

干硬性水泥混凝土预制砌块抗压强度试验 规程

Specification for compressive strength test of dry hard cement concrete
precast blocks

2021 - 05 - 06 发布

2021 - 06 - 06 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 干硬性水泥混凝土圆柱体试件抗压强度试验 1

5 干硬性水泥混凝土预制砌块切割立方体试件抗压强度试验 4

6 干硬性水泥混凝土预制砌块钻取芯样试件抗压强度试验 5

附录 A （资料性） 干硬性水泥混凝土圆柱体试验振动压实成型仪 8

前 言

本标准按照 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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文标准由浙江省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：浙江省交通工程管理中心、浙江数智交院科技股份有限公司、嘉兴市港航管理局、嘉兴市世纪交通工程咨询监理有限公司、嘉兴市欣盛新型墙体材料有限责任公司、嘉兴五丰生态环境科技有限公司。

本标准主要起草人：项柳福、宣剑裕、刘锡良、徐婕、胡建福、陈妙初、陈志强、周建强、楼云、徐寅善、金莹、郑松、朱荣观、彭涛、梁菊明。

干硬性水泥混凝土预制砌块抗压强度试验规程

1 范围

本标准确立了干硬性水泥混凝土圆柱体、预制砌块切割立方体和预制砌块钻取芯样等试件抗压强度试验的程序和方法。

本标准适用于预制砌块的干硬性水泥混凝土抗压强度试验。

2 规范性引用文件

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

GB/T 3159 液压式万能试验机

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

干硬性水泥混凝土预制砌块 dry hard cement concrete precast blocks

一种由硅酸盐水泥、火山灰质掺和料、水、外加剂、砂和分级控制的粗集料拌制的无坍落度的水泥混凝土，经振动压实成型工艺制作而成的混凝土预制砌块。

3.2

干硬性水泥混凝土圆柱体试件 dry hard cement concrete cylinder specimen

采用制作工厂预制砌块的干硬性水泥混凝土拌和物，以振动压实成型方法制作与预制砌块同密度的水泥混凝土圆柱体试件。

4 干硬性水泥混凝土圆柱体试件抗压强度试验

4.1 适用范围

本方法适用于标准强度干硬性水泥混凝土圆柱体试件的标准抗压强度试验。

4.2 仪器设备

4.2.1 振动压实成型仪：采用下振上压装置。振动设备为偏心轮式电动振动机，振动频率 50 Hz，振幅 1.5 mm，功率 2.0 kw；加压装置：初始起振压强 0.5 MPa，控制压强 12.5 MPa，施压时程 5 s~15 s。振动压实成型仪基本组成及工作机构见附录 A。

- 4.2.2 试模：内径 100 mm、高度 180 mm、壁厚 10 mm 的 45# 钢质试模；直径 99 mm、高度 40 mm 的钢质上垫块、下垫块。
- 4.2.3 压力机：符合 GB/T 3159 的要求外，测量精度为±1%，试件破坏荷载大于压力机全量程的 20%，且小于压力机全量程的 80%，具有加荷速度控制装置和加荷速度指示装置，并能均匀地加荷。
- 4.2.4 脱模机：300 kN 以上。脱模机顶板、限位环等应与试模配套，顶板应略小于试模上下压柱，限位环内径应略大于试件直径。
- 4.2.5 电子天平：称量 15 kg，感量 1 g。
- 4.2.6 水泥混凝土标准养护室（箱）：温度 20℃±2℃，相对湿度在 95% 以上。
- 4.2.7 夯棒：直径 16 mm、长 600 mm、一端为圆头的钢棒。

4.3 试件制备

4.3.1 在砌块生产线的出料口随机抽取 3 个成品湿砌块，立即分别测量砌块尺寸，扣除孔洞体积后计算其净体积 V （cm³），并称取单个砌块质量 M （g）。

4.3.2 按式（1）计算砌块密度 ρ （g/cm³）。

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ρ — 砌块的实测密度（g/cm³）；

M — 砌块的实测质量（g）；

V — 扣除孔洞体积后计算砌块的净体积（cm³）。

取3个砌块实测密度的算术平均值为砌块的实测平均密度 $\bar{\rho}$ ，保留二位小数。

4.3.3 按式（2）计算制作直径为 100 mm 和高度为 100 mm 的圆柱体试件所需的湿混合料质量。

$$m = \bar{\rho} \pi h \frac{d^2}{4} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

