

2017

经济新常态下 中国绿色低碳转型研究

清华大学绿色经济与可持续发展研究中心
政策研究报告

钱小军 周剑 吴金希◎主编

非外借

清华大学出版社



2017

经济新常态下 中国绿色低碳转型研究

清华大学绿色经济与可持续发展研究中心
政策研究报告

钱小军 周剑 吴金希◎主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是清华大学绿色经济与可持续发展研究中心的2017年度政策研究报告。本报告综合研究中心各团队的政策研究成果,旨在向外界介绍研究团队取得的主要进展及可持续发展领域的最新理念和观点,为中国政府与企业提供环境与发展的政策建议。2017年度报告阐述经济新常态下中国绿色低碳转型所面临的问题,内容涵盖应对气候变化的绿色政策与行动、环境保护、绿色制造、绿色交通和绿色建筑等方面。

本书有助于读者了解与中国乃至国际可持续发展进程密切相关的学术研究轨迹。我们希望报告中所阐述的中国面临的主要问题、需要采取的措施、相关国际背景与最新理念及未来的发展趋势,能够启发读者的关注、讨论,为探索中国绿色经济与可持续发展道路做出贡献。

本书的读者包括但不限于:国内政府部门各级决策者;从事相关领域咨询或研究工作的各界专家、学者;高校相关专业的学子;关心我国环境保护、绿色发展问题的公众。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

经济新常态下中国绿色低碳转型研究:清华大学绿色经济与可持续发展研究中心政策研究报告:2017/钱小军,周剑,吴金希主编. —北京:清华大学出版社,2018

ISBN 978-7-302-50758-1

I. ①经… II. ①钱… ②周… ③吴… III. ①绿色经济—经济发展—研究报告—中国 IV. ①F124.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 178149 号

责任编辑:王 青

封面设计:汉风唐韵

责任校对:宋玉莲

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:28.75

字 数:590千字

版 次:2018年9月第1版

印 次:2018年9月第1次印刷

定 价:169.00元

产品编号:078967-01

清华大学绿色经济与可持续发展研究中心
政策研究报告 2017 编写组

主 审 何建坤

主 编 钱小军

副 主 编 周 剑 吴金希

编写组成员 (按姓氏笔画排序)

Mun S. Ho	王 婕	边敏杰	朱颖心
刘志林	刘建雅	许冠南	孙振清
李 妍	吴金希	邱 勇	何延昆
陆化普	陈璐怡	林建衡	周 剑
周 源	周凌一	赵 明	侯小波
徐建华	郭晓林	曹 彬	曹 静
鲁 玺	温宗国	廖 露	戴亦欣

