

中等技术学校教材

建筑材料

安徽水利电力学院編

· 修 訂 本 ·

水利电力出版社

中等技术学校教材

建筑材料

江苏工业学院图书馆
安徽水利电力学院藏
藏书章

水利电力出版社

內 容 提 要

本书是水利电力部教育司組織各中等技术学校编写的中等技术学校等教材之一。

本书分別敘述了各种材料的性能、檢驗、儲运……等問題，以便合理的选择、儲运、使用材料，使之达到經濟与安全的效果。

本书除作为中等技术学校教材外，还可供水利建設工程中的設計施工人員以及各高等院校有关专业师生参考。

中等技术学校教材

建 筑 材 料

(修 訂 本)

安徽水利电力学院編

*

2855S759

水利电力出版社出版 (北京西郊科学路二里沟)

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

北京市印刷三厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 4 $\frac{1}{2}$ 印張 * 107千字 * 定价(第9类)0.54元

1959年9月北京第1版 1960年5月北京第2版

1960年5月北京第2次印刷(3,681—18,850册)

目 录

緒 論	3
第一章 建筑材料的一般性质	7
§1-1 建筑材料的一般性质	7
§1-2 建筑材料的組成与組織	18
§1-3 建筑材料的試驗	18
第二章 天然建筑石料	19
§2-1 关于天然石料的基本概念	19
§2-2 我国常用的建筑石料及其产地	21
§2-3 水工建筑用石料	24
第三章 燒土制品	25
§3-1 燒土产品的主要原料——粘土	25
§3-2 普通磚	26
第四章 无机胶結材料	31
§4-1 基本概念和分类	31
§4-2 气硬石灰	33
§4-3 水硬石灰	38
§4-4 矽酸盐水泥(普通水泥)	39
§4-5 混合材料	51
§4-6 火山灰质矽酸盐水泥	55
§4-7 无熟料水泥	56
§4-8 其他种类的水泥	62
第五章 水泥混凝土	64
§5-1 关于水泥混凝土的基本概念	64

§5-2	水工混凝土	56
§5-3	水工混凝土的材料	67
§5-4	混凝土的主要性质	75
§5-5	混凝土的其他重要性质	81
§5-6	混凝土中的掺合料和附加剂	82
§5-7	混凝土的材料配合比	84
第六章 建筑灰浆		91
§6-1	灰浆的分类	91
§6-2	灰浆的原料	91
§6-3	灰浆的性质	92
§6-4	砌筑用砂浆和抹灰砂浆	93
第七章 有机胶结材料及防水卷材		96
§7-1	有机胶结材料	96
§7-2	防水卷材	98
第八章 木材和竹材		99
§8-1	概述	99
§8-2	树木的分类及其组织与生长	100
§8-3	我国常用木材的介绍	101
§8-4	木材的主要性质	102
§8-5	木材的疵病	109
§8-6	木材的采伐、加工和干燥	115
§8-7	成材种类	116
§8-8	木材的防腐与防虫	120
§8-9	竹材	121
第九章 建筑金属		123
§9-1	铜与铁之区别	123
§9-2	铸铁及钢	123
§9-3	钢材在水利工程上的应用	128
参考书目		128

緒 論

建筑材料学是研究天然的和人造的各种建筑材料的产品及制成品的科学。主要内容有：(1)材料的原料；(2)原料的加工和制备过程，包括机械的方法和化学的方法；(3)建筑材料的性质、試驗和驗收方法；(4)运输和保管的方法；(5)在建筑中应用的范围和应用的經濟問題；等等。作为一个水利工程技术人员，在上述各项内容中，必須詳細加以研究的是(3)、(4)、(5)三项内容。在建筑中直接制造的主要材料，如混凝土，其原料与加工过程等必須詳加研究，以便熟习运用。

在充分了解了各种材料的性能、檢驗、儲运……等等問題之后，在設計与施工时，才有可能合理地选择和檢驗材料，运输、保管和使用材料，才能够去作必要的防止变质和防止损坏的防护措施，达到經濟和安全的效果，才能够真正的貫徹“多、快、好、省”的原則。

