

2014 全国勘察设计注册工程师执业资格考试用书

注册岩土工程师执业资格考试 专业考试复习教程

○ 高大钊 李广信 | 编

- ◇ 同济大学高大钊教授、清华大学 [] 经验以及对岩土工程的深刻理解，为广大考生指点迷津。
- ◇ 依据最新考试大纲、规范和规程，对主要知识点通过复习提示、考点分析、典型例题解析等进行深入讲解，专业水准高，精炼透彻，切中考核核心。



人民交通出版社
China Communications Press

2014 全国勘察设计注册工程师执业资格考试用书

注册岩土工程师执业资格考试 专业考试复习教程

Zhuge Yantu Gongchengshi Zhiye Zige Kaoshi
ZhuanYe Kaoshi Fuxi Jiaocheng

⊙ 高大钊 李广信 | 编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书依据最新注册岩土工程师执业资格考试大纲编写。根据不同专业背景的考生复习备考的特点,按照“学习—巩固—提高”的思路,由浅入深,以点带面,引领考生系统地学习岩土工程知识,加深对新规范的准确理解并熟练运用,熟悉岩土工程考试的解题规律,提升应试技巧。全书共分11章,内容包括:岩土工程勘察、岩土工程设计基本原则、浅基础、深基础、地基处理、土工结构与边坡防护、基坑与地下工程、特殊条件下的岩土工程、地震工程、岩土工程检测与监测、工程经济与管理。每章设置必备基础知识与复习提示、考点分析、典型例题解析、模拟自测题四个模块。

本书主要读者对象为参加注册岩土工程师执业资格考试的考生,也可供从事岩土工程及相关专业的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

注册岩土工程师执业资格考试专业考试复习教程 /
高大钊, 李广信编. -- 北京: 人民交通出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-114-11296-6

I. ①注… II. ①高… ②李… III. ①岩土工程—工
程师—资格考试—自学参考资料 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055529 号

书 名: 注册岩土工程师执业资格考试专业考试复习教程

著 作 者: 高大钊 李广信

责任编辑: 王 霞

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 39

字 数: 937 千

版 次: 2014 年 4 月 第 1 版

印 次: 2014 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11296-6

定 价: 158.00 元

(有印刷、装订质量问题, 由本社负责调换)



前言

经过半年多时间的准备,由清华大学李广信教授和我合作编写的这本注册岩土工程师专业考试的复习材料终于和读者见面了。

我们两人都是大学的退休教师,退休以后把讲台面向社会,面向工程界,用各种形式继续传授和普及土力学的知识——包括在网络上回答工程师们所提出的各种问题,写一些帮助工程师理解土力学的工程技术读物,也包括为准备参加注册岩土工程师专业考试的工程师们提供这本复习资料。

记得是在 15 年前,建设综合勘察研究设计院的方鸿琪院长请我参加岩土工程师的注册考试命题的筹备工作,后来在 2002 年开始实施,从第一次考试到今年已经有 13 年了。我是在 2012 年初离开专家组的,参加了十年的注册考试的出题评分工作,对我说,这是一个很重要的社会经历。通过注册考试专家组的工作,可以了解我国岩土工程界的技术状况,可以知道岩土工程师最需要的是哪些方面的土力学知识,哪些问题对工程技术人员来说是至关重要的,哪些内容是岩土工程师们比较难以理解的问题,也可以从中发现学校工程教育所存在的问题,可以反思学校的土力学教学工作。

在注册考试专家组工作,为帮助了解我国岩土工程界的技术状况提供了很好的条件。参加专家组的工作,对于我们大学教师来说,也是了解社会,以便更好地服务社会,更好地为提高我国岩土工程师队伍的科技水平做出我们应有的贡献。本着这样的想法,我们在离开了考题评分专家组之后的这两年中,应邀参加了一点培训活动,但我们谢绝了更多培训机构的热情邀请。我们希望通过与考生面对面的接触、直接的了解,有助于回顾与反思在专家组时对考生的估计,有助于研究如何做好岩土工程师的在职教育。我们发现,当年我们对情况的估计与考生的实际情况,还是存在不小差距的。这些使我们对于注册考试这样一项工作有了更深入的、全面的理解与思考,也对大学的土力学教学工作的改革有了更加深入的认识。

