

关于大气污染物排放标准实施后的 电力环保技术与市场分析

王 勇 刘德强

青岛达能环保设备股份有限公司 山东青岛 266313

摘要: 随着我国环境保护意识的提高,为了推动火力发电工业的技术进步和可持续发展,我国已经出台了有关的标准,例如:燃煤电厂的空气污染标准等,与以往的标准相比,最近的标准在时间、范围、执行标准等方面发生了较大的改变。本文介绍了新的燃煤电厂空气污染排放新标准的增加或减少,以及对燃煤电厂的环保技术应用及市场环境的影响。

关键词: 大气污染; 电力环保技术; 电力环保市场

一、火力发电厂的空气污染状况

针对现行《火电厂大气污染物排放标准》GB13223-2011的规定,取消了现行的GB13223-2003的排放标准。

二、现行标准中的排放指标

1. 增加指数

(1) 在原有标准的基础上,将整个工厂的SO₂最高排放速度和提高燃气锅炉的废气排放量。

(2) 对火力发电厂的水、臭、噪声等污染物,按有关规定执行。

(3) 提高特定的空气污染物排放量限额。

2. 适用的领域

(1) 用于除层燃炉、抛煤机炉以外,单台功率65t/h以上的燃煤锅炉,以及各类煤粉锅炉。

(2) 单机功率为65t/h以上的燃油、燃气发电锅炉;不同类型的燃气轮机机组。

(3) 对于使用生活垃圾和危险废物作燃料的燃煤发电厂,新的标准不适用。

3. 污染防治措施

具体细节见表1。

三、火力发电厂污染对生态环境的影响

燃煤电厂主要的污染物有以下几种:核电、天然气、煤炭等,主要污染物包括烟气污染(一氧化碳、二氧化碳、SO₂)、污水污染(煤水、车间排放的废水)、粉尘污染(除灰系统的粉尘、输煤与储煤的粉尘、烟气中形成

的粉尘)、热污染(循环水热排放、烟气热排放)、放射性污染(旧厂使用的钴60射线源、核电站产生的辐射污染)。本文就这些污染物对人体健康和环境构成的影响进行了简单的分析^[1]。

1. 一氧化氮对环境的污染

一氧化氮是火力发电厂排放的主要氧化氮,它占总氮总量的90%,产生一氧化氮的速度取决于温度,在升高的温度作用下,一氧化氮的产生速度取决于温度,而氧化氮的种类和种类等因素,则是由氧化氮的种类和种类来决定的,而在熔炉中,一氧化氮的排放量为440-530ppm。ppm?——氧化氮含量为1000ppm。二氧化氮可以刺激人类的呼吸系统,它可以进入肺泡,严重损伤肺组织。

2. SO₂对环境的污染

经过了高温的烘烤,煤炭里面的硫磺大部分都变成了二氧化硫,其中有百分之零点五到百分之五的二氧化硫被转换成了三氧化硫,虽然空气中的二氧化硫转化为三氧化硫的速度很慢,但是在有了微粒和大量的水分的情况下,却可以加快这个过程。另外,当氧化氮和紫外线照射时,会发生光化学反应,产生硫酸盐和三氧化硫,这些物质会对生物造成伤害,而酸雨的主要成分是二氧化硫,我们的燃煤电厂每年都会排放大量的SO₂,对农业造成巨大的经济损失^[2]。

3. 尘埃污染的环境效应

火力发电厂排放的烟尘包括了烟尘和烟尘,火力发电厂每年排放的烟尘至少有六百万吨,这些烟尘虽然不会对环境造成任何的影响,但却会将有毒的气体(如氧化氮、二氧化硫)混合在一起,对环境造成更大的危害。

作者简介: 王勇,1974.11.15一,男,汉族,青岛人,北京大学EMBA,主要从事电站锅炉节能环保产业工程研究及国内国际市场开发,国家企业技术中心主任,青岛市首批产业领军人才。

