

# 新港高速公路双柳长江大桥及接线工程 XGTJ-3 标

## 地基承载力计算书

编制： 张鹏

审核： 吕仕昌

审批： 温涛

重庆钱桥建筑设备租赁有限公司

2024年 7 月 11 日



# 300t 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、徐工汽车起重机 XCA300 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	徐工	汽车起重机型号	XCA300
最大吊重 $G_w$ (吨)	38.8	吊装工作半径 $R$ (m)	16
支腿纵向距离 $L$ (m)	8.923	支腿横向距离 $B$ (m)	8.53
后支腿距最后一排车轮距离 $s$ (m)	1.69	后支腿距旋转中心距离 $L_h$ (m)	3.64
单根支腿受力面积 $A_{d1}$ ( $m^2$ )	9	荷载动力系数 $K$	1.25
汽车起重机自重 $G$ (吨)	72	是否有活动配重	是
活动配重 $G_{活}$ (吨)	100	活动配重距旋转中心距离 $L_d$ (m)	5

### 2、汽车起重机轴距及轴荷

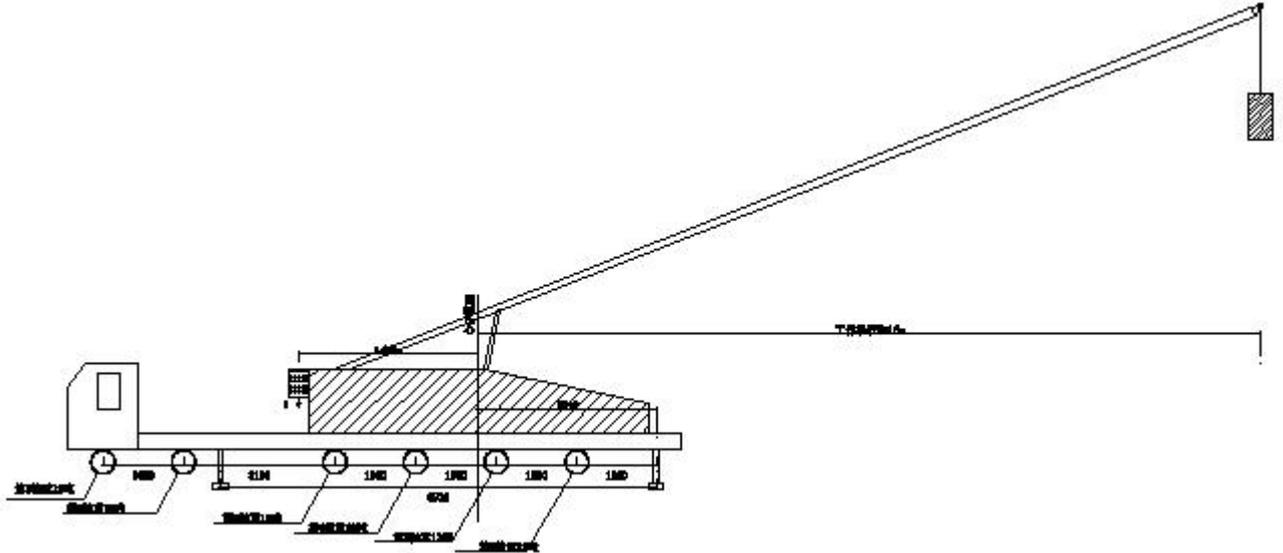
汽车起重机自重 $G$ (吨)	72	汽车起重机轴数	6
第 1 排车轮荷载(吨)	12		

