



好学教育 (www.5haoxue.net) 参编

www.tdexam.com
培训考试 敬请加入

全国勘察设计注册工程师
执业资格考试辅导用书

注册土木工程师 (岩土)基础考试 命题点全面解读 (下册)

专 | 业 | 基 | 础

建筑考试培训研究中心 组织编写

- ✓ 搜索命题重点
- ✓ 免费专家答疑
- ✓ 精选热点试题
- ✓ 考前重点点拨

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国勘察设计注册工程师执业资格考试辅导用书

注册土木工程师(岩土)基础考试 命题点全面解读 (下册)

建筑考试培训研究中心 组织编写

中国铁道出版社

2014年·北京

图书在版编目(CIP)数据

注册土木工程师(岩土)基础考试命题点全面解读. 下册/建筑
考试培训研究中心组织编写. —北京:中国铁道出版社,2014.6
全国勘察设计注册工程师执业资格考试辅导用书
ISBN 978-7-113-18463-6

I. ①注… II. ①建… III. ①土木工程—工程师—资格考试—
自学参考资料②岩土工程—工程师—资格考试—自学参考资料
IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 084547 号

书 名: 全国勘察设计注册工程师执业资格考试辅导用书
注册土木工程师(岩土)基础考试命题点全面解读(下册)
作 者: 建筑考试培训研究中心

策划编辑: 江新锡 陈小刚
责任编辑: 冯海燕 电话: 010-51873193
编辑助理: 王 健
封面设计: 崔 欣
责任校对: 龚长江
责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址: <http://www.tdpress.com>
印 刷: 北京市昌平开拓印刷厂
版 次: 2014年6月第1版 2014年6月第1次印刷
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 20.75 字数: 520千
书 号: ISBN 978-7-113-18463-6
定 价: 50.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

编写委员会

组织编写:建筑考试培训研究中心

参加编写:(排名不分先后)

好学教育(www.5haoxue.net)

中华培训教育网(www.wwbedu.com)

编写人员:郭爱云 郭丽峰 郭玉忠 郝鹏飞
黄贤英 靳晓勇 李同庆 王文慧
梁 燕 梁晓静 刘 龙 乔改霞
施殿宝 孙 静 王凤宝 魏文彪
谢文婷 薛孝东 杨自旭 赵 洁
张春霞 张福芳 郑赛莲 周 胜

前 言

建筑考试培训研究中心应广大应试者的迫切要求,组织了一批执业资格考试辅导名师组成注册岩土工程师执业资格考试辅导用书编写委员会,利用这些考试辅导名师在具体辅导和命题工作中积累的经验,在全面锁定考纲教材变化、准确把握考试新动向的基础上,科学安排知识体系架构,以独特方法全方位剖析试题的真实含义,采用多维的解题方法拓展解题多思路的编写理念进行编写。

《全国勘察设计注册工程师执业资格考试辅导用书》系列丛书的编写体例是:

命题规律解读 通过辅导用书编写委员会对注册岩土工程师执业资格考试的命题规律的准确定位,深度透视命题规律,帮助应试者理顺备考思路。

命题点解读 一种话题就是一种考点,一段材料就是一段积累。辅导用书编写委员会将注册岩土工程师执业资格考试的命题要点做了深层次的剖析和总结,帮助应试者有效形成基础知识的提高和升华。

历年考题诠解 辅导用书编写委员会依托历年众多真题,赋予专业讲解,全面引领应试者答题方向,悉心点拨应试者破题技巧,有效突破应试者的思维固态。

热点试题全解 辅导用书编写委员会在编写过程中,遵循考试大纲,结合考试教材,经过潜心研究、精心策划、重点筛选后编写出难易符合考试要求的典型试题,帮助应试者巩固已掌握的知识。

《全国勘察设计注册工程师执业资格考试辅导用书》系列丛书的特点是:

“地毯式”搜索命题点——使考点插翅难飞;

“闪电式”速记命题点——把考试当作一场游戏;

