动关系研究[J].科学学研究,2017,35(11):8.
- [17]陈抗,战绍磊.规模经济,集聚效应与高新技术产业全要素生产率变化[J].现代经济探讨,2019(12):7.
- [18]陈路,孙博文,谢贤君.产业集聚的经济增长溢出效应——基于新经济地理学视角[J].首都经济贸易大学学报,2019,21(4):11.
- [19]程中华,刘军.信息化对工业绿色增长的影响效应[J].中国科技论坛,2019(6):8.
- [20]程中华.集聚经济与绿色全要素生产率[J].软科学,2015,29(5):4.
- [21]董有德,夏文豪.外商直接投资与中国绿色全要素生产率——基于系统GMM和门槛模型的实证研究[J].上海经济研究,2022(8):13.
- [22]冯杰,张世秋.基于DEA方法的我国省际绿色全要素生产率评估——不同模型选择的差异性探析[J].北京大学学报:自然科学版,2017,53(1):9.
- [23]葛鹏飞,黄秀路,徐璋勇.金融发展,创新异质性与绿色全要素生产率提升——来自“一带一路”的经验证据[J].财经科学,2018(1):14.
- [24]郭丽燕,黄建忠,庄惠明.人力资本流动,高新技术产业集聚与经济增长[J].南开经济研究,2020(6):18.
- [25]郭卫军,黄繁华.高技术产业集聚对经济增长质量的影响——基于中国省级面板数据的实证研究[J].经济问题探索,2021,42(3):150-164.

- [26] 韩峰, 李玉双. 产业集聚, 公共服务供给与城市规模扩张[J]. 经济研究, 2019, 54(11):16.
- [27] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022, (05):100-120.
- [28] 江瑶, 高长春. 长三角高技术产业细分行业集聚影响因素研究——基于面板数据的半参数模型[J]. 经济问题探索, 2017(3):9.
- [29] 金春雨, 程浩. 日本制造业空间集聚的经济增长门限效应分析[J]. 现代日本经济, 2016(6):14.
- [30] 孔令池. 制度环境, 企业家精神与高技术产业集聚[J]. 中国经济问题, 2020(2):14.
- [31] 李繁荣, 尚云舟, 薛紫玥. 外商直接投资对我国绿色发展的影响——基于中国260个地级市的数据验证[J]. 经济问题, 2022(4):10.
- [32] 李光龙, 范贤贤. 贸易开放、外商直接投资与绿色全要素生产率[J]. 南京审计大学学报, 2019, 16(4):9.
- [33] 李琳, 曾伟平. 高新技术产业集聚提升中国绿色创新效率了吗?[J]. 当代经济管理, 2021, 43(02):48-56.
- [34] 李玲, 陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择——基于绿色全要素生产率的视角[J]. 中国工业经济, 2012(5):13.
- [35] 李瑞雪, 司孟慧, 张汉飞. 金融集聚对工业绿色全要素生产率的影响研究——基于长三角地区的实证[J]. 华东经济管理, 2022, 36(05):34-47.
- [36] 李拓晨, 梁蕾, 李韞畅. 高技术产业专业集聚, 人力资本错配与创新绩效——以医药制造业为例[J]. 科研管理, 2021(4):7.
- [37] 刘佳丽, 荣垂青. 产业集聚, 产业协同对人口迁移的影响[J]. 人口学刊, 2023, 45(3):63-77.
- [38] 吕承超, 商圆月, LYU, 等. 高技术产业集聚模式与创新产出的时空效应研究[J]. 管理科学, 2017, 30(2):16.
- [39] 吕祥伟. 制造业集聚与企业绿色全要素生产率:理论分析与经验证据[J]. 统计与决策, 2022(23):126-131.