表1 火力发电锅炉及燃气轮机组大气污染物排放浓度限值 (mg/m³)

序号	燃料和热能转化设施类型	污染物项目	适用条件	限值	污染物排放监控位置
1	燃煤锅炉	烟尘	全部	30	烟囱或烟道
		二氧化硫	新建锅炉	100	
			现有锅炉	200 400	
		氮氧化物(以NO ₂ 计)	全部	100 200	
		汞及其化合物	全部	0.03	
2	以油为燃料的锅炉和燃气轮机组	烟尘	全部	30	烟囱或烟道
		二氧化硫	新建锅炉及燃气轮机组	100	
			现有锅炉及燃气轮机组	200	
		氮氧化物(以NO ₂ 计)	新建燃油锅炉	100	
			现有燃油锅炉	200	
			燃气轮机组	120	
			天然气锅炉及燃气轮机组	5	
3	以气体为燃料的锅炉和燃气轮机组	烟尘	其他气体燃料锅炉及燃气轮机组	10	烟囱或烟道
		二氧化硫	天然气锅炉及燃气轮机组	35	
		氮氧化物(以NO ₂ 计)	其他气体燃料锅炉及燃气轮机组	100	
			天然气锅炉	100	
			其他气体燃料锅炉	200	
			天然气燃气轮机组	50	
			其他气体燃料燃气轮机组	120	
4	燃煤锅炉, 以油、气体为燃料的锅炉或燃气轮机组	烟气黑度(林格曼黑度, 级)	全部	1	烟囱排放口

微米以下的尘埃对人类是非常危险的。而在火力发电厂, 这些粉尘占了很大一部分。

4. 目前的主要污染

火力发电厂污染控制工程众多, 有些技术和技术比较成熟, 如电除尘、化学污水处理等, 但也有一些工艺和技术比较复杂, 如烟气脱硫、冲灰水中氟的治理等。在电厂中, 一般都是独立的处理各个部门。例如, 各种污水处理系统的运行、维护和管理, 已经成为电力生产必不可少的一部分。必须按照设计要求进行检查, 以保证其功能正常运行。对于新建的污染控制工程, 要加大调研力度, 广泛吸取其它单位的成功经验, 通常要经过小试、中试, 最终达到对污染物的全面处理。必须根据工厂的具体情况, 采用切实可行的处理方法和措施, 避免资源的浪费。

目前, 如何降低烟气中SO₂的排放量是一个十分突出的问题。使用高烟囱, 只会降低烟气中SO₂的排放,

而不会降低SO₂的排放量。目前有多种方法可以降低电厂烟气中SO₂的排放量。即使采用烟气脱硫, 也有多种方法, 各有优缺点。像这样的大型管理工程, 一定要慎重。在进行项目建设之前, 需要对不同的治理方式和规划进行综合对比, 并提交项目的可行性研究, 并由有关部门审批。值得注意的是, 有些发电厂虽然有很多污染治理设施, 但是并没有多少起到应有的效果, 有些进口的设备更是被闲置了很久, 直到报废。这一方面是技术上的问题, 另一方面也是因为相关部门和工作人员对环保工作重视不够, 环保监督管理不力。这种情况, 以后应该尽量避免^[3]。

四、SO₂的污染概况

1. 煤中的硫含量

硫是多种煤中的一种, 不同的是它的含量不同, 不同的存在形式不同。含硫程度与成煤条件相关, 且各含硫煤种的分布具有明显的区域性特点。比如四川, 山东,

广西等地的高硫煤炭。国内的电力用煤，含硫低于0.5%的比例很低，0.5%~2%的比例比较高，但2%~4%的比例也很常见。在煤炭中，硫的主要形式有两种：一种是与有机物相结合的硫，简称SO，另一种是与无机物质相结合的硫，也就是硫磺和硫磺，分别用SP和SS来标示。一些煤炭中也有一些单一的硫化物。根据其燃烧性质，煤炭中的不同形式的硫可以分为可燃和不可燃两大类。所有的有机和无机硫化物，以及元素硫，都是可燃硫，以硫化铁的形式存在；煤的灰烬中，硫是硫化物，是硫磺，是一种硫化物，是一种硫化物，是一种硫化物。煤中全硫含量St，其实就是以上三种形式的硫之和，煤中硫含量低时，一般都是以有机硫为主，而高硫煤主要是硫化物硫，尤其是硫铁矿硫。煤炭中的可燃硫一般占全部硫磺的很大一部分，比如90%以上。

