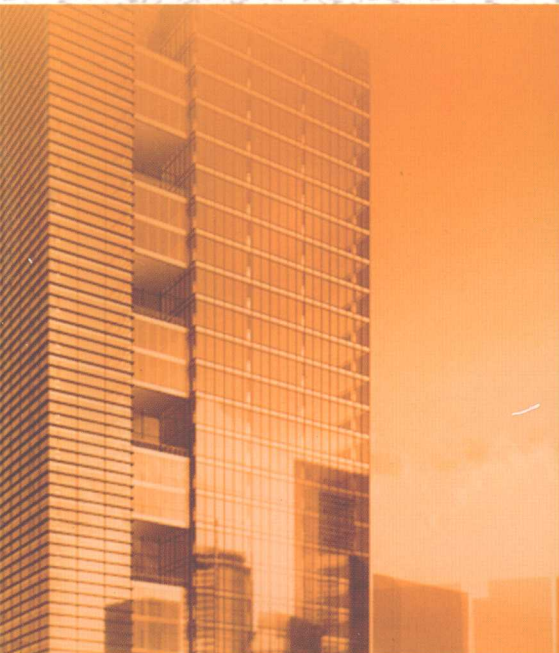


建设工程质量检测人员岗位培训教材

JIANZHU CAILIAO JIANCE



建筑材料检测

江苏省建设工程质量监督总站 编

中国建筑工业出版社

建设工程质量检测人员岗位培训教材

建筑材料检测

江苏省建设工程质量监督总站 编



1391031

中国建筑工业出版社

1184003

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料检测/江苏省建设工程质量监督总站编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2009
(建设工程质量检测人员岗位培训教材)
ISBN 978-7-112-11089-6

I. 建… II. 江… III. 建筑材料—检测—技术培训—教材 IV. TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第107025号

本书是《建设工程质量检测人员岗位培训教材》之一, 内容包括: 见证取样类检测, 墙体、屋面材料检测, 饰面材料检测, 防水材料检测, 门窗检测, 化学分析等。

本书既是建设工程质量检测人员的培训教材, 也是建设、监理单位的工程质量检测见证人员、施工单位的技术人员和现场取样人员学习用书。

责任编辑: 郇锁林

责任设计: 郑秋菊

责任校对: 兰曼利 刘 钰

建设工程质量检测人员岗位培训教材

建筑材料检测

江苏省建设工程质量监督总站 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

南京碧峰印务有限公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/16 印张: 30¹/₄ 字数: 872 千字

