

China Renewable Energy
Outlook 2016

中国可再生能源展望 2016

王仲颖 单国瑞 (Kaare Sandholt) 等著



科学出版社



2016

中国可再生能源展望

China Renewable Energy Outlook 2016

科学出版社

北京

内 容 简 介

《中国可再生能源展望 2016》是根据中国经济社会发展和生态环境保护的战略目标,以 2030 年为时间节点,对中国能源与电力系统自下而上开展的情景分析研究。本展望报告通过“既定政策情景”和“高比例可再生能源情景”的对比,研究了不同发展路径和多种政策、市场手段对促进能源转型和可再生能源利用的效果,分析了可再生能源在实现经济社会发展可持续发展目标中的关键作用,探讨了高比例可再生能源系统对中国宏观经济发展、能源安全、环境保护和应对气候变化的综合影响。分析结果显示,如果适合的政策得到全面落实,我国的能源系统可以容纳大规模可再生能源。而高效的电力市场、透明的电价是可再生能源有效并入电网最重要的驱动力。同时,煤电在电力系统中也发挥新的作用,即从电力供应的主导能源转变为灵活调峰电源。2030 年,实现高比例可再生能源发展目标不仅可以降低煤炭消费和二氧化碳排放,还能推动我国进入长期的低碳能源发展之路。

本书适合于相关科研院所、大学及相关行业的从业人员阅读,也可为相关部门在制定宏观经济、能源、环境保护和应对气候变化的目标、规划和政策措施方面提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国可再生能源展望2016/王仲颖等著. — 北京:科学出版社, 2016.12
ISBN 978-7-03-051413-4

I. ①中… II. ①王… III. ①再生能源—能源发展—研究报告—中国—2016 IV. ①F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第313389号

责任编辑:赵彦超 赵敬伟 / 责任校对:胡庆家

责任印制:张 倩 / 封面设计:耕者工作室

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年1月第一次印刷 印张:29 1/2

字数:550 000

定价:280.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言



进入 21 世纪，中国的可再生能源发展迅猛。从最初的以水能、风能为重点，到近五年太阳能的大规模利用，当前可再生能源与核电已占中国能源消费总量的 12%，距离 2020 年国家实现 15% 非化石能源发展目标越来越接近。

尽管发展并非坦途，但是中国政府以及相关可再生能源设备制造和开发企业已经具备克服发展障碍的能力，通过制定合理的支持机制，依靠充足的产能保障，能够确保中国大规模可再生能源的发展。此外，虽然在一些局部地区仍然存在“弃水”“弃风”“弃光”的问题，但中国电网通过不断发展，近几年也已逐步适应快速增长的可再生能源电力接入。

总的来看，虽然中国在推动可再生能源发展方面取得了显著的成果，但可再生能源利用仍然面临一系列挑战。受风光固有不确定性影响，大规模可再生能源发电在并网有效接纳方面还存在一定困难；对于大规模可再生能源发展尚缺乏来自体制机制和经营思维模式的强有力支持；可再生能源已经并且依旧被认为是电力供应的辅助组成部分，煤电依然被看作是目前以及未来电力供应的主体，但是无论是从经济还是从环境的角度来看，这样的发展模式代价将是高昂的，将严重阻碍中国建设绿色低碳、安全高效的现代能源体系，不利于美丽中国的建设。

国家可再生能源中心是中国可再生能源政策战略的研究智库，已经确定每年出版可再生能源的综合展望报告。报告将为中国的决策者提供科学的政策分析基础，促进可再生能源得到有效的利用和充足的发展，推动可再生能源成为中国未来能源体系的重要组成部分。报告基于对整体能源系统自下而上的详尽分析，研究高比例可再生能源有效接纳的解决办法，探讨能源转型对中国能源安全、经济发展和环境保护的综合影响。今年的展望报告通过两个情景的对比，重点研究中国至 2030 年能源体系的发展变化，分析不同政策手段对于促进能源转型和可再生能源利用的影响。

