

工业与民用建筑专科系列教材

建筑材料

高琼英 主编



武汉工业大学出版社

TU 5
G22

356734

“工业与民用建筑”专科系列教材

建 筑 材 料

高琼英 主编

武汉工业大学出版社

DK21/25
内容简介

本书根据“工业与民用建筑”专业专科系列教材的要求编写。全书分理论和试验两大部分。理论部分(共十二章)对建筑材料的基本性质和砖、瓦、玻璃、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑钢材、木材、沥青及其制品、建筑塑料以及保温、吸声、装饰等材料的品种、规格、性能、使用作了广泛而又较为详细的介绍。试验部分,从使用建筑材料的角度介绍了建筑材料试验。

本书采用法定计量单位及有关材料的最新规范,如用比密度、堆密度等新概念代替了比重、容重等传统概念。并在阐述中,将原有概念及单位对比列出,以利新旧概念的更替和目前工程上的使用。此外对新材料也做了简要介绍。

本文结合生产实践和施工的需要注意了与专业课的衔接,并力求做到叙述简洁。可作为“工业与民用建筑”专业专科及电大、夜大教材,还可供从事建筑工程设计的技术人员及施工管理人员阅读。

“工业与民用建筑”专科系列教材

建筑材料

高琼英 主编

责任编辑 曹文聪 方承平

武汉工业大学出版社出版(武昌街道口)

新华书店湖北发行所发行 各地新华书店经售

中南三〇九印刷厂印刷(湖北省安陆九号信箱)

开本: 787×1092毫米1/16

印张: 12.375

字数: 277千字

1988年6月第一版

1992年4月第七次印刷

ISBN 7-5629-0008-6/TU·0001

印数: 57001—63000册

[照排胶印]

定价: 3.40元

“工业与民用建筑”专科系列教材

出版说明

本系列教材的出版,是为了适应四化建设多层次培养人才,以及当前“工业与民用建筑”专科教材建设上的迫切需要而组织的。考虑到该专科国家还无统一的教学计划和课程教学大纲,故本系列教材编写前曾征集部分院校意见并进行归纳整理,制定了系列教材“编写总纲”,其主要编写要求是:

贯彻“少而精”的原则,加强基本理论、基本技能和基本知识的训练。各本教材字数按教学时数控制在每学时4000字左右。编写时要做到内容精练,叙理清楚,体系完整,特色鲜明。文字力求通俗流畅,插图力求形神兼备。对涉及到国家标准和规范的内容,均以现行国标(部标)和规范为准。对即将颁行的新规范,则以新规范的报批稿(或送审稿)为准。对教材中符号、计量单位和术语,则尽量采用《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》GBJ83-85的规定。

本系列教材的编写人员主要是武汉工业大学、湖南大学、华中理工大学、武汉冶金建筑专科学校和湖南城市建设专科学校等有丰富教学经验的教师。主审人员为全国部分高等院校和科研院的教授和专家。

本系列教材的出版在我国还是初次,且由于组稿仓促,缺点和不当之处一定很多,希读者指正,不胜感谢。

“工业与民用建筑”专科系列教材
编审委员会

编审委员会

顾问 袁润章 成文山 王龙甫

主任 沈大荣

副主任 沈蒲生

委员 (以姓氏笔划序)

刘声扬 刘鉴屏 吴代华 沙钟瑞 胡逾 施楚贤

高琼英 黄仕诚 彭少民 彭图让 蔡伯钧 魏璋

秘书长(总责任编辑) 刘声扬

“工业与民用建筑”专科系列教材书目

- | | | |
|-----------|------------------|-----------------|
| 1. 建筑材料 | 5. 结构力学 | 9. 土力学地基与基础 |
| 2. 建筑工程测量 | 6. 钢结构 | 10. 建筑施工 |
| 3. 理论力学 | 7. 钢筋混凝土结构(上)(下) | 11. 建筑工程经济与企业管理 |
| 4. 材料力学 | 8. 砌体结构 | |

