



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 4111—XXXX

代替 GB/T 4111—2013

## 混凝土砌块和砖试验方法

Test methods for the concrete block & brick

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2025.8.30)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 外观质量..... 1

4 尺寸偏差..... 3

5 抗压性能..... 3

6 抗折性能..... 3

7 块体密度和空心率..... 7

8 含水率、吸水率和相对含水率..... 10

9 干燥收缩值..... 11

10 软化系数..... 13

11 碳化系数..... 14

12 抗冻性..... 15

13 抗渗性..... 22

14 试验报告..... 25

附录 A（规范性） 抗压强度标准法..... 26

附录 B（规范性） 抗压强度叠压法..... 30

附录 C（规范性） 抗压强度裁切法..... 32

附录 D（资料性） 粘结找平材料建议配合比..... 35

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替了GB/T 4111—2013《混凝土砌块和砖试验方法》，与GB/T 4111—2013相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改完善现有内容；
- b) 增加了混凝土路面砖和路面板抗折强度试验方法（见6.2）；
- c) 修订抗压强度裁切法试验方法（见附录C）；
- d) 抗冻性试验增加“单边冻”试验方法（见12.5）；
- e) 抗渗性试验进行了重新修订。（1997版的11；本版的13）

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会（SAC/TC285）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本的发布情况为：

- 1983首次发布为GB/T 4111—1983，1996年第一次修订，1997年第二次修订，2013第三次修订；
- 本次为第四次修订。

# 混凝土砌块和砖试验方法

## 1 范围

本文件规定了混凝土砌块（砖）的尺寸偏差、外观质量、抗压强度、抗折强度、块体密度、空心率、含水率、吸水率、相对含水率、干燥收缩值、软化系数、碳化系数、抗冻性和抗渗性的试验方法。

本文件适用于建筑工程用的混凝土小型空心砌块、混凝土实心砌块、混凝土多孔（空心）砖和水利、交通、市政工程等构筑物用混凝土砌块（砖）。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T 17669.3 建筑石膏力学性能的测定

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

GB/T 18968 墙体材料术语

GB 20472 硫铝酸盐水泥

JG/T 247 混凝土碳化试验箱

GB/T 18968界定的术语和定义适用于本文件。

## 3 外观质量

### 3.1 量具

钢直尺或钢卷尺：分度值 1mm。

### 3.2 弯曲

将直尺贴靠坐浆面、铺浆面和条面，测量直尺与试件之间的最大间距（见图1），精确至1mm。

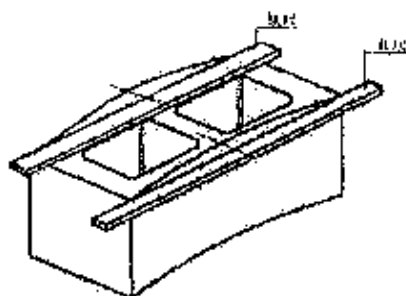
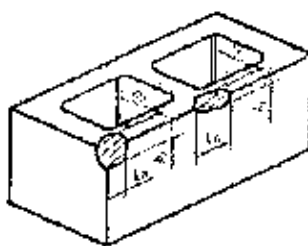


图1 弯曲测量法

### 3.3 缺棱掉角

将直尺贴靠棱边，测量缺棱掉角在长、宽、高度三个方向的投影尺寸(见图2)，精确至1mm。



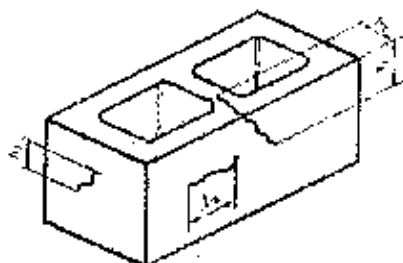
$L$ —缺棱掉角在长度方向的投影尺寸； $b$ —缺棱掉角在宽度方向的投影尺寸；

$h$ —缺棱掉角在高度方向的投影尺寸

图2 缺棱掉角尺寸测量法

### 3.4 裂纹

用钢直尺测量裂纹在所在面上的最大投影尺寸(如图3中的 $L_2$ 或 $h_3$ )，如裂纹由一个面延伸到另一个面时，则累计其延伸的投影尺寸(如图3中的 $b_1+h_1$ )，精确至1mm。



$L$ —裂纹在长度方向的投影尺寸； $b$ —裂纹在宽度方向的投影尺寸；

$h$ —裂纹在高度方向的投影尺寸

图3 裂纹长度测量法

### 3.5 测量结果

弯曲、缺棱掉角和裂纹长度的测量结果以最大测量值表示，精确至 1mm。

## 4 尺寸偏差

### 4.1 量具

钢直尺或钢卷尺：分度值 1mm。

### 4.2 完整直角六面体的块材

长度在条面的中间、宽度在顶面的中间、高度在顶面的中间测量。每项在对应两面各测一次，取平均值，精确至 1mm。

### 4.3 辅助块材和异形块材

长度、宽度和高度应测量块材相应位置的最大尺寸，精确至 1mm。特殊标注部位的尺寸也应测量，精确至 1mm；块材外形非完全对称时，至少应在块材对立面的两个位置上进行全面的尺寸测量，并草绘或拍下测量位置的图片。

### 4.4 带孔块材

壁、肋厚应在最小部位测量，选两处各测一次，取平均值，精确至 1mm。在测量时不考虑凹槽、刻痕及其它类似结构。

### 4.5 测量结果

尺寸偏差以实际测量值与规定尺寸的差值表示，精确至 1mm。

## 5 抗压性能

抗压强度标准法见附录A，抗压强度叠加法见附录B，抗压强度裁切法见附录C。

## 6 抗折性能

### 6.1 砌块抗折强度

#### 6.1.1 设备

##### 6.1.1.1 材料试验机

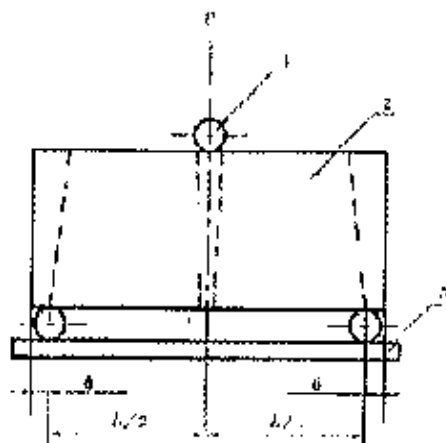
试验机加荷速度应在 100N/s~1000N/s 内可调。试验机的示值误差应不大于 1%，量程选择应能使试件的预期破坏荷载落在满量程的 20%~80%之间。

##### 6.1.1.2 支撑棒和加压棒

直径 35mm~40mm，长度应满足大于试件抗折断面长度的要求，材料为钢质，数量为三根；加压棒

应有铰支座。在每次使用前，应在工作台上用水平尺和直角靠尺校正支撑棒和加压棒，满足直线性的要求时方可使用。

支撑棒由安放在底板上的两根钢棒组成，其中至少有一根是可以自由滚动（见图4）。



1—钢棒；2—试件；3—承压板。

$\delta$ 取值：混凝土空心砌块取  $1/2$  肋厚；混凝土多孔（空心）砖取  $10\text{mm}$ 。

图4 抗折强度试验方法示意

### 6.1.2 试件

本方法只适用于外形为完整直角六面体的块材，可裁切出完整直角六面体的辅助砌块和异形砌块。

#### 6.1.2.1 试件数量

试件数量为五块。

#### 6.1.2.2 试样处理、试件制备和养护

按本标准附录A的规定进行。测量每个试件的高度和宽度，分别求出各个方向的平均值。混凝土空心砌块试件还需测量块两侧端头的最小肋厚，取平均值，精确到  $1\text{mm}$ 。

### 6.1.3 试验步骤

#### 6.1.3.1 划线

在块材试件的两大面上分别划出水平中心线，再在水平中心的中心点引垂线至上、下底部（试件抹浆面），分别连接试件上、下底部中心点形成抹浆面的中心线。沿抹浆面中心线与块材底部（图4）棱边向两边画出  $L/2$  的位置（支座点）， $L$  为公称长度减一个公称肋厚。

#### 6.1.3.2 放置

将试件置于材料试验机承压板上,调整位置使试件的上部中心线与试验机中心线重合,在试件的上部中心线处放置一根钢棒。可以用试验机自带抗折压头直接替代加压棒使用。试件底部放上两钢棒分别对准试件的两个支座线,形成如图4的结构受力图,使其满足 $\delta$ 的取值要求。

#### 6.1.3.3 加荷

使加压棒的中线与试验机的压力中心重合,以50N/s的速度加荷至试验机开始显示读数就立即停止加荷。用量具在试件两侧测量图4中的 $L$ 值、两侧的 $\delta$ 值,以及加压棒居中程度。 $L$ 值取试件两侧面测量值的平均值,精确至1mm。加压棒与试件长度方向中心线重叠误差应不大于1mm、两侧的 $\delta$ 值相差应不大于1mm,有一项超出要求,试验机需卸载、试件重新放置,直至满足要求。

#### 6.1.3.4 记录

以 $(250 \pm 50)$  N/s的速度加荷直至试件破坏。记录最大破坏荷载 $P$ 。

#### 6.1.4 结果计算

每个试件的抗折强度按式(1)计算,精确至0.01MPa。抗折强度以五个试件抗折强度的算术平均值和单块最小值表示,精确至0.1MPa。

$$f_z = \frac{3PL}{2BH^2} \quad (1)$$

式中:

$f_z$  — 试件的抗折强度,单位为兆帕(MPa);

$P$  — 破坏荷载,单位为牛顿(N);

$L$  — 抗折两支撑钢棒轴心间距,单位为毫米(mm);

$B$  — 试件宽度,单位为毫米(mm);

$H$  — 试件高度,单位为毫米(mm)。

### 6.2 混凝土路面砖和路面板抗折强度

#### 6.2.1 主要仪器设备

##### 6.2.1.1 试验机

抗折试验机、万能试验机,或带有抗折试验架的压力试验机。试验机的精度(示值相对误差)应不大于±1%;试件预期破坏荷载值,宜落在试验机标示最大量程的20%~80%之间。

##### 6.2.1.2 支座和加压棒

支座的两根支承棒和一根加压棒,应采用直径25mm~40mm的钢棒,其中一个支承棒应能滚动、自由调整位置。支承棒和加压棒的长度,应不小于试件的宽度。

##### 6.2.1.3 磨平机

试验室用的试件磨平机。



#### 6.2.1.4 试验辅助材料和工具

- 1) 试验用垫片：建筑装修用的三合板，厚度宜不小于 2.5 mm 且不大于 3.5 mm。
- 2) 试件测量工具：精度不低于 0.5 mm、最大量程大于 300 mm 的钢直尺。
- 3) 52.5R 水泥。

#### 6.2.2 试件

6.2.2.1 试件数量为 5 块，应裁切取自至少三块 PC 石板产品试样上。

6.2.2.2 产品试样的实际最大长度尺寸大于 300 mm 时，切取  $(300 \pm 3) \text{ mm} \times (100 \pm 2) \text{ mm} \times$  产品试样原厚度，作为试件；当产品试样最大长度无法满足试件制作要求时，切取产品试样原长度  $\times (100 \pm 2) \text{ mm} \times$  试样原厚度，作为试件。

6.2.2.3 每个试件两个支承部位和位于产品顶面的加荷区域，应平整。可在支承部位和加荷区域，先用磨平机磨削出宽度不小于 15 mm 的平整面。

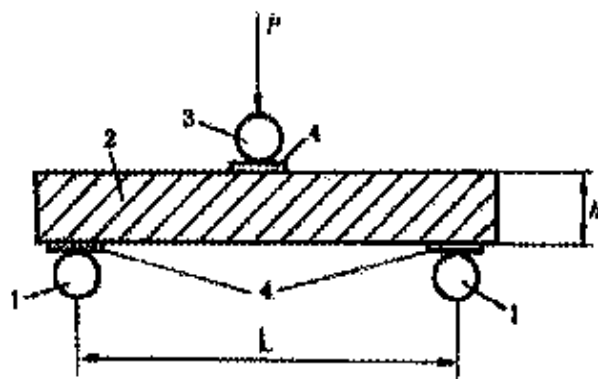
6.2.2.4 产品试样顶面有假缝存在时，裁切取试件时要尽量避免试件上带有假缝。当无法避免时，应先用 52.5R 水泥砂浆将假缝处填平，再标养满 7d；并要尽量将假缝长度方向与试件长度方向保持一致。

6.2.2.5 试验前，测量和记录每个试件中部受力部位截面的宽度 ( $b$ ) 和厚度 ( $h$ )，读数精确到 0.5 mm。

#### 6.2.3 试验步骤

6.2.3.1 清除试件表面的松动颗粒或粘附渣粒，放入温度  $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$  水中先浸泡  $(24 \pm 0.25) \text{ h}$ 。

6.2.3.2 将试件从水中取出，用干海绵或拧干的湿毛巾擦去试件表面的水，PC 石面板顶面朝上沿长度方向放置在支座上。抗折支距  $L$  (两个支承棒的中心距离，读数精确到 0.5 mm) 为试件长度减去 50 mm；两个支承棒中心距试件长度方向的端面间距为  $(25 \pm 5) \text{ mm}$ ，在支承棒和加压棒与试件之间，均应垫置宽度  $(10 \pm 2) \text{ mm}$ 、长度不小于试件宽度的三合板。如图 5 所示。



索引序号说明：

- 1——支承棒；
- 2——试件；
- 3——加压棒；
- 4——三合板垫片。

图 5 混凝土路面砖和路面板抗折强度试验方法示意图

启动试验机，连续均匀地加荷，加荷速度应控制在 0.04MPa/s~0.06MPa/s，直至试件破坏，记录破坏荷载( $P$ )，读数精确至 0.01kN。

#### 6.2.4 试验结果的计算和评定

抗折强度按下式计算，计算结果修约到 0.01 MPa。

$$f_f = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2)$$

式中：

$f_f$ ——试件抗折强度，单位为兆帕(MPa)；

$P$ ——试件破坏荷载，单位为牛顿(N)；

$L$ ——两个支承棒间距，单位为毫米(mm)；

$b$ ——试件宽度，单位为毫米(mm)；

$h$ ——试件厚度，单位为毫米(mm)。

试验结果以同组 5 个试件抗折强度的算术平均值和单块最小值表示，计算结果修约精度 0.01 MPa，采用修约值比较法进行评定。

#### 6.2.5 试验报告

试验检测报告上应明确标示出产品试样的实际尺寸值、试件取样方法(位置)，以及每块试件的具体尺寸值、破坏荷载值。

### 7 块体密度和空心率

#### 7.1 设备

##### 7.1.1 电子称

感量精度 0.005kg。

##### 7.1.2 水池或水箱

最小容积应能放置一组试件。

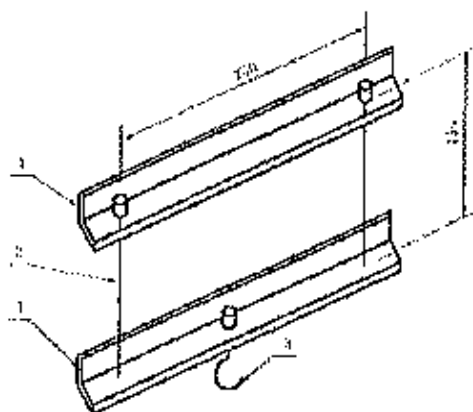
##### 7.1.3 水桶

大小应能悬浸一个块材试件。

##### 7.1.4 吊架

见图 6。

单位为毫米



1—角钢(30mm×30mm); 2—拉筋; 3—钩子(与两端拉筋等距离)

图6 吊架

### 7.1.5 电热鼓风干燥箱

温控精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

### 7.2 试件数量

试件数量为三个。

### 7.3 试验步骤

#### 7.3.1 测量

根据分类, 分别按附录A的方法测量完整块材试件的长度、宽度、高度、分别求出各个方向的平均值, 分别用 $l$ 、 $b$ 、 $h$ 表示, 单位为毫米。

#### 7.3.2 试件处置

将试件浸入 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的水中, 水面应高出试件20mm以上, 24h后将其分别移到水桶中, 称出试件的悬浸质量 $m_i$ , 精确至0.005kg。

#### 7.3.3 称量

称取试件的悬浸质量将磅秤置于平稳的支座上, 在支座的下方与磅秤中线重合处放置水桶。在磅秤底座上放置吊架, 用铁丝把试件悬挂在吊架上, 此时试件应离开水桶的底面且全部浸泡在水中。将磅秤读数减去吊架和铁丝的质量, 即为悬浸质量 $m_i$ 。

将试件从水中取出, 放在铁丝网架上滴水1min, 再用拧干的湿布拭去内、外表面的水, 立即称其饱和面干状态的质量 $m_s$ , 精确至0.005kg。

将试件放入电热鼓风干燥箱内, 在 $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 温度下至少干燥24h, 然后每间隔2h称量一次, 直至两次称量之差不超过后一次称量的0.2%为止。

待试件在电热鼓风干燥箱内冷却至与室温之差不超过 20℃后取出，立即称其绝干质量  $m$ ，精确至 0.005kg。

## 7.4 结果计算

### 7.4.1 每个试件的体积

每个试件的体积按式(3)计算。

$$V = l \times b \times h \times 10^{-9} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$V$  — 试件的体积，单位为立方米 ( $\text{m}^3$ )；

$l$  — 试件的长度，单位为毫米 ( $\text{mm}$ )；

$b$  — 试件的宽度，单位为毫米 ( $\text{mm}$ )；

$h$  — 试件的高度，单位为毫米 ( $\text{mm}$ )。

### 7.4.2 每个试件的密度

每个试件的密度按式(4)计算，精确至  $10\text{kg}/\text{m}^3$ 。块体密度以三个试件块体密度的算术平均值表示。精确至  $10\text{kg}/\text{m}^3$ 。

$$\gamma = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\gamma$  — 试件的密度，单位为千克每立方米 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$m$  — 试件的绝干质量，单位为千克 ( $\text{kg}$ )；

$V$  — 试件的体积，单位为立方米 ( $\text{m}^3$ )。

### 7.4.3 每个试件的空心率

每个试件的空心率按式(5)计算，精确至 1%。块材的空心率以三个试件空心率的算术平均值表示。精确至 1%。

$$K_v = [1 - (m_2 - m_1) / (\rho \times V)] \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$K_v$  — 试件的空心率，%；

