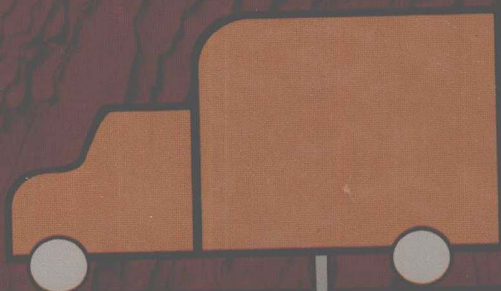


YANTU GONGCHENG KANCHA

岩土工程勘察



袁灿勤 王旭东 编著

河海大学出版社

岩土工程勘察

袁灿勤 王旭东 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程勘察 / 袁灿勤, 王旭东编著. —南京: 河海大学出版社, 2003. 12

ISBN 7-5630-1971-5

I. 岩... II. ①袁... ②王... III. 岩土工程—地质勘探 IV. TU412

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 119334 号

书 名	岩土工程勘察
书 号	ISBN 7-5630-1971-5/TU·63
责任编辑	马文潭
特约编辑	陈吉平 陈康宁
责任校对	江 南
封面设计	朱迎春
出 版	河海大学出版社
地 址	南京西康路 1 号(邮编:210098)
电 话	(025)83737852(总编室) (025)83722833(发行部)
经 销	江苏省新华书店
印 刷	南京捷迅印务有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16 15.25 印张 365 千字
版 次	2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷
定 价	30.00 元

前

言

人类的工程建设活动都是在地壳表层进行的,任何建筑物都支承在岩土层上,建筑物的重量通过基础传到地基中,所以,地基也是一种承受荷载的材料。为了保证建筑物的安全与正常使用,必须有良好的地基和与之相适应的基础,因此,在建筑物基础设计及施工前必须查清地基岩土层的分布规律、相应的物理力学性质等,才能为设计、施工提供依据。岩土工程勘察的目的是:运用各种勘察测试手段和方法,对建筑场地进行调查研究,分析判断修建各种工程建筑物的地质条件以及建设对自然地质环境的影响;研究地基、基础和上部结构共同工作时,保证地基强度、稳定性以及不致产生过大沉降变形的措施,分析并提出地基的承载能力;提供基础设计、施工以及必要时进行地基加固所需要的工程地质和岩土工程资料。

岩土工程勘察是一项综合性的工程地质调查工作。“岩土工程勘察”作为一门课程,也是勘察技术与工程专业、地质工程专业及土木(岩土)工程专业的一门主要专业技术课程。针对勘察技术与工程专业、土木(岩土)工程专业学生今后工作的特点以及城市建设中以建筑物地基勘察评价为主的特点并适当兼顾其他方面的要求,我们编写了此书。

本书第一章、第二章、第六章、第七章、第十一章由袁灿勤执笔;第五章及第四章第一节由王旭东执笔;第三章、第十章、第四章第七节由李俊才执笔;第四章第二节至第五节及第四章第八节由徐建龙执笔;第四章第六节由阮永平执笔;第四章第九节由袁灿勤、徐建龙共同执笔;第八章、第九章由韩爱民执笔。

