

普通高等学校岩土工程（本科）规划教材

岩土工程勘察

姜宝良 主编

YANTU GONGCHENG KANCHA



黄河水利出版社

普通高等学校岩土工程(本科)规划教材

岩土工程勘察

主 编 姜宝良
副主编 吴 琦 毕理毅 秦莞臻
崔江利

黄河水利出版社
· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书系统阐述了岩土工程勘察的理论和方法,使用了现行的国家标准及相关规范,并有工程实践相关内容。全书共分为十一章,主要内容包括:总论、岩土工程勘察分级和岩土分类、各类岩土工程勘察的基本要求、不良地质作用和地质灾害、特殊性岩土、地下水、工程地质测绘和调查、岩土测试、现场检验和监测、岩土工程分析评价和成果报告及岩土工程勘察实例。

本书可作为普通高等院校岩土工程专业及相关专业的本科教材,也可作为相关专业硕士研究生的自学教材,还可作为其他相关专业师生及工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程勘察/姜宝良主编. —郑州:黄河水利出版社,2011.9

普通高等学校岩土工程(本科)规划教材

ISBN 978-7-5509-0109-4

I. ①岩… II. ①姜… 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(2011)第 178776 号

组稿编辑:王志宽 电话:0371-66024331 E-mail: wangzhikuan83@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsicbs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1092 mm 1/16

印张:16

字数:370千字

印数:1—3100

版次:2011年9月第1版

印次:2011年9月第1次印刷

定价:32.00元

普通高等学校岩土工程(本科)规划教材

编审委员会

主任	刘汉东			
副主任	王复明	肖昭然	勾攀峰	杨小林
委员	李广慧	祝彦知	郭院成	乐金朝
	黄志全	姜宝良	孙文怀	阎富有
	李化敏	姜彤	孔德志	

前 言

国家基本建设程序坚持先勘察、后设计、再施工的原则,因此岩土工程勘察是工程建设的前期工作。对于工程建设项目来说,建筑方案的选择、设计和施工都必须以岩土工程勘察成果为依据。随着我国各类工程建设持续快速发展以及城市建设的高速发展,特别是高层、超高层建筑物越来越多,建筑物的结构与体型也向复杂化和多样化方向发展。与此同时,地下空间的利用普遍受到重视,高层、超高层建筑的大量兴建,基础埋深的不断加大,需要开挖较深的基坑,以及大型工程越来越多,对岩土工程勘察提出了更高的要求。

为了适应我国基本建设对岩土工程专业人才的需要,教育部设置了土木工程(岩土方向)本科专业。岩土工程勘察是该专业的主要专业课之一。近年来,由于岩土工程技术的不断提高,岩土工程勘察规范及其他相关规范的不断更新,目前尚无与最新规范相适应的适合岩土工程本科专业学习的教材。为此,我们编写本教材,作为普通高等学校岩土工程学科规划教材。

岩土工程是一门实践性很强的应用技术。本教材是在总结编者生产实践经验和教学成果的基础上,以最新修订的中华人民共和国国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)及其他有关规范、规程的相关规定为依据进行编写,对涉及的其他国家标准和行业标准也都按最新版本的要求进行介绍,尽量做到密切跟踪国内外最新的勘察技术发展现状,反映学科发展的最新水平,并力图做到概念清楚、结构严谨、重点突出,力求内容的先进性、实用性和系统性。注重学生生产实践能力的培养,使理论与实践相结合,学以致用,为将来从事岩土工程勘察及相关工作打好基础,尽快适应市场经济的需要,在激烈的市场竞争中立于不败之地。对将来参加注册土木工程师(岩土)考试,取得土木工程师(岩土)执业注册资格,提高社会地位和收入水平,将有很大帮助。

由于学时限制,本教材篇幅不可能太大,而岩土工程勘察内容繁多,特别是岩土测试的方法很多,内容广泛,本教材只介绍常用方法的原理和要点,对测试成果的具体应用未做详细介绍,把室内试验合并其中,主要介绍岩土工程勘察中常用的室内试验物理力学指标的物理意义,并把大部分内容列到总论中介绍,如勘探与取样。

