

第四分册

建筑材料 构造 经济

施工与设计业务管理

4

一级注册建筑师
考试辅导教材
含习题

北京市注册建筑师管理委员会 编

中国

出版社

一级注册建筑师考试辅导教材

含 习 题

第四分册

建筑材料 构造 经济

施工与设计业务管理

北京市注册建筑师管理委员会 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一级注册建筑师考试辅导教材·含习题·第四分册/
北京市注册建筑师管理委员会编. —北京: 中国建筑工
业出版社, 2001. 6

ISBN 7-112-04622-X

I. 一... II. 北... III. 建筑师-资格考核-教材 IV.
TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 20445 号

一级注册建筑师考试辅导教材

含 习 题

第 四 分 册

建筑材料 构造 经济

施工与设计业务管理

北京市注册建筑师管理委员会 编

中国建筑工业出版社 出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店 经销

北京市彩桥印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 25 $\frac{1}{4}$ 字数: 610 千字

2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月第一次印刷

印数: 1—8,000 册 定价: 42.00 元

ISBN 7-112-04622-X

TU · 4139 (10072)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

建设部和人事部决定自1995年起实施注册建筑师执业资格考试制度。

为了帮助建筑师们准备考试，北京市注册建筑师管理委员会委托北京设科技技术开发中心举办一、二级注册建筑师考试辅导班。辅导班的教师分别是来自北京市建筑设计研究院、北京建筑工程学院、北京工业大学、中国人民大学、清华大学建筑设计院和原北京市城市规划管理局的高级工程师和教授。教师们以考试大纲为依据，以现行规范、标准为基础，为学员们编写了考试辅导教材。教材的目的是为了指导复习，因此力求简明扼要，联系实际，着重对规范的理解应用，并注意突出重点概念。

本教材是在北京市注册建筑师管理委员会的组织下，严格按考试大纲编写的，在五年教学实践中不断加以改进，自1995年至2000年，北京地区（包括部分外地学员）参加辅导班的考生达七千多人次，深受学员们的欢迎。现在修订后出版，以满足更多应试考生复习的需要。本教材各章编写人员如下：耿长孚第一、二章，张思浩第三章，任朝钧第四章，姜中光第五章，王琪明第六章，翁如璧第七章，钱民刚第八章，曾俊第九、十一、十二章及第七章结构部分，林焕枢第十章，汪琪美第十三章，李德富第十四、十五章，吕鉴第十六章，贾昭凯第十七章及第七章空调部分，冯玲第十八章及第七章电气部分，雷钰燕第十九章，杨金铎第二十章，周惠珍第二十一章，刘民强第二十二章，李魁元第二十三章。

为方便考生复习，本教材分四个分册出版。第一分册包括第一至第七章，内容为前期、场地与建筑设计部分；第二分册包括第八至第十二章，为建筑结构部分；第三分册包括第十三至第十八章，为环境控制与建筑设备部分；第四分册包括第十九至第二十三章，为建筑材料、构造、经济、施工与设计业务管理部分。

考生在复习本教材时，应结合阅读相应的标准、规范。每章后均附有参考习题，可作为考生检验复习效果和准备考试的参考。

北京市注册建筑师管理委员会

2001年5月

一级注册建筑师考试辅导教材

总 目 录

第 一 分 册

- 第一章 设计前期工作
- 第二章 场地设计知识与作图
- 第三章 建筑设计原理及标准、规范
- 第四章 城市规划知识
- 第五章 外国建筑史
- 第六章 中国古代建筑史
- 第七章 建筑设计与表达（作图）

