

中美燃煤火电厂空气污染物 排放标准比较研究

宋国君*, 赵英暉, 耿建斌, 赵畅

(中国人民大学环境学院, 北京 100872)

摘要 本文对中美燃煤火电厂国家行业排放标准的内容设置、限值形式、监测、记录和报告规定, 以及固定源排污许可证中如何执行排放标准进行了比较。相对于美国, 中国燃煤火电厂国家行业排放标准文本内容过于简略, 限值形式设置单一, 主要采用全国统一的浓度限值而不是采用绩效限值; 浓度限值的制定基于部分样本源而不是全部源的数据, 很难体现行业的排放控制技术水平; 达标判据不科学, 也过于严格, 小时均值的考核方式影响了火电厂的生产安排; 排放标准中监测配套规定单薄, 与环境监测的一般规定衔接性不佳, 针对性差; 记录和报告要求缺位, 不能满足排污许可证管理的需求。建议参照美国行业排放标准的内容形式, 排放限值采用绩效限值形式, 并规定长平均周期的考核要求, 将与之配套的监测、记录和报告要求纳入排放标准, 以满足固定源排污许可证制度的需求。

关键词 燃煤火电厂; 排放标准; 绩效限值; 排污许可证

中图分类号: X51; X-652

文章编号: 1674-6252 (2017) 01-0021-08

文献标识码: A

DOI: 10.16868/j.cnki.1674-6252.2017.01.021

A Comparative Study on the Emission Standards for Coal-fired Power Plant between USA and China

SONG Guojun*, ZHAO Yingjiong, GENG Jianbin, ZHAO Chang

(School of Environment & Nature Resources, Renmin University of China, Beijing 100872)

Abstract: A comparison study between USA and China to the content settings, emission limits, monitoring, recording reporting requirements of the national emission standards for coal-fired power plant industry, and how to implement the standards in emission permits of stationary sources was conducted. Compared with the United States, China's national emission standards for coal-fired power plant are too simple. For example, the emission limit indicators only adopt pollutant concentration limit rather than use performance limits in USA; the concentration limit is made by sampling not by whole stationary sources data and failed to reflect the technical level for the whole sector; the compliance criteria are not only unscientific, but also too strict to achieve, for example, the criteria of average concentration limit per hour have affected production arrangement greatly; the emission monitoring requirements are incomplete which cannot be coordinated with the general provisions of monitoring regulations; records and reporting requirements are absence, which cannot meet the needs of the emission permit management. It is suggested to refer to the experience of the USA, adopt the performance standards and the longer period limits, monitoring, recording and reporting requirements shall be included in China's the emission standards in order to meet the requirements of stationary source's emission permit.

Keywords: coal-fire power plant; emission standards; performance limits; emission permit

引言

燃煤火电厂(以下简称火电厂)排放PM、SO₂、NO_x等常规空气污染物和汞化合物等危险空气污染物, 是最大的空气污染物来源之一。针对火电厂的排放控制, 两国都采取了以排放标准管理为主的政策手段。企业需

要从规制机构获得污染排放的许可或者授权, 规制机构将排放标准作为授予许可或授权的条件^[1]。火电厂行业排放标准是基于技术的排放标准, 规定了所有受控源必须达到的排放控制技术水平^[2]。排放标准的核心是排放限值, 代表外部性内部化成本—效益有效程度的“适度”限值尤为重要^[3, 4]。考虑到空间和时间的复杂性, 不同地

基金项目: 本文为国家社科基金重点项目, “雾霾的成因及综合治理对策研究”(15AJY010)研究成果。

* 责任作者: 宋国君(1962—), 男, 教授、博士生导师, 中国人民

大学环境学院环境经济与管理系, 主要研究方向为环境政策与管理、环境经济学, E-mail: songguojun@ruc.edu.cn。

点的污染物排放对环境的影响水平也有区别^[5]，减排收益的计算也相当复杂。因此，需要针对不同的区域、不同边际成本的污染源，考虑污染排放造成的损失和污染控制成本，制定限值有别的排放标准。

中美两国都针对不同区域的不同源，分别制定了国家、地方、源等分层次的排放标准，这其中以国家行业排放标准最为重要。国家行业标准是一类基于技术的排放标准，制定的程序、方法最严密，也是全国范围内需要执行的最低限度的标准，因此其并非直接以空气质量达标为目标，而是要在成本—效益合理的前提下达到连续稳定的排放水平，是其他各层次排放标准的制定导则。

