

主编 / 马虹  
主审 / 杨小平



# 土力学及地基基础

## 自学考试指导与题解



全国高等教育自学考试命题研究组 组编

中国建材工业出版社

全国高等教育自学考试辅导丛书

# 土力学及地基基础 自学考试指导与题解

主 编 马 虹

副主编 李积梅 秦元毅

杨秀林

中国建材工业出版社

# 图书在版编目( CIP )数据

土力学及地基基础自学考试指导与题解 马虹主编 北京 :中国建材工业出版社,  
2004

(高等教育建筑专业自学考试辅导丛书)

马虹 秦元毅 杨秀林 马学春

I 土... II 马... III ①土力学 原高等教育 原自学考试 原自学参考资料 ②地基 原基础(工程)原高等教育 原自学考试 原自学参考资料 IV 建筑学

中国版本图书馆 CIP 数据核字( 2004 )第 000000 号

## 土力学及地基基础 自学考试指导与题解

主 编 马 虹  
副 主 编 李积梅 秦元毅 杨秀林  
责任编辑 马学春

中国建材工业出版社出版  
(北京海淀区三里河路 5 号 邮编 100045)  
河南罗山第一中学印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本 787mm×1092mm 1/32 印张 15.5 字数 380 千字  
2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数 1 万册 定价 18.00 元

马虹 秦元毅 杨秀林 马学春

# 前 言

为满足广大自学应考者复习的要求,我们编写了这本《土力学及地基基础 自学考试指导与题解》。

本书是根据全国高等教育自学考试指导委员会最新审定的《土力学及地基基础自学考试大纲》和指定教材——武汉大学出版社出版的《土力学及地基基础》(杨小平主编)进行编写的。全书由三部分组成:第一部分自学指导意见;第二部分综合练习;第三部分模拟自测题及参考答案。其中,综合练习包括填空题、选择题、名词解释题、简答题、计算题等题型,基本上涵盖了本课程的考试内容。各章附有参考答案,供学员复习时参考。

编写分工:第一部分、第二部分的第五、第七、第八章及第三部分由马虹编写;第二部分的绪论、第一章、第四章由李积梅编写;第二部分的第二章、第三章、第六章由秦元毅编写;第二部分的第九章由杨秀玲编写。

本丛书包括《工程力学自学考试指导与题解》、《结构力学自学考试指导与题解》、《混凝土及砌体结构自学考试指导与题解》、《土力学及地基基础自学考试指导与题解》、《建筑施工自学考试指导与题解》、《土木工程制图自学考试指导与题解》、《建筑材料自学考试指导与题解》、《工程测量自学考试指导与题解》、《画法几何与工程制图自学考试指导与题解》、《房屋建筑学自学考试指导与题解》、《建筑工程定额与预算自学考试指导与题解》、《工程制图与房屋结构自学考试指导与题解》等共 10 本,全套丛书由赵仁、姚庆钊负责审核定稿。

由于编写时间紧,书中疏漏之处在所难免,还望考生在使用时应认真学习《土力学及地基基础》教材,并给我们提出宝贵意见,以便修订时参考。

编 者

2007年 6月

# 第一部分 自学指导意见

## 一、怎样学好《土力学及地基基础》

《土力学及地基基础》是工业与民用建筑专业必修的一门专业课程,也是全国高等教育自学考试工民建专业必考的课程。为了使自学应考者了解一些工程地质知识、掌握土力学的基本原理和基本概念,运用所学的知识和力学的一般原理进行地基和基础设计,自学者在学习时应抓住以下几点:

### 明确课程的考试范围

首先要熟悉教材,吃透教材,把握好大纲的要求。该课程专科指定教材是武汉大学出版社出版的《土力学及地基基础》(杨小平主编)。考生要认真学习该教材,明确考试范围,对超出考试大纲要求的内容,只作一般性了解。

其次,学习这门课一定要理论联系实际。本课程的实践性较强,要争取机会参加生产实践,在实践中联系课程的内容,理解课程的内容,从而可知理论与实践是否存在差别(这种差别是由科学的发展水平和研究对象“土”的复杂性造成的)。

### 学习教材大纲和看辅导资料、听辅导课的关系

自学考试的辅导材料和辅导课的深度、广度和基本点是以教材和大纲为依据,进行教学辅导的,目的是为了帮助学员理解和掌握教材和大纲的内容,帮助自考者提高应试能力,同时,教师还为应考者提供了必要的辅导资料和参考书目。

