

# 汽车式起重机地基承载力验算计算书

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、三一汽车起重机 STC-800C5-8VAL 型号说明书

## 一、参数信息

### 1、汽车式起重机参数

汽车起重机厂家	三一	汽车起重机型号	STC-800C5-8VAL
最大吊重 $G_w$ (吨)	6.85	吊装工作半径 $R$ (m)	16
支腿纵向距离 $L$ (m)	6.42	支腿横向距离 $B$ (m)	8
后支腿距最后一排车轮距离 $s$ (m)	1.65	后支腿距旋转中心距离 $L_h$ (m)	3.25
单根支腿受力面积 $A_{d1}$ ( $m^2$ )	6.25	荷载动力系数 $K$	1.25
汽车起重机自重 $G$ (吨)	44.6	是否有活动配重	是
活动配重 $G_{活}$ (吨)	12.5	活动配重距旋转中心距离 $L_d$ (m)	4.25

### 2、汽车起重机轴距及轴荷

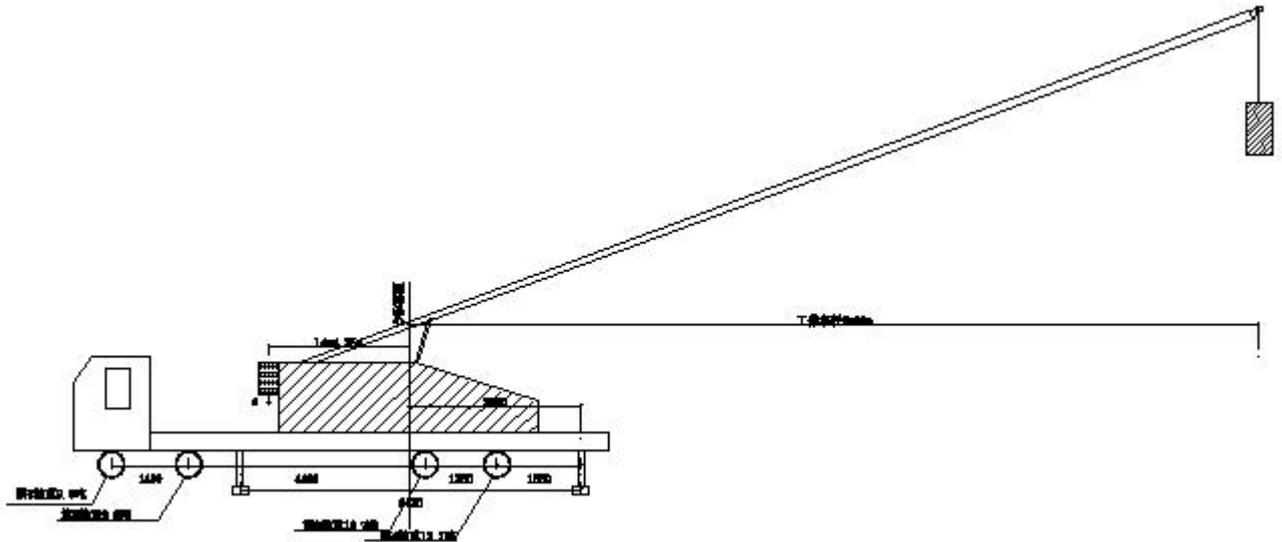
汽车起重机自重 $G$ (吨)	44.6	汽车起重机轴数	4
第 1 排车轮荷载(吨)	9.6		

