

交通部水运工程试验检测技术培训教材

YUANCAILIAO ZHILIANG JIANCE

原材料 质量检测

蔡宁生 主编

人民交通出版社

交通部水运工程试验检测技术培训教材

Yuancailiao Zhiliang Jiance

原材料质量检测

蔡宇生 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本教材着重介绍水运工程中原材料的试验检测的主要内容,按照现行的国家及行业标准,从取样、检测试验项目、试验仪器设备、试验操作步骤、试验结果分析等环节对各种原材料的检测工作作了较为详细的说明,本教材所涵盖的原材料为:水泥;粗、细骨料;钢筋混凝土用钢筋、钢丝、钢绞线;钢结构用钢材;混凝土外加剂;混凝土用掺和料;混凝土拌和用水;石料;土工合成材料及修补材料等。

本教材主要用于水运工程试验检测技术人员的培训,也可作为高等学校相关专业的教材及参考书和供从事土木工程的试验检测技术人员参考。

图书在版编目(C I P)数据

交通部水运工程试验检测技术培训教材/水运工程试验检测技术培训教材编委会主编. —北京:人民交通出版社, 2000. 7

ISBN 7-114-03722-8

I. 交… II. 水… III. 航道工程—工程验收—技术培训—教材 IV. U615.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65429 号

交通部水运工程试验检测技术培训教材

原材料质量检测

蔡宁生 主编

版式设计: 周 圆 责任校对: 张 捷 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号 010 85285375)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.5 字数: 205 千

2000 年 7 月 第 1 版

2007 年 3 月 第 3 次印刷

印数: 5001—7000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-114-03722-8

U · 02696

前 言

在任何一项建筑工程中,用于建筑材料的费用都占有相当大的比重。同时,建筑材料的品种、质量及规格,直接影响着各项建筑工程的坚固、耐久、适用、美观和经济性,并在一定程度上影响着建筑工程的结构形式与施工方法。建筑原材料的质量是关系到工程总体质量优劣最关键的因素之一。随着我国水运事业的蓬勃发展,对工程原材料的试验检测工作提出了更高的要求,准确地检测和评定各种建筑材料的品质,是保证工程质量、降低工程造价的重要环节。

编写说明

建筑工程的质量问题是关系到国家人民生命财产安危的千年大计。在改革开放和市场经济条件下,建筑市场必须严格按规定的法制轨道办事,严把质量关特别重要。根据一切用数据说话的原则,对建筑用原材料、构、配件及建筑物本身进行科学的试验和检测,是证明建筑物质量状况优劣的最具权威的依据。无论是建设单位、施工单位,还是质量监督部门都必须注重试验和检测工作。

交通运输事业是国民经济的一个重要组成部分,它在生产、流通和消费诸环节中起着极其重要的作用。水运具有量大、价兼、安全的优势,在大宗货物的运输方面,特别是在洲际外贸运输方面更是一枝独秀。因此,水运是现代交通的重要组成部分。

水运工程多在海上和河流中施工,施工时需要的船机设备较多,条件艰苦,季节性强,影响因素复杂,一旦造成质量事故后损失巨大,而返工、返修、善后处理又很困难。所以作为建设单位、施工单位、监理单位和上级主管部门都把质量控制放在十分重要的地位,重庆市綦江县彩虹桥倒塌的事件在建筑行业引起了极大的震撼。加强质量管理和监督,防止不合格建筑产品交付使用,科学地做好各种试验检测是必不可少的基本工作。

水运工程的试验检测工作融专业知识和操作方法于一体,具有较强的理论性和实践性。为了大面积地提高试验检测人员和管理人员的技能和素质。交通部工程建设质量监督总站计划对有关从业人员进行全面培训,主要对象是中专(高中)以上学历。从事试验检测和管理工作的人员。为了使培训工作顺利地进行,特成立了水运工程试验检测技术培训教材编委会,由交通部当时的工程建设质量监督总站站长苏秉坤任教材编委会主任,并委托原南京交通高等专科学校组织编写全套培训教材,具体由港航系(现东南大学交通学院港航系)实施。1997年7月在江苏省交通厅召开了由中港一航局、二航局、三航局、四航局港湾工程试验检测中心、河海大学、重庆交通学院、长沙交通学院等单位的有关专家教授参加的教材编写大纲审查会,并通过了教材编写大纲。1998年3、4月份,根据教材编写大纲,各门课程的讲义都陆续编写完成并使用。现在出版的这套教材是在多期培训班试用的讲义基础上,两次请有关专家评审,并吸收了培训班举办单位和广大学员的意见进行了增删修改而成的。

根据交通部工程建设质量监督总站的意见,现先出版《土工试验及地基承载力检测》、《混凝土及构件试验检测》、《水运工程试验检测概论》、《原材料质量检测》等四本。

1.《土工试验及地基承载力检测》包括土工基础知识,常规土工试验,常用地基处理方法,地基承载力的原位测试。由周福田、朱志铎、经绯、顾春光编写,周福田任主编。秦皇岛港湾工程质量检测中心赵敏成、南京水利科学研究院盛树馨审阅了本书。

