

钢立柱校核分析



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

$\beta = 1$

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

$\alpha_1 = 0.3$

计算高度

$Z_i := 16.4\text{m}$

风压高度变化系数

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

参考《荷规》8.2.1
条文说明

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

地面粗糙度类别

$\alpha = 0.15$

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

$I_{10} = 0.14$

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

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

立柱分格宽度(左)

$a_1 := 1500\text{mm}$

立柱分格宽度(右)

$a_2 := 1500\text{mm}$

立柱跨距

$L_0 := 6000\text{mm}$

立柱计算跨距

$L_1 := 4900\text{mm}$

玻璃总厚度

$t_{bl} := 24\text{mm}$

玻璃板块的计算面积

$A_g := \frac{(a_1 + a_2)}{2} \cdot L_1 = 7.35 \cdot \text{m}^2$

风荷载局部体型系数折减系数

$$\eta_s := 1.0 + \frac{(0.8 - 1.0)}{1.4} \cdot \log\left(\frac{A_g}{m^2}\right)$$

$$\eta_s = 0.876$$

风荷载局部体型系数

$$\mu_{s1} := \eta_s \cdot 1.4 + 0.2$$

$$\mu_{s1} = 1.427$$

风荷载标准值

$$w_k := \max(\beta_{gz} \cdot \mu_{s1} \cdot \mu_z \cdot w_0, 1 \text{ kPa})$$

$$w_k = 1.229 \cdot \text{kPa}$$

重力荷载计算

玻璃重度

$$\rho_{bl} = 25.6 \cdot \frac{\text{kN}}{m^3}$$

钢的重度

$$\rho_g = 78.5 \cdot \frac{\text{kN}}{m^3}$$

立柱型材面积

$$A_v := 2376 \text{ mm}^2$$

横梁型材面积

$$A_h := 5664 \text{ mm}^2$$

竖向立柱长度

$$L_v := L_0 = 6 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

横梁长度（数量：2）

$$L_h := 2 \cdot \frac{(a_1 + a_2)}{2} = 3 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

重力荷载标准值
（考虑10%附属
构件重）

$$F_g := 1.1 \cdot (\rho_{bl} \cdot A_g \cdot t_{bl} + A_v \cdot L_v \cdot \rho_g + A_h \cdot L_h \cdot \rho_g)$$

$$F_g = 7.666 \times 10^3 \text{ N}$$

重力荷载分项系数

$$\gamma_g := 1.3$$

重力荷载设计值

$$DL := \gamma_g \cdot F_g$$

$$DL = 9.965 \cdot \text{kN}$$

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

$$\beta_e := 5.0$$

$$G_{kA} := \frac{F_g}{A_g} = 1.043 \cdot \text{kPa}$$

地震作用标准值

$$q_{ek} := \alpha_{\max} \cdot \beta_e \cdot G_{kA}$$

参考《玻璃幕墙规范》5.3.4

$$q_{ek} = 0.417 \cdot \text{kPa}$$

水平荷载组合

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

$$ULS := \psi_w \cdot \gamma_w \cdot w_k + \psi_{ek} \cdot \gamma_{ek} \cdot q_{ek}$$

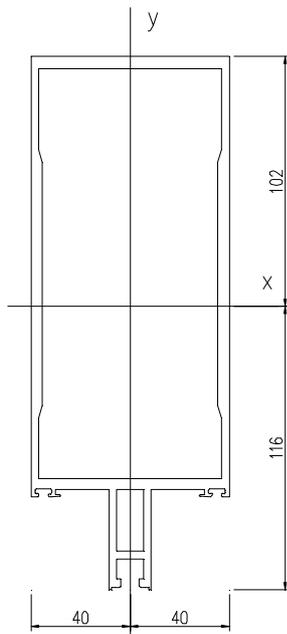
$$ULS = 2.135 \cdot \text{kPa}$$

正常使用极限状态组合荷载标准值

$$SLS := \psi_w \cdot w_k$$

$$SLS = 1.229 \cdot \text{kPa}$$

立柱截面特性



截面几何参数表 (主单位为 cm)

A (cm ²)	23.9148	I _p (cm ⁴)	1393.0472
I _x (cm ⁴)	1157.7884	I _y (cm ⁴)	235.2588
i _x	6.9580	i _y	3.1365
W _x (上) (cm ³)	113.5203	W _y (左) (cm ³)	58.8048
W _x (下) (cm ³)	99.8961	W _y (右) (cm ³)	58.8091
绕X轴面积矩	73.6571	绕Y轴面积矩	34.0031
形心离左边缘距离	4.0007	形心离右边缘距离	4.0004
形心离上边缘距离	10.1990	形心离下边缘距离	11.5899
主矩I1 (cm ⁴)	1157.7884	主矩1方向	(1.000, 0.000)
主矩I2 (cm ⁴)	235.2588	主矩2方向	(0.000, -1.000)

