

岩土工程勘察

刘之葵 牟春梅 朱寿增 编著
王杰光 谭景和 陈先华



中国建筑工业出版社

岩土工程勘察

刘之葵 牟春梅 朱寿增 编著
王杰光 谭景和 陈先华

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

岩土工程勘察/刘之葵等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 8
ISBN 978-7-112-14578-2

I. ①岩… II. ①刘… III. ①岩土工程-地质勘探-高等学校-教材 IV. ①TU412

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 183646 号

本书按照新的国家工程建设规范要求进行编写, 紧密结合当前岩土工程专业学科的发展, 主要突出了工程实践中常用的各类岩土工程勘察基本技术要求。

本书介绍了房屋建筑与构筑物、地下洞室、线状工程、边坡工程、基坑开挖与支护工程、桩(墩)基工程等常见工程类型及场地稳定性、特殊岩(土)的岩土工程勘察基本技术要求和分析、评价方法等内容。各章节后附有思考题。

本书可作为高等院校岩土工程专业教材, 也可供岩土工程勘察、设计、施工以及交通、土建等专业的科研人员和技术人员参考。

* * *

责任编辑: 王 梅 杨 允

责任设计: 董建平

责任校对: 党 蕾 陈晶晶

岩土工程勘察

刘之葵 牟春梅 朱寿增 编著
王杰光 谭景和 陈先华

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市燕鑫印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{1}{4}$ 字数: 367 千字

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月第一次印刷

定价: 32.00 元

ISBN 978-7-112-14578-2
(22649)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

岩土工程是一门地质与工程紧密结合的学科。它始终贯穿在工程建设的勘察—设计—施工—监测—监理的全过程中,一切工作都落实在解决工程的实际问题。集认识自然和改造自然的统一、技术可靠性和经济合理性的统一、岩土条件和工程建设要求的统一,从而提高工程建设项目的经济效益、环境效益和社会效益。

岩土工程研究的主要对象是岩土体,主要研究对岩、土体的改造与利用,解决和处理在建设过程中出现的所有与岩土体有关的工程技术问题,它不仅要反映工程建设场地的地质条件,而且要提出解决问题的方法、措施。因此岩土工程是直接服务于工程建设全过程的实用性极强的科学。岩土工程勘察是岩土工程的一个重要组成部分,勘察工作的过程是我们认识自然的过程,只有我们充分地认识了自然,才能有效地利用和改造自然,才能保护地质环境,更好地为工程建设服务,因此,岩土工程勘察是岩土工程的最基本和核心的内容。

桂林理工大学岩土工程教研室[马天骏]、陈先华、周东、朱寿增、王杰光等在1996年11月编写出版了《岩土工程勘察》,该书是在校内《岩土工程勘察》讲义的基础上,依据课程设置要求,结合教学实践、工作实践修改充实完成。在内容上,参照了《岩土工程勘察规范》GB 50021—94及其他相关技术规程、规范中有关技术要求,选编了常见的房屋建筑及构筑物等11种工程类型及场地稳定性、特殊岩土的勘察、分析和评价等内容。

随着我国经济建设的快速发展,为了适应工程建设的需要,近十几年来,许多的工程建设标准及规范都做了修改和修订,原《岩土工程勘察》教材已不适应教学和科研的要求。为此,依据新的相关规范要求,并结合科研成果,对《岩土工程勘察》教材进行修订,在内容有了较大的删减,主要突出了工程实践中常用的各类岩土工程勘察基本技术要求,对某些应用较少的内容进行了精简或删除,同时也增加了部分内容。

本书得到国家自然科学基金项目(51169004)和广西岩土力学与工程重点实验室项目(11-CX-02)资助。同时也是广西壮族自治区精品课程《岩土工程勘察》和广西高校特色专业及课程一体化建设项目《土木工程》的重点建设内容之一。

本书编写分工如下:刘之葵(第三章第一节和第二节,第六章),牟春梅(第三章第三节、第四节、第六节和第七节)、朱寿增(第一章、第二章),王杰光(第四章),谭景和(第五章),陈先华(第三章第五节)。全书由刘之葵、朱寿增统稿。研究生高伊航、唐克静、孟梦、何正杰、宗俊秀、劳占鹏、王建庆、雷轶、李港、安宁等同学参加了书稿的文字校对和描图工作。

