

高等学校教材

岩土工程

勘察

李永乐 主编



黄河水利出版社

高等学校教材

岩土工程勘察

主 编 李永乐
副主编 李日运 黄志全 赵建仓
参 编 毕理毅 崔江利 陈平货

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书系统阐述了岩土工程勘察的理论和方法,共分九章,包括岩土工程勘察的基本技术要求、不良地质作用和地质灾害、各类岩土工程勘察的基本要求、特殊性岩土工程勘察、勘探与取样、岩土工程中的地下水、原位测试、现场检验与监测、岩土工程分析评价与成果报告等。特别是在岩土工程分析评价与成果报告一章中,结合某超高层建筑岩土工程勘察实例对岩土工程勘察的理论和方法在工程中的应用进行了详细的论述。

本书在总结编者的科研成果和生产实践经验的基础上,广泛收集岩土工程学科领域近几年的最新研究成果,以正在实施的国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)、《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)以及其他有关规范、规程为依据。可作为高等院校土木工程、地质工程、建筑工程等专业的本科生教材,亦可供从事相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程勘察 / 李永乐主编. — 郑州: 黄河水利出版社, 2004.3
高等学校教材
ISBN 7-80621-734-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 094578 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编号:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrcp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1 / 16

印张:16

字数:370 千字

印数:1—1 100

版次:2004 年 3 月第 1 版

印次:2004 年 3 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-734-7 / TU · 36

定价:30.00 元

前 言

岩土工程勘察是工程建设的前期工作,对于建筑工程来说,建筑方案的选择、设计与施工都必须以岩土工程勘察结果为依据。随着科学技术的发展,国内外高层建筑、超高层建筑以及大型工程越来越多,从而对岩土工程勘察提出了更高的要求,同时也进一步推动了岩土工程勘察技术和方法的发展。

为了适应我国国民经济的快速发展,满足社会主义市场经济对岩土工程专业人才的需要,我国教育部设置了土木工程(岩土工程方向)本科专业。岩土工程勘察课程是该专业的主要课程之一。近几年来,由于岩土工程技术的不断提高,岩土工程勘察规范以及其他相应的规范不断更新,目前尚无一本适合岩土工程本科专业学习的教材。为此,我们编写了这本书。

全书共分9章。第一章为岩土工程勘察的基本技术要求;第二章为不良地质作用和地质灾害;第三章为各类岩土工程勘察的基本要求;第四章为特殊性岩土工程勘察;第五章为勘探与取样;第六章为岩土工程中的地下水;第七章为原位测试;第八章为现场检验与监测;第九章为岩土工程分析评价与成果报告。

本书由李永乐担任主编,具体编写分工如下:李永乐编写绪论、第五章第一~三节、第六章、第九章;李日运编写第一章、第三章第一~六节;毕理毅编写第二章第一~六节和第九、十节及第八章;黄志全编写第七章第一~六节;崔江利编写第二章第七、八节及第四章、第五章第五节;赵建仓编写第五章第四节、第三章第七~十一节;陈平货编写第七章第七~九节。编写过程中,编者们在总结自己的科研成果和生产实践经验的基础上,广泛收集岩土工程学科领域近几年的研究成果,并结合自己的教学经验和参阅相关教材,以正在实施的国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)、《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)以及其他有关规范、规程为依据,力图做到概念清楚、结构严谨、重点突出,使学生易于掌握,学以致用。

本书初稿完成后,编者于2003年7月进行了互审,并进行了认真的修改,最后由李永乐统稿。在本书编写过程中,得到了华北水利水电学院岩土工程系老师们的支持和帮助,在此向他们表示感谢。

