

收件单位	四川科斗文智能装备有限公司		
收件人	蔡程（转客户）	手机号码	18652228376
产品型号	XGT3100-160S	出厂编号	\
项目名称	厦门三通道项目	施工地点	\

**文件主题：XGT3100-160S 塔机 2#附着计算书**

尊敬的用户：

您好！首先，感谢您选用我公司的塔式起重机产品！

本计算书主要依据施工图纸及以下规范及参考文献编制：《塔式起重机设计规范》（GB/T 13752-2017）、《塔式起重机附着安全技术规程》（T/ASC 09-2020）、《起重机设计规范》（GB/T 3811-2008）。

根据我公司业务人员反馈，贵公司XGT3100-160S塔机1#预计安装4道附着，其中第1道附着高度为39.607m(相对于塔机支腿底面)，此时塔机高度91.96m；第2道附着高度为72.377m，此时塔机高度127.84m；第3道附着高度为108.007m，此时塔机高度163.72m；第4道附着高度为138.023m，此时塔机高度196.62m。

注：本计算书非工作状态10m高度计算风压为1800Pa。

## 一、塔机附着框受力情况

### 1.1 XGT3100-160S 塔机第 1 道附着受力计算。

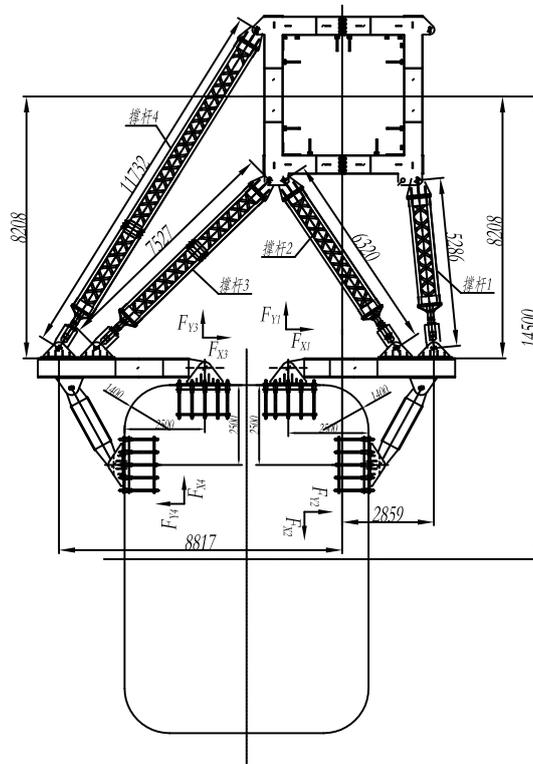


图 1 第 1 道附着位置图

编制：孙忠圣

审核：王科伟

批准：史先岗

地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号

电话：+86-0516-83052105

根据上述条件，计算得出附着点支反力、撑杆内力：

撑杆内力：

	F <sub>杆1</sub> (kN)	F <sub>杆2</sub> (kN)	F <sub>杆3</sub> (kN)	F <sub>杆4</sub> (kN)
工作状态	±1704	±1396	±954	±1003
非工作状态	±987	±969	±1068	±608

附着点支反力：

	F <sub>x1</sub> (kN)	F <sub>y1</sub> (kN)	F <sub>x2</sub> (kN)	F <sub>y2</sub> (kN)	F <sub>x2</sub> (kN)	F <sub>y2</sub> (kN)	F <sub>x2</sub> (kN)	F <sub>y2</sub> (kN)
工作状态	±1360	±0	±1846	±1007	±1958	±0	±1469	±801
非工作状态	±586	±0	±564	±308	±1773	±0	±1264	±689

