

# 汽车式起重机地基承载力验算 100t 汽车吊计算书

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 STC1000C5-8 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	STC1000C5-8
最大吊重 $G_w$ (吨)	5.835	吊装工作半径 $R$ (m)	16
支腿纵向距离 $L$ (m)	6.63	支腿横向距离 $B$ (m)	8.3
后支腿距最后一排车轮距离 $s$ (m)	2.36	后支腿距旋转中心距离 $L_h$ (m)	4.08
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)	50	是否有活动配重	是
活动配重 $G_{活}$ (吨)	21.5	活动配重距旋转中心距离 $L_d$ (m)	4.42

### 2、汽车起重机轴距及轴荷

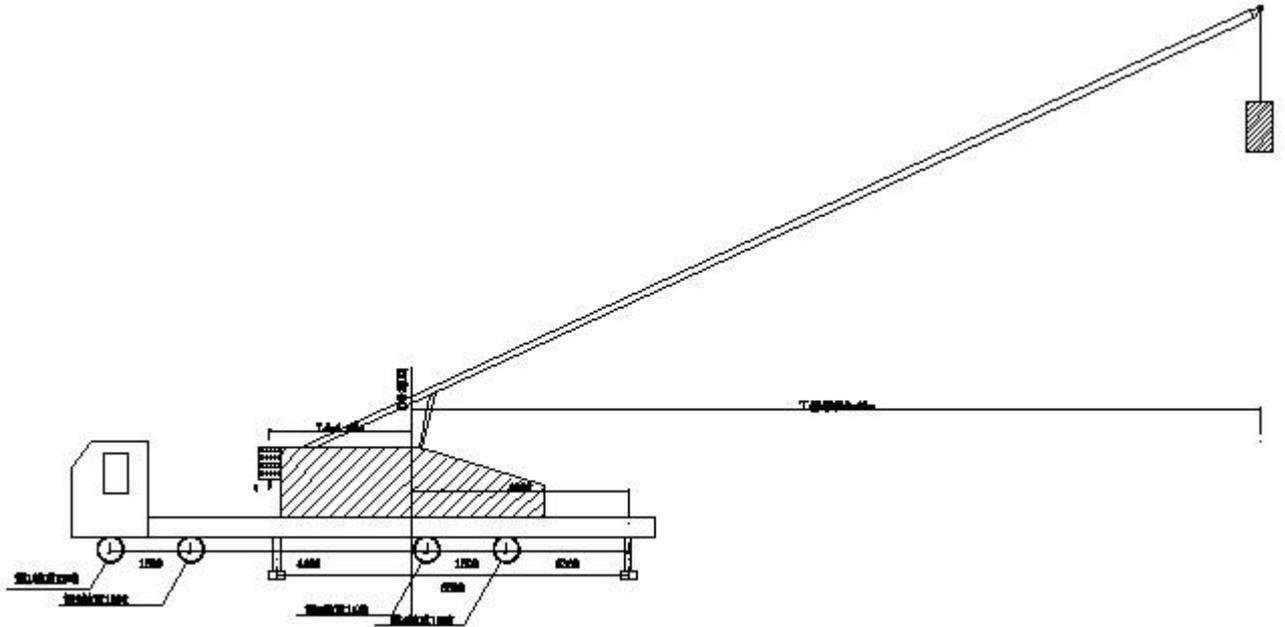
汽车起重机自重 $G$ (吨)	50	汽车起重机轴数	4
第 1 排车轮荷载(吨)	12		

