

# 2016

## 全国造价工程师 执业资格考试 第4版



### 建设工程技术与计量(土木建筑工程)

# 四周通关

优路教育造价工程师考试命题研究组 组编

四周28天复习计划 从容备考  
往年真题分值分布 直击考点  
名师权威预测试题 把握趋势  
附赠超值网络课程 快乐通关

附赠

本科目新教材精讲班 8学时  
价值 220 网络课程及真题详解



全国造价工程师执业资格考试辅导丛书

## 2016 全国造价工程师执业资格考试

---

# 建设工程技术与计量 ( 土木建筑工程 ) 四周通关

---



第 4 版

优路教育造价工程师考试命题研究组 组编



机械工业出版社

本书为全国造价工程师执业资格考试辅导丛书之一。本书在结构编排上分为“知识框架、考点汇集、真题实战（2013~2015年真题）、预测试题”四大部分，引导考生按照“学—练—强化”循序渐进、逐步强化的节奏进行复习备考，具体内容包括工程地质、工程构造、工程材料、工程施工技术、工程计量的相关考点、真题解析及预测试题训练，最后还附有一套完整的模拟题及参考答案与解析，供考生强化训练、检测复习效果之用。

本书还附赠优路教育“建设工程技术与计量（土木建筑工程）精讲班集萃”（价值220元）网络视频课程、往年真题及详解，刮开封面上的账号和密码，登录 [www.niceloo.com](http://www.niceloo.com)，按照“图书赠送课程学习流程”进行学习。

#### 图书在版编目（CIP）数据

2016全国造价工程师执业资格考试建设工程技术与计量（土木建筑工程）  
四周通关/优路教育造价工程师考试命题研究组组编. —4版. —北京：机械  
工业出版社，2016.4

（全国造价工程师执业资格考试辅导丛书）

ISBN 978-7-111-53200-2

I. ①2… II. ①优… III. ①土木工程—建筑造价管理—工程师—资格  
考试—自学参考资料 IV. ①TU723.3

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第046618号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：饶雯婧 李莉 责任编辑：饶雯婧

封面设计：鞠杨 责任校对：李莉

责任印制：李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2016年3月第4版第1次印刷

184mm×260mm·17.75印张·416千字

标准书号：ISBN 978-7-111-53200-2

定价：38.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线：010-68326294

机工官博：[weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

010-88379203

金书网：[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

封面防伪标均为盗版

教育服务网：[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

# 丛书序

优路教育造价工程师考试命题研究组根据多年辅导经验，仔细分析目前考生普遍存在的客观情况：时间紧张、备考不足；目标不明确，计划性不足；复习方法僵化；盲目选择复习资料。基于考生存在的现实问题，研究组严格按照《全国造价工程师执业资格考试大纲》，集合行业优势、培训优势及多年对真题深入的分析研究，推出了本套全国造价工程师执业资格考试辅导丛书，包括4本“四周通关”系列辅导书：《建设工程造价管理四周通关》《建设工程计价四周通关》《建设工程技术与计量（土木建筑工程）四周通关》《建设工程造价案例分析四周通关》，以及1本“四合一”试题训练用书：《全国造价工程师考试历年真题详解与预测密训（四合一）》。

本套丛书的特点如下：

## 1. 结构合理，内容精练

“四周通关”系列辅导书在结构编排上分为“知识框架、考点汇集、真题实战、预测试题”四大部分，对于出现频率高的考点还进行专题讲解。引导考生按照“学——练——强化”循序渐进、逐步强化的节奏进行复习备考。“四合一”试题训练用书分为真题详解和预测密训两个部分，真题及详解新而准，预测紧扣考点，解答清晰全面。

## 2. 紧扣大纲、直击真题

本套丛书紧扣最新修订考试大纲，知识点和题库的完美结合，可以很好地强化考生的应试能力。

## 3. 科学、合理、完整的学习和复习规划

针对考生时间紧、复习压力大的现实情况，应用应试学习记忆规律的普遍性特点，在复习规划中实行学习与复习并进的新型应试学习方法，“四周通关”系列辅导书将每门课程的复习时间分为4周（28天）进行规划，将众多的考点知识化整为零，使考生更加明确每天的复习内容。

## 4. 超值赠送服务

本套丛书均配有超值赠送服务，具体为：

（1）《建设工程造价管理四周通关》附赠内容为：优路教育“建设工程造价管理精讲班集萃”（价值220元）网络视频课程、往年真题及详解。刮开封面上的账号和密码，登录 [www.niceloo.com](http://www.niceloo.com)，按照“图书赠送课程学习流程”进行学习。

