

混凝土及原材料 试验实操培训教程

HUNNINGTU JI YUANCAILIAO
SHIYAN SHICAO PEIXUN JIAOCHENG

广州市散装水泥管理办公室 广州市混凝土行业协会 广州市建筑集团混凝土有限公司 编

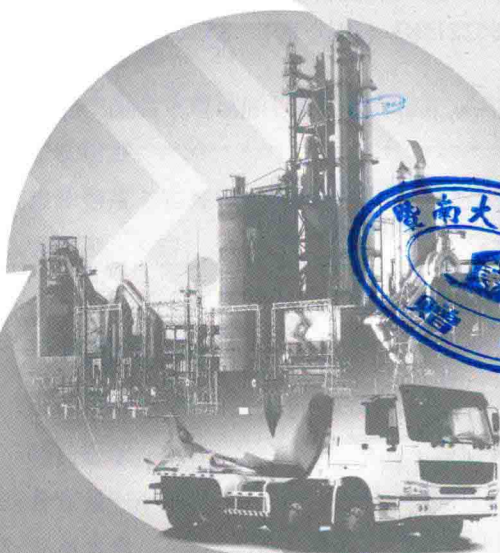


暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

混凝土及原材料 试验实操培训教程

HUNNINGTU JI YUANCAILIAO
SHIYAN SHICAO PEIXUN JIAOCHENG

广州市散装水泥管理办公室 广州市混凝土行业协会 广州市建筑集团混凝土有限公司 编



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土及原材料试验实操培训教程/广州市散装水泥管理办公室, 广州市混凝土行业协会, 广州市建筑集团混凝土有限公司编. —广州: 暨南大学出版社, 2015. 9

ISBN 978 - 7 - 5668 - 1479 - 1

I. ①混… II. ①广… ②广… ③广… III. ①混凝土—原材料—材料试验—技术培训—教材 IV. ①TU528.062 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 130966 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州尚文数码科技有限公司

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 7.75

字 数: 110 千

版 次: 2015 年 9 月第 1 版

印 次: 2015 年 9 月第 1 次

定 价: 25.00 元 (随书附送光盘一张)

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

目 录

CONTENTS

第一章 水 泥

- 一、水泥胶砂强度检验 / 1
- 二、水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验 / 7
- 三、水泥细度、比表面积检验 / 12
- 四、三氧化硫、氧化镁的检验 / 16

第二章 砂

- 一、砂的样品 / 21
- 二、颗粒级配 / 23
- 三、含泥量 / 26
- 四、泥块含量 / 27
- 五、氯化物含量 / 29
- 六、海砂中贝壳含量试验(盐酸清洗法) / 31
- 七、表观密度 / 33
- 八、堆积密度与空隙率 / 35
- 九、含水率 / 37

第三章 建设用卵石、碎石

- 一、建设用卵石、碎石的试样 / 39
- 二、颗粒级配 / 41
- 三、含泥量 / 43
- 四、泥块含量 / 45
- 五、针、片状颗粒含量 / 46
- 六、压碎指标 / 49



七、表观密度(液体比重天平法) / 50

八、堆积密度与空隙率 / 53

九、吸水率 / 56

第四章 粉煤灰

一、细度(GB/T 1596—2005 标准附录 A) / 58

二、需水量比试验方法(GB/T 1596—2005 标准附录 B) / 60

三、含水量试验方法(GB/T 1596—2005 标准附录 C) / 62

四、活性指数试验方法(GB/T 1596—2005 标准附录 D) / 63

五、烧失量的测定——灼烧差减法 / 64

六、游离氧化钙的测定——甘油酒精法(代用法) / 65

七、三氧化硫的测定——硫酸钡重量法(基准法) / 67

八、安定性 / 68

第五章 粒化高炉矿渣粉

一、比表面积(勃氏法) / 71

二、矿渣粉活性指数及流动度比的测定(GB/T 18046—2008
附录 A) / 76

第六章 外加剂

一、密度(精密密度计法) / 79

二、氯离子含量 / 80

三、水泥净浆流动度 / 83

四、水泥胶砂减水率 / 84

第七章 混凝土拌合物

一、取样及试样的制备 / 88

二、坍落度与坍落扩展度法 / 90

- 三、凝结时间试验 / 92
- 四、表观密度试验 / 96
- 五、压力泌水试验 / 98
- 六、自密实混凝土的坍落扩展度和扩展时间试验方法 / 99

第八章 混凝土力学性能及耐久性试验

- 一、取样 / 102
- 二、试件的制作 / 103
- 三、试件的养护 / 105
- 四、抗压强度试验 / 106
- 五、抗折强度试验 / 108
- 六、抗水渗透试验(逐级加压法) / 111

