

# 某热电项目烟囱筒身液压顶升平台翻模施工应用实例

叶明亮 赖 轶 代治平

四川水发建设有限公司 四川 都江堰 611800

**摘 要:** 本文介绍热电工程烟囱钢筋混凝土施工过程中, 施工平台的设计, 半成品的吊装就位, 烟囱筒身上升施工, 施工人员安全保障的施工, 值得类似工程项目借鉴。

**关键词:** 热电; 烟囱; 筒身液压顶升平台; 翻模; 施工

## 1 工程概况

本热电项目烟囱施工占地面积约为216.42m<sup>2</sup>, 地坪以上高度为115m, 筒身为变截面钢筋混凝土。建筑结构安全等级为二级, 地基基础设计等级为丙级; 抗震设防类别为标准设防, 抗震设防烈度为8度, 设计地震分组为第三组, 设计地震基本加速度为0.20g, 建筑物结构设计使用年限为50年; 烟囱中心坐标 $X = 3872397.992, Y = 467464.550, \pm 0.000\text{m}$ 相当于高程1735.00m; 利用进人门在 $\pm 0.00\text{m}$ 标高设置5400×4500(h)的施工安装孔; 在标高7.3m处设置内钢筒支撑平台; 40m、65m设置止晃平台; 95m设置悬挂平台; 112.5m设置封闭平台。

烟囱筒身为变截面结构物, -0.50~+45.0m为渐变, +45.0m~115m为等截面。

## 2 主要施工方法

烟囱基础钢筋混凝土施工完成,  $\pm 0$ 以下土方回填并完成; 筒身10m以下采用常规钢模加脚手架施工, 待筒身施工至10m以上时采用顶升操作平台翻模施工工艺。

顶升操作平台组装前先搭设脚手架, 然后吊装已组装好的平台梁, 拼装焊接完成后铺设平台板、安装千斤顶、安装顶升操作台液压油路系统、支承杆、安装内、外悬吊脚手架、铺设操作台平台板、安装栏杆、操作台复核、验收。操作平台组装完成后, 为检查各部件受力情况, 必须进行荷载试验, 试验荷载取计算荷载的120%。根据荷载在操作平台上的分布情况, 可将操作平台分成几个荷载区域。每次加荷载后, 检查各受力杆件的受力情况及时调整各杆件的连接, 以达到均匀受力。对操作平台及平台梁的挠度以及操作平台试压应按规范严格控制。由于筒身为变截面, 为了防止下操作平台与筒身间距过大, 下操作平台设一圈收缩用钢丝绳(下垂作业平台具有一定柔性)。

**作者简介:** 叶明亮(1972—)男, 汉族, 四川.宜宾人, 大学专科, 职称: 工程师, 研究方向: 水利水电工程。

“液压顶升平台翻模”操作台采用3t液压千斤顶作为顶升装置, 用 $\Phi 48 \times 3.5$ 的脚手架钢管作为支承杆, 支承杆之间的连接采用20cm的 $\Phi 38 \times 3.5$ 的钢管进行穿管焊接, 并在辐射梁下端用不小于 $\phi 16$ 螺纹钢与支承杆焊接八字撑进行加固。液压控制台每加压回油一次, 16台穿心式千斤顶就向上爬升30cm, 并带动操作台整体向上顶升30cm, 穿心式液压千斤顶在顶升(供高压油)和不顶升状态时都具有自锁功能, 使千斤顶和操作台只能向上顶升, 不能下坠。承载整个操作台荷载力的支承杆下部已深埋在具有握裹力的钢筋混凝土筒壁中; 操作台顶升时一边升台, 一边将横向钢筋与支承杆焊牢固, 使横向钢筋有准确位置, 也使支承杆得到加固, 使施工质量、安全得到保证。

