

建筑材料实验

白宪臣 主编



河南大学出版社

建筑材料实验

白宪臣 主编

河南大学出版社

(豫)新登字 09 号

建筑材料实验

主 编 白宪臣

责任编辑 马尚文

河南大学出版社出版

(开封市明伦街 85 号)

河南省新华书店发行

河南商水县印刷厂印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:6.375 字数:160 千字

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—1500 定价:3.75 元

ISBN7-81041-051-2/T·1

内 容 提 要

本书是高等学校建筑材料实验课的教材,介绍了建筑材料实验的基本理论、常用建筑材料的质量指标及建筑材料的实验方法。主要适用于工业与民用建筑、建筑学等土建类专业,对其它也开设建筑材料学课程的专业及土建类中等专业学校,可根据实际教学需要适当选取有关实验内容和实验项目。同时,本书也可供建筑工程技术人员参考。

目 录

第一章 建筑材料试验的目的、任务及过程

§ 1 试验目的	(2)
§ 2 试验任务	(2)
§ 3 试验过程	(3)
复习思考题	(4)

第二章 试验数据统计分析的一般方法

§ 1 平均值	(5)
§ 2 误差及其计算	(6)
§ 3 变异系数	(12)
§ 4 正态分布和概率	(13)
§ 5 可疑数据的取舍	(15)
§ 6 有效数字	(16)
复习思考题	(18)

第三章 砖试验

§ 1 砖的分类	(19)
§ 2 砖的质量标准	(19)
§ 3 砖的取样方法	(27)
§ 4 砖的外观质量检查	(28)
§ 5 砖的物理力学性能试验方法	(29)
复习思考题	(35)

第四章 水泥试验

§ 1 常用水泥的标号及质量标准	(36)
§ 2 水泥试验的一般规定	(38)
§ 3 水泥比重测定	(39)
§ 4 水泥细度检验	(41)

§ 5 水泥标准稠度用水量测定 (44)

§ 6 水泥净浆凝结时间测定 (47)

§ 7 水泥体积安定性检验 (49)

§ 8 水泥胶砂强度检验 (51)

§ 9 水泥保管中应注意的问题 (57)

复习思考题..... (58)

第五章 细骨料试验

§ 1 细骨料(砂)的分类 (59)

§ 2 砂的质量标准 (60)

§ 3 砂的取样及缩分 (62)

§ 4 砂的筛分析试验 (63)

§ 5 砂的表观密度测定 (66)

§ 6 砂的堆积密度测定 (67)

§ 7 砂的空隙率计算 (68)

§ 8 砂的含水率测定 (69)

复习思考题..... (70)

第六章 粗骨料试验

§ 1 粗骨料的分类 (71)

§ 2 石子的质量标准 (71)

§ 3 石子的取样及缩分 (76)

§ 4 石子的筛分析试验 (77)

§ 5 石子表观密度测定 (79)

§ 6 石子堆积密度测定 (80)

§ 7 石子含水率的测定 (82)

复习思考题..... (83)

第七章 普通混凝土试验

§ 1 混凝土原材料的质量标准 (85)

§ 2 混凝土质量的基本要求 (87)

§ 3 混凝土拌合物实验室拌和方法 (89)

§ 4 坍落度试验 (91)

§ 5 维勃稠度试验	(95)
§ 6 混凝土拌合物容重试验	(98)
§ 7 混凝土拌合物凝结时间试验	(100)
§ 8 混凝土有关物理力学性能基本知识	(102)
§ 9 混凝土立方体抗压强度试验	(105)
§ 10 混凝土轴心抗压强度试验	(108)
§ 11 混凝土劈裂抗拉强度试验	(111)
§ 12 混凝土抗折强度试验	(113)
§ 13 混凝土非破损检验方法简介	(116)
复习思考题	(119)

第八章 砂浆试验

§ 1 砂浆的分类	(120)
§ 2 砂浆(砌筑)的质量要求	(121)
§ 3 抹面砂浆的基本知识	(122)
§ 4 砂浆的拌和方法	(124)
§ 5 砂浆稠度的测定	(126)
§ 6 砂浆容重的测定	(127)
§ 7 砂浆抗压强度试验	(129)
§ 8 砂浆抗渗性试验	(130)
复习思考题	(132)

第九章 钢筋试验

§ 1 钢材的分类	(133)
§ 2 建筑钢材的标准和钢号	(135)
§ 3 钢筋试验的一般规定	(138)
§ 4 钢筋拉力试验	(139)
§ 5 钢筋冷弯试验	(144)
§ 6 钢筋冲击韧性试验	(145)
复习思考题	(146)