第 $i$ 排车轮	依次轴距(mm)	轴荷(吨)
2	1450	9.6
3	4450	12.7
4	1350	12.7

### 3、地基参数

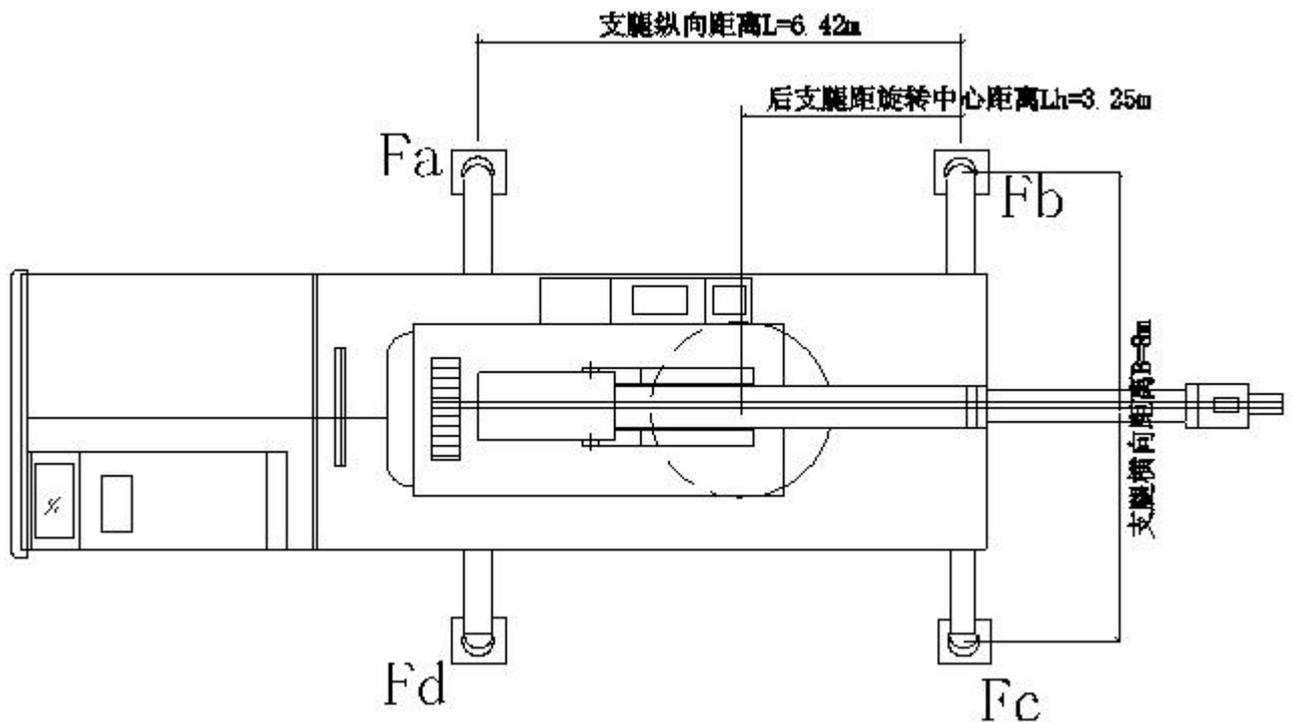
地基土类型	素填土	地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	60
-------	-----	-------------------------	----

## 二、地基承载力验算



汽车式起重机侧立面图

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,  $G=44.6$  吨

第 1 轴: 荷载为  $F_1=9.6$  吨, 距离后支腿距离  $L_1=1.45+4.45+1.35+1.65=8.9\text{m}$

第 2 轴: 荷载为  $F_2=9.6$  吨, 距离后支腿距离  $L_2=4.45+1.35+1.65=7.45\text{m}$

第 3 轴: 荷载为  $F_3=12.7$  吨, 距离后支腿距离  $L_3=1.35+1.65=3\text{m}$

第 4 轴: 荷载为  $F_4=12.7$  吨, 距离后支腿距离  $L_4=1.65\text{m}$

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

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

$$9.6 \times 8.9 + 9.6 \times 7.45 + 12.7 \times 3 + 12.7 \times 1.65 - (F_{a1} + F_{d1}) \times 6.42 = 0$$

