

建筑管理干部技术学习丛书之六

建筑材料及制品

中国建筑工业出版社

建筑管理干部技术学习丛书之六

建筑材料及制品

中国建筑科学研究院混凝土研究所 编

中国建筑工业出版社

本书是“建筑管理干部技术学习丛书”之六。书中对无机胶结材料、混凝土、墙体材料、钢材、木材，以及防水、保温、装饰等材料均作了比较通俗、详细的介绍。书中还用较多篇幅叙述了混凝土制品的种类及生产工艺。

对一些新材料、新技术本书都尽可能作了介绍，有些章节还注意介绍国内外现状、动态，并作必要的分析、比较，指出发展趋势。

本书主要供建筑业各级领导干部和管理人员阅读，也可供建筑施工人员和中等建筑专业学校师生参考。

建筑管理干部技术学习丛书之六

建筑材料及制品

中国建筑科学研究院混凝土研究所 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

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：5 $\frac{13}{16}$ 字数：129 千字

1983年6月第一版 1983年6月第一次印刷

印数：1—97,100册 定价：0.48元

统一书号：15040·4477

编写说明

这套丛书是根据原国家建委领导同志的指示，为从事建筑工程科技管理工作的各级领导干部和管理人员学习技术基础知识编写的。本书用比较通俗的语言阐述了建筑工程领域的技术知识和最新成就。丛书共七个分册，即：工程勘察、建筑设计、建筑结构、地基与基础、建筑设备与建筑物理、建筑材料及制品、建筑施工与管理。

丛书是在中国建筑科学研究院主持下编写的。为编写好这套丛书，由中国建筑科学研究院、原国家建委干部局和中国建筑工业出版社的有关同志组成编审小组负责这项工作。

这套丛书的篇幅较大，涉及的内容较多，读者可以有计划地全面阅读，也可以根据工作需要选读其中的几册。由于全书系中国建筑科学研究院的十一个研究所和有关同志分工编写，虽经统一协调、但在叙述方法、文章结构和繁简程度上仍有差别。为保持各分册的完整性和选读方便，个别地方稍有重复。由于编写人员水平所限，在内容和资料上难免有不妥之处，我们诚恳地希望同志们批评指正，以便今后修改提高。

本书第四、五章系由我院建筑结构研究所编写，其它各章均由混凝土所编写。

编 者

一九八二年十一月

序 言

建筑材料是建筑工业化的主要物质基础。因此，作为一个建筑工作者，无论是设计人员、施工人员或是管理干部，对建筑材料这门学科都必需有所了解，而且是了解得越多越好。

大家都知道，一个建筑物往往需要由多种建筑材料建成。有人统计，一座普通的民用住宅建筑需要由60~70种建筑材料和制品组成。其中除传统的砖、瓦、灰、砂、石以外，还大量地采用了各种配套材料。

目前，我国的民用住宅建筑，除传统的砖、石建筑和砖混建筑体系外，正在逐步发展砌块、大板、大模和框架轻板等工业化建筑体系。近几年、隧道模及板柱建筑体系也有一定发展；工业建筑则以装配式钢筋混凝土结构体系为主，钢结构体系也有少量采用。

由此可见，在我国目前使用的建筑材料中，除用量最大的传统材料砖、瓦以外，混凝土是用量最大、用途最广的建筑材料。因此，我们对混凝土材料的现状及其发展趋势、混凝土的主要品种及其生产工艺等问题作较多介绍。

随着我国建筑工业化的迅速发展，对新型建筑材料的要求越来越多。近几年，各种新型建筑材料如雨后春笋般地发展起来，特别是加气混凝土、石膏及石膏制品、石棉水泥制品、轻骨料及轻骨料混凝土等都有很大发展；用有机材料制成的装饰材料、防水材料及保温材料等的生产和应用也日益

增多。因此，对这些新型建筑材料，我们也用较多的篇幅加以介绍。

建筑材料品种繁多，性能各异，用途广泛，而且发展迅速。我们这里介绍的传统建筑材料或是新型建筑材料还是十分有限的，有的只能作粗略的介绍，有的可能很不全面，甚至有错误之处，请批评指正。

目 录

序 言

第一章 材料的物理力学性质	1
第一节 材料的物理性质	1
第二节 材料的力学性质	8
第二章 无机胶结材料	14
第一节 气硬性胶结材料	14
第二节 水硬性胶结材料	17
第三章 混凝土	27
第一节 概述	27
第二节 混凝土的配制及性能	33
第三节 混凝土外加剂	44
第四节 混凝土制品的成型工艺	51
第五节 混凝土制品的养护工艺	61
第六节 轻混凝土	69
第七节 硅酸盐混凝土	77
第四章 建筑用钢材	86
第一节 钢材的分类及性能	86
第二节 钢筋与钢丝	91
第三节 型钢、钢板、钢管	95
第五章 建筑用木材	99
第一节 木材的构造与疵病	99
第二节 木材的主要性质	100
第三节 木材的干燥与防腐	103
第四节 木材的综合利用	105