第 二 分 册

- 第八章 建筑力学
- 第九章 建筑结构与结构选型
- 第十章 荷载及结构设计
- 第十一章 建筑抗震设计基础知识
- 第十二章 地基与基础

第 三 分 册

- 第十三章 建筑热工与节能
- 第十四章 建筑光学
- 第十五章 建筑声学
- 第十六章 给水排水
- 第十七章 暖通空调
- 第十八章 电气

第 四 分 册

- 第十九章 建筑材料
- 第二十章 建筑构造
- 第二十一章 建筑经济
- 第二十二章 建筑施工
- 第二十三章 设计业务管理

第四分册 建筑材料 构造 经济 施工与设计业务管理

目 录

第十九章 建筑材料	1
第一节 建筑材料的基本性质.....	1
第二节 气硬性无机胶凝材料.....	8
第三节 水泥	11
第四节 混凝土	21
第五节 建筑砂浆	39
第六节 墙体材料及屋面材料	42
第七节 建筑钢材	47
第八节 木材	55
第九节 建筑塑料	58
第十节 防水材料	62
第十一节 绝热材料与吸声材料	70
第十二节 装饰材料	75
参考习题	81
答案	85
第二十章 建筑构造	86
第一节 建筑物的分类、等级和建筑模数	86
第二节 建筑物的地基、基础和地下室构造	97
第三节 墙体的构造.....	107
第四节 楼板、楼地面、底层地面和顶棚构造.....	133
第五节 楼梯、电梯、台阶和坡道构造.....	148
第六节 屋顶的构造.....	155
第七节 门窗选型与构造.....	174
第八节 建筑工业化的有关问题.....	179
第九节 建筑装饰构造.....	186
第十节 高层建筑及老年人、残疾人建筑的构造措施.....	200
参考习题.....	206
答案.....	214
第二十一章 建筑经济	215
第一节 基本建设程序和工程造价的确定.....	215
第二节 建设项目费用的构成.....	224
第三节 建设项目投资估算.....	245

第四节	建设项目设计概算的编制·····	263
第五节	施工图预算的编制·····	280
第六节	建筑面积计算规则·····	295
第七节	建筑工程技术经济指标（参考）·····	296
	参考习题·····	317
	答案·····	321
第二十二章	建筑施工·····	322
第一节	混合结构施工·····	322
第二节	现浇钢筋混凝土结构施工·····	332
第三节	装配式结构施工·····	346
第四节	防水工程施工·····	350
第五节	装饰工程施工·····	353
第六节	施工组织基本知识·····	358
	参考习题·····	359
	答案·····	361
第二十三章	设计业务管理·····	362
第一节	房地产综合开发·····	362
第二节	工程建设招投标·····	365
第三节	工程建设监理·····	370
第四节	设计业务管理·····	374
	参考习题·····	383
	答案·····	386
附录 1	全国一级注册建筑师资格考试大纲·····	387
附录 2	全国一级注册建筑师资格考试参考书目·····	390

第十九章 建筑材料

建筑材料是指在建筑工程中所应用的各种材料的总称，它所包含的门类、品种极多，就其应用的广泛性及重要性来说，通常将水泥、钢材及木材称为一般建筑工程的三大材料。

建筑材料可从不同的角度进行分类：

一、按材料的化学组成，可分为有机材料和无机材料两大类以及这两类的复合材料。见表 19-1。

建筑材料的分类

表 19-1

分 类		实 例	
无 机 材 料	非 金 属 材 料	天然石材	毛石、料石、石板、碎石、卵石、砂
		烧土制品	粘土砖、粘土瓦、陶器、炆器、瓷器
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃棉、矿棉、铸石
		胶凝材料	石膏、石灰、菱苦土、水玻璃、各种水泥
		砂浆及混凝土	砌筑砂浆、抹面砂浆 普通混凝土、轻骨料混凝土
		硅酸盐制品	灰砂砖、硅酸盐砌块
	金属材料	黑色金属 有色金属	铁、非合金钢、合金钢 铝、铜及其合金
有 机 材 料	植物质材料	木材、竹材	
	沥青材料	石油沥青、煤沥青	
	合成高分子材料	塑料、合成橡胶、胶粘剂、有机涂料	
复 合 材 料	金属—非金属	钢纤混凝土、钢筋混凝土	
	无机非金属—有机	玻纤增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土	
	金属—有机	PVC 涂层钢板、轻质金属类芯板	

