

B

低碳发展蓝皮书[®]

LUE BOOK OF LOW-CARBON DEVELOPMENT

中国低碳发展报告 (2014)

ANNUAL REVIEW OF LOW-CARBON DEVELOPMENT

IN CHINA (2014)

清华大学气候政策研究中心

主 编 / 齐 晔



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

2014
版

低碳发展蓝皮书

BLUE BOOK OF
LOW-CARBON DEVELOPMENT



中国低碳发展报告 (2014)

ANNUAL REVIEW OF LOW-CARBON DEVELOPMENT
IN CHINA (2014)

清华大学气候政策研究中心
主 编 / 齐 晔



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. 2014/齐晔主编. —北京: 社会科学文献出版社, 2014. 3

(低碳发展蓝皮书)

ISBN 978-7-5097-5711-6

I. ①中… II. ①齐… III. ①二氧化碳-排气-研究报告-中国-2014 IV. ①X511 ②F120

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 035368 号

低碳发展蓝皮书

中国低碳发展报告 (2014)

主 编 / 齐 晔

出 版 人 / 谢寿光

出 版 者 / 社会科学文献出版社

地 址 / 北京市西城区北三环中路甲 29 号院 3 号楼华龙大厦

邮政编码 / 100029

责任部门 / 经济与管理出版中心 (010) 59367226

电子信箱 / caijingbu@ssap.cn

项目统筹 / 恽 薇 王莉莉

经 销 / 社会科学文献出版社市场营销中心 (010) 59367081 59367089

读者服务 / 读者服务中心 (010) 59367028

责任编辑 / 蔡莎莎 等

责任校对 / 王洪强

责任印制 / 岳 阳

印 装 / 北京画中画印刷有限公司

开 本 / 787mm × 1092mm 1/16

版 次 / 2014 年 3 月第 1 版

印 次 / 2014 年 3 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5097-5711-6

定 价 / 89.00 元

印 张 / 24.5

字 数 / 392 千字

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社读者服务中心联系更换

版权所有 翻印必究

编写单位说明

- 本书是在《中国低碳发展报告》编委会的指导下，由清华大学气候政策研究中心研究编写。清华大学气候政策研究中心是清华大学跨院系研究机构，中心研究内容集中在气候变化与低碳发展相关政策的制定、实施和效果评估，目的是为决策者提供技术支撑和决策参考。

- 感谢清华大学、国家发改委能源研究所、国家发改委应对气候变化司、国家应对气候变化战略研究和合作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 中国工程院院士，清华大学教授、原副校长

江 亿 中国工程院院士，清华大学教授、清华大学建筑节能研究中心主任，国家能源领导小组国家能源专家咨询委员会委员

刘世锦 国务院发展研究中心副主任、研究员

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 国务院发展研究中心研究员、产业经济研究部部长

周大地 国家发展和改革委员会能源研究所原所长、研究员，国家能源领导小组专家组副主任

薛 澜 清华大学教授、清华大学公共管理学院院长

齐 晔 清华大学公共管理学院教授、清华大学气候政策研究中心主任

研究编写组及评审专家

研究编写组

主 编 齐 晔

副主编 董文娟

成 员 (按照姓氏拼音排序)

蔡 琴	柴莹辉	董文娟	龚梦洁	胡 姗
江 亿	李惠民	刘希雅	孟延春	倪维斗
齐 晔	宋祺佼	唐孝炎	王静贻	王宇飞
张丹玮	张焕波	张友浪	赵小凡	朱梦曳

特约评审专家 (按照姓氏拼音排序)

戴彦德 李俊峰 欧训民 温 华 张希良
庄贵阳

附：报告执笔分工

- B.1 中国低碳发展孕育变革：齐晔
- B.2 雾霾治理与低碳发展：龚梦洁、李惠民
- B.3 新型城镇化与低碳发展：王宇飞、宋祺佼、刘希雅
- B.4 页岩气开发利用在低碳发展中的作用：朱梦曳
- B.5 能效投融资：董文娟、赵小凡、张丹玮
- B.6 可再生能源投融资：董文娟、张友浪
- B.7 政府在光伏企业融资中的作用：董文娟、柴莹辉
- B.8 工业企业对节能政策的响应：赵小凡、王宇飞
- B.9 北京 $PM_{2.5}$ 与冬季采暖热源的关系及治理措施：江亿、唐孝炎、倪维斗、王静璐、胡姗
- B.10 横琴新区低碳发展规划原理与框架：蔡琴、孟延春、张焕波、李惠民、齐晔
- B.11 低碳发展指标：李惠民

