

中华人民共和国国家标准

GB 7106—86

建筑外窗抗风压性能分级 及其检测方法

Graduation of resisting
wind pressure capacity and their
test method for windows

中国建筑资讯网
www.china-
aiaec.com

1986-12-27 发布

1987-10-01 实施

国家技术监督局 发布

建筑外窗抗风压性能分级
及其检测方法

UDC 691.028.001
.4

GB 7106—86

Graduation of resisting
wind pressure capacity and their
test method for windows

1 适用范围

本标准适用于任何材料制作的外窗及具有外门功能的落地窗的抗风压性能分级及其检测方法。不包括外门和幕墙。检测对象只限于窗试件本身,不涉及窗和围护结构之间的接缝部位。

2 术语定义

2.1 残余变形 (residual deformation)

当作用力消失后,构件仍然存在的变形量。

2.2 面法线位移 (frontal displacement)

系指在窗面上某点所测得的法线方向上的线位移量。

2.3 面法线挠度 (frontal deflection)

系指窗面法线方向线位移量的最大值。

2.4 相对面法线挠度 (relative frontal deflection)

窗试件主要受力杆件的面法线挠度和该杆件两端测点间距离的比值。

2.5 压力差 (pressure difference)

窗试件内外表面所受到的空气绝对压力的差值。当外表面空气压力大于内表面空气压力时,压力差为正值,反之为负值。

压力差的单位以 Pa(帕)表示。 $1\text{Pa}=1\text{N}/\text{m}^2$ 。为了工程上和测试中使用方便,在本标准中同时注有 kgf/m^2 工程单位,表示压力差,并令 $1\text{kgf}/\text{m}^2=10\text{Pa}$ 。

2.6 变形检测压力差值(P_1)相应于现行工业与民用建筑结构荷载规范中规定的 30 年一遇,10min 平均风速的风压计算值。

2.7 反复受荷检测压力差值(P_2)为变形检测压力差的 0.6 倍, $P_2=0.6P_1$ 。

2.8 安全检测压力差值(P_3)相应于 50 年一遇瞬时风速的风压计算值 $P_3=2.5P_1$ 。

3 分级

3.1 分级指标值:采用安全检测压力差值 P_3 ,即相应于 50 年一遇瞬间风速的风压为分级指标值。

3.2 分级下限值:列于表 1。

表 1

等 级		I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V	Ⅵ
W_G	Pa	3500	3000	2500	2000	1500	1000
	kgf/m ²	350	300	250	200	150	100

4 检测

4.1 检测项目

4.1.1 变形检测

检测试件在风荷载的作用下,保持正常使用功能的能力。以主要受力杆件的相对面线挠度进行评价。

4.1.2 反复受荷检测

检测试件在正负交替风荷载的作用下,保持正常使用功能的能力。以是否产生功能障碍、残余变形和损坏现象进行评价。

4.1.3 安全检测

检测试件在阵风荷载作用下,避免发生损坏现象,造成不安全后果的能力。以是否发生功能障碍、残余变形和严重损坏现象进行评价。

4.2 检测装置(见图 1)

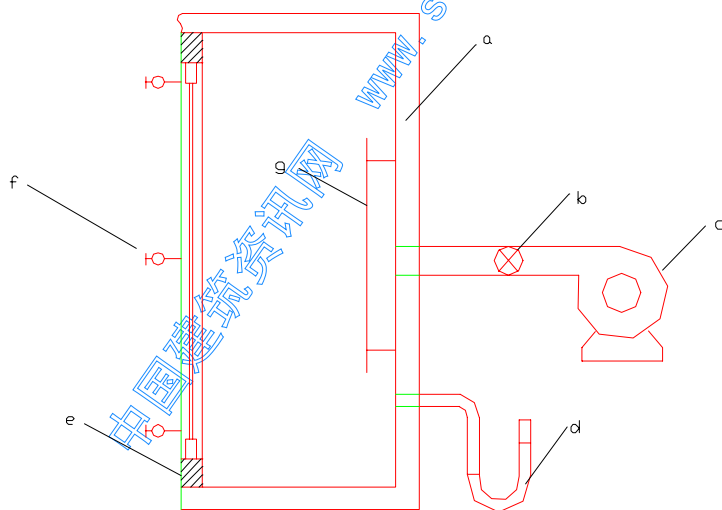


图 1 检测装置纵剖面示意图

a —静压箱; b —调压阀; c —供压系统; d —压力计;

e —镶嵌框; f —位移计; g —进气口挡板

4.3 检测准备

4.3.1 试件的数量及选取方法

同一窗型至少选取三樘试件。采用随机抽样的方法在生产厂选取试件。

4.3.2 试件要求

a. 试件应为生产厂准备出厂的产品,不得附有任何多余的零配件或采用特殊的组装工艺或改善措施。

b. 试件镶嵌条件应符合原设计要求。如设计或施工方面对镶嵌工序无指定要求时,须按照有关标准进行。

如确因玻璃质量或镶嵌质量不符合有关标准要求,在检验过程中发生不正常的玻璃破碎现象时,应重新镶嵌,再行检测。

c. 试件必须按照设计要求油饰、装修完好。

4.3.3 试件安装

a. 应备有安装试件所用的镶嵌框。镶嵌框应具有能经受检测中最大检测压力差作用的足够刚度。使外窗试件不致在检测过程中受到由于镶嵌框变形所施加的作用力,或使试件和镶嵌框之间的连接缝遇到破坏为准。

b. 试件与镶嵌框之间的连接方式应尽可能与实际安装要求相一致。安装好的试件要求垂直,下框要求水平。不允许因安装而出现变形。

4.4 检测方法(见图 2)

