

普通高等教育土木工程专业新形态教材

建筑材料

(第2版)

周文娟 李崇智 主 编
王华萍 王 林 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是在第1版的基础上修订而成,主要介绍了建筑材料生产工艺、技术性能、工程应用及试验检测等基本理论和技术,编写中采用新标准、引入新材料。内容包括:绪论、建筑材料基本性质、无机胶凝材料、混凝土与砂浆、建筑钢材、墙体与屋面材料、防水材料、建筑塑料、木材、装饰材料、常用建筑材料性能检测试验、课程实训、典型问题应对及习题。本书知识体系简明扼要,易于理解掌握,实用性强,并能反映当代建筑材料发展新趋势。

本书专业适用面宽,可作为土木建筑工程、工程管理等相关本科专业教学用书,也可用作高等职业教育、自学考试、技术人员培训等用书,还可供工程领域的科研、设计、施工及管理人员参考。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/周文娟,李崇智主编.—2版.—北京:清华大学出版社,2023.3
普通高等教育土木工程专业新形态教材
ISBN 978-7-302-63217-7

I. ①建… II. ①周… ②李… III. ①建筑材料—高等学校—教材 IV. ①TU5

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 052445 号

责任编辑:秦娜

封面设计:陈国熙

责任校对:欧洋

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-83470000 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市龙大印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.5

字 数:376千字

版 次:2014年6月第1版 2023年4月第2版

印 次:2023年4月第1次印刷

定 价:48.00元

产品编号:094621-01

前言 (第2版)

PREFACE

本书第1版自2014年出版后被多所学校选作教材,受到广大师生和读者的欢迎与厚爱。近年来,建筑材料及其生产、施工工艺都在向着新方向不断更迭,建筑材料朝着轻质高强度、功能复合化、绿色节能化和生产工业化的方向发展,建筑材料相关标准也在逐步修订,亦有新的标准颁布实施。同时高等教育人才培养模式也在变化,不仅要培养知识与技能,还要提高综合素质。为此我们在坚持教材原有特色基础上,立足新技术、新标准,与时俱进,响应工程建设行业转型升级和人才培养需求,对本书进行全面修订。

本书在内容上尽可能系统全面地反映土建类专业建筑材料学科基本知识及新成果,并编写了建材试验、综合实训、面试时典型问题应对及习题等,力求兼顾基础理论与工程实用,并注重知识传授与育人有机结合。目的在于使学生掌握土木建筑材料的性能、制备、使用方法及质量检测与控制方法,最大限度满足试验人员培训、土木建筑工程各种上岗证考核的要求。

本书知识体系简明扼要,满足教学需求,知识点浅显易懂,可供土木建筑工程相关专业的本科生、高等学校自学考试学生使用,也可供水泥与混凝土企业及土木建筑工程的技术人员参考使用。

本书由周文娟、李崇智主编,周文娟修订第1~3章、第7~10章;王林、李崇智修订第4、12、13章及习题,王华萍修订第5、6、11章,全书由周文娟、王华萍统稿。

由于编者水平有限,书中不当及错漏之处在所难免,敬请广大师生、读者批评指正。

编者

2022年8月

清华大学出版社

前言

PREFACE

我国普通高等院校的教学改革提倡减少理论教学课时,增加实践教学课时,目的在于培养应用型、技能型人才,以更大程度满足我国社会主义建设发展的社会需求。建筑材料是建筑工业的物质基础,随着科学技术的快速发展,各种新材料、新工艺、新标准和新规范不断出现,因此建筑材料课程必须紧跟材料发展的步伐,不断更新。

本书重点阐明建筑材料基本性质,如胶凝材料、混凝土与砂浆、建筑钢材、墙体与屋面材料、防水材料、建筑塑料、木材及装饰材料等。内容上尽可能系统全面地反映土建类本科专业建筑材料学科基本知识及新成就、新技术和新标准,并编写了建材试验、综合实训、面试典型问题应对等内容;本书还收录近年来全国建筑材料本科生考试、自学考试及研究生入学考试试题及参考答案并提出应试方法,目的在于使学生掌握主要土木建筑工程材料的性质、制备和使用方法以及质量检测与控制方法,同时最大限度地满足试验人员培训、土木建筑工程各种上岗证考试以及全国建筑材料高等教育自学考试、本科考研等基本要求。

本书具有如下特点:知识体系简明扼要,知识点浅显易懂,便于学习。每章设有小结及思考题等,可供土木建筑工程相关专业的本科学生、高等学校自学考试学生参考使用,也可供水泥与混凝土企业以及土木建筑工程的技术人员培训使用。

本书配有全部课件供教师参考,由李崇智编写第1、2、3、8、9、10、13、14章,周文娟编写第5、6、7、11、12章,王林编写第4章,李崇智统稿。

鉴于编写人员水平有限,书中不当及错漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2013年5月

清华大学出版社

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 建筑材料定义及其分类	1
1.2 建筑材料的技术标准与规范	1
1.3 建筑材料的发展趋势	2
1.4 本课程学习目标	3
1.5 本课程学习方法	3
1.6 本章小结	4
思考题	4
第 2 章 建筑材料基本性质	5
2.1 材料的组成与结构	5
2.1.1 材料的组成	5
2.1.2 材料的结构	6
2.2 材料的基本物理性质	6
2.2.1 密度、表观密度和堆积密度	6
2.2.2 密实度与孔隙率	8
2.2.3 填充率与空隙率	8
2.2.4 材料与水有关的性质	9
2.2.5 材料的热工性质	11
2.3 材料的力学性质	12
2.3.1 强度与比强度	12
2.3.2 弹性与塑性	14
2.3.3 韧性与脆性	14
2.3.4 硬度与耐磨性	15
2.4 材料的耐久性	15
2.5 本章小结	16
思考题	16
第 3 章 无机胶凝材料	17
3.1 气硬性胶凝材料	17

