



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 37784—2019

---

## 中空玻璃结构安全隐患现场检测方法

In-situ test method for detection of structural risk of the insulating glass

2019-08-30 发布

2020-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国建筑用玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 255)归口。

本标准起草单位：中国建材检验认证集团股份有限公司、信义节能玻璃(芜湖)有限公司、福莱特光伏玻璃集团股份有限公司、上海众材工程检测有限公司、浙江中技建设工程检测有限公司、成都硅宝科技股份有限公司、江西省奋发粘胶化工有限公司、上海美特幕墙有限公司、浙江亚厦幕墙有限公司、苏州金螳螂幕墙有限公司、中国建材检验认证集团秦皇岛有限公司、湖北省建筑工程质量监督检验测试中心、深圳广田装饰集团股份有限公司、贵州华达安全玻璃有限公司、中国耀华玻璃集团有限公司、上海玻机智能幕墙股份有限公司、云南省建设工程质量检测中心有限公司、湖北正格幕墙检测有限公司、河南豫美建设工程检测有限公司、江苏方建工程质量鉴定检测有限公司、新疆建筑科学研究院(有限责任公司)、江苏省镇江市建科工程质量检测中心有限公司。

本标准主要起草人：包亦望、刘小根、杨建军、阮洪良、林斌、李步春、邱岩、万德田、孔戈、周意生、朱齐飞、孙连弟、钱新宇、黄建斌、刘学刚、陈国谦、罗江洪、刘志海、田学勤、丁玎、徐会芳、黄晓天、贾淑萍、刘霞、唐科、张伟、陈璐、何志军、袁爱国。

# 中空玻璃结构安全隐患现场检测方法

## 1 范围

本标准规定了通过挠度相对比较法检测中空玻璃结构安全隐患的术语和定义、检测原理、加载装置、检测方法、矩形平板中空玻璃接近度值计算、风险判据和检测报告。

本标准适用于建筑用中空玻璃因通透性密封失效导致的结构安全隐患检测。

本标准不适用于带呼吸装置及压力自平衡装置的中空玻璃的结构安全隐患现场检测。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

**接近度 closeness**

实测值与理论计算的中空玻璃密封未失效或失效对应值的接近程度。

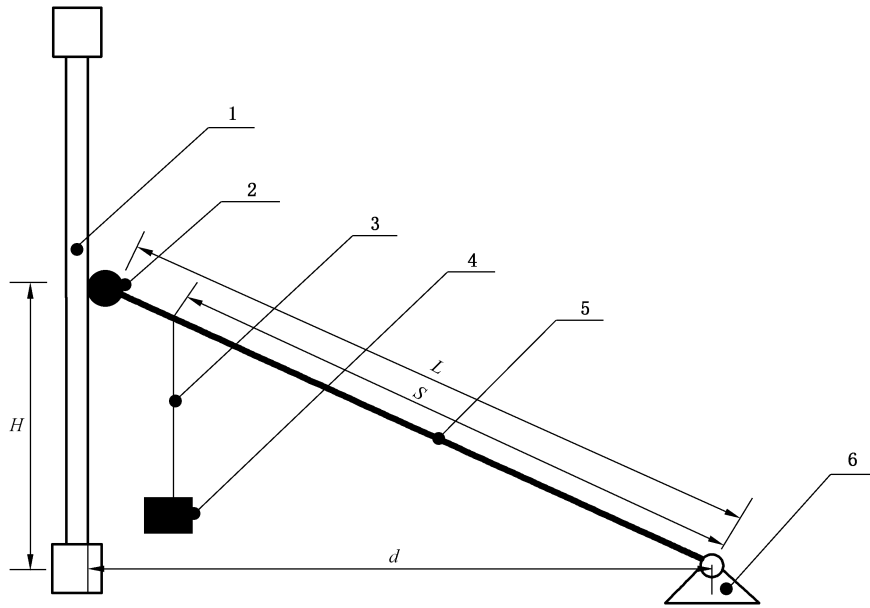
## 3 检测原理

中空玻璃密封单元密封未失效和密封通透性失效时,其承载变形性能会存在明显差异。在中空玻璃一面施加固定的载荷,测量中空玻璃受力后直接承载面的几何中心处的间隔层厚度,并根据接近度值判定中空玻璃是否存在结构安全隐患。

## 4 加载装置

采用杠杆-砝码加载装置,在中空玻璃面板几何中心施加垂直的集中载荷,如图 1 所示。在长度可调的杠杆顶端设置有弹性加载球,加载后加载球与玻璃的接触半径为 5 mm~15 mm。杠杆底端设置有吸盘,吸盘固定于表面平滑的地板上,在靠近杠杆弹性加载球的一端施加砝码。

