

 大国大转型

中国经济转型与创新发展丛书  
中国（海南）改革发展研究院组织编著

“十二五”国家重点图书出版规划项目

# 国家能源转型：

德、美实践与中国选择



NATIONAL  
ENERGY  
TRANSITION

朱 彤 王 蕾◎著

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

 大国大转型

中国经济转型与创新发  
展丛书  
中国(海南)改革发展研究院组织编著

“十二五”国家重点图书出版规划项目

# 国家能源转型:

德、美实践与中国选择



NATIONAL  
ENERGY  
TRANSITION

朱 彤 王 蕾◎著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

国家能源转型：德、美实践与中国选择 / 朱彤, 王蕾著. —杭州：浙江大学出版社，2015. 12

(大国大转型——中国经济转型与创新发 展丛书)

ISBN 978-7-308-15349-2

I. ①国… II. ①朱…②王… III. ①能源战略—对比研究—中国、德国、美国 IV. ①F426.2②F451.662③F471.262

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 280273 号

## 国家能源转型

——德、美实践与中国选择

朱 彤 王 蕾 著

---

丛书策划 袁亚春 王长刚

责任编辑 李玲如

责任校对 杨利军 於国娟

封面设计 卓义云天

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 浙江印刷集团有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 25

字 数 302 千

版 印 次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-15349-2

定 价 65.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

# 总 序

## 2020：经济转型升级的历史抉择

迟福林

13 亿多人的大国，正处于“千年未有之变局”。变革、转型、创新，是这个时代的主旋律、主音符。在增长、转型、改革高度融合的新时代，“大转型”是决定中国命运的关键所在：不仅要在转型中全面清理传统体制遗留的“有毒资产”，而且要在转型中加快形成新的发展方式，释放新的发展动力。

“十三五”的中国“大转型”具有历史决定性。以经济转型为重点，社会转型、政府转型都处于承上启下、攻坚克难的关键时期。总的判断是，2020 年是一个坎：化解短期增长压力的希望在 2020；转变经济发展方式的关键在 2020；实现全面小康、迈向高收入国家行列的关节点在 2020。如果谋划好、把握好 2020 这个“中期”，就能奠定中长期公平可持续增长的坚实基础；如果错失 2020“中期”这个重要历史机遇期，就会失去“大转型”的主动权，并带来多方面系统性的经济风险。

“十三五”实现经济转型升级的实质性突破，关键是把握和处理

好“四个三”。首先，抓住三大趋势：一是从“中国制造”走向“中国智造”的工业转型升级大趋势；二是从规模城镇化走向人口城镇化的城镇化转型升级大趋势；三是从物质型消费走向服务型消费的消费结构升级大趋势。其次，应对三大挑战：一是在经济下行压力下，加大结构调整力度，实现结构改革的重大突破；二是应对全球新一轮科技革命，加快提升创新能力，实现“弯道超车”；三是在改革上要“真改”、“实改”。当前，转型更加依赖于改革的全面突破，对改革的依赖性更强。没有制度结构的变革，转型寸步难行，增长也将面临巨大压力。再次，实现三大目标：一是在产业上，加快推进制造业服务化进程，形成服务业主导的产业结构；二是增长动力上，形成消费主导的经济增长新格局，消费引导投资，内需成为拉动经济增长的主要动力；三是对外开放上，形成以服务贸易为主的开放新格局，实现服务贸易规模倍增。最后，处理好三大关系：一是短期与中长期关系，做好2020“中期”这篇大文章，立足中期、化解短期、着眼长期；二是速度与结构关系，在保持7%左右增速的同时，加快结构调整的进度；三是政策与体制关系。在经济下行压力下，关键是在制度创新中形成政策优势。

近40年的改革开放，给我们留下许多宝贵的财富。最重要的一条就是：越是形势复杂，越是环境巨变，越需要坚定改革的决心不动摇，坚持转型的方向不动摇。这就需要对“大转型”进行大布局、大谋划，需要实现产业结构、城乡结构、区域结构、所有制结构、开放结构、行政权力结构等改革的重大突破，需要对绿色可持续发展、“互联网+”等发展趋势进行前瞻性的谋划，布好“先手棋”。