美国逐源确定的排放标准也是一种基于技术的排放标准，但其与环境空气质量的关系更为密切。各地制定的州实施计划（SIP）中包括对达标区和未达标区的所有源的管理要求，在计划中必须阐释位于不同区域的固定源必须执行的标准，这其中要求未达标区的新源执行最严格的基于“最低排放率技术”（LAER）的排放标准，未达标区的现有源执行较为宽松的基于“最大可得控制技术”（RACT）的排放标准，要求已达标的区新源采用“最佳可得控制技术”（BACT）排放标准，已达标区现有源执行“最佳可得改进技术”（BART）排放标准。本文对于逐源确定的排放标准不再继续展开。以上各类排放标准都通过排污许可证执行，许可证管理机构在每一份许可证中，针对不同的火电厂不同的排放单元，确定其执行标准，包括直接执行国家行业排放标准，但更多情况下执行逐源确定的排放标准，从而实现精准减排，因此排放标准的内容设计必须考虑与排污许可证衔接和通过排污许可证有效执行的问题。

国内学者对于国家行业排放标准中排放限值的比较研究关注数值严格程度的差异比较，与之配套的限值考核周期缺乏研究，直接得出中外限值差距结论^[6-9]；也有的研究指出我国排放标准并未明确基于技术制定的概念，制修订过程应充分考虑技术现状^[10,11]。江梅等人^[12]以水泥行业为例，指出了中外排放限值的考核周期差异，但缺乏案例分析论证。本文对中美火电厂执行的国家行业排放标准，包括内容设置、排放限值、标准执行等进行比较和案例分析，目的在于找出中国火电厂排放标准与美国的差异和差距，为解决全面推行排污许可证所需的排放标准提供改革和完善建议。

1 排放标准内容比较分析

1.1 文本内容比较分析

美国火电厂国家排放标准包括两部分，一是针对常规污染物排放的新源绩效标准（NSPS, New Source Performance Standards），二是针对危险空气污染物的国家危险空气污染物排放标准（NESHAP, National

Emission Standards for Hazardous Air Pollutants）。两部分的文本内容设置类似，以火电行业新源绩效标准（NSPS, Subpart Da）为例，包括适用范围、术语和定义、PM、SO₂、NO_x 排放限值、NO_x 和 CO 的替代标准、商业示范许可证、需遵守的条款、排放监测、合规性确定程序和方法、报告要求、记录保存要求等 12 部分。其中的核心部分是排放限值，以及与限值对应的监测、记录和报告要求。

我国火电厂大气污染物排放标准包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、污染物排放控制要求、污染物监测要求、实施与监督 6 个部分。总体比较，美国的 NSPS 标准篇幅内容远多于我国火电厂排放标准，特别是核心部分，美国按照燃料、受控单元的建设年龄不同，分别执行多种形式的排放限值规定，与此对应的监测、记录和报告要求也更为详尽和完整，有利于上述规定通过排污许可证管理执行^[13]。我国以上部分比较简单，由于排污许可证制度刚刚起步，与之密切相关的排放标准也需要根据许可证管理的需求进行完善。

1.2 限值科学程度比较分析

（1）常规污染物排放限值

美国火电厂新源绩效标准（NSPS）中采用的排放限值^[14]包括绩效限值、脱除率限值、不透明度百分比限值，其中最主要的是绩效限值，包括基于热输入、能量输出的绩效限值，绩效限值以 30 天滑动平均尺度为考核周期。应用程度最广的是基于产出（output-based）的绩效限值，表达为排放量 / 发电量（lb / MWh）或排放量 / 产生的蒸汽热量（lb / MMBtu heat output）的形式。基于产出的限值考虑了减排措施的效益，例如提高燃烧效率，提高涡轮机效率，回收有用热量，减少与受控的火电厂运行相关的寄生损失，鼓励受控源减少化石燃料的使用，为受控源提供了更大的灵活性^[15]，有利于降低源的合规成本。

我国《火电厂大气污染物排放标准》（GB 13223—2011）中采用的限值形式为单一的浓度限值形式，且未给出明确的平均周期考核指标。以下针对燃煤电厂颗粒物、二氧化硫、氮氧化物三种主要污染物的排放限值进行比较，如表 1、表 2、表 3 所示。

可见，美国针对不同建设类型，规定了不同“年龄”的燃煤锅炉执行不同的排放限值。原因是美国《清洁空气法》规定新源绩效标准作为全国最低限度的执行标准和导则，制定的基础是“最佳示范技术”（BDT, Best Demonstrated Technology），在考虑技术和运营水平的基础上适度严格，给地方精细化管理留有足够的灵活度。中国“年龄”分类过于简单，容易受“环保”压力的影响，制定“超前”的限值规定，在标准制修订阶段缺少完善的技术和成本—效益分析为支撑，全国范围内受控火电厂根据提标改造压力大。