“题库式”活用命题点——让命题者无计可施。

建筑考试培训研究中心专门为应试者组成了强大的专家答疑团队,所有应试者都可以通过专家答疑QQ(1494608260)和答疑网站(www.wwb.edu.com)提出问题,专家答疑团队接到提问后会在24小时内回答应试者的提问。我们更希望应试者通过邮箱给我们提出宝贵意见,以便我们在以后修订时更进一步提高辅导书的价值。

进入考场的那一瞬间,你可能会感到有点紧张,这很正常。放松你的心情,增加信心,我们相信你有能力也有把握将本次考试做到完美。

由于编写时间仓促,书中难免存在疏漏之处,望广大读者和同行不吝赐教。我们衷心希望将建议和意见及时反馈给我们,我们将在以后的工作中予以改正。

最后衷心预祝广大应试者顺利通过考试。

建筑考试培训研究中心

2014年6月

目 录

10	土木工程材料	675
	命题规律解读.....	675
	命题点解读.....	675
	历年考题诠解.....	704
	热点试题全解.....	709
	热点试题答案.....	711
11	工程测量	712
	命题规律解读.....	712
	命题点解读.....	712
	历年考题诠解.....	739
	热点试题全解.....	742
	热点试题答案.....	744
12	职业法规	745
	命题规律解读.....	745
	命题点解读.....	745
	热点试题全解.....	751
	热点试题答案.....	752
13	土木工程施工与管理	753
	命题规律解读.....	753
	命题点解读.....	753
	历年考题诠解.....	774
	热点试题全解.....	779
	热点试题答案.....	780
14	结构力学与结构设计	781
	命题规律解读.....	781
	命题点解读.....	781
	历年考题诠解.....	833
	热点试题全解.....	852
	热点试题答案.....	863
15	岩体力学与土力学	864
	命题规律解读.....	864
	命题点解读.....	864
	历年考题诠解.....	899
	热点试题全解.....	904

	热点试题答案·····	906
16	工程地质·····	907
	命题规律解读·····	907
	命题点解读·····	907
	历年考题诠解·····	945
	热点试题全解·····	953
	热点试题答案·····	955
17	岩体工程与基础工程·····	956
	命题规律解读·····	956
	命题点解读·····	956
	历年考题诠解·····	992
	热点试题全解·····	996
	热点试题答案·····	997

10 土木工程材料

命题规律解读

本章的命题规律主要体现在：

- 1. 了解材料的组成、化学组成、矿物组成及其对材料性质的影响。
- 2. 了解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。
- 3. 掌握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。
- 4. 材料特征：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、脆性和韧性是一个命题点。
- 5. 无机胶凝材料和水硬性胶凝材料的性质与应用是一个很好的命题点。
- 6. 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、碱集料反应、混凝土外加剂与配合比设计是一个重要命题点。
- 7. 了解沥青及改性沥青：组成、性质和应用。
- 8. 建筑钢材的组成、组织与性能的关系、加工处理及其对钢材性能的影响、建筑钢材和种类与选用也是一个命题点。
- 9. 木材、石材和黏土的组成、性能与应用可能出现一些考题。

命题点解读

命题点 1 建筑材料的组成(表 10—1)

表 10—1 建筑材料的组成

项 目	内 容
化学成分	建筑材料的化学成分大体上分为有机和无机。 有机：沥青中的 C-H 化合物及其衍生物、建筑涂料中的树脂等。 无机：钢材中的 Fe、C、Si、Mn、S、P 等元素。 普通水泥则主要由 CaO、SiO₂ 和 Al₂O₃ 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。如在一定范围内，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 CaSO₄、CaO 和 CaCO₃，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，建筑材料的分类如下。 无机材料：金属材料(钢材、铝材等)，非金属材料(石灰、石膏、水泥、混凝土、石材等)。