主要作者简介

何建坤 清华大学教授、清华大学低碳经济研究院院长。曾担任清华大学副校长、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。现兼任国家气候变化专家委员会副主任，中国能源研究会副理事长，中国可持续发展研究会副理事长，中国工业节能与清洁生产协会副会长，北京能源协会会长、北京市气候变化专家委员会主任等职。主要学术研究领域为能源系统工程、应对全球气候变化战略与政策。

江 亿 中国工程院院士，清华大学建筑学院副院长、建筑技术科学系系主任、建筑节能研究中心主任、博士生导师，兼任北京市政府顾问团顾问、全国暖通空调委员会副主任、全国建筑物理委员会委员、建设部智能建筑专家委员会委员，美国采暖、制冷与空调工程师学会会员，《暖通空调》杂志编委，英国通风学报编委。中国人工环境工程学科的倡导者之一。

唐孝炎 中国工程院院士，北京大学环境科学系教授，并担任联合国环境规划署臭氧层损耗环境影响评估组共同主席、北京市人民政府科学顾问等。自1972年起开创了我国大气环境化学领域的系统研究和教学工作。在大气环境的重要领域臭氧、光化学烟雾、酸雨，以及气溶胶化学等方面进行了全面的研究，是我国大气环境化学领域的学术带头人。

倪维斗 中国工程院院士，动力机械工程专家，中国能源学会会长。曾任清华大学副校长、校务委员会副主任、上海杉达学院校长，现任北京市科协副主席、中国环境与发展国际合作委员会委员、能源战略与技术工作组中方组长，是我国热力涡轮机系统和热动力系统建模、仿真、控制、故障诊断方面的专家。



齐 晔 清华大学公共管理学院教授，清华大学气候政策研究中心主任，国务院学位委员会学科评审委员，美国纽约州立大学环境科学与森林学院(SUNY-ESF)及Syracuse大学博士。教育部与李嘉诚基金会“长江学者”特聘教授，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、北京师范大学。

龚梦洁 清华大学公共管理学院博士研究生，研究方向为资源环境管理与政策、环境治理等。

李惠民 北京建筑大学讲师，北京师范大学工学博士，清华大学公共管理学院博士后，主要研究方向为气候变化政策。近年来主要参与博士后科学基金、国家自然科学基金、科技部科技支撑计划等研究项目。在国内外学术期刊上发表论文20篇。

王宇飞 理学博士，毕业于中国科学院生态环境研究中心，环境经济与环境管理专业，现于清华大学公共管理学院、清华大学气候政策研究中心从事博士后研究。研究方向包括工业节能减排政策、大气污染治理政策模拟、低碳城镇化发展政策。2011~2012年在德国乌帕塔儿气候、环境、能源研究所访问。参与中国低碳发展宏观战略课题研究，发表学术论文十余篇。

宋祺佼 清华大学公共管理学院在读博士，参与中国低碳发展宏观战略课题研究，主要研究方向为低碳发展、生态城市和气候变化政策等。

刘希雅 清华大学公共管理学院硕士研究生，主要研究方向为低碳城镇化、能源政策。

朱梦曳 北京外国语大学国际商学院管理学与英语语言文学双学士，美国匹兹堡大学公共与国际事务研究生院公共管理硕士，清华大学气候政策研究中心分析师。主要研究方向为公共政策与能源及资源环境政策。

董文娟 清华大学气候政策研究中心高级分析师，主要研究领域为低碳投融资、能源政策、低碳技术，是《中国低碳发展报告》的主要作者之一。

张友浪 南开大学周恩来政府管理学院行政管理系硕士研究生，主要研究方向为公共政策与思想库等领域。

张丹玮 麻省理工大学硕士研究生，主要研究方向为节能政策、能源环境经济理论。

柴莹辉 《中国经营报》记者、资深编辑，清华大学公共管理学院在读公共管理硕士。

赵小凡 美国斯坦福大学环境工程系学士，管理科学与工程专业理学硕士，2010～2011年获得美国加州大学伯克利分校最高等奖学金 Berkeley Fellowship，在该校农业与资源经济系攻读博士研究生课程。曾任世界资源研究所可持续能源研究员，清华大学气候政策研究中心分析师，现为清华大学公共管理学院博士研究生。研究方向为中国的环境与节能政策。曾以第一作者身份在英文 SSCI 学术期刊上发表论文两篇。