第 $i$ 排车轮	依次轴距(mm)	轴荷(吨)
2	1650	12
3	3100	12
4	1650	12
5	1650	12
6	1650	12

### 3、地基参数

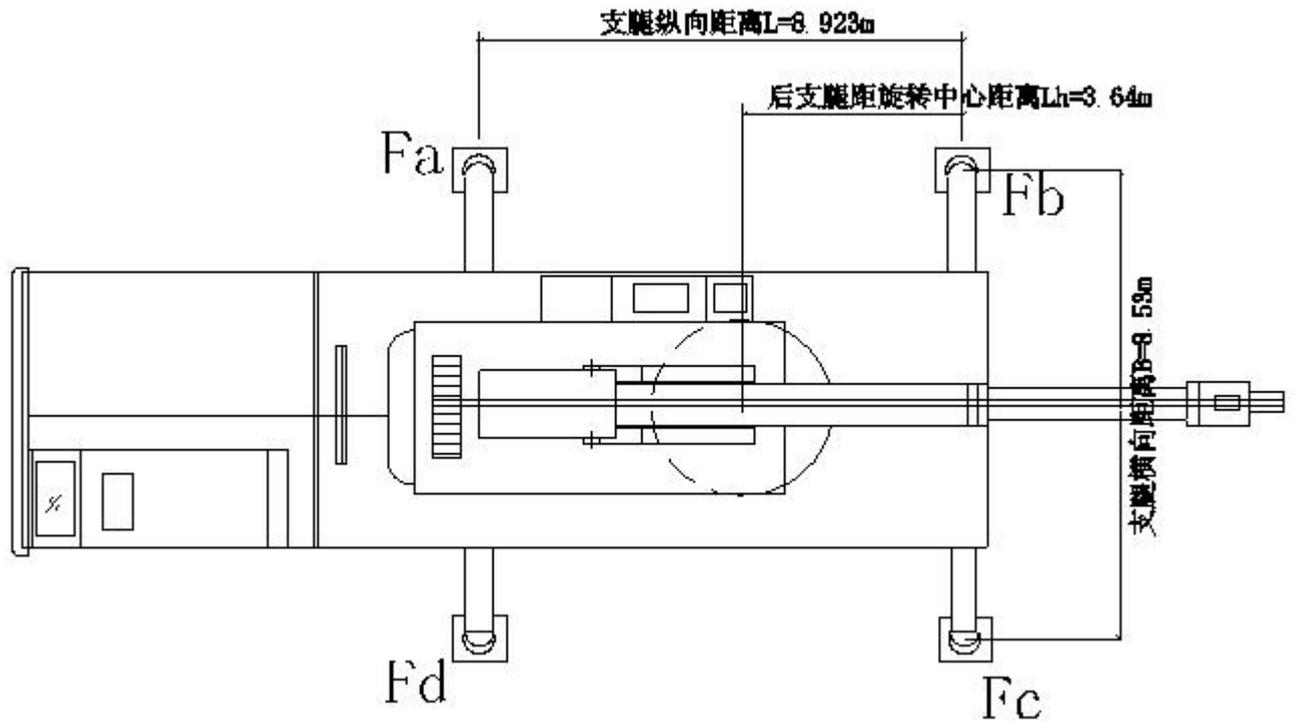
地基土类型	砂土	地基承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	120
-------	----	-------------------------	-----

## 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,  $G=72$  吨

第 1 轴: 荷载为  $F_1=12$  吨, 距离后支腿距离  
 $L_1=1.65+3.1+1.65+1.65+1.65+1.69=11.39\text{m}$

第 2 轴: 荷载为  $F_2=12$  吨, 距离后支腿距离  
 $L_2=3.1+1.65+1.65+1.65+1.69=9.74\text{m}$

第 3 轴: 荷载为  $F_3=12$  吨, 距离后支腿距离  $L_3=1.65+1.65+1.65+1.69=6.64\text{m}$

第 4 轴: 荷载为  $F_4=12$  吨, 距离后支腿距离  $L_4=1.65+1.65+1.69=4.99\text{m}$

第 5 轴: 荷载为  $F_5=12$  吨, 距离后支腿距离  $L_5=1.65+1.69=3.34\text{m}$

第 6 轴: 荷载为  $F_6=12$  吨, 距离后支腿距离  $L_6=1.69\text{m}$

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

$$F_1 \times L_1 + F_2 \times L_2 + F_3 \times L_3 + F_4 \times L_4 + F_5 \times L_5 + F_6 \times L_6 - (F_{a1} + F_{d1}) \times L = 0$$

$$12 \times 11.39 + 12 \times 9.74 + 12 \times 6.64 + 12 \times 4.99 + 12 \times 3.34 + 12 \times 1.69 - (F_{a1} + F_{d1}) \times 8.923 = 0$$