注:根据现场加载条件,也可选择其他可以施加并显示力值的加载装置。



说明：

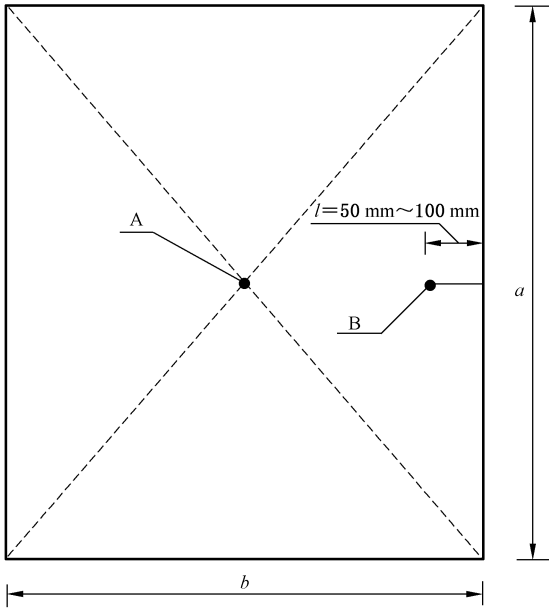
- 1——中空玻璃；
- 2——弹性加载球；
- 3——挂绳；
- 4——砝码；
- 5——杠杆；
- 6——吸盘。

图 1 现场加载装置示意图

## 5 检测方法

### 5.1 中空玻璃尺寸及间隔层初始厚度测量

如图 2 所示,采用精度为 1 mm 或更高的量具测量矩形中空玻璃的长边长度  $a$  和短边长度  $b$ ,采用精度为 0.1 mm 或更高的量具测量中空玻璃的内、外片厚度,采用精度为 0.1 mm 或更高的量具测量中空玻璃面板中心 A 点处间隔层(中空层)的初始厚度  $h$ 。及长边边部 B 点处(在长边中点且离边缘距离  $l$  为 50 mm~100 mm)的间隔层初始厚度  $h_1$ 。



说明：  
 A ——中空玻璃板中心测点；  
 B ——中空玻璃长边边部测点。

图 2 中空玻璃尺寸及中空层厚度测点位置示意图

5.2 安装加载装置

按图 1 所示安装好集中载荷加载装置,弹性加载球对准中空玻璃直接承载面的板中心,并用卷尺测量图示中的  $H$ 、 $d$ 、 $L$ 、 $S$  的距离,精确至 1.0 mm。

5.3 施加砝码

施加砝码质量  $M$  的最大允许质量  $M_{\max}$  和最小质量  $M_{\min}$  分别按式(1)和式(2)计算：

$$M_{\max} = \frac{50t_1^2 \cdot L \cdot H}{g \cdot d \cdot S [1.24 \ln(0.0637b) + \beta]} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中：
- $M_{\max}$  ——施加砝码质量最大允许值,单位为千克(kg)；
  - $t_1$  ——中空玻璃直接承载面的玻璃厚度,单位为毫米(mm)；
  - $H$  ——加载点至杠杆下端的垂直距离,单位为毫米(mm)；
  - $d$  ——加载点至杠杆下端的水平距离,单位为毫米(mm)；
  - $L$  ——杠杆长度,单位为毫米(mm)；
  - $S$  ——砝码挂点处至杠杆下端的长度,单位为毫米(mm)；
  - $b$  ——中空玻璃的短边长度,单位为毫米(mm)；
  - $\beta$  ——与玻璃长宽比  $a/b$  有关的系数,取值见表 1；
  - $g$  ——当地重力加速度,单位为米每二次方秒( $\text{m/s}^2$ )。

$$M_{\min} = \frac{20t_1^2 \cdot L \cdot H}{g \cdot d \cdot S [1.24 \ln(0.0637b) + \beta]} \dots\dots\dots (2)$$

- 式中：
- $M_{\min}$  ——加载砝码质量最小允许值,单位为千克(kg)。

表 1  $\beta$  取值

$a/b$	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	$>3$
$\beta$	0.435	0.550	0.650	0.789	0.875	0.927	0.958	0.99	1.000

