

全国应用型高等院校

土建类“十一五”规划教材

JIANZHU CAILIAO

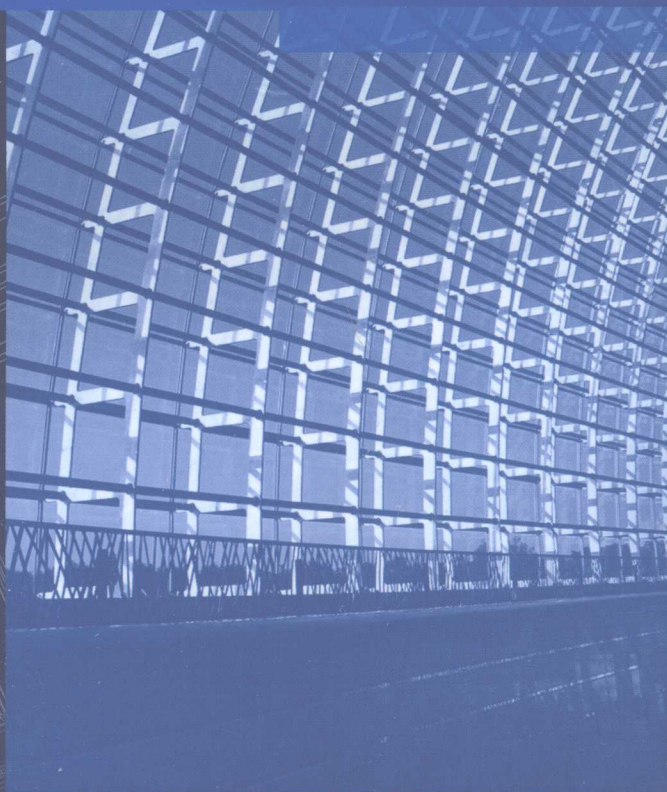
建筑材料

主 编 杜兴亮

副主编 李雅文 秦元毅 徐云博



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



全国应用型高等院校 土建类“十一五”规划教材

JIANZHU CAILIAO

建筑材料

主 编 杜兴亮

副主编 李雅文 秦元毅 徐云博



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据应用型本科及高职高专教育的特点,精选了教学内容,突出试验及应用能力。主要讲述了建筑工程常用的石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、建筑钢材、墙体与屋面材料、沥青及防水材料、木材等材料的基本性能、技术标准及应用,还介绍了建筑塑料、绝热与吸声材料、建筑装饰材料等的基本知识,最后通过常用建筑材料的试验方法和材料质量评定方法,使读者掌握各种材料的性质、用途及使用方法,便于其合理选用材料。

本书既可作为应用型本科院校、高职高专建筑工程及相关专业的教材使用,也可作为广大自学者及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/杜兴亮主编. —北京:中国水利水电出版社,
2009

全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5084-6639-2

I. 建… II. 杜… III. 建筑材料-高等学校-教材

IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 118522 号

书 名	全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材 建筑材料
作 者	主编 杜兴亮 副主编 李雅文 秦元毅 徐文博
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 17.5 印张 415 千字
版 次	2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	29.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编写委员会

主任委员：郭维俊 王皖临 李洪军

副主任委员：王丽玫 王明道 郭大州 薛新强 张新华 杜俊芳

委员：（按拼音先后排序）

安 昶	白香鸽	曹雪梅	常积玉	陈志华	邓智勇
丁纯刚	丁小艳	杜兴亮	范建洲	樊松丽	归晓慧
韩 庆	贺 云	侯 捷	计荣利	江传君	李广辉
李松岭	李险峰	李学田	李艳华	李雅文	李 泽
刘 琦	刘 勇	刘永坤	刘玉芸	刘 云	雒六元
罗秋滚	马光鸿	马守才	暮雪华	彭 颖	皮凤梅
钱 军	覃爱萍	秦元毅	盛培基	汪 辉	王丽英
王 玲	汪 洋	王一举	魏大平	吴春光	郭琦姝
姚艳红	杨锦辉	杨文选	杨晓军	杨晓宁	杨志刚
许崇华	徐凤纯	徐云博	张国玉	张国珍	张海燕
张 军	张明朗	张彦鸽	张志鹏	赵冬梅	赵书远
赵珍玲	周 巍	庄 森	邹露萍		