二、按材料的使用功能，可分为建筑结构材料、墙体材料、建筑功能材料及建筑器材等几大类。

建筑材料品种繁多，性能各异，价格相差悬殊，建筑材料的质量与选用，直接影响建筑物的坚固性、适用性、耐久性及经济要求。建筑师应对各种建筑材料的性能具有充分了解，以便能正确选择和使用建筑材料。

第一节 建筑材料的基本性质

本节将简要介绍以下基本性质及其指标，并对其中最重要的指标的测定与计算作扼要叙述。

一、建筑材料的物理性质

(一) 材料的密度、表观密度与堆积密度

1. 密度。密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量，可用下式表示：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (19-1)$$

式中 ρ ——密度 (g/cm^3);

m ——材料在干燥状态下的质量 (g);

V ——干燥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，在测定有孔材料的实体积时，须将材料磨成细粉，干燥后用李氏瓶（排液置换法）测定。

2. 表观密度（原称容重，也称体积密度）。表观密度是指材料在自然状态下，单位体积的质量，可用下式表示：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (19-2)$$

式中 ρ_0 ——表观密度 (g/cm^3 , kg/m^3);

m ——材料的质量 (g , kg);

V_0 ——材料在自然状态下的体积（指包含内部孔隙的体积）(cm^3 , m^3)。

材料的表观密度的大小与其含水情况有关，应予以注明，通常材料的表观密度是指气干状态下的表观密度。

3. 堆积密度。堆积密度是粉状或粒状材料的一个指标，在堆积状态下，单位体积的质量。可用下式表示：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (19-3)$$

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)。

常用建筑材料的密度、表观密度及堆积密度

表 19-2

材 料	密度 ρ (g/cm^3)	表观密度 ρ_0 (kg/m^3)	堆积密度 ρ'_0 (kg/m^3)
石灰岩	2.60	1800~2600	—
花岗岩	2.80	2500~2900	—
碎石（石灰岩）	2.60	—	1400~1700
砂	2.60	—	1450~1650
粘 土	2.60	—	1600~1800
普通粘土砖	2.50	1600~1800	—
粘土空心砖	2.50	1000~1400	—
水 泥	3.10	—	1200~1300
普通混凝土	—	2100~2600	—
轻骨料混凝土	—	800~1900	—
木 材	1.55	400~800	—
钢 材	7.85	7850	—
泡沫塑料	—	20~50	—

（二）孔隙率与空隙率

1. 孔隙率

孔隙率是指材料中孔隙体积占总体积的比例，可按下式计算：

$$\text{空隙率 } P = \frac{V_{\text{孔}}}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \quad (19-4)$$

材料中固体体积占总体积的比例，称为密实度，密实度 $D=1-P$ ，即材料的密实度+孔隙率=1。

材料的孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。孔隙率的大小及孔隙本身的特征（孔隙构造与大小）对材料的性质影响较大。

2. 空隙率

空隙率是指散粒材料在某堆积体积中，颗粒之间的空隙体积占总体积的比例。可按下式计算：

$$\text{空隙率 } P' = \frac{V_{\text{孔}}}{V_c} = \frac{V_0 - V_0}{V_0} = 1 - \frac{V_0}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_0} \quad (19-5)$$

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的致密程度。在混凝土中，空隙率可作为控制砂石级配及计算混凝土含砂率的依据。

(三) 材料的亲水性与憎水性

材料表面与水或空气中的水汽接触时，产生不同程度的润湿。材料表面吸附水或水汽而润湿的性质与材料本身的性质有关。材料能被水润湿的性质称为亲水性，材料不能被水润湿的性质称为憎水性，一般可以按润湿边角的大小将材料分为亲水性材料与憎水性材料两类。润湿边角指在材料、水和空气的交点处，沿水滴表面的切线与水和固体接触面所成的夹角（ θ ），见图 19-1。

