

# 湿式烟囱钢内筒防腐改造分析

冯智宏

(国能浙江北仑第一发电有限公司, 浙江 杭州 310000)

**摘要:** 本文基于国能北仑电厂三期 6、7 号机组两根钢内筒烟囱的防腐改造论证以及改造后的运行情况, 分析了改造前后防腐失败与成功的原因, 总结了受强腐蚀后钢内筒防腐改造的经验, 为湿烟囱防腐改造积累更多有益经验。

**关键词:** 防腐改造; 钢内筒; 腐蚀; 宾高德泡沫玻璃砖内衬系统; 钢内筒补焊

中图分类号: TK223

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)31-0230-02

## 0 引言

燃煤机组锅炉烟气的脱硫处理通常采用石灰石-石膏湿法, 当脱硫系统未配置烟气加热 (GGH) 时, 脱硫后的烟温一般会降低至 40~50℃, 且烟气中含水量高, 烟气呈过饱和状态。当烟温低于酸露点温度时, 含水量大的脱硫后烟气将容易在烟囱内壁发生结露, 产生具强腐蚀性的稀酸液, 使烟囱内壁长期处于浸泡状态, 被称为湿烟囱。虽然烟气脱硫处理改善了大气环境, 但低温、高湿的脱硫后烟气极易加剧烟囱的腐蚀状况。在这样的背景下, 烟囱的抗腐蚀性能亟待提高, 尤其是排烟管内壁的防腐要求更高<sup>[1-4]</sup>。

本文介绍了国能北仑电厂三期 6、7 号机组烟囱的防腐改造情况, 可对有相同情况的烟囱防腐提供参考。

## 1 防腐改造前烟囱钢内筒情况

国能北仑三期 6、7 号机组两根烟囱均为双钢内筒套筒形式, 自立式钢内筒标高为 238m, 直径为 7.6m。钢内筒防腐方案为耐硫酸露点钢+泡沫玻化陶瓷砖。所述机组均有旁路烟道, 没有配置 GGH 系统。

在干湿烟气交替排放的实际工况下, 烟囱钢内筒导流板部位、外壁局部均曾发现酸液渗漏, 烟囱对着烟气进口方向腐蚀较重, 漏点 70%集中在水平或垂直焊缝处。采用玻璃纤维环氧树脂、宾高德砖内衬防腐系统材料等的临时、局部防腐处理效果有限, 防腐改造势在必行。

## 2 防腐方案选择

国内同类型电厂机组的烟囱防腐调研的情况总结如表 1 所示。

以上四个电厂烟囱均未设 GGH, 是典型的湿烟气工况, 轻质防腐砖胶系统 (玻化陶瓷砖内衬) 在有旁路与无旁路的烟气工况下, 短期内均出现了严重的防腐失效。宾高德泡沫玻璃砖内衬系统在有部分旁路的工况下, 表现了良好的防腐性能。宾高德泡沫玻璃砖内衬系统在国外已有 20 年以上使用业绩。

表 1 调研情况

项目	电厂 1	电厂 2	电厂 3	电厂 4
机组规模/MW	2×1000	2×660	4×600	4×600
烟囱型式	双钢内筒			
烟囱高度/m	240			
排烟直径/m	7.6	6.6	6	6.5
旁路	有	无	有	有
GGH	无			
钢内筒材质	耐硫酸露点钢	耐硫酸露点钢+碳钢	耐硫酸露点钢	碳钢
防腐型式	轻质防腐砖胶系统 (玻化陶瓷砖内衬)	轻质防腐砖胶系统 (玻化陶瓷砖内衬)	轻质防腐砖胶系统 (玻化陶瓷砖内衬)	宾高德泡沫玻璃砖内衬系统
投产时间	2008.3/2008.7	2010.8/2010.12	2008.9	2006/2007
发现问题时间	2009.7	2010.9, 1 号机	2009.12	
问题描述	导流板严重渗漏, 所有环向焊缝腐蚀渗漏	防腐改造时发现 2000 个以上腐蚀点, 环向焊缝 90% 腐蚀穿透。单独进行了筒体加固的设计与施工	发现 100 多处漏点	投产以来, 未发现任何渗漏, 未发生任何维护工作
防腐改造	2010 年 10 月起采用宾高德砖内衬系统分阶段改造	采用宾高德砖内衬系统整体改造	至考察时, 尚未进行防腐改造相关工作	

电厂 4 的钢内筒防腐采用了全套宾高德砖内衬材料, 材料配伍性好, 发挥系统性作用, 如宾高德底漆, 其与宾高德胶相容性很好, 黏接力强, 不易撕开和透水。

对于烟囱防腐改造的钢内筒内衬材料选择主要考虑因素包括:

(1) 技术上的可行性, 需要满足烟囱所处的复杂环境下的特殊防腐要求。

(2) 经济上的合理性, 具备较低的一次性投资费用和建筑成本。

(3) 施工方案优良, 周期可控, 周期宜短, 且施工质量有保障。

(4) 改造后需便于检修维护, 维护成本费用较低。

根据三期 6、7 号机组烟囱的钢排烟筒结构, 表 2 列出了防腐改造可选的 6 种钢内筒内衬材料。对比指标确定宾高德砖内衬

材料为最优的选择。

表 2 方案对比

方案	优点	缺点	使用情况
钢内筒衬高合金板	防腐性能优越	造价昂贵	国内并无应用案例和实施办法
钢内筒衬钛板	防腐性能好,应用较多	本案中,须使用挂贴式,工期长,造价高	国内无类似类施工案例
钢内筒衬宾高德内衬系统	防腐性能优越,应用较多	施工要求较高	国外大量超过 25 年以上业绩,国内有超过 5 年以上业绩
钢内筒衬泡沫玻化砖	造价低	实际性能与宣称指标差异大,防腐寿命短	与我厂现用国同一防腐类型。失败案例众多
钢内筒衬普通泡沫玻化砖	造价低	实际性能与宣称指标差异大,防腐寿命短	与我厂现用国同一防腐类型。失败案例众多
钢内筒衬玻璃鳞片涂料	造价低	实际性能与宣称指标差异大,防腐寿命短	失败案例众多