### 系统学习和重点学习的关系

系统学习就是要求应考者按照大纲的要求,学完指定教材上的所有内容,全面掌握土力学、地基、基础方面的基本知识、基本概念和理论。这样才能适应自学考试题型种类多、题量大、覆盖面广的要求,才能为我们加深理解重大、疑难问题和分析处理问题打下坚实的基础。同时,也提高了我们进行理论设计的能力。系统学习使自学者全面系统地掌握了有关该课程的相关知识,但是,为了应试,自学者在系统学习的同时又要抓住重点。重点章、重点节、重点问题相对于非重点部分来说所占的比重较大,所以又需要重点学习。

### 注意教材某些部分与相关部分的联系

教材中有很多内容相互关联,有些内容较易引起读者混淆。因此,学习时要善于开动脑筋,运用比较的方法把相互有联系的部分放到一起来学习,以便能透彻、深刻地理解、加深记忆,使用起来也可避免出差错。

## 二、应考中应注意的几个问题

### 注意审题

试卷发到手后,考生首先要进行审题,这是考试的关键一环。有些考生在答题时不注意审题,心慌慌、紧紧张张,结果将题答错、答偏,这主要由两个方面的原因造成的:一是试卷上的题目与自己在复习时遇到的题目在字面上很相似,容易错答;二是看题时粗心大意,只要题目上出现了自己熟悉的字样或句子,也不注意题目上的要求和范围,便匆忙下笔,将题答错。如考生常常将题目中的“不”、“没”等字漏看,也有的学生将题目后括号内的注示、提示等漏看。结果肯定不对,所以,考生在拿到试卷后,不要急于动笔,要认真、仔细、反复地审题,弄清每道题的确切含义和要求后再动笔。

### 答题要准确、要点要明确、条理要清楚

这是考生应考的关键阶段。考生拿到试卷,认真审题后,要先答简单的、客观性的题目,后答较难的、主观性的题目,答简答题时,要点要明确,不要长篇大论,答计算题时,要思路清晰,条理清楚,无关的内容尽量不要写在上面,否则会影响得分。另外,答题时用语要准确、规范、精练、有条有理,字迹工整、卷面清晰、干净。

### 尽量做完所有的题,最好不要留空题

考生在考试时留空题可能有两种情况:一是时间不够用;二是不会做。第一种情况考生可以通过答题顺序、答题速度来改变。第二种情况的出现可能有两方面的原因:一个原因是头脑里有几种答案拿不

准哪种正确,二是根本就没有复习到。对于答案拿不准的题,一般以最初在大脑里出现的答案为准;没有复习到的题目,最好用自己学过的与之相关的知识来回答,或者写在试卷上,尽量不要让该答题的地方空着,那样失分太可惜了。

### 答卷完题要进行复查

这是考试的最后阶段,也是应试必要的一个过程,考生做完所有的题后,应检查一下有无漏页、漏题、错题,如有应及时补做或更改。复查的重点是计算题、多选题和一些主观性较强的题目。这样,可以减少差错,提高答题的正确率,也就可以得高分了。

## 三、试卷结构

在系统学习该课程的同时,为了提高考生的应考能力,每个考生必须了解该课程的试卷结构。根据自学考试命题大纲的要求,平常学习中,考核按照识记、领会、简单应用与综合应用四个层次,规定其应达到的能力层次要求。四个层次是递进关系,它们的含义分别是:

识记:能知道有关概念、知识含义,并能正确认识和表达,是低层次,也是最基本的要求。

领会:在识记的基础上,能全面把握基本概念、基本原理、基本方法,能掌握有关概念、理论、方法的区别与联系,是较高层次的要求。

应用:在领会、理解基本概念、理论和方法的基础上,能运用它们进行分析问题和解决问题,即将理论运用于实际。其中“简单应用”是指在领会的基础上,能用学过的一两个知识点分析和解决简单的问题;“综合应用”是指在简单应用的基础上,能用学过的多个知识点,综合分析和解决比较复杂的问题,是最高层次的要求。

本课程在试卷中对不同层次要求的分数比例不同,一般为识记占 10%,领会占 10%,简单应用占 30%,综合应用占 50%。

试题的难易分为易、较易、较难、难四个等级。每份试卷中,不同难易程度试题的分数比例也不同,一般为易占 10%,较易占 30%,较难占 30%,难占 30%。

必须注意的是,试题的能力层次与难易程度不是一回事,在各能力层次中都存在难易程度不同的问题,不能混淆。

## 四、试卷题型示例与答题方法

根据该课程命题大纲的规定,试卷采用的题型有填空题、单项选择题、多项选择题、名词解释题、问答题和计算题六大类。

### 1. 填空题

主要是为了考查自考者对土力学、地基与基础的基本知识、基本概念、基本理论等掌握的熟练程度,在试卷中是比较简单的一种题型,属于识记题,所填的答案是明确的、肯定的,不具有选择性。

