

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50129-2011

砌体基本力学性能试验方法标准

Standard for test method of basic mechanics
properties of masonry

2011-07-29 发布

2012-03-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

砌体基本力学性能试验方法标准

Standard for test method of basic mechanics
properties of masonry

GB/T 50129-2011

主编部门：四川省住房和城乡建设厅

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 3 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

中华人民共和国国家标准
砌体基本力学性能试验方法标准

Standard for test method of basic mechanics
properties of masonry
GB/T 50129 - 2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
·化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：1 $\frac{3}{4}$ 字数：45 千字
2011 年 12 月第一版 2011 年 12 月第一次印刷
定价：10.00 元

统一书号：15112·21068

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1109 号

关于发布国家标准 《砌体基本力学性能试验方法标准》的公告

现批准《砌体基本力学性能试验方法标准》为国家标准，编号为 GB/T 50129-2011，自 2012 年 3 月 1 日起实施。原《砌体基本力学性能试验方法标准》GBJ 129-90 同时废止。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011 年 7 月 29 日

前 言

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2009〕88 号）的要求，由四川省建筑科学研究院和山西四建集团有限公司会同有关单位共同对原国家标准《砌体基本力学性能试验方法标准》GBJ 129-90 进行修订而成的。

本标准在修订过程中，修订组总结了 1990 年原标准颁布实施以来新的砌体试验方法科研成果，并进行了必要的补充试验，并在全中国范围内广泛征求有关科研、教学、设计等单位的意见，经反复讨论、修改、充实，最后经审查定稿。

本标准共分 7 章，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、砌体抗压强度试验方法、砌体沿通缝截面抗剪强度试验方法、砌体弯曲抗拉强度试验方法、试验资料的整理分析。

本标准主要修订内容是：1. 增加编制试验方案的具体要求；2. 增加砌体偏心抗压试验方法和砌体长柱试验的规定；3. 砌体抗压试件截面尺寸和高厚比可根据块体尺寸和试验目的稍有调整；4. 根据试验目的，对砂浆试块底模作出新的规定；5. 增加试件与试验机压板调平方法的规定；6. 增加试验资料整理、分析的内容。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，四川省建筑科学研究院负责具体内容的解释。在执行过程中，请各单位结合试验工作实践，认真总结经验，并将意见和建议寄交成都市一环路北三段 55 号四川省建筑科学研究院《砌体基本力学性能试验方法标准》管理组（邮编：610081；E-mail: kzs@scjky.cn）。

本标准主编单位：四川省建筑科学研究院
山西四建集团有限公司

本标准参编单位：湖南大学
重庆市建筑科学研究院
西安建筑科技大学
辽宁省建设科学研究院
山东省建筑科学研究院
江苏省建筑科学研究院有限公司
长沙理工大学

本标准主要起草人：吴 体 杜 锐 侯汝欣 施楚贤
林文修 王永维 王庆霖 梁建国
崔士起 张书禹 顾瑞南 甘立刚
凌程建 肖承波 李 峰 黄 靓

本标准主要审查人：陈行之 邸小坛 刘立新 孙伟民
严家熤 苑振芳 张昌叙 张 扬
周炳章 唐岱新 雷宏刚

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	砌体抗压强度试验方法	7
4.1	试件	7
4.2	试验步骤	9
4.3	结果计算	13
5	砌体沿通缝截面抗剪强度试验方法	15
6	砌体弯曲抗拉强度试验方法	18
7	试验资料的整理分析	21
	本标准用词说明	23
	引用标准名录	24
	附：条文说明	25

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	4
4	Test Method of Masonry Compressive Strength	7
4.1	Specimens	7
4.2	Procedures	9
4.3	Calculation of Test Results	13
5	Test Method of Masonry Shear Strength Along Mortar Joints	15
6	Test Method of Brick Masonry Bending Tensile Strength	18
7	Experimental Data Analysis	21
	Explanation of Wording in This Code	23
	List of Quoted Standards	24
	Addition; Explanation of Provisions	25

1 总 则

1.0.1 为了规范砌体基本力学性能的试验方法，为砌体结构研究、设计和施工质量检验提供准确可靠试验数据，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于砌体结构工程各类砌体的基本力学性能试验与检验。对研制的新型块体或砌筑砂浆，亦应按本标准进行砌体基本力学性能试验。

1.0.3 本标准砌体试件所用的块体材料为砖、砌块、料石和毛石。有关块体材料及砌筑砂浆的力学性能，应按国家现行有关标准进行检验。

1.0.4 砌体基本力学性能的试验，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 砖 brick

本标准所指的砖，系指砌体结构中承重墙体用砖，按品种划分，包括烧结砖和非烧结砖（蒸压砖、混凝土砖），实心砖和多孔砖，以及新研制的小尺寸承重用砖。

2.1.2 混凝土小型空心砌块 concrete small hollow block

由普通混凝土或轻集料混凝土制成，主规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$ ，空心率为 $25\% \sim 50\%$ 的块体，简称小砌块。

2.1.3 中型砌块 medium block

长度大于 390mm ，高度大于 190mm ，厚度为墙体厚度的砌块。

2.1.4 几何对中 geometrical centering

砌体抗压试验中，四个侧面的竖向中线对准压力试验机上下压板的中心线。

2.1.5 物理对中 physical centering

砌体抗压试件几何对中后，施加一个大小为预估破坏荷载值 $5\% \sim 20\%$ 的荷载，测量两个宽侧面轴向变形值，通过调整试件位置和改善垫平措施，使其相对误差不大于 10% 。

2.1.6 研究性试验 investigative test

为科学研究工作进行的试验。

2.1.7 检验性试验 verifying test

为检验砌体结构工程质量或砌体材料质量进行的试验。

2.1.8 新型砌筑砂浆 new mortar

系指预拌砂浆、专用砂浆和掺加各种新型外加剂的砌筑

砂浆。

2.2 符 号

- x_i ——试件强度的测定值；
 n ——一组砌体试件的数量；
 m_x ——样本均值；
 s ——样本标准差；
 δ ——变异系数；
 b ——试件宽度；
 t ——试件厚度；
 H ——试件高度；
 h ——试件截面高度；
 e_0 ——受压试件轴向力的偏心距；
 β ——试件高厚比；
 ϵ ——逐级荷载下的轴向应变值；
 ϵ_{tr} ——逐级荷载下的横向应变值；
 Δl 、 Δl_{tr} ——分别为逐级荷载下的轴向和横向变形值；
 l 、 l_{tr} ——分别为轴向和横向测点间的距离；
 L ——抗弯试件的计算跨度；
 σ ——逐级荷载下的应力值；
 E ——试件的弹性模量 (N/mm^2)；
 $\epsilon_{0.4}$ ——对应于应力为 $0.4f_{c,i}$ 时的轴向应变值；
 φ_0 ——轴心受压构件的稳定系数；
 $f_{c,i}$ ——试件的抗压强度；
 $f_{v,i}$ ——试件沿通缝截面的抗剪强度；
 $f_{t,i}$ ——试件的弯曲抗拉强度。

3 基本规定

3.0.1 砌体试验之前，应编制详细的试验方案。试验方案应包括：

- 1 试验目的和要求；
- 2 原材料质量检测；
- 3 块体适宜含水率及其控制方法；
- 4 砂浆配合比设计，包括水泥砂浆、水泥石灰混合砂浆、预拌砂浆或专用砂浆的配合比设计；
- 5 试件尺寸、组数，每组试件数量；
- 6 预估试件极限荷载；
- 7 加荷方法、加荷程序、加荷设备及其精度检验；
- 8 试验测量的内容、方法和仪表布置；
- 9 试验进度；
- 10 试验人员安排计划；
- 11 试验数据及试验资料统计分析、试验报告撰写要求；
- 12 安全及环保措施。

3.0.2 砌体试验按照试验用途可分为研究性试验和检验性试验两类，并应符合下列规定：

1 研究性试验的试件组数及每组试件的数量，应符合数理统计要求，并按专门的试验设计或试验目的确定。对抗压试验，每组试件不宜少于 6 件，对抗剪和抗弯试验，每组试件不宜少于 9 件；

2 研制的新型块体或砌筑砂浆的研究性砌体试验，宜砌筑同条件的烧结普通砖砌体对比试件，对比试件组数及每组试件数量可根据试验目的适当减少；

3 检验性试验的试件组数及每组试件的数量，可由检测单

位规定。但在同等条件下，每组试件的数量，对轴心和偏心抗压试验，不宜少于 3 件；对抗剪和抗弯试验，不宜少于 6 件。

3.0.3 砌体试件的砌筑和养护，除应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 对同类别、同强度等级砂浆或同一对比组的试件，应由一名中等技术水平的瓦工，采用分层流水作业法砌筑，并应使每盘砂浆均匀地用于各个试件；对于检验施工质量的砌体试件，尚宜在现场砌筑；

2 试件砌筑过程中，应随时检查砂浆饱满度。当试验后检查时，对抗压试件，每组应选 3 件，每件检查数量不少于 3 个块体；对抗剪或抗弯试件，应对每个破坏截面进行检查；

3 试件砌筑完毕，应立即在其顶部平压四皮砖或一皮砌块，平压时间不宜少于 14d；

4 试件室内养护时间不应少于 28d，实验室温度宜为 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ；

5 检验性试验，当试件在室外砌筑和养护时，试件表面宜覆盖塑料薄膜并采取遮阳措施，日平均气温不应低于 5°C ；

6 试件在养护期内平均气温低于 15°C 时，应适当延长养护时间，用砂浆试块强度控制试验时间。

3.0.4 试件砌筑前，应按国家相应的现行试验方法标准确定块体抗压强度及强度等级：

1 砖应按现行国家标准《砌墙砖试验方法》GB/T 2542 的有关规定采用；

2 砌块应按现行国家标准《混凝土小型空心砌块试验方法》GB/T 4111 的有关规定采用；

3 石材应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的有关规定采用；

4 砌体抗压的研究性试验，块体试验组数不宜少于 3 组或 30 件；其他砌体试验，块体试验组数不应少于 1 组或 10 件。

3.0.5 砌筑砂浆力学性能应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定进行试验。砌筑砂浆抗压试件的制作数量和养护条件，应符合下列规定：

1 对研究性试验，每盘砂浆应制作一组砂浆试件，每组砂浆试件的数量不应少于 6 件。但对同类别、同强度等级砂浆的砌体试件，砂浆试件组数不应少于两组。当需用砂浆试件强度控制砌体试件的试验时间，组数宜增加 1 组~2 组。每组砂浆试件拆模后，3 件置于标准条件下养护，3 件与砌体试件同条件养护。制作砂浆试件的底模，应采用砌体试验用的块体，块体底模的含水率，不宜大于 2%。当研究工作需考虑不同材质底模对砂浆强度的影响时，还应按 JGJ/T 70 的要求制作相同组数的钢底模砂浆试件，每组砂浆试件为 3 件，拆模后置于标准条件下养护；