应人民交通出版社的邀请,我们把这两年来讲课的一些材料整理出版,以供参加考试的工程师们参考。但是,希望读者不要因为我们两人曾经是专家组成员的经历而寄予过高的期望,我们的过去并不能说明什么,我们也没有这个本领去估计现在的专家组会出什么样的试题。在这本书中,我们只是想告诉大家,根据我们的理解,在以往的考试中,哪些方面可能是岩土工程师应该掌握的基本内容,哪些类型的题目应该多加以练习,无论对于应试,或者对于工作,都是有好处的。当然,考题每年肯定都会在

不断地变化,注册考试本身还在不断地发展,我们也没有这个本领在这本书中预测考题今后可能的变化趋势。

为便于复习,本书的章次按考试大纲的程序安排,每章的内容包括复习提示、考点分析、典型例题解析与点评和模拟自测题四个主要部分。**必备基础知识与复习提示**是对每章主要内容的简要归纳,以便于读者理清概念、复习主要的计算公式,但内容并不追求全面。**考点分析**是对一些主要考点的归纳以帮助读者掌握整体思路。**典型例题解析与点评**是对以往一些比较典型的代表性考题作解题的分步骤分析讲解,以理清楚解题的思路,对有的试题还做一些分析点评以深化解题思想。**模拟自测题**是提供给读者检查自己解题能力的作业,答案安排在全书的最后,以便读者在解题以后查对答案。这两部分的题目大多选自以往历年的试题,这是因为历年的这些试题当年都是经过了专家组集体反复的推敲与琢磨,应该比较严密,也有一定的代表性,是比较经典的,读者阅读这些题目,可以达到举一反三的效果。

本书是由李广信教授和我分工完成的,第五章到第八章由李广信教授编写,其余由我编写。为了及时出版以满足读者的需要,对全书内容的提炼还是不充分的,还需要通过读者的使用和反馈,进一步加以补充和修改。请发现问题或错误的读者给我们及时反映,以便在以后的版本中加以改正和完善(本书读者交流平台:QQ群—146925316)。

高大钊

2014年2月于同济园

目 录

第一章 岩土工程勘察	1
1.1 岩土的分类、鉴定与评价	2
1.1.1 岩石的分级与分类	2
1.1.2 土的粒度成分	4
1.1.3 三相图	6
1.1.4 试验指标	7
1.1.5 换算指标	8
1.1.6 三相比例指标的互相换算	9
1.2 土的压缩试验原理与压缩性指标	17
1.2.1 压缩试验原理	18
1.2.2 固结系数的测定	22
1.3 库仑定律与土的抗剪强度指标	26
1.3.1 土的摩尔—库仑强度理论	26
1.3.2 直接剪切试验	29
1.3.3 三轴压缩试验	30
1.4 土的达西定律与渗透稳定性分析	34
1.4.1 土的渗透性	34
1.4.2 室内常水头渗透试验	36
1.4.3 室内变水头渗透试验	37
1.4.4 现场抽水试验	38
1.4.5 成层土的渗透系数	39
1.5 原位测试	46
1.5.1 载荷试验	46
1.5.2 土的变形模量	47
1.5.3 极限承载力确定方法	47
1.5.4 容许承载力确定方法	47
1.5.5 十字板剪切试验	48
1.5.6 旁压试验	48
1.5.7 侧胀试验	49
第二章 岩土工程设计基本原则	58
2.1.1 设计荷载	58
2.1.2 设计极限状态	59
2.1.3 设计方法	61

