

清华大学土木工程系主编
工业与民用建筑工程自学辅导丛书

建 筑 材 料

李铭臻 赵若鹏 廉慧珍

主 审 刘元鹤
责任编辑 裘宗濂

辽宁科学技术出版社

清华大学土木工程系主编
工业与民用建筑工程自学辅导丛书

建 筑 材 料

李铭臻 赵若鹏 廉慧珍

主 审 刘元鹤
责任编辑 裘宗濂

辽宁科学技术出版社

《工业与民用建筑工程自学辅导丛书》

编 委 会

主 编 王国周 龙驭球 沈聚敏 陈肇元

副主编 崔京浩

编 委 (以姓氏笔画为序)

支秉琛 邝守仁 刘元鹤 江见鲸 杨德麟

郑金床 裘宗濂

建 筑 材 料

Jianzhu Cailiao

李铭臻 赵若鹏 廉慧珍

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行 沈阳新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 12¹/₈ 字数: 260,000

1988年5月第1版

1988年5月第1次印刷

责任编辑: 周振林 插 图: 潘智茜

封面设计: 张梅丽 责任校对: 东 戈

印数: 1—5,865

ISBN 7-5381-0225-6/TU·13 定价: 3.20 元

内 容 提 要

本书为清华大学土木工程系主编的《工业与民用建筑自学辅导丛书》中的一册。内容包括烧土制品、石灰、石膏、水泥、混凝土、建筑用金属材料、沥青、木材、合成高分子材料、装饰材料等常用建筑材料的基本性质、简单生产工艺、技术标准及应用。

本书可供电视大学、业余大学的学生和土木建筑工程技术人员自学之用，也可作为工业与民用建筑专业本科大学教学参考书。

本书第一、三、七、九、十各章由廉慧珍编写；第二、五各章由赵若鹏编写；第四、六、八各章由李铭臻编写。全书由刘元鹤、李铭臻二人校审。

编 委 的 话

为了适应自学成才、继续教育和多种形式办学的需要，我们清华大学土木工程系组织一些教师编写了这套《工业与民用建筑工程自学辅导丛书》。丛书共21册，程度相当于大专水平，主要读者对象是：广播电视大学、职工大学的学生；准备高等教育自学考试青年；继续教育进修班的学员；土建专业的在职工程技术人员。

在编写中，我们遵循了“内容充实、取材新颖、注重实用、便于自学”的原则，努力做到不仅包括学科的基本内容，而且反映科学技术的最新成果，既重视理论概念的阐述，也注意实际专题和工程实例的讲解。此外，为了减少自学的困难，对于个别内容较深的章节和习题标以注解和提示，绝大多数习题备有答案，主要的程序语句也附有说明。以上是我们的主观意愿，然而心有余而力不足，问题和缺点一定不少，希望能得到同行和读者的指教。

在编写中，我们参考了全国高等教育自学考试土建类自学大纲（草案），以及电视大学、城乡建设环境保护部职工高等专科学校等单位所制定的“工业与民用建筑工程专业”的部分教学大纲。但是丛书中也有一些书目并无现成的教学大纲可资参考，这些内容在我国以往的高等学校教学中一般并不讲授，但在实际工作中却有重要用处，我们把它们编写出来，以便已经从事实际工作的大专以上程度的工程技术人员，能作为继续学习或参考阅读之用。

丛书的出版，得到许多部门的帮助，得到辽宁科学技术出版社的大力支持，在这里谨向他们致谢。

《工业与民用建筑工程自学辅导丛书》编委会

一九八五年五月

目 录

绪论	1
第一章 建筑材料的基本性质	6
§1-1 材料的物理性质	6
§1-2 材料的力学性质	17
§1-3 材料的耐久性	25
第二章 烧土制品	27
§2-1 粘土砖瓦	27
§2-2 建筑陶瓷	39
第三章 气硬性胶凝材料	45
§3-1 石灰	45
§3-2 建筑石膏	52
§3-3 菱苦土	56
§3-4 水玻璃	58
第四章 水硬性胶凝材料	62
§4-1 硅酸盐水泥	63
§4-2 混合材料及掺有混合材料的硅酸盐水泥	86
§4-3 其它品种硅酸盐水泥	100
§4-4 高铝水泥	108
第五章 混凝土及砂浆	112

