

ENERGY REVOLUTION AND
GREEN DEVELOPMENT:

能源革命与绿色发展

理论阐发和中国实践

..... 许广月 等◎著

Theoretical Elucidation and Chinese Practice

ENERGY REVOLUTION AND
GREEN DEVELOPMENT:

能源革命与绿色发展

理论阐发和中国实践

Theoretical Elucidation and Chinese Practice

许广月 等◎著

国家社会科学规划青年项目 (17CJL014)

中国博士后特别资助项目 (2017T100525)

全国统计科学研究项目 (2016LY33)

河南省政府决策研究招标课题 (2017B104)

河南省科技厅软科学项目 (172400410235)

河南省高等院校重点科研项目 (18A790011)

河南省高等学校青年骨干教师培养计划

河南大学民生学院教改项目 (MSJG2015021)



中国经济出版社

CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

能源革命与绿色发展: 理论阐发和中国实践 / 许广月等著.

—北京: 中国经济出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-5136-5105-9

I. ①能… II. ①许… III. ①能源经济—研究—中国 IV. ①F426. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 038325 号

责任编辑 张利影

责任印制 巢新强

封面设计 华子图文

出版发行 中国经济出版社

印刷者 北京力信诚印刷有限公司

经销者 各地新华书店

开本 710mm×1000mm 1/16

印张 21.5

字数 330 千字

版次 2018 年 8 月第 1 版

印次 2018 年 8 月第 1 次

定价 58.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本馆图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010-68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010-68355416 010-68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390)

服务热线: 010-88386794

序 言

党的十九大报告指出：“中国特色社会主义进入新时代，我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。”这一新矛盾对我国处理人与自然之间的关系提出了更高要求。

人与自然的关系紧张等问题，成为制约我国经济社会发展中的重要因素。因此，人们对美好环境的渴求成为我国全面建成小康社会和实现人与自然平衡发展的内涵要求。实现人与自然和谐相处，既是新时代中国解决新的主要矛盾的必然选择，也是中国绿色发展的主要宗旨，更是实现美丽中国宏伟目标的本质体现，同时也是确保中国可持续发展的前提条件。这是被发达国家的发展经验和发展中国家正在进行的发展实践证明了的真理。因此，找准人与自然和谐共生的战略突破口，成为学术界研究的基本任务。

在这一前提下，中国对此进行了深入的探索，将能源革命和绿色发展上升到国家战略层面，作为国家经济社会发展的指导思想，通过推进能源革命，助推绿色发展。

本书通过剖析绿色发展中非绿色的根源性因素——能源，从能源作为工业化之母的前提性作用和能源消费，特别是化石能源的消费带来的负外部性等角度，建立了推进中国能源革命的理论基础，借此打通由能源革命促进绿色发展的关联通道。基于此，以能源革命的五大内涵为切入点，详细分析了能源革命对绿色发展影响的机制、路径、体制与政策等，以及中国此举对世界经济绿色转型的重要影响。随后，论证了在此过程中污染排放遵循的峰值演变规律，并且分析了中原经济区在能源革

命促进下和绿色发展进程中二氧化碳排放达峰的基本情况，以及开封市城镇家庭低碳生活方式的构建等基本内容。

综上所述，本书具有以下鲜明特色：一是站在时代高度重新审视能源问题和经济发展方式转变的问题。我们所处的时代决定了我们要研究的课题，也决定了我们要研究的内容。中国经历了从站起来到富起来再到强起来的转变历程，在新时代，人们对清洁环境的渴求构成时代的主题之一。因此，我们对此进行研究，以期促进对绿色发展认识的不断深化。二是本书采用理论和实践相结合的方式，分析能源革命和绿色发展问题，并从实践层面深入地分析中国通过推动能源革命加快绿色发展进程的机理。这种理论与实践相结合的分析方法赋予本书既有理论高度又有“立地”的实践深度。三是从能源领域切入思考中国绿色发展可行性的问题。