《中国可再生能源展望 2016》是“可再生能源推动中国能源转型”大型研究项目的重要成果。该项目由英国儿童投资基金会、丹麦政府以及德国政府共同出资支持。在项目实施中，中国国家可再生能源中心得到了美国国家可再生能源实验室、丹麦能源署、德国 Agora 能源转型智库以及德国能源署的鼎力支持。此外，国家可再生能源中心充分发挥与国际能源署和国际可再生能源署的坚固伙伴关系，确保《中国可再生能源展望 2016》分析结论得到权威国际机构高质量的支持及反馈。国家可再生能源中心对报告中的分析结论及政策建议负最终全责。

希望《中国可再生能源展望 2016》可以成为未来中国能源体系转型方向探讨和思考的起点，同时也成为建设“美丽中国”长期可持续能源政策及战略分析的重要参考。

王仲颖

国家发展和改革委员会能源研究所副所长

国家可再生能源中心主任

作者说明



可再生能源推动中国能源革命研究项目，是英国儿童投资基金会（Children's Investment Fund Foundation，简称 CIFF）支持下的未来中国可持续能源发展战略和政策研究项目，实施期 5 年。项目目标是借鉴国际先进经验，促进可再生能源发展，使可再生能源成为未来中国能源系统的脊梁，实现能源系统转型。国家发展和改革委员会能源研究所作为项目执行机构，组织国家可再生能源中心（CNREC）、美国国家可再生能源实验室（NREL）、丹麦能源署（DEA），以及德国技术合作机构（GIZ）、德国 Agora 能源转型智库、德国能源署（DENA）专家共同开展项目研究。

该项目的重要产出“中国可再生能源展望 2016 研究”已完成结题。课题组长王仲颖总体策划并指导了研究课题的实施开展，单国瑞（Kaare Sandholt）负责研究报告的总体设计和工作协调，高虎协助总体设计和项目协调。

各篇章的撰稿人员如下：

执行摘要：王仲颖、单国瑞

第一篇 形势篇：高虎、王仲颖、赵勇强、任东明、刘坚、杨晶

一、能源发展总体形势

二、可再生能源发展现状与形势

三、可再生能源发展面临问题及挑战

四、可再生能源未来发展新动力

第二篇 情景篇：王仲颖、陶冶、单国瑞、赵勇强

五、能源系统转型发展的原则暨指南：王仲颖、赵勇强、陶冶、单国瑞

六、终端能源需求和结构调整方向：赵勇强、格雷格斯（Gregers N.S. Larsen）、王仲颖、袁婧婷、刘坚、单国瑞、侯文森、雷岩鹏

七、电力和热力生产转型发展：陶冶、拉尔斯（Lars Møllenbach Bregnbæk）王仲颖、刘建东、郑雅楠、郭晓雄、常志芳

八、能源系统转型及影响：刘坚、戴瀚程、王仲颖、谢旭轩

第三篇 政策篇：高虎、时璟丽、赵勇强、陶冶、胡润青、王仲颖

九、构建适应新能源的灵活电力系统：赵勇强、刘坚、王红芳

十、可再生能源友好型电网：陶冶、郑雅楠、王仲颖

十一、分布式光伏：机会和挑战并存：胡润青、孙培军、高虎

十二、可再生能源供热：被忽视的巨大市场：胡润青、孙培军、高虎

十三、可再生能源发电技术进步和成本下降仍有较大空间：时璟丽、高虎、刘建东、王红芳

十四、化石能源真实成本：高虎、时璟丽、张成强、郭晓雄、常志芳

十五、建立保障可再生能源消纳的现代电力市场体系：赵勇强、刘坚、王红芳

十六、创新适应可再生能源规模化发展需求的政策机制：时璟丽、高虎、王红芳、袁婧婷

英文摘要：拉尔斯、单国瑞、赵勇强

参加报告编写的还有：窦克军、杭宇、樊丽娟、戚琳琳、董路影、王卫等。美国国家可再生能源实验室 Doug Arent、John Barnett、Ella Zhou，丹麦 Ea Energy Analyses 公司 Niels Christian Bang，日本国立环境研究所戴瀚程，重庆大学洪丽璇，华北电力大学张粒子、丁肇豪，清华大学鲁宗相等参与了专题研究，在此表示感谢。