3.1.1	石灰	17
3.1.2	石膏	19
3.1.3	水玻璃	21
3.1.4	镁质胶凝材料	22
3.2	水硬性胶凝材料——水泥	22
3.2.1	水泥的分类	22
3.2.2	硅酸盐水泥的基本知识	24
3.2.3	硅酸盐水泥的水化、凝结和硬化	25
3.2.4	通用硅酸盐水泥的技术要求	27
3.2.5	硅酸盐水泥的抗侵蚀性	29
3.2.6	掺混合材料的硅酸盐水泥	31
3.2.7	通用硅酸盐水泥的选用	32
3.2.8	特性水泥	33
3.3	本章小结	35
	思考题	35
第4章	混凝土与砂浆	36
4.1	混凝土分类及其特点	36
4.1.1	混凝土的分类	36
4.1.2	混凝土的特点	37
4.2	混凝土的组成材料	37
4.2.1	水泥	38
4.2.2	细骨料	38
4.2.3	粗骨料	40
4.2.4	混凝土拌合及养护用水	43
4.2.5	化学外加剂	44
4.2.6	矿物掺合料	46
4.3	混凝土的技术性能	48
4.3.1	混凝土拌合物的和易性	48
4.3.2	混凝土的力学性能	50
4.3.3	混凝土的变形性能	55
4.3.4	混凝土的耐久性	58
4.4	混凝土的质量控制与强度评定	59
4.4.1	混凝土的质量控制	60
4.4.2	混凝土强度的评定	62
4.5	混凝土配合比设计	64
4.5.1	混凝土配合比的设计原则	64
4.5.2	混凝土配合比设计的技术理念与参数	64
4.5.3	混凝土配合比设计规范与方法	65

4.5.4	混凝土配合比设计步骤	67
4.5.5	配合比的试配、调整与确定	72
4.5.6	普通混凝土配合比设计实例	73
4.5.7	大流动性混凝土配合比设计实例	75
4.6	特种混凝土	76
4.6.1	轻质混凝土	76
4.6.2	大体积混凝土	78
4.6.3	自密实混凝土	78
4.6.4	补偿收缩混凝土	78
4.6.5	高性能混凝土	79
4.6.6	喷射混凝土	79
4.6.7	预制混凝土	80
4.7	建筑砂浆	82
4.7.1	砌筑砂浆	82
4.7.2	普通抹面砂浆	85
4.7.3	防水砂浆	86
4.7.4	装饰砂浆	87
4.7.5	特种砂浆	88
4.7.6	预拌砂浆	89
4.8	本章小结	89
	思考题	90
第5章	建筑钢材	92
5.1	钢材的分类	92
5.1.1	脱氧程度	92
5.1.2	化学成分	92
5.1.3	其他分类	93
5.2	钢材的主要技术性能	93
5.2.1	力学性能	93
5.2.2	钢材的工艺性能	96
5.3	钢材的技术标准与应用	99
5.3.1	常用建筑钢种	99
5.3.2	钢结构用钢	108
5.3.3	钢筋混凝土用钢	108
5.4	钢材的质量控制	110
5.4.1	钢材化学成分对钢性能的影响	110
5.4.2	钢材的锈蚀与防护	112
5.5	本章小结	112
	思考题	113

第 6 章 墙体与屋面材料	114
6.1 天然石材	114
6.1.1 常用的天然石材.....	114
6.1.2 天然石材的技术性质.....	114
6.2 砌墙砖	115
6.2.1 烧结砖.....	115
6.2.2 非烧结砖.....	118
6.3 砌块	118
6.3.1 混凝土砌块.....	119
6.3.2 轻骨料混凝土小型空心砌块.....	119
6.3.3 蒸压加气混凝土砌块.....	120
6.4 墙板	120
6.4.1 GRC 轻质多孔隔墙条板	121
6.4.2 纸面石膏板.....	121
6.4.3 轻型复合墙板.....	122
6.5 屋面材料	122
6.5.1 烧结类瓦材.....	122
6.5.2 新型屋面瓦材与板材.....	122
6.6 本章小结	123
思考题.....	123
第 7 章 防水材料	125
7.1 沥青防水材料	125
7.1.1 沥青.....	125
7.1.2 沥青防水材料.....	127
7.2 新型防水材料	128
7.2.1 高聚物改性沥青防水卷材.....	128
7.2.2 合成高分子防水卷材.....	129
7.2.3 聚合物改性沥青防水涂料.....	130
7.2.4 合成高分子防水涂料.....	131
7.2.5 防水密封材料.....	131
7.2.6 水泥基渗透结晶型防水材料.....	132
7.3 防水材料的选用	133
7.4 本章小结	134
思考题.....	134
第 8 章 建筑塑料	135
8.1 高分子材料的基本知识	135

8.2	塑料的组成与特性	136
8.2.1	塑料的组成	136
8.2.2	塑料的特性	137
8.3	常用建筑塑料及制品	138
8.3.1	热塑性塑料	138
8.3.2	热固性塑料	139
8.3.3	玻璃纤维增强塑料	140
8.4	本章小结	140
	思考题	140
第9章	木材	141
9.1	木材的分类与构造	141
9.1.1	木材的分类	141
9.1.2	木材的构造	141
9.2	木材的性能及应用	142
9.2.1	木材的物理力学性质	142
9.2.2	木材及其制品的应用	143
9.3	木材的防护与防火	144
9.3.1	木材的腐朽与防腐	144
9.3.2	木材的防虫	144
9.3.3	木材的防火	144
9.4	本章小结	145
	思考题	145
第10章	装饰材料	146
10.1	绝热材料	146
10.2	吸声隔声材料	147
10.3	装饰材料	148
10.4	建筑卫生陶瓷	151
10.5	本章小结	152
	思考题	152
第11章	常用建筑材料性能检测试验	153
11.1	检测实验室管理	153
11.1.1	检测室管理	153
11.1.2	实验室安全管理	154
11.2	水泥试验	154
11.2.1	标准稠度用水量试验	154

11.2.2	凝结时间试验	156
11.2.3	安定性试验	157
11.2.4	胶砂强度试验	158
11.3	骨料试验	160
11.3.1	骨料的取样与缩分	160
11.3.2	砂的筛分试验	161
11.3.3	砂的表观密度试验	162
11.3.4	砂的堆积密度与空隙率试验	162
11.3.5	砂的含泥量试验(人工砂为石粉含量试验)	163
11.3.6	砂的泥块含量试验	164
11.3.7	石的筛分试验	164
11.3.8	石的表观密度试验	165
11.3.9	石的压碎指标值试验	166
11.4	混凝土试验	167
11.4.1	混凝土拌合物的和易性试验	167
11.4.2	普通混凝土立方体抗压强度试验	168
11.5	建筑砂浆试验	170
11.5.1	砂浆稠度试验	170
11.5.2	砂浆分层度试验	170
11.5.3	抗压强度试验	171
11.6	钢材试验	173
11.6.1	热轧带肋钢筋原材的取样方法及样品的规格	173
11.6.2	拉伸试验	173
11.6.3	弯曲试验	174
11.7	烧结普通砖试验	175
11.8	石油沥青试验	176
11.8.1	针入度试验	176
11.8.2	沥青延度试验	178
11.8.3	软化点试验	179
11.9	SBS防水卷材试验	180
11.9.1	试样制备	180
11.9.2	拉力及最大拉力时延伸率试验	181
11.9.3	不透水性试验	182
11.9.4	低温柔度试验	182
11.9.5	耐热度试验	183
11.10	本章小结	184
	思考题	184