第九章 其他试验检验方法

- 一、矿渣粉比表面积试验方法(FBT-9 型全自动比表面积测定仪法) / 115
- 二、外加剂氯离子含量试验方法(SSWY-810 型氯离子含量快速测定仪法) / 118
- 三、混凝土拌合物倒筒时间试验方法(坍落度筒倒筒试验法) / 119

第一章 水 泥

一、水泥胶砂强度检验

(一) 水泥胶砂的制备

1. 试验依据

GB/T 17671—1999 《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》。

2. 试验仪器设备

试验室：温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%；水泥试样、拌和用水、仪器和用具的温度应与试验室一致。

试体带模养护的养护箱：温度保持 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 90%。

试体养护池：水温应在 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 范围内。

行星式胶砂搅拌机。

试模：由三个水平的模槽组成，可同时成型三条截面为 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，长 160mm 的棱形试体。

振实台：符合 JC/T 682 要求。

电子天平：精度 $\pm 1\text{g}$ 。



中国 ISO 标准砂、物料盘、两个播料器、金属刮平直尺等试验用具。

3. 胶砂的制备

(1) 配合比。

胶砂的质量配合比应为一份水泥、三份标准砂和半份水，一锅胶砂成三条试体，每锅材料需要量见下表：

每锅胶砂材料需要量

(单位：克)

水泥品种	材料量		
	水泥	标准砂	水
硅酸盐水泥	450 ± 2	1 350 ± 5	225 ± 1
普通硅酸盐水泥			

(2) 配料。

水泥、砂、水和试验用具的温度与试验室相同，称量用的天平精度应为 $\pm 1\text{g}$ 。当用自动滴管加 225mL 的水时，滴管精度应达到 $\pm 1\text{mL}$ 。

(3) 搅拌。

每锅胶砂用搅拌机进行机械搅拌。先使搅拌机处于待机工作状态，然后按以下程序进行操作：

①把水加入锅里，再加入水泥，把锅放在固定架上，并上升至固定位置。

②立即开动机器，低速搅拌 30s 后，在第二个 30s 开始的同时均匀地将砂加入。当各级砂是分装时，从最粗粒级开始，依次将所需的每级砂量加完。把机器转至高速再搅拌 30s。

③停拌 90s, 在第一个 15s 内用胶皮刮具将叶片和锅壁上的胶砂刮入锅中间。在高速下继续搅拌 60s。各个搅拌阶段, 时间误差应在 $\pm 1\text{s}$ 以内。

(4) 成型。

胶砂制备后立即进行成型。将空试模和模套固定在振实台上, 用一个适当的勺子直接从搅拌锅里将胶砂分两层装入试模, 装第一层时, 每个槽里约放 300g 的胶砂, 用大播料器垂直架在模套顶部沿每个模槽来回一次将料层播平, 接着振实 60 次。再装入第二层胶砂, 用小播料器播平, 再振实 60 次。移走模套, 从振实台上取下试模, 将一金属直尺以接近 90° 的角度架在试模模顶的一端, 然后沿试模长度方向以横向锯割动作慢慢向另一端移动, 一次将超过试模部分的胶砂刮去, 并用同一直尺在近乎水平的情况下将试体表面抹平。

在试模上做标记或加字条标明试件编号和试件相对于振实台的位置。

(5) 养护。

①脱模前的处理和养护。

去掉留在模子四周的胶砂。立即将做好标记的试模放入雾室或湿箱的水平架子上养护, 湿空气应能与试模各边接触。养护时不应将试模放在其他试模上。一直养护到规定的脱模时间, 取出脱模。脱模前, 用防水墨汁或颜料笔对试体进行编号和做其他标记。两个龄期以上的试体, 在编号时应将同一试模中的三条试体分在两个以上龄期内。

②脱模。

脱模应非常小心。对于 24h 龄期的, 应在破型试验前 20min 内脱模。对于 24h 以上龄期的, 应在成型后 20 ~ 24h



脱模。

③水中养护。

将做好标记的试件立即水平或竖直放在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的水中养护，水平放置时刮平面应朝上。试件放在不易腐烂的篦子上，并彼此间保持一定间距，以让水与试件的六个面接触。养护期间试件之间间隔或试体上表面的水深不得小于 5mm。每个养护池只养护同类型的水泥试件。

(二) 抗折强度试验

1. 试验依据

GB/T 17671—1999 《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》。

2. 试验仪器设备

试验室：温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%。

抗折强度试验机：应符合 JC/T 724 的要求。

3. 抗折强度测定

将试体的一个侧面放在试验机的支撑圆柱上，试体长轴垂直于支撑圆柱，通过加荷圆柱以 $(50 \pm 10) \text{ N/s}$ 的速率均匀地将荷载垂直地加在棱柱体相对侧面上，直至折断。