前 言

本书是依据高等院校工科土建专业三年制专科“建筑材料教学大纲”要求，为满足专科面授教材的急需而编写的。根据专科教学的特点，教材中注意了深和广之间的关系。力图在重点突出水泥、水泥混凝土及材料的基本性质的基础上，广泛地介绍目前国内已有的各种建筑材料，以利于开阔思路，便于选用。本书由下列院校教师分别编写：武汉冶金建筑专科学校石均毅(第二章)；华中工学院李良茂(第六章、第七章)；武汉工业大学聂章矩(第八章、第九章及建筑材料试验)；武汉工业大学高琼英(第一、二(部分)、三、四、五、十、十一、十二章及砂浆部分)。由高琼英副教授担任本书的主编。湖南大学皮心喜教授为本书的主审。

由于时间仓促，水平有限，因此，对书中的缺点和不妥之处，恳请读者在使用过程中给予指正并提出宝贵意见。

编者

1988.6

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑材料的定义和分类	1
第二节 建筑材料在建筑工程中的地位	2
第三节 我国建筑材料的现状和发展趋势	2
第四节 本课程的内容和任务	4
第二章 建筑材料的基本性质	5
第一节 材料的物理性质	5
第二节 材料的力学性质	7
第三节 材料的其它性质	9
第三章 砖、瓦、玻璃	15
第一节 砖	15
第二节 瓦	19
第三节 玻璃	21
第四章 气硬性胶凝材料	24
第一节 石灰	24
第二节 石膏及其制品	26
第三节 镁质胶凝材料	29
第四节 水玻璃	30
第五章 水泥	31
第一节 硅酸盐水泥	31
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	38
第三节 特种水泥	41
第六章 混凝土	49
第一节 概述	49
第二节 混凝土的组成材料	50
第三节 混凝土的主要技术性质	58
第四节 混凝土外加剂	74
第五节 混凝土配合比设计	80
第六节 其他品种混凝土	88
第七节 建筑砂浆	97
第七章 建筑钢材	103
第一节 钢的生产与分类	103
第二节 钢材的技术性质	105
第三节 建筑钢材的技术标准与选用	111

第八章 木材	118
第一节 木材的构造	118
第二节 木材的主要性质	119
第三节 木材的应用	122
第九章 沥青及其制品	126
第一节 石油沥青	126
第二节 煤沥青	129
第三节 沥青防水材料	131
第十章 建筑塑料	137
第一节 塑料的特性及组成	137
第二节 常用的建筑塑料及制品	139
第三节 树脂胶粘剂和嵌缝材料	141
第十一章 保温隔热材料和吸声材料	143
第一节 保温隔热材料	143
第二节 吸声材料	147
第十二章 装饰材料	150
第一节 装饰材料的功能与选择	150
第二节 常用饰面材料	152
第三节 装饰涂料	155
第四节 喷涂材料	157
建筑材料试验	161
试验一 建筑材料的基本性质	161
试验二 普通粘土砖试验	163
试验三 水泥试验	165
试验四 混凝土用砂和石试验	171
试验五 水泥混凝土试验	176
试验六 砌筑砂浆试验	182
试验七 沥青试验	184
试验八 钢材试验	188

第一章 绪 论

第一节 建筑材料的定义和分类

本书中所讨论的建筑材料是指用于地基、地面、墙体、屋顶等各种部位的各种构件和结构体并最终构成建筑物的材料。

由于建筑材料种类繁多，为了研究、使用和叙述的方便，常从不同的角度对建筑材料进行分类。最常用的分类是按材料的化学成分及其使用功能。

根据材料的化学组成，可分为有机材料和无机材料两大类以及这两类的复合物。其细节如表1-1所示。

建筑材料的分类

表 1-1

建 筑 材 料	无机材料	金属材料	钢、铁、铝、铜，各类合金等
		非金属材料	水泥、玻璃、混凝土、烧土制品等
	有机材料	植物材料	木材、竹材
		沥青材料	石油沥青、煤油沥青
		合成高分子材料	塑料、合成橡胶
	复合材料	金属—非金属 无机—有机	非金属—金属 有机—无机

