

全国普通高等学校使用教材

建筑材料学

(第二版)

大连理工大学 王立久 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国普通高等学校使用教材

建筑材料学

(第二版)

大连理工大学 王立久 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书分上下两篇。上篇以混凝土结构和砌体结构用的材料为主线,分章讲授各组成材料;下篇以功能材料为主线,分章讲授它们的功能特性。

本书全部采用最新标准和规范,特别是结构最新公布的 GB175-2007《通用硅酸盐水泥》、JGJ52-2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法》和 CECS207:2006《高性能混凝土应用技术规范》,对全书重新修改,尤其是上篇作了较大删减和补充。

除注重教材的系统性、严格性、逻辑性和全面性外,还特别注意启发学生创新、调动学生学习的积极性,以及拓宽他们的思维领域。

本书适用于土木水利建筑类各专业教学用书,也可作为建筑材料科研院所和建筑设计、生产以及建筑施工、监理和行政管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料学/王立久主编.—2版.—北京:中国水利水电出版社,2008

全国普通高等学校使用教材

ISBN 978-7-5084-5743-7

I.建… II.王… III.建筑材料-高等学校-教材

IV.TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 102500 号

书 名	全国普通高等学校使用教材建筑材料学(第二版)
作 者	大连理工大学 王立久 主编
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010)63202266 (总机)、 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010)88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国人民大学出版社印刷厂
印 刷	北京海洋印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 23.25印张 560千字
版 次	1997年2月第1版 2008年7月第2版 2008年7月第5次印刷
印 次	13091—16090册
定 价	40.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

第二版 前言

《建筑材料学》自 1997 年第一版出版以来,曾于 2000 年修改重印,这次是第二版。十年来,在全国相关大专院校使用,多次重印,多次被相关文献资料引用,受到好评。

2000 年修改时,主要是考虑 1999 年国家质量技术监督局公布了 GB/T17671-1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》,并以此重新修订 GB175、GB1344、GB19258 和 GB201 等水泥标准。当时《建筑材料学》修改的主要内容有:第一章的编排作了较大改动和补充;第二章增加一些胶凝材料学的有关内容;第三、第四章内容完全按新标准重新改写,并加写高性能混凝土;第八章去掉免烧砖而增加混凝土建筑砌块和墙用板材的内容。为了使用方便,还按新标准编写了‘建筑材料试验’一并编入本书附录。

本版在 2000 年修改的基础上又作了大量修订。主要是依据我国最新颁布 GB175-2007《通用硅酸盐水泥》、JGJ52-2006《普通混凝土用砂、石质量和检测方法》、中国工程建设标准化协会标准、CECS207.2006《高性能混凝土应用技术规程》、GB1499.2-2007《钢筋混凝土用钢》以及 JG/T223-2007《聚羧酸系高性能减水剂》、SL352-2006《水工混凝土试验规程》等新标准,对本书相关内容作了详尽修改;对原书中的印刷错误也进行了认真更正;对一些基本概念也进一步阐述,使之更确切和符合规范;并根据全国相关院校多年教学经验对部分段落做了增加或删减。

综合 2000 年和 2008 年两次修改,将本书作为第二版出版。在本书即将再版之际,感谢第一版和第二次修改的参编者,是他们的努力才使这本书逐渐完善和适用。也感谢中国水利水电出版社的编辑们为此书所付出的辛勤劳动。更希望使用本书的业内同行和莘莘学子们,能提出宝贵意见,以便下次修订再版。

本版最大特点是:

- 1、使用当前最新标准或规范,特别是针对于水泥、砂石和混凝土有关章节进行重新改写;

- 2、‘绪论’中加入‘建筑材料基本要求’一节,特别还结合当今世界性的能源、资源和环保三大问题,引入环境协调性和人居环境等理念。同时重新改写‘建筑材料学习方法’一节,并综合归纳出建筑材料基本类型题,有利于促

进学生掌握建筑材料基本内容,也有利于对总体题型的理解;

3、将建筑材料细划分为主体、隔断和装修三大类,并拓展到其他类别专业,使该书更有多专业的适用性;

4、‘混凝土’一章增加。高性能混凝土配合比设计'一节,以适应混凝土的最新发展,并系统总结混凝土设计基本题型,使学生更容易掌握;

5、‘建筑材料试验’中砂石试验依据 CECS207:2006 编制组的相关资料重新改写。并加入‘混凝土抗氯离子渗透性试验方法’和‘水泥与混凝土抗硫酸盐腐蚀检测方法’两个试验内容;

6、本书尽量结合建筑材料最新发展,同时也将作者的最新研究成果编入本书。

本书第一版(1997 年版)参编者有(按章排序):王立久、谢凤琴、张巨松、刘军、王金中、刘延权、胡寿康、高少霞、曲世英和罗玉萍,主审是浙江大学楼宗汉教授。

参加第二次修订(2000 版)的有:王立久(绪论、第四章、第五章);曹明莉(第一、二、六、七、九章);任铮钺(第三章);王宝民(第八章和建筑材料实验部分)。在第一版和第二次修订时,李振荣教授都为此书提出十分宝贵的意见。中国工程院院士大连理工大学赵国藩教授还为第二次修订作《序》,力荐此书,在此不胜感谢。

这次第二版(2008 版)主要由王立久教授(bmwl@dlut.edu.cn)完成。

编 者 王立久

2008 年 6 月 26 日

第二次修订序

建筑材料是土木建筑的物质基础,《建筑材料学》是工科院杖土木类各专业的必修课程。由王立久教授主编的《建筑材料学》,是依据 GB/T17671—1999《水泥胶砂强度试验方法(ISO 法)》和建筑材料的最新发展,对 1996 年主编的该书进行了全面的修改。

该书按结构材料、围护材料和功能材料分为上、下两篇。上篇以混凝土和砌体结构材料为主线分章讲授各组成材料;下篇以功能材料为主线分章讲授它们的功能特性。

该书在全国高等学校的使用,得到了普遍的好评。书中融汇了国内外最新研究成果并附有多媒体光盘,特别还介绍了作者多年从事建筑材料尤其是环境材料的研究成果,这对于启发学生创新和拓宽他们的思维是十分有益的。

2000 年伊始,由作者依据 GB/T17671—1999 主编的《建筑材料学》不仅是一本为高等学校培养跨世纪人才方面发挥重要作用的新教材,而且也是一本对从事建筑材料开发、研究、应用的科技工作者富有启发意义的技术参考用书。

中国工程院院士
大连理工大学教授
2000 年 1 月

赵国藩

第二次修订前言

为同国际接轨,我国水泥标准作了重大修订,1999 年国家质量技术监督局公布 GB/T17671—1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》,等同 ISO676: 1989,以替代 GB/T177—85,并以此重新修订 GB175、GB1344、GB12958 和 GB201 等水泥标准。

由于 ISO 法采用的水灰比和灰砂比适中,特别是使用 ISO 级配标准砂,它类似混凝土中石子、砂子、水泥、微细填料等密实级配的原理,使 ISO 法检验出的水泥强度更接近于水泥在混凝土中的实际使用性态。从而保障水泥生产的质量和混凝土结构的可靠性。

为此,本书依据 GB/T17671—1999 重新修改。修改内容主要有:第一章—建筑材料基本性质;第二章—气硬性无机胶凝材料;第三章—水泥;第四章—水泥混凝土;第五章—建筑砂浆和第八章—墙体材料,并新增加第九章—防水材料。其他章节适当修改删减或补充。书中还融汇了国内外部分最新研究成果。

第一章编排作较大改动和补充;第二章增加一些胶凝材料学内容;第三、四章完全按 GB/T17671、GB175、GB1344、GB12958、GB201 重新改写;第八章去掉免烧砖(免烧砖问题很多,不适宜在建筑上采用)而增加混凝土建筑砌块和墙用板材内容。为使用方便,按新标准编写的“建筑材料试验”一并编入本书“附录”。由于高性能(高强)混凝土应用日益广泛,特在本书第四章有关段落增写了相应内容。

为使本教材适应 21 世纪,该书还以多媒体形式推出配套光盘。它包括全书内容、参考资料(最新国家标准、参考文献、典型工程实例、建筑材料史料、建筑材料典例、习题)以及建筑材料实验等。

参加本书修改约有:王立久(绪论、第四章、第五章);曹明莉(第一、二、六、七、九章);任铮钺(第三章);王宝民(第八章和建筑材料学试验)。本书多媒体光盘由任铮钱、王宝民和曹明莉共同完成。全书由王立久教授统稿。

中国工程院院士、大连理工大学赵国藩教授为本书的修改作序,对此表示衷心感谢。

编 者
2000 年 1 月

第一版前言

随着建筑业的发展,建筑设计、建筑施工和建筑材料的不少标准及规范都进行了修订或更新。为满足建筑材料课的教学要求,特组编这本《建筑材料学》。本书是根据我国有关部委的教学指导委员会制定的“建筑材料教学大纲”,以及参编者多年教学经验所拟定的编写大纲编写。

为突出本书的系统性,根据建筑材料课教学内容将此书分为上下两篇,以适用于各专业对建筑材料教学和教学渐近性要求。上篇以混凝土材料为主线,也括水泥混凝土和沥青混凝土,分章讲授混凝土各种组成材料;下篇是以功能和围护材料为主线,分章讲授它们的功能特性。

编写中注意引用现行国标、部标和最新规范、并把技术性能,质量检验和合理选材作为编写重点。除注重教材的系统性、严密性、逻辑性和全面性外,还特别注意启发学生创新,调动学生的学习积极性以及开拓他们的思维领域。

本书适用于建筑结构工程专业、建筑学专业、河川枢纽及水电站专业、港口及航道专业、道路及桥梁专业、海上采油工程专业、农田水利专业,以及建筑监理专业等教学用书,也可作为建筑材料的科研院所和建筑设计、建筑材料生产,以及建筑施工等单位参考用书。

参加本书编写入(按章排序):绪论、第一章、第四章、第六章(第一、五节)——王立久;第二章——谢风琴;第三章、第七章、第十四章——张巨松;第五章——刘军;第六章(第二、三、四节)——王金钟;第八章——刘廷权、胡寿康;第九章——高少霞;第十章、第十三章——曲世英;第十一章、第十二章——罗玉萍。

全书由大连理工大学王立久教授主编和李振荣教授统稿,浙江大学楼宗汉教授主审,中科院院士钱令希教授对本书编写及手稿提出了宝贵的意见,特此表示感谢。

本书的教学幻灯片由大连理工大学电教中心李曼俐制作。

由于时间仓促及编写人员的编写能力和学识水平有限,错误在所难免,恳请指正,以便再版时修正。

编者
1996年3月

目 录

第二版前言

第二次修订序

第二次修订前言

第一版前言

绪论	1
第一节 建筑材料学的意义	1
第二节 学习建筑材料学的目的	1
第三节 建筑材料分类	2
第四节 建筑材料基本要求	3
第五节 常用建筑材料的有关标准规定	4
第六节 《建筑材料学》学习方法	7

上篇

第一章 建筑材料的基本性质	13
第一节 建筑材料的状态物理性质	13
第二节 建筑材料的工程性质	19
第三节 建筑材料的功能物理性质	27
第二章 气硬性无机胶凝材料	40
第一节 石灰	40
第二节 石膏	42
第三节 其他气硬性胶凝材料	45
第三章 水泥	48
第一节 硅酸盐水泥	48
第二节 通用硅酸盐水泥	62
第三节 铝酸盐水泥	67
第四节 其他水泥	70
第四章 水泥混凝土	77
第一节 定义与分类	77
第二节 集料	79
第三节 拌和用水	88
第四节 混凝土基本工艺	89
第五节 普通混凝土的主要技术性质	94
第六节 混凝土配合比设计	114
第七节 高性能混凝土配合比设计	126
第八节 混凝土外加剂	113
第九节 其他品种混凝土	145

第五章 建筑砂浆	152
第一节 建筑砂浆的技术性质	152
第二节 砌筑砂浆	154
第三节 抹面砂浆	156
第六章 沥青及沥青混合料	158
第一节 沥青	158
第二节 沥青混合料	169
第七章 建筑钢材	193
第一节 钢材的生产、组成与结构	193
第二节 建筑钢材的性质	198
第三节 钢结构用钢	203
第四节 混凝土结构用钢	208
第八章 墙体材料	211
第一节 墙体砖	211
第二节 建筑砌块	220
第三节 墙用板材	226
下篇	
第九章 防水材料	231
第一节 沥青防水材料	231
第二节 其他柔性防水材料	240
第三节 刚性防水材料	242
第十章 建筑石材	246
第一节 天然石材成因与分类	246
第二节 天然石材基本性质	249
第三节 天然装饰石板材质性质	251
第十一章 木材	256
第一节 木材的分类与构造	256
第二节 木材的物理性质	258
第三节 木材的力学性质	261
第四节 木材的腐朽与防腐	264
第十二章 建筑玻璃	266
第一节三者 玻璃生产工艺概述	266
第二节 建筑玻璃制品	268
十三章 建筑陶瓷	277
第一节 陶瓷生产工艺概述	277
第二节 建筑陶瓷制品	279
第十四章 合成离分子材料	285
第一节 塑料及其制品	285

第二节	胶粘剂·····	292
第三节	涂料·····	294
第十五章	绝热材料和吸声材料·····	297
第一节	绝热材料·····	297
第二节	吸声材料·····	299
附录	建筑材料学试验·····	302
概述·····		302
试验一	石粉密度试验·····	303
试验二	水泥试验·····	305
试验三	混凝土用骨料试验·····	317
试验四	混凝土拌和物试验·····	330
试验五	混凝土的力学性能试验·····	334
试验六	建筑砂浆试验·····	338
试验七	烧结普通砖抗压强度试验·····	342
试验八	普通混凝土小型空心砌块试验·····	344
试验九	石油沥青针入度、延度、软化点的测定试验·····	347
试验十	建筑装饰材料性能试验·····	351
试验十一	建筑防水材料性能试验·····	353
试验十二	混凝土抗氯离子渗透性试验方法·····	357
试验十三	水泥与混凝土抗硫酸盐腐蚀检测方法·····	359
参考文献·····		360

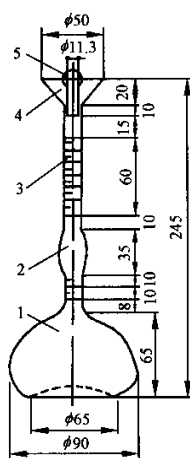
试验一 石粉密度试验

一、试验目的

掌握石粉密度的测定方法;加深对建筑材料有关概念的理解。

二、仪器设备

(1) 李氏瓶(见附图 2):李氏瓶容积为 $220\sim 250\text{cm}^3$, 带有长 $18\sim 20\text{cm}$, 直径约为 1cm 的细颈, 下面有鼓形扩大颈, 颈部有体积刻度, 颈部为喇叭形漏斗并有玻璃磨口塞。



附图 2 李氏瓶

1-底瓶; 2-细颈; 3-鼓形扩大颈;

4-喇叭形漏斗; 5-玻璃磨口塞

(2) 烘箱:温度能在 $110\pm 5^\circ\text{C}$ 内恒定。

(3) 天平:感量为 0.01g , 称量 500g 。

(4) 筛子:孔径 0.20mm 或 900 孔/ cm^2 。

(5) 干燥器。

(6) 温度计等。

三、试样准备

将石料试样研碎, 过孔径为 0.20mm 或 900 孔/ cm^2 的筛后, 放在烘箱内 ($110\pm 5^\circ\text{C}$) 至恒重。烘干后的粉料储放在干燥器中, 备用。

四、试验步骤

(1) 将李氏瓶内注入火油或其他与试样不起反应的液体至突颈下部, 盖上瓶塞放入大恒温水槽中(温度保持 $20\pm 0.5^\circ\text{C}$) 恒温 30min , 记下初始读数 V_1 (弯月面底部为准)。

(2) 从恒温水槽中取出李氏瓶。

(3) 称取试样 $60\sim 90\text{g}$, 精确至 0.01g 。用小匙装入李氏瓶中。反复摇动李氏瓶至无气泡逸出。称取剩余试样重量, 记为 m_2 。

(4) 将李氏瓶放入恒温水槽中, 恒温 30min , 记下液面(弯月面底部为准)刻度, 记为

V_2 。

五、结果处理与评定

(1) 按下式计算出石粉的密度

$$r = \frac{m_1 - m_2}{V_2 - V_1}$$

式中 r ——石粉密度(g/cm^3), 精确到 $0.01\text{g}/\text{cm}_3$;

m_1 ——试样总重, g;

m_2 ——剩余试样重, g;

V_1 ——李氏瓶内液体初始读数, ml;

V_2 ——李氏瓶内液体第二次读数, ml。

(2) 取两次测试结果的算术平均值做为试验结果。两次试验结果的差值不准大于 $0.02\text{s}/\text{cm}^3$, 否则重新取样进行试验。

六、注意事项

(1) 将石粉装入李氏瓶时应仔细, 防止石粉粘附在颈壁上或溅出瓶外。装样时可用细铁丝捅捣, 以免阻塞瓶颈, 但要小心铁丝捅破李氏瓶。

(2) 摇动李氏瓶时, 防止液体溅出瓶外。

(3) 李氏瓶内石粉颗粒间空气的排出程度对试验结果影响较大, 必须尽力将气泡排除干净。

试验二 水泥试验

一、采用标准

GB12573 水泥取样方法

GB1345 水泥细度检验方法(80 μm 筛筛析法)

GB1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB/T17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

二、试验目的

学习水泥性质的检验方法，熟悉水泥的主要技术性质，检验水泥是否合格。

三、一般规定

1. 取样单位

以同一水泥厂、同期到达、同品种、同标号的水泥不超过 400t 为一个取样单位，不足 400t 也做为一个取样单位。

2. 取样应有代表性

(1) 在袋装水泥堆场取样。用取样管随机选择 20 个以上不同的部位，将取样管插入水泥适当深度，用大拇指按住气孔，小心抽出取样管。将所取样品放入洁净、干燥、不易受污染的容器中。

(2) 散装水泥卸料处或输送水泥运输机具上取样。当所取水泥深度不超过 2m 时，采用散装水泥取样管，通过取样管内管控制天关，在适当位置插入水泥一定深度，关闭后小心抽出，将所取样品放入洁净、干燥、不易受污染的容器中。

3. 样品制备

样品缩分可采用二分器，一次或多次将样品缩分到标准要求的规定量。水泥样要通过 0.9mm 方孔筛，均分为试验样和封存样。样品应存放在密封的金属容器中，加封条。容器应洁净、干燥、防潮、密闭、不易破损、不与水泥发生反应。存放于干燥、通风的环境中。

