

深圳地铁龙瑞佳园 C 栋（山海韵）栏杆玻璃改造项目

最大玻璃板块结构

设计 计算 书

计算:

校核:

审核:

悉地国际设计顾问(深圳)有限公司

二〇一八年九月七日

目 录

第一部分、玻璃宽度 1.4m，高度 1.1m，建筑高度 100m 最大玻璃结构计算.....	2
一、荷载计算	2
1、风荷载标准值计算	2
2、风荷载设计值计算	3
3、水平地震作用计算	3
4、荷载组合计算	3
二、玻璃计算	4
1、玻璃面积	4
2、玻璃板块自重	4
3、玻璃强度计算	4
4、玻璃跨中挠度计算	5

第一部分、玻璃宽度 1.4m, 高度 1.1m, 建筑高度 100m 最大 玻璃结构计算

一、荷载计算

1、风荷载标准值计算

W_k : 作用在幕墙上的风荷载标准值(kN/m²)

z : 计算高度 100m

μ_z : 100m 高处风压高度变化系数(按 C 类区计算): (DBJ 15-101-2014 条文说明 7.2.1)

$$\mu_z = 0.544 \times \left(\frac{z}{10}\right)^{0.44} = 1.4983$$

I_{10} : 10 米高名义湍流度, 对应 A、B、C、D 类地面粗糙度, 分别取 0.12、0.14、0.23、0.39。
(DBJ 15-101-2014 条文说明 7.5.9)

β_{gz} : 阵风系数 :

$$\begin{aligned}\beta_{gz} &= 1 + 2 \times g \times I_{10} \times \left(\frac{z}{10}\right)^{(-a)} \\ &= 1 + 2 \times 3 \times 0.23 \times \left(\frac{100}{10}\right)^{(-0.22)} \\ &= 1.83153\end{aligned}$$

μ_{sp1} : 局部正风压体型系数, 采用给定值, 取 1.2。

μ_{sn1} : 局部负风压体型系数, 采用给定值, 取 -1.625。

面板正风压风荷载标准值计算如下

$$\begin{aligned}W_{kp} &= \beta_{gz} \times \mu_{sp1} \times \mu_z \times W_0 && \text{(DBJ 15-101-2014 7.4.1-2)} \\ &= 1.83153 \times 1.2 \times 1.4983 \times 0.75 \\ &= 2.46977 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

面板负风压风荷载标准值计算如下

$$\begin{aligned}W_{kn} &= \beta_{gz} \times \mu_{sn1} \times \mu_z \times W_0 && \text{(DBJ 15-101-2014 7.4.1-2)} \\ &= 1.83153 \times (-1.625) \times 1.4983 \times 0.75 \\ &= -3.34448 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

同样, 立柱正风压风荷载标准值计算如下

$$\begin{aligned}W_{kvp} &= \beta_{gz} \times \mu_{svp1} \times \mu_z \times W_0 && \text{(DBJ 15-101-2014 7.4.1-2)} \\ &= 1.83153 \times 1.2 \times 1.4983 \times 0.75\end{aligned}$$

$$=2.46977 \text{ kN/m}^2$$

立柱负风压风荷载标准值计算如下

$$W_{kvn} = \beta_{gz} \times \mu_{svn1} \times \mu_z \times W_0 \quad (\text{DBJ 15-101-2014 7.4.1-2})$$

$$=-3.34448 \text{ kN/m}^2$$

2、风荷载设计值计算

W: 风荷载设计值: kN/m^2

γ_w : 风荷载作用效应的分项系数: 1.4

按《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003 5.4.2 条规定采用
面板风荷载作用计算

$$W_p = \gamma_w \times W_{kp} = 1.4 \times 2.46977 = 3.45767 \text{ kN/m}^2$$

$$W_n = \gamma_w \times W_{kn} = 1.4 \times (-3.34448) = -4.68227 \text{ kN/m}^2$$

立柱风荷载作用计算

$$W_{vp} = \gamma_w \times W_{kvp} = 1.4 \times 2.46977 = 3.45767 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{vn} = \gamma_w \times W_{kvn} = 1.4 \times (-3.34448) = -4.68227 \text{ kN/m}^2$$

3、水平地震作用计算

GAK: 面板平米重量取 0.5 kN/m^2

α_{\max} : 水平地震影响系数最大值: 0.08

q_{Ek} : 分布水平地震作用标准值 (kN/m^2)

$$q_{Ek} = \beta_E \times \alpha_{\max} \times GAK \quad (\text{JGJ102-2003 5.3.4})$$

$$= 5 \times 0.08 \times 0.5$$

$$= 0.2 \text{ kN/m}^2$$

r_E : 地震作用分项系数: 1.3

q_{EA} : 分布水平地震作用设计值 (kN/m^2)

$$q_{EA} = r_E \times q_{Ek}$$

$$= 1.3 \times 0.2$$

$$= 0.26 \text{ kN/m}^2$$

4、荷载组合计算

幕墙承受的荷载作用组合计算, 按照规范, 考虑正风压、地震荷载组合:

$$S_{zkp} = W_{kp}$$

$$= 2.46977 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{zp} = W_{kp} \times \gamma_w + q_{Ek} \times \gamma_E \times \psi_E$$

$$= 2.46977 \times 1.4 + 0.2 \times 1.3 \times 0.5$$

$$= 3.58767 \text{ kN/m}^2$$

考虑负风压、地震荷载组合:

$$S_{zkn} = W_{kn}$$

$$= -3.34448 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{zn} = W_{kn} \times \gamma_w - q_{Ek} \times \gamma_E \times \psi_E$$

$$= -3.34448 \times 1.4 - 0.2 \times 1.3 \times 0.5$$

$$= -4.81227 \text{ kN/m}^2$$

综合以上计算，取绝对值最大的荷载进行强度演算

采用面板荷载组合标准值为 3.34448kN/m^2

面板荷载组合设计值为 4.81227kN/m^2

立柱承受风荷载标准值为 3.34448kN/m^2

二、玻璃计算

1、玻璃面积

B: 该处玻璃幕墙分格宽: 1.4m

H: 该处玻璃幕墙分格高: 1.1m

A: 该处玻璃板块面积:

$$A=B \times H$$

$$=1.4 \times 1.1$$

$$=1.54\text{m}^2$$

2、玻璃板块自重

G_{SAK} : 单层玻璃板块平均自重(不包括铝框):

玻璃的体积密度为: $25.6(\text{kN/m}^3)$ (JGJ102-2003 5.3.1)

t : 玻璃厚度 6mm

$$G_{\text{SAK}}=25.6 \times \frac{t}{1000}$$

$$=25.6 \times \frac{6}{1000}$$

$$=0.1536\text{kN/m}^2$$

3、玻璃强度计算

选定面板材料为: $6\text{mm}(\text{HS})$ 玻璃

校核依据: $\sigma \leq f_g = 56\text{N/mm}^2$

q: 玻璃所受组合荷载: 4.81227kN/m^2

a: 玻璃短边边长: 1.1m

b: 玻璃长边边长: 1.4m

t_0 : 单层玻璃玻璃板块厚度为: $6(\text{mm})$

E: 玻璃弹性模量 : 72000N/mm^2

m: 玻璃板面跨中弯曲系数,按边长比 a/b 查表 6.1.2-1 得: 0.0643714

η : 折减系数,根据参数 θ 查表 6.1.2-2

σ_w : 玻璃所受应力:

$$q=4.81227\text{kN/m}^2$$

参数 θ 计算:

$$\theta = \frac{qk \times a^4 \times 10^9}{E \times t^4} \quad (\text{JGJ102-2003 } 6.1.2-3)$$

$$= \frac{3.34448 \times 1.1^4 \times 10^9}{72000 \times 6^4}$$

$$= 52.4761$$

查表 6.1.2-2 得 $\eta = 0.802572$

玻璃最大应力计算:

$$\sigma_w = \frac{6 \times m \times q \times a^2 \times 1000}{t^2} \times \eta \quad (\text{JGJ102-2003 } 6.1.2-1)$$

$$= \frac{6 \times 0.0643714 \times 4.81227 \times 1.1^2 \times 1000}{6^2} \times 0.802572$$

$$= 50.1373 \text{N/mm}^2$$

$$50.1373 \text{N/mm}^2 \leq f_g = 56 \text{N/mm}^2$$

玻璃的强度满足

4、玻璃跨中挠度计算

$$\text{校核依据: } d_f \leq d_{f \text{ lim}} = \frac{1.1}{60} \times 1000 = 18.3333 \text{mm}$$

D: 玻璃刚度(N·mm)

v: 玻璃泊松比: 0.2

E: 玻璃弹性模量: 72000N/mm²

t: 玻璃板块厚度: 6mm

$$D = \frac{E \times t^3}{12 \times (1 - v^2)}$$

$$= \frac{72000 \times 6^3}{12 \times (1 - 0.2^2)}$$

$$= 1350000.0 \text{N} \cdot \text{mm}$$

q_k : 玻璃所受组合荷载标准值: 3.34448kN/m²

μ : 挠度系数, 按边长比 a/b 查表 6.1.3 得: 0.00620143

参数 θ 计算:

$$\theta = \frac{q_k \times a^4}{E \times t^4} \quad (\text{JGJ102-2003 } 6.1.2-3)$$

$$= \frac{3.34448 \times 1.1^4}{72000 \times 6^4} \times 10^9$$

$$= 52.4761$$

η : 折减系数, 根据参数 θ 查表 6.1.2-2 得 $\eta = 0.802572$

d_f : 玻璃组合荷载标准值作用下挠度最大值

$$d_f = \frac{\mu \times q_k \times a^4}{D} \times \eta \quad (\text{JGJ102-2003 } 6.1.3-2)$$

$$= \frac{0.00620143 \times 3.34448 \times 1.1^4}{1350000.0} \times 0.802572 \times 10^9$$
$$= 18.0527 \text{mm}$$

$$18.0527 \text{mm} \leq d_{\text{flim}} = 18.3333 \text{mm}$$

玻璃的挠度满足