



高等职业教育园林工程技术专业“十一五”规划教材

园林工程材料 识别与应用

YUANLIN GONGCHENG CAILIAO
SHIBIE YU YINGYONG

○ 易 军 主 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

高等职业教育园林工程技术专业“十一五”规划教材

园林工程材料识别与应用

主 编 易 军
副主编 许彩霞 周文婷
参 编 苏同向 符德军 郭美锋
主 审 汤庚国



机械工业出版社

本书主要内容包括园林工程基本建筑材料和园林假山与石景工程、园路工程、园林建筑工程、园林水景工程、园林给排水与喷灌工程、园林供电工程常用工程材料的基本性能、识别要点、综合应用等。

本书可作为高职高专校园林、环境艺术、建筑等专业的教材，也可作为园林、景观专业的工程设计、工程造价及工程管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

园林工程材料识别与应用/易军主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 7

高等职业教育园林工程技术专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-27530-5

I. 园… II. 易… III. 园林建筑—建筑材料—高等学校: 技术学校—教材 IV. TU986.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 116821 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 责任编辑: 王靖辉 版式设计: 张世琴
责任校对: 陈延翔 封面设计: 王伟光 责任印制: 李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·10.5 印张·4 插页·267 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-27530-5

定价: 21.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379373

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国经济持续快速的发展,人们对环境的要求越来越高,园林建设队伍随之迅速壮大,社会对园林人才的需求也越来越大。

园林工程材料是园林工程专业的主干课程之一,掌握工程材料知识是从事园林工程设计、工程造价、工程管理等职业岗位的基本要求。本书主要内容包括园林工程基本建筑材料和园林假山与石景工程、园路与场地工程、园林建筑工程、园林水景工程、园林给排水与喷灌工程、园林供电工程常用工程材料的基本性能、识别要点、综合应用等。

本书结构严谨、内容充实,配套大量图片资料,直观生动。本书配套建设了《园林工程材料识别与应用》教材网站,网站对教材进行了全面的介绍。同时,为方便教师授课,我们制作了与本书配套的电子课件,可登录 www.cmpedu.com 注册下载。

本书由宁波城市职业技术学院易军任主编,宁波鄞州区建设局许彩霞和上海同设设计院周文婷任副主编,具体编写分工为:易军编写第1章、第2章;许彩霞编写第4章的4.2节、第6章;周文婷编写第5章;南京林业大学苏同向编写第3章;宁波城市职业技术学院符德军编写第4章的4.1节;江西财经大学郭美锋编写第7章。本书教材网站与电子课件由易军制作。

本书由南京林业大学汤庚国教授主审。在编写过程中编者参阅了大量著作、论文等图文资料,谨此表示衷心感谢。

由于时间仓促,编者水平所限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者给予批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 园林工程基本建筑材料的识别与应用

1.1 园林工程基本建筑材料的定义及分类	1
1.2 建筑材料的基本性能	2
1.3 砖石材料	9
1.4 建筑陶瓷与玻璃	14
1.5 金属材料	21
1.6 木材	26
1.7 气硬性胶凝材料	31
1.8 水泥	34
1.9 混凝土	37
1.10 砂浆	44
1.11 建筑防水材料	47
1.12 建筑涂料、塑料	51
本章小结	55
复习思考题	56

第2章 园林假山与石景工程材料的识别与应用

2.1 假山与石景材料	57
2.2 塑山塑石材料	68
本章小结	71
复习思考题	71

第3章 园路工程材料的识别与应用

3.1 园路路面面层和铺装材料	72
3.2 园路其他结构层材料	81
本章小结	84
复习思考题	84

第4章 园林建筑工程材料的识别与应用

4.1 园林古建筑工程材料	85
4.2 园林现代建筑工程材料	95
本章小结	101
复习思考题	102

第5章 园林水景工程材料的识别与应用

5.1 水池材料	103
5.2 喷泉材料	106
5.3 驳岸材料	112
5.4 护坡材料	115
本章小结	116
复习思考题	117

第6章 园林给排水与喷灌工程材料的识别与应用

6.1 管材和管件	118
6.2 管网附属设施	126
6.3 给水管网和喷灌工程的控制设备	129
6.4 给水管网和喷灌工程的加压设备	134
6.5 给水管网和喷灌工程的过滤设备	137
6.6 园林喷灌工程材料——喷头	140
本章小结	147
复习思考题	147