本书引用了许多国内外同行的资料和成果,在此表示衷心的感谢!由于编者水平有限,书中存在缺点和错误难免,欢迎批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 岩土工程与岩土工程勘察的基本概念	1
第二节 岩土工程勘察的目的、任务与研究内容	2
第三节 岩土分类、岩土工程勘察分级和勘察阶段的划分	3
第四节 岩土工程勘察基本技术要求	11
第五节 我国岩土工程的现状概况及发展趋势	17
第二章 岩土工程勘察基本技术与方法	20
第一节 工程地质测绘与调查	20
第二节 勘探与取样	33
第三节 岩土工程试验	40
第三章 各类岩土工程勘察基本技术要求	43
第一节 房屋建筑与构筑物岩土工程勘察技术要点	43
第二节 地下洞室	59
第三节 线状工程	75
第四节 边坡工程	90
第五节 基坑开挖与支护工程	97
第六节 深基础	104
第七节 现有建筑物的加固与保护	116
第四章 场地稳定性岩土工程勘察	121
第一节 岩溶	121
第二节 滑坡	129
第三节 采空区	141
第四节 泥石流	148
第五节 强震区场地与地基	153
第五章 特殊岩(土)的岩土工程勘察	173
第一节 湿陷性土	173
第二节 软土	188
第三节 填土	194
第四节 膨胀土(岩)	197

第五节	红黏土	209
第六节	风化岩与残积土	212
第六章	岩土工程勘察设计与报告书	216
第一节	岩土工程勘察技术设计	216
第二节	岩土工程勘察报告书	221
参考文献		229

第一章 绪 论

第一节 岩土工程与岩土工程勘察的基本概念

一、岩土工程的基本概念

岩土工程在国外起步较早,20世纪60年代,欧美发达国家在土木工程实践中就已建立起了一种以工程地质、土力学、岩体力学、基础工程为一体化的技术体制——岩土工程体制,并建立了以岩土工程技术为基础的,包括生产、科研、教学及学术组织在内的岩土工程组织机构。20世纪80年代传入我国,并对我国原有的工程地质勘察体制产生强烈冲击。1980年6月原国家建筑工程总局印发了“关于改革现行工程地质勘察体制为岩土工程体制的建议”,要求所属的有关工程勘察单位进行岩土工程工作试点。1986年8月国家计委发文,要求进一步推行岩土工程工作,并征求推行工作的意见,由此开始,我国岩土工程事业便开始走向健康发展与稳步提高的道路。

岩土工程在国外一些地区或国家又被称为大地工程、土力工程或土质工学。它不仅把岩土体作为工程建设环境、建设材料,而且把它与建(构)筑物联系起来,组成一个整体,进行合理的利用、整治和改造,以求解决和处理工程建设中出现的岩体和土体有关的工程技术问题。岩土工程不仅要研究工程建设所在地域的地质环境特征,而且还要掌握工程建设特性和要求,不脱离工程建设要求进行地质环境质量评价,把工程建设所依赖的物质基础——岩土体与工程建设具体要求紧密结合起来,视为一个整体进行分析、评价、利用、整治和改造。它贯穿在工程建设的全过程,是基本建设的一个重要组成部分,它包括勘察、设计、施工、治理和监测、监理几大环节。中华人民共和国行业标准《建筑岩土工程勘察基本术语标准》JGJ 84—92,将岩土工程(geotechnical engineering, geotechnology)定义为“以土力学、岩体力学及工程地质学为理论基础,运用各种勘察探测技术对岩土体进行综合整治、改造和利用而进行的系统性工作”。因此,我们可以这样认为:“岩土工程是以土力学、岩体力学、工程地质学(水文地质学)、地基基础工程学为基础理论,主要从事岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程治理(施工)、岩土工程监测和监理,用以解决和处理在工程建设中出现的所有与岩土体有关的工程技术问题的新型专业技术科学”。岩土工程、工程地质都是工程与地质的结合,但工程地质是侧重于地质环境自身质量评价。岩土工程则侧重于工程,把地质环境质量评价、利用、整治、改造与工程紧密结合起来,要为工程建设服务,满足工程建设的要求,服务于工程建设全过程,而且力求技术与经济的统一,这也是岩土工程的本质所在。

根据原建设部勘察设计司[1992]167号文“关于印发《工程勘察单位承担岩土工程任务有关问题的暂行规定》的通知”精神,岩土工程主要包括五个方面的工作内容:

(1) 岩土工程勘察；(2) 岩土工程设计；(3) 岩土工程治理（施工）；(4) 岩土工程监测（及检测）；(5) 岩土工程（咨询）监理。

二、岩土工程勘察的基本概念

国标《岩土工程勘察规范》将岩土工程勘察定义为：根据建设工程的要求，查明、分析、评价建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件，编制勘察文件的活动。即岩土工程勘察是根据建设工程要求，运用各种勘测技术方法和手段，为查明建设场地的地质、环境特征和岩土工程条件而进行的调查研究工作。并在此基础上，按现行国家、行业相关技术标准、规范、规程以及岩土工程理论方法，去分析和评价建设场地的岩土工程条件，解决存在的岩土工程问题，编制并提交用于工程设计与施工等的各种岩土工程勘察技术文件。因此，岩土工程勘察是一项集现场调查，室内资料整理、分析、评价与制图的工程活动，是岩土工程的重要组成部分。

根据以上定义，岩土工程勘察主要有 5 个方面的含义：(1) 岩土工程勘察是为了满足工程建设的要求，有明确的工程针对性，不同于一般的地质勘察；(2) “查明、分析、评价”需要一定的技术手段，即工程地质测绘和调查、勘探和取样、原位测试、室内试验、检验和监测、分析计算、数据处理等，不同的工程要求和地质条件，采用不同的技术方法；(3) “地质、环境特征和岩土工程条件”是勘察工作的对象，主要指岩土分布和工程特征，地下水的分布及其变化，不良地质作用和地质灾害等；(4) 勘察工作的任务是查明情况，提供数据，分析评价和提出处理建议，以保证工程安全，提高投资效益，促进社会和经济的可持续发展；(5) 岩土工程勘察是岩土工程的一个重要组成部分。岩土工程包括勘察、设计、施工、检验、监测和监理等，既有一定的分工，又密切联系，不宜机械分割。

目前，我国有关岩土工程勘察的技术规范、规程系统已基本建立，已颁布实施的主要有《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001（2009 版）、《建筑边坡工程技术规范》GB 50330—2002、《高层建筑岩土工程勘察规程》JGJ 72—90 及有关特殊土、有关行业的岩土工程（或工程地质）勘察规范等。

第二节 岩土工程勘察的目的、任务与研究内容

一、岩土工程勘察的目的

岩土工程勘察的主要目的就是要正确反映建设场地的岩土工程条件，分析与评价建设场地的岩土工程条件与问题，提出解决岩土工程问题的方法与措施，建议建筑物地基基础应采取的设计与施工方案等。

二、岩土工程勘察的主要任务

就是要查明建设场地的岩土工程条件；结合具体工程建设条件，分析、评价建设场地的稳定性与适宜性，预测其可能存在的岩土工程问题并提出相应的防治措施；提供建设场地地基岩土的设计参数；分析论证地基基础方案、地基岩土の利用与整治措施，并预测建

设场地在施工阶段及施工后应注意的问题与防护措施等。

三、岩土工程勘察的研究内容

根据上述勘察目的与任务，岩土工程勘察的研究内容应包括：

(1) 对场地岩土工程条件及其调查内容的研究；(2) 对场地岩土工程勘察技术方法与手段的研究；(3) 对场地岩土工程问题分析理论与方法的研究；(4) 对场地地基岩土利用与整治方法的研究；(5) 对各种岩土工程问题防治方法与措施的研究；(6) 对勘察制图的研究等。

第三节 岩土分类、岩土工程勘察分级和勘察阶段的划分

一、岩土的工程分类

岩土是工程建设的物质基础，是工程建设的一部分，岩土工程覆盖面广，涉及各类型工程的岩土工程问题和各种特殊的岩、土，我国国土辽阔，岩、土类型繁多，为便于对比、使用与交流，统一岩、土的分类原则及分类，以便合理选择研究内容和方法，针对不同的工程建筑要求，对不同的岩、土给予正确的评价，为合理利用和改造各类岩、土提供符合客观实际的依据。因此，在进行岩土工程勘察时，应对岩土进行工程分类。