2 对检验性试验，砂浆试件的制作由检测单位根据检验目的，可按本条第 1 款确定；

3 砌筑砂浆试件应与砌体试件同时进行试验。

3.0.6 试验采用的加荷架、荷载分配梁等设备，应有足够的强度、刚度和稳定性。测量仪表的示值相对误差，不应大于 2%。

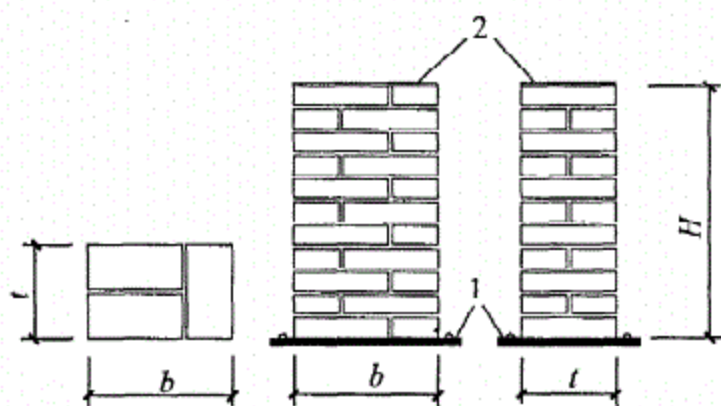
3.0.7 试验时，应观察并记录试件在试验过程中的变化情况，发现异常情况应终止试验，查明原因并采取纠正措施，保证试验结果不受影响后，方可继续进行试验。对试件各受力阶段宜拍摄照片或摄像。

3.0.8 试件砌筑和试验之前，试验负责人应对工作人员进行技术交底和安全交底。试验时应采取确保人身安全和防止仪表损坏的安全措施及必要的环保措施。其中，长柱试件周围宜设置防护栏杆。

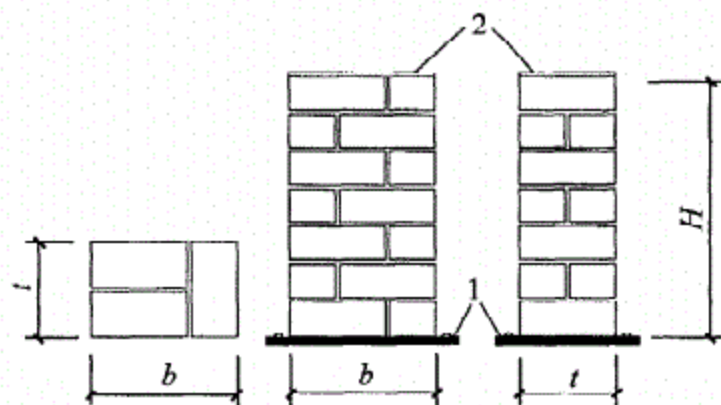
4 砌体抗压强度试验方法

4.1 试 件

4.1.1 对于外形尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ 的普通砖和外形尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 的各类多孔砖，其标准砌体抗压试件（图 4.1.1）的截面尺寸 tb （厚度 $\times$ 宽度）应采用 $240\text{mm} \times 370\text{mm}$ 或 $240\text{mm} \times 490\text{mm}$ 。其他外形尺寸砖的标准砌体抗压试件，其截面尺寸可稍作调整。试件高度 H 应按高厚比 β 确定， β 值应为 3~5。试件厚度和宽度的制作允许误差，应为 $\pm 5\text{mm}$ 。



(a) 普通砖砌体



(b) 多孔砖砌体

图 4.1.1 砖的标准砌体抗压试件

1—钢垫板；2—找平砂浆

4.1.2 主规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$ 的混凝土小型空心砌块的标准砌体抗压试件（图 4.1.2），其厚度应为砌块厚度，试件宽度宜为主规格砌块长度的 $1.5 \sim 2$ 倍，高度应为五皮砌块加灰缝厚度。其他规格砌块的标准砌体抗压试件，可按照本条要求确定截面尺寸和高度。

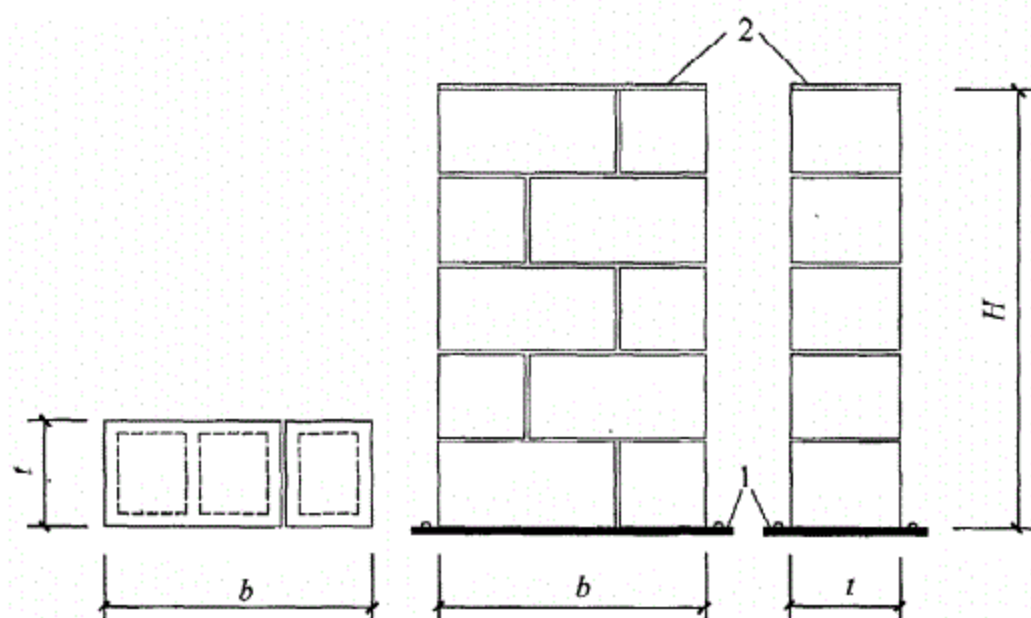


图 4.1.2 小砌块的标准砌体抗压试件

1—钢垫板；2—找平砂浆

4.1.3 中型砌块的标准砌体抗压试件，其厚度应为砌块厚度；宽度应为主规格砌块的长度；高度应为三皮砌块高加灰缝厚度。中间一皮砌块应有一条竖向灰缝。

4.1.4 料石的标准砌体抗压试件的厚度宜为 $200\text{mm} \sim 250\text{mm}$ ，宽度宜为 $350\text{mm} \sim 400\text{mm}$ ；毛石的标准砌体抗压试件的厚度宜为 400mm ，宽度宜为 $700\text{mm} \sim 800\text{mm}$ ；两类试件的高度均应按高厚比为 $3 \sim 5$ 确定。料石砌体试件的中间一皮石块，应有一条竖向灰缝。

4.1.5 T形、十字形、环形等异形截面的标准砌体抗压研究性试验，试件边长应为块体宽度的整数倍，试件截面折算厚度可近似取 3.5 倍截面回转半径，试件高度应按高厚比为 $3 \sim 5$ 确定。

4.1.6 高厚比 β 值大于 5 的各类长柱试件抗压试验，其截面尺

寸宜按本标准第 4.1.1~4.1.5 条确定。

4.1.7 各类砌体抗压试件应砌筑在带吊钩的刚性垫板或厚度不小于 10mm 的钢垫板上。垫板应事先找平；试件顶部宜采用厚度为 10mm 的 1 : 3 水泥砂浆找平，并应采用水平尺检查其平整度。

4.2 试验步骤

4.2.1 砌体抗压试验之前的准备工作，应符合下列规定：

1 试件应作外观检查，当有施工缺陷、碰撞或其他损伤痕迹时，应作记录；当试件破损严重时，应舍去该试件；

2 在试件四个侧面上，应画出竖向中线；当试件为偏心受压时，应画出偏心荷载作用线；

3 在试件高度的 1/4、1/2 和 3/4 处，应分别测量试件的厚度与宽度，测量精度应为 1mm。测量结果应采用平均值。试件的高度，应以垫板顶面为基准，量至找平层顶面确定；

4 试件的安装，应先将试件吊起，清除粘在垫板下的杂物，然后置于试验机的下压板上。试件就位时，对于轴心抗压试验，应使试件四个侧面的竖向中线对准试验机的上下压板中线；对于单向偏心抗压试验，应使试件在该偏心方向两个侧面的偏心荷载作用线对准试验机的上下压板中线。当试验机的上、下压板小于试件截面尺寸时，应加设刚性垫板；当试件承压面与试验机压板的接触不均匀紧密时，尚应垫平；

5 宜采用快硬石膏浆或其他快硬浆料将试件顶面垫平。将快硬石膏或其他快硬浆料抹在试件顶面并初步抹平后，启动试验机，使上压板将多余的石膏或浆料挤出。石膏浆硬化时间不宜少于 40min；其他快硬浆料硬化时间，根据浆料品种、硬化速度确定，不宜少于 20min。快硬石膏或其他快硬浆料与试验机上压板之间，宜垫一层起隔离作用的纸张等薄材料。

4.2.2 安装测量试件变形的仪表，应符合下列规定：

1 当测量轴心抗压试件的轴向变形值时，应在试件两个宽

侧面的竖向中线上，通过粘贴于试件表面的表座，安装千分表或其他测量变形的仪表。测点间的距离，宜为试件高度的 $1/3$ ，且为一个块体厚加一条灰缝厚的倍数。当测量试件的横向变形时，应在宽侧面的水平中线上安装仪表，测点与试件边缘的距离不应小于 50mm ，标距不小于宽度的 $1/2$ ，且跨 1 条竖缝；

2 当测量单向偏心抗压试件的轴向变形值时，根据研究内容，宜在偏心方向两个侧面上增设轴向测量仪表，测量截面轴向应变分布情况；同时，宜在轴心受压的两个侧面上布设轴向测量仪表，测量两个侧面变形的差值；

3 当测量轴心抗压或偏心抗压的长柱试件的变形时，除应符合本条第 1 款和 2 款的规定外，还应安装测量试件侧向弯曲变形的仪表，沿试件高度布设的仪表不宜少于 3 只（图 4.2.2）。仪表基座不得接触试件及试验机上、下压板；

4 对试件施加预估破坏荷载 5% ，检查仪表的灵敏性和安装的牢固性。

4.2.3 对不需测量变形值的轴心抗压试件，可采用几何对中、分级施加荷载方法，并应符合下列规定：

1 每级荷载应为预估破坏荷载值的 10% ，并应在 $1\text{min} \sim 1.5\text{min}$ 内均匀加完；恒荷 $1\text{min} \sim 2\text{min}$ 后施加下一级荷载。施加荷载时，不得冲击试件；