根据材料在建筑物上的使用性能，大体上可分为三大类：一是建筑结构材料；二是墙体材料；三是建筑功能材料。

建筑结构材料主要是指构成建筑物受力构件和结构所用的材料。如梁、板、柱、基础、框架和其它受力构件、结构等所用的材料都属于这一类。对这类材料主要技术性能的要求是强度和耐久性。目前所用的主要结构材料有砖、水泥混凝土和钢材及其复合物——钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土。根据我国情况分析研究后认为，在相当长的时期内钢筋混凝土(含预应力)是我国建筑工程中的主要结构材料。因为：①原材料资源丰富，能适应我国大规模建设的需要；②成本较低，如400号混凝土单位强度的成本仅为钢的1/5，铝的1/25，聚乙烯的1/60。利用钢和混凝土的复合，特别是高强钢与高强混凝土的复合，在技术与经济上均是一种很合理的结构材料，所以预应力混凝土的前途极其广阔；③从节能的角度看，水泥混凝土的优越性也很大，生产一吨水泥的耗能量约为生产一吨钢材的1/6或一吨实心粘土砖的1/4，而混凝土中70%以上是能耗更低的砂、石集料。④混凝土材料具有较高的耐压强度和良好的耐久性，这种优良的技术性能不仅可以提高建筑物的使用寿命，而且可以节省大量的维修费。

墙体材料在建筑物中占有很大的比例，它分承重墙和非承重墙两类。目前大量采用的墙体材料为实心粘土砖、空心粘土砖、混凝土及加气混凝土砌块；混凝土墙板、石膏

板、金属板材和复合墙板等。

一般说,建筑的可靠度与安全度主要决定于由建筑结构材料组成的构件和结构体系,而建筑的使用功能与建筑质量水平主要决定于建筑功能材料。

建筑功能材料,当前主要是指担负某些建筑功能的非承重用的材料 如防水材料;隔热、保温材料;吸声、隔音材料;采光材料;装饰材料等。这类材料品种、花样繁多,功能各异,随着国民经济的发展以及人民生活水平的提高,这类材料将会越来越多地应用于建筑物上。

在本书的各章内容中分别介绍了这几类材料的品种、性能和用途。因为对某一具体材料来说,可能兼有多种功能,但为了教学方便,本教材将按下述各种常用的建筑材料分别进行讨论:砖,瓦,玻璃,气硬性胶凝材料,水泥,混凝土,砂浆,建筑钢材,木材,沥青,建筑塑料,绝热材料,吸声材料,装饰材料等。

第二节 建筑材料在建筑工程中的地位

建筑材料和建筑设计,建筑结构,建筑经济及建筑施工等学科分支一样是建筑工程学科的一部分,而且是极为重要的部分。因为,建筑材料是建筑工程的物质基础。如果没有建筑材料,建筑师无法使设计成为实体。一个优秀的建筑师总是把高超的建筑艺术和以最佳方式选用材料融合在一起。结构工程师只有在很好地了解建筑材料的性能后,才能根据力学计算准确地确定建筑构件的尺寸和创造出先进的结构型式。例如预应力钢筋混凝土结构和薄壳结构等都是在结构上把受力特性和材料特性统一的产物。建筑经济学家为了降低造价,节省投资,在基本建设中,特别是在即将兴起的商品房屋的事业中要做的事很多,但首先要考虑的是节约和合理地使用建筑材料,因为目前在我国的建筑工程中建筑材料所占的投资比例高达60%左右。而施工和安装的全过程则是按设计要求把建筑材料逐步变成建筑物的过程,它涉及材料的选用、运输、储存以及加工等诸方面。总之,从事建筑工程的技术人员和专家都必须了解和懂得建筑材料,这是因为:建筑、材料、结构、施工四者是密切相关的。从根本上说,材料是基础,材料决定了建筑形式和施工方法。新材料的出现,可以促使建筑形式的变化,结构设计方法的改进和施工技术的革新。理想建筑中,应该是使所用的材料都能最大限度地发挥其效能,并合理、经济地满足建筑功能上的各种要求。