续上表

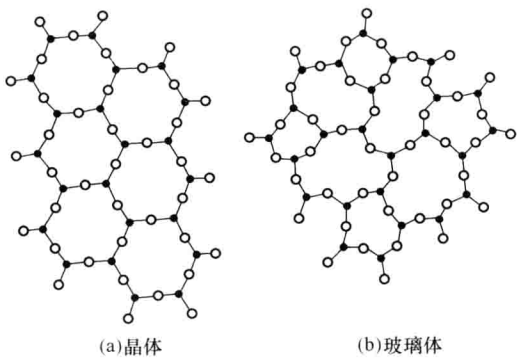
项 目	内 容
化学成分	有机材料:植物材料(竹材、木材等),沥青材料(石油沥青、煤沥青等),合成高分子材料(塑料、合成涂料、合成橡胶等)。 复合材料:集结状复合(如聚合物混凝土),层状复合(如玻璃钢等)
矿物成分	某些建筑材料,其性质主要取决于矿物组成。如天然石材中的花岗岩,其矿物组成主要是石英和长石,因此,它的强度高,抗风化性能好

命题点2 材料结构对性质的影响(表10—2)

表10—2 材料结构对性质的影响

项 目	内 容
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三个层次。 微观结构:原子-分子尺度。 亚微观(细观)结构:光学显微镜尺度。 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)。晶体原子排列示意如图10—1(a)所示。 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有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。 (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、粒化高炉矿渣也属玻璃体。玻璃体原子排列的无序性示意如图10—1(b)所示。 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。

续上表

项 目	内 容
材料的微观结构及其对性质的影响	 (a)晶体 (b)玻璃体 图 10—1 晶体、玻璃体的原子排列示意图
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
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,承载性能好。 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

由上面的简要综述,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。

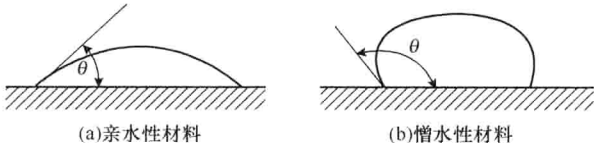
命题点 3 建筑材料的基本性质(表 10—3)

表 10—3 建筑材料的基本性质

项 目	内 容
物理性质	(1)材料的密度、表观密度与堆积密度。 1)密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积的质量,可由下式计算。

续上表

项 目	内 容
物理性质	$\rho = \frac{m}{V}$ 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)表观密度是指材料在自然状态下,单位体积的质量,可由下式计算。 $\rho_0 = \frac{m}{V_0}$ 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,可由下式计算。 $\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$ 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)孔隙率是指材料中空心体积占总体积的比例,可按下式计算。 $\text{孔隙率 } P = \frac{V_{\text{孔}}}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho}$ 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。 $\text{空隙率 } P' = \frac{V_{\text{空}}}{V'_0} = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}$ 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,空隙率可作为控制砂石级配及计算混凝土砂率的依据。 (3)材料的亲水性与憎水性。 材料表面与水或空气中的水汽接触时,产生不同程度的润湿。材料表面吸附水或水汽而被润湿的性质与材料本身的性质有关。材料能被水湿润的性质称为亲水性,材料不能被水湿润的性质称为憎水性。一般可以按润湿边角的大小将材料分为亲水性材料与憎水性材料两类。润湿边角指在材料、水和空气的交点处,沿水滴表面的切线与水 and 固体接触面所成的夹角 θ,如图 10—2 所示。

