



高等职业教育园林工程技术专业“十一·五”规划教材

园林建筑 材料与构造

YUANLIN JIANZHU CAILIAO YU GOUZAO

文益民 © 主编



配电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育园林工程技术专业“十一五”规划教材

园林建筑材料与构造

主 编 文益民
副主编 龚 静 郭宇珍
参 编 陈大昆 邹 宁 王守富
主 审 龙 元



机械工业出版社

本书根据教育部高等职业教育园林工程技术专业培养方案中主干课程“园林建筑材料与构造”的基本内容和要求编写。全书共3章,包括园林建筑材料、房屋建筑基本构造和园林建筑基本构造,附有内容小结、思考题及实训环节。

本书定位于培养高素质的技能型人才,重点突出职业技术教育的特点,密切结合国家有关建筑设计的新规范、新标准及新政策。本书既可作为高职高专院校园林工程技术专业、环境艺术设计专业及其他相关专业的教材,也可用于在职培训或相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

园林建筑材料与构造/文益民主编. —北京:机械工业出版社,2011.7
高等职业教育园林工程技术专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-34468-1

I. ①园… II. ①文… III. ①园林建筑-建筑材料-高等教育-教材
②园林建筑-建筑构造-高等教育-教材 IV. ①TU986.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第132723号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:李俊玲 王靖辉 责任编辑:王靖辉 陈将浪
版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红
封面设计:王伟光 责任印制:杨 曦
北京中兴印刷有限公司印刷
2011年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·9.25印张·222千字
0 001—3 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-34468-1
定价:19.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是按照教育部高等职业技术教育的要求和园林类专业人才培养规划，以及国家现行建筑材料标准与园林建筑设计规范编写而成的。

本书主要介绍园林建筑材料、房屋建筑基本构造和园林建筑基本构造。在编写教材的过程中，突出了以下特点：

- 1) 理论以必需、够用为度，尽量与工程实际相结合，培养学生的实践技能及创新思想。
- 2) 语言精炼，图文并茂，深入浅出，通俗易懂，做到科学性与实用性并重。
- 3) 每章的开头都有对学习目标的说明，章后有本章小结、思考题与实训环节，学习引导性强。

本书由湖北城市建设职业技术学院文益民任主编，由武汉工业学院龚静和湖北城市建设职业技术学院郭宇珍任副主编。第1章由湖北城市建设职业技术学院文益民、郭宇珍编写，第2章由湖南城建职业技术学院邹宁、陈大昆编写，第3章由武汉工业学院龚静、湖北生态工程职业技术学院王守富编写，全书由湖北城市建设职业技术学院安娜、李少红进行校稿，华中科技大学建筑与城市规划学院龙元主审。

本书在编写的过程中，参考了同类教材的相关内容，借鉴了一些实际工程案例，同时得到了湖北城市建设职业技术学院高卿、安娜的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

限于时间仓促和经验不足，不当之处在所难免，敬请读者批评指正，以期进一步修订完善。

编 者

目 录

前言

第1章 园林建筑材料 1

1.1 建筑材料的基本性质 1	
1.1.1 园林建筑材料的分类 1	
1.1.2 材料的基本物理性质 1	
1.1.3 材料的力学性质 3	
1.1.4 材料与水有关的性质 4	
1.1.5 材料的热工性质 6	
1.1.6 材料的耐久性 7	
1.1.7 材料的装饰性能 7	
1.2 气硬性无机胶凝材料 7	
1.2.1 建筑石灰 8	
1.2.2 石膏 10	
1.2.3 镁质胶凝材料 11	
1.2.4 水玻璃 11	
1.3 木材 13	
1.3.1 木材的构造 13	
1.3.2 木材的物理力学性质 13	
1.3.3 木材的分类 14	
1.4 钢材 14	
1.4.1 建筑钢材的特点 14	
1.4.2 碳素结构钢 14	
1.4.3 低合金高强度结构钢 15	
1.4.4 建筑钢材的应用 15	
1.5 水泥 16	
1.5.1 普通硅酸盐水泥 16	
1.5.2 混合材料及掺混合材料的 硅酸盐水泥 16	
1.5.3 特种水泥 18	
1.6 混凝土 20	
1.6.1 集料和水 21	
1.6.2 混凝土拌合物的和易性强度 和耐久性 21	
1.6.3 装饰混凝土 23	
1.7 砂浆 24	

