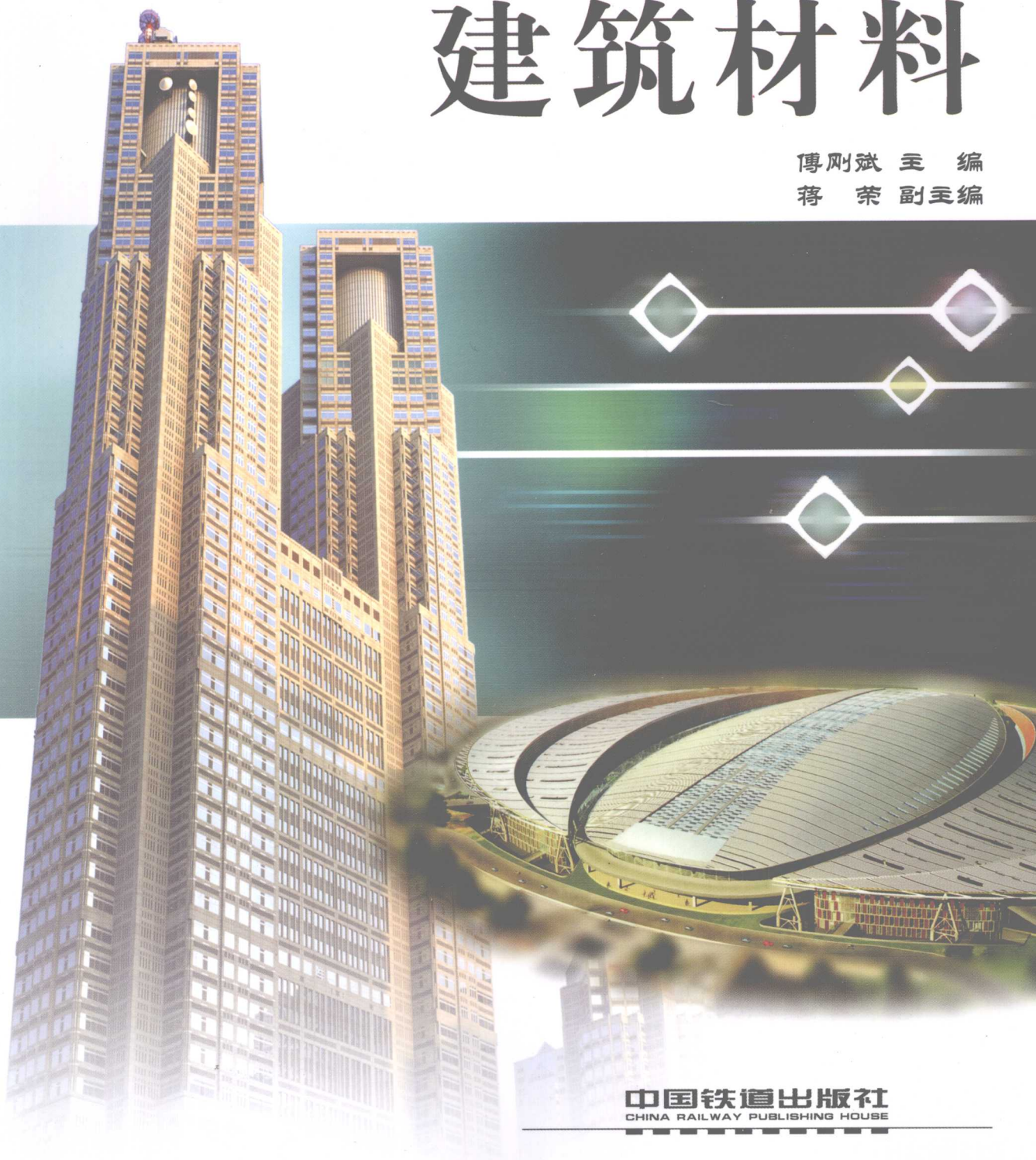




高职高专土木工程专业新编系列教材

建筑材料

傅刚斌 主 编
蒋 荣 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高职高专土木工程专业新编系列教材

建 筑 材 料

傅刚斌	主 编
蒋 荣	副主编
姜 波	主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2009年·北 京

内 容 简 介

本书着重介绍了建筑工程中常用材料的基本性质、技术性能、品种规格、质量标准和应用保管等材料基础知识。内容包括建筑石材、气硬性胶凝材料、水泥、水泥混凝土、砂浆、建筑钢材、沥青、木材、墙体材料、装饰材料、功能材料等。为巩固所学知识,每章后均附有思考练习题。书中还附有常用材料的试验方法。

