

# 钢筋混凝土烟囱热电节能技改 施工方案设计

# 目 录

目 录 .....	1
1. 编制依据 .....	4
2. 工程概况: .....	4
3. 现场施工条件 .....	4
4. 施工部署 .....	5
4.1 人员分工 .....	5
4.2 质量目标 .....	5
4.3 安全目标 .....	5
4.4 烟囱施工进度计划 .....	5
5. 烟囱筒身滑模施工工艺 .....	6
5.1 概述 .....	6
5.2 滑模施工原理 .....	6
5.3 施工准备 .....	6
5.4 滑模装置设计 .....	8
5.5 滑模组装 .....	29
5.6 滑升施工 .....	34
5.7 特殊部位的施工方法 .....	38
5.8 滑升中有关问题的处理措施: .....	41
5.9 滑模设备的拆除 .....	47
5.10 施工测量 .....	49
5.11 避雷及其它工作 .....	50

6.安全施工保证措施 .....	51
6.1 安全设施 .....	51
6.2 安全规定 .....	52
6.3 安全防护棚搭设 .....	53
6.4 安全通道搭设 .....	54
6.5 外筒施工 HSE 工作危险性分析表 .....	54
7.质量保证措施 .....	57
7.1 质量保证体系 .....	57
7.2 质量控制 .....	57
7.3 混凝土浇筑措施 .....	59
7.4 砼的养护工作 .....	60
7.5、烟囱工程检、试验计划 .....	60
8.工程保证体系及措施 .....	61
9.防火、停电、停水措施 .....	62
10.冬、雨季施工措施 .....	63
11.主要资源投入计划 .....	69
11.1 劳动力投入计划 .....	69
11.2 主要机具设备投入计划 .....	70

## 1. 编制依据:

- 1.1 江苏 xx 化纤有限公司热电节能技改项目，150 米钢筋混凝土烟囱图纸；
- 1.2 工程所在地的周边环境，交通、气候、水电等资源情况；
- 1.3 《液压滑动模板施工技术规范》（GB50113-2005）；
- 1.4 《液压滑动模板施工安全技术规程》（GBJ65-89）；
- 1.5 《滑模液压提升机》（JG/T93-1999）；
- 1.6 《烟囱工程施工与验收规范》、（GBJ78-85）；
- 1.7 《砼结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2002）；
- 1.8 《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205-2001）；
- 1.9 现行《施工手册》（第四版）。

## 2. 工程概况:

本工程为江苏 xx 化纤有限公司热电节能技改项目，150 米钢筋混凝土烟囱，钢筋砼烟囱高 150m。标高:0.00m 处，有两个出灰口

(1.8m\*2.4m)，在低标高 4.65m 处有两个烟道口 (4.7m\*3.2m)，标高 0 到 50 米外壁收分为  $i=0.053$ ，标高 50 到 100 米处外壁收分为  $i=0.029$ ；100 到 130 米处壁收分为  $i=0.025$ ，130 到 150 处壁收分为  $i=0.000$  在 72m 及 147m 设置两个信号平台，筒体上设置一部钢梯，内衬采用耐酸砖及耐算胶泥砌筑。隔热层：采用干容重为 1.0KN/M。筒顶设置了避雷针，筒体设置了避雷引下线和接地扁铁，筒外表面安装了航空标志灯，外壁表面 100m 上需涂刷航空标志漆。

## 3. 现场施工条件：

- 3.1 地势比较开阔，平坦，进场三通一平工作已经完成，便于施工。

3.2 受山地气候影响，阴雨及大雾天气较多。

3.3 混凝土采用商品混凝土。

4. 施工部署：

4.1 人员分工

烟囱筒体滑模施工时把专业班分为两个施工组，再把各专业施工组合成一个施工队，筒体滑模施工两班倒施工。

4.2 质量目标

确保本工程一次交验合格，达到本项目质量创优计划的要求。

4.3 安全目标

坚持“安全第一、预防为主、全员动手、综合治理、改善环境、保护健康、科学管理、持续发展；”的方针，争取实现：“死亡事故为零、损时事故为零、可记录事故为零、环境事故为零、火灾事故为零、车辆事故为零；”

**4.4 烟囱施工进度计划**

4.5 资源提供

4.5.1 人员：滑模专业施工队伍，专业施工人员已进场；其它专业施工队伍则视工程进展及时安排进场。

4.5.2 滑模平台等用料，滑模平台等主要用料已进场，其它材料将在工程所在地附近购买；

## 5. 烟囱筒身滑模施工工艺:

### 5.1 概述

砼筒体采用从 0.2m 起滑，滑升速度平均 1.8m/天，正常滑升 3m/天。内衬随砼筒体同步施工。垂直运输采用操作平台上随升井架内吊笼及提升平台外两个拔杆。采用外吊篮进行航空标志漆的涂刷施工及信号平台、爬梯施工。

### 5.2 滑模施工原理

滑模施工，是现浇砼工程的一种机械化程度较高难度比较大的连续成型施工工艺，是一种具有自升设备，能随砼的浇筑自行向上滑升的模板装置。

滑升模板施工原理：提升架将模板和操作平台连成整体，千斤顶穿过支承杆（支承杆埋于砼中）并固定在提升架上，当千斤顶沿支承杆向上爬升时，便带动提升架使整个滑模装置一起上升，随着滑模的上升，不断地浇筑砼并绑扎钢筋，直到需要的高度为止。

### 5.3 施工准备

烟囱为重要构筑物，工序多，施工时间长，质量要求高，安全工作要细致周到，机械用量多，所以前期准备工作尤为重要。

5.3.1 施工前认真熟悉图纸及相关图集，了解生产工艺流程及相关各方的要求。

5.3.2 组织配套技术力量，配齐各专业所需技术人员、管理人员和工人。

5.3.3 现场三通一平工作必须做好，而且要有足够的施工场地。

- 5.3.4 根据施工现场情况，做好施工总平面的布置，水、电要到位，同时要设置备用电源，以防停电时能够继续滑升施工。
- 5.3.5 要准备备用的施工机械，一旦出现故障立即投入备用设备。
- 5.3.6 滑模平台所用各种构件必须清点，不得缺件，损坏的应提前加工好。
- 5.3.7 千斤顶及液压设备必须逐个检查，全部合格并调整同步，同时备有 8 只备用千斤顶。
- 5.3.8 根据千斤顶的布置及间距计算出每个千斤顶的起重量，并根据提升的高度计算支承杆的承载力及稳定性。
- 5.3.9 提前采购合格的支承杆进场存放并上报材料合格证。
- 5.3.10 按坡度和筒径计算出各种模板的规格和用量，并提前加工。
- 5.3.11 烟囱在滑升过程中所需铁件提前加工进场，并标明规格和所用部位。
- 5.3.12 钢筋及钢材等工程材料提前到现场。
- 5.3.13 按图纸中砼的各项参数及各种粗细骨料的技术要求砼的级配工作和材料的采购工作。
- 5.3.14 根据各施工阶段的平均气温、滑升速度提（升）模时间与混凝土的早期强度增长速度相适应，加强出模强度的检查使混凝土在脱模时不塌落、不拉裂，其出模砼的强度要求以（0.1~0.3MP a）为宜。
- 5.3.15. 按设计图纸要求设置四个沉降观测点，根据施工现场黄海高程作相对标高设定基准点，作为沉降观测的依据。
- 5.3.16 管理人员分工明确、定岗定责。

