

# 美国电力行业碳减排新政策

作者: **Christopher James, Max Dupuy**

2014 年 8 月

6 月份, 美国环保署提出了一项温室气体减排法草案——“清洁电力计划”。因美国国会中有人反对立法限制温室气体排放, 所以美国环保署只能在《清洁空气法案》赋予的监管权限范围内提出该草案。美国环保署预计, 到 2030 年, 该计划的实施可使电力行业比 2005 年减少 30% 的二氧化碳排放。该计划是美国向前迈出的重要一步, 尽管同期内成本有效地实现更大规模的减排也是可能的。无论如何, 这一草案规划值得我们密切关注, 因为它囊括了很多对中国非常有用的设计元素, 特别是将能效作为资源的概念以及通过调整电厂调度、减少排放的实践做法。

在此草案中, 美国环保署针对各州设定了强制性减排指标, 各州可灵活制订达标计划, 由美国环保署负责审批。美国环保署鼓励各州基于现有的州规划流程制订计划。大多数州已开始实施一些形式的供电“综合资源规划”, 来发掘成本最低的资源组合(包括能效)、考虑各种排放的相关成本。

各州指标的设定以碳排放强度计算(即每兆瓦时的碳排放量 磅/MWh)。美国环保署开发了一套方法, 可以利用这套方法折算各种控制措施产生的效果以实现碳强度减排的目标。换言之, 就是美国环保署允许各州采取多种方式实现各自的指标。各州可将各种资源组合在一起, 形成一套最具成本效益的组合方案(或称之为“最低成本”方案), 包括:

- 1. 终端使用能效:** 该草案鼓励各州以投资终端使用能效的方式, 取代热电厂, 从而减少电力行业排放, 并明确了能效投资作为无碳排放发电的地位。各州可以根据州电力行业能效项目已验证的节能数据制订规划(在绝大多数州, 这些项目由电力公司管理、州监管部门监督)。这一情况与中国“能效电厂”概念极为相似, 只是美国环保署将能效电厂项目整合到了更加具体、透明的碳减排电力规划中, 比能效电厂的概念更进一步。美国环保署希望各州通过实施能效项目, 能够获得不低于年度售电总量的 1.5% 的年节能量。现已有多个州远远超出了这一目标。
- 2. 可再生能源:** 通过投资可再生能源, 也可以实现州指标。虽然美国环保署 2030 年“蓝图”显示风能和太阳能的供电占比仍低于 15%, 但据美国环保署计算, 各州可再生能源供电比例呈逐渐



**The Regulatory Assistance Project™ • 睿博能源智库**

中国 • 欧盟 • 美国 • 印度

Beijing, China • Berlin, Germany • Brussels, Belgium • Montpelier, Vermont USA • New Delhi, India

北京市朝阳区建国门外大街19号国际大厦2504室 • 邮编:100004 • 电话: +86-10-8526-2241

CITIC Building, Room 2504 • No 19 Jianguomenwai Dajie • Beijing 100004 • phone: + 86-10-8526-2241

[www.raponline.org](http://www.raponline.org)

攀升之势。水力发电也会助力于州减排指标的实现，但因目前尚无合适的水力发电站址，因此美国环保署未计划新建水电站<sup>1</sup>。

3. **调整调度（调整发电厂年运行时数）**：这一方案会导致燃气发电厂发生频繁调度（煤电厂相对少一些）。与火电资源相比，优先利用现有风能和太阳能资源。美国环保署在计划中要求，将燃气发电厂的平均容量系数从 2012 年的 44-46% 提升到 2030 年的 70%<sup>2</sup>。
4. **改善热耗率**：是指提升既有热电厂的效率。美国环保署预计所有电厂平均可提升 6% 的效率。
5. **核电**：核电也有助于州减排指标的实现。但考虑到核电厂建设成本高，美国环保署并不期待 2050 年前会有任何显著的核电建设工程。美国环保署允许各州保留限量的排放配额，以保持现有电厂的运行。