$m_1$  — 试件的悬浸质量，单位为千克 ( $\text{kg}$ )；

$m_2$  — 试件饱和面干状态的质量，单位为千克 ( $\text{kg}$ )；

$V$  — 试件的体积，单位为立方米 ( $\text{m}^3$ )；

$\rho$  — 水的密度，取  $\rho = 1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。

#### 7.4.4 非建筑物墙用块材的混凝土密度计算

水工护坡砌块、干垒挡土墙砌块、路面砖和路缘石等非建筑物墙用块材的混凝土密度计算，

按式(6)计算块材混凝土的实际体积。

$$V = (m_2 - m_1) / \rho \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$m_1$  — 试件的悬浸质量，单位为千克(kg)；

$m_2$  — 试件饱和面干状态的质量，单位为千克(kg)；

$V$  — 试件的体积，单位为立方米( $m^3$ )；

$\rho$  — 水的密度  $1000\text{kg}/m^3$ 。

按 7.4.2 计算混凝土密度，精确至  $10\text{kg}/m^3$ 。

### 8 含水率、吸水率和相对含水率

#### 8.1 设备

##### 8.1.1 电热鼓风干燥箱

温控精度  $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

##### 8.1.2 电子称

感量精度  $0.005\text{kg}$ 。

##### 8.1.3 水池或水箱

最小容积应能放置一组试件。

#### 8.2 试件数量

试件数量为三个。取样后应立即用塑料袋包装密封。

#### 8.3 试验步骤

8.3.1 试件取样后立即用毛刷清理试件表面及孔洞内粉尘，称取其质量  $m_0$ 。如试件用塑料袋密封运输，则在拆袋前先将试件连同包装袋一起称量，然后减去包装袋的质量（袋内如有试件中析出的水珠，应将水珠擦试干或用暖风吹干后再称量包装袋的重量），即得试件在取样时的质量  $m_0$ ，精确至  $0.005\text{kg}$ 。

8.3.2 将试件浸入  $15^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$  的水中，水面应高出试件  $20\text{mm}$  以上。24h 后取出，按 7.3.3 的规定称量试件饱和面干状态的质量  $m_2$ ，精确至  $0.005\text{kg}$ 。

8.3.3 按 7.3.4、7.3.5 的方法将试件烘干至恒重，称取其绝干质量  $m$ 。

#### 8.4 结果计算

#### 8.4.1 每个试件的含水率

每个试件的含水率按式(7)计算,精确至0.1%。块材的含水率以三个试件含水率的算术平均值表示。精确至1%。

$$W_1 = \frac{m_0 - m}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$W_1$  — 试件的含水率, %;

$m_0$  — 试件在取样时的质量, 单位为千克(kg);

$m$  — 试件的绝干质量, 单位为千克(kg)。

#### 8.4.2 每个试件的吸水率

每个试件的吸水率按式(8)计算,精确至0.1%。块材的吸水率以三个试件吸水率的算术平均值表示。精确至1%。

$$W_2 = \frac{m_2 - m}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$W_2$  — 试件的吸水率, %;

$m_2$  — 试件饱和面干状态的质量, 单位为千克(kg);

$m$  — 试件的绝干质量, 单位为千克(kg)。

#### 8.4.3 块材的相对含水率

块材的相对含水率按式(9)计算,精确至1%。

$$W = \frac{\overline{W}_1}{\overline{W}_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$W$  — 块材的相对含水率, %;

$\overline{W}_1$  — 三个块材含水率的平均值, %;

$\overline{W}_2$  — 三个块材吸水率的平均值, %。

### 9 干燥收缩值

#### 9.1 设备和仪器

##### 9.1.1 手持应变仪

测量装置应用带表盘的千分表，并应有足够大的测量范围。

#### 9.1.2 恒温恒湿箱或电热鼓风干燥箱

恒温恒湿箱或电热鼓风干燥箱的最小容积应能放置三个完整的测试试件，并且每一个测试试件四周的净空间距至少 25 毫米以上；能满足  $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$  的温度和  $(17 \pm 2)\%$  相对湿度控制精度要求。

#### 9.1.3 水池或水箱

最小容积应能放置一组试件。

#### 9.1.4 测长头

由不锈钢或黄铜制成，见图 6。

#### 9.1.5 台钻或麻花钻

带有深度限位尺，精度为 1mm。

### 9.2 试件

#### 9.2.1 试件数量

试件应为完整砌块，数量为三个。

#### 9.2.2 测长头安装

在每个试件任一条面上划出中心线，用手持应变仪配备的标距定位器，在中心线上确定测长头安装插孔的位置。在确定的位置上用直径为 12 毫米的钻头钻孔，孔深  $14 \text{ 毫米} \pm 2 \text{ 毫米}$ 。

安装测长头前，测长头插孔应干燥且无灰尘。用黏合剂（水泥—水玻璃浆或环氧树脂）注入插孔后，用标距杆把测长头挤压到合适的标距。擦掉多余的黏合剂。砌块试件的测量标距为  $250^\circ\text{mm}$ ，砖试件的测量标距为  $150^\circ\text{mm}$ 。

单位为毫米

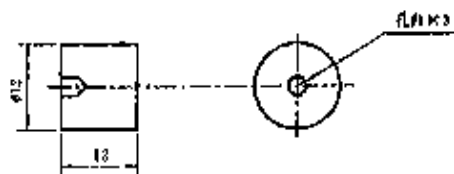


图 7 测长头

#### 9.2.3 试验步骤

##### 9.2.3.1 测长头粘结

将测长头粘结牢固后的试件浸入室温  $15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$  的水中，水面高出试件 20mm 以上，浸泡 4d。但在测试前 4h 的水温应保持在  $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ 。

### 9.2.3.2 初始长度测量

将试件从水中取出，放在铁丝网上滴水 1min，再用拧干的湿布拭去内外表面的水分，立即用手持应变仪测量两个测长头之间的初始长度  $L$ ，记录初始千分表读数  $M_1$ ，精确至 0.001mm。手持应变仪在测长前需用标准杆（长度为  $L_0$ ，一般标注在标准杆上）调整或校核，并记录千分表原点读数  $M_0$ ，一般宜取千分表量程的一半。要求每组试件在 15min 内测完。

9.2.3.3 将试件静置在温度  $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度应大于 80% 的空气中；2d 后放入满足 9.1.2 条要求的恒温恒湿箱内或电热鼓风干燥箱内，相对湿度用放在浅盘中的氯化钙过饱和溶液控制。当电热鼓风干燥箱容量为  $1\text{m}^3$  时，溶液暴露面积应不小于  $0.3\text{m}^2$ ；在整个测试过程中，在盘子或托盘内，应含有充足的固体氯化钙，从而使晶体露出溶液的表面。氯化钙溶液每 24h 至少彻底的搅拌一次，如果需要的话，可以搅拌更多的次数，以防止氯化钙溶液形成块状或者表面生成渣壳。

9.2.3.4 试件在满足 8.1.2 条要求的条件下放置 3d，然后在  $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$  条件下冷却 3h 后取出，用手持应变仪测长一次，并记录千分表读数  $M_2$ 。

9.2.3.5 将试件进行第二周期的干燥。第二周期的干燥及以后各周期的干燥延续时间均为 2d。干燥结束后再按 8.3.4 的规定冷却和测长。为了保证干燥的均匀一致性，在每一次测量时，在干燥箱里的每一个试样，都要被轮换到不同的位置，反复进行干燥和测长，直到试件长度达到稳定。长度达到稳定系指试件在上述温、湿度条件下连续干燥三个周期后，三个试件长度变化的平均值不超过 0.005mm。此时的长度即为干燥后的长度，记录测量时千分表读数  $M$ 。

### 9.2.4 结果计算

每个试件的干燥收缩值，按式 (10) 计算，精确至 0.001mm/m。块材的干燥收缩值以三个试件干燥收缩值的算术平均值表示，精确至 0.01mm/m。

$$S = \frac{M_1 - M}{L_0 + M - M_0} \times 1000 \quad (10)$$

式中：

$S$  — 试件干燥收缩值，单位为毫米每米 mm/m；

$M_1$  — 测量试件初始长度时千分表读数，单位为毫米 (mm)；

$M$  — 测量试件干燥后长度时千分表读数，单位为毫米 (mm)；

$L_0$  — 标准杆长度，单位为毫米 (mm)；

$M_0$  — 千分表原点，单位为毫米 (mm)；

1000—系数，单位为毫米每米 (mm/m)。

## 10 软化系数

### 10.1 设备



### 10.1.1 抗压强度试验设备

抗压强度试验设备同附录 A。

### 10.1.2 水池或水箱

最小容积应能放置一组试件。

## 10.2 试件

### 10.2.1 试件数量

试件数量为两组十个。

### 10.2.2 试样处理、试件制备和养护

试样处理、试件制备和养护按 4.1 的规定进行,试件找平和粘结材料应采用水泥砂浆。所需块材试样数,需根据产品采用的强度试验方法,够制作两组十个抗压强度试件的需要。

## 10.3 试验步骤

10.3.1 从经过养护后的两组试件中,任取一组五个试件浸入室温 15℃~25℃的水中,水面高出试件 20mm 以上,浸泡 4d 后取出,在铁丝网架上滴水 1min,再用拧干的湿布拭去内、外表面的水。另外一组五个试件放置在温度(20±5)℃、相对湿度(50±15)%的试验室内进行养护。

