

### 1.1.1.50t 汽车吊起吊能力验算

计算依据:

- 1、《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
- 2、《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068-2018
- 3、《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011
- 4、三一厂家 STC500C5-8 型号汽车起重机说明书

#### 一、吊装要求

吊重 $G_w$ (吨)	5.75	起吊动力系数 $K_1$	1.2
--------------	------	--------------	-----

#### 二、汽车式起重机支腿力计算

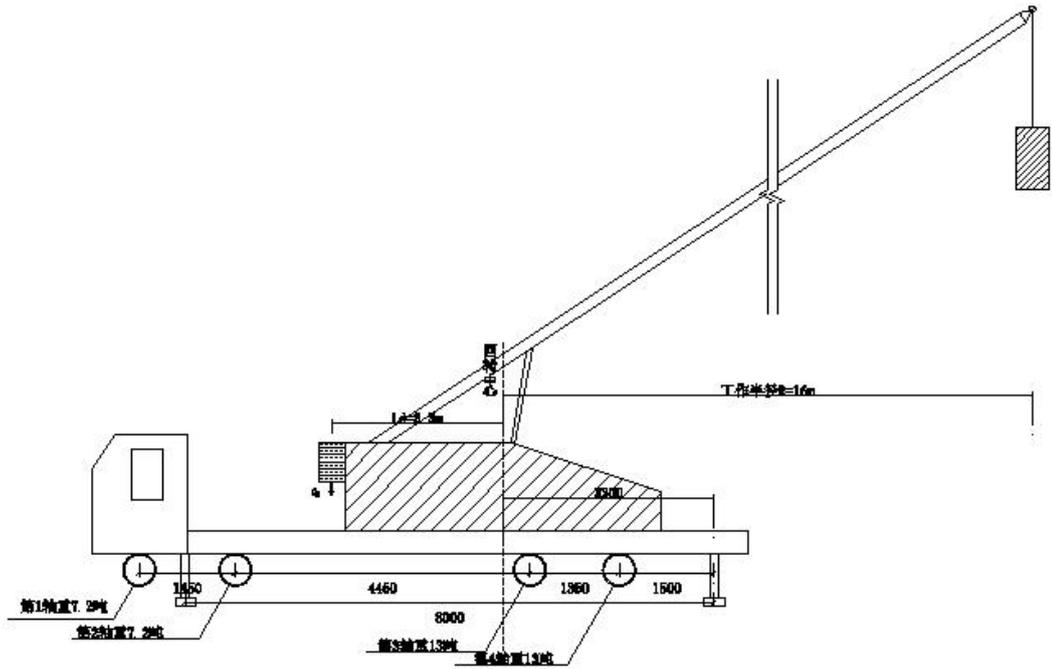
##### 1、汽车式起重机参数

汽车起重机厂家	三一	起重机型号	STC500C5-8
吊重 $G_w$ (吨)	5.75	起吊动力系数 $K_1$	1.2
工作幅度 $R$ (m)	16	支腿纵向距离 $L$ (m)	8
支腿横向距离 $B$ (m)	5.26	后支腿距最后一排车轮距离 $s$ (m)	1.5
后支腿距旋转中心距离 $L_h$ (m)	3.2	起重机自重 $G$ (吨)	40.4
是否有活动配重	是	活动配重 $G_{活}$ (吨)	9.5
活动配重距旋转中心距离 $L_d$ (m)	3.3		

