



注册工程师考试系列图书

注册土木工程师(岩土)执业资格考试

专业考试复习教程

(第二版)

北京市注册工程师管理委员会(结构) 编



人民交通出版社

China Communications Press

注册土木工程师(岩土)执业资格考试

专业考试复习教程

(第二版)

北京市注册工程师管理委员会(结构) 编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书由北京市注册工程师管理委员会(结构)组织编写,编写人员全部是近年来参加注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试培训工作的专家和教授。教师们以最新考试大纲为依据,以现行规范、规程为基础,编写了本复习教程。教程的目的是为了指导复习,因此力求简明扼要,联系实际,着重于概念和规范的理解运用,并注意突出重点概念。

本教程适合注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试的考前培训和自学使用,是一本优秀的必备参考书。

图书在版编目(CIP)数据

注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试复习教程 / 北京市注册工程师管理委员会编. —2版. —北京:人民交通出版社, 2004.2
ISBN 7-114-04945-5

I. 注… II. 北… 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(2004)第 005236 号

Zhuce Tumu Gongchengshi Yantu Zhiye Zige Kaoshi Zhuanye Kaoshi Fuxi Jiaocheng
注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试复习教程
(第二版)

北京市注册工程师管理委员会结构 编

正文设计:姚亚妮 责任校对:刘 芹 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:51.75 字数:1308 千

2003 年 1 月 第 1 版

2004 年 2 月 第 2 版 第 1 次印刷 总第 2 次印刷

印数:3001—7000 册 定价:85.00 元

ISBN 7-114-04945-5

注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试复习教程

编 委 会

主任委员 魏成林

副主任委员 于春普

主 编 曹纬浚

委 员 (以姓氏笔画为序)

于春普 王笃礼 李广信 沈保汉

金 淮 项 勃 曹纬浚 董津城

魏成林

第 二 版 前 言

建设部和人事部决定自 2002 年起实施注册土木工程师(岩土)执业资格考试制度。

为了帮助岩土工程师们准备考试,北京市注册工程师管理委员会(结构)于 2002 年起即组织了有关注册土木工程师(岩土)考试的辅导工作。专业考试辅导的专家都是本专业有较深造诣的教授和高级工程师,分别来自中航勘察设计研究院、中兵勘察设计研究院、北京市勘察设计研究院、北京市城建勘察测绘院、中国建筑科学研究院地基基础研究所、清华大学水利水电工程系、北京市城建设计研究总院、北京市水利规划设计研究院和北京市建筑工程研究院。教师们以考试大纲为依据,以现行规范、教材为基础,为学员们编写了考试复习教程。教程的目的是为了指导复习,因此力求简明扼要,联系实际,着重于概念和规范的理解应用,并注意突出重点概念。

本教程是在北京市注册工程师管理委员会(结构)的组织下,严格按考试大纲编写的,它是在第一版基础上于 2003 年底和 2004 年初进行了充分修订而最后形成的。参加本教程编写的专家有:第一章项勃,第二章金淮;第三章刘金波;第四章李广信;第五章第一、二、三节冉星彦,第四、五节沈保汉,第六、七、八节崔志杰;第六章王笃礼;第七章董津城;第八章杨俊峰。

考生按本教程复习时,应结合阅读相应的规范、规程。本教程每章后均附有参考习题,可作为考生检验复习效果和准备考试的参考。

北京市注册工程师管理委员会(结构)