2.1.4	如何处理岩土工程与上部结构不同设计方法所带来的问题	63
2.1.5	工程实践中的岩土工程安全度问题	64
第三章	浅基础	74
3.1	基础埋置深度	74
3.1.1	冻土地区考虑冻结深度的影响	76
3.1.2	土坡坡顶上建筑物的地基稳定性——边坡上方的基础到边坡的距离与埋深的关系	77
3.2	地基承载力的确定方法	81
3.2.1	地基容许承载力的确定方法	81
3.2.2	承载力理论公式法	81
3.2.3	现场载荷试验法	82
3.2.4	规范地基承载力表格法	84
3.2.5	影响地基承载力因素分析	85
3.3	地基承载力的验算	92
3.3.1	容许承载力设计原则	92
3.3.2	总安全系数设计原则	93
3.3.3	概率极限状态设计原则	93
3.3.4	设计表达式	94
3.3.5	选用的主要规范及其有关条文的比较	94
3.4	地基变形计算	101
3.4.1	土的自重应力	101
3.4.2	渗流对自重应力的影响	102
3.4.3	附加应力的计算	105
3.4.4	基础底面压力分布的简化计算	111
3.4.5	上部结构荷载与基础底面压力分布的关系	112
3.4.6	大偏心和小偏心的判断	112
3.4.7	基础底面压力的性质	112
3.4.8	地基沉降的计算	114
3.4.9	分层总和法计算	117
3.4.10	应力面积法计算	119
3.5	基础设计计算	132
3.5.1	无筋扩展基础设计	132
3.5.2	基础抗冲切承载力验算	133
3.5.3	基础底板的受剪承载力验算	134
3.5.4	基础底板的抗弯验算	134
第四章	深基础	150
4.1	单桩竖向承载力	151
4.1.1	单桩竖向静载荷试验	151
4.1.2	利用静力触探(CPT)估算钢筋混凝土打入桩承载力	153
4.1.3	规范经验参数法	154

4.1.4	桩身强度验算	155
4.2	群桩竖向承载力	166
4.2.1	基本原理与方法	166
4.2.2	软土地基减沉复合疏桩基础	168
4.2.3	群桩软弱下卧层承载力验算	169
4.3	负摩阻力、抗拔承载力	176
4.3.1	负摩阻力产生的原因	176
4.3.2	中性点及其位置的确定	177
4.3.3	桩的负摩阻力计算	178
4.3.4	桩的抗拔承载力	179
4.4	桩基沉降	189
4.4.1	角点法	189
4.4.2	桩基等效沉降系数	191
4.5	水平承载力和水平位移	198
4.5.1	单桩在水平荷载作用下的工作性状	198
4.5.2	单桩、单排桩与多排桩基础	199
4.5.3	分项综合效应系数法	200
4.5.4	桩的水平承载力	200
4.6	承台设计	206
4.6.1	承台板的正截面抗弯强度验算	206
4.6.2	承台板的冲切验算	208
4.6.3	承台板的斜截面受剪承载力验算	210
4.7	沉井基础	219
4.7.1	确定下沉系数 K_1 、下沉稳定系数 K'_1 和抗浮安全系数 K_2	219
4.7.2	刃脚计算	220
4.7.3	刃脚向外挠曲的计算(配置内侧竖向钢筋)	221
4.7.4	确定刃脚内侧竖向钢筋	222
4.7.5	刃脚向内挠曲的计算(配置外侧竖向钢筋)	222
4.7.6	刃脚水平受力计算	222
4.7.7	井壁计算	222
4.7.8	封底混凝土的厚度计算	224
第五章	地基处理	228
5.1	地基处理方法与机理	228
5.1.1	地基处理主要方法及适用性	228
5.1.2	地基处理的目的与机理	230
5.2	换填	237
5.2.1	垫层材料	237
5.2.2	垫层设计	237
5.2.3	压力扩散角与垫层压实度	238
5.3	强夯与强夯置换	244

5.3.1	适用条件	244
5.3.2	施工	245
5.3.3	设计	245
5.3.4	验收	246
5.4	预压渗流固结	249
5.4.1	预压与排水	249
5.4.2	分级线性加载下平均固结度的计算	252
5.4.3	预压固结对土强度的提高	255
5.5	复合地基	265
5.5.1	分类与设计	265
5.5.2	散体材料桩复合地基	267
5.5.3	水泥搅拌桩	268
5.5.4	旋喷桩	268
5.5.5	灰土与土挤密桩	269
5.5.6	夯实水泥土桩	270
5.5.7	水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)	270
5.5.8	柱锤冲扩桩	270
5.5.9	多桩型复合地基	270
5.6	注浆加固	287
5.6.1	目的与材料	287
5.6.2	水泥浆液注浆	287
5.6.3	硅化浆液注浆	287
5.6.4	碱液法	288
5.6.5	施工与检验	288
第六章	土工结构与边坡防护	293
6.1	土工结构	294
6.1.1	土工结构的设计原则及内容	294
6.1.2	土工结构填料的选用填料基本要求	294
6.1.3	压实标准及检验	296
6.1.4	土石坝的设计计算	297
6.1.5	土工结构的防护	299
6.1.6	生活垃圾填埋处理	299
6.2	边坡	310
6.2.1	坡体结构、影响边坡稳定的因素与边坡破坏的类型	310
6.2.2	边坡稳定的分析方法——极限平衡法	311
6.2.3	不同土工结构抗滑稳定的要求	313
6.3	边坡防护结构	328
6.3.1	边坡防护结构	328
6.3.2	挡土墙及其土压力	328
6.3.3	考点分析	334