1.7.1 砂浆的组成、分类及性能 24	
1.7.2 抹面砂浆 24	
1.7.3 防水砂浆 24	
1.7.4 装饰砂浆 25	
1.8 墙体材料 25	
1.8.1 砖与砌块 25	
1.8.2 墙体材料常用块材及墙板 27	
1.9 塑料 29	
1.9.1 塑料的特性及组成 29	
1.9.2 建筑塑料的常用品种 30	
1.9.3 建筑塑料制品的应用 31	
1.10 装饰材料 32	
1.10.1 建筑装饰材料的分类、功能 及发展趋向 33	
1.10.2 装饰混凝土及彩色混凝土 33	
1.10.3 建筑饰面石材 34	
1.10.4 釉面砖和墙地砖 34	
1.10.5 玻璃装饰材料 36	
1.10.6 装饰壁纸、壁布、壁毡 36	
1.10.7 不锈钢建筑装饰制品及彩色 涂层钢板 37	
本章小节 38	
思考题 38	
实训环节 39	

第2章 房屋建筑基本构造 40

2.1 基础与地下室 40	
2.1.1 基础与地基概述 40	
2.1.2 基础的类型 42	
2.1.3 地下室的构造 45	
2.2 柱与墙 48	
2.2.1 墙体的作用、分类与要求 48	
2.2.2 砖墙 50	
2.2.3 砌块墙 57	
2.2.4 隔墙构造 60	
2.3 楼板层和地面 63	



2.3.1 楼板层的基本构成及其分类	63	3.1.1 亭的类别	113
2.3.2 钢筋混凝土楼板	64	3.1.2 传统亭的构造	115
2.3.3 楼地层的防潮、防水及隔声构造	69	3.1.3 现代亭的构造实例	122
2.3.4 雨篷与阳台	71	3.2 廊	124
2.4 楼梯	73	3.2.1 廊的类型	124
2.4.1 楼梯的形式及尺度	74	3.2.2 廊的构造	126
2.4.2 钢筋混凝土楼梯构造	76	3.2.3 廊的构造实例	127
2.4.3 楼梯的细部构造	79	3.3 景墙	129
2.4.4 室外台阶与坡道	81	3.3.1 墙基础	130
2.4.5 有高差处无障碍设计的构造问题	82	3.3.2 墙体	131
2.5 屋顶	85	3.3.3 顶饰	132
2.5.1 概述	85	3.3.4 墙面饰	133
2.5.2 坡屋顶	87	3.3.5 墙洞口装饰	134
2.5.3 平屋顶	96	3.4 园桥	135
本章小节	108	3.4.1 园桥的作用	135
思考题	108	3.4.2 园桥的类型	136
实训环节	109	3.4.3 园桥的结构与构造	136
第3章 园林建筑基本构造	113	本章小节	137
3.1 亭	113	思考题	138
		实训环节	138
		参考文献	139

第1章

园林建筑材料



学习目标

了解建筑材料的分类，掌握建筑材料基本性质的概念、表示材料基本性质的术语在说明各种材料的性质时是经常要用到的，只有牢固掌握并熟练应用，才能为后面学习各种材料打下良好的基础，同时对于合理地选用材料也至关重要。本章详细阐述了建筑材料的基本物理性质、力学性质、表示方法及有关的影响因素，应重点掌握。另外，本章还简要介绍了材料的耐久性。

1.1 建筑材料的基本性质

建筑材料的基本性质是指工程选材时通常所要求的，或者在评价材料时首先要考虑到的最根本的性质，主要包括物理性质、化学性质、力学性质及耐久性等。建筑材料在建筑物中承受各种不同的作用，要求具有相应的性质，如承重构件的材料要求有一定的强度和刚度，防水材料要有不透水的性质，隔热保温材料应具有不易传热的性质等。同时，建筑物在使用过程中，还经常受到各种环境因素的作用，使材料逐渐遭受破坏，如风、雨和日晒等大气因素的作用，水流和泥沙的冲刷作用，温、湿度变化及冻融作用，环境水或空气中所含有害成分的化学侵蚀作用等，因此材料在满足建筑物所要求的功能性质的同时，还需要具有抵抗这些破坏作用的性质，以保证在所处环境中经久耐用。工程中所讨论的材料的各种性质，都是在一定环境条件下测试的各种性能指标。

建筑材料的性质是多方面的，掌握了建筑材料的基本性质，就可以正确地选择与合理地使用建筑材料。本章主要介绍材料的基本物理、力学和化学性质。

1.1.1 园林建筑材料的分类

园林建筑材料分为气硬性无机胶凝材料、木材、钢材、水泥、混凝土、砂浆、墙体材料、塑料和装饰材料等。

1.1.2 材料的基本物理性质

物理性质主要包括三种密度及密实度、孔隙率、填充率、空隙率。



1. 密度

材料质量和体积的比值称为材料的密度。在不同构造状态下,材料的密度又可分为密度(或称实际密度)、表观密度和堆积密度。

(1) 实际密度。实际密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积所具有的质量,单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。按下式计算

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

式中 ρ ——实际密度 (g/cm^3 或 kg/m^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)。