2004 年 2 月

目 录

第一章 岩土工程勘察	1
第一节 勘察工作的布置	1
第二节 岩土的分类和鉴定	30
第三节 工程地质测绘和调查	56
第四节 勘探和取样	59
第五节 室内试验	69
第六节 原位测试	82
第七节 地下水	93
第八节 特殊性岩土的勘察	109
第九节 岩土工程评价	122
第十节 现场检验和监测	136
参考习题	143
答案	147
第二章 浅基础	148
第一节 地基基础设计荷载与设计原则	148
第二节 浅基础方案选用与比较	152
第三节 地基的评价与计算	156
第四节 浅基础设计	180
第五节 动力基础设计	203
第六节 减小不均匀沉降对建筑物损害的措施	214
第七节 地基基础与上部结构共同作用的概念	217
参考习题	222
答案	223
第三章 深基础	224
第一节 桩基的基本概念、分类、设计选型与布置原则	224
第二节 桩的承载力确定	232
第三节 群桩的竖向承载力	240
第四节 特殊条件下桩的设计及承载力的确定	243
第五节 桩基水平承载力和水平位移	248
第六节 桩基沉降计算	253
第七节 承台的设计与计算	256
第八节 桩基施工	263
第九节 基桩检测与验收	273
第十节 沉井基础	280
参考习题	288
答案	290
第四章 地基处理	292

第一节	概述	292
第二节	复合地基及其设计原则	298
第三节	置换法	304
第四节	深层加密法——强夯法	312
第五节	深层加密法——挤密桩、振冲桩、石灰桩、柱锤冲扩桩	315
第六节	排水预压加固法	324
第七节	化学加固法	335
第八节	土工加筋	342
第九节	处理后地基的设计	343
第十节	地基的防渗处理	352
第十一节	既有建筑物地基加固与基础托换	360
	参考习题	370
	答案	373
第五章	土工结构、边坡与支挡结构、基坑与地下工程	374
第一节	土工结构	374
第二节	边坡	390
第三节	边坡的防护结构	396
第四节	基坑的开挖与支护	408
第五节	基坑工程的监测、检测、常见事故和防止基坑施工对环境的影响	495
第六节	围岩稳定与地应力测试	529
第七节	地下工程施工方法	541
第八节	地下水控制	558
	参考习题	570
	答案	577
第六章	特殊地质条件下的岩土工程	581
第一节	岩溶与土洞	581
第二节	滑坡与崩塌	591
第三节	泥石流	606
第四节	采空区	612
第五节	地面沉降与地裂缝	620
第六节	湿陷性土	628
第七节	膨胀土	640
第八节	冻土	648
第九节	复习指导	661
	参考习题	663
	答案	671
第七章	地震工程	673
第一节	概述	673
第二节	抗震设防的基本知识	674
第三节	地震作用与地震反应谱	688

第四节	抗震设计中的场地问题	694
第五节	土的液化	696
第六节	地基基础的抗震验算	706
第七节	堤坝的抗震验算	710
第八节	例题	713
	参考习题	716
	答案	719
第八章	工程经济与管理	720
第一节	我国现行建设工程项目总投资构成及其包含的内容	720
第二节	我国基本建设的基本程序及项目可行性研究	722
第三节	岩土工程概预算及收费计算原则	727
第四节	岩土工程招标与投标	733
第五节	岩土工程合同	735
第六节	岩土工程监理	737
第七节	有关工程勘察设计咨询业的主要行政法规	741
第八节	2000 版 ISO9000 族标准	743
第九节	建设工程项目管理	748
第十节	注册土木工程师(岩土)的权利与义务	752
第十一节	复习指导	753
附件一	中华人民共和国合同法(摘录)	755
附件二	建设工程勘察合同(一)(示范文本)	757
附件三	建设工程勘察合同(二)(示范文本)	761
附件四	中华人民共和国建筑法	766
附件五	建设工程质量管理条例	774
附件六	实施工程建设强制性标准监督规定	783
附件七	建设工程勘察设计管理条例	785
附件八	工程勘察资质分级标准	789
附件九	建设工程勘察质量管理办法	794
附件十	中华人民共和国招标投标法	797
	参考习题	804
	答案	809
附录一	全国注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试大纲	810
附录二	全国注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试参考书目	816
附录三	注册土木工程师(岩土)执业资格考试专业考试科目、分值、时间分配及 题型特点	818

