



将工业能效措施纳入空气质量管理规划

Christopher James, Bob Taylor, and 顾俊超

执行概要

中国的空气污染范围大，持续时间长，对健康损害严重，并导致严重的经济损失。污染造成每年约 120 万人过早死亡¹，GDP 损失达到 3%²。目前，空气污染已剥夺了中国共 25 亿多年的预期寿命。污染还加剧了中国的医疗系统的紧张，因为每次重度空气污染事件都会造成急诊就诊病人激增 30-50%³。长期不良的健康影响，加上暴露于高污染的风险水平，将会给中国的社会和医疗卫生系统带来更高的成本。据中国环境保护部的数据统计，2014 年期间，74 个大中城市中只有 8 个城市符合 PM2.5 的年平均排放标准⁴。

工业生产燃煤是中国空气污染的主要来源，也成为不断增加的温室气体排放的罪魁祸首。虽然两者的关联度众所周知，但中国尚未规定空气质量监管部门如何评估清洁能源政策以及减少能源消耗能够在多大程度上有助于改善空气质量，减少温室气体的排放。中国“十一五”和“十二五”规划期间实施的《千家企业节能低碳行动实施方案》和《万家企业节能低碳行动实施方案》节省了约 4.2 亿吨煤炭⁵，但这些节煤与减少空气污染到底有什么关联呢？

睿博能源智库（RAP）与工业生产力研究所（IIP）最近共同完成的项目可以作为本问题的答案，同时也为中国的空气质量管理将清洁能源和能效纳入空气质量管理规划，提供了有力的工具。项目团队共评估了 8 个工业行业完成的 84 个节能项目，识别出了节能量，节煤量，以及可避免的温室气体和其他污染物排放量。项目团队与中国清洁空气联盟（CAAC）正在合作编制评估每类节能项目减排的过程步骤模板，能够让空气质量主管部门像使用其他空气质量规划中的控制措施一样使用这一“即插即用”流程。

¹ The Lancet, *Global Burden of Disease*, 2012. (全球疾病负担)

² The World Bank, *Cost of Pollution in China: Economic Estimates of Physical Damages*, 2007. (世界银行，中国的污染代价)
http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPENVIRONMENT/Resources/China_Cost_of_Pollution.pdf

³ R. Chen et al, *Ambient Air Pollution and Hospital Admission in Shanghai, China*, *Journal of Hazardous Materials*, 2010, v. 181, pp. 234-240. (上海的环境大气污染与医院管理)

⁴ Global Times, February 3, 2015. <http://www.globaltimes.cn/content/905521.shtml>

⁵ 中国按照多少“吨标准煤”(tce)来描述煤炭的消耗，每吨标准煤的热值约为 7000 大卡。每吨原煤的热值约为 5000 大卡。节约的实际原煤量多于吨标准煤。



The Regulatory Assistance Project (RAP)®

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 • phone: +86-10-85262241

CITIC Building, Room 2504 • No 19 Jianguomenwai Dajie • Beijing 100004 • phone: +86-10-85262241

www.raponline.org

工业能效项目可以有效减少排放

节能效果最好的是一个区域供热锅炉项目，节约了 177,000 多吨煤。在 21 个项目中，每个企业节省了超过 5 万吨煤，许多项目的节能量都超过了万吨。

下面的表 1 反映了 8 个产业类别的 84 个节能项目的结果。数据显示了节能量（标吨煤），以及减少 NO_x 和 SO₂ 排放量。节能量直接来自每个项目，NO_x 和 SO₂ 减排量采用全国的数据计算得出。数据也反映了排放控制设备（如适用），同样采用了全国平均值。实际的数据可能有所不同。

