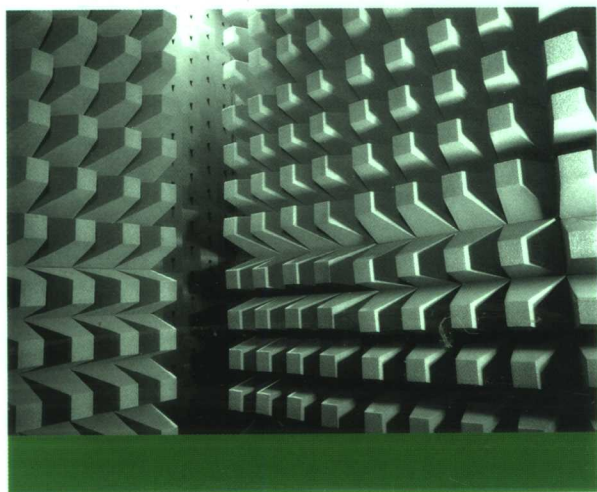


高等职业化学检验技能操作与实训

建筑材料检验技术

李富强 主编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
教材出版中心

高等职业化学检验技能操作与实训

建筑材料检验技术

李富强 主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料检验技术/李富强主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 3
(高等职业化学检验技能操作与实训)
ISBN 7-5025-6698-8

I. 建… II. 李… III. 建筑材料-检验-高等学校: 技术学院-教学参考资料 IV. TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 014539 号

高等职业化学检验技能操作与实训

建筑材料检验技术

李富强 主编

责任编辑: 陈有华 蔡洪伟

文字编辑: 周 寒

责任校对: 陈 静

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 14½ 字数 378 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6698-8/O · 100

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着我国经济建设快速发展,基建规模不断扩大,对建筑工程质量要求越来越高。建筑企业面临极好的机遇和新的挑战,这就要求我国建筑业队伍的整体水平有更大的提高,以更高的管理水平、技术水平、优异的工程质量迎接新的挑战。

建筑材料质量是建筑工程质量的基础,建筑材料质量如果达不到标准,建筑工程质量就不可能合格。因此建筑材料检验是生产企业和施工企业实行全面质量管理中的一个重要环节,是建筑工程质量的重要保证。

本书编写根据职业技术教育的培养目标,紧密结合现行国家标准、规范以及行业标准,注重对基本技能操作能力的培养和训练。全书共分十二章,主要介绍水泥、砂、石、混凝土外加剂、建筑钢材、混凝土、防水材料、墙体材料、建筑砂浆等常用建筑材料的定义、分类、性能、检测方法和评定标准,每章配有同步自测题,以利于学生和本行业人员自学。

本书除作为高等职业技术学院、中等职业学校建筑与工程材料专业的技能考核训练及实训教材外,还可以作为行业培训教材。

本书由理论和实践经验丰富的高级工程技术人员及教师编写,第二章水泥化学检验部分由栾素芳编写,物理性能检验由李富强编写,第九章和第十一章由曹秀荣编写,其余章节由李富强编写。

本书由北京汇强外加剂公司总工程师张德琛主审。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2004年11月

目 录

绪论	1
第一章 建筑材料性能检验的基本知识	4
第一节 材料的基本性质	4
第二节 数值的修约和统计	6
自测题	9
第二章 水泥	10
第一节 概述	10
第二节 水泥生产的化学检验	13
自测题	68
第三节 水泥的物理性能检验	70
自测题	92
第三章 建筑用砂	96
第一节 概述	96
第二节 砂的性能检验	99
自测题	124
第四章 建筑用碎(卵)石	126
第一节 概述	126
第二节 碎(卵)石的性能检验	129
自测题	155
第五章 混凝土	156
第一节 概述	156
第二节 混凝土配合比设计方法	157
第三节 混凝土拌和用水	165
第四节 混凝土拌和物性能测定	174
第五节 混凝土力学性能测定	196
第六节 回弹法检测混凝土抗压强度	205

