

中国绿色低碳 发展若干问题研究

王文涛 王海林 南雁 主编

Research on Key Issues of China's
Green Low-Carbon Development



科学出版社

中国绿色低碳发展若干问题研究

Research on Key Issues of China's Green Low-Carbon Development

王文涛 王海林 南 雁 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书聚焦中国绿色低碳发展的若干问题开展研究,从发展战略、行业转型、能力建设和绿色实践四个维度出发,以跨学科的视角分析中国绿色低碳转型所面临的困难和挑战,并提出相应的政策建议。书中阐述的观点及内容,能够为政府制定相关政策提供可参考的研究依据,启发读者及相关组织关注、讨论并开展切实的行动,共同推进我国绿色低碳转型的行动。

本书适合但不限于以下读者:国内政府各级决策者,从事绿色低碳发展领域研究工作的各界专家、学者,从事绿色低碳发展领域实践工作的产业界人士,高等院校相关专业师生,以及关心我国绿色低碳发展问题的社会公众。

图书在版编目(CIP)数据

中国绿色低碳发展若干问题研究 / 王文涛,王海林,南雁主编. —北京:科学出版社, 2019.1

ISBN 978-7-03-057185-4

I. ①中… II. ①王… ②王… ③南… III. ①绿色经济—低碳经济—经济发展—研究—中国 IV. ①F124.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 082395 号

责任编辑:王丹妮 / 责任校对:贾娜娜
责任印制:霍 兵 / 封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 1 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2019 年 1 月第一次印刷 印张: 10 3/4

字数: 220 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

党的十九大报告指出，中国引导应对气候变化国际合作，成为全球生态文明建设的重要参与者、贡献者、引领者，要建设美丽中国，为人民创造良好生产生活环境，为全球生态安全作出贡献^①。环境与气候变化问题既是生态文明的组成部分，也是非传统安全的重要方面。

全球环境与气候变化已经是不争的事实，其紧迫性日益加剧，且得到了世界各国的广泛认可和共识。一百多年来（1909～2011年），中国陆地平均增温 0.9～1.5℃，超过世界平均水平；空气污染与温室气体排放同根同源，灾害发生的频度和振幅加剧。2015 年年底巴黎气候大会通过的《巴黎协定》达成了前所未有的新共识，形成了以“国家自主贡献+每五年一次的全球集体盘点”为形式的全球气候治理新机制，促进世界各国自愿减排，努力实现 21 世纪末控制全球温升不超过工业革命前 2℃，并力争不超过 1.5℃的目标。2016 年 11 月，《巴黎协定》正式生效，标志着人类社会合作共同应对气候变化步入一个新阶段。

2017 年 6 月，美国特朗普政府宣布退出《巴黎协定》，并宣称不再履行美国为绿色气候基金注资的义务。美国应对气候变化的态度转变一时间引发全球的热议与思考，美国退出《巴黎协定》造成全球的减排缺口、资金缺口和领导力缺口等系列问题一度成为世界的关注热点。尽管美国联邦政府在应对气候变化方面采取了消极态度，但并没有动摇美国很多州和大型企业的减排信心，他们也正在尽各自的更大努力来开展减排行动，共同应对气候变化造成的全球生态危机。

中国政府一直以来都十分积极地为全球减排进程贡献自己的力量。在 2009 年哥本哈根世界气候大会上，中国政府提出到 2020 年单位 GDP（gross domestic product，国内生产总值）的二氧化碳排放强度比 2005 年下降 40%～45%的减排目标，到 2017 年底已经减排超过 45%，提前 3 年完成预期目标的上限。在 2016 年向联合国提交的自主减排贡献承诺中，提出努力在 2030 年左右实现二氧化碳排放达峰，并争取早日达峰，到 2030 年实现单位 GDP 的二氧化碳排放强度比 2005 年下降 60%～65%。在应对地球生态危机、减少温室气体排放的行动中，中国政府秉承着“绿水青山就是金山银山”的发展理念，一如既往地开展着积极的减排行动，全面探索着低碳发展与应对气候变化的“双赢”路径。在十九大描绘的宏伟

