

分类号 C8/411  
UDC

密级 公开  
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 可持续性技术创新对制造业高质量发展的  
影响研究

研究生姓名: 吴春模

指导教师姓名、职称: 刘明、教授

学科、专业名称: 统计学、应用统计硕士

研究方向: 经济统计

提交日期: 2025年6月3日

## 独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 吴春模 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 刘明 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： \_\_\_\_\_ 签字日期： \_\_\_\_\_

## 关于论文使用授权的说明

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

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

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

学位论文作者签名： 吴春模 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 刘明 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： \_\_\_\_\_ 签字日期： \_\_\_\_\_

# Research on Corporate Governance of Southeast Asian Corporations

**Candidate : Wu Chunmo**

**Supervisor: Liu Ming**

## 摘要

自改革开放以来,中国经济在要素和投资的双重驱动下,多年来一直保持着中高速增长,在面临复杂多变的外部环境和多重因素挑战时,中国制造稳步向前——2023年,稳增长政策“组合拳”有力有效,中国制造业总体规模连续14年位居全球第一。尽管如此,制造业的迅猛扩张也带来了技术革新的挑战与产业升级的需求。在新常态背景下,制造业的高质量发展对于社会整体的高质量发展来说,制造业的高质量发展显得尤为关键。因此,深入探究可持续性技术创新助推制造业高质量发展的内在机制,厘清可持续性技术创新与我国制造业高质量发展之间的相互影响和空间溢出效应,成为抢抓发展机会、锁定新增长点、促进中国制造业高质量发展、助推制造业转型升级的关键所在。

本文首先广泛搜集了国内外关于制造业高质量发展与可持续技术创新的相关学术文献,梳理了制造业高质量发展与可持续技术创新的基本概念及其理论基础,并探究了中国制造业高质量发展水平与可持续技术创新的现状与特征,从狭义的角度提出了可持续性技术创新影响制造业高质量发展的作用机制;其次本研究利用2011-2021年中国30个省级的面板数据,量化评价中国30个省市的制造业高质量水平,并分析其现状;在此基础上,搭建面板回归分析模型实证检验可持续性技术创新影响制造业高质量发展的内在机理,建立空间杜宾模型验证制造业高质量发展的空间经济特性,以评估可持续技术创新在空间维度上对制造业发展的溢出效应。

本研究结果表明:(1)在2011-2021年期间,虽然中国30个省市制造业发展水平稳步提升,但不同区间的发展水平呈现显著差异,例如东部地区的制造业发展基础、发展后劲均优于中西部地区,东北地区的制造业高质量发展水平显著低于全国平均水平;(2)基准回归分析结果说明,产品与工艺层面的可持续性技术创新对于我国制造业的高质量发展具有积极而显著的促进作用,并且可持续性产品创新对制造业发展所起到的推动作用,明显地超过了可持续性工艺创新;(3)提升一个地区的可持续技术创新能力,不仅有助于该地区制造业的进一步发展,还能影响到相邻地区制造业的高质量发展,表明我国可持续性技术创新存

在显著的空间溢出效应。

**关键词：**制造业高质量发展 可持续性技术创新 面板数据模型 空间溢出效应

## Abstract

Since the reform and opening up, China's economy has maintained a medium-high growth rate for many years under the dual drive of factors and investment. In the face of complex and changing external environment and multiple factors, China's manufacturing has been steadily moving forward - in 2023, the "combination" of steady growth policies is powerful and effective, and the overall scale of China's manufacturing industry has ranked first in the world for 14 consecutive years. However, the rapid expansion of the manufacturing industry has also brought the challenge of technological innovation and the demand for industrial upgrading. Given the new standard, the superior growth of the manufacturing sector is especially vital for the society's overall advancement in quality. Consequently, a thorough investigation into the internal workings of sustainable tech innovation aimed at enhancing the manufacturing industry's quality, along with elucidating the reciprocal influence and geographical ripple effect between sustainable tech innovation and China's manufacturing industry's superior development, is crucial for capitalizing on development prospects, securing new expansion areas, fostering the superior growth of China's manufacturing sector, and propelling its transformation and enhancement.

Initially, the study meticulously gathered pertinent scholarly works on the advancement of high-quality and sustainable technology in the manufacturing sector, both domestically and internationally, dissected the fundamental principles and theoretical underpinnings of such innovation, and investigated the current state and features of China's manufacturing industry's high-quality development and sustainable technological advancements. Seen from a limited perspective, it advocates for the mechanism of sustainable technological advancement that influences the superior growth of the manufacturing sector. Additionally, the research employs panel data from 30 Chinese provinces between 2011 and 2021 to assess the manufacturing industry's high quality across these provinces and cities, conducting a quantitative evaluation of their present developmental state. Consequently, a panel regression analysis model has been developed to empirically examine how sustainable technological advancements impact the superior growth of the manufacturing sector, and to delve deeper into the spatial economic aspects of this high-quality development. A spatial Durbin model has been further formulated following the examination of spatial correlations. Assessing how sustainable tech advancements impact the spatial growth of the manufacturing sector.

Findings from this research indicate that from 2011 to 2021, despite consistent advancements in the manufacturing sector across 30 Chinese

provinces and cities, there were notable disparities in the industry's development across various regions. As an illustration, the foundational and developmental progress of the manufacturing sector in the east surpasses that in the central and western areas, with the northeast region's manufacturing industry's high-grade development falling short of the national mean; Baseline regression analysis outcomes reveal that innovation in sustainable technology at both the product and process stages plays a crucial and beneficial role in enhancing China's manufacturing industry's quality, and at the product stage, sustainable technological innovation is more influential in advancing the manufacturing sector than process innovation; Enhancing the capacity of sustainable technology innovation in a region not only aids in the continued growth of the manufacturing industry in that area but also influences the advanced growth of the manufacturing sector in the neighboring areas, signifying a substantial geographical impact of sustainable technology innovation in China.

**Keywords :** Superior advancement in the manufacturing sector; Sustainable tech advancement; Model of data for panels; The phenomenon of geographical diffusion



# 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 文献综述	3
1.2.1 可持续性技术创新的相关研究	3
1.2.2 制造业高质量发展研究现状	5
1.2.3 可持续性技术创新对制造业高质量发展的研究现状	8
1.2.4 文献述评	10
1.3 研究内容与研究方法	11
1.3.1 研究内容	11
1.3.2 研究方法	13
1.4 研究的创新点	13
<b>2 可持续性技术创新与制造业高质量发展的相关理论及现状分析</b>	<b>15</b>
2.1 相关理论	15
2.1.1 可持续性技术创新的内涵	15
2.1.2 制造业高质量发展	16
2.2 可持续性技术创新影响制造业高质量发展的机制探索	19
2.3 可持续性技术创新和制造业高质量发展的现状分析	21
2.3.1 可持续性技术创新的现状分析	21
2.3.2 制造业高质量发展的现状分析	23
<b>3 制造业高质量发展水平测度与分析</b>	<b>25</b>
3.1 制造业高质量发展水平评价指标体系的设计	25
3.1.1 指标选取	25
3.1.2 制造业高质量发展水平的测度方法	27

3.2 制造业高质量发展水平测度结果及分析.....	29
3.2.1 制造业高质量发展水平评价指标权重的确定.....	30
3.2.2 制造业高质量发展水平评价与分析.....	31
<b>4 可持续性技术创新对中国制造业高质量发展的实证分析.....</b>	<b>36</b>
4.1 模型设定.....	36
4.1.1 面板数据模型.....	36
4.2.1 空间计量模型.....	36
4.2 变量选取与数据来源.....	38
4.2.1 变量选取.....	38
4.2.2 数据来源与说明.....	40
4.3 基准回归结果分析.....	42
4.4 空间溢出效应检验.....	44
4.4.1 空间自相关检验.....	44
4.4.2 空间计量模型检验.....	48
4.4.3 稳健性检验.....	52
<b>5 结论与展望.....</b>	<b>55</b>
5.1 研究结论与政策建议.....	55
5.1.1 研究结论.....	55
5.1.2 政策建议.....	56
5.2 研究展望.....	58
<b>参考文献.....</b>	<b>59</b>
<b>后 记.....</b>	<b>65</b>

# 1 绪论

## 1.1 研究背景及意义

### 1.1.1 研究背景

在 21 世纪的全球经济格局中，可持续发展已成为各国政府和企业关注的焦点。尤其是在制造业领域，可持续技术创新的推广和应用对于实现制造业的高质量发展具有决定性的作用。制造业作为国民经济的重要支柱之一，对环境影响、资源利用和社会可持续性等方面面临着严峻挑战。在环境影响方面，实现“碳达峰、碳中和”目标已经成为了制造业长远发展的必须考量，但是仍然有一些制造业企业延续着高排放、高成本、低产品附加值的生产方式，而这与我国的生态文明建设和经济高质量发展战略背道而驰，制造业迫切需要向绿色且可持续的生产方式转变；在资源利用方面，我国许多制造业企业仍然依赖于高耗能、高污染的方式，如过度开采矿产资源，导致资源枯竭和环境破坏，资源短缺及低效利用；在社会可持续性方面，部分制造业企业过度追求经济效益，而忽视员工福祉和社区影响，可能导致劳动力短缺和社区生活质量下降，对企业的持续发展构成威胁。面向未来的可持续发展策略已经得到普遍认可，若我国制造业想要实现真正的可持续发展，就必须采纳一种新的技术创新战略——可持续技术创新。这一创新模式以追求生态效益、经济效益、社会效益的和谐共生为目标。这种技术创新模式可以帮助制造业实现可持续发展，提高资源利用效率，减少对环境的负担，同时也可以带来生态效益、经济效益和社会效益的共赢，进一步助推中国制造业向更高形态演化，并打造出更具国际竞争力的产业集群。

在改革开放政策的催化作用下，中国的制造业经历了产业规模的持续扩张和科技水平的持续提升，现已步入全球先进水平，并取得了全球瞩目的显著成效。工信部最新数据显示：2023 年制造业总体规模连续 14 年位居全球第一；规模以上工业增加值同比增长了 4.6%，其中，制造业规模以上工业增加值同比增长了 5.0%；制造业投资增长 6.5%，高技术制造业投资增长 9.9%；高耗能制造业占制造业比重降至 30.7%。这些成就不仅彰显了中国制造业在国民经济中的重要地

位，也标志着产业规模的巨大扩张和科技水平的显著提升。与此同时，《中国制造 2025》规划的实施，将中国制造业引入一个新的发展阶段。该规划纲领作为中国迈向制造强国的行动纲领，不仅聚焦于推动科技创新和产业结构优化，更强调可持续发展和人才培养的重要性，指明了制造业高质量发展的方向，强调了技术创新在推动制造业高质量发展中的核心地位，特别是可持续技术创新在优化产业结构、提高生产效率和环境保护方面的重要作用。

中国制造业近年来在市场化导向下应用型创新迅猛发展，2015 年至 2022 年全社会研究与实验发展经费投入显著增长，2022 年制造业 R&D 经费内部支出在我国全行业 R&D 经费内部支出的占比高达 79.11%，推动了国家科技实力和创新能力不断提升。然而，在新发展格局背景下，面对国际形势的日益严峻，尤其是在美国引领的技术民族主义盛行下，我国传统的技术发展策略“引进-消化-吸收-再创新”受到了前所未有的挑战，致使创新突围成为不可避免的选择。同时，制造业面临资源短缺、环境污染等可持续性挑战，中国制造业迫切需要采纳可持续性的技术革新手段，以促进产业的升级和转型，确保经济的持续稳健增长及社会的可持续发展。因此，探究可持续性技术创新影响制造业高质量发展的内在机理，有着深刻的实际意义和理论意义。

### 1.1.2 研究意义

#### （一）理论意义

在 2021 年 12 月 8 日至 10 日举办的中央经济工作会议上，着重强调了科技政策的落实，并提出了基础研究十年规划与科技体制改革的三年行动方案，旨在增强我国在战略科技领域的实力，并推动企业成为创新活动的主导者；会议还强调了完善科技创新的生态系统、建立健全的科研体制，并持续进行国际科技合作的重要性，深化产学研相结合。这表明在中国政策框架内，科技创新，尤其是可持续技术创新，在推动制造业高质量发展中占据核心地位。制造业作为实体经济的主体和技术创新的主战场，对于科技创新和民生发展构成了坚实的基础。然而，在追求制造业高质量发展的过程中，仍面临着理念、制度以及理论层面上的挑战，而创新则是推动这一进程的主要驱动力。基于此，本文从可持续性技术创新的角度出发，对其与制造业高质量发展之间的联系进行深入探讨，旨在明确可持续性

技术创新如何促进制造业高质量发展。这不仅是对现有可持续性技术创新与制造业高质量发展理论的延伸和丰富，还能进一步探索和优化制造业创新驱动发展路径，有助于解决制造业发展中的实际难题，促进经济社会的可持续发展，为政策制定和产业实践提供科学的理论支撑和指导，实现可持续性技术创新与制造业高质量发展的和谐统一。

## （二）现实意义

在国家推行创新驱动战略的进程中，“十四五”规划提出的推动制造业高质量发展，旨在促进制造业的根本转型和全面升级。我国追求高质量发展的终极目标不仅是为了更有效地解决制造业在发展过程中出现的“不平衡、不充分”的短板，更是为了满足人们对更加美好生活的新需求，可持续性技术创新成为实现我国制造业高质量发展的关键战略支柱。本文基于理论和实践相结合的视角，通过文献梳理和实证分析，探讨了可持续性技术创新在我国制造业高质量发展中发挥着至关重要的作用。本研究从可持续性技术创新和制造业高质量发展的深层含义出发进行探讨，通过建立一套科学的评估体系来量化我国各省市制造业在高质量发展方面的水平，进而揭示我国制造业的现状、发展动向以及地域分布特性。这样不仅能够帮助辨识各地区在制造业发展进程中的强项与短板，也能为地方政府和企业提供相关数据支撑，促使我国各省份更加有效地实施区域发展策略。此外，本文结合理论分析框架构建空间计量模型，以验证可持续性技术创新对制造业实现高质量发展的空间溢出效应；为推动我国制造业持续高质量发展，提供相应的政策建议。

## 1.2 文献综述

### 1.2.1 可持续性技术创新的相关研究

可持续性技术创新的研究起源于 20 世纪 70 至 80 年代，随着工业化进程的快速推进，资源枯竭和环境污染等问题变得愈发严峻。传统技术创新主要是为了追求经济利益的最大化，通常会对环境造成的影响视而不见，这种做法与经济和社会的可持续发展相悖。同时，公众开始认识到这种传统创新方式可能引发的负面后果，西方发达国家逐步开始重视环境保护，相继制定了一系列环境治理的法

律和规章，这促使了可持续性技术创新理论的初步形成和发展。

### （一）可持续性技术创新的定义

学界主要从广义和狭义两个角度来对可持续性技术创新进行定义。

从广义上看，可持续性技术创新是提高人类可持续发展能力的技术创新集合。Hyland 和 Chapman（2004）深入研究了企业在可持续性技术创新方面的实践，认为各个企业在产品的开发、制造和分配等环节上需加大重视和资源投入力度，以增强其创新开发能力，产品全生命周期中的其他环节，如产品使用的优化、生产工艺的改进和创新商品化等，也可以为产品创新带来新的机遇，这些都应被整合到可持续产品创新的模型中。在《循环经济技术范式和企业持续技术创新研究》一书中，曹利军和杜世勋强调了循环经济的核心是技术范式的转变，详细论述了这种转变如何影响企业的战略方向，并进一步指出，在当前的技术模式中，企业要想实现持续的技术创新，就必须打破技术创新的困境，采纳非常规的技术策略创新，并在新的技术平台上，遵循循环经济的 3R 原则，进行产品和工艺的创新。<sup>[1]</sup>另有学者认为，可持续性技术创新是政府部门、企业、科研机构、个人和协会等在应对环境影响、资源利用和社会可持续性等挑战时所作出的关键举措，其中包括生产技术的改进、可持续发展理论以及新产品和新工艺的引进（Klemmer, 1999）<sup>[2]</sup>。因此，可持续性技术创新作为一种新的发展范式，与传统的技术创新方式有明显的区别，只有当制造业企业在追求“可持续发展”的同时，注重“技术创新”，它们才能在技术上获得竞争上的优势，并实现制造业高质量发展和可持续发展。

从狭义上看，可持续的技术创新旨在通过加强对社会物质生产流程的管理和控制，来推动技术创新或对现有技术进行优化，从而确保人类在地球上的持续生存和进步。Maurice Merleau-Ponty 认为技术创新是与其创新新颖性和成功实践为标志的有意义的非连续事件。远德玉（1992）<sup>[3]</sup>认为技术创新本质上是在技术原理保持不变的前提下，进行技术形态转换的过程。Geoffrey A. Moore（2007）<sup>[4]</sup>在深入研究了许多杰出的制造业公司之后，从自由市场经济的运作模式类似于自然界有机系统的视角出发，提出“公司进化论”理论，认为企业须将创新整合到有效的管理计划中，依照正确的指导方针、方法论，持续进行系统化创新，维持其市场竞争力。

本文认同 Hyland、Chapman、曹利军和杜世勋等学者的看法，在当前的经济模式中，环保和经济高质量发展构成了两个难以逾越的发展壁垒。然而，基于创新的发展观点，可持续性技术创新就是把可持续性产品与可持续性工艺结合起来，贯穿在技术的研发和生产的全链条中，旨在实现经济、生态和社会效益的完美结合。

## （二）可持续性技术创新的测度

可持续性技术创新是推动社会、经济与环境协调发展的关键动力。随着全球面临环境退化、资源紧缺等挑战，可持续性技术创新的测度成为学术界和实践领域关注的热点。在测度可持续性技术创新水平时，众多研究者倾向于从技术创新的支出和效果两个维度来进行分析。

从技术创新支出的视角来衡量可持续性技术创新时，通常会考虑到资本和劳动力的投入以及它们的相对比例，还涵盖了一些更为复杂的教育资源分配和综合指标等方面。例如，王竹君、白俊红和蒋伏心等（2013）<sup>[5]</sup>采用总体资本投入的方式，将研发经费的投入作为衡量公司技术创新能力的一个重要指标。夏秋、胡昭玲和孙广宇等（2017）<sup>[6]</sup>为评价技术创新水平，采用每百万人中 R&D 人员数量作为评价标准，类似于用劳动力投入占比来衡量技术创新水平。路江林和邝嫦娥（2019）<sup>[7]</sup>使用规模以上工业企业中 R&D 人员数量来评价企业技术创新水平。

从技术创新的效果视角来衡量可持续性技术创新时，所选指标更为多元化。例如，刘虹、冯根福和冯照楨等（2017）<sup>[8]</sup>从两个不同的角度建立了评价企业技术创新能力的指标：一是用专利授权数量的绝对值衡量企业创新产出；二是用专利授权数与研发投入比值的对数来衡量企业创新效率。游达明与伍格致（2018）<sup>[9]</sup>同样选择了专利申请授权数来衡量企业技术创新能力。韩先锋等（2014）<sup>[10]</sup>则分别用专利申请数、R&D 人员全时当量和 R&D 经费作为技术创新水平的产出指标、劳动力投入指标和资本投入指标。