并且  $F_{a1} = F_{d1}$ , 得到:

$$F_{a1} = F_{d1} = 25.411 \text{ 吨}$$

$$F_{b1} = F_{c1} = [G - (F_{a1} + F_{d1})] / 2 = [72 - (25.411 + 25.411)] / 2 = 10.589 \text{ 吨}$$

## (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:

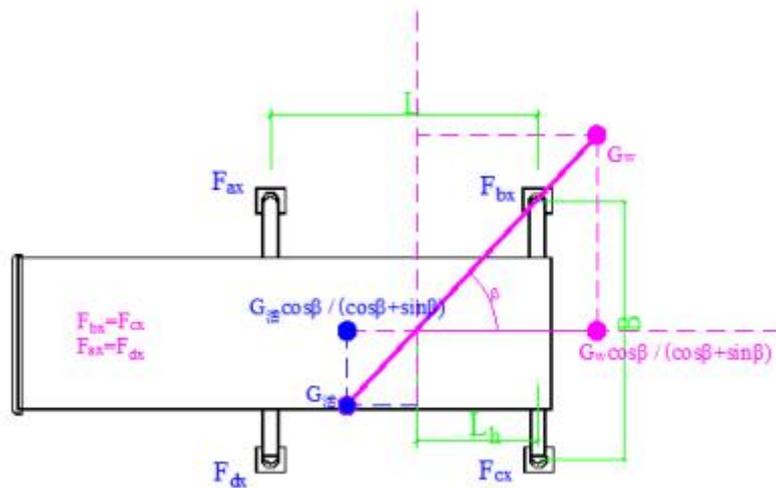
$$G_{活} \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta)$$

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

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



对前支腿取矩得到:

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

$$F_{bx} = F_{cx} = [K \times G_w \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \cos\beta - L_h + L) + G_{活} \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (L - L_h - L_d \times \cos\beta)] / (2L) = [1.25 \times 38.8 \times \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \cos\beta -$$

$$3.64+8.923)+100\times\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(8.923-3.64-5\times\cos\beta)]/(2\times 8.923)=\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(15.466\cos\beta+43.961)$$

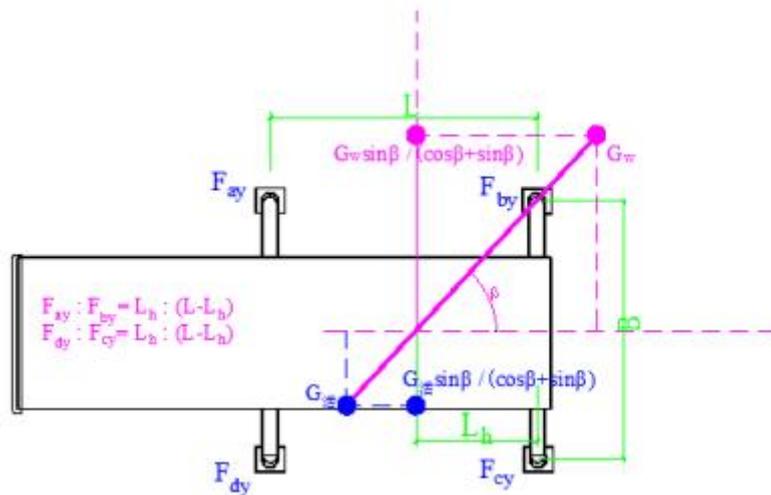
对后支腿取矩得到:

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

$$F_{ax}=F_{dx}=-[K\times G_w\times\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(R\times\cos\beta-L_h)-G_{活}\times\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(L_h+L_d\times\cos\beta)]/(2L)=-[1.25\times 38.8\times\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(16\times\cos\beta-3.64)-100\times\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(3.64+5\times\cos\beta)]/(2\times 8.923)=\cos\beta/(\cos\beta+\sin\beta)\times(-15.466\cos\beta+30.289)$$

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:

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

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

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

$$L_h/L_h) \times B] = [1.25 \times 38.8 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \sin\beta + 8.53/2) + 100 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (8.53/2 - 5 \times \sin\beta)] / [(1 + (8.923 - 3.64) / 3.64) \times 8.53] = \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (13.199 \sin\beta + 30.289)$$

$$F_{by} = F_{ay} \times (L - L_h) / L_h = 1.451 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (13.199 \sin\beta + 30.289)$$

