

2015

CHINA ENERGY CONSERVATION
AND EMISSION REDUCTION
DEVELOPMENT REPORT

中国节能减排发展报告

关键的“十三五”

中国工业节能与清洁生产协会 编
中国节能环保集团公司



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

2015

CHINA ENERGY CONSERVATION
AND EMISSION REDUCTION
DEVELOPMENT REPORT

中国节能减排发展报告

关键的“十三五”

中国工业节能与清洁生产协会 编
中国节能环保集团公司



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

2015 中国节能减排发展报告：关键的“十三五” / 中国工业节能与清洁生产协会，中国节能环保集团公司编.

北京：中国经济出版社，2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5136 - 4006 - 0

I. ①2… II. ①中… ②中… III. ①节能—研究报告—中国—2015 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 259252 号

责任编辑 丁楠

责任审读 贺静

责任印制 马小宾

封面设计 久品轩

出版发行 中国经济出版社

印刷者 北京艾普海德印刷有限公司

经销者 各地新华书店

开本 889mm × 1194mm 1/16

印张 26.75

字数 633 千字

版次 2015 年 12 月第 1 版

印次 2015 年 12 月第 1 次

定价 180.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题，请与本社发行中心联系调换 (联系电话：010 - 68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话：010 - 68355416 010 - 68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话：12390) 服务热线：010 - 88386794

《2015 中国节能减排发展报告》

编 委 会

总 顾 问 李毅中 解振华 汪光焘

顾 问 (以姓氏笔画为序)

王茂林 王显政 冯之浚 曲格平
许宪春 赵家荣 柴松岳 濮洪九

编委会主任 周 建 翟立功 王小康

编委会副主任 周长益 何炳光 高云虎 赵世堂 文兼武

主 编 王小康

副 主 编 李文科 陈津恩 王彤宙 余红辉

编 委 (以姓氏笔画为序)

马 骏 尤 勇 刘文强 安 宜 闫长乐 张永泽
张 超 李 杰 李新创 朱继明 朱 珉 曾 武
郑朝晖 杨家义 邹结富 陈曙光 孟合合 郁 聪
赵志林 秦 华 徐宝泉 智 慧 谢 极 雷仲敏
戴彦德

撰 稿 人 (以姓氏笔画为序)

马 骏 王 彦 王庆祝 肖 杰 邓向辉 李元斌
李增福 孙 慧 刘 丹 刘 杰 刘太永 许 泓
闫长乐 杜 乐 任俊涛 宋丽娟 李文宇 张永泽
类 鸣 胡正鸣 雷仲敏 霍中和

主 办 单 位 中国工业节能与清洁生产协会
中国节能环保集团公司

中国节能减排面临的关键挑战

王小康^①

未来五年，或说“十三五”期间，是我国全面建成小康社会这一目标的冲刺阶段。但是，在这一冲刺阶段，我国经济增长却已经进入一个由高速增长向中高速增长转型调整的新周期。能源与环境既是这个冲刺兼调整阶段极具潜力产生发展动能的内生变量，也是捆在中国这个庞大经济体的外在约束。中国如何推进节能减排？如何将内生潜在动能转化为真正的成长力量？如何利用外在约束的倒逼力量促使产业升级？未来五年，中国能否释放力量，尊重约束，实现可持续发展，很大程度上取决于中国在节能减排领域是否能够解决即将面临的如下四方面关键挑战。

一、节能环保产业能否真正成为国家支柱产业

在习近平总书记“四个全面”战略布局中，全面建成小康社会是处于引领地位的战略目标，如期全面建成小康社会事关中国梦实现的大格局，事关中华民族的伟大复兴。总的来看，未来五年是中国经济化解增长压力，迈向高收入国家的关键时期。中国能否顺利跨过转型升级的“坎”，这一阶段至关重要。

但是，这一阶段经济增长的约束条件大于支持条件。例如，节能减排现在已经是中國最紧迫的议题之一，大气污染已成为最受民众关注的问题。中国政府已经下大决心治理空气污染，同时也在强力改变能源结构、改善能源安全、更多使用清洁和可再生能源，以缓解全球变暖的压力。中国力争在2030年左右使二氧化碳排放达到峰值或更早达到峰值。为实现以上目标，不仅要控制能源消费总量过快增长，还需努力实现能源系统的低碳化发展。因此，有悲观者担忧，基于中国各方面环境压力下的节能减排举措会进一步降低经济增长。

然而我认为，合理的政策搭配可以帮助“鱼与熊掌兼得”，即可以促使在降低污染的同时，不降低经济增长也成为可能。这是因为，各种减排措施对经济的影响主要是结构性的：即它们虽然遏制了某些行业的发展，但同时也促进了另一些行业的发展。正负抵消之后，对总体经济的影响是有限的。举例而言，虽然高耗能、高污染行业将被抑制，但大气污染治理会带来新的经济增长点。例如，清洁煤炭技术的使用、天然气发电设备、车用天然气设备以及环境监测系统的开发及应用。以上新兴行业将引致大量投资需求，从而带动新的经济增长。

^① 作者为十二届全国政协人口资源环境委员会委员、中国节能环保集团公司董事长、中国工业节能与清洁生产协会会长，本书主编。

国际经验也支持“减排未必导致经济大幅减速”的观点。英国是其中一个例证,19世纪50~70年代,英国煤炭消费量下降了40%,然而空气污染下降近80%,同时GDP增长速度基本保持稳定。1990—2010年,德国煤炭消费量下降了40%左右,空气中各种污染物的排放量下降55%~90%,但同时,GDP增长速度与此前20年大体相当,而且90年代初还经历了大约4%的经济增长。

