

挑架式液压滑模工艺在筒仓工程中的应用

张 勇

WORKMANSHIP OF BENT FRAME TYPE HYDRAULIC SLIDING
FORM APPLIED TO SILO PROJECT

ZHANG Yong

扬州第二发电厂(2×600 MW机组)设有1号、2号干灰库(现浇钢筋混凝土筒仓结构)两座,分别与1号、2号炉配套,每座干灰库设有灰库2个,间距1.5 m,基础为整板基础,长34 m,宽19.6 m,厚2 m,埋深-2.500 m。筒身直径13 m,壁厚在标高14.100 m以下为500 mm,14.100 m以上为300 mm,库顶板标高36.600 m,库内设有标高6.980 m和14.100 m的两层现浇混凝土楼板,标高14.100 m以下还设有半明半暗式扶壁柱(作为标高6.980 m和14.100 m层的框架柱)。内壁标高14.100 m以下采用1:2水泥砂浆粉刷,14.100 m以上抹耐热砂浆;外壁不抹灰(图1)。

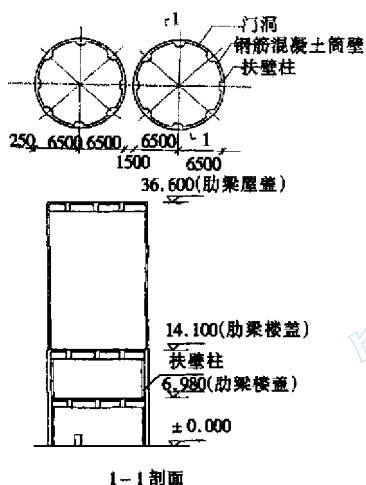


图1 干灰库±0.000平面布置图

每座干灰库主要工程量为基础混凝土2 670 m³,筒身混凝土2 520 m³,楼板混凝土800 m³,钢筋1 380 t。

1 施工工艺

本工程由于桩基施工、图纸供应等因素的影响,开工较迟,工期相对较紧,

若采用常规工艺施工,进度及外观质量都难以保证,为此,利用我公司装备优势,采用滑模工艺施工。针对库内设有现浇楼板且楼板承受荷载较大,不允许二次施工,普通滑模装置已不适用的特点,我们对烟囱工程使用的滑模装置做了一些改进,撤消了垂直运输系统及平台中的鼓圈、辐射梁和大部分钢圈,将操作平台改成挑架式钢结构平台,使之能滑空施工各层楼板。由于1号、2号库结构完全一致,改进后的模具可在同一工程中周转使用两次。

1.1 挑架式平台的构造

挑架式平台即在提升架腿上直接安装三角形挑架,并在其上安装钢圈,然后在挑架上安装铺板及栏杆等设施(图2.3)。

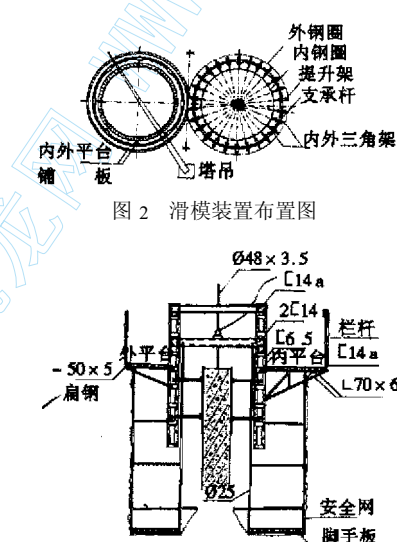


图3 滑模装置布置图

1.2 提升装置

在每个库沿圆周均布26榀提升架,间距1 700 mm,每榀提升架安装1台6 t GYD-60型千斤顶,千斤顶上安装调平限位卡,以控制平台升差,支承杆采用Φ48×3.5钢管。模板采用普通组合钢模(250 mm×1 500 mm),由双管

卡与钩头螺丝固定在2Φ48×3.5钢管围圈上,围圈与提升架用钢管相连,模板系统由千斤顶带动提升架、调节钢管、围圈和模板一同提升。液压控制台布置在两库交界处,由2台YKT-36型油泵直接向8根主油管供油。

1.3 垂直运输

垂直运输采用40 t·m塔式起重机,用于吊运钢筋、钢管、混凝土等,另设一座之字形临时楼梯,供施工人员上下。

1.4 滑升工艺

起滑标高定在-0.500 m,基础施工完毕即开始组装滑模装置。组装顺序为:放线,均布提升架→组装挑架→安装钢圈→绑扎竖向钢筋及提升架横梁以下水平钢筋→安装模板系统的调节钢管、围圈、模板→平台铺板,安装栏杆→安装液压系统及水、电、通讯设施→试验液压系统→插入支承杆,电焊机就位→滑升3.5 m,安装吊脚手,挂安全网。混凝土出模强度控制在0.15~0.25 MPa,混凝土出模后,在吊脚手架上进行内外抹灰,外壁进行收光处理。

