

火电厂混凝土烟囱防腐改造实例

王玉平，顾孟祥，张基辉

（太仓港协鑫发电有限公司，江苏 太仓 215433）

摘 要：文章针对太仓港协鑫发电有限公司 210m 混凝土烟囱防腐改造工程实例，介绍了 210m 混凝土烟囱防腐技术方案的选择及应用，为同类型烟囱防腐技术方案选择提供借鉴和参考。

关键词：烟囱防腐；钛钢复合板

0 引言

太仓港协鑫发电有限公司三期 2×320MW 机组烟气脱硫、脱硝改造始于 2010 年，可研时对改造工程从系统先进性、可行性、安全性、可靠性、经济性进行了详细分析后，确定了整个工程改造内容：微油点火、低氮燃烧、烟气脱硝、引风机和增压风机合一、取消旁路、改造空气预热器、取消 GGH。取消 GGH 以后烟气进入烟囱的温度由 110℃降到 50℃左右，烟气中含有大量水分，对烟囱腐蚀加大，此时的烟囱是个名副其实的“水烟囱”。对烟囱的防腐性能提出了更高要求。

1 原烟囱概况

太仓港协鑫发电有限公司三期 2×320MW 烟囱于 2004 年 10 月建成投入运行。烟囱高 210.00m、内圆直径 6.9m 至 18.484m。基础部分是由 116 根 48.00m 长的 PHA—AB500—100（C30 混凝土）桩基组成。烟囱筒体为 C30 钢筋混凝土结构；隔热层采用 80mm 厚玻布岩棉板；内衬为特种陶质耐酸砖，用耐酸砂浆砌筑。

2 烟囱防腐方案的确定

脱硫改造取消 GGH 后，为了保证使烟囱防腐性能具有切实、可靠及长期有效的安全性能。2010 年 3 月太仓港协鑫发电有限公司有关人员考察了全国十余家同类型烟囱使用不同防腐方法的运行情况，组织华东地区烟囱设计、施工方面的专家，对太仓港协鑫发电有限公司脱硫、脱硝工程烟囱改造方案进行二次论证，大家一致认为：对于“水烟囱”防腐，若采用砌块、涂料及鳞片等材料工艺，有施

工质量不可控及老化的致命缺陷。钛钢复合板的造价相对较高，施工难度大，但比较可靠，性价比高。固确定烟囱防腐改造工程采用直立式钛钢复合板结构。

3 烟囱防腐改造施工方案的确定

太仓港协鑫发电有限公司 210m 混凝土烟囱内加钛钢复合板钢内筒防腐工程是全国第一例。受到原烟囱结构、尺寸及改造后烟气流量、压力影响，根据烟气数据计算确定钢内筒直径为 6.30m，与原烟囱混凝土壁只有 100mm、与原烟囱的环臂梁只有 50mm 的距离，这对钢内筒的提升带来了很大困难，稍有偏差就会碰到原烟囱造成事故。业主与设计人员、施工单位对施工方案进行了多方比较和计算，最后确定沿原烟囱高度分别在 60.00 m、103.75m、153.75m、203.75m 设置四个止晃点；在 103.75m 设吊装平台，在吊装平台对钢内筒采取 4 点液压提升倒装法施工工艺进行施工。为了实现上述目标，消除钢内筒及附件增加的荷载对原烟囱基础的影响，首先在原烟囱 7.42m 灰斗平台开洞；拆除原烟囱部分内衬、隔热层、环臂梁。

3.1 原烟囱内衬拆除及附件施工

3.1.1 施工顺序

施工准备→原烟囱 7.42m 积灰平台开凿→筒首吊装平台安装→施工作业平台和升降平台安装→原烟囱内衬拆除→检查原烟囱内壁防腐层损坏情况（如有损坏涂刷耐酸涂料 NS—9708 二度）→垃圾垂直运输至零米→垃圾运输到指定堆场。

3.1.2 主要工装

本工程所使用工装包括：筒首吊装平台（见图 1），也作为原烟囱内新增平台梁的吊装承重平台，

主梁跨度 4.3m 工字钢选用 32a; 其最大受力按 103.75m 平台梁吊装最大重量核算。升降运输平台及施工作业平台, 为无锡市申锡建筑机械有限公司生产的施工平台, 外平台的外径可随烟囱内壁半径的变化而伸缩。

作业平台(见图2)亦应处于水平运行状态, 是作业人员站立的平台。升降运输平台是将拆除的垃圾上升或下降运输的平台。施工人员乘升降平台到施工平台上。先将作业平台与烟囱内壁用顶杆固定, 用风镐清除内衬和隔热层, 并回收到平台上及时用升降平台运送至零米层。