##### 2、汽车起重机轴距及轴荷

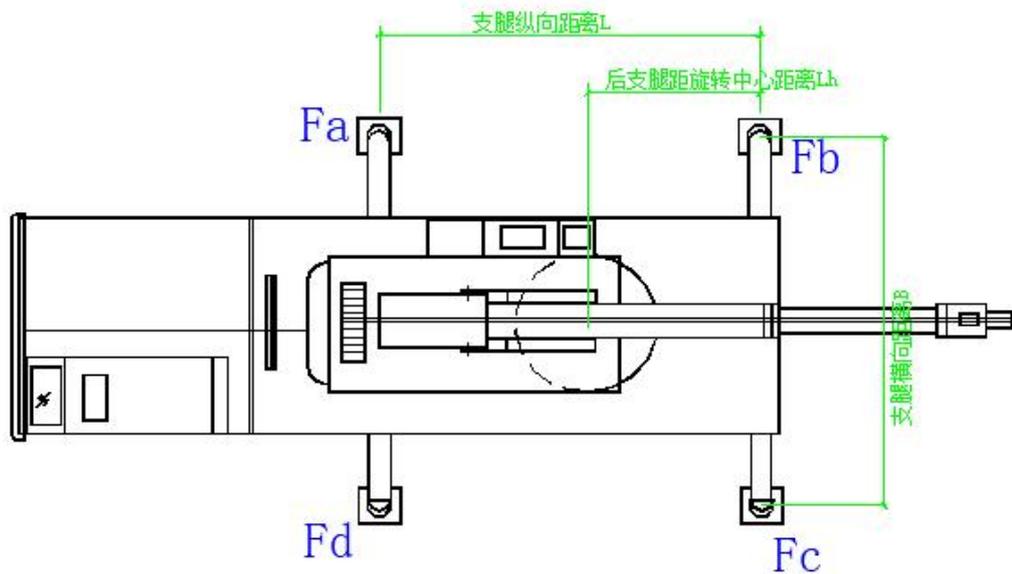
汽车起重机轴数	4	第 1 排车轮荷载(吨)	7.2
---------	---	--------------	-----

第 $i$ 排车轮	依次轴距(mm)	轴荷(吨)
2	1450	7.2
3	4450	13
4	1350	13



支腿力计算简图

在吊装过程中，支腿荷载主要有包括以下几部分荷载产生，起重机自重（通过在不同位置的各车轮轴荷代替）对各支腿产生的荷载  $F_{a1}$ 、 $F_{b1}$ 、 $F_{c1}$ 、 $F_{d1}$ ；吊重及活动配重分解到 X 方向对各支腿产生的荷载  $F_{ax}$ 、 $F_{bx}$ 、 $F_{cx}$ 、 $F_{dx}$ ；吊重及活动配重分解到 Y 方向对各支腿产生的荷载  $F_{ay}$ 、 $F_{by}$ 、 $F_{cy}$ 、 $F_{dy}$ ；



### 1) 起重机自重各支腿产生的荷载计算

起重机自重  $G$  等于各轴荷载总和， $G=40.4$  吨

第1轴: 荷载为  $F_1=7.2$  吨, 距离后支腿距离  $L_1=1.45+4.45+1.35+1.5=8.75\text{m}$

第2轴: 荷载为  $F_2=7.2$  吨, 距离后支腿距离  $L_2=4.45+1.35+1.5=7.3\text{m}$

第3轴: 荷载为  $F_3=13$  吨, 距离后支腿距离  $L_3=1.35+1.5=2.85\text{m}$

第4轴: 荷载为  $F_4=13$  吨, 距离后支腿距离  $L_4=1.5\text{m}$

通过各轴荷载  $F_i$  以及前支腿荷载分别对后支腿取矩得到

$$F_1 \times L_1 + F_2 \times L_2 + F_3 \times L_3 + F_4 \times L_4 - (F_{a1} + F_{d1}) \times L = 0$$

$$7.2 \times 8.75 + 7.2 \times 7.3 + 13 \times 2.85 + 13 \times 1.5 - (F_{a1} + F_{d1}) \times 8 = 0$$

并且  $F_{a1} = F_{d1}$ , 得到:

$$F_{a1} = F_{d1} = 10.757 \text{ 吨}$$

$$F_{b1} = F_{c1} = [G - (F_{a1} + F_{d1})] / 2 = [40.4 - (10.757 + 10.757)] / 2 = 9.443 \text{ 吨}$$