表1 火电厂排放标准燃煤发电锅炉颗粒物 (PM) 排放限值比较

国别	污染物	建设类型	煤型	排放限值	平均取值周期
美国	PM	2005.3.1 之前新建或者改扩建		13 ng/J (0.03 lb/MMBtu) 热输入; 不透明度 20%; 不透明度 27% (安装有 CEMS 装置的)	不透明度 6 分钟; 滑动 30 日
		2005.2.28 至 2011.5.4 新建或者改扩建		18 ng/J (0.14 lb/MWh) 总能量输出; 或 6.4 ng/J (0.015 lb/MMBtu) 热输入	
		2011.5.3 之后新建或者改扩建		11 ng/J (0.090 lb/MWh) 能量总输出; 或 12 ng/J (0.097 lb/MWh) 能量净输出; * 启停期间另作规定	
中国	烟尘	新建锅炉	—	30mg/m ³	—
		现有锅炉		重点地区 20mg/m ³	

表2 火电厂排放标准燃煤发电锅炉二氧化硫 (SO₂) 排放限值比较

国别	污染物	建设类型	煤型	排放限值	平均取值周期
美国	SO ₂	2005.2.28 之前新建或者改扩建	固态	520 ng/J (1.20 lb/MMBtu) 热输入, 90% 脱除率; 260 ng/J (0.60 lb/MMBtu) 热输入, 70% 脱除率; 180 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量总输出; 65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) 热输入	绩效限值滑动 30 日; 脱除率 24 小时
		全部	固体溶剂精炼煤 (SRC-I)	520 ng/J (1.20 lb/MMBtu) 热输入, 85% 脱除率	
			无烟煤	520 ng/J (1.20 lb/MMBtu) 热输入	
		非本土地区	固态	520 ng/J (1.20 lb/MMBtu) 热输入	
		2005.2.28 至 2011.5.4 新建	—	180 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量总输出, 95% 脱除率	
		2005.2.28 至 2011.5.4 重建	—	180 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量总输出; 65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) 热输入; 95% 脱除率	
		2005.2.28 至 2011.5.4 改建	—	180 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量总输出; 65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) 热输入; 90% 脱除率	
		非本土地区, 2005.2.28 至 2011.5.4 新建或者改扩建	固态	520 ng/J (1.2 lb/MMBtu) 热输入	
		2011.5.3 之后新建、重建	—	130 ng/J (1.0 lb/MWh) 能量总输出; 140 ng/J (1.2 lb/MWh) 能量净输出; 97% 脱除率	
		2011.5.3 之后改建	—	180 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量总输出; 或 90% 脱除率	
中国	SO ₂	新建锅炉	—	100mg/m ³ ; 广西、重庆、四川、贵州 200mg/m ³	—
		现有锅炉		200mg/m ³ ; 广西、重庆、四川、贵州 400mg/m ³	
				重点地区 50mg/m ³	

表3 火电厂排放标准燃煤发电锅炉氮氧化物 (NO_x) 排放限值比较

国别	污染物	建设类型	煤型	排放限值	平均取值周期
美国	NO _x	1997.7.10 之前新建或者改扩建		210 ng/J (0.50 lb/MMBtu) 热输入	30 日滑动平均
			采自 Dakota、或者 Montana 的褐煤超过 25%	340 ng/J (0.80 lb/MMBtu) 热输入	
			采自 Dakota、或者 Montana 的褐煤少于 25%	260 ng/J (0.60 lb/MMBtu) 热输入	

续表

国别	污染物	建设类型	煤型	排放限值	平均取值周期
美国	NO _x		次烟煤	210 ng/J (0.50 lb/MMBtu) 热输入	30 日滑动平均
			烟煤	260 ng/J (0.60 lb/MMBtu) 热输入	
			无烟煤		
			其他煤型		
		1997.7.9 至 2005.3.1 新建		200 ng/J (1.6 lb/MWh) 能量总输出	
		1997.7.9 至 2005.3.1 重建		65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) 热输入	
		2005.2.28 至 2011.5.4 新建		130 ng/J (1.0 lb/MWh) 能量总输出	
		2005.2.28 至 2011.5.4 重建		130 ng/J (1.0 lb/MWh) 热输入； 47 ng/J (0.11 lb/MMBtu) 热输入	
		2005.2.28 至 2011.5.4 改建		180 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量总输出； 65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) 热输入	
		2005.2.28 至 2011.5.4 新建或者改扩建的 IGCC		130 ng/J (1.0 lb/MWh) 能量总输出； 190 ng/J (1.5 lb/MWh) 能量总输出 (联合循环燃烧烧轮机)	
		2011.5.3 之后新建、重建的		88 ng/J (0.70 lb/MWh) 能量总输出； 或 95 ng/J (0.76 lb/MWh) 能量净输出	
		2011.5.3 之后改建		140 ng/J (1.1 lb/MWh) 能量总输出	
	NO _x &CO	2011.5.3 之前新建或者改扩建的		参照执行氮氧化物（NO _x ）标准 “1997.7.10 之前新建或者改扩建”	
		2011.5.3 之后新建		140 ng/J (1.1 lb/MWh) 能量总输出； 或 150 ng/J (1.2 lb/MWh) 能量净输出	
		2011.5.3 之后新建或者重建的	燃煤比例超过 75% 的	160 ng/J (1.3 lb/MWh) 能量总输出； 或 170 ng/J (1.4 lb/MWh) 能量净输出	
		2011.5.3 之后改建		190 ng/J (1.5 lb/MWh) 能量总输出	
中国	NO _x	2003 年 12 月 31 日前建成投产		100mg/m ³	——
				200mg/m ³	——
				采用 W 型火焰炉膛的火力发电锅炉， 现有循环流化床火力发电锅炉 200mg/m ³	——