项 目	内 容
物理性质	 (a)亲水性材料 (b)憎水性材料 图 10—2 材料润湿示意图 亲水性材料水分子之间的内聚力小于水分子与材料分子间的相互吸引力, $\theta < 90^\circ$, 表面易被水润湿, 且水能通过毛细管作用而被吸入材料内部。建筑材料大多为亲水性材料, 如砖、混凝土、木材等, 少数材料如沥青、石蜡等为憎水性材料。憎水性材料有 $\theta \geq 90^\circ$, 有较好的防水效果。 (4)材料的吸水性与吸湿性。 1)吸水性是指材料在水中能吸收水分的性质。吸水性的大小用吸水率表示。吸水率是指材料浸水后在规定时间内吸入水的质量占材料干燥质量或材料体积的百分率。建筑材料一般均采用质量吸水率 w_m。 $w_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$ 式中 m_1——材料吸水饱和状态下的质量(g); m——材料干燥状态下的质量(g)。 材料的吸水性与材料的亲水、憎水性有关, 还与材料孔隙率的大小、孔隙特征有关。对于细微连通孔隙, 孔隙率越大, 则吸水率越大。封闭孔隙, 水分不能进入, 粗大开口孔隙, 水分不能存留, 吸水率均较小。因此, 具有很多微小开口孔隙的亲水性材料, 其吸水性特别强。 2)吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水分的性质。常用含水率 w 表示, 可由下式计算。 $w = \frac{m_{\text{湿}} - m}{m} \times 100\%$ 式中 $m_{\text{湿}}$——材料吸收空气中水分后的质量(g); m——材料烘干至恒重时的质量(g)。 材料的含水率随空气湿度和环境温度变化而变化; 也就是水分可以被吸收, 又可向外界扩散, 最后与空气湿度达到平衡。与空气湿度达到平衡时的含水率称为材料的平衡含水率。 材料的吸水性与吸湿性均会导致材料其他性质的改变, 如材料自重增大, 绝热性、强度及耐水性等产生不同程度的下降等。 (5)材料的耐水性是指材料长期在饱和水作用下不破坏, 其强度也不显著降低的性质。 材料的耐水性用软化系数 K 表示。 $K = \frac{\text{材料在吸水饱和状态下的抗压强度}}{\text{材料在干燥状态下的抗压强度}}$ 软化系数的大小表示材料浸水饱和后强度降低的程度, 其范围波动在 0~1 之间。软化系数越小, 说明材料吸水饱和后的强度降低越多, 耐水性则越差。对于经常处于水中或受潮严重的重要结构物的材料, 其软化系数不宜小于 0.85; 受潮较轻或次要结构物的材料, 其软化系数不宜小于 0.75。

续上表

项 目	内 容
物理性质	(6)材料的抗渗性(或不透水性)是指材料抵抗压力水渗透的性质,材料的抗渗性常用渗透系数 K 表示。 $K = \frac{Qd}{AtH}$ 式中 K——材料的渗透系数(cm/h); Q——渗水量(cm^3); d——试件厚度(cm); H——静水压力水头(cm); t——渗水时间(h); A——渗水面积(cm^2)。 渗透系数越大,表明材料渗透的水量越多,抗渗性则越差。 抗渗性也可用抗渗等级表示。抗渗等级是以规定的试件,在标准试验方法下所能承受的最大水压力来确定的,以符号 P_n 表示,其中 n 为该材料所能承受的最大水压力(MPa)的十倍值。如普通混凝土的抗渗等级为 P_6,即表示混凝土能承受 0.6 MPa 的压力水而不渗透。 材料抗渗性的好坏,与材料的孔隙率及孔隙特征有关。孔隙率较大且是连通的孔隙材料,其抗渗性较差。 抗渗性是决定材料耐久性的主要指标。对于地下建筑及水工构筑物,因常受到压力水的作用,所以要求材料具有一定的抗渗性。对于防水材料,则要求具有更高的抗渗性。材料抵抗其他液体渗透的性质,也属抗渗性。 (7)材料的抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,能经受多次冻融循环(冻结与融化)作用而不被破坏,强度也无显著降低的性质。 材料受冻融破坏是由于材料孔隙中的水结冰造成的。水结冰时体积增大约 9%,当材料孔隙中充满水时,由于水结冰对孔壁产生很大的压力,而使孔壁开裂。 材料的抗冻性可用抗冻标号 D_n 或抗冻等级 F_n 表示,n 为最大冻融次数,如 D_{25}、D_{50} 等。一般规定材料在经受若干次冻融循环后,质量损失不超过 5%,强度损失不超过 25% 时,认为抗冻性合格。对于水工及冬季气温在 -15°C 的地区施工应考虑材料的抗冻性。 材料抗冻性的高低,取决于材料孔隙中被水充满的程度和材料对因水分结冰体积膨胀所产生压力的抵抗能力。 抗冻性良好的材料,对抵抗大气温度变化、干湿交替等风化作用的综合能力通常也较强,所以抗冻性常作为考察材料耐久性的一项指标。处于温暖地区的建筑物,虽无冰冻作用,但为了抵抗大气作用,确保建筑物的耐久性,有时对材料也提出一定的抗冻性要求。 (8)材料的导热性是指当材料两侧存在温度差时,热量从温度高的一侧向温度低的一侧传导的性质。 材料的导热性通常用导热系数 λ 表示。匀质材料导热系数的计算公式为: $\lambda = \frac{Qa}{At(T_2 - T_1)}$ 式中 λ——导热系数(热导率)[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]; Q——传导热量(J); A——热传导面积(m^2); t——热传导时间(h); a——材料厚度(m); $T_2 - T_1$——材料两面温度差(K)。