材料在绝对密实状态下的体积是指材料体积内固体物质的实际体积,不包括内部孔隙。

(2) 表观密度。表观密度是指材料在自然状态下单位体积所具有的质量,按下式计算

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

式中 ρ_0 ——表观密度 (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,或称表观体积 (cm^3 或 m^3)。

材料在自然状态下的体积是指材料的实体积与材料内所含全部孔隙体积之和。

(3) 堆积密度。散粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量称为堆积密度,按下式计算

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

式中 ρ'_0 ——堆积密度 (kg/m^3);

m ——材料的质量 (kg);

V'_0 ——材料的堆积体积 (m^3)。

散粒材料在自然状态下的体积是指既含颗粒内部的孔隙,又含颗粒之间空隙在内的总体积。

2. 密实度

密实度是指材料的固体物质部分的体积占总体积的比例,说明材料体积内被固体物质所充填的程度,即反映了材料的致密程度,按下式计算

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

3. 孔隙率

孔隙率是指材料体积内孔隙体积 (V_p) 占材料总体积 (V_0) 的百分率。按下式计算

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

可见,孔隙率与密实度的关系为:密实度+孔隙率=1 或 $P+D=1$

4. 填充率、空隙率

(1) 填充率是指散粒材料在某堆积体积中,被其颗粒填充的程度,按下列计算式计算

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-6)$$



(2) 空隙率是指散粒材料在某容器的堆积体积中, 颗粒间的空隙体积所占的比例, 按下列计算式计算

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

同样, 填充率+空隙率=1 或 $D' + P' = 1$

1.1.3 材料的力学性质

1. 材料的强度

材料的强度是材料在应力作用下抵抗破坏的能力。通常情况下, 材料内部的应力多由外力(或荷载)作用而引起, 随着外力的增加, 应力也随之增大, 直至应力超过材料内部质点所能抵抗的极限(即强度极限), 材料即发生破坏。

根据外力作用方式的不同, 材料强度有抗拉强度、抗压强度、抗剪强度、抗弯(抗折)强度等, 如图 1-1 所示。

2. 材料的等级

大部分建筑材料根据其极限强度的大小, 可划分为若干不同的强度等级, 如烧结普通砖按抗压强度分为六个等级: MU30、MU25、MU20、MU15、MU10、

MU7.5; 硅酸盐水泥按抗压和抗折强度分为六个等级: 42.5 42.5R、52.5 52.5R、62.5 和 62.5R 六个等级; 混凝土按其抗压强度分为十四个等级: C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80; 碳素结构钢按其抗拉强度分为四个等级 Q195、Q215、Q235、Q275。

建筑材料按强度划分为若干个强度等级, 这对生产者和使用者均有重要的意义: 对生产者而言, 它可使生产者在生产中控制产品质量时有依据, 从而确保产品的质量; 对使用者而言, 则有利于掌握材料的性能指标, 便于合理选用材料、正确进行设计和控制工程施工质量。

3. 材料的比强度

材料的比强度是按单位体积质量计算的材料强度, 其值等于材料的抗拉强度与其表观密度之比。比强度是衡量材料质量轻, 性能强的重要指标, 优质的结构材料, 必须具有较高的比强度。低碳钢、松木、普通混凝土的比强度分别为 0.053、0.069、0.012, 说明低碳钢和木材是质量轻、性能强的高效能材料, 而普通混凝土则为质量大而强度较低的材料。

4. 材料的弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形, 当外力取消后能够完全恢复原来形状的性质称为弹性, 这种完全恢复的变形称为弹性变形(或瞬时变形)。

材料在外力作用下产生变形, 如果外力取消后仍能保持变形后的形状和尺寸, 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(或永久变形)。

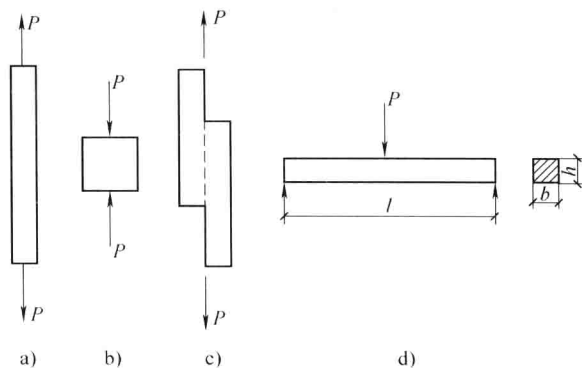


图 1-1 材料承受外力表示
a) 抗拉 b) 抗压 c) 抗剪 d) 抗弯



实际上,纯弹性变形的材料是没有的,通常一些材料在受力不大时,仅产生弹性变形;受力超过一定极限后,即产生塑性变形。有些材料在受力时,如建筑钢材,当所受外力小于弹性极限时,仅产生弹性变形;而外力大于弹性极限后,则除了产生弹性变形外,还产生塑性变形。有些材料在受力后,弹性变形和塑性变形同时产生,当外力取消后,弹性变形会恢复,而塑性变形却无法恢复,如混凝土。