^① 习近平. 决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告. <http://www.gov.cn/zhuanli/2017-10/27/content.5234876.htm>, 2017 年 10 月 18 日

蓝图下，我国要全面探索绿色、低碳、可持续的发展理念和发展模式，走出一条具有中国特色的经济发展与环境保护“双赢”的发展路径。

在这样的国际国内新形势下，中国经济的绿色低碳转型任务十分紧迫。这既需要战略层面的前瞻性部署，又需要各部门和各单位通力合作与不懈努力，既需要以技术为依托充分总结绿色低碳实践的成功经验，又需要各级政府决策者勇于开拓、不断探索和创新。本书聚焦中国绿色低碳发展的若干问题，邀请国内知名专家和学者就应对气候变化战略、能源革命、绿色金融、绿色农业、低碳交通等多个领域和视角对中国绿色低碳发展问题开展研究，以期与社会各界进行交流与共享。

本书由国务院参事室下属的当代绿色经济研究中心组织编写而成，得到了美国能源基金会“新常态下中国绿色低碳发展的挑战与对策”和中国清洁发展机制基金赠款项目“‘十三五’国家应对气候变化科技与低碳行动接轨的规划研究”（项目编号：2014026）以及中国环境保护协会“两个一百年目标交汇期应对气候变化对策研究”项目的资助。本书在汇编和出版工作中，得到了当代绿色经济研究中心郭长建主任、梅佳颖和王婷女士的大力支持与帮助，这里一并感谢。

编 者

2018年12月

目 录

战 略 篇

第一章 全球气候治理与我国低碳发展	3
第一节 准确把握当前应对气候变化的新形势，积极推动《巴黎协定》 的落实和实施	3
第二节 顺应世界能源变革潮流，努力实现国家自主贡献目标	6
第三节 推进能源生产和消费革命，进一步强化战略目标和政策取向	8
第四节 统筹部署和行动，努力争取 CO ₂ 排放提前达峰	10
第五节 抓住新常态下经济转型的机遇，加快促进绿色低碳发展	12
第六节 明确能源革命的任务和措施，加强低碳发展的制度和政策体系 建设	15
参考文献	17
第二章 以生态文明理念构建全球技术合作体系的建议	18
第一节 全球应对气候变化技术合作的重要性	18
第二节 全球应对气候变化技术发展态势	20
第三节 全球应对气候变化技术发展面临的挑战	21
第四节 以生态文明理念构建全球应对气候变化技术合作体系	22
第五节 建议	25
参考文献	26
第三章 从能源结构调整谈我国生态文明建设	28
第一节 能源是推动人类文明进步的引擎	28
第二节 我国能源结构现状	29
第三节 推进生态文明建设若干问题讨论	32
第四节 小结	38
参考文献	39

行 业 篇

第四章 我国能源绿色低碳发展	43
第一节 我国能源处于重要转型发展阶段	43

第二节 能源发展需要关注的要点	46
第三节 我国能源绿色低碳发展展望	50
参考文献	54
第五章 我国绿色低碳农业发展的现状、问题和建议	55
第一节 发展绿色低碳农业的意义	55
第二节 绿色低碳农业发展成就	55
第三节 绿色低碳农业的特点	56
第四节 绿色低碳农业的主要手段	57
第五节 当前主要问题	59
第六节 有关意见和建议	60
参考文献	64
第六章 引导农药科学使用, 促进我国现代农业发展	65
第一节 农药对人类的贡献与危害	66
第二节 农药使用不当问题的根源探究	70
第三节 对策分析	73
参考文献	79
第七章 关于我国绿色消费战略的思考	80
第一节 国际绿色消费思想的发展和特点	80
第二节 发达国家的主要做法	81
第三节 我国促进绿色消费的政策措施	83
第四节 我国发展绿色消费面临的困境	86
第五节 对策建议	88
参考文献	91
第八章 我国交通绿色转型之思考	92
第一节 绿色交通是我国交通部门转型的必由之路	92
第二节 发达国家交通部门绿色发展经验总结	94
第三节 我国正在加速交通部门的绿色低碳转型	99
参考文献	102

