

浙江大学公共管理蓝皮书系列

中国绿色低碳 转型发展

China's Green Low Carbon
Transition Development

郭苏建 周云亨 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

浙江大学公共管理蓝皮书系列

China's Green Low Carbon Transition Development

中国绿色低碳 转型发展

郭苏建 周云亨 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国绿色低碳转型发展 / 郭苏建, 周云亨主编.
—杭州: 浙江大学出版社, 2017. 10
ISBN 978-7-308-17396-4

I. ①中… II. ①郭… ②周… III. ①绿色经济—经
济发展—研究—中国 IV. ①F124.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 221756 号

中国绿色低碳转型发展

郭苏建 周云亨 主编

责任编辑	余健波
责任校对	杨利军 王安安
封面设计	周 灵
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	杭州好友排版工作室
印 刷	杭州日报报业集团盛元印务有限公司
开 本	710mm×1000mm 1/16
印 张	10.25
字 数	184 千
版 次	2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-308-17396-4
定 价	35.00 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://zjdxcs.tmall.com>

前 言

低碳经济是以低能耗、低污染、低排放为特征的一种经济发展模式,它与工业革命、信息革命一样,将重塑全球发展模式。当前,中国尚处在低碳治理的初期阶段,要勇于探索,以市场机制与政府治理相融合为思路,走一条节能减排与经济增长协调发展的道路,更好地利用低碳经济带来的新市场、新机遇,来促进经济和社会的健康发展,并承担相应的国际义务,实现我国经济和社会发展的低碳转型。由此,在借鉴世界各国实践经验的同时,我们也要着力开展低碳治理制度创新研究,为低碳治理实践提供理论支持。

基于以上问题意识,浙江大学环境与能源政策研究中心与浙江大学公共管理学院于2016年12月10日在浙江大学紫金港校区共同主办了“低碳经济与制度创新”学术研讨会。会议邀请了国内外知名专家、学者和政府有关部门负责人与会,就低碳经济发展的重要理论和实践问题展开深入交流与讨论。来自高等院校、科研机构、相关产业的专家和学者围绕“中国的绿色低碳转型之路”“低碳经济与绿色持续发展”“低碳经济与能源转型策略”“低碳经济与产业优化升级”等专题,展开了热烈、深入的学术讨论,并在此基础上编写了这部论文集。

天津大学管理与经济学部“千人计划”特聘教授,国家能源、环境和产业经济研究院院长,亚太政策研究会会士张中祥教授为此撰写了《绿色低碳经济转型中的中国:挑战与对策》一文。张中祥认为,近年来,中国先是确立了五位一体的发展方针,把生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设放在了一个同等的高度,进而又确立了创新、协调、绿色、开放、共享的五大发展理念,其中绿色是非常突出的关键词。在这样的发展理念下,中国确定了很多能源环境方面的目标,同时也制定了一系列中长期的低碳绿色增长战略。基于以上战略及目标,中国也采取了一系列政策举措,这些政策举措包括一揽子的项目(计划),基于整体价值链的能源价格机制改革,包括煤炭、水、草原等资源在内的上游资源税改革,以及基于能源使用和处置阶段的碳定价机制、碳/环境税与碳排放权交易等政策举措。张中祥还认为,中国的低碳治理体制机

制有其特殊性。但无论是政府主导型政策(项目)还是市场机制型政策(比如碳交易),都旨在达成一种经济发展与环境保护的和谐共赢。欧洲国家的经验表明,实施环境税是达成双赢的有效手段之一。相对而言,中国在该领域还有很大的进步空间。

在《中国能源行业的绿色低碳转型》一文中,国家发改委能源研究所原所长韩文科认为,推动全球能源绿色低碳转型的基本框架正在形成,巴黎气候协定的签订与生效促使全球主要经济体不断调整能源战略,绿色和低碳转型正成为国际社会的共识。而中国也在2016年的G20会议上提出了要实现绿色低碳转型发展目标,在韩所长看来,中国推动能源转型的最大动力来源于习近平主席提出的能源革命论。为了达到雾霾治理与应对气候变化的双重目标,他认为,中国到2050年非化石能源应当占能源消费总量的一半。除了继续寄希望于技术进步之外,他还认为中国实现能源转型的优势在于中国中央和地方的权力还在变动中,这有助于能源与环境政策的制定与实施。具体而言,由于煤炭行业体量大,减量生产和绿色转型是其必然趋势。与此同时,只有高比例的可再生能源电力才能实现转型和生态环境多目标最优。