m — 湿混合料质量（g）；

$\bar{\rho}$ — 3块砌块的实测平均密度（g/cm³）；

h — 成型试件高度（mm）；

d — 成型试件直径（mm）。

4.3.4 在同批次生产砌块用湿混合料中，按四分法称取 5 份混合料，每份的质量为 m 。按下列步骤制作 5 个圆柱体试件：

- a) 试件制作前，先擦净试模，试模内壁上不应留有附着物，然后用机油涂刷试模内壁；

- b) 将下垫块放在试模内，底部外露约 20 mm，将称好的湿混合料分 2 次~3 次灌入试模中，每次加料后用夯棒轻轻均匀捣实。布料并捣实后，再将上垫块放入试模中；
- c) 将装好混合料的试模居中放置在振动压实成型仪上，持荷，直至上垫块和下垫块外端与试模两端齐平，停止振动并持荷 1 min 左右，待试模垫块无反弹后卸载。试件制作应自混合料拌和加水时起 30 min 内完成；
- d) 将试模放置在脱模机上脱模，试件圆柱体中心应与顶杆中心重合，限位环不应与顶出的试件擦刮。待试件从试模中慢慢顶出后，轻轻取下上垫块。检查试件外观，如发现试件存在空洞、不均匀、裂缝、变形、脱落或刮伤等现象，应报废重新制作，直至试件无上述缺陷；
- e) 称取试件质量，然后装入塑料袋并密封；
- f) 将密封包装的试件放置在水泥混凝土标准养护室（箱）中养护 28 天。

4.4 抗压强度试验

- 4.4.1 分别对养护到 28 天龄期的 5 个圆柱体试件进行抗压强度试验。
- 4.4.2 将干硬性水泥混凝土圆柱体试件放置在压力机上，试件中心应与压力机几何对中，以 0.3 MPa/s~0.5 MPa/s 的速度加荷，直至试件破坏，记下破坏极限荷载 $F_{c,i}$ (N)。

4.5 结果计算

- 4.5.1 第 i 个试件的抗压强度测值 $f_{cu,i}$ 按式 (3) 计算，精确至 0.1 MPa。

$$f_{cu,i} = \frac{F_{c,i}}{A_i} \times \eta_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$f_{cu,i}$ —第 i 个试件的抗压强度测值，单位为兆帕（MPa）；

$F_{c,i}$ —第 i 个试件的极限荷载，单位为牛顿（N）；

A_i — 第 i 个试件的受压面积，单位为平方毫米（mm²）；

η_0 — ϕ 100 mm×100 mm 的圆柱体试件与标准试件抗压强度的抗压强度换算系数， η_0 可按表1选用。

表1 推荐使用的强度系数

换算系数	强度等级		
	≤C20	C25	C30
η_0	0.92	0.96	0.98

- 4.5.2 以 5 个测值的算术平均值为该组试件的抗压强度测定值；当 5 个测值中某个测值与 5 个测值的算术平均值之差大于标准差 σ 的 1.67 倍时，该测值应予舍弃，并以其余测值的算术平均值作为该组试件的抗压强度测定值，精确至 0.1MPa。当 5 个测值中有 2 个测值与 5 个测值的算术平均值之差大于标准差 σ 的 1.67 倍时，该组试件无效。

试件的抗压强度算术平均值 f_{cu} 按式 (4) 计算, 标准差 σ 按式 (5) 计算。

$$f_{cu} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}}{n} \dots\dots\dots (4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{cu,i} - f_{cu})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

f_{cu} —试件的抗压强度算术平均值, 单位为兆帕 (MPa) ;

$f_{cu,i}$ —第*i*个试件的抗压强度测值, 单位为兆帕 (MPa) ;

n —试件数量, 单位为个;

