

电厂双曲线冷却塔的新型防腐蚀工艺

王子瑜, 尤凤荣, 张洪喜, 吴景峰, 周建平
(黑龙江大庆石化公司, 大庆 163714)

摘要: 介绍了防腐蚀防渗材料“优止水”在某热电厂双曲线自然通风冷却塔上的防腐蚀应用。对无机类防腐材料和环氧类有机防腐材料进行了比较, 对于混凝土防腐防渗工程无机防腐蚀新材料更为适用。

关键词: 双曲线冷却塔; 腐蚀防护

中图分类号: TU761 **文献标识码:** B **文章编号:** 1005-748X(2008)09-0552-03

A New Anticorrosive Technology for the Hyperbolic Cooling Tower in Thermal Power Plant

WANG Zi-yu, YOU Feng-rong, ZHANG Hong-xi, WU Jing-feng, ZHOU Jian-ping
(Daqing Petrochemical Company, Daqing 163714, China)

Abstract: Inorganic and epoxy organic anticorrosive paints in hyperbolic cooling tower with natural ventilation in the thermal power plant of PetroChina Daqing Petrochemical Co. were compared. A new inorganic anticorrosion material is suitable for anticorrosion and permeation proof engineering of concrete.

Key words: hyperbolic cooling tower; anticorrosion

0 引言

大庆石化公司热电厂冷却塔是钢筋混凝土结构的双曲线自然通风塔, 于 1984 年投用。塔高 55 m, 塔底半径 22.559 m, 塔身最小半径 12.616 m, 塔顶半径 12.970 m。冷却塔内表面初始的防腐防渗层采用偏乙烯共聚乳液防水涂料, 第二层防腐防渗层是在原来的基础上做的环氧煤沥青一布两油。冷却塔外表面只是涂了一遍水泥浆做保护。由于北方高寒, 冬季塔内外温差大, 夏季负荷高, 冷却塔逐渐出现冻融现象, 防腐层脱落。1997 年对冷却塔内壁进行了防腐蚀处理, 处理方法为: 基层处理—环氧腻子修复—涂刷 WHJ 特种涂料底漆—WHJ 特种涂料贴玻璃布二层—刷 WHJ 特种涂料三遍。使用至 2000 年, 冷却塔内壁防腐层开始再次大面积脱落, 至 2003 年已脱落 60% 以上。在塔喉部出现冻融现象, 塔立柱和水槽均有不同程度的腐蚀, 混凝土浇注塔体及塔支柱局部出现孔洞、粉化、剥落等现象, 导致钢筋外露, 严重影响冷却塔的安全运行。防腐材料剥落后一部分进入了塔的填料和配水系统, 有些随着循环水进入水冷器造成堵塞, 影响了水冷器的换热效果。

收稿日期: 2008-02-20; 修订日期: 2008-04-28

1 双曲线冷却塔的特点

冷却塔是电厂以及其他工业中用于循环冷却水的高耸结构, 图 1、图 2 为示意图。在冷却塔内依靠水的蒸发将水的热量传给空气从而使水冷却。电厂冷却塔的一般结构特点为: 双曲线薄壳结构, 混凝土保护层较薄, 表面积大。电厂冷却塔的环境特点为: 热电厂以煤为原料, 环境中二氧化碳含量较高, 环境中降酸雨的机会较大, 内壁表面常年受到水的冲刷, 冬季内外温差较大, 内外湿度差很大。

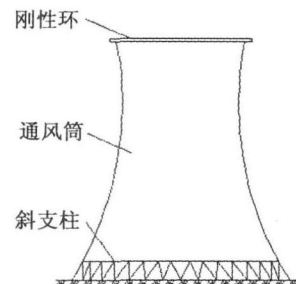


图 1 双曲线冷却塔

2 电厂冷却塔的常见病害及原因分析

发生在冷却塔混凝土结构上的主要病害形式有: 钢筋锈蚀、冻融循环破坏和混凝土开裂。双曲线

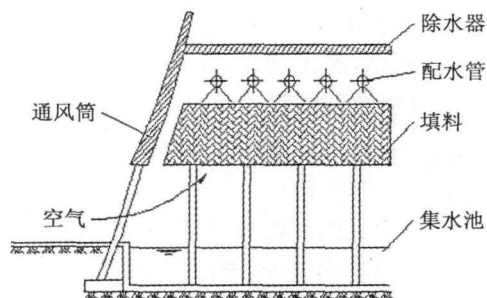


图2 双曲线冷却塔局部剖面图

自然通风塔和其他混凝土结构一样,其寿命取决于它所处的环境以及抵抗各种恶劣环境对它侵蚀的能力,冷却塔所处的高二氧化碳、二氧化硫、干湿交替环境和其很薄的钢筋保护层,很容易发生结构钢筋锈蚀。锈蚀钢筋膨胀造成保护层混凝土疏松脱落。内壁防水保护涂层破损,丧失防水功能;水从塔壁上渗出;在冻融循环作用下产生冻融破坏,造成结构疏松多孔,进一步加剧了钢筋的锈蚀。

