



低碳发展蓝皮书

BLUE BOOK OF LOW-CARBON DEVELOPMENT

中国低碳发展报告 (2015~2016)

《中国低碳发展报告》编写组

主编/齐晔 张希良

ANNUAL REVIEW OF LOW-CARBON DEVELOPMENT
IN CHINA (2015-2016)



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

2016
版

低碳发展蓝皮书

BLUE BOOK OF
LOW-CARBON DEVELOPMENT



中国低碳发展报告 (2015~2016)

ANNUAL REVIEW OF LOW-CARBON DEVELOPMENT IN
CHINA (2015-2016)

《中国低碳发展报告》编写组

主 编 / 齐 晔 张希良



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

中国低碳发展报告. 2015 ~ 2016 / 齐晔, 张希良主编. —北京:
社会科学文献出版社, 2016. 3

(低碳发展蓝皮书)

ISBN 978 - 7 - 5097 - 8795 - 3

I. ①中… II. ①齐… ②张… III. ①二氧化碳 - 排气 - 研究
报告 - 中国 - 2015 ~ 2016 IV. ①X511 ②F120

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 035008 号

低碳发展蓝皮书

中国低碳发展报告 (2015 ~ 2016)

编 者 / 《中国低碳发展报告》编写组

主 编 / 齐 晔 张希良

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 恽 薇

责任编辑 / 王玉山

出 版 / 社会科学文献出版社·经济与管理出版分社 (010) 59367226

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367018

印 装 / 三河市东方印刷有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 24 字 数: 360 千字

版 次 / 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5097 - 8795 - 3

定 价 / 98.00 元

皮书序列号 / B - 2011 - 196

本书如有印装质量问题, 请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

 版权所有 翻印必究

编写单位说明

本书是在编委会指导下，由《中国低碳发展报告》编写组集体研究并撰写出版，主要成员和两位主编分别来自清华－布鲁金斯公共政策研究中心和清华大学能源环境经济研究所。清华－布鲁金斯公共政策研究中心由清华大学和美国布鲁金斯学会于2006年联合创办，挂靠清华大学公共管理学院，研究中心以独立、高质量及有影响力的政策研究服务中国经济社会发展及维系良好的中美关系。清华大学能源环境经济研究所创建于1980年，是清华大学校级跨学科研究机构，也是中国高校中最早开展能源与应对气候变化系统分析的研究单位，拥有管理科学与工程博士点和博士后流动站。

感谢清华大学、国家发展和改革委员会能源研究所、国家发展和改革委员会应对气候变化司、国家应对气候变化战略研究和中心对本研究的支持、指导和帮助。

低碳发展蓝皮书编辑委员会

主 任:

何建坤 清华大学教授、清华大学低碳经济研究院院长、国家气候变化专家委员会副主任、清华大学原常务副校长

成 员:

倪维斗 清华大学教授、中国工程院院士、清华大学原副校长

江 亿 清华大学教授、中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任

刘世锦 国务院发展研究中心研究员、原副主任

魏建国 中国国际经济交流中心副理事长、商务部原副部长

冯 飞 工业和信息化部副部长

周大地 国家发展和改革委员会能源研究所研究员、原所长

薛 澜 清华大学教授、清华大学公共管理学院院长

齐 晔 清华大学教授、清华-布鲁金斯公共政策研究中心主任

研究编写组及评审专家

研究编写组 (按姓氏拼音排序)

主 编 齐 晔 张希良

副 主 编 董文娟

成 员 程 思 戴彦德 董文娟 何建坤 何晓宜
柯蔚蓝 李惠民 芦佳琪 齐绍洲 齐 晔
宋祺佼 王海林 王宇飞 邬 亮 杨 秀
张焕波 张声远 张希良 赵小凡 朱梦曳

特约评审专家 (按姓氏拼音排序)

