

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB 37/T 2371—2022

代替 DB 37/T 2363—2013

钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度 技术规程

Technical specification for testing shear strength of masonry and strength of mortar
by drilled core method

2022—**—**发布

2022—**—**实施

山东省市场监督管理局 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号 2

5 仪器设备 3

 5.1 钻芯机基本要求..... 3

 5.2 砌体芯样抗剪试验设备技术要求..... 3

6 检测技术 3

 6.1 一般规定..... 3

 6.2 钻取芯样..... 5

 6.3 芯样处理..... 6

 6.4 芯样抗剪强度试验..... 6

 6.5 砌体芯样抗剪强度计算..... 7

7 测强曲线 7

 7.1 适用条件..... 7

 7.2 制定专用测强曲线或通过试验进行修正..... 7

 7.3 标准砌体抗剪强度换算..... 7

 7.4 砌体砌筑砂浆抗压强度换算..... 8

8 检测数据分析处理 9

 8.1 强度平均值、标准差及变异系数..... 9

 8.2 异常数据判断和处理..... 9

 8.3 变异系数限值..... 9

 8.4 砌体抗剪强度推定..... 9

 8.5 砌筑砂浆抗压强度推定值..... 10

 8.6 强度超出检测范围的表述..... 11

附录 A（规范性） 专用测强曲线的制定方法 12

附录 B（规范性） 异常数据判断和处理 14

附录 C（规范性） 格拉布斯检验临界值表 16

参考文献 17

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DB37/T 2371—2013《钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程》，DB37/T 2371—2013相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了术语中检测批（见3.3，2013年版的3.3）、单个构件（见3.4，2013年版的3.4）的内容；
- b) 增加了测力系统示值的最小分度值要求（见5.2.2）；
- c) 更改了检测批样本容量最少数量（见6.1.5表1，2013年版的6.1.5表1）； d) 更改了表1中注1、注2、注3的内容（见6.1.5表1，2013年版的6.1.5表1）； e) 增加了钻取芯样时进钻速度要求（见6.2.2）；
- f) 增加了芯样运输保护要求和钻芯后孔洞修补要求（见6.2.4、6.2.5）；
- g) 增加了两条水平灰缝长度值的差限值要求（见6.3.3）；
- h) 增加了芯样抗剪试验时芯样状态要求和块体首先破坏作废的要求（见6.4）；
- i) 增加了适用条件中块体尺寸要求（见7.1）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。 本文件由山东省住房和城乡建设厅提出、归口并组织实施。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

——DB37/T 2371—2013

引 言

为规范山东地区使用钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术，保证检测精度，山东省建筑科学研究院有限公司会同有关单位经调查研究，认真总结实践经验，参考国家有关标准，并广泛征求意见，编制出本文件。

新建砌体结构抗剪强度和砌筑砂浆抗压强度的检测与评定应按GB 50203的有关规定执行，当对既有砌体抗剪强度和砌筑砂浆强度有怀疑或争议时，可按本文件进行检测，检测结果可作为评价砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度的依据。

采用钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度，除应符合本文件的规定外，尚应符合国家有关标准的规定。现场检测作业，应遵守有关安全技术及劳动保护规定。

钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度技术规程

1 范围

本文件规定了钻芯法检测砌体抗剪强度及砌筑砂浆强度的术语、定义、仪器设备技术要求、检测技术、测强曲线和检测数据分析处理。

本文件适用于厚度为240 mm的砌体抗剪强度及砌筑砂浆抗压强度的检测，砌块材料为烧结普通砖、烧结多孔砖、混凝土普通砖、混凝土多孔砖或蒸压粉煤灰砖，砌块外形尺寸为240 mm×115 mm×53 mm或240 mm×115 mm×90 mm。

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 50203—2011 砌体结构工程施工质量验收规范

GB/T 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

JGJ/T 70—2009 建筑砂浆基本性能试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钻芯法检测砌体抗剪强度 testing shear strength of masonry by drilled core method

