

SCJC

渠江风洞子航运工程项目

3#、8#、13#、18#中墩

XGT6015-8S1塔机矩形板式基础计算书

设计、计算： 李彦宏 -----

设计、审核： 屈伟 -----

日 期： 2024年12月24日 -----



四川锦城建筑机械有限责任公司

SICHUAN JINCHENG CONSTRUCTION MACHINERY CO., L



目 录

一、 计算依据.....	2
二、 塔机属性.....	2
三、 塔机荷载.....	2
四、 基础验算.....	4
五、 基础配筋验算.....	9
六、 配筋示意图.....	11
七、 基础受拉压计算.....	14
八、 结论.....	16

一、计算依据

1. 《塔式起重机混凝土基础工程技术标准》 JGJ/T187-2019
2. 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010
3. 《建筑地基基础设计规范》 GB50007-2011
4. 《XGT6015-8S1塔机使用说明书》 徐工

二、塔机属性

塔机型号	XGT6015-8S1
塔机独立状态的最大起吊高度 H_0 (m)	31.6
塔机独立状态的计算高度 H (m)	31.6
塔身桁架结构	方钢管
塔身桁架结构宽度 B (m)	1.6

三、塔机荷载

1、塔机传递至基础荷载标准值

工作状态	
塔机自重标准值 F_{k1} (kN)	3624 (注: 由于塔机安装于闸墩基础上, 塔机基础钢筋与闸墩基础钢筋已连接为一体, 计算时将部分闸墩基础重量记入塔机重量进行基础计算)
起重荷载标准值 F_{qk} (kN)	80
竖向荷载标准值 F_k (kN)	3704 (注: 由于塔机安装于闸墩基础上, 塔机基础钢筋与闸墩基础钢筋已连接为一体, 计算时将部分闸墩基础重量记入塔机重量进行基础计算)

SCJC

水平荷载标准值 F_{vk} (kN)	29
倾覆力矩标准值 M_k (kN · m)	1842
非工作状态	
竖向荷载标准值 F_k' (kN)	3624 (注: 由于塔机安装于闸墩基础上, 塔机基础钢筋与闸墩基础钢筋已连接为一体, 计算时将部分闸墩基础重量记入塔机重量进行基础计算)
水平荷载标准值 F_{vk}' (kN)	107
倾覆力矩标准值 M_k' (kN · m)	1976

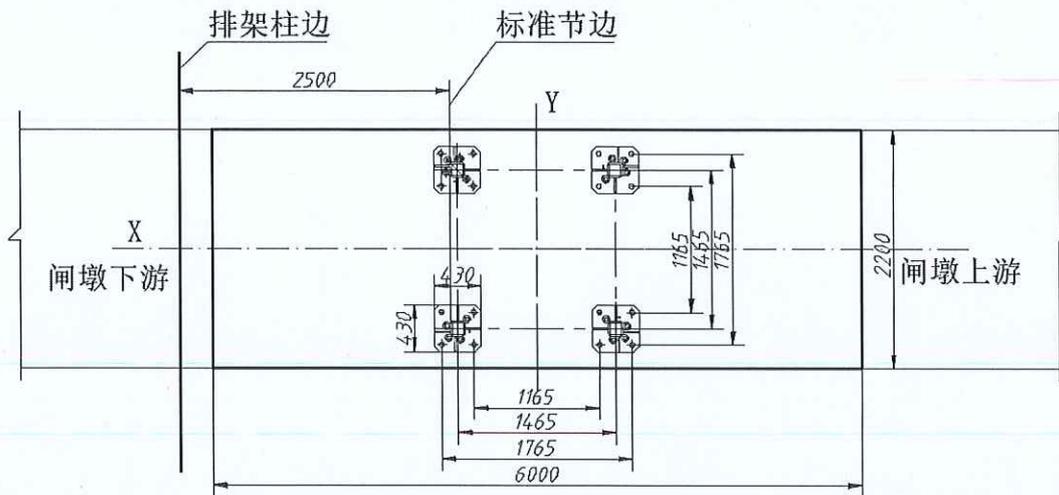
2、塔机传递至基础荷载设计值

工作状态	
塔机自重设计值 F_1 (kN)	$1.35F_{k1} = 1.35 \times 3624 = 4892.4$
起重荷载设计值 F_Q (kN)	$1.35F_{qk} = 1.35 \times 80 = 108$
竖向荷载设计值 F (kN)	$4892.4 + 108 = 5000.4$
水平荷载设计值 F_v (kN)	$1.35F_{vk} = 1.35 \times 29 = 39.15$
倾覆力矩设计值 M (kN · m)	$1.35M_k = 1.35 \times 1842 = 2486.7$
非工作状态	