（2）《建设工程计价四周通关》附赠内容为：优路教育“建设工程计价精讲班集萃”（价值220元）网络视频课程、往年真题及详解。刮开封面上的账号和密码，登录 [www.niceloo.com](http://www.niceloo.com)，按照“图书赠送课程学习流程”进行学习。

（3）《建设工程技术与计量（土木建筑工程）四周通关》附赠内容为：优路教育“建设

## 建设工程技术与计量（土木建筑工程）四周通关

---

工程技术与计量（土木建筑工程）精讲班集萃”（价值 220 元）网络视频课程、往年真题及详解。刮开封面上的账号和密码，登录 [www.niceloo.com](http://www.niceloo.com)，按照“图书赠送课程学习流程”进行学习。

（4）《建设工程造价案例分析四周通关》附赠内容为：优路教育“建设工程造价案例分析精讲班集萃”（价值 220 元）网络视频课程、往年真题及详解。刮开封面上的账号和密码，登录 [www.niceloo.com](http://www.niceloo.com)，按照“图书赠送课程学习流程”进行学习。

（5）《全国造价工程师考试历年真题详解与预测密训（四合一）》赠送优路教育造价工程师精讲班网络课程及学习资料，帮助考生梳理教材知识点，迅速掌握重要考点。

优路教育技术支持及服务热线：010-52391211。

最后，真诚希望本套丛书能大大提高众考生的应试能力和实际水平，帮助考生在考场上轻松驰骋，快乐过关！

编者

# 2015 年全国造价工程师执业资格考试

## 《建设工程技术与计量（土木建筑工程）》

### 真题分值分布表

章 节	名 称	单 选	多 选	小 计 分 值
<b>第一章</b>	<b>工程地质</b>			
第一节	岩体的特征	1	2	3
第二节	地下水的类型与特征	1		1
第三节	常见工程地质问题及其处理方法	2	2	4
第四节	工程地质对工程建设的影响	2	2	4
	<b>第一章小计</b>			<b>12</b>
<b>第二章</b>	<b>工程构造</b>			
第一节	工业与民用建筑工程的分类、组成及构造	5	4	9
第二节	道路、桥梁、涵洞工程的分类、组成及构造	4	2	6
第三节	地下工程的分类、组成及构造	2		2
	<b>第二章小计</b>			<b>17</b>
<b>第三章</b>	<b>工程材料</b>			
第一节	建筑钢材		2	2
第二节	木材			
第三节	气硬性胶凝材料			
第四节	水泥		2	2
第五节	混凝土	4	4	8
第六节	砌筑材料	1		1
第七节	装饰材料	1		1
第八节	防水材料	1		1
第九节	功能材料	1		1
	<b>第三章小计</b>			<b>16</b>
<b>第四章</b>	<b>工程施工技术</b>			
第一节	建筑工程施工技术	10	2	12
第二节	道路、桥梁与涵洞工程施工技术	3	2	5
第三节	地下工程施工技术	3	2	5
	<b>第四章小计</b>			<b>22</b>
<b>第五章</b>	<b>工程计量</b>			
第一节	工程计量概述	1		1
第二节	建筑面积计算	5	4	9
第三节	建筑与装饰工程工程量计算规则与方法	13	10	23
	<b>第五章小计</b>			<b>33</b>
	<b>总分</b>			<b>100</b>

