

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 数字金融赋能我国能源安全的机理分析与实证检验

研究生姓名: 邓玉晴

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3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： 邓玉晴 签字日期： 2024年6月3日

导师签名： 邓玉晴 签字日期： 2024年6月3日

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： 邓玉晴 签字日期： 2024年6月3日

导师签名： 邓玉晴 签字日期： 2024年6月3日

导师(校外)签名： \_\_\_\_\_ 签字日期： \_\_\_\_\_

# **The Mechanism Analysis and Empirical Test of Digital Finance Empowering China 's Energy Security**

**Candidate : Deng Yuqing**

**Supervisor: Shi Yarong**

## 摘 要

在全面审视中国新型能源体系的构建基础上和在“四个革命、一个合作”的能源安全新战略指导下，我国正在不懈地致力于推进能源领域的深层次转型，开始实施全方位的能源消费模式改革，并着力于构建一个多元且清洁的能源供应结构，以此确保我国的能源安全。确保能源安全离不开金融的助力，传统金融在支持新型能源体系建设并确保中国的能源安全中已呈现动力不足的迹象，将数字技术内嵌于金融服务的数字金融，有望在支持传统能源转型升级与新型能源建设中焕发蓬勃生机，成为确保我国能源安全的新型动力。

本文在整理数字金融和能源安全的相关文献及概念的基础上，综合分析了国内数字金融与能源安全的现状。基于新时期能源安全观设计出能源安全评价模型，为科学且准确地反映能源安全的水平，采用熵值法对我国各省的能源安全水平进行测度。测度结果显示，2011-2021年能源安全综合指数平均数处于增长趋势，西部最高，东部次之，中部能源安全指数最小。然后构建时间个体双固定效用模型检验数字金融对我国能源安全的影响，通过实证分析得出数字金融对能源安全具有显著的正向促进作用。异质性检验结果显示数字金融各维度均促进了能源安全，数字金融对能源安全的影响具有滞后性，2016-2021年数字金融对能源安全的影响要显著大于2011-2015年数字金融对能源安全的影响，并且数字金融对能源安全的作用效果会因地理区位条件存在明显的差异，对东部地区的促进作用更大，对西部地区促进作用最小。在上述研究结论的基础上提出加快能源产业数字化转型步伐、丰富数字金融在能源产业的应用场景、完善能源产业数字金融服务生态等相应的对策建议。

**关键词：**数字金融 能源安全 能源枯竭理论 面板分位数回归

## Abstract

On the basis of a comprehensive review of the construction of China's new energy system and under the guidance of the new energy security strategy of "four revolutions and one cooperation," China is unremittingly committed to promoting the deep transformation of the energy field, starting to implement a comprehensive reform of energy consumption patterns, and focusing on building a diversified and clean energy supply structure to ensure China's energy security. Ensuring energy security is inseparable from the help of finance. Traditional finance has shown signs of insufficient motivation in supporting the construction of a new energy system and ensuring China's energy security. Digital finance, which embeds digital technology in financial services, is expected to be revitalized in supporting the transformation and upgrading of traditional energy and the construction of new energy, and become a new driving force to ensure China's energy security.

On the basis of sorting out the relevant literature and concepts of digital finance and energy security, this paper comprehensively analyzes the current situation of domestic digital finance and energy security. Based on the concept of energy security in the new era, an energy security evaluation model is designed. In order to scientifically and accurately reflect the level of energy security, the entropy method is used to measure

the energy security level of each province in China. The measurement results show that the average comprehensive index of energy security is on the rise from 2011 to 2021, with the highest in the west, followed by the east, and the lowest in the central region. Then, the time individual double fixed utility model is constructed to test the impact of digital finance on China's energy security. Through empirical analysis, it is concluded that digital finance has a significant positive effect on energy security. The results of the heterogeneity test show that all dimensions of digital finance promote energy security, and the impact of digital finance on energy security is lagging behind. The impact of digital finance on energy security in 2016-2021 is significantly greater than that in 2011-2015. The impact of digital finance on energy security, and the effect of digital finance on energy security will be significantly different due to geographical location conditions, the promotion of the eastern region is greater, and the promotion of the western region is the smallest. On the basis of the above research conclusions, it is proposed to speed up the pace of digital transformation of the energy industry, enrich the application scenarios of digital finance in the energy industry, and improve the ecology of digital financial services in the energy industry.

**Keywords:** Digital finance; Energy security; Energy depletion theory; Panel quantile regression

# 目 录

<b>1 绪 论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究目的和意义.....	2
1.2.1 研究目的.....	2
1.2.2 研究意义.....	2
1.3 国内外文献综述.....	3
1.3.1 数字金融的相关研究.....	3
1.3.2 能源安全的相关研究.....	5
1.3.3 关于金融对能源安全的影响研究.....	7
1.3.4 文献述评.....	8
1.4 主要研究内容及方法.....	9
1.4.1 研究内容.....	9
1.4.2 研究方法.....	10
1.5 文章框架.....	10
1.6 创新点和不足.....	12
1.6.1 创新点.....	12
1.6.2 研究不足.....	12
<b>2 数字金融与能源安全理论基础</b> .....	<b>13</b>
2.1 相关概念辨析.....	13
2.1.1 数字金融的概念.....	13
2.1.2 数字金融指数.....	13
2.1.3 能源安全的概念.....	14
2.1.4 能源安全测度指数.....	14
2.2 理论基础.....	15
2.2.1 金融排斥理论.....	15
2.2.2 金融发展理论.....	15

2.2.3 帕累托法则与长尾理论.....	16
2.2.4 马尔萨斯的“资源枯竭”理论.....	17
<b>3 我国数字金融和能源安全现状 .....</b>	<b>18</b>
3.1 我国数字金融的发展状况.....	18
3.1.1 我国数字金融的发展历程.....	18
3.1.2 我国数字金融的发展趋势.....	18
3.1.3 我国数字金融发展的地域特征.....	21
3.2 我国能源安全的现状.....	23
3.2.1 我国能源供应现状.....	23
3.2.2 我国能源消费现状.....	25
3.2.3 我国能源生态环境现状.....	26
3.2.4 我国能源产业的外部经济环境.....	27
<b>4 数字金融赋能能源安全的机理分析 .....</b>	<b>28</b>
4.1 数字金融赋能能源供应稳定.....	28
4.2 数字金融赋能能源绿色消费.....	28
4.3 数字金融赋能能源生态环境优化.....	29
4.4 数字金融赋能绿色经济发展.....	30
4.5 数字金融对能源安全影响的地域差异.....	30
<b>5 实证分析.....</b>	<b>32</b>
5.1 构建评价指标体系.....	32
5.1.1 数字金融评价指标.....	32
5.1.2 能源安全评价指标.....	32
5.1.3 综合评价指标.....	34
5.2 变量选取与数据预处理.....	39
5.2.1 数据来源.....	39
5.2.2 变量选取.....	39
5.3 模型设定与回归分析.....	41
5.3.1 研究方法模型构建.....	41

5.3.2 描述性统计与多重共线性分析.....	41
5.3.3 基准回归分析.....	43
5.3.4 面板分位数回归结果分析.....	44
5.4 内生性与稳健性检验.....	46
5.4.1 内生性处理.....	46
5.4.2 稳健性检验.....	46
5.5 数字金融异质性分析.....	47
5.5.1 数字金融发展阶段异质性.....	47
5.5.2 数字金融分维度异质性分析.....	48
5.6 区域异质性分析.....	49
<b>6 研究结论和对策建议.....</b>	<b>51</b>
6.1 研究结论.....	51
6.2 对策建议.....	52
6.2.1 加快能源产业数字化转型步伐.....	52
6.2.2 丰富数字金融在能源产业的应用场景.....	53
6.2.3 完善能源产业数字金融服务生态.....	54
<b>参考文献.....</b>	<b>55</b>
<b>后 记.....</b>	<b>60</b>

# 1 绪论

## 1.1 研究背景

世界正在经历一场以可再生能源为中心的新能源变革，目前正值工业化和产业结构调整的关键期，这场变革与技术及工业的发展紧密相连。相较于全球的能源消费模式，我国过于依赖使用高污染能源，特别是对煤炭资源的过度利用，给环境带来了严重损害。这不仅加剧了经济发展与能源安全保护之间的冲突，而且突显了这种状况迫切需要转变的必要性。我国对能源需求持续不断上升，并且处于能源消费需求快速增长的背景下，中国面临能源产业发展效率低和资源枯竭风险的双重挑战。十九大以来，一系列的政策文件强调我国需坚决贯彻新发展理念，全面推进绿色发展策略，确保中国经济的增长基于资源的高效使用、严格的生态环境保护和温室气体排放的有效控制之上。二十大报告明确提出了积极而谨慎地推动实现碳达峰和碳中和的目标，依托国内丰富的能源资源，我国坚持先试先行、稳步前进的策略，有序开展碳达峰行动来深化能源革命。同时，政府将逐步推动替代新能源产业的发展，并增加天然气与其他清洁能源的使用，这些措施保证了中国经济的健康快速发展，并通过循环经济政策，逐步建立一个绿色、低碳、环保的经济系统。我国人口众多但相对能源资源却有限，为实现节能减排目标，必须走能源资源的可持续利用和经济社会的可持续发展之路。为了响应这一挑战，构建能源安全体系并推进能源向绿色低碳方向转型变得尤为关键。

传统金融体系在发展过程中受到信息不对称等因素制约，尤其在能源行业方面，传统金融缺乏前瞻性和专业性。数字金融是在智能化时代下对金融的持续创新发展并和数字技术完美的结合在一起，克服了传统金融在地理位置上和时间上的局限。此外，数字金融在一定程度上减轻了金融排斥现象，降低了金融服务的成本。因此，数字金融填补了传统金融助力能源安全的一些不足之处。

数字金融可以通过作用于各个能源投资厂商降低融资成本，通过助力绿色消费，加强清洁低碳高效能源的使用，缓解能源安全的环境压力来赋能于能源安全。数字金融作为提高能源安全普及率和获得低碳清洁能源的新途径，是实

现向能源安全转型的关键因素。因此，在我国构建新型能源体系的背景下，通过构建能源安全评价指标，分析数字金融对我国能源安全的影响机理，有助于准确把握能源安全形势，了解能源安全状况，具有实际意义和理论价值。

## 1.2 研究目的和意义

### 1.2.1 研究目的

随着经济社会的发展，国家对能源提出越来越高的需求，能源安全不断受到重视，保证能源安全进而保障低碳循环经济发展能力是“十四五”时期统筹发展的应有之义，将新型能源体系构建视为经济高质量发展的底座与基石，通过数字金融赋能改善能源产业生态，为能源领域引进数字化金融活水，有效提升能源清洁、低碳、高效利用，才能确保我国经济高质量发展。本文的研究目的是基于数字金融的相关理论、能源安全的相关理论，立足于能源安全现状视角，分析数字金融赋能能源安全的影响机理以及构建模型分析数字金融对能源安全的影响，然后进一步提出相应的对策建议。

### 1.2.2 研究意义

**理论意义：**研究数字金融作为金融领域新兴业态对我国能源安全的影响，有助于梳理它们之间的逻辑关系。这为企业提供了从数字金融角度解决能源安全挑战的理论依据，进而拓展了当前能源安全研究的视野。这项工作对于相关学术领域的研究，是一次有意义的补充和深化。

**现实意义：**本文的研究成果为政策制定部门提供了有价值的参考和启示，尽管我国的数字金融发展时间不长，但它已经成为推进我国金融高质量发展的关键力量。通过探索数字金融赋能能源安全的影响机理，可以更精准地解决能源安全面临的挑战，优化数字金融在促进能源安全方面的作用，从而促进能源的清洁、低碳转型，实现高效和可持续发展。

## 1.3 国内外文献综述

### 1.3.1 数字金融的相关研究

#### (1) 数字金融的内涵

科技的快速发展促使数字技术在金融领域得到广泛应用，从而催生了数字金融、互联网金融以及金融科技等新概念。根据黄益平和黄卓（2018）的观点，数字金融是指利用大数据、云计算、人工智能以及区块链等先进的数字技术来创新金融服务和产品，用以改造传统金融模式的新型金融形态，通过这些技术的应用，数字金融旨在提高金融服务的可达性、高效率和安全性，同时为个人和企业提供更加个性化、便捷的金融体验，其概念相对更为中立。与此相比，互联网金融主要聚焦于那些由互联网公司提供的金融服务和业务，涵盖了在线支付、网络借贷、众筹等，依托互联网平台来进行金融产品的销售和服务。金融科技旨在通过科技手段重塑金融行业的结构和服务模式，推动金融服务的普及和金融市场的深度发展。数字金融的涵盖范围相对更广泛，既包括技术因素也包含了传统金融模式的创新。数字金融通过加强风险管理和监控能力，为个人和企业提供更全面、更高效的金融解决方案。

何宏庆（2019）指出，数字金融运用大数据、云计算、移动互联网等技术手段将传统金融服务形态改进升级促成了互联网与金融的融合，创造出一种全新的金融服务模式。这一模式颠覆了传统金融服务的限制，不仅扩展了金融服务的范围、降低了服务成本，还消除了服务地域限制，满足了广大长尾人群对金融服务的需求，同时利用数字化技术实现了个性化和多元化的金融服务。

#### (2) 数字金融发展水平的测度研究

目前，数字金融常用的集中量化指标包括以下几个方面：陈银娥等（2015）通过传统金融视角，利用银行业务数据进行分析，同时提取了咨询机构发布的数字经济报告中相关数据来衡量数字金融的发展程度。沈悦和郭品（2015）采用文本挖掘方法，通过统计关键词的出现频率来评估数字金融的发展水平。李春涛（2020）利用互联网抓取相关信息，结合模型构建了金融科技指数，通过利用互联网大数据搜索引擎，创新性地提出了一个衡量金融科技发展水平的度

量指标。

还有专门针对数字金融构建的指数，如北京大学数字研究中心构建了北京大学数字普惠金融指数（北大数字普惠金融指数），该指数以数字金融的内涵为基础，将各个维度指标进行分类，代表了数字金融的不同方面。该指数通过使用电子账户数量来代替传统金融中的实体网点和员工数量，以此来表示服务的广泛性。在深度方面，该指数依据数字金融服务的使用情况和活跃度来评估。而在数字化方面，该指数考量了服务的便利性、费用情况以及信用程度。在构建该指数时，选用的指标覆盖了广泛的领域，而且主要数据来源于蚂蚁集团，确保了数据的可信性和全面性。

根据郭峰（2021）和周璐瑶（2022）的研究，北京大学数字普惠金融指数通过分析数字金融的覆盖范围、使用深度和数字化水平等三个方面全面展示了数字金融的特征。其研究范围跨越较长时间，包括中国大陆的 31 个省份、337 个地级及以上城市，以及大约 2800 个县，使得这个指数在覆盖面和综合性上较其他指标具有明显优势，因其全面性和可靠性而成为一个相对权威的数字金融测度工具，在学术领域得到了广泛应用。该指数覆盖时间从 2011 年已更新至 2021 年。

葛和平和吴倩（2022）研究指出数字金融评价指标通过实证方法分析了影响该领域发展水平的关键因素。他们的观点指出中国的数字金融发展水平从东部到西部逐渐下降，展示了一个明显的地区发展差异。研究还揭示了数字金融的进步与前一时期的水平、人口密集度、金融意识和互联网的使用程度有显著的正向关联，且这种关系非常稳定。

### （3）数字金融应用研究

据 Ozili（2018）的观点，数字金融有助于拓展长尾群体获取资金的机会，同时降低了传统金融和传统征信机构的准入门槛。数字金融提供了多样化的金融产品和服务，不仅促进了个人和企业的福祉，还推动了投资和经营活动的蓬勃发展。根据黄群慧等（2019）的研究，随着互联网等新兴技术的不断进步，城市和制造业的生产力得到显著提升，互联网革命催生了数字金融的兴起。现有研究理论表明，数字金融对我国经济的高质量发展起到了推动作用，其经济赋能效应主要体现在促进经济增长、推动居民消费、缩小城乡收入差距、促进

创新创业以及对企业的影响等方面。

徐章星（2021）在研究中指出，数字金融的特点在于其能够解决传统金融体系中的供给不足问题，如属性不匹配、领域不匹配以及阶段不匹配等。此外，数字金融还有助于克服传统金融在融资方面的不足，直接为企业和科研机构等创新实体提供融资支持。黄丽等（2021）在研究中指出，随着区域创新能力的增强，数字金融能够有效利用科技来提高能源使用效率，通过这样的方法数字金融不仅推动了创新在提升能源效率方面的作用，而且为区域经济持续发展注入了根本性的驱动力。

妥云蔚等（2022）在研究中指出，数字金融通过促进金融机构之间的互联互通，在一定程度上解决了金融市场信息不透明问题。他们利用 2011 年至 2018 年中国 287 个城市的面板数据进行分析，研究结果显示数字金融有助于推动经济包容性增长。

### 1.3.2 能源安全的相关研究

#### （1）能源安全的内涵

Mason Willrich 在 1975 年的研究中首次引入了“能源安全”这一术语，强调了其国际能源政治中的核心地位。世界上的国家可以基于能源自给的能力分为两种：其中一种是能够依靠自身资源满足能源需求的国家，美国是这一类国家的典型例子，被认为是“关键力量国家”；另一种则是需要依赖外部能源来满足自身发展需求的国家，大多以欧洲国家为例，这些国家被称为“主要力量国家”。自此概念提出以来，能源安全逐渐成为学术讨论的重要议题。