SCJC

竖向荷载设计值 F'_v (kN)	$1.35F'_k = 1.35 \times 3624 = 4892.4$
水平荷载设计值 F'_v (kN)	$1.35F'_{vk} = 1.35 \times 107 = 144.45$
倾覆力矩设计值 M' (kN·m)	$1.35M'_k = 1.35 \times 1976 = 2667.6$

四、基础验算



基础简化计算模型

基础布置			
基础长 l (m)	6	基础宽 b (m)	2.2
基础高度 h (m)	2		
基础参数			
基础混凝土强度等级	C35	基础混凝土自重 γ_c (kN/m ³)	24

SCJC

基础上部覆土厚度 h' (m)	0	基础上部覆土的重度 γ' (kN/m ³)	19
基础混凝土保护层厚度 δ (mm)	50		
地基参数			
修正后的地基承载力 特征值 f_a (kPa)	850		

基础及其上土的自重荷载标准值:

$$G_k = blh\gamma_c = 2.2 \times 6 \times 2 \times 24 = 633.6 \text{ kN}$$

基础及其上土的自重荷载设计值: $G = 1.35G_k = 1.35 \times 633.6 = 855.36 \text{ kN}$

荷载效应标准组合时, 平行基础边长方向受力:

$$M_k'' = 1976 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{vk}'' = F_{vk}' / 1.2 = 107 / 1.2 = 89.167 \text{ kN}$$

荷载效应基本组合时, 平行基础边长方向受力:

$$M'' = 2667.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$F_v'' = F_v' / 1.2 = 144.45 / 1.2 = 120.375 \text{ kN}$$

基础长宽比: $l/b = 6/2.2 = 2.727 > 1.1$, 基础计算形式为矩形基础。

1、偏心距验算

$$e = (M_k'' + F_{vk}'' \cdot h) / (F_k + G_k)$$

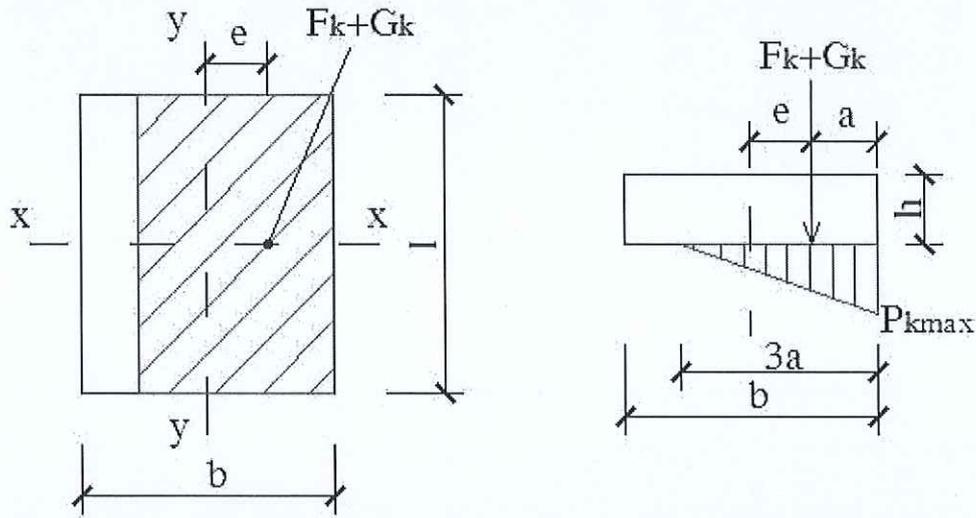
$$= (1976 + 89.167 \times 2) / (3624 + 633.6) = 0.506 \text{ m} \leq b/4 = 2.2/4 = 0.55 \text{ m}$$

满足要求!

