

房屋建筑技术自学、培训丛书

房屋建筑材料

皮心喜 黄伯瑜 吴慧敏 李天瑗编著

湖南科学技术出版社

房屋建筑技术自学、培训丛书

房屋建筑材料

皮心喜 黄伯瑜 吴慧敏 李天媛编著

责任编辑：陈增林

*

湖南科学技术出版社出版

（长沙市展览馆路8号）

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1987年5月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：13.375 字数：303,000

印数：1—23,600

ISBN 7—5357—0129—9/U·10

统一书号：15204·200 定价：2.85元

湘目86—23

出版说明

近年来，随着四化建设的进展，我国城乡的房屋建筑，无论从数量和规模来讲，都处于空前的发展之中。房屋建筑力量不断扩充，特别是乡镇建筑队伍，更在纷纷兴起，迅速成长和壮大。

为了提高技术业务水平，适应形势发展的需要，房屋建筑队伍的广大从业人员，迫切希望通过自学或进修等方式，较快地系统学习和掌握房屋建筑技术。许多房屋建筑单位，为了保证工程质量，提高竞争能力，也纷纷设法想使职工通过讲习班、培训班、函授班等形式，来提高职工的技术素质。这样，在全国就出现了一个大量需要适合于自学、培训及函授之用的房屋建筑技术书籍的问题。

为了解决这个问题，满足这方面的需要，我们特意组织编辑出版这套《房屋建筑技术自学，培训丛书》。它们是一套较全面、系统的房屋建筑技术丛书，共计十四本，书名依次为：

《房屋建筑基础知识》

《房屋建筑制图》

《房屋建筑力学》

《房屋建筑材料》

《房屋建筑测量》

- 《房屋地基与基础》
- 《房屋建筑设计之一——建筑设计》
- 《房屋建筑设计之二——结构设计》
- 《房屋建筑设计之三——水、电、暖、通设计》
- 《房屋建筑预算造价》
- 《房屋建筑材料试验》
- 《房屋建筑机械》
- 《房屋建筑施工》
- 《房屋建筑施工管理》

由于全套丛书在编写过程中都注意了贯彻实用，深入浅出和尽量附图说明的原则，因此，它们适合于广大房屋建筑技术人员在工作中参考，特别适合于具有高中文化水平的中、初级建筑技术、业务人员自学，以及作为房屋建筑专业的短期培训或函授教材。

丛书各册主要由湖南大学土木系富有教学经验的一些教授、副教授、讲师编写，有几分册则由建筑设计院和施工部门富有实践经验的一些高级工程师编写。

本书为丛书的第四分册，由皮心喜主编，各章编写人为：绪论、第五、七、八、十一章——皮心喜；第一、二、三、六、十章——黄伯瑜；第九章——吴慧敏；第四、十二章——李天瑗。书中如有不妥或错误之处，请读者批评指正。

湖南科学技术出版社

习用的非法定计量单位与法定计量单位的换算关系表

序号	量的名称	非法定计量单位		法定计量单位		单位换算关系
		名称	符号	名称	符号	
1	力、重力	千克力	kgf	牛	N	1kgf = 9.80665N
		吨力	tf	千牛	KN	1tf = 9.80665KN
2	线分布力	千克力每米	kgf/m	牛顿每米	N/m	1kgf/m = 9.80665N/m
		吨力每米	tf/m	千牛顿每米	KN/m	1tf/m = 9.80665KN/m
		千克力每平方米	kgf/m ²	牛顿每平方米 (帕斯卡)	N/m ² (Pa)	1kgf/m ² = 9.80665N/m ² (Pa)
		吨力每平方米	tf/m ²	千牛顿每平方米 (千帕斯卡)	KN/m ² (KPa)	1tf/m ² = 9.80665KN/m ² (KPa)
3	面分布力 (压强)	标准大气压	atm	兆帕斯卡	MPa	1atm = 0.101325MPa
		工程大气压	at	兆帕斯卡	MPa	1at = 0.0980665MPa
		毫米水柱	mmH ₂ O	帕斯卡	Pa	1mmH ₂ O = 9.80665Pa (按水的密度为1g/cm ³ 计)
		毫米汞柱	mmHg	帕斯卡	Pa	1mmHg = 133.322Pa
		巴	bar	兆帕斯卡	MPa	1bar = 0.1MPa
4	体分布力、 重力密度	千克力每立方米	kgf/m ³	牛顿每立方米	N/m ³	1kgf/m ³ = 9.80665N/m ³
		吨力每立方米	tf/m ³	千牛顿每立方米	KN/m ³	1tf/m ³ = 9.80665KN/m ³