一、建筑材料在国民經济建設中的作用

建筑材料是基本建設(工业、住宅、矿山、交通、水利及其他方面的建設)中的基本。一个工程的总价中，材料的价值占了很大的比重，約占整个工程費用的60%以上，甚至可高达80%左右，因此，合理并經濟地使用建筑材料，在国民經济建設中具有重要的意义。我們必須依据建筑物的部位、所承載荷重的情況、外界的条件、使用年限等等来选用材料，这样才不至于优材劣用、大材小用，而能做到既經濟又合理的地步。

建筑材料費用中，运输費占很大的比重，因此，必須考虑尽量利用当地出产的材料，来降低工程的造价。就地取材不仅有重大的經濟价值，而且可以加速工程进度，避免因运料不及时而誤

了工期。在利用地方性材料时，对它的各项主要性质应有详尽的研究，否则就不能正确地使用当地材料，而且可能带来损失。我国在修建成渝铁路上的桥梁时，接受苏联专家的建議，采用了四川当地的花崗岩来砌筑石拱桥，节省很多鋼材，这对于我国目前鋼料还很缺乏的情况下，意义是特別重大的。又如淮北平原采用砂缸做閘和燒制低标号水泥，解决了水利建設中材料缺乏的部分困难。梅山水庫用当地的白土，經過燒制，用作混合材料，节约了大量的水泥。这些都是“就地取材”的范例，值得大家学习。

二、我国建筑材料的发展簡史及其发展趋向

我国是一个有着悠久文化历史的国家，很早以前就把經過人工加工的材料，如燒土制品、石灰、木材等应用到建筑上去。远在四、五千年以前就有了巨石建筑，四千年前已有采陶燒土制品，三千年前已有木結構建筑物。古代遗留下来迄今犹存的偉大建筑物，有万里长城、五台佛光寺、泉州洛阳桥……等等，这些都是我国的光輝的古代文明遺產。

在建筑材料的生产技术上，我国很早就达到了相当高的水平，譬如用在万里长城上的磚与我們現在所用的磚差別极小。但是由于几千年来的封建統治，建筑材料的生产技术始終停留在手工业阶段，沒有得到发展。反动統治階級是一直鄙視建筑材料的生产技术，劳动人民的許多創造发明都被埋沒，尤其是近百年来，帝国主义侵入我国，勾結我国的反动統治集团大肆掠夺或破坏我国的材料資源，国内的各項工程（例如錢塘江大桥）几乎全部采用外国材料，这样一来，我国仅有的一点建筑材料工业和手工业又遭到了多重的摧殘。

自从中华人民共和国成立以后，党和政府对建筑材料工业的发展极为重視，在产量上有了迅速的增长。由于吸取了苏联的先进技术經驗，在材料的品种上增多了，质量上也提高了。例如鋼的产量，解放前的最高年产量（包括被日寇占領的东北）仅92.3万吨，而且只能生产品种不多数量很少的鋼材。1958年，我国鋼的

产量是1,103万吨。在鋼材的种类上,能够大量軋制我国历史上不曾生产过的大型角鋼(不同尺寸的等边或不等边角鋼)、不同尺寸的槽鋼、工字鋼、H形鋼……等建筑型鋼。又如水泥的生产,解放后学习了苏联的先进技术經驗,我国可以生产不同用途的多种品种和多种标号的水泥,到1958年,在产量上达到了930万吨。然而我国的社会主义建設事业的規模是极其宏偉的,建筑材料的产量及其品种虽在急剧地增加,但是还远远赶不上整个国家建設的需要。尤其是在全国掀起了工农业生产建設大跃进高潮之后,材料不敷的現象更为突出,很多地方反映“有錢,有人,就是缺材料”。因此需要大力節約材料,增加建筑材料的品种,促使建筑工程生产工厂化,利用廢品等等,用开源节流的办法来滿足建設的需要。