本书为高等职业技术学院、高等专科学校以及成人高校的建筑工程、铁道工程、道路桥梁工程、市政工程等专业教材,亦可供土木建筑工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/傅刚彬主编. —北京:中国铁道出版社,

2009. 1

(高职高专土木工程专业新编系列教材)

ISBN 978-7-113-09560-4

I. 建… II. 傅… III. 建筑材料-高等学校:
技术学校-教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 211348 号

书 名: 建筑材料

作 者: 傅刚斌 主编

责任编辑: 李丽娟 电话: (010) 51873135

封面设计: 马 利

责任校对: 孙 玫

责任印制: 金洪泽 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

版 次: 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1 092mm 1/16 印张: 16 字数: 397 千

印 数: 1 ~ 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-09560-4/TU · 995

定 价: 31.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

前言

本书是根据铁道部高职高专建筑工程专业教学指导委员会建议,按照新的教学大纲编写的。

书中内容涉及面广,着重论述了各种主要材料的技术性能、品种规格、质量标准、检验方法和应用保管,紧密联系铁路和建筑工程的实际,突出介绍了近年来发展的新型材料、铁道工程应用的特殊材料和建筑工程的装饰材料。每章后附有反映教学要求的复习思考题,供学生复习。

为了加强实践性教学环节,提高对材料品质的识别能力,使学生掌握材料试验的基本技能,书中还专门编入了常用材料的试验方法。

本书按现行标准规范编写,力求深入浅出、通俗易懂、概念明确、重点突出,便于学生阅读理解。

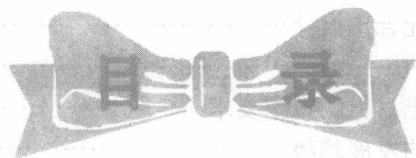
本书由湖南工程职业技术学院傅刚斌任主编,湖南交通工程职业技术学院蒋荣任副主编,石家庄铁道职业技术学院姜波主审。书中绪论、第1和11章由傅刚斌编写;第2、6、10章和13.3、13.6节由天津铁道职业技术学院蔺伯华编写;第3、4、9章和13.1节由包头铁道职业技术学院闫宏生编写;第7、8章和13.4、13.5由华东交通大学职业技术学院曾润忠编写;第5、12章和13.2节由蒋荣编写。

在本书编写过程中,参考了许多文献资料,铁道部建筑工程教学指导委员会的各位领导在本书的编写过程中给予了大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,错误之处望广大读者批评指正。

编者

2008年8月



绪 论	1
复习思考题	4
第1章 建筑材料的基本性质	5
1.1 材料的基本物理性质	5
1.2 材料的力学性质	8
1.3 材料与水有关的性质	10
1.4 材料与热有关的性质	12
1.5 材料的耐久性	14
复习思考题	14
第2章 建筑石材	16
2.1 岩石的组成与分类	16
2.2 工程中常用的岩石	18
2.3 石材的主要技术性质	20
2.4 石材的品种及应用	22
复习思考题	24
第3章 气硬性胶凝材料	25
3.1 石 灰	25
3.2 石 膏	29
复习思考题	34
第4章 水 泥	35
4.1 通用硅酸盐水泥	35
4.2 特性水泥与专用水泥	49
复习思考题	56
第5章 混 凝 土	58
5.1 普通混凝土组成材料	58

5.2 普通混凝土拌合物的性能·····	67
5.3 普通混凝土硬化后的性能·····	71
5.4 混凝土外加剂·····	80
5.5 混凝土的质量控制及配合比设计·····	87
5.6 混凝土强度的评定·····	95
5.7 铁路客运专线用混凝土材料的技术要求·····	97
5.8 其他混凝土及混凝土的发展趋势·····	102
复习思考题·····	107
第6章 砂 浆 ·····	110
6.1 建筑砂浆的组成材料·····	110
6.2 砂浆的技术性质·····	111
6.3 砌筑砂浆的配合比设计·····	113
6.4 其他用途砂浆·····	118
复习思考题·····	120
第7章 建筑钢材 ·····	121
7.1 钢材的基本知识·····	121
7.2 建筑钢材的力学与工艺性能·····	123
7.3 钢材化学成分组成及热处理·····	128
7.4 钢材的冷加工与强化·····	131
7.5 工程中常用的钢材·····	132
7.6 钢 轨·····	141
7.7 钢材的腐蚀与防护·····	144
复习思考题·····	145
第8章 沥 青 ·····	147
8.1 沥 青·····	147
8.2 改性沥青及主要沥青制品·····	152
8.3 沥青混合料简介·····	159
复习思考题·····	160
第9章 木 材 ·····	161
9.1 木材的分类与构造·····	161
9.2 木材的物理力学性质·····	163
9.3 木材在工程中的应用·····	166
9.4 木材的防护处理·····	168
复习思考题·····	169
第10章 墙体材料 ·····	170
10.1 砌 墙 砖·····	170

