

2007 年

一级注册结构工程师（房屋结构）执业资格考试

基础考试复习教程

（下册）



注册工程师考试复习用书编委会 编



人民交通出版社

China Communications Press

2007 年

一级注册结构工程师（房屋结构）执业资格考试

基础考试复习教程

（下册）



注册工程师考试复习用书编委会 编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书前二版由北京市注册工程师管理委员会(结构)组织编写、修订,现根据需要修订再版。

本书编写人员全部是多年从事注册结构工程师考试基础课培训工作的专家、教授。本书已作为培训教材使用多年,现根据培训反馈意见和以往的考试经验,以及新颁布的规范、标准,对教程进行全面修订,以满足应考和培训之用。

本版教程以最新考试大纲为依据,以现行规范、教材为基础进行编写,目的是为了指导考生复习,因此力求简明扼要,联系实际,着重于对概念和规范的理解运用,并注意突出重点概念。教程的每章后均附有参考习题,最后附一套模拟题,可作为考生检验复习效果和准备考试之用。

由于本书规模较大,特分为上、下两册,以便于携带、翻阅。

本教程适合参加一级注册结构工程师基础考试的人员使用,同时由于一级考试内容覆盖了二级考试大纲的全部内容,因此亦可供参加二级注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试的人员备考使用。

图书在版编目(CIP)数据

一级注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试复习教程 / 注册工程师考试复习用书编委会编.
北京:人民交通出版社, 2007.1
ISBN 978-7-114-06362-6

I. 一... II. 一... III. 建筑结构-工程师-资格考核-习题 IV.TU3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 159284 号

Yiji Zhuce Jiegou Gongchengshi (Fangwu Jiegou) Zhiye Zige Kaoshi Jichu Kaoshi Fuxi Jiaocheng
书 名: 一级注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试复习教程

著 作 者: 注册工程师考试复习用书编委会

责任编辑: 陈志敏

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285991

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 76.75

字 数: 1936 千

版 次: 2003 年 4 月 第 1 版

2004 年 4 月 第 2 版

2007 年 2 月 第 3 版

印 次: 2007 年 2 月 第 1 次印刷 总计第 4 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06362-6

上、下册总定价: 120.00 元

(如有印刷、装订质量问题,由本社负责调换)

注册工程师考试复习用书

编 委 会

主 任 委 员	赵知敬				
副主任委员	于春普				
主 编	曹纬浚				
编 委	(以姓氏笔画为序)				
	于春普	刘世奎	杨松林	陈向东	
	赵知敬	钱民刚	曹纬浚		

第三版前言

建设部和人事部决定 1997 年起实施注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试制度。

本书前二版由北京市注册工程师管理委员会(结构)组织编写,现根据需要修订再版。根据《行政许可法》,本书编委会不再冠以注册工程师管理委员会的名义。

为了帮助考生们准备考试,本书的编写教师自 1997 年起就先后参加了北京市一、二级注册结构工程师(房屋结构)基础考试的考前辅导培训工作。他们都是本专业有较深造诣的教授和高级工程师,分别来自北京建筑工程学院、北京工业大学、北京交通大学、北京工商大学和北京市建筑设计研究院。教师们根据多年教学实践经验和考生回馈意见,以考试大纲为依据,以现行规范、教材为基础,编写本考试复习教程。教程的目的是为了指导复习,因此力求简明扼要,联系实际,着重对概念和规范的理解应用,并注意突出重点概念。本教程经过多年的使用和不断修订完善,已经成为值得考生信赖的考前辅导和培训用书。

本教程严格按考试大纲编写,是在多年教学实践中不断加以改进形成的,在 2003 年首次出版,深受考生们的欢迎。2007 年我们组织教师按新考试大纲对教程又进行了全面修订,并在每章后增加了一节“复习指导”,以帮助自学的考生更好地掌握教程的内容。参加本教程编写的教师如下:第一章微积分部分吴昌泽,线性代数部分贾玲华;第二章程学平;第三章毛怀珍;第四章刘燕;第五章钱民刚;第六章李兆年;第七章许小重;第八章许怡生;第九章陈向东;第十章朋改非;第十一章杨松林;第十二章李魁元;第十三章刘宝生;第十四章刘世奎;第十五章冯东;第十六章王健;第十七章孙惠镐。

为方便考生复习,本教程分上、下册出版,上册第一至第九章为上午考试段内容;下册第十至第十七章为下午考试段内容。

考生在复习本教程时,应结合阅读相应的教材、规范。本教程每章后均附有参考习题,另有配套的《一级注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试复习题集》,共编制参考试题 2400 多道,相当于每年考试试题量的 13 倍以上,绝大多数试题均附有提示和答案。教程和习题集中的习题对考生检验复习效果和准备考试都会有很大帮助。

祝各位考生考试取得好成绩!

