4号炉烟气海水脱硫工程防腐施工技术

陈 凯

(秦皇岛发电有限责任公司,河北秦皇岛 066003)

摘 要:总结了秦皇岛发电有限责任公司4号机组烟气海水脱硫工程特种防腐及其施工的实践经验,重点介绍了钢结构及混凝土基体表面特种防腐施工的工艺技术。

关键词:海水脱硫;防腐;施工技术

中图分类号:TM621.8 **文献标识码**:B **文章编号**:1003-9171(2007)增刊2-0024-04

Anticorrosion Construction Techniques for Seawater Flue Gas Desulfurization Project on Boiler 4

Chen Kai

(Qinhuangdao Power Generation Co. Ltd. ,Qinhuangdao 066003, China)

Abstract: The anticorrosion technique and the construction experience for seawater flue gas desulfurization project of boiler 4 in Qinhuangdao Power Generation Co. Ltd. are summarized. The focal point is focused on the anticorrosion construction technique for steel and concrete basis face.

Key words: seawater desulfurization; anticorrosion; construction technique

0 概述

秦皇岛发电有限责任公司位于秦皇岛市海港区东部工业区内,处于京津唐电力系统东部末端,为地区性的大型供热电厂,主要向秦皇岛市海港区供热和向本地区供电。全厂总装机容量为1 000 MW,其中1、2号机组为200 MW等级供热发电机组,3、4号机组为300 MW等级凝汽式机组。为了满足国家及省政府、国家电网公司的环保减排要求,于2007年4月30日率先启动了4号机组锅炉烟气脱硫技术改造项目。

4号机组烟气脱硫技术改造项目由北京龙源环保工程有限公司总承包,承担4号机组烟气脱硫系统的设计,设备供货,安装调试和性能保证。

1 4号炉烟气海水脱硫工艺简介

该公司4号机组烟气脱硫改造采用的是挪威阿尔斯通公司的海水脱硫技术,利用机组循环冷却后的海水作为脱硫剂达到脱除烟气中SO_2的目的。

整套脱硫装置主要包括:烟气系统、SO_2吸收系统、海水供应系统、海水恢复系统及与之配套的电气、仪表及控制系统。脱硫系统中的海水采用一次直流的方式吸收烟气中的SO_2。来自冷凝器的海水一部分进入逆流式填料吸收塔,通过海水分配器将海水均匀地分布到填料表面。原烟气经吸收塔底部进入吸收塔,与填料层的海水充分接触,烟气中SO_2被海水吸收生成亚硫酸根离子SO_3^{2-}和氢离子H^+。H^+使海水呈酸性,海水中H^+浓度的增加,导致该部分海水PH下降成为酸性海水。吸收塔排出的酸性海水依靠重力流入海水恢复系统,这一部分的酸性海水与更多来自冷凝器的原海水(碱性)在混合区中混合。混合后海水的pH被提高到5左右,并通过曝气扩散装置(曝气头)鼓入大量空气,有效地产生大量细碎的气泡使海水中的化学耗氧量(COD)及溶解氧(DO)得到恢复,并将亚硫酸根氧化成稳定的硫酸根,通过曝气还可以使大量CO_2从海水中释出,有利于酸碱中和作用的平衡位置向右移,消耗更多海水中的H^+离子,使海水中的pH得以恢复、并提高到6.8以上,并使COD、DO等恢复到水质标准的要求。最终把水质合格的海水排回大海。工艺流程见图1。

