

### 三、渭河电厂 240m/7m 套筒式烟囱施工组织设计

#### (一)工程概况

渭河电厂套筒式烟囱,外筒为 C30 级钢筋混凝土承重筒,内筒为排烟筒。筒身高度 246m,出口内径 7m(230m 标高,±0.00 外筒直径 21.2m,240m 标高处外径 11m。230~240m,内筒呈漏斗型,半径为 3.5~4.5m,外筒壁厚度为 850~250mm,混凝土工程量为 5197m<sup>3</sup>。内筒 80m 标高以下为自承重排烟筒,从内至外,由水玻璃耐酸胶泥砌 240mm 厚耐火砖,240mm 厚水玻璃耐酸陶粒混凝土,水玻璃耐酸胶泥砌 120mm 厚耐火砖 3 层组成。每 5m 设 500mm×(400~600)mm(宽×高)水玻璃耐酸陶粒混凝土圈梁一道(即 25m 段设 6 道)。80m 标高以上为分段承重排烟筒(25m 一段),由支承在外筒牛腿上的 16 根钢筋混凝土斜支柱(350mm×350mm×(2100~4900)mm)与内筒的钢筋混凝土环梁(400mm×450mm)组成空间体系承担排烟筒重量,从内至外由水玻璃耐酸胶泥砌 120mm 厚耐火砖,140mm 厚水玻璃耐酸陶粒混凝土,60mm 厚矿棉板,0.6mm 厚塑料钢板 4 层组成。每 5m 设 260mm×(400~600)mm 水玻璃耐酸陶粒混凝土圈梁一道(即 25m 段设 6 道),耐火砖 1084m<sup>3</sup>,耐酸混凝土 1091m<sup>3</sup>,矿棉板 218m<sup>3</sup>,塑料钢板 7095m<sup>2</sup>。内外筒每 25m 设钢平台,两平台之间由支承在外筒壁上的旋转钢梯联通。外筒设有 3 道信号平台,4 道检修平台,每 25m 有门窗共 8 档,80~240m 按 45°布设有红白相间的竖向格条航标(25m 高水平等分 3 段),工程量 5710m<sup>2</sup>,设计要求筒身完成后涂刷。

#### (二)内、外筒施工方案可行性研究

渭河电厂 240m/7m 套筒式烟囱,在全国是第二座,经调查了解,第一座采用多孔精制井架,增设内外吊平台翻模施工外筒,组成空间体系的钢筋混凝土斜支柱及内筒环梁采用预制方案,依靠井架平台进行组装,外筒施工完后,由下而上完成其余各道工序,历时 35 个月。我们曾考虑过外筒采用滑模方案,斜支柱及内筒环梁采用预制方案,随外筒滑升同步组装完成。外筒滑升完后,组装内吊平台及筒间搭设脚手架从下而上完成内筒各道工序,以及钢平台、旋转钢梯的安装。但斜支柱长 2100~4900mm,单件重约 1.5t,8 段环梁,每段重约 1.4t,依靠滑升平台吊装、就位困难很大。尤其是由 8 段环梁在无支承的情况下悬空组装成 φ8050mm 的环难度更大,施工安全及安装质量难以保证。为了解决以上难点,经研究分析决定采用内提外滑同步施工方案,即外筒采用滑模,内筒采用提模,斜支柱及环梁改为现浇施工。对于斜支柱悬空的支模,是将斜支柱的钢筋改为 4L63×4 的劲性骨架,采用挂模浇筑混凝土。内提外滑施工方案可使内筒各道工序以及钢平台、旋转钢梯等安装随外筒滑升同步完成,不但解决了悬空组装的困难,而且安全、质量可得到保证,工期可以大大缩短,减少投入 30 万元以上(图 2.3.3(1))。

### (三)施工方案

基础及外筒 30m 以下采用翻模施工。

#### 1. 平台设计

(1)上平台采用变刚度下撑式组合梁体系,布置 40 对辐射梁(2[16a 一对),每对辐射梁按  $9^\circ$  布置,为使提升架不与斜支柱相碰,第一对辐射梁偏离烟囱中心线  $4^\circ$  左右,这样大部分支承杆可避开门窗洞口,减少支承杆的加固。平台直径为 19.8m,鼓型钢圈([20a)直径为 3.6m,高度 3.0m。压杆由 [8 构成(40 根),拉杆由  $\phi 19$  钢丝绳承担,并加设花篮螺栓张紧。设三道外钢圈( $\phi 5.6\text{m}$ ,  $\phi 14.5\text{m}$ ,  $\phi 18.5\text{m}$ ),一道内钢圈( $\phi 3.6\text{m}$ ),均由 [12 制作,护栏钢圈( $\phi 18.6$ )由 [8 制作。垂直运输设五孔井架四吊笼方案,井架托梁用 [20b 制作。

(2)提升架设计:外筒采用“开”字型提升架 40 幅,立柱由 2[63 焊成  $63\text{mm} \times 200\text{mm}$  截面,长度  $2400\text{mm}$ ,上横梁 2[10,下横梁 2[12,提升架外包尺寸  $1700\text{mm}$ 。为满足筒体随升变坡要求,内立柱增设二根  $\phi 25$  水平丝杆,便于内立柱推进、拉出。内筒设 20 幅“开”字型提升架,组合截面  $63\text{mm} \times 150\text{mm}$ ,长度  $3000\text{mm}$ ,上下横梁 2[10,外包尺寸  $800\text{mm}$ 。