报告执笔

第一章 跨越“中等收入陷阱”与低碳产业革命

作者：吴金希

第二章 中国建筑能耗形势与节能策略研究

作者：曹彬

第三章 绿色建筑评价标准的国际对比研究

作者：朱颖心

第四章 绿色交通发展政策及其效果评价研究

作者：陆化普

第五章 大数据时代的绿色智能一体化交通发展趋势与战略研究

作者：陆化普

第六章 地方政府执行绿色制造战略的经验分析

作者：周源、徐建华、许冠南、陈璐怡

第七章 绿色发展政策的公众认知与态度研究

作者：戴亦欣、廖露、周凌一、王婕、刘志林

第八章 全球应对气候变化行动趋势与国际合作机制研究

作者：孙振清、何延昆、林建衡、李妍、侯小波、刘建雅、边敏杰

第九章 应对气候变化与巴黎协定履约——中国碳定价与可再生能源政策分析和模拟

作者：曹静、Mun S. Ho、郭晓林

第十章 环境污染物跨介质转移案例与管理对策

作者：鲁玺、邱勇、赵明

第十一章 跨介质环境管理——以生活垃圾处理的碳氮元素优化控制为例

作者：温宗国

序

当前,世界可持续发展正在推进两大议程。其一是 2016 年联合国实施了“2030 年可持续发展目标(SDGs)”,全面协调经济发展、社会进步和环境保护的关系,促进世界范围内的经济持续增长,消除贫困;促进社会进步,战胜不公平和不平等;保护生态环境,应对全球气候变化。全面协调经济发展、社会进步和环境保护三者之间的关系,核心是通过发展绿色经济促进脱贫和可持续发展。其二是 2015 年年底巴黎气候大会通过且当前已生效实施的《巴黎协定》,以各缔约方“自下而上”国家自主贡献承诺的机制强化温室气体减排,实现控制地球温升不超过 2°C 并争取控制在 1.5°C 之内的保护地球生态安全的目标。《巴黎协定》也强调气候变化的影响和应对行动与公平获得可持续发展和消除贫困之间存在内在联系,要以协调和有效的方法向缔约方提供综合、整体和平衡的非市场手段,协助各国完成 NDC(自主决定贡献)目标,同时促进可持续发展和消除贫困。由此可见,这两个目标相互联系,都是人类社会可持续发展的紧迫需求,在政策措施上也有很大的一致性和协同效应。因此,需要综合考虑经济发展、消除贫困与应对气候变化的碳减排,统筹部署,协同行动,实现全球应对气候变化与各国可持续发展的共赢。

我国实施可持续发展战略,坚持节约资源、保护环境的基本国策。在当前经济新常态下坚持新的发展理念,努力实现创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展和共享发展。以创新发展转换发展动力,以绿色发展转变发展方式。绿色发展既包括国内节约资源、保护环境,走生产发展、生活富裕、生态良好的可持续发展道路,也包括应对以全球气候变化为代表的地球生态危机,减缓碳排放,实现低碳发展路径。其核心理念在于促进人与自然的和谐共生,走绿色低碳的发展路径,促进经济社会与资源环境承载力相协调和可持续发展,这也是世界范围内建设生态文明、保护地球生态安全和实现可持续发展的根本途径。

我国遵循绿色、循环、低碳发展理念,建设人与自然和谐共生的现代化,满足人民日益增长的对美好生活和优美生态环境的需求,推进生态文明建设。这与《巴黎协定》所倡导的实现气候适宜型低碳经济发展路径相契合。我国节能降碳和经济转型所取得的巨大成效,也是把应对气候变化和国内可持续发展相结合,打造经济、民生、能源、环境和减排 CO_2 多方共赢的局面,已成为推动世界能源变革和经济低碳转型的重要贡献者与引领者。

走绿色低碳发展路径,促进生态文明建设,实现可持续发展,关键在于推动能源体系变革和经济发展方式的转型。随着我国工业化和城市化的进程,经济的快速增长也面临资源环境的严重制约,不断增长的化石能源消费是二氧化硫、氮氧化物、烟尘等常规污染物的主要排放源,也是造成严重雾霾天气的 $\text{PM}_{2.5}$ 的主要来源,并导致了 CO_2 等温室气体排放的快速增长。推动能源生产和消费革命,节约能源,提高能效,控制能源消费总量,同时大力发

展新能源和可再生能源,促进能源结构的低碳化,将有效减少常规污染物和 CO₂ 排放,取得改善环境质量和应对全球气候变化的协同效果。

在保障经济社会持续发展的同时改善环境质量并减缓 CO₂ 排放,在严格能源消费过程中污染物排放标准和强化污染物排放控制管理的同时,提高单位能源消费和单位 CO₂ 排放的经济产出效益,也就是要持续降低单位 GDP 的能源强度和 CO₂ 强度,以尽量少的能源消费、尽量低的污染物和 CO₂ 排放,支撑经济社会的持续发展,走绿色低碳的发展路径,统筹协调并实现经济发展、环境改善、CO₂ 减排的多方面目标。

我国改革开放 40 年来,不断强化能源节约与环境保护的战略导向和改革措施,特别是自“十一五”以来,强化节能减排各项目标和行动,把减少常规污染物排放水平、降低单位 GDP 能源强度和 CO₂ 强度的目标作为约束性指标列入各个五年规划,并已取得举世瞩目的成效。我国在 2009 年哥本哈根气候大会提出单位 GDP 的 CO₂ 强度到 2020 年比 2005 年下降 40%~45%,非化石能源比例达 15% 的自主减排承诺目标,又在《巴黎协定》下提出到 2030 年单位 GDP 的 CO₂ 强度比 2005 年下降 60%~65%,非化石能源比例提升到 20% 左右,CO₂ 排放 2030 年前后达到峰值并努力早日达峰的国家自主贡献承诺目标,与国内节能减排目标统筹部署,加快能源革命和经济发展方式的绿色低碳转型。

