



高等职业教育“十一五”规划教材
高职高专建筑工程技术专业教材系列

建筑材料

(含试验实习指导书与报告书)

王松成/主 编

林丽娟/副主编



科学出版社

www.sciencep.com

● 高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专建筑工程技术专业教材系列

建 筑 材 料

(含试验实习指导书与报告书)

王松成 主 编

林丽娟 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材为《高职高专建筑工程类教材系列》之一,由纸质教材和光盘组成。纸质教材由《建筑材料》教材及与之配套的《建筑材料试验实习指导书与报告书》组成。光盘内容有:教学课件(PPT和Authorware各一套,并附有制作的全部素材,可供教师根据自己的教学要求进行二次加工制作);分章节的学习指导、习题与思考题及习题与思考题参考答案;分章节的电子教案;模拟试卷及参考答案等。可供教师教学和学生参考。

本书共分十一章,主要内容包括绪论、材料的基本性质、石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、建筑钢材、木材、沥青和合成高分子材料、墙体材料。

本书可作为土建类专业的教材及建筑工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料(含试验实习指导书与报告书)/王松成主编. —北京:科学出版社,2008

高等职业教育“十一五”规划教材·高职高专建筑工程技术专业教材系列

ISBN 978-7-03-022336-4

I. 建… II. 王… 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 088972 号

责任编辑:何舒民 / 责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年7月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2008年7月第一次印刷 印张:16 1/2+5 1/2

印数:1—3 000 字数:517 000

总定价:42.00 元

(含试验实习指导书与报告书,含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换<路通>)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137154(VT03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

“建筑材料”课程是土建类专业的主干课程之一。它既是一门专业基础课程，又是一门实践性和应用性较强的专业课程。通过本课程的学习，学生应达到的知识目标为：掌握建筑材料的基本性质，常用建筑材料及其制品的主要技术要求、性能、基本用途、常见规格；熟悉有关的国家标准和行业标准；了解常用材料检测的取样方法、试验原理、数据处理及试验结果分析处理方法；了解建筑材料的生产、储运、验收、保管及绿色环保性。应达到的能力目标为：熟悉试验设备的性能及操作方法，掌握基本的测试技能；能在实际工作中科学、经济、合理地选用建筑材料；通过系统的理论知识和实践应用能力的培养，能掌握混凝土、砂浆配合比设计等综合应用能力。

为此，我们分《建筑材料》、《建筑材料试验实习指导书与报告书》二部分编写，并根据立体化教材要求制作了配套光盘，其内容包括：教学课件、电子教案、学习指导、习题与参考答案、模拟试卷及参考答案等。

本立体化教材由王松成（南京交通职业技术学院）主编，林丽娟（徐州建筑职业技术学院）任副主编。全部内容由王松成统稿。具体编写分工是：《建筑材料》教材由王松成编写绪论、第1~5章；林丽娟编写第6章、第7章、第10章；朱利（南京交通职业技术学院）编写第8章、第9章。《建筑材料试验实习指导书与报告书》由刘冰梅（南京交通职业技术学院）主持编写，林丽娟参与编写。光盘由王松成主持编制，南京交通职业技术学院的温力、刘冰梅、徐美娟、朱利等参与制作。

本教材在编制过程中参阅了大量的文献，在此向这些文献的作者致以诚挚的谢意。

由于我们的水平有限，本立体化教材中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

目 录

前言	
绪论	1
0.1 建筑材料的分类	1
0.2 建筑材料的发展史及发展趋势	2
0.3 材料在建筑中的作用	2
0.3.1 材料的费用是决定建筑造价的主要因素	3
0.3.2 合理选择、正确使用材料,决定着建筑物的使用功能及耐久性	3
0.3.3 材料的质量决定建筑物的质量	3
0.3.4 材料的发展影响结构形式及施工方法	3
0.4 建筑材料的检验与标准	3
0.5 本课程教学思路	4
第1章 材料的基本性质	5
1.1 材料的物理性质	6
1.1.1 与质量有关的性质	6
1.1.2 与水有关的性质	9
1.1.3 与热有关的性质	13
1.2 材料的力学性质	15
1.2.1 强度	15
1.2.2 弹性与塑性	17
1.2.3 脆性与韧性	17
1.3 材料的耐久性	17
习题	18
第2章 石材	20
2.1 岩石的组成与分类	21
2.1.1 组成	21
2.1.2 分类	22
2.2 岩石的构造与性能	24
2.2.1 结构与构造	24
2.2.2 技术性质	25
2.3 常用石材	27
2.3.1 花岗岩	27