10.3.2 将五个饱和而干的试件和其余五个同龄期的气干状态对比试件,按产品采用的抗压强度试验方法的规定进行试验。

## 10.4 结果计算

块材的软化系数按式(11)计算,精确至 0.01。

$$K_1 = \frac{f_1}{f} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$K_1$ —块材的软化系数;

$f_1$ —五个饱和面干试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa);

$f$ —五个气干状态的对比试件的抗压强度平均值,单位为兆帕(MPa)。

## 11 碳化系数

### 11.1 仪器设备

#### 11.1.1 抗压强度试验设备

抗压强度试验设备同附录 A.1。

#### 11.1.2 碳化试验箱

碳化试验箱应符合 JG/T 247 标准要求，容积至少放一组以上的试件。箱内环境条件应能控制在：二氧化碳体积浓度为 $(20 \pm 3)\%$ ，相对湿度为 $(70 \pm 5)\%$ ，温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的范围内。

## 11.2 酚酞乙醇溶液

质量浓度为 1%~2%酚酞乙醇溶液，用质量浓度为 70%的乙醇配制。

## 11.3 试件数量

试件数量为两组十二个。一组五块为对比试件，一组七块为碳化试件，其中两块用于测试碳化情况。当制作试件的块材试样的强度检测采用附录 A 的方法，块材的高宽比 $H/B < 0.6$ 时，所需制作试件的块材数量，要满足附录 A 的 A.3.3.2 规定制作两组 10 个强度试件需要的同时，再加 2 块块材试样。

## 11.4 试验步骤

11.4.1 将需碳化的块材放入碳化箱内进行碳化试验，块材间距应不小于 20mm；抗压强度对比块材放置的环境条件为：相对湿度 $(70 \pm 5)\%$ ，温度 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

11.4.2 碳化 7d 后，每天将同一个测试碳化情况的块材端部敲开，深度不小于 20mm。用质量浓度为 1%~2%的酚酞乙醇溶液检查碳化深度；当测试块材剖面中心不显红色时，即测试块材已完全碳化，则认为碳化箱中全部块材已全部碳化，碳化试验结束；若测试块材剖面中心显红色，即测试块材尚未完全碳化，应继续进行碳化试验，直至 28d 碳化试验结束。

11.4.3 将已完全碳化或已碳化 28d 仍未完全碳化的全部块材，与同龄期抗压强度对比块材同时按 4.1 进行试件制备、养护和抗压强度试验。

## 11.5 结果计算

块材的碳化系数按式 (12) 计算，精确至 0.01。

$$K_c = \frac{f_c}{f} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$K_c$  — 块材的碳化系数；

$f_c$  — 碳化后 5 个试件的抗压强度平均值，单位为兆帕 (MPa)；

$f$  — 未碳化的 5 个对比试件的抗压强度平均值，单位为兆帕 (MPa)。

11.6 当块材需按附录 B 或 C 进行抗压强度试验时，碳化块材和对比块材的抗压强度试件的制作、养护和抗压强度试验，应同时对应按附录 B 或 C 的要求进行。试件数、计算和评定方法不变。

## 12 抗冻性

### 12.1 标准法

#### 12.1.1 设备

#### 12.1.1.1 冷冻室、冻融试验箱或低温冰箱

最低温度可调至 $-30^{\circ}\text{C}$ 。

#### 12.1.1.2 水池或水箱

最小容积应能放置一组试件。

#### 12.1.1.3 抗压强度试验设备

抗压强度试验设备同附录 A。

#### 12.1.1.4 工具

毛刷。

### 12.2 试件

抗冻性试验的试件数量为两组十个。所需试样数，需根据产品采用的强度试验方法（附录 A、附录 B 或附录 C 中的一种），够制作两组十个强度试件的需要。

### 12.3 试验步骤

12.3.1 分别检查两组十个试件所需试样，用毛刷清除表面及孔洞内的粉尘，在缺棱掉角处涂上油漆，注明编号。将块材逐块放置在试验室内静置 48h，块与块之间间距不得小于 20mm。

12.3.2 将一组五个冻融试件所需块材，均浸入  $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$  的水池或水箱中，水面应高出试样 20mm 以上，试样间距不得小于 20mm。另一组五个对比强度试样所需试样，放置在试验室，室温宜控制在  $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。

12.3.3 浸泡 4d 后从水中取出试样，在支架上滴水 1min，再用拧干的湿布拭去内、外表面的水，在 2 min 内立即称量每个块材饱和面干状态的质量  $m_3$ ，精确至 0.005kg。

12.3.4 将冻融试样放入预先降至  $-15^{\circ}\text{C}$  的冷冻室或低温冰箱中，试样应放置在断面为  $20\text{mm}\times 20\text{mm}$  的格栅上，间距不小于 20mm。当温度再次降至  $-15^{\circ}\text{C}$  时开始计时。冷冻 4h 后将试样取出，再置于水温为  $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$  的水池或水箱中融化 2h。这样一个冷冻和融化的过程即为一个冻融循环。

12.3.5 每经 5 次冻融循环，检查一次试样的破坏情况，如开裂、缺棱、掉角、剥落等，并做出记录。

12.3.6 在完成规定次数的冻融循环后，将试样从水中取出，立即用毛刷清除表面及孔洞内已剥落的碎片，再按 12.3.3 的方法称量每个试样冻融后饱和面干状态的质量  $m_4$ 。24h 后与在试验室内放置的对比试样一起，按试样不同的抗压强度试验方法进行抗压强度试件的制备，在温度  $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度  $(50\pm 15)\%$  的试验室内养护 24h 后，再按 11.3.2 和 11.3.3 方法进行饱水，然后进行试件的抗压强度试验。试件找平和粘结材料应采用水泥砂浆。

### 12.4 结果计算

12.4.1 报告五个冻融试件所需试样的外观检查结果。

12.4.2 试件的单块抗压强度损失率按式(13)计算，精确至 1%。

$$K_t = \frac{f_f - f_i}{f_f} \times 100 \quad (13)$$

式中:

$K_t$  — 试件的单块抗压强度损失率, %;

$f_f$  — 五个未冻融抗压强度试件的抗压强度平均值, 单位为兆帕 (MPa);

$f_i$  — 单块冻融试件的抗压强度值, 单位为兆帕 (MPa)。

12.4.3 试件的平均抗压强度损失率按式(14)计算, 精确至 1%。

$$K_R = \frac{f_f - f_R}{f_f} \times 100 \quad (14)$$

式中:

$K_R$  — 试件的平均抗压强度损失率, %;

$f_f$  — 五个未冻融试件的抗压强度平均值, 单位为兆帕 (MPa);

$f_R$  — 五个冻融试件的抗压强度平均值, 单位为兆帕 (MPa)。

12.4.4 试样的单块质量损失率按式(15)计算, 精确至 0.1%。

$$K_m = \frac{m_3 - m_4}{m_3} \times 100 \quad (15)$$

式中:

$K_m$  — 试样的质量损失率, %;

$m_3$  — 试样冻融前的质量, 单位为千克 (kg);

$m_4$  — 试样冻融后的质量, 单位为千克 (kg)。

质量损失率以五个冻融试件所需试样质量损失率的平均值表示, 精确至 0.1%。

## 12.5 单边冻法

本部分适应于路面砖、路面板、水工砌块等构筑物建筑砌块单边 (外露面) 抗冻试验。

### 12.5.1 主要试验仪器和设备

#### 12.5.1.1 抗冻试验箱

抗冻试验箱, 应具备以下功能:

- a) 强制式空气冻融试验箱体。应自带箱体内空气介质自动控温系统, 并保证自动执行一次冻融循环的时间满足的要求, 且每 24h 能自动执行至少两次冻融循环过程;
- b) 箱体内空气介质温度范围, 至少满足  $-25^{\circ}\text{C} \sim +10^{\circ}\text{C}$  的要求, 并能够稳定保持在指定温度范围内;
- c) 使用过程中, 箱体内的空气介质温差, 应满足不大于  $2^{\circ}\text{C}$ ;
- d) 箱体内体积大小, 至少能保证放置一组试件的容器, 并在容器四周留出不少于 50 mm 的空隙;

- e) 装置所配置的温度传感器，精度应不超过 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；
- f) 应带温度自动记录装置。可每隔 15 分钟或更短时间，自动记录箱体内空气介质温度，精确到 $0.5^{\circ}\text{C}$ ；
- g) 试验每 20 次循环后，需校验试验箱体内温度传感器的精度。如有必要，需加以调整。

#### 12.5.1.2 超声浴槽

超声浴槽的性能应满足GB/T 50082 的要求。超声浴槽内至少应能放下一块试件。

#### 12.5.1.3 容器

试验试件和容器放置如图 8 所示。试验过程中，存放试件的容器应满足以下要求：

- a) 宜用非刚性塑料制成，并应有足够大的尺寸，可容纳下一个试件与样品支架；同时要保证试件四周还能留有 3 mm~40 mm 的空间；
- b) 容器应有紧密配合的盖子，可最大限度地减少容器内试验液体的蒸发；
- c) 容器内侧的底面要平整，以便能将试件平放在支架上，试件任意两端偏离水平位置不超过 2 mm。

