

智库
中社



北京大学国家发展研究院
National School of Development

北京大学国家发展研究院智库丛书

主编 黄益平

中国风电和光伏发电 补贴政策研究

王敏 徐晋涛 黄滢 谢伦裕 等著



Transforming Renewable Subsidy Policies for Wind
and Solar Power in China

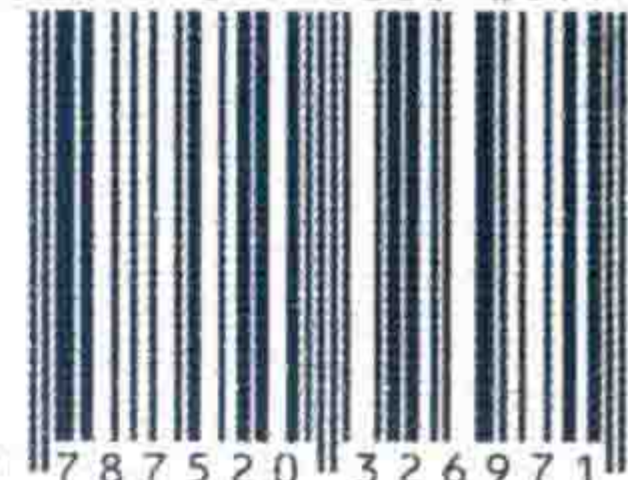
中国社会科学出版社

Transforming Renewable Subsidy Policies for Wind
and Solar Power in China



扫一扫
获得更多新书信息

ISBN 978-7-5203-2697-



9 787520 326971 >

定价：89.00 元

智庫
中社



北京大学国家发展研究院
National School of Development

北京大学国家发展研究院智库丛书

主编 黄益平

中国风电和光伏发电 补贴政策研究

Transforming Renewable Subsidy Policies for Wind
and Solar Power in China

王敏 徐晋涛 黄滢 谢伦裕 等著

中国社会科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国风电和光伏发电补贴政策研究 / 王敏等著. — 北京: 中国社会科学出版社, 2018. 10

(北京大学国家发展研究院智库丛书)

ISBN 978 - 7 - 5203 - 2697 - 1

I. ①中… II. ①王… III. ①风力发电—政府补贴—财政政策—研究—中国②太阳能发电—政府补贴—财政政策—研究—中国
IV. ①F812.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 132185 号

出版人 赵剑英
责任编辑 王 茵
特约编辑 黄 晗
责任校对 杨 林
责任印制 王 超

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 <http://www.casspw.cn>
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印 刷 北京明恒达印务有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2018 年 10 月第 1 版
印 次 2018 年 10 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 21.25
插 页 2
字 数 239 千字
定 价 89.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书,如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话:010 - 84083683

版权所有 侵权必究

本书受到“北京大学国家发展研究院腾讯基金”资助

课题组成员（按姓氏排序）^①：

陈 醒 郭 巍 黄 滢 黄 卓 胡大源

Don Roberts 宋 枫 夏 凡 谢伦裕 徐晋涛

王 敏（课题组负责人） 俞秀梅

^① 受国家相关部委委托并在中国可再生能源规模化发展项目的支持下，北京大学国家发展研究院能源安全与国家发展研究中心在2016年6月联合中国人民大学经济学院能源经济系组成课题组对如何完善我国可再生能源补贴政策进行研究。该项目完成于2017年5月，本书内容出自该项目的政策研究报告。

摘 要

自2006年1月颁布《可再生能源法》以来，中国风电和光伏发电以世所罕见的速度迅猛发展，在取得亮眼成绩的同时，也面临诸多挑战。其中尤为突出的是：可再生能源发电的补贴资金缺口急剧膨胀；“弃风弃光”比例不断攀升。