2.3.2	辉长岩	28
2.3.3	玄武岩	28
2.3.4	石灰岩	28
2.3.5	大理岩	29
2.3.6	砂岩	29
2.4	石材的应用及防护	29
2.4.1	石材的应用	29
2.4.2	石材的防护	30
	习题	31
第3章	气硬性胶凝材料	32
3.1	石灰	33
3.1.1	石灰的生产	33
3.1.2	石灰的熟化	34
3.1.3	石灰的硬化	35
3.1.4	石灰的分类	35
3.1.5	石灰的技术性能及标准	36
3.1.6	石灰的性能	37
3.1.7	石灰的应用	38
3.1.8	石灰的验收、储运及保管	39
3.2	石膏	39
3.2.1	建筑石膏的生产	39
3.2.2	建筑石膏的凝结与硬化	40
3.2.3	建筑石膏的技术性能	40
3.2.4	建筑石膏的特点及应用	41
3.2.5	建筑石膏的应用	42
3.2.6	石膏的验收与储运	42
3.2.7	石膏制品的发展	42
3.3	水玻璃	43
3.3.1	水玻璃的生产	43
3.3.2	水玻璃的硬化	43
3.3.3	水玻璃的性质	44
3.3.4	水玻璃的应用	44
	习题	45
第4章	水泥	46
4.1	硅酸盐水泥	47
4.1.1	硅酸盐水泥的定义	47
4.1.2	硅酸盐水泥的原料及生产	47

4.1.3	硅酸盐水泥熟料矿物组成及特性	48
4.1.4	硅酸盐水泥的水化与凝结硬化	50
4.1.5	硅酸盐水泥的技术要求	53
4.1.6	水泥石的腐蚀	57
4.1.7	水泥石腐蚀的防止措施	59
4.1.8	硅酸盐水泥的性质与应用	59
4.2	混合材料及掺和材料的硅酸盐水泥	60
4.2.1	混合材料	60
4.2.2	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥	62
4.2.3	普通硅酸盐水泥	65
4.2.4	复合硅酸盐水泥	66
4.3	其他品种水泥	67
4.3.1	快硬硅酸盐水泥	67
4.3.2	明矾石膨胀水泥	68
4.3.3	白色硅酸盐水泥	70
4.3.4	中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥和低热矿渣硅酸盐水泥	71
4.3.5	铝酸盐水泥	73
4.4	水泥的选用、验收、储存及保管	75
4.4.1	水泥的选用	75
4.4.2	水泥的编号和取样	76
4.4.3	水泥的验收	76
4.4.4	水泥的储存与保管	77
	习题	78
第5章	混凝土	80
5.1	概述	81
5.1.1	混凝土的定义	81
5.1.2	混凝土的分类	81
5.1.3	混凝土的特点	82
5.1.4	混凝土的发展方向	83
5.2	普通混凝土的组成材料	83
5.2.1	水泥	84
5.2.2	细骨料(砂)	85
5.2.3	粗骨料	91
5.2.4	混凝土拌和及养护用水	96
5.2.5	混凝土外加剂	96
5.3	混凝土的主要技术性质	104
5.3.1	和易性	105

5.3.2	强度	110
5.3.3	变形性能	119
5.3.4	混凝土的耐久性	122
5.4	混凝土的质量控制与强度评定	128
5.4.1	混凝土质量波动的因素	128
5.4.2	混凝土强度的质量控制	128
5.4.3	混凝土强度的评定	131
5.5	普通混凝土的配合比设计	133
5.5.1	混凝土配合比设计的基本要求	133
5.5.2	混凝土配合比设计的资料准备	133
5.5.3	混凝土配合比设计中的三个参数	133
5.5.4	混凝土配合比设计的步骤	134
5.5.5	普通混凝土配合比设计实例	140
5.5.6	掺减水剂、引气剂和粉煤灰的混凝土配合比的调整	144
5.6	其他混凝土	145
5.6.1	高强混凝土(HSC)	145
5.6.2	高性能混凝土(HPC)	147
5.6.3	抗渗混凝土(防水混凝土)	148
5.6.4	轻骨料混凝土	150
5.6.5	聚合物混凝土	152
5.6.6	大体积混凝土	153
5.6.7	纤维混凝土	154
5.6.8	防辐射混凝土	154
5.6.9	泵送混凝土	154
	习题	155
第6章	建筑砂浆	158
6.1	砌筑砂浆	159
6.1.1	砌筑砂浆的组成材料	159
6.1.2	砌筑砂浆的技术性质	160
6.1.3	砌筑砂浆的配合比设计	162
6.2	抹面砂浆	165
6.2.1	普通抹面砂浆	165
6.2.2	防水砂浆	167
6.2.3	装饰砂浆	167
6.2.4	其他特种砂浆	168
	习题	168