第7章 园林供电工程材料的识别与应用

7.1 照明材料	148
7.2 供电电线电缆材料	159
本章小结	161
复习思考题	162
参考文献	163

第1章

园林工程基本建筑材料的识别与应用



学习目标

通过本章的学习，掌握建筑材料的基本性质；掌握砖石、建筑陶瓷与玻璃、金属、木材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、建筑防水材料、建筑涂料与塑料等基本建筑材料常用种类的识别，熟悉基本建筑材料的应用，了解各类材料的主要性能。

1.1 园林工程基本建筑材料的定义及分类

园林工程基本建筑材料是指构成园林建筑物或构筑物的基础、梁、板、柱、墙体、屋面、地面以及室内外景观装饰工程所用的材料。

基本建筑材料通常按照化学成分的不同进行分类，可分为无机材料、有机材料和复合材料，见表 1-1。建筑有机材料如图 1-1 所示，建筑无机材料与复合材料如图 1-2 所示。

表 1-1 建筑材料按化学成分分类

分 类			举 例
无机材料	金属材料		铁、钢、不锈钢、铝和铜及其合金
	非金属材料	天然石材	砂、石子、砌筑石材、装饰石材
		烧土制品	砖、瓦、陶瓷、琉璃制品
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃纤维、矿棉、岩棉
		胶凝材料	石灰、石膏、水泥
		混凝土及硅酸盐制品	混凝土、硅酸盐制品
有机材料	植物材料		竹材、木材、植物纤维及其制品
	沥青材料		石油沥青、煤沥青、沥青制品
	合成高分子材料		塑料、涂料、胶粘剂、合成高分子防水材料
复合材料	无机非金属材料与有机材料复合		玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土
	金属材料与无机非金属材料复合		钢筋混凝土、钢纤维增强混凝土
	金属材料与有机材料复合		彩色夹芯复合钢板、塑钢门窗材料

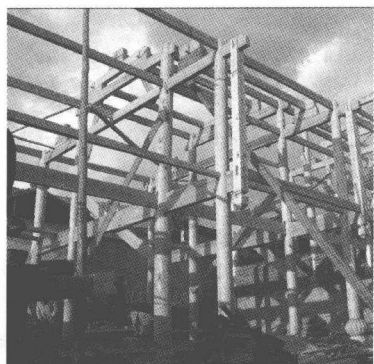


图 1-1 建筑有机材料



图 1-2 建筑无机材料与复合材料

1.2 建筑材料的基本性能

由于不同的建筑材料所处环境及建(构)筑物部位的不同,在使用中对材料的技术性能要求也就不同。如结构材料应具有一定的力学性能;屋面材料应具有一定的防水、保温、隔热等性能;地面材料应具有较高的强度、耐磨、防滑等性能;墙体材料应具有一定的强度、保温、隔热等性能。掌握建筑材料的基本性能是正确选择与合理使用建筑材料的基础。

1.2.1 建筑材料的物理性质

建筑材料的物理性质包括与质量有关的性质,如密度、表观密度、堆密度、密实度、空隙率、填充率、孔隙率等;与水有关的性质,如亲水性、吸水性、耐水性、抗渗性、抗冻性等;与热有关的性质,如导热性、热容量、比热、温度变形性等。

1. 材料的密度、表观密度与堆密度

(1) 密度 密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量,按下式计算:

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

式中 ρ ——材料的密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料在干燥状态下的质量(g 或 kg);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3 或 m^3)。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。除了钢材、玻璃等少数接近于绝对密实的材料外,绝大多数材料都有一些孔隙,如砖、石材等块状材料。在测定有孔隙的材料密度时,应把材料磨成细粉以排除其内部孔隙,经干燥至恒重后,用密度瓶(李氏瓶)测定其实际体积,该体积即可视为材料绝对密实状态下的体积。材料磨得愈细,测定的密度值愈精确。

(2) 表观密度 表观密度也称为体积密度。表观密度是指材料在自然状态下单位体积的质量,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(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。外形规则的材料,其测定很简便,只要测得材料的重量和体积,即可算得表观密度。不规则材料的体积要采用排水法求得,但材料表面应预先涂上蜡,以防水分渗入材料内部而影响测定值。

(3) 堆密度 堆密度是指散粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量,按下式计算:

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

式中 ρ'_0 ——堆密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(cm^3 或 m^3)。

散粒材料在自然状态下的体积,是指既包含颗粒内部的孔隙,又包含颗粒之间空隙在内的总体积。测定散粒材料的堆密度时,材料的质量是指在一定容积的容器内的材料质量,其堆积体积是指所用容器的容积。若以捣实体积计算时,则称为紧密堆密度。