本教材共分十一章。第一章为总论,第二章为岩土工程勘察分级和岩土分类,第三章为各类岩土工程勘察的基本要求,第四章为不良地质作用和地质灾害,第五章为特殊性岩土,第六章为地下水,第七章为工程地质测绘和调查,第八章为岩土测试,第九章为现场检验和监测,第十章为岩土工程分析评价和成果报告,第十一章为岩土工程勘察实例。

本教材由姜宝良担任主编,由吴琦、毕理毅、秦莞臻、崔江利担任副主编。本教材初稿完成后,编者进行了互审,并进行了认真的修改,最后由姜宝良统稿。本教材在编写过程中,得到了华北水利水电学院资源与环境学院老师们的支持和帮助,在此向他们表示感谢。

河南工程水文地质勘察院有限公司王继周常务副总经理(注册岩土工程师、高工)为本教材提供了岩土工程勘察实例,对此表示感谢。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2011年5月

目 录

前 言	
第一章 总 论	(1)
第一节 岩土工程学概述	(1)
第二节 我国岩土工程勘察的发展	(2)
第三节 岩土工程勘察阶段概述	(4)
第四节 岩土工程勘察方法概述	(6)
第二章 岩土工程勘察分级和岩土分类	(10)
第一节 岩土工程勘察分级	(10)
第二节 岩石的分类和鉴定	(11)
第三节 土的分类和鉴定	(17)
第三章 各类岩土工程勘察的基本要求	(22)
第一节 房屋建筑和构筑物	(22)
第二节 地下硐室	(27)
第三节 岸边工程	(29)
第四节 管道和架空线路工程	(31)
第五节 废弃物处理工程	(33)
第六节 核电厂勘察	(36)
第七节 边坡工程	(41)
第八节 基坑工程	(45)
第九节 桩基础	(49)
第十节 地基处理	(50)
第十一节 既有建筑物的增载和保护	(53)
第四章 不良地质作用和地质灾害	(57)
第一节 岩 溶	(57)
第二节 滑 坡	(66)
第三节 危岩和崩塌	(75)
第四节 泥石流	(77)
第五节 采空区	(81)
第六节 地面沉降	(84)
第七节 场地和地基的地震效应	(88)
第八节 活动断裂	(96)
第五章 特殊性岩土	(98)
第一节 湿陷性土	(98)

第二节	红黏土	·····	(105)
第三节	软土	·····	(111)
第四节	混合土	·····	(116)
第五节	填土	·····	(119)
第六节	多年冻土	·····	(122)
第七节	膨胀岩土	·····	(125)
第八节	盐渍岩土	·····	(130)
第九节	风化岩和残积土	·····	(132)
第十节	污染土	·····	(134)
第六章	地下水	·····	(137)
第一节	地下水的勘察要求	·····	(137)
第二节	水文地质参数	·····	(138)
第三节	地下水作用评价	·····	(142)
第四节	工程降水	·····	(144)
第五节	水和土腐蚀性评价	·····	(146)
第七章	工程地质测绘和调查	·····	(151)
第一节	工程地质测绘的目的和要求	·····	(151)
第二节	测绘的准备工作	·····	(152)
第三节	测绘方法	·····	(153)
第四节	测绘和调查的内容	·····	(155)
第五节	资料整理	·····	(157)
第八章	岩土测试	·····	(159)
第一节	室内试验	·····	(159)
第二节	静力触探试验	·····	(167)
第三节	圆锥动力触探试验	·····	(174)
第四节	标准贯入试验	·····	(177)
第五节	载荷试验	·····	(179)
第六节	波速测试	·····	(184)
第九章	现场检验和监测	·····	(191)
第一节	地基基础的检验和监测	·····	(192)
第二节	不良地质作用和地质灾害的监测	·····	(198)
第三节	地下水的监测	·····	(200)
第十章	岩土工程分析评价和成果报告	·····	(203)
第一节	岩土工程勘察纲要的编制	·····	(203)
第二节	岩土工程分析与评价	·····	(205)
第三节	岩土参数的分析和选定	·····	(208)
第四节	成果报告的基本要求	·····	(210)

