

基层施工技术人员岗位培训教材

(土建综合工长)

建 筑 材 料

陈 伟 编



中国建筑工业出版社

基层施工技术人员岗位培训教材

(土建综合工长)

建 筑 材 料

陈 伟 编

中国建筑工程出版社

本书主要介绍建筑材料的基本性能：无机胶结材料、混凝土、建筑砂浆、砖、瓦、建筑钢材、铝和铝合金、防水材料、装饰材料、保温、吸声材料、建筑塑料、粘结剂和木材等材料的性能、用途、施工注意事项；同时，对有关基础理论、混凝土配合比设计方法等也作了适当介绍。

本书为土建施工技术员岗位培训教材，也可供中等专业学校工业与民用建筑专业教学、土建施工专业技术人员和材料试验人员参考。

基层施工技术员岗位培训教材

(土建综合工长)

建筑材料

陈伟编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/16 印张： 字数：216千字
1990年3月第一版 1990年3月第一次印刷

印数：1—10660册 定价：3.90元

ISBN 7-112-00895-6/TU·635

(5963)

目 录

绪论	1	第三节 混凝土的主要技术性质	32
第一章 建筑材料的基本性能	3	一、混凝土拌和物的和易性	32
第一节 材料的物理性质	3	二、混凝土的强度	34
一、比重和容重	3	三、混凝土的耐久性	38
二、密实度与孔隙率	4	第四节 塑性混凝土的配合比设计	39
三、吸水性和吸湿性	5	一、混凝土配合比设计中四个基本	
四、耐水性、抗渗性和抗冻性	6	要求	39
五、导热性与热容量	7	二、混凝土配合比设计的三个主要	
第二节 材料的力学性质	8	参数(三要素)	39
一、强度	8	三、混凝土配合比设计方法与步骤	40
二、弹性和塑性	9	第五节 混凝土的外加剂	43
三、冲击韧性和脆性	9	一、外加剂的定义	43
四、硬度和耐磨性	10	二、外加剂的分类	43
第二章 无机胶结材料	11	三、几种常用外加剂	44
第一节 石灰	11	四、外加剂施工和保管注意事项	47
一、概述	11	第六节 其他混凝土	48
二、石灰的熟化和硬化	12	一、轻骨料混凝土	48
三、石灰的主要技术性质	12	二、防水混凝土	49
四、石灰的应用	12	三、特细砂混凝土及山砂混凝土	49
第二节 建筑石膏	13	四、多孔混凝土	50
一、概述	13	五、水玻璃耐酸混凝土	50
二、建筑石膏的质量标准与应用	13	六、耐火混凝土	51
第三节 水玻璃	14	七、聚合物混凝土	51
第四节 水泥	15	第四章 建筑砂浆	52
一、概述	15	第一节 砌筑砂浆	52
二、硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	16	一、砌筑砂浆的主要组成材料	52
三、混合材料和掺混合材料的水泥	19	二、砌筑砂浆的性质	53
四、几种常用的特种水泥	20	三、砌筑砂浆配合比设计	56
五、水泥运输、保管中应注意的问题	25	第二节 粉煤灰砂浆	59
第三章 混凝土	27	一、粉煤灰的品种及适用范围	59
第一节 概述	27	二、粉煤灰的合理掺量	59
第二节 普通混凝土组成材料的选用		三、粉煤灰砂浆在使用中应注意的	
和要求	27	问题	59
一、水泥	27	四、粉煤灰水泥砂浆和混合砂浆参	
二、砂子	28	考配合比	60
三、石子	30	第三节 抹灰砂浆	60
四、水	32	一、一般抹灰砂浆	60