钢筋混凝土的耐久性与混凝土的密实性有很大关系,不密实的混凝土为介质的侵入和腐蚀创造了条件。

另外,由于冷却塔内部潮湿环境,容易滋生微生物,并且大量繁殖。微生物及其带来的产物往往对混凝土有着比较严重的腐蚀作用。

再有水的冲刷破坏,等。

冷却塔底部柱体长期受到水淋、风吹等影响,其表面损坏迅速。

3 冷却塔传统有机防腐材料的缺点

(1) 与基层热兼容性差 传统的维修材料多为有机类材料,例如环氧、氯磺化、焦油煤沥青等。混凝土结构发生膨胀或者收缩变形时,这类材料因不能很好地适应而导致涂层脱落。

(2) 对基层表面处理要求高 有机类材料的涂装要求基面必须平整,非常光滑以避免针孔的形成。但事实上,混凝土基面很难做到十分光滑,针孔的形成不可避免。针孔的存在为水分子进入结构内部提供了通道,水气膨胀产生毛细压,作用于基层与涂层的界面引起涂层脱落。

(3) 对界面应力的影响很敏感 有机类材料的涂层是水蒸气的屏障,完全不透水的同时,水蒸气也无法穿越,会在界面出产生很强的“毛细应力”,强大的毛细压作用于涂层导致针孔扩大,直至涂层大面积脱落,丧失防水功能;界面应力的影响在有高速水流作用的环境下变得愈发严重,因为高速水流会在

涂层表面产生很强的剪切力,在针孔和裂缝处会产生一种“撕裂”作用,加速涂层的剥落。

(4) 耐久性较差 由于以上的原因,加上冷却塔结构特点和所处环境特点,造成有机类材料制作的防腐蚀保护层,每5~6年就要大修一次,极大地增加了业主的维修成本。图3为使用数年后防腐蚀涂层的宏观形貌。

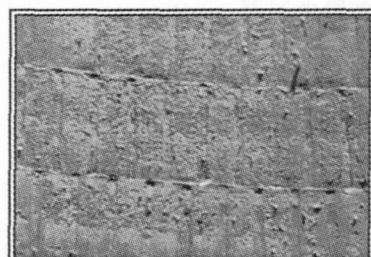


图3 传统防腐材料使用数年后

(5) 施工困难 有机类材料特别是环氧类材料施工极为困难,人工费用很高。

4 无机防腐材料与环氧类材料在电厂冷却塔混凝土工程中的适用性比较

大庆石化公司热电厂于2004年采用加拿大慎实公司的“优止水”无机防腐防渗材料,在冷却塔局部进行了试验观察,取得了较好的效果。于2005年对全塔进行了防腐蚀施工,完工后使用至今依然完好,未见任何变化。现对环氧类材料(含聚氨酯类材料)和“优止水”在这类工程中的适用性和优缺点进行分析比较。

(1) 材料结构和热兼容性 “优止水”是水泥基材料,属于无机材料,微观结构呈多细小毛细孔隙,与混凝土的微观结构基本相同;而环氧类和聚氨酯类材料是有机类材料,内部微观结构为密实无孔隙,与混凝土类材料完全不同。“优止水”与基层混凝土的兼容性要远远好于环氧类材料和聚氨酯类材料。

“优止水”的热膨胀系数与混凝土基本相同,而环氧类和聚氨酯类材料的热膨胀系数比混凝土要高出许多,因此在热兼容方面,“优止水”也要远远好于两类有机材料。

(2) 可呼吸性 由于水泥基材料微观结构呈多细小毛细孔,因此这类材料都是可呼吸的,结构内部的潮气可以正常地散发出来,而不是被憋在内部。

(3) 无界面应力的影响 “优止水”是渗透型材料,与基层不会形成明显的结合面。由于“优止水”是水泥基材料,其内部的微小孔隙是应力

理想的释放之处,因此不会形成应力聚积。

(4) 韧性 在“优止水”中加入亚克力增强剂后,会大大地提高其韧性和抗开裂能力,因此这种复合材料的韧性和抗开裂能力远远高于环氧类材料(环氧类材料相对脆性)。

(5) 对基层湿度的敏感性 对湿度的敏感性是一个需要认真考虑的因素。导水隧道内部湿度很高,基层含水量也很高。“优止水”对基层湿度完全没有要求,事实上如果基层过干,施工前还需要将基层湿润后才能施工。相反,环氧类材料对基层的湿度非常敏感,要求基层必须彻底干燥,否则将无法施工。目前市场上有所谓的可以在湿基面上使用的环氧类材料,其在湿基面上施工的失败率也是很高的,而且耐久性也大打折扣。

