

## 横框校核分析



### 风荷载分析

工程所在地

苏州市

50年基本风压

$w_0 := 0.45\text{kPa}$

地面粗糙度类别

B类

B类

$\beta = 1$

$\mu_{z,\min} = 1$

B类

$\alpha_1 = 0.3$

计算高度

$Z_i := 16.4\text{m}$

风压高度变化系数

$\mu_{z_1} := \beta \cdot \left( \frac{Z_i}{10 \cdot \text{m}} \right)^{\alpha_1}$

参考《荷规》8.2.1  
条文说明

$\mu_z := \max(\mu_{z,\min}, \mu_{z_1}) = 1.16$

地面粗糙度类别

B类

B类

$\alpha = 0.15$

$\beta_{gz,\max} = 1.7$

B类

$I_{10} = 0.14$

高度Z处阵风系数

$\beta_{gz} := 1 + 2 \cdot 2.5 \cdot I_{10} \cdot \left( \frac{Z_i}{10\text{m}} \right)^{-\alpha}$

参考《荷规》8.6.1  
条文说明

$\beta_{gz} := \min(\beta_{gz,\max}, \beta_{gz}) = 1.65$

正风荷载局部体型系数

$\mu_{sp} := 1.2$

负风荷载局部体型系数

$\mu_{sn} := -1.6$

直接承受风荷载构件正风压标准值

$w_{kp} := \max(\beta_{gz} \cdot \mu_{sp} \cdot \mu_z \cdot w_0, 1\text{kPa})$

$w_{kp} = 1.034 \cdot \text{kPa}$

直接承受风荷载构件负风压标准值

$w_{kn} := \min(\beta_{gz} \cdot \mu_{sn} \cdot \mu_z \cdot w_0, -1.0\text{kPa})$

$w_{kn} = -1.378 \cdot \text{kPa}$

## 重力荷载计算

石材重度	$\rho_{sc} := 28 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
横梁计算宽度	$B := 1283\text{mm}$
石材分格高度	$H_1 := 620\text{mm}$
石材的厚度	$t_{sc} := 30\text{mm}$
石材的面积	$A_g := B \cdot H_1 = 0.795 \text{m}^2$
作用横梁上集中荷载标准值 增加20%附件重力	$DL_k := 1.2 \rho_{sc} \cdot A_g \cdot t_{sc}$ $DL_k = 801.824 \text{N}$
4个托块), 托块集中力	$F_g := \frac{DL_k}{4} = 200.456 \text{N}$

## 地震作用分析

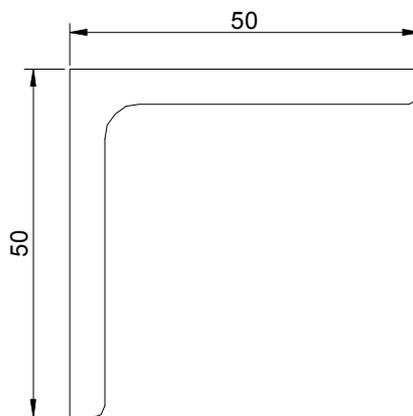
抗震设防烈度	七度 (0.1g)	
水平地震影响系数(标准设防地震作用计算取值)	$\alpha_{max} := 0.08$	参考《抗规》 表5.4.1-1
动力放大系数	$\beta_e := 5.0$	
	$G_{kA} := \frac{DL_k}{A_g} = 1.008 \cdot \text{kPa}$	
地震作用标准值	$q_{ek} := \alpha_{max} \cdot \beta_e \cdot G_{kA}$ $q_{ek} = 0.403 \cdot \text{kPa}$	参考《玻璃幕墙规范》5.3.4

## 基本计算参数

风荷载标准值	$w_k := \max(w_{kp},  w_{kn} )$ $w_k = 1.378 \cdot \text{kPa}$
风荷载分项系数	$\gamma_w := 1.5$
地震作用分项系数	$\gamma_{ek} := 1.4$

风荷载组合系数	$\psi_w := 1.0$
地震作用组合系数	$\psi_{ek} := 0.5$
承载力极限状态组合线性荷载设计值	$ULS := \psi_w \cdot \gamma_w \cdot w_k + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek}$ $ULS = 2.349 \cdot \text{kPa}$
正常使用极限状态组合荷载标准值	$SLS := \psi_w \cdot w_k$ $SLS = 1.378 \cdot \text{kPa}$
横梁支座处集中力设计值	$P_{uls} := ULS \cdot \frac{A_g}{4}$ $P_{uls} = 0.467 \cdot \text{kN}$
横梁支座处集中力标准值	$P_{sls} := SLS \cdot \frac{A_g}{4}$ $P_{sls} = 0.274 \cdot \text{kN}$

### 有效截面特性



截面几何参数表(主单位为cm)