常用建筑材料的密度、表观密度、堆密度及孔隙率见表 1-2。

表 1-2 常用建筑材料的密度、表观密度、堆密度及孔隙率

材料名称	密度/(g/cm^3)	表观密度/(kg/m^3)	堆密度/(kg/m^3)	孔隙率(%)
钢材	7.8~7.9	7850	—	0
花岗岩	2.7~3.0	2500~2900	—	0.5~3.0
石灰岩	2.4~2.6	1800~2600	1400~1700(碎石)	—
砂	2.5~2.6	—	1500~1700	—
黏土	2.5~2.7	—	1600~1800	—
烧结普通砖	2.6~2.7	1600~1900	—	20~40
烧结空心砖	2.5~2.7	1000~1480	—	—
红松木	1.55~1.60	400~600	—	55~75

2. 材料的密实度、孔隙率、空隙率

(1) 密实度 D 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,反映了材料的致密程度,按下式计算:

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

(2) 孔隙率 P 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:

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

按孔隙的特征,材料的孔隙可分为开口孔隙和闭口孔隙两种,二者孔隙率之和等于材料的总孔隙率。不同的孔隙对材料的性能影响各不相同。一般而言,孔隙率较小,且连通孔较少的材料,其吸水性较小,强度较高,抗冻性和抗渗性较好。工程中对需要保温隔热的建筑物或部位,要求其所用材料的孔隙率要较大。相反,对要求高强或不透水的建筑物或部位,



则其所用的材料孔隙率应很小。

孔隙率与密实度的关系为：

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

(3) 空隙率 P' 空隙率是指散粒材料在某容器的堆积体积中，颗粒之间的空隙体积 (V_a) 占堆积体积的百分率，以 P' 表示，按下式计算：

$$P' = \frac{V_a}{V_0'} \times 100\% = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-7)$$

3. 材料的亲水性与憎水性

亲水性是指材料能被水润湿的性质。材料产生亲水性的原因是因其与水接触时，材料与水分子之间的亲和力大于水分子之间的内聚力所致。当材料与水接触，材料与水分子之间的亲和力小于水分子之间的内聚力时，材料则表现为憎水性。

材料被水润湿的情况可用润湿边角 θ 来表示。当材料与水接触时，在材料、水、空气三相的交界点，沿水滴表面做切线，此切线与材料和水接触面的夹角 θ 称为润湿边角。

θ 角愈小，表明材料愈易被水润湿。当 $\theta < 90^\circ$ 时，如图 1-3a 所示，材料表面吸附水，材料能被水润湿而表现出亲水性，这种材料称为亲水性材料；当 $\theta > 90^\circ$ 时，如图 1-3b 所示，材料表面不吸附水，这种材料称为憎水性材料；当 $\theta = 0^\circ$ 时，表明材料完全被水润湿。

4. 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。材料的吸水性用吸水率表示，有质量吸水率与体积吸水率两种表示方法。

质量吸水率是指材料在吸水饱和时，内部所吸水分的质量占材料干燥质量的百分率，按下式计算：

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率(%)；

$m_{\text{湿}}$ ——材料在吸水饱和状态下的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量(g)。

体积吸水率是指材料在吸水饱和时，内部所吸水分的体积占干燥材料自然体积的百分率，按下式计算：

$$W_{\text{体}} = \frac{m_{\text{吸}} - m_{\text{干}}}{V_{\text{干}}} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率(%)；

$m_{\text{吸}}$ ——材料在吸水饱和后的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量(g)；

$V_{\text{干}}$ ——干燥材料在自然状态下的体积(cm^3)；

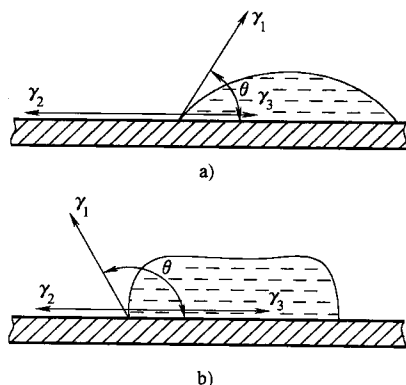


图 1-3 材料的润湿示意图

a) 亲水性材料 b) 憎水性材料



ρ_w ——水的密度(g/cm^3)。

(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。含水率是指材料内部所含水的质量占材料干燥质量的百分率,按下式计算:

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%);

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g);

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥至恒重时的质量(g)。

5. 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,按下式计算:

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (1-11)$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

$f_{\text{饱}}$ ——材料在饱水状态下的抗压强度(MPa);