生态文明国际论坛总监张海在《东北亚碳市场的合作与发展》一文中介绍了中日韩等东北亚地区国家碳市场的合作与发展情况。在全球气候变化问题日益严峻的背景下,碳市场的定价以及交易机制在全球不同地区都快速发展,东北亚地区作为世界碳市场版图中的重要地理区域,是全球关注的重点,统一的东北亚碳市场将带来巨大的经济效益与环境效益,对中日韩三国在气候变化治理中发挥积极的引领作用具有重要意义。就具体合作模式而言,他认为可以通过间接连接、增量连接、受限制的连接、互惠连接、直接连接等几种可能模式,有效推进东北亚地区碳市场合作。

美国俄亥俄大学教授李捷理撰写了《环境正义与低碳经济:社会可持续发展治理模式探讨》一文。他认为绿色发展的关键在于构建以环境正义为基石的价值体系,在此价值体系上建立起一个低碳经济制度,并建立政治、经济和生态三者相互制约、相互平衡的治理方式。依据美国的经验,一个融合了经济、生态与公平的三个“E”的综合理念,应成为环境正义绿色发展的价值核心。在绿色发展中,政府、企业、社区、非政府组织/社会运动等是主要行为体,民众在其中的角色是最弱势的,要实现环境正义,需充分发挥非政府组织、市民社会以及新社会运动在绿色发展过程中的制衡力量。

国家发改委能源研究所可再生能源发展中心主任赵勇强在《国际可再生能源发展与全球能源转型》一文中对可再生能源发展寄予厚望。他认为可

再生能源成本下降、全球能源投资重心转移、可再生能源规模化发展都促进了该产业的发展。尽管如此,要想达到 $1.5\sim 2.0^{\circ}\text{C}$ 的温控目标,能源行业仍需全面转型,加快行业深度减排。就中国而言,目前中央政府制定了到 2030 年前后二氧化碳排放达到峰值,非化石能源占一次能源消费比重达到 20% 的目标。要想实现这些目标,亟须克服能源基础设施的路径依赖、新建火电厂比重高、核电复兴受阻、交通部门能耗排放压力大等问题。对此,他认为未来能源行业的重要任务是加快推动近 10 亿千瓦的煤电机组转为灵活电源,以便为可再生能源为主的电力系统的可靠运行提供保障。

北京大学城市与环境学院陶澍院士在《温室气体和大气污染物减排策略》一文中首先分析了气候变化与大气污染之间的差异以及各自的危害,比较了这两大环境问题对应的气体清单,例如, CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 BC (黑炭)具有温室效应, BC 、 SO_2 、 NO_x 、 OC 、 $\text{PM}_{2.5}$ 等大气污染物对人类健康造成直接威胁,而 BC 被认为既能引发辐射强迫,又会产生健康危害。尽管我国电厂和工业用煤量是家庭生活燃煤量的 20 倍以上,但是家庭生活炉灶排放的 BC 却比电厂和工业源多。由此可见,削减电厂燃煤量是 CO_2 减排的最重要举措,而对生活源排放加以控制则是减少 BC 等大气污染物的最有效的方式。陶院士指出,尽管中国目前是温室气体第一排放大国,但历史累积的温室气体排放对全球气候压力的贡献仅为 10%,且该比例短期内不会有很大变化。此外,他引述世界卫生组织的最新数据指出,室外空气污染对人类早死的贡献大概为 10%,远远高于水污染、食品污染等其他各类污染因素。在总结中,陶院士强调,在应对气候变化和环境污染方面,任何决策都要基于科学依据和现实国情审慎制定。作为尚存在大量贫困人口和不发达地区的发展中国家,我们只应承担与自身国力相当的国际责任。

