

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

(专业学位)

论文题目 碳金融与新能源产业的耦合发展研究

研究生姓名: 丁梦晨

指导教师姓名、职称: 史亚荣 教授

学科、专业名称: 应用经济学 金融专硕

研究方向: 金融理论与政策

提交日期: 2024年6月03日

独创性声明

本人声明所提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： 丁梦晨 签字日期： 2024.6.3

导师签名： [Signature] 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内容。

学位论文作者签名： 丁梦晨 签字日期： 2024.6.3

导师签名： [Signature] 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

Research on the Coupling of Digital Finance and Green Economy

Candidate :Ding Mengchen

Supervisor: Shi Yarong

摘 要

2020年9月22日,习近平总书记在75届联合国大会上正式提出2030年实现碳达峰、2060年实现碳中和的“双碳”目标,倡导绿色、环保、低碳的生产生活方式。在此目标下,发展无污染、可再生的清洁能源越来越受到重视。在巴黎气候大会上,中国做出了到2030年非化石能源占一次能源消费比重达到20%左右的承诺。为实现“双碳”目标,2021年7月16日,中国碳市场正式开市。大力发展碳市场从而引导绿色技术创新,提高新能源产业的全球竞争力,离不开碳金融的支持。发展新能源产业是实现“双碳”目标的必然举措,碳金融将为节能减排、实现“双碳”目标提供强大的支撑力,在此背景下,研究新能源产业和碳金融之间的关系,探究二者之间的联动影响机制,推动碳金融和新能源产业的协同发展,具有十分重要的意义。

本文立足于“双碳目标”,首先通过梳理国内外相关文献,对本文所涉及的相关概念及基础理论进行概述,阐述我国碳金融与新能源产业的发展现状和相互影响机理,为后续的研究奠定理论基础。其次运用熵值法和耦合协调度模型分析25个省市2012-2021年间碳金融和新能源产业的耦合协调度,在此基础上进一步分析了影响碳金融和新能源产业耦合协调度的因素,并进行了区域差异分析和空间效应检验。研究表明:(1)2012-2021年碳金融和新能源产业的综合发展水平总体呈上升趋势,但各地区的综合发展水平差异较大,呈现东部高、中部和西部次之,东北低的格局。耦合协调度处于轻度失调,逐渐过渡到濒临失调阶段。(2)在区域差异上,中国各省市碳金融与新能源产业融合发展差异呈现上升趋势。(3)空间效应上,碳金融与新能源产业在2015年后呈现空间正相关关系,地区之间也有向好的态势。最后基于实证研究的结论提出加强监管与合规、强化政策配合、推动市场积极引导和鼓励资本流动等促进碳金融和新能源产业协同发展的对策建议。

关键词: 碳金融 新能源产业 耦合协调度模型

Abstract

Under this goal, the development of pollution-free and renewable clean energy is increasingly valued. At the Paris Climate Conference, China made a commitment to reach around 20% of primary energy consumption from non fossil fuels by 2030. To achieve the "dual carbon" goal, the Chinese carbon market officially opened on July 16, 2021. The vigorous development of the carbon market to guide green technology innovation and improve the global competitiveness of the new energy industry cannot be achieved without the support of carbon finance. Developing the new energy industry is an inevitable measure to achieve the "dual carbon" goals. Carbon finance will provide strong support for energy conservation and emission reduction, and achieving the "dual carbon" goals. In this context, studying the relationship between the new energy industry and carbon finance, exploring the linkage mechanism between the two, and promoting the coordinated development of carbon finance and the new energy industry is of great significance.

This article is based on the "dual carbon goals". Firstly, by reviewing relevant literature at home and abroad, an overview of the relevant concepts and basic theories involved in this article is provided, elaborating on the current development status and mutual influence mechanism of carbon finance and new energy industry in China, laying a theoretical foundation for subsequent research. Secondly, the entropy

method and coupling coordination model were used to analyze the coupling coordination of carbon finance and new energy industry in 25 provinces and cities from 2012 to 2021. Based on this, the factors affecting the coupling coordination of carbon finance and new energy industry were further analyzed, and regional differences and spatial effects were analyzed. Research has shown that from 2012 to 2021, the comprehensive development level of carbon finance and new energy industry has shown an overall upward trend, but there are significant differences in the comprehensive development level among different regions, showing a pattern of high in the east, followed by the central and western regions, and low in the northeast. The coupling coordination degree is in a mild imbalance, gradually transitioning to a near imbalance stage. (2) In terms of regional differences, the integration and development of carbon finance and new energy industries in various provinces and cities in China are showing an upward trend. (3) In terms of spatial effects, carbon finance and the new energy industry have shown a positive spatial correlation since 2015, and there is also a positive trend among regions. Finally, based on the conclusions of empirical research, countermeasures and suggestions are proposed to strengthen regulation and compliance, enhance policy cooperation, and promote the active guidance and encouragement of capital flow in the market to promote the coordinated development of carbon finance and the new energy industry.

Keywords: Carbon finance;New energy industry; Coupling coordination model

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景与意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究目的.....	1
1.1.3 研究意义.....	2
1.2 文献综述.....	3
1.2.1 碳金融相关研究.....	3
1.2.2 新能源产业相关研究.....	5
1.2.3 碳金融与新能源产业相关性文献综述.....	7
1.2.4 文献评述.....	8
1.3 研究内容与研究思路.....	8
1.3.1 研究内容.....	8
1.3.2 技术路线图.....	10
1.4 研究方法.....	11
1.4.1 文献分析法.....	11
1.4.2 理论分析法.....	11
1.4.3 实证分析法.....	11
1.5 本文的主要创新点.....	11
1.5.1 研究视角创新.....	11
1.5.2 研究方法创新.....	12
2 概念界定和理论基础	13
2.1 相关概念界定.....	13
2.1.1 碳金融.....	13
2.1.2 新能源的相关概念.....	14
2.2 相关理论概述.....	16
2.2.1 外部性理论.....	16

2.2.2 产权理论	16
2.2.3 可持续发展理论	17
2.2.4 系统耦合理论	17
2.2.5 协调与协调发展理论	18
2.3 碳金融与新能源产业的耦合机理	19
2.3.1 碳金融与新能源产业发展共同的目标	19
2.3.2 碳金融支持新能源产业发展的理论机理	20
2.3.3 新能源产业发展反哺碳金融发展的理论机理	22
3 碳金融和新能源产业的现状分析	23
3.1 碳金融的发展现状	23
3.1.1 政策支持碳金融发展逐渐完善	23
3.1.2 碳交易市场蓬勃发展	24
3.1.3 碳金融市场发展潜力巨大	28
3.2 新能源产业的发展现状	28
3.2.1 风电行业有序发展	29
3.2.2 光伏行业增速迅猛	30
3.2.3 核能行业迎来机遇	31
3.2.4 生物质能行业初具规模	32
3.2.5 智能电网行业平稳递增	33
4 碳金融与新能源产业的耦合模型构建	34
4.1 指标体系的构建	34
4.1.1 指标选取原则	34
4.1.2 构建指标体系	35
4.2 碳金融与新能源产业子系统发展水平综合评价模型	38
4.2.1 数据处理和指标权重设计	38
4.2.2 子系统综合发展水平测算	40
4.2.3 耦合协调度模型设计	40
4.2.4 关联度模型设计	42
4.2.5 区域差异分析	43

4.2.6 空间效应检验	43
5 碳金融与新能源产业耦合发展的实证分析	44
5.1 子系统综合发展水平	44
5.2 碳金融与新能源产业的耦合协调度分析	49
5.3 关联度分析	51
5.4 基尼系数	53
5.5 莫兰指数	56
6 结论和建议	60
6.1 结论	60
6.2 促进碳金融与新能源产业协同发展的对策与建议	60
6.2.1 加强二者的监管与合规要求	60
6.2.2 政策的协调配合强化示范作用效果	61
6.2.3 以市场机制引导二者协同发展	62
6.2.4 推动碳金融和新能源产业资源和资本的流动	62
参考文献	64
后 记	68

1 绪论

1.1 研究背景与意义

1.1.1 研究背景

进入 21 世纪以来，中国始终致力于改善和解决气候变化和生态环境等问题。习总书记于 2020 年九月在联大提出了“双碳”的目标，即 2030 年实现碳达峰，2060 年实现碳中和，并在会议上号召公司和个人实行低碳、环保的生产方式。随着“双碳”战略的实施，清洁能源的发展受到了国家和社会的高度关注。同时，中国向巴黎气候会议做出的承诺，到 2030 年非矿物资源的使用将仅占 20%，这也使得更多的人认识到了新能源产业的重要性。

中国正在进行工业化、现代化建设，大规模的基建工作仍在推进，目前是能源的需求量持续增长的关键期。中国的能源禀赋以：“富煤、缺油、少气”著称，也决定了中国的能源消耗以煤炭为主，而我国的工业生产技术还比较落后，以工业为主导的第三产业共同决定了我国能源消耗“高碳排”的特征。为了实现“双碳”目标，中国于 2021 年 7 月 16 日正式开设碳市场，目前，我国已有超过 40 亿吨的碳排放量被纳入碳市场，这使得中国成为了世界上最大的碳市场之一。如何通过碳市场来引导企业进行绿色技术创新，提升我国产业与经济的国际竞争力，进而促进我国低碳经济的发展，离不开碳金融的支持。如果绿色经济是一种环保的运转模式，那么碳金融就是到达这个目的具体方式，而新能源产业则是实现节能减排、实现“双碳”战略的重要支撑。在这样的背景下，研究二者之间的内在联系，推动碳金融与新能源产业协同发展，以期实现资源、经济、环境三者和谐共生。

1.1.2 研究目的

随着全球经济持续蓬勃发展和工业化步伐加快，能源消耗量持续上升，进一步加剧了全球变暖和气候变化等环境挑战。碳金融作为一种市场化融资工具，通过投资和融资等途径，为那些在节能减排方面表现优异的企业提供更多

发展机会，从而降低二氧化碳排放，实现提升环境效益的目标。另一方面，在全球能源需求增长和环保意识不断提高的背景下，新能源产业作为可再生、清洁、低碳的节能产业，受到越来越多的关注和重视并逐渐成为世界各国经济增长的新引擎。

因此本文在“双碳”目标的背景下，研究碳金融与新能源产业之间的关系，为推进碳金融和能源产业低碳经济转型提供理论支持和实践指导，促进碳金融与新能源产业协同发展，从而进一步推动新型能源体系建设和可持续发展的进程。

1.1.3 研究意义

(1) 理论意义

当前，国内对碳金融领域和新能源领域的研究日趋成熟，并已经逐步扩展到其他领域，但相关研究大多都是定性分析，并且将碳金融与新能源产业结合起来的研究还相对较为缺乏。本文将从定量研究的视角出发，深入研究碳金融与新能源产业的耦合机理，构建碳金融与新能源产业的指标体系，运用实证的方法探究二者之间的关系。因此，本文的研究能够进一步丰富研究二者的视角，更好的理清碳金融与新能源产业的内在关系，为碳金融领域创造更多的机会，帮助新能源产业升级，既可以拓宽国内针对二者的研究范围，缩短与国外研究的距离，还可以拓展与丰富相关研究的理论基础，具有一定的理论意义。

(2) 现实意义

在“双碳目标”的指引下，碳金融与新能源产业对国家经济转型，实现可持续发展有重要作用。碳金融利用其资源配置的功能推动新能源企业创新研发，为新能源企业提供资金支持，而新能源企业的发展又能进一步促进碳金融产品的创新、服务意识的提升，减少二氧化碳的排放，形成良性循环。所以本文通过熵值法测量碳金融和新能源产业的综合得分，有助于评估出我国碳金融和新能源产业现阶段发展的真实水平，通过实证研究，更好的厘清二者之间的影响因素，打通影响二者协同发展的阻碍，积极应对气候变化，促进经济增长和社会进步，具有一定的现实意义。

1.2 文献综述

1.2.1 碳金融相关研究

(1) 碳金融内涵研究

纵观国内外文献，对碳金融的研究还很少。英国政府于 2003 年首次提出“低碳经济”这一理念，并发表了一份《能源白皮书》。《京都议定书》首次引入了以“温室气体”为对象的自由环保资源，并由此衍生出“碳金融”这一新的研究方向，这一新兴的研究方向也逐步受到国内外学者的重视。Meijer (2006) 提出了一种较为宽泛和抽象的碳金融定义，即以《京都议定书》为基础，为各种减排项目融资。与此形成鲜明对比的是，世界银行对于碳金融的认识仅将其看作是买方为了减排而使用的一种资源。但在低碳经济不断发展的背景下，碳金融的内涵也逐步超越了简单的减排需求。Labatt 等 (2007) 基于前期的研究，对碳金融的内涵进行了进一步的梳理与扩展，将其作为环境金融的一个主要部分加以界定，并将其从狭义与广义两个方面加以区别。而 Roberts (2008) 对其进行了更细致的界定，将其界定为：“碳金融”是指与清洁能源投资、风险资本有关的碳排放额度或类似产品，是衡量公司产能的一项重要指标。综上所述，碳金融作为一个新兴的金融领域，其定义和内涵随着实践的发展而不断拓展深化。尽管国外文献中关于碳金融的提及相对较少，但已有的研究为我们提供了丰富的视角和思路，有助于更好地理解和应用碳金融。

近年来，在我国兴起的低碳经济浪潮中，碳金融的研究受到了广泛的关注。对于“碳金融”这一概念，学界众说纷纭。吴玉宇 (2009) 提出，碳金融是一种以温室气体排放为目的的融资行为，实质上是一种碳资源的购买和销售。曾刚 (2009) 对此也有类似的看法，认为碳金融覆盖了包括碳排放权交易、碳排放权交易在内的多种金融活动。这些研究为我们深入理解和应用碳金融提供了有益的参考。

(2) 碳金融发展影响因素研究

关于碳金融发展的影响因素，国外学者大多是从碳排放角度进行的。比如，Wu et al (2006) 以 1980-2002 年中国碳排放数据为研究对象，基于供需视角，发现需求、供应扩张与碳排放存在显著的正向关联。Ang (2009) 的研究

发现，中国的碳排放与其科研强度、技术创新水平和引进国外技术的能力呈负相关，而随着我国能源消费水平、居民收入和开放水平的提高，都会导致碳排放的增加。Q. Zhu（2009）利用 LMDI 模型对 1980-2007 年中国碳排放的各个因子进行了深度分析，结果表明，经济规模效应是其中的中心环节，对其作用也是最大的。另外，Urbanski（2014）通过对美国野外林火释放物的研究发现，林火释放物含有丰富的碳，特别是烟气中含有大量 CH₄。Nie（2016）在此基础上，通过对 1997-2010 年中国 CO₂ 排放的结构分解，得出虽然能耗降低对 CO₂ 排放的作用在减弱，但是终端需求的急剧增加仍然是导致我国碳排放持续增加的重要因素。

国内学者从多个角度研究了影响碳金融发展的因素。漆雁斌（2010）对影响碳排放的因子进行了回归分析，结果显示，无论是农业能耗还是肥料使用，都与温室气体排放存在着明显的正向关联。在碳金融交易方面，叶耀明和张锡锋（2013）指出，碳排放的供需关系和减排潜力是两个主要的影响因素。杨小红（2013）研究表明，在碳金融发展过程中，存在着管理理念没有形成，专业人才缺乏，碳交易市场发育不充分，中介服务体系不完善，政府激励机制不够健全等问题。李丽与董必俊（2018）则着重分析了京津冀，长三角、珠三角地区，私人汽车拥有量、企业规模、第三产业占比，以及产业管理投入对碳金融发展程度的影响。这些研究为我们深入理解碳金融及其影响因素提供了丰富的视角和依据。

（3）碳金融发展评价研究

为更好的促进我国碳金融的发展，学者将目光集中在中国的现实发展上。翁清云（2010）通过对 20 家中国商业银行的碳融资行为的评价，发现只有兴业银行表现出了正面的态度，其他大部分都处在“探索”或“忽视”的状态，可见其在碳金融方面的发展水平与其在国际上的位置极不相符。刘蕴喆（2014）通过构建的碳金融发展指标，研究表明 2007-2012 年中国的碳金融发展整体上呈现出增长的态势，但是不同地区之间存在着明显的差距。虽然一些省市的碳融资还需要改进，但是总体来说还有很大的提升空间，同时实证分析发现，产业结构、技术、政策等都会对碳金融产生积极的作用。韩国温（2014）认为，碳排放权及衍生产品的定价是企业碳减排动机的直接决定因素，也是碳市场运

作的重要环节。由于缺乏有效的定价机制，中国在全球碳市场上的话语权将受到极大影响，亟需建立一套符合中国特色的碳金融制度，提高其国际竞争力。

1.2.2 新能源产业相关研究

（1）新能源产业发展现状研究

Travis bradford（2006）通过对美国太阳能发电的分析，发现太阳能是一种高效的新型能源，在缓解目前的能源危机方面发挥着重要作用。而 Marcus Vinicius Alves Hnco（2010）对巴西生物质能的发展进行了研究，认为生物质能源利用率不高、政府扶持力度不够，但仍然可以从扩大生物质能利用范围、加大政府支持等方面进行改善。金（2018）等研究发现，虽然中国的太阳能工业在世界范围内具有越来越强的竞争能力，但是其仍是以低端产品为主的出口结构。方强（2013）通过对江西省新能源工业进行了实证研究，发现全省新能源产业的总体创新能力和科学技术水平还需要进一步提高，并对此进行了相应的探讨。

根据乔梅、李时黎（2016）的研究，中国新能源产业发展面临着以下问题：第一，新能源产业结构有待优化；第二，新能源产业的财政支持力度不够；第三，新能源汽车产业结构调整不够充分；第四，我国企业总体上缺乏自主研发的能力；最后，新能源的价格比常规的矿物燃料要高，所以消费者的接受度不高，消费的热情还需要提高。陈翔宇（2016）以内蒙古为研究对象，认为其发展新能源具有一定的资源和政策支撑，但同时也面临着生产成本高、核心技术缺乏、政府补贴力度不够等问题，并对相关对策进行了探讨。这些研究不仅为我们提供了丰富的产业洞察，也为新能源产业的持续发展提供了有价值的参考。