注： $a$  为中空玻璃长边长度，施加的砝码的最大允许质量考虑了集中载荷引起的直接承载面玻璃最大应力不超过普通玻璃设计强度值。

5.4 集中载荷计算

根据力矩方程，计算施加砝码后杠杆顶端弹性加载球垂直施加给中空玻璃面板的集中载荷  $P$  按式(3)进行计算：

$$P = Mg \times (d/L) \times (S/H) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$P$ ——垂直对中空玻璃面板施加的集中载荷(正压力)，单位为牛(N)。

5.5 加载后中空玻璃间隔层厚度测量

测量加载后中空玻璃 A 点处间隔层厚度  $h$  值。

6 中空玻璃接近度值计算

6.1 矩形平板中空玻璃间隔层密封未失效接近度值按式(4)计算：

$$\eta_{hp} = | h - h_p | \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\eta_{hp}$ ——间隔层密封未失效中空玻璃接近度值，单位为毫米(mm)；

$h$  ——现场实测加载后中空玻璃 A 点处间隔层厚度，单位为毫米(mm)；

$h_p$  ——理论计算间隔层密封未失效中空玻璃 A 点处间隔层厚度，单位为毫米(mm)，计算方法见附录 A。

6.2 矩形平板中空玻璃间隔层密封失效接近度值按式(5)计算：

$$\eta_{hf} = | h - h_f | \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\eta_{hf}$ ——间隔层密封失效中空玻璃接近度值，单位为毫米(mm)；

$h_f$  ——理论计算间隔层密封失效时的中空玻璃 A 点处间隔层厚度，单位为毫米(mm)，计算方法见附录 A。

6.3 异形及曲面中空玻璃接近度值计算方法见附录 B。

7 风险判据

当  $\eta_{hf} < \eta_{hp}$  时，中空玻璃的结构存在安全隐患。

8 检测报告

应包括以下内容：

- a) 委托单位及检测类别；

- b) 现场检测单元的位置、中空玻璃类型及规格尺寸；
- c) 检测依据及使用仪器；
- d) 检测现场的温度，朝向及建筑状态；
- e) 检测结果及结论。

附录 A  
(规范性附录)

中空玻璃板中心受集中载荷后板中心间隔层厚度理论计算

A.1 间隔层密封失效后中空玻璃板中心间隔层厚度按式(A.1)计算:

$$h_f = h_o - m \frac{Pb^2}{Et_1^3} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $h_f$  ——加载后密封失效中空玻璃板中心 A 点处间隔层厚度,单位为毫米(mm);
- $h_o$  ——加载前中空玻璃板中心 A 点处间隔层初始厚度,单位为毫米(mm);
- $m$  ——与玻璃长宽比  $a/b$  有关的系数,取值见表 A.1;
- $P$  ——垂直施加在中空玻璃直接承载面板中心处的集中载荷,单位为牛(N);
- $b$  ——中空玻璃短边长度,单位为毫米(mm);
- $E$  ——玻璃弹性模量,单位为帕(Pa);
- $t_1$  ——中空玻璃直接承载面玻璃的厚度,单位为毫米(mm)。

表 A.1 参数  $m, k$  取值

$a/b$	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0	>5.0
$m$	0.126 5	0.138 1	0.147 8	0.162 1	0.171 4	0.176 9	0.180 3	0.184 6	0.184 7	0.184 8	0.184 9
$k$	0.044 4	0.055 1	0.061 6	0.077 0	0.090 6	0.101 7	0.111 0	0.133 5	0.140 0	0.141 7	0.142 1

A.2 间隔层密封未失效中空玻璃板中心间隔层厚度按式(A.2)计算:

$$h_p = h_o - \left( m \frac{Pb^2}{Et_1^3} - k \frac{\Delta pb^4}{Et_1^3} - k \frac{\Delta pb^4}{Et_2^3} \right) \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- $h_p$  ——加载后密封未失效中空玻璃板中心 A 点处间隔层厚度,单位为毫米(mm);
- $t_2$  ——中空玻璃非直接承载面玻璃的厚度,单位为毫米(mm);
- $\Delta p$  ——加载后中空玻璃间隔层腔体气压变化,单位为帕(Pa),按式(A.3)计算;
- $k$  ——与玻璃长宽比  $a/b$  有关的系数,取值见表 A. 1。

$$\Delta p = \frac{X_1 - h_1 ab - p_0 X_2 + \sqrt{(X_1 - h_1 ab - p_0 X_2)^2 + 4X_1 X_2 p_0}}{2X_2} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- $h_1$  ——加载前中空玻璃长边边部 B 点处间隔层厚度,单位为毫米(mm);
- $X_1$  ——公式简化计算设定的参数,按式(A.4)计算;
- $X_2$  ——公式简化计算设定的参数,按式(A.6)计算。

$$X_1 = \frac{16Pa^4 b^4}{\pi^6 D_1 (a^2 + b^2)^2} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

