

■ 国家注册勘察设计工程师资格考试系列丛书 ■

注册土木工程师 (岩土)



专业基础考点精讲与习题集

主 编 曹秀玲
副主编 李德建 杜守军



中国建筑工业出版社

国家注册勘察设计工程师资格考试系列丛书

注册土木工程师(岩土)专业基础 考点精讲与习题集

主 编 曹秀玲

副主编 李德建 杜守军

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

注册土木工程师(岩土)专业基础考点精讲与习题集/曹秀玲主编.

北京:中国建筑工业出版社,2010

(国家注册勘察设计工程师资格考试系列丛书)

ISBN 978-7-112-11983-7

I. 注… II. 曹… III. ①土木工程-工程技术人员-资格考核-
自学参考资料②岩土工程-工程技术人员-资格考核-自学参考资料
IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 059152 号

本书为国家注册勘察设计工程师资格考试专业基础考点精讲与习题集,全书紧扣新版考试大纲,对考点内容进行提炼与精讲,包括土木工程材料、工程测量、职业法规、土木工程施工与管理、结构力学、混凝土结构、钢结构、砌体结构、土力学与地基基础、工程地质、岩体力学与岩体工程等,各章分别给出了相应的例题和讲解,以便加深读者对考点的理解与掌握。并根据对 2003—2009 年的基础考试真题分析,精选了部分习题并给出了详细分析与解答。书后参照 2009 年考试真题,编写了四套模拟考试题,方便考生提高应试能力和解题技巧。

本书可作为参加国家注册结构工程师、土木工程师(岩土)、环境工程师和水利工程师考试的复习参考书。

* * *

责任编辑:郇锁林 曾 威

责任设计:董建平

责任校对:关 健

国家注册勘察设计工程师资格考试系列丛书

注册土木工程师(岩土)专业基础

考点精讲与习题集

主 编 曹秀玲

副主编 李德建 杜守军

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:29 字数:706 千字

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月第一次印刷

定价:58.00 元

ISBN 978-7-112-11983-7

(19188)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

岩土工程是土木工程学科的一门重要学科分支，它大体上包括岩土工程勘察、设计、施工、试验监测和工程监理等等方面，在我国当前的工程建设中发挥着十分重要的作用。近年来，国家大型工程建设项目不断兴建，如长江三峡工程、南水北调工程、西气东输工程、青藏铁路工程、城市地下铁道工程、各类别深大基坑的开挖和围护等等，显现了岩土工程强大的发展态势。

近年在全国实行注册建筑师制度和注册结构工程师制度以后，1998年6月全国注册工程师管理委员会又公布成立了“全国注册岩土工程师考题设计与评分专家组”。在我国推行注册岩土工程师制度是我们岩土工程界的一件大事，是实现政府对行业管理体制改革的一个重要举措，需要岩土工程界广大同仁的大力支持。为了全面推行注册岩土工程师制度，广泛听取同仁意见，在各相关单位的积极支持下，2009年3月9日经全国勘察设计注册工程师管理委员会审定公布了适用于国家注册结构工程师、环境工程师、土木工程师（岩土）、水利工程师基础考试的《勘察设计注册工程师资格考试公共基础考试大纲》。至此，一切必要的组织准备和基础要求已渐趋完善，值得欣庆。

我国勘察设计注册工程师考试分两阶段进行，第一阶段是基础考试，在考生大学本科毕业后按相应规定的年限进行，其目的是测试考生是否基本掌握进入工程实践所必须具备的理论基础及专业技术知识；第二阶段是专业考试，在考生通过基础考试并在专业工作岗位上实践了规定年限的基础上进行，其目的是测试考生是否已经具备按照国家法律、法规及技术规范进行工程勘察、设计和施工的能力和解决工程实际问题的能力。专业考试合格后，方可获得执业资格证书。

本书由十数所高校极富教学和考试辅导经验的教师执笔，依据最新考试大纲考点的变化，并把握重点进行编著，将所有考试涉及的课程内容汇聚一起，突出考点内容，并给出了相应的例题和详解，以加深对考点的理解与掌握，精选习题和模拟题可以检验与提高读者的学习效果。

希望这套丛书能为我国岩土工程领域未来的技术中坚力量获得执业资格提供有益的帮助，也可以作为岩土工程领域工程技术人员工作和学习中的参考资料。我应约写了上面的一点文字，是为序。