第十一章 岩土工程勘察实例	(214)
第一节 工程概况	(214)
第二节 勘察目的、任务及依据规范	(214)
第三节 勘察工作量布置及勘察方法	(215)
第四节 地质构造及地震地质条件	(220)
第五节 场地岩土工程条件	(221)
第六节 岩土工程条件分析与评价	(233)
第七节 基坑支护及降水方案评价	(240)
第八节 结论与建议	(241)
参考文献	(243)

第一章 总 论

第一节 岩土工程学概述

岩土工程是一门十分古老且随着工程实践不断得到创新的技术科学。远在古代,我们的祖先就已在兴建水利工程、道路、桥梁、房屋建筑实践中,积累了许多有关岩土工程方面的经验;作为近代科学的一部分的工程地质学、岩石力学、土力学、基础工程学,也有百年历史。但是,国际上公认 Geotechnical Engineering 作为一门技术科学不过四五十年时间。我国引入岩土工程勘察体制只有 20 多年。由于中国建设事业的飞速发展,我国的岩土工程技术也取得了长足的进步。

岩土工程是 20 世纪 60 年代末至 70 年代初,将土力学及基础工程、工程地质学、岩体力学三者逐步结合为一体并应用于土木工程实际而形成的新学科。岩土工程是土木工程的分支,它以工程地质学、土力学、岩石力学及地基基础工程学为理论基础,解决和处理在工程建设过程中出现的所有与岩体和土体有关的工程技术问题。岩土工程的发展将围绕土木工程建设中出现的岩土工程问题并将融入其他学科取得的新成果。

该学科的理论实践中,强调地质和工程的紧密结合,属土木工程的范畴,涉及土木工程建设中岩石与土的利用、整治或改造,其基本问题是岩体或土体的稳定、变形和渗流问题。

岩土工程的研究对象是岩体和土体。岩体在其形成和存在的整个地质历史过程中,经受了各种复杂的地质作用,因而有着复杂的结构和地应力场环境。而不同地区不同类型的岩体,由于经历的地质作用过程不同,其工程性质往往具有很大的差别。岩石出露地表后,经过风化作用形成土,它们或留存原地,或经过风、水及冰川的剥蚀和搬运作用在异地沉积形成土层。在各地质时期各地区的风化环境、搬运和沉积的动力条件均存在差异,因此土体不仅工程性质复杂,而且其性质的区域性和个性很强。岩土体介质充满不确定性(含随机性和模糊性)和不确定知性,还有信息不完全性。由于岩土工程对自然条件的依赖性和不确定性,因此更需要岩土工程师的综合判断,“不求计算精确,只求判断正确”,强调概念设计。岩土工程迄今还是一门不严密、不完善、不够成熟的科学技术,是处在“发展中”的一门科学技术。有些学者说,岩土工程是三分理论、七分经验和实践。虽有些片面,但还是有一定道理的。因此,岩土工程是一门实践性很强的应用技术。对于岩土体这一复杂的工程材料来说,无论采用何种力学模型都难以全面而准确地描述其力学性状。

岩土工程的工作内容按工程建设阶段可分为岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程治理、岩土工程监测、岩土工程检测。