4. 试验室条件

(1) 用水必须是洁净的淡水。

(2) 试验室温度为 17~25℃，相对湿度应大于 50%。养护箱温度为 20±2℃，相对湿度应大于 90%。水中温度 20±1℃。

(3) 水泥试样、标准砂、拌和用水及试模等的温度均应与试验室温度相同。

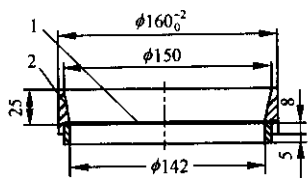
四、水泥细度试验

(一)仪器设备

1. 试验筛

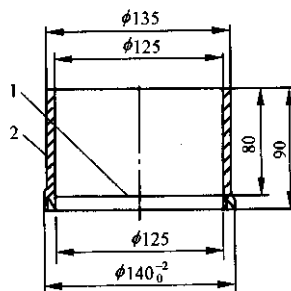
试验筛由圆形筛框和筛网组成，筛网符合 SSW0.080/0.56GB6004，分负压筛和水筛两种，其结构尺寸见附图 3 和附图 4。负压筛应附有透明筛盖，筛盖与筛上口应有良好的密封性。筛网应紧绷在筛框上，筛网和筛框接触处，应用防水胶密封，防止水泥嵌入。

筛孔尺寸的检验方法按有关标准规定进行。



附图3 负压筛

1-筛网；2-筛框



附图4 水筛

1-筛网；2-筛框

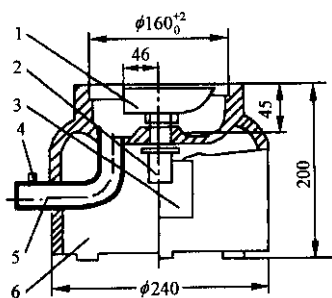
2. 负压筛析仪

负压筛析仪由筛座、负压筛、负压源及收尘器组成，其中筛座由转速为 $30 \pm 2 \text{ r/min}$ 的喷气嘴、负压表、控制板、微电机及壳体等构成，见附图5。

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

喷气嘴上口平面与筛网之间距离为 $2 \sim 8 \text{ mm}$ 。

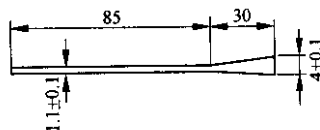
喷气嘴的上开口尺寸见附图6。



附图5 筛座

1-喷气；2-微电机；3-控板开口；

4-负压表接口；5-负压源及收尘器接口；6-壳体



附图6 喷气嘴上开口

负压源和收尘器，由功率 600 W 的工业吸尘器和小型旋风收尘筒组成或用其他具有相当功能的设备。

3. 水筛架和喷头

水筛架和喷头的结构尺寸应符合 GB3350.7 第 2.3~2.7 条的规定，但其中水筛架上筛座内径为 140^{+3}_0 mm 。

4. 天平

最大称量为 100 g ，分度值不大于 0.05 g 。

(二) 样品处理

水泥样品应充分拌匀，通过 0.9 mm 方孔筛，记录筛余物情况，要防止过筛时混进其他水泥。

(三) 试验步骤

1. 负压筛法

(1) 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 4000~6000Pa 范围内。

(2) 称取试样 25g, 置于洁净的负压筛中, 盖上筛盖下放在筛座上, 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 4000Pa 时, 应清理吸尘器内水泥, 使负压恢复正常。

2. 水筛法

(1) 筛析试验前, 应检查水中无泥、砂, 调整好水压及水筛架的位置, 使其能正常运转。喷头底面和筛网之间距离为 35~75mm。

(2) 称取试样 50g, 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 ± 0.02 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, 烘干并用天平称量筛余物。

3. 手工干筛法

在没有负压筛析仪和水筛的情况下, 允许用手工干筛法测定。

(1) 称取水泥试样 50g 倒入符合规定要求的干筛内。

(2) 用一只手执筛往复摇动, 另一只手轻轻拍打, 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量不超过 0.05g 为止。

(3) 称量筛余物。

4. 试验筛的清洗

试验筛必须经常保持洁净, 筛孔通畅。如其筛孔被水泥堵塞影响筛余量时, 可用弱酸浸泡, 用毛刷轻轻地刷洗, 用淡水冲净、晾干。

(四) 结果处理

(1) 水泥试样筛余百分数按下式计算:

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

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) 筛余结果的修正: 为使试验结果可钝, 应采用试验筛修正系数方法修正上述的计算结果。修正系数的测定, 按有关规定进行。

3. 负压筛法或手工干筛法测定的结果发生争议时, 以负压筛法为准。

五、水泥标准稠度用水量、凝结时间和安定性试验

(一) 仪器设备

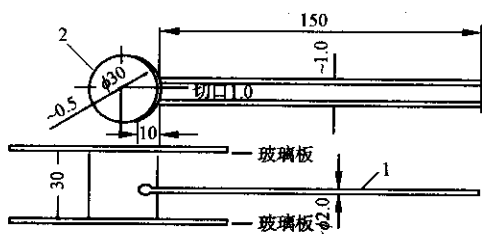
(1) 水泥净浆搅拌机: 符合 GB3350.8 的要求。

(2) 净浆标准稠度与凝结时间测定仪: 符合 GB3350.6 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。

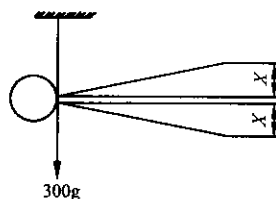
(3) 沸煮箱: 有效容积约为 $410\text{mm} \times 240\text{mm} \times 310\text{mm}$, 蓖板结构应不影响试验结果,

菟板与加热器之司的距离大于 50mm。箱的内层由不易锈蚀的金属材料制成,能在 $30\pm 5\text{min}$ 内将箱内的试验用水由室温升至沸腾并可保持沸腾状态 3h 以上,整个试验过程中不需补充水量。

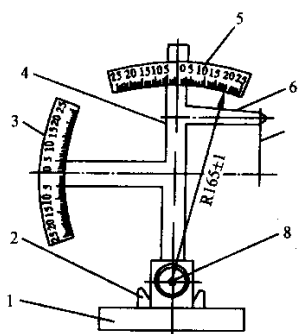
(4) 雷氏夹:由铜质材料制成,其结构如附图 7。当一根指针的根部先悬挂在一根金属丝或尼龙丝上,另一根指针的根部再挂上 300g 质量的砝码时,两根指针的针尖距离增加应在 $17.5\pm 2.5\text{mm}$ 范围以内,即 $22=17.5\pm 2.5\text{mm}$ (见附图 8),当去掉砝码后针尖的距离能恢复至挂码前的状态。



附图 7 雷氏夹



附图 8 雷氏夹受力示意图



附图 9 雷氏夹膨胀值测量仪

- 1-底座; 2-模子座; 3-测弹性标尺; 4-立柱
5-测膨胀值标尺; 6-悬臂;
7-悬丝; 8-弹簧顶扭

(5) 量水器: 最小刻度为 0.1ml, 精度 1%。

(6) 天平: 能准确称量至 1g。

(7) 湿汽养护箱: 应能使温度控制在 $20\pm 3^{\circ}\text{C}$, 湿度大于 90%。

(8) 雷氏夹膨胀值测定仪: 如附图 9 所示, 标尺最小刻度为 1mm。

(二) 试样及用水

(1) 水泥试样应充分拌匀, 通过 0.9mm 方孔筛并记录筛余物情况。但要防止过筛时混进其他水泥。

(2) 试验用水必须是洁净的淡水, 如有争议时也可用蒸馏水。

(三) 试验步骤

1. 标准稠度用水量的测定

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测定, 如发生争议时以调整水量方法为准。

(1) 试验前须检查: 仪器金属棒应能自由滑动; 试锥降至模顶面位置时, 指针应对准标尺零点; 搅拌机运转正常等。

(2) 水泥净浆的拌制: 水泥净浆搅拌机搅拌, 搅拌锅和搅拌叶片先用湿棉布擦过, 将称好的 500g 水泥试样倒入搅拌锅内。拌和时, 先将锅放到搅拌机锅座上, 升至搅拌位置, 开动机器同时徐徐加大拌和水, 慢速搅拌 120s, 停拌 15s, 接着快速搅拌 120s 后停机。

采用调整水量方法时拌和水量按经验找水, 采用不变水量方法时拌和水量用 142.5ml 水, 水量准确至 0.5ml。

(3) 标准稠度的测定:拌和结束后, 立即将拌好的净浆装入锥模内, 用小刀插捣, 振动数次, 刮去多余净浆;抹平后迅速放到试锥下面固定位置上, 将试锥降至净浆表面拧紧螺丝, 然后突然放松, 让试锥自由沉入净浆中, 到试锥停止下沉时记录试锥下沉深度。整个操作应在搅拌后 1.5min 内完成。

用调整水量方法测定时, 以试锥下沉深度 $28 \pm 2\text{mm}$ 时的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。如下沉深度超出范围, 须另称试样, 调整水量, 重新试验, 直至达到 $28 \pm 2\text{mm}$ 时为止。

用不变量方法测定时, 根据测得的试锥下沉深度 $S(\text{mm})$ 按下式(或仪器上对应标尺)计算得到标准稠度用水量 $P(\%)$

$$P = 33.4 - 0.185S$$

当试锥下沉深度小于 13mm 时, 应改用调整水量方法测定。

2. 凝结时间的测定

此时仪器试棒下端应改装为试针, 装净浆的试模采用圆模。

凝结时间的测定可以用人工测定也可用符合标准操作要求的自动凝结时间测定仪测定, 两者有矛盾时以人工测定为准。

(1) 测定前的准备工作:将圆模放在玻璃板上, 在内侧稍稍涂上一层机油, 调整凝结时间测定仪的试针接触玻璃板时指针应对准标尺零点。

(2) 试件的制备:以标稠度用水量加水制成标准稠度净浆后, 立即一次装入圆模, 振动数次刮平, 然后放入湿汽养护箱内。记录开始加水的时间作为凝结时间的起始时间。

(3) 凝结时间的测定:试件在湿汽养护箱中养护至加水后 30min 时进行第一次测定。测定时, 从湿汽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 1~2s 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读数。当试针沉至距底板 2~3mm 时, 即为水泥达到初凝状态;当下沉不超过 1~0.5mm 时为水泥达到终凝状态。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(min)来表示。测定时应注意, 在最初测定的操作时应轻轻扶持金属棒, 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贯入的位置至少要距圆模内壁 10mm。临近初凝时, 每隔 5min 测定一次, 临近终凝时每隔 15min 测定一次, 到达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到初凝或终凝状态。每次测定不得让试针落入原针孔, 每次测试完毕须将试针擦净并将圆模放回湿汽养护箱内, 整个测定过程中要防止圆模受振。

3. 安定性的测定

安定性的测定方法可以用饼法也可用雷氏法, 有争议时以雷氏法为准。饼法是观察水泥净浆试饼沸煮后的外形变化来检验水泥的体积安定性。雷氏法是测定水泥在雷氏夹中沸煮后的膨胀值。

(1) 测定前准备工作, 若采用雷氏法时每个雷氏夹需配备质量约 75~80g 的玻璃板两块。若采用饼法时一个样品需准备两块约 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的玻璃板。每种方法每个试样需成型两个试件。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层油。

(2) 水泥标稠度净浆的制备, 以标稠度用水量加水制成标准稠度净浆。

(3) 试饼的成型:将制好的净浆取出一部分分成两等份,使之呈球形,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动,做成直径70~80mm、中心厚约10mm、边缘渐薄、表面光滑的试饼,接着将试饼放入湿汽养护箱内养护 24 ± 2 h。

(4) 雷氏夹试件的制备方法:将预先准备好的雷氏夹放在已稍擦油的玻璃板上,并立刻将已制好的标稠度净浆装满试模,装模时一只手轻轻扶持试模,另一只手用宽约10mm的小刀插捣15次左右然后抹平,盖上稍涂油的玻璃板,接着立刻将试模移至湿汽养护箱内养护 24 ± 2 h。

(5) 沸煮:调整好沸煮箱内的水位,便能保证在整个沸煮过程中都没过试件,不需中途添补试验用水,同时又保证能在 30 ± 5 min 内升至沸腾。

脱去玻璃板取下试件。

当用饼法时,先检查试饼是否完整(如已开裂翘曲要检查原因,确证无外因时,该试饼已属不合检不必沸煮),在试饼无缺陷的情况下将试饼放在沸煮箱的水中篦板上、然后在 30 ± 5 min 内加热至沸,并恒沸 $3\text{h} \pm 5$ min。

当用雷氏法时,先测量试件指针尖端间的距离(A),精确到0.5mm,接着将试件放入水中篦板上,指针朝上,试件之间互不交叉,然后在 30 ± 5 min 内加热至沸并恒沸 $3\text{h} \pm 5$ min。

(6) 结果判别:沸煮结束,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。

若为试饼,目测未发现裂缝,用直尺检查也没有弯曲的试饼为安定性合检,反之不合格。当两个试饼判别结果有矛盾时,该水泥的安定性为不合格。

若为雷氏夹,测量试件指针尖端间的距离(C),记录至小数点后一位,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4mm时,应用同一样品立即重做一次试验。

六、水泥胶砂强度试验

(一) 仪器设备

1. 搅拌机

搅拌机(见附图10)属行星式。

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,是指叶片与锅壁最近的距离,应每月检查一次。

2. 试模

试模由3个水平的模槽组成(见附图11),可同时成型三条截面 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$,长160mm的棱形试体。

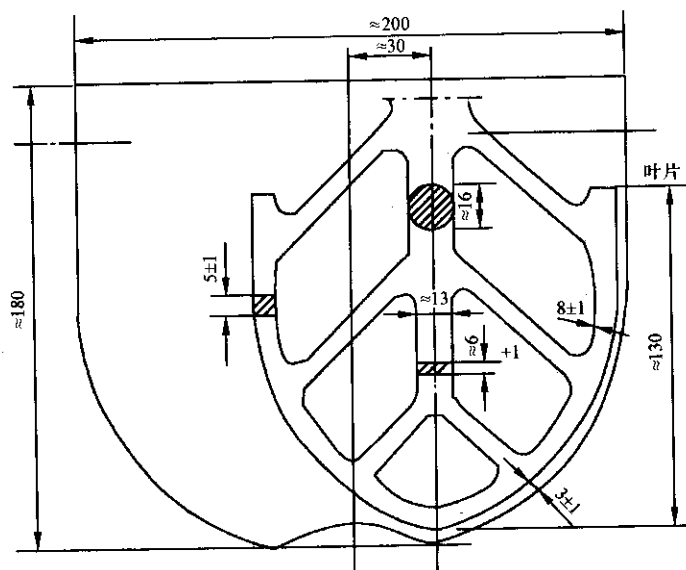
在组装备用的干净模型时,应用黄干油等密封材料涂覆模型的外接缝。试模的内表面应涂上一薄层模型油或机油。