李克强总理在与中外企业家对话交流时曾指出,治理污染与稳定增长之间确有矛盾,尤其对发展中国家。但是,我们已确定要走在发展中保护、在保护中发展的新路,让新兴节能环保产业“跑赢”落后产业。李克强说,这条路的关键是要淘汰落后产业,发展新兴的节能环保产业,争取让新兴的节能环保产业能够跑过淘汰落后产业的速度。我们认为,前者跑过后者的速度之差基本反映了中国经济绿色增长速度。节能环保产业是否能够真正成为国家支柱性产业,这将影响我国在未来5年能否全面建成小康社会,在未来5~10年能否实现主要污染物排放叠加总量达到峰值,在未来10~15年二氧化碳排放何时早日达到峰值。

二、中国制造业能否转型升级为“绿色化”产业

中国目前虽然经济增长速度回落,但结构调整稳步推进,转型升级步伐势头良好,新主体、新产业、新业态、新产品、新动力正在加快孕育。不论是节能服务业,还是环境服务业,均属于第三产业范畴。中国第三产业的快速成长已经促使第三产业对GDP的贡献率超过第二产业。但是我们认为,中国由“制造大国”向“制造强国”迈进的目标不能动摇,没有强大的制造业,就没有国家和民族的强盛。强大的,但同时是绿色化的制造业是中华民族复兴的重要支柱。中国必须实现制造业的转型升级。

国务院发布的《中国制造2025》指出,制造业升级发展的基本方针之一是绿色发展,即坚持把可持续发展作为建设制造强国的重要着力点,加强节能环保技术、工艺、装备推广应用,全面推行清洁生产。发展循环经济,提高资源回收利用效率,构建绿色制造体系,走生态文明的发展道路。具体目标则是到2020年实现重点行业单位工业增加值能耗、物耗及污染物排放明显下降,到2025年实现重点行业单位工业增加值能耗、物耗及污染物排放达到世界先进水平。

但是,根据相关研究预测,中国制造业综合竞争力2020年将仅达到美国工业化中期水平,即上世纪80年代的水平。与美国、日本等发达国家相比,中国仍远远落在后面。

我国制造业主要产品在全球价值链中附加值偏低,落后产能、过剩产能问题突出,预期“十三五”时期产业、能源等结构调整阵痛短期仍将持续,化解落后产能仍将是主要任务,环境保护与发展方式转变、结构调整仍将处于战略相持阶段。

在这一战略相持阶段,中国制造业能真正向“绿色化”产业转型升级成功么?这一阶段,资源、劳动力、土地等生产要素价格持续上涨,主要依靠低要素成本参与国际竞争、通过消耗大量不可再生资源来实现工业增长的局面将难以为继;这一阶段,随着许多产业规模扩张已基本走到尽头,传统增长方式力不从心,一些曾经有效的调控手段和措施随着发展环境变化,反而成为影响当前结构调整的主要障碍。我们由衷希望中国能尽快构建并落实高效、清洁、低碳、循环的绿色制造体系,既能促使传统产业进行绿色转型,也能促使新兴产业高

起点绿色发展。

三、全面依法进行环境及能源治理是否能够深度实现

中国的环境为什么持续恶化，最简单直接的答案是污染物排放。因此，解决之道是要发展节能环保产业。但是，再深一步思考则发现，高总量的污染物排放是因为产业结构过重、能耗过高。因此，对应的解决之道是制造业绿色升级。那么，为什么我国会出现高总量的污染物排放，而且落后产能为何越淘汰越多？最简单直接的答案是因为相关管理机构 and 部门不作为，是因为粗放经济增长模式乐于被地方官员采取。那么，为什么有人采取“不作为”策略，有人将“滥作为”当作正常的甚至最优的策略？一步步深入思考，就会把雾霾产生的原因归结于制度、归结于思想认识。正如中央财经领导小组办公室副主任杨伟民在生态文明体制改革总体方案等情况发布会上讲到的“思想上的雾霾不除，体制机制当中的雾霾很难消除，最后空气当中的雾霾也很难根除”。

习近平总书记明确指示：保护生态环境必须依靠制度、必须依靠法治，要把制度建设作为推进生态文明建设的重中之重，着力破解制约生态文明建设的体制机制障碍。四中全会部署全面推进依法治国、新《环境保护法》施行，是新常态下环境立法、执法、司法、守法新的起点和基础，也进一步明确了环境法治新常态的发展方向。

李克强在做政府工作报告时也指出：“我们一定要严格环境执法，对偷排偷放者出重拳，让其付出沉重的代价；对姑息纵容者严问责，使其受到应有的处罚”。相较以往，被誉为我国迄今为止最严的新版《环境保护法》对企业及政府均提出了更严格要求。例如，对企业环境违法行为按日计罚、上不封顶，这一行政处罚规则将极大提高企业违法成本；要求县级以上人民政府将环境保护目标完成情况纳入考核内容，作为对其考核评价的重要依据，环保不力有可能影响到地方政府主要负责人政绩等。

在环境领域，依法治国和从严治党是密不可分的。按照中央统一部署，中组部、监察部研究制定的《党政领导干部生态环境损害责任追究办法（试行）》已于2015年8月公开发布。《办法》明确“终身追责”制，并强调对在生态环境和资源方面造成严重破坏负有责任的官员不得提拔使用或者转任重要职务。《办法》明确了追责对象、追责情形、追责办法，划定了领导干部在生态环境领域的责任红线，是督促领导干部正确履职用权的一把利剑。

