

普通混凝土

任务一 硅酸盐水泥



学习目标

- 掌握硅酸盐水泥的组成、水化特点、技术性质及应用。
- 掌握水泥的正确合理选用。
- 了解常用检测仪器设备。
- 掌握水泥技术性质的检测方法。

一、硅酸盐系水泥的概述

水泥是土木建筑工程中最主要的材料之一。水泥是一种粉状水硬性胶凝材料,与水拌合后成为塑性浆体,能将砂、石等散粒状材料胶结成具有一定强度的整体。水泥浆体不但能在空气中硬化,还能在水中硬化,并能继续增长强度。

目前我国建筑工程中常用的水泥主要有硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。在一些特殊工程中,还使用高铝水泥、膨胀水泥、快硬水泥、低热水泥和耐硫酸水泥等。

(1) 硅酸盐水泥:由硅酸盐水泥熟料、0~5%石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成。硅酸盐水泥分两种类型,不掺加混合材料的称Ⅰ型硅酸盐水泥(代号P·Ⅰ);在硅酸盐水泥熟料中掺加不超过水泥质量5%石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称Ⅱ型硅酸盐水泥(代号P·Ⅱ)。

(2) 普通硅酸盐水泥(代号P·O):是由硅酸盐水泥熟料、6%~15%粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成,简称普通水泥。

(3) 矿渣硅酸盐水泥(代号P·S):是由硅酸盐水泥熟料、20%~70%粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为矿渣硅酸盐水泥,简称矿渣水泥。

(4) 火山灰质硅酸盐水泥(代号P·P):是由硅酸盐水泥熟料、20%~50%火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料称为火山灰质硅酸盐水泥,简称火山灰水泥。

(5) 粉煤灰硅酸盐水泥(代号P·F):是由硅酸盐水泥熟料、20%~40%粉煤灰及适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为粉煤灰质硅酸盐水泥,简称粉煤灰水泥。

(6) 复合硅酸盐水泥(代号P·C):是由硅酸盐水泥熟料、两种或两种以上规定的混合

材料、适量石膏磨细制成。水泥中混合材料总掺量应大于 15%，但不超过 50%。

二、技术要求

1. 物理指标

(1) 凝结时间:凝结时间是指水泥从加水开始到失去流动性,即从可塑状态发展到固体状态需要的所需的时间。分初凝时间和终凝时间。初凝时间是指水泥从加水拌合到水泥浆开始失去可塑性所需的时间;终凝时间是指从水泥加水到水泥浆完全失去可塑性所需的时间。初凝时间过短,将影响水泥混凝土的拌和、运输和浇筑;终凝时间过长,则会影响施工工期。

(2) 细度:水泥细度反映的是水泥颗粒的粗细程度。颗粒愈细,与水反应的表面积愈大,水化较快且较完全,早期强度和后期强度都较高,但在空气中的硬化收缩较大。

(3) 安定性:水泥体积安定性是表征水泥硬化后体积变化均匀性的物理性能指标。如果水泥中游离氧化镁、游离氧化钙的含量和三氧化硫的含量超出某一限度,水泥硬化后,就会产生不均匀的体积变化,会使结构产生开裂,甚至崩塌等严重事故。检验安定性主要采用沸煮法,按我国现行试验方法,具体可采用试饼法或雷氏法。

(4) 强度:强度是水泥的一个十分重要的力学性能指标。我国采用水泥胶砂来评定水泥的强度。按照国标《水泥胶砂强度检验方法》(GB/T 17671—1999)规定,以水泥和标准砂为 1∶3、水灰比为 0.5 的配合比,用标准方法制作成 40 mm×40 mm×160 mm。测定 3 d、7 d、28 d 的强度(抗压强度及抗折强度),并依据这些强度划分水泥的强度等级值。

2. 技术标准

(1) 硅酸盐水泥的技术标准:硅酸盐水泥的技术标准见表 2-1。

表 2-1 硅酸盐水泥的技术标准

技术性质	细度比表面积 (m ² /kg)	凝结时间/min		安定性 (沸煮法)	不溶物(%)		MgO 含量 (%)	SO ₃ 含量 (%)	烧失量(%)		碱含量 (%)
		初凝	终凝		I 型	II 型			I 型	II 型	
	>300	≥45	≤390	必须合格	≤0.75	≥1.50	≤5.0①	≤3.5	≤3.0	≤3.5	≤0.60②
强度等级	抗压强度/MPa					抗折强度/MPa					
	3 d		28 d			3 d		28 d			
42.5	17.0		42.5			3.5		6.5			
42.5R	22.0		42.5			4.0		6.5			
52.5	23.0		52.5			4.0		7.0			
52.5R	27.0		52.5			5.0		7.0			
62.5	28.0		62.5			5.0		8.0			
62.5R	32.0		62.5			5.5		8.0			

