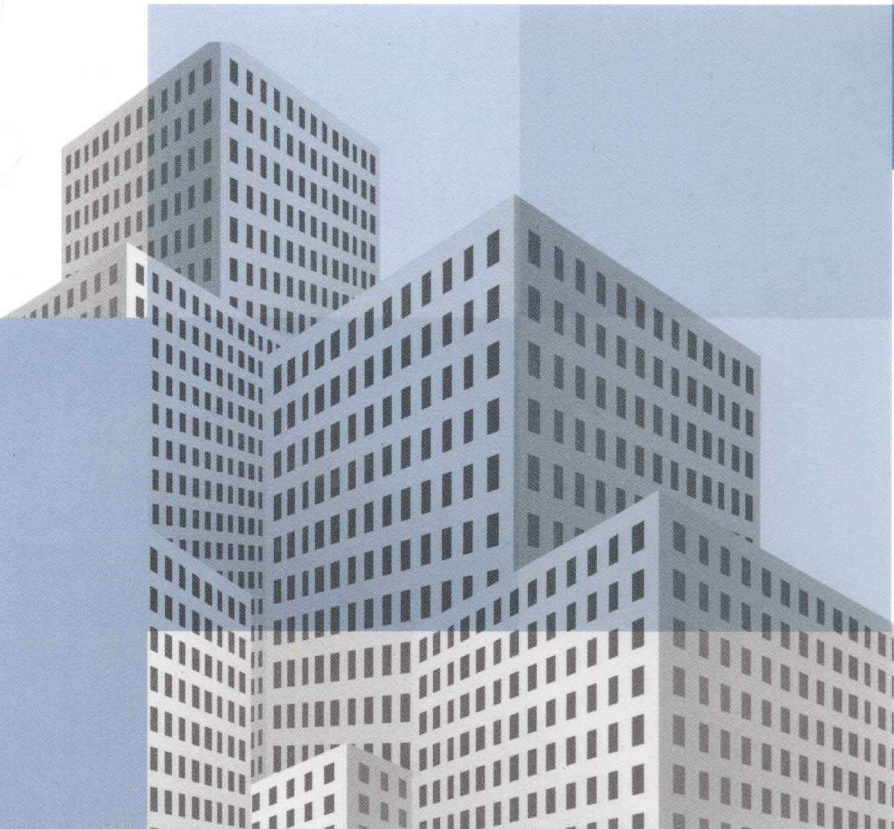


21世纪高等院校土木与建筑专业规划教材

土木工程材料实验

TUMU GONGCHENG CAILIAO SHIYAN

主编 罗相杰 刘 伟



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等院校土木与建筑专业规划教材

土木工程材料实验

主 编 罗相杰 刘 伟
副主编 张海龙 陈克凡
宋勇军 杨建宁

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书由指导与讲义、应试训练、应试训练答案和配套练习册组成。指导与讲义的内容包括建筑材料的基本性质、水泥、混凝土用集料、混凝土、钢筋、建筑砂浆、烧结普通砖、沥青等主要实验。应试训练部分主要由土木工程材料基本性质、建筑钢材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、沥青、木材等材料的应试练习题组成。应试训练答案部分主要是应试训练的参考答案。配套练习册部分主要由土木工程材料实验记录、数据填写及处理分析的表格等组成。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料实验/罗相杰,刘伟主编. —北京:北京理工大学出版社,2012.5
ISBN 978-7-5640-5882-1

I. ①土… II. ①罗… ②刘… III. ①土木工程-建筑材料-实验-高等学校-
教学参考资料 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 083738 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 9.5(含配套练习册)

字 数 / 176 千字

责任编辑 / 张慧峰

版 次 / 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 22.00 元(含配套练习册)

责任印制 / 边心超

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书编委会联系。邮箱:bitdayi@sina.com

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

土木工程材料实验是土木工程材料课程的重要组成部分，它是由感性认识到理性认识的重要过程。通过实验预期达到三个目的：一是熟悉、验证、巩固所学的理论知识；二是了解所使用的仪器设备，掌握所学建筑材料的实验方法；三是掌握各种材料的技术性能，对常用的材料具有独立进行质量检验的能力。

