

360

645560

53

451.34

水利水电系统干部培训教材

建筑材料

华东水利学院编



273.0

水利出版社

水利水电系统干部培训教材

建 筑 材 料

华东水利学院编

水利出版社

内 容 提 要

本书叙述水利工程上常用建筑材料(水泥、混凝土、沥青、木材、钢材及合成高分子材料等)主要的技术性质、品种规格及应用范围等方面的基本知识。

本书除用作水利水电系统干部培训教材外,也可供有初中以上文化程度的干部自学使用。

干部培训教材

水利

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

7×1092毫米 32开本 3 $\frac{1}{4}$ 印张 73千字

1984年4月第一版 1984年4月北京第一次印刷

0.590册 定价 0.40元

书号 15047·4181

编 者 的 话

为了实现水利水电系统干部队伍的革命化、年青化、知识化和专业化,以适应四个现代化建设的需要,有关水利单位正大力组织在职干部的培训。为此,水利部组织一些有经验的同志编写了这套“水利水电系统干部培训教材”,共分13个分册:《水利工程识图》、《水利工程测量》、《建筑材料》、《工程地质及水文地质》、《土工知识》、《水力学》、《工程水文》、《灌溉与排水》、《中小河流规划》、《水工建筑物》、《水电站》、《抽水站》、《水利工程施工》。这套培训教材的编写大纲由华东水利学院拟定,并在1980年12月举行的由水利部教育司、水利出版社和陕西省水利学校、黄河水利学校、山东省水利学校、东北水利水电学校、扬州水利学校、四川省水利电力学校等参加的编写大纲讨论会上修改定稿。

当前培训干部的主要对象是省、地、县水利水电部门的行政领导干部。培训的目的是要求他们尽快地熟悉本部门的业务知识,逐步成为内行。因此,这套教材主要面向省、地、县水利水电建设的领导干部,面向中小型水利水电工程。为此,教材涉及面较广,但内容力求简明扼要,尽可能介绍一些现代的先进技术。

近期培训干部,一般以五至六个月为一期,讲课400至500学时,故本教材的总教学时数控制在400学时左右,多余的学时各地可灵活使用,例如可用于补习文化基础课,或讲

授结合本地区特点的某些专题。各地举办培训班时，可根据实际需要选用本套教材中的部分分册或全部分册。本教材也可供其他有初中以上文化程度的干部自学使用。

这套培训教材中的《水利工程测量》分册，采用陕西省水利学校编写，由农业出版社出版的《简易工程测量》一书；《水力学》（借用“水文职工培训教材”中的《水力学基础》）和《抽水站》这两个分册系由扬州水利学校编写；其余各分册均由华东水利学院编写。为了将这套教材编写好，华东水利学院受水利部教育司委托成立了“水利水电系统干部培训教材编审委员会”，负责全部编审工作，该院副院长左东启为主任委员，教务处处长解启庚和王世泽教授，戴寿椿讲师为副主任委员。

在培训教材编审过程中，得到了各有关部门及兄弟院校的大力协助，谨表示衷心的感谢。

由于我们经验不足，水平有限，书中一定存在不少缺点和错误，恳请读者批评指正（意见请寄：南京市华东水利学院教务处）。

水利水电系统干部培训教材编审委员会

1981年6月

前 言

本书系水利水电系统干部培训教材之一。根据培训计划，着重介绍了水利工程常用的建筑材料及近年来国内外出现的新型材料：水泥、混凝土、沥青、木材、钢材及合成高分子材料等，主要阐述了材料的技术性能、品种规格及应用范围，按讲授20学时的要求编写的。

“建筑材料”是一门实践性较强的课程，为使教学生动形象，加深理解，可结合讲课安排一些材料性能测试，以及参观施工现场等教学环节。

书中引用的有关规范、标准，随着科学技术的不断发展，将会不断修订更新。因此，内容如有出入，应以新的规范、标准为准。

本书由华东水利学院建材教研室林毓梅同志和童凤昭同志编写。由于编者水平有限，书中会有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1981年6月