基于对“十三五”转型改革的判断，中国（海南）改革发展研究院与浙江大学出版社联合策划出版这套“大国大转型——中国经济转

型与创新发 展丛书”。丛书在把握战略性、前瞻性和学术性的基础上,注重可读性。我们期望,本套丛书能够对关注中国转型改革的读者有所启示,对促进“十三五”转型改革发挥积极作用。

本套丛书的作者大多是所在领域的知名专家学者。他们在繁忙的工作之余参加了丛书的撰写。作为丛书编委会主任,我首先对为丛书出版付出艰辛努力的顾问、编委会成员,以及作者和出版社的领导和编辑,表示衷心感谢!

本套丛书跨越多个领域,每本书代表的都是作者自己的研究结论和学术观点,丛书不追求观点的一致性。欢迎读者批评指正!

2015年9月

## 导 言

近年来,在应对全球气候变化成为国际主流议题的大背景下,以大力发展可再生能源替代化石能源为主要内容的能源转型(energy transition)已成为很多国家能源政策的重要内容。据国际可再生能源咨询机构“21世纪可再生能源政策网络”(REN21)提供的数据,到2015年年初,已有至少164个国家拥有可再生能源发展目标,约145个国家颁布了可再生能源支持政策。同时,越来越多的国家制定了100%可再生能源或可再生能源电力目标。<sup>①</sup>然而,雄心勃勃的发展目标难以掩盖能源转型进程的艰难。即使是作为全球能源转型“优等生”的德国,面对强力推动可再生能源发展进程中所产生的问题,最近也不得不调整策略:在强调2050年实现可再生能源发电比例80%目标不变的同时,降低对可再生能源设施补贴,并使可再生能源附加费分摊更加“公平”,等等。

相比世界其他主要经济体和能源消费大国,我国“能源转型”的难度和复杂性可能居于首位。大体上,我国能源转型之难有四:一是能源消费体量大。我国已经成为世界第一大能源消费国。2014年,我国一次能源消

---

<sup>①</sup> REN21:《2015 可再生能源全球现状报告》,2015年9月1日下载:[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/06/GSR2015\\_Key-Findings\\_CHINESE.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/06/GSR2015_Key-Findings_CHINESE.pdf).

费量为 29.72 亿吨油当量，相当于德国的 9.6 倍，日本的 6.5 倍，英国的 15.8 倍。<sup>①</sup> 二是我国工业化和城市化均未完成，能源消费总量还处于递增阶段，能源消费总量在一段时期内依然有继续增长的内在动力。相比之下，德国、日本、英国和其他后工业化国家已经进入能源消费总量下降阶段。三是我国能源消费结构中煤炭占比极高，而作为化石能源中“清洁能源”的天然气占比非常低。2014 年，煤炭占我国一次能源消费份额为 66%，在全球仅次于南非（70.6%），是世界平均水平（30%）两倍多；天然气份额仅为 5.6%，属于全球最低的国家之一，而世界平均水平为 23.7%。<sup>②</sup> 四是碳减排压力大，时间紧。2014 年，我国二氧化碳排放量为 97.6 亿吨，居全球第一。2000—2014 年，我国二氧化碳排放年均增长 7.6%。2014 年 11 月 12 日，中美两国在北京发布“中美气候变化联合声明”，中国承诺到 2030 年碳排放达到峰值。尽管近几年碳排放增速下降较快（2009—2014 年排放年均增速为 4%），<sup>③</sup> 但中国碳排放要从目前的增长下降到零增长，仅有十五六年的时间。总之，无论从能源的量级，能源需求的增长，还是能源结构和碳减排目标看，我国的能源转型将面临前所未有的、其他国家所难以想象的挑战。

上述“四难”当然会增加我国能源转型的难度，但并不是影响我国能源转型正确推进的主要障碍。当前，我国能源转型的首要障碍在于产业界、理论界和实操部门不同程度地存在着对能源转型简单化、程式化理解的倾向。在这种思维和观念的影响下，一方面，能源转型被简化为单纯“可再生能源份额提高”问题，能源转型的推进也被归结为完全取决于政府的“决心”。似乎只要政府政策力度大，补贴到位，能源转型就能成功。另一方面，能源转型的长期性和复杂性没有得到正确理解和足够重视。在实践中，这种“长期性”和“复杂性”没有成为推动我们全面、深入研究能源转型

