

中等专业学校教学用书

建筑材料

(修订版)

安徽水利电力学院编



中国工业出版社

中等专业学校教



建筑材料

(修訂版)

安徽水利电力学院編

中国工业出版社

本书是水利电力部教育司組織編写的中技教材之一，第一次印刷是在1959年9月，編写单位根据各学校使用中提出的意見，进行了修改补充。

书中分別敘述了各种建筑材料的性能、檢驗、儲运等問題，以便在水利水电工程中合理地选择、儲运、使用建筑材料，使之达到既經濟又安全的目的。

本书除作为中等技术学校教材外，还可供从事水利水电設計施工人員参考。

建 筑 材 料

(修 訂 版)

安徽水利电力学院編

(根据水利电力出版社紙型重印)

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯(北京阜外月坛南营房)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 850×1168 毫米·印張 $4\frac{5}{8}$ ·字数119,000

1959年9月北京第一版

1961年7月北京新一版·1963年8月北京第三次印刷

印数7,084—7,933·定价(9-4)0.55元

*

統一书号: K15165·21(水电-11)

目 录

緒 論

第一章 建筑材料的一般性質	8
§1-1 建築材料的物理性質	8
§1-2 建築材料在水與溫度作用下的性質	11
§1-3 建築材料的機械性質	15
§1-4 建築材料的組成與組織	19
第二章 天然建築石料	20
§2-1 關於天然石料的基本概念	20
§2-2 我國常用的建築石料及其產地	22
§2-3 水工建築物中用的石料	25
第三章 普通粘土磚	26
§3-1 普通磚的原料	26
§3-2 普通磚的製造	26
§3-3 磚的性質及其質量鑑定	29
§3-4 磚的用途	31
第四章 氣硬性石灰	32
§4-1 原料和製造	32
§4-2 石灰的分類及其質量標準	33
§4-3 氣硬性石灰的性質	34
§4-4 石灰的用途和貯運	35
第五章 矽酸鹽水泥	36
§5-1 概述	36
§5-2 矽酸鹽水泥的原料	37
§5-3 矽酸鹽水泥的生產工藝	38
§5-4 矽酸鹽水泥的化學成分及礦物成分	42

§5-5 矽酸盐水泥的凝結硬化原理	43
§5-6 普通水泥的基本性质及水泥的技术标准	46
§5-7 矽酸盐水泥的腐蝕和防止	51
§5-8 水泥的运输、驗收和保管	54
§5-9 普通水泥的应用范围	54
第六章 混合材料	55
§6-1 概述	55
§6-2 火山灰质混合材料	56
§6-3 粒状高炉矿渣	59
§6-4 填充性混合材料	60
§6-5 混合材料的掺合	60
第七章 有掺合料的水泥	63
§7-1 火山灰质矽酸盐水泥	63
§7-2 矿渣矽酸盐水泥	64
第八章 无熟料水泥及其他种类水泥	65
§8-1 无熟料水泥	65
§8-2 其他种类的水泥	70
第九章 水泥混凝土	72
§9-1 关于水泥混凝土的基本概念	72
§9-2 水工混凝土	74
§9-3 水工混凝土的原料	75
§9-4 混凝土拌合物的和易性	83
§9-5 混凝土的重要性质	85
§9-6 水工混凝土中的化学外加剂	91
§9-7 混凝土的材料配合比	93
§9-8 湿碾矿渣混凝土	100
§9-9 节约水泥的措施	102
第十章 水工砂浆	105
§10-1 概述	105

§10-2	水工砂浆的原料	105
§10-3	水工砂浆的性能和技术要求	106
§10-4	水工砂浆的配合比选择	108
第十一章	有机胶結材料及防水卷材	111
§11-1	有机胶結材料	111
§11-2	防水卷材	113
第十二章	木材和竹材	114
§12-1	概述	114
§12-2	树木的分类及其組織与生长	115
§12-3	我国常用木材的介紹	116
§12-4	木材的主要性质	117
§12-5	木材的疵病	124
§12-6	木材的采伐、加工和干燥	129
§12-7	成材的种类	130
§12-8	木材的防腐与防蚀	133
§12-9	竹材	135
第十三章	建筑金屬	137
§13-1	概述	137
§13-2	生鉄的种类、性能和用途	137
§13-3	鋼的种类、性质和用途	138
§13-4	鋼标号的鉴定	141
§13-5	鋼的热处理	142
§13-6	鋼的冷加工	142
§13-7	鋼的銹蚀及防止	143
§13-8	鋼材	143
参考书目		144