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下,我国的建筑材料生产也和全国各个建設战綫一样,坚决貫徹了两条腿走路的方針,并且取得了前所未有的偉大成就。例如用土法生产水泥,仅在1958年的三月到五月的三个月中,就生产了十二万五千吨,到1958年底則达六百万吨。在新品种建筑材料的研究和試制方面也取得了輝煌成就,增加了許多輕質的、高强度的品种,如輕質大磚、湿碾矿渣混凝土、1,000号高强度混凝土,承受23个大气压的預应力混凝土管等,其中輕質大磚为我国所首創。

三、建筑材料的分类

建筑材料大約可分为二类:(1)金属材料;(2)非金属材料。

金属材料中以各种鋼鉄制品为主,其他有銅、錫、鋅、鋁……等。非金属材料中主要包括天然石料、粘土煅燒而成的燒土制品、木料、水泥、混凝土……等。

四、建筑材料在水工工程中的应用及其学习方法

水工中常用的建筑材料的种类很多,有水泥、砂料、石料、

鋼、木材、磚、粘土、防水材料等等，并且所用的数量总是非常大的，就以工程量不大的梅山水庫來說，混凝土工程就有二十三万多方，又如为了建設三門峽水庫，水泥工业生产部門特为它制造低水化热的大坝水泥，建設水庫的砂石料約需 450 万公方、水泥 76 万吨、鋼筋約 7 万吨、木材約 7 万公方、鋼材約 8 万吨。我們水利工程与这門課的关系是非常密切的。

本課程是直接运用在水利工程建設的专业課，除了課程內容必須与生产实际密切联系外，在教学过程中必須通过实验、参观和运用标本与实际紧密的結合，同时在生产劳动的过程中，随时丰富自己的建筑材料知識，加上課堂上的理論讲授，我們就能牢固地掌握这門科学知識，会在实际工作中运用自如。

第一章 建筑材料的一般性質

建筑材料在建築物中各具有一定的功能與作用（如木柱的承重，擋土牆的承受土壓，閘門的承受水壓）。研究材料的一般性質，就是為了能正確地利用其功能，使建築物在承受或傳遞載荷的作用時，在一定的時期內不致於破壞或損毀。

材料的性質並非一成不變，而是隨着含水量、溫度等的不同而變化，例如干木與濕木的性質就大有差別。所以研究建築材料時，除了了解其基本性質外，還應該進一步地了解材料的組成和組織，在特殊條件下的材料性能（例如高溫、沖擊、化學侵蝕等），以及各種性質之間的相互關係等。

§1-1 建築材料的一般性質

今將建築材料的一般性質簡述如下。

一、物理性質

1. 比重 比重是材料在完全密實狀態下單位體積的重量，一般用克/立方公分來表示。

欲確定建築材料的比重，首先把材料烘乾磨細，然後用 0.2 公厘孔徑的篩子篩除粒徑大於 0.2 公厘的顆粒，稱出粉末的重量 G ，傾入裝有液體的李氏比重瓶中測出粉末的體積 V （能與水起作用的材料，則用煤油或其他液體），則可求出其比重 γ 。

$$\gamma = \frac{G}{V} \text{ 克/立方公分。}$$

2. 容重 容重是材料在自然狀態下（包括整體材料的气孔或松散材料間的空隙在內）單位體積的重量，一般用克/立方公分或公斤/立方公尺來表示。



图1 测定粉末体
积的李氏比重瓶

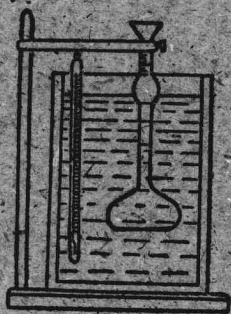


图2 李氏比重瓶在盛
有水的容器之中

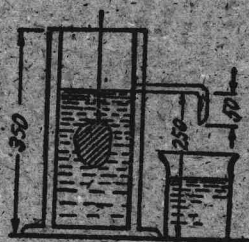


图3 金属体积计

确定材料容重的方法随材料的形状而异，有有规则形状与不规则形状之别。如果试件是有规则形状(立方体、圆柱体等)，则其容重的求法甚为简单。试件的尺寸与材料气孔的大小有关，对于大孔隙的材料(贝壳岩、多孔砖)，通常取每边长度不小于6~7公分的立方体。对于紧密的材料(花岗岩、密实的石灰岩)，试件的边长或圆柱体的直径可以等于5公分。

