

中国能源变革与低碳发展的 政策和行动

清华大学

何建坤

2017.6.1



清华大学低碳能源实验室
LABORATORY OF LOW CARBON ENERGY
TSINGHUA UNIVERSITY

1. 《巴黎协定》的达成和生效将推进全球能源变革和经济转型，发展低碳经济已成为世界趋势 (1)

- 实现全球控制温升不超过 2°C 目标，各国必须加大自主贡献行动力度。
 - 当前各国NDC目标与 2°C 目标之间，到2030年尚有约150亿 tCO_2e 的减排缺口。
- 实现 2°C 目标，本世纪下半叶要实现净零排放，意味着化石能源时代的终结，形成以新能源和可再生能源为主体的可持续能源体系。
- 世界新能源体系变革呈加速趋势。
 - 节能和能效提高，未来20年单位GDP能耗下降的速度有望比前20年加倍。
 - 2006~2015年，全球可再生能源年均增长5.7%，而总能源需求仅增1.5%。可再生能源加速发展，有望成为新增能源供应的主体，能源结构低碳化加速。
 - 未来20年 CO_2 排放增速有望降至前20年的1/3。

1. 《巴黎协定》的达成和生效将推进全球能源变革和经济转型，发展低碳经济已成为世界趋势 (2)

- 先进低碳能源技术和产业将成为新的经济增长点，体现一个国家核心竞争力。
 - 风电、光伏发电成本迅速下降，根据IEA报告，2008~2015年，陆上风电成本下降35%，地面大型光伏发电成本下降80%，未来10年还将再分别下降26%和59%。其经济性即将可与常规能源发电相竞争。
 - 可再生能源产业成为新增就业的重要行业。2015年全球就业人数超过800万人，且以年均5%以上速度增长。
- 《巴黎协定》达成并快速生效，体现了世界各国合作应对气候变化的广泛共识和强烈政治意愿，走气候适宜型低碳经济发展路径正在成为世界潮流。

2. 中国以有雄心、有力度的自主贡献目标为导向，统筹国内经济发展、环境质量改善和全球应对气候变化各项目标，分阶段落实行动计划

- 2030年GDP的CO₂强度比2005年下降60~65%，非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右，森林蓄积量比2005年增加45亿m³，2030年左右CO₂排放达到峰值且努力早日达峰。
- 推动能源生产和消费革命，减少化石能源消费，控制CO₂排放，也将有效减少常规污染物排放，改善环境质量，保障能源安全，促进可持续发展。
- 以2030年NDC目标为指导，制定“十三五”、“十四五”、“十五五”每个5年规划，制定约束性目标，并分解到各省市。
- 国家已制定并公布《能源生产和消费革命战略2016~2030》，重申NDC目标，明确任务和行动措施，促进形成发展方式向低碳转型的管理制度、政策体系和运行机制。

3. 中国实现2030年NDC目标，需要做出更大努力

- 2030年GDP的CO₂强度比2005年下降60~65%，年下降率需达4%以上，将超过全球年均下降约2%的预期，也将超过美、欧等发达国家的下降速度。
- 到2030年非化石能源比例达20%，从现在到2030年新增非化石能源装机要达8~10亿千瓦，发展规模和速度都会是世界先列。
- 2030年左右CO₂排放达到峰值，届时GDP的CO₂强度年下降率要持续维持4~5%水平，非化石能源仍需持续年均6~8%左右的速度增长，以保证实现届时GDP年均4~5%的潜在增长率。

