

铁 路 基 建 施 工 技 术 丛 书

建筑材料基础知识

王 涛 编

TIE LU JI JIAN SHI GONG JI SHU CONG SHU

中 国 铁 道 出 版 社

铁路基建施工技术丛书

建筑材料基础知识

王 涛 编

中 国 铁 道 出 版 社

1982年·北京

内 容 简 介

本书主要是为培训初级的土建技术工人而编写的，内容主要介绍建筑材料的基本知识。

全书共分十章，第一章介绍土建用材的物理、力学性质；第二章介绍石材的性质和应用要求；第三章叙述粘土砖及混凝土制品等墙体材料和保温材料；第四章、第五章介绍水泥胶结材料的性能及规格；第六章介绍沥青等防水材料；第七章介绍建筑塑料及粘结材料；第八章介绍钢的性质、化学成分及钢筋、钢丝、型钢、钢板的规格；第九章介绍装饰材的类型及规格；第十章介绍木材的种类、技术标准及木材防腐。

本书可作为技工学校、短期训练班、职业中学教材，并可供广大农村知识青年自学用。

铁路基建施工技术丛书

建筑材料基础知识

王 涛 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 李云国

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：7.75 字数：175 千

1982年10月第1版 1982年10月第1次印刷

印数：0001—100,000册 定价：0.70元

前 言

本书主要是为了培训初级的土建技术工人而编写的，可作为技工学校、短期训练班、职业中学教材，并可供广大农村知识青年自学用。编写时参考了国家建委发布的土建类各工种等级标准的应知内容，也参考了全国大专、中专同类教材和专业刊物的有关内容，力求语言通俗，深入浅出，避免数学推导，以便于文化程度较低的读者阅读。

本书内容着重于基本知识，并通过适当阐述一些基本原理来解决一些实际问题，而对检验方法则未作详尽的叙述。如把这本书当作技校教材，则可根据需要，有所侧重，补充一些相应的内容，如化学基础知识、试验方法等。每章之后附思考和练习题，可供读者学习后巩固所学知识之用。

在编写过程中，北京市建筑工程局陈伟工程师提出了宝贵意见，北京建筑工程学院设计研究室陈德荫、吴佩凡二位工程师也鼎力协助，特在此致以衷心的感谢。

由于编者业务水平有限，更兼时间仓促，文中疏漏、不妥和错误之处在所难免，请读者能不吝教正。

编 者

一九八二年三月

目 录

第一章 材料的基本性质	1
§ 1-1 材料的物理性质	1
§ 1-2 材料的力学性质	7
第二章 天然石材	11
§ 2-1 概 述	11
§ 2-2 建筑石材的技术性质	13
§ 2-3 建筑石材的应用	15
§ 2-4 石材的风化和防护	21
第三章 墙体材料和保温隔热材料	24
§ 3-1 粘土砖和空心粘土砖	25
§ 3-2 硅酸盐制品	33
§ 3-3 混凝土制品	36
§ 3-4 碳化制品	38
§ 3-5 复合墙板	39
第四章 无机胶结材料	50
§ 4-1 气硬性无机胶结材	50
§ 4-2 水硬性无机胶结材——水泥	58
第五章 混凝土和建筑砂浆	85
§ 5-1 概 述	85
§ 5-2 普通混凝土	87
§ 5-3 轻混凝土	128
§ 5-4 特种混凝土	135
§ 5-5 建筑砂浆	138

第六章 防水材料	151
§ 6-1 沥青材料	151
§ 6-2 沥青材料制品	160
§ 6-3 其他防水材料制品	166
第七章 建筑塑料	169
§ 7-1 常用塑料	170
§ 7-2 粘结材料和嵌缝材料	173
第八章 建筑钢材	180
§ 8-1 钢的基本性质和化学成分	181
§ 8-2 钢号和技术标准	189
§ 8-3 钢筋和钢丝	192
§ 8-4 型钢和钢板	199
第九章 装饰材料	203
§ 9-1 地面装饰材料	203
§ 9-2 内墙面装饰材料	208
§ 9-3 外墙面装饰材料	213
第十章 木材和竹材	220
§ 10-1 概 述	220
§ 10-2 常用木材和材种分类	221
§ 10-3 木材的构造	223
§ 10-4 木材的技术性质	225
§ 10-5 木材的干燥和防腐	234
§ 10-6 木材的综合利用	236
§ 10-7 竹 材	238