第7章 建筑钢材	170
7.1 钢的冶炼和分类	171
7.1.1 钢的冶炼	171
7.1.2 钢的分类	172
7.2 钢的主要化学成分及组成对钢材性能的影响	173
7.2.1 化学成分对钢材性质的影响	173
7.2.2 钢的组织	174
7.3 钢材的主要技术性能	175
7.3.1 力学性能	175
7.3.2 工艺性能	178
7.4 钢材的冷加工强化与时效处理	179
7.4.1 冷加工强化	179
7.4.2 时效	179
7.5 常用建筑钢材	180
7.5.1 建筑工程中常用的钢种	180
7.5.2 钢结构用型钢	185
7.5.3 钢筋混凝土用钢材	186
7.6 钢材的选用、腐蚀与防护	189
7.6.1 钢材的选用原则	189
7.6.2 钢材的腐蚀	190
7.6.3 腐蚀防护	191
习题	192
第8章 木材	193
8.1 木材的分类和构造	194
8.1.1 木材的分类	194
8.1.2 木材的构造	194
8.2 木材的物理和力学性质	196
8.2.1 体积密度	196
8.2.2 含水量	196
8.2.3 干缩与湿胀	197
8.2.4 木材的强度	198
8.3 木材的防护	199
8.3.1 干燥	199
8.3.2 防腐防虫	200
8.3.3 木材的防火	201
8.4 木材的应用	201
8.4.1 木材产品	201

8.4.2 人造板材	201
习题	204
第9章 沥青和合成高分子材料	205
9.1 沥青	206
9.1.1 石油沥青	206
9.1.2 煤沥青	211
9.1.3 改性沥青	212
9.2 新型防水卷材	213
9.2.1 防水卷材的主要技术性质	213
9.2.2 高聚物改性沥青防水卷材	214
9.2.3 合成高分子防水卷材	215
9.3 建筑防水涂料	217
9.4 建筑密封材料	220
9.4.1 建筑密封材料的分类	220
9.4.2 常用的建筑密封材料	220
9.5 建筑塑料、胶粘剂与涂料	224
9.5.1 建筑塑料	225
9.5.2 胶粘剂	229
9.5.3 建筑装饰涂料	231
习题	236
第10章 墙体材料	237
10.1 砌墙砖	238
10.1.1 烧结普通砖	238
10.1.2 烧结多孔砖和烧结空心砖	241
10.1.3 蒸压砖	244
10.2 墙用砌块	244
10.2.1 蒸压加气混凝土砌块	245
10.2.2 混凝土空心砌块	246
10.3 墙板	247
10.3.1 水泥类墙板	247
10.3.2 石膏类墙板	248
10.3.3 复合墙板	250
习题	251
参考文献	252

绪 论

0.1 建筑材料的分类

建筑材料是指建筑中使用的各种材料及制品，它是一切建筑的物质基础。

建筑材料的分类方法有多种。根据材料来源，建筑材料可分为天然材料及人造材料；根据其功能，可分为结构材料、装饰材料、防水材料、绝热材料等。目前，通常根据组成物质的种类及化学成分，将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类，如图 0.1 所示。