4. 中国实施应对气候变化战略，节能和减缓CO₂排放已取得显著成效

- “十一五” 制定单位GDP能耗下降20%左右目标，实际下降19.1%。
- “十二五” 制定GDP能源强度下降16%、CO₂强度下降17%的目标，到2015年底实际分别实现下降18.1%和21.6%。GDP的CO₂强度比2005年已下降38.2%。
- “十三五” 规划中又制定GDP能源强度下降15%、CO₂强度下降18%，到2020年非化石能源比重达15%，控制能源消费总量不超过50亿tce等各项指标，实施“强度”和“总量”的双控机制。
 - “十三五” 目标实现后，到2020年GDP的CO₂强度可比2005年下降50%左右，超过哥本哈根气候大会承诺的下降40~45%的目标。
- 制定不同地区、行业分类指导的政策和目标。
 - “十三五” 规划中提出，有效控制电力、钢铁、建材、化工等重点行业碳排放，推进工业、能源、建筑、交通等重点领域低碳发展。
 - “十三五” 规划中提出，支持优化开发区域率先实现碳排放达到峰值。北京、广州、镇江等城市已宣布2020年左右CO₂排放达到峰值。

5. 经济新常态下转换发展动力、转变增长方式，能源消费和CO₂排放快速增长趋势得到有效遏制

- 新常态下GDP增速换挡、产业结构调整加速，能源需求增速下降。
 - “十三五” GDP增速放缓，高耗能原材料产品趋于饱和，产业结构调整加速，重化工业比重下降，产业结构调整将促进单位GDP能耗下降，GDP增速与能源消费弹性双下降。两个因素叠加，使能源需求增长趋缓。
 - 2005~2013年，GDP年均增速10.1%，能源消费弹性年均为0.6，能源需求增速6.0%；能源消费量由2005年2614 Mtce 增加到2013年4167 Mtce。2013~2016年，GDP年均增速7.0%，能源消费弹性年均为0.22，能源需求增速1.51%；2016年能源消费量为4360 Mtce。
- 新常态下新增能源需求主要依靠增加非化石能源供应满足，CO₂排放基本稳定。
 - 2005~2013年，非化石能源年均增速10.3%，CO₂排放增速5.4%；CO₂排放量从2005年5990 MtCO₂上升到9126 MtCO₂。
 - 2013~2016年，非化石能源年均增速10.9%，CO₂排放基本持平，2016年比2015年下降0.9%。

6. 经济新常态下低碳转型加速，产业结构和能源结构的调整起了关键作用 (1)

- 新常态下加快产业结构调整，GDP能耗强度下降加速。
 - 高耗能原材料产品产量下降，高耗能产业在经济中占比降低。2013~2015年，粗钢产量下降5.1%，水泥产量下降2.5%，而2005~2013年，其年均增长率分别为11%和10.8%。
 - 供给侧结构性改革促进产业升级，提高全要素生产率和产品增加值率，促进GDP能耗强度下降。
 - GDP的能耗强度年下降率：2005~2013年为3.7%，2013~2016年提高为5.1%，其中结构调整的节能效果约占3/4，而技术节能效果约占1/4。
- 能源结构调整加速。
 - 2013~2016年非化石能源占比从10.2%提升到13.3%，非化石能源供应量增长36%。煤炭从67.4%下降到61.3%，煤炭消费量减少11%。新增能源需求主要来自非化石能源。
 - 单位能耗的CO₂排放年下降率：2005~2013年平均为0.56%，2013~2016年平均为1.65%。

6. 经济新常态下低碳转型加速，产业结构和能源结构的调整起了关键作用 (2)

- 新常态下经济低碳转型加速。
 - 2005~2013年，GDP的CO₂强度年下降率为4.3%，2013~2016年提高到6.7%，其中产业结构调整导致节能和技术升级导致的能效提高的贡献比例约达75%，能源结构变化导致的单位能耗碳排放下降的贡献率约为25%。
 - 2016年GDP的能耗强度同比下降5.0%，CO₂强度下降7.1%，超过GDP6.7%的增速，相应CO₂排放量下降0.9%。
- 今后随GDP增速趋稳，能源消费弹性可能有所反弹，如能源消费弹性大于0.3，非化石能源供应量增长将不能满足能源总需求增长，CO₂排放还会缓慢上升，但也不太可能再次出现快速增长的局面。