保持两个半截棱柱体处于潮湿状态直至抗压试验。

抗折强度 R_t 以牛顿每平方米 (MPa) 表示，按式 (1) 进行计算：

$$R_t = \frac{1.5 F_r L}{b^3} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F_r ——折断时施加于棱柱体中部的荷载, N;

L ——支撑圆柱之间的距离, mm;

b ——棱柱体正方形截面的边长, mm。

4. 试验结果的确定

以一组三个棱柱体抗折结果的平均值作为试验结果。若三个强度值中有超出平均值 $\pm 10\%$ 的, 应剔除后再取平均值作为抗折强度试验结果。

各试体的抗折强度记录至 0.1MPa, 平均值计算精确至 0.1MPa。

5. 试验报告

报告应包括所有单个强度结果 (包括按规定舍去的试验结果) 和计算出的平均值。

(三) 抗压强度试验

1. 试验依据

GB/T 17671—1999 《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》。

2. 试验仪器设备

试验室: 温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, 相对湿度应不低于 50%。

抗压强度试验机。

抗压强度试验机用夹具: 应符合 JC/T 683 的要求, 受压面积为 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ 。

3. 抗压强度测定

抗压强度试验通过抗压强度试验机和抗压强度试验机用夹

具规定的仪器，在半截棱柱体的侧面上进行。

半截棱柱体中心与压力中心差应在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内，棱柱体露在压板外的部分约有 10mm 。

在整个加荷过程中以 $(2\ 400 \pm 200)\text{N/s}$ 的速率均匀地加荷直至破坏。

抗压强度 R_c 以牛顿每平方毫米 (MPa) 表示，按式 (2) 进行计算：

$$R_c = \frac{F_c}{A} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_c ——破坏时的最大荷载，N；

A ——受压部分面积， mm^2 ($40\text{mm} \times 40\text{mm} = 1\ 600\text{mm}^2$)。

4. 试验结果的确定

以一组三个棱柱体上得到的六个抗压强度测定值的算术平均值为试验结果。

如六个测定值中有一个超出平均值 $\pm 10\%$ 时，应剔除这个结果，而以剩下五个的平均数为结果。如果五个测定值中再有超过它们平均数 $\pm 10\%$ 的，则此组结果作废。

各个半棱柱体得到的单个抗压强度结果计算至 0.1MPa ，平均值计算精确至 0.1MPa 。

5. 试验报告

报告应包括所有单个强度结果（包括按规定舍去的试验结果）和计算出的平均值。

二、水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验

(一) 水泥标准稠度用水量试验

1. 试验依据

GB/T 1346—2011《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》。

2. 试验仪器设备

试验室：温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于50%；水泥试样、拌和用水、仪器和用具的温度应与试验室一致。

湿气养护箱：温度为 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于90%。

水泥净浆搅拌机。

标准法维卡仪。

标准稠度试杆。

电子天平：最大称量不小于1 000g，分度值不大于1g。

玻璃板或金属板：边长或直径100mm、厚度4~5mm的平板玻璃或金属板。

截顶圆锥试模、量筒或滴定管等试验用具。

3. 水泥净浆的拌制

用水泥净浆搅拌机搅拌，搅拌锅和搅拌叶片先用湿布擦过，将拌和水倒入搅拌锅内，然后在5~10s内小心地将称好的500g水泥加入水中，防止水和水泥溅出；拌和时，先将锅放在搅拌机的锅座上，升至搅拌位置，启动搅拌机，低速搅拌120s，停15s，同时将叶片和锅壁上的水泥浆刮入锅中，接着高速搅拌120s后停机。

4. 标准稠度用水量的测定步骤

拌和结束后，立即取适量水泥净浆一次性装入已置于玻璃底板的试模中，浆体超过试模上端，用宽约 25mm 的直边刀轻轻拍打超出试模部分的浆体 5 次以排除浆体中的孔隙，然后在试模表面约 1/3 处，略倾斜于试模分别向外轻轻锯掉多余净浆，再从试模边缘轻抹顶部一次，使净浆表面光滑。在锯掉多余净浆和抹平的操作过程中，注意不要压实净浆；抹平后迅速将试模和底板移到维卡仪上，并将其中心定在试杆下，降低试杆直至与水泥净浆表面接触，拧紧螺丝 1 ~ 2s 后，突然放松，使试杆垂直自由地沉入水泥净浆中。在试杆停止沉入或释放试杆 30s 时记录试杆与底板之间的距离，升起试杆后，立即擦净；整个操作应在搅拌后 1.5min 内完成。以试杆沉入净浆并距离底板 (6 ± 1) mm 的水泥净浆为标准稠度净浆。其拌和水量为该水泥的标准稠度用水量 (P)，按水泥质量的百分比计。