第七节	轻骨料混凝土试验方法	214
自测题		221
第六章	混凝土外加剂	224
第一节	概述	224
第二节	混凝土外加剂原材料检验	230
第三节	混凝土外加剂匀质性检验	261
第四节	掺外加剂混凝土的性能检验	280
第五节	水泥混凝土养护剂	286
自测题		292
第七章	混凝土常用掺和料	296
第一节	概述	296
第二节	粉煤灰	296
第三节	沸石粉	302
第四节	粒化高炉矿渣粉	306
自测题		310
第八章	常用气硬性胶凝材料	311
第一节	石灰	311
第二节	石膏	318
第三节	水玻璃	323
第四节	菱苦土	327
自测题		331
第九章	建筑钢材	333
第一节	概述	333
第二节	钢材的化学分析方法	335
第三节	钢材的力学性能检验	350
自测题		361
第十章	防水材料	363
第一节	概述	363
第二节	沥青	364
第三节	防水涂料的性能检验	373
第四节	防水卷材的性能检验	378

自测题	385
第十一章 砌墙砖	386
第一节 概述	386
第二节 墙体砖的性能检验	386
自测题	407
第十二章 其他建筑材料检验	408
第一节 建筑胶黏剂	408
第二节 建筑砂浆	413
第三节 膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统	427
自测题	444
附录	445
附录一 常用法定计量单位的名称与符号	445
附录二 计量单位的词头	447
附录三 相对原子质量 (A_r) 表	448
主要参考文献	449

绪 论

一、建筑材料的分类

建筑材料是指用于建（构）筑物所有材料的总称。由于各种材料的组成、结构、功能和构造不同，故建筑材料品种繁多，性能各异。按材料在建筑物中的部位，可分为梁、板、柱、屋面、墙体、门窗、楼地面等材料；按材料的功能，可分为结构材料、围护材料、隔音保温材料、装饰材料、防水防火材料等；按材料的化学成分，可分为无机材料、有机材料等。按材料的化学成分进行分类见表 0-1。

表 0-1 建筑材料分类

无机材料	黑色金属	铁、碳钢、合金钢等
	有色金属	铝、锌、铜及其合金等
	天然石材	砂、石及石材制品
	烧土制品	黏土砖、瓦、陶瓷制品等
	胶凝材料	石灰、石膏及制品、水泥、水玻璃等
	混凝土	普通混凝土、特种混凝土等
	玻璃	普通平板玻璃、彩色玻璃、特种玻璃等
	硅酸盐制品	粉煤灰砖、白砂砖、煤矸石等
有机材料	保温材料	石棉、矿物棉、珍珠岩等
	植物材料	木材、竹材、植物纤维及制品等
	胶结材料	煤沥青、石油沥青及其制品等
复合材料	合成高分子材料	塑料、涂料、胶黏剂、合成橡胶等
	有机与无机非金属材料复合	聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料、玻璃钢制品
	金属与无机非金属材料复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等
	金属与有机材料复合	PVC 钢板、有机深层铝合金板等

二、建筑材料的主要性质

1. 物理性质

物理性质包括材料的物理状态特点，如密度、表观密度、孔隙率、密实度等；材料的各种物理过程，如水物理、热物理、声电物理以及抵抗物理侵蚀的耐水性、抗冻性等性能。

2. 化学性质

化学性质是指材料与环境介质进行化学反应的能力或者在比较稳定的惰性环境中保持其组成与结构相对稳定的能力。

3. 力学性质

力学性质是指材料受到力的作用后形变的性质，如强度、弹性与塑性、冲击韧性与脆性、硬度与耐磨性等。

4. 耐久性

耐久性是指材料保持工作性能直到破坏状态的性质。它一般是以具体气候条件和使用条件下保持工作性能的期限来衡量的。

三、建筑材料质量检验的重要性

建筑材料质量是建筑工程质量的基础，建筑材料的性能和质量，在很大程度上决定着建筑物的坚固、适用和美观，也决定着建筑工程的质量和施工速度。作为质量控制的主要手段，材料性能检验是材料生产企业和建筑施工企业实行全面质量管理中的一个重要环节。

