

# 建 筑 材 料

吴科如 张 雄 主编

同济大学出版社

# 建 筑 材 料

吴科如 张 雄 主编

同济大学出版社

### 内 容 提 要

本书主要介绍建筑工程中常用建筑材料的基本组成、材料性能、质量要求及检验方法,内容包括气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、钢材、木材、石材、墙体材料、屋面材料、防水材料、绝热吸声隔声材料、装饰材料和建筑塑料。

本书根据国家教委和城乡建设环境保护部有关技术基础课基本要求编写,可供大专院校土建类专业作教学用书,也可供建筑设计、施工、管理、监理技术人员参考。

责任编辑 缪临平

封面设计 陈益平

### 建 筑 材 料

吴科如 张 雄 主编

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

望亭发电厂印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 16 字数: 410 千字

1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1—10000 定价: 14.00 元

ISBN7-5608-1623-1/TU·188

# 目 录

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 绪论.....                   | (1)  |
| 第一章 建筑材料的基本性质.....        | (3)  |
| 第一节 建筑材料的基本物理性质.....      | (3)  |
| 第二节 建筑材料的力学性质.....        | (8)  |
| 第三节 建筑材料的耐久性 .....        | (11) |
| 第四节 建筑材料的组成与结构 .....      | (11) |
| 第二章 建筑钢材 .....            | (14) |
| 第一节 钢的冶炼和分类 .....         | (14) |
| 第二节 化学成分对钢材性能的影响 .....    | (16) |
| 第三节 建筑钢材的技术性质 .....       | (17) |
| 第四节 钢材的冷加工强化、时效处理和焊接..... | (20) |
| 第五节 建筑钢材的标准和选用 .....      | (21) |
| 第六节 钢材的腐蚀与防护 .....        | (26) |
| 第三章 木材 .....              | (28) |
| 第一节 木材的分类和构造 .....        | (28) |
| 第二节 木材的性质 .....           | (30) |
| 第三节 木材的干燥、防腐及防火.....      | (35) |
| 第四节 木材的综合利用 .....         | (36) |
| 第四章 石材 .....              | (38) |
| 第一节 岩石的组成与分类 .....        | (38) |
| 第二节 岩石的构造与性能 .....        | (40) |
| 第三节 常用石材 .....            | (42) |
| 第四节 石材的应用及防护 .....        | (44) |
| 第五章 气硬性无机胶凝材料 .....       | (46) |
| 第一节 石灰 .....              | (46) |
| 第二节 石膏 .....              | (50) |
| 第三节 菱苦土 .....             | (54) |
| 第四节 水玻璃 .....             | (56) |

第六章 水泥 ..... (58)

第一节 常用水泥 ..... (58)

第二节 特种水泥 ..... (72)

第七章 混凝土 ..... (80)

第一节 普通混凝土的组成材料 ..... (80)

第二节 混凝土的性能 ..... (88)

第三节 混凝土外加剂..... (101)

第四节 混凝土的质量控制..... (111)

第五节 混凝土配合比设计..... (117)

第六节 其他混凝土..... (125)

第八章 建筑砂浆..... (132)

第一节 建筑砂浆基本组成与性质..... (132)

第二节 常用建筑砂浆..... (134)

第九章 建筑塑料..... (140)

第一节 高分子聚合物和塑料..... (140)

第二节 常用建筑塑料..... (143)

第三节 粘合剂..... (147)

第十章 墙体材料和屋面材料..... (153)

第一节 墙体材料..... (153)

第二节 屋面材料..... (160)

第十一章 防水材料..... (163)

第一节 沥青防水材料..... (163)

第二节 防水卷材..... (165)

第三节 防水涂料..... (169)

第四节 建筑密封材料..... (170)

第十二章 绝热材料和吸声隔声材料..... (175)

第一节 绝热材料..... (175)

第二节 吸声隔声材料..... (180)

第十三章 建筑装饰材料..... (185)

第一节 装饰陶瓷与装饰玻璃..... (185)

第二节 金属装饰材料..... (188)

第三节 塑料墙纸、地板与地毯 ..... (190)

第四节 建筑涂料..... (194)

建筑材料试验

试验一 建筑材料基本物理性质试验..... (199)

试验二 钢筋试验..... (201)