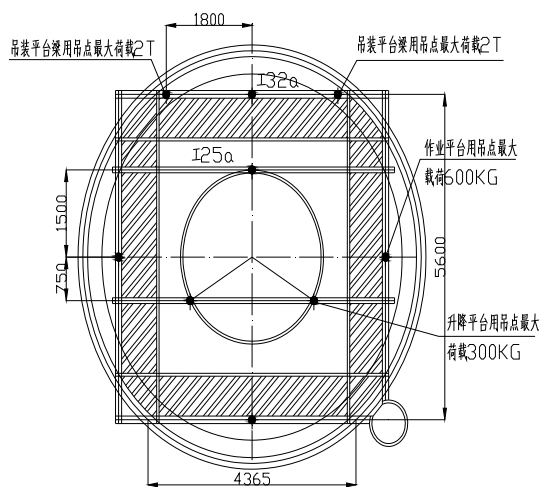


图1 筒首吊装平台示意图

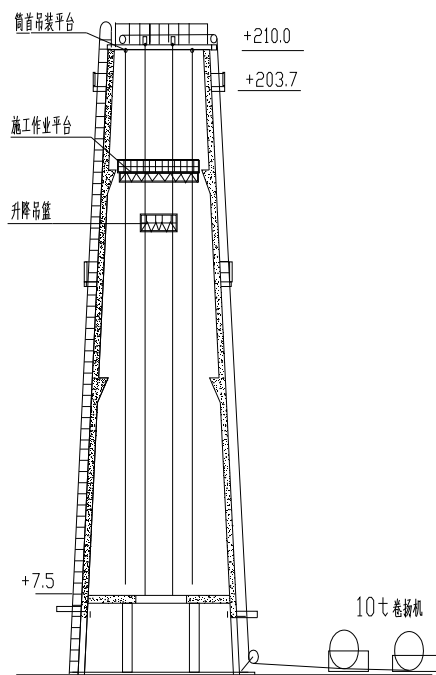


图2 拆除、安装作业平台示意图

3.2 烟囱钢内筒液压提升倒装法施工工艺和工装

3.2.1 液压提升法的优点

(1) 液压提升没有大型机械设备但起重能力大高度不受限制, 适应场地狭窄起吊吨位大的安装工程。工装简单拆除工作量小。

(2) 液压提升是在上部牵引提升, 提升平稳无飘移, 施工人员在地面组对、焊接施工更安全可靠。

(3) 液压提升装置, 把大量的工作量由高空作业改为地面作业, 施工操作方便, 作业环境好。同时高空作业少, 大大提高了施工的安全性, 从而缩短工期和减少安全风险。

(4) 液压提升有计算机控制系统超载时自动停机安全性能更可靠。

3.2.2 液压提升倒装法工装

3.2.2.1 烟囱钢内筒安装 103.75m 提升平台

如图3所示, 烟囱钢内筒安装采用4点液压提升倒装法施工工艺。在 103.75m 吊装平台安装4台液压提升装置(额定载荷 200t), 4台液压系统中2台并联串通, 以保证同步提升(高差控制在 10mm 内), 提升过程中为防止偏载, 装有自动控制系统和手工操作系统, 超过限载会自动停机以保证提升过程中的安全性。4只液压提升装置分别搁置在4根箱梁上, 每只配备16根 $\Phi 15.24\text{mm}$ 的预应力钢绞线。

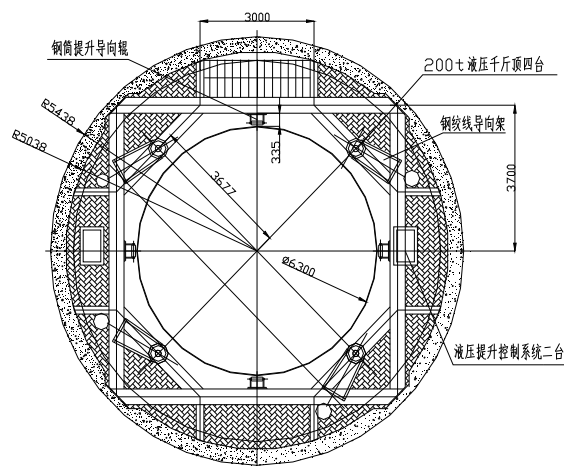


图3 103.75m 提升平台示意图

3.2.2.2 施工焊接平台

如图4所示。内部下层为组对平台, 内部中层是钛贴条焊接平台。内部上层是钛贴条焊缝检测平台。外部下层组对平台, 吊板就位、校正组接、外部基材焊接的施工平台。外部中层平台, 主要用于