王静怡 清华大学博士研究生，主要研究领域为建筑节能、北方集中供暖节能减排。

胡 珊 清华大学研究助理，2013年清华大学硕士毕业，主要研究领域为建筑节能国情及政策。

蔡 琴 清华大学美术学院讲师、清华大学艺术与科学研究中心助理研究员，主要研究方向为低碳城市、可持续设计、智慧城市与可持续发展。

孟延春 清华大学公共管理学院副教授，21世纪发展研究院副教授，



主要研究领域为城市管理与城市治理研究、城市规划与建设研究、区域规划与发展研究、非营利组织和公共部门战略与营销研究。

张焕波 中国国际经济交流中心研究部副研究员，从事国际经济和宏观经济的理论与政策咨询工作，主要研究方向为汇率、贸易投资、转变经济发展方式、城市低碳发展。

摘 要

本书由总报告和分报告组成。分报告共分为四篇：第一篇为低碳发展热点篇，分析了当前低碳发展面临的三个热点问题，重点关注这些领域正在发生的变革及不确定性，包括雾霾治理的减碳效应、新型城镇化的低碳转型、页岩气发展的减碳贡献。第二篇为资金篇，延续往年对能效和可再生能源投融资的研究，重点关注资金的投入和使用效果、由政府投资带动社会投资的能效投资模式面临的困境，以及政府发挥了重要作用的光伏企业融资模式的不可持续性。第三篇为案例篇，对节能、雾霾治理和城镇化领域内低碳政策的选择与执行进行实证研究。第四篇更新了低碳指标及相关数据。

热点篇

雾霾治理、新型城镇化与页岩气发展是 2013 年中国公共政策领域三个突出的热点，三者均与低碳发展有着密不可分的联系，并且有可能对中国低碳发展产生巨大而深远的影响。

近两年来，以雾霾天气为表征的大气污染危机在全国大部分地区频频爆发，雾霾治理成为当前我国政府高度重视、民众密切关注的热点问题，除了其本身具有的政治、社会、环境保护等多方面的重大意义外，对我国低碳发展也产生了值得关注的协同效应。从政策执行的角度来讲，雾霾治理作为外部刺激，给我国能源消费总量控制带来了重大政策机遇，成为我国低碳发展进程中的重要转折点和全新驱动力。以煤炭消费总量控制为抓手的能源消费总量控制政策及分解方案率先在京津冀、长三角、珠三角等重点区域得到响应与实施，针对大气污染防治的目标责任制得以建立，并实行严格责任追究，从而倒逼地方政府严格控制煤炭消费、优化调整能源结构。另外，大气污染防治与节能减碳形成协同效应，仅京津冀地区因煤炭消费总量控制就已形成 1.22 亿吨的二氧化碳减排能力。从治理措施的技术路径选择来看，煤制天然气项目建设目前



正在我国如火如荼地开展，虽然对大气污染物削减有着明显的效果，却存在巨大的资源环境负外部性和高碳风险，会造成“区域治霾、全国增碳”的治理困境，急需高度重视和谨慎对待。

改革开放以来的 34 年是中国城镇化加速发展的阶段，城镇化率大约每年上升 1 个百分点。与此同时，能源相关的碳排放每年上升 6%。城镇化率每提高 1 个百分点，全国碳排放就会增加 2.16 亿吨，而人均碳排放也会上升 0.04 吨。特别是 2002 年以来，碳排放随城镇化率升高呈高速度直线上升，城镇化率每增加 1 个百分点，碳排放增加 4.14 亿吨。如果按照常规的工业化和城镇化道路走下去，其结果必然是一个惊人的高碳化过程。这是中国和世界、经济和环境都无法承受的。因此，中国的新型城镇化必须走绿色、循环和低碳发展的道路。低碳试点城市是我国当前在低碳城镇化发展方面所做的尝试。低碳试点的选取具有很强的代表性，涉及不同地区、城市规模、经济水平和不同的发展类型。低碳试点具有示范性和先进性，试点城市单位 GDP 的 CO_2 强度年下降幅度基本上都优于其他同类地区，其低碳化的尝试如果获得成功将可能为其他城市和地区实现低碳发展做出表率。