万方数据

表1 防腐具体要求

项目	防腐部位	防腐方案	工作条件	备注
烟道	30段烟道	耐高温底涂＋耐高温型玻璃鳞片2 mm＋高温耐磨层＋耐高温面涂 吸收塔入口处2 m长30段烟道：耐高温底涂＋耐高温型玻璃鳞片2 mm＋高温耐磨层＋FRP增强层＋耐高温面涂(其中烟道底部13.5 m×2m ＝27 m^2加衬碳砖)	原/净烟气工作温度 92℃～102℃ 最高温度小于165℃	钢基面
	40、50段烟道	标准底涂＋标准玻璃鳞片2 mm＋标准面涂	净烟气工作烟气温度 70℃～94℃ 最高温度小于110℃	钢基面
	GGH加热旁路烟道	耐高温底涂＋耐高温型玻璃鳞片2 mm＋高温耐磨层＋耐高温面涂	长期处于净烟气中，短期处于原烟气中	钢基面
吸收塔	吸收塔入口高温区填料层以下区域	耐高温底涂＋1层玻璃布＋1层玻璃毡＋耐高温型玻璃鳞片2 mm＋FRP增强层＋耐高温面涂(其中接口底部13.5 m×0.6 m＝8.1 m^2加衬碳砖)	烟气和腐蚀性的酸性海水的混合，温度110℃～165℃	混凝土基面
	吸收塔普通防腐区	标准底涂＋1层玻璃布＋1层玻璃毡＋标准鳞片2 mm＋标准面涂	烟气和腐蚀性的酸性海水的混合，温度110℃以下	混凝土基面
	吸收塔内的防磨区	标准底涂＋1层玻璃布＋1层玻璃毡＋标准鳞片2 mm＋普通耐磨层＋FRP增强层(2层玻璃布)＋标准面涂	塔内支撑件及人孔等部位，条件同普通防腐区	混凝土基面
	填料层支撑梁	耐高温底涂＋耐高温型玻璃鳞片2 mm＋高温耐磨层＋FRP增强层＋耐高温面涂	烟气和腐蚀性的酸性海水的混合，温度110℃以下	钢基面
GGH进出口烟道	原烟气侧上下连接板内侧、转子外壳板内侧、上下梁侧面、撑管	耐高温底涂＋耐高温型玻璃鳞片2 mm＋ 高温耐磨层＋耐高温面涂	长期处于原烟气中，烟气温度165℃以下	钢基面
	净烟气侧上下连接板内侧、转子外壳板内侧、上下梁侧面、撑管	标准底涂＋标准璃鳞片2 mm＋标准面涂	长期处于净烟气中，烟气温度110℃以下	钢基面
曝气池	酸性海水接触区域	3层玻璃布＋5层环氧煤沥青	脱硫后酸性海水	混凝土基面