并且  $F_{a1} = F_{d1}$ , 得到:

$$F_{a1} = F_{d1} = 16.824 \text{ 吨}$$

$$F_{b1} = F_{c1} = [G - (F_{a1} + F_{d1})] / 2 = [44.6 - (16.824 + 16.824)] / 2 = 5.476 \text{ 吨}$$

## (2)、吊重及活动配重对各支腿产生的荷载计算

当吊臂与  $X$  轴成  $\beta$  角度, 吊重  $G_w$ 、幅度  $R$  时, 将吊重产生的倾覆力矩以及活动配重产生的抗倾覆力矩分解到  $X$ 、 $Y$  平面内。

吊重  $G_w$  分解到  $X$  方向产生效应的荷载大小:

$$G_w \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta)$$

吊重  $G_w$  分解到  $Y$  方向产生效应的荷载大小:

$$G_w \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta)$$

活动配重  $G_{\text{活}}$  分解到  $X$  方向产生效应的荷载大小:

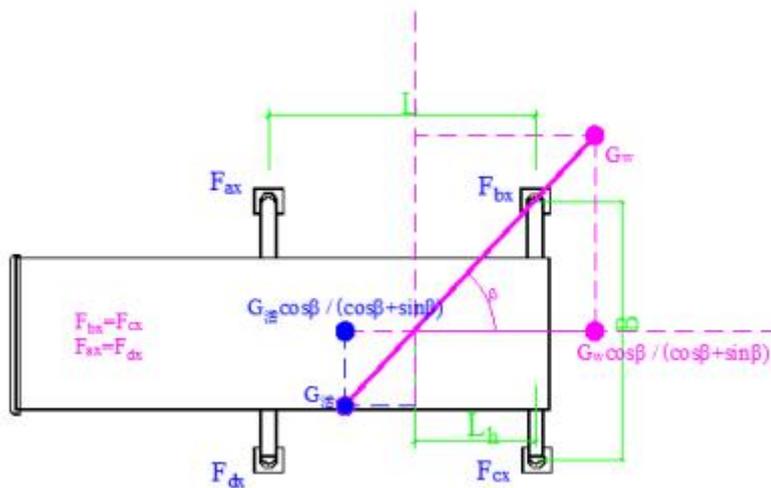
$$G_{\text{活}} \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta)$$

活动配重  $G_{\text{活}}$  分解到  $Y$  方向产生效应的荷载大小:

$$G_{\text{活}} \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta)$$

2.1 求  $X$  方向吊重、 $X$  方向活动配重对各支腿荷载影响计算, 各支腿荷载为

$$F_{ax} = F_{dx}, \quad F_{bx} = F_{cx}$$



对前支腿取矩得到:

$$K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h + L) + G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L - L_h - L_d \times \cos\beta) - 2F_{bx} \times L = 0$$

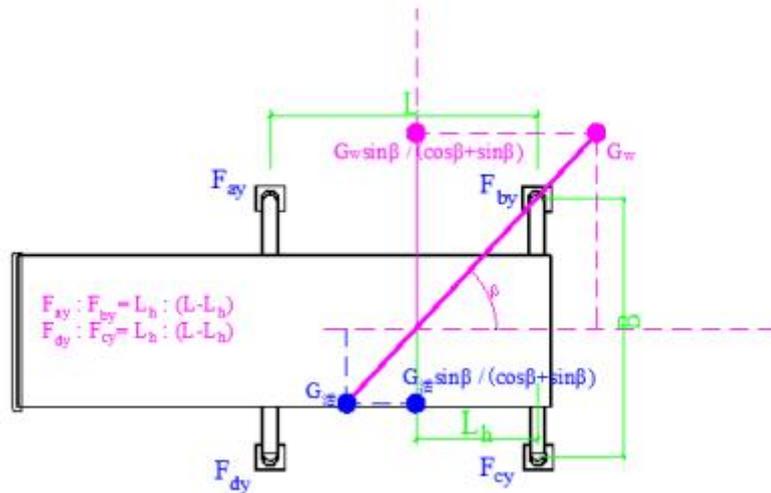
$$F_{bx} = F_{cx} = [K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h + L) + G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L - L_h - L_d \times \cos\beta)] / (2L) = [1.25 \times 6.85 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \cos\beta - 3.25 + 6.42) + 12.5 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (6.42 - 3.25 - 4.25 \times \cos\beta)] / (2 \times 6.42) = \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (6.532 \cos\beta + 5.2)$$