亲水性材料水分子之间的内聚力小于水分子与材料分子间的相互吸引力，表面易被水润湿，且水能通过毛细管作用而被吸入材料内部。建筑材料大多为亲水性材料，如砖、混凝土、木材等，少数材料如沥青、石蜡等为憎水性材料。

(四) 材料的吸水性与吸湿性

1. 吸水性

材料在水中能吸收水分的性质称为吸水性，吸水性的大小用吸水率表示。吸水率是指材料浸水后在规定时间内吸入水的质量占材料干燥质量或材料体积的百分率。

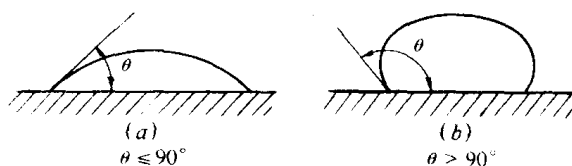


图 19-1 材料润湿示意图

(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料

$$\text{质量吸水率 } W_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$$

(19-6)

$$\text{体积吸水率 } W_v = \frac{m_1 - m}{V_0} \times 100\% \quad (19-7)$$

式中 m_1 ——材料吸水饱和状态下的质量 (g)；

m ——材料干燥状态下的质量 (g)；

V_0 ——材料自然状态下的体积 (cm^3)。

工程用建筑材料一般均采用质量吸水率。

材料的吸水性与材料的亲水、憎水性有关，还与材料的孔隙率的大小、孔隙特征有关。对于细微连通孔隙、孔隙率愈大，则吸水率愈大。封闭孔隙，水分不能进入，粗大开口孔

隙，水分不能存留，吸水率均较小。因此，具有很多微小开口孔隙的亲水性材料，其吸水性特别强。

2. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。常用含水率表示，可用下式计算：

$$\text{含水率 } W = \frac{m_{\text{湿}} - m}{m} \times 100\% \quad (19-8)$$

式中 $m_{\text{湿}}$ ——材料吸收空气中水分后的质量 (g)；

m ——材料烘干至恒重时质量 (g)。

材料的含水率随空气湿度和环境温度变化而变化，也就是水分可以被吸收，又可向外界扩散，最后与空气湿度达到平衡。与空气湿度达到平衡时的含水率称为材料的平衡含水率。

材料的吸水性与吸湿性均会导致材料其他性质的改变，如材料自重增大，绝热性、强度及耐水性等产生不同程度的下降等。

(五) 材料的耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏，其强度也不显著降低的性质称为耐水性。一般材料随着含水量的增加，材料内部微粒间结合力降低，强度都有不同程度地降低。材料的耐水性用软化系数 (K) 表示：

$$K = \frac{\text{材料在吸水饱和状态的抗压强度}}{\text{材料在干燥状态下的抗压强度}} \quad (19-9)$$

软化系数的大小表示材料浸水饱和后强度降低的程度，其范围波动在 0 至 1 之间，软化系数愈小，说明材料吸水饱和后的强度降低越多，耐水性则愈差。对于经常处于水中或受潮严重的重要结构物的材料，其软化系数不宜小于 0.85；受潮较轻或次要结构物的材料，其软化系数不宜小于 0.75。

(六) 材料的抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性 (或不透水性)。材料的抗渗性常用渗透系数表示。

$$k = \frac{Qd}{AtH} \quad (19-10)$$

式中 k ——材料的渗透系数 (cm/h)；

Q ——渗水量 (cm³)；

d ——试件厚度 (cm)；

H ——静水压力水头 (cm)；

t ——渗水时间 (h)；

A ——渗水面积 (cm²)。

渗透系数愈大，表明材料渗透的水量愈多，抗渗性则愈差。

抗渗性也可用抗渗等级表示，抗渗等级是以规定的试件、在标准试验方法下所能承受的最大水压力来确定，以符号 P_n 表示，其中 n 为该材料所能承受的最大水压力的 0.1MPa 数，如普通混凝土的抗渗等级为 P_6 ，即表示混凝土能承受 0.6MPa 的压力水而不渗透。