回顾历史，审视当下，本书在实地调研基础上提出分析和建议。我们发现，分别始于2009年和2011年出台的风电和光伏发电固定上网电价制度，虽然在较短的时间内迅速推动风电和光伏发电装机的大规模发展，对中国能源绿色转型起到关键性作用，但在风电和光伏发电成本大幅度下降的背景下，却因电价调整的严重缓慢和滞后，导致补贴额度过高，高度激发市场投资意愿，催生5万千瓦光伏项目指标“黑市”价可达2000万元的寻租乱象。除引发市场主体的投资冲动，补贴成本由全国电价共同分担的政策设计，也在制度层面上形成“地方请客、中央埋单”的资源配置逻辑，触发地方政府的投资饥渴和行政干预，为中国风电和光伏发电的发展埋下了“重建设、轻消纳”的隐患。

高额补贴所引爆的风电和光伏发电投资，不但给财政补贴资金造成巨大压力，也与中国原有僵化的电力体制产生种种摩擦和矛

盾，促发罕见的弃风弃光问题。在现有电力体制下，电力传输和交易以省为界、“画地为牢”，跨省交易困难重重，严重阻碍风电和光伏发电的外送消纳。在经济下行、省内工业用电需求大幅度下滑的背景下，三北地区的弃风弃光问题因此而首当其冲。更深层次的问题是，固定上网电价结合全额保障性收购的政策设计虽欲以“既保价、又保量”的初衷推动可再生能源的大规模发展，但经济规律表明“量”“价”难两全：给定固定上网电价，只要新建装机就能获得超额回报率，即便弃风弃光率不断攀升，企业也会不断增加投资，直到项目收益趋向行业平均回报率。在封闭且需求有限的市场中，高额补贴成为高弃风弃光率的最直接推手，而弃风弃光率则替代价格成为调节市场供给的重要工具，且随补贴强度水涨船高。

近年来，中国经济和环境污染形势再次发生重大变化。为此，有必要重新审视、冷静分析当前新形势，选择切实可行的政策思路。我们的分析表明，在当前的新形势下，曾经催生风电和光伏发电高额补贴政策的历史因素已经发生变化。而可再生能源发展的国际经验表明，上网电价竞标制度以其独有的市场化配置资源的方式以及真实发现和还原发电成本的优势受到越来越多的国家的欢迎和采用。我们认为，解决当前风电和光伏发电所面临的问题，并促进其长久可持续发展，第一要还原风电和光伏发电的商品和环境属性，第二要让市场和环境成为配置稀缺清洁能源的决定性力量。我们要摆脱以往补贴思维的惯性，让补贴政策回归它的环境宗旨：从减少大气污染和二氧化碳减排的环境角度，而不是为完成某种发展目标、某种占比的角度，制定合理的补贴政策。尤其要抑制为完成

任务不顾实际、不惜代价、操之过急的政策倾向。

在讨论可选政策的基础上，本书提出以下建议：

1. 在中长期，以开征环境税为契机取消对新增装机的发电补贴。我们建议，充分利用环境税的“双重红利”，在降低其他税赋、维持税收总量大体不变的前提下，开征燃煤发电大气污染物排放和碳排放的环境税（或碳税），并在对已建成的存量风电和光伏发电项目按原有合同继续补贴直至补贴期满的同时，适时取消新增装机的发电补贴。

2. 在短期，迎难而上、及时果断调整现有高额补贴政策。我们建议在未来环境税和碳交易市场都全面推行的情形下，设置一个补贴过渡期：在此过渡期内，对新增装机沿用既有补贴政策框架，但需对补贴政策做大幅度调整；过渡期满，取消对新增装机的发电补贴，对已建成的存量风电和光伏发电项目则按原有合同继续补贴直至补贴期满。但在补贴政策退出之前，需对补贴做法做如下大幅度调整：（1）努力扩大上网电价竞标项目范围。建议在每年的全国装机容量指标中，划出部分比例供在全国范围内实施上网电价竞标，且面向全国各省进行统一竞标。（2）对于不纳入竞标的风电和光伏发电项目，我们建议：（a）先挂钩各资源区上一年度平均弃风弃光率水平，依据资源区内平均弃风弃光率越高、下调幅度亦越高的原则，一次性大幅度下调现有新建项目上网价格，以约束高弃风弃光率省份政府和企业的投资冲动；（b）增加新建风电和光伏发电标杆上网电价的调整频率，可考虑根据新增装机规模或弃风弃光率进行每年一次的调整；（c）充分利用价格工具调整全国风电和光伏发电