对后支腿取矩得到:

$$K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h) - G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L_h + L_d \times \cos\beta) + 2F_{ax} \times L = 0$$

$$F_{ax} = F_{dx} = -[K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h) - G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L_h + L_d \times \cos\beta)] / (2L) = -[1.25 \times 6.85 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \cos\beta - 3.25) - 12.5 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (3.25 + 4.25 \times \cos\beta)] / (2 \times 6.42) = \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-6.532 \cos\beta + 5.331)$$

**2.2 求 Y 方向吊重、Y 方向活动配重对各支腿荷载影响计算，各支腿荷载  $F_{ay}/F_{by}=L_h/(L-L_h)$ ， $F_{dy}/F_{cy}=L_h/(L-L_h)$**



对 c、d 支腿取矩得到：

$$K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta + B/2) + G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 - L_d \times \sin\beta) - (F_{ay} + F_{by}) \times B = 0$$

$$K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta + B/2) + G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 - L_d \times \sin\beta) - (F_{ay} + F_{ay} \times (L - L_h) / L_h) \times B = 0$$

$$F_{ay} = [K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta + B/2) + G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 - L_d \times \sin\beta)] / [(1 + (L - L_h) / L_h) \times B] = [1.25 \times 6.85 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \sin\beta + 8/2) + 12.5 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (8/2 - 4.25 \times \sin\beta)] / [(1 + (6.42 - 3.25) / 3.25) \times 8] = \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (5.308 \sin\beta + 5.331)$$

$$F_{by} = F_{ay} \times (L - L_h) / L_h = 0.975 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (5.308 \sin\beta + 5.331)$$

对 a、b 支腿取矩得到：

$$K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta - B/2) - G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 + L_d \times \sin\beta) + (F_{cy} + F_{dy}) \times B = 0$$

$$K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta - B/2) - G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 + L_d \times \sin\beta) + (F_{cy} + F_{cy} \times L_h / (L - L_h)) \times B = 0$$

$$F_{cy} = -[K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta - B/2) - G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 + L_d \times \sin\beta)] / [(1 + L_h / (L - L_h)) \times B] = -[1.25 \times 6.85 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \sin\beta - 8/2) -$$

$$12.5 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (8/2 + 4.25 \times \sin\beta) / [(1 + 3.25 / (6.42 - 3.25)) \times 8] = \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-5.177 \sin\beta + 5.2)$$

$$F_{dy} = F_{cy} \times L_h / (L - L_h) = 1.025 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-5.177 \sin\beta + 5.2)$$

**2.3 将 X、Y 两个方向吊重对支腿产生的荷载叠加，并考虑起重机自重后，各支腿的荷载分别为：**

支腿 a:  $F_a = F_{a1} + F_{ax} + F_{ay} = 16.824 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-6.532 \cos\beta + 5.331) + \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (5.308 \sin\beta + 5.331)$

支腿

b:  $F_b = F_{b1} + F_{bx} + F_{by} = 5.476 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (6.532 \cos\beta + 5.2) + 0.975 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (5.308 \sin\beta + 5.331)$