续表1

序号	量的名称	非法定计量单位		法定计量单位		单位换算关系
		名称	符号	名称	符号	
5	力矩、弯矩、扭矩	千克力米	kgf·m	牛·顿·米	N·m	1kgf·m = 9.80665N·m
		吨力米	tf·m	千牛·顿·米	KN·m	1tf·m = 9.80665KN·m
6	双弯矩	千克力二次方米	kgf·m ²	牛·顿二次方米	N·m ²	1kgf·m ² = 9.80665N·m ²
		吨力二次方米	tg·m ²	千牛·顿二次方米	KN·m ²	1tf·m ² = 9.80665KN·m ²
7	应力、材料强度	千克力每平方毫米	kgf/mm ²	牛·顿每平方毫米(兆帕斯卡)	N/mm ² (MPa)	1kgf/mm ² = 9.80665N/mm ² (MPa)
		千克力每平方厘米	kgf/cm ²	牛·顿每平方厘米(兆帕斯卡)	N/mm ² (MPa)	1kgf/cm ² = 0.0980665N/mm ² (MPa)
		吨力每平方厘米	tf/m ²	千牛·顿每平方厘米(千帕斯卡)	KN/m ² (KPa)	1tf/m ² = 9.80665KN/m ² (KPa)
		千克力每平方厘米	kgf/cm ²	牛·顿每平方厘米(兆帕斯卡)	N/mm ² (MPa)	1kgf/cm ² = 0.0980665N/mm ² (MPa)
8	弹性模量、剪变模量、变形模量	吨力每三次方米	tf/m ³	千牛·顿每三次方米	KN/m ³	1tf/m ³ = 9.80665KN/m ³
9	地基抗力刚度系数	吨力每四次方米	tf/m ⁴	千牛·顿每四次方米	KN/m ⁴	1tf/m ⁴ = 9.80665KN/m ⁴
10	地基抗力比例系数	吨力每四次方米	tf/m ⁴	千牛·顿每四次方米	KN/m ⁴	1tf/m ⁴ = 9.80665KN/m ⁴

目 录

绪 论	(1)
第一章 建筑材料的基本性质	(6)
第一节 材料的物理性质	(6)
第二节 材料的力学性质	(10)
第三节 材料与水有关的性质	(15)
第四节 材料的热工性能	(19)
第二章 天然石料	(23)
第一节 天然石料的类别	(23)
第二节 建筑石料的技术性质	(25)
第三节 建筑石料的应用	(28)
第四节 石料的风化和防护	(31)
第三章 无机胶凝材料	(33)
第一节 气硬性胶凝材料	(33)
第二节 常用水泥	(42)
第三节 特种水泥	(70)
第四节 水泥的选用与储运	(79)
第四章 混凝土	(83)
第一节 混凝土发展概况	(84)
第二节 关于普通混凝土的几个基本概念	(88)
第三节 普通混凝土的原材料	(94)

第四节	混凝土拌合物性能及凝结硬化过程·····	(106)
第五节	普通混凝土的物理力学性质·····	(112)
第六节	普通混凝土的耐久性·····	(122)
第七节	混凝土的外加剂·····	(129)
第八节	普通混凝土配合比设计·····	(140)
第九节	其他品种的混凝土·····	(150)
第十节	混凝土的质量管理·····	(163)
第十一节	混凝土结构物的破损与修复·····	(171)
第五章	建筑砂浆·····	(175)
第一节	砂浆的组成材料·····	(175)
第二节	砂浆的技术性质·····	(177)
第三节	砂浆的配合比选择·····	(181)
第六章	墙体材料·····	(183)
第一节	砌墙砖·····	(183)
第二节	建筑砌块·····	(202)
第三节	大型墙板·····	(216)
第四节	技术经济比较·····	(228)
第七章	木材·····	(230)
第一节	木材的构造·····	(232)
第二节	木材的物理性质·····	(236)
第三节	木材的力学性质·····	(240)
第四节	提高木材耐久性的方法·····	(246)
第五节	木材的合理利用·····	(247)
第八章	建筑钢材·····	(250)
第一节	钢的分类和冶炼·····	(250)