上述立法、立规的重大进展以及部分惩罚及查处的案例可以显露出依法、依规治理环境污染的新气象。政府的角色更多的是要做好法律、标准，进行监督、严格执法。我们由衷希望，全面依法进行环境及能源治理真正实现、深度实现，切实为实现蓝天白云、绿水青山的美丽中国保驾护航。

四、中国是否能够处于全球气候及能源治理的引领地位

中国之大，使得中国的事情往往成为世界事情的重要组成部分。目前，中国GDP占全球12%，能源消费量占全球22%，碳排放量接近全球30%。过去十年间，全球能源消费增量有超过50%来自中国，全球碳排放增量中有60%来自中国。因此，中国对世界减排影响最大，在应对气候变化问题上，中国已经成为全球最重要的国家。中国生态文明建设的努力将会对

世界产生重要影响。

21 世纪以来,随着全球工业化进程的加快和资源消耗的加剧,能源环境问题已经成为人类共同面临的挑战。尽管国际社会为解决环境问题付出了很大努力,全球环境问题少数有所缓解,但总体仍在恶化。目前环境问题已超越了传统范畴,与国家政治、经济和安全等领域不断相互渗透,一体化和复杂化程度日益增强,逐步演化成为承载政治、经济、外交、文化等诸多因素的复合体,环境利益成为国家核心利益的重要组成部分。

气候变化是人类面临的最新挑战,但是在该领域目前领导力严重缺失。中国应该具有动力和能力在气候变化方面行使自己的全球领导力。从外部条件来看,气候变化领域的游戏规则尚未设定,治理体系尚待形成。中国有机会在国际机构中主导创建新的气候变化治理体系。从内部条件来看,中国领导应对气候变化的有力举措在国内获得巨大的支持。治理空气污染现在是中国社会各阶层的共识,重见蓝天白云是民众对美好生活的最大向往。

中国的行业和企业将会成为有效沟通内外部条件和资源的重要桥梁。这是因为,经济结构转型,同时就是一个大幅降低排放的过程。更重要的是,清洁技术和绿色经济将促成一系列世界新兴产业。中国将成为这些行业的第一大市场,同时也会催生出与之相匹配的、具有高度国际竞争力的巨大产业和工业技术。

尽快改善中国生态环境不仅是一个企业公民的责任,也是行业、企业发展的必需。这也是我们连续七年持续编写《中国节能减排发展报告》的初衷。

此次报告,我们面向未来关键的五年。在这五年里,我们期望节能环保产业成长为真正的国家支柱性产业,制造业转型升级为绿色、低碳制造业。这些目标的实现,将基于全国各界、全党上下是否能够尊重科学规律、敬畏自然约束,在法治的框架内解决面临的所有问题。继而,有中国广大民众的热切期望,有中国企业界的全力支持,有中国政府的强有力领导,中国一定能在应对国内国际环境危机上大有作为,中国政府也将在世界环境及能源治理中发挥重要领导作用。

加快分布式能源体系建设 推动经济社会可持续发展

刘燕华^①

化石能源紧缺及其严重的环境污染问题，提示人类须逐步减少对化石能源特别是煤炭和石油的依赖，这是世界性问题，也是中国长远的战略问题。近几年出现的大范围雾霾天气也与化石能源的过度使用有关。尽管中国的“西电东输”“西气东送”解决了部分问题，但远不能满足需求。现在大容量高参数机组电站、超高压远距离输电、大电网互联集中供电仍然是工业化过程中的有效方式，但是这种传统的、长距离、广覆盖、依托庞大能源电力系统的能源供应方式存在着“反应慢”“脆弱”且不能充分发挥电力产能的弊病。因此，转变能源结构，发展分布式能源，增加有效的能源供给是根本出路之一。通过“两条腿”走路的相互补充，有望以能源建设为突破口，破解中国当前面临的难题。

一、发展可再生能源是能源结构调整的主要方向

中国能源问题的解决出路有两个，一是开源，二是节流。开源解决供应问题，节流解决降低成本和提高效率问题。

中国以煤为主的能源结构必须调整。近30年，中国能源消费总量从1980年的6亿吨标煤到2014年的42.6亿吨标煤，二氧化碳排放总量从2007年开始，成为世界第一。2014年中国煤炭消费量已占世界总消费量的50.8%，为世界增量的四分之三，石油、天然气很大程度上依赖进口（石油超60%，天然气超30%）。根据开采量与探明储量的比较，按1950年的开采量，可供开采3816年；按2000年的开采量，可供开采88年；按2011年的开采量，中国33年之后就无煤可挖了。从2009年起，中国开始成为煤炭的净进口国，2012年进口2.7亿吨，2013年预计进口3.5亿吨。煤炭是大自然赋予中华民族的财富。过度且“疯狂”挖煤的结果也同时造成严重污染、水资源短缺的加剧和生态屏障的破坏。正可谓：用煤不减，环保无望。

地球上可再生能源资源非常丰富。据测算，太阳照射到地球一个小时的能量，就超过世界一年能源消费的总量，全球风能资源的3%与世界一年能源需求量相当。除此之外，生物能、水能、地热能、核能等也都各有利用潜力。近年来，美国和欧盟分别提出重塑能源、能源变革战略和实施方案，到2020年，可再生能源将占能源消费总量的20%~30%，到2050年，可再生能源提供70%~80%的能源需求。一些发达国家一方面对中国的光伏产业实施“双反”，另一方面也在加速扶持本国的可再生能源产业，其发展势头劲猛，新增可再生能源