5. 材料的脆性与韧度

材料受力达到一定程度时,突然发生破坏,并无明显的变形,材料的这种性质称为脆性。大部分无机非金属材料均属脆性材料,如天然石材、烧结普通砖、陶瓷、玻璃、普通混凝土、砂浆等。脆性材料的另一特点就是抗压强度高而抗拉强度及抗折强度低。在工程中使用,应注意发挥这类材料的特性。

材料在冲击或动力荷载作用下,能吸收较大能量而不破坏的性能,称为韧度或冲击韧度。

6. 材料的硬度、耐磨性

材料的硬度是材料表面的坚硬程度,是抵抗其他硬物刻划、压入其表面的能力。

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力。材料的耐磨性用磨损率(B)表示,按下式计算

$$B = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad (1-7)$$

式中 B ——材料的磨损率 (g/cm^2);

m_1 、 m_2 ——分别为材料磨损前、后的质量 (g);

A ——试件受磨损的面积 (cm^2)。

1.1.4 材料与水有关的性质

1. 材料的亲水性与憎水性

与水接触时,有些材料能被水润湿,而有些材料则不能被水润湿,对这两种现象而言,前者为亲水性,后者为憎水性。亲水性材料如砖、混凝土等;憎水性材料如沥青、石油等。

润湿角(接触角 θ)是气、固、液三相的交点沿液面切线与液相和固相相接触的方向所成的角,如图1-2所示。

当润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时,材料表现为亲水性,该材料就称为亲水性材料。

当润湿角 $\theta = 0^\circ$ 时,材料完全被水润湿。

当润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时,材料表现为憎水性,该材料就称为憎水性材料。

当润湿角 $\theta = 180^\circ$ 时,材料完全不润湿。

2. 材料的吸水性与吸湿性

(1) 吸水性。材料能吸收水分的能力,称为材料的吸水性。吸水的大小以吸水率来表示,分为质量吸水率和体积吸水率。

质量吸水率:是指材料在吸水饱和时,内部所吸收水分的质量占材料干燥质量的百分率。

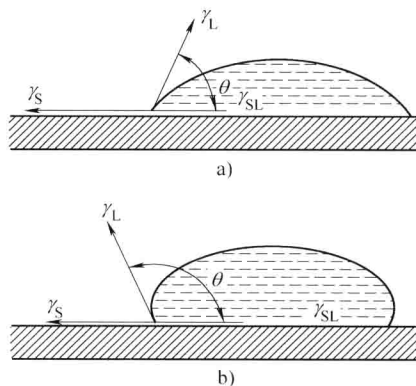


图 1-2 材料润湿示意图
a) 亲水性材料 b) 憎水性材料



体积吸水率：是指材料在水中吸水达到饱和时，吸入水的体积占材料自然状态下体积的百分率。

(2) 吸湿性。材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性用含水率表示，含水率系指材料内部所含水的质量占材料干燥质量的百分率。

3. 材料的耐水性

材料长期在水作用下不破坏，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表示，即下列计算式计算

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (1-8)$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数；

$f_{\text{饱}}$ ——材料在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)。

软化系数的波动范围在 0~1 之间。工程中通常将 $K_{\text{软}} > 0.80$ 的材料称为耐水性材料，可以用于水中或潮湿环境中的重要工程。在用于一般受潮较轻或次要的工程部位时，材料软化系数也不得小于 0.75。

软化系数反映了材料饱和后强度降低的程度，是材料吸水后性质变化的重要特征之一。一般材料吸水后，强度会有不同程度的降低。当材料内含有可溶性物质时（如石膏、石灰等），吸入的水还可能溶解部分物质，造成强度的严重降低。

材料耐水性限制了材料的使用环境，软化系数小的材料耐水性差，其使用环境尤其受到限制。

4. 材料的抗渗性

(1) 抗渗性。抗渗性是材料在压力水作用下抵抗水渗透的性能。

土木建筑工程中的许多材料常含有孔隙、孔洞或其他缺陷，当材料两侧的水压差较高时，水可能从高压侧通过内部的孔隙、孔洞或其他缺陷渗透到低压侧。这种压力水的渗透，不仅会影响工程的使用，而且渗入的水还会带入能腐蚀材料的介质，或将材料内的某些成分带出，造成材料的破坏。

(2) 抗渗等级。材料的抗渗等级是指用标准方法进行透水试验时，材料标准试件在透水前所能承受的最大水压力，并以字母 P 及可承受的水压力（以 0.1MPa 为单位）来表示抗渗等级，如 P4、P6、P8、P10 等，表示试件能承受逐步增高至 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa 等的水压而不渗透。