对 a、b 支腿取矩得到：

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

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

$$F_{cy} = -[K \times G_w \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (R \times \sin\beta - B/2) - G_{活} \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (B/2 + L_d \times \sin\beta)] / [(1 + L_h / (L - L_h)) \times B] = -[1.25 \times 38.8 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (16 \times \sin\beta - 8.53/2) - 100 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (8.53/2 + 5 \times \sin\beta)] / [(1 + 3.64 / (8.923 - 3.64)) \times 8.53] = \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-19.157 \sin\beta + 43.961)$$

$$F_{dy} = F_{cy} \times L_h / (L - L_h) = 0.689 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-19.157 \sin\beta + 43.961)$$

**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：**

$$\text{支腿 a: } F_a = F_{a1} + F_{ax} + F_{ay} = 25.411 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-15.466 \cos\beta + 30.289) + \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (13.199 \sin\beta + 30.289)$$

支腿

$$\text{b: } F_b = F_{b1} + F_{bx} + F_{by} = 10.589 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (15.466 \cos\beta + 43.961) + 1.451 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (13.199 \sin\beta + 30.289)$$

支腿

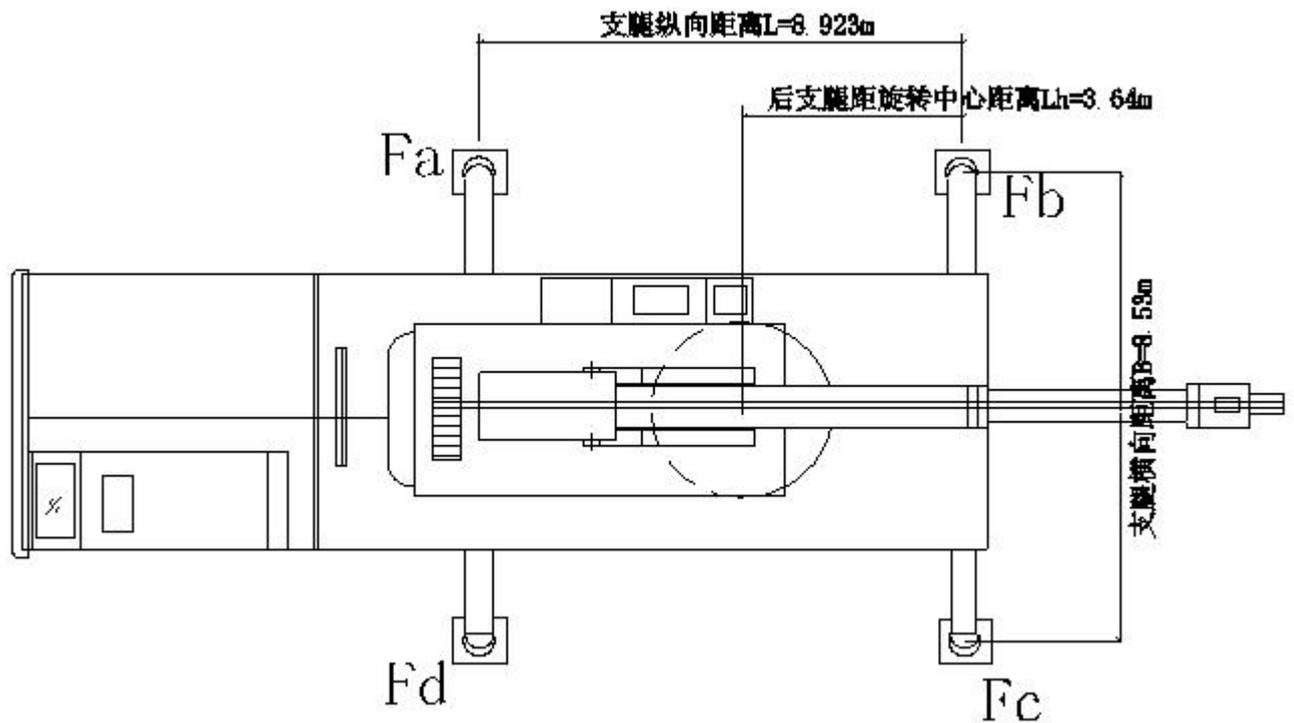
$$\text{c: } F_c = F_{c1} + F_{cx} + F_{cy} = 10.589 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (15.466 \cos\beta + 43.961) + \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-19.157 \sin\beta + 43.961)$$