## 1.2 XGT3100-160S 塔机第 2 道附着受力计算。

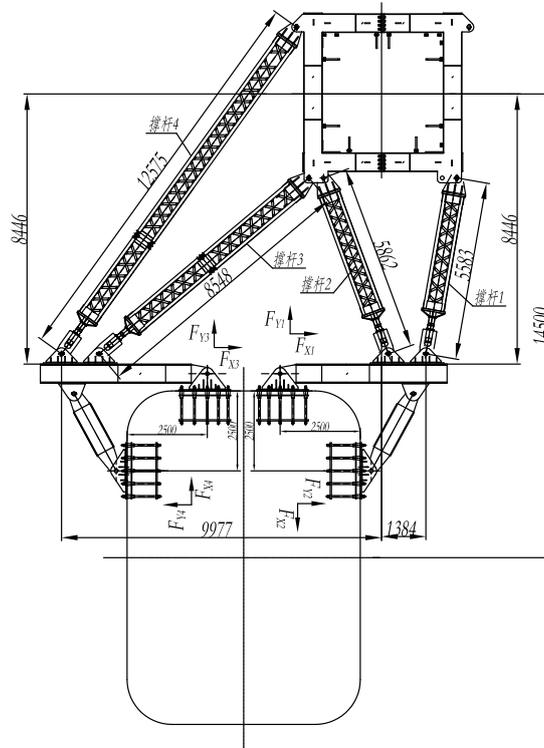


图 2 第 2 道附着位置图

根据上述条件，计算得出附着点支反力、撑杆内力：

撑杆内力：

	F <sub>杆1</sub> (kN)	F <sub>杆2</sub> (kN)	F <sub>杆3</sub> (kN)	F <sub>杆4</sub> (kN)
工作状态	±1720	±1739	±1198	±1211
非工作状态	±1006	±1456	±1316	±838

附着点支反力：

	F <sub>x1</sub> (kN)	F <sub>y1</sub> (kN)	F <sub>x2</sub> (kN)	F <sub>y2</sub> (kN)	F <sub>x3</sub> (kN)	F <sub>y3</sub> (kN)	F <sub>x4</sub> (kN)	F <sub>y4</sub> (kN)
工作状态	±1622	±0	±1874	±1019	±2576	±0	±1795	±954
非工作状态	±1586	±0	±2272	±1235	±2325	±0	±1526	±830

### 1.3 XGT3100-160S 塔机第 3 道附着受力计算。

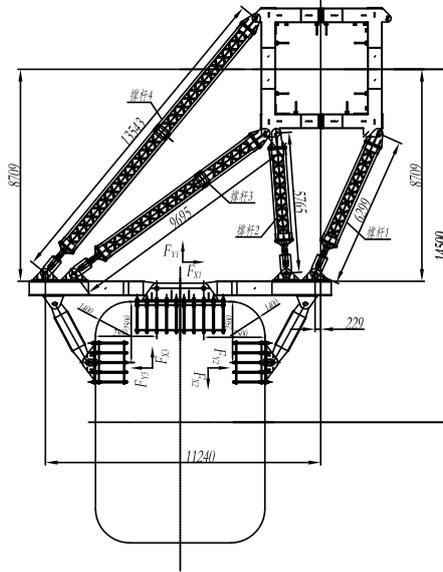


图 3 第 3 道附着位置图

根据上述条件，计算得出附着点支反力、撑杆内力：

撑杆内力：

	$F_{杆1}$ (kN)	$F_{杆2}$ (kN)	$F_{杆3}$ (kN)	$F_{杆4}$ (kN)
工作状态	$\pm 1478$	$\pm 1786$	$\pm 1177$	$\pm 1256$
非工作状态	$\pm 781$	$\pm 1785$	$\pm 1395$	$\pm 917$

附着点支反力：

	$F_{x1}$ (kN)	$F_{y1}$ (kN)	$F_{x2}$ (kN)	$F_{y2}$ (kN)	$F_{x3}$ (kN)	$F_{y3}$ (kN)
工作状态	$\pm 4185$	$\pm 0$	$\pm 2383$	$\pm 1308$	$\pm 1669$	$\pm 916$
非工作状态	$\pm 3689$	$\pm 0$	$\pm 2420$	$\pm 1329$	$\pm 1535$	$\pm 843$