2 加荷至预估破坏荷载值的 50% 后，宜将每级荷载减小至预估破坏荷载值的 5% 。当试件出现第一条受力裂缝后，将每级荷载恢复到预估破坏荷载值的 10% ；

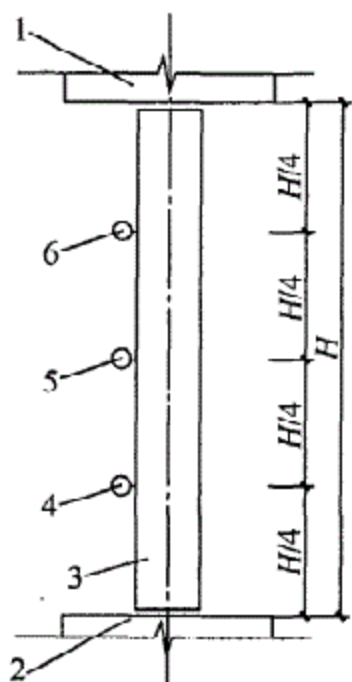


图 4.2.2 长柱侧向弯曲仪表布置示意

1—试验机上压板；2—试验机下压板；3—受压构件；
4—仪表 1；5—仪表 2；
6—仪表 3

3 加荷至预估破坏荷载值的 80% 后, 可按原定加荷速度继续加荷, 直至试件破坏。试验机的测力计指针明显回退时, 应定为该试件丧失承载能力而达到破坏状态。其最大荷载读数应为该试件的破坏荷载值。

4.2.4 对需要测量变形值、确定砌体弹性模量的轴心抗压试件, 宜采用物理对中、分级均匀施加荷载方法, 并应符合下列规定:

1 在预估破坏荷载值的 5% 至 20% 区间内, 反复预压 3 次~5 次。两个宽侧面轴向变形值的相对误差, 不应超过 10%, 当超过时, 应重新调整试件位置或重新垫平试件;

2 预压后, 应卸荷并记录初始读数, 按本标准第 4.2.3 条规定的施加荷载方法逐级加荷, 并应同时测量、记录变形值;

3 当加荷至预估破坏荷载值的 80% 时, 应拆除仪表, 然后将试件连续加荷至破坏。

注: 预估破坏荷载值, 可按试探性试验确定, 也可按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的公式计算。

4.2.5 砌体试件的偏心抗压试验, 应符合下列规定:

1 根据试验方案, 应按图 4.2.5a 或图 4.2.5b 安装试件。图中 e_0 为试验方案中的偏心距;

2 在试件顶部受压钢板和试验机上压板之间, 应设置固定铰支座, 铰支座可采用刀口式铰支座;

3 铰支座上铰件和下铰件的宽度和高度均不宜小于 50mm, 长度不应小于砌体偏心抗压试件的厚度 (图 4.2.5a) 或宽度 (图 4.2.5b)。刀口式铰支座 (图 4.2.5c) 下刀铰件的凹槽深度和上刀铰件凸出长度, 均不宜小于 30mm, 凹槽尺寸应略大于凸齿尺寸, 以刀铰间可自由转动为准。铰件间宜涂抹润滑油;

4 在满足承载力、刚度及转动灵活的情况下, 也可采用滚轴式铰支座 (图 4.2.5d) 或其他适宜的固定铰支座;

5 偏心抗压试验步骤, 同轴心抗压试验步骤;

6 进行偏心抗压试验的同时, 应进行一组同条件的轴心抗压试验。

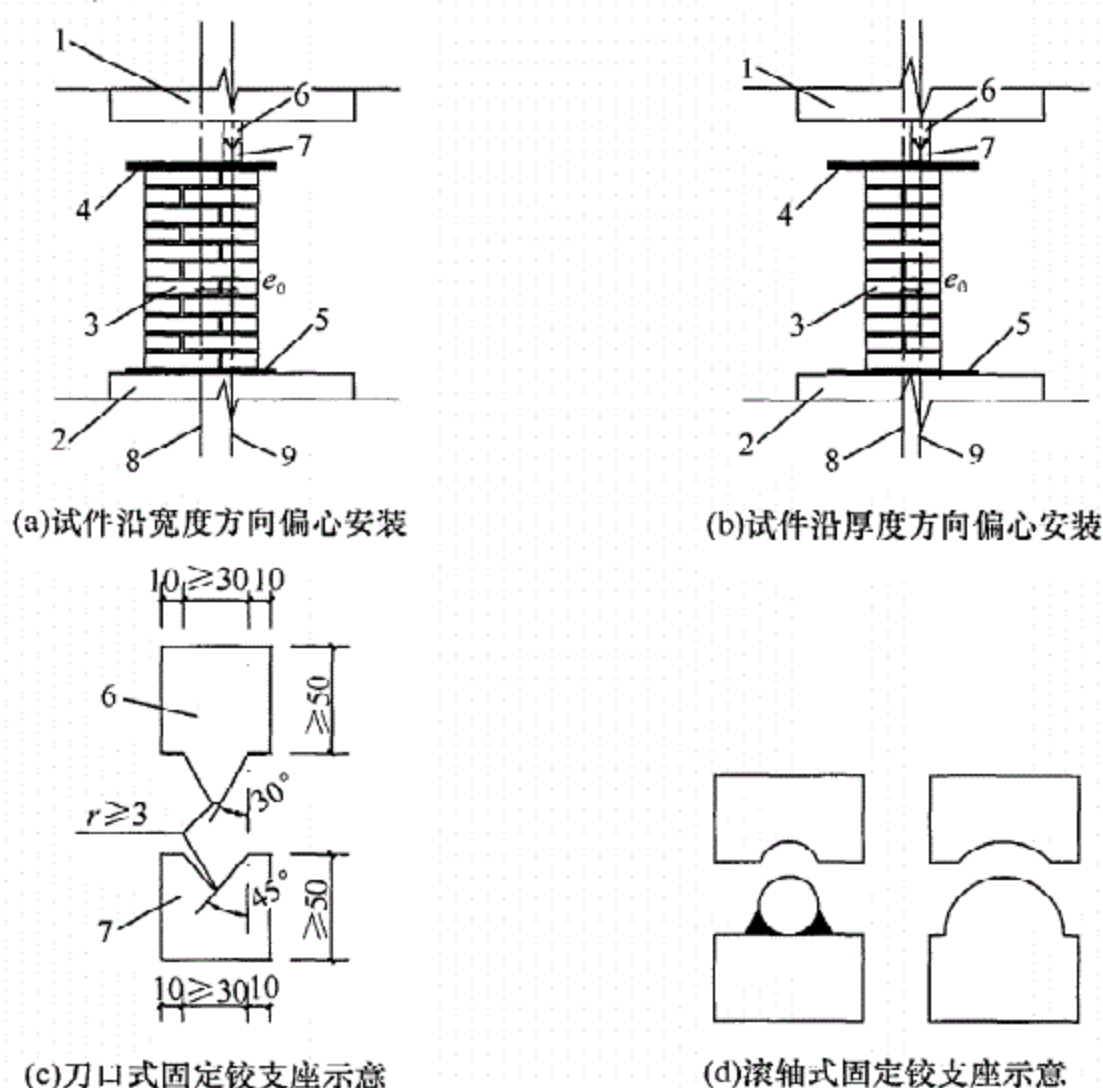


图 4.2.5 砌体偏心抗压试验

1—试验机上压板；2—试验机下压板；3—受压试件；4—钢垫板，厚度不小于 30mm；5—钢底板，带四个吊钩，厚度不小于 10mm；6—钢质上铰；7—钢质下铰；8—试件轴线；9—试验机轴线

4.2.6 长柱试件宜砌筑在试验室的台座上，采用加荷架、千斤顶和测力计等组成的加荷系统对试件施加轴心或偏心荷载；也可采用安全可靠的吊装方法，将试件运至长柱压力试验机上，进行轴心或偏心抗压试验。

4.2.7 试验过程中，应观察和捕捉第一条受力裂缝，并在试件上绘出裂缝位置、长度，标注初裂荷载值。对安装有变形测量仪表的试件，应观察变形值突然增大时可能出现的裂缝。荷载逐级增加时，应观察和描绘裂缝发展变化情况。试件破坏后，应立即绘制裂缝图、标记主要裂缝与对应荷载值，记录破坏特征。

4.3 结果计算

4.3.1 单个标准砌体试件的轴心抗压强度 $f_{c,i}$ ，应按下式计算，其计算结果取值应精确至 0.01N/mm^2 ：

$$f_{c,i} = \frac{N}{A} \quad (4.3.1)$$

式中： $f_{c,i}$ ——试件的抗压强度 (N/mm^2)；

N ——试件的抗压破坏荷载值 (N)；

A ——试件的截面面积 (mm^2)，按本标准第 4.2.1 条测得的试件平均宽度和平均厚度计算。

4.3.2 对偏心抗压试件的抗压强度，应考虑偏心距 e_0 (相对偏心距 e_0/b) 的影响，以相同情况轴心抗压试件抗压强度为基准进行对比分析。对进行了变形测量的偏心抗压试件，应按试验方案对变形值进行计算，对其规律性进行分析。