2.《混凝土及构件试验检测》,上篇混凝土及构件试验检测包括了水泥混凝土拌和物的和易性、硬化混凝土的强度及耐久性、砂浆技术性质、预应力钢绞线锚夹具等的常规试验检测;下篇为混凝土非破损检测技术。全书由宣国良、谢耀峰任主编。天津港湾工程质量检测中心吴岳清、武汉港湾工程质量检测中心吴继光、大连理工大学王清湘审阅了上篇,天津港湾工程质量检测中心龚景齐、刘亚平审阅了下篇。

3.《水运工程试验检测概论》,包括试验检测的规范性管理,试验检测的基本要求,实验室的运作,试验检测程序,质量管理和试验检测中数据处理等方面的基本概念和方法。由陈一梅、吴岳清编写,陈一梅任主编。天津港湾工程质量检测中心黄孝衡、武汉港湾工程质量检测中心王颖异、大连理工大学胡立万审阅了全书。

4.《原材料质量检测》,对各种原材料(包括水泥、混凝土的粗细骨料、钢筋、钢丝、钢绞线、其他钢材、混凝土外加剂及掺合料混凝土拌合用水、石料、土工合成材料及修补材料)的试验检测工作作了详细的说明,由蔡宁生、黄孝衡编写,蔡宁生任主编。上海港湾工程设计研究院陈慧英、南京水利科学研究院方璟、广州港湾工程质量检测中心周庆华审阅了全书。

这套教材的编写、出版得到了交通部工程建设质量监督总站、原南京交通高等专科学校港航系、成教部、教务处和人民交通出版社的大力支持。东南大学交通学院港航系周福田对教材的编写、出版做了大量的组织工作,并对全套教材进行统稿。承江苏省交通厅质量监督站解先荣高级工程师审阅了这套教材,提出了不少宝贵意见,在此表示十分感谢。本书不足之处在所难免,恳望读者指正。

2000年4月

目 录

第一章 水泥的质量检测	1
第一节 水泥的定义及主要技术标准	1
第二节 检测项目及取样原则	2
第三节 检测试验	4
第二章 混凝土骨料的质量检测	15
第一节 细骨料质量检测	15
第二节 粗骨料质量检测	24
第三章 建筑钢材质量检测	34
第一节 钢筋混凝土用钢材	34
第二节 钢结构用钢材	41
第三节 钢材检测试验	45
第四章 混凝土外加剂的质量检测	53
第一节 概述	53
第二节 技术要求	54
第三节 检验规则及检测试验方法	57
第四节 验收规则	77
第五章 其他原材料的质量检测	79
第一节 掺和料的质量检测	79
第二节 拌和用水质量检测	86
第三节 石料的质量检测	95
第四节 土工合成材料的质量检测	96
第五节 修补材料质量检测	119
附 本教材编写引用的标准	126
主要参考文献	127

第一章 水泥的质量检测

水泥是重要的建筑材料之一。水泥加水拌和后,经过物理化学反应过程能由可塑性浆体变为坚硬的石状体,它不仅能在空气中硬化,而且能更好地在水中硬化,保持并继续发展其强度,因此,水泥属于水硬性胶凝材料。

我国的水泥品种较多,常用于水运工程中的水泥主要是硅酸盐水泥、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。

第一节 水泥的定义及主要技术标准

一、我国常用水泥品种与组成

1. 硅酸盐水泥:凡由硅酸盐熟料、0~5%石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为硅酸盐水泥。硅酸盐水泥分为两类:不掺加混合材料的称为 I 型硅酸盐水泥,代号 P.I;在硅酸盐水泥熟料粉磨时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为 II 型硅酸盐水泥,代号 P.II。

2. 普通硅酸盐水泥:凡由硅酸盐水泥熟料、6%~15%混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为普通硅酸盐水泥(简称普通水泥),代号 P.O。

掺活性混合材料时,最大掺量不得超过 15%,其中允许用不超过水泥质量 5%的窑灰(用回转窑生产硅酸盐水泥熟料时,随气流从窑尾排出的灰尘,经收尘设备收集到的干燥粉末)或不超过水泥质量的 10%的非活性混合材料代替。

掺非活性混合材料时,最大掺量不得超过水泥质量 10%。

3. 矿渣硅酸盐水泥:凡由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣、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),代号 P.S。

水泥中粒化高炉矿渣(凡在高炉冶炼生铁时,所得以硅酸钙与铝硅酸钙为主要成分的熔融物,经冷成粒,即为粒化高炉矿渣)的掺加量,按质量百分比计为 20%~70%。允许用石灰石、窑灰、粉煤灰和火山灰质混合材料中一种材料代替矿渣,代替数量不得超过水泥质量的 8%,替代后水泥中粒化高炉矿渣不得少于 20%。