5.3.17 设置轴线，标高等控制基准点，并加以保护。

5.3.18 在烟囱底部出入口搭设安全通道，通道顶部搭设顶棚防护，高 2.8 米，宽 3.8 米，长度 15 米，安全通道采用 $\phi 48$  的脚手架管搭设，顶棚满铺两层木跳板。

5.3.19 施工现场距筒壁 10 米（按规范 $1/10H \leq 10M$ ）范围内，设安全警戒线，并在主要部位挂示警标志牌。

#### 5.4 滑模装置设计

##### 5.4.1 滑模组成与构造：

液压滑模装置主要由模板系统、操作平台系统、液压滑升系统、施工精度控制系统、垂直运输系统和电气自控配套系统等部分组成。

##### 5.4.2 模板系统：

###### 5.4.2.1 模板：

模板依赖围圈带动其沿砗的表面向上滑动。模板的主要作用是承受砗的侧压力、冲击力和滑升时的摩擦力，并使砗按设计要求的截面形状成型。因此，模板就要有足够的强度和刚度。外固定和活动模板拟采用 P2012~P1012 的钢模板，内固定和活动模板拟采用 P2012~P1012 的钢模板，钢模板之间连结采用 U 形卡连结。

根据烟囱的变直径结构，模板在滑升过程中，按照设计要求的斜度及壁厚，制作一定数量的收分模板，收分模板的材质、规格同固定和活动模板，

组装时，收分模板与活动模板搭接，当内、外筒壁随滑升其直径逐

渐缩小时，收分模板与活动模板的重叠部分逐渐增加；当收分模板的边缘超过活动模板而达到与另一块活动模板搭接时，则可拆去多余的活动模板。收分模板需沿圆周对称成双布置，每对的收分方向应相反。收分模板与活动模板的搭接边必须严密，不得有间隙，以免漏浆。模板通过挂钩固定在内外固定和活动围圈上，挂钩采用 $\phi 12$  的圆钢制作。

#### 5.4.2.2 围圈

围圈用以固定模板位置，承受由模板传来的砵侧压力、冲击力和风荷载等水平荷载，及滑升时的磨擦阻力、作用在平台上的静荷载、施工荷载等竖向荷载，并将其传递到提升架、千斤顶和支承杆上。围圈分为内外固定围圈和内外活动围圈，固定围圈的长度略大于固定模板的宽度，活动围圈的长度比一组活动模板加两块收分模板的总和稍长，通过扣件连接在固定围圈上。由于围圈的弧度已定，筒身的弧度是随高度而变化的，因本工程筒体变径幅度较大，因此考虑加工两套活动围圈和两套固定围圈。围圈采用 $\phi 48\text{mm} \times 3.5\text{mm}$  的钢管制作，每模全高范围内设置 4 根。固定围圈通过托架和可调节钢管固定在提升架上。

#### 5.4.2.3 提升系统

提升架是安装千斤顶并使之与围圈、模板连接成整体的主要构件。提升架的主要作用是控制模板、围圈由于砵的侧压力和冲击力而产生的向外变形，同时承受作用于整个模板上的竖向荷载，并将上述荷载传递给千斤顶和支承杆，当提升机具工作时，通过它带动围圈、模板

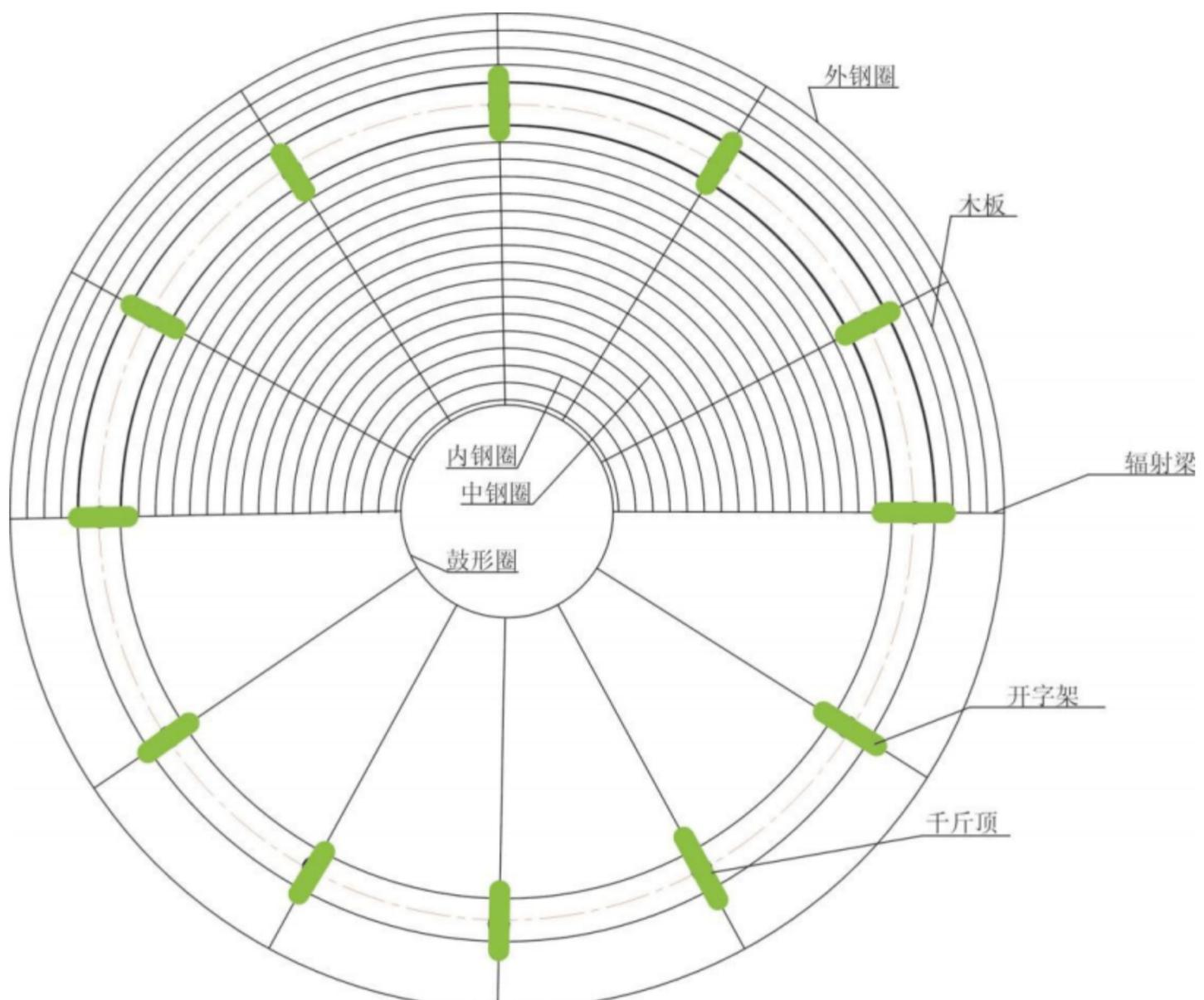
及操作平台等一起向上滑动。提升架采用开字形提升架，由上下横梁及两根立柱，围圈支托和辐射梁支托等部件组成，提升架立柱用L63×5角钢组焊成截面尺寸为270×63mm，高度2.70m，其净宽度1.33m。