21 世纪初美国实现了页岩气大规模商业化开采，使美国能源自给率大幅提高，能源结构趋于低碳化。美国 2012 年比 2006 年减少的碳排放中，约 1/5 来自页岩气的贡献。美国的成功经验也使页岩气受到了全球持续而广泛的关注。本书根据中国工程院提出的我国页岩气 2015 年产量达到 20 亿立方米、2020 年达到 200 亿立方米、2030 年达到 1000 亿立方米的情景，计算页岩气对我国碳减排的贡献。其计算结果为：页岩气对 2010 ~ 2020 年碳减排的贡献为 1.8%，对 2020 ~ 2030 年碳减排的贡献为 6.5%。此外，我国页岩气开发还有很大的不确定性，页岩气气藏条件差，主要区块水资源缺乏，仍未掌握核心技术，这使得我国在 2030 年以前难以复制美国的页岩气革命。若按照美国页岩气的发展规律，我国页岩气产量的重大突破将出现在 2030 ~ 2040 年，届时页岩气对我国碳减排的贡献将显著提升，有望在 20% 左右。

资金篇

2011 年中国在能效领域的投资约为 4162 亿元（644 亿美元），为当年世界上在该领域投资最多的国家。能效融资仍缺乏多样化的市场融资手段，财政

资金占总融资额的 30.3%，企业自筹资金占 49.7%，其余渠道资金仅占 20%。能效投资仍严重依赖政府补贴，2011 年能效领域财政资金投入达 1262 亿元。从投入领域来看，在消费领域的投资（家电下乡、家电以旧换新、节能产品惠民工程）占中央财政在能效领域投资的 73%，这些政策在 2008 年前后推出，以刺激内需和帮助国内制造业免受世界性经济危机冲击为目的，但并非可持续的消费侧节能政策。2011 年能效投资全社会平均杠杆比（定义为财政资金与社会资金的比值）为 1:2.3，财政资金的杠杆撬动效应较“十一五”时期（1:4.23）已显著减弱。总的来看，能效投资领域严重依赖政府补贴，节能成本显著上升，财政资金的杠杆撬动效应逐渐变小，能效投资现有的投资模式难以有效地带动社会投资。

根据彭博新能源财经数据，2012 年中国在可再生能源领域投资为 638 亿美元，2013 年下降至 613 亿美元，自 2009 年以来中国已连续五年领先全球该领域内融资。我们计算 2011 年中国在可再生能源领域的投资为 661 亿美元。与能效融资相比，可再生能源融资拥有多样化的市场渠道，财政资金与企业自筹资金分别占总投资的 5.1% 和 17.2%，银行贷款、股市、债券等市场化融资渠道资金占 77.7%。可再生能源投资主要集中于发电领域，占可再生能源总投资额的 89.9%，沼气利用、太阳能热利用和地热利用占总投资额的 10.1%。从财政补贴资金来看，2011 年可再生能源领域财政资金为 248 亿元，为能效领域财政补贴资金的 1/5。2011 年中国可再生能源投资共新增了 3479 万吨标准煤的能源供应能力，新增 9428 万吨 CO₂ 的减排能力。中国可再生能源能够建立起市场化的投融资机制，得益于基于市场机制的上网电价制度。

在光伏企业的融资中，政府发挥了重要的作用。地方政府在光伏企业的融资活动中，扮演了多种角色：地方政府是光伏企业创业时期的风险投资者，是光伏企业资金困难时期重要的借款方，是光伏企业创立时期和财务困境时期的董事会董事；在光伏企业创业时期，地方政府在资源分配方面向光伏企业倾斜，通过提供土地价格和电价等优惠，有效地降低了光伏企业的生产成本；此外，地方政府还在企业上市融资、争取银行贷款的过程中发挥了协调者的作用。中央政府的作用则主要体现在 2009 ~ 2010 年，促进以国家开发银行为首的国有商业银行向光伏制造业发放了大量的贷款。地方政府通过参与和支持光



伏企业的融资活动，发展了基于大量资金支持的快速产能扩张模式，将该行业在短短 10 年间打造为具有国际先进水平的产业，短期来看这种发展模式非常高效。但是，该行业由于严重产能过剩迅速陷入困境，长期来看这种发展模式值得反思。

案例篇

本书选取了节能、雾霾治理、城镇化领域内的典型案例进行实证研究。在节能领域，分析案例工业企业对节能政策的响应；在雾霾治理技术选择方面，选取北京市政府采取热电联产“煤改气”措施分析其对大气污染治理的效果；在城镇化领域，阐述了珠海横琴新区低碳规划的思路和框架。