张雷（2001）指出能源供应涉及到为经济发展提供稳定的能源输入，而能源使用则关注在能源利用的各个环节中避免对环境产生负面效应。Bielecki（2002）的研究对能源安全的概念进行了扩展，涵盖了政治、经济和军事等多个维度，并从时间持续性的角度对这一概念进行了细化。一些研究工作者将能源安全定义为某一个能源产品，例如舒先林等（2002）和陈军等（2008）的研究中指出，中国的能源安全重点在于石油安全。而王安（2009）提出由于石油进口的困难和能源资源的固有结构等限制，煤炭安全实际上代表了中国的能源安全状况。

进入到以可持续发展为主旋律的 21 世纪以来，学者们对能源安全研究的深入，考虑到经济、政治、文化政策对能源安全的影响，能源安全包括更多更广泛的内容。根据国内学者张强（2011）和万佳佳（2018）的观点，他们将能源安全定义为“能源供应充足，并且能够实现能源环境的协调发展”。大部分研究并未对能源安全进行明确定义，而是直接将其从供应稳定性和良好的环境质量两个方面进行细分。

综合上述文献分析，能源安全这一概念已经从最初关注某一能源产品，演变为一个更为广泛的概念，它不仅涵盖了所有类型的能源产品，而且包括环境、经济等多个方面。尽管如此，现有研究通常未能对能源安全给出明确定义，对其概念的理解常常是模糊甚至自相矛盾的，并且往往没有阐明其内在的影响机制。因此，考虑到能源安全领域的实际情况，我们需要从数字金融的角度重新构建和拓展能源安全的内涵与外延。

## （2）能源安全的评价指标

姚瑞禹（2020）提出了评价能源安全指标体系的设计原则：（1）紧密围绕能源安全内涵展开。评价指标体系应以能源安全内涵为核心，为了符合“多元稳健、绿色低碳、普惠高效”的高质量能源发展标准，选择指标涵盖能源供给、能源消耗、环境保护以及经济发展等多个方面内容，以此作为筛选准则。（2）在选择能源安全内涵相关指标时，除了紧密关注可行性以外，还应尽量避免使用含义模糊、统计口径不一致、收集困难、难以转换处理以及数据来源不可靠的指标。应优先考虑那些在研究中认可度较高的指标，并确保所选指标的数值真实准确。（3）科学性和明确性是评价指标体系设计的重要原则。科学性要求指标体系能够全面直接地反映我国能源安全的动态情况，并兼顾我国能源发展的实际情况以及未来发展趋势。明确性则包括两方面内容：一是指标体系需要从理论上清晰阐明数字金融与能源安全的关联逻辑，明确指标的正负性。二是在选取能源安全指标时，必须严格遵循这些原则，谨慎选择指标用于模型构建。

姚瑞禹（2020）进行了实证研究，建立了包含能源供求、环境和经济三个方面的评价体系，共计包括 16 个指标。他们运用了 FA-GA-SVR 集成评价模型，对中国在 1981 年至 2018 年期间的能源安全动态进行了量化评估。从能源结构、能源供应、经济发展、环境和价格等五个方面分析了它们对能源安全的影响机

制及方向。

吴传清和赵豪（2023）创立了一个新时代背景下的能源安全评估指标体系，这一体系囊括了能源供应安全、市场安全、环境安全以及经济安全四个关键维度。为了对我国 2004 年至 2021 年期间的 30 个省级行政区（香港、澳门、台湾和西藏除外）的能源安全状况进行量化分析和评价，他们结合使用了层次分析法和熵权法这两种方法进行综合权重赋予。

### 1.3.3 关于金融对能源安全的影响研究

杨康（2019）提出发展能源领域的金融产品不仅可以增强能源行业的风险管理效能，还能促进金融行业产品创新，推动人民币在国际舞台上的使用，从而更好地满足国家的战略需求。另外张敏和慕竞玮（2021）强调了政府和企业通过合理利用金融工具，可以促进能源行业向绿色和高效方向发展。地方政府营造一个有利于金融创新的环境，对于推进金融服务于能源产业的高质量发展是有利的。

#### （1）金融对碳排放的影响

金融发展有助于节能减排。Amazian 等（2009）在研究中首次探讨了金融和经济发展对环境的影响效应，并观察到金融深化发展能够显著降低碳排放量。Jalil.Feridun（2011）的研究证实我国金融发展在环境方面具有监管作用，并且金融发展有助于促进环境改善。相反，严成樑等（2016）研究发现金融发展与碳排放之间存在倒 U 型关系，表明金融发展推动能源资源走向绿色低碳发展道路。

#### （2）金融对能源效率的影响

在 2003 年，J.P.Painuly、H.Park 以及 J.Noh 提出了一个观点，他们认为发展中国家具有极大的潜力来提高能源使用效率。然而，这种潜力并未得到充分发挥，原因是缺少恰当的数字化财务支持机制。能源服务公司（ESCOs）作为一种有效的市场化手段，在提高发达国家和发展中国家（如美国、加拿大等）的能源效率方面发挥了重要作用。然而 ESCOs 在发展中国家的应用仍然面临着多种挑战，例如不完善的能源定价政策和高昂的交易成本等问题，阻碍了能源效率的提高。

### (3) 金融对新能源产业的影响

温浩（2013）指出，通过扩大金融规模和提高金融效率，金融领域可以更有效地支持开发新能源。徐枫（2013）进一步指出，调整金融结构也对开发新能源起到重要影响。

#### 1.3.4 文献述评

现有文献综述表明国外学者对能源安全的研究较早，早在上世纪 70 年代就提出了国家能源安全的概念。相比之下，中国学者在 21 世纪初才开始对国家能源安全予以重视。在能源安全评价体系方面，早期主要以能源供应和能源使用为导向，中国学者的能源安全概念研究多受到国外研究的启发并结合了本国的具体国情，而如今的评价体系则逐渐扩展到涵盖能源供应、能源消费、生态环境和经济等四个维度，体现了更为综合的理念。在新的研究视角下对能源安全内涵的广度和深度进行了重新塑造。

回顾上述文献可以看出，中国数字金融的发展历史并不长，早期阶段缺少权威的量化手段和详实的统计资料。北京大学互联网金融研究中心的课题组联合上海新金融研究院和蚂蚁金服集团共同制订了一个互联网金融发展指数，旨在评估数字金融发展的程度。该指数在合成过程中选择的指标涵盖范围广泛，因此具备较高的可靠性和全面性。

能源问题与金融问题息息相关，二者相互影响、相互促进，呈现出密不可分的紧密联系和互动性。能源产业的发展需要获得金融支持，而金融行业则依赖于能源产业的发展来提升金融产品的活力。金融部门需要通过创新来满足能源领域多样化的融资需求，同时，通过对能源产业的资金支持，金融业也能够实现利润增长。金融与能源之间的互动构建了一种互补性的战略伙伴关系，从而促进了两个行业的持续发展。通过调整行业布局，数字金融助力于推动绿色和环保的能源政策，从而增强了能源安全和环境保护的成效。

梳理相关文献表明，研究人员对数字金融与能源安全之间的关系进行了深入的研究进而丰富了该领域的学术成果。这些研究为探索数字金融在促进能源安全方面的作用机制提供了理论基础和实证参考，但目前很少有文献把数字金融与能源安全纳入同一框架，以相关研究文献为基础，构建数字金融和能源安

全的评价指标体系，深入探讨数字金融如何在能源供应、能源消费、环境、经济四个方面赋能于能源安全。

## 1.4 主要研究内容及方法

### 1.4.1 研究内容

第一章，绪论。本文首先简述其背景，接下来分别论述研究的目的是重要性以及对国内外相关研究文献的研究。之后，将展开介绍研究的核心内容、采用的方法、研究的创新点和存在的不足之处。

第二章，数字金融与能源安全理论基础。本章先界定数字金融、数字金融指数、能源安全、能源安全测度指数的相关概念，之后分析金融排斥理论、金融发展理论、帕累托法则与长尾理论和资源枯竭理论。

第三章，我国数字金融和能源安全的现状。第一部分分析我国数字金融的发展历程、发展趋势以及地域特征。第二部分分析我国能源安全的现状，接着分析我国能源供应现状、我国能源消费现状、我国能源生态环境方面现状和我国能源产业的外部经济环境现状。

第四章，数字金融赋能能源安全的机理分析。分析数字金融如何赋能能源供应稳定、数字金融如何赋能能源绿色消费、数字金融如何赋能能源生态环境优化、数字金融如何赋能绿色经济发展。并提出假设1：数字金融发展能够提升能源安全发展水平。假设2：数字金融对于能源安全水平影响具有区域异质性。

第五章，实证分析。第一部分构建数字金融和能源安全二者的评价指标，以三十个省的数据为面板数据，并通过熵值法模型计算出两者2011-2021年的综合评价水平。第二部分介绍模型中的变量，并就变量选取及数据来源进行详细阐述，包括被解释变量能源安全、解释变量数字金融、控制变量城镇化水平、人口结构、政府干预程度、技术市场发展水平、产业集聚程度。

接下来进行计量回归模型的模型构建，然后基准回归分析，面板分位数回归结果分析，进行内生性分析和稳健性检验，最后进行区域异质性检验。

第六章，研究结论和对策建议。根据实证模型得到的结果进行分析和作出具体的经济学解释，根据得出的结论和现实情况，可以提出具有针对性的对策

建议。

## 1.4.2 研究方法

(1) 文献分析法。在进行文献综述和基本理论知识整理时，本文通过收集和整理国内外关于数字金融与能源安全领域的相关文献资料，对当前的学术研究现状进行了细致的梳理，包括分析相关学者的研究思路和研究方法。这一过程为本文奠定了坚实的理论基础，为深入探讨数字金融如何赋能能源安全提供了丰富的理论支撑。

(2) 理论分析法。聚焦我国数字金融和能源安全的相关研究，在梳理基本金融理论的基础上，深度剖析数字金融如何赋能能源安全。

(3) 实证分析法。将定性研究与定量研究相结合，首先在缜密分析现有理论的基础上深度分析数字金融对能源安全的影响。通过统计年鉴，国泰安，中经网统计数据库和中国统计局网站等多个数据库搜集整理相关数据，选择合理的指标对数字金融和能源安全发展水平进行测度，并运用熵值法构建综合指数。建立面板数据构建时间个体双固定效应模型，根据模型检验的结果验证数字金融如何赋能于能源安全。

## 1.5 文章框架

本文的文章框架如图 1.1 所示：

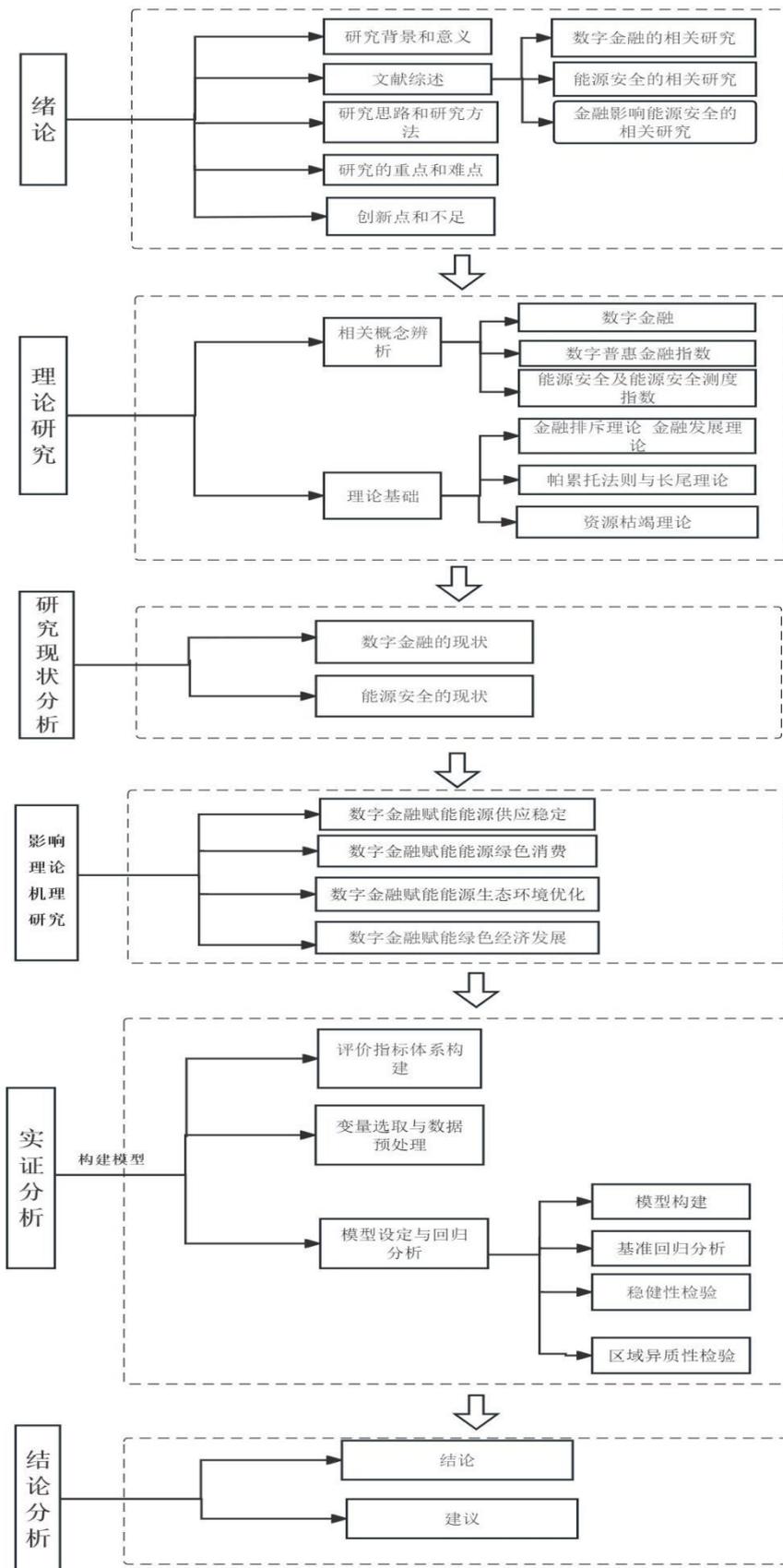


图 1.1 技术路线图

## 1.6 创新点和不足

### 1.6.1 创新点

从研究对象上来看。已有文献一般都是对数字金融和能源安全分开探讨，较少有学者将数字金融和能源安全水平结合起来探讨，在梳理国内外研究文献的基础上，选取 2011-2021 年我国 30 个省市的面板数据，构建了一个综合、客观、科学的能源安全评价体系及数字金融评价体系，通过实证检验数字金融发展对我国能源安全是否会产生影响，对于以往的研究进行了有力的补充。

在研究视角上。对于该方向的课题多以理论研究为主，本文更加注重实证方向的论证，首次建立了数字金融影响能源安全的分析框架，通过采用构建计量回归模型期望得到更加严谨的结论。

### 1.6.2 研究不足

国家能源安全问题涉及多个复杂因素，并且受国际能源形势的影响越来越大，因此对中国的能源安全评估具有挑战性。在建立能源安全评价指标体系时，由于很难将所有相关因素纳入评价体系，数据缺失及不可获得等客观因素影响，加之各个指标间复杂性以及它们之间的相互作用，因此导致了能源安全评价体系的全面性存在一定缺失。

## 2 数字金融与能源安全理论基础

### 2.1 相关概念辨析

#### 2.1.1 数字金融的概念

本文旨在深入分析数字金融对能源安全影响的机理，首先对数字金融的概念进行界定。数字金融是指传统金融机构与金融科技公司采用数字技术来提供金融服务的一种模式，数字金融使个人和企业通过电子设备极大提高了金融服务的可访问性、效率和便捷性。这一金融方式体现了数字技术与传统金融领域的融合与相互渗透，展示了金融服务的新形态、新技术和新运营模式。一般认为我国支付宝余额宝的诞生将数字金融推向了一个新的发展阶段。

数字金融具有以下特点。服务覆盖范围广：数字金融通过互联网等技术手段，能够克服传统金融服务的地域限制，实现了更广泛的服务覆盖，让更多人能够享受到更便捷的金融服务。对象大众化：数字金融的服务对象不再局限于传统的金融机构客户，普通大众也可以通过智能手机等设备轻松接入金融服务，享受个性化、多样化的金融产品。交易成本低廉：数字金融降低了金融服务的运营成本，使得交易成本更加低廉，为消费者和企业提供了更加经济的金融服务解决方案。大数据风控：数字金融依托大数据分析技术，能够对用户行为进行精准分析，提高风险管理效率，有助于推动金融资源的均衡分配，从而为用户提供更安全的金融服务。加速产品创新：数字金融的发展促进了金融产品的创新，满足了市场和消费者不断变化的需求。Urbinati 等人在 2020 年的研究中强调，数字技术的灵活性有效地满足了现代服务需求。

#### 2.1.2 数字金融指数

数字金融选用北大数字普惠金融指数来表示，数字普惠金融指数全方位反映了数字金融的发展动态和整体水平。数字普惠金融指数是根据数字普惠金融数据编制的指标，是评估数字金融发展水平的关键指标之一。这一指数能够为社会的各个层面和群体提供广泛的金融服务，展现了金融系统的包容性和综合

性。该指数包含三个主要维度，其中之一是普惠金融数字化程度，这一维度突破了金融服务的时空限制，使得居民无需出门即可通过网络办理金融业务，从而提升了数字金融的便捷性。二是数字金融覆盖广度，平等对待所有群体、覆盖面广，体现了金融服务的目的是实现普惠性。三是数字金融使用深度，利用大数据和云计算等前沿技术，有效提升能源资源的配置效率，同时促进科技成果转化，推动能源企业的融资服务由传统的“线下”模式转变为“线上”模式。