第二节	建筑钢材的力学性能·····	(253)
第三节	钢材冷加工强化与时效·····	(258)
第四节	常用建筑钢材·····	(261)
第五节	钢的腐蚀及防止·····	(271)
第九章	建筑塑料与胶粘剂 ·····	(277)
第一节	概述·····	(277)
第二节	塑料的组成与加工·····	(280)
第三节	塑料型材·····	(287)
第四节	胶粘剂·····	(295)
第十章	防水材料 ·····	(301)
第一节	沥青及沥青基防水材料·····	(301)
第二节	高分子防水材料·····	(333)
第十一章	声热材料 ·····	(359)
第一节	绝热材料·····	(359)
第二节	声学材料·····	(369)
第十二章	建筑装饰材料 ·····	(381)
第一节	饰面材料功能与饰面材料选择·····	(381)
第二节	传统材料作装饰材料·····	(387)
第三节	人造石材·····	(396)
第四节	玻陶类装饰材料·····	(398)
第五节	高分子类装饰材料·····	(405)
第六节	装饰涂料·····	(409)
第七节	金属类装饰材料·····	(413)

绪 论

建造任何房屋，都必须恰当地选择和合理使用建筑材料。房屋的质量，包括是否安全，是否适用（提供良好的工作和生活环境）和是否美观，都首先决定于所用建筑材料的质量。优质的建筑材料，一般来说，必须具备足够的强度，能够安全地承受设计荷载；要有与使用环境相适应的耐久性，尽量减少维修费用。用于上部的材料，自身的重量（容重）以轻为宜，以减少下部结构和地基的负荷；用于装饰的材料，应能美化房屋的艺术形象；用于特殊部位的材料，还要具有相应的特殊功能，例如屋面材料要能隔热和防水，外墙材料要能隔热，楼板材料要能隔音等。建筑材料常在房屋总造价中占有很大比重，我国兴建的一般住宅，材料费用约占总造价的50%以上。所以，从建筑材料生产、选择和使用的各个环节中尽力降低材料费用，具有十分显著的经济效果。房屋工程的经济性，不应只计算修建时的一次费用，而且要考虑房屋的使用年限和维修费用。后者主要决定于材料的耐久性，即在使用条件下，材料性质逐渐变坏以至丧失其建筑功能的性质。

建造一幢中等水平的住宅，需用的建筑材料和制品，多达60种以上。除各种主体材料外，还需要大量使用各种配套材料。建筑材料一般分为金属材料和非金属材料两大类。金属材料包括黑色金属（钢、铁）与有色金属（铝、铜、锌等）；而非金属材料，则按其化学成分，有无机材料（矿物材料）与有机材料

之别。本书将按通常称呼的类别,分别讨论以下各种建筑材料:天然石材,无机胶凝材料(石灰、石膏、菱苦土、水玻璃及各种水泥),混凝土,建筑砂浆,墙体材料,建筑木材,建筑钢材,建筑塑料及粘结剂,防水材料,绝热及吸声材料,装饰材料。

各种材料需要探讨的内容很广,涉及原料、生产、组成、构造、性质、应用、检验、运输、验收和保管等各个方面。对于土建人员来说,学习的重点在于材料的性质和合理应用。其它内容,都应围绕这个中心来学习。