从砌体中钻取芯样，对砌体芯样进行加工处理后，进行芯样沿通缝截面抗剪强度试验，根据砌体芯样抗剪强度推定砌体抗剪强度。

3.2

钻芯法检测砂浆强度 testing strength of mortar by drilled core method

从砌体中钻取芯样，对砌体芯样进行加工处理后，进行芯样沿通缝截面抗剪强度试验，根据砌体芯样抗剪强度推定砌筑砂浆抗压强度。

3.3

检测批 inspection lot

材料品种和强度等级相同，原材料、配合比、施工工艺、养护条件基本一致且龄期相近，总量不大于250 m³的砌体构成的检测对象。

3.4

单个构件 individual member

同楼层同自然间同轴线且面积不大于25 m²的墙体。

3.5

测点 testing zone

在单个构件上，按检测方法要求布置的检测点。

3.6

砌体抗剪强度换算值 **conversion shear strength of masonry**

由砌体芯样抗剪强度通过测强曲线计算得到的砌体抗剪强度值。相当于被测构件测试部位在所处条件及龄期下，标准双剪试件沿通缝截面抗剪强度值。

3.7

砂浆强度换算值 **conversion strength of mortar**

由砌体芯样抗剪强度通过测强曲线计算得到的砌筑砂浆抗压强度值。相当于被测构件测试部位在所处条件及龄期下，边长为70.7 mm立方体砂浆试块的抗压强度值。

3.8

强度推定值 **estimated strength**

按照国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203—2011及此标准实施前相关标准中有关规定，对各测点强度换算值进行整理后，得出检测批或单个构件的砌体抗剪强度或砌筑砂浆抗压强度。

4 符号

下列符号适用于本文件。

A_i : 第*i*个测点芯样试件首先发生剪切破坏的受剪灰缝的面积；

C : 置信水平，取0.60；

e_r : 回归方程式的强度相对标准差；

$f_{c,i}$: 对应于第*i*组试件的砌体芯样抗剪强度按回归方程计算的强度换算值；

$f_{cu,e}$: 构件或检测批砂浆强度推定值；

$f_{cu,i}$: 第*i*个测点砌筑砂浆强度换算值；

$f_{cu,min}$: 构件或检测批砂浆强度换算值中的最小值；

$f_{m,i}$: 第*i*组标准砌体抗剪强度检测值（或砌筑砂浆试块立方体抗压强度值）；

$\tau_{v,i}$: 第*i*个测点砌体芯样沿通缝截面破坏的抗剪强度；

$f_{v,i}$: 第*i*个测点砌体抗剪强度换算值；

$f_{v,k}$: 构件或检测批砌体抗剪强度标准值；

$f_{v,min}$: 构件或检测批砌体抗剪强度换算值中的最小值；

G_n 、 G'_n : 格拉布斯检验统计量；

$G_{0.975}$ 、 $G_{0.995}$: 格拉布斯检验临界值；

k : 与 α 、 C 、 n 有关的强度标准值计算系数；

m_f : 检测批强度换算值的平均值；

m_{fv} : 检测批砌体抗剪强度换算值的平均值；

m_{fcu} : 检测批砂浆强度换算值的平均值；

N_{vi} : 第*i*个测点芯样试件的抗剪破坏荷载值；

s_f : 检测批强度换算值的标准差;

s_{f_v} : 检测批砌体抗剪强度换算值的标准差;

α : 确定强度标准值所取的概率分布下分位数, 取0.05;

δ : 检测批强度换算值的变异系数;

δ : 回归方程式的强度平均相对误差 (%)。

5 仪器设备

5.1 钻芯机基本要求

5.1.1 钻芯机应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便, 并应有水冷却系统。

5.1.2 钻取芯样时宜采用金刚石或人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体不应有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。钻头胎体对钢体的同心度偏差不应大于 0.3 mm, 钻头的径向跳动不应大于 1.5 mm。

5.1.3 钻芯机功率、转速应足够大, 保证芯样在 10 min 内顺利取出。为防止卡钻或芯样折断事故发生, 钻机应固定牢靠。

5.2 砌体芯样抗剪试验设备技术要求

5.2.1 基本要求

砌体芯样抗剪试验设备应由加荷装置、测力系统、反力支撑装置组成, 检测时测力系统应在检定或校准有效期内, 并处于正常状态。

5.2.2 测力系统技术性能

技术性能要求包括:

- a) 试件破坏荷载应大于测力系统全量程的 20 % 且小于测力系统全量程的 80 %;
- b) 示值相对误差不应大于 ± 1 %;
- c) 工作行程不应小于 10 mm;
- d) 测力系统示值的最小分度值不应大于 0.1 kN, 并应具有峰值记录功能。

5.2.3 测力系统校准

当出现下列情况之一时, 测力系统应进行校准。

- a) 新仪器使用前;
- b) 达到校准有效期限 (有效期限为一年);
- c) 测力系统出现示值不稳等异常时;
- d) 仪器经大修后;
- e) 遭受严重撞击或其他损害。

