

江苏建科建筑技术培训中心

砌体结构

—— 补充讲义 ——



薛春领 高级工程师

2019年全省第三期建设工程质量检测人员培训班 培训课程及分班表

日期	时间		培训方式	培训项目	参培地区
09.11~09.12 周三~周四	全天	08:30 ~17:30	网络培训	△结构性能	全省
				防腐防火涂装、钢结构变形	全省
09.16~09.17 周一~周二	全天	08:30 ~17:31	网络培训	砌体结构	全省
				电线、电缆, △电工套管, △开关, △插座	全省
09.17周二	全天	09:30 ~17:30	报到、办理相关手续, 领取培训讲义		
09.18 周三	上午	08:00 ~12:00	面授培训	混凝土结构及构件实体、后置埋件(1班)	南京、苏州、无锡、常州、镇江、扬州、泰州
	下午	13:30 ~17:30	面授培训	混凝土结构及构件实体、后置埋件(2班)	南通、淮安、盐城、宿迁、徐州、连云港
09.19周四	上午	08:00 ~10:00	面授培训	墙体、屋面材料(1班)	泰州、南通、淮安、盐城、宿迁、徐州、连云港
	上午	10:00 ~12:00	面授培训	墙体、屋面材料(2班)	南京、苏州、无锡、常州、镇江、扬州
	下午	13:00 ~15:30	面授培训	钢结构工程用钢材、连接件	全省
	下午	15:30 ~18:00	面授培训	饰面材料	全省
09.20~09.21 周五~周六	全天	08:30 ~17:30	网络培训	排水管材(件), 给水管材(件), △阀门	全省
				化学分析	全省

备注: 本期学员请按规定的分班班次参加培训。

目 录

一、概念-----	1
二、检测依据-----	2
三、取样要求-----	2
四、几种检测方法-----	2
(一)、原位轴压法-----	2
(二)、扁顶法-----	6
(三)、切制抗压试件法-----	9
(四)、原位单剪法-----	10
(五)、原位双剪法-----	12
(六)、推出法-----	13
(七)、筒压法-----	14
(八)、砂浆片剪切法-----	17
(九)、砂浆回弹法-----	18
(十)、点荷法-----	20
(十一)、砂浆片局压法-----	21
(十二)、贯入法-----	22
(十三)、烧结砖回弹法-----	24
五、强度推定-----	25
六、实例-----	28

一、概念

砌体结构在我国城镇的民用及工业建筑中大量采用, 可以说面广量大。由于种种原因(有的是使用已久的建筑, 有的是材料质量低劣, 有的是施工质量差, 有的是使用功能改变, 有的是遭受灾害损坏, 有的为适应新的使用要求, 需进行改造等)都需要技术鉴定或加固。首先对结构现状的调查和检测是进行可靠性鉴定的基础。砌体工程的现场检测主要检测砌体的抗压、抗剪强度, 砌筑砂浆强度, 砌体内砖的强度可通过直接从墙上取数量不多的砖, 按现行标准在试验室内进行试验, 直接获得更为准确的结果。砌体力学性能现场检测技术的方法很多, 如表 4-4-1 所示。有原位轴压法、扁顶法、切制抗压试件法、原位单剪法、原位双剪法、推出法、筒压法、砂浆片剪切法、砂浆回弹法、点荷法、砂浆片局压法、贯入法和烧结砖回弹法等。

砌体工程现场主要检测方法一览表

表 4-4-1

序号	检测方法	特点	用途	限制条件
1	原位轴压法	1.属原位检测, 直接在墙体上测试, 检测结果综合反映了材料质量和施工质量; 2.直观性、可比性较强; 3.设备较重; 4.检测部位有较大局部破损	1 检测普通砖和多孔砖砌体的抗压强度 2 火灾、环境侵蚀后的砌体剩余抗压强度	1.槽间砌体每侧的墙体宽度不应小于 1.5m; 测点宜选在墙体长度方向的中部 2.限于 240mm 厚砖墙
2	扁顶法	1.属原位检测, 直接在墙体上测试, 检测结果综合反映了材料质量和施工质量; 2.直观性、可比性较强; 3.扁顶重复使用率较低; 4.砌体强度较高或轴向变形较大时, 难以测出抗压强度; 5.设备较轻; 6.检测部位有较大局部破损	1. 检测普通砖和多孔砖砌体的抗压强度; 2.测试古建筑和重要建筑的受压工作应力; 3.检测砌体弹性模量 4. 火灾、环境侵蚀后的砌体剩余抗压强度	1.槽间砌体每侧的墙体宽度不应小于 1.5m; 测点宜选在墙体长度方向的中部 2.不适用于测试墙体破坏荷载大于 400kN 的墙体
3	切制抗压试件法	1. 属取样检测, 检测结果综合反映了材料质量和施工质量; 2.试件尺寸和标准抗压试件相同, 直观性、可比性较强; 3.设备较重, 现场取样时有水污染 4.取样部位有较大局部破损, 需切割搬运试件; 5.检测结果不需换算	1 检测普通砖和多孔砖砌体的抗压强度 2 火灾、环境侵蚀后的砌体剩余抗压强度	取样部位每侧的墙体宽度不应小于 1.5m; 且应为墙体长度方向的中部或受力较小处
4	原位单剪法	1.属原位检测, 直接在墙体上测试, 检测结果综合反映了材料质量和施工质量; 2.直观性较强; 3.检测部位有较大局部破损	检测各种砖砌体的抗剪强度	测点选在窗下墙部位, 且承受反作用力的墙体应有足够长度;

续表 4-4-1

序号	检测方法	特点	用途	限制条件
5	原位双剪法	1.属原位检测, 直接在墙体上测试, 检测结果综合反映了材料质量和施工质量; 2.直观性较强; 3.设备较轻便 4.检测部位局部破损	检测烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗剪强度	
6	推出法	1.属原位检测, 直接在墙体上测试, 检测结果综合反映了材料质量和施工质量; 2. 设备较轻便; 3..检测部位局部破损	检测烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖或蒸压粉煤灰砖墙体的砂浆强度	当水平灰缝的砂浆饱满度低于 65%时, 不宜选用
7	筒压法	1.属取样检测; 2.仅需利用一般混凝土试验室的常用设备; 3.取样部位局部损伤	检测烧结普通砖和烧结多孔砖墙体中的砂浆强度	
8	砂浆片剪切法	1.属取样检测; 2.专用的砂浆测强仪及其标定仪, 较为轻便; 3.测试工作较简便 4.取样部位局部损伤	检测烧结普通砖和烧结多孔砖墙体中的砂浆强度	
9	砂浆回弹法	1.属原位无损检测, 测区选择不受限制; 2.回弹仪有定型产品, 性能较稳定, 操作简便; 3.检测部位的装修面层仅局部损伤	1.检测烧结普通砖和烧结多孔砖墙体中的砂浆强度; 2.主要用于砂浆强度匀质性检查	1.不适用于砂浆强度小于 2MPa 的墙体 2.水平灰缝表面粗糙且难以磨平时, 不得采用
10	点荷法	1.属取样检测; 2. 测试工作较简便 3. 取样部位局部损伤	检测烧结普通砖和烧结多孔砖墙体中的砂浆强度	不适用于砂浆强度小于 2MPa 的墙体
11	砂浆片局压法	1.属取样检测; 2. 局压仪有定型产品, 性能较稳定, 操作简便; 3. 取样部位局部损伤	检测烧结普通砖和烧结多孔砖墙体中的砂浆强度	1. 水泥石灰砂浆强度 1~10MPa 2. 水泥砂浆强度 1~20MPa
12	贯入法	1.属原位无损检测, 测区选择不受限制; 2.贯入仪及贯入深度测量表有定型产品, 设备较轻便; 3.墙体装修面层仅局部损伤	检测砌体结构中砌筑砂浆的抗压强度	1.要求为自然养护、风干状态的砌筑砂浆; 2. 砂浆强度为 0.4 ~ 16.0MPa; 3.龄期为 28d 或 28d 以上
13	烧结砖回弹法	1.属原位无损检测, 测区选择不受限制; 2.回弹仪有定型产品, 性能较稳定, 操作简便; 3.检测部位的装修面层仅局部损伤	检测烧结普通砖和烧结多孔砖墙体中的砖强度	适用范围限于 6~30MPa

二、检测依据

- 1、GB/T 50315—2011 《砌体工程现场检测技术标准》
- 2、JGJ/T 136—2017 《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》
- 3、JGJ/T 234-2011 《择压法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》
- 4、GB/T 50129-2011 《砌体基本力学性能试验方法标准》