试验三 木材试验..... (204)

试验四 水泥试验..... (208)

试验五 混凝土用骨料试验..... (215)

试验六 普通混凝土试验..... (225)

试验七 建筑砂浆试验..... (233)

试验八 烧结普通砖试验..... (237)

试验九 石油沥青试验..... (239)

试验十 塑料燃烧性能试验方法..... (243)

参考文献..... (246)

## 绪 论

建筑材料指建筑结构物中使用的各种材料,它是一切建筑工程的物质基础。由于组分、结构和构造不同,建筑材料品种门类繁多、性能各不相同、价格相差悬殊,同时在建筑结构物中用量巨大,因此,正确选择和合理使用建筑材料,对建筑结构物的安全、实用、美观、耐久及造价有着重大的意义。

建筑材料可按不同原则进行分类。根据材料来源,可分为天然材料及人造材料;根据使用部位,可分为承重材料、屋面材料、墙体材料和地面材料等;根据建筑功能,可分为结构材料、装饰材料、防水材料、绝热材料等。目前,通常根据组成物质的种类及化学成分,将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,各大类中又可进行更细的分类,如图 0-1 所示。

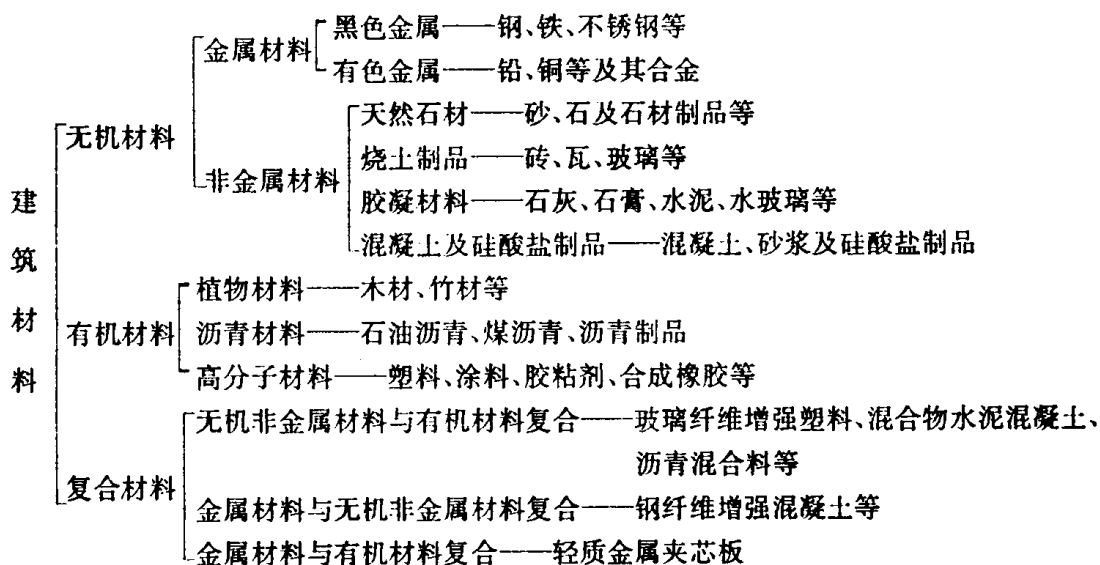


图 0-1 建筑材料的分类

建筑材料是随着人类社会生产力和科学技术水平的提高而逐步发展起来的。人类最早穴居巢处。随着社会生产力的发展,人类进入能制造简单工具的石器、铁器时代,才开始挖土、凿石为洞、伐木搭竹为棚,利用天然材料建造非常简陋的房屋。到了人类能够用粘土烧制砖、瓦,用岩石烧制石灰、石膏之后,建筑材料才由天然采料进入了人工生产阶段,为较大规模建造房屋创造了基本条件。十八九世纪,资本主义兴起,促进了工商业及交通运输业的蓬勃发展。原有的建筑材料已不能与此相适应,在其他科学技术进步的推动下,建筑材料进入了一个新的发展阶段,钢材、水泥、混凝土及其他材料相继问世,为现代建筑奠定了基础。进入 20 世纪后,由于社会生产力突飞猛进,以及材料科学与工程学的形成和发展,建筑材料不仅性能和质量不断改善,而且品种不断增加,以有机材料为主的化学建材异军突起,一些具有特殊功能的新型建筑材料,如绝热材料、吸声隔声材料、各种装饰材料、耐热防火材料、防水抗渗材料以及耐磨、耐腐蚀、防爆和防辐射材料等等应运而生。