当前我国经济新常态下推进新的发展理念,促进发展动力的转换和发展方式的转变,将有效促进经济结构的调整,促进产业转型升级,提质增效,使经济增长由速度和数量型向质量和效益型转变,从而使经济发展方式逐渐由传统的资源依赖和要素驱动型粗放扩张的发展方式转向创新驱动型内涵提高的发展路径。新常态下将改变主要依赖扩大投资、增加出口为驱动的基础设施建设和工业产能扩张型的增长方式。“十三五”及以后,大规模基础设施建设、房地产开发和工业产能扩张速度放缓,对钢铁、水泥等基础原材料需求增长相应放缓或趋于稳定甚至下降,高耗能原材料产量将陆续达到峰值,而内涵提高式增长方式将使高新科技产业、现代服务业和社会消费产业呈较快增长势头,这不仅将降低工业在 GDP 中的比重,而且将加快降低重化工业在工业增加值中的比重。供给侧结构性改革将优化资源配置,提高全要素生产率。供给侧改革将使企业生产模式由要素投入驱动的“加工型”向知识技术创新驱动的“价值型”转变,从而降低生产过程中中间物质投入的比例,提高产品的增加值率,产业结构调整和产品增加值率提高将使 GDP 能源强度呈较快下降的趋势。

经济新常态下 GDP 增速趋缓,2013—2017 年已由 2005—2013 年的年均 10.1% 的高速增长下降到年均 6.95% 的中高速增长。新常态下新的增长方式也将使能源消费弹性显著下降,2013—2017 年也由 2005—2013 年的年均 0.6 下降到年均 0.27。GDP 增速放缓和能源消费弹性较快下降两个因素叠加,使能源消费增速明显下降,2013—2017 年也由 2005—2013 年的年均 6.0% 下降到年均 1.9%,扭转了能源消费快速增长的局面。

在经济新常态下加快推进能源生产和消费革命,推进生态文明建设,在能源总需求放缓的情况下,新能源和可再生能源仍以年均约 10% 的速度增长,使新增非化石能源供应量成为满足总能源需求增量的主体。煤炭消费量总体上已呈下降态势,2017 年已由 2013 年 28.1 亿 tce 下降到约 27.1 亿 tce。能源结构低碳化加速,单位能耗的 CO₂ 强度 2013—2017 年的年均下降率达 1.46%,远高于 2005—2013 年年均 0.57% 的下降速度。能源消费增速放缓和能源构成低碳化加速的双重因素,使单位 GDP 的 CO₂ 强度下降速度更快,2013—2017 年年均达 6.14%,单位 GDP 的 CO₂ 强度快速下降接近抵消 GDP 增长所带来的 CO₂ 排放增长,CO₂ 排放增长速度已非常缓慢。2017 年随经济回暖,能源消费弹性较前两年又有所反弹,使能源消费和 CO₂ 排放又有所增长。“十三五”在 GDP 年均增速 6.5%~7.0% 的预期下,如果能源消费弹性控制在平均约 0.3,能源总需求增长率将平均达 2% 左右,在当前非化石能源基数较低的情况下,尽管仍以 10% 左右的速度快速发展,新增非化石能源的供应量最多也只能满足年均 1.5% 左右的总能源需求的生长。在这种情况下,CO₂ 排放还会缓慢上升,但也不会再出现新常态之前 CO₂ 排放量较快增长的局面。因此,还需持续努力,采取更大力度的节能和能源替代措施,争取 CO₂ 排放在 2030 年之前早日达峰并呈持续下降态势,实现经济发展与 CO₂ 排放的根本脱钩。