二、防水砂浆.....62	三、煤沥青(柏油).....93
第五章 砖、瓦.....66	第二节 沥青防水制品.....94
第一节 砌墙砖.....66	一、沥青防水卷材.....94
一、砌墙砖概述.....66	二、沥青胶及冷底子油.....95
二、砌墙砖的规格尺寸及各部位名称(表5-1).....66	三、防水涂料.....98
三、烧结粘土砖.....66	四、建筑防水嵌缝材料.....99
四、蒸养(压)砖.....68	第八章 装饰材料.....101
五、承重粘土空心砖.....70	第一节 装饰材料的基本要求及选用.....101
第二节 其它砖.....72	一、颜色.....101
一、陶瓷锦砖.....72	二、光泽.....101
二、釉面砖.....74	三、透明性.....102
三、水泥花阶砖.....74	四、表面组织.....102
四、花格砖.....75	五、形状和尺寸.....102
第三节 瓦.....75	六、立体造型.....102
一、粘土瓦.....75	第二节 常用装饰材料.....102
二、石棉水泥波形瓦及其脊瓦.....78	一、常用的饰面材料(制品).....102
第六章 建筑钢材、铝和铝合金.....80	二、涂料.....104
第一节 钢材的主要技术性能.....80	第九章 保温、吸声材料.....109
一、钢材的机械性质.....80	第一节 无机保温、吸声材料.....109
二、钢材的冷加工和时效.....82	一、纤维质保温、吸声材料及其制品.....109
三、钢中化学元素对钢材性能的影响.....83	二、粒状材料及其制品.....111
第二节 钢筋的类别与技术标准.....84	三、多孔材料.....111
一、钢筋的分类.....84	第二节 有机保温材料.....112
二、钢筋的规格.....84	一、软木板.....112
三、钢筋的技术标准及应用.....84	二、木丝板.....113
第三节 钢丝、钢绞线.....86	三、毛毡.....113
一、钢丝.....86	四、轻质钙塑保温防水板.....113
二、钢绞线.....87	五、泡沫塑料.....113
第四节 建筑用铝和铝合金.....88	六、蜂窝板.....113
一、建筑用铝和铝合金的品种及其性质.....88	第三节 吸声材料.....114
二、铝和铝合金在建筑工程中的应用.....89	一、影响多孔吸声材料吸声效果的主要因素.....114
第五节 常见国外进口钢筋.....89	二、吸声材料的选用和安装注意事项.....114
一、钢筋的品种、机械性能及化学成分.....89	三、建筑上常用的吸声材料.....114
二、应用范围.....89	第十章 建筑塑料及粘结剂.....116
三、使用中应注意的事项.....91	第一节 几种常用的建筑塑料.....116
第七章 沥青材料及其他防水材料.....92	一、塑料的组成.....116
第一节 沥青材料.....92	二、建筑上常用的塑料品种.....117
一、沥青的性质、种类和用途.....92	三、常用建筑塑料制品.....118
二、石油沥青.....92	第二节 粘结剂.....118
	一、粘结剂的组分.....118
	二、常用粘结剂品种.....119

第十一章 木材.....	123	二、木材的防腐和防火.....	128
第一节 木材主要工程性质.....	123	第四章 木材的缩合利用.....	128
一、比重和容重.....	123	一、胶合板.....	128
二、含水率及其影响.....	123	二、硬质纤维板.....	129
三、强度.....	124	三、刨花板.....	130
第二节 木材的产品和规格.....	125	四、改性木材.....	130
一、材种的划分.....	125	附录.....	132
二、等级的划分.....	125	附录一 常用混凝土参考资料.....	132
三、板方材规格.....	127	附录二 掺粉煤灰的混凝土.....	133
第三节 木材的干燥、防腐和防火处理.....	127	附录三 有关轻骨料混凝土参考资料.....	135
一、木材的干燥.....	127		

绪 论

建筑材料是指建筑工程中所用的各种材料，它是建筑工程的物质基础。

在土建工程总造价中，材料费用占很大的比重，从建筑材料的选择、使用等各个环节中，尽力降低材料费用，延长使用年限，减少维修支出，对贯彻党的增产节约方针，有着巨大的潜力和十分显著的效果。

建筑设计和施工技术的现代化，都是与传统建筑材料的改造和新品种材料的创制分不开的。高强、轻质和多功能新型材料对提高建筑物的经济效果尤其具有重大意义。如果将材料强度提高一倍，则在同样荷载下，构件的尺寸(受力面积)就大约可缩小一半，因而构件自重、材料用量和运输都可大大减少。又如用轻质大板代替传统的普通粘土砖作墙体材料，就可减轻墙体自重，改善保温和吸音效果，提高抗震性能，有利于施工机械化和加快施工进度。如果研制出一种多功能的屋面材料，既能承重，又能防水，也能保温，这不但能节约材料，而且设计和施工都可大为简化。因此建筑材料的创新是设计和施工革新的前提。