成型操作时,在试模上面加有一个等高20mm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1mm。

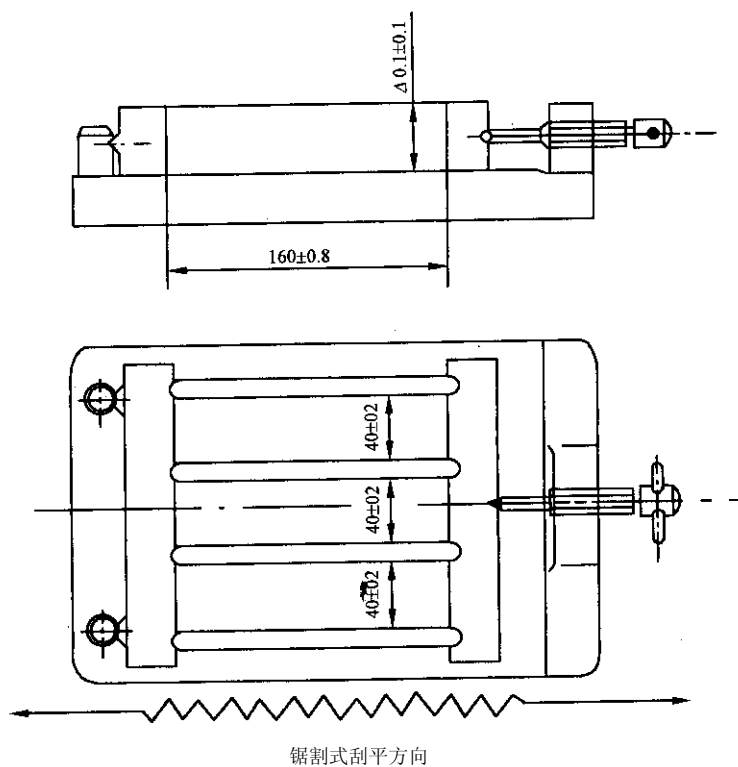
为了控制料层厚度和刮平胶砂,应有2个播料器和一金属刮平直尺。

3. 振实台

振实台应水平安装在高度约400mm的混凝土基座上(见附图12)。振实台的代用设备振动台见附图13。



附图 10 搅拌机

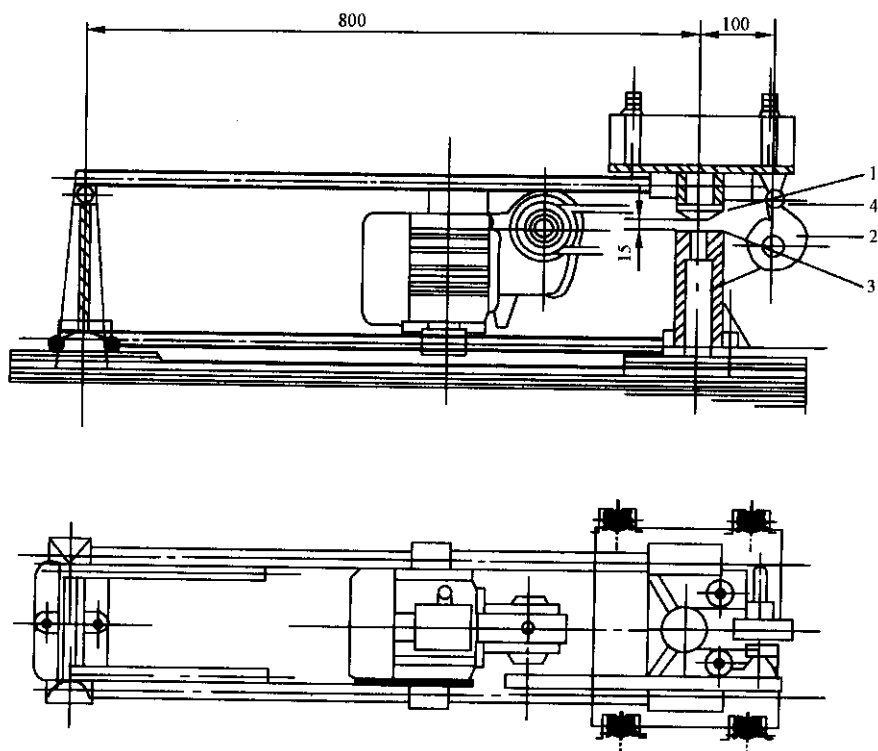


附图 11 典型的试模

4. 抗折强度试验机

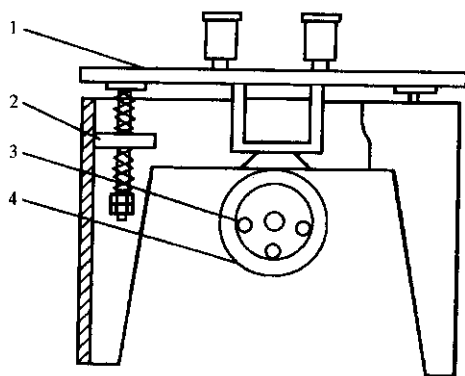
试件在夹具中受力状态如附图 14。

通过三根圆柱轴的三竖向平面应该平行，并在试验时继续保持平行和等距离垂直试体



附图 12 振实台

1-突头；2-凸轮；3-制动器；4-随动轮



附图 13 振动台

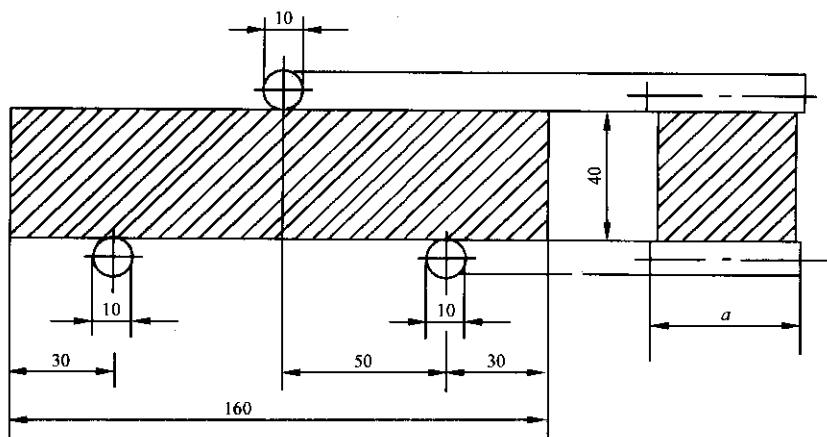
1-台板；2-弹簧；3-偏重轮；4-电机

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。

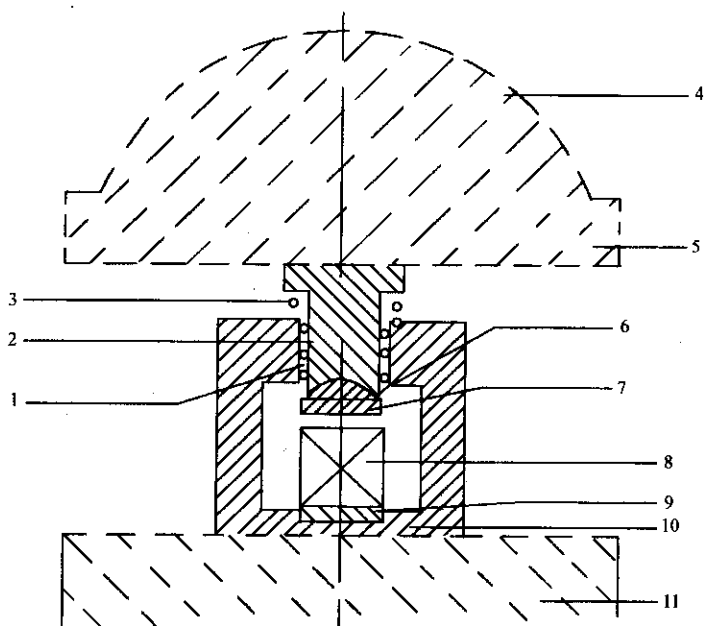
抗折强度也可用抗压试验机来测定，此时应使用符合上述规定的夹具。

5. 抗压强度试验机

抗压强度试验机在较大的五分之四量程范围内使用时记录的荷载应有 $\pm 1\%$ 精度，并具有按 $2400 \pm 200 \text{ N/S}$ 速率的加荷能力。它应有一个能指示试件破坏时荷载并把它保持到试



附图 14 抗折强度测度加荷



附图 15 夹具

- 1-滚珠轴承；2-滑块；3-复位弹簧；4-丙力机球座；5-压力机上压板；6-夹具球座
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

验机卸荷以后的指示器。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。

当试验机没有球座，或球座已不灵活或直径大于 120mm 时，应采用规定的夹具。

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。受压面积为 40mm×40mm。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。

(二) 试验室条件

- 1) 试体成型试验室的温度保持在 $20\pm2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 50%。
- 2) 试体带模养护的养护箱或雾室温度保持在 $20\pm1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 90%。
- 3) 试体养护池水温度应在 $20\pm1^{\circ}\text{C}$ 范围内。

(三) 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(水灰比为 0.5)。一锅胶砂成三条试体，每锅材料需要量如附表 1。

附表 1 每锅胶砂的材料数量

材料量	水泥 (g)	标准砂 (g)	水(g)
水泥品种			
硅酸盐水泥	450±2	1350±2	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			

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 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。先使搅拌机处于待工作状态，然后按以下的程序进行操作：

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。

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。

当名级砂分装时，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。

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，时间误差应在 $\pm 1\text{s}$ 以内。

(四) 试件的制备

1. 尺寸

尺寸应是 $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 160\text{mm}$ 的棱柱体。

(1) 用振实台成型: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，用个适当勺子直接从搅拌锅里将胶砂分二层装入试模，装第一层时，每个槽里放 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铺平，接着振实 60 下。再装入第二层胶砂，用小播料器铺平，再振实 60 下。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和试件相对于振实台的位置。

(2) 用振动台成型:当使用代用的振动台成型时，操作如下：

在搅拌胶砂的同时将试模和下料漏斗卡紧在振动台的中心。将搅拌好的全部胶砂均匀地装入下料漏斗中，开动振动台，胶砂通过漏斗流入试模。振动 $120 \pm 5s$ 停机。振动完毕，取下试模，用刮平尺刮去其高出试模的胶砂并抹平。接着在试模上作标记或用字条表明试件编号。

(五) 试件的养护

1. 脱模前的处理和养护

去掉留在模子四周的胶砂。立即将作好标记的试模放入雾室或湿箱的水平架上养护，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做其他标记。2 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 2 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 20 分钟内脱模。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。

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

将做好标记试件立即水平或竖直放在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 水中养护，水平放置时刮平面应朝上。

养护期间试件之间间隔或试体上表面的水深均不得小于 5mm，保证水与试件的 6 个面接触。每个养护池只养护同类型的水泥试件。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

试体龄期从水泥和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 $\pm 15\text{min}$

-48h $\pm 30\text{min}$

-k72h $\pm 45\text{min}$

(六) 抗折强度测定

以中心加荷法测定抗折强度。

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 $50 \pm 10\text{N/S}$ 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 以牛顿每平方米(MPa)表示，按下式进行计算(精确至 0.1MPa)：

$$R_f = \frac{1.5F_f L}{b^3}$$

式中 F_f ——折断时施加于棱柱体中部的荷载，牛顿，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。

以一组 3 个棱柱体抗折结果的平均值作为试验结果(精确至 0.1MPa)。当 3 个强度值中有超出平均值 $\pm 10\%$ 时，应剔除后再取平均值作为抗折强度试验结果。

(七) 抗压强度测定

在折断后的棱柱体上进行抗压试验，受压面是试体成型时的两个侧面，面积为 40mm $\times$ 40mm。

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便试件受有害应力情况下折断的两截棱柱体上进行。

半截棱柱体中心与压力机压板受压中心差应在 ± 0.5 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 2400 $\pm$ 200N/S 的速率均匀地加荷直至破坏。

抗压强度 R_c 以牛顿每平方米(MPa)为单位，按下式进行计算(精确至 0.1MPa)。

$$R_c = \frac{F_c}{A}$$

式中 F_c ——破坏时的最大荷载，牛顿，N；

A ——受压部分面积，mm²(40mm $\times$ 40mm=1600mm²)。

以一组 3 个棱柱体上得到的 6 个抗压强度测定值的算术平均值作为试验结果(精确至 0.1MPa)。如 6 个测定值中有一个超出 6 个平均值的 $\pm 10\%$ ，就应剔除这个结果，而以剩下 5 个的平均数为结果。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。

试验三 混凝土用骨料试验

一、采用标准

JGJ52-2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》。

二、试验目的

熟悉普通混凝土用砂、石的质量要求及检验方法。

三、取样与缩分

（一）取样

（1）每验收批取样方法应按下列规定执行：

1) 从料堆上取样时，取样部位应均匀分布。取样前应先将取样部位表层铲险，然后由各部位抽取大致相等的砂 8 份，石子为 16 份，组成各自一组样品。

2) 从皮带运输机上取样时，应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时抽取砂 4 份、石 8 份组成各自一组样品。

3) 从火车、汽车、货船上取样时，从不同部位和深度抽取大致相等的砂 8 份，石 16 份组成各自一组样品。

（2）当其余检验项目存在不合格项时检验除筛分析外，应加倍取样进行复检。当复验仍有一项不满足标准要求时，应按不合格品处理。

注 如经观察，认为各节车皮间（汽车、货船间）所载的砂石质量相差甚为悬殊时，应对质量有怀疑的每节列车（汽车、货船）分别取样和验收。

（3）对每一单项检验项目，砂、石的每组样品取样数量应分别满足附表 2-a 和附表 2-b 规定：当需要作多项试验时，可在确保样品经一项试验后不致影响其他试验结果时，可用同组样品进行多项不同的试验。

（4）每组样品应妥善包装，避免细料散失及防止污染，并附样品卡片，标明样品的编号、取样时间、代表数量、产地、样品量、要求检验项目与及取样方式等。

附表 2-a 每一单项试验项目所需砂的量少取样质量

检验项目	最少取样质量（g）	检验项目	最少取样质量（g）
筛分析	4400	有机物含量	2000
表观密度	2600	云母含量	600
吸水率	4000	轻物质含量	3200
紧密密度和堆积密度	5000	坚固性	分成公称粒级 5.00mm～2.50mm;2.50mm～1.25mm;1.25mm～630 μ m;630 μ m～315 μ m;315 μ m～160 μ m 每个粒级各需 1000g
含水率	4000		
含泥量	4400		
泥块含量	20000		
石粉含量	1600	硫化物及硫酸盐含量	50
人工砂压碎值指标	分成公称粒级 5.00mm～2.50mm;2.50mm～1.25mm;1.25mm～630 μ m;630 μ m～315 μ m;315 μ m～160 μ m 每个粒级各需 1000g	氯离子含量	2000
		贝壳含量	10000
		碱活性	20000

附表 2-b

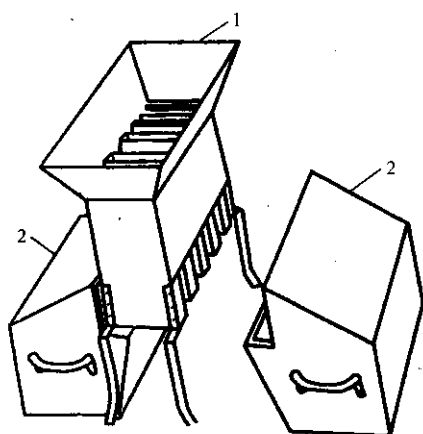
单项检验项目所需碎石或卵石的最小取样质量(kg)

试验项目	最大公称粒径(mm)							
	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
筛分析	8	15	16	20	25	32	50	64
表观密度	8	8	8	8	12	16	24	24
含水率	2	2	2	2	3	3	4	6
吸水率	8	8	16	16	16	24	24	32
堆积密度、紧密密度	40	40	40	40	80	80	120	120
含泥量	8	8	24	24	40	40	80	80
泥块含量	8	8	24	24	40	40	80	80
针、片状含量	1.2	4	8	12	20	40	—	—
硫化物及硫酸盐	1.0							

注 有机物含量、坚固性、压碎值指标及碱骨料反应检验，应按试验要求的粒级及重量取样。

(二) 样品的缩分

(1) 砂的样品缩分方法可选择下列两种方法之一：



附图 16 分料器

1-分料漏斗；2-接料斗

1) 用分料器缩分(见附图 16): 将样品在潮湿状态下拌和均匀，然后通过分料器。留下两个接料斗中的一份。并将另一份再次通过分料器，重复上述过程，直至把样品缩分到试验所需量为止。

2) 人工四分法缩分: 将样品置于平板上，在潮湿状态下拌和均匀，并堆成厚度约为 20mm 的“圆饼”状。然后沿互相垂直的两条直径把“圆饼”分成大致相等的四份，取其对角的分重新拌匀，再堆成“圆饼”状。

重复上述过程，直至把样品缩分后的材料量略多于进行试验所必需的量为止。

(2) 碎石或卵石缩分时，应将样品置于平板上，在自状态下拌均匀，并堆成锥体，然后沿互

相垂直的两条直径把锥体分成大致相等的四份，取其对角的两份重新拌匀，再堆成锥体，重复上述过程，直至缩分后的材料量略多于进行试验所必需的量为止。

(3) 砂、碎石或卵石的含水率、堆积密度、紧密密度检验所用的试样可不经缩分，拌匀后直接进行试验。

四、砂的筛分析试验

1. 筛分析试验应采用下列仪器设备：

(1) 试验筛——公称直径分别为 10.0mm、5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μ m、315 μ m、160 μ m 的方孔筛各一只，以及筛的底盘和盖各一只；筛框直径为 300mm 或 200mm。其产品质量要求应符合现行国家标准(GB/T6003.1)《金属丝编织网试验筛》和(GB/T6003.2)

《金属穿孔板试验筛》的要求。

- (2) 天平——称量 1000g, 感量 1g。
- (3) 摇筛机。
- (4) 烘箱——温度控制范围为: $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- (5) 浅盘和硬、软毛刷等。

2. 试样制备应符合下列规定:

用于筛分析的试样, 其颗粒的公称粒径应不大于 10.0mm。试验前应先将来样通过公称直径 10.0mm 的方孔筛, 并算出筛余百分率。称取经缩分的样品不少于 550g 的试样两份, 分别装入两个浅盘, 在 $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干到恒重。冷却至室温备用。

注 恒重是指在相邻两次称量间隔时间不小于 3h 的情况下, 前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度(下同)。

3. 筛分析试验应按下列步骤进行:

(1) 准确称取烘干试样 500g(特细砂可称 250g), 置于按筛孔大小(大孔在上、小孔在下)顺序排列的套筛的最上一只筛(公称直径为 5.00mm 的方孔筛)上;将套筛装入摇筛机内固紧, 筛分 10min; 然后取出套筛, 再按筛孔由大到小的顺序, 在清洁的浅盘上逐个进行手筛, 直至每分钟的筛出量不超过试样总量的 0.1%时为止; 通过的颗粒并入下一只筛, 并和下一只筛中试样一起过筛, 按这样顺序依次进行, 直至所有的筛全部筛完为止;

注 1. 当试样含泥量超过 5%时, 应先将试样水洗, 然后烘干至恒重, 再进行筛分。

2. 无摇筛机时, 可改用手筛。

(2) 试样在各只筛上的筛余量均不得超过下式的量:

$$m_r = \frac{A\sqrt{d}}{300}$$

式中 m_r ——在某一筛上的剩留量, g;

d ——筛孔边长, mm;

A ——筛的面积, mm^2 。

否则应将该筛的筛余试样分成两份或数份;再次进行筛分, 并以其筛余量之和作为筛余量。

(3) 称取各筛筛余试样的质量, (精确至 1g), 所有各筛的分计筛余量和底盘中的剩余量之和与筛分前的试样总量相比, 相差不得超过 1%。

4. 筛分析试验结果应按下列步骤计算:

(1) 计算分计筛余(各筛的筛余量除以试样总量的百分率)精确至 0.1%。

(2) 计算累计筛余(该筛的分计筛余与大于该筛的各筛上的分计筛余之和), 精确至 0.1%。

(3) 根据各筛两次试验累计筛余的平均值, 评定该试样的颗粒级配分布情况, 精确至 1%。

(4) 砂的细度模数应按下式计算, 精确至 0.01。

$$m_f = \frac{(b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6) - 5b_1}{100 - b_1}$$

式中 m_f ——砂的细度模数;

$b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6$ ——分别为公称直径 5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μm 、315 μm 、160 μm 方孔筛上的累计筛余。

(5) 以两次试验结果的算术平均值为测定值, 精确至 0.1。当两次试验所得的细度模数之差大于 0.20 时, 应重新取试样进行试验。

五、砂的表观密度试验(标准法)

1. 标准法表观密度试验应采用下列仪器设备:

- (1) 天平——称量 1000g, 感量 1g。
- (2) 容量瓶——容量 500mL。
- (3) 干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等。
- (4) 烘箱——温度控制范围为:105±5℃。

2. 试样制备应符合下列规定:

将缩分至后不小于 650g 的样品装入浅盘, 在温度为 105±5℃的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器内冷却至室温。

3. 标准法表观密度试验应按下列步骤进行:

- (1) 称取烘干的试样 300g(m_0), 装入盛有半瓶冷开水的容量瓶中;
- (2) 摇转容量瓶, 使试样在水中充分搅动以排除气泡, 塞紧瓶塞。静置 24h 左右。然后用滴管添水, 使水凹面与瓶颈刻度线平齐, 再塞紧瓶塞, 擦干瓶外水分, 称其质量(m_1)。
- (3) 倒出容量瓶中的水和试样,将瓶的内外壁洗净,再向瓶内加入与本条文第 2 款水温相差不超过 2℃的冷开水至瓶颈刻度线。塞紧瓶塞, 擦干容量瓶外壁水分, 称其质量(m_2)。

注 在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度, 试验的各项称量可在 15~25℃的温度范围内进行。从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束, 其温度相差不应超过 2℃。

4. 表观密度(标准法)应按下式计算, 精确至 10kg/m³

$$r = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - a_t \right) \times 1000$$

式中 r ——表观密度, kg/m³
 m_0 ——试样的烘干质量, g;
 m_1 ——试样、水及容量瓶总质量, g;
 m_2 ——水及容量瓶总质量, g;
 a_t ——水温对砂的表观密度影响的修正系数, 见附表 3。

附表 3 不同水温对砂的表观密度影响的修正系数

水温(℃)	15	16	17	18	19	20
a_t	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温(℃)	21	22	23	24	25	
a_t	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	

以两次试验结果的算术平均值作为测定值, 当两次结果之差大于 20kg/m³时, 应重新取样进行试验。

六、砂的表观密度试验(简易法)