首先,该材料质量可靠、整体的性能指标优越,长期实践观察的国内外工程改造中未发生过较大的质量问题。其次,其具有丰富的施工经验、详实的施工规范和质量监控设备和方法,专业监理,可以全过程控制施工质量。最后,该方案可满足分段施工要求,施工时间可控,不用改变整个钢内筒设计,适合于维修,费用相对于钛板方案亦有较大优势。

### 3 防腐改造实施

烟囱防腐处理由于受每次机组大修时间的限制,采取分段改造方式。因分段改造时间间隔较长,为保障整座烟囱的防腐连续性,避免出现防腐薄弱点。在新旧防腐施工交界处都采取两次防腐施工的方式,即将已施工完毕的防腐层拆除掉一部分重新防腐,与新施工防腐层过渡连续。

防腐改造基本按下述过程进行:

#### 3.1 铲除原有泡沫玻化陶瓷砖和胶粘剂

原有玻化砖表面增强的胶层已完全被冲刷干净,玻化砖外表面也由光滑平整变得粗糙,且部分玻化砖表面已出现细小孔洞、缺角和开裂现象,玻化砖之间砖缝增大,说明玻化砖、胶已经不能起到防腐作用。因此,改造实施将原有玻化砖内衬完全拆除干净。

#### 3.2 对钢内筒、导流板和烟囱入口膨胀节段进行基体补焊

针对烟囱钢内筒已有的腐蚀穿孔,进行贴补补焊,根据穿孔大小下料后修补人员通过外吊篮平台进行补焊及加强,焊机通过小型吊笼放置相同水平高度。首先进行点焊,固定后进行围焊。

#### 3.3 防腐表面进行喷砂,宾高德砖内衬系统施工

喷砂过程中,需维持以下条件:空气的相对湿度小于 80%;基体温度大于 10℃;基体表面温度高于围空气露点 3℃以上。当湿度过大或者雨天时,暂停喷砂。喷砂磨料采用铁矿砂,喷砂需达到 Sa2.5 等级。表面处理完毕后钢材表面须防止污染,如手印、汗水、油污等。

基层喷砂完成后尽快衔接进行涂装施工。涂刷施工禁止在雨、雾、大风天气中开展,必须在良好天气时开展。本次改造涂装主要使用刷涂和滚涂工艺,能保证获得强粘结力和优良的涂装效果。施工时烟囱内筒环境的相对湿度需不大于 85%,环境温度宜为 15~30℃,并高于当时空气露点温度 3℃。当环境温度小于 10℃或相对湿度超过 80%时,采取机械措施达到正常的施工温度

和湿度。

### 3.4 排烟筒外表面重新涂料防腐

宾高德砖的贴衬是一种独有技术,称之为“双黄油”法。其优点在于,通过基材面胶与砖面胶的挤压,可以最大限度保证空气被排出,不会在砖背产生“空鼓”等不良现象,可以保证胶层良好的防渗性能。砖缝之间同样采用双面贴合再挤压的方法,保证砖缝间胶的密实性。

### 4 防腐改造后的使用情况

时至今日,使用宾高德砖内衬系统防腐改造后,7号排烟筒下半段已运行 10 年,6号排烟筒已运行近 8 年,在此期间,宾高德砖内衬防腐系统运行良好,没有发生任何防腐渗漏,达到改造预期效果,如图 1 所示。



图 1 2021 年的烟囱内筒及外表面

### 5 结语

国能北仑电厂三期烟囱钢内筒防腐内衬采用新型的泡沫玻化陶瓷砖材料,在烟气脱硫系统未配置 GGH 的条件下,一年多的运行后钢内筒内部导流板部位及外壁出现酸液渗漏现象,经对渗漏部位检查、分析,制定了宾高德系统在钢内筒防腐改造方案。通过改造,取得了显著效果,为湿法脱硫无 GGH 烟囱内衬防腐提供了良好的借鉴作用。

#### 参考文献

- [1] 冯云岗.烟气脱硫改造后烟囱防腐的探讨[J].上海电力,2008(1):39-41.
- [2] 李彦戈,徐大伟,孙强,等.湿烟囱内衬防腐材料的选择[J].电力环境保护,2008,24(1):22-24.
- [3] 张大厚.火力发电厂烟囱防腐存在的问题及建议[J].高科技与产业化,2009(1):88-92.
- [4] 宫栋杰,刘彦,韩间锋,等.火力发电厂湿法脱硫后烟气对烟囱的影响[J].河北化工,2009(7):32.
- [5] 崔永忠,廖永进.火电厂脱硫系统及烟囱腐蚀情况分析[J].广西电力,2010,33(3):47-49.
- [6] 解宝安.火力发电厂新建工程湿法脱硫烟囱防渗防腐方案设计[J].武汉大学学报:工学版,2010(增刊1):299-302.
- [7] 中国大唐集团科技工程有限公司.火电厂脱硫烟囱防腐技术[M].北京:中国水利水电出版社,2010.
- [8] 邢峻,刘福云.国内火电厂湿法脱硫烟囱防腐现状及展望[J].全面防腐控制,2013,27(4):1-5.

收稿日期:2021-07-07

作者简介:冯智宏(1971—),男,汉族,浙江宁波人,大专,工程师,主要从事土建工作。