

# 实现清洁空气和低碳目标的最佳实践

## （节选）

### 前言

过去几十年，美国和欧盟各国在环境管理方面已经发生很大变化。尽管法律上更强调对单一途径控制污染物的管理，且空气质量管理规划时一般每次只减少一种污染物，但近年来环境管理已朝着整体化协同方向发展。随着气候不稳定性的加剧，各类文献已证明温室气体排放对增加空气污染和公众健康的负面影响，此外，我们的业务互联性日益增加，也影响了同时减少多种污染物排放的政策和措施的实施。对这些最佳实践的分析表明，推动当今污染物控制工作的因素有以下几项。

### 最佳实践总结

#### 1. 系统地处理过程和排放

多污染物和多途径（或“共同控制”）管理是一个系统的规划流程，对全部类型污染物减排进行优化。不仅包括对排放控制设备的安装进行排序（即，与SO<sub>2</sub>，PM和汞同时安装NO<sub>x</sub>控制），还包括产品流程，生产设计，以及与产品制造和使用相关的影响措施等因素。

#### 2. 同时实施减少上游和下游污染的措施

上游措施包括工艺设计，工厂管道和管道系统布局，化学品选择以及持续改进（如，能效措施）的整合等。大公司与承包商合作，确保整个供应链进行系统改进，以减少温室气体和空气污染。

下游措施包括排放控制设备等传统方法，但也包括从燃煤发电到天然气发电的转换，燃油汽车转换为电动汽车等政策。

### 3. 多方入手减少空气污染

安装污染控制设备的传统方法可以有效捕获排放物，但是，如马骏等人所示，它们作为实现显著空气质量改善的手段并不具有成本效益。必须评估污染的根本原因以及能源消耗和生产的相互关联作用。从根本（或需求方）解决方案具有极高的成本效益，可以最大限度地减少对其他介质的排放<sup>1</sup>。睿博能源智库的E-Merge理论阐述了实现能源和空气质量目标的方法和步骤<sup>2</sup>，起源于2011年撰写的一份“气候友好型空气质量管理”报告<sup>3</sup>。E-Merge认为空气质量监管机构可以影响到更清洁能源和更有效能源消耗的变化步伐，并且，设计和实施电动汽车基础设施、电池储能和提高可再生能源比例等，也可以帮助改善空气质量和减少温室气体排放。

在中国，每减少一顿煤的燃烧就避免了2.3–2.8吨的二氧化碳和几磅的氮氧化物和二氧化硫排放<sup>4</sup>。例如，如果污水处理厂提高了能源效率，那么用同样的电量维持工厂运作，将只需要少量的化石燃料。加州一直致力于提高和效率减少耗水量，不仅仅是因为水资源短缺，还因为加州12%的能源消耗来自水基础设施和处理过程造成的<sup>5</sup>。最近加州因减少耗水量的努力，能源消耗减少了1,830千兆瓦时，温室气体排放减少了521,000 MMT<sup>6</sup>。

### 4. 能源管理系统是减少环境影响的必要条件

ISO 50001是基于ISO 9001（质量管理体系）和ISO 14001（环境管理体系）而开发的体系。ISO 50001的目标是实施持续改进能源系统，包括能源效率，系统弹性和能源消耗。ISO 50001于2011年发布，2018年更新<sup>7</sup>。该标准本身不需要具体的减排目标；相反，每个工厂都制定了自己的目标 and 实现目标的计划。工厂还必须验证所实现的减少量和改进成效，并向客户、投资者和检查员提供此类数据。实施ISO 50001系统将符合欧盟大型火电厂指令中的能源管理体系原则。

通过劳伦斯伯克利国家实验室，美国能源部建立了ISO 50001信息门户网站，以帮助工厂建立能源管理系统。截至2019年初，已有超过23,000家工厂实施了此系统，其中许多工厂报告的能源强度提高了20%以上<sup>8</sup>。

---

<sup>1</sup> 排放控制设备，如烟气脱硫和选择性催化还原/选择性非催化还原，可以减少90%的SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>排放，但是它们会产生大量必须进行处理固体废物，以及可能需要额外处理过才能排放的水。

<sup>2</sup> Colburn, K., and James, C. (2017, April 27). E-Merge: Retooling Regulation for Clean Air and Clean Energy [Webinar]. Retrieved from: <https://www.raonline.org/event/retooling-regulation-for-clean-air-and-clean-energy-webinar/>. See also four blog posts dating from December 2016 to April 2017 that are accessible from this link.