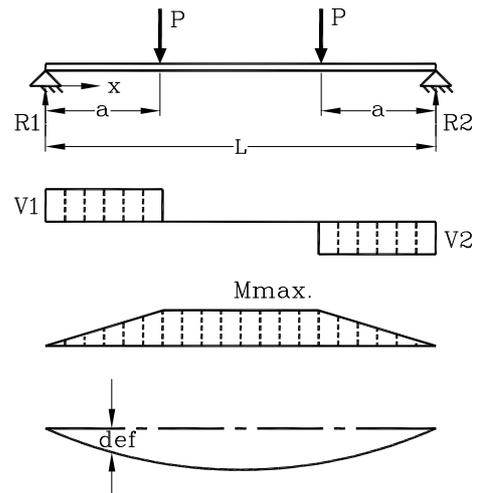
A(cm <sup>2</sup> )	4.7917	Ip(cm <sup>4</sup> )	22.4129
Ix(cm <sup>4</sup> )	11.2064	Iy(cm <sup>4</sup> )	11.2064
ix	1.5293	iy	1.5293
Wx(上)(cm <sup>3</sup> )	7.8818	Wy(左)(cm <sup>3</sup> )	7.8818
Wx(下)(cm <sup>3</sup> )	3.1319	Wy(右)(cm <sup>3</sup> )	3.1319
绕X轴面积矩	3.1797	绕Y轴面积矩	3.1797
形心离左边缘距离	1.4218	形心离右边缘距离	3.5782
形心离上边缘距离	1.4218	形心离下边缘距离	3.5782
主矩I1(cm <sup>4</sup> )	4.6214	主矩1方向	(0.707,0.707)
主矩I2(cm <sup>4</sup> )	17.7915	主矩2方向	(-0.707,0.707)

## 采用Q235型材

弹性模量	$E_g := 206\text{GPa}$
抗拉压弯强度设计值	$f_{ts.Q235} = 215 \cdot \text{MPa}$
抗剪强度设计值	$f_{v.Q235} = 125 \cdot \text{MPa}$
端面承压强度设计值	$f_{ce.Q235} = 320 \cdot \text{MPa}$
截面面积	$A_{sec} := 4.7917\text{cm}^2$
截面惯性矩	$I_x := 11.2064\text{cm}^4$ $I_y := 11.2064\text{cm}^4$
截面抵抗矩	$W_x := 3.1319\text{cm}^3$ $W_y := 3.1319\text{cm}^3$
截面面积矩	$S_x := 3.1797\text{cm}^3$ $S_y := 3.1797\text{cm}^3$

## 风荷载挠度校核分析

集中荷载	$P_{sls} = 274.038\text{N}$
支点间距	$B = 1.283\text{m}$
集中力距离支点距离	$a := 150\text{mm}$



最大变形

$$\delta_x := \frac{P_{sls} \cdot a}{24E_g \cdot I_x} \cdot (3B^2 - 4a^2)$$

$$\delta_x = 0.36 \cdot \text{mm}$$

横梁的许用挠度

$$\delta_{Xallow} := \frac{B}{180}$$

$$\delta_{Xallow} = 7.128 \cdot \text{mm}$$

挠度分析

$$\text{HENCE}(\delta_x \leq \delta_{Xallow}) = \text{"满足规范要求"}$$

## 重力荷载挠度分析

垫块到横梁端的距离

$$a = 150 \cdot \text{mm}$$

横梁在重力荷载下的挠度

$$\delta_y := \frac{F_g \cdot a}{24E_g \cdot I_y} \cdot (3B^2 - 4a^2)$$

$$\delta_y = 0.263 \cdot \text{mm}$$

横梁的许用挠度

$$\delta_{Yallow} := \min\left(\frac{B}{500}, 3\text{mm}\right)$$

$$\delta_{Yallow} = 2.566 \cdot \text{mm}$$

挠度分析

$$\text{HENCE}(\delta_y \leq \delta_{Yallow}) = \text{"满足规范要求"}$$

## 强度校核分析

横梁在水平荷载作用下弯矩设计值

$$M_x := P_{uls} \cdot a$$

$$M_x = 0.07 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

重力荷载分项系数

$$\gamma_g := 1.3$$

横梁在重力荷载作用下弯矩设计值

$$M_y := \gamma_g \cdot F_g \cdot a$$

$$M_y = 0.039 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

截面塑性发展系数

$$\gamma := 1.0$$

横梁应力

$$\sigma_{severe} := \frac{M_x}{\gamma \cdot W_y} + \frac{M_y}{\gamma \cdot W_x}$$

参考《江苏地标》  
8.4.3

$$\sigma_{severe} = 34.856 \cdot \text{MPa}$$

承载力设计值 Q235

$$f_{ts.Q235} = 215 \cdot \text{MPa}$$

参考《铝合金结构设计规范》表4.3.4

横梁应力分析

$$\text{HENCE}(\sigma_{severe} \leq f_{ts.Q235}) = \text{"满足规范要求"}$$

## 最大剪力

水平方向最大剪力  $F_x := P_{uls} = 467.185 \text{ N}$

竖直方向最大剪力设计值  $F_y := \gamma_g F_g = 260.593 \text{ N}$

## 剪力计算

公式来源详见（江苏地标P97页）

x轴剪力设计值  $V_x := F_x = 467.185 \text{ N}$

沿y轴面积距  $S_y = 3.18 \cdot \text{cm}^3$

沿y轴惯性矩  $I_y = 11.206 \cdot \text{cm}^4$

沿y轴腹板的截面总厚度  $t_{_y} := 5 \text{ mm}$

$$\tau_x := \frac{V_x \cdot S_y}{I_y \cdot t_{_y}}$$

$$\tau_x = 2.651 \cdot \text{MPa}$$

y轴剪力设计值  $V_y := F_y = 260.593 \text{ N}$

沿x轴面积距  $S_x = 3.18 \cdot \text{cm}^3$

沿x轴惯性矩  $I_x = 11.206 \cdot \text{cm}^4$

沿x轴腹板的截面总厚度  $t_{_x} := 5 \text{ mm}$

$$\tau_y := \frac{V_y \cdot S_x}{I_x \cdot t_{_x}}$$

$$\tau_y = 1.479 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau := \sqrt{\tau_x^2 + \tau_y^2}$$

$$\tau = 3.036 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{HENCE}(\tau \leq f_{v.Q235}) = \text{"满足规范要求"}$$