(二) 凝结时间测定试验

1. 试验依据

GB/T 1346—2011《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》。

2. 试验仪器设备

试验室：温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%；水泥试样、拌和用水、仪器和用具的温度应与试验室一致。

湿气养护箱：温度为 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 90%。

水泥净浆搅拌机。

标准法维卡仪。

初凝用试针、终凝用试针。

电子天平：最大称量不小于 1 000g，分度值不大于 1g。

玻璃板或金属板：边长或直径 100mm、厚度 4 ~ 5mm 的平板玻璃或金属板。

截顶圆锥试模、量筒或滴定管等试验用具。

3. 试件的制备

以标准稠度用水量拌制的标准稠度净浆，按标准稠度用水量的测定步骤装模和刮平后，立即放入湿气养护箱中，记录水泥全部加入水中的时间作为凝结时间的起始时间。

4. 初凝时间的测定

试件在湿气养护箱中养护至加水后 30min 时进行第一次测定。测定时，从湿气养护箱中取出试模放到试针下，降低试针，使其与水泥净浆表面接触。拧紧螺丝 1 ~ 2s 后，突然放松，使试杆垂直自由地沉入水泥净浆中。观察试针下沉或释放试针 30s 时指针的读数。临近初凝时间时每隔 5min 或更短时间测定一次，当试针沉至 (4 ± 1) mm 时，水泥达到初凝状态。从水泥全部加入水中至初凝状态的时间为水泥的初凝时间，用 min 来表示。

5. 终凝时间的测定

在完成初凝时间测定后，立即将试模连同浆体以平移的方式从玻璃板取下，翻转 180°，直径大端向上，小端向下放在玻璃板上，再放入湿气养护箱中进行养护。临近终凝时间每隔 15min 或更短时间测定一次，当试针沉入试体 0.5mm 时（即环形附件开始不能在试体上留下痕迹时），水泥达到终凝状态。从水泥全部加入水中至终凝状态的时间为水泥的终凝时间，

用 min 来表示。

（三）安定性测定试验（标准法）

1. 试验依据

GB/T 1346—2011《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》。

2. 试验仪器设备

试验室：温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%；水泥试样、拌和用水、仪器和用具的温度应与试验室一致。

湿气养护箱：温度为 $(20 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 90%。

水泥净浆搅拌机。

雷氏夹膨胀测定仪。

雷氏夹。

电子天平：最大称量不小于 1 000g，分度值不大于 1g。

玻璃板或金属板：边长或直径 80mm、厚度 4 ~ 5mm 的玻璃板或金属板。

3. 雷氏夹试件的成型

将预先准备好的雷氏夹放在已稍擦油的玻璃板上，并立即将已制好的标准稠度净浆一次装满雷氏夹，装浆时一只手轻轻扶持雷氏夹，另一只手用宽约 25mm 的直边刀在浆体表面轻轻插捣 3 次，然后抹平，盖上稍擦油的玻璃板，接着立即将试体移至湿气养护箱内养护 (24 ± 2) h。

4. 煮沸

调整好煮沸箱内的水位，使其能保证在整个煮沸过程中都超过试件，不需中途添补试验用水，同时又能保证在

(30 ± 5) min内升至沸腾。

脱去玻璃板取下试件，先测量雷氏夹指针尖端间的距离(A)，精确到0.5mm，接着将试件放入沸煮箱水中的试件架上，指针朝上，然后在(30 ± 5) min内加热至沸并恒沸(180 ± 5) min。

沸煮结束后，立即放掉沸煮箱中的热水，打开箱盖，待箱体冷却至室温，取出试件进行判别。测量雷氏夹指针尖端的距离(C)，准确至0.5mm，当两个试件沸煮后增加距离($C - A$)的平均值不大于5.0mm时，即认为该水泥安定性合格；当($C - A$)的平均值大于5.0mm时，应用同一样品立即重做一次试验，以复验结果为准。

(四) 安定性测定方法 (代用法)

1. 试验前的准备

每个样品需准备两块边长约100mm的玻璃板，凡与水泥净浆接触的玻璃板都要稍稍涂上一层油。

2. 试饼的成型

将制好的标准稠度净浆取出一部分分成两等份，使之成球形，放在预先准备好的玻璃板上，轻轻振动玻璃板并用湿布擦过的小刀由边缘向中央抹，做成直径70~80mm、中心厚约10mm、边缘渐薄、表面光滑的试饼，接着将试饼放入湿气养护箱内养护(24 ± 2) h。

3. 沸煮

调整好沸煮箱内的水位，使其能保证在整个沸煮过程中都超过试饼，不需中途添补试验用水，同时又能保证在