

· 600 MW 机组专栏 ·

600 MW 机组 240 m 烟囱钢内筒液压提升倒装法施工

吴留恩¹, 邵勤²

(1.江苏电建三公司,江苏镇江 212003;2.江苏省电力公司,江苏南京 210024)

摘要:结合江苏镇江电厂三期工程建设,介绍了2台600 MW超临界燃煤发电机组2炉共用1座240/16.4 m烟囱的施工技术。阐述了该烟囱采用液压提升倒装法施工的基本原理与系统组成,对提升器布置方案、钢内筒第1吊点和第2吊点的相对位置与二次转换、拖梁和环梁方案等进行了分析比较及论证。运用大型通用有限元软件(ANSYS)辅助设计与分析,从根本上消除了内筒安装过程中突出的扭晃问题。经过钢绞线束锚固性能检验、液压提升装置试验、施工过程监测等试验与监测,确认液压提升倒装法适用于各种形式的钢内筒。

关键词:锅炉;多管式烟囱;钢内筒;液压提升倒装法;钢绞线锚固体系

中图分类号: TU761.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-0665(2006)03-0018-03

1 工程概况

江苏镇江电厂三期工程建设2台600 MW超临界燃煤发电机组,2台炉共用1座240/16.4 m烟囱,1台炉设1支6.0 m内径排烟筒,高度为240 m,全高共设7层钢平台,平台标高分别为12.4750 m、40 m、75 m、110 m、150 m、190 m和226 m。除12.4750 m平台以外,钢内筒在平台处均设有4个止晃点,各层平台之间由之字形钢斜梯连通。钢内筒与烟气直接接触件由钛板和碳素钢基板组成,钛钢复合板采用爆破一轧制复合技术制造,筒体壁厚为12 mm+1.2 mm、16 mm+1.2 mm^[1]。

该工程由华东电力设计院设计,江苏电建三公司施工。

2 液压提升倒装法的基本原理与系统组成

2.1 基本原理

液压提升倒装法是一种利用液压提升装置实现钢内筒逐节组合安装的方法。在制作场先预制好钢内筒筒节,以外筒顶部钢平台为支撑,以钢绞线为纽带,以液压油为动力,驱动提升器,按从上到下的顺序,提升一段高度,填充一段筒节,组对焊接完毕,再提升、填充、焊接,循环往复累积提升,换一次吊点后,直到240 m全部组装完毕。

2.2 系统组成

钢索式液压提升装置由提供油压的液压泵站和执行机构液压千斤顶及卡紧机构、承载钢索、上下锚头等组成。液压泵站输出的压力油推动液压千斤顶活塞作往复运动时,上、下卡紧机构交替进行负荷转换(卡紧或放松),将穿在其间的钢索按行程提升或下降,从而实现被吊装件的提升、下降或悬空。

液压提升倒装系统由提升器、提升器支承体系、钢内筒吊装吊点、钢绞线、钢绞线锚固体系等组成。

GYT-200(II)型钢索式液压提升装置技术参数:额定提升力单台液压千斤顶为200 t,4台液压千斤顶为800 t;液压千斤顶活塞工作行程为200 mm;液压系统额定工作压力为20 MPa;承载钢索数为单台液压千斤顶,2×12根(左右捻向各12根)。

提升器支承体系:由提升器支承平台、支承梁、钢筋混凝土烟囱外筒及其他支承结构组成。提升器支承体系的作用是将提升器及其工作荷载,传递到烟囱外筒基础。

钢内筒吊装吊点:即钢绞线、下锚头与钢内筒的连接或过渡点。吊点的组数与提升器组数对应、匹配,吊点须有足够的强度、刚度,应能承受钢内筒吊装的竖向荷载和径向水平荷载,保证在提升过程中,钢内筒壳体不致造成屈曲失稳等有害影响。

钢绞线(简称钢索)为提升器楔紧机构的承力件。通常选用1×7-D15.24 mm的高强度预应力钢绞线,强度等级1860 MPa,外径D15.24 mm,公称截面积138.61 mm²,有左、右捻向之分,理论质量1.091 kg/m,整根破断力为261 kN。

钢绞线束群锚体系:钢绞线束的锚固主要采用夹片锚具,在钢绞线固定端(下端),还可采用挤压锚具。钢绞线束夹片锚具是利用夹片来锚固钢绞线的一种楔紧式锚具^[2]。

3 技术方案的分析论证^[3]