常世彦 戴彦德 欧训民 王庆一 熊华文

主要编撰者简介

何建坤 清华大学低碳经济研究院院长、国家气候变化专家委员会副主任。曾担任清华大学常务副校长、校务委员会副主任、低碳能源实验室主任，并曾兼任清华大学经济管理学院院长等职务。主要研究领域包括能源系统分析与模型、全球气候变化应对战略、资源管理与可持续发展等。

齐 晔 清华大学公共管理学院教授、清华-布鲁金斯公共政策研究中心主任。2001 年入选教育部与李嘉诚基金会“长江学者”特聘教授，2004 年入选清华大学“百人计划”特聘教授。曾执教于美国加州大学伯克利分校和北京师范大学。主要研究领域包括资源环境政策与管理、气候变化与可持续发展治理理论与方法。

张希良 清华大学核能与新能源技术研究院教授、清华大学能源环境经济研究所所长、中国能源研究会常务理事兼新能源专业委员会秘书长、中国可持续发展研究会理事、中国农业工程学会理事。主要研究领域包括能源经济学、新能源技术创新、能源经济系统建模、绿色低碳发展政策与机制设计等。

摘 要

本报告共分为六篇：第一篇为低碳发展热点篇，重点关注全球气候治理和经济发展新常态对我国低碳发展的影响。第二篇主题为能源消费革命，分析论证了能源消费革命将对我国能源消费和碳排放产生的影响。第三篇延续了往年对节能和可再生能源的研究，重点关注工业企业节能量计算与目标考核方法的改进，以及可再生能源投融资及产业发展机制。第四篇为低碳发展案例，介绍了低碳城市试点和碳排放权交易试点的政策实践效果。第五篇为低碳发展协同治理，讨论了我国实施空气污染和气候变化双控策略的必要性，并比较了中美两国 2020 年后的减排目标。第六篇为数据指标篇，包含了主要低碳发展指标及国际比较，并附有详细的计算方法与数据来源。

第一篇 低碳发展热点

2015 年底巴黎气候大会通过《巴黎协定》，确定了 2020 年以后全球应对气候变化的制度框架，成为全球应对气候变化的新起点和里程碑，将极大推进世界各国自愿行动和合作进程。《巴黎协定》的达成体现了各方合作应对气候变化威胁的共同政治意愿：第一，对气候变化的科学事实、成因、影响及损害已形成空前共识，各方合作应对气候变化的政治意愿强烈；第二，会前各方分别提出有力度的国家自主贡献（INDC）目标，《巴黎协定》中各国减排以此为基础，并增强透明度和定期对全球减排的集体盘点，体现了各方的政治互信；第三，各主要国家会前以及会上对谈判进程的积极推动、积极沟通对话，体现出建设性、灵活性的合作态度，凝聚共识、聚同化异，



寻求契合点。因此,《巴黎协定》也是气候谈判开始体现“共和博弈”新思维、全球合作应对建设人类命运共同体的转折点,是从“零和博弈”趋向“共和博弈”的合作共赢。中国政府为促进巴黎气候大会成功发挥了重要作用,《中美气候变化联合声明》和《中法气候变化联合声明》对达成《巴黎协定》发挥了历史性和基础性的作用。中国政府在会前提出了有雄心的国家自主贡献目标,获得国际社会好评。此外,习主席在开幕式上的讲话受到广泛关注。

《巴黎协定》提出了紧迫的全球低碳排放目标,其实施仍面临严峻挑战,全球实现控制升温 2°C (甚至 1.5°C)目标的核心是能源体系的革命性变革、推动先进能源技术创新和产业化发展。实施《巴黎协定》将加速全球经济低碳转型,而我国经济转型的任务将更加紧迫和更为艰巨。中国政府应继续积极参与全球气候治理,实现国家经济低碳转型,以国家自主贡献目标统筹应对气候变化和国内经济转型的双赢目标,将积极应对气候变化国家战略和地区战略纳入国家总体发展战略和规划,加快推进能源生产和消费革命、建立清洁低碳和安全高效的能源供应体系和消费体系,适应全球21世纪下半叶实现净零排放的低碳化目标,并加强应对气候变化制度和政策保障体系的建设。