## 1.2.2 制造业高质量发展研究现状

自从十九大报告第一次明确提出要促进经济的高质量增长这一目标以来，大量的国内学者开始对这一新时代的议题进行了深入的探讨。现有学术研究主要有两大方向：一方面是界定制造业高质量发展的内涵；另一方面则是探讨如何度量

制造业高质量发展水平,通过构建评价指标体系对制造业高质量发展水平进行测度。

### (一) 制造业高质量发展内涵界定

深入地理解和掌握高质量发展的真正含义,不仅是评估和衡量其质量的基础,也是推动中国经济向高质量方向发展的核心要素。在新时代的大背景下,关于高质量发展的研究视角变得越来越多样化。首先,从“五大发展理念”的角度出发,推动全面高质量发展的研究文献非常丰富,研究成果也相当丰富(孟祥兰、邢茂源 2019;史丹、李鹏 2019)<sup>[11][12]</sup>;其次是从宏观、中观和微观三个不同的角度进行深入探讨,认为高质量发展意味着国民经济运行更为高效,产业结构更为合理,区域发展更加和谐(赵剑波等 2019)<sup>[13]</sup>,企业提供的产品和服务更加可靠,努力实现从“中国速度”向“中国质量”、“中国产品”向“中国品牌”的转变(王一鸣 2018)<sup>[14]</sup>。从社会主要矛盾视角来看,高质量发展的关键是解决发展过程中出现的不平衡、不充分问题;也可从动力变革、效率变革和质量变革的角度来解读高质量发展(任保平,2018;郭淑芬,2019)<sup>[15][16]</sup>。

本文赞同任保平关于我国高质量发展内涵的解读,并认为随着新时代和新业态的出现,“不平衡、不充分”的问题越来越明显,因此需要在发展动力、发展效益和发展质量之间找到一个平衡点,既不能忽视当前经济发展中存在的结构性问题,如产业升级的迫切需要、区域发展不均衡等,更不能忽视在追求高速增长时可能引发的资源环境和社会问题,为了全面评估我国制造业的高质量发展水平,应该从制造业的高效益、高端化、智能化和可持续化这几个维度以及它们之间的融合深度来进行综合分析,深入探究如何通过政策引导技术创新和市场机制,促进制造业的持续健康发展。

### (二) 制造业高质量发展的评价与测度

目前,高质量发展的评估体系主要分为两种类型:一是基于狭义视角的单项指标;二是基于广义视角的多元综合指标。随着社会生产力的提升,人们对于经济发展的质量有了更深入的理解,这一理解也在不断演进中(高培勇等,2020)<sup>[17]</sup>。起初,学术界对发展质量的评估多从经济增长的效率即投入与产出的比例来考虑,因此,全要素生产率(TFP)已经成为众多学者评估经济增长和制造业发展质量的核心指标(Chen, 1997; Dowling and Summers, 1998; Melecky et al.,



2019; Saleem et al., 2019)<sup>[18]-[21]</sup>。随着社会对环境保护意识的逐渐加强,一些学者开始基于全要素生产率进行研究,加入环境因素,构建绿色全要素生产率这一指标,用以评估经济和产业的高质量发展(Xia and Xu, 2020)<sup>[22]</sup>。随着对高质量发展内涵研究的深入,评价维度逐步扩展到技术进步、制度创新、社会公平和环境保护等领域。在新时代背景下,高质量发展的定义变得更加宽泛。仅仅依赖一个指标很难对其多方面的特性进行全面的评估。因此,现在的趋势是通过建立一个全面的指标体系来对高质量发展进行全面的评价。

虽然目前国外学术界尚未直接进行“高质量发展”的研究,但在经济增长质量、生活质量、经济发展可持续性等方面,已经进行了大量的研究,并取得丰富的成果。目前,学界在经济发展可持续性、经济福利测度方面主要使用真实进步指数(GPI)、可持续经济福利指数(ISEW)和美好生活指数(BLI)。自1958年“生活质量”一词提出后,大家的关注点由经济增长变为经济发展,强调经济发展可持续性、经济的社会福利等,学界开始尝试构建可持续发展指标体系。ISEW是一个综合性指标体系,它基于个人消费,并考虑到资产增加、非保护性支出,同时扣除了保护性支出、环境污染成本和资产折旧等因素,融入了环境的可持续性和社会的公平性,广泛应用于美国、比利时(Bleys, 2008)<sup>[23]</sup>、意大利(Pulselli et al., 2006)<sup>[23]</sup>、智利(Castaneda, 1999)<sup>[25]</sup>、等国家,此外,该标准体系及运算手法也在持续地进行修正和优化(Bepand Santos 2010)<sup>[26]</sup>。1995年国际发展重新定义组织修改完善了ISEW,重新命名为真实进步指数(GPI),用于衡量一个国家或地区的真实经济福利(Lawn 2003)<sup>[27]</sup>。GPI是ISEW的扩展,尽管在一些标准的选择和估计上存在细微的差异。GPI包含经济、社会和环境3个一级指标、26个二级指标,分析二级指标的效益与成本衡量经济发展的可持续性(Bagstad, 2012; Ostergaard-Klem, 2014)<sup>[28][29]</sup>,可以看到随着社会观念的持续演变,人们逐渐关注从“经济增长”转向“经济发展”,再进一步转向“社会发展”,“人的全面发展”得到了社会越来越多的关注。在2011年,经济合作与发展组织(OECD)推出了一个名为美好生活指数(BLI)的指标,这一指标的目的是从“人”的视角去评价经济发展的社会福利,涵盖了工作、教育、薪资和生活满意度等11个指标(Koronakos et al. 2020)<sup>[30]</sup>。

最近几年,关于“高质量发展”的国内研究逐渐增加,主要集中于经济高质

量发展上,评价角度有三大变革、五大发展观念、增长质量指数、社会矛盾等(师博和任保平,2018)<sup>[31]</sup>。尽管如此,关于如何测度制造业高质量发展水平的研究还较少,多数研究集中在评价制造业的国际竞争力、信息化、高新华和新型化等方面(李廉水、张芊芊和王常凯,2015)<sup>[32]</sup>。《2021 中国制造强国发展指数报告》主要围绕质量效益、规模发展、持续发展、结构优化四个指标构建了制造强国发展指数。其中,创新是支撑和引领制造业发展的重要动力,也是我国推进实施制造强国战略最核心的力量。<sup>[33]</sup>李炎亭(2023)<sup>[34]</sup>构建了制造业高质量发展的评估指标体系,并从技术创新、环保发展、开放性、结构均衡以及经济效益五个维度进行了深入研究。刘丹、曹雪琳、缪蛟等(2023)<sup>[35]</sup>通过运用 2010 年到 2021 年 A 股制造业上市公司的资料,从经济效益、创新驱动、高端制造水平、公司治理模式、社会责任感以及国际化的角度,对中国制造业企业在高质量发展方面的表现进行了全面评估。田时中、许玉久、范宇翔等(2023)<sup>[36]</sup>基于“驱动力—压力—状态—影响—响应”(DPSIR)评价指标体系,对 2008 至 2019 年中国 31 个省份的制造业高质量发展指数进行了熵值法处理。

### 1.2.3 可持续性技术创新对制造业高质量发展的研究现状

在全球经济一体化背景下,创新已经成为推动经济增长的核心动力。现代制造业面临着如何平衡创新与经济、社会、生态环境、全球化之间关系的战略性挑战。Jens Horbach 在企业可持续创新方面进行了详尽的阐述,认为创新不仅涉及环境保护,还包括经济、社会及制度等多方面,这些要素共同促进了可持续发展目标的实现<sup>[37]</sup>。经过对制造业发展趋势的深入研究,日本学者吉田茂提出了一个观点:制造业当前的进展主要体现在生产规模从单一模式向多元化模式的转变上;其次,生产模式正在从集中使用设备转向更多地依赖知识和信息;第三点是,制造业的发展正逐渐朝着更加灵活、自动化和智能化的方向发展;第四点是,在工艺和技术方面,制造业企业正逐渐将焦点集中在工艺和系统集成上<sup>[38]</sup>。在我国,许多学者对于制造业的创新和进步都给出了他们的独特看法。马仟惠和邵文武等(2023)<sup>[39]</sup>在分析了我国制造业面临的挑战和压力后,认为我国制造业的战略选择应当是实施制造业的全面创新,提出了我国制造业创新的基本目标和战略举措,认为我国应该走“模仿创新为主,合作创新为辅,最终实现自主创新”的先

进技术获取方式。孙利娟（2016）<sup>[39]</sup>强调技术创新和技术选择促进产业升级的最佳路径需同时兼顾“高产出”与“低排放”，制造业发展应以加强生态文明建设为基础。秦军（2015）<sup>[41]</sup>认为技术创新在促进经济增长和结构调整的过程包含“技术效应”和“规模效应”，技术创新在推动制造业高质量发展方面的作用机制体现在增长绩效中。陈喆、原毅军（2019）<sup>[42]</sup>认为随着政府环境规制种类的增加及其强度的提升，会产生创新补偿效应，进而激励企业进行可持续性技术创新抵消污染治理成本的增长。经过王玉荣和杨震宁等（2010）<sup>[43]</sup>等对企业样本的深入研究，认为只有在一个发达且宽松的创新环境中，企业的创新动力才能得到真正的增强，从而真正提升制造业的创新能力。张伟和何慧等（2010）<sup>[44]</sup>主张积极推动绿色制造的发展，以实现企业在经济和社会效益方面的和谐与优化。

在以市场为导向的经济发展背景之下，技术创新与制造业高质量发展关系的研究成果开始逐渐丰富。丁仕潮、张飞扬（2023）<sup>[45]</sup>基于 2011—2020 年我国 31 个省份的面板数据，构建了技术创新与实体经济高质量发展的综合评价体系，运用耦合协调度模型、Dagum 基尼系数、Moran' s I 等方法对二者耦合协调度的事实特征、地区差异及动态演进规律进行了考察，发现中国技术创新与实体经济高质量发展的耦合协调度呈上升态势，但整体仍处于较低水平；空间分异明显，呈现东部>中部>西部的梯度格局；多数省份呈现低水平空间集聚现象，东部地区以“高-高”集聚为主，西部地区则以“低-低”集聚为主，全国极化程度有所缓解。张少峰、徐梦苏（2023）等<sup>[46]</sup>以沪深 A 股制造企业为样本，实证分析了技术创新、组织韧性与企业高质量发展的关系，发现技术创新对制造企业高质量发展具有显著促进作用，同时能够显著提高企业组织韧性；组织韧性在技术创新与企业高质量发展间发挥部分中介作用。许志勇、韩炳等（2023）<sup>[47]</sup>以 2010—2020 年 A 股上市公司数据为样本，研究企业金融化对企业高质量发展的影响，并检验技术创新在二者间的中介效应，发现技术创新是企业金融化与企业高质量发展之间的中介变量，起到了显著的部分中介效应，企业金融化通过削弱企业的创新能力阻碍了企业高质量发展。张莉（2020）<sup>[48]</sup>利用面板门槛模型进行了实证分析，结果显示，在强烈的政府环境监管策略推动之下，企业的可持续性技术创新可以与其他的技术创新产生有效的互补效果，进而助力产业结构得到进一步的优化与提升。

## 1.2.4 文献述评

通过分析现有的学术文献,可以发现当前国内外学者在可持续性技术创新理论、制造业高质量发展的影响因素以及可持续性技术创新与制造业高质量发展的关系等方面都进行了一定的研究,对本文深入研究可持续性技术创新对制造业高质量发展的影响提供了研究基础,但是在可持续性技术创新促进制造业高质量发展的影响机制、实证分析等方面,仍然存在研究的空间。因此,本研究计划在明确可持续性技术创新如何影响制造业高质量发展的机制基础上,进一步补充和拓展关于可持续性技术创新与制造业高质量发展方面的相关学术研究。

第一,在可持续性技术创新的相关研究方面,目前众多学者从广义和狭义的角度界定了可持续性技术创新的涵义,并且从不同视角对其进行测度,但在区分可持续性技术创新与传统技术创新方面尚显不足,且对于可持续性技术创新促进我国制造业高质量发展的路径描述不够清晰。

第二,关于制造业高质量发展的研究现状方面,众多学者围绕高质量发展的涵义、特征及其评价体系展开了广泛的讨论。近年来的研究逐渐从传统的效率和增长导向转向更加注重质量和效益的平衡,强调制造业发展应符合经济、社会、环境三方面的可持续性。高质量发展要求制造业不仅追求生产的规模和速度,更注重创新能力的提升、产业结构的优化升级、绿色低碳的生产方式等。然而,对于如何更为准确地评价制造业高质量发展水平,如何构建更为全面、科学的评价指标体系,以及如何通过政策引导和技术创新促进高质量发展等问题,学术界还需深入研究和探讨。

第三,在可持续性技术创新如何影响制造业高质量发展的研究方面,虽然已有研究初步探讨了可持续性技术创新对制造业发展模式、生产效率、可持续发展等方面的正面影响,但是关于其具体作用机制和实证结果的深入分析较少。如何通过可持续性技术创新有效提升制造业的技术水平、改善环境绩效、促进经济效益、环境保护与制造业可持续发展的共赢,仍然是亟待解决的问题。因此,本文将通过明确可持续性技术创新影响制造业高质量发展的作用机制,利用计量模型进行实证检验,希望为制造业持续高质量发展提供合理的政策建议和理论引导。

## 1.3 研究内容与研究方法

### 1.3.1 研究内容

基于技术创新在我国发展全局的核心位置,以及各地区经济结构转型和产业升级的背景下,本研究旨在综合分析国内外的前沿研究方法 with 理论,以把握中国制造业高质量发展的空间分布特性,并着重分析可持续性技术创新对制造业高质量发展的影响,特别是从狭义角度探究其内在作用机制。本文研究内容主要包含:

第 1 章,绪论。本文指出了当前关于可持续性技术创新如何促进制造业高质量发展的理论研究与实际发展之间存在的差距。通过对国内外相关文献和理论的系统整理,进一步明确了本研究的核心主题,即“可持续性技术创新对制造业高质量发展的影响研究”。此外,还详细描述了研究内容、所采用的方法以及论文中的创新之处,并通过技术路线图的方式呈现了研究思路。

第 2 章,可持续性技术创新影响制造业高质量发展的理论基础及现状分析。通过对可持续性技术创新理论进行系统性梳理,并对制造业高质量发展的内涵与测度方式进行界定,并对其进行现状分析,从狭义的角度构建理论分析框架,揭示二者之间的关系和影响机制。

第 3 章,制造业高质量发展水平测度与分析。结合中国制造业的实际发展情况,根据制造业高质量发展进程中所产生的环境效益、经济效益、技术效益、社会效益来构建综合评价体系,对全国 30 个省市的制造业高质量发展水平进行定量评估和定性分析。

第 4 章,可持续性技术创新对中国制造业高质量发展影响的实证分析。首先,基于 2011-2021 年我国 30 个省份的样本,构建面板数据模型实证检验可持续性技术创新对制造业高质量发展的助推作用;其次,通过建立空间计量经济模型进一步探讨其空间溢出效应,并进行稳健性检验。

第 5 章,研究结论与政策建议。总结全文的研究思路和主要结论,并结合实证结果和现实情况,提出相应的对策建议。

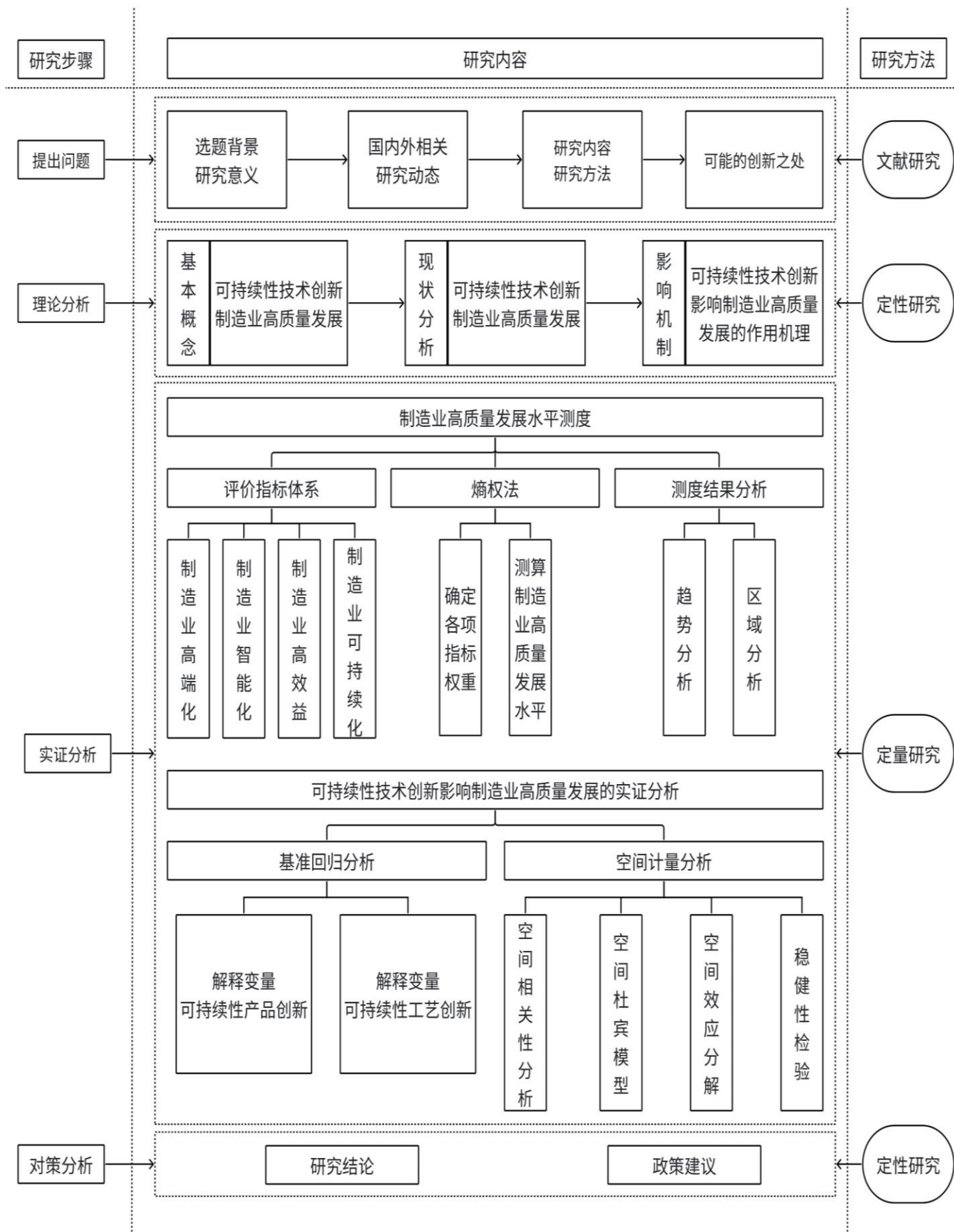


图 1.1 技术路线图

### 1.3.2 研究方法

本研究基于创新经济学、产业经济学、计量经济学和空间经济学等多个学科的理论和研究方法，通过整理现有的理论和研究内容，并结合我国的省级面板数据，采取文献归纳法、定性研究与定量研究相结合和实证分析法等方式进行研究。