本书除作为本科生教材外,还可供从事岩土工程勘察的科技人员参考。

由于编者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003年8月

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第一章 岩土工程勘察的基本技术要求	(5)
第一节 岩土工程勘察分级	(5)
第二节 岩土工程勘察阶段及其工作内容	(6)
第三节 岩土工程勘察方法	(8)
第四节 岩土的工程分类	(12)
第二章 不良地质作用和地质灾害	(21)
第一节 概 述	(21)
第二节 滑 坡	(21)
第三节 泥石流	(31)
第四节 危岩和崩塌	(37)
第五节 岩 溶	(39)
第六节 地下采空区	(43)
第七节 地面沉降	(46)
第八节 场地和地基的地震效应	(48)
第九节 活动断裂	(53)
第十节 建筑场地的稳定性评价	(56)
第三章 各类岩土工程勘察的基本要求	(57)
第一节 房屋建筑与构筑物	(57)
第二节 地下洞室岩土工程勘察	(63)
第三节 岸边工程岩土工程勘察	(65)
第四节 管道和架空线路工程岩土工程勘察	(67)
第五节 废弃物处理工程岩土工程勘察	(70)
第六节 核电厂岩土工程勘察	(72)
第七节 边坡工程勘察	(76)
第八节 基坑工程勘察	(78)
第九节 桩基础工程勘察	(80)
第十节 地基处理工程勘察	(81)
第十一节 既有建筑物的增载和保护工程勘察	(84)
第四章 特殊性岩土工程勘察	(87)
第一节 湿陷性土	(87)
第二节 红黏土	(92)
第三节 软 土	(94)

第四节	混合土	(96)
第五节	填土	(97)
第六节	多年冻土	(99)
第七节	膨胀岩土	(101)
第八节	盐渍岩土	(103)
第九节	风化岩与残积土	(105)
第十节	污染土	(107)
第五章	勘探与取样	(110)
第一节	概 述	(110)
第二节	钻探工程	(112)
第三节	坑探工程	(117)
第四节	采取土样	(119)
第五节	工程物探	(127)
第六章	岩土工程中的地下水	(134)
第一节	岩土的水理性质及水在岩土中的存在形式	(134)
第二节	地下水在岩土工程中的作用	(137)
第三节	岩土工程中的地下水勘察	(139)
第四节	地下水参数测量	(140)
第五节	基坑降水	(144)
第六节	水和土的腐蚀性评价	(148)
第七章	原位测试	(151)
第一节	概 述	(151)
第二节	载荷试验	(151)
第三节	静力触探试验	(157)
第四节	动力触探试验	(169)
第五节	标准贯入试验	(176)
第六节	十字板剪切试验	(182)
第七节	旁压试验	(187)
第八节	波速测试	(194)
第九节	岩体原位应力测试	(202)
第八章	现场检验与监测	(205)
第一节	现场检验与监测的意义和内容	(205)
第二节	地基基础的检验和监测	(206)
第三节	岩土体的其他监测	(214)
第四节	不良地质作用和地质灾害的监测	(216)
第五节	地下水的监测	(217)
第九章	岩土工程分析评价与成果报告	(220)
第一节	岩土参数的分析与选取	(220)

第二节	岩土工程分析与评价	(224)
第三节	反分析	(228)
第四节	成果报告的基本要求	(230)
第五节	岩土工程勘察报告实例	(231)
参考文献	(248)

绪 论

一、岩土工程学概述

岩土工程学是一门新兴的学科,是人们在长期的工程实践中在对实践的认识与总结的基础上发展起来的。有史以来,人们在房屋建筑、道路桥梁、水利工程中,积累了许多有关岩土方面成功的经验和失败的教训,并逐步认识到岩土对工程具有十分重要的影响,应该进行系统的研究。欧美国家于 20 世纪 60 年代在前人土木工程实践的基础上建立起来一种新的技术体系,它的英文名称为 Geotechnical Engineering,直译为“地质技术工程”,是主要研究岩体和土体工程问题的一门学科,因此我们也称之为岩土工程。其研究对象包括岩土体的稳定性、地基与基础、地下工程及岩土体的治理、改造和利用等。这些研究通过岩土工程勘察、设计、施工与监测四个方面来实现。这一为工程建设全过程服务的体制,在工业与民用建筑、道路桥梁、港口、航运、国防建设等方面都占有重要的地位。我国引入岩土工程专业体制只有十多年的历史。在这十多年中,在祖国建设事业快速发展的带动下,岩土工程技术也取得了长足的进步。无论是岩土力学的理论研究,还是在岩土工程勘察测试技术、地基基础工程、岩土的加固和改良、震动岩土工程等方面都取得了十分明显的进步。许多方面已经达到或接近国际先进水平。当然,就我国目前的总体水平来看,和发达国家之间还有一定的差距,还需要中国岩土工作者的继续努力。

岩土工程学科是以土力学、岩石力学、工程地质学和基础工程学的理论为基础,由地质、力学、土木工程、材料科学等多学科相结合形成的边缘学科,同时又是一门地质与工程紧密结合的学科。就其学科的内涵和属性来说,属于土木工程的范畴,在土木工程中占有重要的地位。