为了适应建筑工业化和进一步提高建筑物质量的要求，建筑材料今后发展有着以下的一些趋向：

1. 构件的尺寸将日益增大，各种大型板材将广泛采用。
2. 结构材料的容重将大为减小，轻骨料混凝土、加气混凝土、纤维混凝土、聚合物混凝土、纤维增强塑料以及铝合金等，将从现有水平提高到更加完善的新阶段而被广泛采用。
3. 建筑材料的强度将进一步提高。
4. 复合材料将逐渐取代单一材料。
5. 特殊功能材料和多功能材料将逐渐增多。

建筑材料可从不同角度进行分类，如按材料在建筑物中的部位，可分为承重构件、屋面、墙体、地面等材料；如按材料的功能分，可分为结构材料、装饰材料、防水材料等；如按材料的化学成份分，可分为无机材料、有机材料。

本书是按材料的化学成分分类的，见表0-1所列。

建筑材料是土木建筑工程专业的技术基础课。其目的是为建筑施工技术和结构设计等专业课程，提供建筑材料的基础知识，并为建筑材料的合理使用打下基础。

本课程的任务是使学生能对常用建筑材料合理使用，妥善保管，并具有简单的鉴定材料技术性质的能力，熟悉有关的国家标准及技术规范，掌握混凝土配合比的设计方法，以及常用建筑材料的施工注意事项等。

建 筑 材 料 分 类

表 0-1

建 筑 材 料	无 机 材 料	金 属 材 料	黑色金属：铁、碳钢、合金钢 有色金属：铝、锌、铜等及其合金
		非 金 属 材 料	天然石材（包括砂、石） 烧土制品 玻璃及熔融制品 水泥、石灰、石膏、水玻璃 混凝土、砂浆 硅酸盐制品
	有 机 材 料	植 物 质 材 料	木材、竹材 植物纤维及其制品
		高 分 子 材 料	塑料 涂料 胶粘剂
		沥 青 材 料	石油沥青及煤沥青 沥青制品
	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 水泥刨花板

第一章 建筑材料的基本性能

建筑物是由各种建筑材料（以下简称材料）组成的，这些材料在不同的建筑物内或建筑物的不同部位处，都受有不同的外界作用。有的承受拉、压、弯曲力的作用；有的受温度、潮湿、光照辐射的作用；有的受酸、碱、盐的作用。有的还受到摩擦、冲击的作用等等。所有这些都能引起材料的破坏。

在具体的建筑工程中，要正确选择和合理使用在性能上满足要求的材料，就必须了解材料在建筑物中所受的作用、所处的环境及材料本身的性质等等。

材料的种类繁多，不同材料的性质各有差异。通常将一些材料共同具有的性质，称为材料的基本性质，如：物理性质（比重、容重等）、力学性质（强度、变形、硬度等）和化学性质（化学稳定性等）。本章仅讲述工程上常用到的物理性质和力学性质。

第一节 材料的物理性质

一、比重和容重

在建筑物施工过程中，为了材料用量、材料贮存或验收时堆放体积以及材料运输量等的计算，比重和容重是应用最多的一项物理指标，因而也是材料的重要性质之一。

1. 比重

比重的定义是：材料在绝对密实状态下，单位体积的重量，即

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1-1)$$

式中 γ ——材料的比重（g/cm³、kg/m³）；

G ——干燥材料的重量（g、kg）；

V ——材料在绝对密实状态下的体积，即材料的体积中没有任何孔隙（cm³、m³）。

比重也可定义为：材料在绝对密实状态下，其单位体积的重量与同单位体积的水（4℃）的比重的比值。由于它采用的是比值，所以这时比重就没有单位。

除了钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料都有一些孔隙。在测定有孔隙材料比重时，应把材料磨成细粉，用比重瓶测定其体积。用这种方法测得的比重称为真比重。

如果是形状不规则的密实材料，可不必磨成细粉而用排水法求得近似体积，用这种方法测得的比重为视比重。砂、石等散粒材料常用此法测定它们的视比重。

2. 容重

材料在自然状态下，单位体积的重量称为容量。即

$$\gamma' = \frac{G'}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 γ' ——材料的容重（g/cm³、kg/m³）；