第六章 墙体材料	107
第一节 传统墙体材料	108
第二节 建筑砌块	115
第三节 大型墙板	123
第四节 技术经济分析	134
第七章 防水材料	137
第一节 沥青	137
第二节 沥青胶及冷底子油	142
第三节 防水卷材	144
第四节 防水涂料	146
第五节 防水嵌缝材料	149
第六节 防水堵漏材料	151
第七节 防水砂浆	125
第八章 保温材料	154
第一节 无机保温材料	154
第二节 有机保温材料	163
第九章 装饰材料	166
第一节 墙体饰面材料	167
第二节 地面材料	173
第三节 吊顶材料	175

第一章 材料的物理力学性质

第一节 材料的物理性质

材料的物理性质是材料主要的技术性质之一。建筑材料的物理性质包括的内容很多，这里只重点介绍材料与重量、水、热有关的物理性质。正确掌握材料的物理性质，对合理选择材料和使用材料是十分重要的。

一、材料与重量有关的性质

1. 比重

比重是材料在绝对密实状态下单位体积的重量。可按下列式计算：

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

式中 γ ——材料的比重（克/厘米³），

G ——材料在干燥状态下的重量（克），

V ——材料在绝对密实状态下的体积（厘米³）。

比重也可指材料在绝对密实状态下单位体积的重量与同单位体积的水（4°C）的重量之比。由于4°C时水的单位体积重量为1克/厘米³，在实际应用时，比重就可用上述的定义确定。

绝对密实状态下的体积指不包括材料的内部孔隙在内的体积。对有孔隙的材料，可把材料磨成细粉用比重瓶进行测定其实体积。对密实材料，如外形不规则等，可用排水法测

定其实体积。

2. 容重

容重是材料在自然状态下单位体积的重量。按下式计算：

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0} \quad (2)$$

式中 γ_0 ——材料的容重（公斤/米³）；

G ——材料的重量（公斤）；

V_0 ——材料在自然状态下的体积（米³）。

自然状态下的体积指包括内部孔隙在内的体积。外形规则的材料可直接测量外形尺寸从而计算其体积。对于外形不规则的颗粒状材料，可先使其饱水然后再用排水法测得其颗粒体积，这样测得的容重值称为颗粒容重。

对于松散粒状材料，在其自然堆积状态下，可用标准容重的容重筒测定其体积，这样测得的体积还包括松散颗粒材料间的空隙，所以，这样测得的容重称松散容重。

材料含水时，重量要增加，有些材料含水时体积还会发生变化。所以，一般应注明材料的含水情况。为便于对比，上述各种容重值都取干燥材料进行测定。常用建筑材料的比重和容重见表1-1。

3. 密实度与孔隙率（空隙率）

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度。孔隙率是指孔隙体积所占的比例。空隙率是指材料自然堆积状态时，颗粒间的空隙在总体积中所占的比例。

密实度与孔隙率关系密切，在数值上两者之和为1或100%。孔隙率大小对材料的物理性质和力学性质均有影响。一般，孔隙率愈小，则材料的容重值愈大、强度愈高。

常用建筑材料的比重及容重

表 1-1

材 料 名 称	比重(克/厘米 ³)	容重(公斤/米 ³)
石 灰 岩	2.60	1800~2600
碎石(石灰岩)	2.60	1400~1700*
轻 骨 料	2.20~2.50	300~1000*
普通粘土砖	2.70	1600~1800
普通硅酸盐水泥	3.10	1200~1300*
砂	2.60	1450~1650*
普通混凝土	—	2100~2600
轻骨料混凝土	—	800~1900
木 材	1.55	400~900
钢 材	7.85	7850

注：有*者系松散容重值。

材料孔隙的构造和大小对材料的性能影响也较大，孔隙构造可分为连通孔与封闭孔，按其尺寸大小可分为极微细孔隙、细小孔隙和较粗大孔隙等。孔隙率可按式计算：

$$P = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma} \right) \times 100\% \quad (3)$$

如用松散容重代替 γ_0 ，颗粒容重代替 γ ，则算得空隙率。

二、材料与水有关的性质

1. 吸水性和吸湿性

吸水性指材料在水中吸收水分的能力(以吸水率表示)，吸湿性指材料在空气中吸收空气中的水分的能力(以含水率表示)。一般，吸水性指吸水饱和状态，而吸湿性则指非饱和状态。