本书系统地剖析了以能源革命推动绿色发展的理论和实践机制，从而为国家深入全面地推进能源革命和布局绿色发展提供了重要理论支撑。这为认识经济发展方式的深刻转变提供了又一个窗口，进而为国家相关部门在更大程度上和范围内推动能源革命和绿色发展提供了坚实的基础，同时也为学术界廓清相关理论提供了学理依据。

在写作过程中我们深知“学海无涯”，通过本书的写作，我们进一步明晰了研究的方向，更加深刻认识到，我们的研究还需要进一步提升，研究方法还需要进一步改进，研究质量还需要不断提高。这就促使我们要以更加紧迫的使命感，尽绵薄之力，继续进行深入研究。

希望以此为激励，以“见贤思齐”为学术追求的精神，以“三人行，必有我师”为科研的动力，取得更大的学术成就，不辜负这美好的时代和我们的初心！

许广月

于美国北卡罗来纳大学夏洛特分校

当地时间：2018年2月9日

前 言

探讨人与自然之间关系的问题一直以来都是社会科学重要的主题，特别是作为显学的经济学学科，更是把研究人与自然之间和谐相处看作一项主要的内容。经济学是以资源配置为研究对象的学科，这里的资源包括自然资源和人造资源两大类。因此，从内容上来看，经济学在经济社会中主要处理两大关系。一是人与人之间的关系，二是人与自然之间的关系。在人与人之间的关系方面，取得了很多研究成果，也形成了众多学说和流派。相对而言，在研究人与自然关系方面，起步较晚，研究成果还不太丰富。随着可持续发展理念的深入人心，对人与自然之间关系的研究成为主流，在经济学科中实现了从隐性到显性的转变，其内容在经济学各大分支如发展经济学，人口、资源与环境经济学，区域经济学，产业经济学等中均有体现。这种转变凸显了解决人与自然发展不平衡不协调问题成为时代的需求，成为人们的期盼和国家的战略选择。这既是发达国家过去经验的教训所得，更是发展中国家目前经济社会发展方式转变的迫切需要。

为此，我们从造成人与自然关系紧张的根本原因出发，从能源角度探索通过推动能源革命促进绿色发展，进而能够有效地解决可持续发展问题的路径与方向。同时，根据中国推进能源革命和绿色发展的国家和地方实践经验，对此探讨了其路径的必要性和可行性问题。围绕这些问题，本书按照理论阐发与中国实践的架构，章节安排如下：

第一章从学理上分析了人类进行能源革命的起源性问题。就本质要义而言，能源具有工业化之母的前提性作用。工业化作为推动人类社会发展的力量，在近现代世界历史中扮演着重要角色。但从能源角度

来看，无论哪一次工业革命都离不开能源的支撑。在煤炭时代、油气时代，世界发生了第一次工业革命和第二次工业革命。因此，可以判断能源是发生工业革命的前提条件。但是，能源特别是化石能源是可耗竭的，且会产生严重的环境问题，成为制约经济社会发展的因素之一。因此，通过推动能源革命，可以促进人类社会诸多能源和环境问题的解决。

第二章重点对能源革命的内涵进行了探讨。以能源革命发生的历史进程为切入点，通过分析能源革命的发展，剖析了能源革命的本质，即能源革命是能源品种或种类之间的替代。前两次能源革命发生在化石能源之间，第三次能源革命则是非化石能源对化石能源的替代，这种替代性具有主导性、核心技术性、层次性、兼顾性等不同性质。因此，各国应该根据自身实际情况选择不同形式的能源革命模式。中国推动能源革命的过程需要从一个相对引领到绝对引领的转换，当非化石能源消费占比达到 50% 或以上时，中国已基本完成了能源革命。