第三节 我国建筑材料的现状和发展趋势

随着我国基本建设的发展,建筑材料也有了很大的发展,现就几种主要建筑材料的现状和发展简要论述如下。

水泥 它是一种大量使用的建筑材料,建国初期,品种单一,产量也仅有六十六万吨,目前已发展为六十多个品种,年产量超过了一亿五千万吨。虽然总产量不少,但是就人均占有量而言还是比较少的,我国仅有150 kg,而美国为293 kg,苏联为483 kg,日本为730 kg。就质量而言,我国的平均标号也偏低。因此,水泥工业还在努力改进生产

技术，力求在改进产品质量、提高劳动生产率和节约能源方面取得更大的进展。

水泥混凝土 是一种大宗的建筑材料之一，为了提高混凝土的使用性能和施工性能，目前国外普遍使用各种外加剂，在一些先进国家，这种掺外加剂的混凝土占混凝土总量的75%以上，外加剂的品种也达300种以上，所以它被称为混凝土的第五组份。而我国掺外加剂的混凝土为数不多，外加剂的品种也较少，而且主要是减水剂。除此，还应大力发展商品混凝土，因为它有利于保证混凝土的质量，有利于节约水泥和原材料，有利于在混凝土工艺中采用新技术，也有利于提高劳动生产率，降低成本和文明施工。在发达国家商品混凝土占混凝土总量的50~80%，而我国还刚起步不久，应大力加以推广。此外，为了减轻混凝土的自重，许多国家在发展轻质集料，并在钢筋及混凝土的高强化方面取得了很大进展。

墙体材料 我国年产量折合标准砖已超过三千亿块以上，其中绝大部分为粘土实心砖。生产粘土实心砖要耗用大量土地和农田，而且能耗也大，因此应大力调整墙体材料的产品结构，其方向是：①粘土实心砖向空心砖发展；②粘土砖向非粘土制品发展，如发展灰砂砖、粉煤灰砖、混凝土砌块等；③单一墙体向复合型墙体发展，如低层建筑可用粘土空心砖、加气混凝土、石膏板等做面层，中间填矿棉、岩棉等；多层住宅外墙可用空心砖、混凝土砌块等加保温材料；高层建筑可用轻混凝土、钢筋混凝土挂板，板中填充保温材料。用各种新型墙体材料取代传统的普通粘土砖墙，不仅为墙体材料增添了新的品种，而且还可以减轻墙体自重，改善绝热和吸声效果，提高抗震性能，有利于施工机械化和加快施工进度。

建筑用的平板玻璃 在我国也有了很大发展，建国初期的产量仅一百零八万标箱，到1987年已达五千六百万标箱，提高了50多倍。其品种也从单一的窗玻璃发展为十多种。但是其人均占有量还不到苏联的1/3，日本的1/10，西德的1/15。为了迅速提高我国玻璃工业的水平，目前还在大力发展玻璃新工艺，以求大幅度提高产品的产量和质量。同时大力进行玻璃的深加工以扩大品种，生产出功能各异的玻璃。当前主要是发展钢化玻璃，多种功能的涂层玻璃和双层中空玻璃等玻璃制品。由于这些玻璃的使用，门窗等开口部位和墙壁的功能可得到大幅度的改善。

装饰装修材料和功能材料 其中建筑塑料和其它有机建筑材料发展很快。据统计资料表明，在发达国家中建筑用塑料几乎占塑料总量的四分之一，并且品种繁多，如塑料管道、塑料门窗、塑料壁纸、塑料地板、地毯、天花板以及各种涂料、嵌缝和密封材料等。它和其它有机建筑材料一起构成了我国的化学建材行业。这些新材料的出现，开拓了结构材料、非结构材料的新领域。而且，这些合成高分子材料，作为涂料、粘结剂、密封材料、喷涂材料等，有着多种多样的用途，成了促进建筑生产工业化的巨大推动力。此外，为了提高建筑物的质量，节约能源，保温隔热材料和吸声材料，如矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩及各种吸声板等均得到了发展。

为了适应建筑工业化和进一步提高建筑物质量的要求，建筑材料今后的发展趋势为：继续提高材料的强度和进一步减轻材料的自重；研究和生产高效能和多功能的材料；对提高材料的耐久性，将给予极大的重视；构件的尺寸将日益增大，各种大型板材将广泛采用，预制化程度将进一步提高；各种类型的复合材料、建筑塑料、绝热吸声材料等将