§5-1 普通混凝土	112
§5-2 轻混凝土	198
§5-3 其它品种的混凝土	214
§5-4 建筑砂浆	227
第六章 建筑用金属材料	235
§6-1 铁和钢的冶炼	235
§6-2 钢的分类	236
§6-3 建筑用钢的技术性质	239
§6-4 钢的晶体组织和性能	247
§6-5 钢的化学成分及其对钢性能的影响	251
§6-6 建筑钢材的冷加工强化与时效	255
§6-7 建筑用钢的技术标准、钢号与应用	258
§6-8 建筑用有色金属及其合金	267
第七章 木材	270
§7-1 树木的构造	270
§7-2 木材的性质	274
§7-3 木材的缺陷	285
§7-4 木材的耐久性	287
§7-5 木材的下锯法和干燥法	289
§7-6 木材的综合利用	290
第八章 沥青及沥青防水材料	295
§8-1 石油沥青	296
§8-2 煤沥青	308
§8-3 混合沥青	309
§8-4 沥青防水材料	311
§8-5 沥青砂浆与沥青混凝土	328

第九章 合成高分子材料	331
§9-1 合成树脂	332
§9-2 建筑塑料	338
§9-3 合成树脂粘接剂	344
§9-4 高分子涂料	348
第十章 建筑装饰材料	362
§10-1 装饰用石材	363
§10-2 装饰用玻璃	367
§10-3 无机涂料和粉状涂料	370
§10-4 塑料地板和墙面材料	372
主要参考文献	374

绪 论

建筑材料是指建筑物（如房屋）和构筑物（如烟囱、油罐）所使用的材料。

建筑材料从金属、非金属，有机、无机等单一材料，到由化学成分和物理性质完全不同的材料复合成的复合材料，种类繁多。

图绪—1为一房屋外墙剖面示意图。可以看到，从基础到屋顶，是由各式各样建筑材料建造成的。按照这些材料所起的不同作用，即功能不同，可分为：

承重材料：如梁、板、柱所用的钢筋混凝土；

围护材料：如墙用的砖，屋顶用的加气混凝土；

装饰材料：如室内墙面和天花板粉刷用的大白，门窗用的油漆，门窗扇用的玻璃；

防水材料：如屋面防水用的沥青胶、油毡。

随着现代科学技术的发展，不同种类建筑材料之间的界限也变得不很严格，有许多新材料，兼有承重、保温、隔热、隔声、防水等多种功能。轻质、高强、多功能是材料发展的趋势。

建筑材料在国家经济建设中占有重要地位。房屋造价中很大一部分为建筑材料费。一般每平方米面积的房屋要用1~2吨建筑材料，材料的运输、堆放、保管等，直接影响建筑工程的进度和费用。房屋的重量就是建筑材料重量的数

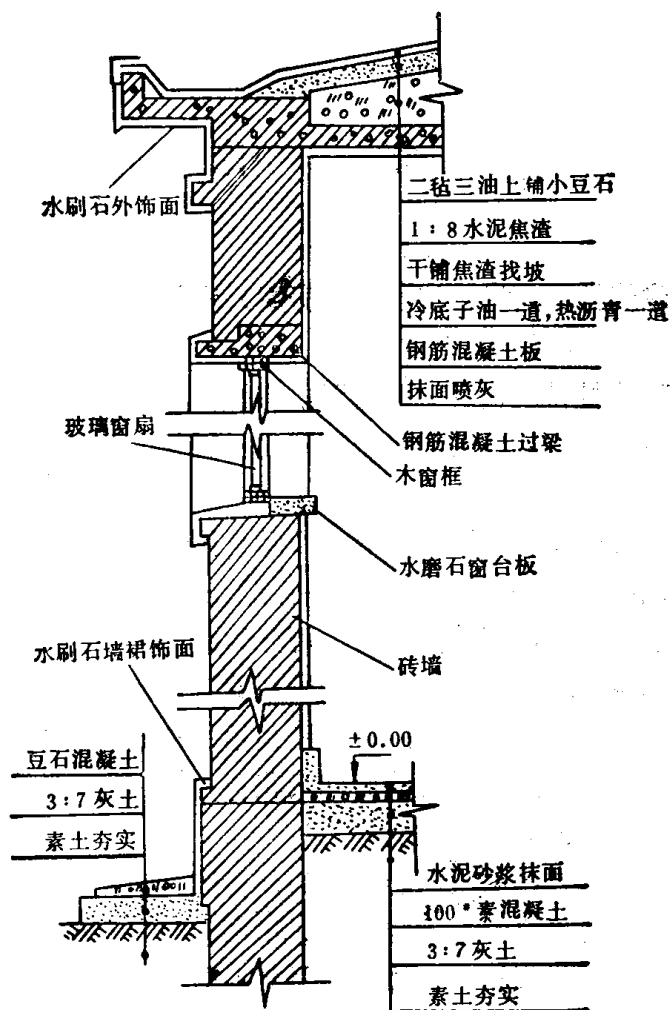


图 绪—1 房屋外墙剖面示意图

和, 建筑材料的选用将影响房屋结构设计中固定荷载和地震力的计算。建筑材料的品种还会在一定的程度上影响结构形式、设计理论和施工方法, 甚至影响建筑设计的平面布局、立面处理和构造的做法。