第三章到第七章重点阐述了能源革命对中国绿色发展影响的机制、路径与对策。第三章论述了能源消费革命与中国绿色发展的关系。由于过度消费以煤炭为主体的化石能源，环境污染日益严重。因此，通过能源消费革命，加快调整能源结构从化石能源向非化石能源的转变，成为提高绿色发展水平的关键。第四章则从能源生产层面论述了能源生产革命为绿色发展提供绿色动能基础。如果能源消费革命是中国绿色发展的关键，那么中国能源生产革命就是中国绿色发展的保障，因为能源消费的调整根源于能源生产的调整。第五章主要阐述了中国能源技术革命对绿色发展的影响。能源技术的清洁化提高，对能源生产和消费产生显著影响。因此，能源技术革命对推动中国绿色发展更具一定的“硬件”意义。第六章探讨了对中国绿色发展其“软件”作用的能源体制革命问题。能源体制革命在影响范围上更广，无论是能源生产和消费，还是能源技术，背后都有着能源体制的因素。因此，能源体制革命对中国绿色发展具有影响深远的保障性作用。第七章则从能源国际合作方面论述

了其对中国绿色发展的作用。绿色发展具有国际化诉求，因此，绿色发展的全球化必然导致能源革命的国际化，即能源国际合作。通过开展能源国际合作，提高能源资源优化配置能力，实现能源市场深度融合，实现开放条件下能源安全，为中国绿色发展奠定了坚实的基础。

第八章和第九章论述了中国能源革命和绿色发展对世界的影响。第八章从有利于改变生产方式和生活方式层面出发，分析了在能源革命和绿色发展推动下，人类生活方式的低碳化调整的趋势。第九章则深刻揭示了在能源革命推动下和绿色发展进程中，中国污染排放发生的峰值演变规律。这为中国进入生态文明新时代提供了重要的理论支撑。

第十章和第十一章以中原经济区为例，分析了中国能源革命和绿色发展的实践进展。第十章重点研究了作为中国缩影的中原经济区是否也存在污染排放的峰值特征。结果表明，这种峰值特征也存在于区域层面，这为中国在全域根据这种峰值特征制定相应的生态文明建设政策提供了科学依据。第十一章则从城镇社区家庭角度深刻揭示了家庭能源消费和碳排放的变动、影响因素，为能源革命和绿色发展在中国微观层面的推进提供了重要参考。

第十二章主要论述了能源革命、绿色发展对推动生态文明建设的重要意义。从生态文明新时代的高度，研究了能源革命和绿色发展对保障、推动生态文明进程的重要作用，这为新时代生态文明建设的进一步推进提供了理论指导。

总体而言，本书是我们长时期思考能源、环境与经济发展之间矛盾的结果。在写作过程中，正逢党的十九大召开。十九大报告又把生态文明建设提高至一个新的高度，即“建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计”。因此，通过人与自然关系的调整，促进生态文明建设进程，这是中国实现民族永续发展的强要求。我们从能源革命与绿色发展角度进行了探索，尽管取得一些研究成果，但是总感觉能力有限。如果本书能够为学术界提供可行的方案的话，那么我们深感欣慰。同时，我们希望专家学者对此进行批评指正！

目 录

1 为什么要进行能源革命	1
1.1 能源的重要性	1
1.2 能源改革动因探究：能源的可耗竭性和环境外部性	4
1.2.1 能源的可耗竭性：未来能源在哪里	4
1.2.2 能源革命的环境效应：美好环境的再造	7
1.2.3 能源革命发生的内生性根源和外生性冲击	10
1.3 能源革命的特殊性	12
1.3.1 经济发展阶段的使然	12
1.3.2 破解资源环境约束的必然	15
1.3.3 解决中国新的主要矛盾的基本指向之一	20
2 能源革命：内涵特征与中国的选择方向	23
2.1 能源革命的本质探究	23
2.1.1 能源革命的历程	23
2.1.2 能源革命的本质	24
2.2 能源革命的特征	26
2.2.1 替代的主导性	26
2.2.2 替代的核心技术性	26
2.2.3 替代的层次性	27
2.2.4 替代的兼顾性	28
2.2.5 替代的两种模式	29
2.3 中国引领第三次能源革命的条件	30
2.3.1 中国引领第三次能源革命方式的界定	30