第一章 材料的基本性质

处在建筑物各个位置的建筑材料都应该具有一定的建筑功能。例如，基础材料应该能承受压力，要耐冻；屋顶材料应能防水、保温，而且要重量轻；地面材料应该耐磨耗、不传热；墙壁材料除应该能承受重量外，还应该保温、隔热、隔音，吸水能力也要小，还要耐风吹雨打。用在工厂建筑的墙壁和地面材料，有的要耐热、防火，有的要耐酸碱的腐蚀。总的来说，还都要耐久，也就是在使用过程中，能抵抗人为的和自然的各种因素的破坏、消耗作用。因此，我们必须熟悉材料本身的技术性质，做到物尽其用。

建筑材料的种类是繁多的，性质也是多种多样的，但是归纳起来，主要可以分物理性质、化学性质、力学性质和特殊性质几个方面。这里仅介绍主要的物理和力学方面的性质。

§ 1-1 材料的物理性质

一、比重和容重

1. 比重 是材料在绝对密实状态下单位体积的重量。用下列公式表示：

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

式中 γ ——材料的比重，单位：克/立方厘米 (g/cm^3)；
 G ——干燥材料的重量，单位：克 (g)；
 V ——材料在绝对密实状态下(不包括孔隙)的体积，

单位：立方厘米 (cm^3)。

2. 容重 是材料在自然状态下的单位体积重量。用下式表示：

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 γ_0 ——材料的容重，单位：克/立方厘米 (g/cm^3) 或公斤/立方米 (kg/m^3)，

G ——材料的重量，单位：克 (g) 或公斤 (kg)，

V_0 ——材料在自然状态下 (包含孔隙) 的体积，单位：立方厘米 (cm^3) 或立方米 (m^3)。

材料的容重和本身含水数量有关，因此要指出材料在何种含水量状态下的容重。一般不加说明的情况下容重是指材料在气干状态 (长期在空气中干燥) 下的容重。如在烘干状态下测出的容重，称为干容重。

由于大多数材料都有一定的孔隙，所以容重小于比重。也有些材料是密实的，如钢、玻璃，它们在自然状态下的体积等于或接近于绝对密实状态下的体积，所以它们的容重也等于或接近于比重。

比重和容重是材料的主要性质，常用来换算材料的密实度和孔隙率。工程上计算材料的运输量与自重时，也要用到材料的容重数值。此外，材料的容重和它的强度、导热性能也有密切的关系。

二、密实度和孔隙率

1. 密实度 是材料体积内固体物质所充实的程度。用下式表示：

$$d = \frac{\gamma_0}{\gamma} \quad (1-3)$$

式中 d ——材料的密实度。

这个公式是由比重和容重演算而来。根据密实度的定义，应为：

$$d = \frac{V}{V_0} \quad (1-4)$$

由前面知道 $\gamma = \frac{G}{V}$, $\gamma_0 = \frac{G}{V_0}$

可以写成 $V = \frac{G}{\gamma}$, $V_0 = \frac{G}{\gamma_0}$

代入 (1-4) 式

$$d = \frac{G/\gamma}{G/\gamma_0} = \frac{G}{\gamma} \times \frac{\gamma_0}{G} = \frac{\gamma_0}{\gamma}$$

完全密实的材料，它的密实度为 100%，由于材料内部一般都有孔隙，所以密实度都小于 100%，例如红粘土砖，容重为 1800 kg/m^3 ，比重为 2.5 g/cm^3 ，所以密实度为：

$$d = \frac{1.8^*}{2.5} = 0.72 \quad \text{也可写成 } 72\%$$

(*容重可以导成 1.8 g/cm^3)

2. 孔隙率是材料内部孔隙体积所占的百分率。可用下式计算：

$$V_n = (1 - d) \times 100\% \quad \text{或} \quad V_n = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right) \times 100\%$$

(1-5)

式中 V_n ——材料的孔隙率。

仍以粘土砖为例，接上例题，则孔隙率为：

$$V_n = (1 - 0.72) \times 100\% = 28\%$$

或 $V_n = \left(1 - \frac{1.8}{2.5}\right) \times 100\% = 28\%$

材料的孔隙率变化在 0 ~ 100 范围内。如完全密实的钢材，孔隙率为 0%；泡沫混凝土的孔隙率可高达 80% 以上。

材料孔隙的构造，分为与外界连通的开口孔隙和与外界

隔绝的封闭孔隙两种。根据孔隙的大小又分粗孔（孔隙尺寸为1~2 mm或更大）与微孔（孔隙尺寸为百分之几或千分之几毫米）两类。

材料的很多重要性质如强度、吸水性能、抗液体渗透的性能、抗冻的性能、耐腐蚀的性能，以及传导热的性能等都和它的孔隙率有密切的关系。孔隙率小的材料强度高、不透水，一般比较耐腐蚀。