既然建筑材料是建筑工程的物质基础,建筑材料的发展必然与建筑技术的进步有着不可分割的联系,它们相互制约,相互依赖和相互推动。新型建筑材料的诞生推动了建筑设计方法和施工工艺的变化,而新的建筑设计方法和施工工艺又对建筑材料品种和质量提出更高和多样化的要求。随着人类的进步和社会的发展,更有效地利用地球有限的资源,全面改善及迅速扩大人类工作与生存空间势在必行,未来的建筑结构物必将需要在各种苛刻的环境条件下,满足愈来愈高的安全、舒适、美观、耐久的要求,建筑材料在原材料、生产工艺、性能及产品型式诸方面均将面临严酷的挑战。今后,在原材料方面要充分利用再生资源及工农业废料;在生产工艺方面要大力引进现代技术,改造和淘汰陈旧设备,降低原材料及能源消耗,减少环境污染;在性能方面要力求轻质、高强、耐久及多功能;在产品型式方面要积极发展预制技术,逐步提高构件化、单元化的水平。

与材料有关的基础学科的日益发展,现代测试技术及新型检测方法的广泛应用,为人类掌握材料的内在规律提供了必要条件,在此基础上一门新型的学科——材料科学与工程学已经建立。材料科学与工程学的任务在于研究材料组分、结构与性能之间的关系,以达到按指定性能设计和制造材料的目的。建筑材料的研究正逐步纳入材料科学与工程学的轨道,可以期待,一个取得重大突破时代的到来已为期不远了。

各种建筑材料,在原材料、生产工艺、结构及构造、性能及应用、检验及验收、运输及储存等方面既有共性,也有各自的特点,全面掌握建筑材料的知识,需要学习和研究的内容范围很广。对于从事建筑设计、施工、科研和管理的专业人员,掌握各种建筑材料的性能及其适用范围,以及在种类繁多的建筑材料中选择最合适的加以应用,最为重要。除了那些在建筑现场直接配制或加工的材料(如砂浆、混凝土、金属焊接等),需要深入学习其原材料及生产工艺之外,对于以产品形式在建筑现场使用的材料,了解其原材料、生产工艺及结构、构造的一般知识,在于明了这些因素是如何影响材料的性能的。此外,作为有关生产、设计应用、管理和研究等部门应共同遵循的依据,对于绝大多数常用的建筑材料,均由专门的机构制定并发布了相应的“技术标准”,对其质量、规格和验收方法等作了详尽而明确的规定。在我国,技术标准分为三级:国家标准、部标准和企业标准。国家标准是由国家标准局发布的全国性的指导技术文件,其代号为 GB;部标准也是全国性的指导技术文件,但它由主管生产部(或总局)发布,其代号按部名而定,如建材标准的代号为 JC,建工标准的代号为 JG;企业标准则仅适用于本企业,其代号为 QB,凡没有制定国家标准、部标准的产品,均应制定企业标准。随着我国对外开放,常常还涉及到一些与建筑材料关系密切的国际或外国标准,其中主要的有:国际标准,代号为 ISO;美国材料试验学会标准,代号为 ASTM;日本工业标准,代号为 JIS;联邦德国工业标准,代号为 DIN;英国标准,代号为 BS;法国标准,代号为 NF 等。熟悉有关的技术标准,并了解制定标准的科学依据,也是十分必要的。

本课程作为土木建筑类各专业的专业基础课,将通过课堂教学,结合现行的技术标准,以建筑材料的性能及合理使用为中心,进行系统讲述,同时还将安排必要的实验课,通过实验验证课堂教授的基本理论,掌握建筑材料实验方法,培养学生的研究能力及严谨求实的科学态度。