目 录

编者的话

前 言

第一章 概论	1
第一节 课程的目的与任务.....	1
第二节 建筑材料的基本性质.....	2
第三节 建筑材料的技术标准与规范.....	11
第二章 水泥	13
第一节 硅酸盐水泥.....	13
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥.....	24
第三节 其它品种水泥.....	28
第四节 水泥的选用.....	30
第三章 混凝土	32
第一节 概述.....	32
第二节 混凝土的主要技术性质.....	34
第三节 混凝土的组成材料.....	44
第四节 混凝土的外加剂.....	49
第五节 混凝土配合比设计.....	51
第六节 混凝土的质量评定.....	56
第七节 其它品种混凝土.....	59
第四章 沥青及其防水材料	62
第一节 概述.....	62
第二节 石油沥青与煤沥青.....	63

第三节	沥青防水材料·····	69
第四节	沥青混凝土及沥青砂浆·····	71
第五章	建筑钢材 ·····	73
第一节	概述·····	73
第二节	钢材的主要技术性质·····	75
第三节	建筑用钢的技术分类与标准·····	80
第四节	钢材的腐蚀及防护·····	84
第六章	木材 ·····	87
第一节	木材的基本构造·····	88
第二节	木材主要的物理力学性质·····	89
第三节	木材的主要产品·····	92
第四节	木材的腐朽及防护·····	93
第七章	合成高分子材料 ·····	94
第一节	概述·····	94
第二节	常用环氧树脂材料·····	96
第三节	化学灌浆材料·····	100

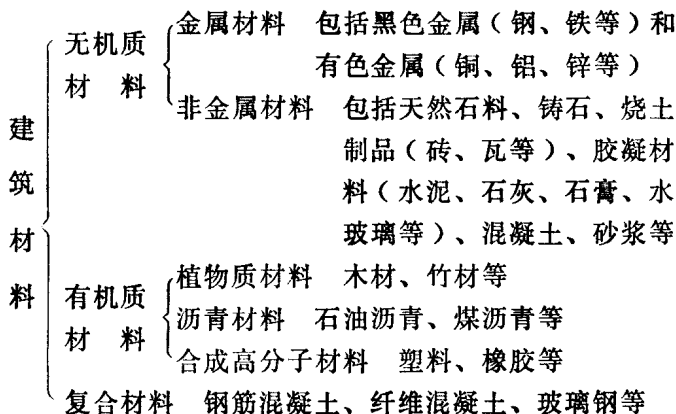
第一章 概 论

第一节 课程的目的与任务

建筑材料是指各项建筑工程（房屋、水利、交通等）中所应用的材料，如水泥、钢材、木材等。它们是各项建筑工程的重要物质基础。它们的质量好坏和使用是否合理，直接影响着工程的坚固、耐久、适用和经济，而且在一定程度上，还影响到结构形式与施工方法。特别在水利工程建设中，由于一般工程量较大，投资较多，所需材料数量很大，上述问题也就显得更为突出。

因此，作为技术管理干部，必须熟悉常用建筑材料的技术性质、品种规格、应用范围，并能查阅有关标准、规范，对各种材料的组成、结构以及生产加工原理、储运、防护等，也应有所了解，为搞好现代化技术管理工作打下理论基础。

随着我国建材工业的发展，建筑材料的品种、规格日益增多，但按其化学成分，通常可分为如下三大类：



在水利工程建筑中，应用较多的是水泥、混凝土、钢材、木材、天然石料及沥青等。本课程将着重讲述上述常用的几种建筑材料，并以各种材料的技术性质、应用范围为重点。另外，对材料的组成、结构、加工过程对其性质的影响，以及各性质之间的有机联系和质量检验方法，也适当加以叙述。

第二节 建筑材料的基本性质

建筑材料的性质是多种多样的，各类材料又往往有其特殊的性质。这里，仅就结合水工建筑用材的特点，将带有共同性和比较重要的基本性质，分如下几方面作一阐述，为以后研究材料的性质打下基础。