从国内形势来看,“十二五”以来,中国经济进入新常态,中国低碳发展迎来深刻变革的新阶段。经济新常态的特点、内涵、发展趋向和发展理念可以用“三大特点”、“四大转向”、“九大特征”和“五大理念”来概括。低碳发展与经济发展新常态并行不悖,低碳发展既是经济发展新常态的必然要求,也是经济发展新常态的重要内容。新常态下,中高速增长下的二氧化碳排放增长率将逐步降低,经济结构调整将向高端低碳产业发展,创新驱动将全面推动碳强度下降。低碳也将成为经济新常态下衡量发展的核心指标。中国应积极主动实施低碳转型促经济新常态发展,主要包括:实现可持续的经济增长,从“高碳经济发展方式”转向“低碳经济发展方式”;建立安全、高效、清洁、低碳的能源供应与消费体系;实现经济、能源与环境的协同治理。



“十二五”时期是我国低碳转型加速期。这一时期，经济发展迎来新常态，碳排放增长趋势明显放缓，能耗强度持续下降，可再生能源实现了跨越式发展，2014年煤炭消费量较2013年下降2.9%，中国煤炭消费的峰值或许已经到来。此外，这一时期低碳发展的制度基础不断稳固，开启了低碳发展的新时代。展望未来，“十三五”时期将是我国经济发展的重要时期，也是兑现国内和国际承诺、实现低碳转型的关键时期。未来五年内包括单位GDP二氧化碳排放、单位GDP能耗、非化石能源占比、森林蓄积量在内的低碳发展指标非常明确，而国际气候变化和国内环境污染治理的双重压力将促使我国逐步推广煤炭消费和碳排放总量控制目标，我国也将采取措施促使能源结构多元化发展。“十三五”将是一个机遇与挑战并存的时期，经济发展新常态既带来了前所未有的产业和能源转型、新技术发展、体制改革和制度完善的机遇，也使这些领域面临前所未有的挑战。

第二篇 走向能源消费革命

20世纪中期以来消费主义的盛行试图表明物质消费与生活幸福成正比，然而消费的增长果真会带来幸福吗？保罗·萨缪尔森的幸福方程式告诉我们，幸福不仅取决于消费的丰俭，还取决于欲望的多寡。那么，我们到底需要消费多少就可以满足需求呢？为维持这一消费水平，又需要消耗多少能源和产生多少碳排放呢？

《重塑能源消费：走向绿色低碳社会》从需求侧入手，将社会总能耗划分为六类需求，分四种情景探讨技术进步、消费需求、进出口贸易对我国中长期的能源消耗与碳排放的影响，为我国实现经济低碳转型提供借鉴。研究发现，单纯依靠技术进步可在2050年实现11亿吨标准煤的节能量，而通过需求转型实现适度消费可在2050年实现28亿吨标准煤的节能量。另外，进出口贸易使我国的能源消耗和碳排放增加约15%，通过出口贸易结构升级亦可大幅减少能源需求。因此，中国需要从技术进步、调整消费需求、升级



出口贸易结构三方面入手来控制能源需求与碳排放，且调整消费需求的节能减排潜力远远大于技术进步和出口贸易升级的节能减排潜力，是实现中国低碳发展的关键。

《建设生态文明必须重塑能源生产和消费体系》则从理论层面论证了我国重塑能源生产和消费体系的必要性，指出传统能源的生产和消费方式是引起生态环境恶化的重要源头，推进生态文明建设必须重塑能源。当前，我国巨大的能源消费总量及长期以煤为主的高碳能源利用模式导致生态环境不断恶化，严重制约了经济社会的可持续发展。未来要实现“两个百年”的既定经济发展目标，经济仍要持续发展，对能源的需求还将持续增长，如延续过去的高碳能源利用模式，将给生态环境带来更大压力。因此，保护生态环境，推进生态文明建设已是迫在眉睫。未来必须重塑能源生产和消费体系，从源头上减少环境污染与温室气体排放。重塑能源，提高效率和控制能源消费总量是关键，发展清洁低碳能源是根本，转变发展方式是前提，引导消费模式是基础。

