

建筑工程施工现场专业人员培训教材

房屋建筑工程 专业基础知识

主编 杨庆丰 白丽红

主审 张 玲

 黄河水利出版社

建筑工程施工现场专业人员培训教材

房屋建筑工程专业基础知识

主 编 杨庆丰 白丽红
副主编 李 林 魏 杰 宋贵彩
主 审 张 玲

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是建筑工程施工现场专业人员培训教材的专业基础知识部分,共5章,主要内容有建筑材料、建筑识图与构造、力学与结构、建筑施工与管理和建筑工程法规及相关知识。

本书可作为土建各岗位资格考试的专业基础知识教材,亦可作为高职建筑工程技术、工程造价、工程监理、工程管理等工程管理类和土木工程类专业的教材,也可作为注册建造师等有关技术人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

房屋建筑工程专业基础知识/杨庆丰,白丽红主编. —郑州:
黄河水利出版社,2010.5

建筑工程施工现场专业人员培训教材

ISBN 978-7-80734-824-5

I. ①房… II. ①杨… ②白… III. ①建筑工程-技术培训-教材 IV. ①TU71

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第084745号

组稿编辑:王琦 电话:0371-66028027 E-mail:wq3563@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:22.75

字数:554千字

版次:2010年5月第1版

印数:1—3 100

印次:2010年5月第1次印刷

定价:58.00元

建筑工程施工现场专业人员培训教材

编 委 会

主任委员 查 敏

副主任委员 刘东霞 李新怀 马永光

委 员 吉晓楠 陈永堂 傅月笙 崔恩杰

毛美荣 陈兴义 曹瑞林 张 玲

杨庆丰 朱吉顶 丁宪良 焦 涛

孙刚柱

序

建设行业从1986年开始,在建设企事业单位实行关键岗位持证上岗制度。这项制度的实施对提高建设行业职工队伍素质、保证建设工程质量、促进安全生产起到了很大作用,因此受到市场的广泛认可。当前新材料、新技术、新工艺、新规范的更新换代越来越快,迫切需要通过提高从业人员的素质。鉴于这种情况,中国建设教育协会组织制定了《建设行业专业技术管理人员职业资格培训管理办法》,为建设行业、企业提供相关岗位职业水平评价服务,来满足市场经济体制下建设企业对人力资源管理、人才评价社会化服务的需要,并在广泛深入调查研究的基础上,认真分析和总结我国建筑业岗位培训工作及国外建设行业职业标准编制经验,根据住房和城乡建设部建标[2009]88号的要求,结合我国建筑施工现场专业人员人才开发的实践经验,制定了《建筑工程施工现场专业人员职业标准》,并将于2010年8月颁布实施。在这种背景下,为了做好建设行业专业技术管理人员的岗位培训工作,河南省建设教育协会根据培训工作的需要,组织建设行业有关高校和职业技术学院的专家,以及建筑工程施工现场一线专业技术人员,参照最新颁布的新规范、新标准,以岗位所需的知识和能力为主线,精编成《房屋建筑工程专业基础知识》、《装饰装修工程专业基础知识》和相应岗位专业管理实务等11本教材,以满足房屋建筑和装饰装修专业管理人员培训使用。

本系列教材主要用于建设类院校应届毕业生“双证”培训,也适用于建设企事业单位专业技术管理人员上岗前培训,从专业人员职业需要出发,深入工程建设施工实际,力求源于实践,高于实践。内容上强调科学性、先进性和实用性。文字上深入浅出,通俗易懂,使参加培训的管理人员和自学的读者,比较系统地掌握实用性技术,以达到学以致用、学有创新的目的。

由于时间紧和水平有限,书中错误和疏漏在所难免,本套教材还需在教学和实践中不断完善,敬请广大施工管理人员和教师提出宝贵意见,以便不断提高教材的质量。这套教材在编写的过程中,得到了相关建设类高校、职业技术学院和施工企业的大力支持,在此一并表示感谢。

编委会

2010年5月

前 言

房屋建筑工程专业基础知识是一门综合性很强的专业基础课,为增强从业者的职业能力,培养高素质的专门人才,使从业者经过培训可以上岗,本教材的编写力求提高从业者职业技能以适应企业的需求。本教材在教学内容、课程体系和编写风格上着重贯彻了以下几点。