第七章 基坑与地下工程	343
7.1 基坑工程	344
7.1.1 支护结构的选型	344
7.1.2 支护结构的设计和计算方法	345
7.1.3 桩、墙支挡式结构	349
7.1.4 土钉墙	360
7.1.5 重力式水泥土墙	362
7.2 地下工程	378
7.2.1 影响洞室围岩稳定的主要因素	378
7.2.2 围岩分类及支护、加固的设计方法	378
7.2.3 新奥法的施工理念和技术要点	384
7.2.4 矿山法、掘进机法、盾构法的特点及适用条件	385
7.2.5 开挖前后岩土体应力应变测试方法及检测与监测	385
7.2.6 地下工程施工中常见的失稳类型及预报防护方法	386
7.3 地下水控制	395
7.3.1 地下水控制的各种措施及适用条件	395
7.3.2 地下水控制的设计方法	399
7.3.3 渗透变形	401
7.3.4 地下水控制对环境的影响与防止措施	401
第八章 特殊条件下的岩土工程	409
8.1 特殊性岩土	410
8.1.1 软土	410
8.1.2 湿陷性土	411
8.1.3 膨胀土	415
8.1.4 冻土	417
8.1.5 盐渍土	419
8.1.6 风化岩与残积土	420
8.2 岩溶与土洞	435
8.2.1 岩溶与土洞的发育条件和规律	435
8.2.2 岩溶的分类与工程场地适宜性评价	435
8.2.3 岩溶与土洞的塌陷机理	436
8.2.4 岩溶场地的勘察要求	436
8.2.5 岩溶与土洞的处理	437
8.2.6 岩溶地基的分析方法	437
8.3 地质灾害与环境岩土	444
8.3.1 滑坡、危岩与崩塌	444
8.3.2 泥石流	445
8.3.3 采空区	447
8.3.4 地面沉降	450
8.3.5 废弃物处理场地	451

8.3.6 地质灾害危险性评估	451
第九章 地震工程	465
9.1 地震影响系数曲线与特征周期	465
9.1.1 水平地震影响系数	466
9.1.2 抗震设防烈度	466
9.1.3 抗震设防标准	466
9.1.4 特征周期	467
9.1.5 地震影响系数	467
9.2 剪切波速与覆盖层厚度	476
9.2.1 土层剪切波速的测量	476
9.2.2 覆盖层厚度的确定	477
9.2.3 土层的等效剪切波速的计算	477
9.3 砂土液化评价	483
9.3.1 土体液化机理与影响因素	483
9.3.2 液化的初步判别	484
9.3.3 标准贯入试验判别法	484
9.3.4 液化等级	485
9.4 地基基础的抗震验算	489
9.4.1 天然地基	489
9.4.2 桩基础	490
第十章 岩土工程检测与监测	498
第十一章 工程经济与管理	510
附录 1 模拟自测题答案	518
附录 2 2013 年度全国注册土木工程师(岩土)执业资格考试试题及参考答案	560

第一章 岩土工程勘察

考试大纲

1. 勘察工作的布置

熟悉场地条件、工程特点和设计要求,合理布置勘察工作。

2. 岩土的分类和鉴定

掌握岩土的工程分类和鉴别,熟悉岩土工程性质指标的物理意义及其工程应用。

3. 工程地质测绘和调查

掌握工程地质测绘和调查的要求和方法;掌握各类工程地质图件的编制。

4. 勘探与取样

了解工程地质钻探的工艺和操作技术;熟悉岩土工程勘察对钻探、井探、槽探和洞探的要求,熟悉岩石钻进中的 RQD 方法;熟悉各级土样的用途和取样技术;熟悉取土器的规格、性能和适用范围;熟悉取岩石试样和水试样的技术要求;了解主要物探方法的适用范围和工程应用。