<sup>3</sup> James and Schultz, 2011.

<sup>4</sup> 取决于使用的转换因子。在中国，世界银行使用的是每吨燃煤产生2.5吨二氧化碳的换算方法。

<sup>5</sup> California Department of Water Resources. (2019). Water Energy Nexus. Retrieved from: <https://water.ca.gov/Programs/All-Programs/Climate-Change-Program/Water-Energy-Nexus>.

<sup>6</sup> Fell, A. California Water Drive Saved Energy, Too. UC Davis, Energy and Efficiency Institute. Retrieved from: <https://energy.ucdavis.edu/california-water-saving-drive-saved-energy/>.

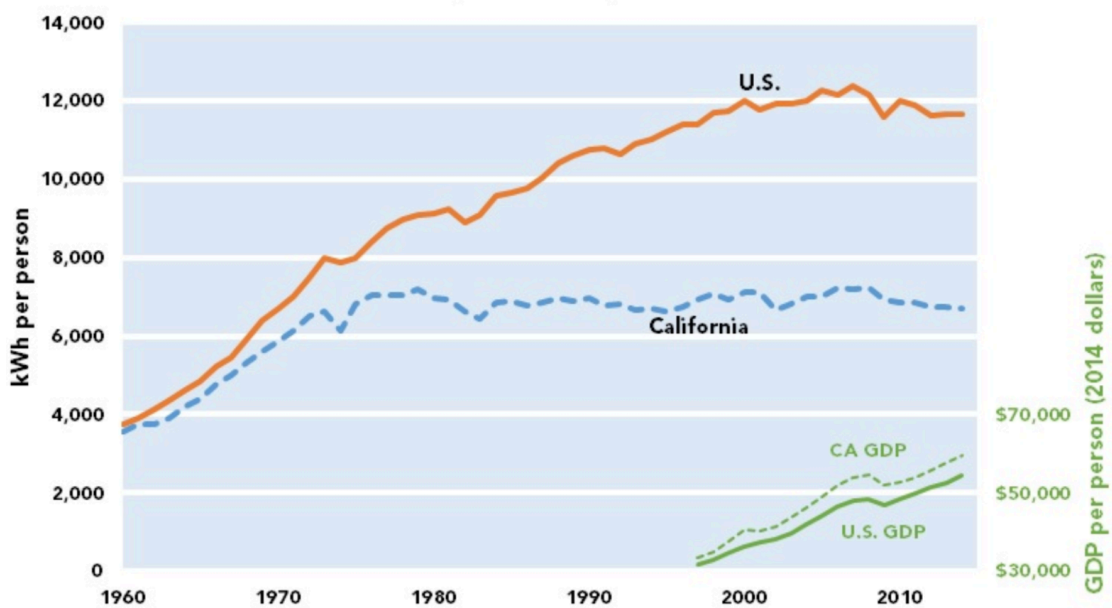
<sup>7</sup> International Standards Organization (ISO). Retrieved from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-2:v1:en>.

<sup>8</sup> U.S. Department of Energy. 50001 Ready: Navigator. Lawrence Berkeley National Laboratory. Retrieved from: <https://navigator.lbl.gov/guidance/dashboard>.

## 5. 提高建筑规范、标准以及能效标准也有助于减少污染

加州通过实施出色的建筑规范和设备标准形成了“能效电厂”，可节省千兆瓦用电<sup>9</sup>。该州40多年来人均能耗始终维持在同一水平（图2）<sup>10,11</sup>。如果没有这些政策，加州将不得不建造新的发电厂，原本就存在空气质量问题的旧金山和洛杉矶会雪上加霜，并且需要对企业 and 消费品行业实施额外的污染控制措施<sup>12</sup>。加州在实施新的和修订现有规范和标准方面的榜样示范作用已被其他州采用，美国能源部制定的国家能效标准水平也因此提高。

图2: 加州人均用电量



<sup>9</sup> 能效电厂是一个虚拟发电厂，由一系列能效措施组成，提供可预测的承载能力。Dupuy, M., and Weston, F. (2010). *The Guangdong Efficiency Power Plant: An Assessment of Progress*. Montpelier, VT: Regulatory Assistance Project. Retrieved from: <https://www.raponline.org/knowledge-center/the-guangdong-efficiency-power-plant-an-assessment-of-progress/>.

