

土建工长培训系列教材

建筑材料

(第四版)

纪士斌摇主编

清华大学出版社
北 京



内 容 简 介

摇摇建筑材料是建筑工程的物质基础。本书全面地介绍了建筑物由主体结构到装饰装修施工所用的各种材料,并包括常用材料的试验。本书简明扼要,重点突出,通俗易懂,注重工程的实用性和动手能力的培养,便于读者对建筑材料知识的掌握和运用。

本书为土建工长培训系列教材中的一本,也可作为技术员、城建及建筑系统的建筑材料员和材料管理干部提高专业水平的自学参考书,还可以作为职工中等专业学校、技工学校、职业高中工业与民用建筑专业、给水排水专业和交通土建专业建筑材料课的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料 编委主斌主编 原原原原原—北京:清华大学出版社, 原原原
(土建工长培训系列教材 编委主斌主编)

陈月星 陈月星 陈月星 陈月星

I 援建…摇 II 援建…摇 III 援建筑材料 原技术培训 原教材摇 IV 援援援

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (原原原 第 原原原号)

出 版 者:清华大学出版社摇摇摇摇摇摇摇摇地址:北京清华大学学研大厦

编 委:编委主斌主编 原原原原原 邮 编:原原原原

社 总 机:原原原原原原原原 客 户 服 务:原原原原原原原原

责任编辑:汪亚丁

印 装 者:北京人民文学印制厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开摇摇本:原原原原原原原原张:原原原原原字数:原原原千字

版摇摇次:原原原年 猿月第 源版摇原原原年 猿月第 员次印刷

书摇摇号:陈月星 陈月星 陈月星 陈月星 陈月星 陈月星 陈月星 陈月星

印摇摇数:原- 原原原

定摇摇价:原原原元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(原原原 远原原原原原原原或(原原原 远原原原原原

第四版说明

1995年出版的建筑材料第三版正值大部分建筑材料新标准、建筑结构和建筑施工新规程和新规范即将出台的时候,出版后不久,这些新的技术标准、设计规程、施工工艺规范陆续问世,因此第三版的修订任务提到了日程上来。在出版社的要求下,经过作者的努力,通用水泥的试验、普通混凝土、砌筑砂浆、墙体材料、防水材料、低合金高强度钢、冷加工钢筋等内容都修订成相应的最新技术标准,同时增加了专用水泥和防水卷材试验等新内容,使全书更能满足建筑技术发展和教学、自学的需要。

本书由北京市建设职工大学纪士斌主编,陈巧云、纪婕同志协助收集资料并参加了部分章节的编写,最后由纪士斌统一审定。由于时间紧迫,加上编者水平有限,书中仍会出现不妥之处,欢迎广大读者提出批评、指正。

编 者

1995年 10月于北京

目 录

绪论	员
第 员章 建筑材料的性质	缘
建筑材料的主要物理性质	缘
建筑材料的力学性质	源
建筑材料的耐久性	苑
第 圆章 无机胶凝材料	圆
气硬性无机胶凝材料	圆
水硬性无机胶凝材料	獭
第 猿章 混凝土	猿
普通混凝土	源
特种混凝土	苑
新型混凝土简介	愿
第 源章 建筑砂浆	缘
砌筑砂浆	缘
其他品种砂浆	源
第 缘章 墙体材料	员
砌墙砖	员



第四章 建筑砌块	158
第五章 轻质墙板	159

第六章 建筑钢材	160
第一节 概述	160
第二节 钢材的主要性能	161
第三节 钢的主要化学成分及对钢材性能的影响	162
第四节 建筑工程常用的钢材品种	163
第五节 钢筋	164
第六节 型钢、钢板与钢管	165

第七章 防水材料	166
第一节 沥青	166
第二节 防水卷材	167
第三节 其他沥青防水制品	168
第四节 建筑密封材料	169

第八章 保温、吸声材料	170
第一节 无机保温材料	170
第二节 有机保温材料	171
第三节 保温材料选用要点	172
第四节 吸声材料	173

第九章 木材	174
第一节 木材的分类和构造	174
第二节 木材的物理、力学性质	175
第三节 木材的质量、等级与综合利用	176

木材的干燥、防腐与防火	远
-------------------	---

第 4 章 建筑装饰装修材料

4.1 概述	远
4.2 装饰石材	远
4.3 装饰陶瓷制品	远
4.4 建筑玻璃	远
4.5 建筑装饰塑料	远
4.6 建筑装饰涂料	苑
4.7 金属装饰材料	园