续上表

项 目	内 容
物理性质	材料的导热系数越大,材料的导热性越好;导热系数越小,则材料的绝热性能越好。绝大多数建筑材料的导热系数介于 $0.023 \sim 3.49 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 之间,通常把导热系数小于 $0.23 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料称为绝热材料。 影响材料导热系数的因素有分子结构、孔隙率及孔隙特征、材料的温度等。由于密闭空气的导热系数很小(0.023),所以,材料的孔隙率较大时,其导热系数较小。但若孔隙粗大或贯通,由于对流作用的影响,材料的导热系数反而提高。由于水和冰的导热系数比空气的导热系数高很多(分别为 0.58 与 2.20),材料受潮或受冻后,其导热系数大大提高。因此,绝热材料在储存、使用中必须防水防潮。 导热性是建筑材料的一项重要热工性质
力学性能	(1)材料的强度是指材料在外力(荷载)作用下,抵抗破坏的能力。当材料承受外力作用时,内部就产生应力。外力逐渐增加,应力也相应加大,直到质点间作用力不再能够承受时,材料即破坏,此时极限应力值就是材料的强度。 根据外力作用方式的不同,材料强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪等,如图 10—3 所示。 (a)压力 (b)拉力 (c)弯曲 (d)剪切 图 10—3 材料受力示意图 材料的抗压强度(f_c)、抗拉强度(f_t)及抗剪强度(f_v)的计算公式如下。 $f = \frac{F}{A}$ 式中 f——材料的强度,可分别代表抗压、抗拉及抗剪强度(MPa); F——材料破坏时最大荷载(N); A——材料受力截面面积(mm^2)。 材料的抗弯强度与受力情况有关,通常将条形试件放在两支点上,中间作用一集中荷载,称为三点弯曲。抗弯强度计算公式为: $f_{\text{tm}} = \frac{3Fl}{2bh^2}$ 在跨度的三分点上作用两个相等集中荷载,称为四点弯曲。其抗弯强度计算公式为: $f_{\text{tm}} = \frac{Fl}{bh^2}$