<sup>10</sup> 加利福尼亚州是全美人均用电量最低的国家，相当于美国平均水平的一半左右。参见 California Energy Commission. (2016). U.S. per Capita Energy by State. Retrieved from: [https://www.energy.ca.gov/almanac/electricity\\_data/us\\_per\\_capita\\_electricity.html](https://www.energy.ca.gov/almanac/electricity_data/us_per_capita_electricity.html).

<sup>11</sup> Shirey, J. (2016). California Sets the Bar for Energy Efficiency + Maintains Its Vibrant Economy. Brummitt Energy Associates. Retrieved from: <https://brummitt.com/california-sets-the-bar/>.

<sup>12</sup> See graphs of California consumption since 1975 in Rosenfeld, A.H., and Poskanzer, D. (2009). A graph is worth a thousand gigawatt-hours: How California came to lead the United States in energy efficiency. *Innovations*. Retrieved from: [http://www.energy.ca.gov/commissioners/rosenfeld\\_docs/INNOVATIONS\\_Fall\\_2009\\_Rosenfeld-Poskanzer.pdf](http://www.energy.ca.gov/commissioners/rosenfeld_docs/INNOVATIONS_Fall_2009_Rosenfeld-Poskanzer.pdf).

## 对中国的建议

在加快改善空气质量进程中，中国处于有利地位。更强有力的法律赋予管理者更大的权力，来对污染物进行系统管理，并将可再生能源和能效项目纳入空气质量管理规划的一部分。这里提出的建议是基于全球最佳实践的高度总结和概括，并转化为中国环境机构可以实施和执行的具体步骤。

### 1. 空气质量管理规划

#### 1.1 使用空气质量模型和规划来评估可再生能源和能效的好处，并纳入空气质量管理规划中

空气质量规划应把能效和可再生能源作为空气污染控制措施和最佳可用控制技术。在目前的能耗水平下，每减少1千瓦时的燃煤发电即可节省约308克的煤<sup>13</sup>。

通过每个地区的排放因素或默认因素（如果这些是可获取的数据），应该将这些节煤量转换为相应减排量，然后将这些减少排放的公吨数输入空气质量模型。例如，通过高效或清洁替代品来取代一个500兆瓦的燃煤电厂，可实现每年少排放11,250吨二氧化硫，1,250吨氮氧化物，250万吨二氧化碳和5,000吨PM2.5<sup>14</sup>。

中国可以借鉴上述旧金山湾区和纽约完成的多污染物规划活动，评估能效和可再生能源带来的空气质量效益主要有两种主要方法。首先，可以评估现有的计划和政策，其中包括电网公司每年要实现的0.3%的能效义务，以及可再生能源规模。其次，计算出为了实现中国空气质量一级标准，必须要减少的污染排放吨数。然后，可以把部分义务分配给能效和可再生能源项目。使用标准转换（如上一段所示），可以得出所需的能效和可再生能源的兆瓦时数。制定初始目标时，这种计算可能是迭代的，可以将其纳入能源规划政策，并由电网公司实施环境友好调度<sup>15</sup>。

中国空气质量监管部门已与清华大学合作，模拟各种措施改善空气质量的效果。将能效和可再生能源加入到建模工作中，可以揭示其效益并展示这些资源如何加速减少污染并提高其成本效益。中国能源监管部门的合作和投入将有助于制定有效的政策，避免对电力系统和电网施加限制。

#### 1.2 在空气质量规划中使用节能模板

睿博能源智库为七个不同的行业开发了模板，以分析万家企业节能低碳行动中各个机构如何实现空气污染效益的情况。空气质量管理部門可以将模板用于改善空气质量的选择方案中，模板可以

---

<sup>13</sup> China Energy Portal. 2018 electricity & other energy statistics. Retrieved from: <https://chinaenergyportal.org/en/2018-electricity-other-energy-statistics/>.

<sup>14</sup> 该示例假设工厂每年运行5,000小时。排放计算基于典型的发电厂性能。

<sup>15</sup> “大气法”第42条要求电网公司实施环境调度。这里概述的步骤将有助于为实施此过程提供具体信息。

提供完成的项目类型，空气质量效益以及完成项目所需步骤的示例<sup>16</sup>。

### 1.3 建立信息中心以展示最佳实践

中国工业的多样性和地理分布的广泛性使得传播最佳实践信息不太容易。空气质量管理机构的资源往往有限，第三方顾问的作用仍在不断涌现。信息中心将有助于传播最佳实践（就像欧洲循环经济的信息中心那样），还可以链接到那些希望评估其设施如何改善环境绩效的企业。信息中心可以设在生态环境部或下属的研究机构中。