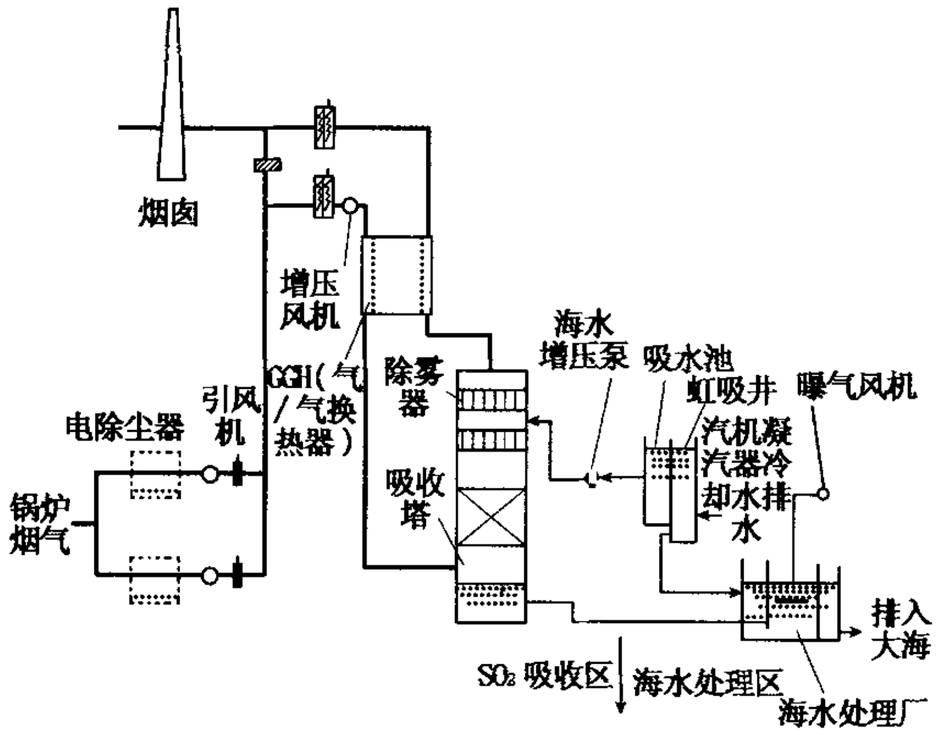


图1 烟气海水脱硫工艺流程图

2 4号炉海水脱硫装置防腐工艺要求

吸收塔为钢筋混凝土结构，包括高温烟气入口区和普通防腐区，吸收塔内全部需要防腐，腐蚀性介质为脱硫后的酸性海水(其pH为2～3)和腐蚀性湿烟气。

曝气池为钢筋混凝土结构，包括酸性海水区(入口配水区)、曝气区、和排水区(恢复后海水)。曝气池在接触酸性海水的区域主要为配水区和曝气区，这两个区域均需要防腐。

烟道(包括烟气换热器进出口烟道)为碳钢结构，腐蚀性介质为腐蚀性湿烟气。以上烟道在内部接触腐蚀性湿烟气的区域均需要防腐。要求所提供的的防腐方案及材料能够保证防腐效果及防腐涂层不会从表面上脱落。防腐具体要求见表1。

3 4号炉海水脱硫装置防腐施工技术

为最大限度地发挥防腐保护效果，保证良好的涂装质量，除正确选择涂装系统，采用长效防腐涂料，严格进行基体表面处理外，还需要先进的涂装设备、检测仪器和训练有素的管理、操作人员以及严格的施工现场检测和验收。

3.1 脱硫装置防腐前基底验收标准

3.1.1 混凝土基底验收要求

根据标准DIN28052《工艺水泥构件非金属材料的表面防护对基体的要求》简要内容如下：

(1) 所有混凝土槽须坚固、密实、平整、基体的坡度和强度应符合设计要求，不应有起砂、剥离、蜂窝、麻面等现象。平整度用2 m直尺检查，允许空隙不大于5 mm。

(2) 所有混凝土槽槽体待衬部分的阴阳角应做成斜面或圆角，阴角R＞10 mm，阳角＞5 mm。

万方数据

(3) 所有混凝土槽槽体待衬部分基础必须干燥,含水率在6%,目测水泥表面呈白色。

(4) 所有混凝土槽槽体待衬部分表面应清洁,不得有油脂、化学药品等污染。

3.1.2 玻璃鳞片衬里钢制基底验收要求

由于4号机组属于老厂技改项目,施工场地狭小,运输通道不畅等多方面原因,烟道现场组装焊接量较大造成焊缝的打磨工作量很大。在衬里施工前须根据下列要求检查被衬里设备的平滑度。

(1) 检查焊缝是否全线连接(有无漏焊)。

(2) 检查焊缝是否有咬边缺陷(深0.5 mm以上),砂眼(D5 mm×0.5 mm以上),裂缝等缺陷。

(3) 检查被衬里面是否有焊接飞溅物,伤痕等。

(4) 检查角落部焊接处是否打磨及是否采用适当的坡度(凹部10R,凸部3R以上)。

(5) 检查尺寸,外观及有无其它对衬里有妨碍的事项。

3.2 脱硫装置防腐涂装施工工艺

3.2.1 混凝土结构衬里施工工艺

(1) 混凝土的表面水分控制

新做的混凝土,其水分的含有量较多,需放置一段时间,保证其充分的干燥。其含水量应低于6%,目测表面呈白色或使用滤纸检验。

(2) 混凝土的表面处理

混凝土的表面的灰尘、油污等需除去。然后在混凝土表面轻喷砂或用砂轮机轻打磨。

(3) 树脂混合物的施工

将石墨充填树脂混合物101号用镘刀进行施工,将所有凹位填平,然后放置一昼夜以上的时间,使其自然干燥。

抹树脂混合物可以使混凝土表面平整光滑,以保证衬里施工质量。提高混凝土同玻璃钢的粘接力。通常混凝土的强度越小,同玻璃钢的直接的粘接力就越弱。为此,需要用树脂混合物涂抹混凝土的表面,以达到补强的作用。从而以确保玻璃钢的粘接力。另外为使混凝土衬里能进行电火花的检测,需在混凝土的表面涂一层导电的环氧树脂混合物。