（2）新能源产业发展的影响因素研究

近年来，国际上对新能源产业进行了大量的研究。Joy Morgenstern（2002）通过对墨西哥新能源项目的分析，认为技术、经济、政府资金和社会环境是决定新能源工业发展的主要因素。Davis and Owens（2003）认为，尽管新能源以科技创新为主要驱动力，但其投入巨大、具有较高的风险，亟需政府的大力引导和支持。Mischa Bechherger（2006）对德国新能源工业取得成

功的原因进行了分析，得出结论是：资源储量充足、政策环境优越是新能源工业发展的关键因素。Jenner 和 Groba（2011）以欧洲各国的数据为基础，研究表明，政策支持能够在一定程度上推动光伏产业的发展，但是其效应并不明显，这是因为政策的制定需要与我国的国情及产业特征相结合。Onno 和 Branger（2019）研究表明，国家可再生能源政策对风力发电、光伏发电等行业的竞争优势具有正向影响。

我国对于新能源产业的发展已经有相当多的研究。孟浩，陈颖健（2010）构建了我国新能源产业发展的评估指标，提出了资源、技术、人才、环境、市场五个主要的要素，并对其进行了实证分析。尹润锋（2012）采用结构方程方法研究了新能源产业的技术研发水平、经济基础和政策环境等因素对新能源产业的发展产生了重要的作用。孙雷（2012）研究河北省新能源产业，提出了区位、空间、技术、人才以及国家等因素对其发展的影响。李萌（2014）基于企业与外部因素，构建新能源产业发展的动态机理模型，得出新能源产业发展受经济、技术、政策等因素的影响，而资源禀赋对新能源产业发展的作用则相对微弱。闫晶（2015）运用系统动力学的分析方法，提出新能源产业的内部因素包括内部的竞争和合作，外部因素如市场需求、技术进步和政府推动等，是促进新能源产业发展的重要因素。刘德伟（2016）采用因素分析方法，发现新能源行业的科研投入、金融投入、政策倾斜等因素对我国新能源行业发展具有重要的作用。董军、冯天天（2017）从法律、政策、管理、市场等方面对内蒙古新能源产业的发展进行了实证研究。许箫迪、张志雯（2018）认为，国家鼓励政策对新能源公司的生产有正面作用，并提出了增加创新支持，扩大融资渠道的建议。这些研究为我们深入理解新能源产业发展的影响因素及动力机制提供了丰富视角。

（3）新能源产业发展的融资问题研究

在国外，对于新能源行业的金融研究，大多集中在对新能源行业的投资经验进行总结，并提出了相应的对策。Wiser（1998）和 Reddy（1999）的实证结果显示，稳定的能源政策有利于新能源公司的融资成本下降，而不稳定性政策会加重新能源公司的债务。林琳（2008）提出，发展中国家应该采取特殊补贴、风险投资、私人股本、低息长期贷款等多种方式来促进新能源工业的发

展。Otanget 等（2012）通过对欧洲，新泽西州，澳大利亚的对比，得出 10 年碳收益债券可以成为新能源公司最重要的筹资方式。Ngthumhee（2016）认为，亚洲新能源行业存在较大的资金缺口，其主要原因在于其所需的金融产品品种单一、资本市场不够完善，因此提出了新能源公司可以通过发债的方式来解决这一问题。Mazzucatom（2018）使用彭博 New energy Finance（2018）的财政数据，研究结果表明，与私人投资者相比，国营金融机构对可再生能源行业的投资意愿具有更高的风险容忍度。这些研究为我们提供了宝贵的经验和策略，有助于更好地解决新能源产业的融资问题。

国内学者在探讨新能源产业融资问题时，多从分析现状入手，在此基础上，提出有针对性的政策性建议。张亮（2009）认为，由于激励机制的缺失，资本市场的完善和企业的自我融资能力的不足，导致了新能源行业的融资不足。薛楠、刘舜（2013）发现，在新能源行业的融资结构中，直接融资与创业投资的比例较小，而以银行信贷为主。为此，提出了要强化产业政策的指导，加大税收和税收的扶持，并且要拓宽融资途径。史丹和夏晓华（2015）指出，在新能源产业起步阶段，资金和技术是两个关键问题，分别从银行贷款、国内资金、国际资金以及风险资本市场等方面对新能源产业发展的制约因素进行了分析，并给出了相应的优化建议。赵一林（2017）认为，新能源行业要充分利用上市公司、债券市场等多元化的融资方式，同时要注意推进政府引导基金、PPP 等多种融资方式的创新。曹小林（2018）运用行业生命周期理论对新能源行业在不同发展时期所面临的风险进行了分析，并给出了相关的风险管理对策。

1.2.3 碳金融与新能源产业相关性文献综述

方成岩（2011）指出，新能源汽车的发展对减少汽车尾气排放至关重要，进而推动中国低碳经济的发展。随着汽车消费从“高碳”向“低碳”的转变，商业银行的“碳金融”业务及创新产品服务应运而生，不仅满足市场需求，还体现了其环保和社会责任。魏昊（2013）认为，碳金融为企业在减排过程中遇到的成本问题提供了解决方案，建议发电企业积极参与清洁能源项目和碳配额交易等碳金融活动，以降低减排压力，但需警惕风险，避免盲目选择。杜莉和孙兆

东(2014)分析了中国新能源市场面临的挑战,提出利用碳金融化解新能源产业的系统性风险,并通过碳金融市场推动战略新兴产业的发展。寇兆慧(2014)探讨了碳金融支持可再生能源发展的内外部条件,发现其虽有资源优势 and 减排成本优势,但也面临政策法律及市场风险,碳金融认知不足等问题。马晓飞(2015)结合国际碳金融市场的经验,对北京市利用清洁发展机制发展清洁能源项目进行了深入研究,并提出了完善交易功能、加强政策支持和强化金融机构融资功能的建议。周君(2018)从国际、国内两个层面,研究碳金融对新能源行业的影响,重点研究碳交易价格对新能源行业发展的调节机制。张艺菡(2021)认为可再生能源项目因投资规模大、回收期长而面临融资障碍,碳金融交易市场的活跃为其提供了新的融资机会,并提出根据碳排放权价格变动调整利息支付的策略。王康(2023)研究了环境规制、碳金融和碳减排对资源型企业低碳化发展的影响,发现环境规制在弱融资约束下效果更佳,碳金融对资源型企业低碳化有正向影响,并提出相应建议以促进其低碳发展。

1.2.4 文献评述

综上所述,目前国内外对于碳金融与新能源行业进行单独研究的文献比较多,但对碳金融与新能源行业之间关联性的研究还比较缺乏,且大多停留在理论层面,为此本文拟通过对这两个领域的相互影响展开深入的研究,旨在发现两者的协同发展规律,通过碳金融支持新能源产业发展,新能源产业反哺碳金融,形成二者的良性融合发展态势,进而为我国新型能源体系建设提供相应的智力支持。

1.3 研究内容与研究思路

1.3.1 研究内容

第一章,绪论部分。首先对本文的研究背景、目的和意义进行了说明,然后对国内外学者在碳金融、新能源产业发展等方面的研究进行了梳理,最后对本文的研究内容、方法、创新和进行总结。

第二章,对相关概念进行了界定,并对其理论依据进行了分析。首先,对

与新能源行业有关的一些概念进行定义，再对论文涉及到的相关理论进行概述，如系统耦合理论、协调与协调发展理论等，最后在相关概念和理论的基础上分析碳金融和新能源产业的耦合机理，为后文指标的选取奠定理论基础。

第三章，碳金融和新能源产业的现状分析。在碳金融方面，主要从当前政策、碳交易市场、发展前景三个方面分析。在新能源产业方面，主要分析我国五大类新能源产业现状。

第四章，耦合模型构建。基于国内外学者的研究成果，结合我国目前的现实状况，本章提出了构建对碳金融与新能源工业两个子系统进行全面评估的方法，进一步建立关联度模型，基尼系数和莫兰指数模型，进行更深入透彻的分析。

第五章，实证分析。这一章基于前面所构建的模型，搜集了 2012-2021 年各个年份的各项指标资料，利用熵权法对各个指标的权重进行了测算，并利用综合评判方法来求出各个子系统的综合评分。在此基础上，通过构建耦合度、耦合协调度、关联度、基尼系数、Moran 指数等指标，研究碳金融与新能源产业的互动关系。

第六章，结论和建议。在前文的理论与实证研究的基础上，对本论文进行总结，基于此提出推动我国碳金融与新能源的耦合发展提供政策建议，以帮助我国实现碳金融与新能源产业的快速发展。

1.3.2 技术路线图

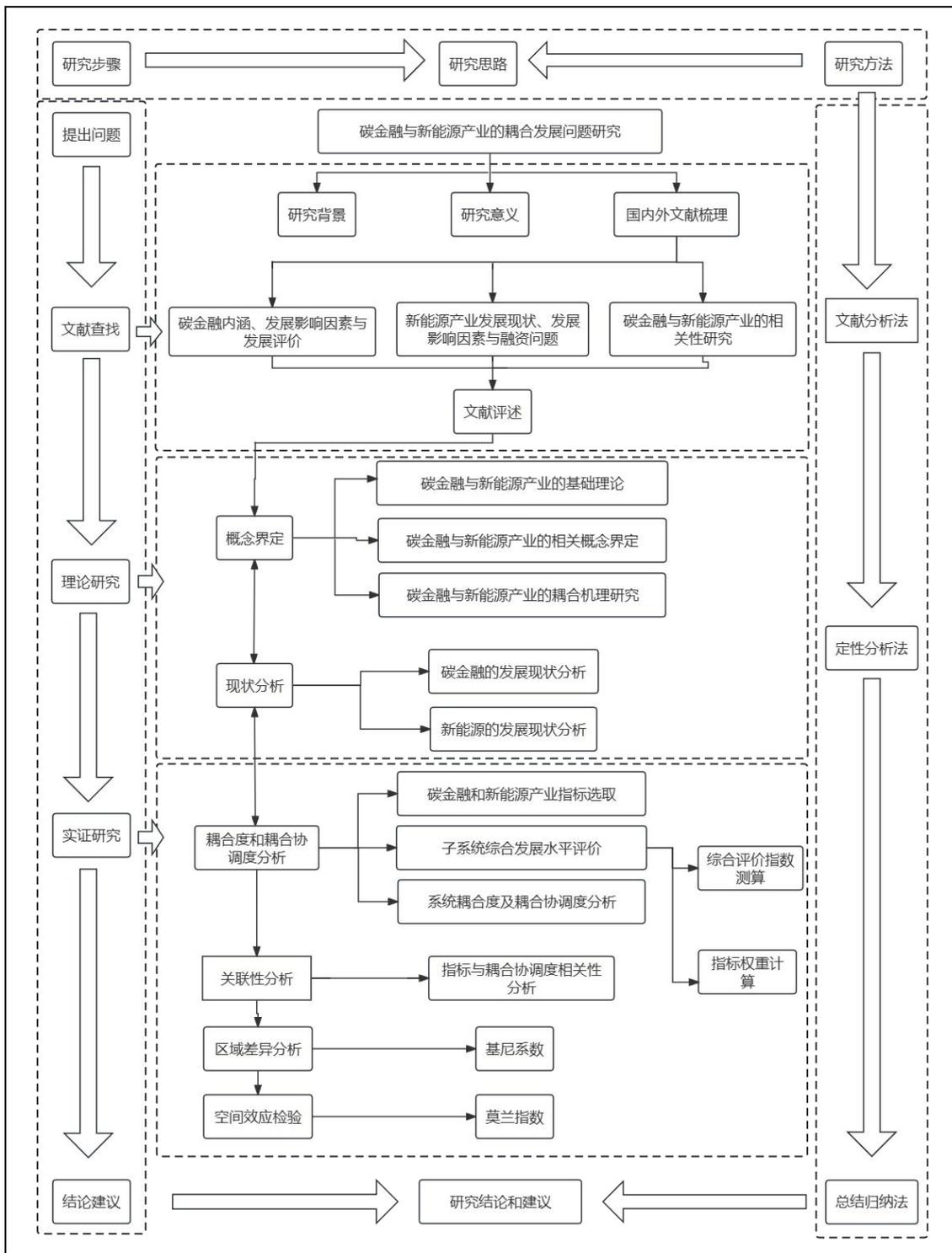


图 1.1 技术路线图

1.4 研究方法

1.4.1 文献分析法

在搜集相关数据、查阅国内外相关文献的基础上，运用文献研究方法，理清学术界在碳金融与新能源行业方面的最新研究成果，同时也掌握了我国政府在推动碳金融与新能源产业发展方面的最新政策文件，留意它们之间的变化情况。

1.4.2 理论分析法

首先，本文对碳金融和新能源产业的发展进行了简要的回顾，对碳金融以及新能源产业的相关的一些概念进行了阐述；其次，对我国新能源行业和碳金融发展现状进行了系统的梳理；在此基础上，研究新能源产业和碳金融的相互作用机理，为实证研究打下理论基础。

1.4.3 实证分析法

利用统计年鉴以及各个官方网站所搜集到的数据，运用相关的数据指数对我国碳金融发展程度与新能源产业发展程度进行了测度，并运用耦合协调度模型对两者间的耦合程度进行了分析，又从区域差异和空间效应上对两者间的相互影响进行了深度剖析，据此提出促进二者协同发展的建议。

1.5 本文的主要创新点

1.5.1 研究视角创新

尽管当前国内外关于碳金融与新能源行业的研究已有不少，其研究范围也比较广泛，但很少有将两者相结合进行研究的研究，为此，本项目拟利用耦合发展的有关知识，通过对我国新能源行业与碳金融的发展程度进行全面评估，并通过建立碳金融新能源产业的评价体系，分析两者的相互影响程度，揭示两者的内在关联，从而为我国新能源产业与碳金融发展的协调发展提出有益的启

示。

1.5.2 研究方法创新

关于碳金融和新能源产业的分析大多是理论研究为主。本文在梳理理论研究的基础上，注重实证分析的过程，在构建碳金融与新能源产业复合系统的基础上，对其二者之间的耦合发展进行实证分析，采用基尼系数分析各地区之间耦合协调度的差异性，并具体研究其差异的来源，运用莫兰指数进一步分析各地区之间的空间效应，相邻省市的耦合协调度的发展是否能够相互促进，使得研究结果更加有说服力。

2 概念界定和理论基础

2.1 相关概念界定

2.1.1 碳金融

1992年，联合国在巴西里约热内卢召开峰会，会议通过了《联合国气候变化框架公约》，并规定在1994年开始实施，但是在减缓气候变化方面，《联合国气候变化公约》所要求的各项义务都是自愿性的。由于气候变化的限制性和许多针对气候的研究均表明，人类活动对气候变化的影响越来越明显，因此，1997年，联合国在东京举行了第3届缔约国大会，通过了《京都议定书》。在该协定中，有39个发达国家表达了他们愿意减少温室效应的意愿，并且保证从2008到2012年，要比1990年减少5.2%的碳排放，但是这个协定却并不是强制执行的。《京都议定书》要想成为一项有法律效力的国际条约，就需要至少55个国家通过，才能成为一项有法律效力的国际条约。虽然美国没有签署，但是俄罗斯最终还是同意了，该协定于2005年二月生效，承诺的减少排放指标将从第一个承诺期（2008-2012年）开始实施。

《京都议定书》通过三种方式建立了三种不同的碳排放贸易机制，以达到减排的目的。首先，是二氧化碳排放交易机制，该协定使附件一国之间可以通过贸易来分配配额。其次，清洁发展机制（CDM），这一机制聚焦于附件一国家与非附件一国家间的核证减排量（CERs）买卖。CERs是经过国际组织核证的二氧化碳减排量，附件一国家若未达标，可购买非附件一国家（如中国等发展中国家）的CERs。最后，共同履行机制（简称JI），它类似于CDM，但是更加注重附件一国之间的合作，即当一国的温室气体减少抵销额不足时，它可以向对方购买一定数量的减排配额。后两种模式都是以计划为基础的市场机制，其所生成的CER与ERU可以由附件一国购买，从而达到减排目标。因此，碳金融是指在碳排放交易平台，金融中介机构参与低碳项目发展和金融创新的基础上产生的，在全球气候变化大的大环境下，碳金融作为一门新兴的金融工具，不仅涉及到碳减排的金融业务，还包括咨询等金融中介业务。

2.1.2 新能源的相关概念

(1) 能源的概念

迄今为止，关于能源的界定，学界尚未形成共识。有数据显示，迄今为止全球已有 20 多个官方解释。广为流传的是《大英百科全书》所定义的：用适当的科技与方法，将自然界的阳光、矿物物质、水流等，转化成能够被操控与使用的能源。我国在《能源百科全书》对能源的解释是：人类通过各种方式实现对能源使用，能源包括光、热、电等。按照各类划分标准，可以将其划分为下主要类别，具体见表 2.1。

表 2.1 能源分类

分类标准	类型	能源种类
能量来源	地球自身蕴藏的能源	地球内部或原子之间的能量，常见有核能、地热能等
	直接或间接来自地球以外的能源	直接来自外部天体：太阳能
		间接来自外部天体：煤炭、石油、天然气、水能、风能等
	地球与不同天气间相互作用形成的能量	潮汐能
能源形态	固定能源	煤炭、铀矿石
	液体能源	石油
	气体能源	天然气、风能
	电能	/
	太阳能	/
	生物质能	/
	地热能	/

续表 2.1 能源分类

可再生性	可再生能源	太阳能、水能、风能、生物能源地热能等
	不可再生能源	煤、石油、天然气等
基本形态	一次能源	太阳能、地热能、煤炭、石油等
	二次能源	焦炭、电能、柴油等

资料来源：公开信息整理

(2) 新能源的概念

联合国在 1981 年曾专门召开过一次有关新能源发展的会议，在会议上指出新能源的定义可以解释为排放污染物较少的绿色清洁能源，涉及材料研发、技术改进等在内的多个学科，包括可再生能源的开发利用等。从新能源的概念出发，新能源发展的核心是可持续发展与可更新。

就国内而言，国家计划委员会于 1997 年第一次把生物质能、风能、海洋新能源等新能源界定为新能源，为促进新能源开发，《可再生能源法》于 2005 年出台，其中对新能源的使用提出了更高的要求，明确指出新能源消费是指在生产和生活中对非化石能源的利用。