---

①②③ 根据 BP Statistical Review of World Energy 2015 数据计算所得。



的动力,反而被一些不愿意推进能源转型的市场主体作为理由,拖延转型进程。

我们认为,缺乏对能源转型具体历史进程的深入研究和深刻理解,是导致对能源转型的简单化理解,进而造成当前我国能源转型实践战略思维缺位,政策应对抓不住主要矛盾,往往是“头疼医头”,甚至是“头疼医脚”的重要原因。

简而言之,能源转型往往表现为一次能源主导地位的更替,“新”能源取代“旧”能源,比如煤炭替代薪柴,石油替代煤炭,以及当前正在进行的可再生能源对化石能源的替代。但是,“新”能源份额的提升只是能源转型的一个浅层表现,或者说,仅仅是一次成功的能源转型的自然结果。

对一个国家而言,完整理解能源转型的内涵是确立恰当的能源转型战略,以及能源转型能够顺利推进的前提。从当前全球能源转型的大背景出发,我们认为,至少应从如下三个方面来理解很多国家当前正在推进的能源转型:

首先,能源转型绝不仅仅是在现有能源体系中单纯提高可再生能源或非化石能源比重,更重要的是要有能源体系的结构变化。也就是说,与化石能源特性完全耦合的现有能源体系,特别是电力系统必须变革以适应可再生能源分布式、小功率特点。没有能源体系,特别是电力体系的适应性变革,现有能源体系容纳可再生能源发展的空间是相当有限的。德国可再生能源十多年来的快速增长,除了众所周知的政府政策强力支持外,法律强制电网企业为适应可再生能源发展而变革至关重要。可见,把能源体系变革作为能源转型的一个核心要求,才能正确和客观地理解可再生能源发展的真正空间和正确方式。

其次,每一次能源转型都会涉及利益关系的再调整,都会产生新的失败者和新的成功者。随着石油逐步替代煤炭,石油供应商及相关企业崛起,部分煤炭供应及相关企业倒闭。随着可再生能源对化石能源的替代的

深入，可再生能源企业与化石能源企业之间的竞争将日益激烈。当然，被替代者也不甘失败，会采取各种措施反击，包括游说政府的支持，但最终难以抵御能源转型大趋势。在这种情况下，如果政府不能正确把握能源转型的大方向以及由此导致的利益关系调整，或者受到“旧能源”集团的游说，有可能会出台阻碍能源转型的政策。比如，19世纪初，当荷兰传统主导能源——泥炭——的消费地位受到发热量更高的进口煤炭威胁时，荷兰政府采取各种措施，包括征收煤炭进口关税，来保护本国泥炭产业，结果不仅延迟了荷兰能源体系向煤炭转型，而且使本已开始衰退的荷兰经济雪上加霜。<sup>①</sup>

最后，对当前能源转型的长期性和复杂性要有清晰认识与足够重视。从能源转型的历史看，一种能源替代另一种能源，并获得主导地位，需要几十、上百年时间。比如，煤炭替代薪柴成为世界主导能源用了130年左右，而石油取代煤炭成为世界主导能源用了70多年。<sup>②</sup>当前的能源转型，主要内容是可再生能源对化石能源的替代。从宽泛的意义上讲，也可以说是非化石能源对化石能源的替代。<sup>③</sup>与历史上的能源转型相比，其长期性和复杂性均更胜一筹。

从能源转型的长期性看，作为替代能源主力军的可再生能源，无论在能量密度，还是利用成本上，与被替代的化石能源相比均无优势。即使考虑到政策的“帮助”，也需要更长的时间来使其孕育出竞争优势，才有可能成为主导能源。以水力发电为例，从1878年法国建成第一座水电站开始到今天，经历了136年后，水电占世界一次能源消费的份额也仅

---

<sup>①</sup> Jan Luiten Van Zanden, Arthur Van Riel. *The Strictures of Inheritance: The Dutch Economy in the Nineteenth Century*, Translated by Ian Cressie. Princeton: Princeton University Press, 2004: 207. 转引自马瑞映、任晓刚：《能源与近代荷兰经济发展的关系》，《史学理论研究》2010年第2期。

