超临界供热机组烟塔合一技术应用探讨

Discussion on the Application of Integrated Smoke Tower Technology in Supercritical Heating Units

邢满江¹ 葛晓红² 李洪斌³ 李鹏⁴ 史志勇⁵

Manjiang Xing¹ Xiaohong Ge² Hongbin Li³ Peng Li⁴ Zhiyong Shi⁵

1.建设承德热电有限责任公司

中国·河北 承德 067000;

2.中钢集团邢台机械轧辊有限公司

中国·河北 邢台 054000;

3.华北理工大学

中国·河北 唐山 063210;

4.冀中能源股份有限公司

中国·河北 邢台 054000;

5.建投河北热力有限公司

中国·河北 石家庄 050000

1. Jiantou Chengde Thermal Power Co., Ltd.,

Chengde, Hebei, 067000, China;

2. Sinosteel Xingtai Machinery Roll Co., Ltd.,

Xingtai, Hebei, 054000, China;

3. North China University of

Science and Technology,

Tangshan, Hebei, 063210, China;

4. Jizhong Energy Resources Co., Ltd.,

Xingtai, Hebei, 054000, China;

5. Jiantou Hebei Thermal Power Co., Ltd.,

Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

【摘要】超临界供热机组采用烟塔合一技术可有效抬升烟气扩散高度,降低SO₂落地浓度,减少烟气中烟尘含量,缓解低温饱和烟气对烟囱的腐蚀,改善烟气扩散效果,进一步降低发电厂对周围环境的污染程度。

【Abstract】Supercritical heating units can effectively raise the diffusion height of flue gas, reduce the SO₂ concentration, reduce the smoke content in the flue gas, alleviate the corrosion of low-temperature saturated flue gas on the chimney, improve the diffusion effect of flue gas, and further reduce the pollution degree of the power plant to the surrounding environment.

【关键词】烟塔合一;抬升高度;淋水填料;防腐技术

【Keywords】cooling water in place of chimney tower; uplifted height; drench water packing; anticorrosion technology

【DOI】10.36012/etr.v1i3.405

1 引言

1982年8月,德国Volklingen电站第一次实现烟塔合一技术的应用^[1]。而中国第一次采用烟塔合一技术是在三河二期工程中。目前,中国运行烟塔合一技术的企业有天津东北郊热电厂、哈尔滨第一热电厂、大唐锦州热电厂、天津军粮城、大连甘井子和建投任丘热电厂等。

2 应用背景

中国建投任丘热电厂采用的是北京巴布科克·威尔科克斯有限公司生产的350MW超临界直流锅炉和东方汽轮机厂生产的超临界、一次中间再热、两缸两排汽双抽供热式汽轮机,额定采暖供热抽汽量为450t/h,额定工业供汽量

80t/h,抽汽压力分别为0.5MPa、4.0MPa、1.0MPa。采用电袋复合型除尘器,除尘效率达99.9%。烟气脱硫采用石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术,一炉一塔布置,不设烟气旁路,脱硫效率为93%。

3 排烟冷却塔实例应用

把超临界供热机组净烟气通过玻璃钢烟道引入冷却塔排放,称为超临界供热机组烟塔合一技术^[2]。

3.1 循环水系统参数

夏季最大循环冷却水量为39426m³/h(包括辅机冷却水量为2100m³/h),进塔循环水温为30.27~42.48℃,出塔水温为14.00~30.26℃,排放水汽温度为19.53~46.53℃。

3.2 排烟冷却塔主要参数(见表 1)

表 1 冷却塔主要参数

项目	数值
淋水面积/m ²	5500
塔顶标高/m	120
进风口标高/m	7.8
喉部标高/m	90
喉部直径/m	51.58
出口直径/m	50.76
集水池直径/m	99.132
竖井顶标高/m	14.30
填料顶标高/m	9.80
冷却塔的淋水密度/m ³ /hm ²	7.17

3.3 烟道材料及结构

烟道选用圆形玻璃纤维聚酯(玻璃钢 FRP)材料。FRP 烟道与烟塔塔壁直接接触,由塔外支架及塔内竖井支撑,烟道膨胀节和滑动支点布置在塔外,烟道穿过冷却塔的部分采用帆布密封。冷却塔开孔在配水层除水器上方,壳体开孔处采取沿孔周架设封闭肋梁方式进行补强^[1]。