第一章 岩土工程勘察

第一节 勘察工作的布置

岩土工程勘察是工程建设的重要环节。各项工程建设在设计和施工之前,都必须进行岩土工程勘察。勘察工作的布置则是岩土工程勘察的首要步骤,它直接关系到勘察成果和设计工作的质量。勘察工作的布置不仅与拟建的各类工程的特点、规模、重要性等级、设计要求有关,也与拟建场地和地基的复杂程度有关。因此,在布置勘察工作时,必须首先了解岩土工程勘察的分级。

一、岩土工程勘察分级

(一)按岩土工程勘察规范分级

《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)根据工程重要性等级、场地复杂程度和地基复杂程度等级将岩土工程勘察划分为甲、乙、丙三个等级。

1.工程重要性等级

根据工程的规模和特征,以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果,将工程分为三个重要性等级:

(1)一级工程:重要工程,后果很严重。

(2)二级工程:一般工程,后果严重。

(3)三级工程:次要工程,后果不严重。

2.场地复杂程度等级

根据场地的抗震危险性、不良地质作用发育程度、地质环境破坏程度、地形地貌的复杂程度和地下水情况,将场地分为三个等级。

(1)一级场地(复杂场地)

符合下列条件之一者即为一级场地(复杂场地):

①对建筑抗震危险的地段;

②不良地质作用强烈发育;

③地质环境已经或可能受到强烈破坏;

④地形地貌复杂;

⑤有影响工程的多层地下水、岩溶裂隙水或其他水文地质条件复杂,需专门研究的场地。

(2)二级场地(中等复杂场地)

符合下列条件之一者即为二级场地(中等复杂场地):

①对建筑抗震不利的地段;

②不良地质作用一般发育;

③地质环境已经或可能受到一般破坏;

- ④地形地貌较复杂；
- ⑤基础位于地下水位以下的场地。

(3)三级场地(简单场地)

符合下列条件之一者即为三级场地(简单场地)：

- ①抗震设防烈度等于或小于 6 度,或对建筑抗震有利的地段；
- ②不良地质作用不发育；
- ③地质环境基本未受破坏；
- ④地形地貌简单；
- ⑤地下水对工程无影响。

3.地基复杂程度等级

根据地基土种类的多少、均匀程度、性质变化等,将地基分为三个等级：

(1)一级地基(复杂地基)

符合下列条件之一者即为一级地基(复杂地基)：

- ①岩土种类多,很不均匀,性质变化大,需特殊处理；
- ②严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土,以及其他情况复杂,需作专门处理的岩土。

(2)二级地基(中等复杂地基)

符合下列条件之一者即为二级地基(中等复杂地基)：

- ①岩土种类较多,不均匀,性质变化较大；
- ②除一级地基中规定以外的特殊性岩土。

(3)三级地基(简单地基)

符合下列条件之一者即为三级地基(简单地基)：

- ①岩土种类单一、均匀、性质变化不大；
- ②无特殊性岩土。

4.岩土工程勘察等级的确定

根据工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级,可按下列规定确定岩土工程勘察等级。

甲级:在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中,有一项或多项为一级。

乙级:岩土工程勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目。

丙级:工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级。

注:建筑在岩质地基上的一级工程,当场地复杂程度等级和地基复杂程度等级均为三级时,岩土工程勘察等级可定为乙级。

(二)按其他行业要求分类和分级

1.公路及桥涵的分级

(1)公路工程分级(表 1-1)

公 路 工 程 分 级 表 1-1

类别	等 级	交通量(辆/d)	使 用 任 务 及 性 质
汽车专用公路	高速公路	> 25000 (折合成小客车)	具有特别重要的政治、经济意义,专供汽车分道高速行驶,并全部控制出入的公路