#### 12.5.1.4 试件支架

试件支架如图 7 所示。试验时，在容器内底部支撑起试件的矩形框，应满足以下要求：

- a) 矩形框支架宜用截面圆柱体的实心、耐腐蚀、不吸水材料（黄铜、塑料等）制成，圆柱体直径为 $(3\pm 1)\text{mm}$ ；
- b) 在水平方向的纵、横向都有等径支撑棒。

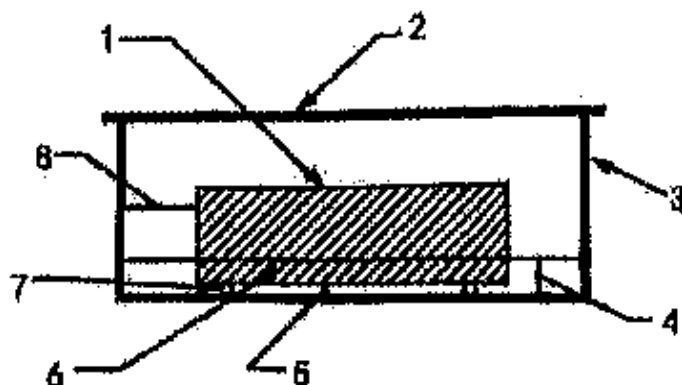
#### 12.5.1.5 通风干燥试验箱

温控范围能满足 $(50\sim 200)^{\circ}\text{C}$  的试验室用通风干燥试验箱。

#### 12.5.1.6 其他辅助材料和工具

试验过程中还需用到以下工具或耗材：

- a) 精度不低于 0.2 g 的秤；
- b) 表面光滑的试验用滤纸；
- c) 洗瓶(挤压式)、软毛刷、氯化钠、饮用水；
- d) 精度不低于 0.5 mm 的长度测量工具。



标引序号说明:

- 1——试件;
- 2——容器盖子;
- 3——非刚性容器;
- 4——容器中水(或盐溶液)的深度;
- 5——试件与容器底部之间的距离;
- 6——浸入水(或盐溶液)中的试件厚度;
- 7——试样支架, 直径 $(3\pm 1)$  mm等径圆柱支撑棒组成的矩形框;
- 8——试件周围与容器壁之间的空隙。

图8 抗冻融、抗盐冻性试验试件和容器关系示意图

#### 12.5.1.7 取样和试件制备

- a) 选取五块外观质量合格的产品试样。从每块试样上各裁切出顶面尺寸 $(100\pm 5)$  mm $\times$  $(100\pm 5)$  mm正方形的试件。当产品试样厚度不超过 50 mm时, 试件厚度为产品实际厚度; 当产品试样厚度超过 50 mm时, 则裁切获取后, 还需对试件底面进行磨削加工, 使试件厚度满足 $(50\pm 3)$  mm。
- b) 锯切获取试件过程中, 应使用适当硬度的金刚石锯片, 以适宜方式固定PC石试样, 使试件尽可能地不受到振动损伤。获取试件后立即用洗瓶和软毛刷, 清理试件表面的碎颗粒和残渣; 但不要将试件完全浸入水中。
- c) 在每个加工完成的试件底面上, 标记唯一的试验识别编号; 并在装它的容器上也标记同样的试验识别编号。
- d) 当产品试样顶面有假缝时, 裁切获取试件时应避免试件顶面含假缝。
- e) 将同组试件统一放置在网眼 10 mm或更大的筛网上, 试件之间间隔不小于 25 mm, 统一放置在温度 $(24\pm 8)$  °C、相对湿度小于 80%的试验室大气环境中, 干燥不少于 48 h。
- f) 测量每一个试件接触溶液面的尺寸(产品顶面、试件接触试验溶液的大面), 读数精确至 0.5 mm, 计算获取接触溶液面的面积(S)。计算数值修约到 1 mm<sup>2</sup>。

#### 12.5.2 试验步骤

##### 12.5.2.1 试验溶液

抗冻试验的溶液直接采用饮用水; 抗盐冻试验的溶液采用浓度为重量比 $(3\pm 0.1)$  %的氯化钠盐溶液(将 3g氯化钠加入到 97g水中, 制备浓度为 3%的盐溶液)。将溶液加入洗瓶和容器中。冲洗试件试验面、冲洗试验残渣时, 试验溶液的初始温度宜保持在 16°C~27°C之间。

### 12.5.3 试件处理

12.5.3.1 每个按照本附录要求制备好的冻融(抗盐冻)试件,先称取重量,读数精确到1g,记录为 $W_s$ ( $W_s$ 不用于计算试验结果,但它可用于评估试件的重量损失百分率,分析每个试件试验结果之间的相关性)。

12.5.3.2 先放支架于容器内底部;再将试件接触溶液面(产品顶面)朝下放置在容器内支架上。再将试验溶液顺试件与容器壁之间的空隙,小心地加入容器中,直至溶液深度达到 $(13\pm 1)$ mm。不能将试验溶液直接倒在试件上。然后用盖密封容器,并将带试件和试验溶液的容器,水平放置于试验室内平坦的操作台上;放置 $24\text{ h}\pm 15\text{ min}$ 后,再打开容器盖子,检查水分蒸发对溶液水位高度的影响,考虑是否需要调整容器盖子的密封性;必要时应再次添加试验溶液,以保持试验溶液水位满足要求。

注:试件自身的吸水性能,也可以会造成容器中溶液水位的轻微下降。

12.5.3.3 将存有试件的容器平稳放入抗冻试验箱内;容器与容器之间至少留有13mm空间。在冻融循环试验过程中,容器的不水平度应控制在2mm内(容器内溶液深度的最大值与最小值之间的差值)。若抗冻试验箱内的空气介质无法做到连续循环,那么容器只能单层放置,而不能在垂直方向叠层放置。

### 12.5.4 冻融循环

12.5.4.1 控制抗冻试验箱内的空气介质温度降至 $(-18\pm 1)^{\circ}\text{C}$ ,并保持在该低温点不少于4.0h、且不超过5.0h。在温度到达低温点4.0h后,可打开试验箱,平稳取出容器,目测试验溶液是否全部冻结;如果还没有全部冻结,则延长冷冻时间,以确保所有试验溶液都已经冻结。

12.5.4.2 冻结过程结束后立即开始融化过程。将抗冻试验箱内空气介质温度升至 $(24\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ,融化时间不少于2.5h、且不超过96h。定时从试验箱内平稳取出容器,目测试件和溶液,确定试件周围已无冰存在,则融化过程结束。

12.5.4.3 一次冻融循环被定义为:一个完整的冻结过程后跟随一个完整的融化过程。

12.5.4.4 冻融循环过程的最初(2~5)次应由人工控制,以获取冻结、融化过程各自所需时间的长短,就可依据此时间段进行设置,将抗冻试验箱调至自动控制状态,继续进行后续的冻融循环试验。

12.5.4.5 试件在饮用水中每经过20次循环(在盐溶液中每经过10次循环)后,或达到规定的循环次数后,暂停抗冻试验箱运行,平稳取出所有容器,逐一打开容器盖子,取出试件。再按照D.3.4的规定,收集掉落在溶液中的残渣;并目测试件形状。若试件整体已经崩塌,则试验中止。

12.5.4.6 将试件重新放回到原容器中,检查、并调整使试验溶液深度仍符合 $(13\pm 1)$ mm的要求。

12.5.4.7 若抗冻试验箱内为上下多层格置架时,在存放试件的容器再次放入时,应变动其在格置架上位置,上下、前后、左右换位,以尽量消除试验箱体内温度不均匀性带来的影响。

12.5.4.8 当抗冻试验箱内只被用于检验一组具有特定冻融(或抗盐冻)性能指标的试件,并且五个容器应是单层平置于抗冻试验箱内时,则可在反复冻融达到规定次数(在容器盖密封性满足要求前提,不超过30次)后,再按照规定收集残渣。

### 12.5.5 收集残渣

12.5.5.1 将已在试验室环境内放置超过24h的滤纸,逐张称其重量,记录为 $W_0$ ,读数精确到0.1g。

12.5.5.2 将存放试件的容器从试验箱中平稳取出，存置在试验室操作平台上；打开盖子，首先检查容器内试验溶液的深度。任何时候，溶液深度都不应低于 10 mm 且不应超过 15 mm。

注：冻融（盐冻）循环过程中，溶液深度低于10mm通常是容器密封不好的原因；溶液深度超过15mm，则多数情况是试件剥落的残渣量过多，或试件已发生坍塌有关。

12.5.5.3 将试件从容器提起（不应 180° 翻转），并立即放入装有试验溶液的超声浴槽内〔试件在溶液内的浸入深度为  $(10 \pm 3)$  mm〕。开启超声浴  $(90 \pm 10)$  s。

12.5.5.4 将容器内、超声浴槽中的试验溶液，分别通过滤纸倒出，完全收集试件掉落的残渣（碎片）。

12.5.5.5 在将试件重新放回容器之前，对于进行抗盐冻试验的试件，还需再用洗瓶装饮用水冲洗三次，除去试件表面的可溶盐。仅对先前与试验溶液接触的试件部位进行冲洗，冲洗饮用水不宜接触试件的其他表面。

12.5.5.6 如果冻融（或盐冻）循环试验需继续进行，则将试件重新放回容器内的支撑架上；而检查装试件的容器底面，是否仍然符合本附录对平整度的要求。若不能满足要求，则需更换成新容器。按照 D.3.2.2 规定，将试验溶液添加到容器中，并盖紧容器盖。