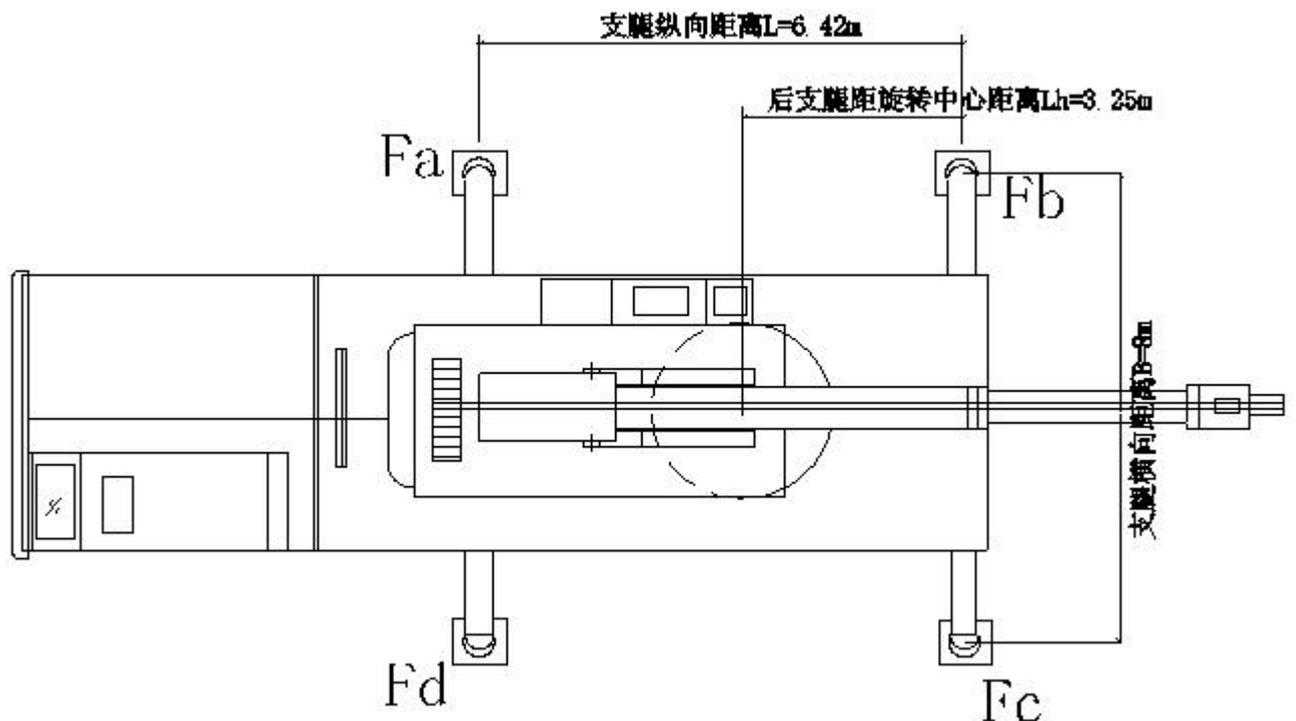
支腿

c:  $F_c = F_{c1} + F_{cx} + F_{cy} = 5.476 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (6.532 \cos\beta + 5.2) + \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-5.177 \sin\beta + 5.2)$

支腿 d:  $F_d = F_{d1} + F_{dx} + F_{dy} = 16.824 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-6.532 \cos\beta + 5.331) + 1.025 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-5.177 \sin\beta + 5.2)$

### (3)、各吊装工况及最不利工况支腿荷载计算

#### 3.1 当 $\beta=0^\circ$ 时，此时吊物在起重机后方



将 $\beta=0^\circ$ 代入得到:

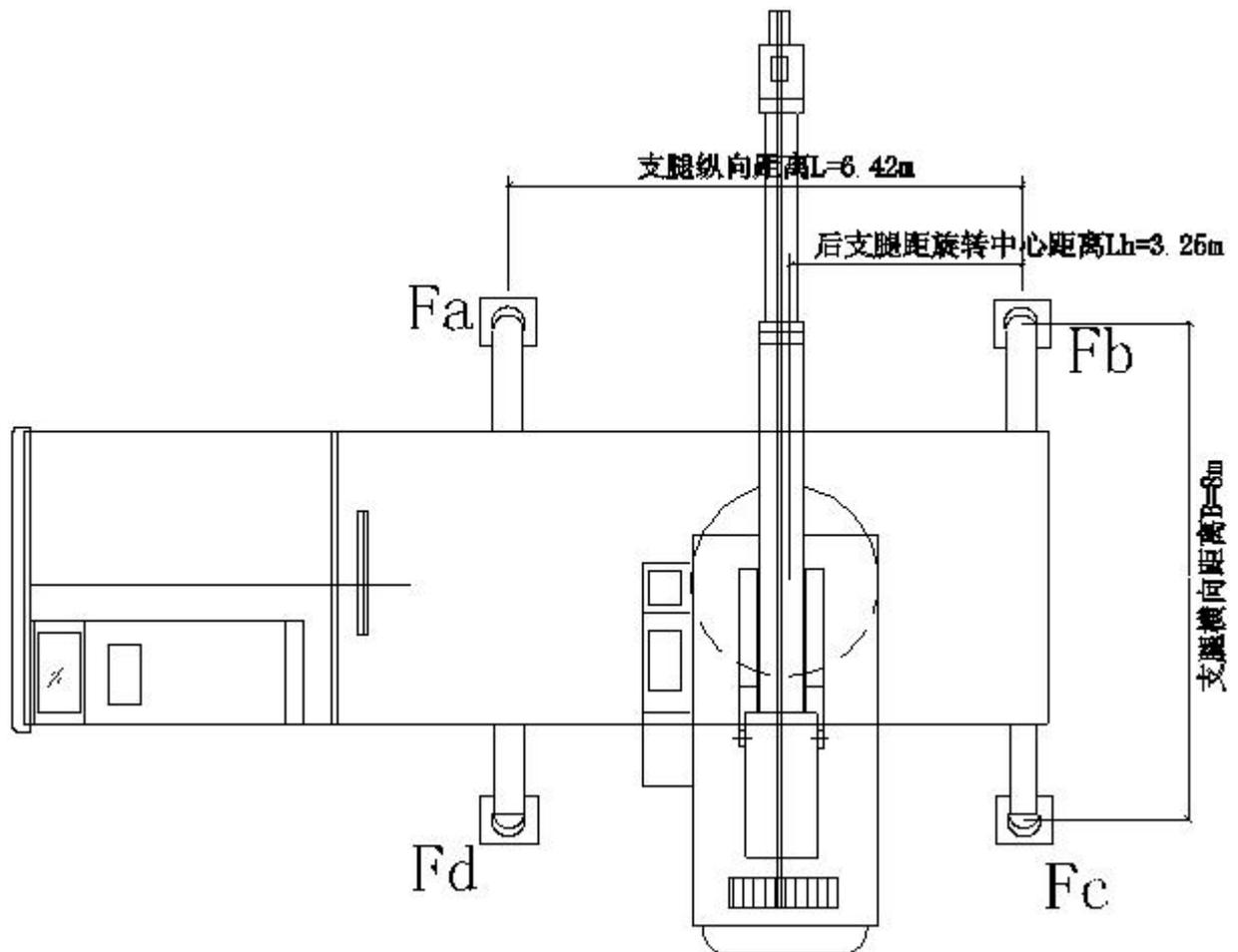
$F_a=15.623$  吨,  $F_b=17.209$  吨,  $F_c=17.209$  吨,  $F_d=15.623$  吨

各支腿最大荷载  $F_1=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(15.623、17.209、17.209、15.623)=17.209$  吨

没有出现支腿荷载为负数。

抗倾覆满足要求!