除了按照“年龄”分类外,美国还按不同的燃料类型分类,例如,NO_x绩效限值中,针对1997.7.10之前新改扩建的燃煤锅炉,按照燃煤的类型,分为“采自Dakota、或者Montana的褐煤超过25%”、“采自Dakota、或者Montana的褐煤少于25%”、“次烟煤”、“烟煤”、“无烟煤”、“其他煤型”6种类型,分别对应不同的限值,最高值340 ng/J是最低值260ng/J的约1.31倍。原因是基于技术的标准排放削减水平主要跟使用的技术相关,所以针对不同的燃煤类型,根据同类技术下的削减水平,制定了不同的限值,保证了燃煤市场的公平性。此外,出于同样的原因,考虑到某些燃煤种类的高硫分,也采用了SO₂脱除率这样的平行指标。我国按照电厂所在的地区分类,而非按照燃煤类型和使用的技术分类,可能导致对不同源的不公平。

美国火电NSPS绩效限值采用滑动30日尺度为考核

周期,作为国家导则,长平均考核周期既能保证连续污染控制水平,还能赋予地方和污染源足够的灵活性,提高监管效率。我国火电厂排放标准并未给出确切的考核周期指标,现在普遍考核1小时均值,但其过于严格。1小时均值与空气质量有关,而各地各空气质量水平和管理目标也不同,1小时均值考核限制了各地对燃煤发电厂管理的自由程度,效率较低。

(2) 危险空气污染物排放限值

中美两国火电厂排放标准中都有针对危险空气污染物的排放标准,不同的是中国针对危险空气污染物的要求与常规污染物的要求全部整合在《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)中,美国则是制定了两个排放标准法规,分别位于NSPS和NESHAP法规框架内。针对危险空气污染物的限值比较如表4所示。

表 4 火电厂排放标准燃煤发电锅炉危险空气污染物排放限值比较

国别	受控单元	建设类型	污染物类别及排污限值 (mg/KWh)	监测方法
美国	非低级原生煤 燃煤发电机组	2011.5.3 之 前 新建, 改建, 重建	a.PM 40.5	每个周期至少采样 4dscm
			或总无 Hg 金属 0.027	每个周期至少采样 4dscm
			或单一金属: 锑 0.0036、砷 0.00135、铍 0.00027、镉 0.00018、铬 0.00315、钴 0.0009、铅 0.009、锰 0.0018、镍 0.018、硒 0.0225	每个周期至少采样 3dscm
			b.HCl 4.5	
			c. 汞 0.00135	CEMS
		2011.5.3 之 后 新建, 改建, 重建	a.PM 135	每个周期至少采样 1dscm
			或总无 Hg 金属 0.225	每个周期至少采样 1dscm
			或单一金属: 锑 0.0036、砷 0.009、铍 0.0009、镉 0.00135、铬 0.00135、钴 0.0036、铅 0.009、锰 0.0225、镍 0.018、硒 0.027	每个周期至少采样 3dscm
			b.HCl 9	
			c. 汞 0.00585	30 天周期 LEE 检测, Hg CEMS 或吸收剂捕捉监测系统
			0.00495	90 天周期 LEE 检测, Hg CEMS 或吸收剂捕捉监测系统
	低级原生煤燃 煤发电机组	2011.5.3 之 前 新建, 改建, 重建	a.PM 40.5	每个周期至少采样 4dscm
			或总无 Hg 金属 0.027	每个周期至少采样 4dscm
			或单一金属: 锑 0.0036、砷 0.00135、铍 0.00027、镉 0.00018、铬 0.00315、钴 0.0009、铅 0.009、锰 0.0018、镍 0.018、硒 0.0225	每个周期至少采样 3dscm
			b.HCl 450	
			c. 汞 0.018	Hg CEMS 或吸收剂捕捉监测系统
		2011.5.3 之 后 新建, 改建, 重建	a.PM 135	每个周期至少采样 1dscm
			或总无 Hg 金属 0.225	每个周期至少采样 1dscm
			或单一金属: 锑 0.0036、砷 0.009、铍 0.0009、镉 0.00135、铬 0.00135、钴 0.0036、铅 0.009、锰 0.0225、镍 0.018、硒 0.027	每个周期至少采样 3dscm
			b.HCl 9	
			c. 汞 0.0018	30 天周期 LEE 检测, Hg CEMS 或吸收剂捕捉监测系统
中国	燃煤锅炉	所有源	汞以及化合物	0.03