第 12 章 课程实训	185
12.1 目的与要求	185
12.2 混凝土配合比设计综合实训	185
12.2.1 实训题目	185
12.2.2 实训内容	186
12.2.3 混凝土配合比设计实训步骤	186
12.2.4 混凝土配合比设计实训系列报告	188
第 13 章 典型问题应对	195
13.1 试验管理等实际问题	195
13.2 工程应用问题	197
13.3 一般常识问题应对	198
模拟试题	200
习题集	205
参考文献	233

清华大学出版社

本章介绍建筑材料的分类、常用标准、绿色建筑材料等概念及本课程学习方法。

1.1 建筑材料定义及其分类

建筑材料是指所有用于土木建筑工程中的材料,它是一切土木工程物质基础,也称土木工程材料。简言之,“建筑材料”加“结构”就是“建筑物”,建筑材料包括水泥、混凝土、钢材、沥青、塑料、玻璃、陶瓷、石材、铝材、木材、涂料等。在我国现代化建设中,土木工程材料占有极为重要的地位,由于组分、结构和构造不同,土木工程材料品种门类繁多,性能各不相同,价格相差悬殊。由于在土木工程中用量巨大,因此正确选择和合理使用土木工程材料,对土木工程的安全、实用、美观、耐久及造价都有重要意义。建筑材料除用于建设普通民用住宅、商场大厦、办公大楼、宾馆饭店、车站码头、电站、隧道桥梁、运输管道外,还用于工业、农业、国防建设,如工业厂房、污水处理工程、采矿采油工程、海洋矿井工程、农林水利灌溉工程、国防军事工程、通信工程等。土木工程材料的分类方法很多:

(1) 按化学组成分类。建筑材料可分为无机材料、有机材料和复合材料。无机材料又分为金属材料和非金属材料。金属材料主要有建筑钢材、铝合金、不锈钢、铜、铸铁等;非金属材料包括天然石材、砖、瓦、水泥、混凝土、建筑陶瓷、建筑玻璃等,又称矿物质材料。有机材料包括天然有机材料与合成有机材料。天然有机材料如木材、竹材、沥青、植物纤维等,合成有机材料如塑料、涂料、合成树脂、黏结剂、密封材料等。复合材料指两种或两种以上材料复合而成的材料,如钢筋混凝土、钢纤维混凝土、聚合物混凝土、沥青混凝土等。

(2) 按使用功能分类。建筑材料可分为结构材料、装饰材料、绝热材料、防水材料、吸声材料、防火材料等。

(3) 按使用部位分类。建筑材料可分为基础材料、结构材料、屋面材料、地面材料、墙体材料等。

1.2 建筑材料的技术标准与规范

建筑材料的技术标准是产品质量的技术依据,也是供需双方对产品质量进行验收的依据。标准内容大致包括材料的质量要求和检验两大方面,具体包括产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和储存等方面的内容。

我国建筑材料的技术标准由标准名称、标准级别代号、标准编号及颁布年代等组成,分为国家标准、行业标准、地方标准、团体标准、企业标准。

(1) 国家标准。如《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007),其中“通用硅酸盐水泥”为该标准的技术(产品)名称;“GB”为国家标准的代号;“175”为标准编号;“2007”为标准颁布年代号,上述标准为强制性国家标准,任何技术(产品)不得低于此标准。此外,还有推荐性国家标准,以“GB/T”为标准代号。

(2) 行业标准。如《建筑生石灰》(JC/T 479—2013),其中“JC”为建材行业的标准代号;“T”表示推荐标准;“479”为此类技术标准的顺序号;“2013”为标准颁布年代号。

(3) 地方标准、团体标准和企业标准。地方标准代号为“DB/T”;不同团体标准有不同的代号;如中国工程建设协会标准“T/CECS”、中国建筑材料联合会标准“T/CBMF”;企业标准代号为“QB”。

另外还有国际标准。如:①团体标准和公司标准,指国际上有影响的团体和公司的标准,如美国材料与实验协会标准,代号为“ASTM”;②区域性标准,如德国工业标准,代号为“DIN”;③国际标准化组织标准,代号为“ISO”。

1.3 建筑材料的发展趋势

建筑材料是随着社会生产力的发展而发展的。远古时期人类居住在洞穴中,而石器时代人类开始挖土凿石、伐木搭棚。中国早期生产的建筑材料,如公元前7世纪的长城大量使用砖石材料,战国时期(公元前475年—公元前221年)人类学会用黏土烧制砖瓦,用岩石烧制石灰、石膏,广泛使用筒瓦、板瓦、大块空心砖和墙壁装修用砖等。公元前2世纪在欧洲已采用天然火山灰、石灰、碎石拌制天然混凝土。18—19世纪欧洲工业革命引发了水泥、钢材、玻璃的相继发明。自1824年英国人Joseph Aspdin发明了水泥以来,建筑材料的生产和应用发展空前迅速。1850年法国人制造了第一只钢筋混凝土小船,1872年在纽约出现了第一座钢筋混凝土房屋,随后建造了高层建筑和桥梁。到了20—21世纪,化学建材蓬勃发展,以高分子材料、复合材料为代表,土木工程材料在性能、质量、品种上得到了快速发展。

建筑材料的大量生产,消耗了自然界中大量的原材料,材料的生产制造要消耗大量的能量,并产生废气、废渣,对环境构成污染。如生产水泥要使用石灰石和黏土类原材料,占混凝土体积大约80%的砂石骨料要开山采矿、挖掘河床,严重破坏了自然景观和自然生态。木材取自森林资源,而森林面积的减少加剧了土地的沙漠化。烧制黏土砖要取土,毁掉大片农田,对于人均耕地面积很少的我国不容忽视。每烧制1t水泥熟料消耗标准煤178kg,同时放出1t二氧化碳气体。建筑材料在运输和使用过程中,也要消耗能量,并对环境造成污染和破坏。在建筑施工过程中,由于混凝土的振捣及施工机械的运转产生噪声、粉尘、妨碍交通等现象,对周围环境造成了各种不良影响。