背景

中国的能源体系不断发展，持续满足了中国经济迅速增长的需求，取得了巨大的成绩。然而，发展过程中也产生了很多亟需解决的问题，对能源体系变革也提出了新的需求。主要问题有：

- 造成了 PM2.5、温室气体等系列环境问题；
- 对水、土地等资源带来了众多负面影响；
- 能源结构问题以及对化石能源的依赖长期存在；
- 电力部门存在结构性不合理，造成影响运行效率等潜在损失。

2006 年《可再生能源法》颁布实施，中国规划了可再生能源的宏伟发展目标，促进了可再生能源的快速发展，可再生能源已成为中国战略性新兴产业和最具发展前景的全球领先行业。

然而，伴随可再生能源的发展，大量的可再生电力无法有效消纳，被迫白白放弃，这不仅是发电企业的损失，更对中国经济带来影响。因此，在当前能源体制框架下，仍然需要不断完善体制机制和技术创新，才能真正保障大规模风电、太阳能发电等可再生能源的有效利用。

进一步而言，尽管中国风电和太阳能发电成本在过去五年大幅下降，但目前仍无法和煤电直接竞争，特别是当前还没有建立真正反映两者成本的价格形成机制，煤炭开采、运输和燃烧带来的环境损失和其他对社会造成的损害，都还没有被量化在煤炭使用之中。

这些问题源于传统电力系统对于煤炭的过度依赖和优先使用化石能源的地方保护主义。另外，由于缺乏透明和灵活的电力市场，价格无法真正反映市场供需关系，特别是尚未建立以小时甚至更短时间为单位的供需价格定价机制，严重阻碍了现代灵活电力系统对于供需双方变化的适应。

需要注意的是，中国政府为推动经济可持续发展，已提出建设生态文明、

推动能源生产和消费革命、承诺应对气候变化等多项远景目标，并不断推进经济和能源电力的改革进程，这些都将为建立绿色可持续能源体系以及建设绿色、经济、安全的电力系统和有效的市场机制给予明确的方向指导。

基于这些坚定的政策框架，《中国可再生能源展望 2016》分析了两种情景，提出了中国向绿色低碳、安全高效的能源体系加速转型的政策建议。

《中国可再生能源展望 2016》分为三部分，第一部分概述了中国能源体系的现状，并提出了面对的挑战和问题。

第二部分分析了中国能源体系未来发展的两种情景。基于对电力系统和终端用能部门的详细建模，分析了既定政策情景下，政策对能源体系发展和对环境、经济和能源供应安全的影响；进一步，还基于对 2050 美丽中国的展望，分析了高比例可再生能源发展情景。

第三部分评估了推动可再生能源发展的不同政策框架和措施，包括电力系统灵活性及电力市场构建方案，可再生能源友好型电网建设思路，可再生能源成本和定价问题、补贴系统，分布式可再生能源发电和可再生能源供热潜力和发展路径，以及可再生能源绿证和保障性收购的政策思路等。

关于计算的注释：报告中所有未来能源消费量、非化石能源比例和可再生能源开发量数据是基于能量法（热值）折算为标准煤。对于一些历史数据，仍然采用煤炭替代法折算标准煤¹。

两种情景概述指南

《中国可再生能源展望 2016》设定的两种情景，都基于当前的现实情况，为读者展示了未来可能的发展道路，这两种情景并非是简单的预测或设定发展前提，而更多是考虑不同的条件如何结合起来，并分析其中产生的挑战与机遇。