土木工程材料实验，不仅可以让学生对主要建筑材料的技术要求、试验基本原理和操作技能有所了解和掌握，同时还可以巩固和丰富理论知识，提高分析和解决问题的能力，培养严肃认真、实事求是的工作作风。

实验前应进行预习，明确实验目的，这是上好实验课的前提和保证。实验中的记录和数据分析是整个实验过程中的重要一环，必须注意观察各种现象，认真做好记录，以便正确处理试验数据（对平行试验应注意取得一个有意义的平均值）和正确分析实验结果（包括分析实验结果的可靠程度，说明在既定实验方法下，所得成果的适用范围，将实验结果与材料质量标准相比较并作出结论）。

土木工程材料与建设工程密切相关，作为未来的工程技术人员，必须具备一定的建筑材料实验知识和技能，才能正确评价材料质量，合理而经济地选择和使用材料。

编 者



第一篇 指导与讲义

实验 1 建筑材料基本性质实验	(2)
1.1 密度实验	(2)
1.2 表观密度实验	(3)
1.3 吸水率实验	(4)
实验 2 水泥性能实验	(5)
2.1 细度实验(筛析法)	(5)
2.2 标准稠度用水量、凝结时间、安定性的测定	(6)
实验 3 水泥胶砂强度实验	(10)
3.1 试体制备与养护	(10)
3.2 强度检测	(11)
实验 4 混凝土用集料实验	(13)
4.1 砂的筛分析实验	(13)
4.2 砂的表观密度测定实验	(14)
4.3 砂的堆积密度测定实验	(15)
4.4 石子的筛分实验	(16)
4.5 石子的表观密度测定实验	(17)
实验 5 普通混凝土实验	(20)
5.1 普通混凝土拌和方法	(20)
5.2 拌合物和易性实验——混凝土的坍落度实验	(21)
5.3 拌合物表观密度实验	(22)
5.4 混凝土立方体抗压强度实验	(23)
实验 6 烧结普通砖实验	(26)
6.1 试件制备与养护	(26)
6.2 强度检测	(26)
实验 7 建筑砂浆实验	(29)
7.1 砂浆的稠度实验	(29)
7.2 砂浆分层度实验	(30)
7.3 砂浆抗压强度实验	(31)
实验 8 钢筋实验	(33)
8.1 钢筋的拉伸性能实验	(33)

8.2 钢筋的弯曲(冷弯)性能实验	(35)
实验9 沥青实验	(38)
9.1 沥青的针入度实验	(38)
9.2 沥青的延度实验	(39)
9.3 沥青的软化点实验	(40)

第二篇 应试训练

专项训练(一) 土木工程材料概述及基本性质	(44)
专项训练(二) 建筑钢材	(46)
专项训练(三) 气硬性胶凝材料	(49)
专项训练(四) 水泥	(50)
专项训练(五) 混凝土	(54)
专项训练(六) 砂浆	(59)
专项训练(七) 墙体材料	(60)
专项训练(八) 高分子建筑材料	(61)
专项训练(九) 沥青材料	(62)
专项训练(十) 木材	(63)
专项训练(十一) 建筑功能材料	(64)
综合训练(一)	(65)
综合训练(二)	(68)
综合训练(三)	(71)

第三篇 应试训练答案

专项训练(一)答案	(80)
专项训练(二)答案	(82)
专项训练(三)答案	(88)
专项训练(四)答案	(90)
专项训练(五)答案	(95)
专项训练(六)答案	(104)
专项训练(七)答案	(106)
专项训练(八)答案	(107)
专项训练(九)答案	(110)
专项训练(十)答案	(112)
专项训练(十一)答案	(113)
综合训练(一)答案	(117)
综合训练(二)答案	(119)
综合训练(三)答案	(122)

第一篇 指导与讲义



实验1 建筑材料基本性质实验

1.1 密度实验

1. 实验目的

通过实验来掌握材料密度的测定方法。材料的密度是指在绝对密实状态下单位体积的质量。利用密度可计算材料的孔隙率和密实度。孔隙率的大小会影响到材料的吸水率、强度、抗冻性及耐久性等。