2、基础底面压力计算

(1)、荷载效应标准组合时，基础底面边缘压力值

$$e=0.506\text{m}>b/6=2.2/6=0.367\text{m}$$



合力作用点至基础底面最大压力边缘的距离:

$$a=b/2-e=2.2/2-0.506=0.594\text{m}$$

$$P_{kmin}=0$$

$$P_{kmax}=2(F_k+G_k)/(3la)=2 \times (3624+633.6)/(3 \times 6 \times 0.594)=796.405\text{kPa}$$

(2)、荷载效应基本组合时，平行于基础边的压力值

X轴方向:

$$P_{xmin}=0$$

$$P_{xmax}=2(F+G)/(3la)=2 \times (4892.4+855.36)/(3 \times 6 \times 0.594)=1075.146\text{kPa}$$

Y轴方向:

$$e=0.506\text{m} \leq l/6=6/6=1\text{m}$$

SCJC

基础底面抵抗矩: $W_y=bl^2/6=2.2 \times 6^2/6=13.2\text{m}^3$

$$P_{y\min}=(F+G)/(bl)-(M''+F_v'' \cdot h)/W$$
$$=(4892.4+855.36)/(2.2 \times 6)-(2667.6+120.375 \times 2)/13.2=215.107\text{kPa}$$

$$P_{y\max}=(F+G)/(bl)+(M''+F_v'' \cdot h)/W$$
$$=(4892.4+855.36)/(2.2 \times 6)+(2667.6+120.375 \times 2)/13.2$$
$$=655.766\text{kPa}$$

3、基础轴心荷载作用应力

$$P_k=(F_k+G_k)/(lb)=(3624+633.6)/(6 \times 2.2)=322.545\text{kN/m}^2$$

4、基础底面压力验算

(1)、修正后地基承载力特征值

$$f_a=850.00\text{kPa}$$

(2)、轴心作用时地基承载力验算

$$P_k=322.545\text{kPa} \leq f_a=850\text{kPa}$$

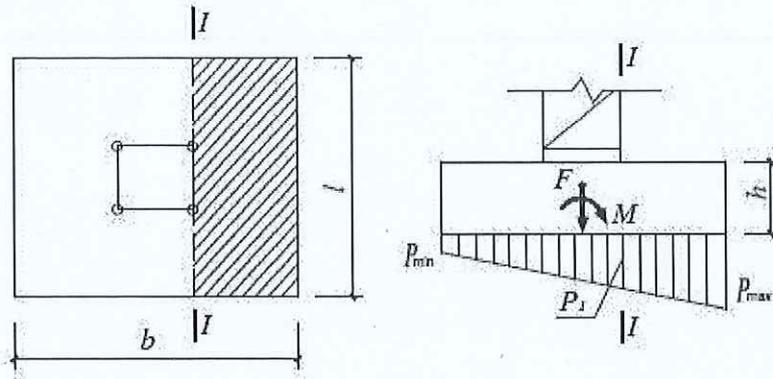
满足要求!

(3)、偏心作用时地基承载力验算

$$P_{k\max}=796.405\text{kPa} \leq 1.2f_a=1.2 \times 850=1020\text{kPa}$$

满足要求!

5、基础抗剪验算



基础有效高度: $h_0 = h - \delta = 2000 - (50 + 25/2) = 1938\text{mm}$

X轴方向净反力:

$$P_{x\max} = \gamma(2F_k / (3la)) = 1.35 \times (2 \times 3624.000 / (3 \times 6.000 \times 0.594)) = 915.147\text{kPa}$$

$$P_{1x} = (1 - ((b-B)/2) / (3a)) P_{x\max}$$

$$= (1 - ((2.200 - 1.600) / 2) / (3 \times 0.594)) \times 915.147 = 761.083\text{kPa}$$

Y轴方向净反力:

$$P_{y\max} = \gamma(2F_k / (3ba))$$

$$= 1.35 \times (2 \times 3624.000 / (3 \times 2.200 \times 0.594)) = 2495.856\text{kPa}$$

$$P_{1y} = (1 - ((L-B)/2) / (3a)) P_{y\max}$$

$$= (1 - ((6.000 - 1.600) / 2) / (3 \times 0.594)) \times 2495.856 = -585.433\text{kPa}$$