基材焊缝消缺和检测工作，外部上层平台在积灰平台上，主要用于外部焊接处除锈补漆和下部保温施工。

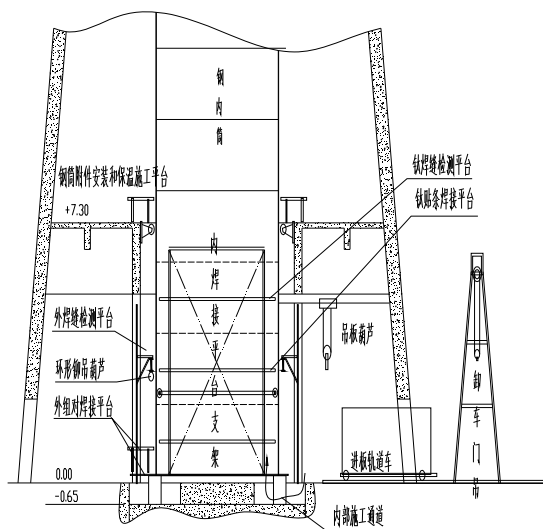


图4 施工焊接平台示意图

3.2.3 液压提升倒装法施工工艺

3.2.3.1 钢内筒的安装施工顺序

103.75m 吊装平台安装→提升系统安装→钢绞线的穿插→钢内筒首节第一吊点安装→预紧钢绞线→液压提升安装后续节→提升 93m 后更换第二吊点→提升安装后续节→提升到 181m 后更换第三吊点，用第三吊点提升到 213m 后停止提升钢筒→液压回落安装裙座。

3.2.3.2 钢内筒安装施工

(1) 本次施工采用每节壁板分三块在铆工场卷圆、喷砂除锈、刷漆后（四周焊接部位均匀留约 10cm 待现场焊接后补刷）拉到现场组对安装。

(2) 将卷制好的钢筒壁板，用自制专用平板车拉到烟囱施工现场。用卸车门吊，吊装到轨道小车上拉入烟囱内，由吊板葫芦接过吊到组对平台，用手拉葫芦吊起移到安装工位。对口完成后进行两节钢内筒焊接，焊接完成后进行外观检查和探伤抽查。以上工艺工程完成后，重复以上工艺向上提升吊装。

3.2.3.3 吊装注意事项

(1) 起动自动提升系统，整体平衡自动提升。操作主控台的自动按钮进行钢内筒的自动连续提升，在所有的自动提升中如果各吊点同步误差超过

设定值，则进入紧急停机，等待调整，调整完毕，进入准提升状态，再次启动自动提升；提升时，要注意观察提升的同步控制误差对钢烟囱的影响；注意记录提升过程中的油压最大、最小值，应时刻监测钢内筒结构状态偏移是否在规定范围内，在误差出现时进行修正；

(2) 提升一个节段后，停机，做下部拼装；再提升一个节段拼装。在吊装过程中，应注意泵站上压力表读数的变化，尤其是在调平的时候，避免因过高，而造成柱塞泵的损坏或渗油情况的发生。各岗位要协调一致，统一指挥，真正做到监护人员各负其责，操作人员动作准确无误。

3.2.3.4 钢内筒液压提升导向装置

本次施工烟囱高度 210m，钢内筒液压提升平台设计在 103.75m，是原烟囱上口直径小的因素确定的。当更换第二吊点后提升重心在吊点上部，为防止在提升过程中产生上部飘移，要在吊点上部钢筒通过的平台安装提升导向装置。应事前在 203.75m 止晃点处安装永久性的导向装置。

3.3 钢内筒固定

当钢内筒安装到最后一节后，拆除基础平面上的安装平台，清理基础平面和地脚螺栓预留孔，安放裙座底板及地脚螺栓。按最下节壁板高度提升钢筒，安装下层壁板和裙座。在基础平面与裙座底板之间，安装垫铁将钢内筒调整定位，垫铁与基础和底板接触稳固。液压提升系统带负荷下降，钢筒回落到基础上稳定卸载 70%，基础灌浆三天后砼强度达 75%时，液压提升系统全部卸载完成整个钢内筒的吊装工作。

在 60m、103.75m、153.75m 各平台安装止晃支点，完成钢内筒的安装工作。

3.4 防雨罩及其它附件安装

当钢内筒的安装工作完成后，施工人员从烟囱外爬梯上到原烟囱顶部安装防雨罩，安装原烟囱筒内爬梯，同时安装原烟囱筒内照明及防雷接地系统。

4 结论

该工程 2011 年 6 月 18 日开工，2011 年 12 月 28 日完成，竣工后机组投入运行，达到改造效果，同时在运行过程中未发现改造后烟囱阻力增加，实

实践证明该改造可行。

作者简介:

王玉平, 男, 江苏太仓人, 工程师, 江苏省机电协会会员,

从事工业与民用建筑建设管理工作;

顾孟祥, 男, 江苏太仓人, 工程师, 从事火力发电厂管理工作;

张基辉, 男, 江苏太仓人, 从事火力发电厂脱硫、脱硝工程
管理工作。