4. 火山灰质硅酸盐水泥:凡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),代号 P.P。水泥中火山灰质混合材料掺量按质量百分比计为 20%~50%。

5. 粉煤灰硅酸盐水泥:凡由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为粉煤灰硅酸盐水泥(简称粉煤灰水泥),代号 P.F。水泥中粉煤灰掺量按质量百分比计为 20%~40%。

二、主要技术指标

硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥的各项技术指标必须符合 GB175-99 的规定。矿渣硅酸盐

水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥的各项技术指标必须符合 GB1344 - 99 的规定。

根据港口工程的特殊性,在港工混凝土质量控制标准、混凝土施工规范中还规定:采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥时其熟料中的铝酸三钙(C_3A)含量宜在 6% ~ 12% 范围内。其主要原因为:由于海水中含有大量氯离子,水泥中的铝酸三钙的水化物与渗入混凝土中的氯离子结合生成氯铝酸钙,推迟了钢筋周围水泥在孔隙中氯离子的浓度达到活化钢筋的临界浓度。因此硅酸盐水泥熟料中铝酸三钙含量适当增大,对保护钢筋防止锈蚀是有利的,此外与海水中硫酸盐反应生成的水化硫铝酸钙少了,使混凝土在海水中不会发生硫酸盐型的化学腐蚀。对于混凝土抗冻性来说主要的影响因素是含气量、水灰比及掺合料等。经试验采用熟料铝酸三钙含量稍高(6% ~ 12%)的水泥对混凝土的抗冻性无影响。

三、关于立窑水泥

在《水运工程混凝土质量控制标准》(JTJ269 - 96)中规定:“立窑水泥在符合有关标准的情况下,可用于不冻地区的素混凝土和 III 级建筑物的钢筋混凝土工程;当有充分论证时,方可用于不受冻地区处于海水环境中的钢筋混凝土和受冻地区的素混凝土、钢筋混凝土工程中,在使用中均应加强质量检验”。

立窑水泥生产工艺即为将含有煤的生料球由窑顶喂入,空气从窑下部用高压风机鼓入。窑内的物料借自重自上而下移动,料球在窑内经预热、分解、烧成和冷却一系列物理、化学变化形成熟料从窑底卸出,废气经窑罩、烟囱排出。采用这样的工艺生产水泥存在以下几个问题:

(1)由于物料填满了窑体,故其阻力甚大,目前许多立窑感到风机的压力不够,所以产生燃烧不充分,形成部分“生烧”。卸出生烧的生粉夹在熟料中降低了标号,并可能发生 f_{cao} 量增加,影响水泥安定性;

(2)由于窑内物料阻力不均。因而燃烧产生强弱,燃烧强的部位形成“过烧”。料块达到熔融,容易结大块;燃烧弱的部位形成生烧或欠烧造成生粉。当使用过烧熟料制的水泥,水泥凝结较慢,强度较低,由于 f_{cao} 的含量很大,则造成水泥安定性不良;

(3)立窑下部的冷却不够,出窑的熟料温度甚高,易使 $\beta - C_2S$ 转变成 $\gamma - C_2S$,体积膨胀,散成黄粉,降低强度;

(4)为了生产早强型水泥,立窑水泥生产中,采用了提高石灰石饱和系数(K_h),当 K_h 系数过高,则熟料中 f_{cao} 也显著增加。为了解决这一问题并降低产品能耗,目前不少立窑水泥厂应用矿化剂这一技术措施,但当应用不当时,则会出现以下两种凝结时间反常现象:其一如果在烧制成过程中,温度过高,矿化剂掺量大时,在冷却过程中特别是在慢冷的情况下,氟与 C_3S 产生二次反应生成 $C_{11}S_4 \cdot CaF_2$ 包围在 C_3S 的表面,影响水化速度、水泥凝结时间减慢,强度偏低;其二当烧成温度偏低,Fe 较少时生成 $C_{11}A_7 \cdot CaF_2$,这种早强矿物导致水泥快凝。

鉴于以上情况,因此在施工规范中作出了规定。当采用立窑水泥时应按规范中的规定严格掌握。

第二节 检测项目及取样原则

一、检测项目

按《水运工程混凝土质量控制标准》(JTJ269 - 96)中的规定水泥进厂(场)时,应附有水泥

生产厂的质量证明书,并应对其品种、标号、包装(或散装仓号)、包重、出厂日期等检查验收,并按国家现行有关标准对其质量进行复验。

1. 水泥胶砂强度

应按规定龄期的水泥胶砂抗折强度与抗压强度两项指标确定水泥强度等级。各强度等级水泥各龄期强度不得低于 GB175—99 及 GB1344—99 的规定。

2. 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验

测定水泥的标准稠度用水量不仅可直接了解水泥需水性,还可使凝结时间及安定性等其他性能测试准确可比。由于加水量的多少,对水泥的一些技术性质(如凝结时间等)的测定值影响很大,故测定这些性质时,必须在一个规定的稠度下进行。这个规定的稠度,称为标准稠度。水泥净浆达到标准稠度时,所需的拌合水量(以占水泥重量的百分率表示),称为标准稠度用水量。硅酸盐水泥的标准稠度用水量,一般在 24% ~ 30% 之间。水泥熟料矿物成分不同时,其标准稠度用水量亦有差别。磨得越细的水泥,标准稠度用水量越大。