孙 钧

同济大学资深荣誉教授
中国科学院技术科学部院士

孙 钧

2010年暖春于同济园

前 言

随着国家基本建设的发展、科学技术水平的提高和工程建设的需要,国家注册勘察设计工程师(岩土)基础考试,每年考题都有新的变化。2009年3月9日经全国勘察设计注册工程师管理委员会审定公布了适用于国家注册结构工程师、环境工程师、土木工程师(岩土)、水利工程师基础考试的《勘察设计注册工程师资格考试公共基础考试大纲》(上午段),新考纲增加了信号与信息、数字电子技术等考试内容。

根据最新考试大纲,本套丛书分为国家注册勘察设计工程师资格考试公共基础考点精讲与习题集(上午段)和注册土木工程师(岩土)专业基础考点精讲与习题集(下午段)。

本书为《注册土木工程师(岩土)专业基础考点精讲与习题集》,读者对象为参加注册土木工程师(岩土)专业基础考试的考生。

全书紧扣新版考试大纲,对考点内容进行提炼与精讲,并就考点给出了相应的例题及详解,以加深对考点的理解掌握。根据对2003年至2009年的基础考试真题分析,精选了部分习题并给出了详细解答与分析,参考2009年的考试真题,新编了四套模拟考试题,以确保本书有利于考生掌握基本知识,熟悉考点内容,提高应试能力和解题技巧,提高成功率。

按照新版考试大纲的顺序,本书分为11章,内容包括土木工程材料、工程测量、职业法规、土木工程施工与管理、结构力学、混凝土结构、钢结构、砌体结构、土力学与地基基础、工程地质、岩体力学与岩体工程等。书后附四套模拟题,注册土木工程师(岩土)职业资格考试专业基础考试大纲(下午段),试题配置说明及考试时间分配情况。

本书由曹秀玲任主编,李德建、杜守军任副主编。参编人员均为长期从事该学科教学和科研的专家学者,熟悉学科内容、学习方法及应试技巧。参加本书编写的专家、学者及所属单位如下:

第1章:赵全胜 河北科技大学

第2章:韦宏鹄 北京工业大学

周 铭 吴会阁 石家庄经济学院

第3章:曹秀玲 石家庄经济学院

李云淑 河北省住房保障与城乡建设厅

张金成 北京市勘察设计研究院有限公司

第4章:张国联 康玉梅 张 俊 东北大学

第5章:杜守军 刘卫然 河北科技大学

第6章:曹秀玲 石家庄经济学院

徐 伟 同济大学

第7章:任小强 河北农业大学

第8章:刘学甲 河北机械科学研究设计院

范进胜 石家庄经济学院

第 9 章：李德建 中国矿业大学(北京)

第 10 章：张 彬 中国地质大学

曲力群 石家庄经济学院

第 11 章：李德建 中国矿业大学(北京)

本书编写过程中参阅了多种注册岩土工程考试用书，并得到了很多同事的指导、帮助和支持，特别是得到了中国科学院院士孙钧的悉心指导，在此深表感谢。中国矿业大学(北京)、河北农业大学的研究生麻润杰、韩立强、齐春雷、霍君英、胡晓涵等在资料整理及协调联系等方面做了大量工作，在此一并表示感谢。

鉴于作者水平有限，书中难免有错误及不妥之处，敬请读者不吝指正。

编者邮箱 zctmjc@yeah.net

编 者

2010 年 5 月

目 录

第 1 章 土木工程材料	1
1.1 考纲要求	1
1.2 考点精讲及例题详解	1
1.2.1 材料科学与物质结构基础知识	1
1.2.2 气硬性无机胶凝材料	9
1.2.3 水泥	13
1.2.4 混凝土	20
1.2.5 沥青材料	31
1.2.6 建筑钢材	33
1.2.7 木材	36
1.2.8 石材	37
1.2.9 黏土	39
1.3 精选习题及参考答案	40
参考答案	44
精选习题讲评	44
第 2 章 工程测量	48
2.1 考纲要求	48
2.2 考点精讲及例题详解	48
2.2.1 测量基本概念	48
2.2.2 水准测量	50
2.2.3 角度测量	53
2.2.4 距离测量	56
2.2.5 测量误差基本知识	58
2.2.6 控制测量	61
2.2.7 地形图测绘	66
2.2.8 地形图应用	67
2.2.9 建筑工程测量	69
2.3 精选习题及参考答案	75
参考答案	78
精选习题讲评	79

