

一、二级注册结构工程师 执业资格考试应试指导

基础部分(下)

JICHU BUFEN

天津大学土木工程系

YIERJI ZHUCE JIEGOU GONGCHENGSHI
ZHIYEZIGE KAOSHI YINGSHIZHIDAO



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

一、二级注册结构工程师 执业资格考试应试指导

基础部分（下）

天津大学土木工程系



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书按国家最新规范、紧紧扣住了一、二级注册结构工程师、基础考试部分考试大纲编写。概念性问题讲述深入而简单,讲述时难点要点突出,例题评述仔细而明了。

本书最大特点是编写了大量模拟试题,以此巩固概念以达到全面了解考试内容的目的,并附有参考答案以供对照学习。

参加我校辅导班的学员每年的通过率都在70%~80%左右,本书是在我校多年办辅导班的复习教材的基础上经过整理而编写成书。是办学习辅导班的最好教材,亦可作为自学复习的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

一、二级注册结构工程师执业资格考试应试指导基础部分. 下/天津大学土木工程系编. —天津:天津大学出版社,2003.5

ISBN 7-5618-1767-3

I. 全... II. 天... III. 建筑结构-工程师-资格考试-自学参考资料
IV. TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第032653号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨风和

地 址 天津市卫津路92号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022—27403647 邮购部:022—27402742

印 刷 河北省昌黎县人民胶印厂

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm×260mm

印 张 54.5

字 数 1367千

版 次 2003年5月第1版

印 次 2003年5月第1次

印 数 1—4 000

定 价 130.00元(上下册)

一、二级注册结构工程册 执业资格考试应试指导 基础部分

主	任	姜忻良				
副	主	郑 刚 (常务)	严 驰			
委	员	康谷贻	顾晓鲁	刘锡良	戴自强	王铁成
		李忠献	毕学涛	贾启芬	严 驰	丁 阳
		李砚波	王成华	刘津明		

参加编写人员名单

基础知识部分

参编人员：

1. 数学 杨万禄
2. 物理 王学信
3. 普通化学 付希贤
4. 理论力学 毕学涛
5. 材料力学 王彦群
6. 流体力学 李德筠

专业基础部分

7. 建筑材料 刘惠兰
8. 电工学 刘全忠
9. 工程经济 郑立群
10. 计算机与数值方法 罗安定
11. 结构力学 李增福
12. 土力学与地基 朱济祥 邱长林 李飒
13. 工程测量 岳树信
14. 钢筋混凝土结构 戴自强
15. 钢结构 丁阳 韩庆华 陈志华
16. 砌体结构 李砚波 张晋元
17. 建筑施工与管理 刘津明
18. 结构试验 于俊英
19. 职业法规 韩明

前 言

随着我国各个方面与国际接轨，实行个人执业制度在土木工程、勘察、设计领域已成为大势所趋，个人执业制度将极大地发挥广大土木工程技术人员的工作积极性和创造力。因此，通过注册土木工程师执业资格考试并取得个人执业资格，成为广大土木工程技术人员关注的一件大事。

自实行注册土木工程师执业资格考试以来，天津大学受天津市建委的委托，连续多年举办了注册土木工程师（结构、岩土）执业资格考试辅导培训班，集中了天津大学优秀师资力量，对考生进行考前集中培训与辅导。参加过培训的考生的考试通过率大大高于全国平均水平。因此，近年来，陆续有河北、山东等其他外省市的考生前来参加天津大学举办的培训班。为满足广大考生的要求，天津大学组织参加考前培训辅导班授课的教师，并邀请河北工业大学部分有较深造诣的教师及天津市一些全国知名专家，组成编写委员会，将其辅导材料进行系统的总结与完善，编写成《全国注册岩土工程师执业资格考试应试指导》及《全国一、二级注册结构工程师执业资格考试应试指导》，希望这两套辅导教程能为广大土木工程技术人员顺利通过考试助一臂之力。

本书的特点是，参加编写人员多次参加了考前辅导班的授课，对近年来考题有深入研究，根据参加过辅导班的考生考试情况多次修订与完善授课讲义，在此基础上，结合 2003 年考试大纲，对涉及考试内容与规范进行了重点突出的分析与讲解，并附有典型例题题解及点评，并有大量试题与参考答案，同时指出答题易出错之处，特别适于考生进行考前复习。