会与日俱增。

第四节 本课程的内容和任务

本课程是“工业与民用建筑”专业教学计划中的一门技术基础课。其任务是使初学者具有建筑材料的基础知识，在工业与民用建筑的实践中具有合理选择与使用建筑材料的能力，并为专业课程提供有关材料方面的基本知识。

由于建筑材料的质量直接影响建筑工程质量，因此，在选择和使用材料时，必须了解材料的技术性能和使用要求，并能根据建筑材料的规范标准对材料的质量进行检验，同时，对材料的储运和防护方法也应有所了解，以期切实做好本职工作。

实验课是本课程的重要教学环节，其任务是为进一步了解材料的性能和学习试验方法，培养科学研究能力以及严谨的科学态度。

第二章 建筑材料的基本性质

在建筑物中，建筑材料要承受各种不同的作用，因而要求建筑材料具有相应的不同性质。如用于建筑结构的材料要受到各种外力的作用，因此，选用的材料应具有所需要的力学性能。又如根据建筑物各种不同部位的使用要求，有些材料应具有防水、绝热、吸声等性能。对于某些工业建筑，要求材料具有耐热、耐腐蚀等性能。此外，对于长期暴露在大气中的材料，要求能经受风吹、日晒、雨淋、冰冻而引起的温度变化、湿度变化及反复冻融等的破坏作用。为了保证建筑物的耐久性，要求在工程设计与施工中正确地选择和合理地使用材料，因此，必须熟悉和掌握各种材料的基本性质。

第一节 材料的物理性质

一 材料的密度

(一) 比密度 ρ_s (Specific density)

材料在绝对密实状态下，其单位体积的质量与同体积的4℃水的质量之比值为相对密度，即比密度，通常也称为比重。但在工程实际中，比密度可简化为材料处于绝对密实状态时，其单位体积的质量。可用下式表示：

$$\rho_s = \frac{M}{V}$$

式中 ρ_s ——比密度(g/cm³)；

M——干燥材料的质量(g)；

V——材料在绝对密实状态下的体积(cm³)。

绝对密实状态下的体积是指不包含孔隙在内的固体物质所占的体积。用绝对体积计算出的密度值等于该材料的比密度值。在实际使用的材料中，除了钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料都有一些孔隙，在测定有孔材料的比密度时，应把材料磨成细粉以排除材料内部的孔隙，经干燥后再用密度瓶(李氏比重瓶)测定其实际体积。材料磨得越细，测得的比密度值就越精确。

对于未经磨细的颗粒形状不规则的材料，如砂、石等，用排水法测得的体积是指砂、石的颗粒体积，其颗粒内部所含的封闭孔隙并未排除，因此，其值不等于绝对密实状态下的体积。用颗粒体积计算出的密度值为表观密度 ρ_a (apparent density)，通常也称为视比重；假比重；颗粒容重；视密度等。

(二) 堆密度 ρ_b (bulk density)

材料在自然状态下，单位体积的质量称为堆密度(容重)。可用下式计算。

$$\rho_b = \frac{M}{V_0}$$

式中 ρ_b ——堆密度(g/cm^3 ; kg/m^3);

M ——材料的质量(g ; kg);

V_0 ——材料在自然状态下的体积(cm^3 ; m^3)。

对于块状材料, 其在自然状态下的体积是指包含该材料内部孔隙在内的外观体积; 对于粒状材料, 其自然状态下的体积是指包含颗粒内部孔隙及颗粒与颗粒之间的空隙在内的总体积。对于砂、石等散粒材料按自然堆积体积计算的密度为松堆密度 ρ_L (Loose-density), 即常说的松堆容重; 若以振实体积计算则称紧堆密度 ρ_t (tap density), 即紧密容重。

当材料含有水分时, 影响材料的密度值, 因此, 测定密度时, 必须注明其含水情况, 如水饱和状态; 风干(气干)状态; 绝干(烘干至恒重)状态等。

在建筑工程中, 凡计算材料用量和构件自重, 进行配料计算, 确定堆放空间及组织运输等, 经常要用到材料的比密度 ρ_s (比重) 和材料的堆密度 ρ_b (容重) 等数据。