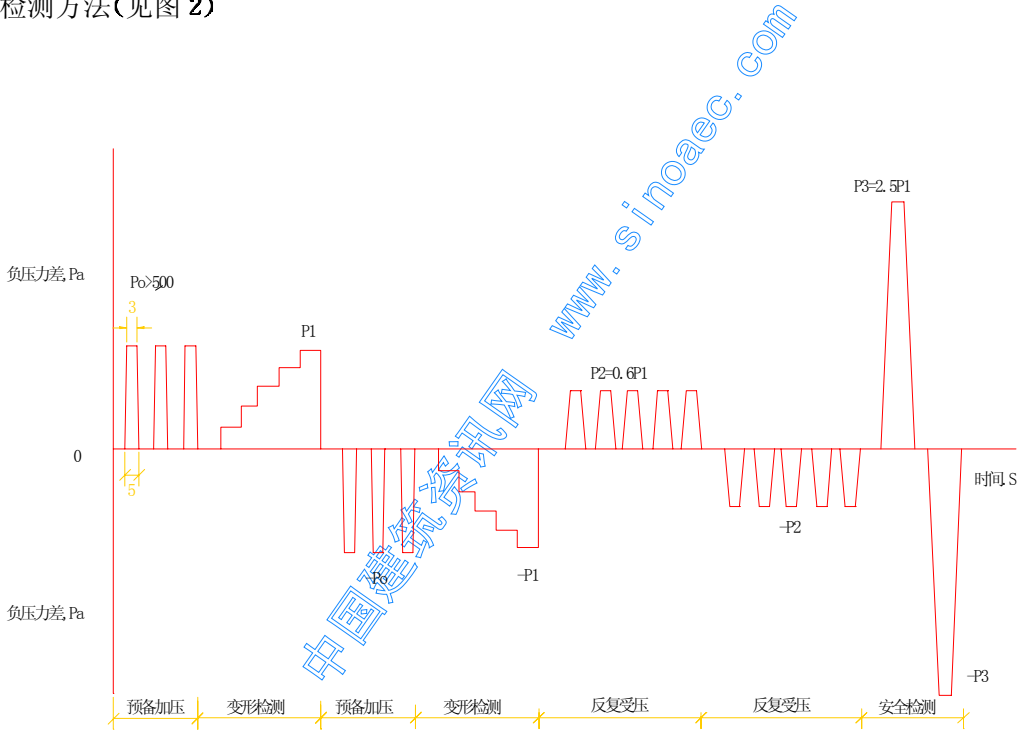


图 2 检测压差顺序图

4.4.1 预备加压

在进行正负变形检测前,先分别提供三个压力脉冲,压力差绝对值至少为 500Pa, 升压过程不得少于 1s。压力作用持续时间不得少于 3s。待压力差回零后,将试件上所有可开关部位开关 5 次。最后关紧。

4.4.2 变形检测

a. 将测量试件主要受力杆件各测点面法线位移量的仪器安装在规定位置上。测点位置规定为：中间测点在主要受力杆件中点位置；两端测点在距杆件端点向中点方向 10mm 处(见图 3)。