操作平台顶部设一套独脚拔杆, 采用1台5t卷扬机做提升动力, 吊运钢筋等材料。操作平台顶部中心设一套人员升降系统。

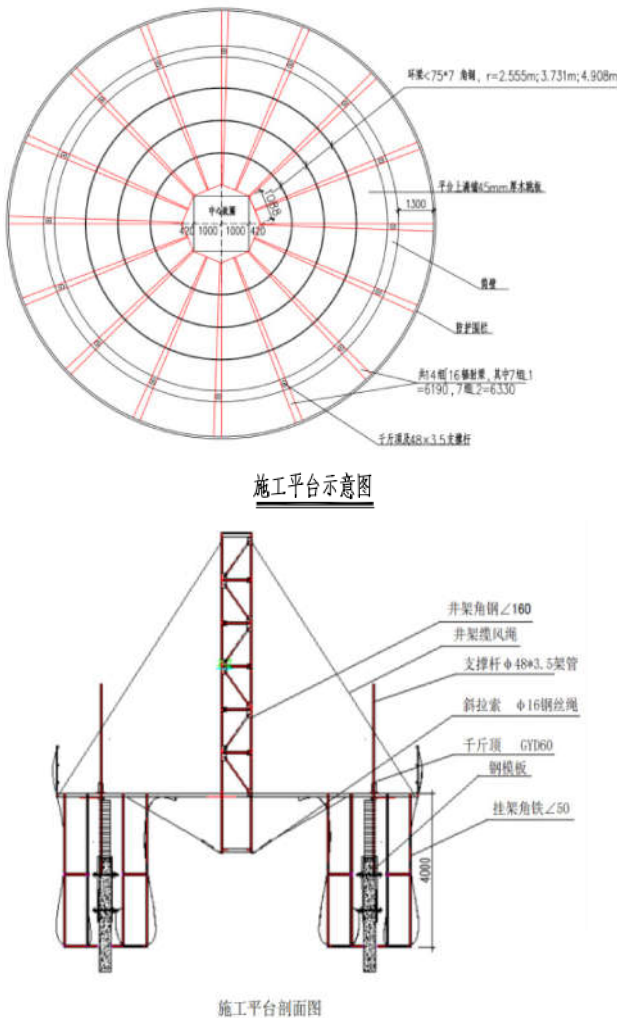
筒身每浇筑完一仓砼进行平台顶升时需待混凝土强度 $\geq 5\text{Mpa}$ 以后, 利用千斤顶在支承杆上的爬升, 将操作台和悬吊脚手架顶升一个模板高度(模板高1.50m), 在顶升过程中或顶升到位后将操作台与构筑物结构中心对中, 并加以固定, 经检查无误后开始筒身施工作业。

筒身混凝土入仓方式选择: 40m以下混凝土采用泵车入仓方式, 40m以上采用吊料筒吊运至施工平台通过溜槽入仓。

## 3 作业平台系统

由中心鼓圈井架、辐射梁、环梁、钢丝绳斜拉索、平台铺板、防护栏杆等部分组成。操作台设16组双拼[16#槽钢均匀布置, 烟囱中心位置设2m\*2m单孔井可供一个卷扬机上、下, 井架高7520mm, 由 $\angle 100 \times 8$ 角钢立柱及 $\angle 50 \times 5$ 角钢支撑连接, 设6根外缆风绳起到稳定井架的作用, 液压顶升平台翻板钢平台上外侧设置1.5m高栏杆, 三道水平栏杆加密目安全网, 悬挂平台每层设置两道水平栏杆, 内一层粗目安全兜网, 外一层密目安全网防

护。见施工平台示意图。



施工平台示意图

施工平台剖面图

筒身内外下作业平台采用双层 $\angle 100 \times 8$ 反吊400cm形成, 径向宽120cm, 环向间距100cm, 反吊角钢在中部高度用角钢径向连接, 环向不用连接保持一定的柔性, 下作业平台外侧底部用 $\Phi 16$ 钢丝绳圆周固定, 收绳器作为调整作业平台圆周, 便于在上升施工变截面时, 始终让作业平台与筒身保持固定距离, 用厚10cm模板铺装作为模板, 钢筋、预埋件安装、混凝土面修补等作业施工平台。