1. 岩土分类的原则

岩土的工程分类应遵循以下原则：

(1) 应与工程目的一致，对于不同的工程目的，如地基、建材等可采用不同的分类系统定名；

(2) 按工程需要，岩土组成为主要的定名依据，并结合其成因、年代、结构构造特征综合定名；

(3) 可据当地习惯名称与分类，划分亚类：

对岩、土分类的出发点不同，往往给同一岩、土定出不同的名称，例如按年代可定为近代沉积，按成因定为河口相沉积，按组成可定为粉土等等，因此规定综合定名的原则应以岩、土组成来定名，如粗砂、黏土、粉土等，需要时再加按其他依据修饰定名，如新近沉积细砂、三角洲相淤泥质黏土等等，但对土进行分类及定名时，应充分研究其成因年代。

2. 岩石的工程分类

在进行岩土工程勘察时，应鉴定岩石的地质名称和风化程度，并进行岩石坚硬程度、岩体完整程度和岩体基本质量等级的划分。

(1) 岩石地质名称的确定

主要根据其地质成因、矿物成分、结构构造、风化程度等确定。如强风化花岗岩、强风化灰岩、中等风化板岩、微风化泥岩等。岩石的风化程度主要根据野外特征及风化程度参数指标——波速比 K_v （风化岩石与新鲜岩石压缩波波速之比）与风化系数 K_f （风化岩石与新鲜岩石饱和单轴抗压强度之比）确定，分为未风化、微风化、中等风化、强风化、全风化五个等级，同时将残积土列入参与比较。全风化与残积土的划分可采用标准贯入试

验锤击数等指标进行。

(2) 岩石坚硬程度分类

主要根据岩石的饱和单轴抗压强度 f_r 确定。根据 f_r 的不同, 可将岩石划分为坚硬岩、较硬岩、较软岩、软岩和极软岩五类。划分标准见表 1-3-1。

岩石坚硬程度分类表

表 1-3-1

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 (MP _a)	$f_r > 60$	$60 \geq f_r > 30$	$30 \geq f_r > 15$	$15 \geq f_r > 5$	$f_r \leq 5$

(3) 岩体完整程度分类

岩体完整程度是根据岩体的完整性指数来确定的。岩体的完整性指数是指岩体的压缩波速度与岩块压缩波速度之比的平方。根据岩体的完整性指数不同, 可将岩体完整程度划分为五个等级, 划分标准见表 1-3-2。

岩体完整程度分类表

表 1-3-2

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

(4) 岩体基本质量等级分类

岩体基本质量等级主要根据岩石坚硬程度和岩体完整程度确定, 分为五个等级。划分标准见表 1-3-3。

岩体基本质量等级分类表

表 1-3-3

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

(5) 岩石按软化系数分类

岩石的软化系数 K_r 是指饱和状态与风干状态的岩石单轴极限抗压强度之比。根据软化系数的不同, 可将岩石划分为软化岩石 ($K_r \leq 0.75$) 和不软化岩石 ($K_r > 0.75$) 两类。

岩石的软化系数 K_r 值是衡量水对岩石强度影响程度的指标, 具有软化性的岩石, 浸水后其承载力往往只有不浸水的 1/2。因此用软化系数作为分类标准, 能引起人们对软化岩的重视, 对这类岩石的评价, 应充分考虑水文地质条件的影响。

(6) 特殊性岩石

当岩石具有特殊成分、特殊结构或特殊性质时, 定为特殊性岩石。如石膏、岩盐等易

溶性岩石，膨胀性泥岩，具有湿陷性的砂岩、盐渍化的岩石等。这类岩石往往工程性质恶劣，一般情况下不宜作建筑物地基或建筑场地，如需利用，则应专门研究。

在工程应用中可参照国家标准《工程岩体分级标准》GB 50218—94 的有关规定进行。

岩土工程勘察编录时，应对岩石与岩体进行鉴定和描述。岩石与岩体的现场观察描述应符合下列规定：

岩石的描述应包括地质年代、地质名称、风化程度、颜色、主要矿物、结构、构造和岩石质量指标 RQD 。对沉积岩应着重描述沉积物的颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度；对岩浆岩和变质岩应着重描述矿物结晶大小和结晶程度。根据岩石质量指标 RQD ，可分为好的($RQD>90$)、较好的($RQD=75\sim90$)、较差的($RQD=50\sim75$)、差的($RQD=25\sim50$)和极差的($RQD<25$)。

岩体的描述应包括结构面、结构体、岩层厚度和结构类型，并宜符合下列规定：

- 1) 结构面的描述包括类型、性质、产状、组合形式、发育程度、延展情况、闭合程度、粗糙程度、充填情况和充填物性质以及充水性等；
- 2) 结构体的描述包括类型、形状、大小和结构体在围岩中的受力情况等；
- 3) 岩层厚度分类应按表 1-3-4 确定。