建筑工业的发展会不断促进建筑材料的发展，反过来，建筑材料的发展又会推进建筑工业的发展和影响国家经济建设的速度。

我国在解放前，建筑材料工业极其落后，新中国成立以来，建筑材料工业有了很大的发展。仅以水泥为例，1949年全国产量为66万吨，1952年为286万吨，1958年为7800万吨，1985年已达1亿4千多万吨。解放初期水泥品种只有硅酸盐水泥和白水泥两种，现在已能制造60多种水泥，其中有的在世界上居领先地位，但是在人均水平上和质量上，同世界平均水平相比，还处于落后状态，远远不能适应国家建设的需要。为了加快我国社会主义四个现代化建设的速度，建筑材料的生产和科研工作应当快马加鞭。

作为工程技术人员，无论在设计中还是施工中，都和建筑材料有密切的关系，在设计中，首先遇到的问题就是建筑材料的选用，以便确定设计的方法；在施工中，要涉及材料的选择、使用、检验、保管甚至改性等问题。材料选用以及使用不当，就会影响工程质量、进度，甚至造成损失。比如，某一工业厂房工程，使用了当地特产的矾土水泥，主体工程快完工时发现混凝土强度都达不到设计要求，不得不全部凿掉。这是因为没有掌握矾土水泥的特性和使用条件所造成的。又如，某工程叠合梁和板、柱的结点用膨胀水泥混凝土灌注，由于不了解膨胀水泥的特性，使用了不恰当的施工方法，结果质量不合格，不得不凿掉后重新灌注环氧树脂来补救。又如某工程，工地上所能供应的材料和原设计有差别，技术人员不懂得如何处理，以致延缓了工期达半年之久。凡此种种，说明工程技术人员必须了解和掌握常用建筑材料的性质、检验方法和施工要求。

本书主要是介绍建筑工程中使用量最大的材料，包括无机非金属材料（烧土制品、石板、石膏、水玻璃、水泥、混凝土、砂浆）、金属材料（建筑钢材等）、有机材料（木材、沥青、合成高分子材料）以及建筑装饰材料。

本课程是进入专业课学习的重要先修课程，学习方法不同于数学、物理等基础课。理论推导和计算很少，而用物理和化学的概念与方法进行分析较多。因此在学习方法上也要注意以下几点：

1. 用对比、归纳的方法，从组成、结构分析材料的性质；从材料的性质，分析材料的用途和使用方法。比如熟石灰的主要成分是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，石灰膏在空气中由于水分蒸发而析出 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 结晶，表面层 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在空气中和 CO_2 反应又生成 CaCO_3 结晶。这两个再结晶的过程只能在空气中进行，所以石灰是气硬性材料，不能用于水下；又如生石灰主要成分是 CaO ， CaO 遇水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，体积膨胀，放出大量热，因此生石灰贮存时应避免遇水，并要注意防火。

2. 注意基本概念，理解材料各种物理量和性能指标的意义、表示方法和试验条件，并且注意联系实际。比如混凝土的抗冻性，特指硬化混凝土抵抗冻融循环的能力，用抗冻标号表示，不能把它和混凝土在负温下的性质相混，也不能把它和新拌混凝土冻结、融化时强度发展的性质相混。还要注意抗冻标号的试验方法和条件。

3. 抓住主要矛盾，注意不同材料的特性，如沥青的温度敏感性，木材构造和性能的方向性及含水对性能的影响，等等。

4. 要用辩证的方法分析材料的性能。比如要注意材料各性质之间以及各材料之间的联系，而不要孤立地各个背

誦；又如要注意对材料性质的量度和试验都必须在一定的条件下进行，材料的使用也是有条件的；最常遇到的是量变和质变的关系，比如在生产硅酸盐水泥时，加入适量石膏，是为了缓凝以便于施工，但石膏加入量超过一定量后，反而起促凝作用；在硅酸盐水泥中加入不超过15%的活性混合材料，水泥主要性质不受影响，但加入混合材料20%以上时，就会引起许多性质的变化。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑材料的基本性质是指和工程使用密切相关的物理、力学性质以及耐久性。本章介绍这些基本性质的定义和表示方法。