注册工程师考试复习用书编委会

2007 年 2 月

主编致考生

一、注册结构工程师在专业考试之前进行基础考试是和国外接轨的做法。通过基础考试并达到职业实践年限后就可以申请参加专业考试。基础考试是考大学中的基础课程,按考试大纲的安排,上午考试段考 9 门课程,120 道题,4 个小时,每题 1 分,共 120 分;下午考试段考 8 门课程,60 道题,4 个小时,每题 2 分,共 120 分;上下午共 240 分。试题均为 4 选 1 的单选题,平均每题时间 2~4 分钟,因此不会有复杂的论证和计算,主要是检验考生的基本概念和基本知识。考生在复习时不要偏重难度大或过于复杂的知识,而应将复习的主要注意力放在弄清基本概念和基本知识方面。

二、考生在复习本《教程》之前,应认真阅读“考试大纲”,清楚地了解考试的内容和范围,以便合理制订自己的复习计划。复习时一定要紧扣“考试大纲”的内容,将全面复习与突出重点相结合。着重对“考试大纲”要求掌握的基本概念、基本理论、基本计算方法、计算公式和步骤,以及基本知识的应用等内容有系统、有条理地重点掌握,明白其中的道理和关系,掌握分析问题的方法。同时还应会使用为减少计算工作量或简化、方便计算所制作的表格等。《教程》中每章后均有一节“复习指导”,具体说明本章的复习重点、难点和复习中要注意的问题,建议考生认真阅读每章的“复习指导”,参考“复习指导”的意见进行复习。在对基本概念、基本原理和基本知识有一个整体把握的基础上,对每章节的重点、难点进行重点复习和重点掌握。

三、注册结构工程师基础考试上下午试卷共计 240 分,上下午不分段计算成绩,这几年及格线都是 55%,也就是说,上下午试卷总分达到 132 分就可以通过。因此,考生在准备考试时应注意扬长避短。从道理上讲自己较弱的科目更应该努力复习,但毕竟时间和精力有限。如有的考生在校时没有学过《流体力学》,短时间内要掌握好比较困难,而《流体力学》总共只有 12 分,只占总分的 5%,也就是说,即使《流体力学》一分未得,其他科目也还有 228 分,从 228 分中考 132 分是完全可以做到的。因此考生可以根据考试分科题量、分数分配和自己的具体情况,计划自己的复习重点和主要得分科目。当然一些主要得分科目是不能放松的,如《结构力学》15 题(下午段)30 分;《高等数学》24 题(上午段)24 分;《结构设计》12 题(下午段)24 分都是不能放松的。其他科目则可根据自己过去对课程的掌握情况有所侧重,争取在自己过去学得好的课程中多得分。

四、在考试中拿到试卷时,建议考生不要顺着题序顺次往下做。因为有的题会比较难,有的题你不很熟悉,耽误时间会比较多,以致最后时间不够,题做不完,有些题你会做但时间来不及了,这就太得不偿失了。建议考生将做题过程分三遍:

1. 首先用 15~20 分钟将题从头到尾看一遍,一是将自己很熟悉很有把握的题答下来;二是将那些需要稍加思考估计能在平均答题时间里做出的题做个记号。这里说的平均答题时间是指,上午段 4 个小时考 120 道题,平均每小时 30 道题,每题 2 分钟;下午段 4 个小时考 60 道题,平均每小时 15 道题,每题 4 分钟,这个 2 分钟(上午)、4 分钟(下午)就是平均答题时间。将估计在这个时间里能做出来的题做上记号。

2. 第二遍做这些做了记号的题目,这些题应该在考试时间里能做完,做完了这些题可以说就考出了你的基本水平,不管你基础如何,复习得怎么样,考得如何,至少不会因为题没做完而遗憾了。