各种材料的技术要求和试验方法都在有关的技术标准（国家标准或行业标准）中作出规定，这是材料性能测试的基本依据，也体现了材料性能测试的重要性。

四、建筑材料的发展趋势

建筑业是国民经济的重要支柱产业，随着建筑工业化，对建筑质量和建（构）筑物功能以及经济效益的要求不断提高，建筑材料的发展，呈现如下趋势。

（1）不断提高结构材料的强度，使用高强材料，减小结构断面，降低结构物自重。

(2) 发展各种轻质、保温、隔热、隔音、耐热、耐腐蚀、防渗、防爆材料等高耐久性能的材料，以满足各种民用、工业建筑和各种特殊功能的需要。

(3) 发展并生产易于机械化施工的各种砌块、大型板材以及适用于高层泵送施工的混凝土。

(4) 开发综合利用，充分利用各种工农业废弃物生产建筑材料，变废为宝、化害为利、节约资源、改善环境、减少能耗，以造福人类。

(5) 加强材料科学（主要是研究材料组成、结构构造、缺陷与性能以及高强超高强等世界先进技术）的研究，以充分发挥现有材料的潜力，改善材料性能，创造开发新产品、新材料。

第一章 建筑材料性能检验的基本知识

第一节 材料的基本性质

建筑材料在建（构）筑物中要承受一定的荷载和经受周围介质的作用，如荷载引起材料的形变和应力；周围介质物理化学的作用，如阳光、湿度、雨、雪、大气环境以及水和其中的溶解物质等引起的干湿变化、交替融冻、热胀冷缩和化学侵蚀等，都会对建筑材料产生不同程度的破坏。为了使建（构）筑物安全、适用、耐久而又经济，在工程设计与施工中必须充分地了解和掌握各种材料的性质和特点，以便合理地选择使用建筑材料，使其在性能上充分满足使用要求。

一、材料的基本物理性质

1. 密度、表观密度和堆积密度

(1) 密度 材料在绝对密实状态下单位体积的质量。

(2) 表观密度 材料在自然状态下单位体积的质量。

(3) 堆积密度 粉状或粒状材料在堆积状态下单位体积的质量。

2. 密实度

密实度材料体积内固体物质所充实的程度。

3. 孔隙率和空隙率

(1) 孔隙率 材料体积内孔隙体积与材料总体积（自然状态体积）的比率。

(2) 空隙率 指散粒材料颗粒之间的孔隙占材料体积的百分比。严格地讲孔隙率应包括在空隙率之内。

二、材料与水有关的性质

1. 亲水性和憎水性

材料表面对水的润湿情况可用润湿角 θ (如图 1-1 所示) 来说明, 一般认为, $\theta \leq 90^\circ$ 的材料为亲水性材料; $\theta > 90^\circ$ 的材料表面不易被水润湿, 称为憎水性材料。