7. “十三五”推进新发展理念，进一步促进能源变革和经济转型

- “十三五”全面推进创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展、共享发展的新发展理念。
 - 绿色发展既包括国内节约资源、保护环境、改良生态，也包括应对全球以气候变化为代表的生态危机，减缓碳排放，核心是促进人与自然的和谐和可持续发展。
- 经济新常态下转换发展动力，转变发展方式，为实施应对气候变化战略创造了良好环境，但也存在诸多挑战。
 - 能源需求增速趋缓，为改善能源结构创造了条件。高耗能产业和煤炭行业产能过剩，行业发展和运营面临困难，需要协调如行业健康发展与全国产业转型的关系。
 - 不少地区经济发展面临创新乏力、后劲不足、增长停滞的风险，需要以创新驱动、绿色低碳发展的路径，实现“发展”与“降碳”的双赢。
- “十三五”GDP能源强度和CO₂强度仍将持续快速下降趋势，GDP的CO₂强度下降幅度有望超过18%的计划目标。在GDP年均增速6.5~7.0%的预期下，能源消费和CO₂排放增速将比“十二五”进一步回落。

8. 实施《能源革命战略》，控制能源消费总量，确定大比例非化石能源发展目标，进一步强化低碳转型的目标和行动 (1)

- 2017年4月发布《能源革命战略2016~2030》，提出控制能源消费总量，2020年低于50亿tce，2030年低于60亿tce。
- 《能源革命战略》中部署实施“非化石能源跨越发展行动”，到2030年，非化石能源发电量占全部发电量的比重力争达50%。
 - 2015年发电用能源在一次能源总消费量的比重为41.3%，非化石能源发电量占总电量25%，非化石能源在一次能源消费中占比为12%。
 - 2030年发电用能源占一次能源总消费比重将提升到约50%，总发电量9~10万亿KWh，实现非化石能源发电比重达50%的目标，意味着非化石能源在一次能源消费中比重要不低于25%，进一步强化能源结构调整目标。
 - 2030年非化石能源比重需要从20%提升到25%，就要进一步大幅增加新能源和可再生能源装机容量，风电、太阳能发电装机均需突破5亿千瓦，水电接近5亿千瓦，核电装机约达1.5亿千瓦。

8. 实施《能源革命战略》，控制能源消费总量，确定大比例非化石能源发展目标，进一步强化低碳转型的目标和行动 (2)

- 2030年控制能源消费总量在60亿tce以内，非化石能源占比达25%，CO₂排放可控制在100亿之内，并有可能促使CO₂排放在2030年前早日达峰。
- 《能源革命战略》中提出：2050年能源消费总量基本稳定，非化石能源占比超过一半。
 - 2050年非化石能源在一次能源消费中占比超过50%，即意味着非化石能源电量将占总电量70~80%，发电用一次能源在一次能源总消费比重将提升到60%以上。
 - 2050年煤炭在一次能源总消费中占比将低于20%，为本世纪下半叶建成以新能源和可再生能源为主体的近零排放能源体系奠定基础。
- 2050年CO₂排放量将比峰值排放量有较大幅度下降。

9. 推动能源生产革命，建立并形成清洁低碳的能源供应体系 (1)

- 大力发展水电、风电、太阳能发电、核电等新能源和可再生能源以及天然气等零碳和低碳能源，加快能源结构低碳化。实现能源消费的增量需求主要依靠清洁能源。
 - 非化石能源比例：2015年12%，2020年15%，2030年20%，2050年争取达1/2。2030年非化石能源发电量争取达50%。
 - 2015年底，水电3.2亿千瓦，风电1.31亿千瓦，太阳能0.43亿千瓦，核电0.27亿千瓦，生物质能0.13亿千瓦，占总装机15.3亿千瓦的35%，发电量1.38万亿kwh，占25%。
 - 2020年规划，水电3.6亿千瓦，风电2.1亿千瓦，太阳能1.1亿千瓦，核电0.58亿千瓦，生物质能0.15亿千瓦，占届时总装机20亿千瓦的39%，发电量比重约31%。
 - 煤炭比例：2015年64.4%，2020年低于60%，2030年低于50%，2050年低于30%。2015年煤电装机9亿千瓦，2020年控制在峰值11亿千瓦。
 - 天然气比例：2015年5.9%，2020年10%，2030年约15%。