采用Q235B型材

弹性模量

$$E := E_g = 206 \cdot \text{GPa}$$

抗拉压弯强度设计值

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

抗剪强度设计值

$$f_{vs} := f_{v.Q235} = 125 \cdot \text{MPa}$$

端面承压强度设计值

$$f_{cb} := f_{ce.Q235} = 320 \cdot \text{MPa}$$

截面面积

$$A_{\text{sec}} := A_v = 2.376 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

截面惯性矩

$$I_x := 623.7039 \text{cm}^4$$

截面抵抗矩

$$W_x := 92.0905 \text{cm}^3$$

截面面积矩

$$S_x := 53.9306 \text{cm}^3$$

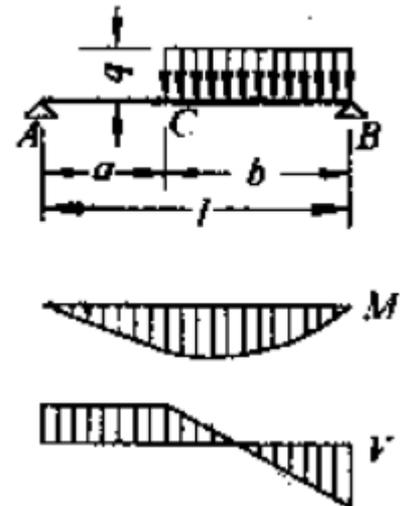
相关计算模型

立柱跨距

$$L_0 = 6 \text{m}$$

$$b := L_1 = 4.9 \text{m}$$

$$a := L_0 - L_1 = 1.1 \text{m}$$



立柱强度校核

立柱分格宽度

$$a_1 = 1.5 \text{m}$$

$$a_2 = 1.5 \text{m}$$

线荷载设计值

$$q_{\text{uls}} := \text{ULS} \cdot \frac{(a_1 + a_2)}{2} = 3.203 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

线荷载标准值

$$q_{\text{sls}} := \text{SLS} \cdot \frac{(a_1 + a_2)}{2} = 1.843 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

支座反力 (A处)

$$R_A(q) := \frac{q \cdot b^2}{2 \cdot L_0}$$

$$R_A(q_{\text{uls}}) = 6.408 \times 10^3 \text{N}$$

支座反力 (B处)

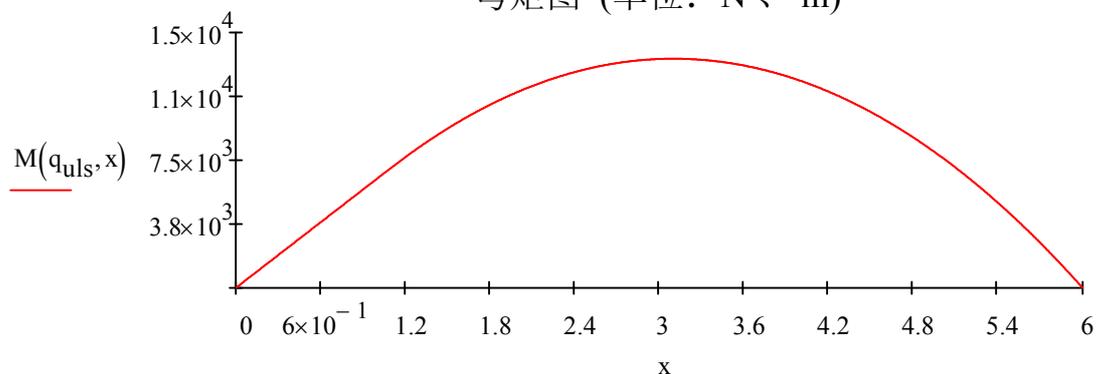
$$R_B(q) := \frac{q \cdot b}{2} \left(2 - \frac{b}{L_0} \right)$$

$$R_B(q_{uls}) = 9.286 \times 10^3 \text{ N}$$

弯矩计算公式

$$M(q, x) := \begin{cases} \frac{q \cdot b^2}{2} \left[\frac{x}{L_0} - \frac{(x-a)^2}{b^2} \right] & \text{if } a < x \leq L_0 \\ \frac{q \cdot b^2 \cdot x}{2 \cdot L_0} & \text{if } 0 \leq x \leq a \end{cases}$$

弯矩图 (单位: N、m)



最大弯矩位置

$$x_{zim} := a + \frac{b^2}{2 \cdot L_0} = 3.101 \cdot \text{m}$$

最大弯矩

$$M_x := M(q_{uls}, x_{zim}) = 13.46 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

截面塑性发展系数

$$\gamma_x := 1.0$$

竖料正应力

$$\sigma_{severe} := \frac{DL}{A_{sec}} + \frac{M_x}{\gamma_x \cdot W_x} = 150.356 \cdot \text{MPa}$$

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

应力分析

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

立柱挠度校核

水平方向最大刚度

$$D_t := E \cdot I_x = 1.285 \times 10^3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^2$$