10.2 砌 块	178
10.3 墙 板	184
复习思考题	188
第 11 章 装饰材料	189
11.1 建筑陶瓷	190
11.2 建筑玻璃	191
11.3 建筑塑料	195
11.4 建筑涂料	198
11.5 其他装饰材料	200
复习思考题	204
第 12 章 功能材料	205
12.1 绝热材料	205
12.2 吸声材料与隔声材料	207
复习思考题	209
第 13 章 材料试验	210
13.1 水泥试验	210
13.2 混凝土试验	224
13.3 砂浆试验	235
13.4 钢材试验	238
13.5 沥青试验	242
13.6 烧结普通砖性能检验	245
复习思考题	248
参考文献	249

绪 论

【学习目标】了解建筑材料在工程建设中的地位；建筑材料的发展趋势以及材料产品的标准体系。

(1) 建筑材料及其分类

建筑工程中所使用的各种材料及其制品,统称为建筑材料或工程材料。

建筑材料品种繁多,通常分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类。各种建筑材料的分类详见表 1。

表 1 建筑材料分类

金属材料	黑色金属	铁、碳素钢、合金钢
	有色金属	铝、铜、锌及其合金
非金属材料	有机材料	动植物材料:木材、竹材、苇材、毛毡及其制品 沥青材料:石油沥青、煤沥青及其制品 高分子材料:塑料、涂料、胶黏剂、橡胶
	无机材料	天然石材:砂、石子、各种岩石加工的石材 烧土制品:砖、瓦、陶瓷 胶凝材料:石灰、石膏、水玻璃、菱苦土、水泥 混凝土、砂浆:普通混凝土、轻骨料混凝土、特种混凝土、各种砂浆 硅酸盐制品:多孔混凝土、粉煤灰砖和砌块 碳化制品:碳化砖、碳化板 保温材料:石棉、矿物棉、玻璃棉、膨胀蛭石、膨胀珍珠岩及其制品 玻璃:窗用玻璃、彩色玻璃、镀膜玻璃、钢化玻璃、吸热玻璃、玻璃制品
复合材料	无机与有机复合	玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土
	金属与非金属复合	钢筋混凝土、钢丝网水泥、塑铝复合板、铝箔面油毡
	其他复合材料	水泥石棉制品、不锈钢包覆钢板……

(2) 建筑材料在工程建设中的地位

1) 建筑材料是工程建设中不可缺少的物质基础。任何一项工程建设都需要使用建筑材料。例如,修建一条 I 级铁路干线,在平原地区每 1 延长公里,约需要各种材料 6 000 余吨,在山岳地区则需要约 15 000 余吨。又如住宅、办公楼等建筑,每 1 000 m² 面积约需 1 000~1 500 t 材料,估计用量举例见表 2 所示。因此,随着工程建设的进展,要及时地提供数量充足、质量良好、品种齐全的各种材料,才能保证工程建设的顺利进行。

表 2 每 1 000 m² 房屋建筑用料参考量

建筑类型	红砖 (千块)	砂 (m ³)	砾石 (m ³)	水泥 (t)	钢材 (t)	木材 (m ³)	玻璃 (m ²)	石灰膏 (m ³)	...
五层框架办公楼	23	370	40	231	35.0	37	160	5	...
六层砖混住宅楼	209	370	16	159	15.5	51	140	20	...