三、吸水性和吸湿性

1. 吸水性 是材料在水中能吸收水分的性质，以吸水率表示。又分重量吸水率和体积吸水率两种：

$$W_{\text{重}} = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \cdot 100\% \quad (1-6)$$

$$W_{\text{体}} = \frac{G_{\text{湿}} - G_{\text{干}}}{V_0} \cdot 100\% \quad (1-7)$$

式中 $W_{\text{重}}$ ——材料的重量吸水率；

$W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率；

$G_{\text{湿}}$ ——材料吸水饱和后的重量；

$G_{\text{干}}$ ——材料烘干到恒重时的重量；

V_0 ——干燥材料自然状态下的体积。

只是有孔隙的材料才有吸水性。吸水率的大小和孔隙的数量和构造有关系，闭口孔隙的材料吸水率较小。

吸水率大对材料很不利，它会使材料的主要技术性能变坏，如容重增大、强度降低、耐久性降低、导热性能增大等。

2. 吸湿性 是材料从潮湿空气中吸收水分的性质。吸湿性大小用含水率（也称湿度）表示：

$$W_{\text{含}} = \frac{G_{\text{含}} - G_{\text{干}}}{G_{\text{干}}} \cdot 100\% \quad (1-8)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率；

$G_{\text{含}}$ ——材料含水时的重量。

材料在水中吸收水分，在空气中吸收水汽，并且随着空气湿度的大小而变化。也就是可以从空气中吸收水分，也可以向空气扩散，最后和空气的湿度达到平衡。例如木材的吸湿性特别明显，在南方制做的家俱运到北方使用，会逐渐干裂，这是因为南方空气湿度大，木材的含水率与之平衡后制做家俱，体积不会有大的变化。北方干燥，空气湿度小，含水率很大的家俱为了和周围空气湿度平衡一致，便散发水分，于是体积收缩而致开裂。

四、耐水性和耐湿性

1. 耐水性 材料长期在饱和水作用下，强度不降低或不严重降低的性质称为耐水性。用软化系数表示：

$$K_{\text{软}} = \frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}} \quad (1-9)$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数；

$R_{\text{饱}}$ ——材料在含水饱和状态下的抗压强度；

$R_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度。

一般材料，随含水量的增加，强度均有所下降，这是因为水分渗入材料微粒之间的缝隙内，降低了微粒之间的联结力，软化了这些材料的不耐水成分（如粘土、有机物等）。如农村房屋的土坯墙，如保持干燥，可居住几十年，一旦被水浸泡，则很快坍塌崩溃，由此可知土坯在干湿两种不同状态下，强度差别很大，软化系数很小。

材料的软化系数变动在 0 ~ 1 范围之间。数据越大，耐水性越好。这种性质可作为在严重受水侵蚀或处于潮湿环境下工程选择材料的依据。经常处于干燥环境的建筑物，材料选择可不考虑软化系数。

2. 抗冻性 是指材料在吸水饱和状态下，经受多次反复冻结和融化的循环作用而不破坏、也不严重降低强度的性能。

冰冻的破坏作用是由于材料孔隙内的水分结冰所引起的。水在结冰时体积增大约9%，当材料开口孔隙中充满水时，由于水结冰对孔壁产生巨大的压力（可达高压1000 kg/cm²），而使孔壁开裂。冰在融化时，先从表面然后向内逐层进行。无论是结冰还是融化，都会在材料的内外层发生明显的压力差和温度差。冻融的次数越多，对材料的破坏越严重，材料表面产生脱屑剥落和裂纹，强度逐步降低。如果经过规定次数的反复冻融循环后，重量损失不大于5%，强度降低不超过25%时，通常认为是抗冻材料。

对于水工建筑或经常处在水位变化的结构，由于交替地受到水的饱和和冻融作用，尤其是冬季气温达-15°C的地区，一定要对使用材料进行抗冻性检验。要求具有抗冻性的材料按冻融循环次数来划分材料的抗冻性标号，如M10、M15、M25、M50、M100等。