情景的目的是分析在确保能源安全的前提下，可再生能源是否能够大规模地应用于中国的能源体系，推动中国经济和环境目标的实现，并进一步探讨如何进行可再生能源大规模开发利用使其高效地融入整个大能源系统，逐步成为替代煤炭的主体能源。

- 既定政策情景，主要是基于现有政策机制和面向 2020 年的“十三五”发

¹ 当用煤炭替代法时，将可再生能源和核电折算为标准煤，采用当时全国煤电厂的单位千瓦时的平均煤耗来计算。本报告中的能源数据折算将采用能量法（热值）而不是煤炭替代法，除非有特别说明的地方。

展目标进行设定。该情景下，当前的政策机制将继续维持到 2020 年，并延续目前的发展趋势和政策轨迹，包括时下正在开展的电力体制改革。目标是探寻如何有效落实现有政策，推动能源系统发展，促进当前政策如何更大程度地满足中国能源的中期发展目标（如 2030 年）。

● 高比例可再生能源情景，着眼于能源系统的长期发展目标（如 2050 年），分析可再生能源在实现长期目标中起到决定性作用的路径。该情景包括中国未来能源体系转型可能的道路，特别是保证完成全球温控 2 度以内的目标。

两种情景在经济和人口发展趋势上的假设完全一致，即设定到 2050 年，中国的一次能源供应和终端能耗结构应支撑 2820000 亿元 GDP 的经济发展水平；中国人口到 2030 年预计达到 15.1 亿，到 2050 年将降至 13.8 亿；城镇化率预计从 2015 年的 55% 提升至 2030 年的 68%。

能源部门的二氧化碳减排是能源转型的重要驱动力。两种情景下，我们利用二氧化碳排放作为评估情景效果的重要指标，而不再仅是作为优化约束的条件。在既定政策情景下，二氧化碳排放 2030 年达峰；高比例可再生能源情景下，预测 2025 年甚至 2020 年前就能完成达峰。

与能源体系的二氧化碳排放一样，其他污染物如二氧化硫、氮氧化物、汞以及其他与能源相关的排放物在两类情景下都得到了显著降低。我们并没有特别设定 2030 年目标，但到 2050 年，高比例可再生能源情景下，中国应将这些污染物降至 1980 年的排放水平。PM_{2.5} 的排放水平也可以达到世界卫生组织规定的标准。

就能源部门的环境影响而言，由于二氧化碳清洁技术（例如化石能源的碳捕捉技术 CCS）在技术和经济上尚未成熟，研究报告主要基于两种情景中非化石能源的开发量来评估环境影响。从长期发展的角度来看，到 2050 年，我们认为非化石能源在一次能源消费中的占比达到 60% 以上是可行的；到 2030 年，既定政策情景下非化石能源在一次能源消费中的占比为 20% 或更高，高比例可再生能源情景下该占比将达到 33%。

到 2050 年，中国工业和经济将达到届时中等发达国家的水平。如果中国仍仿效 OECD 国家能源效率和技术进步的发展道路，到 2050 年，终端能源消费将达到 4800 ~ 5300Mtce 的水平，交通将继续作为最大的石油消费部门，二氧化碳减排目标也将无法实现。因此，要想实现减排目标，终端耗能部门必须利用电力替代煤炭和石油的消费。结合电力部门的可再生能源发展战略，电气化率提高不仅可以促进能源效率的改善，还有助于风能和太阳能利用效率的提高，

降低一次能源消费水平。到 2050 年，电能占终端能源消费比重将达到 60%，终端能源消费总量将为 3200Mtce。

考虑到上届和本届政府的决策，即中国将暂不会开放内陆核电站建设，长江流域也不会进行大规模的项目建设。因此，西部地区经济发展将依托资源优势，坚持“青山绿水就是金山银山”战略，优先发展风光等可再生能源资源将是该区域最好的选择。同样，我们假定，在第四代核电技术商业化运行之前，中国将不会开放内陆核电站。所以，仅限于沿海地区，到 2050 年，中国核电开发规模也就在 100GW 左右。