基底平均压力设计值:

$$P_x = (P_{x\max} + P_{1x}) / 2 = (915.147 + 761.083) / 2 = 838.115\text{kPa}$$

基底平均压力设计值:

$$P_y = (P_{y\max} + P_{1y}) / 2 = (2495.856 + -585.433) / 2 = 955.211\text{kPa}$$

基础所受剪力: $V_x = P_x(b-B)l/2$

$$= 838.115 \times (2.200 - 1.600) \times 6.000 / 2 = 1508.607\text{kN}$$

SCJC

基础所受剪力: $V_y = P_y(l-B)b/2$

$$= 955.211 \times (6.000 - 1.600) \times 2.200 / 2 = 4623.224 \text{ kN}$$

X轴方向抗剪:

$$h_0/l = 1938/6000 = 0.323 \leq 4$$

$$0.25\beta_c f_c l h_0 = 0.25 \times 1 \times 14.3 \times 6000 \times 1938 / 1000$$

$$= 41570.1 \text{ kN} \geq V_x = 1508.607 \text{ kN}$$

满足要求!

Y轴方向抗剪:

$$h_0/b = 1938/2200 = 0.881 \leq 4$$

$$0.25\beta_c f_c b h_0 = 0.25 \times 1 \times 14.3 \times 2200 \times 1938 / 1000$$

$$= 15242.37 \text{ kN} \geq V_y = 4623.224 \text{ kN}$$

满足要求!

五、基础配筋验算

基础底部长向配筋	HRB400 $\Phi 25 @ 140$	基础底部短向配筋	HRB400 $\Phi 25 @ 140$
基础顶部长向配筋	HRB400 $\Phi 25 @ 140$	基础顶部短向配筋	HRB400 $\Phi 25 @ 140$

1、基础弯距计算

基础X向弯矩:

$$M_I = (b-B)^2 p_x l / 8 = (2.2 - 1.6)^2 \times 838.115 \times 6 / 8 = 226.291 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

基础Y向弯矩:

$$M_{II}=(l-B)^2 p_y b / 8=(6-1.6)^2 \times 955.211 \times 2.2 / 8=5085.546 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

2、基础配筋计算

(1)、底面长向配筋面积

$$\alpha_{s1}=|M_{II}| / (\alpha_1 f_c b h_0^2)=5085.546 \times 10^6 / (1 \times 14.3 \times 2200 \times 1938^2)=0.043$$

$$\zeta_1=1-(1-2\alpha_{s1})^{0.5}=1-(1-2 \times 0.043)^{0.5}=0.044$$

$$\gamma_{s1}=1-\zeta_1/2=1-0.044/2=0.978$$

$$A_{s1}=|M_{II}| / (\gamma_{s1} h_0 f_y)=5085.546 \times 10^6 / (0.978 \times 1938 \times 360)=7453 \text{ mm}^2$$

基础底需要配筋: $A_1=\max(7453, \rho b h_0)$

$$=\max(7453, 0.0015 \times 2200 \times 1938)=7453 \text{ mm}^2$$

基础底长向实际配筋: $A_{s1}'=8204.606 \text{ mm}^2 \geq A_1=7453.226 \text{ mm}^2$

满足要求!

(2)、底面短向配筋面积

$$\alpha_{s2}=|M_{I}| / (\alpha_1 f_c l h_0^2)=226.291 \times 10^6 / (1 \times 14.3 \times 6000 \times 1938^2)=0.001$$

$$\zeta_2=1-(1-2\alpha_{s2})^{0.5}=1-(1-2 \times 0.001)^{0.5}=0.001$$

$$\gamma_{s2}=1-\zeta_2/2=1-0.001/2=1$$

$$A_{s2}=|M_{I}| / (\gamma_{s2} h_0 f_y)=226.291 \times 10^6 / (1 \times 1938 \times 360)=324 \text{ mm}^2$$

基础底需要配筋: $A_2=\max(324, \rho l h_0)$

$$=\max(324, 0.0015 \times 6000 \times 1938)=17442 \text{ mm}^2$$

基础底短向实际配筋: $A_{s2}'=21528.325 \text{ mm}^2 \geq A_2=17442 \text{ mm}^2$

满足要求!