(3) 新能源产业

新能源产业是一种对再生资源进行有系统的发展与使用的行业。新能源是以发电为主，以解决企业的生产、生活用电的需要。发展新能源，既是对现有的能量供给体系进行有效的辅助，又是解决环境问题和生态问题的有效手段，也是促进经济可持续发展的一种主要途径。同时，新能源产业也成为了一个国家和地区高科技发展的一个主要指标。

本文将新能源产业界定为专注于新能源开发利用的产业集群，包括所有与新能源紧密相关的企业，涵盖了新能源发电、新能源设备及零部件的制造与安装等多个环节，具体分类按照《战略性新兴产业分类(2018)》中划分的五个子行业，包括核电、风电、太阳能、生物能源、智能电网。

2.2 相关理论概述

2.2.1 外部性理论

外在性，即一个人在从事某种行为时，不管自己有没有自觉，都会给别人带来正面或负面的效果，但是却没有得到应有的报酬或者承担一定的义务。外部性问题是指个人的生产和消费活动会对另一个人产生直接的影响。二十世纪二十年代，庇古第一个对个人和社会的代价进行了深刻的研究。在《福利经济学》一书中，他对外部性进行了详尽的划分，并针对这些问题给出了相应的对策。一般来说，在供应大于需求的情况下，就会出现外部经济效应；而在供应不足的情况下，就会产生外在的不经济效应。庇古指出，这种外部性是指企业内部的各种资源分配不合理，从而损害了企业的市场有效性。为此，他提出用税收等手段来惩罚那些对生态系统产生不利影响的企业，即“庇古税”。他认为，“市场失效”是造成生态系统损害的重要因素。对具有外部性的非经济行为征税，可以把外部性问题转变为内在费用，进而克服“市场失效”。在我国，由于国家是经济发展中的“无形之手”，通过对企业所得税的征收，可以有效地解决“市场失效”的问题。在碳减排方面，碳税作为一种减排手段，以电价为基础，具有一定的局限性。从理论上讲，公司在缴纳税收时，仍然可以进行减排，不能对其整体排放进行有效的管控；而碳贸易则是建立在配额的基础上，由于排放量是恒定的，因此即便公司能够拿到配额，其配额也是非常有限的，就能对其进行更高效的减排。

2.2.2 产权理论

科斯认为，如果没有清晰的产权划分，那么，就必然会导致资源无法有效分配。而明晰的产权则可以有效地解决外在的不经济性。当交易费用比较小时，不论其所有权是什么，都可以通过市场进行优化分配，所以科斯提出了运用市场机制来处理不经济的外在性。科斯的财产学说的中心思想是：“制度”是一切经济行为的先决条件，而“制度”实质就是人与人的权力的实现。在此基础上，对经济主体进行产权划分，确定其可能的行为领域，并在此基础上进行

权力的交换，以达到对整个社会的最优化分配。该理论在人口与资源与环境与经济可持续发展方面有着重要的理论与实践价值，产权理论也是碳交易的理论基础，其关键是以最低的价格进行碳排放权的初次配置，并将多余的排放权通过市场交易实现对需求方的销售，实现市场的均衡。

2.2.3 可持续发展理论

可持续发展理论已成为 21 世纪全球经济发展的核心观念之一。这一理念首次于 1980 年发表的《世界自然保护纲要报告》中，阐述了其对人类发展与自然资源使用的密切联系，以及对今后全球经济发展方向的长期可持续发展趋势的思考。后来，在《我们共同的未来》中，“可持续发展”一词被官方引用，解释为：“既要保证现有的经济和社会的健康运转，又不能危害下一代的生活和发展。生态文明思想的中心思想是：不以破坏生态为前提，实现人与自然的协调发展。

到了一九九二年六月，《21 世纪议程》发表，《关于环境与发展宣言》发表，世界各地都开始重视可持续发展这一概念。两个报告都指出，发达国家和发展中国家处于不同的发展时期，应该对环保负起更大的责任，同时也要照顾发展中国家的具体需要。该研究提出，要注重经济和环境的和谐发展，要尽量降低由于发展带来的不利因素，给后代人以充分的生活和发展的余地。因此，世界各国逐步形成了一种经济、社会、资源和生态可持续发展的新格局。

所以，可持续发展既涉及到生态和经济的均衡，又涉及到对全球的碳减排。要达到这个目的，就需要世界上的国家就减少二氧化碳排放进行广泛的探讨，形成一个全球性的一致意见，一起推进可持续发展的步伐。

2.2.4 系统耦合理论

“耦合”一词源于物理学，起初用于描述电路元件在能量传递中的相互作用。随着社会科学的深化，这一概念被扩展至多个学科领域，现在通常用来指代两个或更多系统、个体间的相互影响与协同作用，它们之间存在着相互依存、相互配合、相互促进的动态联系。在农业生态方面，我国任继周于 1994 年首次提出了“系统耦合性”的概念，强调不同系统要素或子系统间的相互作用

与共同发展。系统耦合理论指出，当相似但存在差异的系统或要素结合时，若其能量利用效果增强，则称为正效应；反之，若相互制约，则为负效应。耦合度用于量化这种关系的强弱，高耦合度意味着系统或要素间关联紧密、依赖性强，而低耦合度则表明它们相对独立。

考虑到新能源行业和碳融资都涉及多种要素，并且二者之间有着密切的关联，因此，把系统耦合理论应用到二者之间的相互关联研究中就显得尤为必要。对各子系统进行研究，可以反映各子系统的发展状况，从而判定各子系统之间的耦合程度和关联程度。该研究将为我国新能源行业的发展和我国碳金融的发展提供科学依据。

2.2.5 协调与协调发展理论

“协调”是指多个体系或元素之间具有较高的相关性，是建立在对客观规则的遵循之上，突出了各事物之间的内部关系，从而反应出了一种使事情得以实现的期望状态和完成的过程。虽然各学科之间的协作重心不尽相同，但其本质是一致的，都是以发展为目的来达到人的理想。在管理上，协调是指为达到经营目的而全面地考虑各种管理因素；但是，在经济学中，协调就是在经济力量的影响下，实现制度的平衡。在社会和谐的发展过程中，人们往往把和谐和发展联系在一起，从而产生了“协调发展”这一新的理念来刻画社会经济发展的趋向。和谐发展可以划分为积极发展、消极发展和零发展，它们是指一个体系或要素有序上升、下降和保持其原有状态的一个过程。

运用协调发展的相关理论，对新能源行业和碳融资之间的耦合进行了深入的研究，并对二者之间的互动机制进行了深入的研究。通过对各个子系统的影响因子进行剖析，并给出有针对性的改善措施，以期推进碳金融和新能源行业的协同发展，促使二者的复合体系朝着更好的方向发展。

2.3 碳金融与新能源产业的耦合机理

2.3.1 碳金融与新能源产业发展共同的目标

(1) 创新和技术发展

创新和技术发展是碳金融和新能源产业发展的基础。在碳金融领域，创新和技术发展可以帮助建立更加高效和透明的碳市场机制，提高碳交易的便捷性和效率。同时，科技创新也可以促进碳监测和核查技术的发展，确保碳减排和碳抵消活动的真实性和可靠性。此外，金融科技的应用也可以推动碳金融产品和服务的创新，满足不同参与主体的需求，促进碳金融市场的多样化和健康发展。

在新能源产业领域，创新和技术发展是推动可再生能源技术进步和成本降低的关键。通过不断地进行技术研发和创新，可以提高太阳能、风能、水能等可再生能源的利用效率，降低相关设备的制造成本，从而推动新能源产业的发展和普及。此外，创新还可以推动能源存储技术、智能电网技术等相关领域的发展，为可再生能源的大规模应用创造更好的条件。

因此，创新和技术发展通过不断地推动科技进步和创新，为经济的绿色转型和可持续发展提供了有力支持，促进碳金融和新能源产业协同发展，是二者发展的共同目标。

(2) 推动经济绿色转型

推动经济绿色转型是碳金融和新能源产业发展的共同目标。绿色转型指的是将传统的高碳经济模式转变为低碳、环保和可持续的经济模式。

碳金融通过引入碳市场机制和金融工具，鼓励企业和个人减少碳排放并投资于低碳项目，从而推动经济向绿色转型。碳金融的发展可以激励企业进行技术创新，改善能源效率，减少碳排放。同时，碳金融也提供了资金支持，用于推动新能源产业的发展和推广，帮助加速可再生能源的推广和替代传统的化石能源，从而实现绿色转型。作为绿色经济的重要组成部分，新能源产业致力于开发和利用太阳能、风能、水能等可再生能源。新能源产业的发展有助于减少对传统化石能源的依赖，同时降低碳排放和环境污染，促进经济的绿色转型，同时新能源产业的发展还创造了大量的就业机会，为经济增长提供动力。

因此，碳金融和新能源产业发展通过金融手段和新能源技术的推广，促进经济向低碳、环保和可持续的方向转变。这有助于实现经济的繁荣和环境的可持续性，为未来的可持续发展奠定坚实基础。

（3）促进碳减排以推动可持续发展

碳金融和新能源产业都强调碳减排和可持续发展的目标。碳金融可以运用金融工具和市场机制来推动减少碳排放并促进可持续发展，首先通过碳市场的碳定价，制定交易机制为温室气体如二氧化碳设定价格，以激励企业减少碳排放量，公司之间可以通过碳配额的买卖，进一步鼓励低碳技术的采用，减少温室气体排放，进一步推动可持续发展。其次，碳抵消和碳补偿也能进一步推动碳减排，碳抵消是指通过投资减排项目或购买碳减排配额来抵消自身的碳排放，碳补偿则是对无法避免的碳排放进行补偿，例如通过森林保护和植树造林等项目，二者通过改变企业行为、引导资金和改善环境的方式保护生态、实现碳减排和可持续发展。第三，碳金融还可以通过促进绿色金融创新，例如发展可再生能源金融、智能电网等领域，为可持续发展提供更多的融资渠道。

新能源产业的发展则更加重视经济、环境和社会的可持续性。首先，传统能源资源如石油、天然气等存在供应受限、价格波动等问题，对国家和经济的稳定性构成威胁。新能源产业通过开发利用可再生能源，如太阳能、风能、水能等，可以减少对有限能源资源的依赖，提高国家的能源安全性，也能够减少碳排放、降低污染物排放，有助于减缓气候变化、改善环境质量，实现可持续发展。其次，全球各国都在积极推动可持续发展，通过制定政策、提供激励措施等手段来支持新能源产业的发展。参与新能源产业，符合国际和国内的可持续发展倡议，有利于提升国家的竞争力和形象。

因此可持续发展作为碳金融和新能源产业的共同目标，强调了经济发展和环境保护的协调。通过在金融领域推动碳减排和碳抵消等交易，以及在能源领域推动可再生能源的发展，可以实现经济的繁荣和环境的可持续性。

2.3.2 碳金融支持新能源产业发展的理论机理

（1）消除资金障碍，提高融资效率

现如今，融资难的成为限制新能源产业发展的重要问题，而碳金融作为金

融的一部分，最大的功能就是可以进行资源配置，使得资本的流通更加便利，碳金融不仅能促进新能源产业的发展，还能达到节能减排的目的。国内商业银行开展的部分碳金融业务，可以基于新能源项目的未来收益以及减排额的售出利润，向企业提供与其相匹配的多种融资模式，打破以往仅关注于抵押、担保等方面的局限，使其能够更好地支撑新能源项目。

（2）分散降低风险，增强投资吸引力

由于世界各国对新能源产业的政策法规均不相同，并且新能源项目往往具有较长的项目周期，未来的收益就会存在较大的波动性与风险性。在国际市场日益成熟，国内碳金融市场迅速成长的大背景下，碳金融可以充分利用自身优势为新能源产业的参与者规避风险。

首先，专业化的金融服务有效管控风险，国内外许多参与碳金融的金融机构依托其拥有的资源优势、专业化人才优势，组建了专门服务于新能源产业的专业团队。一方面，通过对新能源产业的发展阶段、产业特征进行分类分析，进行风险预评估等方式加强项目开发过程的风险管理和监控，避免新能源产业的建设风险和操作风险；另一方面，通过持续追踪碳金融市场上各类产品的价格走势，利用金融机构自身的知识优势、信息优势，研发风险评估管理工具，可有效地识别、预测由于市场价格波动给新能源产业带来的潜在市场风险，并通过创新授信合同条款、建立资产组合等方式进行风险对冲和风险控制，提高项目参与方的风险应对能力，减少不必要的损失。

（3）提供相关配套服务和技术支持

碳金融作为金融的一部分，不仅具有融资、风险管理等基础功能，还可以通过金融机构等中介组织，发挥自己在渠道、信息和资金结算方面的优势，通过专业的金融工具和产品，为可再生能源公司的客户提供个性化、专业化的碳金融服务；为项目的研发、论证、销售、结算等提供咨询服务，并提供相应的技术支撑。比如，在其发挥中介功能的优势时，可以针对新能源产业开展项目售后咨询减排服务，为供需双方匹配合适的买卖方；为新能源项目的参与方进行融资咨询，利用信息优势，向项目所有者提出并锁定一个合适的价格，以使企业获得最大的利润。另外，国内可再生能源装备的生产和加工工艺主要依靠国外，具有很强的自主创新能力。作为一种促进资金和技术转让的模式，该模

式需要体现出特定的科技特征，这就需要参加该工程的发达经济体能够拿出超出其当前商业发展程度的先进技术。在此基础上，可以比基准线项目减少更多的碳排放，从而成为其在未来承担的碳排放义务中的一个关键环节。这对促进风电、光伏、沼气等新能源技术的引进具有重要作用，能够很好的解决目前国内可再生能源的关键技术缺乏问题，加速对国内有关可再生能源技术的学习、吸收与创新。

2.3.3 新能源产业发展反哺碳金融发展的理论机理

(1) 创新碳金融产品

新能源产业的发展为金融机构提供了创新机会，开发出与新能源相关的金融产品和服务。在新能源项目和新能源技术领域，开展碳金融衍生工具的研究，同时也能够持续改进金融产品创新，开发出更加有特色和针对性的新能源碳金融衍生品。随着人们对低碳消费意识的提高，能源消费结构的低碳化，产业结构的转型，以及低碳的产业结构的转变，可以形成一个低碳的商品市场。所以，发展新能源行业，可以让碳金融市场上的碳金融产品更充实，提高人们对碳排放的认识，让更多人加入到碳交易中，让碳金融交易的市场更活跃。

(2) 鼓励碳排放权交易行为

由于传统能源的高碳排放，新能源行业的发展与贸易成为了一个具有巨大潜力的低碳发展热点方向。新能源产业可以将其减排成果转化为经济效益，吸引更多的资金流入，进一步促进碳减排和可持续发展。同时，碳排放权交易也为企业和个人提供了更多的减排选择，增加了减排的灵活性和效率。这样的机制有助于推动低碳经济转型，实现经济增长与环境保护的双赢。

(3) 提高中国碳金融市场的国际地位

从当前的国际形势和国内政策来看，今后的市场竞争必然以低碳、绿色为主。所以，高质量发展的新能源行业、高效率的研究与推广高质量的新能源工程、以及低碳金融衍生产品的研制，都将增强中国的碳金融市场的生命力与影响力，增强中国作为全球强国的地位，更增强在全球对话中的发言权；而新能源行业的健康发展又将推动碳融资的发展，缩小中国与全球的差距，从而进一步提升中国在全球碳金融中的话语权，赢得对全球碳金融的定价能力。

3 碳金融和新能源产业的现状分析

3.1 碳金融的发展现状

3.1.1 政策支持碳金融发展逐渐完善

碳金融是在《京都议定书》和《联合国气候变化框架公约》的框架下逐步发展起来的，国外部分国家在碳金融领域的发展起步较早，并已积累了各自独特的成功经验。相比之下，我国碳金融的发展尚处于起步阶段，因此，通过立法手段来保障碳金融的稳健发展显得尤为重要。

在碳减排领域，我国已建立起日益完善的政策和法规体系。2010年9月，国务院发布《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，标志着碳减排工作的重大进展。此后，我国相继出台了一系列旨在推动碳减排和可持续发展的政策措施，包括《全民节能行动方案》、《能源发展战略行动计划》、《企业碳排放核算和报告指南》以及《企业碳排放公示办法》等，这些举措进一步强化了企业和全社会在碳减排方面的责任与行动。2015年，中国政府更是发布了《应对气候变化的国家自主贡献》，承诺到2030年左右实现二氧化碳排放达峰，并致力于早日达成这一目标。2024年1月11日，国务院发布《关于全面推进美丽中国建设的意见》，指出将积极推进碳达峰和碳中和的实现。这些政策和法规不仅为碳减排提供了坚实的政策保障，也为碳金融的发展创造了有利的环境。

碳市场建设方面，我国正逐步构建完善的规范制度。自2011年起，我国启动了碳排放权交易试点工作，现已涵盖七个省份及部分城市。为进一步推动碳市场的发展。2017年，政府相继发布了《关于开展全国碳排放权交易试点工作的实施意见》及《全国碳排放权交易管理暂行办法》等文件，明确了碳交易的总体规划和目标，并对碳市场的建设与运营进行了规范。随着试点工作的深入进行，我国碳市场正逐步走向成熟，规模也日益扩大。2024年1月22日，全球温室气体自愿减排交易在北京绿色交易所正式重启，随着有偿分配方式的逐步推行，会进一步提升企业的碳成本，推动碳市场与碳金融良性发展。

3.1.2 碳交易市场蓬勃发展

我国在碳金融领域的探索始于 2008 年，而碳交易市场的正式建立则起步于 2011 年。碳市场的发展历程可以分三个阶段展开论述：一是 2011-2017 年，在全国范围内开展区域碳市场的试验研究，期间我国先后在北京，上海，天津，深圳，重庆，湖北和广州进行试点，具体的实施日期如表格 3.1 所列。第二个阶段：2017-2020 年，国家碳排放交易体系的构建与改进。2017 年 12 月，我国出台了《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》，为我国的电力产业发展注入了新的活力。在经历了一系列的严格审核后，湖北、上海相继获得了“两个试点”的牌照。第三个阶段：国家碳排放权交易制度的实施（2021-至今），历经三年多的准备，全国碳排放权交易线上交易市场于 2021 年开始开放，标志着我国碳交易市场的全面启动和运营。