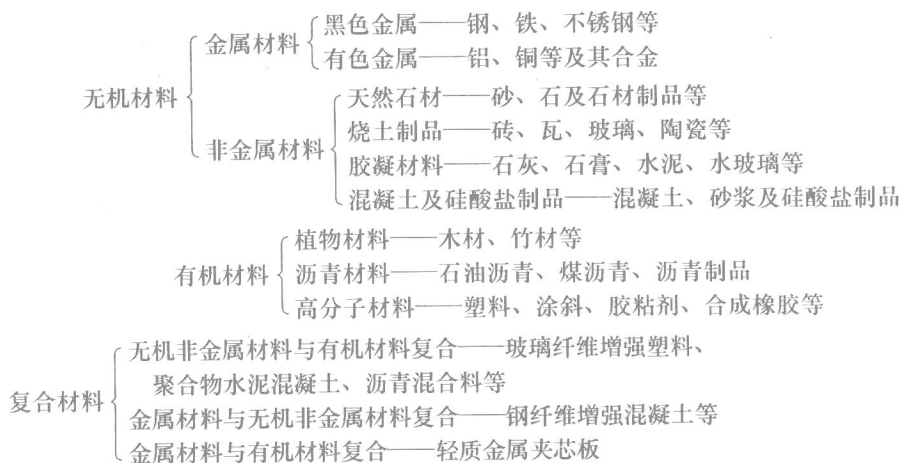


图 0.1 建筑材料的分类

0.2 建筑材料的发展史及发展趋势

建筑材料是随着人类社会生产力和科学技术水平的提高而逐步发展起来的。人类最早穴居巢处。随着社会生产力的发展,人类社会进入石器、铁器时代,开始挖土、凿石为洞、伐木搭竹为棚,能利用天然材料建造非常简陋的房屋等建筑。到了人类能够用黏土烧制砖、瓦,用岩石烧制石灰、石膏之后,建筑材料才由天然材料进入了人工生产阶段,为较大规模建造建筑物创造了基本条件。万里长城、赵州桥、应县木塔等,都充分证明了先辈们在建筑材料的生产、使用以及在建筑工艺上的伟大智慧。18世纪至19世纪,资本主义兴起,促进了工商业及交通运输业的蓬勃发展,原有的建筑材料已不能与此相适应,在其他科学技术进步的推动下,建筑材料进入了一个新的发展阶段,钢材、水泥、混凝土及其他材料相继问世,为现代建筑材料奠定了基础。进入20世纪后,由于社会生产力突飞猛进,以及材料科学与工程学的形成和发展,建筑材料不仅性能和质量不断改善,而且品种不断增加,以有机材料为主的化工建材异军突起;一些具有特殊功能的新型建筑材料,如绝热材料、吸声隔声材料、各种装饰材料、耐热防火材料、防水抗渗材料以及耐磨、耐腐蚀、防爆和防辐射材料等应运而生。

随着人类的进步和社会的发展,更有效地利用地球有限的资源,全面改善人类工作与生活环境及迅速扩大生存空间已势在必行,未来的建筑物必将向多功能化、智能化方向发展,以满足人类对建筑物愈来愈高的安全、舒适、美观、耐久的要求。建筑材料在原材料、生产工艺、性能及产品形式诸方面都将面临可持续发展和人类文明进步的挑战。

今后,建筑材料的发展趋势主要表现在以下几方面:在原材料方面,要最大限度地节约有限的资源,充分利用再生资源及工农业废料;在生产工艺方面,要大力引进现代技术,改造或淘汰陈旧设备,降低原材料及能源消耗,减少环境污染;在性能方面,要力求轻质、高强、多功能及结构-功能一体化;在产品形式方面,要积极发展预制技术,逐步提高构件化、单元化、大块化的水平。当前具有自感知、自调节、自修复能力的建筑材料,其开发与研制,以及在建筑中的应用的研究工作正在蓬勃开展。

0.3 材料在建筑中的作用

在我国现代化建设中,建筑材料占有极为重要的地位。由于组成、结构和构造不同,建筑材料品种门类繁多,性能各不相同,价格也相差悬殊,且在建筑中用量巨大。因此,正确选择和合理使用建筑材料,对建筑物的安全、实用、美

观、耐久及造价有着重大的意义。

0.3.1 材料的费用是决定建筑造价的主要因素

建筑物的主体是由建筑材料组成的。一般建筑物其工程造价的 50%~60% 是材料费用。材料费用高, 建筑工程造价就高。用质量好、功能多、档次高、性能优的材料营造的建筑物, 工程造价中 80% 是材料的费用。