2. 主要仪器设备

- (1) 李氏瓶。
- (2) 天平。
- (3) 筛子。
- (4) 鼓风烘箱。
- (5) 量筒、干燥器、温度计等。

3. 试样制备

将试样研碎，用筛子除去筛余物，放入 $105\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，烘至恒重，再放入干燥器中冷却至室温。

4. 实验步骤

(1) 在李氏瓶中注入与试样不起反应的液体至凸颈下部，记下刻度数 V_0 (cm^3)。将李氏瓶放在盛水的容器中，在实验过程中保持水温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 用天平称取 $60\sim 90\text{ g}$ 试样，用漏斗和小勺小心地将试样慢慢送入李氏瓶内（不能大量倾倒，防止在李氏瓶喉部发生堵塞），直至液面上升至接近 20 cm^3 为止，再称取未注入瓶内剩余试样的质量，计算出送入瓶中试样的质量 m (g)。

(3) 用瓶内的液体将黏附在瓶颈和瓶壁的试样洗入瓶内液体中，转动李氏瓶使液体中的气泡排出，记下液面刻度 V_1 (cm^3)。

(4) 将注入试样后的李氏瓶中的液面读数 V_1 减去未注入前的读数 V_0 ，得到试样的密实体积 V (cm^3)。

5. 实验结果计算

材料的密度按下式计算（精确至小数后第二位）：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——材料的密度（g/cm³）；

m ——装入瓶中试样的质量（g）；

V ——装入瓶中试样的绝对体积（cm³）。

按规定，密度实验用两个试样平行进行，以其计算结果的算术平均值为最后结果，但两个结果之差不应超过 0.02 g/cm³。

1.2 表观密度实验

1. 实验目的

通过实验来掌握材料表观密度的测量方法。材料的表观密度是指在自然状态下单位体积的质量。利用材料的表观密度可以估计材料的强度、吸水性、保温性等，同时可用来计算材料的自然体积或结构物质量。

2. 主要仪器设备

- (1) 游标卡尺。
- (2) 天平。
- (3) 鼓风烘箱。
- (4) 干燥器、直尺等。

3. 实验步骤

(1) 对几何形状规则的材料：将待测材料的试样放入 105℃~110℃ 的烘箱中烘至恒重，取出置于干燥器中冷却至室温。

1) 用游标卡尺量出试样尺寸，试样为正方体或平行六面体时，以每边测量上、中、下三次的算术平均值为准；并计算出体积 V_0 ；试样为圆柱体时，以两个互相垂直的方向量其直径，各方向上、中、下测量三次，以六次的算术平均值为准确定其直径，并计算出体积 V_0 。

2) 用天平称量出试样的质量 m 。

3) 实验结果计算。材料的表观密度按下式计算：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度 (g/cm^3);

m ——试样的质量 (g);

V_0 ——试样的体积 (cm^3)。

(2) 对几何形状不规则的材料 (如卵石等): 其自然状态下的体积 V_0 可用排液法测定, 在测定前应对其表面封蜡, 封闭开口孔后, 再用容量瓶或广口瓶进行测试。其余步骤同规则形状试样的测试。

1.3 吸水率实验

1. 实验目的

通过实验来掌握吸水率的测定方法。吸水性是指材料与水接触吸收水分的性质, 当材料吸水饱和时, 其含水率称为吸水率。

2. 主要仪器设备

(1) 鼓风烘箱。

(2) 直尺。

(3) 天平。

3. 实验步骤

(1) 将试件置于烘箱中, 以 $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的温度烘干至恒重。在干燥器中冷却至室温后以天平称其质量 m_1 (g), 精确至 0.01 g (下同)。

(2) 将试件放在盛水容器中, 在容器底部可放些垫条如玻璃管或玻璃杆, 使试件底面与盆底不致紧贴, 使水能够自由进入。

(3) 加水至试件高度的 $1/4$ 处, 以后每隔 2 h 分别加水至高度的 $1/2$ 和 $3/4$ 处, 6 h 后将水加至高出试件顶面 20 mm 以上, 再放置 48 h 让其自由吸水。这样逐次加水能使试件孔隙中的空气逐渐逸出。