本书在编写过程中得到了多位勘察设计大师的指点与帮助，本书编委会在此表示衷心感谢。

本书编委会

2003 年 4 月

目 录

7 建筑材料	(1)
7.1 材料科学与物质结构基础知识	(1)
模拟试题.....	(8)
7.2 气硬性无机胶凝材料	(12)
模拟试题.....	(14)
7.3 水泥	(15)
模拟试题.....	(25)
7.4 混凝土	(28)
模拟试题.....	(40)
7.5 沥青材料	(44)
模拟试题.....	(48)
7.6 建筑钢材	(50)
模拟试题.....	(59)
模拟试题参考答案.....	(61)
8 电工学	(63)
8.1 电场与磁场	(63)
模拟试题.....	(66)
模拟试题参考答案.....	(67)
8.2 直流电路	(67)
模拟试题.....	(75)
模拟试题参考答案.....	(78)
8.3 正弦交流电路	(78)
模拟试题.....	(87)
模拟试题参考答案.....	(90)
8.4 RC 和 RL 电路的暂态过程	(90)
模拟试题.....	(94)
模拟试题参考答案.....	(95)
8.5 变压器和电动机	(96)
模拟试题.....	(100)
模拟试题参考答案.....	(103)
8.6 二极管及整流、滤波、稳压电路	(103)
模拟试题.....	(107)
模拟试题参考答案.....	(109)
8.7 三极管及单管放大电路	(109)
模拟试题.....	(115)

模拟试题参考答案	(116)
8.8 运算放大器	(117)
模拟试题	(120)
模拟试题参考答案	(122)
8.9 门电路和触发器	(122)
模拟试题	(128)
模拟试题参考答案	(130)
9 工程经济	(131)
9.1 资金时间价值及其计算	(131)
模拟试题	(135)
9.2 建设项目可行性研究与经济评价	(137)
模拟试题	(158)
9.3 预测与决策方法	(159)
模拟试题	(170)
9.4 工程造价管理	(170)
模拟试题	(186)
9.5 建筑设计与施工方案评价	(187)
模拟试题	(191)
9.6 固定资产折旧方法	(192)
模拟试题	(194)
9.7 价值工程在工程建设中的应用	(195)
模拟试题	(201)
9.8 工程建设项目招投标与合同管理	(202)
模拟试题	(216)
模拟试题参考答案	(217)
10 计算机与数值方法	(219)
10.1 计算机基础知识	(219)
10.2 DOS 操作系统	(222)
10.3 计算机程序设计语言	(227)
10.4 数值方法	(240)
模拟试题	(265)
模拟试题参考答案	(278)
11 结构力学	(279)
11.1 平面体系的几何组成分析	(279)
11.2 静定结构受力分析	(282)
11.3 静定结构位移计算	(290)
11.4 力法	(295)
11.5 位移法	(303)
11.6 结构动力计算	(313)

11.7 影响线及其应用	(321)
模拟试题及参考答案	(324)
12 土力学与地基	(333)
12.1 土的物理性质及工程分类	(333)
12.2 土的应力分布及计算	(342)
12.3 土的压缩性与地基沉降	(347)
12.4 土的抗剪强度	(353)
12.5 土压力、地基承载力和边坡稳定分析	(359)
12.6 工程地质勘察	(375)
12.7 浅基础	(377)
12.8 深基础	(391)
12.9 地基处理	(402)
模拟试题	(409)
模拟试题参考答案	(412)
13 工程测量	(413)
13.1 测量基本概念	(413)
模拟试题	(416)
模拟试题参考答案	(417)
13.2 水准测量	(417)
模拟试题	(421)
模拟试题参考答案	(423)
13.3 角度测量	(423)
模拟试题	(428)
模拟试题参考答案	(430)
13.4 距离测量	(430)
模拟试题	(433)
模拟试题参考答案	(434)
13.5 测量误差基本知识	(434)
模拟试题	(437)
模拟试题参考答案	(438)
13.6 控制测量	(439)
模拟试题	(446)
模拟试题参考答案	(447)
13.7 地形图测绘	(447)
模拟试题	(452)
模拟试题参考答案	(454)
13.8 地形图应用	(454)
模拟试题	(456)
模拟试题参考答案	(456)