第3章 职业法规	81
3.1 考纲要求	81
3.2 考试内容精讲与例题详解	81
3.2.1 中华人民共和国城市规划法	81
3.2.2 中华人民共和国城市房地产管理法	85
3.2.3 设计文件编制的有关规定	92
3.2.4 工程建设强制性标准的有关规定	94
3.2.5 工程监理的有关规定	97
3.2.6 勘察设计行业职业道德准则	98
3.3 精选习题及参考答案	99
参考答案	101
精选习题讲评	101
第4章 土木工程施工与管理	103
4.1 考纲要求	103
4.2 考点精讲及例题详解	103
4.2.1 土石方工程与桩基础工程	103
4.2.2 钢筋混凝土工程与预应力混凝土工程	111
4.2.3 结构吊装工程与砌体工程	120
4.2.4 施工组织设计	123
4.2.5 流水施工原则	124
4.2.6 网络计划技术	126
4.2.7 施工管理	130
4.3 精选习题及参考答案	132
参考答案	137
精选习题讲评	137
第5章 结构力学	140
5.1 考纲要求	140
5.2 考试内容精讲及例题详解	140
5.2.1 平面体系的几何组成分析	140
5.2.2 静定结构受力分析和特性	143
5.2.3 静定结构的位移计算	149
5.2.4 超静定结构受力分析及特性	154
5.2.5 结构动力特征与动力反应	165
5.3 精选习题及参考答案	169
参考答案	179
精选习题讲评	180

第 6 章 混凝土结构	185
6.1 考纲要求	185
6.2 考试内容精讲及例题详解	185
6.2.1 材料性能	185
6.2.2 基本设计原则	190
6.2.3 承载能力极限状态计算	193
6.2.4 正常使用极限状态验算	204
6.2.5 预应力混凝土	209
6.2.6 单层厂房	214
6.2.7 多层及高层房屋	220
6.2.8 抗震设计	226
6.3 精选习题及参考答案	233
参考答案	240
精选习题讲评	240
第 7 章 钢结构	245
7.1 考纲要求	245
7.2 考试内容精讲和例题详解	245
7.2.1 钢材性能	245
7.2.2 钢结构构件	247
7.2.3 钢结构的连接	256
7.3 精选习题及参考答案	262
参考答案	266
精选习题讲评	266
第 8 章 砌体结构	269
8.1 考纲要求	269
8.2 考试内容精讲及例题详解	269
8.2.1 砌体结构的材料性能	269
8.2.2 砌体结构的基本设计原则	272
8.2.3 砌体结构构件的承载力计算	273
8.2.4 混合结构房屋设计	277
8.2.5 房屋部件	283
8.2.6 抗震设计	288
8.3 精选习题及参考答案	291
参考答案	295
精选习题讲评	295

第9章 土力学和地基基础	298
9.1 考纲要求	298
9.2 考点精讲及例题详解	299
9.2.1 土的组成和物理性质	299
9.2.2 土中应力分布及计算	305
9.2.3 土的压缩性和地基沉降	307
9.2.4 土的抗剪强度	312
9.2.5 特殊性土	314
9.2.6 土压力	317
9.2.7 边坡稳定分析	319
9.2.8 地基承载力	321
9.2.9 浅基础	324
9.2.10 深基础	332
9.2.11 地基处理	338
9.3 精选习题及参考答案	344
参考答案	347
精选习题讲评	347
第10章 工程地质	352
10.1 考纲要求	352
10.2 考试内容精讲及例题详解	352
10.2.1 岩石的成因和分类	352
10.2.2 地质构造和地史概念	357
10.2.3 地貌与第四纪地质	360
10.2.4 岩体结构和稳定分析	364
10.2.5 动力地质	366
10.2.6 地下水	369
10.2.7 岩土工程勘察与原位测试技术	373
10.3 精选习题及参考答案	381
参考答案	387
精选习题讲评	387
第11章 岩体力学与岩体工程	392
11.1 考纲要求	392
11.2 考试内容精讲及例题详解	392
11.2.1 岩石的基本物理力学性能及其试验方法	392
11.2.2 工程岩体分级	402
11.2.3 岩体初始应力状态	403

11.2.4 岩体力学在边坡工程中的应用	406
11.2.5 岩体力学在岩基工程中的应用	411
11.3 精选习题及参考答案	414
参考答案	416
精选习题讲评	416
模拟试题(一)	419
模拟试题(二)	426
模拟试题(三)	432
模拟试题(四)	438
附录一 注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业基础考试大纲(下午段)	444
附录二 注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业基础考试试题配置说明	449
参考文献	450

第1章 土木工程材料

1.1 考纲要求

1. 材料科学与物质结构基础知识

材料的组成：化学组成、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、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. 材料的性能和应用

无机胶凝材料：气硬性胶凝材料包括石膏和石灰技术性质与应用；水硬性胶凝材料：水泥的组成、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、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；木材：组成、性能与应用。石材和黏土：组成、性能与应用。