### 1.4 XGT3100-160S 塔机第 4 道附着受力计算。

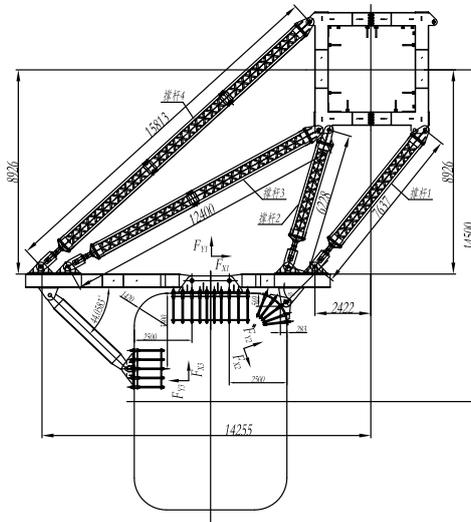


图 4 第 4 道附着位置图

# 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

根据上述条件，计算得出附着点支反力、撑杆内力：

撑杆内力：

	F <sub>杆1</sub> (kN)	F <sub>杆2</sub> (kN)	F <sub>杆3</sub> (kN)	F <sub>杆4</sub> (kN)
工作状态	±1330	±2519	±1596	±1598
非工作状态	±571	±2603	±1820	±1162

附着点支反力：

	F <sub>x1</sub> (kN)	F <sub>y1</sub> (kN)	F <sub>x2</sub> (kN)	F <sub>y2</sub> (kN)	F <sub>x3</sub> (kN)	F <sub>y3</sub> (kN)
工作状态	±5876	±0	±2782	±2782	±1849	±1911
非工作状态	±5813	±0	±2165	±2165	±1661	±1716

综上所述，4道附着中，第4道附着撑杆最长且撑杆受力最大。经我公司计算，本计算书选用的附着装置均能满足使用要求，下面仅对第4道进行详细计算，计算书如下。

## 二、附着材质

按GB/T 13752-2017《塔式起重机设计规范》中5.2节要求，对于屈服点 $\sigma_s / \sigma_b > 0.7$ ，许用应力 $[\sigma] = (0.5\sigma_s + 0.35\sigma_b) / n_s$ ；对于屈服点 $\sigma_s / \sigma_b \leq 0.7$ ，许用应力 $[\sigma] = \sigma_s / n_s$ 。其中安全系数 $n_s$ 根据GB/T 13752-2017《塔式起重机设计规范》表24取得。

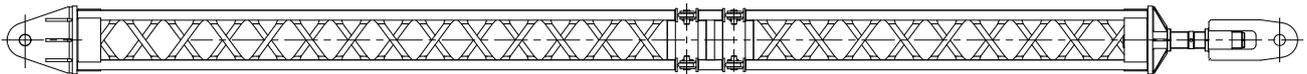
序号	材质	材料屈服点 $\sigma_s$ (Mpa)	材料抗拉强度 $\sigma_b$ (Mpa)	工作状态		非工作状态		位置
				安全系数 $n_s$	许用应力 $[\sigma]$	安全系数 $n_s$	许用应力 $[\sigma]$	
1	Q355B	355	470	1.34	255.22	1.22	280.32	缀条
2	Q460C	460	540	1.34	312.69	1.22	343.44	撑杆、耳板
3	42CrMo	650	900	1.34	477.61	1.22	524.59	调节螺杆、销轴

## 三、附着杆强度验算

由于撑杆受到的拉力和压力相同，故在此仅作撑杆的受压稳定性校核。

撑杆弦杆规格	方管 $\square 108 \times 108 \times 8$ Q460C	撑杆截面积( $\text{mm}^2$ )	12140
撑杆截面边长(mm)	650	撑杆对截面中心轴惯性矩 $I$ ( $\text{mm}^4$ )	911285203
缀条规格	缀条 $\phi 60 \times 4$ Q355B	撑杆弦杆数量	4