5. 室内试验

了解岩土试验的方法;熟悉岩土试验指标间的关系;熟悉根据岩土特点和工程特点提出对岩土试验和水分析的要求;熟悉岩土试验和水分析成果的应用;熟悉水和土对工程材料腐蚀性的评价方法。

6. 原位测试

了解原位测试的方法和技术要求,熟悉其适用范围和成果的应用。

7. 地下水

熟悉地下水的类型和运动规律;熟悉地下水对工程的影响;了解抽水试验、注水试验和压水试验的方法,掌握以上试验成果的应用。

8. 岩土工程评价

掌握岩土力学基本概念在岩土工程评价中的应用;掌握岩土工程特性指标的数据处理和选用;熟悉场地稳定性的分析评价方法;熟悉地基承载力、变形和稳定性的分析评价方法;掌握勘察资料的分析整理和勘察报告的编写。

1.1 岩土的分类、鉴定与评价

依据的主要规范:

《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)

3.2 岩石的分类和鉴定

3.3 土的分类和鉴定

14.2 岩土参数的分析和选定

附录 A 岩土分类和鉴定

《公路工程地质勘察规范》(JTG C20—2011)

3.2 岩石的分类

3.3 土的分类

《港口岩土工程地质勘察规范》(JTS 133-1—2010)

4.1 岩的分类

4.2 土的分类

《地下铁道、轻轨交通岩土工程勘察规范》(GB 50307—2012)

4.1 岩石的分类

4.2 土的分类

必备基础知识与复习提示

土是由岩石经过物理风化和化学风化作用后的产物,但岩石和土的分类却有很大的不同。这是由于岩石和土的物理状态有很大的区别,土是由处于分散状态的各种大小不同的土粒按各种比例组成的集合体,土粒之间的孔隙中包含着水和气体,是一种三相体系。而岩石是由大小不同的矿物颗粒聚合或胶结而成的固体物质,由于物理和化学的各种自然原因,岩石被不同组合的结构面分割成大小不同的碎块。岩石的物理状态取决于岩石的矿物成分和环境因素的作用。因此,岩石和土的分类依据是不同的。但自然界从岩石风化成土,又从土经过压密和胶结而形成了沉积岩,在岩石和土之间是逐渐过渡的。

本节主要复习土的物质组成以及定性、定量描述其物质组成的方法,包括土的三相组成、土的三相指标、黏性土的界限含水率、砂土的密实度、土和岩石的工程分类等。这些内容都是岩土工程师所必需的基本知识,也是评价土的工程性质、分析与解决土的工程技术问题的基础。

1.1.1 岩石的分级与分类

岩石是天然形成的具有一定结构构造的由一种或多种矿物组成的集合体。岩体是指包括各种结构面的原位岩石的集合体。岩石的分类是岩体质量评价的基础。

岩石按成因分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009

年版)按岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级进行分类,见表 1-1-1~表 1-1-3。

岩石坚硬程度分类 表 1-1-1

坚硬程度	坚硬岩	较硬岩	较软岩	软岩	极软岩
饱和单轴抗压强度 (MPa)	$f_r > 60$	$60 \geq f_r > 30$	$30 \geq f_r > 15$	$15 \geq f_r > 5$	$f_r \leq 5$

注:1. 当无法取得饱和单轴抗压强度数据时,可用点荷载试验强度换算,换算方法按现行国家标准《工程岩体分级标准》(GB 50218)执行。
2. 当岩体完整程度为极破碎时,可不进行坚硬程度分类。

岩体完整程度分类 表 1-1-2

完整程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
完整性指数	> 0.75	$0.75 \sim 0.55$	$0.55 \sim 0.35$	$0.35 \sim 0.15$	< 0.15

注:完整性指数为岩体压缩波速与岩块压缩波速之比的平方,选定岩体和岩块测定波速时,应注意其代表性。

岩体基本质量等级分类 表 1-1-3

完整程度 坚硬程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
坚硬岩	I	II	III	IV	V
较硬岩	II	III	IV	IV	V
较软岩	III	IV	IV	V	V
软岩	IV	IV	V	V	V
极软岩	V	V	V	V	V