^① 作者为国务院参事、原科技部副部长。

发电装机占全部新增发电装机的三分之二以上。

中国可再生能源发展速度很快。中国可再生能源装备生产能力世界第一，许多关键技术处于领先，能源需求市场巨大。2009年以来，我国成为新增风电装机规模最多的国家。2012年，风电发电量7000万千瓦时，折合2000万吨标准煤。中国2010年光伏电池产量占到全球光伏电池市场的50%，可再生能源利用量相当于2.86亿吨标准煤，约占当年能源消费总量的8.9%。按国家发展规划，“十二五”末期，中国可再生能源将占能源消费总量的11.4%。但在供需均旺盛背景下，为什么会出现所谓的“生产过剩”现象呢？其中包含着许多内需、外贸关系、技术经济、体制机制等深层次原因。

我国现行能源体系有待调整。中国现有的能源管理体系是以常规能源为基础建立起来的，电力系统运行机制和管理主要着眼于大电源、集中式和大电网，与可再生能源的分布式、间歇性、分层运营模式不兼容。因此，建立适应可再生能源特点的电力管理体系、市场机制和技术支撑体系十分必要。

二、发展可再生能源将推动“分布式”能源体系建设

分布式能源的基本概念是“藏能于民”，是分布在用户端的能源（电、热、冷）综合利用系统，以小型化（规模在KW至MW级）和模块化为标志，通过就地生产、就地使用、就地控制，实现减少对远距离电的依赖，降低输配电成本，提高能源利用效率。开发利用可再生能源，不仅有利于减少二氧化碳和污染物排放，而且可以提高电力生产、供应和管理使用的均衡性，提高供电的安全性。正是因为其小型化和多样化的特点，能源间接损失少，动力和燃料来源多样化，有利于各种成熟技术的组合配置，既降低成本，又提高效率。分布式能源非常适合于商业区、居民区、公共设施、企业以及乡村或偏远地区。分布式能源与智能电网的协同是增加供应量和有效供给的有效手段，两者是相辅相成的。

发展分布式能源将带动一系列产业的发展。城镇化建设中，把每个建筑物都赋予电、热、冷等能源采集、存储功能，把每个社区都配备成可再生能源的微电网或局域网，实现能源需求的“半自给自足”，同时也将拉动建筑材料和设备的新产业发展。在交通领域中，以电动和氢燃料为动力的交通工具将依赖于新的能源供给系统，而这一系统的形成则基于可再生能源与分布式的组合。另外，农业、制造业、服务业等许多领域也有极大的发展空间。

分布式能源受到西方国家的高度重视。丹麦（热电联产和可再生能源已占到总用电量的61.6%）、荷兰（目前的分布式能源已超过用电总量的50%，负担着40%的二氧化碳减排任务）、日本等国起步较早，且有些可供借鉴的经验。美国奥巴马政府在2009年推出了“新能源计划”，计划要点是全面、大力发展分布式能源和智能电网，实现广泛的能源供应渠道，强化能源安全。美国计划在已有的6000多座区域能源站基础上，大幅度扩展。出于安全的考虑，美国全面启动其600多个军事基地的分布式能源建设。美国近期的能源发展规划提出，到2020年，分布式可再生能源占发电量份额的25%以上（目前不到5%）。

我国大力发展分布式能源的条件逐步成熟。目前，我国已基本掌握各种分布式能源的单项技术，也已开展了试点和示范，如北京已实施了可再生能源并网的制度；上海市鼓励分布式能源建设，为1万千瓦及以下的项目提供700元/千瓦容量的设备投资补贴；国家制定了生

物燃料的鼓励政策等，但在技术集成和管理上还有待加强，还存在一些政策和制度性的障碍。如《中华人民共和国电力法》第 25 条规定：一个供电营业区内只设一个供电营业机构。这就使控制电网的公司一家独大，使分布式能源难于并网。又如，有些国家部委文件规定：小于 13.5 万千瓦的项目必须要经审批，把分布式可再生能源与污染严重的小火电同时纳入“上大压小”的范畴。再如，可再生能源服务产业基本缺位。分布式能源服务指根据客户端需求，把各类新能源技术及产品组装。据调查，目前中国能源服务产业仍很弱，且运行艰难。一些国外能源服务公司已瞄准中国这一巨大市场开展战略研究和策划。美国一能源基金公司测算，能源服务将在中国创造 200 万 ~ 300 万个就业机会，获得 20% ~ 30% 的可再生能源产业利润。

三、第三次工业革命向能源领域渗透

当前，新一轮的工业革命正在世界范围内酝酿和形成。新业态、新模式、新机制、新技术、新领军人物异军突起，并初露引领潮流的端倪。传统工业的生产和生活模式一方面制造了大量财富，同时也造成了环境破坏、生态退化、资源紧缺，乃至对人类生存基础构成了严重威胁。新工业革命也被称作第三次工业革命，美国著名未来学家杰里米·里夫金（Jeremy Rifkin）所著《第三次工业革命：新经济模式如何改变世界》一书中称互联网与新能源的结合，将会产生新一轮工业革命，使全球技术要素和市场要素配置方式发生革命性变化，这将是人类继 19 世纪的蒸汽机和 20 世纪的电气化之后的第三次工业革命。第三次工业革命以光电效应和信息网络理论为基础，以“绿色能源”和“云技术”为基本标志。它将会深刻影响经济的生产方式，重组产业格局和竞争格局，它也将深刻改变人们的生活方式和社会组织形式，并带动一系列的变革。第三次工业革命把绿色能源作为“血液系统”，把信息网络作为“神经中枢”，把“三维制造”（3D 打印）作为生产模式的突破口，把“分布式”作为格局的重组特征。