9. 推动能源生产革命，建立并形成清洁低碳的能源供应体系 (2)

- 加强煤炭等化石能源清洁利用，研究示范CCS技术。
 - 燃煤机组2015年供电煤耗318 gce/kwh，发电效率达40.2%，单机容量超过30万千瓦比例78.6%，60万千瓦以上达41%。2020年现役电厂平均供电煤耗低于310 gce/kwh，新建电厂低于300 gce/kwh。2030年超低污染物排放机组达80%以上。煤炭消费量2020年前将达到峰值。
 - 研发示范燃煤电站和煤化工过程的CO₂捕集和埋存（CCS）技术。
- 全面建设“互联网+”智慧能源系统，促进能源与现代信息技术深度融合，发展智能电网和分布式能源网络。

10. 推动能源消费革命，节约能源，提高能效，控制能源消费总量 (1)

- 能源战略不仅保障供给，同时要引导和调控需求，提高能效，控制能源消费总量。
 - 建立用能权制度，形成控制能源消费总量的有效手段和长效机制。
 - 2020年能源消费总量控制在47~50亿tce，2030年有可能控制在55~60亿tce。
 - 结合雾霾治理，东部沿海地区制定煤炭消费量下降目标。
- 工业部门占终端能源消费约70%，是节能的重点领域，力争2020年前工业部门CO₂排放率先达峰。
 - 深化供给侧改革，产业升级，新增工业产能主要能耗设备能效达国际先进水平。
 - 低碳生产，绿色制造，循环生产利用。
- 充分释放建筑节能潜力。
 - 健全建筑节能标准，到2020年全部新建建筑要推行国家65%的节能标准，优化建筑终端用能结构，2020年可再生能源占建筑能耗25%。

10. 推动能源消费革命，节约能源，提高能效，控制能源消费总量 (2)

- 加快既有建筑节能和供热计量改造，实施公共建筑能耗限额制度。
- 控制公共和民用建筑总量。2015年全国建筑面积573亿m²，其中住宅457亿m²，公共建筑116亿m²。2015年竣工27.9亿m²，住宅占64%。控制不合理“大拆大建”。
- 2015年建筑行业总能耗约864Mtce，约占全国总能耗的20%。未来建筑总面积应控制在约750 m²，能耗控制在约1100 Mtce。
- 全面构建绿色低碳交通运输体系。
 - 优化运输结构，发展铁路、城市轨道交通、水运，优化交通需求管理。
 - 全面提升车船的燃料消耗限制标准，优化车用燃料构成，发展电动汽车。
 - 倡导绿色出行，提高公共交通出行比例。
 - 2012年交通运输能耗约454Mtce，占全国总能耗12.7%，其中货运占63%。未来交通能耗占比将会上升，其中货运比例将呈下降趋势。
- 转变消费观念，鼓励公众参与和自觉行动，形成绿色低碳的生活方式。

11. 结合雾霾治理和环境质量改善，减少煤炭的终端利用，扩大电力在终端能源消费中的比例，促进可再生能源发展

- 减少煤炭消费量首先要从终端能源消费结构入手，减少煤炭终端利用的比例，以电替代散煤，特别注意发展分布式可再生能源。
 - 煤炭消费量已从2013年的43亿吨下降到约38亿吨，“十三五”期间将大体持续这个水平或略有下降。
 - 煤炭消费中用于发电比例：2015年为49%，2020年争取达55%，2030年达65%。当前散煤利用约6亿吨，2030年争取替代80%以上。
- 电力消费增速将高于能源总消费增速。
 - 2013~2016年，能源消费年均增长1.5%，而电力消费年均增长约4.2%。2016年能源消费同比增长1.4%，而电力消费增长5.0%。
 - 2015年全社会用电量为5.69亿千瓦时，2020年规划6.8~7.2亿千瓦时，2030年和2050年大约分别为9万亿千瓦时和11万亿千瓦时。
- 提高一次能源用于发电的比例和电力在终端能源消费中比例。
 - 一次能源消费中用于发电的比例，2000年为34.8%，2015年提高到41.3%。预计2030年和2050年将分别达50%和60%。
 - 电力在终端能源消费中比重：2015年为22%，2030年预计将达约30%。