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)在建筑中应用的範圍和应用的經濟問題；等等。作为一个水利工程技术人员，在上述各項內容中，必須詳細加以研究的是(3)、(4)、(5)三項內容。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。

在充分了解各种材料的性能、檢驗、儲运等問題之后，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建設方針。

一、建筑材料在国民經济建設中的作用

基本建設(工业、住宅、矿山、交通、水利及其他方面的建設)是离不开建筑材料的，一个工程的总造价中，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、所承载荷重的情況、外界的条件、使用年限等来选用材料，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，避免因材料沒有及时运到而誤了工期。在利用地方性材料时，对它的各項主要性质应有詳

尽的研究，否則就不能正确地加以使用，而且还可能带来損失。我国在修建成渝鉄路上的桥梁时，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，节省了很多鋼材，这在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

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。古代遺留下来迄今犹存的偉大建筑物，如万里长城、五台佛光寺、泉州洛阳桥等，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现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生产阶段，沒有得到应有的发展。反动統治階級一直是輕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和破坏我国建筑材料資源，这样一来，使我国的建筑材料工业遭到了严重的摧殘。

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，产量有了迅速的增长。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。在鋼材的种类上，已經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。又如水泥的生產，解放后學習了蘇聯的先進技術經驗，我國可以生產不同用途的各種品種和各種標號的水泥，特別是大躍進以來，無論水泥的產量或質量，都有了顯著的提高。然而我國的社會主義建設事業的規模是極其宏偉的，建築材料的產量及其品種雖在急劇地增加，但是還遠遠趕不上整個國家建設的需要，尤其是在全國掀起了工農業生產建設大躍進高潮之后，材料供不應求的現象更為突出。因此需要大力節約材料，增加建築材料的品種，促使建築工程生產工廠化，利用廢品等，用開源節流的辦法來滿足建設的需要。

在黨的建設社會主義總路線的光輝照耀下，我國的建築材料生產也和全國各個建設戰綫一樣，堅決貫徹了兩條腿走路的方針，並且取得了前所未有的偉大成就。在新品種建築材料的研究所試制方面也取得了輝煌成就，增加了許多輕質的、高強度的品種，如輕質大磚，濕碾礦渣混凝土，1,000號高強度混凝土，承受23個大氣壓的預應力混凝土管等。

三、建築材料的分類

建築材料大約可分為二類：(1)金屬材料；(2)非金屬材料。

金屬材料中以各種鋼鐵制品為主，其他還有銅、錫、鋅、鋁等。非金屬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、建築材料科學的學習方法

水利工程中常用的建築材料的種類很多，有水泥、砂料、石料、鋼、木材、磚、粘土、防水材料等，並且所用的數量是非常大的，因此水利工程與這門課的關係是非常密切的。

本課程是與水利工程建設直接有關的專業課，除了課程內容必須與生產實際密切聯系外，在教學過程中必須通過實驗、參觀

和运用标本与实际紧密的结合，同时在生产劳动过程中，随时丰富自己的建筑材料知识，加上课堂上的理论讲授，我们就能牢固地掌握这门科学知识，并在实际工作中运用自如。

复 习 问 题

通过绪论部分的学习，你对建筑材料课是怎样认识的？

第一章 建筑材料的一般性质

建筑材料在建筑物中受到不同的作用，它所受的作用是依建筑材料在建筑物中的部位和所接触到的介质而定。我們研究材料的一般性质是为了便于了解和掌握材料的性能，从而能够根据材料的性能和它在建筑物中所受的作用，选用适当的材料，使建筑物在承受或傳遞載荷的作用时，在一定的时期內不致于破坏或損毀，达到既安全又經濟的目的。

材料的性质是随着它的組成和組織的不同而改变，也随着含水量、温度等因素的不同而变化，例如晶体的氧化硅与非晶体的氧化硅，干木与湿木，它們之間在性质上就有很大的差別，因此研究建筑材料时，除了了解其基本性质外，还應該进一步了解材料的組成和組織，在特殊条件下的材料性能（例如各种腐蝕、冲击等），以及各种性质之間的相互关系等。