项目新增建设规模，并适时取消年度装机容量计划指标管制。

3. 基于“谁受益、谁付费”的原则以及减少电价交叉补贴的考虑，建议对居民用电全额征收每千瓦时1.9分的可再生能源电价附加，以应对不断增加的补贴缺口。

4. 制定合理、切实可行的最低保障利用小时数，促进风电和光伏发电参与电力市场交易。我们建议，先由国家能源局制定各省风电和光伏发电占全省可调发电量15%的最低比例。对于风电和光伏发电占比尚未达到该最低比例的省份，由电网公司对省内风电和光伏发电进行全额保障性收购；对于风电和光伏发电占比超过该最低比例的省份，则可进一步考虑：（1）比例内的发电总量，按现有办法根据风电和光伏发电装机容量进行等比例分配，并以此作为制定各省风电和光伏发电最低保障利用小时数的依据；（2）比例外的风电和光伏发电则参与市场交易。

5. 加快电力市场改革，释放风电和光伏发电的竞争优势。电力市场的有效运行是发展风电和光伏发电、消纳间歇不稳定电力的重要保障。我们建议：（1）先由中央政府协调推动，破除电力市场交易的省际壁垒，在更大范围内建立统一的电力交易市场，扩大电力平衡范围和跨省跨区交易规模；（2）加快建立电力现货交易市场，发挥风电和光伏发电零边际成本的竞争优势，以市场手段促进风电和光伏发电的全额消纳；（3）建立调峰调频辅助服务交易，让风电和光伏发电企业通过向其他电源购买调峰调频辅助服务来解决其间歇性和不稳定性问题。

6. 谨慎对待非水可再生能源配额制度。在电力市场严重分割、

风电和光伏发电难以跨省消纳的背景下，有关政策制定方寄希望于尽快出台以省为单位的可再生能源配额制度，促进风电和光伏发电的跨省购售电交易。但是，我们认为当前出台非水可再生能源配额制度的条件尚不成熟。首先，可再生能源配额和上网电价分别代表数量控制政策和价格控制政策，两项政策不能同时叠加执行，否则市场无法出清。其次，只要发电权掌握在省政府手中，贸然推进可再生能源配额制度并将完成配额的义务落在发电企业身上，未必如政策设计初衷所愿能打破省际壁垒、促进风电和光伏发电的跨省购售电交易。最后，如果一定要推行非水可再生能源配额制，也应在条件成熟地区先行先试。尤其是河北、河南、北京、天津和山东五省市，不但是中国大气污染问题最为严重地区，而且在地理位置上相邻，最有条件成为非水可再生能源配额制先行试点地区。

我们认为，在充分尊重产业发展规律的前提下，制定稳步务实的补贴政策，是实现风电和光伏发电可持续发展的重要保障。随着技术的进步和成本的不断降低，风电和光伏发电最终将摆脱补贴、凭借成本优势在发电市场中获得一席之地。我们相信，只要能秉持党的十八届三中全会全面深化改革以来所提出的，还原能源商品属性并让市场在资源配置中起决定性作用的改革原则，并立足于发展风电和光伏发电的环境初衷，在当前新型经济和环境形势下，实事求是，重新制定适宜的补贴政策、大力推进电力市场化改革，中国风电和光伏发电一定能实现长远可持续发展，并成为中国发电领域的重要组成部分。

目 录

总报告	完善中国风电和光伏发电补贴政策研究报告	(1)
专题报告一	中国风电发展报告	(55)
专题报告二	中国光伏发电发展报告	(76)
专题报告三	辨析中国风电与光伏发电补贴政策存在的 问题	(102)
专题报告四	中国风电和光伏发电企业参与电力市场 交易：甘肃省的案例	(150)
专题报告五	可再生能源与燃煤发电的环境成本对比	(179)
专题报告六	风电和光伏发电补贴政策的国际经验	(210)
专题报告七	可再生能源竞标政策的国际经验：对 中国的启示	(250)
专题报告八	风电和光伏发电平准化电力成本分析与国际 比较	(291)
专题报告九	风电和光伏发电参与电力市场交易的国际 经验	(310)