1. 简易法表观密度试验应采用下列仪器设备：

- (1) 天平——称量 1000g, 感量 1g。
- (2) 李氏瓶——容量 250mL。
- (3) 烘箱——温度控制范围为:105±5℃。
- (4) 其他仪器设备应符合本标准第 6.2.2 条的规定。

2. 试样制备应符合下列规定:

将样品缩分至不少于 120g, 在 105±5℃的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器中冷却至室温, 分成大致相等的两份备用。

3. 简易法表观密度试验应按下列步骤进行:

- (1) 向李氏瓶中注入冷开水至一定刻度处, 擦干瓶颈内部附着水, 记录水的体积(V_1)。
- (2) 称取烘干试样 50g(m_0), 徐徐加入盛水的李氏瓶中。
- (3) 试样全部倒入瓶中后, 用瓶内的水将粘附在瓶颈和瓶壁的试样洗入水中, 摇转李氏瓶以排除气泡, 静置约 24h 后, 记录瓶中水面升高后的体积(V_2)。

注 在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度, 允许在 15~25℃的温度范围内进行体积测定, 但两次体积测定(指 V_1 和 V_2)的温差不得大于 2℃。从试样加水静置的最后 2h 起, 直至记录完瓶中水面高升时止, 其相差温度不应超过 2℃。

4. 表观密度(简易法)应按下式计算, 精确至 10kg/m³

$$r = \left(\frac{m_0}{V_2 - V_1} - a_t \right) \times 1000$$

式中 r ——表观密度, kg/m³;

m_0 ——试样的烘干质量, g;

V_1 ——水的原有体积, mL;

V_2 ——倒入试样后的水和试样的体积, mL;

a_t ——水温对砂的表观密度影响的修正系数, 见附表 3。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值, 如两次结果之差大于 20kg/m³ 时, 应重新取样进行试验。

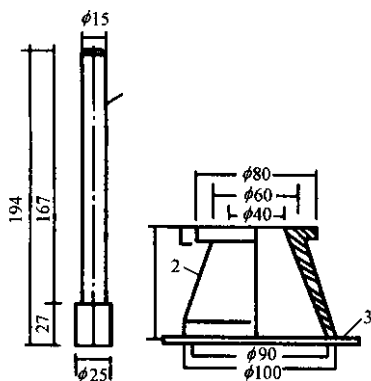
七、砂的吸水率试验

1. 吸水率试验应采用下列仪器设备：

- (1) 天平——称量 1000g, 感量 1g;
- (2) 饱和面干试模及质量为(340±15)g 的钢制捣棒(见附图 17)。
- (3) 干燥器、吹风机(手提式)、浅盘、铝制料勺、玻璃棒、温度计等。
- (4) 烧杯——容量 500mL。
- (5) 烘箱——温度控制范围为, 105 ± 5℃。

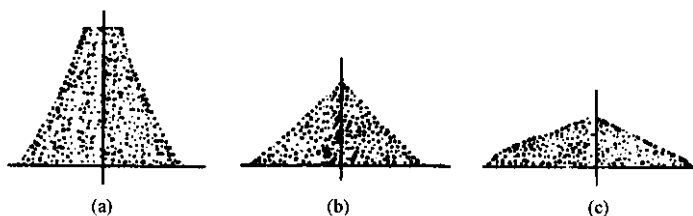
2. 试样制备应符合下列规定:

饱和面干试样的制备:是将样品在潮湿状态下用四分法缩分至约 1000g, 拌匀后分成两份, 分别装入浅盘或其他合适的容器中, 注入清水, 使水面高出试样表面 20mm 左右(水温控制在 20±5℃)。用玻璃棒连续搅拌 5min, 以排除气泡。静置 24h 以后, 细心地倒去



附图 17 饱和面干试模及其捣棒
(单位: mm)

1-捣棒; 2-试模; 3-玻璃板



附图 18 试样的塌陷情况

3. 吸水率试验应按下列步骤进行:

立即称取饱和面干试样 500g, 放入已知质量 m_1 烧杯中, 于温度为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器内冷却至室温后, 称取干样与烧杯的总质量 m_2 。

4. 吸水率 w_{wa} 应按下列式计算, 精确至 0.1%

$$w_{wa} = \frac{500 - (m_2 - m_1)}{m_2 - m_1} \times 100$$

式中 w_{wa} ——吸水率, %;

m_1 ——烧杯质量, g;

m_2 ——烘干的试样与烧杯的总质量, g。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值, 当两次结果之差大于 0.2 始时, 应重新取样进行试验。

八、砂的堆积密度和紧密密度试验

1. 堆积密度和紧密密度试验应采用下列仪器设备:

(1) 秤——称量 5kg, 感量 5g。

(2) 容量筒——金属制, 圆柱形, 内径 108mm, 净高 109mm, 筒壁厚 2mm, 容积 1L, 筒底厚度为 5mm。

(3) 漏斗(见附图 19)或铝制料勺。

(4) 烘箱——温度控制范围为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

试样上的水, 并用吸管吸去余水。再将试样在盘中摊开, 用手提吹风机缓缓吹入暖风, 并不断翻拌试样, 使砂表面的水分在各部位均匀蒸发。然后将试样松散地一次装满饱和面干试模中, 捣 25 次(捣棒端面距试样表面不超过 10mm, 任其自由落下), 捣完后, 留下的空隙不用再装满, 从垂直方向徐徐提起试模。如试样呈附图 18(a)形状时, 则说明砂中尚含有表面水, 应继续按上述方法用暖风干燥, 并按上述方法进行试验, 直至试模提起后试样呈附图 18(b)的形状为止。如试模提起后, 试样呈附图 18(c)的形状, 则说明试样已干燥过分, 此时应将试样洒水约 5ml, 充分拌均, 并静置于加盖容量中 30min 后, 再按上述方法进行试验, 直至试样达到如附图 18(b)的形状为止。

(5) 直尺、浅盘等。

2. 试样制备应符合下列规定;

先用公称直径 5.00mm 的筛子过筛,然后取经缩分后的样品不少于 3L,装入浅盘,在温度为 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,取出并冷却至室温,分成大致相等的两份备用。试样烘干后若有结块,应在试验前先予捏碎。

3. 堆积密度和紧密密度试验应按下列步骤进行

(1) 堆积密度:取试样一份,用漏斗或铝制勺,将它徐徐装入容量筒(漏斗出料口或料勺距容量筒筒口不应超过 50mm)直至试样装满并超出容量筒筒口。然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向相反方向刮平,称其质量 m_1 。

(2) 紧密密度:取试样一份。分两层装入容量筒。装完一层后,在筒底垫放一根直径为 10mm 的钢筋,将筒按住,左右交替颠击地面各 25 下,然后再装入第二层;第二层装满后用同样方法颠实(但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直);二层装完并颠实后,加料直至试样超出容量筒筒口,然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向两个相反方向刮平,称其质量 m_2 。

4. 试验结果计算应符合下列规定

(1) 堆积密度(r_L)及紧密密度(r_C),按下式计算,精确至 10kg/m^3 :

$$r_L(r_C) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000$$

式中 $r_L(r_C)$ ——堆积密度(紧密密度), kg/m^3 ;

m_1 ——容量筒的质量, kg;

m_2 ——容量筒的砂总质量, k;

V ——容量筒容积, L。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

(2) 空隙率按下式计算,精确至 1%:

$$u_1 = \left(1 - \frac{r_L}{r}\right) \times 100$$
$$u_c = \left(1 - \frac{r_C}{r}\right) \times 100$$

式中 u_1 ——堆积密度的空隙率, %;

u_c ——紧密密度的空隙率, %;

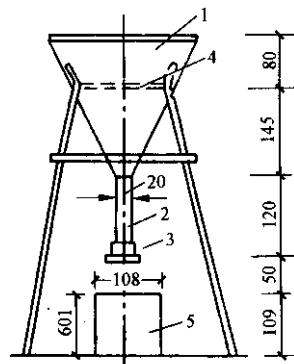
r_L ——砂的堆积密度, kg/m^3 ;

r ——砂的表观密度, kg/m^3 ;

r_C ——砂的紧密密度, kg/m^3 。

5. 容量筒容积的校正方法

以温度为 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的饮用水装满容量筒,用玻璃板沿筒口滑移,使其紧贴水面。擦干筒外臂水分,然后称其质量。用下式计算筒的容积:



附图 19 标准漏斗

(单位: mm)

1-漏斗; 2-20mm 管子;

3-活动门; 4-筛; 5-金属量筒

$$V = (m'_2 - m'_1)$$

式中 V——容量筒容积, L;

m'_1 ——容量筒和玻璃板质量, kg;

m'_2 ——容量筒、玻璃板和水总质量, kg。

九、碎石或卵石的筛分析试验

1. 筛分析试验应采用下列仪器设备:

(1) 试验筛——筛孔公称直径为 100.0、80.0、63.0、50.0、40.0、31.5、25.0、20.0、16.0、10.0、5.00 和 2.50mm 的方孔筛, 以及筛的底盘和盖各一只, 其规格和质量要求应符合现行国家标准 GB/T6003.2《金属穿孔板试验筛》的要求, 筛框直径为 300mm。

(2) 天平和秤——天平的称量 5kg, 感量 5g; 秤的称量 20kg, 感量 20g。

(3) 烘箱——温度控制范围为: $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(4) 浅盘。

2. 试样制备应符合下列规定:

试验前, 应将用四分法将样品缩分至附表 4 所规定的试样最少质量, 并烘干或风干后备用。

附表 4 筛分析所需试样的最小质量

公称粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样质量不少于(kg)	2.0	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	12.6	16.0

3. 筛分析试验应按下列步骤进行:

(1) 按附表 4 的规定称取试样。

(2) 将试样按筛孔大小顺序过筛, 当每只筛上的筛余层厚度大于试样的最大粒径值时, 应将该筛上的筛余试样分成两份, 再次进行筛分, 直至各筛每分钟的通过量不超过试样总量的 0.1%。

注 当筛余试样颗粒粒径比公称粒径大 20mm、以上时, 在筛分过程中 T 允许用手拨动颗粒。

(3) 称取各筛筛余的质量, 精确至试样总质量的 0.1%。各筛的分计筛余量和筛底剩余量的总和与筛分前测定的试样总量相比, 其相差不超过 1%。

4. 筛分析试验结果应该下列步骤计算:

(1) 计算分计筛余(各筛上筛余量除以试样的百分率)精确至 0.1%。

(2) 计算累计筛余(该筛的分计筛余与筛孔大于该筛的各筛的分计筛余百分率之总和)精确至 1%。

(3) 根据各筛的累计筛余, 评定该试样的颗粒级配。

十、碎石或卵石的表观密度试验(标准法)

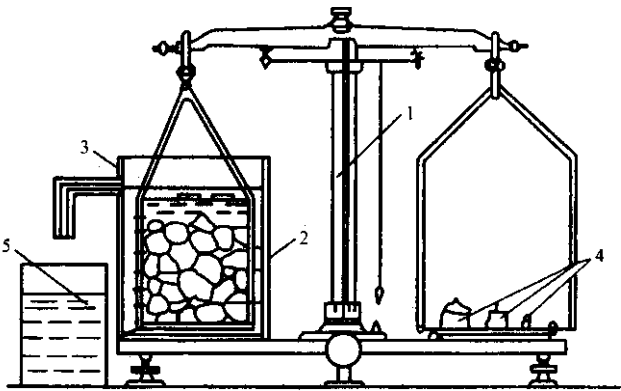
1. 标准法表观密度试验应采用下列仪器设备:

(1) 天平——称量 5kg, 感量 5g, 其型号及尺寸应能允许在臂上悬挂盛试样的吊蓝, 并在水中称重。

(2) 吊蓝——直径和高度均为 150mm, 由孔径为 1~2mm 的筛网或钻有孔径为 2~3mm 孔洞的耐锈蚀金属板制成。

(3) 盛水容器——有溢流孔。

- (4)烘箱——温度控制范围为 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- (5) 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛一只。
- (6) 温度计—— $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。
- (7) 带盖容器、浅盘、刷子和毛巾等。



附图 20 液体天平

2. 试样制备应符合下列规定

试验前，将样品筛除公称粒径 5.00mm 以下的颗粒，并缩分至略重于两倍于附表 5 所规定的最小质量，冲洗干净后分成两份备用。

附表 5 表观密度试验所需的试样最少质量

最大公称粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样最小质量(kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	6.0	6.0

3. 表观密度试验应按以下步骤进行

- (1) 按附表 5 的规定称取试样。
- (2) 取试样一份装入吊篮，并浸入盛水的容器中，水面至少高出试样 50mm。

(3) 浸水 24h 后，移放到称量用的盛水容器中，并用上下升降吊篮的方法排除汽泡(试样不得露出水面)。吊篮每升降一次约为 1s，升降高度为 30~50mm

(4) 测定水温(此时吊篮应全浸在水中)，用天平称取吊篮及试样在水中的质量(m_2)。称量时盛水容器中水面的高度由容器的溢流轧控制。

(5) 提出吊篮，将试样置于浅盘中，放入 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。取出来放在带盖的容器中冷却至室温后，称重(m_0)。

注 恒重是指相邻两次称量司隔时间不小于 3h 的情况下，其前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度。下同。

(6) 称取吊篮在同样温度的水中质量(m_1)，称量时盛水容器的水面高度仍应由溢流口控制。

注 试验的各项称重可以在 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进行，但从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束，其温度相差不应超过 2°C 。

4. 表观密度 r 应按下式计算, 精确至 10kg/m^3

$$r = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_1 + m_2} - a_t \right) \times 1000$$

式中 r ——表观密度, kg/m^3 ;

m_0 ——烘干后试样质量, g ;

m_1 ——试样、水、瓶和玻璃片的总质量, g ;

m_2 ——水、瓶和玻璃片总质量, g ;

a_t ——水温对表观密度影响的修正系数, 见附表 6。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。当两次结果之差大于 20kg/m^3 时, 应重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样, 如两次试验结果之差大于 20kg/m^3 时, 可取四次测定结果的算术平均值作为测定值。

十二、碎石或卵石的含水率试验

1. 含水率试验应采用下列仪器设备:

(1) 烘箱——温度控制范围为: $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(2) 称——称量 20kg , 感量 20g 。

(3) 容器——如浅盘等。

2. 含水率试验应按下列步骤进行:

(1) 按本标准附表 2 的要求的称取试样, 分成两份备用。

(2) 将试样置于干净的容器中, 称取试样和容器的总质量 m_1 , 并在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。

(3) 取出试样, 冷却后称取试样与容器的总质量 m_2 , 并称取容量的质量 m_3 。

3. 含水率 w_{wc} 应按下式计算, 精确至 0.1%

$$w_{\text{wc}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100$$

式中 w_{wc} ——含水率, %;

m_1 ——烘干前试样与容器总质量, g ;

m_2 ——烘干后试样与容器总质量, g ;

m_3 ——容器质量, g ;

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

注 碎石或卵石含水率简易测定法可采用“炒干法”。

十三、碎石或卵石的吸水率试验

1. 吸水率试验应采用下列仪器设备:

(1) 烘箱——温度控制范围为: $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(2) 秤——称量 20kg , 感量 20g 。

(3) 试验筛——筛孔公称直径为 5.00mm 的方孔筛一只。

(4) 容器、浅盘、金属丝刷和毛巾等。

2. 试样的制备应符合下列要求:

试验前, 筛除样品中公称粒径 5.00mm 以下的颗粒, 然后用四分法缩分至两倍于附表 7 所规定的质量, 分成两份, 用金属丝刷刷净后备用。

附表 7 吸水率试验所需的试样最少质量

最大公称粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样最小质量(kg)	2	2	4	4	4	6	6	8

3. 吸水率试验应按下列步骤进行:

(1) 取试样一份置于盛水的容器中, 使水面高出试样表面 5mm 左右, 24h 后从水中取出试样, 并用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分拭干, 即成为饱和面干试样。然后, 立即将试样放在浅盘中称取质量 m_2 , 在整个试验过程中, 水温必须保持在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(2) 将饱和面干试样连同浅盘置于 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。然后取出, 放入带盖的容器中冷却 0.5h~1h, 称取烘干试样与浅盘的总质量 m_1 , 称取浅盘的质量 m_3 。

4. 吸水率 w_{wa} 、应按下式计算, 精确至 0.01%

$$w_{wa} = \frac{m_2 - m_1}{m_1 - m_3} \times 100$$

式中 w_{wa} ——吸水率, %;

m_1 ——烘干前试样与浅盘总质量, g;

m_2 ——烘干前饱和面干试样与浅盘总质量, g;

m_3 ——浅盘质量, g;

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

十四、碎石或卵石的堆积密度和紧密密度试验

1. 堆积密度和紧密密度试验应采用下列仪器设备

(1) 秤——称量 100kg, 感量 100g。

(2) 容量筒——金属制, 其规格见附表 8。

(3) 平头铁锹。

(4) 烘箱——温度控制范围为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

附表 8 碎石或卵石的最大公称粒径

碎石或卵石的最大公称粒径 (mm)	容量筒容积 (L)	容量筒规格(mm)		筒壁厚度 (mm)
		内径	净高	
10.0;16.0;20.0;25	10	208	294	2
31.5;40.0	20	294	294	3
63.0;80.0	30	360	394	4

注 测定紧密密度时, 对最大公称粒径为 31.5Am、40.0mm 的骨料, 可采用 10L 的容量筒, 对最大公称粒径为 63.0mm、80.0mm 的骨料, 可采用 20L 容量筒。

2. 试样的制备应符合下列要求

按表 2-2 的规定称取试样, 放入栈盘, 在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干, 也可摊在清洁的地面上风干, 拌匀后分成两份备用。

3. 堆积密度和紧密密度试验应按以下步骤进行

(1) 堆积密度:取试样一份, 置于平整干净的地板(或铁板)上, 用平头铁锹铲起试样, 使石子自由落大容量筒内。此时, 从铁锹的齐口至容量筒上的距离应保持为 50mm 左右。装满容量筒除去凸出筒口表面的颗粒, 并以合适的颗粒填入凹陷部分, 使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等, 称取试样和容量筒总质量 m_1 。

(2) 紧密密度:取试样一份,分三层装大容量筒。装完一层后,在筒底垫放一根直径为25mm的钢筋。将筒按住并左右交替颠击地面各25下,然后装入第二层。第二层装满后,用同样方法颠实(但筒底所垫钢筋的方法应与第一层放置方向垂直)然后再装入第三层,如法颠实,待三层试样装填完毕后,加料直到试样超出容量筒筒口,用钢筋沿筒口边缘滚转,刮下高出筒口的颗粒,用合适的颗粒填平凹处,使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等。称取试样和容量筒总质量 m_2 。