0.3.2 合理选择、正确使用材料, 决定着建筑物的使用功能及耐久性

不同的工程类别, 不同的使用环境, 不同的功能要求, 对材料的自身性能要求有着本质的区别。根据建筑物自身的特点合理选择材料是建筑物营造的前提, 只有合理选择, 正确使用材料, 才能使结构的受力特性、环境条件、功能要求与材料的特性实现有机结合, 才能最大限度地发挥材料的效能。

0.3.3 材料的质量决定建筑物的质量

材料的质量、性能直接影响建筑物的使用、耐久和美观。由于材料品质问题, 而引发建筑物质量下降、使用功能降低或不满足原有使用功能要求, 甚至造成“豆腐渣”工程的事例屡见不鲜。所以, 加强管理, 严把材料质量关是保证建筑物质量的前提。

0.3.4 材料的发展影响结构形式及施工方法

材料是建筑的基础, 它决定了建筑物的形式及施工方法。如黏土砖的出现, 产生了砖木结构; 有了水泥、钢筋, 产生了钢筋混凝土结构。轻质、高强材料的发展, 使高层建筑不断更新。随着绿色建筑材料的开发、利用, 就有山水城市、绿色建筑、生态房屋的问世。

建筑技术要发展, 建筑材料必须先行。建筑工程中新技术、新工艺的问世, 往往依赖于建筑材料的更新。建筑施工新技术的推广, 新材料的出现, 也促进了建筑物形式的变化、设计方法的改进、施工技术的革新。

0.4 建筑材料的检验与标准

材料是否合格、能否用于工程中, 取决于其技术性能是否达到相应的技术要求, 这需要通过检验来判断。材料的检验是通过必要的检测仪器、设备, 依据一定的检测方法进行的。材料质量的检测工作在建筑工程中占有十分重要的位置, 材料质量检测技术是相关技术人员必须掌握的。

建筑材料检验的依据, 是各项有关的技术标准、规程、规范及规定, 是材料

检验必须遵守的法规。建筑材料技术标准中对原材料、产品、工程质量、检验方法、评定方法等均做出了具体规定。目前,我国的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四类。

1) 国家标准。在全国范围内适用。由国务院标准化行政主管部门编制,由国家技术监督局审批并发布,国家标准是最高标准,具有指导性、权威性。

2) 行业标准。在全国性的行业范围内适用。当没有国家标准而又需要在全国某行业范围内统一技术要求时制定,由中央部委标准机构指定有关研究机构、院校或企业等起草或联合起草,报主管部门审批,国家技术监督局备案后发布,当国家有相应标准颁布,该行业标准废止。

3) 地方标准。在某地区范围内适用。凡没有国家标准和行业标准时,可由相应地区根据生产厂家或企业的技术力量,以能保证产品质量的水平,制定有关标准。

4) 企业标准。只限于企业内部适用。在没有国家标准和行业标准时,企业为了控制生产质量而制定的技术标准,必须以保证材料质量,满足使用要求为目的。

技术标准有试行与正式之分,强制性与推荐性之分,如 GB/T×××××—××××和 GB×××××—××××,其中 T 为推荐性,无 T 为强制性。各类标准均具有时间性,由于技术水平不断提高,标准也不断更新。随着我国加入 WTO,及适应全球化的发展趋势,我国的各类标准正在实现与国际标准的接轨。

0.5 本课程教学思路

“建筑材料”既是一门专业基础课,又是一门专业课,涉及建筑工程中常用的各种材料,内容多而杂。

学生通过本课程的学习,要掌握材料的性能及应用的基本理论知识,了解材料有关技术标准,掌握常用材料检测的方法;能正确选择材料、合理使用材料、准确地鉴定材料、科学地开发材料。

本课程的学习方法可概括为掌握一个中心,两个基本点。一个中心为材料的基本性质及检测标准、方法;两个基本点为影响材料性质的两个方面的因素,一个是内在因素,如材料的组成结构,一个是外在因素,如环境、温度、湿度等。

本课程的教学方法是理论教学与实践教学并举,即实现理-实一体化教学。

☆ 知识点

1. 材料的物理性质，包括：与质量和体积有关的性质、与水有关的性质及与热有关的性质。
2. 材料的力学性质，包括：强度、弹性与塑性、脆性和韧性。

★ 要求

1. 掌握材料基本性质（物理性质、力学性质）的含义及衡量指标。
2. 掌握材料基本性质间的相互关系。
3. 了解影响材料基本性质的内外因素。
4. 了解建筑物及所处环境对建筑材料的要求。