$f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。

软化系数大于0.80的材料,通常认为是耐水材料。

6. 材料的抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性。材料的抗渗性通常用渗透系数 K 表示。渗透系数的物理意义是:一定厚度的材料,在一定水压力下,在单位时间内透过单位面积的水量。按下式计算:

$$K = \frac{Wd}{Ath} \quad (1-12)$$

式中 K ——渗透系数(cm/h);

W ——透过材料试件的水量(cm^3);

t ——透水时间(h);

A ——透水面积(cm^2);

h ——静水压力水头(cm);

d ——试件厚度(cm)。

K 值愈大,表示材料渗透的水量愈多,即抗渗性愈差。

材料的抗渗性通常用抗渗等级表示。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静水压力来确定,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10倍的MPa数,如 P_4 、 P_6 、 P_8 、 P_{10} 、 P_{12} 等,分别表示材料能承受0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa、1.2MPa的水压而不渗水。材料的抗渗性与其孔隙率和孔隙特征有关。

7. 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作用而不破坏,也不严重降低强度的性质称为材料的抗冻性。

材料的抗冻性用抗冻等级表示。抗冻等级是以规定的试件,在规定试验条件下,测得其强度降低不超过25%,且质量损失不超过5%时所能承受的最多的循环次数来表示。抗冻等



级用符号 F_n 表示, 其中 n 即为最大冻融循环次数, 如 F25、F50 等。材料抗冻标号的选择, 是根据结构物的种类、使用条件、气候条件等决定的。

8. 导热性

当材料两侧存在温度差时, 热量从材料的一侧传递至材料另一侧的性质称为材料的导热性。导热性大小可以用导热系数 λ 表示, 其计算式为:

$$\lambda = \frac{Qd}{At(T_1 - T_2)} \quad (1-13)$$

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

Q ——传导的热量(J);

d ——材料的厚度(m);

A ——传热面积(m^2);

$T_1 - T_2$ ——材料两侧的温度差(K);

t ——传热时间(s)。

导热系数是评定建筑材料保温隔热性能的重要指标, 导热系数愈小, 材料的保温隔热性能愈好。通常把 $\lambda < 0.23 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料称为绝热材料。一般非金属材料的绝热性优于金属材料; 材料的表观密度小、孔隙率大、闭口孔多、孔分布均匀、孔尺寸小、材料含水率小时, 则表现出导热性差、绝热性好。通常所说的材料导热系数是指干燥状态下的导热系数。当材料吸水或受潮时, 导热系数会显著增大, 绝热性明显变差。

1.2.2 建筑材料的力学性质

1. 材料的强度

(1) 材料强度 材料在外力作用下抵抗破坏的能力称为材料的强度。

根据外力作用形式的不同, 材料的强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等, 均以材料受外力破坏时单位面积上所承受的力的大小来表示。材料的这些强度是通过静力试验来测定的, 故总称为静力强度。材料的静力强度是通过标准试件的破坏试验而测得, 必须严格按照国家规定的试验方法进行。材料的强度是大多数材料划分等级的依据。表 1-3 列出了材料的抗压、抗拉、抗剪和抗弯强度的计算公式。

表 1-3 材料的抗压、抗拉、抗剪、抗弯强度计算公式

强度类别	受力作用示意图	强度计算式	附注
抗压强度 f_c/MPa		$f_c = \frac{F}{A}$	F ——破坏荷载(N) A ——受荷面积(mm^2) l ——跨度(mm) b ——断面宽度(mm) h ——断面高度(mm)
抗拉强度 f_t/MPa		$f_t = \frac{F}{A}$	
抗剪强度 f_v/MPa		$f_v = \frac{F}{A}$	



(续)

强度类别	受力作用示意图	强度计算式	附注
抗弯强度 f_{tm}/MPa		$f_{tm} = \frac{3Fl}{2bh^2}$	F ——破坏荷载(N) A ——受荷面积(mm^2) l ——跨度(mm) b ——断面宽度(mm) h ——断面高度(mm)

(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6个等级：MU30、MU25、MU20、MU15、MU10、MU7.5；硅酸盐水泥按抗压和抗拉强度分为4个等级：32.5级、42.5级、52.5级、62.5级；混凝土按其抗压强度分为12个等级：C7.5、C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60；碳素结构钢按其抗拉强度分为5个等级，Q195、Q215、Q235、Q255、Q275。常用建筑材料的强度见表1-4。

表1-4 常用建筑材料的强度 (单位:MPa)

