

第十二章 轮式起重机的转台和底架

第一节 轮式起重机的转台

第二节 轮式起重机的底架

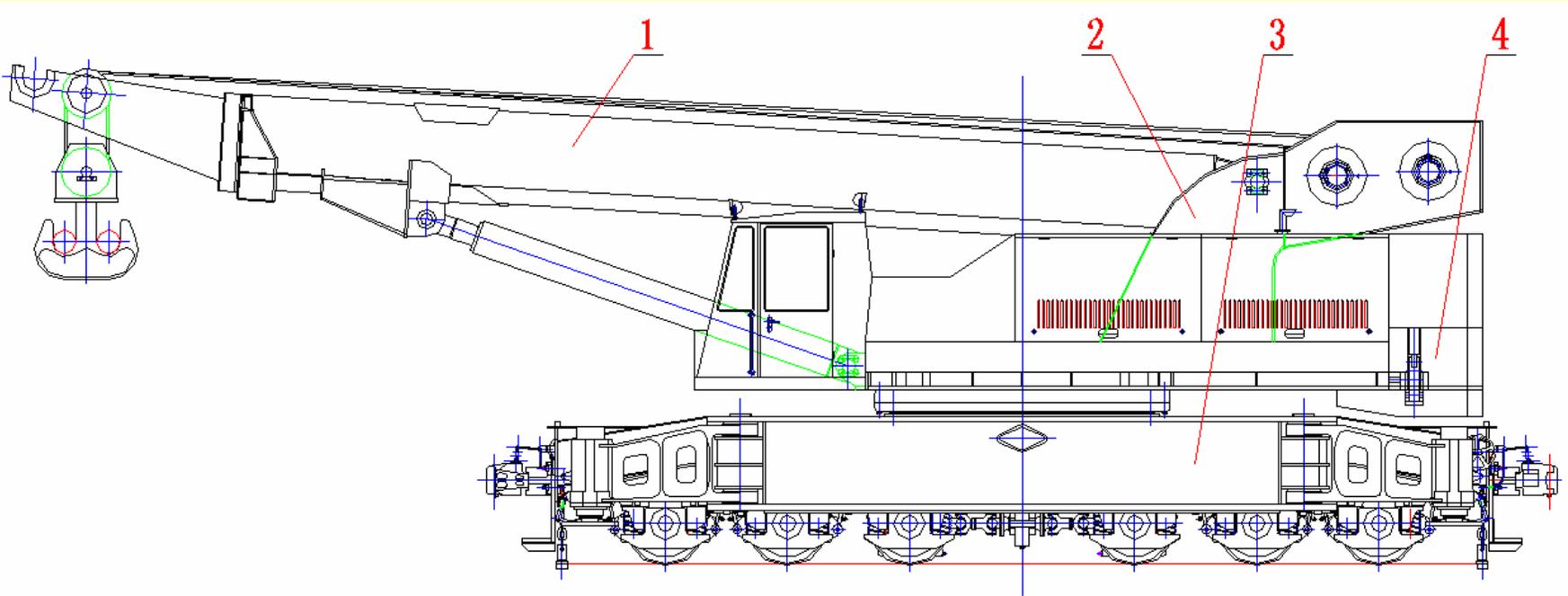
第三节 轮式起重机的底架计算

作 业

第一节 轮式起重机的转台

一、转台的作用

- Ø安装上车所有的机构和结构件;
- Ø承受并传递上车所有载荷。



1-伸缩吊臂总成; 2-转台总成; 3-底盘总成; 4-配重

二、转台的结构型式

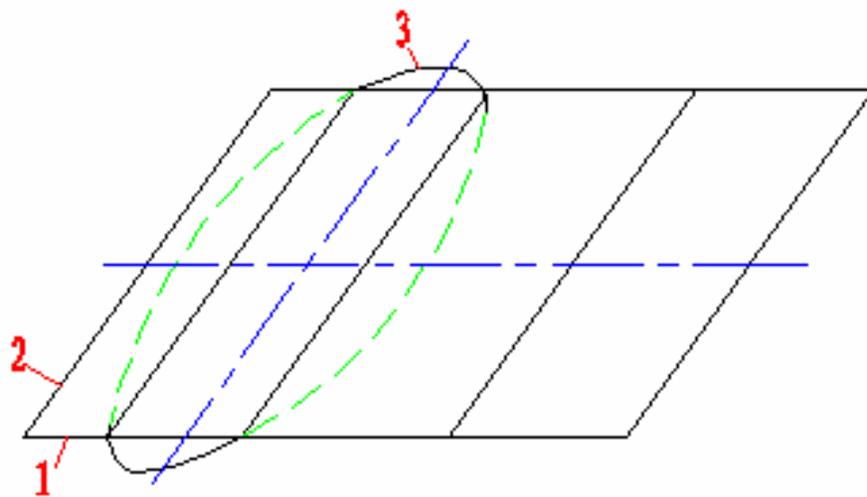


图 12-1 平面框架转台示意图

1-纵梁; 2-横梁; 3-旋转支承装置。

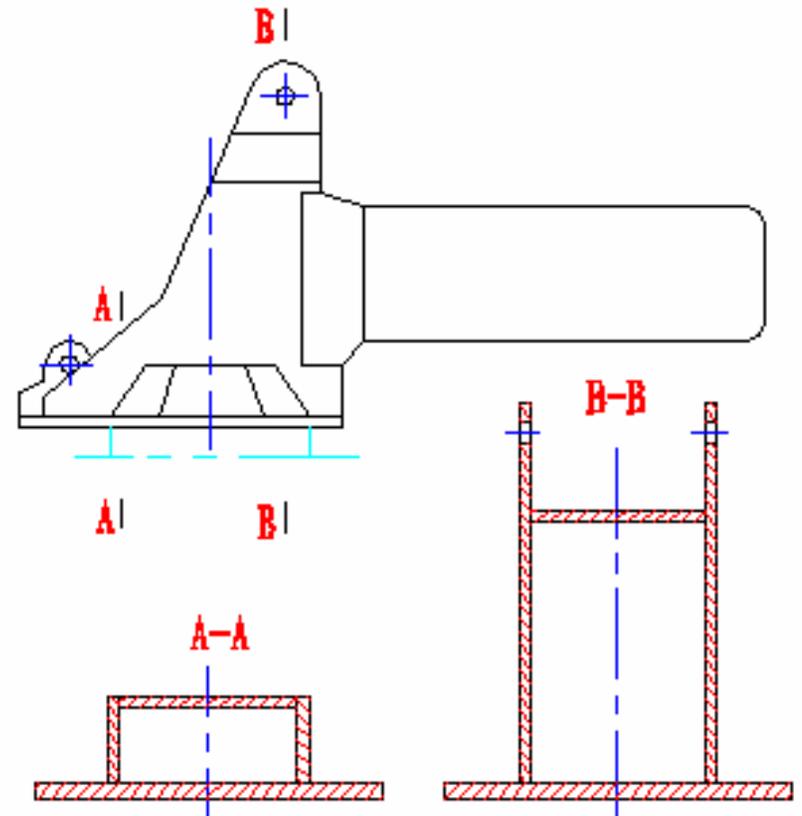


图 12-2 板式结构转台简图

三、转台计算

1. 转台计算简图及计算工况

计算简图：简支外伸梁

计算工况：吊臂位于最小幅度，起吊最大额定起重量

2. 采用滑轮组变幅的转台计算

计算载荷：

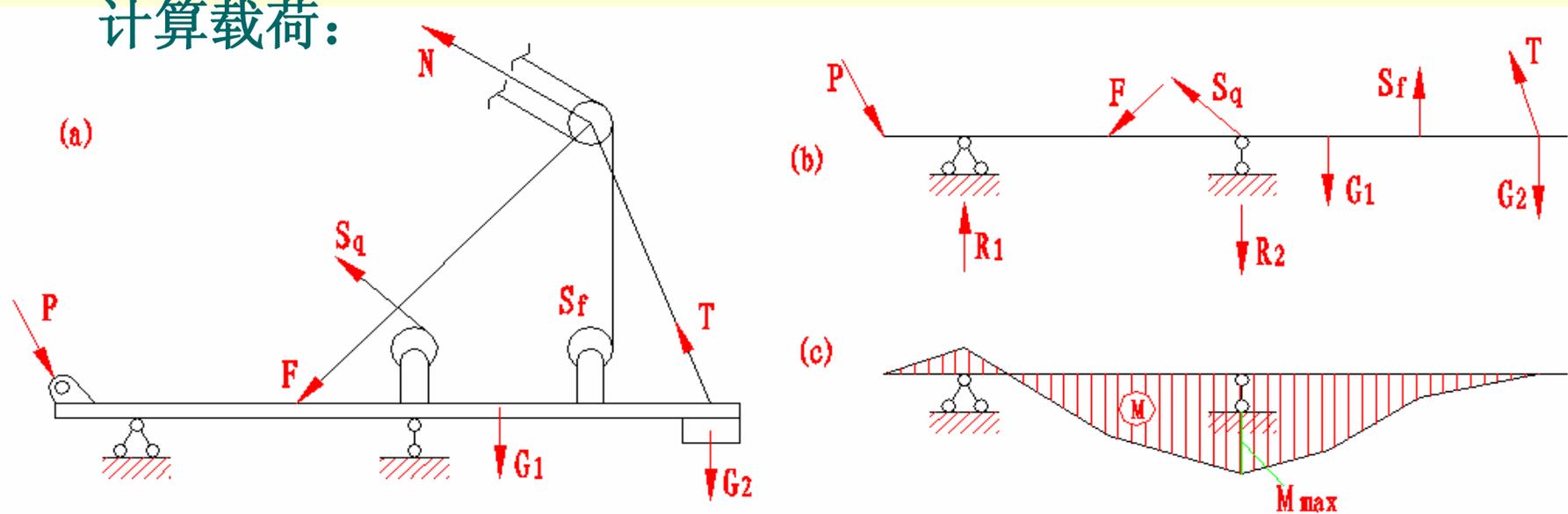


图 12-3 采用滑轮组变幅的转台计算简图

(a) 转台受力简图； (b) 转台计算简图； (c) 转台(纵梁)弯矩图。

① 吊臂通过根部铰支座传来的压力P

$$P = \frac{1}{\sin u} \left[N \cos(90^\circ - u + a) + S_q \cos(90^\circ - u + b) + Q + \frac{G}{2} \right]$$