① 如果水泥压蒸安定性试验合格,则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。
② 水泥中碱含量按 Na₂O+0.658K₂O 计算值来表示。若使用活性骨料,用户要求提

供碱水泥时,水泥中含量不得大于 0.60%或由供需双方商定。

(2) 普通水泥的技术标准:普通水泥的技术标准见表 2-2。

表 2-2 普通水泥的技术标准

技术性质	细度 80 μm 方孔筛筛余量 (%)	凝结时间/min		安定性 (沸煮法)	MgO 含量 (%)	SO ₃ 含量 (%)	烧失量 (%)	碱含量 (%)
		初凝/min	终凝/h					
	≤10.0	≥45	≤10	必须合格	≤5.0	≤3.5	≤5.0	≤0.60
强度等级	抗压强度/MPa				抗折强度/MPa			
	3 d		28 d		3 d		28 d	
32.5	11.0		32.5		2.5		5.5	
32.5R	16.0		32.5		3.5		5.5	
42.5	16.0		42.5		3.5		6.5	
42.5R	21.0		42.5		4.0		6.5	
52.5	22.0		52.5		4.0		7.0	
52.5R	26.0		52.5		5.0		7.0	

(3) 矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥的技术标准:矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥的技术标准见表 2-3。

表 2-3 粉煤灰水泥的技术标准

技术性质	细度 80 μm 方孔筛筛余量 (%)	凝结时间/min		安定性 (沸煮法)	MgO 含量 (%)	SO ₃ 含量 (%)		碱含量 (%)
		初凝/min	终凝/h			火山灰水泥 粉煤灰水泥	矿渣水泥、	
	≤10.0	≥45	≤10	必须合格	≤5.0①	≤3.5	≤4.0	供需双方 商定②
强度等级	抗压强度/MPa				抗折强度/MPa			
	3 d		28 d		3 d		28 d	
32.5	10.0		32.5		2.5		5.5	
32.5R	15.0		32.5		3.5		5.5	
42.5	15.0		42.5		3.5		6.5	
42.5R	19.0		42.5		4.0		6.5	
52.5	21.0		52.5		4.0		7.0	
52.5R	23.0		52.5		4.5		7.0	

① 如果水泥压蒸安定性试验合格,则熟料中氧化镁的含量允许放宽到 6.0%。熟料中

氧化镁的含量为 5.0%~6.0% 时,如矿渣水泥中混合材料总掺量大于 40% 或火山灰水泥和粉煤灰水泥中混合材料掺量大于 30%,制成的水泥可不作压蒸试验。

② 水泥碱含量按 $\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值来表示。若使用活性骨料,用户要求提供碱水泥时,水泥中含量不得大于 0.60% 或由供需双方商定。

3. 不合格品

凡氧化镁、三氧化硫、初凝时间、安定性中任一项不符合标准规定,均为不合格品;水泥包装中水泥品种、强度等级、生产者名称和出厂编号不全的也属于不合格品。

三、取样方法

进场的水泥应按批进行复验。按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥,袋装不超过 200 t 为一批,散装不超过 500 t 为一批,每批抽样不少于一次。

取样应具有代表性,可连续取样,抑或从 20 个以上不同部位取等量样品。取样时宜用取样器,总量不应少于 12 kg。将所取样品充分混合后通过 0.9 mm 方孔筛,均分为试验样和封存样。

试验操作

一、水泥细度测定

1. 试验目的

水泥的物理性质都与细度有关,因此必须进行细度测定。

2. 仪器设备

试验筛:负压筛,筛孔尺寸为 $80\mu\text{m}$ 或 $45\mu\text{m}$;水筛或手工筛。

负压筛析仪:负压可调范围为 4 000~6 000 Pa,如图 2-1 所示。

天平:最小分度值不大于 0.01 g,如图 2-2 所示。



图 2-1 负压筛析仪



图 2-2 天平

3. 实验步骤

(1) 负压筛法:

① 筛板试验前,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2 min;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,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。

(2) 水筛法:

① 筛分试验前,检查水中应无泥砂,调整好水压及水压架的位置,使其能正常运转喷头,底面和筛网之间距离为35~75 mm。

② 称取试样50 g,置于洁净的水筛中,立即用洁净淡水冲洗至大部分细粉通过后,再将筛子架上,用水压为0.05 MPa±0.02 MPa的喷头连续冲洗3 min。筛毕,用少量水把筛余物冲至蒸发器中,沉淀后小心倒出清水,烘干并用天平称其质量。