(1) 文献归纳法。当前，可持续性技术创新和制造业高质量发展成为了热议的焦点，国内外的学者对这两个主题都进行了深入的研究。在正式进行学术研究之前，本文利用了高等教育图书馆的纸质和电子资源，对国内外的相关文献进行了全面、系统的查阅，并参考了前人在可持续性技术创新和制造业高质量发展方面的研究成果，对相关概念进行了总结和归纳。此外，本文详细描述了可持续性技术创新的理念，为深入探讨可持续性技术创新如何影响制造业的高质量发展提供了坚实的理论支撑。

(2) 定量和定性研究相结合。本文对国内外可持续性技术创新、制造业高质量发展以及可持续性技术创新影响制造业高质量发展文献的梳理，以及本文主要核心概念可持续性技术创新和制造业高质量发展的界定采用定性分析方法。本文对制造业高质量发展的测度采用定量研究，从技术效益、经济效益、环境效益、社会效益四个层次构建指标体系，并采用熵值法量化了制造业高质量发展水平。

(3) 实证分析法。通过综合应用多种计量经济学的分析手段，并利用 STATA17.0、Python 等软件工具，探究可持续技术创新推动制造业向高质量方向发展的作用机制和路径，包括利用熵值法来评估制造业的高质量发展程度，深入探讨了不同地区制造业高质量发展的差异性；构建了面板数据回归分析模型以及空间计量经济模型，从多个角度深入探讨了可持续技术创新如何助力制造业走向高质量发展的具体机制。

### 1.4 研究的创新点

本研究可能的创新之处在于：

(1) 阐明了可持续性技术创新推动制造业高质量发展的作用原理。可持续性技术创新作为一种在技术革新过程中注重能源与资源效率的特殊类型，旨在实现经济、生态与社会效益的协调发展。当前的研究尚未明确区分可持续性技术创

新与传统技术创新的差异,也未清楚地揭示可持续性技术创新如何影响制造业高质量发展。本研究基于可持续性技术创新的理论框架,由狭义视角探讨了可持续性技术创新如何影响制造业高质量发展,从而揭示了我国在可持续性技术创新与制造业高质量发展之间存在的理论缺口。

(2) 本研究从理论和实证两个维度出发,论证了可持续技术创新在推动中国制造业向高质量方向发展方面的积极影响。在明确了可持续性技术创新影响制造业高质量发展的机制之后,采用基准回归模型进行了实证分析,以探究可持续性技术创新如何影响中国制造业高质量发展。此外,通过搭建空间计量经济学模型、创建邻接权重矩阵,来研究可持续性技术创新在不同地域之间是否会产生空间溢出效应。



## 2 可持续性技术创新与制造业高质量发展的相关理论及现状分析

本章节详细介绍了可持续性技术创新和制造业高质量发展的概念，并对其进行现状分析，梳理出可持续性技术创新影响中国制造业高质量发展的作用机制。

### 2.1 相关理论

#### 2.1.1 可持续性技术创新的内涵

在 1912 年，美国籍奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特在其著作《经济发展理论》中提出，创新涉及将一种全新的生产要素组合引入现有生产体系中，这种组合可以是新产品、新工艺、新组织方式、新原料或新市场，这些元素都是首次被创造和使用的<sup>[50]</sup>。本研究依据“新产品”和“新工艺”两个维度来阐释可持续性技术创新的含义：一方面，可持续性技术创新被视为一种与传统技术创新不同的发展模式，它在产品设计阶段充分考虑环境影响和整个生命周期的成本，通过使用环境友好型材料和采纳创新工艺来促进资源的高效利用和最小化环境影响，这可以被定义为结合可持续发展与产品创新的发展范式，即“可持续发展+产品创新”；另一方面，可持续性技术创新是指通过技术更新、设备更新和工艺优化等措施减少制造业生产过程中的环境负面效应和能源消耗（Rennings 等，2006；张钢和张小军，2011）<sup>[51][52]</sup>，这种做法有助于缓解环境规制对企业可持续发展的潜在限制（Sezen 和 Çankaya，2013；王娟茹和张渝，2018）<sup>[53][54]</sup>，即“可持续发展+工艺创新”。基于此，本研究将可持续性技术创新分为两个主要类别：可持续性产品创新和可持续性工艺创新。

一是可持续性产品创新。可持续性产品创新是实现制造业可持续发展的重要途径，强调产品在设计、制造、营销等生产周期各环节中加入可持续发展的概念，使其创新性与可持续性达到明显优于其它常规或竞争产品的过程，将“可持续”元素融入产品发展各环节并开发可持续性产品，才能使企业获得长久竞争优势。相比于传统产品创新而言，可持续性产品创新更像是一个制造业企业追求可持续

发展、高质量发展目标实践过程中的仪器，通过不断改良产品技术、开拓可持续发展市场、积极向外获取知识与合作，提高企业员工可持续发展意识，不断督促制造业企业进行技术革新，进而推动制造业企业实现高质量发展、增强其市场竞争力。可持续性产品创新更加重视将制造业企业的社会责任与企业核心业务进行有机整合，在为企业带来技术效益和经济效益的同时，将可持续发展原则纳入产品创新体系中，增强企业可持续性的竞争优势。

二是可持续性工艺创新。这是推进可持续性技术创新的一种关键途径，主要涉及对旧有生产技术的改进、工艺设备的升级换代，以及废弃物的回收、处理和再次利用等措施（孙振清等，2019）<sup>[55]</sup>。与传统的工艺创新相比，可持续性工艺创新在降低生产过程中的污染排放和减少原料及能源使用方面表现出显著优势，有效减轻了制造活动对环境的负面影响。此外，通过节约资源使用成本，这种创新不仅提升了产品的市场竞争力，也实现了价格和质量上的优势。不同于可持续性产品创新的是，可持续性工艺创新更侧重于通过开发新设备和引进或优化现有生产技术，以进一步减少制造过程的各项成本，旨在同时提高环境和社会福利。

## 2.1.2 制造业高质量发展

### （一）制造业高质量发展的内涵

以往对产业结构升级的研究主要关注产业结构合理化、高级化，但随着产业间融合和产品分工内化等经济新现象的出现，仅依赖这两个维度来评估制造业的发展水平已不再全面。这主要是因为：首先，随着产品内分工成为国际分工的主流，尽管中国的制造业在结构上已表现出一定的高端化，特别是在高技术产品出口方面占比较大，但与发达国家相比，中国制造业的全球竞争力仍然存在显著的差距，这一现象无法完全通过传统的产业结构理论来解释；其次，产业之间的融合使得行业边界变得模糊，传统以产业规模比重为导向的政策意义减弱，寻求最佳产业比例的升级思路变得不再适用。

“高质量发展”概念的提出，为制造业指明了发展方向。在2017年，习近平总书记首次提出了“高质量发展”的理念，并强调了以新发展理念为导向，以创新作为主要推动力，强调内生协调、绿色普及、开放性和共享基础，同时也注重提高质量和效率，以实现经济发展模式的转变。本研究参照了《中国制造2025》

及其相关文献，对制造业高质量发展进行了定义，并从企业、产业和区域三个维度进行了详细解释。企业维度，制造业高质量发展意味着制造企业能以高效的生产模式充分利用各生产要素生产高科技产品，能满足以多样化、个性化为特点的消费升级需求的服务和产品，推动供应质量的持续提升；产业维度，制造业需要关注产业内部结构的整合和优化，如增加高技术制造业的集中度和占比，提高低技术产业的生产效益。同时增强制造业供应链和产业链在面对突发或极端情况（如华为芯片供应中断、外资抵制新疆棉、新冠疫情）时的应变能力；要注重培育和提升本土企业的自主创新能力，加快推进中国制造向中国创造转变。从地域角度分析，制造业高质量发展是在新的发展观念的引导下，通过产业技术创新对国家经济进行技术改造，推动区域经济提升全要素生产率。在我国经济社会快速发展过程中，各地区应根据自身特点和优势来选择不同路径推动制造业高质量发展，促进产业结构优化升级，增强企业创新能力，提高产品附加值，提升国际竞争力。

## （二）制造业高质量发展的维度

本文定义了制造业高质量发展的涵义特征：制造业高端化、制造业智能化、制造业高效益、制造业可持续化。

第一，制造业的高端化说明制造业价值链、创新链和产业链位于微笑曲线两侧，具体表现为高附加值、高技术含量、高度智能化。国家、行业和企业追求高端化的目标都是实现经济利益，实现这一目标必须大规模投入研发资金和高科技人才。随着制造业向纵深发展，行业服务化现象愈发明显，人工智能和大数据的涌现使制造业呈现智能化趋势。制造业走向高端化主要有两个关键因素：一是当技术条件相同时，通过优化管理组织结构、扩大生产规模以及提高资源使用效率，实现资源配置效率的提升，进而促进制造业高端化；二是由技术革新带来生产工艺流程的改进、新产品的研发、先进设备的应用都可促进技术进步，从而实现制造业高端化。

第二，制造业智能化已成为全球制造业发展的趋势，对于中国制造业高质量发展来说，智能化转型是必经之路。智能化意味着通过技术创新，构建新一代信息技术、生物技术、人工智能、新材料、新能源、高端装备的增长引擎，催生新产品、新业态、新模式，推动制造业生产方式及产业形态深刻变革，提高全要素

生产率，实现制造业高质量发展。构建智能化的现代化产业体系，要把握好数字经济、人工智能等领域的新科技革命浪潮，深入拓展产业信息化、数字化发展，开辟更多新领域新赛道，以极大提升制造业的核心竞争力。全球各地都在经历数字化的浪潮，新一代的智能技术与制造行业正在深度结合，根本性地改变制造业的发展方式。面对低成本优势的逐渐减弱，提升产品质量和生产管理效率变得尤为重要。加快数字技术在制造业中的应用和普及，以创新驱动旧模式的变革，促使制造业向智能化模式转型，重塑中国制造的新优势，已成为当前的重要任务。

第三，制造业高效益不仅仅是关于生产率的提高和经济回报的增长，更是涵盖了资源配置的有效性、技术创新的前瞻性、管理优化的深入性及持续改进的广泛性。在新的发展范式下，与传统的以数量和产值增长为核心不同，高效益制造业更倾向于提高劳动生产效率以及资本利用效率，强调了人工智能设备和知识型员工之间的协作关系，以及资本流向的精准性和制造业配置方式的成熟性。此外，技术结构的优化不再局限于低技术制造，而是转向追求高技术领先制造业的发展，如装备制造业、医药制造业、电子及通信设备制造业等高技术制造行业，释放技术动能，促进国家经济的全面提升。因此，制造业高效益的实现是一个涉及技术创新、资源优化、环境考量和社会责任的多维综合体，它追求的不仅是经济效益的最大化，更是可持续发展的均衡实现。这一过程中，先进的制造技术、智能化的生产流程、精细化的供应链管理、创新产品和服务，以及市场需求的敏锐洞察，都是实现制造业高效益的关键因素。

第四，制造业可持续化的核心在于通过技术创新、产业结构优化、生态环境保护以及社会责任的全面融合，实现经济效益、环境友好性和社会责任的协调发展。在这一过程中，技术创新被视为推动制造业可持续发展的首要动力，它涉及到产品的研发设计、生产过程、以及产品的整个生命周期管理，旨在通过提高资源效率、减少能源消耗和降低环境影响来增强制造业的核心竞争力。同时，产业结构的优化则要求在宏观经济政策的引导下，通过淘汰落后产能、发展高技术和高附加值产业，实现经济增长方式的转变和产业升级。此外，生态环境保护在制造业可持续化中同样占有重要地位，这不仅要求企业在生产过程中减少污染物排放和资源浪费，还要求企业在产品设计中采用环保材料，以及在产品生命周期结束时进行有效的资源回收利用。社会责任的履行则要求企业在追求经济效益的同

时,充分考虑对员工福利、社区发展以及整个社会的积极影响。这种多元融合的可持续发展策略,不仅能够提升制造业的整体竞争力和品牌形象,还能促进社会整体福祉的提升和长远发展。因此,制造业的可持续化不仅是一种经济策略,更是一种社会责任和环境伦理的体现,它要求制造业在追求经济增长的同时,更要注重社会和环境的和谐共生。

## 2.2 可持续性技术创新影响制造业高质量发展的机制探索

可持续性技术创新,作为一种融合经济、社会及生态效益的全新技术创新理念,它倡导在技术发展的每一个层面考虑其长远的多维度影响,致力于实现技术进步与环境保护的和谐共生。这种创新理论认识到,仅仅追求短期的经济利益,而忽视对环境和社会的潜在负面影响,最终将会导致技术发展的偏离,阻碍社会发展。相反,技术创新必须确保在不损害生态环境和社会福祉的前提下促进经济增长,从而实现持续发展的终极目标。可持续性技术创新可以通过间接传导机制和直接传导机制来作用于制造业高质量发展。其中,间接传导机制能够通过推动产业结构向高级化和服务化方向转型,从而实现制造业在质量、效率和动力方面的全面变革,促使整个社会的生产和消费行为朝着生态化、可持续化方向发展,从而提升整个制造业的竞争力;直接传导机制则主要体现在技术创新直接提升制造业的效率和产品的品质,同时降低生态环境的负面影响,比如采用节能减排的新材料和工艺,能够在不增加环境负担的情况下,提高产品的市场竞争力。

约瑟夫·熊彼特在 1912 年首次明确提出技术创新对于驱动高质量发展的关键作用,特别是在促进制造业高质量发展方面的重要性。刘鑫鑫等(2021)<sup>[56]</sup>进一步阐释,技术创新通过增强企业的自主创新能力和吸纳先进技术的策略,能够显著提高制造业的发展水平。技术创新不仅能促使先进技术的融入,从而提高产品性能,还能引进新的生产工艺以提升生产效率;同时,技术创新也助力企业采纳新的管理策略,增强管理效能,以减少生产成本。在可持续性技术创新领域,这种创新不仅继承了传统技术创新的基本功能,更在优化生产流程、减少对环境的负面影响的同时,促进资源和能源的有效利用。因此,本研究认为,在推动我国制造业向高质量方向发展的过程中,可持续性技术创新表现为产品和工艺的可持续性创新,并在技术、经济、环境以及社会四个方面都具有显著的影响力。通

过促进制造业向高效益、高端化、智能化和可持续化的方向综合发展，持续的技术创新已经成为我国制造业走向高质量发展的核心途径。其理论分析框架如图 2.1 所示。

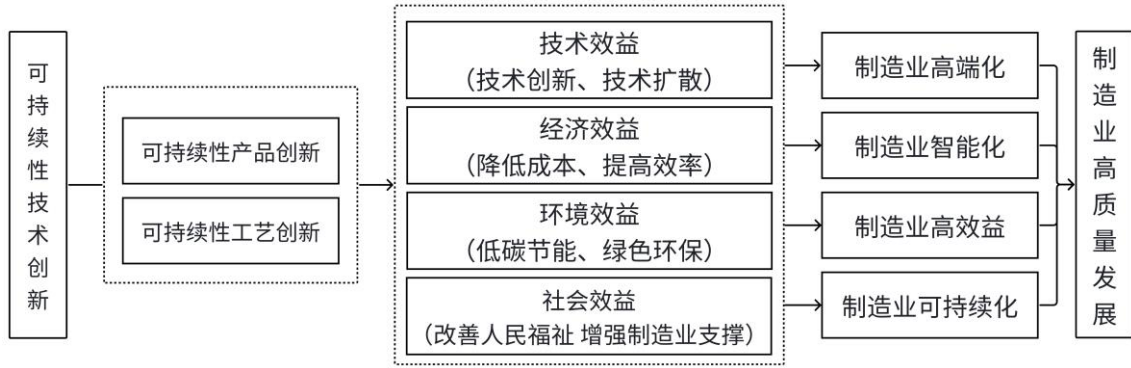


图 2.1 可持续性技术创新影响制造业高质量发展的作用机制

可持续性技术创新对于制造业的高质量发展具有以下关键作用：

第一，可持续性技术创新助力制造业实现高效益发展。企业通过可持续性技术创新，不仅能够提升员工在生产技术和管理等方面的综合能力，而且还能通过日常操作、应用和研发活动促进知识的内部创造，进而增强企业在生产、应用和研究开发方面的能力（罗序斌和黄亮等，2021）<sup>[62]</sup>。该流程不仅有效地提升了劳动生产效率和资本使用效率，还通过引进环保新产品和创新工艺，对企业的技术框架和生产流程进行了优化。这不仅提高了管理水平和服务质量，还进一步促进先进制造业的生态系统搭建、刺激传统制造行业的创新活力，从而实现了制造业的高效益增长。

第二，可持续性技术创新促使制造业高端化向纵深发展。随着目前国内外消费市场绿色、环保等高端制造要求的日益加强，制造行业在“可持续发展+技术创新”策略下，更倾向于研发和推出高质量的可持续性产品。为了增强企业的自主创新能力和可持续性创新能力，企业应加大对可持续研发的资金投入，并开展旨在提高产品质量的活动，或者对当前的生产技术进行持续性的工艺创新。这种情况不只是推动企业淘汰过时的生产能力，同时也有助于形成更高的行业标准，从而在社会各界推动可持续消费水平的整体质量，实现消费与产业结构的全面转型和升级。这样不仅能增强企业品牌的社会影响力，还能具体提升产品在市场中的价值，最终推动中国制造业向高端化方向发展。

第三，可持续性技术创新对于持续提高制造业智能化水平提供了有力支持。在积极推动制造业走向更高效、高端与高质量发展过程中，必须直面由产业革命引领的新发展方向以及由新产品和新制造工艺驱动的技术革新，制造业企业也引进了以大数据、区块链和人工智能为核心的新一代信息技术。那些参与可持续技术创新的企业有能力将人工智能与前沿的可持续制造技术进行深度融合，从而改变制造业企业所处的生产环境，提升智能生产效率，并通过信息化管理减少运营成本。另外，新兴的可持续产品和制造工艺不仅有潜力引领整个行业的转型，还能为制造业向智能化方向发展提供全新的制度框架和模式，进一步推动我国的制造产业从传统方式向智慧并可持续的方式转变。例如，通过对各种原料和能源的高效应用，制造企业在经济领域里进行了创新，并结合了人工智能、大数据、工业互联网技术以及太阳能、风能等新型能源技术，制造业企业可以进一步挖掘智能化的可持续性技术创新的增长空间，确保环境保护、资源利用与经济增长的和谐共存，并推动我国制造业高质量持续发展。