13.9 建筑工程测量	(457)
模拟试题	(464)
模拟试题参考答案	(465)
14 钢筋混凝土结构	(466)
14.1 材料性能	(466)
14.2 基本计算原则	(472)
14.3 承载能力极限状态计算	(476)
14.4 正常使用极限状态验算	(499)
14.5 预应力混凝土	(505)
14.6 构造规定	(518)
14.7 梁板结构	(522)
14.8 单层厂房	(538)
14.9 多层及高层房屋	(553)
14.10 钢筋混凝土结构构件的抗震设计	(574)
模拟试题与参考答案	(592)
15 钢结构	(600)
15.1 钢材性能	(600)
15.2 钢结构的构件	(603)
15.3 钢结构的连接	(612)
15.4 钢屋盖	(619)
模拟试题	(623)
模拟试题参考答案	(629)
16 砌体结构	(630)
16.1 砌体材料和砌体的基本力学性能	(630)
16.2 砌体结构基本设计原则	(635)
16.3 无筋砌体构件受压承载力	(636)
16.4 配筋砌体构件承载力	(642)
16.5 过梁、挑梁、墙梁	(650)
16.6 混合结构房屋设计	(666)
16.7 砌体结构的抗震设计	(672)
典型题分析	(678)
思考题	(680)
模拟试题	(681)
模拟试题参考答案	(685)
17 建筑施工与管理	(686)
17.1 土方工程的准备与辅助工作	(686)
17.2 混凝土工程与预应力混凝土工程	(701)
17.3 结构吊装工程与砌体工程	(723)
17.4 防水工程	(730)

17.5 装饰工程·····	(734)
17.6 施工组织设计·····	(738)
17.7 流水施工原理·····	(742)
17.8 网络计划技术·····	(745)
17.9 施工管理·····	(750)
模拟试题与详解·····	(752)
模拟试题点评·····	(753)
18 结构试验 ·····	(755)
18.1 结构试验设计·····	(755)
18.2 结构试验的加载设备·····	(764)
18.3 结构试验的量测仪器·····	(774)
18.4 结构静力试验·····	(783)
18.5 结构动力试验·····	(794)
18.6 结构低周反复加载试验·····	(801)
18.7 结构非破损检测·····	(810)
18.8 结构模型试验·····	(813)
例题与答案·····	(816)
模拟试题·····	(816)
模拟试题参考答案·····	(818)
19 职业法规 ·····	(819)
19.1 职业法规概述·····	(819)
19.2 职业法规六则·····	(821)
19.3 技术标准规范体系·····	(852)
19.4 工程建设者的职业道德·····	(856)
模拟试题·····	(858)
模拟试题参考答案·····	(859)
主要参考文献·····	(860)