岩土工程勘察是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。

各项工程建设在设计施工之前,必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。

第二节 我国岩土工程勘察的发展

我国岩土工程技术规范标准呈现高度不一致的局面。目前,岩土规范标准种类繁多、各自为政,甚至同一行业、由同一单位主编的规范之间也无接口可以衔接。

岩土工程是由工程地质、岩石力学、土力学及相关工程和环境分支组成的,它服务于建筑、市政、水利、水电、采矿、冶金、港口、公路、铁路、海洋、航空、军事甚至航天等各工程门类和行业。在我国,由于新中国成立初期全面学习苏联,实行计划经济,形成了“条条专政”的体系,国务院各行政部门各自设置相应的研究院所、高等院校、施工工程局和质检系统。这一体系的后遗症之一就是我国不同行业的岩土工程技术人员相互隔绝,不相往来,缺少共同语言。这些问题在“注册土木工程师(岩土)”考试中充分暴露出来。

据初步统计,不包括各省市所编制的地方标准,目前我国岩土工程方面的国家标准和行业标准就有 200 多种,其中各行业规范自成体系,名词术语、岩土分类、参数、公式、设计理论高度不一致。

由于我国岩土工程技术规范标准呈现高度不一致,一本教材很难概括不同的规范标准,因此本教材主要与《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009 年版)紧密结合,其目的是要求学生能对岩土工程勘察专业学科有一个初步的了解,并能够基本掌握岩土工程勘察的原理和方法,使理论与实践相结合,学以致用,为将来从事岩土工程勘察及相关专业工作打好基础,尽快适应市场经济的需要。

一、工程地质勘察体制

新中国成立以前,我国尚未建立工程勘察设计的体制。20 世纪 50 年代初,一些工业部门的主要勘察设计单位都有苏联专家帮助和指导工作,在一些院校也有苏联专家讲课和培养技术人员,当时主要是按照苏联的工程地质勘察建制的模式建立和发展我国的工程地质勘察体制,成立各行业系统的工程地质勘察单位,承担自己行业的勘察任务,为专业的设计单位提供勘察资料,供设计人员使用。勘察人员对上部结构设计的情况很少了解,也不需要了解,因而所提供的资料不一定符合设计的需要,而设计人员对岩土工程方面的问题也不甚了解。在经济恢复时期和后来的几个五年计划建设期间,这种体制与当时的计划经济是大体适应的,但技术上一边倒所引起的矛盾和勘察设计处于分割状态的弊端已经不断显现出来。

20 世纪 60 年代至 70 年代,在总结实践经验和开展科学研究的基础上,我国的工程勘察技术逐步走向成熟,特别是在区域性、地震地质、测试技术等方面都取得了丰硕的成果。当时编制的一些技术标准将这些成果推广应用于工程建设,标志着我国的工程勘察技术已经达到了比较高的水平,但十分明显地体现出想摆脱苏联技术的影响而无法完全摆脱的无奈。至于工程勘察的基本内容、主要方法,特别是管理体制仍保持在 50 年代已经形成的按照苏联的模式建立起来的体系之中。

《工业与民用建筑工程地质勘察规范》(TJ 21—77)是我国第一本全国通用勘察规

范,自1978年5月1日起试行。该规范由河北省革命委员会基本建设委员会会同有关单位共同编制,编制过程中进行了多次调查研究和必要的科学试验,总结了新中国成立20多年来在工程地质勘察方面的实践经验和科研成果,广泛征求了全国有关单位的意见,反复讨论修改,最后会同有关部门审查定稿。规范实行勘察、设计、施工的三结合。

因此,20世纪80年代初期以前,我国的勘察体制基本上还是新中国成立初期的苏联模式,人们称之为工程地质勘察体制。在实际工作中,一般仅限于提出勘察场地的工程地质条件和有关问题,而不提或很少提到解决问题的办法。由于缺乏量化的分析和成果的工程针对性,使勘察工作局限于“打钻、取样、试验、提报告”的狭小圈子中。

二、岩土工程勘察体制

勘察工作不但需要反映场地的地质条件,而且要结合工程设计、施工条件及地基处理要求进行岩土工程评价,提出解决岩土工程的建议,避免勘察和设计之间在了解自然、认识自然和改造利用自然方面的脱节。原国家计划委员会在1986年正式要求在全国逐步推广岩土工程勘察体制,在政府的导向下,全行业付出了巨大的努力,使我国的岩土工程出现了多方面的变化。