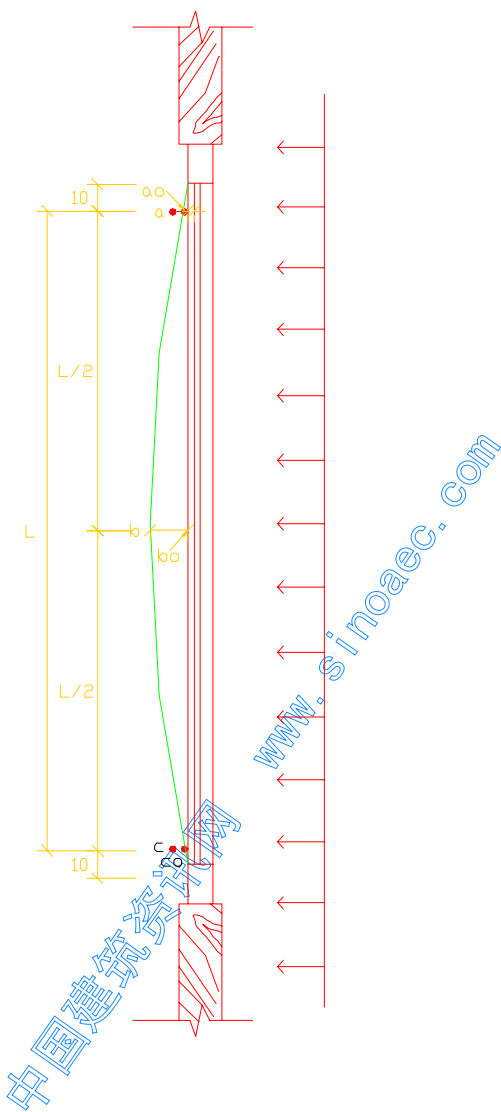


图 3 主要受力杆件测点分布图

注： a_0, b_0, c_0 —三测点初始读数值(mm)。
 a, b, c —三测点在压力差作用过程中的稳定读数值(mm)。
 l —主要受力杆件两端测点 a, c 之间的长度(mm)。
当试件的主要受力杆件难以判别时，也可选取两根或两根以上的主要受力杆件，分别布点测量(见图 4)。

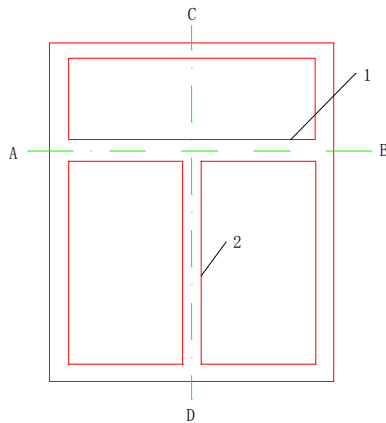


图 4 主要受力杆件选取图

1、2—主要受力杆件

b. 先进行正压检测,后进行负压检测。检测压力分级升、降。每级长降压力差值不超过 **250Pa**,每级检测压力差作用持续时间不少于 **10s**。压力升降直到面法线挠度值出现 **1/300** 时为止。记录每级压力差作用下的面法线位移量。并依据达到 **1/300** 面法线挠度时的检测压力级的压力值,利用压差和变形之间的线性关系求出 **1/300** 面法线挠度的确切值作为变形检测压力差值,标以 **P₁**。

4.4.3 反复受压检测

检测压力差从零升到 **P₂** 后降至零,反复 **5** 次;然后,再由零降至 **-P₂**,再升至零,再反复 **5** 次。每次升降压时间不少于 **1 s**,每级压力差作用时间不少于 **3 s**。

再将试件可开关部分开关 **5** 次。记录残余变形量和试验过程中发生障碍的部位。

4.4.4 安全检测

使检测压力差尽快升至 **P₃**,然后降至 **-P₃**。升压和降压时间都不得少于 **1 s**,持续时间不少于 **3 s**。最后将试件可开关部分开关 **5** 次,并记录残余变形量和试验过程中发生障碍的部位。

5 检测值的整理和记录

5.1 检测值整理方法

变形检测中求取主要受力杆件中间点的面法线挠度的方法可按下式进行(见图 3):

$$B = (b - b_0) - \frac{(a - a_0) + (c - c_0)}{2}$$

式中: **a₀**、**b₀**、**c₀**——为各测点在预备加压后的稳定初始读数值,
mm;

a、**b**、**c**——为某级检测压力差作用过程中的稳定读数值,
mm;

B——为中间测点的面法线挠度,**mm**。

5.2 检测报告

5.2.1 试件品种、型号、规格。型材截面、试件立面和剖面的简图及必要尺寸。

5.2.2 玻璃厚度和镶嵌方法。

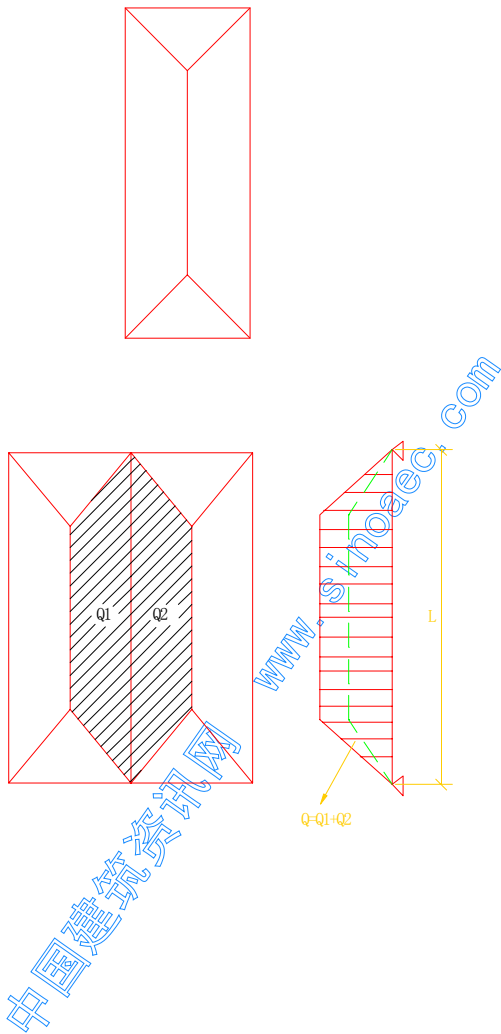
5.2.3 明确注出有无采用永久性密封条,如采用则须注明密封条的材质、截面特征及其安装方法。