附着撑杆简图



### 3.1 撑杆换算长细比验算

计算项目	撑杆 1	撑杆 2	撑杆 3	撑杆 4	备注
长度 $L$ (mm)	7637	6228	12400	15813	



## 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

惯性矩 $I$ ( $\text{mm}^4$ )	911285203	911285203	911285203	911285203	
截面面积 $A_R$ ( $\text{mm}^2$ )	12140	12140	12140	12140	
长细比 $\lambda$	28	23	45	58	$\lambda = \frac{L}{\sqrt{I/A_R}}$
截面面积 $A_{R1}$ / $\text{mm}^2$	4820	4820	4820	4820	$A_{R1}$ 为撑杆截面中心轴所截的缀条面积之和
撑杆换算长细比 $\lambda_h$	30	25	46	59	$\lambda_h = \sqrt{\lambda^2 + 40 \frac{A_R}{A_{R1}}}$
判定条件	$\lambda \leq 120$	$\lambda \leq 120$	$\lambda \leq 120$	$\lambda \leq 120$	T/ASC 09-2020《塔式起重机附着安全技术规程》5.2.8。
备注	满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	

### 3.2 撑杆受压稳定性验算

计算项目		撑杆 1	撑杆 2	撑杆 3	撑杆 4	备注
材质		Q460C	Q460C	Q460C	Q460C	
最大轴向压力 $N$ (kN)	工作状态	1330	2519	1596	1598	
	非工作状态	-571	-2603	-1820	-1162	
撑杆长细比 $\lambda$		30	25	46	59	
轴心受压稳定系数 $\varphi$		0.90	0.92	0.80	0.70	GB/T13752-2017《塔式起重机设计规范》中表 35 及表 H.2。
撑杆截面面积 $A$ ( $\text{mm}^2$ )		12140	12140	12140	12140	
撑杆线重力 $q$ (kN/m)		2.548	2.548	2.548	2.548	
抗弯模量 $W_z$ ( $\text{mm}^3$ )		2803954	2803954	2803954	2803954	
最大压应力 $\sigma_{\max}$ (Mpa)	工作状态	122	225	165	189	$\sigma_{\max} = \frac{N}{\varphi A}$
	非工作状态	-52	-232	-188	-137	
撑杆自重产生的应	工作状态	7	4	17	28	$\sigma_1 = \frac{qL^2}{8W_z}$

编制：孙忠圣

审核：王科伟

批准：史先岗

地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号

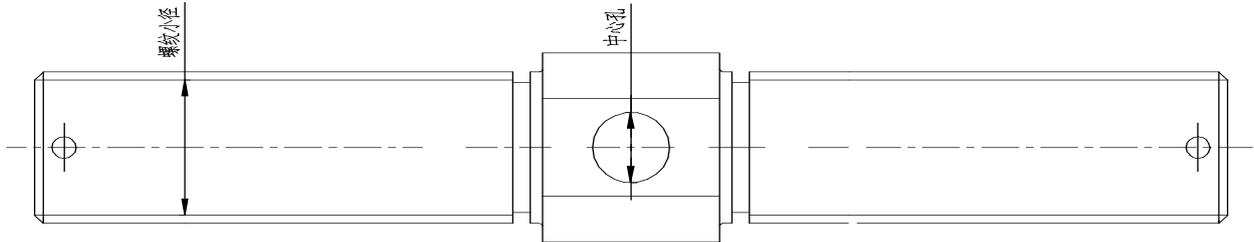
电话：+86-0516-83052105

## 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

力 $\sigma_1$ (Mpa)	非工作状态	7	4	17	28	
风载荷产生的应力 $\sigma_2$ (Mpa)	工作状态	0.4	0.3	1.1	1.8	$\sigma_2 = \frac{qL^2}{8W_z}$
	非工作状态	5.8	3.9	15.4	25.0	
总应力 $\sigma_{总}$ (Mpa)	工作状态	129	229	184	219	$\sigma_{总} = \sigma_{max} + \sigma_1 + \sigma_2$
	非工作状态	65	240	221	191	
许用应力 [ $\sigma$ ] (Mpa)	工作状态	315	315	315	315	
	非工作状态	346	346	346	346	
备注		满足要求	满足要求	满足要求	满足要求	