- [40] 聂雷, 任建辉, 刘秀丽, 等. 金融深化, 政府干预与绿色全要素生产率——来自中国 10 个城市群的经验证据[J]. 软科学, 2021, 35(1):6.
- [41] 邱士雷, 王子龙, 杨琬琨, 等. 高技术产业创新能力的空间集聚效应分析[J]. 研究与发展管理, 2018, 30(6):10.
- [42] 任阳军, 汪传旭, 李伯棠, 等. 产业集聚对中国绿色全要素生产率的影响[J]. 系统工程, 2019, 37(5):10.
- [43] 任阳军, 汪传旭, 张素庸, 等. 高技术产业集聚、空间溢出与绿色经济效率——基于中国省域数据的动态空间杜宾模型[J]. 系统工程, 2019, 37(1):11.
- [44] 史梦昱, 沈坤荣. 人才集聚, 产业集聚对区域经济增长的影响——基于非线性、共轭驱动和空间外溢效应的研究[J]. 经济与管理研究, 2021, 42(7):14.
- [45] 苏丹妮, 盛斌. 产业集聚, 集聚外部性与企业减排——来自中国的微观新证据[J]. 经济学(季刊), 2021(5):24.
- [46] 孙超. 产业协同集聚对绿色全要素生产率的影响研究——基于高新技术产业与生产性服务业协同的视角[J]. 经济纵横, 2020(3):11.
- [47] 王俊松. 集聚经济、相关性多样化与城市经济增长——基于 279 个地级及以上城市面板数据的实证分析[J]. 财经研究, 2016, 42(5):10.
- [48] 王鹏, 王伟铭. 高新技术产业集聚对劳动生产率的影响研究——基于中国省级面板数据的实证检验[J]. 华东师范大学学报: 哲学社会科学版, 2017, 49(5):12.
- [49] 王西贝, 王群勇. 产业协同集聚对区域经济增长的影响研究——基于规模效应与拥堵效应视角[J]. 经济评论, 2023(2):16.
- [50] 王燕, 高静, 刘邦凡. 高新技术产业集聚, 科技创新与经济增长[J]. 华东经济管理, 2023, 37(4):56-64.
- [51] 吴松飞, 范金华. 金融产业集聚与安徽省经济增长效应研究[J]. 河北科技师范学院学报: 社会科学版, 2017, 16(2):8.
- [52] 吴宗杰, 刘帅, 董会忠, 等. 高技术产业集聚对区域经济增长质量的空间溢出效应[J]. 统计与决策, 2019(21):5.
- [53] 叶阿忠, 肖志学. 产业结构多样化对城市绿色全要素生产率的影响研究——基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 工业技术经济, 2023, 42(03):33-42.

- [54] 于斌斌, 杨宏翔, 金刚. 产业集聚能提高地区经济效率吗?——基于中国城市数据的空间计量分析[J]. 中南财经政法大学学报, 2015(3):10.
- [55] 于斌斌. 生产性服务业集聚如何促进产业结构升级?——基于集聚外部性与城市规模约束的实证分析[J]. 经济社会体制比较, 2019(2):14.
- [56] 余长林, 李博涵, 吴瑞君. 环境规制, 资源禀赋与中国工业绿色全要素生产率[J]. 经济研究参考, 2023(4):82-104.
- [57] 张建华, 李先枝. 政府干预, 环境规制与绿色全要素生产率 ——来自中国 30 个省, 市, 自治区的经验证据[J]. 商业研究, 2017(10):9.
- [58] 张素庸, 汪传旭, 任阳军. 生产性服务业集聚对绿色全要素生产率的空间溢出效应[J]. 软科学, 2019, 33(11):11-15+21.
- [59] 张晓红, 王皓, 朱明侠. 产业集聚、技术溢出与经济增长[J]. 管理现代化, 2018, 38(4):5.
- [60] 张治栋, 王亭亭. 产业集群、城市群及其互动对区域经济增长的影响——以长江经济带城市群为例[J]. 城市问题, 2019(1):8
- [61] 郑婷婷, 付伟, 陈静. 信息化发展水平, 资源依赖与绿色全要素生产率——来自地级市面板数据的分析[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(23).

## 后 记

着墨于此，论文写作接近了尾声。回顾过往，有太多的事情值得品味；有太多的人值得感谢。你们或引领我前进，或陪伴我成长；或支持我冲锋，或接纳我退却。你们在我学业生涯中扮演着不同的英雄角色，全方位给与了我莫大的鼓励，让我能顺利完成学业。

首先，我要感谢我的导师蔡文浩教授。蔡教授学识渊博，看待问题高屋建瓴。他严谨的学术态度和深厚的专业知识让我深受启发。在他的细心指导下，我顺利地完成了论文写作。在生活中，蔡教授时刻关心我们身心的健康成长，教会了我们许多人生哲理，这对我以后的人生大有裨益。在此祝愿蔡教授桃李满天下。

其次，我要感谢学院的老师、兰财结交的朋友和室友兄弟们。老师们尽心负责，严谨务实，从你们那里我更加深入地学习了经济学知识和研究方法。朋友们、兄弟们陪伴了我整个研究生生涯，或谈天论地，或嬉笑打闹。你们的陪伴让我颇感暖心。在此祝愿老师们工作顺利；祝愿朋友们、兄弟们前途似锦。

再次，我要感谢我远在南昌的本科室友们。山高路远，我一人前往北方念书，每每在南昌停留，你们都盛情款待。虽一路风尘仆仆，但与你们相聚顿感心旷神怡，深厚的友情值得我们一生珍惜。在此祝愿你们工作顺利，家庭幸福。

最后，我要感谢我的父母和亲人们。回想漫漫学习成长之路，前进抑或退却你们都在我的身边，给了我莫大的底气。你们是我的亲人也是我的启蒙老师，抚养了我长大，更教会了我成人。在此祝愿你们健康长寿，长乐久安。