第三次工业革命浪潮会向各个领域渗透，对于能源体系，以太阳能、风能、生物能为主导的能源体系一定要建立起来，也就是在 20 年的时间里它可能占据很大的比例。在这种新的能源体系转换过程中，能源效率要不断提高，能源的商业运作模式要改变，能源的供应要实现多样化，要有智能电网，把能源的信息网络建立起来，这就是能源管理。按照北欧国家的说法，新型的能源管理和服务要创造大量的就业机会，北欧国家的分布式能源，创造了很多新的就业机会。新能源供应会替代传统能源，形成新能源体系。未来非化石能源的成本会通过创新不断降低，通过智能电网的建设或者是改造，实现一种新型的管理体制和管理水平。目前，中国可再生能源的利用出现一些障碍，这是另外一个问题，不是生产过剩了，不是风能和太阳能光伏电池生产过剩，是需求没有拉动起来。新能源体系一定要实现突破，没有这种突破，中国的能源供应不会得到根本性的解决。

有了新的能源体系后，建筑和交通都会受到冲击。对于建筑业，今后新型的建筑要和第三次工业革命紧密结合。每一个建筑物，都是一个能源的收集体和采集体，按照欧盟的测算，世界上 40% 现有建筑物的屋顶装上太阳能电池可以满足全世界所有能源的需求，今后可能很多建筑物楼顶会装载太阳能收集器。另一个考虑是今后的建筑材料，它并不是一个简单的建

筑材料，它是一个能源收集体，墙面也可以采集光能，通过光电转换，通过光热转换，通过冷热之间的互换，每一个建筑物的建筑体上都成为一种新型的能源收集体，能源采集体使每一个建筑物都可以变成一个小的能源收集单元。既然有能源收集单元，那就需要有储存单元，能源的收集和储存可能在建筑业要有大的发展。今后的房地产业对于未来的建筑要赋予功能，包括电、热、冷三个联动，这就形成世界建筑产业革命，今后以建筑产业为标志的新型基础设施的大转型要开始实现了。现在许多发达国家已经开始向建筑业进行新的投入，这种新的投入已经成为一个大趋势，所以建筑业会发生变化。对于交通运输业，今后的交通运输一定会朝着简约物流系统和绿色出行转移。在网络的覆盖下，在云的覆盖下，在计算机技术的覆盖下，今后物质的大进大出，全社会、全方位的流动会变得越来越少，它变成一个简约的物流系统，变成区域的物流系统，这就是物流的转化，人的出行也要进行转化，有些不必要的出行会大幅度减少。这跟我们目前的提倡也是比较相近的，所以对于交通运输工具来说，以石油天然气为主的交通工具也会发生变化，今后以电力和氢燃料为主，因为交通运输的方式改变了，交通运输的基础设施也会改变。比如交通运输的充电系统也会改造，这也会引起一系列新型的交通基础设施的改变。

四、有关建议

大力发展可再生能源，推动分布式结构已成为高效能源利用的大方向，它将对电力系统的产业结构调整和技术进步产生深刻影响。今后中国能源发展方向是大、中、小型电站相宜发展，集中和分散供电相结合，远距离和近距离传输相配合。为此，建议：

（一）修改电力法。把推动可再生能源和分布式能源建设纳入其中，鼓励全社会各个力量，开发和使用可再生能源，推动实现能源建设的一场“人民战争”。

（二）进一步加大鼓励可再生能源生产和分布式能源建设的政策措施。包括激励政策、财税政策、体制机制等。在有条件和积极性的行业或地区开展试点，营造投资、规划、设计、运行、维护和服务等方面良好环境，推进可再生、分布式能源产业进入“高速路”。

（三）改革和调整电力管理部门和能源型央企的功能和定位。把可再生能源生产及分布式能源建设作为电力管理部门的重要职能。把能源型央企的定位从过去的经营能源转为扩大供给和优化配置，打通能源生产链和供应链，为我国的经济结构调整和转型做出新的贡献。

（四）制定国家十年发展路线图，分地区、分领域、分阶段实施，有分工授权、有考核监督、有激励机制。可在军队先行先试，然后军转民；可先在京、津、冀、晋、鲁、内蒙六省区全面试点，国家、地方、社会、企业联合推进，鼓励和支持有条件的企业、事业和社会单位利用自身的条件和优势开发利用可再生能源，提高电力的自给水平。

（五）中国许多传统高耗能产业投资大、转型慢，“关停并转”会带来经济损失和社会问题。可采取措施，鼓励企业发展可再生能源，以满足能源增量需求，以延长传统产业的利润周期和实现转轨。

我们认为，集中力量加快建设分布式能源体系，整体调整中国的能源结构，是实现中国能源生产和消费革命的重要抓手，它必将对我国的能源发展和安全产生深远的影响。

推动能源革命 实现我国自主减排目标

何建坤^①

气候变化是人类面临的重大威胁，危及地球生态安全和人类社会的生存和发展。为促进今年底巴黎气候大会成功，我国提出2020年后国家自主决定贡献的减排目标，包括单位国内生产总值的二氧化碳排放强度下降、非化石能源比例提高、二氧化碳排放达峰以及森林蓄积量增加等多方面减缓气候变化指标。二氧化碳排放约占中国全部温室气体排放的80%，我国提出积极的森林增汇目标，每年森林碳汇增长量大体上与水泥生产等工业过程的二氧化碳排放量相抵消，因此在单位国内生产总值的二氧化碳排放和二氧化碳排放峰值目标中，主要关注化石能源消费的二氧化碳排放。化石能源消费的二氧化碳排放达到峰值即意味着我国温室气体排放总体上达到峰值。对其他非二氧化碳温室气体，我国也将采取积极的减缓行动。