4. 实验结果

(1) 水泥试样筛余百分数用下式计算:

$$F = \frac{m_s}{m} \times 100\%$$

式中: F ——水泥试样的筛余百分数,%;

m_s ——水泥筛余物的质量,g;

m ——水泥试样的质量,g。

计算精确至0.1%。

(2) 负压法与水筛法或干筛法测定的结果发生争议时,以负压筛法为准。

二、水泥标准稠度用水量测定(标准法)

1. 试验目的

水泥的凝结时间和安定性都与用水量有关,为了消除试验条件的差异而有利于比较,水泥净浆必须有一个标准的稠度。本试验的目的就是测定水泥净浆达到标准稠度时的用水量,以便为进行凝结时间和安定性试验做好准备。

2. 主要仪器设备

(1) 标准法维卡仪:试杆有效长度为50 mm±1 mm,直径为 ϕ 10 mm±0.05 mm,滑动部分的总质量为300 g±1 g,如图2-3所示。

(2) 水泥净浆搅拌机,如图2-4所示。

(3) 盛装水泥净浆的试模,如图2-5所示。

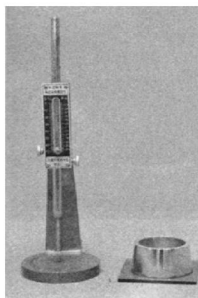


图 2-3 标准维卡仪

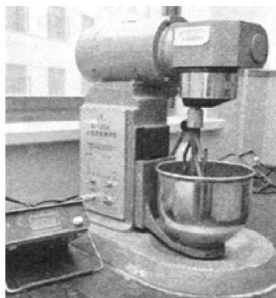


图 2-4 水泥净浆搅拌机

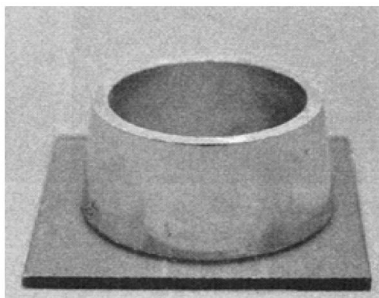


图 2-5 试模

3. 试验步骤

(1) 标准稠度用水量可用调整水量和不变水量两种方法中的任一种来测定。如发生矛盾时,以前者为准。

(2) 试验前必须检查测定仪的金属棒能否自由滑动,如图 2-6 所示。调整试杆至接触玻璃板,指针应对准标尺零点,如图 2-7 所示,确认搅拌机运转正常。

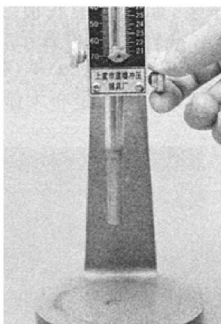


图 2-6 检查金属棒

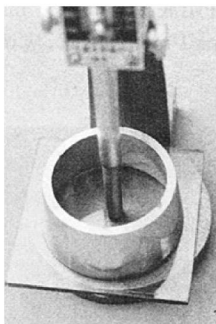
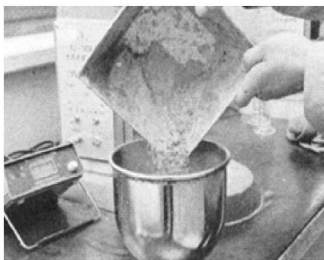


图 2-7 调整试杆至接触玻璃板

(3) 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,见图 2-8(a);在 5~10 s 内将称好的 500 g 水泥加入水中,见图 2-8(b),防止水和水水泥溅出;拌和时,先将锅放在搅拌机的锅座上,开至搅拌位置,启动搅拌机低速搅拌 120 s,停 15 s,同时将叶片和锅壁上的水泥灰刮入锅中间,见图 2-8(c),接入高速搅拌 120 s 停机。



(a)



(b)



(c)

图 2-8 水泥净浆的拌制

(4) 拌和结束后,立即将拌制好的水泥净浆装入已置于玻璃底板上的试模中,用小刀插捣,见图 2-9;轻轻振动数次,刮去多余净浆并抹平表面,见图 2-10;抹平后速将试模和底板移到维卡仪上,并将其中中心定在试杆下,降低试杆直至与水泥净浆中表面接触,见图 2-11;拧紧螺丝 1~2 s 后,突然放松,见图 2-12;使试杆垂直自由地沉入水泥净浆中,见图 2-13;在试杆停止沉入或释放试杆 30 s 时记录试杆距底板之间的距离,升起试杆后,立即擦净;整个操作应在搅拌后 1.5 min 内完成。以试杆沉入净浆并距底板 $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 的水泥净浆为标准稠度净浆,如试杆距底板之间的距离不在 $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 范围时,应调整拌和水量重做试验,直至试杆距底板在 $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 范围内。