2) 建筑材料直接影响工程质量。建筑材料的质量如何,直接影响着工程的质量。如果将劣质材料使用到工程上去,必然危害工程质量,影响工程的使用效果和耐久性能,甚至会造成严重事故。因此,必须使用质量符合要求的材料。在选择和使用材料时,必须高度重视材料质量的检验。对于新材料和代用材料的应用,要采取积极而又慎重的态度,使用前必须经过严格的检验和技术鉴定。

3) 建筑材料决定着工程造价和经济效益。材料费用在工程总造价中占有较大的比重,一般约占 50%~60%。因此,在保证材料质量的前提下,降低材料费用,对降低工程造价、提高经济效益,将起很大的作用。正确选择、就地取材、合理利用、减少浪费、科学管理等,都是降低材料费用的合理途径。

4) 新型材料的研制和发展将促进工程结构和施工技术的进步。在人类历史发展过程中,建筑材料有过三次重大的突破,带来了建筑技术的三次大飞跃。

公元前 3 世纪有了烧制的砖瓦、陶瓷、石灰,使建筑冲破了天然材料的局限,得以营造大量的、较大规模的、坚固耐用的各种建筑,这是建筑技术的第一次飞跃。

19 世纪中叶炼出了钢铁,钢结构的发展使结构的跨度从几米、几十米发展到上百米乃至几百米。19 世纪 20 年代有了水泥,随后又有了混凝土、钢筋混凝土、预应力混凝土,使结构的形式和规模都有了巨大的发展。这是土木工程发生的第二次大飞跃。

第三次飞跃从 20 世纪 30 年代人工合成材料问世至今,各种高分子材料和有机、无机、金属、非金属的复合材料迅速发展,这些轻质、高强、多功能的材料,大大地减轻了材料的自重,为建筑物向高层空间发展创造了极好的条件。

随着我国国民经济的发展,对建筑功能、工程结构的要求越来越高,从而对材料也提出了更高的要求。例如大跨度的桥梁、超高层的建筑等,需要有新型的工程结构,也需要更高强度的钢材、混凝土;对于高层、高等级的建筑,还需要大量具有多种功能的轻质复合墙体材料和各种高档次的装饰材料。对工程的高新要求促进了材料的发展,反过来,新材料的发展也促进了工程结构和施工技术的不断进步,使工程建筑的功能、适用性、艺术性、坚固性和耐久性都得到相应的改善。

(3) 新型材料的发展方向

为适应时代发展的需要,必须不断提高工程质量和降低工程造价,不断研究材料技术和开发新型产品,新型材料的发展趋势是:

1) 高强。研制和发展高强度材料,以减小承重结构构件的截面,降低结构自重。

2) 轻质。发展轻质材料,减轻建筑物的自重,降低运输费用和工人劳动强度。

3) 复合高效多功能。发展高性能的复合材料,使材料具有高耐久性、高防火性、高防水性、高保温性、高吸声性、高装饰性等优异性能,并且使一种材料具有多种功能,除了满足坚固、安全、耐久要求之外,还具有良好的保温隔热、吸声、防潮、装饰等功能。

4) 节约能源。研制和生产低能耗(包括材料生产能耗和建筑使用能耗)的节能建筑材料,这对于降低成本、节约能源将起到十分有益的作用。

5) 综合利用。充分利用各种地方材料和工业废渣来生产工程材料,降低成本,变废为宝,化害为利,节约能源,改善环境。

6) 工业化生产。发展适用于由工厂大规模生产、机械化安装施工的材料制品,加快施工进度。

为此,国家计划在近期内大力发展中高强度的冷轧带肋钢筋,在结构中推广应用高强混凝

土,发展高效能的混凝土外加剂,大中城市推广应用散装水泥和商品混凝土,大力发展新型的防水材料,推广粉煤灰的综合利用,大力发展以新型复合墙体为主要内容的建筑节能技术等。

(4)材料产品的标准

建筑材料的生产、销售、采购、验收和质量检验,均应以产品质量标准为依据。材料的产品标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四类。这些标准均以标准代号、标准号、颁布年份的次序表达,如“GB 175—1999”表示国家标准第 175 号,是在 1999 年颁布的。

1)国家标准“GB”。在全国范围内统一的标准,如:

GB——全国强制性标准;

GB/T——全国推荐性标准;

GBJ——全国建筑工程技术方面的标准。

2)行业标准。包括部级标准和专业标准,如:

JGJ——建工行业建筑工程技术标准;

JCJ——建材行业建筑工程技术标准;

TBJ——铁道行业建筑工程技术标准;

ZB——专业标准。

3)地方标准“DB”。地方性标准。

4)企业标准“QB”。企业内部的标准。

5)其他标准。工程中可能采用的其他技术标准还有,国际标准(ISO)、美国国家标准(ANS)、英国标准(BS)、德国工业标准(DIN)、日本工业标准(JIS)、法国标准(NF)等。