3.4 排烟冷却塔防腐技术

排烟冷却塔防腐主要有防酸水泥和防腐涂层两种方法。本工程采用加厚保护层的低渗透性混凝土并在混凝土表面涂刷防腐涂层的防腐方案。

3.5 循环水系统防腐技术

循环水系统地理主管及支管采用 PCCP(钢套筒混凝土)管道,与凝汽器连接部分循环水支管、循管阀门井连接和循环水泵出口等处采用厚壁焊接钢管防腐技术。

4 烟塔合一技术应用技术分析

4.1 烟塔合一技术原理

采用冷却水塔与烟囱合一设计,取消电厂烟囱的建造,烟囱布置在冷却水塔喷淋冷却层上部,利用水塔拔风力进一步提高烟气抬升高度^[4]。同时,烟气中含有的烟尘、SO₂、NO_x、HCL 等溶解于蒸腾水汽中遇冷凝结返回水塔储水池,进一步降低污染物排放浓度。

排烟冷却塔烟气热抬升和扩散的原理主要有以下 4 点:①冷却塔热气与烟气混合可提高烟气本身热释放率;②循环冷却水热量比与烟气热量比按热效率分摊比例为 10:1,因此,弱风下烟气抬升效果较明显;③烟气与水汽混合后易形成紧凑流束,具有较大运动惯性,使烟气分散性降低,容易形成穿透逆温层;④烟气与水汽的混合物具有巨大的热释放率,可实现梯段性热释放效果,凝结放热使烟气具有持续加热作用。

4.2 烟塔合一技术与传统烟囱模型对比分析

根据德国 VDI3784 标准和模式进行烟气抬升高度对比计算,采用考虑污染物粒子轨迹的拉格朗日方法计算结果为 240m 烟囱对应 146m 冷却塔,210m 烟囱对应 110~120m 冷却塔^[5]。

冷却塔排放的烟气由于热力引起的动力抬升大约是烟囱排放的 10 倍,在弱风情况下,冷却塔排放的烟气抬升效果明显。污染物地面质量浓度与烟气抬升后有效源高的平方成反比。在设计工况下,120m 冷却塔对地面造成 SO₂ 年均落地质量浓度总体优于 210m 烟囱对地面造成 SO₂ 年均落地质量浓度,其中,SO₂ 年均质量浓度最大值为 3.9μg/m³,约为空气质量二级标准的 6.5%。

新建机组时采用烟塔合一技术在节省烟囱及其附属装置建造费用的同时,可有效降低发电厂三维空间设计建造高度,有效降低航空制约高度^[6]。此技术可有效缓解低温饱和烟气对烟囱的腐蚀并改善烟气扩散效果,通过回收进入烟塔前烟气的余热,可提高电厂的热效率。在大部分情况下,烟气通过冷却塔排放对冷却塔的冷却效率有利,循环水 pH 降低对抑制菌类藻类生长和减缓凝汽器管束结垢速率有一定作用,因而可以提高凝汽器的真空度、降低循环水泵的功耗,提高电厂的热效率;另外,烟尘与水汽融合有一定的降尘作用。

5 结语

综上所述,在相同条件下排烟冷却塔较之传统的烟囱排放烟气具有排放浓度更低、排放距离更远、排放高度更高、单位面积年均污染沉积浓度更小,对发电厂周边环境影响更小等优势。虽然采用烟塔合一技术需对冷却塔内外塔体、塔内构筑物等采取防腐措施,这部分会使冷却塔的投资增加 5%~7%,但总体来说,采用烟塔合一技术项目的总费用将会节约 30%以上。

参考文献

- [1]火电厂排放探讨与研究[M].北京:中国电力出版社,2006.
- [2]李立峰,张树深.“烟塔合一”技术的应用现状及有关问题的探讨[J].能源环境保护,2010,24(4):48-50.
- [3]邢满江,郑峰,薛永和,等.电站循环水系统(pccp)施工设计工艺[C].2012 年热电联产节能降耗新技术研讨会,2012.255-260.
- [4]梁月明.烟塔合一技术的研究与分析[D].北京:华北电力大学,2007.
- [5]Technical Division of Environmental Meteorology.VDI 3784 Part2 environmental meteorology: dispersion modelling for the discharge of flue gas via cooling towers[S].Berlin:Beuth Verlag GmbH, 2004.
- [6]任丘热电厂工程初步设计说明书[M].石家庄:河北省电力勘测设计研究院,2009.