风电和太阳能的发展以及电力市场的逐步建立，将加大对电力系统灵活性的需求。我们预计，到 2030 年约 70% 的火电厂可以灵活运行，到 2050 年所有火电厂均将实现完全的灵活运行。到 2030 年，需求侧响应技术也可以得到广泛应用。电动汽车可以作为微型储能站，依托巨大的保有量将作为电力系统灵活的调峰资源，到 2050 年，届时中国的电动汽车保有量将达到 4 亿辆以上，约占全部汽车总量的 80%。

我们认为输电网络和跨省、跨区联络线是电力市场的重要组成部分，华北、华东、华中、西北和南方电网间未来应该加强区域间的协调，省际和区域间由于体制机制和经济性造成的壁垒将被打破，通过优化配置，各地区将实现利益共享。在“十三五”规划期间，省际、区域间协调的电网发展将确保中国接纳 300 ~ 350GW 风电和 200 ~ 220GW 太阳能发电装机；到 2030 年，中国将建成经济友好型、适应友好型、绿色友好型的现代电网体系，将有效消纳所有可再生能源发电。

电力是中国未来能源系统的核心，而运行良好的电力市场是建设现代电力体系的基础条件。中国的电力体制改革将充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，将在 2020 年建立一套系统的电力体制运行框架，2025 年完成全面的电力体制改革，届时中国将建立一个具有竞争性的、强大的电力市场体系。

主要发现和结论

2030 年中国能源的两条发展路径

以 2050 年为展望终点，本报告分析了中国实现 2030 年能源目标的两条发展路径，一是既定政策情景，描述了基于现有政策下的能源发展路径；另一是

高比例可再生能源情景，展示了可再生能源以更高比例利用下的能源发展路径。

既定政策情景可以实现能源转型的最低要求，但步伐缓慢

分析显示，当前的可再生能源发展规划只是满足中国 2030 年实现能源转型目标的最低要求。

然而，在既定政策情景下，煤炭仍旧是主导能源，因此中国建设可持续能源体系的转型步伐依然缓慢。高比例煤炭消耗的电力将延缓终端用能从煤炭到电能的必要转换，还将降低交通部门电气化带来的红利；同时也将继续维持中国工业和经济依赖化石能源的发展老路，而不能发挥可再生能源相关产业带来的经济、就业等多方面的优势。另外，既定政策情景下，为保证全球应对气候变化温控 2 度目标的实现，中国的主导角色也很难体现出来。

可再生能源高比例情景——一条迅捷可行之路

高比例可再生能源情景是实现能源可持续发展的迅捷之路，将为中国带来巨大的经济效益和社会效益。与既定政策情景相比，高比例可再生能源情景在新增可再生能源装机和终端用户的电气化水平上均有所不同，勾画了中国中长期能源体系更为宏伟的发展前景。该路径不仅可行，而且清洁能源技术和资源将是中国未来经济发展的基本驱动力之一，为相关产业发展传递了明确信号，该情景将促进中国的产业结构朝着更为健康的方向发展。另外相比于既定政策情景，高比例可再生能源情景中能源系统产生的 CO₂ 排放将被大幅削减，并且将促进 CO₂ 排放达峰提前至 2020 年以前。

《中国可再生能源展望 2016》的研究团队建议中国应沿着高比例可再生能源情景的发展道路前行，通过建立相应的管理和激励政策框架，坚定地执行电力市场改革，保障这条迅捷之路的顺利建设。

可再生能源在电力部门中的角色转换：从补充到支柱

电力部门必须改革

目前的政策框架和经济激励措施还主要是为火电等常规电源服务，然而这已不再是中国实现“新常态”经济发展、促进经济与能源增长解耦以及消除严重大气污染的可行解决措施。我们研究显示从 2030 年起，可再生能源将成为电力系统的支柱能源，因此，已不能简单地对现有体系和机制进行微调来解决问题，新旧体制之间的核心矛盾必须通过对整个电力系统的改革才能得以实现，