材料抗渗性的好坏，与材料的孔隙率及孔隙特征有关。孔隙率较大且是开口连通的孔隙的材料，其抗渗性较差。

抗渗性是决定材料耐久性的主要指标，对于地下建筑及水工构筑物，因常受到压力水的作用，所以要求材料具有一定的抗渗性。对于防水材料，则要求具有更高的抗渗性。材料抵抗其他液体渗透的性质，也属抗渗性。

(七) 材料的抗冻性

材料在吸水饱和状态下，能经受多次冻融循环（冻结与融化）作用而不破坏，强度也无显著降低的性质，称为材料的抗冻性。

材料受冻融破坏是由于材料孔隙中的水结冰造成的。水在结冰时体积约增大9%，当材料孔隙中充满水时，由于水结冰对孔壁产生很大的压力，而使孔壁开裂。

材料的抗冻性可用抗冻等级“F_n”表示，n为最大冻融次数，如F25、F50等。一般规定材料在经受若干次冻融循环后，质量损失不超过5%，强度损失不超过25%时，认为抗冻性合格。对于水工及冬季气温在-15℃的地区施工应考虑材料的抗冻性。

材料的抗冻性的高低，取决于材料孔隙中被水充满的程度和材料对因水分结冰体积膨胀所产生压力的抵抗能力。

抗冻性良好的材料，对于抵抗大气温度变化、干湿交替等风化作用的能力较强，所以抗冻性常作为考查材料耐久性的一项指标。处于温暖地区的建筑物，虽无冰冻作用，为抵抗大气的作用，确保建筑物的耐久性，有时对材料也提出一定的抗冻性要求。

二、建筑材料的力学性质

(一) 材料的强度与等级、标号

材料在外力（荷载）作用下，抵抗破坏的能力称为材料的强度。当材料承受外力作用时，内部就产生应力。外力逐渐增加，应力也相应地加大，直到质点间作用力不再能够承受时，材料即破坏，此时极限应力值就是材料的强度。

根据外力作用方式的不同，材料强度有抗压强度、抗拉强度，抗弯强度及抗剪强度等。

材料的抗压强度（ f_a ）、抗拉强度（ f_t ）及抗剪强度（ f_v ）的计算公式如下：

$$f = \frac{F}{A} \quad (19-11)$$

式中 F ——材料破坏时最大荷载（N）；

A ——材料受力截面面积（ mm^2 ）。

材料的抗弯强度与受力情况、截面形状及支承条件等有关，通常将条形试件放在两支点上，中间作用一集中荷载，抗弯强度计算式为：

$$f_{\text{m}} = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (19-12)$$

也有时在跨度的三分点上作用两个相等集中荷载，则其抗弯强度计算式为：

$$f_{\text{m}} = \frac{FL}{bh^2} \quad (19-13)$$

式中 f_{m} ——抗弯强度（MPa）；

F ——弯曲破坏时最大荷载（N）；

L ——两支点的时距（mm）；

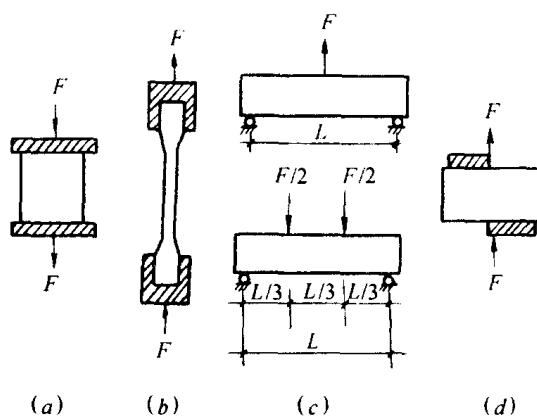


图 19-2 材料受力示意图

(a) 压力；(b) 拉力；(c) 弯曲；(d) 剪切

b, h ——试件横截面的宽及高 (mm)。

为衡量材料轻质高强方面的属性, 还需规定一个相关的性能指标, 称为比强度。比强度定义为材料的强度 f 与其表观密度 ρ_0 之比, 即 f/ρ_0 , 它描述了单位重量材料的强度, 其值愈大, 表示该材料具有愈好的轻质高强属性。