第一,执业范围从单纯勘察变为参与岩土工程勘察、设计、施工、检测与监测全过程。

第二,工程勘察成果加深了针对工程的分析评价力度,量化地提出了工程设计方案或工程处理方案及具体建议。

第三,以《岩土工程勘察规范》(GB 50021—94)(简称94规范)为代表的一批更加符合岩土工程要求和工作规律的国家标准、行业标准和地方标准相继出台,适合了体制的要求,满足了国家建设的需要。94规范对《工业与民用建筑工程地质勘察规范》(TJ 21—77)作了较大的补充和修改,为强制性国家标准,自1995年3月1日起施行,是我国第一本岩土工程勘察方面的国家规范。它既总结了新中国成立以来工程实践的经验和科研成果,又注意尽量与国际标准接轨。该规范首次提出了岩土工程勘察等级,以便在工程实践中按工程的复杂程度和安全等级区别对待;对工程勘察的目的任务提出了新要求,加强了岩土工程勘察的针对性;对岩土工程勘察与设计、施工、监测密切结合提出了更高的要求;对各类岩土工程如何结合具体工程进行分析、计算和论证,做出了相应的规定。

《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2001年版)基本上保持了94规范的适用范围、总体框架,只作了局部调整,加强和补充了近年来发展的新技术和新经验;改正和删除了94规范某些不适当、不确切的条款;按新的规范编写规定修改了体例,并与有关规范进行了协调。修订时,注意了本规范是强制性的国家标准,是勘察方面的“母规范”,原则性的技术要求、适用于全国的技术标准应在规范中体现,因地制宜的具体细节和具体数据,留给相关的行业标准和地方标准规定。《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2001年版)自2002年3月1日起施行。

《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)对2001年版进行了局部修订,修订的主要内容是使部分条款的表达更加严谨,与相关标准更加协调。《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)自2009年7月1日起实施。

第四,2002年在全国范围内举行了第一次土木工程师(岩土)的职业资格考试,有几

千位岩土工程师通过考试取得了注册资格。2009年9月1日统一实施注册土木工程师(岩土)执业制度。逐渐强化个人执业资格制度,同时淡化单位资质,直至完全以个人执业资质取代单位资质。

第五,高等教育专业设置目录进行了大幅度调整,扩大了专业面,岩土工程研究生的教育制度更趋完整,教育改革不仅为行业的发展提供了人才资源保证,同时,出现了一批高水平的研究成果和高素质的青年学者、专家群体。

我国的经济建设正以空前的速度发展,市政建筑、水利水电、公路铁路、海洋工程、地下工程都完成和提出了前所未有的课题,是我国岩土工程发展的大好时机。近30年来高速发展的土木工程建设,促进了岩土工程的发展,提高了我国岩土工程理论和实践的水平。但对自然环境的干扰和影响也不容忽视,这也为我国的岩土工作者提出了迫切需要解决的新课题。

第三节 岩土工程勘察阶段概述

勘察主要是为设计服务的,我国的工程设计程序,对大型、特大型工程的工程设计一般分选址阶段设计、初步设计、施工图设计,所以对应于设计各阶段的要求,需进行可行性研究阶段勘察、初步勘察和详细勘察。工程条件、地质条件简单的工程可直接进行详细勘察。

一、勘察阶段的划分

勘察阶段的划分取决于不同设计阶段对工程勘察工作的不同要求。由于勘察的对象不同,设计对勘察工作的要求也不相同,因此勘察阶段的划分和所采用的规范也不尽相同。

勘察阶段的划分及采用的规范见表1-1。

二、各勘察阶段的勘察目的、方法

岩土工程勘察是岩土工程技术体制中的一个重要环节。各项工程建设必须在设计和施工之前,按照基本建设程序进行岩土工程勘察。它的基本任务是按照建筑物或构筑物不同勘察阶段的要求,正确反映工程地质条件,查明不良地质作用和地质灾害,为建设工程的设计、施工及岩土体治理加固、基坑开挖和支护、基坑降水等工程提供翔实的工程地质资料和必要的岩土工程参数,同时对工程可能存在的岩土工程问题进行论证和评价。