### 2.1.3 能源安全的概念

学术界对能源安全的定义进行了深入研究，对能源安全概念的根源可追溯至 20 世纪 70 年代的石油危机。在那个时期，由于石油输出国的产量急剧下降，导致油价飙升，从而大幅减少了石油消费国的进口量，对国内经济造成了严重冲击。如何确保石油供应的安全成为了人们广泛关注的焦点，因此，早期的学者认为能源安全的核心问题是某一类能源品种的安全，比如石油和煤炭。随着国际社会的发展，能源安全的范围变得更加多元化内容更广泛，能源安全概念广度扩展为包括主要能源产品的安全、能源供应安全以及加入了环境、生态等复合概念，增加了能源安全的广度和深度。国际能源署对能源安全进行了长短期的定义：短期内，能源安全强调能源系统对供需变化的快速响应能力。长期能源安全则重视在经济发展与环境保护间找到平衡，这包括了对能源系统的投资。亚太能源研究中心则引入了“4A”概念来界定能源安全，涵盖了能源的可用性、获取性、环境的承载力和能源投资的经济承受力。这一概念不仅考虑了能源资源的可用性和获取性，还着重关注了环境对能源开发利用的影响以及能源投资的经济承受能力，通过综合考量这四个方面，可以更全面地评估和确保能源安全。

### 2.1.4 能源安全测度指数

学者们对能源安全测度指数的研究基于不同的理论框架和模型，如孙涵等人考虑能源供应、使用、经济和环境四个维度；李根等人采用新常态和 WSP 系统理论；胡剑波等人应用 PSR 模型；陈兆荣和雷勋平使用 DPSIR 框架；余敬等

人依托 4A 概念；Scheepers 等专注于欧盟的能源安全；Löschel 等提出了事前和事后指标；Blum 和 Legey 从供需两方面分析能源安全。这些研究主要集中在指标选择，尤其是能源的可获取性和消费性，特别是关注石油安全。在前人工作的基础上，结合新时代的能源安全重点，从能源供应安全、消费安全、环境安全 and 经济安全四个方面建立了一个综合评价指标体系。

## 2.2 理论基础

### 2.2.1 金融排斥理论

金融排斥理论是一种新兴的理论，最初由 Leyshon 和 Thrift 在 1993 年提出。金融排斥理论指出，在传统金融发展过程中，部分群体无法获得满足其需求的金融服务，特别是中小微企业和低收入者更容易受到影响。这一理论强调，由于金融服务的不完全覆盖，低收入和弱势群体难以获得适当的金融支持，因此难以融入金融体系和经济系统，从而产生了金融排斥现象。金融排斥理论表明金融供需双方存在不相容现象，包括金融机构对金融消费者的不相容，金融消费者对金融机构的不相容，以及双方之间的相互排斥。由于各种原因，一部分人群无法获得或者无法充分获得金融服务的现象。这些人群可能是因为贫困、地理位置、信用记录、法律障碍等因素而被排斥在金融服务之外。金融排斥理论认为，金融市场的运作并非完全有效，存在着一定程度的市场失灵，导致一些人无法获得其需要的金融产品和服务。

### 2.2.2 金融发展理论

金融发展理论的孕育与演进根植于发展经济学的沃土之中，在早期，以结构主义为主流的发展观念占据了显著的优势地位，而在此框架下，金融发展并没有受到足够的关注。随着时间的推移，新古典主义的发展思想逐步兴起并开始取代原有观点成为主导力量。随之而来的是市场机制的重视和推崇，这一转变不仅为金融市场的扩展提供了肥沃土壤，也为金融产业的发展开辟了新的天地。正是在这样的背景下，金融发展理论开始缓缓展开其理论的嫩芽，金融发

展理论成长的根基在于政府角色的转变，即从对金融系统严格的干预逐步过渡到实施金融自由化政策。在此过程中，随着政府对金融市场控制的放松，金融工具和相关政策得到持续完善与深化，这种变化促进了金融机构的成长与扩展，并逐渐形成了金融发展与经济增长之间的积极互动循环。金融发展理论的中心思想是阐释金融进步如何积极影响经济扩张，该理论具体探讨了金融中介和市场布局在加快经济发展过程中的角色，并寻求设计一个最有效促进经济壮大的金融架构。同时，它还专注于金融资源的有效运用，目的是保障经济增长的持续性和稳定性，以及实现金融资源的合理配置。这一理念的提出引起了学术界的广泛关注，引发了对这一领域深入研究的热潮，它通过减少信息不对称、增强金融市场在资源配置上的效率、降低交易成本和风险评价开销、提升金融服务的效率与品质、拓宽交易的边界等多个维度，彻底颠覆了传统金融体系的运作模式。这种变革不仅刷新了金融市场的发展动态，而且为推动经济向更高质量的增长提供了新的动能。

### 2.2.3 帕累托法则与长尾理论

帕累托法则，又称为二八法则，是数据分析领域中最简单且广为人知的方法之一。最初，这一原则是由意大利的经济学家帕累托提出的，用以阐述社会中财富分配的不平等，表现为 80% 的财富归 20% 的人所有。帕累托法则在实践中被广泛用于识别关键元素，常见于销售管理和个人规划等多个领域。该法则将对象分为重要和不重要两个部分。随后，在实践中该法则升级为 ABC 法则，将对象分为 A、B、C 三类。其中，最常见的应用就是商品的 ABC 分析，用以区分和分类产品，并反映出每类产品对库存、销售、成本等方面的总价值影响。

长尾理论认为，在数字化和互联网技术的推动下，长尾现象变得更加显著，即相对于少数热门产品，大量的长尾产品在市场占据了重要位置。随着移动网络技术的普及和金融机构对风险防控的重视，金融服务的安全性得到了提高，这也使得传统金融机构排斥的一些经济主体能够更多地享受到金融服务。这种趋势不仅促进了金融服务的多样化和个性化，也为更广泛的经济主体提供了更广阔的发展空间。

在金融发展尚处于初级阶段的地区，通常面临金融资源的稀缺、资金的匮

乏等问题，这些往往会成为阻碍绿色技术创新的关键因素。尽管如此，数字金融的包容性有助于跨越地理和时间的界限，推动了金融服务的普及化。这种数字金融的介入不仅提升了金融服务的普及性和灵活性，也为金融资源相对匮乏的地区提供了更广泛的金融支持。

#### 2.2.4 马尔萨斯的“资源枯竭”理论

马尔萨斯最早提出了“资源枯竭”理论，着眼于较长时间跨国界的能源充裕性问题。他的思想对当代能源安全理论产生了重要影响，马尔萨关注粮食与人口之间的关系，认为粮食产量与人类需求之间存在着不成比例的增长矛盾。在能源行业，这一问题转化成了对资源枯竭的担忧，即随着人口不断膨胀，能源资源的持续消耗似乎不可避免地会导致资源逐渐减少，最终可能激发能源危机甚至冲突。在 20 世纪初，经济学家哈罗德·霍特林提出了“耗竭资源经济学”的论文，表达了人们对能源充足性的担忧。霍特林认为，未来石油价格将呈不断上涨的趋势，由于石油资源的有限性，每生产和消费一单位石油，剩余的石油资源量就会减少相应数量，从而导致价格逐渐上升。随着能源消费的增加，这种担忧变得更加严重。

在石油勘探领域，关于石油资源枯竭的理论得到了主流能源安全理论的支持。地球物理学家 M.King Hubbert 所提出的“哈伯特石油曲线”是建立在石油峰值理论之上的，它将石油供应随时间的变化描绘成一种钟形的曲线图。这一理论指出，作为一种不可再生资源，任何地区的石油供应最终都会达到一个最高点，随后开始逐步下降。总的来说，马尔萨斯的思想对当代能源安全理论产生了显著影响，尤其是在粮食与人口增长之间的关系以及资源枯竭问题方面。其他学者也在此基础上进行了深入探索，从而促使能源与其他社会因素的相互关系得到了广泛研究和讨论。

## 3 我国数字金融和能源安全现状

### 3.1 我国数字金融的发展状况

#### 3.1.1 我国数字金融的发展历程

数字金融是一个相对较新的术语，它起源于美国，并随着在线支付工具的普及而逐渐发展起来，目前数字金融已经应用于我国金融领域的各个方面，具有广阔的市场发展前景。我国数字金融的发展大致可分为三个阶段：1988-2004年的数字金融是第一阶段，在这一发展阶段，科技的进步突飞猛进，全球信息化的浪潮覆盖了整个国家，金融领域及其他各个行业都逐步迈向电子化和信息化，加深了金融机构和科学技术、通信技术的融合，中国工商银行1988年推出第一台自动取款机就是数字金融在应用方面的表现，用于细化细分客户群，增加银行员工以及客户本身的办事效率，增强了客户粘性。2004-2016年数字金融是第二阶段，这个阶段我国互联网加速发展，互联网金融被认为是基于网络进行产品交易所衍生出来的金融概念，引导企业与个人通过互联网平台进行线上办理业务，突破了时空限制，产生了P2P、众筹、互联网贷款、互联网保险、网络银行等新的金融模式并带来了金融体系内互联网金融创新热潮。例如2013年支付宝余额宝的出现，丰富了金融产品种类，着力推动了移动支付的发展。2016至今是数字金融发展的第三阶段，这一阶段数字金融呈现爆发式增长态势，数字支付、智能理财、线上信贷等产品突飞猛进，取得了卓越成效。数字化已经全面渗透到金融领域的各个环节，使得每个步骤变得更加高效和便捷。金融机构不断提升其服务水平，实现了更加平台化、智能化、便捷化、全方位和普惠性的金融服务，服务范围更加广泛，受众也更多，而且边际成本更低。此外，利用数字足迹进行大数据分析，可以进行信用评级，加强了金融监管的作用，从而极大促进了数字金融的发展。

#### 3.1.2 我国数字金融的发展趋势

目前，尚无一个综合性指标能够全面评估我国数字金融发展的整体水平，

国内各个研究机构、学者提出了不同的评价方法，被广泛认可和学术界普遍使用的最权威指标是“北京大学数字普惠金融指数”，因此，我们可以从全国层面开始对比分析数字金融指数的平均值、中位数以及它们的增长趋势，以描绘出数字金融发展的概况，从这几个方面分析如下图 3.1 所示。数字金融指数 2012 到 2021 年的变化情况，可以看出我国各省数字金融指数稳步上升，就各省数字金融指数平均数而言，就从 2012 年的 99.69 上升到了 2021 年的 372.72，增长了 2.7 倍。从中位数上来看，从 2012 年的 93.71 上升到了 2021 年的 363.61，增长了 2.9 倍。中位数增速呈下降趋势，但整体上来看处于上升趋势，保持着正增长。从图 3.1 中可以看到从 2014 年开始增速放缓，可能与数字金融进入第二个发展阶段有关，数字金融深入发展，相关监管政策进行完善并出台，市场趋于饱和状态。随着金融监管政策的实施，对风险的规范管理得到加强，数字金融领域的监管逐渐形成了一种常态。

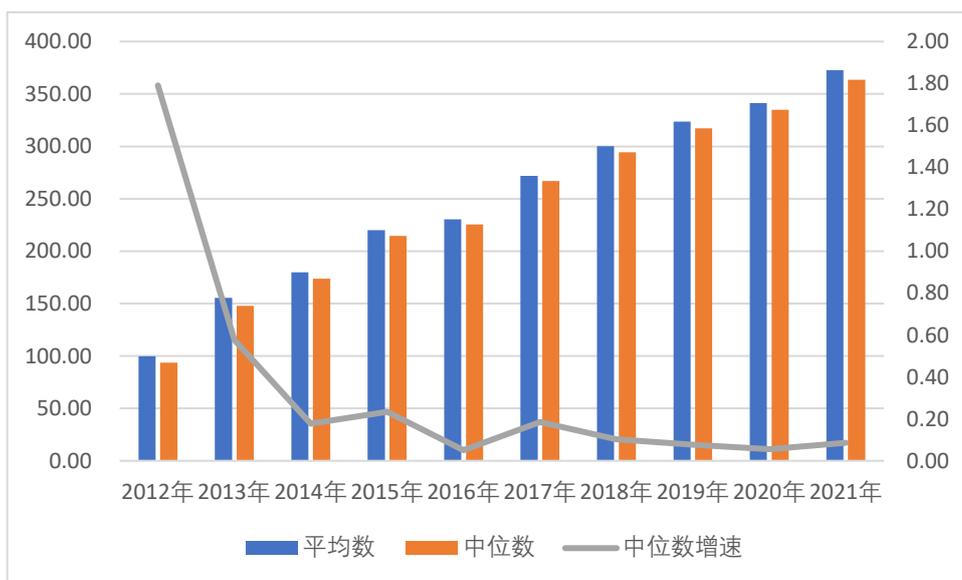


图 3.1 2012-2021 年数字金融指数中的平均数、中位数水平及中位数增速

资料来源：北京大学数字金融研究中心

采用数据平均计算方法，对 30 个省份（不包括西藏自治区及港澳台）2012 年至 2021 年的数字金融使用深度指数、覆盖广度指数和数字化程度指数进行数据平均化处理，以得到使用深度的均值、覆盖广度的均值和数字化程度的均值，如下图 3.2 所示。从图 3.2 中可以看出：数字金融使用深度不断增大。从 2012 年

的 130 增长到 2021 年的 407，增长了一倍多。在 2015 年增长速度超快以外，其他几年都平稳增长，近十年都处于增长趋势，说明数字金融业务服务范围逐步扩大，越来越多的用户可以享受优质的金融服务。以数字支付为例，到 2022 年末，中国的网络支付用户数量增至 8.54 亿，比 2020 年增加了超过 8000 万，占到了网民总量的 80% 以上，在线支付的普及率达到了 80%，而且近 90% 的网民已经在使用移动支付服务。数字金融更好的利用了数字技术的高效、便捷等特点，使在偏远地区的用户也能享受到优质低成本的服务，扩大了用户群。数字金融使用深度不断加强，数字金融使用深度反映了数字金融服务在日常交易中的实际运用程度。该指标的上升表明社会对数字金融业务的接受程度在逐渐增强，且利用这些业务的频率也在持续增长。从图 3.2 中可以看到数字金融使用深度在 2017 年出现小幅下降，其余几年都在上升。从 2012 年的 130 上升到 2021 年的 408，增长了一倍多。2013 年支付宝余额宝的出现到后来逐渐普及，用户越来越多，在一定程度上可能达到饱和使 2017 年出现小幅下降。人们对金融产品的使用和选择趋于理智，更多的需求得到满足的情况下去寻求较高的收益率。数字化程度大幅提高。从 2012 年的 131.09 上升到 2021 年的 408.99，数字金融数字化程度得到大幅度提高，增长了两倍多，金融数字化程度是数字金融业务提供服务所具有的强大优越性，金融数字化程度越高，数字金融交易越便利，成本越低。

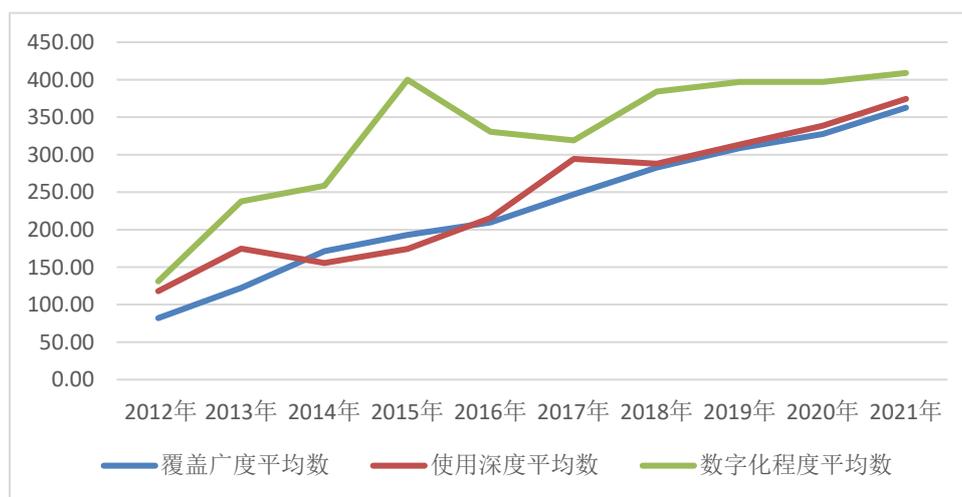


图 3.2 2012-2021 年数字金融指数中的覆盖广度、使用深度、数字化程度平均数

资料来源：北京大学数字金融研究中心

### 3.1.3 我国数字金融发展的地域特征

根据 2021 年北京大学数字金融指数，对我国数字金融发展空间演变现状进行分析。如图 3.3 所示，2021 年全国数字金融发展水平最高的城市是上海市，其次是北京市，浙江省位于第三位。青海、吉林省与贵州省的数字金融发展水平相对较低。在城市范围内观察，中国的数字金融发展呈现出明显的地域不均衡性。数字金融在一线城市和一些经济发达地区相对较为集中，而中西部地区和一些相对欠发达地区数字金融发展相对滞后。一线城市和经济发达地区在金融基础设施建设上投入更多，拥有更完善的金融服务网络和技术支持，而一些中小城市和农村地区则缺乏必要的金融基础设施，数字金融服务水平相对较低。