作为计算州减排总量的一种方法，美国环保署估算了每一“基本措施”的影响。每一措施的影响程度，在各州之间差别较大。但就全美而言，美国环保署预测三大资源，即能效、可再生能源和再调度将发挥最大作用。根据美国环保署的预测，改善既有电厂耗热率、延长现有核电厂使用寿命产生的影响，都比三大措施要小些。

美国环保署的计算表明，从整个社会的角度看，规划产生的效益要远远超过规划成本。规划成本包括在新建可再生能源容量和能效措施上的投资，收益则包括减排带来的气候和健康效益以及节能产生的经济效益（例如不需要盖电厂的可避免成本）。重要的一点是，美国环保署的计算不仅包括碳减排的效益（缓解的气候变化影响），还体现了减少的“常规”污染物（例如二氧化硫等空气污染物）排放，包括减少的臭氧前体物、微颗粒和汞排放。这些常规减排并不是项目的核心目标，但效益（特别是对人类健康的影响）非常显著，将这些效益计入项目效益中（并在项目设计中给予考虑）这样的做法非常好。实际上，美国环保署的计算表明，即使不考虑缓解气候变化措施产生的效益，单论改善空气质量带来的公众健康影响（总效益高于总成本）就值得实施这一政策草案。下表简要列出了美国环保署计算的主要组合方案之一的成本效益<sup>3</sup>。

---

<sup>1</sup> 在美国，水力发电在过去 20 年里一直处于发展停滞状态。

<sup>2</sup> 美国环保署认为，各燃气发电厂的利用率可达到 87-92%。详见美国环保署《既有电厂碳污染物指南之技术支持文件：既有固定源的温室气体排放物排放指南：电厂发电设备 (EPA-HQ-OAR-2013-0602)》。华盛顿特区：空气和辐射办公室，可参见原文链接：

<http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/20140602tsd-ghg-abatement-measures.pdf>.

<sup>3</sup> 见美国环保署《既有固定源的碳污染物排放指南：电厂发电设备，79 FR 34829 (2014)》中表 2。可参见原文链接：<https://www.federalregister.gov/articles/2014/06/18/2014-13726/carbon-pollution-emission-guidelines-for-existing-stationary-sources-electric-utility-generating>.

表 1 “清洁电力计划”情景中对成本效益的分析

气候效益	300 亿美元
空气污染效益（公众健康）	270-630 亿美元
合规总成本	88 亿美元
净效益	490-840 亿美元

“合规总成本”（Total compliance costs）是指实施政策草案的总成本。合规成本尤其包括了从煤电转向天然气发电的成本以及新建可再生能源的成本。另外，合规成本还包括能效成本（包括项目管理方和管理参与方的成本）。但是，美国环保署的计算表明：能效措施的成本要比其他电力资源和减排方案的成本低得多。

许多独立分析显示，项目的实施可能会导致短期内电价出现些许上调，但用户的平均电费开支将会下降，经济效益向好<sup>4</sup>。

美国环保署的草案鼓励各州考虑与他州联合开发区域性项目（多州项目）。跨州合作能效和可再生能源项目有助于减少行政管理成本。可以开展的合作之一是，各州一起加入“地区总量控制与交易”计划，共同实现达标。比如，“区域性温室气体减排行动”（RGGI）就是一项地区总量控制与交易计划，覆盖美国东北部的 9 个州。在“区域温室气体行动计划”中，排放配额实行拍卖制，拍卖所得主要“再次投入”能效项目，此方法通常被称之为“总量控制与投资”<sup>5</sup>。根据美国环保署的草案，开展区域合作的州可额外享有一年的时间制订合规计划并提交审批。

该草案的时间表如下：

- 2014年10月中旬之前公布规划内容，征求公众意见；
- 2015年6月之前，完成最终细则方案并公布；
- 2016年6月30日之前，向美国环保署提交州合规计划；
- 2030年之前，实现美国环保署减排指标。

<sup>4</sup> Hibbard, P. (2014). 美国环保署“清洁空气计划”：各州用于降低成本、提高客户利益的措施。华盛顿特区：分析小组，可参见原文链接：

[http://www.analysisgroup.com/uploadedFiles/Publishing/Articles/Analysis\\_Group\\_EPA\\_Clean\\_Power\\_Plan\\_Report.pdf](http://www.analysisgroup.com/uploadedFiles/Publishing/Articles/Analysis_Group_EPA_Clean_Power_Plan_Report.pdf).