12.5.5.7 对需要继续冻融循环的试件，重复进行循环步骤。

12.5.5.8 将存有所收集到试件掉落残渣（碎片）的滤纸（宜放在一个金属盘内），一起放入通风干燥箱中，在温度  $(110 \pm 5)$  °C 条件烘干  $6 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$  后取出，立即称取滤纸和残渣的重量，精确到 0.1 g，记为  $W_1$ 。

12.5.5.9 冻融试验（或抗盐冻试验）完成后，可在温度为  $(110 \pm 5)$  °C 的通风干燥箱中，将冻融（或盐冻）循环试验后的试件进行烘干处理。干燥时间为  $24 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$ ，然后取出，立即称量试件的最终重量，精确到 1 g，记为  $W_2$ 。

## 12.5.6 计算

按式(16)计算残渣重量  $W_3$ ：

$$W_3 = W_1 - W_0 \quad (16)$$

式中：

$W_3$ ——试件掉落残渣（碎片）的总重量，单位为克(g)；

$W_1$ ——干燥残渣和滤纸的重量，单位为克(g)；

$W_0$ ——滤纸的初始重量，单位为克(g)。

单个试件指定冻融循环周期的单位面积重量损失按式(17)计算：

$$I_n(Y_n) = \left( \frac{W_3}{A} \right) \cdot 10^6 \quad (17)$$

式中：

$I_n$ ——试件在  $n$  次冻融循环时的单位面积重量损失，单位为克每平方米 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )，计算数据修约到  $1 \text{ g}/\text{m}^2$ ；

$Y_n$ ——试件在  $n$  次抗盐冻循环时的单位面积重量损失，单位为克每平方米 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )，计算数据修约到  $1 \text{ g}/\text{m}^2$ ；



$W_n$ ——试件在 $n$ 次冻融(或盐冻)循环后,掉落残渣(碎片)的总重量,单位为克(g);  $W_{3n}$ 为到达 $n$ 次冻融(或盐冻)循环时,累计进行残渣收集量,按 12.5.6 计算获得  $W_3$  的累计叠加值;

$S$ ——该试件试验面的实际面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )。

12.5.6.1 用五块试件的平均值和单个试件的最大值来表征抗冻融性能。计算数据修约到  $1\text{g}/\text{m}^2$ 。

12.5.6.2 评估试件冻融循环试验后的质量损失率时,可采用以下方法进行计算。

a) 按式(18)计算试件的初始重量  $W_4$ :

$$W_4 = W_2 + W_{3n} \quad (18)$$

式中:

$W_4$ ——为试件的初始重量计算值,单位为克(g);

$W_2$ ——为试件的最后重量,单位为克(g);

$W_{3n}$ —— $n$ 冻融(或盐冻)循环后总的累计残渣重量,单位为克(g)。

b) 按式(19)计算  $n$  冻融(或盐冻)循环评价期的重量损失百分率:

$$\text{重量损失率}(\%) = \frac{W_2}{W_4} \times 100\% \quad (19)$$

数值修约到 0.1%,采用修约值比较法进行评定。

### 12.5.7 试验报告

产品的抗冻融性能试验检测报告上,应明确标示出产品试样的实际尺寸、试件取样方法和处理过程,以及每块试件的具体尺寸、冻融循环的温度值和次数、每块试件的残渣量(烘干后)。

## 13 抗渗性

### 13.1 墙用标准砌块抗渗性

#### 13.1.1 抗渗装置

抗渗装置见图 9。试件套应有足够的刚度和密封性,在安装试件时不宜破损或变形,材质宜为金属;上盖板宜用透明玻璃或有机玻璃制作,壁厚不小于 6mm。

#### 13.1.2 试验步骤

透水性试验所用的试件为整个完整砌块。将试验体的表壳面的上下浸入清水中 24 小时。使试验体上面保持在水面下约 100 mm 处,然后,将该试验体从水中取出放置于图 8 所示的试验装置上,使上面的表壳高度在水槽中保持从水中露出约 10mm 状态,在量筒内自试验体上面 250mm 高度处注入清水,清水注入 2 小时后,在量筒内的水面下进行测定,测出其透水量  $L$ ,再按式(20)计算出其透水性。试验

体上面和试验装置内的压力水接触面积（以下称透水接触面积）为  $100 \times 10^6 \text{mm}^2$  以上。

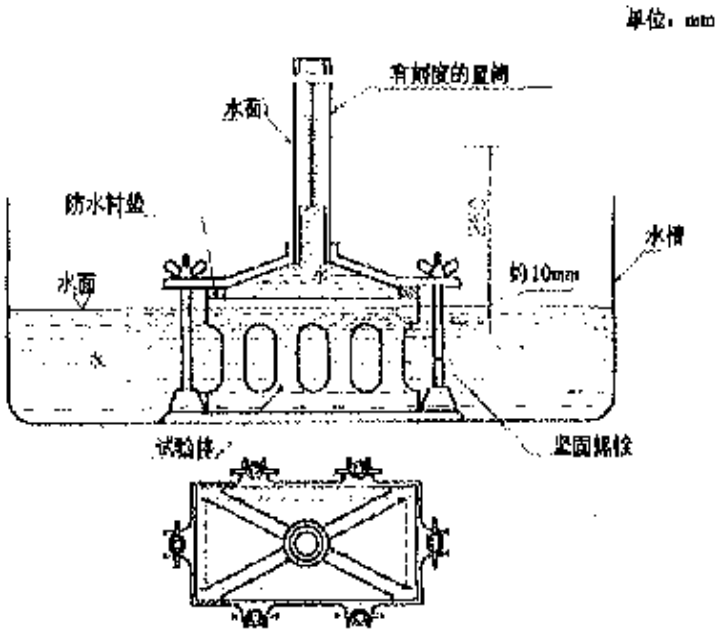


图9 墙用标准砌块抗渗试验装置示意

13.1.3 结果计算

透水性按式（20）计算。

$$P = \frac{L}{A \times T} \times 10^6 \dots\dots\dots (19)$$

式中：

- P —透水性， $\text{ml}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
- L —透水量，ml
- T：透水时间（h）
- A —透水接触面积， $\text{mm}^2$

13.2 有抗渗要求的异性砌块抗渗性

13.2.1 试验条件

试验室条件为温度  $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ，相对湿度 45%~75%。

13.2.2 试验装置

13.2.2.1 带刻度的玻璃试管（卡斯通管，Karsten）。

带刻度的漏斗状玻璃装置,应满足:容积 $(95\pm 5)$  mL,上部玻璃管带有 4 mL 刻度,最小分度值为 0.1 mL,上部玻璃管外径为 $(12.0\pm 0.2)$  mm,内径为 $(9.0\pm 0.2)$  mm,下半部玻璃管外径为 57 mm~58 mm,内径为 53 mm~54 mm,底盘直径为 65 mm~66 mm,端面经磨砂处理。可参见图 10 所示。

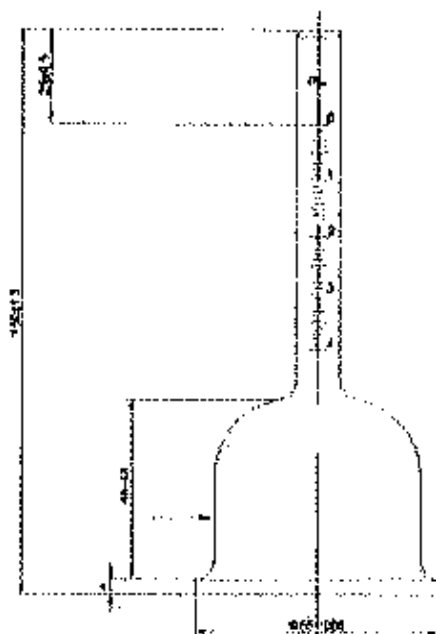


图 10 抗渗试验用卡斯通管

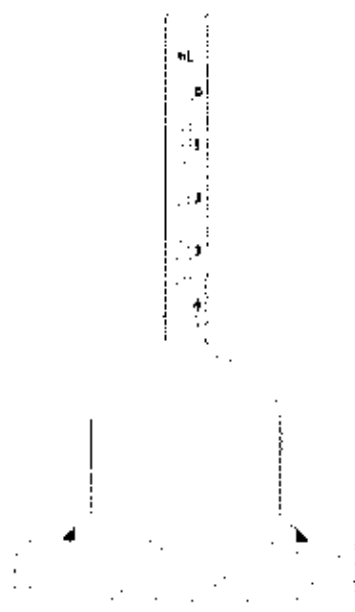


图 11 试件成型密封后示意图

13.2.2.2 密封材料:双组分硅酮密封胶

13.2.2.3 托盘采用不漏性、不吸水材料制作。

13.2.3 试验用纯净水

13.2.4 试件准备

13.2.4.1 试件采用直径为 $100\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 或 $75\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 、厚度为产品最小壁厚的取芯试件。数量应为 3 个,分别取自 3 个不同的产品试样。

