

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

玻璃重度	$\rho_{bl} = 25.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
横梁计算宽度	$B := 1200\text{mm}$
上分格高度	$H_1 := 2450\text{mm}$
下分格高度	$H_2 := 3000\text{mm}$
玻璃的厚度	$t_{bl} := 12\text{mm}$
玻璃的面积	$A_g := B \cdot H_1 = 2.94 \text{m}^2$
作用横梁上集中荷载标准值 增加20%附件重力	$F_g := 1.2 \rho_{bl} \cdot A_g \cdot t_{bl}$ $F_g = 1.084 \times 10^3 \text{N}$
2个托块), 单个托块集中力	$F_{tk} := \frac{F_g}{2} = 541.901 \text{N}$

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	$\beta_e := 5.0$	
	$G_{kA} := \frac{F_g}{A_g} = 0.369 \cdot \text{kPa}$	
地震作用标准值	$q_{ek} := \alpha_{\max} \cdot \beta_e \cdot G_{kA}$ $q_{ek} = 0.147 \cdot \text{kPa}$	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 $\psi_{ek} := 0.5$

上分格承载力极限状态组合
线性荷载设计值 $q_{ut} := (\psi_w \cdot \gamma_w \cdot w_k + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek}) \cdot \frac{\min(B, H_1)}{2}$

$$q_{ut} = 1.302 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

下分格承载力极限状态组合
线性荷载设计值 $q_{ub} := (\psi_w \cdot \gamma_w \cdot w_k + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek}) \cdot \frac{\min(B, H_2)}{2}$

$$q_{ub} = 1.302 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

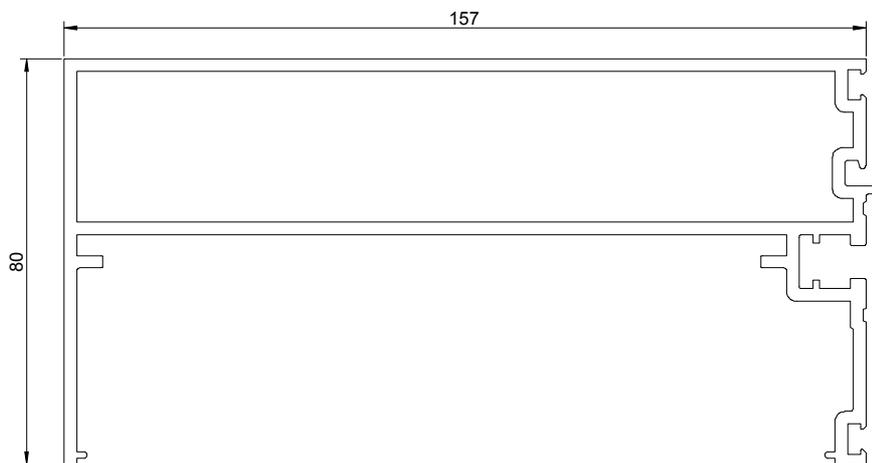
上分格正常使用极限状态
组合荷载标准值 $q_{st} := w_k \cdot \frac{\min(B, H_1)}{2}$

$$q_{st} = 0.827 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

下分格正常使用极限状态
组合荷载标准值 $q_{sb} := w_k \cdot \frac{\min(B, H_2)}{2}$

$$q_{sb} = 0.827 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

有效截面特性



截面几何参数表(主单位为cm)

A(cm ²)	12.8838	I _p (cm ⁴)	503.7937
I _x (cm ⁴)	62.1998	I _y (cm ⁴)	441.5939
i _x	2.1972	i _y	5.8545
W _x (上)(cm ³)	23.1418	W _y (左)(cm ³)	52.8169
W _x (下)(cm ³)	11.7088	W _y (右)(cm ³)	57.4307
绕X轴面积矩	11.7760	绕Y轴面积矩	34.0824
形心离左边缘距离	8.3608	形心离右边缘距离	7.6892
形心离上边缘距离	2.6878	形心离下边缘距离	5.3122
主矩I1(cm ⁴)	61.9587	主矩1方向	(1.000,-0.025)
主矩I2(cm ⁴)	441.8350	主矩2方向	(0.025,1.000)