# 2016 年《建设工程技术与计量（土木建筑工程）》 28 天知识复习规划表

复习计划	复习内容	考 点
第 1 周第 1 天	岩体的特征	考点 1 岩体的结构
		考点 2 岩体的力学特性
		考点 3 岩体的工程地质性质
第 1 周第 2 天	地下水的类型与特征	考点 1 地下水的类型
		考点 2 地下水的特征
	常见工程地质问题及其处理方法	考点 1 特殊地基
		考点 2 地下水
		考点 3 边坡稳定
	工程地质对工程建设的影响	考点 1 工程地质对工程选址的影响
考点 2 工程地质对建筑结构的影响		
考点 3 工程地质对工程造价的影响		
第 1 周第 3 天	工业与民用建筑工程的分类、组成及构造	考点 1 工业与民用建筑工程的分类及应用
第 1 周第 4 天		考点 2 民用建筑构造
第 1 周第 5 天		考点 3 工业建筑构造
第 1 周第 6 天		考点 1 道路工程
第 1 周第 7 天	道路、桥梁、涵洞工程的分类、组成及构造	考点 2 桥梁工程
		考点 3 涵洞工程
第 2 周第 1 天		地下工程的分类、组成及构造
第 2 周第 2 天	建筑钢材	考点 2 主要地下工程的组成及构造
		考点 1 钢筋
		考点 2 钢结构用钢
		考点 3 钢筋的性能
	木材	考点 4 钢材的化学成分对性能的影响
		考点 1 木材的分类和性质
考点 2 木材的应用		
第 2 周第 3 天	气硬性胶凝材料	考点 1 石灰
		考点 2 石膏
		考点 3 水玻璃
	水泥	考点 1 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥
		考点 2 掺混合材料的硅酸盐水泥
		考点 3 铝酸盐水泥
		考点 4 白色和彩色硅酸盐水泥
		考点 5 硫铝酸盐水泥
		考点 6 膨胀水泥和自应力水泥
		考点 7 道路硅酸盐水泥
第 2 周第 4 天	混凝土	考点 1 普通混凝土组成材料
		考点 2 混凝土的技术性质
		考点 3 特种混凝土

2016年《建设工程技术与计量(土木建筑工程)》28天知识复习规划表

(续)

复习计划	复习内容	考点
第2周第5天	砌筑材料	考点1 砖
		考点2 砌块
		考点3 石材
		考点4 砌筑砂浆
第2周第6天	装饰材料	考点1 饰面材料
		考点2 建筑玻璃
		考点3 建筑装饰涂料
		考点4 建筑塑料
第2周第7天	防水材料	考点1 防水卷材
		考点2 刚性防水材料
		考点3 防水涂料
		考点4 建筑密封材料
	功能材料	考点1 保温隔热材料
		考点2 吸声隔声材料
第3周第1天	建筑工程施工技术	考点1 土石方工程施工技术
第3周第2天		考点2 地基与基础工程施工技术
第3周第3天		考点3 建筑工程主体结构施工技术
		考点4 建筑装饰装修工程施工技术
第3周第4天		考点5 建筑工程防水工程施工技术
第3周第5天	道路、桥梁与涵洞工程施工技术	考点1 道路工程施工技术
		考点2 桥梁工程施工技术
		考点3 涵洞工程施工技术
第3周第6天	地下工程施工技术	考点1 建筑工程深基坑施工技术
第3周第7天		考点2 地下连续墙施工技术
		考点3 隧道工程施工技术
		考点4 地下工程特殊施工技术
第4周第1天	工程计量概述	考点1 工程量的含义及作用
		考点2 工程量计算的依据
		考点3 工程量计算规范
		考点4 工程量计算的方法
第4周第2天	建筑面积计算	考点1 建筑面积的概念
		考点2 建筑面积的作用
		考点3 建筑面积计算规则与方法
第4周第3天	建筑与装饰工程工程量计算规则与方法	考点1 土石方工程
		考点2 地基处理与边坡支护工程
		考点3 桩基础工程
		考点4 砌筑工程
第4周第4天		考点5 混凝土及钢筋混凝土工程
		考点6 金属结构工程
		考点7 木结构
第4周第5天		考点8 门窗工程
		考点9 屋面及防水工程
		考点10 保温、隔热、防腐工程
		考点11 楼地面装饰工程
		考点12 墙、柱面装饰与隔断、幕墙工程
		考点13 天棚工程
第4周第6天		考点14 油漆、涂料、裱糊工程
		考点15 其他装饰工程
		考点16 拆除工程
		考点17 措施项目
第4周第7天		2016 建筑工程技术与计量(土木建筑工程)模拟题

# 目 录

## 丛书序

2015 年全国造价工程师执业资格考试《建设工程技术与计量（土木建筑工程）》真题分值分布表

2016 年《建设工程技术与计量（土木建筑工程）》28 天知识复习规划表

<b>第一章 工程地质</b> .....	1
知识框架.....	1
<b>第一节 岩体的特征</b> .....	1
考点汇集.....	1
真题实战.....	7
预测试题.....	8
参考答案.....	10
<b>第二节 地下水的类型与特征</b> .....	11
考点汇集.....	11
真题实战.....	12
预测试题.....	13
参考答案.....	13
<b>第三节 常见工程地质问题及其处理方法</b> .....	13
考点汇集.....	13
真题实战.....	18
预测试题.....	20
参考答案.....	21
<b>第四节 工程地质对工程建设的影响</b> .....	22
考点汇集.....	22
真题实战.....	23
预测试题.....	25
参考答案.....	26
<b>第二章 工程构造</b> .....	27
知识框架.....	27