总报告

完善中国风电和光伏发电 补贴政策研究报告*

◇ — 引言

自党的十一届三中全会以来，中国经济持续 38 年高速增长，经济建设取得前所未有的成就。从 1978 年到 2015 年，中国实际 GDP 年均增长 9.7%，增长近 30 倍；名义 GDP 总量从 0.36 万亿元到 68 万亿元，增长 189 倍；经济总量全球排名从第 10 位跃至第 2 位。^① 这些成就创造了人类历史上人口大国经济发展的奇迹。

但是，高速增长的背后是高投入、高消耗的粗放型经济发展方式。2015 年，中国一次能源总消费 43 亿吨标准煤，占全球一次能源总消费的 23%；每万美元 GDP 能耗高达 4 吨标准煤，是德国的

* 本章执笔：王敏。本章部分内容曾在《国际经济评论》2018 年第 4 期上发表。

① GDP 数据来自《中国统计年鉴》；1978 年经济排名数据来自世界银行数据 (World Bank Indicator)。

2.9 倍，美国的 2.2 倍，世界平均水平的 1.5 倍。^① 其中尤为瞩目的是，受资源禀赋约束，中国的能源消费长期高度依赖煤炭。2015 年，中国消费全球 50% 的煤炭，总消费量接近 40 亿吨；煤炭消费占一次能源消费比重 64%，远高于全球 29% 的平均占比水平。^②

巨量的煤炭消费贡献了中国 85% 的二氧化硫排放量、67% 的氮氧化物排放量、70% 的烟尘排放量以及 80% 的二氧化碳排放量，导致大气污染和气候变化问题日趋严重。^③ 2015 年全国 366 座监测城市平均 PM2.5 年均浓度达到 50 微克/立方米，远高于世界卫生组织制定的 10 微克/立方米的健康安全标准以及中国所采用的第一阶段过渡期 35 微克/立方米的标准。366 座城市中，只有一座城市的 PM2.5 年均浓度接近 10 微克/立方米，PM2.5 年均浓度低于 35 微克/立方米的城市也只占到 20%。与此同时，中国在 2015 年的二氧化碳排放总量是美国的 1.67 倍，占全球二氧化碳排放总量的 27%。

日益加剧的大气污染对中国居民产生严重的健康危害（参见专题报告五“可再生能源与燃煤发电的环境成本对比”）。在现有的研究中，中国每年因室外空气污染导致的早死人数，最保守估计在 35

① 如无特别说明，本文所使用的各国煤炭消费数据、一次能源消费数据、总发电量数据、风电和光伏发电装机数据、风电和光伏发电数据、二氧化碳排放数据，都来自 *BP Statistical Review of World Energy 2016*。

② 中国煤炭消费的一半来自火电用煤。中国总的燃煤机组装机容量接近 10 亿千瓦，燃煤发电量约占全国总发电量的 75%。

③ 中国疾病预防控制中心和绿色和平：《煤炭的真实成本——大气污染与公众健康》（<http://www.greenpeace.org/china/zh/publications/reports/forests/2010/coal-airpollution2010/>）。

万—50万人之间。^① 整个社会已为化石能源的大气污染问题付出了相当高昂的代价。为保障中国经济社会长期可持续发展，在提高煤炭清洁高效利用水平的同时，大幅度减少煤炭在一次能源消费中的占比，已成为中国当前及未来较长一段时间内能源发展工作的重点。