表 3.1 我国各碳排放权交易所成立时间表

交易所名称	地区	设立时间
北京环境交易所	北京	2008 年
天津排放权交易所	天津	2008 年
上海环境能源交易所	上海	2008 年
深圳碳排放权交易所	深圳	2010 年
广州碳排放权交易所	广州	2012 年
湖北碳排放权交易中心	湖北	2012 年
重庆碳排放权交易中心	重庆	2014 年
全国碳排放权交易市场	线上交易	2021 年

资料来源：公开资料整理

经过近几年的发展，截止至 2021 年 12 月底，我国碳金融市场的碳交易成交总量达 24159.19 万吨，碳交易额达 586957.93 万元，其中湖北排名第一，占全国成交总量的 32.4%，重庆仅占 0.9%，具体各交易所碳交易总量和碳交易额如表 3.2 所示。

表 3.2 全国碳交易总量和碳交易额

地区	碳交易量（单位：万吨）	占比	碳交易额（单位：万元）	占比
北京	1461.5	6.1%	90577.7	15.4%
天津	920.1	3.8%	20103.6	3.4%
广东	7755.1	32.1%	159065.6	27.1%
上海	1739.7	7.2%	51842.5	8.8%
重庆	869	3.6%	5309.5	0.9%
湖北	7827.6	32.4%	168834.7	28.8%
福建	847	3.5%	17138	2.9%
深圳	2710.9	11.2%	73751.8	12.6%

数据来源：各地区碳排放交易平台

（1）CDM 项目

CDM 计划是从 2002 年开始在中国开始的，中国和荷兰政府合作，在内蒙古辉腾锡勒建立风力发电厂。自此，清洁发展机制在国内得到了快速发展。从 2006 年开始，我们已经超过了印度、巴西，成为了世界上最大的 CDM 项目供应商。目前，在我国开展的 CDM 项目主要有节能减排、甲烷回收、燃烧替代和垃圾焚烧发电等，针对不同区域，CDM 项目可根据当地实际情况采取相应的清洁发展模式，如广西和四川和贵州正在大力开展基于森林的 CDM 项目，充分利用当地资源并促进可持续发展。

2006 年至 2012 年间，我国清洁发展机制（CDM）项目经历了迅猛的发展阶段，7 年内注册备案项目 3791 个，占比 98%，2013 年后清洁发展机制（CDM）注册备案项目速度放缓，主要原因是欧盟碳排放制度限制清洁发展机制（CDM）项目抵销，导致中国清洁发展机制（CDM）项目占比急剧下降。截至 2020 年底，共有 8154 个 CDM 项目在 CDM-EB 注册，共发放核证的排减量 22.57 亿吨。从项目类型来看，截至 2021 年，我国注册项目主要集中在风能、水电、生物质能、甲烷减排、太阳能等领域，前五大类型共 6645 个，占比 79%。从项目分布视角来看，亚太地区与拉美等地是 CDM 注册备案项目的主要集中地，占据了高达 94.6% 的比例，其中我国表现尤为突出，拥有 3861 个项目，占比达到 45.9%，位居全球首位。

(2) 核证自愿减排市场

中国核证自愿减排量 (CCER) 是指我国可再生能源、林业碳汇和甲烷利用等项目的减排效应, 并将其纳入自愿减排交易平台, 这样的排放可以在碳贸易市场中抵扣碳配额。参加 CCER 交易的项目, 应采取向国家有关部门办理备案、注册、核准的审批机关备案机制。从 2012 年发改委颁布《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》到 2017 年 3 月份, 共公布了 2871 项 CCER 项目, 其中 861 项已经通过了审批, 主要集中在风力发电、光伏发电和沼气发电等领域。CCER 的登记工作于 2017 年叫停, 但是已经登记的 CCER 的交易还在继续。截止 2021 年底, 9 大试点地区的可再生能源交易总量已经达 4.36 亿吨。天津, 广东, 湖北, 深圳等地的 CCER 抵消率都比较高, 最高不会超过 10%。上海的试验中, 可以抵销的比率比较小, 只有 3% 以内, 具体见表 3.3 所示。

表 3.3 各大交易所项目类型及限制要求

交易所	标的类型	来源限制	使用比例	项目类型和时间限制
北京	CCER、林业碳汇项目减排量、环保项目碳减排量	和北京达成合作协议的地区 CCER(河北等)将优先使用;其他区域的 CCER 使用不超过 50%	不超政府年发放配额数量的 5%	林业碳汇:2005 年 2 月 16 日后执行;CCER、环保项目(2013 年后发电);禁止水电 CCER 抵消
天津	CCER	将优先使用京津冀 CCER	不超当年排放量的 10%	2013 年后产生的减排量;禁止水电 CCER 抵消
上海	CCER	无	不超年配额数量 3%	2013 年后产生的减排量
广东	CCER、省级碳普惠核证减排量	70%以上使用广东省内 CCER	不超年排放量的 10%	水电、化石能源发电项目除外
湖北	CCER	限制湖北省内 CCER, 省外合作项目抵消量不得高与 5 万吨	不超年度初始配额 10%	大型、中型水电项目除外
重庆	CCER	无	不超年配额排放量 8%	2010 年 12 月 31 日后运行、水电项目除外
福建	CCER	限制本省内产生的 CCER	不超配额数量 5%	2005 年 2 月 16 日之后开始建设:水电项目除外

续表 3.3 各大交易所项目类型及限制要求

交易所	标的类型	来源限制	使用比例	项目类型和时间限制
四川	CCER、“碳惠天府”减排量	无	不超配额数量 5%	无
深圳	CCER	优先使用合作地区 CCER	不超年排放量的 10%	水电项目除外

数据来源：中国核证自愿交易信息平台

由图 3.1 所示，2015-2016 年间，中国 CCER 交易量由 3573.78 万吨增加到 7487.17 万吨。2017 年三月，由于政府叫停了碳足迹认证，市场对碳足迹产生了负面影响，碳足迹的成交量也随之下降。2018 年，交易量降到了 3113.87 万吨，之后的交易量逐步上升。随着 2020 年碳减排目标的出台，CCER 交易规模不断扩大，至 2021 年已超过 1 亿吨，至 10867.54 万吨。2023 年 10 月 20 日，生态环境部正式公布《温室气体自愿减排交易管理办法（试行）》，标志着 CCER 市场正式重启，在新方法指导下，重启后的 CCER 市场将有效挖掘全社会自愿减排的潜力，推动全国绿色低碳发展。



图 3.1 2015-2021 各年 CCER 成交量

数据来源：公开数据整理

3.1.3 碳金融市场发展潜力巨大

中国是全球最大的碳排放国，在碳金融方面有着广阔的发展前景。首先，我国是最大的发展中国家，也是全球最大的减排市场提供者，自 2021 年以来，已实现了超过 2 亿吨的碳交易。虽然中国碳交易市场起步晚，以工程交易为主，现阶段仍以 CDM 融资为主，但随着越来越多的企业加入，可以为中国碳金融市场开拓更多的商业机会。

第二，新能源产业的快速发展也为碳金融市场带来了巨大的潜力。随着可再生能源技术的不断进步和成本的不断降低，新能源产业在全球范围内得到了快速发展。这为碳金融市场提供了丰富的项目资源和投资标的，使得碳金融市场能够吸引更多的资金参与。

第三，从全球趋势来看，随着各国对气候变化问题的日益重视，低碳经济的发展已成为全球共识。这推动了碳金融市场的快速发展，尤其是在碳交易、碳配额、碳税等方面。随着全球碳交易市场的不断扩大，碳金融市场的规模也在持续增长，为投资者提供了更多的投资机会。

第四，政策的积极支持。从 2024 年 1 月 22 日自愿减排交易的恢复，2024 年 2 月 4 日《碳排放权管理暂行条例》的发布，将会吸引越来越多的银行、保险公司、证券公司等金融机构开始涉足碳金融市场，推出各种碳金融产品和服务，进一步推动碳金融的发展。

3.2 新能源产业的发展现状

近几年来，尽管我们国家的经济继续保持着良好的发展势头，但是，在外部环境不明朗的情况下，我们的经济发展速度整体上呈下滑之势，从 2014 年的 7.4% 一路走到了 2022 年的 3%，这说明我们国家的经济下行压力越来越大。在此背景下，为了应对外来冲击，政府努力实现经济发展方式的转变和产业结构的调整，新能源产业成为了我国产业结构调整的重要方向。在国内，新能源行业大部分都是用在电力工程上，因此，装机容量是一个能够很好地反应行业发展状况的指标，具体装机容量的变化如 3.4 所示。

表 3.4 我国各类发电装机容量

时间	2022 年		2012 年	
单位	装机容量 (万千瓦)	所占比例 (百分比)	装机容量 (万千瓦)	所占比例 (百分比)
火电	131983	52.6%	81900	71.66%
水电	41013	16.3%	24900	21.79%
新能源	77851	31.1%	7494	6.54%

数据来源：国家能源局

由表 3.4 可知，11 年来，全国各类电站的总装机均有不同的增长，说明了国家对用电的巨大需求。其中，火电装机容量增幅 61%，水电增长 64.7%，新能源装机量从 2012 年的 7479 万千瓦提升至 2022 年的 77851 万千瓦，翻了十倍，显示出新能源发电需求的不断加快，产业发展势头较好。

从各种类型的发电装机比重来看，火电和水电装机的比重都有所降低，而新能源装机的比重也有了很大的提高，从 2012 年的 6.54% 上升到 2022 年的 31.1%，这说明了新能源产业的发展在近些年得到了越来越多的关注，而发电装机结构的优化也进一步表明了产业发展规模的日益壮大。新能源行业内部又进一步细化，不同领域之间的发展状况也不尽相同。所以在对当前的工业发展进行了分析时，可以将其分为：风电、光伏、核能、生物质能和智能电网。

3.2.1 风电行业有序发展

由于风能具有环保、取之不尽、用之不竭的特点，因此，它也是世界上最受欢迎的一种新型能源，如果将其再进行分类，就可以将其划分为陆地和海洋两种，陆地上的风力发电通过长期的发展已经形成了规模，而海洋上的风力发电还处于发展的早期，研发费用非常高昂。当前，我国发展陆地风力发电成本为 4500-8000 元/度，而发展海洋风力发电的成本则高达 14000 多元。随着风电产业迎来了一个“抢装潮”，这两种类型的风电装机都出现了大幅增长。具体见表 3.5。

表 3.5 2012-2022 年风能行业装机容量及变化情况

年份	装机容量	年增速
2012	6237	32.7%
2013	7548	24.5%
2014	9657	26.2%
2015	13075	35.4%
2016	14747	12.8%
2017	16400	10.7%
2018	18427	12.4%
2019	20915	13.5%
2020	28165	34.7%
2021	32848	16.6%
2022	36544	11.2%

数据来源：国家能源局

从总装机总量来看，2022 年新增装机数量为 36544 万千瓦，与 2012 年同期相比，几乎是 6 倍，显示了这一产业的规模正在迅速扩大。从装机增长速度来看，11 年来这一领域的年均增长率都在 10% 以上，显示了它的良好发展势头。进入 2020 年后，由于受到产业政策的影响，新的风力发电设备安装数量迅速增加，其速度已经逼近了过去七年的最高点，为 34.7%，保持着这个产业的良性发展态势。

3.2.2 光伏行业增速迅猛

光伏是一种能量密度大、覆盖范围广的新一代新能源，其在全球范围内得到了广泛的关注，世界上许多国家都制定了相应的政策和举措，以推动本国的太阳能电池产业的发展。为促进我国光伏产业的快速发展，国家也制定了一系列促进光伏产业发展的政策，其中政策重点于关注光伏产业的实用性，如 2017 年，国家能源局下发《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》，指出 2017-2020 年，我国将以 3200 万千瓦的规模作为我国光伏发电领域的龙头企业，同时也着重指出，要加快推进光伏发电项目的建设。从图表 3.2 可以看出，其装机总量从 349 万千瓦增长到 39261 万千瓦，增速迅猛。



图 3.2 2012-2022 年我国太阳能光伏装机容量

数据来源：国家能源局

3.2.3 核能行业迎来机遇

核能作为我国能源可持续发展的关键选择，相较于太阳能与风能，其发电过程受自然环境的影响较小，同时展现出低碳排放和高清洁度的优势。大力发展核电不仅有助于有效控制二氧化碳排放，减少大气污染，还能降低对石油、天然气、煤炭等传统能源的依赖，推动能源结构的多样化，从而确保国家能源安全。所以各国在发展新能源工业时，都把核电作为优先发展的对象。但是，由于核能开发和经营过程中面临着很大的技术障碍和资本障碍，所以行业具有很强的集中度。加之我国核电起步较晚，发展中又经福岛核电站事故后较长的“停滞期”，因此我国核电发展水平偏低。我国现有拥有核能经营资质的企业只有宝色股份，佳电股份，中核科技，久盛电子，东方电气等 5 个具备经营核能的企业，而核能行业高度垄断性的特点，对行业的迅速发展也产生了某种制约。

2012 年至 2022 年十年间，尽管我国核电装机容量从 1257 万千瓦增长至

5553 万千瓦，但占比仅提升 1.1%，与风电和光伏装机容量的快速增长相比，核电的发展速度显得较为缓慢。具体来看，至 2020 年，我国核电总装机容量为 4989 万千瓦，尚未达到《“十三五”核工业发展规划》设定的目标下限 5500 万千瓦，且相较于太阳能光伏和风能行业，核电装机容量的绝对数值也明显偏低。然而，“十四五”规划指出，到 2025 年全国核能发电规模将突破 7000 万千瓦。这表明，尽管我国核能行业仍需经历较长时间的培育发展，但在双碳目标的推动下，核电有望迎来新的发展契机。

3.2.4 生物质能行业初具规模

生物质能源是各种类型的生物，利用其自身的热能，将其自身所能转换成化学能。利用该转换形态，可实现沼气生产，垃圾发电等用途。随着生物质资源在中国的大量分布，这一产业在近几年呈现出良好的发展态势。

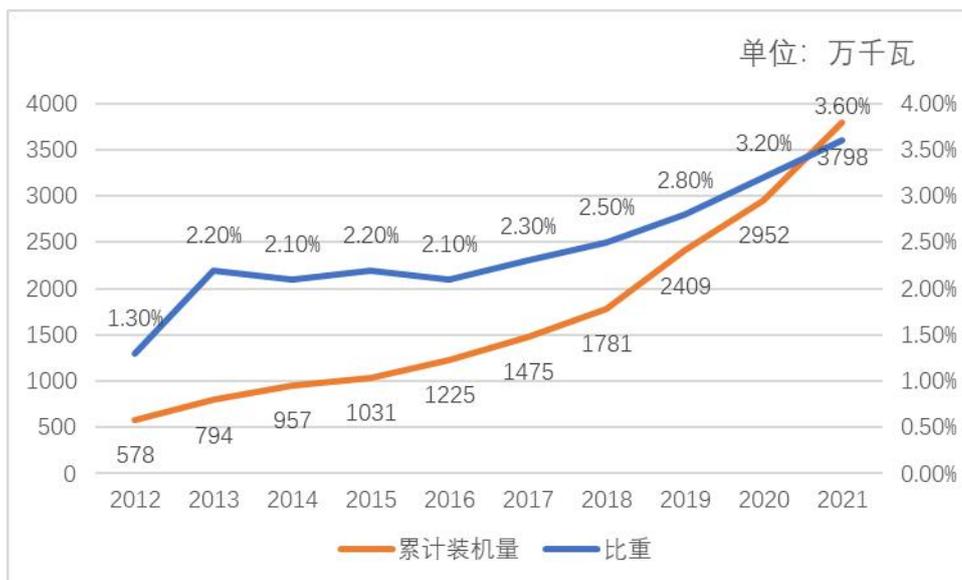


图 3.3 生物质能累计装机量及占新能源的比重

数据来源：华经产业研究院

根据图 3.3 所示，从装机规模的角度观察，生物质能发电新增了 808 万千瓦，占据了全国新增装机容量的 4.6%。目前，我国生物质能源装机总数已达 37,800 千瓦，约为 1.6 个百分点。近年来，生物质发电迅速发展，在新能源装机中所占比例也在不断增加。但是生物质发电的发展也存在一定的限制，目前

生物质发电的效率还很低，造成了大量的资源浪费，另外大部分生物质能源企业仍需依赖政府的补贴来保证其日常运营，这主要是因为垃圾发电的盈利能力不强。所以，今后中国生物质能源开发的重心应该由提高规模转向提高质量。

3.2.5 智能电网行业平稳递增

智能电网即为电网的智能化升级，它融合了信息化、智能化、高效化和可靠化等多种现代化元素。随着电力系统规模的增大，网络结构日趋复杂化，由于具有优良的安全性能和抗外来入侵的性能，已成为国家重点关注的对象。近几年，随着国内信息化事业的迅速发展和对智能电网的投资力度的加大，中国的智能电网工业的规模也在持续地扩大，该行业的市场规模和增长率见图 3.4。



图 3.4 智能电网市场规模及其增速

数据来源：国家电网官网

从图表 3.4 可以看出，中国的智能电网产业规模从 2017 年的 663.8 亿，增长至 2022 年的 979.4 亿，平均每年增长约 6%。而从 2018 年开始，该产业的规模增长速度还在继续上升。因此，智能电网行业未来发展前景是值得期待的。

4 碳金融与新能源产业的耦合模型构建

4.1 指标体系的构建

4.1.1 指标选取原则

(1) 构建原则

建立科学、合理的评价指标体系在实证研究中有着至关重要的地位。由于本文认为碳金融与新能源产业之间存在着相互作用，且二者的评价指标体系是测算耦合度的重要基础。因此，指标选择和设计过程中要按照一定的规则，本文在构建衡量碳金融与新能源产业的综合评价指标时，具有如下原则：

可操作性原则：强调在选取碳金融与新能源产业评价指标时，应确保指标数据的易获取性和连续性，同时在保持研究有效性的基础上，对不同数据进行具体分析，可利用技术手段对模糊指标进行替代，以便于数据的搜集与整理。