二 材料的密实度和孔隙率

(一) 密实度D

密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度。也就是固体物质的体积占总体积的比例。密实度反映了固体材料的致密程度, 常以D表示:

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_b}{\rho_s}$$

含有孔隙的固体材料的密实度均小于1。材料的很多性能如强度、吸水性、耐久性、导热性等均与其密实性有关。

(二) 孔隙率P

孔隙率是指材料体积内, 孔隙体积与总体积之比。可用下式计算:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0}$$

如以 $V_0 = \frac{M}{\rho_s}$ 及 $V = \frac{M}{\rho_b}$ 代入上式并简化后, 可得到孔隙率与密实度的关系式为:

$$P = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} = 1 - D \quad \text{即 } P + D = 1$$

上式表明, 材料的总体积是由该材料的固体物质与其所包含的孔隙所组成。例如, 普通混凝土的比密度 $\rho_s = 2.70 \text{ g}/\text{cm}^3$, 堆密度 $\rho_b = 2400 \text{ kg}/\text{m}^3$, 则其密实度 $D = \frac{2.4}{2.7} = 0.89$, 因此, 在单位体积的混凝土中, 其孔隙率为 $P = 1 - D = 0.11$ 。也就是该种混凝土是由89%的固体物质和11%的孔隙所组成。

对于散粒材料, 如砂、石等也可用上式计算其空隙率。计算时, 式中的堆密度应为砂、石的松堆密度 ρ_L , 其比密度则为颗粒的表观密度 ρ_a , 由此而算得的是材料颗粒之间的空隙率, 而不是材料颗粒内部的孔隙率。

孔隙率的大小也直接反映了材料的致密程度。材料内部的孔隙又可分为连通的孔和封闭的孔, 连通孔隙不仅彼此贯通且与外界相通, 而封闭孔隙不但彼此不连通而且与外界隔绝。孔隙按本身尺寸又有粗孔、细孔之分。孔隙率的大小及孔隙本身的特征与材料的许多重要性质, 如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性和导热性等都有密切关系。一般而

言，孔隙率较小，且连通孔较少的材料，其吸水性较小，强度较高，抗渗性和抗冻性较好。几种常用建筑材料的孔隙率见表2-1。

几种常用材料的比密度、堆密度和孔隙率 表2-1

材 料	比密度 ρ_s (g/cm ³)	堆密度 ρ_b (kg/m ³)	孔隙率(%)
花 岗 岩	2.6~2.9	2500~2800	0.5~3.0
石 灰 岩	2.6	1800~2600	
普 通 混 凝 土	2.6	2100~2600	5~20
轻 质 混 凝 土	2.6	1000~1400	60~65
多 孔 混 凝 土	2.6	300~900	80
普 通 砖	2.5~2.8	1600~1800	20~40
空 心 砖	2.5	1000~1400	50
松 木	1.55	380~700	55~75
建 筑 钢 材	7.85	7850	0

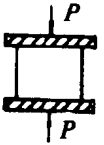
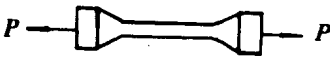
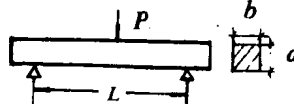
第二节 材料的力学性质

一 材料的强度、标号、比强度

材料抵抗在外力(荷载)作用下而引起破坏的能力称为强度。当材料承受外力时，内部就产生应力，外力逐渐增加，应力也相应增大，直到材料内部质点间的作用力不再能抵抗这种应力时，材料即破坏，此时的极限应力就是材料的强度。

根据外力作用方式的不同，材料强度有抗拉，抗压，抗弯和抗剪(抗折)强度等，这些强度一般是通过静力试验来测定的，因而总称为静力强度。表2-2 列出了各种强度的分类和计算公式。