随着人类的进步和社会的发展,资源短缺和环境保护的双重需求,要求建筑材料在原材料、生产工艺、性能及产品形式等方面实现健康可持续发展,建筑材料的高性能化和绿色化已是必然选择。高性能建筑材料是指比现有材料的性能更优异的建筑材料,其具有高强、高耐久、力学性能稳定等特点。绿色建筑材料又称生态建筑材料,是指在原料选取、产品制造、

应用过程和使用以后的全生命周期内对地球环境负荷小且对人体健康无害的建筑材料。2021年,“碳达峰”“碳中和”首次写入政府工作报告,双碳目标已升级为国家战略。建材生产历来是碳排放的主要来源,水泥、石灰行业的二氧化碳排放量分别位居建材行业前两位。2019年中国水泥行业碳排放约占全国总碳排放的16%,低碳已成为时代发展的迫切要求。绿色生态化的建筑材料要符合循环经济的3R原则,即减量化、再利用和再循环,具体来说就是要采用清洁生产技术,少用天然资源和能源,建筑材料要尽可能循环利用。高性能、多功能的建筑材料具有更好的价值,而材料的智能化更多的是材料的自我诊断和自我修复。装配式建筑要求在工厂里预先生成梁、柱、墙板、阳台、楼梯等部件部品,在施工现场简单组合、连接、安装,在与建筑材料的融合中,必将促进材料的标准化、绿色化和部品化。

以水泥、钢材为代表的建材工业蓬勃发展,为国家基础设施建设和国民经济高速发展提供了物质基础。随着社会的发展进步,特别是环保节能和双碳目标的迫切需要,低碳化、生态化已经成为建筑材料可持续发展的必然选择。

1.4 本课程学习目标

建筑材料是土木工程的基础,合格的工程技术人员要掌握建筑材料的知识。本课程是土木工程有关专业的基础课程,其教学目标有:

- (1) 熟悉常用建筑材料的组成、基本性质、质量要求和检验方法,为后续有关专业课程学习打好基础;
- (2) 了解材料性能与组成、结构的关系,掌握其特性及其应用,基本具备选择材料、合理使用材料及解决应用中出现的问题的能力;
- (3) 掌握主要建筑材料的试验方法,能对材料进行合格性评价;
- (4) 将课堂理论教育与综合素质提高联系起来,培养严谨求实的学习、工作态度和职业素养。

1.5 本课程学习方法

建筑材料是建筑工程、建筑施工与建筑工程管理等专业必修的一门专业基础课。本课程的任务是使学生获得有关建筑材料的性质与应用的基本知识和基本理论,并获得主要建筑材料试验的基本技能。

建筑材料是一门实用性很强的专业课,一般要从原材料、生产、组成、性质、技术标准(质量要求和检验)、工程应用特点、运输与储存等方面进行了解。其内容看似容易,实则不易,应避免“一听就能懂,一用就不会”的现象。为适应现代土木工程的发展,学生在学习建筑材料课程时,要听好课,多练习,在理解材料性能特点的基础上,自觉拓宽知识面,及时了解建筑材料的最新标准与发展情况,为今后从事专业技术和管理工作时能够合理选择和使用建筑材料打下基础。实验课是本课程的重要教学环节,其任务是验证基本理论,学习试验方法,培养科学研究能力和严谨缜密的科学态度。做试验时,要严肃认真,一丝不苟,即使对一些操作简单的试验也不应例外。要了解试验条件对试验结果的影响,要能对试验结果做出

正确的分析和判断。

教材各章小结对知识点按了解、理解和掌握三个层次提出考核要求。

了解是最低层次的要求,凡是属于了解的内容,要求对它们的概念、理论及计算方法有基本的认识。

理解是较高层次的要求,凡是属于理解的内容,要求理解有关内容的基本概念、基本理论、基本方法,并能在理解的基础上对相关问题进行分析和判断,得出正确结论。

掌握是高层次的要求,凡是需要掌握的知识点,都是今后实际工作中需要应用的重要内容,要求熟练掌握。这些内容,不仅要深入理解,还要能够综合应用所学,解决实际建筑工程中涉及的问题。

1.6 本章小结

要求理论联系实际,掌握建筑材料课程的学习方法,重点理解建筑材料的分类、有关标准与发展特点。

思考题

1. 简述建筑材料的分类。
2. 我国建筑材料的技术标准分为哪几级?
3. 何谓绿色建筑材料?
4. 未来建筑材料的发展趋势如何?

本章介绍材料的基本物理性质、材料与水和热有关的性质、材料的力学性质与变形性能、材料的耐久性等。

建筑材料承受不同的作用,就须具备不同的性质,如结构材料承受外力,要求具备必要的力学性质;围护材料须满足房屋建筑的保温、隔热、防水及必要的环境要求;道路桥梁材料经受风吹、雨淋、日晒、冰冻而引起的温度变化和湿度变化及反复冻融等的破坏作用,要求材料具备一定的耐久性以满足长期暴露的大气环境或与侵蚀性介质相接触的环境。建筑材料的基本性质包括物理性质、力学性质以及耐久性,为了在工程设计与施工中正确选择和合理使用材料,必须熟悉和掌握各种材料的基本性质。

建筑材料是建筑工程的物质基础,其质量直接影响建设工程的质量,同时也是工程造价的主要组成。建筑材料的技术进步可以促进建筑形式的变化和结构设计、施工技术的革新。全面认识建筑材料的性能,是正确选用、科学施工的基础。

2.1 材料的组成与结构

建筑材料的性能受外界因素的影响,但外因要通过内因才能起作用,因此对材料性能起决定作用的是内因,也就是材料的组成与结构。

2.1.1 材料的组成

1. 化学组成

化学组成指构成材料的基本元素与化合物。习惯上,金属材料的化学组成以主要元素的含量来表示;无机非金属材料则以各种氧化物含量表示。

2. 矿物组成

矿物是具有一定化学成分和一定结构特征的化合物或单质。矿物组成是指构成材料的矿物种类和数量。

2.1.2 材料的结构

材料的结构同样决定着材料的性质。一般从宏观、细观和微观三个层次来分析研究材料的结构与性质的关系。

1. 宏观结构

宏观结构(或称结构)是指材料宏观存在的状态,即用肉眼或放大镜就可分辨的粗大组织,其尺寸在 10^{-3} m级以上。

2. 细观结构

细观结构(也称显微或亚微观结构)是指用光学显微镜所能观察到的材料结构,其尺寸范围在 $10^{-6} \sim 10^{-3}$ m。

3. 微观结构

微观结构是指材料原子、分子层次的结构,其尺度范围在 $10^{-10} \sim 10^{-6}$ m,可借助电子显微镜、X射线衍射仪等手段来分析研究该层次的结构特征。