### 四、调节螺杆强度校核



计算项目		中心孔截面	螺纹小径	备注
最大拉力 $N$ (kN)	工作状态	2519	2519	
	非工作状态	2603	2603	
截面积 $A$ (mm <sup>2</sup> )		25446.9	22115	调节螺杆公称直径为 M180
开孔系数 $\gamma_s$		1.2	1.2	
稳定系数 $\varphi$		0.924	0.924	
最大拉应力 $\sigma_{max}$ (Mpa)	工作状态	129	148	$\sigma_{max} = \frac{\gamma_s N}{A\varphi}$
	非工作状态	133	153	

编制：孙忠圣

审核：王科伟

批准：史先岗

地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号

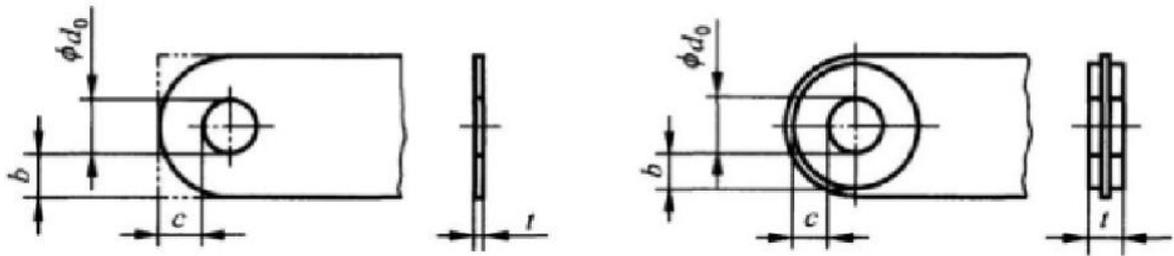
电话：+86-0516-83052105

## 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

许用应力 [ $\sigma$ ] (Mpa)	工作状态	478	478	材质为 42CrMo。
	非工作状态	525	525	
备注		满足要求	满足要求	

### 五、耳板强度校核



计算项目		撑杆、耳座	附着框	备注
材质		Q460C	Q460C	
最大轴向拉力 $N$ (kN)	工作状态	1259.5	1259.5	
	非工作状态	1301.5	1301.5	
$b$ (mm)		130	90	
$c$ (mm)		130	90	
$d_0$ (mm)		120	120	
$t$ (mm)		40	70	
$b_e$ (mm)		96	90	取 $2t + 16$ 和 $b$ 的最小值。
开孔系数 $\gamma_s$		1.2	1.2	
最大拉应力 $\sigma_{\max}$ (Mpa)	工作状态	197	120	$\sigma_{\max} = \frac{\gamma_s N}{2tb_e}$
	非工作状态	203	124	

编制：孙忠圣

审核：王科伟

批准：史先岗

地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号

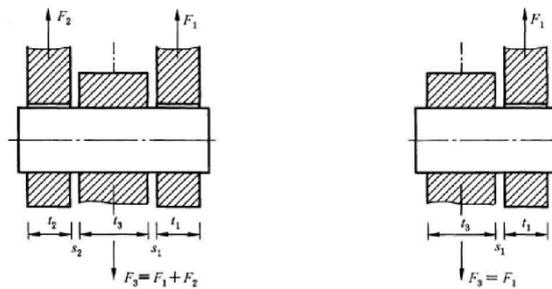
电话：+86-0516-83052105

# 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

许用拉应力 [ $\sigma$ ] (Mpa)	工作状态	313	313	
	非工作状态	343	343	
最大剪应力 $\tau_{\max}$ (Mpa)	工作状态	83	60	$\tau_{\max} = \frac{N}{2t(c + d_0/2)}$
	非工作状态	86	62	
许用剪应力 [ $\tau$ ] (Mpa)	工作状态	181	181	
	非工作状态	198	198	
备注		满足要求	满足要求	