<sup>②</sup> 这是利用世界一次能源消费变化的历史数据计算的平均时间。每个具体国家能源替代所花时间是不同的。

<sup>③</sup> 从各国当前能源转型实践看，有的国家强调向可再生能源转型，如德国；有的国家则强调向清洁能源转型，如美国。

为 6.8%。<sup>①</sup>

从复杂性看,可再生能源是多个品种的集合,其中任何一个能源品种都不具备成为单一主导能源的“潜质”。而且,这些可再生能源品种的技术特性也不完全相同,比如,水电基本与现有能源系统兼容,风能和太阳能则更适合分布式、小功率,而生物质能则分布式、集中式均适合。要将这些能源利用技术整合为一个有机“新”能源体系,将面临更多的技术、组织和制度方面的复杂性。对此,政府的政策制定与实施部门应予高度重视。实际上,当前德国可再生能源转型中遇到的某些问题和困扰,与德国政府对能源转型的长期性和复杂性认识不足、重视不够而贸然取消核能作为过渡能源的地位有关。

而且,在我们看来,鉴于能源在人类社会经济发展中的重要性,仅仅停留在能源层面来理解能源转型,难以充分、全面地呈现能源转型的社会经济意义。回顾人类发展史,文明的产生与进步、经济的增长以及经济转型,无不以能源利用技术创新为先导,以能源转型为基础。

基于以上思考,我们将能源转型这一当代“流行”话题置于人类社会发  
展历史背景下,在经济增长历程中,探讨能源转型对于经济转型的价值和  
意义;在能源转型的发展历史和国别比较中,梳理能源转型的基本逻辑和  
差异化特征;以期在借鉴德国和美国能源转型经验基础上,为认识和分析  
中国能源转型提供一个新视角。

本书以“国家能源转型”为书名。在“能源转型”之前特别加上“国家”  
两字,有两层含义:一是明确国家(政府)是当前能源转型的主导者和推动  
者。历史上的能源转型,包括煤炭替代薪柴,石油替代煤炭,以及部分国家  
正在发生的天然气对煤炭和石油的替代,基本上是市场力量自发驱动的,  
转型的主导者和推动者是市场和企业。而当前以可再生能源为主对化石

<sup>①</sup> 2014年数据。根据 BP Statistical Review of World Energy 2015 数据计算所得。

能源的替代，如果离开了国家（政府）的主导和推动，基本上是举步维艰的。二是因为可再生能源首先是“当地化”能源，因而向可再生能源转型首先要基于“当地”的可再生能源资源特点来进行。从这个意义上讲，不存在一个全球统一的能源转型战略。转型方向虽然相似，但资源条件和需求特点不同，就已经决定了实现方式的差异。因此，可再生能源转型首先是“国家”的能源转型，同时也是一个国家内部不同区域的“当地化”能源转型。实际上，我国可再生能源发展以建设大规模光伏电站和风电场为开端和起点的做法，并不符合可再生能源转型的本质特点。

全书共八章，内容安排如下：

第一章，目的是探讨能源转型在经济增长与经济转型中的地位和作用，以完整体现能源转型的社会经济意义。本章以公元前 100 万年到 20 世纪末的增长进程的两阶段特征——工业革命前上百万年的“马尔萨斯循环”和工业革命后的持续增长——为背景，以 18—19 世纪的工业革命为研究对象，梳理能源转型与经济转型的逻辑关系，以及能源转型在打破增长“极限”方面的作用。本章的研究表明，前工业社会增长“极限”源自生产过程的有机能源（植物能源）瓶颈，工业革命的本质是能源转型，是能源转型基础上的经济转型，即有机经济增长模式向矿物能源经济增长模式的转变。<sup>①</sup> 因此，能源转型是经济转型的原动力和核心要素。20 世纪末以来，人类经济增长面临的“新极限”同样与这一经济的能源基础有关。随着应对气候变化成为国际共识，化石能源利用所导致的二氧化碳大量排放和长期累积，使大气二氧化碳浓度上升成为增长的新限制，这也使当前能源转型面临比以往更为复杂的挑战。