材料的微观结构可分为晶体、玻璃体和胶体三类。

(1) 晶体是由其内部质点(离子、原子、分子)按一定规则在空间有序排列所形成的结构。因此晶体具有以下特征:有一定的几何外形,各向异性,有固定的熔点和化学稳定性,结晶接触点和晶面是晶体破坏或变形的薄弱部分。

(2) 玻璃体是熔融物在急速冷却时形成的无定形体。其质点呈无规则空间网络结构,微观结构为近程有序、远程无序,故具有化学不稳定性,亦即存在化学潜能,容易与其他物质反应或自行缓慢向晶体转换。另外,由于质点排列无规律,具有各向同性,因此没有固定的熔点。

(3) 胶体是物质以极微小的质点(粒径为 $1 \sim 100$ nm)分散在介质中所形成的结构。胶体具有较强的黏结力,胶体可以经脱水或质点的凝聚作用而形成凝胶。

2.2 材料的基本物理性质

2.2.1 密度、表观密度和堆积密度

1. 密度

材料的密度 ρ 是指在绝对密实状态下单位体积材料的质量,计算式如下:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中: m ——绝对干燥状态下的质量,g;

V ——绝对密实状态下的体积, cm^3 。

土木工程中常用材料密度见表2.1。绝对密实状态下的体积指不包含孔隙体积在内的

固体实物体积,密度仅由材料的组成和材料的结构决定,它是材料的特征指标,与材料所处的环境、材料干湿和孔隙无关,能用于区分不同的材料。

表 2.1 常用建筑材料的密度

材料名称	密度/(g·cm ⁻³)	表观密度/(kg·m ⁻³)	堆积密度/(kg·m ⁻³)
钢材	7.85		
铝合金	2.7		
碎石(石灰石)	2.6~2.8	2 300~2 700	1 400~1 700
碎石(花岗石)	2.6~2.9	2 500~2 800	
砂	2.5~2.8		1 450~1 650
粉煤灰	1.95~2.40		550~800
水泥	2.8~3.1		1 600~1 800
普通混凝土		2 400~2 500	
空心砖	2.6~2.7		1 000~1 400
玻璃	2.45~2.55	2 450~2 500	
红松木	1.55~1.60	400~600	
石油沥青	0.96~1.04		
泡沫塑料		20~50	

2. 表观密度

材料的表观密度 ρ_0 是指在自然状态下单位体积材料的质量,计算式如下:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中: m ——绝对干燥状态下的质量,kg;

V_0 ——自然状态下的体积(含开口、闭口孔),m³。

表观密度也称为体积密度,计算时不包括或者忽略开口孔隙体积。表观密度有干表观密度和湿表观密度之分,必须注明含水情况,未注明者常指气干状态。

土木工程中用的粉状材料,如水泥、粉煤灰、磨细生石灰粉等,其颗粒很小,与一般石料测定密度时所研碎制作的试样粒径近似,因而它们的表观密度,特别是干表观密度值与密度值可视为相等。砂石类散粒材料自然状态下的表观密度测定是将其饱水后在水中称量,然后按排水法计算其体积。体积包括固体实体积和闭口孔隙体积,而不包括其开口孔隙。块状材料体积采用几何外形计算体积,或用蜡封置换法求体积,包括材料全部体积即实体积与所含全部孔隙体积之和,测得结果为体积密度。

3. 堆积密度

材料的堆积密度 ρ'_0 是指粉状或颗粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量,计算式如下:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中： m ——绝对干燥状态下的质量，kg；

V'_0 ——堆积状态下的体积(颗粒体积+空隙体积)， m^3 。

按自然堆积体积计算的密度为松堆密度，以振实体积计算的则为紧堆密度。对于同一种材料，由于材料内部存在孔隙和空隙，故一般密度大于表观密度，表观密度大于堆积密度。注意：密实状态下的体积是指构成材料的固体物质本身的体积；自然状态下的体积是指固体物质的体积与全部孔隙体积之和；堆积体积是指自然状态下的体积与颗粒之间的空隙之和。

2.2.2 密实度与孔隙率

密实度指材料中密实状态体积占材料在自然状态体积的百分率，用符号 D 表示，反映固体材料密实的程度，计算式如下：

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\%$$

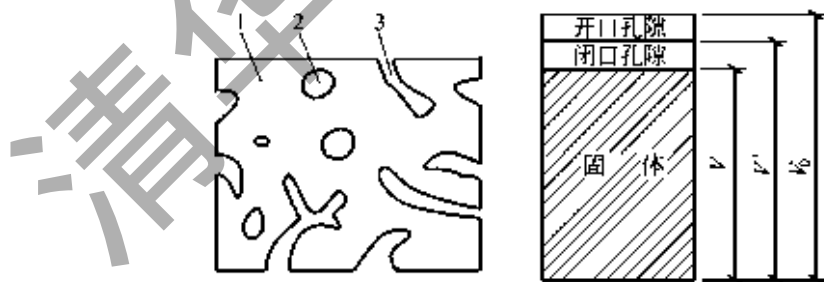
另外，材料的密实度也可写成

$$D = \frac{\rho_0}{\rho}$$

材料的孔隙率是指材料内部孔隙的体积占材料自然状态体积的百分率。孔隙率 P 与密实度的关系为

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

材料的孔隙特征包括材料孔隙开口与闭口状态和孔隙的大小。如图 2.1 所示，材料的开口孔隙对材料的强度、抗渗、抗冻和耐久性均不利，闭口孔隙在材料内部，是封闭的，微小而均匀的闭口孔隙对材料抗渗、抗冻和耐久性无害，可降低材料表观密度和导热系数，使材料具有轻质绝热的性能。



1—固体；2—闭口孔；3—开口孔。

图 2.1 含孔材料的体积组成图

2.2.3 填充率与空隙率

填充率 D' 表示散装材料颗粒填充的程度，是颗粒体积占堆积体积的百分率。材料的空隙率 P' 是指散粒状堆积状态下，颗粒间空隙的体积占材料堆积体积的百分率。它们的计算

公式如下:

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\%$$

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% = 1 - P'$$

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的致密程度。在配制混凝土、砂浆和沥青混合料时,为了节约水泥和沥青,基本思路是粗骨料空隙被细骨料填充,细骨料空隙被粉体填充,粉体空隙被胶凝材料(水泥或沥青)填充,以达到节约胶凝材料的效果。