三、取样要求

对需要进行砌体各项强度指标检测的建筑物，应根据调查结果和确定的检测目的、内容和范围，选择一种或数种检测方法。对被检测工程划分检测单元，并确定测区和测点数。

1、当检测对象为整栋建筑物或建筑物的一部分时，应将其划分为一个或若干个可以独立进行分析的结构单元，每一结构单元划分为若干个检测单元。

2、每一检测单元内，不宜少于 6 个测区，应将单个构件（单片墙体、柱）作为一个测区。当一个检测单元不足 6 个构件时，应将每个构件作为一个测区。

对贯入法，每一检测单元抽检数量不应少于砌体总构件数的 30%，且不应少于 6 个构件。

采用原位轴压法、扁顶法和切制抗压试件法检测，当选择 6 个测区确有困难时，可选取不少于 3 个测区测试，但宜结合其他非破损检测方法综合进行强度推定。

3、每一测区应随机布置若干测点。各种检测方法的测点数，应符合下列要求：

- (1) 原位轴压法、扁顶法、切制抗压试件法、原位单剪法、筒压法：测点数不应少于 1 个；
- (2) 原位双剪法、推出法：测点数不应少于 3 个；
- (3) 砂浆片剪切法、砂浆回弹法、点荷法、砂浆片局压法、烧结砖回弹法：测点数不应少于 5 个。（回弹法的测位，相当于其他检测方法的测点）

四、几种检测方法

（一）、原位轴压法

1、仪器设备及环境

测试设备：原位压力机。

技术指标：原位压力机力值，每半年应校验一次。其主要技术指标见表 4-1-1。

原位压力机主要技术指标 表 4-1-1

项目	指标		
	450 型	600 型	800 型
额定压力 (kN)	400	500	750
极限压力 (kN)	450	600	800
额定行程 (mm)	15	15	15
极限行程 (mm)	20	20	20
示值相对误差 (%)	±3	±3	±3

2、制备要求

(1)原位轴压法适用于推定 240mm 厚普通砖砌体或多孔砖砌体的抗压强度。原位压力机的工作状况见图 4-1-1。

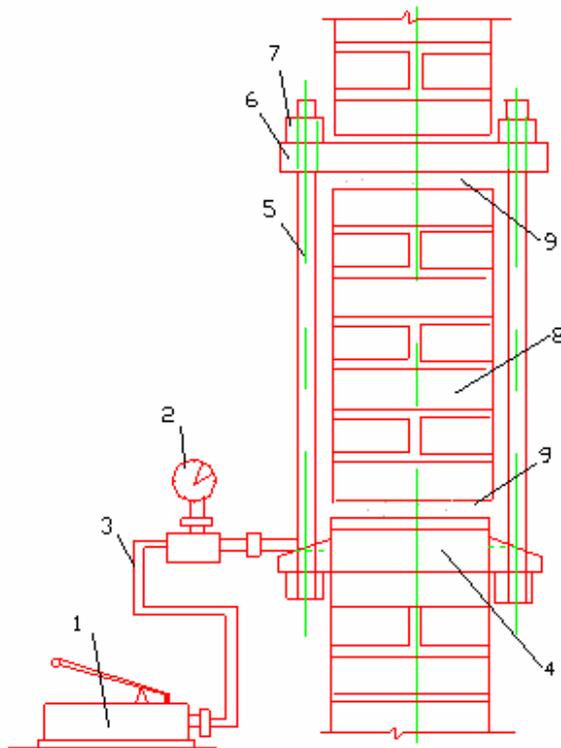


图 4-1-1 原位压力机测试工作状态

1—手动油泵； 2—压力表； 3—高压油管；
4—扁式千斤顶； 5—拉杆（共 4 根）； 6—反力板；
7—螺母； 8—槽间砌体； 9—砂垫层

(2)测试部位应具有代表性，并应符合下列规定：

①测试部位宜选在墙体中部距楼、地面 1m 左右的高度处；槽间砌体每侧的墙体宽度不应小于 1.5m。

②同一墙体上，测点不宜多于 1 个，且宜选在沿墙体长度的中间部位；多于 1 个时，其水平净距不得小于 2.0m。

③测试部位不得选在挑梁下、应力集中部位以及墙梁的墙体计算高度范围内。

3、操作步骤

(1)在选定的测点上开凿水平槽孔时，应遵守下列规定：

①上水平槽的尺寸（长度×厚度×高度）为 250×240×70 mm；下水平槽的尺寸为 250×240×≥110 mm。

②上下水平槽孔应对齐，普通砖砌体，两槽之间应相距 7 皮砖，多孔砖砌体，两槽之间应相距 5 皮砖。

③开槽时应避免扰动四周的砌体; 槽间砌体的承压面应修平整。

(2)在槽孔间安放原位压力机时, 应符合下列规定:

①分别在上槽内的下表面和扁式千斤顶的顶面, 均匀铺设湿细砂或石膏等材料的垫层, 厚度约为 10mm。

②将反力板置于上槽孔, 扁式千斤顶置于下槽孔, 安放四根钢拉杆, 使两个承压板上下对齐后, 拧紧螺母并调整其平行度; 四根钢拉杆的上下螺母间的净距误差不应大于 2mm。

③先试加荷载, 试加荷载值取预估破坏荷载的 10%。检查测试系统的灵活性和可靠性, 以及上下压板和砌体受压面接触是否均匀密实。经试加荷载, 测试系统正常后卸荷, 开始正式测试。

(3)正式测试时, 记录油压表初读数, 然后分级加荷。每级荷载可取预估破坏荷载的 10%, 并应在 1~1.5min 内均匀加完, 然后恒载 2min。加荷至预估破坏荷载的 80%后, 应按原定加荷速度连续加荷, 直至槽间砌体破坏。当槽间砌体裂缝急剧扩展和增多, 油压表的指针明显回退时, 槽间砌体达到极限状态。

(4)试验过程中, 如发现上下压板与砌体承压面因接触不良, 使槽间砌体呈局部受压或偏心受压状态时, 应停止试验。此时应调整试验装置, 重新试验, 无法调整时应更换测点。

(5)试验过程中, 应仔细观察槽间砌体初裂裂缝与裂缝开展情况, 记录逐级荷载下的油压表读数、测点位置、裂缝随荷载变化情况简图等。

4、数据处理

(1)根据槽间砌体初裂和破坏时的油压表读数, 分别减去油压表的初始读数, 按原位压力机的校验结果, 计算槽间砌体的初裂荷载值和破坏荷载值。

(2)槽间砌体的抗压强度, 应按下式计算:

$$f_{uij} = N_{uij} / A_{ij} \quad (4.1.1)$$

式中 f_{uij} ——第 i 个测区第 j 个测点槽间砌体的抗压强度 (MPa);

N_{uij} ——第 i 个测区第 j 个测点槽间砌体的受压破坏荷载值 (N);

A_{ij} ——第 i 个测区第 j 个测点槽间砌体的受压面积 (mm^2)。

(3)槽间砌体抗压强度换算为标准砌体的抗压强度, 应按下列公式计算:

$$f_{mij} = f_{uij} / \xi_{lij} \quad (4.1.2)$$

$$\xi_{lij} = 1.25 + 0.60 \sigma_{0ij} \quad (4.1.3)$$

式中 f_{mij} ——第 i 个测区第 j 个测点的标准砌体抗压强度换算值 (MPa);

ξ_{lij} ——原位轴压法的无量纲的强度换算系数;

σ_{0ij} ——该测点上部墙体的压应力 (MPa), 其值可按墙体实际所承受的荷载标准值计算。

(4)测区的砌体抗压强度平均值，应按下式计算：

$$f_{mi} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} f_{mij} \quad (4.1.4)$$

式中 f_{mi} ——第 i 个测区的砌体抗压强度平均值 (MPa)；

n_1 ——测区的测点数。

(二)、扁顶法

1、仪器设备及环境

测试设备：扁顶、手持式应变仪和千分表。

技术指标：扁顶由 1mm 厚合金钢板焊接而成，总厚度为 5~7mm。对 240mm 厚墙体选用大面尺寸分别为 250×250mm 或 250×380mm 的扁顶；对 370mm 厚墙体选用大面尺寸分别为 380×380mm 或 380×500mm 的扁顶。每次使用前，应校验扁顶的力值。扁顶的主要技术指标见表 4-2-1。

扁顶的主要技术指标

表 4-2-1

项目	指标	项目	指标
额定压力 (kN)	400	极限行程 (mm)	15
极限压力 (kN)	480		
额定行程 (mm)	10	示值相对误差 (%)	±3

