



职业教育建筑工程施工专业精品课程

ZHI YE JIAO YU JIAN ZHU GONG CHENG SHI GONG ZHUAN YE
JING PIN KE CHENG

建筑材料

主编◎吴兆崇 孙先竹



中国石油大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

建筑材料

主 编 吴兆崇 孙先竹

常州大学图书馆
藏书章

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料 / 吴兆崇, 孙先竹主编. — 东营: 中国
石油大学出版社, 2015.12

ISBN 978-7-5636-5136-8

I. ①建… II. ①吴… ②孙… III. ①建筑材料—教
材 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 300863 号

书 名: 建筑材料
主 编: 吴兆崇 孙先竹

责任编辑: 张曼曼(电话 0532—86983437)

封面设计:  荆棘设计

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yhuaz@sina.com.cn

印 刷 者: 青岛国彩印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—86983437)

开 本: 185 mm × 260 mm 印张: 7 字数: 120 千字

版 次: 2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 16.00 元

前言

本课程是建筑工程施工专业的一门专业基础课,是重点专业精品课程建设之一,是研究建筑材料组成、结构、性质、使用及质量检验等理论的学科。为其他专业课程提供建筑材料的基本知识,为学习后续课程服务,并为今后的工作打下基础。

通过学习,学生能掌握建筑与材料有关的化学知识,常用建筑材料及其制品种类名称、规格、性能、质量标准、检验方法、保管方法、新材料的动态。学生能具有常用建筑材料的检测能力,能合理选择和使用材料及制品,能进行建筑材料试验与检测,能评定水泥、砂浆、混凝土等材料的强度等级。

教材编写者充分理解和掌握课程标准的基本理念、课程教学目标、课程内容和要求,并反映在教材中,充分体现项目引领、任务驱动、问题导向的教学方法。

教材内容具有通用性和实用性,体现技术的先进性,反映最新的建筑行业标准,根据建筑职业能力的工作任务要求编写,使学生在各种活动中提高专业能力。教材以学生为本,能吸引学生主动学习,理论知识以够用和实用为原则,呈现方式充分考虑中职生的特点,富有启发性和趣味性,文字表述简明扼要,内容展现图文并茂,以提高学生的学习兴趣 and 积极性。

教材编写过程中,参阅了部分相关文献资料,在此谨向这些文献的作者致以诚挚的感谢!

由于编者水平所限、时间紧迫,不足之处在所难免,恳请读者和同行专家批评指正,并提出宝贵意见,使之不断完善和提高。

编者

2015年5月

目 录

项目 1 绪 论

1.1 建筑材料的定义	1
1.2 分 类	1
1.3 建筑材料的发展概况	1
1.4 课程的任务及学习方法	2
复习思考	3

项目 2 建筑材料的基本性质

2.1 材料的物理性质	4
2.2 材料的力学性质	9
复习思考	10

项目 3 气硬性胶凝材料

3.1 石 灰	11
3.2 石 膏	14
3.3 水玻璃	17
复习思考	18



项目 4 通用水泥

4.1 硅酸盐水泥	19
4.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	23
复习思考	26

项目 5 专用水泥

5.1 砌筑水泥	27
5.2 道路水泥	27
5.3 大坝水泥	28
复习思考	30

项目 6 特种水泥

6.1 快硬硅酸盐水泥	31
6.2 抗硫酸盐硅酸盐水泥	32
6.3 白色硅酸盐水泥	32
6.4 铝酸盐水泥	33
6.5 膨胀水泥及自应力水泥	33
复习思考	34

项目 7 混凝土

7.1 概 述	35
7.2 普通混凝土的组成材料	36
7.3 混凝土拌合物的和易性	40
7.4 影响混凝土和易性因素及改善措施	40
7.5 混凝土的强度	42
7.6 混凝土的耐久性	44
7.7 混凝土的外加剂	46
7.8 普通混凝土的质量控制和验收规则	48
7.9 普通混凝土的配合比设计	50



7.10 其他品种混凝土	53
复习思考	54

项目 8 建筑砂浆

8.1 砌筑砂浆	55
8.2 技术性质	56
8.3 配合比设计	57
8.4 砂 浆	58
复习思考	60

项目 9 石 材

9.1 天然石材的技术性质	61
9.2 建筑中常用岩石的特性与应用	62
9.3 石材的加工类型与选用原则	63
9.4 人造石材	63
复习思考	64

项目 10 墙体与屋面材料

10.1 墙体材料	65
复习思考	68

项目 11 建筑钢材

11.1 铁和钢的冶炼和分类	69
11.2 钢材的性质	70
11.3 化学成分对钢材性能影响	71
11.4 冷加工性能及时效处理	71
11.5 钢材的技术标准及选用	72
复习思考	76