§1-1 材料的物理性质

一、材料的容重、比重、孔隙率和孔隙特征

(一) 容重

材料的容重是材料在自然状态下单位体积的质量，用符号 γ_0 表示。所谓自然状态，指的是在一定的温度和湿度下没有被压实或扰动的状态。绝大多数建筑材料内部都含有孔隙，

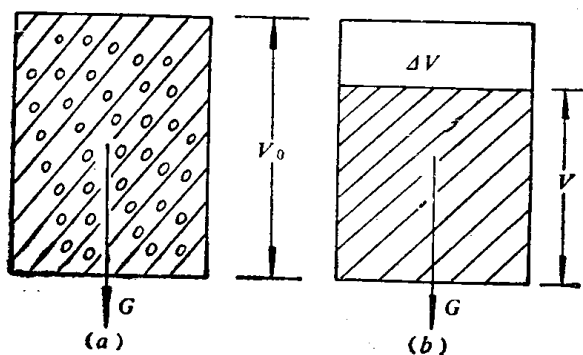


图1-1 材料的容重和比重示意图

所以自然状态下的体积一般是指含有孔隙在内的体积。如图 1—1 中的 (a) 所示。设一种材料在自然状态下, 体内含有一定量的孔隙, 测得其质量为 G , 体积为 V_0 。(按规定, 通常在气干状态下测定材料的质量和体积)。则其容重为 $\gamma_0 = \frac{G}{V_0}$,

单位通常采用千克/米³。这个性质对材料的运输、保管, 以及计算建筑物自重都很有用。

(二) 比重

材料的比重* 指的是材料在绝对密实的状态下单位体积的质量。如图 1—1 所示, 当把 (a) 状态的材料想象压缩成 (b) 状态时, 其质量 G 不变; 但是由于被压实而不再含有孔隙, 体积就变成 V , 孔的体积就是 ΔV , 是 (a) 状态下材料内部所有的孔体积总和, 而 V 就是绝对密实的体积。材料的比重用符号 r 表示, 因此 $r = \frac{G}{V}$, 通常使用的单位是克/厘米³。

在土木建筑工程中, 材料的比重主要是用来计算材料的孔隙率和某些材料的配合比。

(三) 孔隙率和孔隙特征

孔隙率是材料在自然状态下所含孔隙的体积总和占材料自然状态下体积的百分率。从图 1—1 可见, 显然 $\Delta V = V_0 - V$, 所以孔隙率 p_0 就可以运算如下:

$$p_0 = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \times 100\%$$

如果已测得材料的容重 $\gamma_0 = \frac{G}{V_0}$, 比重 $r = \frac{G}{V}$, 则孔隙率

* 建筑材料在工程使用上习惯于称之为比重, 实际上指的是材料的密度, 因此使用单位克/厘米³表示, 不同于物理学中比重的概念。

$$p_0 = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}\right) \times 100\%。$$

材料的孔隙率和材料的强度、吸水性、耐久性、导热性等都有密切的关系。

孔隙特征指的是孔的大小、形状和连通性。细小而封闭的孔和粗大而连通的孔会使材料具有不同的物理力学性质，规则形状的孔和不规则形状的孔会造成材料强度上的差异。

(四) 散粒材料的松散容重、视比重和空隙率

散粒材料如混凝土用的砂、石，其容重也是自然状态下单位体积的质量，但是散粒材料的自然状态是指自然堆积的状态，自然状态下的体积是指按一定的方法装入一种容器中所占的体积。这时的体积包括颗粒之间的空隙，也包括颗粒内部的孔隙（见图 1—2）。散粒材料的松散容重 $\gamma_0 = \frac{G}{V_0}$ ，式

中 V_0 为按一定方法装入容器测得的体积，而每个单颗粒内部都含有孔隙（见图 1—2 (a)）。把这些含有孔隙在内的自然状态的单颗粒体积相加，就可看作是散粒材料绝对密实的体积 V （图 1—2 (b)）。散粒材料的视比重就是指各颗粒间

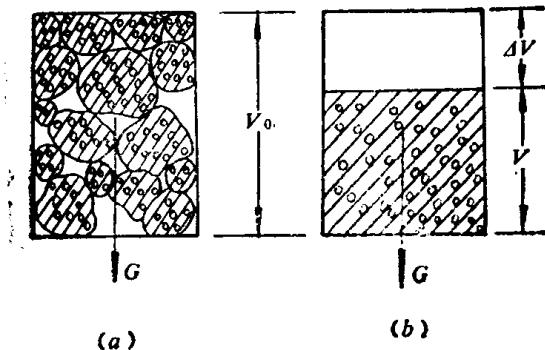


图1—2 散粒材料的容重、视比重和空隙率示意图