2.3.2	中国相对引领第三次能源革命的条件	31
2.3.3	中国绝对引领第三次能源革命的条件	38
2.4	中国能源情景分析与路径选择	46
2.4.1	中国能源情景定义与特征	46
2.4.2	中国能源情景结果分析	47
2.4.3	中国第三次能源革命的路径选择及预测	48
3	能源消费革命与中国绿色发展	53
3.1	能源消费总量增长的态势强化了中国的能源约束	53
3.1.1	巨量的能源消费使中国到了能源约束的边界	53
3.1.2	中国能源消费总量变动的基本特征及其影响因素	54
3.2	能源消费结构	59
3.2.1	以化石能源为主的能源消费体系	59
3.2.2	化石能源消费体系带来的影响分析	60
3.3	中国能源利用效率低下制约着绿色发展绩效的提升	65
3.3.1	中国能源效率的总体表现	65
3.3.2	中国能源效率低下的原因及影响	67
3.4	为中国绿色发展构建能源消费革命的框架	68
3.4.1	通过能源消费总量的调整破解能源约束	68
3.4.2	通过能源消费结构的调整为绿色发展注入可供永续利用的清 洁动能	72
3.4.3	通过能源效率的提高提升绿色发展绩效	75
4	能源生产革命与中国绿色发展	79
4.1	能源禀赋导致的能源生产的格局	79
4.1.1	能源禀赋与能源生产的高碳格局	80
4.1.2	能源禀赋与能源生产的区域格局	84
4.1.3	能源禀赋与能源生产的运输格局	94

4.2 能源生产革命为中国绿色发展提供动力基础	100
4.2.1 能源生产结构的替代革命	100
4.2.2 能源基础设施现代化革命	105
4.2.3 能源生产中的生命保护革命	109
5 能源技术革命与中国绿色发展	112
5.1 能源技术革命	112
5.1.1 中国能源技术革命的重点方向	112
5.1.2 中国能源技术革命的主要内容	114
5.2 能源技术革命决定中国绿色发展的基本走向	118
5.2.1 能源安全技术保障了中国绿色发展的基本动能	119
5.2.2 清洁能源技术保障了中国绿色发展的基本底色	122
5.2.3 清洁能源技术保障了中国绿色发展峰值目标的实现	126
5.2.4 关键设备技术为中国绿色发展提供了保障	129
6 能源体制革命与中国绿色发展	136
6.1 原有能源体制的不完善不利于中国绿色发展	136
6.1.1 原有能源体制的基本现状	136
6.1.2 能源体制不适应的体现	137
6.2 能源体制革命为中国绿色发展破除障碍	143
6.2.1 能源体制革命对中国绿色发展的意义	143
6.2.2 能源体制革命的基本原则	150
6.2.3 中国能源体制革命的基本任务	151
7 能源国际合作与中国绿色发展	164
7.1 能源国际合作是中国绿色发展全球化的内生要求	164
7.2 绿色发展全球化背景下中国能源国际合作的基本目标	166
7.3 能源国际合作的内容与策略	168
7.3.1 油气资源合作是中国绿色发展全球化的主导内容	168

7.3.2	非化石能源合作是中国绿色发展全球化的新兴内容	173
7.3.3	能源基础设施合作是推动绿色发展全球化的重要内容 ...	177
7.3.4	推动能源国际合作的长短期结合策略	182
8	中国能源革命和绿色发展的影响：基于低碳生活方式的研究	187
8.1	生活方式的变革	187
8.2	工业文明社会中生活方式的高碳特征	190
8.3	低碳生活方式的建构	191
8.3.1	低碳文明社会下的低碳生活方式	191
8.3.2	低碳生活的内涵	192
8.3.3	低碳生活方式的意义	194
8.4	低碳生活面面观	195
8.4.1	低碳着装	195
8.4.2	低碳饮食	197
8.4.3	低碳居住	200
8.4.4	低碳出行	202
8.5	低碳生活方式的构建路径：基于主体的考量	203
8.5.1	政府	203
8.5.2	企业	207
8.5.3	居民	210
8.6	结束语	212
8.6.1	低碳生活方式是顺应时代潮流的伟大变革	212
8.6.2	低碳生活就在我们身边	212
8.6.3	践行低碳生活需全民参与	213
9	能源革命推动下中国环境污染排放峰值时代的到来：以碳排放 为例	214
9.1	引言	214