1.5 各层楼(顶)板滑空施工

标高6.980 m楼板施工时,将模板下口滑升到6.980 m,立模施工楼板,梁端筒壁处外模吊在滑升外模下口,并采用对拉螺栓固定。标高14.100 m平台施工时,将模板上口滑升至14.100 m,由于其上壁厚缩小,需对模板系统进行改装,故将内模拆除,待楼板施工完毕再组装内模;标高36.600 m顶板层施工前,先在筒身上预留梁端洞口,将筒身滑升到顶板下口,再二次施工顶板。各层楼(顶)板施工方案均为:在筒壁上预埋铁件→焊接钢牛腿→吊入钢桁架,搁置在牛腿上→在桁架上立模施工。

2 滑升装置设计

处于滑升状态的平台总荷载最大,受力最不利;而在不滑升状态,虽增加了其他动力荷载,但相对于混凝土的摩阻力来说要小得多,因此,支承杆的设计按照滑升状态考虑。支承杆的最大滑空长度为2 800 mm。按轴心受压构件计算,求出支承杆的允许承载力为19 kN(工作条件系数取0.8,安全系数K取3.0)。但是,考虑到平台荷载不均及

其本身的偏心、爬升有时不同步等因素,支承杆实际处于偏心受压状态;同时考虑到支承杆脱空长度太长,其允许承载力实际取 13.4 kN,以此确定支承杆的数量为 26 根(滑升状态平台结构自重、设备自重、施工荷载和混凝土摩阻力合计为 348 kN)。

按已确定的参数,对平台进行弯矩作用平面内的稳定性验算:长细比 $\lambda = l_0 / r = 280 / 1.58 = 177.20$, 偏心率 $e =$ 弯曲压应力 $\sigma_1 /$ 轴心压应力 $\sigma_2 = M \times A / (N \times W) = 44 \times 4.89 / (13.4 \times 5.08) = 3.16$, 查出稳定系数 $\phi_P = 0.14$, 则 $\sigma = N / (\phi_P \times A) = 13.4 \times 10^3 / (0.14 \times 4.89 \times 100) = 196 \text{ N/mm}^2 < [\sigma] = 215 \text{ N/mm}^2$, 稳定性满足要求。同样,可进行弯矩作用平面外的稳定性验算, $\lambda_y = 177.2$, $e_y = 3.14$, $\phi_1 = 0.115$, $\sigma = N / (\phi_1 \times A) = 238.3 \text{ N/mm}^2 > [\sigma]$ 。可见侧向稳定性略显不足,此问题可在施工过程中解决,即当支承杆滑空长度达到 1.0 m 时,对支承杆实施加固。环向一圈用钢管通过扣件将支承杆固定成一体;当滑空高度超过 2.0 m 时,还需再

增加一道固定连杆,滑空到位后再用剪刀撑撑在筒壁上。施工过程中,应将施工荷载严格控制在 1 kN/m^2 以内。

挑架分内外挑架两部分,分别外挑 1 200 mm 和 800 mm,采用 $L 70 \times 6$ 角钢焊成三角架,通过螺栓连接安装在提升架上。由于钢筋绑扎等操作主要在内平台上进行,因此内挑架设计稍宽些,同时在内挑架三角架内增加 2 道腹杆。在内挑架尾部,利用 $C 14a$ 槽钢作环向钢圈,采用螺栓连接方式安装;另在外挑架尾部,用 -50×5 扁铁焊在挑架上,作为简易钢圈,以增加平台的刚度。

提升架采用开字形结构形式,立柱截面为 $65 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$,高 2 800 mm,总宽 1 880 mm,用 2 根 $C 6.5$ 槽钢作肢,焊成具有较大刚度的缀条柱,上横梁采用单根 $C 14a$ 槽钢,下横梁采用双根 $C 14a$ 槽钢。经验算,提升架两边的立杆能够承受全部垂直应力,下横梁的连接螺栓亦能满足传递全部荷载到千斤顶的强度要求。两库交界处的挑架通过 $C 8$ 槽钢焊接连成一体,以增加平台整体稳定性,并减小中心偏差。

3 结论与体会

(1) 本工程充分利用了施工单位闲置的滑模装置和机具设备,挖掘了生产潜力,不仅进度快,效益显著,且通过技术改造尝试,还积累和丰富了滑模施工的经验。

(2) 改进后的平台虽整体刚度稍差,但由于自重轻,设计合理,施工过程中未出现支承杆弯曲、倾斜等问题,工程质量达到优良标准,垂直度偏差实测为 14 mm,任一截面半径偏差 $\leq 8 \text{ mm}$,壁厚偏差 $\leq 5 \text{ mm}$,证明本方案是切实可行的。

(3) 由于采用滑模施工可及时粉刷,粉刷层与混凝土之间粘结效果好,不会出现空鼓等缺陷,而外壁不粉刷,可在混凝土出模后进行收光处理,使混凝土外表光滑美观,故易克服混凝土外观质量通病,达到电厂基建达标的要求。

(4) 采用滑模施工,减少了劳动力并降低了劳动强度,施工人员处于较安全的环境中,大大降低了发生工伤事故的隐患,可节约大量周转材料(钢管、钢模等),也提高了施工的文明化程度。