材料是构成建筑物的物质基础，直接关系建筑物的安全性、功能性、耐久性和经济性。材料应具备什么性质，要根据它在建筑物中的作用和所处的环境来决定。一般来说，材料的性质可分为四个方面。

- 1) 物理性质，表示材料的物理状态特征及与各种物理过程有关的性质。
- 2) 力学性质，表示材料在应力作用下，抵抗破坏和变形能力的性质。
- 3) 化学性质，表示材料发生化学变化的能力及抵抗化学腐蚀的稳定性。
- 4) 耐久性，指材料在使用过程中能长久保持其原有性质的能力。

本章仅介绍材料的物理性质、力学性质和耐久性，即我们通常所说的材料的基本性质。

1.1 材料的物理性质

1.1.1 与质量有关的性质

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量，按下式计算

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1.1}$$

式中： ρ ——密度， g/cm^3 ；

m ——材料的绝对干燥质量， g ；

V ——材料在绝对密实状态下的体积， cm^3 ，即固体物质体积。

所谓绝对密实状态下的体积，是指不包括任何孔隙的体积。建筑材料中，

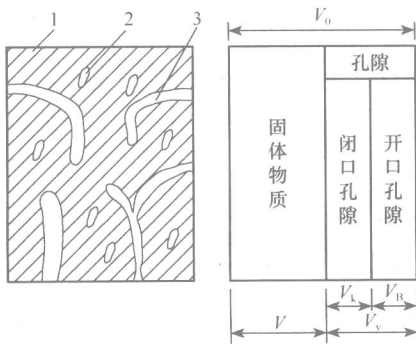


图 1.1 材料组成示意图

1. 固体物质；2. 闭口孔隙；3. 开口孔隙

除了钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料都含有一定的孔隙，如砖、石材等块状材料。而这些孔隙又可分为开口孔隙和闭口孔隙。如图 1.1 所示。开口孔隙指与外界相通，常压下在水中能吸到水的孔隙；闭口孔隙是孤立的、彼此不连通的孔隙，常压下吸不到水，只有当水压力较大时，水可在较大的渗透压作用下，通过材料内部的微小孔隙或裂缝进入闭口孔隙。对于这些有孔隙的材料，测定其密度时，须先把材料磨成细粉，经干燥至恒重后，用排水法（李氏瓶法）测定其体积，然后按上式计算得到密度值。材料磨得越细，测得的数值就越准确。

材料磨得越细，测得的数值就越准确。

2. 视密度

对于一些散状材料，如砂、石子、水泥等，可不必磨成细粉，而直接以排水法求得的体积 V' 作为绝对密实状态下的体积的近似值。按该体积计算出的密度称为视密度，用下式表示

$$\rho' = \frac{m}{V'} \quad (1.2)$$

式中： ρ' ——材料的视密度， g/cm^3 ；

m ——材料的绝对干燥质量；

V' ——直接用排水法测得的材料体积，包括固体物质体积和闭口孔隙体积。

3. 表观密度

表观密度指材料在自然状态下，单位体积的质量。按下式计算

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1.3)$$

式中： ρ_0 ——材料的表观密度， g/cm^3 或 kg/m^3 ；

m ——材料的质量；

V_0 ——材料在自然状态下的体积，包括材料的固体物质体积和所含孔隙（开口及闭口）体积。

表观密度的大小除取决于密度外，还与材料孔隙率及孔隙的含水程度有关。材料孔隙越多，表观密度越小；当孔隙中含有水分时，其质量和体积均有所变化，表观密度一般变大。所以材料的表观密度有气干状态下测得的值，和绝对干燥状态下测得的值（干表观密度）。在进行材料对比试验时，则以干表观密度为准。

4. 堆积密度

堆积密度是指散粒状或粉状材料，在自然堆积状态下单位体积的质量，用下式表示

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1.4)$$

式中： ρ'_0 ——材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——材料的质量；

V'_0 ——材料的自然堆积体积，包括了颗粒体积和颗粒之间空隙的体积（图 1.2）。