《工程岩体分级标准》(GB 50218—94)规定,岩石坚硬程度的定量指标,应采用岩石单轴饱和抗压强度 R_c [在《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)中用符号 f_r]。如采用岩石的直径为 50mm 标准试件的点荷载强度指数 $I_{s(50)}$,可用下式换算:

$$R_c = 22.82 I_{s(50)}^{0.75}$$

(1-1-1)

式中: $I_{s(50)}$ ——直径为 50mm 标准试件的点荷载强度指数。

岩体完整程度的定量指标采用岩体完整性指数 K_v 评价:

$$K_v = \left(\frac{V_{pm}}{V_{pr}} \right)^2$$

(1-1-2)

式中: V_{pm} ——岩体的压缩波(弹性纵波)波速(km/s);

V_{pr} ——岩块的压缩波(弹性纵波)波速(km/s)。

如无实测资料时,可用岩体体积节理数 J_v 按表 1-1-4 确定对应的 K_v 值。

J_v 与 K_v 对照表 表 1-1-4

J _v (条/m ³)	<3	3~10	10~20	20~35	>35
K _v	>0.75	0.75~0.55	0.55~0.35	0.35~0.15	<0.15

岩体基本质量指标 BQ 应根据分级因素的定量指标 R_c 的兆帕数值和 K_v,按下式计算:

$$BQ = 90 + 3R_c + 250K_v$$

(1-1-3)

使用上式时,应遵守下列限制条件:

- 当 $R_c > 90K_v + 30$ 时,应以 $R_c = 90K_v + 30$ 和 K_v 代入计算 BQ;
- 当 $K_v > 0.04R_c + 0.4$ 时,应以 $K_v = 0.04R_c + 0.4$ 和 R_c 代入计算 BQ。

1.1.2 土的粒度成分

天然土是由大小不同的颗粒组成的,土粒的大小称为粒度。土颗粒的大小相差悬殊,从大于几十厘米的漂石到小于几微米的胶粒。同时由于土粒的形状往往是不规则的,很难直接测量土粒的大小,只能用间接的方法来定量地描述土粒的大小及各种颗粒的相对含量。常用的方法有两种,对粒径大于 0.075mm 的土粒常用筛分析的方法,而对小于 0.075mm 的土粒则用沉降分析的方法。工程上常用不同粒径颗粒的相对含量来描述土的颗粒组成情况,这种指标称为粒度成分。

天然土的粒径一般是连续变化的,为了描述的方便,工程上常把大小相近的土粒合并为组,称为粒组。粒组间的分界线是人为划定的,划分时应使粒组界限与粒组性质的变化相适应,并按一定的比例递减关系划分粒组的界限值。见表 1-1-5、表 1-1-6。

粒组划分标准(GB 50021—2001)(2009 年版) 表 1-1-5

粒 组 名 称	粒组范围(mm)	粒 组 名 称	粒组范围(mm)
漂石(块石)粒组	>200	砂粒粒组	0.075~2
卵石(碎石)粒组	20~200	粉粒粒组	0.005~0.075
砾石粒组	2~20	黏粒粒组	<0.005

粒 组 划 分 表 1-1-6

粒组统称	《土的工程分类标准》		《公路土工试验规程》	
	粒组名称	粒组范围(mm)	粒组名称	粒组范围(mm)
巨 粒	漂石(块石)	>200	漂石(块石)	>200
	卵石(碎石)	200~60	卵石(小块石)	200~60
粗 粒	砾 粒	粗砾	粗砾	60~20
		细砾	中砾	20~5
		砂粒	细砾	5~2

续上表

粒组统称	《土的工程分类标准》		《公路土工试验规程》	
	粒组名称	粒组范围(mm)	粒组名称	粒组范围(mm)
粗粒	—	—	粗砂	2~0.5
			中砂	0.5~0.25
			细砂	0.25~0.075
细粒	粉粒	0.075~0.005	粉粒	0.075~0.002
	黏粒	<0.005	黏粒	<0.002

累计曲线法是一种图示的方法,通常用半对数纸绘制,横坐标(按对数比例尺)表示某一粒径,纵坐标表示小于某一粒径的土粒的百分含量。表 1-1-7 中三种土的累计曲线示于图 1-1-1。