岩层厚度分类表 表 1-3-4

层厚分类	巨厚层	厚 层	中厚层	薄 层
单层厚度 h (m)	$h>1.0$	$1.0\geq h>0.5$	$0.5\geq h>0.1$	$h\leq 0.1$

3. 土的工程分类

(1) 土按沉积年代分类

根据沉积年代的不同，土可分为：

老沉积土：第四纪晚更新世 Q_3 及其以前沉积的土；

一般堆积土：第四纪全新世 Q_4 （文化期以前）沉积的土；

新近堆积土：第四纪全新世 Q_4 中近期（文化期）以来沉积的土。

(2) 土按地质成因分类

根据地质成因的不同，土可分为：

残积土、坡积土、洪积土、冲积土、淤积土、冰积土、风积土等。此外，尚有复合成因土，如冲～洪积土、坡～残积土等。

(3) 土按有机质含量分类

根据有机质含量的不同，土可分为：

无机土：有机质含量 $W_u<5\%$ ；

有机质土：有机质含量 $5\%\leq W_u\leq 10\%$ ；

泥炭质土：有机质含量 $10\%<W_u\leq 60\%$ ；

泥炭：有机质含量 $W_u>60\%$ 。

(4) 土按颗粒级配或塑性指数分类

粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为碎石土，并按表 1-3-5 进一步分类。

碎石土分类表

表 1-3-5

土的名称	颗粒形状	颗粒级配
漂 石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量 50%
块 石	棱角形为主	
卵 石	圆形及亚圆形为主	粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量 50%
碎 石	棱角形为主	
圆 砾	圆形及亚圆形为主	粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量 50%
角 砾	棱角形为主	

注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定。

粒径大于 2mm 的颗粒质量不超过总质量 50%，粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50% 的土，应定名为砂土，并按表 1-3-6 进一步分类。

砂 土 分 类 表

表 1-3-6

土的名称	颗粒级配
砾 砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量的 25%~50%
粗 砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量 50%
中 砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量 50%
细 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 85%
粉 砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量 50%

注：定名时应根据颗粒级配由大到小以最先符合者确定

粒径大于 0.075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%，且塑性指数 $I_p \leq 10$ 的土，应定名为粉土。

塑性指数 $I_p > 10$ 的土，应定名为黏性土。黏性土又可进一步分为粉质黏土与黏土： $10 < I_p \leq 17$ 的土为粉质黏土； $I_p > 17$ 的土为黏土。

(5) 考虑在分布上有一定区域性或在工程意义上有特殊成分和结构时的分类

可分为崩解土、红黏土、人工填土和污染土等。

(6) 建筑材料分类

可分为石料和土料。但特殊性岩石、软化岩石不能作为石料；土料又可进一步分为碎石料、砂料和土料。

必须指出，土的沉积年代对其工程地质性质有较大影响。沉积年代越早的土，在自重和其他因素作用下，其压密团结程度一般越高，综合表现出较好的工程地质性质，承载能力一般也较大。因此在同一场地，应充分注意对土的沉积年代的判定和不同时代土的工程地质性质的差异。

对于土的综合定名除按上述原则定名外，还应注意以下几点：

1) 除按颗粒级配或塑性指数定名外，对于特殊成因、年代的土应结合其成因、年代综合定名，如新近沉积的砂质粉土（属粉土的亚类）、残坡积碎石土等；

2) 对特殊性土，应结合颗粒级配或塑性指数综合定名，如淤泥质黏土、弱盐渍土、含碎石素填土等；

3) 在同一层土中，相间呈韵律沉积，但厚度相差较大（厚度比为 1/10~1/3），可定

为“夹层”，厚的一层土名写在前面，如黏土夹粉砂层，砾石夹黏土层。如厚度相差很大（厚度比 $<1/10$ ），且薄的土层有规律的多次出现，可定名为“夹薄层”，如黏土夹薄层粉砂，粗砂夹薄层粉土等；对厚度相差不大（厚度比 $>1/3$ ）可命名为“互层”，如粉土与细砂互层；当土层厚度 $>0.5\text{m}$ 时，宜单独分层。