我国新常态下节能和减缓 CO₂ 排放的成效显著,经济低碳转型加速,有利于我国自主贡献目标的实现。单位 GDP 的 CO₂ 强度 2017 年已比 2005 年下降 45%,已提前完成对外承诺的到 2020 年比 2005 年下降 40%~45% 的目标。根据目前的发展趋势,“十三五”期间制定的下降 18% 的目标可超额完成,到 2020 年,单位 GDP 的 CO₂ 强度将比 2005 年下降 50% 以上。单位 GDP 的 CO₂ 强度年下降率持续保持 4% 以上,这将有效保障我国在《巴黎协定》下提出的单位 GDP 的 CO₂ 强度到 2030 年比 2005 年下降 60%~65% 的自主贡献承诺目标的实现。

当前我国处于决胜全面建成小康社会和开启社会主义现代化建设的交汇期。加强生态文明建设,打好污染防治攻坚战等一系列政策措施,将促进产业结构调整,淘汰落后产能,实现技术升级,加快能源结构变革,促进以新能源和可再生能源电力及天然气等无碳和低碳能源取代煤炭和石油。常规污染物排放将大幅下降,绿色发展水平明显提高,环境质量明显改善,将促进 GDP 能源强度下降,也将有效减缓 CO₂ 排放,为全球生态安全做出贡献。2013—2017 年,全国地级及以上城市 PM₁₀ 浓度平均下降 22.7%,京津冀、长三角、珠三角的 PM_{2.5} 浓度分别下降 39.6%、34.3% 和 27.7%,大气质量普遍好转。国内保护生态环境、推进生态文明建设的进程与应对气候变化保护地球生态安全的目标和措施相一致,有广泛的协同效应。要统筹部署,协同推进,在立足国内可持续发展的同时,强化长期低碳发展和减排 CO₂ 的目标导向。当前在强化环境防治的措施中,在强化煤炭、石油等化石能源利用过程中常规

污染物排放标准和管控措施的同时,更加注重减少和替代煤炭、石油的终端消费量,在终端消费中扩大电力的比例,同时加快可再生能源电力的发展,增加一次能源消费中用于发电的比例,在能源总需求趋缓的情况下,为可再生能源电力的快速发展提供更大空间。用非化石能源电力取代煤炭石油的终端消费,可取得改善环境质量和减排 CO₂ 的双重效果。

党的十九大提出新时代社会主义现代化建设的目标、基本方略和宏伟蓝图,提出坚持人与自然和谐共生,坚持绿水青山就是金山银山的理念,建设生态文明,形成绿色发展方式和生活方式,坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路,满足人民日益增长的美好生活的需要和优美生存环境的需求,建设美丽中国,并为全球生态安全做出贡献。把气候变化列为全球非传统安全威胁和人类面临的共同挑战,提出要坚持环境友好,合作应对气候变化,保护好人类赖以生存的地球家园。因此,在新时代社会主义现代化建设进程中,要统筹考虑建设美丽中国和保护地球生态安全的目标,在提升国内生态文明、建设美丽中国的同时,推动全球生态文明建设。应对全球气候变化和低碳发展的目标和部署要与社会主义现代化建设“两个阶段”目标相契合,统筹国内国际两个大局,实现经济社会发展与国内生态环境保护和应对全球气候变化的协同并进,走上与全球减碳目标相适应的低碳经济发展路径,不断提升我国在解决全人类面临的共同问题和化解全球性风险领域的影响力和引领作用。

2020—2035 年基本实现社会主义现代化的第一阶段,要针对国内生态文明建设和可持续发展的内在需求,努力推动能源革命和经济发展方式转型,在努力达到“生态环境根本好转,美丽中国目标基本实现”的同时,强化应对气候变化和低碳发展的战略取向,落实并强化《巴黎协定》下的自主贡献减排承诺,促进 CO₂ 排放在 2030 年前早日达峰,建立并基本形成清洁低碳、安全高效的能源体系和绿色低碳循环发展的经济体系。