5. 材料的抗冻性

材料的抗冻性是指材料在吸水饱和状态下，能经受反复冻融循环作用而不破坏，强度也不显著降低的性能。

材料的抗冻性以试件在冻融后的质量损失、外形变化或强度降低不超过一定限度时所能经受的冻融循环次数来表示，或称为抗冻等级。

材料的抗冻等级可分为 F15、F25、F50、F100、F200 等，分别表示此材料可承受 15 次、25 次、50 次、100 次、200 次的冻融循环。材料的抗冻性与材料的强度、孔结构、耐水性和吸水饱和程度有关。



1.1.5 材料的热工性质

1. 导热性

当材料两面存在温度差时,热量从材料一面通过材料传导至另一面的性质,称为材料的导热性。材料的导热性用热导率表示,热导率越小,绝热性能越好。

材料的热导率差别很大,一般在 $0.035 \sim 3.5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 之间。

2. 热容量和比热容

材料在受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质称为材料的热容量。

单位质量材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量称为热容量系数或比热容。比热容按下式计算

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (1-9)$$

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

Q ——材料吸收或放出的热量(热容量);

m ——材料质量(g);

$(t_2 - t_1)$ ——材料受热或冷却前后的温差(K)。

比热容是反映材料的吸热和放热能力的物理量。不同材料的比热容不同,它对保持建筑物内部温度有很大的意义,比热容大的材料,能在热流变动或采暖设备供热不均匀时缓和室内的温度波动。

3. 材料的保温隔热性能:热阻和传热系数

热阻是材料层(墙体或其他围护结构)抵抗热流通过的能力,热阻按下式计算

$$R = d/\lambda \quad \text{热导率不大于 } 0.175 \text{ 的绝热材料} \quad (1-10)$$

式中 R ——材料层热阻 $[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$;

d ——材料层厚度(m);

λ ——材料的热导率 $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 。

热阻的倒数 $1/R$ 称为材料层(墙体或其他围护结构)的传热系数。传热系数是指材料两面温度差为 1K 时,在单位时间内通过单位面积的热量。

4. 材料的温度变形

材料的温度变形是指温度升高或降低时材料的体积变化。除个别材料以外,多数材料在温度升高时体积膨胀,温度下降时体积收缩。这种变化表现在单向尺寸时,为线膨胀或线收缩,相应的技术指标为线膨胀系数(α)。

材料的单向线膨胀量或线收缩量按下式计算

$$\Delta L = (t_2 - t_1)\alpha L$$

式中 ΔL ——线膨胀或线收缩量(mm或cm);

$(t_2 - t_1)$ ——材料升(降)温前后的温度差(K);

α ——材料在常温下的平均线膨胀系数($1/\text{K}$);

L ——材料原来的长度(mm或m)。

土木工程中,对材料的温度变形大多关心其某一单向尺寸的变化,因此研究其平均线膨胀系数具有实际意义。材料的线膨胀系数与材料的组成和结构有关,常选择合适的材料来满



足工程对温度变形的要求。

1.1.6 材料的耐久性

材料的耐久性是泛指材料在使用条件下,受各种内在或外来自然因素及有害介质的作用,能长久地保持其使用性能的性质。

材料在建筑物之中,除要受到各种外力的作用之外,还经常要受到环境中许多自然因素的破坏作用。这些破坏作用包括物理、化学、力学及生物的作用。

物理作用有干湿变化、温度变化及冻融变化等,这些作用将使材料发生体积的胀缩,或导致内部裂缝的扩展,长久之后即会使材料逐渐破坏。在寒冷地区,冻融变化对材料会起着显著的破坏作用。在高温环境下,经常处于高温状态的建筑物或构筑物,所选用的建筑材料要具有耐热性能。在民用和公共建筑中,应考虑安全防火要求,必须选用具有耐火性能的难燃或不燃的材料。

化学作用包括大气、环境水以及使用条件下酸、碱、盐等液体或有害气体对材料的侵蚀作用。

力学作用包括使用荷载的持续作用,交变荷载引起的材料疲劳、冲击、磨损、磨耗等。

生物作用包括菌类、昆虫等的作用而使材料腐朽、蛀蚀而破坏。

砖、石料、混凝土等矿物材料,多是由于物理作用而破坏,也可能同时会受到化学作用的破坏。金属材料主要是由于化学作用引起的腐蚀。木材等有机质材料常因生物作用而破坏。沥青材料、高分子材料在阳光、空气和热的作用下,会逐渐老化而使材料变脆或开裂。