4) 对残积、坡积、洪积、冰积等形成的混合土，应冠以主要含有的土类加以定名，如含碎石黏土，含黏土角砾等。

对于土的鉴定、定名应在现场观察描述的基础上，结合室内、外试验综合确定。

土的现场描述是一项极为重要的基础工作，应仔细观察，详尽描述。土的描述应符合下列规定：

碎石土，应描述颗粒级配、颗粒形状、颗粒排列、母岩成分、风化程度、充填物的性质和充填程度，密实度及层理特征等；

砂土，应描述颜色、矿物组成、颗粒级配、颗粒形状、黏粒含量、湿度、密实度及层理特征等；

粉土，应描述颜色（干、湿）、包含物、湿度、密实度及层理、摇震反应、光泽反应、干强度、韧性等；

黏性土，应描述颜色（干、湿）、状态、包含物、光泽反应、摇震反应、干强度、韧性、土层结构（层状、页片状、条带状、块状、团粒状、核状、粒状、柱状、片状、鳞片状等等）等；

特殊性土，除应描述上述相应土类内容外，尚应描述其特殊成分和特殊性质。如淤泥尚需描述臭味。人工填土尚应描述物质成分、密实度（状态）、厚度的均匀程度、堆填方式、年代等。

对“夹层”，“互层”，“夹薄层”尚应描述各层的厚度及层理特征。

二、岩土工程勘察分级

岩土工程勘察应进行等级划分，其目的是突出重点，区别对待，以利管理。不同等级的岩土工程勘察，其工作环境条件不同，岩土工程勘察技术要求的难易程度也不相同。等级越高，其工作环境条件越复杂，所遇岩土工程问题也就越多、越复杂，因而对勘察技术要求也越高，从而越有利于确保工程质量和安全，促进技术经济责任制、管理制度的建立和健全，使勘察工作作为工程建设服务的目的更明确。同时，岩土工程勘察等级也是确定岩土工程勘察工作量和进度计划的依据。等级越高，勘察技术要求越高，勘探点线间距越小，勘探深度越深，勘察工作量一般也越大，所需时间一般也越长。

岩土工程勘察等级划分考虑的主要因素是工程重要性等级、场地等级与地基等级。因此，应首先对这三个主要因素进行等级划分，在此基础上进行综合分析，最终确定岩土工程勘察等级。

1. 工程重要性等级划分

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的严重性的不同，划分为三个工程重要性等级：即一级工程、二级工程和三级工程。

一级工程：重要工程，后果很严重；

二级工程：一般工程，后果严重；

三级工程：次要工程，后果不严重。

由于岩土工程勘察涉及各行各业，对于工程规模、工程重要性及其破坏后果的严重性很难做出具体的划分标准，因此工程重要性等级划分只给出了上述比较原则的规定。对于住宅和一般公用建筑，30层以上的可定为一级工程，7~30层可定为二级工程，6层及6层以下的可定为三级工程；对于边坡工程，破坏后果很严重的永久性工程，可定为一级工程，破坏后果一般的永久性工程，可定为二级工程，临时性工程，可定为三级工程；对于大型沉井、沉箱、超长桩基、大型竖井、平硐、大型基础托换和补强工程等技术难度大、破坏后果严重的可列为一级工程；其余工程的工程重要性等级可根据上述原则按工程实际情况或按有关规定划分。

2. 场地等级划分

主要根据场地的复杂程度划分为三个等级：即一级场地、二级场地和三级场地。

一级场地：符合下列条件之一者可定为一级场地（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。

二级场地：符合下列条件之一者可定为二级场地（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。

三级场地：符合下列条件者定为三级场地（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的场地。

应说明的是，上述场地等级的划分应从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。对建筑抗震有利、不利和危险地段的划分，应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定确定。

划分标准中，“不良地质作用强烈发育”是指泥石流沟谷、崩塌、滑坡、土洞、塌陷、岸边冲刷、地下水强烈潜蚀等极不稳定的场地，这些不良地质作用直接威胁着工程安全；“不良地质作用一般发育”是指虽有上述不良地质作用，但并不十分强烈，对工程安全的影响不严重。地质环境“受到强烈破坏”是指对工程的安全已构成直接威胁；“受到一般破坏”是指已有或将有上述现象，但不强烈，对工程的安全影响不严重。

3. 地基等级划分

主要根据地基的复杂程度划分为三个等级：即一级地基、二级地基和三级地基。

一级地基：符合下列条件之一者可定为一级地基（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，需做专门处理的岩土。