7 建筑材料

根据全国一级注册结构工程师基础考试大纲的要求，建筑材料应掌握以下内容。

1. 材料科学与物质结构基础知识

材料的组成：化学组成包括矿物组成及其对材料性质的影响。

材料的微观结构及其对材料性质的影响：原子结构、离子键、金属键、共价键和范德华力、晶体与无定形体（玻璃体）。

材料的宏观结构及其对材料性质的影响。

建筑材料的基本性质：密度包括表观密度与堆积密度、孔隙与孔隙率。

特征：亲水性与憎水性、吸水性与吸湿性、耐水性、抗渗性、抗冻性、导热性、强度与变形性能、脆性与韧性。

2. 材料的性能与应用

无机胶凝材料：气硬性胶凝材料 石膏和石灰技术性质与应用。

水硬性胶凝材料：水泥和组成包括水化与凝结硬化机理、性能与应用。

混凝土：原材料技术要求。

拌合物的和易性及其影响因素。

强度性能与变形性能。

耐久性—抗渗性：抗冻性、碱—骨料反应。

混凝土外加剂与配合比设计。

沥青及改性沥青：组成、性质和应用。

建筑钢材：组成、组织与性能的关系、加工处理及其对钢材性能的影响。

建筑钢材的种类与选用。

建筑材料种类繁多，本课程是按考试大纲要求的内容，对每一种材料的组成、结构、性能及应用进行系统学习，又以材料的性能和合理应用为重点。在学习具体某一种材料的性能时，应了解形成这些性质的内在原因（材料的组成与结构）和这些性质之间的相互关系。对于同一类属的不同品种的材料，则要了解它们的共性，更要了解它们各自的特征和具有这些特性的原因。在学习中还应注意具体某一种材料在工程中的合理应用，这就必须了解该工程的特点和所处的环境条件（外因）和材料的组成与性能（内因），才能对该材料的适用性做出正确的分析和判断。由此可见，要达到上述要求，一定要对本课程中的每一个概念十分清楚，才能做到灵活运用。此外，各种建筑材料，均有相应的技术标准，在标准中对其质量、规格和检验方法做了明确规定，也应该熟悉。

7.1 材料科学与物质结构基础知识

7.1.1 材料的组成、结构与构造

1. 材料的组成及其对材料性质的影响

材料的组成包括材料的化学组成、矿物组成。它不仅影响着材料的化学性质，而且也是

决定材料物理力学性质的重要因素。

1) 化学组成及其对材料性质的影响

化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类及数量。材料的化学组成决定着材料的化学稳定性、大气稳定性、耐水性、耐火性等性质。当材料与外界自然环境以及各类物质相接触时，它们之间必须要按化学变化规律发生作用。例如石膏、石灰和石灰石的主要化学成分分别为 CaSO_4 、 CaO 和 CaCO_3 ，这些化学成分就决定了石膏、石灰易溶于水而耐水性差，而石灰石较稳定；木材主要由 C、H、O 形成的纤维素和木质素组成，故遇到火焰时易燃烧；石油沥青是由 C—H 化合物及其衍生物组成，故在大气作用下易老化等等。又如材料受到酸、碱、盐等物质的作用而被侵蚀，钢材的锈蚀等等也都属化学作用。

2) 矿物组成及其对材料性质的影响

人们将无机非金属材料中具有特定的晶体结构、特定的物理力学性能的组织结构称为矿物。矿物组成是指构成材料的矿物的种类和数量。某些建筑材料如天然石材、无机胶凝材料等，其矿物组成是决定其材料性质的主要因素。如花岗岩主要由多种氧化物形成的天然矿物如石英、长石、云母等组成，它强度高、抗风化性好；水泥熟料主要由 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 等氧化物形成的硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙等四种熟料矿物组成，它决定了水泥具有良好的水硬性，遇水能凝结、硬化、增长强度。

2. 材料的结构与构造及其对材料性质的影响

材料的结构分为：微观结构、细观结构（亚微观结构）和宏观结构。

1) 微观结构及其对材料性质的影响

微观结构是指物质的原子、分子层次的结构，尺寸范围在 $10^{-6} \sim 10^{-10} \text{ m}$ 。要用电子显微镜或 X-射线衍射仪来分析研究其结构特征。

材料的许多基本物理性质，如强度、硬度、熔点、导热性、导电性等都是由材料内部的微观结构所决定的。

材料的微观结构，分为晶体、非晶体（玻璃体）、胶体。

(1) 晶体。晶体结构特征：内部质点（离子、原子、分子）按特定规律排列在空间。有固定的几何外形。具有各向异性的性质。然而，晶体材料是由大量排列不规则的晶粒组成，故又具有各向同性的性质。具有晶体结构的材料有良好的化学稳定性，不易与其他物质发生化学作用。像石英矿物、金属等属于晶体结构。