从表1-1可以看出,虽然不同勘察对象勘察阶段的划分有所不同,但总体上可以归纳为四个阶段:可行性研究阶段勘察、初步设计阶段勘察(初勘)、施工图设计阶段勘察(详勘)和施工勘察。各勘察阶段的勘察目的、要求和主要工作方法如表1-2所示。

可行性研究阶段勘察以收集已有资料为主,并适当作些补充调查,对拟建场地的适宜性和稳定性进行评价,为选择场地服务。

初步勘察则在可行性研究阶段勘察的基础上,布置少量勘探测试工作,对场地内建筑地段作稳定性评价,为确定建筑总平面和主要建筑地基基础方案及不良地质作用的防治工程进行论证,满足初步设计要求。

表 1-1 勘察阶段的划分

勘察对象	勘察阶段					采用的勘察规范
房屋建筑和构筑物	可行性研究勘察		初步勘察	详细勘察	施工勘察(不是固定阶段)	GB 50021—2001 (2009 年版)
地下硐室	可行性研究勘察		初步勘察	详细勘察	施工勘察	
岸边工程	可行性研究勘察		初步设计勘察	施工图设计阶段勘察	—	
管道工程	选线勘察		初步勘察	详细勘察	—	
架空线路工程	—		初步勘察	施工图设计勘察	—	
废弃物处理工程	可行性研究勘察		初步勘察	详细勘察	—	
核电厂	初步可行性研究勘察	可行性研究勘察	初步勘察	详细勘察	工程建造勘察	JTJ 240—98
边坡	—	初步勘察	详细勘察	施工勘察	—	
公路	可行性研究勘察		初步工程地质勘察	详细工程地质勘察	—	TB 10012—2001
	预可勘察	工可勘察				
铁路	踏勘	加深地质工作	初测	定测	补充定测	GB 50287—99
水利水电	规划阶段工程地质勘察	可行性研究阶段工程地质勘察	初步设计阶段工程地质勘察	技施设计阶段工程地质勘察		JTJ 240—97
港口	可行性研究阶段勘察		初步设计阶段勘察	施工图设计阶段勘察	施工期中的勘察	

表 1-2 各勘察阶段的勘察目的、要求和主要工作方法

勘察阶段	可行性研究勘察	初步设计阶段勘察(初勘)	施工图设计阶段勘察(详勘)	施工勘察
设计要求	满足确定场址方案	满足初步设计	满足施工图设计	满足施工中具体问题的设计,随勘察对象不同而不同
勘察目的	对拟选场址的稳定性和适宜性作出评价	初步查明场地岩土条件,进一步评价场地的稳定性	查明场地岩土条件,提出设计、施工所需参数,对设计、施工和不良地质作用的防治等提出建议	解决施工过程中出现的岩土工程问题
主要工作方法	收集分析已有资料,进行场地踏勘,必要时进行一些勘探和工程地质测绘工作	调查、测绘、物探、钻探、试验,目的不同侧重点不同	根据不同的勘察对象和要求确定,一般以勘探和室内外测试、试验为主	施工验槽,钻探和原位测试

详细勘察是按单体建筑或建筑群进行勘察,提供详细的地质资料,对建筑地基作岩土工程评价,提出对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水、不良地质作用防治等方面的建议,满足施工图设计要求。

施工勘察是配合施工进行的勘察,解决与施工有关的岩土工程问题。

第四节 岩土工程勘察方法概述

岩土工程勘察方法可分成六个方面:工程地质测绘与调查、勘探与取样、室内试验、原位测试、现场监测和资料整理。

一、工程地质测绘与调查

工程地质测绘与调查是岩土工程勘察中一项先行的基础工作。在工程设计之前,勘察人员要详细查明拟建场地或区域工程地质条件的空间分布规律,按一定比例尺反映在地形图上,并编制工程地质图,作为工程地质预测的基础,提供给设计部门使用。该方法是可行性研究阶段和初步勘察阶段的主要手段,有时在详细勘察和施工勘察阶段中也进行大比例尺测绘。