<b>第一节 工业与民用建筑工程的分类、组成及构造</b> .....	27
考点汇集.....	27
真题实战.....	51
预测试题.....	56
参考答案.....	60
<b>第二节 道路、桥梁、涵洞工程的分类、组成及构造</b> .....	61
考点汇集.....	61
真题实战.....	72
预测试题.....	75
参考答案.....	78
<b>第三节 地下工程的分类、组成及构造</b> .....	80
考点汇集.....	80
真题实战.....	83
预测试题.....	84
参考答案.....	85
<b>第三章 工程材料</b> .....	86
知识框架.....	86
<b>第一节 建筑钢材</b> .....	87
考点汇集.....	87
真题实战.....	90
预测试题.....	91
参考答案.....	92
<b>第二节 木材</b> .....	92
考点汇集.....	92
真题实战.....	93
预测试题.....	93
参考答案.....	94
<b>第三节 气硬性胶凝材料</b> .....	95
考点汇集.....	95
真题实战.....	96

预测试题 .....	97	真题实战 .....	165
参考答案 .....	97	预测试题 .....	171
<b>第四节 水泥</b> .....	97	参考答案 .....	177
考点汇集 .....	97	<b>第二节 道路、桥梁与涵洞工程施工技术</b> .....	178
真题实战 .....	101	考点汇集 .....	178
预测试题 .....	102	真题实战 .....	185
参考答案 .....	103	预测试题 .....	188
<b>第五节 混凝土</b> .....	104	参考答案 .....	191
考点汇集 .....	104	<b>第三节 地下工程施工技术</b> .....	192
真题实战 .....	111	考点汇集 .....	192
预测试题 .....	115	真题实战 .....	200
参考答案 .....	116	预测试题 .....	203
<b>第六节 砌筑材料</b> .....	117	参考答案 .....	204
考点汇集 .....	117	<b>第五章 工程计量</b> .....	205
真题实战 .....	120	知识框架 .....	205
预测试题 .....	120	<b>第一节 工程计量概述</b> .....	205
参考答案 .....	121	考点汇集 .....	205
<b>第七节 装饰材料</b> .....	122	真题实战 .....	208
考点汇集 .....	122	预测试题 .....	209
真题实战 .....	126	参考答案 .....	210
预测试题 .....	127	<b>第二节 建筑面积计算</b> .....	211
参考答案 .....	128	考点汇集 .....	211
<b>第八节 防水材料</b> .....	129	真题实战 .....	214
考点汇集 .....	129	预测试题 .....	218
真题实战 .....	131	参考答案 .....	222
预测试题 .....	132	<b>第三节 建筑与装饰工程工程量</b>	
参考答案 .....	132	计算规则与方法 .....	223
<b>第九节 功能材料</b> .....	133	考点汇集 .....	223
考点汇集 .....	133	真题实战 .....	240
真题实战 .....	134	预测试题 .....	251
预测试题 .....	135	参考答案 .....	255
参考答案 .....	135	<b>2016 建筑工程技术与计量（土木建筑工程）</b>	
<b>第四章 工程施工技术</b> .....	136	模拟题 .....	256
知识框架 .....	136	<b>2016 建筑工程技术与计量（土木建筑工程）</b>	
<b>第一节 建筑工程施工技术</b> .....	136	模拟题参考答案与解析 .....	264
考点汇集 .....	136		



第1周 第1天 日期：2016年\_\_月\_\_日

学习内容：第一章第一节

## 第一章 工程地质

### 知识框架

工程地质	岩体的特征	岩体的结构
		岩体的力学特征
		岩体的工程地质性质
	地下水的类型与特征	地下水的类型
		地下水的特征
	常见工程地质问题及处理方法	特殊地基
		地下水
		边坡稳定
	工程地质对工程建设的影响	工程地质对工程选址的影响
		工程地质对建筑结构的影响
		工程地质对工程造价的影响