将吊重及活动配重对支腿产生的影响分成吊重及活动配重移动至回转中心后竖向力对支腿产生荷载+吊重及活动配重幅度产生的弯矩对支腿力荷载

### 3、吊重及活动配重移至回转中心后竖向力对支腿产生荷载计算

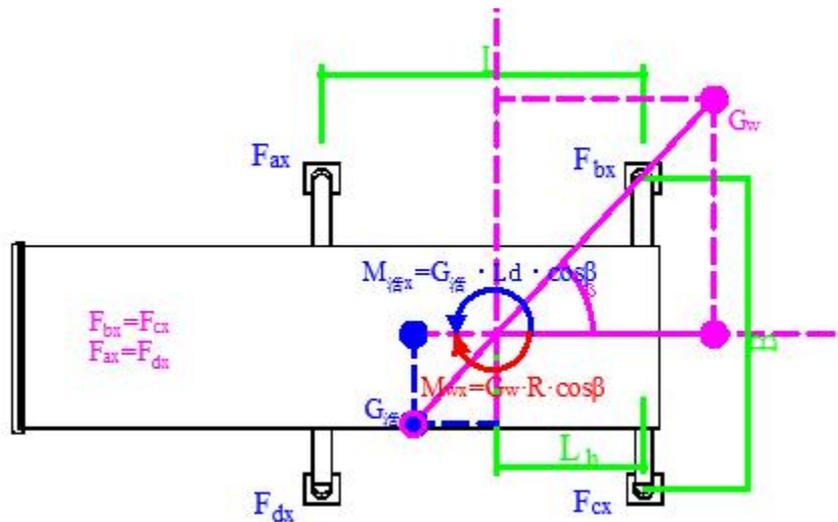
$$(k \times G_w + G_{活}) \times L_h - (F_{a2} + F_{d2}) \times L = 0$$

$$F_{a2} = F_{d2} = (k \times G_w + G_{活}) \times L_h / (2L) = (1.2 \times 5.75 + 9.5) \times 3.2 / (2 \times 8) = 3.28 \text{ 吨}$$

$$F_{b2} = F_{c2} = (k \times G_w + G_{活}) \times (L - L_h) / (2L) = (1.2 \times 5.75 + 9.5) \times (8 - 3.2) / (2 \times 8) = 4.92 \text{ 吨}$$

#### 1) 吊重及活动配重考虑幅度后的弯矩对各支腿产生的荷载计算

①求 X 方向吊重、X 方向活动配重考虑幅度后的弯矩对各支腿荷载影响计算, 各支腿荷载为  $F_{ax} = F_{dx}$ ,  $F_{bx} = F_{cx}$

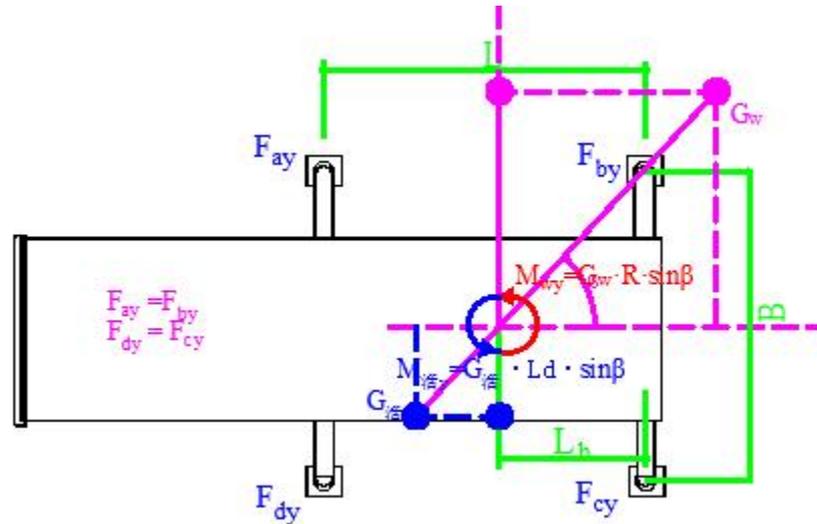


$$(k \times G_w \times R - G_{活} \times L_d) \cos \beta - (F_{bx} + F_{cx}) \times L = 0$$