工业企业是我国的耗能大户和节能主体。“十二五”期间，工业节能主体从大型“千家企业”扩大到能耗水平相对较低的中小型“万家企业”，由于“万家企业”数量众多、较为分散、资源消耗量及污染排放相对较少，实施节能降耗措施及环境监管的难度和成本显著提高。针对中小型企业节能管理基础薄弱的现状，“十二五”期间各级政府通过能源管理中心、能源管理师、能源管理体系等政策工具帮助企业提高节能管理水平。目前，万家企业已初步建立起以基础数据收集、技术支持系统与管理制度建设为核心的节能管理体系。随着既有技术节能空间逐步收窄、成本上升，淘汰落后产能潜力不断缩小，工业企业在“十二五”时期面临更加严峻的节能技术与资金方面的挑战。然而，目前工业节能政策的重心主要放在提高企业的节能管理水平上，缺乏适当的政策工具应对企业面临的节能技术与资金方面的挑战。未来的节能政策制定必须及时做出调整，鼓励和扶持前沿节能技术的研发和推广，加强经济激励类政策在推动企业节能中的作用，探索更多的市场化融资途径。

雾霾治理中的技术路径选择将对该地区的低碳发展产生长期的影响，本书选取了由江亿、倪维斗和唐孝炎三位院士领衔的研究，分析北京市热电联产“煤改气”（使用大型燃气热电联产全面替代大型燃煤热电联产）措施的治理效果。在文章中首先研究了 $PM_{2.5}$ 的形成机制与造成严重灰霾的关键因素，再比较冬季采暖各种热源造成的污染物排放量，通过定量的计算比较使用燃气热电联产和燃煤热电联产两种方式供热对 $PM_{2.5}$ 形成的贡献。研究结果表明：减少 NO_x 排放量是治理 $PM_{2.5}$ 的关键，而热电联产“煤改气”措施并不能显著降

低 NO_x 排放量，反而会大幅增加天然气用量，造成用气矛盾，因此，不宜作为治理大气污染的有效措施大范围推广。

《横琴新区低碳发展规划（2010～2020）》是通过低碳发展思路引导城镇化的有益尝试。2012 年横琴新区与清华大学气候政策研究中心共同启动《横琴新区低碳发展规划（2010～2020）》（以下简称《规划》）的编制工作，在充分解读和评价横琴已有各类规划的愿景和实现路径的基础上，借鉴国内外低碳发展经验，从产业、能源、建筑、交通、生态等方面全方位构建具有综合性、系统性、可对接的横琴低碳发展体系。《规划》明确提出横琴低碳发展目标，即单位 GDP 能耗和单位 GDP 二氧化碳排放量进入国内最低行列。《规划》构筑以“六大支柱和三大重点”为核心的横琴新区低碳城市品牌建设，六大支柱体系即：高效、清洁的低碳能源体系；科技、创意的低碳产业体系；低耗、宜居的低碳建筑体系；智慧、畅达的低碳交通体系；无废、再生的城市矿藏体系；汇碳、和谐的城市生态体系。三大重点产业即低碳产业创新园区建设、低碳博览会展中心建设和低碳金融交易中心建设。依据《规划》，横琴新区将全面打造“宜居、宜业、宜学、宜商、宜游”的低碳城市品牌，为可持续发展奠定基础。

Abstract

This annual review consists of four parts. Part I looks at the changes and uncertainties embedded in three hot topics in low-carbon development, namely the carbon reduction effects of smog control, the transition towards a new, low-carbon model of urbanization, and carbon reduction potential of shale gas development. Part II adheres to the tradition of the annual review of low-carbon development in China and analyzes energy efficiency and renewable financing, with a focus on the fields of investment and their respective effects, the predicament of the energy efficiency investment model where government investment drives social investment, and the unsustainability of the government-oriented financing model of the solar photovoltaic manufacturing industry. Part III includes three case studies, all of which being empirical studies on policy choice and implementation in the fields of energy conservation, smog control, and urbanization. The last part of the book updates low-carbon indicators and other relevant statistics.

Part I : Hot Topics

Smog control, new urbanization and shale gas development are three hot topics in the public policy area in China. All three topics are closely associated with low-carbon development and likely to exert significant and far-reaching influence on low-carbon development in China.

In the past two years, frequent outbreaks of air pollution crises characterized by fog and smog in most parts of the country have aroused increasing attention from the Chinese government and the public. Not only is smog control crucial in a political, social and environmental-protection sense, but it also generates co-benefits for low-carbon development in China. From the perspective of policy implementation, smog control acts as an external stimulus and creates an important “policy window” for curbing total energy consumption. As a result, smog control has become an important turning point and a brand-new driver of low-carbon development in China. The total energy consumption control policy and disaggregation plan center on coal consumption control, and are first implemented in Beijing-Tianjin-Hebei,