(1)理论与实务有机结合起来,融合穿插编排,建立新的课程体系。以岗位所需知识和能力为主线,保证教材内容的系统性和完整性,注重理论联系实际。

(2)新颖性。全新的体系和全新的编写理念,打破了传统的模式,采用最新的法规政策,内容具有先进性、使用性和适度的超前性,并请企业人员审稿,以努力与当前工程实践相结合。

(3)可操作性强,注重能力的培养。本教材侧重于应用能力的培养,列举了大量工程图例,具有较强的实用性,并且结合能力目标,以必需、够用为原则。

(4)综合性强。本教材的内容包括了建筑材料、建筑识图与构造、力学与结构、建筑施工与管理、建筑工程法规及相关知识,使从业者经过培训后便可以上岗就业。

本教材由河南建筑职业技术学院的李林、白丽红、宋贵彩、魏华洁、魏杰、王莹、杨庆丰、周艳冬、宋宁等多位教师共同编写。全书由杨庆丰、白丽红任主编,由李林、魏杰、宋贵彩任副主编,由张玲任主审。

在教材编写过程中,参考了许多专家、学者的研究成果,同时注意吸收建筑领域的最新前沿动态,一并作为参考文献附于教材后,在此向这些文献的作者表示感谢。

由于编者水平所限,教材中难免有一些不足和疏漏,敬请广大读者批评指正。

编 者

2010年2月

目 录

序

前 言

第一章 建筑材料	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 胶凝材料	(6)
第三节 普通混凝土	(17)
第四节 建筑砂浆和墙体材料	(35)
第五节 建筑钢材	(42)
第六节 防水材料	(50)
第二章 建筑识图与构造	(55)
第一节 建筑制图的基本知识	(55)
第二节 建筑构造概述	(77)
第三节 基础与地下室	(80)
第四节 墙 体	(87)
第五节 楼板与楼地面	(99)
第六节 楼 梯	(115)
第七节 屋 顶	(123)
第三章 力学与结构	(139)
第一节 建筑力学的基本知识	(139)
第二节 建筑结构	(165)
第四章 建筑施工与管理	(217)
第一节 地基与基础工程	(217)
第二节 主体结构施工	(227)
第三节 防水工程	(243)
第四节 装饰工程	(246)
第五节 建筑施工组织与管理	(252)
第五章 建筑工程法规及相关知识	(279)
第一节 建筑法	(279)
第二节 合同法律制度	(289)
第三节 安全生产法律制度	(317)
第四节 招标投标法律制度	(325)
第五节 其他相关法律法规	(340)
附 录	(348)
参考文献	(353)

第一章 建筑材料

建筑材料是用于建筑工程的一切材料及其制品的总称。它是从事工程建设的基本物质要素,其发展决定了建筑设计、建筑结构、施工工艺及施工验收等方面的发展。

第一节 概 述

一、建筑材料的分类

建筑材料种类繁多,通常按材料的化学成分在建筑中的部位和使用功能分类。

(一)按化学成分分类

建筑材料按化学成分不同,可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。

(二)按在建筑中的部位和使用功能分类

建筑材料按在建筑物中的部位和使用功能不同,可分为结构用材料、围护用材料和功能材料。

二、建筑材料的基本性质

建筑材料的基本性质包括物理性质、力学性质和耐久性。

(一)材料的物理性质

1. 材料的密度

材料的密度是指材料在特定状态下单位体积的质量。按照材料体积状态的不同,材料的密度可分为实际密度、体积密度和堆积密度等。

1) 实际密度

实际密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量,一般简称密度,按式(1-1)计算

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——材料的密度, g/cm^3 ;

m ——材料的质量, g ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, cm^3 。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。

2) 体积密度

体积密度是指材料在自然状态下单位体积的质量,按式(1-2)计算

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 ρ_0 ——体积密度, g/cm^3 或 kg/m^3 ;

m ——材料的质量, g 或 kg ;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, cm^3 或 m^3 。

自然状态下的体积是指材料含孔隙的体积。

3) 堆积密度

堆积密度是指散粒状材料(如粉状、粒状或纤维状等)在堆积状态下单位体积的质量,按式(1-3)计算

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V'_0 ——材料在堆积状态下的体积, m^3 。

堆积状态下的体积是指包括材料固体部分、孔隙部分和空隙部分等的体积。

2. 密实度和孔隙率

1) 密实度

密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度,在数值上等于固体物质的体积占其自然状态体积的百分率。它可以评定材料的密实程度,以 D 表示,按式(1-4)计算