3. 这些自己会做或基本会做的题做完以后,如果还有时间。就做那些需要稍多花费时间的题,能做几个算几个,并适当抽时间检查一下已答题的答案。

4. 考试时间将近时,比如还剩 5 分钟要收卷了,这时你就应看看还有多少道题没有答,这些题确实不会了,建议你也不要放弃。既然是单选答案,那也不妨估个答案,答对了也是有分的。建议你回头看看已答题目的答案,A、B、C、D 各有多少,虽然整个卷子四种答案的数量并不一定是平均的,但还是可以这样考虑,看看已答的题 A、B、C、D 中哪个答案最少,然后将不会做没有答的题按这个前边最少的答案通填,这样其中会有 $1/4$ 可能还会多于 $1/4$ 的题能得分,如果你前边答对的题离及格正好差几分,这样一补充就能及格了。

五、基础考试是不允许带书和资料的,考试时发给一本《考试手册》,考后收回。考试中需要用到的公式和图表手册上都有,但翻手册是需要时间的,因此,常用的公式和数据还是应该记住。另外也要善于翻手册,要能很快地找到需要的公式和图表,这样才能加快答题速度。

六、《教程》每章后均附有参考习题及答案。另外,我们还专门为考生编写了一本《一级注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试复习题集》,编入习题 2400 多道,绝大多数题均提供了解题提示和答案。建议考生在复习好《教程》内容的基础上,多做习题。多做习题能帮助巩固已学的概念、理论、方法和公式等,并能发现自己的不足,哪些地方理解得不正确,哪些地方没有掌握好;同时熟能生巧,多做题能提高解题速度。本《教程》在最后提供了一套模拟试题,建议考生在复习完《教程》以后,集中时间,排除干扰,模拟考试气氛,将模拟试题全部做一遍,以接近实战地检验一下自己的复习效果。

相信这本《教程》和《复习题集》能帮助大家准备好考试。

最后,祝愿各位考生取得好成绩!

曹纬浚

2007 年 2 月

目 录

上 册

第一章 高等数学	1
第一节 一元函数微分学	1
第二节 一元函数积分学	15
第三节 空间解析几何与向量代数	28
第四节 多元函数微分学	34
第五节 多元函数积分学	42
第六节 级数	51
第七节 常微分方程	58
第八节 矩阵计算	62
第九节 概率论与数理统计	71
第十节 矢量分析	85
第十一节 复习指导	86
参考习题	92
答案	104
第二章 普通物理	105
第一节 热学	105
第二节 波动学	116
第三节 光学	123
第四节 复习指导	134
参考习题	136
答案	141
第三章 普通化学	142
第一节 物质结构与物质状态	142
第二节 溶液	159
第三节 化学反应方程、化学反应速率与化学平衡	167
第四节 氧化还原与电化学	174
第五节 有机化合物	182
第六节 复习指导	198
参考习题	201
答案	206
第四章 理论力学	207

第一节 静力学·····	207
第二节 运动学·····	231
第三节 动力学·····	248
第四节 复习指导·····	273
参考习题·····	275
答案·····	291
第五章 材料力学·····	292
第一节 概论·····	292
第二节 内力计算与内力图·····	298
第三节 应力计算与强度条件·····	303
第四节 变形计算与刚度条件·····	310
第五节 变形比较法解超静定问题·····	314
第六节 应力状态与强度理论·····	317
第七节 组合变形·····	323
第八节 压杆稳定·····	328
第九节 能量法简介·····	331
第十节 复习指导·····	333
参考习题·····	335
答案·····	350
第六章 流体力学·····	352
第一节 流体力学定义及连续介质假设·····	352
第二节 流体的主要物理性质·····	352
第三节 流体静力学·····	357
第四节 流体动力学·····	367
第五节 流动阻力和能量损失·····	381
第六节 孔口、管嘴及有压管流·····	390
第七节 明渠均匀流·····	402
第八节 渗流定律、井和集水廊道·····	407
第九节 量纲分析和相似原理·····	413
第十节 流体运动参数的测量·····	419
第十一节 复习指导·····	424
参考习题·····	425
答案·····	430
第七章 计算机应用基础·····	431
第一节 计算机基础知识·····	431
第二节 中文 Windows 98 操作系统·····	434
第三节 FORTRAN 语言程序设计·····	440
第四节 复习指导·····	453
参考习题·····	456
答案·····	462