(5)本课程的任务和学习方法

“建筑材料”是土建工程各专业的一门重要课程,是一门应用技术,同时也是后续专业课程的基础。

本课程主要学习材料的基本性质和各种常用材料的生产成分、技术性质、规格标准、质量检验、应用范围、储运保管等知识,以期为工程建筑、结构、施工等专业课程提供材料方面的基本知识,亦为今后从事技术工作时,就材料选用、质量鉴定、验收保管、运输储存等方面打下必要的基础。

1)学生学完本课程后,应达到以下要求:

①了解各种材料的成分、结构和生产加工原理;

②掌握各种材料的技术性质、应用范围、质量检验、贮运保管的知识,能查阅有关技术资料、标准规范,合理选用材料;

③掌握常用材料的质量检验方法,具有正确使用试验设备,完成材料试验,鉴别材料质量的能力。

2)学习本课程应注意的学习方法:

①运用物理、化学、数学、力学等基础知识,分析和研究有关材料的问题;

②注意要着重理解材料的主要技术性质,理解它的原理,推理它的应用;

③材料试验是熟悉材料性质、鉴定材料质量的重要手段,也是培养试验能力的重要过程,必须认真完成各项试验并掌握试验方法;

④充分利用到工厂、工地参观和实习的机会,了解常用材料的品种、规格、应用和储存的情况;

⑤经常阅读有关报刊中介绍的材料新产品、新标准,注意材料的发展动向。

复习思考题

1. 建筑材料如何分类? 每类包括哪些主要材料?
2. 建筑材料在工程建设中的重要性表现在哪些方面? 其发展方向如何?
3. 为什么要制订材料产品的质量标准? 材料产品标准分哪几类, 各用什么代号表示?
4. 学习“建筑材料”这门课, 应获得哪些能力?

第1章 建筑材料的基本性质

【学习目标】本章主要介绍建筑材料的物理性质、力学性质、耐久性等基本性质。通过本章学习,要求了解材料的基本概念和组成,及其成分对材料性质的影响,掌握材料的组成结构与性能。

建筑材料在各种土建工程中起着不同的作用,有的主要承受荷载,有的起围护作用,有的则起保温隔热或表面装饰、防水防潮、防腐、防火等作用。材料在这些外力、阳光、大气、水分及各种介质作用下,会发生受力变形、热胀冷缩、干湿变形、冻融交替、化学侵蚀等现象,这些因素都会使材料产生不同程度的破坏。为了使建筑物和构筑物能够安全、适用、耐久而又经济,必须在工程设计和施工中充分了解和掌握各种材料的性质和特点,以便正确、合理地选择和使用材料,使其性能满足使用要求。

建筑材料品种繁多,性质各异,有其共性,也有其特性。本章将对建筑材料在物理、力学等方面的各种共同性质作专题介绍,建立起主要概念,论述其内涵和相互关联,以便在后续各章中直接应用。

1.1 材料的基本物理性质

本节将论述材料与其质量、体积有关的各项性质。

1.1.1 密度

密度是指单位体积物质的质量,其单位可用 g/cm^3 、 kg/L 或 kg/m^3 表示($1\text{ g}/\text{cm}^3=1\text{ kg}/\text{L}=1\text{ 000 kg}/\text{m}^3$)。但是,由于材料有密实的、多孔的和颗粒堆积等不同状态,材料的密度也就有密实密度、表观密度、体积密度和堆积密度之分。

(1)密实密度(有时简称密度):材料在密实状态下单位体积的质量称为材料的密实密度,用下式表示和计算:

$$\rho=\frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——材料的密实密度, g/cm^3 ;

m ——材料的干质量, g ;

V ——材料在密实状态下的体积, cm^3 。

材料“在密实状态下的体积”是材料体积内固体物质所占的体积,不包括孔隙在内的体积。但实际上完全密实的材料是很少的,绝大多数的材料都是含有孔隙的。对于密实材料的密实体积,可用量尺计算或排水法测定,但对于有孔材料的密实体积,则需将其磨成细粉,并通过 0.25 mm 孔径的筛子,然后测其粉末的排水体积,并将此体积作为材料的密实体积。

在 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的情况下,材料的密实密度与水的密度的比值,称为该材料的相对密度。