水泥凝结时间是水泥从加水开始到水泥浆失去可塑性所需的时间。凝结时间分为初凝时间和终凝时间。水泥加水后,发生水化作用,水化凝结硬化过程一般来说分为四个阶段:起始期、诱导期、加速期、衰退期(包括反应随时间下降阶段、反应速度很低阶段)。当水泥水化反应进入诱导期末时,胶体状的水化产物在某些点接触构成比较疏松的网状结构,使水泥浆体失去流动性和部分塑性,这时为初凝。从水泥加水拌合起到水泥初凝所经过的时间称为初凝时间。当水泥水化反应进入加速期生成较多量的 C-S-H 凝胶与氢氧化钙等水化产物,它们互相接触质点间不但有分子间力和静电引力,而且还有不断增大的化学键力,到一定程度水泥浆体完全失去可塑性,建立起充满全部间隙的紧密网状结构。并在网状结构内部不断充实水化产物,这时约处于加速期初。从水泥加水拌合起到水泥浆完全失去可塑性所经历的时间称为终凝时间。在施工时,水泥砂浆或混凝土的搅拌、运输和浇筑等工序都必须在水泥初凝前完成,水泥凝结快慢直接影响施工进度,掌握凝结时间对于施工具有很重大的意义。

安定性:是指水泥在凝结硬化过程中体积变化的均匀程度。反映水泥浆在硬化后因体积膨胀不均匀而变形的情况,是评定水泥质量的重要指标之一,是保证混凝土质量的必要条件,因此有关国家标准中规定,水泥安定性不合格即为废品。

3. 此外根据要求检测其他性能:细度、密度、流动度、三氧化硫(SO_3)、氧化镁(MgO)、烧失量、不溶物等。

二、取样原则

取样方法按 GB12573 进行。

1. 散装水泥,对同一水泥厂生产的同期出厂的水泥品种,以一次进厂(场)的同一出厂编号的水泥为一批,且一批总重量不超过 500 t。随机从不少于三个车罐中采取等量水泥,经混拌均匀后称取不少于 12 kg。

2. 袋装水泥,对同一水泥厂生产的同期出厂的同品种、同标号的水泥,以一次进厂(场)的同一出厂编号为一批,且一批总重量不超过 100 t。取样应有代表性,可连续取,亦可从 20 个以上不同部位取等量样品,总量不得少于 12 kg。

3. 按照标准规定进行检测时,将水泥试验等分成两份,一份用于检验,一份密封保存,以备有疑问时用于复验(密封保存不得超过 3 个月)。

第三节 检测试验

一、水泥的强度试验检测

水泥的强度主要取决于水泥熟料矿物成分的相对含量和水泥的细度。水泥的强度受到温度、湿度、龄期、加水量、试件尺寸、试验方法等许多因素的影响。为了使试验结果更接近水泥在现浇混凝土和预制混凝土中的状态,国家统一规定采用水泥胶砂强度检验方法(ISO679)GB/T17671-1999,以规定龄期的抗压强度和抗折强度确定水泥强度等级。

(一)适用范围

本方法适用于硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥及石灰石硅酸盐水泥的抗压强度和抗折强度检验。其他品种水泥采用 GB/T17671-1999 时必须研究 GB/T17671 规定的适用范围。

(二)主要仪器设备

1. 搅拌机

(1)搅拌机属行星式(图 1-1),由胶砂搅拌锅和搅拌叶片及相应的机构组成,搅拌叶片呈扇形,搅拌时作顺时针自转外沿锅周边逆时针公转,并具有高低两种速度。

(2)用多台搅拌机工作时,搅拌锅和搅拌叶片应保持配对使用,叶片与锅之间的间隙,即叶片与锅壁最近的距离,应每月检查 1 次。

(3)搅拌叶片高速与低速时的自转和公转速度必须符合以下要求(见表 1-1):

表 1-1

速度 档	搅 拌 叶	自 转 (r/min)	公 转 (r/min)
低		140 ± 5	62 ± 5
高		285 ± 10	125 ± 10

胶砂搅拌机的工作程序分为手动和自动两种。

自动控制程序的转速为:低速 $30s \pm 1s$ 。再低速、同时自动加砂开始、 $30s \pm 1s$ 全部加完;高速 $30s \pm 1s$,停 $90s \pm 1s$,高速 $60s \pm 1s$ 。