第 $i$ 排车轮	依次轴距(mm)	轴荷(吨)
2	1520	12
3	4450	13
4	1500	13

### 3、地基参数

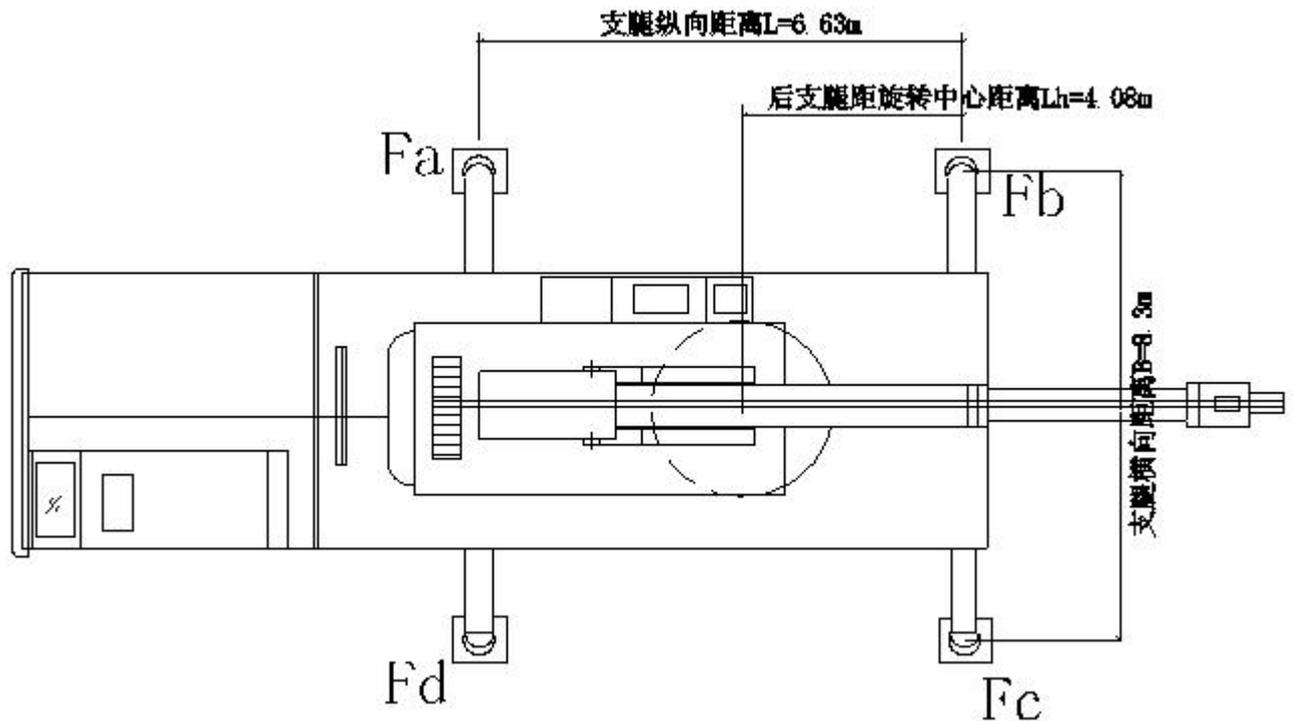
地基土类型	素填土	地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	65
-------	-----	-------------------------	----

## 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,  $G=50$  吨

第 1 轴: 荷载为  $F_1=12$  吨, 距离后支腿距离  $L_1=1.52+4.45+1.5+2.36=9.83\text{m}$

第 2 轴: 荷载为  $F_2=12$  吨, 距离后支腿距离  $L_2=4.45+1.5+2.36=8.31\text{m}$

第 3 轴: 荷载为  $F_3=13$  吨, 距离后支腿距离  $L_3=1.5+2.36=3.86\text{m}$

第 4 轴: 荷载为  $F_4=13$  吨, 距离后支腿距离  $L_4=2.36\text{m}$

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

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

$$12 \times 9.83 + 12 \times 8.31 + 13 \times 3.86 + 13 \times 2.36 - (F_{a1} + F_{d1}) \times 6.63 = 0$$

并且  $F_{a1} = F_{d1}$ , 得到:

$$F_{a1} = F_{d1} = 22.514 \text{ 吨}$$

$$F_{b1} = F_{c1} = [G - (F_{a1} + F_{d1})] / 2 = [50 - (22.514 + 22.514)] / 2 = 2.486 \text{ 吨}$$