(2) 表观密度: 材料在自然状态下不含开口孔隙时单位体积的质量称为材料的表观密度。

对于自身较为密实的颗粒堆积材料, 如配制混凝土所用的砂、石等材料, 可不必磨成细粉, 而直接用颗粒排水测得体积(包含少量的封闭孔隙而不含开口孔隙的体积), 这样计算得到的密度即是表观密度, 用下式表示和计算:

$$\rho' = \frac{m}{V'} \quad (1-2)$$

式中 ρ' ——颗粒堆积材料的表观密度, g/cm^3 ;

m ——颗粒堆积材料的干质量, g ;

V' ——包含少量封闭孔隙而不含开口孔隙的颗粒体积, cm^3 。

(3) 体积密度: 材料(块体或颗粒)在自然状态下单位体积的质量称为体积密度, 用下式表示和计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ_0 ——材料的体积密度, g/cm^3 或 kg/m^3 ;

m ——材料的质量, g 或 kg ;

V_0 ——材料自然状态下的体积(自然体积), cm^3 或 m^3 。

材料的自然体积是包括孔隙在内的体积, 对于有开口孔的材料(如多孔砖等), 还包括其开口孔的体积。通常对规则材料采用量尺计算, 而对非规则材料, 则采用在表面涂蜡(将开口孔隙封闭)后用排水法测得。

材料的体积密度, 通常是指干燥状态的体积密度(干体积密度)。但在自然状态下的材料, 常含有一些水分, 会影响体积密度的值, 这时应标明其含水状态(湿体积密度)。

(4) 堆积密度: 颗粒材料(或纤维材料)在自然堆积状态下单位体积的质量称为堆积密度, 用下式表示和计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-4)$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度, g/cm^3 或 kg/m^3 ;

m ——材料的质量, g 或 kg ;

V'_0 ——材料的堆积体积, cm^3 或 m^3 。

材料的堆积体积是指颗粒(或纤维)自然堆积状态下, 包含空隙体积在内的自然体积。颗粒堆积材料的堆积体积要用已知容积的容器按有关规定的方法量得。

堆积密度是颗粒材料松散(松装)状态的密度, 如果颗粒材料按规定方法颠实后, 其单位体积的质量则称为紧密堆积密度。

材料的密实密度、表观密度、体积密度和堆积密度, 是材料的主要物理性质, 可用于材料的孔隙率或空隙率计算, 用于材料的质量与体积之间的换算, 如材料的用量、运输量和堆积空间的计算, 材料配合比的计算, 构件自重的计算等。

1.1.2 密实度和孔隙率

(1) 密实度: 密实度是指在材料的自然体积中, 被固体物质所充实的程度, 用材料中固体物质的体积占总体积的百分数表示:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

亦可用材料的密实密度和体积密度计算：

$$D=\frac{V}{V_0}=\frac{m/\rho}{m/\rho_0}=\frac{\rho_0}{\rho}\times 100\% \tag{1-6}$$

式中 D ——材料的密实度，%。

(2)孔隙率：孔隙率是指在材料的自然体积中，孔隙体积所占的比例，用下式表示和计算：

$$P=\frac{V_0-V}{V_0}=1-D=\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right)\times 100\% \tag{1-7}$$

式中 P ——材料的孔隙率，%。

例如：一块烧结黏土砖， $\rho_0=1\,820\text{ kg/m}^3$ ， $\rho=2.55\text{ g/cm}^3$ ，则此砖的密实度和孔隙率为(将 $\rho=2.55\text{ g/cm}^3$ 换算为 $2\,550\text{ kg/m}^3$)：

$$D=\frac{\rho_0}{\rho}=\frac{1\,820}{2\,550}=0.714=71.4\%$$

$$P=1-\frac{\rho_0}{\rho}=1-\frac{1\,820}{2\,550}=0.286=28.6\%$$

材料的密实度和孔隙率，从两个不同方面反映材料的同一个性质——密实程度。材料的许多性质，如材料的体积密度、强度、吸水性、抗冻性、抗渗性、导热性、吸声性、耐蚀性等，都与材料孔隙率的大小和孔隙特征有直接关系。

材料的孔隙特征包括孔隙构造和孔隙粗细两个方面，孔隙的构造是指孔隙是封闭的或是开口连通的，孔隙粗细是指孔隙是粗大的或是细微的。

1.1.3 填充率和空隙率

对于砂、石子、粉粒等颗粒堆积材料(或纤维堆积材料)的密实程度，可用填充率和空隙率来表示。

(1)填充率：填充率是指在颗粒材料(或纤维材料)的堆积体积中，被颗粒(或纤维)所填充的程度，用下式表示：

$$D'=\frac{V'}{V_0}=\frac{\rho'_0}{\rho}\times 100\% \tag{1-8}$$

式中 D' ——材料的填充率，%。

(2)空隙率：空隙率是指颗粒材料(或纤维材料)的堆积体积中，颗粒(或纤维)间的空隙体积所占的百分率，用下式表示：

$$P'=\frac{V_0-V'}{V_0}=1-D'=\left(1-\frac{\rho'_0}{\rho}\right)\times 100\% \tag{1-9}$$