2010 年 4 月第一版 2010 年 11 月第二次印刷

印数: 3001—6000 册 定价: 76.00 元

ISBN 978-7-112-11089-6

(18336)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《建设工程质量检测人员岗位培训教材》

编写单位

主编单位:江苏省建设工程质量监督总站

参编单位:江苏省建筑工程质量检测中心有限公司

东南大学

南京市建筑安装工程质量检测中心

南京工业大学

江苏方建工程质量鉴定检测有限公司

昆山市建设工程质量检测中心

扬州市建伟建设工程检测中心有限公司

南通市建筑工程质量检测中心

常州市建筑科学研究院有限公司

南京市市政公用工程质量检测中心站

镇江市建科工程质量检测中心

吴江市交通局

解放军理工大学

无锡市市政工程质量检测中心

南京科杰建设工程质量检测有限公司

徐州市建设工程检测中心

苏州市中信节能与环境检测研究发展中心有限公司

江苏祥瑞工程检测有限公司

苏州市建设工程质量检测中心有限公司

连云港市建设工程质量检测中心有限公司

江苏科永和检测中心

南京华建工业设备安装检测调试有限公司

《建设工程质量检测人员岗位培训教材》

编写委员会

主 任:张大春

副主任:蔡 杰

委 员:周明华

谭跃虎

季玲龙

丁素兰

陈 波

邱草熙

石平府

许 斌

胥 明

王小军

王 伦

姜美琴

许 鸣

李书恒

刘咏梅

李勇智

金孝权

庄明耿

王 源

杨晓虹

褚 炎

朱晓旻

张亚挺

陆建民

陈新杰

秦鸿根

王鹏飞

李 伟

陈福霞

周剑峰

吴成启

唐笋种

顾 颖

唐国才

韩晓健

方 平

梅 菁

徐莅春

沈东明

张永乐

孙正华

杨会峰

张 蓓

徐向荣

钱奕技

程 尧

杜立春

龚延风

牟晓芳

吴小翔

韩 勤

蒋其刚

黄跃平

黄锡明

唐德高

汤东婴

金 元

詹 谦

张 慧

陈新虎

赵雪磊

朱 坚

李正美

陆伟东

唐祖萍

周冬林

胡建安

邵扣霞

陆震宇

季 鹏

王 瑞

史春乐

钱培舒

李天艳

杨新成

吴 尧

董国强

卜青青

《建设工程质量检测人员岗位培训教材》

审定委员会

主 任:刘伟庆

委 员:缪雪荣

殷成波

徐 宏

陈新民

毕 佳

田 新

张培新

郑廷银

伊 立

陈 春

樊 军

韩爱民

赵永利

缪汉良

罗 韧

姜永基

刘亚文

董 军

前 言

随着我国建设工程领域内各项法律、法规的不断完善与工程质量意识的普遍提高,作为其中一个不可或缺的组成部分,建设工程质量检测受到了全社会日益广泛的关注。建设工程质量检测的首要任务,是为工程材料及工程实体提供科学、准确、公正的检测报告,检测报告的重要性体现在它是工程竣工验收的重要依据,也是工程质量可追溯性的重要依据,宏观上讲,检测报告的科学性、公正性、准确性关乎国计民生,容不得丝毫轻忽。

《建设工程质量检测管理办法》(建设部第141号令)、《江苏省建设工程质量检测管理实施细则》、江苏省地方标准《建设工程质量检测规程》(DGJ 32/J21-2009)等的相继颁布实施,为规范建设工程质量检测行为提供了法律依据;对工程质量检测人员的技术素质提出了明确要求。在此基础上,江苏省建设工程质量监督总站组织编写了本套教材。

本套教材较全面系统地阐述了建设工程所使用的各种原材料、半成品、构配件及工程实体的检测要求、注意事项等。教材的编写以上述规范性文件为基本框架,依据相应的检测标准、规范、规程及相关的施工质量验收规范等,结合检测行业的特点,力求使读者通过本教材的学习,提高对工程质量检测特殊性的认识,掌握工程质量检测的基本理论、基本知识和基本方法。

本套教材以实用为原则,它既是工程质量检测人员的培训教材,也是建设、监理单位的工程质量见证人员、施工单位的技术人员和现场取样人员的工具书。本套教材共分九册,分别是《检测基础知识》、《建筑材料检测》、《建筑地基与基础检测》、《建筑主体结构工程检测》、《市政基础设施检测》、《建筑节能与环境检测》、《建筑安装工程与建筑智能检测》、《建设工程质量检测人员岗位培训考核大纲》、《建设工程质量检测人员岗位培训教材习题集》。

本套教材在编写过程中广泛征求了检测机构、科研院所和高等院校等方面有关专家的意见,经多次研讨和反复修改,最后审查定稿。

所有标准、规范、规程及相关法律、法规都有被修订的可能,使用本套教材时应关注所引用标准、规范、规程等的发布、变更,应使用现行有效版本。

本套教材的编写尽管参阅、学习了许多文献和有关资料,但错漏之处在所难免,敬请谅解。为不断完善本套教材,请读者随时将意见和建议反馈至江苏省建设工程质量监督总站(南京市鼓楼区草场门大街88号,邮编210036),以供今后修订时参考。

目 录

第一章 见证取样类检测	1
第一节 水泥物理力学性能	1
第二节 钢筋(连接件)性能	14
第三节 砂、石常规	30
第四节 混凝土、砂浆性能	73
第五节 简易土工	127
第六节 混凝土掺加剂	136
第七节 沥青、沥青混合料	160
第八节 预应力钢绞线、锚夹具、波纹管	202
第二章 墙体、屋面材料检测	238
第一节 砌块	238
第二节 砖	254
第三节 轻质混凝土板材	268
第四节 屋面瓦	272
第三章 饰面材料检测	284
第一节 饰面石材	284
第二节 陶瓷砖	294
第三节 建筑涂料	314
第四章 防水材料检测	334
第一节 防水卷材	334
第二节 止水带、膨胀橡胶	364
第三节 防水涂料	375
第四节 油膏及接缝材料	402
第五章 门窗检测	410
第一节 物理性能	410
第二节 铝合金塑料型材	421
第三节 门窗玻璃	429
第六章 化学分析	438
第一节 钢材	438
第二节 水泥	454
第三节 混凝土拌合用水	467
参考文献	476

第一章 见证取样类检测

第一节 水泥物理力学性能

一、概念

水泥是最重要的建筑材料之一。水泥属于水硬性胶凝材料,遇水后会发物理化学反应,能由可塑性浆体变成坚硬的石状体,并能将散粒状材料胶结成为整体。水泥浆体不但能在空气中硬化,还能在水中硬化,保持并继续增长强度。