静力强度分类 表2-2

强 度 类 别	举 例	计 算 式	附 注
抗压强度 f_c	混凝土 	$f_c = \frac{P}{A}$	P——破坏荷载(N) A——受荷面积(cm ²) L——跨度(cm) b——断面宽度(cm) d——断面高度(cm)
抗拉强度 f_t	钢 	$f_t = \frac{P}{A}$	
抗剪强度 f_v	木材 	$f_v = \frac{P}{A}$	
抗弯强度 f_{tm}		$f_{tm} = \frac{3PL}{2bd^2}$	

材料的静力强度，实际上只是在特定条件下测定的强度值，为了使试验结果比较准确而且具有互相比较的意义，每个国家都规定有统一的标准试验方法。测定材料强度时，必须严格按照规定的标准试验方法进行。

大部分建筑材料根据其极限强度的大小，划分为若干不同的强度等级，称为标号。砖、石、水泥、混凝土等材料，主要根据其抗压强度划分标号。如粘土砖有75、100……200等标号，普通水泥有275……725等标号(标号为725^号的水泥，表明该批水泥的抗压强度值均 $\geq 72\text{MPa}$ ，且其它各项指标也都符合要求)。建筑钢材的钢号主要按其抗拉强度划分。将建筑材料划分为若干标号，对掌握材料性能，合理选用材料，正确进行设计和控制工程质量，是十分必要的。

为了对不同的材料强度进行比较，可以采用比强度。比强度就是按单位质量计算的材料强度，其值等于材料的强度对其堆密度之比。它是衡量材料轻质高强性能的一个主要指标。以钢材、木材和混凝土的抗压强度来作比较，可求得三者的比强度，如表2-3所示。

钢材、木材和混凝土的强度比较

表2-3

材 料	堆密度(kg/m ³)	抗压强度MPa(kgf/cm ²)	比 强 度
低 碳 钢	7860	415(4200)	0.053(0.53)
松 木	500	34.3(350)顺纹	0.069(0.70)
普 通 混 凝 土	2400	29.4(300)	0.012(0.12)

由表2-3数据可见，从比强度来看，钢材比混凝土强，而松木又比钢材强。即三者比较而言，混凝土是质量大而强度低的材料，因此，促使普通混凝土沿着轻质高强方向发展，是非常必要的。

二 弹性和塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力取消后，变形即行消失，材料能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。这种当外力取消后瞬间内即可完全消失的变形称为弹性变形。这种变形属于可逆变形，其数值的大小与外力成正比。其比例系数E称为弹性模量。在弹性变形范围内，弹性模量E为常数，其值等于应力 σ 与应变 ε 的比值，即

$$\sigma = E\varepsilon, \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \quad \sigma = \frac{P}{A}$$

式中 σ ——材料的应力(MPa);

ε ——材料的应变;

E——材料的弹性模量 (MPa);

P——荷载 (N);

A——试件受力面积(mm²)。

弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标，E愈大，材料愈不易变形。3号钢的弹性模量 $E = 2.1 \times 10^5 \text{MPa}$ ，混凝土的弹性模量是个变值，当混凝土标号由75号增到600号时，弹性模量E由 1.55×10^4 增到 $3.65 \times 10^4 \text{MPa}$ 。

在外力作用下材料产生变形，如果取消外力，仍保持变形后的形状尺寸，并且不产生裂隙的性质称为塑性。这种不能消失的变形称为塑性变形（或永久变形）。

许多材料受力不大时，仅产生弹性变形；受力超过一定限度后，即产生塑性变形。如建筑钢材，当外力值小于弹性极限时，仅产生弹性变形；若外力大于弹性极限后，则除了弹性变形外，还产生塑性变形。有的材料在受力时弹性变形和塑性变形同时产生，如果取消外力，则弹性变形可以消失，而其塑性变形则不能消失（如混凝土）。

三 脆性和韧性

材料在外力作用下直至破坏前并无明显的塑性变形而发生突然破坏的性质称为脆性。脆性材料抵抗冲击荷载或震动作用的能力很差，但其抗压强度较高，如混凝土、玻璃、砖、石、陶瓷等。

在冲击、震动荷载作用下，材料能承受很大的变形也不致被破坏的性能称为韧性。在建筑工程中，对于要承受冲击荷载和有抗震要求的结构，如用作地面，吊车梁等的材料，都要考虑材料的冲击韧性。