表 1 84 个工业项目的平均年度节能减排量

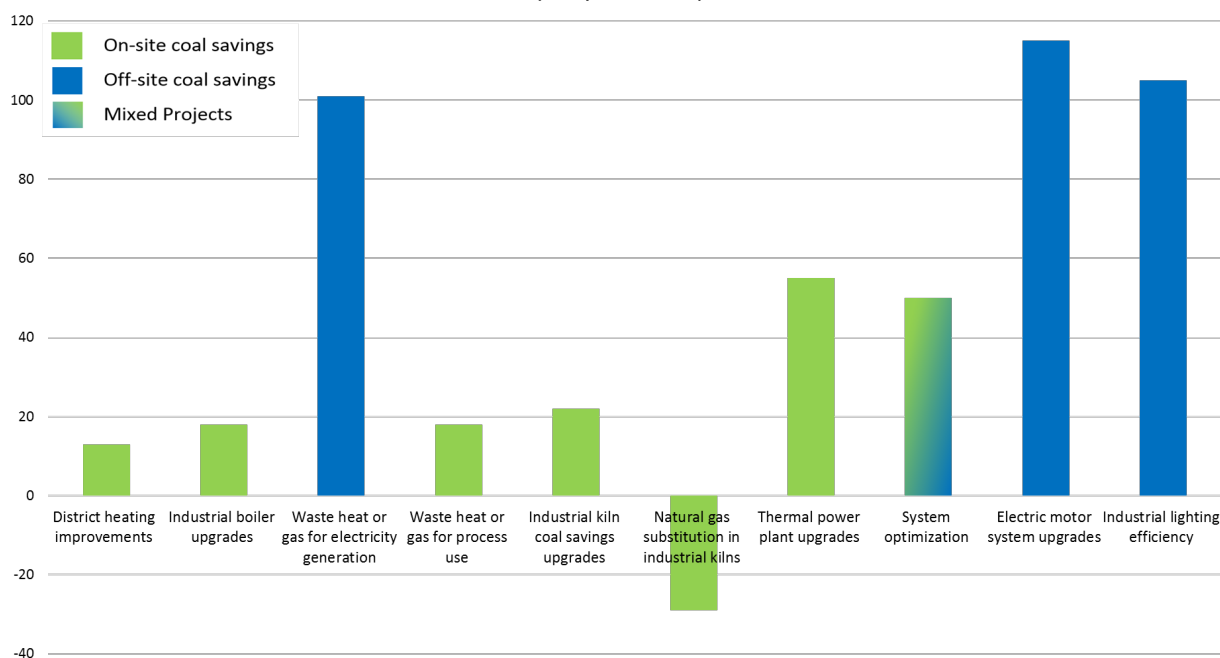
工业类别	项目数量	项目年度节能量(tce)	NO _x (吨)	SO ₂ (吨)	CO ₂ (吨)*
区域供暖	19	40,000	310	780	100,000
工业锅炉	4	13,000	170	410	32,500
收集利用余热和废气	16	23,000	160	290	57,500
工业窑炉节能改造	2	15,000	160	390	37,500
电厂提高能效	6	25,000	90	100	62,500
工业系统优化	16	25,000	150	350	62,500
照明和电机系统升级	16	10,000	70	70	25,000
天然气替代煤炭	5	17,000	280	690	42,500

*标吨煤 CO₂ 转换率按 2.5 t CO₂e/tce

对 84 个工业节能项目完成的分析发现，有些企业减少的二氧化硫和氮氧化物排放量高达 1 千吨（每种污染物），许多企业每种污染物的减排量达到 500 多吨。首先，这些数据说明取得了卓有成效的减排量，更重要的是，这些污染物减排措施极具成本效益。节能项目的生命周期成本显示，在所有情况下，减少空气污染（和减少温室气体排放）的成本是负的。这一结果从两个关键的方面都很重要。首先，为企业节省了资金，通过完成这些节能项目，企业获得了更大的利润。第二，任何没有把节能作为一种控制措施的空气质量管理改善规划，在完成同样的空气质量目标时，都对企业和消费者造成更高的成本费用。

正如图 1 所示，分析的所有 10 个不同类型的工业能效项目都表明，除涉及用天然气替代煤的项目以外，企业每减排一吨二氧化硫和氮氧化物，都带来了大笔的净财务收益。能源成本的节约都超过了所有项目的投资成本。节电项目给企业带来的经济效益最大，因为电比原煤价值更高。

Figure 1: Average Net Project Benefits per Ton of Lifecycle SO₂ and NO_x Reduction in Different Types of Industrial Projects (RMB per Ton Saved)



将能效作为控制措施纳入空气质量规划

能效项目为社会产生节能效益，降低用户的能源成本，同时为社会改善空气质量。除了这些好处，能效项目也对能源系统产生附加的效益，如减少高峰负荷需求，缓解输配电系统的拥堵，并降低输配电损耗。能效项目还带来额外的环境效益，例如减少用水量和废水排放量，还有土地质量效益，如减少对煤灰堆放处理的需求。

根据国务院指导意见、法律法规以及最近修订的《大气污染防治法》的要求，中国有338个重点城市要将多种污染物协同控制指标和清洁能源政策作为大气污染治理规划的一部分。然而，迄今为止，将节能作为大气质量控制的措施方面所作的工作还很少。这是因为目前还无法确定中国的空气质量管理机构要采取哪些控制措施，如进一步挖掘工业部门的节能潜力，到底能产生多少、以及哪些空气质量效益。

空气质管理部门考虑的指标有减排吨数，以及每立方米多少微克（ug//m³）的环境空气质量的改善，而能源管理部门则重视多少兆瓦的节电量的装机容量，以及多少吨标准煤的节能量。要让节能项目与空气质量主管部门评估的其它大气污染控制措施平起平坐，就需要把节能量转换为避免的排放量吨数。只有这样，空气质管理部门才能把这些数值输入到他们的空气质量模型中，以确定可能发生的环境空气质量改善程度。节能项目产生的减排吨数也可以与某个地区为完成所需的空气质量目标而必须减排的总吨数进行比较。

要让空气质量主管部门将节能项目作为大气污染防治措施加以充分利用，就必须要对所需的过程和具体步骤说清楚。只是简单地说实现了节能，并且达到了污染物排放的显著减少，这还不足以说明问题。一项空气质量管理规划可能有几十种不同的控制措施，所