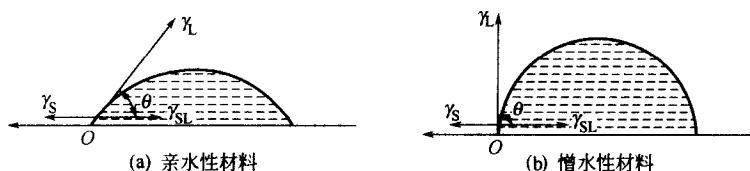


图 1-1 材料的润湿

2. 吸水性和耐水性

(1) 吸水性 材料能吸收水分的性质, 大小由吸水率表示。

(2) 耐水性 材料长期在饱和水作用下而不破坏, 其强度也不显著降低的性质。

3. 抗冻性和抗渗性

(1) 抗冻性 材料在饱和水状态下抵抗多次冻结和融化作用而不被破坏, 同时也不严重降低强度的性质。

(2) 抗渗性 材料抵抗压力水渗透的性质。

三、材料的力学性能

1. 材料的强度

强度是指材料在外力 (荷载) 作用下抵抗破坏的能力。

2. 弹性变形与塑性变形

(1) 弹性变形 材料在外力作用下产生变形, 当外力取消后材料变形即可消失, 并能完全恢复原来形状的性质。

(2) 塑性变形 材料在外力作用下产生变形, 但不破坏, 并且外力取消后不能自动恢复原来形状的性质。

3. 脆性和韧性

(1) 脆性 在外力作用达到一定限度后, 材料突然破坏且又无明显的塑性变形的性质。

(2) 韧性 在冲击、震动荷载作用下, 材料能产生一定的变形而不致破坏的性质。

四、材料的耐久性

材料的耐久性是指材料在使用中抵抗自身和环境的长期破坏作用, 保持其原有性能而不破坏、不变质的能力。耐久性是材料的一种综合性质, 许多因素都属耐久性范围。

土木工程材料主要耐久性指标与破坏因素的关系见表 1-1。

表 1-1 土木工程材料主要耐久性指标与破坏因素的关系

名 称	破坏因素分类	破 坏 因 素	评定指标
抗渗性	物理	压力水、静水	渗透系数、抗渗等级
抗冻性	物理、化学	水、冻融作用	抗冻等级、耐久性系数
钢筋锈蚀	物理、化学	H_2O 、 O_2 、 Cl^- 、电流	电位锈蚀率
碱集料反应	物理、化学	R_2O 、 H_2O 、活性集料	膨胀率

五、材料的热工性质

1. 热容量和比热容

(1) 热容量 材料在受热时吸收热量, 冷却时放出热量的性质。

(2) 比热容 单位质量材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量。

2. 热阻和传热系数

(1) 热阻 材料层(墙体或其他围护结构)抵抗热流通过的能力。

(2) 传热系数 即热阻的倒数。

第二节 数值的修约和统计

一、数值修约规则

1. 进舍规则

在实际工作中, 各种测量计算的数值需要修约时, 应按数值修约进舍规则进行。

① 拟舍弃数字的最左一位数字小于 5 时则舍去，即保留的各位数字不变。

例：将 13.145 修约到一位小数，得 13.1。

② 拟舍弃数字的最左一位数字大于 5 或者是 5，而其后跟有并非全部为 0 的数字时，则进一，即保留的末位数字加 1。

例：将 12.78 修约到个位数，得 13；将 10.502 修约到个位数，得 11。

③ 拟舍弃数字的最左一位数字为 5，而后面无数字或皆为 0 时，若所保留的末位数字为奇数（1，3，5，7，9）则进一，为偶数（0，2，4，6，8）则舍弃。

例：将 0.550 修约到一位小数，得 0.6；将 0.0325 修约成两位有效数字，得 0.032。

④ 负数修约时，先将它的绝对值按前三条进行修约，然后在修约值前面加上负号。

例：将 -36.5 修约成两位有效数字，得 -36。

⑤ 所拟舍弃的数字如为两位以上数字时，不许连续修约，只需一次修约得出结果。

例：将 15.4546 修约成整数，修约后得 15。

2. 0.5 单位修约

0.5 单位修约指修约间隔为指定位数的 0.5 单位。修约规则是先将拟修约数值乘以 2，按指定数位依照进舍规则修约，所得数值再除以 2。

例：将下列数字修约到个位数的 0.5 单位。

拟修约数值 (A) 乘以 2 (2A) 2A 修约值 A 修约值

60.25	120.50	120	60.0
60.38	120.76	121	60.5
-60.75	-121.50	-122	-61.0

3. 数值修约的有效位数

从非零数字最左一位向右数而得到的位数就是有效位数。

例：6.2，0.62，0.062 均为二位有效位数；0.0620 为三位有效位数；10.00 为四位有效位数。

二、数值统计

1. 算术平均值

当试验次数极大地增加时，算术平均值接近于真值。但事实上试验次数不可能太多，所以在很多试验项目中规定进行 3 次（有时为 6 次）平行试验，取试验所得的数据计算出算术平均值作为试验结果。