4. 试验结果计算应符合下列规定

(1) 堆积密度(r_1)或紧密密度(r_c)按下式计算,精确至 10kg/m^3 :

$$r_1(r_c) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000$$

式中 r_1 ——堆积密度, kg/m^3 ;

r_c ——紧密密度, kg/m^3 ;

m_1 ——容量筒的质量, kg ;

m_2 ——容量筒和试样总质量, kg ;

V ——容量筒的体积, L 。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

(2) 空隙率(u_1 、 u_c)按以下两式计算,精确至1%

$$u_1 = \left(1 - \frac{r_1}{r}\right) \times 100$$

$$u_c = \left(1 - \frac{r_c}{r}\right) \times 100$$

式中 u_1 、 u_c ——空隙率, %;

r_1 ——碎石或卵石的堆积密度, kg/m^3 ;

r_c ——碎石或卵石的紧密密度, kg/m^3 ;

r ——碎石或卵石的表观密度, kg/m^3 。

5. 容量筒容积的校正应以 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 的饮用水装满容量筒,用玻璃板沿筒口滑移,使其紧贴水面,擦干筒外壁水分后称取质量。用下式计算筒的容积:

$$V = m'_2 - m'_1$$

式中 V ——容量筒的体积, L ;

m'_1 ——容量筒的玻璃板质量, kg ;

m'_2 ——容量筒、玻璃板和水总质量, kg 。

试验四 混凝土拌和物试验

一、采用标准

GBJ80 普通混凝土拌和物性能试验方法

二、试验目的

测定和评价混凝土拌和物的工作性(和易性);测定混凝土拌和物的表观密度,用以校正混凝土的配合比。

三、拌和物的取样和拌制

(一) 取样方法

(1) 混凝土拌和物试验用料应根据不同要求,从同一盘搅拌或同一车运送的混凝土中取出。

(2) 混凝土工程施工中取样进行混凝土试验时,其取样方法和原则应按现行《混凝土结构工程施工及验收规范》以及其他有关规定执行。

(3) 拌和物取样后应尽快进行试验。试验前,试样应经人工略加翻拌,以保证其质量均匀。

(二) 拌制方法

1. 一般规定

(1) 拌混凝土的原材料应符合有关技术要求,并与施工实际用料相同,水泥如有结块,应用 0.9mm 筛将结块筛除。

(2) 在试验室拌制混凝土进行试验时,拌和用的骨料应提前运入室内。拌和时试验室的温度应保持在 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。需要模拟施工条件下所用的混凝土时,试验室原材料的温度宜保持与施工现场一致。

(3) 材料用量以重量计。称量精度:骨料为 $\pm 1\%$;水、水泥和外加剂均为 $\pm 0.5\%$ 。

(4) 拌和物从加水拌和时算起,全部操作(包括稠度测定或试件成型等)须在 30min 内完毕。

2. 主要仪器设备

(1) 搅拌机:容量 75~100L, 转速为 18~22r/min。

(2) 磅秤:称量 50kg, 感量 50g。

(3) 天平(称量 5kg, 感量 5g)、量筒(200mL, 1000mL)、拌铲、拌板(1.5m×2m 左右)、盛器。

3. 拌和方法

(1) 人工拌和:

1) 按配合比称量各材料。

2) 将拌板和拌铲用湿布润湿后,将砂、水泥倒在拌板上,用拌铲自拌板的一端翻拌至另一端,如此重复直至颜色均匀,再加上石子,翻拌至均匀。

3) 将干混合料堆成堆,在中间作一凹坑,倒入部分拌和用水,然后仔细翻拌,逐步加入全部用水,继续翻拌直至均匀为止。

4) 拌和时间从加水时算起,在 10min 内完毕。

(2) 按配合比称量各材料:

1) 按配合比称量各材料。

2) 按配合比先预拌适量混凝土进行挂浆, 以免正式拌和时浆体的损失。

3) 开动搅拌机, 向搅拌机内依次加入石子、砂子和水泥, 干拌均匀, 再将水徐徐加入, 全部加料时间不超过 2min, 水全部加入后, 继续拌和 2min。

4) 将搅拌和物自搅拌机中卸出, 倾倒在拌板上, 再人工拌和 1~2min, 使其均匀。

四、工作性试验

(一) 坍落度法

本方法适用于骨料最大粒径不大于 40mm、坍落度值不小于 10mm 的混凝土拌和物稠度测定。

1. 仪器设备

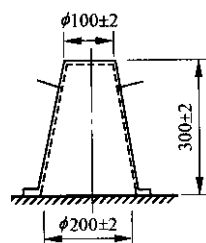
坍落度筒由薄钢板或其他金属制成的圆台形筒(见附图 21)其内壁应光滑、无凹凸部位。底面和顶面应互相平行并与锥体的轴线垂直。在坍落度筒外三分之二高度处安两个手把, 下端应焊脚踏板。筒的内部尺寸为:

底部直径 $200 \pm 2\text{mm}$

顶部直径 $100 \pm 2\text{mm}$

高度 $300 \pm 2\text{mm}$

筒壁厚度 不小于 1.5mm



(2) 捣棒直径 16mm、长 600mm 的钢棒, 端部应磨圆。

2. 试验步骤

(1) 湿润坍落度筒及其他用具, 并把筒放在不吸水的刚性水平底板上, 然后用脚踩住两边的脚踏板, 使坍落度筒在装料时保持位置固定。

(2) 把按要求取得的混凝土试样用小铲分三层均匀地装入筒内, 使捣实后每层高度为筒高的三分之一左右。每层用捣棒插捣 23 次。插捣应沿螺旋方向由外向中心进行, 各次插捣应在截面上均匀分布。插捣应贯穿整个深度, 插捣第二层和顶层时, 捣棒应插透本层至下一层的表面。

浇灌顶层时, 混凝土应灌到高出筒口。插捣过程中, 如混凝土沉落到低于筒口, 则应随时添加。顶层插捣完后, 刮去多余的混凝土, 并用抹刀抹平。

(3) 清除筒边底板上的混凝土后, 垂直平稳地提起坍落度筒, 坍落度筒的提离过程应在 5~10s 内完成。

从开始装料到提坍落度筒的整个过程 W 不间断地进行, 并应在 150s 内完成。

(4) 提起坍落度筒后, 量测筒高与坍落后混凝土试体最高点之间的高度差, 即为该混凝土拌和物的坍落度值。

混凝土拌和物坍落度以毫米为单位, 结果表达精确到 5mm。

坍落度筒提离后, 如混凝土发生崩坍或一边剪坏现象, 则应重新取样另行测定。如第二次试验仍出现上述现象, 则表示该混凝土和易性不好。应予记录备查。

(5) 观察坍落后的混凝土试体的粘聚性及保水性。粘聚性的检查方法是用捣棒在已坍落的混凝土锥体侧面轻轻敲打。此时, 如果锥体逐渐下沉出表示粘聚性良好, 如果锥体倒塌、部分崩裂或出现离析现象, 则表示粘聚性不好。

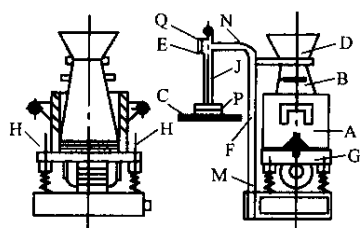
保水性以混凝土拌和物中稀浆析出的程度来评定，坍落度筒提起后如有较多的稀浆从底部析出，锥体部分的混凝土也因失浆而骨料外露，表明此混凝土拌和物的保水性能不好。如坍落度筒提起后无稀浆或仅有少量稀浆自底部析出，则表示此混凝土拌和物保水性良好。

(二) 维勃稠度法

本方法适用于骨料最大粒径不大于 40mm，维勃稠度在 5~30s 之间的混凝土拌和物稠度测定。

1. 仪器设备

(1) 维勃稠度仪(见附图 22)一由以下部分组成:



附图 22 维勃稠度仪

A-容器; B-坍落度筒; C-透明圆盘; D-料斗;
E-套管; F-定位螺丝; G-震动台; H-固定螺丝;
J-测杆; M-支柱; N-旋转架; P-荷重块;
Q-测杆螺丝

1) 震动台: 台面长 380mm, 宽 260mm, 支承在 4 个减震器上。台面底部安有频率为 $50 \pm 3\text{Hz}$ 的震动器。装有空容器时台面的振幅应为 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ 。

2) 容器: 由钢板板成, 内径为 $240 \pm 5\text{mm}$, 高为 $200 \pm 2\text{mm}$, 筒壁厚 3mm, 筒底厚为 7.5mm。

3) 坍落度筒: 其内部尺寸为

底部直径 $200 \pm 2\text{mm}$

顶部直径 $100 \pm 2\text{mm}$

高度 $300 \pm 2\text{mm}$

4) 旋转架: 与测杆及喂料斗相连。测杆下部装有透明且水平的圆盘, 并用测杆螺丝把测杆固定在套管中。旋转架安装在支柱上, 通过十字凹槽来固定方向, 并用定位螺丝来固定其位置。就位后, 测杆或喂料斗的轴线均应与容器的轴线重合。

透明圆盘直径为 $230 \pm 2\text{mm}$, 厚度为 $10 \pm 2\text{mm}$ 。荷重块直接固定在圆盘上。由测杆、圆盘及荷重块组成的滑动部分总重量应为 $2750 \pm 50\text{g}$ 。

(2) 捣棒: 直径 16mm、长 600mm 的钢棒端部应磨圆。

2. 试验步骤

(1) 把维勃稠度仪放置在坚实水平的地面上, 用湿布把空器、坍落度筒、喂料斗内壁及其他用具润湿。

(2) 将喂料斗提到坍落度筒上方扣紧, 校正容器位置, 使其中心与喂料斗中心重合, 然后拧紧固定螺丝。

(3) 把按要求取得的混凝土试样用小筛分三层经喂料斗均匀地装入筒内。

(4) 把喂料斗转离, 垂直地提起坍落度筒, 此时应注意不便混凝土试体产生横向的扭动。

(5) 不敷出把透明圆盘转到混凝土圆台体顶面, 放松测杆螺丝, 降下圆盘, 使其轻轻接触到混凝土顶面。

(6) 拧紧定位螺丝, 并检查测杆螺丝是否已经完全放松。

(7) 在开启震动台的同时用秒表计时, 当振动到透明圆盘的底面被水泥浆布满的瞬间停表计时, 并关闭震动台。

由秒表读出的时间(s)即为该混凝土拌和物的维勃稠度值。

五、拌和物表观密度试验

(一) 仪器设备

(1) 容量筒:金属制成的圆筒,两旁装有手把。对骨料最大粒径不大于 40mm 的拌和物采用容积为 5L 的容量筒,其内径与筒高均为 $186\pm 2\text{mm}$,筒壁厚为 3mm;骨料最大粒径大于 40mm 时,容量筒的内径与筒高均应在大于骨料最大粒径的 4 倍。容量筒上缘及内壁应光滑平整,顶面与底面应平行并与圆柱体的轴垂直。

(2) 台秤:称量 100kg,感量 50g。

(3) 震动台:频率应为 $50\pm 3\text{Hz}$,空载时的振幅应为 $0.5\pm 0.1\text{mm}$ 。

(4) 捣棒:直径 10mm、长 600mm 的钢棒,端部应磨圆。

(二) 试验步骤

(1) 用湿布把容量筒内外擦干净,称出筒重,精确至 50g。

(2) 混凝土的装料及捣实方法应根据拌和物的稠度而定。坍落度不大于 70mm 的混凝土,用震动台振实为宜,大于 70mm 的用捣棒捣实为宜。

1) 采用捣棒捣实时,应根据容量筒的大小决定分层与插捣次数。用 5L 容量筒时,混凝土拌和物应分两层装入,每层的插捣次数应为 25 次。有大千 5L 的容量筒时,每层混凝土的高度不应大于 100mm,每层插捣次数按 100cm^2 截面不小于 12 次计算。各次插捣应均匀地分布在每层截面上,插捣底层时捣棒应贯穿整个深度,插捣第二层时,捣棒应插透本层至下一层的表面。每一层捣完后可把捣棒垫在筒底,将筒左右交替地颠击地面各 15 次。

2) 采用震动台振实时,应一次将混凝土拌和物灌到高出容量筒口。装料时可用捣棒稍加插捣,振动过程中如混凝土沉落到低于筒口,则应随时添加混凝土,振动直至表面出浆为止。

(3) 用刮尺齐筒口将多余的混凝土拌和物刮去,表面如有凹陷应予填平。将容量筒外壁擦净,称出混凝土与容量筒总重,精确至 50g。

(三) 结果处理

混凝土拌和物容量 r_h 应按下列公式计算

$$r_h = \frac{W_2 - W_1}{V} \times 1000 (\text{kg} / \text{m}^3)$$

式中 W_1 ——容量筒重量, kg;

W_2 ——容量筒及试样总重, kg;

V ——容量筒容积, L。

试验结果的计算精确至 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 。

容量筒容积应经常予以校正。校正方法可采用一块能覆盖住容量筒顶面的玻璃板,先称出玻璃板和空桶的重量,然后向容量筒中灌入清水,灌到接近上口时,一边不断加水,一边把玻璃板沿筒口徐徐推入盖严。应注意硬玻璃板下不带入任何气泡。然后擦净玻璃板面及筒壁外的水分,将容量筒连同玻璃板放在台称上称重。两次称量之差(以 kg 计)即为容量筒的容积(L)。

试验五 混凝土的力学性能试验

一、采用标准

GBJ81 普通混凝土力学性能试验方法。

二、试验目的

通过测定混凝土立方体抗压强度和混凝土立方体壁裂抗拉强度，熟悉有关强度的评定方法。

三、试件的制作及养护

(一) 试件制作

试件的成型方法应根据混凝土的稠度而定。坍落度不大于 70mm 的混凝土，宜用振动台振实；大于 70mm 的宜用捣棒人工捣实。检验现浇混凝土工程和预制构件质量的混凝土，试件成型方法应与实际施工采用的方法相同。

制作试件前应将试模清擦干净并在其内壁涂上一层矿物油脂或其他脱膜剂。

(1) 采用震动台成型时，应将混凝土拌和物一次装入试模，装料时应用抹刀沿试模内壁略加插捣并使混凝土拌和物高出试模上口。振动时应防止试模在震动台上自由跳动。振动应持续到混凝土表面出浆为止，刮除多余的混凝土，并用抹刀抹平。

试验室用震动台的振动频率应为 $50 \pm 3\text{Hz}$ ，空载时振幅约为 0.5mm。

(2) 人工插捣时，混凝土拌和物应分层装入试模，每层的装料厚度大致相等。插捣用的钢制捣棒长为 600mm，直径为 16mm，端部应磨圆。插捣应按螺旋方向从边缘向中心均匀进行，插捣底层时，捣棒应达到试模表面，插捣上层时，捣棒应穿入下层深度为 20~30mm，插捣时捣棒应保持垂直，不得倾斜。同时，还应用抹刀沿试模内壁插入数次。每层的插捣次数应根据试件的截面而定，一般每 100cm^2 截面积不应少于 12 次。插捣完后，刮除多余的混凝土，并用抹刀抹平。

(二) 试件养护

根据试验目的不同，试件可采用标养护或与构件同条件养护。

试件一般养护到 28d 龄期(由成型时算起)进行试验。但也可以按要求(如需确定拆模、起吊、施加预应力或承受施工荷载等时的力学性能)养护到所需的龄期。

(1) 采用标准养护的试件成型后应覆盖表面，以防止水分蒸发，并应在温度为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 情况下静置一昼夜至两昼夜，然后编号拆模。

拆模后的试件应立即放在温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 的不流动水中养护。水的 PH 值不应小于 7。

(2) 同条件养护的试件成型后应覆盖表面。试件的拆模时间可与实际构件的拆模时间相同，拆模后，试件仍需保持同条件养护。

四、立方体抗压强度试验

(一) 仪器设备

压力试验机，混凝土立方体抗压强度试验所采用试验机的精度(示值的相对误差)至少应为 $\pm 2\%$ ，其量程应能使试件的预期破坏荷载值不小于全量程的 20%，也不大于全量程的 80%。

试验机上、下压板及试件之间可各垫以钢垫板，钢垫板的两承压面均应机械加工。

与试件接触的压板或垫板的尺寸应大于试件的承压面，其不平度应为每 100mm 不超过 0.02mm。

(二) 试件

混凝土试件的尺寸应根据混凝土中骨料的最大粒径按附表 9 选定。

附表 9 混凝土立方体试件尺寸选用表

试件尺寸(mm)	骨料最大粒径(mm)
100×100×100	30
150×150×150	40
200×200×200	60

(三) 试验步骤

试件从养护地点取出后，应尽快进行试验，以免试件内部的温湿度发生显著变化。

(1) 先将试件擦试干净，测量尺寸，并检查其外观。试件尺寸测量精确至 1mm，并据此计算试件的承压面积。如实测尺寸与公称尺寸之差不超过 1mm，可按公称尺寸进行计算。

试件承压面的不平度应为每 100mm 不超过 0.05mm，承压面与相邻面的不垂直度不应超过±1 度。

(2) 将试件安放在试验机的下压板上，试件的取压面应与成型时的顶面垂直。试件的中心应与试验机下压板中心对准。开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触均衡。

混凝土试件的试验应连续而均匀地加荷，加荷速度应为:混凝土强度等级低于 C30 时，取每秒钟 0.3~0.5MPa；混凝土强度等级高于或等于 C30 时，取每秒钟 0.50~0.8MPa。当试件接近破坏而开始迅速变形时，停止调整试验机油门，直至试件破坏。然后记录破坏荷载。

(四) 结果处理与评定

(1) 混凝土立方体试件抗压强度应按下式计算：

$$f_{cc} = \frac{P}{A}$$

式中 f_{cc} ——混凝土立方体试件抗压强度，MPa；

P ——破坏荷载，N；

A ——试件承压面积，mm²。

混凝土立方体抗压强度计算应精确至 0.1MPa。

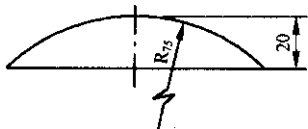
(2) 以 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的抗压强度值。3 个测值中的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超群中间值的 15%时，则把最大及最小值一并舍除，取中间值作为该组试件的抗压强度值。如有两个测值与中间值的差均超过中间值的 15%时，则该组试件的试验结果无效。

取 150mm×150mm×150mm 试件的抗压强度为标准值，用其他尺寸试件测得的强度值均应乘以尺寸换算系数，其值为对 200mm×200mm×200mm 试件为 1.05；对 100mm×100mm×100mm 试件为 0.95。