#### (3)模板设计

##### 1)外筒模板:

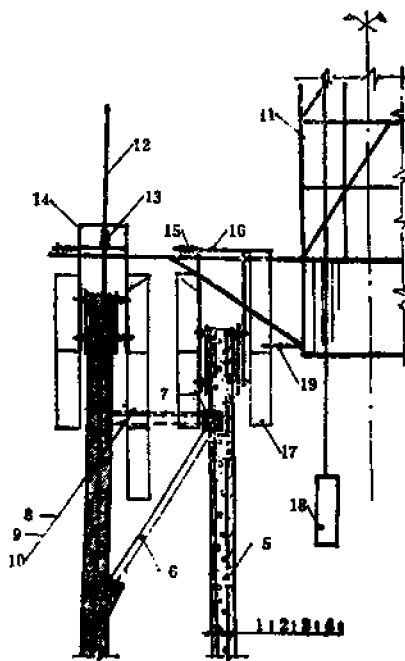
固定外模板: $350\text{mm} \times 1350\text{mm}$	40 块
固定内模板: $350\text{mm} \times 1250\text{mm}$	40 块
外收分模板: $350\text{mm} \times 1350\text{mm}$	40 块
内收分模板: $350\text{mm} \times 1250\text{mm}$	40 块
外活动模板: $120\text{mm} \times 1350\text{mm}$	280 块
内活动模板: $120\text{mm} \times 1250\text{mm}$	240 块

##### 2)内筒模板:

固定外模板: $350\text{mm} \times 1250\text{mm}$	20 块
固定内模板: $350\text{mm} \times 1250\text{mm}$	20 块
外收分模板: $350\text{mm} \times 1250\text{mm}$	40 块
内收分模板: $350\text{mm} \times 1250\text{mm}$	40 块
外活动模板: $120\text{mm} \times 1250\text{mm}$	180 块
内活动模板: $120\text{mm} \times 1250\text{mm}$	160 块

以上模板均用 2mm 钢板及  $\angle 40 \times 3$  制作。

(4)围檩设计:围檩用  $\angle 50 \times 4$  制作,根据筒身坡度变化,从 30m 标高开始,需要换三次,



2.3.3(1) 套筒式烟囱同步施工工艺图

- 1—0.6mm 复塑钢板;2—60mm 矿棉板;  
3—140mm 耐酸混凝土;4—120mm 耐火砖;  
5—圈梁,中—中 5000mm;  
6— $350\text{mm} \times 350\text{mm} \times (2100 \sim 4900)\text{mm}$   
斜支柱,中—中  $22.5^\circ$ ;7—环梁;8—钢平台;  
9—32[12 钢梁,中—中  $11.25^\circ$ ;  
10—外筒筒身;11—五孔井架;12—支承杆;  
13—千斤顶;14—外提升架;15—收分螺杆;  
16—内提升架;17—吊架;  
18—吊笼(共 4 个);19—栈桥

即 70m、110m、155m，围檩弧度按筒身半径确定。

#### (5) 吊架设计：

1) 外筒吊架：外筒设内外吊架，外吊架设二层，每层高 1800mm，宽度 600mm，50 厚木板铺设，内吊架设三层，每层高 1800mm，宽度 600mm，铺 50 厚木板， $\phi 12$  钢筋护栏高 1200mm，间距 200mm。内、外吊架用  $\angle 40 \times 3$  制作。

2) 内筒吊架：内筒外吊架设三层，每层高 1800mm，宽度 600mm，第一层距辐射梁 2600mm。内筒内吊架设二层，每层高 1800mm，宽度 1000mm，第一层与鼓型下钢圈平，并与十字栈桥相联，便于材料运输，吊架用  $\angle 40 \times 3$  制作，每层铺 50 厚木板， $\phi 12$  钢筋护栏。

### 2. 液压系统设计

液压系统油路采用分组并联型式，千斤顶用 QH-35 型，操作台用 YKJ-36 型，支承杆用  $\phi 25$  圆钢制作，M16 丝口联结，滑升时用四种不同长度支承杆相间布置。

经计算滑升阶段组合最大荷载为 93.4t，停滑阶段最大组合荷载为 104t，则千斤顶最小需用量为：

$$N_{\min} = 104t / 0.7 \times 1.5 = 99(\text{只}), \text{选用 } 100 \text{ 只, 采用 } 2、3 \text{ 相间布置。}$$

### 3. 施工工艺

(1) 工艺原理：内提外滑同步施工工艺：即外筒采用滑模工艺，内筒采用提模工艺，同步完成内外筒全部工序。

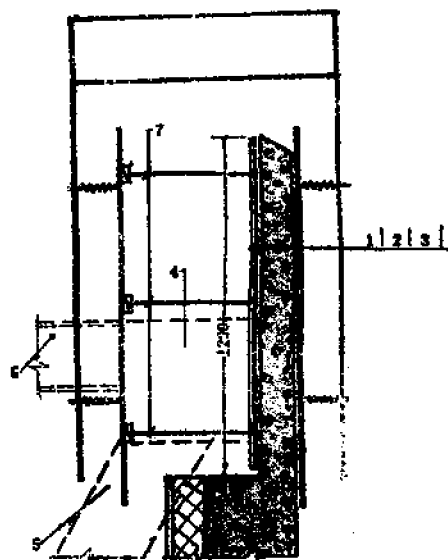


图 2.3.3(2) 侧板施工方法示意图

1—钢模板；2—10mm 厚矿棉板；

3—120mm 耐酸胶泥

(2) 工艺流程：外模每滑升 250mm，内筒在模板内砌耐火砖 250mm，当外筒连续滑升三个提升层后，内筒浇筑水玻璃耐酸陶粒混凝土 750mm，矿棉板、塑料钢板紧跟内筒提升。附着在外筒上的旋转钢梯、钢平台、信号平台，检修平台等随外筒滑升同步进行。当外筒滑升到每层钢平台上约 1500mm 处，此时内筒已到环梁底标高，即停止提滑，拆除内筒与 16 根斜支柱相碰的外模板，用经纬仪测 16 根支柱中心线，以及 32 根水平钢梁中心线，安支柱劲性骨架，挂模板，浇筑混凝土。然后挂环梁底模，安闪角石棉布，安铅板，绑扎钢筋，浇筑混凝土，当混凝土强度达到 20MPa 以上，焊 32 根水平钢梁，安钢搁栅。提升 1200mm 停滑，绑扎梁钢筋，浇筑耐酸混凝土，这样就完成了一个 25m 层的全部工序，再循环第二个 25m 层的施工。