根据组成晶体的质点及化学键的不同，晶体可分为以下几种。

原子晶体：中性原子以共价键结合而成的晶体，如石英等。此种晶体的强度、硬度与熔点比较高。

离子晶体：正负离子以离子键而结合成的晶体，如 CaCl_2 等。离子晶体的强度、硬度、熔点也是较高的。

分子晶体：以分子间的范德华力即分子键结合而成的晶体，如有机化合物。因为分子晶体结合力较弱，故其硬度小，熔点也低。

金属晶体：以金属阳离子为晶格，由自由电子与金属阳离子间的金属键结合而成的晶体，如钢铁材料。自由电子可使金属具有良好的导热性及导电性。

(2) 非晶体（玻璃体或无定形体）。熔融状态的物质缓慢冷却后形成晶体结构。如经急冷处理，在将近凝固温度时，尚有很大的粘度，质点来不及按一定规律排列，便凝固成固

态,此时便形成玻璃体结构。

玻璃体结构特征:内部质点排列无规律。无一定的几何外形。具有各向同性的性质。没有一定的熔点,只是出现软化现象。

玻璃体是化学不稳定的结构,易与其他物质起化学作用,如火山灰、粒化高炉矿渣、粉煤灰等能与石灰在有水的条件下起硬化作用,常用做水泥、混凝土及砂浆的掺合材料。

(3) 胶体。以胶粒(粒径为 $10^{-7} \sim 10^{-10}$ m 的固体颗粒)作为分散相,分散在连续相介质(如水、气、溶剂)中,形成的分散体系称为胶体。

在胶体结构中,若胶粒较少,则胶粒悬浮、分散在液体连续相之中。此时液体性质对胶体的性质影响较大。称这种结构为溶胶结构。若胶粒较多,则胶粒在表面能作用下发生凝聚,彼此相连形成空间网络结构,而使胶体强度增大,变形减小,形成固体或半固体状态,称此胶体结构为凝胶结构。在特定的条件下,胶体亦可形成溶胶-凝胶结构。与晶体及玻璃体结构相比,胶体结构的强度较低,变形较大。

2) 材料的亚微观结构及其对材料性质的影响

材料的亚微观结构,一般是指用光学显微镜所能观察到的材料结构,尺寸范围 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ m。例如岩石的矿物组织;金属的晶粒粗细及其金相组织,如铁素体、珠光体、渗碳体等组织;木材的木纤维、导管、髓线、树脂道等显微组织;混凝土的粗、细骨料、水泥石、孔隙等。

材料亚微观组织的特征、数量、分布以及界面之间的结合情况对材料整体性质起着重要作用。

3) 材料的宏观结构(构造)及其对材料性质的影响

材料的宏观结构是指用肉眼或放大镜能分辨的粗大组织。其尺寸约为 mm 级大小,以及更大尺寸的构造情况。也可称宏观构造。

按孔隙特征分:

(1) 致密结构。内部基本无孔隙。性能特点是强度和硬度较高、吸水性小、抗渗和抗冻性较好、耐磨性较好、绝热性差。如钢材、致密的石材、玻璃、玻璃钢等。

(2) 多孔结构。一般指具有粗大孔隙的结构,如加气混凝土、泡沫混凝土、泡沫塑料及人造轻质材料等。如具有微细孔隙的结构,则称微孔结构,如石膏制品、粘土砖瓦等。多孔结构的材料,其性质决定于孔隙的特征、多少、大小及分布情况。一般而言,这类材料特点是:强度较低、抗渗性和抗冻性较差、吸水性较大、绝热性较好。

按存在形态分:

(1) 堆聚结构。指由骨料与胶凝材料胶结而成的结构。属堆聚结构的材料品种很多,如水泥混凝土、砂浆、沥青混凝土等。这类材料的性能,随其所用原材料的质量优劣和配合比例及生产施工工艺的不同变化很大。