二级地基：符合下列条件之一者可定为二级地基（中等复杂地基）。

(1) 岩土种类较多，不均匀，性质变化较大；

(2) 除严重湿陷、膨胀、盐渍、污染以外的特殊性岩土。

三级地基：符合下列条件者定为三级地基（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。

上述地基等级的划分仍应从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足的为准。

4. 岩土工程勘察等级划分

根据工程重要性等级、场地复杂程度等级与地基复杂程度等级的不同，可将岩土工程勘察划分为三个等级：即甲级、乙级和丙级。

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：在工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级中，无一级，有一项或多项为二级；

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。

对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。

三、岩土工程勘察阶段划分

在我国，任何工程项目的兴建，都必须遵循一定的基本建设程序，即从规划决策到建成运营（投产）全过程必须遵循一定的先后顺序。这既是正确决策（认识）的要求，也是保证工程安全经济的要求。实践证明，一个工程建设项目从计划建设到建成使用，一般应经历规划与可行性研究、设计、施工、竣工验收等阶段。就工程设计而言，又可进一步划分为以下几个阶段：

规划（或可行性）设计阶段：初步了解能否修建和在哪里修建。一般不进行具体建筑物设计，对建筑地点的选择也只是轮廓性的，往往有多个比较方案，以供初步论证在该处修建建筑物的技术可能性和经济合理性，提出建筑物的概略轮廓。

初步设计阶段：在选定的建筑场地内初步确定建筑物的位置、形式、规模，大致确定造价，初步确定施工方法。

技术设计阶段：最后确定建筑物的具体位置与结构形式，计算、评价与确定建筑物各部分尺寸，最终确定施工方法、施工组织与工期，详细计算工程造价和经济效益。

施工设计阶段：在技术设计基础上编制施工详图，解决与施工有关的各种具体细节问题。

上述各设计阶段划分是在正常情况下所应遵循的，在实际工作中往往视具体建筑物的规模、重要性以及技术复杂程度确定是否增减设计阶段。对于建筑规模小、重要性一般、技术简单的工程，其设计阶段可简化为1~2个。

岩土工程勘察主要是为工程设计服务的，应满足工程设计的要求。为了与工程设计阶段相适应，岩土工程勘察也应分阶段进行，相应分为可行性研究勘察阶段、初步勘察阶段、详细勘察阶段，必要时还需进行施工勘察。

1. 可行性研究勘察阶段，应据建设条件，进行技术经济论证和方案比较，对拟选场地的稳定性和适宜性做出岩土工程评价；

2. 初步勘察阶段，应是在可行性研究基础上，对场地内建筑地段的稳定性作出评价，满足初步设计要求，为确定总平面布置、主要建筑物的地基基础方案与不良地质作用的防治进行岩土工程论证，提出岩土工程设计方案；

3. 详细勘察阶段则应满足施工图设计要求，为建筑物的地基基础设计、地基加固与处理、不良地质作用的防治工程进行岩土工程计算与评价。当基坑或基槽开挖后，发现原勘察资料与地基实际岩土条件不符，或发现必须查明的异常情况时，应进行施工阶段的岩土工程勘察，为变更设计或施工方案、采取施工补救措施提供依据。

总之，随着勘察阶段的不断提高，建筑场地与建筑物位置愈具体，对勘察工作的要求也愈来愈高，对场地岩土工程条件的了解愈来愈详细，对各种岩土工程问题的分析与评价也就愈详细、准确。

上述勘察阶段的划分，主要是根据我国工程建设的实际情况和数十年勘察工作的经验规定的，在工作中应予以坚持。但由于岩土工程勘察涉及各行各业，而各行业设计阶段的划分并不完全一致，工程规模与要求也各不相同，场地与地基的复杂程度差别很大，要求每个工程都分阶段循序勘察是不实际也是不必要的，对一些面积不大且工程地质条件简单的场地或有建筑经验的地区可简化勘察阶段，直接进行详细勘察。

四、岩土工程勘察一般程序

岩土工程勘察的一般程序为：承接勘察项目——勘察前的准备——现场勘察与测试——室内试验——勘察资料整理与勘察报告编写。

勘察项目一般由建设单位（业主）会同设计单位（简称甲方）委托勘察单位（简称乙方）进行。甲、乙双方应签订勘察委托合同，签订勘察合同时，甲方需向乙方提供与勘察工作相关的有关文件与资料。如工程项目批件，用地批件，岩土工程勘察委托书及其技术要求，勘察场地地形图，勘察范围和建筑总平面布置图，已有勘察资料等。