我国在《巴黎协定》下提出 2020 年后国家自主贡献减排承诺,时间上与现代化建设第一阶段相契合。我国在基本实现现代化的同时,也将“积极参与全球治理,落实减排承诺”,努力完成和超额完成自主贡献目标。国家已制定并实施的《能源生产和消费革命战略 2016—2030》中,进一步强化节能,提高能源利用技术效率和经济产出效益,在强化单位 GDP 能源强度下降目标的同时,又提出控制能源消费总量的战略设想和具体目标。到 2020 年和 2030 年能源消费总量要分别控制在 50 亿 tce 以下和 60 亿 tce 以下,从而实施“强度”和“总量”的双控机制。同时提出非化石能源发展的“两个 50%”的战略目标,即到 2030 年非化石能源发电在总电量中的占比争取达到 50%,以及到 2050 年非化石能源的供应要占一次能源总消费量的 50% 以上。进一步强化节能和能源结构低碳化政策导向,将使 GDP 的 CO₂ 强度呈加速下降趋势,从而将有效保障 2030 年 GDP 的 CO₂ 强度比 2005 年下降 60%~65% 以及非化石能源比例达 20% 的目标提前实现。

我国工业部门终端能耗和 CO₂ 排放约占全国总量的 2/3。通过供给侧结构性改革和产

业结构调整,推动产业技术升级,推广先进节能技术,新增设备的能效均要达世界先进水平。强化低碳生产、绿色制造、循环生产利用的发展理念,工业部门单位增加值能耗强度的下降速度将高于全国平均水平。工业部门的终端能源消费和 CO₂ 排放可争取在 2020 年前后达到峰值,为早日实现全国 CO₂ 排放达峰创造条件。

随着城市化发展和现代化建设进程以及人民生活水平的提高,建筑部门和交通部门的能源消费和 CO₂ 排放将呈较快增长趋势,在全国终端能耗和 CO₂ 排放中的占比将持续增加,因此要特别重视建筑和交通部门的节能降碳。要充分释放建筑部门的节能潜力,健全建筑节能政策,控制公共建筑和民用建筑总量,实施公共建筑能耗总量控制制度,争取 2030 年前后建筑部门 CO₂ 排放能达到峰值。要全面构建绿色低碳交通运输体系,优化运输结构,发展铁路、城市轨道交通、水运等低能耗运输方式,优化交通需求管理。全面提升车船的燃料消耗限制标准,优化车用燃料构成,发展电动汽车,倡导绿色出行,提高公共交通出行比例。努力使交通部门的 CO₂ 排放在 2035 年前达到峰值。工业部门 CO₂ 排放率先达峰并开始下降趋势将逐渐抵消建筑和交通部门 CO₂ 排放的增长,从而使全国 CO₂ 排放总量在 2030 年前早日达峰,这也意味着经济发展方式的根本性转变。我国自主减排承诺目标与现代化建设第一阶段“生态环境根本好转,美丽中国目标基本实现”的目标相互协调、契合,互相促进。2035 年前 CO₂ 排放将进入持续较快下降轨道,为 2035—2050 年现代化建设第二阶段实现与全球控制温升 2℃ 目标下的减排路径相适应的绿色低碳发展方式创造条件。

实现《巴黎协定》下控制全球温升不超过 2℃ 的目标,21 世纪下半叶要实现温室气体的净零排放,对能源系统而言,2050 年后要尽快建成以新能源和可再生能源为主体的近零排放能源体系。2035 年后全球能源的经济和低碳转型将进一步加速,全球 CO₂ 排放总量年减排率要达 4% 以上,超过发达国家 2030 年前实现自主贡献目标的减排速度,全球应对气候变化进程将更为紧迫。在我国 2035 年后现代化建设第二阶段,国内资源环境问题基本解决的情况下,要更多考虑全球生态安全的需要,为人类进步事业做出新的更大贡献。因此,在 2035—2050 年第二阶段,在努力建成社会主义现代化强国的同时,要以实现全球控制温升不超过 2℃ 目标下的减排路径为导向,制定全经济尺度所有温室气体绝对减排的目标和战略,将其作为社会主义现代化强国总体目标的重要组成部分,加快能源变革和低碳转型的力度及温室气体减排速度,为保护地球生态安全和全人类共同利益做出与我国不断上升的综合国力和国际影响力相匹配的重要贡献,体现社会主义现代化大国的责任担当和引领作用,为全球走上气候适宜型低碳经济发展路径发挥重要的引领作用。

