

烟囱外筒滑模施工技术在生活垃圾焚烧发电厂中的应用

韦剑鸿

上海建工五建集团有限公司, 上海 200063

[摘要]文中以崇明固体废弃物处置综合利用中心二期工程项目的钢筋混凝土烟囱施工为例, 通过对外筒滑模施工进行一些技术改进, 与传统意义上的滑模相比, 其实质是提升翻模施工, 能很好地适应随烟囱高度的提升, 有效的缩短工程施工时间, 节约施工成本, 提高经济效益和社会效益。

[关键词]烟囱外筒; 滑模; 施工工艺; 技术要点

DOI: 10.33142/sca.v7i2.11262

中图分类号: TU758

文献标识码: A

Application of Sliding Form Construction Technology for Chimney Outer Barrel in Domestic Waste Incineration Power Plant

WEI Jianhong

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200063, China

Abstract: Taking the construction of reinforced concrete chimneys in the second phase of the Chongming solid waste disposal and comprehensive utilization center project as an example, some technical improvements were made to the external cylinder sliding formwork construction. Compared with the traditional sliding formwork, it essentially improves the flipping formwork construction, which can adapt well to the increase of chimney height, effectively shorten construction time, save construction costs, and improve economic and social benefits.

Keywords: chimney outer barrel; sliding form; construction technology; technical points

引言

烟囱的施工属于高耸建筑物工程, 目前主要的施工方式有滑模施工、爬模施工和翻模施工。本文所介绍的工程采用滑模施工, 全过程只需一套定制钢模板, 施工得到的烟囱外观光滑, 不需要对其表面进行额外的粉刷处理, 施工简单, 成本低廉, 与其他方法相比优势非常明显。

1 工程概况

本工程位于上海市崇明区, 烟囱筒身为正方形结构, 钢筋混凝土外筒顶层平台高度 75m, 顶层女儿墙周圈设置, 定标高 76.5m。烟囱外筒尺寸为 8.8m×8.8m。混凝土剪力墙壁厚 400~250mm, 筒壁厚度 25m 以下为 400mm, 25~45m 为 350mm, 45~65m 为 300mm, 65~75m 为 250mm。筒壁内配置竖向双排钢筋及水平钢筋, 除基础底板外 10.0m 以下墙、柱、梁、基础均为 C40 混凝土外, 其余均为 C35 混凝土。筒体标高 5.00m、75.00m 为混凝土平台, 10.00m、15.00m、19.00m、25.00m、35.00m、45.00m、55.00m、65.00m 处各设钢结构平台一道。5m、75m 结构层均为有梁板 (5m 层板厚 150mm, 梁尺寸 200X400、250X500、400X800; 75m 层板厚 130mm, 梁尺寸 200X300、250X500、300X600、350X800)。

2 工艺原理

烟囱筒身液压顶升操作平台滑模施工技术利用高于待浇筑面的操作平台和吊挂在操作平台四周的内外双层

吊挂平台作为施工操作面, 双层吊挂平台绕烟囱筒壁内外环绕布置。烟囱筒壁利用一套定制钢模板与上述提升操作平台及吊架施工。整个滑升装置架设在安装基面上, 滑升装置包括竖直插设在待浇筑烟囱中的爬升杆, 和液压千斤顶。从而实现平台提升, 模板滑升, 施工完成整个烟囱筒身。

待筒壁施工至平台板上方 3.6 米 (滑模 2 次) 后再进行平台板施工, 在施工钢筋混凝土筒壁时根据图纸设计尺寸将梁、平台钢筋进行预留插筋。

3 施工工艺流程及操作要求

3.1 施工工艺流程

测量定位放线→液压提升滑动操作平台安装→筒壁钢筋施工、埋设预埋件→内外模板安装→浇筑混凝土→逐层循环提升模板及操作平台, 下一循环施工→操作平台拆除

3.2 操作要点

3.2.1 施工测量

(1) 测量放线: 采用全站仪布设控制点, 对烟囱进行定位测量和基础抄平放线。(2) 水平测量: 平台水平是控制垂直度的关键, 因此, 要认真校核平台的水平度。提升前在筒壁 4.5 米标高处划一个红三角, 以作为控制标高与平台水平的标记。为防止标高误差, 每提升 6 米 (倒 4 模) 校核一次标高。(3) 垂直测量: 为了确保烟囱筒体垂直度, 在筒体外四角处各安装一个垂球, 同时在四角的两

面各弹一条 1m 长垂直墨线（共计 8 条），随时测量扭转与倾斜情况。（4）扭转测量：在筒体的横轴 A 轴和纵轴 1 轴线的延长线上做两个扭转观测基准点，用经纬仪观测，通过挂在模板上的标尺反映平台的扭转情况。（5）沉降观测措施：在标高 0.44m 处设置沉降观测点四个。基础±0.000m 以上每施工 20m 观测一次，一直到顶部施工完成，钢内筒每施工 40m 观测一次，直至安装固定完毕，投入运行第一年，应每月观测一次，运行一年后每 3 个月观测一次，直至连续两次观测沉降不超过 2mm 为止，一般观测期限为 10 年。标高 75.00m 设置倾斜观测点四个。