续上表

项 目	内 容
力学性能	式中 f_{tm}——抗弯强度(MPa); F——弯曲破坏时的最大荷载(N); l——两支点间的跨距(mm); b, h——试件横截面的宽及高(mm)。 (2)材料的变形性能。 1)弹性变形和塑性变形。 在外力作用下,材料产生变形,外力取消后变形消失,材料能完全恢复原来形状的性质,称为弹性。这种外力去除后即可恢复的变形称为弹性变形,属可逆变形。其数值大小与外力成正比,其比例系数 E 称为材料的弹性模量。在弹性变形范围内, E 为常数,即: $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$ 式中 σ——材料的应力(MPa); ϵ——材料的应变。 弹性模量 E 是衡量材料抵抗变形能力的一个指标, E 越大,材料越不易变形。 材料在外力作用下产生变形,当外力取消后,有一部分变形不能恢复,这种性质称为材料的塑性。这种不能恢复的变形称为塑性变形,属不可逆变形。 实际上,纯弹性材料是没有的,大部分固体材料在受力不大时,表现为弹性变形,当外力达一定值时,则出现塑性变形。有的材料受力后,弹性变形和塑性变形同时发生,当卸荷后,弹性变形恢复,而塑性变形不能消失(如混凝土)。 2)脆性与韧性。 当外力达到一定限度后,材料突然破坏,而破坏时并无明显的塑性变形,材料的这种性质称为脆性。具有这种性质的材料称为脆性材料,如混凝土、玻璃、砖、石等。脆性材料的抗压强度远远大于其抗拉强度,拉压比很小,所以脆性材料不能承受振动和冲击荷载,只适于用作承压构件。在冲击、振动荷载作用下,材料能够吸收较大能量,同时还能产生一定的变形而不致破坏的性质称为韧性(冲击韧性)作用。一般以测定其冲击破坏时试件所吸收的功作为指标。 建筑钢材(软钢)、木材等属于韧性材料。在结构设计中,对于承受动荷载(冲击、振动等)作用的结构物,所用材料应具有较高的韧性

命题点 4 气硬性无机胶凝材料

胶凝材料能将散粒材料或物体粘结成为整体,并具有所需的强度。胶凝材料按成分可分为有机胶凝材料和无机胶凝材料。

有机胶凝材料:以天然或合成的有机高分子化合物为基本成分,如沥青、树脂等。

无机胶凝材料:以无机化合物为主要成分。

无机胶凝材料按硬化条件不同,也可分为气硬性胶凝材料与水硬性胶凝材料两类。

气硬性胶凝材料只能在空气中硬化,也只能在空气中继续保持或发展其强度,如建筑石膏、石灰、水玻璃、菱苦土等。

水硬性胶凝材料则不仅能在空气中硬化,而且能更好地在水中硬化,保持并发展其强度,如各种水泥。气硬性胶凝材料一般只适用于地上干燥环境,而水硬性胶凝材料则可在地上、地

下或水中使用。

石灰和建筑石膏的成分和应用见表 10—4。

表 10—4 石灰和建筑石膏的成分和应用

项 目	内 容
石 灰	石灰包括生石灰(块灰)、磨细生石灰粉与消石灰粉等。生产石灰的原料是以 CaCO_3 为主要成分的石灰石等。石灰石经煅烧分解,即得生石灰(CaO)CaCO_3。 生石灰按氧化镁含量分为钙质生石灰($\text{MgO} \leq 5\%$)与镁质生石灰($\text{MgO} > 5\%$)两类。 配制石灰砂浆、石灰乳。石灰砂浆可用于砌筑、抹面,石灰乳可用作涂料。 配制石灰土、三合土。石灰土(石灰+黏土)和三合土(石灰+黏土+砂石或矿渣、碎砖等填料),分层夯实,可用作砖基础的垫层等。 生产灰砂砖、碳化石灰板。灰砂砖是将磨细生石灰或消石灰粉与天然砂配合拌匀,加水搅拌,再经陈伏、加压成型和压蒸处理而成。 碳化石灰板是将磨细生石灰粉、纤维状填料(如玻璃纤维)或轻质集料(如矿渣)搅拌成型,然后以 CO_2 进行人工碳化(12~24 h)制成的一种轻质板材。 另外,石灰还可用来配制无熟料水泥及生产多种硅酸盐制品等
建筑石膏	生产建筑石膏的主要原料是天然二水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)(又称软石膏或生石膏)。二水石膏经煅烧、磨细可得 β 型半水石膏,即建筑石膏。 若煅烧温度为 190°C,可得模型石膏,其成品细度与白度均比建筑石膏高。 由于建筑石膏具有轻质、防火、吸声、保温隔热、调湿、可钉可锯等优良性能,故被大量用于建筑物的内部装饰和生产纸面石膏板、石膏空心条板、石膏砌块等墙体材料