图 2-9 小刀插捣试模

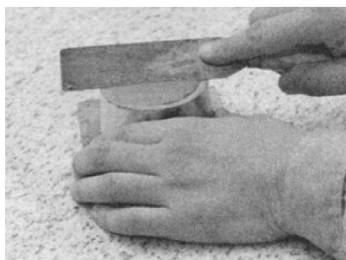


图 2-10 抹平表面

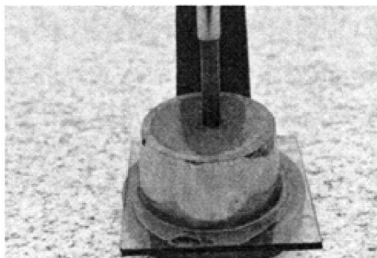


图 2-11 试杆与水泥净浆表面接触



图 2-12 拧紧后放松螺丝



图 2-13 试杆沉入水泥净浆

4. 试验结果及评定

试杆距底板 $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 时的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。

三、水泥净浆凝结时间的测定

1. 试验目的

测定水泥加水后至开始凝结(初凝)以及终了(终凝)所用的时间,用以评定水泥质量。

2. 主要仪器设备

(1) 维卡仪:与测定标准稠度用水量时的测定仪相同,见图 2-14(a),只是在测定凝结时间时取下试件,换上钢制的试针及试件,见图 2-14(b)、(c)。

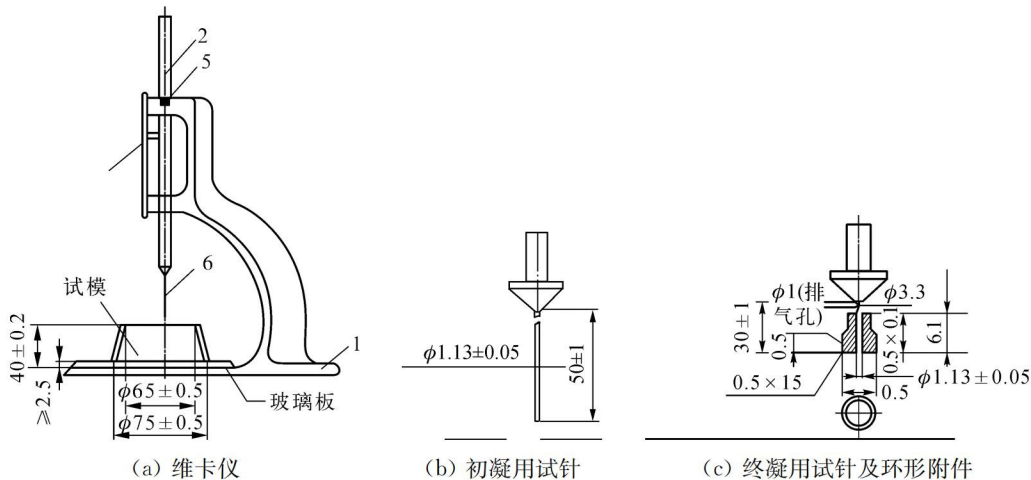


图 2-14 水泥凝结时间测定

- (2) 水泥净浆搅拌机。
- (3) 湿气养护箱。
- (4) 人工拌和圆形体及拌和铲等。

3. 实验步骤

(1) 测定前准备工作:调整凝结时间测定仪的试针接触玻璃板时,指针对准零点。

(2) 试件的制备:以标准稠度用水量制成标准稠度净浆一次装满试模,振动数次刮平,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。

(3) 初凝时间的测定:试件在湿气养护箱中养护至加水后 30 min 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,降低试针与水泥净浆表面接触,见图 2-15(a)。拧紧螺丝 1~2 s 后,突然放松,使试针垂直自由地沉入水泥净浆中。观察试针停止沉入或释放试针 30 s 时指针的读数。

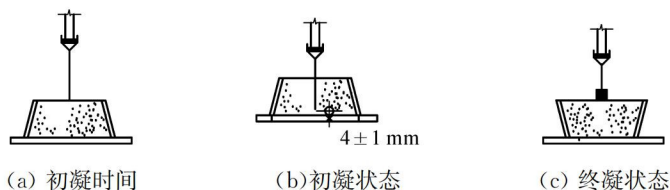


图 2-15 水泥凝结时间测定示意图

(4) 终凝时间的测定:为了准确观测试针沉入的状况,在终凝针上安装了一个环形附件,见图 2-14(c)。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继续养护,临近终凝时间时,每隔 15 min 测定一次。