4.3.3 单个轴心抗压标准砌体试件的弹性模量 E 、泊松比 ν 的实测值，应按下列步骤计算：

1 逐级荷载下的轴向应变 ϵ 和横向应变 ϵ_{tr} ，应按下列公式计算：

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (4.3.3-1)$$

$$\epsilon_{tr} = \frac{\Delta l_{tr}}{l_{tr}} \quad (4.3.3-2)$$

式中： ϵ ——逐级荷载下的轴向应变值；

ϵ_{tr} ——逐级荷载下的横向应变值；

Δl ， Δl_{tr} ——分别为逐级荷载下的轴向和横向变形值 (mm)；

l ， l_{tr} ——分别为轴向和横向测点间的距离 (mm)。

2 逐级荷载下的应力 σ ，应按下式计算：

$$\sigma = \frac{N_i}{A} \quad (4.3.3-3)$$

式中： σ ——逐级荷载下的应力值 (N/mm^2)；

N_i ——试件承受的逐级荷载值 (N)。

3 应力与轴向应变的关系曲线应以 σ 为纵坐标、 ϵ 为横坐标绘制。根据曲线，应取应力 σ 等于 $0.4f_{c,i}$ 时的割线模量为该试件的弹性模量，并应按下式计算：

$$E = \frac{0.4f_{c,i}}{\epsilon_{0.4}} \quad (4.3.3-4)$$

式中： E ——试件的弹性模量 (N/mm^2)；

$\epsilon_{0.4}$ ——对应于应力为 $0.4f_{c,i}$ 时的轴向应变值。

4 应力与泊松比的关系曲线应以 σ 为纵坐标、泊松比 ν 为横坐标绘制。根据曲线，应取应力 σ 等于 $0.4f_{c,i}$ 时的泊松比为该试件的泊松比。逐级应力对应的泊松比，应按下式计算：

$$\nu = \frac{\epsilon_{tr}}{\epsilon} \quad (4.3.3-5)$$

4.3.4 中型砌块砌体试件的高厚比 β 大于 5 时，应计入稳定性对试验结果的影响，其抗压强度 $f_{c,i}$ 值，可按下式计算：

$$f_{c,i} = \frac{N}{\varphi_0 A} \quad (4.3.4)$$

式中： φ_0 ——轴心受压构件的稳定系数，按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 计算。

4.3.5 对长柱试件的试验结果，应综合考虑轴向稳定性、偏心影响、轴向变形及侧向挠曲变形进行分析。

5 砌体沿通缝截面抗剪强度试验方法

5.0.1 砌体沿通缝截面抗剪试件的几何尺寸和制作应符合下列规定：

1 普通砖的砌体抗剪试件，应采用由 9 块砖组成的双剪试件（图 5.0.1-1）。其他规格砖块的砌体抗剪试件，亦应采用此种双剪试件形式，但试件尺寸可作相应的调整。

2 中、小型砌块的砌体抗剪试件，应采用图 5.0.1-2 所示的双剪试件。也可采用表面质量和材质均相同的较小块体，按图 5.0.1-1 或图 5.0.1-2 制作抗剪试件。

3 砌筑试件时，竖向灰缝的砂浆应填塞饱满。对吸水率较小或吸水速度较慢的块体，其砌体抗剪试件砌筑完毕，宜覆盖塑料薄膜等材料予以保湿养护。

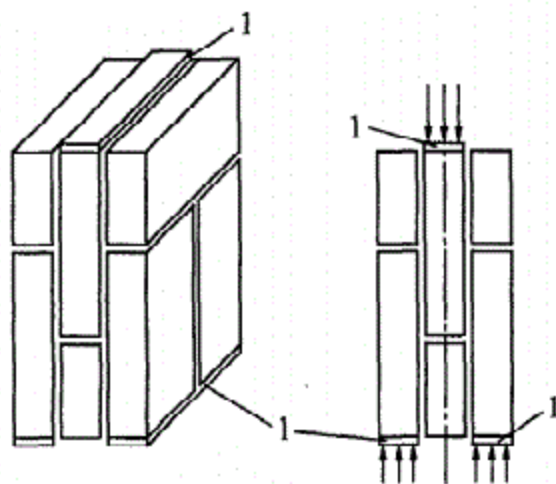


图 5.0.1-1 砖砌体双
剪试件及其受力情况
1—砂浆抹面

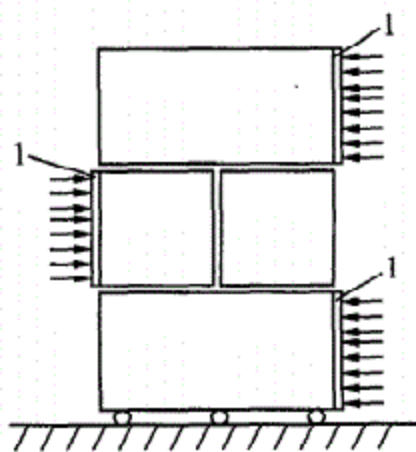


图 5.0.1-2 中、小块砌体
双剪试件及其受力情况
1—砂浆抹面

5.0.2 砖砌体抗剪试件的砂浆强度达到 100% 以后，可将试件立放，先后对承压面和加荷面采用 1 : 3 水泥砂浆找平，找平层

厚度不宜小于 10mm。上下找平层应相互平行并垂直于受剪面的灰缝。其平整度可采用水平尺和直角尺检查。水平加荷的中、小型砌块砌体抗剪试件，其三个受力面也应找平，并应垂直于水平灰缝。

5.0.3 砌体抗剪试件应按下列步骤和要求进行抗剪试验：

1 测量受剪面尺寸，测量精度应为 1mm；

2 将砖砌体抗剪试件立放在试验机下压板上，试件的中心线应与试验机上、下压板轴线重合。试验机上下压板与试件的接触应密合。当上部不密合时，可垫 10mm 厚木条或较硬橡胶条；当下部不密合时，可采用在两个受力面下垫湿砂等适宜的调平措施；也可采用本标准第 4.2.1 条第 5 款的调平措施；

3 对中、小型砌块砌体抗剪试验，尚应采用由加荷架、千斤顶和测力计组成的水平加荷系统。对较高的中型砌块砌体抗剪试件，应加设侧向支撑；试件与台座间宜采用湿砂垫平，不宜加设滚轴。对外形尺寸较小的砌块砌体抗剪试件，也可采用砖砌体抗剪试件的试验方法，在试验机上进行试验；

4 抗剪试验应采用匀速连续加荷方法，并应避免冲击。加荷速度宜按试件在 1min~3min 内破坏进行控制。当有一个受剪面被剪坏即认为试件破坏，应记录破坏荷载值和试件破坏特征；

5 对每个试件，均应实测受剪破坏面的砂浆饱满度。

5.0.4 单个试件沿通缝截面的抗剪强度 $f_{v,i}$ ，应按下式计算，其计算结果取值应精确至 0.01N/mm²：

$$f_{v,i} = \frac{N_v}{2A} \quad (5.0.4)$$

式中： $f_{v,i}$ ——试件沿通缝截面的抗剪强度 (N/mm²)；

N_v ——试件的抗剪破坏荷载值 (N)；

A ——试件的一个受剪面的面积 (mm²)。

5.0.5 若块体先于受剪面灰缝破坏时，该试件的试验值应予注明，宜作为特殊情况单独分析。

5.0.6 对抗剪试验结果进行分析时，应考虑砂浆饱满度对试验结果的影响。对砂浆饱满度不符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 规定的试验数据，应另作分析。

6 砌体弯曲抗拉强度试验方法

6.0.1 砌体沿通缝截面和沿齿缝截面的弯曲抗拉强度试验，宜采用简支梁三分点集中加荷的方法。

6.0.2 普通砖砌体抗弯试件尺寸（图 6.0.2-1 和图 6.0.2-2），应符合下列规定：

- 1 截面高度和宽度，均应为 240mm；
- 2 试件计算跨度，对于沿通缝抗弯试件，不应小于 720mm；对于沿齿缝抗弯试件，不应小于 1000mm；
- 3 试件的总长度宜为试件跨度加 60mm。其他规格块体的砌体抗弯试件尺寸，可按具体情况作相应调整，但试件跨度不应小于截面高度的 3 倍。

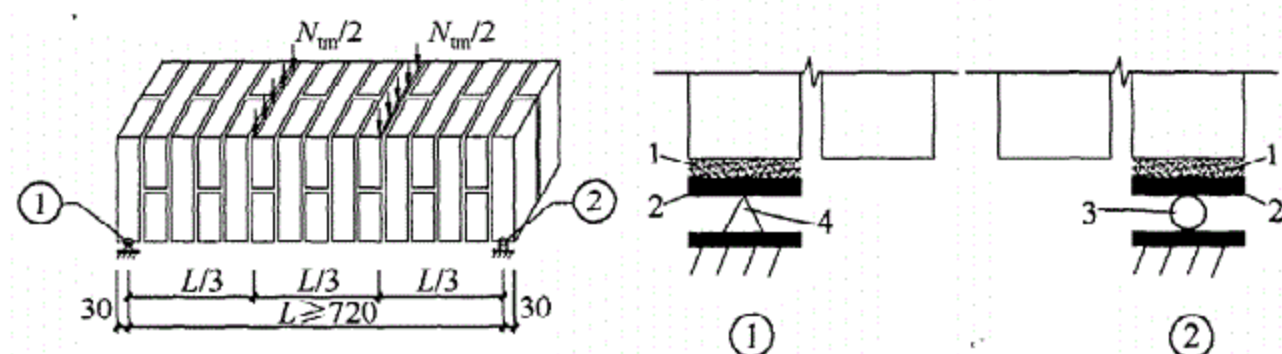


图 6.0.2-1 砖砌体沿通缝截面抗弯试验方法

1—水泥砂浆找平层；2—钢垫板；3—圆钢棒；4—角钢

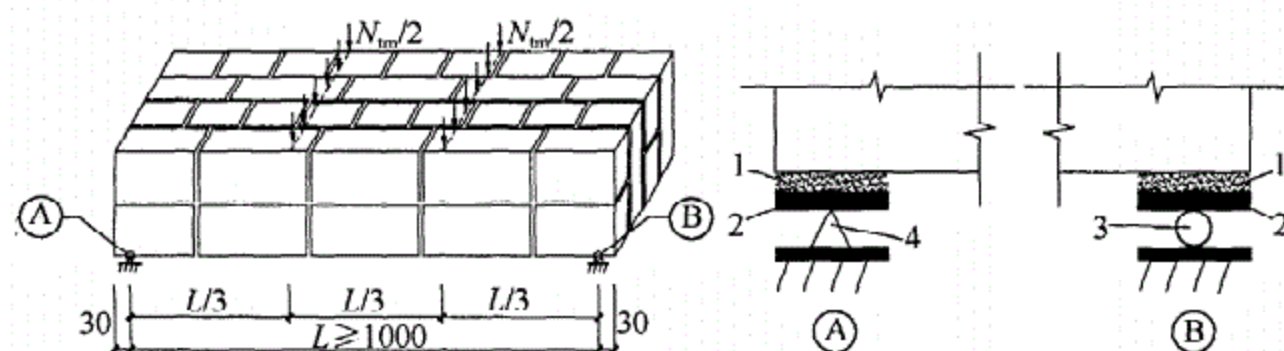


图 6.0.2-2 砖砌体沿齿缝截面抗弯试验方法

1—水泥砂浆找平层；2—钢垫板；3—圆钢棒；4—角钢

6.0.3 沿通缝截面抗弯的砌体试件应立砌；试验时应将试件放平，再安装到试验机或试验台座上。沿齿缝截面抗弯的砌体试件应平砌，根据试验要求可采用一顺一丁、三顺一丁或其他砌筑形式；试验时应以长边为轴旋转 90° ，平移至试验机或试验台座上。试件的支座处和荷载作用处，应预先采用 1:3 水泥砂浆找平，找平层的厚度不应小于 10mm，宽度不应小于 50mm 或加荷垫板宽度。当加荷设备的荷载作用面与试件受荷面接触不密合时，应按本标准第 4.2.1 条第 4 款有关要求处理。