§1-1 建筑材料的物理性质

一、比 重

比重是材料在完全密实状态下单位体积內的重量，可用克/立方厘米来表示，一般不用单位。

欲确定建筑材料的比重，必須先把材料烘干磨細，用0.2毫米孔徑的篩子篩去粒徑大于0.2毫米的顆粒，然后以感量为 $\frac{1}{100}$ 克的工业天平称其粉末的重量 G ；其体积 V 。則用装有液体（指水、煤油或其他液体，若水与材料粉末起反应，則用不含水的煤油或其他液体）的体积测定器（图1）或比重瓶（图3）加以測定。在測定体积时，必須加热驅出附在粉末顆粒表面的全部空气，計算温度对液体和仪器的体积影响，否則会有較大的誤差。

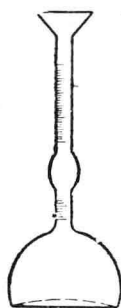


图 1 测定粉末体积的李氏比重瓶

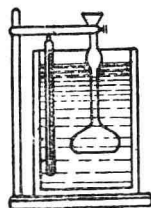


图 2 李氏比重瓶在盛有水的容器之中

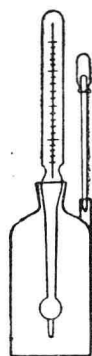


图 3 比重瓶

材料的比重 γ 为

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

但是对于砂、石料的比重，通常是在另外两种条件下测定的：一种是不考虑开启孔隙吸水的影响，测定干燥砂、石料的重量和实体积（不包括开启孔隙的体积，仅包括密闭孔隙的体积），如此求得的比重叫视比重（或叫外观比重、简称比重）；另一种是考虑开启孔隙吸水的影响，测定饱和面干（即吸水饱和而外表面干燥的状态）砂、石料的重量（等于干燥砂、石料重量与吸水重量之和）与实体积（包括开启的和密闭的孔隙体积），如此求得的比重叫饱和面干比重。在水泥混凝土工程中，骨料（砂、石料）处于吸水饱和状态，采用饱和面干比重可以更符合实际情况。

二、容 重

容重是材料在自然状态下（包括整体材料的气孔或松散材料间的空隙在内）单位体积的重量。

$$\gamma_0(\text{容重}) = \frac{G(\text{试件的重量})}{V(\text{在自然状态下试件的体积})} \quad (2)$$

容重的基本单位为克/立方厘米,实用单位为千克/升或吨/立方米。說到材料的容重时,通常需要預先說明材料的含水量,常見的容重数据,除木材外,一般系指含水量为零时的材料容重,即所謂干容重。材料的容重有时也稱謂密度,对于松散材料又另以單位重来表示。在工程計算中常常用到容重。在計算結構物的强度(考虑自重)及运输工具的載重量时,必須知道材料的容重。欲測定材料的孔隙率,必須知道其比重和容重。

确定材料容重的关键在於測定材料的体积,測定的方法随材料的形状而异,材料形状分有規則形状和不規則形状两种。如果試件是有規則形状(立方体,圓柱体等),則其体积的測定甚为簡單。对于大孔隙材料(貝壳岩、多孔磚),試件的尺寸,通常取每边长度不小于6~7厘米的立方体。对于紧密的材料(花崗岩、密实的石灰岩),試件的边长或圓柱体的直径可以等于5厘米。

若固体材料的試件为不規則形状时,其体积測定如下:

1. 根据在測定器中被試件所排出的水、水銀或其他液体的体积測定,如图4所示;

2. 根据物体浸入水中后所減輕的重量(基于阿基米德原理)測定,如图5及图6所示。

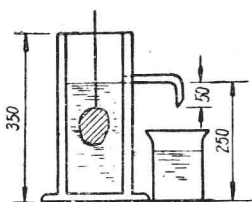


图4 金属体积計

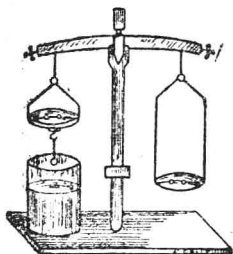


图5

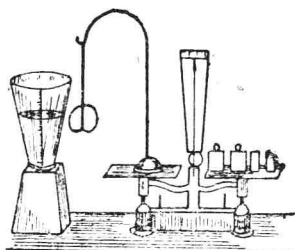


图6

三、孔隙率与密实率

材料的孔隙率(n)就是在整体材料的体积中, 所含孔隙体积的百分率。即:

$$n = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma} \right) \cdot 100\% . \quad (3)$$