材料的耐久性指标是根据工程所处的环境条件来决定的,如处于冻融环境的工程,所用材料的耐久性以抗冻性指标来表示。处于暴露环境的有机材料,其耐久性以抗老化能力来表示。

1.1.7 材料的装饰性能

一个建筑物的内外装饰是通过装饰材料的质感、线条和色彩表现的。

根据建筑物的特点以及对外观效果、室内美化和使用功能的要求,选用性质不同的装饰材料或对一种装饰材料采用不同的施工方法,就可使建筑物获得所需要的色彩、色调,从而满足所要求的装饰效果。

1.2 气硬性无机胶凝材料

凡在一定条件下,经过自身的一系列物理、化学作用后,能将散粒或块状材料粘接成为具有一定强度的整体的材料,统称为胶凝材料。

胶凝材料根据化学成分可分为无机胶凝材料和有机胶凝材料两大类。

气硬性胶凝材料只能在空气中凝结硬化,保持并发展其强度;在水中不能硬化,也就不具有强度,其已硬化并具有强度的制品在水的长期作用下,强度会显著下降以至破坏。水硬性胶凝材料既能在空气中硬化,又能更好地在水中硬化,保持并继续发展其强度。



1.2.1 建筑石灰

1. 石灰的生产、化学成分与品种

石灰是以碳酸钙为主要成分的石灰石、白云质石灰岩、白垩等为原料，在一定烧结温度下煅烧所得的产物。主要成分为氧化钙。(CaO)



过火石灰：灰黑色，表面出现裂纹，有玻璃体的外壳。含二氧化硅（ SiO_2 ）和三氧化二铝（ Al_2O_3 ）杂质，块体堆密度大，熟化慢。

欠火石灰：未分解的石灰石，废品，利用率很低，不能消化，降低石灰浆的产量。

正火石灰：煅烧正常，质量轻，无裂缝，密度 $3.1 \sim 3.4\text{g}/\text{cm}^3$ ，表观密度 $800 \sim 1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。当氧化镁（ MgO ）含量 $\leq 5\%$ 时称为钙质石灰；当氧化镁（ MgO ）含量 $> 5\%$ 时称为镁质石灰。

根据成品的加工方法的不同，有 4 种成品：

(1) 块状生石灰：由石灰石煅烧成的白色疏松结构的块状物，主要成分为氧化钙（ CaO ）。

(2) 磨细生石灰：由块状生石灰磨细而成。消化时间短，直接加水即可。但成本较高，不易储存。

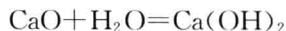
(3) 消石灰粉：将生石灰用适量的水经消化和干燥而成的粉末，主要成分为氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ，亦称为熟石灰。

(4) 石灰膏：将消石灰和水组成的具有一定稠度的膏状物，主要成分为氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 和水。

(5) 将消石灰用大量水消化而成的一种乳状液体，主要成分为氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 和水。

2. 生石灰的水化

生石灰的水化又称熟化或消化，是指生石灰与水发生水化反应，生成氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 的过程。其反应如下：



生石灰熟化时放出大量的热，体积增大 $1 \sim 2.5$ 倍。

陈伏：当石灰中含有过火生石灰时，它将在石灰浆体硬化以后才发生水化作用，于是会因产生膨胀而引起崩裂或隆起现象。为消除此现象，应将熟化的石灰浆在消化池中储存 $2 \sim 3$ 周，即陈伏。陈伏期间，石灰膏表面有一层水，以隔绝空气，防止与二氧化碳（ CO_2 ）作用而发生碳化。

3. 石灰浆体的硬化

石灰浆体的硬化包含了干燥、结晶和碳化三个交错进行的过程。

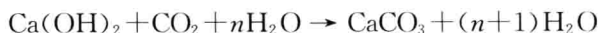
(1) 干燥作用。干燥时，石灰浆体中的多余水分蒸发或被砌体吸收，而使石灰粒子紧密接触，获得一定强度。

(2) 结晶作用。游离水分蒸发，氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 逐渐从饱和溶液中结晶析出，形成结晶结构网，使强度继续增加。



(3) 碳化作用

氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 与空气中的二氧化碳 (CO_2) 和水 (H_2O) 化合成晶体, 反应式如下:



碳酸钙 (CaCO_3) 晶体相互交叉连生或与氢氧化钙共生, 构成较精密的结晶网, 使硬化浆体强度进一步提高。由于空气中二氧化碳 (CO_2) 含量很低, 故自然状态下的碳化速度较慢。

4. 石灰的技术性质

(1) 可塑性好: 生石灰熟化为石灰浆时, 能自动形成颗粒极细 (直径约为 $1\mu\text{m}$) 的呈胶体分散状态的氢氧化钙, 表面吸附一层厚的水膜, 因此用石灰调成的石灰砂浆, 其突出的优点是具有良好的可塑性。在水泥砂浆中掺入石灰浆, 可使可塑性显著提高。

