

学校编码: 10384
学号: 31320120153666

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

廈門大學

博士学位论文

中国绿色经济增长与能源转型

China's Green Economic Growth and the Corresponding
Energy Transformation

李江龙

指导教师姓名: 林伯强 教授

专业名称: 能源经济学

论文提交日期: 2016 年 05 月

论文答辩时间: 2016 年 05 月

学位授予日期: 2016 年 06 月

答辩委员会主席:

评阅人:

2016 年 06 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

本研究从选题、建模、结果分析再到政策建议，以及整体论文的写作都是与导师共同讨论、合作的过程和结果。

另外，该学位论文为（厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心与中国能源经济研究中心）课题（组）的研究成果，获得（厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心与中国能源经济研究中心）课题（组）经费或实验室的资助，在（厦门大学能源经济与能源政策协同创新中心与中国能源经济研究中心）实验室完成。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 2021 年 12 月 31 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

中文摘要	I
英文摘要	V
第一章 绪论：中国转型之能源约束.....	1
1.1 选题背景和问题提出.....	3
1.1.1“绿色”滞后于经济增长，能源消费总量增速需要减缓.....	3
1.1.2 能源安全问题不容忽视.....	4
1.1.3 清洁能源是重要方向，但受到并网和高成本限制.....	5
1.1.4 区域间能源电力的平衡性和统筹全国总体环境容量.....	6
1.2 核心概念：绿色经济增长、能源转型.....	6
1.2.1 绿色经济增长的定义.....	6
1.2.2 能源转型的定义.....	7
1.2.3 绿色经济增长与能源转型的关系.....	7
1.3 本文的结构安排.....	8
1.4 本文的创新之处.....	11
第二章 中国绿色经济增长与资源之祸：基于能源环境全要素生产率 的视角.....	17
2.1 引言和问题提出.....	17
2.2 中国绿色经济增长的测度.....	20
2.3 测度结果及回归分析.....	25
2.4 影响机制与传导途径.....	33
2.4.1 影响机制.....	33
2.4.2 传导途径.....	38
2.5 本章结论和政策建议.....	40
第三章 环境治理约束下的中国能源结构转变：煤炭和二氧化碳峰值 分析.....	43
3.1 引言和问题提出.....	43
3.2 环境治理约束下的中国能源综合预测框架.....	46
3.3 环境治理约束下中国能源需求和结构预测.....	52
3.3.1 能源需求和考虑节能下的最优能源供应量预测.....	52
3.3.2 环境治理约束下的最优能源结构.....	58

3.3.3 环境治理约束下的煤炭消费峰值和二氧化碳排放峰值.....	64
3.4 进一步讨论：分区域环境治理和煤化工的影响.....	68
3.4.1 分区域环境治理下的区域煤炭峰值和二氧化碳排放峰值.....	68
3.4.2 煤化工对煤炭消费峰值和二氧化碳排放峰值的影响.....	70
3.5 本章结论和政策建议.....	72
第四章 中国可再生能源并网发展的成本分析.....	75
4.1 引言和背景.....	75
4.2 文献综述.....	78
4.3 可再生能源上网电价和降低成本的途径.....	79
4.3.1 可再生能源上网电价.....	79
4.3.2 降低清洁能源成本的途径.....	84
4.4 接入电网的可再生能源的成本分析.....	86
4.4.1 可再生能源的购电成本.....	86
4.4.2 清洁能源的并网成本.....	88
4.5 清洁能源的成本分摊.....	92
4.6 本章结论和政策建议.....	94
第五章 中国可再生能源政策量化评价：以风电标杆电价政策为例	97
5.1 引言.....	97
5.2 构建可再生能源政策评价的基准模型.....	101
5.2.1 传统能源电力的成本风险.....	101
5.2.2 风电标杆电价政策评估的基准模型设定.....	104
5.3 现行标杆电价政策足够促进风电吗？.....	108
5.3.1 仅从发电侧考虑.....	110
5.3.2 从“发电-并网-调峰”产业链进行考虑.....	112
5.4 现行标杆电价处于最优水平吗？.....	113
5.5 本章结论和政策建议.....	118
第六章 特高压对中国雾霾治理的影响：基于跨区输电的证据.....	121
6.1 引言和研究背景.....	121
6.2 研究设计.....	123
6.2.1 基本思路和研究设计.....	123
6.2.2 研究方法.....	123
6.2.3 研究样本选择.....	125
6.3 实证结果.....	128

6.3.1 研究方法适用性的讨论和检验.....	128
6.3.2 回归结果与分析.....	132
6.4 稳健性检验及进一步讨论.....	136
6.4.1 控制组变化的影响.....	136
6.4.2 反事实分析.....	137
6.4.3 进一步讨论：跨区输电对电力送端地区二氧化硫排放的影响.....	138
6.5 本章结论和政策建议.....	139
第七章 能源转型对电力系统效率的影响.....	141
7.1 问题的提出.....	141
7.2 变量说明和数据处理.....	143
7.3 回归结果与稳健性分析.....	144
7.4 内生性问题处理.....	146
7.5 结果的讨论.....	150
7.6 本章结论和政策建议.....	156
第八章 页岩气革命的影响评估：基于反事实计量的分析.....	159
8.1 引言.....	159
8.2 天然气价格形成推动因素.....	164
8.3 如果没有页岩气革命，美国天然气价格将如何？.....	169
8.4 页岩气革命对美国的影响.....	174
8.5 本章主要结论和政策建议.....	180
第九章 文章结论及研究展望.....	183
9.1 研究结论.....	183
9.2 研究的不足与展望.....	187
参考文献	189
致 谢	203
博士在读期间科研成果.....	205