6 检测技术

6.1 一般规定

6.1.1 检测前宜收集的资料

资料应包括：

- a) 工程名称及设计单位、施工单位、建设单位和监理单位名称；
- b) 检测范围和部位，砌筑块体、砂浆的种类和强度等级；
- c) 原材料试验报告、砂浆配合比等；
- d) 施工时材料计量情况、养护情况及施工日期等；
- e) 必要的设计图纸和施工记录；
- f) 检测原因。

6.1.2 检测方式选择

6.1.3 检测砌筑砂浆抗压强度可采用下列两种方式：

- a) 单个构件检测：适用于单独的砌体结构或构件的检测；当检测批样本容量少于 6 个时，按单个构件检测，单个构件检测结论不得扩大到未检测的构件或范围；
- b) 按批抽样检测：适用于检测批砌体结构检测。

6.1.4 大型结构可按施工顺序、位置等划分为若干个检测区域，每个检测区域作为一个独立构件，根据检测区域数量及检测需要，选择检测方式。

6.1.5 按批抽样检测

按批抽样检测时，应进行随机抽样，且抽测构件最小数量应符合表1的规定。

表 1 检验批最小样本容量

检验批的容量	检测类别和样本最小容量			检验批的容量	检测类别和样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
6~8	2	2	3	51~90	5	13	20
9~15	2	3	5	91~150	8	20	32
16~25	3	5	8	151~280	13	32	50
26~50	5	8	13	281~500	20	50	80
注1：检测类别A是放宽检测情况，适用于施工资料完善，已有砌筑砂浆立方体试块抗压强度检测结果合格，已获得资料均显示砌筑砂浆强度符合要求的情况； 注2：检测类别B是正常检测情况，适用于施工资料完善，已有砌筑砂浆立方体试块抗压强度检测结果合格，对实体结构砌筑砂浆强度有怀疑，或砌筑砂浆立方体试块抗压强度检测结果缺失的情况； 注3：检测类别C是加严检测情况，适用于施工资料不完善，或已有砌筑砂浆立方体试块抗压强度检测结果不合格，或已发现实体结构存在问题较多的情况。 注4：无特别说明时，样本单位为构件。							

6.1.6 测点布置的规定

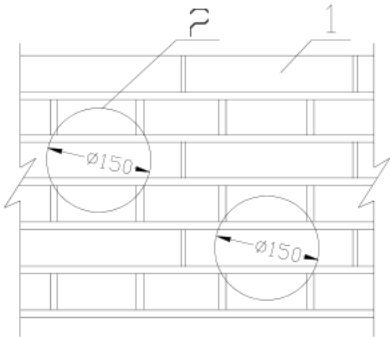
测点布置应符合下列要求：

- a) 单个构件检测，有效测点数不应少于 3 个；对尺寸较小的构件，测点数量可适当减少；
- b) 按批抽样检测，根据被测墙体的面积及砌筑砂浆质量状况，每个独立构件宜布置 1~3 个测点，测点总数不得少于 15 个；
- c) 测点应均匀分布，同一构件同一水平面内测点不宜多于 2 个；

- d) 测点应布置在墙肢长度不小于 1.0 m 的承重构件上，薄弱部位应布置测点，并应避开现浇混凝土构件、预埋件、拉结筋等；
- e) 砌体表面粉刷层、污物等应清除干净，且不应损伤砌体；
- f) 测点应离开砌体尽端、门窗洞口、后砌洞口不小于 200 mm。

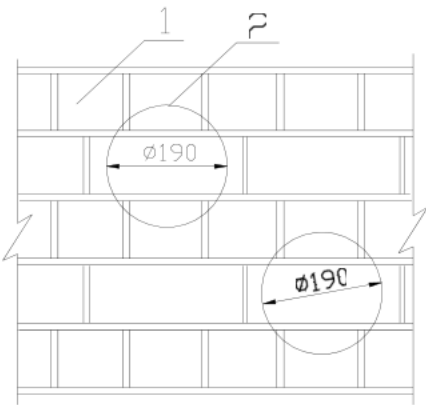
6.2 钻取芯样

- 6.2.1 钻芯机应牢固固定在墙体上，并使钻头垂直于墙面，多孔砖砌体可先采用结构胶等将膨胀螺栓固定，再通过膨胀螺栓将钻芯机固定在墙体上。
- 6.2.2 钻取芯样时，进钻速度宜为 20 mm/min~50 mm/min，钻芯过程应连续平稳，并应避免损伤芯样。
- 6.2.3 钻芯机垂直墙面钻取砌体芯样，钻取的芯样应包括三层砖和两条水平灰缝，其中外层块体形状尺寸宜对称。当块体尺寸为 240 mm×115 mm×53 mm 时，钻取芯样直径应为 150 mm（图 1）；当块体尺寸为 240 mm×115 mm×90 mm 时，钻取芯样直径应为 190 mm（图 2）。