第十章 木材试验

§ 1 木材的主要性质	(147)
-------------------	-------

§ 2 木材试验的一般规定	(150)
§ 3 木材含水率的测定	(151)
§ 4 木材顺纹抗压强度试验	(152)
§ 5 木材顺纹抗拉强度试验	(154)
§ 6 木材抗弯强度试验	(156)
§ 7 木材顺纹抗剪强度试验	(158)
复习思考题	(160)
第十一章 石油沥青试验	
§ 1 石油沥青的技术性质和技术标准	(161)
§ 2 取样方法	(165)
§ 3 针入度测定	(165)
§ 4 石油沥青延度测定	(168)
§ 5 石油沥青软化点测定	(170)
复习思考题	(173)
附录 1 万能材料试验机的工作原理及其操作	(174)
附录 2 试验报告样表	(179)
附录 3 常用单位换算关系	(194)

第一章 建筑材料试验的目的、任务及过程

建筑工程中所使用的各种无机材料、有机材料以及复合材料统称为建筑材料。建筑材料和建筑设计、建筑结构、建筑施工等学科一样是建筑工程学科的一部分,而且是极为重要的一部分。因为,建筑材料是一切土木建筑工程的物质基础,同时建筑材料工业也是建筑业的基础和先行。一切基本建设的开始,首先考虑的就是建筑材料。如果没有建筑材料,建筑师就无法使精美的设计成为实体,优秀的建筑师总是把高超的建筑艺术和以最佳方式选用建筑材料融合在一起。结构工程师只有在很好地了解建筑材料的性能以后,才能根据力学原理准确计算并确定建筑构件的尺寸和创造出先进的结构形式。

建筑、材料、结构、施工等是密切相关的不同环节。从根本上说,材料是基础,材料决定建筑形式和施工方法,而新材料的开发与应用,又可促使建筑形式的变化、结构设计方法的改进以及施工技术的革新;同时新颖的建筑形式和结构设计又给建筑材料工业提出更高的要求。由此可见,建筑材料在建筑工程中占有举足轻重的地位。

建筑材料学是实践性很强的学科,建筑材料实验是建筑材料学的重要组成部分,同时建筑材料实验也是学习和研究建筑材料的重要方法。

从建筑材料学的创立和发展来看,实验起着条件和手段作用。建筑材料基本理论的建立和性能的开发与应用,都是在科学实验的基础上逐步发展和完善起来的。我们也将看到,建筑材料的科学实验与研究将进一步推动建筑材料学的发展。

§ 1 试验目的

建筑材料实验的目的概括起来可分为三点：

(1) 巩固和丰富所学理论知识

理论来源于实践，并对实践起指导作用。通过实验我们可以对基本理论和基本知识更深更广地了解和掌握，加深印象，增强记忆。

(2) 了解仪器设备，掌握常用建材实验方法

实验的学习和研究离不开仪器设备，通过实验可以对所用仪器设备的性能、原理及应用有进一步的了解和掌握，同时也将大大提高动手能力，为以后从事实际工作打下良好基础。

(3) 培养严谨、认真、求实的科学态度，提高分析和解决问题的能力

科学是严肃认真的，来不得半点虚伪。培养和树立端正的学习和工作态度是高等教育的重要内容和任务。实验是一个复杂的过程，通过实验不但可以培养正确的科学观点和方法，还可以提高独立分析和解决问题的能力。

§ 2 试验任务

(1) 鉴定原材料的质量；

(2) 检验、检查成品及半成品的质量；

(3) 验证材料的技术性质；

(4) 分析统计实验资料，提出分析实验报告或建议。

§ 3 试验过程

试验的过程或者说是试验的顺序,是进行试验时实验者必须遵守的规则。建筑材料的每个实验都应包括以下各个过程。

1. 取样

进行试验要有对象,对试验对象的选取称为取样。实验时不可能把全部材料都拿来试验,往往是选取其中的一部分。对这其中一部分材料的选取,要有充分的代表性,使其能够反映整批材料的质量性能,即能起到“以点代面”的作用。

2. 准备

准备工作是保证试验顺利进行,并取得满意结果的前提和条件。

(1) 理论知识的准备

试验是在理论知识的指导下进行的,只有充分了解试验的理论依据和条件,才能有目的有步骤地进行试验。否则将盲目从事。

(2) 仪器设备的准备

试验前应了解所用仪器设备的工作原理、工作条件和操作规程,做好上机前的充分准备。

3. 试验

在充分做好准备工作以后方可开机进行试验,要采用国家规定的统一的标准实验方法,以便使所得的结果有可比性。这一环节是整个试验过程的中心内容,应认真对待,做到规范操作,仔细观察,详细记录。

4. 分析

试验数据的分析与整理,是整个试验过程的目的。根据统计分析理论,实事求是地对所得数据和结果进行科学整理和归纳,独立完成试验报告,并作出必要的理论解释。

复习思考题

1. 建筑材料实验对建筑材料学科有何关系？
2. 建筑材料试验的目的是什么？
3. 试验过程分几个步骤？实验时为什么必须严格遵守？

第二章 试验数据统计分析的一般方法

试验中所测得的原始数据并不是最终劳动,只有将其统计归纳、分析整理,找出其内在的本质的联系,才是试验的目的所在。本章将就试验数据统计分析的一般方法作一介绍。

§ 1 平均值

1. 算术平均值

算术平均值是最基本的概念,在数据分析中要经常用到。它用来说明一批数据的平均水平和度量这些数据的中间位置。算术平均值用下式表示:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}\end{aligned}$$