本 册 主 编：杜兴亮

本册副主编：李雅文 秦元毅 徐云博

本 册 参 编：史 翔 闫振林 李洪彦

序

随着我国建设行业的快速发展,建筑行业对专业人才的需求也呈现出多层面的变化,从而对院校人才培养提出了更细致、更实效的要求。我国因此大力发展职业技术教育,大量培养高素质的技能型、应用型人才,教育部也就此提出了实施要求和教改方案。快速发展起来的高等职业教育和应用型本科教育是直接为地方或行业经济发展服务的,是我国高等教育的重要组成部分,应该以就业为导向,培养目标应突出职业性、行业性的特点,从而为社会输送生产、建设、管理、服务第一线需要的专门人才。

在上述背景下,作为院校三大基本建设之一的高等职业及应用型本科教育的教材改革和建设必须予以足够的重视。目前,技术型、应用型教育的办学主体多种多样,各种办学主体对培养目标也各有理解,使用的教材也复杂多样,但总体来讲,相关教材建设还处于探索阶段。

有鉴于此,中国水利水电出版社于2007年组织了全国几十所院校共同研讨土建类高职高专、应用型本科教学的现状、特点和发展,启动了《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的编写和出版工作。

本套教材从培养技术应用型人才的总目标出发予以编写,具有以下特点:

(1) 教材结合当前院校生源和就业特点、以培养“有大学文化水平的能工巧匠”为教学目标来编写。

(2) 教材编写者均经过院校推荐、编委会资格审定筛选而来,均为院校一线骨干教师,具有丰富的教学和实践经验。

(3) 教材结合新知识、新技术、新工艺、新材料、新法规、新案例,对基本理论的讲授以应用为目的,教学内容以“必需、够用”为度;在教材的编写中加强实践性教学环节,融入足够的实训内容,保证对学生实践能力的培养。

(4) 教材编写力求周期短、更新快,并建立新法规、新案例等新内容的网上及时更新地址,从而紧跟时代和行业发展步伐,体现高等技术应用性人才的培养要求。

本套教材图文并茂、深入浅出、简繁得当,可作为高职高专院校、应用型本科院校土建类建筑工程、工程造价、建设监理等专业教材使用,其中小

部分教材根据其内容特点明确了适用的细分专业；该套教材亦可为工程技术人员参考借鉴，也可作为成人、函授、网络教育、自学考试等参考用书使用。

《全国应用型高等院校土建类“十一五”规划教材》的出版是对高职高专、应用型本科教材建设的一次有益探索，限于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，恳请广大读者和同行专家批评指正。

编委会

2008年5月

前 言

本书根据应用型本科及高职高专教育的特点,以应用性、实用性为目的,精选了教学内容,主要讲述了建筑工程常用的石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、钢材、墙体与屋面材料、沥青及防水材料、木材等材料的基本性能、技术标准及应用,还介绍了建筑塑料、绝热与吸声材料、建筑装饰材料等的基本知识,最后讲述了常用建筑材料的试验方法和材料质量评定方法。通过认真学习,读者将能掌握主要建筑工程材料的性质、用途、制备和使用方法,以及检测和质量控制方法,并了解材料性能改善的途径,能针对不同的工程合理选用材料。

本书叙述简练,语言流畅,文字上深入浅出,图文并茂,通俗易懂,以培养学生的动手能力为特点,并在每章后附有相应的复习思考题,以便组织教学和自学。在编写的过程中参阅了大量现行的规范、标准,理论联系实际,突出应用性,可以作为建筑工程及相关专业的教材,也可作为广大自学者用书和建筑工程技术人员培训用书,还可供有关工程技术人员阅读参考。

本书由杜兴亮任主编,李雅文、秦元毅、徐云博任副主编。各章编写人员如下:河南财政税务高等专科学校的杜兴亮编写绪论、第4章、第5章,并负责全书统稿,河南职业技术学院的李雅文编写第1章、第3章、第11章、第12章,河南财政税务高等专科学校的秦元毅编写第6章和第13章,河南工程学院的徐云博编写第2章、第9章、第10章,河南财政税务高等专科学校的史翔和闫振林分别编写第8章和第14章,中州大学的李洪彦编写第7章。