### 第一节 岩体的特征

#### 考点汇集

##### 考点 1 岩体的结构

(一) 岩体的构成

##### 1. 岩石

(1) 岩体的主要矿物。岩石是一种或几种矿物自然组合而成的矿物集合体。

(2) 岩石的分类：岩浆岩、沉积岩、变质岩。

##### 2. 土

(1) 土的组成。土是由颗粒（固相）、水溶液（液相）和气（气相）所组成的三相体系。

组成土的固体颗粒矿物可分为原生矿物、不溶于水的次生矿物、可溶盐类及易分解的矿物、有机质四种。

(2) 土的结构构造。土的结构是指土颗粒本身的特点和颗粒间相互关联的综合特征，一般可分为两大基本类型：①单粒结构；②集合体结构。

(3) 土的分类：

① 根据有机含量分类，分为无机土、有机质土、泥炭质土和泥炭。

② 根据颗粒级配和塑性指数分类，分为碎石土、砂土、粉土和黏性土。

③ 根据地质成因分类，分为残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土、风积土。

④ 根据颗粒大小及含量分类，分为巨粒土、粗粒土、细粒土等。

### 3. 结构面

结构面是切割岩体的各种地质界面的统称，是一些具有一定方向，延展较广较薄的二维地质界面，如层面、沉积间断面、节理、裂隙、裂缝、断层等，也包括厚度较薄的软弱夹层。

① 结构面走向是指结构面与水平面交线的方位角，表示结构面在空间延伸的方向。

② 结构面的倾向是垂直走向顺倾斜面引出的一条直线与水平面投影的方位角，表示结构面在空间的倾斜方向。

③ 结构面的倾角是结构面与水平面所夹的锐角，表示结构面在空间倾斜角度的大小。

### 4. 地质构造

(1) 水平构造和单斜构造。水平构造指未经构造变动的沉积岩层。单斜构造，指产状发生变动形成岩层向一个方向倾斜的构造。

(2) 褶皱构造

① 对于深路堑和高边坡来说，仅就岩层产状与路线走向的关系而言，路线垂直岩层走向，或路线与岩层走向平行但岩层倾向与边坡倾向相反，对路基边坡的稳定性有利的。不利的情况是路线走向与岩层的走向平行，边坡与岩层的倾向一致，如在云母片岩、绿泥片岩、滑石片岩、千枚岩等松散岩石分布地区，坡面易发生风化剥蚀，产生严重碎落坍，对路基边坡及路基排水系统会造成经常性的危害。最不利的情况是路线与岩层走向平，岩层倾向与路基边坡一致，而边坡的倾角大于岩层的倾角，如在石灰岩、砂岩与黏土页岩互层，且有地下水作用时，在路堑开过深、边坡过陡或者由于开始使软弱构造面暴露的情况下，易引起斜坡岩层发生大规模的顺层滑动，破坏路基稳定。

② 对于隧道工程来说，褶曲构造的轴部是岩层倾向发生显著变化的地方，是岩层受应力作用最集中的地方，所以在褶曲构造的轴部容易遇到工程地质问题，主要是由于岩层破碎而产生的岩体稳定问题和向斜轴部地下水的问题。因此，一般从褶曲的翼部通过是比较有利的。

(3) 断裂构造

① 裂隙。裂隙也称为节理，是存在于岩体中的裂缝，是岩体受力断裂后两侧岩块没有显著位移的小型断裂构造。

在表 1-1 中介绍了公路工程对裂隙发育程度划分的等级及对工程的影响。

表 1-1 裂隙发育程度分级表

发育程度等级	基本特征	附注
裂隙不发育	裂隙 1~2 组, 规则, 构造型, 间距在 1m 以上, 多为密闭裂隙。岩体被切割成大块状	对基础工程无影响, 在不含水且无其他不良因素时, 对岩体稳定性影响不大
裂隙较发育	裂隙 2~3 组, 呈 X 形, 较规则, 以构造型为主, 多数间距大于 0.4m, 多为密闭裂隙, 少有填充物。岩体被切割成大块状	对基础工程影响不大, 对其他工程可能产生相当影响
裂隙发育	裂隙 3 组以上, 不规则, 以构造型或风化型为主, 多数间距小于 0.4m, 大部分为张开裂隙, 部分有填充物, 岩体被切割成小块状	对工程建筑物可能产生很大影响
裂隙很发育	裂隙 3 组以上, 杂乱, 以风化型和构造型为主, 多数间距小于 0.2m, 以张开裂隙为主; 一般均有填充物, 岩体被切割成碎石状	对工程建筑物产生严重影响

