

## 一.工程概况:

XXX 中医院门诊病房综合楼工程,东西总长度 80.3m,南北宽度 40.6m。建筑物地上十二层,局部十三层,地下室一层,裙房三层,建筑面积为 25668m<sup>2</sup>,框架结构,高度 46.8m。

## 二.搭设方案及计算过程

1-6 层、7-12 层采用悬挑式槽钢脚手架,悬挑两次,密目网全封闭,采用 [12cm 型槽钢,自重为 120N/m,搭设高度 H=23.7m,立杆横距 b(架宽)=0.825m,立杆纵距 L=1.8m、1.5m、1.2m,大横杆步距 h=1.5m,铺竹脚手板 2 层,同时施工 2 层,施工荷载  $Q_k=2\text{kN/m}^2$ (装修架),连墙杆布置为两步三跨 (2h×3L)。验收一步

### (一) 验算整体稳定

#### 一) 求 N 值

##### 1. $N_{G1K}$ (一步一纵距自重×全高)

##### (1) 立杆。

立杆长度为脚手架的步距 h,用脚手架为双排,所以还要乘以 2,再乘以每 m 长钢管重量,就等于一步一纵距的立杆自重。

计算式:  $2h \times \text{自重} = 2 \times 1.5 \times 0.0384 = 0.1152\text{kN}$

##### (2) 大横杆。

大横杆长度为脚手架立杆纵距 L,因脚手架里、外排各有一根大横杆,所以乘以 2,再乘以每 m 长的钢管自重。

计算式:  $2L \times \text{自重} = 2 \times 1.5 \times 0.0384 = 0.1152\text{kN}$

(3) 小横杆。

脚手架每一纵距一步内只有一根小横杆，在立杆与大横杆的交点处，小横杆伸出外排杆 100mm,伸出 150mm,双排脚手架宽度为  $b$ ，里排立杆距墙 200mm.

计算式 $(0.1+b+0.15) \times \text{自重} = 1.075 \times 0.0384 = 0.041\text{kN}$

(4)扣件。

扣件个数为：一个小横杆上 2 个十立杆与大横杆交点处 1 个乘以 2（双排架）加上接长用扣件（立杆及大横杆按每 6m 长用一个对接扣件） $(h/b \times 2 + L/6 \times 2)$  都加一起为扣件个数，再乘以每个扣件重量。

计算式： $[2+2+(h/6 \times 2 + L/6 \times 2)] \times 0.015 = 0.078\text{kN}$

(5)合计每步距

$N_{G1K} = 0.1152 + 0.1152 + 0.041 + 0.078 = 0.35\text{kN}$

(6)脚手架全高 23.7m，折合  $H/h = 18$  步

所以  $N_{G1K} = 18 \times 0.35 = 6.3\text{kN}$

(7)以上计算的自重 6.3kN，因为是双排脚手架，是由里外两根立杆承重的，所以应将自重 6.3kN 除以 2，得出一根立杆承重的

$N_{G1K} = 6.3/2 = 3.15\text{kN}$

2.  $N_{G2K}$ (构配件全高一纵距自重)

(1)脚手板。

脚手板按平方米计算，其长度即为立杆纵距  $L$ ，其宽度是沿脚手架  $b$  满铺，另外还要加上小横杆向里伸出的 150 也应铺板，本工程要求铺 2 层，所以再乘以 2。

计算式： $2 \times (b+0.15) \times L \times 0.35 = 1.024\text{kN}$

### (2)小横杆及扣件

由于满铺脚手板，所以还要在原有两根小横杆中间再加一根，同时还要增加 2 个扣件。

计算式： $(2 \times \text{小横杆长} \times \text{钢管自重}) + (2 \text{层} \times 1 \text{个扣件} \times \text{自重}) = 2 \times (0.825+0.1+0.15) \times 0.0384 + 2 \times 2 \times 0.015 = 0.1\text{kN}$

### (3)护栏及扣件

按照规定，作业层外排架临时防护为两道防护栏杆，原有一道大横杆，需再增加一道大横杆及一个扣件。

计算式： $(2 \text{个作业层} \times L \times \text{自重}) + (2 \text{层} \times 1 \text{个扣件} \times \text{自重})$   
 $= 2 \times 1.5 \times 0.0384 + 2 \times 1 \times 0.015$   
 $= 0.145\text{kN}$