3.1 提升器布置方案分析比较

(1)提升器在烟囱外筒布置标高的选择

提升器支承平台的标高应与烟囱内外筒设计配合进行,主要考虑:利用烟囱永久平台做到永临结

合,提升器布置标高宜靠近外筒筒顶,以次层平台较为有利,但应以外筒能够承受施工荷载为前提,通过承载能力验算确定。

(2) 提升器在支承台上的布置点数

提升器集群效率即总负荷与额定总提升能力的比值,其倒数即安全系数或安全裕度,目前该项系数国内缺少研究和实践经验。在上海石洞口和外高桥电厂钢内筒液压顶升倒装法施工中,3只液压缸曾取67%(安全系数1.5),钢内筒液压提升倒装法的技术条件优于液压顶升倒装法,根据JB/JQ 0302—88液压缸出厂试验标准,参考重型起重机械使用经验,正常最低取值:单只提升器取90%(安全系数1.1),对称成组集群布置取80%(安全系数1.25)。圆形钢内筒有利于提升器沿吊装孔均匀布置;根据3点决定一个平面,提升器布置在三角形的3个顶点上,能满足减晃稳定要求,并利于提升器间均衡受力的相互调节,是较理想、点数最少的布置形式;提升器布置点数越多,偏载可能性越大,故障几率增大,提升器发挥效率越低,越不经济。因此在提升器提升能力足够条件下,尽量选择较少的布置点数。镇江电厂三期单只钢内筒的施工基准荷载为600 t时,选择4只GYT-200(Ⅱ)型液压千斤顶,单只额定提升能力为200 t,总提升能力为800 t,千斤顶效率为 $(600\text{ t}/800\text{ t})\times 100\%=75\%$ (安全系数1.33)。

(3) 提升器平面布置位置

无论是3点还是4点布置方案,提升器的位置既可直接支承在承重平台钢梁上,也可支承在附加斜梁上。为了满足钢绞线穿过和钢梁受力明确、计算简便,本工程提升器支承在附加斜梁上,附加斜梁再支承在承重平台钢梁上或外筒壁上。附加斜梁结构形式为箱梁,承重平台钢梁采用工字梁。

3.2 钢内筒第1、2吊点的相对位置与二次转换

由于使用要求钢内筒高度必须超出混凝土外筒首10 m以上,因此提升过程必须使用2层吊点。第1吊点布置在筒顶第1节或其相邻位置,这样第1吊点工作的稳定性最好;第2吊点位于第1吊点的下方。合理位置的选择应考虑的主要因素有:(1)转换时,吊点与钢平台的相对位置应适当,方便吊点的转换与拆卸;(2)吊点二次转换时,已装钢内筒重心在第2吊点下方越远越有利于筒体的整体稳定性;(3)从降低故障概率角度,第2吊点的提升行程宜短不宜长,原因是同组中各钢绞线之间张紧差异的累积效应与行程正相关,钢绞线从下锚头滑脱与张紧差值和负载正相关;(4)从减少工作量角度,第1吊点的提升行程越短越好,原因是第1吊点越短则越轻,第1次只需穿一半钢绞线,另一半

到换吊点时再穿齐。

3.3 托梁和环梁方案的分析比较

方案1:箱形托梁与三角形倒牛腿方案。即加工一只箱形截面的环形托梁,套在钢内筒外壁上,整个托梁分成4等分,每一等分对应穿一组钢绞线,在圆周1/4处用高强螺栓连接;在钢内筒外壁上沿圆周焊接60个均布的三角形倒牛腿。箱形托梁与钢内筒套接,可方便地装卸多次使用,钢绞线不要重复穿装。该方案受力部位明确,传力路径清晰,箱形托梁、钢内筒可以分别进行强度刚度分析。箱形托梁要与钢内筒外壁密切贴合,实现套接并满足均匀受力要求,箱形托梁的制作要求较高。

方案2:附壁环梁方案。即直接在钢内筒外壁圆周上焊接40条纵肋,三圈水平环梁形成附壁环梁,承受吊装吊点的竖向和水平荷载。该方案环梁与筒壁连成一体,刚度大,应力分布较均匀,环梁直接附着在筒壁上,制作简便,比较可靠,但只能一次性使用,材料和人工均较费。

经分析比较,从经济性角度方案1优于方案2;从可靠性角度方案2优于方案1。

镇江电厂三期240 m烟囱钢内筒,提升器支承平台(承重钢平台)布置在226 m,标准施工荷载为600 t,选用4组GYT-200(Ⅱ)型钢索式液压提升装置,直接支承在4根斜梁上,吊点选用附壁环梁方案,每只筒设2层吊点。第1、2吊点的间隔距离,以及吊点的转换、拆除位置:在第1只筒中,由第1吊点完成钢内筒48节共192 m安装,然后改为第2吊点,第1、第2吊点间距约80 m;在第2只筒中,由第1吊点完成钢内筒23节共92 m安装,然后改为第2吊点,第1、第2吊点间距约50 m。

4 主要施工内容及过程

钢内筒液压提升倒装法的主要施工内容以及过程为:前期准备→钢平台制作、安装→钢内筒筒节制作→液压提升系统安装、调试→钢内筒倒装组对、提升就位→导流板安装→烟道口开孔→穿插防腐与保温。

5 试验与监测

5.1 钢绞线束锚固性能检验

包括钢绞线力学性能试验、锚具外观检查、夹片硬度测试和钢绞线—锚具组装件的锚固性能检验。

静载锚固能力试验的主要目的是得出锚具效率系数,该系数是衡量锚具静载锚固能力优劣的重要指标,液压提升倒装法用锚具应满足Ⅰ类锚具要求,即锚具效率系数应不小于0.95。