项目 12 防水材料

12.1 石油沥青	77
12.2 煤沥青	79
12.3 改性沥青和合成高分子防水材料	80
复习思考	84

项目 13 建筑塑料与胶黏剂

13.1 塑料的组成与特性	85
13.2 常用建筑塑料及制品	86
13.3 建筑胶黏剂	87
复习思考	88

项目 14 建筑装饰材料

14.1 概 述	89
14.2 建筑涂料	90
14.3 墙面装饰板材	91
复习思考	93

项目 15 绝热材料与吸声材料

15.1 绝热材料	94
15.2 吸声与隔声材料	96
复习思考	97
综合测试题	98
综合测试题答案	101
参考文献	103

项目 1

绪 论

学习目标

了解建筑材料的定义、分类,掌握建筑材料与建筑、结构、施工、预算的关系及其在国民经济建设中的地位和建筑材料的现状及发展,明确本课程的任务和基本要求。

★ 1.1 建筑材料的定义 ★

建筑材料是用于土木建筑结构物的所有材料的总称,是建筑物与构筑物的重要物质基础。

★ 1.2 分 类 ★

1. 根据组成成分:无机材料:金属材料、非金属材料;
有机材料:植物材料、合成高分子材料、沥青材料;
复合材料:无机非金属与有机材料复合、金属与非金属材料复合、金属与有机材料复合。
2. 根据在建筑上的用途:建筑结构材料、墙体材料、建筑功能材料。

★ 1.3 建筑材料的发展概况 ★

建筑材料工业不仅是发展建筑业的基础,也是发展国民经济的主要基础



之一。

各种各样的建筑物营造了人类的生存环境,提供了人们生活、生产、科研等活动空间,反映了各个时代的文化、科学、建筑特征,是人类物质文明的重要标志,也反映出不同时代人类的精神文明发展状况。

建筑材料是随着人类社会生产力的发展和人们生活水平的提高而不断发展的。建筑材料由人类最初“穴居巢处”简单使用的石块、树枝、茅草等,到铁器时代的简单工具,人类开始挖土凿石为洞,伐木为棚;从火的使用,人类学会烧制砖、瓦和石灰,建筑材料由采用天然材料进入人工生产阶段。

我国秦汉时期建筑材料发展已经走在世界前列,秦砖汉瓦的发明与应用奠定了中国在世界建筑材料历史上的地位。18~19世纪,随着资本主义的兴起、工业的迅猛发展和交通的日益发达,钢材、水泥、混凝土和钢筋混凝土的出现,建筑材料的发展进入了一个新的发展阶段。

进入20世纪,材料科学和工程学的形成和发展,使建筑材料在性能和质量上不断改善,品种不断增多。到20世纪后半叶,各种新型建筑材料层出不穷,建筑材料日益向着轻质、高强、多功能方向发展。

随着社会的发展,人们物质生活和精神生活水平不断提高,环保意识不断加强,无毒、无公害、环保的“绿色建材”日益推广、应用,人们将用更新的“绿色环保”建筑材料营造我们的“绿色家园”,使我们的生活、工作环境更加舒适。

★ 1.4 课程的任务及学习方法 ★

1. 任务

了解建筑材料的保管知识,掌握建筑材料及其制品的组成、技术性质、特性,掌握外界因素等对材料性质的影响,了解各主要性能间的相互关系,掌握材料的使用方法,初步学会主要建筑材料的试验方法。做到能够根据工程性质和环境特点合理选用材料,熟悉常用建筑材料的技术规范,了解材料使用方法的要点,同时对材料的储运方法也有所了解。具备建筑材料的基础知识和在实践中合理选择与使用材料的能力,并获得主要建筑材料试验的基本技能训练。

2. 方法

建筑材料是一门实践性和应用性很强的课程。要重点学好各种建筑材料的性能和应用。学习过程中,要注重理解和应用,切忌死记硬背,要理解材料性能之间的相互联系和区别。理解共性,掌握特性,科学合理应用。

试验课是本课程的重要学习环节,要学会验证基本理论和试验方法,培养实际操作能力。试验过程中,要严肃认真、一丝不苟、精益求精。能对实验结果



做出正确的分析和判断。

在学习和以后的工作中,要熟悉建筑工程施工中材料的应用情况,了解建筑材料的新品种、新标准、新规范等,更好地掌握和使用建筑材料。

复习思考

1. 建筑材料按组成成分分为哪几类?
2. 建筑材料根据在建筑上的用途分为哪几类?
3. 根据你的理解,请谈谈本课程的学习任务和学习方法。

项目 2

建筑材料的基本性质

学习目标

了解建筑材料基本性质的分类,掌握各种基本性质的概念、表示方法及有关的影响因素,牢固掌握表示材料基本性质的术语。

★ 2.1 材料的物理性质 ★

2.1.1 与质量有关的性质

1. 密度

密度是材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。

计算式

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

式中 ρ ——材料的密度(g/cm^3);