- $\pi$  ——圆周率,取值 3.14;
- $D_1$  ——中空玻璃直接承载面玻璃板的弯曲刚度,单位为牛米(N·m),按式(A.5)计算。

$$D_1 = \frac{Et_1^3}{12(1 - \nu^2)} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$



式中：

$\nu$ ——玻璃的泊松比，取值为 0.24。

$$X_2 = \frac{64a^5b^5}{\pi^8(a^2+b^2)^2} \left( \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} \right) \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

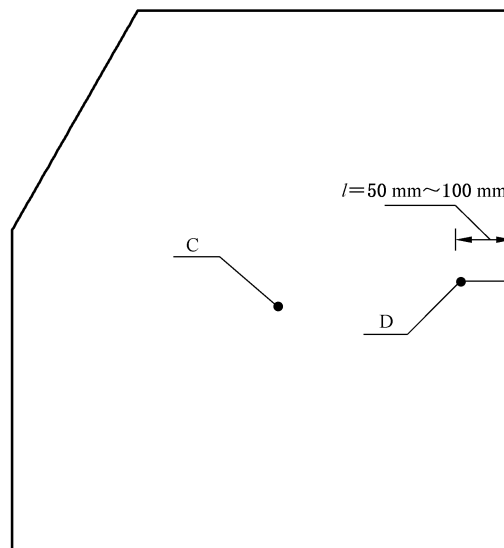
$D_2$ ——中空玻璃非直接承载面玻璃板的弯曲刚度，单位为牛米(N·m)，按式(A.7)计算。

$$D_2 = \frac{Et_2^3}{12(1-\nu^2)} \dots\dots\dots (A.7)$$

附录 B  
(规范性附录)

异型及曲面中空玻璃接近度值计算方法

B.1 选择一个与待检测规格、尺寸及装配方式完全相同的异型或曲面中空玻璃样本,在其一面的玻璃板中心区域选定一固定点 C 位置,按 5.1~5.5 方式施加给定的集中载荷并记录在该载荷作用下中空玻璃 C 点处间隔层厚度  $h_{p1}$ ,作为中空玻璃密封未失效时的标定值,如图 B.1 所示。然后,对该中空玻璃样本周边密封单元人为穿透,并使间隔层气体与大气相通,以模拟其密封失效状态,按前述相同的加载条件和方式测量中空玻璃间隔层厚度  $h_{f1}$ ,作为中空玻璃密封失效时的标定值。



说明:

- C——中空玻璃板中心测点;
- D——中空玻璃长边边部测点。

图 B.1 异型或曲面中空玻璃加载点及间隔层厚度测量点示意图

B.2 现场测量待测中空玻璃 C 点处的间隔层初始厚度  $h_0$  及长边边部 D 点处(在长边中点且离边缘距离  $l$  为 50 mm~100 mm)的间隔层初始厚度  $h_1$ 。

B.3 按 B.1 中完全相同的加载与测量方式,获得现场被测中空玻璃加载后 C 点的间隔层厚度  $h$ 。

B.4 中空玻璃间隔层密封未失效时的接近度值按式(B.1)计算:

$$\eta_{hp} = | h + h_1 - h_{p1} - h_0 | \quad \dots\dots\dots ( B.1 )$$

式中:

- $\eta_{hp}$ ——中空玻璃间隔层密封未失效时的接近度值,单位为毫米(mm);
- $h$ ——现场给定载荷下中空玻璃 C 点处间隔层厚度实测值,单位为毫米(mm);
- $h_{p1}$ ——密封良好的中空玻璃样本在给定载荷下的间隔层试验标定值,单位为毫米(mm);
- $h_0$ ——加载前中空玻璃 C 点处间隔层初始厚度,单位为毫米(mm);
- $h_1$ ——加载前中空玻璃 D 点处间隔层初始厚度,单位为毫米(mm)。

B.5 中空玻璃间隔层密封失效时的接近度按式(B.2)计算:

$$\eta_{hf} = | h + h_1 - h_{f1} - h_0 | \quad \dots\dots\dots ( B.2 )$$

式中：

$\eta_{\text{H}}$ ——中空玻璃间隔层密封失效时的接近度值,单位为毫米(mm)；

$h_{\text{H}}$ ——密封失效的中空玻璃样本在给定载荷下的间隔层试验标定值,单位为毫米(mm)。

---