测绘与调查工作可以在较短的时间内查明广大地区的工程地质条件,不需要复杂的设备和大量资金、材料,而且效果显著。通过测绘和地面地质的了解,往往可对地下地质情况作出相当准确的判断,为设计勘探和试验工作奠定良好的基础。测绘的详细程度及对场地或各建设阶段的稳定性和适宜性的评价结论,直接影响勘探工作量的大小。对于地质条件简单、范围较小的场地,一般可用踏勘调查代替测绘。

工程地质测绘可分为综合性测绘和专门性测绘。前者研究的内容涉及工程地质条件的所有方面;后者是针对某具体工程地质问题,或涉及规划、设计方案的选择与比较时进行的一些专门性测绘工作。

二、勘探与取样

勘探是工程地质测绘工作的继续,是整个勘察工作中的主要组成部分。通过测绘工作往往只能了解地表情况,要全面确定地下岩土的分布情况、地质结构和水文地质条件等,必须通过物探、钻探、坑探触探及取样方法来确定。

(一) 物探

物探方法是一种间接方法,根据被测定的地质介质的导电率、密度、弹性波传播速度等物理性质,以及岩层的含水量、裂隙发育和破碎程度等物理状态,用特定的仪器设备取得测定的数值,从而划分地层、判断地质结构、地下水埋藏深度、岩溶分布情况等,特别是测定岩石或岩体的力学指标。

物探一般包括电法勘探、地震勘探、磁法勘探、重力勘探和放射性勘探等勘探方法。在岩土工程勘察中,常用在以下方面:①作为钻探的先行手段,了解隐蔽的地质界线、界面或异常点;②在钻孔之间增加地球物理勘探点,为钻探成果的内插、外推提供依据;③作为原位测试手段,测定岩土体的波速、动弹性模量、动剪切模量、卓越周期、电阻率、放射性辐

射参数、土对金属的腐蚀性等。

需要指出的是,与其他勘探方法相比,物探方法虽能简便而快捷地探测地下地质情况,但由于它常常受到其他因素(如地下条件、高压线等)干扰,以及仪器测量精度不够,其所得判断和结果往往较为粗略,且有多解性。因此,在岩土工程勘察中,应与其他勘探方法结合使用。所以,物探应以测绘为指导,并且用钻探加以验证。物探成果对勘探的布置具有参考意义。

应用地球物理勘探方法时,应具备的条件包括:①被探测对象与周围介质之间有明显的物理性质差异;②被探测对象具有一定的埋藏深度和规模,且地球物理异常,有足够的强度;③能抑制干扰,区分有用信号和干扰信号;④应根据探测对象的埋深、规模及其与周围介质的物性差异,选择有效的方法,并选择有代表性地段进行方法的有效性试验。

地球物理勘探发展很快,不断有新的技术、新的方法出现。如近年来发展起来的瞬态多道面波法、地震 CT 法、电磁波 CT 法等,效果很好。

(二) 钻探

钻探是直接了解地下地质情况最可靠的手段。其主要优点包括:①可以获得多种较准确的资料,如地层岩性资料(同时可进行鉴别和描述)、地质构造、地下水资料等;②获取岩土试样;③在孔内进行岩土工程性质的原位测试、水文地质试验、测井和监测等。和物探相比,钻探存在耗费人力物力较多、平面资料连续性较差、钻进有时困难等缺点。因此,为提高岩土工程勘察的经济合理性,通常情况下,钻探在工程地质测绘和物探工作的基础上进行。其优点是能够取得多种较准确可靠的资料,可以取样做试验,或在孔中做某些原位测试,以及工作条件一般不受地形、地质和气候等限制。但它存在耗费人力物力较多、用时较长,有的地层钻进或取样困难等缺点。因此,为了更好地发挥钻探的作用,避免盲目性和随意性,应在测绘基础上和物探工作指导下开展工作。