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。下面简单介绍一下几种常见水泥:

硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料、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型硅酸盐水泥为P·Ⅰ型,在硅酸盐水泥熟料粉磨时掺加小于等于水泥质量5%石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称Ⅱ型硅酸盐水泥为P·Ⅱ型。

普通硅酸盐水泥(代号为P·O)是由硅酸盐水泥熟料规定、混合材料、适量石膏磨细制成,其中混合材料的掺量大于5%且小于等于20%。普通硅酸盐水泥常简称普通水泥。

矿渣硅酸盐水泥(代号为P·S·A或P·S·B)是由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成。矿渣硅酸盐水泥分两种类型,当水泥中粒化高炉矿渣掺加量大于20%且小于等于50%时为P·S·A型,当水泥中粒化高炉矿渣掺加量大于50%且小于等于70%时为P·S·B型。

火山灰质硅酸盐水泥(代号为P·P)是由硅酸盐水泥熟料和火山灰质混合材料、适量石膏磨细制成,其中火山灰质混合材料掺加量大于20%且小于等于40%。

粉煤灰硅酸盐水泥(代号P·F)是由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰、适量石膏磨细制成,其中粉煤灰掺加量大于20%且小于等于40%。

复合硅酸盐水泥(代号为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。其中混合材料总掺加量大于20%且小于等于50%。

二、检测依据及技术指标

1. 检测依据

《通用硅酸盐水泥》GB 175—2007

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346—2001

《水泥胶砂强度检验方法(ISO)法》GB/T 17671—1999

《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345—2005

《水泥比表面积测定方法(勃氏法)》GB/T 8074—2008

2. 物理技术指标

(1) 凝结时间

硅酸盐水泥:初凝不得早于45min,终凝不得大于390min;

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、复合硅酸盐水泥均为:初凝不得早于 45min,终凝不得大于 600min。

(2) 安定性

用沸煮法检验合格。

体积安定性不良主要是指水泥在硬化后,产生不均匀的体积变化。一般是由于熟料中所含的游离氧化钙过多,也可能是由于熟料中所含的游离氧化镁过多或掺入的石膏过多。熟料中所含的游离氧化钙或氧化镁都是过烧的,熟化很慢,在水泥已经硬化后才进行熟化,此时体积发生膨胀,引起不均匀的体积变化,造成水泥石开裂现象。用沸煮法检验水泥的体积安定性,只能加速氧化钙的熟化作用,所以能检查游离氧化钙引起的体积安定性不良。游离氧化镁在压蒸下才能加速熟化,石膏的危害则需长期在常温水中才能发现,所以沸煮法对两者均不适用。

(3) 强度

水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分,各强度等级水泥的各龄期强度不得低于表 1-1 数值:

水泥强度等级表 表 1-1

品种	强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	≥17.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥22.0		≥4.0	
	52.5	≥23.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥27.0		≥5.0	
	62.5	≥28.0	≥62.5	≥5.0	≥8.0
	62.5R	≥32.0		≥5.5	
普通硅酸盐水泥	42.5	≥17.0	42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥22.0	42.5	≥4.0	
	52.5	≥23.0	52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥27.0	52.5	≥5.0	
矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	≥10.0	≥32.5	≥2.5	≥5.5
	32.5R	≥15.0		≥3.5	
	42.5	≥15.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥19.0		≥4.0	
	52.5	≥21.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥23.0		≥4.5	

(4) 细度

细度为选择性指标。

硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥:比表面积不小于 300m²/kg。

矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥均为:80μm 方孔筛筛余不大于 10% 或 45μm 方孔筛筛余不大于 30%。

水泥细度反映的是水泥颗粒的粗细。颗粒愈细,与水起反应的表面积就愈大,水化较快而且较完全,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. 判定规则

当化学指标、凝结时间、安定性、强度的检验结果均符合标准要求时,规定为合格品;当化学指标、凝结时间、安定性、强度的检验结果中任一项不符合标准要求时,规定为不合格品。

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 200t 为一批,散装不超过 500t 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,亦可从 20 个以上不同部位取等量样品,总量为 12kg,将所取样品充分混合后通过 0.9mm 方孔筛,均分为试验样和封存样。封存样应加封条,密封保管三个月。