续上表

类别	等 级	交通量(辆/d)	使 用 任 务 及 性 质
汽车专用公路	一级公路	10000 ~ 25000 (折合成小客车)	连接主要政治、经济中心,通往重点工矿区、港口、机场,专供汽车分道行驶,并部分控制出入的公路
	二级公路	2000 ~ 7000 (折合成中型载重车)	连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等地的专用汽车行驶公路
一般公路	二级公路	2000 ~ 5000 (折合成中型载重车)	连接政治、经济中心或大工矿区、港口、机场等地的公路
	三级公路	< 2000 (折合成中型载重车)	沟通县以上城市的公路
	四级公路	< 200 (折合成中型载重车)	沟通县、乡(镇)、村的公路

(2)桥涵的分类(表 1-2)

桥 涵 的 分 类

表 1-2

桥 涵 分 类	多孔跨径总长 $L(\text{m})$	单孔跨径 $L_0(\text{m})$
特殊大桥	$L \geq 500$	$L_0 \geq 100$
大 桥	$L \geq 100$	$L_0 \geq 40$
中 桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_0 < 40$
小 桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_0 < 20$
涵 洞	$L < 8$	$L_0 < 5$

2.铁路的分岭和分级

(1)铁路的分类(表 1-3)

铁 路 的 分 类

表 1-3

分 类	管 理 部 门	职 能
国家铁路	铁道部	承担全国客货运输
地方铁路	地方政府	承担地方客货运输
专用铁路	企业或其他单位	为企业或其他单位运输服务
铁路专用线	企业或其他单位	为企业或其他单位运输服务

(2)国家铁路的分级(表 1-4)

国家铁路的分级

表 1-4

等级	作 用	远期年客货运量(Mt)	最高行车速度(km/h)
I	铁路网中起骨干作用	≥ 15	120
II	铁路网中起骨干作用	< 15	100
	铁路网中起联络、辅助作用	≥ 7.5	
III	为某一区域服务	< 7.5	80

注:①年货运量为重车方向,每对旅客列车上下行各按 0.7Mt 年货运量折算。

②国家铁路网均采用 1435mm 标准轨距。

3. 港口工程的分级

根据港口工程的重要性和建筑物在港口中的作用,将港口建筑物分为三级。

I级:重要港口的主要建筑物,破坏后造成重大损失者。

II级:重要港口的一般建筑物或一般港口的重要建筑物。

III级:小港口中的建筑物或其他港口的附属建筑物。

4. 水利水电工程勘察分级

水利水电工程分级如表 1-5。

水利水电工程的分级

表 1-5

工程等级	工程规模	分 级 指 标						
		水库总库容 (亿 m ³)	防 洪		治涝面积 (万亩)	灌溉面积 (万亩)	供 水	本电站 装机容量 (万 kW)
			保护城镇及工矿区	保护农田面 积(万亩)				
一	大(1)型	> 10	特别重要城市、工矿区	> 500	> 200	> 150	特别重要	> 120
二	大(2)型	10 ~ 1	重要城市、工矿区	500 ~ 100	200 ~ 60	150 ~ 50	重要	120 ~ 30
三	中型	1 ~ 0.1	中等城市、工矿区	100 ~ 30	60 ~ 15	50 ~ 5	中等	30 ~ 5
四	小(1)型	0.1 ~ 0.01	一般城市、工矿区	30 ~ 5	15 ~ 3	5 ~ 0.5	一般	5 ~ 1
五	小(2)型	0.01 ~ 0.001		< 5	< 3	< 0.5		< 1

注:1 亩 = $\frac{2}{3} \times 10^3 \text{ m}^2$ 。

二、各行业工程勘察阶段的划分

因为不同行业工程设计阶段划分方法不同,勘察任务和要求也不同,所以岩土工程勘察阶段的划分,各行业或不同的工程项目是不同的,具体体现在各行业的工程勘察规范上。

岩土工程勘察规范规定:对于房屋建筑和构筑物,勘察阶段一般划分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段;当基坑或基槽开挖后,岩土条件与勘察资料不符或发现必须查明的异常情况时,应进行施工勘察;但岩土工程勘察规范的其他工程勘察阶段的划分也是不同的。