例:地基岩土的风化作用根据其性质和影响因素的不同,可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三种类型。

答案为:物理风化作用、化学风化作用、生物风化作用。

### 2. 单项选择题(简称单选题)

从课程的内容和知识能力层次来说,对于有关的基本概念、基本理论不仅要求识记,而且要求理解。单选题的结构包括两个部分:题干和它的要求或符合题干的基本内容。题干是已知是、明确的、肯定的,题干的要求为有待考生从备选答案中作出正确选择的部分。

例:规范规定砂土的密实度用( )确定。

选项: 孔隙比      月相对密实度      悦孔隙率      阅标准贯入锤击数

首先要认真审题,该题的题干为“规范规定砂土的密实度用什么判断”。在四个备选答案中,根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50163-92)用标准贯入试验锤击数来判断砂土的密实度,所以,只有阅是正确的,粤、月、悦均为错误答案。

### 3. 多项选择题(简称多选题)

多项选择题,是选择题中较难的一种,与单项选择题相比,其备选答案具有更大的迷惑性,每个答案都似对非对,这类题一般得分率较低,要考好多选题,要在理解上下功夫,答题时,首先要弄清楚试题题干的内容和要求,有把握的题目可直接做,没有把握的题目,可采用排除法,也就是排除备选答案中错误

的答案。在多项选择题的备选答案中,可能有两个或两个以上的正确答案,也可能全部是正确答案。

例 粘性土的粘聚力是由于( )形成的。

选项 A 胶结物质的胶结作用

选项 B 结合水膜的作用

选项 C 土粒之间的电分子吸引力作用

选项 D 土体受外力作用

答案为: A、B、C

简答题(或名词解释题)

在自学考试的基本题型中,有时出简答题,有时出名词解释题。它们在答题时要求不同。

在回答简答题时,既要内容全面准确,又要简明扼要,不要求考生联系实际从理论上进行分析和论述,也不要求发挥个人的见解,也就是说只要求答“点”,不要求答“面”,答“点”时要条理清楚。

名词解释题是比较简单的一种主观性题型,只要求答出名词所表示的内涵,不需要论述。

例 液性指数

答案为:土的天然含水量与塑限之差除以塑性指数称为土的液性指数。

计算题

计算分析题属应用题型,也是对考生高层次的要求,在试卷中所占的分值比例也较大。是考察学生分析、判断、综合运用所学知识解决实际问题的能力,难度大,是整个考试的重点部分,它要求学生认真、仔细地审题,弄清题目的内容和要求,明确解题思路,根据解题思路运用所学的知识,理论一步步条理分明地将结果作出。

# 第二部分 综合练习

## 绪 论

### 考核点提示

识记:基础、浅基础、深基础、天然地基、人工地基的概念。

领会:地基的概念,地基基础设计应满足的两个基本要求。

#### 一、名词解释

**土**:自然界的岩石经风化、搬运、沉积而形成的松散颗粒的集合体,在建筑工程中称为土。

**土力学**:利用力学的一般原理和土工试验技术来研究土的应力、应变、强度、稳定和渗透等特性及其随时间变化规律的学科称为土力学,它是力学的一个分支。

**地基**:受建筑物荷载影响的那部分地层称为地基。或者说,在建筑物荷载作用下,地基土发生可感变化的那部分地层,称为地基。

**天然地基**:开挖基坑后可以直接修筑基础的地基,称为天然地基。或者说,地基土性质较好,其强度及变形均能满足建筑物的要求,这样的地基称为天然地基。

**人工地基**:地基土性质不好,其强度及变形不能够满足要求,建筑物建造前必须经人工处理的地基,称为人工地基。

**基础**:建筑物的地面以下部分并将上部荷载传至地基的结构,称为基础。

**浅基础**:基础的埋置深度较浅,可采用简单的方法进行基坑开挖和基坑排水,这样的基础称为浅基础。

**深基础**:基础的埋置深度较深,需采用特殊的机具、特殊的方法进行基坑开挖和基坑排水,这样的基础称为深基础,如桩基础。

**持力层**:直接支承基础的地层称为持力层。

**下卧层**:在持力层下方的地层称为下卧层。

#### 二、简答题

土与其他建筑材料相比,具有哪些特点?