由于建筑工程材料发展很快,新材料、新工艺层出不穷,加之我们的水平所限,编写时间仓促,书中难免有不当、甚至错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2009年3月

目 录

序

前言

绪论	1
0.1 建筑材料的定义与分类	1
0.2 材料在建筑工程中的作用	1
0.3 建筑工程材料的技术标准和质量控制	2
0.4 建筑材料的发展现状	2
0.5 本课程的学习目的和方法	2
第1章 建筑材料的基本性质	4
1.1 材料的组成与结构	4
1.2 材料的物理性质	6
1.3 材料的力学性质	15
1.4 材料的装饰性	19
1.5 材料的耐久性	19
复习思考题	20
第2章 石材	21
2.1 天然石材	21
2.2 人造石材	28
复习思考题	29
第3章 气硬性胶凝材料	30
3.1 石灰	30
3.2 石膏	35
3.3 水玻璃	40
3.4 镁质胶凝材料	42
复习思考题	43
第4章 水泥	44
4.1 水泥的分类	44
4.2 硅酸盐水泥	44
4.3 掺混合材料的硅酸盐水泥	52

4.4 其他水泥·····	57
4.5 铝酸盐水泥及硫铝酸盐水泥·····	60
复习思考题·····	61
第5章 混凝土 ·····	63
5.1 概述·····	63
5.2 普通混凝土的组成材料·····	65
5.3 普通混凝土掺和料及外加剂·····	74
5.4 混凝土拌和物的和易性·····	80
5.5 混凝土的强度·····	84
5.6 混凝土的变形性能·····	89
5.7 混凝土的耐久性·····	92
5.8 普通混凝土的强度评定·····	93
5.9 普通混凝土的配合比设计·····	96
5.10 其他品种混凝土·····	104
复习思考题·····	107
第6章 建筑砂浆 ·····	108
6.1 砂浆的组成材料和技术性质·····	108
6.2 砌筑砂浆·····	112
6.3 抹面砂浆·····	116
复习思考题·····	119
第7章 建筑钢材 ·····	120
7.1 钢的冶炼和分类·····	120
7.2 建筑钢材的技术性能·····	121
7.3 建筑钢材的种类和选用·····	126
7.4 钢材的锈蚀及防止·····	131
复习思考题·····	132
第8章 墙体与屋面材料 ·····	134
8.1 砌墙砖·····	134
8.2 墙用砌块·····	142
8.3 墙体板材·····	148
8.4 屋面材料·····	152
复习思考题·····	154
第9章 沥青及防水材料 ·····	155
9.1 沥青·····	155
9.2 防水卷材·····	161
9.3 防水涂料·····	165

9.4 建筑密封材料	169
复习思考题	172
第10章 木材	173
10.1 木材的分类与构造	173
10.2 木材的主要性质	174
10.3 木材的防护	177
10.4 木材在工程中的应用	178
复习思考题	181
第11章 建筑塑料	182
11.1 塑料的基本知识	182
11.2 建筑塑料制品及应用	187
复习思考题	191
第12章 绝热与吸声材料	192
12.1 绝热材料	192
12.2 吸声、隔声材料	196
复习思考题	200
第13章 建筑装饰材料	201
13.1 建筑装饰材料的分类及选用原则	201
13.2 常用的建筑装饰材料	202
复习思考题	220
第14章 常用建筑材料试验	221
14.1 建筑材料试验概述	221
14.2 建筑材料的基本性质试验	228
14.3 钢筋试验	231
14.4 水泥的基本性质试验	235
14.5 砌筑材料强度试验	244
14.6 混凝土用集料试验	246
14.7 普通混凝土试验	254
14.8 建筑砂浆试验	259
14.9 沥青试验	263
14.10 混凝土试验室配合比试验	267
参考文献	268

绪论

建筑工程材料在工程造价中占有较大比重，是组成建筑物实体的物质基础。建筑材料的性能对工程质量和使用性能有重要影响，因此，善于正确选用建筑材料是非常重要的。《建筑材料》这门课程的学习目的是：通过介绍常用建材的基本知识和试验方法，使学生掌握并能运用这些知识，为后续专业课程学习打下良好基础，并为将来的实际工作奠定理论基础。