(2) 硬化慢、强度低: 从石灰浆体的硬化过程可以看出, 由于空气中二氧化碳稀薄, 碳化甚为缓慢; 而且, 表面碳化后, 形成紧密外壳, 不利于碳化作用的深入, 也不利于内部水分的蒸发, 因此石灰是硬化缓慢的材料。同时, 石灰的硬化只能在空气中进行, 硬化后的强度也不高。受潮后石灰溶解, 强度更低, 在水中还会溃散, 如石灰砂浆 (1:3) 28d 强度仅为 $0.2\sim 0.5\text{MPa}$, 所以石灰不宜在潮湿的环境下使用, 也不宜用于重要建筑物基础。

(3) 硬化时体积收缩大: 石灰在硬化过程中, 蒸发大量的游离水而引起显著的收缩, 所以除调成石灰乳进行薄层涂刷外, 不宜单独使用。常在其中掺入砂、纸筋等以减少收缩和节约石灰。

(4) 耐水性差, 不易储存: 块状类石灰放置太久, 会因吸收空气中的水分而自动熟化成消石灰粉, 再与空气中的二氧化碳作用而还原为碳酸钙, 失去胶结能力。所以储存生石灰不但要防止受潮, 而且不宜储存过久。最好运到后即熟化成石灰浆, 将储存期变为陈伏期。由于生石灰受潮熟化时放出大量的热, 而且体积膨胀, 所以储存和运输生石灰时, 还要注意安全。

5. 石灰的应用

(1) 石灰乳和石灰砂浆。将消石灰粉或熟化好的石灰膏加入适量的水搅拌稀释, 成为石灰乳, 这是一种廉价的涂料, 主要用于内墙和顶棚刷白, 增加室内美观和亮度。我国农村也用于外墙。石灰乳可加入各种耐碱颜料。石灰乳调入少量水泥、粒化高炉矿渣或粉煤灰, 可提高其耐水性; 调入氯化钙或明矾, 可减少涂层的粉化现象。

石灰砂浆是将石灰膏、砂加水拌制而成, 按其用途分为砌筑砂浆和抹面砂浆。

(2) 石灰土 (灰土) 和三合土。石灰与黏土或硅铝质工业废料混合使用, 制成石灰土或石灰与工业废料的混合料, 再加适量的水充分拌和后, 经碾压或夯实, 在潮湿环境中使石灰与黏土或硅铝质工业废料表面的活性氧化硅或氧化铝反应, 生成具有水硬性的水化硅酸钙或水化铝酸钙, 适于在潮湿环境中使用, 如建筑物或道路基础中使用的石灰土、三合土、二灰土 (石灰、粉煤灰或炉灰)、二灰碎石 (石灰、粉煤灰或炉灰、级配碎石) 等。

(3) 灰砂砖和硅酸盐制品。石灰与天然砂或硅铝质工业废料混合均匀, 加水搅拌, 经压振或压制形成硅酸盐制品。为使其获早期强度, 一般采用高温高压养护或蒸压, 使石灰与硅铝质材料反应速度显著加快, 使制品产生较高的早期强度, 如灰砂砖、硅酸盐砖、硅酸盐混凝土制品等。



1.2.2 石膏

建筑中使用最多的石膏胶凝材料有建筑石膏、高强度石膏和硬石膏。水泥石膏制品的优点：质量轻，易加工，耐火，隔声，绝热，可用做吊顶和非承重内墙。石膏是以硫酸钙为主要成分的矿物，当石膏中含有结晶水不同时，可形成多种性能不同的石膏。

1. 建筑石膏的原料

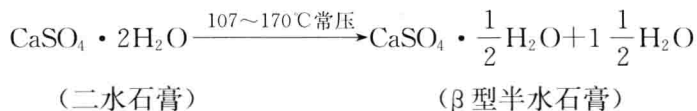
根据石膏中含有结晶水的多少不同可分为：

(1) 无水石膏 (CaSO_4)：也称硬石膏，它结晶紧密，质地较硬，是生产硬石膏水泥的原料。

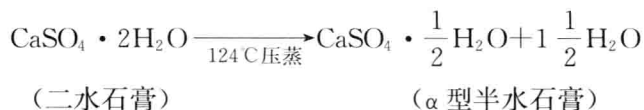
(2) 天然石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)：也称生石膏或二水石膏，大部分自然石膏矿为生石膏，是生产建筑石膏的主要原料。

(3) 建筑石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) 也称熟石膏或半水石膏，它是由生石膏加工而成的，根据其内部结构不同可分为 α 型半水石膏和 β 型半水石膏。