### 5.4.3 操作平台系统

#### 5.4.3.1 操作平台

滑模的操作平台即工作平台，是浇筑砼、提升模板的工作场所，也是钢筋、砼、预埋件等材料和千斤顶、振捣器等小型备用机具的暂时存放场地。

操作平台主要由鼓形圈、内、中、外钢圈、辐射梁、3.5厚松木铺板等构成，洞口及四周设有防护栏杆。平面布置详见附图。



5.4.3.2 辐射梁，每根由两根槽钢（[12]）组成，呈辐射形状均匀布

**操作平台平面示意图**

置，辐射梁共 12 组，每组辐射梁的二根槽钢夹住一个提升架。两根槽钢（[12）之间采用 $\Phi 18$  高强螺栓连接。

5.4.3.3 鼓形圈，由[16 槽钢制作成钢圈，外径1.36 米，平台面及平台下各设一个，采用 6 根[10 将其连接成整体，鼓形圈高 1.8m, 辐射梁端部与鼓形圈顶面之间采用 2M16 的螺栓连接，辐射梁下翼与鼓形圈之间采用花蓝螺栓拉杆拉紧，由于筒身随高度增加，直径递减，需在辐射梁下翼焊有两道拉耳，这样可使拉杆逐步内移。

5.4.3.4 随升井架：是采用 $\angle 75*8$ 、 $\angle 50*5$  等各种型号角钢加工而成的钢架，高度为 7.5m, 井架底盘采用[14 槽钢制作，安装在鼓形圈上面，鼓形圈与井架底盘采用焊接连接成整体，井架顶部四角到辐射梁外围圈，采用 4 根 $\Phi 48$  钢管连接，使其形成空间结构，以保证操作平台具有足够的刚度和稳定性。为便于调节平台的平整度，斜支撑设计成丝杆可调节式。

#### 5.4.3.5 钢圈

分内、中、外及栏杆钢圈四种，外钢圈布置在辐射梁的下部，采用[8 槽钢弯制成，内、中钢圈布置在辐射梁的上部，采用 $\Phi 16$  的钢筋弯制成，栏杆钢圈布置在辐射梁的上部，采用 $\Phi 48*3.5$  钢管围制，分段制作，安装时采用连接板及螺栓等连接成整体，并采用螺栓或焊接与辐射梁连结。

#### 5.4.3.6 内外吊脚手架：

吊脚手架主要用于检查砼的质量、钢筋绑扎、钢梯安装、模板的收分紧固、砼表面修饰和浇水养护等工作。吊架分内外吊架，固定

在提升架上，随提升架向内移而向内移动。由 $\angle 50 \times 5$ 角钢和木跳板、 $\phi 7.9$ 钢丝绳组成，通过 2M16 螺栓悬挂在提升架内外立柱上，为确保安全，每榀吊架安装时均用双螺母锁紧。跳板安装时，接头部分需相互重叠，收分时可以相互错动。

吊脚手架铺板厚度为 35 mm，在不影响相互错动的前提下满铺，吊脚手架内外侧必须设置安全防护栏，并应满挂安全网和密目彩网。

一) 吊脚手架铺板稳定性验算：

荷载标准值按规范为 2KN/m<sup>2</sup>，最大跨度为 2.0m，

A. 受集中荷载：

弯矩： $M_{\max} = 1/4 * F * L = 0.25 * 2 * 2.0 = 1.0 * 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$

$$W_n = bh^2/6 = 40 * 3.5 * 3.5 / 6 = 81.6 * 10^3$$

$\sigma_m = M_{\max} / W_n = 1.0 * 10^6 / 81.6 * 10^3 = 12.2 \text{N/mm}^2$  小于 13, 稳定。

挠度：

$$W_{\max} = FL^3 / 48EI = 2.0 \text{KN/m}^2 * 0.4 \text{m}^2 * 2.0 \text{m} * 2.0 \text{m} / 48 * 10000$$

$\text{N/mm}^2 * 416.67 \text{cm}^4 = 3.20 \text{mm}$  小于 10mm, 符合要求

B. 受均布荷载：

弯矩： $M_{\max} = 1/8 * q * L^2 = 0.125 * 2 * 0.4 * 2.0^2 = 0.4 * 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$

$$W_n = bh^2/6 = 40 * 3.5 * 3.5 / 6 = 81.6 * 10^3$$

$\sigma_m = M_{\max} / W_n = 0.4 * 10^6 / 81.6 * 10^3 = 4.9 \text{N/mm}^2$  小于 13, 稳定

挠度： $W_{\max} = 5qL^4 / 384EI = 5 * 0.8 * 2.0^4 * 10^{12} / 3.84 * 10^{12} * 4.17 = 4 \text{mm}$

小于 10mm, 符合要求

二) 平台铺板的验算：

荷载标准值按规范为 2.5KN/m<sup>2</sup>，计算跨度为 1.8m，

A. 受集中荷载：

弯矩： $M_{max}=1/4*F*L=0.25*2.5*1.8*0.4*1.8=0.81*10^6N\cdot mm$

$$W_n=bh^2/6=40*5*5/6=166*10^3$$

$\sigma_m=M_{max}/W_n=0.81*10^6/166*10^3=4.86N/mm^2$  小于 13, 稳定

挠度：

$W_{max}=FL^3/48EI=2.5*0.4*1.8*1.8*1.8/48*10000*416.67=3.9mm$

小于 10mm, 符合要求

B. 受均布荷载：

弯矩： $M_{max}=1/8*q*L^2=0.125*2.5*0.4*1.8^2=0.405*10^6N\cdot mm$

$$W_n=bh^2/6=40*5*5/6=166*10^3$$

$\sigma_m=M_{max}/W_n=0.405*10^6/166*10^3=2.43N/mm^2$  小于 13, 稳定

挠度：

$W_{max}=5qL^4/384EI=5*0.4*2.5*1.8^4*10^{12}/3.84*10^{12}*4.17=3.28mm$

小于 10mm, 符合要求。

三) 钢模板的验算：计算跨度 750mm，计算长度为 2.2m，计算模板规格 P2012, 砼浇灌高度为 0.8m, 砼的侧压力按规范为 6KN/m, 倾倒砼时对模板的冲击力 2KN。