G' ——材料的重量（g、kg）；

V_0 ——材料在自然状态下的体积，亦即包含材料内部孔隙和颗粒之间或纤维之间空

隙的体积在内的体积 (cm³、m³)。

当材料中含有水分时，能形成容重的误差。为便于对比，一般都以烘至恒重时作标准，称为干容重。对含有水分的材料的容重，应注明其含水量，以区别于干容重。

容重的测定方法因材料不同而异。对于外形规则的材料按外形尺寸求得体积，称出重量按式 (1-2) 求得。外形不规则的材料可以加工成规则的外形后求得容重。

对于砂、石等颗粒材料，可用已知体积的容器测定其体积，其单位体积的重量为砂、石的松散容重。

常用建筑材料的比重、容重值见表1-1所列。

常用建筑材料的比重及容重 表 1-1

材 料	比 重 γ (g/cm ³)	容 重 γ' (kg/m ³)
石 灰 岩	2.60	1800~2600
碎 石 (石 灰 岩)	2.60	1400~1700
普 通 粘 土 砖	2.70	1600~1800
普 通 硅 酸 盐 水 泥	3.10 约值	1200~1300
砂	2.60	1450~1650
普 通 混 凝 土	—	1900~2500
轻 骨 料 混 凝 土	—	800~1900
木 材	1.55	400~900
钢 材	7.85	7850
水 (4℃时)	1.00	1000

二、密实度与孔隙率

1. 密实度 (紧密度)

密实度是指材料的总体积内为固体物质所充实的程度。固体物质所占的比率越高，材料就越密实，容重也就越大。

密实度用材料的容重与比重的比值的百分率 (比率) 表示，即

$$D = \frac{\gamma'}{\gamma} \times 100\% \tag{1-3}$$

式中 D——材料的密实度 (%)；

γ' ——材料的容重 (g/cm³)；

γ ——材料的比重 (g/cm³)。

对于完全密实的材料，其密实度为100%。但实际上固体材料中都含有数量不等的孔隙，因而密实度都小于100%。例如比重为2.5g/cm³，容重为1600kg/cm³的粘土砖，其密实度为

$$D = \frac{1600\text{kg/m}^3 \times 100\%}{2.5\text{g/cm}^3} = \frac{1.6\text{g/cm}^3 \times 100\%}{2.5\text{g/cm}^3} = 64\%$$

2. 孔隙率

孔隙率是指材料总体积内，孔隙体积所占的比率。比率越大，材料的孔隙率越大，密实度越小，容重越小。

孔隙率按下式计算

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \frac{\text{材料体积内的孔隙体积}}{\text{材料在自然状态下的体积}} \times 100\%$$

或

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

式中 P ——材料的孔隙率(%)；

V_0 ——材料在自然状态下的体积(cm^3)；

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3)。

在上式中

$$\therefore V = \frac{G}{\gamma} \quad V_0 = \frac{G}{\gamma'}$$

$$\therefore P = \left(1 - \frac{G/\gamma}{G/\gamma'} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\gamma'}{\gamma} \right) \times 100\% \quad (1-4)$$

由式(1-4)可得

$$P = \left(1 - \frac{\gamma'}{\gamma} \right) \times 100\% = (1 - D) \times 100\%$$

即

$$P + D = 100\% = 1 \quad (1-5)$$

式(1-5)说明孔隙率和密实度之间的关系。

工程上常用孔隙率或密实度表示材料密实的程度。

对于松散的颗粒材料，如砂子、石子等，也可用其松散容重和视比重按式(1-4)计算，不过求得的孔隙率实际上是材料颗粒之间的空隙的体积与材料在松散状态时的总体积的比值的百分率，通常称作空隙率。

孔隙率的大小反应材料内部构造，对材料的性能影响较大。

三、吸水性和吸湿性

1. 吸水性

吸水性是指材料在水中吸收水分并把水分存留在材料中的性质。例如将一块砖放入水中，待其吸水至饱和(约需24h)后取出，放在空气中，砖中的水分仍能保留一段时间。

材料的吸水性以材料吸收水分的重量和材料干燥时重量的比率表示(称作重量吸水率)，或以材料吸收水分的体积和材料干燥时的体积的比率表示(称为体积吸水率)，

$$\text{即} \quad W_{\text{重}} = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\% = \frac{\text{材料吸取水分的重量}}{\text{材料干燥时的重量}} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中 $W_{\text{重}}$ ——材料的重量吸水率(%)；

$G_{\text{湿}}$ ——材料吸水至饱和时的重量(g)；

$G_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重的重量(g)。

$$\text{或} \quad W_{\text{体}} = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{V_{\text{干}}} \times 100\% = \frac{\text{材料吸收水分的体积}}{\text{材料干燥时的体积}} \times 100\% \quad (1-7)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率(%)；