中国人民大学环境政策与环境规划研究所所长宋国君教授的《城市煤炭削减政策评估——以石家庄市为例》一文则从对《石家庄市大气污染防治攻坚行动计划》(2013 年)的评估入题,介绍了城市低效燃煤配额交易实施方案的一些设想。宋国君认为,煤炭是商品,大气污染防治法是城市减煤的主要法律依据,但已有的法律法规还没有授权政府直接干预煤炭的使用;城市低效燃煤减量需要 10 年以上的时间,包括北京在内,城市减煤不可能在短期内实现预定目标;减少市区低效燃煤消耗具有减少二氧化碳排放和空气污染物排放的多重效益,因此,需要制定低效燃煤减量目标;发电、工业燃料/原料用户的煤减量是技术进步和污染控制要求(包括碳减排)的结果,低效燃煤配额核查可以替代污染物排放量的测量;供热(热水、蒸汽)和采暖等城市基础设施燃煤减

量有多种方法,但政府通过制定减煤方案进行直接干预成本很高;构建燃煤配额交易或将成为实现低效燃煤减量的有效政策工具。

南开大学生态文明研究院副院长徐鹤教授在《气候变化背景下的行业碳减排研究——以电力行业为例》一文中首先强调了各部门协同合作对控制碳排放的重要性,指出高耗能高排放的低端产业向低耗能低排放的中高端产业转型升级,是发展低碳经济的大方向。其次,他对直接碳排放和间接碳排放进行了区分,指出如果只考虑直接碳排放,而不考虑跨界转移的隐含碳,则有违碳排放核算的公平性原则。徐鹤的研究旨在识别中国的主要耗碳行业,理清行业之间伴随产业链发生的隐含碳转移,并通过行业敏感性分析,寻求成本效益最优的碳减排路径。他的主要结论如下:第一,直接碳排放高的行业,往往是主要的碳输出行业,而碳输入行业对碳的实际需求很高,但是直接碳排放却比较低;第二,衡量行业的耗碳水平,不能仅仅关注行业的直接碳排放,而应从产业链的角度完整地测算行业的碳需求;第三,我国行业间的二氧化碳转移主要发生在电力、石油、冶金和建筑业、设备制造业等行业,例如能源行业输出的二氧化碳主要流向了建筑业;第四,对不同行业进行同等规模的调整,所产生的碳减排效果是不同的,建筑业效果最好,而主要碳输出行业则不理想。

浙江大学公共管理学院土地管理系主任吴宇哲教授在《面向低碳排放的能源转型策略:中国 2030》一文中写道,我国的 GDP 产值和煤炭消耗在全球中的占比不一致,2030 年左右将是中国解决能源问题的承上启下的关键时期。届时,中国人口将达到高峰,城市化进程步入稳定期。吴教授通过引入城市化因子,运用改进的 Kaya 恒等式分析了中国未来的碳排放情景。他指出,降低碳排放系数、优化能源和产业结构、改变居民生活方式是促进碳减排的重要手段。此外,政府、企业和人大所形成的治理结构亟待改善,特别需要加强人大对政府的监督作用。为支持地方政府转型,生产税主导向物业税主导转变越来越重要。吴宇哲呼吁建立环境正义的价值体系,实现人与自然和谐相处。

中国科学院地理科学与资源研究所张雷研究员与北京工业大学循环经济研究院李艳梅副研究员撰写的《中国产业结构演进节能潜力分析》一文从理论分析、国外实践、中国特色、潜力判断与结论建议五部分对我国的节能潜力进行了分析。他们认为,随着产业结构趋于成熟,一国的能源消费强度将呈现出倒 U 形变化。与英美等发达国家相比,我国的产业结构演进具有明显的后起工业化国家特征。通过对产业结构演进与能源消费关联度的分析,他们提出,我国政府应提高对产业结构节能的重视,将结构节能置于国家节能减排工作

的首位,以最大限度地发挥结构节能减排的潜力。此外,政府还应该推动第三产业发展,改变第二产业占据主导地位的局面,以有效发挥结构演进的节能效应。

长安大学政治与行政学院副院长刘兰剑教授结合新近的产业政策之争,以《我国新能源汽车创新政策评估》为题,对新能源汽车行业中产业政策的绩效及其评价进行了实证研究。利用政策计量方法对产业政策与新能源汽车专利量、销售量、产业基础之间关系进行的研究表明,新能源汽车数量越多的城市往往也越重视该领域的产业政策,新能源汽车领域的产业政策确实能推动技术进步,但新能源汽车补贴过高在一定程度上也导致了为获取高额补贴而进行虚假销售的骗补行为。同时,对各国的产业政策效果和技术水平的对比研究还表明,电动汽车技术中心在 2011 年从美国转移到了日本,而中国电动汽车的专利数量将有望在 2022 年达到 7% 并超过美国。总体上,尽管新能源汽车“弯道超车”的目标难以在短期内实现,但我国新能源产业政策仍然部分有效,未来要更加重视供给和环境类政策,并运用政策组合,以促进新能源汽车的推广和科技创新。