能 力 篇

第九章 把握减排机遇, 优化低碳路径	105
第一节 减排成本的内涵	106
第二节 减排的政策选择	111
第三节 低碳路径优化	112

第四节 小结	115
参考文献	115
第十章 发挥绿色金融在经济转型中的积极作用	117
第一节 我国绿色金融发展取得良好进展	117
第二节 当前我国绿色金融发展中面临的主要问题	120
第三节 推动我国绿色金融发展的政策建议	122
参考文献	126
第十一章 我国对“一带一路”沿线国家的绿色投资	127
第一节 我国对“一带一路”沿线国家投资概况	127
第二节 我国对“一带一路”沿线国家绿色投资的现状与特点	134
第三节 我国对“一带一路”沿线国家绿色投资的问题	141
第四节 我国对“一带一路”沿线国家绿色投资的政策与建议	142
参考文献	144

实 践 篇

第十二章 基于智能控制云平台的工业绿色低碳发展模式	147
第一节 工业智能控制技术	147
第二节 工业智能控制云平台	148
第三节 我国工业智能控制领域的现状及发展趋势	152
第四节 奥普拓基于智能控制云平台的碳排放管理	156
参考文献	162

战 略 篇

第一章 全球气候治理与我国低碳发展

美国特朗普政府宣布退出《巴黎协定》，为全球应对气候变化合作行动将带来负面影响，对全球气候治理制度建设也将带来很大不确定性。但合作应对气候变化是人类的共同利益，是世界范围内达成的广泛共识和社会各界共同的政治意愿。因此即使美国宣布不再承担《巴黎协定》下的义务，但是全球广泛开展的应对气候变化的合作进程已不可逆转，全球推动能源体系低碳化变革的潮流同样不可逆转，世界范围内加快经济发展方式转变，走上气候适宜型低碳发展路径的趋势也不可逆转。在新的形势下，我国要进一步顺应世界潮流，积极促进全球应对气候变化进程，加快推动能源生产和消费革命，促进经济发展向绿色低碳转型。

第一节 准确把握当前应对气候变化的新形势，积极推动《巴黎协定》的落实和实施

《巴黎协定》确立了 2020 年后全球应对气候变化的新机制，成为全球合作行动新的起点，具有里程碑式的意义^[1]。特朗普政府退出《巴黎协定》，失去道义制高点和公信力，受到世界各国的广泛谴责，也受到美国国内相当多的州、城市等地方政府和企业、公众的反对。美国退出《巴黎协定》的决定，也会影响世界各国合作应对气候变化的信心和行动。第一，虽然不会有更多国家追随美国退出，但美国不再履行其国家自主贡献（national determined contribution, NDC）目标的承诺也将影响和降低其他一些国家（如日本、澳大利亚等伞形国家）完成和强化其国家自主贡献目标的决心和意愿，影响各方在全球目标下不断加强行动力度的决心和氛围。第二，美国拒绝向联合国绿色气候基金提供资金的义务，将影响其他发达国家出资的意愿和力度，将使《巴黎协定》中规定的“到 2020 年发达国家负责每年筹集 1000 亿美元资金，帮助发展中国家减缓和适应气候变化”的目标难以实现，进而影响发展中国家特别是小岛屿国家和非洲及最贫穷国家适应和减缓气候变化的进程。第三，美国在退出《巴黎协定》的同时，提出要重启新的谈判，修改《巴黎协定》，以体现美国的利益。虽然欧盟等很多国家和地区都明确反对重启新的谈判，但在今后落实《巴黎协定》各项细节的谈判中，美国极可能挑战《巴黎协定》的原则，阻挠《巴黎协定》的落实和实施，从而阻碍并延迟全球应对气候变化的进程。