侧模板施工工艺：外筒停止滑升→退内筒外模至环梁外侧→扎侧板钢筋→安侧模板→安矿棉布→浇侧板耐酸混凝土→养护→拆除侧模板(图 2.3.3(2))。

环梁施工工艺：测 16 根斜支柱中心线→安劲性骨架→挂模板→浇斜支柱→安环梁底模→安铅板→扎钢筋→安预埋件→浇环梁混凝土→焊 32 根平台钢梁→提升内模，使下口平台环梁上表面(图 2.3.3(3))。

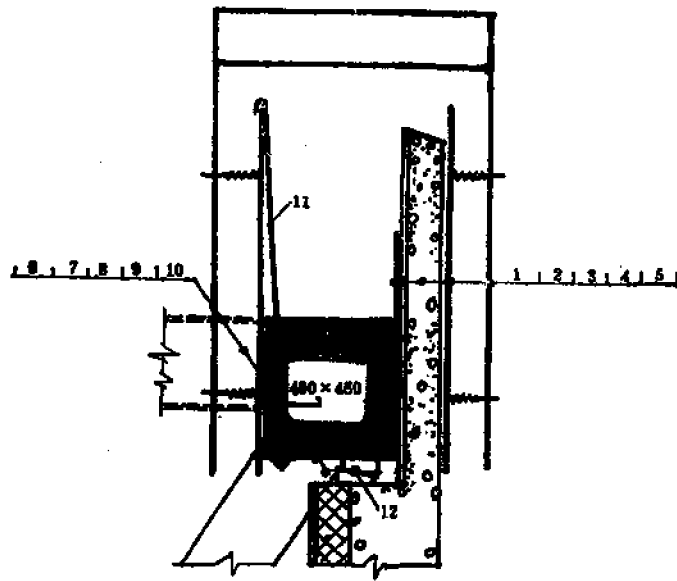


图 2.3.3(3) 环梁施工方法示意图

1—1.5mm 厚铅板;2—10mm 厚矿棉板;3—120mm 厚耐酸混凝土侧板;  
4—模板;5—内提升架;6—平台钢梁;7—预埋件;8—环梁;9—环梁底模;  
10—斜支柱;11—底模吊筋  $\Phi 6$ , 中—中 400~500mm;12—对口木模

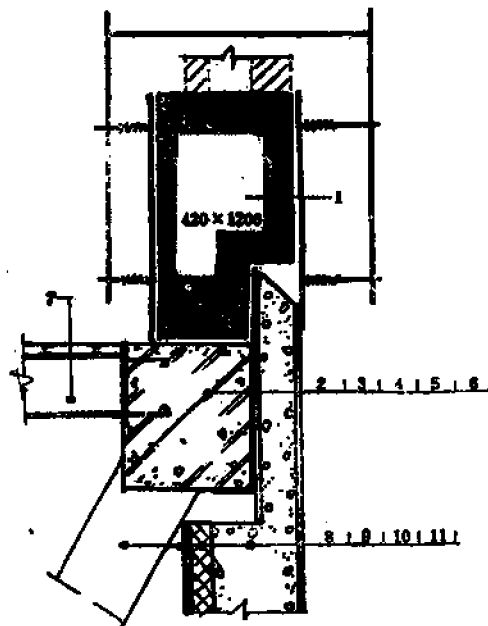


图 2.3.3(4) 420×1200 梁施工方法示意图

1—耐酸混凝土梁;2—环梁;3—1.5mm 厚铅板;4—10mm 厚矿棉布;  
5—耐酸混凝土侧板;6—20mm 厚耐酸胶泥;7—钢平台系统;  
8—斜支柱;9—复塑钢板;10—60mm 矿棉板;11—260×600 耐酸混凝土梁

420×1200 梁施工工艺:提升内筒模板至环梁上表面→铅板弯折至环梁面→扎 1200 高耐酸混凝土梁钢筋→推内筒外模至梁外侧→浇耐酸混凝土→滑升 1200mm 后停歇→推内筒外模至内筒外壁→进入正常滑升(图 2.3.3(4))。