材 料	抗 压 强 度	抗 拉 强 度	抗 弯 强 度
花岗岩	100 ~ 250	5 ~ 8	10 ~ 14
烧结普通砖	7.5 ~ 30	—	1.8 ~ 4.0
普通混凝土	7.5 ~ 60	1 ~ 4	—
松木(顺纹)	30 ~ 50	80 ~ 120	60 ~ 100
建筑钢材	235 ~ 1600	235 ~ 1600	—

(3) 材料的比强度 比强度是按单位质量计算的材料强度，其值等于材料强度与其表观密度之比。对于不同强度的材料进行比较，可采用比强度这个指标。比强度是衡量材料轻质高强性能的重要指标。优质的结构材料，必须具有较高的比强度。几种主要材料的比强度见表1-5。由表1-5可知，玻璃钢和木材是轻质高强的高效能材料，而普通混凝土为质量大而强度较低的材料。

表1-5 钢材、木材和混凝土的强度比较

材 料	表观密度 $\rho_0/(\text{kg}/\text{m}^3)$	抗压强度 f_c/MPa	比强度 f_c/ρ_0
低碳钢	7860	415	0.053
松木	500	34.3(顺纹)	0.069
普通混凝土	2400	29.4	0.012

2. 材料的弹性与塑性

(1) 弹性 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。材料的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。弹性变形属于可逆变形，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。材料在弹性变形范围内，弹性模量 E 为常数，其值等于应力 σ 与应变 ε 的比值，即



$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1-14)$$

式中 σ ——材料的应力(MPa)；

ε ——材料的应变；

E ——材料的弹性模量(MPa)。

弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标。 E 值愈大,材料愈不易变形,即刚度好。弹性模量是结构设计时的重要参数。常用建筑材料的弹性模量值见表1-6。

表1-6 常用建筑材料的弹性模量值

材 料	低碳钢	普通混凝土	烧结普通砖	木材	花岗石	石灰石	玄武石
弹性模量/($\times 10^4$) MPa	21	1.45 ~ 360	0.6 ~ 1.2	0.6 ~ 1.2	200 ~ 600	600 ~ 1000	100 ~ 800

(2) 塑性 材料在外力作用下产生变形,如果取消外力,仍保持变形后的形状尺寸,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。塑性变形为不可逆变形,是永久变形。

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,而塑性变形不能消失,如混凝土。

3. 材料的脆性和韧性

(1) 脆性 脆性是指材料在外力达到一定程度时,突然发生破坏,并无明显塑性变形的性质。具有这种性质的材料称为脆性材料。大部分无机非金属材料均属于脆性材料,如天然石材、烧结普通砖、陶瓷、普通混凝土等。脆性材料抵抗变形或冲击振动荷载的能力差,所以仅用于承受静压力作用的结构或构件,如柱子等。

(2) 韧性 韧性是指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质。低碳钢、低合金钢、木材、钢筋混凝土、橡胶、玻璃钢等都属于韧性材料。在工程中,对于要求承受冲击和振动荷载作用的结构,如桥梁、路面及有抗震要求的结构,要求所用材料具有较高的冲击韧性。

4. 材料的硬度和耐磨性

(1) 硬度 硬度是指材料表面的坚硬程度,是材料抵抗其他物体刻划、压入其表面的能力。硬度通常用刻痕法和压痕法来测定和表示。通常硬度大的材料耐磨性较强,不易加工。

(2) 耐磨性 耐磨性是指材料表面抵抗磨损的能力,通常用磨损率表示。磨损率表示一定尺寸的试件,在一定压力作用下,在磨损实验机上磨一定次数后,试件每单位面积上的质量损失。