手持式应变仪和千分表的主要技术指标应符合表 4-2-2 的要求。

手持式应变仪和千分表的主要技术指标项目指标

表 4-2-2

项目	指标
行程 (mm)	1~3
分辨率 (mm)	0.001

2、制备要求

(1)扁顶法适用于推定普通砖砌体或多孔砖砌体的受压工作应力、弹性模量和抗压强度。其工作状态见图 4.2.1 所示。

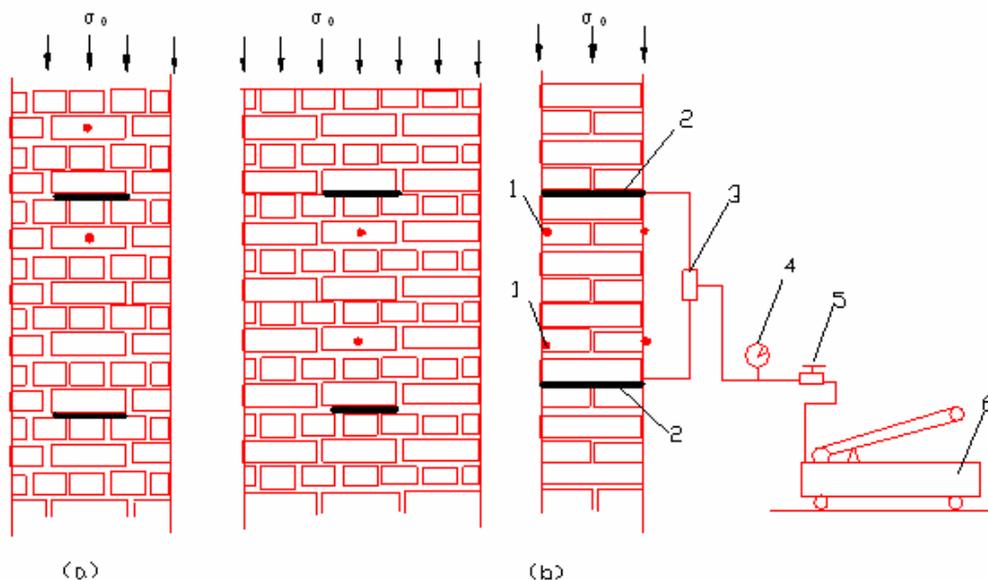


图 4.2.1 扁顶法测试装置与变形测点布置

(a) 测试受压工作应力；(b) 测试弹性模量、抗压强度
 1—变形测量脚标（两对）；2—扁式液压千斤顶；3—三通接头；
 4—压力表；5—溢流阀；6—手动油泵

(2)测试部位布置要求与原位轴压法相同。

3、操作步骤

(1)实测墙体的受压工作应力时，应符合下列要求：

①在选定的墙体上，标出水平槽的位置并应牢固粘贴两对变形测量的脚标。脚标应位于水平槽正中并跨越该槽；普通砖砌体脚标之间的标距应相隔 4 条水平灰缝，宜取 250mm；多孔砖砌体脚标之间的标距应相隔 3 条水平灰缝，宜取 270~300mm。

②使用手持应变仪或千分表在脚标上测量砌体变形的初读数，应测量 3 次，并取其平均值。

③在标出水平槽位置处，剔除水平灰缝内的砂浆。水平槽的尺寸应略大于扁顶尺寸。开凿时不应损伤测点部位的墙体及变形测量脚标。应清理平整槽的四周，除去灰渣。

④使用手持式应变仪或千分表在脚标上测量开槽后的砌体变形值，待读数稳定后方可进行下一步试验工作。

⑤在槽内安装扁顶，扁顶上下两面宜垫尺寸相同的钢垫板，并应连接试验油路。

⑥正式测试前，应进行试加荷载试验，试加荷载值可取预估破坏荷载的 10%。检查测试系统的灵活性和可靠性。

⑦正式测试时，应分级加荷。每级荷载应为预估破坏荷载值的 5%，并应在 1.5~2min 内均匀加完，恒载 2min 后测读变形值。当变形值接近开槽前的读数时，应适当减小加荷级差，直至实测变形值达到开槽前的读数，然后卸荷。

(2)实测墙内砌体抗压强度或弹性模量时，应符合下列要求：

①在完成墙体的受压工作应力测试后, 开凿第二条水平槽, 上下槽应互相平行、对齐。当选用 250mm×250mm 扁顶时, 普通砖砌体两槽之间相隔 7 皮砖, 多孔砖砌体两槽之间相隔 5 皮砖, 当选用 250×380mm 的扁顶时, 普通砖砌体两槽之间相隔 8 皮砖, 多孔砖砌体两槽之间相隔 6 皮砖。遇有灰缝不规则或砂浆强度较高而难以凿槽的情况, 可以在槽孔处取出一皮砖, 安装扁顶时应采用钢制楔形垫块调整其间隙。

②在槽内安装扁顶, 扁顶上下两面宜垫尺寸相同的钢垫板, 并应连接试验油路。

③正式测试前, 应进行试加荷载试验, 试加荷载值可取预估破坏荷载的 10%。检查测试系统的灵活性和可靠性。

④正式测试时, 记录油压表初读数, 然后分级加荷。每级荷载可取预估破坏荷载的 10%, 并应在 1~1.5min 内均匀加完, 然后恒载 2min。加荷至预估破坏荷载的 80%后, 应按原定加荷速度连续加荷, 直至砌体破坏。

⑤当需要测定砌体受压弹性模量时, 应在槽间砌体两侧各粘贴一对变形测量脚标, 脚标应位于槽间砌体的中部, 脚标之间相隔 4 条水平灰缝, 净距宜取 250mm (图 4.2.1b)。试验前应记录标距值, 精确至 0.1mm。按上述加荷方法进行试验, 测记逐级荷载下的变形值, 加荷的应力上限不宜大于槽间砌体极限抗压强度的 50%。

⑥当槽间砌体上部压应力小于 0.2 MPa 时, 应加设反力平衡架, 方可进行试验。反力平衡架可由两块反力板和四根钢拉杆组成。

(3)试验记录内容应包括描绘测点布置图、墙体砌筑方式、扁顶位置、脚标位置、轴向变形值、逐级荷载下的油压表读数、裂缝随荷载变化情况简图等。

4、数据处理

(1)根据扁顶的校验结果, 应将油压表读数换算为试验荷载值。

(2)根据试验结果, 应按现行国家标准《砌体基本力学性能试验方法标准》的方法, 计算砌体在有侧向约束情况下的弹性模量; 当换算为标准砌体的弹性模量时, 计算结果应乘以换算系数 0.85。

墙体的受压工作应力, 等于实测变形值达到开凿前的读数时所对应的应力值。

(3)槽间砌体的抗压强度, 应按下列公式计算:

$$f_{uij} = N_{uij} / A_{ij} \quad (4.2.1)$$

(4)槽间砌体抗压强度换算为标准砌体的抗压强度, 应按下列公式计算:

$$f_{mij} = f_{uij} / \xi_{2ij} \quad (4.2.2)$$

$$\xi_{2ij} = 1.25 + 0.60 \sigma_{0ij} \quad (4.2.3)$$

式中 ξ_{2ij} ——扁顶法的强度换算系数。

(5)测区的砌体抗压强度平均值，应按下式计算：

$$f_{mi} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} f_{mij} \quad (4.2.4)$$

式中 f_{mi} ——第 i 个测区的砌体抗压强度平均值 (MPa)；

n_1 ——测区的测点数。

(三)、切制抗压试件法

1、仪器设备及环境

测试设备：专用切割机、电动油压试验机；当受条件限制时，可采用试验台座、加荷架、千斤顶和测力计等组成的加荷系统。

技术指标：测量仪表的示值相对不应大于 2%。

2、制备要求

(1)从墙体上切割、取出外形几何尺寸为标准抗压砌体试件，运至试验室进行抗压测试。

(2)切制试件的部位应具有代表性，并应符合下列规定：

①切制部位宜选在墙体中部距楼、地面 1m 左右的高度处；切割砌体每侧的墙体宽度不应小于 1.5m。

②同一墙体上，测点不宜多于 1 个，且宜选在沿墙体长度的中间部位；多于 1 个时，切割砌体的水平净距不得小于 2.0m。

③切制部位不得选在挑梁下、应力集中部位以及墙梁的墙体计算高度范围内。

3、操作步骤

(1)在选定的测点上开凿试块，应遵守以下规定：

①对于外形尺寸为 240×115×53mm 的普通砖和 240×115×90mm 各类多孔砖砌体，其砌体抗压试验切割尺寸应尽量接近 240×370mm 或 240×490mm；非普通砖的砌体抗压试验切割尺寸稍作调整，但高度应按高厚比 β 等于 3~5 确定；中小型砌块的砌体抗压试验切割厚度应为砌块厚度，宽度应为主规格块的长度，高度取三皮砌块。中间一皮应有竖向缝。

②用合适的切割工具如手提切割机或专用切割工具，先竖向切割出试件的两竖边。再用电钻清除试件上水平灰缝。清除大部分下水平灰缝，采用适当方式支垫后，清除其余下灰缝。

③将试件取下，放在带吊钩的钢垫板上。钢垫板及钢压板厚度应不小于 10mm，放置试件前应做厚度为 20mm 的 1:3 水泥砂浆找平层。

④操作中应尽量减少对试件的扰动。

⑤将试件顶部采用厚度为 20mm 的 1:3 水泥砂浆找平，放上钢压板，用螺杆将钢垫板与钢压板上紧，并保持水平。将水泥砂浆凝结后运至试验室。

(2)试件抗压试验之前应做以下准备工作:

①在试件四个侧面上画出竖向中线。

②在试件高度的 1/4、1/2、和 3/4 处, 分别测量试件的宽度与厚度, 测量精度为 1mm, 取平均值。试件高度以垫板顶面量至压板底面。

(3)将试件吊起清除垫板下杂物后置于试验机上, 垫平对中。拆除上下压板间的螺杆。

(4)采用分级加荷办法加荷。每级的荷载应为预估破坏荷载值的 10%, 并应在 1~1.5min 内均匀加完; 恒荷 1~2min 后施加下一级荷载。施加荷载时不得冲击试件。加荷至破坏值的 80%后应按原定加荷速度连续加荷, 直至试件破坏。当试件裂缝急剧扩展和增多, 试验机的测力指针明显回退时, 应定为该试件丧失承载能力而达到破坏状态。其最大的荷载计数即为该试件的破坏荷载值。