如果试件是不规则形状时，则其体积的求法如下：

(1) 根据在测定器中被试件所排出的水、水银或其他液体的体积测定之(图3)。

(2) 根据物体浸入水中后所减轻的重量(基于阿基米德原理的水静力学法)测定之。则

$$\gamma_0(\text{容重}) = \frac{G(\text{试件重量})}{V_0(\text{试件在自然状态下的体积})}$$

提到材料的容重时，常需要预先说明材料的含水量。在工程计算中常使用容重。欲测定材料的孔隙率，必须知道其比重和容重。在计算结构物的强度(考虑自重)及运输工具的载重量等等

时，必須知道材料的容重。

3. 孔隙率与密实率 所謂材料的孔隙率(n)，是在整体材料的体积中，所含孔隙体积的百分率。即

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

松散材料的空隙率也是根据上述公式計算的。孔隙率的大小对于材料的强度、吸水率、耐冻性、热传导性等有着密切的关系。

与孔隙率的意义相对的一个材料性质叫密实率(或紧密度)，密实率(ρ)是指材料体积内固体物质的体积所占的百分率。即

$$\rho = \frac{\gamma_0}{\gamma} \cdot 100\%$$

对于强度或不透水性要求很高的结构，必須用坚密的材料，即密实率大的材料。

表1 各种建筑材料的比重、容重与孔隙率

材 料	比 重 (克/公分 ³)	容 重 (克/公分 ³)	孔 隙 率 (%)	密 实 率 (%)
3 号 建 筑 鋼	7.85	7.85	0	100
普 通 混 凝 土	2.72	2.45	10	90
普 通 粘 土 磚	2.65	1.80	32	68
木 材 (松)	1.55	0.55	65	35
石 綿 板	2.65	0.35	88	12

4. 湿度(含水量) 材料中所含的游离水分占材料干燥重量的百分率称为湿度。求湿度时只要知道湿試件的重量 P_B 及干燥后試件的重量 P_0 ，湿度(w)就可由下式求得。

$$w = \frac{P_B - P_0}{P_0} \times 100\%$$

按材料的湿度，材料可分为数种状态。即

(1) 当湿度为零时是绝对干燥状态；

(2) 当材料长期放在干燥空气中干燥时是风干状态;

(3) 当材料所含水分超过风干状态时是潮湿状态;

(4) 当材料所含水分多至在任何条件下都不能增加时是饱和状态。

5. 吸水性 材料浸入水中能吸收水分的性质称为吸水性。材料的吸水性以吸水率来说明。

吸水率是以材料吸水达到饱和时的吸水重量(或吸水体积)与干燥状态时材料重量(或材料自然状态下的体积)的比值的百分率来表示。吸水率可按下列公式求得。

$$B_B = \frac{G_1 - G}{G} \times 100\%, \quad B_V = \frac{G_1 - G}{V_0} \times 100\%.$$

式中 B_B ——吸水率(按重量计);

G_1 ——材料水饱和时的重量(克);

G ——材料干燥时的重量(克);

B_V ——吸水率(按体积计);

V_0 ——材料之体积(立方公分)。

自然, 只是有孔隙的材料才有吸水性, 而吸水率的大小与孔隙的数量及其构造有关。

吸水率可由下列方法求出: (1) 逐渐沉入法 将材料逐渐沉入常温的水中, 而这样的沉入方法, 须有足够的時間使材料孔隙中的空气自由逃逸, 以致材料的吸水能达到最大的限度; (2) 煮沸法 用煮沸法时, 孔隙中的空气膨胀, 易于逃逸, 采用此法所得的吸水率常较逐渐沉入法大, 但非任何材料都可采用, 因某些材料会在沸水中部分溶化或改变其成分; (3) 压力法 预先置材料于真空中, 这样可得很高的吸水率。

材料的体积吸水率一般都小于孔隙率, 因为水不能进入封闭的气孔中, 并且只能湿润粗大气孔之壁。当材料自水中取出时, 水常自孔隙中流出。气孔粗大的材料的体积吸水率, 远小于孔隙率。