#### 4 液压顶升装置

采用一台YKT—36型液压控制台, 工作压力8Mpa, 满足本工程的需要。千斤顶采用GYD-60型滚珠式液压千斤顶16台, 另备用6台, 最大起重量为: 每只工作起重量为3t, 合计起重量为48t, 满足本工程的需要。油管采用 $\Phi 8$ 和 $\Phi 16$ 两种型号的高压油管, 工作压力为8Mpa, 试验压力为12Mpa, 满足本工程的需要。配套管接头和分油器做为油路的必要补充和连接。限位器用于千斤顶的顶升操作平台的水平控制, 减少顶升平台的水平误差, 以保证

操作平台整体的水平度。

液压油路系统安装完成后, 应进行试运转, 首先进行充油排气, 然后加压至最大压力, 重复五次, 进行全面检查, 等各部分工作全部完成后插入支撑杆, 支撑杆插入前应除锈。用液压控制台顶操作台, 顶升0.9m时对支撑杆进行焊接加固, 操作台顶升高度约1.7米(使已浇灌好的混凝土筒壁顶面距操作台平台梁下口约20厘米高度), 操作台顶升到位后对操作台进行对中, 并用顶托丝杆将操作台加以固定。

#### 5 电器控制系统

分为上控和下控, 上控和下控可单独控制, 并同时配备对讲机。内筒人员升降系统的控制随吊篮移动。

#### 6 筒身施工

6.1 模板系统 由顶升架、内外模板(分固定、收分模板)、钢筋围圈、悬吊脚手架、对拉螺杆等组成。

模板采用2套组合全新钢模板, 钢模板外模高度1500mm, 内模高度1500mm, 每次浇筑混凝土高度1500mm。

6.2 垂直运输系统 物料运输: 本工程材料、机具的垂直运输, 配备一台5t卷扬机用于吊笼垂直升降, 主要是解决混凝土、钢筋、机具的垂直运输; 吊料卷扬机运行时操作平台上及地面各有一盏电铃, 顶部操作平台电箱应设置一个应急按钮, 同时配备对讲机控制卷扬机操作人员。吊笼运输系统设置限位装置。井架上设置 $\Phi 32$ 圆钢作为避雷针,  $\Phi 50$ 铜芯线与主体避雷引下线主筋连接作为防雷接地保护措施。

#### 6.3 施工人员上下:

液压平台主钢梁上安装电动吊篮钢丝绳(吊篮二端各2根共4根, 2根主钢丝绳, 2根保险钢丝绳)并垂直引至地面→地面吊篮安装(包括乘人吊篮、顶升机、钢丝绳穿引、电箱及电源线连接)→吊篮至钢平台上设置吊点并安装2根保险绳(在吊篮上下时保险绳上可安装2个防坠器)→吊篮承载2~3人→接通电源开启上下按钮开关进行吊篮上下→施工人员在安装好的3m长度 $\times 0.76$ m宽度的电动吊篮上进行上下。

#### 6.4 测量控制系统

在筒身内部 $\pm 0.00$ 提前分划好轴线, 利用重型吊锤对上部筒身进行校正。

#### 7 筒身施工工艺流程

7.1 施工准备→烟囱中心、高程控制、→筒身施工至10m→作业平台安装→调试→顶升操作平台(包括平台调平、支撑杆接高)→钢筋等材料运输→绑扎钢筋→安设预埋件→模板支设→模板校核→浇筑筒身混凝土