0.1 建筑材料的定义与分类

建筑材料就是建筑工程中使用的各种材料，或构成建筑物的各种材料。

建筑材料的分类方法很多，通常从以下几方面进行分类：

(1) 按构成组分分类。根据材料的主要构成组分，建筑材料可分为有机材料、无机材料和复合材料三大类。有机材料就是以有机物质为主构成的材料，包括植物材料（如木材）、合成高分子材料（如塑料）、沥青材料（如改性沥青防水卷材）等；无机材料是以无机物质为主构成的材料，包括金属材料（如建筑钢材、铝材）和非金属材料（如石材、石灰、水泥、砂浆、混凝土等）；复合材料就是由两种或两种以上不同类别的材料按一定组成结构所构成的材料，复合材料往往具备综合优异特性，能满足建筑工程对材料性能的不同要求，在工程上广泛使用，如钢筋混凝土。

(2) 按主要功能分类。根据材料在工程中的主要使用功能，可将材料分为承重结构材料（如梁、板、柱、基础、承重墙等）、非承重结构材料（如填充墙、围护板材等）、建筑功能材料（如防水材料、装饰材料、隔声材料等）。

0.2 材料在建筑工程中的作用

建筑物的形成过程，就是材料按适当的结构形式进行构筑或组合的过程，因此，材料性能决定了建筑物的质量、使用功能和成本，同时对建筑物的设计和施工也有重要影响。

由于建筑物本身是各种材料以适当方式组合的产物，所以它对工程质量的影响是不言而喻的，尤其是对建筑物结构安全和使用功能有直接影响，如果材料质量有缺陷或使用不当，则建筑物在某些方面肯定有质量缺陷，甚至带来重大质量事故。

在建筑工程总造价中，材料费用占有很大比重，最高可达 70% 左右，因此，正确选择和合理使用建筑材料对工程造价的控制有很大影响。

在工程建设过程中，无论是工程设计还是施工技术，都必须考虑所使用的材料的性能。无论再好的设计意图，它最终在建筑物上的体现必须靠材料来实现；无论多么先进的

施工操作工艺，也要受制于的采用材料的限制，材料性能可以影响甚至决定先进施工技术的发挥。

0.3 建筑工程材料的技术标准和质量控制

建筑工程材料标准是生产和使用单位检验、确认产品质量是否合格的技术文件，是评定工程中所使用材料质量的依据。任何材料的技术指标只有在符合相关标准要求的前提下才能使用。

依据不同的使用范围，目前我国的技术标准可分为四大类：

第一类是国家标准，它是由国家统一发布与执行的标准，分为强制性标准（代号 GB）和推荐性标准（GB/T），如《混凝土结构工程施工及验收规范》（GB 50204—2002）和《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》（GB/T 1596—2005）。对强制性国家标准，任何技术或产品不得低于其规定的要求，对推荐性的国家标准，表示也可以执行其他标准的要求。

第二类是行业标准，它是由行业制定并在本行业内执行的标准，如建筑工程行业标准（代号 JGJ）、建筑材料行业标准（代号 JC）等。

第三类是地方标准，它是由地方行政主管部门发布的地方性技术指导文件，代号为 DBJ。

第四类是企业标准，它是由企业制定的产品（技术）标准，代号为 QB。

无论是国家标准还是部门行业标准，属国家指令性技术文件，均必须严格遵照执行，尤其是强制性标准。地方标准或企业标准的规定应高于国家标准。

技术标准是根据一定时期的技术水平制定的，因而随着技术的发展与使用要求的不断提高，需要对标准进行修订，修订标准实施后，旧标准自动废除。现行部分行业标准代号中有两个年份，第一个年份为批准年份，随后括号中的年份为重新校对年份，如《粉煤灰砖》（JC 239—91）（96）。

