

烟囱钢内筒施工过程中的精细化管理

林学森 于国新 樊晨超 山东诚信工程建设监理有限公司电源建设部 250100

摘要

目前华电国际邹县电厂正在扩建两台 1000MW 超超临界燃煤火力发电机组, 该机组烟囱采用混凝土外筒, 钢制内筒的新型设计。本文主要从监理角度对在钢内筒的施工过程中采用的精细化管理工作做了简要分析。为将来我国的超超临界机组建设的工程监理工作提供一些可供借鉴的经验。

关键词

超超临界机组; 钢内筒施工; 精细化管理

1. 工程简介

华电国际邹县电厂四期工程扩建两台 1000MW 超超临界燃煤发电机组。该机组烟囱设计为混凝土外筒, 钢制内筒的双管式钢内筒烟囱。该烟囱混凝土筒壁全高为 233m, 钢内筒全高为 240m。共安装两个钢内筒, 左右对称布置, 钢内筒内直径为 8100mm。安装标高 0.00 米至 240.00 米, 其中 227.5 米以上采用不锈钢板制作, 其余部分使用 JNS 耐硫酸露点腐蚀钢板。钢内筒共布置 7 层平台, 分别为 30 米、60 米、100 米、140 米、180 米、225 米和 232 米层布置。其中 225 米层为吊装平台, 在 60 米、140 米和 225 米层平台安装止晃装置。钢内筒内壁喷砂防腐, 外壁敷贴保温层, 单筒重约 800 吨, 施工采用液压提升倒装法, 使用 4 台 200 吨千斤顶和配套的液压泵站及控制系统顶升施工。

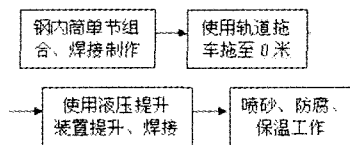
2. 精细化管理

我国自 1996 年开始在全国范围内全面推广工程建设监理制度, 经过近十年时间的探索, 在监理管理模式、管理经验等方面取得了极大的发展。山东诚信工程建设监理公司在邹电四期工程建设期间也进行了创新和尝试, 其中尤其以精细化管理的推广最为有效。在工程建设中, 我们以“四控两管一协调”为工作总纲, 采用《工程项目检查卡》的形式将管理精细化的精神渗入到监理工作的方方面面, 特别是“四控”方面, 取得了良好的效果。

2.1 质量控制

整个钢内筒的安装工作包括以下几个

流程:



监理工程师在施工前就进行了全面的收资工作, 编制了详细的烟囱工程监理实施细则, 确定了烟囱的施工工艺流程、质量控制要点 (W、H、S 点等) 等。在实际工作中以监理实施细则为依据, 对现场施工的关键质量控制节点进行有效控制。

2.1.1 新型材料的焊接工作

烟囱钢内筒本体钢板设计材质为两种: 0Cr18Ni9 和 JNS 耐硫酸露点腐蚀钢板。其中 JNS 耐硫酸露点腐蚀钢系济南钢铁厂新开发钢种, 由计算得知, 其合金总含量 $\leq 3.94\%$ 、碳当量 (CE) $\leq 0.563\%$ (见表一), 有关焊接资料介绍当 CE $\geq 0.4\%$ 时焊缝淬硬性倾向强, 属于较难焊接的钢材。同时还涉及 JNS 耐硫酸露点腐蚀钢板与 0Cr18Ni9 异种材质的焊接。焊接质量成为钢内筒制作质量控制的重点。

专业监理工程师在施工前对焊接工艺评定进行了认真审查, 重点控制施工人员按焊接工艺评定内容进行的模拟考试, 经系列试验及无损检测合格后, 具备了进行钢内筒焊接能力的焊工方可上岗施工。

现场施工工艺的控制也是监理工程师日常监理工作的重点, 监理工程师重点加强了对钢内筒筒体焊口间隙、背部清

根的监督检查, 将对口间隙控制在 2—4mm, 背部清根彻底, 以防止出现未熔合、夹渣、气孔等现象。焊后的外观成型、清理、打磨效果在移交防腐前进行检查验收, 本着“管理精细化”的原则, 施工一节, 验收一节, 验收不合格的钢内筒不得进行下一道工序。筒体吊装组合后对钢内筒筒体焊缝进行了 100% 的超声检测, 一次探伤合格率达 99.5%, 总体焊接质量评定为优良。