第 5 章 建筑材料试验

5.1 水泥试验	源
5.2 混凝土骨料试验	远
5.3 普通混凝土试验	远
5.4 砌筑砂浆试验	远
5.5 普通粘土砖试验	远
5.6 钢筋试验	远
5.7 石油沥青试验	苑
5.8 防水卷材试验	苑

绪摇摇论

园摇研究建筑材料的意义

摇摇建筑材料是建筑工程的物质基础,它直接关系到建筑物的结构形式、建筑质量和建筑造价,影响着城乡建设面貌的变化和人民居住条件的改善。

在现代化建筑中要求的建筑材料品种多、数量大,从建筑物的主体结构到每一个细部构件,无一不是由各种建筑材料经一定的设计和施工而成的。因此,建筑材料的品种、数量、规格、质量以及外观、色彩等,都在很大程度上决定着建筑物的质量和功能,影响着建筑物的适用性、耐久性和艺术性。高层和大跨度建筑物的结构材料要求轻质、高强;屋面或地下防水要求防水材料密实度高、不透水性好;冷库建筑所用的墙体材料应具有较高的绝热效能;礼堂、影剧院、音乐厅堂的建筑,为使其有较好的音响效果就要选用质量好的吸声材料;大型的公共建筑、纪念性建筑要求较高的外墙饰面材料等等。由此可见,建筑材料的合理选用并最大限度地发挥材料本身的效能是满足各种建筑物功能要求的重要保证。

现代建筑材料科学技术的进步,各种新型建筑材料的研究、生产和在工程上的应用,促使了建筑形式的变化、结构设计方法的改

进和施工技术的革新,这些无疑对建筑学和建筑技术的发展提供了新的可能。

园 园 瑶 建筑材料分类

根据材料来源不同,建筑材料可分为天然材料和人造材料 根据使用部位不同,可分为墙体材料、楼地面材料和屋面材料 根据材料功能不同,可分为结构材料、装饰装修材料、绝热材料、吸声材料和防水材料等。简单的分类常根据组成物质的种类及化学成分将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,各大类材料再细分可见下表。

建 筑 材 料 分 类

无机材料	金属材料	黑色金属:钢、铁 有色金属:铝、铜等及其合金
	非金属材料	天然石材:砂、石、各种岩石制成的材料 烧土制品:粘土砖、瓦、陶瓷、玻璃等 胶凝材料:石灰、石膏、水玻璃、水泥混凝土、砂浆、硅酸盐制品
有机材料	植物质材料	木材、竹材
	沥青材料	石油沥青、煤沥青、沥青制品
	高分子材料	塑料、涂料、胶粘剂
复合材料	无机非金属材料 与有机材料复合	钢纤维混凝土、沥青混凝土、聚合物混凝土

园 园 瑶 建筑材料的发展趋向

为了适应建筑工业化、建筑工程现代化,提高建筑物的工程质量和满足使用功能的要求,建筑材料应朝着以下几个方面发展:

(员 大力研制轻质高强的材料,提高建筑材料的比强度(材料的抗压强度与表观密度之比),以减小承重结构的截面尺寸,降低结构件的自重,从而减轻建筑物的自重,降低运输费用和施工人员的劳动强度。

(圆 发展高效能的无机保温、绝热材料、吸声材料,改善建筑物围护结构的质量,提高建筑物的使用功能。

(猿 积极创造条件,努力发展适合机械化施工的材料和制品,尽快走向建材及其制品生产的工厂化。

(源 充分利用天然材料和工业废料生产建筑材料,大搞综合利用,化害为利、变废为宝,改善能源利用状况,为人类造福。

国家标准建筑材料技术标准

建筑材料走向现代化生产,管理也应科学化,对建材产品的各项技术需制订统一的标准。标准的内容一般包括产品的分类、规格、技术性能、验收规则、试验与检测方法以及产品的包装、运输和储存等。