由于经济发展水平的差异，不同区域的数字普惠金融发展程度并不相同。因此，通过分组划分东部、中部、西部地区，绘制区域层面的数字金融指数平均数进行分析探究其在我国发展的空间特征。首先，根据行政区域的划分，将我国各个省份分为东部、中部和西部地区。如下表 3.1 所示：

表 3.1 区域划分表

区域	省份
东部	北京市、天津市、河北省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省、海南省、辽宁省
中部	山西省、安徽省、江西省、河南省、湖北省、湖南省、吉林省和黑龙江省
西部	内蒙古自治区、广西壮族自治区、重庆市、四川省、贵州省、云南省、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区

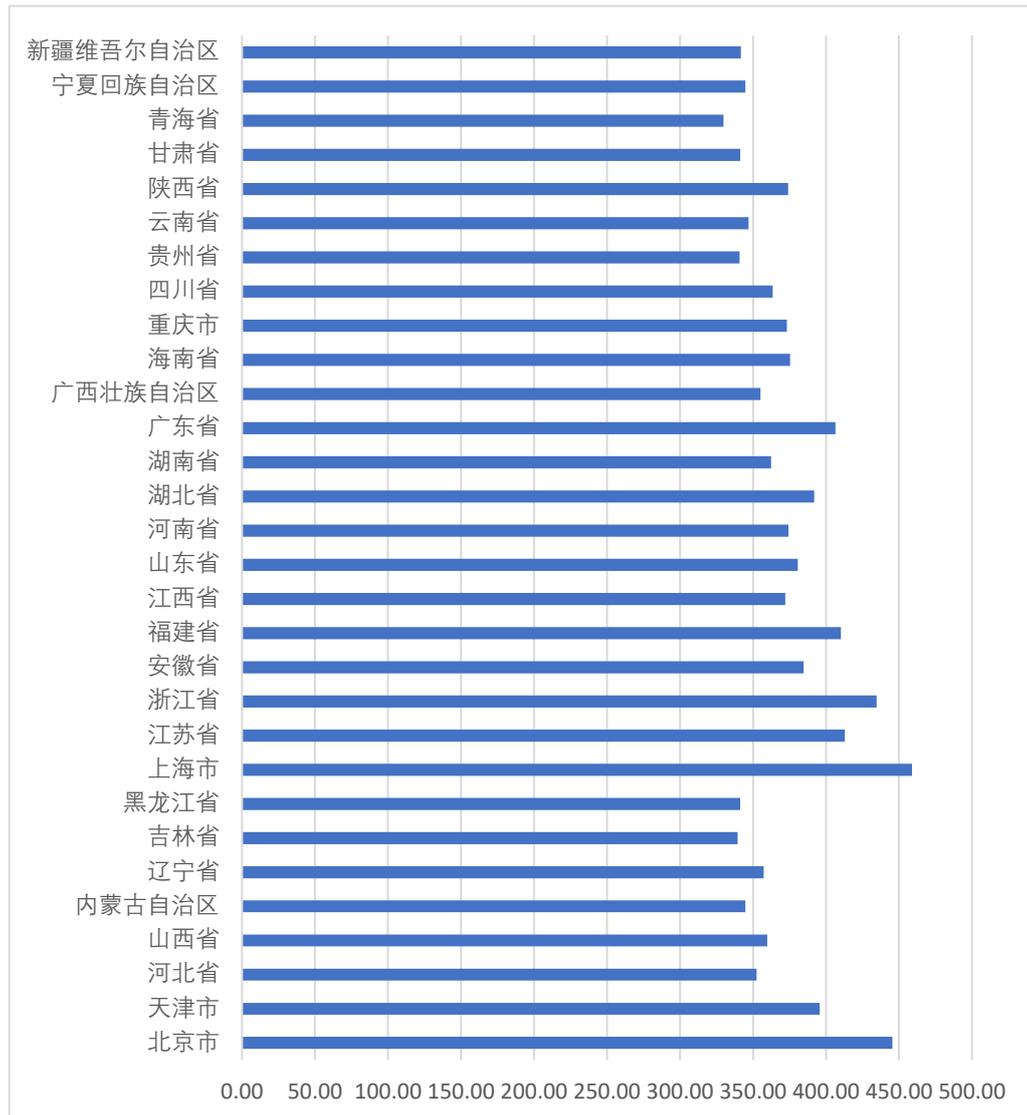


图 3.3 2021 年各省以及直辖市的数字金融总指数

资料来源：北京大学数字金融研究中心

其次，计算出东部、中部和西部地区数字金融指数的平均值，计算结果如图 3.4 所示：根据近十年的数据和趋势来看，中国的数字金融发展在整体上呈现出稳步增长的态势，整体上呈现“东高中平西低”的发展趋势。2021 年，我国东部、中部和西部地区数字金融平均发展水平分别为 402.75、365.71 和 350.57，我国东部、中部和西部地区数字差异较大，说明地区间数字金融发展差异明显，但从图 3.4 中可以看到地区差异在逐年缩小。

我国各地区的数字金融发展水平存在差异，其中东部地区的发展水平最高，而中部和西部地区的发展水平则相对接近。但在近五年西部发展开始落

后，低于中部地区发展水平。东部地区拥有发达的金融市场和技术基础设施，因此它的数字金融发展水平相对较高，一直是我国数字金融发展的主力区域。我国中部和西部地区在数字金融领域同样取得了显著的成就，这与我国经济在不同地区发展水平的差异相吻合。随着数字金融的持续深化和普及，中国各地区之间在数字金融发展上的差距逐渐缩小，同时也展现了数字金融包容性强的特点。然而，尽管有这些进步，数字金融的发展仍未能完全克服经济区域发展的不平衡现象。

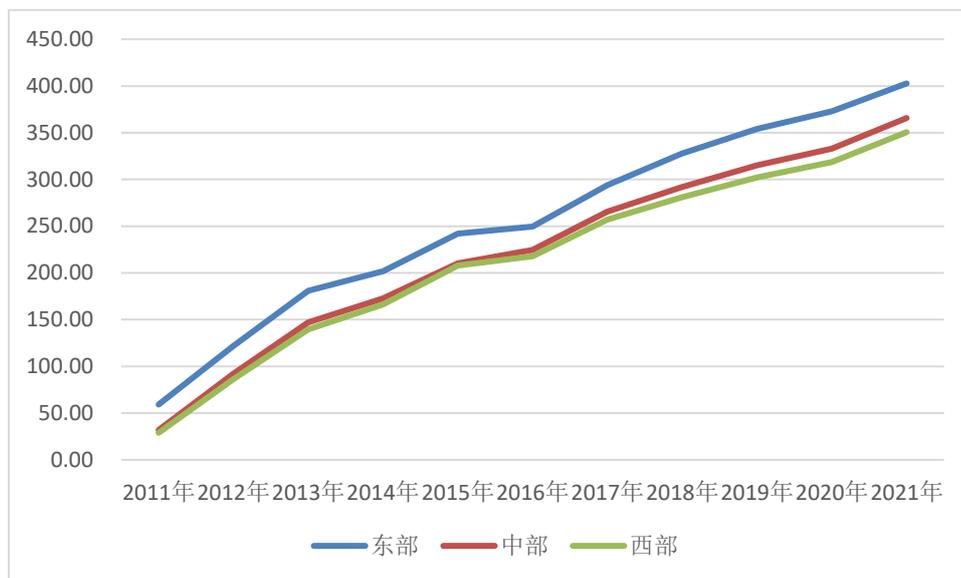


图 3.4 2011-2021 年东部、中部和西部地区的数字金融发展水平平均值

资料来源：北京大学数字金融研究中心

## 3.2 我国能源安全的现状

### 3.2.1 我国能源供应现状

长期以来，能源结构的特点是煤炭资源丰富而石油稀缺、天然气量少。随着中国经济的迅猛发展，国内的能源需求年复一年地上升，面对能源储备不足的情况，我国遭遇了供不应求的局面。

从图 3.5 中可以看到：1990 年以来我国能源供应总量一直处于上升状态，1990 到 2002 年处于供需平衡阶段，2002 年到 2022 年近二十几年时间能源消费

总量超过能源供求总量，远远供不应求。在中国能源统计年鉴中查到 2019 年世界上能源自给率为 1.018，而中国的能源自给率为 0.802，远远低于世界平均水平，给我们国家能源安全问题敲响了警钟。

从图 3.6 中可以看到 2000 年以来，我国能源自给率不断下降，能源自给率从 1990 年的 1.053 下降到 2022 年的 0.861，下降了 13.86%。能源自给率下降可能说明了国家在能源方面存在一些问题或挑战，意味着国家对能源资源的依赖程度增加，无法满足自身需求。其次，可能存在着能源生产能力不足的问题，无法提供足够的能源供应。另外也可能存在能源资源开发利用不足或者生产能力不足的情况，导致自给能力下降。可能还存在着能源消耗效率低下、能源浪费以及环境污染问题。最重要的是，能源自给率下降可能会对国家的经济、安全和可持续发展造成一定的影响。因此，提高能源自给率是一个重要的课题，需要采取措施来增加能源生产、提高能源利用效率和推动可再生能源的发展。

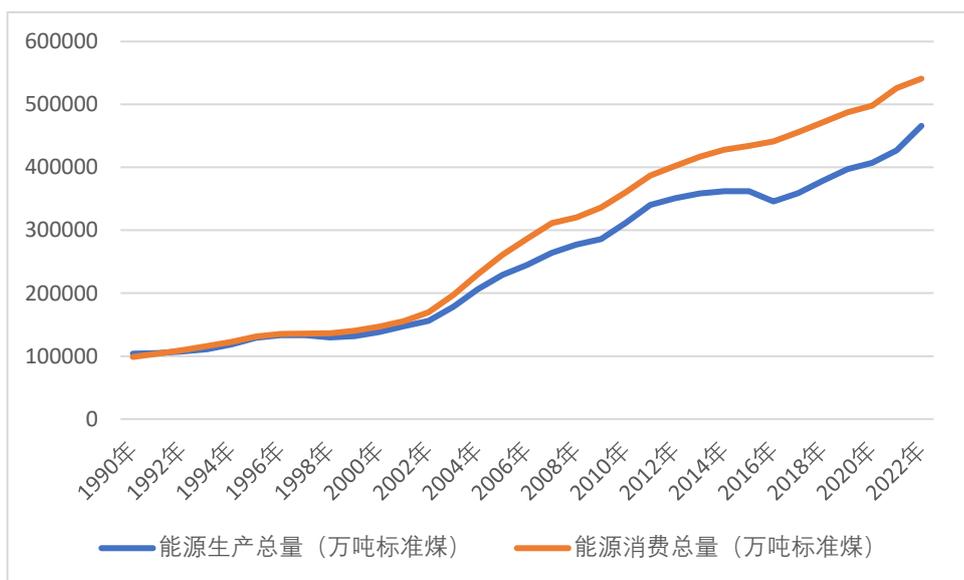


图 3.5 1990-2022 年能源生产总量能源消费总量走势变化

资料来源：中国能源统计年鉴

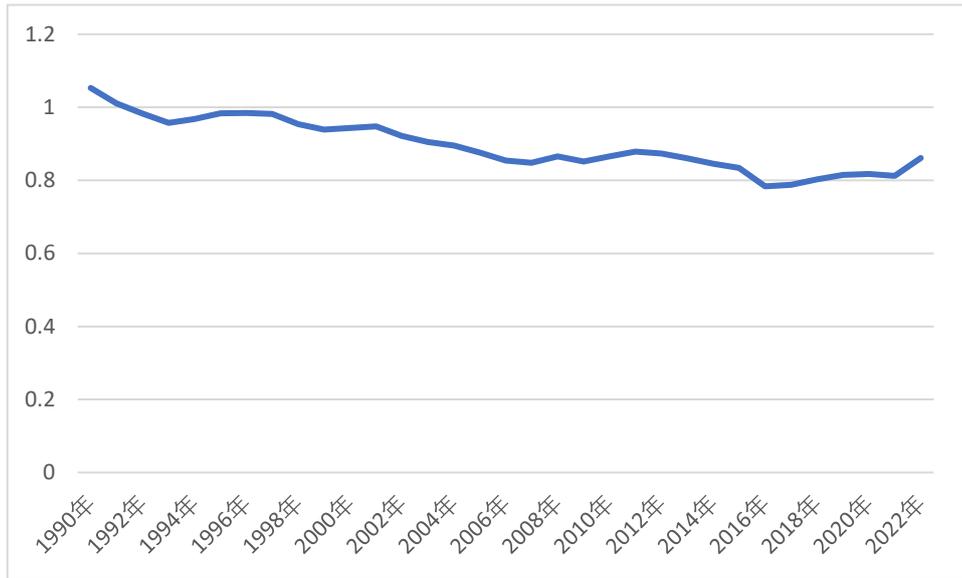


图 3.6 1990-2022 年能源自给率

资料来源：中国能源统计年鉴

### 3.2.2 我国能源消费现状

我国经济的不断增长带动了对能源消费需求的持续增长，从上图 3.5 中可以看出能源消费需求呈现不断上升的趋势，能源消费总量大，近二十多年超出我国能源供应量，我国能源供需缺口不断加大。据中国环境统计年鉴显示：2019 能源消费弹性系数为 0.55，2020 能源消费弹性系数为 1.00，2021 能源消费弹性系数为 0.65，存在能源消费结构不合理，能源弹性系数大等问题。

从下图 3.7 中可以看到中国对煤炭消费需求一直很高且处于首位，石油、一次电力及其他能源消费需求不大，天然气消费需求最低，能够看到消费结构不合理问题突出，给我国能源安全问题带来巨大隐患。长期以来，中国的能源结构依赖煤炭，对煤炭能源需求量大。煤炭在中国的供应相对充足，价格相对较低，因此煤炭一直是主要的能源来源。同时，煤炭也广泛用于发电、供暖和工业生产等领域，导致其消费需求始终保持较高水平。相比煤炭，中国的天然气资源相对较为有限，供应不足，原因可能在于天然气的建设成本较高，输送和储存技术也相对复杂，天然气管道网络的覆盖范围不够广泛，这使得其在能源消费中的占比相对较低。

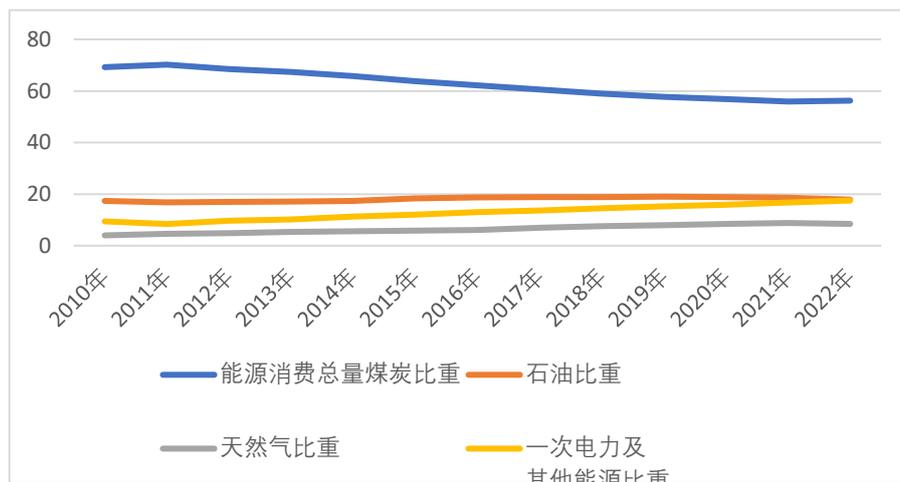


图 3.7 各种能源消费量比重

资料来源：中国能源统计年鉴

### 3.2.3 我国能源生态环境现状

随着中国对电力的需求日益增长，“煤改气”政策促进了天然气依赖度的持续提高，预示着中国可能将成为世界上最大的天然气进口国之一。随着我国对能源需求的不断增长，以及存在的资源使用效率未达到理想水平等问题，能源开发与利用对环境和生态系统带来了一定程度的挑战。

从下图 3.7 可以看到中国能源消费主要以化石能源为主，空气中污染排放物排放量大，尤其是二氧化碳、二氧化硫排放量高，造成空气污染严重，雾霾天气加剧，生态环境也受到了巨大破坏。据中国石油天然气集团有限公司年鉴统计显示 2020 年和 2021 年中国二氧化碳排放量占世界的比重超过百分之三十。

从下图 3.7 中可以看到，二氧化碳的排放量持续上升，虽然二氧化硫的排放量每年都有所减少，但总体水平仍然偏高。虽然能源的碳排放强度有所下降，但其数值依然保持在较高水平，那么整体的碳强度仍然会维持在较高水平，给能源环境带来了不小挑战，意味着需要付出更多的努力来降低污染物排放量，需要实施一些措施来限制能源消耗、推广清洁能源的使用，并优化产业布局与经济发展模式中的能源利用方式，对于增强我国能源环境的安全具有重要且积极的效果。

