

锅炉大气污染物排放情况趋势探讨

朱伟亮

(浙江省杭州市萧山区环保监测站, 杭州 萧山, 311200)

摘要: 分析了萧山区锅炉大气污染物的排放特征和污染趋势, 评价了“十一五”期间对锅炉脱硫除尘改造的效果。

关键词: 锅炉大气污染物; 排放趋势

中图分类号: X701 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2012)02-0059-02

1 概述

我国是世界上最大的煤炭生产和消费国, 也是世界上为数不多的以煤炭为主要一次能源的国家之一。煤炭在我国能源消费结构中的比例一直很高, 1959年是94.7%, 1976年为最低点69.9%, 自20世纪90年代以来, 一直在75%~76%之间。当前, 煤炭为我国提供了70%以上的发电燃料, 60%的化工原料和80%的民用燃料。根据预测, 到2015年, 煤炭还要占62.6%, 即使到了2050年, 煤炭仍占50%以上。因此, 在相当长的一个时期内, 我国以煤为主的能源消费结构将难以改变。

燃煤所造成的污染是制约我国国民经济和社会持续发展的一个重要因素, 也已成为国际上, 特别是周边国家和地区对中国关注的热点, 如不采取有力的治理措施, 这种局面将会加速恶化。我国煤燃烧所释放的SO₂占到全国总排放的85.4%, CO₂占到85%, NO_x占到60%, 粉尘占到了70%。我国酸雨区域迅速扩大, 已超过国土面积的40%, 造成难以估量的经济损失。此外, 重金属和可吸入颗粒物的排放亦日益严重, 对健康和生态环境造成极大危害, 引起了人民足够的重视。据统计, 由于燃煤锅炉热效率偏低和煤质低劣, 燃煤过程中颗粒物排放量是电厂所用煤粉量的1.2%~1.5%, 是我国大气颗粒物污染的主要来源。

2 萧山区锅炉大气主要污染物排放概况

燃料煤、燃料油和天然气是萧山区三大主要工业能源, 其中“十一五”期间全区煤炭消耗总量

为2318.6万t, 其中燃料煤消耗量为2288.85万t, 占煤炭消耗总量的98.7%。由煤炭燃烧所产生的环境污染, 已严重制约了萧山区经济的可持续发展。

“十一五”期间全区工业废气排放总量为4089.0亿标立方米, 其中燃料燃烧过程中的废气排放总量为3332.8亿标立方米, 占排放总量的81.5%。在此期间全区二氧化硫排放总量为17.20万吨, 去除总量为14.18万t; 烟尘排放总量为3.34万吨, 去除总量为151.6万t。详见表2-1。

图2-1显示了“十一五”期间萧山区锅炉废气中二氧化硫、烟尘的排放趋势变化情况。二氧化硫的排放量有逐年减少的趋势, 烟尘的排放量起伏较大, 近三年总体呈下降趋势。这说明, 虽然萧山区“十一五”期间经济的发展迅速, 但由于在此期间环保治理力度的不断加大, 特别是对污染物(二氧化硫、烟尘)总量控制工作的顺利实施, 脱硫和除尘效率的提高, 使得锅炉废气中二氧化硫和烟尘的排放总有减少的趋势。

3 萧山区重点污染源锅炉废气主要污染物排放情况

根据“十一五”期间我区锅炉废气及其污染物的实际排放情况, 分析和筛选了重点排放大户。表3-1列出了萧山区二氧化硫和烟尘排放量前10名重点源大户。而仅这些企业, 其二氧化硫和烟尘的排放量就分别占到了萧山区总量的54.6%和46.7%。

4 锅炉废气污染源评价

表 2-1 “十一五”萧山区锅炉废气排放情况

年度	工业废气排放总量(亿立方米)	二氧化硫(万吨)		烟尘(万吨)	
		排放量	去除量	排放量	去除量
2006	800.72	4.23	3.21	0.85	33.64
2007	1106.19	4.28	2.63	0.54	50.74
2008	727.60	3.16	2.38	0.74	22.78
2009	711.50	3.40	2.34	0.62	25.71
2010	743.03	2.12	3.63	0.59	18.76
合计	4088.97	17.19	14.18	3.34	151.62