辽宁师范大学城市与环境学院副院长孙才志教授在《中国水资源绿色效率与空间溢出效应测度》一文中指出,过去对水资源的研究在理论基础、利用效率、产出指标以及信用评价方面都还存在不足,水资源绿色效率应该包括经济、社会和生态环境内涵三方面。应用 SBM 模型和 Durbin 计量模型对我国各省市水资源绿色效率及其空间分布格局和空间溢出效应进行测算的结果表明,我国上海、天津、福建等省市在各个时期水资源利用效率都较高,云南、陕西、甘肃、新疆等省区都较低,我国省际水资源绿色效率逐渐向分散转变,而且全局空间相关性减弱。由此可知,水资源效率内涵的扩展会对水资源效率的评估产生深远影响,未来要通过省际对口帮扶和交流来提高水资源利用效率,综合考虑经济发展与社会进步以及保护生态环境三个方面的内涵,协同推进新型工业化、城镇化、信息化、农业现代化和绿色化。

目 录

一、中国的绿色低碳转型之路	1
绿色低碳经济转型中的中国:挑战与对策	3
中国能源行业的绿色低碳转型	20
二、低碳经济与绿色持续发展	29
东北亚碳市场的合作与发展	31
环境正义与低碳经济:社会可持续发展治理模式探讨.....	36
国际可再生能源发展与全球能源转型	44
三、低碳经济与能源转型策略	61
温室气体和大气污染物减排策略	63
城市煤炭削减政策评估——以石家庄市为例	66
气候变化背景下的行业碳减排研究——以电力行业为例	83
面向低碳排放的能源转型策略:中国 2030	101
四、低碳经济与产业优化升级	121
中国产业结构演进节能潜力分析.....	123
我国新能源汽车创新政策评估.....	133
中国水资源绿色效率与空间溢出效应测度.....	137

一 中国的绿色低碳转型之路

绿色低碳经济转型中的中国:挑战与对策

张中祥

(天津大学管理与经济学部“千人计划”特聘教授,国家能源、环境和
产业经济研究院院长,亚太政策研究会会士)

一、引言

近年来,中国先是在党的十八大报告中适应人民群众对良好生态环境越来越迫切的期待,确立了“五位一体”地建设中国特色社会主义的发展方针,把生态文明建设与经济建设、政治建设、文化建设、社会建设放在了一个同等的高度,进而又确立了“创新、协调、绿色、开放、共享”的五大发展理念,其中绿色是非常突出的关键词。在这样的发展理念下,中国确定了很多与能源环境有关的目标,同时也制定了一系列中长期的绿色低碳增长战略。基于以上战略及目标,中国也采取了一系列政策举措,既有政府主导的旗舰项目和倡议,也有基于整体价值链的能源价格机制改革,包括煤炭、水、草原等资源在内的上游资源税改革,以及基于能源使用和处置阶段的碳定价机制、环境税与碳排放权交易等便于市场在资源配置中发挥决定性作用的市场机制型政策。但无论是政府主导型政策,还是市场机制型政策,都旨在达成一种经济发展与环境保护的和谐共赢。欧盟国家的经验表明,实施环境税是达成双赢的有效手段之一。相对而言,中国在该领域还有很大的进步空间。

二、能源与环境目标

1980—2000年间,中国能源消费量只增加了1倍,却取得了国内生产总值(GDP)增长3倍的成就(Zhang, 2003)。基于这二十年中国节能和二氧化

碳排放量的趋势,美国能源情报署(EIA,2004)估计,中国的二氧化碳排在2030年之前不会超过世界上最大的二氧化碳排放国家美国(图1)。然而,进入21世纪以来中国的能源消费急剧增长,在2000—2007年间几乎翻了一番。尽管在上述两个时期中国的经济增速相差不大,但在2000—2007间中国的能源消费增长速度为前20年增长速度的两倍多。如此一来,中国在2007年成为世界上最大的二氧化碳排放国,导致中国面临的节能减排压力非常巨大。