全球气候治理制度建设是多方博弈的过程,《联合国气候变化框架公约》(以下简称《公约》)的谈判是多边进程,需要各缔约方协商一致,没有哪一个国家能够单独领导或主宰谈判进程,但大国或国家利益集团会发挥比较重要的作用。应对气候变化是全人类的共同利益,也需要各国共同努力,合作行动。气候谈判实质上是在人类共同利益下,各国和国家利益集团间的博弈,从而寻求全球利益与各国利益的契合点,而各国也在寻求全球利益和本国利益的均衡点,公平合理地承担责任和义务。这就使得谈判各方既要体现对全球共同利益的责任担当,又要维护本国或国家利益集团的利益诉求。因此全球气候治理机制需要在公平公正的基础上,体现各国间的合作共赢和共同发展。这就需要打造人类命运共同体,摒弃“零和博弈”的传统思维,建立“共和博弈”、合作共赢的合作模式。特朗普政府退出《巴黎协定》,强调美国利益优先,不顾全人类共同利益,强化“零和博弈”的狭隘思维,在未来气候谈判中将不利于强化各方相互理解、妥协,寻求各方利益契合点,探索合作共赢的思路和氛围,而可能促使各方更为强化本国或国家集团自身的利益诉求,增加落实《巴黎协定》细节谈判的困难,从而延迟全球合作进程。

全球气候变化在科学上是个真命题,是当前人类面临的一个最大威胁,合作应对气候变化、保护地球生态安全关乎人类的生存和发展。1992年通过的《公约》已经明确了全球应对气候变化的目标、原则和保障措施,奠定了全球气候治理的制度基础。《巴黎协定》在《公约》指导下对2020年后全球应对气候变化的合作行动进行了制度性安排。尽管美国退出《巴黎协定》,但全球已开展并不断推进的全球应对气候变化合作行动的进程已不可逆转。美国作为《公约》的缔约方,仍应遵循《公约》的原则,履行发达国家在《公约》下的义务,率先采取减排行动,并履行向发展中国家提供资金和技术支持的义务。

全球应对气候变化推动了世界范围内能源体系的革命性变革,推动了先进能源技术的创新和产业化发展。风电、太阳能发电等可再生能源发电技术迅猛发展,成本快速下降。2017年印度大规模光伏电站的投标价格已下降到3.5美分/千瓦时,其发电成本已与常规发电技术成本相当。技术创新使得新的能源技术在市场上越来越具有竞争优势,新能源技术已成为新的经济增长点和新就业领域,成为国际技术竞争的前沿和热点,是国家经济、科技竞争优势的体现。因此,无论特朗普政府是否退出《巴黎协定》,世界范围内能源变革的趋势和潮流已不可逆转,美国国内先进可再生能源技术也仍将继续呈快速发展趋势。

全球应对气候变化促进了世界范围经济发展方式向低碳的转型。在可持续发展框架下应对气候变化,既要保障经济持续增长,又要减缓碳的排放,实现“发展”与“降碳”的双赢目标,核心是转变以高资源消费和高碳排放为支撑的传统发展模式,走上气候适宜型低碳经济发展路径。这也是各国特别是发展中国家统筹经济发展、环境保护和应对气候变化多方共赢、实现可持续发展的根本途径和