四、试验方法

1. 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验

(1) 仪器设备

- ①水泥净浆搅拌机;
- ②标准法维卡仪:主要配件有标准稠度测定用试杆、凝结时间测定用初凝针及终凝针及盛装水泥净浆的试模;
- ③代用法维卡仪;
- ④雷氏夹:由铜质材料制成。当一根指针的根部先悬挂在一根金属丝或尼龙丝上,另一根指针的根部再挂上 300g 质量的砝码时,两根指针针尖的距离增加应在 $17.5 \pm 2.5\text{mm}$ 范围内,当去掉砝码后针尖的距离能恢复至挂砝码前的状态;
- ⑤雷氏夹膨胀测定仪;
- ⑥沸煮箱:有效容积约为 $410\text{mm} \times 240\text{mm} \times 310\text{mm}$,算板的结构应不影响试验结果,算板与加热器之间的距离大于 50mm。能在 $30 \pm 5\text{min}$ 内将箱内的试验用水由室温升至沸腾并保持 3h 以上,整个试验过程中无需加水;
- ⑦量水器:最小刻度 0.1mL,精度 1%;
- ⑧天平:最大称量不小于 1000g,分度值不大于 1g。

(2) 检测环境

①试验室温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度不低于 50%,水泥试样,拌合水,仪器和用具的温度应与试验室一致。

②湿气养护箱的温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度不低于 90%。

(3) 水泥标准稠度用水量的测定

①标准法

a. 水泥净浆的拌制

用湿布擦拭搅拌锅和搅拌叶后,预估拌合水用量,并准确量取后倒入搅拌锅内,然后在 5~10s 内小心将称好的 500g 水泥加入水中,防止水和水泥溅出;将搅拌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间,接着高速搅拌 120s 后停机。

b. 标准稠度用水量的测定

检查维卡仪的金属棒能否自由滑动,调整维卡仪标准稠度用试杆至接触玻璃板时指针对准零点。

立即将拌制好的水泥净浆装入置于玻璃板上的盛装水泥净浆的试模中,用小刀插捣,轻轻振动数次,刮去多余的净浆;抹平后迅速将玻璃底板和试模移到维卡仪上,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,拧紧螺旋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1.5min内完成。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。其拌合水量即为该水泥的标准稠度用水量,按水泥质量的百分比计。

若试杆沉入净浆后距底板的距离不在 6 ± 1 mm的范围内,应根据试验情况,重新称样,调整用水量,重新拌制净浆并进行测定,直至满足为止。

②代用法

a. 水泥净浆的拌制

水泥净浆拌制和标准法相同。代用法测定有调整水量法和不变水量法两种。调整水量法按经验找水,不变水量法固定拌合用水量为142.5mL。

b. 标准稠度用水量的测定

检查维卡仪的金属棒能否自由滑动,调整试锥接触净浆锥模顶面时指针对准零点。

立即将拌制好的水泥净浆装入锥模中,用小刀插捣,轻轻振动数次,刮去多余的净浆;抹平后迅速放到试锥下面的固定位置上,将试锥降至净浆表面,拧紧螺旋1~2s后,突然放松,使试锥垂直自由地沉入水泥净浆中。在试锥停止下沉或释放试锥30s时记录试锥下沉深度,升起试锥后,立即擦净,整个操作应在搅拌后1.5min内完成。

用调整水量法时,以试锥下沉深度 28 ± 2 mm的净浆为标准稠度净浆。其拌合水量为该水泥的标准稠度用水量,按水泥质量的百分比计。如下沉深度超出范围需另称试样,调整水量,重新试验,直至达到 28 ± 2 mm为止。

采用不变水量方法时拌合水量用142.5mL,根据测得的试锥下沉深度 S (mm)按式(1-1)计算得到标准稠度用水量 P (%)。

$$P = 33.4 - 0.185S \quad (1-1)$$

当试锥下沉深度小于13mm时,应改用调整水量法测定。

(4) 凝结时间测定

① 试件的制备

将用标准稠度用水量制得的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。

② 初、终凝时间的测定

调整凝结时间测定仪的试针接触玻璃板时,指针对准零点。

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,将维卡仪装上凝结时间测定用初凝针,从湿气养护箱中取出试模放到试针下,降低试针直至与水泥净浆表面接触,拧紧螺旋1~2s后,突然放松,使试针垂直自由地沉入水泥净浆中。观察试针停止下沉或释放试针30s时指针的读数。当试针沉至距底板 4 ± 1 mm时,为水泥达到初凝状态;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。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;临近初凝时,每隔5min测定一次。

在完成初凝时间的测定后,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,再放入湿气养护箱继续养护,并将维卡仪换上终凝时间测试针。测试时,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,为水泥达到终凝状态,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。临近终凝时间时每隔15min测定一次。