一、材料的比重、容重和孔隙率

(一) 比重

材料在绝对密实状态下（不包含孔隙）单位体积的重量，称为比重。比如，材料在干燥状态下的重量为 G （克或公斤），它在绝对密实状态下的体积为 V （立方厘米或立方米），则材料的比重（ γ ）可用下式表示：

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (\text{克/厘米}^3 \text{或公斤/米}^3) \quad (1-1)$$

(二) 容重

材料在自然状态下（包含孔隙）单位体积的重量，称为容重。比如，材料的重量为 G （克或公斤），它在自然状态下的体积为 V_0 （立方厘米或立方米），则材料的容重（ γ_0 ）可用下式表示：

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0} \quad (\text{克/厘米}^3 \text{或公斤/米}^3) \quad (1-2)$$

当材料含有水分时，其重量和体积都要发生变化。所以对所测定的材料容重，必须注明其含水状态。通常所讲的材料容重，是指在干燥状态下的容重。

(三) 孔隙率

材料中孔隙（开口的和封闭的）体积占总体积的百分率，称为**孔隙率**。引用上述公式中的符号，则材料的孔隙率（ P ）可表示为：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% \quad (1-3)$$

如果以 $V = G/\gamma$ 及 $V_0 = G/\gamma_0$ 代入上式，则简化后可得：

$$P = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma} \right) \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 γ_0/γ 又可称为**密实度**，它表示材料体积内固体物质所充实的程度。

比重、容重是材料最基本的物理特性，它们可以反映出材料坚实紧密的程度，除了可以用来计算材料的孔隙率外，还可用来估计材料的体积和重量。孔隙率的大小及孔隙的特征（孔隙的大小、是否封闭、分散还是连通等），和材料的力学性质、耐久性以及导热性等，都有密切的关系。

通常砂、石料的密实状态，一般不用孔隙率表示，而用空隙率。它指材料颗粒之间的空隙百分率。

几种常用材料的比重、容重及孔隙率列于表1-1。

二、材料的力学性质

材料的力学性质，是指材料在外力（荷载）作用下的有关变形性质和抵抗破坏的能力。

(一) 变形性质

材料在外力作用下要产生变形，其内部会产生一种抵抗

表 1-1

几种常用材料的比重、容重和孔隙率

材 料	比重(克/厘米 ³)	容重(公斤/米 ³)	孔隙率(%)
花岗岩	2.6~2.9	2500~2800	0.5~1.0
普通粘土砖	2.5~2.8	1500~1800	20~40
普通混凝土		2300~2500	5~20
沥青混凝土		2300~2400	2~4
松木	1.55	380~700	55~75
建筑钢	7.85	7850	0

力称为内力，来和外力相抗衡，以阻止变形。变形和内力的大小，相应地用应变和应力^①来表示。

材料在外力作用下产生的变形，有的在外力除去后就完全消失，这种变形称为弹性变形；有的不能消失而被保留了下来，这种变形称为塑性变形。材料在外力除去后，能恢复到原有形状的性能，称为弹性；不能恢复到原有形状，仍能保持其变形的性能，称为塑性。有些材料，在外力作用下即使直至破坏前，也不产生显著变形，材料的这种性能称为脆性。所谓塑性材料和脆性材料，就是按材料在破坏前塑性变形的显著与否来划分的。破坏前有显著塑性变形的属塑性材料，如低碳钢、沥青等；反之，在破坏前无显著塑性变形的属脆性材料，如天然石料、混凝土等。但材料的塑性或脆性，并不是固定不变的，它会随温度、含水情况、加荷速度及受力状态等因素而改变。如沥青材料，在迅速加荷或在低温条件下，呈现为脆性；而在缓慢加荷或在温度稍高的条件下，则呈现为塑性。又如低碳钢，在常温下是塑性，而在低

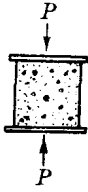
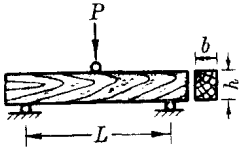
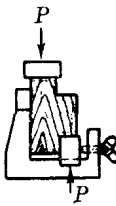
① 材料受力后，尺寸或形状的相对改变量，称为应变；截面上每单位面积上的内力，称为应力。