采用6063-T5型材

弹性模量	$E_{lv} = 70 \cdot \text{GPa}$	
抗拉压弯强度设计值	$f_{ts.6063_T5} = 90 \cdot \text{MPa}$	
抗剪强度设计值	$f_{vs.6063_T5} = 55 \cdot \text{MPa}$	
端面承压强度设计值	$f_{cb.6063_T5} = 185 \cdot \text{MPa}$	
截面面积	$A_{sec} := 9.75 \text{cm}^2$	
截面惯性矩	$I_x := 95.8 \text{cm}^4$	$I_y := 107.98 \text{cm}^4$
截面抵抗矩	$W_x := 23.95 \text{cm}^3$	$W_y := 18.42 \text{cm}^3$
截面面积矩	$S_x := 13.88 \text{cm}^3$	$S_y := 14.69 \text{cm}^3$

风荷载挠度校核分析

横梁在风荷载下的挠度计算

$$\delta_t := \begin{cases} \frac{q_{st} \cdot B^4}{240E_{lv} \cdot I_y} \cdot \left[\frac{25}{8} - 5 \cdot \left(\frac{H_1}{2B} \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{H_1}{2B} \right)^4 \right] & \text{if } B > H_1 \\ \frac{q_{st} \cdot B^4}{120E_{lv} \cdot I_y} & \text{if } B \leq H_1 \end{cases}$$

$$\delta_t = 0.189 \cdot \text{mm}$$

(梯形分布)

$$\delta_b := \begin{cases} \frac{q_{sb} \cdot B^4}{240E_{lv} \cdot I_y} \cdot \left[\frac{25}{8} - 5 \cdot \left(\frac{H_2}{2B} \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{H_2}{2B} \right)^4 \right] & \text{if } B > H_2 \\ \frac{q_{sb} \cdot B^4}{120E_{lv} \cdot I_y} & \text{if } B \leq H_2 \end{cases}$$

(三角形分布)

$$\delta_b = 0.189 \cdot \text{mm}$$

横梁的实际挠度

$$\delta_x := \delta_t + \delta_b = 0.378 \cdot \text{mm}$$

铝合金横梁扰度限值按照最新规范DB 32T 4065-2021第8.4.5条，计算如下： $L_{span} := B$

$$\delta_{lim} := \begin{cases} \frac{L_{span}}{180} & \text{if } L_{span} \leq 2.0\text{m} \\ \frac{L_{span}}{180} + \frac{L_{span} - 2\text{m}}{4.5\text{m} - 2\text{m}} \cdot \left(\frac{L_{span}}{300} - \frac{L_{span}}{180} \right) & \text{if } 2\text{m} < L_{span} \leq 4.5\text{m} \\ \min \left(\frac{L_{span}}{300}, 30\text{mm} \right) & \text{if } L_{span} \geq 4.5\text{m} \end{cases}$$

$$\delta_{Xallow} := \delta_{lim} = 6.667 \cdot \text{mm}$$

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

$$a := \frac{B}{4}$$

$$a = 300 \cdot \text{mm}$$

横梁在重力荷载下的挠度

$$\delta_y := \frac{F_{tk} \cdot a \cdot B^2}{24 \cdot E_{IV} \cdot I_x} \cdot \left[3 - 4 \cdot \left(\frac{a}{B} \right)^2 \right]$$

$$\delta_y = 0.4 \cdot \text{mm}$$

横梁的许用挠度

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

$$\delta_{Yallow} = 2.4 \cdot \text{mm}$$

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

上分格水平荷载作用下

$$M_{x1} := \begin{cases} \frac{q_{ut} \cdot B^2}{24} \cdot \left[3 - 4 \cdot \left(\frac{H_1}{2B} \right)^2 \right] & \text{if } B > H_1 & \text{(梯形分布)} \\ \frac{q_{ut} \cdot B^2}{12} & \text{if } B \leq H_1 & \text{(三角形分布)} \end{cases}$$

