

利用冷却塔排放湿法脱硫锅炉净烟气的技术

(浙江省电力设计院) 罗传奎 沈又幸 应春华 程慧
(FISCHNER 德国) K. J. Frost

摘要: 随着火力发电厂的烟气脱硫,特别是湿法脱硫技术的发展 and 日臻成熟,与之伴随的衍生技术不断应运而生。利用冷却塔排放脱硫后的烟气的技术就是非常有代表性的一种。通过对该技术的介绍和技术经济比较,提出了此技术在我国工程应用的思路和前景。

关键词: 冷却塔; 排放烟气; 脱硫

中图分类号: X511.7TK229.6

文献标识码: B

1 概述

西方发达国家自70年代末到80年代末,相继完成了燃煤电厂的烟气脱硫装置的建设。其中大部分脱硫装置都采用的是湿法脱硫工艺。随着湿法脱硫技术的发展和日臻成熟,与之伴随的衍生技术象副产品石膏的综合利用和二合一功能冷却塔烟气排放技术等不断应运而生,并获得了广泛应用。近年来,在西方国家特别是西欧,新建的闭式循环的发电厂,无论大小,几乎都看不见代表发电厂的烟囱,取而代之的都是用冷却塔将脱硫后的烟气排放到大气中去。

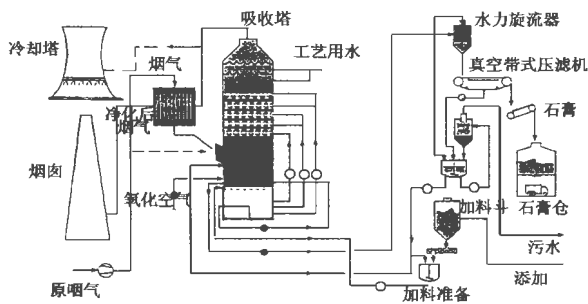


图1 湿法脱硫及冷却塔排放烟气系统简图

2 工艺介绍

为更好地介绍二合一功能冷却塔排放技术,首先简单回顾一下与湿法脱硫工艺衔接的有关流程。图1为一典型的湿法脱硫工艺流程图。从流程图中

可以看出,脱硫后的烟气可通过冷却塔或烟囱排放。整个烟气排放系统有旁路和直通式两种方式。旁路系统的设置既允许脱硫装置与主机(锅炉)同步运行,又允许脱硫装置停运时,主机仍可运行的这种模式;直通式的系统要求电厂的锅炉与脱硫装置必须同步运行。旁路烟气排放系统大多应用在早期的烟气脱硫系统中。但随着脱硫技术的发展和脱硫装置的利用率不断提高,到目前完全达到与主机媲美的程度。在这样的背景下,近年来西方国家特别是西欧的电厂大多采用直通式无旁路的烟气排放系统。对于旁路排放烟气系统的电厂,若采用冷却塔排放烟气,正常情

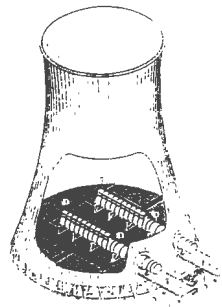


图2 外置式排烟冷却塔

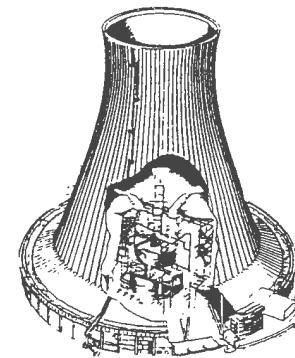


图3 内置式排烟冷却塔

况下是用冷却塔排放烟气的,但当脱硫装置不运行时,由于原烟气的温度和二氧化硫的含量相对较高,不适于通过冷却塔直接排放,所以为了排放该原烟气,还需另建一座干式烟囱供旁路运行时排放烟气之用。而对直通式无旁路的烟气排放系统来说,就无需另建一座干式烟囱。由于采用冷却塔排放脱硫后的净烟气,烟气直接引入冷却塔喷淋层的上部而排入大气。烟气通过冷却塔排放,温度一般在 50°C ,所以脱硫后的净烟气无需再加热以提高烟气的抬升高度和扩散程度,这样就省去了烟气加热装置,进一步简化了湿法脱硫系统。冷却塔的内壁要采取适当的防腐措施。

脱硫装置有内置式和外置两种方式。早期的脱硫装置一般建设在冷却塔外面,但近几年随着技术的发展,已开始趋向将脱硫装置建在冷却塔里面,如图2、3所示。这样不仅能使布置更加紧凑,而且也