$$F_{bx}=F_{cx}=(k \times G_w \times R - G_{活} \times L_d) \times \cos\beta / (2L) = (1.2 \times 5.75 \times 16 - 9.5 \times 3.3) \times \cos\beta / (2 \times 8) = 4.941 \cos\beta$$

$$F_{ax}=F_{dx} = -4.941 \cos\beta$$

②求 Y 方向吊重、Y 方向活动配重考虑幅度后的弯矩对各支腿荷载影响计算，各支腿荷载为  $F_{ay}=F_{by}$ ， $F_{cy}=F_{dy}$



$$(k \times G_w \times R - G_{活} \times L_d) \sin\beta - (F_{ay} + F_{by}) \times B = 0$$

$$F_{ay} = F_{by} = (k \times G_w \times R - G_{活} \times L_d) \times \sin\beta / (2B) = (1.2 \times 5.75 \times 16 - 9.5 \times 3.3) \times \sin\beta / (2 \times 5.26) = 7.514 \sin\beta$$

$$F_{cy} = F_{dy} = -7.514 \sin\beta$$

2) 考虑各因素影响后，各支腿的荷载分别为：

$$\text{支腿 a: } F_a = F_{a1} + F_{a2} + F_{ax} + F_{ay} = 10.757 + 3.28 - 4.941 \cos\beta + 7.514 \sin\beta$$

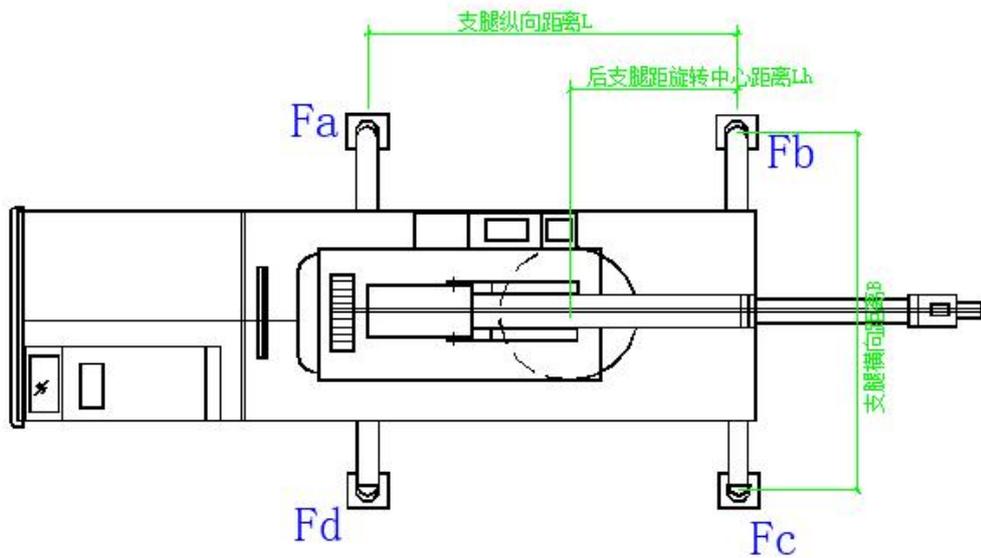
$$\text{支腿 b: } F_b = F_{b1} + F_{b2} + F_{bx} + F_{by} = 9.443 + 4.92 + 4.941 \cos\beta + 7.514 \sin\beta$$

$$\text{支腿 c: } F_c = F_{c1} + F_{c2} + F_{cx} + F_{cy} = 9.443 + 4.92 + 4.941 \cos\beta - 7.514 \sin\beta$$

$$\text{支腿 d: } F_d = F_{d1} + F_{d2} + F_{dx} + F_{dy} = 10.757 + 3.28 - 4.941 \cos\beta - 7.514 \sin\beta$$