材料抗冻性大小与材料本身的组织构造、强度、吸水性、耐水性等因素有关，也和水饱和的程度有关。

五、导热性

这是指热量从材料的一面传到另一面的性质。导热性的大小，用导热系数表示。

在一定时间内，一定的面积和厚度的材料，当材料两面的温度差也一定时，传过的热越多，这种材料的导热系数越大。在建筑工程中，常常采用保温隔热材料，这类材料的导热能力小，所以导热系数也小。

导热性能和材料的成分、构造、孔隙率、含水量等有关。

孔隙率越大的材料导热系数越小，这是因为孔隙中的空气传热能力很差。越是封闭的、微小的孔隙，传热能力就越小。但是材料受潮湿或受冻时，则导热系数就会大大提高。例如冬季穿棉衣很暖和，这是因为棉絮孔隙中充满了导热系数很小的空气，使身体的热量保持下来而不散失。如果棉衣浸透了水，水的导热系数比空气大廿五倍，情况就发生了变化。如果再结了冰，冰的导热系数比空气大一百倍，身上有这种结冰的棉衣，人体热量会迅速散失，时间不长，人就会冻僵了。

§ 1-2 材料的力学性质

一、强度*

材料在外力（荷重）作用下抵抗破坏的能力称为强度。

材料在建筑物上所承受的外力，主要有压、拉、剪、弯等。材料抵抗这些外力破坏的能力分别为抗压、抗拉、抗剪、抗弯等强度，见图 1—1。

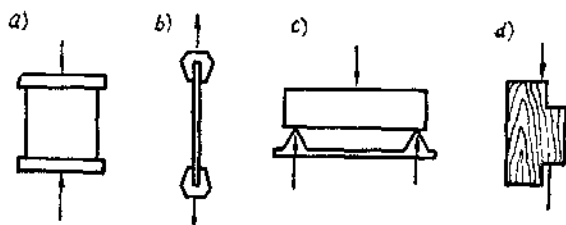


图 1—1 材料强度试验示意

a) 抗压；b) 抗拉；c) 抗弯；d) 抗剪。

材料的抗压、抗拉、抗剪强度可用下式计算：

* 本书中力的单位，为了与现行有关规范一致，仍采用工程上的重力单位制，它与国际单位制力的单位牛顿的换算，1 公斤（力）= 9.81 牛顿。

$$R = \frac{P}{F} \quad (1-10)$$

式中 R ——抗压、抗拉、抗剪强度 (单位: kg/cm^2) ; 不同强度的区分是在 R 的右下角标明拉、压、剪, 如 $R_{\text{压}}$ 即表示抗压强度; 也有习惯不标字即表示抗压强度的;

P ——材料受压、拉、剪时的荷载, 单位: 公斤 (kg) ;

F ——材料的受力面积, 单位: 平方厘米 (cm^2) 或平方毫米 (mm^2) 。

测定材料抗弯强度时, 要把材料做成矩形断面的小梁, 放在两个支点上, 中间加一集中荷载, 一直到小梁破坏为止, 记下荷载数值, 即可由下式算出抗弯强度, 见图 1—2。

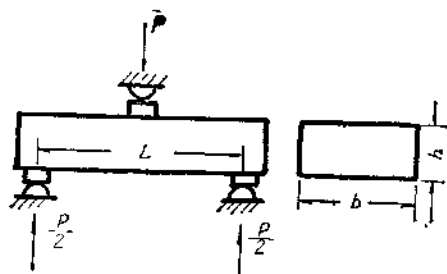


图 1—2 抗弯强度试验示意

$$R_{\text{弯}} = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1-11)$$

式中 $R_{\text{弯}}$ ——材料的抗弯强度, 单位: 公斤/平方厘米 (kg/cm^2) ;

P ——受弯时的破坏荷载, 单位: 公斤 (kg) ;

L ——两支点间距离, 单位: 厘米 (cm) ;

b ——小梁断面宽度，单位：厘米（cm）；

h ——小梁断面高度，单位：厘米（cm）。

材料的强度和它的成分、构造有关。不同种类的材料，有不同抵抗外力的特点。相同的材料，孔隙率和构造不同时，强度也不相同。一般说来，容重越小，孔隙率越大，越疏松的材料，强度越低。