算术平均值按下式计算

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n}$$

式中 $\bar{x}$ ——算术平均值；

$x_1, x_2, x_3, \cdots, x_n$ ——各个试验数据；

n ——试验次数。

2. 标准差

在试验数据比较分散的情况下，将算术平均值作为试验结果时，个别的大误差在平均过程中会被众多的小误差所淹没，导致对试验对象作出不准确的评价。为了恰当地评价试验对象，需要采用标准差。

标准差即标准误差，在实际工作中由于试验次数有限，所以按下式计算

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}}$$

式中 σ ——标准差。

标准差对最大误差与最小误差比较敏感。数据愈分散，标准差愈大；数据愈接近，标准差愈小。根据误差分布函数，可以计算出绝对值大于标准差的误差，其出现概率约 32%，也就是说约有 68% 的试验数据的误差都在标准差的数值以内。

3. 变异系数

变异系数是表示标准差占算术平均值的百分数。由于标准差所表示的是绝对误差，变异系数可以表示相对误差，因此便于不同项目之间有关试验精度的比较。

变异系数按下式计算

$$\delta = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

式中 δ ——变异系数。

自 测 题

一、填空题

1. 材料的强度是指材料_____。
2. 材料的耐久性是指材料_____。
3. 混凝土立方体抗压强度标准差计算公式是_____。
4. 盘内混凝土强度的变异系数计算公式_____。
5. 我国计量法明确规定：国家实行法定计量单位制，包括_____和_____。
6. 0.00530 为_____位有效位数。
7. 将 0.0234 和 23.4 修约成两位有效数字，分别为_____和_____。

二、计算题

1. 已知某卵石的密度为 2.66g/cm^3 ，表观密度为 2.62g/cm^3 ，堆积密度为 1683kg/m^3 ，计算石子的孔隙率和空隙率。
2. 测得 8 次数值分别为 33.6, 36.5, 37.7, 39.0, 41.1, 43.7, 40.2, 38.8，求其最佳值和均方差。

第二章 水 泥

第一节 概 述

一、水泥生产方法及生产过程中质量检验的意义

硅酸盐水泥的生产过程通常分为 3 个阶段：石灰石原料、黏土质原料与少量校正原料经破碎后按一定比例配合、磨细，制得成分合适、质量均匀的生料，称为生料制备；生料经煅烧至部分熔融所得的以硅酸钙为主要成分的硅酸盐水泥熟料，称为熟料煅烧；熟料加适量石膏、混合材和外加剂，共同磨细为水泥，称为水泥粉磨，又称制成。

水泥的质量主要取决于熟料的质量，而熟料的质量又与生料质量尤其是生料成分的均匀性和稳定性、生料细度等有关。同时，生料的质量又受到原燃料的物理性能和化学成分波动等因素的影响。

因此，在水泥生产过程中，无论哪道工序出现质量问题都会对最终产品水泥的质量产生影响。为保证和提高水泥质量，必须运用科学方法，定时对水泥生产过程中从矿山、原料、燃料、半成品到成品水泥出厂的每一道工序按照工艺要求一环扣一环地进行严格系统的质量控制，最终才能生产出高质量的水泥。

二、水泥的定义和分类

1. 水泥的定义

以适当成分的生料烧至部分熔融，得到以硅酸钙为主要成分的熟料，加入适量的石膏，磨细，制成的水硬性胶凝材料称为水泥。

2. 水泥的分类

水泥种类繁多，至今已有 100 多种水泥问世，而且各种新型水泥仍在不断的开发应用之中。我国通常按以下几种方法对水泥进行