完成对各利益集团的市场参与和激励结构的全面调整。

装机过剩带来的威胁和挑战

装机过剩已成为中国能源转型的绊脚石，投资风险持续增加。当然，装机过剩的形势也为电力改革创造了条件，通过利用这个机遇，可以帮助中国完成能源体系的平滑、安全转型。

过剩的装机以及市场改革将拉高能源的整体成本，但降低现货价格，导致更大的投资风险。对具有高投资成本和低运行费用的可再生能源来说，经济可行的投资和稳定的政策保障将是其在电力改革中需要重点关注的方面。

可再生能源并网

电力系统能够接纳高比例可再生能源和避免弃风弃光问题

《中国可再生能源展望 2016》对电力系统的分析显示，依靠适合的政策框架和激励措施，可再生能源电力可以有效接入电力系统；成熟的电力市场也将是实现可再生能源接纳和经济利用的主要驱动力。

当前高比例弃风弃光问题是对社会资金的巨大浪费，从反面来说由于减少了清洁能源的使用，也显著增加了电力系统的污染物排放。研究显示即使拥有高比例的可再生能源，严重的弃风弃光问题也可以避免。

电力系统灵活性的新来源

可再生能源一旦成为电力系统的支柱能源，火电厂需要转变职能，找到新的发展方向。在一个高效运行的电力系统中，灵活的煤电和热电联产机组将和跨省跨区互济一起为系统提供调节能力。

同时，电动汽车将在中国快速发展，借助其保有量巨大且分散的特性，通过智能充放电技术，可以作为提供电力系统灵活性的另一重要来源。

分析还显示，抽水蓄能在平衡电力供需上发挥了重要作用。相比之下，其他储能技术 2030 年前尚不具备竞争性。

二次利用的电池和需求侧响应将为系统提供最后的灵活性保障。

电力市场——提高成本效益和可再生能源并网

根据国际经验，一个规划合理、运行高效的电力市场是促进可再生能源有

效利用的强有力保障。通过透明的定价机制和动态的供需价值体现，电力市场可对火电厂的灵活性以及网间灵活互济产生有力的经济激励，促进以较低的边际成本购买可再生能源电力。在两种情景中，中国将在 2025 年左右逐步建成完善的电力市场。

分析还显示，中国建立大规模的电力市场（或者说几个互联的电力市场）有利于省际和区域间的电力电量交换，有利于可再生能源电力在更广阔的地理范围内生产和消纳，促进火电厂的灵活调度，并且显著降低弃风弃光比例。

建议坚定推进电力市场改革，做好改革全面规划。清晰地向市场各利益方传达改革的最终目标和实施路线，这对避免无序投资以及创造更有竞争性的市场环境将具有非常重要的价值。还需要制定市场开放时间表，做好蓝图设计，确保中国 2030 年前建成一个全面竞争的电力市场。

降低煤炭消费

煤电在降低，但仍占据主导地位

两种情景都显示，通过提高能源效率，采取电力和天然气替代等措施，煤炭在终端用能的比例能够快速下降。

在面向 2030 年的能源系统中，煤炭仍占据主导地位，特别是在既定政策情景下。可再生能源更高比例的开发利用将大大降低煤炭消费，从而加速中国能源体系转型的步伐。

煤电的灵活应用是煤电厂转变职能，成为其留在电力市场继续发挥作用的新机遇，也是降低煤炭消费的新出路。

煤电价格应反映外部成本

采煤和燃煤对环境有很大的负面影响，但目前的煤电价格并没有反映出这些外部性成本。因此，通过煤炭的定价机制和加收碳税，以保证煤炭和可再生能源的公平竞争，煤炭的补贴应逐步减少，直至最终取消。

电网互联互通

对电力系统的分析显示，通过省间、区域间电力互济（包括远距离输电线），实现电力电量的交换对整个电力系统非常关键，不仅可以降低成本，而且还有助于接纳更多的可再生能源并网。然而，当前的电价政策和管理机制无法实现