战略选择。因此,不论当前全球应对气候变化合作行动受到什么挫折,世界范围内实现经济发展低碳转型的潮流也已不可逆转。

从现在到 2030 年左右是全球应对气候变化的关键时期。要实现控制全球温升不超过 2℃ 的目标,全球温室气体排放必须尽快达到峰值并开始呈现持续下降趋势,直到 21 世纪下半叶实现净零排放^[2]。当前全球能源变革和低碳发展的趋势,使全球 CO₂ 排放增长已开始趋缓,据国际能源署(International Energy Agency, IEA)和英国石油公司(British Petroleum, BP)分析,未来 20 年与过去的 20 年相比,GDP 年均增速大体相当,而能源需求增速将减半,尤其是 CO₂ 排放增速将减少 2/3^[3,4]。即使如此,到 2030 年全球 CO₂ 排放仍将呈持续缓慢上升趋势,距实现控制温升不超过 2℃ 目标仍有较大减排缺口。

在可持续发展框架下应对气候变化,实现经济增长与降碳的双赢,就要大幅度降低单位 GDP 的碳强度,提高单位能耗和单位 CO₂ 排放的经济产出效益。全球单位 GDP 的 CO₂ 排放强度年下降率在过去 20 年平均约为 1%,今后 20 年预计平均可达 2%^[4,5],而要实现控制温升不超过 2℃ 目标,今后 20 年需尽快达到 4% 以上,才能使 CO₂ 排放尽快达峰并持续下降。全球应对气候变化仍面临艰巨任务。如果全球 2030 年前不能采取大力度行动,CO₂ 排放量将持续走高,2030 年后减排任务将更为艰巨和紧迫,实现控制温升不超过 2℃ 目标,单位 GDP 的 CO₂ 排放强度年下降率需提高到约 6%。2030 年后实现更为紧迫的减排目标将需要付出更大的成本和代价,也使全球未来控制温升不超过 2℃ 目标的完成风险加大^[6]。因此,当前要努力落实和实施《巴黎协定》,强化 2030 年前的合作进程对实现全球目标至关重要,要促使各国共同行动。从另一个角度来讲,未来全球减排目标越紧迫,边际减排成本就会越高,先进低碳技术就越具备竞争力。因此,当前加快能源变革,加强低碳发展能力仍将是各主要国家争取未来经济、贸易、技术竞争优势的战略选择。

中美两国曾密切合作,为《巴黎协定》的达成并快速生效发挥了重要作用,《中美气候变化联合声明》中关于“共同但有区别的责任”原则的表述及“自下而上”的承诺方式等内容,为《巴黎协定》奠定了基础,推进了全球范围的共识和广泛认可,也充分反映了广大发展中国家的利益诉求^[7]。当前美国政府退出《巴黎协定》,世界范围内更加期待中国发挥引领作用,推进《巴黎协定》的落实和全球合作行动的进程。引领作用实质上是基于全球共同利益目标在各方博弈过程中协调各方立场,寻求各方利益诉求的均衡点,并维护本国所在国家集团的利益诉求。发挥引领作用既需要有较强的影响力和协调能力,也需要自身的带头作用。我国要在气候治理中发挥积极引领作用,并不意味着要承担超越国情和发展阶段的义务,而是要依据全球气候治理遵循《公约》的原则,促进《巴黎协定》的落实和实施,促进合作共赢、公平正义、共同发展的全球气候治理机制的建设,并体现我国及广大发展中国家的合理诉求。

当前,无论全球应对气候变化的形势发生什么变化,中国都将一如既往,在国际上积极促进《巴黎协定》的落实和实施,促进合作共赢、公平正义、共同发展的全球气候治理机制的建设。要进一步加强广大发展中国家的战略依托,加强与欧美等主要发达国家和地区的对话和协调,正确引导全球应对气候变化行动的走向,积极推进全球合作进程,并最大限度维护我国和广大发展中国家的利益,积极促进《巴黎协定》中有关适应、减缓、资金、技术、能力建设和透明度各个要素全面均衡的制度安排和落实行动,使《巴黎协定》中关于“共同但有区别的责任”原则在细节谈判中切实得以体现和落实。同时,在国内经济发展转换动力、转变方式的新常态下,加快推进能源生产和消费革命,促进绿色低碳发展,努力实现我国《巴黎协定》下的国家自主贡献目标,为《巴黎协定》的落实做出积极贡献。