一、大幅度降低单位国内生产总值的二氧化碳排放，是我国统筹经济社会持续发展和减缓气候变化的关键着力点

我国尚处于工业化、城镇化较快发展阶段，既要满足随经济社会发展不断增长的能源需求，又要应对全球气候变化减缓二氧化碳排放，就必须推进能源生产和消费革命，走绿色发展、循环发展、低碳发展的路径。大幅度降低单位国内生产总值的能源强度和二氧化碳强度，即大幅度提高单位能耗和单位二氧化碳排放的经济产出效益，即成为统筹协调国内可持续发展与减缓全球气候变化的关键指标和着力点。处于后工业化发展阶段的发达国家需要确立包含二氧化碳等全部温室气体的减排目标，是“总量”下降的绝对减排指标。作为发展中国家，我国所确立的是二氧化碳排放“强度”下降的相对减排指标，而二氧化碳排放总量在一定时期内仍会有合理增长。这也体现了《气候变化框架公约》所确定的“共同但有区别的责任”原则。

在2009年哥本哈根气候大会上，我国提出2020年单位国内生产总值的二氧化碳排放比2005年下降40%~45%的自主减排目标。到2014年底已下降33.8%。而同期发达国家下降幅度约15%，世界平均水平基本没有下降。我国在减缓碳排放方面的努力和成效举世公认。按当前和即将采取的减排政策和措施，到2020年可实现或超过45%的减排目标上限值。当前，我国又进一步提出到2030年比2005年下降60%~65%的自主决定贡献目标，这是一个更为积极紧迫的减排目标，实现该目标需做出更大努力。

我国2020年实现国内生产总值的二氧化碳强度比2005年下降40%~45%目标情况下，

^① 作者为清华大学原常务副校长。

国内生产总值的二氧化碳强度年均下降率需达 3.35% ~ 3.91%，而实现 2030 年比 2005 年下降 60% ~ 65% 的目标，平均年下降率则需达 3.60% ~ 4.11%，2020—2030 年期间，年下降率更需提高到 3.97% ~ 4.42% 的水平，需要在节能和改善能源结构方面采取更强有力的措施并取得更大成效。

降低国内生产总值二氧化碳强度的途径，其一是大力节能，降低国内生产总值的能源强度；其二是改变能源结构，降低能源消费的二氧化碳强度。2013 年中国国内生产总值占世界总量的 12.3%，而能源消费占世界 21.5%，单位国内生产总值能耗仍为世界平均水平的 1.8 倍，发达国家的 3 ~ 4 倍。主要原因是中国工业特别是高耗能产业比重高，制造业产品处于国际价值链中低端，能耗高，增加值率低等结构性因素所致。而且中国能源结构中煤炭比例高，单位能耗的二氧化碳排放约比世界平均水平高 20%。因此，通过转变经济发展方式，调整产业结构，促进产业升级，推广节能技术，大力发展新能源和可再生能源，较大幅度降低国内生产总值的二氧化碳强度也存在较大空间和潜力。

当前我国经济发展已从高速增长进入中高速增长的转型期。国内生产总值增速放缓后，如保持相同的国内生产总值能源强度下降率，能源消费弹性则需进一步降低。能源消费弹性是指能源消费增长率与国内生产总值增长率之比，能源消费弹性下降意味着经济增长对能源增长的依赖程度降低。从 2005—2013 年，能源消费弹性平均为 0.59。为保障到 2030 年实现国内生产总值的二氧化碳强度下降 60% ~ 65% 的目标，能源消费弹性到“十三五”期间需要下降到 0.5 左右，2020 年后还要进一步下降，到 2030 年下降到约 0.3 的水平。因此需要采取更大力度的提高能效和发展新能源的措施，经济发展方式也要转向产业升级、提质增效的内涵式发展。

发达国家在《京都议定书》下承担量化减排义务，欧盟 1990—2012 年温室气体已减排 18%，相应国内生产总值增长 45%，单位国内生产总值的温室气体排放年下降率为 2.56%，欧盟提出 2030 年比 1990 年减排 40% 的目标，从 2012—2030 年，其国内生产总值温室气体强度的年下降率将约为 3.6%。美国提出温室气体排放到 2025 年比 2005 年减少 26% ~ 28%，相应国内生产总值的温室气体强度年下降率预计为 3.45% ~ 3.59%，到 2025 年比 2005 年下降幅度可达 50% ~ 52%。从国内生产总值的二氧化碳强度下降速度比较，我国的减排力度尚高于欧盟、美国以及日本等发达国家。从另一方面看，由于发达国家国内生产总值增长率低，国内生产总值的碳强度下降率仍将大于国内生产总值年增长率，因此可以实现绝对减排。我国尽管在降低国内生产总值碳强度方面居领先水平，但由于国内生产总值潜在增长率较高，仍会大于国内生产总值碳强度年下降率，因此还不能实现二氧化碳排放量的绝对下降。这是由于不同发展阶段特征所决定的。我国以大幅度降低国内生产总值的二氧化碳强度作为自主决定贡献目标，既符合我国国情和发展阶段，也反映了我国的减排努力和成效。