与 NSPS 绩效限值相同, 针对不同类型的燃煤机组, NESHAP 同样按照“年龄”分类, 并且采用了“PM”或“总无 Hg 金属”或“单一金属”这样的替代指标。中国只针对汞及其化合物有限值要求, 并且无连续监测要求, 小频次的定期监测难以反映真实的汞及其化合物的排放水平。

1.3 监测、记录和报告规定比较分析

美国国家行业排放标准中, 监测规定是其中的重要组成部分^[6]。火电 NSPS 每个限值都包含对应的监测规定, 多数情况下以连续监测 (CEMS) 排放数据判定发电锅炉是否合规排放。首先, 电厂所有者或经营者在

CEMS 初始安装后需进行初始认证检测。其次要使用质量保证 (QA) 和质量控制 (QC) 程序, 包括初始绩效测试、周期性绩效测试等, 目的是保证监测设备测量取值误差在规定范围内。最后要求所有者或经营者对缺失数据进行补充, 填充原则是随着监测数据可用性下降到各个“临界值” (95%, 90%, 80%) 以下, 替代数据值将愈加保守, 激励固定源采取措施维护监测设备和保证监测质量。

数据记录的目的是使监测过程和结果信息可被核查, 为固定源自证守法提供依据。NSPS 一般规定部分要求固定源的所有者或运营者保留所有 CEMS 数据、绩效测

试、监测设备校准检查、监测设备调整和维护测量的全部记录。根据运行许可证法规要求,所有监测数据和支持信息保留至少五年。火电 NSPS 纳入了一般规定部分的报告要求,包括初始运行报告、绩效测试报告、定期报告的要求。其中最重要的是半年度总结性报告,其中核心内容是报告超标、故障、开停机等特殊情形。如果在半年报告期内,超标排放总持续时间超过 1%,CEMS 停机时间超过 5%,则需要提交半年度总结报告,报告超标期的排放情况,每个超标期的开始和结束时间、生产运行时间、启动、关闭或故障情况,注明故障的性质和原因以及采取的纠正或预防措施,以及报告 CEMS 无效日期和时间、系统维护或调整等情况。由于火电行业自动化程度高、行业规模大、监测和记录的数据信息量比较大,EPA 使用电子化客户端工具完成电厂的监测数据处理、报告、上传和核查等工作。

中国火电厂排放标准中缺少对应的详细监测、记录和报告要求,在各标准中引用了类似于美国的通用规定,但其完整性和协调性并不完善。目前中国开始实施排污许可证管理,要求火电厂承担守法主体责任^[17],因此亟需完善排放标准的监测记录和报告规定,以满足排污许可证管理的规定。

2 案例火电厂排放分析

我国《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)中并没有明确各浓度限值对应的平均周期考核标准,但是通常情况下,环保部门对火电厂排放考核多使用 1 小时均值。以国内某发电厂的燃煤机组为例,对其 PM、SO₂、NO_x 各平均时间尺度下的排放统计如图 1 至图 3 所示。