第三篇 节能与可再生能源

自“十一五”开始，中国对高耗能工业企业设定了约束性的节能量目标作为考核其节能效果的主要量化指标。《工业企业节能量计算与目标考核》通过对10家案例企业的深入调查，探索工业企业对节能量目标的执行情况，讨论节能量目标的合理性，探寻未来中国企业节能考核指标的改进方向。研究表明，用节能量作为考核指标存在三大问题：（1）10家案例企业上报的节能量共分为四类：定比法产品节能量、环比法产品节能量、定比法产值节能量以及环比法产值节能量。采用不同方法计算、不同类别的节能量并不具有可比性。（2）案例企业通过产量扩张完成了部分节能量目标，而这部分节能量实际是企业应对市场需求的结果，而非节能行动所致，因此无法对企业的节能行为产生强大的激励作用。（3）由于节能量类别及计算方法多样，且计算步骤相对复杂，因此政府部门对节能量的

核查难度超过能耗总量以及能耗强度等其他常见的节能量化指标。鉴于节能指标缺乏企业间可比性、无法剔除产量扩张引起的节能效应，且核查难度大，建议尽快以能耗总量和能耗强度的“双控”指标替代现有的节能量指标。

2014 年中国继续领跑全球可再生能源融资，那么其背后的融资机制是怎样的呢？《可再生能源投融资 2014》追溯了 2013 年进入中国可再生能源领域的资金及其流动情况。研究发现，2013 年中国可再生能源融资总额和投资额比 2012 年分别增加了 0.8% 和 5.9%。具体来看，2013 年中国可再生能源投融资主要呈现以下变化：（1）投资侧财政补贴减少，政策支持重点、对象和范围均发生变化；（2）融资渠道减少，可再生能源融资严重依赖于银行贷款，中小型分布式光伏发电项目融资模式亟待突破；（3）可再生能源发电领域投资减少，非发电领域可再生能源应用投资增幅较大；（4）可再生能源开发利用能源替代和减碳效果显著。在可再生能源投融资总量继续保持增长的同时，可再生能源领域急需融资渠道和融资模式的变革和创新。

清洁能源在其发展初期面对传统能源在成本、规模和市场乃至政策方面的巨大竞争优势，仅仅靠企业自身依靠技术创新和市场培育的“自然增长”难以在短期内见效。此时，政府通过政策扶持就显得特别重要。过去十年间，中国清洁能源产业发展经历了从无到有，蓬勃增长并领先世界的快速发展，除了企业自身因素外，政府的政策和行动发挥了关键的支撑作用。在此过程中形成了政府与企业之间特殊的公私合作（PPP）模式。之所以特殊，是因为这种模式是清洁能源这样一种新兴产业在中国特殊的政商环境中，经历了探索、磨合、震荡乃至分分合合而逐渐形成的一种行之有效的模式。有效性意味着在短期内实现了清洁能源的经济供给。但毋庸置疑，这种模式也有其不足甚至弊端。《中国清洁能源产业发展中的政府行为与 PPP 模式》根据对典型案例的细致研究，试图概括、总结中国清洁能源产业发展中特殊的 PPP 模式，助益本行业健康发展，也希望对相关行业的 PPP 发展有所借鉴。



第四篇 低碳发展案例

低碳城市试点和碳排放权交易试点是影响最为深远的两个自下而上的低碳政策实践。为了解低碳试点政策的实施情况，各试点省市的政策和实践创新，以及城市低碳转型中面临的问题和困难，研究组于2014年9月对浙江省的两个试点——杭州市和宁波市进行了调研。调研中发现，两市在城市发展低碳转型方面均进行了积极的探索，完成了碳排放清单编制、初步判定了城市碳排放达峰年份；建立了低碳相关政策体系；实施了严格的工业节能措施；积极进行低碳的建筑和交通体系实践。此外，杭州市将低碳试点工作与其他试点工作相结合，在创造试点协同效应方面提供了有益的启示。但是，两个城市在低碳实践中也面临着多重挑战与困难：作为重工业城市的宁波，面临着保持较高经济增长速度和低碳转型的选择困境；两地相关部门都认为现有统计制度难以为碳排放管理和考核提供支撑，建筑和交通领域已成为城市低碳转型的重点和难点，亟须构建市场化的绿色融资渠道和培育低碳产业链。此外，行政命令手段依然是地方政府推进碳减排和能源消费总量控制的主要方式。