# 第一章 建筑材料的基本性质

建筑物是由多种建筑材料组合而成,因建筑材料所处的环境和部位不同,所起的作用也各有不同,所以要求材料具有各种相应的性质。如用于受力结构的材料,要承受各种外力的作用,因此所用的材料要具有所需的力学性质;根据某些建筑功能的需要,要求材料要具有相应的防水、绝热、吸声、防火、装饰以及耐热、耐腐蚀等性质;由于建筑物在长期使用过程中,经常受到风吹、日晒、雨淋、冰冻所引起的温度变化、干湿交替、冻融循环等作用,这就要求材料必须具有一定的耐久性能。因此,建筑材料的应用与其性质是紧密相关的。

为了使建筑物安全、经济、美观、经久耐用,工程技术人员必须了解和掌握建筑材料的基本性质及与之相关的组成、结构等方面的基本知识,这样才能更好地、合理地选择和应用建筑材料。

## 第一节 建筑材料的基本物理性质

### 一、材料的密度、表观密度和堆积密度

#### 1. 密度( $\rho$ )

密度是材料在绝对密实状态下,单位体积的重量。按下式计算:

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

式中  $\rho$  ——密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;

$m$  ——材料的重量,  $\text{g}$ ;

$V$  ——材料在绝对密实状态下的体积,  $\text{cm}^3$ 。

这里指的“重量”与物理学中的“质量”是同一含义,在建筑材料学中,习惯上称之为“重量”。对于固体材料而言, $m$  是指干燥至恒重状态下的重量。所谓绝对密实状态下的体积是指不含有任何孔隙的体积。建筑材料中除了钢材、玻璃等少数材料外,绝大多数材料都含有一定的孔隙,如砖、石材等块状材料。对于这些有孔隙的材料,测定其密度时,应先把材料磨成细粉,经干燥至恒重后,用比重瓶(李氏瓶)测定其体积,然后按上式计算得到密度值。材料磨得越细,测得的数值就越准确。

#### 2. 表观密度( $\rho_0$ )

表观密度是指材料在自然状态下,单位体积的重量。按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \dots\dots\dots (2)$$

式中  $\rho_0$  ——表观密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$  ——材料的重量,  $\text{g}$  或  $\text{kg}$ ;

$V_0$  ——材料在自然状态下的体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

材料在自然状态下的体积包含了材料内部孔隙的体积。当材料含有水分时,它的重量和体积都会发生变化。一般测定表观密度时,以干燥状态为准,如果在含水状态下测定表观密度,须注明含水情况。试验室中测定的通常为烘干至恒重状态下的表观密度。质地密实坚硬的散粒状材料,如砂、石一般测定其表观密度,在应用过程中(如混凝土配合比计算过程)近似代替其密度。

3. 堆积密度 ( $\rho'_0$ )

堆积密度是指粉状或散粒状材料在堆积状态下,单位体积的重量。按下式计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中  $\rho'_0$  ——堆积密度, kg/m<sup>3</sup>;  
 $m$  ——材料的重量, kg;  
 $V'_0$  ——材料的堆积体积, m<sup>3</sup>。

这里,材料的重量是指自然堆积在一定容器内材料的重量;其堆积体积是指所用容器的容积而言。容器的容积视材料的种类和规格而定。材料的堆积体积既包含了内部孔隙也包含了颗粒之间的空隙。

二、材料的孔隙率和空隙率

孔隙率是指材料体积内,孔隙体积所占的比例。用下式计算:

$$\text{孔隙率 } P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = (1 - \frac{\rho_0}{\rho}) \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

与孔隙率相对应的是密实度,即材料体积内,被固体物质充实的程度。可用下式计算:

$$\text{密实度 } D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

孔隙率或密实度的大小直接反映了材料的致密程度。材料内部孔隙的构造可分为连通孔和封闭孔,连通孔不仅彼此贯通还与外界相通,而封闭孔不仅彼此不连通,而且与外界相隔绝。孔隙按尺寸的大小又可分为极微细孔隙、细小孔隙和较粗大孔隙。孔隙的大小、分布、数量及构造特征对材料的性能产生很大的影响。

空隙率是指散粒状材料在某堆积体积中,颗粒之间的空隙体积所占的比例。用下式计算:

$$\text{空隙率 } P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = (1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}) \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

与空隙率相对应的是填充率,即材料在某堆积体积中被颗粒填充的程度。可用下式计算:

$$\text{填充率 } D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho'_0} \times 100\% = 1 - P' \dots\dots\dots (7)$$