电力的灵活互济，增加了社会的用电成本。因此，省间、区域间联络线的调度需要按照市场规则运行，这必将是电力市场改革的重要环节。

从技术角度看，增加电网间联络线的灵活性，需要在未来电网规划和现有电网改造中予以足够重视。

可再生能源开发利用的持续支持政策

目前的可再生能源支持机制已成功地推动了可再生能源开发利用总体目标的实现。然而，随着能源部门政策机制的调整，主要是电力改革的推进以及可再生能源补贴压力的持续增加，需要寻找未来发展的新出路。《中国可再生能源展望 2016》为此分析提出了相关的政策措施建议。

目标和配额体系

对地方政府、电网公司和发电企业，应建立可再生能源发展和利用目标考核制度，明确他们在发展清洁能源方面的责任，并释放他们手中的资源，促进可再生能源更快、更高效地融入能源体系。应更好地发挥市场机制，如利用配额制与交易机制很好的结合，实施绿色交易证书。但是需要解决好几种定价机制和相关问题的关系，以确保证书交易体系更有效的落实。我们还提出了进一步需要研究的相关问题，包括如何将其他国家先进的支持机制引入到中国并得到很好的消化借鉴。

本报告还分析了推动落实全额保障性收购可再生能源发电的必要性，这一责任也可以有效降低弃风弃光比例，确保法律要求的优先收购得以落实。在实际操作中，应结合当地具体资源情况，并与火电相互协调，得到火电的配合支持。仅仅依靠全额保障性收购政策无法彻底解决弃风弃光问题，建议充分结合全面的定价机制和电力市场改革统筹考虑。

新型定价和补贴机制

随着电力部门改革的推进，可再生能源和火电的总体定价环境应朝着同台竞技的方向发展，即考虑发电的环境外部性影响。随着电力市场改革进程加快，可再生能源定价应向市场机制定价的方向转型，即采用市场溢价补贴而不再是固定电价（FIT）。不同的发电技术需要不同的支持模式，发展成熟技术的补贴应低于或补贴周期应短于不成熟的技术。借鉴国际上可再生能源开发利用的招标模式等经验，充分考虑中国的国情和具体情况，可以大幅降低成熟技术对国家补贴资金的需求。

当前可再生能源尤其是光伏正以超过预期的方式降低成本和减少对补贴的需求。未来对补贴的支持力度应充分考虑由于可再生能源技术进步和创新带来的发电成本下降。在没有限电情况下，发电效率和运行小时数都可以大大增加，投资成本和运行成本均将普遍降低。本报告预计这些进步都将显著降低未来的补贴需求。

目 录



前言	
作者说明	
执行摘要	
第一部分 形势篇	1
一、能源发展总体形势	3
(一) 基本情况	3
1. 中国能源发展有效支撑了经济快速增长和人民生活水平提高	3
2. 近年来中国能源消费增速趋于平稳	3
3. 非化石能源占比虽然仍旧不高,但比重明显增加	4
4. 能源供应仍以煤为主,但在能源消费中的比重达到几十年来的最低水平	5
5. 石油表观消费量整体呈上升趋势	5
6. 天然气表观消费量明显增加	6
7. 工业部门在终端能源消费中的比重大	7
(二) 面临的问题	7
1. 粗放低效的能源开发利用导致资源大量浪费和耗竭	7
2. 长时间高强度能源资源开发造成诸多严重的生态环境灾害	8
3. 大规模的化石能源粗放式利用带来了严重的大气污染	8
4. 以煤为主的高碳能源结构是温室气体排放的主要来源	9
二、可再生能源发展现状与形势	10
(一) 中国可再生能源开始进入大范围增量替代、区域性存量替代的新阶段	10
(二) 中国已成为全球最大的风电市场	11
(三) 自 2013 年开始中国新增光伏应用规模成为	