港口工程地质勘察规范规定:勘察阶段划分为可行性研究阶段、初步设计阶段和施工图设计阶段三个勘察阶段。

公路工程地质勘察规范规定:勘察阶段划分为可行性研究阶段、初步工程地质勘察阶段、详细工程地质勘察阶段三个勘察阶段。

铁路工程地质勘察规范规定:勘察阶段划分为(新建铁路)踏勘、初步设计、初测、定测、补充定测五个勘察阶段。

水利水电工程地质勘察规范规定:勘察阶段划分为规划、可行性研究、初步设计和技施设计四个勘察阶段。

三、各类工程的勘察基本要求

(一) 房屋建筑和构筑物

房屋建筑和构筑物一般包括房屋建筑物、高层建筑物、大型公共建筑物、工业厂房和烟囱、

水塔、电视电讯塔等高耸构筑物。

房屋建筑和构筑物的岩土工程勘察,应搜集建筑物上部荷载、功能特点、结构类型、基础形式、埋置深度和变形限值等资料。

1. 岩土工程勘察的主要内容

(1)查明场地和地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特性、土的应力历史和地下水条件以及不良地质作用。

(2)提供满足设计、施工所需的岩土参数,确定地基承载力,预测地基变形性状。

(3)提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议。

(4)提出对建筑物有影响的不良地质作用的防治方案建议。

(5)对于抗震设防烈度等于或大于6度的场地,进行场地与地基的地震效应评价。

2. 可行性研究勘察

可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求,对拟建场地的稳定性和适宜性做出评价,并应符合下列要求:

(1)搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产、当地的工程地质、岩土工程和建筑经验等资料。

(2)在充分搜集和分析已有资料的基础上,通过踏勘了解场地的地层、构造、岩性、不良地质作用和地下水等工程地质条件。

(3)当拟建工程场地地质条件复杂,已有资料不能满足要求时,应根据具体情况进行工程地质测绘和必要的勘探工作。

(4)当有两个或两个以上拟选场地时,应进行比较分析。

3. 初步勘察阶段

(1)初步勘察应符合初步设计的要求,对场地内拟建建筑地段的稳定性做出评价,并进行下列主要工作:

①搜集拟建工程的有关文件、工程地质和岩土工程资料以及工程场地范围的地形图;

②初步查明地质构造、地层结构、岩土物理力学性质、地下水埋藏条件;

③查明场地不良地质作用的成因、分布、规模、发展趋势,并对场地的稳定性做出评价;

④对抗震设防烈度等于或大于6度的场地,应对场地和地基的地震效应做出初步评价;

⑤季节性冻土地区,应调查场地上的标准冻结深度;

⑥初步判定水和土对建筑材料的腐蚀性;

⑦高层建筑初步勘察时,应对可能采取的地基基础类型、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析评价。

(2)初步勘察的勘探工作应符合下列要求:

①勘探线应垂直地貌单元、地质构造和地层界线布置;

②每个地貌单元均应布置勘探点,在地貌单元交接部位和地层变化较大的地段,勘探点应予加密;

③在地形平坦地区,可按网格布置勘探点;

④对岩质地基,勘探线和勘探点的布置、勘探孔的深度,应根据地质构造、岩体特性、风化情况等,按地方标准或当地经验确定;对土质地基,应符合上述要求。

(3)初步勘察勘探线、勘探点的间距可按表1-6确定,局部异常地段应予加密。

初步勘察勘探线、勘探点间距(m)

表 1-6

地基复杂程度等级	勘探线间距	勘探点间距
一级(复杂)	50 ~ 100	30 ~ 50
二级(中等复杂)	75 ~ 150	40 ~ 100
三级(简单)	150 ~ 300	75 ~ 200