据图可知,对于小时、日、30 日滑动时间尺度下的浓度均值,周期越长,浓度波动幅度越小。30 日滑动均值、日均值低于执行限值水平,但是小时均值有超标情形,而

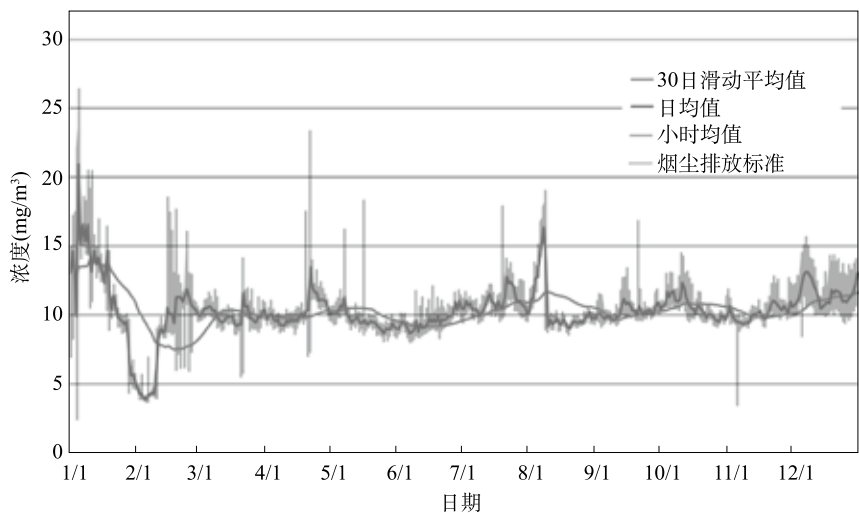


图 1 案例燃煤机组小时、日、30 日滑动尺度下的烟尘排放信息

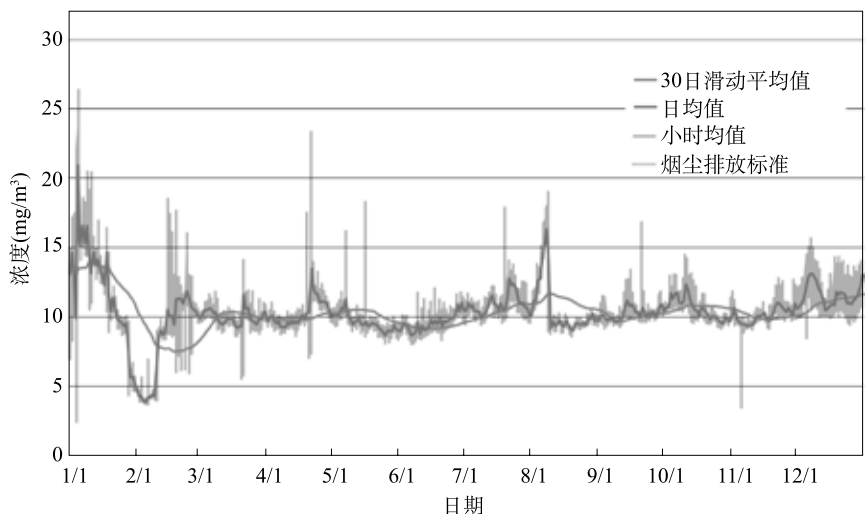


图 2 案例燃煤机组小时、日、30 日滑动尺度下的 SO₂ 排放信息

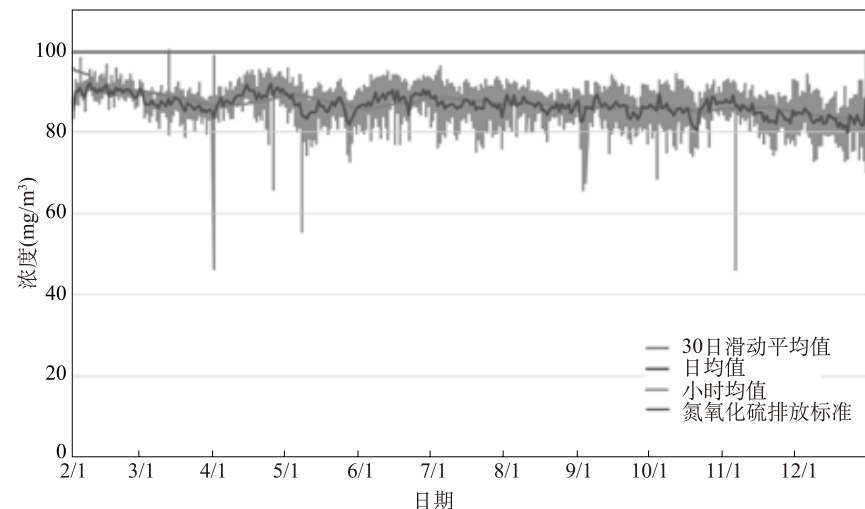


图 3 案例燃煤机组小时、日、30 日滑动尺度下的 NO_x 排放信息

短期偶发的不稳定波动并不代表连续减排技术能力差。可见, 对于国家标准而言, 基于技术的排放标准更适宜采用较长时间的均值考核, 这样更能反映控制技术的连续减排能力。使用小时平均限值, 一方面过于严格, 不利于电厂稳定生产, 降低效率; 另一方面, 小时均值与局地环境质量变化有关, 目前国家标准中的限值远低于影响环境质量可以接受的最大阈值。

上述案例燃煤机组 2011 年 5 月 3 日后完成改造, 其烟尘、二氧化硫、氮氧化物分别与美国 NSPS 绩效标准中的 0.064 g/kWh (0.09 lb/MW)、0.635 g/kWh (1.4 lb/MW)、0.454 g/kWh (1.1 lb/MW)^a相对应, 比较如图 4 至图 6 所示。由图 4 可知, 实际二氧化硫排放均未超美国绩效限值 (根据《火电厂大气污染物排放标准 (编制说明)》的折算结果, 1.4 lb/MWh 换算为 184 mg/m³), 但是由图 2 知, 1 小时浓度均值有超中国限值 (200 mg/m³) 的情形发生, 可见中国 SO₂ 限值看似更宽松, 限值是美国的 109%, 但 1 小时浓度均值比 30 日滑动绩效均值的考核方式更严格。