手动控制具有高、停、低三档速度及加砂功能控制钮。

搅拌锅由耐锈蚀钢材制造,内径 $202mm \pm 1mm$,深度 $180mm \pm 3mm$,壁厚 $1.5 mm \pm 0.2 mm$ 。

搅拌叶片行星式胶砂搅拌机制造质量应符合 JC/T681-97 水泥物理检验仪器 行星式胶砂搅拌机的要求。

2. 胶砂振动台

(1)胶砂振动台(图 1-2)由装有两个对称偏重轮的 0.25kW 电动机产生振动,其频率为每分钟 2800~3000 次,台面放上空试模时中心振幅为 $0.85mm \pm 0.05 mm$ 。振动部分(包括电动机、台面、卡具和拉杆)的总重为 $32kg \pm 0.5 kg$ 。

(2)振动台台面面积约为 $360mm \times 360mm$ 。台面上装有卡具能把试模和下料漏斗紧紧夹住。振动台应固定于混凝土基座上。

(3)振动台装有制动器,能使电动机在停车后 5s 内停止转动。

(4)制造质量符合 JC/T723 的有关规定。与 ISO679 接轨应使用符合 JC/T682 要求的振动台。

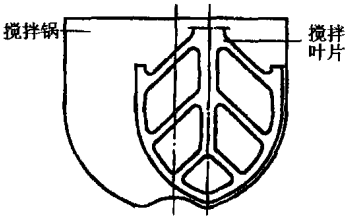


图 1-1 胶砂搅拌机

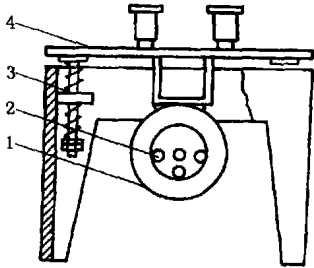


图 1-2 胶砂振动台
1-电动机;2-偏重轮;3-弹簧;4-台面

3. 试模

试模为可装卸的三联模(图 1-3)由隔板、端板、底座等组成,隔板 and 端板应有编号,可同时成型三条截面为 40mm×40mm,长 160 mm 的棱形试体。其材质和制造尺寸应符合 JC/T726 的要求。组装后内壁各接触面应互相垂直,其有效尺寸如表 1-2。隔板与端板应由硬质钢材制造,底座可用铸钢或铸铁制造。隔板和端板表面及底座上表面必须磨平。当试模的任何一个公差超过规定的要求时,就应更换。在组装备用的干净模型时,应用黄干油等密封材料涂覆模型的外接缝。试模的内表面应涂上一薄层模型油或机油。成型操作时,应在试模上面加有一个壁高 20 mm 的金属模套,当从上往下看时,模套壁与模型内壁应该重叠,超出内壁不应大于 1 mm。

试模尺寸要求 表 1-2

符 号	制造尺寸(mm)	磨损后允许尺寸(mm)
A	160	160±0.8
B	40	40±0.2
C	40	40±0.1

4. 抗折强度试验机

(1) 抗折强度试验机应附合 JC/T724 的要求。试件在夹具中受力状态如图 1-4。

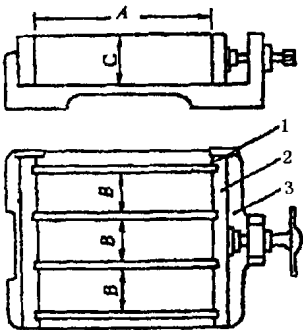


图 1-3 试模
1-隔板;2-端板;3-底座

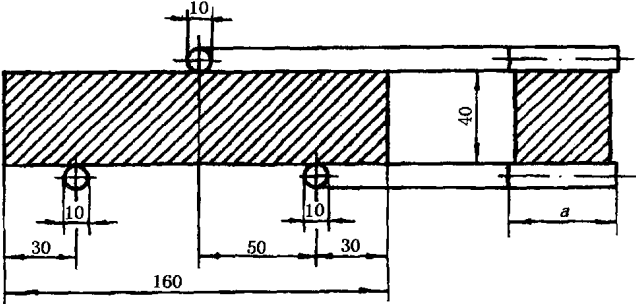


图 1-4 抗折强度测定加荷图

(2)通过三根圆柱轴的三个竖向平面应该平行,并在试验时继续保持平行和等距离垂直试体的方向,其中一根支撑圆柱和加荷圆柱能轻微地倾斜使圆柱与试体一完全接触,以便荷载沿

试体宽度方向均匀分布,同时不产生任何扭转应力。

5. 抗压强度试验机

(1) 抗压强度试验机在较大的 4/5 量程范围内使用时记录的荷载应有 $\pm 1\%$ 的精度,并具有按 $2400\text{N/s} \pm 200\text{N/s}$ 速率加荷能力,应有一个能指示试件破坏时荷载并把它保持到试验机卸荷以后的指示器,可以用表盘里的峰值指针或显示器来达到。人工操纵的试验机应配有一个速度动态装置,以便于控制荷载增加。