三、材料的亲水性和憎水性

组成建筑物的材料经常与水或空气中的水分接触,而处于材料、水和空气的三相体系中。水分与不同材料表面之间的相互作用不同。在三相交点处,沿水滴表面的切线与水和材料的接触面之间的夹角  $\theta$  称润湿边角。一般认为:当  $\theta \leq 90^\circ$  时,如图 1-1(a),表示水分子之间的内聚力小于水分子与材料分子间的吸引力,这种材料称为亲水性材料;当  $\theta > 90^\circ$  时,

如图 1-1(b)，表示水分子之间的内聚力大于水分子与材料分子间的吸引力，这种材料称为憎水性材料。建筑材料中的混凝土、木材、砖等为亲水性材料，沥青、石蜡等为憎水性材料。亲水性材料表面做憎水处理，可提高其防水性能。

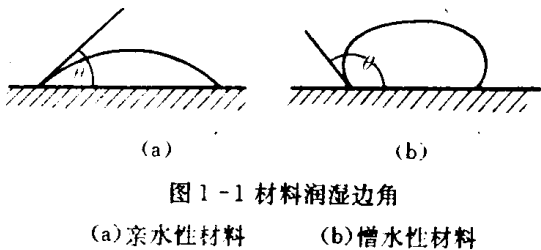


图 1-1 材料润湿边角

#### 四、材料的吸水性和吸湿性

材料在水中能吸收水分的性质，称为吸水性，常用吸水率来表示。按下式计算：

$$W_{吸} = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

- 式中  $W_{吸}$ ——材料的吸水率，%；
- $m_0$ ——材料在干燥状态下的重量，g；
- $m$ ——材料在吸水饱和状态下的重量，g。

吸水率有重量吸水率和体积吸水率之分，上式定义的吸水率为重量吸水率，体积吸水率是指材料吸入饱和水的体积占材料自然状态下体积的百分率。

材料的吸水率与孔隙有很大关系，若材料具有微细而连通的孔隙，则吸水率较大；若是具有封闭孔隙，则水分难以渗入，吸水率较小；若是较粗大的孔隙，水分虽容易渗入，但不易在孔内保留，仅起到润湿孔壁的作用，吸水率也较小。所以，不同的材料或同种材料不同的内部构造，其吸水率会有很大的差别。

吸湿性是指材料吸收空气中水分的性质，常以含水率表示，按下式计算：

$$W_{含} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

- 式中  $W_{含}$ ——含水率，%；
- $m_0$ ——材料在干燥状态下的重量，g；
- $m_1$ ——材料在含水状态下的重量，g。

空气湿度发生变化时，含水率也会随之发生变化。与空气湿度达到平衡时的含水率，称平衡含水率。通常材料大量吸湿后，会造成材料重量增加、体积改变、强度降低，对于绝热材料来说，还会显著降低其绝热性能。

#### 五、材料的耐水性、抗渗性和抗冻性

材料长期在饱和水的作用下不破坏，而且强度也不显著降低的性质，称为耐水性，常用软化系数表示。按下式计算：

$$K_{软} = \frac{R_{饱}}{R_{干}} \dots\dots\dots (10)$$

- 式中  $K_{软}$ ——软化系数；
- $R_{饱}$ ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度，MPa；

$R_{\mp}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

一般材料吸水后,材料内部的结合力有所削弱,造成强度不同程度的降低,即使是致密的花岗岩长期浸泡水中,强度也会降低3%左右。

$K_{\#}$ 在0~1之间波动,通常将软化系数大于0.85的材料,看作是耐水材料。

抗渗性是指材料抵抗压力水渗透的性质,一般用渗透系数  $K$  或抗渗标号  $S$  表示。

$$K = \frac{Qd}{AtH} \dots\dots\dots (11)$$

式中  $K$  —— 渗透系数, cm/h;

$Q$  —— 透水量,  $\text{cm}^3$ ;

$d$  —— 试件厚度, cm;

$A$  —— 透水面积,  $\text{cm}^2$ ;

$t$  —— 时间, h;

$H$  —— 静水压力水头, cm。

混凝土材料的抗渗标号可用下式计算:

$$S = 10H - 1$$

式中  $S$  —— 抗渗标号;