第四，可持续性技术创新的根本目的在于促进制造业的可持续发展。作为一种贯穿于产品全生命周期的技术发展模式，可持续性技术创新强调在制造、储存、运输及废物回收等环节实现零污染和高效能源使用。在“可持续发展+技术创新”的框架下，企业不仅通过产品创新提高了产品的整体质量和能源效率、降低了其生产成本，确保了产品生命周期的可持续性，还实现了原材料在制造、储存、运输到废物回收过程中的绿色、低碳规范，促进了制造行业的节能减排及其经济效应。同时，通过创新性的工艺流程，该企业可有效地降低了生产中的资源使用和碳排放，限制了污染物质的扩散，进而减轻了对环境产生的负面影响，增强了产品的市场竞争力，并通过提高社会责任感和公众形象，推动了中国制造业的可持续发展。这种全面的可持续性技术创新不仅优化了生态、社会和经济等多重效益，也为整个行业设置了持续发展的新标准。

## 2.3 可持续性技术创新和制造业高质量发展的现状分析

### 2.3.1 可持续性技术创新的现状分析

《中国制造 2025》战略中，将创新定为制造业发展的核心，旨在通过推动

制造业的创新进程，促进从中国制造向中国创造的转型，并完成由大到强的战略升级。创新是“中国制造”向“中国创造”跨越的关键，而中国制造业创新的路径核心在于同时推动产品和工艺创新的共同进步（贾军等，2013）<sup>[57]</sup>。通过协同发展产品和工艺创新，不仅可以激发制造业内部的创新活力，还可以促使产品创新与工艺创新相互协作、互补，实现创新资源的有效整合和配置，从而提升企业资源使用效率和生产率，形成超预期的协同效益（毕克新等，2014）<sup>[58]</sup>，极大增强企业的自主创新能力。因此，基于相关理论，本研究提出利用可持续性产品创新和可持续性工艺创新作为衡量我国制造业可持续技术创新现状的指标。其中，可持续性产品创新是以规模以上工业企业新产品的销售收入与能源总消费量之比的对数形式来度量（宋德勇 2022）<sup>[59]</sup>；可持续性工艺创新以工业增加值与工业废气排放量之比的对数形式来度量（王锋正，2018）<sup>[60]</sup>。测算出的可持续性技术创新水平数据结果如图 2.2 所示。



图2.2 2011-2021年我国可持续性技术创新水平

数据来源：《中国统计年鉴2022》、《中国科技统计年鉴2022》、《中国第三产业统计年鉴2022》、《中国环境统计年鉴2022》

由图 2.1 可以看出，在 2011 至 2021 年期间，我国可持续性产品创新水平明显高于可持续性工艺创新水平，我国可持续性产品创新水平呈平稳上升趋势，相对而言，可持续性产品创新的增长虽然稳定，但增速较可持续性工艺创新稍显缓慢，表明可持续性技术创新在新产品开发方面面临着更大的挑战；可持续性工艺



创新水平在 2011-2013 年逐年增长，在 2014 年轻微下降后，再持续增长。二者的共同增长证实了中国制造业在追求可持续技术创新方面取得了进展，符合《中国制造 2025》战略中提出的创新驱动发展策略。此外，这种双轨并行的创新模式不仅促进了技术和产品的革新，还有助于提高企业的资源利用效率和市场竞争力，从而助力制造业实现从规模扩张向质量和效益提升的转型。

### 2.3.2 制造业高质量发展的现状分析

中国长期以来被广泛认定为全球制造业的重要大国，特别是在“十三五”规划期间，这一地位得到了进一步的加强。根据图表 2.3 所示数据，中国在全球制造业增加值中所占的比例从 2011 年的 20.49% 上升至 2021 年的 30.75%，整体呈现出波动性增长的态势。尽管在 2016 年和 2019 年略有下滑，但增加值总量仍持续增长。自 2010 年起，中国的制造业增加值稳居全球首位，已连续十二年位居世界之巅。此外，从 2011 年到 2021 年，这一指标经历了显著增长，从 24213.87 亿美元跃升至 49090.13 亿美元。在增长率方面，中国制造业增长率在此期间呈现出较为明显的波动性变化，增长率由 2012 年的 11.1% 下降至 2016 年的 -1.54%，后 2 年增长率总体有所提升，但在 2019 年骤降为 -1.16% 后有回升，并于 2021 年达到峰值，即 27.15%；相比之下，世界制造业增长率趋势与中国制造业增长率的大致趋势一致，在 2011-2020 年增长率普遍较低且较为稳定，但在 2021 年达到峰值 17.16%。中国制造业的快速发展不仅增强了其在全球经济中的地位，也促进了我国的工业化和现代化进程。尽管面临全球经济波动和复杂的国际环境，中国制造业仍保持稳健增长，显示出强大的韧性和潜力。

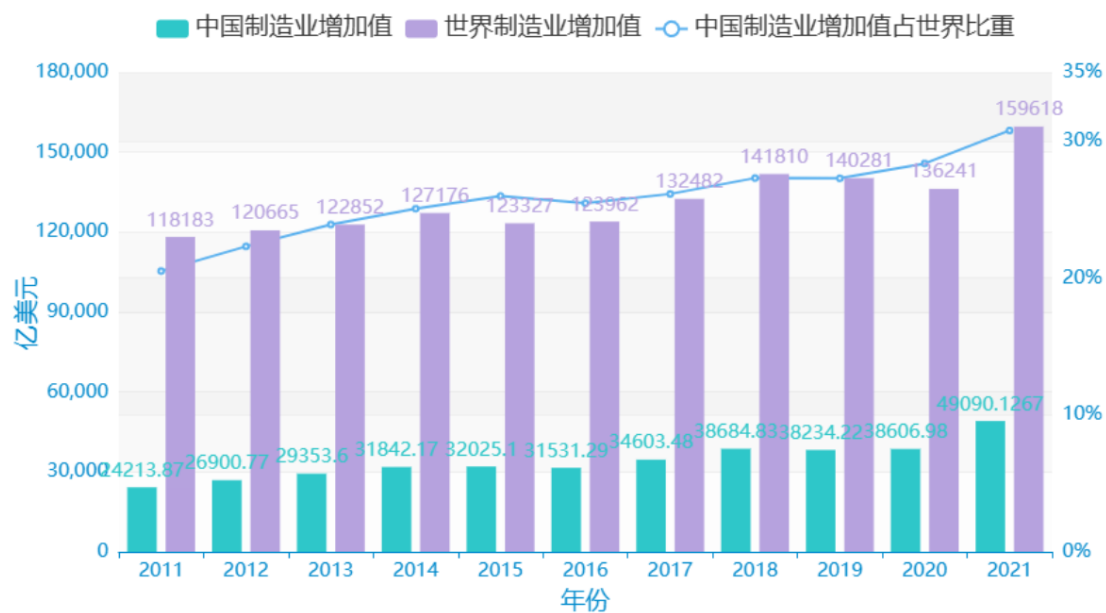


图2.3 2011-2021年我国制造业高质量发展水平

数据来源：世界银行

### 3 制造业高质量发展水平测度与分析

本章节基于前文论述的理论基础，针对制造业高质量发展的核心因素，根据制造业发展进程中所产生的技术效益、环境效益、经济效益、社会效益来搭建衡量制造业高质量发展水平的综合评价指标体系。收集 2011 至 2021 年的省级面板数据，采用熵值法对中国大部分省份（除西藏外）的制造业高质量发展指标进行测算，并就其整体趋势及区域间的差异性进行全面评估。

#### 3.1 制造业高质量发展水平评价指标体系的设计

##### 3.1.1 指标选取

在制造业的发展进程中，通过技术效益、经济效益、环境效益及社会效益的相互作用，不断推动着制造业向高端化、智能化、高效益及可持续化方向发展。技术效益通过加强技术研发和创新，有效促进了制造业的高端化和智能化，显著提升了生产流程和技术应用的现代化水平；经济效益则通过优化资源配置和提高生产经营效率，引导制造业朝向高效益发展转型；同时，环境与社会效益通过提升生活质量和环境友好性，支持制造业的可持续发展，确保产业进步与环境保护的双重胜利。这些效益的综合作用，不仅优化了制造业的结构，也强化了其在全球竞争中的地位。因此，在深入探究制造业高质量发展的概念及我国制造业发展现实情况的基础上，根据可量化、可比较、系统性、科学性等核心原则，以制造业发展过程中产生的技术效益、经济效益、环境效益、社会效益，搭建了一个包括 4 个一级指标、13 个二级指标和 19 个三级指标的制造业高质量发展评价指标体系，具体内容见表 3.1。

高端化为制造业的高质量发展指明了方向。高端化不仅是一个国家核心竞争力的象征，而且涵盖了从产品、技术到价值和产业链等多个层面，高品质、高附加值和低排放的产品或服务在其所处领域内拥有明显的竞争力。要构建一个现代化的工业体系，核心策略是以实体经济为基石，并集中力量发展技术先进且竞争力强劲的高端制造业。欧美和其他发达国家在全球范围内具有显著的影响力，这在很大程度上得益于他们在关键核心组件和基础材料等关键领域的先进地位。一

个国家在全球价值链中的位置，很大程度上取决于其核心产业和关键技术的优越性，这也直接反映了该国的竞争实力。通过加快制造业向高端方向的升级，可以推动制造业从简单的规模增长转向更深层次的增长，从而进一步增强产业结构与产业链、供应链之间的协同和韧性。根据制造业高端化的特征，选取技术研发效应、技术创新效应、技术发明效应和技术扩散效应作为其二级指标，其中包含 4 个三级指标：高技术劳动力占比、技术进步率、新产品销售强度、每亿元主营业务收入有效发明专利数。

智能化为制造业高质量发展提供了技术路径。智能化在制造业中代表着一种技术创新及其变化的过程。通过将先进的制造技术与最新一代信息技术紧密结合，智能化制造不仅催生了在研发设计、生产流程、物流供应和运行维护等多个方面的技术创新和提升，还提高了资源配置的效率，并促进了资源整合的优化。这样的发展在构建高端供应体系中起到了至关重要的作用，推动了“中国制造”在全球价值链中从低端迅速转向中高端。据此，选取智能化技术水平、智能化生产规模和智能化经济效益作为二级指标，其中包括 4 个三级指标：有电子商务活动交易的企业占比、电子及通信设备制造业有效发明专利数、电子及通信设备制造业从业人数占比和电子及通信设备制造业利润率。

高效益为制造业高质量发展提供了经济动力。制造业高效益是指制造业在稳定增长的基础上实现结构优化、技术创新和出口增长，以提升整体的经济效益和国际竞争力。在制造业的高质量发展中，需要特别重视质量的显著提高和数量的合理增加。虽然制造业对经济增长的直接贡献有限，但制造业是国际竞争的焦点和创新的源泉。在这一阶段，制造业发展必须扭转低水平规模扩张的态势，要高度重视降本增效和提升生产效率，实现质量效益型发展。因此，选取投入产出效率和生产经营效益作为二级指标来衡量制造业高效益，其中包括 4 个三级指标：资本生产率、劳动生产率、成本费用利润率和主营业务收入利润率。

可持续化为制造业高质量发展提供了价值指引。EPA 将制造业可持续化定义为：通过经济健全的流程创建、制造产品，最大限度地减少对环境的不良影响，同时保护能源和自然资源。制造业受气候变化、新冠疫情和地缘政治等全球性问题的冲击尤为突出，因此，增强经营的强韧性成为制造企业实现高质量可持续发展的关键。本文的制造业可持续化以资源节约效益、环境友好效益、改善生活水

平和增强制造业支撑等 4 个指标进行表示。其中包括 7 个三级指标：单位增加值煤炭消费量、单位增加值电力消费量、单位增加值废水排放量、单位增加值废气排放量、单位增加值废物排放量、平均工资增长率和人均税收率<sup>[61]</sup>。

表 3.1 制造业高质量发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	性质
制造业高端化	技术研发效应	高技术劳动力占比	+
	技术创新效应	技术进步率	+
	技术发明效应	每亿元主营业务收入有效发明专利数	+
	技术扩散效应	新产品销售强度	+
制造业智能化	智能化技术水平	有电子商务活动交易的企业占比	+
		电子及通信设备制造业有效发明专利数	+
	智能化生产规模	电子及通信设备制造业从业人数占比	+
	智能化经济效益	电子及通信设备制造业利润率	+
制造业高效益	投入产出效率	资本生产率	+
		劳动生产率	+
	生产经营效益	成本费用利润率	+
		主营业务收入利润率	+
制造业可持续化	资源节约效益	单位增加值煤炭消费量	-
		单位增加值电力消费量	-
	环境友好效益	单位增加值废水排放量	-
		单位增加值废气排放量	-
		单位增加值废物排放量	-
	改善生活水平	平均工资增长率	+
	增强制造业支撑	人均税收率	+

注：指标性质一列中“+（-）”表示在设定衡量方式下该测度指标为正（负）向指标正向指标越大越好，负向指标越小越好。

### 3.1.2 制造业高质量发展水平的测度方法

#### （一）基本原理

为了构建一个有效的评价指标体系,首要任务是设定各个指标的权重,这一过程可以通过主观赋权和客观赋权两种方式来实现。为了确保指标权重的设定尽量客观,避免受到个人偏好的影响,本研究采取了客观赋权法中的熵权法来分配制造业高质量发展各子指标的评价权重。根据信息论的基本概念,信息量是衡量系统有序程度的标准,而熵则用于衡量系统的无序性;一个指标的信息熵越低,意味着该指标提供的信息量越丰富,其变异性(方差)较大,因而在整体评估中的影响力就更大,相应的权重也应更高。因此,熵值法的核心是依据各项指标的变异性大小来明确客观权重系数。

假如有  $m$  个评价指标,  $n$  个样本,那么样本观测矩阵为:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

指标  $x_j$ ,  $x_j$  的分散程度与该指标的权重成正比;若某个指标在数值上无差异,那么该指标的权重为零。

## (二) 具体步骤

第一步,构建初始矩阵。建立制造业高质量发展水平评价矩阵,假定该模型有  $m$  个评价指标,  $n$  个样本,  $x_{ij}$  表示第  $j$  个省份在第  $i$  个指标中的评分,其中,  $i=1,2,3,\dots,n$ ,  $j=1,2,3,\dots,m$ 。初始矩阵见公式(3.2):

$$A = (x_{ij})_{n \times m} \quad (3.2)$$

第二步,进行数据规范化处理。由于综合指标来自于不同的度量系统,这些指标在量纲和数值大小上各不相同,仅有通过将它们标准化后,才可实现横向对比。同时,考虑到正、负向指标对于制造业高质量发展的影响方向不一致,需要对正、负向指标实行数据标准化。

当指标值与制造业高质量发展水平呈现出正向相关时,应使用正向指标计算方式:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min\{x_{ij}\}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (i=1,\dots,n; j=1,\dots,m) \quad (3.3)$$

当指标值与制造业高质量发展水平呈现出负向相关时,应使用负向指标方

式:

$$x_{ij}^* = \frac{\max\{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m) \quad (3.4)$$

第三步, 处理各项指标的信息熵。依据信息论中对信息熵的定义, 可以通过以下计算公式来测算一组数据的信息熵:

$$E_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n p_{ij} \times \ln p_{ij} \quad (3.5)$$

其中,  $p_{ij}$  是第  $i$  个省份的第  $j$  项指标值的占比,  $p_{ij} = \frac{x_{ij}^*}{\sum_{i=1}^n x_{ij}^*}$ 。

第四步, 确定各指标的权重。设定  $W_j$  为第  $j$  个指标的权重, 如公式 (3.6) 所示:

$$W_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^m 1 - E_j} \quad (3.6)$$

$E_j$  数值愈小, 该指标变异程度愈强烈, 反映的信息量会增加, 在该评价体系中的作用也越大, 其  $W_j$  也会越大。反之, 该指标变异程度愈低, 反映的信息量会减少, 在该评价体系中的作用也越小, 其  $W_j$  也会越低。

第五步, 测算各个省份制造业高质量发展综合指数  $Z_i$ 。计算方法如公式 (3.7) 所示:

$$Z_i = \sum_{j=1}^m W_j \times x_{ij}^* \quad (3.7)$$

### 3.2 制造业高质量发展水平测度结果及分析

本研究选取中国 30 个省级行政区 (不含台湾、香港、澳门和西藏) 作为分析对象, 利用熵权法测算出 2011 至 2021 年的制造业高质量发展水平。数据源自历年《中国工业年鉴》、《中国高技术产业统计年鉴》、各省统计年鉴和国家统计局官网。由于部分制造业的数据未被统计年鉴收录, 而制造业是我国工业的主体,

因此，对于此部分难以获取的数据，利用规模以上工业企业的数据进行替代，其他个别缺失值数据采用线性插值法进行处理。

### 3.2.1 制造业高质量发展水平评价指标权重的确定

本研究利用 STATA17.0 软件，通过熵权法来确定各年度评价指标的权重。为了进一步增加权重的合理性和准确性，将 2011 至 2021 年间各评价指标权重的平均值，作为衡量中国各省份制造业高质量发展水平指标的最终权重，结果见表 3.2。

表 3.2 中国各省份制造业高质量发展水平评价指标权重

一级指标 (%)	二级指标	三级指标	权重 (%)
制造业高端化 (28.48)	技术研发效应	高技术劳动力占比	9.83
	技术创新效应	技术进步率	8.42
	技术发明效应	每亿元主营业务收入有效发明专利数	7.39
	技术扩散效应	新产品销售强度	2.85
制造业智能化 (20.18)	智能化技术水平	有电子商务活动交易的企业占比	4.20
		电子及通信设备制造业有效发明专利数	7.32
	智能化生产规模	电子及通信设备制造业从业人数占比	4.93
	智能化经济效益	电子及通信设备制造业利润率	3.74
制造业高效益 (22.19)	投入产出效率	资本生产率	9.03
		劳动生产率	9.28
	生产经营效益	成本费用利润率	2.81
		主营业务收入利润率	1.07
制造业可持续 化 (29.14)	资源节约效益	单位制造业增加值煤炭消费量	5.37
		单位制造业增加值电力消费量	3.58
	环境友好效益	单位制造业增加值废水排放量	2.99
		单位制造业增加值废气排放量	3.09
		单位制造业增加值废物排放量	2.50
	改善生活水平	平均工资增长率	2.32
	增强制造业支撑	人均税收率	9.29



从表 3.2 可以看出，在一级指标中，制造业可持续化和制造业高端化的权重较大，分别为 29.14% 和 28.48%，这意味着制造业可持续化和高端化是推动我国制造业转向高质量发展阶段的核心驱动力，可持续化强调对资源的高效利用、环保意识的增强、生活水平的提升及对整体制造业支撑能力的增强，高端化则代表技术层面的突破与创新，两者共同构成了制造业高质量发展的关键维度；制造业高效益和制造业智能化的权重较小，相应的权重分别为 22.19% 和 20.18%，表明尽管这两项指标在推动制造业发展中扮演重要角色，但与制造业可持续化和高端化相比，它们对制造业高质量发展水平的贡献度相对较小，这反映出在当前制造业高质量发展策略中更侧重于资源利用和生态环保的可持续性以及技术创新与研发的前瞻性。