松散材料的孔隙率是根据公式(3)计算的。孔隙率的大小对于材料的强度、吸水率、耐冻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做密实率, 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:

$$\rho = \frac{\gamma_0}{\gamma} \cdot 100\% . \quad (4)$$

对材料的强度或不透水性要求甚高的构件, 必须用密致的, 即孔隙率小的材料。

§1-2 建筑材料在水与温度作用下的性质

一、湿度(含水量)、吸水率与软化系数

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或含水量。材料的湿度(ω)可由公式(5)求得:

$$\omega = \frac{G_1 - G}{G} \cdot 100\% . \quad (5)$$

式中 G_1 ——湿试件的重量;

G ——干燥后试件的重量。

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. 当材料所含的水分多至任何条件下水分都不能再增加时是饱和状态。

材料吸水达到饱和时的吸水重量(或吸水体积)与其干燥时重

量(或自然状态下的体积)的比值的百分率称为吸水率,吸水率可按公式(6)或(7)计算:

$$B_g = \frac{G_1 - G}{G} \cdot 100\% \quad (6)$$

$$B_v = \frac{G_1 - G}{V} \cdot 100\% \quad (7)$$

式中 B_g ——重量吸水率;

B_v ——体积吸水率;

G_1 ——材料试件水饱和时的重量(克);

G ——材料试件干燥时的重量(克);

V ——材料的体积(立方厘米)。

只是有孔隙的材料才有吸水性能,而吸水率的大小与孔隙的数量及其构造有关。

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的壁;当材料从水中取出时,水常从孔隙中流出。气孔粗大的材料的体积吸水率,远小于孔隙率,但轻质多孔材料的重量吸水率,可能大于孔隙率。

各种材料的吸水率界于一个较大的范围内,如普通粘土砖的重量吸水率为8~20%,坚密的混凝土为2~3%,坚密的石料(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%。

吸水率可由下列方法求出:

1. 逐渐沉入法 将试件逐渐沉入常温的水中,并有足够的时间使材料孔隙中的空气自由逃逸,使材料的吸水能达到最大的限度。

2. 煮沸法 用煮沸法时,可使孔隙中的空气膨胀,易于逸出。采用此法求得的吸水率常较逐渐沉入法为大,但不是任何材料都可采用煮沸法,因为某些材料会在沸水中部分溶化或改变其成分。

3. 真空浸水法 置材料于密闭容器内,抽气使成真空,这样

可得很高的吸水率。

材料不同，虽然采用同一方法，但試驗的操作規程不一样，試件的大小也不相同。

充滿水的材料对下列基本性质都有影响：增大了材料的体积，容重及导热性也有变化，同时材料微粒之間的团結力减弱了，因而降低了材料的强度。

材料在水饱和时的压縮强度低于干燥时的压縮强度，两者的比值称为軟化系数。軟化系数变动于 0（完全軟化的材料）与 1（绝对坚密的材料）之間。

規定：如果天然的及人造的石料，軟化系数小于 0.8 时，則不能在水中或潮湿地方的工程結構上的主要部分，其次要部分也不得小于 0.7。

二、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质（见图 7）。材料的透水性以透水系数表示，透水系数系根据公式(8)求得：

$$K = \frac{Q}{At} \cdot \frac{d}{H} \quad (8)$$

式中 K ——透水系数(毫升/平方厘米·小时)；

Q ——渗透量(毫升)；

A ——透水面积(平方厘米)；

d ——試件厚度(厘米)；

H ——水头(厘米)；

t ——透水時間(小时)。

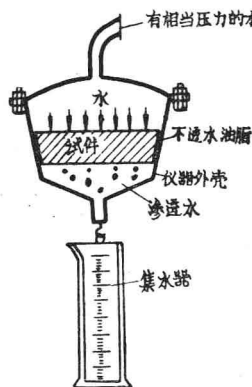


图 7 求材料透水性能的仪器

特別密实的材料(例如：瀝青、玻璃、鋼)及具有封閉性細孔的相当密实的材料(例如特別选配的厚层混凝土)是不透水的，其他材料是或多或少透水的。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。

表 1

建筑材料在水作用下的性质

材 料	n (%)	B_g (%)	B_o (%)	軟 化 系 数 K_p	风干状态下的湿度 (%)
鋼	0	0	0	1.00	0
混 凝 土	10	2.45	6	0.80	2.0
砖	32	11.10	20	0.70	6.0
木 材	65	13.20	59	0.25	15.0

三、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的性质称为耐冻性。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%),而且沒有裂縫、剝落等被破坏的現象,同时重量損失不超过 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間,孔壁就被挤破了。因为当水分冻结时,体积約膨胀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,可以认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,对材料的耐冻性要求十分严格,这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、