2.2.4 材料与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

当材料与水接触时,能被水润湿的材料具有亲水性,不能被水润湿的材料具有憎水性。材料具有亲水性或憎水性的原因在于材料的分子结构。材料与水接触时,材料分子与水分子之间的亲和作用力大于水分子间的内聚力,材料表面易被水润湿,表现为亲水性;反之,当接触的材料分子与水分子之间的亲和作用力小于水分子间的内聚力,材料表面不易被水润湿,表现为憎水性。

亲水性和憎水性材料用润湿角区分,见图 2.2。当材料与水接触时,在材料、水和空气的三相交点处,沿水滴表面的切线与水与固体接触面所形成的夹角 θ ,称为润湿角。 θ 角越小,浸润性越好。如果润湿角 θ 为零,表示材料完全被水浸润。工程上,材料润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 为亲水性材料;材料润湿角 $\theta > 90^\circ$ 为憎水性材料。

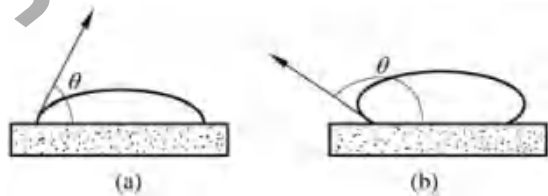


图 2.2 材料润湿角
(a) 亲水性材料; (b) 憎水性材料

土木工程中的多数材料,如骨料、墙体砖与砌块、砂浆、混凝土、木材等属于亲水性材料,表面能被水润湿,水能通过毛细管作用被吸入材料的毛细管内部;多数高分子有机材料,如塑料、沥青、石蜡等属于憎水性材料,表面不易被水润湿,水分难以渗入毛细管中,适宜作防水材料和防潮材料,还可涂覆在亲水性材料表面,以降低其吸水性。

2. 吸水性与吸湿性

材料在水中吸收水分的能力为吸水性,用吸水率表示。材料在潮湿的空气中吸收水分的能力为吸湿性,用含水率表示。

吸水率分为质量吸水率和体积吸水率。质量吸水率是材料吸水饱和时,所吸收水的质量与材料干燥质量之比,质量吸水率 W_m 的计算式为

$$W_m = \frac{m_b - m_g}{m_g} \times 100\%$$

式中: W_m ——材料的质量吸水率, %;

m_b ——材料吸水饱和状态下的质量, g;

m_g ——材料干燥状态下的质量, g。

体积吸水率是材料吸水饱和时,所吸收水分的体积占材料干燥状态体积的百分率。按下式计算:

$$W_v = \frac{m_b - m_g}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\%$$

式中: W_v ——材料的体积吸水率, %;

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积, cm^3 ;

ρ_w ——水的密度(常温下取 1), g/cm^3 。

土木工程材料一般采用质量吸水率。质量吸水率与体积吸水率有以下关系:

$$W_v = \rho_0 W_m$$

一般孔隙率越大,吸水性越强。材料具有闭口孔隙,水分不易进入;粗大开口孔隙,水分易渗入孔隙,但材料孔隙表面仅被水湿润,不易吸满水分;微小开口且连通孔隙(毛细孔)的材料,具有强的吸水能力。材料吸水会使材料的强度降低、表观密度和导热性增大、体积膨胀,因此,材料中水对材料性质产生不利影响。

例 2-1 质量为 3.4 kg、容积为 10 L 的量筒装满干燥石子后的总质量为 18.4 kg。若向筒内注入水,待石子吸水饱和后,再注满此筒,共注入水 4.27 kg。将上述吸水饱和的石子擦干表面后,称得总质量为 18.6 kg(含筒重)。求该石子的质量吸水率、体积吸水率、表观密度和堆积密度。

解: 石子的质量: $m = (18.4 - 3.4) \text{ kg} = 15.0 \text{ kg}$, 石子的堆积体积为 $V'_0 = 10 \text{ L}$

石子所吸水的量: $m_w = (18.6 - 18.4) \text{ kg} = 0.2 \text{ kg}$, 故水的体积为 0.2 L

开口孔隙体积为石子吸收水的量, 即 $V_k = 0.2 \text{ L}$, 注入筒内水的体积为 $V_w = 4.27 \text{ L}$

石子的干燥状态体积: $V_0 = (10 - 4.27 + 0.2) \text{ L} = 5.93 \text{ L}$

故石子的质量吸水率: $W_m = m_w / m = (0.2 / 15.0) \times 100\% = 1.3\%$

石子的体积吸水率: $W_v = V_k / V_0 = (0.2 / 5.93) \times 100\% = 3.4\%$

石子的堆积密度: $\rho'_0 = m / V'_0 = (15.0 / 10.0) \text{ kg/L} = 1.5 \text{ kg/L} = 1500 \text{ kg/m}^3$

石子的表观密度: $\rho_0 = m / V_0 = (15.0 / 5.93) \text{ kg/L} = 2.53 \text{ kg/L} = 2530 \text{ kg/m}^3$

3. 材料的耐水性

材料的耐水性是指材料吸水后抵抗破坏作用的能力,常用软化系数表示:

$$K_R = \frac{f_1}{f_0}$$

式中: K_R ——材料的软化系数;

f_1 ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度, MPa;

f_0 ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

一般材料遇水后,内部质点的结合力被减弱,强度都有不同程度的降低,如花岗岩长期浸泡在水中,强度将下降 3%,黏土砖和木材吸水后强度降低得更多。

软化系数的大小是选择耐水材料的重要依据。材料软化系数为 0~1,钢铁、玻璃、陶瓷

近似于1,石膏、石灰的软化系数较低。通常认为软化系数大于0.85的材料为耐水材料。长期受水浸泡或处于潮湿环境的重要建筑物必须选用软化系数不低于0.85的材料建造;受潮较轻或次要建筑物的材料的软化系数也不宜小于0.75。

4. 材料的抗渗性

材料的抗渗性是指材料抵抗压力水渗透的性质,材料的抗渗性用渗透系数或抗渗等级表示,渗透系数越小,表示材料抗渗性越好。

$$K = \frac{Qd}{AtH}$$

式中: K ——材料的渗透系数,cm/h;

Q ——透水量,cm³;

d ——试件厚度,cm;

A ——透水面积,cm²;

t ——时间,h;