1.2 考点精讲及例题详解

1.2.1 材料科学与物质结构基础知识

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。

(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。

【例题 1-1】 石灰的耐水性差，主要取决于()。

- A. 晶体结构 B. 强度较低 C. 化学组成 D. 矿物组成

解：由于石灰的主要化学成分为 CaO ，决定了石灰易溶于水而耐水性差。故应选 C。

2. 材料的微观结构及其对材料性质的影响

合料等。

(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，如木材、玻璃钢、岩棉等。

(3) 层状结构：材料以不同薄层间的相互粘结而形成的结构，如胶合板、石膏板等。

(4) 散粒结构：是指松散颗粒状结构，如级配碎石、膨胀珍珠岩等。

【例题 1-3】 从宏观角度来说，石膏板属于()的组织结构。

A. 堆聚结构 B. 纤维结构 C. 层状结构 D. 散粒结构

解：石膏板是以不同薄层间的相互粘结而形成的结构，因此属于层状结构。故应选 C。

4. 建筑材料的基本性质

(1) 密度

材料在绝对密实状态下单位体积的质量称为材料的密度。其计算式为：

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

式中 ρ ——材料的密度， g/cm^3 ；

m ——材料在绝对干燥状态下的质量， g ；

V ——材料在绝对密实状态下的体积， 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。

(2) 表观密度

材料在自然状态下，单位体积材料的质量称为材料的表观密度。其计算式为：

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

式中 ρ_0 ——材料的表观密度， kg/m^3 ；

m ——材料在自然状态下的重量， kg ；

V_0 ——材料在自然状态下(包含内部所有的孔隙)的体积 m^3 。

(3) 堆积密度

散粒材料(粉状或粒状材料)在堆积状态下，单位体积材料的质量称为材料的堆积密度。其计算式为：

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

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——散粒材料在堆积状态下的质量， kg ；

V'_0 ——散粒材料在堆积状态下的体积， m^3 。

【例题 1-4】 某一材料的下列指标中为固定值的是()。

A. 密度 B. 表观密度 C. 堆积密度 D. 密实度

解：密度是指材料在绝对干燥状态下的质量与绝对密实状态下的体积之比，是一个绝对指标，不会发生变化，故应选择 A。

(4) 孔隙与孔隙率

材料内部孔隙体积(V_L)占材料总体积(V_0)的百分率称为材料的孔隙率。其计算式如下:

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

式中, P 为孔隙率(%), 其他符号与前同。

材料孔隙率的大小直接反映材料的密实程度, 孔隙率小, 则密实程度高。

【例题 1-5】 同一种材料的密度与表观密度差值较小, 这种材料的()。

- A. 孔隙率较大 B. 孔隙率较小 C. 吸声能力强 D. 孔隙率较大

解: 同种材料的密度与表观密度差值越小, 两者的比值越接近 1, 根据孔隙率定义, 则孔隙率越小。故应选择 B。

5. 建筑材料的特征

(1) 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为亲水性; 而材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。

材料被水润湿的程度可以用润湿角 θ 来表示, 润湿角越小, 说明材料越容易被水润湿。实验证明, 润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 的材料为亲水性材料, 反之, $\theta > 90^\circ$ 的材料不能被水润湿, 为憎水性材料。当 $\theta = 0^\circ$ 时, 表明材料完全被水润湿。如图 1-1 所示。

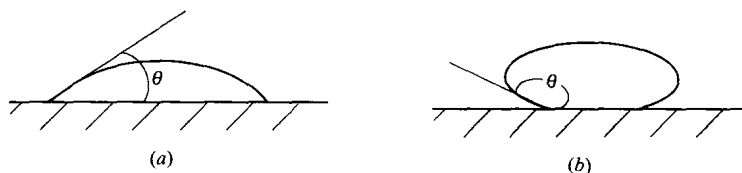


图 1-1 材料的润湿边角

(a) 亲水性材料; (b) 憎水性材料

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、有机涂料等属憎水材料。

【例题 1-6】 下列哪种材料可以用在建筑物楼顶作防水用()。

- A. 水泥 B. 混凝土 C. 砖 D. 沥青

解: 能用作防水用途的材料必须是憎水材料, 而沥青属于憎水材料。故应选择 D。

(2) 吸水性与吸湿性

1) 吸水性

材料在水中(通过毛细孔隙)吸收水分的性质称为吸水性。材料吸水性的程度一般用质量吸水率或体积吸水率表示。质量吸水率是指材料吸水饱和时, 其内部吸收水分的质量占干材料质量的百分率。其计算式如下:

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

式中 W_m ——材料的质量吸水率, %;

m_b ——材料在吸水饱和状态下的质量, g;

m ——材料在干燥状态下的质量, g。

体积吸水率，是指吸入水的体积占干燥材料在自然状态下的体积的百分率。计算式为：

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

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(g/cm^3)，常温下取 $\rho_w = 1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

2) 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性大小，用含水率来表示。含水率是指材料内部所含水的质量占干材料质量的百分率。其计算式为：

$$W_h = \frac{m_b - m}{m} \times 100\%$$

式中 W_h ——材料的含水率，%；

m_b ——材料在吸湿状态下的重量，g；

m ——材料在干燥状态下的重量，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，材料的含水率就大，反之则小。在一定的温度和湿度条件下，材料中所含水分与周围空气湿度达到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加，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。

【例题 1-7】 某材料 105g，其中含水 5g，放入水中又吸水 10g 后达到饱和状态，则该材料的吸水率为()。

A. 10%

B. 9.52%

C. 14.2%

D. 15%

解：根据公式 $W_m = \frac{m_b - m}{m} \times 100\%$ 得 $W_m = \frac{115 - 100}{100} \times 100\% = 15\%$ ，故应选 D。

(3) 耐水性

材料长期在饱和水作用下，不破坏同时强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性好坏用软化系数表示，材料在饱和水状态下的抗压强度与材料在干燥状态下的抗压强度的比值，就是软化系数。其计算式如下所示：

$$K_R = \frac{f_b}{f}$$

式中 K_R ——材料的软化系数；

f_b ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度，MPa；

f ——材料在干燥状态下的抗压强度，MPa。

材料的软化系数在 0~1 之间。经常位于水中或受潮严重的重要结构物的材料，软化系数不宜小于 0.85；受潮较轻或次要结构物的材料，软化系数不宜小于 0.70。软化系数大于 0.85 的材料，称为耐水性材料。

【例题 1-8】 评定材料抵抗水的破坏能力的指标是()。

- A. 抗渗等级 B. 渗透系数 C. 软化系数 D. 抗冻等级

答案：C。

(4) 抗渗性

抗渗性指材料抵抗压力水或其他液体渗透的性质。渗透系数越大，材料的抗渗性越差。材料抗渗性用渗透系数来表示。其计算式如下所示：

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

式中 K ——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。

抗渗等级是以规定的试件在标准试验条件下所能承受的最大水压力(MPa)来确定。用 P 表示，如 P_4 、 P_6 、 P_8 、 P_{10} 、 P_{12} 等，分别表示可抵抗 4、6、8、10、12MPa 的水压力。材料的渗透系数越小或抗渗等级越高，表明材料的抗渗性越好。

【例题 1-9】 评定材料的抗渗性通常用()。

- A. 吸水率 B. 软化系数
C. 渗透系数或抗渗等级 D. 孔隙率

解：材料抗渗性通常用渗透系数来表示，也可用抗渗等级来表示。故应选 C。

(5) 抗冻性

抗冻性指材料抵抗冻融循环作用，保持其原有性质的能力。对结构材料主要指保持强度的能力。

材料的抗冻性常用抗冻等级(记为 F)表示。抗冻等级以规定的吸水饱和试件，在标准试验条件下，强度降低和质量损失不超过规定数值，也无明显损坏和剥落的冻融循环次数来表示。 F_{10} 、 F_{50} 、 F_{100} 、 F_{150} 、 F_{200} 、 F_{250} 、 F_{300} 等，分别表示能够承受反复冻融循环次数为 10、50、100、150、200、250 和 300 次。冻融循环次数越多，抗冻等级越高，抗冻性越好。

影响材料抗冻性的因素：材料的孔隙率和孔隙特征、材料的吸水饱和程度、材料抵抗冻胀应力的能力，即材料的强度。

就外界条件来说，材料受冻破坏的程度与冻融温度、结冰速度及冻融频繁程度等因素有关，温度越低、降温越快、冻融越频繁，则受冻破坏越严重。

【例题 1-10】 下列说法错误的是()。

- A. 密实材料以及具有封闭孔的材料有较好的抗冻性
B. 材料的受冻破坏主要是因其孔隙中的水结冰所致
C. 材料的强度越高，其抗渗性能越好
D. 粗大孔隙易充满水，又能结冰，故对材料的破坏作用很大

解：由于材料的抗冻性与材料的孔隙率和孔隙特征有很大的关系，毛细管易充满水，对材料的抗冻破坏作用影响很大，而粗大孔隙一般不易被水充满，对冰冻破坏还可起缓冲