吸水率以材料在一定时间内吸收水分的重量与材料烘干至恒重时的重量之比的百分数表示。分为重量吸水率和体积

吸水率，一般多采用重量吸水率。可按下式计算：

$$W_{\text{重}} = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\% \quad (4)$$

或
$$W_{\text{体}} = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{V} \times 100\% \quad (5)$$

式中 $W_{\text{重}}$ 或 $W_{\text{体}}$ ——材料的重量吸水率或体积吸水率(%)；

$G_{\text{湿}}$ ——材料吸水后的重量(克)；

$G_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重时的重量(克)；

V ——材料自然状态下的体积(厘米³)。

含水率以材料在潮湿空气中吸收空气中的水分的重量与材料烘干至恒重时的重量之比的百分数表示。可按下式计算。

$$W_{\text{含}} = \frac{G_{\text{含}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \times 100\% \quad (6)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%)；

$G_{\text{含}}$ ——材料含水时的重量(克)；

$G_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重时的重量(克)。

材料的吸水性和吸湿性主要取决于材料本身与水分的相互吸引力的大小，还与材料的孔隙率的大小及孔隙结构特征有关，一般孔隙率越大者，吸水性及吸湿性越大，孔隙微小和开口孔者，吸水性及吸湿性亦大。所以，各种材料的吸水率相差很大，如花岗岩等密实岩石的重量吸水率仅为0.5~0.7%，普通混凝土为2~3%，粘土砖为8~20%，而木材和一些多孔轻质材料则可高达100%以上。

材料吸水后对材料的性能会产生一系列的影响，如容重增大，导热性提高，体积膨胀，强度降低等。所以，在实际应用中必须加以注意，如在混凝土的配合比设计中，必须考虑粗细骨料的含水率和吸水率；在使用轻质材料时，特别要

注意材料含水变潮后对材料保温性能的影响等。

当然，在某些情况下，材料吸水后也不都是坏影响，如木材完全浸没在水中比暴露在大气中或受干湿循环作用时的耐久性反而好，混凝土长期浸在没有压力的淡水中，其强度随时间增长也会有所增长等。

2. 耐水性

材料在长期饱水作用下不产生破坏，其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。

$$K = \frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}} \quad (7)$$

式中 K ——材料的软化系数；

$R_{\text{饱}}$ ——材料在饱和水状态下的抗压强度（公斤/厘米²）；

$R_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度（公斤/厘米²）。

软化系数一般小于1。在某些使用部位下，材料的软化系数是一个重要的指标。如对长期浸水或处于潮湿环境中的重要结构物，其主要结构材料的软化系数应在0.85以上，次要结构物或受潮较轻的结构物要求材料的软化系数应在0.75以上。软化系数大于0.80的材料，通常可认为是耐水的。经常处于干燥环境中的结构，可不考虑软化系数。

3. 抗冻性

抗冻性是材料在吸水饱和状态下，抵抗多次冻结和融化作用（冻融循环）的性能。

建筑物在自然环境中，往往是夏、秋季节被水浸湿，然后在冬、春季节又受到反复的冰冻和融化的交替循环作用，这种自然气候条件对材料的破坏作用是比较严重的。一般，把材料这种抵抗冻融循环作用的能力，作为衡量材料耐久性

的主要指标之一。

冰冻的破坏作用是由于材料在孔隙中的水分在结冰时能产生9%的体积膨胀，从而对孔壁产生很大的压力（可高达1000公斤/厘米²），使孔壁开裂，材料产生裂缝。随着反复冻结与融化次数的增多，材料表面将产生脱屑、剥落，强度也逐渐降低。在试验室中对材料进行抗冻性试验时，要求冻结温度低于-15°C，因为在毛细孔隙中的水在此温度下才能结冰。融化水温一般为20°C。材料在经受一定的冻融循环后，可采用抗压强度或材料重量损失的指标来衡量材料的抗冻性能。即材料的抗冻性是以材料能经受规定的冻融循环次数后，检验其抗压强度降低值不超过25%或重量损失值不大于5%者为合格，然后以此检验合格的冻融循环次数来划分材料的抗冻标号，如M10，M15，M25等。

材料的抗冻性要求必须根据建筑物的等级，材料所处的环境及气候条件等来决定。对寒冷地区，冬季设计温度低于零下15°C的重要工程所用的墙体材料、覆面材料，其抗冻性必须符合要求。

4. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性。一般，地下建筑物和土工构筑物，因经常受到压力水的作用，材料一定要满足抗渗性的要求，而对于屋面材料和防水材料等，则要求有更高的抗渗性。