收稿日期: 1999-09-23; 修订日期: 1999-11-08

作者简介: 罗传奎(1966-),男,河南人,硕士学位研究生,1988年毕业于浙江大学热能工程系,现在浙江省电力设计院,从事燃机联合循环电厂和大型脱硫工程的设计工作。通讯处: 310001 杭州市省府路23号

节省了用地。

3 综合技术经济比较

在烟气脱硫的电厂中,采用二合一功能冷却塔排放烟气的技术是成熟的,由于少了烟囱而减少了用地,省去了烟气再热系统而节省了投资、减少了运行和维护费用,经济效益是显而易见的。下面主要从综合费用和环保效益两个方面来分析和论述。

3.1 综合费用分析

以德国一个 600 MW 的机组在方案论证阶段所作的比较的一些数据为例说明,如下表所示。

分项投资及费用(百万马克)	常规系统	外置式冷却塔系统	内置式冷却塔系统
原烟道部分	4.0	7.5	1.0
脱硫后净烟道部分	4.0	9.0	12.0
冷却塔烟道接口开孔	0	2.0	2.0
脱硫装置建筑物	10.0	10.0	3.0
烟囱	8.0	0	0
冷却塔内防腐	0	8.0	8.0
脱硫装置在冷却塔内特殊布置	0	0	0.5
烟气加热系统的投资	15.0	0	0
脱硫装置在冷却塔内特殊安装	0	0	1.5
安装工期长少发电的费用	0	0	1.0
运行费用的增加(15年)	5.0	0	0
总费用(未计节约用地的费用)	46.0	36.5	29.0
百分比	159%	126%	100%

从表中的数据可以看出,采用二合一功能冷却塔尤其是内置式系统排放烟气的经济效益是非常显著的。

3.2 环保效益分析

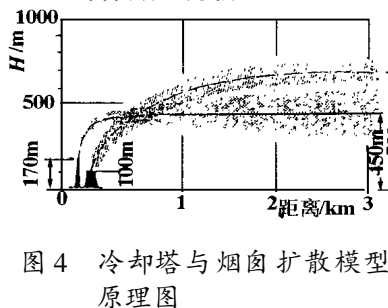


图 4 冷却塔与烟囱扩散模型原理图

通过上述的分析,可以看出对于烟气脱硫的电厂中采用二合一功能冷却塔排放烟气在技术和经济上是有竞争力的。但环保效益是人们最关心的问题。对于大型的机组,烟囱的高度高达 200 多米,而冷却塔的高度仅为 100 米左右,高度相差很大。但其分别排放烟气其热抬升高度及扩散效果是相当的。图 4、5 分别示出其扩散模型原理及二氧化硫落地浓度的对比情况。

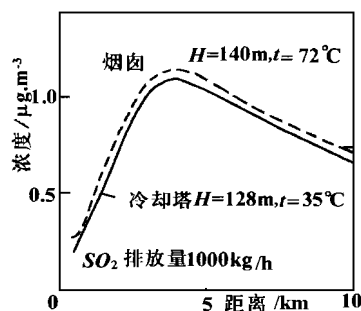


图 5 德国某电厂冷却塔与烟囱排放烟气年平均落地浓度对比曲线图

烟气的热抬升高度主要取决于三个方

面的因素,即排气筒的高度、烟气与环境的温差和烟气的热释放率的大小。而烟气与环境的温差最终也反映在烟气的热释放率的大小上。由于烟气通过冷却塔排放,烟气和冷却塔的热汽混合一起外排,具有巨大的热释放率。对于一个大型电厂来说,汽轮机的排汽通过冷却水带走的热量按热效率分摊占全厂的 50%左右,而通过锅炉尾部烟气带走的热量只占全厂的 5%左右,差别非常之大。这就是通过冷却塔排放烟气与通过高度较高的烟囱排放烟气其烟气的最终抬升高度与扩散效果相当的主要原因。德国当地的有关环保部门通过对有关电厂的测试结果也证明了这一点。

4 在中国的应用前景

利用冷却塔排放烟气的技术在技术、经济和环保效益上都是有竞争力的,以下就是如何赋予实施和推广的问题。在未来的十年,中国将建设一大批的烟气脱硫装置,而且大部分将采用湿法脱硫工艺。我国大部分地区的电厂都采用冷却塔闭式循环系统,对于这一部分电厂,只要加装了湿法脱硫装置,就有条件采用二合一功能冷却塔系统。同样可以适用于新建的电厂和老电厂的改造,应用前景广阔,经济效益潜力巨大。