第二节 顺应世界能源变革潮流,努力实现 国家自主贡献目标

《巴黎协定》确立了控制全球温升不超过 2°C 并努力控制在 1.5°C 的目标,并以各国国家自主贡献为基础,在公平公正的原则下,开展自愿的合作行动。但当前各国国家自主贡献目标尚不能支撑温升不超过 2°C 目标的实现,各国都必须进一步加大减排力度。联合国气候变化谈判于 2018 年 12 月在波兰开展促进性对话和落实《巴黎协定》实施细则,并将于 2023 年进行全球集体盘点,以促进各国更新并强化各自贡献目标和行动计划,推进《巴黎协定》的实施进程。

能源消费的 CO_2 排放是最主要的温室气体排放源,也是减排的最重要领域。《巴黎协定》提出,为实现控制温升不超过 2°C 目标,21 世纪下半叶要实现温室气体净零排放。对能源系统而言,就要形成以新能源和可再生能源为主体的近零排放的可持续能源体系,取代当前以化石能源为支柱的高碳排放能源体系,从根本上结束化石能源时代。在全球应对气候变化紧迫的进程中,世界范围已开始了能源体系的革命性变革。一方面是大力节约能源,提高能源利用效率,控制和减缓化石能源消费;另一方面是大力发展新能源和可再生能源,促进能源结构低碳化,减缓 CO_2 排放。2006~2015 年,全球可再生能源年均增速 5.7%,而能源总需求增速仅 1.5%,清洁能源即将成为满足世界能源需求增量的主体能源,为全球 CO_2 排放达峰创造条件^[5]。

能源变革趋势和需求极大地促进了能源技术创新,先进能源技术已成为新兴高新技术产业和新的经济增长点^[3],2015 年全球可再生能源投资达 3000 多亿美元,约为化石能源投资的 2.5 倍,能源结构变革将不断加速。可再生能源的发电

成本也不断下降,2008~2016年,全球陆上风电成本下降35%,大型光伏发电成本下降80%,预计未来10年还将分别下降26%和59%,可再生能源发电成本即将与常规能源相当,使其在市场条件下也具备经济竞争力,在新能源领域占据技术竞争优势也将是大国的战略选择。先进能源技术创新和快速产业发展将为实现《巴黎协定》目标提供重要支撑。

我国积极推动能源生产和消费革命,既顺应世界能源变革潮流,又是缓解国内发展过程中资源紧缺、环境污染、生态恶化严峻局面的核心对策,是统筹国内经济发展、环境改善与应对全球气候变化的协同战略。我国在《巴黎协定》框架下提出的国家自主贡献目标,就是统筹国内国际两个大局的战略选择,并将以该目标为导向,统筹部署,发挥协同效应,打造经济增长、环境保护、能源安全、应对气候变化多方共赢的局面。

我国在《巴黎协定》下的国家自主贡献目标包括:到2030年单位GDP的CO₂排放强度比2005年下降60%~65%,非化石能源占一次能源消费的比重提升到20%左右,森林蓄积量比2005年增加45亿立方米,2030年左右CO₂排放达到峰值并努力早日达峰^[8]。这是一个有雄心、有力度、需要做出更大努力才能实现的目标,也体现了我国对保护全球气候的责任担当。

我国当前尚未结束工业化和城市化发展阶段,发展经济、改善民生仍面临艰巨任务,既要保障经济持续较快增长,又要积极应对气候变化,减缓CO₂排放。因此,大幅度降低GDP能源强度和CO₂排放强度,就成为统筹协调经济增长与减缓碳排放的核心指标。到2030年单位GDP的CO₂排放比2005年下降60%~65%,比实现2009年哥本哈根世界气候大会承诺的“2020年比2005年下降40%~45%”的目标要付出更大努力,年均下降率要达到4%以上^[9]。而未来20年内,全球GDP的CO₂排放强度年均下降率预计只有2%左右,欧美等发达国家和地区也大多达不到4%的水平。我国在提高单位能耗和单位CO₂排放的产出效益方面的努力和成效是世界所瞩目的。