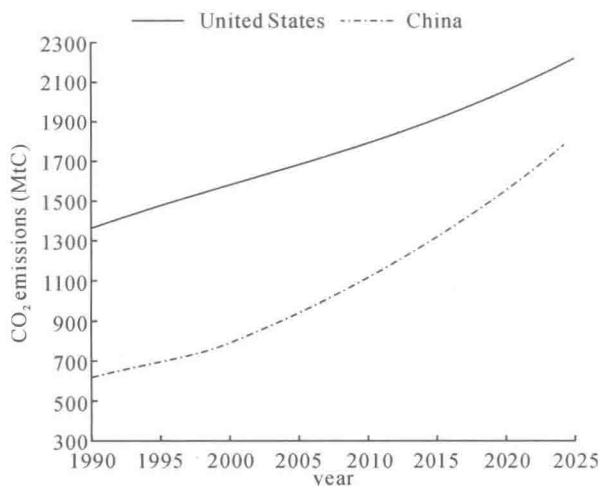


图1 1990—2025 中国与美国 CO₂ 排放量

来源:根据 EIA (2004)数据绘制

从“十一五”开始,国家将投入约束纳入五年发展规划之中。五年计划是社会主义国家的特色,这类计划都是希望速度越来越快,产出越来越高,但是“十一五”是第一个真正把投入作为一个约束的五年计划,对中国的经济发展无疑会起到一定的制约作用。在“十二五”规划期间,中国首次将二氧化碳排放强度作为国内发展的承诺。此目标要求全国范围内的能源强度相比2010年下降16%(不同的省区下降幅度达到10%到18%不等),全国范围内二氧化碳强度下降17%(不同省区下降幅度达到10%到19.5%不等)。张中祥(Zhang,2011a,2011b,2011c)建议,中国在2006—2020年间碳排放强度削减目标可定为46%~50%。一旦该减排目标实现,中国2020年的绝对碳排放量将比基准线水平情景下低15%~21%,正好处于政府间气候变化委员会建议的发展中国家比基准线水平情景下减排15%~30%的范围内。

中国进一步强化和延展其承诺到 2030 年(表 1)。根据 2014 年 11 月由中国国家主席习近平和美国总统巴拉克·奥巴马所签署的《中美应对气候变化联合声明》,中国承诺到 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰,并计划到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重提高到 20%左右(White House,2014)。这些承诺已经正式列入中国向联合国气候变化公约秘书处提交的“国家自主减排贡献”提案之中。不仅如此,中国承诺到 2030 年,单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%~65%。2016 年 3 月,全国人民代表大会将其作为“十三五”规划的一部分批准了 2020 年相对于 2015 年能源强度下降 15%、碳排放强度下降 18%的目标。如果这些目标得以实现,中国将超额完成其在哥本哈根气候变化峰会上的承诺,且最终结果在很大程度上将位于张中祥(Zhang,2011a,2011b,2011c)建议的区间内。

表 1 2006—2030 年中国的能源和环境目标

时间表	目 标
“十一五”规划 (2006—2010 年)	单位 GDP 能耗相比 2005 年下降 20%(实际达到了 19.1%);削减二氧化硫排放 10%;关停小火电厂累计装机容量达 50GW(实际达到 76.8GW);通过千家企业节能行动计划,累计实现节能 1 亿吨标准煤目标(实际达到 1.5 亿吨标准煤)。
“十二五”规划 (2011—2015 年)	能源强度相比 2010 年下降 16%(不同省区的能源强度下降幅度在 10%到 18%不等),二氧化碳排放强度下降 17%(不同省区的排放强度下降幅度在 10%到 19.5%不等);二氧化硫排放量下降 8%,氮氧化物排放量下降 10%;通过万家企业节能低碳行动计划,累计节能 2.5 亿吨标准煤。
“十三五”规划 (2016—2020 年)	能源强度相比 2015 年下降 15%,二氧化碳排放强度下降 18%;能源消耗量不超过 50 亿吨标准煤;二氧化碳排放强度相比 2005 年削减 40%到 45%,替代能源满足全国能耗的 15%的水平,风能总装机容量达到 200GW,光伏总装机容量达到 100GW。
2030 年	2030 年左右二氧化碳排放达到峰值并争取尽早实现,非化石燃料在能源消耗中的比重增加到 20%左右,单位国内生产总值碳排放强度相比 2005 年下降 60%到 65%。