说明：
1——普通砖砌体；
2——钻取芯样位置。

图 1 普通砖砌体钻取芯样位置图示



说明：
1——多孔砖砌体；
2——钻取芯样位置。

图 2 多孔砖砌体钻取芯样位置图示

- 6.2.4 当芯样尺寸不满足要求时，应在原构件上调整好位置重新钻取，砌体芯样应及时标记位置等信

息，用毡布或泡沫软垫等隔离保护好，运输时应防止相互碰撞。

6.2.5 钻芯后留下的孔洞应及时进行修补，并应满足原有墙体承载能力、使用功能和节能要求。

6.3 芯样处理

6.3.1 将砌体芯样端部承压面用快硬浆料修补平整并垂直于受剪面灰缝。

6.3.2 多孔砖砌体芯样中部较厚，两侧只有半个砖的厚度，并且带孔，在进行抗剪试验时，两侧砖抗压强度可能小于沿通缝截面的抗剪强度，所以，需要用快硬浆料将孔洞填补密实，同时，应采取措施不得使快硬浆料进入受剪面。

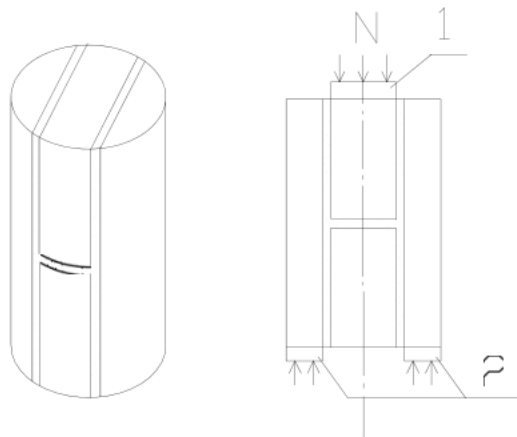
6.3.3 处理后芯样应满足下列规定：

- a) 砌体芯样端部承压面平整度在 100 mm 长度内不应大于 1 mm；
- b) 端部承压面与受剪面灰缝垂直度偏差不宜大于 1.5°；
- c) 芯样受剪面灰缝内无钢筋或其它较大缺陷；
- d) 芯样端部测量，两条水平灰缝长度值的差不应超过其平均值的 10 %。

6.4 芯样抗剪强度试验

砌体芯样抗剪试验应按下列步骤和要求进行：

- a) 进行抗剪试验的芯样应处于自然干燥状态；
- b) 对芯样端部承压面进行找平处理，使承压面垂直于受剪面灰缝，试件的中心线与反力支撑轴线重合；
- c) 将砖砌体抗剪试件立放在反力支撑装置承压板之间，如图 3 所示，在承压面、加荷面处垫钢板，钢板不得影响灰缝受剪；



说明：

1、2——承压钢板。

图 3 芯样抗剪强度试验示意图

- d) 抗剪试验应采用匀速连续加荷方法，并应避免冲击，加荷速度宜控制在 (0.2~0.5) kN/s。当有一个受剪面被剪坏即认为试件破坏，应记录剪切破坏荷载值和试件破坏特征，剪切破坏荷载值读数精确至 0.1 kN。
- e) 测量发生剪切破坏的灰缝砂浆受剪面尺寸，读数精确至 1 mm。
- f) 当块体首先发生破坏时，该试件的检测值应作废，并应在记录中注明。

6.5 砌体芯样抗剪强度计算

第*i*个测点芯样沿通缝截面破坏时的抗剪强度 $\tau_{v,i}$ ，应按公式（1）计算：

$$\tau_{v,i} = \frac{N_{vi}}{2A_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\tau_{v,i}$ ——第*i*个测点砌体芯样沿通缝截面的抗剪强度，精确至 0.001 MPa；

N_{vi} ——第*i*个测点芯样试件的抗剪破坏荷载值（N）；

A_i ——第*i*个测点芯样试件首先发生剪切破坏的受剪灰缝的面积（mm²）。

注：如果两个受剪面同时破坏， A_i 取两个受剪灰缝面积平均值。

7 测强曲线

7.1 适用条件

采用本文件测强曲线的砌体应符合下列规定：

- a) 符合普通砌筑砂浆用材料、拌和用水的质量标准，以中砂为细集料；
- b) 砌体厚度为 240 mm，砌块材料为烧结普通砖、烧结多孔砖、混凝土普通砖、混凝土多孔砖或蒸压粉煤灰砖，砌块外形尺寸应为 240mm×115 mm×53mm 或 240 mm×115 mm×90 mm。当砌块材料为蒸压粉煤灰砖时，仅可推定砌体抗剪强度，不得推定砌筑砂浆抗压强度值；
- c) 采用普通施工工艺；
- d) 龄期不少于 28 d；
- e) 砌体抗剪强度（0.08~0.8）MPa，砌筑砂浆抗压强度为（1.0~10.0）MPa；
- f) 钻芯法检测砌筑砂浆抗压强度检测结果宜采用其它砂浆强度检测方法进行验证。