本书在编写过程中曾得到许多同志的支持和鼓励,对此谨致谢忱。

岩土工程是一门新兴学科,许多地方还有待完善,而岩土工程勘察则更有许多未知领域需要我们去研究、去探索。由于作者水平有限,书中难免有错,敬请读者批评指正。

编 者

2003年7月于

南京工业大学土木工程学院

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 工程地质学和岩土工程	(1)
第二节 岩土工程勘察的目的与任务	(3)
第三节 岩土工程勘察的特点	(4)
第二章 岩土工程勘察的内容和基本要求	(5)
第一节 岩土工程勘察阶段划分和分级	(5)
第二节 岩土工程勘察的基本程序和内容	(7)
第三节 建筑场地岩土工程勘察	(8)
第四节 岩土工程勘察纲要	(16)
第三章 工程地质勘探与取样	(22)
第一节 工程地质勘探的类型及作用	(22)
第二节 工程地质钻探	(25)
第三节 取样技术与取土器	(34)
第四节 土样的现场鉴别与描述	(43)
第五节 岩样的现场鉴别与描述	(47)
第六节 现场钻探记录	(49)
第四章 原位测试	(50)
第一节 静力载荷试验	(51)
第二节 静力触探试验	(65)
第三节 野外十字板剪切试验	(79)
第四节 圆锥动力触探试验	(87)
第五节 标准贯入试验	(95)
第六节 钻孔旁压试验	(99)
第七节 扁铲侧胀试验	(110)
第八节 现场直剪试验	(114)
第九节 波速试验	(118)
第五章 现场监测	(131)
第一节 概述	(131)
第二节 沉降监测	(134)
第三节 地基与基础水平位移观测	(136)
第四节 土中土压力监测	(139)
第五节 土中孔隙水压力观测	(141)
第六节 地下水位监测	(143)
第七节 支护结构内力监测	(143)
第八节 土层锚杆监测	(145)

第六章 建筑地基评价	(146)
第一节 建筑地基评价的任务和内容	(146)
第二节 确定地基承载力的原则	(146)
第三节 岩土参数的分析与选定	(147)
第四节 确定地基承载力的方法	(153)
第五节 建筑场地的抗震评价	(158)
第七章 高层建筑地基和桩基工程勘察	(164)
第一节 高层建筑地基勘察的基本要求	(164)
第二节 桩(墩)基工程的岩土工程勘察和评价	(171)
第八章 特殊性岩土地基勘察	(182)
第一节 湿陷性土	(182)
第二节 红粘土	(184)
第三节 软土	(186)
第四节 混合土	(187)
第五节 填土	(188)
第六节 多年冻土	(189)
第七节 膨胀岩土	(191)
第八节 盐渍岩土	(192)
第九节 风化岩和残积土	(194)
第十节 污染土	(195)
第九章 不良地质作用和地质灾害勘察	(197)
第一节 岩溶	(197)
第二节 滑坡	(199)
第三节 危岩和崩塌	(201)
第四节 泥石流	(202)
第五节 采空区	(203)
第六节 地面沉降	(204)
第七节 场地和地基的地震效应	(205)
第八节 活动断裂	(206)
第十章 特殊工程的岩土工程勘察简介	(208)
第一节 道路工程的岩土工程勘察	(208)
第二节 地下工程的岩土工程勘察	(211)
第三节 桥涵工程地质勘察	(215)
第四节 水电工程的岩土工程勘察	(218)
第十一章 工程地质图及岩土工程勘察报告书	(229)
第一节 工程地质图	(229)
第二节 岩土工程勘察报告书	(232)
主要参考文献	(237)

第一章 绪 论

有史以来,人类的工程建设活动都是在地壳表层进行的,所有的工程都修建在一定的地质环境之中,因此,地壳的稳定性、建筑物地基的强度、建筑物修建过程中和修建后地基的变化以及它们对地质环境的影响,必将是工程建设中人们关心的重要问题。而如何分析、研究、认识和解决这些问题,正是本书所要讨论的主要内容。

第一节 工程地质学和岩土工程

一、工程地质学的任务、历史、现状和展望

什么是工程地质学,简单地说,研究与工程建设有关的地质问题的科学称为工程地质学。该学科是为工程建设服务的,它也是地质学的一个分支学科。它的基本组成内容有土质学、土力学、动力工程地质学、区域工程地质学、专门工程地质学等。

1. 工程地质学的任务和作用

工程地质学的任务是:研究、评价工程建设场地的工程地质条件,包括建筑场区的地形、地貌、地层、岩性、地质构造、自然地质现象、工程地质特性、水文地质条件等;研究并预测建筑物建造和运营期间自然地质条件的变化和可能发生的不良地质问题;选择最合理的建设场地,提出处理不良地质条件的工程措施,为保证工程建筑的合理设计、顺利施工和正常使用提供可靠的科学依据。