建筑材料的技术标准是企业产品质量是否合格的技术依据,也是供需双方对产品质量进行验收的依据。

当前,我国建筑材料的技术标准分为四级。

(员 国家标准摇国家标准中又分为强制性标准,代号为“GB”和推荐性标准,代号为“GB/T”,它是由国家标准局发布的全国性指导技术文件;

(圆 部颁标准(行业标准)摇由生产主管部(局)发部,其代号按部(局)的名称定,如建筑材料行业标准代号为“JC”、建筑工程行业标准代号为“JG”、冶金工业行业标准代号为“YB”、交通运输行业标准代号为“JT”等;

(猿 地方标准摇由地方主管部门发布的地方性指导技术文

件,代号为‘**Q**’;

(源 企业标准)标准仅仅适用于本企业,代号为‘**Q**’。

标准表示方法中,应包括标准名称、部门代号、编号和批准年份,如:

国家强制性标准——《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499.2-2007);

国家推荐性标准——《低碳钢热轧圆盘条》(GB 701-2008);

建筑工程行业标准——《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55-2000)。

执行强制性国家标准时,任何技术或产品均不得低于其中规定的要求。推荐性国家标准则表示也可以执行其他标准的要求,但如果推荐性标准被强制性标准采纳后,就认为是强制性标准了。地方性标准和企业标准中所制定的各项技术要求应高于国家标准。

随着我国经济体制的改革和对外开放,建筑材料常与相关的国际标准或外国标准发生关系,其中主要有:国际标准,代号为 **ISO**;日本工业标准,代号为 **JIS**;德国工业标准,代号为 **DIN**;美国标准,代号为 **ASTM**;法国标准,代号为 **NF**;英国标准,代号为 **BS** 等。

学习建筑材料的目的

学习建筑材料重在掌握材料的品种、性能、标准、检测方法 & 检测要求,在此基础上更深一步地了解各种材料成分、构造、性能 & 其之间的关系,以便能结合工程的需要合理地选用各种材料。

建筑材料试验是本学科的重要教学环节,通过各种材料的具体试验,可以获得材料性能的感性知识,在试验中培养实事求是的科学态度和严谨认真的工作作风。

第 1 章 建筑材料的基本性质

建筑材料在建筑物中起各种不同的作用,因此,要求建筑材料应具有相应的不同性质。作为结构物的材料要承受各种外力的作用,如建筑中的梁、板、柱、承重墙体和底板等。因此,结构物的材料应具有所需的力学性能;屋面防水材料、地下防潮材料则应具有好的耐水性和抗渗性;建筑物的内墙应具有保温、绝热和吸声、隔声的性能;外墙和屋面则要能长期经受风吹、日晒、雨淋、冰冻的破坏作用;在具有酸、碱、盐类物质腐蚀的部位,材料尚应有较高的化学稳定性等。为了使建筑物能够经久耐用,要求建筑设计人员掌握材料的基本性质并能合理地选用材料。

材料品种不同,性能也不一样,归纳起来大体有物理性质、化学性质和力学性质。这里着重介绍物理性质和力学性质,化学性质分解到每章具体材料中去介绍。

1.1 建筑材料的主要物理性质

1.1.1 材料与质量有关的性质

1.1.1.1 密度

材料在绝对密实状态下单位体积的质量,用下式进行计算:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中: ρ ——材料的密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, m^3 。

所谓绝对密实状态下的体积,若为固体块状材料则指不包括孔隙在内的体积,若为固体散粒材料则指不包括其空隙在内的体积。这种材料实际上是不存在的。为了研究问题方便起见,常将密实度较高的材料,如钢材、玻璃和 溢盆的水看成是绝对密实的。绝对密实状态的近似值称为视密度。

圆暖表观密度

材料在自然状态下单位体积的质量,按下式计算:

$$\rho_{\text{园}} = \frac{\text{皂}}{\text{灾园}}$$

式中: $\rho_{\text{园}}$ —— 材料的表观密度, 噪园噪园;

皂 —— 材料的质量, 噪;

灾园 —— 材料在自然状态下的体积, 皂。

材料在自然状态下的体积,若只包括孔隙在内而不含有水分,此时计算出来的表观密度称为干表观密度;若既包括材料内的孔隙,又包括孔隙内所含的水分,则计算出来的表观密度称为湿表观密度。