6.0.4 固定铰支座的固定铰可选用边长不小于 50mm 的等边角钢，滚动铰支座的滚轴可选用直径不小于 50mm 的圆形钢棒。固定铰支座和滚动铰支座上表面应处于同一水平面上。

6.0.5 加荷的设备，宜采用压力试验机。当受条件限制时，可采用由试验台座、加荷架、千斤顶和测力计等组成的加荷系统。

6.0.6 砌体试件应按下列步骤与要求进行抗弯试验：

- 1 在试件上标出支座与荷载作用线的准确位置，并在纯弯区段的中部测量截面尺寸，测量精确度应为 1mm；随机选取 3 个试件，测其自重并计算平均值，精确至 10N；

- 2 在试验机或试验台座上，按简支梁三分点集中加荷的要求使试件准确就位；

- 3 抗弯试验应采用匀速连续加荷方法，加荷速度宜按试件在 3min~5min 内破坏进行控制。试件破坏后，应立即记录破坏荷载值和破坏特征；

- 4 整理与分析砌体抗弯试验结果时，应注明是沿通缝截面还是沿齿缝截面，不得混淆。

当试件破坏处在跨中 $1/3$ 长度之外，视为非正常破坏，应舍去该项试验数据。

6.0.7 单个试件沿通缝截面或沿齿缝截面的弯曲抗拉强度 $f_{t,i}$ ，应按下式计算，其计算结果取值应精确至 0.01N/mm^2 ：

$$f_{t,i} = \frac{(N_t + 0.75G)L}{bh^2} \quad (6.0.7)$$

式中： $f_{t,i}$ ——试件的弯曲抗拉强度 (N/mm²)；

N_t ——试件的抗弯破坏荷载值，包括荷载分配梁等附件的自重 (N)；

G ——试件的自重 (N)；

L ——抗弯试件的计算跨度 (mm)；

b ——试件的截面宽度 (mm)；

h ——试件的截面高度 (mm)。

7 试验资料的整理分析

7.0.1 试验完毕，应及时整理下列原始试验资料：

- 1 试验方案及实施过程中的变更情况；
- 2 块体和砌筑砂浆的试验结果；
- 3 测试仪表校核记录；
- 4 试验前试件外观质量检查情况，包括几何尺寸、施工缺陷及损伤状况；
- 5 试验数据记录；
- 6 试件的裂缝图、破坏特征文字描述、照片或录像；
- 7 试验异常情况记录。

7.0.2 每组的单个试件的强度试验值应按现行国家标准《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中格拉布斯检验法或狄克逊检验法，检出其中的歧离值，剔除统计离群值。检出水平取 0.05，剔除水平取 0.01。不得仅依据计算分析即舍去歧离值，尚应检查是否系材料或施工质量变化以及人为因素等原因导致出现歧离值。当从技术或物理上找到产生离群原因，应剔除歧离值；当未找到技术或物理上的原因，则不应剔除。

7.0.3 砌体基本力学性能的各项试验结果，当需要采用统计指标表示时，应按下列公式进行计算。当试件数量较少时，仅计算均值。

- 1 均值应按下列公式计算：

$$m_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (7.0.3-1)$$

- 2 标准差应按下列公式计算：

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2} \quad (7.0.3-2)$$

3 变异系数（以百分率计）应按下式计算：

$$\delta = \frac{s}{m_x} \times 100\% \quad (7.0.3-3)$$

式中： x_i ——试件强度的测定值（N/mm²）；

n ——一组砌体试件的数量。

7.0.4 当需要将砌体强度试验值与理论计算值进行比较时，应以材料（砂浆、块体）强度实测平均值确定其理论计算值，并宜给出试验值与理论计算值的比值及其平均值。

7.0.5 研究性试验，烧结普通砖之外的新型块体或砌筑砂浆的砌体强度试验值，宜与同条件砌筑的烧结普通砖砌体强度试验值进行比较和分析，不宜仅与理论值进行比较。

7.0.6 对砌体试件的破坏过程及其特征应进行描述和分析，必要时配以典型试件裂缝图和照片。

7.0.7 根据试验目的，应对试验结果进行分析。当需要作回归分析时，宜采用最小二乘法拟合试验曲线，求出经验公式，并宜给出试验散点图和回归曲线的比较图。对试验中出现的新问题或超出试验目的的新现象，应进行阐述。对试验工作中的不足之处，应总结经验教训。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 标准中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《砌体结构设计规范》 GB 50003
- 2 《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203
- 3 《砌墙砖试验方法》 GB/T 2542
- 4 《混凝土小型空心砌块试验方法》 GB/T 4111
- 5 《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
- 6 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70

中华人民共和国国家标准

砌体基本力学性能试验方法标准

GB/T 50129 - 2011

条文说明

修 订 说 明

《砌体基本力学性能试验方法标准》GB/T 50129-2011, 经住房和城乡建设部 2011 年 7 月 29 日以第 1109 号公告批准、发布。

本标准是在《砌体基本力学性能试验方法标准》GBJ 129-90 的基础上修订而成, 上一版的主编单位是四川省建筑科学研究院, 参编单位是山东省建筑科学研究院、湖南大学、辽宁省建筑科学研究院; 主要起草人员是侯汝欣、曹居易、汪权信、施楚贤、王增泽、陈安析。本次修订的主要技术内容是: 1. 增加编制试验方案的具体要求; 2. 增加砌体偏心抗压试验方法和砌体长柱试验的规定; 3. 砌体抗压试件截面尺寸和高厚比可根据块体尺寸和试验目的稍有调整; 4. 根据试验目的, 对砂浆试块底模作出新的规定; 5. 增加试件与试验机压板调平方法的规定; 6. 增加试验资料整理、分析的内容。

本规程修订过程中, 编制组进行了深入广泛的调查研究, 总结了我国在砌体基本力学性能试验领域自上一版标准颁布实施以来在研究、设计、施工等方面工作的实践经验, 同时参考了国内外先进技术法规、技术标准, 并对不同截面尺寸和高厚比的试件对试验结果的影响以及偏心抗压试验的加荷方法等进行了试验研究。

为便于广大设计、施工、科研、检测、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《砌体基本力学性能试验方法标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	28
3	基本规定	29
4	砌体抗压强度试验方法	32
4.1	试件	32
4.2	试验步骤	36
4.3	结果计算	38
5	砌体沿通缝截面抗剪强度试验方法	39
6	砌体弯曲抗拉强度试验方法	42
7	试验资料的整理分析	46

1 总 则

1.0.1 砌体基本力学性能试验，是一项量大面广的工作。过去由于缺乏统一的试验方法，不仅使不同单位的试验结果难以对比和引用，而且还影响到工程质量检验工作的顺利进行。本标准颁布施行 20 年来，众多高校、科研单位在砌体结构试验研究中，采纳了本标准，为砌体结构研究和砌体结构设计、施工规范的编制工作，作出了积极贡献，同时积累和丰富了砌体试验方法的经验。此次修订，吸收了这些试验工作经验，使之进一步满足砌体结构研究和生产建设检验工作的需要。

1.0.2 本标准是根据砌体结构试验工作必须统一的技术内容，作出必要且可能的规定。多年以来，我国推行墙体材料改革工作，大量新型砌体块材和新型砌筑砂浆应用于建筑工程中，为保证工程结构的安全性，对这些新型材料应按本标准进行应用试验和检验。

1.0.3 砌体试件系由块体和砂浆砌筑而成，块体材料和砌筑砂浆的质量对砌体的工作性能与承载能力有很大影响。为此，本条要求对块体材料和砌筑砂浆进行必要的质量检验，以便为砌体试验提供基础数据，做好试验设计和试验分析工作。

1.0.4 标准总是配套使用的，一本标准中不应重复现行其他标准已有的规定。因此，在执行本标准时，尚应符合现行国家有关标准的要求。

3 基本规定

3.0.1 本条系新增条文，对试验方案提出了具体要求。有些砌体试验结果存在一些缺陷，试验方案编制得不够详细是其原因之一。为此，这次修订时增加了编制试验方案的内容。

3.0.2 在实际工作中，根据不同的试验目的，砌体基本力学性能试验可分为研究性试验和检验性试验两类。过去因对这个前提未予明确，致使在确定试件数量与抽样方法时，产生不应有的混乱。因此，有必要加以区分。

原《砖石结构设计规范》GBJ 3-73 对于砌体抗压试件数量的规定，基本是根据检验性试验要求制定的。因此，本标准的检验性试验的每组试件数量仍沿用此规定。砌体抗剪和抗弯试验，由于检验值较为离散，每组试件数量有必要适当增加，根据四川省建筑科学研究院和国内其他科研单位、高校多年积累的数据，规定每组不应少于 6 个试件。

关于研究性试验，考虑到一般有专门的试验设计，所以原标准未具体规定每组试件数量。但实践经验表明，有些单位的研究性试验工作，试件数量明显偏少，此次修订时增加了每组试件数量的规定。

关于本条第 3 款，需要特别说明的是：我国《砌体结构设计规范》GB 50003、《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 均是以烧结普通砖砌体为依据编制并逐步扩展的，积累了大量试验研究资料和丰富的工程实践经验。新型砖材或新型砌筑砂浆的研究性试验，应与同条件的烧结普通砖砌体试验进行比较，以便得出可靠结论。又由于砌体试验结果受人工砌筑和试验条件影响很大，因此新增加了此款规定。

3.0.3 本条对砌体试件的砌筑和养护作了具体规定。

1 已有的试验资料表明,不同技术水平瓦工砌筑的试件,其砌体基本力学性能指标相差可达50%以上。本款规定由中等技术水平的瓦工砌筑试件,可使试件的砌筑质量有一定的代表性。所谓中等技术水平,一般可理解为经过技术考核合格的四、五级工。

2 砂浆饱满度对砌体抗压、抗剪和抗弯强度均有较大影响。四川省建筑科学研究院曾进行过水平灰缝的砂浆饱满度 ξ_f 对砌体抗压强度影响的试验,对抗压强度影响系数得出如下回归公式:

$$\Psi_f = 0.2 + 0.8\xi_f + 0.4\xi_f^2$$

式中当 $\xi_f=0.73$ 时, $\Psi_f=1.0$,表示水平灰缝的砂浆饱满度为0.73的砌体抗压试件,其抗压强度可达到现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003规定的强度指标。现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203规定,水平灰缝的砂浆饱满度不得低于80%。

砂浆饱满度对砌体抗剪和抗弯强度的影响更大。为了准确掌握砂浆饱满度对砌体试验值的具体影响程度,应对砂浆饱满度进行仔细检查。

3 砂浆初凝之前,对试件施加适当的初始压应力(如对砖砌体压四皮砖),可改善砂浆与砖的粘结性能,减小试验结果的离散性。这样做,与墙体的实际施工情况也较为接近。一般情况下,施工现场每天砌筑墙体的高度为一步脚手架(约1.2m~1.5m)。这样,多数砖层在砂浆初凝前已获得适当的初始压应力。