$G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}$ ——材料吸收水分的重量，由于水的比重是 1 g/cm^3 ，因而在数值上等于材料吸收水分的体积(cm^3)；

$V_{\text{干}}$ ——干燥材料在自然状态时的体积(cm^3)。

一般材料用重量吸水率表示其吸水性，对于轻质材料如泡沫塑料、海绵、软木等，由

于其重量吸水率超过100%，故用体积吸水率表示其吸水性较为合适。

材料吸水性的 大小，在 施工时 对工程 质量有 较大影响。例如 砖，若 吸水率 过大则 砂浆的 水分被 砖吸收 过多而 造成粘 结不牢，吸水率 过低也 会因砂 浆水分 过多而 造成粘 结不良，从而 降低工 程质量。

材料的 吸水性，不仅 与材料 的孔隙 率有关，还与 材料孔 隙的特 征有关。一般 表现为：材料的 孔隙率 越大，吸水性 越强；开放性（有许多 和外界 空气相 通的开 口并互 相连通）孔隙 吸水率 较大，而 封闭性（互不连 通）孔 隙则水 分不易 进入，吸水率 较小。但 粗大孔 隙因水 分不易 存留，故 吸水率 较小。

2. 吸湿性

吸湿性是指材料在潮湿的空气中吸收空气中水分的性质。例如生石灰放在空气中，能吸收空气中的水分而成为熟石灰。

材料的吸湿性，用含水率（或叫湿度）表示。含水率是材料吸收空气中水分的重量与干燥材料重量的百分数，即

$$W_{\text{含}} = \frac{G_{\text{含}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\% = \frac{\text{材料吸收空气中水分的重量}}{\text{材料干燥时的重量}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率（%）；
 $G_{\text{含}}$ ——材料吸收空气中水分后的重量（g）；
 $G_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重时的重量（g）。

材料的吸湿性，在施工中有较大的影响。例如木材，由于吸收或蒸发水分，往往造成翘曲，裂纹等缺陷。石灰、水泥等由于吸湿性强易造成材料失效而造成经济损失。

材料吸湿性的大小，决定于材料本身的组织构造和化学成分；其含水率的大小则与周围空气的相对湿度和温度有关。湿度越高，温度越低则含水率越大。

四、耐水性、抗渗性和抗冻性

1. 耐水性

耐水性是指材料吸水至饱和后，单位面积上能够承受的压力值不降低或不显著降低的性质。材料耐水性的大小用软化系数 $K_{\text{软}}$ 表示：

$$K_{\text{软}} = \frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}} = \frac{\text{材料在水饱和状态下单位面积能够承受的压力值}}{\text{材料在干燥状态下单位面积能够承受的压力值}} \quad (1-9)$$

材料的软化系数变动于0~1之间。使用于水中或潮湿环境的材料，其 $K_{\text{软}}$ 应大于0.85。使用于干燥环境的材料，可不考虑软化系数。

2. 抗渗性（不透水性）

抗渗性是指材料抵抗压力水或其他液体（如油、酒精等）渗透的能力。例如贮水池、水塔、油库等所使用的材料，就需要有良好的不透水性。

抗渗性的大小，以不致发生渗透现象的单位面积上所能承受的最大压力来表示，称为抗渗系数，如： B_2 、 B_4 、…… B_n 等，即表示该材料能够抵抗2、4、…… $n\text{kg/cm}^2$ 的压力水而无渗透现象。

3. 抗冻性

抗冻性是指材料在水饱和状态下，经受多次冻结融化循环而不破坏，也不严重降低强度的性质。

在我国三北(华北、东北、西北)地区,砖砌外墙的外表面与地面接触部分,砖表面酥松、脱皮的现象极为常见,这就是多次冻融造成的破坏现象。其原因是:材料微小孔隙中的水分,冻结时体积约增大9%,对孔壁形成很大的压强,产生局部破坏,融化时,由外向内逐层进行,在内外层之间形成压力差和温度差,从而加速了材料的破坏。

由于毛细管和细小孔隙中水的冰点在 -15°C 以下,所以材料的抗冻性试验,一般是在 -15°C 下冻结后,再在 20°C 的温水中融化。每冻融一次,称作一次冻融循环。材料抵抗冻融循环的次数越多,其抗冻性越好。对于冬季温度高于 -15°C 的地区,可不考虑抗冻性。