2. 从煤炭中提取的硫

燃煤在锅炉内燃烧的过程中，大部分的硫被氧化为二氧化硫。硫向SO₂的转化比例与煤中的硫化物存在形式、燃烧设备和操作条件有关。排放到空气中的SO₂数量也取决于收尘器的种类。例如，湿式文氏管除尘器可以从烟气中除去大约15%的二氧化硫，原因在于，1体积的水可以溶解40%体积的二氧化硫，并且这些二氧化硫中的一小部分与水发生反应而生成亚硫酸；而普通的湿式收尘器，仅能从烟气中除去SO₂的大约5%；而电收尘器不具备从烟气中除去二氧化硫的作用。在燃煤过程中，除了产生少量的三氧化硫外，还产生了二氧化硫。三氧化硫的体积比为1%至2%，一般称之为三氧化硫转化率。其尺寸因其燃烧方式和燃烧条件不同而不同。燃烧含硫1%~3%的煤种，烟气中SO₂的含量通常在700~2300ppm之间（ppm是百万分之一），而SO₂的浓度通常只有5~30ppm。烟气中二氧化硫对锅炉受热面的侵蚀作用不大，其中三氧化硫的含量较低，但由于其与烟气中的水汽相结合而生成的硫酸蒸汽，在高温下凝固，对设备造成了严重的腐蚀。在这个温度下，硫酸水蒸气开始凝结，这个温度叫做露点。煤中的硫含量较高，且具有较高的露点温度。随着露点温度的升高，烟气中的酸性浓度也随之升高，从而使尾端的受热面更加严重，尤其是在低温区的空气预热器发生了腐蚀和堵塞，严重地影响到了锅炉的安全和经济性。通过分析电厂的煤耗和燃煤中的硫含量，可以很容易地估计出电厂SO₂的排放量和排放浓度。新建一家2×600MW的火力发电厂，每天用煤12000吨，煤中的总硫和可燃硫分别为1%和90%。我国的空气质量标准分为一级、二级和三级，即使按照三级

标准计算，每天空气中SO₂的浓度为0.25mg/Nm³，这是全国三级标准大气日平均浓度的9000倍；如果按照二级标准计算，该标准为15000倍，因此，应采取有效措施，将SO₂浓度控制在全国范围之内，以防止空气污染。

五、火力发电厂的环境污染控制技术

1. 采用低硫煤

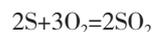
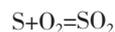
要想降低SO₂的排放量，必须从源头上消除硫，因此，燃煤电厂在使用燃煤时，会选用含硫较低的煤作为燃料，从而达到降低SO₂排放的目的，然而目前全球的低硫燃油数量并不多，必须采用煤的方式进行处理，这一过程十分繁琐。

2. 烟气脱硫工艺

国内的烟气脱硫是从硫磺生产行业和冶金行业起步的。上海杨树浦电厂、湖南300电厂、湖北松木坪电厂、上海闸北电厂、西南电力设计院、西安热力研究院等六个系统的烟气处理，湖南300电厂采用亚钠循环法，烟气处理量为50000Nm³/h，上海闸北电厂使用的是石灰石-石膏法，烟气处理能力为2500Nm³/h。

目前，国内燃煤电厂烟气脱硫的发展速度较慢，其原因有很多，有认识上的问题，也有经济、技术、管理等方面的原因。火力发电厂的烟气脱硫设备造价通常在总投资中的15%~20%，约为10~20倍于烟囱的10~20倍。