猿暖堆积密度

堆积密度是指粉状、颗粒状及纤维状等材料在自然堆积状态下的单位体积质量,可按下式进行计算:

$$\rho_{\text{猿}} = \frac{\text{皂}}{\text{灾猿}}$$

式中: $\rho_{\text{猿}}$ —— 材料堆积密度, 噪猿噪猿;

皂 —— 材料的质量, 噪;

灾猿 —— 材料的堆积体积, 皂。

材料在自然状态下堆积体积包括材料的表观体积和颗粒(纤维)间的空隙体积,数值的大小与材料颗粒(纤维)的表观密度和堆积的密实程度有直接关系,同时受材料的含水状态影响。

在建筑工程中,密度、表观密度和堆积密度常用来计算材料的

配料、用量、构件的自重、堆放空间和材料的运输量,工程中常用的几种材料密度、表观密度和堆积密度值见表 5-1。

表 5-1 常用材料密度、表观密度、堆积密度

表 5-1 常用材料密度、表观密度、堆积密度

材料	密度	表观密度或堆积密度	材料	密度	表观密度或堆积密度
普通粘土砖	1800	1700~1800	花岗岩	2600	2600~2700
粘土空心砖	1800	1100~1300	砂子	1500	1400~1500
普通混凝土	2400	2200~2400	膨胀蛭石	—	200~240
泡沫混凝土	1000	200~400	膨胀珍珠岩	—	100~150
水泥	1450	1300~1400	松木	500	400~500
生石灰块	—	1300	钢材	7850	7850
生石灰粉	—	1000	水(4℃)	1000	1000

密实度

固体材料中固体物质的充实程度,即材料的绝对密实体积与其总体积之比。计算式为:

$$\text{因为 } \rho = \frac{m}{V} \quad \rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

$$\text{所以 } \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{m/V_0}{m/V} = \frac{V}{V_0}$$

$$\text{即 } \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{V}{V_0}$$

式中: ρ_0 ——材料的密实度,常以百分数表示。

【例 5-1】普通粘土砖 $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_0 = 1700 \text{ kg/m}^3$, 试求砖的密实度。

$$\text{【解】 } \rho_0 = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1700}{1800} = 94.4\%$$

凡具有孔隙的固体材料,其密实度都小于材料的密度与表观密度越接近,材料就越密实。材料的密实度大小与其强度、水性和导热性等很多性质有关。

孔隙率

固体材料的体积内孔隙体积所占的比例。可根据下式计算:

$$P = \frac{V_{\text{孔}}}{V_0} \times 100\% = \frac{V_0 - V_{\text{实}}}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \times 100\%$$

式中: P ——材料的孔隙率,以百分数表示。

【例】摇仍为上题之普通粘土砖,求其孔隙率 P 为多少?

【解】摇 $P = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \times 100\% = \frac{1800 - 1400}{1800} \times 100\% = 22.2\%$

材料的孔隙率大,则表明材料的密实程度小。材料的许多性质,如表观密度、强度、透水性、抗渗性、抗冻性、导热性和耐蚀性等,除与孔隙率的大小有关,还与孔隙的构造特征有关。所谓孔隙的构造特征,主要是指孔的大小和形状。依孔的大小可分为粗孔和微孔两类;依孔的形状可分为开口孔隙和封闭孔隙两类。一般均匀分布的微小孔隙较比开口或相互连通的孔隙对材料性质的影响小。

填充率

填充率是指颗粒材料或粉状材料的堆积体积内,被颗粒所填充的程度,用 F 表示,可按下式进行计算:

$$F = \frac{V_{\text{实}}}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho}{\rho_0} \times 100\%$$

空隙率

空隙率是指颗粒材料或粉状材料的堆积体积内,颗粒之间的空隙体积所占的百分率,用 K 表示,可按下式进行计算:

$$K = \frac{V_0 - V_{\text{实}}}{V_0} \times 100\% = \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho_0} \right) \times 100\%$$

材料空隙率大小,表明颗粒材料中颗粒之间相互填充的密实

程度,计算混凝土骨料的级配和砂率时常以空隙率为计算依据。

4.1.2 材料与水有关的性质

4.1.2.1 吸水性

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性。

材料吸水性的可用吸水率表示。吸水率又有质量吸水率和体积吸水率之分,其计算公式分别为

$$\begin{aligned} \text{质量吸水率} &= \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \\ \text{体积吸水率} &= \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{V_{\text{干}} \rho_{\text{水}}} \times 100\% \end{aligned}$$