### 3.2.2 制造业高质量发展水平评价与分析

本研究根据之前构建的制造业高质量发展评价体系，通过熵权法得出了 2011-2021 年期间中国各省份在制造业高质量发展上的综合评分。因篇幅所限，本文只展出了 2011 年、2015 年、2018 年以及 2021 年四个年份中国省份在制造业高质量发展上的综合得分及其排名情况，如表 3.3 所示。从地理分布的角度来看，我国各地区在制造业高质量发展水平上存在显著的区域差异性，展现出沿海地区强、内陆地区弱的发展模式；从时间趋势来看，东部地区的制造业高质量发展水平不仅持续领先，而且呈现出稳定的增长趋势，中部地区的水平紧随其后，甚至在某些年份略超全国平均水平，而西部及东北地区则呈现出波动性增长的趋势，具体见图 3.1。

表 3.3 中国各省份制造业高质量发展综合得分及排序

地区	省份	2011 年		2015 年		2018 年		2021 年	
		得分	排序	得分	排序	得分	排序	得分	排序
东部地区	北京	0.6685	1	0.6733	2	0.7137	2	0.7023	1
	天津	0.5715	6	0.5950	6	0.6188	9	0.6255	10
	河北	0.4417	25	0.4830	20	0.5291	22	0.5524	21
	上海	0.6617	2	0.6878	1	0.7174	1	0.6970	3
	江苏	0.5840	5	0.6311	4	0.6624	5	0.6751	5
	浙江	0.5972	4	0.6275	5	0.6648	4	0.6862	4
	福建	0.5363	10	0.5633	11	0.5985	14	0.6132	12
	山东	0.5127	14	0.5430	15	0.5879	15	0.6101	13
	广东	0.6296	3	0.6702	3	0.6843	3	0.6980	2
	海南	0.5105	16	0.5576	14	0.5507	19	0.5326	22
	均值	0.5714	-	0.6032	-	0.6328	-	0.6392	-
中部地区	山西	0.4968	17	0.4673	24	0.5449	20	0.5526	20
	安徽	0.5448	8	0.5839	7	0.6255	8	0.6598	6
	江西	0.4914	18	0.5413	16	0.6128	12	0.6414	7
	河南	0.4568	21	0.4891	18	0.5561	18	0.5731	17
	湖北	0.5432	9	0.5777	8	0.6261	7	0.5843	16
	湖南	0.5119	15	0.5629	13	0.6122	13	0.6272	8
	均值	0.5075	-	0.5370	-	0.5963	-	0.6064	-
西部地区	内蒙古	0.3816	29	0.4103	28	0.4861	25	0.5051	27
	广西	0.4299	26	0.4559	25	0.4994	24	0.4969	28
	重庆	0.5327	11	0.5735	9	0.6354	6	0.6267	9
	四川	0.5213	13	0.5632	12	0.6133	11	0.6145	11
	贵州	0.4554	23	0.5285	17	0.5837	16	0.5949	14
	云南	0.4568	22	0.4736	22	0.5441	21	0.5532	19
	陕西	0.5463	7	0.5637	10	0.6162	10	0.5918	15

续表 3.3 中国各省份制造业高质量发展综合得分及排序

	甘肃	0.4531	24	0.4861	19	0.5226	23	0.5264	23
	青海	0.3097	30	0.2947	30	0.4021	30	0.4889	29
	宁夏	0.3904	28	0.3771	29	0.4780	28	0.5164	25
	新疆	0.4787	20	0.4186	27	0.4792	27	0.4762	30
	均值	0.4505	-	0.4677	-	0.5327	-	0.5446	-
东北地区	辽宁	0.4844	19	0.4821	21	0.5761	17	0.5689	18
	吉林	0.4083	27	0.4453	26	0.4775	29	0.5157	26
	黑龙江	0.5240	12	0.4714	23	0.4803	26	0.5194	24
	均值	0.4722	-	0.4663	-	0.5113	-	0.5346	-
全国	均值	0.5044	-	0.5266	-	0.5766	-	0.5875	-

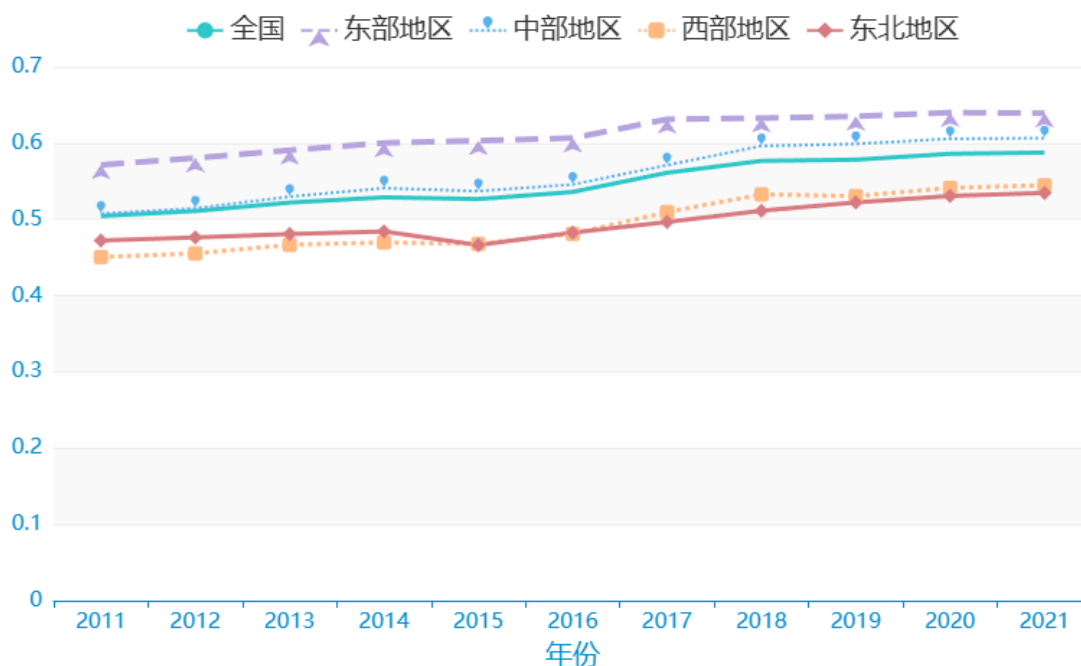


图 3.1 中国各地区制造业高质量发展水平趋势

由表 3.3 可知，全国制造业高质量发展总体水平呈现逐年上升趋势，综合得分均值从 2011 年 0.5044 上升至 2021 年的 0.5875。观察不同地区，东部地区在这四年间的制造业高质量发展平均得分始终领先，紧随其后的是中部地区、西部地区 and 东北地区。从变化趋势的视角分析，中部、东部、西部以及东北各地区的综合得分增长率分别达到了 0.0678、0.0989、0.0941 和 0.0624。其中，中部地区

的增长最为显著，得分从 2011 年的 0.5075 增至 2021 年的 0.6064；西部地区紧随其后，得分从 2011 年的 0.4505 提升至 2021 年的 0.5446；而东北地区增长幅度最小，得分从 2011 年的 0.4722 上升至 2021 年的 0.5346。这表明，中西部地区的后发势头十分明显，中西部地区的后发优势十分突出，与东部地区在制造业高质量发展方面的差距正在逐步缩小，这表明整体制造业高质量发展水平的区域差异正在缩小。

各省份在制造业高质量发展方面的表现呈现出显著的分层现象。截至 2021 年，北京和广东在制造业高质量发展的综合评分分别达到了 0.7023 和 0.6980，其增长率分别为 0.0337 和 0.0685。尽管这一增长速度略低于全国平均增长率 0.0831，但两省的发展水平仍位居全国领先地位。北京和广东作为中国经济的重要支点，拥有坚实的制造业基础和领先的技术水平，特别是在创新和产业调整等领域展现出了突出的优势。东部的北京、上海、江苏、浙江和广东五省持续领跑，其制造业高质量发展的综合评分均超过 0.6；河北、山东和广东排名上升，而天津、福建和海南的排名则呈现不同程度的下降。具体而言，天津从 2011 年的第 6 位降至 2021 年的第 10 位，福建从第 10 位降至第 12 位，海南则从第 16 位下降到第 22 位。在中部地区，除了山西和湖北的排名略有下滑外，其他地区的排名普遍上升，尤其是 2021 年，安徽、江西和湖南三省的综合评分超过了中部平均值，展现出其领头作用。而在西部地区，陕西和新疆的排名有所下降，其他地区则普遍上升。到 2021 年为止，重庆市在制造业高质量发展的综合评分中名列全国前十。而西部的重庆、四川、贵州和陕西在制造业的高质量发展上都已经进入了全国的中游地区，这为它们提供了坚实的发展基石，使其成为西部地区的领军者。然而，在西部地区，大多数省份的排名相对较低，这导致了一种“马太效应”，即强者越强，弱者越弱。至 2021 年，只有东部地区河北、海南两省和中部地区山西、河南、湖北三省的制造业高质量发展综合得分低于全国均值，西部地区只有重庆、四川、贵州和陕西的制造业高质量发展综合得分高于全国均值，东北地区各省份的制造业高质量发展综合得分均低于全国平均值。

总体来看，在 2011 至 2021 年的期间内，尽管我国全省制造业的高质量发展综合评分持续上升，区域间的差异正在逐步减少，但是全国制造业高质量发展的平均综合评分仅增长了 0.0831，表明其发展步伐相对较慢。至 2021 年，仅有 13

个省份的制造业高质量发展综合得分处于 0.6 以上的高水平层面，表明大部分省份仍面临提升制造业高质量发展水平的挑战，进一步凸显了地区间制造业发展的不均衡性。制造业高质量发展地区发展特点表现为：东部地区的发展水平持续领先于其他地方，表明该地区的科技创新和资本集聚带来了明显优势；中部制造业高质量发展水平持续稳步增长，区域内部的发展差距也正逐步缩小；西部地区呈现出“马太效应”，强者愈强，弱者愈弱，区域内部发展差异较为显著。东北地区尽管有一定的工业基础，但制造业高质量发展水平显著低于全国平均水平，迫切需要进行制造业转型升级。综上，在综合考虑制造业高质量发展各方面指标体系下，2011-2021 年期间中国制造业高质量发展水平仍比较低，各方面指标还有待进一步提升和完善。

## 4 可持续性技术创新对中国制造业高质量发展的实证分析

本章基于前文论述的理论基础,利用 2011-2021 年中国 30 个省份数据构建面板数据模型实证检验可持续性技术创新对制造业高质量发展的影响效应;构建空间计量模型深究可持续技术创新对制造业高质量发展的空间溢出影响,并替换空间权重矩阵进行稳健性检验。

### 4.1 模型设定

#### 4.1.1 面板数据模型

基于第 3 章所测得的中国制造业高质量发展水平,本研究对制造业高质量发展的总体态势已有初步认识。然而,对于可持续性产品创新与可持续性工艺创新如何以及在何种程度上影响制造业的高质量发展,仍需通过建立实证模型来深入分析。

首先,本文定义如下面板数据模型:

$$MHQD_{it} = c_0 + \alpha_i + \lambda_t + \beta \ln SPI_{it} + \eta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.1)$$

$$MHQD_{it} = c_0 + \alpha_i + \lambda_t + \beta \ln STI_{it} + \eta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.2)$$

在上述模型中,  $MHQD_{it}$  为  $i$  省份  $t$  年制造业高质量发展水平,  $\ln SPI_{it}$  为  $i$  省份  $t$  年可持续性产品创新,  $\ln STI_{it}$  为  $i$  省份  $t$  年可持续性工艺创新,  $X_{it}$  为本研究所选取的控制变量,  $\beta$ 、 $\eta$  为待估回归系数,  $c_0$  为截距,  $\alpha_i$ 、 $\lambda_t$  分别为省市、时间固定效应,  $\varepsilon_{it}$  为随机误差项。控制变量包含:人力资本水平 (HC)、产业结构 (IS)、环境规制强度 (REGU)、政府支持力度 (GOV)、对外开放水平 (OPEN) 和资本投入 (CI)。

#### 4.2.1 空间计量模型

空间计量模型,作为一种综合考量空间数据依赖性与空间异质性的统计分析

工具，在区域科学、经济地理学以及社会科学领域中发挥着日益重要的作用。该模型通过引入空间权重矩阵来捕捉空间单元之间的相互作用和影响，进而揭示空间数据的分布规律与空间效应。

在空间计量模型的众多类型中，空间误差模型、空间自回归模型和空间杜宾模型是最为常见且应用最广泛的三种模型。空间误差模型（SEM）主要关注由于空间数据相关性而引入的模型误差，其核心思想在于模型误差项可能会表现出空间相关性，从而通过空间权重矩阵来调整这种误差的空间依赖性，以提高模型的估计准确性。空间自回归模型（SAR）强调的是空间单元间的相互依赖性，认为一个地理单位的数值不仅受到模型中解释变量的影响，还受到相邻地理单位数值的影响。SAR 模型通过引入空间滞后项来捕捉这种空间动态关系，能够有效地描述和分析空间数据的自相关特性。空间杜宾模型（SDM）可以被看作是 SAR 和 SEM 模型的综合和拓展，它不仅考虑了被解释变量的空间自回归关系，也考虑了解释变量的空间滞后影响，及这些解释变量的空间滞后如何通过空间权重矩阵对被解释变量产生影响。因此，SDM 模型在处理解释变量与被解释变量之间的空间交互作用时提供了更为丰富和灵活的框架。三种模型的表达式分别为：

$$\text{SEM} : MHQD_{it} = \alpha X_{it} + \beta Z_{it} + \mu_{it}, \mu_{it} = \lambda W_{ij} \mu_{it} + \varepsilon_{it} (i \neq j) \quad (4.3)$$

$$\text{SAR} : MHQD_{it} = \rho W_{ij} MHQD_{it} + \alpha X_{it} + \beta Z_{it} + \varepsilon_{it} (i \neq j) \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} \text{SDM} : MHDQ_{it} = & \rho W_{ij} MHQD_{it} + \alpha X_{it} + \beta Z_{it} + \alpha W_{ij} X_{it} \\ & + \beta W_{ij} Z_{it} + \varepsilon_{it} (i \neq j) \end{aligned} \quad (4.5)$$

式中， $i$  或  $j$  为第  $i$  或  $j$  省份 ( $i \neq j$ )， $t$  为年份； $MHQD$  为制造业高质量发展水平； $W$  表示空间权重矩阵； $X$  为核心解释变量可持续性产品创新 ( $\ln SPTI$ ) 和可持续性工艺创新 ( $\ln STI$ )， $Z$  为控制变量； $\rho$ 、 $\beta$ 、 $\alpha$  和  $\lambda$  为待估回归系数， $W_{ij} X_{it}$  表示相邻省市可持续性技术创新的空间互动程度， $W_{ij} MHQD_{it}$  表示相邻省市制造业高质量的空间交互效应， $W_{ij} \mu_{it}$  表示相邻省市随机扰动项的空间交互程度， $W_{ij} Z_{it}$  表示相邻省市其它控制变量的空间依赖关系。

空间权重矩阵是空间计量模型中用来描述空间单元之间相互关系的关键工具，反映了空间单元间的相互依赖性和空间结构特征。常见的空间权重矩阵有：

(1) 邻接矩阵, 如果两个空间单元是邻接的(即它们共享边界或顶点), 则对应的矩阵元素设置为 1; 否则设置为 0, 该矩阵强调的是空间单元之间的直接地理邻近性; (2) 距离权重矩阵, 根据空间单元之间的距离来定义权重, 常见的方法包括使用反距离权重(即空间单元间的距离的倒数作为权重)或基于距离阈值的方法(只有当空间单元间的距离小于某个特定的阈值时, 权重才不为零); (3) 经济距离矩阵, 基于空间单元之间的经济或功能联系来定义权重, 如交易量、交通流量或社会网络连接等。鉴于空间矩阵的设定是根据实际情况而定的, 为了更加真实地描绘空间差异, 本研究采用邻接权重矩阵(W1)来进行空间相关性的检验和空间计量分析, 同时, 使用地理距离权重矩阵(W2)来进行下一步的稳健性分析。

$$W_2 = \begin{cases} 1 & \text{当省份 } i \text{ 与省份 } j \text{ 相邻} \\ 0 & \text{当省份 } i \text{ 与省份 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (i \neq j) \quad (4.6)$$

$$W_1 = \frac{1}{d_{ij}} \quad (4.7)$$

式中,  $d_{ij}$  是省份  $i$  与省份  $j$  质心之间的欧氏距离。

相较于传统的面板数据模型, 空间计量模型在本研究中显示出几个显著优点: 首先, 研究所采用的省级面板数据具备空间相关性, 如空间滞后和空间相互作用等, 这使得空间计量模型能够更为准确地估计模型参数; 其次, 通过纳入解释变量和被解释变量的空间滞后项, 空间计量模型能够有效地缓解传统面板模型可能遇到的变量遗漏问题; 空间权重矩阵的加入, 可以更精确地研究可持续技术创新与制造业高质量发展可能会存在的空间外溢效应。

## 4.2 变量选取与数据来源

### 4.2.1 变量选取

#### (1) 被解释变量

制造业高质量发展水平(MHQD), 通过前文所构建综合评价指标体系, 并结合熵值法测算得到。

#### (2) 核心解释变量



可持续性技术创新，由可持续的产品创新（lnSPI）和工艺创新（lnSTI）两部分来描述。其中，可持续性产品创新是以规模以上工业企业新产品的销售收入与能源总消费量之比的对数形式来度量（宋德勇 2022）<sup>[59]</sup>；可持续性工艺创新以工业增加值与工业废气排放量之比的对数形式来度量（王峰正，2018）<sup>[60]</sup>。

### （3）控制变量

为减少遗漏变量对估计准确性的影响，本研究借鉴了黄亮（2021）<sup>[62]</sup>和何建波（2021）<sup>[63]</sup>等学者的研究，引入了若干控制变量：

人力资本水平（HC）。众多研究显示，人力资本在推动产业结构的演进中起到了核心作用，主要得益于其对资本集聚的促进作用以及提升效率的功能。产业的人力资本愈大，那么产业集聚的物质资本愈多（冉茂盛和毛战宾，2008）<sup>[64]</sup>，并通过知识的内化、溢出以及学习效应，刺激技术创新和进步（阳立高等，2018）<sup>[65]</sup>。高水平的人力资本对产业升级具有积极影响。同时，从人口红利的视角，蔡昉（2010）<sup>[66]</sup>和王健、李佳（2013）<sup>[67]</sup>探讨了人力资本在产业升级中的作用，指出随着产业结构的优化，质量型人口红利的重要性日益凸显，而数量型人口红利的作用逐渐降低。本研究以高等教育人口比例作为衡量人力资本水平的指标。

产业结构（IS）。根据产业经济学的理论，一个国家或地区的产业结构演变，尤其是从劳动密集型向技术或资本密集型的转变，是实现生产效率提升和技术创新的重要途径。这种转变不仅带来了生产方式的现代化，还能刺激新的经济增长点，为制造业注入新的发展动力。同时，产业结构的升级还有助于更有效地配置资源，推动制造业由数量扩张向质量提升转变，这对于提高整个制造业的竞争力和可持续发展能力至关重要。本文采用第二产业增加值与 GDP 的比值来衡量产业结构。