<sup>5</sup> “区域性温室气体减排行动”的大部分收入都用于支持能效项目。一些所得还用于为低收入用户提供支持和用于可再生能源。

### 美国环保署这一草案未涵盖哪些内容？

美国环保署的草案在设计上非常完善，但并未以最大化社会净效益的方式设定各州的指标。换言之，美国环保署差不多对各个州都应该增加碳减排指标。以下是对美国环保署草案的改进建议：

- **对能效项目设定更高的指标。**如上所述，现已有多个州表明可实现比细则设定目标高得多的年节能目标 — 除这些成果外，还可以在更大范围内推广，比如针对家庭和设施开展更加全面的节能改造<sup>6</sup>。能效项目通常要比供电侧方案（如建设新电厂）的成本低得多，可减少用户的平均电费开支。在减少碳排放的同时，还可以产生巨大的环境效益，改善空气质量。
- **严格建筑节能规范。**严格建筑规范可以对电力公司管理下的能效项目形成很好的补充。再则，能效资源具有成本效益，可以帮助企业和用户节约电费开支。
- **开展需求响应项目。**这些项目可帮助减少温室气体排放、削减高峰电价、减少氮氧化物和 PM<sub>2.5</sub> 排放。
- **采取减少输配电线路损耗措施。**在美国，线损约为 6-8%，高峰时段可达 20%。减少线损可避免高排放性峰时发电。比如改进建筑规范后，可同时减少温室气体排放、氮氧化物和 PM<sub>2.5</sub> 排放。

### 对中国的建议

尽管该草案尚存不足，但其中的很多设计特点值得中国电力行业借鉴<sup>7</sup>。这里有三点需要强调：

**第一，将终端能效视作资源，纳入电力行业规划中。**中国可以从电力行业规划流程中入手，对需求侧和供电侧资源方案加以直接对比，考虑不同方案的总体社会成本和效益。美国很多州都有着几十年的综合资源规划经验，美国环保署的草案是基于这些经验而设计的。综合资源规划和能效作为资源这两个并行概念，对帮助中国（及地方政府）设计低成本电力行业规划、同时减少碳排放和实现空气质量目标尤其有用。中国通过能效电厂项目已经积累了相关经验，只是有待于将其完美纳入电力行业规划中、作为抵制空气污染的有效和低成本措施得到广泛认可。

**第二，全面、详细和透明的成本效益分析。**其计算不仅涵盖了缓解气候变化的影响，还考虑了改善空气质量对公众健康产生的相关“衍生效益”。美国环保署在在线公开资料中详细介绍了成本效益法、以及指标开发方法和方式的考虑，还详细介绍了不同情景下对电力行业的预估。在中国，提升透明度和数据可得性将不仅有助于加强对温室气体排放管控的经济、监管和政策分析，还有助于对其他重要政策问题（如分布式发电、创造有效的需求响应项目、可再生能源并网等等）进行这些分析。

<sup>6</sup> 例如：<http://www.raonline.org/featured-work/tapping-efficiency-in-homes>

<sup>7</sup> 此部分中对中国电力行业的建议在睿博能源智库一篇报告中更有详细的阐述，详见报告《对中国电力行业政策的建议》，可通过点击以下链接下载：<http://www.raonline.org/document/download/id/6869>

**第三，意识到改进电厂调度对减排的潜在重要作用。**这一点对于中国特别重要，因为中国的发电厂调度方法与他国不同。美国环保署草案背后的理念是（几乎所有国家也是如此）：应根据可变成本构成进行电厂调度，最好能够涵盖环境成本，以便于系统运营商可以首先调度运营成本最小化（包括排放成本）的发电厂。简言之，美国环保署草案在调度决策中强调了对排放成本的考虑。中国的调度方法不大一样，在燃煤发电厂通常使用平均调度的方式。因此，中国电力系统的总成本、环境绩效和碳排放情况都受到了一定影响。改进调度做法不失为中国实现碳减排和改善空气质量的“良策”，同时会减少电力系统成本。