注:①表中间距不适用于地球物理勘探。

②控制性勘探点宜占勘探点总数的 1/5 ~ 1/3,且每个地貌单元均应有控制性勘探点。

(4)初步勘察勘探孔的深度可按表 1-7 确定,但当遇下列情形之一时,应适当增减勘探孔深度。

初步勘察勘探孔深度(m)

表 1-7

工程重要性等级	一般性勘探孔	控制性勘探孔
一级(重要工程)	≥ 15	≥ 30
二级(一般工程)	10 ~ 15	15 ~ 30
三级(次要工程)	6 ~ 10	10 ~ 20

注:①勘探孔包括钻孔、探井和原位测试孔等;

②特殊用途的钻孔除外。

①当勘探孔的地面标高与预计整平地面标高相差较大时,应按其差值调整勘探孔深度;

②在预定深度内遇基岩时,除控制性勘探孔仍应钻入基岩适当深度外,其他勘探孔达到确认的基岩后即可终止钻进;

③在预定深度内有厚度较大,且分布均匀的坚实土层(如碎石土、密实砂、老沉积土等)时,除控制性勘探孔应达到规定深度外,一般性勘探孔的深度可适当减小;

④当预定深度内有软弱土层时,勘探孔深度应适当增加,部分控制性勘探孔应穿透软弱土层或达到预计控制深度;

⑤对重型工业建筑应根据结构特点和荷载条件适当增加勘探孔深度。

(5)初步勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求:

①采取土试样和进行原位测试的勘探点应结合地貌单元、地层结构和土的工程性质布置,其数量可占勘探点总数的 1/4 ~ 1/2;

②采取土试样的数量和孔内原位测试的竖向间距,应按地层特点和土的均匀程度确定;每层土均应采取土试样或进行原位测试,其数量不宜少于 6 个。

(6)初步勘察应进行下列水文地质工作:

①调查含水层的埋藏条件,地下水类型、补给排泄条件,各层地下水位,调查其变化幅度,必要时应设置长期观测孔,监测水位变化;

②当需绘制地下水等水位线图时,应根据地下水的埋藏条件和层位,统一量测地下水位;

③当地下水可能浸湿基础时,应采取水试样进行腐蚀性评价。

4. 详细勘察阶段

(1)详细勘察的主要工作

详细勘察应按单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数;对建筑地基做出岩土工程评价,并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。主要应进行下列工作:

①搜集附有坐标和地形的建筑总平面图,场区的地面整平标高,建筑物的性质、规模、荷

载、结构特点,基础形式、埋置深度,地基允许变形等资料;

②查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度,提出整治方案的建议;

③查明建筑范围内岩土层的类型、深度、分布、工程特性,分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力;

④对需进行沉降计算的建筑物,提供地基变形计算参数,预测建筑物的变形特征;

⑤查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物;

⑥查明地下水的埋藏条件,提供地下水位及其变化幅度;

⑦在季节性冻土地区,提供场地土的标准冻结深度;

⑧判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

工程需要时,详细勘察应论证地基土和地下水在建筑施工和使用期间可能产生的变化及其对工程和环境的影响,提出防治方案、防水设计水位和抗浮设计水位的建议。

(2)详细勘察勘探点布置和勘探孔深度

详细勘察勘探点布置和勘探孔深度,应根据建筑物特性和岩土工程条件确定。对岩质地基,应根据地质构造、岩体特性、风化情况,结合建筑物对地基的要求,按地方标准或当地经验确定;对土质地基,应符合下述规定。

①详细勘察勘探点的间距可按表 1-8 确定。

详细勘察勘探点的间距(m)

表 1-8

地基复杂程度等级	勘探点间距(m)
一级(复杂)	10 ~ 15
二级(中等复杂)	15 ~ 30
三级(简单)	30 ~ 50

②详细勘察的勘探点布置,应符合下列规定:

- 勘探点宜按建筑物周边线和角点布置,对无特殊要求的其他建筑物可按建筑物或建筑群的范围布置;

- 同一建筑范围内的主要受力层或有影响的下卧层起伏变化较大时,应加密勘探点,查清其变化;