下分格水平荷载作用下

$$M_{x2} := \begin{cases} \frac{q_{ub} \cdot B^2}{24} \cdot \left[3 - 4 \cdot \left(\frac{H_2}{2B} \right)^2 \right] & \text{if } B > H_2 & \text{(梯形分布)} \\ \frac{q_{ut} \cdot B^2}{12} & \text{if } B \leq H_2 & \text{(三角形分布)} \end{cases}$$

实际在水平荷载作用下的弯矩

$$M_x := M_{x1} + M_{x2}$$

$$M_x = 0.313 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

重力荷载分项系数

$$\gamma_g := 1.35$$

横梁在重力荷载作用下弯矩设计值

$$M_y := \gamma_g \cdot F_{tk} \cdot a$$

$$M_y = 0.219 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

截面塑性发展系数

$$\gamma := 1.0$$

横梁应力

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

参考《江苏地标》
8.4.3

$$\sigma_{\text{severe}} = 26.13 \cdot \text{MPa}$$

承载力设计值

$$f_{ts.6063_T5} = 90 \cdot \text{MPa}$$

参考《铝合金结构设计规范》表4.3.4

横梁应力分析

$$\text{HENCE}(\sigma_{\text{severe}} \leq f_{ts.6063_T5}) = \text{"满足规范要求"}$$

水平方向最大剪力

上部荷载作用下最大剪力

$$F_{x1} := \begin{cases} \frac{q_{ut} \cdot B}{4} & \text{if } B \leq H_1 & \text{(三角形分布)} \\ \frac{q_{ut} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{H_1}{2 \cdot B}\right)}{2} & \text{if } B > H_1 & \text{(梯形分布)} \end{cases}$$

$$F_{x1} = 0.391 \cdot \text{kN}$$

下部荷载作用下最大剪力

$$F_{x2} := \begin{cases} \frac{q_{ub} \cdot B}{4} & \text{if } B \leq H_2 & \text{(三角形分布)} \\ \frac{q_{ub} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{H_2}{2 \cdot B}\right)}{2} & \text{if } B > H_2 & \text{(梯形分布)} \end{cases}$$

$$F_{x2} = 0.391 \cdot \text{kN}$$

水平方向最大剪力

$$F_x := F_{x1} + F_{x2}$$

$$F_x = 0.781 \cdot \text{kN}$$

竖直方向最大剪力

竖直方向最大剪力设计值

$$F_y := \gamma_g F_{tk} = 731.566 \text{ N}$$

剪力计算

公式来源详见（江苏地标P97页）

x轴剪力设计值 $V_x := F_x = 781.286 \text{ N}$

沿y轴面积距 $S_y = 14.69 \cdot \text{cm}^3$

沿y轴惯性矩 $I_y = 107.98 \cdot \text{cm}^4$

沿y轴腹板的截面总厚度 $t_y := 2.5 \text{ mm}$

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

$$\tau_x = 4.252 \cdot \text{MPa}$$

y轴剪力设计值 $V_y := F_y = 731.566 \text{ N}$

沿x轴面积距 $S_x = 13.88 \cdot \text{cm}^3$

沿x轴惯性矩 $I_x = 95.8 \cdot \text{cm}^4$

沿x轴腹板的截面总厚度 $t_x := 2.5 \text{ mm}$

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

$$\tau_y = 4.24 \cdot \text{MPa}$$

$$\tau := \max(\tau_x, \tau_y)$$

$$\tau = 4.252 \cdot \text{MPa}$$

抗剪强度 $f_{vs.6063_T5} = 55 \cdot \text{MPa}$

$$\text{HENCE}(\tau \leq f_{vs.6063_T5}) = \text{"满足规范要求"}$$