1.2.3 建筑材料的耐久性

(1) 耐久性的概念 材料的耐久性是指材料长期抵抗各种内外破坏、腐蚀介质的作用,保持其原有性质的能力。耐久性是材料的一种综合性质,一般包括耐水性、抗渗性、抗冻



性、抗风化性、抗老化性、耐腐蚀性、耐磨性等。

(2) 影响材料耐久性的主要因素

1) 内部因素是影响材料耐久性的根本原因。内部因素主要包括材料的组成、结构与性质。

2) 外部因素是影响材料耐久性的主要因素，主要有：

① 物理作用，包括材料的干湿变化、温度变化及冻融变化等。

② 化学作用，包括酸、碱、盐等物质的水溶液及气体对材料产生的侵蚀作用。侵蚀作用会使材料产生质的变化而破坏。

③ 机械作用，包括冲击、疲劳荷载，各种气体、液体及固体引起的磨损与磨耗等。

④ 生物作用，是指昆虫、菌类等对材料所产生的蛀蚀、腐朽等破坏作用。

钢材易受氧化而锈蚀。无机金属材料常因氧化、风化、碳化、溶蚀、冻融、热应力、干湿交替作用而破坏。有机材料因腐烂、虫蛀、老化而变质。

1.3 砖石材料

砖石材料指砌墙砖、天然石材和人造石材。砖石材料主要用于砌筑墙体、基础以及进行面层装饰等。

1.3.1 砌墙砖的识别与应用

凡是以黏土、工业废渣和地方性材料为主要原料，以不同的生产工艺制成的，在建筑中用于砌筑墙体的砖统称为砌墙砖。

砌墙砖按照生产工艺分为烧结砖和非烧结砖。经焙烧制成的砖为烧结砖；经碳化或蒸汽(压)养护硬化而成的砖属于非烧结砖。按照孔洞率的大小，砌墙砖分为实心砖(没有孔洞或孔洞率小于15%)、多孔砖(孔洞率等于或大于15%，孔洞的尺寸小而数量多)和空心砖(孔洞率等于或大于15%，孔洞的尺寸大而数量少)。

1. 烧结普通砖

(1) 定义与分类 烧结普通砖是指以黏土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料，经焙烧而成的普通实心砖，根据所用原材料不同，可分为烧结黏土砖(N)、烧结页岩砖(Y)、烧结煤矸石砖(M)、烧结粉煤灰砖(F)等。

1) 烧结黏土砖：以黏土为原料经配料、制坯、干燥、焙烧而制成的砖称为烧结黏土砖。烧结黏土砖有红砖和青砖之分。青砖比红砖的耐碱性及耐久性好。

2) 烧结煤矸石砖：将采煤和洗煤时剔除的废石，经破碎、磨细、配料、制坯、干燥、烧结而成。这种砖可以不用黏土，本身含有一些未燃煤，可以节省燃料。其抗压强度为10~20MPa，吸水率为15.5%左右，表观密度约为1500kg/m³。在一般的工业与民用建筑中，烧结煤矸石砖完全能代替黏土砖使用。

3) 烧结粉煤灰砖：以粉煤灰为原料，掺入适量黏土，经配料、成形、干燥、烧结而成。由于粉煤灰中含有可燃物，可以节省燃料。其颜色在淡红至深红之间，表观密度约为1400kg/m³，抗压强度为10.15MPa，吸水率为20%。烧结粉煤灰砖可替代黏土砖用于一般工业与民用建筑中。



(2) 烧结普通砖的技术性能指标 烧结普通砖的标准尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ (图 1-4)。加上砌筑灰缝厚度 10mm , 则 4 块砖的长度、8 块砖的宽度和 16 块砖的厚度均为 1m , 1m^3 的砖砌体用砖数为 512 块。表观密度因原材料及生产方式不同而异, 一般为 $1600 \sim 1800\text{kg}/\text{m}^3$ 。吸水率与砖的烧结程度有关, 一般为 $8\% \sim 16\%$ 。根据抗压强度, 烧结砖分为 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五个强度等级(表 1-7)。

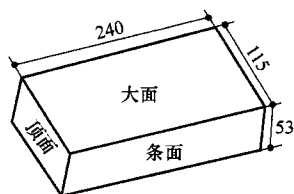


图 1-4 砖的尺寸及平面名称

表 1-7 烧结普通砖的强度等级

强度等级	MU30	MU25	MU20	MU15	MU10
抗压强度平均值 $f/\text{MPa} \geq$	30.0	25.0	20.0	15.0	10.0

(3) 烧结普通砖的优缺点及应用 烧结普通砖具有强度较高、耐久性好、隔热、隔声、价格低廉等优点, 主要用来砌筑建筑物的内外墙、柱、拱、窑炉、烟囱、沟道及基础等。其缺点是自重、尺寸小、施工效率低、抗震性能差及生产能耗高等, 所以我国正在实施的墙体材料改革, 是以轻质、大尺寸、多功能的地方性材料及工业废渣制成的砌块和板材来取代烧结普通砖。

2. 烧结多孔砖

以黏土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要原料, 经焙烧而成的孔洞率大于等于 15% , 孔的尺寸小而数量多的砖。烧结多孔砖为直角六面体, 尺寸有两种: $190\text{mm} \times 190\text{mm} \times 90\text{mm}$ 和 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 。烧结多孔砖的孔洞垂直于大面, 砌筑时要求孔洞方向垂直于承压面。主要用于六层以下建筑物的承重部位。根据抗压强度分为 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五个强度等级。