3.2.2 液压提升滑动操作平台安装

液压提升滑模施工装置由操作平台系统、模板系统、液压提升系统等部分组成。

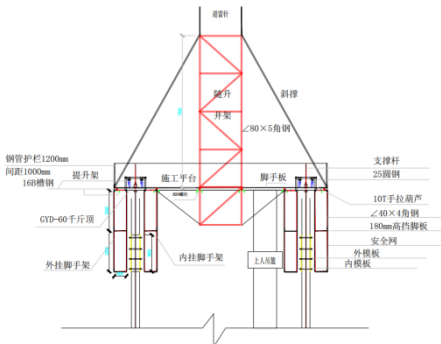


图1 液压提升滑模施工装置

(1) 操作平台系统

液压提升滑模施工装置采用的操作平台，由提升平台辐射梁、环梁、平台板、角钢、液压千斤顶、槽钢等组成。平台组装时，内钢圈中心和烟囱中心一致。辐射梁布置力求均匀，且尽量避开洞口暗柱。平台牢固铺设 5cm 厚脚手板。脚手板应固定牢靠、不得出现晃动或者串动现象。千斤顶标高一致，支撑杆接头按照总数的 25% 错开。

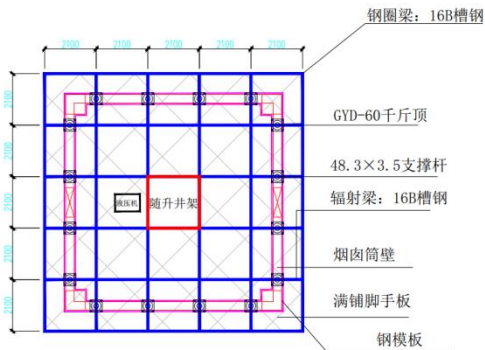


图2 操作平台系统

(2) 模板系统

模板采用 1.80m 定制钢模板，每幅内吊架上各悬挂一块模板，模板沿径向用对拉丝杆可将模板固定或脱开。模板向上滑模采用固定于钢平台上的手拉葫芦进行垂直提

升，共计设置 24 个型号 HS-C 10t 手拉葫芦，外模 8 个，内模 12 个。每个手拉葫芦重 43kg、起升重量 10t、起升最大高度 5m，手拉葫芦通过 $\phi 25$ 的圆钢固定在 16b 槽钢焊接成的提升架上，墙模板设置 4 个提升点，柱角模采用采用 2 个提升点，采用 M20 吊环。

筒壁砼接槎处采用厚型双面胶粘贴于已浇筑筒壁处与上模板底部内部紧密依靠，防止上部砼浇筑时水泥浆流出污染下部已成型筒壁。

(3) 液压提升系统

提升系统由支撑杆、提升架、液压油泵、千斤顶、油管等部分组成。

提升设备选用液压千斤顶，与提升架组合而成，经对荷载及提升阻力验算，提升能力满足施工要求。整个提升系统由中央控制柜控制，提升系统既可同步提升，也可以单个或多组提升。

(4) 正式提升前需对液压提升系统进行试压，以检查油泵、溢流阀、换向阀、 $\phi 16$ 油管、三通、五通、 $\phi 8$ 油管、针形阀等的受压情况。检验 6T 千斤顶和支承杆的受力状况。

3.2.3 筒壁钢筋施工、埋设预埋件

(1) 筒壁垂直钢筋均放在水平钢筋外侧，垂直钢筋和水平钢筋的锚固长度均为 40d，每一搭接截面钢筋的接头数量不应大于该截面钢筋总量的 50%。垂直钢筋遇洞口时宜从洞边绕过。

(2) 钢筋绑扎完毕后，按图纸位置埋设对应型号的预埋件，埋件调整好位置后将锚脚与墙体钢筋焊接牢固。

3.2.4 内外模板安装

筒身模板采用定制钢模板（外模 8.8m*1.8m、模 8.0m*1.8m），内模与外模之间连接采用新型可调式紧固件加固。四角角柱内阳角及外阳角，均设计成整体角模，防止漏浆，内外模板紧固完毕后，每模模板用校正中心、对角线、轴线方法控制其垂直度，并与吊架进行连接固定。筒壁砼接槎处采用厚型双面胶粘贴于已浇筑筒壁处与上模板底部内部紧密依靠，防止上部砼浇筑时水泥浆流出污染下部已成型筒壁，保证混凝土外观成型质量。

3.2.5 浇筑混凝土

混凝土必须分层均匀浇筑，每一浇灌层的混凝土表面应在一个水平面上，并有顺序地浇灌。分层浇灌的厚度为 300mm，各层浇灌的间隔时间不应大于混凝土的凝结时间。

在混凝土浇筑过程中应注意观察模板和支撑是否走动、变形及有无漏浆现象，浇筑混凝土是否符合规定等，如发现问题应尽早处理。当混凝土初凝后应及时转动对拉螺丝，待混凝土终凝后就可抽去对拉螺栓。