材料的抗冻性标号,以能承受冻融循环的次数来划分,如 M_{10} 、 M_{15} 、…… M_{100} 等,表示材料能经得起10、15、……100次的冻融循环而不破坏。

抗冻性与材料的组织构造、孔隙率、吸水性、耐水性等有关。

五、导热性与热容量

1. 导热性

导热性是指材料将热量从一侧表面传递到另一侧表面的性质。导热性的大小用导热系数 λ 表示。

在材料的两相对表面的温度稳定不变(简称稳定传热)的情况下,导热系数按下式计算:

$$\lambda = \frac{Q \cdot a}{A \cdot \tau \cdot (t_2 - t_1)} \quad (1-10)$$

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

Q ——传热量(J);

a ——材料厚度(m);

A ——传热面积(m^2);

τ ——传热时间(h);

$t_2 - t_1$ ——材料传热时两面的温度差(k)。

采用导热系数大的材料建房,因热量易于传递,就会造成寒冷地区的采暖房间热量损失过大,而在炎热地区又使房间温度易于升高。取用导热系数小的材料,则可以减少热量传递,从而在人工采暖或降温时降低能源消耗,使建筑物能有较舒适的室内环境。

导热系数 λ 值愈小,则材料的绝热性能愈好。各种材料的导热系数差别较大,大致在 $0.035 \sim 0.35 \text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ ($0.03 \sim 3.0 \text{kcal}/\text{m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$)之间,如泡沫塑料 $\lambda = 0.035$ (0.03),而大理石的 $\lambda = 3.5$ (3.0)。

材料导热系数的大小,主要与材料结构、化学成分、容重(包括材料的孔隙率、孔洞的性质和大小等)、材料的湿度、温度状况有关。尤其是含水量对材料的导热系数值有极大的影响。材料受潮或所含水分结冰后,都能促使导热系数迅速加大,因为水的导热系数 $\lambda = 0.58 \text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 比静态空气的导热系数 $\lambda = 0.026 \text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ 大20倍。所以使导热系数增大。如果孔隙中的水分冻结成冰,冰的导热系数 $\lambda = 2.33 \text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,约是水的4倍,材料的导热系数将更大。因而材料受潮或受冻将严重影响其保温效果。所以工程中对保温材料应特别注意防潮。

2. 热容量

热容量是指材料在受热（或冷却）时能吸收（或放出）热量的性质。材料吸收和放出热量的性质，可以调节房间的温度，因而采用热容量较大的材料，能减少房间温度的波动值。

材料吸收或放出的热量可按下式计算：

$$Q = C \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \tag{1-11}$$

由上式可得

$$C = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \tag{1-12}$$

式中 Q ——材料吸收或放出的热量（J）；

C ——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）。

比热是反映材料的吸热或放热能力大小的物理量。不同材料比热不同，即使是同一种材料，由于所处的物态不同，比热也不同，如前面提到的水和冰。

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不均匀时，缓和室内的温度变动。

第二节 材料的力学性质

材料在建筑物中受到各种不同的外力作用，深刻了解材料的力学性质，对正确合理地使用材料极为有益。

一、强度

材料在外力作用下达到破坏时，单位面积所受的力称为强度。也可解释为材料在外力作用下，抵抗破坏的能力。

由于材料在建筑物中所处的位置不同，所受外力的方式也不同；例如：砖墙主要承受压力，梁、板受弯曲及剪切，有些杆件受拉力等等。根据所受外力的不同，材料的强度主要分为抗压强度、抗拉强度、抗弯强度（或称抗折）和抗剪切强度。材料承受各种外力情况，如图1-1所示。