建筑石膏通常是由天然石膏经压蒸或煅烧加热而成的，常压下煅烧加热到 $107 \sim 170^\circ\text{C}$ ，可产生 β 型建筑石膏：



124°C 条件下压蒸 (1.3 个大气压，1 标准大气压 = 101.325kPa) 加热可产生 α 型建筑石膏：



α 型半水石膏与 β 型半水石膏相比，结晶颗粒较粗，比表面积较小，强度高，因此又称为高强度石膏。

当加热温度超过 170°C 时可生成无水石膏，只要温度不超过 200°C ，此无水石膏就具有良好的凝结硬化性能。

2. 建筑石膏的特性

(1) 凝结硬化快。初凝时间：不小于 6min；终凝时间：不大于 30min。1 星期左右完全硬化，实际应用中可加适量缓凝剂。

(2) 硬化后孔隙率大 ($50\% \sim 60\%$)，水化的理论需水量为 18.6% ，实际用水量为 $60\% \sim 80\%$ ；多余水分蒸发形成孔隙，故其强度较低。

硬化后强度 $3 \sim 5\text{MPa}$ (隔墙、饰面)；存放 3 个月后强度下降 30% 。

(3) 建筑石膏硬化隔热性和吸声性能良好，但耐水性较差。

(4) 防火性能良好：在着火温度下，石膏脱水，水分蒸发，火与板之间形成蒸汽带，阻止火势蔓延。

(5) 建筑石膏硬化时体积略有膨胀，能充满模型。

(6) 装饰性好，可用做吊顶和顶棚。

(7) 硬化体的可加工性能好，可制作模型雕刻。



3. 建筑石膏的应用

- (1) 建筑石膏用于室内抹灰、粉刷, 作为装饰材料, 并可调节室内温度和湿度。
- (2) 石膏制品有纸面石膏板、(内墙、隔墙、顶棚) 石膏空心条板、纤维石膏板、装饰石膏制品等。

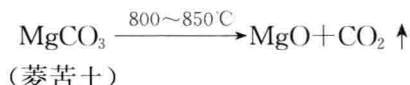
1.2.3 镁质胶凝材料

菱苦土是一种镁质胶凝材料。其主要成分是氧化镁 (MgO)。

1. 原料及生产

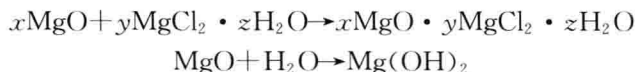
菱苦土的主要原料是天然菱镁矿。其主要成分是碳酸镁 (MgCO_3)。

菱苦土材料一般是将菱镁矿经煅烧磨细而制成的, 要求的细度为 $4900 \text{ 孔}/\text{cm}^2$ 的筛余量不大于 25%, 其化学反应可表示为:



2. 菱苦土的水化、硬化

试验证明, 用水调拌菱苦土时将生成氢氧化镁 $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$, 浆体凝结很慢, 硬化后强度很低。若以氯化镁水溶液来调制氧化镁 (MgO) 时, 可以加速其水化反应, 并且能形成新的水化产物。这种新的水化产物硬化后的强度较高 ($40 \sim 60 \text{ MPa}$), 水化反应如下:



水化产物中 x 、 y 、 z 的大小与煅烧温度、氯化镁 (MgCl_2) 溶液用量、初始配合比、养护条件有关。

水化产物是针状结晶, 彼此机械咬合, 并相互连生、长大, 形成致密的结构, 使浆体凝结硬化。

3. 菱苦土的应用

菱苦土与植物纤维能很好地粘接, 而且碱性较弱, 不会腐蚀纤维。建筑工程中常用来配制菱苦土木屑浆和菱苦土木屑砂浆, 前者既可胶结为菱苦土木屑板, 用于内墙、顶板和地面, 也可压制成各种零件用做窗台板、门窗框、楼梯扶手等; 后者掺加砂可作为地坪耐磨面层。用膨胀珍珠岩代替木屑可制成轻质、阻燃型的室内装饰板材。以菱苦土为胶结料, 以玻璃纤维为增强材料, 添加改性剂, 可制成管材产品。

菱苦土的不足之处是硬化后易吸潮反卤、耐水性差, 其原因是硬化产物具有较高的溶解度, 遇水会溶解。为提高耐水性, 可采用外加剂, 或改用硫酸镁作为拌合水溶液, 以降低吸湿性、改进耐水性。

1.2.4 水玻璃

水玻璃俗称泡花碱, 由碱金属氧化物和二氧化硅组成, 属可溶性的硅酸盐类。

根据碱金属氧化物的不同, 水玻璃有: 硅酸钠水玻璃 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)、硅酸钾水玻璃 ($\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$)、硅酸锂水玻璃 ($\text{Li}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$) 等品种, 最常用的是硅酸钠水玻璃 ($n = \frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}}$ 称为水玻璃模数)。