环境规制强度（REGU）。环境规制在制造业高质量发展中的作用可由其对企业创新和产业升级的多重影响来进行解释。吕桁宇、马春爱（2011）<sup>[68]</sup>指出，环境规制为企业带来了成本增加的压力，然而，企业如果提高技术创新的层次，通过研发产出的新产品可以抵消因实施环境规制增加的成本，并可能实现额外的盈利，从而推动整个行业向前发展，并促进经济增长，实现环境和经济双赢的目标。吕祥、路驰（2003）<sup>[69]</sup>认为环境规制增加了企业的成本负担，影响企业资金流转，可能对经济增长造成不利影响。王珺、张贵祥（2023）<sup>[70]</sup>认为，环境规制

的经济影响取决于这两种效应哪一个在特定时期占据主导，是环境规制导致的成本增加，还是技术创新带来的盈利增长。本研究以各省份工业污染治理的投资额与地区工业总产值的比率作为环境规制强度的衡量指标。

政府支持力度（GOV）。政府的资金支持可以降低企业承担研发投资的风险和负担，从而激发企业研发新技术、新产品的积极性，这对于提升制造业的技术水平和产品质量具有直接影响。同时，政府研发支持常伴随着政策引导，这些政策不仅指导企业朝着市场需求和技术前沿方向发展，还能促进企业在环保、能效等方面的改进，从而推动制造业整体向更高效、更可持续化的方向发展。此外，政府支持的研发项目往往具有较强的前瞻性和战略性，能够引领产业发展趋势，对制造业发展具有深刻影响。本文以政府资金在规模以上工业企业 R&D 内部经费中所占的比例，来评估政府在研发方面的支持力度。

对外开放水平（OPEN）。通过引进外资和促进国际贸易，制造业能够接触到先进的生产技术、管理经验及全球市场的需求信息，这不仅有助于提升产品质量和生产效率，还能够激发制造业企业的创新潜力和提高其在国际市场中的竞争力。此外，对外开放还促进了国内外市场和资源的有效整合，加速了产业结构的优化升级，为制造业的高质量发展提供了坚实的基础。因此，对外开放水平通过这些渠道影响着制造业的创新能力和生产效率，进而成为推动制造业向高质量发展转型的关键因素。本研究使用进出口贸易总量占 GDP 的比例来评估对外开放的程度。

资本投入（CI）。根据现代产业经济理论，资本的有效配置与投入不仅是物质生产的基石，更是加速制造业技术迭代和生产模式创新的动力源泉。在制造业领域，充足的资本投入能够支持先进技术的引进和应用，促进生产流程的优化，以及加快新产品的研发和上市。这些变化直接提高了制造业的产品质量和生产效率，进而促进了产业结构的升级和经济增长模式的转变。同时，资本投入的增长有助于吸引高端人才，引进先进设备，进而推动制造业向更高层次的发展。本文以制造业固定资产投资在全社会固定资产投资中的占比来衡量资本投入。

#### 4.2.2 数据来源与说明

本章节选取 2011-2021 年中国 30 个省（不含西藏）的面板数据作为样本，

数据源自 2012-2022 年的《中国统计年鉴》、《中国工业统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》及各省统计年鉴。表 4.1 报告了各变量的描述性统计结果。

表 4.1 描述性统计

变量类型	变量名称	变量表示	Obs	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	制造业高质量发展	MHQD	330	0.5471	0.0849	0.2901	0.7719
解释变量	可持续性产品创新	lnSPI	330	7.5017	1.2165	3.0661	9.6194
	可持续性工艺创新	lnSTI	330	5.0293	1.3448	2.6055	10.8531
控制变量	人力资本水平	HC	330	0.1987	0.1021	0.0799	0.6300
	产业结构	IS	330	0.4071	0.0805	0.1597	0.6196
	环境规制强度	REGU	330	0.0030	0.0029	0.0001	0.0280
	政府支持力度	GOV	330	0.0544	0.0442	0.0078	0.3007
	对外开放水平	OPEN	330	0.2679	0.2827	0.0067	1.4641
	资本投入	CI	330	0.2681	0.1204	0.0225	0.5276

为了深入分析解释变量彼此之间的相互作用，并确保这些解释变量间的多重共线性不会对面板数据分析的准确性产生不良影响，本研究对模型（4.1）与模型（4.2）实施了方差膨胀因子检验。该检验目的在于识别并消除变量间可能存在的内生性问题。根据表 4.2 的检测结果显示，可以观察到所有变量的方差膨胀系数都低于 10，这意味着它们并不存在多重共线性，因此初步判断选择解释变量是适当的。

表 4.2 模型的方差膨胀因子检验

变量	(1)		(2)	
	VIF	1/VIF	VIF	1/VIF
lnspi	2.50	0.3993		
lnsti			2.26	0.4430
hc	2.44	0.4092	2.94	0.3398
is	1.95	0.5133	1.97	0.5087
regu	1.31	0.7634	1.44	0.6928

续表 4.2 模型的方差膨胀因子检验

gov	1.13	0.8816	1.18	0.8500
open	2.28	0.4379	1.82	0.5500
ci	2.14	0.4676	1.80	0.5548
Mean VIF	1.97		1.92	

### 4.3 基准回归结果分析

为了检验可持续性技术创新对制造业高质量发展影响的机理,确保实证结果的准确性和稳健性,分别对全样本进行固定效应回归、随机效应回归。面板数据模型的选择需要用依次用 F 检验、LM 检验以及 Hausman 检验来确定,检验结果见表 4.3,模型(4.1)和模型(4.2)的基准回归估计结果见表 4.4。由表 4.3 可知,各检验统计量的 P 值均小于 0.01,表明在 1%的显著性水平下,所有的检验都拒绝了原有的假设,因此,本研究的基准回归结果应优先考虑使用固定效应模型进行实证检验。

表 4.3 模型检验结果

	lnSPI		lnSTI	
	Statistics	P value	Statistics	P value
F 检验	22.69	0.0000	36.14	0.0000
LM 检验	459.12	0.0000	449.60	0.0000
Hausman 检验	57.14	0.0000	93.30	0.0000

由表 4.4 的回归结果可知,列(1)和列(4)分别为未加入控制变量,固定效应模型的估计结果。其余各列为加入控制变量、固定效应和随机效应模型的估计结果,固定效应和随机效应的拟合优度  $R^2$  均大于 0.6,表明各模型均能够解释超过 60%的被解释变量的变异性。对比列(1)和列(2)、列(4)和列(5)的结果,未加入控制变量时,可持续性产品创新和可持续性工艺创新对制造业高质量发展的回归系数在 1%水平下显著,分别为 0.0688 和 0.0247;加入控制变量后,回归系数略有下滑但仍在 1%水平下显著,分别为 0.0426 和 0.0151,控制变量的方向与预期方向相同,表明可持续性技术创新对中国制造业高质量发展整体表现

出正影响。从可持续性技术创新的不同类别来看，比较二者的影响系数，可持续性产品创新（lnSPI）的影响系数明显要大些，表明在推动制造业高质量发展的过程中，可持续性产品创新所起的作用要大于可持续性工艺创新，其中的原因可能是，追求生态与社会效益的可持续性产品创新，侧重于融合环保和可持续原则，不仅增强了企业的社会责任感知，也提升了其市场品牌价值；相较之下，主要追求经济效益的可持续性工艺创新，则着重于提高成本效率和优化生产流程，其对市场和环境的直接影响相对较小。在控制变量方面，HC 和 OPEN 的影响系数均在 1% 的显著性水平下为正数，表明提升人力资本水平和对外开放水平均能有效促进制造业的技术进步与市场竞争力，进而推动其高质量发展，人力资本水平的提升，反映了劳动力质量的增强和技能水平的提高，这对于促进技术创新、提升生产效率以及增强制造业在全球市场中的竞争力至关重要，提升对外开放水平，不仅可以促进资本和技术的流动，还为制造业企业提供了更广阔的市场和更多元的合作机会，有利于制造业的多元化和高端化发展，进而推动制造业高质量发展；环境规制强度（REGU）和资本投入（CI）的影响系数分别在 1% 和 5% 的水平下显著为负，表明环境规制强度的提高虽然短期内可能抑制产业发展，但是对长期的可持续性转型及环境友好型创新产生促进作用，过度的资本投入可能导致制造业资源配置效率下降，反映出资本密集型发展模式对高质量发展的潜在制约作用。

表 4.4 可持续性技术创新影响制造业高质量发展的基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	FE	FE	RE	FE	FE	RE
lnSPI	0.0688*** (18.6819)	0.0426*** (12.0102)	0.0482*** (16.3034)			
lnSTI				0.0247*** (15.8654)	0.0151*** (7.3201)	0.0109*** (5.4979)
HC		0.3519*** (6.4239)	0.2318*** (5.5300)		0.3329*** (6.1226)	0.4440*** (6.8726)
IS		-0.0484 (-1.0725)	-0.0588 (-1.4370)		-0.0128 (-0.2515)	-0.0229 (-0.4339)

续表 4.4 可持续性技术创新影响制造业高质量发展的基准回归结果

REGU		-2.4128***	-2.7341***		-2.0241***	-1.6127**
		(-4.5983)	(-5.1709)		(-3.0414)	(-2.5723)
GOV		-0.0607	-0.0404		-0.0522	-0.0680
		(-1.2805)	(-0.8671)		(-0.9070)	(-1.2230)
OPEN		0.0422***	0.0123		0.0667***	0.0834***
		(2.6404)	(1.0581)		(4.5250)	(4.5081)
CI		-0.1086***	-0.1155***		-0.0835**	-0.1515***
		(-3.1969)	(-3.9412)		(-2.2801)	(-3.8623)
_cons	0.0313	0.2058***	0.2016***	0.4229***	0.4236***	0.4399***
	(1.1327)	(5.5183)	(6.8425)	(53.0939)	(13.5647)	(12.6952)
N	330	330	330	330	330	330
R2	0.741	0.742	0.811	0.748	0.606	0.620

*t* statistics in parentheses

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

## 4.4 空间溢出效应检验

### 4.4.1 空间自相关检验

进行空间相关分析是建立空间计量经济模型的基础。所谓空间相关，是指邻近地区之间在发展水平上的相似性：若相邻地区的制造业高质量发展水平均表较高，则称之为“正空间自相关”；相反，若制造业高质量发展水平高的地区与制造业高质量发展水平低的地区相邻，则形成“负空间自相关”现象；而若相邻地区的制造业高质量发展水平分布无明显规律，那么可以认为它们之间没有空间自相关的存在。莫兰指数被广泛应用于分析数据的空间关联性，它主要包括全局莫兰指数和局部莫兰指数这两大类。全局莫兰指数主要用于全国范围内，从宏观角度探讨中国省域在制造业高质量发展上的空间依赖情况，其计算公式为：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (MHQD_i - \overline{MHQD})(MHQD_j - \overline{MHQD})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (4.8)$$

$$\text{其中, } S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (MHQD_i - \overline{MHQD})^2}{n}, \quad \overline{MHQD} = \frac{\sum_{i=1}^n MHQD_i}{n}, \quad MHQD_i \text{ 表示第 } i \text{ 个}$$

省市制造业高质量发展指数,  $W_{ij}$  为相邻权重矩阵,  $n$  为省市数量。全局 Moran's I 指数的取值范围是从 -1 到 1。当指数值大于 0 时, 表明数据间存在正相关; 小于 0 时, 则说明数据间呈现负相关; 若指数值为 0, 则代表数据间无相关性。其绝对值越靠近 1, 说明相关性越显著。

为了深入了解不同区域制造业高质量发展是否存在空间溢出效应, 首先进行空间自相关性检验。本研究使用 Moran's I 指数来评估制造业高质量发展指数 (MHQD) 在全国范围内的空间关联性, 结果如表 4.5 所示。

表 4.5 2011-2021 年制造业高质量发展的全局莫兰指数

year	I	E(I)	Sd(I)	Z	P-value
2011	0.287	-0.035	0.122	2.637	0.008
2012	0.362	-0.035	0.122	3.239	0.001
2013	0.382	-0.035	0.123	3.396	0.001
2014	0.397	-0.035	0.121	3.557	0.000
2015	0.449	-0.035	0.122	3.958	0.000
2016	0.459	-0.035	0.123	4.011	0.000
2017	0.377	-0.035	0.122	3.379	0.001
2018	0.433	-0.035	0.123	3.790	0.000
2019	0.518	-0.035	0.124	4.463	0.000
2020	0.501	-0.035	0.124	4.310	0.000
2021	0.464	-0.035	0.125	3.998	0.000

根据表 4.5 的数据显示, 从 2011 年至 2021 年间, 莫兰指数持续保持在 0.28 以上, 并在 1% 的显著性水平下表现出正向的空间自相关性。这种发展趋势明确地展示了我国各个省市在制造业高质量发展上的正向关联正在逐渐加强。具体来看, 莫兰指数从 2011 年的 0.287 上升到 2021 年的 0.464, 这显示了制造业高质量发展的空间依赖性正在逐渐加强。

进一步分析制造业高质量发展的空间集聚现象, 通过制作和分析局部莫兰散

点图，对 2011 年、2016 年及 2021 年制造业高质量发展的局部空间自相关性进行了探讨。散点图揭示了这三个年份中制造业高质量发展水平的空间集聚特性十分显著，并且这种空间集聚结构相对稳定。大多数省份集中在第一和第三象限，表明东部沿海地区如天津、上海、福建和浙江等省份的制造业发展水平较高，显示出高高正相关的空间集聚特征；而西部地区如青海、新疆、云南、甘肃和内蒙古等省份的制造业发展水平较低，表现为低低正相关的空间集聚特征。第二象限的省份较少，包括广西、河南等，这表明这些省份及其周边地区的制造业发展相对滞后。与 2011 年相比，2016 年和 2021 年制造业高质量发展的空间集聚状态显示出一定的变化，第四象限的省份数量有所减少，但依然包含了陕西、四川和贵州等西部地区省份。