五、劈裂抗拉强

(一) 仪器设备

(1) 试验机：要求同立方体抗压强度试验机。



附图 23 劈裂抗拉试验用垫条

(2) 垫条：采用直径为 150mm 的钢制弧形垫条，其截面尺寸如附图 23。垫条的长度不应短于试件的边长。

垫条与试件之间应垫以木质三合板垫层，垫层宽应为 15~20mm；厚 3~4mm，长度不应短于试件边长，垫层不得重复使用。

(二) 试件

劈裂抗拉强度试验应采用 15mm×150mm×150mm 的立方体作为标准试件，制作标准试件所用混凝土中骨料的最大粒径不应大于 40mm。

必要时，可采用 100mm×100mm×100mm 非标准尺寸的立方体试件，非标准试件混凝土所有骨料的最大粒径不应大于 20mm。

(三) 试验步骤

试件从养护地点取出后，应及时进行试验。试验前，试件应保持与原养护地点相似的干湿状态。

(1) 先将试件擦试干净，测量尺寸检查外观，并在试件中部划线定出劈裂面的位置。劈裂面应与试件成型时的顶面垂直。

试件尺寸测量精确至 1mm，并据此计算试件的劈裂面面积。如实测尺寸与公称尺寸之差不得超过 1mm，可按公称尺寸计算。

试件承压区的不平度应为每 100mm 不超过 0.05mm，承压线与相邻面的不垂直度应不超过 ±1 度。

(2) 将试件放在试验机下压板的中心位置，在上、下压板与试件之间垫以圆弧形垫层各一条，垫条应与成型时的顶面垂直(附图 24)。为了保证上、下垫条对准提高试验效率，可以把垫条安装在定位架上使用。

开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触均衡。

试件的试验应连续而均匀地加荷，加荷速度应为：混凝土强度等级低于 C30 时，取每秒钟 0.02~0.05MPa；强度等级高于或等于 C30 时，取每秒钟 0.05~0.08MPa。试件接近破坏时，应停止调整试验机油门，直至试验破坏，然后记下破坏荷载。

(四) 结果处理与评定

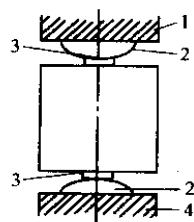
(1) 混凝土劈裂抗拉强度应按下式计算：

$$f_{ts} = \frac{2P}{pA} = 0.637 \frac{P}{A}$$

式中 f_{ts} ——混凝土劈裂抗拉强度，MPa；

P ——破坏荷载，N；

A ——试件劈裂面面积，mm²。



附图 24 劈裂抗拉试验示意图

1-上压板；2-垫条；
3-垫层；4-下压板

劈裂抗拉强度计算精确到 0.01MPa。

(2) 以 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的劈裂抗拉强度值。3 个测值中的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的 15%，则把最大及最小值一并舍除，取中间值作为该组试件的劈裂抗拉强度值。如有两个测值与中间值的差均超过中间值的 15%，则该组试件的试验结果无效。

采用 100mm×100mm×100mm 非标准试件取得的劈裂抗拉强度值，应乘以尺寸换算系数 0.85。

试验六 建筑砂浆试验

一、采用标准

JGJ70 建筑砂浆基本性能试验方法。

二、砂浆拌和物取样及拌制方法

(一) 取样方法

(1) 建筑砂浆试验用料应根据不同要求,可从同一盘搅拌机或同一车运送的砂浆中取出;在试验室取样时,可从机械或人工拌和的砂浆中取出。

(2) 施工中取样进行砂浆试验时,其取样方法和原则按相应的施工验收规范执行,应在使用地点的砂浆槽、砂浆运送车或搅拌机出料口,至少从一个不同部位集取。所取试样的数量应多于试验用料的 1~2 倍。

(3) 砂浆拌和物取样后,应尽快进行试验。现场取来的试样,在试验前应经人工再翻拌,以保证其质量均匀。

(二) 拌制方法

1. 仪器设备

(1) 砂浆搅拌机。

(2) 拌和铁板:约 $1.5\text{m} \times 2\text{m}$, 厚约 3mm。

(3) 台称:称量 10kg, 感量 5g。

(4) 磅称:称量 50kg, 感量 50g。

(5) 拌铲、抹刀、量筒等。

2. 一般规定

(1) 试验室拌制砂浆进行试验时,拌和用的材料要求提前运入室内,拌和时试验的温度应保持在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(2) 需要模拟施工条件下所用的砂浆时,试验室原材料的温度宜保持与施工现场一致。

(3) 试验用水泥和其他原材料应与现场使用材料一致。水泥如有结块应充分混合均匀,以 0.9mm 筛过筛。砂也应以 5mm 筛过筛。

(4) 试验室拌制砂浆时,材料应称重计量。称量的精确度:水泥、外加剂等为 $\pm 0.5\%$;砂、石灰膏、粘土膏、粉煤灰和磨细生石灰粉为 $\pm 1\%$ 。

(5) 试验室用搅拌机搅拌砂浆时,搅拌的用量不宜少于搅拌机容量的 20%,搅拌时间不宜少于 2min。

3. 拌和方法

拌和方法有人工拌和和机械拌和两种。

(1) 人工拌和方法:

1) 将称量好的砂子倒在拌和铁板上,然后加入水泥,用拌和铲将混合物拌和均匀(颜色均匀为止)。

2) 用拌和铲在中间做一凹槽,将称好的百灰膏倒入凹槽中,倒入适量的水,将石灰膏调稀,然后再与水泥和砂共同拌和,用量筒逐次加水拌和,直至拌和物色泽一致、和易性凭经验观察符合要求时为止。

2. 机械拌和方法:

- 1) 先拌和适量砂浆(与正式拌和的砂浆配比一致), 使搅拌机内壁粘附一薄层水泥砂浆。
- 2) 将称好的砂、水泥装入搅拌机。
- 3) 开动搅拌机, 并将水徐徐加入(混合砂浆需将石灰膏或粘土膏用水稀释至浆状), 搅拌约 3min。搅拌的用量不宜少于搅拌机容量的 20%。
- 4) 关闭搅拌机, 将砂浆拌和物倒入拌和板上, 用拌和铲翻拌几次, 使砂浆均匀。

三、砂浆稠度试验

(一) 试验目的

测定砂浆的稠度(沉入度), 评定砂浆的流动性。

(二) 仪器设备

(1) 砂浆稠度仪一由试锥, 容器和支座三部分组成(见附图 25)试锥由钢材或铜材制成, 试锥高度为 145mm、锥底直径为 75mm、试锥连同滑杆的重量应为 300g;盛砂浆容器由钢板制成, 筒高为 180mm, 锥底内径为 150mm;支座分底座、支架及稠度显示 3 个部分, 由铸铁、钢及其他金属制成。

(2) 钢制捣棒一直径 10mm、长 350mm、端部磨圆。

(3) 秒表等。

(三) 试验步骤

(1) 盛浆容器和试锥表面用湿布擦干净, 并用少量润滑油轻擦滑杆, 后将滑杆上多余的油用吸油纸擦净, 使滑杆能自由滑动。

(2) 将砂浆拌和物一次装入容器, 使砂浆表面低于容器口约 10mm 左右, 用捣棒自容器中心向边缘插捣 25 次, 然后轻轻地将容器摇动或敲击 5~6 下, 使砂浆表面平整, 随后将容器置于稠度测定仪的底座上。

(3) 拧开试锥滑杆的制动螺丝, 向下移动滑杆, 当试锥尖端与砂浆表面刚接触时, 拧紧制动螺丝, 便齿条测杆下端刚接触滑杆上端, 并将指针对准零点上。

(4) 拧开制动螺丝, 同时计时间, 待 10s 立即固定螺丝, 将齿条测杆下端接触滑杆上端, 从刻度盘上读出下沉深度(精确至 1mm)即为砂浆的稠度值。

(5) 圆锥形容器内的砂浆, 只允许测定一次稠度, 重复测定时, 应重新取样测定之。

(四) 结果处理

取两次试验结果的算术平均值, 计算值精确至 1mm;

两次试验值之差如大于 20mm, 则应另取砂浆搅拌后重新测定。

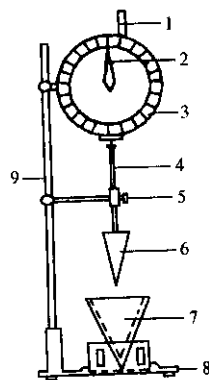
四、砂浆分层度试验

(一) 试验目的

测定砂浆的分层度, 评定其保水性。

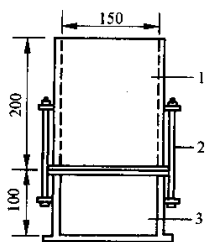
(二) 仪器设备

(1) 砂浆分层变筒(见附图 26):内径为 150mm, 上节高度为 200mm, 下节带底净高为



附图 25 砂浆稠度测定仪

- 1-齿条指针; 2-指针; 3-刻度盘;
4-滑杆; 5-制动螺丝; 6-试锥;
7-盛浆容器; 8-底座; 9-支架



附图 26 砂浆分层度测定液
(单位:mm)

1-无底圆筒; 2-连接螺栓;
3-有底圆筒

100mm, 用金属板制成, 上、下层连接处需加到 3~5mm, 并设有橡胶垫圈。

(2) 水泥胶砂振动台: 振幅 $0.85 \pm 0.05\text{mm}$, 频率 $50 \pm 3\text{Hz}$ 。

(3) 稠度仪、木锤等。

(三) 试验步骤

(1) 首先将砂浆拌和物按稠度试验方法测定稠度。

(2) 将砂浆拌和物一次装入分层度筒内, 待装满后, 用木锤在容器周围距离大致相等的 4 个不同地方轻轻敲击 1~2 下, 如砂浆沉落到低于筒口, 则应随时添加, 然后刮去多余的砂浆并用抹刀抹平。

(3) 静置 30min 后, 去掉上节 200mm 砂浆, 剩余的 100mm 砂浆倒出放在拌和锅内拌 2min, 再按稠度试验方法测其稠度。前后测得的稠度之差即为该砂浆的分层度值(cm)。

(四) 结果处理

取两次试验结果的算术平均值作为该砂浆的分层度值; 两次分层度试验值之差如大于 20mm, 应重做试验。

五、砂浆立方体抗压强度试验

(一) 试验目的

测定砂浆抗压强度, 评定其强度等级。

(二) 仪器设备

(1) 试模为 $70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm} \times 70.7\text{mm}$ 立方体, 由铸铁或钢制成, 应具有足够的刚度并拆装方便。试模的内表面应机械加工, 其不平度应为每 100mm 不超过 0.05mm。组装后各相邻面的不垂直度不应超过 $\pm 0.5^\circ$ 。

(2) 捣棒: 直径 10mm, 长 350mm 钢棒, 端部应磨圆。

(3) 压力试验机: 采用精度(示值的相对误差)不大于 $\pm 2\%$ 的试验机, 其量程应能使试件的预期破坏荷载值不小于全量程的 20%, 也不大于全量程的 80%。

(4) 垫板: 试验机上、下压板及试件之间可垫以钢垫板, 垫板的尺寸应大于试件的承压面, 其不平度应为每 100mm 不超过 0.02mm。

(三) 试件制作和养护方法

(1) 用于多孔基面的砂浆:

1) 将无底试模放在顶先铺有吸水性较好的纸的普通粘砖土砖上(砖的吸水率不小于 10%, 含水率不大于 20%), 试模内壁事先涂刷薄层机油或脱模剂; 放于砖上的湿纸, 应为湿的新闻纸(或其他未粘过胶凝材料的纸), 纸的大小要以能盖过砖的四边为准, 砖的使用面要求平整, 凡砖 4 个垂直面粘过水泥或其他胶结材料后, 不允许再使用。

2) 向试模内一次注满砂浆, 用捣棒均匀由外向里按螺旋方向插捣 25 次, 扣了防止低稠度砂浆插捣后可能留下孔洞, 允许用油灰刀沿模壁插数次, 使砂浆高出试模顶面 6~8mm;

3) 当砂浆表面开始出现麻斑状态时(约 15~30min)将高出部分的砂浆沿试模顶面削去抹平。

(2) 用于较密实基面的砂浆:

采用有底试模, 不便水分流失。将砂浆分两层装入试模, 每层厚约 4cm, 用捣棒将每层砂浆均匀插捣 12 次, 沿试模壁用抹刀插捣数次。砂浆应高出试模顶面 6~8mm, 1~2h 内用刮刀刮掉多余砂浆, 并抹平表面。

(3) 用试件养护:

1) 试件制作后应在, $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 温度环境下停置一昼夜($24 \pm 2\text{h}$)。当气温较低时, 可适当延长时, 但不应超这两昼夜, 然后对试件进行编号并拆模。试件拆模后, 应在标准养护条件下, 继续养护至 28d, 然后进行试压。

2) 标准养护的条件是:水泥混合砂浆应为温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 60%~80%;水泥砂浆和微沫砂浆应为温度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 90%以上;养护期间, 试件彼此间隔不少于 10mm。

3) 当无标准养护条件时, 可采用自然养护, 水泥混合砂浆应在正温度, 相对湿度为 60%~80%的条件下(如养护箱中或不通风的室内)养护;水泥砂浆和微沫砂浆应在正温度并保持试块表面湿润的状态下(如湿砂堆中)养护;养护期间必须作好温度记录。在有争议时, 以标准养护条件为准。

(四) 抗压强度试验步骤

试件从养护地点取出后, 应尽快进行试验, 以免试件内部的温湿度发生显著变化。

(1) 将试件擦试干净, 测量尺寸, 并检查其外观。试件尺寸测量精确至 1mm, 并据此计算试件的承压面积。如实测尺寸与公称尺寸之差不超过 1mm 可按公称尺寸进行计算。

(2) 将试件安放在试验机的下压板上(或下垫板上), 试件的承压面应与成型时的顶面垂直, 试件中心应与试验机下压板(或下垫板)中心对准。

(3) 开动试验机, 当上压板与试件(或下垫板)接近时, 调整球座, 使接触面均衡受压。承压试验应连续而均匀地加荷, 加荷速度应为每秒钟 0.5~1.5kN(砂浆强度 5MPa 及 5MPa 以下时, 取下限为宜, 砂浆强度 5MPa 以上时, 取上限为宜), 当试件接近破坏而开始迅速变形时, 停止调整试验机油门, 直至试件破坏, 然后记录破坏荷载。

(五) 结果处理与评定

(1) 每个试件的砂浆立方体抗压强度应按下列公式计算:

$$f_{m,cu} = \frac{N_u}{A}$$

式中 $f_{m,cu}$ ——砂浆立方体抗压强度, MPa(精确至 0.1MPa);

N_u ——立方体破坏压力, N;

A ——试件承压面积, mm^2 。

(2) 以 6 个试件测值的算术平均值作为该组试件抗压强度值, 平均值计算精确至 0.1MPa。

当 6 个试件的最大值或最小值与平均值的差超过 20%时, 以中间 4 个试件的平均值作为该组试件的抗压强度值。

试验七 烧结普通砖抗压强度试验

一、采用标准

GB/T5101 烧结普通砖。

GB/T2542 砌墙砖试验方法。

JC/T466 砌墙砖检验规则。

二、试验目的

测定烧结普通砖的抗压强度，评定其强度等级。

三、取样方法

1. 检验批的构成

(1) 不正常生产与正常生产的砌墙砖不能混批。

(2) 原料变化或不同配料比例的砌墙砖不能混批。

(3) 不同质量等级的砌墙砖不能混批。

检验批的批量在 3.5~15 万块为一批，不足 3.5 万块按一批计。

进行抗压强度试验抽取砖样 10 块。

2. 抽样方法

外观质量检验的试样采用随机抽样法，在每一检验批的产品堆垛中抽取。尺寸偏差检验的样品用随机抽样法从外观质量检验后的样品中抽取。其他检验项目的样品用随机抽样法从外观质量检验后的样品中抽取。

3. 取样数量

抗压强度试验的试样应 10 块。

四、仪器设备

(1) 压力试验机:示值相对误差不大于 $\pm 1\%$ ，试件预期破坏荷载应在试验机量程的 20%~80%之间。

(2) 切砖机、量尺、镘刀等。

五、试验步骤

(1) 将 10 块砖样每个都用切砖机切成两个半截砖，断开的半截砖长度不得小于 100mm，如不足 100mm，应另取备用试样补足。

(2) 将已断开的半截砖放入室温的净水中浸 10~20min 后取出，并以断口相反方向叠放，两者中间抹以厚度不超过 5mm 的用 32.5 等级普通水泥调制成稠度适宜的水泥净浆粘结，上下两面用厚度不超过 3mm 的同种水泥净浆抹平，制成的试件上下两面须相互平行，并垂直于侧面。

(3) 将制好的试件置于不低于 10℃ 的不通风室内养护 3d，再进行强度试验。

(4) 试验前，测量每个试件的连接面的长、宽、尺寸各两个，分别取其平均值，精确至 1mm。

(5) 将试件平放在压力机的承压板中央，启动压力机并调合其零点后，开始加荷，加荷速度控制在 $(5 \pm 0.5) \text{ kN/s}$ 为宜，加荷时均匀平稳，不得冲击或振动，直至试件破坏，记录破坏荷载。

六、结果处理与评定

(1) 试验后先按以下两式分别计算出强度变异系数 d 、标准差 S ：

$$d = \frac{S}{\bar{f}}$$
$$S = \sqrt{\frac{1}{9} \sum_{i=1}^{10} (f_i - \bar{f})^2}$$

式中 d ——砖强度变异系数，精确至 0.01；
 S ——10 块试样的抗压强度标准差，精确至 0.01MPa；
 $\bar{f}$ ——10 块试样的抗压强度平均值，精确至 0.1MPa；
 f_i ——单块试样抗压强度测定值，精确至 0.01MPa。

(2) 结果计算与评定:

1) 平均值—标准值方法评定，变异系数 $d \leq 0.21$ 时，按表 1 中抗压强度平均值 ($\bar{f}$)、强度标准值 f_k 指标评定砖的强度等级。样本量 $n=10$ 时的强度标准值按下式计算:

$$f_k = \bar{f} - 1.8S$$

式中 f_k ——强度标准值，精确至 0.1MPa。

2) 平均值—最小值方法评定:变异系数 $d > 0.21$ 时，按附表 10 中抗压强度平均值 ($\bar{f}$)、单块最小抗压强度值 $f_{\min}$ 评定砖的强度等级，单块最小抗压强度值精确至 0.1MPa。

附表 10 强度等级

强度等级	抗压强度平均值 $\bar{f} \geq$	变异系数 $d \leq 0.21$	变异系数 $d > 0.21$
		强度标准值 $f_k \geq$	单块最小抗压强度值 $f_{\min} \geq$
MU30	30.0	22.0	25.0
MU25	25.0	18.0	22.0
MU20	20.0	14.0	16.0
MU15	15.0	10.0	12.0
MU10	10.0	6.5	7.5