SCJC

(3)、顶面长向配筋面积

基础顶长向实际配筋： $A_{S3}'=8204.606\text{mm}^2$

$$\geq 0.5A_{S1}'=0.5 \times 8204.606=4102.303\text{mm}^2$$

满足要求!

(4)、顶面短向配筋面积

基础顶短向实际配筋： $A_{S4}'=21528.325\text{mm}^2$

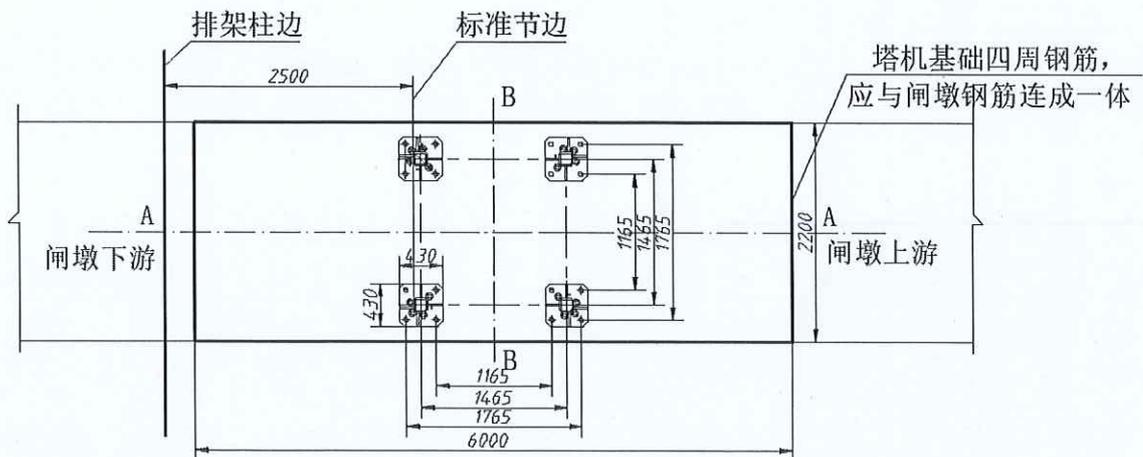
$$\geq 0.5A_{S2}'=0.5 \times 21528.325=10764.162\text{mm}^2$$