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$

2) 孔隙率

孔隙率是指材料体积内,孔隙体积所占的百分率,其在数值上等于材料孔隙的体积与其自然状态体积的百分率。它也是评定材料密实性能的指标,以 P 表示,按式(1-5)计算

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-5)$$

3) 孔隙率与密实度的关系

孔隙率与密实度的关系可用式(1-6)表示为

$$P + D = 1 \quad (1-6)$$

3. 填充度和空隙率

1) 填充度

填充度是指散粒状材料在特定的堆积状态下,被其固体颗粒填充的程度,以 D' 表示,按式(1-7)计算

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

2) 空隙率

空隙率是指散粒状材料在特定的堆积体积中,颗粒之间的空隙体积所占的百分率,以 P' 表示,按式(1-8)计算

$$P' = \left(1 - \frac{V_0}{V'_0}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-8)$$

3) 空隙率与填充度的关系

空隙率与填充度的关系可用式(1-9)表示为

$$P' + D' = 1 \quad (1-9)$$

填充度和空隙率均可以作为评定散粒状材料颗粒之间相互填充的密实程度的技术指标,空隙率还可以作为控制混凝土集料级配与计算砂率的依据。

4. 亲水性和憎水性

材料在空气中与水接触时,根据其被水润湿的程度,可将其分为亲水性材料和憎水性材料两大类。

材料被水润湿的程度可用润湿角来表示。润湿角是指在材料、水和空气三相交界处,沿水滴表面作一切线,该切线与水 and 材料接触面间的夹角,用 θ 表示。一般认为:润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 的材料为亲水性材料;而 $\theta > 90^\circ$, 则表明该材料不能被水润湿,称为憎水性材料。

5. 吸水性

材料在浸水状态下,吸收水分的性能称为吸水性,一般用吸水率表示。吸水率有质量吸水率和体积吸水率之分。

1) 质量吸水率

质量吸水率是指材料吸水饱和时,所吸收水分的质量占材料干燥时质量的百分率,按式(1-10)计算

$$W_{\text{质}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率(%);

m_1 ——材料吸水饱和后的质量,g;

m_2 ——材料烘干至恒重的质量,g。

2) 体积吸水率

体积吸水率是指材料吸水饱和时,所吸收水分的体积占干燥材料自然体积的百分率,按式(1-11)计算

$$W_{\text{体}} = \frac{V_1}{V_0} \times 100\% = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times \frac{\rho_0}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率(%);

V_1 ——材料在吸水饱和时,吸收水的体积, cm^3 ;

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积, cm^3 ;

ρ_w ——水的密度, g/cm^3 ,在常温下 $\rho_w = 1.00 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

3) 质量吸水率与体积吸水率的关系

质量吸水率与体积吸水率存在如下关系

$$W_{\text{体}} = W_{\text{质}} \times \rho_0 \quad (1-12)$$

6. 吸湿性

材料在空气中吸收水分的性质,称为吸湿性。吸湿性的大小用含水率表示。材料所含水分的质量占材料干燥质量的百分数,称为材料的含水率,按式(1-13)计算

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{水}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-13)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%);

$m_{\text{水}}$ ——材料所含水分的质量,g;

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥至恒重时的质量,g。

7. 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称为耐水性。材料的耐水性一般用软化系数表示,按式(1-14)计算

$$K = \frac{f_1}{f_0} \quad (1-14)$$

式中 K ——材料的软化系数;

f_1 ——材料在水饱和状态下的抗压强度,MPa;

f_0 ——材料在干燥状态下的抗压强度,MPa。

软化系数越小,其耐水性越差。对于经常位于水中或受潮严重的重要结构所用的材料,其软化系数应大于0.85;受潮较轻的或次要结构的材料,其软化系数不宜小于0.75。软化系数大于0.80的材料,通常可以认为是具有一定耐水性的材料。

8. 抗渗性

材料抵抗压力水或其他液体渗透的性质,称为抗渗性(或不透水性),可用渗透系数表示。渗透系数越大,材料的抗渗性越差。

对于混凝土、砂浆等材料,工程中常用抗渗等级(P)表示材料的抗渗性能。如混凝土的抗渗等级为P6,即表示该混凝土能够抵抗0.6 MPa的水压而不渗透。常用的抗渗等级有P6、P8、P10、P12等。