党的十九大报告中提出推动构建人类命运共同体,秉持共商、共建、共享的全球治理观,积极参与全球治理体系改革和建设,不断贡献中国智慧和力量。推动全球生态文明建设,合作应对气候变化,是全人类的共同利益,《巴黎协定》的签署和生效也反映了世界各国的广泛

共识和强烈政治意愿,存在广泛的合作空间和利益交汇点,在全球气候治理领域有可能实现从“零和博弈”的狭隘思维转向合作共赢、共同发展的治理理念。寻求全人类共同利益与各国利益的契合点与各自责任和义务的均衡点,构建公平正义的全球气候治理体系。我国当前在气候变化领域所处地位和影响力已处于世界的中心,有条件也有能力发挥引领作用,促成各方均可接受的共识和行动方案,引导全球气候治理的规则制定以及合作进程的走向和节奏。应对气候变化领域有可能成为我国践行构建人类命运共同体理念,引领全球治理体系变革的先行领域和成功范例,从而占据国际道义制高点,提升国家形象和领导力,并且更好地维护和扩展自身国家利益,体现国家的软实力。

我国当前决胜全面建成小康社会,加快推进能源革命和生态文明建设,构建清洁低碳安全高效的能源体系和绿色低碳循环发展的经济体系,立足国内可持续发展内在需求,并将对全球走上气候适宜型低碳经济发展路径发挥积极引领作用。2018年年底联合国气候大会将开展的各缔约方强化行动的“促进性对话”,将以“讲故事”的方式,交流各国应对气候变化的行动、成效、经验以及面临的问题和困难,同时强化各缔约方特别是发达国家2020年前的承诺和行动。我国能源和经济转型、新型城镇化建设、产业升级、环境治理等方面的成功经验和案例,以及节能降碳的政策体系和生态文明制度建设都可以为其他发展中国家所借鉴。因此,要积极总结国家层面、城市层面、社会层面及产业层面的先进案例,配合2018年年底气候大会各缔约方的“促进性对话”,为全球发展理念和发展方式的转变提供中国的智慧和解决方案,进一步对全球生态文明建设和可持续发展发挥引领作用。

本书从不同学科视角分析和阐述了我国经济新常态下产业、建筑、交通等领域绿色低碳发展以及应对全球气候变化和加强国内环境治理的政策和成效,以期与社会各界交流分享,共同为新时代生态文明和美丽中国建设以及全球绿色发展的生态体系建设贡献智慧和力量。

何建坤

2018年2月26日

第一章 跨越“中等收入陷阱”与低碳产业革命 /001

第一节	“中等收入陷阱”的研究现状	/003
第二节	跨越“中等收入陷阱”必须面对产业升级和低碳发展两大挑战	/006
第三节	跨越“中等收入陷阱”的国际经验分析	/007
第四节	总结与政策建议	/012
	本章参考文献	/015

第二章 中国建筑能耗形势与节能策略研究 /019

第一节	中国建筑能耗总体形势	/020
第二节	中外建筑能耗比较	/026
第三节	建筑节能理念辨析	/039
第四节	中国建筑能耗的总量与强度双控	/050
	本章参考文献	/057

第三章 绿色建筑评价标准的国际对比研究 /059

第一节	中国绿色建筑评价标准发展的现状	/060
第二节	国外绿色建筑评价体系发展的现状	/067
第三节	各国绿色建筑评价标准的对比	/074
第四节	中国绿色建筑标准与 LEED 的对比	/076
第五节	中国绿色建筑标准与英国 BREEAM 的对比	/084
第六节	各国社区绿色评价标准的发展	/087
	本章参考文献	/108

第四章 绿色交通发展政策及其效果评价研究 /111

第一节	为什么要发展绿色交通	/112
第二节	我国绿色交通政策的发展历程	/114
第三节	国际上的“绿色交通风暴”	/118
第四节	不同规模城市交通发展趋势与交通需求发展特征	/132
第五节	不同规模城市绿色交通发展目标战略与实现途径	/139
第六节	绿色交通发展政策建议及效果分析	/146
本章参考文献		/149