建筑设计的革新和施工技术的进步,都是与传统材料的改造和新品种材料的开发分不开的。例如房屋建筑中肥梁胖柱的改革,是由于有了较高强度的混凝土和钢筋才能实现的。泵送混凝土施工,则是由于创制了减水剂才发挥了这种方法的技术经济效益。同时,建筑设计和施工技术的进步,又促进了建筑材料的发展,例如,当前我国对房屋(特别是对高级房屋)质量和建筑艺术提出了更高的要求,因而大大加快了各种新型材料的发展速度。自古以来,建筑材料就是在与建筑结构和施工互相促进的情况下逐渐发展的。远在五、六千年以前,人类就利用天然材料——土、木、石、草等营造住所。石灰、砖瓦的烧制,使建筑材料开始从天然材料进入人工生产,为更大规模地营造房屋和其它建筑物奠定了条件。但在长时期的封建社会中,生产力停滞不前,建筑材料发展缓慢,使用的结构材料不过砖、石、木材而已。资本主义兴起,工商业迅速发展,需要建造更大规模、更高质量以及具有特殊要求的建筑物和附属设施,如大跨度工业厂房、高层公用建筑、海港、桥梁、电站等,旧有材料不论在数量上和性能上都不能满足新的要求,这就推动了建筑材料在其它有关科学技术的配合下进入一个新的发展阶段。十八、十九世纪,建筑钢材、水泥、混凝土和钢筋混凝

土相继问世而成为主要结构材料。本世纪30年代，又创造了预应力混凝土。与此同时，一些具有特殊功能的材料也应运而生。在民用建筑方面，为了保持室内一定的温度，就出现了多种有机或无机的保温隔热材料；为了降低室内噪音或改善厅堂音质，就制成了相应的吸声隔声材料。在工业建筑方面，根据产品生产工艺的特点，分别创制了各种耐高温、耐磨损、耐腐蚀、抗渗透和防辐射等材料。近代房屋的美观和艺术要求越来越高，于是各种装饰材料就层出不穷。

我国历代建造的许多有名的建筑物如万里长城、阿房宫、都江堰水利工程和一些规模宏伟壮观的寺庙、楼阁和塔，说明当时我国建筑材料特别是天然石料、砖瓦、木材、油漆和粘结材料的生产和应用技术都达到了很高的水平。但是我国由于长期停留在封建社会，以后又沦为半殖民地国家，建筑材料和其它科学和工业一样，就相对地落后了。解放前，主要建筑材料最高年产量，钢材只有92万吨，水泥不过230万吨。解放以后，才逐步建立起一个初具规模的建筑材料工业体系。特别是党的十一届三中全会以来，发展更为迅速。我国钢产量1985年达4666万吨，居世界第四位；1985年水泥产量达1亿4246万吨，稳居世界前列；其它如砖瓦、平板玻璃（1985年产5,600万标准箱）、建筑卫生陶瓷及各种新型材料如轻质板材、天然及人造装饰材料、复合防水材料、绝热吸声材料等都有较大发展。但与世界先进国家相比，不论在生产工艺、产品质量、人平产量、品种配套等方面都有很大差距。其中生产工艺技术和装备水平落后是个关键问题。例如水泥生产，国外自60年代以来已迅速淘汰湿法窑，我国目前湿法仍占65%以上。又如平板玻璃，我国各大玻璃厂除少数引进先进的浮法生产工艺外，大多数仍沿用30年代的垂直引上法。因而，我国建筑材料工业存在的劳动

生产率低，产品品种少，质量低，能源消耗高等问题仍然比较突出。以水泥为例，目前全世界人均消耗量约为200公斤，我国尚只一半略多；如果将湿法改为目前先进的窑外分解法，可使窑的生产能力提高一倍多，熟料单位能耗降低40%以上。

建筑材料工业是重要的原材料工业，在我国四个现代化建设中是一个必须先行的部门，担负着十分重要的任务。建筑材料工业的发展，不仅关系到国民经济各部门的建设速度和规模，而且直接影响人民生活水平的改善和提高。建筑材料的发展方向，在产品性能方面，要求轻质、高强、耐久、高效能和多功能。在资源利用方面，要充分利用地方材料，非金属矿和工农业废料。在生产工艺方面，要采用现代技术，逐渐淘汰和改造陈旧设备，提高劳动生产率和产品质量，降低能耗。在科学研究方面要深入研究材料的组成与内部结构，掌握它们的变化规律及其与材料性能行为之间的内在联系。为此，要加速改变我国测试技术落后的现状，要采用材料微观、亚微观及宏观的物理、化学及力学性能与行为的检测手段，包括非破损测试技术。

我国当前住房建筑的任务很大，城市不但要解决住房紧张问题，而且要兴建一批高级房屋，所以不但要提高传统材料的产量和质量，而且要大力发展高效能和多功能的新型材料。随着农村经济的发展，建造新的住宅成了农民最迫切的愿望。我国广大农村，将是建筑材料的最大市场。面对这种新的形势，建筑材料在提高产量和质量的同时，应当提倡多品种和多档次，以适应各种房屋的不同要求。