式中

$$a = \arcsin \frac{H}{L}, \quad b = \arcsin \frac{h}{L}$$

N——变幅滑轮组拉力，

$$N = \frac{1}{H} \left[\left(Q + \frac{G}{2} \right) L \cos u + (W_1 + W_2) H_1 - S_q \cdot h \right]$$

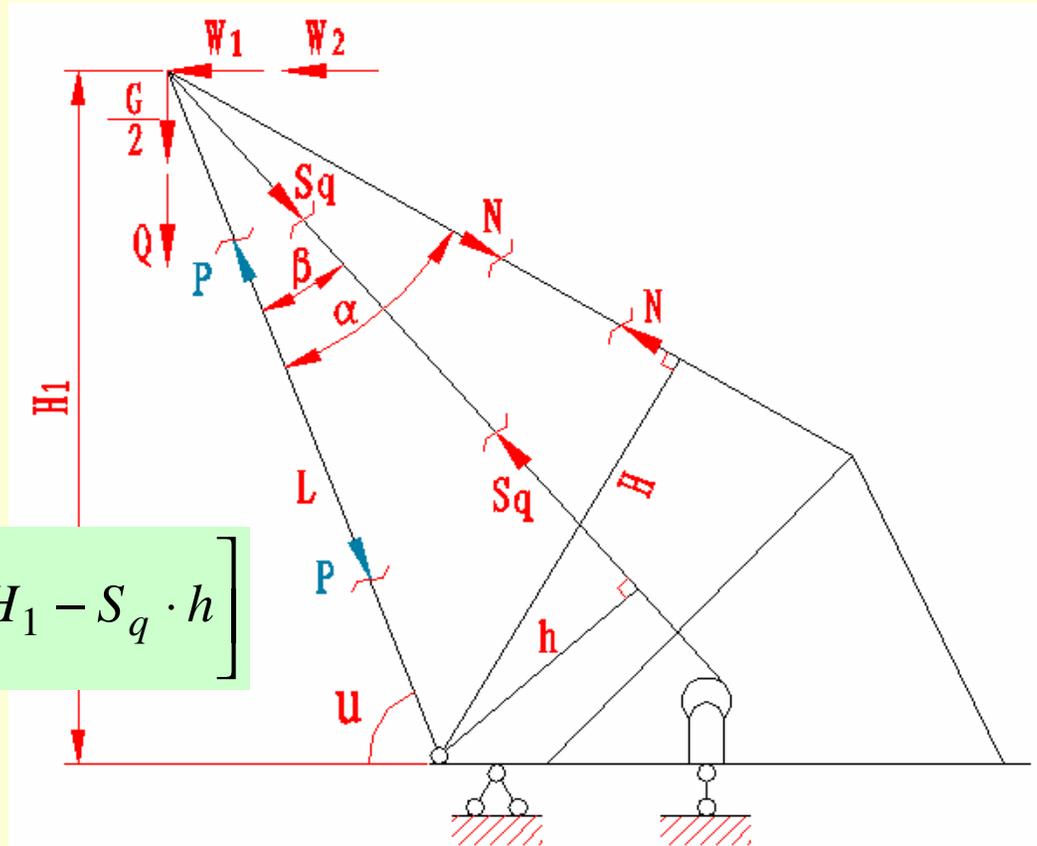


图 12-4 起重臂受力简图

②由人字架传来的拉力T和压力F

$$\dot{N} = \dot{T} + \dot{F}$$

③起升绳拉力 S_q

$$S_q = \frac{Q}{m_q h_q}$$

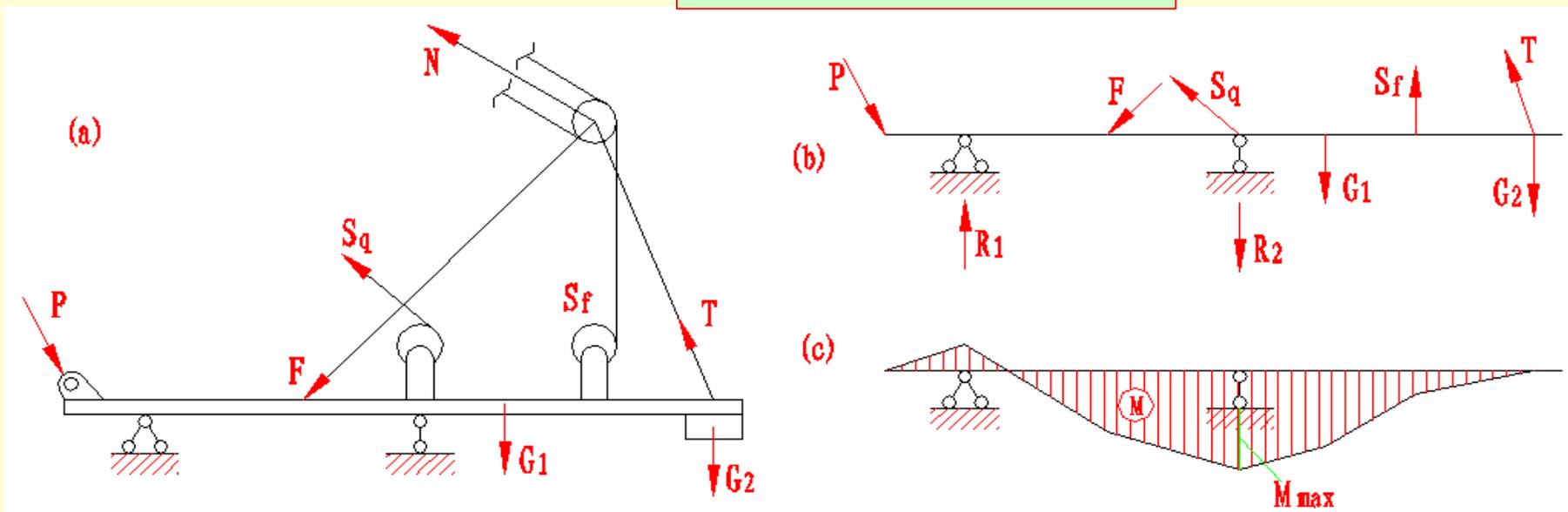
④变幅绳拉力 S_f

$$S_f = \frac{Q}{m_f h_f}$$

⑤转台及上部机构重力 G_1 、配重重力 G_2

转台纵梁的强度校核:

$$s = \frac{M_{\max}}{W} \leq [s]$$



3. 采用油缸变幅的转台计算

计算载荷:

- ① 由吊臂根部铰支座传来的拉力 P
- ② 由变幅油缸传来的压力 N
- ③ 起升绳拉力 S_q
- ④ 转台及上部机构 G_1 重力、配重 G_2

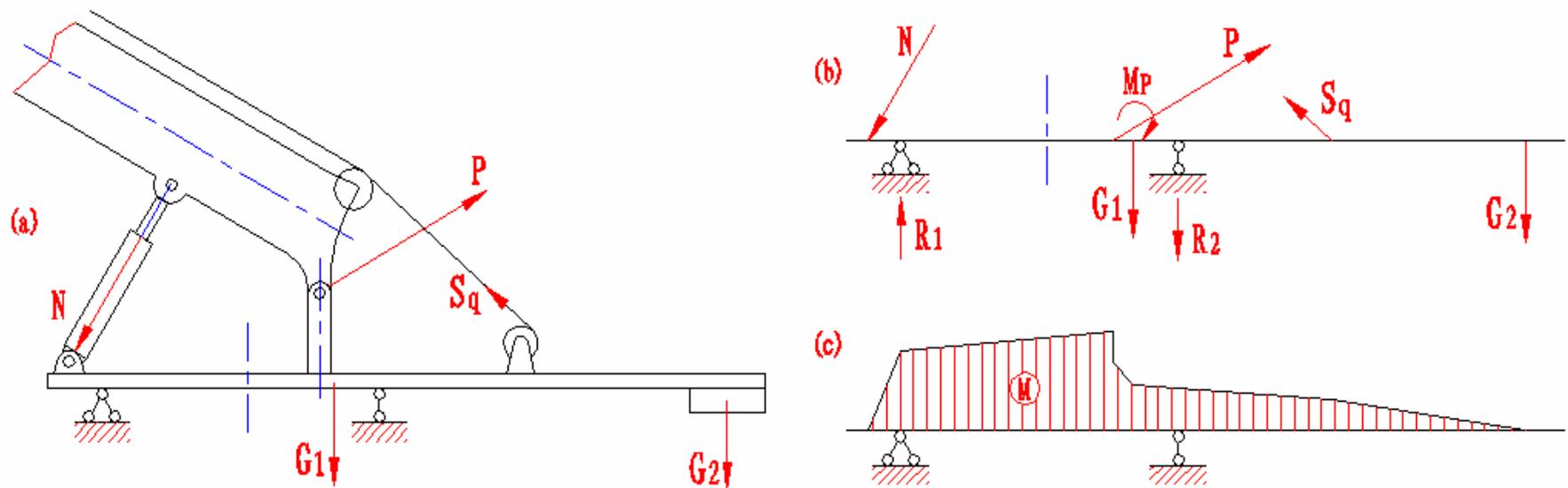


图 12-5 采用油缸变幅的转台计算简图

变幅油缸压力 N :

$$N = \frac{1}{H} \left[\left(Q + \frac{1}{2} G_0 \right) L \cos u + (W_1 + W_2) H_1 - S_q r \right] \quad (12-4)$$