各种建筑材料的强度特点差异很大, 见表 19-3。为了使用方便, 建筑材料常按其强度高低划分为若干个标号或等级, 例如硅酸盐水泥按抗压和抗折强度分为六个强度等级, 普通混凝土按其抗压强度分为十二个强度等级。

几种常用材料的强度 (MPa)

表 19-3

材 料	抗 压	抗 拉	抗 弯
花 岗 岩	100~250	5~8	10~14
普通粘土砖	5~20	—	1.6~4.0
普通混凝土	5~60	1~9	—
松木 (顺纹)	30~50	80~120	60~100
建筑钢材	240~1500	240~1500	—

(二) 弹性与塑性

在外力作用下, 材料产生变形, 外力取消后变形消失, 材料能完全恢复原来形状的性质, 称为弹性。这种外力去除后即可恢复的变形称为弹性变形属可逆变形, 其数值大小与外力成正比, 其比例系数 E 称为材料的弹性模量, 在弹性变形范围内, E 为常数, 即

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (19-14)$$

式中 σ ——材料的应力 (MPa);

ϵ ——材料的应变。

弹性模量 E 是衡量材料抵抗变形能力的一个指标, E 愈大, 材料愈不易变形。

材料在外力作用下产生变形, 当外力取消后, 有一部分变形不能恢复, 这种性质称为材料的塑性, 这种不能恢复的变形称为塑性变形, 属不可逆变形。

实际上纯弹性材料是没有的, 大部分固体材料在受力不大时, 表现为弹性变形, 当外力达一定值时, 则呈现塑性变形。有的材料受力后, 弹性变形和塑性变形同时发生, 当卸荷后, 弹性变形会恢复, 而塑性变形不能消失 (如混凝土), 这类材料称为“弹—塑”性材料。

(三) 材料的脆性与韧性

当外力达到一定限度后, 材料突然破坏, 而破坏时并无明显的塑性变形, 材料的这种性质称为脆性。具有这种性质的材料称为脆性材料, 如混凝土、玻璃、砖石等。脆性材料的抗压强度远远大于其抗拉强度, 所以脆性材料不能承受振动和冲击荷载, 只适于用作承压构件。在冲击、振动荷载作用下, 材料能够吸收较大能量, 同时还能产生一定的变形而不致破坏的性质称为韧性 (冲击韧性)。一般以测定其冲击破坏时试件所吸收的功作为指标。建筑钢材 (软钢)、木材等属于韧性材料。

在结构设计中, 对于承受动荷载 (冲击、振动等) 的结构物, 所用材料应具有较高的韧性。

(四) 硬度

材料的硬度是指材料抵抗较硬物质压入其表面的能力，通过硬度可大致推知材料的强度。各种材料硬度的测试方法和表示方法不同。如石料可用刻痕法或磨耗来测定；金属、木材及混凝土等可用压痕法测定；矿物可用刻划法测定（矿物硬度分为十个等级，最硬的10级为金刚石，最软的1级为滑石及白垩石）。

常用的布氏硬度 HB 可用来表示塑料、橡胶及金属等材料的硬度。

三、材料的化学性质

说明材料与它所处外界环境的物质进行化学反应的能力或在所处环境的条件下保持其组成及结构稳定的能力。

（如胶凝材料与水作用，钢筋的锈蚀；沥青的老化；混凝土及天然石材在侵蚀性介质作用下受到腐蚀等）

四、材料的耐久性

材料在使用过程中抵抗周围各种介质的侵蚀而不破坏的性能，称为耐久性。耐久性是材料的一种综合性质，诸如抗渗性、抗冻性、抗风化性、抗老化性、耐化学腐蚀性、耐热性、耐光性、耐磨性等均属耐久性的范围。