3.2 当 $\beta=90^\circ$ 时, 此时吊物在起重机侧方



将 $\beta=90^\circ$ 代入得到:

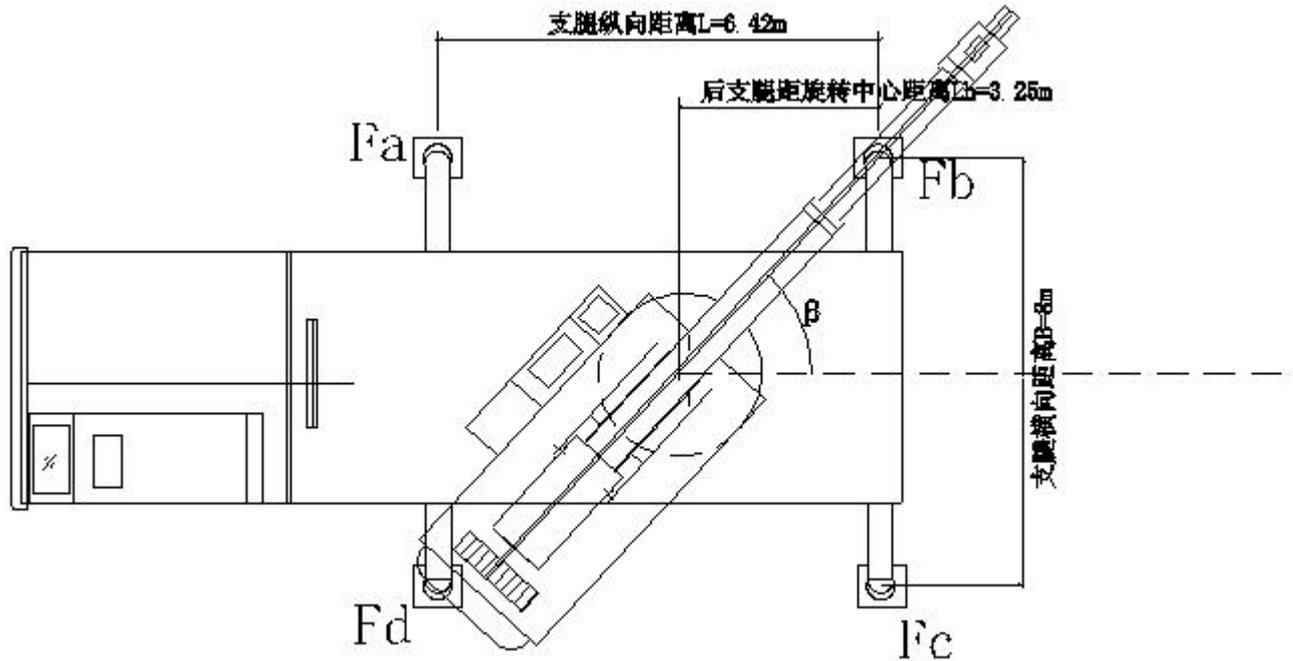
$F_a=27.462$  吨,  $F_b=15.853$  吨,  $F_c=5.5$  吨,  $F_d=16.847$  吨

各支腿最大荷载  $F_2=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(27.462、15.853、5.5、16.847)=27.462$  吨

没有出现支腿荷载为负数。

抗倾覆满足要求!

### 3.3 起重臂位于支腿 b 方向工况



当 $\beta=50.906^\circ$ 时，起重臂在支腿 b 方向，此时

$F_a=22.581$  吨， $F_b=14.74$  吨， $F_c=10.306$  吨， $F_d=18.036$  吨

各支腿最大荷载  $F_3=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(22.581、14.74、10.306、18.036)=22.581$  吨

没有出现支腿荷载为负数。

抗倾覆满足要求!

考虑各个工况按最不利原则；支腿最大受力  $N_k=\max(F_1,F_2,F_3)=\max(17.209, 27.462, 22.581)=27.462$  吨

单个支腿传至基础顶面的轴向力标准值为： $N'=9.8\times N_k=9.8\times 27.462=269.131\text{kN}$

单个支腿垫板的底面平均压力  $p=N'/A_{d1}=269.131/6.25=43.061\text{kPa}\leq f_{ak}=60\text{kPa}$

满足要求!