为此，中国在2006年1月颁布《可再生能源法》，首次提出通过“设立可再生能源发展基金”对以风电和光伏发电为主的可再生能源发电进行上网电价补贴，并“实行可再生能源发电全额保障性收购制度”，以促进可再生能源的发展。自此，中国风电和光伏发电产业迅猛发展。在2006年到2015年的短短10年间，中国风电累计装机容量从259万千瓦到1.45亿千瓦，增长56倍，全球占比从3.5%增长到33.4%；光伏发电累计装机从8万千瓦到4348万千瓦，增长534倍，全球占比从1.2%增长到18.9%；分别在2010年和2015年超过美国和德国成为全球第一大风电和光伏发电装机大国，创造了世界上前所未有的可再生能源发展速度。2015年，中国风力发电1851亿千瓦时，光伏发电392亿千瓦时，分别占总发电量的3.2%和0.7%，占一次能源消费总量的1.4%和0.3%。放眼未来，随着技术创新以及风电、光伏发电和储能成本的进一步下降，可再生能源发电终将实现与火电平价上网，并成为中国电力供应的重要组成部分。

但是，中国可再生能源的发展也面临挑战。在高额补贴政策驱使下，中国风电和光伏发电装机得以超高速发展，但也更快地碰到了各国发展风电和光伏发电所遭遇到的问题和挑战，并与中国原有

^① Zhu Chen, Jin-Nan Wang, Guo-Xia Ma, and Yan-Shen Zhang, “China tackles the health effects of air pollution”, *The Lancet*, Vol. 382, No. 9909, 2013, pp. 1959 – 1960.

僵化的电力体制产生种种摩擦和矛盾。其中尤为突出的是，中国可再生能源发电的补贴资金缺口急剧膨胀、“弃风弃光”比例不断攀升。

中国对可再生能源补贴的资金来自对全国范围内销售电量所征收的可再生能源电价附加。为缓解补贴资金困难，中国可再生能源电价附加自2006年征收以来，历经5次上调，从0.1分每千瓦时提高到1.9分每千瓦时，增长19倍。然而，面对风电和光伏发电的跳跃式发展，补贴资金缺口却愈滚愈大：2014年年底，缺口140亿元；2015年年底，缺口400亿元；2016年6月底，缺口550亿元；截至2017年年底，累计资金缺口已达到1000多亿元。而根据2016年年底国家能源局发布的《风电发展“十三五”规划》和《太阳能发展“十三五”规划》，2020年风电和太阳能发电规划装机将达到2.1亿千瓦和1.1亿千瓦，分别是2015年年底装机容量的1.45倍和2.53倍。若不改变现有高额补贴模式，届时补贴资金缺口将进一步大幅度提升。改革可再生能源电价补贴政策，迫在眉睫。

中国风电与光伏发电装机容量已跃居世界第一，但受制于经济下行电力需求疲软、电网外送通道建设滞后和省际电力市场壁垒等体制因素，2014年以来设备利用小时数持续走低，弃风弃光问题凸显。2014年、2015年和2016年上半年，全国平均弃风率分别为8%、15%和21%。自2015年以来，全国平均弃光率持续保持在12%左右的高位。其中，中国西北和东北众多省份弃风弃光问题尤为严重：2016年上半年，甘肃、新疆和吉林的弃风率分别达到了47%、45%和39%，甘肃和新疆的弃光率则高达32%。相比之下，

同为风电和光伏发电装机大国的德国，弃风弃光率只有1%。显然，在现有约束没有得到实质性解决的前提下，继续保持风电和光伏发电装机高速发展，弃风弃光问题将愈演愈烈。

本书旨在梳理中国风电和光伏发电发展的现状和问题，厘清各种问题的根源，分析未来发展面临的约束和困难，并对解决问题可行的政策思路进行讨论。

◇◇ 二 高速发展的急就章

风电和光伏发电虽然清洁，且因技术进步发电成本不断下降，但在环境污染税长期缺失的背景下，迄今为止尚无法跟火电竞争实现平价上网。因此，补贴政策而非市场在风电和光伏发电过去二十多年的发展历程中起了决定性作用。其间，中国经济、环境形势几次发生变化，促就了可再生能源补贴政策出台和调整的急就章。

（一）风电补贴政策的背景

中国风电的发展最早可追溯到20世纪90年代，原国家电力公司利用国外援助资金购买进口发电设备，进行小规模实验性生产发电。2002年电力体制改革以前，中国电力行业由原国家电力公司进行垂直一体化管理，厂网尚未分离，风电上网价格或采用燃煤电厂价格或由地方价格主管部门进行成本加成定价。