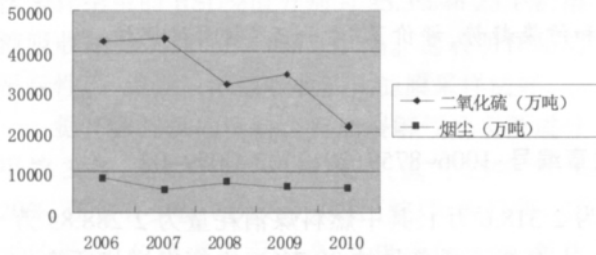


图 2-1 “十一五”萧山区锅炉废气排放图

4.1 评价参数、标准与方法

4.1.1 评价参数

根据杭州市萧山区锅炉废气污染源排放污染

表 3-1 “十一五”萧山区重点污染源锅炉废气排放情况

名次	二氧化硫		烟尘	
	单位名称	排放量(t)	单位名称	排放量(t)
1	杭州江东富丽达热电有限公司	16476.620	杭州红山热电有限公司	2658.260
2	萧山发电厂	12974.200	三元控股集团有限公司	2113.673
3	三元控股集团有限公司	11270.563	杭州江东富丽达热电有限公司	1970.620
4	萧山经济技术开发区热电有限公司	9640.250	萧山发电厂	1861.460
5	杭州红山热电有限公司	8793.010	萧山经济技术开发区热电有限公司	1768.800
6	杭州阳城热电有限公司	7262.370	浙江航民股份有限公司钱江热电分公司	1358.900
7	浙江航民股份有限公司钱江热电分公司	7195.820	浙江恒逸聚合物有限公司	1231.010
8	浙江航民股份有限公司热电分公司	7189.630	浙江航民股份有限公司热电分公司	900.870
9	杭州航民热电有限公司	6658.750	杭州航民热电有限公司	876.850
10	浙江金首水泥有限公司	6532.205	荣盛石化股份有限公司	836.073
合计	占全区排放总量的 54.6%		占全区排放总量的 46.7%	

表 4-1 锅炉废气污染物评价标准

污染物指标	评价标准 mg/Ndm ³
二氧化硫	900
烟尘	200

$$P = \sum_{i=1}^n P_i (i=1,2,3,\dots,n)$$

式中:p--某区域(行业)等标污染负荷

n--参加评价污染项目

某污染物在区域(行业)中的污染负荷比为:

$$k_i = P_i / P \times 100\%$$

物的特征以及对我区大气的实际影响,选择二氧化硫、烟尘作为评价参数。

4.1.2 评价标准

参照《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2001)二类区时段中污染物的最高允许排放浓度标准执行。各污染物排放标准详见表 4-1。

4.1.3 评价方法

按国家有关规定,对锅炉废气污染源以及污染物采用“等标污染负荷法”进行评价,并以等标污染负荷比大小顺序排列,找出主要污染物、主要污染区域和主要污染行业。

废气中某污染物等标负荷的计算公式为:

$$P_i = Q_i / C_{oi} \quad \text{式中:}$$

P_i --i 污染物的等标污染负荷

Q_i --i 污染物的年排放量(吨/年)

C_{oi} --i 污染物的评价标准(毫克/标立方米)

某区域(行业)废气中污染物的总等标污染负荷:

4.2 评价结果

4.2.1 主要污染物

表 3-1-7 表明,“十一五”期间杭州市萧山区锅炉废气污染物中二氧化硫等标负荷比占污染总负荷的 53.4%,仍是萧山地区工业废气中的主要

表 4-2 “十一五”杭州市萧山区锅炉废气污染物评价结果

污染物	五年排放总量(t)	等标负荷量	等标负荷比(%)	名次
二氧化硫	171900	191	53.4	1
烟尘	33400	167	46.6	2

注:以上锅炉废气包含萧山发电厂

(下转第 58 页)

表1 两种采样方法总汞监测结果

总汞监测结果($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	均值	RSD%
2# 溶液吸收法	0.289	0.199	0.281	0.232	0.244	0.189	0.239	17.2
催化滤膜采集法	0.036	0.017	0.022	0.03	0.025	0.03	0.027	25.3
2# 溶液吸收法	0.25	0.207	0.243	0.182	0.293	0.272	0.241	17.0
焦化滤膜采集法	0.035	0.021	0.022	0.035	0.025	0.025	0.027	23.1