岩土体作为一种特殊的工程材料,不同于混凝土、钢材等人工材料。它是自然的产物,随着自然环境的不同而不同,从而表现出不同的工程特性。这就造成了岩土工程的复杂性和多变性,而且土木工程的规模越大,岩土工程问题就越突出、越复杂。在实际工程中,岩土问题、地基问题往往是影响投资和制约工期的主要因素,如果处理不当,就可能会带来灾难性的后果。

岩土工程是一门实践性很强的应用技术。对于岩土体这一种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。岩土体具有显著的时空变异性,对于复杂的地质条件,完全查清岩土性状的时空分布是不可能的;岩土又有很强的区域性特点,不同区域具有不同的沉积环境,从而形成工程性质各异的岩土体。因此,单纯的理论计算和试验分析常常解决不了实际问题,还需要针对具体情况凭借工程经验对关键技术问题的把握,进行临场处置。从这个意义上讲,岩土工程至今还是不够严谨、不够完善、不够成熟的技术学科,还需要进一步的研究和发展。

岩土工程是一门综合性很强的学科。无论是在岩土工程理论研究还是在岩土工程方法的应用上,都需要运用到岩石力学、土力学、工程地质学、结构力学、土工测验、工程机械等多学科理论和方法;在岩土工程实践中,则需要勘察、设计、施工、监测、监理、科研等多方面的相互协调和密切配合,才能较好地完成岩土工程任务。

二、岩土工程勘察的目的和任务

岩土工程勘察是岩土工程技术体制中的一个首要环节。各项工程建设在设计 and 施工之前,必须按基本建设程序进行岩土工程勘察。它的基本任务,就是按照构筑物所处的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,为工程的设计、施工以及岩土体治理加固、开挖支护和降水等工程提供翔实的工程地质资料和必要的技术参数,同时对工程存在的有关岩土工程问题做出论证和评价。

所谓工程地质条件,是指与工程建设有关的各种地质条件的综合。这些地质条件包括拟建场地的岩土类型及工程性质、地质构造及岩土体结构、地貌、水文地质、工程动力地质作用和天然建筑材料等方面。工程地质条件复杂程度直接影响到工程建筑物地基基础方面投资的多少以及未来建筑物的安全运行。所以,任何类型的工程建设,在进行勘察时必须首先查明建筑场地的工程地质条件,这是岩土工程勘察的基本任务。只有在查明建筑场地的工程地质条件的前提下,才能运用岩石力学、土力学、工程地质学、结构力学、土工测验、工程机械等学科的理论和方法对建筑场地进行深入细致的研究。

岩土工程问题指的是拟建建筑物与岩土体之间存在的、影响拟建建筑物安全运行的问题。岩土工程问题因建筑物的类型、结构和规模不同以及地质环境不同而异。因此,岩土工程问题是复杂多样的。例如,工业与民用建筑主要的岩土工程问题是地基承载力和沉降问题。但是,由于建筑物的功能和高度不同,对地基承载力的要求差别较大,允许沉降的要求也不同。此外,高层建筑物深基开挖和支护、施工降水、坑底回弹隆起及坑外地面位移等各种岩土工程问题较多。而地下洞室主要的岩土工程问题是围岩稳定性问题,除此之外,还有边坡稳定、地面变形和施工涌水等问题。岩土工程问题的分析与评价是岩土工程勘察的核心任务,在进行岩土工程勘察时,对存在的岩土工程问题必须给予正确的评价。

不良地质现象是指能够对工程建设产生不良影响的动力地质现象,主要是指由地球外动力作用为主引起的各种地质现象,如岩溶、滑坡、崩塌、泥石流、土洞、河流冲刷以及渗透变形等,不良地质现象不仅影响建筑场地稳定性,也对地基基础、边坡工程、地下洞室等具体工程的安全、经济和正常使用产生不利影响。所以,在复杂地质条件进行岩土工程勘察时必须查清它们的规模大小、分布规律、形成机制和形成条件、发展演化规律和特点,预测其对工程建设的影响或危害程度,并提出防治的对策与措施。