荷载组合：

$6*2.2+2*0.8*2.2*1.4*0.8=13.2KN/m^2+3.94KN/m^2=17.14 KN/m^2,$

$I_x=15.25*10^4 (mm^4)$        $W_x=3.75*10^4 (mm^3)$

受力最大的点在 0.4 倍的跨度处。

承载力  $M=17.14 \times 0.1 \times 375^2 / 2 / 1000 = 12.05 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{mm}$

$\sigma_m = M / W = 12.05 \times 10^4 / 3.75 \times 10^3 = 32.1 \text{ N/mm}^2$  小于 215, 稳定

挠度:

$W_{\max} = qm(-l^3 + 6m_2l + 3m_3) / 24EI = 13.2 \times 0.1 \times 375 \times (-750^3 + 6 \times 375^2 \times 750 + 3 \times 375^3) / 24 \times 2.06 \times 10^5 \times 15.25 \times 1000 \times 10^4 = 0.24 \text{ mm}$  小于 1.5mm, 稳定

四) 活动钢围圈(4φ 48mm\*3.5mm)的验算:

间距 0.75m, 跨度 1.9m。

荷载组合:  $6 \times 1.9 + 2 \times 0.8 \times 1.9 \times 1.4 \times 0.8 = 11.4 \text{ KN/m}^2 + 3.41 \text{ KN/m}^2 = 14.81 \text{ KN/m}^2$ ,

弯矩:  $M_{\max} = 0.105 \times q \times L^2 = 0.105 \times 14.81 \text{ KN/m}^2 \times 0.75 \times 1900^2$

$\sigma_m = M / W = 0.105 \times 14.81 \times 0.75 \times 1900^2 / 4 \times 5.08 \times 10^3 = 197.33 \text{ N/mm}^2$

小于 215 N/mm<sup>2</sup>, 稳定

挠度:

$W_{\max} = 0.233 \times q \times L^4 / 100 / E / I = 0.233 \times 11.4 \times 0.75 \times 1.9 \times 1.9 \times 1.9 \times 1.9 / 100 / 2.06 \times 10^5 \times 4 \times 12.19 \times 10^4 = 2.58 \text{ mm}$  小于 3mm, 稳定

五) 固定钢围圈(4φ 48mm\*3.5mm)的验算:

间距 0.75m, 跨度 0.3m。

荷载组合:  $(6 \times 1.9 + 2 \times 0.8 \times 1.9 \times 1.4 \times 0.8) + 6 \times 0.3 + 2 \times 0.8 \times 0.3 \times 1.4 \times 0.8 = 14.81 \text{ KN/m}^2 + 2.34 \text{ KN/m}^2 = 17.15 \text{ KN/m}^2$ ,

弯矩:

$M_{\max} = 14.81 \text{ KN/m}^2 \times 750 \times 950 \times 300 + 0.5 \times 2.34 \times 0.75 \times 300 \times 300 = 3.54 \times 10^6$

N. mm

$$\sigma_m = M/W = 3.54 \times 10^6 / 4 \times 5.08 \times 10^3 = 174.21 \text{ N/mm}^2 \text{ 小于 } 215 \text{ N/mm}^2,$$

稳定

挠度:

$$W_{\max} = 0.333 \times F \times L^3 / E / I + 0.125 q l^4 / E / I = (0.333 \times 11.8 \text{ KN/m}^2 \times 750 \times 950 \times 300 \times 300 \times 300 + 0.125 \times 1.8 \text{ KN/m}^2 \times 750 \times 300 \times 300 \times 300 \times 300) / 2.06 \times 10^5 \times 4 \times 12.19 \times 10^4 = 0.77 \text{ mm} \text{ 小于 } 3 \text{ mm}, \text{ 稳定}$$

考虑到其它不利因素，浇灌砼时将钢围圈用双扣件全部连成整体。收分时再松开，让其相互错动。同时固定钢围圈用 $\angle 75 \times 50 \times 5$ 加强。

六) 提升架的验算:

间距 1.9m, 共 12 根,

竖向荷载:

$$(1.5+2) \times 1.9 \times 1.5 + 15.84 / 0.45 \times 1.9 \times 1.5 \times 0.01 + 1.9 \times 3.84 \times 4 \times 0.01 + 1 \text{ (吊架)} = 12.27 \text{ KN}, \text{ 偏心矩 } e = 0.665 \text{ m}, \text{ 风荷载} = 1.3 \times 0.2 \times 6 \times 1.9 = 2.964 \text{ KN}, h_1 = 1.35 \text{ m}.$$

$$\text{内力 } N_1 = 12.27 \text{ KN}, M_1 = 12.27 \times 0.665 = 8.16 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\text{提升架自重 } 0.8 \text{ KN}, N_2 = 8.25 \text{ KN}, M_2 = 9.34 \text{ KN} \cdot \text{m} + 3.54 \times 1.35 \text{ m} = 14.12 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\text{截面积: } A = 1774.5 \text{ mm}^2, \text{ 回转半径 } i = 0.39 \times 160 = 62.4 \text{ mm}$$

$$I = i \times i \times A = 62.4 \times 62.4 \times 1774.5 = 679 \times 10^4 \text{ mm}^4, W = I / 80 = 85 \times 10^4 \text{ mm}^3,$$

强度验算： $\sigma = 8250 / 1774.5 + 14.12 \times 10^6 / 1.05 / 85 \times 10^4 = 21.55 \text{ N/mm}^2$  小于 215, 稳定.

侧向荷载：风荷载=0.2KN/m<sup>2</sup>,

砼侧向推力  $6+2*1.4*0.8=6+2.24=8.24$  KN/m<sup>2</sup>,

荷载组合:  $8.24+0.2=8.44$  KN/m<sup>2</sup>,

线荷载:  $8.44*2.2=18.57$ N/mm; $6.2*2.2=13.64$  N/mm

弯矩:  $M=qal*1/2=0.5*18.57*1250*1250=14.51*10^6$  N. mm

$\sigma_m=M/W=14.51*10^6$  N. mm/ $85*10^4$ mm<sup>3</sup>= $17.07$  N/mm<sup>2</sup> 小于 215, 稳定.

挠度:

$W_{max}=ql^4/8EI=13.64*1250^4/8*2.06*10^5*679*10^4=2.97$ mm 小于 3mm 稳定.