7.2 制定专用测强曲线或通过试验进行修正

当砌体有下列情况之一时，不得按本文件所给的测强曲线计算强度换算值，但可按本文件附录A的规定制定专用测强曲线或通过试验进行修正：

- a) 砌体厚度或砌块材料种类、尺寸不符合 7.1 条规定；
- b) 粗砂或细砂配制；
- c) 特种砌筑工艺制作；
- d) 掺有微沫剂、引气剂；
- e) 长期处于高温、潮湿环境或浸水状态。

7.3 标准砌体抗剪强度换算

砌体的标准砌体抗剪强度换算值应根据砌块材料类型分别按下列公式计算：

- a) 烧结普通砖砌体

$$f_{v,i} = 0.642 \tau_{v,i}^{0.818} \dots\dots\dots (2)$$

- b) 烧结多孔砖砌体

$$f_{v,i} = 0.639 \tau_{v,i}^{1.038} \dots\dots\dots (3)$$

c) 混凝土普通砖砌体

$$f_{v,i} = 0.870 \tau_{v,i}^{1.275} \dots\dots\dots (4)$$

d) 混凝土多孔砖砌体

$$f_{v,i} = 0.741 \tau_{v,i}^{0.723} \dots\dots\dots (5)$$

e) 蒸压粉煤灰砖砌体

$$f_{v,i} = 0.562 \tau_{v,i}^{0.773} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$f_{v,i}$ ——第*i*个测点砌体抗剪强度换算值, 精确至0.01 MPa。

7.4 砌体砌筑砂浆抗压强度换算

7.4.1 按 JGJ/T 70—2009 要求制作试块(砂浆试模带底模), 砌筑砂浆抗压强度换算值应根据砌块材料类型, 分别按下列公式计算:

a) 烧结普通砖砌体

$$f_{cu,i} = 12.91 \tau_{v,i} - 0.06 \dots\dots\dots (7)$$

b) 烧结多孔砖砌体

$$f_{cu,i} = 18.54 \tau_{v,i} - 1.58 \dots\dots\dots (8)$$

c) 混凝土普通砖砌体

$$f_{cu,i} = 15.12 \tau_{v,i} - 0.30 \dots\dots\dots (9)$$

d) 混凝土多孔砖砌体

$$f_{cu,i} = 20.69 \tau_{v,i} - 1.40 \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$f_{cu,i}$ ——第*i*个测点砂浆强度换算值, 精确至0.1 MPa。

7.4.2 按 JGJ/T 70—2009 实施前的标准要求制作试块(砂浆试模不带底模), 砌筑砂浆抗压强度换算值应根据砌块材料类型, 分别按下列公式计算:

a) 烧结普通砖砌体

$$f_{cu,i} = 15.54 \tau_{v,i} + 0.38 \dots\dots\dots (11)$$

b) 烧结多孔砖砌体

$$f_{cu,i} = 15.02 \tau_{v,i} + 0.26 \dots\dots\dots (12)$$

c) 混凝土普通砖砌体

$$f_{cu,i} = 15.93\tau_{v,i} - 0.34 \dots\dots\dots (13)$$

d) 混凝土多孔砖砌体

$$f_{cu,i} = 19.96\tau_{v,i} - 1.15 \dots\dots\dots (14)$$

8 检测数据分析处理

8.1 强度平均值、标准差及变异系数

检测批强度平均值、标准差和变异系数应分别按下列公式计算：

$$m_f = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n} \dots\dots\dots (15)$$

$$s_f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i)^2 - n(m_f)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (16)$$

$$\delta = \frac{s_f}{m_f} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

- f_i ——第*i*个测点的强度换算值（砌体抗剪强度换算值为 $f_{v,i}^s$ ，砂浆抗压强度换算值为 $f_{cu,i}$ ）；
 m_f ——检测批强度换算值的平均值，（砌体抗剪强度计算精确到0.01 MPa，砌筑砂浆强度计算精确到0.1 MPa）；
 n ——对于单个构件检测，取被测单个构件的测点数；对于按批抽样检测的构件，取被抽取构件测点数之和；
 s_f ——检测批强度换算值的标准差，（砌体抗剪强度计算精确到0.001 MPa，砌筑砂浆强度计算精确到0.01 MPa）；
 δ ——检测批强度换算值的变异系数，精确到0.01。