H ——静水压力水头,cm。

材料抗渗性与材料的孔隙率和孔隙特征有密切关系。开口大孔,水易渗入,材料的抗渗性能差;微细连通孔也易渗入水,材料的抗渗性能差;闭口孔,水不能渗入,即使孔隙较大,材料的抗渗性能也良好。抗渗性是决定材料满足使用性能和耐久性的重要因素。对于地下建筑、压力管道和容器、水工构筑物等,常受到压力水的作用,所以要求选择具有抗渗性的材料。抗渗性也是防水材料产品检验的重要指标。材料抵抗其他液体渗透的性质,也属于抗渗性,如储油罐要求材料具有良好的抗渗(不渗油)性。

5. 材料的抗冻性

抗冻性是指材料经受若干次冻融循环而不破坏的性质(质量损失率不大于5%,材料强度损失不大于25%)。冰冻作用的主要原因是由材料孔隙内的水分结冰、体积膨胀引起的,冰膨胀对材料孔壁产生巨大的压力,由此产生的拉应力超过材料的抗拉强度极限时,材料内部产生微裂纹,强度下降。材料抗冻性以抗冻等级来表示。抗冻性良好的材料,具有较强的抵抗温度变化、干湿交替和风化作用的能力,所以抗冻性常作为考查材料性能的一个指标。寒冷地区和寒冷环境的建筑必须选择抗冻性材料;处于温暖地区的建筑物,虽无冻害作用,为抵抗大气的风化作用,确保建筑物的耐久性,对材料也常提出一定的抗冻性要求。

2.2.5 材料的热工性质

1. 材料的比热容

材料受热(冷却)时吸收(放出)热量的性质,以比热容表示,即单位质量材料温度变化1K时所变化的热量。比热容大的材料,保温效果好。比热容 c 计算式如下:

$$c = \frac{Q}{m(T_1 - T_2)}$$

式中： c ——材料的比热容， $J/(kg \cdot K)$ ；
 Q ——材料在温度变化时吸收或放出的热量， J ；
 m ——材料的质量， kg ；
 $T_1 - T_2$ ——材料受热或冷却前后的温度差， K 。

2. 导热性

材料传导热量的性质，用导热系数 λ 表示：

$$\lambda = \frac{Qa}{At(T_1 - T_2)}$$

式中： λ ——导热系数， $W/(m \cdot K)$ ；
 Q ——传导的热量， J ；
 a ——材料厚度， m ；
 A ——材料面积；
 t ——热传导时间， s 。

孔隙率大，连通孔较多，则材料强度较低，吸水性较大，抗渗性差，导热性也较差。材料的导热系数越小，表示其绝热性能越好。各种材料的导热系数差别很大，工程中通常把 $\lambda < 0.23 W/(m \cdot K)$ 的材料称为绝热材料。

建筑物墙体、屋顶以及门窗等围护结构材料需要具有保温和隔热性质，以达到节约建筑使用能耗、维持室内温度的目的，这就需要材料比热容较大，导热系数较小。建筑材料常考虑的热工性质有导热性、比热容以及温度变形性。

2.3 材料的力学性质

建筑物要达到稳定、安全、适用性要求，材料的力学性质是首先要考虑的基本性质。材料的力学性质是指材料在外力作用下的变形性质和抵抗外力破坏的能力。

2.3.1 强度与比强度

1. 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。材料在外力作用下，其内部就产生了应力，随着外力的增加，应力相应加大，直至质点间结合力不足以抵抗所作用的外力时，材料破坏。这个应力极限就代表材料的强度，也称极限强度。

根据外力作用方式不同，材料的强度可分为抗压强度、抗拉强度、抗剪强度和抗弯强度等，如图 2.3 所示。

材料的抗压强度、抗拉强度、抗剪强度和抗弯强度是通过材料破坏试验测得的，前三种强度的计算公式为

$$f = \frac{P}{A}$$

式中： f ——材料的抗压(抗拉或抗剪)强度， MPa ；

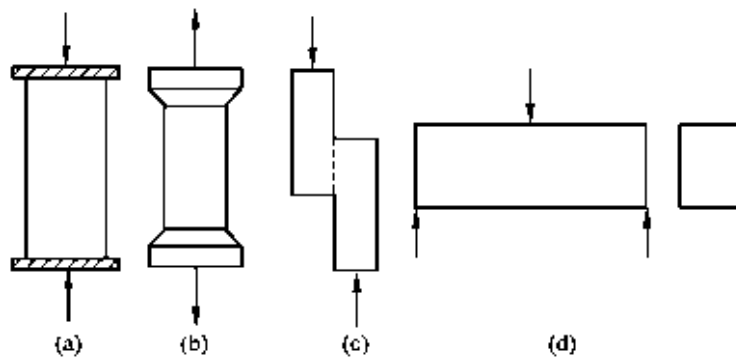


图 2.3 材料受力情况示意图
(a) 受压; (b) 受拉; (c) 受剪; (d) 受弯

P ——材料能承受的最大荷载, N;

A ——材料的受力面积, mm^2 。

材料抗弯试验有不同的加载方法, 抗弯强度计算公式也有不同。当外力在试件两支点的中间点集中加载时, 抗弯强度计算公式为

$$f_m = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

式中: f_m ——材料的抗弯(抗折)强度, MPa;

P ——材料能承受的最大荷载, N;

l ——两支点间距, mm;

b, h ——试件截面的宽度、高度, mm。

当外力在试件两支点间的三分点处作用两个相等的荷载时, 抗压强度的计算公式为

$$f_m = \frac{Pl}{bh^2}$$

强度通常以强度极限表示, 即单位受力面积所能承受的最大荷载。强度值是表示材料力学性质的指标, 强度等级或标号是根据强度值划分的级别。脆性材料(混凝土、水泥等)主要以抗压强度来划分等级或标号, 塑性材料(钢材等)以抗拉强度来划分。材料的强度大小是通过试验得到的, 其值主要取决于内因, 但试验条件等外界因素对材料强度试验结果也有很大影响, 如环境温度、湿度, 试件的含水率、形状、尺寸、表面状况及加荷时的速度等, 所以必须严格遵照试验标准, 按规定试验方法测试材料强度。常用建筑材料的强度见表 2.2。

表 2.2 常用建筑材料的强度

单位: MPa

材 料	抗压强度	抗拉强度	抗弯强度
建筑钢材	215~1 600	215~1 600	215~1 600
普通混凝土	7.5~60	1~4	0.7~9
烧结普通砖	10~30	—	1.8~4
松木(顺纹)	30~50	80~120	60~100
花岗岩	100~300	7~25	10~40
大理石	50~190	7~25	6~20