系统性原则：要求在构建指标体系时，需全面、整体地考虑碳金融与新能源产业发展两大系统所涵盖的范围，选择满足系统性要求的指标，确保所选指标能够充分代表两系统的信息与特征，并揭示它们之间的内在联系。

科学性原则：评价指标体系应真实反映各省碳金融与新能源产业发展的整体状况，各评价指标的含义应明确且易于获取或计算。数据来源应可靠，本文采用的数据均来源于各省统计局和国家统计局官网，以确保能够真实、客观地反映各地区两大系统的耦合关系。

代表性原则：由于碳金融与新能源产业涉及众多评价指标，在构建评价指标体系时，应优先选择具有代表性和权威性的指标，以准确反映两者耦合协调发展的真实情况，并尽可能凸显特定系统的核心内涵。

(2) 数据来源

为了使实证分析的结果真实有效，本文的数据来源主要有中国统计年鉴、世界能源统计年鉴、国家能源局、WIND 数据和同花顺等。

4.1.2 构建指标体系

在梳理关于碳金融与新能源产业发展水平的文献时，我们发现当前针对这一领域的系统性研究尚显不足。虽然当前实证分析方法和实证软件各异，但在碳金融和新能源产业方面始终没有形成一个统一的评价体系，然而在综合梳理各种相关文献的基础上，可以看出部分指标的选取仍有一定的相似性，得到了许多学者的认可与应用。所以，本文在构建碳金融与新能源产业的指标体系时，借鉴前人的相关方法和指标，并进一步结合我国发展现状，力求构建出一个既符合学术规范又具有实际意义的评价体系。

(1) 碳金融综合水平指标体系的构建

鉴于碳金融的复杂性和多元影响因素，其评价指标体系的构建显得尤为关键。当前学术界在探讨碳金融发展评价指标时，多从经济基础、金融环境及生态发展等维度展开实证研究。为此，本文在参考杨钦清、党亚峥、王琴、吴书新、李薇等学者研究基础上，构建碳金融的指标体系，从经济发展、金融环境及生态环境三个核心维度出发，精心选取了十个二级指标，以期全面揭示碳金融的发展全貌。具体指标见表 4.1。

表 4.1 碳金融子系统综合评价指标体系

一级指标	二级子系统	指标层	符号	指标属性
碳金融	经济发展	人均 GDP	X1	正
		GDP 增速	X2	正
		第三产业占 GDP 比重	X3	正
	金融环境	各项存贷款总额与 GDP 比值	X4	正
		金融业增加值占第三产业比重	X5	正
		碳排放贷款强度	X6	正
	生态环境	二氧化碳排放强度	X7	负
		能源低碳化	X8	负
		工业污染治理完成投资额	X9	正
		环保支出占比	X10	正

经济发展指标。经济基础决定上层建筑，良好的经济基础是一个国家或地区发展的重要条件，经济发展指标为国家或地区经济状况提供客观性评估和衡量，这些指标能帮助我们了解经济发展的整体表现。因此选用 GDP 增长率、人均 GDP、第三产业占 GDP 比重三个指标来反映经济发展情况。国内生产总值（GDP）增长率反映了一个国家或地区的经济潜力和发展动力。第三产业在 GDP 中所占比重能反映我国经济结构的现状。人均国内生产总值（人均 GDP）则是评估居民贡献程度的关键指标，更准确地描绘了国家或地区的财富积累和经济发展水平。

金融环境指标。碳金融作为金融领域的一部分，能为各行各业提供相应资金支持，影响着所有企业与个人的金融活动。所以选取了金融业增加值占第三产业比重、各项存贷款余额与 GDP 比值以及碳排放贷款强度三个指标来展示金融环境的发展。金融业增加值占第三产业比重能够反映出金融业是否健康发展，能否为碳金融的发展提供有利的外部条件。各项存贷款余额与 GDP 比值可以反映金融机构在碳金融方面的投入和支持程度；碳排放贷款强度是贷款余额与碳排放量之比，它反映了贷款与碳排放之间的相对关系。当这一比值升高时，说明单位贷款额度所对应的碳排放量在减少，即贷款的使用效率在提升，对环境的压力也相应减小。

生态环境指标。本文选取二氧化碳排放强度、能源低碳化、环保支出、工业污染治理完成投资额四个指标。二氧化碳排放强度即碳排放量与 GDP 的比值，该指标越小，单位 GDP 的增长带来的碳排放增量越少，低碳技术水平就越高，碳金融发展水平就越高；能源低碳化是用能源消耗占 GDP 比值衡量，单位 GDP 带来的碳排放量越低，说明地区经济的发展越低碳化。当前，解决生态环境问题主要依赖于治理污染，因此政府对生态环境的关注程度可以通过工业污染治理的投资额体现。投资额越大，就越能说明对污染治理的重视程度，就越能为碳金融的发展提供良好的氛围。环保支出占比是用环保支出与财政支出的比值来衡量，也能够反映一个国家或者地区在环保领域投入程度以及其对碳排放和气候变化等问题上的重视程度。投入越多，说明该地区在减少碳排放、提高能源利用效率、推动清洁能源发展等方面的投入比较大，可能碳金融相关政策和措施的实施较为积极。

(2) 新能源产业综合水平指标体系的构建

在现有研究的基础上，结合新能源产业的实际情况，构建了新能源产业子系统综合评价指标体系，从投入、产出、发展三个方面构建出一个细致反应新能源产业发展面貌的评价指标体系，这三个方面能够全面而深入地揭示一个产业的运行状况、经济效益以及未来的潜力，具体指标见表 4.2。

表 4.2 新能源产业子系统综合评价指标体系

系统层	子系统序参量	指标层	符号	指标属性
新能源产业	投入情况	企业平均在职员工数	Y1	正
		企业平均固定资产投资额	Y2	正
		企业平均 R&D 经费	Y3	正
	产出情况	企业平均主营业务收入	Y4	正
		企业平均利润	Y5	正
		企业平均交货值	Y6	正
	发展情况	企业研究生及以上学历员工平均占比	Y7	正
		企业平均有效发明专利数	Y8	正

企业投入情况是企业经营发展的重要考量因素。其中，企业平均在职员工数直接体现了企业在人力资本方面的投入程度。随着员工人数的增加，企业在员工培训、福利及薪资等方面的支出也相应增长，这些都是企业为了提升员工素质与满意度而进行的必要投入。企业平均固定资产投资额则反映了企业在物质资本积累与扩张方面的实力。这一指标涵盖了企业购置、修建或改造固定资产的总支出，在扣除折旧和报废费用后的净投入。它不仅展示了企业的投资规模，还揭示了企业资本积累的速度与方向，是企业发展壮大的重要支撑。而企业平均 R&D 经费的投入则代表了企业在技术研发与创新领域的重视程度。这些经费的投入有助于企业开展更深入、更广泛的研究活动，进而提升企业的技术水平和创新能力，加速新产品的开发与上市。在新能源产业中，技术的突破与

创新尤为关键，它们不仅推动了产业的快速发展，还进一步提升了新能源产业的研发能力，为产业的可持续发展奠定了坚实基础。

企业产出情况是衡量企业经营效果的重要指标。其中，企业平均主营业务收入直接体现了企业通过生产经营活动所获得的营业收入，是反映企业产出能力的核心指标。这一指标不仅涵盖了产品销售状况和业务增长情况，还揭示了企业在市场中的竞争力水平。较高的主营业务收入通常意味着企业具有较强的产出能力和市场表现。此外，企业平均利润则是衡量企业财务成果的关键指标，它直接反映了企业在市场竞争中的盈利状况。较高的利润水平表明企业在产出方面具备强大的竞争力，能够在市场中实现良好的盈利表现。企业平均交货值也是评估企业产出情况的重要指标之一，它代表了企业在销售商品或提供服务过程中所创造的总价值，直接反映了企业产品和服务的市场认可程度以及生产经营的效率和水平。较高的交货值意味着企业的产品或服务受到客户的青睐，进一步体现了企业的产出实力和市场地位。

企业发展情况体现了企业的成长潜力和市场竞争能力。其中，企业研究生及以上学历员工平均占比是衡量企业人才结构的重要指标，它反映了企业拥有高学历人才的数量和比例。这些高学历人才通常具备深厚的专业知识和卓越的解决问题的能力，为企业的创新能力和技术水平提供了坚实的支撑，是企业未来发展的重要潜力所在。企业平均有效发明专利数体现了企业在知识产权保护方面的成果和实力，反映了企业在技术创新和研发成果转化方面的能力。拥有较多的发明专利意味着企业能够有效地保护自己的创新成果，从而在市场竞争中占据更有利的位置，提升企业的市场竞争力。

4.2 碳金融与新能源产业子系统发展水平综合评价模型

4.2.1 数据处理和指标权重设计

(1) 数据标准化处理

由于评价指标的性质各异且正负性影响不同，为消除不同指标之间量纲差异，本文采用归一化处理方法，对各指标原始数据进行规范化处理，使得各指标数据更好地反映碳金融子系统和新能源产业子系统的真实情况。经过标准化

处理后，所有数据均被缩放到 $[0, 1]$ 的范围内。具体公式如下：

$$\text{正向指标: } X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad \text{公式 (4.1)}$$

$$\text{负向指标: } X_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad \text{公式 (4.2)}$$

其中， $\max(x_j)$ 和 $\min(x_j)$ 为所有样本中的最大值和最小值， X_{ij} 表示无量纲化后的结果，并对标准化后的数据都加 0.0001，进行整体平移。

(2) 指标权重计算

准确衡量碳金融与新能源产业的发展水平，重点和关键就在于如何确定指标权重、如何选择权重计算方法。通过梳理发现学术界在计算权重时大多使用主观赋值法和客观赋值法两种方法。然而，主观赋值法常因个人主观思想的介入而导致结果的不稳定性，不同专家之间可能存在较大差异。相比之下，客观赋值法依托纯数学理论进行计算，更加客观。因此，为了确保权重计算过程的可靠性和准确性，本文采用熵值法来确定各指标的权重。各指标的权重的计算步骤如下。

第一，指标的归一化处理

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad \text{公式 (4.3)}$$

第二，计算熵值 e

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad \text{公式 (4.4)}$$

其中， $k = \frac{1}{\ln(n)}$ 且 $k > 0$ ，满足 $e_j \geq 0$

第三，计算信息冗余度

$$d_j = 1 - e_j \quad \text{公式 (4.5)}$$

第四，计算各指标权重

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad \text{公式 (4.6)}$$

4.2.2 子系统综合发展水平测算

子系统综合发展水平选择较多人使用的线性加权平均法来计算，计算方式如下：

(1) 碳金融子系统综合评价指数：

$$Z(X) = \sum_{j=1}^m w_j \times X_j \quad \text{公式 (4.7)}$$

其中 $Z(X)$ 代表碳金融子系统的综合得分，是对其发展状况的量化评估。 w_j 为第 j 个指标的权重， X_j 为碳金融子系统各指标数据标准化处理后的具体数值，指标总量 m 反映评估体系数量。

(2) 新能源产业子系统评价指数：

$$Z(Y) = \sum_{i=1}^n w_i \times X_i \quad \text{公式 (4.8)}$$

其中 $Z(Y)$ 表示其综合得分， w_i 为新能源产业中 i 第个指标的权重， X_i 为新能源产业子系统各指标数据标准化处理后的具体数值， n 为新能源产业子系统评价体系指标的总量。

4.2.3 耦合协调度模型设计

第一步，计算耦合度。耦合度是用离差反映的，离差越大则系统的耦合度也越低，两个系统之间的发展差异也就越大，所以碳金融与新能源产业复合系统的耦合度计算公式如下：

$$C = \left[(Z(X) * Z(Y)) / \left(\frac{Z(X)+Z(Y)}{2} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \text{公式 (4.9)}$$

其中 C 就代表了耦合度， $Z(X)$ 和 $Z(Y)$ 分别代表碳金融子系统与新能源产业综合发展水平指数，耦合度的结果在区间 $[0, 1]$ 之间。

第二步，根据耦合度的计算结果来评估耦合协调度。尽管耦合度能够评估系统之间的相互作用和联系程度，但存在一些限制。它不能准确反映系统的耦合协调状态，仅表明两个系统之间的耦合作用强度，无法解决由于实际发展水平低下而导致的耦合度偏高的情况。计算公式如下：

$$T_i = \alpha Z(X) + \beta Z(Y) \quad (\text{公式 4.10})$$

$$D_i = \sqrt{C_i * T_i} \quad (\text{公式 4.11})$$

其中， D_i 即是碳金融与新能源产业的耦合协调度， T_i 为两系统的综合评价价值，体现了两个子系统在整体协同中所发挥的效应和贡献程度。而 α 和 β 作为待估参数，分别代表了碳金融子系统与新能源产业子系统的权重系数。鉴于碳金融与新能源产业的共同发展对于整体经济环境的优化具有同等重要性，本文在研究中采取等权重原则，即人为赋值 $\alpha = 0.5$ 和 $\beta = 0.5$ ，以此确保在评价两大子系统耦合协调度时，能够给予它们相等的关注与权重。

根据上文的计算，将耦合协调度的结果分为 10 个不同的区间，具体标准如下表 4.3 所示。

表 4.3 耦合协调度等级划分

类别	耦合协调度	具体类型
失调发展阶段	$0 < D \leq 0.1$	超级严重失调衰退
	$0.1 < D \leq 0.2$	重度失调
	$0.2 < D \leq 0.3$	中度失调
	$0.3 < D \leq 0.4$	轻度失调
濒临失调发展阶段	$0.4 < D \leq 0.5$	濒临失调
勉强失调发展阶段	$0.5 < D \leq 0.6$	勉强失调
协调发展阶段	$0.6 < D \leq 0.7$	初级协调
	$0.7 < D \leq 0.8$	中级协调
	$0.8 < D \leq 0.9$	良好协调
	$0.9 < D \leq 1$	优质协调

4.2.4 关联度模型设计

影响碳金融与新能源产业耦合协调度的因素有很多，简单来说可以划分为系统性和非系统性两类，但是由于非系统性因素的不确定性，很难对其精确评估，所以本文在研究时主要关注系统性的因素。根据前文选取的碳金融和新能源产业的指标为基础，利用灰色关联度计算各指标对耦合协调度的影响，计算出灰色关联度的数值，数值与耦合协调度的影响之间呈正相关关系。灰色关联法的具体计算步骤如下：

第一步，以 2012 至 2021 年间复合系统的耦合协调度作为参考序列： $X_0 = \{X_0(1), X_0(2), X_0(3), \dots, X_0(n)\}$ ，同时将比较序列即碳金融与新能源产业选取的指标表示为 $X_i = \{X_i(1), X_i(2), X_i(3), \dots, X_i(n)\}$ ，其中 i 表示时间， $X_i(n)$ 表示第 i 年的指标数值。

第二步，计算绝对差值，确定差值中的最大值和最小值。

$$Y_i(m) = |X_0(m) - X_i(m)| \quad (\text{公式 4.12})$$

第三步，计算灰色关联系数。

$$\delta_i(g) = \frac{Y_{\min} - \rho Y_{\max}}{Y_i(t) + \rho Y_{\max}} \quad (\text{公式 4.13})$$

其中，通过计算得出了关联系数 $\delta_i(g)$ ， Y_{\max} 代表最大值， Y_{\min} 即最小值， ρ 则代表分辨系数，一般大小为 $[0, 1]$ 之间，根据现有的文献和经验，大多都将 ρ 设置为 0.5，并认为 0.5 时对实证结果更有利，所以本文也将 ρ 定为 0.5。

第四步，计算出各指标的灰色关联度。

$$R_i(g) = \frac{1}{n} \sum_{g=1}^n \delta_i(g) \quad (\text{公式 4.14})$$

第五步，根据前一步计算得出的灰色关联度数值，按照影响程度从大到小的顺序进行了排序。数值越大，表明该指标对耦合协调度的影响越显著。

4.2.5 区域差异分析

为进一步探究碳金融与新能源产业发展的地区差异，本文引入 Dagum 基尼系数，相较于传统的基尼系数和泰尔指数，Dagum 基尼系数在评估中国碳金融与新能源产业发展差异方面更具优势。它不仅能够全面衡量总体差异水平，而且能够将差异细化为组内基尼系数、组间基尼系数和超变密度系数三个维度，从而更深入地揭示各地区之间的差异状况。

4.2.6 空间效应检验

为了进一步分析碳金融与新能源产业发展的空间关系，本文引入莫兰指数，莫兰指数的范围为 $[-1, 1]$ ，如果 Moran 指数是正数，说明两个系统间的耦合协调度是空间正相关关系；如果 Moran 指数是负数，说明两个系统间的耦合协调度是空间负相关关系。全局 Moran 指数呈现出显著性（ p 值 <0.05 ）后，一般可进一步分析局部莫兰指数。

5 碳金融与新能源产业耦合发展的实证分析

5.1 子系统综合发展水平

本文选取的统计时间跨度为 2012 年-2021 年，新能源产业企业样本选择在主板、创业板和中小板挂牌交易，且有 10 年连续年度财务报表数据的新能源企业，经筛选后共有 103 家。103 家新能源企业分别分布在 25 个省市中，所以本文只研究此 25 个省市。

根据前文构建的碳金融指标体系，进行数据的搜集整理，完成后运用熵值法确定每个指标在 2012-2021 年间、25 个省市的权重，为确保权重的准确性和可比性，将权重进行了标准化处理，基于这些权重，采用综合得分法计算碳金融和新能源产业子系统的发展水平综合评价指数。这一指数全面反映了子系统的发展情况，为后续分析和比较提供了重要的参考依据。具体指数如下表 5.1 和 5.2 所示。

表 5.1 碳金融综合评价指数

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	0.271	0.286	0.317	0.338	0.351	0.384	0.356	0.346	0.320	0.366
天津	0.294	0.298	0.297	0.299	0.268	0.254	0.240	0.324	0.231	0.256
河北	0.305	0.352	0.410	0.381	0.333	0.369	0.480	0.404	0.355	0.331
辽宁	0.218	0.248	0.264	0.243	0.224	0.238	0.229	0.247	0.223	0.237
吉林	0.232	0.234	0.243	0.221	0.219	0.211	0.201	0.212	0.193	0.213
黑龙江	0.201	0.228	0.219	0.238	0.223	0.234	0.215	0.222	0.212	0.225
上海	0.249	0.247	0.280	0.298	0.359	0.375	0.327	0.358	0.316	0.355
江苏	0.372	0.413	0.404	0.441	0.468	0.429	0.493	0.473	0.456	0.407
浙江	0.294	0.349	0.371	0.372	0.383	0.362	0.364	0.380	0.397	0.362
安徽	0.263	0.300	0.265	0.277	0.324	0.321	0.321	0.352	0.319	0.324