5.2.4 描述五金配件的功能质量。

5.2.5 以压力差和挠度的关系曲线图表示检测记录值。

5.2.6 检测结果的评定

- a. 变形检测:注明相对面法线挠度达到 1/300 时的压力差值 P_1 。
 - b. 反复受压检测:注明 P_2 值,记录出现的功能障碍、残余变形,并绘图注出其发生部位。
 - c. 安全检测:注明 P_3 值,记录出现的功能障碍、残余变形以及损坏情况,并绘图注出其发生部位。
- 如未出现上述不安全情况,以 P_3 对照表 1 确定试件所属等级。
- 如果经过反复受压检测和安全检测后,试件出现功能障碍或超过 1 mm 的残余变形以及损坏现象,应更换试件,降级复检。



附录 A
建筑外窗抗风强度计算方法
(参考件)

A.1 适用范围

本标准适用于各种材质的平开式及推拉式建筑外窗的抗风强度的计算和验算。也可用于四面支撑的其他开启形式的建筑外门和外窗的抗风强度的计算。

A.2 荷载分布与计算

A.2.1 荷载分布

建筑外窗在风荷载作用下,承受与外窗平面垂直的横向水平力。外窗各框料间构成的受荷单元可视为四边铰接的简支板。在每个受荷单元的四角各作 45° 斜线,使其与平行于长边的中线相交。这些线把受荷单元分成四块,每块面积所承受的风荷载传给其相邻的构件,每个构件可近似地简化为简支梁上呈矩形、梯形或三角形的均布荷载。见图 1~5。

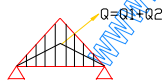
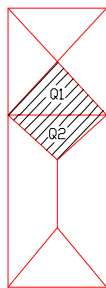


图 A1

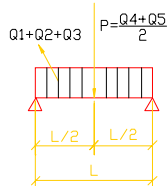
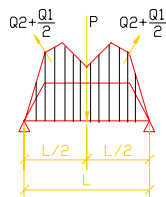
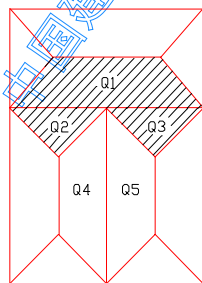


图 A2

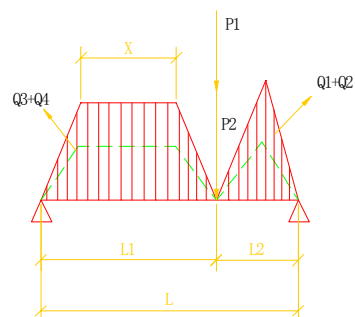
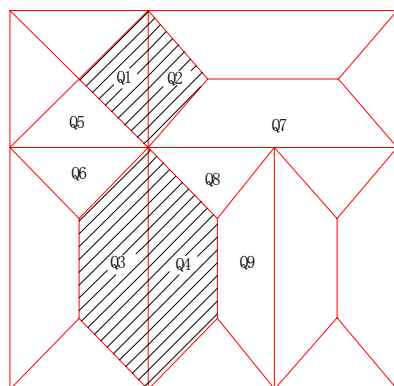


图 A3

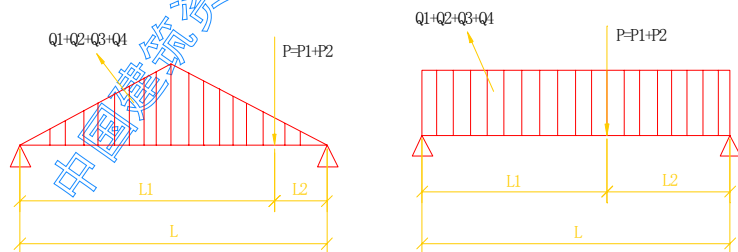
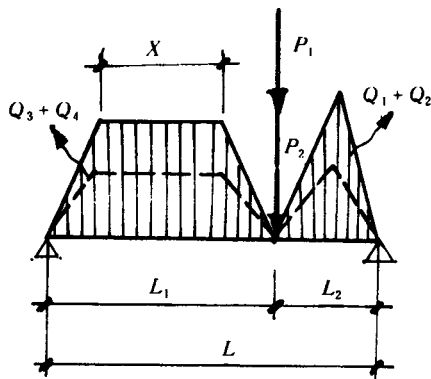
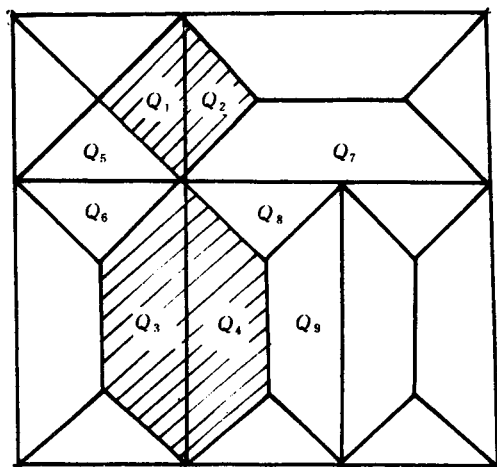