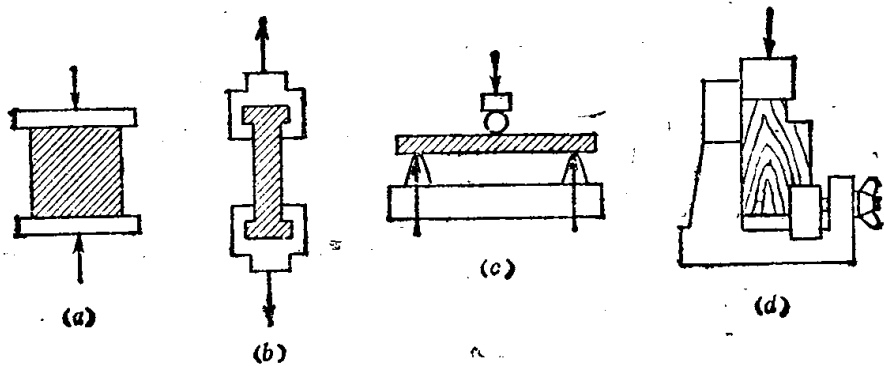


图 1-1 材料承受各种外力情况
(a) 抗压，(b) 抗拉，(c) 抗弯，(d) 抗剪

材料的抗压、抗拉及抗剪切强度的计算可用下式表示：

$$f_o = \frac{F}{A} \quad (1-13)$$

式中 f_o ——抗拉、抗压、抗剪强度 (MPa) (kgf/cm²) ;
 F ——材料受拉、压、剪破坏时的荷载 (N) ;
 A ——材料的受力面积, (cm²) 。

材料抗弯强度的计算比较复杂,在不同的受力情况下,有不同的计算公式。现举材料试验中最常采用的方法为例:当外力是作用于构件中心的一个集中荷载,而构件的截面为矩形(包括正方形)时如图1-2所示,其抗弯强度可按式计算:

$$f_m = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1-14)$$

式中 f_m ——抗弯强度 (MPa) (kgf/cm²) ;
 P ——受弯时破坏荷载 (N) ;
 L ——两支点间的距离 (cm) ;
 b ——材料截面宽度 (cm) ;
 h ——材料截面高度 (m) 。

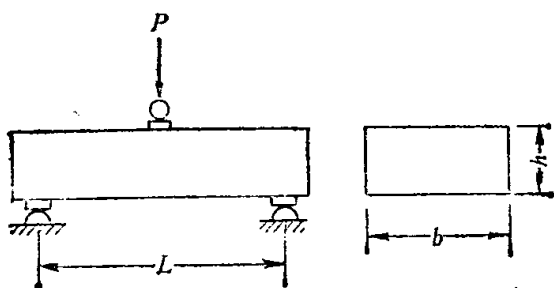


图 1-2 抗弯试验示意图

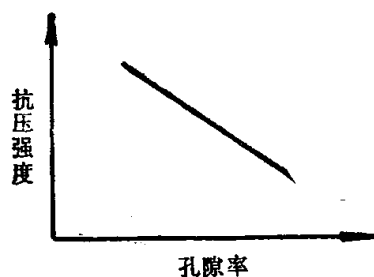


图 1-3 材料强度与孔隙率的关系

不同种类的材料具有不同的抵抗外力的特点。相同种类的材料,随着其孔隙率及构造特征的不同,使材料的强度也有较大的差异。一般孔隙率越大的材料强度越低,其强度与孔隙率具有近似直线的比例关系,如图1-3所示。

强度是材料的一项极重要的力学性质,有许多材料就是按其强度的大小来划分标号或等级的。

二、弹性和塑性

材料在外力作用下会产生变形。当外力除去后,能够恢复原来形状的性质称为材料的弹性。当外力除去后,不能恢复原来形状而保持变形后的状态(不产生裂缝)的性质称为材料的塑性。