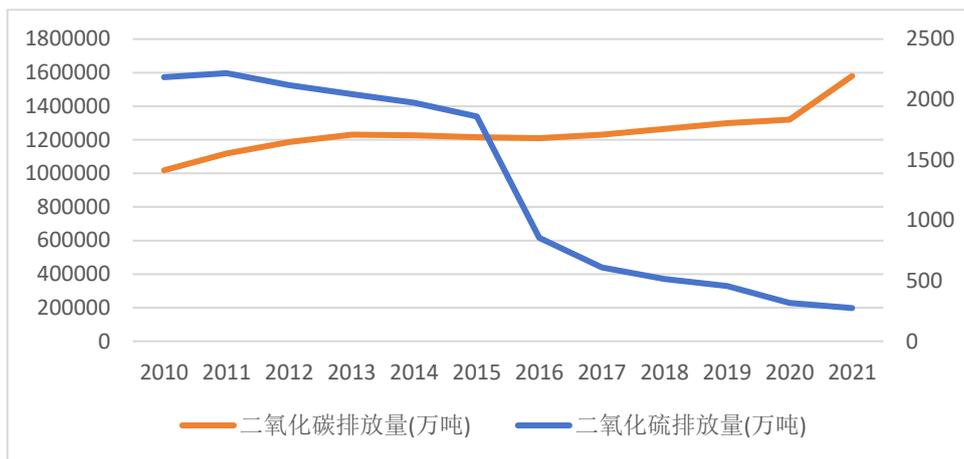


图 3.7 二氧化碳、二氧化硫排放量

资料来源：中国能源统计年鉴

### 3.2.4 我国能源产业的外部经济环境

能源不仅是经济持续健康成长的根基，也是社会稳定和国家安全的關鍵。中国经济的稳健发展及国家的平稳进步依赖于能源供应的安全与稳定。如图 3.8 所示，经济增长与能源消耗量之间呈现出正向变动的联系，表现为同步的趋势变化。能源消费的上升不仅推动了经济增长，经济的扩展也相应促进了能源需求的上升。随着经济增长模式的转变和能源使用效率的提升，能源消费的增速会在相同的经济增长率下逐渐放缓。

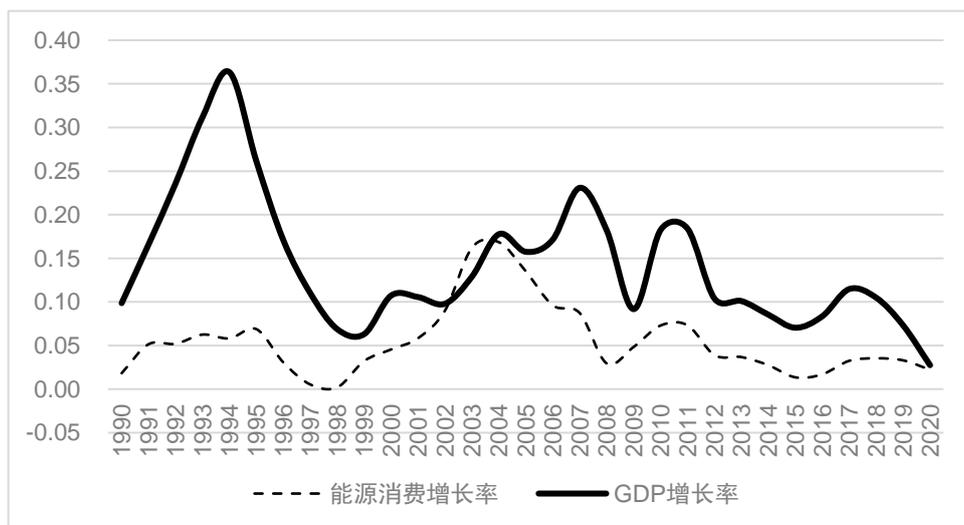


图 3.8 经济增长率与能源消费的趋势

资料来源：根据历年《中国统计年鉴》数据计算而得

## 4 数字金融赋能能源安全的机理分析

### 4.1 数字金融赋能能源供应稳定

在确保发展安全的前提下，建立新型能源体系需要采取有序的措施。这涉及到逐渐降低对传统化石能源如煤炭、石油和天然气的依赖，并积极采取措施推动能源消耗减量和替代清洁能源。同时，强调了对风能、太阳能、氢能等新型能源的大力开发，目的是提高可再生能源在能源产出中的份额。在现在以互联网和人工智能为核心的信息技术正深刻地转变着人类社会的工作与生活方式，对各个经济和社会领域造成了广泛影响，成为促进生产力变革、生产关系重组以及社会结构创新的关键动力，这迫切要求我们寻找和培育新的动力和动能。数字经济已转变为我国经济增长的远景目标，而数字化转型成为了全球的共识。在我国的“十四五”规划中，特别强调了实施“上云用数赋智”策略，目的是促进数据驱动的全产业链转型，推进能源产业朝向更加绿色、集成、高端和智能的方向发展，这已被确定为构建新型能源系统的主要方向。能源行业的数字化改革，不仅是供给侧结构性改革的关键部分，同时也是实现碳达峰和碳中和目标的主要路径。

数字金融数字化特征能够精准实现要素的有效流动和供求均衡，能够引导能源要素合理分配供给和需求，逐步增加各能源要素生产使用效率，优化能源管理机制，减少能源流过程中的损耗，降低无谓消耗。

### 4.2 数字金融赋能能源绿色消费

在数字经济时代，数字信息技术正在深刻改变社会的生产和生活方式。推动能源产业向绿色、数字化和智能化方向发展，将成为构建新型能源体系的主要途径之一。数字金融同时也建立了绿色服务平台，提高了居民对绿色生活的认识，通过数字平台提供的教育和宣传活动，增强消费者对绿色能源和环保生活方式的认知，鼓励公众选择绿色能源产品和服务，从而推动绿色消费。利用人工智能技术实时追踪人们在生产和消费中的碳排放量，并生成可视化的碳足迹图像，为消费者和企业制定绿色消费和生产策略提供依据，引导居民形成环

境友好的能源消费模式。金融科技降低了绿色项目的融资成本，同时激励了绿色能源需求的增长，推动企业采用环保型生产方式，推动传统能源向低碳方向转型。数字经济具备高度技术属性，有助于解决能源生产和消费两端信息不对称的问题，实现能源供需的精准匹配，促进定制化生产模式的形成。提供绿色金融产品和服务，数字金融平台可以推出专门的绿色金融产品，这些金融产品（绿色信贷、绿色债券、绿色投资基金）旨在鼓励和支持可再生能源的开发和使用，促进能源消费向绿色低碳转型。利用移动支付、区块链等技术推广无纸化、低碳化的支付方式，降低传统金融活动中的纸质消耗和碳排放，间接促进能源的绿色消费，促进绿色支付方式的发展。数字金融通过提供更灵活、更高效的融资渠道，降低绿色项目的融资成本，吸引更多的投资进入绿色能源领域，支持绿色能源项目的开发和扩张。通过数字金融平台为使用绿色能源的消费者和企业提供奖励和激励，如积分奖励、利率优惠等，鼓励更多的参与者选择绿色能源和产品。

#### 4.3 数字金融赋能能源生态环境优化

作为世界上最大的发展中国家，中国在应对全球性挑战方面扮演了重要角色，积极履行其社会责任。在 1998 年和 2016 年，中国分别签署了《南都议定书》和《巴黎协定》，中国积极通过这种方式投身于全球环境保护的行动中，并承诺减少污染物排放，体现了其对环境保护的承诺。

数字金融利用其技术优势渗透进能源各个企业的生产运行全过程，借助互联网和大数据技术变革传统能源产业，特别是针对高耗能、高污染企业，推动地区产业结构朝着低碳环保方向优化转型升级，减少污染物的排放量。加强能源技术创新，推动低碳化技术革新，实现创新驱动转变，有效推进社会低碳化发展。

在能源系统构建中，数字金融的作用体现在利用大数据和云计算技术，确保各参与方的运营数据能在云平台上得到持续、客观和安全的存储。通过应用数据管理、交叉分析和深度学习等技术，可以实时且智能地评估能源生态的健康状态和链条上各企业的信用情况。这一过程有效提高了针对能源产业的金融风险控制能力，能够有效减少碳排放和有害物质的释放，同时增强了能源系统

的可获取性、稳定性和环境友好性。

#### 4.4 数字金融赋能绿色经济发展

数字金融服务通过扩大传统金融的覆盖面，有效地提高了弱势群体对金融服务的接入性，数字金融通过提供便捷的在线服务，降低了金融服务的成本和门槛，使得更多的个人和企业，特别是在偏远地区的小型 and 微型企业，能够获得必要的资金支持，这对于推广和实施绿色项目尤为重要。数字金融平台能够聚合大量的资金，并通过绿色债券、绿色基金等金融产品，将资金投向绿色和可持续项目，如可再生能源、节能减排和生态保护项目，从而提供绿色经济发展所需的资金，同时缓解了融资难和高贷款成本的问题。这种服务不仅有助于集中社会资本，而且对于实现碳中和碳达峰目标提供了关键的资金支持。

另一方面，金融科技的进步，特别是基于先进信息技术的数字金融在支持新能源产业方面，有助于保障能源供应的稳定性，显著提高碳排放效率，这促进了绿色和低碳经济的发展，加速了创新的转型，极大地推动了绿色经济的增长。数字技术使得金融活动更加透明，便于监管机构跟踪和监督资金流向，确保资金真正用于绿色和可持续发展项目。同时，这也帮助投资者了解他们的资金是否真正用于绿色项目，从而促进了绿色金融市场的健康发展。

基于上述理论机理，提出以下研究假设：

H1：数字金融发展能够提升能源安全发展水平。

#### 4.5 数字金融对能源安全影响的地域差异

考虑到我国东、中、西部地区在经济发展水平上的差异，数字金融在促进能源安全方面的作用会受到政策支持、资源分配和资本流向等多重因素的影响。因此，在不同地区，数字金融促进能源安全的效率和进程上存在显著差异。从第三章的现状分析中我们可以发现，当前，我国的数字金融发展趋势显示东部地区在前沿引领，而中部和西部地区正积极向前追赶。在经济发展较先进的地区数字金融能有效地补充和丰富传统金融服务，发挥着增强作用，而在经济较落后的区域，它为缺乏资金的企业开辟了新的融资路径，弥补了融资的空缺，

扮演着至关重要的角色。金融体系较为成熟的地区为数字金融的发展提供了丰富的资源，从数字金融兴起之始，我国东部地区就在这一领域走在了其他地区前面，使数字金融提供企业所需的高质量、全方位的金融服务，尤其是在支持绿色技术创新方面，更显得高效和有效。

基于上述理论机理，提出以下研究假设：

**H2：**数字金融对于能源安全水平影响具有区域异质性。

## 5 实证分析

### 5.1 构建评价指标体系

#### 5.1.1 数字金融评价指标

有效评价和测量数字金融的发展水平是研究其对能源安全影响的首要步骤。与传统金融相比，数字金融包含更为广泛的维度，因此采用多角度的评估方法是必要的。参考有关学者对数字金融的定义和指标体系的构建，并考虑到数据的可获取性，文中使用的主要评价指标是北京大学数字金融研究中心利用蚂蚁科技提供的基本金融服务数据，并通过层次分析法制定的数字普惠金融指数。

#### 5.1.2 能源安全评价指标

随着经济的持续进步，能源安全面临的挑战也会不断演变，因此挑选合适的指标构建能源安全评价体系至关重要。选取的能源安全指标需要满足几个关键条件：它们应能全面而且系统地反映能源安全，随着社会经济的进步，相关指标应能反映能源安全遭遇的新挑战及其变动趋势，这些指标需具备科学性、合理性，同时易于收集并能进行比较分析。从对能源安全国内外以往文献研究中可以看出能源安全的关注点已经从最初的单一能源产品，转变为同时关注能源的供应和需求安全，进而发展到现在全面考量供需两方面导致的环境和经济安全问题，这一变化过程拓展了能源安全概念的内涵和外延。当前的能源安全指的是一个国家或地区能够获得稳定、充足、经济、清洁的能源供应以满足需求，确保经济社会稳定运行和持续、协调发展的能力和状态。本文将基于能源供给安全、能源消费安全、能源环境安全、能源经济安全四个方面构建能源安全体系来综合评价能源安全水平，中国的能源安全四个组成部分既相互关联又互相作用，关系密切。因此，如下表 5.1 所示，选取 14 个指标来衡量能源安全。

立足于能源供给安全作为能源消费安全、能源经济安全和能源环境安全的基础，并认为它是能源安全中最关键的组成部分。参考余敬，孙涵，范爱军等

学者基于将能源生产量、能源自给率作为衡量能源安全的部分指标，因此选取供需比、人均能源生产量作为衡量能源供应安全的指标。

基于王忠诚，郭伟，张生玲等学者在论文研究中选取电力消费比重、能源消费弹性率作为能源消费安全水平测度的指标，同时能源消费低碳化指数以及能源消费增长率的提升对能源安全具有重大积极影响，因此选取电力消费量、人均能源消费量、能源消费低碳化指数、能源消费增长率作为衡量能源消费安全水平的一项指标。

基于万佳佳、何平、黄杰、孙涵、翟清云等学者关于能源环境安全评价的研究中选取将清洁能源占比、二氧化碳强度、二氧化硫强度作为衡量能源环境安全的测度指标，同时工业固体废弃物排放量，废水排放量对能源环境安全也有一定影响，所以选取清洁能源使用占比、单位 GDP 工业固体废弃物排放量、二氧化硫排放强度、二氧化碳排放强度、废水排放强度作为衡量能源环境安全的测度指标。

参考孙涵、翟清云、李根、谢婷婷、郭艳芳等学者的研究成果，提出环境污染、低能源效率、高能源强度、不理想的能源结构和清洁能源低普及率等问题均可通过能源技术创新来解决。在已有研究的基础上，选取的指标有能源工业固定资产投资、燃料类商品零售价格指数、创新指数作为衡量能源经济安全的指标，如下表 5.1 所示。

表 5.1 能源安全指标体系

目标层	维度层	指标层	指标说明	属性
能源安全 水平指数	供应安全	供需比	能源的生产总量/能源消费总量	正
		人均能源生产量	能源生产总量/人口数	正
	消费安全	电力消费量	电力消费总量	负
		人均能源消费量	能源消费总量/人口数	负
		能源消费低碳化指数	根据文献计算	正
		能源消费增长率	能源消费总量与上一年相比较	负

续表 5.1 能源安全指标体系

目标层	维度层	指标层	指标说明	属性
	环境安全	清洁能源使用占比	天然气消费量/能源消费总量	正
		单位 GDP 工业固体废弃物排放量	工业固体废弃物/地区 GDP	负
		二氧化硫排放强度	二氧化硫排放量/地区 GDP	负
		二氧化碳排放强度	二氧化碳排放量/地区 GDP	负
		废水排放强度	废水排放总量/地区 GDP	负
	经济安全	燃料类商品零售价格指数	我国燃料类商品零售价格指数(上年=100)	负
		创新指数	绿色专利授权数	正
		能源工业固定资产投资	投资与能源工业的支出	正

### 5.1.3 综合评价指标

#### (1) 熵值法

熵值法是一种常用的多指标决策方法，是一种基于熵的权重分配方法，主要用于确定各指标在综合评价中所占权重，其基本思想来源于信息论中的信息熵概念。为科学且客观的反映出能源安全的发展水平，采用熵值法对我国各省的能源安全的发展水平进行测度。具体做法如下：

##### a. 对数据进行标准化处理

由于各指标的数量级和量纲会存在差异，所以，为了消除这些因素的影响，需要对各个指标进行标准化的处理，从而可以对各个指标作横向和纵向的比较。

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

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

其中， $\max(x_j)$ 和 $\min(x_j)$ 分别表示所有样本中的最大值和最小值， $X_{ij}$ 表示

无量纲化的结果，并对标准化后的数据进行整体平移，都加 0.0001。

b.指标的归一化处理

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}$$

c.计算熵值 e

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

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

d.计算信息冗余度

$$d_j = 1 - e_j$$

e.计算各指标的权重

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}$$

f.计算综合评价指数

基于标准化的指标  $X_{ij}$  和计算得出的指标权重  $w_j$ ，我们可以计算出我国数字金融与能源安全的整体评估指数。以下是具体的计算方法：

$$Z = \sum_{j=1}^m w_j \times X_{ij}$$

## (2) 数字金融综合指数

在进行回归模型构建之前，需要对数据进行预处理，前文对我国数字金融的概念进行了界定，选择北大数字普惠金融指数除以 100，接下来运用熵值法计算出我国各省在 2011-2021 年间的数字金融指数，用来表示我国数字金融的发展水平，具体如表 5.2 所示：

表 5.2 2011-2021 年省级数字金融综合指数

省份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	0.794	1.507	2.156	2.354	2.764	2.864	3.299	3.685	3.990	4.179	4.454
天津	0.606	1.230	1.753	2.002	2.375	2.458	2.840	3.169	3.441	3.615	3.957
河北	0.324	0.893	1.450	1.608	1.995	2.144	2.582	2.828	3.051	3.227	3.524
山西	0.334	0.930	1.442	1.677	2.063	2.248	2.600	2.837	3.087	3.257	3.597
内蒙古	0.289	0.917	1.466	1.726	2.146	2.299	2.585	2.716	2.939	3.094	3.448