3) 各吊装工况及最不利工况支腿荷载计算

①当  $\beta=0^\circ$  时，此时吊物在起重机后方

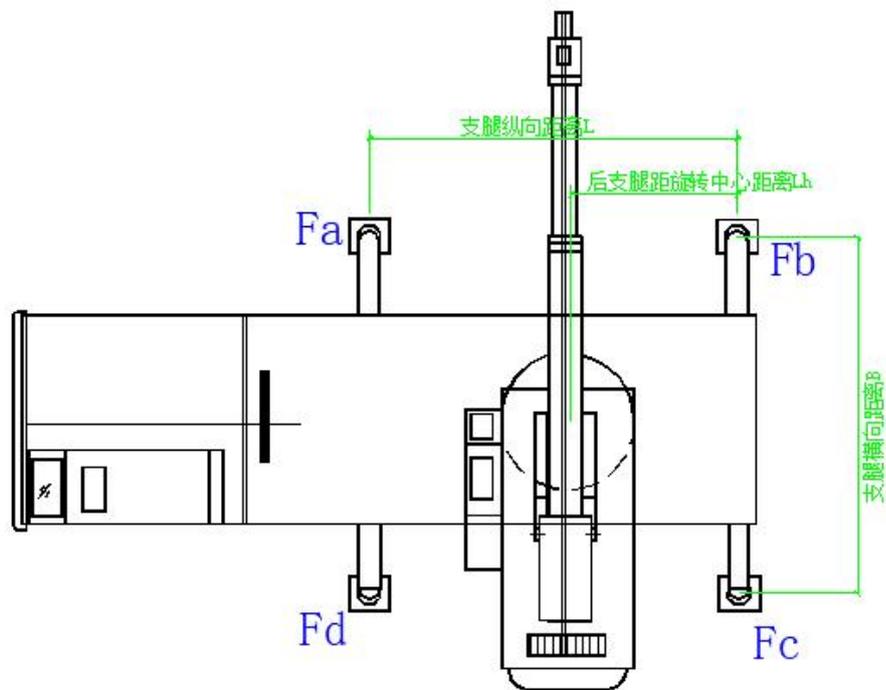


将 $\beta=0^\circ$ 代入得到:

$F_a=9.096$  吨,  $F_b=19.304$  吨,  $F_c=19.304$  吨,  $F_d=9.096$  吨

各支腿最大荷载  $F_1=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(9.096、19.304、19.304、9.096)=19.304$  吨