(5)试验过程中, 应观察与捕捉第一条受力的发丝裂缝, 并记录初始荷载值。

4、数据处理

(1)单个切制试件抗压强度, 应按下式计算

$$f_{uij} = \frac{N_{uij}}{A_{ij}} \quad (4.3.1)$$

式中 f_{mi} ——第 i 个测区第 j 个测点砌体试件的抗压强度 (MPa);

N_{uij} ——第 i 个测区第 j 个测点砌体试件的破坏荷载 (N);

A_{ij} ——第 i 个测区第 j 个测点砌体试件的受压面积 (mm^2);

(2)测区的砌体试件抗压强度平均值, 应按下式计算

$$f_{mi} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} f_{mij} \quad (4.3.2)$$

式中 f_{mi} ——测区的砌体抗压强度平均值 (MPa);

n_1 ——测区的测点 (试件) 数。

(四)、原位单剪法

1、仪器设备及环境

测试设备: 螺旋千斤顶、卧式液压千斤顶、荷载传感器和数字荷载表等。

技术指标: 试件的预估破坏荷载值应在千斤顶、传感器最大测量值的 20%~80%之间; 检测前应标定荷载传感器及数字荷载表, 其示值相对误差不应大于 2%。

2、制备要求

(1)原位单剪法适用于推定砖砌体沿通缝截面的抗剪强度。试件具体尺寸应符合图 4.4.1 的规定。

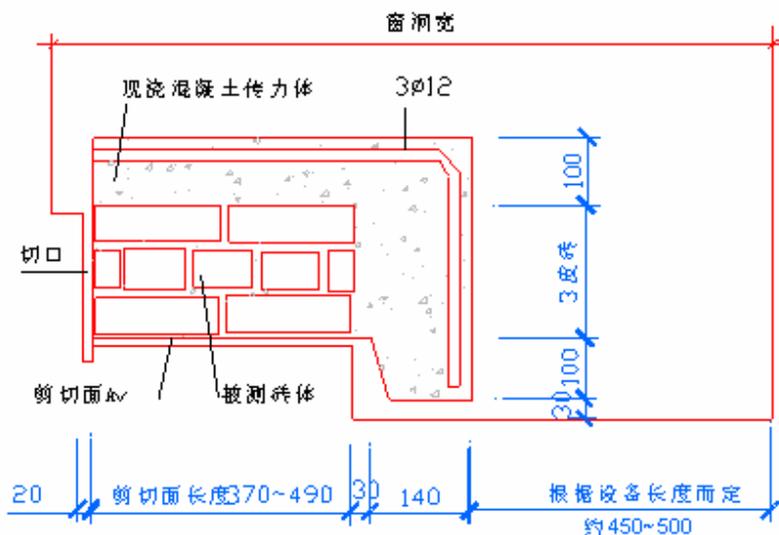


图 4.4.1 原位单剪法试件大样

(2)测试部位宜选在窗洞口或其他洞口下三皮砖范围内，试件的加工过程中，应避免扰动被测灰缝。

3、操作步骤

(1)在选定的墙体上，应采用振动较小的工具加工切口，现浇钢筋混凝土传力件（图 4. 4. 2）。

(2)测量被测灰缝的受剪面尺寸，精确至 1mm。

(3)安装千斤顶及测试仪表，千斤顶的加力轴线与被测灰缝顶面对齐（图 4. 4. 2）。

(4)应匀速施加水平荷载，并控制试件在 2~5min 内破坏。当试件沿受剪面滑动、千斤顶开始卸荷时，即判定试件达到破坏状态。记录破坏荷载值，结束试验。在预定剪切面（灰缝）破坏，此次试验有效。

(5)加荷试验结束后，翻转已破坏的试件，检查剪切面破坏特征及砌体砌筑质量，并详细记录。

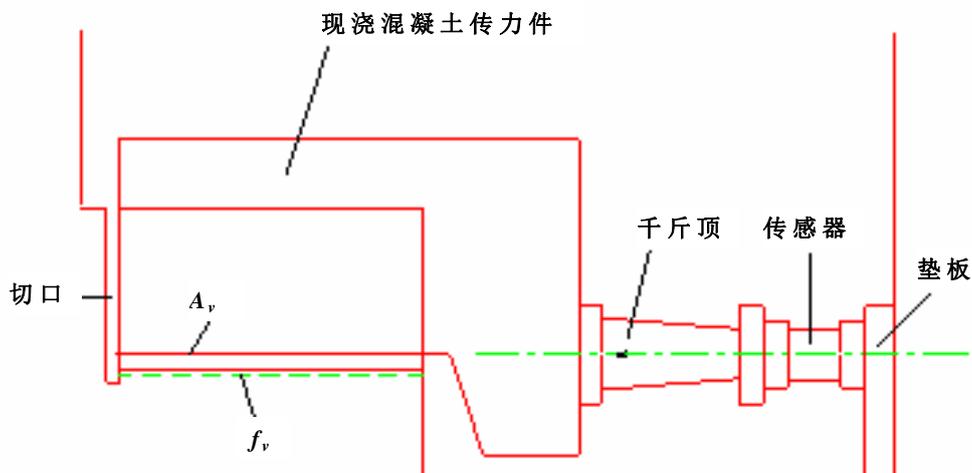


图 4. 4. 2 原位单剪法测试装置

4、数据处理

(1)根据测试仪表的校验结果, 进行荷载换算, 精确至 10N。

(2)根据试件的破坏荷载和受剪面积, 应按下式计算砌体的沿通缝截面抗剪强度:

$$f_{vij} = \frac{N_{vij}}{A_{vij}} \quad (4.4.1)$$

式中 f_{vij} —— 第 i 个测区第 j 个测点的砌体沿通缝截面抗剪强度 (MPa);

N_{vij} —— 第 i 个测区第 j 个测点的抗剪破坏荷载 (N);

A_{vij} —— 第 i 个测区第 j 个测点的受剪面积 (mm^2)。

(3)测区的砌体沿通缝截面抗剪强度平均值, 应按下式计算:

$$f_{vi} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} f_{vij} \quad (4.4.2)$$

式中 f_{vi} —— 第 i 个测区的砌体沿通缝截面抗剪强度平均值 (MPa)。

(五) 原位双剪法

1、仪器设备及环境

(1) 原位剪切仪的主机应为一个附有活动承压钢板的小型千斤顶, 如下图

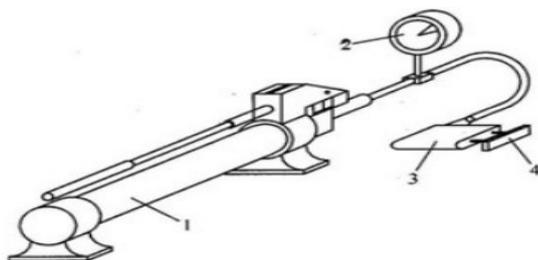


图 8.2.1 成套原位剪切仪示意
1—油泵; 2—压力表; 3—剪切仪主机; 4—承压钢板

(2) 原位剪切仪主要技术指标应符合表 4-5-1 的规定

原位剪切仪主要技术指标 表 4-5-1

项目	指标	
	75 型	150 型
额定推力 (kN)	75	150
相对测量范围 (%)	20~80	
额定行程 (mm)	>20	
示值相对误差 (%)	±3	

2、制备要求

原位双剪法是采用原位剪切仪在墙体上对单块或双块顺砖进行双面抗剪测试, 检测砌体抗剪强度

- (1)、测区应随机布置测点，对原位单砖双剪法，在墙体的两面测点数量宜接近或相等
- (2)、试件两个受剪面的水平灰缝厚度应为 8~12mm
- (3)、在门窗洞口侧边 120mm 范围内、后补的施工洞口和经修补的砌体以及独立砖柱等处不应布设测点
- (4)、同一墙体各测点之间，水平方向净距不应小于 1.5m，垂直方向净距不应小于 0.5m，且不应在同一水平或纵向位置

3、操作步骤

- (1)、测试时，应使仪器的承压板与试件砖块顶面重合，仪器轴线与砖块轴线应吻合，开凿孔洞过长时，在仪器尾部应另加垫块
- (2)、操作剪切仪应匀速施加水平荷载，并应直至试件和砌体之间产生相对位移，试件达到破坏状态。加荷的全过程宜为 1~3min
- (3)、记录试件破坏时剪切仪测力计的最大读数，应精确至 0.1 个分度值。采用无量纲指示仪表的剪切仪时，尚应按剪切仪的校验结果换算成以 N 为单位的破坏荷载

4、数据处理

- (1)、烧结普通砖砌体沿通缝截面抗剪强度

$$f_{vij} = \frac{0.32N_{vij}}{A_{vij}} - 0.70\sigma_{0ij} \quad (4.5.1)$$

- (2)、烧结多孔砖砌体沿通缝截面抗剪强度

$$f_{vij} = \frac{0.29N_{vij}}{A_{vij}} - 0.70\sigma_{0ij} \quad (4.5.2)$$

- (3)、测区砌体沿通缝截面抗剪强度平均值

$$f_{vi} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} f_{vij} \quad (4.5.3)$$