中国政府首次提出控制碳排放总量的承诺目标与笔者 2009 年的研究成果和建言完全吻合。早在 2009 年哥本哈根联合国气候变化大会前,笔者曾应联合国政府间气候变化委员会减缓工作组副主席、威尼斯大学校长、普林斯顿大学经济学博士 Carlo Carraro 教授之邀撰写了《中国将于何时、以何种形式

承诺控制温室气体排放?到2050年的路线图》论文,后来被收录于他为政治学、法学领域顶级国际期刊 *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 主编的特刊号(Zhang, 2011b)。该论文从经济学、政治学和全球均衡视角,论证和提议中国应承诺在2030年左右对自己的温室气体排放总量进行控制,并择时向世界宣布这一总量控制承诺。2009年澳大利亚国立大学克劳福德公共政策学院 Stephen Howes 教授、韩国气候变化大使 Rae Kwon Chung 博士和美国彼得森国际经济研究所资深研究员 Gary Hufbauer 博士应邀为笔者针对哥本哈根气候变化峰会撰写、含有上述观点的“Climate Commitments to 2050: A Roadmap for China”政论文章作了书面评论,并与笔者的文章作为完整一期 *East-West Dialogue*, 献给哥本哈根气候变化峰会(Zhang, 2009)。笔者曾应邀就这些研究在国家发展和改革委员会能源研究所和国家气候中心等国家部委司长等全程出席的内部报告会上专门详细作过报告(胡婷, 2011a, 2011b)。研究内容发表在《国际石油经济》(张中祥, 2009), *Energy Policy* (Zhang, 2010a), *International Economics and Economic Policy* (Zhang, 2010b), *Environmental Economics and Policy Studies* (Zhang, 2011c) 和 *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* (Zhang, 2011b) 等国内外期刊上。

以这件事想强调,国内高校一直强调建设智库,总想着让领导批示,这是把研究工作往歧路上引,因为有没有领导的批示与研究的价值、意义和水平完全不画等号。应鼓励从事实证、政策研究的学者,研究应联系实际、更能全面反映现实问题。其实高校不太适合做短期热点问题研究,因为对中央领导和政府部门的想法和意图不太了解,对现实情况和问题的了解也远不如政府部门管理的研究单位,很难提出具体可操作性的建议。高校更适合做一些还没有进入国家、政府部门视野或还没有认真思考过的中、长期问题的研究,引导国家和政府关注这些问题。例如上面提到的笔者于2009年所做的控制碳排放总量的承诺的研究成果,若干年后经过政府部门详细论证后变为国家的承诺或政策。

三、减排政策与措施

中国已确立2030年左右温室气体排放总量达到峰值的控制目标。那么,这个2030年的目标是否严格?2030年左右峰值多高?对此国家发改委并没

有明确。根据笔者的判断,2030年温室气体排放量控制在100亿吨内估计不大可能,把排放量控制在110亿吨内是一个可追求的目标。

中国正处在工业化、城镇化、现代化过程中,面临发展经济、消除贫困、改善民生、保护环境、应对气候变化的多重挑战。根据清华大学和MIT合作研究(Zhang, 2014),在中国现有发展阶段和燃煤经济情况下,尽管已在实施严厉的节能减排政策,但中国碳排放量预计在2030年之后还会继续增长。即使中国信守在哥本哈根的承诺,自2016至2050年年均碳排放强度降低3%左右,其碳排放量也要在2040年才能达到峰值。承诺在2030年就达到峰值意味着中国需要至少提前十年实现目标。从这个角度讲,中国的承诺不能说不严格。

然而这个雄心勃勃的承诺并不足以实现在2100年全球地表温度升高不超过 2°C 的目标。根据国际上一些有代表性的模型团队的研究结果(Carraro, 2015; Tavoni et al., 2015),如果要避免这一状况出现,中国碳排放量需要在2020年就达到峰值才可以。而且不仅是2020年达到峰值,达峰后中国的排放量还不允许维持在这个高的水平上,而是之后必须以非常快的速度减少。从这个角度讲,中国的承诺又显得不够严格。当然如果按照控制温度升高不超过 2°C 的标准,美国、欧盟等主要经济体的承诺也不够。因此,从这个意义来讲,中国在确定减排目标和计划时还须多参考一些科学依据,当然其他的经济体也面临同样的情况。