### (4)挡脚板

2 层作业层还应设置挡脚板，计算时用 2 层  $\times$  立杆纵距  $L \times$  挡脚板每 m 自重

计算式： $2 \times 1.5 \times 0.08 = 0.24\text{kN}$

### (5)剪刀撑

剪刀撑按水平 4 跨垂直 4 步一组设置，两杆交叉与地面成  $45^{\circ}$  角，当按  $45^{\circ}$  角计算斜杆长度时，若立杆为 1，则斜杆即为  $2^{1/2}$ ，现在步距纵距都为 1.5m，所以斜杆为  $2^{1/2} \times 1.5$ ，因为是交叉两根杆，所以乘以 2

又因为沿脚手架高度 4 步距设有一组剪刀撑，脚手架全高 23.7m，

折合 18 步，所以还要用 18/4，才是脚手架再一纵距全高的剪刀撑所用钢管长度，再乘以钢管每 m 重量，最后加所有扣件。

$$\begin{aligned} \text{计算式: } & 2 \text{ 根} \times 2^{1/2} \times \text{步距 } h \times 18/4 \times \text{钢管自重} + \text{扣件重} \\ & = 2 \times 2^{1/2} \times 1.5 \times 18/4 \times 0.0384 + 10 \times 0.015 \\ & = 0.883 \text{ kN} \end{aligned}$$

(6) 密目网

密目网按 1.8m×6m, 每片重 3kg 计算, 则

$$3/1.8/6 = 0.3 \text{ kg/m}^2 = 0.003 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{计算式: } 23.7 \times 1.5 \times 0.003 = 0.1067 \text{ kN}$$

$$(7) N_{G2K} = 1.024 + 0.1 + 0.145 + 0.24 + 0.883 + 0.1067 = 2.5 \text{ kN}$$

一根立杆的构件自重  $N_{G2K} = 2.5/2 = 1.25 \text{ kN}$

(脚手架结构及构配筋自重, 为计算方便, 都安里外排立杆平均计)

3.  $N_{QK}$  (施工荷载)

$$\Sigma QK = 2 \text{ kN/m}^2 \times 2 = 4 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma N_{QK} = 1.5 \times (0.825 + 0.15) \times 4 = 5.85 \text{ kN}$$

一根立杆施工荷载  $\Sigma N_{QK} = 5.85/2 = 2.925 \text{ kN}$

4. 各值代入公式求 N.

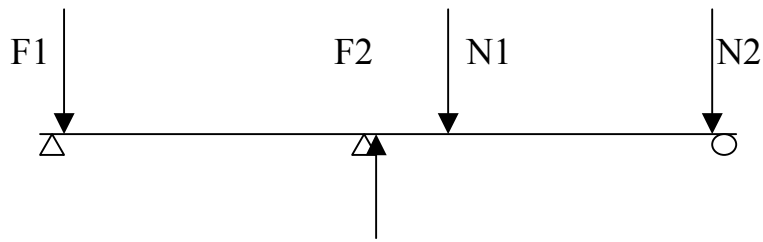
$$N = 1.2(N_{G1K} + N_{G2K}) + 1.4 \Sigma N_{QK}$$

$$= 1.2 \times (3.15 + 1.25) + 1.4 \times 2.925 = 10.26 \text{ kN}$$

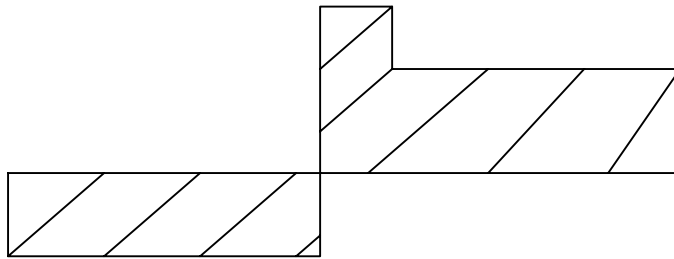
悬挑脚手架允许搭设高度为 25.6m, 实际 6 层一挑, 总高度 23.7m < 25.6m, 在允许范围之内。

(3) 悬挑槽钢的强度、挠度、锚固。悬挑槽钢的受力为二端固定一端

简支，见附图：



弯矩图 M 如下：



由于脚手架属于临时结构，其荷载设计值应乘以 0.9 折减系数。

$$N1=N2=10.26\text{kN}$$

$$0.82F1=0.2N1+1.025N2$$

$$F2=F1+N1+N2$$

得出， $F1=15.3\text{Kn}$

$$F2=35.8\text{Kn}$$

$$M2=10.26 \times 1.025=10.5\text{KNm}$$

$$M1=10.25 \times 0.2=2.05\text{KNm}$$

$$0.9M1 < M_{\text{max}}$$

$$0.9M2 < M_{\text{max}}$$

所以满足要求。

①强度  $a=M_{max}<f_c$

②挠度  $f=0.9N1b^2(9a-2b)/96EI=1.09mm<1.2\times 10^3/250=4.8mm$

③锚固，采用  $\Phi 20$  螺纹钢，埋入砼内不小于 100mm，锚固长度不小于 250mm，采用拉环  $\Phi 18$  连接。施工荷载按每 2 根悬挑槽钢 1 个集中荷载 1.5kN 考虑。