式中 P' ——材料的空隙率，%。

常用材料的密度和孔(空)隙率见表 1-1。

表 1-1 几种常用材料的基本物理参数

材料名称	密实密度 (g/cm ³)	表观密度 (g/cm ³)	体积密度 (kg/m ³)	堆积密度 (kg/m ³)	孔隙率 (%)	空隙率 (%)
钢材	7.85	—	7 850	—	0	—
花岗岩	2.6~2.9	2.6~2.8	2 500~2 800	—	0.5~1.0	—
普通混凝土	2.6~2.8	—	2 300~2 500	—	5~20	—
烧结黏土砖	2.5~2.7	—	1 700~1 900	—	20~40	—

续上表

材料名称	密实密度 (g/cm ³)	视密度 (g/cm ³)	体积密度 (kg/m ³)	堆积密度 (kg/m ³)	孔隙率 (%)	空隙率 (%)
多孔混凝土	3.0	—	600~800	—	70~80	—
松木	1.55	—	400~800	—	55~75	—
碎石或卵石	2.6~2.9	2.5~2.8	—	1 500~1 700	—	35~45
普通砂	2.6~2.7	2.5~2.7	—	1 400~1 600	—	35~45
水泥	2.9~3.1	—	—	1 200~1 300	—	55~60

1.2 材料的力学性质

材料的力学性质又称机械性质,是指材料在外力作用下的变形性能和抵抗破坏的能力。

1.2.1 强 度

材料抵抗外力(荷载)破坏的能力称为材料的强度。

材料所受的外力有压缩、拉伸、剪切和弯曲等多种形式,根据材料所受外力的形式不同,材料的强度分为抗压强度、抗拉强度、抗剪强度和抗弯(抗折)强度四种,如图 1-1 所示。

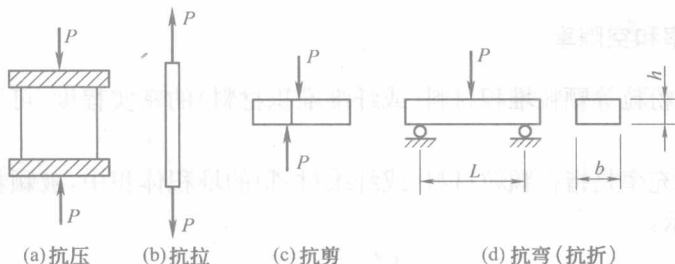


图 1-1 材料的几种受力状态

材料的抗压强度、抗拉强度和抗剪强度,均可按下式计算:

$$f = \frac{P}{A} \quad (1-10)$$

式中 f ——材料的强度,包括抗压强度 f_c 、抗拉强度 f_t 和抗剪强度 f_v , N/mm² (即 MPa);

P ——材料受压、受拉、受剪破坏时的荷载, N;

A ——材料的受力面积, mm²。

材料的抗弯强度(又称抗折强度)与材料的截面和受力情况有关,不同形状大小的试件,不同的受力情况,其计算公式是不同的。通常把试件加工成矩形截面,在两支点正中作用一个集中荷载,如图 1-1(d)所示,其抗折强度按下式计算:

$$f_t = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1-11)$$

式中 f_t ——材料的抗折强度, N/mm² (即 MPa);

P ——受弯破坏时的荷载, N;

L ——跨距,即两支点间的距离, mm;

b ——材料截面的宽度,mm;

h ——材料截面的高度,mm。

例:某砂浆试件为边长 7.07 cm 的立方体,测得抗压破坏荷载为 42.8 kN,则其抗压强度为:

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{42.8 \times 10^3}{70.7^2} = 8.56 \text{ N/mm}^2 = 8.56 \text{ MPa}$$

强度是材料的主要技术性质之一。凡是用于承重的各种材料,都规定了有关强度的测定方法和计算方法,都以其主要强度的大小划分为若干个强度等级或标号,以供结构设计和施工时合理选用。这将在以后各章中分别论述。