(4) FRP衬里施工

树脂混合物硬化后,涂刷江南电力鳞片HF-181D 0.2 mm(施工图分解见图2)。然后表面用刷子或辊筒刷上树脂层,树脂刷完后,立即贴上一层玻璃布。用脱泡压滚进行脱泡,让树脂充分浸渍玻璃布,根据FRP要求进行二层和三层涂布。最后涂刷面涂HF-181 M。

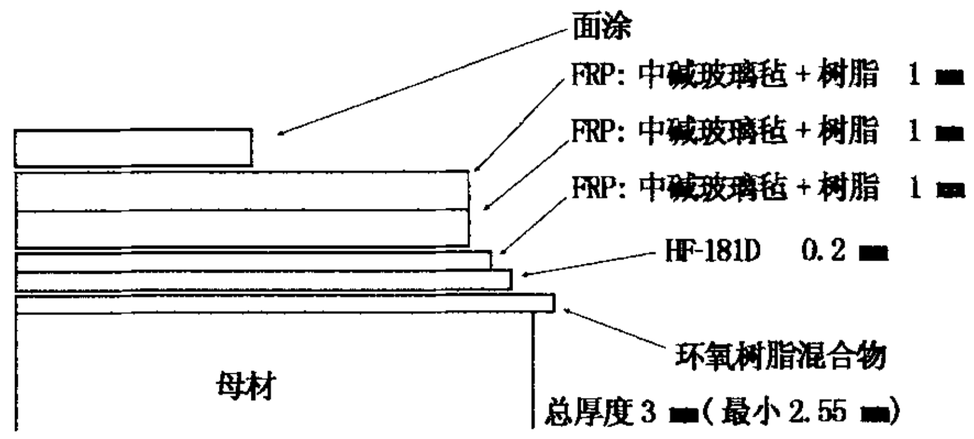


图2 施工图层分解

(5) 最后检查标准符合《玻璃钢衬里检查规范》。

(6) 缺陷的修补

对缺陷部分用砂轮机打磨成坡口,然后将石墨充填树脂混合物101号用镘刀进行施工,树脂混合物硬化后涂刷江南电力鳞片HF-181D 0.2 mm。然后按照FRP衬里程序施工。

3.2.2 钢结构玻璃鳞片衬里施工技术

3.2.2.1 喷砂处理

喷砂除去衬里面上的铁锈及氧化皮等异物,同时也增加衬里母材与被衬里之间的接着强度。

(1) 喷砂前要确认湿度85%以下或无结露发生。

(2) 使用充分干燥的石英砂或铁矿砂。

(3) 喷砂标准为SIS Sa2.5以上,粗糙度Rz≥80 μm。

(4) 喷砂后罐壁成为银灰色,颜色要均匀,麻点在见方100 mm^{2}内不得少于65个点。

(5) 喷砂后要进行清扫,充分除去灰尘。

(6) 不需衬里的部分要预先进行保护。

3.2.2.2 刷底涂

(1) 底涂与硬化剂按规定的比例混合。HF-181D:CHPO或MEKPO=100:1~3(wt%)。

(2) 辊筒或刷子进行均匀的涂刷。涂刷后确认底涂要在喷砂后尽快涂刷,最迟须喷砂后一天内完成。

(3) 无淤积,流挂或厚度不匀引起的光泽变化等。

3.2.2.3 接管的衬里施工

对于不便于鳞片衬里施工的接管,按以下要领对FRP成型插入管进行施工。

(1) 在插入管外侧及接管内侧涂上鳞片后将插入管插进接管内。

万方数据

(2) 待衬里材充分硬化后取出固定法兰面的夹具等。

(3) 在内侧接管根部以FRP 施工以补强。

3.2.2.4 第一层鳞片衬里施工

(1) 施工前的需确认空气湿度在85%以下或无结露发生并且下雨天须停止作业。刷完底涂后衬里面上没有粉尘或其它异物附着等。

(2) 衬里材料需要按照规定的比例调和硬化剂,鳞片:CHPO 或 MEKPO=100:1～3(wt%)。调和后用手持搅拌机进行充分的搅拌。

(3) 衬里施工要领关键点:在使用泥抹子与辊筒进行施工,确保平均厚度为1 mm。用辊筒蘸取少量苯乙烯轻轻滚压涂上的鳞片,调整表面。

3.2.2.5 第二层鳞片衬里的施工

第二层鳞片衬里施工基本重复第一层的施工。

3.2.2.6 鳞片施工硬化后的检查

两层鳞片施工硬化后均需要进行如下检查:

(1) 外观检查:目视、指触检查确认无鼓泡、伤痕、流挂痕迹、凹凸不平、硬化不良等缺陷。

(2) 漏电检查:使用高电压低周波电火花检测仪全面扫描里面,电压3 000 V/mm 确认无漏电缺陷。

(3) 膜厚检查:使用磁石式或电磁式厚度计按每2 m^2 测一处,确认衬里厚度。

3.2.2.7 对鳞片衬里施工不合格的处理

(1) 厚度不足处须补足厚度。

(2) 凸部、表面伤痕、流挂痕迹、气泡等处在确保厚度不低于最低厚度的情况下用砂轮机磨平。

(3) 对漏电,鼓泡,剥离等处要除去缺陷部后按修补要领修补。

3.2.2.8 FRP 衬里施工

在鳞片衬里结束后(外涂层除外),在接管、人孔等凹凸部按以下要领进行FRP 施工。

(1) 用刷子或辊筒在表面刷上树脂901B,901B:CHPO 或MEKPO=100:1～3(wt%)。

(2) 涂刷完树脂层后,立即贴上一层玻璃布,并注意不要形成皱印,用脱泡压滚进行脱泡,让树脂充分浸渍玻璃布。

(3) 按同样要领进行第二层玻璃布衬里面。

(4) 玻璃布上再衬一层玻璃面毡,注意不起皱让树脂充分浸润面毡。

3.2.2.9 涂面涂

按检查要领进行漏电、厚度、外观检查。全部合格后用刷子或辊筒涂上一层面涂层,注意涂刷均匀。M 面涂HF-181D:CHPO 或MEKPO=100:1～3(wt%)。

3.2.2.10 最终检查

(1) 外观检查:目视、指触等确认无鼓泡、伤痕、流挂、凹凸、硬化不良等缺陷。

(2) 漏电检查:使用高压电漏电检测仪全面扫描衬里面(速度为300～500 mm/s)。确认有无孔眼缺陷(检查电压为3 000 V/mm)。

(3) 厚度检查:使用磁石式或电磁式厚度计按每2 m^2 测一处确认衬里层的厚度,最低厚度为1.5 mm。标准厚度为2.0 mm。

(4) 打诊厚度:使用木制小锤轻击衬里面,根据无异常声响确认衬里无鼓泡或衬里不实。

4 防腐施工的安全防护

由于脱硫工程需要大量的防腐施工,而防腐所使用的涂料均属于易燃易爆品,因此防腐施工的安全防护工作必须作为重中之重。在防腐施工区域应禁止烟火。现场照明应采用低压电源或防爆工具,施工区域应配备灭火器并保证施工现场有良好的通风、防雨的设施及安全、警示标志。在进行喷沙清理及涂层打磨时,会产生大量的粉尘,施工人员必须佩带特殊的劳动保护用具,确保人身的安全。

5 结论

海水脱硫系统中防腐问题直接影响到工程造价、设备使用寿命及停运检修的难易程度。因此如何在施工过程中做好防腐施工问题成为保证脱硫系统运行稳定的关键。鉴于4 号机组脱硫工程还没有正式投入运行,所以防腐施工还没有经过实践的检验,但通过总结4 号机组防腐施工的经验教训使公司其它机组防腐施工更上一层楼。

参考文献

[1] 姚彤. 深圳西部电厂海水烟气脱硫工程及示范作用. 电力环境保护,2000,16(1).

[2] FGD 施工及验收技术规范(玻璃鳞片或玻璃纤维涂层部分). 北京国电龙源环保工程有限公司企业标准,2000.

收稿日期:2007-08-20

作者简介:陈 凯(1973—),男,工程师,毕业于北京电力高等专科学校热动专业,主要从事电厂脱硫建设及防腐施工管理工作。

万方数据