1. 政府主导型政策与措施

中国的能源结构以煤为主,因此控制煤炭消费对控制排放及早实现达峰目标至关重要。在煤炭的黄金十年,国内煤炭产量每年增长将近两亿吨,到了2013年煤炭产量增长只有5000万吨,2014—2016这三年,煤炭总产量则在下降。国家在大力推进煤炭、钢铁去产能和严格控制排放,据此推测煤炭消费已达到峰值。在“十三五”规划期间,国务院出台的大气污染防治行动计划,要求发达地区和严重空气污染地区的煤炭消费量不当再增加,事实上,这些地区的消费量绝对值应进一步降低,如果对煤炭是否已达到峰值还存疑的话,那么,煤炭消耗最晚在“十三五”期间达到峰值。达峰之后,减少的煤炭消费还需要用石油、天然气等其他矿物燃料来替代,虽然后者比前者清洁,但还是会排放二氧化碳,碳排放不会立即达峰。中国“十三五”期间的关键挑战就是采取各种协调措施确保“十三五”期间煤炭消耗尽快达到峰值,那么中国二氧化碳排放量估计会在2025年和2030年之间达到峰值。煤炭消耗达峰越早,碳排放的峰值就会来得更早一点。

中国工业能耗占据了全部能源消耗的 70%，因此，工业部门对实现中国节能减排目标至关重要。中国于 2006 年 4 月启动了千家企业节能行动计划，涉及九个关键能源供给和消耗的工业部门、1008 家企业。国家发展与改革委员会估计，在“十一五”规划期间，千家节能计划累计实现节能达到 1.5 亿吨标准煤，提前两年实现累计节约 1 亿吨标准煤计划目标。面对节能减排的严峻形势，国家进一步强化和扩展“十一五”规划期间效果显著的千家节能计划。作为千家企业节能行动计划的扩展版，2011 年 12 月，国家发展与改革委员会联合其他 11 个部门制定了《万家企业节能低碳行动实施方案》，明确“十二五”期间，全国年综合能源消费量 1 万吨标准煤以上以及有关部门指定的年综合能源消费量 5000 吨标准煤以上的 1.7 万家重点用能单位要累计节约能源 2.5 亿吨标准煤。万家企业能源消费量占全国能源消费总量的 60% 以上。2013 年 12 月，国家发展与改革委员会公布了 2012 年万家企业节能减排低碳行动方案的实施效果，其中 3760 家企业（25.9%）超额完成其节能目标；7327 家企业（50.4%）完成其节能目标；2078 家企业（14.3%）基本完成其节能目标；1377 家企业（9.5%）未完成其节能目标。2011 年到 2012 年间，万家企业累计实现节能量 1.7 亿吨标准煤，完成“十二五”万家企业节能量目标的 69%（国家发展与改革委员会，2013）。

中国也在大力发展新能源。自新能源法实施以来，新能源发展非常快。2010 年，中国可再生能源总装机容量为 103.4GW，第一次超越了美国（总装机容量为 58GW）而位列榜首（Pew Charitable Trusts, 2011）。根据国家发展与改革委员会、国家能源局 2016 年 11 月发布的《电力发展“十三五”规划》，按照集中开发与分散开发并举、就近消纳为主的原则优化风电布局，有序开发风电光电。2020 年，全国风电装机将达到 2.1 亿千瓦以上，其中海上风电 500 万千瓦左右，太阳能发电装机将达到 1.1 亿千瓦以上，其中分布式光伏 6000 万千瓦以上、光热发电 500 万千瓦。按照存量优先的原则，依托电力外送通道，有序推进“三北”地区可再生能源跨省区消纳 4000 万千瓦。

目前中国城市能源消耗占全国的 60%，随着城市化水平越来越高，城市的能源消费也越来越多。因此，城市在节能减排方面扮演着非常关键的角色。中国自 2010 年 7 月以来，分两批在 6 个省和 36 个城市组织开展了低碳省区和低碳城市试点。这些试点地区占全国人口的 40% 左右，占全国 GDP 总量的 60% 左右，可以说规模是相当大的。各试点省、区、市研究制定低碳发展目标，规划低碳发展路线图，形成符合实际、各具特色的低碳发展模式。2015 年国家发改委对各省（区、市）开展的碳强度评价考核中，列入试点的 10 个省