(六) 推出法

1、仪器设备及环境

- (1)、推出仪的技术指标要求见表 4-6-1

推出仪的技术指标

表 4-6-1

项目	指标
额定推力 (kN)	30
相对测量范围 (%)	20~80
额定行程 (mm)	80
示值相对误差 (%)	±3

(2)、力值显示仪器或仪表的要求:

- a、最小分辨率 0.05kN, 力值范围应为 0~30kN
- b、应具有测力峰值保持功能
- c、仪器读数显示应稳定, 在 4h 内的读数漂移应小于 0.05kN

2、制备要求

- (1)、测点宜均匀布置在墙上, 并应避免施工中的预留洞口
- (2)、被推丁砖的承压面可采用砂轮磨平, 并应清理干净
- (3)、被推丁砖下的水平灰缝厚度应为 8~12mm
- (4)、测试前, 被推丁砖应编号, 并应详细记录墙体的外观情况

3、操作步骤

- (1)、取出被推丁砖上部两块顺砖
- (2)、安装推出仪
- (3)、对试件施加荷载
- (4)、测量被推丁砖砂浆饱满度

4、数据处理

(1) 单个测区推出力平均值:

$$N_i = \xi_{2i} \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} N_{ij} \quad (4.6.1)$$

—— 砖品种修正系数, 对于烧结普通砖和多孔砖, 取 1.00,

对蒸压灰砂砖或蒸压粉煤灰砖, 取 1.14

(2) 测区砂浆饱满度平均值:

$$B_i = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} B_{ij} \quad (4.6.2)$$

(3) 当测区砂浆饱满度平均值不小于 0.65 时, 测区砂浆强度平均值的计算公式为:

$$f_{2i} = 0.30 \left(\frac{N_i}{\xi_{3i}} \right)^{1.19} \quad (4.6.3)$$

$$\xi_{3i} = 0.45B_i^2 + 0.90B_i \quad (4.6.4)$$

(4) 当测区砂浆饱满度平均值小于 0.65 时, 宜选用其他方法推定砂浆强度

(七) 筒压法

1、仪器设备及环境

测试设备: 承压筒、压力试验机或万能试验机、摇筛机、干燥箱、标准砂石筛、水泥跳桌、托盘天平。

技术指标: 压力试验机或万能试验机 50~100 k N; 标准砂石筛 (包括筛盖和底盘) 的孔径为 5mm、10mm、15mm 或边长为 4.75mm、9.5mm、16mm; 托盘天平的称量为 1000g、感量为 0.1g。

2、制备要求

(1)筒压法适用于推定烧结普通砖或烧结多孔砖砌体中砌筑砂浆强度；不适用于推定遭受火灾、化学侵蚀等砌筑砂浆的强度。筒压法的承压筒构造见图 4.7.1。

(2)筒压法所测试的砂浆品种及其强度范围，应符合下列要求：

①中、细、特细砂配制的水泥砂浆，中、细砂配制的水泥石灰混合砂浆，中、细砂配制的水泥粉煤灰砂浆，石灰质石粉砂与中、细砂混合配制的水泥石灰混合砂浆和水泥砂浆

②砂浆强度为 2.5~20MPa；

3、操作步骤

(1)在每一测区，从距墙表面 20mm 以内的水平灰缝中凿取砂浆约 4000g，砂浆片（块）的最小厚度不得小于 5mm。各个测区的砂浆样品应分别放置并编号，不得混淆。

(2)使用手锤击碎样品，筛取 5~15mm 的砂浆颗粒约 3000g，在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干至恒重，待冷却至室温后备用。

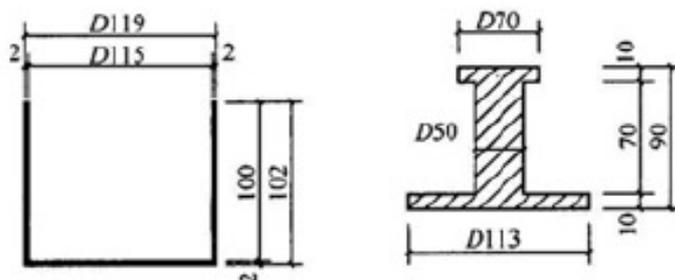


图 4.7.1 承压筒构造

(a) 承压筒剖面；(b) 承压盖剖面

(3)每次取烘干样品约 1000g，置于孔径 5mm、10mm、15mm 或边长为 4.75mm、9.5mm、16mm 标准筛所组成的套筛中，机械摇筛 2min 或手工摇筛 1.5min。称取粒级 5~10mm (4.75~9.5mm) 和 10~15mm (9.5~16mm) 的砂浆颗粒各 250g，混合均匀后即为一个试样。共制备三个试样。

(4)每个试样应分两次装入承压筒。每次约装 1/2，在水泥跳桌上跳振 5 次。第二次装料并跳振后，整平表面，安上承压盖。如无水泥石跳桌，可按照砂、石紧密体体积密度的试验方法颠击密实。

(5)将装料的承压筒置于试验机上，盖上承压盖，开动压力试验机，应按 0.5~1.0kN/s 加荷速度或在 20~40s 内均匀加荷至规定的筒压荷载值后，立即卸荷。不同品种砂浆的筒压荷载值分别为：水泥砂浆、石粉砂浆为 20kN；

特细砂水泥砂浆为 10 kN；

水泥石灰混合砂浆、粉煤灰砂浆为 10 kN。

(6)将施压后的试样倒入由孔径 5 (4.75) mm 和 10 (9.5) mm 标准筛组成的套筛中，装入摇筛机摇筛 2min 或人工摇筛 1.5min，筛至每隔 5s 的筛出量基本相等。

(7)称量各筛筛余试样的重量（精确至 0.1g），各筛的分计筛余量和底盘剩余量的总和，与筛分前的试样重量相比，相对差值不得超过试样重量的 0.5%；当超过时，应重新进行试验。

4、数据处理

(1)标准试样的筒压比, 应按下式计算:

$$\eta_{ij} = \frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_3} \quad (4.7.1)$$

式中 T_{ij} ——第 i 个测区中第 j 个试样的筒压比, 以小数计;

t_1 、 t_2 、 t_3 ——分别为孔径 5 (4.75) mm、10 (9.5) mm 筛的分计筛余量和底盘中剩余量。

(2)测区的砂浆筒压比, 应按下式计算:

$$\eta_i = \frac{1}{3}(\eta_{i1} + \eta_{i2} + \eta_{i3}) \quad (4.7.2)$$

式中 T_i ——第 i 个测区的砂浆筒压比平均值, 以小数计, 精确至 0.01;

η_{i1} 、 η_{i2} 、 η_{i3} ——分别为第 i 个测区三个标准砂浆试样的筒压比。

(3)根据筒压比, 测区的砂浆强度平均值应按下列公式计算:

水泥砂浆: $f_{2i} = 34.58(\eta_i)^{2.06} \quad (4.7.3)$

特细砂水泥砂浆: $f_{2i} = 21.36(\eta_i)^{3.07} \quad (4.7.4)$

水泥石灰混合砂浆: $f_{2i} = 6.10(\eta_i) + 11.0(\eta_i)^{2.0} \quad (4.7.5)$

粉煤灰砂浆: $f_{2i} = 2.52 - 9.40(\eta_i) + 32.80(\eta_i)^{2.0} \quad (4.7.6)$

石粉砂浆: $f_{2i} = 2.70 - 13.90(\eta_i) + 44.90(\eta_i)^{2.0} \quad (4.7.7)$

(八) 砂浆片剪切法

1、仪器设备及环境

砂浆测强仪的主要技术指标应符合表 4-8-1 的规定

砂浆测强仪主要技术指标 表 4-8-1

项目		指标
上下刀片刃口厚度 (mm)		1.8±0.02
上下刀片中心间距 (mm)		2.2±0.05
测试荷载范围 (N)		40~1400
示值相对误差 (%)		±3
刀片刃口面平面度 (mm)		0.02
刀片刃口棱角线直线度 (mm)		0.02
刀片刃口棱角垂直度 (mm)		0.02
刀片刃口硬度 (HRC)		55~58
刀片行程	上刀片 (mm)	>30
	下刀片 (mm)	>3

2、制备要求

- (1)、从测点处单块砖大面上取下的原状砂浆大片应编号, 并分别放入密封袋内;
- (2)、一个测区的墙面尺寸宜为 0.5×0.5m, 同一个测区的砂浆片, 应加工成尺寸接近的片状体, 大面、条面应均匀平整, 单个试件的各向尺寸: 厚度应为 7~15mm, 宽度应为 15~50mm, 长度应按净跨度不小于 22mm 确定;
- (3)、试件加工完毕应放入密封袋内;
- (4)、试件含水率应与砌体正常工作时的含水率基本一致。试件呈冻结状态时, 应缓慢升温解冻。