弹性是材料的一种优良性质,塑性则对建筑制品的成型具有重要意义。

材料的弹性、塑性与本身的成分有关,也与外界条件有关。如在一定温度和一定外力条件下呈弹性性质的材料,随着外界条件的改变,也可能变成塑性性质。

三、冲击韧性和脆性

材料在冲击荷重或震动荷载作用下,能承受很大变形也不致破坏的性能,称为冲击韧性。用于地面、吊车梁等的材料,应有较高的冲击韧性。

材料受冲击、震动荷载作用后，无明显变形即遭破坏的性能，称为脆性。生铁、玻璃、岩石等都是脆性材料。

四、硬度和耐磨性

1. 硬度

硬度是材料抵抗其他物体压入的能力。

对于不同的材料，测定硬度的方法也不相同。矿物的硬度，用刻划法测定。金属、木材、混凝土等的硬度，用钢球压入法测定，有时也用钻孔、撞击、射击等方法测定材料的硬度。

硬度虽不是材料的主要力学性质，但有些材料因条件限制，不能直接测定强度时，可间接地用硬度推算其近似值。

2. 耐磨性

材料抵抗磨损的能力称为耐磨性。

耐磨性用磨损率表示：

$$N = \frac{G_1 - G_2}{F} \tag{1-15}$$

式中 N——材料的磨损率 (g/cm²)；

G₁——材料磨损前的重量 (g)；

G₂——材料磨损后的重量 (g)；

F——材料磨损面积 (cm²)。

材料的耐磨性与硬度、强度及内部结构等有关。

通常认为具有较小孔隙率的材料，其吸水率小，抗冻性和导热性好，容重和热容量大，强度高，磨损率低；具有较多封闭孔隙的材料，其吸水率、含水率、导热性较低，抗冻性较高，容重和热容量较低，强度和耐磨性则较差。材料物理力学性能的这些相互关系，是每一个技术工人都应具备的知识之一。

几种常用材料性质比较表 表1-2

材 料 名 称	密 度 (g/cm³)	容 重 (kg/m³)	抗 压 强 度 (MPa)	导 热 系 数 (W/m·K)
普通粘土砖	2.5	1800~1900	5~20(50~200)	0.81 (0.7)
粘土空心砖	2.5	900~1450	7.5~20(75~200)	0.47 (0.4)
素混凝土	2.7	2200~2400	10~50(100~500)	1.28~1.51(1.1~1.3)
泡沫混凝土	3.0	800~600	0.4~1.5(4~15)	0.12~0.29(0.1~0.25)
水泥	3.1	1250~1450	30~60(300~600)	
生石灰块		1100		
生石灰粉		1200		
花岗岩	3.0	2800	100~220(1000~2200)	2.91 (2.5)
砂子	2.6	1400~1700		
膨胀蛭石		80~200		0.05~0.07(0.045~0.06)
膨胀珍珠岩		40~130		0.03~0.05(0.03~0.04)
松木	1.55	400~700	30~45(300~450)	0.17~0.35(0.15~0.30)
钢材	7.85	7850	380~450(3800~	58.15 (50)
水(4℃)		1000	4500)	0.58 (0.5)

第二章 无机胶结材料

概 述

无机胶结材料又称为矿物胶结材料。无机胶结材料与水或适当的盐类水溶液混合后，在常温下经过一定的物理化学变化过程，能由浆状或可塑状凝结硬化并产生强度，将松散材料胶结成为整体。

按照硬化条件，无机胶凝材料可分为两类：

·气硬性胶结材料：这类胶结材料只能在空气中硬化产生强度，并长期的保持和发展强度，如石灰、石膏、菱苦土、水玻璃等都属于这一类。

水硬性胶凝材料：这类材料不但能在空气中硬化产生强度，还能在水中继续硬化，长期的保持或增长其强度，水泥属于这一类。

气硬性胶凝材料，一般只宜用于地上及干燥环境，不适宜用于过分潮湿及地下环境中，更不能用于水中。而水硬性胶凝材料不但能在地上干燥环境及地下潮湿环境中使用，而且还可在水中使用。

无机胶凝材料具有良好的建筑性能，能配制各种人造石材（如水泥混凝土、硅酸盐制品等），能调制砂浆，砌筑砖石，用作抹面装饰工程，是建筑工程中用途最广泛的建筑材料。

第一节 石 灰

一、概述

石灰在我国使用有着悠久的历史。由于生产石灰的原料分布很广，生产简单，使用方便，成本低廉，并且有良好的性能，因此石灰是建筑工程中应用很广泛的气硬性胶结材料。

制造石灰的原料是石灰岩，石灰岩的主要成分是碳酸钙(CaCO_3)与碳酸镁(MgCO_3)。石灰岩经适当温度($1000\sim 1100^\circ\text{C}$)的煅烧，尽可能分解和排除二氧化碳而得到的主要含 CaO 的胶凝材料为石灰。

石灰分类如下：

1. 根据成品加工方法不同，可将石灰分为：
 - (1) 块状生石灰：即白色原成品。
 - (2) 磨细生石灰：其细度一般要求为4900孔/ cm^2 的筛余不大于15%。
 - (3) 消石灰（亦称为水化石灰或熟石灰）：将生石灰用适量的水消解而得的粉末，主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。
2. 按其化学成分，可将石灰分为钙质石灰和镁质石灰两种，其分类界线见表 2-1 所列。