图 A4



若 $\frac{L_2}{L_1} < \frac{1}{2}$ 且 $X < \frac{L}{3}$ 时

则按下图计算:

$$P_1 = \frac{Q_5 + Q_6}{2}$$

$$P_2 = \frac{Q_7 + Q_9}{2} + Q_8$$

若 $\frac{L_2}{L_1} \geq \frac{1}{2}$ 或 $\frac{L_2}{L_1} \leq \frac{1}{2}$

且 $X \geq \frac{L}{3}$ 时则按下图计算:

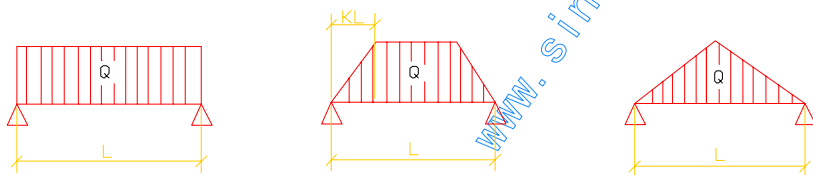


图 A5

A.2.2 荷载计算

建筑外窗在风荷载作用下,受力构件上的总荷载(Q)为该构件所承受的受荷面积(A)与施加在该面积上的单位风荷载(W)之乘积,按式(A1)计算:

$$Q = A \cdot W \dots\dots\dots (A1)$$

式中: Q——受力构件所承受的总荷载;

A——受力构件所承受的受荷面积;

W——施加在受荷面积上的单位风荷载;按现行《工业与民用建筑结构荷载规范》与《钢筋混凝土高层建筑结构与施工规定》中取值。

当进行建筑外窗的强度验算时,其受力构件上的总荷载(Q)为该构件所承受的受荷面积(A)与该窗的强度等级相对应的单位荷载(W_G)之乘积。

A.3 截面特性

建筑外窗的受力构件在材料、截面积和受荷状态确定的情况下,构件的承载能力主要取决于与截面形状有关的两个特性,即截面的惯性矩与抵抗矩。

A.3.1 截面的惯性矩(I),它与材料的弹性模量(E)共同决定着构件的挠度(f)。

A.3.2 截面的抵抗矩(W_j),当荷载条件一定时,它决定构件应力的

A.3.3 截面特性的确定

当建筑外窗用料采用标准型材时,其截面特性可在《材料手册》中查得。

当建筑外窗用料采用非标准型材时,其截面特性需要通过计算来确定。简单矩形截面的惯性矩: $I=$

$\frac{b \cdot h^3}{12}$;截面的抵抗矩: $W_j=\frac{I}{C}$ 。

A.4 强度计算

如 A.2.1 所述,建筑外窗受力构件受荷情况近似简化为简支梁上承受矩形、梯形或三角形的均布荷载。有时还可能承受集中荷载。其弯曲应力和剪切应力计算如下。

A.4.1 弯矩(M)的计算:

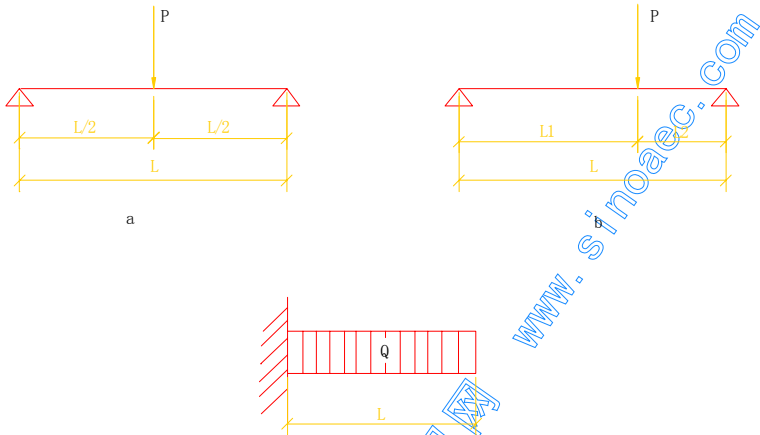


图 A6

注: a: 在矩形荷载作用下简支梁的变矩按 $M=\frac{Q_L}{8}$ 计算。

b: 在梯形荷载作用下简支梁的弯矩见表 A1。

c: 在三角形荷载作用下简支梁的弯矩按 $M=\frac{Q_L}{6}$ 计算。

表 A1 承受梯形荷载简支梁的弯矩

系数	$K=0$	$K=0.1$	$K=0.2$	$K=0.3$	$K=0.4$	$K=0.5$
M	Q_L	Q_L	Q_L	Q_L	Q_L	Q_L
	8.00	7.30	6.76	6.36	6.10	6.00

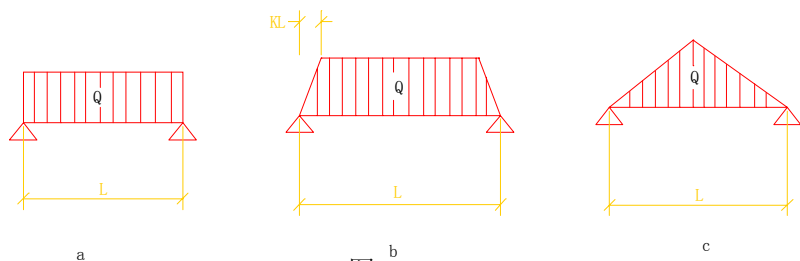


图 A7

注：a：集中荷载作用于跨中时弯矩按 $M = \frac{P \cdot L}{4}$ 计算。

b：集中荷载作用于任意点上时弯矩按 $M = \frac{P \cdot L_1 \cdot L_2}{L}$ 计算。

当向外平开窗的窗扇受负压或向内平开窗的窗扇受正压时，其窗框的竖框受荷情况按紧固五金件处有集中荷载作用的简支梁计算；其窗扇边梃受荷情况可近似简化为以紧固五金件处为固端的悬臂梁上承受矩形均布荷载，其弯矩按 $M = -\frac{Q \cdot L}{2}$ 计算(见图 A8)：

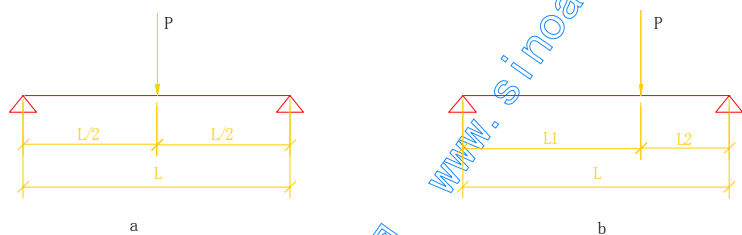


图 A8

注：建筑外窗受力构件上有均布荷载和集中荷载同时作用时，其弯矩为它们各自产生弯矩叠加的代数和。

A.4.2 弯曲应力 $[\sigma]$ 按式(A2)计算：

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_j} \leq [\sigma] \dots\dots\dots (A2)$$

$$W_j = \frac{I}{C}$$

式中：M——受力构件承受的最大弯矩；

W_j ——净截面的抵抗矩；

$\sigma_{\max}$ ——计算截面上的最大应力；

I——计算截面的惯性矩；

C——中和轴到截面边缘的最大距离；

$[\sigma]$ ——材料的抗弯允许应力。

A.4.3 剪力(Q')的计算：

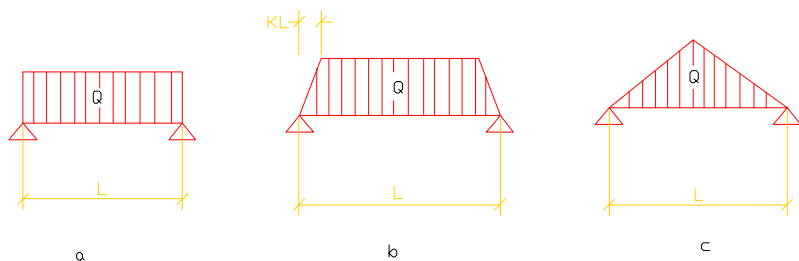


图 A9

注：a：在矩形荷载作用下剪力按 $Q' = \pm \frac{Q}{2}$ 计算。

b：在梯形荷载作用下剪力按 $Q' = \pm \frac{Q}{2} (1 - \frac{a}{L})$ 计算。

c：在三角形荷载作用下剪力按 $Q' = \pm \frac{Q}{4}$ 计算。

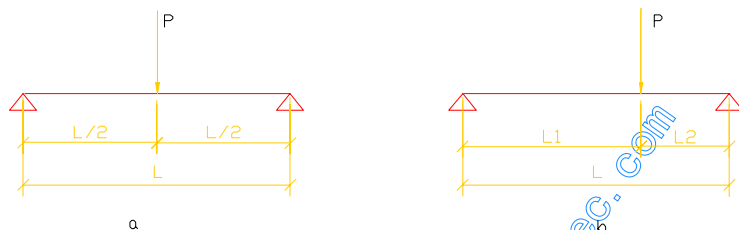


图 A10

注：a：集中荷载作用于跨中时剪力按 $Q' = \pm \frac{P}{2}$ 计算。

b：集中荷载作用于任意点上时剪力按 $Q' = \frac{P \cdot L_2}{L}$; $Q' = -\frac{P \cdot L_1}{L}$ 计算。

当向外平开窗的窗扇受负压或向内平开窗的窗扇受正压时，其窗框的竖框受荷情况按紧固五金件处有集中荷载作用的简支梁计算；其窗扇边梃受荷情况可近似简化为以紧固五金件处为固端的悬臂梁上承受矩形均布荷载，其剪力按 $Q' = -Q$ 计算(见图 A11)：