吊臂根部铰支座作用力 P :

$$\left. \begin{aligned} P_y &= Q + G_0 - N \sin a + S_q \sin b \\ P_x &= W_1 + W_2 - N \cos a - S_q \cos b \end{aligned} \right\}$$

(12-5)

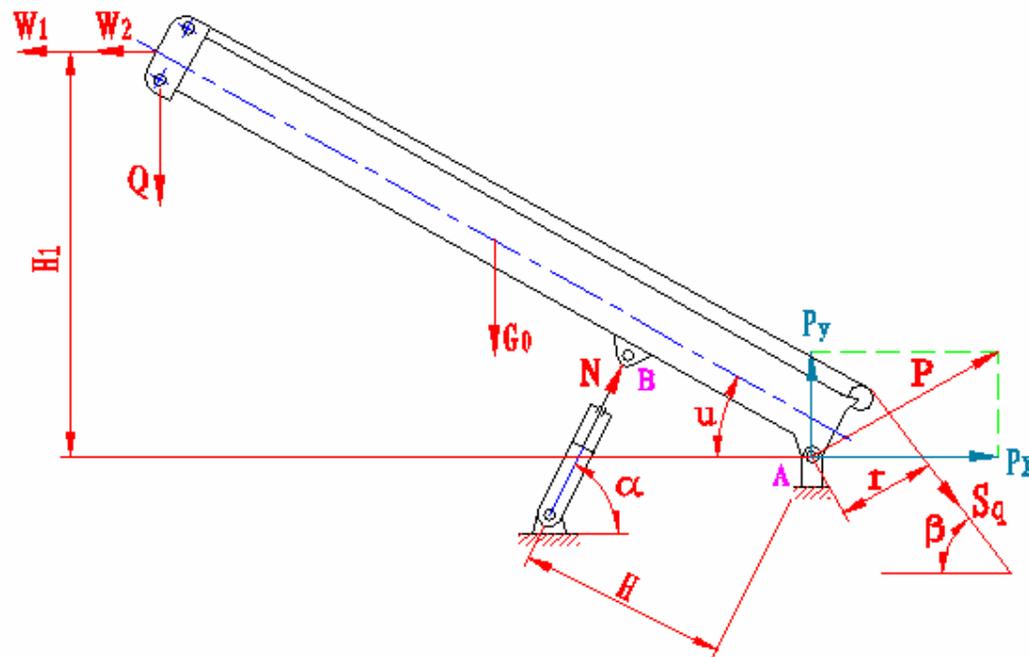
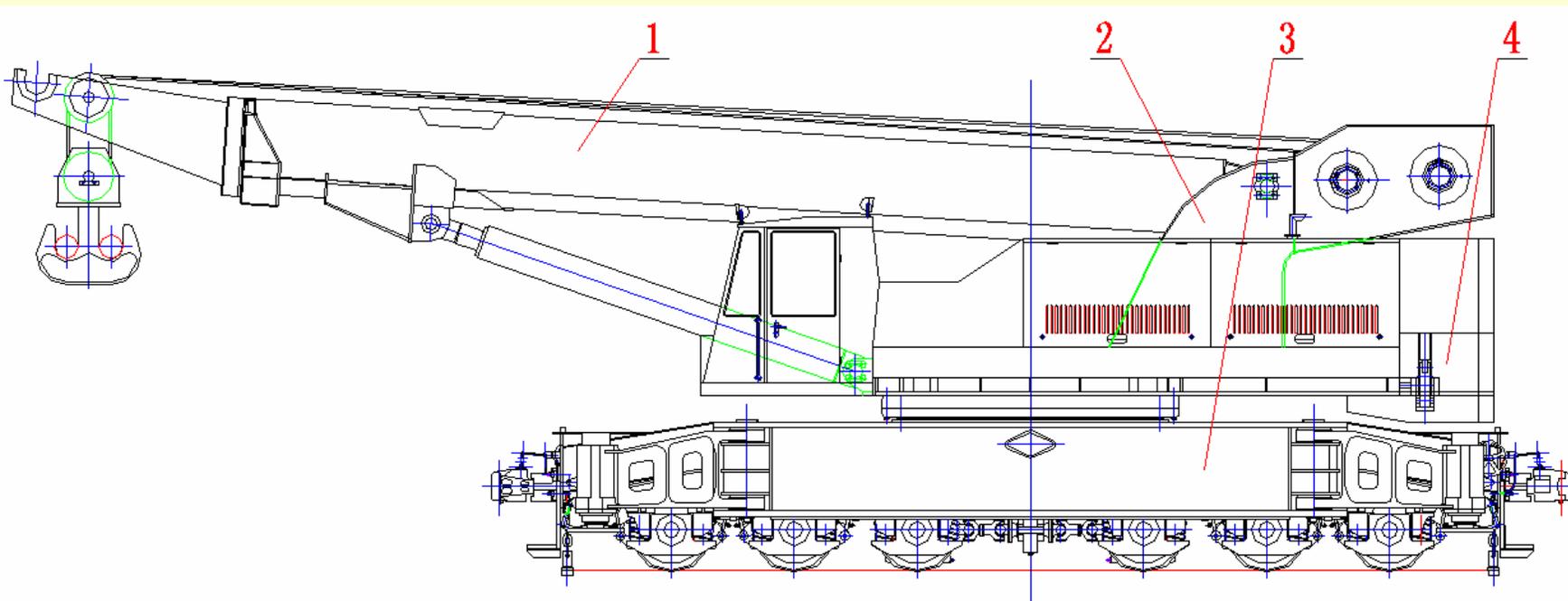


图 12-6 起重臂反支力计算简图

第二节 轮式起重机的底架

一、底架的作用

- Ø承受并传递上车的载荷；
- Ø安装起重机的走行部分。



1-伸缩吊臂总成；2-转台总成；3-底盘总成；4-配重

二、底架的结构型式

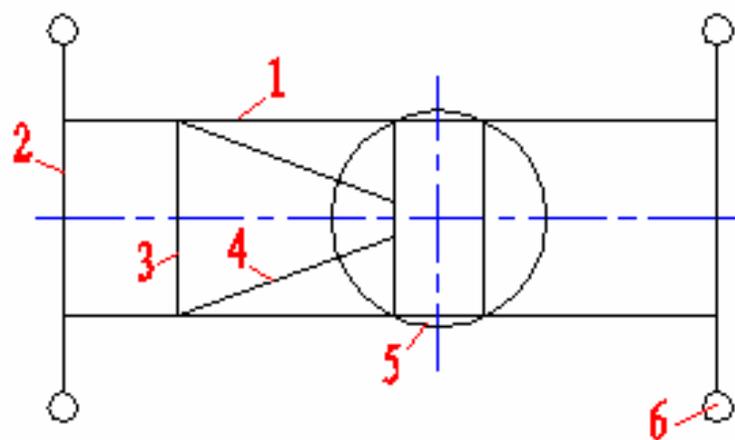


图 12-8 平面框架式底架简图

1-纵梁; 2-横梁; 3-联系横梁;
4-斜撑; 5-转台底座; 6-支腿。

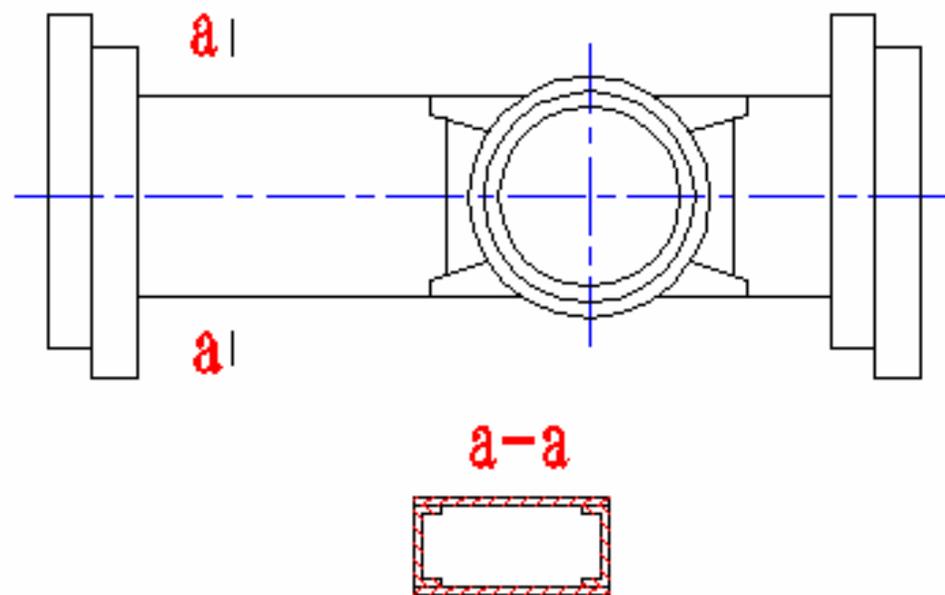
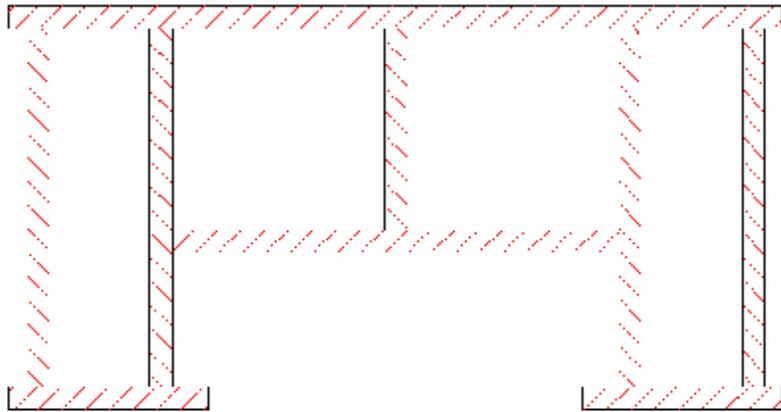
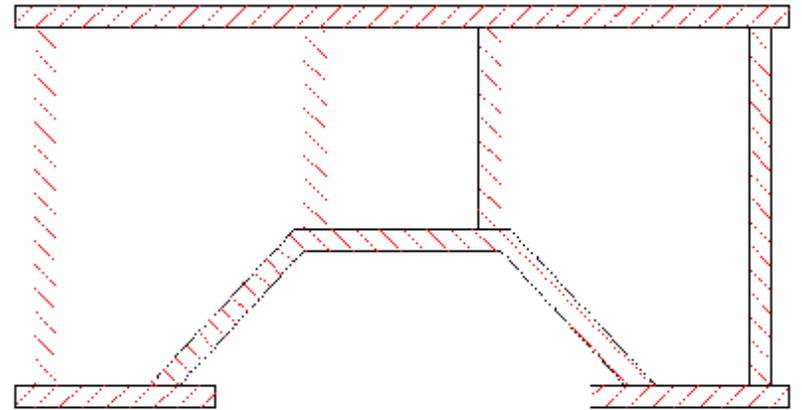