(5) 测定时应注意,在最初测定的操作时应轻轻扶持金属柱,使其徐徐下降,以防试针撞弯,但结果以自由下落为准。在整个测试过程中试针沉入的位置至少要距试模内壁 10 mm。近初凝时,每隔 5 min 测定一次,临近终凝时每隔 15 min 测定一次。每次测定不能让试针落入原针孔,测定完毕须将试针擦净并将试模放回湿气养护箱内,整个测试过程应注意避免试模受震。

4. 试验结果及评定

(1) 当试针沉至距底板 $4\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 时,为水泥达到初凝状态,见图 2-15(b);由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”表示。

(2) 当试针沉入试体 0.5 mm 时,及环形附件开始不能在试体上留下痕迹时,为水泥达到终凝状态,见图 2-15(c),由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”表示。

(3) 到达初凝或终凝时,应立即重复测定一次,当两次结论相同时,才能定为到达初凝或终凝状态。

四、水泥安定性测定

1. 试验目的

检验水泥硬化后体积变化是否均匀,是否因体积变化引起膨胀、裂缝或翘曲。

- (1) 试饼法(代用法):观察水泥净浆试饼沸煮后的外形变化。
 - (2) 雷氏夹标准法:测定水泥净浆在雷氏夹中沸煮后的膨胀值。
- 两种方法均可用,有争议时以雷氏夹法为准。

2. 主要仪器设备

- (1) 水泥净浆搅拌机。
- (2) 沸煮箱:有效容量为 $410\text{ mm} \times 240\text{ mm} \times 130\text{ mm}$ 。
- (3) 雷氏夹。
- (4) 雷氏夹膨胀值测量仪:标尺最小刻度为 0.5 mm 。

3. 试验步骤

(1) 称取水泥试样 400 g ,以标准稠度用水量,按标准稠度测定时拌合净浆的方法制成净浆。从中取出净浆约 150 g ,分成等分,使之成球形,放在涂过油的玻璃板上,轻轻振动玻璃板,并用湿布擦过的小刀由边缘向中央抹动(见图 2-16),做成直径为 $70 \sim 80\text{ mm}$ 、中心厚约 10 mm 、边缘渐薄。表面光滑的试饼,见图 2-17。接着将试饼放入湿气养护箱内,自成型时起,养护 $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$ 。



(a)



(b)

图 2-16 小刀由边缘向中央抹

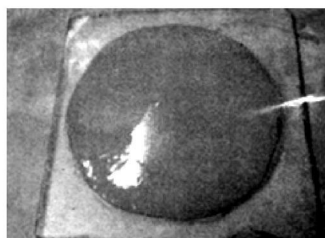


图 2-17 成型的试饼

雷氏夹试件的制备是将预先准备好的雷氏夹放在已稍稍擦油的玻璃板上,见图 2-18,并立刻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,见图 2-19。接着立刻将试模移至湿气养护箱内养护 $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$,见图 2-20。

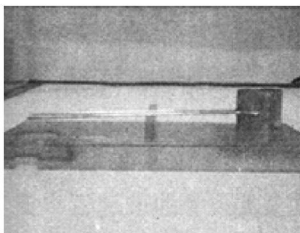


图 2-18 放在已稍抹油的玻璃板上的雷氏夹

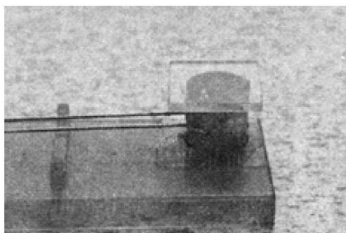


图 2-19 盖上玻璃板

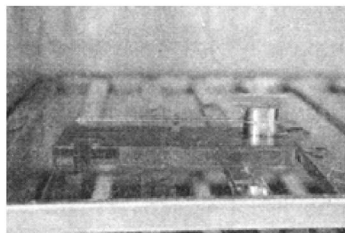


图 2-20 湿气养护箱内的试件

(2) 脱去玻璃板取下试件。当采用试饼法时,先检查其是否完整,在试件无缺陷的情况下将试饼放在沸煮箱的水中篦板上,使水位在整个沸煮过程中都超过试件,然后在 $30\text{ min} \pm 5\text{ min}$ 内加热至沸,并恒沸 $3\text{ h} \pm 5\text{ min}$ 。

当用雷氏夹法时,先测量试件指针尖端间的距离 A ,精确到 0.5 mm ,接着将试件放入水中篦板上,指针朝上,使水位在整个煮沸过程中都超过试件,时间之间互不交叉,然后在 $30\pm 5\text{ min}$ 内加热至沸,并恒沸 $3\text{ h}\pm 5\text{ min}$ 。煮沸结束,立即放掉煮沸箱中的热水,打开箱盖,待箱体冷却至室温,取出试件。测定雷氏夹指针尖端的距离 C ,见图 2-21,准确到 0.5 mm ,并记录在试验报告中。