- 重大设备基础应单独布置勘探点,重大的动力机器基础和高耸构筑物,勘探点不宜少于 3 个;

- 勘探手段宜采用钻探与触探相配合,在复杂地质条件、湿陷性土、膨胀岩土、风化岩和残积土地区,宜布置适量探井;

- 独栋高层建筑勘探点的布置,应满足对地基均匀性评价的要求,且不应少于 4 个,对密集的高层建筑群,勘探点可适当减少,但每栋建筑物至少应有 1 个控制性勘探点。

③详细勘察的勘探深度自基础底面算起,其值应符合下列规定:

- 勘探孔深度应能控制地基主要受力层,当基础底面宽度不大于 5m 时,勘探孔的深度对条形基础不应小于基础底面宽度的 3 倍,对单独柱基不应小于 1.5 倍,且不应小于 5m;

- 对高层建筑和需作变形验算的地基,控制性勘探孔的深度应超过地基变形计算深度;高层建筑的一般性勘探孔应达到基底下 0.5 ~ 1.0 倍的基础宽度,并深入稳定分布的地层;

- 对仅有地下室的建筑或高层建筑的裙房,当不能满足抗浮设计要求,需设置抗浮桩或锚杆时,勘探孔深度应满足抗拔承载力评价的要求;

- 当有大面积地面堆载或软弱下卧层时,应适当加深控制性勘探孔的深度;
- 在上述规定深度内遇基岩或厚层碎石土等稳定地层时,勘探孔深度应适当调整。

④详细勘察的勘探孔深度,除应符合上述要求外,尚应符合下列规定:

- 地基变形计算深度,对中、低压缩性土可取附加压力等于上覆土层有效自重压力 20% 的深度;对于高压压缩性土层可取附加压力等于上覆土层有效自重压力 10% 的深度;
- 建筑总平面内的裙房或仅有地下室部分(或当基底附加压力 $p_0 \leq 0$ 时)的控制性勘探孔的深度可适当减小,但应深入稳定分布地层,且根据荷载和土质条件不宜少于基底下 0.5 ~ 1.0 倍基础宽度;
- 当需进行地基整体稳定性验算时,控制性勘探孔深度应根据具体条件满足验算要求;
- 当需确定场地抗震类别而邻近无可靠的覆盖层厚度资料时,应布置波速测试孔,其深度应满足确定覆盖层厚度的要求;
- 大型设备基础勘探孔深度不宜小于基础底面宽度的 2 倍;
- 当需进行地基处理时,勘探孔的深度应满足地基处理设计与施工要求,当采用桩基时,勘探孔的深度应满足桩基的要求。

⑤详细勘察采取土试样和进行原位测试应符合下列要求:

- 采取土试样和进行原位测试的勘探点数量,应根据地层结构、地基土的均匀性和设计要求确定,对地基基础设计等级为一级的建筑物每栋不应少于 3 个;
- 每个场地每一主要土层的原状土试样和原位测试数据不应小于 6 件(组);
- 在地基主要受力层内,对厚度大于 0.5m 的夹层或透镜体,应采取土试样或进行原位测试;
- 当土层性质不均匀时,应增加取土数量或原位测试工作量。

5. 施工勘察

基坑或基槽开挖后,岩土条件与勘察资料不符或发现必须查明的异常情况时,应进行施工勘察。在工程施工或使用期间,当地基土、边坡体、地下水等发生未曾估计到的变化时,应进行监测,并对工程和环境的影响进行分析评价。

6. 对室内试验的要求

①当采用分层总和法进行沉降计算时,固结试验最大压力应大于土的有效自重压力与附加压力之和。试验成果可用 $e-p$ 曲线整理,压缩分数和压缩模量的计算应取自土的有效自重压力至土的有效自重压力与附加压力之和的压力段。当考虑基坑开挖卸荷和再加荷影响时,应进行回弹试验。其压力的施加应模拟实际的加、卸荷状态;