图 12-9 整体箱形式底架简图

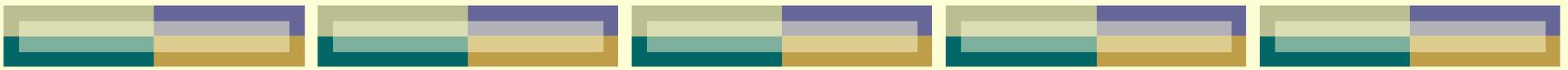


(a)



(b)

图 12-10 加强型整体箱式底架纵梁截面简图



三、底架与支腿的连接形式

轮式起重机支腿形式：

∅H型支腿

∅X型支腿

∅蛙式支腿

∅辐射式支腿

∅铰接式支腿

H型支腿

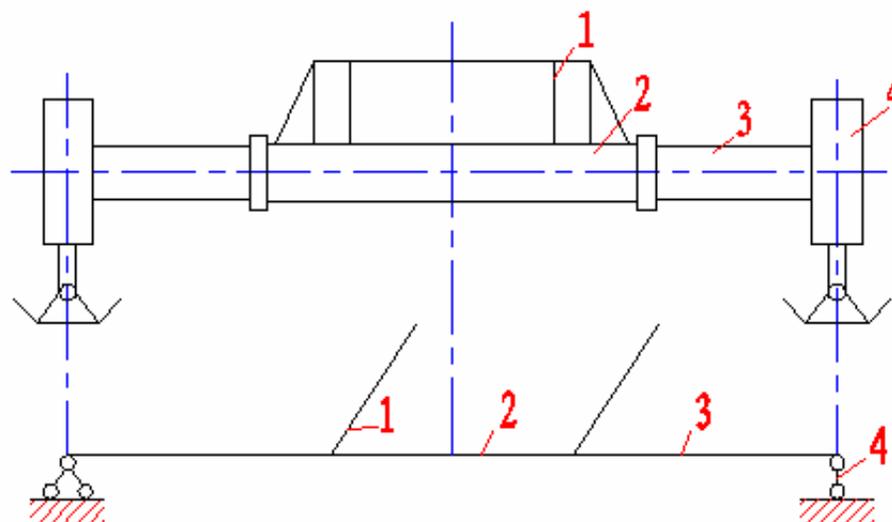
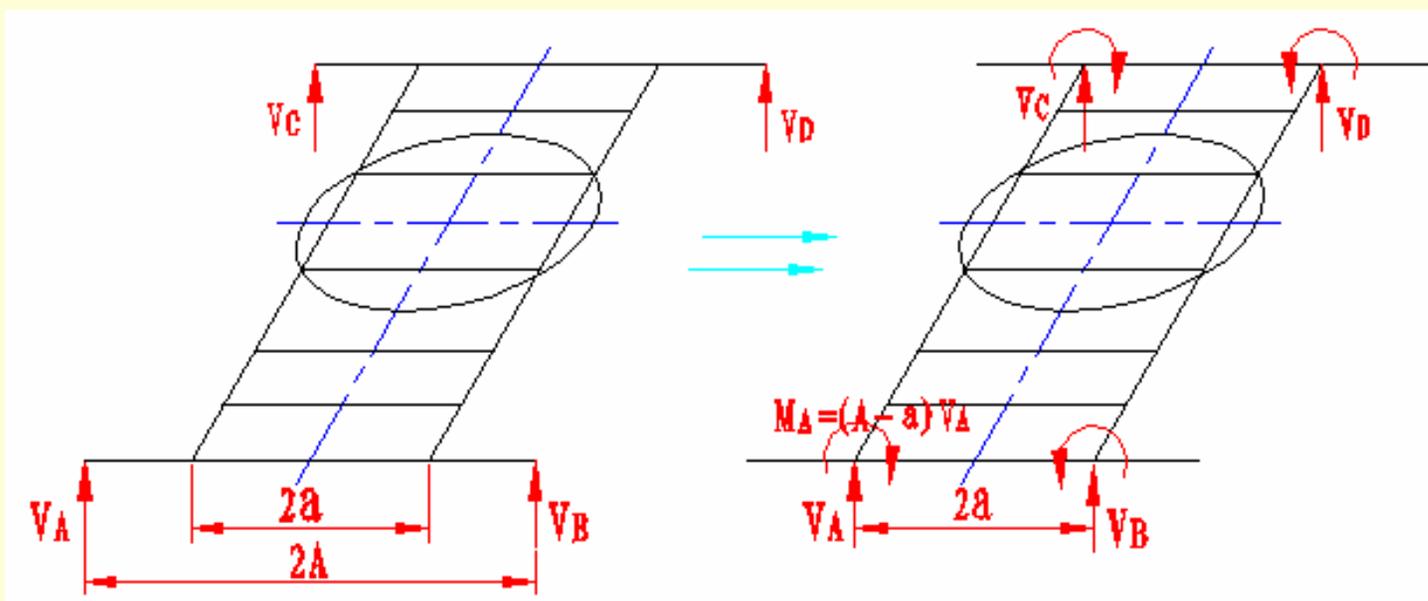