13.2.4.2 取芯试件需粘结卡斯通管的表面,宜先进行磨面加工,使其平整度满足用砖用塞尺检查小于 0.2 mm;并应没有目测可见或湿水后可见的裂缝现象存在。

13.2.4.3 取芯试件不符合要求时,应重新获取芯样试件。

13.2.5 试验方法

13.2.5.1 试件放在托盘内,注入水,使水面应保持在超过试件 5 mm~10 mm。先将试件先浸入水中 48 h 后取出,用湿抹布擦去试件表面明水。

13.2.5.2 将卡斯通管对准试件的中心位置,用密封材料密封试件和卡斯通管间的缝隙,应确保水不会从试件和玻璃试管(卡斯通管)间的缝隙渗出或渗入。与卡斯通管的粘结面,宜为产品应用时的临水面。

13.2.5.3 待密封材料干燥、固化后,将粘接卡斯通管的试件,放置在存有温度 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 水的托盘中,水面应控制低于试件表面(粘接卡斯通管的一面) $(20\pm 5)$  mm。

13.2.5.4 往卡斯通管内缓慢注水,直至试管的 0 mL 刻度处,放置 5 min~10 min 后确认无气泡后再次调至 0 mL 刻度处,卡斯通管顶端注水品用塑料纸遮盖。

13.2.5.5 开始计时，在试验条件下放置  $2\text{ h} \pm 5\text{ min}$ ，读取水柱下降量。

#### 13.2.6 试验结果

取 3 个试件中水面下降量试验结果，以最大毫升为准。

### 14 试验报告

——试验报告内容应包括：

- a) 受检单位；
- b) 试样名称、编号、数量及规格尺寸；
- c) 送(抽)样日期；
- d) 检验项目；
- e) 依据标准；
- f) 检验类别；
- g) 试验结果；
- h) 其它应记录的项目。

A

**附录 A**  
**(规范性)**  
**抗压强度标准法**

**A.1 仪器设备**

**A.1.1 材料试验机**

材料试验机的示值相对误差不应超过±1%，其量程选择应能使试件的预期破坏荷载落在满量程的20%~80%之间。试验机的上、下压板应有一端为球铰支座，可随意转动。

**A.1.2 辅助压板**

当试验机的上压板或下压板支撑面不能完全覆盖试件的承压面时，应在试验机压板与试件之间放置一块钢板作为辅助压板。辅助压板的长度、宽度分别应至少比试件的长度、宽度大6mm，厚度应不小于20mm；辅助压板经热处理后的表面硬度应不小于HRC60，平面度公差应小于0.12mm。

**A.1.3 试件制备平台**

试件制备平台应平整、水平，使用前要用水平仪检验找平，其长度方向范围内的平面度应不大于0.1mm，可用金属或其它材料制作。

**A.1.4 玻璃平板**

玻璃平板厚度不小于6mm，面积应比试件承压面大。

**A.1.5 水平仪**

水平仪规格为250mm~500mm。

**A.1.6 直角靠尺**

直角靠尺应有一端长度不小于120mm，分度值为1mm。

**A.1.7 钢直尺**

分度值为1mm。

**A.2 找平和粘结材料**

**A.2.1 总则**

如需提前进行抗压强度试验，宜采用高强石膏粉或快硬水泥。有争议时应采用42.5普通硅酸盐水泥砂浆。

**A.2.2 水泥砂浆**

**A.2.2.1 砂浆强度等级**

采用强度等级不低于42.5的普通硅酸盐水泥和细砂制备的砂浆，用水量以砂浆稠度控制在65mm~75mm为宜，3d抗压强度不低于24.0MPa（建议配合比可参见附录D）。

### A.2.2.2 水泥

普通硅酸盐水泥应符合GB 175规定的技术要求。

### A.2.2.3 细砂

细砂应采用天然河砂，最大粒径不大于0.6mm，含泥量小于1.0%，泥块含量为0。

### A.2.3 高强石膏

#### A.2.3.1 高强石膏抗压强度

按GB/T 17669.3的规定进行高强石膏抗压强度检验，2h龄期的湿强度不应低于24.0MPa。

#### A.2.3.2 高强石膏贮存期

试验室购入的高强石膏，应在三个月内使用；若超出3个月贮存期，应重新进行抗压强度检验，合格后方可继续使用。

#### A.2.3.3 配合比

除缓凝剂外，高强石膏中不应掺加其它任何填料和外加剂。高强石膏的供应商需提供缓凝剂掺量及配合比要求。

### A.2.4 快硬水泥

应符合GB 20472标准规定的技术要求。

## A.3 试件

### A.3.1 试件数量

试件数量为5个。

#### A.3.1.1 制作试件用试样的处理

##### A.3.1.1.1 切除或磨平

用于制作试件的试样应尺寸完整。若侧面有突出、或不规则的肋，需先做切除处理，以保证制作的抗压强度试件四周侧面平整；块体孔洞四周应被混凝土壁或肋完全封闭。制作出来的抗压强度试件应是由一个或多个孔洞组成的直角六面体，并保证承压面100%完整。对于混凝土小型空心砌块，当其端面（砌筑时的竖灰缝位置）带有深度不大于8mm的肋或槽时，可不作切除或磨平处理。试件的长度尺寸仍取砌块的实际长度尺寸。

##### A.3.1.1.2 环境条件

试样应在温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 15)\%$ 的环境下调至恒重后，方可进行抗压强度试件制作。试样散放在试验室时，可叠层码放，孔应平行于地面，试样之间的间隔应不小于15mm。如需提前进行抗压强度试验，可使用电风扇以加快试验室内空气流动速度。当试样2h后的质量损失不超过前次质量的0.2%，且在试样表面用肉眼观察见不到有水分或潮湿现象时，可认为试样已恒重。不允许采用烘干箱来干燥试样。

### A.3.2 高宽比(H/B)的计算

计算试样在实际使用状态下的承压高度(H)与最小水平尺寸(B)之比,即试样的高宽比(H/B)。若 $H/B \geq 0.6$ 时,可直接进行试件制备;若 $H/B < 0.6$ 时,则需采取叠块方法(附录B)来进行试件制备。

### A.3.3 $H/B \geq 0.6$ 时的试件制备

在试件制备平台上先薄薄地涂一层机油或铺一层湿纸,将搅拌好的找平材料均匀摊铺在试件制备平台上,找平材料层的长度和宽度应略大于试件的长度和宽度。

选定试样的铺浆面作为承压面,把试样的承压面压入找平材料层,用直角靠尺来调控试样的垂直度。坐浆后的承压面至少与两个相邻侧面成 $90^\circ$ 垂直关系。找平材料层厚度应不大于3mm。

当承压面的水泥砂浆找平材料终凝后2h、或高强石膏找平材料终凝后20min,将试样翻身,按上述方法进行另一面的坐浆。试样压入找平材料层后,除坐浆后的承压面至少与两个相邻侧面成 $90^\circ$ 垂直关系外,需同时用水平仪调控上表面至水平。

为节省试件制作时间,可在试样承压面处理后立即在向上的一面铺设找平材料,压上事先涂油的玻璃平板,边压边观察试样的上承压面的找平材料层,将气泡全部排除,并用直角靠尺使坐浆后的承压面至少与两个相邻侧面成 $90^\circ$ 垂直关系、用水平尺将上承压面调至水平。上、下两层找平材料层的厚度均应不大于3mm。

### A.3.4 试件高度的测量

制作完成的试件,按本标准4.2.1测量试件的高度,若四个读数的极差大于3mm,试件需重新制备。

### A.3.5 试件养护

将制备好的试件放置在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50 \pm 15)\%$ 的试验室内进行养护。找平和粘结材料采用快硬硫铝酸盐水泥砂浆制备的试件,1d后方可进行抗压强度试验;找平和粘结材料采用高强石膏粉制备的试件,2h后可进行抗压强度试验;找平和粘结材料采用普通水泥砂浆制备的试件,3d后进行抗压强度试验。

### A.3.6 试验步骤

按本标准4.2.1的方法测量每个试件承压面的长度(L)和宽度(B),分别求出各个方向的平均值,精确至1mm。

将试件放在试验机下压板上,要尽量保证试件的重心与试验机压板中心重合(见注)。除需特意将试件的开孔方向置于水平外,试验时块材的开孔方向应与试验机加压方向一致。实心块材测试时,摆放的方向需与实际使用时一致。

注:对于孔型分别对称于长(L)和宽(B)的中心线的试件,其重心和形心重合;对于不对称孔型的试件,可在试件承压面下垫一根直径10mm、可自由滚动的圆钢条,分别找出长(L)和宽(B)的平衡轴(重心轴),两轴的交点即为重心。

试验机加荷应均匀平稳,不应发生冲击或振动。加荷速度以 $4\text{kN/s} \sim 6\text{kN/s}$ 为宜,均匀加荷至试件破坏,记录最大破坏荷载P。

### A.3.7 结果计算

试件的抗压强度(f)按式(A.1)计算,精确至0.01MPa。

$$f = \frac{P}{L \times B} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- f — 试件的抗压强度，单位为兆帕（MPa）；
- P — 最大破坏荷载，单位为牛顿（N）；
- L — 承压面长度，单位为毫米（mm）；
- B — 承压面宽度，单位为毫米（mm）。

#### A.3.8 试验结果

以5个试件抗压强度的平均值和单个试件的最小值来表示，精确至0.1MPa。  
试件的抗压强度试验值应视为试样的抗压强度值。



## 附录 B

### (规范性)

#### 抗压强度叠压法

##### B.1.1.1.1 H/B<0.6 时的试件制备

将同批次、同规格尺寸、开孔结构相同的两块试样，先用找平材料将它们重叠粘结在一起。粘结时，需用水平仪和直角靠尺进行调控，以保持试件的四个侧面中至少有两个相邻侧面是平整的。粘结后的试件应满足：