支腿

$$\text{d: } F_d = F_{d1} + F_{dx} + F_{dy} = 25.411 + \cos\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-15.466 \cos\beta + 30.289) + 0.689 \times \sin\beta / (\cos\beta + \sin\beta) \times (-19.157 \sin\beta + 43.961)$$

**(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:

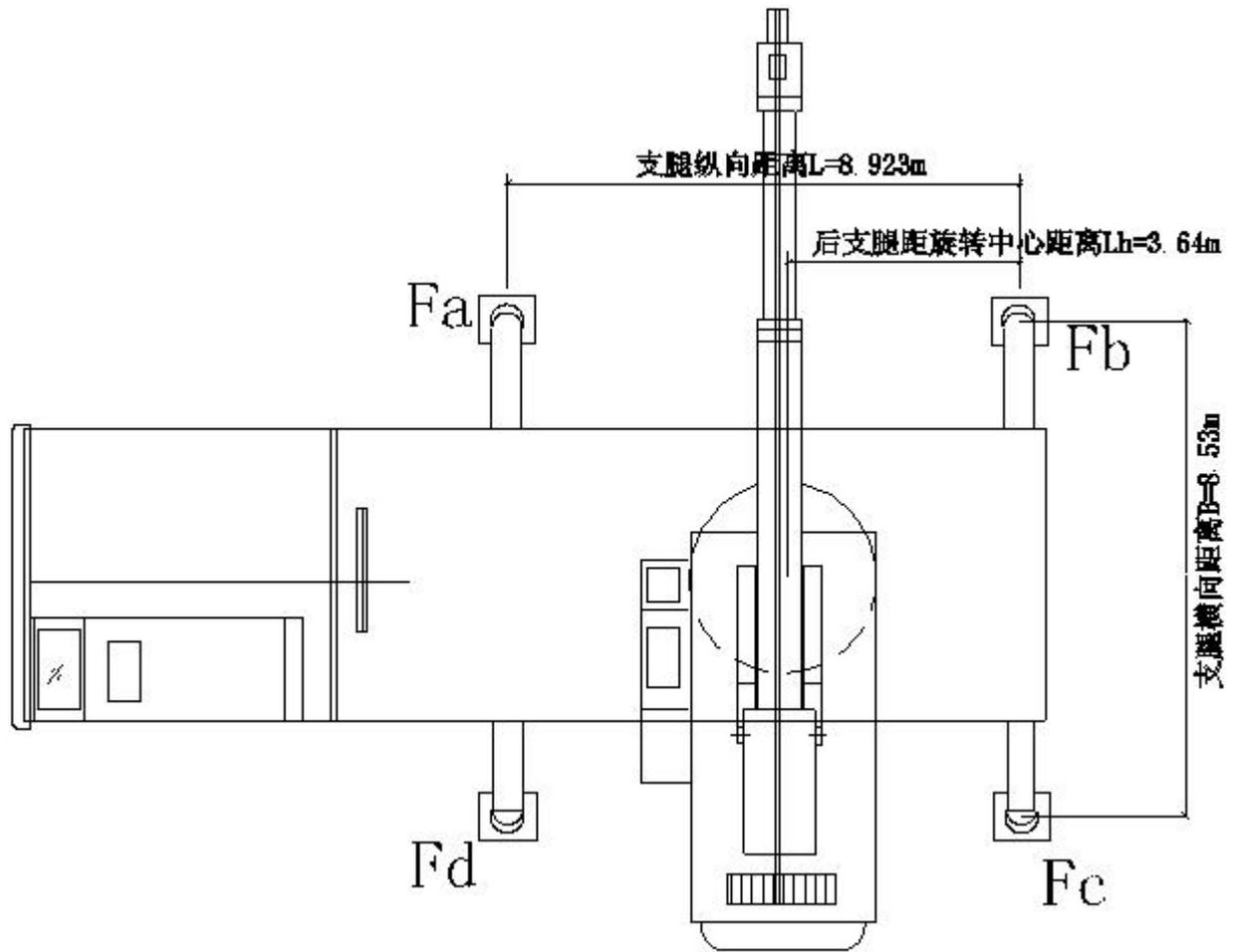
$F_a=40.234$  吨,  $F_b=70.016$  吨,  $F_c=70.016$  吨,  $F_d=40.234$  吨