2.1.2 防变形措施

钢内筒单个直径为 8.1 米, 如何防止在吊装施工过程中产生的变形又成为一个质量控制的重点。为此, 施工技术人员与监理工程师一道集思广益, 设计制作了专用吊装工具 (见图一), 防止对口过程中因吊装引起的变形现象, 将对口时的椭圆率控制在 20mm 以内。同时, 监理人员在吊装过程中进行了全过程的旁站监理, 不放过每一个细节, 努力保证工程质量。

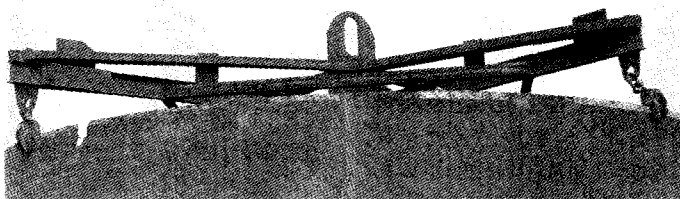
2.1.3 喷砂、防腐

烟囱作为烟气通道长期受高温烟气的腐蚀, 如何在机组运行过程中尽可能减少钢内筒与烟气的直接接触是保证烟囱长期运行安全的关键, 因此防腐层的涂刷就成为了质量控制的重要关键点。

该工程的防腐涂层使用烟气脱硫装置中常用的 VEGF 鳞片胶泥 (VEGF: vinyl ester glass flake coating 即乙烯基酯树脂玻璃鳞片涂料), 该种材料耐腐蚀性强, 抗水汽渗透性好, 同时还具有较强的耐温差 (热冲击) 性、耐磨性

表一 JNS 耐硫酸露点腐蚀钢板化学成分 (%)

C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Ti	Sb
≤ 0.14	≤ 0.9	≤ 0.55	≤ 0.035	≤ 0.035	≤ 1.2	≤ 0.5	≤ 0.15	≤ 0.5



图一 钢内筒吊具

等, 是良好的防腐材料。但该材料对基层的喷砂处理、底漆、中层漆、面漆的涂刷等有很高的要求(见表二 钢内筒防腐质量要求), 因此监理工程师将钢内筒的防腐工序处理作为旁站监理的重点, 制定了《防腐施工质量检查卡》, 对每一节内筒的防腐制作的全过程都进行了监督检查并记录。

2.2 安全控制

钢内筒的安装工作主要在混凝土外筒内部, 具有吊装重量大、吊装时间长、施工空间狭小、高空作业等特点, 对安全控制提出了更高的要求。安全监理工程师首先对整个烟囱的施工流程、工艺进行分析, 对危险源进行LEC评价(L—事故或危险事件发生可能性; E—暴露于危险环境的频率; C—危险严重度), 确定了重点安全监控点包括钢内筒的吊装及高空工作等高风险工作。

除了定期检查吊具、安全防护用品等常规安全工作外, 监理工程师还填写《安全监督检查卡》, 按照危险源评价中的风险等级逐项检查, 将工作做到细

处。为了防止长时间安全施工引起监督人员的麻痹大意, 安全监理工程师将烟囱钢内筒吊装《安全监督检查卡》工作制度化, 保证每天都对高危工作进行检查, 杜绝事故的发生。

2.3 进度控制

如何能够在保证质量、安全的情况下确保施工方能按照进度计划完成既定任务, 这也是监理工程师的职责之一。为此监理工程师编制了烟囱工程《项目进度检查卡》, 对每天的施工项目、进度情况等进行检查, 并对照三级进度计划进行分析、评估, 不断的根据实际情况与施工单位一起调整施工进度。整个项目施工进度始终处于可控、在控状态, 钢内筒施工仅用了 115 天, 比原定工期大大提前。

3. 结束语

该单位工程的各项施工指标都达到了优良标准, 尤其是分项工程钢内筒的施工最为突出, 已被评为整个四期工程的施工样板项目、精品工程。总结整个施工过程, 精细化管理的实施成为保证工程高质量、