图 2.3.3(5)所示为 HZ 劲性骨架图。

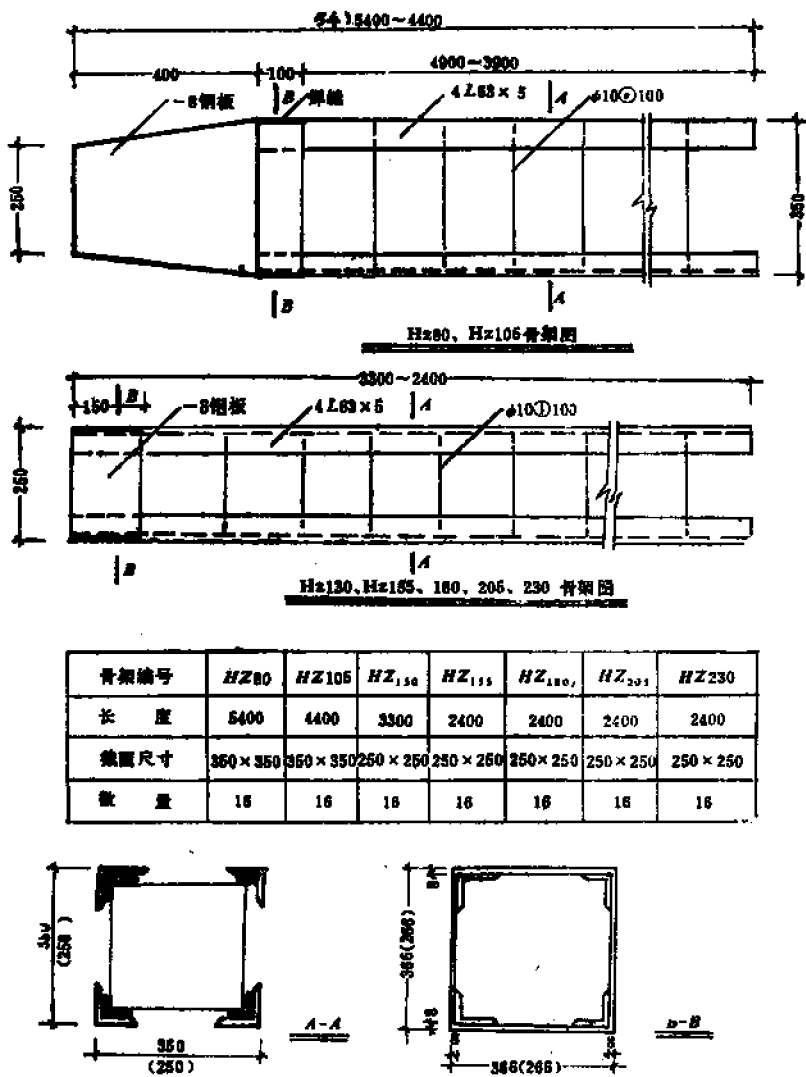


图 2.3.3(5) HZ 劲性骨架图

图 2.3.3(6)所示为内提外滑的工艺流程图。

(3)标高 230~240m 施工:标高 230~240m 内筒呈漏斗型,内半径由 3.5~4.5m,内外筒间距离由 1300~300mm,内外提升架相碰,且内外筒封口处施工困难,经分析研究决定此段外筒采用滑模,内筒采用翻模施工。其方法是,当内筒提升到标高 230m 处,拆除内筒提模体系,外筒滑升 3m 左右停止滑升,安装 230m 钢平台,并在钢平台上搭脚手架(钢管立柱支承在 32 根水平钢梁上),进行内筒模板安装,绑扎钢筋,浇筑水玻璃耐酸陶粒混凝土。模板采用钢木组合方案,φ12 钢筋螺栓,φ25 钢筋作弧型环箍,φ48 钢管作竖向楞枋和支撑(支在外

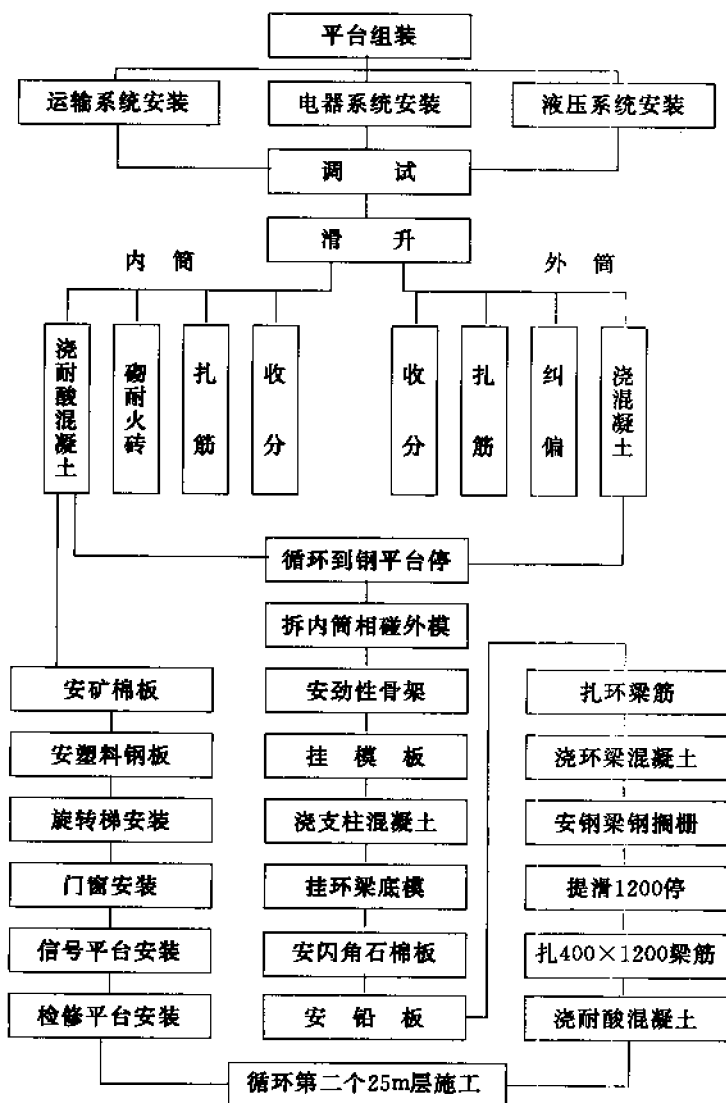


图2.3.3(6) 工艺流程图

筒壁和脚手架上)。此段分3次施工到顶。外筒滑升到顶后,在外筒安40个钢筋支凳,以支承每对辐射梁,此时拆除外筒内模及提升架内立柱,安最后一段内筒封口模板,浇筑耐酸混凝土(见图2.3.3(7))。