(2) 纤维结构。由纤维状物质构成的结构。其性能特点是各向异性,即平行纤维方向的强度较高、导热性较好。如木材、玻璃纤维、石棉等。

(3) 层状结构。天然形成或人工采用粘结等方法将材料叠合成层状的结构。如胶合板、纸面石膏板、塑料贴面板等。

(4) 散粒结构。是指松散颗粒状结构,如混凝土骨料、膨胀珍珠岩等。

7.1.2 建筑材料的基本性质

1. 材料的密度、表观密度与堆积密度

1) 密度（俗称比重）（ ρ ）

定义：密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。计算式

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

式中， ρ 为密度， g/cm^3 ； m 为材料的质量， g ； V 为材料在绝对密实状态下（不包括任何孔）的体积， cm^3 。

当测定有孔隙材料的密度时，应把材料磨成细粉，干燥后用李氏瓶测定其体积。

测定密实材料密度时，以块状材料为试样，用排液法测量其体积。

对某些致密材料，如碎石或卵石等，因材料中部分与外部不连通的封闭孔隙无法排除，这时所求得的密度称为近似密度（ ρ_a ）。

2) 表观密度（俗称容重）（ ρ_0 ）

定义：表观密度是指材料在自然状态下，单位体积的质量。计算式

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

式中， ρ_0 为表观密度， g/cm^3 或 kg/m^3 ； m 为材料的质量， g 或 kg ； V_0 为材料在自然状态下（包含内部所有的孔隙）的体积，或称表观体积， cm^3 或 m^3 。

当材料孔隙内含水时，其质量和体积均将有所变化。所以一般是指材料在气干状态（长期在空气中干燥）下的表观密度。在烘干状态下的表观密度称为干表观密度。

3) 堆积密度（ ρ_0' ）

定义：堆积密度是指粉状或粒状材料在堆积状态下单位体积的质量。计算式

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

式中， ρ_0' 为堆积密度， kg/m^3 ； m 为材料的质量， kg ； V_0' 为材料的堆积体积（包含材料颗粒体积、颗粒之间的空隙和颗粒与容器壁间空隙）， m^3 。

2. 材料的孔隙率、孔隙特征、空隙率

1) 孔隙率（ P ）

定义：孔隙率是指材料体积内，孔隙体积所占的比例。计算式

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left[1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right] \times 100\%$$

式中， P 为孔隙率（%）；其他符号与前同。

孔隙率反映材料的致密程度。密实度（ D ）

$$D = 1 - P$$

2) 孔隙特征（构造）

孔隙的构造，可分为连通孔与封闭孔。连通孔不仅彼此贯通且与外界相通；而封闭孔则不仅彼此不连通且与外界相隔绝。按孔隙尺寸大小又分为极微孔、细孔和大孔。孔隙构造不同，对材料性能影响较大。

3) 空隙率（ P' ）

定义：空隙率是指散粒材料在其堆积体积中，颗粒之间的空隙所占的比例。计算式

$$P' = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} = 1 - \frac{V_0}{V_0'} = \left[1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0} \right] \times 100\%$$

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。可作为控制混凝土骨料级配与计算砂率的依据。填充率 (D')

$$D' = 1 - P'$$

3. 亲水性与憎水性

材料在空气中与水接触时，表面能被水浸润的性质称亲水性。亲水性的材料其润湿边角 $\theta \leq 90^\circ$ ，若不能被水浸润，称为憎水性（或称疏水性），憎水性材料的润湿边角 $\theta > 90^\circ$ ，见图 7-1。

建筑材料大多为亲水材料，如水泥、混凝土、砂、石、砖等，只有少数材料如沥青、石蜡、有机涂料（油漆或树脂类）、塑料等属憎水性材料。憎水性材料常用做防水、防潮材料。

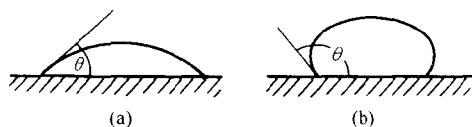


图 7-1 材料的润湿边角

(a) 亲水性材料 (b) 憎水性材料

4. 吸水性与吸湿性

1) 吸水性

材料在水中能吸收水分，从水中取出后能保持水分的能力称为吸水性。吸水性的大小由吸水率表示。计算式

$$W_{\text{质}} = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$$

式中， $W_{\text{质}}$ 为材料吸水率，%； m 为材料在干燥状态下的质量，g； m_1 为材料在吸水饱和状态下的质量，g。

如按体积计算吸水率，是指吸入水的体积占干燥材料自然状态下体积的百分率。计算式

$$W_{\text{体}} = \frac{m_1 - m}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\%$$

式中， $W_{\text{体}}$ 为材料的体积吸水率，%； V_0 为干燥材料在自然状态下的体积， cm^3 ； ρ_w 为水的密度 (g/cm^3)，常温下取 $\rho_w = 1 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