命题点 5 水泥的分类

水泥属于水硬性胶凝材料,品种很多,按其用途和性能的分类见表 10—5。

表 10—5 水泥用途和性能的分类

项 目	内 容
通用水泥	通用水泥是指用于一般建筑工程的水泥,如硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥等
专用水泥	专用水泥是指适应专门用途的水泥,如道路水泥、砌筑水泥、大坝水泥等
特种水泥	特种水泥是指具有比较突出的某种性能的水泥,如快硬硅酸盐水泥、膨胀水泥等

按主要水硬性物质名称,水泥又可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等。建筑工程常用的主要是各种硅酸盐水泥。

命题点 6 硅酸盐水泥的组成

硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料、0~5%石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料。

熟料是以适当成分的生料(由石灰质原料与黏土质原料等配成)烧至部分熔融,所得以硅酸钙为主要成分的产物。熟料的主要矿物组成有硅酸酸钙、硅酸二钙、铝酸三钙与铁铝酸四

钙,其中硅酸钙占绝大部分。各矿物组成的性质见表 10—6,若调整熟料中各矿物组成之间的比例,水泥的性质即发生相应的变化。如提高硅酸三钙、铝酸三钙含量,硅酸盐水泥凝结硬化快,早期强度高。

表 10—6 各矿物组成的性质

名 称	硅酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_3S)	硅酸二钙 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (C_2S)	铝酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A)	铁铝酸四钙 $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF)
凝结硬化速度	快	慢	最快	快
28 d 水化放热量	多	少	最多	中
强度	高	早期低、后期高	低	低

命题点 7 硅酸盐水泥的水化、凝结、硬化(表 10—7)

表 10—7 硅酸盐水泥的水化、凝结、硬化

项 目	内 容
硅酸盐水泥的水化	水泥加水后,在水泥颗粒表面的熟料矿物立即水化,形成水化物并放出一定热量。 $2(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水化硅酸钙 $2(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 4\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 水化硅酸三钙 $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 7\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 水化硅酸一钙 水泥中掺入的石膏与铝酸三钙反应生成高硫型水化硫铝酸钙(钙矾石, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$)和单硫型水化硫铝酸钙($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$),这两种水化物均为难溶于水的针状晶体。 水泥水化后生成的主要水化产物有凝胶与晶体两类,凝胶有水化硅酸钙(CSH)与水化铁酸钙(CFH);晶体有氢氧化钙$[\text{Ca}(\text{OH})_2]$、水化铝酸钙(C_3AH_6)与水化硫铝酸钙($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$)等。在完全水化的水泥石中,水化硅酸钙凝胶约占 70%,氢氧化钙约占 20%,水化硫铝酸钙约占 7%。
硅酸盐水泥的凝结、硬化	水泥加水生成的胶体状水化产物聚集在颗粒表面形成凝胶薄膜,使水泥反应减慢,并使水泥浆体具有可塑性,由于生成的胶体状水化产物不断增多并在某些点接触,构成疏松的网状结构,使浆体失去流动性及可塑性,这就是水泥的凝结。此后由于生成的水化产物(凝胶、晶体)不断增多,它们相互接触连接,到一定程度,建立起比较紧密的网状结晶结构,并在网状结构内部不断充实水化产物,使水泥具有初步的强度,此后水化产物不断增加,强度不断提高,最后形成有较高强度的水泥石,这就是水泥的硬化。 硬化后的水泥石由水泥水化产物、未水化完的水泥颗粒、孔隙与水所组成。 水泥的水化、凝结、硬化,除了与水泥矿物组成有关外,还与水泥的细度、拌和水量、温度、湿度、养护时间及石膏掺量等有关。