②当 $\beta=90^\circ$ 时, 此时吊物在起重机侧方

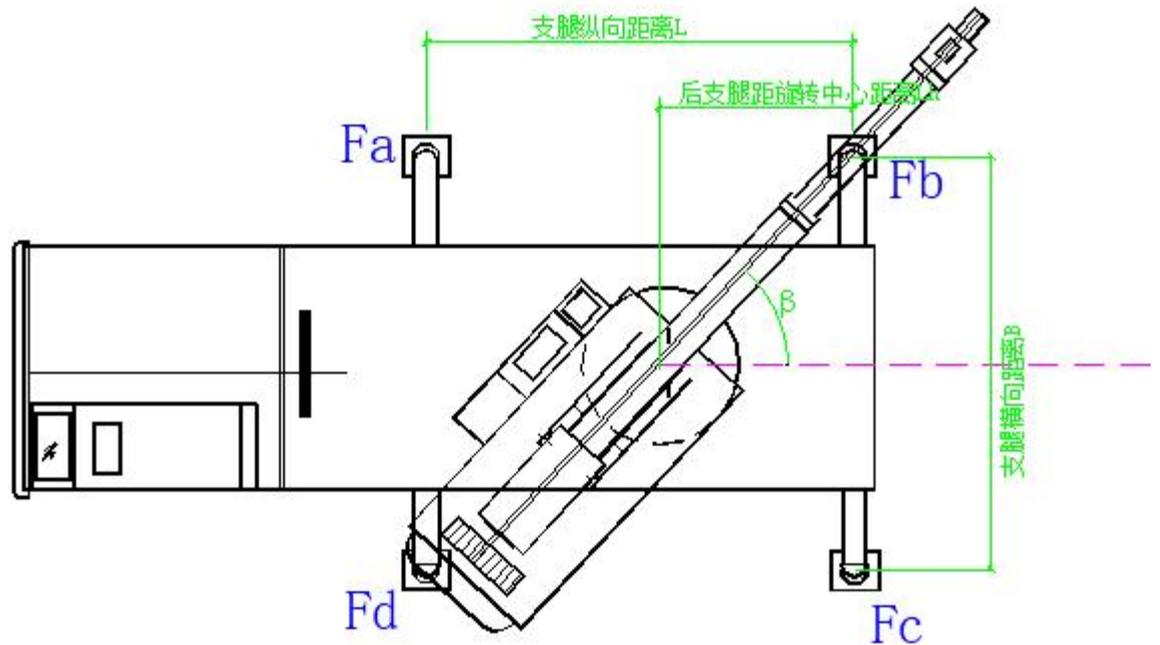


将 $\beta=90^\circ$ 代入得到:

$F_a=21.551$  吨,  $F_b=21.877$  吨,  $F_c=6.849$  吨,  $F_d=6.523$  吨

各支腿最大荷载  $F_2 = \max(F_a, F_b, F_c, F_d) = \max(21.551, 21.877, 6.849, 6.523) = 21.877$  吨

### ③起重臂位于支腿 b 方向工况



当 $\beta=39.416^\circ$ 时，起重臂在支腿 b 方向，此时：

$F_a=14.991$  吨， $F_b=22.951$  吨， $F_c=13.409$  吨， $F_d=5.449$  吨

各支腿最大荷载  $F_3 = \max(F_a, F_b, F_c, F_d) = \max(14.991, 22.951, 13.409, 5.449) = 22.951$  吨

考虑各个工况按最不利原则；支腿最大受力  $N_k = \max(F_1, F_2, F_3) = \max(19.304, 21.877, 22.951) = 22.951$  吨

## 三、地基基础验算

### 1、地基参数

单根支腿受力面积 $A_{d1}(\text{m}^2)$	3.24	地基土类型	素填土
地基承载力特征值 $f_{ak}(\text{kPa})$	135		

支腿垫板的尺寸为  $1.8\text{m} \times 1.8\text{m}$ ，厚度为 20mm。

单个支腿传至基础顶面的轴向力标准值为： $N' = 9.8 \times N_k = 9.8 \times 22.951 = 224.922\text{kN}$

单个支腿垫板的底面平均压力  $p = N' / A_{d1} = 224.922 / 3.24 = 69.42\text{kPa} \leq f_{ak} = 135\text{kPa}$

满足要求!

#### 四、汽车式起重机抗倾覆计算

考虑抗倾覆安全系数后,如果出现支腿力为负数时,代表抗倾覆不满足要求,反之抗倾覆满足要求。考虑最不利情况,分别计算吊物在起重机后方和吊物在起重机侧方两种工况。

##### 1、吊物在起重机后方时

参考起重机支腿力计算章节,吊物在起重机后方时取 $\beta=0^\circ$ ,同时将吊重产生的倾覆力矩乘以 $k_2=1.2$ ,此时支腿荷载分别为 $F_a=7.992$ 吨, $F_b=21.098$ 吨, $F_c=21.098$ 吨, $F_d=7.992$ 吨。

没有出现支腿荷载为负数。

抗倾覆满足要求!

##### 2、吊物在起重机侧方时

参考起重机支腿力计算章节,吊物在起重机侧方时取 $\beta=90^\circ$ ,同时将吊重产生的倾覆力矩乘以 $k_2=1.2$ ,此时支腿荷载分别为 $F_a=23.926$ 吨, $F_b=24.39$ 吨, $F_c=5.164$ 吨, $F_d=4.7$ 吨。

没有出现支腿荷载为负数。

抗倾覆满足要求!