考虑到其它不利因素, 浇灌砼时将钢围圈用双扣件全部连成整体。收分时再松开, 让其相互错动。这样可以减少提升架受的侧压力。

七) 辐射梁的验算:

施工荷载标准值:  $2.5$ KN/mm<sup>2</sup>,

操作平台面积  $S=3.14*5.75*5.75=103.82$ m<sup>2</sup>

其  $G_1=103.82*2.5=259.54$ KN

每对辐射梁受力  $259.54$ KN/ $12=21.63$ KN

b 平台上临时堆放的钢筋、手推车、吊罐、液压控制台、电气焊设备的荷载:

钢筋 10KN; 手推车 1KN; 吊罐 2KN;

液压控制台 5KN; 电气焊设备 5KN; 其它 5KN。

合计  $G_2=28$ KN

每对辐射梁受力  $28$ KN\* $0.5/2=7$ KN

c 模板与砗的摩阻力：按规范要求，模板与砗的摩阻力取值在

1.5KN/m<sup>2</sup>-3.0KN/m<sup>2</sup>

考虑到烟囱为变截面收分结构和提升高度，摩阻力相对较小，取值

2.0KN/m<sup>2</sup>

模板面积  $S=6.76*3.14*1.2+7.4*3.14*1.2=53.35m^2$

$G_3=2.0KN/m^2*53.35m^2=106.71KN$

每对辐射梁受力  $106.71KN/12=8.89KN$

d 操作平台上运输设备运转时的附加荷载：

砗料斗 5KN；砗 12KN；张紧力 15KN；刹车力= $K_d*Q=1.5*8.5=12.8KN$ ；

$G_4=44.8KN$ 。每对辐射梁受力  $44.8KN/12=3.73KN$

e 直接向平台卸砗时，其集中荷载  $G_5=r*[(h_0+h)*A_1+B]=$

$23.52*[(1.2+0.3)*1+0.2]=39.98KN$

每对辐射梁受力  $40KN*0.5/12=3.33KN$

$a+b+c+d=21.63KN+7KN+8.89KN+3.73KN=41.25KN$

$a+b+c+e=21.63KN+7KN+8.89KN+3.73KN=40.85KN$

取 41.25KN，考虑到实际受力分布情况：每对辐射梁受力在支座内侧

受均布线荷载  $(23.6*6.5*6.5/7.75/7.75+8)/5.5=24.6/5.5=4.4$

N/mm，每对辐射梁受力在支座外侧受均布线荷载  $7/0.75=5.3$  N/mm

外弯矩： $M=q_1*l^2/2=0.5*5.3*750*750=1.24*10^6$  N·mm

$A=1183*2=2366mm^2$ ， $i=0.38*120=45.6mm$ ， $I=2*45.6*45.6*2366=98$

$4*10^4$ ， $W=I/60=16.4*10^4$

$\sigma_m=M/W=1.24*10^6$  N·mm/ $16.4*10^4mm^3=7.56N/mm^2$  小于 215，稳

定.

挠度:

$$W_{max}=ql_4^4/8EI=5.3 \times 750^4/8 \times 2.06 \times 10^5 \times 984 \times 10^4=0.1\text{mm} \text{ 小于 } 3\text{mm} \text{ 稳}$$

定.

$$\text{内弯矩: } M=9ql_1^3/128=9 \times 4.4 \times 5500 \times 5500/128=9.36 \times 10^6 \text{ N. mm}$$

$$A=1183 \times 2=2366\text{mm}^2, i=0.38 \times 120=45.6\text{mm}, I=2 \times 45.6 \times 45.6 \times 2366=984 \times 10^4, W=I/60=16.4 \times 10^4$$

$$\sigma_m=M/W=9.36 \times 10^6 \text{ N. mm} / 16.4 \times 10^4 \text{mm}^3=57.07\text{N/mm}^2 \text{ 小于 } 215, \text{ 稳}$$

定.

挠度:

不加花篮螺栓时

$$W_{max}=0.00542ql_4^4/EI=0.00542 \times 4.4 \times 5500^4/2.06 \times 10^5 \times 984 \times 10^4=10.77\text{m}$$

m 小于  $5500/400=13.5\text{mm}$ . 稳定.

加花篮螺栓时

$$W_{max}=0.521 \times ql_4^4/100EI=0.521 \times 4.4 \times 2750^4/100 \times 2.06 \times 10^5 \times 984 \times 10^4=0.646\text{mm} \text{ 小于 } 2750/400=6.25\text{mm}. \text{ 稳定.}$$

八) 提升架螺栓验算

M16 螺栓抗剪力  $N_v=14.7\text{KN/个}$ ,

竖向荷载:

$$(1.5+2) \times 2.2 \times 1.5+15.84/0.45 \times 2.2 \times 1.5 \times 0.01+2.2 \times 3.84 \times 4 \times 0.01+$$

1(吊架)=14.05KN, 符合要求, 但按构造配制 4 个/肢, 双螺帽。

九) 井架及风荷载验算

井架安装高度  $H=7.5\text{m}$ ，截面尺寸  $b\times h=1.2\times 1.2\text{m}$ ，主肢立柱采用  $L75\times 8$ ，缀条平腹杆和斜腹杆均采用  $L50\times 5$ ，制成每节高  $1.5\text{m}$ ，共 5 节，用焊接连接而成。在顶部设置一道缆风绳。

1)、确定相应的脚手架计算参数

a) 搭设高度	H	7.5m
b) 步距	h	1.5m
c) 立杆纵、横距	1a	1.2m
d) 作业层数	n1	1 层
e) 立杆截面积	A	489mm <sup>2</sup>
f) 立杆截面抵抗距	W	5.08×10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
g) 立杆回转半径	i	15.8mm
h) 挡风面积	A <sub>n</sub>	1.725m <sup>2</sup>
i) 基本风压	W <sub>0</sub>	0.75KN/m <sup>2</sup>
j) 钢材抗压强度设计值	F <sub>c</sub>	0.205KN/mm <sup>2</sup>

2)、荷载计算

①计算恒荷载标准值 GK

$$GK=H_i(g_{k1}+g_{k3})+n_1 l a g_{k2}$$

查表得  $g_{k1}$ :当  $1a=1.2\text{m}$  时

中:  $0.1616\text{kn/m}$ ; 边: $0.1474\text{kn/m}$ ; 角:  $0.1287\text{Kn/m}$ 。

查表得:  $g_{k2}=0.3009\text{kn/m}^2$

$$g_{k3}=0.0753\text{kn/m}^2$$

则: 当  $H_i=125\text{m}$  时,

$$GK=125\times (0.1287+0.0753)+1\times 1.5\times 0.281=25.034\text{kn}$$

②计算作业层施工荷载标准值 Q<sub>k</sub>:

$$Q_k=n_1 l a q_k$$

查表得  $q_k=1.5\text{kn/m}$ , 则有:  $Q_k=1\times 1.5\times 1.5=2.25\text{KN}$

3)、风荷载计算:

当风沿井架对角线吹来时, 需将风载分解为与井架平行, 但其分量比风沿井架平行方向吹要小, 验算时按风沿井架平行方向吹考虑, 偏于安全。

①风荷载体型系数:

计算井架受风面杆件投影面积之和 $\Sigma AC$ 时,应考虑由节点板引起的面积增加系数 1.10。

$$\text{井架受风轮廓面积: } AF = 7.5 \times 1.2 = 9\text{m}^2$$

$$\text{挡风系数 } \varphi = \text{风荷载体型系数} = 2.44。$$

②风振系数:

$$\text{查表得 } \xi = 2.435 \mu = 0.7964$$

③风荷载的标准值 $\omega_k$  (风荷载按福州地区50年一遇 $0.7\text{KN}/\text{m}^2$ 风压值计算)

$$\omega_k = 1.0 \varphi \omega_0 \quad \omega_k = 0.7 \mu_s \mu_z \omega_0$$

$$\varphi = A_n / A_w = 1.15 \times 1.2 / 1.15 \times 1.2 = 1.38 / 1.38 = 1$$

$$\omega_k = 0.7 \times 1.1 \times 0.4 \times 0.75 = 0.231\text{kn}/\text{m}$$

4) 井架整体稳定性验算

①确定材料强度附加各项系数 $r'_m$ ,

因组合风荷载,取 $r'_m = 1.5607$

②计算轴心力设计值 $N'$

$$N' = 1.2 (NGK + NQK)$$

式中 $NGK = GK$ ,  $NQK$  即  $QK$ , 将  $QK$  和  $GK$  的数值代入得到验收报告算底部截面得到:

$$N = 1.2 \times (25.034 + 2.25) = 33.7008\text{kn}$$

③计算风荷载弯距 $MW$

$$MW = 0.12 q_w k h^2$$

$$\text{底部: } MW = 0.12 \times 0.231 \times 1.15^2 = 0.032\text{kN} \cdot \text{m} = 32\text{KN} \cdot \text{mm}$$

④确定稳定系数 $\varphi$

$$\text{查表得: } \mu = 1.55, \lambda = \mu h / i = 1.55 \times 1.15 / 0.0158 = 112.8$$

⑤验算稳定

$$N' / \varphi A + MW / W \leq f_c / 0.9 r'_m$$

将 $f_c$ 和 $r'_m$ 的数值代入上式,得到:

$$N' / \varphi A + Mw / W \leq 0.205 / 0.9 \times 1.5607 = 0.146\text{kn}/\text{mm}^2$$

将以上 4 种验算情况的数据分别代入上式进行验算,其结果列表

## 验算

截面	$\phi$ A (mm <sup>2</sup> )	W (mm <sup>3</sup> )	N' (kn)	MW (kn. mm)
	0.496	489	33.7008	32

则  $N' \phi / A + MW / W = 0.1389 \text{ kn/mm}^2 \leq 0.146 \text{ kn/mm}^2$

验算结果合格

### 5.4.3.7 调径装置:

调径装置安装在辐射梁上，位于提升架外侧，由 M50 的方牙螺栓、螺帽和螺栓顶帽等组成。带底座螺帽用螺栓固定在辐射梁上，每提升一次模板后，即按设计要求的收分尺寸拧动一次方牙螺栓，使提升架沿辐射梁向内移动，使收分模板与活动模板间发生相对错动，当螺栓拧到尽头时，可把螺栓退回，卸下底座，沿辐射梁向内移动，并安装到新的位置。当每模收分达到 10mm 以上时，分两次调整，保证每次收分达到 6mm 以下。

### 5.4.4 液压提升系统

液压提升系统主要由支承杆、液压千斤顶、液压控制台和油路等部分组成。

5.4.4.1 支承杆：它支承着作用于千斤顶的全部荷载，根据烟囱结构，采用直径  $\phi$  48mm\*3.5mm 的钢管制作。

支承杆的连接方法，采用专用短接内套管连接，支承杆连接处打坡口满焊后磨平，支承杆长度为 6m，首段用 2、3、4、5m 间隔布置，按 25% 错开。为防止支承杆失稳，及时在液压千斤顶下部采用钢管扣件和焊接方法进行加固。

5.4.4.2 液压千斤顶：液压千斤顶采用滚珠式液压千斤顶，其中心

穿支承杆，在液压动力作用下，千斤顶可沿支承杆作爬升动作，以带动提升架、操作平台和模板随之一起上升。操作平台的设计及验算：

千斤顶及支承杆数量的设计

操作平台等各杆件的长度、数量见下表。

序号	杆件名称	规格型号	长度 / 厚度	数量	备注
1	辐射梁	[12	4. 2m	24 根	
2	木铺板	35mm*2000mm	35mm	100m <sup>2</sup>	
3	鼓形钢圈	[16	6. 28m	2	
4	鼓形圈立杆	[10	1. 5m	12	
5	井架	各种			
6	外钢圈	[12	34. 54m	1	
7	中钢圈	φ 16mm	19m	1	
8	内钢圈	φ 16mm	12m	1	
9	栏杆钢圈	φ 48mm*3. 5mm	34. 54m	1	
10	提升架	270mm 组合架	2. 7m	12 榀	
11	模板	P2012、P1012 等		56 m <sup>2</sup>	
12	吊脚手架	∠50*5 角钢		24 榀	
13	脚手板	35mm*2000mm		100 块	
14	围圈	2φ 48mm*3. 5mm		200 米	

a 根据滑模模板工程技术规范（GB50113-2005）的要求，其操作平台

上的荷载标准值：1.5KN/m<sup>2</sup>

操作平台面积  $S=3.14*5.75*5.75=103.82\text{m}^2$

其  $G_1=103.82*1.5=155.72\text{KN}$

b 平台上临时堆放的钢筋、手推车、吊罐、液压控制台、电气焊设备的荷载：

钢筋 10KN；手推车 1KN；吊罐 2KN；

液压控制台 5KN；电气焊设备 5KN；其它 5KN。

合计  $G_2=28\text{KN}$

c 模板与砗的摩阻力：按规范要求，模板与砗的摩阻力取值在 1.5KN/m<sup>2</sup>-3.0KN/m<sup>2</sup>

考虑到烟囱为变截面收分结构和提升高度，摩阻力相对较小，取值

2.0KN/m<sup>2</sup>

模板面积  $S=7.4*3.14*1.2+6.76*3.14*1.2=53.35\text{m}^2$

$G_3=2.0\text{KN/m}^2*53.35\text{m}^2=106.71\text{KN}$

d 操作平台上运输设备运转时的附加荷载：

砗料斗 5KN；砗 12KN；张紧力 15KN；刹车力  $=K_d*Q=1.5*8.5=12.8\text{KN}$ ；

$G_4=44.8\text{KN}$ 。

e 直接向平台卸砗时，其集中荷载  $G_5=r*[(h_0+h)*A_1+B]=$

$23.52*[(1.2+0.3)*1+0.2]=39.98\text{KN}$

$a+b+c+d=155.72\text{KN}+28\text{KN}+106.71\text{KN}+44.8\text{KN}=335.23\text{KN}$

$a+b+c+e=155.72\text{KN}+28\text{KN}+106.71\text{KN}+39.98\text{KN}=330.41\text{KN}$