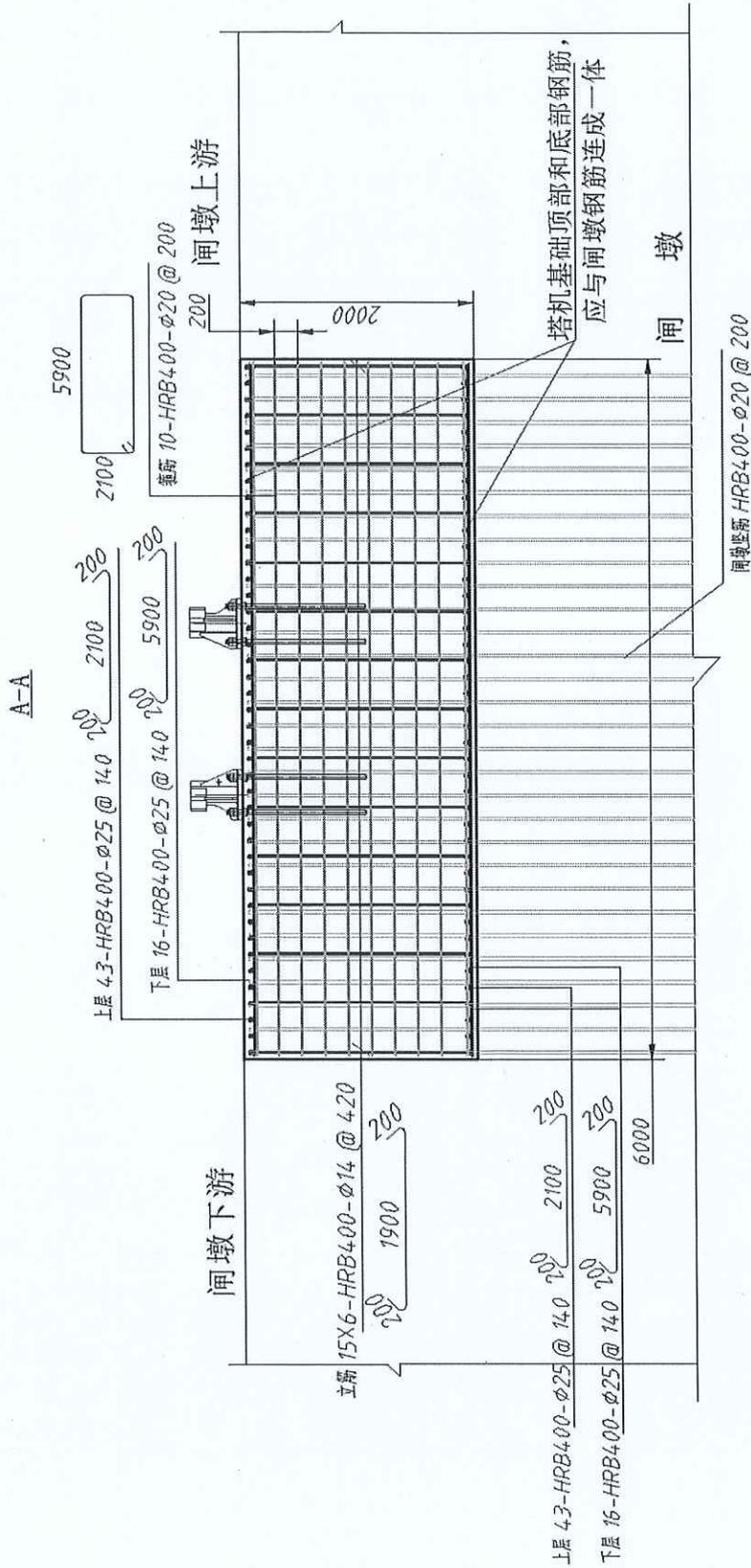
满足要求!