五、材料的性质与材料的内部组成结构之间的关系

材料的性质除与试验条件（如测定材料强度时试件形状、尺寸、表面状况、含水状况及试验时的温、湿度与加荷速度等）有关外，主要是与材料本身的组成及结构有关。

材料的组成包括化学组成及矿物组成等。化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类与数量；矿物组成则是指构成材料的矿物的种类（如硅酸盐水泥熟料中的硅酸三钙、铝酸三钙等矿物）和数量。材料的组成不仅影响材料的化学性质，也是决定材料物理、力学性质的重要因素。

材料的结构包括微观结构（如晶体、玻璃体及胶体等）、细观结构（如钢材中的铁素体、渗碳体等基本组织）以及宏观结构（如孔隙率、孔隙特征、层理、纹理等）。材料的结构是决定材料性质的极其重要的因素。

晶体具有一定的几何外形、各向异性、有固定熔点和化学稳定性等特点，但金属材料如钢材却是各向同性的，因为钢材由众多细小晶粒组成，而晶粒是杂乱排布而成（晶格随机取向）的缘故。

玻璃体特点是各向同性、导热性及强度均较低、无固定熔点，其化学活性较高。

例如，高炉炼铁熔融状态的矿渣，经缓慢冷却后即得慢冷矿渣（重矿渣），为化学稳定性材料；但熔融物若经急冷，则质点来不及按一定规则排列，便凝固成固体，即为粒化高炉矿渣，磨细后能与水在石灰存在的条件下起水化硬化作用，因此可作为活性混合材料使用。

胶体是由胶粒（粒径 $10^{-7} \sim 10^{-9} \text{m}$ 固体粒子）分散在连续介质中而成。胶体具有良好的吸附力与较强的粘结力；胶体脱水，胶粒凝聚，即成凝胶；凝胶完全脱水即为干凝胶，具有固体性质。如硅酸盐水泥完全水化后，水化硅酸钙凝胶约占 70%，其胶凝能力强，且强度较高（凝胶粒子间存在范德华力与化学结合键）。

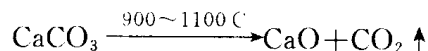
材料的宏观结构，如孔隙率与孔隙特征，对材料的强度、吸水性及绝热性等都有密切的关系。

第二节 气硬性无机胶凝材料

胶凝材料能将散粒材料或物体粘结成为整体，并具有所需的强度。胶凝材料按成分分为有机胶凝材料和无机胶凝材料两大类，前者以天然或合成的有机高分子化合物为基本成分，如沥青、树脂等；后者则以无机化合物为主要的成分。无机胶凝材料按硬化条件不同，也可分为气硬性胶凝材料与水硬性胶凝材料两类。气硬性胶凝材料只能在空气中硬化，也只能在空气中继续保持或发展其强度，如建筑石膏、石灰、水玻璃、菱苦土等。水硬性胶凝材料则不仅能在空气中，而且能更好地在水中硬化，保持并发展其强度，如各种水泥。气硬性胶凝材料一般只适用于地上干燥环境，而水硬性胶凝材料则可在地上、地下或水中使用。

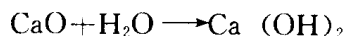
一、石灰

包括生石灰（块灰）、磨细生石灰粉与消石灰粉等。生产石灰的原料是以 CaCO_3 为主要成分的石灰石等。石灰石经煅烧分解，即得生石灰（ CaO ）：



（一）生石灰的熟化（消解）：

在使用时，需将生石灰加水消解成熟石灰（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）

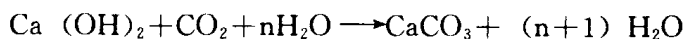


该过程特点是放热量大（64.9kJ）与体积急剧膨胀（体积可增大1~2.5倍左右）。过火石灰熟化慢，为消除过火石灰的危害（使抹灰层表面开裂或隆起），因此必须将石灰浆在贮存坑中放置两周以上的时间（称为“陈伏”），方可使用。袋石灰（消石灰粉）使用前也需“陈伏”，目的是提高浆体的可塑性。