取 335.23KN，

单个千斤顶允许承载力：60KN，采用 QYD60 型，共 30 个千斤顶，支承杆数量的验算：单根  $\phi$  48mm\*3.5mm 支承杆的允许承载力：

$P_0 = (a/K) * (99.6 - 0.22L) = 0.8/2 * (99.6 - 0.22*90) = 31.92\text{KN}$ ，可满足要求。共 30 根。

a 为工作系数, 0.7-1; K 为安全系数, 200%; L 为计算支承杆长度。

30 个千斤顶和支承杆沿圆周等分

5.4.4.3 液压控制台及油管：液压控制台(总分油器)一台, 主油管(2根, 长 3m)用  $\phi$  17 的高压油管, 分油管用  $\phi$  11(4 根, 长 3m)的高压油管, 支油管(12 根, 长 4m)用  $\phi$  11 的高压油管, 主分油器(一通五)六个,

5.4.5 垂直运输系统

主要由卷扬机、吊笼、吊臂拔杆、钢丝绳等组成。

吊笼尺寸为 80 cm×80 cm×2.2m, 采用各种型钢制作而成, 吊笼主要用于乘人, 为确保安全, 采用两根  $\phi$  14(6\*37)的钢丝绳, 单根钢丝绳的安全系数为  $101\text{KN} / (250+400) \text{Kg} = 16$  倍, 两台 2T 同步双刹车卷扬机, 通过井架的天轮进行升降, 同时在吊笼上设置断绳安全卡钳。



与角钢的焊缝长  $l=300\text{mm}$   $740h_f$  实际取  $200\text{mm}$   
 角钢规格尺寸  $L50 \times 50 \times 5$

则取焊脚尺寸  $h_f=5\text{mm}$   $f_w=160\text{MPa}$

$$\begin{aligned} \text{则焊缝的允许拉力 } F &= (l-2 \times 5) \times 0.707h_f \times f_w \\ &= (200-10) \times 0.707 \times 5 \times 160 \\ &= 107464\text{N} \\ &= 107.4\text{KN} > 7.56\text{KN} \end{aligned}$$

结论安全

2)、四根立杆角钢强度计算

$L50 \times 50 \times 5$       Q235       $A=4.8\text{cm}^2=480\text{mm}^2$        $f=215\text{MPa}$

允许拉力  $F=Af=480 \times 215=103.2\text{KN} > 7.56\text{KN}$

结论安全

3)、平台板(5mm)强度计算

标准值自重  $g=0.40\text{KN/m}^2$   
 $g=0.48\text{KN/m}^2$

标准值活载按  $q_k=5\text{KN/m}^2$        $q=7\text{KN/m}^2$

按四边简支考虑

$$P=g+q=7.48\text{KN/m}^2$$

$$b/a=1$$

$$M_x = \frac{1}{8}Pa^2 = 0.0479 \times 7.48 \times 0.82 = 0.229\text{KNm}$$

$$\text{斜向 } M_{xy} = \frac{1}{8}3qa^2 = 0.065 \times 7.48 \times 0.82 = 0.311\text{KNm}$$

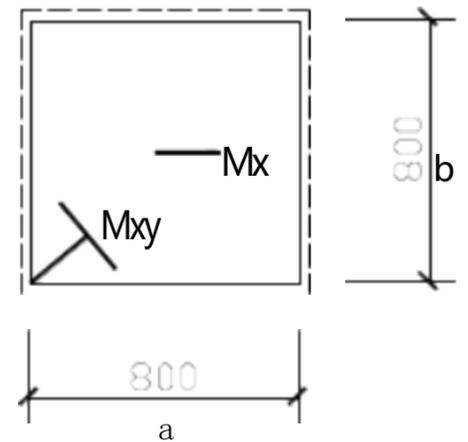
$$T_{\max} = 6M_{\max}/Y_x t^2 \leq (f)$$

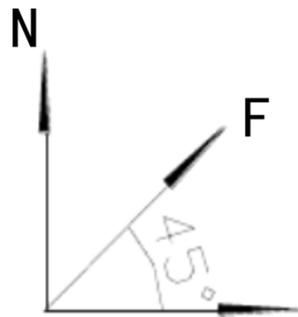
$Y_x$  为截面塑性发展系数取 1.2

$$\therefore T_{\max} = 6 \times 0.311 \times 106 / 1.2 \times 52 \times 1000 = 62.2336\text{MPa} < f = 215\text{MPa}$$

结论安全

4)、水平角钢抗压强度计算





$$F \cos 45^\circ = N = 7.56 \text{ kN}$$

$$F = 10.69 \text{ kN}$$

F 经二次分解后得到水平力即为角钢的压力 P

$$P = F \cos 45^\circ \times \cos 45^\circ = 10.69 \times 0.707 \times 0.707 \\ = 5.34 \text{ kN}$$

压杆计算长度  $l = 0.8 \text{ m}$

$$\lambda = l / i_x = 0.8 \times 10^3 / 15.3 = 52.3$$

按 b 类截面查稳定系数  $\Psi_b = 0.847$

$$\therefore F = N / \Psi = 5.34 \times 10^3 / 0.847 \times 4.8 \times 10^2 = 13.1 \text{ MPa} < f = 215 \text{ MPa}$$

结论安全

其它部位按构造配制，不再验算。

## (二) 起重钢丝绳截面验算

### 1) 荷载的组成

- a) 本现场采用 6×37 型钢丝绳，钢丝绳自重 104.8Kg
- b) 吊笼本体自重 500Kg
- c) 额定荷载 1000Kg

合计荷载为：104.8+500+1000=1604.8Kg =16.048kN

### 2) 钢丝绳允许拉力计算

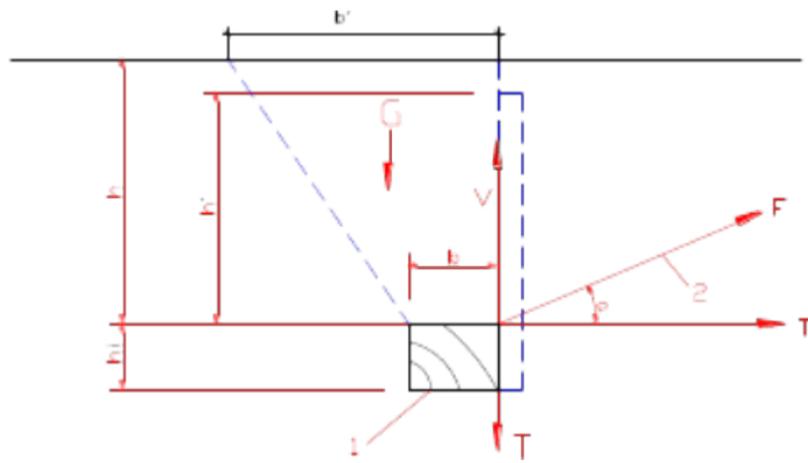
- a) 钢丝绳的安全系数 K，取 6
- b) 钢丝绳破断拉力换算系数  $\alpha$ ，取 0.82
- c) 合计荷载为 F=16.048kN

允许拉力  $F_g = F \times K / \alpha = 16.048 \times 6 / 0.82 = 117.42 \text{ kN/mm}^2$