(5) 验算钢丝绳抗拉强度：

1. 先计算架子一个纵距全部荷载的设计值：

根据以上计算结果： $N=10.24kN$

2. 吊点所承受荷载  $P$  按下式计算，

$$P=K_x N=1.5\times 10.24=15.36kN$$

$$P_x=P/\sin\alpha=15.36\div 0.95=16.17kN$$

3. 钢丝绳抗拉强度

按下式计算： $P_x\leq aP_g/K$

$P_x$ —钢丝绳的计算拉力

$P_g$ —钢丝绳的钢丝破断拉力总和

$a$ —考虑钢丝受力不均匀的钢丝破断拉力换算系数，查表得 0.85

$K$ —钢丝绳使用的安全系数，取  $K=10$

$$P_g\geq KP_x/a=10\times 16.17/0.85=190.2kN$$

如采用  $\Phi 17$  钢丝绳  $P_g=200kN>190.2kN$

所以安全。

(6) 选择与钢丝配套使用的卡环

由已选  $\Phi 17$  钢丝绳，得出适用的卡环为 18

(7) 直接在槽钢上穿眼，直径为 200mm，离端头 5cm。

(8) 连墙件：采用主体预埋钢管，用槽钢将脚手架与主体连接，预埋槽钢以高出砼面 20cm 为宜。

$$N_w = 1.4 S_w W_k = 1.4 \times 3.6 \times 2 \times 1.8 \times 0.35 = 6.35 \text{ kN}$$

考虑到脚手架平面外变形引起的轴力，增加一个附加应力

$$N_s = 2.5 \text{ kN}$$

$$N = 0.9 N_w + N_s = 0.9 \times 6.35 + 2.5 = 8.2 \text{ kN} < R_c = 8.5 \text{ kN}$$

所以结构满足要求（安全）。计算一步，同理二步满足要求。

(9) 悬挑架结构应满布剪刀撑。

(10) 防护措施

脚手架每高 4m，水平每隔 6m 同建筑物牢固地拉结，并加设顶撑使之同时承受拉力和压力，保证架体与建筑物之间连接牢固，不摇晃，不倒塌。拉接点禁止设在工程围护结构上，拉接杆要设在靠近节点位置 20cm 范围以内，并且与大横杆扣紧。在立柱或梁上预埋  $\Phi 10$  钢筋，拉筋采用  $\Phi 6$  钢筋。双排脚手架应设剪刀撑与横向斜撑。每道剪刀撑跨越立杆的根数为 4 根。每道剪刀撑宽度不应小于 4 跨，且不应小于 6m，斜杆与地面的倾角为  $45^\circ$  --  $60^\circ$ 。剪刀撑斜杆的接长采用搭接，搭接长度不得小于 50cm，要用三只扣件，两头要大于 10cm，剪刀撑最下部距地面 10cm。剪刀撑沿脚手架连续设置，其间距不大于 20cm。

竹笆脚手板应按其主竹筋垂直纵向水平杆方向铺设，且采用对接平铺，四个角应用直径 1.2mm 的镀锌钢丝固定在纵向水平杆上。作

业层端部脚手板探头长度应取 150mm，其板长两端均应与支承杆可靠地固定。

密目网必须使用获得省安监总站准用证的产品，要从脚手架底部开始全部用密目式安全网全封闭，密目网要设在外排立杆的里侧，密目网的绑扎要用尼龙绳每孔一扎。

安全网的设置：从脚手架底部开始全部用密目式安全网全封闭，密目网要设在外排立杆的里侧。密目网的绑扎要用尼龙绳环形绑扎或用短绳每孔一绑。施工层要设随层网，设 18cm 高的连续挡脚板，挡脚板要用铁丝绑在立杆上。设 0.6m 和 1.2m 高防护栏杆两道，防护栏杆要刷红白相间的境界色。