第八章 电工电子技术..... 463

第一节 电场与磁场..... 463

第二节 电路的基本概念和基本定律..... 467

第三节 直流电路的解题方法..... 473

第四节 正弦交流电路的解题方法..... 475

第五节 电路的暂态过程..... 488

第六节 变压器、电动机及继电接触控制 491

第七节 二极管、稳压管 501

第八节 直流电源..... 503

第九节 三极管..... 506

第十节 基本放大电路..... 508

第十一节 集成运算放大器..... 516

第十二节 门电路和触发器..... 520

第十三节 复习指导..... 527

参考习题..... 530

答案..... 540

第九章 工程经济..... 541

第一节 现金流量构成与资金等值计算..... 541

第二节 投资经济效果评价方法和参数..... 554

第三节 不确定性分析..... 563

第四节 投资项目的财务评价..... 566

第五节 价值工程..... 572

第六节 复习指导..... 576

参考习题..... 577

答案..... 580

下 册

第十章 土木工程材料..... 583

第一节 材料科学与物质结构基础知识..... 583

第二节 气硬性无机胶凝材料..... 591

第三节 水泥..... 594

第四节 混凝土..... 604

第五节 沥青及改性沥青..... 620

第六节 建筑钢材..... 626

第七节 木材..... 635

第八节 石材..... 637

第九节 黏土..... 638

第十节 复习指导..... 640

参考习题	644
答案	649
第十一章 工程测量	650
第一节 测量基本概念	650
第二节 水准测量	652
第三节 角度测量	656
第四节 距离测量及直线定向	660
第五节 测量误差的基本知识	665
第六节 控制测量	670
第七节 地形图测绘	677
第八节 地形图应用	679
第九节 建筑工程测量	681
第十节 全球定位系统(GPS)简介	686
第十一节 复习指导	687
参考习题	689
答案	699
第十二章 职业法规	701
第一节 法规基本体系	701
第二节 与工程设计有关的法规	702
第三节 设计文件编制的有关规定	706
第四节 工程建设强制性标准的有关规定	707
第五节 注册建筑师的权利、义务及注册、执业等方面的规定	709
第六节 房地产开发程序	711
第七节 工程监理的有关规定	714
第八节 建设工程招投标方面的法律制度	716
第九节 勘察设计行业职业道德准则	722
第十节 复习指导	723
参考习题	724
答案	728
第十三章 土木工程施工与管理	729
第一节 土石方工程与桩基础工程	729
第二节 钢筋混凝土工程与预应力混凝土工程	743
第三节 结构吊装工程与砌体工程	753
第四节 施工组织设计	761
第五节 流水施工原理	764
第六节 网络计划技术	769
第七节 施工管理	776
第八节 复习指导	780
参考习题	783
答案	787

第十四章	结构力学	788
第一节	平面体系的几何组成分析	788
第二节	静定结构的受力分析与特性	790
第三节	结构的位移计算	803
第四节	超静定结构的受力分析与特性	810
第五节	影响线	829
第六节	结构的动力特性与动力反应	835
第七节	复习指导	844
	参考习题	868
	答案	886
第十五章	结构设计	888
第一节	钢筋混凝土结构材料性能	888
第二节	基本设计原则	893
第三节	钢筋混凝土构件承载能力极限状态计算	901
第四节	正常使用极限状态验算	922
第五节	预应力混凝土	925
第六节	构造要求	939
第七节	钢筋混凝土梁板结构	939
第八节	单层厂房	945
第九节	钢筋混凝土多层及高层房屋	949
第十节	抗震设计要点	965
第十一节	钢结构钢材性能	976
第十二节	钢结构基本构件	979
第十三节	钢结构的连接设计计算	985
第十四节	钢屋盖结构	991
第十五节	砌体结构材料性能	995
第十六节	砌体结构设计基本原则	998
第十七节	砌体墙、柱的承载力计算	999
第十八节	混合结构房屋设计	1004
第十九节	砌体结构房屋部件	1016
第二十节	砌体结构抗震设计要点	1024
第二十一节	复习指导	1029
	参考习题	1030
	答案	1040
第十六章	土力学与地基基础	1041
第一节	土的物理性质和工程分类	1041
第二节	地基中的应力	1047
第三节	地基变形	1051
第四节	土的抗剪强度和地基承载力	1057
第五节	土压力和边坡稳定	1061