$H$  —— 6个试件中第三个试件开始渗水时的水压力, MPa。

渗透系数越小或抗渗标号越高,表明材料的抗渗性越好。各种防水材料及受压力水作用部位的材料,都要具有一定的抗渗性。

抗冻性是指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,强度又不显著降低的性质,常用抗冻标号  $D$  表示。抗冻标号表示试件能经受的最大冻融循环次数。

当材料内部孔隙充满水,且水温降至负温时,水分会结冰而产生体积膨胀(约增大9%),对孔壁产生很大的压力(可达100MPa),造成孔壁开裂。反复的冻融又造成材料内外层产生明显的应力差和温度差,将对材料产生不同程度的破坏。

材料的抗渗性和抗冻性与孔隙率、孔隙大小和特征等有很大关系。孔隙率小及具有封闭孔的材料具有较高的抗渗和抗冻性;若是细微而连通的孔隙,则对抗渗性和抗冻性均不利;若孔隙吸水后还有一定的空间,则可缓解冰冻的破坏作用。

## 六、材料的导热性和热容量

材料传导热量的性质称为导热性。当材料两侧表面存在温度差时,热量会从材料的一面传到另一面。材料的导热性可用导热系数  $\lambda$  表示,用下式计算:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{(\tau_1 - \tau_2) \cdot F \cdot Z} \dots\dots\dots (12)$$

式中  $\lambda$  —— 导热系数,  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ;

$Q$  —— 传导热量, J;

$\delta$  —— 材料厚度, m;

$(\tau_1 - \tau_2)$  —— 材料两侧温差, K;

$F$  —— 材料传热面积,  $\text{m}^2$ ;

$Z$  —— 传热时间, s。

导热系数 越小表明材料越不易导热,通常将  $\lambda \leq 0.23$  的材料称为绝热材料。

导热系数  $\lambda$  与材料层厚度  $\delta$  之比的倒数, 称之为热阻  $R$ ,  $R = \delta / \lambda (m^2 \cdot K / W)$ , 它表明热量通过材料层时所受到的阻力。

导热系数或热阻是评定材料保温绝热性能的主要指标。导热系数越大,保温性能越差;反之,导热系数越小,保温性能越好。具有细微而封闭孔材,导热系数较小。由于水的导热系数较大(0.58),因此,材料受潮后,导热性能会受到严重影响。

## 材料

... (13)

冬

## 第二节 建筑材料的力学性质

### 一、强度与比强度

强度是指材料抵抗外力破坏的能力。当材料受到外力作用时,内部产生应力。外力增大,应力也随之增高,当应力达到一定值时,材料将破坏,此时的应力值称为极限应力值,也即材料的强度。

材料在建筑结构中,经常会受到拉力、压力、弯矩、剪力等不同外力的作用,如图 1-2,材料的强度则相应地分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等。

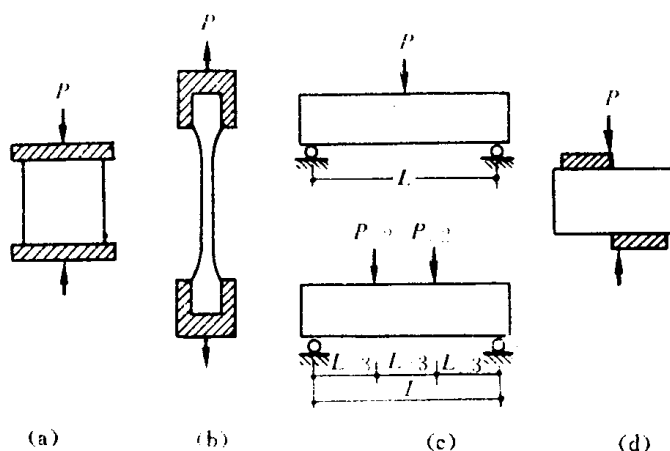


图 1-2 材料所受外力示意图

(a)压力 (b)拉力 (c)弯曲 (d)剪切

材料的抗压、抗拉、抗剪强度可直接由下式计算:

$$R = \frac{P}{F} \dots\dots\dots (16)$$

式中  $R$  ——材料的抗压、抗拉或抗剪强度,MPa;