(三) 坑探

坑探(包括探槽、探井和平硐)在岩土工程勘察中占有重要地位,在查明浅层第四纪地质情况,揭露基岩并了解其地质特征以及获取一级原状试样等工作中经常采用,经济有效。和一般的钻探相比,其优点是便于工程地质人员直接观察地层结构,且准确可靠;又便于采取原装岩土样及进行现场大型试验。其缺点是费用往往较钻探高,且周期长;有时受自然地质条件的限制(如地下水的限制等)。

(四) 触探

触探是指用静力或动力将标准探头贯入土层中,通过贯入阻力的大小或者贯入难易程度,间接了解土层物理性质的方法。

(五) 取样

取样是勘察工作中对岩土定量评价的基础工作。取得的试样是否标准直接影响岩土性质指标的测定精度,进而影响对其评价的可靠性。

按照取样方法及试验目的,对土试样的质量等级按表 1-3 分为四个等级。

三、室内试验

在实验室内测定岩土性质指标是获取评价技术参数的主要手段之一。室内试验项目

表 1-3 土试样质量等级

级别	扰动程度	试验内容
I	不扰动	土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水量、密度
III	显著扰动	土类定名、含水量
IV	完全扰动	土类定名

注：I 级不扰动是指原位应力状态虽已改变，但土的结构、密度和含水量变化很小，能满足室内试验各项要求。

- 除地基基础设计等级为甲级的工程外，在工程技术要求允许的情况下可用 II 级土试样进行强度和固结试验，但宜先对土试样受扰动程度作抽样鉴定，判定用于试验的适宜性，并结合地区经验使用试验成果。

主要包括岩土重度、比重、天然含水量、黏性土的液限和塑限、土的密实度、渗透系数、压缩系数和压缩模量、黏聚力和内摩擦角、岩石的强度、软化系数等。

四、原位测试

原位测试是在岩土原来位置上，在无扰动的天然状态下对岩土体工程性能所进行的测试，虽然它和室内试验同属于岩土性能测试范畴，但是二者测试精度不同，对同一点土性测试的结果往往不一致。影响室内试验精度的因素较多，如采样技术、样品运送、开样修整、仪器设备、试验操作、数据统计等。当然，原位测试同样存在由仪器设备、操作技术、资料整理产生的误差。相对而言，原位测试较室内测试精度较高。

随着科学技术的不断发展，原位测试的仪器设备不断创新，提高了测试精度，扩大了测试范围，是研究岩土性能的首选方法。

五、现场监测

现场监测主要是指用仪器观测建筑或天然因素影响引起的岩土变化。

由于岩土体的复杂性和多变性，以及岩土工程理论和设计原理方面存在的局限性，岩土性能在施工和运行中的变化不能准确预知。因此，初次设计（如拟一个安全系数）—施工—现场观测检验—反馈信息—必要时及时修改设计和采取补救措施—积累经验或生成理论的程序方法，已成为重要的岩土工程实践标准。

测量参数主要是位移、总应力和孔隙水压力。现场监测技术近年来发展较快，测量仪器在电子化、小型化和遥控化方面有很大改进，新的仪器设备不断涌现。

六、资料整理

资料整理工作的内容主要是岩土工程性质指标数据的数理统计，工程问题的综合分析研究，各种图件的绘制和勘察报告书的编写。对于专门工程地质勘察或进行专题论证时，还包括有关的工程地质及水文地质计算等工作。

报告书是勘察工作的最终成果，供设计、施工方面直接使用，因此应做到层次分明、叙述清楚、数据准确、论证有据、结论正确、建议合理可行。报告书主要由文字和图件两部分组成。文字报告的内容应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况编