续表 5.2 2011-2021 年省级数字金融综合指数

省份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
辽宁	0.433	1.035	1.601	1.876	2.264	2.314	2.672	2.910	3.110	3.263	3.572
吉林	0.245	0.872	1.384	1.656	2.082	2.171	2.548	2.761	2.928	3.083	3.394
黑龙江	0.336	0.879	1.414	1.678	2.099	2.219	2.568	2.747	2.929	3.061	3.411
上海	0.802	1.508	2.221	2.395	2.781	2.822	3.367	3.777	4.103	4.319	4.590
江苏	0.621	1.220	1.810	2.042	2.440	2.538	2.977	3.340	3.619	3.816	4.129
浙江	0.774	1.464	2.058	2.245	2.649	2.681	3.181	3.575	3.875	4.069	4.346
安徽	0.331	0.966	1.508	1.806	2.113	2.288	2.716	3.038	3.303	3.502	3.846
福建	0.618	1.232	1.831	2.026	2.452	2.527	2.993	3.344	3.605	3.801	4.103
江西	0.297	0.919	1.461	1.757	2.084	2.238	2.672	2.962	3.191	3.406	3.722
山东	0.386	1.004	1.593	1.819	2.207	2.326	2.721	3.011	3.274	3.478	3.807
河南	0.284	0.837	1.421	1.667	2.053	2.231	2.669	2.958	3.221	3.408	3.744
湖北	0.398	1.014	1.648	1.901	2.268	2.399	2.853	3.195	3.444	3.586	3.919
湖南	0.327	0.937	1.477	1.673	2.064	2.177	2.611	2.868	3.109	3.320	3.624
广东	0.695	1.271	1.848	2.015	2.410	2.480	2.962	3.319	3.606	3.795	4.065
广西	0.339	0.894	1.415	1.661	2.072	2.233	2.619	2.893	3.099	3.252	3.551
海南	0.456	1.029	1.583	1.796	2.303	2.316	2.756	3.097	3.288	3.441	3.754
重庆	0.419	1.000	1.599	1.847	2.218	2.339	2.763	3.015	3.255	3.448	3.732
四川	0.402	1.001	1.530	1.738	2.155	2.254	2.678	2.943	3.171	3.348	3.636
贵州	0.185	0.759	1.212	1.546	1.933	2.095	2.515	2.769	2.935	3.079	3.408
云南	0.249	0.844	1.379	1.641	2.038	2.173	2.563	2.858	3.035	3.185	3.469
陕西	0.410	0.982	1.484	1.787	2.161	2.294	2.669	2.960	3.229	3.420	3.742
甘肃	0.188	0.763	1.284	1.598	1.998	2.041	2.438	2.668	2.891	3.055	3.412
青海	0.183	0.615	1.180	1.459	1.952	2.004	2.402	2.631	2.827	2.982	3.299
宁夏	0.313	0.871	1.367	1.653	2.147	2.124	2.556	2.729	2.923	3.100	3.449
新疆	0.203	0.825	1.434	1.637	2.055	2.087	2.487	2.718	2.943	3.084	3.418

数据来源：北京大学数字普惠金融指数

### (3) 能源安全综合指数

前文对我国数字金融综合指数进行了汇总，接下来对我国能源安全的发展水平进行评价，借助前文所描述的熵值法的计算公式，计算出我国各省在 2011-2021 年间的能源安全发展综合指数，如表 5.3 所示：

表 5.3 2011-2021 年省级能源安全综合指数

省份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
北京	0.225	0.259	0.286	0.306	0.352	0.391	0.391	0.395	0.413	0.474	0.517
天津	0.176	0.180	0.193	0.196	0.221	0.230	0.239	0.251	0.261	0.275	0.268
河北	0.100	0.113	0.114	0.117	0.127	0.129	0.132	0.144	0.154	0.165	0.158
山西	0.427	0.446	0.409	0.412	0.453	0.408	0.410	0.435	0.433	0.477	0.484
内蒙古	0.421	0.418	0.451	0.461	0.438	0.415	0.424	0.424	0.454	0.448	0.444

续表 5.3 2011-2021 年省级能源安全综合指数

省份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
辽宁	0.118	0.130	0.134	0.134	0.147	0.149	0.153	0.154	0.161	0.168	0.163
吉林	0.133	0.149	0.146	0.145	0.161	0.154	0.158	0.162	0.161	0.176	0.176
黑龙	0.180	0.178	0.182	0.178	0.190	0.187	0.188	0.195	0.198	0.217	0.216
上海	0.149	0.164	0.174	0.177	0.193	0.210	0.206	0.210	0.223	0.238	0.236
江苏	0.139	0.164	0.181	0.184	0.215	0.239	0.251	0.267	0.270	0.303	0.318
浙江	0.147	0.163	0.170	0.178	0.195	0.215	0.220	0.240	0.257	0.309	0.351
安徽	0.144	0.155	0.158	0.159	0.175	0.184	0.185	0.196	0.201	0.219	0.228
福建	0.127	0.135	0.148	0.149	0.163	0.172	0.172	0.172	0.182	0.194	0.190
江西	0.097	0.105	0.111	0.111	0.121	0.125	0.119	0.123	0.132	0.146	0.145
山东	0.133	0.145	0.162	0.161	0.179	0.201	0.205	0.216	0.226	0.253	0.258
河南	0.133	0.138	0.156	0.148	0.161	0.169	0.174	0.177	0.189	0.200	0.196
湖北	0.107	0.116	0.133	0.138	0.151	0.154	0.161	0.169	0.179	0.213	0.205
湖南	0.134	0.146	0.156	0.147	0.152	0.149	0.144	0.154	0.163	0.179	0.179
广东	0.156	0.176	0.191	0.189	0.215	0.227	0.246	0.261	0.283	0.333	0.367
广西	0.100	0.108	0.121	0.126	0.141	0.145	0.142	0.149	0.158	0.164	0.147
海南	0.285	0.284	0.289	0.285	0.287	0.223	0.216	0.219	0.232	0.249	0.246
重庆	0.182	0.193	0.197	0.202	0.209	0.213	0.202	0.203	0.210	0.223	0.223
四川	0.184	0.187	0.198	0.199	0.221	0.236	0.243	0.251	0.261	0.273	0.278
贵州	0.170	0.165	0.188	0.190	0.200	0.196	0.183	0.190	0.197	0.205	0.197
云南	0.148	0.157	0.175	0.162	0.179	0.178	0.176	0.184	0.194	0.196	0.193
陕西	0.355	0.378	0.406	0.412	0.421	0.413	0.433	0.461	0.466	0.489	0.471
甘肃	0.144	0.156	0.168	0.173	0.177	0.181	0.177	0.185	0.196	0.205	0.201
青海	0.242	0.264	0.277	0.249	0.234	0.227	0.238	0.256	0.283	0.287	0.267
宁夏	0.212	0.225	0.228	0.224	0.215	0.207	0.191	0.195	0.192	0.224	0.221
新疆	0.248	0.250	0.268	0.281	0.282	0.272	0.273	0.290	0.308	0.338	0.322

资料来源：公开资料整理

#### (4) 能源安全综合指数分析

从下图 5.1 中可以看到，我国 2011-2021 年 30 个省份能源安全发展水平平均数整体上处于上升趋势。2011 年我国的能源安全综合指数平均数为 0.184，2021 年国的能源安全综合指数平均数为 0.262，上升了 42.5%。近十年能源安全指数平均数整体上处于上升趋势的原因可能和数字金融的发展有必然联系，数字金融的发展促进了能源技术的不断创新和进步，使得能源的开采、储存、转换和利用更加高效、安全和环保。例如可再生能源技术的发展使得人们转向更加清洁和可持续的能源形式。能源供应逐渐呈现多样化的趋势，不再依赖于单一的能源来源，这种多元化能够提高能源供应的稳定性和抗风险能力。因此，虽然整体趋势是向上的，但仍需进一步加强合作和努力，加快数字化能源安全建设

步伐，使中国能源安全保障能力进一步提升，实现能源消费清洁低碳转型持续加快、能源保证供应成效明显、节能降耗减排稳步推进，有力支撑了经济社会持续健康发展，以应对全球能源安全面临的挑战。

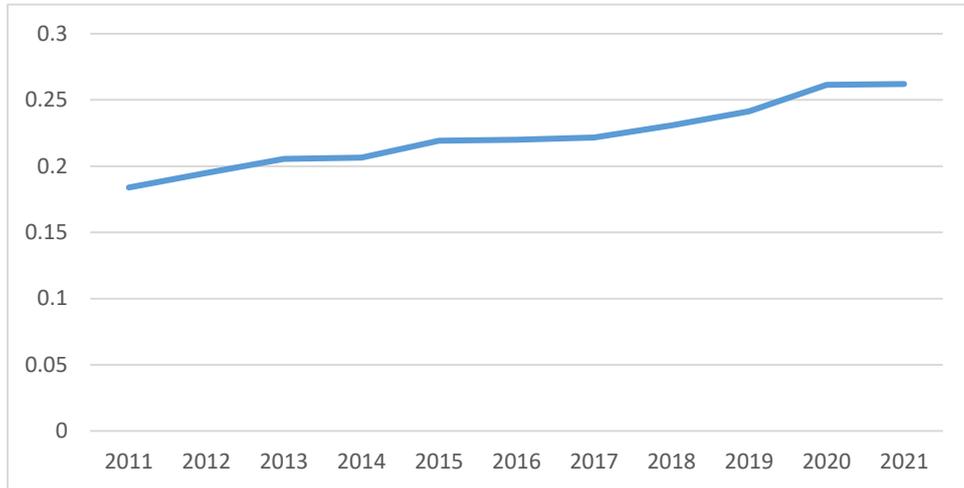


图 5.1 我国 2011-2021 年能源安全平均数

为了更好地分析数字金融对能源安全的影响，通过分组划分东部、中部、西部地区，绘制区域层面能源安全指数平均数折线图，分析探究能源安全在我国发展的空间特征。从上图 5.1 中可以看到能源安全指数平均数西部地区最高，其次是东部，中部最低。这可能是因为西部地区富含自然资源，尤其是如石油、天然气和煤炭这类化石能源。这些资源的丰富度使得西部地区在能源供应方面具有较高的自给能力和稳定性，从而提高了能源安全性。西部地区地势复杂，地域广阔，相对较少人口密集，这使得能源基础设施相对较少受到自然灾害、人为破坏等因素的影响，减少了能源供应的风险，能源环境安全系数大。另外，西部地区在能源开发和利用方面进行了大量的投资和建设。西部地区积极开展新能源和清洁能源的开发利用，例如风能、太阳能等，这些新能源形式减少了对传统化石能源的依赖，提高了能源多样性和安全性。

相比之下，中部地区相对于西部地区而言，自然资源的丰富度较低。中部地区主要以农业为主，相对缺乏石油、天然气等能源资源。因此，中部地区在能源供应方面更加依赖于外部的能源输送和调配，容易受到外部环境变化的影响，从而降低了能源安全性。

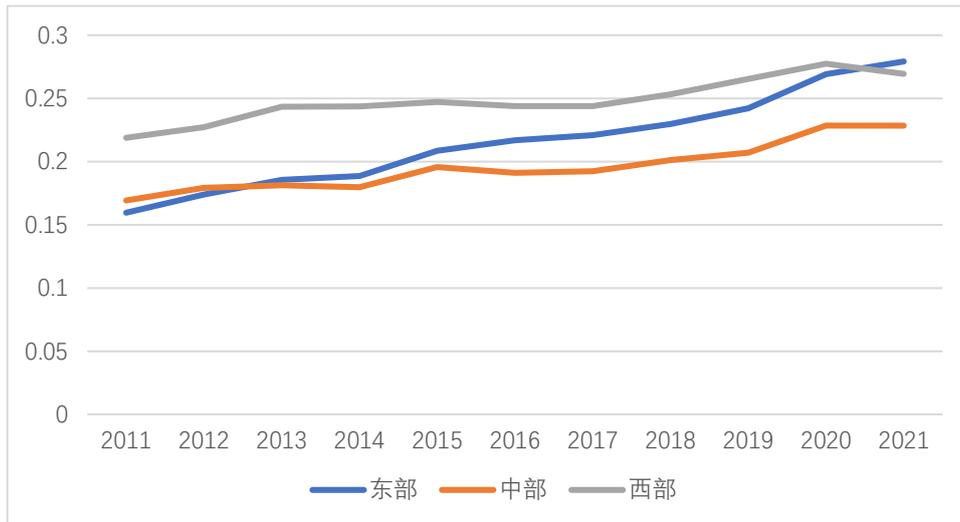


图 5.2 2011-2021 年东部、中部和西部地区的能源安全发展水平平均值

## 5.2 变量选取与数据预处理

### 5.2.1 数据来源

本文样本涵盖了中国 30 个省份和直辖市（不包括西藏自治区和港澳台地区），时间跨度为 2011 年至 2021 年。我们综合运用 Stata 软件进行图表制作和计量实证分析。能源安全数据来源包括各年份的《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》国泰安数据库中经网以及相关参考文献中的数据结果，对于个别缺失值，从相关统计公报中进行了补充，并通过求平均值来填补无数据支持的个别数据。数字普惠金融指数数据来源于北京大学数字金融研究中心。

### 5.2.2 变量选取

被解释变量：能源安全 (Es) 是一国可以用相对合理的价格来稳定能源需求并且得到持续性满足，在此基础上追求能源的清洁性和可持续性发展。因此，选取供需比、人均能源生产量、电力消费量、人均能源消费量、能源消费低碳化指数、能源消费增长率、清洁能源使用占比、单位 GDP 工业固体废弃物排放量、二氧化硫排放强度、二氧化碳排放强度、废水排放强度、燃料类商品零售价格指数、创新指数、能源工业固定资产投资这十四个指标用熵值法测度能源安全

综合指数。

**核心解释变量：数字金融（Dfi）。**在衡量数字金融发展水平时，由北京大学数字金融研究中心发布的“数字普惠金融指数”得到了学术界较高的认可。这个指数主要涵盖了覆盖范围、使用程度和数字化水平三个方面。基于此，选用数字普惠金融指数作为衡量数字金融的代表变量，并从这些维度出发，分析数字金融对能源安全的影响。

**控制变量：**参考高培勇等（2019）、李华等（2020）和钱海章等（2020）研究文章的方法，选择以下控制变量：

**城镇化水平（Urb）**用城镇人口数量占总人口数量的比重来表示，区域城镇化水平的提升和基础设施的完善对于产业结构的优化、金融与贸易的增长具有积极影响。然而，城镇化进程如果过快，则可能导致城乡之间的收入差距扩大，并可能引发资源的过度消耗与环境污染问题。

**人口结构（Pops）**用少儿抚养比占老年抚养比的比值来表示，人口结构对能源安全有着重要的影响。不同人口结构地区对能源的需求和消耗有所不同。发达国家和老龄化地区对能源需求更为稳定，因为老年人的能源消耗较低。相比之下，年轻人和劳动力密集地区的能源需求较高，因为他们通常有更多的出行和生活需求。

**政府干预程度（Gov）**用地方政府一般公共预算支出占地方 GDP 的比值来表示，政府的宏观调控对经济增长具有重要影响。例如，它可以引导能源行业朝着绿色、低碳和高效的方向发展，并对能源企业的贷款规模与投资速度进行管理。然而如果政府干预过度，可能会干扰市场自由机制在维护能源安全方面的自然调节功能。

**技术市场发展水平（Tech）**用规模以上工业企业 R&D 经费来表示，技术市场发展水平高会促进能源企业积聚资本，扩大投资，提高生产效率。

**产业集聚程度（Inl）**用就业人员数占行政区划面积的比重来表示，产业集聚方便不同企业间的交流合作，为技术创新提供人才支撑，促进能源企业技术改进低碳化发展。

表 5.4 研究变量名称、符号及度量方法

变量名称	变量符号	变量度量方法
城镇化水平	Urb	城镇人口数量/总人口数量
人口结构	Pop	少儿抚养比/老年抚养比
政府干预程度	Gov	地方政府一般公共预算支出/地方 GDP
技术市场发展水平	Tech	规模以上工业企业 R&D 经费
产业集聚程度	Inl	就业人员数/行政区划面积

## 5.3 模型设定与回归分析

### 5.3.1 研究方法模型构建

本文采用了 2011 年至 2021 年的我国 30 个省份（不包括西藏自治区及港澳台地区）的面板数据，并综合运用 stata 软件进行画图制表工作以及计量实证分析，探究数字金融对我国能源安全的影响，根据现有文献及模型适用特性，选用时间个体双向固定效用模型进行实证检验，构建以下基准模型：

$$es_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 dfi_{it} + \alpha_2 control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

$i$  代表省份， $t$  代表年份， $\alpha_1$  为解释变量的系数， $\alpha_2$  为控制变量的系数， $\alpha_0$  为截距， $\mu_i$  为个体固定效应， $\lambda_t$  表示时间固定效应， $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。

传统的最小二乘法（OLS）不能充分展现数字金融与能源安全发展的全貌关系。Bassett 提出的分位数回归模型有效捕捉了数字金融对能源安全影响变化趋势的细节，因此采用面板分位数回归方法建立了以下的计量经济模型：

$$Q\tau_{it}(es_{it}|dfi_{it}) = \delta_1 \tau dfi_{it} + \delta_2 \tau z_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

$\tau$  表示分位数，选取了 0.1、0.25、0.5、0.75 和 0.9 五个重要的条件分位数， $z$  表示选取的一系列控制变量， $\mu_i$  为个体固定效应， $\lambda_t$  表示时点固定效应， $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。

### 5.3.2 描述性统计与多重共线性分析

为了减弱多重共线性的影响并统一研究变量的量纲级别，参考先前的研究

方法，将数字金融及三个维度的原始数据直接除以 100 进行标准化处理，表 5.5 展示了主要变量的描述性统计结果。主要变量的原始数据标准差较小，说明样本数据波动幅度不大，数据质量较好。其中能源安全指数的平均值为 0.222，最小值为 0.0971，最大值为 0.517，最大值和最小值差距较大，说明我国能源安全水平存在较大的提升空间。数字金融指数平均值为 2.315，最小值为 0.183，最大值为 4.590，最大值和最小值差距大，说明我国数字金融发展水平还存在较大的省际差异。