初、终凝测定时应均应注意:到达初凝或终凝时应立即重复测一次,当两次结论相同时才能定为到达初凝或终凝状态。在整个测试过程中试针沉入的位置至少要距试模内壁10mm。每次测定不

能让试针落入原针孔,每次测试完毕须将试针擦净并将试模放回湿气养护箱内,整个测试过程要防止试模受振。

(5) 安定性测定

① 标准法

a. 试件的制备

每个试样准备两个雷氏夹,每个雷氏夹配备两块质量约 75 ~ 85g 的玻璃板两块,并将与水泥净浆接触的玻璃板面及雷氏夹内表面稍稍涂上一层油。

将雷氏夹放在玻璃板上,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 10mm 的小刀插捣数次,然后抹平,盖上稍涂油的玻璃板,立即将试件移至湿气养护箱中养护 24 ± 2 h。

b. 煮沸

调整好煮沸箱内的水位,使之能在 30 ± 5 min 内沸腾,同时又能保证在整个煮沸过程中都超过试件,不需中途加水。

脱去玻璃板取下试件,将雷氏夹放在雷氏夹膨胀测定仪上,测量指针尖端间的距离 A 精确到 0.5mm。将试件放入煮沸箱水中的试件架上,指针朝上,然后在 30 ± 5 min 内加热至沸,并恒沸 180 ± 5 min。

c. 判定

煮沸结束后,立即放掉煮沸箱中的热水,打开箱盖,待箱体冷却到室温,取出试件。测量雷氏夹指针尖端的距离 C ,准确至 0.5mm,当两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,当两个试件的 $C - A$ 值相差超过 4.0mm 时,应用同一样品立即重做一次试验。再如此,则认为该水泥为安定性不合格。

② 代用法

a. 试件的制备

每个试件准备两块约 100mm × 100mm 的玻璃板,并将与水泥净浆接触的玻璃板面稍稍涂上一层油。

将已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,做成直径 70 ~ 80mm、中心厚约 10mm、边缘渐薄、表面光滑的试饼,立即将试饼移至湿气养护箱中养护 24 ± 2 h。

b. 煮沸

煮沸同标准法。

c. 判定

煮沸结束后,立即放掉煮沸箱中的热水,打开箱盖,待箱体冷却到室温,取出试件进行判别。目测试饼未发现裂缝,用钢直尺检查也没有弯曲(使钢直尺和试饼底部紧靠,以两者间不透光为不弯曲)的试饼,即认为该水泥安定性合格,反之为不合格。当两个试饼判别结果有矛盾时,则认为该水泥为安定性不合格。

2. 水泥胶砂强度检验

(1) 仪器设备

① 水泥行星式胶砂搅拌机:应每月检查一次叶片与锅之间的间隙(指叶片与锅壁间的最小距离)。

② 水泥胶砂振实台:应安装在高度约 400mm 的混凝土基座上,混凝土基座体积约为 0.25m^3 ,重约 600kg,仪器底座与基座之间要铺一层砂浆保证它们完全接触。仪器用地脚螺栓固定在基座上,应保证水平。

- ③胶砂试模:组装备用的试模,应用黄干油涂覆试模的外接缝,在试模内表面涂上一层薄机油。
- ④水泥抗折强度试验机。
- ⑤水泥抗压强度试验机:精度应为 $\pm 1\%$,试验机最大荷载宜为 $200 \sim 300\text{kN}$,并具有按 $2400 \pm 200\text{N/s}$ 速率加荷的能力,宜采用能自动调节加荷速度的试验机。
- ⑥抗压强度用夹具:受压面积为 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ 。
- ⑦天平:精度应为 $\pm 1\text{g}$ 。
- ⑧量水器:精度应为 $\pm 1\text{mL}$ 。
- ⑨标准砂:颗粒分布和湿含量应符合规定。可以单级分包装,也可以预配合以 $1350 \pm 5\text{g}$ 量的塑料袋混合包装。

(2) 检测环境

- ①试验室温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度不低于 50% 。试验时,水泥试样,拌合水,仪器和用具的温度应与试验室一致。
- ②试体带模养护的湿气养护箱的温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度不低于 90% 。
- ③试体养护池水温应在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 范围内。
- ④试验室空气温度和相对湿度及养护池水温每天至少记录一次。
- ⑤湿气养护箱的温度与相对湿度至少每 4h 记录一次,在自动控制的情况下可一天记录两次。