4 试件室内养护温度主要是参照国际标准《砌体试验方法》ISO 9652-4和美国ASTM《砌体抗压强度的标准试验方法》有关内容制定的。ISO 9652-4标准规定的养护温度为15℃~25℃,美国规定的养护温度为16℃~24℃。当气温低于15℃时,砂浆强度的增长速度将显著地延缓。在这种情况下,若仍按固定的天数进行养护,将得不到预期的砂浆强度。改按砂浆实测强度控制

试件养护时间较为科学、合理。

3.0.5 同原标准相比,砂浆试件的制作方法和制作数量作了较大修改。修改理由如下:现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 将砂浆试件的块材底模改为钢底模。采用钢底模成型的砂浆试件强度明显低于块材底模的砂浆试件强度,降低系数随不同块材品种及其含水率而变化。此外,高强砂浆降低幅度小,低强砂浆降低幅度大。1956 年以来,我国陆续开展了系统的砌体结构试验研究工作,几十年来均是以砌体试验用块材作底模成型砂浆试块,现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003-2001 以及之前的砌体结构设计规范(GBJ 3-73、GBJ 3-88)的砌体设计计算指标均是以块材底模的砂浆试件强度为基础而确定的。砌体工程的施工质量检验和相应的检测标准《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315 也是如此。若改为钢底模,砌体结构设计计算指标和国家标准 GB/T 50315 的检测方法难以作相应调整。在现有的试验数据条件下,对于不同块材,现在常用的砌筑砂浆强度等级 M5、M7.5、M10、M15 尚不能准确换算为钢底模的砂浆强度等级。

本标准是为砌体结构设计和砌体工程质量检测服务的,考虑到砌体试验研究、砌体工程检测的历史和现实情况,仍要求制作砂浆试件的底模为块材底模;又考虑到与新的砂浆试验标准衔接,逐步积累以钢底模砂浆试块为基础的砌体试验数据,规定了研究性试验还应制作钢底模的砂浆试件。

3.0.6 对自行设计的各类加荷架及其他附属设备,本标准只提出原则要求,新加工的设备,应经试验或试用,符合技术要求和安全后方可使用。

3.0.8 砌体试件较笨重,试验工作易发生工伤事故。应采取必要的措施,确保安全。

4 砌体抗压强度试验方法

4.1 试 件

4.1.1~4.1.6 确定各类砌体抗压试件的外形尺寸，依据如下：

1 主要参考资料：

原国家标准《砖石结构设计规范》GBJ 3-73 附录四：砖石砌体抗压强度的试验方法；

四川省建筑科学研究院等单位：混凝土小型空心砌块与砌体力学性能试验方法（JGJ 14-82）；

四川省建筑科学研究院等单位：中型砌块砌体抗压强度的试验方法（JGJ 5-80）；

山东省建筑科学研究院：乱毛石砌体抗压试验方法；

福建省建筑科学研究院：关于石材与石砌体试验方法中的几个问题；

有关单位的砌体抗压强度和弹性模量的试验报告。

2 编制原标准 GBJ 129-90 时，经与《砌体结构设计规范》编制组协商，砖砌体标准抗压试件的截面尺寸，由过去的 370mm×490mm 改为 240mm×370mm。

3 根据重庆市建筑科学研究院和四川省建筑科学研究院分别进行的对比试验，砖砌体截面尺寸为 240mm×370mm 与 240mm×490mm，对砌体抗压试验结果无显著性区别；抗压试件高厚比 β 值为 3、4、5 时，对砌体抗压试验结果无显著性区别。详见背景材料。

4 关于混凝土小型空心砌块砌体试件截面尺寸对抗压强度的影响，四川省建筑科学研究院、原哈尔滨建筑工程学院等单位的试验资料表明，当试件厚度（如 190mm）相同时，宽度（如 390mm、590mm、790mm）对抗压强度没有显著性影响。这表

表 1 不同截面对小型砌块砌体抗压强度的影响

试件 数量 n	厚度 t (mm)	宽度 b (mm)	高厚 比 β	砌块强 度 f_1 (N/mm ²)	砂浆强 度 f_2 (N/mm ²)	砌体强度 (N/mm ²)				f_{390}/f_{190} (f_{390}/f_{590})	备 注	试验单位
						f_{590}	f_{190}	f_{390}	f_{190}/f_{590}			
10	190	790	3.1	8.8	6.1	6.31	6.36		1.01		试件宽度对试验结 果无影响	广东省建筑科学 研究院
6	190	790	3.1	5.2	11.0	3.69	3.69		1.00			
(16)												
平均 1.00												
8	185	385	3.2	7.5	5.9	6.89	5.07		0.74		试件宽度对试验结 果无影响	贵州省建材所
9	185	385	3.2	7.5	10.3	5.31	6.30		1.19			
8	190	390	3.1	8.4	2.4	4.15	4.02		0.97			
(25)												
平均 0.97												
3	185	585	2.6		2.9	3.9	3.9		1.00		试件宽度对试验结 果无影响	第七冶金建设 公司建研所
3	185	785	2.6		2.9	3.9	3.9		1.00			
3	385	385	2.6		2.9	3.9		2.8	(0.72)		试件厚度对试验结 果有影响	第七冶金建设 公司建研所
3	385	585	2.6		2.9	3.9		2.7	(0.69)			
3	385	785	2.6		2.9	3.9		2.9	(0.74)			
(15)												
平均 1.00 (0.72)												

续表 1

试件 数量 n	厚度 t (mm)	宽度 b (mm)	高厚 比 β	砌块强 度 f_1 (N/mm ²)	砂浆强 度 f_2 (N/mm ²)	砌体强度 (N/mm ²)			f_{190}/f_{590}	f_{330}/f_{190} (f_{390}/f_{590})	备 注	试验单位
						f_{590}	f_{190}	f_{390}				
6	240	485	4.0	2.53	2.6		1.88			$f_{750}/f_{485}=1.09$	试件宽度对试验 结果无影响	原哈建院, 浮 石砌块, t 检验, 没有区别
6	240	750	3.0	2.53	2.6		2.05					
19			2.56	6.8	2.5		2.39	2.10		平均 0.85	试件厚度对试验 结果有影响	陕西省建筑科 学研究院
32			2.56	6.4	2.5		2.28	2.80				
15			2.56	5.9	5.3		2.45	2.91				
15			2.56	4.6	5.3		2.35	1.93				
15			2.56	4.6	9.6		2.75	2.52				
(96)												
10	390	390	3.0	13.8	4.3	9.57	6.44			(0.67)	试件厚度对试验 结果有影响	四川省建筑科 学研究院
5	390	590	3.0	13.8	4.3	9.57	6.29			(0.66)		
5	390	790	3.0	13.8	4.3	9.57	7.04			(0.74)		
(20)										平均 (0.69)		

注: f_{590} 指砌体尺寸为 190mm×590mm×600mm 的抗压平均强度; f_{190} 、 f_{390} 分别表示 190mm、390mm 厚不同宽度砌体的抗压平均强度。

明材质相同的无限长墙体，用单位宽度的单元体进行试验、分析和计算是可行的；试件厚度从 190mm 增加至 390mm，抗压强度下降约 25%，这是由于截面增加的竖向灰缝削弱了砌体的整体性造成的。几个单位的试验结果，见表 1 和表 2。

表 2 试件宽度对小型砌块砌体抗压强度的影响

厚度 t (mm)	宽度 b (mm)	高厚比 β	砌体强度 (N/mm ²)		f_{390}/f_{590}	t 检验
			f_{590}	f_{390}		
140	590	4.3	5.84		0.94	$f_{590}=f_{390}$
140	390	4.3		5.49		
190	590	3.2	4.34		0.91	$f_{590}=f_{390}$
190	390	3.2		3.96		

试验单位：四川省建筑科学研究院

国际标准《砌体试验方法》ISO 9652-4 规定砌体抗压试件尺寸如下表所示：

表 3 砌体抗压试件尺寸要求

墙片宽度 b	墙片厚度 t	墙片高度 h
2 个块体	1 个块体	$3 \leq h/t \leq 15$ ； $h/b \geq 1$ ； $h \geq 5$ 层块材高度

原标准与 ISO 标准比较，小砌块砌体抗压试件的宽度和试件高度明显偏小。此次修订，试件截面宽度恢复到原行业标准《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ 14-82 的规定值，并考虑向 ISO 标准靠拢，将试件宽度调整为 1.5~2.0 倍的块体长度；试件高度为 5 皮砌块加灰缝厚度，即 $\beta=5$ 。根据对比试验，高厚比 β 值为 3 和 5 时，砌体抗压试验结果无显著性区别。

4.1.7 要求试件的垫板事先找平和顶部用 1：3 水泥砂浆找平，是为使试件上下面平行而受力均匀。个别单位对此重视不够，致使试件过早开裂，破坏荷载值偏低，且离散性大，故应强调试件上下表面的平整度。

4.2 试验步骤

4.2.1 本条是关于试验准备工作的具体规定，有两点需要说明：

①常用的试件对中有两种方法，但由于对中所耗费的时间相差悬殊，因而宜根据试验目的选用。当不需测量变形值时，宜用快捷的几何对中方法，即试件四个侧面的竖向中线对准试验机上下压板的中垂线；当需要测量变形值时，宜用物理对中方法，即在规定应力条件下 ($\sigma \approx 0.2f_{c,m}$)，通过调整试件位置或将试件顶部垫平等方法，使两侧仪表测得的轴向变形值，其相对误差小于 10%。采用物理对中方法，所测变形值较为准确，但需要较长的试验准备时间。

②抗压试件表面与试验机压板是否紧密接触对试验结果及其离散性影响很大。试件底部有带吊钩的钢板，钢板与试验机下压板之间一般能够紧密接触，若钢板有微小变形，通过垫湿砂或薄钢板等措施，容易使两者紧密接触。人工在试件顶部抹水泥砂浆找平层的方法，不可能使表面非常平整；过去采用垫湿砂的措施，试件顶部四周 10mm~20mm 的湿砂被试验机上压板部分挤出，难以做到均匀密实。同原标准相比，此次修订增加了试件顶部垫平的具体措施。美国进行砌体抗压试验，是在试件顶部抹快硬石膏，通过试验机上压板施加压力将石膏压平，以达到紧密接触的目的；四川省建筑科学研究院分别使用快硬石膏或快速防水堵漏材料抹在试件顶部，施加约 5%~10% 试件承载力的荷载，使试验机上压板将多余浆料挤出，待浆料硬化后再进行抗压试验。这一具体措施，能够使试件顶部和试验机上压板之间完全紧密接触，减小了试验误差，收到了较好的效果。故根据四川省建筑科学研究院的实践经验并参考美国的做法，将这一具体措施纳入本标准。