**(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  $G_{活}$  分解到 X 方向产生效应的荷载大小:

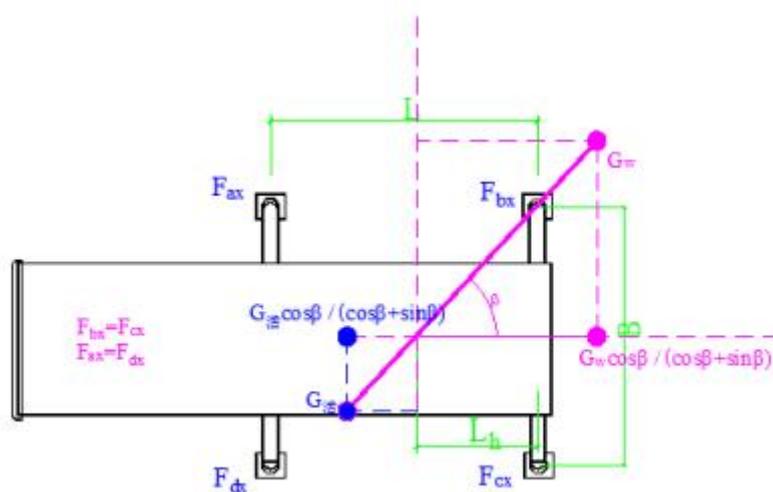
$$G_{活} \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta)$$

活动配重  $G_{活}$  分解到 Y 方向产生效应的荷载大小:

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

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:

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

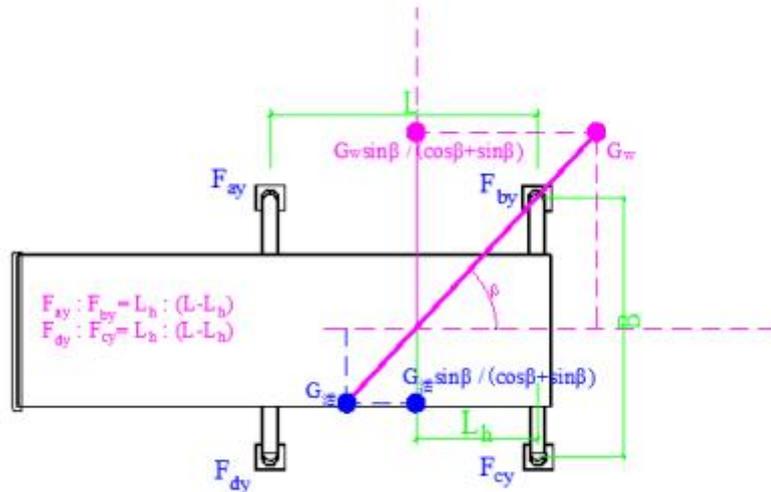
$$F_{bx} = F_{cx} = [K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h + L) + G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L - L_h - L_d \times \cos\beta)] / (2L) = [1.25 \times 5.835 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \cos\beta - 4.08 + 6.63) + 21.5 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (6.63 - 4.08 - 4.42 \times \cos\beta)] / (2 \times 6.63) = \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.634 \cos\beta + 5.537)$$

对后支腿取矩得到:

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

$$F_{ax}=F_{dx}=-[K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h) - G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L_h + L_d \times \cos\beta)] / (2L) = -[1.25 \times 5.835 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \cos\beta - 4.08) - 21.5 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (4.08 + 4.42 \times \cos\beta)] / (2 \times 6.63) = \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.634 \cos\beta + 8.86)$$

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：

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

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

$$F_{ay} = [K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta + B/2) + G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 - L_d \times \sin\beta)] / [(1 + (L - L_h) / L_h) \times B] = [1.25 \times 5.835 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \sin\beta + 8.3/2) + 21.5 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (8.3/2 - 4.42 \times \sin\beta)] / [(1 + (6.63 - 4.08) / 4.08) \times 8.3] = \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.607 \sin\beta + 8.86)$$

$$F_{by} = F_{ay} \times (L - L_h) / L_h = 0.625 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.607 \sin\beta + 8.86)$$