(3) 胶砂强度的检验

① 胶砂的制备

硅酸盐水泥和不掺火山灰质混合材料的普通硅酸盐水泥的胶砂量配合比应为:一份水泥、三份标准砂和半份水,每锅材料用量为:水泥 $450 \pm 2\text{g}$,标准砂 $1350 \pm 5\text{g}$,水 $225 \pm 1\text{g}$ 。火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥和掺火山灰质混合材料的普通硅酸盐水泥的胶砂配合比应为:一份水泥和三份标准砂,每锅水泥用量为 $450 \pm 2\text{g}$,标准砂用量为 $1350 \pm 5\text{g}$,而用水量按 0.50 水灰比和胶砂流动度不小于 180mm 来确定,即当采用 0.50 水灰比配制的胶砂测得胶砂流动度小于 180mm 时。应将水灰比以 0.01 的整倍数递增,直到胶砂流动度调整至不小于 180mm 。一锅胶砂成三条试体。

试验前先检查水泥胶砂搅拌机、水泥胶砂振实台是否正常运转。用湿抹布擦拭搅拌锅及叶片。把水加入锅里,再加入水泥,把锅放在固定架上,上升至固定位置。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子加入(当各级砂是分装时,从最粗粒级开始,依次加完)。机器转至高速再拌 30s 。停拌 90s ,在第一个 15s 内用一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 后成型。各个搅拌阶段,时间误差应在 $\pm 1\text{s}$ 以内。

② 试件的制备

胶砂制备完毕后,立即进行试件的成型。将空试模和模套固定在振实台上,用一个适当的勺子直接将胶砂分两层装入试模,装第一层时,每个槽里约放 300g 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,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,一次将超过试模部分的胶砂刮去,并用同一直尺以近乎水平的情况下将试体表面抹平。

在试模上作标记或加字条标明试件编号、各试件相对于振实台的位置。

③ 试件的养护

去掉留在模子四周的胶砂。立即将作好标记的试模放入湿气养护箱的水平架子上养护,湿空气应能与试模的各边接触。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。

脱模应非常小心。对于 24h 以上龄期的,应在成型后 20~24h 之间脱模。如经 24h 养护,会因脱模对强度造成损害时,可以延迟至 24h 以后脱模,但在试验报告中应予说明。

将做好标记的试件立即竖直放在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 水中的算子上养护,彼此之间保持一定间距,以让水与试件的六个面接触。养护期间试件之间间隔或试件上表面的水深不得小于 5mm。养护期间只许加水保持适当水位,不允许全部换水。每个养护池只养护同类型的水泥试件。

任何到龄期的试体应在破型前 15min 从水中取出,揩去试体表面沉积物,并用湿布覆盖至试验为止。

试体龄期是从水泥加水搅拌开始试验时算起,不同龄期强度试验在下列时间里进行:

-24h $\pm$ 15min;

-48h $\pm$ 30min;

-72h $\pm$ 45min;

-7d $\pm$ 2h;

-28d $\pm$ 8h。

④试件的抗折及抗压

抗折强度测定:将试体一个侧面放在试验机支撑圆柱上,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_f 以牛顿每平方毫米(MPa)表示,按式(1-2)进行计算:

$$R_f = \frac{1.5F_f L}{b^3} \quad (1-2)$$

式中 F_f ——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)。

抗压强度测定:将经抗折试验折断的半截棱柱体放入抗压夹具,并保证半截棱柱体中心与试验机压板的中心差应在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内,棱柱体露出抗压夹具压板的部分约有 10mm。

在整个加荷过程中,以 $2400 \pm 200\text{N/s}$ 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(1-3)进行计算:

$$R_c = \frac{F_c}{A} \quad (1-3)$$

式中 F_c ——破坏时的最大荷载(N);

A ——受压部分面积(mm^2)。

⑤试验结果的判定

以一组三个棱柱体抗折结果的平均值作为试验结果。当三个强度值中有超出平均值 $\pm 10\%$ 时,应剔除再取平均值作为抗折强度结果。各试体的抗折强度记录至 0.1MPa,计算精确至 0.1MPa。

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作为试验结果。当六个测定值中有一个超出六个平均值 $\pm 10\%$ 时,就应剔除这个结果后再取平均值作为抗压强度结果,如果五个测定值中再有超出它们平均数 $\pm 10\%$ 的,则此组结果作废。各个半个棱柱体的单个抗压强度记录至 0.1MPa,平均值计算精确至 0.1MPa。