二、大力发展新能源和可再生能源，提高非化石能源比例，是我国构建低碳能源体系的重要对策

全球实现控制温升不超过 2℃ 的应对气候变化目标，必须实现大幅度的二氧化碳减排，

到本世纪末实现近零排放。因此推动了世界范围内能源体系的革命性变革。当前以化石能源为支柱的高碳能源体系将逐渐被以新能源和可再生能源为主体的低碳能源体系所取代。我国2009年在哥本哈根气候大会也提出到2020年非化石能源在一次能源中的比重由2005年的6.8%提升到2020年的15%的目标,2014年已达11.2%,这一目标经努力可以实现。当前又进一步提出到2030年将其提高到20%左右的自主决定贡献目标,这又是一个需进一步努力的积极目标。

我国2014年一次能源总消费量为42.6亿吨标准煤,未来即使采取大力度节能措施,到2030年一次能源总消费量也将达约60亿吨标准煤,实现非化石能源比例达20%左右目标,届时其供应量将达约12亿吨标准煤,约为2014年4.7亿吨标准煤的2.6倍,非化石能源供应量相当于日本、英国和法国能源消费总量之和,其未来年均增速要达6%以上,远高于能源总需求年均约2.5%的增速。到2030年新能源和可再生能源的装机规模将达13亿千瓦左右,相当于美国当前发电装机总量。其中水电装机将约达4.5亿千瓦,风电、太阳能发电的装机各达3~4亿千瓦,核电装机1.2~1.5亿千瓦。非化石能源发电可替代煤炭16亿吨以上,减排二氧化碳超过30亿吨。到2030年,天然气比例也将提高到15%左右,煤炭比例下降到50%以下,能源结构的低碳化将使单位能耗的二氧化碳强度比2013年下降17%,比2005年下降20%。2030年以后,新能源和可再生能源仍将持续快速增长,为二氧化碳排放达峰并开始下降提供保障。

推动能源结构的低碳转型,我国比发达国家面临更为艰巨的任务。处于后工业化发展阶段的发达国家,其能源需求已趋于稳定,发展新能源和可再生能源即可替代和降低当前煤炭等化石能源的消费量,使其二氧化碳排放呈持续下降趋势。而我国能源需求仍处于持续增长阶段,发展新能源和可再生能源,首先要满足能源消费增量的需求,然后才有可能替代存量。在当前新能源和可再生能源比例较低、基数较小的情况下,尽管我国在可再生能源投资规模、新投产供应量和增长速度方面均居世界前列,但仍不能满足能源总消费的增量需求,在一定时期内,化石能源的消费仍会有所增长,所以二氧化碳排放量还会持续有所增加。例如美国提出电力部门2030年比2005年减排30%,由于其未来电力需求基本稳定,只要用非化石能源和天然气发电替代1.5亿千瓦煤电机组即可。从2011年到2030年需新增非化石能源装机1~2亿千瓦。而我国同期将新增约10亿千瓦,是美国的5倍以上,但由于电力需求也将增长1倍左右,所以电力部门的二氧化碳排放量仍会增长约30%。我国当前所处发展阶段的特征,使我国在应对气候变化减排二氧化碳领域面临更大挑战,因此更需要加大能源变革的力度,实现新能源技术和产业的跨越式发展。

三、实现二氧化碳排放达峰目标,是我国经济发展方式转变的重要标志

我国当前经济社会发展面临资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻局势。节约能源、改善能源结构,既是应对气候变化减排二氧化碳的战略对策,也是国内可持续发展的内在需要。积极的应对气候变化行动具有推动创新、促进可持续发展、增强能源安全、改善环境质量等协同效益,先进能源技术和产业的发展也将带来新的经济增长点和新的就业机会。实现二氧化碳排放峰值,即意味着经济社会持续发展将不再以增加化石能源供应为支

撑,并与二氧化碳排放完全脱钩,实现经济持续增长而化石能源消费及其二氧化碳排放不断下降。这也意味着国内资源制约和环境污染状况的根本改善,成为实现经济发展方式向绿色低碳转型的重要转折点。

发达国家的二氧化碳排放峰值均出现在完成工业化、城市化发展阶段之后,经济趋于内涵式增长,国内生产总值增长缓慢,一般不高于3%,能源消费弹性较低,能源需求量增长缓慢或趋于稳定,再加上能源结构的调整,可使其二氧化碳排放不再增加。例如欧盟15国1980年二氧化碳排放达到峰值,1980—1990年期间,国内生产总值年均增长率为2.39%,能源消费年均增长率为0.9%。能源结构的改善使其单位能源消费的二氧化碳强度年下降率达1.0%,所以其二氧化碳排放呈逐渐下降趋势。美国由于人口增长较快,尽管其人均二氧化碳排放1973年就达到峰值,但总量峰值却直到2005年才出现,日本二氧化碳排放的人均峰值和总量峰值均到2005年实现。

我国计划2030年左右二氧化碳排放达到峰值,在发展阶段上早于发达国家二氧化碳排放达峰值时的水平,国内生产总值潜在增速会相对较高,普遍认为将不低于4%。即使国内生产总值的能源强度下降率持续保持在3%以上,届时能源消费弹性下降到发达国家峰值时约0.3的水平,2030年左右能源需求的年增长率也仍会达约1.2%,将高于发达国家峰值时能源需求的年增长率。因此需要比发达国家有更大力度的节能和能源结构调整措施,在尽量降低经济增长对能源增长依赖的同时,加速能源结构低碳化,依靠增加新能源和可再生能源供应量满足能源总需求的增长,从而使化石能源消费量不再增加,二氧化碳排放达到峰值。据测算,我国届时非化石能源供应量仍需以年均6%~8%的速度增长,每年需新投产风电机组和太阳能发电装机各约2000万千瓦,核电装机约1000万千瓦。相当于每天新投产单机容量5MW的风电机组10余套,每年新投产百万千瓦级核电机组8~10台,这预示着我国未来在新能源和可再生能源的发展将保持远高于发达国家的速度和规模。由于能源基础设施建设和使用周期长,具有技术锁定效应,因此需要有前瞻性规划和部署,并在“十三五”及“十四五”和“十五五”期间分阶段实施。