9. 抗冻性

材料在吸水饱和状态下,能经受多次冻结和融化(冻融循环)而不破坏,同时也不严重降低强度的性质,称为抗冻性,常用抗冻等级(F)表示。抵抗冻融循环的次数越多、抗冻等级越高,材料的抗冻性就越好。

10. 导热性、热容量

在建筑中,常要求材料具有一定的热工性能,以维持室内温度。常需考虑的热工性能有材料的导热性和热容量。

1) 导热性

材料传导热量的能力称为导热性,用导热系数(λ)表示。导热系数是指在稳定的条件下,通过厚度为1 m的材料,当其相对两侧表面的温度差为1 K时,单位面积(1 m²)所传递的热量,可按式(1-15)计算

$$\lambda = \frac{Q\delta}{At(T_2 - T_1)} \quad (1-15)$$

式中 λ ——导热系数,W/(m·K);

Q ——传导的热量,J;

δ ——材料厚度,m;

A ——热传导面积,m²;

t ——热传导时间,s;

$T_2 - T_1$ ——材料两侧温差,K。

2) 热容量

材料加热时吸收热量,冷却时放出热量的性质,称为热容量。热容量的大小用比热表示。比热表示1 g材料,温度升高1 K时所吸收的热量,或降低1 K时放出的热量,按

式(1-16)计算

$$Q = cm(T_2 - T_1) \quad (1-16)$$

式中 Q ——材料吸收或放出的热量, J;

c ——材料的比热, J/(g · K);

m ——材料的质量, g;

$T_2 - T_1$ ——材料受热或冷却前后的温差, K。

材料的比热对保持建筑物内部温度稳定有很大意义, 比热大的材料, 能在热流变动或采暖设备供热不均匀时, 较好地维持室内的温度。

(二) 材料的力学性质

材料的力学性质, 主要是指材料在外力(或荷载)的作用下, 抵抗破坏和变形的性能。

1. 材料的强度

材料在外力作用下, 抵抗破坏的极限能力, 称为该材料的强度。其值通常以 f 表示。

按这些外力作用的方式不同, 可以将强度分为抗拉强度、抗压强度、抗弯(折)强度和抗剪强度等。材料承受不同外力作用的方式如图 1-1 所示。

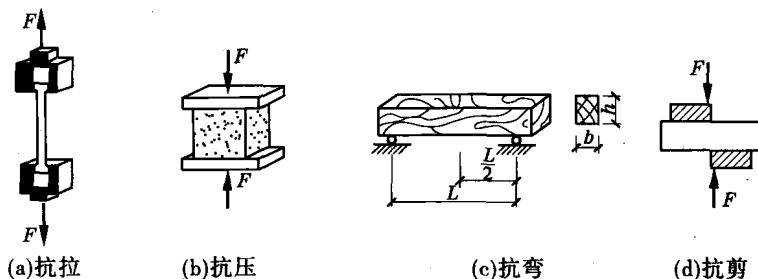


图 1-1 材料承受各种外力示意图

材料的抗拉强度、抗压强度和抗剪强度按式(1-17)计算

$$f = \frac{F}{A} \quad (1-17)$$

式中 f ——材料的抗拉强度、抗压强度和抗剪强度, MPa;

F ——材料抗拉、抗压和抗剪破坏时的荷载, N;

A ——材料的受力面积, mm²。

材料的抗弯强度与材料的受力情况和截面形状有关。当矩形截面的试件跨中作用一集中荷载时, 材料抗弯强度按式(1-18)计算

$$f = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (1-18)$$

式中 f ——抗弯强度, MPa;

F ——材料抗弯破坏时的荷载, N;

b, h ——材料的截面宽度、高度, mm;

L ——两支点的间距, mm。

为了合理选用材料, 大部分建筑材料都可以根据其极限强度的大小, 划分为若干不同的强度等级。如混凝土按抗压强度划分了 C15 ~ C80 等 14 个强度等级, 建筑用热轧钢筋按抗拉强度分为 HPB235、HRB335、HRB400、HRB500 等四个强度等级。这对在设计和施工中正

确合理地选择和使用材料及保证工程质量都是十分必要的。

2. 材料的弹性与塑性

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称为弹性。这种当外力取消后瞬间内即可完全消失的变形,称为弹性变形。