从墙体中抽取砂浆片试样, 采用砂浆测强仪测试其抗剪强度, 然后换算成砂浆强度。每个测点处, 宜取出两个砂浆片, 一片用于检测, 一片备用。

3、操作步骤

- (1)、调平砂浆测强仪, 使水准泡居中
- (2)、将砂浆片试件置于砂浆测强仪, 用上刀片压紧
- (3)、开动砂浆测强仪, 对试件匀速连续施加荷载, 加荷速度不宜大于 10N/s, 直至试件破坏
- (4)、试件为沿刀片刃口破坏时, 此次测试应作废, 取备用试件补测
- (5)、试件破坏后, 记读压力表指针读数, 并换算成剪切荷载值
- (6)、用游标卡尺或最小刻度为 0.5mm 的钢尺量测试件破坏截面尺寸时, 应每个方向量测两次, 并分别取平均值

4、数据处理

(1)、砂浆片试件的抗剪强度：

$$\tau_{ij} = 0.95 \frac{V_{ij}}{A_{ij}} \quad (4.8.1)$$

(2)、测区砂浆片抗剪强度平均值：

$$\tau_i = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} \tau_{ij} \quad (4.8.2)$$

(3)、测区砂浆抗压强度平均值：

$$f_{2i} = 7.17\tau_i \quad (4.8.3)$$

(4)、当测区砂浆抗剪强度低于 0.3MPa 时，用公式 (4.8.3) 计算的结果应乘以下表修正系数

抗剪强度 (MPa)	>0.30	0.25	0.20	<0.15
修正系数	1.00	0.86	0.75	0.35

(九) 砂浆回弹法

1、仪器设备与环境

测试设备：砂浆回弹仪。

技术指标：砂浆回弹仪应每半年检定一次；在工程检测前后，均应对回弹仪在钢砧上做率定试验；砂浆回弹仪的主要技术指标见表 4-9-1。

砂浆回弹仪技术性能指标

表 4-9-1

项目	指标
标称动能 (J)	0.196
指针摩擦力 (N)	0.5±0.1
弹击杆端部球面半径 (mm)	25±1.0
钢砧率定值 (R)	74±2

2、制备要求

(1) 砂浆回弹法适用于推定烧结普通砖或烧结多孔砖砌体中的砌筑砂浆强度；不适用于推定高温、长期浸水、化学侵蚀、火灾等情况下的砂浆抗压强度。

(2) 测位宜选在承重墙的可测面上，并避开门窗洞口及预埋件等附近的墙体。墙面上每个测位的面积宜大于 0.3 m^2 。

3、操作步骤

(1) 测位处的粉刷层、勾缝砂浆、污物等应清除干净；弹击点处的砂浆表面，应仔细打磨平整，并除去浮灰。

(2)每个测位内均匀布置 12 个弹击点。选定弹击点应避开砖的边缘、气孔或松动的砂浆。相邻两弹击点的间距不应小于 20mm。

(3)在每个弹击点上, 使用回弹仪连续弹击 3 次, 第 1、2 次不读数, 仅记读第 3 次回弹值, 精确至 1 个刻度。测试过程中, 回弹仪应始终处于水平状态, 其轴线应垂直于砂浆表面, 且不得移位。

(4)在每一测位内, 选择 3 处灰缝, 用游标尺和 1%的酚酞试剂测量砂浆碳化深度。

4、数据处理

(1)从每个测位的 12 个回弹值中, 分别剔除最大值、最小值, 将余下的 10 个回弹值计算算术平均值, 以 R 表示。

(2)每个测位的平均碳化深度, 应取该测位各次测量值的算术平均值, 以 d 表示, 精确至 0.5mm。

(3)第 i 个测区第 j 个测位的砂浆强度换算值, 应根据该测位的平均回弹值和平均碳化深度值, 分别按下列公式计算:

① $d \leq 1.0\text{mm}$ 时:

$$f_{2ij} = 13.97 \times 10^{-5} R^{3.57} \quad (4.9.1)$$

② $1.0\text{mm} < d < 3.0\text{mm}$ 时:

$$f_{2ij} = 4.85 \times 10^{-4} R^{3.04} \quad (4.9.2)$$

③ $d \geq 3.0\text{mm}$ 时:

$$f_{2ij} = 6.34 \times 10^{-5} R^{3.60} \quad (4.9.3)$$

式中 f_{2ij} ——第 i 个测区第 j 个测位的砂浆强度值 (MPa);

d ——第 i 个测区第 j 个测位的平均碳化深度 (mm);

R ——第 i 个测区第 j 个测位的平均回弹值。

(4)测区的砂浆抗压强度平均值, 应按下式计算:

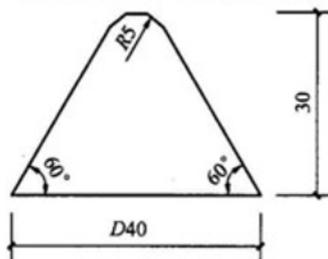
$$f_{2i} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} f_{2ij} \quad (4.9.4)$$

(十) 点荷法

1、仪器设备及环境

应采用额定压力较小的压力试验机，最小读数盘宜为 50kN 以内

压力试验机加荷附件——两个加荷头的形式见下图



2、制备要求

(1)、从每个测点处宜取出两个砂浆大片，一片用于检测，一片备用

(2)、加工或选取的砂浆试件厚度为 5~12mm，预估荷载作用半径为 15~25mm，大面应平整，其边缘可不要求非常规则

(3)、在砂浆试件上应画出作用点，量测其厚度，精确至 0.1mm

3、操作步骤

(1)、在小吨位压力试验机上下压板上，分别安装上下加荷头，两个加荷头应对齐

(2)、将砂浆试件水平放置在下加荷头上时，上下加荷头应对准预先画好的作用点，使上加荷头轻轻压紧试件，然后缓慢匀速加荷至试件破坏，加荷速度宜控制试件在 1min 左右破坏，记录荷载值，精确至 0.1kN

(3)、将破坏后的试件拼接成原样，测量荷载实际作用点中心到试件破坏线边缘的最短距离，即荷载作用半径，精确至 0.1mm

4、数据处理

(1) 砂浆试件抗压强度换算值：

$$f_{2ij} = (33.30\xi_{4ij}\xi_{5ij}N_{ij} - 1.10)^{1.09} \quad (4.10.1)$$

$$\xi_{4ij} = \frac{1}{0.05r_{ij} + 1} \quad (4.10.2)$$

$$\xi_{5ij} = \frac{1}{0.03t_{ij}(0.10t_{ij} + 1) + 0.40} \quad (4.10.3)$$

(2) 测区砂浆抗压强度平均值:

$$f_{2i} = \frac{1}{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} f_{2ij} \quad (4. 10. 4)$$

(十一) 砂浆片局压法

1、仪器设备及环境

- (1)、应具有产品出厂合格证并通过计量校准
- (2)、整体结构应足够的有强度和刚度
- (3)、圆平压头的直径应为 (10 ± 0.05) mm, 额定行程不应小于 18mm
- (4)、应设有对中自调平系统, 极限压力 5000N
- (5)、数显测读系统示值的最小分度值不应大于 1N, 应具有峰值保持、断电保持和数据存储功能
- (6)、测力系统的力值误差不大于 1N
- (7)、使用环境温度宜为 $5 \sim 35^{\circ}\text{C}$, 数显测读系统应在室内自然环境下使用和放置, 严禁与水接触

2、制备要求

- (1)、对连续墙体划分检测单元时, 每片墙的高度不宜大于 3.5m, 水平长度不宜大于 6.0m
- (2)、随机抽取 6 片墙, 不多于 6 片时, 每片均检测, 每片墙内至少布置 1 个测区, 布置 2 个及 2 个以上时, 应沿墙高均匀分布。当检测单元仅为单片墙时, 测区不应少于 2 个
- (3)、每个测区的面积宜为 $0.5 \times 0.5\text{m}$
- (4)、应随机在每个测区水平灰缝内取出 6 个面积不小于 $30 \times 30\text{mm}$ 、厚 $8 \sim 16\text{mm}$ 的砂浆片试样, 5 个试验, 1 个备样。试样的两面应相对平行。取得的试样应使用同一容器收置并编号入册
- (5)、砂浆试样应在深入墙体表面 20mm 以内抽取, 不应在独立砖柱、长度小于 1m 的墙体以及承重梁正下方墙体上抽取

3、操作步骤

- (1)、使用游标卡尺量测试件的厚度, 测厚点应在择压作用面内, 精确至 0.1mm, 取 3 个不同部位厚度的平均值作为试件厚度
- (2)、在择压仪两个圆平压头表面, 各贴一片厚度小于 1mm、面积略大于圆平压头的薄橡胶垫。启动择压仪设置数显测读系统为峰值保持状态, 确认计量单位为 N