续表 5.1 碳金融综合评价指数

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
福建	0.251	0.281	0.289	0.304	0.285	0.275	0.286	0.302	0.294	0.304
江西	0.204	0.221	0.216	0.228	0.238	0.247	0.273	0.278	0.257	0.276
山东	0.432	0.473	0.555	0.500	0.562	0.552	0.500	0.554	0.485	0.479
河南	0.312	0.362	0.388	0.371	0.433	0.427	0.437	0.455	0.395	0.394
湖北	0.270	0.293	0.297	0.284	0.318	0.297	0.315	0.330	0.302	0.327
湖南	0.325	0.329	0.318	0.332	0.328	0.325	0.337	0.342	0.326	0.342
广东	0.419	0.441	0.447	0.446	0.454	0.508	0.510	0.540	0.499	0.533
海南	0.174	0.187	0.188	0.181	0.188	0.186	0.194	0.191	0.169	0.207
重庆	0.255	0.257	0.244	0.259	0.256	0.261	0.252	0.258	0.255	0.269
四川	0.292	0.302	0.316	0.302	0.312	0.333	0.358	0.362	0.372	0.359
贵州	0.211	0.222	0.224	0.216	0.220	0.224	0.230	0.244	0.241	0.250
陕西	0.245	0.272	0.262	0.263	0.247	0.257	0.264	0.296	0.260	0.253
甘肃	0.220	0.211	0.211	0.200	0.212	0.195	0.210	0.202	0.192	0.197
宁夏	0.268	0.268	0.261	0.245	0.253	0.239	0.230	0.204	0.167	0.205
新疆	0.179	0.204	0.220	0.187	0.180	0.173	0.182	0.181	0.156	0.181
均值	0.270	0.291	0.300	0.297	0.305	0.307	0.312	0.322	0.296	0.306

由表 5.1 和 5.2 可知，碳金融和新能源产业综合发展水平均呈现逐年上升趋势。在 2012 年至 2021 年期间，全国碳金融平均水平从 0.27 增至 0.306，这与我国逐步构建“碳达峰”、“碳中和”的“双碳目标”政策密切相关。在 2012 至 2021 年间，新能源产业展现出了迅猛的增长势头，其水平增长速度高达 86%。新能源产业取得显著增长的主要原因在于国家和地方政策的大力支持，这些政策推动了新能源技术的持续创新和成本优势的稳步提升。相比于传统能源，新能源产业借助政策的“东风”，凭借其环保性和可再生性等独特优势，吸引了大量金融资本的青睐，进而推动了其快速而稳健的发展。

其次，各省在新能源产业和碳金融的发展速度和现有水平上呈现出显著差异。具体而言，2021 年，广东、江苏和山东三省的金融发展水平在全国范围内均名列前茅，这一成绩与它们经济的繁荣程度以及产业结构调整的需求密切相关。

不可分。相对而言，贵州、重庆和辽宁等省份的发展水平则相对较低。在新能源发展方面，广东、上海、海南和新疆等省份在全国处于领先地位，这与其独特的资源禀赋和较高的科技水平密不可分。另外，浙江、海南和广东在过去十年中新能源产业的发展速度最快，增速分别高达 190%、189%和 179%，新能源产业的显著提升得益于国家电网的大力支持，国家电网通过对信息资源的充分利用，将各方的利益相关者整合到一起，综合考量各地区的自然环境和运输情况，科学统一地制定了电力发展规划，该规划有效促进了新能源在全国、各区域以及各省之间的协调配置。

表 5.2 新能源产业综合评价体系

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	0.021	0.023	0.024	0.025	0.033	0.033	0.035	0.036	0.036	0.039
天津	0.016	0.017	0.018	0.018	0.018	0.019	0.018	0.022	0.023	0.024
河北	0.024	0.026	0.025	0.024	0.024	0.025	0.025	0.028	0.035	0.040
辽宁	0.014	0.014	0.014	0.015	0.015	0.015	0.015	0.016	0.018	0.021
吉林	0.018	0.018	0.019	0.017	0.018	0.019	0.021	0.020	0.021	0.028
黑龙江	0.021	0.021	0.021	0.019	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022
上海	0.042	0.043	0.046	0.046	0.049	0.052	0.057	0.062	0.068	0.069
江苏	0.030	0.032	0.033	0.035	0.037	0.043	0.044	0.045	0.047	0.050
浙江	0.023	0.024	0.025	0.028	0.034	0.038	0.041	0.046	0.053	0.066
安徽	0.037	0.040	0.033	0.029	0.031	0.032	0.034	0.033	0.035	0.038
福建	0.019	0.020	0.022	0.024	0.025	0.028	0.030	0.031	0.031	0.036
江西	0.021	0.022	0.022	0.024	0.028	0.031	0.034	0.034	0.032	0.032
山东	0.036	0.038	0.038	0.039	0.038	0.041	0.039	0.041	0.043	0.046
河南	0.029	0.032	0.037	0.039	0.048	0.046	0.044	0.049	0.051	0.056
湖北	0.026	0.029	0.031	0.031	0.033	0.036	0.034	0.036	0.034	0.036
湖南	0.022	0.023	0.025	0.025	0.032	0.032	0.027	0.029	0.029	0.031
广东	0.041	0.048	0.053	0.060	0.065	0.067	0.082	0.087	0.087	0.116
海南	0.074	0.088	0.089	0.130	0.124	0.131	0.146	0.180	0.208	0.213

续表 5.2 新能源产业综合评价体系

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
重庆	0.016	0.014	0.020	0.018	0.019	0.017	0.020	0.019	0.019	0.019
四川	0.040	0.043	0.044	0.044	0.049	0.051	0.057	0.061	0.067	0.085
贵州	0.020	0.018	0.015	0.015	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012
陕西	0.014	0.015	0.016	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.019	0.020
甘肃	0.017	0.019	0.020	0.020	0.020	0.021	0.024	0.023	0.021	0.020
宁夏	0.018	0.016	0.018	0.019	0.021	0.021	0.021	0.023	0.023	0.023
新疆	0.095	0.096	0.111	0.117	0.132	0.135	0.137	0.148	0.163	0.210
均值	0.029	0.031	0.033	0.035	0.038	0.039	0.042	0.045	0.048	0.054

从区域发展的角度来看，我们将 25 个省、直辖市划分为四个主要区域：东部、中部、西部和东北部。这样的划分有助于我们更细致地分析各区域在新能源产业和碳金融发展方面的特点和差异。各区域碳金融与新能源产业水平测算结果如下表 5.3 所示。

表 5.3 各区域碳金融与新能源产业水平测算结果

地区	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
碳金融	东部	0.306	0.333	0.356	0.356	0.365	0.369	0.375	0.387	0.352	0.360
	中部	0.275	0.301	0.297	0.299	0.328	0.324	0.337	0.351	0.320	0.333
	西部	0.238	0.248	0.248	0.239	0.240	0.240	0.247	0.250	0.235	0.245
	东北部	0.217	0.237	0.242	0.234	0.222	0.228	0.215	0.227	0.209	0.225
新能源	东部	0.033	0.036	0.037	0.043	0.045	0.048	0.052	0.058	0.063	0.070
	中部	0.027	0.029	0.030	0.030	0.034	0.035	0.035	0.036	0.036	0.039
	西部	0.031	0.032	0.035	0.036	0.039	0.039	0.041	0.044	0.046	0.056
	东北部	0.018	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017	0.018	0.019	0.020	0.023

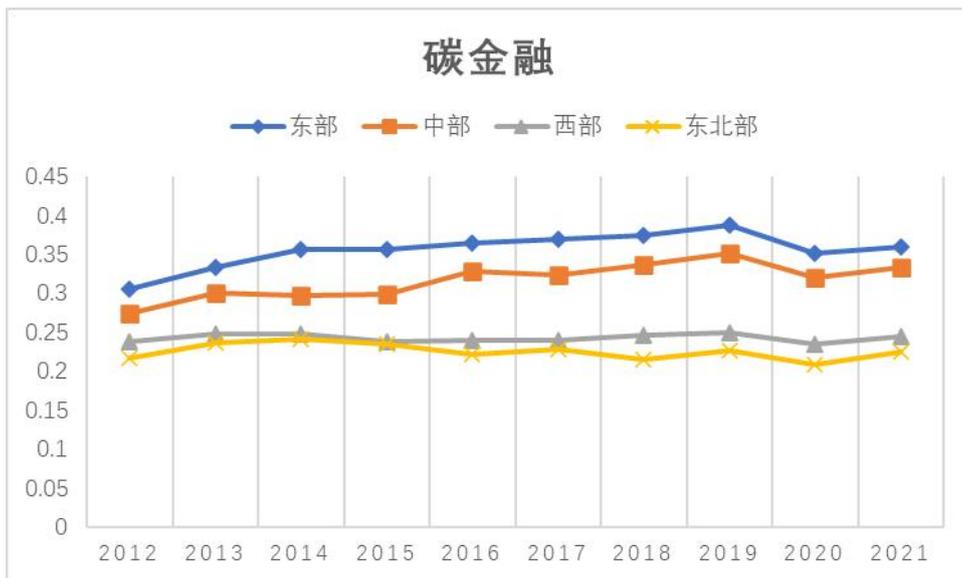


图 5.1 各区域碳金融产业水平变化

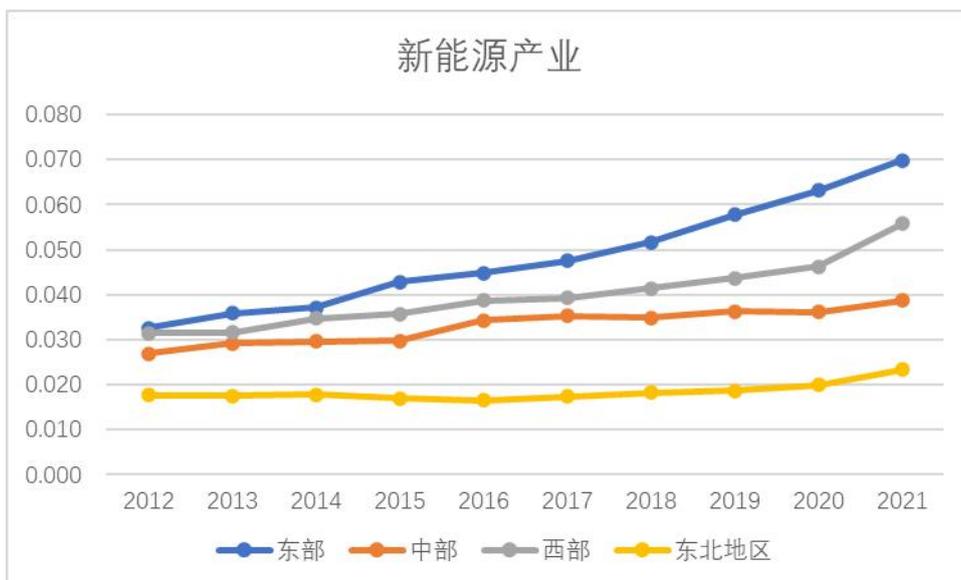


图 5.2 各区域新能源产业水平变化

由图 5.1 和 5.2 可知，在 2012 至 2021 年间，我国碳金融与新能源产业均呈现出稳步上升的态势。国家积极倡导绿色金融发展，推动了碳金融的显著进步，并不断完善碳金融产品的多样化，与此同时，由于新能源输电通道的大力改造建设，不仅使得了中、东、西、东北部地区的新能源资源进行跨省区的配置，而且也有力的促进了各地区新能源的生产与消费。从区域发展的角度看，东、中、西、东北各区域在碳金融与新能源产业的发展幅度和现有水平上均存在显著差异。在碳金融领域，东部地区凭借其发达的经济、先进的科技和较高

的人才素质等优势，目前发展水平处于全国领先地位，东部地区凭借其丰富的碳金融发展经验，为新能源产业提供了坚实的技术支撑、雄厚的资金保障和强大的人力资源支持，有力推动了新能源产业的迅猛发展。

在新能源产业方面，东部地区因其较为发达的经济条件和拥有比亚迪等大型新能源企业的引领，使得整个地区的新能源产业发展取得了显著成效，遥遥领先于其他地区。与此同时，西部地区则凭借其独特的自然优势，拥有丰富的太阳能、风能和水能资源，为新能源产业的发展提供了得天独厚的条件，其发展势头仅次于东部地区。东北地区虽然相对落后，但也在稳步前进。总体来看，新能源产业的发展呈现出东部领先、中西部紧随其后、东北部稍逊一筹的态势。

5.2 碳金融与新能源产业的耦合协调度分析

利用前文得出的碳金融与新能源产业的综合评价指数以及构建的耦合协调度的相关函数，深入计算并分析复合系统的耦合度及耦合协调度，揭示两者之间的相互作用关系，具体的结果如表 5.4 所示。

表 5.4 碳金融与新能源产业耦合协调度

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	0.353	0.379	0.407	0.426	0.482	0.501	0.495	0.494	0.476	0.520
天津	0.317	0.332	0.342	0.344	0.324	0.323	0.302	0.395	0.332	0.362
河北	0.399	0.441	0.462	0.441	0.416	0.443	0.491	0.481	0.495	0.502
辽宁	0.237	0.260	0.270	0.271	0.256	0.268	0.260	0.287	0.287	0.324
吉林	0.295	0.297	0.314	0.275	0.282	0.282	0.283	0.290	0.270	0.338
黑龙江	0.283	0.315	0.306	0.310	0.277	0.297	0.286	0.302	0.297	0.319
上海	0.438	0.439	0.483	0.499	0.555	0.576	0.558	0.596	0.579	0.613
江苏	0.477	0.510	0.511	0.540	0.563	0.573	0.608	0.603	0.603	0.589
浙江	0.384	0.425	0.444	0.465	0.506	0.513	0.528	0.558	0.594	0.610
安徽	0.434	0.478	0.419	0.409	0.454	0.458	0.468	0.483	0.471	0.488
福建	0.321	0.352	0.373	0.398	0.392	0.402	0.422	0.439	0.433	0.465

续表 5.4 碳金融与新能源产业耦合协调度

省份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
江西	0.287	0.315	0.309	0.335	0.368	0.392	0.43	0.435	0.406	0.424
山东	0.541	0.571	0.604	0.587	0.607	0.618	0.587	0.619	0.600	0.61
河南	0.435	0.483	0.524	0.523	0.596	0.585	0.581	0.611	0.585	0.602
湖北	0.387	0.422	0.435	0.425	0.461	0.459	0.464	0.483	0.454	0.481
湖南	0.396	0.406	0.414	0.423	0.462	0.46	0.439	0.454	0.445	0.466
广东	0.559	0.600	0.622	0.645	0.665	0.699	0.742	0.770	0.749	0.830
海南	0.359	0.424	0.428	0.450	0.469	0.470	0.510	0.529	0.447	0.602
重庆	0.293	0.266	0.323	0.317	0.325	0.308	0.330	0.326	0.324	0.334
四川	0.472	0.492	0.506	0.495	0.521	0.544	0.581	0.596	0.620	0.654
贵州	0.289	0.286	0.256	0.248	0.222	0.226	0.23	0.24	0.238	0.221
陕西	0.258	0.291	0.298	0.310	0.298	0.306	0.321	0.342	0.328	0.331
甘肃	0.274	0.282	0.289	0.275	0.290	0.274	0.313	0.296	0.269	0.270
宁夏	0.324	0.302	0.319	0.316	0.339	0.326	0.318	0.299	0.220	0.301
新疆	0.406	0.479	0.534	0.459	0.448	0.420	0.461	0.466	0.294	0.512
均值	0.369	0.394	0.408	0.407	0.423	0.429	0.440	0.456	0.433	0.471

从各省市的均值来看，在 2012 至 2021 年间，两系统的耦合协调度（D）波动范围在 0.369 至 0.471，主要处于轻度失调和濒临失调两个协调等级，整体变化幅度相对较小。从时间维度观察，这十年间碳金融与新能源产业的全国耦合度均值呈现出上升的趋势，虽然变化幅度较小，但一直稳中有进。2012-2013 年处于轻度失调阶段，2014 年迈入濒临失调时期并持续到 2021 年，增速较为缓慢。碳金融在我国起步较晚，但碳金融要想达到引导资源配置、推动新能源产业的发展并迫使高污企业技术升级和转型的过程却很长，这是导致上述现象出现的原因之一。因此，就 25 个省市的整体情况来看，碳金融与新能源产业子系统想要达到协同发展还需进一步努力

从各省份的具体情况来看，碳金融与新能源产业之间的耦合协调度呈现出显著的差异。一方面，辽宁、天津、江西、黑龙江、贵州、福建、吉林、湖北、甘肃、重庆、安徽、陕西、湖南、宁夏等省市在过去十年间的耦合协调度

始终维持在 0.237 至 0.488 的较低水平，表明这些地区的碳金融与新能源产业之间尚未形成有效的协调机制，处于失调状态，亟待采取有效的措施推动两者之间的协调发展。另一方面，其他省市在碳金融与新能源产业的耦合协调度上表现出了一定程度的发展甚至突破。特别是广东、山东、江苏、四川、上海、河南、海南等省市，已经逐步进入初步协调发展阶段，这显示出这些地区的碳金融与新能源产业在发展水平上实现了较好的同步提升。

此外，就 25 个省市具体分析，各省市的碳金融与新能源产业的耦合协调度均呈现出上升的良好发展态势。2012 年仅有少数省市协调状态，到 2021 年已增加至 11 个，其中实现勉强协调发展有北京、河北、江苏、新疆等地，而上海、山东、河南、海南和四川则迈入了初级协调发展的阶段。值得一提的是，广东在 2021 年表现尤为突出，率先迈入良好协调的阶段，这与深圳和广州优先建立碳金融试点地区，在新能源产业的建设和对能源结构优化方面的重视密不可分。