有这些措施都有一个流程模板和可供政府人员参考遵循的指南。空气质量主管部门机构的资源原本不足，假如执行过程不能简单易行，这种控制措施肯定不会被加以考虑。项目团队与中国清洁空气联盟（CAAC）正在编制评估每类节能项目减排过程步骤的模板，用户可用该模板输入自己的排放数据，以替代缺省数据。完成后，能够让空气质量主管部门像使用其他空气质量规划中的控制措施一样使用“即插即用”流程。

如何更好地把工业能效项目作为空气质量控制措施的建议

1. 将工业能效项目作为控制措施纳入地方和区域空气质量管理规划中

通过直接节煤节能减少现场排放的能效项目应作为具体的控制措施，纳入所有的改善空气质量管理规划中。一些当地特有的因素对于项目选址非常重要，尤其是工业布局影响当地和区域空气污染，即工业设施可能位于中心城区，或设在城市的上风地区，很容易随风将污染物转移到城市中心。与能效项目地点相关的火电厂的位置是另一个重要因素。假如能效项目既产生了工厂的直接节煤，又减少了电力消耗，通过降低了发电所用的煤炭，节能项目就产生了额外的空气质量改善效益。评价项目地点的其他因素包括：煤炭质量和煤炭替代方案，以及工业排放控制的现状等。

节约用电有很多好处，即使节电效益不在本地区立竿见影。空气污染物从一个省扩散到另一个省，成为中国面临的一个严重问题。减少发电量的项目，即使源自遥远的火电厂，也可以积累区域性的空气质量改善效益。此外，节约能源项目的成本效益属性可能会给产业提供投资附属项目的能力，可以进一步提高这些企业的盈利能力和节能量，例如现场燃料效率的提高，以及改进工艺设计等。

2. 不论在政府还是技术服务机构，加强大气污染防治与能效工作单位之间的协调

像其他许多国家一样，环保部门和能效部门在很大程度上是独立工作的，都属于纵向层次结构。无论机构之间的官方协调还是两个不同领域专家之间的合作，通常不会自然发生，因此需要做大量的工作。区域和地方的空气质量管理规划的制定和协调实施正是需要特别努力的一个关键领域。第3条和第4条给出了双方如何进一步协调的建议。

3. 关于地方和区域空气污染治理机构如何进一步重视能效项目作为空气质量控制措施的建议

可以考虑的几个步骤：

- 认识到工业节能项目作为空气污染指数控制措施的潜在作用，并明确纳入空气质量管理规划。对可以开发的能效潜力，共同达成一项规划，明确、量化并实现这一潜力。工业能效项目同样有潜力减少温室气体排放，并可以参与中国政府宣布的国家温室气体总量控制与交易项目。

- 与相关的政府节能主管部门共同合作，开发一批针对大气污染防治最重要的工业能效项目组合。按照项目类型，数量和地点，可根据不同的情景，计算和分析不同类别能效项目可以实现的减排效果。能效-空气质量控制项目的成本和收益应与其他空气污染指数改善项目相比较，根据比较结果给出这些项目的相对优先次序。
- 在有建模能力的情况下，计算未来的能效-空气质量控制项目组合对空气污染指数达标的预计贡献率，包括 PM2.5。这可以提高积极实施能效项目的的能力，但如果没有建模能力也不用强求。
- 携手相关政府的节能管理部门，落实具体的能效-空气质量控制项目，并获得每年对项目目标的审批。
- 与政府相关的节能管理部门共同合作，确定并安排具体的环境监管和鼓励措施，鼓励企业实施规划中的能效项目，把这些措施纳入节能管理部门的日常监管和激励措施中，鼓励开展更多的项目。

4. 就如何更好地促进当地的空气质量改善工作，对节能主管部门，监管机构和专家提出的具体建议

可以考虑的几个具体步骤:

- 评估有关地区前瞻性工业能效项目的发展趋势，对有利于改善当地空气质量的不同类型的能效项目进行分析。采用的方法可能类似于本项目技术报告提出的简单方法。重要的是要分析不同类型的节能量，以便区分当地的空气污染减少结果与异地电厂污染减排效果。
- 与相关的政府环境主管部门及专家共同合作, 开发一批针对大气污染防治的最重要的工业能源效率项目组合。按照项目类型，数量和地点，可根据不同的情景，计算和分析不同类别项目可以实现的减排效果。最好能在这项研究中，利用本地化的有关燃料质量以及工厂已经安装和未来准备安装的空气质量控制设备的具体数据和假设，对本研究采用的简化方法进行细化。
- 携手相关政府的环保部门，落实具体的能效-空气质量控制项目，并获得每年对项目目标的审批。虽然有些常规的能效工作很重要，但在本地的节能规划中可以重点优先考虑这些项目，作为完成改善当地空气质量目标的主要贡献力量。
- 继续开展普通的能效项目推广措施，支持实施能效-空气质量控制项目组合，根据需求和条件，加强政府环境主管部门在监管方面的协助和支持。