0.4 建筑材料的发展现状

随着科学技术的不断发展，建筑材料也得到了长足的发展，现阶段建筑材料的发展主要体现出如下特点：

（1）传统建筑材料（如土、石等）在工程的某些方面仍然应用普遍，但其在工程中的主导地位已被新型建筑材料所取代。

（2）在现代工程建设中，随着科技的进步，建筑材料性能得到了明显改善和提高，应用范围也有明显扩展。

（3）无机材料在工程中的使用逐渐萎缩，人工材料，尤其是多功能、高性能复合材料得到广泛使用，并且人工材料向着再生化、利废化、节能化和绿色化方向发展。

0.5 本课程的学习目的和方法

本课程的内容包括理论课和实验课两大部分。通过学习这门课程，学生应掌握主要建

筑工程材料的用途、使用方法以及质量控制方法；熟悉建筑材料的基本性质，以及性能改善的途径；了解常用材料的组成、结构及其形成机理。为了学好建筑材料这门课，在学习过程中应注意以下几方面：

（1）认真听课，积极思考。善于进行知识的归纳整理；善于学习分析问题、解决问题的方法和步骤；善于课前预习，带着问题进课堂；善于请教问题，讨论问题。

（2）理论联系实际。建筑材料是一门实践性很强的课程，学习时应注意理论与实际的结合，为了及时理解课堂讲授的知识，应注意观察周围已经建成的或正在施工的建筑工程，在实践中理解和验证所学内容。

（3）重视试验操作。试验部分是本课程的重要内容之一，通过试验课验证所学的基本理论，学会检验常用建筑材料的试验方法，掌握一定的试验技能，并能对试验结果进行正确的分析和判断，在学习中培养严谨的科学态度。

第1章 建筑材料的基本性质

本章要点

掌握材料的密度、表观密度、堆积密度，材料的孔隙率、密实度，材料与水有关的性质及指标，材料的导热性及导热系数，材料的强度及强度等级，弹性及塑性、脆性与韧性的概念；

熟悉材料的各种基本性质的有关计算，材料的耐久性及提高措施，材料的组成、结构对材料性质的影响；

了解材料的比热和热容量、热变形性、耐燃性，材料的硬度和耐磨性。

建筑物要保证其正常使用，就必须具备一定的功能，例如强度、保温、隔热、防水等，这些功能往往是由建筑物所采用的材料决定的。建筑材料用在建筑物的各个部位均要承受到物理、化学、力学等因素的单独及综合作用，因此，要求建筑材料必须具备相应的基本性质。例如，结构材料必须具有良好的力学性能；墙体材料应具有绝热、隔声性能；屋面材料应具有抗渗防水性能；地面材料应具有耐磨损性能等。另外，由于建筑物长期暴露在大气中，经常要受到风吹、雨淋、日晒，寒冷地区还要受到冰冻等自然条件的影响，故还要求建筑材料应具有良好的耐久性能。

一般而言，建筑材料的基本性质主要包括物理性质、化学性质、力学性质、装饰性质和耐久性质等。本章主要讨论建筑材料的基本共性，材料的特性在相关章节中讨论。

材料的应用与其所具有的性质是密切相关的，工程中只要一种材料选用不当或施工方法违反了材料性质的要求，都将影响建筑物的使用效果以及耐久性与安全问题。根据材料科学的基本理论，材料所具有的各种性质，主要取决于材料的组成和结构状态，同时还受到环境条件的影响。所以，为了能够合理地选择和正确地使用材料，必须了解材料的各种性质以及性质与组成、结构状态的关系。

1.1 材料的组成与结构

材料的组成、结构和构造是决定材料性质的内在因素，要了解材料的性质，必须先了解材料的组成、结构与材料性质之间的关系。

1.1.1 材料的组成

材料的组成包括化学组成和矿物组成，它们是决定材料各种性质的最基本因素。

1. 材料的化学组成

化学组成是指构成材料的基本化合物或化学元素的种类与数量。无机非金属建筑材料

的化学组成以各种氧化物含量的百分率形式表示，金属材料以其元素的百分含量来表示。

化学组成决定着材料的化学性质，影响着物理性质和力学性质。如碳素钢随含碳量的增加，其强度、硬度、冲击韧性将发生变化；另外钢材的锈蚀、材料的可燃性和耐火性、木材的腐蚀、混凝土的碳化及受到酸碱盐类物质的侵蚀等都是由材料的化学组成决定的。