σ —试件的抗压强度的标准差, 单位为兆帕 (MPa) 。

5 干硬性水泥混凝土预制砌块切割立方体试件抗压强度试验

5.1 适用范围

本方法适用于干硬性水泥混凝土预制砌块切取立方体试件, 进行实体抗压强度试验。

5.2 仪器设备

- 5.2.1 压力机: 除符合 GB/T 3159 的要求外, 测量精度为±1%, 试件破坏荷载大于压力机全量程的 20 %, 且小于压力机全量程的 80 %, 具有加荷速度指示装置和加荷速度控制装置, 并能均匀地加荷。
- 5.2.2 切割机和磨平机: 应具有冷却系统和牢固夹紧试件的装置。
- 5.2.3 钢直尺: 量程 300 mm, 精度 1 mm。
- 5.2.4 游标卡尺: 量程 250 mm, 精度 0.02 mm。
- 5.2.5 塞尺: 精度 0.01 mm。
- 5.2.6 游标量角器: 精度 0.1° 。

5.3 试件制备

- 5.3.1 从待检的同批砌块中随机抽取 5 个砌块, 根据砌块的实际大小分别切取 5 个边长为 150 mm 或 100 mm 的立方体试件。试件应在砌块成型 14 天~28 天内切取, 且应符合以下要求:
 - a) 试件的长、宽、高偏差均控制在±1 mm 以内;
 - b) 试件宜采用磨平机进行端面处理, 并符合以下要求:
 - 1) 试件两端面平整平行, 其承压面平整度偏差不大于 0.1 mm;
 - 2) 端面与相邻面垂直, 垂直度偏差不大于 1° 。
 - a) 应有裂缝孔洞的缺陷;
 - b) 上述测量应符合 5.3.1 的规定, 否则应报废, 重新制备。
- 5.3.2 试件在自然环境下养护至 28 天龄期, 龄期自砌块成型时开始计。

5.3.3 在抗压强度试验前,首次称取试件质量,并在 2h 后再次称取试件质量,当试件 2 h 内的质量损失不超过首次称取试件质量的 0.2 %,立即进行抗压强度试验。

5.4 抗压强度试验

5.4.1 分别对养护到 28 天龄期的 5 个立方体试件做抗压强度试验。

5.4.2 将试件放置在压力机下承压板上,保证试件的中心与压力机承压板中心重合,试件受压面与砌块成型受压面一致。

5.4.3 以 0.3 MPa/s~0.5 MPa/s 的速度均匀平稳加荷,直至试件破坏,记录破坏极限荷载 (N)。

5.5 结果计算

5.5.1 计算第 i 个试件的抗压强度测值 $f_{cu,i}$,按式 (6) 计算,计算精确至 0.1 MPa。

$$f_{cu,i} = k \times \frac{F_{c,i}}{A_i} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$f_{cu,i}$ — 第 i 个试件的抗压强度测值,单位为兆帕 (MPa);

$F_{c,i}$ — 第 i 个试件的极限荷载,单位为牛顿 (N);

A_i — 第 i 个试件的受压面积,单位为平方毫米 (mm^2);

k — 试件尺寸换算系数,其中:对 150 mm×150 mm×150 mm 试件,取 1.00;对 100 mm×100 mm×100 mm 试件,取 0.95。

5.5.2 以 5 个测值的算术平均值为该组试件的抗压强度测定值;当 5 个测值中某个测值与平均值之差大于标准差 σ 的 1.67 倍时,该测值应予舍弃,并以其余测值的算术平均值作为该组试件的抗压强度测定值,精确至 0.1 MPa。当 5 个测值中有 2 个测值与 5 个测值的算术平均值之差大于标准差 σ 的 1.67 倍时,该组试件无效。试件的抗压强度算术平均值 f_{cu} 按式 (4) 计算,标准差 σ 按式 (5) 计算。

6 干硬性水泥混凝土预制砌块钻取芯样试件抗压强度试验

6.1 适用范围

本方法适用于从干硬性水泥混凝土砌块钻取芯样试件的实体抗压强度试验。

6.2 仪器设备

6.2.1 混凝土取芯机:支架应具有足够的刚度,操作灵活,固定和移动方便,并带有水冷却系统;钻头采用人造金刚石薄壁钻头,同时不应有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形;钻头的内径为 70 mm 或 100 mm。

6.2.2 压力机:除符合 GB/T 3159 的要求外,测量精度为 $\pm 1\%$,试件破坏荷载宜大于全量程的 20 %且小于压力机全量程的 80 %,具有加荷速度指示装置和加荷速度控制装置,并能均匀地加荷。