材料在外力作用下产生变形,当外力取消后,不能自行恢复到原有形状和尺寸,并且不产生裂缝的性质称为塑性。这种不能恢复的变形,称为塑性变形。

(三) 材料的耐久性

材料在使用过程中,能够抵抗所处环境中各种介质的侵蚀而不破坏,并保持其原有性质的能力,称为耐久性。耐久性是材料的一种综合性能,它包括抗冻性、抗渗性、抗风化性、抗老化性、耐化学腐蚀性等。材料在使用过程中,除受到各种外力的作用外,还长期受到周围环境和各种自然因素的破坏作用。这些作用一般可分为物理作用、化学作用及生物作用等。物理作用包括材料的干湿变化、温度变化及冻融变化等;化学作用包括酸、碱、盐及有机溶剂和气体等对材料产生的侵蚀作用,使材料发生质的变化而破坏;生物作用是昆虫、菌类等对材料所产生的蛀蚀、腐朽等破坏作用。

第二节 胶凝材料

在工程建设中,常把在一定条件下,经过自身一系列物理、化学作用后,能将散粒状、块状或纤维状等材料黏结成为整体,并具有一定强度的材料,统称为胶凝材料。

胶凝材料根据化学成分不同分为无机胶凝材料和有机胶凝材料两大类。无机胶凝材料又按其硬化条件不同分为气硬性无机胶凝材料和水硬性无机胶凝材料两类。

气硬性无机胶凝材料是指只能在空气中凝结硬化,且只能在空气中保持和发展其强度的一类胶凝性材料,如石灰、石膏等。

水硬性无机胶凝材料是指不但能在空气中凝结和硬化,而且能够更好地在水中保持和发展其强度的一类胶凝性材料,如各种水泥。

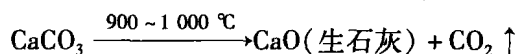
一、气硬性无机胶凝材料

(一) 石灰

石灰是在工程建设中最早使用的气硬性无机胶凝材料之一。因其原料分布广泛,生产工艺简单,成本低廉,使用方便,所以一直被广泛地应用在工程建设中。

1. 生石灰的生产

生石灰是将以碳酸钙(CaCO_3)为主要成分的石灰石为主要原料,在低于烧结温度下煅烧所得的产物。其煅烧反应式如下

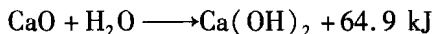


石灰石的理论分解温度为 $900\text{ }^\circ\text{C}$,而考虑到各种生产因素的影响,实际生产温度一般为 $1000\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。若煅烧温度过低或时间不足,会使生石灰中残留有未分解的 CaCO_3 ,称为欠火石灰,欠火石灰中 CaO 含量低,降低了其质量等级和石灰的利用率;若煅烧温度过高或煅烧时间过长,会出现过火石灰,过火石灰质地密实,表面常包裹着一种黏状物质,所以消化

十分缓慢,甚至会影响工程质量。

2. 生石灰的熟化

生石灰的熟化是指生石灰与水作用生成熟石灰($\text{Ca}(\text{OH})_2$)的过程。其反应式如下



经熟化所得的氢氧化钙称为熟石灰。正火的生石灰具有强烈的水化能力,水化时表现出两个特点:一是放出大量的热;二是产生较大的体积膨胀,一般的生石灰体积膨胀1~2.5倍。煅烧良好的生石灰,氧化钙含量高,不但消化速度快,而且放热量大,其体积膨胀可达3~4倍。

过火石灰消化速度极慢,当石灰抹灰层中含有这种颗粒时,由于它吸收空气中的水分继续熟化,即产生放热和体积膨胀,致使墙面隆起、开裂,严重影响工程质量。为了消除这种危害,生石灰在使用前应提前熟化,并使灰浆在灰坑中储存7 d以上(过3 mm的筛网),以使石灰得到充分消化,这一过程称为陈伏。陈伏期间,应在其表面保存一定厚度的水层,防止熟石灰碳化。

3. 石灰的硬化

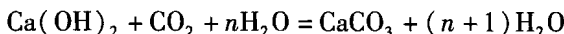
石灰浆体的硬化包含了结晶和碳化两个过程。

1) 结晶过程

熟石灰用于工程实体后,石灰浆体中多余的水分或蒸发或被砌体吸收而使 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 由过去的饱和状态以晶体的形式析出,促进石灰浆体的硬化,并获得一定的强度。

2) 碳化过程

由于空气中有 CO_2 存在, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在有水的条件下与之反应生成不溶于水的 CaCO_3 晶体,其反应式如下