对 a、b 支腿取矩得到：

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

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

$$F_{cy} = - [K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta - B/2) - G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 + L_d \times \sin\beta)] / [(1 + L_h / (L - L_h)) \times B] = - [1.25 \times 5.835 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \sin\beta - 8.3/2) - 21.5 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (8.3/2 + 4.42 \times \sin\beta)] / [(1 + 4.08 / (6.63 - 4.08)) \times 8.3] = \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.004 \sin\beta + 5.537)$$

$$F_{dy} = F_{cy} \times L_h / (L - L_h) = 1.6 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.004 \sin\beta + 5.537)$$

**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：**

$$\text{支腿 a: } F_a = F_{a1} + F_{ax} + F_{ay} = 22.514 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.634 \cos\beta + 8.86) + \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.607 \sin\beta + 8.86)$$

支腿

$$b: F_b = F_{b1} + F_{bx} + F_{by} = 2.486 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.634 \cos\beta + 5.537) + 0.625 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.607 \sin\beta + 8.86)$$

支腿

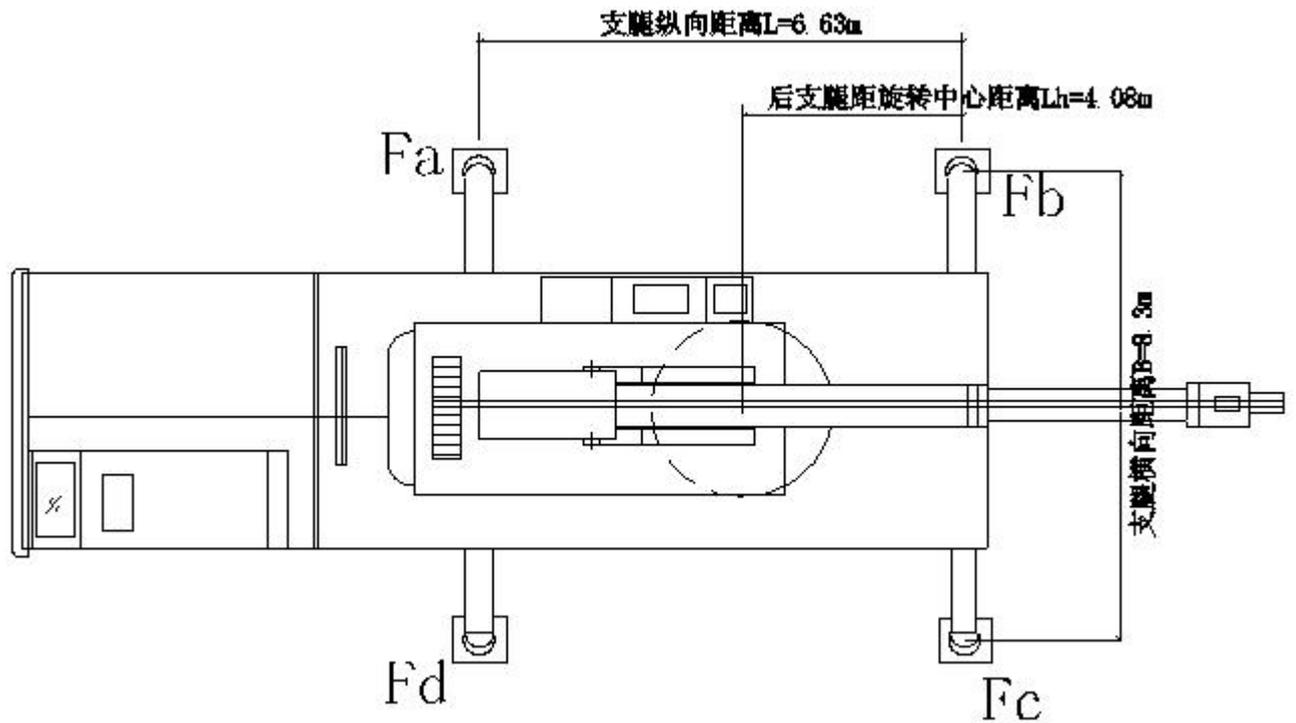
$$c: F_c = F_{c1} + F_{cx} + F_{cy} = 2.486 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (1.634 \cos\beta + 5.537) + \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.004 \sin\beta + 5.537)$$