各种材料的吸水率界于一个较大的范围之内, 如普通磚的重

量吸水率为8~20%，坚密的混凝土为2~3%，坚密的石材(花岗岩及其他)为0.5~0.7%，泥炭材料的吸水率为100%或超过100% (輕材料的重量吸水率可能大于孔隙率)。

充滿水的材料对下列基本性質都有影响：增大了材料体积 (虽然很小)，容重及导热性也有变动，因为材料微粒之間的团結力减弱而使材料的强度降低，甚至非常坚密的石料，当吸滿水分之后，其强度也較干燥时为低，如普通粘土磚当充滿水分后，强度降低20~25%，未經燒制的粘土材料(沒有特殊的摻料)在水中甚至軟化而分解了。

材料在水飽和时的压縮强度与在干燥时的压縮强度的比值称軟化系数。軟化系数变动于0 (完全軟化的材料)与1 (絕對坚密的材料)之間。

規定：如果天然的及人造的石料的軟化系数小于0.8时，則不能用于水中或在潮湿地方工程結構上的主要部分，其次要部分也不得小于0.7。

6. 透水性 材料的透水性是指材料在受压力的作用时能使水透过的性質。当建筑水工建筑物、貯油庫、地下室的牆壁时，都应该考虑所用材料的透水性。

透水性的数值是用在固定压力的作用下，在一小时內通过材料試件面积为一平方公分的数量来表示。特別密实的材料(例如：瀝青、玻璃、鋼)及具有封閉性細孔隙的相当密实的材料(例如特別选配的厚层混凝土)是不透水的，其他材料都或多或少地透水。

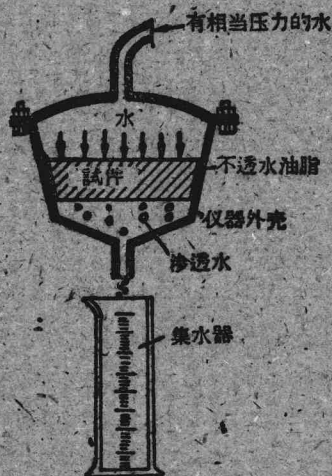


图4 求材料透水性能的仪器

7. 耐水性 材料长期处于水飽和状态下，不被破坏及不严重

降低强度的性質称为耐水性。材料的耐水性是随軟化系数而定的，軟化系数大的材料耐水性好，反之則差。

表 2

建筑材料在水作用下的性質

材 料	n (%)	B_n (%)	B_0 (%)	軟化系数 K_p	风干状况下的湿度 (%)
鋼	0	0	0	1.00	0
混凝土	10	2.45	6	0.80	2.0
磚	32	11.1	20	0.70	6.0
木 材	65	13.20	59	0.25	15.0
石棉板	88	60.0	21	0.60	0.2

8. 耐冻性(抗冻性) 材料在水飽和的状态下，經受多次重复冻融，不被破坏也不严重降低强度，此种性質称为耐冻性。耐冻的材料要求在經受重复冻融之后，其强度降低不很大(不大于25%)，沒有裂縫、剝落等被破坏的标志，而且重量損失不超过5%。

有些建筑材料在空气中逐渐损坏(风化)，其主要原因之一是这样的，因为材料在秋天时被浸湿，然后在冬天和春天的时候又遭受多次的冻结和融解(有时在一年中可重复达50次以上)，而水分冻结时体积膨胀，压迫材料的孔壁(孔隙的四壁)使之破坏。如果水分完全充滿材料的孔隙，那么水分就沒有可以自由膨胀的空间，孔壁就被挤破了。因为当水分冻结时，体积的膨胀約10%，只要那些侵入小孔的水分的体积不大于小孔体积的90%的材料，可以认为是耐冻的，但是考虑到材料組織的不均匀性，保險一些，可以認定吸水量不超过孔隙体积80%的材料是耐冻的。此外，吸水率接近于0(不大于0.5%)的材料也是耐冻的。