2. 材料的矿物组成

材料中含有特定的晶体结构、特定物理力学性能的组织结构称为矿物。材料的矿物组成主要是指构成材料的矿物种类和数量，它决定着材料的许多重要性质。

无机非金属材料是由不同的矿物构成的，相同的化学组成，材料的性质却不尽相同，这是由于矿物的组成不同所致。例如硅酸盐类水泥的主要矿物组成为硅酸钙、铝酸钙、铁铝酸钙等，决定了水泥易水化成碱性凝胶体，并具有凝结硬化的性能；若提高硅酸盐水泥中硅酸三钙的含量，则水泥的硬化速度和强度都将提高。

1.1.2 材料的结构

材料的结构分宏观结构、细观结构和微观结构，它是决定材料各种性质的重要因素之一。

1. 宏观结构（也称构造）

建筑材料的宏观结构是指用肉眼或放大镜就能够观察到的粗大组织，其尺寸在 10^{-3}m 级以上。

材料宏观结构按孔隙特征可分为：

(1) 致密结构：指孔隙率很低或趋近于零、结构致密的材料。具有该种构造的材料一般密度较大，吸水率低、抗渗性好、强度较高，如钢材、玻璃、塑料、致密的天然石材等。

(2) 微孔结构：指材料内部有分布较均匀的微细孔隙的结构。具有该种构造的材料一般密度较小，吸水率高、抗渗性差、绝热性好、吸声性好，如建筑石膏制品、普通烧结砖等。

(3) 多孔结构：指材料内部有粗大孔隙的结构。具有该种构造的材料一般都是轻质材料，吸水率高、抗渗性差，但绝热、吸声性好，如加气混凝土、泡沫塑料等。

材料宏观结构也可按存在状态或构造特征分为：

(1) 聚集结构：由骨料与胶凝材料胶结成的结构，例如混凝土、砂浆等。

(2) 纤维结构：由纤维状物质构成的材料结构，例如木材、玻璃纤维增强塑料、矿棉等。

(3) 层状结构：天然形成或采用人工黏结等方法将材料叠合而成层状的结构，例如胶合板、纸面石膏板、夹芯板等。

(4) 散粒结构：指松散颗粒状结构，例如砂、石及粉状或颗粒状的材料。

2. 细观结构（显微或亚微观结构）

建筑材料的细观结构是指用光学显微镜观察到的构造状况，其尺寸范围在 $10^{-6} \sim 10^{-3}\text{m}$ 。该结构主要用于研究材料内部的晶粒、颗粒的大小和形态、晶界与界面、孔隙与微裂纹等，例如可分析金属材料晶粒的粗细；可分辨混凝土的粗细骨料、水泥石以及孔隙

组织；可观察木材的木纤维、导管、髓线、树脂道等组织。

建筑材料的细观结构对材料的力学性质和耐久性影响很大，例如在钢材中加入钛、钒等合金元素，可以细化晶粒，显著提高强度。

3. 微观结构

建筑材料的微观结构是指用电子显微镜、X射线衍射仪等手段来分析研究材料的原子、分子层次的结构特征，其尺寸范围在 $10^{-10} \sim 10^{-6} \text{ m}$ 。材料的微观结构决定材料的许多物理、力学性质，如强度、硬度、导热性、导电性等。同一组成、同样微观结构而构造不同，则材料的工程性质迥异。如同样组成的玻璃可做成玻璃砖（墙体承重材料），也可以做成泡沫玻璃（绝热材料）。若组成和微观结构不同，但只要有相同的构造，也会出现相同的性质，如泡沫玻璃与泡沫混凝土都可作为绝热材料。可以说材料的构造状态是决定材料工程性质的重要因素。对同一材料改变其构造状态从而达到改性是工程技术发展的重要手段。

在微观结构层次上，材料可分为晶体、玻璃体和胶体：

（1）晶体：材料的质点（原子或分子、离子）按一定规律在空间重复排列的固体称为晶体。晶体材料一般都具有固定的熔点和化学稳定性，强度高、硬度大、机械性能较好，如钢铁、有色金属等。此外，晶体材料的性质还与晶粒的大小和分布状态有关，一般晶粒越细、分布越均匀的晶体材料的强度越高。