支腿

$$d: F_d = F_{d1} + F_{dx} + F_{dy} = 22.514 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.634 \cos\beta + 8.86) + 1.6 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-1.004 \sin\beta + 5.537)$$

### (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:

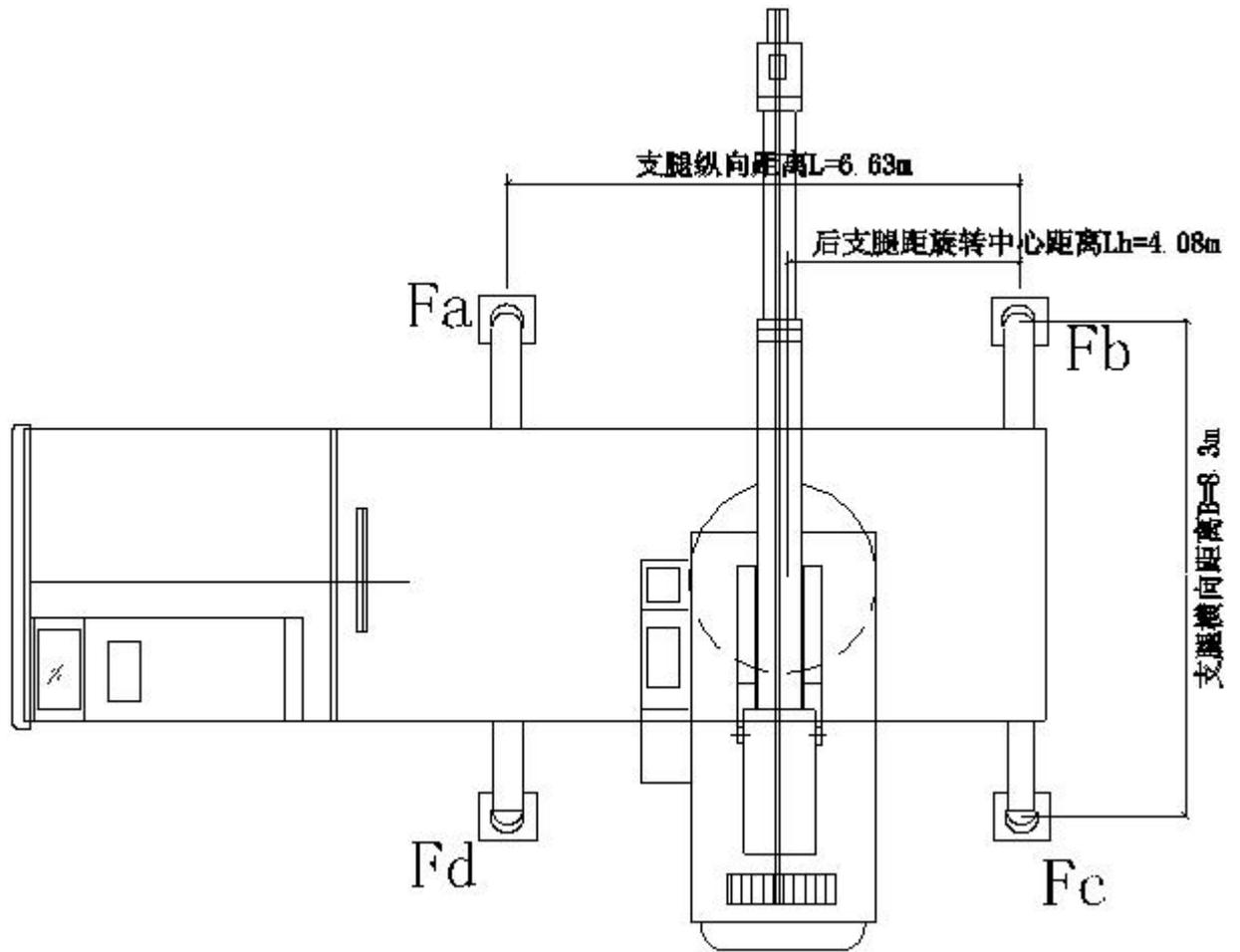
$F_a=29.74$  吨,  $F_b=9.657$  吨,  $F_c=9.657$  吨,  $F_d=29.74$  吨