第五章 大数据时代的绿色智能一体化交通发展趋势与战略研究 /151

第一节	大数据及其在交通中的应用	/152
第二节	绿色智能人文一体化交通的需求分析	/161
第三节	大数据、物联网背景下的交通发展趋势研判	/174
第四节	基于物联网的交通发展战略研究	/183
本章参考文献		/188

第六章 地方政府执行绿色制造战略的经验分析 /191

第一节	绿色制造的内涵与意义	/192
第二节	国内外实施绿色制造的相关案例及实施经验	/193
第三节	揭阳市绿色制造规划助力城市产业发展的案例研究	/196
第四节	揭阳金属生态城打造粤东绿色制造的标杆	/209

第七章 绿色发展政策的公众认知与态度研究 /229

第一节	引言	/230
第二节	理论框架：绿色低碳发展政策中的公众认知理论	/230
第三节	实证研究一：邻避设施的公众态度及影响因素	/234
第四节	实证研究二：公众雾霾风险感知与雾霾治理政策工具偏好	/253
第五节	结论与政策建议	/268
本章参考文献		/270
本章附录 公众邻避态度研究的自变量及具体指标设定		/276

第八章 全球应对气候变化行动趋势与国际合作机制研究 /279

第一节 世界产业发展受气候变化政策影响 /281

第二节 各地区的国际合作 /287

第三节 国际合作机制分析 /289

第四节 绿色低碳发展国际形势展望 /307

第九章 应对气候变化与巴黎协定履约——中国碳定价与可再生能源政策分析和模拟 /315

第一节 引 言 /316

第二节 嵌套电力技术模型的中国动态可计算一般均衡(CGE)模型 /321

第三节 中国碳定价政策与可再生能源政策模拟 /331

第四节 结论与政策含义 /344

本章参考文献 /345

第十章 环境污染跨介质转移案例与管理对策 /347

第一节 大气环境中污染物跨介质迁移转化与防治对策 /348

第二节 城市水循环系统中污染物跨介质迁移转化与防治对策 /369

第三节 土壤环境中污染物跨介质迁移转化与防治对策 /396

本章参考文献 /413

第十一章 跨介质环境管理——以生活垃圾处理的碳氮元素优化控制为例 /421

第一节 城市生活垃圾处理系统中碳氮元素的跨介质代谢 /422

第二节 国外跨介质环境污染控制的管理实践 /424

第三节 城市生活垃圾处理系统碳氮元素跨介质代谢分析方法 /426

第四节 生活垃圾处理系统碳氮元素跨介质代谢分析与优化 /432

第五节 城市生活垃圾处理系统跨介质环境管理建议 /441

本章参考文献 /443

第一章

跨越“中等收入陷阱”与低碳产业革命

迄今为止,人类已经经历了三次产业革命。前两次革命都与能源产业息息相关,无论是蒸汽机引领的机械革命,还是内燃机、电力引领的第二次产业革命,其核心都是能源变革,能源动力及其产业体系的革命都为—国经济、社会和文化带来了翻天覆地的变化。从20世纪50年代开始的第三次产业革命主要是由IT产业引领的,迄今影响广泛。几次产业革命促进世界各国加速强弱分化,那些每次在产业革命之初抓住产业革命的苗头乘势而上、迅速普及新的技术、装备新的生产力的国家,往往在新一轮世界经济政治竞争大潮中处于主动地位。反之,那些反应迟钝、闭关锁国、鼠目寸光,对新技术、新产业革命性的变化视而不见的国家往往被时代的大潮所淘汰,走向没落。

当前,由于全球气候变化催生的新一轮产业革命,绿色低碳产业革命已经初露端倪,它已经并将继续引领产业、社会发生深刻的变化。—国经济发展必须正确因应这种产业变革的新趋势,制定正确、全面、富有前瞻的决策,引领产业转型、促进绿色低碳发展。