9.2 中国二氧化碳排放峰值的情景设计	217
9.2.1 惯性结构情景	217
9.2.2 规划能源结构情景	218
9.2.3 低碳能源结构情景	220
9.3 中国二氧化碳排放峰值情景分析	221
9.3.1 惯性结构情景下二氧化碳排放变动	222
9.3.2 规划能源结构情景下二氧化碳排放峰值	222
9.3.3 低碳能源结构情景下二氧化碳排放峰值	223
9.3.4 三种情景下的比较	224
9.4 能源消费结构调整对中国二氧化碳排放峰值的影响	225
9.4.1 能源消费结构调整引起的二氧化碳减排效应	225
9.4.2 能源消费结构调整引起的二氧化碳峰值变动效应	226
9.5 中国能源现代化“三步走”战略	231
9.6 结论与政策建议	233
10 中原经济区需以碳排放峰值为着力点推进绿色发展	235
10.1 研究背景	235
10.2 研究意义	236
10.2.1 理论意义	236
10.2.2 现实意义	237
10.3 国内外研究现状	237
10.3.1 国内研究现状	237
10.3.2 国外研究现状	240
10.4 理论基础与研究方法	241
10.4.1 碳排放峰值的理论分析	241
10.4.2 中原经济区碳排放峰值的形成机理	245
10.4.3 模型方法	245
10.5 中原经济区碳排放峰值测度与分析	248

10.5.1	数据来源和碳排放计算	248
10.5.2	中原经济区碳排放模型构建	250
10.5.3	中原经济区碳排放峰值情景分析	254
10.6	中原经济区碳排放目标实现路径分析	263
10.6.1	中原经济区碳排放目标实现路径探讨	263
10.6.2	中原经济区碳排放峰值各影响因素分析	264
10.6.3	中原经济区碳排放峰值实现路径	265
10.7	结论	271
11	低碳社区开创绿色革命未来	273
11.1	引言	273
11.1.1	研究背景及意义	273
11.1.2	国内外研究综述	274
11.1.3	研究内容和方法	278
11.2	低碳社区的概念及本质内涵	279
11.2.1	低碳社区的概念	279
11.2.2	低碳社区的本质内涵	280
11.2.3	低碳社区与家庭碳排放的关系	284
11.3	开封市家庭碳排放的基本情况	284
11.3.1	数据来源	284
11.3.2	估算方法	285
11.3.3	统计分析	286
11.4	开封市家庭碳排放影响因素实证研究	294
11.4.1	模型选择	294
11.4.2	模型估计	296
11.4.3	结果分析	299
11.5	降低碳排放的对策	300
11.5.1	政府方面	301

11.5.2 社区建设方面	301
11.5.3 居民低碳行为方面	302
12 结束语：能源革命、绿色发展与中国生态文明新时代	305
12.1 中国将开启生态文明新时代	305
12.2 能源革命是推进中国生态文明建设的根本动力源	306
12.3 绿色发展是推进中国生态文明建设的根本路径	308
12.4 建立能源革命—绿色发展—生态文明建设相互影响的 机制	310
参考文献	311
术语索引表	322
附录 关于创建低碳社区过程中家庭生活情况的问卷调查	324
后 记	326

1 为什么要进行能源革命

1.1 能源的重要性

人类自进入文明社会以来，能源在推动人类文明社会进程中的作用日益增强，乃至如今，如果我们离开能源，人类社会便会进入“黑暗社会”“静止社会”。因此，从能源的重要性角度探讨为什么要进行能源革命，是一个值得深入研究的重要课题。