各支腿最大荷载  $F_i=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(29.74、9.657、9.657、29.74)=29.74$  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：

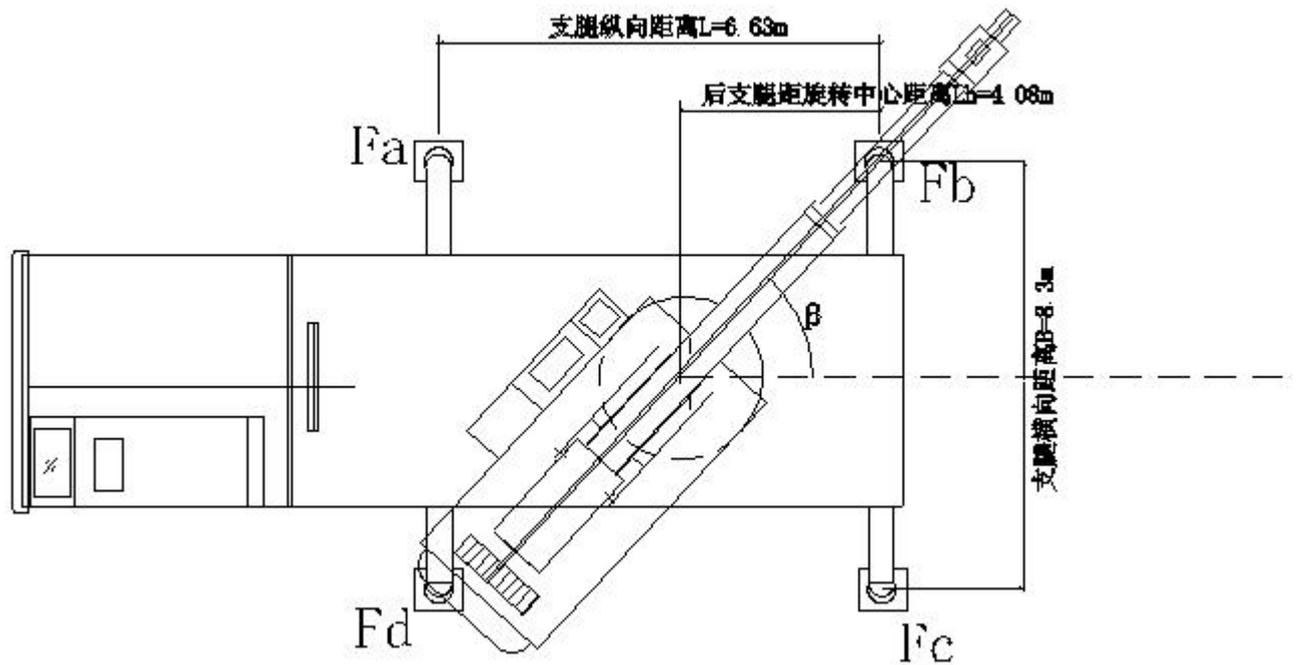
$F_a=32.981$  吨， $F_b=9.027$  吨， $F_c=7.019$  吨， $F_d=29.767$  吨

各支腿最大荷载  $F_2=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(32.981、9.027、7.019、29.767)=32.981$  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 $\beta=45.487^\circ$ 时，起重臂在支腿 b 方向，此时

$F_a=31.384$  吨， $F_b=8.952$  吨， $F_c=8.23$  吨， $F_d=30.228$  吨

各支腿最大荷载  $F_3=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(31.384、8.952、8.23、30.228)=31.384$  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  $N_k=\max(F_1,F_2,F_3)=\max(29.74, 32.981, 31.384)=32.981$  吨

单个支腿传至基础顶面的轴向力标准值为： $N'=9.8\times N_k=9.8\times 32.981=323.21\text{kN}$

单个支腿垫板的底面平均压力  $p=N'/A_{d1}=323.21/6.25=51.714\text{kPa}\leq f_{ak}=65\text{kPa}$

满足要求！