5.2 液压提升装置试验

钢内筒液压提升倒装法筒体是逐段组装的、荷载是经过若干次逐步累加到 600 t 的,在调试和实际应用过程中设计了有关试验(见表 1),对实际使用确已证明设备性能有保障的可不重复试验。

表 1 各项试验的目的、方法及要求

项目名称	试验目的	试验方法	试验要求
功能试验	验证系统及主要元件动作的正确性。	油缸与泵站连接,用手动操作,完成全部动作。	各种功能和动作符合说明书要求。
同步试验	检测系统的自动操作性能。	提升前,用水平仪在筒节外壁 90°位置测设 4 个点,自动提升 4 m 后复核 4 点高差。	同步误差在规定范围内。
断电安全性试验	验证突然断电后的安全性。	提升过程中突然关闭电源,观察系统的安全性。	荷重能自动悬停,不失控。
油管破裂试验	在油管破裂情况下,验证系统的安全性。	荷重提升过程中,系统突然失压,观察系统闭锁情况。	荷重能自动悬停,不失控。

5.3 施工过程监测

(1) 烟囱基础沉降观测

在烟囱基础 4 个方向设 4 个沉降观测点,用水准仪观测施工过程各点的沉降量,分析累积沉降和基础倾斜情况,若发现异常应停止施工并分析原因。

(2) 提升支承平台变形观测及节点检查

钢内筒吊装过程中,在 226 m 提升器支承平台的 GL701、GL702 梁的跨中设置了 3 个变形观测点,用水平仪每提升 30 m 观测一次,在第 1、2 吊点转换前后各增加一次观测,验证钢梁挠度弹性恢复情况,在荷载达到 500 t 后每天进行观测,并经常对 GL701 与 GL702 梁的连接焊缝进行检查。实测 GL701、GL702 梁跨中的最大位移值分别为 14 mm、18 mm,小于计算值 25.2 mm、32.5 mm。

(3) 液压提升装置运行监测

运行操作人员负责液压提升装置运行的日常监测,要求特别关注夹片滑脱失效的征兆;仔细检查夹片的工作情况,如发现夹片与钢绞线的咬合面磨损严重或断裂,必须及时停机更换;检查每个夹片的 3 个导向螺钉的牢固性,拧紧后螺钉伸出的高度应一致。

6 结束语

提升法与顶升法的最大的区别在于支承点与重心的相对位置不同。从顶部提升,支承点始终在重心上方,钢内筒组装升高,重心相对于支承点不断下降,从根本上消除了内筒安装过程中突出的扭屈问题,为后续填充段的组合对口,提供了便利条件,使施工操作变得简单快捷,实现了 12~18 m 的日提升速度,取得了良好的技术经济效益。

钢索式液压提升倒装法克服了顶升法的局限性,可适用于套筒烟囱和多管烟囱的钢(玻璃钢)内筒安装,技术优势明显,推广应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 陈国华,束廉阶. 240 m 钢内筒烟囱液压顶升施工技术[C]. 中国电机工程学会建施工专委会第四次年会论文集, 2001.
- [2] 丁晓明,彭孝雄. 珠海电厂 240 m 烟囱施工技术[J]. 武汉大学学报(工学版), 2001, (增刊).
- [3] 吴留恩. 扬州第二发电厂 240 m 多管烟囱施工[C]. 中国电机工程学会建施工专委会第四次年会论文集, 2001.

作者简介:

吴留恩(1962-),男,福建建瓯人,高级工程师,从事电力建设技术管理工作;

邵勤(1962-),男,江苏镇江人,高级工程师,从事电力建设技术管理工作。

Construction Technique of Inverted Installing with Hydraulic Hauling-up Method for Steel Inner Canister of 240 m Multi-stack Chimney

WU Liu-en¹, SHAO Qin²

(1. Jiangsu Provincial Electric Power Construction No.3 Project Co., Zhenjiang 212003, China;

2. Jiangsu Provincial Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

Abstract: The steel inner canister of the 240 m multi-stack chimney in Zhenjiang power plant is installed in a inverted way with hydraulic hauling-up method, and it is designed and analyzed with the finite element analysis. The system is composed of hauling-up machine, the supporting system of the hauling-up machine, the installing nod of the steel inner canister, the steel strand and the steel strands-anchorage assembly. The hauling-up machines are located at the height of 226 m, four groups of GYT-200 (II) hydraulic hauling-up system are used and located at four oblique beams directly. There are two layers of installing nod for each steel inner canister. The inverted installing with hydraulic hauling-up method can be widely used for a variety of steel inner canisters, and it has a broad prospect in promoting its application. It is a great technology development and techniques innovation compared with the hydraulic or air pressure hauling-up method.

Key words: steel inner canister; multi-stack chimney; inverted installing with hydraulic hauling-up method; steel strands-anchorage assembly