在国际减排承诺和国内资源环境双重压力之下，中国于2011年底启动了“两省五市”碳排放权交易试点，并计划在试点经验的基础上于2017年启动全国碳市场。《中国碳排放权交易试点比较研究》通过对七个试点的法规政策和机构设置，制度设计中覆盖范围、配额总量和结构、配额分配机制和抵消机制，以及市场运行和履约情况的分析，总结其共性特征及差异性，为全国碳市场的建设提出政策建议。总体上看，七个试点的制度设计体现出了发展中国家和地区不完全市场条件下ETS的广泛性、多样性、差异性和灵活性，从而与欧美等发达国家的ETS相比形成自己的特色，但也为今后与发达国家ETS的连接带来了困难。

由于七个试点横跨了中国东、中、西部地区，区域经济差异较大，制度设计体现了一定的区域特征。深圳的制度设计以市场化为导向；湖北注重市

场流动性；北京和上海注重履约管理；广东重视一级市场，但政策缺乏连续性；重庆实行企业配额自主申报的配发模式，使配额严重过量，造成了碳市场交易冷淡。全国碳市场的构建，需要充分考虑我国的经济发展阶段、经济结构、能源结构、减排目标、减排成本以及我国区域与行业差异大等国情，充分借鉴七试点碳市场建设的经验和教训。

第五篇 低碳发展协同治理

中国现行的改善空气质量和应对气候变化的政策以严格控制煤炭使用为核心，其中许多政策都要求企业降低能耗强度（或二氧化碳排放强度）和安装污染控制设备。《空气污染和气候变化的双控策略》一文表明治理空气污染在短期内可以同时减少部分二氧化碳排放，反之亦然，然而随着时间推移，当减排要求更加严格时，协同效应将越来越有限。对于中国来说，近期内大幅削减煤炭使用能够同时减少大气污染物和二氧化碳的排放，但当要把煤炭挤出能源系统时，替代能源的边际成本将会逐渐上升。因此，需要进一步对大气污染物和二氧化碳进行有效的减排，分别设置空气污染治理和温室气体减排目标，并通过碳价政策来最有效率地实现空气污染和二氧化碳减排的协同治理。与其他方式相比，治理空气污染和二氧化碳减排双管齐下最为有效。这样的政策思路将保证中国以最低成本实现 2030 年的达峰目标，同时为空气质量改善带来显著的协同效益。

针对《中美气候变化联合声明》中公布的各自 2020 年后减排目标，《中美两国 2020 年后减排目标的比较》通过情景分析的方法，测算了中美两国实现各自目标所需要采取的行动和努力，比较了两国在 GDP 碳排放强度下降、新能源和可再生能源发展规模、CO₂ 排放达峰时间及其所处发展阶段以及电力部门减排四个方面的努力程度和效果。通过比较可以看到，在中美两国分别实现各自既定目标的情况下，中国单位 GDP 碳强度年下降率将达 4%，其幅度高于美国在 2025 年减排 28% 目标下的年下降率（3.59%）；中国的新能源和可再生能源发展也更为迅速，年均增速高达约 8%，2030 年