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Table of Contents

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English.....	V
Chapter 1 Introduction: The constraints of China's transformation..	1
1.1 Background and Motivations.....	3
1.1.1 The green part lags behind economic growth.....	3
1.1.2 Energy security issues can not be ignored.....	4
1.1.3 Clean energy is the central issue in energy transformation, but is limited by grid-connection and high cost.....	5
1.1.4 Energy and electricity need to be balanced across regions, and environmental capacities in each region need to be coordinated.....	6
1.2 Fundamental concepts: Green economic growth and energy transformation.....	6
1.2.1 The definition of green economic growth.....	6
1.2.2 The definition of energy energy transformation.....	7
1.2.3 The relationship between these two concepts.....	7
1.3 Organazation structure.....	8
1.4 The contributions.....	11
Chapter 2 Natural resources: curse or blessing for China's green economic growth.....	17
2.1 Introduction and motivations.....	17
2.2 Measuring China's green economic growth.....	20
2.3 The measurement results and regression analysis.....	25
2.4 Influencing mechanism and transduction pathway.....	33
2.4.1 Influencing mechanism.....	33
2.4.2 Transduction pathway.....	38
2.5 Conclusion and policy implications.....	40
Chapter 3 Energy transformation under the constraints of environmental governance.....	43
3.1 Introduction and motivations.....	43
3.2 China's energy forecasting framework.....	46
3.3 Energy demand and energy structure forecasting under the constraints of environmental governance.....	52
3.3.1 Energy demand and optimal energy supply.....	52

3.3.2 Optimizing energy structure.....	58
3.3.3 The peaks of coal consumption and CO ₂ emissions.....	64
3.4 Further discussion.....	68
3.4.1 The impact of regional environmental governance.....	68
3.4.2 The impact of coal chemical industry.....	70
3.5 Conclusion and policy implications.....	72
Chapter 4 Analyzing cost of grid-connection of renewable energy development in China.....	75
4.1 Background and introduction.....	75
4.2 Literature review.....	77
4.3 Feed-in tariffs of renewable energy and cost reduction pathways.....	78
4.3.1 Feed-in tariffs of renewable energy.....	79
4.3.2 Renewable energy cost reduction pathways in the future.....	84
4.4 The cost analysis for grid connected renewable energy.....	86
4.4.1 Purchasing cost for renewable energy.....	86
4.4.2 The cost of grid integration.....	88
4.5 Cost sharing of renewable energy.....	92
4.6 Conclusion and policy implications.....	94
Chapter 5 Quantitative evaluation of Chinese renewable energy policy based on recursive stochastic dynamic programme	97
5.1 Background and introduction.....	97
5.2 The baseline model for renewable energy policy evaluation.....	101
5.2.1 The volatility of fuel energy price.....	101
5.2.2 The specification of baseline model.....	104
5.3 Is feed-in tariff enough for promoting renewable energy: in case of wind power?.....	108
5.3.1 Considering power generation.....	110
5.3.2 Considering power generation, grid-connection and peak regulations	112
5.4 Is the current tariff optimal?.....	113
5.5 Conclusion and policy implications.....	117
Chapter 6 The impact of UHV transmission on environmental improvement: evidence from the natural experiment ..	121
6.1 Background and introduction.....	121
6.2 Research design.....	123

6.2.1 Basic ideas.....	123
6.2.2 Model specification.....	123
6.2.3 The selection for sample.....	125
6.3 Empirical results.....	128
6.3.1 Testing the applicability of DID.....	128
6.3.2 Discussion.....	132
6.4 Robustness check and further discussion.....	135
6.4.1 The influence of changing control group.....	136
6.4.2 Placebo study.....	137
6.4.3 The environmental impact for electricity delivers.....	138
6.5 Conclusion and policy implications.....	139
Chapter 7 Does China's energy development plan affect energy conservation?.....	141
7.1 Background and motivations.....	141
7.2 Variables and data processing.....	143
7.3 Empirical design, results, and robustness analysis.....	144
7.4 Treatment of endogeneity problem.....	146
7.5 Further discussion of the empirical results.....	150
7.6 Conclusion and policy implications.....	156
Chapter 8 The impact evaluation of shale gas revolution: from the perspective of counterfactual analysis.....	159
8.1 Background and motivations.....	159
8.2 The driving forces of natural gas price.....	164
8.3 Constructing counterfactuals of gas price without shale gas revolution.....	169
8.4 The impacts of shale gas revolution on the US macroeconomics.....	174
8.5 Conclusion and policy implications.....	180
Chapter 9 Conclusion, policy implications and research prospect..	183
9.1 General conclusions.....	183
9.2 Limitation and outlook.....	187
References.....	189
Acknowledgements.....	203
Scientific achievements during Ph. D. candidate stage.....	205