$P$  ——材料破坏时的最大荷载, N;

$F$  ——受力截面面积,  $\text{mm}^2$ 。

根据试验时试件受荷载的情况,抗弯强度可有两种计算方式。将抗弯试件放在两支点上,当外力为作用在试件中心的集中荷载,且试件截面为矩形时,抗弯强度(也称抗折强度)可用下式计算:

$$R_{\text{弯}} = \frac{3Pl}{2bh^2} \dots\dots\dots (17)$$

若在此试件跨距的三分点上加两个相等的集中荷载( $P/2$ ),则抗弯强度按下式计算

$$R_{\text{弯}} = \frac{PL}{bh^2} \dots\dots\dots (18)$$

式中  $R_{\text{弯}}$  ——材料的抗弯(抗折)强度, MPa;

$P$  ——材料弯曲破坏时的最大荷载, N;

$b, h$  ——试件横截面的宽和高, mm。

材料的强度与其组成和构造有关。不同种类的材料具有不同的抵抗外力作用的能力,即使是相同种类的材料,由于其内部结构的不同,其强度也有很大差异。孔隙率对强度有很大

的影响,孔隙率越大、强度越低,两者近似于直线的关系。另外,试验条件等因素也会对强度值产生很大影响。

多数建筑材料是根据其强度大小,划分成若干个不同的强度等级或标号,它对掌握材料的性质、结构设计、材料选用及控制工程质量等是十分重要的。

比强度是按单位重量计算的材料强度,它等于材料的强度与其表观密度之比。根据比强度值可以对不同的材料进行比较,它是衡量材料轻质高强性能的指标之一。

二、弹性和塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力去除后,能完全恢复原来形状的性质,称为弹性。这种可恢复的变形称弹性变形,如图 1-3。若在去除外力后,材料仍保持变形后的形状和尺寸,且不产生裂缝的性质,称为塑性,此时的不可恢复变形称为塑性变形,如图 1-4。

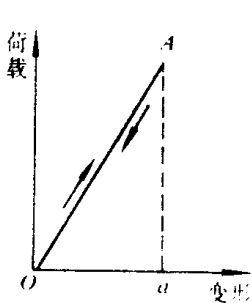


图 1-3 材料的弹性变形曲线

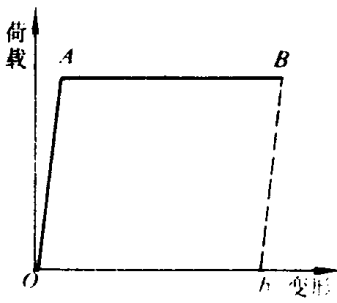


图 1-4 材料的塑性变形曲线

完全的弹性材料是没有的,有些材料在一定的外力作用范围内,表现为弹性变形,当超过一定限度后则表现为塑性变形,如建筑钢材就属于这种类型。还有的材料弹性与塑性变形同时产生,如图 1-5,当外力去除后,弹性变形(ba)得到恢复,而塑性变形(ob)则不能恢复,如混凝土。通常将这类材料称为弹塑性材料。

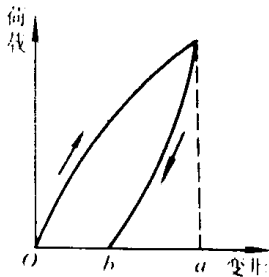


图 1-5 材料的弹塑性变形曲线

另外,材料受力不大时,处于外力与变形成正比的弹性阶段,此时可用弹性模量来表示材料的弹性性能,其值等于应力与应变之比。弹性模量越大,材料越不易变形。它是衡量材料抵抗变形能力的指标之一。如果材料受到某一荷载的长期作用,其变形会随时间延长而增加,这种变形称为徐变,如普通混凝土在长期荷载作用下就会产生徐变。

三、脆性和韧性

材料在外力作用下,无明显塑性变形而突然破坏的性质,称为脆性。具有这种性质的材料称为脆性材料,它的变形曲线如图 1-6。脆性材料的抗压强度一般要比其抗拉强度高得多,它对承受震动和冲击荷载不利。这类材料有砖、石材、玻璃、陶瓷、铸铁等等。有些材料的脆性和塑性随着试验条件或使用环境等因素的改变而变化,如粘土在干燥状态时,表现为脆