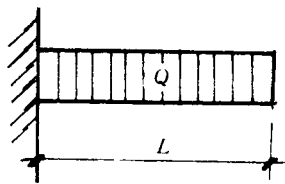


图 A11

注：建筑外窗受力构件上有均布荷载和集中荷载同时作用时，其剪力为它们各自产生剪力叠加的代数和。

A. 4. 4 剪切应力 $[\tau]$ 按式(A3)计算：

$$\tau_{\max} = \frac{Q' \cdot S}{I \cdot \delta} \leq [\tau] \dots\dots\dots (A3)$$

式中： Q' ——计算截面所承受的剪力；

S ——计算剪切应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；

I ——毛截面的惯性矩；

δ ——腹板的厚度；

$[\tau]$ ——材料的抗剪允许应力。

A.5 挠度(f)的计算

如 A.2.1 所述,建筑外窗受力构件受荷情况近似简化为简支梁上承受矩形、梯形或三角形的均布荷载,有时还可能承受集中荷载,其挠度计算公式如下:

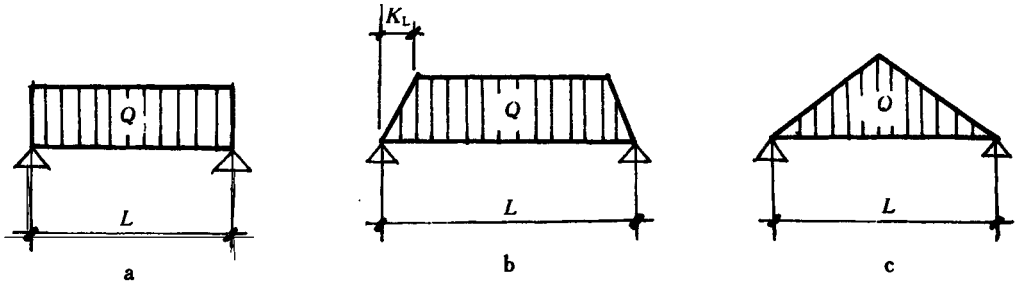


图 A12

注: a: 在矩形荷载作用下挠度按 $f_{\max} = \frac{5Q \cdot L^3}{384E \cdot I}$ 计算。

b: 在梯形荷载作用下挠度计算见表 A2。

c: 在三角形荷载作用下挠度按 $f_{\max} = \frac{Q \cdot L^3}{60E \cdot I}$ 计算。

表 A2 承受梯形荷载简支梁的挠度

系数	$K=0$	$K=0.1$	$K=0.2$	$K=0.3$	$K=0.4$	$K=0.5$
$f_{\max}$	$Q \cdot L^3$	$Q \cdot L^3$	$Q \cdot L^3$	$Q \cdot L^3$	$Q \cdot L^3$	$Q \cdot L^3$
	$76.8E \cdot I$	$70.2E \cdot I$	$65.6E \cdot I$	$62.4E \cdot I$	$60.6E \cdot I$	$60.0E \cdot I$

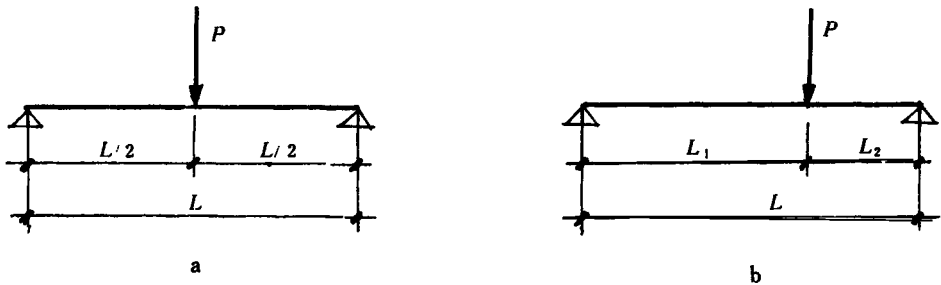


图 A13

注: a: 集中荷载作用于跨中时挠度按 $f_{\max} = \frac{P \cdot L^3}{48E \cdot I}$ 计算。

b: 集中荷载作用于任意点时挠度按 $f_{\max} = \frac{P \cdot L_1 \cdot L_2 (L_1 + L_2) \sqrt{3L_1 (L_1 + L_2)}}{27E \cdot I \cdot L}$ 计算。

当向外平开窗的窗扇受负压或向内平开窗的窗扇受正压时,其窗框的竖框受荷情况按紧固五金件处有集中荷载作用的简支梁计算;其窗扇边梃受荷情况可近似简化为以紧固五金件处为固端的悬臂梁上承受矩形均布荷载,其挠度按 $f_{\max}=\frac{Q \cdot L^3}{8 E \cdot I}$ 计算(见图 A14):