(3)、砂浆试件应垂直对中放置在择压仪的两个压头之间, 压头作用面边缘至砂浆试件边缘的距离不宜小于 10mm

(4)、加荷速率宜控制在每秒为预估破坏荷载的 1/15~1/10, 持续至试件破坏为止择压荷载值应为砂浆试件破坏时择压仪数显测读系统显示的峰值精确至 1N

4、数据处理

(1) 单个砂浆试件的择压强度:

$$f_{2,ij} = \zeta_{ij} \frac{N_{ij}}{A} \quad (4.11.1)$$

(2) 每个测区择压强度平均值:

$$f_{2,i} = \frac{\sum_{j=1}^5 f_{2,ij}}{5} \quad (4.11.2)$$

(3) 每个测区砂浆抗压强度换算值应通过专用或地区测强曲线换算取得, 并应优先采用专用测强曲线。当无测强曲线时, 可按以下公式计算:

$$\text{水泥砂浆: } f_{2,i,cu} = 0.635 f_{2,i}^{1.112} \quad (4.11.3)$$

$$\text{混合砂浆: } f_{2,i,cu} = 0.511 f_{2,i}^{1.267} \quad (4.11.4)$$

(十二) 贯入法

1、仪器设备及环境

测试设备: 贯入仪、数字式贯入深度测量表。

技术指标: 贯入仪校准周期不宜超过一年。贯入仪应满足: 贯入力应为 (800±8) N、工作行程应为 (20±0.10) mm; 贯入深度测量表应满足: 最大量程应为 20.00mm、分度值应为 0.01mm。测钉宜采用高速工具钢制成, 长度应为 (40.00~40.10) mm, 直径应为 (3.50±0.05) mm, 尖端锥度应为 45.0°±0.5°。测钉量规的量规槽长度应为 (39.50~39.60) mm。贯入仪和贯入深度测量表使用时的环境温度应为 -4~40℃。

2、制备要求

(1) 贯入法适用于检测自然养护、龄期为 28d 或 28d 以上、风干状态、强度为 0.4~16.0MPa 的砌筑砂浆。

(2)检测砌筑砂浆抗压强度时,以面积不大于 25m^2 的砌体构件或构筑物为一个构件。被检测灰缝应饱满,其厚度不应小于 7mm ,并应避开竖缝位置、门窗洞口、后砌洞口和预埋件的边缘。检测加气混凝土砌块砌体时,其灰缝厚度应大于测钉直径。多孔砖砌体和空斗墙砌体的水平灰缝深度不应小于 30mm 。

(3)每一构件应测试 16 点。测点应均匀分布在构件的水平灰缝上,相邻测点水平间距不宜小于 240mm ,每条灰缝测点不宜多于 2 点。

(4)检测范围内的饰面层、粉刷层、勾缝砂浆、浮浆以及表面损伤层等,应清除干净;应使待测灰缝砂浆暴露并经打磨平整后再进行检测。

3、操作步骤

(1)贯入检测前先清除测钉上附着的水泥灰渣等杂物,同时用测钉量规检验测钉的长度;当测钉长度小于测钉量规槽时,应重新选用新的测钉。

(2)将测钉插入贯入杆的测钉座中,测钉尖端朝外,固定好测钉;当用加力杠杆时,将加力杠杆插入贯入杆外端,施加外力使挂钩挂上;当用旋紧螺母加力时,用摇柄旋紧螺母,直至挂钩挂上为止,然后将螺母退至贯入杆顶端;将贯入仪扁头对准灰缝中间,并垂直贴在被测砌体灰缝砂浆的表面,握住贯入仪把手,扳动扳机,将测钉贯入被测砂浆中。当测点处的灰缝砂浆存在空洞或测孔周围砂浆有缺损时,该测点应作废,另选测点补测。

(3)贯入深度的测量应按下列程序操作:

①开启贯入深度测量表,将其置于钢制平整量块上,直至扁头端面和量块表面重合,使贯入深度测量表的读数为零;

②将测钉从灰缝中拔出,用橡皮吹风机将测孔中的粉尘吹干净;

③将贯入深度测量表的测头插入测孔中,扁头紧贴灰缝砂浆,并垂直于被测砌体灰缝砂浆的表面,从测量表中直接读取显示值 d_i 并记录。

④直接读数不方便时,可按一下贯入深度测量表中的“保持”键,显示屏会记录当时的示值,然后取下贯入深度测量表读数。

(4)当砌体的灰缝经打磨仍难以达到平整时,可在测点处标记,贯入检测前用贯入深度测量表测读测点处的砂浆表面不平整度读数 d_i^0 ,然后再在测点处进行贯入检测,读取 d_i' ,贯入深度取 $d_i' - d_i^0$ 。

式中 d_i' ——第 i 个测点贯入深度测量表读数,精确至 0.01mm ;

d_i^0 ——第 i 个测点贯入深度测量表的不平整度读数,精确至 0.01mm ;

d_i ——第 i 个测点贯入深度值,精确至 0.01mm 。

4、数据处理

(1)检测数值中，应将 16 个贯入深度值中的 3 个较大值和 3 个较小值剔除，余下的 10 个贯入深度值取平均值。

(2)根据计算所得的构件贯入深度平均值，按不同的测强曲线计算其砂浆抗压强度换算值。有专用测强曲线时，应按专用测强曲线、地区测强曲线、规程测强曲线顺序使用。

(3)当所检测砂浆与规程建立测强曲线所用砂浆有较大差异时，在使用规程测强曲线前，宜进行检测误差验证试验，试验方法可按规程附录 E 的要求进行，试验数量和范围应按检测的对象确定，其检测误差应满足规程第 E.0.10 条的规定，否则应按规程附录 E 的要求建立专用测强曲线。

(4)按批抽检时，同批构件砂浆应按式规程 5.0.4-1/2/3 计算其平均值和变异系数。

5、《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》JGJ/T136-2017（2017 年 9 月 1 日实施）较 2001 版修订内容：

- 1、将指针式贯入深度测量表修改为数字式贯入深度测量表；
- 2、增加了抹灰砂浆抗压强度检测方法（规范附录 B）及其抗压强度换算表（规范附录 F）；
- 3、增加了预拌砂浆抗压强度换算表（规范附录 B、F）。

（十三）烧结砖回弹法

1、仪器设备及环境

(1)、砖回弹仪主要技术性能指标见下表，其示值系统宜为指针直读式

项 目	指 标
标称动能 (J)	0.735
指针摩擦力(N)	0.5± 0.1
弹击杆端部球面半径 (mm)	25± 1.0
钢砧率定值 (R)	74± 2

(2)、砖回弹仪在工程检测前后均应在钢砧上做率定测试

2、制备要求

采用专用回弹仪检测烧结普通砖或烧结多孔砖表面的硬度，根据回弹值推定其抗压强度

每个检测单元中应随机选取 10 个测区，每个测区面积不宜小于 1.0 平方米，应在其中随机选择 10 块条面向外的砖作为 10 个测位，选择的砖与砖墙边缘距离应大于 250mm

3、操作步骤

(1)、被检测砖应为外观质量合格的完整砖, 砖的条面应干燥、清洁、平整, 不应有饰面层、粉刷层, 必要时可用砂轮清除表面杂物, 并应磨平侧面, 同时应用毛刷刷去粉尘

(2)、在每块砖的侧面上应均匀布置 5 个弹击点, 选定弹击点时应避开砖表面缺陷, 相邻两弹击点的之间以及弹击点离砖边缘之间均不应小于 20mm, 每一弹击点应只能弹击一次, 回弹值读数应估读至 1。测试时, 回弹仪应处于水平状态, 其轴线应垂直于砖的表面。

4、数据处理

(1)、单个测位的回弹值应取 5 个弹击点回弹值的平均值

(2)、第 i 测区第 j 测位的抗压强度换算值:

$$\text{烧结普通砖: } f_{ij} = 2 \times 10^{-2} R^2 - 0.45R + 1.25 \quad (4.13.1)$$

$$\text{烧结多孔砖: } f_{ij} = 1.70 \times 10^{-3} R^{2.48} \quad (4.13.2)$$

(3)、测区砖抗压强度平均值:

$$f_{li} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{n_i} f_{ij} \quad (4.13.3)$$

(4)、测强曲线范围适用于 6~30MPa 的烧结普通砖和烧结多孔砖

五、强度推定

1、每一检测单元的强度平均值、标准差和变异系数, 应分别按下列公式计算:

$$\bar{x} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} f_i \quad (4.4.18-1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_2} (\bar{x} - f_i)^2}{n_2 - 1}} \quad (4.4.18-2)$$

$$\delta = \frac{s}{\bar{x}} \quad (4.4.18-3)$$

式中 \bar{x} ——同一检测单元的强度平均值 (MPa)。当检测砂浆抗压强度时, \bar{x} 即为 $f_{2,m}$; 当检测烧结砖抗压强度时, \bar{x} 即为 $f_{1,m}$; 当检测砌体抗压强度时, \bar{x} 即为 f_m ; 当检测砌体抗剪强度时, \bar{x} 即为 $f_{v,m}$;

n_2 ——同一检测单元的测区数;

f_i ——测区的强度代表值 (MPa)。当检测砂浆抗压强度时, f_i 即为 f_{2i} ; 当检测烧结砖抗压强度时, f_i 即为 f_{1i} ; 当检测砌体抗压强度时, f_i 即为 f_{mi} ; 当检测砌体抗剪强度时, f_i 即为 f_{vi} ;

s ——同一检测单元, 按 n_2 个测区计算的强度标准差 (MPa);

δ ——同一检测单元的强度变异系数。

2、砌筑砂浆抗压强度推定:

对在建或新建砌体工程, 可按下列公式计算:

(1)当测区数 n_2 不小于 6 时, 应取下式较小值:

$$f_2' = 0.91f_{2,m} \quad (4.4.19-1)$$

$$f_2' = 1.18f_{2,\min} \quad (4.4.19-2)$$

式中 f_2' ——砌筑砂浆抗压强度推定值 (MPa);

$f_{2,\min}$ ——同一检测单元, 测区砂浆抗压强度的最小值 (MPa)。

(2)当测区数 n_2 小于 6 时:

$$f_2' = f_{2,\min} \quad (4.4.19-3)$$

对既有砌体工程, 按《砌体结构工程施工质量验收规范》GB50203-2011 的有关规定修建时, 按上述 (4.4.19-1) - (4.4.19-3) 进行推定, 当按《砌体结构工程施工质量验收规范》GB50203-2002 及之前实施的砌体工程施工质量验收规范的有关规定修建时, 应按下列公式计算:

(1)当测区数 n_2 不小于 6 时, 应取下式较小值:

$$f_2' = f_{2,m} \quad (4.4.19-4)$$

$$f_2' = 1.33f_{2,\min} \quad (4.4.19-5)$$

式中 f_2' ——砌筑砂浆抗压强度推定值 (MPa);

$f_{2,\min}$ ——同一检测单元, 测区砂浆抗压强度的最小值 (MPa)。

(2)当测区数 n_2 小于 6 时:

$$f_2' = f_{2,\min} \quad (4.4.19-6)$$

当砌筑砂浆强度检测结果小于 2.0MPa 或大于 15MPa 时, 不宜给出具体检测值, 可仅给出检测值范围 $f_2 < 2.0MPa$ 或 $f_2 > 15MPa$ 。

对贯入法:

①当按单个构件检测时, 该构件的砌筑砂浆抗压强度推定值应按下式计算:

$$f_{2,e}^c = 0.91f_{2,j}^c \quad (4.4.20-1)$$

式中: $f_{2,e}^c$ ——砂浆抗压强度推定值, 精确至 0.1MPa;

$f_{2,j}^c$ ——第 j 个构件的砂浆抗压强度换算值, 精确至 0.1MPa;

②当按批抽检时, 应按下列公式计算:

$$f_{2,e1}^c = 0.91m_{f_2}^c \quad (4.4.20-1)$$

$$f_{2,e2}^c = 1.18f_{2,\min}^c \quad (4.4.20-2)$$

式中: $f_{2,e1}^c$ ——砂浆抗压强度推定值之一, 精确至 0.1MPa;

$f_{2,e2}^c$ ——砂浆抗压强度推定值之二, 精确至 0.1MPa;

$m_{f_2}^c$ ——同批构件砂浆抗压强度换算值的平均值, 精确至 0.1MPa;

$f_{2,\min}^c$ ——同批构件中砂浆抗压强度换算值的最小值, 精确至 0.1MPa。

取公式 (4.4.20-1) 和 (4.4.20-2) 中的较小值作为该批构件的砌筑砂浆抗压强度推定值 $f_{2,e}^c$ 。

③对于按批抽检的砌体, 当该批构件砌筑砂浆抗压强度换算值变异系数不小于 0.30 时, 则该批构件应全部按单个构件检测。

3、每一检测单元砌体抗压强度标准值或砌体沿通缝截面的抗剪强度标准值推定:

(1)当测区数 n_2 小于 6 时, 取同一检测单元中测区强度最低值作为相应抗压或抗剪强度标准值。

(2)当测区数 n_2 不小于 6 时:

$$f_k = f_m - k \cdot s \quad (4.4.21-1)$$

$$f_{v,k} = f_{v,m} - k \cdot s \quad (4.4.21-2)$$

式中 f_k ——砌体抗压强度标准值 (MPa);

f_m ——同一检测单元的砌体抗压强度平均值 (MPa);

$f_{v,k}$ ——砌体抗剪强度标准值 (MPa);

$f_{v,m}$ ——同一检测单元的砌体沿通缝截面的抗剪强度平均值 (MPa);

k ——与 α 、 C 、 n_2 有关的强度标准值计算系数，见表 4.4.7；

α ——确定强度标准值所取的概率分布下分位数，本标准取 $\alpha = 0.05$ ；

C ——置信水平，本标准取： $C = 0.60$ 。

表 4. 4. 7 计算系数

n_2	5	6	7	8	9	10	12	15	18
k	2.005	1.947	1.908	1.880	1.858	1.841	1.816	1.790	1.773
n_2	20	25	30	35	40	45	50		
k	1.764	1.748	1.736	1.728	1.721	1.716	1.712		

(3)当砌体抗压强度或抗剪强度检测结果的变异系数 δ 分别大于 0.2 或 0.25 时，不宜直接按式 (4. 4. 21-1) 或 (4. 4. 21-2) 计算。此时应检查检测结果离散性较大的原因，若查明系混入不同总体的样本所致，宜分别进行统计，并分别按上述 (1)、(2) 确定标准值。

4、既有砌体工程，当采用回弹法检测烧结砖抗压强度时，每一检测单位砖抗压强度等级推定，应符合下列要求：

(1) 当变异系数 δ 小于等于 0.21 时，按抗压强度平均值 $f_{1,m}$ 、抗压强度标准值 f_{1k} 查规范表 15.0.9-1、表 15.0.9-2 推定每一检测单元的砖抗压强度等级，每一检测单元的砖抗压强度标准值 f_{1k} 应按下式计算：

$$f_{1k} = f_{1,m} - 1.8 \cdot s \quad (4. 4. 21-3)$$

(2) 当变异系数 δ 大于 0.21 时，按抗压强度平均值 $f_{1,m}$ 、以测区为单位统计的抗压强度最小值 $f_{1i,\min}$ 查规范表 15.0.9-1、表 15.0.9-2 推定每一测区的砖抗压强度等级。

六、实例

某住宅楼为五层砖混结构（不含车库及阁楼），建于 2015 年， ± 0.000 以上~5.200 以下墙体，采用 Mu10 承重多孔粘土砖、M10 混合砂浆砌筑，5.200 以上墙体采用 Mu10 承重多孔粘土砖、M7.5 混合砂浆砌筑。

根据要求，对 ± 0.000 以上~5.200 以下墙体，作为一个检测单元，抽取 6 片墙体，凿除墙体粉刷层，对其用回弹法进行砌筑砂浆抗压强度等级推定。

1、对每个测位的 12 个回弹值中，分别剔除最大值、最小值，将余下的 10 个回弹值计算算术平均值。

2、根据每个测位的回弹平均值和平均碳化深度，按计算该测区相应测位的砂浆强度换算值，计算结果汇总见下表 4.4.8:

回弹法检测砂浆强度换算值汇总表 表 4.4.8

测区部位	测区数	f _{2i1} (MPa)	f _{2i2} (MPa)	f _{2i3} (MPa)	f _{2i4} (MPa)	f _{2i5} (MPa)	平均值 (MPa)
1#墙体	5	7.98	11.16	9.69	7.72	8.25	8.96
2#墙体	5	6.16	8.52	6.84	11.64	10.15	8.66
3#墙体	5	21.02	10.80	9.09	10.47	13.10	12.90
4#墙体	5	10.96	10.31	6.05	11.30	6.16	8.96
5#墙体	5	18.23	9.24	26.84	24.89	13.10	18.46
6#墙体	5	22.94	14.27	15.73	11.82	14.27	15.81

3、该检测单元的砌筑砂浆强度等级推定

根据《砌体工程现场检测技术标准》GB/T 50315-2011 第 15.0.4-1 条、第 15.0.4-2 条公式，相关参数的计算结果如下:

(1)最小值 $f_{2,\min}(\text{MPa})=8.66 \text{ MPa}$;

(2)平均值 $f_{2,m}(\text{MPa})=12.29 \text{ MPa}$;

(3)砌筑砂浆抗压强度推定值 $f_2' = \min(0.91f_{2,m}, 1.18f_{2,\min}) = 10.22 \text{ MPa} > 10 \text{ MPa}$

4、结果判定

该检测单元砌筑砂浆强度等级符合设计要求。

思考题

- 1、讨论砌体结构的砂浆强度现场检测，有哪些常用检测方法及各方法的适用范围？
- 2、简述砂浆回弹法检测砌筑砂浆强度的现场测区布置时有哪些注意点？
- 3、简述贯入法检测砌筑砂浆强度的操作步骤？
- 4、讨论原位轴压法试验中的加载过程对各级加载有哪些要求？
- 5、讨论原位轴压法所选测试部位应符合哪些要求？

参考文献

- 1、GB/T 50315—2011 《砌体工程现场检测技术标准》
- 2、JGJ/T 136—2017 《贯入法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》
- 3、JGJ/T 234-2011 《择压法检测砌筑砂浆抗压强度技术规程》
- 4、GB/T 50129-2011 《砌体基本力学性能试验方法标准》
- 5、《建筑工程质量检测技术手册》中国建筑工业出版社

肩负行业责任，为检测人员素质保驾护航！



 025-8545 8112

<http://jkpx.jsgjc.com>

江苏建科建筑技术培训中心