2. 比强度

比强度是按单位体积质量计算的材料强度指标,其值等于材料的强度与其表观密度的比值。比强度值大小用于衡量材料是否轻质高强,比强度值越大,材料轻质高强的性能越好。这对于建筑物保证强度、减小自重、向空间发展及节约材料有重要的实际意义。表 2.3 列出几种土木工程结构材料的比强度,由表中数据可见,钢材的比强度比普通混凝土的比强度大 2 倍。

表 2.3 常用结构材料的比强度

材 料	强度/MPa	表观密度/(kg·m ⁻³)	比 强 度
低碳钢	420	7 850	0.054
普通混凝土(抗压)	40	2 400	0.017
松木(顺纹抗拉)	10	50	0.200
玻璃钢(抗弯)	450	2 000	0.225

2.3.2 弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当去掉外力作用时,它可以完全恢复原始的形状,此性质称为弹性,由此产生的变形称为弹性变形,弹性变形属于可逆变形。还有些材料,在外力作用下也产生变形,但当去掉外力后,仍然保持其变形后的形状和尺寸,并不产生裂缝,这就是材料的塑性,这种不可恢复的永久变形称为塑性变形。

材料在弹性范围内,弹性变形大小与其外力的大小成正比,应力与应变的比值称为弹性模量,其计算公式为

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

式中: E ——材料的弹性模量,MPa;

σ ——材料的应力,MPa;

ϵ ——材料的应变。

弹性模量是反映材料抵抗变形能力大小的指标,弹性模量值越大,外力作用下材料的变形越小,材料的刚度也越大。材料变形总是弹性变形伴随塑性变形,如建筑钢材,当受力不大时,产生弹性变形,当受力达到某一值时,则主要为塑性变形;混凝土受力后,同时产生弹性变形和塑性变形。

2.3.3 韧性与脆性

外力作用于材料并达到一定值时,材料并不产生明显变形即发生突然破坏,材料的这种性质称为脆性,具有此性质的材料称为脆性材料。脆性材料具有较高的抗压强度,但抗拉强度和抗弯强度较低,抗冲击能力和抗振能力较差。砖、石、陶瓷、混凝土、生铁和玻璃等都属于脆性材料,混凝土的抗压强度是其抗拉强度的 8~12 倍。

材料在冲击、动荷载作用下能吸收大量能量并能承受较大的变形而不突然破坏的性质称为韧性。韧性材料破坏时能吸收较大的能量,其主要表现为在荷载作用下能产生较大变

形。作为受冲击或振动荷载的路面、吊车梁、桥梁等结构物的材料都应具有较高的韧性。材料韧性用冲击试验来检验,以材料破坏时单位面积吸收的能量作为冲击韧性指标。

2.3.4 硬度与耐磨性

1. 硬度

硬度是指材料表面抵抗硬物压入或刻划的能力。土木工程中的楼面和道路材料、预应力钢筋混凝土锚具等为保持使用性能或外观,须具有一定的硬度。工程中有多种表示材料硬度的方法。混凝土、砂浆和烧结黏土砖等材料的硬度常以重锤下落回弹高度计算求得,回弹值与材料强度有关,能用于估算材料强度值。金属、木材等材料常以压入法检测其硬度,如洛氏硬度和布氏硬度。

2. 耐磨性

材料的耐磨性是指材料表面抵抗磨损的能力。材料硬度高,耐磨性就好。材料耐磨性可用磨损率表示:

$$N = \frac{M_1 - M_2}{A}$$

式中: N ——材料的磨损率, g/cm^2 ;

M_1, M_2 ——材料磨损前、后的质量, g ;

A ——试样受磨面积, cm^2 。

2.4 材料的耐久性

材料在长期使用过程中,能保持其原有性能而不变质、不破坏的性质,统称为耐久性。材料在使用过程中,除受到各种外力作用外,还长期受到周围环境和各种自然因素的破坏作用,这些作用包括物理作用、化学作用、生物作用和机械作用。要根据材料所处的结构部位和使用环境等因素,综合考虑其耐久性,并根据各种材料的耐久性特点,合理地选用。

物理作用,如环境温度与湿度的交替变化,即冷热、干湿、冻融等循环作用。材料经受这些作用后,将发生膨胀、收缩或产生应力,长期的反复作用将使材料逐渐被破坏。

化学作用,如大气和环境水中的酸、碱、盐等溶液或其他有害物质对材料的侵蚀作用,以及日光、紫外线等对材料的化学破坏作用。

生物作用,如菌类、昆虫等侵害导致材料发生腐朽、虫蛀。

机械作用,如荷载的持续作用、交变荷载作用等引起材料的疲劳、冲击、磨损。

材料耐久性的好坏反映材料在具体的气候和使用条件下能够保持工作性能的期限,因此,材料的耐久性是材料的一项综合性质。不同材料组成、不同结构,耐久性考虑的项目也不相同,例如钢材易受氧化和电化学腐蚀,无机非金属材料有抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性、抗碳化性、耐热性、耐溶蚀性、耐磨性、耐光性等要求,有机材料多因腐烂、虫蛀、老化而变质。

为了延长建筑物的使用寿命,减少维护费用,必须采用耐久性良好的材料。优质外墙涂料使用寿命超过 10 年,普通混凝土的耐久性年限一般为 50 年以上,花岗岩的耐久性寿命可高达数百年。

2.5 本章小结

材料的基本性质是学习建筑材料的基础,是正确理解、合理选用建筑材料的依据。通过认真学习,要求了解材料的组成结构和构造及影响材料强度与导热性的因素,了解材料的硬度和耐磨性以及热容等性质。重点掌握以下基本性质和技术指标表达式。

基本物理性质:密度、表观密度、堆积密度、孔隙率、空隙率、孔隙特征。

与水 and 热有关的性质:亲水性与憎水性、吸水性 with 吸湿性、耐水性、抗渗性、抗冻性、导热性、比热容。

力学性质与变形性能:强度、比强度与强度等级、弹性和塑性、脆性和韧性。

耐久性:耐久性含义与影响因素。

思考题

1. 名词解释:密度、体积密度、堆积密度、孔隙率、空隙率、吸水率、含水率。
2. 已知某种建筑材料试样的孔隙率为 24%,此试样在自然状态下的体积为 40 cm^3 ,质量为 85.50 g,吸水饱和后的质量为 89.77 g,烘干后的质量为 82.30 g。试求该材料的密度、表观密度、开口孔隙率、闭口孔隙率、含水率。
3. 什么是材料的强度?根据外力作用方式的不同,各种强度的计算公式如何表达?
4. 材料的耐久性包括哪些内容?