(4) 取出试件, 用湿纱布擦去表面水分, 立即称其质量 m_2 (g)。

(5) 按下列公式计算材料吸水率 (精确至 0.01%):

$$W_x = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

式中 W_x ——材料吸水率 (%);

m_1 ——烘干至恒重时试件的质量 (g);

m_2 ——吸水至恒重时试件的质量 (g)。



实验2 水泥性能实验

2.1 细度实验(筛析法)

1. 实验目的

通过实验来检验水泥的粗细程度,作为评定水泥质量的依据之一;掌握《水泥细度检验方法 筛析法》(GB/T 1345—2005)的测试方法,正确使用所用仪器与设备,并熟悉其性能。

2. 主要仪器设备

- (1) 负压筛析仪。
- (2) 天平。

3. 实验步骤

(1) 筛析实验前,应把负压筛放在筛座上,盖上筛盖,接通电源,检查控制系统,调节负压至4 000~6 000 Pa范围内。

(2) 称取试样25 g,置于洁净的负压筛中。盖上筛盖,放在筛座上,开动筛析仪连续筛析2min,在此期间如有试样附着在筛盖上,可轻轻地敲击,使试样落下。筛毕,用天平称量筛余物。

(3) 当工作负压小于4 000 Pa时,应清理吸尘器内水泥,使负压恢复正常。

(4) 实验结果计算。水泥细度按试样筛余百分数(精确至0.1%)计算,计算公式如下:

$$F = \frac{R_s}{W} \times 100\%$$

式中 F ——水泥试样的筛余百分数(%)；

R_s ——水泥筛余物的质量(g)；

W ——水泥试样的质量(g)。

2.2 标准稠度用水量、凝结时间、安定性的测定

2.2.1 标准稠度用水量的测定

1. 实验目的

通过实验测定水泥净浆达到水泥标准稠度（统一规定的浆体可塑性）时的用水量，作为水泥凝结时间、安定性实验用水量之一；掌握《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》（GB/T 1346—2011）的测试方法，正确使用仪器设备，并熟悉其性能。

2. 主要仪器设备

- (1) 水泥净浆搅拌机。
- (2) 水泥标准稠度测定仪。
- (3) 天平。
- (4) 量筒。

3. 实验方法及步骤（标准法）

- (1) 实验前检查。仪器金属棒应能自由滑动，搅拌机运转正常等。
- (2) 调零点。将标准稠度试杆装在金属棒下，调整至试杆接触玻璃板时指针对准零点。
- (3) 水泥净浆制备。用湿布将搅拌锅和搅拌叶片擦一遍，将拌合用水倒入搅拌锅内，然后在5~10 s内小心将称量好的500 g水泥试样加入水中（按经验找水）。拌和时，先将锅放到搅拌机锅座上，升至搅拌位置，启动搅拌机，慢速搅拌120 s，停拌15 s，同时将叶片和锅壁上的水泥浆刮入锅中，接着快速搅拌120 s后停机。

(4) 标准稠度用水量的测定。拌和完毕，立即将水泥净浆一次装入已置于玻璃板上的圆模内，用小刀插捣、振动数次，刮去多余净浆；抹平后迅速放到维卡仪上，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，然后突然放松，让试杆自由沉入净浆中。以试杆沉入净浆并距底板 (6 ± 1) mm的水泥净浆为标准稠度净浆。其拌合用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。升起试杆后立即擦净。整个操作应在搅拌后1.5 min内完成。

4. 实验结果计算（标准法）

以试杆沉入净浆并距底板 (6 ± 1) mm的水泥净浆为标准稠度净浆。其拌合用水量为该水泥的标准稠度用水量 (P) ，以水泥质量的百分比计，按下式计算：

$$P = \frac{\text{拌合用水量}}{\text{水泥用量}} \times 100\%$$

2.2.2 凝结时间的测定

1. 实验目的

测定水泥达到初凝和终凝所需的时间（凝结时间以试针沉入水泥标准稠度净浆至一定深度所需时间表示），用以评定水泥的质量。掌握《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》（GB/T 1346—2011）的测试方法，正确使用仪器设备。