我国提出2030年左右CO₂排放达到峰值,受到国际社会广泛关注,这也将成为我国经济发展方式转变的一个重要节点。CO₂排放达到峰值,意味着经济社会持续发展与化石能源消费增长的脱钩,也意味着环境质量的根本性改变,对于国内可持续发展和全球减缓CO₂排放都具有重要意义。我国CO₂达峰所用时间将短于发达国家达峰所用时间,届时潜在的GDP增长率将高于发达国家CO₂达峰时的增长率水平。CO₂排放达峰意味着单位GDP的CO₂排放强度年下降率要大于GDP的年增长率,使得由于经济增长新增CO₂排放可被降低GDP的CO₂排放强度所抵消。因此,我国CO₂排放达峰前后,单位GDP的CO₂排放强度年下降率需持续维持在4%~5%的水平,以保证届时实现GDP年均4%~5%的潜在增长率而CO₂排放不再增长,这将远高于发达国家CO₂排放达峰时GDP年增长率和单位GDP的

CO₂ 排放强度年下降率均不高于 3% 的水平。因此,我国在 GDP 潜在增长率仍保持 4%~5% 的预期下提前实现 CO₂ 排放达峰,需要比发达国家做出更大努力^[10]。

到 2030 年实现非化石能源在一次能源中比重提升到 20% 左右的目标,将有效改善能源结构。降低单位能耗的 CO₂ 排放,从而控制 CO₂ 排放总量,也是实现 CO₂ 排放达峰的重要条件。到 2030 年,由于非化石能源和天然气比重的较大提升,煤炭比重将下降到 50% 以下,单位能耗的 CO₂ 排放强度将比 2005 年下降 30% 以上,届时非化石能源基数增大,并仍以年均 6%~8% 的速度增长,再加上天然气比重的增加,使单位能耗的 CO₂ 排放强度年下降率达 1.5% 左右水平,超过能源总需求的增长速度,使新增能源总需求由非化石能源满足,从而使 CO₂ 排放达峰^[9]。

第三节 推进能源生产和消费革命,进一步强化 战略目标和政策取向

我国 2016 年颁布了《能源生产和消费革命战略(2016—2030)》(以下简称《能源革命战略》),进一步重申《巴黎协定》下国家自主贡献目标,并进一步提出重点任务和实施措施。在《能源革命战略》中提出实施“非化石能源跨越发展行动”,“到 2030 年,非化石能源发电量占全部发电量的比重力争达到 50%”^[11]。这是一个更为积极的强化能源结构低碳化的目标。2015 年我国非化石能源发电量占全部发电量的 25%,到 2030 年提升到 50%,一次能源用于发电的比例也将由目前的 41% 提升到约 50%,由此计算,仅用于发电的非化石能源在一次能源中的占比即要提高到 25% 左右,再加上用于其他供热的可再生能源商业化应用,届时非化石能源在一次能源中的占比即要提高到 25% 以上,这将超过我国对外承诺的 20% 左右的国家自主贡献目标。《能源革命战略》中提出控制能源消费总量的战略目标,到 2030 年控制在 60 亿吨标准煤以内,在控制能源消费总量和能源结构改善双重目标下,实际上也就控制了到 2030 年 CO₂ 排放总量将不超过 100 亿吨,并有可能使我国 CO₂ 排放达到峰值的时间提前到 2030 年前实现,将为全球应对气候变化进程做出更大贡献。