温下，则可表现为脆性。

(二) 强度

承受着外力的材料，当外力超过一定限度时，就要破坏。材料在外力作用下抵抗破坏的能力，称为**强度**。材料强度的大小，以材料试件在破坏时的应力值（极限强度）来表示。由于材料在建筑物中承受的外力，主要有拉力、压力、弯曲力及剪力四种，如表 1-2 所示。因此，按受力情况的不同，分为抗拉、抗压、抗弯（抗折）及抗剪等几种强度，并按材料力学公式，可计算出相应的强度值（见表 1-2）。

表 1-2 材料强度的分类与计算

受荷情况				
强度类别	抗拉强度	抗压强度	抗弯(折)强度	抗剪强度
强度 计算公式	$R_{拉} = \frac{P}{F}$	$R_{压} = \frac{P}{F}$	$R_{弯} = \frac{3}{2} \frac{PL}{bh^2}$	$R_{剪} = \frac{P}{F}$
附 注	R ——强度(公斤/厘米 ²); P ——破坏荷载(公斤); F ——受荷面积(厘米 ²); L ——跨度(厘米); b ——断面宽度(厘米); h ——断面高度(厘米)			

由于上述强度，一般是在短期荷载作用下通过试验测定的，所以又称为**暂时强度**。

一般脆性材料，如砖、石、混凝土等，具有较高的抗压强度，而抗拉强度相对的很低，仅及抗压的 1/5~1/50；而

塑性材料，如钢材，其抗压与抗拉强度都很高。所以脆性材料主要用于承受压力，塑性材料则既可用于承受压力，也可用于承受拉力及弯曲。

几种常用材料的强度，列于表1-3。

表 1-3

几种常用材料的强度

材 料	强度(公斤/厘米 ²)		
	抗 压	抗 拉	抗弯(抗折)
花岗岩	1200~2500	50~80	100~140
普通粘土砖	75~150		18~28
普通混凝土	75~600	10~40	
松木	300~500(顺纹)	800~1200(顺纹)	600~1000
建筑钢	2300~6000	2300~6000	

强度是材料很重要的一项技术性质，因而很多材料就是根据强度的大小来划分为若干标号或等级。

材料的强度，主要决定于材料的组成、结构与构造。不同种类的材料，其强度不同；即使同类材料，由于结构或构造不同，其强度也会有很大的差异。像疏松或孔隙率较大的材料，因其质点间的联结较弱，受力的有效面积减小及孔隙附近的应力集中，所以强度都较低。

除上述内因以外，材料强度的测定值，还受到试验时外部因素的很大影响。如试件的形状、尺寸、表面状态及加荷速度、试验时的温湿度等。以混凝土为例，同一品种，其棱柱体试件的抗压强度值，就较同截面的立方体试件低；同是立方体试件，则尺寸小的抗压强度值一般又高于尺寸大的。还有，加荷速度越快，测得的强度值越高。

另外，若二向受力或三向受力，则测得的强度又与上述

单向受力下的不同；在持久荷载作用下测得的强度（称为持久强度），又将低于暂时强度。

由此可见，材料的强度，实际上只是在特定条件下测定的强度值，只能提供一定程度的相对指标。还应指出，材料其它性质的试验结果，也都带有类似的条件性。因此，为了使试验结果比较准确，而又具有可比性，必须严格遵照按规定的标准方法进行试验。

（三）冲击韧性

在工程实际中，材料除受到静荷载作用外，有时还会受到动荷载的作用。例如起重机将重物吊升或放落时的吊索，承受锤击的桩等。材料在冲击荷载作用下抵抗破坏的性能，称为冲击韧性或韧性。韧性的大小，以消耗于材料破坏时的能量来表示。对于用作桥梁、路面及桩等的材料，要求具有较高的冲击韧性。