注: 裂隙宽度: 密闭裂隙<1mm; 微张裂隙为 1~3mm; 张开裂隙为 3~5mm; 宽张裂隙>5mm。

② 断层。断层是岩体受力作用断裂后, 两侧岩块沿断裂面发生显著相对位移的断裂构造。断层一般由四个部分组成, 如图 1-1 所示。

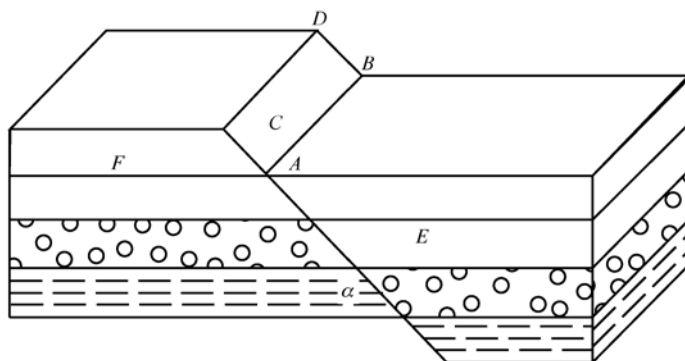


图 1-1 断层要素

AB—断层线 C—断层面  $\alpha$ —断层倾角 E—上盘 F—下盘 DB—总断距

## (二) 岩体结构特征

工程岩体有地基岩体、边坡岩体、地下洞室围岩 3 类。岩体是由结构面和结构体两部分组成的。结构面是切割岩体的各种地质界面的统称, 如层面、沉积间断面、节理、断层、软弱夹层等。岩体结构是指岩体中结构面与结构体的组合方式, 其基本类型可分为以下 4 类:

(1) 整体块状结构。结构面稀疏、延展性差、结构体块度大且常为硬质岩石, 整体强度高, 变形特征接近于各向同性的均质弹性体, 变形模量、承载能力与抗滑能力均较高, 抗风化能力一般也较强。这类岩体具有良好的工程地质性质, 常是较理想的各类工程建筑地基、边坡岩体及洞室围岩。

(2) 层状结构。这类岩体总体变形模量和承载能力均较高, 作为工程建筑地基时, 其变形模量和承载能力一般均能满足要求。但当结构面结合力不强, 有时又有层间错动面或软弱夹层存在时, 则其强度和变形特征均具各向异性特点, 一般沿层面方向的抗剪强度明显低于垂直层面方向的抗剪强度, 当有软弱结构面存在时更甚。这类岩体作为边坡岩体时, 结构面倾向坡外比倾向坡里的工程地质性质差得多。

(3) 碎裂结构。岩体中节理、裂隙发育, 常有泥质充填物, 结合力不强, 其中层状岩体常有平行层面的软弱结构面发育, 结构体块度不大, 岩体完整性破坏较大。其中, 镶嵌结构

岩体为硬质岩石，具有较高的变形模量和承载能力，工程地质性能好，而层状碎裂结构岩体的变形模量、承载能力均不高，工程地质性质较差。

(4) 散体结构。岩体节理、裂隙很发育，岩体十分破碎，岩石手捏即碎，属于碎石土类，可按碎石土考虑。

### 考点 2 岩体的力学特征

岩体的力学特征不仅取决于岩石的性质，更受结构面工程性质的影响。岩体的力学特征主要是岩体的变形、流变和强度特征。

(1) 岩体的变形特征。就大多数岩体而言，一般建筑物的荷载远达不到岩体的极限强度值，因此设计人员关心的主要是岩体的变形特征。岩体的变形参数是由变形模量或弹性模量来反映的。由于岩体中发育有各种结构面，所以岩体的弹塑性变形较岩石更为显著。

(2) 岩体的流变特征。试验和工程实践表明，岩石和岩体均具有流变性。特别是软弱岩石、软弱夹层、碎裂及散体结构岩体，其变形的时间效应明显，蠕变特征显著。

(3) 岩体的强度特征。一般情况下，岩体的强度既不等于岩块岩石的强度，也不等于结构面的强度，而是二者共同影响表现出来的强度。但在某些情况下，可以用岩石或结构面的强度来代替，如当岩体中结构面不发育，呈完整结构时，可以用岩石的强度代替岩体强度；如果岩体沿某一结构面产生整体滑动时，则岩体强度完全受结构面强度控制。

### 考点 3 岩体的工程地质性质

#### (一) 岩石的工程地质性质

##### 1. 岩石的主要物理性质

(1) 重量。岩石的重量是岩石最基本的物理性质之一，一般用比重和重度两个指标表示。岩石的比重在数值上等于岩石固体颗粒的重量与同体积的水在 4℃ 时重量的比。常见岩石的比重介于 2.4~3.3 之间。岩石的重度也称为容重，是岩石单位体积的重量，在数值上等于岩石试件的总重量（包括空隙中的水重）与其总体积（包括孔隙体积）之比。岩石的重度决定于岩石中矿物的比重、岩石的孔隙性及其含水情况。