8.2 异常数据判断和处理

检测批中的异常数据，可予以舍弃；异常数据的舍弃应符合《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883的规定，详见附录B。

8.3 变异系数限值

当砌体抗剪强度检测结果的变异系数 δ 大于 0.25，或者砂浆强度检测结果的变异系数 δ 大于 0.35 时，不宜直接计算强度推定值，应检查检测结果离散性较大的原因，若系检测批划分不当，宜重新分批，并增加测点数进行补测，然后重新分析计算。如确系变异系数过大，则应按单个构件进行强度推定。

8.4 砌体抗剪强度推定

砌体抗剪强度标准值的推定应符合下列要求：

- a) 当按单个构件检测时，应按下式计算：

$$f_{v,k} = f_{v,\min} \dots\dots\dots (18)$$

b) 当按批量检测时，应按下式计算：

$$f_{v,k} = m_{f_v} - k s_{f_v} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

$f_{v,k}$ ——构件或检测批砌体抗剪强度标准值，精确至0.01 MPa；

m_{f_v} ——检测批砌体抗剪强度换算值的平均值（MPa）；

s_{f_v} ——检测批砌体抗剪强度换算值的标准差（MPa）；

$f_{v,\min}$ ——构件或检测批砌体抗剪强度换算值的最小值（MPa）；

k ——与 α 、C、n有关的强度标准值计算系数，应按表2取值；

α ——确定强度标准值所取的概率分布下分位数，取0.05；

C ——置信水平，取0.60。

表 2 计算系数

n	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
k	1.790	1.784	1.778	1.773	1.768	1.764	1.760	1.757	1.754	1.751
n	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
k	1.748	1.745	1.743	1.741	1.738	1.736	1.735	1.733	1.731	1.730
n	35	36	37	38	39	40	45	50	60	70
k	1.728	1.727	1.725	1.724	1.723	1.721	1.716	1.712	1.705	1.700

8.5 砌筑砂浆抗压强度推定值

8.5.1 单个构件检测

当按单个构件检测时，以测点砂浆强度最小换算值作为该构件的砂浆强度推定值：

$$f_{cu,e} = f_{cu,\min} \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$f_{cu,\min}$ ——构件或检测批砂浆强度换算值中的最小值；

$f_{cu,e}$ ——构件或检测批砂浆强度推定值，精确至0.1 MPa。

8.5.2 按批抽样检测

8.5.2.1 被测砌体按 GB 50203—2011 的有关规定修建时，检测批砂浆强度推定值，应按下式计算：

$$f_{cu,e} = \min\{0.91m_{f_{cu}}, 1.18f_{cu,\min}\} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

$m_{f_{cu}}$ ——检测批砂浆强度换算值的平均值。

8.5.2.2 在 GB 50203—2011 实施前建设的工程，检测批砂浆强度推定值，应按下式计算：

$$f_{cu,e} = \min \left\{ m_{f_{cu}}, 1.33 f_{cu,min} \right\} \dots\dots\dots (22)$$

8.6 强度超出检测范围的表述

8.6.1 当砌筑砂浆抗压强度检测结果小于 1.0 MPa 或大于 10.0 MPa 时，不应给出具体检测值，可仅给出检测值范围 $f_{cu,e} < 1.0 \text{ MPa}$ ，或 $f_{cu,e} > 10.0 \text{ MPa}$ 。

8.6.2 当砌体抗剪强度检测结果小于 0.08 MPa 或大于 0.8 MPa 时，不应给出具体检测值，可仅给出检测值范围 $f_{v,k} < 0.08 \text{ MPa}$ ，或 $f_{v,k} > 0.8 \text{ MPa}$ 。

附录 A

（规范性）

专用测强曲线的制定方法

A.1 试验要求

A.1.1 制定专用测强曲线的砌体、标准抗剪强度试件及砌筑砂浆试块应与需检测砌体在原材料（含品种、规格）、施工工艺及养护方法等方面条件相同。所用仪器设备应符合本文件第5.1节的各项要求。

A.2 砌体及试件的制作和养护

A.2.1 原材料准备：水泥应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定，砂、掺合料、粉煤灰、拌制用水、外加剂等材料应符合《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98有关规定，按专用测强曲线的需要确定砌块材料。