(2) 压力机的活塞竖向轴应与压力机的竖向轴重合,在加荷时也不例外,而且活塞作用的合力要通过试件中心,压力机的下压板表面应与该机的轴线垂直并在加荷过程中一直保持不变。

(3) 压力机上压板球座中心应在该机竖向轴线与上压板下表面相交点上,其公差为 $\pm 1\text{mm}$ 。上压板在与试体接触时能自动调整,但在加荷期间上下压板的位置应固定不变。

(4) 试验机的压板应由维氏硬度不低于 VH600 硬质钢制成,最好为碳化钨,厚度不小于 10 mm,宽为 $40\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$,长不小于 40 mm。压板和试件接触的表面平面度公差应为 0.01 mm,表面粗糙度应在 0.1 ~ 0.8 之间。

6. 抗压强度试验机用夹具

当需要使用夹具时,应把它放在压力机的上下压板之间并与压力机处于同一轴线,以便将压力机的荷载传递至胶砂试件表面。夹具应符合 JC/T683 的要求,受压面积为 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ 。夹具在压力机上位置见图 1-5。夹具要保持清洁,球座应能转动以使其上压板能从一开始就适应试体的形状并在试验中保持不变。

7. 刮平刀

断面为正三角形,边长 26 mm。包括两个手柄的总长度约为 32 cm。

(三) 试验材料

(1) 水泥试样应充分拌匀,通过 0.9 mm 方孔筛并记录筛余物。试验用水泥从取样至试验要保持 24h 以上时,应把它贮存在基本装满和气密的容器里,这个容器应不与水泥起反应。

(2) 标准砂

各国生产的 ISO 标准砂都可以用来按标准测定水泥强度。中国生产的标准砂符合 ISO679 中 5.1.3 要求。

ISO 基准砂:

ISO 基准砂是由德国标准砂公司制备的 SiO_2 含量不低于 98% 的天然的圆形硅质砂组成,其颗粒分布在表 1-3 规定的范围内。

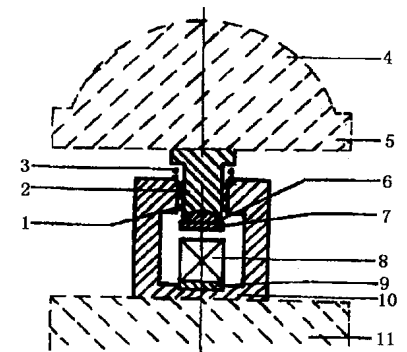


图 1-5 典型的抗压强度试验夹具
1-滚珠轴承;2-滑板;3-复位弹簧;4-压力机球座;5-压力机上压板 6- 夹具球塞;7-夹具上压板;8-试体;9-底板;10-夹具下垫板;11-压力机下压板

ISO 基准砂颗粒分布

表 1-3

方孔边长(mm)	累计筛余(%)	方孔边长(mm)	累计筛余(%)
2.0	0	0.5	6765
1.6	765	0.16	8765
1.0	3365	0.08	9961

砂的筛析试验应用有代表性的样品来进行,每个筛子的筛析试验应进行至每分钟通过量小于 0.5g 为止。砂的湿含量是在 105℃ ~ 110℃ 下用代表性砂样烘 2h 的质量损失来测定,以

干基的质量百分数表示,应小于 0.2%。

· 中国标准砂:

标准砂完全符合 ISO 基准砂颗粒分布和湿含量的规定。作为中国 ISO 标准砂应通过规定的鉴定。鉴定试验以 28d 抗压强度为依据,并由鉴定试验室来承担,按 GB/T17671—1999 规定的程序进行。

(3) 试验用水必须是洁净的淡水。当进行仲裁试验或其他重要试验时,用蒸馏水。

(四) 温度、湿度要求

(1) 试验室温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (包括强度试验室),相对湿度大于 50%。水泥试样、标准砂、拌合水及试模等的温度应与室温相同。

(2) 养护箱温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$,相对湿度大于 90%。养护水的温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 试验室空气温度和相对湿度及养护池水温在工作期间每天至少记录 1 次。养护箱或雾室的温度与相对湿度至少每 4h 记录 1 次,在自动控制的情况下记录次数可以酌减到一天记录 2 次。在温度给定范围内,控制所设定的温度应为此范围中值。

(五) 试体成型

(1) 成型前应将试模擦净,四周的模板与底座的接触面上应涂黄油,紧密装配,防止漏浆,内壁均匀刷一薄层机油。

配合比:

胶砂的质量配合比应为 1 份水泥、3 份标准砂和半份水(水灰比为 0.5)。一锅胶砂成 3 条试件,每锅材料需要量如表 1-4。

每锅胶砂的材料数量

表 1-4

材料量 水泥品种	水	泥	标 准 砂	水
硅酸盐水泥	450 ± 2		1350 ± 5	225 ± 1
普通硅酸盐水泥				
矿渣硅酸盐水泥				
粉煤灰硅酸盐水泥				
复合硅酸盐水泥				
石灰石硅酸盐水泥				

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

(2) 把水加入锅内,再加入水泥,把锅放在固定架上,上升至固定位置。

(3) 然后立即开动机器,低速搅拌 30s 后,在第二个 30s 开始的同时均匀地将砂子加入。当各级砂进行分装时,从最粗粒级开始,依次将所需的每级砂量加完。把机器转至高速再拌 30s。

(4) 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。各个搅拌阶段的时间误差应在 $\pm 1\text{s}$ 以内。

(5) 在搅拌胶砂同时,将试模及下料漏斗卡紧在振动台台面中心。将搅拌好的全部胶砂均匀地倒入下料漏斗中,开动振动台,胶砂通过漏斗流入试模。振动 $120\text{s} \pm 5\text{s}$ 后停车。振动完毕,取下试模,用一金属直尺以近似 90° 的角度架在试模顶的一端,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,并用同一直尺以近似水平的情

况下将试体表面抹平。

(6)接着在试模上作标记或用文字表明试件编号。

(7)试验前或更换水泥品种时,搅拌锅、叶片和下料漏斗等须用湿布抹擦干净。

(六)养护

(1)脱模前的处理

去掉留在试模四周的胶砂,立即将作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。一直养护到规定时间时取出脱模,脱模前,用防水墨汁或颜料笔对试体进行编号和作其他标记。两个龄期以上的试体,在编号时应将同一试模中的3条试体分在2个以上龄期内。

(2)脱模

脱模时应非常小心。对于24h龄期的试体,应在破型试验前20min内脱模。对于24h以上龄期的试体,应在成型后20~24h之间脱模。

如试体经24h养护,会因脱模对其强度造成损害时,可以延迟24h以后脱模,但在试验报告中应予以说明。

已确定作为24h龄期试验(或其他不下水直接做试验)的已脱模试体,应用湿布覆盖至做试验时为止。

(3)水中养护

将做好标记的试件立即水平或竖直放在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 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,并彼此间保持一定的间距,以让水与试件的6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。

最初用自来水装满养护池(或容器),随后随时加水保持适当的恒定水位,不允许在养护期间全部换水。

除24h龄期或延迟至48h脱模的试体外,任何到龄期的试体应在试验(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。

(4)强度试验试体的龄期

试体龄期上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:

—— $24\text{h} \pm 15\text{ min}$;

—— $48\text{h} \pm 30\text{ min}$;

—— $72\text{h} \pm 45\text{ min}$;

—— $7\text{d} \pm 2\text{h}$;

—— $> 28\text{ d} \pm 8\text{h}$ 。

(七)强度检测

当不需要抗折强度数值时,抗折强度试验可以省去。但抗压强度试验应在不使试件受有害应力情况下折断的两截棱柱体上进行。

1. 抗折强度检测

(1)每个龄期取出三条试件先做抗折强度试验。试验前须擦去试件表面附着的水分和砂粒,清除夹具上及圆柱表面粘着的杂物,试件放入抗折夹具内,应使侧面与圆柱接触。

(2)将试体的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 $50\text{N/s} \pm 10\text{N/s}$ 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。

(3)抗折强度 R_f 以牛顿每平方米(MPa)表示,按下式计算(精确至 0.1 MPa):

$$R_f = 1.5 F_f L / b^3 \quad (1-1)$$

式中: R_f ——抗折强度(MPa);

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)。

(4)以一组 3 个试件测定值的算术平均值作为抗折强度的测定结果,计算精确至 0.1 MPa。当 3 个试件强度值中有一个超过平均值的 $\pm 10\%$ 时,应予以剔除,以其余两个试件强度数值的平均值为抗折强度的测定结果。

2. 抗压强度检测

(1)抗折强度测定后的两个断块应立即进行抗压强度测定。

(2)抗压强度试验通过抗压强度试验机 and 抗压强度试验机用夹具在半截棱柱体的侧面上进行。半截棱柱体中心与压力机压板中心差应在 0.5 mm 内,棱柱体露在压板外的部分约有 10 mm。测定前应清除试件受压面与加压板间的砂粒或杂物。测定时以试件的侧面作为受压面,试体的底面靠紧夹具定位销,并使夹具对准压力机压板中心。

(3)在整个试验过程中压力机以 $2400\text{N/s} \pm 200\text{N/s}$ 的速率均匀地加荷直至试件破坏。在接近破坏时更应严格掌握。

(4)抗压强度 R_c 以牛顿每平方米(MPa)为单位,按下式计算(精确至 0.1 MPa):

$$R_c = F_c / A \quad (1-2)$$

式中: R_c ——抗压强度(MPa);