我国“十二五”制定国内生产总值能源强度下降16%和二氧化碳强度下降17%的约束性指标,今后为实现二氧化碳达峰的目标,应进一步研究和实施能源消费总量和二氧化碳排放总量的控制目标,实施“强度”和“总量”的双控机制。特别是要控制煤炭消费总量,争取“十三五”期间煤炭消费量达到峰值,为实现二氧化碳排放峰值创造条件。

由于我国处于工业化阶段,工业部门的二氧化碳排放约占全国70%,而发达国家一般不超过1/3。调整产业结构、进行产业升级、推广先进节能技术是工业部门减排的重要措施。“十三五”期间随钢铁、水泥等高耗能原材料产品需求趋于饱和,产业结构调整加速,应努力争取2020年前后工业部门的二氧化碳排放达到峰值,而建筑、交通部门能源需求的增长要主要依靠发展新能源和可再生能源满足,从而使二氧化碳排放逐渐趋于稳定。

我国东部较发达地区人均二氧化碳排放已与欧洲和日本人均水平相当,当前结合雾霾治理,控制和减少煤炭消费,加快产业结构转型升级,“十三五”期间二氧化碳排放也可争取陆续达到峰值,为全国峰值目标的实现奠定基础。

四、推动能源革命，加快经济发展方式转变，是实现国家自主决定贡献目标的根本保障

我国经济发展进入转型升级、提质增效的新常态，国内生产总值增速趋缓，更加注重经济发展的质量和效益，更加注重经济社会与资源环境的协调和可持续发展。我国提出的自主决定贡献目标，将进一步推进能源生产和消费革命的进程，在减缓二氧化碳排放的同时，将有效降低二氧化硫、氮氧化物、烟尘等常规污染物的排放。特别是实现二氧化碳排放峰值目标，将有效控制煤炭消费总量，从根本上减少环境污染的来源。因此，可把国家自主决定贡献目标作为节约能源、改善能源结构、保护生态环境和应对气候变化的综合指标和关键着力点，并以此为导向，形成促进经济发展方式向绿色低碳转型的新机制。也只有实现经济发展方式由粗放扩张的高能耗和高碳排放的发展方式向创新驱动型、内涵提高的低能耗和低碳排放的发展路径的转变，才能在经济社会持续发展过程中，有效地降低能源需求增长速度，减缓二氧化碳排放。因此，积极推动能源生产和消费的革命，既是顺应世界潮流的战略选择，也将成为促进国内经济发展方式转变的重要驱动力，是实现国家自主决定贡献目标的根本保障。

我国推动能源革命，需要技术创新的支撑。在大力加强太阳能、风能、生物燃料等可再生能源技术的研发和产业化的同时，加强储能和智能电网以及分布式能源系统的发展，以增强高比例可再生电力上网的消纳和输配能力，保障电网安全稳定运行。当前可再生能源发电成本较高，在电网全额收购可再生能源电力的同时给予电价补贴，长远要降低成本，争取2020年前后做到平价上网，与传统能源电力相竞争。在向可持续低碳能源体系过渡过程中，核能将发挥不可替代的作用。核能技术成熟，运行稳定，负荷因子高，成本具有竞争力，可发挥基础负荷的作用，支持电网稳定运行。中国到2030年实现非化石能源占比达20%左右的目标，核电将占其中1/4以上，运行装机达1.2~1.5亿千瓦，可替代煤炭近5亿吨，减排CO₂约9亿吨。当前新建核电机组采用先进三代核电技术，采用世界上最严格的安全标准，规模化发展核电在安全上是有保障的。在大力改变能源结构的同时，也要特别重视CO₂捕集埋存技术（CCS）的发展。由于煤炭在中国一次能源构成中将长期占据主导地位，到2030年其比重仍达近50%，在全球紧迫的减排目标下以及“碳价”较高情况下，在煤炭清洁、高效利用的同时，2030年以后CCS技术将是重要的备选技术，每年CO₂埋存量可能达数亿吨到10亿吨规模，对实现CO₂长期减排目标将发挥重要作用，当前要加大研发力度和示范工程的进展。在化石能源中，天然气是比煤炭更为清洁、高效和低碳的能源，产生单位热量的CO₂排放比煤炭低40%以上。常规和非常规天然气开发技术的突破性进展，也将对改善能源结构发挥重要作用。

从国内需求看，能源革命的目标注重节约能源、改善环境、保障能源安全，支撑经济社会的可持续发展。全球应对气候变化则更注重能源供应体系和消费体系的低碳化特征，更强调减排二氧化碳的目标及措施。我国推动能源革命战略要将两者相融合，把建立并形成高效、安全、清洁、低碳的能源供应体系和消费体系作为统筹国内可持续发展和应对全球气候变化下能源革命的战略思路和总体目标。

为实现我国自主决定贡献目标，需要进一步推进改革，建立和形成促进低碳发展的体制