(4)旋转钢梯及钢平台施工,旋转钢梯及钢平台平面布置方位多变,为确保安装精度,拟定以下施工方法:

1)基准点设置:根据烟囱所处地理环境,确定在距烟囱南、西面各200m处埋设基准点,作为测定偏、扭方位的依据。

2)使用激光铅直仪、经纬仪、水平仪测定方位、高程、偏扭。

测定方位的方法:激光铅直仪将烟囱中心点投射到上平台接收靶上,架设经纬仪对中激光点,后视地面基准点,测定需要的任何方位,可解决旋转钢梯预埋件、16根斜支柱铁件、及32根水平钢梁铁件等的埋设和安装。

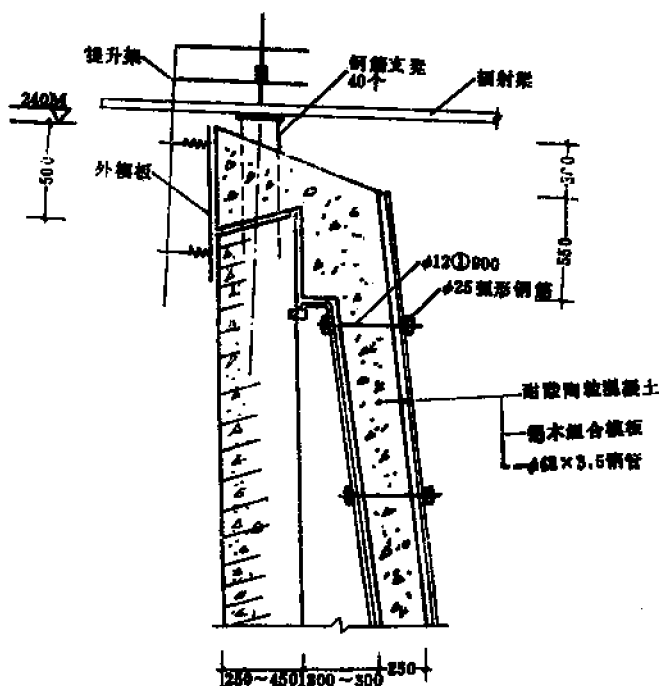


图 2.3.3(7) 230~240mm 模板图

作,水平撑及顶撑采用 50mm×80mm 木枋。

(7) 信号平台及检修平台施工:烟囱在 130m、180m、230m 设三道信号平台,在 80m、105m、155m、205m 放四道检修平台,外筒滑升到安装标高时,测定预埋件方位及标高,埋设预埋件,每个预埋件应与筒身钢筋焊接固定,当铁件出模后,即时清理表面,并标注中心线及标高,便于插入安装。

(8) 钢筋工程:外筒竖向钢筋采用气压焊接头,环向筋采用搭接接头。

(9) 混凝土工程:筒身混凝土为 C30 级,施工前应进行试配,除满足强度要求外,尚需满足滑升工艺需要。混凝土采用机拌、机捣;垂直运输用五孔井架四吊笼;水平运输,地面用小翻斗车,上平台用小胶轮车。

混凝土浇筑应对称相背方向进行,各浇筑层不得在同一点开始。混凝土养护用亲水型养护剂,当混凝土出模后,修整筒身表面,刷纯水泥浆一遍,再刷养护剂。

(10) 耐酸工程施工:耐酸混凝土为 C18 级,材料组成为:页岩陶粒及陶粒砂、水玻璃胶结剂、氟硅酸钠固化剂、铸石粉、木钙掺合料等。

材料要求:

水玻璃:模数 2.8~3.0,比重 1.4~1.42,波梅度 42~43。

氟硅酸钠:含水量<1%,纯度>95%,游离酸含量<0.2%,氧化钠含量<3%,水不溶物<0.5%。

陶粒:粒径 5~20mm,容量 717kg/m<sup>3</sup>,强度标号 25~30MPa,SO<sub>3</sub> 含量<0.5%,含泥量<0.2%,级配见表 2.3.3(1)。

3) 旋转钢梯预埋件露出模板后,那时清理表面,并标注中心线及高程,焊接休息平台,满足一个梯段,然后用上平台扒杆起吊钢梯到上平台,再用人工从上平台吊运到安装部位。每 25m 高的钢梯安装,需待吊架过平台标高后插入。

(5) 矿棉板及塑料钢板施工:耐酸混凝土出模后,强度达到 10MPa 左右,即插入矿棉板安装,安装拼缝要求错开,水泥钉固定,间距为 400mm。

塑料钢板按 400mm 间距钻 φ4 孔,用水泥钉固定。要求接缝整齐,搭接不小于 50mm 宽,并且拼缝错开。

(6) 门窗洞口施工:外筒滑升到有门窗洞口时,测洞口方位及标高,洞口侧模及顶模用 30mm 厚木模制

表 2.3.3(1)

筛孔尺寸/mm	累计筛余量/%
10	0
5	不小于 10
0.63	40~60
0.16	不小于 90

注:细度 0.15mm(1600 孔/cm<sup>2</sup>)100%。

木质磺酸钙:选用吉林开山屯造纸厂生产的产品。

材料掺量应通过试配确定,初凝时间>2h 以上。

(11)航空标志施工:烟囱 80~240m 设有竖向格条航空色标,设计要求筒身滑升完后立即施工。其施工方法:

- 1)在外筒身施工时,分别在 80m、130m、180m、230m、240m 按 45°分格作好油漆标志。
- 2)涂刷航空色标时,用 12# 铅丝按上下标志分格拉直,水平分格每 25m 等分三段。
- 3)制作吊笼,利用地面卷扬机及人力绞车作为提升设备。
- 4)涂刷按 240~230m,230~180m,180~130m,130~80m 分段施工。
- 5)涂刷时,切实作好安全保护工作。