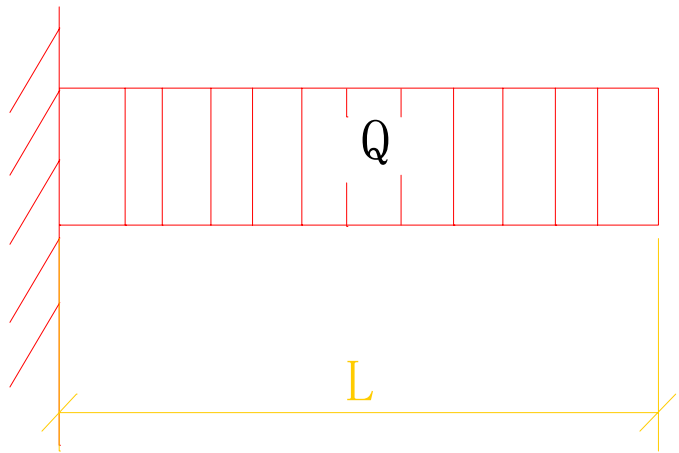


图 A14

以上公式计算所得的值应满足:

$f_{\max} \leqslant [f] \dots\dots\dots (A4)$

- 式中: I ——计算截面的惯性矩;
- E ——外窗受力构件所用材料的弹性模量;
- $f_{\max}$ ——构件在外力作用下产生的最大挠度;
- $[f]$ ——构件的允许挠度。

- 注 :① 当窗为柔性镶嵌单层玻璃时: $[f]=\frac{L}{130}$ 。
- ② 当窗为刚性镶嵌单层玻璃时: $[f]=\frac{L}{160}$ 。
- ③ 当窗为柔性镶嵌双层玻璃时: $[f]=\frac{L}{180}$ 。
- ④ 建筑外窗受力构件有均布荷载和集中荷载同时作用时,其挠度为它们各自产生挠度叠加的代数和。

A.6 联接计算及要求

为了确保建筑外窗在使用时的安全,则要对其受力构件进行端部联接计算。

A.6.1 对焊联接的计算

当端部联接采用对焊时,需进行焊缝处的剪切应力验算:

$\tau=\frac{1.5 Q'}{\delta \cdot L_j} \leqslant\left[\tau_h\right] \dots\dots\dots (A5)$

- 式中: Q' ——作用于联接处的剪力;
- δ ——联接件中腹板的厚度;
- L_j ——焊缝的计算长度;
- τ ——焊缝处的剪切应力;
- $\left[\tau_h\right]$ ——对接焊缝的抗剪允许应力。

当验算复杂截面时,其剪切应力按腹板与中和轴的距离分配选取最不利的截面代入上式进行验算。

A.6.2 铆钉联接和普通螺栓联接的计算

当铆钉或螺栓的横截面与受力方向平时时,应验算铆钉或螺栓的剪切应力,同时还应验算铆钉或螺栓的承压应力;当其横截面与受力方向垂直时,需验算其抗拉承载力。计算公式见表 A3。

表 A3 每个铆钉和普通螺栓的允许承载能力计算公式

受力情况	铆钉承载能力计算公式	普通螺栓承载能力计算公式
抗剪	$[N_j^m] = n_j \frac{\pi \cdot d^2}{4} [\tau^m] \dots\dots\dots (A6)$	$[N_j^L] = n_j \frac{\pi \cdot d^2}{4} [\tau^L] \dots\dots\dots (A7)$
承压	$[N_c^m] = d \sum \delta [\sigma_c^m] \dots\dots\dots (A8)$	$[N_c^L] = d \sum \delta [\sigma_c^L] \dots\dots\dots (A9)$
抗拉	$[N_T^m] = \frac{\pi \cdot d^2}{4} [\sigma_T^m] \dots\dots\dots (A10)$	$[N_T^L] = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} [\sigma_T^L] \dots\dots\dots (A11)$

式中： $[N_j^m]$ 、 $[N_c^m]$ 和 $[N_T^m]$ ——每个铆钉的抗剪、承压和抗拉允许承载能力；

$[N_j^L]$ 、 $[N_c^L]$ 和 $[N_T^L]$ ——每个螺栓的抗剪、承压和抗拉允许承载能力；

$[\tau^m]$ 、 $[\sigma_c^m]$ 和 $[\sigma_T^m]$ ——铆钉的抗剪、承压和抗拉的允许应力；

$[\tau^L]$ 、 $[\sigma_c^L]$ 和 $[\sigma_T^L]$ ——螺栓的抗剪、承压和抗拉的允许应力；

n_j ——每个铆钉或螺栓的受剪面数目；

d ——铆钉孔径或螺杆的外径；

d_c ——螺栓螺纹处的内径。

A.6.3 铆钉和螺栓的允许距离

铆钉和螺栓的中心距离和中心至构件边缘的距离，均应满足构件受剪面承载能力的需要。一般其中心距离不得小于 $3d$ ；中心至构件边缘的距离：在顺内力方向不得小于 $2d$ ；在垂直内力方向：对切割边不得小于 $1.5d$ ；对轧制边不得小于 $1.2d$ 。如果联接确有困难不能满足上述要求时，则应对构件受剪面进行验算。

附加说明：

本标准由中华人民共和国城乡建设环境保护部提出。

本标准由中国建筑技术发展中心中国建筑标准研究所归口。

本标准由中国建筑科学研究院建筑物理研究所起草并负责解释。

本标准主要起草人高锡九、谈恒玉。

本标准附录由洛阳有色金属加工设计研究院刘智尤负责起草。