几种常用材料的强度见表 1-2。

表 1-2 几种常用材料的强度

材 料 名 称	抗压强度(MPa)	抗拉强度(MPa)	抗折强度(MPa)
钢 材	—	300~1 500	—
松木(顺纹)	30~60	80~120	60~110
花岗岩	100~250	5~8	10~14
普通黏土砖	7.5~30	—	2~5
普通混凝土	7.5~60	0.7~4	0.7~4
水 泥	30~80	—	5~9

1.2.2 弹性与塑性

材料在外力作用下会产生变形,当外力撤销时,变形随之消失,这种性质称为弹性。这种变形称为弹性变形。

材料在外力作用下产生变形,当外力撤销后,仍保持已发生的变形,这种性质称为塑性。这种变形称为塑性变形。

单纯弹性的材料是没有的。有的材料(如钢材)在受力不太大时表现为弹性,超过弹性限度之后便出现塑性变形。许多材料(如混凝土等)在受力后,弹性变形和塑性变形同时发生,若撤销外力,其弹性变形将消失,但塑性变形仍残留着(称为残余变形)。这种既有弹性又有塑性的变形称为弹塑性变形。

1.2.3 韧性与脆性

材料受力时,发生较大变形尚不断裂的性质称为韧性。具有这种性质的材料称为韧性材料。如钢材、木材、塑料、橡胶等属于韧性材料。

材料受力时,在没有明显变形的情况下突然断裂的性质称为脆性。具有这种性质的材料称为脆性材料。如生铁、混凝土、砖、石、玻璃、陶瓷等均属于脆性材料。一般来说,脆性材料的抗压强度较高,而抗拉强度却很低,比其抗压强度低得多,这从表 1-2 中可以看出。

1.2.4 硬度与耐磨

材料抵抗外物压入的性质称为硬度。可用刻痕法(能否容易刻出痕迹)、压痕法(硬物压入的深浅)或回弹法(回弹力的大小)测定材料的硬度。刻痕法用于测定天然矿物的硬度;压痕法

常用于钢材、木材硬度的测定;而测定混凝土、砖、砂浆表面硬度时,常采用回弹法。

材料抵抗外物磨损的性质称为耐磨性。硬度大、强度高的材料,其耐磨性好。铁路的钢轨和用于路面、地面、桥面、阶梯等部位的材料,都要求使用耐磨性好的材料。

1.3 材料与水有关的性质

1.3.1 亲水性与憎水性

材料与水接触时,根据材料表面对水的吸附程度,有亲水与憎水两种不同情况。

大多数材料的表面对水的吸附力较大,水在材料表面呈摊开状[润湿角 $\theta < 90^\circ$,如图 1-2(a)所示],材料表面能被水润湿,材料中的开口微孔能将水吸入,材料的这种性质称为亲水性,具有这种性质的材料称为亲水性材料。木材、砖、石、混凝土等材料都是亲水性材料。



图 1-2 材料的亲水性和憎水性

少数材料的表面对水的吸附力较小,由于水的内聚力作用,水在材料表面收拢成珠状[润湿角 $\theta > 90^\circ$,如图 1-2(b)所示],材料表面不易被润湿,材料中的微细孔隙不会将水吸入[若憎水性材料的缝隙进入了亲水的粉尘,应当别论],材料的这种性质称为憎水性,具有这种性质的材料称为憎水性材料。沥青、石蜡等材料属于憎水性材料。憎水性材料常用作防水材料或对亲水性材料表面作防水处理。

1.3.2 吸水性

材料在水中吸水的性质称为吸水性。材料的吸水性用质量吸水率或体积吸水率表示。

材料在吸水饱和状态下,所吸收水分的质量与材料干质量比值的百分率称为材料的质量吸水率(简称为吸水率),用下式表示:

$$W_{\text{吸}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-12)$$

式中 $W_{\text{吸}}$ ——材料的质量吸水率,%;

$m_{\text{饱}}$ ——材料吸水饱和时的质量,g;

$m_{\text{干}}$ ——材料烘干至恒重时的质量,g。

对于轻质多孔材料的吸水性,可用体积吸水率表示。材料在吸水饱和状态下,所吸收水分的体积与材料自然状态体积比值的百分率称为材料的体积吸水率,用下式表示:

$$W_{\text{体}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{\rho_{\text{水}} V_0} \times 100\% \quad (1-13)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率,%;

V_0 ——材料在干燥状态时的自然体积, cm^3 ;

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度,取 1 g/cm^3 。