3 结论和建议

3.1 结论

(1) 美国火电厂 NSPS 和 NESHAP 是基于技术的排放标准, 反映的是一定技术水平下可以达到的排放水平, 我国并未明确“基于技术的排放标准”这一基本要求, 缺乏科学性。

(2) 美国火电厂 NSPS 内容远多于我国的火电厂排放标准, 特别是核心部分, 即排放限值的规定, 美国按照燃料、受控单元年龄不同, 分别执行有别的多种形式的排放限值规定, 与此对应的监测、记录和报告要求也更为详尽和完整, 有利于上述规定通过排污许可证执行。

(3) 美国火电厂 NSPS 主要采

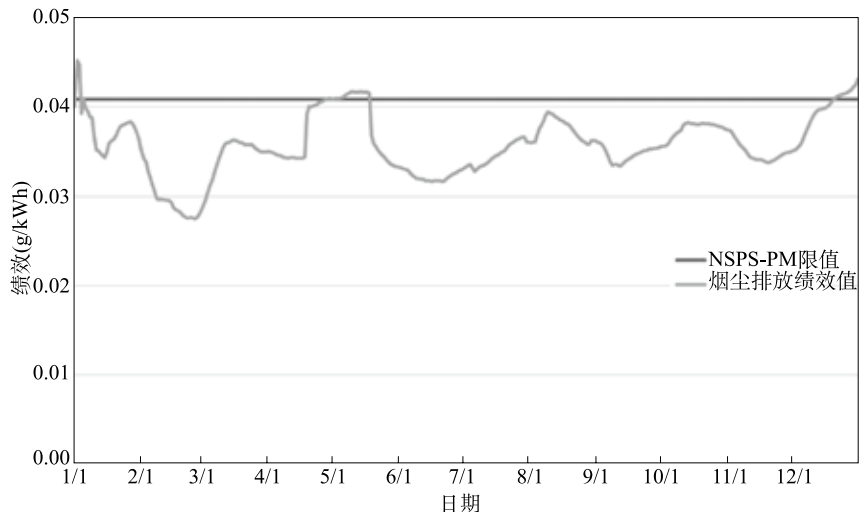


图4 案例燃煤机组锅炉烟尘排放对比

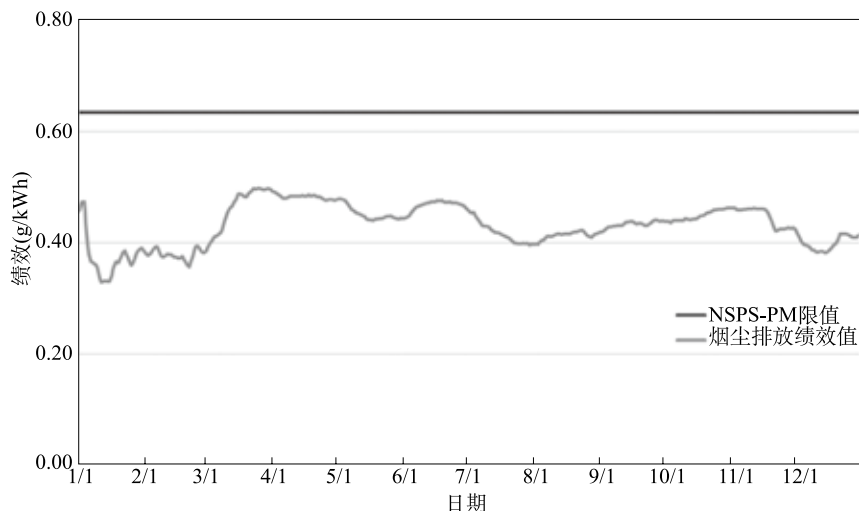


图5 案例燃煤机组锅炉二氧化硫排放对比

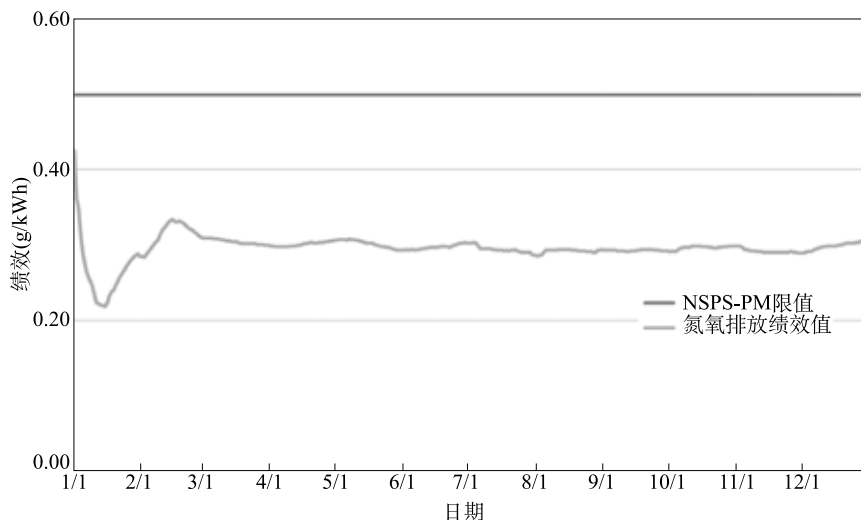


图6 案例燃煤机组锅炉氮氧化物排放对比

a 单位换算: 1 lb/MWh=453.49 g/1000 kWh.

用了一种基于产出的绩效限值,并且采用了长平均周期的 30 日滑动均值考核方式。我国国家标准中主要考核 1 小时均值,要求过严,电厂很难在短时间尺度内保证排放浓度小幅度稳定波动,采用过严的标准增加的环境收益不明确,但显然不利于正常生产。

3.2 建议

(1) 建议我国在《大气污染防治法》中明确国家固定源行业排放标准是“基于技术的排放标准”,并定义针对国家常规污染物绩效标准、危险空气污染物排放标准等需要达到的技术水平。

(2) 建议我国考虑采用绩效限值,有利于协同达到节能和减排的双重目标,降低污染源合规成本。建议完善与限值对应的监测、记录和报告规定,特别要完善数据处理、质量控制和质量保证等规定,保证达标考核的一致性和公平性。

(3) 建议完善排放标准与监测、记录、报告、信息公开等各项规范之间的衔接性,以满足排污许可证制度推行的需求,保证在撰写排污许可证文本时能够确定各火电厂每个受控单元应当遵守的限值规定和相应的监测、记录和报告要求。

参考文献

- [1] The Office Home of UK Legislation. Environmental Protection Act 1990 [EB/OL]. [2017-01-26]. <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1990/43>
- [2] CALLAN S J, THOMAS J M. Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications[M]. 6rd ed. Mason Ohio: South-Western College Pub, 2012.
- [3] FARZIN Y H. The effects of emissions standards on industry[J]. Journal of regulatory economics, 2003, 24(3): 315-327.
- [4] 甘清明. 庇古税和排放量限制对环境污染外部性的作用机理[J]. 环境科学与管理, 2006, 31(2): 32-33.