（2）玻璃体：是指高温熔融物在急速冷却时形成的无定形体，组成物质的微观粒子在空间的排列呈无序混沌状态。玻璃体结构的材料具有化学活性高、无固定的熔点、力学性质各向同性的特点。粉煤灰、建筑用普通玻璃都是典型的玻璃体结构。

（3）胶体：是指物质以极微小的质点分散在介质中所形成的结构。由于胶体中的分散质与分散介质带相反的电荷，胶体能保持稳定。分散质颗粒细小，使胶体具有黏结性。根据分散质与分散介质的相对比例不同，胶体结构可分为溶胶结构和凝胶结构。溶胶失水后成为具有一定强度的凝胶结构，可以把材料中的晶体或其他固体颗粒黏结为整体，如硅酸盐水泥石中的水化硅酸钙和水化铁酸钙都呈胶体结构，将砂和石黏结成一个整体，形成人工石材。胶体结构材料强度较低，变形较大，黏度较高。

总之，建筑材料的组成决定了材料的化学性质，微观结构决定了材料的物理性质，而宏观构造决定了材料的工程性质，它们三者是互相联系、互相制约的。随着材料科学与工程理论与技术的不断发展，深入研究材料的组成、结构、构造和材料性能之间的关系，不仅有利于为包括建筑工程在内的各种工程正确选用材料，而且会加速人类自由设计生产工程所需的特殊性能材料的进程。

1.2 材料的物理性质

材料的物理性质是指材料与各种物理过程（水、热作用）有关的性质。

1.2.1 材料与质量有关的性质

1. 材料的密度、表观密度、堆积密度

（1）密度。材料在绝对密实状态下，单位体积的质量称为密度。按下式计算：

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

式中 ρ ——材料的密度, g/cm³ 或 kg/m³;

m ——材料在干燥状态下的质量, g 或 kg;

V ——干燥材料在绝对密实状态下的体积, cm³ 或 m³。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的固体物质部分的体积, 也称实体积。在建筑材料中, 除钢材、玻璃等少数材料外, 绝大多数材料都含有一些孔隙。在测定可研磨的非密实材料(如砌块、石膏)的密度时, 应把材料磨成细粉(粒径小于 0.2mm), 干燥后用密度瓶(李氏瓶)测定其体积, 作为材料在绝对密实状态下的体积。材料磨得越细, 测得的数值就越接近它的绝对密实体积, 得到的密度值也越精确。

对于混凝土用砂、石等颗粒状外形不规则的坚硬颗粒, 可用排水法求的体积, 作为绝对密实体积的近似值。按该近似体积计算出的密度称为视密度, 按下式计算:

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

式中 ρ' ——材料的视密度, g/cm³ 或 kg/m³;

m ——材料在干燥状态下的质量, g 或 kg;

V' ——干燥材料在自然状态下不含开口孔隙的体积, cm³ 或 m³。

(2) 表观密度。材料在自然状态下, 单位体积的质量称为表观密度。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/cm³ 或 kg/m³;

m ——材料的质量, g 或 kg;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, cm³ 或 m³。

材料在自然状态下的体积是指材料的固体物质部分体积与材料内部所含全部孔隙体积之和。对于外形规则的材料, 如烧结砖、砌块, 其体积的测定只需测定其外形尺寸, 按几何公式计算; 对于外形不规则的材料, 要采用排液法测定, 但在测定前, 材料表面应用薄蜡密封, 以防液体进入材料内部孔隙而影响测定值。

一定质量的材料, 孔隙越多, 则表观密度值越小; 材料表观密度大小还与材料含水多少有关, 含水越多, 其值越大。通常所指的表观密度, 是指干燥状态下的表观密度。

(3) 堆积密度。散粒状(粉状、颗粒状、纤维状)材料在自然堆积状态下, 单位体积的质量称为堆积密度。按下式计算:

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

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度, g/cm³ 或 kg/m³;

m ——散粒材料的质量, g 或 kg;

V'_0 ——散粒状材料在自堆积状态下的体积, 又称堆积体积, cm³ 或 m³。

测定散粒状材料的堆积密度时, 材料的质量是指填充在一定容器内的材料质量, 其堆积体积是指所用容器的体积。因此, 散粒状材料在自然堆积状态下的体积, 是指含有孔隙在内的散粒状材料的总体积与颗粒之间空隙体积之和。