查表，钢丝绳采用 6×37 型，直径 17.5mm 公称抗拉强度为 1400N/mm<sup>2</sup>，钢丝绳破断拉力总和 156kN/mm<sup>2</sup>，符合要求。

## (三) 卷扬机地锚稳定性验算

1)、根据现场实际情况,经分析采用水平地锚固定法:



1—横木 2—钢丝绳

地锚稳定性计算简图

- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| a) 水平地锚横木埋深 | h 取 2m              |
| b) 地锚安全系数   | K 取 2               |
| c) 横木埋深宽度   | b 取 0.3m            |
| d) 土方的重力密度  | $\gamma$ 取 1.4T/立方米 |
| e) 横木埋深长度   | l 取 2m              |
| f) 土的内摩擦角   | $\psi$ 取 $20^\circ$ |
| g) 摩擦系数     | f 取 0.5             |
| h) 受拉钢丝绳夹角  | 取 $20^\circ$        |

根据计算公式:

$$H = F \cos \alpha = 16.048 \times 0.94 = 15.085$$

$$G = (b + b') h l \gamma / 2 = (1.028 + 0.3) 2 \times 2 \times 1.4 / 2 = 3.7184$$

$$b' = b + h \tan \psi = 0.3 + 2 \times 0.364 = 1.028$$

$$T = fH = 0.5 \times 15.085 = 7.543$$

$$V = F \sin \alpha = 16.048 \times 0.342 = 5.488$$

则安全系数  $K = (G + T) / V = (3.7184 + 7.543) / 5.488 = 2.052 \geq 2$ , 符合要求。

2)、侧向土的强度计算

a) 埋深土方的容许承载力  $\sigma$ , 取 60KN/m<sup>2</sup>

b) 降低系数  $\eta$ , 取 0.5

据计算公司  $\sigma \times \eta \geq H/hl$ ,  $60 \times 0.5 \geq 15.085 / 0.3 \times 0.8$ ,  $30 \geq$

经验算侧向土的强度符合要求。

吊臂拔杆采用 $\phi$  108 的钢管，主要用于混凝土及钢筋的运输，吊臂由 3 台卷扬机控制，（一台 0.3T、一台 0.5T、一台 3T），一台 0.3 吨安装在随升井架上，可以收臂、放臂，一台 0.5T 单筒快速卷扬机安装在平台上，一台 3T 放在地面卷扬机房内，控制吊钩上下。钢丝绳分别采用 $\phi$  11(6\*19)、 $\phi$  16.5(6\*37)的钢丝绳、

#### 5.4.6 电气、自控系统

分为上控和下控，上控和下控之间通过电铃联系，同时配备对讲机和座机。滑模工程系动态滑升的高空作业，其供电设施为正常和备用回路供电，组成380V/200V 的多级回路，电源的总闸使用两只500V、220V 的空气开关，并将内电压线圈的开闭触点相互联锁，以防主回路短路事故，滑升操作平台的动力与控制电源选用YC-0.5KV-3 $\times$ 35+1 $\times$ 10 电缆和 KV-0.5-24 $\times$ 1.5 控制电缆。

控制回路采用上下平台操作，分两处联锁集中进行，并在机房设专职值班人员看管，有紧急停电按钮，吊笼欲上升时，由地面控制台操作人员发指令号，此时平台上控制台返回信号，即同意升降，在控制系统中同时设置一上一下两个限位装置，即一个失灵，由第二个控制切断电源使卷扬机停止，以确保安全施工。

#### 5.4.7 施工精度控制系统

主要由经纬仪、和水准仪、锤球组成。

### 5.5 滑模组装

#### 5.5.1 准备工作

5.5.1.1 滑模基本构件的组装工作，在基础砼模板拆除后即可进行。

5.5.1.2 组装前，清理现场，设置运输通道和施工用水，用电线路，调直钢筋插筋，除去钢筋与基底上松动的砼残渣和泥土。然后，按布置图的要求，在基底上弹出十字中心线及模板、围圈、提升架、支架、支承杆等构件的位置线。同时在基底及其附近，设置观测垂直偏差的中心桩或控制桩及标高控制点，以便控制钢梯等预埋件的位置。

5.5.1.3 准备好经纬仪、水准仪、线锤、水平尺、高度标尺、模板倾斜度样板、电（气）焊设备以及电钻、手提砂轮和倒链等机具。

5.5.1.4 在组装前检查各种钢制模板、围圈、提升架、吊架、支承杆、连接螺栓等金属部件的质量，核对数量、规格，并依此编号，妥善存放。以备使用。必要时，在正式组装前，进行主要部位的试组装。

## 5.5.2 组装顺序

5.5.2.1 本烟囱滑模组装顺序为鼓圈——辐射梁——钢圈——花蓝螺丝拉杆——提升架——平台铺板——井架及斜撑——变幅起重吊臂拔杆——模板围圈——垂直运输系统——液压提升系统——内外吊架——电缆等辅助设施。

5.5.2.2 搭设临时组装平台，安装卷扬机运输设施，组装平台的搭设高度，应比内、外钢圈或辐射梁的安装标高略低，便于安装时垫平找齐。

5.5.2.3 内、外钢圈和辐射梁及提升架的安装。内外钢圈及辐射梁安装前，应先在组装平台上放出位置线；各种构件安装的位置应准确，

并保持水平；提升架应同时保持垂直。

5.5.2.4 模板的安装：内外模板安装顺序：内模→绑扎钢筋→外模；模板系统各部分安装顺序：固定围圈调整装置→固定围圈→固定模板→活动围圈顶紧装置→活动围圈→活动模板及收分模板。

模板安装完后应对其半径、坡度、壁厚、钢筋保护层等进行检查校正，合格后方可进行下一工序。

5.5.2.5 随升井架、吊笼及拔杆的安装。

随升井架根据图示进行安装，其垂直偏差应不大于 1/200，井架中心应与筒身圆心一致。

井架安装后随之安装斜撑、滑轮座、柔性滑道、吊笼及拔杆等。

5.5.2.6 平台铺板的安装。

铺板按平台尺寸配置为定型板，编号铺设于辐射梁之间。吊架铺板环向搭接铺设，便于随吊架内移调整其周长，

5.5.2.7 水管的安装：砼养生水管安在吊架下层铺板上，为使水管的周长也随收分而缩短，在整个圆周长设 8-10 处胶管接头，收分时将胶管弯曲即可。

5.5.2.8 内、外吊架安装：内、外吊架在操作平台滑升至 6m 时安装，安装好后，随之安装外侧护栏及悬挂安全网。

5.5.2.9 油管安装：安装油管前要逐根畅通，金属头要擦干净，高压管如须转弯，其弯曲半径应不小于胶管直径的 10 倍，且不得在接头根部附近弯曲，接头至开始弯曲处距离应大于胶管直径的 6 倍。

5.5.2.10 液压控制台运至现场并接通电源后，应试运转查看油泵转

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/805340303314011314>