- 粘结层厚度不大于3mm；
- 两块试样的开孔基本对齐；
- 当试样的壁和肋厚度上下不一致时，重叠粘结时应是壁和肋厚度薄的一端，与另一块壁和肋厚度厚的一端相对接。

当粘结两块试样的找平材料终凝2h后，再按A.3.3进行试件两个承压面的找平。

##### B.1.2 试件高度的测量

制作完成的试件，按本标准4.2.1测量试件的高度，若四个读数的极差大于3mm，试件需重新制备。

##### B.1.3 试件养护

将制备好的试件放置在(20±5)℃、相对湿度(50±15)%的试验室内进行养护。找平和粘结材料采用快硬流态铝酸盐水泥砂浆制备的试件，1d后方可进行抗压强度试验；找平和粘结材料采用高强石膏粉制备的试件，2h后可进行抗压强度试验；找平和粘结材料采用普通水泥砂浆制备的试件，3d后进行抗压强度试验。

##### B.1.4 试验步骤

按本标准4.2.1的方法测量每个试件承压面的长度(L)和宽度(B)，分别求出各个方向的平均值，精确至1mm。

将试件放在试验机下压板上，要尽量保证试件的重心与试验机压板中心重合（见注）。除需特意将试件的开孔方向置于水平外，试验时块材的开孔方向应与试验机加压方向一致。实心块材测试时，摆放的方向需与实际使用时一致。

注：对于孔型分别对称于长(L)和宽(B)的中心线的试件，其重心和形心重合；对于不对称孔型的试件，可在试件承压面下垫一根直径10mm、可自由滚动的圆钢条，分别找出长(L)和宽(B)的平衡轴(重心轴)，两轴的交点即为重心。

试验机加荷应均匀平稳，不应发生冲击或振动。加荷速度以4kN/s~6kN/s为宜，均匀加荷至试件破坏，记录最大破坏荷载P。

##### B.1.5 结果计算

试件的抗压强度(f)按式(B.1)计算，精确至0.01MPa。

$$f = \frac{P}{L \times B} \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

f — 试件的抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

- P — 最大破坏荷载，单位为牛顿（N）；  
L — 承压面长度，单位为毫米（mm）；  
B — 承压面宽度，单位为毫米（mm）。

#### B.1.6 试验结果

以5个试件抗压强度的平均值和单个试件的最小值来表示，精确至0.1MPa。  
试件的抗压强度试验值应视为试样的抗压强度值。

附 录 C  
(规范性)  
抗压强度裁切法

### C.1 概述

本附录适用于获取不规则尺寸和形状特殊混凝土块材的混凝土强度信息，如建筑墙体用圈梁砌块、水工护坡砌块、干垒挡土墙砌块、植草砖等。产品标准可根据本试验方法，给出块材的强度标示方法和数值。

### C.2 仪器设备

#### C.2.1 材料试验机

应能连续、无冲击地施加荷载，不得采用间歇加载方式。应能保持试验所需的特定加载速率。在弹性阶段测试过程中，加载速率的波动不得超过设定加载速率的 $\pm 20\%$ 。

##### C.2.1.1 锯切机

应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置；配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度。

##### C.2.1.2 补平装置或研磨机

除保证芯样的端面平整外，尚应保证断面与轴线垂直。

##### C.2.1.3 量具

游标卡尺，分度值为 $0.02\text{mm}$ ；塞尺，分度值为 $0.0\text{mm}$ ；游标量角器，分度值为 $0.1^\circ$ 。

##### C.2.1.4 找平和凝结材料

应符合附录C的规定。

### C.3 试件

#### C.3.1 试件要求

- a) 试件的高度尺寸与试样的高度尺寸方向相同；
- b) 试件的宽度应等于试样壁或肋厚度，且不得小于 $20\text{mm}$ ；
- c) 试件的高宽比为 $2.0$ ，长宽比为 $4.0$ ；
- d) 试件应为实心，不得包含空隙，且实际试件尺寸与目标试件尺寸不得超过 $3\text{mm}$ 。

#### C.3.2 试件数量

试件数量为 $5$ 个

#### C.3.3 制作试件的试样处理

如试样无需进行锯切，试样应在温度 $20^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的环境下调至恒重后，方可进

行抗压强度试件制作。试样散放在试验室时，可叠层码放，孔应平行于地面，试样之间的间隔应不小于15mm。如需提前进行抗压强度试验，可使用电风扇以加快试验室内空气流动速度。当试样2h后的质量损失不超过前次质量的0.2%，且在试样表面用肉眼观察见不到有水分或潮湿现象时，可认为试样已恒重。不允许采用烘干箱来干燥试样。

### C.3.4 试件制备

C.3.4.1 当压缩测试完整尺寸的单元时，如果单元过大无法适应测试机的承载块和压板，或超出测试机的载荷能力，则应锯切单元以适当调整其尺寸，以适应测试机的能力。所得样本应无突出或不规则板，并且应完全封闭在直角六面体，其要求符合C.3.1要求。该试件的压缩强度应作为整个试样的压缩强度。

C.3.4.2 从待检的砌块中随机选择5块，对试样进行精确、熟练锯切，尽量减少锯切振动对成型试件的影响。使用适当硬度的金刚石锯片。在每块上各截切一个试件，应试验前清除锯切操作产生的残留物。如果试件在锯切过程中被润湿，应按照C.3.3中要求进行处理。高度方向宜与试样的高度方向相同。

注：对于使用湿锯切割的试样，通常用清水冲洗即可去除切割残留物。对于使用干锯切割的试样，通常用软毛刷擦拭即可去除切割残留物。

C.3.4.3 试件的两个端面宜采用磨平机磨平；也可采用满足要求的找平材料修补，其修补层厚度不宜超过1.5mm。

C.3.4.4 经修复的试件在进行抗压强度试验前，按附录A中A.4进行养护。

C.3.4.5 在进行抗压强度试验前，应对试件进行下列几何尺寸的检验：

- 外观尺寸。用游标卡尺测量试件的外形尺寸，长度在条面的中间、宽度在顶面的中间、高度在顶面的中间测量，每项在对应两面各测一次，取平均值，精确至0.1mm。当试件任一处外形尺寸的与目标试件尺寸相差大于3mm时，该试件作废。
- 垂直度。用游标量角器测量两个端面与大面的夹角，精确至0.1°，当试件端面与母线的不垂直度大于1°时，该试件作废。
- 平整度。用钢直尺紧靠试件端面上转动，用塞尺量测钢直尺和试件大面之间的缝隙，取其最大值，当此缝隙大于0.1mm时，该试件作废。

## C.4 试验步骤

### C.4.1 试件放置位置

将试件放在试验机下压板上时，其承压面为条面，同时要尽量保证试件的几何中心与试验机压板中心重合。

### C.4.2 测试速度

以任意方便的速率施加载荷（直至预期最大荷载的一半），之后根据需要调整机器的控制装置，使移动压头以均匀速率移动，确保剩余荷载在不少于1分钟且不超过2分钟内施加完毕。只要实际荷载的后半部分加载时间超过30秒，第一个试件的结果不应被丢弃。

允许第一个试件的加载速率在1至2分钟之外，是因为预期荷载可能与实际最大荷载不同。应根据第一个试件的结果调整剩余试件的加载速率。

### C.4.3 最大荷载

压缩直至试件破坏为止，记录最大压缩荷载  $F_c$ 。

### C.5 结果计算

试件的抗压强度 ( $f$ ) 按式 (C.1) 计算，精确至 0.01MPa。

$$f = \frac{F_c}{L \times W} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$f$ ：试件的抗压强度，单位为兆帕 (MPa)；

$F_c$ ：最大破坏荷载，单位为牛顿 (N)；

$L$ ：承压面长度，单位为毫米 (mm)；

$W$ ：承压面宽度，单位为毫米 (mm)。

### C.6 试验结果

以 5 个试件抗压强度的平均值和单个试件的最小值来表示，精确至 0.1 MPa，试件的抗压强度试验值应视为试样的抗压强度值。

附 录 D  
(资料性)  
粘结找平材料建议配合比

D.1 适用范围

本附录适用强度等级不低于 42.5 的普通硅酸盐水泥配配制砂浆，作为混凝土砌块（砖）抗压强度试件的抹面和找平材料之用。

D.2 原材料

D.2.1 水泥

符合GB175标准要求的PO42.5水泥。

D.2.2 细砂

应采用天然河砂，最大粒径不大于0.6mm，含泥量小于1.0%，泥块含量为0。

D.2.3 拌合水

自来水。

D.2.4 外加剂

萘系高效减水剂（UNF），NaCl。

D.2.5 参考配合比

D.2.5.1 水泥：砂：水=1：（1.5~2.0）：（0.4~0.6）。

D.2.5.2 水泥：砂：NaCl：UNF-5：水=1：（0.5~1）：（0.01~0.02）：0.01：（0.37~0.39）。

D.3 砂浆强度

试验室购入原材料后，应参照GB/T 17671 标准，根据本附录给出的参考配合比，进行预配试验，使砂浆试件的 3d强度大于 24MPa。