A.2.2 砌体、抗剪强度试件及试块的制作和养护：

- a) 根据专用测强曲线的需要确定砌筑砂浆种类，按施工常用配合比设计不少于 6 个强度等级的配合比；
- b) 每种砌块材料、每一类型砂浆砌筑不小于 3 m² 砌体，由同一名中等技术水平的瓦工，按《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定砌筑，同时按《砌体基本力学性能试验方法标准》GB/T 50129 要求砌筑不少于 3 组（每组 6 个）标准抗剪强度试件，同条件制作 3 组边长为 70.7 mm 立方体砂浆试块，同材料同强度等级砌体、试件和试块宜在同一天内制作完毕；
- c) 钻芯砌体、标准抗剪强度试件及砌筑砂浆试块应在相同的条件下养护；
- d) 应检测不少于三个龄期的数据。

A.3 试验项目

A.3.1 在规定龄期，按顺序依次进行下列项目检测：

- a) 按砌块材料强度试验方法标准要求，进行砌块材料强度检测；
- b) 按本文件要求，进行砌体钻芯抗剪强度检测；
- c) 按《砌体基本力学性能试验方法标准》GB/T 50129 规定，进行标准砌体抗剪强度检测；
- d) 按《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ/T 70 的规定，进行砌筑砂浆试块立方体抗压强度检测。

A.4 确定专用测强曲线

A.4.1 专用测强曲线的回归方程式，应按每一组检测数据，采用最小二乘法原理计算；

A.4.2 回归方程的强度平均相对误差 δ_r 和相对标准差 e_r ，可按下列公式计算：

$$\delta_r = \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{f_{c,i}}{f_{m,i}} - 1 \right| \times 100\% \dots\dots\dots (A.1)$$

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(f_{m,i} - f_{c,i})^2}{f_{m,i}^2}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- δ ——回归方程式的强度平均相对误差，精确至 0.1 %；
- e_r ——回归方程式的强度相对标准差，精确至 0.1 %；
- $f_{m,i}$ ——第 i 组标准砌体抗剪强度检测值或砌筑砂浆试块立方体抗压强度值；
- $f_{c,i}$ ——对应于第 i 组试件的砌体芯样抗剪强度按回归方程计算的强度换算值，抗剪强度精确至 0.01 MPa，砌筑砂浆强度精确至 0.1 MPa；
- n ——制定回归方程式的数据组数。

A. 4. 3 专用测强曲线的强度误差应符合下列规定：

- a) 平均相对误差 $\delta \leq 18.0$ %；
- b) 相对标准差 $e_r \leq 20.0$ %。

当 δ 和 e_r 符合规定时，经专家论证通过后使用。

附录 B

(规范性)

异常数据判断和处理

B.1 异常数据判断

依据《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883，可采用格拉布斯准则进行异常值判断，将测点强度换算值按从小到大顺序排列 $f_{cu,1}$ 、 $f_{cu,2}$ 、……、 $f_{cu,n}$ ，计算统计量：

$$G_n = (f_{cu,n} - m_f) / s_f \dots\dots\dots (B.1)$$

$$G'_n = (m_f - f_{cu,1}) / s_f \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

G_n 、 G'_n ——格拉布斯检验统计量；

$f_{cu,1}$ ——构件或检测批强度换算值中的最小值；

$f_{cu,n}$ ——构件或检测批强度换算值中的最大值；

$G_{0.975}$ 、 $G_{0.995}$ ——格拉布斯检验临界值，按检测批测点数量由附录C查得。

异常数据处理取检出水平 α 为5%，剔除水平 α^* 为1%，按双侧情形检验，检出水平 α 对应临界值为 $G_{0.975}$ ，剔除水平 α^* 对应临界值为 $G_{0.995}$ 。

若 $G_n > G_{0.975}$ ，且 $G'_n > G_{0.975}$ ，则判断 $f_{cu,n}$ 为离群值，否则，判断没有离群值。

对检出的离群值 $f_{cu,n}$ ，若 $G_n > G_{0.995}$ ，则判断 $f_{cu,n}$ 为统计离群值，可考虑剔除，否则，判断未发现统计离群值， $f_{cu,n}$ 为歧离值。

若 $G'_n > G_{0.975}$ ，且 $G_n > G_{0.975}$ ，则判断 $f_{cu,1}$ 为离群值，否则，判断没有离群值。

对检出的离群值 $f_{cu,1}$ ，若 $G'_n > G_{0.995}$ ，则判断 $f_{cu,1}$ 为统计离群值，可考虑剔除，否则，判断未发现统计离群值， $f_{cu,1}$ 为歧离值。