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

资源耗竭和环境污染已经成为中国可持续发展的严重制约，特别是雾霾等环境问题的大面积集中爆发，更是将这一问题摆在了公众和政府的面前。但是，对于中国这样的发展中大国，“发展是第一要务”，因为解决十三亿人口的吃饭和就业问题都离不开经济较快增长。如何在稳增长、资源节约、环境友好这三者之间的权衡取舍是政府面临的难题。因此，对于中国社会经济的可持续发展，关键是在兼顾经济增长的同时尽可能实现资源节约和环境改善。这就需要实现绿色经济增长的转型。

另一方面，气候目标成为中国经济发展的约束条件。在 2014 年 11 月的中美联合声明中，中国首次提出“计划 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰”，这是中国政府第一次对二氧化碳绝对量减排做出承诺。

中国经济转型中的这两个约束在很大程度上都落脚于能源约束，因为能源使用过程中的污染物和二氧化碳排放占总排放量相当大的比重，无论是环境治理还是气候控制目标，本质上都是能源问题。中国绿色经济增长转型离不开能源转型。

本文正是在上述大背景下，以中国绿色经济增长转型作为切入点，再从环境治理约束下的能源结构转变、清洁能源发展、能源政策量化评估、电力系统优化调度、特高压建设、非常规油气等能源经济和政策领域重大问题层层剖析如何推动能源转型，并以此促进绿色经济增长转型。与以往文献相比，本文主要做了如下七个方面的工作：

第一，构建了中国绿色经济增长评价指标并分析了资源禀赋条件对绿色经济增长的影响机制和传导途径；第二，将雾霾背景下的环境治理约束引入对能源结构的预测，基于两阶段的优化过程，构建一个包含环境治理约束的中国能源综合预测框架，研究环境治理约束下的能源结构转变以及伴随而来的煤炭消费和二氧化碳排放峰值；第三，要实现能源转型，除了技术上的制约，更大的问题可能来自成本竞争力。本文详细测算了中国可再生能源发展各个环节的成本，以及成本在不同利益主体之间的分摊；第四，正是由于成本缺乏市场竞争力，政策是中国清洁能源发展的一个重要推动力，本文结合中国的现实情况，从政策评价的角度

提出了新的分析框架对中国清洁能源政策进行量化评价；第五，由于清洁能源利用过程中的随机性和间歇性，能源转型过程中清洁能源的快速发展必然对电力系统的供需实时平衡造成冲击，本文从整个电力系统效率的角度出发，提出了在能源转型的过程中如何实现整体电力供应效率的优化；第六，由于风电等清洁能源主要分布在西部地区，而电力负荷中心主要位于东部，在能源转型的过程中建设特高压电力输送通道就成为解决这一“逆向分布”难题的重要手段。利用特高压在中国迅速发展给电力跨区调配提供的自然实验机会，本文对特高压对环境治理的影响进行了量化研究；第七，能源供给革命的核心是建立多元供应体系。天然气清洁高效，特别是考虑到天然气发电与可再生能源发电在调峰上的“互补”关系，天然气是中国能源转型的重要组成部分。天然气发展的主要瓶颈在于气源问题，本文以美国页岩气革命为例，对能源供给革命对经济和能源格局的影响进行了系统全面的评估，并提炼出对中国的启示和可资借鉴的经验。

在方法论上，本文在理论研究和实证研究相结合的同时，还结合中国实际和本文的研究需要采用了很多最新的方法，主要包括：第一，本文采用包含非期望产出的非径向方向距离函数（NDDF），在综合考虑经济增长、能源节约和污染减排这三个绿色增长核心因素的基础上，构建绿色经济增长评价指标。该方法相对于目前广为使用的其他 DEA 方法的优点是放松了期望产出和非期望产出按同等比例扩大或者缩减这一不合理的假设。这一假设使得研究者无法考察如何在实现经济扩张的同时实现污染物的减排。第二，对于环境约束倒逼的能源结构转变，本文构建了一个两阶段最优化过程，研究能源结构的演化过程，并预测出煤炭消费和二氧化碳排放峰值。第三，采用学习曲线估计了中国可再生能源发展的学习率，并在对中国可再生能源发展政策进行系统的梳理的基础上，克服了对可再生能源发展成本估计向上的偏误。第四，基于实物期权，通过随机动态递归构建中国可再生能源政策量化评价的分析框架。在这个评价模型中，将传统能源市场的不确定性和中国可再生能源总量规划的现实情况结合起来，同时市场在各期根据收益最大化对市场环境做出反应，决策是否投入技术研发以降低未来清洁能源开发成本。第五，在对跨区输电对污染物减排影响的评估中，本文应用计量经济学中“自然实验”的思想，采用了政策评价中广为流行的倍差法，这在一定程度上能够克服跨区输电线路建设与环境污染之间可能存在的内生性问题。第六，本文引入了水电发电小时数作为燃煤火电发电小时数的工具变量。在估计燃煤火电发

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.