F_c ——破坏时的最大荷载(N);

A ——受压部分面积, (mm^2) ($40\text{mm} \times 40\text{mm} = 1600\text{mm}^2$)。

(5)以一组 6 个棱柱体上得到的抗压强度测定值的算术平均值作为试验结果,精确至 0.1 MPa。如 6 个测定值中有 1 个超出 6 个平均值的 $\pm 10\%$ 时,应予剔除这个结果,而以其余 5 个试件强度数值的平均值为抗折强度的测定结果。如果 5 个测定值中再有超过它们平均数 $\pm 10\%$ 的,则此组结果作废。

二、水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检测

本方法适用于硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥以及指定采用本方法的其他品种水泥。

(一)主要仪器设备

1. 水泥净浆标准稠度与凝结时间测定仪

水泥净浆标准稠度与凝结时间测定仪(图 1-6),符合 GB3350.6-82《水泥物理检验仪器 净浆标准稠度与凝结时间测定仪》的要求,或技术参数符合该标准要求的凝结时间自动测定仪。

水泥净浆标准稠度与凝结时间测定仪是由铁座与可以自由滑动的金属圆棒构成,松紧螺母用以金属棒调整的高低。金属棒上附有指针,利用量程 0~75mm 的标尺指示金属棒下降的距离。

测定水泥净浆标准稠度时,棒下装一金属空心试锥,锥底直径 40 mm,高 50 mm。装净浆用

的锥模,上口内径 60 mm,锥高 75 mm(图 1-7)。

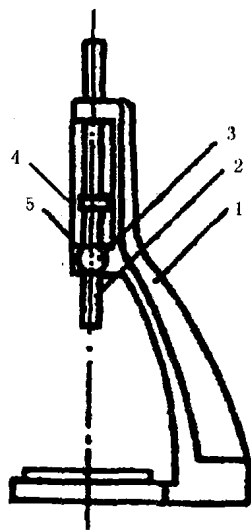


图 1-6 标准稠度与凝结时间测定仪

1-铁座;2-金属圆棒;3-松紧螺母;4-指针;5-标尺

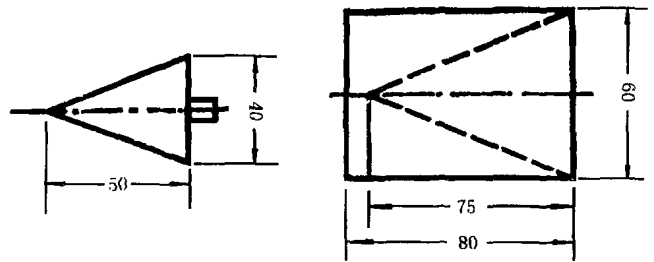


图 1-7 试锥和锥模

测定凝结时间时,棒下换装上试针(图 1-8)。试针直径 $1.1\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$,长 50 mm,必须用硬钢丝制成,不得弯曲。装净浆用的圆模,上部内径 65 mm,下部内径 75 mm,高 40 mm(图 1-9)。

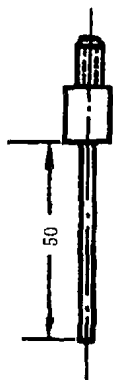


图 1-8 试针

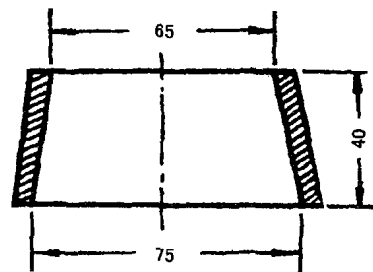


图 1-9 圆模

2. 净浆搅拌机

净浆搅拌机符合 GB3350.8-82 水泥物理检验仪器 水泥净浆搅拌机的要求。

净浆搅拌机是由搅拌翅和平底搅拌锅组成。搅拌翅转速 90 r/min 。平底搅拌锅的内径为 130mm,深 95mm,搅拌翅和锅壁锅底的间隙为 $0.2 \sim 0.5\text{ mm}$ 。搅拌翅的形式和尺寸见图 1-10。

3. 沸煮箱

沸煮箱的构造示意图见图 1-11 所示,有效容积为 $410\text{ mm} \times 240\text{ mm} \times 310\text{ mm}$,沸煮箱内设篦板,篦板结构应不影响试验结果,篦板与加热器之间的距离不得小于 50 mm。箱的内层由不易锈蚀的金属材料制成,能在 $30\text{min} \pm 5\text{min}$ 内将箱内的试验用水由室温加热至沸腾状态,并可保持沸腾状态 3 h 以上。整个试验过程中不需补充水量。

4. 雷式夹

雷式夹由铜质材料制成,其结构如图 1-12 所示。当一根指针的根部先悬挂在一根金属丝