图 12-11 H型支腿的支腿平面简图
1-纵梁； 2-车架横梁； 3-支腿横梁； 4-支腿。



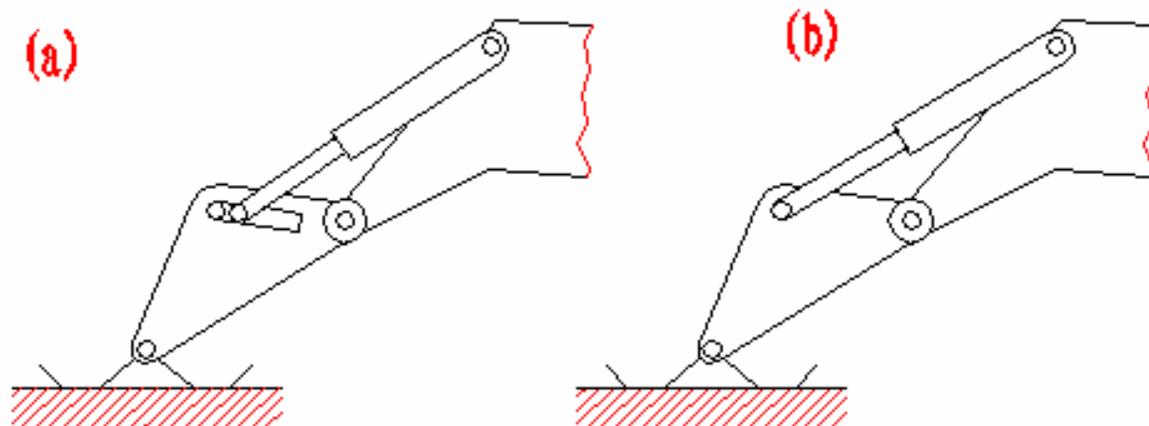


图 12-12 蛙式支腿简图
(a) 滑槽式; (b) 三铰点式。

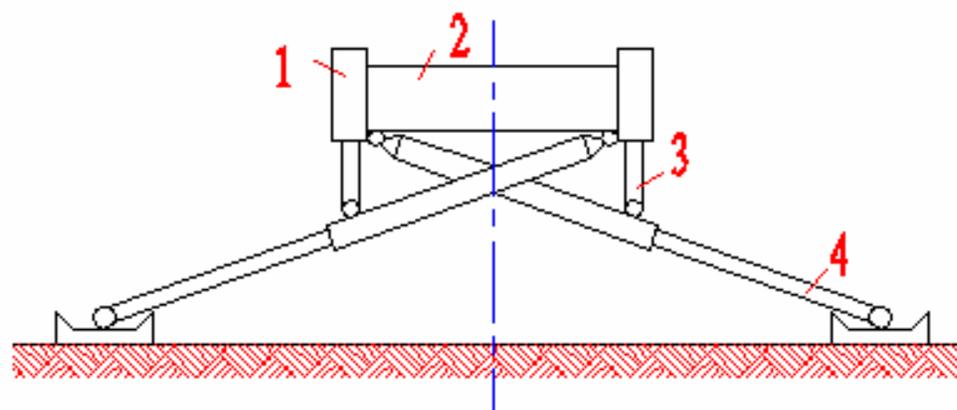
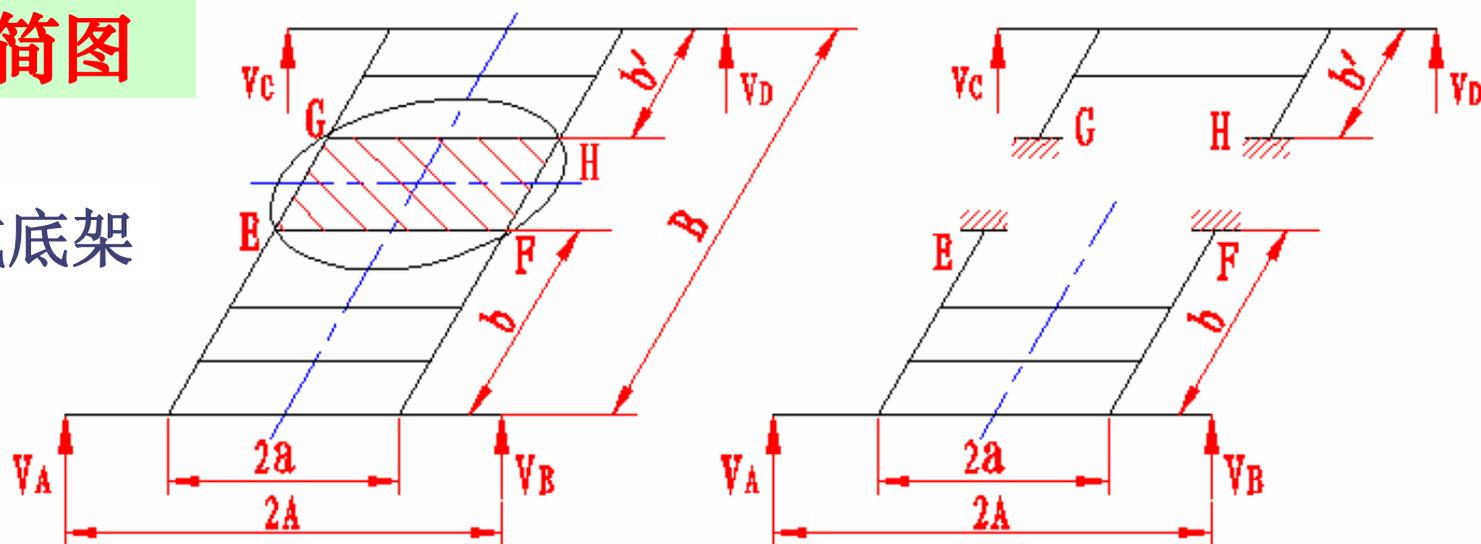