试验八 普通混凝土小型空心砌块试验

一、采用标准

GB8239 普通混凝土小型空心砌块。

GB/T4111 混凝土小型空心砌块试验方法。

二、组批规则和抽样规则

1. 组批规则

砌块按外观质量等级和强度等级分批验收。它以同一种原材料配制成的相同外观质量等级、强度等级和同一工艺生产的 10000 块砌块为一批，每月生产的块数不足 10000 块者亦按一批。

2. 抽样规则

每批随机抽取 32 块做尺寸偏差和外观质量检验。

从尺寸偏差和外观质量检验合格的砌块中抽取规定数量进行其他项目检验。

三、抗压强度试验

(一) 试验目的

测定混凝土小型空心砌块的抗压强度，评定其强度等级。

(二) 设备

(1) 材料试验机，示值误差应不大于 2%，其量程选择应能使试件的预期破坏荷载落在满量程的 20%~80%。

(2) 钢板；厚度不小于 10mm，平面尺寸应大于 440mm×240mm，钢板的一面需平整，精度要求在长度方向范围内的平面度不大于 0.1mm。

(3) 玻璃平板；厚度不小于 6mm，平面尺寸与钢板的要求同。

(4) 水平尺，钢直尺或钢卷尺(分度值 1mm)。

(三) 试件

试件数量为 5 个砌块。

处理试件的坐浆面和铺浆面，使之成为互相平行的平面。将钢板置于稳固的底座上，平整面向上，用水平尺调至水平。在钢板上先薄薄地涂一层机油，或铺一层湿纸，然后铺一层以 1 份重量的 32.5 等级以上的普通硅酸盐水泥和 2 份细砂，加入适量的水调成的砂浆，将试件的坐浆面湿润后平稳地压入砂浆层内，使砂浆层尽可能均匀，厚度为 3~5mm。将多余的砂浆沿试件棱边刮掉，静置 24h 以后，再按上述方法处理试件的铺浆面。为使两面能彼此平行，在处理铺浆面时，应将水平尺置于现已向上的坐浆面上调至水平。在温度 10℃ 以上不通风的室内养护 3d 后做抗压强度试验。

为缩短时间，也可在坐浆面砂浆层处理后，不经静置立即在向上的铺浆面上铺一层砂浆，压上事先涂油的玻璃平板，边压边观察砂浆层，将气泡全部排除，并用水平尺调至水平，直至砂浆层平面均匀，厚度达 3~5mm。

(四) 试验步骤

(1) 尺寸测量，分别测出每个试件的长度和宽度，长度在条面的中间，宽度在顶面的中间，每项在对应两面各侧一次，分别求出各个方向的平均值，精确至 1mm。

(2) 将试件置于试验机承压板上，使试件的轴线与试验机压板的压力中心重合，以 10~30kN/s 的速度加荷，直至试件破坏，记录最大破坏荷载 P 。

若试验机压板不足以覆盖试件受压面时，可在试件的上、下承压面加辅助钢压板。辅助钢压板的表面光洁度应与试验机原压板同，其厚度至少为原压板边至辅助钢压板最远角距离的三分之一。

(五) 结果计算与评定

每个试件的抗压强度按下式计算，精确至 0.1MPa:

$$R = \frac{P}{LB}$$

式中 R ——试件的抗压强度，MPa;

P ——破坏荷载，N;

L ——受压面的长度，mm;

B ——受压面的宽度，mm。

试验结果以 5 个试件抗压强度的算术平均值和单块最小值表示，精确至 0.1MPa。

四、抗折强度试验

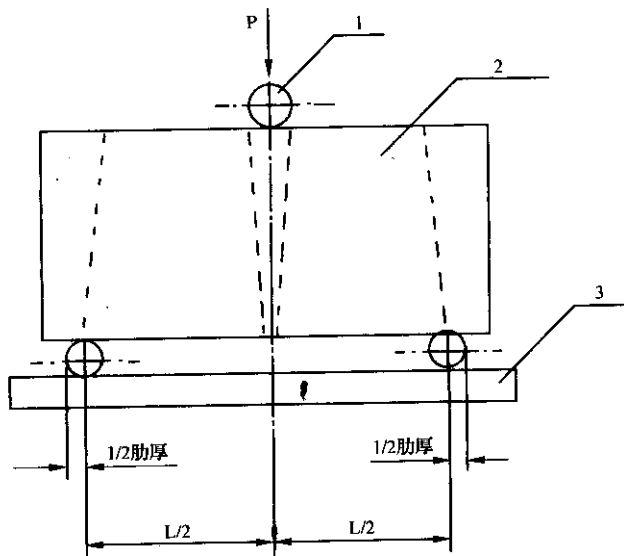
(一) 试验目的:测定混凝土小型空 1\$砌块的抗折强度。

(二) 设备

(1) 材料试验机的技术要求同抗压强度试验机。

(2) 钢棒:直径 35~40mm，长度 210mm，数量为三根。

(3) 抗折支座:由安放在底板上的两根钢棒组成，其中至少有一根是可以自由滚动的(见附图 27)。



附图 27 抗折支座

1-钢棒; 2-试件; 3-抗折支座

(三) 试件

试件数量为 5 个砌块。

处理试件的坐浆面和铺浆面，使之成为互相平行的平面。将钢板置于稳固的底座上平整面向上，用水平尺调至水平。在钢板上先薄薄地涂一层机油，或铺一层湿纸，然后铺一层以 1 份重量的 32.5 等级以上的普通硅酸盐水泥和 2 份细砂，加入适量的水调成的砂浆，将试件的坐浆面湿润后平稳地压入砂浆层内，使砂浆层尽可能均匀，厚度为 3~5mm。将多余的砂浆沿试件棱边刮掉，静置 24h 以后，再按上述方法处理试件的铺浆面。为使两面能彼此平行，在处理铺浆面时，应将水平尺置于现已向上的坐浆面上调至水平。在温度 10℃ 以上不通风的室内养护 3d 后做抗压强度试验。

为缩短时间，也可在坐浆面砂浆层处理后，不经静置立即在向上的铺浆面上铺一层砂浆、压上事先涂油的玻璃平板，边压边观察砂浆层，将气泡全部排除，并用水平尺调至水平，直至砂浆层平面均匀，厚度达 3~5mm。

(四) 试验步骤

(1) 尺寸测量:分别测出每个试件的高度和宽度。高度、宽度均在顶面的中间，每项在对应两面各测一次，分别求出各个方向的平均值，精确至 1mm。

(2) 将试件孔洞处的砂浆层打掉。

(3) 将抗折支座置于材料试验机承压板上，调整钢棒轴线间的距离，使其等于试件长度减一个坐浆面处的肋厚，再使抗折支座的中线与试验机压板的压力中心重合。

(4) 将试件坐浆面置于抗折支座上。

(5) 在试件的上部二分之一长度处放置一根钢棒(见附图 27)。

(6) 以 250N/s 的速度加荷直至试件破坏，记录最大破坏荷载 P 。

(五) 结果计算与评定

每个试件的抗折强度按下式计算，精确至 0.1MPa:

$$R_z = \frac{3PL}{2BH^2}$$

式中 R_z ——试件的抗折强度，MPa;

P ——破坏荷载，N;

L ——抗折支座上两钢棒轴心间距，mm;

B ——试件宽度，mm;

H ——试件高度，mm。

试验结果以 5 个试件抗折强度的算术平均值和单块最小值表示，精确至 0.1MPa。

试验九 石油沥青针入度、延度、软化点的测定试验

一、采用标准

GB/T11147 石油沥青取样法。

GB4509 沥青针入度测定法。

GB4508 石油沥青延度测定法。

GB4507 石油沥青软化点测定法。

二、试验目的

通过测定石油沥青的针入度、延度、软化点，熟悉石油沥青的主要技术性质。

三、取样方法

(一) 取样方式

从桶、袋、箱中取样应在样品表面以下及容器侧面以内至少 5cm 处采取。若沥青是能够打碎的，则用干净的适当工具打碎后取样；若沥青是软的，则用干净的适当工具切割取样。

(二) 取样数量

(1) 同批产品的取样数量：当能确认是同一批生产的产品时，应随机取出一件按上述取样方式取 4kg 供检验用。

(2) 非同批产品的取样数量：当不能确认是同一批生产的产品或按同批产品取样取出的样品，经检验不符合规格要求时，则须按随机取样的原则，选出若干件后再按上述取样方式取样，其件数等于总体数的立方根。附表 11 给出了不同装载件数所要取出的样品件数。每个样品的重量应不少于 0.1kg，这样取出的样品，经充分混合后取出 4kg 供检验用。

附表 11 石油沥青取样件数

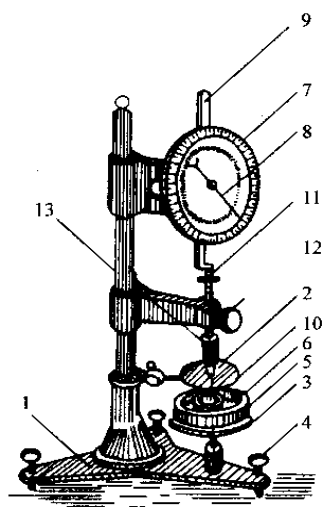
装载件数	选取件数
2~8	2
9~27	3
28~64	4
65~125	5
126~216	6
217~343	7
344~512	8
513~729	9
730~1000	10
1001~1331	11

四、针入度的测定

(一) 仪器设备

(1) 针入度计：针入度计的构造见附图 28，试验温度为 25℃ 时，标准针、连杆与附加砝码的合重为 $100 \pm 0.1\text{g}$ 。

(2) 标准针，经淬火的不锈钢针。



附图 28 针入度计

- 1-底座；2-小镜；3-圆形平台；
4-调平螺丝；5-保温皿；6-试样；
7-刻度盘；8-指针；9-活杆；
10-标准针；11-连杆；12-按钮；
13-砝码

(3) 盛样皿:金属制,平底筒状,内径为 $55 \pm 1\text{mm}$,深 $35 \pm 1\text{mm}$ 。

(4) 恒温水浴:容量不小于 10L,能保持温度在试验温度的 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 范围内。水中应备有一个带孔的支架,位于水面下不少于 100mm,距浴底不少于 50mm 处。

(5) 平底保温皿:容量不小于 0.5L,深度不少于 80mm。内设一个不锈钢三腿支架,能使试样皿稳定。

(6) 秒表:刻度 $\leq 0.1\text{s}$ 。

(7) 温度计:分度为 0.1°C 。

(8) 筛:孔径为 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。

(9) 金属皿或瓷皿:熔化试样用;砂浴;用煤气炉或电炉加热。

(二) 试样制备

将试样在砂浴上加热至 $120 \sim 180^\circ\text{C}$ 温度下脱水,充分搅拌后,用筛过滤,注入盛样皿内,其深度不少于 30mm。放置于 $15 \sim 30^\circ\text{C}$ 的空气中冷却 $1 \sim 2\text{h}$,冷却时须注意不便灰尘落入。然后将盛样皿浸入 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 的水浴中,恒温 $1 \sim 2\text{h}$ 。浴中水面应高于试样表面 25mm 以上。

(三) 试验步骤

(1) 调节针入度计水平;检查连杆是否能自由滑动;洗净擦干并装好标准针。

(2) 从恒温水浴中取出盛样皿,放入水温严格控制为 25°C 的平底保温皿中,试样表面以上的水层高度应不少于 10mm。将保温皿放于圆形平台上,慢慢放下连杆,使针尖与试样表面恰好接触。拉下活杆使与连杆顶端接触,调节刻度盘使指针指零。

(3) 开动秒表,同时用手紧压按钮,使标准针自由地插入沥青中,经过 5s 停压按钮,使指针停止下沉。

(4) 拉下活杆与标准针连杆顶部接触。这时刻度盘指针所指的读数即为试样的针入度。

(5) 同一试样重复测定至少三次,每次测定前都应检查并调节保温皿内水温,每次测定后都应将标准针取下,用浸有溶剂(煤油、苯、汽油或其他溶剂)的布或棉花擦净,再用于布或棉花擦干。每次插入点相互距离及与盛样皿边缘距离都不得小于 10mm。

(四) 结果处理与评定

以三次测定针入度的平均值,取至整数,作为实验结果。

三次测定的针入度值相差不应大于附表 12 所列数值,否则试验应重做。

附表 12

针入度允许最大差值

针入度	0~49	50~149	150~249	250~350
允许最大差值	2	4	6	10

五、延度试验

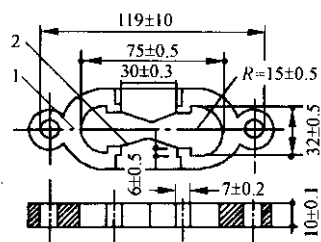
(一) 仪器设备

(1) 延度仪：为一带标尺的长方形容器，内装有移动速度为 (5 ± 0.5) cm/min 的拉伸滑板。

(2) 试模：由两个端模 1 和两侧模 2 组成，其形状尺寸如附图 29 所示。

(3) 温度计：0~50℃，分度 0.5℃。

(4) 瓷皿或金属皿(熔沥青用)、筛(筛孔 0.3~0.5mm)、刀(切沥青用)、金属板(附有夹紧模具的活动螺丝)、砂浴(用煤气炉或电炉加热)、甘油滑石粉隔离剂(甘油 2 份，滑石粉 1 份，以重量计)等。



附图 29 试模

(二) 试样及仪器准备

(1) 将隔离剂拌和均匀，涂于磨光的金属板上有侧模的内侧面，将试模在金属垫板上卡紧。

(2) 将除去水分的试样，在砂浴上加热溶化、搅拌，加热温度不得高于试样估计软化点 100℃；用筛过滤，并充分搅拌至气泡完全消除。然后将试样自模的一端至他端往返多次，缓缓注入模中，并略高出模具。

(3) 浇注好的试样在 15~30℃ 的空气中冷却 30min 后，然后放入 25 ± 0.1 ℃ 的水浴中，保持 30min 后取出，用热刀将高出模具部分的沥青刮去，使沥青面与模面齐平。沥青刮法应自模的中间，刮至两边，表面应刮得平整光滑。将试件连同金属板浸入 25 ± 0.1 ℃ 的水浴 1~1.5h。

(4) 检查延度仪滑板的移动速度是否符合要求，然后移动滑板使其指针正对标尺的零点。保持水槽中水温为 25 ± 0.5 ℃。

(三) 测定步骤

(1) 试件移至延度仪水槽中，然后将模具两端的孔分别套在滑板及槽端的金属柱上，并取下试件侧模，水面距试件表面应不少于 25mm。

(2) 当延度中的水温恰为 25℃ 时，开动延度仪的电动机，此时仪器不得有振动，观察沥青的延伸情况。有测定时如沥青细丝浮于水面或沉于槽底时，则加入乙醇(酒精)或食盐水，调整水的比重至与试样的比重相近后，再进行测定。

(3) 试件拉断时记下指针所指标尺上叩读数，即为试样的延度(以 cm 表示)。

(四) 结果处理与评定

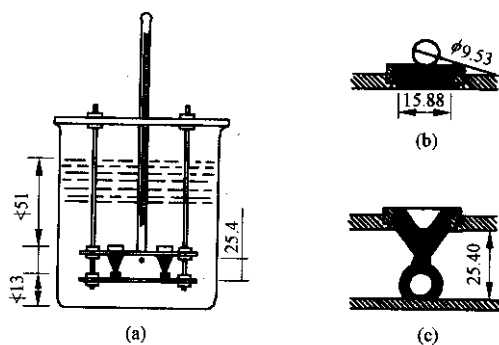
取平行测定的 3 个结果的平均值作为测定结果，若三次测定值不在其平均值的 5% 以内，但其中两个较高值在平均值的 5% 之内，则弃去最低测定值，取两个较高值的平均值作为测定结果。

六、软化点试验

(一) 仪器设备

(1) 沥青软化点测定仪(包括温度计、800ml 烧杯，测定架、黄铜环、套环、钢球)如附图 30 所示。

(2) 电炉或其他加热器、金属板(一面必须磨至光洁度 $\nabla 8$)或玻璃板、刀(切沥青用)、筛



附图 30 软化点测定仪

(a) 软化点测定仪装置图; (b),(c) 试验前后钢球位置图

(筛孔 0.3~0.5mm)、甘油滑石粉隔离剂、新煮沸的蒸馏水、甘油。

(二) 试样及仪器准备

(1) 将黄铜环置于涂有隔离剂的金属板或玻璃上, 将预先脱水的试样加热熔化, 加热温度不得高于估计软化点 100°C , 搅拌、过筛后注入黄铜环内至略高于环面为止, 如估计软化点有 120°C 以上时, 应将铜环与金属板预热至 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 将盛有试样黄铜环及板置于盛满水(估计软化点不高于 80°C 的试样)或甘油(估计软化点高于 80°C 的试样)保温槽内, 或将盛试样的环水平地安在环架中层板的圆孔内, 然后放在烧杯中, 恒温 15min。水温保持 $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 甘油温度保持 $32\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。同时, 钢球也置于恒温的水或甘油中。

(3) 烧杯内注入新煮沸并冷却至 5°C 的蒸馏水(估计软化点不高于 80°C 的试样)或注入预先加至约 32°C 的甘油(估计软化点高于 80°C 的试样), 使水面或甘油液面略低于连接杆上的深度标记。

(三) 试验步骤

(1) 从水浴或甘油保温槽中取出盛有试样的黄铜环置在环架中层板上的圆孔中, 并套上套环(钢球定位用), 把整个环架放入烧杯内, 调整水面或甘油液面至深度标记, 环架任何部分不得有气泡。将温度计由上层板中心孔垂直插入, 使水银环与铜环下面齐平。

(2) 移烧杯至放有石棉网的三脚架上或电炉上, 然后将钢球放在试样上(须使各环的平面在全部加热时间内完全处于水平状态)立即加热, 使烧杯内水或甘油温度在 3min 后保持每分钟上升 $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 否则重做。