- [5] KOLSTAD C D. Environmental Economics[M]. Oxford: Oxford University Press, 2010: 136-139.
- [6] 盛青, 武雪芳, 李晓倩, 等. 中美欧燃煤电厂大气污染物排放标准的比较[J]. 环境工程技术学报, 2011, 1(6): 512-516.
- [7] 李晓琴, 朱庚富. 中美两国颗粒物排放标准的比较探讨[C]// 火电厂环境保护综合治理技术研讨会. 郑州: 中国电机工程学会, 2001.
- [8] 井鹏, 岳涛, 李晓岩, 等. 火电厂氮氧化物控制标准、政策分析及研究[J]. 中国环保产业, 2009(4): 19-23.
- [9] 薛彦廷, 杨寿敏, 牟春华, 等. 我国煤电技术国际竞争优势分析[J]. 热力发电, 2015, 44(10): 1-8.
- [10] 董文彬, 朱林, 朱法华. 国内外燃煤电厂 NO_x 排放标准比较与建议[C]// 火电厂环境保护综合治理技术研讨会.

郑州: 中国电机工程学会, 2001.

- [11] 董文彬, 朱林, 朱法华. 中美两国火电厂 NO_x 控制政策比较研究[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(2): 13-17.
- [12] 江梅, 李晓倩, 纪亮, 等. 国内外水泥工业大气污染物排放标准比较研究[J]. 环境科学, 2014, 35(12): 4752-4758.
- [13] 宋国君. 环境规划与管理[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2015.
- [14] U.S. Government Publishing Office. Electronic code of federal regulations[EB/OL]. [2017-01-09]. http://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=07583fac0f905d38a2a98149fea1c602&mc=true&n=pt40.7.60&r=PART&ty=HTML#p40.7.60.d_0a.
- [15] U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership. Output-based regulations: a handbook for air regulators[Z]. Geneva: USEPA, 2014.
- [16] 宋国君, 赵英熹. 美国空气固定源排污许可证中关于监测的规定及启示[J]. 中国环境监测, 2015, 31(6): 15-21.
- [17] 国务院办公厅. 国办发〔2016〕81号 国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知[EB/OL]. [2017-01-09]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/21/content_5135510.htm.