非化石能源总供应量可达 11.6 亿吨标准煤，约为届时美国非化石能源总供应量的 2 倍；在 CO₂ 排放达峰方面，中国实现 CO₂ 排放峰值时所处的发展阶段要早于美国达峰时的经济社会发展阶段，中国在强化低碳发展情景目标下可在 2030 年左右实现碳排放达峰，且达峰时人均 CO₂ 排放约 8 吨，低于美国 CO₂ 排放达峰时的人均排放 19.5 吨的水平。电力部门减排方面，中国在未来比较高的电力需求背景下，2030 年可实现比 2011 年单位千瓦时的 CO₂ 强度下降 35%，而美国同期则只需下降约 20% 即可实现其电力部门的减排目标。通过上述几项指标的比较可以看出，中国 2020 年后的减排目标是非常宏伟且极具挑战的。在实现 2030 年减排目标的行动中，中国政府还需要进一步强化和细化新能源和可再生能源的发展目标，进一步分解和落实全国及各省区市的减排目标和减排行动，持续推进节能与加强新能源技术的创新，在经济高速发展的同时协调好经济、能源和环境的问题，早日实现低碳发展和生态文明。

Abstract

This report consists of six parts. Part I analyzes two hot themes in low-carbon development: global climate governance and the impact of China's economic "new normal" on low-carbon development. Part II uses both theoretical deduction and empirical analysis to demonstrate how an energy consumption revolution could potentially change China's trajectories of energy consumption and carbon emissions. Part III continues the tradition of Annual Review of Low - Carbon Development in China by keeping track of China's development in energy efficiency and renewable energy, with a particular focus on an assessment of the quantitative indicator used to evaluate industrial enterprises' energy-saving performance and renewable energy investment and financing. Part IV takes a close look at two case studies of low-carbon development in China: one case about low-carbon cities, and the other on carbon emission trading scheme pilot programs. Part V discusses the necessity of co-control of air pollution and climate change and compares post - 2020 emissions reduction targets of the United States versus China. The last part of the report, Part VI, presents primary low-carbon development indicators in China as well as international comparisons of these indicators. Detailed calculation methodology and data sources are also provided for your reference.

Part I Hot Themes in Low - Carbon Development

In December 2015, the world gathered in Paris to secure a global climate change agreement with greenhouse emissions reduction commitments from all countries for the first time in human history. The Paris Agreement established the institutional framework for post - 2020 climate governance, marking a new



beginning and a key milestone in the history of global climate change governance. The signing of the Paris Agreement shows the common political will among all countries that combating climate change is in the interest of every party. First, scientific facts, causes, impacts as well as harms of climate change have become a world-wide consensus. the political will for joint efforts to combat climate change has never been stronger. Second, prior to the Paris Conference, many parties proposed ambitious Intended Nationally Determined Contributions (INDCs) . Based on these INDCs, The Paris Agreement improves the transparency of emissions tracking and periodically evaluates global progress towards carbon emissions reduction goals, which demonstrates the political trust among all parties. Third, active participation and facilitation of the primary parties and close communication among all parties, both prior to and during the conference, demonstrate a constructive and flexible attitude towards cooperation. Despite their differences, all parties aim to find a common ground in climate change governance and have gradually accepted the view that human beings share a community of common destiny. As a result, the Paris Agreement can be viewed as a turning point in climate negotiations, shifting climate governance from a zero-sum game to a win-win cooperation. The Chinese government played a critical role in the success of the Paris Conference. The *U. S. - China Joint Announcement on Climate Change* and the *Joint Presidential Statement on Climate Change* between China and France both significantly contributed to the Paris Agreement. The Chinese government proposed its ambitious INDC prior to the Paris Conference, which was highly acclaimed by the international community. In addition, President Xi Jinping's speech at the opening ceremony attracted wide attention.

The Paris Agreement proposed ambitious global carbon emissions reduction targets in light of the urgency of climate change governance. However, achieving these targets is expected to be very challenging. Controlling temperature rise below 2°C or even 1.5°C requires fundamental reforms of the energy system and innovations and industrialization of advanced energy technological innovations. Implementation of the Paris Agreement will accelerate the low-carbon transition of the global economy. As the largest carbon emitter in the world, China faces the strongest imperatives and strictures for a structural transition of its