三、我国岩土工程勘察的形成与发展

新中国成立初期,由于国民经济建设的需要,在城建、水利、电力、铁路、公路、

港口等部门,沿用苏联的模式,根据各自行业的特点和要求,相继设立勘察、设计机构,先后开展了工程地质勘察研究工作,为工程规划、设计和施工提供了大量的地质资料,在工程建设中发挥了重大的作用。但是,由于各行业研究的方向、方法和侧重点的不同,使得我国岩土工程勘察工作很不统一,各行业对岩土工程的勘察、设计及施工都有各自的行业标准。这些标准或多或少都有一定的缺陷,主要表现在:①勘察与设计、施工严重脱节;②专业分工过细,勘察工作的范围仅仅局限于查清条件,提供参数,而对如何设计和处理很少过问。再加上行业分割和地方保护严重,知识面越来越窄,活动空间越来越小,影响了勘察工作的社会地位和经济效益的提高。它尤其不能适应社会主义市场经济的需要。

针对工程地质勘察中存在的问题,我国自1980年开始进行岩土工程专业体制的改革,引进了岩土工程体制。这一技术体制是市场经济国家普遍实行的专业体制,是为工程建设全过程服务的,因此很快就显示出了它突出的优越性。它要求勘察与设计、施工、监测密切结合而不是机械分割;要求服务于工程建设的全过程,而不仅仅为设计服务;要求在获得资料的基础上,对岩土工程方案进一步进行分析论证,并提出合理的建议。20世纪90年代以来,随着我国工程建设的迅猛发展,高层建筑、超高层建筑以及各项大型工程越来越多,对天然地基稳定性计算与评价、桩基计算与评价、基坑开挖与支护、岩土加固与改良等方面,都提出了新的研究课题,要求对勘探、取样、原位测试和监测的仪器设备、操作技术和工艺流程等不断创新。由于勘察工作与设计、施工、监测结合并积累了许多勘察经验和资料。20多年来,勘察行业体制的改革虽然取得了明显的成绩,但是真正的岩土工程体制的改革还没有真正到位,勘察工作还存在着许多问题,缺乏法定的规范、规程和技术监督。此外,某些地区工程勘察市场比较混乱,勘察质量不高。

为了使岩土工程行业能够真正形成岩土工程体制,适应社会主义市场经济的需要,并且与国际接轨,规范岩土工程勘察工作,做到技术先进、经济合理,确保工程质量和提高经济效益,由中华人民共和国建设部会同有关部门,共同制定了中华人民共和国国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021—94),于1995年3月1日正式实施。该规范是对《工业与民用建筑工程地质勘察规范》(TJ21—77)的修订,它既总结了新中国成立以来工程实践的经验 and 科研成果,又注意尽量与国际标准接轨。在该规范中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;对工程勘察的目标和任务提出了新的要求,加强了岩土工程评价的针对性;对岩土勘察与设计、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、计算与论证,做出了相应的规定。2002年中华人民共和国建设部又对《岩土工程勘察规范》(GB50021—94)进一步进行了修改和补充,颁布了中华人民共和国国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001),该规范是目前我国岩土工程勘察行业实行的强制性国家标准。

四、本学科的内容和学习要求

本书内容共分9章。第一章为岩土工程勘察的基本技术要求;第二章为不良地质

作用和地质灾害；第三章为各类岩土工程勘察的基本要求；第四章为特殊性岩土工程勘察；第五章为勘探与取样；第六章为岩土工程中的地下水；第七章为原位测试；第八章为现场检验与监测；第九章为岩土工程分析评价与成果报告。

本书是为岩土工程和地质工程专业本科学生开设的专业课“岩土工程勘察”而编写的教材，其目的在于使这两个专业的学生能够对岩土工程这门学科有一个初步的了解，并且能够掌握岩土工程勘察的基本原理和基本方法，为将来从事该项工作打好基础。从近年来毕业的学生从事的工作来看，无论是岩土工程专业的毕业生还是地质工程专业的毕业生，基本上都或多或少地要从事岩土工程的勘察、设计、施工和监理等工作。因此我们建议，这两个专业的学生都需要学好这门课，熟练掌握岩土工程勘察、设计、施工和监理的基本方法。只有这样，才能适应市场经济的需要，才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。

第一章 岩土工程勘察的基本技术要求

第一节 岩土工程勘察分级

不同的建筑场地地质条件不同,存在的工程地质问题也各异。因此,工程建设所采取的地基基础设计方案、上部结构设计也可能不同;岩土工程勘察所采用的方法以及应解决的问题也不同。岩土工程勘察等级划分的目的在于突出重点、区别对待、利于管理。