m ——材料在干燥状态下的质量(g);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3)。

2. 表观密度和容积密度

表观密度(又称为视密度、近似密度)表示材料单位细观外形体积(包括内部封闭孔隙)的质量。

容积密度(又称为体积密度、表观毛密度、容重)表示材料单位宏观外形体积(包括内部封闭孔隙和开口孔隙)的质量。

计算式

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$



式中 ρ_0 ——材料的表观密度(kg/cm^3 或 g/cm^3) ;

m ——材料在干燥状态下的质量(kg 或 g)。

V_0 ——材料不含开口孔隙的体积(m^3 或 cm^3)。

3. 堆积密度

堆积密度是指散粒材料或粉状材料在自然堆积状态下单位体积的质量。

计算式
$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} = \frac{m}{V + V_p + V_v}$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度(kg/m^3) ;

V'_0 ——自然堆积体积(m^3) ;

V_p ——颗粒内部孔隙的体积(m^3) ;

V_v ——颗粒间空隙的体积(m^3)。

注意:自然堆积状态下的体积含颗粒内部的孔隙体积及颗粒之间的空隙体积。

4. 材料的密实度与孔隙率

(1) 密实度(D)指材料体积内被固体物质充实的程度。

表达式
$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

(2) 孔隙率(P)指材料内部孔隙体积占其总体积的百分率。

表达式
$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \times 100\%$$

$$= \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\%$$

密实度和孔隙率的关系 $D + P = 1$

材料孔隙率或密实度的大小直接反映材料的密实程度。材料的孔隙率高,则表示密实程度小。

5. 材料的填充率与空隙率

(1) 填充率(D')是散粒状材料在某堆积体积中被其颗粒填充的程度。

(2) 空隙率(P')是指在某堆积体积中,散粒状材料颗粒之间的空隙体积所占总体积的百分率。

计算式
$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V_0}{V'_0}\right) \times 100\%$$

$$= \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho}\right) \times 100\%$$

填充率与空隙率的关系 $D' + P' = 1$

注意:对致密材料,如天然砂、石,可用表观密度 ρ_0 近似代替干燥时体积密



度 ρ 。

2.1.2 材料与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

材料与水接触时能被水润湿的性质称为亲水性；材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。

材料的亲水性与憎水性可用润湿边角 θ 来说明。 θ 越小，表明材料越容易被水润湿。当 $\theta \leq 90^\circ$ 时，该材料被称为亲水性材料；当 $\theta > 90^\circ$ 时，称为憎水性材料。

2. 吸水性

材料在水中吸收水分的能力称为吸水性。吸水性的 大小常以吸水率来表示，吸水率有以下两种表示方法：

(1) 质量吸水率 (W_m)

指材料吸水饱和时，所吸水分的质量占材料绝干质量的百分率，按下式计算：

$$W_m = \frac{m_{\text{饱和}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中 W_m ——材料的质量吸水率(%)；

$m_{\text{饱和}}$ ——材料吸水饱和后的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重的质量(g)。

(2) 体积吸水率 (W_v)

指材料吸水饱和时，所吸水分的体积占干燥材料自然体积的百分率。体积吸水率在数值上等于开口孔隙率，可按下式计算：

$$W_v = \frac{V_{\text{水}}}{V_0} \times 100\% = \frac{(m_{\text{饱和}} - m_{\text{干}}) \times \rho_0}{m_{\text{干}} \times \rho_{\text{水}}} \times 100\%$$

式中 W_v ——材料的体积吸水率(%)；

$V_{\text{水}}$ ——材料在吸水饱和时，吸入水的体积(cm^3)；

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积(cm^3)。

表达式用质量吸水率 ω_m 或体积吸水率 ω_v 表示，表达式分别如下：

$$\omega_m = \frac{m_{S_w} - m}{m} \times 100\% = \frac{m'_{S_w} - m}{m} \times 100\%$$

$$\omega_v = \frac{V_{S_w} - V_0}{V_0} \times 100\% = \frac{m'_{S_w} - m}{V_0 \times \rho_w} \times 100\%$$

式中 m_{S_w} ——材料吸水饱和时所吸水的质量(g 或 kg)。

m'_{S_w} ——材料吸水饱和时材料的质量(g 或 kg)。



V_{S_w} ——材料吸水饱和时所吸水的体积(cm^3 或 m^3)。

ρ_w ——水的密度(g/cm^3 或 kg/m^3)。

质量吸水率和体积吸水率的关系如下:

$$W_v = W_m \times \frac{\rho_{0\text{干}}}{\rho_w}$$

式中 $\rho_{0\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的表观密度(kg/m^3 或 g/cm^3)。