第二章，按照历史与逻辑相统一的原则，在梳理人类能源利用演变史，概括和比较现有能源转型理论基础上，提出了一个国家能源转型的概念性

---

<sup>①</sup> 有机经济和矿物能源经济是英国经济史学家 E. A. 里格利的提法。有机经济，或者称“有机物经济”，是指生产和生活绝对依赖于动物和植物资源的经济。工业革命之前的经济都属于有机经济。

框架。本章将研究和回答以下问题：从完整理解能源转型内涵的角度，能源转型包括哪些必备的构成要件？不同理论对能源转型的理解和能源转型阶段的划分各有什么优劣？从能源转型历史看，为何不同国家的能源转型进展和速度存在差异？与以往能源转型相比，当前向可再生能源转型有何特点和问题？弄清这些问题，有助于确立能源转型的“总体观”，从而为分析德国、美国和中国的能源转型实践奠定基础。

第三章，引入国家能源转型研究的第一个案例——德国，系统研究了德国能源转型的历史、现状、问题与经验。根据本书第二章提出的能源转型概念框架对德国能源转型的历史分析表明，国家能源资源禀赋对其能源转型有着深远影响。煤炭长期作为德国的主导能源，以及20世纪50年代之前石油长期保持低份额的经历正是禀赋影响德国能源转型的深刻体现。目前，德国因其可再生能源迅速发展而成为向可再生能源转型的“全球典范”，但其所取得的成绩和暴露出的问题同样令人瞩目。因此，我国在总结德国能源转型的经验的同时，更需要反思可再生能源发展中暴露出来的问题。这些问题，究竟是发展中的阶段性问题，还是可再生能源自身特点所导致的必然挑战？我们又应该如何应对这些挑战？

第四章，讨论国家能源转型的第二个重要案例——美国。美国能源转型的历史进程相对平稳，煤炭、石油、天然气更替相对顺利，因为美国的煤炭、石油和天然气资源相对均衡而丰富。美国能源转型的这一“历史”特征再次印证了能源资源禀赋对国家能源转型的深刻影响。从当前能源转型看，美国则为我们提供了另一个不同的能源转型路径。与德国全力推进可再生能源发展不同，美国实施的是“清洁能源”转型战略。<sup>①</sup>这一能源转型战略的形成和发展与美国从尼克松政府以来长期坚持的“能源独立”（安

---

① 这里，“清洁能源”的概念包括天然气、核能、煤炭清洁利用和可再生能源。

全)政策密切相关。<sup>①</sup>事实上,美国“页岩气革命”既是美国长期坚持“能源独立”政策的结果,同时也是其“清洁能源”转型战略成功的标志。总之,美国的能源转型战略,无论在内容上、过渡能源选择上,还是治理方面与德国相比都有明显的差异性。因此,全面而深入地研究美国案例能够有效丰富我们在能源转型方面的理解,并提供有益的启示。

第五章至第八章,围绕中国能源转型的相关问题展开。第五章描述中国能源转型的特点,这是确立中国能源转型战略差异性的客观基础。一方面,中国的“煤炭时代”姗姗来迟。直到20世纪60年代后期,煤炭的一次能源消费份额才超过木材成为主导能源,这导致煤炭退出能源消费的时间也大大延后。另一方面,煤炭多、油气少,风能和太阳能分布不均衡等能源资源禀赋特征,以及工业化和城市化进程未完成导致的能源消费总量刚性增长等特点,不可避免地给中国能源转型战略与进程打上“烙印”,产生影响。

第六章,分析中国能源转型的难点与制约因素。与发达国家相比,我国能源转型的最大难点在于可再生能源发展、对化石能源利用有关的环境治理,以及高碳增长模式延续性三者叠加,导致能源转型推进中常常面临左右为难的局面。同时,化石能源补贴政策的存在,以及系统的能源转型法律 and 政策的缺乏,不仅严重制约能源转型的进程,而且进一步增加了能源转型的难度。与此相比,媒体、产业界和政府广泛关注的成本问题并不是制约当前可再生能源发展的最主要因素。