岩土工程勘察分级是对工程安全等级、场地和地基复杂程度等因素进行综合分析确定的。

一、工程安全分级

工程安全分级,是根据工程的规模和特征,以及由于岩土问题造成破坏或影响正常使用的后果的严重性进行划分的。如表 1-1 所示。

表 1-1 工程安全等级

安全等级	工程类型	破坏后果
一级	重要工程	很严重
二级	一般工程	严重
三级	次要工程	不严重

工程安全等级划分,由于涉及各行各业,涉及房屋建筑、地下洞室、电厂及其他工业建筑、废弃物处理等工程,很难做出具体划分标准。以住宅和一般公用建筑为例,30层以上的可定为一级,7~30层的可定为二级,6层及6层以下的可定为三级。

二、场地等级

场地等级是根据场地地质条件的复杂程度划分的,可按下列规定分为三个等级:

(1)一级场地。符合下列条件之一的为一级场地(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地质地貌复杂;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。符合下列条件之一的为二级场地(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。符合下列条件者为三级场地(简单场地):①抗震设防烈度等于或小

于6度或对建筑物抗震有利的地段；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。

三、地基等级

地基等级划分是根据地基的复杂程度进行的。

(1)一级地基。符合下列条件之一的为一级地基(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严重失陷、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。

(2)二级地基。符合下列条件之一的为二级地基(中等复杂地基)：①岩土种类多，不均匀，性质变化较大；②除一级地基所列以外的特殊性岩土。

(3)三级地基。符合下列条件者为三级地基(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。

场地等级、地基等级具体划分时，应从一级开始，向二级、三级推定，以最先满足为准。

四、岩土工程勘察等级

岩土工程勘察等级划分，是依据工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度综合确定的，一般划分为甲、乙、丙三个级别：

(1)甲级岩土工程勘察。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。

(2)乙级岩土工程勘察。除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目。

(3)丙级岩土工程勘察。工程重要性、场地复杂程度和地基复杂程度等级均为三级。

一般情况下，勘察等级可在勘察工作展开前，通过收集已有资料确定。但随着勘察工作的展开、对自然认识的深入，勘察等级也可能发生改变。

对于岩质地基，场地地质条件复杂程度是控制因素。建造在岩质地基上的工程，如果场地和地基条件比较简单，勘察工作难度是不大的，故即使是一级工程，场地和地基为三级时，岩土工程勘察等级也可定为乙级。

第二节 岩土工程勘察阶段及其工作内容

岩土工程勘察的目的在于运用各种勘察技术手段，有效查明建筑场地的工程地质条件，并结合工程项目特点及要求，分析场地内存在的工程地质问题，论证场地地基的稳定性和适宜性，提出正确的岩土工程评价和相应对策，为工程建设的规划、设计、施工和正常使用提供依据。

与工程建设各个设计阶段相应的岩土工程勘察一般分为可行性研究阶段勘察、初步勘察、详细勘察和施工勘察。对工程地质条件复杂或有特殊要求的工程宜进行施工勘察；场地较小且无特殊要求的工程可合并勘察阶段；当建筑物平面布置已经确定，

且场地或其附近已有岩土工程资料时，可根据实际情况，直接进行详细勘察。

一、可行性研究阶段勘察

可行性研究阶段勘察应符合选择场址方案的要求，其勘察目的是为了取得几个拟选场址方案的主要工程地质资料，并根据建筑条件，进行技术经济论证和方案比较，对拟选场址的稳定性和适宜性做出工程地质评价。这一阶段的勘察工作归纳为：

(1)收集场址所在地区的区域地质、地形地貌、地震、矿产和附近地区的工程资料及建筑经验。

(2)在收集和分析已有资料的基础上，进行现场调查，了解场地的地层结构、岩土类型及性质、地下水及不良地质现象等工程地质条件。

(3)对工程地质条件复杂，已有资料不能符合要求的，可根据具体情况，进行工程地质测绘及必要的勘探工作。

(4)当有两个或两个以上拟选场地时，应进行比较分析。

根据我国建筑经验，选择场址时宜避开下列地段：不良地质现象发育且对场地稳定性有直接危害或潜在威胁，如大滑坡、强烈发育岩溶、塌陷、泥石流等；地基土质严重不良地段；洪水或地下水对建筑场地有严重不良影响地段；地震基本烈度高，可能存在地震断裂带及地震时可能发生滑坡、山崩、地陷的场地以及对建筑抗震不利地段；地下有未开采的有价值矿藏或未稳定的地下采空区。