(1) 土的固体颗粒之间没有联结,或者联结强度很弱,即土体具有散体性。

(2) 固体颗粒表面与土体中液体之间存在复杂的化学作用,并影响土的性质。

(3) 砂土等粗粒土和粘土等细粒土的透水性差别甚大。

(4) 在饱和土(土中孔隙全被液体充满)中,外荷载产生的应力分别由土粒骨架和孔隙水承担。

(5) 土体受到荷载的作用而产生变形,其变形主要表现为颗粒之间的相对移动和重新排列。大多数土的变形量比其他材料大。

(6) 饱和粘土的强度和变形与排水条件和时间因素有关。

(7) 土的种类很多,某些土类(如湿陷性黄土、软土、膨胀土、红粘土和多年冻土等)还具有不同于一般土类的特殊性质。

地基基础设计必须满足哪两个基本条件?

为了保证建筑物的安全和正常使用,地基基础设计必须满足下列两个基本条件:

(1) 地基的强度条件。要求作用于地基上的荷载不超过地基的承载能力,保证地基在防止整体破坏方面有足够的安全储备。

(2) 地基的变形条件。要求控制地基变形(沉降量、沉降差、倾斜和局部倾斜),使之不超过地基变形允许值,保证建筑物不因地基变形而损坏或者影响其正常使用。

# 第一章 地基岩土与地下水

## 考核点提示

### (一) 岩石和土的成因类型

识记 地质构造的基本类型 岩石的成因类型 土的成因类型

### (二) 土的组成

识记 土中液态水的分类 土的结构和构造概念

领会 粒径级配曲线、不均匀系数的含义

简单应用 粒径级配曲线的应用

### (三) 土的三项比例指标

领会 各指标的定义及意义

综合应用 各指标的计算

### (四) 无粘性土的密实度

识记 砂土密实度的判别方法

领会 无粘性土密实度概念及其工程意义 砂土相对密实度的含义

综合应用 砂土相对密实度的计算

### (五) 粘性土的物理特征

识记 塑限、液限、塑性指数和液性指数的概念

简单应用 塑性指数和液性指数的计算 粘性土物理状态的评价

### (六) 地基岩土的工程分类

识记 岩石的两种工程分类 碎石土、砂土、粉土、粘性土、人工填土、淤泥和淤泥质土的定义 人工填土按组成物质的分类

领会 无粘性土和粘性土的分类依据

简单应用 粘性土按塑性指数分类

### (七) 地下水

识记 地下水按埋藏条件划分为三种类型

领会 渗透系数的概念 产生渗流破坏的条件

## 综合练习

### 一、填空题

岩石经风化作用形成土的过程中,风化作用根据其性质和影响因素的不同,可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三种类型。

壤土是由固体土颗粒、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_组成。

液性指数的定义表达式为\_\_\_\_\_。

粘性土的软硬状态由\_\_\_\_\_划分,将粘性土分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_五种不同的状态。

壤土的灵敏度越高,其结构性越强,受扰动后土的强度降低就越\_\_\_\_\_。

对砂土,渗透定律的表达式为\_\_\_\_\_。

砂土是指粒径大于\_\_\_\_\_的颗粒不超过总质量\_\_\_\_\_,而粒径大于\_\_\_\_\_的颗粒超过总质量\_\_\_\_\_的土。

岩石按其成因可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三大类,按坚固性可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_两大类,按风化程度分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三大类。



已知某种土的密度  $\rho$  越大,土粒相对密度  $\rho_s$  越大,土的含水量  $w$  越大,则该土样的气相体积为( )。

- 粤)  $\frac{1}{\rho_s - \rho}$  月)  $\frac{1}{\rho_s - \rho_w}$  悦)  $\frac{1}{\rho_s - \rho_w}$  阅)  $\frac{1}{\rho_s - \rho}$

如上述,水的质量为( )。

- 粤)  $\frac{1}{\rho_s - \rho}$  月)  $\frac{1}{\rho_s - \rho_w}$  悦)  $\frac{1}{\rho_s - \rho_w}$  阅)  $\frac{1}{\rho_s - \rho}$

有一完全饱和土样切满环刀内,称得总重量为  $G$ ,经烘干至恒重为  $G_d$ ,已知环刀质量为  $G_0$ ,土的相对密度为  $\rho_s$ ,则该土样的天然孔隙比为( )。

- 粤)  $\frac{G - G_d}{G_d}$  月)  $\frac{G - G_0}{G_d}$  悦)  $\frac{G - G_0}{G_d}$  阅)  $\frac{G - G_0}{G_d}$

某原状土样处于完全饱和状态,测得含水量  $w$  越大,土粒相对密度  $\rho_s$  越大,液限  $w_L$  越大,塑限  $w_p$  越大,则该土样的名称及物理状态是( )。

- 粤) 粘土,软塑 月) 粉质粘土,可塑 悦) 粉质粘土,硬塑 阅) 粘土,硬塑

已知粤月两个土样的物理性质试验结果如下:

土样	粤)	月)	悦)	阅)	杂)
天然密度 $\rho$	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
含水量 $w$	20%	20%	20%	20%	20%
土粒相对密度 $\rho_s$	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65

试问下列结论中,正确的是( )。

- 粤) 粤土样的天然孔隙比小于月土样 悦) 悦土样的天然孔隙比小于月土样

- 月) 粤土样的天然密度比月土样大 阅) 粤土样的干密度大于月土样

某砂土试样的天然密度  $\rho$  越大,含水量  $w$  越大,土粒相对密度  $\rho_s$  越大,最大干密度  $\rho_{dmax}$  越大,最小干密度  $\rho_{dmin}$  越大,则该试样的相对密实度及密实程度为( )。

- 粤) 越疏松 月) 越密实

- 悦) 越中密 阅) 越疏松

在某住宅地基勘察中,已知一个钻孔原状土试样结果为:重度  $\gamma$  越大,含水量  $w$  越大,土粒相对密度  $\rho_s$  越大,则该土样的孔隙比为( )。

- 粤)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma_w(\rho_s - 1)}$  月)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma_w(\rho_s - 1)}$  悦)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma_w(\rho_s - 1)}$  阅)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma_w(\rho_s - 1)}$

上述中,土样的浮重度为( )。

- 粤)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{1 + w}$  月)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{1 + w}$  悦)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{1 + w}$  阅)  $\frac{\gamma - \gamma_w}{1 + w}$

若某砂土的天然孔隙比与其能达到的最大孔隙比相等,则该土( )。

- 粤) 处于最疏松的状态 月) 处于中等密实状态

- 悦) 处于最密实状态 阅) 无法确定其状态

下列指标中,不能用来衡量无粘性土密实度的是( )。

- 粤) 天然孔隙比 悦) 土的相对密实度

- 月) 土的含水量 阅) 标准贯入锤击数

无粘性土,随着孔隙比的增大,它的物理状态是趋向于( )。

- 粤) 密实 月) 松散 悦) 不变 阅) 不能确定

处于天然状态的砂土的密实度一般用( )来测定。

- 粤) 轻便触探试验 月) 现场十字板剪切试验

- 悦) 标准贯入试验 阅) 荷载试验

对于同一种土,下列指标相比较,数值最大的是( )。

- 粤) 天然密度  $\rho$  月) 饱和土密度  $\rho_{sat}$  悦) 干密度  $\rho_d$  阅) 浮密度  $\rho_f$

### 三、多项选择题

砂土的密实度可用( )衡量。

- 粤) 孔隙比 月) 相对密度 悦) 相对密实度 阅) 标准贯入锤击数

土体是由( )组成。

土壤固相、液相、气相 土壤固相、液相、气相 土壤固相、液体 土壤固相、气体  
 土壤三相比例指标中 直接测定的指标有( ) 土壤孔隙比 土壤土的密度 土壤土的相对密度  
 土壤含水量 土壤孔隙比 土壤土的密度 土壤土的相对密度  
 土壤下面哪些矿物属变质岩( ) 土壤云母 土壤长石 土壤方解石  
 土壤属于自由水的土中水是( ) 土壤毛细水 土壤强结合水 土壤弱结合水  
 土壤的结构有( ) 土壤单粒结构 土壤絮状结构 土壤蜂窝结构 土壤团状结构  
 土壤下列土类中,属于软弱土的是( ) 土壤淤泥 土壤淤泥质土 土壤红粘土 土壤粉土  
 土壤地下水按埋藏条件可分为如下哪几种类型( ) 土壤上层滞水 土壤潜水 土壤承压水 土壤下层滞水  
 土壤下列土的物理性质指标中,反映土的密实程度的是( ) 土壤土的比重 土壤孔隙比 土壤土的密度 土壤土的相对密度  
 土壤下列表达式中,正确的是( ) 土壤土的密度 土壤土的相对密度 土壤土的密度 土壤土的相对密度

土壤下列说法中,正确的是( ) 土壤塑性指数表示粘性土处于可塑状态的含水量变化范围 土壤液性指数是判别粘性土软硬状态的指标 土壤液限是粘性土由可塑状态转变为流动状态的界限含水量 土壤缩限是粘性土由流动状态转变为可塑状态的界限含水量  
 土壤下列叙述正确的是( ) 土壤当  $w \leq w_p$  时,粘性土处于坚硬状态 土壤当  $w > w_p$  时,粘性土处于流塑状态 土壤当  $w > w_l$  时,粘性土处于塑状态 土壤当  $w > w_l$  时,粘性土处于硬塑状态