表 5.5 描述性统计

变量	(1) 观测值	(2) 平均值	(3) 标准差	(4) 最小值	(5) 最大值
score	330	0.222	0.0920	0.0971	0.517
dfil	330	2.315	1.033	0.183	4.590
breadth	330	2.134	1.040	0.0196	4.334
depth	330	2.261	1.059	0.0676	5.107
digitizationlevel	330	3.013	1.173	0.0758	4.622
urb	330	0.596	0.121	0.350	0.896
pops	330	1.641	0.643	0.563	3.821
gov	330	0.249	0.103	0.107	0.643
tech	330	0.0164	0.0289	0.000186	0.175
inl	330	0.0261	0.0385	0.000385	0.217
open	330	0.265	0.291	0.00760	1.548
fdi	330	0.0187	0.0148	0.000100	0.0796

多重共线性检验是一种评价模型变量间是否高度相关的技术，它对于识别回归模型中是否面临严重的多重共线性问题至关重要。这种方法利用数值来量化变量之间的相互关系，以描述变量变动时的伴随关系强度，相关系数的绝对值大意味着变量间的关系密切程度高。变量间共线性的度量指标之一是方差膨胀因子（VIF），通常 VIF 值超过 10 则可能意味着有重大的多重共线性问题。根据表 5.6 的数据，所有变量的 VIF 值均未超过 10，平均 VIF 值为 2，这表明模型的主要变量间不存在多重共线性问题。

表 5.6 多重共线性检验

变量	VIF	1/VIF
urb	3.55	0.281429

续表 5.6 多重共线性检验

变量	VIF	1/VIF
pops	2.01	0.498582
inl	2.00	0.499438
teach	1.53	0.652990
dfi1	1.48	0.674430
gov	1.43	0.696876
MeanVIF	2.00	

### 5.3.3 基准回归分析

本文采用固定效应模型进行回归，如表 5.7 中展示了数字金融对能源安全影响的回归结果。结果显示，表 5.7 的第一列展示了未考虑省份和年份固定效应的回归结果，第二列加入了省份固定效应，而第三列则同时考虑了省份和年份的双向固定效应。从结果可以观察到，所有回归系数均在 5% 的显著水平上显著并且为正值，且模型的拟合度随着固定效应的加入而提高，这进一步证实了数字金融对提高能源安全水平具有显著的正面影响。

表 5.7 基准回归结果

变量	变量符号	OLS-普通面板模型		
		(1)	(2)	(3)
数字金融	Dfi	0.0112** (2.1616)	0.0322*** (7.9088)	0.0846*** (4.7804)
城镇化水平	Urb	0.2536*** (3.7003)	-0.2040** (-2.4894)	-0.2548*** (-2.8766)
人口结构	Pops	0.0140 (1.4716)	0.0345*** (3.7999)	0.0382*** (4.1712)
政府干预程度	Gov	0.1047** (2.3143)	0.0183 (0.3833)	0.0876* (1.6616)
技术市场发展水平	Tech	0.9789*** (5.2081)	1.0568*** (5.7553)	0.5877*** (3.0402)
产业集聚程度	Inl	-0.7262*** (-4.4062)	0.2919 (0.7476)	0.1151 (0.3058)
常数项	---	-0.0020 (-0.0445)	0.2272** (2.4108)	0.2849*** (2.7964)
省份固定	---	否	是	是
年份固定	---	否	否	是
样本量	N	330	330	330
拟合优度	R <sup>2</sup>	0.234	0.949	0.954

注：\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5%和 10%的显著性水平下显著，括号内为 t 值，以下各表相同。

### 5.3.4 面板分位数回归结果分析

面板分位数回归主要关注分析数字金融如何在不同条件分布下影响能源安全，提供了更为稳健的估计结果。鉴于传统 OLS 方法可能无法完全展现数字金融与能源安全发展两者之间的整体关系，进一步运用面板分位数回归来深入探讨数字金融对能源安全的具体影响，选择了 10%、25%、50%、75%和 90%这五个代表性的分位点，分别对应能源安全发展的不同层次，以描绘数字金融影响能源安全的动态变化过程。分位数回归方法不仅可以看作是对均值回归在不同分位数的扩展，而且它对分布的假设要求不高，使得估计结果对异常值具有较强的抗干扰性，从而确保回归的稳健性，详细的估计结果展示在表 5.8 中。

表 5.8 显示，数字金融对能源安全的作用随着条件分布的分位点从低到高而发生变化，表明在不同分位点下，数字金融的影响力呈逐渐增强的趋势，在 10%分位点下，估计系数为 0.058，在 25%分位点下，估计系数为 0.062，在 50%下，估计系数为 0.069，在 75%分位点下，估计系数为 0.086，在 90%分位点下，估计系数为 0.097。随着分位点从 10%一直变化到 90%，系数一直在增大，在 90%分位点达到最大，且均通过了 5%水平显著性检验，因此可以推出数字金融对于提高能源安全的发展程度是正向促进的。此外，在不同分位点上的分析表明，数字金融对能源安全水平的作用在各个层面上没有显现出显著的差异。

在控制变量中，城镇化水平对能源安全影响不显著且为负，但是在 OLS 基准回归显著，原因可能在于是考虑的控制变量不全，存在内生性问题，而面板分位数更为稳健，不用太考虑内生性问题，所以城镇化在基准普通回归中显著，但分位数回归不显著是正常的。

人口结构对能源安全的影响显著为正并且在 50%分位点、75%分位点、90%分位点多次通过了显著性检验，并通过的 5%水平下的显著性检验，表明表明人口结构出现偏向于有利于能源安全发展的特征，对能源安全的推动力相对增强。

政府干预程度在 75%分位点通过了 10%水平下的显著且影响为正，表明政

府干预程度有利于促进能源安全的发展，原因可能在于政府干预在一定程度上缓解了资源配置的不公平和扭曲问题，促进了能源安全高效低碳化发展。

技术市场发展水平通过了 10%显著性检验，在 25%分位点下系数为 0.522。技术市场发展水平在不同分位点下对能源安全的影响的系数在不断变大，技术市场发展水平在一定程度上促进了技术创新的发展，创新对能源安全的推动力相对增强。

产业集聚程度对能源安全影响不显著且变化较大，在 10%分位点为负，在 25%分位点为正，在 50%分位点为正，在 75%分位点为负，在 90%分位点为正，总体上正负起伏变化较大。但是产业集聚程度在基准回归中显著，原因可能在于是考虑的控制变量不全，存在内生性问题，而面板分位数更为稳健，不用太考虑内生性问题，所以产业集聚程度在基准普通回归中显著，但分位数回归不显著是正常的。

表 5.8 基于总样本的分位数回归结果

变量	10%分位点	25%分位点	50%分位点	75%分位点	90%分位点
Dfi	0.0575*** (2.8598)	0.0620*** (3.5818)	0.0697*** (4.0143)	0.0862*** (4.8570)	0.0970** (2.5314)
Urb	-0.1285 (-0.9446)	-0.1909 (-1.3081)	-0.1426 (-1.0907)	-0.2147 (-1.4348)	-0.2005 (-1.3335)
Pops	-0.0014 (-0.0835)	0.0142 (1.1760)	0.0241** (2.5570)	0.0337*** (2.7494)	0.0292*** (2.6321)
Gov	-0.0045 (-0.0632)	0.0469 (0.9694)	0.0603 (1.2264)	0.1062* (1.7923)	0.0692 (0.9930)
Tech	0.3860 (1.2940)	0.5214* (1.8596)	0.5028 (1.4859)	0.5716 (1.4982)	0.6974 (1.4508)
Inl	-0.4046 (-0.3367)	0.7088 (0.4148)	0.3621 (0.4192)	-0.1552 (-0.1350)	0.1263 (0.1545)
省份固定	是	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是	是
样本量	330	330	330	330	330
PseudoR <sup>2</sup>	0.7983	0.7943	0.8107	0.8641	0.9410

## 5.4 内生性与稳健性检验

### 5.4.1 内生性处理

为了解决核心解释变量可能出现的内生性问题以及其他控制变量的潜在内生性偏差，采用了滞后处理的方法。鉴于数字金融对能源安全的作用具有时间延迟性，以避免双向因果关系导致的内生性问题，我们对核心解释变量及所有控制变量实施了滞后一期处理，这意味着使用前一时期的数字金融发展水平作为解释变量来评价其对当前能源安全状况的影响。根据表 5.9 的第 1 中的分析结果，滞后一期的数字金融发展指数对能源消费安全的影响在 1% 的显著性水平上保持显著，这与基本模型的结论是一致的。

### 5.4.2 稳健性检验

本文旨在研究数字金融如何影响能源安全，并特别强调了处理内生性问题的重要性。面对这一挑战，在分析分位数回归分析的基础上，选用了双向固定效应模型，这一策略有效降低了内生性带来的影响。通过加入地区和时间的固定效应，我们有效地减轻了由数字金融发展引发的宏观环境变化对研究结果的干扰。经过初步检验，双向固定效应模型展现了其结果的稳健性和可靠性。

#### (1) 删减特殊样本

考虑到各省数字金融发展水平的异质性，我们选择北京、天津、上海、江苏、浙江、广东等数字金融发展水平较高的 6 个省份进行了样本删除，以利用其余省份的样本对模型进行回归。表 5.9 中的第二列显示删除了特殊样本后的估计结果，数字金融的回归系数为 0.034，在 5% 的显著水平下具有统计显著性，这表明模型估计结果的稳健性良好。

#### (2) 剔除极端值的影响

为降低异常值对研究结果的影响，对所有连续性变量执行了 1% 的顶底截断处理，并对原始模型进行了再评估。表 5.9 中的第三列呈现了这次重新评估的成果。结果显示，数字金融的回归系数为 0.087，且在 1% 的显著性水平上显示出统计上的显著性，这与原始模型保持一致。

### (3) 应对遗漏变量的影响

除了以上控制变量，还要考虑到对外开放程度（货物进出口金额/GDP）和外商直接投资（外商直接投资额/GDP）对能源安全的影响，在基准模型中控制了这些变量。由表 5.9 的第四列可知数字金融的回归系数在 1%的水平下显著为正，回归系数为 0.064，回归结果依然稳健。

表 5.9 内生性处理与稳健性检验回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
L.dfi	0.0583*** (3.4023)			
dfi		0.0336** (1.9810)	0.0866*** (5.0527)	0.0635*** (3.7523)
Open				-0.1324*** (-6.5160)
Fdi				-0.0609 (-0.3813)
L.控制变量	是			
控制变量		是	是	是
时间和省份				
固定效应	是	是	是	是
常数项	0.1712 (1.5034)	0.0051 (0.0957)	0.3217*** (3.2752)	0.2545** (1.9803)
观测值	330	330	330	330
调整后 R <sup>2</sup>	0.9642	0.9755	0.9555	0.9602

## 5.5 数字金融异质性分析

### 5.5.1 数字金融发展阶段异质性

数字金融是一个不断发展的过程，其在不同阶段具有不同的特征和作用，因此对能源安全的影响也呈现出阶段性的不同。从我国数字金融的发展实践来看，在样本期间大致可分为两个阶段：首先是 2011 年至 2015 年期间，数字金融处于初步发展阶段，数字金融和整个金融系统尚未融合发展完善，对于推动实体经济的转型与升级的作用也相对有限。2016 年至 2021 年期间，数字金融进入了加速发展阶段。在 2016 年，随着《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的发布，我国明确强调了实行发展大数据的重要性，并着手全面推进大数据的发展活动。因此，将研究样本划分为“初始发展阶段”和

“加速发展阶段”两个子样本进行分组检验，回归结果详见表 5.10。

表 5.10 数字金融发展阶段异质性分析

	2011-2015	2016-2021
dfi	-0.0297 (-1.1423)	0.0602*** (2.8375)
控制变量	是	是
时间和省份 固定效应	是	是
常数项	0.4433*** (2.8250)	0.3522* (1.9537)
观测值	150	180
调整后 R <sup>2</sup>	0.9865	0.9772

根据表 5.10 的回归结果，两个发展阶段存在显著差异，2011–2015 数字金融对能源安全影响不显著，2016–2021 年数字金融对能源安全具有显著性影响，表明在数字金融加速发展阶段对能源安全的促进作用显著强于初始发展阶段，即能源安全会随着数字金融发展水平的提高而增强。

### 5.5.2 数字金融分维度异质性分析

鉴于不同地区在资源禀赋、地理位置、经济发展水平及政策支持方面的差异，数字金融的发展程度也可能表现出明显的区域性差异。为探究数字金融对能源安全的具体影响，进一步对数字金融的覆盖范围、使用频率及数字化水平等三个子指标进行了详细的实证分析。通过应用固定效应模型，分别考察了数字金融的覆盖广度、使用深度和数字化程度对能源安全的作用，并在表 5.11 中展示了具体的回归结果。这些维度的估计系数均显著为正，说明提升数字金融的覆盖范围、使用频率和数字化水平有助于提升能源安全水平。此外，覆盖广度对能源安全水平的促进作用最为显著，其次是使用深度，数字化程度的影响较弱。具体而言，覆盖广度与能源安全水平在 10% 的显著水平下呈现正相关，其系数为 0.044，这意味着每提高 1 个单位的覆盖广度，能源安全水平将提高约 0.044 个单位，表明拓宽数字金融的覆盖广度能够有数效提高能源安全水平。其次，使用深度与能源安全水平在 1% 的水平下显著正相关，且系数为 0.033，说明覆盖深度每提高 1 个单位，能源安全水平提高 0.033 个单位。最后数字化程度

与能源安全水平在 1%的水平下显著正相关，且系数为 0.032，说明覆盖深度每提高 1 个单位，能源安全水平提高 0.032 个单位。由此可以得出，数字金融的纵向推进力度越深，对能源安全水平的改善作用越大。对于覆盖广度表现为在 10%的水平下正相关，原因可能是对于部分地区来说数字金融发展水平还处在初级阶段，在经济发展较为滞后的地区，数字化基础设施的建设尚未普及且存在诸多不足。在未来应更加关注数字化进程在能源安全中推进中的作用，确保数字金融对能源产业的健康发展起到积极作用，以进一步增强能源安全。

表 5.11 数字金融分维度回归结果

	(1)	(2)	(3)
breadth	0.0444* (1.9014)		
depth		0.0334*** (2.9736)	0.0320*** (4.7869)
digitizationlevel			
控制变量		是	是
时间和省份 固定效应	是	是	是
常数项	0.3610*** (3.4515)	0.2889*** (2.7537)	0.2868*** (2.8249)
观测值	330	330	330
调整后 R <sup>2</sup>	0.9511	0.9520	0.9541

## 5.6 区域异质性分析

在实现双碳目标的背景之下，考虑到我国区域发展的不平衡和不完全性，研究数字金融在能源安全方面的作用显得尤为重要。因此，进一步将样本划分为东部、中部和西部地区，以进行更细致的回归分析。在控制了省份和时间因素后，回归结果显示数字金融对能源安全的影响系数在各个地区均为正且具有显著性，具体结果可见于表 5.12。具体来说，数字金融对东部地区的影响系数为 0.137，对中部地区为 0.109，表明数字金融对东部地区的影响最显著，能有效提升其能源安全水平，而对西部地区的影响系数最小，表明数字金融对西部地区的能源安全水平的提升作用有待加强。

表 5.12 区域异质性回归结果

	东部	中部	西部
dfi	0.1370*** (3.2330)	0.1094*** (5.3414)	0.0145 (0.4350)
控制变量	是	是	是
时间和省份 固定效应	是	是	是
常数项	-0.1248 (-0.4750)	0.6193*** (6.1446)	0.1991* (1.8381)
观测值	121	88	121
调整后 R <sup>2</sup>	0.8795	0.9910	0.9801

## 6 研究结论和对策建议

在新时代的大背景下，我国能源安全正处于前所未有的机遇与挑战交织的复杂局面中。面对能源供给侧的结构性改革的重大任务，清洁能源技术创新的迫切需求，外部环境的不确定性影响，以及能源领域核心技术的“空心化”等问题，我们面临的挑战是多方面且深刻的。此外，能源市场结构和市场体系的不完善，加上国际环境的快速变化，进一步加剧了对我国能源安全的威胁。在这样的背景下，利用数字金融的新视角，探讨和提出了保障我国能源安全的有效对策和建议，旨在为新时代下能源安全政策的制定和实施提供理论和实践上的支持。

文章首先深入讨论了数字金融如何通过其独特的机制影响能源安全，通过采用回归模型这一高度精确的统计工具，文章实证分析了数字金融对我国能源安全进展的具体影响，通过这种深入的实证分析，揭示了数字金融在不同条件下对能源安全的具体贡献和潜在的风险点。

在总结研究发现的基础上，进一步提出了一系列针对性的建议和对策。这些建议旨在通过优化数字金融环境、推动清洁能源技术的创新和应用、加强能源市场体系的完善、以及提升我国能源领域核心技术的自主创新能力等方面，来强化我国能源安全保障体系。

### 6.1 研究结论

在回顾数字金融与能源安全发展之间的相关文献与理论基础后，阐明了数字金融如何赋能能源安全的影响机理。采用我国 30 个省份在 2011 至 2021 年间的的面板数据作为研究对象，通过固定效应模型验证了数字金融对能源安全直接作用的实证效应，并使用面板分位数模型追踪了数字金融影响能源安全发展的动态过程。此外，通过异质性模型分析了数字金融在不同区域对能源安全的影响差异，最终得出以下结论：

第一，基准回归结果显示数字金融的发展对提升我国能源安全具有显著的正向促进作用，其在加入了城镇化水平、人口结构、政府干预程度、技术市场发展水平、产业集聚程度这些控制变量之后，数字金融对我国能源安全存在明