碳化对强度的提高和稳定是十分有利的。但是,由于空气中的 CO_2 含量很低,且表面形成碳化层或结晶后, CO_2 不易深入内部,还阻碍了内部水分的蒸发,所以石灰的两个硬化过程相互影响、相互制约、同时进行,因而在自然状态下石灰的硬化速度较缓慢。

4. 石灰的品种及技术性质

根据建设行业标准,将不同类别的建筑石灰划分为优等品、一等品和合格品等三个质量等级,相应的技术指标如表1-1~表1-3所示。

表 1-1 建筑生石灰的技术指标

项目	钙质生石灰			镁质生石灰		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
($\text{CaO} + \text{MgO}$)含量(%) $\geq$	90	85	80	85	80	75
未消化残渣含量(5 mm 圆孔筛筛余)(%) $\leq$	5	10	15	5	10	15
CO_2 含量(%) $\leq$	5	7	9	6	8	10
产浆量(L/kg) $\geq$	2.8	2.3	2.0	2.8	2.3	2.0

表 1-2 建筑生石灰粉技术指标

项目		钙质生石灰粉			镁质生石灰粉		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
(CaO + MgO) 含量 (%) ≥		85	80	75	80	75	70
CO ₂ 含量 (%) ≤		7	9	11	8	10	12
细度	0.9 mm 筛的筛余量 (%) ≤	0.2	0.5	1.5	0.2	0.5	1.5
	0.125 mm 筛的筛余量 (%) ≤	7.0	12.0	18.0	7.0	12.0	18.0

表 1-3 建筑消石灰粉的技术指标

项目		钙质消石灰粉			镁质消石灰粉			白云石质消石灰粉		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
(CaO + MgO) 含量 (%) ≥		70	65	60	65	60	55	65	60	55
游离水含量 (%)		0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0	0.4 ~ 2.0
体积安定性		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
细度	0.9 mm 筛的筛余量 (%) ≤	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.5
	0.125 mm 筛的筛余量 (%) ≤	3	10	15	3	10	15	3	10	15

5. 石灰的特性

石灰具有以下特性:

- (1) 可塑性好, 保水性好;
- (2) 吸湿性强;
- (3) 凝结硬化慢, 强度低;
- (4) 硬化时体积收缩大;
- (5) 耐水性差。

6. 石灰的应用

石灰的应用方式有:

- (1) 配制石灰砂浆和石灰乳涂料;
- (2) 配制灰土和三合土;
- (3) 制作碳化石灰板;
- (4) 制作硅酸盐制品;
- (5) 配制无熟料水泥。

7. 石灰的储存

块状生石灰放置太久, 会吸收空气中的水分消化成消石灰粉, 然后再与空气中 CO₂ 作用形成 CaCO₃, 而失去胶凝能力。所以, 储存生石灰时, 不但要防止受潮, 而且不宜久存。另外, 生石灰熟化时要产生大量的热, 因此石灰在储运时应做好防火、防燃。

熟化后的石灰应及时使用, 长期放置会被碳化而失去胶结性能, 故在现场储存时, 熟石灰表面应保持一定的水层或加以覆盖, 并且存储时间不宜过长。

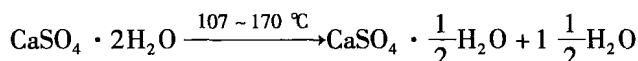
(二) 建筑石膏

在工程建设中使用最多的石膏是建筑石膏, 其次是模型石膏。此外, 还有高强石膏、无

水石膏和地板石膏等,这里主要介绍建筑石膏。

1. 建筑石膏的生产

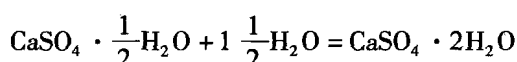
生产建筑石膏是将天然石膏(主要成分 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)在 $107 \sim 170\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度下加热脱水,再经磨细而制成。其反应式如下



由此生产出的 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 就是建筑石膏的主要成分。这种白色粉末仅能在空气中凝结和硬化,也只能在空气中保持和发展其强度,所以它是一种气硬性无机胶凝材料。

2. 建筑石膏的凝结和硬化

建筑石膏由于溶解度较大,当其与适量的水混合后,由最初形成的可塑性浆体,很快失去塑性,产生强度并迅速发展成为坚硬的固体。这个过程实际上是建筑石膏重新水化放热而生成二水石膏的化合反应过程。其反应式如下