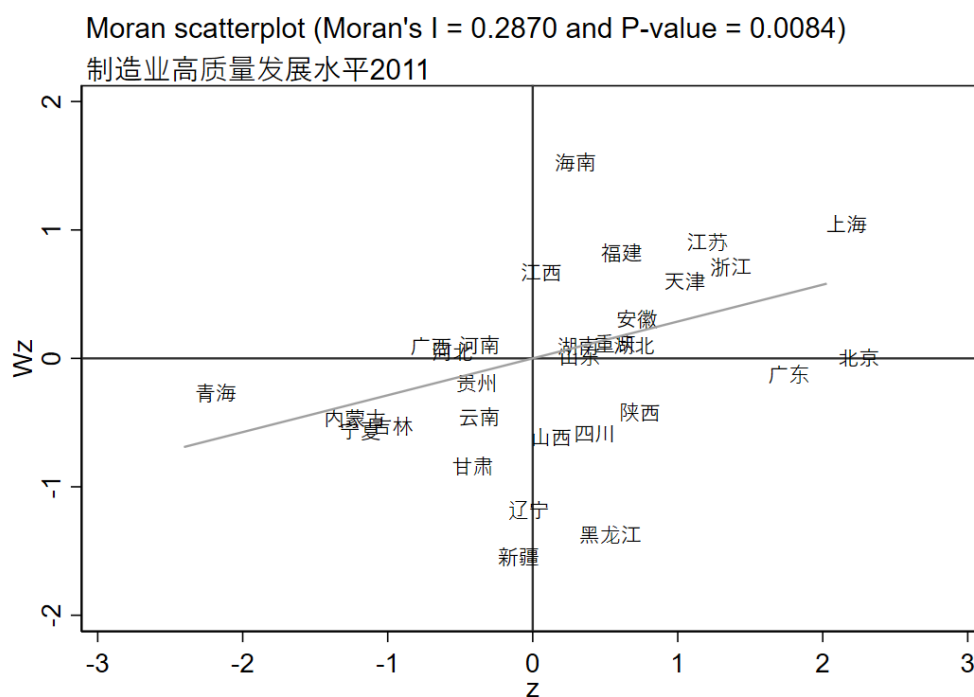


图 4.1 2011 年制造业高质量发展的局部莫兰散点图



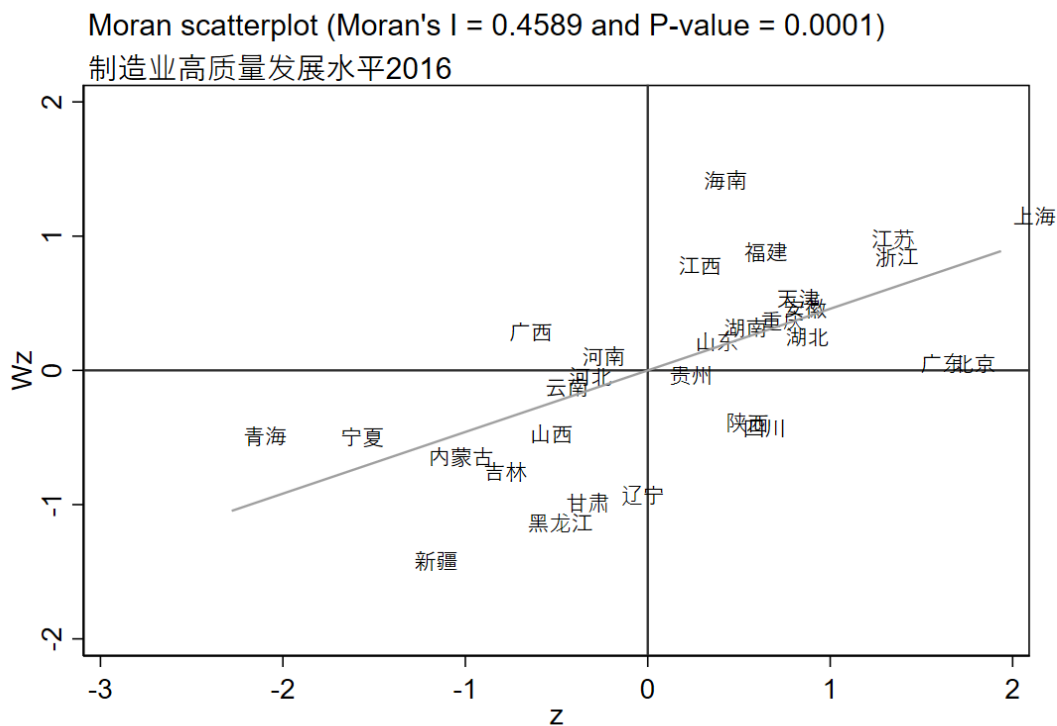


图 4.2 2016 年制造业高质量发展的局部莫兰散点图

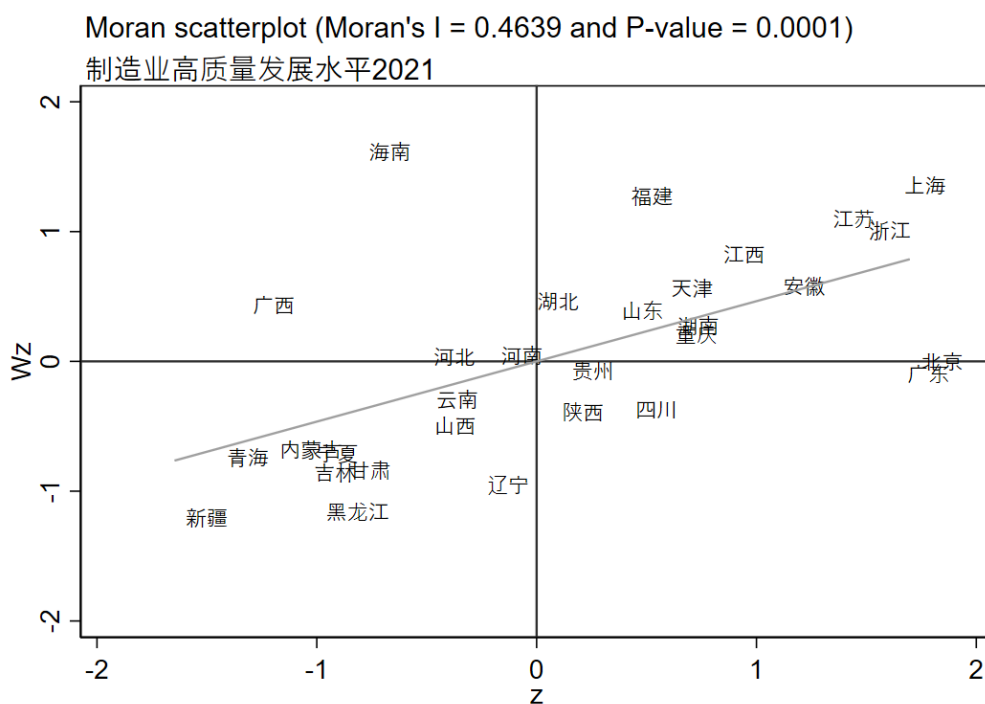


图 4.3 2021 年制造业高质量发展的局部莫兰散点图

#### 4.4.2 空间计量模型检验

##### (1) 模型构建

基于前述分析，我国的制造业在高质量发展方面表现出了明显的空间关联性，因此进行空间效应分析是非常必要的。SEM 主要通过误差项来实现省份间的交互作用，由随机冲击导致的空间溢出效应；在 SEM 中，空间溢出主要体现在误差的相关性上，而非被解释变量的直接相互作用。空间滞后模型（SAR）通过引入因变量的空间滞后算子，体现了地区间的直接相互影响；在 SAR 模型中，一个地区的因变量值不仅受到本地区自变量的影响，还受到其他地区因变量值的影响，从而捕捉到直接的空间溢出效应。而空间杜宾模型（SDM）则同时包含因变量和自变量的空间滞后算子，可同时分析因变量和自变量在一个地区的空间溢出效应。

LR 检验可用来判断模型的选择问题，Hausman 检验可用来选择随机效应还是固定效应，结果如表 4.6 所示。由结果可知选择 SDM 模型更优，豪斯曼检验在在 1%水平下显著，应选择固定效应。

表 4.6 LM 和 Hausman 检验结果

检验方法	lnSPI		lnSTI	
	统计量	p-value	统计量	p-value
<b>Spatial error:</b>				
Moran's I	0.719	0.472	2.164	0.030
Lagrange multiplier	4.428	0.035	66.735	0.000
Robust Lagrange multiplier	2.034	0.154	49.080	0.000
<b>Spatial lag:</b>				
Lagrange multiplier	29.638	0.000	54.070	0.000
Robust Lagrange multiplier	27.244	0.000	36.415	0.000
<b>Hausman test:</b>	34.67	0.003	93.63	0.000

制造业的发展进步不仅受到当地因素的影响，还受到周边地区因素的制约。

本研究主要集中在探讨可持续性技术创新如何影响制造业高质量发展，显然选择 SDM 更为恰当。

## (2) 回归结果分析

构建 SDM，时间固定、个体固定以及双固定效应条件下的回归分析结果如表 4.7 所示。依据各个模型的  $R^2$  大小和各解释变量回归系数的经济学意义，SDM 的时间固定显然更为合适。其回归结果表明，核心解释变量的可持续性产品创新和可持续性工艺创新的影响系数分别是 0.0493 和 0.0222，可持续性技术创新在 1% 水平下显著推动制造业高质量发展；可持续性产品创新和可持续性工艺创新的空间滞后系数 ( $W \times \ln SPI$  和  $W \times \ln STI$ ) 分别是 0.0383 和 0.0292，且可持续技术创新在 1% 水平下显著促进了相邻地区制造业高质量发展。这个估算值还未满足严格规定的要求，它主要被设计用来描述各个变量的作用模式及其重要性，但它并不能真实呈现自变量对因变量边缘的实际影响。依据 Lesage&Pace 理论，下面将各类变量如何影响制造业的高质量发展划分为直接和间接的两个效应。

表 4.7 空间杜宾模型的回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	个体固定	时间固定	双固定	个体固定	时间固定	双固定
<b>Main</b>						
lnSPI	0.0276*** (8.6344)	0.0493*** (19.0797)	0.0258*** (8.4800)			
HC	0.0995* (1.8150)	-0.0128 (-0.3720)	0.0241 (0.4471)	0.1220** (2.0404)	-0.0818* (-1.7120)	0.0281 (0.4771)
IS	0.2038*** (4.8121)	0.1238*** (4.1104)	0.3695*** (7.6968)	0.2527*** (5.8284)	0.2183*** (5.4781)	0.4351*** (8.5667)
REGU	-1.5073*** (-3.3186)	-2.1200*** (-3.2934)	-0.8264* (-1.9303)	-1.0670** (-2.1593)	-3.7999*** (-4.2489)	-0.4862 (-1.0432)
GOV	-0.0641* (-1.6982)	0.1643*** (4.1160)	-0.0367 (-1.0216)	-0.0730* (-1.7529)	0.2446*** (4.6048)	-0.0600 (-1.5221)
OPEN	0.0443***	0.0430***	0.0459***	0.0606***	0.1359***	0.0594***

续表 4.7 空间杜宾模型的回归结果

	(3.2996)	(3.7889)	(3.6565)	(4.1620)	(10.0064)	(4.2774)
CI	-0.0538*	-0.2494***	-0.0451*	-0.0718**	-0.1373***	-0.0580**
	(-1.9119)	(-12.3494)	(-1.7821)	(-2.3038)	(-5.2825)	(-2.0570)
lnSTI				0.0042*	0.0222***	0.0037*
				(1.8826)	(6.1347)	(1.7707)
<hr/>						
W <sub>x</sub>						
lnSPI	0.0048	0.0383***	0.0035			
	(0.7132)	(5.6103)	(0.5114)			
HC	0.1997**	0.0871	0.0522	0.1835**	0.0484	-0.0291
	(2.4760)	(1.3331)	(0.4372)	(2.0956)	(0.5455)	(-0.2218)
IS	-0.2877***	0.1665**	0.3102***	-0.5189***	0.1741*	0.1474
	(-4.6393)	(2.3241)	(3.0372)	(-8.4597)	(1.8155)	(1.3227)
REGU	0.5478	1.5517	1.0867	0.2870	-3.7904*	0.4619
	(0.6327)	(0.9105)	(1.0583)	(0.2986)	(-1.7066)	(0.4153)
<hr/>						
GOV	-0.1094	-0.1689*	-0.0905	-0.0409	0.2899**	-0.0681
	(-1.6223)	(-1.7168)	(-1.2647)	(-0.5284)	(2.2823)	(-0.8646)
OPEN	0.0418*	-0.0434**	0.0408**	0.0811***	-0.0293	0.0743***
	(1.9428)	(-2.2831)	(1.9648)	(3.5421)	(-1.1905)	(3.3343)
CI	0.0685	-0.0933**	0.1079**	0.0631	0.1744***	0.1009*
	(1.3909)	(-2.0020)	(2.2249)	(1.1546)	(3.3007)	(1.7968)
lnSTI				0.0014	0.0292***	0.0025
				(0.5141)	(4.0611)	(0.6391)
Spatial rho	0.3356***	-0.2303***	-0.1052	0.3257***	0.0408	-0.1221
	(5.6685)	(-2.7633)	(-1.3486)	(5.4420)	(0.5331)	(-1.5208)
Variance sigma <sub>2_e</sub>	0.0002***	0.0007***	0.0002***	0.0003***	0.0012***	0.0002***
	(12.7235)	(12.7679)	(12.8504)	(12.7296)	(12.8440)	(12.8437)
<hr/>						
r <sup>2</sup>	0.7375	0.8738	0.4058	0.5025	0.7351	0.1920
N	330	330	330	330	33	330

使用空间杜宾模型的回归系数来描述解释因素是如何影响被解释变量的,这并不是十分准确的。为了深度探究可持续技术创新对于制造业发展的溢出效应,需基于此次研究中所选的时间固定效应下的SDM的直接、间接和总体效应,来研究制造业高质量发展是如何受到可持续技术创新以及其他关键因素的制约。直接效应描述了一个省份与其邻近省份在地理空间上的相互作用。这意味着,当一个省份对其邻近省份制造业高质量发展产生空间溢出效应时,相邻省份也会对其产生相应的反馈;间接效应是指这个省份对其邻近省份制造业高质量发展所带来的空间影响;总效应是由间接效应、直接效应相加而得的。本研究基于时间固定效应下的SDM,效应分解结果见表4.8:

表 4.8 空间杜宾模型的效应分解

变量	直接效应		间接效应		总效应	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnSPI	0.0480***		0.0230***		0.0710***	
	(18.9802)		(5.8323)		(18.1376)	
lnSTI		0.0226***		0.0303***		0.0529***
		(6.3626)		(4.6633)		(8.3470)
HC	-0.0210	-0.0861**	0.0808	0.0515	0.0598	-0.0346
	(-0.6646)	(-2.1225)	(1.4851)	(0.6648)	(1.5566)	(-0.5306)
IS	0.1177***	0.2213***	0.1208*	0.1890*	0.2385***	0.4103***
	(3.7773)	(5.4266)	(1.8366)	(1.9186)	(3.8562)	(4.0983)
REGU	-2.1694***	-3.7736***	1.7646	-4.0814*	-0.4048	-7.8550***
	(-2.9471)	(-3.8488)	(1.1397)	(-1.7399)	(-0.2820)	(-3.3901)
GOV	0.1674***	0.2384***	-0.1839**	0.3044**	-0.0165	0.5428***
	(3.7081)	(3.7959)	(-1.9774)	(2.0362)	(-0.1539)	(2.9962)
OPEN	0.0466***	0.1369***	-0.0473***	-0.0254	-0.0006	0.1115***
	(4.2842)	(10.6734)	(-2.6204)	(-0.9522)	(-0.0343)	(3.9198)
CI	-0.2494***	-0.1372***	-0.0268	0.1831***	-0.2763***	0.0459
	(-10.8415)	(-4.9005)	(-0.7278)	(3.2827)	(-7.8339)	(0.8513)

由表 4.8 可知，无论是可持续性产品创新还是工艺创新，在 1% 的显著性水平下，其直接和间接效应均正向显著。具体来说，可持续性产品创新的直接效应明显大于其间接效应，这一发现凸显了产品创新作为可持续性技术创新的一个方面，在本地区推动制造业高质量发展方面的作用大于其在周边省份产生的溢出影响。这强调了可持续性产品创新在促进本地区制造业提质增效中的核心作用，并暗示其对于邻近地区的促进作用较为有限；而对于可持续性工艺创新而言，其直接效应相比间接效应显著较小，指出工艺创新这一可持续性技术创新的维度，不仅直接促进了本地区制造业的高质量发展，还促成了与其他地区在制造业高质量发展上的互动和相互促进，揭示了工艺创新在推动跨区域制造业可持续发展中的重要作用。

### (3) 模型检验

在研究可持续技术创新如何对制造业的高质量发展产生积极影响时，本研究选择了空间杜宾模型（SDM）作为回归分析的工具。为了证实 SDM 模型在本次分析中的实用性和有效性，进一步执行了 Wald 检验与 LR 检验。Wald 检验旨在评估模型的匹配度，而 LR 检验的目的是确定 SDM 模型是否能相对于空间自回归模型（SAR）或空间误差模型（SEM）展现出更佳的表现。根据表 4.9 的结果，Wald 检验与 LR 检验均在 1% 显著性水平上拒绝了  $H_0$ ，表明采用 SDM 模型是恰当的。

表 4.9 Wald 和 LR 检验结果

检验方法	lnSPI		lnSTI	
	统计量	p-value	统计量	p-value
Wald test for SAR	68.41	0.000	69.47	0.000
Wald test for SEM	91.08	0.000	88.42	0.000
LR test (SAR)	62.56	0.000	64.25	0.000
LR test (SEM)	87.97	0.000	90.24	0.000

### 4.4.3 稳健性检验

为了进一步确认空间杜宾模型分析结果的稳定性，本研究将邻接权重矩阵替

换为地理距离的权重矩阵，对空间效应进行了重新评估，其结果见表 4.10。从表格中的数据可以看出，变量系数的波动相对较小，这意味着得到分析结果具有很高的稳定性。

表 4.10 相邻权重矩阵的稳健性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	个体固定	时间固定	双固定	个体固定	时间固定	双固定
<b>Main</b>						
lnSPI	0.0261*** (8.7408)	0.0542*** (24.6137)	0.0319*** (9.8846)			
HC	0.0279 (0.5075)	-0.0515* (-1.8385)	0.0026 (0.0490)	0.0361 (0.5998)	-0.0938** (-2.2726)	0.0249 (0.4213)
IS	0.2798*** (6.5444)	0.1053*** (4.2291)	0.4191*** (8.6595)	0.3352*** (7.4692)	0.2369*** (6.7533)	0.4170*** (7.7620)
REGU	-0.7461* (-1.6660)	-1.6507*** (-2.9965)	-0.1898 (-0.4374)	-0.3930 (-0.8140)	-3.4371*** (-4.3024)	-0.3250 (-0.6827)
GOV	-0.0403 (-1.1056)	0.1165*** (3.2007)	-0.0105 (-0.2905)	-0.0328 (-0.8121)	0.1234** (2.3404)	-0.0289 (-0.7092)
OPEN	0.0480*** (3.8756)	0.0403*** (4.0862)	0.0437*** (3.6865)	0.0734*** (5.4870)	0.1255*** (9.9687)	0.0760*** (5.8546)
CI	-0.0430 (-1.6127)	-0.2776*** (-15.5391)	-0.0377 (-1.5095)	-0.0606** (-2.0399)	-0.1450*** (-6.0680)	-0.0416 (-1.4684)
lnSTI				0.0028 (1.3188)	0.0295*** (9.6956)	0.0039* (1.9451)
<b>Wx</b>						
lnSPI	0.0274** (1.9955)	0.1346*** (7.0608)	0.0708*** (3.2231)			
HC	0.0148 (0.1454)	0.5018*** (3.3868)	0.1398 (0.3812)	0.0252 (0.2263)	0.0145 (0.0670)	0.1632 (0.3991)
IS	-0.3398***	0.6588***	1.2162***	-0.7295***	0.7560***	0.5074

续表 4.10 相邻权重矩阵的稳健性检验结果

	(-3.6611)	(3.6667)	(3.8280)	(-6.2867)	(2.8716)	(1.4817)
REGU	-0.5837	1.5580	4.2667	-0.4518	-22.7894***	-4.9499
	(-0.5000)	(0.3653)	(1.3524)	(-0.3476)	(-3.8053)	(-1.4542)
GOV	-0.0144	-0.4826*	-0.0095	0.2591	-0.2880	0.1529
	(-0.1085)	(-1.8473)	(-0.0481)	(1.4662)	(-0.7705)	(0.6839)
OPEN	-0.0012	-0.3792***	-0.0734	0.0852	-0.1616	0.0864
	(-0.0224)	(-5.0540)	(-1.0768)	(1.3742)	(-1.6044)	(1.1433)
CI	0.1487	-0.1810	-0.0901	0.1139	0.3453**	0.0760
	(1.2475)	(-1.3678)	(-0.5876)	(0.8436)	(2.2188)	(0.4570)
lnSTI				0.0066*	0.1005***	0.0285**
				(1.6539)	(4.6722)	(2.1893)
Spatial rho	0.5182***	-0.6086**	-0.8537***	0.5077***	-0.2754	-0.6487**
	(5.5799)	(-2.5571)	(-3.2584)	(5.4148)	(-1.2311)	(-2.5486)
Variance sigma2_e	0.0002***	0.0005***	0.0002***	0.0003***	0.0011***	0.0002***
	(12.7656)	(13.5756)	(12.5995)	(12.7698)	(12.9595)	(12.6840)
r2	0.7216	0.8947	0.4060	0.4607	0.5551	0.3315
N	330	330	330	330	330	330



## 5 结论与展望

### 5.1 研究结论与政策建议

#### 5.1.1 研究结论

本文通过回顾分析与可持续性技术创新及制造业高质量发展相关的学术文献，界定了可持续性技术创新及制造业高质量发展的内涵，分析了当前可持续性技术创新与制造业高质量发展的现状，并深入探究了可持续性技术创新是如何影响制造业高质量发展的。在本次研究中，选择了中国的 30 个省级面板数据作为研究样本，从制造业高端化、智能化、高效益和可持续化四个角度搭建制造业高质量发展评价指标体系，用熵值法求得其综合得分；随后以制造业的高质量发展水平作为被解释变量，将可持续性技术创新作为核心解释变量，并将人力资本水平、产业结构、环境规制强度、政府支持力度、对外开放水平和资本投入等因素作为控制变量，对可持续技术创新如何影响制造业高质量发展进行了深入分析。研究表明：

第一，从我国制造业高质量发展水平的评价结果和时空特性出发，结果显示，2011-2021 年间全国各省份的制造业高质量发展综合得分不断提升，全国 30 个省制造业高质量发展水平均值由 0.5044 上升至 0.5875，增速为 16.48%，但总体水平仍较低，区域间的差异巨大，各方面指标有待不断提升和完善。制造业区域高质量发展特征表现为：东部地区的制造业高质量发展水平明显高于全国平均水平；中部制造业高质量发展水平持续稳步增长，区域内部的发展差距也正逐步缩小；西部地区呈现“马太效应”，强者愈强，弱者愈弱；东北地区明显落后于全国的平均水平。

第二，可持续性技术创新对制造业高质量发展影响的回归分析结果显示，可持续产品创新和工艺创新都对制造业高质量发展产生显著的正向影响，而且可持续性产品创新的影响系数明显高于可持续性工艺创新，原因可能是，追求生态与社会效益的可持续性产品创新，侧重于融合环保和可持续原则，不仅增强了企业的社会责任感知，也提升了其市场品牌价值；相较之下，主要追求经济效益的可