人行斜道的设计：人行斜道的宽度为 1.2m，坡度为 1:3（高：长）。斜道拐弯平台面积为 9m<sup>2</sup>，宽度为 1.5m。斜道两侧及拐弯平台外围，设置 1.2m 的防护栏杆及高 180mm 的挡脚板。人行斜道的脚手板上钉防滑木条，其厚度为 30mm，间距为 250mm。斜道使用钢管搭设，主要杆件有立杆、大横杆、小横杆、斜撑杆、剪刀撑等。立杆纵距为 1.8m，埋入地下 500mm，大横杆间距为 1.2m。小横杆置于斜横杆上间距为 1m。拐弯处小横杆间距为 0.6m。为保证斜道的稳固，在斜道两侧、平台外围和端部应设置剪刀撑，并加强脚手架连墙杆的设置。斜道脚手板应铺平、铺牢。

防护棚的设置：在棚上要满铺木脚手板，棚边要设置 1m 高的挡板，在棚上再挂一层安全网，以防止高空坠落物反弹出防护棚外伤人。

#### 四. 外脚手架搭设的安全技术措施



外脚手架立杆基础外侧应挖排水沟，以防雨水浸泡地基。

0. 钢管架设置避雷针，分置于主楼外架四角立杆之上，并连通大横杆，形成霹雷网络，并检测接地电阻不大于 30 欧姆。
1. 外脚手架不得搭设在距离外电架空线路的安全距离内，并做好可靠的安全接地处理。
2. 外脚手架必须及时维修加固，以达到坚固稳定，确保施工 安全。
3. 外脚手架严禁钢竹、钢木搭设，禁止扣件、绳索、铁丝等混用。
4. 外脚手架搭设人员必须持证上岗，并正确使用安全帽、安全带、穿防滑鞋。
5. 严格控制施工荷载，脚手板不得集中堆料施荷，施工荷载不得大于  $2\text{KN}/\text{m}^2$ 。
6. 控制扣件螺栓拧紧力矩，采用扭力扳手，扭力矩应控制在 40-50Nm 范围内。
7. 严禁脚手板存在探头板，铺设脚手板以及多层作业时，应尽量使施工荷载内、外传递平衡。
10. 保证脚手架的整体性，不得与井架、升降机一并拉接，不得截断架体。

## 五. 外脚手架拆除的安全技术措施

拆架前，全面检查拟拆脚手架，根据检查结果，拟定出作业计划，报请批准，进行技术交底后才准工作。作业计划一般包括：拆架的步骤合方法、安全措施、材料堆放地点、劳动组织安排等。

0. 拆架时应划分作业区，周围设绳绑围栏或竖立警戒标志，地面应

专人指挥，禁止非作业人员进入。

1. 拆架的高处作业人员应戴安全帽、系好好全带、扎裹图腿、穿软底防滑鞋。
2. 拆架程序应遵守由上而下，先搭后拆的原则，即先拆拉杆、脚手板、剪刀撑、斜撑，尔后拆小横杆、大横杆、立杆等，并按一步一清原则依次进行。严禁上下同时进行拆架作业。
3. 拆立杆时，要先抱住立杆再拆开最后两个扣。拆除大横杆、斜撑、剪刀撑时，应先拆中间扣件，然后托住中间，再解端头扣。
4. 连墙杆应随拆除进度逐层拆除，拆抛撑时，应用临时撑支住，然后才能拆除。
5. 拆除时要统一指挥，上下呼应，动作协调，当解开与另一人由关的结扣时，应先通知对方，以防坠落。
6. 拆架时严禁碰撞脚手架附近电源线，以防触电事故。
7. 在拆架时，不得中途换人，如必须换人时，应将拆除情况交代清楚后方可离开。
10. 拆下的材料要徐徐下运，严禁抛掷。运至地面的材料应按指定地点随拆随运，分类堆放，当天拆当天清，拆下的扣件和铁丝要集中回收处理。

## 六.钢脚手架的防电避雷措施

### 防电措施

钢脚手架再架设和使用期间，要严防与带电体接触。钢脚手架需要穿过或靠近 380V 以内的电力线路，距离在 2m 以内时，应采取可

靠的绝缘措施。

对电线和钢脚手架等进行包扎隔绝。

0. 钢脚手架采取接地处理。

1. 在钢脚手架上施工的电焊机和混凝土振动器等，要放在干燥木板上。操作者要戴绝缘手套，经过钢脚手架的电线要严格检查并采取安全措施。

避雷措施

1.设置避雷针，采用直径 30mm，壁厚 3mm 的镀锌钢管。

2.接地极：采用直径为 25mm 的圆钢。按照脚手架每 40m 设置一根。

3.接地线:采用截面为 16mm<sup>2</sup> 铜导线。接地线的连接保证接触可靠。

七、附图

- 1、 槽钢挑架平面布置图；
- 2、 槽钢挑架阴阳角处平面布置图；
- 3、 转角处槽钢挑梁大样图；
- 4、 连墙件做法示意图；