各支腿最大荷载  $F_i=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(40.234、70.016、70.016、40.234)=70.016$  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：

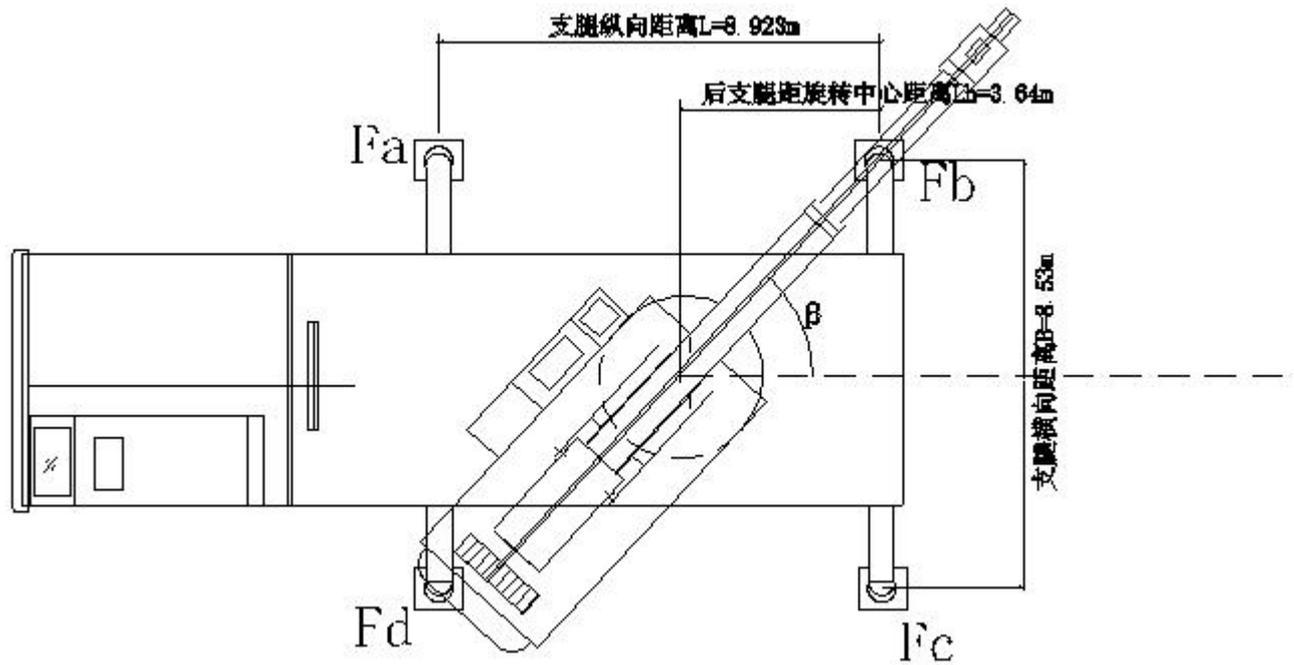
$F_a=68.899$  吨， $F_b=73.707$  吨， $F_c=35.393$  吨， $F_d=42.501$  吨

各支腿最大荷载  $F_2=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(68.899、73.707、35.393、42.501)=73.707$  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 $\beta=49.521^\circ$ 时，起重臂在支腿 b 方向，此时

$F_a=56.494$  吨， $F_b=67.035$  吨， $F_c=51.311$  吨， $F_d=45.66$  吨

各支腿最大荷载  $F_3=\max(F_a、F_b、F_c、F_d)=\max(56.494、67.035、51.311、45.66)=67.035$  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  $N_k=\max(F_1,F_2,F_3)=\max(70.016, 73.707, 67.035)=73.707$  吨

单个支腿传至基础顶面的轴向力标准值为： $N'=9.8 \times N_k=9.8 \times 73.707=722.331\text{kN}$

单个支腿垫板的底面平均压力  $p=N'/A_{d1}=722.331/9=80.259\text{kPa} \leq f_{ak}=120\text{kPa}$

满足要求！