材料的抗渗性可用材料抵抗压力水渗透的能力来表示即材料在一定面积上，每隔一定的时间，增加1公斤/厘米²的水压力，直至在材料的断面上发现透水为止，此时材料所能承受的最大水压力，即为材料的抗渗标号，以 B_1 、 B_2 、 B_3 ……表示，例如，材料在3公斤/厘米²的水压力下渗水，

则其抗渗标号为 B_3 。除抗渗标号外，还可利用渗透系数来表示。

材料抗渗性的大小，与材料本身的孔隙率和孔隙构造特征有关。一般，绝对密实的或具有封闭孔隙的材料，实际上是不透水的，而孔隙率较大和孔隙连通的材料则抗渗性较低。一般说来抗渗性好的材料，其抗冻性也好。

三、材料与热有关的性质

主要指材料的保温、隔热、耐热等热工性能，这些性能与材料的使用功能和使用部位有关。例如，当建筑材料在建筑物中用作围护结构时，对材料的热工性能的要求就显得特别重要。

1. 材料的热传导性

当材料或构件两表面存在温度差时，热量可由一面传到另一面，这就是材料的热传导性质，它可用导热系数来表示。

$$\lambda = \frac{Q \cdot D}{\Delta t \cdot Z \cdot A} \quad (8)$$

式中 λ ——材料的导热系数（千卡/米·时·度）；

Q ——材料传导的热量（千卡）；

D ——材料的厚度（米）；

Δt ——材料两面的温度差（ $^{\circ}\text{C}$ ）；

Z ——热传导的时间（小时）；

A ——材料传热的面积（ 米^2 ）。

材料的导热系数随材料的比重（或容重）提高而增加，并且与材料的孔隙大小和构造特征有密切关系。一般，多孔材料的导热系数较小，但要注意，当其孔隙中所充满的介质（空气、水、冰）不同时，材料的导热性能就会发生变化，

因为空气、水和冰这三种介质的导热系数分别为 0.02、0.5 和 2.0 千卡/米·时·度。因此，要保证材料的优良的保温性能，就要求材料尽量干燥不受潮，而吸水受潮后尽量不受冰冻，这对施工和使用都有很现实的意义。

2. 材料的比热和热容量

材料在加热时可吸收热量，在冷却时可放出热量，这种吸热和放热的性质称为材料的热容量，一般，用比热来表示。比热可按下式计算：

$$C = \frac{Q}{G \cdot \Delta t} \quad (9)$$

式中 C ——材料的比热（千卡/公斤·度），

Q ——材料吸收（或放出）的热量（千卡），

G ——材料的重量（公斤），

Δt ——材料受热（或冷却）前后的温度差（°C）。

材料的热容量值（比热 C 和材料重量 G 的乘积）对于保持建筑物内部温度稳定和冬季施工有很大的实用意义。

第二节 材料的力学性质

材料的力学性质是材料最主要的技术性质之一。一般，材料在使用时，会受到外力的作用，外力的作用方式是多种多样的，而每种材料能够承受的外力大小和作用方式也是不同的。因此，正确了解和掌握材料的力学性质，对于合理选择和使用材料是非常重要的。

一、材料的强度

材料抵抗外力破坏的能力称为强度。当材料承受外力作用时，材料内部就产生应力（应力指单位面积上的力），当

应力增大至超过材料本身所能承受的极限值时，材料就要产生破坏，此时的极限应力值就是材料的极限强度。

由于外力作用的方式主要有压、拉、弯、剪四种。所以，把强度分为抗压强度、抗拉强度、抗弯强度和抗剪强度四种。

一般，材料的强度是在静力试验中测定的，所以总称为静力强度。各种静力强度的试验装置和加荷方式、计算公式汇总于表1-2中。

各种材料表现出的各种静力强度性质是很不相同的，如脆性材料石子、混凝土、砖等，其抗压强度要比抗拉强度高，抗拉强度只相当于抗压强度的 $1/5 \sim 1/50$ 倍。所以，这种材料在建筑物中只适于用作承受压力荷载的部位。又如弹塑性材料金属、钢材等，其抗压强度和抗拉强度就较接近。所以，必须根据材料的主要力学性能，因材施教，才能更好的发挥材料的优势。常用建筑材料的各种极限强度列于表1-3中。

材料的强度主要取决于材料的成分、结构和构造。一般，成分相同的材料，如果其孔隙率和构造特征不同，强度差异也很大；孔隙率越大的材料强度越低，强度与孔隙率具有近似的线性比例关系。

当然，材料的强度测定还受各种试验条件的影响，如试验时材料的含水量、试件的尺寸和各种试验参数等，都会对强度值产生影响。所以，必须严格按照规定的试验方法进行测定。

为了进行比较，可以采用按每单位重量计算的材料的强度——比强度指标来衡量材料的轻质高强性能。几种建筑材料的比强度指标列于表1-4中。