显的正向促进作用，这一结论在经过剔除个别极端值的影响、删减特殊样本、增加控制变量等稳健性检验后依然成立。

第二，运用面板分位数回归进行分析并展开讨论，是为了考察数字金融对能源安全影响的动态轨迹。发现在不同分位点，即能源安全发展的不同阶段，都能得出发展数字金融有利于提升能源安全水平的结论，且数字金融对能源安全的边际效应呈现递增的特征。

第三，阶段异质性检验结果显示，两个发展阶段显著性水平存在较大差异，2011-2015 数字金融对能源安全影响不显著，2016-2021 年数字金融对能源安全具有显著性影响，表明在数字金融加速发展阶段数字金融对能源安全的促进作用显著强于初始发展阶段，数字金融对能源安全的影响越来越显著。

第四，分维度异质性检验结果显示，数字金融各维度均促进了能源安全发展，覆盖广度、使用深度和数字化程度估计系数显著为正，这表明提高数字金融的覆盖广度、使用深度和数字化程度能够有效促进能源安全发展。此外，覆盖广度对能源安全水平的促进作用最强，其次是使用深度，数字化程度较弱。

第五，区域异质性检验结果表明近几年我国数字金融水平直线上升，有较快的发展，但是其发展存在地区非平衡现象，通过区域异质性研究分析得出数字金融对能源安全的影响呈现出对东部、中部显著，但西部不显著，原因还是在于西部数字金融发展发展较低，对能源安全的提升作用弱，对西部地区促进作用最小。

## 6.2 对策建议

### 6.2.1 加快能源产业数字化转型步伐

能源发展是推动我国经济高品质增长的关键因素，对于国家经济的繁荣起着至关重要的作用。同时，能源安全是维护国家安全的根本，占据了国家安全战略的核心位置。在数字化转型日益加快的今天，数字金融已经成为在新时代背景下促进能源安全向绿色发展转变的一个重要力量。面对绿色发展新阶段的特征和能源安全发展的新趋势，数字金融在推进能源行业数字化改革中发挥着极其重要的作用。加快能源产业数字化转型需要建设数字化基础设施、推动智

能化设备和自动化技术应用、强化数据管理和分析能力、加强与信息技术企业的合作、提升人才素质和培训力度，同时完善法律法规和政策支持。为了加速能源产业的数字化转型，需要进行以下方面的工作：首先是建设数字化基础设施，包括优化网络通信基础设施，提高能源企业的信息传输速度和稳定性，从而为数字化转型提供基础支持。其次是推动智能化设备和自动化技术的应用，引入先进的传感器、物联网技术和人工智能等技术，实现能源生产过程的智能化、自动化和远程监控，从而提高生产效率和能源利用效率。最后，要加强数据管理和分析能力，建设数据中心、搭建数据平台，将各个环节的数据集中管理，并利用大数据和人工智能技术进行分析，挖掘数据中潜在的价值。此外与信息技术企业合作，共同开发和推广适用于能源产业的数字化技术和解决方案，以促进能源产业的数字化转型。

### 6.2.2 丰富数字金融在能源产业的应用场景

数字化转型在能源产业中扮演着关键角色，不仅是供给侧结构性改革的主轴，也是实现碳达峰、碳中和目标的关键途径。在这个进程中，金融制度的有效介入至关重要，以最大程度地优化资源配置和利用效率。金融行业的进步要与能源领域的数字化进程紧密结合，充分运用数字技术增强金融服务的科技水平，以达到与能源行业深度整合的目标。利用精确的数据来反映能源行业的运营和交易动态，实现对绿色能源公司的实体资产和交易活动的全面数字化，可以显著提高金融服务的品质与效能，从而为能源产业的数字化转型提供更加坚实的支持。数字金融可以支持绿色能源的发展和应用，通过绿色债券、碳交易等金融工具，为绿色能源项目提供资金支持，并鼓励投资者参与绿色能源产业，推动能源行业向低碳、清洁方向转型。数字金融可以帮助能源企业进行数据分析和风险管理，通过大数据分析技术，能源企业可以对能源市场的供需情况、价格走势等进行深入分析，制定合理的投资和经营策略，运用大数据分析和人工智能预测能源市场趋势，为能源企业提供风险评估和管理工具，减少投资风险，降低市场风险。数字金融可以促进能源市场的智能化和数字化转型，利用物联网、人工智能等技术，建立智能能源交易平台，实现能源供需的精准匹配和动态定价，利用数字金融技术建立线上能源交易和碳交易平台，提高市场透

明度，促进能源资源的有效分配和碳排放权的交易，提高能源市场的效率和公平。

### 6.2.3 完善能源产业数字金融服务生态

完善能源产业的数字金融服务生态系统是一个多方面的过程，涉及技术创新、政策支持、市场参与者合作和教育培训等多个方面。加强区块链技术在能源金融中的应用：利用区块链技术提高能源交易的透明度和安全性，促进智能合约的应用，简化交易流程。发展大数据和人工智能：运用大数据分析优化能源资产管理，利用人工智能提升风险管理和决策效率。出台激励政策：政府应制定相关政策，鼓励金融机构和能源企业投入数字技术的研发和应用，提供税收减免、财政补贴等支持措施。完善法律法规：建立和完善数字金融服务相关的法律法规体系，为能源产业的数字化转型提供法律保障。加强金融机构与能源企业的合作：鼓励金融机构与能源企业之间建立合作关系，共同开发符合能源产业特点的金融产品和服务。推动行业内外合作：促进能源、金融、科技等行业间的合作，共同探索新的商业模式和服务模式。培养跨领域人才：加大对金融科技和能源科技人才的培养力度，特别是在数据分析、区块链、人工智能等领域的复合型人才。提供专业培训和教育：为能源和金融行业从业者提供数字技术相关的培训和教育，提升其对新技术的理解和应用能力。创建创新孵化平台：建立专门的创新孵化平台，支持金融科技和能源科技的创新实验，鼓励创新项目的试点和推广。灵活应对市场变化：鼓励金融机构和能源企业灵活适应市场变化，勇于尝试新技术、新模式，不断优化服务体系。

## 参考文献

- [1] Ozili P K. Digital finance, green finance and social finance: is there a link?[J]. Financial Internet Quarterly, 2021, 17(1): 1-7.
- [2] Willrich M. Energy & world politics[M]. Simon and Schuster, 1978.
- [3] Bielecki J. Energy security: is the wolf at the door?[J]. The quarterly review of economics and finance, 2002, 42(2): 235-250.
- [4] Scheepers M J J, Seebregts A J, De Jong J J, et al. EU standards for energy security of supply[J]. Energy Research Centre of the Netherlands, 2006, 104.
- [5] Painuly J P, Park H, Lee M K, et al. Promoting energy efficiency financing and ESCOs in developing countries: mechanisms and barriers[J]. Journal of Cleaner Production, 2003, 11(6): 659-665.
- [6] Koenker R, Bassett Jr G. Regression quantiles[J]. Econometrica: journal of the Econometric Society, 1978: 33-50.
- [7] Löschel A, Moslener U, Rübhelke D T G. Indicators of energy security in industrialised countries[J]. Energy policy, 2010, 38(4): 1665-1671.
- [8] Blum H, Legey L F L. The challenging economics of energy security: Ensuring energy benefits in support to sustainable development[J]. Energy Economics, 2012, 34(6): 1982-1989.
- [9] 黄益平,黄卓.中国的数字金融发展:现在与未来[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(4); 1489-1502.
- [10] 何宏庆. 数字金融:经济高质量发展的重要驱动[J]. 西安财经学院学报, 2019, 32(2): 45-51.
- [11] 黄群慧,余泳泽,张松林. 互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019, No. 377(08): 5.
- [12] 妥云蔚,仇娟东. 数字金融促进了包容性增长吗? —来自中国城市层面的经验证据[J]. 宁夏社会科学, 2022, No. 231(01): 123-133.
- [13] 陈银娥,孙琼,徐文赞. 中国普惠金融发展的分布动态与空间趋同研究[J]. 金融经济研究, 2015, 30(06): 72-81.
- [14] 郭品,沈悦. 互联网金融对商业银行风险承担的影响:理论解读与实证检验[J].

- 财贸经济, 2015(10):102-116.
- [15] 刘园,郑忱阳,江萍,刘超.金融科技有助于提高实体经济的投资效率吗?[J].首都经济贸易大学学报,2018, 20(06):22-33.
- [16] 李春涛,闫续文,宋敏等.金融科技与企业创新—新三板上市公司的证据[J].中国工业经济, 2020, No. 382(01):81-98.
- [17] 郭峰,王靖一,王芳,孔涛,张勋,程志云.测度中国数字普惠金融发展:指数编制与空间特征[J].经济学(季刊), 2020, 19(04):1401-1418.
- [18] 周璐瑶.数字普惠金融发展研究综述[J].财会月刊, 2022, No. 917(01):147-153.
- [19] 葛和平,吴倩.数字普惠金融对民营经济高质量发展的影响研究[J].经济问题, 2022(11):27-35.
- [20] 吴金旺,顾洲一.数字普惠金融文献综述[J].财会月刊, 2018(19):123-129.
- [21] 徐章星.数字普惠金融发展促进了城市创新吗?—基于空间溢出和门槛特征的实证分析[J].南方金融, 2021(02):53-66.
- [22] 谢绚丽,沈艳,张皓星,郭峰.数字金融能促进创业吗?—来自中国的证据[J].经济学(季刊), 2018(4).
- [23] 黄丽,林诗琦,陈静.中国区域创新能力与能源利用效率的时空耦合协调分析[J].世界地理研究, 2020(6).
- [24] 徐枫,陈昭豪.2013.金融支持新能源产业发展的实证研究[J].宏观经济研究, (8):78-85+93.
- [25] 许光清,邓旭,陈晓玉.制造业转型升级与经济高质量发展—基于全要素能源效率的研究[J].经济理论与经济管理, 2020(12):100-110.
- [26] 张雷.中国能源安全问题探讨[J].中国软科学, 2001(04):7-12.
- [27] 张艳.我国东部沿海区域能源安全评价及保障路径设计[D].中国地质大学(北京), 2011.
- [28] 张强.基于开放复杂巨系统理论的能源安全及预警研究[J].中国科技论坛, 2011(02):97-101.
- [29] 万佳佳.中国能源安全评价的综合研究—基于因子分析法的视角[D].山东大学, 2018.

- [30] 李治国, 潘鑫馨. 2015. 我国新能源产业发展的金融支持研究—基于上市公司 2003~2012 的数据[J]. 工业技术经济, 34(10):151-160.
- [31] 孙霞. 关于能源安全合作的理论探索[J]. 社会科学, 2008(05):46-53+190.
- [32] 沈镭, 薛静静. 中国能源安全的路径选择与战略框架[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(10):49-54.
- [33] 舒先林, 阎高程. 石油:中国能源安全的核心与国际战略[J]. 石油化工技术经济, 2004, 20(3):12-20.
- [34] 陈军, 成金华, 吴巧生. 中国石油安全战略评价:1990-2006[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(1):62-68.
- [35] 王安. 合理开发煤炭资源从战略上保证我国能源安全—对加快晋陕蒙宁煤炭战略基地建设的思考[J]. 宏观经济研究, 2009(03):3-8+18.
- [36] 姚瑞禹. 我国能源安全评价研究[D]. 云南大学, 2020.
- [37] 吴传清, 赵豪. “西气东输”工程建成以来中国区域能源安全测度与评价[J]. 城市与环境研究, 2023(01):91-102.
- [38] 杨康. 能源金融产品对于国内产业转型升级的经济和社会效用[J]. 中国总会计师, 2019(04):148-150.
- [39] 张敏, 慕竞玮. 宁夏利用金融工具提高区域能源产业发展效能的研究[J]. 科技风, 2021(26):164-166.
- [40] 钱海章, 陶云清, 曹松威. 中国数字金融发展与经济增长的理论与实证[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(06):26-46.
- [41] 郭品, 沈悦. 互联网金融、存款竞争与银行风险承担[J]. 金融研究, 2019(08):58-76.
- [42] 谢绚丽, 沈艳, 张皓星等. 数字金融能促进创业吗?—来自中国的证据[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(04):1557-1580.
- [43] 唐松, 伍旭川, 祝佳. 数字金融与企业技术创新—结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 管理世界, 2020, 36(05):52-66+9.
- [44] 唐松, 赖晓冰, 黄锐. 金融科技创新如何影响全要素生产率:促进还是抑制?—理论分析框架与区域实践[J]. 中国软科学, 2019(07):134-144.
- [45] 迟春洁, 黎永亮. 能源安全影响因素及测度指标体系的初步研究[J]. 哈尔滨

- 工业大学学报(社会科学版), 2004(04):80-84. 2008, 18(1):62-68.
- [46] 梁琦, 肖素萍, 李梦欣. 数字经济发展提升了城市生态效率吗?—基于产业结构升级视角[J]. 经济问题探索, 2021(06):82-92.
- [47] 汪克亮, 赵斌. “双碳”目标背景下数字金融对能源效率的影响研究[J]. 南方金融, 2021(09):20-31.
- [48] 王茜欣. 数字金融对商业银行风险承担的影响研究[D]. 吉林大学, 2022.
- [49] 杨晨思, 田红, 罗娟. “双碳”背景下数字金融对能源效率的影响研究—以长江经济带为例[J]. 现代金融, 2023(02):34-39+29.
- [50] 康微婧. 数字金融发展对企业绿色创新影响的实证研究[J]. 吕梁学院学报, 2022, 12(06):73-78.
- [51] 周素华. 数字金融对产业结构升级的影响效应研究[D]. 河南大学, 2022.
- [52] 谢平, 邹传伟. 互联网金融模式研究[J]. 金融研究, 2012(12):11-22.
- [53] 谢平, 邹传伟, 刘海二. 互联网金融的基础理论[J]. 金融研究, 2015(08):1-12.
- [54] 张勋, 万广华, 张佳佳, 何宗樾. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. 经济研究, 2019, 54(08):71-86.
- [55] 邱晗, 黄益平, 纪洋. 金融科技对传统银行行为的影响—基于互联网理财的视角[J]. 金融研究, 2018(11):17-29.
- [56] 傅秋子, 黄益平. 数字金融对农村金融需求的异质性影响—来自中国家庭金融调查与北京大学数字普惠金融指数的证据[J]. 金融研究, 2018(11):68-84.
- [57] 陈兆荣. 基于DPSIR模型的我国区域能源安全评价[J]. 山东工商学院学报, 2013, 27(01):66-70.
- [58] 胡剑波, 吴杭剑, 胡潇. 基于PSR模型的我国能源安全评价指标体系构建[J]. 统计与决策, 2016(08):62-64.
- [59] 邹美. 基于能源安全的我国能源结构合理性研究[D]. 哈尔滨工程大学, 2019.
- [60] 王凯. 基于耦合协调度模型的中国能源与金融系统融合研究[D]. 山西财经大学, 2018.
- [61] 陈兆荣, 雷勋平. 基于熵权可拓的我国能源安全评价模型[J]. 系统工程, 2015, 33(07):153-158.
- [62] 林圣华. 煤电联营对用能成本和能源安全影响研究[J]. 煤炭经济研

- 究, 2022, 42 (03) :11-16.
- [63] 冯保国. 能源安全中的能源金融问题[J]. 国际石油经济, 2023, 31 (05) :1-10.
- [64] 尹嘉慧. 能源消费结构对我国能源安全影响力研究[D]. 天津商业大学, 2014.
- [65] 李乐萱. “一带一路”沿线国家能源安全水平测度与保障研究[D]. 外交学院, 2021.
- [66] 白如月, 李彦华, 焦德坤. “双碳”目标倒逼下能源安全与能源系统可持续性协调发展研究[J]. 河南科学, 2022, 40 (05) :822-832.
- [67] 刘启雷, 赵威, 苏锦旗等. 基于数智化转型的制造业“双碳”发展:逻辑、路径与政策[J]. 科学管理研究, 2023, 41 (03) :79-88.
- [68] 黄鲁成, 郭鑫, 苗红等. 双碳科技创新:概念维度、发展路径与政策机制[J]. 科学管理研究, 2023, 41 (03) :37-43.
- [69] 黄新月. “双碳”目标背景下碳交易政策减排效应研究[D]. 东北财经大学, 2022.
- [70] 周龙环, 黄晓勇. “双碳”目标下碳金融创新机制及实现路径研究[J]. 价格理论与实践 2023, No. 466 (04) :43-46+121.
- [71] 史丹, 薛钦源. 中国一次能源安全影响因素、评价与展望[J]. 经济纵横, 2021, (01) :31-45.
- [72] 史亚荣, 赵爱清. “双碳”目标下我国能源稳定与金融安全的耦合协调机理研究[J]. 经济纵横, 2023, (07) :43-54.

## 后 记

论文是毕业的终点站，过完这道坎，我的研究生生涯就结束了，此时的我心情复杂，既有对过去的不舍，又有对未来的期待，最多的还是感谢。

首先，我要向我的导师致以最深的敬意。您的学术造诣深厚，治学严谨，对学生的关心和指导无微不至。您的教诲不仅让我在学术上有所收获，更让我在人生道路上受益匪浅。您的言传身教，让我明白了学术研究的真谛和做人的道理。

其次，我还要感谢我的家人，你们的支持和鼓励是我前进的动力源泉。我要感谢我的同学们，在论文的撰写过程中，我们相互支持，共同探讨，共同进步。你们的陪伴和帮助让我的学术之旅充满了乐趣和动力。

最后感谢这一路走来的自己，三年研究生生涯，有收获，有失去，有成长，有笑语，有泪水，也有遗憾。所有的经历都有意义，接纳普通平凡且不完美的自己，勇敢的继续前行吧！

祝所有相遇，平安喜乐，万事胜意。