二、初步勘察

初步勘察应符合初步设计要求，其目的在于对场地内各建筑地段的稳定性和地基的岩土技术条件做出岩土工程评价，为确定建筑总平面布置、选择建筑物地基基础设计方案和不良地质现象的防治对策进行论证。这一阶段的工作内容为：

(1)收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、岩土工程特性、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，并对场地稳定性做出评价。

(4)对抗震设计烈度等于或大于 6 度的场地，应对场地和地基的地震效应做出初步评价。

(5)季节性冻土区，应调查场地土的标准冻结深度。

(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、基坑开挖和支护、工程降水方案进行初步评价。

三、详细勘察

详细勘察应符合施工图设计要求。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；对建筑物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。主要进行下列工作：

(1)收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)查明不良地质作用类型、成因、分布范围、发展趋势和危险程度，提出整治方案的建议。

(3)查明建筑范围内岩土层类型、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)对需要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)判定水对建筑材料的腐蚀性。

四、施工勘察

施工阶段勘察的目的和任务就是配合设计、施工单位进行勘察，解决与施工有关的岩土工程问题，并提出相应的勘察资料。当遇下列情况之一时，需进行施工勘察：

(1)基坑或基槽开挖后，岩土条件与原勘察资料不符。

(2)深基础施工设计及施工中需进行有关地基监测工作。

(3)地基处理、加固需进行检验工作。

(4)地基中溶洞或土洞较发育，需进一步查明及处理。

(5)在工程施工中或使用期间，当边坡体、地下水等发生未曾估计到的变化时，应进行检测，并对施工和环境的影响进行分析评价。

第三节 岩土工程勘察方法

为了查明场地的工程地质条件，分析其存在的工程地质问题，需要采取一系列的勘察方法和手段。建筑场地岩土工程勘察方法一般包括工程地质测绘与调查、勘探和取样、工程地质试验、现场检验及观测和勘察资料的室内整理。关于这些方法的原理及详细研究内容将在第五章、第七章、第八章、第九章中专门论述。这里着重论述各勘察方法的特点、在勘察中的地位及相应配合问题，以建立一个总体概念。

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基础工作，在可行性研究阶段或初步设计阶段，工程地质测绘与调查往往是主要勘察手段。

工程地质测绘与调查实质上是运用地质学、工程地质学理论对地面地质体和地质现象进行观察描述，根据野外调查测绘结果在地形图上填绘测区工程地质条件的主要

因素,并绘制工程地质图,为确定勘探、测试工作及对场地工程分区与评价提供依据。因此,工程地质测绘与调查工作是各项勘察工作的基础,高质量的地表测绘工作可以取得对工程地质条件相当深入的认识,也是认识工程地质条件最有效、最经济的方法。但单靠测绘调查,无论在认识的深度和定量评价上,都是不够的,还必须有其他勘察方法,特别是勘探工作加以验证和使认识深化。

(一)工程地质测绘与调查基本原则

(1)工程地质测绘与调查一般在可行性研究或初步勘察阶段进行。在可行性研究阶段收集资料时,应尽量利用航空相片、卫星相片的解译成果。

(2)岩土出露或地貌、地质条件复杂的场地应进行工程地质测绘。对地质条件简单的场地,可用调查代替工程地质测绘。

(3)对经初步勘察测绘与调查仍未解决的某些专门工程地质问题,应在详细勘察阶段进行补充测绘。

(二)工程地质测绘与调查范围、比例尺及精度

工程地质测绘与调查范围应包括场地及其附近与研究内容有关的地段:对查明场地的地貌、地层、地质构造等问题有重要意义的邻近地段;为追索对拟建工程有影响的不良地质现象的成因规律、分布范围所需扩展的地质地貌单元;工程建设引起的工程地质现象可能影响的范围。地质条件较复杂的地区,可适当扩大工程地质测绘与调查范围。

工程地质测绘的详细程度由测绘比例尺决定。测绘所采用比例尺大小与勘察阶段密切相关:可行性研究勘察可选用 $1:5\,000\sim 1:50\,000$;初步勘察可选用 $1:2\,000\sim 1:10\,000$;详细勘察可选用 $1:500\sim 1:2\,000$ 。地质条件复杂地段,比例尺可适当放大。对工程有重要影响的地质单元体(滑坡、断层、软弱夹层、洞穴等),可采用扩大比例尺来表示。