4.2.2 轴向变形的测点标距，规定约为标准试件高度的 1/3，且为一个块体加一条灰缝厚的倍数，约为 250mm~350mm。试验机压板对试件的变形有一定约束，影响区域的高度约为试件厚

度的尺寸。前已规定，试件高厚比为： $\beta=3\sim5$ 。这样，测试区间正好在试件高度中部，可以避开试验机压板对试件约束的影响。测试长柱轴向变形的测点标距，可适当放大些，如400mm~500mm，这样能够获得更准确的轴向变形值。

4.2.3 原国家标准 GBJ 3-73 附录四规定：“试验时采用等速分级加荷，每级荷载约等于破坏荷载的10%，直至破坏为止。”四川省建筑科学研究院等单位曾提出混凝土小型空心砌块和中型砌块砌体的抗压试验方法，规定除分级加荷外，还分别增加了加荷速度一般为每分钟 $0.1\text{N/mm}^2\sim1\text{N/mm}^2$ 和 $0.3\text{N/mm}^2\sim0.5\text{N/mm}^2$ 的规定。

四川省建筑科学研究院曾用砖砌体进行过加荷速度与加荷方式对抗压强度影响的试验。试验分成四组，加荷方式分连续加荷与分级加荷两种，加荷速度从每分钟 $0.571\text{N/mm}^2\sim2.85\text{N/mm}^2$ 。试验结果表明，快速加荷的试验值略高，平均约高5%，慢速加荷的试验值略低。由于砖砌体的匀质性较差，这样的差异并不算大。如果将四组12个试件的试验结果混合统计，变异系数 $\delta=0.092$ ，属于正常变异范围。

美国 ASTM《砌体抗压强度的标准试验方法》规定：“从零到预估破坏荷载的1/2区间内，可以按任意适当的速度加荷，在这之后，调整试验机的控制装置，在1min~2min内，按均匀速度施加完剩余荷载。”这个速度比本标准规定的速度要快得多。

规定加荷速度，是避免试件在受力过程中承受冲击荷载。本标准的规定，可以达此目的。

4.2.4 根据以往各单位习惯做法，并参考混凝土弹性模量测试方法，编制本条条文。同混凝土相比，砌筑砂浆强度较低，塑性变形值较大，因此反复预压的相对应力值应低于混凝土。本标准规定在5%~20%预估破坏荷载区间反复预压3次~5次，主要目的是使砌体在低应力状态下的变形基本趋于线性关系，同时消除构造方面的变形。

试验表明，采用几何对中及快硬石膏调平措施后，试件两个

侧面的轴向变形值较为接近，基本可达到物理对中的效果，从而减少了试验工作量。

4.2.5 砌体偏心抗压试验，是砌体力学性能的一项重要试验内容，此次修订增加了这个项目。以往各单位在进行偏心抗压试验时，是在试件顶部加设调整偏心距的固定铰支座，国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003-2001（GBJ 3-73、GBJ 3-88）中的偏心影响系数即是在这种试验条件下得到的。故本标准采用此种加荷方法。

4.2.6 无筋长柱试件搬运困难，宜在台座上砌筑试件并进行试验；如果采取安全可靠的吊装方法，也可运至长柱压力试验机上进行试验。

4.2.7 初裂荷载是研究性试验中的一项重要试验数据，往往不易准确判断；观察初裂裂缝以肉眼可见为准，并注意测量仪表的变形值突变时可能出现裂缝。裂缝图和破坏特征可说明试件是否属于正常破坏，以及块材、砂浆对试验结果的影响，它是科学分析的重要依据，故应认真作好记录。宜对典型破坏试件拍摄照片。

4.3 结果计算

4.3.1 单个试件抗压强度 $f_{c,i}$ 的计算精度，一般要求准确至 0.01N/mm^2 。对于检验性试验，此精度已经足够了；至于研究性试验，如果需要更高的精度，由研究者自定。一组试件抗压强度平均值按式（7.0.3-1）计算。

4.3.2 偏心抗压试验多属于研究性试验，科研人员可根据试验目的对试验数据进行分析。

4.3.3 计算砌体弹性模量 E 值时，砌体应力 σ 取 $0.4f_{c,i}$ ，应变 ϵ 取与 $0.4f_{c,i}$ 对应的应变值 $\epsilon_{0.4}$ ，作此规定，一是与国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 协调一致，二是此时的砌体受力正常，尚未出现初裂裂缝，可以假定变形值基本处于弹性变形阶段。

4.3.4 参考国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 和原行业标准《中型砌块建筑设计与施工规程》JGJ 5，引入式（4.3.4）。

5 砌体沿通缝截面抗剪强度试验方法

5.0.1 在分析以往习用砌体单剪试验方法的优缺点后,通过单剪与双剪的对比试验,并参考英国的砌体抗剪试验方法,以及美、德等国关于砌体抗剪方法的标准和文献,本标准采纳双剪试件作为砖砌体沿通缝截面抗剪试验的标准试件。双剪试件的优点是立放稳定,加荷方便,受力明确,基本消除了弯曲应力的影响,荷载通过灰缝以剪力形式传递,且试验的变异系数相对较小;缺点是两个受剪面往往不能同时破坏,不过这也反映了砖砌体剪应力分布不均匀且难以克服施工因素影响的客观规律。

四川省建筑科学研究院使用三种强度等级的水泥石灰砂浆,同一批普通黏土砖,运用双剪方法和原国家标准 GBJ 3-73 所依据的单剪方法(简称 73 规范法)进行对比试验,结果如下:

表 4 双剪法和 73 规范法对比实验结果

砂浆强度 (N/mm ²)	双剪方法		73 规范法		t 检验
	受剪面尺寸 (mm)	$f_{v,m}$ (N/mm ²)	受剪面尺寸 (mm)	$f'_{v,m}$ (N/mm ²)	
7.59	240×370	0.578	370×370	0.605	$f_{v,m}=f'_{v,m}$
4.96	240×370	0.446	370×370	0.412	$f_{v,m}=f'_{v,m}$
3.48	240×370	0.288	370×370	0.159	$f_{v,m}>f'_{v,m}$

从双剪试件受力过程的宏观现象分析,只要保证三条砂浆抹面的施工质量(表面平整、上下抹面平行且垂直于受剪灰缝),两个受剪面能够共同受力,试验结果较为理想。多数情况是一个受剪面破坏,也有一先一后或同时破坏者。从对比试验结果分析,两种方法的试验值极为接近,从而避免了因改变试验方法而设计规范中的抗剪强度设计值必须做较大调整的可能性。

此外，四川省建筑科学研究院完成一组砖砌体双剪试件变异系数试验。50个试件的抗剪强度平均值 $f_{v,m}=0.394\text{N/mm}^2$ ，标准差 $s=0.0576\text{N/mm}^2$ ，变异系数 $\delta=0.146$ 。用 W 法进行正态性检验，给定危险率 $\alpha=0.05$ ，计算 $W=0.957$ ，大于 $W(n, \alpha)=0.947$ ，不能否定原子样母体是正态分布的。这组试验数据表明，双剪方法的试验结果的变异性较小。

混凝土小型空心砌块和其他品种小型砌块的砌体抗剪试验，考虑到应与砖砌体双剪试件形式一致，并根据浙江大学的试验，也由单剪试件改为双剪试件形式。中型砌块砌体抗剪试验，也照此执行，但由于试件较高，需加侧向支撑。中、小型砌块的砌体抗剪试验，均采用水平方向加荷的方法。为减小试件与试验台座之间的摩擦力，根据试件宽度的大小，应在试件底部加设（3~4）个滚轴或垫湿砂。

原标准颁布施行 20 年以来，许多高校、科研单位按此方法进行了砌体抗剪试验，取得了较好的试验结果。有的单位建议改为尺寸更小的小试件进行抗剪试验，这样使用一般万能试验机即可进行试验，能够给一般检测单位的试验工作创造便利条件。根据四川省建筑科学研究院以往用小试件进行抗剪试验的试验结果，小试件的抗剪强度显著偏高。这项建议有待通过进一步对比试验予以验证。有些体量较大的万能试验机，配以条形钢板等配件，也能够进行砌体抗剪试验。如河南省建筑科学研究院等单位就曾在万能试验机上进行普通砖和多孔砖的砌体抗剪试验。

试验时，曾发生一个受剪面上的三块砖（ $240\text{mm}\times 370\text{mm}$ ）仅有两块砖上的受剪灰缝（ $240\text{mm}\times 240\text{mm}$ ）破坏，原因是竖向灰缝不饱满，该灰缝不能传递剪力。故此次修订增加了竖向灰缝应填塞饱满的规定。

5.0.2、5.0.3 试件受力处的砂浆找平层是否平行并垂直于受剪灰缝，对其受力性能影响较大，要求试验工人认真做好抹面工作，最好在工作台上使用简易夹具抹面。如仍不能保证平整度，则在试验时应垫平。

抗剪试验时，试件的变形极小，故不要求测量变形值。根据砂浆强度的高低，加荷速度控制在 1min~3min 内使试件破坏。

在天气炎热干燥的气候条件下，吸水率较小的混凝土砖或吸水速度较慢的蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖，其砌体表面的灰缝会因失水较快而收缩，试件表面 10mm~20mm 范围的砂浆不能与砖很好地粘结，在砌筑好试件后，宜覆盖塑料薄膜予以保湿养护。

5.0.4 试验中发现，多数试件的两个受剪面不能同时破坏，有施工和试验两方面的原因。施工影响因素较多，很难保证两条灰缝的砂浆与砖的切向粘结力完全一致。试验因素则主要是三条砂浆抹面不易做到准确平行，但两条灰缝均受力则是确定无疑的。由此判断，两条灰缝或一强一弱，或受力一大一小，不能同时破坏亦属正常现象。用式 (5.0.4) 计算的抗剪强度，与实际的抗剪强度相比，实为偏小值。因而这项计算方法偏于安全。

5.0.5 试验中发现，强度较低的烧结多孔砖或混凝土多孔砖的抗剪试件，砖块可能先于受剪灰缝破坏，即灰缝的抗剪荷载大于砖块所能承受的抗压荷载。在进行统计分析时，应单独分析，但也不宜舍去该项试验值。

6 砌体弯曲抗拉强度试验方法

6.0.1 砌体结构在水平荷载（如风荷载、地震作用、挡土墙的土压力、贮仓中散状物荷载等）作用下，承受弯矩；一般砖砌过梁，亦承受弯矩。为确定砖砌体受弯承载能力，提出砌体弯曲抗拉强度试验方法。