→穿插水平结构支模施工→重复以上每道施工程序直至外筒施工到顶→顶升设备拆除。可达到平均每天1.5m的施工进度。

7.2 模板工程 烟囱构筑物为圆形,模板采用定型组合钢模板1200×1500mm,为了保证翻模后混凝土层间表面施工质量良好,主体模板上下各加一层1200mm×200mm(翻模时下层不拆),定型钢模每次浇筑混凝土高度1500mm。钢模板面板采用3mm厚钢板,主肋采用50×30×3.0的矩形方管,间距200mm,背楞采用2根6.3号槽钢对焊,主受力区间距为1000mm,模板穿墙螺栓孔眼为Φ18,穿墙螺杆采用Φ14高强螺杆,用铸钢蝶形螺母和100\*100铸钢垫片收紧。爬模施工穿墙螺栓后穿,合模后采用Φ16的PVC管先套入Φ14高强螺杆后一起穿墙,拆模时,将Φ14高强螺杆取出,PVC管留在孔内,外露部分去除掉。

7.3 钢筋工程 钢筋在工地制作场下料并加工成型,人工搬运至拔杆吊运点,用拔杆吊至操作平台,在前一节砼浇筑完毕即可进行下一节钢筋绑扎。根据设计要求钢筋连接:钢筋的连接分绑扎搭接、机械连接两种形式。

7.4 砼入仓 进行-0.5m~10m筒身施工时采用一般脚手架施工(10m层组液压装顶升平台),40m以下筒身砼入仓采用泵送车,40m以上采用平台设置的独脚拔杆吊运1.0m吊罐吊运至顶部平台,溜槽入仓。Φ50插入式振捣器致密实。

## 8 顶升设备拆除

8.1 拆除方法 把平台上的零散物品由卷扬机运到地面,解除千斤顶的液压机、油路,用卷扬机分别将平台上的油压泵、电焊机、电闸箱等安全吊至地面;再拆下内外模板,用带子绳捆好利用顶部拔杆吊至地面;拆除内外吊架板、内外吊架及吊架安全网,并用带子绳捆绑好并吊至地面,最后是平台梁和井架的拆除。拆除顺序正好和安装顺序相反,原则上先装的后拆,后装的先拆。采用半整体拆除方法。其顺序为:清理平台—内外模板—安全网、悬吊脚手架—拉绳—纵平台梁—门架—

井架、鼓圈—横向主平台梁。逐步拆除井架、井架斜撑。最后横向通长平台梁跟支承杆焊接牢固,将钢丝绳吊点固定到横向主梁上,拆除横向通长主平台梁,将钢丝绳固定吊点移至横梁墙壁支承杆上,逐个将横梁放置到烟囱底部平台上最后人员从爬梯上撤离。

8.2 确定拆除日期,在拆除方案通过审核批准后,初步确定拆除时间,及时与气象部门联系,在无雨、无雾、4级以下风天气进行。并将确定的拆除日期提前2天通知项目部安全部门。

8.3 设立安全警戒线及标记:外径15m范围为危险区域,也是拆除所需的影响面。沿外壁不少于15m为半径设立安全护栏,派专人守护,同时做好标记,挂好警示牌。非施工人员不准进入危险区域或在周围逗留。

8.4 劳动力组织,将拆除人员分成三组,一组负责上部拆除,一组负责地面转运及联系,另一组负责安全警戒,各组分工要明确,各负其责,保持联系。

8.5 上述工作准备完毕便可开始拆除。拆除时要派专人进行负责,将责任落实到具体人身上。

## 9 结束语

独立高大构(建)筑物采用液压顶升操作平台翻模施工,结构简单,人员安全能得到充分保障,工人作业强度均匀,进度很快。适合于烟囱、较高渡槽支承墩、桥梁支承墩等独立高大构(建)筑物。翻模施工避免了滑膜施工易出现的混凝土拉裂现象,在本工程中,由于筒身混凝土较薄(30cm),筒身上升施工需混凝土待强,以避免液压顶升支撑杆握裹力不够失稳而造成施工事故。

## 参考文献

- [1]王强.超高层烟囱滑模施工技术研究[J].建筑技术开发,2020,47(12):35-36.
- [2]张峰,李华.烟囱施工过程中的安全风险评估与应对策略[J].安全与环境工程,2019,26(4):168-172.
- [3]陈宏.烟囱施工中的节能减排措施研究[J].能源与环境,2020,(3):45-47.