次采样结果的 RSD% 值分别为 25.3% 和 23.1%，溶液吸收法分别为 17.2% 与 17.0%。这表明样品的平行性(一致性)，溶液吸收法比滤膜采样法好。

据厂方提供的资料，石油裂解气的主要成分甲烷 30%、乙烷 10%、乙烯 15%、氢气 25%、空气 20%，还含有少量 CO_2 、 CO 、烯烃、烷烃、炔烃等。其汞的形态，包括游离汞(Hg^0)、有机汞化合物、氯化汞(HgCl_2)、汞的硫化物^[4]。石油裂解气有很大一部分汞以烷基汞的气态化合物形态存在，滤膜对这一部分汞的截留能力较差，但对汞的硫化物(颗粒态)截留能力较强，对游离汞(Hg^0)也有一定的截留和吸附能力；而酸性高锰酸钾吸收液通过其氧化作用对烷基汞(气态汞)和 Hg^0 蒸汽有较好的吸收。因此，将两种采样方式串联，能达到较高的采

样效率。

全部玻璃器皿和滤膜必须经过硝酸浸泡和处理，测定样品前要做滤膜空白试验和高锰酸钾溶液空白试验。石油裂解气中汞的形态主要为气态汞(气态汞含量约为 90%)，因此采样时流量控制以适合气态汞为宜，将流量控制在 $0.3 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ 。采样时间以两支高锰酸钾管未完全褪色为宜，以防吸收液采穿，采样时间为 5~30 min。所有连接用聚乙烯管，并用生料带密封，以保证采样时的气密性和减少汞的吸附。采集完样品，立即放入冷藏箱，以减少滤膜样品的挥发损失，并迅速带回实验室分析。

参考文献

- [1] 陈乐恬, 张晓山, 林玉环等. 大气环境中汞的形态及其分析方法[J]. 环境化学, 1999, 18(6): 584-588.
- [2] 国家环保局《空气和废气监测分析方法》编委会. 空气和废气监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007, 383-387.
- [3] 冯新斌, 洪业汤, 朱卫国. 两次金汞齐-冷原子吸收光谱法测定大气中的痕量气态总汞[J]. 中国环境监测, 1997, 13(3): 9-11.
- [4] 汪祥胜. 天然气和炔油脱汞技术研究进展[J]. 化学工业与工程技术, 2010, 03.21-23.

(上接第 60 页)

污染物, 其次为烟尘, 等标负荷为 46.6%。

4.2.2 主要锅炉废气重点污染源

通过采用等标污染负荷法, 对萧山区主要锅炉废气排放企业进行评价, 萧山发电厂、三元控股集团有限公司、杭州江东富丽达热电有限公司、杭州红山热电有限公司和萧山经济技术开发区热电有限公司等 5 家企业是我区锅炉废气重点污染源, 详见表 4-3。这 5 家企业“十一五”排放的锅炉废气污染物, 其累计等标污染负荷比占“十一五”全区排放量的 32.9%。

5 萧山区锅炉废气排放趋势分析

综上所述, “十一五”期间尽管萧山区的工业发展迅速, 大量的工业炉窑投入使用, 但是锅炉废

表 4-3 “十一五”杭州市萧山区锅炉废气主要重点污染源评价结果

企业名称	等标负荷量	等标负荷比(%)	累计负荷比(%)	名次
萧山发电厂	23.7	6.6	6.6	1
三元控股集团有限公司	23.1	6.5	13.1	2
杭州江东富丽达热电有限公司	28.2	7.9	21.0	3
杭州红山热电有限公司	23.1	6.5	27.5	4
萧山经济技术开发区热电有限公司	19.5	5.4	32.9	5

气主要污染物的排放量仍呈逐年下降的趋势, 并且重点污染源特别是热电行业的锅炉废气污染物排放占全区排放量的近三分之一。由此可见, “十一五”期间对锅炉的脱硫除尘改造成效显著, 为节能减排作出了突出贡献。