(2) 孔隙性。岩石的孔隙性在数值上等于岩石中各种孔隙的总体积与岩石总体积的比，以百分数计。孔隙性对岩石的强度和稳定性具有重要的影响。岩石孔隙度的大小，主要取决于岩石的结构和构造，同时也受外力影响，如未受风化或构造作用的侵入岩和某些变质岩，其孔隙度一般很小；而砾岩、砂岩等一些沉积岩类的岩石，经常有较大的孔隙度。

(3) 吸水性。岩石的吸水性一般用吸水率表示，在数值上等于岩石的吸水重量与同体积干燥岩石重量的比，也可以用百分数计。岩石的吸水率与岩石孔隙度、孔隙张开程度等因素有关。

(4) 软化性。岩石的软化性主要取决于岩石的矿物成分、结构和构造特征。通常用软化系数作为岩石软化性的指标：软化系数接近于 1，是弱软化岩石，其抗水、抗风化和抗冻性较强，例如未受风化作用的岩浆岩和某些变质岩；软化系数小于 0.75 的岩石，是软化性较强的岩石，工程性质比较差。

(5) 抗冻性。岩石的抗冻性一般用岩石在抗冻试验前后抗压强度的降低率表示。抗压强度降低率小于 25% 的岩石，认为是抗冻的；大于 25% 的岩石，认为是非抗冻的。

## 2. 岩石的主要力学性质

### (1) 岩石的变形

岩石受力的作用会产生变形, 在弹性变形范围内用弹性模量和泊松比两个指标表示。在相同受力条件下, 岩石弹性模量越大, 变形越小。泊松比越大, 表示岩石受力的作用后的横向变形越大。通常提供的弹性模量和泊松比, 只是在一定条件下的平均值。

### (2) 岩石的强度

① 抗压强度。抗压强度是岩石在单向压力作用下抵抗压碎破坏的能力, 是岩石最基本和最常用的力学指标。岩石的抗压强度相差很大, 胶结不良的砾岩和软弱页岩小于 20MPa, 坚硬岩浆岩大于 250MPa。

② 抗拉强度。抗拉强度是岩石抵抗拉伸破坏的能力, 在数值上等于岩石单向拉伸破坏时的最大张应力。岩石的抗拉强度远小于抗压强度。

③ 抗剪强度。抗剪强度是指岩石抵抗剪切破坏的能力, 在数值上等于岩石受剪破坏时的极限剪应力。

上述 3 项强度中, 岩石的抗压强度最高, 抗剪强度居中, 抗拉强度最小。其中, 抗剪强度为抗压强度的 10%~40%, 抗拉强度仅是抗压强度的 2%~16%。岩石的抗压强度和抗剪强度是评价岩石稳定性的主要指标, 是对岩石的稳定性进行定量分析的依据之一。

## (二) 土体的工程地质性质

### 1. 土的物理力学性质

#### (1) 土的主要性能参数

① 土的含水量。土的含水量是土中水的重量与土粒重量之比。含水量是标志土的湿度的一个重要物理指标。一般而言, 土的含水量增大时, 其强度就降低。

② 土的饱和度。土的饱和度是土中被水充满的孔隙体积与空隙总体积之比。饱和度 $S_r$ 越大, 表明土孔隙中充水越多。 $S_r < 50\%$ 是稍湿状态,  $S_r$ 在 50%~80%之间是很湿状态,  $S_r > 80\%$ 是饱水状态。

③ 土的孔隙比。土的孔隙比是土中孔隙体积与土粒体积之比, 反映天然土层的密实程度。一般孔隙比小于 0.6 的是密实的低压缩性土, 大于 1.0 的土是疏松的高压缩性土。

④ 土的孔隙率。土的孔隙率是土中孔隙体积与土的体积(三相)之比。

⑤ 土的塑性指数和液性指数。土可分为无黏性土和黏性土。碎石土和砂土为无黏性土, 紧密状态是判定其工程性质的重要指标。黏性土能在一定的含水量范围内呈现出可塑性, 这是黏性土区别于砂土和碎石土的一大特征, 据此特点, 黏性土也可称为塑性土。土的可塑性是指土在外力作用下可以形成任意形状而不产生裂缝, 且当外力解除后仍可保持既得形状的性能。黏性土的界限含水量, 有缩限、塑限和液限。塑性指数越大, 可塑性就越强; 液限指数越大, 土质就越软。