3.2.6 逐层循环提升模板及操作平台，下一循环施工

钢筋混凝土筒壁液压提升滑模施工，每次滑模高度为 1.8m，一共滑模 42 次，每次浇筑方量为 20~25 立方。液

压提升平台将吊架提升一模高度,之后绑扎该模高度范围内的纵向及水平钢筋,验收完之后,安装提升高度范围内的模板,而后浇筑混凝土。

当混凝土强度大于 1.2MPa 以上时方可脱模。混凝土筒壁脱模后经修整即在其表面浇水养护。脱模后要及时将钢板进行清理,并刷好脱模剂,然后再用。

提升模板施工过程中全部施工荷载均支承于已具有较高强度的筒壁中的支撑杆上,为了保证筒壁有足够的承压能力,混凝土要保证出模强度,根据混凝土强度控制提升速度,如混凝土强度不能满足施工要求,应减慢升模速度或采取其他能提高混凝土早期强度的措施。

每次提升前应检查并排除提升的障碍。提升时应保证所有的千斤顶充分给油;回油时应保证所有的千斤顶充分排油。提升前,先检查各支承杆有无脱空现象,钢筋与模板有无挂连之处,检查无误后方可进行提升。千斤顶支承杆接头应相互错开,第一批插入的支承杆其长度不得少于支承杆直径的 20 倍。焊接必须牢固,焊口打磨平整,杆上油污应清除干净。

提升作业需统一指挥,并配备巡视人员,加强同步升降和纠偏控制技术和措施。提升时要使操作平台均匀水平上升,并在支撑杆上按 10mm 划好标高线,并安装限位控制器来控制提升水平标高,配备专人监测各提升点的同步情况,有个别方向提升不均衡时,须立即停止,对单个提升架调整水平后方可继续提升。

混凝土的灌注与绑扎钢筋、提升模板等工序之间,要紧密衔接,相互交替进行。正常滑升分 2 次将高度滑升到位,首次滑升高度到达 1 米时,用钢筋将滑升管进行加固,加固完成后方可进行下一次 80cm 的滑升。

3.2.7 操作平台拆除

3.2.7.1 拆除的要求

滑模系统拆除应在提升结束 1 天后进行,拆除以先装后拆为原则,利用 1 台 QTZ80 (H5810) 塔吊高空整体分段拆除,地面解体的拆卸方案,拆模前及拆模时应符合下列要求:

(1) 滑模装置拆除前必须组织拆除专业人员,指定专人负责统一指挥。并带好安全带,按顺序拆除,并应充分利用塔吊。

(2) 凡参加拆除工作的作业人员,必须是经过技术培训,考试合格。不得中途随意更换作业人员。

(3) 滑模装置拆除前应检查各支撑点埋件牢固情况,

以及作业人员上下走道是否安全可靠。

(4) 拆除作业必须在白天进行,采用分段整体拆除,在地面解体。拆除的部件及操作平台上的一切物品,均不得从高空抛下。

3.2.7.2 拆除的顺序

(1) 当烟囱外筒壁施工到顶 76.5m 后,按下列顺序拆除:拆除模板、立杆及围圈→内外架安全防护系统→内外架走道板拆除→内外架拆除→液压系统拆除→拆除平台上不用的设备及材料→现场清理。

(2) 模板拆除:模板包括内外模板、支撑杆、围圈、对拉螺杆,然后吊运至地面。

(3) 内外安全防护系统拆除:先拆除安全防护围栏钢筋,后拆安全网的顺序进行,密目网、安全网及钢筋用塔吊吊运至地面。然后拆除内外架走道板,用塔吊吊运至地面。

(4) 液压系统的拆除:拆除前把辐射梁落在砼筒壁上,然后开始拆除油泵、油管,用塔吊吊至地面,割除千斤顶的爬杆、千斤顶。用塔吊吊至地面。

4 结语

崇明固体废弃物处置综合利用中心二期工程烟囱外筒在总结与改进滑模施工工艺中,通过做好滑模施工前的准备工作,利用现场已有条件,并严格按施工顺序及施工质量控制要点进行操作,提升了烟囱的整体施工质量,在确保安全的同时,快速的完成了施工任务。

[参考文献]

- [1] 曹海洋. 烟囱滑模施工技术在某生活垃圾焚烧发电厂中的应用[J]. 安装, 2018(12): 54-56.
- [2] 黄晓双. 滑模施工工艺在水利施工中的优势研究[J]. 价值工程, 2019(18): 162-164.
- [3] 李伟玲, 黄志堂, 刘根深, 等. 垃圾焚烧电厂大尺寸烟囱翻模施工技术应用[J]. 建设科技, 2021(12): 47-49.
- [4] 胡二永, 苏永超, 李飞宇, 等. 滑模施工技术在浅圆仓施工中的应用[J]. 河南科技, 2021(5): 106-108.
- [5] 张倩. 滑模在引水竖井混凝土施工中的运用[J]. 陕西水利, 2022(4): 136-137.
- [6] 李伟. 烟囱滑模的施工工艺及技术要点探究[J]. 中国新技术新产品, 2022(8): 95-97.

作者简介: 韦剑鸿 (1990.7—), 毕业院校: 同济大学浙江学院, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 上海建工五建集团有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级职称。