材料具有连通的微孔时，孔隙率愈大，其吸水率也愈大；若是封闭的孔隙，水分不易渗入。粗大的孔隙，水分虽易渗入，但仅能润湿孔壁而不易在孔内存留，所以具有封闭或粗大孔隙的材料，其吸水率也是较低的。

2) 吸湿性

材料在空气中能吸收空气中的水分的能力，称为吸湿性。常用含水率或含水量表示。计算式

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{湿}} - m}{m} \times 100\%$$

式中， $W_{\text{含}}$ 为材料的含水率，%； $m_{\text{湿}}$ 为材料在吸湿状态下的质量，g； m 为材料在干燥状态下的质量，g。

材料的吸湿性随空气的湿度和环境温度的变化而改变，当空气湿度较大且温度较低时，则材料的含水率就大，反之则小。材料中所含水分与空气的湿度相平衡时的含水率，称为平

衡含水率。

材料的吸水性和吸湿性对材料的性能会产生不利影响。如材料吸水后会导致其自重增大，绝热性降低，强度和耐久性下降。材料吸湿后还会引起其体积变化。

5. 材料的耐水性

材料长期处于水的作用下不破坏，其强度也不显著降低的性质称为材料的耐水性。一般用软化系数表示。

$$\text{软化系数} \quad k = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}}$$

式中， $f_{\text{饱}}$ 为材料在吸水饱和状态下的抗压强度； $f_{\text{干}}$ 为材料在干燥状态下的抗压强度。

$k = 0 \sim 1$ ，通常将 ≥ 0.80 的材料认为是耐水材料。受水浸泡或处于潮湿环境的重要建筑物，则必须选用 $k \geq 0.85$ 的材料建造。

6. 材料的抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性。材料抗渗性用渗透系数 K 表示。 K 值愈小，表示材料抗渗性愈好。计算式

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

式中， K 为渗透系数， cm/h ； Q 为透水量， cm^3 ； d 为试件厚度， cm ； A 为透水面积， cm^2 ； t 为时间， h ； H 为静水压力水头， cm 。

材料抗渗性好坏，与材料的孔隙率和孔隙特征有关。孔隙率低而且是封闭孔隙的材料具有高抗渗性能。如对于防水材料，就要求有高的抗渗性。

7. 材料的抗冻性

材料的抗冻性是指材料在水饱和状态下，经受多次冻融循环作用，能保持强度和外观完整性的能力。材料的抗冻性用抗冻标号（等级）表示，是指在规定的试验条件下，测得其强度降低不超过规定值，并无明显损坏和剥落时所能承受的冻融循环次数。

材料受冻破坏主要是因其孔隙中的水结冰所致。若材料孔隙中充满水，水结冰时体积膨胀（体积增大约 9%）对孔壁产生巨大压力，当应力超过材料的抗拉强度时，材料遭受破坏。材料的抗冻性大小与材料的结构特征（孔隙率、孔隙构造）、强度、含水状态等因素有关。一般而言，密实材料以及具有封闭孔的材料有较好的抗冻性；具有一定强度的材料对冰冻有一定抵抗能力；材料孔隙中充水程度愈接近饱和，冰冻破坏作用愈大。毛细管孔隙易充满水，又能结冰，故其对材料的冰冻破坏作用影响最大。极细的孔，虽可充满水，但水的冰点很低，在一般负温下不会结冰；粗大孔一般不易被水充满，对冰冻破坏还可起缓冲作用。

8. 材料的热工性质

1) 导热性与导热系数

材料传导热量的能力称为导热性。材料导热性可用导热系数（ λ ）表示， λ 的物理意义是：厚度为 1 m 的材料，当温度每改变 1 K 时，在 1 h 时间内通过 1 m^2 面积的热量。用公式表示为

$$\lambda = \frac{Qa}{(t_1 - t_2)A \cdot Z}$$

式中， λ 为材料的导热系数 $\text{W/m} \cdot \text{K}$ ； Q 为传导的热量，J； a 为材料的厚度，m； A 为材料