对于新建的电厂来说,既可以采用外置式系统,也可以采用内置式系统,比较灵活。对于采用技术较先进、性能稳定的脱硫装置的电厂来说,建议采用直通式无旁路烟气系统。

5 结论

(1)在湿法烟气脱硫的电厂中,利用冷却塔排放烟气的技术可使脱硫系统进一步简化,具有投资省、占地少、运行费用低、环保效益相当、综合经济效益好的特点,在技术上和经济上都是有竞争力的。

(2)由于环保的要求,在未来数年中,中国将有一大批的湿法烟气脱硫装置建设在冷却塔闭式循环系统的电厂中,这就为采用二合一功能冷却塔系统提供了条件和机会。所以说该技术在我国应用前景广阔,经济效益潜力巨大。

(3)建议近期在一些条件较好,同步加装湿法脱硫装置的新建电厂中采用该技术,以积累经验,为大规模地铺开使用奠定基础。对于起步阶段,可先采用外置式系统,待积累了一定经验后,再视具体情况,在一些工程中采用内置式系统。

参考文献

[1] Otfried Andres. Rauchgasableitung über Naturzugkühltürme. 1988, 7.
 [2] Titze B, Harte R. Innovative flue gas injection into newly built cooling towers. 1997.

(何静芳 编辑)

mance variation relationship and the specific features of the air-cooling tower inner and outer flow fields under cross-wind operating conditions. By revealing the major cause of the drop in heat dissipation the above work is helpful in providing some new ideas for further improving the cooling-air tower performance. **Key words:** air-cooling tower, Heller type indirect air-cooling system, $k-\varepsilon$ dual equation model, numerical simulation, turbulent flow field

燃机 Mark V 遥控监控系统 = **Mark V Remote-controlled Monitoring System for Gas Turbines** [刊, 中]/Wang Jingyi, Shen Qingwen, Yun Ruitian (Harbin No. 703 Research Institute), et al //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 55 ~ 58

The application of an industrial control PC is described. Through the preparation of a pertinent software the use of GE Co. Mark V gas turbine control system as a remote-controlled monitoring system was successfully realized. Furthermore, a detailed account of the software design process is also given. **Key words:** gas turbine control system, remote-controlled monitoring, software design

工业锅炉热力计算软件编制 = **Preparation of a Thermodynamic Calculation Software for Industrial Boilers** [刊, 中]/Han Muxin, Fan Wei (Harbin No. 703 Research Institute), Lu Hengyu (Harbin Boiler Works), et al //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 59 ~ 61

By the use of a target-oriented programming language the authors have developed a Windows 95-based industrial boiler thermodynamic calculation software. Described in this paper are the specific features of the above development process. A proper approach for solving some key technical issues has also been expounded. **Key words:** industrial boiler, thermodynamic calculation, OOP

用 VB 编制 AutoCAD 阀门绘制程序 = **Application Program of AutoCAD Plotting of Valves with the Help of a Visual Basic Language** [刊, 中]/Lin Xiangdong (Harbin No. 703 Research Institute) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 62 ~ 64

The preparation of an application program for AutoCAD plotting of valves with the aid of a visual basic language is briefly described in this paper for use in a thermodynamic system. This results in a significant enhancement of the AutoCAD plotting efficiency. **Key words:** AutoCAD, VB language, plotting of valves

利用冷却塔排放湿法脱硫锅炉净烟气的技术 = **New Technology Featuring the Discharge of Desulfurized Gas via a Cooling Tower for Boilers with a Flue Gas Wet Desulfurization System** [刊, 中]/Luo Chuankui, Nong Youxing, Ying Chunhua (Zhejiang Provincial Electric Power Design Institute) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 65 ~ 66

With the development and gradual sophistication of flue gas desulphurization technology, especially flue gas wet desulphurization, there emerged in succession various versions of this new technology. The discharge via a cooling tower of desulphurized flue gas represents one of the typical methods currently widely employed in some developed countries with high effectiveness. By contrast, the use of such technology in China is still in its infancy. Nevertheless, its rapid popularization can be readily expected in view of its varied technical merits. After a brief description and economic evaluation of the above technology the present paper proposes some original approaches for stepping up its engineering applications in China. **Key words:** cooling tower, discharge of flue gas, desulphurization

锅炉制造业几种简易设备的研制 = **Development and Fabrication of Some Simple Machines Used in Boiler Manufacturing Industry** [刊, 中]/Zhao Yan (Heilongjiang Provincial Machine Manufacturing Technicum), Dong Dachang (Harbin Boiler Inspection Research Institute), Song Wei (Hegang Municipal Water, Electricity and Thermal Power Co.) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power, 2000, 15(1). — 67 ~ 68, 74