四 硬度和耐磨性

硬度是材料表面能抵抗其他较硬物体压入或刻划的能力。不同材料的硬度测定方法不同。按刻划法，矿物硬度分为十级，其硬度递增的顺序为：滑石、石膏、方解石、萤石、磷灰石、正长石、石英、黄玉、刚玉、金钢石。钢材、木材及混凝土的硬度常用钢球压入法测定。一般，硬度大的材料耐磨性较强，但不易加工。在工作中，有时可用硬度间接推算材料的强度。

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力。材料的耐磨性用磨损率表示。磨损率可用下式计算：

$$n = \frac{m_1 - m_2}{A}$$

式中 n ——材料的磨损率（ g/cm^2 ）；

m_1, m_2 ——分别为试件在规定的磨损时间内其磨损前、后的质量（ g ）；

A ——试件受磨面积（ cm^2 ）。

第三节 材料的其它性质

一 材料与水有关的性质

（一）亲水性与憎水性

材料在空气中与水接触时能被水润湿的性质称为亲水性。具有这种性质的材料称为亲水性材料。如砖、混凝土、木材等。由于这类材料的分子与水分子间的吸引力大于水分子之间的内聚力，因此能被水所润湿且能通过毛细管作用将水分吸入毛细管内部。

材料在空气中与水接触时不能被水润湿的性质称憎水性。具有这种性质的材料称为憎水材料。如沥青、石蜡等。憎水性材料一般能阻止水分渗入毛细管中，因而能降低材料的吸水性。憎水性材料不仅可用作防水材料，而且还可用于亲水性材料的表面处理，以降低其吸水性。

(二) 吸水性

材料吸入水分的能力称为吸水性。吸水性的 大小，以吸水率表示。吸水率是指材料吸入水的质量占材料干燥质量或材料体积的百分数。

$$\text{质量吸水率 } W_{\text{质}} = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$$

$$\text{体积吸水率 } W_{\text{体}} = \frac{m_1 - m}{V_0} \times 100\%$$

式中 m_1 ——材料吸水饱和状态下的质量(g)；

m ——材料干燥状态下的质量(g)；

V_0 ——材料自然状态下的体积(cm^3)。

$$\therefore W_{\text{体}} / W_{\text{质}} = m / V_0 = \rho_0$$

$$\therefore W_{\text{体}} = W_{\text{质}} \rho_0$$

材料的吸水性，不仅取决于材料本身是亲水的还是憎水的，也与其孔隙率的大小及孔隙特征有关。一般孔隙率愈大，则吸水性也愈强。封闭的孔隙，水分不易进入；粗大开口的孔隙，不易吸满水分；具有很多微小开口孔隙的材料，则其吸水能力特别强。水在材料中对材料性质将产生不良的影响，它使材料的堆密度和导热性增大，强度降低，体积膨胀。因此，吸水率大对材料性质是不利的。

(三) 吸湿性

材料吸收空气中水分的能力称为吸湿性。吸湿性常以含水率来表示，可用下式计算：

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%)；

$m_{\text{含}}$ ——材料吸收空气中水分后的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重时的质量(g)。

干的材料在空气中能吸收空气中的水分而逐渐变湿；湿的材料在空气中能失去水分而逐渐变干，最终将使材料中的水分与周围空气的湿度达到平衡，这时的材料处于气干状态。材料在气干状态时的含水率，称为平衡含水率。平衡含水率并不是固定不变的，它随环境中的温度和湿度的变化而改变。当材料吸水达到饱和状态时的含水率即为吸水率。

(四) 耐水性

材料在长期饱和水作用下，不产生破坏，其强度也不显著降低的性质，可用软化系数 $K_{\text{软}}$ 表示：

$$K_{\text{软}} = \frac{R_{\text{饱}}}{R_{\text{干}}}$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数；

$R_{\text{饱}}$ ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度(MPa)；

$R_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。

软化系数的大小表明材料浸水后强度降低的程度。一般波动在 0 ~ 1 之间，软化系数越小，说明材料吸水饱和后的强度降低越多，所以其耐水性越差。对于经常位于水中或