第六节	地基勘察	1071
第七节	浅基础	1073
第八节	深基础	1093
第九节	地基处理	1104
第十节	复习指导	1110
	参考习题	1113
	答案	1118
第十七章	结构试验	1119
第一节	试件设计、荷载设计、观测设计与材料试验	1119
第二节	结构试验的加载设备和量测仪器	1124
第三节	结构静力(单调)加载试验	1133
第四节	结构低周反复加载试验	1136
第五节	结构动力试验	1141
第六节	模型试验	1144
第七节	结构试验的非破损检测技术	1147
第八节	复习指导	1152
	参考习题	1153
	答案	1159
模拟试题		1160
附录一	注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试大纲	1187
附录二	注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试参考书目	1195
附录三	注册结构工程师(房屋结构)执业资格考试基础考试分科题量、时间、 分数分配表	1198

第十章 土木工程材料

土木工程材料,又称建筑材料,是形成土木工程各种建筑物和构筑物的物质基础。材料的性能与质量直接影响着建筑结构的效能与使用寿命。依据结构的设计与使用要求合理地选用材料,将会产生良好的经济效益与社会效益。因此,无论对于结构设计还是施工,建筑材料的使用与选择均占有重要的地位。要做到这一切,重要的一点是对建筑材料有全面与深入的了解。

本章将简要介绍主要建筑材料的组成及内部结构、基本性质及表征指标,并对建筑结构中常用的建材类型分述其性能与应用。

第一节 材料科学与物质结构基础知识

一、建筑材料的组成、结构及其对材料性能的影响

建筑材料品种繁多,性质各异,在使用上差别很大。对建筑材料要做到深入了解、自如运用及不断开拓,就必须对材料的组成、结构及性能间的关系作本质的、理性的了解,这是材料科学的基本任务。

(一)建筑材料的组成

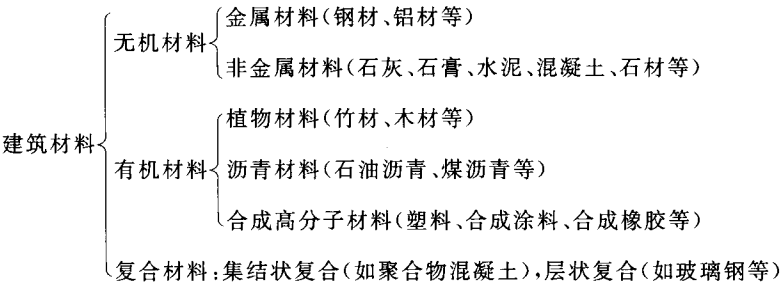
材料的成分组成是决定其性能与结构的基础。这里所说的成分组成主要指化学成分与矿物成分两个方面。

1. 化学成分

建筑材料的化学成分大体上分为有机与无机两大类。前者如沥青中的 C—H 化合物及其衍生物、建筑涂料中的树脂等;而后者则如钢材中的 Fe、C、Si、Mn、S、P 等元素,普通水泥则主要由 CaO 、 SiO_2 和 Al_2O_3 等形成的硅酸钙及铝酸钙组成。

化学成分对建筑材料的性能影响极大。众所周知,在一定范围内,钢材的强度随 C 含量的增加而提高,而塑性却下降。又如石膏、石灰和石灰石的主要化学成分分别为 CaSO_4 、 CaO 和 CaCO_3 ;因而石膏、石灰易溶于水,且耐水性差,而石灰石则有良好的耐水性。石油沥青由 C—H 化合物及其衍生物组成,从而决定了它易于老化。

由于化学成分对建筑材料起本质的影响,所以,建筑材料的主要分类方法之一是以化学成分作为划分标准。按此标准,建筑材料分为无机材料、有机材料及复合材料三大类,详见如下:



2. 矿物成分

某些建筑材料,其性质主要取决于矿物组成。例如,天然石材中的花岗岩,其矿物组成主要是石英和长石,因此,它的强度高,抗风化性能好。又如,对于硅酸盐水泥来说,构成熟料的矿物成分中硅酸三钙含量较高,因此,硬化速度快,强度也较高。

(二)材料的微观结构及其对性质的影响

建筑材料的结构按尺度可划分为三个层次:

- (1)微观结构:原子-分子尺度;
- (2)亚微观(细观)结构:光学显微镜尺度;
- (3)宏观结构:目测或放大镜尺度。

建筑材料的许多性质,如强度、硬度、导电性、导热性等,除受其组成影响外,还取决于材料内部的微观结构。观察微观结构的主要工具是电子显微镜等,其分辨程度可达 $\text{\AA}$ (读“埃”, $1\text{\AA}=10^{-10}\text{m}$)。建筑材料主要为固态物质,即使是液体材料也必须固化后才能使用。固态物质可划分为晶体与非晶体两种结构。

1. 晶体结构

晶体结构的基本特征在于其内部质点(原子、分子等)按一定的规则排列,形成晶格构造。具体来说,内部质点具有长程有序(即沿特定的长度方向规则排布)以及平移有序(即晶格构形可以周期式平移)。而按排列规则的不同,又可分为立方晶系、斜方晶系、六方晶系等不同类型。晶体原子排列示例之一见图 10-1a)。

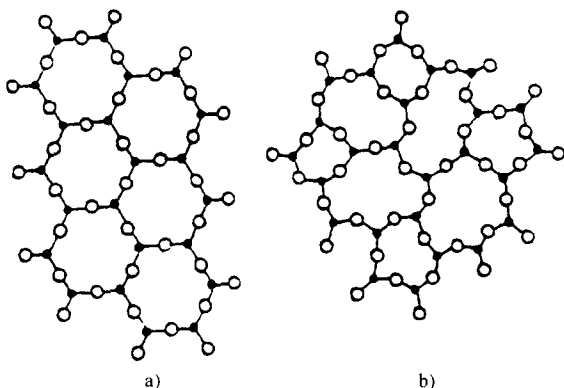


图 10-1 晶体、玻璃体的原子排列示意图

a)晶体;b)玻璃体

晶格构造使晶体具有一定的几何外形

及各向异性,但因实际使用的晶体材料通常由众多细小晶粒杂乱排布而成(晶格随机取向),故在宏观上多呈现各向同性。晶体材料受外力可以发生弹性变形,但达到一定值时,则材料会沿内部的滑移面产生塑性变形。另外,晶体具有一定的熔点且多具备良好的导电性与导热性,这也是与非晶体的主要差异。

晶体材料种类很多,金属材料、石英矿物、花岗石等石材都是晶体结构材料。

原子晶体:中性原子以共价键结合而成的晶体,如石英。离子晶体:正负离子以离子键结合而成的晶体,如 NaCl 。分子晶体:以范德华力即分子间力结合而成的晶体,如有机化合物。金属晶体:以金属阳离子为晶格,由金属阳离子与自由电子间的金属键结合而成的晶体,如钢铁。

2. 非晶体结构

非晶体物质的主体有玻璃体和胶体两类。玻璃体中原子呈完全无序排列,故又称为无定型体,它由熔融物质经急冷形成。建筑用玻璃是玻璃体的重要代表,此外,火山灰、矿棉、岩棉、粒化高炉炉渣也属玻璃体。玻璃体原子排列的无序性示意图见图 10-1b)。

玻璃体的特点之一是各向同性,如导热性无方向差异。但一般来说,其导热性较晶体材料为低,故有良好的保温隔热性能。玻璃体无固定的熔点,但化学活性较高。

胶体由众多细小固体粒子(粒径约在 $1\sim 100\mu\text{m}$)分散在连续介质中而成。建材中的固体沥青、固化后的水玻璃、水泥石中的水化硅酸钙等都属胶体。

胶体多具有良好的吸附力和较强的粘结力,这是由于胶体的质点微小,总表面积很大,因而表面能很大的缘故。

如果胶体中的微粒可作布朗运动,即成为溶胶。溶胶可流动,而溶胶脱水或微粒因凝聚而不再作布朗运动时,则成为凝胶。凝胶完全脱水后则成为干凝胶体,具有固体的性质,可产生一定的强度。硅酸盐水泥主要水化物的最后形式即为干凝胶体。

接下来我们将剖析材料微观结构中原子间的结合力。这种结合力有多种形式,但都具备电的性质,如离子键(正负离子间的静电引力)、共价键(共用电子来结合)、金属键(由自由电子与金属阳离子间的库仑力结合)、分子键(又称次价键、范德华键,由非对称分布产生的分子极化产生结合力)。在建筑材料中多为几种键的复合。