第七章,围绕中国能源转型的进展、问题和前景展开讨论。研究发现,在现有的政策和制度框架下,尽管可再生能源装机目标进展顺利,但我国要实现终端能源可再生能源份额目标(20%)有一定难度,限制二氧化碳排放到2030年要达到峰值也面临相当压力。而且,中国当前的能源转型依

---

<sup>①</sup> 从尼克松到奥巴马的历届美国政府,贯彻“能源独立”战略的基本思路一直是:一手抓“加快国内非常规油气开发”,一手抓“提高能效和开发新能源与可再生能源”。

然存在一系列问题,包括能源转型主体缺乏内在动力,可再生能源补贴方式和定价机制僵化,电网规划与可再生能源发展规划脱节,等等。从总体上看,以化石能源为基础的现有能源体系并没有开始主动适应可再生能源发展。在这些问题没有根本改变之前,任何对中国能源转型未来情景的设计都只能停留在“畅想”层面。

第八章,对中国能源转型方向和路径提出思路性框架。中国目前还处于煤炭时代,煤炭能源向石油能源的转型远未完成。在这种情况下,中国要实现能源体系从化石能源向后化石能源过渡,必须要经历某种程度的“跨越”,但跨越的程度又不能脱离现实可能性。因此,我们在比较德国和美国能源转型的经验、问题和差异性基础上,结合对中国能源转型影响变量的详细分析,提出了中国能源转型战略的思路性框架。思路性框架涉及内容很多,这里,我们想重点强调其中几个观点:“能源转型应有利于能源安全的改善”,“中国能源转型需要选择一个组合式过渡能源”,“确立能源转型国家战略的必要性”,以及“构建与光伏和风电相容的电力技术体系和市场交易制度至关重要”。

最后,我想专门说明一下本书所使用的能源度量单位问题。关于能源度量单位,目前各国并无统一的度量单位。比如,关于一次能源总量统计方面,国际能源署(IEA)通常用“艾焦”(EJ),美国通常用“英热单位”(Btu),我国通常用“吨标准煤”(tce)。一般情况下,如果可能,我们尽量将这些单位换算成国内行业常用、也容易理解的单位,如“吨标准煤”,或“立方米”等。但因数据来源限制,或是文中说明问题的需要而难以整体换算的,我们尽可能在原有单位后面用“( )”给出国标单位标注换算的数字。

# 目 录

- 第一章 经济增长历程中的能源转型 / 1**
  - 一、前工业社会的增长“极限”及其破除 / 3
  - 二、工业革命、经济转型与能源转型 / 15
  - 三、能源转型与国家经济兴衰的案例 / 27
  - 四、经济增长新“极限”与能源转型新挑战 / 38
  
- 第二章 能源转型的历史与逻辑分析 / 49**
  - 一、能源利用与能源转型的历史 / 51
  - 二、国家能源转型分析的一个概念性框架 / 74
  - 三、向可再生能源转型的特殊性与面临的问题 / 91
  
- 第三章 国家能源转型的德国实践 / 101**
  - 一、德国历史上的能源转型 / 104
  - 二、德国当前能源转型的背景与目标 / 111
  - 三、2020 年能源转型目标进展评估 / 117



四、德国向可再生能源转型的经验与问题 / 125

五、德国向可再生能源转型面临的挑战 / 145

#### **第四章 国家能源转型的美国实践 / 161**

一、美国历史上的能源转型 / 164

二、美国当前能源转型政策的演进 / 177

三、当前美国能源转型的进展 / 202

四、“页岩气革命”对美国能源转型的影响 / 215

#### **第五章 中国能源转型的特点 / 231**

一、中国历史上的能源转型 / 233

二、中国能源资源禀赋的特点 / 240

三、能源需求的刚性特征 / 253

#### **第六章 中国能源转型的难点与制约因素 / 263**

一、中国能源转型的难点 / 265

二、制约中国能源转型的主要因素 / 271

三、中国能源转型应注意的三个问题 / 290

#### **第七章 中国能源转型的进展、问题与前景 / 295**

一、中国能源转型的含义与参考目标 / 297

二、中国能源转型的进展评估 / 303

三、中国能源转型的问题 / 310

四、中国能源转型前景 / 323