式中： $\omega_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率；

$\omega_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率；

$m_{\text{饱}}$ ——材料吸水饱和后的质量，g；

$m_{\text{干}}$ ——材料烘干到恒重时的质量，g；

$V_{\text{干}}$ ——材料在自然状态下的体积， cm^3 ；

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度， g/cm^3 。

材料的吸水率与孔隙率成正比。封闭孔隙较多的材料，吸水率不很大时可用质量吸水率公式进行计算；一些轻质材料，如加气混凝土、木材等，由于其开口孔多，质量吸水率往往超过 100%，在这种情况下，可用体积吸水率公式进行计算。

4.1.2.2 吸湿性

材料在潮湿的空气中吸收空气中水分的性质称为吸湿性，该性质可用材料的含水率表示，按下式进行计算：

$$\omega_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中： $\omega_{\text{含}}$ ——材料的含水率；

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量, g

$m_{\text{干}}$ ——材料烘干到恒重时的质量, g

材料吸湿性的大小取决于材料本身的化学成分和构造,并与环境空气的相对湿度和温度有关。一般来说总表面积较大的颗粒材料,以及开口相互连通的孔隙率较大的材料吸湿性较强,环境的空气相对湿度越高,温度越低时其含水率越大。

材料吸湿含水后,会使材料的质量增加,体积膨胀,抗冻性变差,同时使其强度、保温隔热性能下降。

材料可以从湿润空气中吸收水分,也可以向干燥的空气中扩散水分,最终使自身的含水率与周围空气湿度持平,此时材料的含水率称为平衡含水率。

3. 耐水性

材料在饱和水作用下强度不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数表示,可按下式计算:

$$K_{\text{软}} = \frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}}$$

式中: $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

$R_{\text{饱}}$ ——材料在饱和水作用下的抗压强度, MPa

$R_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa

材料软化系数范围在 0.1~1 之间,数值越大,说明材料的耐水性能越好。当软化系数大于 0.85 时,则认为该材料是耐水的。一般材料随含水量的增加,其强度都会有不同程度的下降。所以,用于潮湿环境及浸泡在水中的构件,应选用软化系数大的材料,一般要大于 0.85。用于受潮湿较轻或次要的结构物材料,其软化系数应在 0.7~0.85 之间,因为材料的软化系数越大,意味着材料的耐水性能越好。

4. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质或材料的不透水性称为抗渗性。

材料的抗渗性可用抗渗等级来表示,即用材料抵抗压力水渗透的最大水压力值来确定,其抗渗等级越高,则表明材料的抗渗性能越好。

材料的抗渗性还可用渗透系数 K 表示,渗透系数的计算公式如下式:

$$K = \frac{Q}{A \cdot t \cdot H}$$

式中: K ——渗透系数, cm/s ;

Q ——透水量, cm^3 ;

A ——试件厚度, cm ;

t ——透水面积, cm^2 ;

H ——时间, s ;

H ——静水压力水头, cm 。

材料的渗透系数越大,表明材料的透水性越好,抗渗性越差。

材料抗渗性能的好坏,主要决定于材料本身孔隙率的大小及孔隙的特征。密实材料,具有封闭口孔或极微细孔的材料,一般是不会透水的;具有较大孔隙率,且孔径大并且开口连通孔的材料,其抗渗性往往较差。

建筑物的地下结构,所有水工构筑物使用的抗渗混凝土的抗渗性能常用抗渗等级来表示。抗渗等级是用材料抵抗的最大水压力表示,如 P_6 、 P_8 、 P_{10} 、 P_{12} 等,分别表示材料可抵抗 0.6 、 0.8 、 1.0 、 1.2 MPa 的水压力而不渗水,这说明抗渗等级越大,材料的抗渗性能越好。

抗冻性

材料在多次冻融循环作用下不破坏,强度也不显著降低的性质称为抗冻性。

材料在吸水饱和后,从 0°C 冷冻到 -15°C 融化称做经受一个冻融循环作用。材料在多次冻融循环作用后表面将出现开裂、剥