图 12-13 X型支腿简图
1-纵梁; 2-梁; 3-垂直油缸; 4-可伸缩式支腿。

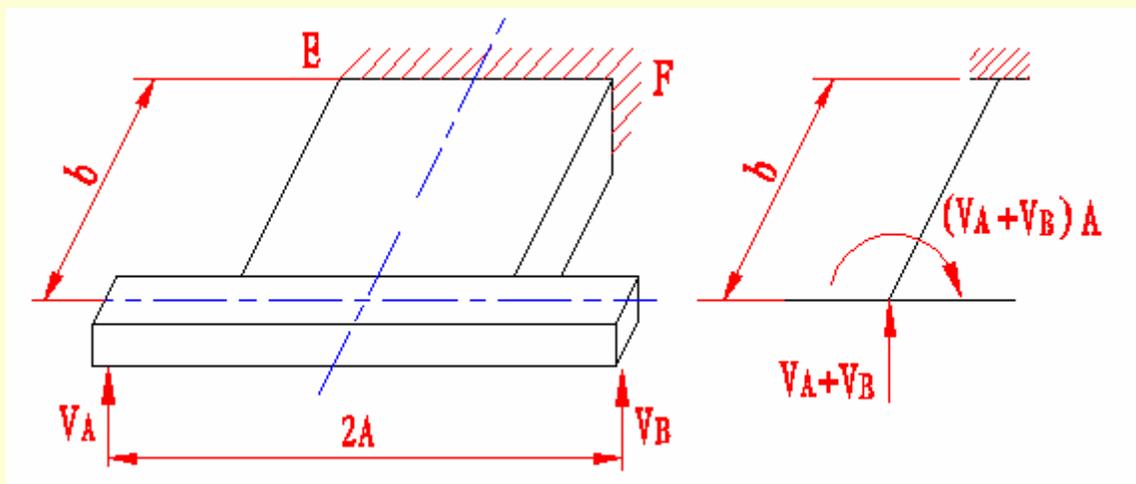
第三节 轮式起重机的底架计算

一、计算简图

平面框架式底架



整体箱形底架



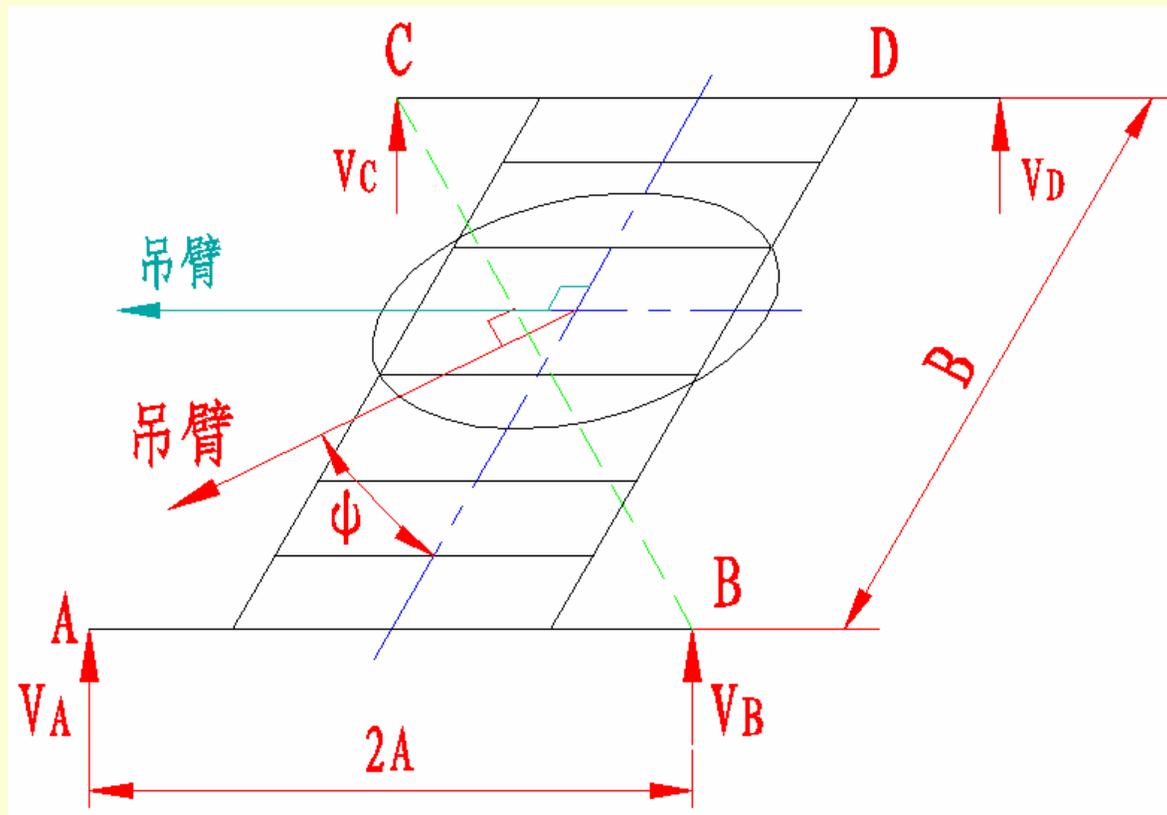
二、计算工况

(1) 吊臂垂直于底架对角线

$$j = \arctg(B / 2A)$$

(2) 吊臂垂直于底架纵轴线

$$j = 90^0$$



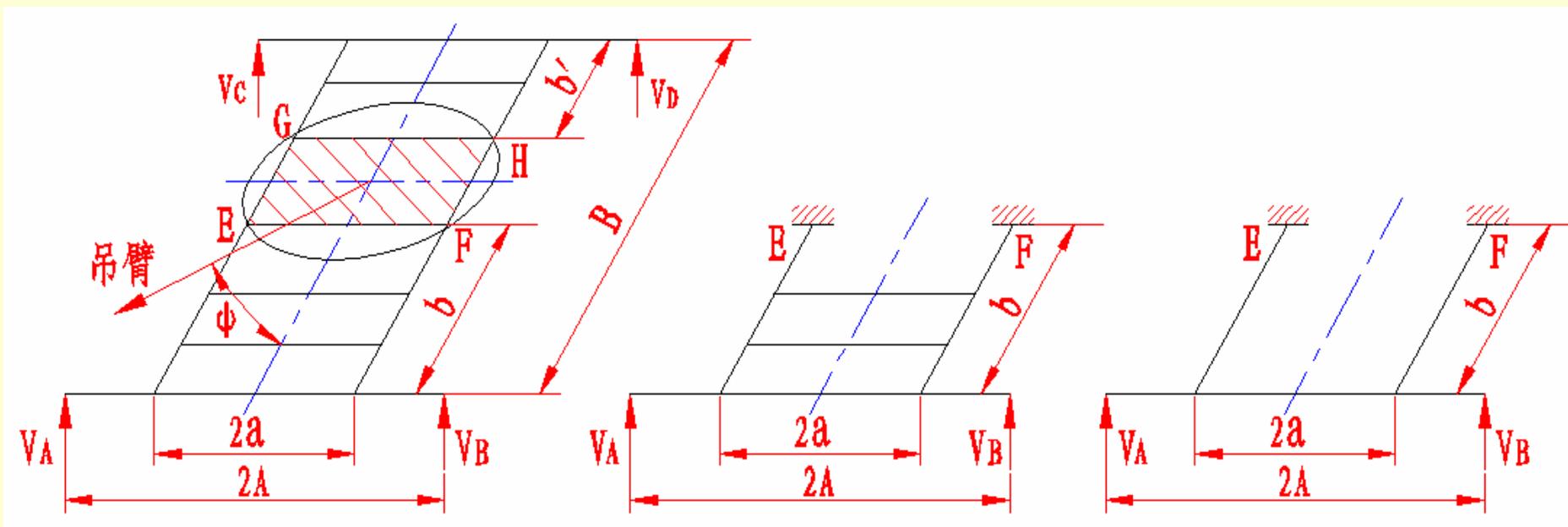
三、计算载荷

支腿反力

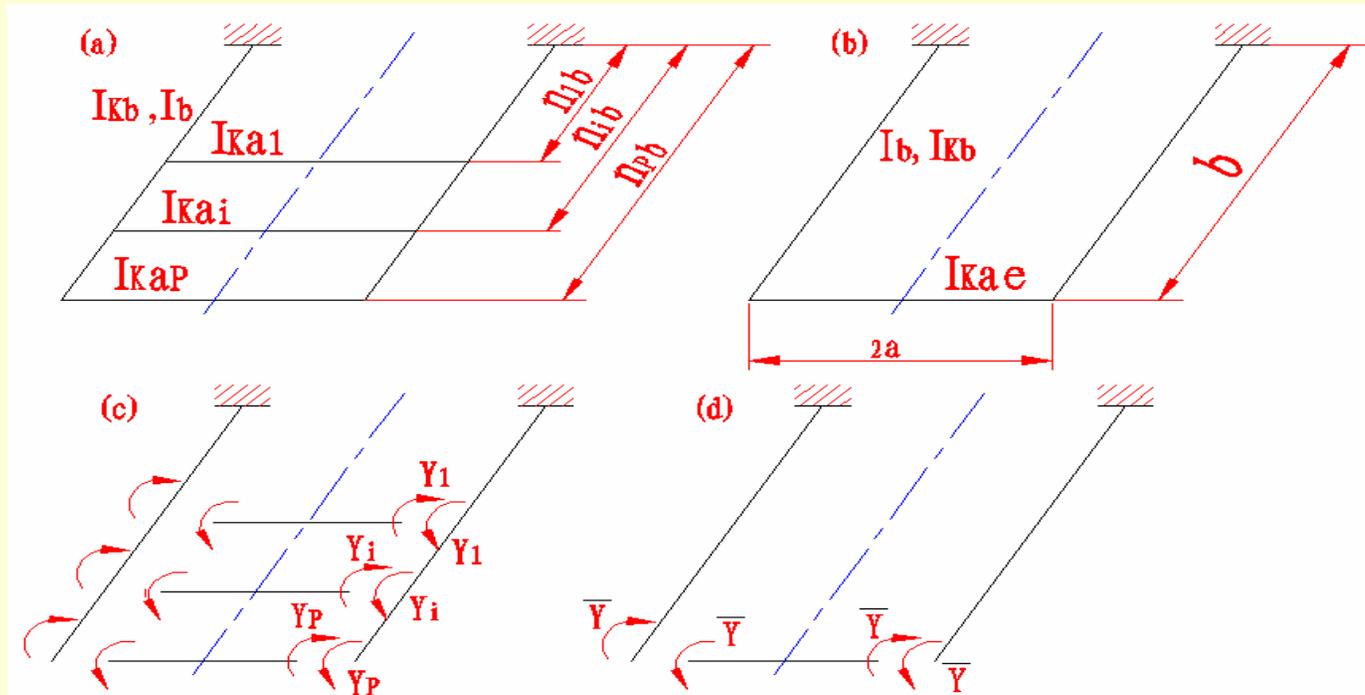
$$V_A, V_B, V_C, V_D$$

支腿反力按最小幅度起吊额定起重量的计算工况来确定。

四、平面框架式底架的内力计算



1. 当量横梁的折算抗扭惯性矩 I_{Kae}



$$I_{Kae} = \sum_{i=1}^p I_{Kai} \xi_i$$

$$\xi_i = n_i (2 - n_i) \sin \frac{pn_i}{2}$$

ξ_i ——折算系数，根据 n_i 查表12-1或图12-19

n_i ——第 i 根横梁距纵梁固定端的距离与 b 的比值。

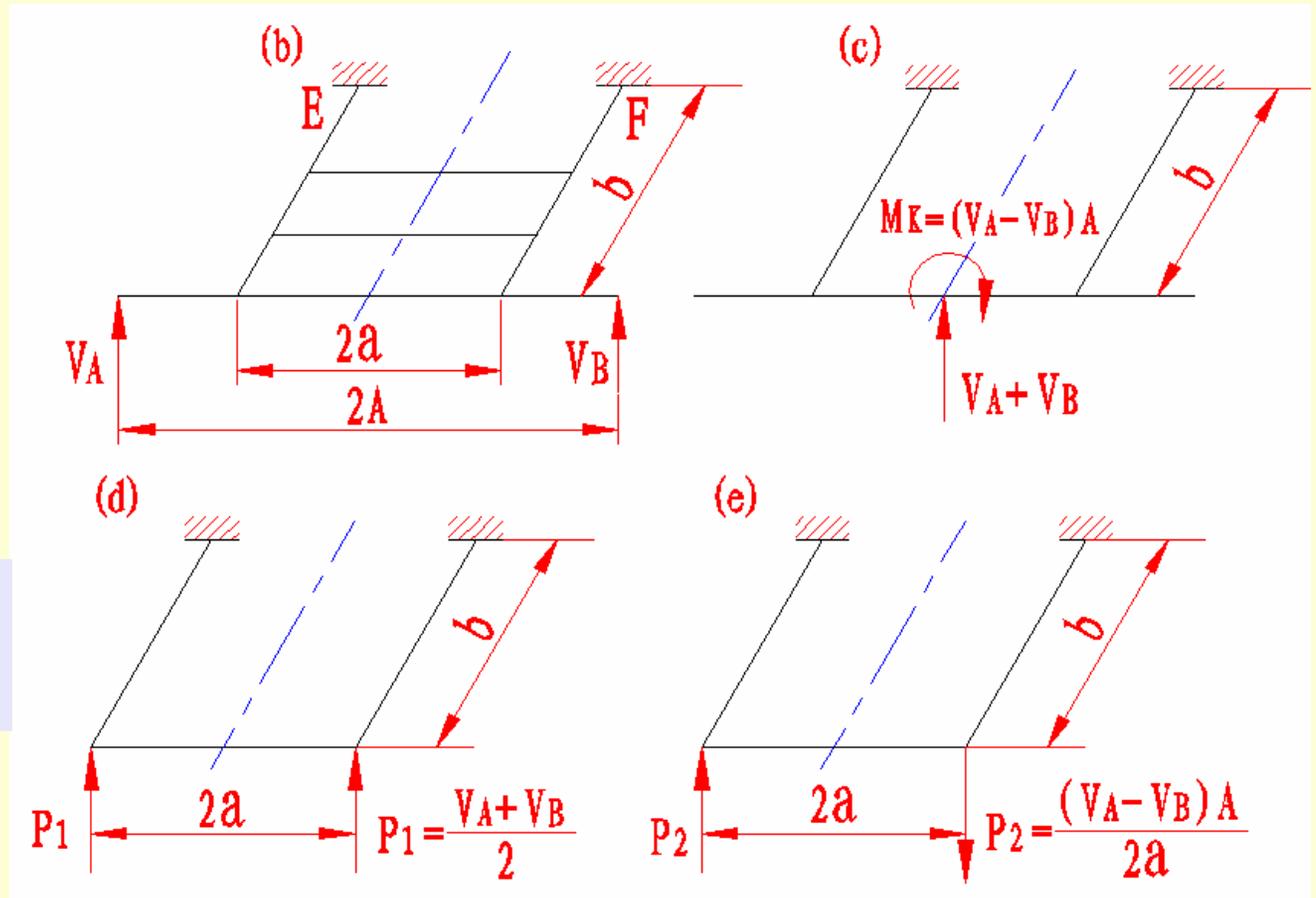
2. 内力分析

对称载荷 P_1

$$P_1 = \frac{V_A + V_B}{2}$$

反对称载荷 P_2

$$P_2 = \frac{(V_A - V_B)A}{2a}$$