2. 主要仪器设备

- （1）水泥凝结时间测定仪。
- （2）水泥净浆搅拌机。
- （3）湿气养护箱。

3. 实验步骤

（1）实验前准备。将圆模内侧稍涂上一层机油，放在玻璃板上，调整凝结时间测定仪的试针接触玻璃板时，指针应对准标准尺零点。

（2）以标准稠度用水量的水，按测标准稠度用水量的方法制成标准稠度水泥净浆后，立即一次装入圆模振动数次刮平，然后放入湿气养护箱内，记录开始加水的时间作为凝结时间的起始时间。

（3）试件在湿气养护箱内养护至加水后 30 min 时进行第一次测定。测定时，从养护箱中取出圆模放到试针下，使试针与净浆面接触，拧紧螺丝 1~2 s 后突然放松，试针垂直自由沉入净浆，观察试针停止下沉时指针的读数。临近初凝时，每隔 5 min 测定一次，当试针沉至距底板（4±1）mm 即为水泥达到初凝状态。从水泥全部加入水中至初凝状态的时间即为水泥的初凝时间，用“min”表示。

（4）初凝时间测出后，立即将试模连同浆体以平移的方式从玻璃板上取下，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养护。

（5）取下测初凝时间的试针，换上测终凝时间的试针。

（6）临近终凝时间每隔 15 min 测一次，当试针沉入净浆 0.5 mm 时，即环形附件开始不能在净浆表面留下痕迹时，即为水泥的终凝时间。

（7）由开始加水至初凝、终凝状态的时间分别为该水泥的初凝时间和终凝时间，用小时（h）和分钟（min）表示。

（8）在测定时应注意，最初测定的操作应轻轻扶持金属棒，使其徐徐下降，防止撞弯

试针,但结果以自由下沉为准;在整个测试过程中试针沉入净浆的位置距圆模至少大于10 mm;每次测定完毕需将试针擦净并将圆模放入养护箱内,测定过程中要防止圆模受振;每次测量时不能让试针落入原孔,测得结果应以两次都合格为准。

4. 实验结果的确定与评定

(1) 自加水起至试针沉入净浆中距底板 (4 ± 1) mm时,所需的时间为初凝时间;至试针沉入净浆中不超过0.5 mm(环形附件开始不能在净浆表面留下痕迹)时所需的时间为终凝时间;用小时(h)和分钟(min)来表示。

(2) 达到初凝或终凝状态时应立即重复测一次,当两次结论相同时才能定为达到初凝或终凝状态。

评定方法:将测定的初凝时间、终凝时间结果与国家规范中的凝结时间相比较,可判断其是否合格。

2.2.3 安定性测定

1. 实验目的

安定性是指水泥硬化后体积变化的均匀性情况。通过实验可掌握《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》(GB/T 1346—2011)的测试方法,正确评定水泥的体积安定性。

安定性的测定方法有雷氏法和试饼法,有争议时以雷氏法为准。

2. 主要仪器设备

- (1) 沸煮箱。
- (2) 雷氏夹。
- (3) 雷氏夹膨胀值测定仪。
- (4) 其他同标准稠度用水量实验。

3. 实验方法及步骤

(1) 测定前的准备工作。若采用试饼法,一个样品需要准备两块约100 mm×100 mm的玻璃板;若采用雷氏法,每个雷氏夹需配备质量为75~85 g的玻璃板两块。凡与水泥净浆接触的玻璃板和雷氏夹表面都要稍稍涂上一薄层机油。

(2) 水泥标准稠度净浆的制备。以标准稠度用水量加水,按前述方法制成标准稠度水泥净浆。

(3) 成型方法。

1) 试饼成型。将制好的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间抹动,做成直径为70~80 mm、中心厚约10 mm、边缘渐薄、表面光滑的试饼,然后将试饼放入湿气养护箱内养护 (24 ± 2) h。

2) 雷氏夹试件的制备。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装满试模,装模时一只手轻轻扶持试模,另一只手用宽约10 mm的小刀插捣15次左右,然后抹平,盖上稍涂油的玻璃板,接着立即将试模移至湿气养护箱内养护 (24 ± 2) h。

(4) 煮沸。

1) 调整煮沸箱内的水位,使试件能在整个煮沸过程中浸没在水里,在煮沸的中途不需添补实验用水,同时又保证能在 (30 ± 5) min内升至沸腾。

2) 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0.5 mm,接着将试件放入煮沸箱水中的试件架上,指针朝上,试件之间互不交叉,然后在 (30 ± 5) min内加热至沸腾,并恒沸 $3\text{ h}\pm 5\text{ min}$ 。