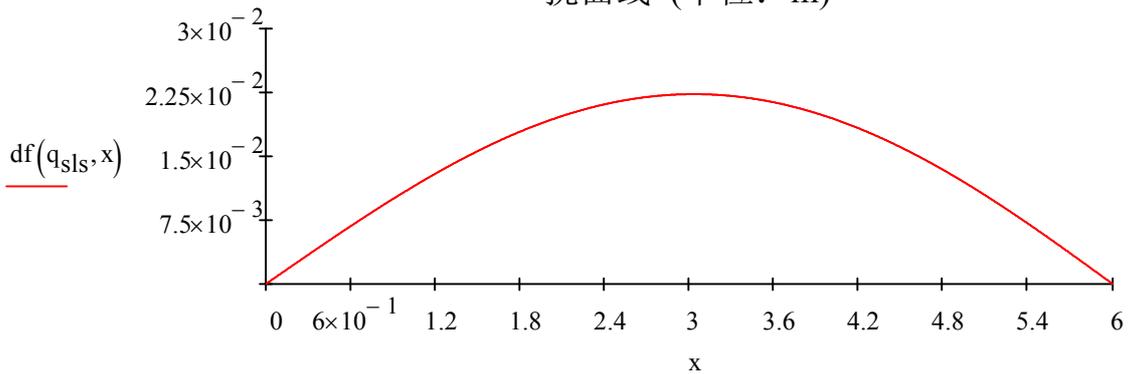
线荷载标准值

$$q_{sls} = 1.843 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

挠度计算公式

$$df(q, x) := \begin{cases} \frac{q \cdot b^2 \cdot L_0^2}{24 \cdot D_t} \left[2 - \left(\frac{b}{L_0} \right)^2 - 2 \left(\frac{x}{L_0} \right)^2 \right] \cdot \frac{x}{L_0} + \frac{(x-a)^4}{b^2 \cdot L_0^2} & \text{if } a < x \leq L_0 \\ \frac{q \cdot b^2 \cdot L_0 \cdot x}{24 \cdot D_t} \left[2 - \left(\frac{b}{L_0} \right)^2 - 2 \left(\frac{x}{L_0} \right)^2 \right] & \text{if } 0 \leq x \leq a \end{cases}$$

挠曲线 (单位: m)



实际挠度

$$\delta_{\text{actual}} = 22.299 \cdot \text{mm}$$

钢立柱扰度限值按照最新规范DB 32T 4065-2021第8.5.7条, 计算如下:

$$L_{\text{span.gangcai}} := L_0$$

$$\delta_{\text{lim.gangcai}} := \frac{L_{\text{span.gangcai}}}{250}$$

$$\delta_{\text{lim.gangcai}} = 24 \cdot \text{mm}$$

挠度分析

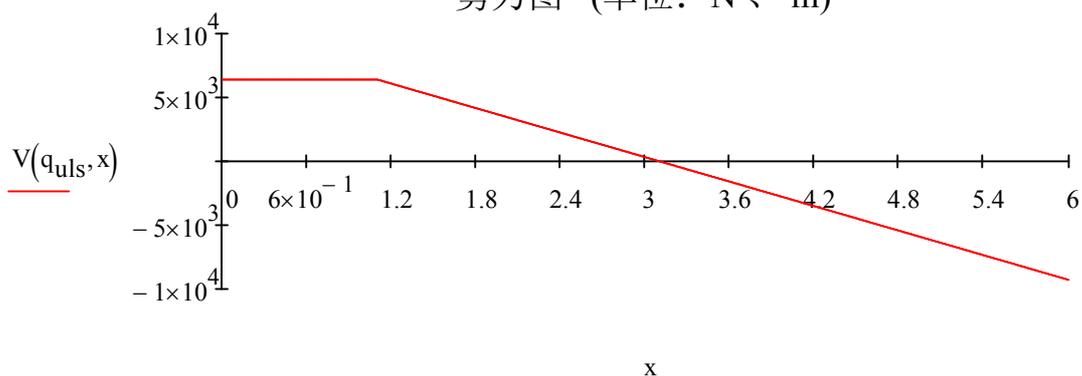
$$\text{HENCE}(\delta_{\text{actual}} \leq \delta_{\text{lim.gangcai}}) = \text{"满足规范要求"}$$

剪力计算

剪力计算公式

$$V(q, x) := \begin{cases} \frac{q \cdot b}{2} \left[\frac{b}{L_0} - \frac{2(x-a)}{b} \right] & \text{if } a < x \leq L_0 \\ \frac{q \cdot b^2}{2 \cdot L_0} & \text{if } 0 \leq x \leq a \end{cases}$$

剪力图 (单位: N、m)



最大剪力

$$V_{\max} := \max(|V(q_{uls}, L_0)|, |V(q_{uls}, 0m)|)$$

$$V_{\max} = 9.286 \times 10^3 \text{ N}$$

沿x轴面积距

$$S_x = 53.931 \cdot \text{cm}^3$$

沿x轴惯性矩

$$I_x = 623.704 \cdot \text{cm}^4$$

腹板截面总厚度

$$t_x := 12\text{mm}$$

$$\tau := \frac{V_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_x}$$

$$\tau = 6.691 \cdot \text{MPa}$$

抗剪强度设计值

$$\tau_{\text{allow}} := f_{vs} = 125 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{HENCE}(\tau \leq \tau_{\text{allow}}) = \text{"满足规范要求"}$$