持续性工艺创新，则着重于提高成本效率和优化生产流程，其对市场和环境的直接影响相对较小。此外，人力资本水平和对外开放水平均能有效促进制造业的技术进步与市场竞争力，进而推动其高质量发展；环境规制强度的提高虽然短期内可能抑制产业发展，但是对长期的可持续性转型及环境友好型创新产生促进作用，过度的资本投入可能导致制造业资源配置效率下降，反映出资本密集型发展模式对高质量发展的潜在制约作用。

第三，由可持续技术创新对制造业高质量发展的空间效应检验结果来看，可持续产品创新和工艺创新在促进制造业高质量发展方面呈现出显著的空间互动关系。我国各个地区的制造业高质量指标在整体和区域两个层面上都表现出了显著的正向空间依赖性。考虑到这种依赖性，本文使用了空间杜宾模型来深入研究不同变量间的空间溢出效应。经过深入分析，本研究发现本省份在可持续技术创新方面的进步，不仅对本省份制造业的高质量发展大有裨益，同时也促进了相邻省份制造业高质量成长水平的提高，揭示了我国可持续性技术创新具有显著的空间溢出效应。

### 5.1.2 政策建议

依据上述研究结论，为充分激发可持续性技术创新促进制造业高质量发展的潜在动力，给出以下建议：

第一，政府及相关部门应当高度重视并努力培养本地制造业的持续技术创新能力，从而推动中国制造业向高质量和可持续化的方向发展。在全球经济一体化和可持续发展理念日益深入人心的今天，培养和提升本土企业的可持续性技术创新能力，对于推动中国制造业实现高质量发展至关重要。首先，技术创新能力的提升，尤其是在可持续发展领域，不仅是提高制造业核心竞争力的必然选择，更是应对全球生态挑战、实现绿色转型的有效路径。其次，通过加强本土制造业的创新能力，能够促进产业结构优化升级，增强产品和服务的市场适应性与竞争力，进而为中国制造业的全球化布局打下坚实基础。政府可以通过制定优惠政策、提供财税支持和研发补助，激发企业的创新动力与潜力。同时，重视人才培养与引进，特别是高层次、跨学科的创新人才，为制造业的技术升级提供智力支持。此外，建议加强产学研协同创新，促进高校、研究机构与企业之间的深度合作，加

快科研成果的产业化步伐。进一步而言，应推动企业构建绿色供应链，提高资源效率和环境友好性，同时通过市场导向提升社会对可持续产品和工艺的认识和接受度。

第二，政府应在促进公共创新领域的活动中，扮演关键的干预与引导角色，从而有效促进创新的广泛传播。政府可以通过提供研发资金支持、促进人才流动、以及加强教育和培训等措施，充分利用其资源和能力，推动可持续性技术创新，从而加速制造业高质量成长的步伐。鉴于中小型民营企业在自主创新中常面临资金短缺和专业人才缺乏等挑战，政府应通过筛选机制，向那些在可持续性技术创新方面表现突出的企业提供更强有力的财政支持和税收激励。这种政策支持不仅能解决企业在创新过程中的资金难题，还能促进创新市场的有效运作，避免市场失灵现象。此外，随着工业智能化的快速发展，高质量的劳动力成为制造业转型升级的关键。因此，政府应重视人才培养和交流合作，特别是对高水平、高层次人才的培育，这对于满足制造业高效益、高端化、智能化、可持续化的发展需求至关重要。政府可以通过扩大高等教育的规模和增加对基础与应用研究的资金投入，有效地激发新一代智能可持续产品的研发活力，并推动可持续技术成果的实际应用，从而为中国制造业的高质量发展提供强有力的支撑。通过这些措施的实施，政府在公共创新领域的作用将得到充分发挥，为推动制造业的可持续性和高质量发展提供坚实的基础。

第三，政府及制造业企业应深刻认识到，“互联网+”作为一种创新的驱动力，在推动中国制造业向高质量方向发展时，起到了“新引擎”的关键作用。中国制造业高质量发展正面临着依靠科技创新实现跨越式发展的迫切需求，在这一过程中，“互联网+”作为新一代信息技术的代表，成为了推动制造业转型升级的核心动力。这主要体现在几个方面：首先，对移动互联网和宽带等基础网络设施的建设和升级，不仅扩大了信息技术的应用范围，也促进了不同产业间的深度融合。其次，加强在大数据、云计算、5G网络和工业机器人等领域的基础研究和关键技术突破，对于提升制造业的技术创新能力至关重要。此外，整合产学研用的创新资源，将加快技术成果的转化，并为制造业提供更广泛的技术支撑。明确“互联网+”与可持续技术创新促进制造业发展的结合点和实施路径，是实现制造业高效益、高端化、智能化和可持续化协同发展的关键。这些措施的实施，将从根

本上提升中国制造业的综合竞争力，推动其在全球产业链中的地位提升，标志着中国从制造大国向制造强国的历史性跨越。

## 5.2 研究展望

随着可持续性技术创新以及制造业高质量发展内涵不断丰富，局限于各方面因素的影响，本研究仍有许多问题有待发现、完善。首先，虽然采用了定性与定量研究相结合的研究方法，但在定性分析方面可能过于依赖文献综述，缺乏对现实案例的深入剖析；在定量研究方面，使用的计量经济模型虽多样，但可能存在模型设定偏误或数据选择偏差的问题，这可能影响研究结论的准确性与可靠性；其次，由于当前对可持续性技术创新内涵的研究尚未达成完全的统一，因此，在评估可持续性技术创新指标的过程中，本文不可避免地会有一些不足之处。未来，相关研究人员可以根据更全面的可持续性技术创新理论进行更深入的探究，以丰富关于可持续性技术创新测度的学术研究；本文着重研究了可持续性技术创新在推动制造业高质量发展方面的作用，其他学者可以试着尝试进一步细化制造业的分类，探讨可持续性技术创新如何影响不同类型制造业的高质量发展，并提出相应的政策建议。

## 参考文献

- [1] 杜世勋,曹利军. 循环经济技术范式和企业持续技术创新研究 [J]. 管理评论, 2005, (02): 37-40+64.
- [2] Klemmer P, Lehr U and Lo'bbe K. Environmental Innovation. Vol.3 of publications from a Joint Project on Innovation Impacts of Environmental Policy Instruments[R]. Synthesis Report of a project commissioned by the German Ministry of Research and Technology (BMBF),Analytica-verlag, Berlin, 1999.
- [3] 远德玉.技术创新的工艺性研究[J].自然信息,1992(增刊): 3-6
- [4] 杰弗里·摩尔(Geoffrey A. Moore).公司进化论——伟大的企业如何持续创新 [M].陈劲,译.北京:机械工业出版社,2007: 2-7.
- [5] 蒋伏心,王竹君,白俊红. 环境规制对技术创新影响的双重效应——基于江苏制造业动态面板数据的实证研究 [J]. 中国工业经济, 2013, (07): 44-55.
- [6] 胡昭玲,夏秋,孙广宇. 制造业服务化、技术创新与产业结构转型升级——基于 WIOD 跨国面板数据的实证研究 [J]. 国际经贸探索, 2017, 33 (12): 4-21.
- [7] 邝嫦娥,路江林. 环境规制对绿色技术创新的影响研究——来自湖南省的证据 [J]. 经济经纬, 2019, 36 (02): 126-132.
- [8] 冯根福,刘虹,冯照桢等.股票流动性会促进我国企业技术创新吗?[J].金融研究,2017(03):192-206.
- [9] 伍格致,游达明.环境规制对技术创新与绿色全要素生产率的影响机制:基于财政分权的调节作用[J].管理工程学报,2019,33(01):37-50.
- [10] 韩先锋,惠宁,宋文飞.信息化能提高中国工业部门技术创新效率吗[J].中国工业经济,2014(12):70-82.
- [11] 孟祥兰,邢茂源. 供给侧改革背景下湖北高质量发展综合评价研究——基于加权因子分析法的实证研究 [J]. 数理统计与管理, 2019, 38 (04): 675-687.
- [12] 史丹,李鹏. 我国经济高质量发展测度与国际比较 [J]. 东南学术, 2019, (05): 169-180.
- [13] 赵剑波,史丹,邓洲. 高质量发展的内涵研究 [J]. 经济与管理研究, 2019, 40 (11): 15-31.

- [14] 王一鸣. 大力推动我国经济高质量发展 [J]. 人民论坛, 2018, (09): 32-34.
- [15] 任保平,李禹墨. 新时代我国高质量发展评判体系的构建及其转型路径 [J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2018, 47 (03): 105-113.
- [16] 郭淑芬,裴耀琳,任建辉. 基于三维变革的资源型地区高质量发展评价体系研究 [J]. 统计与信息论坛, 2019, 34 (10): 27-35.
- [17] 高培勇,袁富华,胡怀国等. 高质量发展的动力、机制与治理 [J]. 经济研究参考, 2020, (12): 85-100.
- [18] Chen, L., W. Cheng, and D. Ciuriak. The Total Factor Productivity Debate: Determinants Of Economic Growth In East Asia[J].Asian – Pacific Economic Literature, 1997, 11(1).
- [19] Dowling, M., and P.M. Summers. Total Factor Productivity And Economic Growth--Issues For Asia, 1998, 74(225):170-185.
- [20] Melecky, L., M. Stanickova, and J.Hanclova. Nonparametric Approach to Evaluation of Economics and Social Development in the EU28 Member States by DEA Efficiency[J]. Journal of Risky and Financial Management, 2019,12(2):72.
- [21] Saleem H ,Shahzad M ,Khan B M , et al. Innovation, total factor productivity and economic growth in Pakistan: a policy perspective [J]. Journal of Economic Structures, 2019, 8 (1): 1-18.
- [22] Xia F ,Xu J . Green total factor productivity: A re-examination of quality of growth for provinces in China [J]. China Economic Review, 2020, 62 (prepublish):
- [23] Bley B . Proposed changes to the Index of Sustainable Economic Welfare: An application to Belgium [J]. Ecological Economics, 2007, 64 (4): 741-751.
- [24] Pulselli F M, Ciampalini F, Tiezzi E, et al. The index of sustainable economic welfare (ISEW) for a local authority: A case study in Italy[J]. Ecological Economics, 2006, 60(1): 271-281.
- [25] Castaneda B E. An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile[J]. Ecological economics, 1999, 28(2): 231-244.
- [26] Beça P ,Santos R . Measuring sustainable welfare: A new approach to the ISEW [J]. Ecological Economics, 2009, 69 (4): 810-819.

- [27]Lawn A P . A theoretical foundation to support the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator (GPI), and other related indexes [J]. Ecological Economics, 2003, 44 (1): 105-118.
- [28]Bagstad K J, Shammin M R. Can the Genuine Progress Indicator better inform sustainable regional progress?—A case study for Northeast Ohio[J]. Ecological indicators, 2012, 18: 330-341.
- [29]Ostergaard-Klem R ,Oleson L K . GPI Island Style: Localizing the Genuine Progress Indicator to Hawaii [J]. Environmental Practice, 2014, 16 (3): 182-193.
- [30]Koronakos G, Smirlis Y, Sotiros D, et al. Assessment of OECD Better Life Index by incorporating public opinion[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2020, 70: 100699.
- [31]师博,任保平. 中国省际经济高质量发展的测度与分析 [J]. 经济问题, 2018, (04): 1-6.
- [32]李廉水,张芊芊,王常凯. 中国制造业科技创新能力驱动因素研究 [J]. 科研管理, 2015, 36 (10): 169-176.
- [33]黄亮. 绿色技术创新驱动中国制造业高质量发展研究[D]. 江西师范大学, 2021.
- [34]李炎亭,李柯. 数字金融与制造业高质量发展:理论分析与实证检验 [J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2023, 51 (05): 60-74.
- [35]刘丹,曹雪琳,缪蛟等. 中国制造业企业高质量发展水平测度与分析 [J]. 统计与管理, 2023, 38 (08): 101-110.
- [36]田时中,许玉久,范宇翔. 数据要素新动能对制造业高质量发展的影响研究 [J]. 统计与信息论坛, 2023, 38 (08): 55-66.
- [37](德)霍巴赫 (Horbach, J) 编,孙磊,宋凌艳,马民涛译.可持续创新指标体系.[M]. 北京:机械工业出版社.2010.
- [38](日)吉田茂著,李杜译.激荡的百年史.[M].陕西:陕西师范大学出版社.2005.
- [39]邵文武,马仟惠,黄训江等. 制造业企业技术创新的合资依赖效应分析 [J]. 沈阳航空航天大学学报, 2023, 40 (04): 49-59.

- [40]孙利娟.生态文明视角下的产业升级最优路径模型——来自上海市的证据[J]. 技术经济与管理研究,2016(01):114-118.
- [41]秦军,唐华一. 技术创新推动低碳经济发展的机理研究 [J]. 生态经济, 2015, 31 (09): 39-42.
- [42]原毅军,陈喆. 环境规制、绿色技术创新与中国制造业转型升级 [J]. 科学学研究, 2019, 37 (10): 1902-1911.
- [43]王玉荣,杨震宁. 我国制造业的创新环境及其动力:475 个企业样本 [J]. 改革, 2010, (01): 45-54.
- [44]张伟,何慧. 苏州电子信息制造业核心竞争力探讨——基于全球供应链视角 [J]. 苏州教育学院学报, 2010, 27 (04): 20-22.
- [45]丁仕潮,张飞扬. 数字技术创新与实体经济高质量发展的耦合协调评价与动态演进 [J]. 统计与决策, 2023, 39 (14): 109-113.
- [46]张少峰,徐梦苏,朱悦等. 技术创新、组织韧性与制造企业高质量发展 [J]. 科技进步与对策, 2023, 40 (13): 81-92.
- [47]许志勇,韩炳,彭芸等. 企业金融化、技术创新与企业高质量发展 [J]. 科研管理, 2023, 44 (06): 74-84.
- [48]张莉. 环境规制、绿色技术创新与制造业转型升级路径 [J]. 税务与经济, 2020, (01): 51-55.
- [49]戴静. 数字经济对中国制造业高质量发展的影响研究[D].南京邮电大学,2023.
- [50]约瑟夫·熊彼特. 经济发展理论——对于利润、资本、信贷、利息和经济周期的考察[M].何畏, 易家祥, 等, 译.北京: 商务印书馆, 1990: 73-74.
- [51]Rennings K, Ziegler A, Ankele K, et al. The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance[J]. Ecological Economics, 2006, 57(1): 45-59.
- [52]张钢,张小军. 国外绿色创新研究脉络梳理与展望 [J]. 外国经济与管理, 2011, 33 (08): 25-32.



- [53] Sezen B, Cankaya S Y. Effects of green manufacturing and eco-innovation on sustainability performance[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013, 99: 154-163.
- [54] 王娟茹,张渝. 环境规制、绿色技术创新意愿与绿色技术创新行为 [J]. 科学学  
研究, 2018, 36 (02): 352-360.
- [55] 孙振清,边敏杰,陈文倩. 我国区域绿色创新能力溢出效应研究 [J]. 生态经济,  
2019, 35 (05): 71-76+93.
- [56] 刘鑫鑫,惠宁. 互联网、技术创新与制造业高质量发展——基于创新模式的异  
质效应分析 [J]. 经济问题探索, 2021, (09): 143-155.
- [57] 贾军,张卓.中国高技术产业技术创新与能源效率协同发展实证研究[J].中国人  
口·资源与环境,2013,23(02):36-42.
- [58] 毕克新,黄平. 制造业企业产品与工艺创新知识流耦合过程与控制[J].哈尔滨  
工程大学学报,2014,35(07):919-924.
- [59] 宋德勇,陈梅,朱文博. 用能权交易制度是否实现了环境和经济的双赢? [J].  
中国人口·资源与环境, 2022, 32 (11): 134-145.
- [60] 王锋正,姜涛,郭晓川. 政府质量、环境规制与企业绿色技术创新 [J]. 科研管  
理, 2018, 39 (01): 26-33.
- [61] 付晨玉,杨艳琳.中国工业化进程中的产业发展质量测度与评价[J].数量经济技  
术经济研究,2020,37(03):3-25.
- [62] 罗序斌,黄亮. 中国制造业高质量转型升级水平测度与省际比较——基于“四  
化”并进视角 [J]. 经济问题, 2020, (12): 43-52.
- [63] 江小国,何建波,方蕾. 制造业高质量发展水平测度、区域差异与提升路径 [J].  
上海经济研究, 2019, (07): 70-78.
- [64] 冉茂盛,毛战宾. 人力资本对经济增长的作用机理分析 [J]. 重庆大学学报(社  
会科学版), 2008, (01): 56-59.
- [65] 阳立高,龚世豪,王铂等. 人力资本、技术进步与制造业升级 [J]. 中国软科学,  
2018, (01): 138-148.
- [66] 蔡昉. 人口转变、人口红利与刘易斯转折点 [J]. 经济研究, 2010, 45 (04):  
4-13.

- [67]王健,李佳. 人力资本推动产业结构升级:我国二次人口红利获取之解 [J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2013, 33 (06): 35-44+78.
- [68]吕桁宇,马春爱,汤桐等.环境规制、技术创新与工业企业能源强度[J].统计与决策,2023,39(10):59-64.
- [69]吕祥,路驰,杨水利.数字赋能制造业智能化水平的影响研究——技术创新能力的中介效应[J/OL].科学学与科学技术管理:1-26[2024-03-24].
- [70]王珺,张贵祥.空间效应视角下异质性环境规制对区域经济的影响研究[J].商业经济研究,2023(06):181-184.
- [71]周坤,李廉水,仇方道等.中国高端技术产品出口效率的空间集聚及影响因素[J].地理科学,2022,42(04):640-649.

## 后 记

十余载求学路将尽，行文至此，思绪万千。纵有万般不舍，也抵不过这白驹过隙。逐梦河大，终将离别。回首研究生学习生涯，皆是感恩与回忆！

一朝沐杏雨，一生念师恩。感谢我的导师刘明教授，从论文选题到毕业答辩，都离不开刘教授的悉心点拨与指导，老师学识渊博、严谨治学、精益求精的科研态度和工作精神使我受益匪浅，是我以后工作和学习的楷模。感谢刘教授坚持定期召开组会，时刻督促我们进行学习总结，使我的科研工作更有计划性，定期总结也使我们不断完善了科研流程、提高了科研效率，组会上汇报自己的科研进展，遇到困难能够一起探讨，能够从课题组各位师兄师姐那得到建设性意见和解决思路，少走弯路，使试验能够顺利进行。感谢刘教授传道授业，悉心教诲，引领我走进研究生的科研之路，刘教授待人谦逊，严谨负责的态度深深影响着我。恩师难忘，铭记于心。

学贵得师，亦贵得友。感谢我的指导老师刘教授，一个温柔、亲切、阳光、有耐心的老师。每次遇到问题，都会耐心引导我、鼓励我，为我着想，使我更有信心，使我的研究生生涯更为顺利！从刘教授的身上，我不仅学到了知识，也学到了他积极乐观的态度，遇事不骄不躁，待人温润如玉。得遇良师，人之幸事。