(6) 耐摩擦性 “优止水”的耐摩擦性能与环氧类材料基本相同,远远好于普通混凝土。

(7) 安全性 环氧类和聚氨酯类材料都是有毒、易燃的化学品,施工和储存时都需要采取特别的保护措施,尤其是在相对封闭的环境下施工,对现场

人员健康的危害更大。而“优止水”是水泥基材料,无味、无害、不燃,施工简单,不存在安全问题。“优止水”涂刷过程的现场照片可以参见图4。

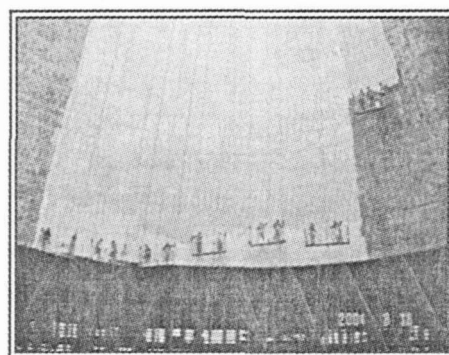


图4 “优止水”现场涂刷

5 结论

在北方混凝土冷却塔、渠和导水隧道的维修保养工程中,与有机材料相比,无机防腐蚀材料有着明显的特点和优势。随着技术的发展和完善,应用无机防腐蚀新材料将是混凝土维护工程的首选方案。

(上接第551页)

的硫酸属于中等浓度的硫酸,既有还原性又有氧化性(低温呈还原性,高温呈氧化性),各种浓度的硝酸都具有氧化性^[5-6],而循环废酸中含有70% H₂SO₄和0.5% HNO₃,所以,温度为80℃的循环废酸具有很强的氧化性。

由于Mo元素在强氧化性介质中容易过钝化,所以在强氧化性介质(如硝酸)中不推荐Mo含量较高的材质^[7]。在五种材质中,Hastelloy C合金的Mo元素含量最高,因此,在80℃循环废酸中的耐蚀性最差;虽然其余四种合金中也含有Mo元素,但由于都含有很高的Cr和Fe,而Cr和Fe元素在强氧化性介质中具有很强的钝化能力,因此,它们在80℃循环废酸中具有良好的耐蚀性能。比较804合金、20号合金、904L和316L不锈钢可以看出,804合金的Cr元素含量最高,20号合金和904L次之,316L最低,因此,在四种合金中,804合金的耐蚀性最好,316L的耐蚀性最差;20号合金与904L的Cr元素含量相当,而20号合金的Mo元素含量低于904L的,所以其耐蚀性略优于904L。

3 结论和建议

(1) 温度为80℃的循环废酸具有很强的氧化

性,因此,不宜使用高Mo含量的合金(如Hastelloy C合金)作为循环废酸泵的材质。

(2) 五种合金在温度为80℃的循环废酸中,除Hastelloy C合金外,均具有良好的耐蚀性能,耐蚀性顺序如下:804合金>20号合金>904L>316L>Hastelloy C合金。

(3) 建议选用除Hastelloy C合金外的四种合金中的一种作为80℃温度下循环废酸泵的材料,其中以804合金的耐蚀性最为优异。

参考文献:

- [1] 陈恭民. 哈氏合金及其应用[J]. 上海化工, 2004, 33(10): 55 - 56.
- [2] 陈恭民. 经济的性能优越的Ni-Cr-Mo合金[J]. 上海化工, 2004, 33(10): 53 - 54.
- [3] 冈毅民. 硝酸用钢的发展及其选择[J]. 化工设计, 2004, 14(3): 6 - 11.
- [4] 唐忠, 冷纪桐. 浓硝酸工业装置用材的发展和选择[J]. 化工装备技术, 2004, 26(1): 72 - 74.
- [5] 谢育卿, 林作森. 硝酸氧化性机理问题的探讨[J]. 硫酸工业, 2001(1): 7 - 10.
- [6] 邵在华. 浓HNO₃与稀HNO₃氧化性强弱的实验验证[J]. 实验教学与仪器, 2003, 20(2): 20 - 20.
- [7] 杨德钧, 沈卓身. 金属腐蚀学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999: 310 - 311.