(三)材料的亚微观结构及其对性质的影响

材料在亚微观尺度上的结构同样值得重视。例如,金属材料的晶粒粗细及金相组织直接影响其强度、硬度、韧性;又如,木材的纤维状细胞组织对强度、导热性起支配作用。

(四)材料的宏观结构及其对性质的影响

宏观结构一般用肉眼或放大镜可以观察。在建筑材料中多注重观察密实性、多孔性、构造形式(如层状、粒状、纤维状等)。

材料的密实性好是指其结构致密,如钢材、天然石材等。其特点是强度高、硬度大、吸水性小、耐磨、抗渗、抗冻,但隔热性能差。

材料的孔隙特征包括内部孔隙的分布状况和连通状况。多孔材料的例子有加气混凝土、烧结普通砖、石膏制品等。多孔材料绝热性能好,但吸水性大、抗冻性较差,一般说来其强度较低。

建筑材料宏观构造形式与其性能有密切的关系。多层胶合板比单层板的强度、抗翘曲性均好得多。松散的粒状材料,如陶粒、膨胀珍珠岩等则适于作绝热材料;而密实的粒状材料,如砂子、石子则适于作混凝土的集料,承重性能好。

有许多建筑材料其宏观结构具有纹理形式,如大理石、木材、花岗石板材及人造板材等,它们的表面有自然形成或人工形成的各种条纹,因而作为装饰材料在建筑结构中被广泛使用。

由本节的简要综述,可以看出,建筑材料的性质,就根本来说,取决于其内部(或自身)的组成与结构。一旦材料组成已经确定无论在什么尺度上的结构,都会在不同方面影响其性能;或者说,材料的内部结构是材料性质的内因,是理解与运用材料的基础。在随后各节有关性能指标的学习中,以及各种重要材料的分论中,都要以这个基本观点与方法来作为理解与掌握的基础。

二、建筑材料的基本性质

各种建筑物均由建筑材料构建而成。不同的建筑物有不同的功能要求,即使是同一建筑物,其不同部位所起的作用也会有所不同。实现各种功能要求的基本手段之一是合理运用建筑材料。还需指出,不同的建筑物所处的工作环境不尽相同,而且建筑物还要历经寒暑季节的变化。因此,对建筑材料基本性质的要求是多方面的,如物理性质、力学性质、耐久性、防火性、装饰性等。

本节将简要介绍这些基本性质及其指标,并对其中最重要的指标的测定与计算作扼要叙述。

(一)建筑材料的物理性质

1. 材料的密度、表观密度与堆积密度

(1)密度

密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积的质量,可由下式表示

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (10-1)$$

式中: ρ ——密度(g/cm^3);

m ——材料在干燥状态下的质量(g);

V ——干燥材料在绝对密实状态下的体积(cm^3)。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。在测量有孔材料的密实体积时,须将材料磨成细粉,干燥后用李氏瓶(排液置换法)测定。

(2)表观密度(原称“容重”)

表观密度是指材料在自然状态下,单位体积的质量,可由下式表示

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (10-2)$$

式中: ρ_0 ——表观密度(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(指包含内部孔隙的体积)(cm^3 、 m^3)。

材料的表观密度大小与其含水情况有关,应予以注明。通常材料的表观密度是指气干状态下的密度。

(3)堆积密度

堆积密度是粉状或粒状材料的一个指标,指在堆积状态下,单位体积的质量,可由下式表示

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (10-3)$$

式中: ρ'_0 ——堆积密度(kg/m^3);

m ——材料的质量(kg);

V'_0 ——材料在堆积状态下的体积(m^3)。

2. 材料的孔隙率与空隙率

(1)孔隙率

孔隙率是指材料中孔隙体积占总体积的比例,可按下式计算

$$\text{孔隙率 } P = \frac{V_{\text{孔}}}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \quad (10-4)$$

材料中固体体积占总体积的比例,称为密实度。密实度 $D = 1 - P$,即材料的密实度+孔隙率=1。

材料孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。孔隙率的大小及孔隙本身的特征(孔隙构造与大小)对材料的性质影响较大。

(2)空隙率

空隙率是指散粒材料在某堆积体积中,颗粒之间的空隙体积占总体积的比例,可按下式计算

$$\text{空隙率 } P' = \frac{V_{\text{空}}}{V'_0} = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0} \quad (10-5)$$

空隙率的大小反映了散粒材料颗粒互相填充的致密程度。在混凝土中,空隙率可作为控