3. 烧结空心砖

以黏土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要原料, 经焙烧而成的孔洞率大于等于 15% , 孔的尺寸大而数量少的砖。烧结空心砖的孔洞垂直于顶面, 砌筑时要求孔洞方向平行于承压面。因为孔洞大、强度低, 主要用于砌筑非承重墙体或框架结构的填充墙。其外形为直角六面体, 尺寸有 $290\text{mm} \times 190\text{mm} \times 90\text{mm}$ 和 $240\text{mm} \times 180\text{mm} \times 115\text{mm}$ 两种。根据抗压强度分为 MU10、MU7.5、MU5、MU3.5、MU2.5 五个强度等级。

烧结多孔砖和烧结空心砖与烧结普通砖相比, 具有自重减轻 $1/3$ 左右, 节约黏土 $20\% \sim 30\%$, 节约燃料 $10\% \sim 20\%$, 烧成率高, 造价降低 20% , 绝热和隔声性能提高等优点。

1.3.2 天然石材的识别与应用

1. 天然石材的定义与分类

天然石材是采自天然岩石, 未经加工或经加工的石材总称。

岩石根据生成条件, 按地质分类法可分为火成岩、沉积岩和变质岩三大类。火成岩又称为岩浆岩, 是由地壳内部熔融岩浆上升冷却而成的岩石, 如花岗岩; 沉积岩是地表岩石经长期风化后, 成为碎屑颗粒状, 经风或水的搬运, 通过沉积和再造作用而形成的岩石, 如页岩、砂岩、砾岩、石灰岩; 变质岩是在高温和高压作用下变质的火成岩或沉积岩, 如大理石。

天然石材根据用途可分为砌筑用石材和饰面石材。



2. 砌筑用石材

用于砌筑工程的石材,主要有毛石、料石等。

(1) 毛石 毛石为形状不规则的天然石块。建筑用毛石一般要求中部厚度不小于150mm,长度为300~400mm,质量为20~30kg,抗压强度应在10MPa以上,软化系数应大于0.80。其主要用于砌筑基础、勒脚、墙身、挡土墙、堤岸及护坡等。

(2) 料石 料石为经加工形状比较规则的六面体石材。按表面加工的平整度分为毛料石(叠砌面凹凸深度不大于25mm)、粗料石(凹凸深度不大于20mm)、半细料石(凹凸深度不大于15mm)、细料石(凹凸深度不大于10mm)。其主要用于砌筑基础、石拱、台阶、勒脚、墙体等。

3. 饰面石材

天然饰面石材是指从天然岩体中开采出来,并经加工形成的块状或板状,用于建筑表面装饰和保护作用的石材,主要有大理石和花岗岩。

(1) 天然大理石 大理石是指变质或沉积的碳酸盐类的岩石,属于硬石材。我国的大理石资源极为丰富,储量大、品种多,花色品种有300多种。

天然大理石颜色绚丽、纹理多姿,硬度中等,耐磨性次于花岗岩。其耐酸性差,酸性介质会使大理石表面受到腐蚀,容易打磨抛光,耐久性次于花岗岩,质地较密实,抗压强度高。

一般情况下,天然大理石的技术指标为:表观密度 $2500 \sim 2700 \text{ kg/m}^3$,抗压强度 $50 \sim 190 \text{ MPa}$,抗弯强度 $7.8 \sim 1.6 \text{ MPa}$,吸水率小于1%,耐用年限150年。

天然大理石的常用品种如图1-5(见文前彩页)所示。

天然大理石板材分为两类:一类是普通型板材(代号N),即正方形或长方形的板材;一类是异型板材(代号S),即其他形状的板材。按照板材的规格尺寸允许偏差、平面度允许极限公差、角度允许极限公差、外观质量、镜面光泽度分为优等品(A)、一等品(B)、合格品(C)三个等级。

天然大理石板材常用规格为:300mm×150mm、300mm×300mm、400mm×200mm、400mm×400mm、600mm×300mm、600mm×600mm、900mm×600mm、1070mm×750mm、1200mm×600mm、1200mm×900mm等,厚度20mm。

天然大理石可制成高级装饰工程的饰面板,适用于纪念性建筑、大型公共建筑(如宾馆、展览馆、影剧院、商场、图书馆、机场、车站等)的室内墙面、柱面、地面、楼梯踏步等,有时也可作为楼梯栏杆、服务台、门脸、墙裙、窗台板、踢脚板等,是理想的高级室内装饰材料。此外,还可用于制作大理石壁画、大理石生活用品等。天然大理石板材的光泽易被酸雨侵蚀,故不宜用作室外装饰,只有少数质地纯正的汉白玉、艾叶青可用于外墙饰面。