土壤下列有关粉土的叙述正确的是( ) 土壤粉土的工程性质介于粘土和砂土之间 土壤粉土的性质与其粒径级配、包含物、密实度和湿度等有关 土壤粉土是指塑性指数  $0 < I_p \leq 7$  且粒径大于  $0.075$ mm 的颗粒含量不超过总质量 5% 的土 土壤粉土中含有较多的粉粒和粘粒

土壤下面有关粘性土的叙述正确的是( ) 土壤粘性土是指塑性指数  $I_p > 7$  的土 土壤粘性土的工程性质与粒组含量和粘土矿物的亲水性有关 土壤粘性土的性质也与土的成因类型及沉积环境等因素有关 土壤粘性土又称为粘土

土壤下列指标中,表示土的湿度的是( ) 土壤含水量 土壤饱和土重度 土壤饱和度 土壤有效重度

#### 四、名词解释

地质作用:引起地壳成分和构造以及地表形态发生变化的作用称为地质作用。根据地质作用能量来源的不同,可分为内力地质作用和外力地质作用。

一般认为,内力地质作用是由于地球自转产生的旋转变能和放射性元素蜕变产生的热能所引起的地质作用。内力地质作用包括岩浆活动、构造运动(地壳运动)和变质作用等。

外力地质作用是由于太阳辐射能和地球重力位能所引起的地质作用。它包括气温变化、雨雪、山洪、河流、湖泊、海洋、冰川、风、生物等的作用,对地壳不断地进行剥蚀,使地表形态发生变化、形成新的产物。

断裂构造:在地壳运动的作用下,岩层丧失了原有的连续完整性,在其内部产生了许多断裂面,统

称为断裂构造。根据断裂面两侧岩层有无显著的相对位移,断裂构造可分为节理和断层两种类型。

沿断裂面两侧的岩体未发生位移或仅有小错动的断裂构造称为节理。

若沿断裂面两侧的岩体发生了显著的位移,则称为断层。

土的结构:土的结构主要是指土粒或土粒集合体的大小、形状、相互排列与联结等,一般分为单粒结构、蜂窝结构和絮状结构。

单粒结构是由土粒在水或空气中下沉而形成的。全部由砂粒或更粗土粒组成的土常具有单粒结构。颗粒之间几乎没有联结。单粒结构可以是疏松的,也可以是紧密的。

蜂窝结构主要是由较细的土粒(如粉粒)组成的土的结构形式,该结构孔隙体积较大。

絮状结构是由粘粒集合体组成的结构形式。该结构的孔隙体积较大。

土的构造:在同一土层剖面中颗粒或颗粒集合体相互间的特征称为土的构造。土的构造最大特征就是成层性,即具有层理构造。常见有水平层理构造和交错层理构造。土的构造的另一特征是土的裂隙性,即裂隙构造。

土的密度  $\rho$ :单位体积土的质量称为土的质量密度,简称土的密度,并以  $\rho$  表示:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{吨/米}^3)$$

土的重力密度  $\gamma$ :单位体积土所受的重力称为土的重力密度,简称土的重度,并以  $\gamma$  表示:

$$\gamma = \frac{G}{V} = \rho \cdot g \quad (\text{吨/米}^3)$$

土粒相对密度(比重)  $d_s$ :土粒密度(单位体积土粒的质量)与 4°C 时纯水密度  $\rho_w$  之比,称为土粒相对密度,或称土粒比重,并以  $d_s$  表示:

$$d_s = \frac{\rho_s}{\rho_w}$$

土的含水量  $w$ :土中水的质量与土粒质量之比(用百分数表示)称为土的含水量,并以  $w$  表示:

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\%$$

含水量的数值和土中水的重力与土粒重力之比(用百分数表示)相同,即:

$$w = \frac{G_w}{G_s} \times 100\%$$

土的干密度  $\rho_d$ :单位体积土中土粒的质量称为土的干密度,并以  $\rho_d$  表示:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (\text{吨/米}^3)$$

工程上常以土的干密度来评价土的密实程度,并常用这一指标来控制填土的施工质量。

土的饱和重度  $\gamma_{sat}$ :土中孔隙完全被水充满时土的重度称为饱和重度,并以  $\gamma_{sat}$  表示:

$$\gamma_{sat} = \frac{G_{sat}}{V} \quad (\text{吨/米}^3)$$

土的干重度  $\gamma_d$ :土的单位体积内土粒所受的重力称为土的干重度,并以  $\gamma_d$  表示:

$$\gamma_d = \frac{G_s}{V} = \rho_d \cdot g \quad (\text{吨/米}^3)$$

土的有效重度  $\gamma'$ :地下水位以下的土受到水的浮力作用,扣除水浮力后单位体积土所受的重力称为土的有效重度,又称浮重度,以  $\gamma'$  表示:

$$\gamma' = \frac{G_s}{V} = \gamma_d$$

$$\text{或 } \gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

土的孔隙比  $e$ :土中孔隙体积与土粒体积之比称为土的孔隙比,并以  $e$  表示:

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

土的孔隙率  $n$ :土中孔隙体积与总体积之比(用百分数表示)称为土的孔隙率,以  $n$  表示:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$$

液限的饱和度  $\omega_{L_1}$  土中水的体积与孔隙体积之比(用百分数表示)称为土的饱和度,以  $\omega_{L_1}$  表示:

$$\omega_{L_1} = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$$

习惯上根据饱和度  $\omega_{L_1}$  的数值,把细砂、粉砂等土分为稍湿( $\omega_{L_1} \leq 70\%$ )、很湿( $70\% < \omega_{L_1} \leq 85\%$ )、饱和( $\omega_{L_1} > 85\%$ )三种湿度状态。

液限  $\omega_L$  土由可塑状态转到流动状态的界限含水量称为液限,用  $\omega_L$  表示。

塑限  $\omega_p$  土由半固态转到可塑状态的界限含水量称为塑限(即土呈可塑状态时的下限含水量),用符号  $\omega_p$  表示。

塑性指数  $I_p$  土的液限和塑限的差值称为塑性指数,用符号  $I_p$  表示:

$$I_p = \omega_L - \omega_p$$

液性指数  $I_L$  液性指数是粘性土的天然含水量和塑限的差值与塑性指数之比,用符号  $I_L$  表示:

$$I_L = \frac{\omega - \omega_p}{I_p}$$

碎石土 碎石土是粒径大于  $d_{60}$  的颗粒超过总质量  $5\%$  的土。碎石土根据粒组含量及形状分为漂石或块石、卵石或碎石、圆砾或角砾。

砂土 砂土是指粒径大于  $d_{60}$  的颗粒不超过总质量的  $5\%$ ,而粒径大于  $d_{2.5}$  的颗粒超过总质量  $5\%$  的土。砂土按粒组含量分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。

粉土 粉土是指塑性指数  $I_p$  小于或等于  $12$  且粒径大于  $d_{60}$  的颗粒含量不超过总质量  $5\%$  的土。

粘土 粘性土是指塑性指数  $I_p$  大于  $12$  的土。粘性土按塑性指数  $I_p$  的大小分为粉质粘土和粘土两大类。

## 五、简答题

何谓土粒组?土粒六大粒组划分标准是什么?

粒径大小在一定范围内的土粒,其矿物成分及性质都比较接近,就划分为一个粒组。

土粒六大粒组划分的标准是粒径范围和土粒所具有的一般特征,如透水性大小、有无粘性,有无毛细水等。

粘性土根据什么方法定名?定名时要注意哪些问题?

无粘性土的常见土类有砂土和碎石土。对这两类土的定名可依据砂土和碎石土的定义进行。砂土是指粒径大于  $d_{60}$  的颗粒不超过总质量  $5\%$ ,而粒径大于  $d_{2.5}$  的颗粒超过总质量  $5\%$  的土,砂土按粒组含量分为砾砂、粗砂、中砂、细砂和粉砂。碎石土是指粒径大于  $d_{60}$  的颗粒超过总质量  $5\%$  的土,碎石土根据粒组含量及形状分为漂石或块石、卵石或碎石、圆砾或角砾。

碎石土和砂土的定名要依据教材  $\omega_{L_1}$  表  $\omega_p$  表  $I_p$  表进行。但应注意的是,定名时要根据粒径分组由大到小以最先符合者确定。

粘性土和粘土在矿物成分、土的结构、物理状态各方面,有何重要区别?

无粘性土和粘性土作为工程中的两大土类,在矿物成分、土的结构和物理状态方面存在着差异。

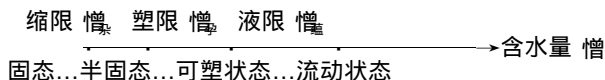
(矿物成分:无粘性土一般由原生矿物组成,其成分与母岩相同,只经历了一个物理风化过程,颗粒较粗;粘性土一般由次生矿物组成,其成分与母岩相比发生了变化,它是由原生矿物或母岩经化学作用或生物化学作用后生成的新物质,所以化学稳定性差,颗粒较细。如粘土颗粒,粒径小于  $d_{2.5}$ ,亲水性强,透水性弱,遇水会产生一系列复杂的物理化学变化。