#### (四)单台组装、改装及拆除

##### 1. 平台组装

滑模平台加工完后,在地面试组装,并按设计荷载试压,合格后进行现场正式组装。

(1)组装前的准备工作:

- 1)作好基础周围的回填压实,埋好避雷带,测定接地电阻,作好记录。
- 2)铺设现场道路,接好现场水、电管线,标注安全施工区,主要通道搭设防护棚。
- 3)按设计和滑升要求埋设基准点、沉降观察点。
- 4)检查筒身几何尺寸是否符合设计要求,预埋件是否符合要求,清除筒身截面松动混凝土,修理校正钢筋,按滑升平台辐射梁布置放线。
- 5)清点构件数量,并编号堆放。
- 6)组织安装小组,专人负责,统一指挥。

(2)组装顺序:搭设组装平台→安垂直运输设备→安装平台鼓型钢圈→安辐射梁→安环型钢圈→安护栏钢圈及栏杆→安井架及斜撑→安提升架→模板→吊架及栈桥→井架扒杆→液压系统→电器系统→运输系统→支承杆→检查→试滑

##### 2. 平台改装

在标高 30m 起滑时,平台外挑长度 1100mm,滑升到 85m 标高外挑长约 3.3m,应改装平台。改装顺序:拆除外钢圈→拆除栏钢圈及栏杆→切割辐射梁 2.0m→安备制的外钢圈→安备制的护栏钢圈及栏杆→斜支撑改短安装。滑升到 155m(以上为直筒)标高,平台外挑长度 2.6m,可不改装平台。



### 3. 平台拆除

平台拆除采用分件与整件相结合的拆除方案(鼓型钢圈整体拆除,其余分件拆除)。

(1)外筒施工到筒顶时,在筒顶按 45°方位预埋  $\phi 20$  钢筋锚环。

(2)拆除前,用  $\phi 11$  钢丝绳及花篮螺栓(4.5t),将鼓型钢圈固定在筒顶钢筋锚环上。

(3)提升架、钢模板、液压系统、铺板等拆除时,用井架吊笼运至地面,并在鼓型钢圈上安装自制带滑轮的三角架,用地面卷扬机作运输设备,先将井架拆除运至地面。

(4)用一台双滚筒卷扬面两根钢丝绳,分别通过筒顶两单轮滑车拆除鼓型钢圈系统,再利用三角架作为运输机具,拆除辐射梁运至地面。

(5)辐射梁拆除完后,将固结在筒顶的  $\phi 11$  钢丝绳拆除,开动双筒卷扬机将鼓型钢圈运至灰斗平台拆卸,最后拆除单轮滑车。拆除人员从旋转钢梯下到地面。

## (五)施工进度计划

### 1. 机械设备计划(表 2.3.3(2))

表 2.3.3(2)

序 号	名 称	规 格	单 位	数 量	备 注
1	混凝土搅拌机	出料容量 500dm <sup>3</sup>	台	2	
2	砂浆搅拌机	强制式,150dm <sup>3</sup>	台	1	
3	机动翻斗车	1t	台	2	
4	插入式震动器	2×50	台	8	
5	钢筋加工设备		套	1	
6	对焊机	UN <sub>1</sub> -100	台	1	
7	电焊机	交流电焊机 10kVA	台	2	
8	气压焊设备		套	1	
9	试验设备		套	1	
10	卷扬机	3t 双筒 22kW	台	4	
11	卷扬机	3t 单筒 22kW	台	4	
12	卷扬机	2t 单筒 18kW	台	2	
13	神仙葫芦	3t	个	8	
14	神仙葫芦	2t	个	2	
15	电葫芦	1t	台	2	
16	经纬仪	T <sub>2</sub>	台	1	
17	水平仪		台	1	
18	激光铅直仪		台	1	
19	液压千斤顶	QH-35	个	120	
20	液压箱	YKT-36	台	2	
21	配电柜	200kW	个	1	自 制
22	配电控制台	100kW	个	3	
23	通讯设备	有线电话,对讲机	套	4	

## 2. 劳动组织计划

施工总负责一人,总技术负责一人,每班人员如表 2.3.3(3)。

表 2.3.3(3) 每班劳动力组织

序 号	工 程	数量/人	序 号	工 程	数量/人
1	工 长	2	10	气压焊工	2
2	质 检 员	1	11	机操工	4
3	安 全 员	1	12	测量工	1
4	木 工	6	13	试验工	2
5	混凝土工	8	14	机修工	1
6	钢筋工	11	15	安装工	4
7	液压工	2	16	通讯	3
8	钻 工	10	17	辅助工	6
9	电 焊 工	2	18	电 工	1

## 3. 主要材料计划(表 2.3.3(4))

表 2.3.3(4)

序号	名 称	单 位	数 量	序号	名 称	单 位	数 量
1	钢筋	t	900	9	陶粒(0.5~20)	t	1280
2	425# 水泥	t	2800	10	矿棉板	m <sup>3</sup>	281
3	型钢	t	65	11	塑料钢板(0.6m)	m <sup>2</sup>	7095
4	耐火砖	千	542	12	石子(1~3cm)	m <sup>3</sup>	9500
5	水玻璃	t	573	13	中粗砂	m <sup>3</sup>	6000
6	氟硅酸钠	t	95	14	航标油漆	t	4
7	铸石粉	t	490	15	铅板(—2mm)	t	6
8	木钙	t	23	16	四角石棉板	kg	150

## 4. 实物工程量(表 2.3.3(5))

表 2.3.3(5)