在某些情况下，例如用做特別重要房屋建筑的外部修飾的材料、桥梁工程、水工建筑物、等等，要求材料的耐冻性十分可靠，此时就要在實驗室中做試驗来决定。

耐冻性的試驗方法是把飽和水分的材料放在冰冻机中冻结并在室温下融解，每冻结并融解一次称为一次冻融循环。因建筑物的种类、材料的工作条件和气候条件的不同，規定以冻融10、15、25或更多次以至达200次来檢查材料的耐冻性。冻结时的温度必須低于 -15°C ，因为在一般材料所具有的毛細管中，水分仅在 -15°C 以下才开始冻结。

在試驗室中試驗的条件是十分严格的。因此，試驗室中每冻融1~2次就相当于自然条件下在大气作用下的一半影响。

二、机械性質

1. 强度 材料抵抗由外力(荷重)而产生的破坏作用的能力称为强度。

强度是很重要的性質，在材料力学中深入研究。下面簡要地列举几种强度，而这些强度是研究建筑材料的基本性質所必不可少的。

結構物中的材料在不同的荷載的作用下受到不同的內力，如压力、拉力、弯曲力、剪力、扭轉力、等等。压力及拉力是最基本的形式，不在此研討。一个直梁，支在两端，中間受外力 P 的作用之后，梁将要弯曲，而梁的弯曲使得梁的上半部受压力、下半部受拉力，这是弯曲的例子。材料受剪力的例子，就象鉚釘一样。

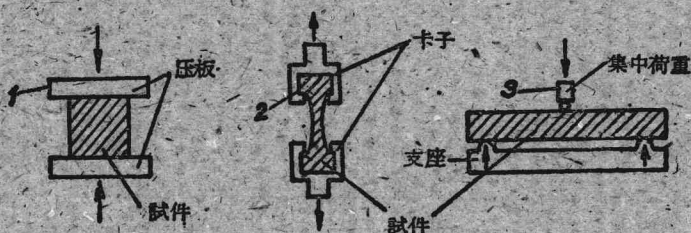


图5 材料試驗图

1—受压；2—受拉；3—受弯曲。

由矿物组成的建筑材料(石料、混凝土、砖等)及生铁是抵抗压力很好的材料,但对于抵抗剪力及拉力就很差了,例如岩石的抗拉力仅为抗压力的 $1/5 \sim 1/50$ 。这就说明了由矿物组成的建筑材料最好是用在建筑物中受压力的部分。其他建筑材料(如木材、铜等)不但能承受压力,而且也能承受拉力。

2. 应力 材料抵抗发生形变时的内力。拉伸(或压缩)应力的数值是外力 P 除以横截面积 F 。

$$\sigma = \frac{P}{F} \text{ (公斤/平方公分)}.$$

上式须先假定应力是均匀的分布在断面上的。

材料的极限强度(瞬时强度)就是说明了材料的强度。极限强度 $\sigma_{\text{限}}$ (或 R) 是相应于材料因受荷载而破坏的瞬时所受的应力大小。

极限强度的数值等于作用在 1 平方公分横截面积的破坏力。

$$\sigma_{\text{限}} \text{ (或 } R) = \frac{P_{\text{破坏}}}{F} \text{ (公斤/平方公分)}.$$

许多建筑材料分成所谓“标号”,而标号就是材料的极限强度。例如砖的标号有 50~150, 重混凝土有 50~600, 等等。

材料的极限强度是由实验来测定,即将材料试件放在压力机或其他机器上进行试验直至破坏。脆性材料多半作压力试验,塑性材料多半作拉力试验。作压力试验的试件多作成立方体。石料试件的立方体边长为 3~10 公分,水泥砂浆试件为 7.07 公分,混凝土试件为 10、15、20 公分。当金属作拉力试验时,是用圆形杆状或长方形断面之条状试件,试验水泥砂浆、石灰砂浆、沥青材料及其他类似材料时采用“8 字形”试件。

试件的形状及尺寸必须一定,因为尺寸及形状对试验成果影响很大。例如高的三角柱体或圆柱体所承受的荷载都比具有相同横截面积的立方体为小,反之,短的三角柱体(其高比边长为短者)则比立方体能承受更大的压力。

上述的现象可以这样的解释:当试件受压时其横断面就发生