从各区域视角来看，东部地区凭借一直以来雄厚的经济基础和对碳金融发展趋势的敏锐洞察，实现了较高的耦合协调度。相反，西部地区由于经济进展较慢，对相关政策的执行和金融发展趋势的捕捉具有一定的滞后性，在一定程度上阻碍了二者的发展，导致耦合协调度偏低。综合而言，尽管新能源产业和碳金融系统的耦合协调度正向着初步和谐发展，但各省市之间仍存在较为明显的差异。

5.3 关联度分析

为了进一步探究影响二者耦合协调度的内部影响因素，根据前文计算出耦合协调度，由关联度模型计算出具体结果如下表 5.5 所示。

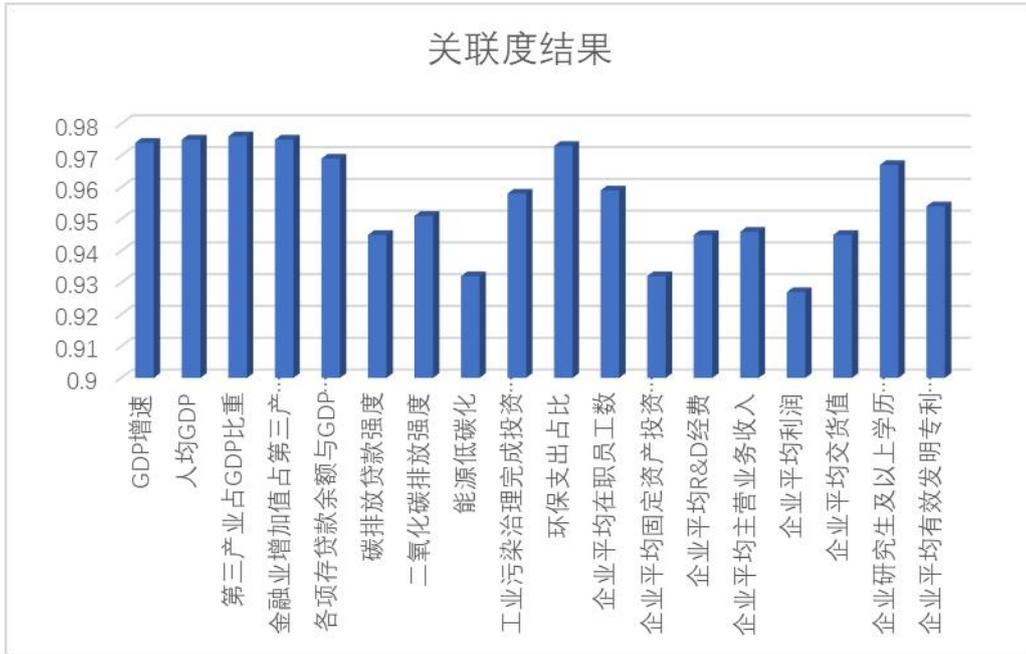


图 5.3 关联度结果

经过对图 5.3 的整理发现，第三产业在 GDP 中的占比对结果的影响最为显著，而金融业增加值在第三产业中的占比则紧随其后，具体见表 5.5 所示。

表 5.5 关联度结果

评价项	关联度	排名
GDP 增速	0.974	4
人均 GDP	0.975	3
第三产业占 GDP 比重	0.976	1
金融业增加值占第三产业的比重	0.975	2
各项存贷款余额与 GDP 比值	0.969	6
碳排放贷款强度	0.945	14
二氧化碳排放强度	0.951	11
能源低碳化	0.932	17
工业污染治理完成投资额	0.958	9
环保支出占比	0.973	5
企业平均在职职工数	0.959	8
企业平均固定资产投资额	0.932	16
企业平均 R&D 经费	0.945	15

续表 5.5 关联度结果

评价项	关联度	排名
企业平均主营业务收入	0.946	12
企业平均利润	0.927	18
企业平均交货值	0.945	13
企业研究生及以上学历员工平均占比	0.967	7
企业平均有效发明专利数	0.954	10

从表 5.5 中可以看出不同的指标对碳金融与新能源产业耦合协调度影响存在一定的差异，对上述结果进行综合分析，可以得到影响二者耦合协调度主要因素包括一下两方面：

第一，经济发展指标对碳金融与新能源产业的耦合协调度具有显著影响，其影响程度最为突出。由关联指标排序可得，第三产业占 GDP 比重与复合系统的耦合协调度关系最密切，这也说明增加第三产业的投入有利于碳金融的发展和新能源产业的进步，并有助于推动整体耦合协调发展。

第二，新能源企业的发展情况和碳环境指标也对二者的耦合影响较大。新能源企业的良好发展可以推动新能源产业的发展和应用，提高产能和技术水平，碳金融的发展通常需要也大量的投资来支持和促进低碳的发展；碳环境指标的状况对新能源产业和碳金融的耦合也起到重要作用。一个好的碳环境可以保障良好生态环境，生态环境不仅为可持续发展提供了坚实的基础，还催生了市场需求，进一步推动新能源产业的蓬勃发展，同时减少碳排放和保护环境也是碳金融的重要目标。所以提高新能源企业投入和社会生态环境的改善对二者的协调发展具有促进作用。

5.4 基尼系数

碳金融与新能源产业耦合协调度的差异程度及贡献率如表 5.6 所示。碳金融与新能源产业耦合协调度总体基尼系数呈现出先小幅度上升的趋势，由 2012 年的 0.131 上升为 2021 年的 0.172，说明中国各省区市碳金融与新能源产业融合发展差异有所增加，2020 年碳金融与新能源耦合协调度总体基尼系数在疫情

爆发的影响下各地区差异最大，达到峰值 0.185。同时组内基尼系数也呈现出先小幅度上升的趋势，表明各省份内部以及省份之间二者融合发展的差距也有小幅度的增加。通过 Dagum 基尼系数不同部分的贡献度对比，可以明显看出，组间贡献率占据主导地位，从 2012 年的 54.81% 到 2021 年占到 64.18%，组间贡献率呈上升趋势，说明导致各地区耦合协调度不平衡且发展差异持续加大的主要原因是各区域间的差异。

表 5.6 Dagum 基尼系数及贡献率

年份	总体	基尼系数			组内贡献率		
		组内基尼系数	组间基尼系数	超变密度基尼系数	组内贡献率	组间贡献率	超变密度贡献率
2012	0.131	0.032	0.072	0.027	24.17%	54.81%	21.02%
2013	0.138	0.032	0.078	0.029	22.81%	56.19%	21.00%
2014	0.143	0.033	0.08	0.03	23.14%	55.71%	21.15%
2015	0.144	0.031	0.094	0.019	21.48%	65.52%	13.00%
2016	0.162	0.034	0.104	0.024	21.18%	64.01%	14.81%
2017	0.166	0.034	0.109	0.022	20.82%	65.94%	13.24%
2018	0.166	0.034	0.108	0.023	20.59%	65.30%	14.11%
2019	0.164	0.033	0.113	0.019	19.82%	68.68%	11.51%
2020	0.185	0.036	0.123	0.025	19.66%	66.58%	13.76%
2021	0.172	0.036	0.11	0.026	20.74%	64.18%	15.09%

进一步地分析 Dagum 组内基尼系数差异分解结果，由表 5.6 的数据可知，东部、中部和东北部地区的组内基尼系数均呈现下降的趋势，意味着区域内各省份二者融合差距有所减小，西部地区组内基尼系数有所增高，表明西部地区二者的融合差距变大，由于西部各地区资源禀赋差异较大，导致西部地区内部耦合发展不平衡程度较高。从 2021 年四大区域组内基尼系数的大小来看，西部基尼系数最高，说明目前西部各省份二者耦合发展差距仍最大，东部、中部、东北部的基尼系数分列第二位、第三位，第四位，东北部各省二者耦合发展差距最小，由上文耦合协调度分析可知，东北部地区整体发展较慢，故而东北三省差异也较小。根据 2021 年四大区域的组间基尼系数数据，东部与东北部的系数达到 0.271，高于其他组间系数，表明这两大区域在耦合发展上的差距最为显著。紧随其后的是东部与西部，系数为 0.244。相比之下，东北部与西部以及东部与中部之间的差异则相对较小。

由组内基尼系数差异分解结果可知，各地区发展差异主要来源于东部地区与东北部之间的发展差异所致。

表 5.7 Dagum 组内基尼系数差异分解

分类	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
组内 基尼 系数	东部	0.111	0.104	0.104	0.1	0.112	0.115	0.113	0.102	0.116	0.106
	中部	0.071	0.078	0.086	0.074	0.079	0.066	0.056	0.062	0.065	0.061
	西部	0.116	0.13	0.146	0.132	0.147	0.15	0.152	0.162	0.179	0.198
	东北部	0.047	0.042	0.033	0.03	0.021	0.023	0.021	0.011	0.021	0.013
组间 基尼 系数	东北部&东部	0.209	0.212	0.224	0.254	0.294	0.289	0.31	0.304	0.302	0.271
	东北部&中部	0.178	0.183	0.173	0.194	0.266	0.25	0.266	0.255	0.248	0.202
	东北部&西部	0.114	0.114	0.125	0.118	0.147	0.128	0.159	0.136	0.13	0.146
	东部&中部	0.103	0.1	0.107	0.104	0.107	0.106	0.107	0.098	0.11	0.112
	东部&西部	0.153	0.176	0.178	0.186	0.202	0.221	0.213	0.223	0.271	0.244
	中部&西部	0.128	0.151	0.152	0.148	0.175	0.187	0.172	0.185	0.234	0.201

东部与东北部的碳金融和新能源产业耦合发展差距大的原因有多个方面。首先，从经济发展水平来看，东部地区由于经济发展较为迅速，对于低碳项目、节能减排项目的重视程度较高，围绕这些项目的碳投融资开展迅速，投资规模位于全国平均规模之上。相比之下，东北部地区的经济发展水平可能稍逊一筹，这可能限制了其在碳金融和新能源产业方面的投资规模和发展速度。其次，从产业结构和资源禀赋来看，东部地区可能拥有更为丰富的科技资源和创新能力，这使得其在新能源产业的技术研发、产业升级等方面具有更大的优势。而东北部地区可能在某些传统能源领域具有资源优势，但在新能源产业的技术创新和产业升级方面可能面临更多的挑战。此外，政策环境、市场机制、人才储备等因素也可能对东部与东北部碳金融和新能源产业耦合发展产生重要影响。东部地区拥有更为完善的政策体系和市场机制，能够更好地推动碳金融和新能源产业的发展。而东北部地区在这些方面可能还需要进一步完善和提升。

5.5 莫兰指数

本文利用 Stata 软件检验 2012-2021 年系统耦合协调度是否受到空间相互作用的影响，矩阵选取根据地理是否相邻制作成省级空间 01 矩阵，得到的全局 Moran 指数结果见表 5.8 所示。

表 5.8 全局 Moran 指数结果

年份	Moran 指数 I	期望 E(I)	标准差 sd(I)	z 值	p 值
2012	0.144	-0.042	0.159	1.207	0.114
2013	0.208	-0.042	0.178	1.622	0.052
2014	0.123	-0.042	0.154	1.074	0.141
2015	0.271	-0.042	0.137	2.032	0.021
2016	0.295	-0.042	0.162	2.192	0.014
2017	0.3	-0.042	0.139	2.224	0.013
2018	0.302	-0.042	0.156	2.234	0.013
2019	0.347	-0.042	0.162	2.528	0.006
2020	0.335	-0.042	0.145	2.449	0.007
2021	0.266	-0.042	0.151	2.004	0.023

首先针对全局 Moran 指数 p 值进行分析，如果该值小于 0.05，则说明具有空间相关关系，反之如果该项 p 值 >0.05 ，则说明该项不具有空间相关关系；由表 5.8 可知，2012-2014 年间 Moran 指数 p 值 >0.05 ，说明在此时间段内协调发展不具有空间相关关系。2015-2021 年间 Moran 指数 p 值均小于 0.05，碳金融和新能源产业的协调发展具有明显的空间聚集效应。其次 Moran 指数 I 值也均介于 0-1 之间，说明各区域之间呈现正空间效应。

由全局 Moran 指数，已经得知具有一定的空间正向聚集关系，但全局 Moran 指数只能反映出整体相关情况，并未考虑局部自相关性，为了得到各省市之间的空间关系，继续分析局部 Moran 指数，绘制具有空间效应的 2015 和 2020 年各省市之间的局部 Moran 指数散点图。

Moran 散点图将研究对象划分为四个象限，第 1 和第 3 象限为正向空间相关，第 2 和第 4 象限为负向空间相关；第 1 象限时为“高观测值”和“高滞后

值”，实际意义为该类地区与其周边地区都是高水平地区；第 2 象限时为“低观测值”和“高滞后值”，实际意义为该类地区水平低，但其周边地区为高水平；第 3 象限时为“低观测值”和“低滞后值”，实际意义为该类地区与其周边地区都是低水平；第 4 象限时为“高观测值”和“低滞后值”，实际意义为该类地区为水平高，但其周边为高水平。具体数据见表 5.9。

表 5.9 各城市象限分布

位置	2015 年	2020 年
第一象限	河北 上海 江苏 浙江 安徽 山东 河南 海南	河北 上海 江苏 浙江 安徽 福建 山东 河南 湖南 广东 海南
第二象限	天津 福建 江西 贵州	天津 江西 贵州
第三象限	辽宁 吉林 黑龙江 重庆 陕西 甘 肃 宁夏	辽宁 吉林 黑龙江 重庆 陕西 甘肃 宁 夏 新疆
第四象限	北京 湖北 四川 新疆 湖南 广东	北京 湖北 四川

根据表格 5.9 的数据，从 2015 年至 2020 年，位于第一象限的省市数量从 8 个增加到了 11 个，这些地区展现出空间正相关关系，表明它们与邻近省市之间具有正向协调关系。这意味着这些省市的良好发展势头可能会带动周边省份的共同发展。其中，河北、上海、江苏、浙江、安徽、山东、河南、海南等省市依旧保持在第一象限，而福建、湖南、广东则新加入这一行列。相比之下，2020 年辽宁、吉林、黑龙江、重庆、陕西、甘肃、宁夏和新疆等省市聚集在第三象限，尽管它们之间也存在空间正相关关系，但表现为低水平与低水平的聚集。至于位于第二和第四象限的省市，则显示出它们与周边省市在碳金融与新能源产业的耦合发展水平上存在着较大的差距。

X 轴(离差 z 值)表示数据值与其均值之间的距离, X 值越大意味该地区“水平越高”; Y 轴为空间滞后值, Y 值越大代表其周边地区“水平越高”; 由图 5.5 和 5.6 可知, 第一象限的城市有所增加, 即各省市空间上也呈现向好的趋势, 积极向第一象限靠拢, 但部分地区发展的速度较慢。由图 5.5 和 5.6 中也可以看出东部地区大多位于第一象限, 呈现高水平聚集且东部各地区能产生相互带动的空间效应, 而西部地区则是低水平聚集, 并未很好产生互相带动的良性发展, 仍需进一步努力。四川等表现为高低聚集区, 说明四川省在推动与周边地区的协同发展方面仍有待加强, 特别是要提升对周边地区的溢出效应。

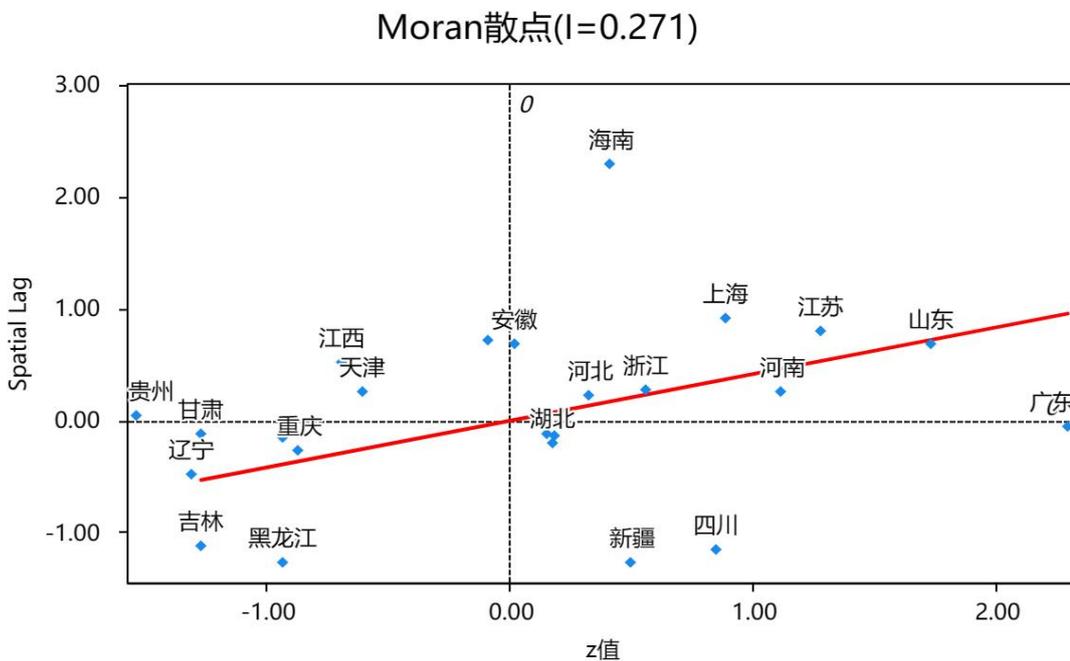


图 5.5 2015 年 Moran 局部散点图

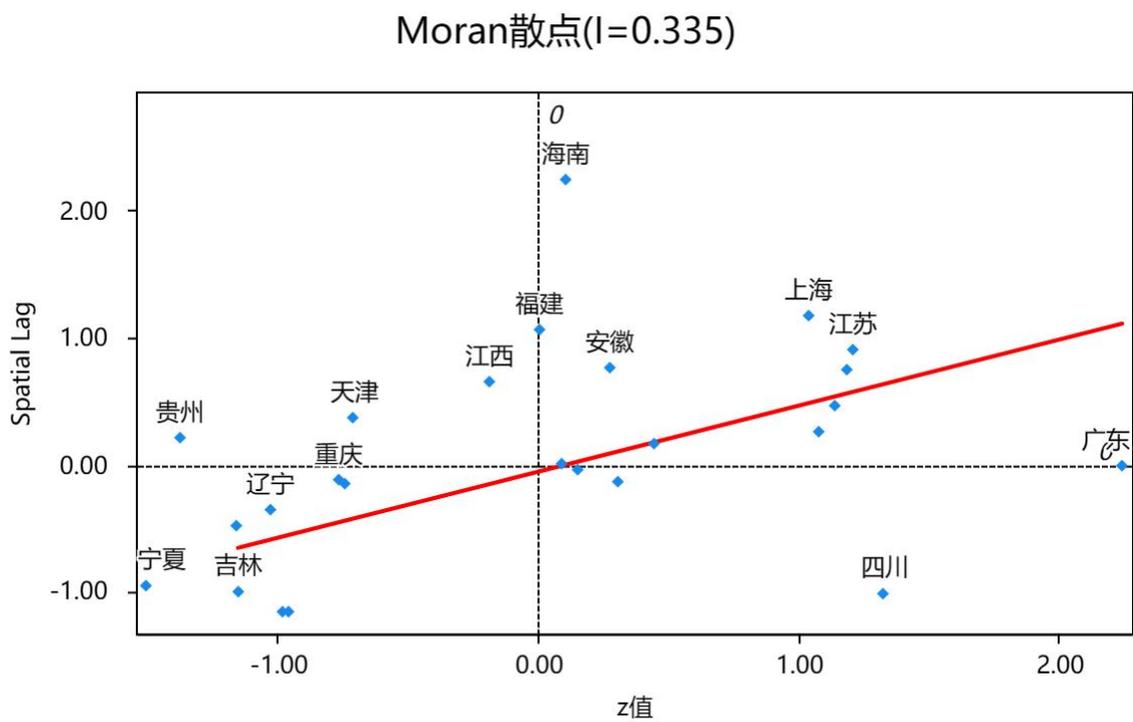


图 5.6 2021 年 Moran 局部散点图

6 结论和建议

6.1 结论

本文分析了碳金融与新能源发展系统耦合机制，利用 2012-2021 年我国 25 个省市的数据测算碳金融和新能源产业水平，运用耦合协调度模型、关联度模型、Dagum 基尼系数模型和莫兰指数，对碳金融与新能源产业发展之间的耦合情况进行实证探究。主要结论如下：