②当考虑应力历史进行沉降计算时,试验成果应按 $e-\lg p$ 曲线整理,确定先期固结压力并计算压缩指数和回弹指数。施加的最大压力应满足绘制完整的 $e-\lg p$ 曲线。为计算回弹指数,应在估计的先期固结压力之后,进行一次卸荷回弹,再继续加荷,直至完成预定的最后一级压力;

③当需进行沉降历时关系分析时,应选取部分土试样在土的有效自重压力与附加压力之和的压力下,作详细的固结历时记录,并计算固结系数;

④对厚层高压压缩性软土,任务需要时,应取一定数量的土试样测定次固结系数,以计算次固结产生的沉降及其历时关系;

⑤为计算地基承载力进行的抗剪强度试验,应选择三轴压缩试验中的不固结不排水试验。经过预压固结的地基可采用固结不排水试验;

⑥当需验算深基坑边坡稳定性或进行基坑边坡支护设计时,应根据土的类型和相应规范的规定,选择试验方法,确定有效应力法或总应力法抗剪强度指标。

(二)地下洞室

1. 勘察阶段的划分

地下洞室的勘察划分为可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察四个阶段。

2. 可行性研究勘察

可行性研究勘察应通过搜集区域地质资料,现场踏勘和调查,了解拟选方案的地形地貌、地层岩性、地质构造、工程地质、水文地质和环境条件,做出可行性评价,选择合适的洞址和洞口。

3. 初步勘察

初步勘察应采用工程地质测绘、勘探和测试等方法,初步查明选定方案的地质条件和环境条件,初步确定岩体质量等级(围岩类别),对洞址和洞口的稳定性做出评价,为初步设计提供依据。

(1)工程地质测绘和调查

工程地质测绘和调查应初步查明下列问题:

- ①地貌形态和成因类型;
- ②地层岩性、产状、厚度、风化程度;
- ③断裂和主要节理裂隙的性质、产状、充填、胶结、贯通及组合关系;
- ④不良地质作用的类型、规模和分布;
- ⑤地震地质背景;
- ⑥地应力的最大主应力作用方向;
- ⑦地下水类型、埋藏条件、补给、排泄和动态变化;
- ⑧地表水体的分布及其与地下水的关系,淤积物的特征;
- ⑨洞室穿越地面建筑物、地下构筑物、管道等既有工程时的相互影响。

(2)勘探与测试

勘探与测试应符合下列要求:

- ①采用浅层地震剖面法圈定隐伏断裂、构造破碎带,查明基岩埋深、划分风化带;
- ②勘探点应沿洞室外侧交叉布置,勘探点间距宜为 100 ~ 200m,采取试样和原位测试勘探孔不宜少于勘探孔总数的 2/3;控制性勘探孔深度,对岩体质量等级为Ⅰ级和Ⅱ级的岩体宜钻入洞底设计标高下 1 ~ 3m;对Ⅲ级岩体宜钻入 3 ~ 5m,对Ⅳ级、Ⅴ级岩体和土层,勘探孔深度应根据实际情况确定;
- ③每一主要岩层和土层均应采取试样,当有地下水时应采取水试样;当洞区存在有害气体或地温异常时,应进行有害气体成分、含量或地温测定;对高地应力地区,应进行地应力量测;
- ④必要时,可进行钻孔弹性波或声波测试,钻孔地震 CT 或钻孔电磁波 CT 测试;
- ⑤室内岩石试验和土工试验项目,应按本章第五节执行。

4. 详细勘察

详细勘察应采用钻探、钻孔物探和测试为主的勘察方法,必要时可结合施工导洞布置洞探,详细查明洞址、洞口、洞室穿越线路的工程地质和水文地质条件,分段划分岩体质量等级(围岩类别),评价洞体和围岩的稳定性,为设计支护结构和确定施工方案提供资料。

(1)详细勘察的任务