强度是材料的主要技术性质之一，要按照规定的标准试验确定。

二、弹性与塑性

材料在外力作用下会发生变形，外力消除后，材料会恢复原状，这种性质称为弹性。如果外力消除后，材料不恢复原状，仍保持变形状态，这种性质即称为塑性。

弹性是材料的一种优良性质，钢材和木材都有较高的弹

几种常用材料性能的比较

表 1—1

材料种类	容 重 (kg/m^3)	导热系数* λ	抗压强度 (kgf/cm^2)
花岗石	2800	3.0	1200~2500
普通粘土砖	1800~1900	0.7	50~200
粘土空心砖	900~1450	0.4	75~200
素混凝土	2200~2400	1.1	100~500
泡沫混凝土	400~800	0.1~0.25	4~15
水 泥	1250~1450		300~600
砂	1400~1700		
膨胀蛭石	8~150	0.06~0.08	
膨胀珍珠岩	40~130	0.03~0.04	
松 木	550	0.15~0.30	300~450
钢 材	7850	5.0	3800~4500
水 (4℃)	1000	0.5	
冰	896	2.0	

注：导热系数的物理意义是：厚度为1米，表面积为1平方米的材料，当两表面的温度差为1℃时，在1小时内所传导的热量（千卡），单位为 $\text{kcal}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$ 。

性。塑性对建筑材料制品的成型来说，非常重要。粘土和沥青等就有较好的塑性。

材料的弹性与塑性不仅和材料本身的成分有关，也和外界条件有关。例如软钢在一定限度由抵抗外力作用时，呈弹性。当外力超过一定限度时，即出现塑性；橡胶的弹性很好，但当温度高到一定限度时，弹性消失而呈现塑性。

常用材料的性能比较见表 1—1。

复习和思考题

一、什么是比重、容重？这两个概念有什么用处？从一种材料的比重和容重可以看出些什么问题？

二、用表 1—1 的数据，计算普通粘土砖、砂、泡沫混凝土的孔隙率。

三、试说明吸水性和吸湿性、耐水性和抗冻性的区别。

四、从居住的房屋中举五个例说明它所受的力和它需要什么性质的强度去抵抗（如隔断墙壁、楼板、楼梯、凉台…）

五、计算下列各题

（1）现有砂 500米^3 、松木 200米^3 ，要从火车站运到工地，问需要载重 4 吨的解放牌汽车多少辆次？

（2）已知混凝土试件尺寸是 $20\times 20\times 20$ 厘米，重量是 19.2 公斤，这种混凝土的容重是多少？

（3）已知水泥混凝土试件尺寸为 $15\times 15\times 15$ 厘米，三块为一组，在试验机上压坏时的荷载分别为：56.25 吨、60.12 吨、54.72 吨，求这组试块平均抗压强度？

（4）用直径 18 毫米的钢筋做抗拉试验，拉断时的荷载是 10.164 吨，问这根钢筋的抗拉强度是多少？（单位可用公斤/厘米²，也可用公斤/毫米²）

第二章 天然石材

§ 2-1 概 述

人们使用石材作为建筑材料的历史是最悠久的。一是来源众多，取之不尽，整个地球的外壳都是岩石构成的；二是坚固耐久，很多古代的石材建筑现在还是安然无恙，至今还是人们参观瞻仰的名胜，在中国如万里长城，已经有两千多年的历史了；再如山东历城神通寺四门塔、河北定兴的石柱，以及河南登封周公庙的观景台，也都建造了一千五百多年了；“小放牛”里唱的赵州桥（安济桥，在河北赵县）福建泉州的万安桥，以及北京的芦沟桥等等都是石材建筑，它们不仅保存完好，而且构思巧妙，在中外都是驰名的。

近代著名的石材建筑就更多了，无论是兴建宫殿、坛庙、陵寝，还是建造住宅、厅堂、园林，几乎都离不开石材。由于人们对石材的研究利用的更加精湛，在今后的建设中，将会更加迸发异彩。

为了正确的认识和使用石材，一般对它们进行分类。一种是从石材的地质形成来分，分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类。

在地壳深处的熔化岩浆上升冷凝而成的岩石总称为岩浆岩，又称火成岩。如果岩浆上升喷出或流出地表冷凝的称为喷出岩；如果上升到地表下面慢慢冷凝的称为深成岩。这两种岩石都属于岩浆岩类。岩浆岩是最早形成的岩石，所以又称原生岩。在地球上数量最大，占地壳的95%。

岩浆岩经过风化、破碎、溶解、冲刷、搬运等自然因素