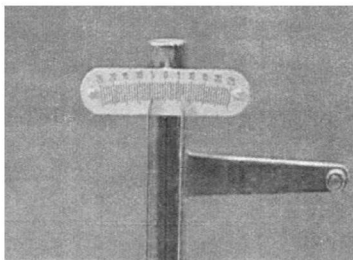


图 2-21 雷氏夹指针尖端间的距离

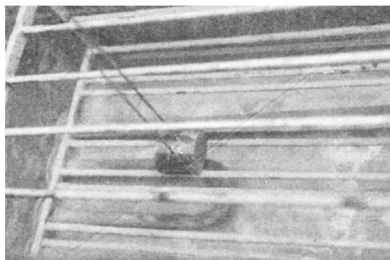


图 2-22 煮沸箱内的试件

4. 试验结果及评定

煮沸结束,放掉箱中的热水,待冷却至室温。

若采用试饼法时,取出试件目测试饼,若未发现裂缝,再用直尺检查,没有弯曲时,为安定性合格,反之为不合格。当两个试饼判别结果有矛盾时,该水泥的安定性为不合格,如图 2-23 所示。

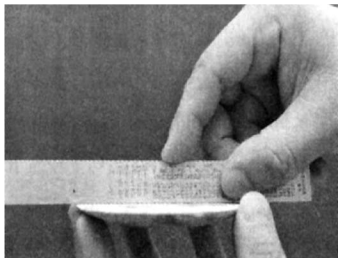


图 2-23 用钢直尺检查

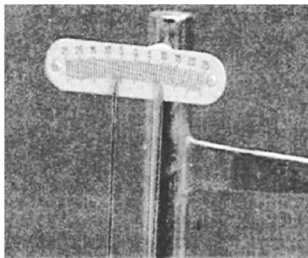


图 2-24 雷氏夹指针尖端的距离

若采用雷氏夹法,测量试件指针尖端间的距离 C ,记录至小数点后 1 位。当两个试件煮后增加距离 $(C-A)$ 的平均值不大于 5.0 mm 时,即为安定性合格;当两个试件的 $(C-A)$ 值相差超过 4 mm 时,应用同一样品立即重做一次试验。再如此,则认为该水泥安定性不合格,如图 2-24 所示。

五、水泥胶砂强度检验

1. 试验目的

根据 GB/T 17671—1999 的规定方法(ISO 法)来检验并确定水泥的标号。

2. 主要仪器设备

(1) 行星式水泥胶砂搅拌机:应符合(ISO 法)GB/T 17671—1999 要求。工作时搅拌叶片既绕自身轴线转动,又沿搅拌锅周边公转,运动轨道似行星式的水泥胶砂搅拌机。

(2) 水泥胶砂试体成型振实台。

(3) 三联试模: $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 160\text{ mm}$, 见图 2-25。

(4) 抗折、抗压强度试验机(图 2-26)及夹具(图 2-27)。

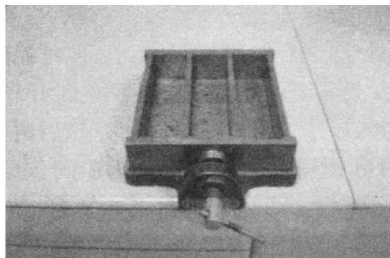


图 2-25 三联试模

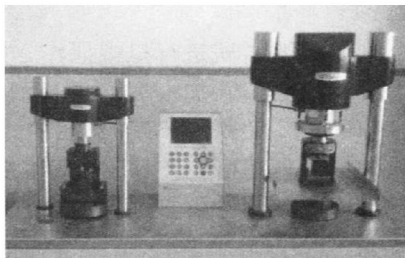
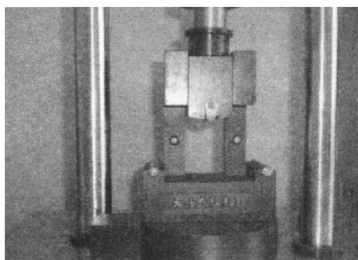
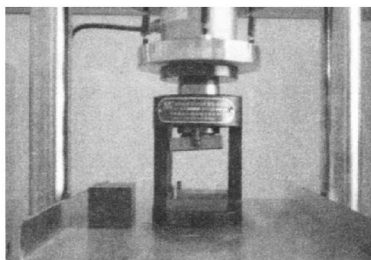