签订勘察委托合同后，即可进行勘察前的准备工作，选派工程技术负责人。主要是进行人员、物资与仪器设备的准备以及现场踏勘等。此阶段工程技术负责人的一项主要工作就是要编写勘察纲要，其内容一般包括：工程名称、委托单位、勘察场地的位置、勘察阶段、勘察的目的与要求，勘察场地的自然与地质条件概述，勘察方案确定和勘察工作量布置，预计勘察过程中可能遇到的问题及解决和预防的方法与措施，制订勘察进度计划，对资料整理与报告书编写的要求，所需的主要机械设备、材料与人员等，并附有勘察技术要求与勘察工作量平面布置图等。

准备工作完成后，即可进行现场勘察与测试工作。该工作是岩土工程勘察的核心工作之一，必须按勘察纲要要求进行，并应满足现行国家或行业岩土工程勘察规范与相关规范或规程的要求。

室内试验主要是为岩土工程勘察评价与地基基础设计提供岩土技术参数。试验的具体

项目、方法与要求应根据场地岩土工程勘察评价与地基基础设计的实际需要确定,并符合相关试验技术规范、规程的要求。

勘察资料整理与勘察报告编写是勘察工作的最后程序,也是岩土工程勘察的核心工作之一。其主要内容与要求将在后续章节中详细叙述。

第四节 岩土工程勘察基本技术要求

一、岩土工程勘察技术分析准则

岩土工程勘察是我们认识工程地质环境质量、获取有关工程设计参数的过程。是一项技术性极强的基础性工作。大量工程实践表明,造成工程事故或工程投资过大、经济损失太多往往与人们认识工程地质环境质量不够有密切关系。为保证勘察成果的质量,保证建设工程的稳定安全及技术经济的合理,岩土工程勘察工作必须遵循如下基本技术行为准则:

1. 实践准则——实事求是观点

(1) 岩土体形成的长期性及地质作用的复杂性,决定了其具有自然工程地质性质的客观存在性、非均质性及各向异性的特点。即使通过取样测试,也由于样品的采取改变了其原始自然状态以及人为因素的影响,难以消除样品测试所获得的参数与原体实际参数所存在的差异。因此,要求人们在描述、测定岩土的工程地质性质时必须实事求是,切忌片面性和主观臆断性,同时也要充分注意岩土体的复杂性。

(2) 由于岩土的时空变异性以及工程建筑的单个性,决定了某一具体工程勘察设计的单一性。由于建筑场地的岩土工程特性各不相同,因此每一工程的设计、施工都必须以场地岩土体的实际性状为准,以岩土体的原型观测、实体测验、原位测试所获参数作为进行岩土工程分析论证及设计、施工的主要依据,从而突出了实践的重要性。

(3) 为防止片面性,应尊重岩土体的客观实际,在对稳定性进行分析计算时,应有两种以上方案对比论证。因此,在分析论证过程中,切忌先入为主,主观臆断,“留优舍劣”的非科学态度。必要时可依据客观实际,采用反证的方法,获取正确的方案。

地基稳定性评价,通常是用定值法确定,即“地基实有强度 R /实际荷载效应 L ” ≥ 1 时,则认为地基是稳定的。然而,事实上,地基实有强度 R 及实际荷载效应 L 这两个“值”,是由多因素所决定的,是随机变量,这里就存在一个我们赋予的 R 、 L 值及所得的比值与实际相符的程度——可信度问题。

概率分析方法为我们解决可信度提供了有效的手段,使评价更接近实际。我们知道, R 值通常是人们据测试结果,加上人们自己的经验确定的, L 值是人们据经验所采用的平均值,但它们的实际值是变异的,且多属正态分布,其分布函数分别表示为 $f(R)$ 、 $f(L)$ 。对于某一实际建设工程而言, $f(R)$ 、 $f(L)$ 通常又包含有很多个函数值 $f_1(R)$ 、 $f_2(R)$ ……及 $f_1(L)$ 、 $f_2(L)$ ……。

如图 1-4-1 所示,两正态分布曲线 $f(R)$ 、 $f(L)$ 的峰线尽管相距可以很远,即 R/L 远大于 1,但实际上它们仍必然有重叠的部分(图中阴影部分)。该重叠部分的概率代表了地基强度不足而可能失效的概率,所以尽管平均值 R 、 L 不变,而反映其概率分布上的变