由于二水石膏在水中的溶解度仅为半水石膏在水中(常温)溶解度的 $1/5 \sim 1/4$,因此半水石膏的水化产物——二水石膏在过饱和溶液中沉淀并析出晶体,致使液相中原有的平衡浓度破坏,导致新一批半水石膏进一步溶解、水化,直至完全变成二水石膏。随着浆体中的自由水因水化和蒸发逐渐减少,浆体变稠失去塑性,石膏凝结。其后,二水石膏晶体继续大量形成、长大,彼此连接共生、交错搭接形成结晶结构网,使之逐渐产生强度,并不断增长,直到完全干燥,强度发展到最大值。

3. 建筑石膏的技术性质

建筑石膏的密度为 $2.60 \sim 2.75\text{ g/cm}^3$,堆积密度为 $800 \sim 1\ 100\text{ kg/m}^3$ 。建筑石膏的技术性质主要有细度、凝结时间和强度。按强度和细度的差别,建筑石膏划分为优等品、一等品和合格品三个质量等级,其技术指标应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 建筑石膏的技术指标

技术指标		优等品	一等品	合格品
强度(MPa)	抗折强度 $\geq$	2.5	2.1	1.8
	抗压强度 $\geq$	4.9	3.9	2.9
细度	0.2 mm 方孔筛筛余(%) $\leq$	5.0	10.0	15.0
凝结时间(min)	初凝时间 $\geq$	6		
	终凝时间 $\leq$	30		

建筑石膏易受潮,凝结硬化快,因此在运输、储存的过程中,应注意避免受潮及混入杂物。不同质量等级的石膏应分别储运,不得混杂。石膏一般储存 3 个月后,强度下降 30% 左右。所以,建筑石膏储存期为 3 个月,若超过 3 个月,应重新检验并确定其质量等级。

4. 建筑石膏的特性

建筑石膏具有如下特性:

- (1)凝结硬化快;
- (2)硬化时体积微膨胀;
- (3)孔隙率大,表观密度小,保温、吸声性能好;
- (4)具有一定的调温、调湿性;
- (5)耐水性、抗冻性差;
- (6)防火性好。

5. 建筑石膏的用途

在建筑工程中,建筑石膏应用广泛,如做各种石膏板材、装饰制品、空心砌块、人造大理石及室内粉刷等。

二、水泥

水泥呈粉末状,与适量的水混合后,经过一系列物理和化学变化可由可塑性的浆体变成坚硬的人造石材,并能将砂、石等材料胶结成为整体,所以水泥是一种性能良好的胶凝性材料。就硬化条件而言,水泥浆体不但能在空气中硬化,还能更好地在水中硬化,保持并增长其强度,故水泥属于水硬性胶凝材料。

水泥按其主要化学成分不同有许多类别,如硅酸盐类水泥、铝酸盐类水泥、铁酸盐类水泥等。目前,工程建设中使用较多的是硅酸盐类水泥。硅酸盐类水泥又可分为用于一般土木工程的通用硅酸盐水泥,以及适应专门用途的专用水泥。目前,在建设工程中使用较多的还是通用硅酸盐水泥。由于篇幅有限,这里仅介绍通用硅酸盐水泥。

(一)通用硅酸盐水泥概述

通用硅酸盐水泥是指由硅酸盐水泥熟料和适量的石膏及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料。

按照《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)的规定,通用硅酸盐水泥按混合材料的品种和掺量分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。各品种的组分和代号应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 通用硅酸盐水泥的组分和代号

(%)

品种	代号	组分				
		熟料 + 石膏	粒化高炉矿渣	火山灰质混合材料	粉煤灰	石灰石
硅酸盐水泥	P · I	100	—	—	—	—
	P · II	≥95	≤5	—	—	—
		≥95	—	—	—	≤5
普通硅酸盐水泥	P · O	≥80 且 <95	>5 且 ≤20			—
矿渣硅酸盐水泥	P · S · A	≥50 且 <80	>20 且 ≤50	—	—	—
	P · S · B	≥30 且 <50	>50 且 ≤70	—	—	—
火山灰质硅酸盐水泥	P · P	≥60 且 <80	—	>20 且 ≤40	—	—
粉煤灰硅酸盐水泥	P · F	≥60 且 <80	—	—	>20 且 ≤40	—
复合硅酸盐水泥	P · C	≥50 且 <80	>20 且 ≤50			—