序号	项目名称		单 位	数 量
1	土方工程		m <sup>3</sup>	16000
2	垫层		m <sup>3</sup>	95
3	沥青层		m <sup>2</sup>	1198m
4	钢筋混凝土工程	基础工程	m <sup>3</sup>	3444
		灰斗平台	m <sup>3</sup>	67
		筒身	m <sup>3</sup>	5197
5	排烟囱构造层	耐火砖	m <sup>3</sup>	1084
		耐酸混凝土	m <sup>3</sup>	1091
		矿棉板	m <sup>3</sup>	218
		塑料钢板	m <sup>3</sup>	7095
6	钢结构工程		t	65t
7	航空色标		m <sup>2</sup>	5710

### 5. 施工进度计划(图 2.3.3(8))

#### (六)总平面布置

图 2.3.3(9)为本工程的施工总平面布置图。

#### (七)确保工程质量措施

(1)烟囱按项目法组织施工,设专职质检人员两人,全面负责烟囱的质量监督及检查工作。

(2)建立关键工序的 QC 小组,及时总结 QC 小组活动成果。

(3)主要分项工程的质量控制:

1)各分项工程应符合施工及验收规范、规程的有关规定。

①钢筋混凝土筒体施工,应符合烟囱工程施工及验收规范《GBJ78-85》、特种结构施工操作规程《YSJ405-89》及钢筋混凝土工程及验收规范《GBJ205-83》、混凝土强度检验评定标准《GBJ107-87》的要求。