根据燃烧组分，煤炭中的硫分为可燃硫磺和不可燃硫磺。当可燃硫在燃烧时，会产生下列反应：



硫磺的主要燃烧产物是SO₂，而三氧化硫仅占SO₂的1%~2%。二氧化硫和三氧化硫都是酸性氧化物，在水中都能溶解，生成中强酸和强酸。为降低或去除烟气中的SO₂，常通过添加石灰、石灰、石灰等碱性物质，使其中和。要实现烟气脱硫，首先要掌握火力发电厂燃煤中全硫和可燃硫的含量，而全硫和可燃硫是烟气中SO₂的主要来源。从治理大气SO₂污染的观点来看，燃烧低硫煤是解决这一问题的根本途径。但是，由于我国的煤炭资源有限，因此采用洗选法等方法来降低煤中的硫含量也具有一定的意义。烟气脱硫是迫不得已的选择。

通过煤燃烧前、中、后脱硫来控制SO₂的排放。燃烧前的脱硫，以洗煤为主；燃烧中的脱硫，以流化床为主；这是目前能够实现大规模商业应用的脱硫方法。所谓的烟气脱硫，就是将烟气中的二氧化硫和少量的三氧化硫，变成液态或者固态物质，与废气进行分离。烟气脱硫主要采用湿法和干法两种。在烟气脱硫时，采用碱

类化合物，它容易与 SO_2 发生反应，溶于水中或以悬浮液为吸附剂对烟气进行净化，而以固体或非水液体为吸收剂，则是以干法脱硫法。在恶劣的天气状况下，由于湿法会使烟气的温度下降，使烟气的浮力下降，从而对电厂周边的空气品质产生一定的影响。根据烟气脱硫过程中干湿物理性质和吸收剂类型，可以分为湿法、干法和半干法，根据是否对脱硫副产物进行再循环和再利用。不同的生产工艺都有自己的特色。湿法烟气脱硫是当前使用最多的一种方法，而喷雾干燥技术发展迅速，具有广阔的应用前景^[4]。

(1) 湿法脱硫：用于湿法脱硫的吸收材料可以是碱性物质，如氧化钙，碳酸钙，氧化镁，氢氧化镁，氢氧化钠，亚硫酸钠，氨等，而使用最多的是石灰或石灰石湿法。美、日和德使用湿法脱硫的比例超过90%。该方法能满足火力发电厂的运行需要，具有良好的安全性和经济性。

(2) 干法脱硫：喷雾干燥法是将雾化后的石灰浆与烟气在塔中接触，使其与 SO_2 发生反应，形成一种干燥的固体反应剂，并将其与灰渣一起回收。本方法流程简单，脱硫率高，运行费用低，腐蚀少，因而使用它的人

越来越多。

六、结束语

煤炭主导的能源结构直接性的决定了清洁生产的难度，这就决定了我国的电力环保工作还有很长的路要走。电力工业是我国能耗最高、对环境影响最大的产业，其清洁生产是否能够实现，将直接影响到整个行业的可持续发展，乃至整个国家的能源战略。随着新的燃煤电厂废气排放标准的变化，新的排放标准更适合当前的社会发展，而对电力环境保护技术的推广和发展也有很大的需求，所以，为了减轻环境污染，减轻社会压力，必须依靠技术人员的共同努力。

参考文献：

[1]徐涛，张志中，魏宏鸽，裴煜坤，杨用龙，杜振.火电厂环保设施能耗分析及节能降耗技术探讨[J].能源工程，2021（03）：57-62+77.

[2]王宏亮，许月阳，薛建明，林正根.燃煤机组烟气汞污染物全过程综合控制技术研究[J].电力科技与环保，2020，36（06）：18-22.

[3]苏宇.火电厂环保设施节能改造技术探索[J].电力设备管理，2020（09）：130-132.