高速度、低成本完成的重要因素。精细化管理是一种全方位、全过程、程序细致、管理严密的科学管理方法, 需要各方面参与力量认真分析工程的流程, 制定每一步的工作标准, 细化控制点, 最后通过量化来完成对工程的精确控制。邹四项目监理部作了初步尝试, 采用《工程项目检查卡》的形式来管理工程的各个方面。但精细化管理是一项复杂的系统管理工程, 如何进一步做好精细化管理工作还需要继续深入的探索、完善。

参考文献

- [1]西北电力设计院. 多管式烟囱内筒图
- [2]上海富晨化工有限公司. 邹县电厂四期烟囱内防腐工程防腐技术方案及作业指导书. 2006.05

作者简介

林学森: (1964—) 男, 本科, 高级工程师, 国家注册监理工程师, 注册造价师, 山东诚信工程建设监理有限公司电源建设部副主任, 邹县电厂四期工程项目监理部总监。
于国新: (1970—) 男, 专科, 工程师, 国家注册监理工程师, 邹县电厂四期工程项目监理部副总监, 有多年土建专业施工、监理经验。
樊晨超: (1983—) 男, 本科, 助理工程师, 2005 年毕业于山东大学材料学院焊接专业, 现于邹县电厂四期工程项目监理部担任专业工程师。

表二 钢内筒防腐质量要求

旁站项目	基层喷砂处理	乙烯基涂料底漆	乙烯基涂料中层漆第一遍	乙烯基涂料中层漆第二遍	乙烯基涂料面漆
质量要求	喷砂达到 Sa2 1/2 级	50 μ m—70 μ m	0.8mm—1.0mm	0.8mm—1.0mm	50 μ m—70 μ m

上接第 48 页

AISC 360-05 推荐了两种方法确定组合截面的极限承载力, 即塑性应力法和应变协调法。塑性应力法是 AISC 规范的传统方法, 这一方法认为组合截面达到极限承载力时, 截面充分发展塑性, 钢管的应力达到屈服强度 f_y , 受压区混凝土的应力为 $0.85f_c'$ (矩形钢管混凝土构件) 或 $0.95f_c'$ (圆形钢管混凝土构件), 受拉区混凝土的强度在计算中不予考虑。应变协调法为 AISC 360-05 规范的新增加的设计方法, 来源于美国混凝土设计规范^[1]。这一方法认为组合截面达到极限承载力时, 平截面假定仍然成立, 即横截面上的应变遵循线性分布规律, 受压区混凝土的最大应变为 0.003, 受拉区混凝土的强度在计算中忽略不计。横截面上各处钢和混凝土的应力按照其距离中性轴的距离和事先 (借助于试验或者参考文献) 确定

的本构关系可以得到。

确定组合截面的承载力之后, 可以通过二阶分析进行压弯构件的设计, 也可以通过对一阶分析的结果乘以一个放大系数的方法, 来考虑以下两个因素的影响: (a) 构件是否有侧移 (即 P— Δ 效应) 和 (b) 构件的长细比 (即 P— δ 效应)。规范规定, 压弯构件的轴向力的抗力折减系数为 0.75, 安全系数为 2.00; 弯矩的抗力折减系数为 0.90, 安全系数为 1.67。

3 结论

和以前版本的设计规范相比, AISC 360-05 对钢管混凝土构件的相关设计条文发生了很大的变化, 研究发现 AISC 360-05 新增了关于组合截面抗拉、抗剪的条文规定; 除塑性应力分布法之外, AISC 360-05 还推荐了应变协调法用于组合截面压弯承载力的计算。

参考文献

- [1] Bjorhovde R. The 2005 American steel structures design code [J]. Journal of Constructional Steel Research. 2006, 62: 1068—1076.
- [2] American Institute of Steel Construction. Load and resistance factor design specification for structural steel buildings [M]. Chicago, 1986.
- [3] American Institute of Steel Construction. AISC 360-05. Specification for structural steel buildings [M]. Chicago, 2005.
- [4] American Concrete Institute. Building code requirements for structural concrete and commentary [M]. ACI 318-05/ACI 318R-05, ACI Committee 318, Michigan, 2005.