(1) 对称载荷引起的内力

对称结构在对称载荷作用下反对称内力等于零

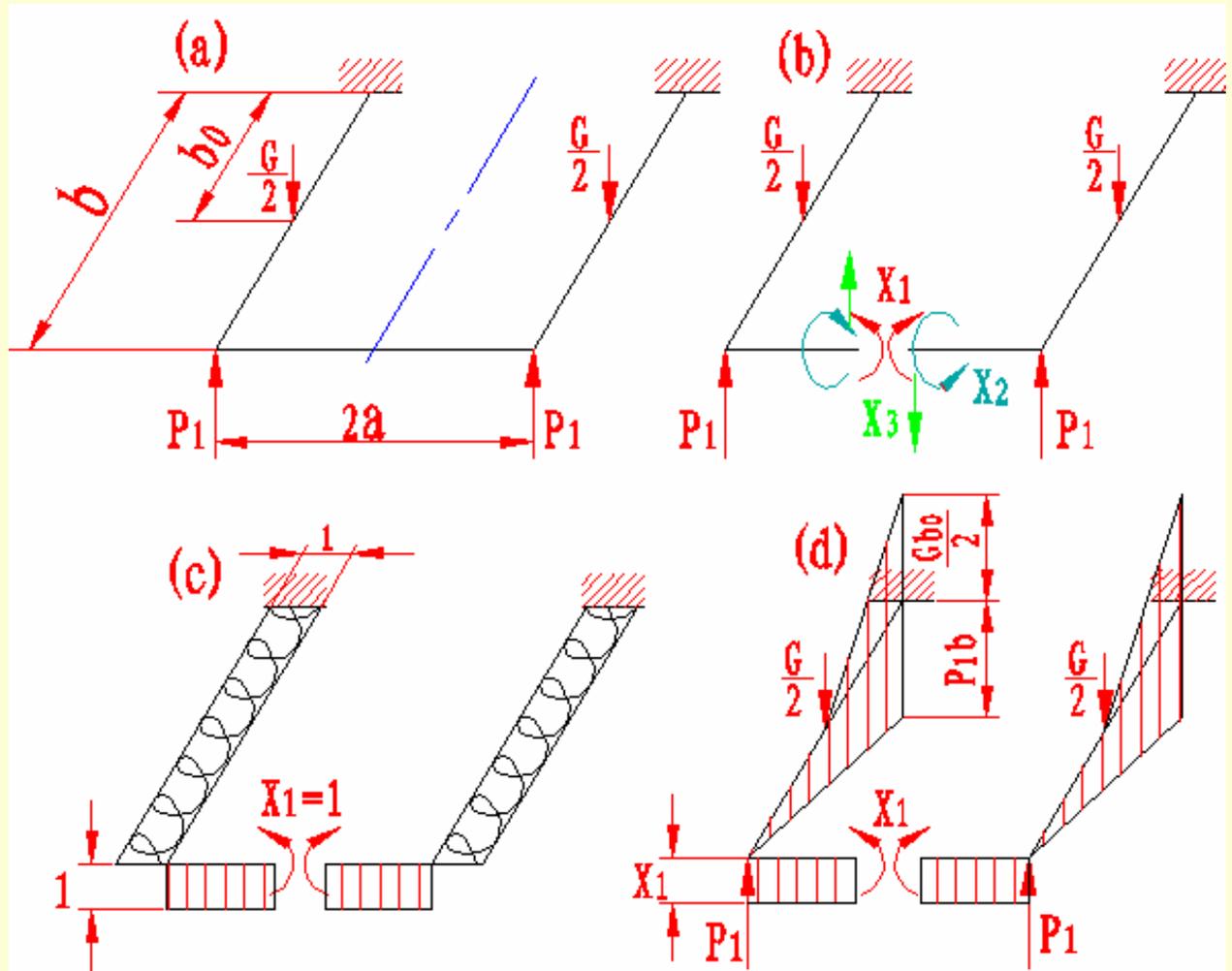
弯矩 $X_1 = 0$

剪力 $X_3 = 0$

由图乘法, 横梁
中间截面转角为:

$$\Delta_{1p} = \frac{X_1 \cdot a \cdot 1}{EI} = 0$$

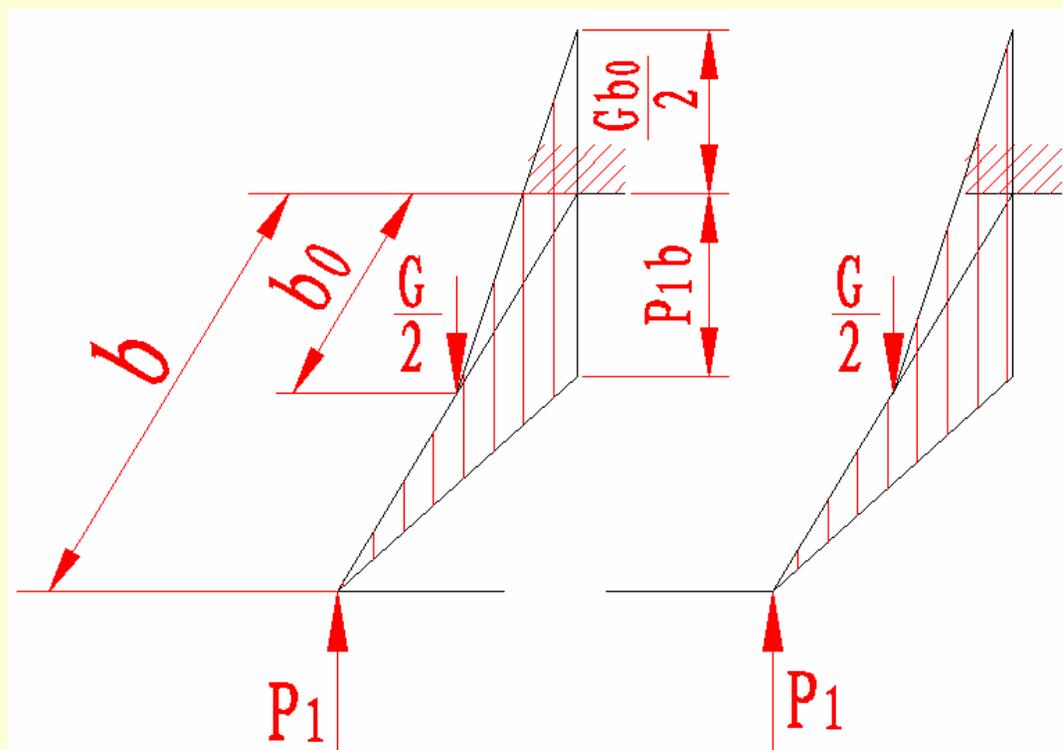
故 $X_1 = 0$



纵梁根部最大弯矩和剪力为:

$$\begin{cases} M_{b1} = P_1 b - \frac{Gb_0}{2} \\ Q_{b1} = P_1 - \frac{G}{2} \end{cases}$$

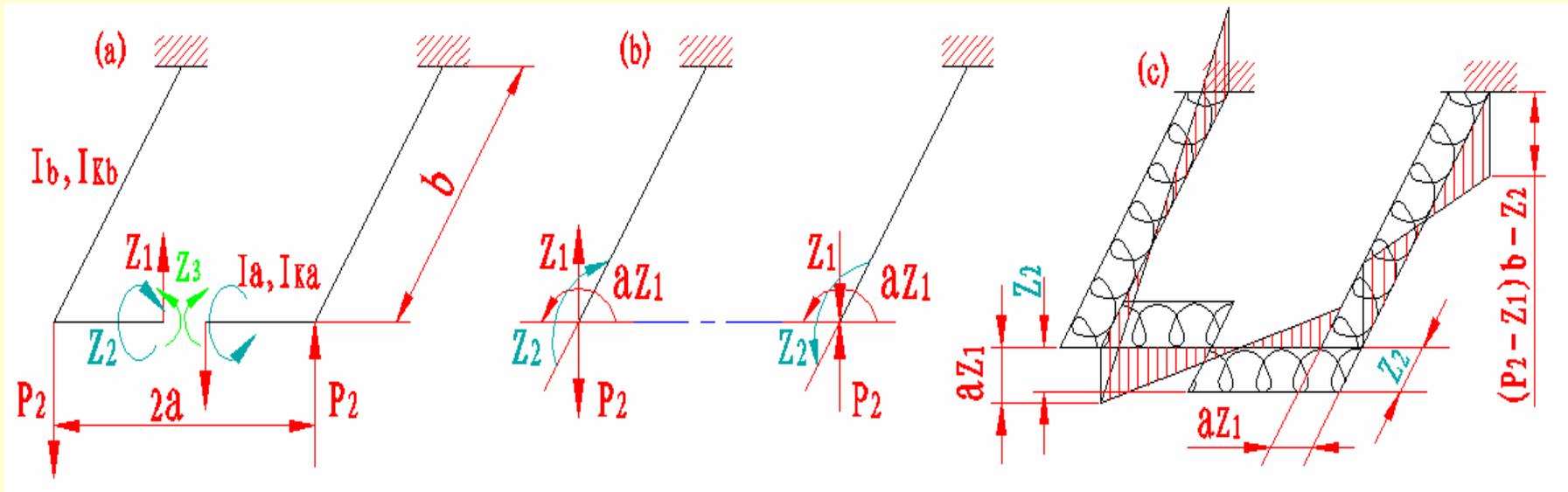
(12-6)



(2) 反对称载荷引起的内力

对称结构在反对称载荷作用下对称内力等于零

弯矩
 $Z_3=0$



纵梁

$$\begin{cases} \text{剪力} & Q_{b2} = P_2 - Z_1 = P \\ \text{最大弯矩} & M_{b2} = Pb - Z_2 \\ \text{扭矩} & M_{Kb2} = aZ_1 = m \end{cases}$$

横梁

$$\begin{cases} \text{剪力} & Q_{a2} = Z_1 \\ \text{最大弯矩} & M_{Ka2} = aZ_1 = m \\ \text{扭矩} & M_{Ka2} = Z_2 \end{cases}$$