## 六、销轴强度校核



计算项目		撑杆与耳座	撑杆与附着框	备注
材质		42CrMo	42CrMo	
最大轴向拉力 $F_1$ (kN)	工作状态	1259.5	1259.5	
	非工作状态	1301.5	1301.5	
销轴直径 $d_0$ (mm)		120	120	
销轴截面积 $A$ (mm <sup>2</sup> )		11310	11310	
$t_1$ (mm)		40	55	
$t_2$ (mm)		/	/	

编制：孙忠圣

审核：王科伟

批准：史先岗

地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号

电话：+86-0516-83052105



## 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

$t_3$ (mm)		40	40	
间隙 $S$ (mm)		3	3	
销轴抗弯模量 $W$		169646	169646	
最大弯应力 $\sigma_{\max}$ (Mpa)	工作状态	171	226	$\sigma_{\max} = \frac{F_1(2S + t_{1,3})}{2W}$ $t_{1,3} = \max(t_1, t_3)$
	非工作状态	176	234	
许用应力 [ $\sigma$ ] (MPa)	工作状态	478	478	
	非工作状态	525	525	
最大剪应力 $\tau_{\max}$ (MPa)	工作状态	148	148	$\tau_{\max} = \frac{4F_1}{3A}$
	非工作状态	153	153	
许用剪应力 [ $\tau$ ] (MPa)	工作状态	276	276	
	非工作状态	303	303	
备注		满足要求	满足要求	

### 七、附着点预埋件校核

计算项目		耳座 1	耳座 2	耳座 3	备注
耳座最大拉力 (kN)	工作状态	0	2896	1911	
	非工作状态	0	2866	1716	
耳座最大拉力 (kN)	工作状态	5876	2896	1849	
	非工作状态	5813	2866	1661	
安全系数 $n$	工作状态	1.34	1.34	1.34	GB/T 3811-2008《起重机设计规范》表 22。
	非工作状态	1.22	1.22	1.22	
螺栓数量		28	14	14	

编制：孙忠圣

审核：王科伟

批准：史先岗

地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号

电话：+86-0516-83052105



# 徐工集团徐州建机工程机械有限公司技术函

XJJH 2025-0408-008

螺栓公称直径		56	56	56	螺栓强度等级为 10.9 级。
螺栓预拉力 $P_g$ (kN)		1278.9	1278.9	1278.9	GB/T 3811-2008 《起重机设计规范》表 27。
螺栓有效面积 $A_f$ (mm <sup>2</sup> )		2030	2030	2030	
螺栓屈服点 $\sigma_{s1}$ (MPa)		900	900	900	
抗滑移系数 $\mu$		0.4	0.4	0.4	GB/T 3811-2008 《起重机设计规范》表 26。
传力的摩擦面数 $Z_m$		1	1	1	
单个螺栓受拉方向最大外拉力 $P_t$ (kN)	工作状态	0	207	137	$P_t$ 不应大于 $0.7P_g$ 。
	非工作状态	0	205	123	
单个螺栓受剪方向最大承载力 $P$ (kN)	工作状态	210	207	132	
	非工作状态	208	205	119	
单个螺栓受剪方向许用承载力 $[P]$ (kN)	工作状态	382	305	331	$[P] \leq \frac{Z_m \mu (P_g - 1.25P_t)}{n}$
	非工作状态	419	335	369	
备注		满足要求	满足要求	满足要求	

附着撑杆、调节螺杆、耳板、销轴等按照上述计算书中确定的规格和材质选型，计算通过，可满足附着的安全使用。

徐工集团徐州建机工程机械有限公司  
塔式起重机研究分院  
2025 年 04 月 08 日

编制：孙忠圣  
地址：江苏省徐州市经济技术开发区徐海路 80 号  
第 10 页 共 10 页

审核：王科伟

批准：史先岗

电话：+86-0516-83052105