（二）石灰浆的硬化：

石灰浆在空气中逐渐硬化是由以下两个作用过程来完成的：

1. 结晶作用——游离水分蒸发， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 逐渐从饱和溶液中结晶；
2. 碳化作用—— $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与空气中的 CO_2 化合生成 CaCO_3 结晶，释出水分并被蒸发：



在这两个硬化过程中，早期以结晶作用为主，后期以碳化作用为主，而且延续时间很长。硬化石灰浆体的强度一般不高，受潮后更低，强度增长慢，硬化过程中体积收缩大，通常需加入砂子、纸筋等，以防止收缩开裂。

3. 石灰的技术指标

生石灰按氧化镁含量分为钙质生石灰（ $\text{MgO} \leq 5\%$ ）与镁质生石灰（ $\text{MgO} > 5\%$ ）两类。

生石灰与消石灰粉按我国石灰标准（JC/T479—92 与 JC/T481—92）均各分为优等品、一等品与合格品三个等级。生石灰分等指标有 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 含量、含渣率、 CO_2 含量与产浆量等；消石灰粉分等指标有 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 含量、游离水含量、体积安定性与细度等。

建筑生石灰的技术指标

表 19-4

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
CaO+MgO 含量 (%), 不小于	90	85	80	85	80	75
未消化残渣含量 (5mm 圆孔筛余, %), 不大于	5	10	15	5	10	15
CO ₂ (%), 不大于	5	7	9	6	8	10
产浆量 (L/kg), 不小于	2.8	2.3	2.0	2.8	2.3	2.0

建筑消石灰粉的技术要求

表 19-5

项 目	钙质消石灰粉			镁质消石灰粉			白云石消石灰粉		
	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 (%), 不小于	70	65	60	65	60	55	65	60	55
游离水 (%)	0.4~2	0.4~2	0.4~2	0.4~2	0.4~2	0.4~2	0.4~2	0.4~2	0.4~2
体积安定性	合格	合格	—	合格	合格	—	合格	合格	—
细度	0.9mm 筛筛余 (%), 不大于	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.5
	0.125mm 筛筛余 (%), 不大于	3	10	15	3	10	15	3	10

建筑生石灰粉技术指标

表 19-6

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 (%), 不小于	85	80	75	80	75	70
CO ₂ 含量 (%), 不大于	7	9	11	8	10	12
细度	0.9mm 筛筛余 (%), 不大于	0.2	0.5	1.5	0.2	0.5
	0.125mm 筛筛余 (%), 不大于	7.0	12.0	18.0	7.0	12.0

4. 石灰的应用

(1) 配制石灰砂浆、石灰乳

石灰砂浆可用于砌筑、抹面、石灰乳可用作涂料；

(2) 配制石灰土、三合土

石灰土(石灰+粘土)和三合土(石灰+粘土+砂石或炉渣、碎砖等填料), 分层夯实, 强度及耐水性均较高, 可用作砖基础的垫层等; 石灰宜用消石灰粉或磨细生石灰, 灰土中石灰用量一般为灰土总重的 6%~12% 左右。

(3) 生产灰砂砖、碳化石灰板

灰砂砖的制作是: 将磨细生石灰或消石灰粉与天然砂配合拌匀, 加水搅拌, 再经陈伏、加压成型和压蒸处理而成。

碳化石灰板是将磨细生石灰、纤维状填料(如玻璃纤维)或轻质骨料(如矿渣)搅拌成型, 然后以 CO₂ 进行人工碳化(12~24h)制成的一种轻质板材。

另外, 石灰还可用来配制无熟料水泥及生产多种硅酸盐制品等。