粒度成分的累计百分含量表示法 表 1-1-7

粒径 d_i (mm)	粒径小于等于 d_i 的累计百分含量 p_i (%)		
	土样 A	土样 B	土样 C
10	—	100.0	—
5	100.0	75.0	—
2	98.9	55.0	—
1	92.9	42.7	—
0.50	76.5	34.7	—
0.25	35.0	28.5	100.0
0.10	9.0	23.6	92.0
0.075	—	19.0	77.6
0.010	—	10.9	40.0
0.005	—	6.7	28.9
0.001	—	1.5	10.0

在累计曲线上,可确定两个描述土的级配的指标:
不均匀系数

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

(1-1-4)

曲率系数

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{60}d_{10}}$$

(1-1-5)

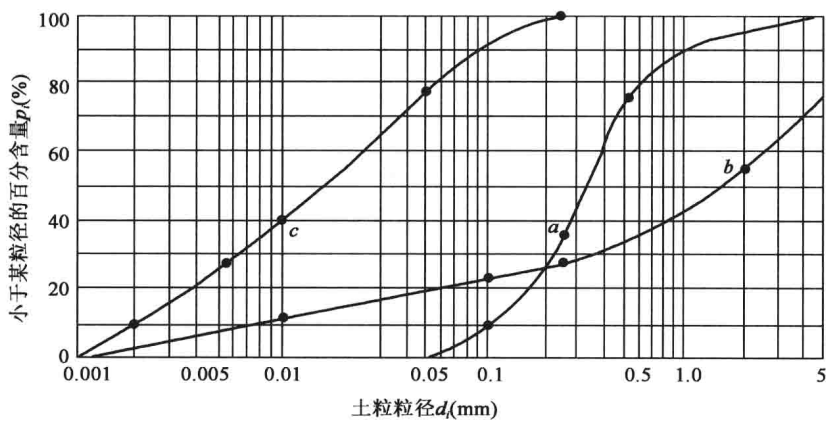


图 1-1-1 土的累计曲线

式中： d_{10} 、 d_{30} 、 d_{60} ——分别相当于累计百分含量为 10%、30% 和 60% 的粒径， d_{10} 称为有效粒径， d_{60} 称为限制粒径。

不均匀系数 C_u 反映大小不同粒组的分布情况， $C_u < 5$ 的土称为匀粒土，级配不良； C_u 越大，表示粒组分布范围比较广， $C_u > 10$ 的土级配良好。但如 C_u 过大，表示可能缺失中间粒径，属不连续级配，故需同时用曲率系数来评价。曲率系数则是描述累计曲线整体形状 的指标。

在注册岩土工程师考试的工程勘察科目中，有许多试题就是直接考核三相指标计算的，还有一些试题的解题过程中需要进行三相指标的换算和分析。由于三相指标计算的途径往往是多样的，不同途径的方法的复杂程度相差比较大，直接影响到答题所需要消耗的时间。因此，从备考的角度，在三相指标计算上如何熟练地计算，尽可能地用最简单的办法，努力减少答题的消耗时间是一个值得关注的问题。

土的三相物质在体积和质量上的比例关系称为三相比例指标。三相比例指标反映了土的干燥与潮湿、疏松与紧密的程度，是评价土的工程性质的最基本的物理性质指标，也是工程地质勘察报告中不可缺少的基本内容。

1.1.3 三相图

为了推导土的三相比例指标，通常把在土体中实际上是处于分散状态的三相物质理想化地分别集中在一起，构成如图 1-1-2 所示。

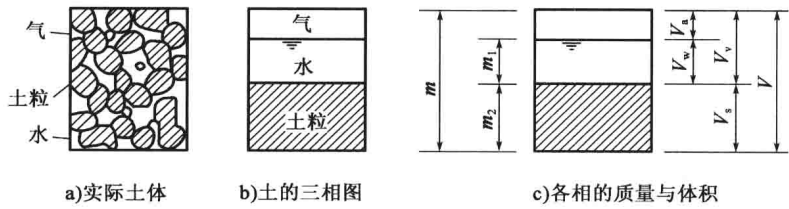


图 1-1-2 土的三相图