式中 $\bar{x}$ —— 算术平均值;

$x_1, x_2, \cdots, x_n$ —— 各试验数据值;

n —— 试验数据个数。

2. 加权平均值

加权平均值方法也是比较常用的一种方法,比如计算水泥的平均标号时就有采用这种方法的。加权平均值用下式表示:

$$m = \frac{x_1 g_1 + x_2 g_2 + \cdots + x_n g_n}{g_1 + g_2 + \cdots + g_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$$

式中 m —— 加权平均值;

$x_1, x_2, \cdots, x_n$ —— 各试验数据值;

$g_1, g_2, \cdots, g_n$ —— 各试验数据值的对应权数。

3. 均方根平均值

均方根平均值能较为灵敏地反映试验数据大小的变动,常用下式表示:

$$S = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

式中 S —— 均方根平均值;

$x_1, x_2, \cdots, x_n$ —— 各试验数据值;

n —— 试验数据个数。

§ 2 误差及其计算

1. 误差与测量

试验时测量结果和被测量真值之间总会存在或多或少的偏差,这种偏差就叫做测量值的误差。设测量值为 x , 真值为 A 。则误差 ϵ 为:

$$\epsilon = |x - A|$$

测量工作是依据一定的理论或方法,使用一定的仪器,并在一定的环境中,由一定的人进行的。但由于试验理论的近似性,实验仪器灵敏度和分辨能力的局限性,以及环境的不稳定性等等因素的影响,待测量的真值是不可能测得的,实际上也无法完成。所以

误差必然存在。

测量所得的一切数据,毫无例外的都包含有一定量的误差,没有误差的测量结果是不存在的。既然误差必定存在,那么在此情况下,测量的任务就是:

- (1) 设法将测量值中的误差减至最小;
- (2) 求出在特定的条件下,被测量的最近真值;
- (3) 估计最近真值的可靠程度。

按照对测得值影响的性质,误差可分为系统误差、偶然误差和粗大误差三类。试验数据中三类误差是混杂在一起出现的。

(1) 系统误差

在同一条件下(方法、仪器、环境和观测者不变)多次测量同一量时,符号和绝对值保持不变的误差,或者说是按某一确定的规律变化的误差,称为系统误差。

例如,用天平称量某一物体的质量时,由于砝码的标准质量不准引起的误差,由于空气浮力影响引起的误差等。这些误差在多次反复测量时是恒定不变的,这就是系统误差。

系统误差又可按产生的原因分为:

- ① 仪器误差 这是所用量具或装置不完善而产生的误差。
- ② 方法误差(理论误差) 这是由于实验方法本身或理论不完善导致的误差。
- ③ 环境误差 这是由于外界环境(如温、湿、热、光等)的影响而产生的误差。
- ④ 人身误差 这是由于观测者的感觉器官或运动器官不完善引入的误差。这种误差因人而异。

系统误差的产生一般都有较明确的原因,因此可采取适当措施使之降低到可以忽略的程度。但是怎样找到系统误差产生的原因,从而采取恰当的对策,又没有一定的规律可遵循。因此,应在试验过程中逐渐积累经验,提高实验素质,从而减少测量工作中的系

统误差,确保其测量的精确度。

(2) 偶然误差

偶然误差也叫随机误差。在同一条件下多次测量同一量时,测得值总是有稍许差异且变化不定,并在消除系统误差之后依然如此。这种绝对值和符号经常变化的误差,称为偶然误差。

产生偶然误差的原因很多,比如,仪器原点复位不准、读数不准确、电压波动不稳等。这些因素的影响一般是微小的,并且是混杂出现的,因此难以确定某个因素产生的具体影响的大小。所以对待偶然误差不能像对待系统误差那样,找出原因加以排除。那么偶然误差是不是就没有规律可循的呢?当然不是,其规律性可在大量数据中显现出统计规律:

- ① 绝对值相等的正和负的误差的出现机会相同;
- ② 绝对值小的误差比绝对值大的误差出现的机会多;
- ③ 误差不会超出一定的范围。

设对某量的 n 次测量值为 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 其误差依次为 $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n$, 真值为 A ,

则 $(x_1 - A) + (x_2 - A) + \dots + (x_n - A) = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \dots + \epsilon_n$

将上式展开整理后,分别除以 n , 得

$$\frac{1}{n}[(x_1 + x_2 + \dots + x_n) - nA] = \frac{1}{n}(\epsilon_1 + \epsilon_2 + \dots + \epsilon_n)$$

此式表示平均值的误差等于各测量值误差的平均。由于测量值的误差有正有负,相加后可抵消一部分,而且 n 越大相消的机会越多。因此可得出以下两种情况:

第一,在确定的测量条件下,减小测量偶然误差的办法是增加测量次数。

第二,在消除系统误差之后,算术平均值的误差随测量次数的增加而减少,平均值即趋于真值。因此可取算术平均值为直接测量