内力 Z_1

$$Z_1 = (1 - a)P_2 \quad (12-14)$$

式中 a ——反对称载荷分配系数，

$$a = \frac{1}{1 + \frac{C_1}{a^2 C_2}} \quad (12-12)$$

其中 C_1 ——纵梁弯曲柔度系数，即纵梁端部在 $P=1$ 作用下梁端挠度；

C_2 ——纵梁扭转柔度系数，即纵梁端部在扭矩 $m=1$ 作用下梁端扭转角。

纵梁弯曲柔度系数 C_1

$$C_1 = \frac{b^3}{3EI_b} \left(1 - \frac{0.75}{1 + \frac{a}{b} \cdot \frac{EI_b}{GI_{Ka}}} \right) \quad (12-16)$$

纵梁扭转柔度系数 C_2

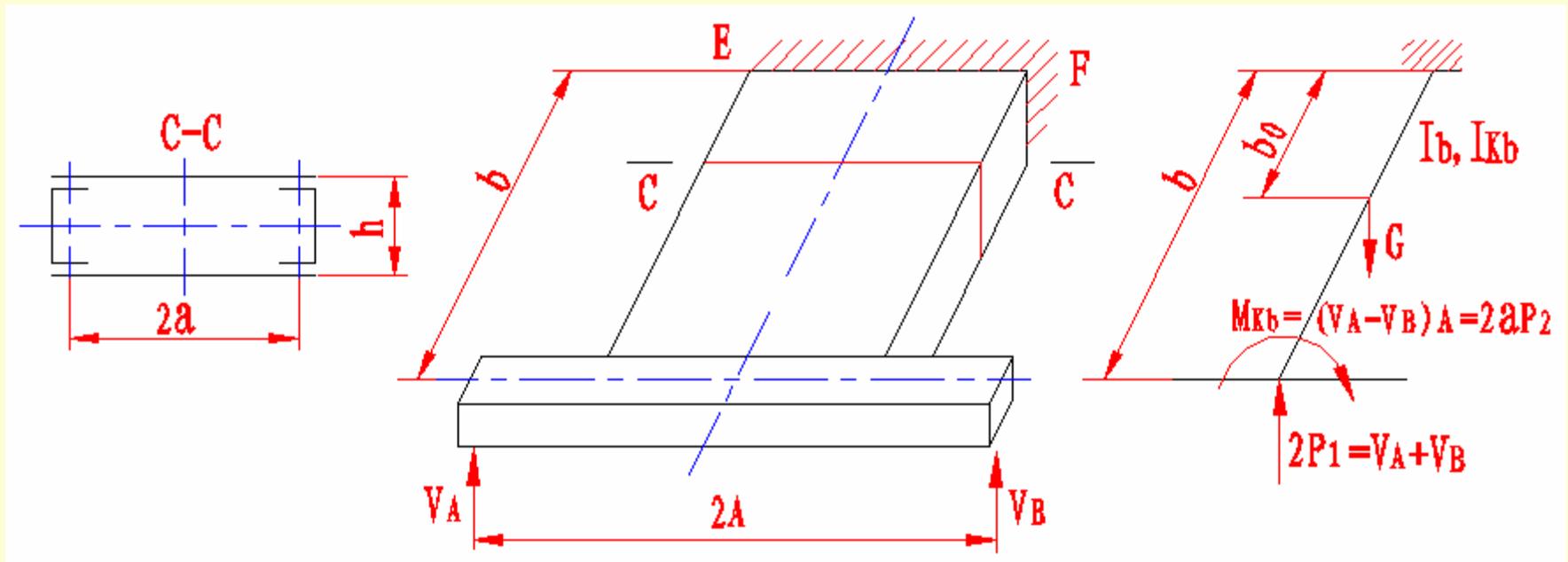
$$C_2 = \frac{b}{GI_{Kb}} \quad (12-17)$$

式中 I_b 、 I_{Kb} ——纵梁抗弯和抗扭惯性矩；
 I_a 、 I_{Ka} ——横梁抗弯和抗扭惯性矩。

内力 Z_2

$$Z_2 = \frac{0.5Pb}{1 + \frac{a}{b} \cdot \frac{EI_b}{GI_{Ka}}} \quad (12-15)$$

五、整体箱形底架内力计算



$$\left. \begin{array}{l} \text{弯矩} \\ \text{扭矩} \\ \text{剪力} \end{array} \right\} \begin{array}{l} M_b = 2P_1b - Gb_0 \\ M_{Kb} = 2aP_2 \\ Q_b = 2P_1 - G \end{array} \quad (12-30)$$

$$P_1 = \frac{V_A + V_B}{2};$$

$$P_2 = \frac{(V_A - V_B)A}{2a}$$

六、底架强度校核

1. 正应力

纵梁
$$s_b = \frac{M_{b1} + M_{b2}}{W_b} + s_w \leq [s] \quad (12-31)$$

式中 s_w ——约束扭转引起的正应力,

开口截面
$$s_w = \frac{B_w W}{I_w} \quad (12-36)$$

闭口截面
$$s_w = \frac{B_w \hat{W}}{I_{\hat{w}}} \quad (12-39)$$

横梁
$$s_a = \frac{M_{a2}}{W_a} + s_w \leq [s]$$

2. 剪应力

纵梁 $t_b = t_{Wb} + t_{Kb} \leq [t]$ (12-34)

式中 t_{Wb} ——弯曲剪应力,

$$t_{Wb} = \frac{(Q_{b1} + Q_{b2})S}{I_b d_\Sigma} \quad (12-32)$$

t_{Kb} ——扭转剪应力,

$$\left. \begin{array}{l} \text{开口截面} \\ \text{闭口截面} \end{array} \right\} \begin{array}{l} t_{Kb} = \frac{M_{Kb2}}{I_{Kb}} d \\ t_{Kb} = \frac{M_{Kb2}}{2dA_c} \end{array} \quad (12-33)$$

横梁

$$t_a = t_{Wa} + t_{Ka} \leq [t]$$

式中 t_{Wa} ——弯曲剪应力，

$$t_{Wa} = \frac{Q_a S}{I_a d_\Sigma}$$

t_{Ka} ——扭转剪应力，

$$\left. \begin{array}{l} \text{开口截面} \\ \text{闭口截面} \end{array} \right\} \begin{array}{l} t_{Kb} = \frac{M_{Kb2}}{I_{Kb}} d \\ t_{Kb} = \frac{M_{Kb2}}{2dA_c} \end{array}$$

3. 复合应力

纵梁

$$s = \sqrt{s_b^2 + 3t_b^2} \leq [s] \quad (12-34)$$

横梁

$$s = \sqrt{s_a^2 + 3t_a^2} \leq [s]$$

七、抬腿量计算

$$\Delta = 2A(q - q') = 2A(C_2 m - C'_2 m')$$

(12-41)

或

$$\Delta = 2A \left(\frac{f}{a} - \frac{f'}{a} \right) = \frac{2A}{a} (C_1 P - C'_1 P')$$

(12-42)

式中

P' 、 m' ——底架后段纵梁梁端的作用力和扭矩；

C'_1 、 C'_2 ——底架后段纵梁的弯曲和扭转柔度系数。

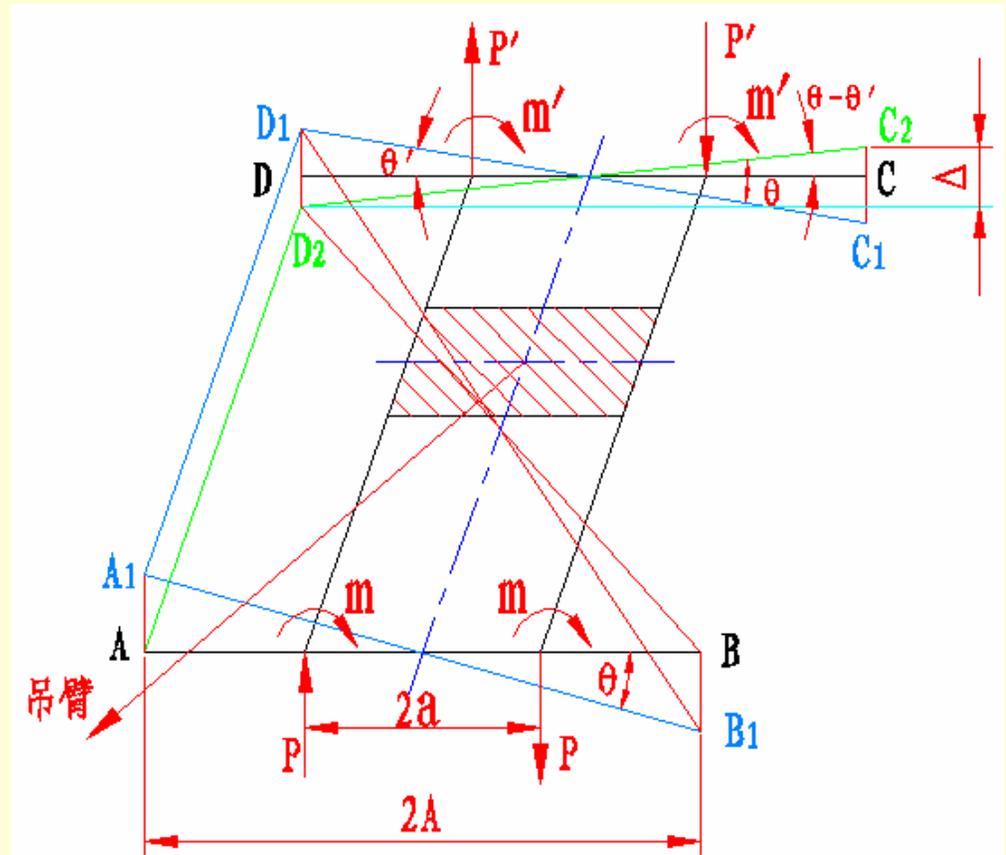


图 12-21 抬腿量计算示意图



作业

教材P354~355习题12-1