能源是长期储存在地球内部的能量的物质载体，主要以煤炭、石油、天然气等常规形态出现，也可能以非常规的形态出现，如页岩气、页岩油等；还有新型能源也可为人类提供能量，如太阳能、风能、核能、生物质能等。自从有了能源，以及人类开始使用能源，人类社会就在此基础上获得了较大的一次又一次的发展。

以煤炭为例，煤炭的大规模开采和使用是蒸汽机大规模应用所需，也是英国工业革命的主要动力来源。煤炭的使用提高了生产力，推动了工业和文明的发展，煤炭成为第一次工业革命的动力来源。在以煤炭为主要动力的蒸汽机的推动下，以轻纺工业为代表的工业体系在欧洲，特别是在英国得以发展，为英国资本主义社会的产生发展提供了大量的物质资本。可以说，煤炭为英国工业革命和工业化社会提供了能源基础。在此基础上，英国通过航海动力的推动，走向世界，于是全球化在 18 世纪开始萌发。随着英国经济实力的增长，以殖民地为资本统治方式的模式在全球形成，此时英国被称为“日不落帝国”。英国宗主国和殖民地之间的联系方式主要以信件为主，而这些信件和人员之间的来往均依靠煤炭为动力的运输工具。试想一下，如果没有煤炭，那么蒸汽机也就无法工作，人类社会还是在以人力为主要动力的社会中停滞不前。因此，第一次工业革命诞生在英国，以及第一次工业革命波及的欧洲其他国家，都把煤炭看作工业化的新

鲜血液。没有煤炭提供动力，工业化社会很难发展。

这种发展势头一直伴随着英国工业化进程的初级阶段。随着蒸汽机等在不同产业的大规模使用，英、法、德、美等国家在不同程度上建立起以纺织业、手工业为代表的工业体系，而后，也建立起以钢铁为代表的重型产业体系。随着产业体系的发展，这些国家实力不断提升，英国在当时成为全球最发达的国家，远远把清朝甩在了后面，从而加剧了清朝更加落后的地步。因此，从这一过程来看，从根源上梳理，清朝没有利用先进的科技和生产方式，把工业化源头的蒸汽机认为是“异物”，从而错失了近代发展的重大机会。煤炭在工业革命中起到了重大的作用，拉开了东西方经济差距，造成了封建王朝中国的落后，西方国家的崛起。

在石油出现的重要时机中，人类社会更加依赖能源。石油的出现，打破了英国高高在上的社会地位。以石油为动力的内燃机的发明和使用，广泛推动了人类社会的再次发展和进步，一系列重大发明把人类社会推向又一个高度。在石油文明社会中，交通业得以明显发展，带动了其他产业较快发展，这是人类社会历史上伟大的时刻，美国为世界上最发达的国家。如果把煤炭看作英国宗主国地位的基础，那么石油则促使美国成为世界上科技最发达、经济最发达、创新最活跃的国家。

我们在仔细分析美国发展的背后因素，可以找出很多引起和推动美国经济社会发展的因素“菜单”，有制度方面的，有人力资本方面的，有科学和技术层面的，等等。但是，如果我们从能源的角度来看，很容易发现美国经济社会发展的背后因素在于石油的使用和煤炭带来的电力的使用。

石油应用于工业生产，促进了美国经济的发展。汽车行业的发展，推动了美国钢铁、建材和金融等产业的发展，使美国成为闻名遐迩的“车轮上国家”。电力的使用，促使美国电力产业得到极大发展，人类社会告别了煤油灯和蜡烛的时代，进入光明的时代，从而赋予了人类更先进的改造自然的工具和方式，推动了人类向深海、太空中探索的进程。

在石油和电力的作用下，美国尽管建国时间很短，却始终走在世界的前列。在长达百年的世界领先的地位上，美国远远地把英国甩在后面。而与此同时，自中华人民共和国成立以后，中国就在自己特有的能源禀赋中，在一穷二白的基础上，进行社会主义建设和改革。我国在现有资源禀