(土的结构:从土的结构上看,无粘性土颗粒较粗,粒间的结合水较少,土粒之间的粘结力很弱或无粘结,土粒在重力作用下下沉时,往往形成单粒结构。粘性土颗粒较细,其中的粉粒在水中下沉碰到已经沉积的土粒时,由于它们之间的吸引力大于其自重,因此土粒将停留在接触面上,形成具有很大孔隙的蜂窝状结构。粒径大于  $d_{60}$  的粘粒,自重很小,在水中靠单个土粒的自重根本不能下沉,而是处于一种悬浮状态,若在这种悬浮液中加入电解质,土粒就会凝聚成类似海绵的絮状集合体,并聚合到一定质量时下沉,形成孔隙很大的絮状结构。因此,天然状态下的粘性土,都具有一定的结构性、灵敏度和触变性。

(按物理状态:工程上,规范要求砂土的密实度用标准贯入试验锤击数  $N_{60}$  来判断,将砂土分为松散、稍密、中密和密实四种状态;碎石土根据其骨架的颗粒含量大小和排列情况、可挖性和可钻性,将其存在状态分为密实、中密、稍密三种。粘性土的软硬状态是根据液性指数划分的,根据液性指数的数值,可将粘性土分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑五种状态。

液限、塑限的存在状态与含水量有关,而粘性土的软硬状态却用液性指数  $I_L$  定义,为什么?

粘性土颗粒很细,所含粘土矿物成分较多,故水对其性质影响较大。当含水量较大时,土处于流动状态;当含水量减小到一定程度时,粘性土具有可塑状态的性质,即在外力作用下,土可塑成任何形状而不发裂,也不改变其体积,当外力去掉后,仍可保持所塑的形式,如果含水量继续减小,土就会由可塑状态转变为半固态或固态。粘性土的存在状态与含水量的关系可用图示表示为:



可见,当土的天然含水量  $w > w_L$  时,土处于流动状态;当  $w_{p,0} < w < w_L$  时,土处于可塑状态;当  $w_{p,0} < w < w_L$  时,土处于半固态;  $w < w_{p,0}$  时,土处于固体状态。

可见,含水量的大小确实影响着粘性土的存在状态。但对于含不同矿物成分的粘性土,即使具有相同的含水量,也未必处于同样的物理状态,也就是说,含水量不能作为粘性土存在状态划分的依据。因为含不同矿物成分的粘性土在同一含水量下稠度不同。在一定的含水量下,一种土可能处于可塑状态,而含不同矿物颗粒的另一种粘性土可能处于流动状态,且两种土的塑限  $w_p$  和液限  $w_L$  也不相同。因此,粘性土的存在状态应由与土的含水量  $w$ 、塑限  $w_p$ 、液限  $w_L$  都有关,的另一指标液性指数  $I_L$  来划分,

$I_L$  的计算表达式为:  $I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p}$ 。当  $I_L < 0$  时,土处于坚硬状态;  $I_L > 1$  时,土处于流塑状态。《规范》按  $I_L$  的大小将粘性土的存在状态划分为坚硬、硬塑、可塑、软塑和流塑五种,标准如下表所示:

粘性土状态的划分

状态	坚硬	硬塑	可塑	软塑	流塑
液性指数	$I_L < 0$	$0 < I_L < 1$	$1 < I_L < 1.7$	$1.7 < I_L < 2.0$	$I_L > 2.0$

何谓土的不均匀系数?写出其表达式并加以解释。其工程意义如何?

土的不均匀系数是指工程上用来反映粒径级配的不均匀程度的一个量,它无单位,用  $C_u$  或  $C_c$  表示。

其计算表达式为:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{30}}$$

式中  $d_{60}$ ——小于某粒径的土粒质量占土总质量 60% 时的粒径,该粒径称为限定粒径或控制粒径;  
 $d_{30}$ ——小于某粒径的土粒质量占土总质量 30% 时的粒径,该粒径称为有效粒径。

工程上,把  $C_u < 5$  的土看作均匀的,即级配不好;把  $C_u > 5$  的土看作不均匀,级配良好。在填土工程中,可根据不均匀系数  $C_u$  值来选择土料, $C_u$  值较大的土,颗粒较不均匀,可获得较大的密实度,也易于夯实。

土粒的相对密度和土的相对密实度有何区别?如何按相对密实度判断砂土的密度程度?

土粒相对密度是土的三相比例指标之一,也是在实验室里可直接测定的一个指标,它表示土粒密度(单位体积土粒的质量)与  $4^\circ\text{C}$  时纯水密度之比,也称为土粒比重,用  $d_s$  表示,其计算表达式为:

$$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w}$$

式中  $m_s$ ——土粒的质量;  
 $V_s$ ——土粒的体积;