近年来，我国建筑材料在“大家办建材”方针指引下，大大地加快了前进的步伐，已经形成了打破行业界限，大中小企业和城乡人民一齐动手的新局面。1985年全国县以上建筑材料工业产值已达340亿元，比上年增长18.5%。在新兴的乡镇企业

中，建筑材料生产也占有很大比重。我国建筑材料科学技术与工业生产将进入一个空前兴旺发达的新时期，在实现四个现代化的宏伟事业中，充分发挥重要作用。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑材料在建筑物中，要承受各种不同的作用。如用于建筑结构的材料要受到各种外力作用，因此就要求所选用的建筑材料具有所需要的力学性质。根据建筑物各种不同部位的使用要求，还应具有防水、保温、隔热、吸声的性质。对某些工业建筑，还要求具有耐热或耐化学腐蚀的性能。此外，建筑物长期暴露在大气中，建筑材料经常受到风吹、日晒、雨淋、冰冻而引起温度变化、湿度变化及冻融循环等作用。因此，建筑材料所受的作用是复杂的，而且它们之间又是互相影响的。

为了保证建筑物能经久耐用，就需要我们掌握建筑材料的性质并合理地选用。

第一节 材料的物理性质

一、材料的比重与容重

(一) 比重

比重是材料在绝对密实状态下，单位体积的重量。按下式计算：

$$\Gamma = \frac{G}{V}$$

式中 Γ ——比重(克/厘米³)；

G ——干燥材料的重量(克);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(厘米³)。

比重也可以是材料重量与同体积水重的比值。此时, 比重无量纲, 因而也没有单位。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。除了钢材、玻璃等少数材料外, 绝大多数材料都有一些孔隙。在测定有孔隙的材料比重时, 应把材料磨成细粉, 干燥后, 用比重瓶测定其实体积。材料磨得愈细, 所测得的体积愈接近绝对密实状态下的体积(绝对体积)。砖、石材等块状材料的比重即用此法测得。

如果是形状不规则的密实材料, 可不必磨成细粉, 而用排水法求得其实体积(近似值)。用这种方法测得的比重称为视比重。如砂、石子等散粒材料常用此法测定它们的视比重。

(二)容重

容重是材料在自然状态下, 单位体积的重量。按下式计算:

$$\Gamma_0 = \frac{G}{V_0}$$

式中 Γ_0 ——容重(克/厘米³或千克/米³);

G ——材料的重量(克或千克);

V_0 ——材料在自然状态下的体积(厘米³或米³)。

材料在自然状态下的体积是指包含内部孔隙的体积。当材料含有水分时, 就影响材料的容重值。故测定容重时, 须注明其含水情况。容重是指材料在气干状态(长期在空气中干燥)下的容重, 一般在烘干状态下测的容重, 称为干容重。

砂、石子等散粒材料按自然堆积体积计算, 其单位体积的重量称为松散容重。

在建筑工程中, 计算材料用量、构件的自重, 配料计算以

及确定堆放空间和运输量时，经常要用到材料的比重、视比重、容重和松散容重等数据。常用建筑材料的比重、容重值见表 1—1。

表1—1 常用建筑材料的比重及容重

材 料 名 称	比重(克/厘米 ³)	容重(千克/米 ³)
石灰岩	2.60	1800~2600
碎石(石灰岩)	2.60	1400~1700*
轻骨料	2.20~2.50	300~1000*
普通粘土砖	2.70	1600~1800
普通硅酸盐水泥	3.10	1200~1300*
河 砂	2.60	1450~1650*
普通混凝土	—	2100~2600
轻骨料混凝土	—	800~1900
木 材	1.55	400~900
钢 材	7.85	7850

注：有*者系松散容重值。

二、材料的密实度和孔隙率

(一)密实度

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度。按下式计算：

$$\text{密实度 } D = \frac{V}{V_0}, \text{ 或 } D = \frac{\Gamma_0}{\Gamma}$$

(二)孔隙率

孔隙率是指材料体积内，孔隙体积所占的比例。用下式表示：

$$\text{孔隙率 } P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - D$$