(5)、基础竖向连接筋配筋面积

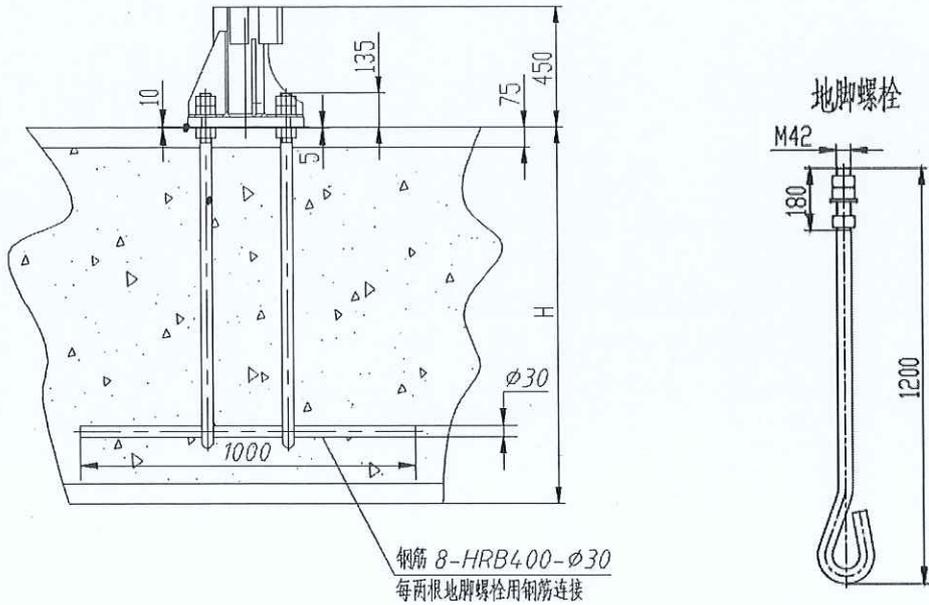
基础竖向连接筋为双向HRB400 14@420。

六、配筋示意图

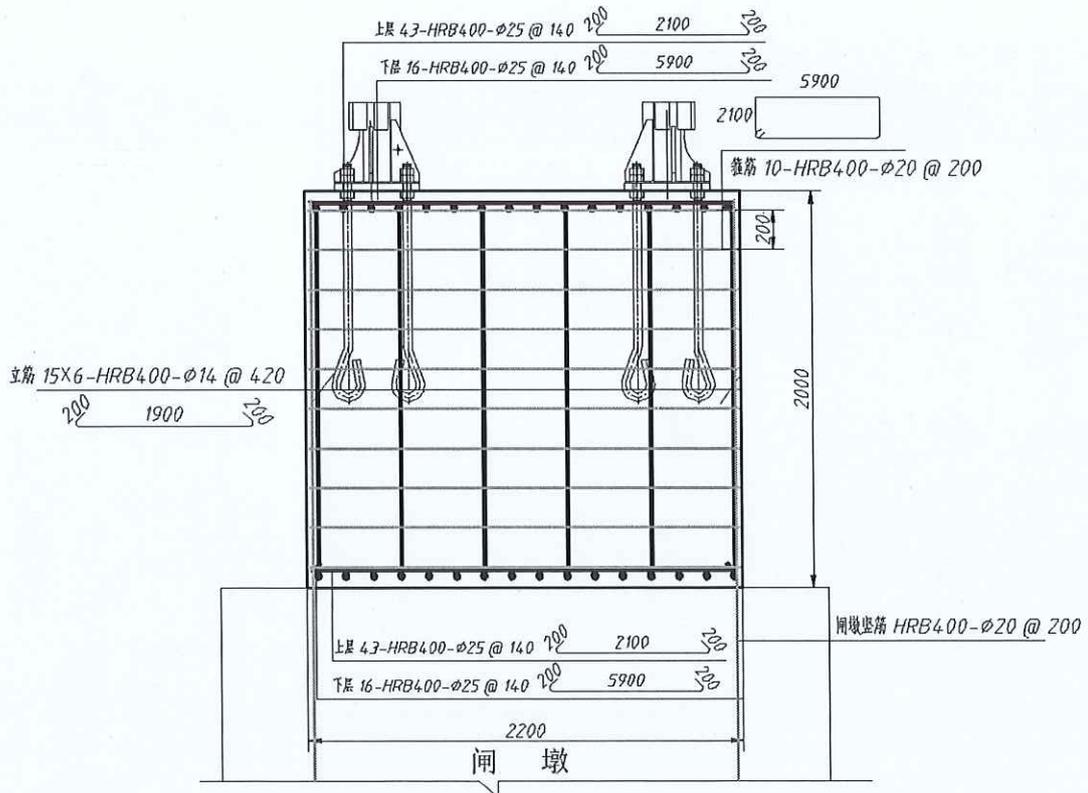




SCJC



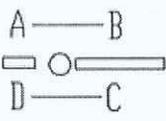
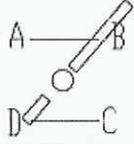
B-B



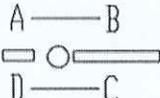
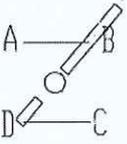
七、基础受拉压计算

1、塔机支腿反力(摘自说明书)

表3-10

60臂长工作状态支腿反力			
			
标准节数量	工作高度 H(m)	RA RB RD RC (kN)	RA RB RD RC (kN)
1+2	14.8	242 -491 242 -491	-124 -643 394 -124
1+3	17.6	259 -512 259 -512	-127 -672 419 -127
1+4	20.4	277 -535 277 -535	-129 -703 445 -129
1+5	23.2	296 -558 296 -558	-131 -735 473 -131
1+6	26	316 -582 316 -582	-133 -769 502 -133
1+7	28.8	337 -608 337 -608	-136 -804 532 -136
1+8	31.6	359 -634	-138 -840