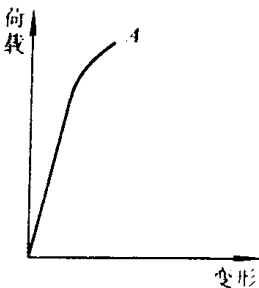


图 1-6 脆性材料的变形曲线

性在潮湿状态下则表现为塑性。

材料在冲击或震动荷载作用下,能吸收较大的能量,产生一定的变形而不破坏的性质,称为韧性或冲击韧性。它可用材料受荷载达到破坏时所吸收的能量来表示。建筑钢材、木材等均属于韧性材料。

#### 四、硬度和耐磨性

硬度是材料抵抗较硬物质刻划或压入的能力,它与材料的强度等性能指标有一定的关系。不同种类材料的硬度,其测试方法和表示方法不同。如矿物材料的硬度,可用划痕法测定,这种硬度称莫氏硬度,它是以 10 种矿石作为标准,根据对划痕深浅的比较,定性确定它的硬度等级,如表 1-1。

表 1-1

矿物硬度表

| 序 号 | 矿 物     | 注 释             |
|-----|---------|-----------------|
| 1   | 滑石及白垩石  | 易为指甲所刻划         |
| 2   | 石盐、石膏   | 能为指甲所刻划         |
| 3   | 硬石膏或方解石 | 容易为钢刀所刻划        |
| 4   | 氟 石     | 在不大的压力下, 能为钢刀刻划 |
| 5   | 磷 石 灰   | 在大的压力下, 能为钢刀刻划  |
| 6   | 正 长 石   | 不为钢刀所刻划, 难      |
| 7   | 石 英     |                 |
| 8   | 黄 玉     |                 |
| 9   | 钢 玉     |                 |
| 10  | 金       |                 |



### 第三节 建筑材料的耐久性

材料在长期使用过程中,能保持其原有性能而不变质、破坏的性质,统称之为耐久性,它是一种复杂的、综合的性质。材料在使用过程中,除受到各种外力作用外,还要受到环境中各种自然因素的破坏作用,这些破坏作用可分为物理作用、化学作用和生物作用。

物理作用主要有干湿交替、温度变化、冻融循环等等,这些变化会使材料体积产生膨胀或收缩,或导致内部裂缝的扩展,长久作用后会使材料产生破坏。

化学作用主要是指材料受到酸、碱、盐等物质的水溶液或有害气体的侵蚀作用,使材料的组成成分发生质的变化,而引起材料的破坏。如钢材的锈蚀等等。

生物作用主要是指材料受到虫蛀或菌类的腐朽作用而产生的破坏。如木材等一类的有机质材料,常会受到这种破坏作用的影响。

建筑材料所处的环境中,各种因素的破坏作用相当复杂,有时是几种破坏作用同时产生。一般是以其中的一、二种起主要作用。如:砖、石材、混凝土等,主要是由于物理作用而破坏,同时也会受到化学作用破坏;沥青、塑料、橡胶等材料在阳光、空气或热的作用下,分子结构会发生变化,出现老化现象,而使材料变脆、开裂等。

所以,要根据材料所处的结构部位和使用环境等因素,综合考虑其耐久性,并根据各种材料的耐久性特点,合理地选用。

### 第四节 建筑材料的组成与结构

建筑材料的基本性质,取决于材料的组成、结构等内部因素,所以,了解材料组成和结构的特点,对进一步深入了解和掌握材料的基本性质并合理地应用,是很必要的。下面就简单介绍一下材料的组成和结构划分。

#### 一、材料的组成

材料的组成是指组成材料的化学成分或矿物成分,它是形成材料性质的主要因素。材料的组成既决定着材料的化学性质,也决定着材料的物理力学性质。当材料与外界物质接触时,在一定的条件下,它们会按照化学变化规律发生作用,如氧化、碳化等等。在某些无机建筑材料中,其矿物组成的不同及相组成不同,如水泥,其熟料矿物成分的不同及相组成不同,对材料的性能、耐腐蚀性等性质产生很大的差异。所以,在选用材料时,必须根据使用要求,选择合理的组成,以达到理想的效果。

#### 二、材料的结构