脆性材料的韧性较差，容易因冲击作用而破坏。

三、材料与水有关的性质

（一）吸水性

材料在空气中与水接触时，有的能被水润湿，有的则不能。能被水润湿的，如石料、砖、混凝土等，称为亲水性材料；不能被水所润湿的，如沥青、石蜡等，称为憎水性材料。亲水性材料浸入水中时，水分会沿材料的毛细管浸入；而憎水性材料，水分不易浸入毛细管，因此可用作防水材料，或用于处理亲水性材料的表面。

由于材料的亲水性和存在开口孔隙，致使材料能吸收水分。材料吸收水分的性质，称为吸水性。所吸水分占材料干燥重量的百分率，称为含水率。材料吸水达到饱和状态时的含水率，称为材料的吸水率。它是衡量材料吸水性大小的指

标。设材料在干燥状态下的重量为 G (克)，吸水达饱和状态下的重量为 G_1 (克)，则材料的吸水率 (B) 可用下式表示：

$$B = \frac{G_1 - G}{G} \times 100\% \quad (1-5)$$

材料的吸水性，不仅取决于材料本身是亲水的还是憎水的，而且还与其孔隙率的大小及孔隙的特征有关。一般孔隙率愈大，吸水性愈强。封闭的孔隙，水分进不去；粗大开口的孔隙，不易吸满水分；具有很多开口而微小孔隙的材料，吸水能力最强。

由于材料内部构造不同，各种材料的吸水率相差很大。例如：普通粘土砖可达8~20%，普通混凝土为2~3%，坚实的花岗岩仅有0.2~0.7%，而木材及其他轻质材料则常大于100%。

材料吸水后，会引起体积膨胀，容重和导热性增大，以及强度降低等不良影响。

(二) 耐水性

如前所述，材料在含有水分时，其强度一般要降低。这是由于浸入的水分，削弱了材料微粒间的结合力。如果材料内部含有某些易为水软化的物质（如粘土等），则强度降低更为严重。材料在水的作用下不损坏，强度不严重降低的性质，称为耐水性。设 $R_{\text{饱}}$ 、 $R_{\text{干}}$ 分别表示材料在水饱和状态下和干燥状态下的抗压强度，则其间的比值 $K_{\text{软}}$ ，称为软化系数，即

$$K_{\text{软}} = \frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}} \quad (1-6)$$

软化系数 ($K_{\text{软}}$) 是评定材料耐水性的指标， $K_{\text{软}}$ 值越

小，表明材料浸水后强度降低越多，耐水性越差。所以软化系数的大小，有时也成为选择材料的重要依据。一般经常位于水中或处于潮湿环境的结构物，其所用材料的软化系数不宜低于0.85~0.90；用于受潮较轻的或次要的结构物的材料，则不宜小于0.70~0.85。

（三）抗渗性

若材料在压力水的作用下，则水分将沿着材料内部开口连通孔隙而渗透。设有一截面面积为 A （平方厘米）、厚度为 d （厘米）的试件，在压力水的作用下（如图1-1），根据达西定律^①，在一定时间 t （小时）内透过试件的水量 Q （毫升），与试件的截面积 A 及水压力 H （厘米水柱）成正比，与试件的厚度 d 成反比，即

$$Q = K \frac{H}{d} A t \quad \text{或} \quad K = \frac{Qd}{AtH}$$

（1-7）

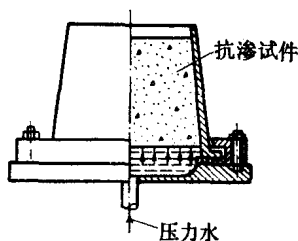


图 1-1 抗渗试验示意图

式中 系数 K 称为渗透系数（毫升/厘米²·小时）。

材料抵抗压力水渗透的性能，称为抗渗性，并以渗透系数 K 作为评定指标。

材料抗渗性的好坏，主要与材料的孔隙率及孔隙特征有关。绝对密实或具有封闭孔隙的材料，实际上是不透水的。

当建造水工建筑物、地下建筑物及贮油库等时，都应考虑所用材料的抗渗性。

① 研究地下水运动的主要实验法则。表明通过土或岩石空隙的地下水稳定渗流量 q 与水力梯度 J 和过水断面面积 A 成正比。即 $q = KJA$ 。 K 就是渗透系数。