工程地质测绘精度由每平方米图上平均观测点数来决定。地质界限和地质观测点的测绘精度,在图上的误差不超过 3 mm 。

(三)工程地质测绘与调查方法

工程地质测绘方法有路线穿越法、界线追索法及布点法三种:

(1)路线穿越法。沿一定的路线穿越测绘场地,详细观测沿线地区地质情况并填于地形图上,路线方向应大致与岩层走向、构造线及地貌单元相垂直。

(2)界线追索法。沿地层走向、重要构造线或不良地质现象边界线详细追索,以查明复杂构造或地质现象。

(3)布点法。在地形图上预先布置一定数量(在图上按 $2\sim 5\text{ cm}$ 间距布点)的观测点,广泛观测地质现象。

地质观测点宜布置在地质构造线、地层接触线、岩性分界线、不整合面和不同地貌单元、微地貌单元的分界线和不良地质作用分布的地段。同时地质观测点应尽量充分利用天然和已有的人工露头,例如采石场、路堑、井、泉等。当天然露头不足时,应根据场地的具体情况布置一定数量的勘探工作。条件适宜时,还可配合进行物探工作,探测地层、岩性、构造、不良地质作用等问题。

地质观测点的定位标测应根据精度要求和工程地质条件复杂程度选用。对于小比例的工程地质测绘,可根据地形、地物以目估或目测距离标测,即目测法;对于中等比例尺工程地质测绘,可借助罗盘仪、气压计等简单的仪器测定方位和高度,使用步测或测绳量测距离,即半仪测法;对于大比例尺的工程地质测绘,可采用仪器法,即借助于经纬仪、水准仪等较精密的仪器测定地质观测点的位置和高度。对于有特殊意义的地质观测点,如地质构造线、不同时代的地质接触线、不同岩性分界线、软弱夹层、地下水露头以及有不良地质作用等,均宜采用仪器法;对于卫星定位系统(GPS),满足精度条件下均可采用。

(四)工程地质测绘与调查内容

工程地质测绘与调查内容,应注重岩土工程实际问题,紧密结合岩土工程,其具体内容如下:

(1)查明测绘区内地形、地貌特征及其地层、构造、不良地质作用的关系,划分地貌单元。

(2)查明岩土的年代、成因、性质、厚度和分布,对岩层应鉴定其风化程度,对土层应区分新近沉积土、各种特殊土。

(3)查明岩体结构类型,各类结构面的产状和性质,岩、土接触面和软弱夹层的特性等,新近构造活动的行迹及其与地震活动的关系。

(4)查明地下水的类型、补给来源、排泄条件、井泉位置,含水层的岩性特征、埋藏深度、水位变化、污染情况及其与地表水体的关系。

(5)收集气象、水文、植被、土的标准冻结深度等资料,调查最高洪水位及其发生时间、淹没范围。

(6)查明岩溶、土洞、滑坡、崩塌、泥石流、冲沟、地面沉降、断裂、地震震害、地裂缝、岸边冲刷等不良地质作用的形式、分布、形态、规模、发育程度及其对工程建设的影响。

(7)调查人类活动对场地稳定性的影响,包括人类洞穴、地下采空、大挖大填、抽水排水和水库诱发地震等。

(8)建筑区变形和工程经验。

(五)遥感技术在测绘中的应用

航空航天照片能真实地反映地壳表面特征,为我们从客观角度研究一个地区地壳表面现象技术提供极为良好的条件。航空航天照片集中反映了大范围地层、岩性、地质构造、地貌形态和物理地质现象等。单凭地面测绘仅能了解局部现象与认识,应用遥感技术便可很快获得总体认识。遥感影像资料解译方法与原则为:

(1)遥感影像资料解译分为三个阶段:在初步阶段,对航空相片或卫星相片进行系统的立体观测,对地貌和第四纪地质进行解译,划分松散沉积物与基岩的界限,进行初步构造解译等;第二阶段是野外踏勘和验证,核实各典型地质体在照片上的位置,并选择一些地段进行重点研究,做实测地质剖面 and 采集必要的标本;最后阶段是成图,将解译资料、野外验证资料和其他方法取得的资料,集中转绘到地形图上,然后进行图面结构的分析。如有不合理,要进行修正,重新解译或到野外复检。