- 6.2.3 切割机和磨平机：应具有冷却系统和牢固夹紧试件的装置。
- 6.2.4 钢直尺：量程 300 mm，精度 1 mm。
- 6.2.5 游标卡尺：量程 250 mm，精度 0.02 mm。
- 6.2.6 塞尺：精度 0.01 mm。
- 6.2.7 游标量角器：精度 0.1°。

6.3 试件制备

6.3.1 从待检的同批砌块中随机抽取 5 个砌块，根据砌块体积或壁厚，在每个砌块上钻取一个直径为 70 mm 或 100 mm 芯样，共 5 个芯样；芯样钻取应在砌块成型 14 天~28 天内进行，钻取方向与砌块成型受压方向相同。

6.3.2 取得的芯样切割成高径比为 1:1 的芯样试件，并对端面进行磨平处理，使芯样试件两端面平整和平行，同时芯样端面与芯样的轴线垂直；芯样试件制取后，应进行编号和记录外观及取芯位置等信息，并且芯样试件应符合以下要求：

- a) 芯样试件的实际高径比控制在 0.95~1.05 之内；
- b) 沿芯样高度的任一直径与平均直径相差不大于 2 mm；
- c) 芯样试件端面的平整度不大于 0.1 mm；
- d) 芯样试件端面与轴线的垂直度不大于 1°；
- e) 芯样不应有裂缝或孔洞的缺陷。

6.3.3 对每个芯样试件的直径、垂直度和平整度按以下要求进行量测：

- a) 直径，用游标卡尺在试件的中部两个相互垂直的位置分别测量试件直径，取算术平均值，精确至 0.1 mm；
- b) 高度，用游标卡尺在试件端面间两个相互垂直的位置分别测量试件高度，取算术平均值，精确至 0.1 mm；
- c) 垂直度，用游标量角器测量两个端面与母线的夹角，精确至 0.1°；
- d) 平整度，将钢直尺紧靠在试件端面上转动，用塞尺量测钢直尺和试件端面之间的缝隙，取最大缝隙作为芯样试件的平整度，精确至 0.01 mm；
- e) 上述测量应符合 6.3.3 的规定，否则应报废重新制备。

6.3.4 试件在自然环境下养护至 28 天龄期，龄期自砌块成型时开始计。

6.3.5 在抗压强度试验前，首次称取试件质量，并在 2 h 后再次称取试件质量，当试件 2 h 内的质量损失不超过首次称取试件质量的 0.2%，立即进行抗压强度试验。

6.4 抗压强度试验

6.4.1 分别对养护到 28 天龄期的 5 个芯样试件做抗压强度试验。

6.4.2 将试件放置在压力机下承压板上，保证试件的中心与压力机承压板中心重合，试件受压面与砌块成型受压面一致。

6.4.3 以 0.3 MPa/s~0.5 MPa/s 的速度均匀平稳加荷，直至试件破坏，记录破坏极限荷载（N）。

6.5 结果计算

6.5.1 单个试件的抗压强度测值按式（7）计算，精确至 0.1 MPa。

$$f_{cu,i} = \frac{F_{c,i}}{A_i} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$f_{cu,i}$ — 第*i*个试件的抗压强度测值，单位为兆帕（MPa）；