图 2-26 抗折、抗压强度试验机



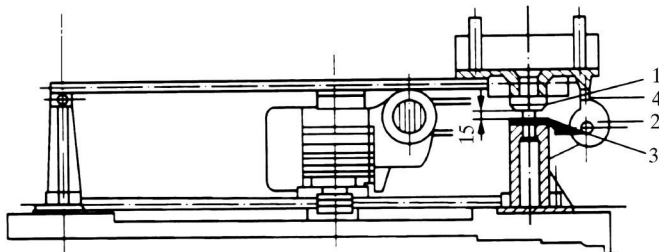
(a) 抗折夹具



(b) 抗压夹具

图 2-27 夹具

(5) 振实台, 如图 2-28 所示。



1—突头; 2—凸轮; 3—止动器; 4—随动轮

图 2-28 振实台

3. 试件成型

(1) 将试模擦净, 四周模板及底座的接触面上应涂黄油, 紧密装配, 防止漏浆, 内壁均匀刷一层机油。

(2) 水泥胶砂强度用砂应使用中国 ISO 标准砂。ISO 标准砂由 $1\sim 2\text{ mm}$ 粗砂, $0.5\sim 1.0\text{ mm}$ 中砂, $0.08\sim 0.5\text{ mm}$ 细砂组成, 各级砂质量为 450 g (各占 $1/3$), 通常以 $1\,350\text{ g} \pm 5\text{ g}$ 混合包装供应。灰砂比为 $1:3$, 水灰比为 0.5 。

(3) 成型三条试件材料用水量为: 水泥: $450\text{ g} \pm 2\text{ g}$, ISO 标准砂 $1\,350\text{ g} \pm 5\text{ g}$, 水: $225\text{ g} \pm 1\text{ g}$ 。适用于硅酸盐水泥、普通水泥、矿渣水泥、粉煤灰水泥、复合水泥、火山灰水泥。

(4) 用搅拌机搅拌砂浆程序为:低速 30 s→加砂 30 s→高速停 90 s→高速 60 s, 搅拌时间共计 2.5 min。停机后, 将粘在叶片上的胶砂刮下, 取下搅拌锅。

(5) 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 300 g 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(图 2-29), 接着振实 60 下。再装入第二层胶砂, 用小播料器播平(图 2-30), 再振实 60 下。

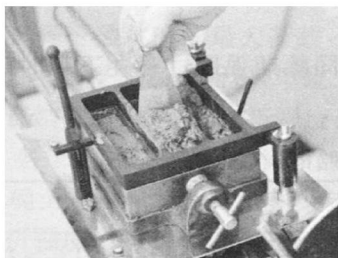


图 2-29 用大播料器播平

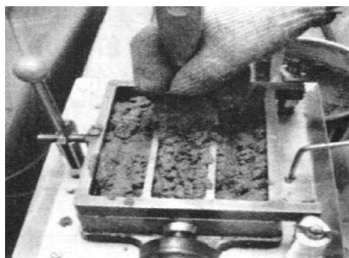


图 2-30 用小播料器播平

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(图 2-31), 并用同一直尺以近乎水平地将试件表面抹平(图 2-32)。接着在试模上作标记或用字条标出试体编号。



图 2-31 刮去超过试模部分的胶砂

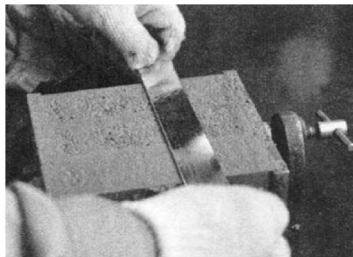


图 2-32 抹平试体表面

(6) 试验前应将搅拌锅、叶片、模套用湿布抹擦干净。

4. 养护

GB/T 17671—1999 中规定试验温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度 $>50\%$, 湿气养护箱温度为 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, 相对湿度为 $>90\%$, 养护水温度为 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, 试验室温、湿度及养护水温度在工作期间每天至少记录一次, 湿气养护箱温、湿度至少每 4 h 记录一次。

(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为止取出脱模。脱模前, 用防水墨汁或颜料笔对试体进行编号和作其他标号。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) 对于 24 h 以内龄期的, 应在破型试验前 20 min 内脱模; 对于 24 h 以上龄期的, 应在成型后 20~24 h 之间脱模。

(3) 将做好标号的试件立即水平或竖直地放在湿气养护箱内或放在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水中养护,水平放置时刮平面应朝上。

(4) 到龄期的试体应在试验前 15 min 取出试件,并用湿布覆盖至试验为止。

5. 强度测定

(1) 抗折强度测定:

① 各龄期必须在规定的时间: $3\text{ d} \pm 2\text{ h}$ 、 $7\text{ d} \pm 3\text{ h}$ 、 $28\text{ d} \pm 3\text{ h}$ 内取出三条试件先做抗折强度测定。测定前须擦去试件表面的水分和砂粒,消除夹具上圆柱表面黏着的杂物。试件放入抗折夹具内,应使试件侧面与圆柱接触。

② 采用杠杆式抗折试验机时,在试件放入之前,应先将游动砝码移至零刻度线,调整平衡陀使杠杆处于平衡状态。试件放入后,调整夹具,使杠杆有一仰角,从而在试件折断时尽可能地接近平衡位置。然后启动电机,丝杆转动带动游动砝码给试件加荷;试件折断后从杠杆上可直接读出破坏荷载和抗折强度。

③ 抗折强度测定时的加荷速度为 $50\text{ N/s} \pm 5\text{ N/s}$ 。

④ 抗折强度按下式计算,精确到 0.1 MPa 。

$$f_v = \frac{3F_p L}{2bh^2} = 0.00234F_p$$

式中: f_v ——抗折强度,MPa,计算精确至 0.1 MPa ;

F_p ——破坏荷载,N;

L ——支撑圆柱中心距,100 mm;

b 、 h ——试件横截面的宽与高,均为 40 mm。

当采用 1:50 双杠杆抗折试验机时,系数 0.00234 须乘以 50,即 0.117。

⑤ 抗折强度测定结果取三块试件的平均值,当三个强度值中有一个超过平均值的 $\pm 10\%$,应予剔除,以其余两个数值平均作为抗折强度试验结果;如有两个试件的测定结果超过平均值的 $\pm 10\%$ 时,应重做试验。

(2) 抗压强度测定:

① 抗折试验后的两个断块应立即进行抗压试验,抗压试验须用抗压夹具进行。试件受压面为 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ 。试验前应清除试件的受压面与加压板间的砂粒或杂物,试验时以试件的侧面作为受压面,并使夹具对准压力机压板中心。

抗压强度试验在整个加荷过程中以 $2400\text{ N/s} \pm 200\text{ N/s}$ 的速率均匀地加荷直至破坏。

② 抗压强度按下式计算,计算精确至 0.1 MPa :

$$f_c = \frac{F_p}{A}$$

式中: f_c ——抗压强度,MPa;

F_p ——破坏荷载,N;

A ——受压面积, $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} = 1600\text{ mm}^2$ 。

抗压强度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。六个测定值中有一个超出六个平均值的 $\pm 10\%$ 时,应剔除这个结果,剩下五个的平均数为结果。五个测定值中再有超过它们平均数 $\pm 10\%$ 时,则此组结果作废。



水泥细度(负压筛析法)

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 成绩_____

试验日期:_____

一、试验目的

二、仪器设备

三、试验步骤

四、数据记录及计算

序号	试样质量 m_s (g)	筛余物质量 m (g)	筛余百分率 (%)	平均值 (%)
1				
2				
结果评定				



水泥标准稠度用水量测定试验

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 成绩_____

试验日期:_____

一、实验目的

二、仪器设备

三、试验步骤

四、数据记录及计算

水泥品种		水泥生产日期	
水泥试样质量	500 g		
试验次数	1	2	
用水量(mL)			
试杆到底板距离(mm)			
标准稠度用水量(%)			
平均标准稠度用水量(%)			



水泥凝结时间测定

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 成绩_____

试验日期：_____

一、试验目的

二、仪器设备

三、试验步骤

四、数据记录及计算

水泥品种				水泥生产日期					
水泥试样质量(g)									
标准稠度用水量(%)									
开始加水时间(h·min)									
读数次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
试杆到底板距离(mm)									
初凝状态时间(h·min)				初凝时间(min)					
终凝状态时间(h·min)				终凝时间(min)					



水泥安定性测定

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 成绩_____

试验日期:_____

一、试验目的

二、仪器设备

三、试验步骤

四、数据记录及计算

水泥品种		水泥生产日期	
试验次数	沸煮前指针尖端的 距离(A)	沸煮后指针尖端的 距离(C)	沸煮后试件的增加 距离(C-A)
1			
2			
结果评定			



水泥胶砂强度试验

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 成绩_____

试验日期：_____

一、试验目的

二、仪器设备

三、试验步骤

四、数据记录及计算

水泥品种			水泥生产日期	
水泥强度等级			混合材料品种与掺量	
项目	抗折强度		抗压强度	
养护龄期				
实验结果	破坏荷载(N)	强度(MPa)	破坏荷载(N)	强度(MPa)

五、结果评定