当前,中国经济发展到了一个新时期、新阶段。从国际经验来看,摆在我们面前的挑战,除了绿色低碳外,还有“中等收入陷阱”。经过几十年的发展,中国经济已经处于“上中等”收入发展阶段,2016年,中国人均GDP已经接近9000美元,在很多中低技术产业,中国产业获得了全球性的竞争力,成就举世公认。但是,在中等收入阶段,经济增长的传统优势要素正在逐步消失,中国经济迫切需要从过去的粗放增长模式转向集约增长,从要素驱动转向创新驱动。在“十三五”期间甚至更长周期内,如何跨越中等收入陷阱是个不容忽视的问题。早在2014年,习近平总书记就提出中国跨越中等收入陷阱问题^①。李克强总理在不同场合也论述了这个问题^②,说明这个问题已经引起中国高层的关注。

2017年秋天召开的中国共产党的十九次全国代表大会指出,我们正处于全面建成小康社会的决胜阶段,中国特色社会主义进入新时代的关键时期,在新的历史起点上,全国

① 参见新华网新闻:习近平:中国肯定要迈过“中等收入陷阱”,2014年11月10日。http://world.people.com.cn/n/2014/1110/c157278-26003863.html.

② 参见中国政府网新闻:李克强:到2020年基本跨越“中等收入陷阱”,2015年11月06日。http://news.xinhuanet.com/finance/2015-11/06/c_128402341.htm.

人民要进行伟大斗争、建设伟大工程、推进伟大事业、实现伟大梦想。展望更长远的未来，为了实现两个百年的战略目标，我们要确保中国在跨越“中等收入陷阱”后依然保持强劲、持续、高质量的发展动力，以顺利实现“第二个百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的“中国梦”。

本章围绕“中等收入陷阱”和低碳产业革命两个核心命题，简单分析了“中等收入陷阱”的缘由和机理，借鉴世界各国跳出中等收入陷阱、后发崛起的经验，认为促进低碳产业的发展无疑是解决转型与可持续发展的牛鼻子，中国跨越中等收入陷阱必须紧跟并引领世界低碳产业革命的潮流，抓住基因类、颠覆性技术出现的苗头，率先实现产业化并大规模推广。同时，要全面深化改革，破除体制机制障碍，促进创新、创业热潮持续发展，大力发扬企业家精神，促进以低碳能源为中心的创新型社会的到来，在全世界率先通过低碳能源革命实现产业升级和跨越中等收入陷阱，进而成为高收入创新型国家。

第一节 “中等收入陷阱”的研究现状

一、何为“中等收入陷阱”？

“中等收入陷阱”(the middle-income trap)是过去很多年经济学界和社会学界热烈讨论的一个热点话题，尤其是随着近年中国 GDP 增速趋缓，经济进入“新常态”，人们对这个问题的关注更加迫切。

早在 2007 年，世界银行就发布了《东亚复兴：关于经济增长的观点》的报告，一般认为是“中等收入陷阱”概念的最初来源。该报告指出：“与较富和较穷的国家相比较，中等收入国家的增长会相对较慢，因为中等收入国家被主导成熟产业的、低工资的穷国竞争者和主导技术迅速变化产业的、追求创新的富国挤在了中间。”报告同时指出，中等收入国家增长变慢这一事实也说明了 20 世纪的世界经济没有缩小贫富差距的原因。报告还指出，由于“缺乏规模经济”和“资本的边际收益率下降”，拉丁美洲和中东地区数十年来未能跳出“中等收入陷阱”。

东亚在经历一段时间的高速增长之后发生了 1997 年的金融危机，当时人们预测东亚很可能因此进入拉丁美洲曾经经历的中等收入陷阱。然而东亚部分地区却奇迹般地重新获得了快速增长，包括中国和东南亚多国在内的许多国家都达到了中等收入水平，但是经济前进的步伐并没有停止，韩国以及中国的香港和台湾地区甚至已经摆脱中等收入陷阱，成为高收入经济体。亚洲金融危机发生 10 年以后的 2007 年，世界银行在上述报告中继续警告，东亚国家并没有完全摆脱“中等收入陷阱”挑战，未来仍将承受国际、国内双重压力，如不能解决这些问题，东亚中等收入国家将重蹈拉丁美洲经济发展停滞的覆辙。