②钢结构制作安装应符合钢结构工程施工及验收规范《GBJ205-83》要求。

③水玻璃耐酸陶粒混凝土施工应符合建筑防腐蚀工程施工及验收规范《TJ212-76》要求。

④航空色标施工应符合装饰工程施工及验收规范《GBJ201-83》要求,并符合设计规定。

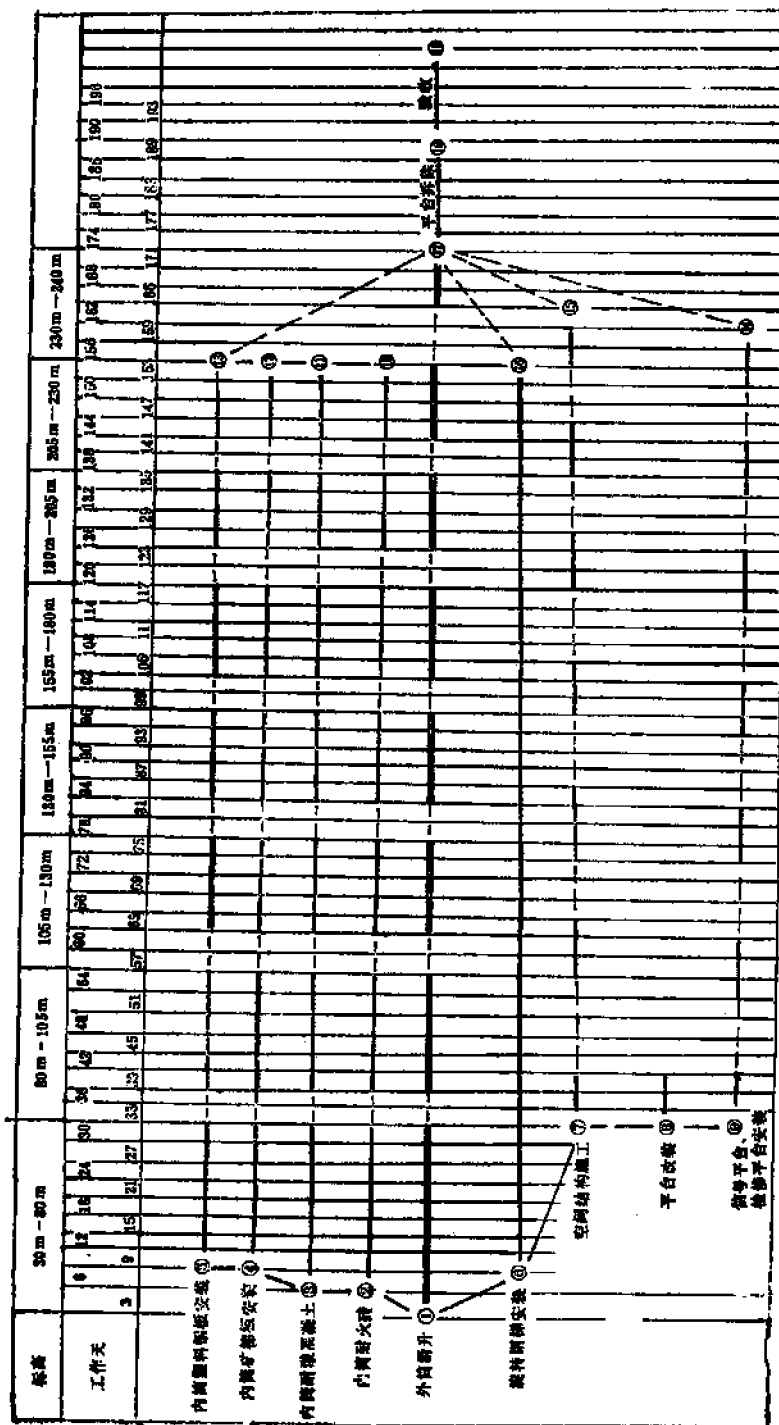


图 2.3.3(8) 施工进度计划

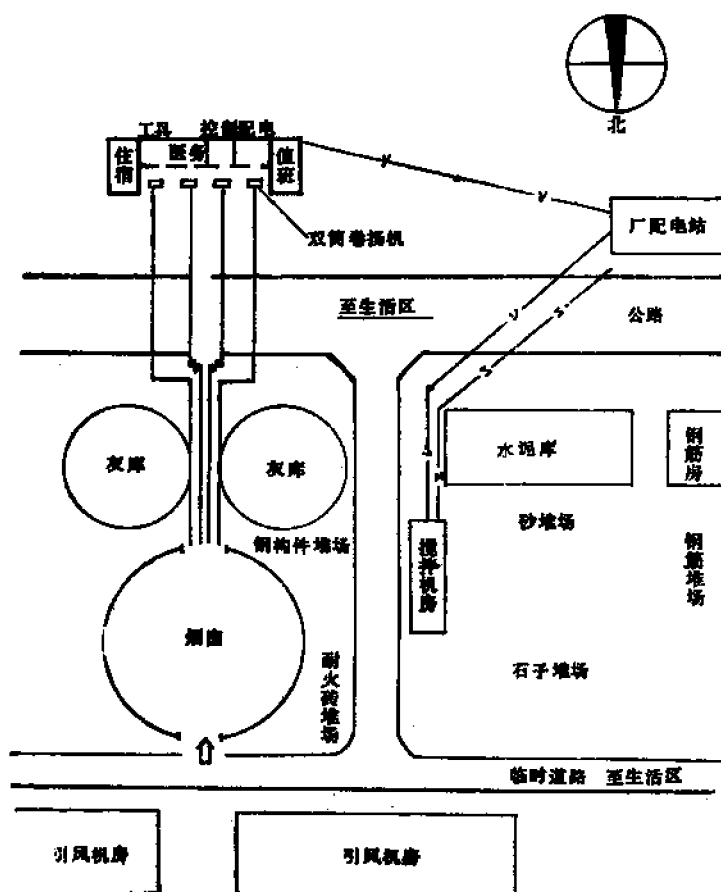


图 2.3.3(9) 总平面布置图

2)筒身标高控制措施:筒身标高采用如下双控制措施:

①利用水平仪在平台上分段测定标高标注在支承杆上,并作好累计记录。

②利用 50m 钢尺校核高程。其方法是在柔性导绳上作好 $\pm 0.00$  标记,利用两个吊笼以导绳为基准,从下至上测量,以校核其误差。

3)失圆度控制措施:烟囱从 30~240m 共四个坡度段;第一坡度段 30~80m,坡度为 4%;第二坡度段 80~155m,坡度为 2%;第三坡度段 155~230m,坡度为 0%;第四坡度段 230~240m,坡度为 2%(反坡)。平台设计时,从 30~240m 按每 1m 高的外半径刻制在辐射梁上。若坡度为 4%,每升高 1m,半径减少 40mm,而 1m 高定为 4 个提升层(每个提升层定为 250mm 高)。每提升一次,半径减少 10mm,故将 4% 的坡度段按 10mm 刻制标志,其余坡度类推。这样能准确控制筒身的圆度。

4)垂直度控制措施:在烟囱中心点设激光铅直仪一台,上平台中心设接收靶一个,每提升一次,用激光铅直仪投射到接收靶上,测定偏移值及偏移方向,偏移值超过 10mm 时应及时纠正,做到勤检查,勤纠正。

5)混凝土及耐酸混凝土除了满足以上规范规定外,尚须满足液压滑动模板施工技术规范《GBJ113-87》要求,混凝土出模强度 8h 要大于 0.4MPa,耐酸混凝土初凝时间要达到 2h

以上。

6)准确测量门窗洞口、旋转钢梯、斜支柱、钢平台、检修平台、信号平台等预埋件的方位、中心线及标高。

7)各种材料必须具有材质合格证,凡不合格的材料不允许使用。

### **(八)安全技术措施**

烟囱施工除设专职安全员外,更重要的是对所有人员进行安全教育,提高安全意识,并制定奖惩及安全防范措施,避免事故发生。

#### **1. 防雷措施**

平台井架上设两根避雷针,利用筒体钢筋作引下导线,接地电阻不得大于 $10\Omega$ 。雷雨天停止滑升。值班电工随时检查接地电阻。避雷针下钢筋焊接要符合要求。

#### **2. 防火措施**

平台上不允许堆易燃物,并安设灭火器,焊接处焊渣用铁簸箕接住。

#### **3. 防风措施**

烟囱滑模施工期间应与当地的气象站紧密联系,掌握气象变化动向,凡遇到6级以上大风天气,应停止滑升,并用钢丝绳及葫芦将外模箍紧,加强平台抗倾覆能力。

#### **4. 停电应急措施**

烟囱滑升期间,现场宜设发电机一台。

#### **5. 防坠落、物击措施**

(1)切实作好“三室使用、四口防护”工作,上平台操作区加设护身栏杆及全封闭安全网,地面在警戒区范围搭安全防护棚,所有高空人员应严格遵守高空作业规定。

(2)严禁从高空向下抛掷物品。

(3)吊笼用双筒卷扬机,井架上设二道限位开关,运输线路采用多点电控。

#### **6. 防机电事故措施**

(1)电器系统设总(单)控制台,以保证运行安全。

(2)所有用电设备接零接地,专人负责,经常检查。

(3)安设有线电话及无线通讯设备,做到联系及时,指挥准确。

(4)严格执行有关规章制度。

### **(九)冬期施工措施**

(1)该工程地处西北,冬季温度较低,为确保混凝土工程的质量及滑升施工的安全,混凝土中掺早强抗冻剂。根据使用情况,宜选用天津雍阳减水剂厂生产的 UNF-5 型,可满足 $-10^{\circ}\text{C}$ 以内施工,不致受冻。

(2)根据烟囱周围的地理环境及设施条件,当日均气温低于 $-5^{\circ}\text{C}$ 时宜停止滑模施工。

(编制 张光渠)