(2) 土的力学性质。土的力学性质主要是压缩性和抗剪强度。

### 2. 特殊土的工程性质

(1) 软土。软土泛指淤泥及淤泥质土。淤泥及淤泥质土具有含水量高、高孔隙性、低渗透性、高压缩性、低抗剪强度、较显著的触变性和蠕变性等特性。

(2) 湿陷性黄土。湿陷性黄土受水浸湿后, 在其自重压力下发生湿陷的, 称为自重湿陷性黄土; 在其自重压力与附加压力共同作用下发生湿陷的, 称为非自重湿陷性黄土。在自重湿陷性黄

土地区修筑渠道，初次放水时就可能产生地面下沉，两岸出现与渠道平行的裂缝；管道漏水后由于自重湿陷可能导致管道折断；路基受水后由于自重湿陷而发生局部严重坍塌；地基土的自重湿陷常使建筑物发生很大的裂缝或使砖墙倾斜。而在非自重湿陷性黄土区，上述现象极为少见。

(3) 红黏土。红黏土的特点是天然含水量高、密度小、塑性高，通常呈现较高的强度和较低的压缩性，不具有湿陷性，所以尽管天然含水量高，一般仍处于坚硬或硬可塑状态。

(4) 膨胀土。膨胀土含有大量的强亲水性黏土矿物成分，具有显著的吸水膨胀和失水收缩性，且膨胀变形往复可逆。

(5) 填土。填土是在一定的地质、地貌和历史条件下，由于人类活动而堆填的土。填土分为素填土、杂填土、冲填土。素填土一般密实度较差，但若堆积时间较长，由于土的自重压密作用，也能达到一定密实度。

### （三）结构面的工程地质性质

岩体的完整性、渗透性、稳定性和强度等物理力学性质取决于岩石和结构面的物理力学性质，很多情况是结构面的影响比岩石的大。对岩体影响较大的结构面的物理力学性质主要是结构面的产状、延续性和抗剪强度。延伸长度为5~10m的平直结构面，对地下工程围岩的稳定就有很大的影响，对边坡的稳定影响一般不大。结构面与最大主应力间的关系控制着岩体的强度与破坏机理，结构面展布方向与受力方向不同，岩石的强度与破坏方式不同。

结构面的规模是结构面影响工程建设的重要性质。结构面分为Ⅰ~Ⅴ级：

Ⅰ级指大断层或区域性断层，控制工程建设地区的稳定性，直接影响工程岩体稳定性。Ⅱ级指延伸长而宽度不大的区域性地质界面。Ⅲ级指长度数十米至数百米的断层、区域性节理、延伸较好的层面及层间错动等。Ⅳ级指延伸较差的节理、层面、次生裂隙、小断层及较发育的片理、劈理面等，构成岩块的边界面，破坏岩体的完整性，影响岩体的物理力学性质及应力分布状态。Ⅳ级结构面主要控制着岩体的结构、完整性和物理力学性质，数量多且具随机性，其分布规律具有统计规律，需用统计方法进行研究，在此基础上进行岩体结构面网络模拟。Ⅴ级结构面又称微结构面，常包含在岩块内，主要影响岩块的物理力学性质，控制岩块的力学性质。

上述5级结构面中，Ⅱ、Ⅲ级结构面往往是对工程岩体力学和对岩体破坏方式有控制意义的边界条件，它们的组合往往构成可能滑移岩体的边界面，直接威胁工程的安全稳定性。

### （四）地震的震级与烈度

(1) 地震震源。震源是深部岩石破裂产生地壳振动的发源地。地震所引起的振动以弹性波的形式向各个方向传播，其强度随距离的增加而减小。地震波首先传达到震中，震中区受破坏最大，距震中越远破坏程度越小。

(2) 地震震级。地震是依据所释放出来的能量来划分震级的。释放出来的能量越多，震级就越大。中国科学院将地震震级分为5级：微震、轻震、强震、烈震和大地震。

(3) 地震烈度。地震烈度是指某一地区的地面和建筑物遭受一次地震破坏的程度，其不仅与震级有关，还和震源深度、距震中的距离及地震波通过介质的条件（岩石性质、地质构造、地下水埋深）等多种因素有关。地震烈度又可分为基本烈度、建筑场地烈度和设计烈度。

1) 基本烈度代表一个地区的最大地震烈度。

2) 建筑场地烈度也称为小区域烈度，是建筑场地内因地质条件、地貌地形条件和水文地质条件的不同引起的相对基本烈度有所降低或提高的烈度。一般降低或提高半度至一度。