(1) 在 2012-2021 年，各区域碳金融水平和新能源产业综合水平均呈稳步上升趋势，发展的差异性有待进一步完善。

(2) 在 2012 至 2021 年间，各区域和省市的耦合协调度呈现出显著的分布差异。尽管整体上耦合协调度呈现上升趋势，但各省份之间在碳金融与新能源产业的协调发展上仍存在较大差距，东部地区表现较为突出，而东北部地区则相对较低，这种分布状态与各区域的资源禀赋和科技水平等因素密切相关。

(3) 深入分析影响因素，发现人均 GDP、第三产业在 GDP 中的占比以及金融业增加值在第三产业中的比重与碳金融与新能源产业的耦合协调度具有最为紧密的联系。从总体基尼系数上看，碳金融与新能源产业在协同发展上呈现出一定的差异增长趋势，这种耦合协调度的差异主要源于不同区域间的发展差距，其中东部与东北部之间的差异最为显著，而东部与中部之间的差距则相对较小。从莫兰指数来说，2015-2021 年整体存在区域性空间相关关系，东部各地区之间存在一定的相互促进的作用。

总体来说，碳金融与新能源产业想达到协同促进的效果仍需要进一步的努力。

6.2 促进碳金融与新能源产业协同发展的对策与建议

6.2.1 加强二者的监管与合规要求

考虑到碳金融和新能源产业在中国处于起步阶段，单纯依赖市场机制难以确保碳金融与新能源产业能够高效、迅速发展。因此，政府的政策引导和支持

显得至关重要。政府可结合实际情况，因地制宜的颁布资源节约、循环发展、绿色经济等相关政策，限制环境污染严重、温室气体排放高的企业和项目，形成打击一个、示范一片、规范一类的效果，并为积极践行可持续发展和绿色发展的企业和项目提供政策支持和适当奖励，比如针对各企业的碳排放量，划分标准制定相应的税收优惠政策。

为确保政策的长期有效性，维持其连续性和稳定性至关重要。对某一方面持续的政策发力不仅能够传达政府意图，形成稳定的市场预期，还能吸引并引导投资者，更好的促进碳金融和新能源产业互动。因此，首先政府需要加强顶层设计，制定发展规划，给市场以明确的信号；同时，也要设置一定的绩效评估机制，能够及时检测碳金融与新能源产业的发展情况，提升消费者以及企业绿色投资的可预测性和积极性；此外，也要加强与国际平台的沟通与交流，从国外引进先进技术和资金支持，共同推动碳金融和新能源产业的健康发展。

6.2.2 政策的协调配合强化示范作用效果

除了颁布相关的政策，更重要的是要保证碳金融与新能源产业在相关政策的制定上保持一定的协调性，二者能够相互补充、相互促进，而不是产生不一致或者存在矛盾，所以，政府各部门在制定相关政策时要加大部门之间的沟通与交流，及时交换信息，打通信息壁垒、消除数据孤岛，并能够充分深入的调研市场，充分发挥自身的优势，扬长避短，实现不仅能够发展自己，也能带动对方的良好效果，达到碳金融与新能源产业的协同发展。比如，可以精准实施新型货币政策工具，支持有潜力的新能源产业发展。

此外，政策制定应同时鼓励供给和刺激消费；既要推动技术引进，又要加大自主创新力度，实现发展的均衡。鉴于当前碳金融体系尚未健全，市场主体在投资信息上始终存在信息不对称的问题，对于许多投资信息以及相关消息的把握不够敏感和准确，政府应当发挥引领作用，运用有形的手对此现象进行纠正和减缓，设立政府机构以及相关的官方平台及时发布最新的消息，及时恢复中国清洁发展机制网和中国自愿减排交易信息平台的使用，同时鼓励银行多开发针对碳金融和新能源产业的理财产品，制定明确的投资指导方向，充分发挥银行的平台作用，引导各类资金和个人资本流向新能源和碳金融领域。

6.2.3 以市场机制引导二者协同发展

合理运用市场化的方式，利用碳金融构建针对新能源产业的补贴。初始阶段按，可以建立平台鼓励企业自由免费的分配碳排放量，企业再根据自身碳排放的情况对剩余的进行买卖，新能源产业的生产消费活动能进一步的促进节能减排，碳金融充分利用自身资源配置功能，不仅可以更好的实现对新能源产业的支持，解决好新能源产业的外部性问题，也能进一步实现低碳环保的社会。然而，由于我国目前碳金融市场发育仍不够健全，碳交易产品仍旧单一，碳市场的交易机制和服务体系也不够完善，碳金融很难在市场机制下达到既定的效果，所以需要我们借鉴国外成熟的经验，并总结国内试点城市的成功因素，因地制宜的推进各地区碳交易市场的深化改革和创新探索。

具体来说，可以从以下方面着手。首先深入调研，研究出初始分配方案，并确保方案的合理与科学性，确保最终的碳排放权交易能落实于市场和企业中；其次，设置合适的配额总量至关重要，在相对较紧的原则之下，对新能源产业进行一定的倾斜；第三，让更多的企业参与碳排放权的交易中，这样才能更好的运用市场无形的手去推动企业发展，而我国目前只有火电等大型国企参与交易，在我国电力行业属于垄断行业，导致碳金融推动的碳减排因其垄断而无法更好的传导至更多消费端，节能减排的效果受限。努力扩大参与主体的范围，才能更好的提高交易效率。

6.2.4 推动碳金融和新能源产业资源和资本的流动

为了解决新能源企业在资源和资本配置方面存在的区域不合理问题，优化其流动渠道以实现最佳资本和资源匹配至关重要。首先，必须打破地域限制，消除资源和资本交易的局限性，当前碳排放交易所的局限性导致其市场相对孤立，因此整合资源、构建全国统一交易市场势在必行，除了继续推进全国碳排放权交易市场此类线上交易平台的建设，也要加大线下交易平台的构建。其次，积极鼓励金融机构扩大投资区域，充分挖掘并利用西部地区的自然资源禀赋，给有潜力的新能源企业以支持。同时，将碳金融融入与新能源企业战略相符的合作项目中，利用相关金融产品吸引社会资金。此外，还可借助欧洲债券

市场等平台，促进资源和资本在国际市场的自由流动，实现更广泛的资源配置，从而进一步优化新能源企业的资本和资源配置。

参考文献

- [1] Meijer S, Damania R. 2006. Carbon Finance and the Forest Sector in Northeast India[R]. Background Paper No.11, World Bank, Washington D.C
- [2] Labatt S, White R R. Carbon Finance: The Financial Implications of Climate Change[M]. 2007.
- [3] Garcia B, Roberts E. Carbon finance environmental market solutions to climate change[R]. Working Papers, Yale School of Forestry and Environmental Studies, 2008.
- [4] Wu L, Kaneko S, Matsuoka S. Dynamics of energy-related CO emissions in China during 1980 to 2002: The relative importance of energy supply-side and demand-side effects[J]. Energy Policy, 2006, 34(18):3549-3572.
- [5] Ang J B. CO2 emissions, research and technology transfer in China[J]. Ecological Economics, 2009, 68(10):2658-2665.
- [6] Q. Zhu, X.Z. Peng, Z.M. Lu. Factors decomposition and empirical analysis of variations in energy carbon emission in China[J]. Resources Science, 2009, 31(12): 2072-2079.
- [7] Urbanski, Shawn. Wildland fire emissions, carbon, and climate: Emission factors [J]. Forest Ecology and Management, 2014, 317:51-60.
- [8] Nie, Hongguang, Kemp, René, Vivanco, David Font, 等. Structural decomposition analysis of energy-related CO2 emissions in China from 1997 to 2010[J]. Energy efficiency, 2016, 9(6):1351-1367.
- [9] Bradford. The Economic Transformation of the Solar Industry [J]. Solar Revolution, 2006, 32(9):1789-1798.
- [10] Marcus Vinicius Alves Finco. Bioenergy and Sustainable Development: The Dilemma of Food Security and Climate Change in the Brazilian Savannah[J]. Energy for Sustainable Development, 2010, 14(3):194-199.
- [11] Jings, Chien-Feic, Jinhua c, et al. Are China's solar products competitive in the c

- ontext of the Belt and Road Initiative JI. Energy Policy,2018, 120:559-568.
- [12]Graham A Davis, Brandon Owens. Optimizing the Level of Renewable Electric a
nd Expenditures:Using Real Options Analysis [J].EnergyPolicy2003(15):1589-16
08
- [13]Mischa Bechberger. Good Environmental Governance for Renewable Energies th
eExample of Germany: Lessons for China[J]. working paper, 2006:1-31.
- [14]Jenner S, Groba F,Indvik J. Assessing the strength and effectiveness of renewable
electricity feed in tariffs in European Union countries[J]. Energy Policy2011,52:3
85-401.
- [15]Tracey D,Marc O,TimN.What stalls a renewable energy industry? Industry outloo
k of the aviation biofuels industry in Australia, Germany, and the USA[J].Energy
Policy, 2018, 123:92-103.
- [16]吴玉宇. 我国碳金融发展及碳金融机制创新策略[J].上海金融,2009(10):26-29.
- [17]曾刚,全先银,程炼. 碳金融交易面临新发展机遇[J].金融博览,2009(10):32-33.
- [18]谢怀筑,于李娜. 碳金融:应对气候变化的金融创新[J].中国社会科学院研究生
院学报,2010(01):29-40.
- [19]张明坤. 对我国碳金融发展的思考[J]. 浙江金融, 2010(4):8-9.
- [20]郑扬扬. 我国发展碳金融的路径选择[J]. 金融理论与实践, 2012(6):70-75.
- [21]雷鹏飞,孟科学.碳金融市场发展的概念界定与影响因素研究[J].江西社会科学,
2019,39(11):37-44+254.
- [22]漆雁斌,陈卫洪. 低碳农业发展影响因素的回归分析[J].农村经济,2010,000(00
2):19-23.
- [23]叶耀明,张锡锋. 我国碳金融交易发展的影响因素分析[J].上海金融,2010(07):
33-37.
- [24]杨小红.我国商业银行发展碳金融业务的影响因素及对策[J].福建论坛(人文
社会科学版),2013(03):64-67.
- [25]李丽,董必俊.区域碳金融发展水平与影响因素研究[J].经济与管理,2018,v32;N
o.260(01):66-71.
- [26]翁清云,刘丽巍.我国商业银行碳金融实践的现状评价与发展对策[J].金融论坛,
2010(S1):4-11.

- [27]李怡芳,乔海曙.我国碳金融发展现状的评价研究[J].海南金融,2011(7):8-12.
- [28]刘蕴喆.中国省域碳金融发展水平及影响因素的分析与路径[J].经济问题探索,2014(7):118-123.
- [29]韩国文,陆菊春.碳金融研究及其评价[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2014,67
- [30]许箫迪,张志雯,余梦荻等.新能源产业演化模型及数值模拟分析[J].统计与决策,2018,34(22):45-50.
- [31]曹小林.新能源产业项目融资风险控制研究[J].产业与科技论坛,2018,17(20):196-198.
- [32]刘德伟.基于企业视角的新能源产业影响因素实证研究[J].中国市场,2016(16):59-60.
- [33]陈翔宇.内蒙古新能源产业发展分析及对策[J].内蒙古科技与经济,2016(07):15-16.
- [34]闫晶,韩洁平,陈军明.协同动力视角下新能源产业成长机制研究[J].科技管理研究,2015,35(01):117-121.
- [35]董军,冯天天.内蒙古新能源发展现状与战略研究[J].电子世界,2014(09):191+193.
- [36]李萌,邓曦东.中国新能源产业化发展的影响因素分析[J].创新,2014,8(02):17-20+126.
- [37]武文静.基于层次分析法的新能源产业发展能力研究——以陕西省光伏产业为例[J].法制与社会,2013(36):192-193.
- [38]方促进.江西新能源产业发展现状、问题及对策[J].企业经济,2013(12):19-22.
- [39]薛楠,刘舜.新能源战略性新兴产业投融资问题探讨[J].中国流通经济,2013,27(06):116-120.
- [40]史丹,夏晓华.新能源产业融资问题研究[J].经济研究参考,2013(07):23-43.
- [41]尹润锋.我国新能源产业影响因素实证研究[J].科技进步与对策,2012,29(20):72-75.
- [42]张亮.我国节能与新能源行业的融资模式[J].发展研究,2009(07):38-41.
- [43]方成岩.基于新能源汽车消费的碳金融服务创新研究[J].经济研究导刊,2011(34):187-188.

- [44]魏昊.我国发电企业碳金融策略研究[D].北京化工大学,2013.
- [45]杜莉,孙兆东.碳金融与新能源产业发展[J].中国金融,2014(16):73-74.
- [46]寇兆慧.我国可再生能源发展的碳金融支持研究[D].青岛大学,2014.
- [47]马晓飞.北京市清洁能源项目发展机制与碳金融研究[D].首都经济贸易大学,2015.
- [48]周君.碳交易市场对中国新能源产业的影响研究[D].山西财经大学,2018.
- [49]张艺菡.基于碳交易的可再生能源项目融资产品设计与定价研究[D].大连理工大学,2021.
- [50]王康.环境规制、碳金融与资源型企业低碳发展[J/OL].企业经济,2023(06):133-142.
- [51]屈迎新.绿色金融政策对新能源企业技术创新的影响探析[J].国际商务财会,2023,(22):40-43+49.
- [52]万点滴.低碳金融促进可再生能源可持续发展的机制研究——评《低碳金融:可再生能源产业融资机制与创新研究》[J].国际贸易,2023,(11):99.
- [53]赵婷婷,许梦博,秦琳贵.绿色金融对能源消费结构的影响研究[J].技术经济与管理研究,2023,(11):55-59.
- [54]于晓晖.中国碳金融市场有效性实证研究[J].黔南民族师范学院学报,2023,43(03):113-120.
- [55]王迎晖.发展绿色金融对新能源企业融资约束的影响分析[J].商展经济,2023,(23):101-104.
- [56]党亚峥,王琴.碳金融对能源消费结构影响的实证研究[J].中国物价,2023,(12):31-34.
- [57]吴书新,李薇.碳金融对流通业绿色全要素生产率的影响[J].商业经济研究,2023,(19):13-16.
- [58]杨钦清.碳金融与经济高质量发展耦合协调度分析[J].现代工业经济和信息化,2024,14(01):18-22.

后 记

岁月如歌，时光荏苒，三年的研究生学习生涯即将结束。回首求学三年，很多人在这里留下了印记，诲人不倦的老师，真诚相待的小伙伴，他们的鼓励和帮助，让我内心充满了感激。

首先要感谢我的导师史亚荣老师，老师对于我们的成长，倾注了大量心血。在生活上，对我们关怀备至，让离家的学子感受到亲人的温暖；在学习上，严厉有加，引导我们制定合理的学习和科研计划。尤其是在毕业论文的写作中，从题目选取，框架设计，资料搜集，指标和模型构建，建议提出，到最终的成稿，得到了老师的悉心指导。史老师亦师亦友，老师的敦敦教诲我将永远铭记于心，在此向史老师表达我最诚挚的敬意和感谢！

感谢我的小伙伴们，在我需要的时候，总有你们伸出双手。感谢我的好室友，我们共同度过了三年的美好时光。感谢我的同门，我们有很深的同门情谊。还要感谢 2021 级全体研究生同学，同窗之谊，终生难忘。

感谢我的母校——兰州财经大学，母校给了我一个宽阔的学习平台，让我不断吸取新知，充实自己。也要感谢金融学院的辅导，感谢金融学院所有关心过、教导过我的教师。

需要特别感谢的是我的父亲丁波先生和我的母亲付俊女士。父母的养育之恩无以为报，他们是我十多年求学路上的精神支柱和坚强后盾，在我面临人生选择的迷茫之际，为我排忧解难，他们对我无私的爱与照顾是我不断前进的动力。除此之外也要感谢我的男朋友胡文韬先生，感谢他的等待和包容。

愿来日之路光明灿烂！