$F_{c,i}$ — 第*i*个试件的极限破坏荷载，单位为牛顿（N）；

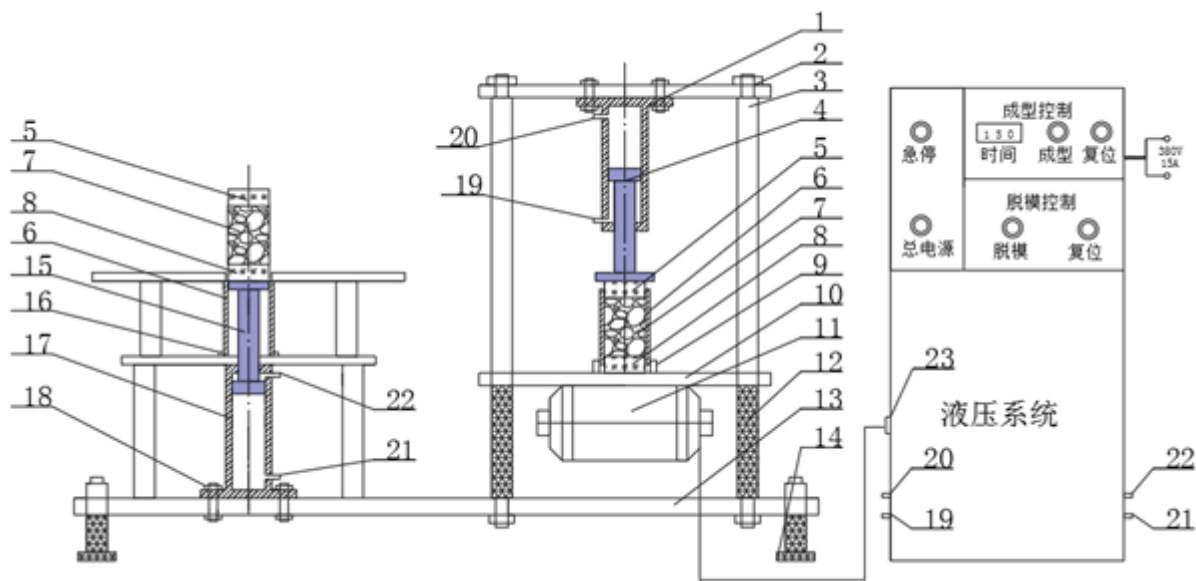
A_i — 第*i*个试件的受压面积，单位为平方毫米（mm²）。

6.5.2 以 5 个测值的算术平均值为该组试件的抗压强度测定值；当 5 个测值中某个测值与平均值之差大于标准差 σ 的 1.67 倍时，该测值应予舍弃，并以其余测值的算术平均值作为该组试件的抗压强度测定值，精确至 0.1 MPa。当 5 个测值中有 2 个测值与 5 个测值的算术平均值之差大于标准差 σ 的 1.67 倍时，该组试件无效。试件的抗压强度算术平均值 f_{cu} 按式（4）计算，标准差 σ 按式（5）计算。

附 录 A
(资料性)
干硬性水泥混凝土圆柱体试验振动压实成型仪

A.1 基本组成

干硬性水泥混凝土圆柱体试验振动压实成型仪由控制系统和液压系统、振压压实成型机构、脱模机构和支撑及避震机构组成，其示意图见图A.1。



标引序号说明：
1-成模油缸 2-上横梁 3-立柱 4-压力活塞 5-上模压块 6-钢模 7-试件 8-下模压块 9-定位块 10-振动平台 11-振动马达 12-避震柱 13-下平台 14-避震支座 15-顶模油缸 16-定位片 17-顶模活塞 18-定位螺栓螺母 19-成型压油管 20-成型复位油管 21-脱模压油管 22-脱模复位油管 23-振动机电插座

图A.1 干硬性混凝土圆柱体试件振动压实成型仪示意图

A.2 工作机构

A.2.1 电力与控制

- 应满足以下要求：
- a) 电力与控制由控制系统和液压系统组成；
 - b) 动力用电为 380 V 三相交流电，工作电流 15 A；
 - c) 控制系统应按以下要求操作：
 - 1) 在振压压实成型时按“成型”键，当压力活塞下行与试件上模压块接触并加压初始压强达到 0.5 MPa 开始同步振动，同时下压和振动，时程 5 s~15 s；当成型结束时，应在控制压强 12.5 MPa 下稳压 2 min 后按“复位”键，使下压活塞与试模分离；

- 2) 在脱模操作时,振压压实成型机构停止工作,按“脱模”键时,试件从试模中顶出,按“复位”键时,顶模油缸自动复位。

A.2.2 振动机构

应满足以下要求:

- a) 振动平台应用 20 mm 厚的钢板制作,上部设液压加压装置,下部安装电动式振动机;
- b) 振动设备应符合本标准的 4.2.1 要求;
- c) 振动机构的振动时程由控制系统控制。

A.2.3 压力机

应满足以下要求:

- a) 加压机构由安设在振动平台架上的液压千斤顶和振动平台组成;
- b) 采用液压加压装置,符合本标准的 4.2.1 要求;
- c) 液压加压装置中的初始起振压强、控制压强和施压时程由控制系统控制。

A.2.4 支撑和避震机构

应满足以下要求:

- a) 机座由 20 mm 钢板制作,下部设 4 个弹簧橡胶式避震座垫块;
 - b) 振动平台支撑机构由四个固定在机座上的 Φ 40 弹性橡胶减震胶柱组成。
-