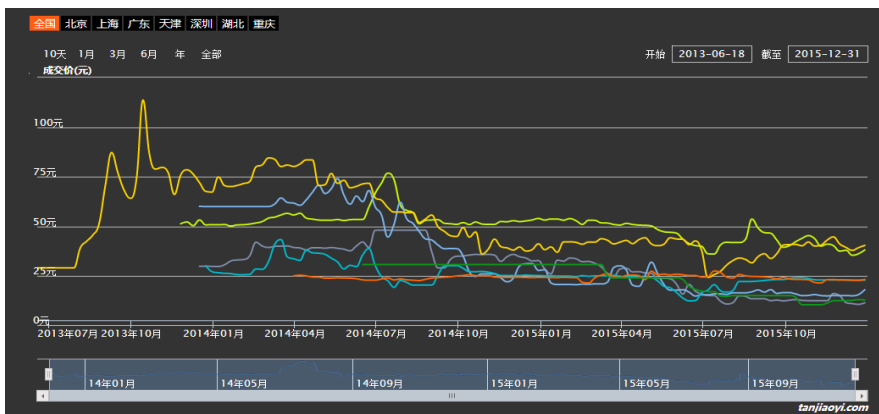
12. 推动能源技术革命和体制革命，保障能源变革和低碳发展目标的实现

- 推动能源领域技术创新和产业发展。
 - 研发投入5年翻一番。
 - 发展绿色金融体系
 - 强化绿色低碳技术标准和认证体系
- 推动能源治理体制改革，构建有效竞争的能源市场体系。
 - 建立主要由市场决定价格机制。
 - 创新管理模式，重塑能源监管体系。
 - 建立健全能源法制体系。
- 加强全方位国际合作，打造能源命运共同体，提升能源供应的综合保障能力。

13. 积极推进全国统一碳排放权交易市场，强化低碳发展和生态文明制度建设

□ 中国“五市二省”碳排放交易试点取得积极成效，2017年将启动全国统一碳市场。

- 已发放配额：约20亿t
- 成交量：5200万t
- 成交金额：14.5亿
- 碳价具有明显地域差异。



□ 全国碳市场将涵盖石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力、航空等重点排放行业。控排企业的排放量约占全国总排放量的一半。

- 参与主体：2013至2015年中任意一年综合能源消费总量达到1万吨标准煤以上（含）的企业法人单位或独立核算企业单位。

□ 配额总量确定和分配方案要保证国家减排目标的实现，排放配额分配要体现国家产业政策，促进经济转型和产业升级。

□ 碳排放MRV体系的建设和碳市场的碳价信号，对我国绿色低碳发展战略的实施将发挥基础性的保障作用，终将成为我国生态文明制度建设的一个重要环节。

14. 实施积极应对气候变化国家战略和地区战略，纳入国家和地方总体发展战略和规划

- 实施应对气候变化的国家战略和区域战略，完善应对气候变化治理体系，制定约束性指标，强化各级政府的目标责任制，落实企业社会责任，鼓励公众广泛参与。
- 制定国家长期低碳发展战略和路线图，落实《巴黎协定》要求，研究并制定2015年温室气体低排放战略。
- 加强财税金融政策体系和低碳消费激励机制的建设，加大资金和政策支持力度。
- 加强低碳城市、低碳社区建设试点，全国低碳城市建设试点已从“十二五”42个扩大到80多个。
- 结合碳市场建设，健全温室气体排放统计、报告、核算和核查体系。



谢谢！