		359 -634	565 -138
--	--	----------	----------

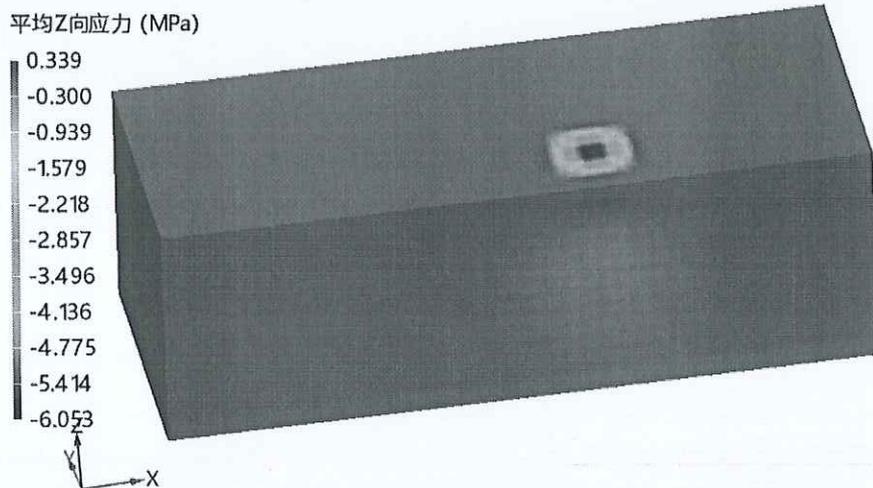
60m臂长非工作状态支腿反力			
			
标准节数量	工作高度 H(m)	RA RB RD RC (kN)	RA RB RD RC (kN)
1+2	14.8	26 -238 26 -238	-106 -292 80 -106
1+3	17.6	97 -313 97 -313	-108 -398 182 -108
1+4	20.4	170 -391 170 -391	-111 -508 287 -111
1+5	23.2	246 -472 246 -472	-113 -620 395 -113
1+6	26	324 -554 324 -554	-115 -736 506 -115
1+7	28.8	404 -639 404 -639	-117 -855 621 -117
1+8	31.6	487 -726 487 -726	-119 -977 738 -119

综上所述，独立高度为31.6m时，工作状态下，单个支腿最大拉力

SCJC

565kN，最大压力840kN；非工作状态下，单个支腿最大拉力738kN，最大压力977kN；故选择非工作状态下最大压力977kN，最大拉力738kN作为基础受压与受拉计算的载荷。

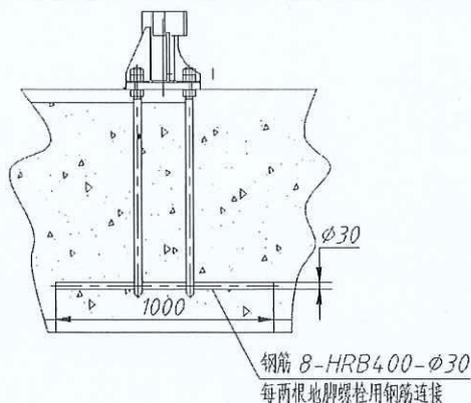
2、受压计算



从有限元计算结果可知基础所受最大压应力为6.053Mpa，钢筋混凝土受压强度为35Mpa，**故受压满足要求!**

3、受拉计算

单个支腿由四根M42的地脚螺栓连接，每两根地脚螺栓弯钩处用1根直径为30mm的钢筋连接(强度: HRB400)，即基础受拉简化为钢筋受剪进行计算，单个支腿最大拉力为738kN。



验算公式: $\sigma = N / A_n \leq f$

其中N——为单个地脚螺栓拉力,取 $N = 738 / 4 = 184.5 \text{ kN}$;

σ ——为钢筋的剪切应力;

A_n ——为钢筋的截面面积,计算得 $A_n = 3.14 \times 15^2 = 706 \text{ mm}^2$;

经计算,钢筋的最大剪切应力:

$$\sigma = \frac{184.5 \times 1000}{706} = 261 \text{ N/mm}^2 < 400 / 1.34 = 298 \text{ N/mm}^2$$

故受拉满足要求!

八、结论

综上所述,当该基础钢筋与闸墩钢筋连成一体,且在地基承载力特征值为850kpa时,可以满足XGT6015-8S1塔机独立安装高度不超过31.6m(塔身组合:1节基础节+8节标准节)的安全正常使用要求;若安装高度超过31.6m,则需安装附着。

四川锦城建筑机械有限责任公司

技术研发中心

2024年12月24日