大理石装饰板在运输过程中应防潮,严禁滚摔、碰撞。板材应在室内储存,室外储存时应加遮盖。板材应按品种、规格、等级或工程部位分别存放。板材直立码放时,应光面相对,倾斜度不大于 15° ,层间加垫,垛高不得超过1.5m;板材平放时,应光面相对,地面必须平整,垛高不得超过1.2m,包装箱码放高度不得超过2m。

(2) 天然花岗岩 花岗岩为典型的深成岩,其矿物组成为长石、石英及少量暗色矿物和云母或角闪石、辉石等;花岗岩的化学成分主要是 SiO_2 (其质量分数为65%~70%)。所以花岗岩为含硅较多的重酸性深成岩。



花岗岩装饰性好,其花纹为均粒状斑纹及发光云母微粒;坚硬密实,耐磨性好;耐久性好。花岗岩孔隙率小,吸水率小;耐风化;具有高抗酸腐蚀性。其耐火性差,花岗岩中的石英在 573℃ 和 870℃ 会发生晶体转变,产生体积膨胀,火灾发生时引起花岗岩开裂破坏。

一般情况下,天然花岗岩的技术指标为:表观密度 2800 ~ 3000 kg/m³,抗压强度 100 ~ 280 MPa,抗弯强度 1.3 ~ 1.9 MPa,孔隙率及吸水率小于 1%,抗冻性能为 100 ~ 200 次冻融循环,耐酸性能良好,耐用年限 200 年左右。

天然花岗岩的常用品种如图 1-6(见文前彩页)所示。

花岗岩板材按表面加工的方式分为粗磨板(表面经过粗磨,光滑而无光泽)、磨光板(经打磨后表面光亮、色泽鲜明、晶体裸露,再经刨光处理,即为镜面花岗岩板材)、剁斧板(表面粗糙,具有规则的条状斧纹)、机刨板(用刨石机刨成较为平整的表面,表面呈相互平行的刨纹)等。

天然花岗岩板材按照规格尺寸允许偏差、角度允许极限公差、外观质量分为优等品(A)、一等品(B)、合格品(C)三个等级。

天然花岗岩剁斧板和机刨板按图样要求加工。粗磨板和磨光板材常用尺寸为 300mm × 300mm、305mm × 305mm、400mm × 400mm、600mm × 300mm、600mm × 600mm、900mm × 600mm、1070mm × 750mm 等,厚度 20mm。

花岗岩属高档建筑结构材料和装饰材料,多用于室内外墙、地面、柱面、台阶、基座、铭牌、踏步、檐口等处,许多纪念性的建筑都选用了花岗岩,如北京人民英雄纪念碑、人民大会堂等。

4. 天然石材的表面加工处理

石材表面通过不同的加工处理可以形成不同的效果如图 1-7(见文前彩页)所示,石材表面的加工方法常有以下类型:

(1) 抛光 将从大块石料上锯切下的板材通过粗磨、细磨、抛光等工序使板材具有良好的光滑度及较高的反射光线能力。抛光后的石材,其固有的颜色、花纹得以充分显示,装饰效果更佳。

(2) 亚光 将石材表面研磨,使其具有良好的光滑度,有细微光泽但反射光线较少。

(3) 烧毛 用火焰喷射器灼烧锯切下的板材表面,利用组成石材的不同矿物颗粒热膨胀系数的差异,使其表面一定厚度的表皮脱落,形成整体平整但局部轻微凸凹起伏的表面。烧毛石材反射光线少,视觉柔和,与抛光石材相比明度提高、色度下降。

(4) 机刨纹理 通过专用刨石机器将板面加工成特定凸凹纹理状的方法。

(5) 剁斧 剁斧是传统的加工方法,常用斧头凿石材表面形成特殊的纹理。现代剁斧石概念的外延大大延伸了,常指人工制造出的不规则纹理状的石材。剁斧石一般用手工工具加工,如花锤、斧子、凿子、凿子等,通过锤打、凿打、劈剁、整修、打磨等办法将毛坯加工出所需的特殊质感,其表面可以是网纹面、锤纹面、岩礁面、隆凸面等多种形式。现在,有些加工过程可以使用劈石机、自动锤凿机、自动喷砂机等完成。

(6) 喷砂 用砂和水的高压射流将砂子喷到石材上,形成有光泽但不光滑的表面。

(7) 其他特殊加工 现代的机械技术为石板的加工提供了更多的可能性,除了上述基本方法外,还有一些根据设计意图产生的特殊加工方法,如在抛光石材上局部烧毛作出光面毛面相接的效果,在石材上钻孔产生类似于穿孔铝板似透非透的特殊效果等。