3. 水泥细度检验

(1)仪器设备

①试验筛:筛孔尺寸为 $80\mu\text{m}$ 或 $45\mu\text{m}$, 有负压筛、水筛和手工筛。试验筛每使用 100 次后需重新标定。

②负压筛析仪:负压可调范围为 $4000 \sim 6000 \text{ Pa}$ 。

③天平:最小分度值不大于 0.01g 。

(2) 试验准备

试验筛应保持清洁,负压筛和手工筛应保持干燥。

试验时, $80\mu\text{m}$ 筛析试验应称取试样 25g , $45\mu\text{m}$ 筛析试验应称取试样 10g , 均精确至 0.01g 。

(3) 细度检验

① 负压筛析法

筛析试验前,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 $4000 \sim 6000\text{Pa}$ 范围内。

将称取的水泥试样,置于洁净的负压筛中,放在筛座上,盖上筛盖,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,用天平称量全部筛余物。

② 水筛法

筛析试验前,调整好水压(水压应为: $0.05 \pm 0.02\text{MPa}$)及水筛架的位置,使其能正常运转,并控制喷头底面和筛网之间距离为 $35 \sim 75\text{mm}$ 。

将称取的水泥试样,置于洁净的水筛中,立即用淡水冲洗至大部分细粉通过后,放在水筛架上,用水压为 $0.05 \pm 0.02\text{MPa}$ 的喷头连续冲洗 3min ,筛毕,用少量水把筛余物冲至蒸发皿中,等水泥颗粒全部沉淀后,小心倒出清水,烘干后并用天平称量全部筛余物。

③ 手工筛析法

将称取的水泥试样,置于洁净的手工筛中。用一只手持筛往复摇动,另一只手轻轻拍打,往复摇动和拍打过程应保持近于水平。拍打速度每分钟约 120 次,每 40 次向同一方向转动 60° ,使试样均匀分布在筛网上,直至每分钟通过的试样数量不超过 0.03g 为止,称量全部筛余物。

④ 结果计算及处理

水泥试样筛余百分数按式(1-4)计算:

$$F = \frac{R_1}{W} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 F ——水泥试样的筛余百分数(%);

R_1 ——水泥筛余物的质量(g);

W ——水泥试样的质量(g)。

结果计算至 0.1% 。

⑤ 筛余结果修正

筛析结果应进行修正。修正的方法是将水泥样的筛余百分数乘上试验筛的标定修正系数。

合格评定时,每个样品应称取两个试样分别筛析,取筛余平均值为筛析结果。若两次筛余结果绝对误差大于 0.5% 时(筛余值大于 5.0% 时可放至 1.0%)应再做一次试验,取两次相近结果的算术平均值,做为最终结果。

⑥ 试验筛的标定

被标定的试验筛应事先经过清洗、去污、干燥(水筛除外)并和标定试验室温度一致。

将水泥细度标准样品装入干燥的密闭广口瓶中,盖上盖子摇动 2min ,消除结块。静置 2min 后,用一根干燥洁净的搅拌棒搅匀样品。按上述的方法进行筛析试验操作。每个试验筛的标定应称取两个标准样品连续进行,中间不得插做其他样品。

以两个样品结果的算术平均值为最终值,但当两个样品筛余结果相差大于 0.3% 时,应称第三

个样品进行试验,并取接近的两个结果进行平均作为最终结果。

修正系数按式(1-5)计算:

式中 C ——试验筛修正系数;

F_s ——标准样给定的筛余百分数(%);

F_t ——标准样在试验筛上的筛余百分数(%)。

修正系数 C 计算至 0.01。

当 C 值在 0.8~1.20 范围内时,试验筛可继续使用, C 作为结果修正系数。

当 C 值超出 0.8~1.20 时,试验筛应予淘汰。

4. 水泥比表面积测定(勃氏法)

水泥比表面积是指单位质量的水泥粉末具有的总表面积,以 m^2/kg 表示。

勃氏法是根据一定量的空气通过具有一定空隙率和固定厚度的水泥层时,所受阻力不同而引起流速的变化来测定水泥的比表面积。

(1) 仪器设备

①勃氏透气仪:由透气圆筒、穿孔板、捣器、U形压力计、抽气装置等组成。

②滤纸:中速定量滤纸,直径为 12.7mm 且边缘光滑。

③天平:分度值为 0.001g。

④秒表:精确到 0.5s。

⑤烘干箱:控制温度灵敏度 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

⑥基准材料:GSB14-1511 或相同等级的其他标准物质。有争议时以前者为准。

⑦李氏瓶:瓶颈刻度由 0~24mL,且 0~1mL 和 18~24mL 段分度值应为 0.1mL。

⑧恒温水浴。

(2) 检测环境

试验室相对湿度不大于 50%。

(3) 仪器校准

①漏气检查:将透气圆筒上口用橡皮塞塞紧,接到压力计上。用抽气装置从压力计一臂中抽出部分气体,关闭阀门,观察是否漏气。若漏气应用油脂加以密封。

②试料层体积测定:

用水银代排法标定圆筒的试料层体积。将穿孔板放入透气圆筒内,再放入两片滤纸,然后在圆筒内装满水银,用玻璃片挤压圆筒上口多余的水银,使水银面与圆筒上口平齐,倒出水银称量 P_1 ,精确至 0.001g。从圆筒中取出一片滤纸,装入适量的试样,再盖上一片滤纸后用捣器压实至试料层规定高度,取出捣器,再在圆筒内装满水银,同样用玻璃片挤压后,倒出水银并称量 P_2 ,按式(1-6)计算试料层体积:

$$V = (P_1 - P_2) / \rho_{\text{水银}} \quad (1-6)$$

式中 V ——试料层体积(cm^3);

P_1 ——未装试样时,充满圆筒的水银质量(g),精确至 0.001g;

P_2 ——装试样后,充满圆筒的水银质量(g),精确至 0.001g;

$\rho_{\text{水银}}$ ——试验温度下的水银密度(g/cm^3)。

试料层的体积测定重复进行两次,取两次的平均值,结果精确至 0.001 cm^3 。

(4) 试验步骤

①样品处理

将水泥试样,通过 0.9mm 方孔筛,再在 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 下烘干,并在干燥器中冷却到室温。

②测定水泥密度

将无水煤油注入李氏瓶中至 0~1mL 刻度线后(以弯月面下部为准),盖上瓶塞放入恒温水浴内,使刻度部分浸入水中,水浴温度应控制在李氏瓶刻度时的温度,恒温 30min,记下初始读数 V_1 (cm^3)。

从恒温水浴中取出李氏瓶,用滤纸将李氏瓶细长颈内没有煤油的部分仔细擦干净。称取水泥试样 60g(P_1, g),精确至 0.01g。

将称取的水泥试样全部装入李氏瓶中,反复摇动至没有气泡排出,再将李氏瓶静置于恒温水浴中,恒温 30min,记下第二次读数 V_2 (cm^3)。两次读数时,恒温水浴的温度差不大于 0.2°C 。

水泥密度按下式计算:

$$\rho = P_1 / (V_2 - V_1)$$

结果计算到第三位后修约到 0.01 g/cm^3 ,试验取两次测定结果的算术平均值,两次测定结果之差不得超过 0.02 g/cm^3 。

③确定试样量

试样量按式(1-7)计算:

$$m = \rho V(1 - \varepsilon) \quad (1-7)$$

式中 m ——需要的试样量(g);

ρ ——试样的密度(g/cm^3);

V ——试料层体积(cm^3);

ε ——试料层空隙率, P·I、P·II 型水泥采用 0.500 ± 0.005 ,其他水泥和粉料采用 0.530 ± 0.005 。

④试料层制备

将穿孔板放入透气圆筒的凸缘上,用捣棒将一片滤纸送到穿孔板上,边缘放平并压紧。称量上述确定的水泥量,精确至 0.001g,倒入圆筒内。轻敲圆筒的边,使水泥层表面平坦,再放入一片滤纸,用捣器均匀捣实试料直至捣器的支持环紧紧接触圆筒顶边并旋转 1~2 圈,慢慢取出捣器。

每次测定需用新的滤纸片。

⑤透气试验

把装有试料层的透气圆筒下锥涂一薄层活塞油脂,然后把它插入压力计顶端锥型磨口处,旋转 1~2 圈。保证紧密连接不漏气,并不振动所制备的试料层。

打开电磁泵慢慢从压力计一臂中抽出空气,直到压力计内液面上升到扩大部下端时关闭阀门。当压力计内液体的凹月面下降到第一条刻线时开始计时,当液体的凹月面下降到第二条刻线时停止计时。记录液面从第一条刻线到第二条刻线所需的时间,以秒记录,并记下试验时的温度。每次透气试验应重新制备试料层。

(5)结果计算

①当被测试样的密度、试料层中空隙率与标准试样相同,试验时温差不大于 3°C 时,可按式(1-8)计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T}}{\sqrt{T_s}} \quad (1-8)$$

如试验时温差大于 3°C 时,可按式(1-9)计算:

$$S = \frac{S_s \sqrt{T} \sqrt{\eta_s}}{\sqrt{T_s}} \quad (1-9)$$