6.0.2 1970年前后，为编制砌体结构设计规范，四川省建筑科学研究院进行了砖砌体沿通缝截面和沿齿缝截面的弯曲抗拉试验。试件截面的高度 h 为 370mm，宽度 b 为 240mm；跨度 L ，前者为 800mm，后者为 1000mm。均采用单点集中加荷方法。试验结果被 1973 年颁布试行的《砖石结构设计规范》GBJ 3-73 采用。本标准即以该项试验工作为基础，并作了以下修改和补充：

①参照一般梁式构件的试验方法，将单点集中加荷改为三分点集中加荷。试件中部三分之一区间内为纯弯区段，受力更为明确。单点加荷的试件，破坏截面往往不在最大弯矩处，试验结果不够理想。

②原试件的跨高比 $L/h < 3$ ，剪力影响较大，属于深梁受力形式；新试件的跨高比改为 $L/h \geq 3$ 。

③试件截面高度由 370mm 改为 240mm。

④齿缝抗弯试验，将试件沿轴向旋转 90° ，以模拟砖砌挡土墙等类墙体的弯曲破坏模式。

为了验证上述第一至第三项因素对砖砌体抗弯强度的影响，分别使用页岩砖和七孔多孔砖，进行砌体沿通缝截面抗弯的对比试验，结果见表 5 和表 6。从表 5 所列对比试验结果分析，加荷方式、跨高比 L/h 及试件高度 h 对抗弯强度的影响较小（仅就试验条件范围内的变化而言）。若将每批砂浆强度的各组试件当

作同一母体，混合统计，则砂浆强度为 4.7N/mm^2 的一批砌体试件，抗弯试验值的变异系数 $\delta=0.19$ ，另一批的变异系数 $\delta=0.13$ ，均在砌体抗弯试验值变异的正常范围之内。表 6 是两种跨高比的七孔多孔砖砌体抗弯对比试验，跨高比分别为 2.4 和 3.5，共两组，抗弯试验值的比值分别为 1.16 和 0.81，有高有低，比表 5 中括号内的比值离散性要大些，原因是多孔砖砌体抗弯强度受砌筑质量的影响比普通砖更为显著。但是，若从对比组之间抗弯强度的极差分析，仅为 0.05N/mm^2 左右，这一差值是较小的。

根据上述试验结果，并考虑到砌体抗弯强度变异系数一般较大 ($\delta=0.2\sim0.24$) 的实际情况，原《砖石结构设计规范》所依据的抗弯试验方法，同本方法相比，在试验结果的具体数据上，没有大的差别。因此，试验方法的变更对砌体结构设计规范没有影响。当然，无论从理论分析出发，还是从一般抗弯试验的习惯作法出发，本方法所推荐的加荷方式、跨高比和试件高度，更为妥当。

表 5 页岩砖砌体沿通缝截面抗弯对比试验结果

试件 $f_{tm,m}$ 试验条件	$b \times h \times L$ $=240 \times 115$ $\times 900$ (mm)	$b \times h \times L$ $=240$ $\times 240 \times 800$ (mm)	$b \times h \times L$ $=240 \times 370$ $\times 800$ (mm)	$b \times h \times L$ $=240 \times 240$ $\times 1100$ (mm)	混合统计 $f'_{tm,m}$ (N/mm^2)	混合统计 δ
1	2	3	4	5	6	7
加荷方式	三分点	单点	单点	三分点		
L_0/h	7.8	3.3	2.2	4.6		
砂浆强度 4.7 (N/mm^2)	0.365 (0.90)	0.447	0.409	0.42	0.402	0.19
	0.370 (预压)	(1.09)	(1.00)	(1.02)		
砂浆强度 3.2 (N/mm^2)	0.398 (1.10)	0.335 (0.93)	0.361 (1.00)	0.352 (0.98)	0.36	0.13

注：1 第 4 列为原试验方法及其试验结果；
2 括号内数字均为与原试验方法的比值；
3 每组试件数量为 3 件。

表 6 多孔砖砌体跨高比对抗弯试验结果的影响

试件尺寸 $b \times h \times L$ (mm)	L_0/h	砂浆强度 (N/mm ²)	抗弯强度 $f'_{tm,m}$ (N/mm ²)	比值
240×460×1090	2.4	4.6	0.402	1.16
180×240×850	3.5		0.348	
240×460×1090	2.4	2.9	0.257	0.81
180×240×850	3.5		0.316	

试验中有一组试件（即表 5 中 $b \times h \times L = 240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 900\text{mm}$ ，砂浆强度为 4.7N/mm^2 的一组），其中三个试件在成型后预压 1200N 重的铁砧码，（每半天预压 200N，分六次压完），平均预压应力 $\sigma_0 = 0.043\text{N/mm}^2$ ，试验结果分别为 0.375、0.396、0.339N/mm²，平均为 0.370N/mm²；仅预压四皮砖的试件则分别为 0.446、0.268、0.382N/mm²，平均为 0.382N/mm²。单纯从平均值对比，差别较小，但试件经过预压后，试验值的离散性较小，极差仅为 0.057N/mm²，未预压者极差接近 0.2N/mm²，说明还是预压者效果好。考虑到有些砌体抗弯构件（如砖砌平拱过梁）没有预压应力，一般砖墙也可能短时间停工，所以本标准没有规定对试件进行较大应力的预压，只规定砌完试件后平压四皮砖块。

6.0.3 本条是对试件砌筑和试验的要求。

齿缝抗弯试件旋转 90°，然后进行试验，是吸取了国际标准《砌体试验方法》ISO 9652-4 的做法。该标准抗弯试件的受力简图（图 1），与本标准相似，只是将试件立放、加荷方法为侧向加荷，因而未考虑试件自重的作用，详见图 1。

沿齿缝截面抗弯试验表明，对于中、高强度等级的砂浆，试件沿砖和竖向灰缝破坏，断裂面较为整齐，类似于素混凝土梁受弯时的破坏状况。

6.0.4 对固定铰支座和滚动铰支座提出一般要求。试验者可根据本单位具体情况，以保证固定铰支座的上钢板能自由转动、滚

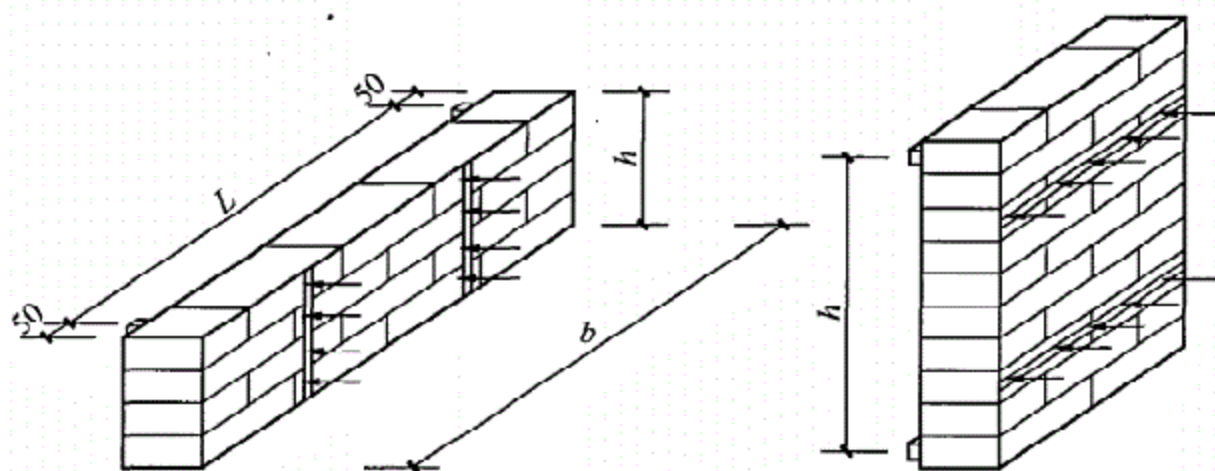


图1 国际标准 ISO 9652-4 砌体抗弯强度试验加载简图

动铰支座的滚轴能自由滚动为原则，设计和使用其他形式、尺寸的铰支座。

6.0.5 本标准对自行设计的加荷系统不作具体规定，只提原则要求。ISO 9652-4 的砌体抗弯试验方法中，也只提供试件受力简图，未规定具体的试验设备。

6.0.6 抗弯试验，试件呈脆性破坏，一般不需要测量受弯变形值，故规定使用匀速连续加荷制度。

6.0.7 式 (6.0.7) 系按一般材料力学公式推导而得，与砌体抗压、抗剪强度计算公式相比较，考虑了砌体试件自重的影响。抗压、抗剪计算可不考虑试件自重的影响，对抗弯计算则不容许忽略。

7 试验资料的整理分析

7.0.2 对于一项具体试验工作，其强度值的总体标准差是未知的，格拉布斯检验法和狄克逊检验法适用于这种情况。这两种检验法也是土木工程技术人员常用的方法。所以本标准推荐这两种方法。

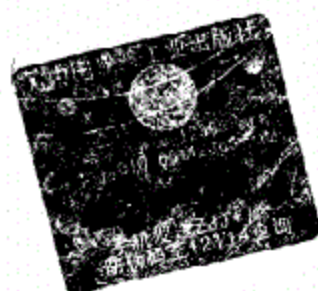
以组内 n 个试验值为一个计算单元，检出歧离值，剔除统计离群值。一般情况下， n 值很小，抗剪值或抗弯值的离散性又往往较大，不宜轻易舍去统计离群值；尚应与其他组的试验值横向比较分析。也可采用其他统计方法如稳健统计法，去掉一个最大值和一个最小值对组内数据进行分析。

7.0.4 砌体试件用的块体和砌筑砂浆，其强度平均值和强度等级值有时存在较大差异，国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 中的计算指标是以块体、砂浆的强度平均值统计给出的，但设计应用时是以强度等级确定计算指标的。研究分析工作和设计应用是不同的。根据上述情况作出此条规定。试验研究工作应以强度平均值作为技术分析的依据。

7.0.5 我国积累了大量烧结普通砖、混合砂浆（或水泥砂浆）的砌体强度试验资料，国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 据此给出了强度平均值、标准值、设计值的回归计算公式。工人砌筑质量和试验条件对砌体强度试验值影响很大。对烧结普通砖之外的新型砖材或新型砌筑砂浆的砌体试验，若不同时砌筑和试验同条件的烧结普通砖砌体，而直接将试验结果与国家标准 GB 50003 回归计算公式进行比较分析，则忽略了工人砌筑质量和试验条件对试验结果的影响，可能得出试验值偏高或偏低的结论。



1 5 1 1 2 2 1 0 6 8



统一书号: 15112 · 21068
定 价: 10.00 元