## 2. 排放许可和合规

### 2.1 许可证中的能源管理体系

对于工业设施和发电厂，可以在颁发的每个许可证中增加条件，要求该企业提高能源绩效。

这可以通过以下操作完成：

- 根据欧盟大型火电厂指令的实例实施能源管理系统，完成能源审计，确定节能措施，并实施所有具有成本效益的措施；
- 根据ISO 50001标准获得认证，该标准可以代表符合实施能源管理系统的要求；
- 通过对锅炉和涡轮机实施的设备改造，提高热耗率并减少发电所消耗的燃料量。

### 2.2 鼓励通过竞赛改善能源和环境绩效

开展竞赛，表彰能源绩效最佳的企业。中国电力企业联合会已经组织过火电厂能效竞赛，并且每年都会对表现最佳的电厂进行评选表彰<sup>17</sup>。建议竞赛可以扩大到所有大型工业源。

另一种方式是在中国发布的PM<sub>2.5</sub>实时空气质量监测数据的基础上，通过能源强度列出企业名单，以此突出其绩效。就像衡量城市绩效以改善空气质量的“国十条”中的排名那样，每个省都可以列出十大表现最佳和最差的企业。可以鼓励排名靠后的企业和靠前的企业，以及当地政府合作，以减少其能耗。

### 2.3 简化信息收集系统

中国保留了四个独立的排放信息系统：第一个用于许可证，第二个用于污染物排放清单，第三个用于普查数据，第四个用于统计数据。这在行政上较复杂，很难评估趋势，公众和企业了解环境绩效也具有挑战性。美国环保署在1990年“清洁空气法”修正案发布之后的实践，中国可以将其作为参考。与2016年1月1日生效的修订后的《中华人民共和国大气污染防治法》一样，美

<sup>16</sup> 区域供热项目的示例模板见于[http://en.cleanairchina.org/m/100/air/airmanage/jx\\_detail.jsp?id=8626&menuId=589](http://en.cleanairchina.org/m/100/air/airmanage/jx_detail.jsp?id=8626&menuId=589)。睿博能源智库为7个行业开发了具体模板。

<sup>17</sup> 中国电力企业联合会新闻稿：<http://kjfw.cec.org.cn/dongtai/2018-07-23/182913.html>。2018年优胜机组名单：<http://news.bjx.com.cn/html/20180612/905278.shtml>。

国法律还要求美国环保署实施新的许可证制度并要求工业设施和发电厂安装、维护和运行连续排放监测系统。通过其“清洁空气市场处”，美国环保署为所有设施建立并维护一个数据库，以满足扩大的许可和监测要求。任何人都可以访问数据库并提交查询以了解排放、排放趋势和合规性<sup>18</sup>。

## 结论

本文介绍了如何系统化的改善空气质量，减少温室气体排放和改善公共健康。这些方法具有成本效益，可产生协同效益，包括减少废水和废物排放，降低消费者和企业的能源消耗。中国现有的法律和政策框架下，可以将这些方法纳入空气质量规划和排放许可系统中，以实现完善目标。

能源管理系统，清洁能源开发和提高能源效率有助于实现空气质量目标，在多大程度上实现，可由环境保护部或相应的研究机构进行分析，这些工具可作为规划中的控制措施，诸如节能项目模板之类的工具，可协助环境保护部更容易优先考虑哪些工业部门应当首先划入，可以直接将模板应用于适当的控制措施中。

同样，许可证可以要求企业完成审核并开发管理系统，作为不断降低能耗计划的一部分。升级后的许可证信息系统将使其他人能够更快地共享和调整最佳做法，并通过改进监测，保存记录和汇报等方面来促进合规。

本文所述的流程和实践将有助于中国更快地实现空气质量目标，确保不受短期经济因素影响进展，并减少温室气体排放。

---

<sup>18</sup>美国环保署，清洁空气市场部，信息中心：<https://www.epa.gov/airmarkets>



**RAP**<sup>®</sup>

Energy Solutions for a Changing World

---

Regulatory Assistance Project (RAP)<sup>®</sup>  
Belgium · China · Germany · India · United States

---

CITIC Building, Room 2504  
No.19 Jianguomenwai Dajie  
Beijing, 100004

---

北京市朝阳区建国门外大街 19 号  
国际大厦 2504 100004  
[raponline.org](http://raponline.org)