煮沸结束即放掉箱中的热水,打开箱盖,待箱体冷却至室温,取出试件进行判别。

(5) 实验结果的判别。

1) 试饼法判别。目测试饼未发现裂缝,用直尺检查也没有弯曲时,水泥的安定性合格,反之为不合格。若两个判别结果有矛盾,该水泥的安定性为不合格。

2) 雷氏法判别。测量试件指针尖端间的距离(C),记录至小数点后1位,当2个试件煮后增加距离(C-A)的平均值不大于5.0mm时,即认为该水泥安定性合格,否则为不合格。当2个试件煮沸后的(C-A)超过4.0 mm时,应用同一样品立即重做一次实验。再如此,则认为该水泥安定性不合格。



实验3 水泥胶砂强度实验

3.1 试体制备与养护

1. 实验目的

进行强度实验用水泥胶砂试体的制备与养护。

2. 主要仪器设备

- (1) 胶砂搅拌机。
- (2) 试模。
- (3) 胶砂振实台。
- (4) 刮平尺、养护室等。

3. 实验步骤

(1) 实验前准备。成型前将试模擦净，四周的模板与底板接触面上应涂黄油，紧密装配，防止漏浆，内壁均匀刷一薄层机油。

(2) 胶砂制备。实验用砂采用中国 ISO 标准砂，其颗粒分布和湿含量应符合《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》（GB/T 17671—1999）的要求。

1) 胶砂配合比。试体是按胶砂的质量配合比为水泥：标准砂：水=1：3：0.5 进行拌制的。一锅胶砂成三条试体，每锅材料需要量为：水泥（450±2）g；标准砂（1 350±5）g；水（225±1）mL。

2) 搅拌。每锅胶砂用搅拌机进行搅拌。可按下列程序操作：①胶砂搅拌时先把水加入锅里，再加水泥，把锅放在固定架上，上升至固定位置。②立即开动机器，低速搅拌 30 s 后，在第二个 30 s 开始的同时均匀地将砂子加入；把机器转至高速再拌 30 s。③停拌 90 s 后，在第一个 15 s 内用一胶皮刮具将叶片和锅壁上的胶砂刮入锅中，在高速下继续搅拌 60 s，各个搅拌阶段的时间误差应在±1 s 以内。

(3) 试体成型。试体是 40 mm×40 mm×160 mm 的棱柱体。胶砂制备后应立即进行成型。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 300 g 胶砂，用大播料器垂直架在模套顶部沿每一个模

槽来回一次将料层播平，接着振实 60 次。再装第二层胶砂，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，用一金属直尺以近似 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，依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。

4. 试体的养护

(1) 脱模前的处理及养护。将试模放入雾室或湿箱的水平架子上养护，湿空气应能与试模周边接触。另外，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时取出脱模。脱模前用防水墨汁或颜料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，可用塑料锤或橡皮榔头或专门的脱模器。对于 24 h 龄期的，应在破型实验前 20 min 内脱模；对于 24 h 以上龄期的，应在 20~24 h 之间脱模。

(3) 水中养护。将做好标记的试体水平或垂直放在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 水中养护，水平放置时刮平面应朝上，养护期间试体间隔或试体上表面的水深不得小于 5 mm。

3.2 强度检测

1. 实验目的

检验水泥各龄期强度，以确定强度等级；或已知强度等级，检验强度是否满足规范要求。掌握国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》（GB/T 17671—1999），正确使用仪器设备并熟悉其性能。

2. 实验步骤

(1) 强度实验试体的龄期。试体龄期是从加水开始搅拌时算起的。各龄期的试体必须在表 3-1 规定的时间内进行强度实验。试体从水中取出后，在强度实验前应用湿布覆盖。

表 3-1 各龄期强度实验时间规定

龄期	时间
24 h	24 h \pm 15 min
48 h	48 h \pm 30 min
72 h	72 h \pm 45 min
7 d	7 d \pm 2 h
>28 d	28 d \pm 8 h

(2) 抗折强度实验。