如果把 2030 年非化石能源在一次能源总消费中的占比从 20% 提升到 25%,需要做出更大努力。2030 年能源总需求控制在 60 亿吨标准煤之内,届时非化石能源供应量折合一次能源需从近 12 亿吨标准煤提高到近 15 亿吨标准煤,增加约 3 亿吨标准煤。由于届时可开发水电基本开发完毕,装机达 4.5 亿~5.0 亿千瓦,再增加非化石能源供应将主要依靠增加风电、太阳能发电和核电装机满足。届时风电和太阳能发电装机均需比原规划再增加近 2.0 亿千瓦,其装机容量均需超过 5 亿千瓦,核电装机也需再增加 3000 万千瓦以上,总装机容量达约 1.5 亿千瓦。2015~2030 年非化石能源年均增长速度也需从原规划的 5.8% 提高到 7.4%^[9,10],需做出更大努力。粗略

计算,到2030年非化石能源占比达25%,与占比20%相比,单位能耗的CO₂排放强度将再降低7.2%,从而比2015年下降达20%以上,使能源体系低碳化进一步加速。

我国能源革命的目标是建立清洁低碳、安全高效的能源供应体系和消费体系,最终形成以新能源和可再生能源为主体的新型低碳可持续能源体系,取代当前以化石能源为支柱的传统高碳能源体系,促进经济社会发展方式和路径的根本性转变,实现人与自然的和谐发展,这也是世界大国能源战略的共同取向。

全球要实现控制温升不超过2℃目标,到2050年温室气体排放需比2010年减少40%~70%,并到21世纪下半叶实现净零排放^[2]。这将促进世界能源技术创新,加快能源体系变革。我国《能源革命战略》中,对到21世纪中叶能源革命的目标和战略取向进行了展望,提出到2050年“能源消费总量基本稳定,非化石能源占比超过一半”。这又是一个有雄心、有力度的能源转型目标。2050年天然气占比可达15%~20%,非化石能源在一次能源中占比超过50%,石油占比仍将达约15%,煤炭的占比将下降到约20%,单位能耗的CO₂排放强度将进一步显著下降,可比2015年下降一半以上。2030年后能源需求增长将非常缓慢,新能源和可再生能源仍将持续较快发展,不仅满足能源总需求的增长量,而且将加快对化石能源消费存量的替代,CO₂排放将持续显著下降。到2050年能源总需求可控制在65亿吨标准煤以内。届时CO₂排放量将比峰值时排放量下降1/3以上,以适应全球实现控制温升不超过2℃目标的合作减排进程。

实现大比例可再生能源发展目标,不仅需要不断提升可再生能源电力在总发电量中的比重,而且要不断提高电力在终端能源利用中的比重,以非化石能源电力替代煤炭等化石能源的直接燃烧和热利用。2015年电力在终端能源消费中的比例为22%,2030年和2050年将分别提升到约30%和40%。电力在终端能源消费中的比例不断较快提升,可减少煤炭在终端利用中的数量和比例。以电替代散煤,既可提高能源利用效率,也是减少常规污染物排放、治理雾霾、改善环境质量的有效措施。扩大电力在终端能源利用中的比例将使发电用一次能源在一次能源总消费中的占比不断提高。2015年其占比为41.3%,2030年和2050年将可分别提升到约50%和60%。未来能源总需求增长速度趋缓,但随电力在终端利用中比例的提高和发电用一次能源比例的提高,电力需求增长速度将快于能源总需求增速。新增电力需求将主要依靠扩大新能源和可再生能源装机容量满足,而煤炭发电量将趋于稳定,一定时期后将会呈持续下降趋势。随着煤炭在终端利用中数量的减少,煤炭用于发电的比例将持续增加,2030年将由2015年的49%增加到55%以上,并且不断提高煤炭发电效率和环保标准。《能源革命战略》中也明确提出,到2020年现役煤电站供电煤耗将低于310克标准煤/千瓦时,新建煤电站低于300克标准煤/千瓦时,到2030年超低污染物排放机组占80%以上^[11]。强化CO₂减排与环境改善的协同效应,实现多目标共赢。