B.2 异常数据处理

B.2.1 若检出了一个离群值，应用相同的检出水平和相同的规则，对除去已检出离群值后余下的数值继续检验，直到不能检出离群值为止。对除去已检出离群值后余下的数值，应按本文件第8.1条重新计算强度换算值的平均值、标准差和变异系数。检出的离群值总数不宜超过样本量的5%，若检出的离群值总数超过了这个上限，对此样本应作慎重的研究和处理。

B.2.2 统计离群值可直接剔除，歧离值不得随意舍去，应尽可能寻找其技术或物理上的原因，若在技术上或物理上找到了产生它的原因，则应剔除或修正；若未找到产生它的物理上和技术上的原因，则不得剔除或进行修正。

B.2.3 为保证结构安全，建议按下列方法处理：

- a) 高端歧离值可从样本中直接剔除；
- b) 低端歧离值在有充分理由说明其异常原因时，可以剔除；
- c) 当无充分理由说明其异常原因时，在低端歧离值邻近位置重新取样复测，根据复测结果，判断是否剔除；
- d) 保留歧离值，补充检测，增加样本数后重新检验异常值；
- e) 保留歧离值，重新划分检测批后重新检测；
- f) 歧离值剔除应由主检签字认可，并应记录剔除的理由和必要的说明。

附 录 C
(规范性)
格拉布斯检验临界值表

测区数量	$G_{0.975}$	$G_{0.995}$	测区数量	$G_{0.975}$	$G_{0.995}$	测区数量	$G_{0.975}$	$G_{0.995}$
9	2.215	2.387	40	3.036	3.381	71	3.262	3.627
10	2.290	2.482	41	3.046	3.393	72	3.267	3.633
11	2.355	2.564	42	3.057	3.404	73	3.272	3.638
12	2.412	2.636	43	3.067	3.415	74	3.278	3.643
13	2.462	2.699	44	3.075	3.425	75	3.282	3.648
14	2.507	2.755	45	3.085	3.435	76	3.287	3.654
15	2.549	2.806	46	3.094	3.445	77	3.291	3.658
16	2.585	2.852	47	3.103	3.455	78	3.297	3.663
17	2.620	2.894	48	3.111	3.464	79	3.301	3.669
18	2.651	2.932	49	3.120	3.474	80	3.305	3.673
19	2.681	2.968	50	3.128	3.483	81	3.309	3.677
20	2.709	3.001	51	3.136	3.491	82	3.315	3.682
21	2.733	3.031	52	3.143	3.500	83	3.319	3.687
22	2.758	3.060	53	3.151	3.507	84	3.323	3.691
23	2.781	3.087	54	3.158	3.516	85	3.327	3.695
24	2.802	3.112	55	3.166	3.524	86	3.331	3.699
25	2.822	3.135	56	3.172	3.531	87	3.335	3.704
26	2.841	3.157	57	3.180	3.539	88	3.339	3.708
27	2.859	3.178	58	3.186	3.546	89	3.343	3.712
28	2.876	3.199	59	3.193	3.553	90	3.347	3.716
29	2.893	3.218	60	3.199	3.560	91	3.350	3.720
30	2.908	3.236	61	3.205	3.566	92	3.355	3.725
31	2.924	3.253	62	3.212	3.573	93	3.358	3.728
32	2.938	3.270	63	3.218	3.579	94	3.362	3.732
33	2.952	3.286	64	3.224	3.586	95	3.365	3.736
34	2.965	3.301	65	3.230	3.592	96	3.369	3.739
35	2.979	3.316	66	3.235	3.598	97	3.372	3.744
36	2.991	3.330	67	3.241	3.605	98	3.377	3.747
37	3.003	3.343	68	3.246	3.610	99	3.380	3.750
38	3.014	3.356	69	3.252	3.617	100	3.383	3.754
39	3.025	3.369	70	3.257	3.622	---	---	---
注：当测区数量大于100时，可按测区数量为100取值。								

参 考 文 献

- [1] GB 50003—2011 砌体结构设计规范
 - [2] GB 50300—2013 建筑工程施工质量验收统一标准
 - [3] GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
 - [4] GB/T 4885—2009 正态分布完全样本可靠度单侧置信下限
 - [5] GB/T 50129—2011 砌体基本力学性能试验方法标准
 - [6] GB/T 50315—2011 砌体工程现场检测技术标准
 - [7] GB/T 50344—2019 建筑结构检测技术标准
 - [8] JGJ/T 98—2010 砌筑砂浆配合比设计规程
-