注意:对多孔吸水材料,其质量吸水率往往超过100%,此时用体积吸水率表示。材料受潮后导热性增大,故保温隔热材料需保持干燥状态。

3. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性常以含水率($W_{\text{含}}$)表示,按下式计算:

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

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%);

$m_{\text{湿}}$ ——材料含水时的质量(g);

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥时的质量(g)。

含水率随环境温度和空气湿度的变化而改变。气温越低,相对湿度越大,材料的含水率就越大。与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。

注意:材料在与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率,建筑材料在正常状态下,均处于平衡含水率状态。

4. 耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏,强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数($K_{\text{软}}$)表示。

表达式:

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱和}}}{f_{\text{干}}}$$

式中 $f_{\text{饱和}}$ ——材料吸水饱和状态下的抗压强度(MPa);

$f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。

软化系数愈小,表示材料的耐水性愈差。工程上,通常将 $K_{\text{软}} \geq 0.85$ 的材料称为耐水性材料。

5. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性(不透水性)。材料的抗渗性可用渗透系数或抗渗等级表示。渗透系数愈小或抗渗等级愈大,表示材料的抗渗性愈好。

材料抗渗性的好坏,与其孔隙率和孔隙特征有关。绝对密实的材料和具有



闭口孔隙的材料,或具有极细孔隙的材料,可以认为是不透水的。此外,亲水性材料的毛细孔由于毛细作用而有利于水的渗透。

6. 抗冻性

材料在吸水饱和状态下,能经受多次冻融循环作用而不破坏,同时也不显著降低强度的性质称为抗冻性。材料的抗冻性用抗冻等级(D 或 F)表示,即在一定条件下能够经受的冻融循环次数。

材料的孔隙率低、孔径小、开口孔隙少,则抗冻性好。另外还与材料吸水饱和的程度、材料本身的强度以及冻结条件等有关。

2.1.3 与热有关的性质

1. 导热性

材料传导热量的性质称为导热性,大小用导热系数表示。

导热系数是评价材料导热能力的指标。其物理意义为单位面积、单位厚度的材料,在单位温差下,单位时间内传导的热量。

表达式:

$$\lambda = \frac{Qa}{A(T_1 - T_2)t}$$

式中 λ ——导热系数 [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$];

Q ——传递的热量(J);

a ——材料的厚度(m);

$(T_1 - T_2)$ ——材料两侧的温差(K);

A ——材料传热面的面积(m^2);

t ——传热的时间(s或h)。

意义:通常把 $\lambda < 0.23 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料称为绝热材料,在运输、存放、施工及使用过程中,须保持干燥状态。导热系数越小,材料的绝热性越好。材料含水,导热系数会明显增大;高温下比常温下大;顺纤维方向导热系数也会大些。

2. 热容量

材料受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质,称为热容量。

表达式用比热 C 表示,又称比热容或热容量系数,其表达式为:

$$C = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

式中 C ——材料的比热容 [$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$];

Q ——材料吸收(或放出)的热量(J);

m ——材料的质量(g);

$(T_2 - T_1)$ ——材料受热(或冷却)前后的温度差(K);



比热:单位质量的材料温度变化 1 K 吸收或放出的热量。

材料的热容量对保持建筑物内部温度稳定有重要意义,能在热流变动或采暖设备供暖不均匀时,缓和室内温度的波动。

2.1.4 材料的耐久性

1. 定义

材料在长期使用过程中,抵抗周围各种介质的侵蚀而不破坏的性质,称为耐久性。

2. 内容

材料的耐久性是一项综合性能,包括有抗渗性、抗冻性、耐腐性、抗老化性、耐磨性、耐光性等。

3. 影响因素

内部因素是造成材料耐久性下降的根本原因。内部因素包括材料的组成、结构与性质等。外部因素是影响耐久性的主要因素。

★ 2.2 材料的力学性质 ★

2.2.1 理论强度

材料受外力作用而引起破坏的原因:由于拉力造成质点间结合键断裂,或由于剪力或切应力而造成的破坏。

2.2.2 强度、比强度

强度:材料在外力作用下抵抗破坏的能力称为强度。

比强度:比强度是按单位体积的质量计算的材料强度,其值等于材料强度与其容积密度之比。

比强度是评价材料是否轻质高强的重要指标。选用比强度大的材料对增加建筑高度、减轻结构自重、降低工程造价等具有重大意义。

2.2.3 材料的变形性质

弹性:材料受力就发生变形,外力撤除后变形可完全恢复的性质。

塑性:材料在外力作用下产生变形,当外力除去后,材料仍保留一部分残余变形,且不产生裂缝的性质称为塑性。

脆性:外力作用于材料并达到一定限度后,材料无明显塑性变形而发生突然破坏的性质称为脆性。