(3) 试样受热软化下坠至与下层底面接触时记下此时的温度(即为试样的软化点)。

(四) 结果处理及评定

取平行测定两个结果的算术平均值作为测定结果。重复测定两个结果间的差数不得大于附表 13 的规定。

附表 13

软化点测定允许最大差值

软化点 ($^{\circ}\text{C}$)	<80	80~100	100~140
允许最大差值	1	2	3

试验十 建筑装饰材料性能试验

一、采用标准

GB/T4100 釉面内墙砖。

GB2579 建筑卫生陶瓷吸水率试验方法。

GB8917 陶瓷砖弯曲强度试验方法。

二、试验目的

通过釉面内墙砖的吸水率和弯曲强度测试，熟悉有关建筑装饰材料的技术性质。

三、组批与抽样规则

1. 组批

以同品种、同规格、同色号、同等级的 1000~2000m² 为一批，供需双方也可商定批的大小。

2. 抽样

以随机抽样的方法，抽取满足规定要求数量的样本。非破坏性试验项目的试样，可用于其他项目检验。

3. 抽样数量

吸水率 5 块

弯曲强度 10 块

四、吸水率试验

吸水率试验方法有真空法和煮沸法两种，本试验仅介绍煮沸法。

(一) 仪器设备

(1) 电垫恒温干燥箱，0~300℃。

(2) 电炉，0~3000W。

(3) 煮沸容器。

(4) 干燥器。

(5) 天平，感量 0.01g 和 0.001g 各一台。

(6) 蒸馏水。

(二) 试验步骤

(1) 取 5 块试样，过大时可进行切割，切割后的小块全部作为试样。

(2) 将试样擦干净，在电垫恒温干燥箱内于 105~110℃烘至恒重，即两次连续称量之差小于 0.5%(一般 24h 内连续烘一次即可)。

(3) 将试样放置在干燥器中冷却至室温。

(4) 用天平称量干燥试样的质量，陶瓷锦砖称量精确至 0.001g，其他陶瓷砖精确至 0.01g。

(5) 将恒重的试样竖放在盛有蒸馏水的煮沸容器内，使试样互不接触，试验过程中保持水面高出试样 50mm。

(6) 陶瓷砖在原蒸馏水中浸泡 4h 后加热蒸馏水至沸，并保持 2h，然后停止加热。陶瓷锦砖煮沸 4h 在原蒸馏水中浸泡 1h。

(7) 取出试样，用拧干的湿毛巾擦去试样表面的附着水，然后分别称量每块试样的重量。

(三) 结果处理与评定

试样的吸水率按下式计算:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100$$

式中 W ——试样吸水率, %;

m_1 ——经水饱和后的试样质量, g;

m ——干燥试样的质量, g。

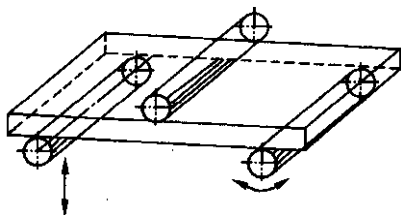
以 5 个试样吸水率的算术平均值作为试验结果。

五、弯曲强度试验

(一) 仪器设备

(1) 烘箱:能在 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 下保温。

(2) 弯曲强度试验机:相对误差不大于 1%, 能够等速加荷。试样支座由两根直径为 20mm 的金属棒构成, 其中一根可以绕中心轻微地上下摆动, 另一根可以绕它的轴心稍作旋转。压头是一直径为 20mm 金属棒。也可以绕中心上下轻微地摆动 (见附图 31)。



附图 31

(3) 游标尺:精度 0.2mm。

(4) 秒表:精度 0.1g。

(5) 干燥器。

(二) 试验步骤

(1) 试样准备, 试样力最大边长不大于 300mm 的矩形砖。最大边长大于 300mm 时需切割, 切割后的砖应尽可能大, 且中心与原砖中心重合。

(2) 将样品置入 $110 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱内烘干 1h, 然后放入干燥器中冷却至室温。

(3) 将试样放在支座上, 釉西域正面朝上, 调整支座金属棒间距使金属棒中心以外砖的长度为 $10 \pm 2\text{mm}$, 并使压头位于支座的正中。对于长方形陶瓷砖, 应使长边垂直支座的金属棒放置。

(4) 校正试验机零点, 开动机器, 压头接触试样时不得冲击, 以平均 $1 \pm 0.2\text{MPa/s}$ 的速度均匀加荷, 直至破坏, 记录破坏荷载。若试样不在中间区域(压头在试样上的垂直投影区)断裂, 应舍去该试样重测一块。

(三) 结果处理

弯曲强度以下式计算:

$$s = \frac{2FL}{2bl^2}$$

式中 s ——试样的弯曲强度, MPa;

F ——试样断裂时的最大荷载, N;

L ——试样跨距, mm,

b ——试样宽度, mm;

h ——试样断裂面上的最小厚度, mm。

以 10 个有效数据的算术平均值作为所测试样的弯曲强度值。

试验十一 建筑防水材料性能试验

一、采用标准

JC/T645 三元丁橡胶防水卷材。

二、试验目的

通过三元丁橡胶防水卷材的不透水性和拉伸试验，熟悉建筑防水卷材的有关技术性质。

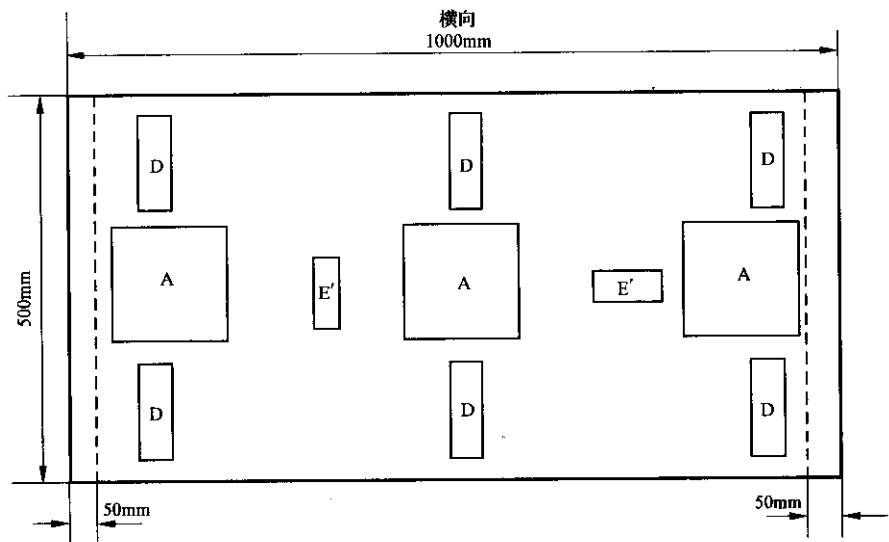
三、组批、抽样与试验取样、状态调节

1. 组批与抽样

以同规格、同等级的卷材 300 卷各一批，不足 300 卷时亦可作为一批计，从每批产品中任取三卷进行检验。

2. 取样

从被检测厚度的卷材上切取 0.5m 的样品置于规定的条件下进行状态调节，然后按附图 32 与附表 14 切取所需要的试样。



附图 32 试样切取部位示意图

附表 14

试件尺寸和数量表

试 验 项 目	试 件 部 位	试件尺寸(mm)	数 量
不透水性	A	150×150	3
纵向拉伸强度、伸长率	D	按 GB5281 型裁刀	6

3. 状态调节和标准环境

温度：23±2℃

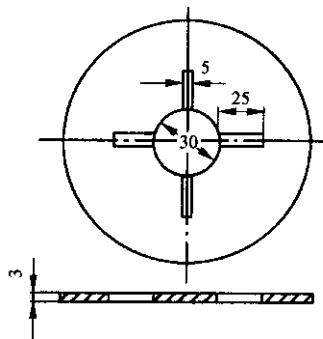
相对湿度：45%~55%

试验前卷材应进行状态调节，调节时间不少于 16h，仲裁检验时不少于 96h。

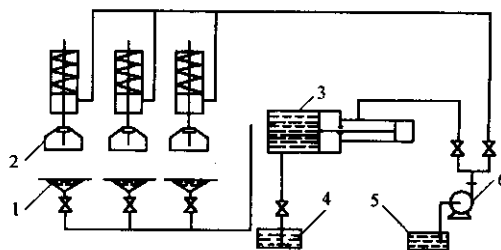
四、不透水性试验

(一) 仪器设备

(1) 不透水仪:具有 3 个透水盘的不透水仪。它主要由液压系统、测试管路系统、夹紧装置和透水盘等部分组成,透水盘底座内径为 92mm,透水盘金属压盖见附图 32。压力表测量范围为 0~0.6MPa,精度 2.5 级。其测试原理见附图 33。



附图 32 槽盘



附图 33 不透水仪器测试原理图

1-试座; 2-夹脚; 3-水缸; 4-水箱; 5-油箱; 6-油泵

(2) 定时钟 K 或带有定时器的油毡不透水测试仪)。

(二) 试验步骤

1. 试验准备

(1) 水箱充水:将洁净水注满水箱,水温 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

(2) 放松夹脚:启动油泵,在油压的作用下,夹脚活塞带动夹脚上升。

(3) 水缸充水:先将水缸内空气排净,然后水缸活塞将水以水箱吸入水缸,完成水缸充水过程。

(4) 试座充水:当水缸充满水后,由水缸同时向 3 个试座充水,3 个试座充满水并已接近溢出状态时,关闭试座进水阀门。

(5) 水缸二次充水:由于水缸容积有限,当完成向试座充水后,水缸内储存水已近断绝,需通过水箱向水缸再次充水,其操作方法与一次充水相同。

2. 安装试件

将裁好的三块试样分别置于 3 个透水盘中,盖紧槽盘,然后将试件压紧在试座上。如产生压力影响结果,可向水箱泄水,达到减压目的。

3. 压力保持

打开试座进水阀,通过水缸向装好试件的透水盘底座继续充水,当压力表达达到指定压力时,停止加压,关闭进水阀和油泵,同时开动定时钟,随时观察试件是不是渗水现象,并记录开始渗水时间。在规定测试时间出现其中一块或二块试件有渗漏时,必须立即关闭控制相应试座的进水阀,认真保证其余试件能继续测试。

4. 卸压

当测试达到规定时间即可卸压取样,启动油泵,夹脚上升后即可取出试件,关闭油泵。

(三) 结果处理

3 个试件均无渗漏现象评定为不透水。

五、纵向拉伸强度和纵向断裂延伸率试验

(一) 仪器设备

(1) 拉力试验机:

拉力试验机应符合 HG2369 的规定, 其测力精度应为 B 级。

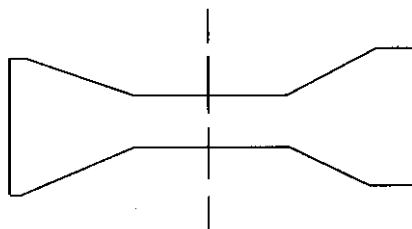
对于非标准温度下的试验, 拉力试验机应配备有一个合适的恒温箱。高于或低于正常温度的试验, 应符合 GB/T9868 的要求。

(2) 测厚计、裁刀和裁片机。

(二) 试样

1. 试样形状

试样的形状为哑铃状, 见图附 34。



附图 34 哑铃试样

2. 哑铃状试样的标记

如果使用无接触变形测量装置, 则应用适当的打标器, 按表 1 要求, 在试样的狭小平行部分, 打上两条平行的标线。每条标线(如附图 34 所示)应与试样中心等距且与试样长轴方向垂直。试样在进行标记时, 不应发生变形。

(三) 试验步骤

1. 试样的测量

用测厚计在试样的中部和试验长度的两端测量其厚度。取 3 个测量值的中位数计算横截面的面积。在任何一个哑铃状试样中, 狭小平行部分的 3 个厚度值均不应超过中位数的 2%。若两组试样进行对比, 每组厚度中位数不应超出两组的厚度中位数的 7.5%。取裁刀狭小平行部分刀刃间距离作为试样的宽度, 并按 GB/T9865.1 的规定进行测量, 精确到 0.05mm。

2. 拉伸

将试样匀称地置于上、下夹持器上, 使拉力均匀分布到横截面上。根据试样需要, 可安装一个变形测定装置, 开动试验机, 在整个试验过程中, 连续监测试验长度和力的变化, 按试验项目的要求进行记录和计算并精确到 ±2%。

对于 1 型试样, 夹持器移动速度应劣 500mm/min ± 50mm/min。如果试样在狭小平行部分之外发生断裂, 则该试验结果应予以舍弃, 并应另取一试样重复试验。

(四) 结果处理与评定

(1) 纵向拉伸强度按下式计算:

$$TS = \frac{F_m}{Wt}$$

式中 TS ——拉伸强度, Mpa;

F_m ——记录的最大力, N;

W ——裁刀狭小平行部分宽度, mm;

t ——试验长度部分的厚度, mm。

认 6 个试件试验结果的算术平均值作为测定结果。

(2) 纵向断裂伸长率按下式计算:

$$E_b = \frac{100(L_b - L_0)}{L_0}$$

式中 E_b ——断裂伸长率, %;

L_b ——试样断裂时的标距, mm;

L_0 ——试样的初始标距, mm。

认 6 个试样试验结果的算术平均值为测定结果。

试验十二 混凝土抗氯离子渗透性试验方法

一、采用标准

中国工程建设标准协会标准 CECS207:2006 《高性能混凝土应用技术规程》

二、试验目的

通过测定通过混凝土试件的电量，评价混凝土抵抗氯离子渗透的能力。

三、试件制作

(1) 根据施工配合比或设计研究的配合比配制混凝土试件，尺寸 150mm×150mm×150mm 或 Φ 100mm×200mm。经分别标养 28d、56t 或 90d;加工成 Φ 100mm×50mm 的试件，一组 3 块。用 Φ 100mm×200mm 的试件，将两端各切去 2.0cm，然后切成 Φ 100mm×50mm 的试件 3 块。

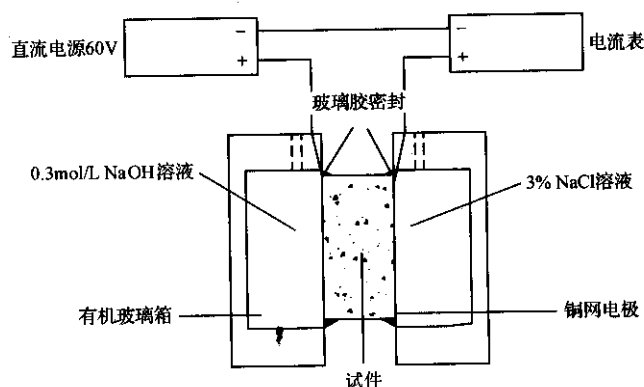
(2) 对结构工程中的混凝土，可通过现场取芯，制成试件。

四、试验步骤

(1) 将 Φ 100mm×200mm 的试件，在 80℃ 下烘干 3~5h，然后将圆柱面用热蜡或密封胶密封好。

(2) 将封好的试件放入 1000mL 烧杯中，然后一起放入真空干燥器中。干燥器一端与负压泵连接，另一端与冷却的开水连接。打开负压泵抽真空 3h，然后将冷却的开水(减少空气含量)抽大干燥器皿，直至淹没试件。对试件进行真空饱水，1h 后关闭负压泵，在负压下饱水 18 ± 2 h。

(3) 将饱水试件取出，放入有玻璃模具中(附图 35)，两端溶液池中分别加入 3%NaCl 和 0.3NNaOH 溶液。接通 60V 直流电源，正极连接 NaOH 溶液，负极连通 NaCl 溶液。



附图 35 导电量检测试验示意图

采用直流电量法检测混凝土抗氯离子渗透性。利用 6h 内通过混凝土试件的电量评价其抗氯离子渗透等级。

(4) 试件开始通电时，测量初始电流，以后每 0.5h 测量一次，共测 6h。根据各次的电流测得值按下式计算 6h 通过试件的总电量 $Q(C)$ ：

$$Q = 900 \times (I_0 + 2I_1 + 2I_2 + 2I_3 + \cdots + I_{11} + I_{12})$$

式中 $I_0 \sim I_{12}$ 是 6h 内不同时间检测的电流(A)

五、抗氯离子渗透性评估

根据 6h 导电量的测试结果，按附表 15 评价混凝土抗氯离子渗透性等级。

附表 15 根据通过的电甘定性评价混凝土 Cl^- 渗透性级别

6h 总导电量 (C)	Cl^- 渗透性级别	典型混凝土种类
>4000	高	水胶比>0.60 的普通混凝土
>2000~4000	中	中等水胶比 0.50~0.60 的普通混凝土
>1000~2000	低	低水胶比 0.40~0.50 的普通混凝土
100~1000	非常低	低水胶比 0.38 的含矿物微细份混凝土
<100	可忽略不计	低水胶比<0.30 的含矿物微细混凝土

试验十三 水泥和混凝土抗硫酸盐腐蚀检测方法

一、试验标准

中国工程建设标准协会标准 CECS207:2006 《高性能混凝土应用技术规程》

二、试验目的

(1) 检测水泥和胶凝材料抗硫酸盐腐蚀性能，评价其抗硫酸盐腐蚀性能是否合格。

(2) 根据选用的胶凝材料配制混凝土，确定相应的水灰(胶)比，确保混凝土具有所需的抗硫酸盐腐蚀性能。

三、试验方法

检测水泥和胶凝材料抗硫酸盐腐蚀性能采用砂浆棒法。

1. 试件尺寸和制作

砂浆棒试件尺寸 25mm×25mm×285mm。

砂浆棒制作时，使用 0.25~0.5mm 的细砂、水胶比 0.485、胶砂比 1:2.5，在胶砂搅拌机中拌和均匀后，放入两端安放好测头的 25mm×25mm×285mm 的三联试模中，然后振捣成型。共制作测长试件 6 条，同时还制作 70.7mm×70.7mm×70.7mm 试件 9 块。

2. 试件养护

将成型好的测长试件和立方体试件放入 35±3℃ 的养护箱，养护 24h 后脱模，然后将试件放入饱和的 Ca(OH)₂ 溶液中养护，3d 后将 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的立方体试件进行抗压试验，强度达到 MPa 后，将 3 条 25mm×25mm×285mm 的测长试件和 3 块 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的立方体试件放入 5%Na₂SO₄ 溶液中浸泡，剩余试件均放入水中养护。Na₂SO₄ 溶液和水的温度均为 23±2℃。

3. 测长

测长试件浸入 5%Na₂SO₄ 溶液前，测定初始长度。浸入 5%Na₂SO₄ 溶液后，前四周，每隔一周测长一次，15 周时测定和计算试件的膨胀率。

四、抗硫酸盐腐蚀性能的评估

浸泡在 5%Na₂SO₄ 溶液中 15 周时，如 6 条试件膨胀率的平均值小于 0.4%，则该种砂浆试件的水泥或胶凝材料的抗硫酸盐腐蚀性能合格。

15 周时，水中和硫酸钠溶液中浸渍的立方体试件，两者的抗压强度比应大于 1.0，可作为参考指标。

五、混凝土的抗硫酸盐腐蚀

(1) 可按第四条选择的水泥或胶凝材料配制抗硫酸盐混凝土。

(2) 抗硫酸盐腐蚀混凝土的最大水灰(胶)比应符合附表 16 的规定。

附表 16 抗硫酸盐腐蚀混凝土的最大水灰(胶)比

劣化环境	最大水灰（胶）比
水中或土中 SO ₄ ²⁻ 大于 0.2% 的环境	0.45
除环境中含有 SO ₄ ²⁻ 外，混凝土还采用含有 SO ₄ ²⁻ 的化学外加剂	0.40