工程地质学在工程建设中的巨大作用是显而易见的。我们周围到处耸立着的建筑物,都是成功的例子。但由于忽视工程地质问题而造成的建筑事故还是很多的,现举几例说明如下。

例 1 1963 年意大利瓦依昂水库左岸大滑坡。

这是一起震惊世界的大事故。该水库大坝高 266 m,大坝本身未出现问题,但由于对水库左岸岩体在蓄水后的稳定性问题未进行预测和未注意观测,以致人们对这次大滑坡毫无防备。滑坡规模极大,体积达 $2.5 \text{ 亿 m}^3 \sim 3.0 \text{ 亿 m}^3$ 。滑坡发生得很迅速,以致使水库激起的巨浪越过坝顶冲向下游,所到之处均受到严重冲刷。此次滑坡冲毁 4 个村庄,有 3 000 多人死亡,造成了巨大的经济损失。

例 2 某铁矿粗碎车间厂房开裂(见图 1-1)。

该场地曾进行过工程地质勘察,但由于多种原因,粗碎车间位置有了变动。变动后的车间厂房施工时无详细工程地质资料,也没慎重考虑地基条件。厂房竣工试车时发现地坪及侧墙开裂,裂缝延续到厂房的地下室及上部。后经补充勘察,发现厂房基础一端埋置在强风化闪长岩上,而另一端放在可塑状红色中压缩性粉质粘土上,且旁边还有大量人工填土。基础下土层厚薄最大处相差 5 m 左右,粉质粘土承载力为 140 kPa,压

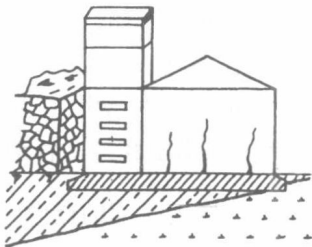


图 1-1 某铁矿粗碎车间
厂房开裂示意图

缩模量 E_s 为 3.5 MPa;强风化闪长岩承载力为 400 kPa,压缩模量 E_s 为 25 MPa。经分析,造成厂房开裂的主要原因是地基土产生的不均匀沉降。

例 3 加拿大特朗斯康谷仓(Transcona Grain Elevator)地基破坏(见图 1-2)。

该谷仓由 65 个圆柱形筒仓组成,高 31 m,宽 23 m,其下为片筏基础。由于事前不了解基础下埋藏有厚达 16 m 的软粘土,建成后初次储存谷物就使基底平均压力超过了地基土的极限承载力,结果谷仓西侧突然陷入土中 8.8 m,东侧则抬高约 1.5 m,仓身倾斜 27° 。这是地基发生整体破坏,建筑物丧失稳定性的典型例子。该谷仓的整体性很强,筒仓完好无损,事后在基础下面做了 70 多个支承于基岩上的混凝土墩,使用 388 个 500 kN 千斤顶以及支撑系统才把仓体逐渐纠正过来,但位置比原来降低了 4 m。



图 1-2 加拿大特朗斯康谷仓地基破坏状况示意图

以上工程实例充分说明,对于工程地质工作不够重视或现场调查工作及试验分析做得不够深入细致,对一些地质问题缺乏研究,不仅会造成人力、物力的极大浪费,而且还会造成重大的人身伤亡事故。所以,必须对工程地质工作在工程建设中的重要性和必要性有充分的认识,给予这项工作以应有的地位。

2. 工程地质学的发展

地球科学是一门比较古老的科学。作为其一门分支学科——工程地质学,产生于 20 世纪 20 年代~30 年代,40 年代出现了若干分支并逐渐成熟起来。50 年代初~60 年代初,法国巴尔巴塞拱坝溃决,意大利瓦依昂水库大滑坡,说明了工程地质学理论和预测能力还很薄弱。70 年代~80 年代,工程地质学蓬勃发展,22 届国际地质大会成立了国际工程地质协会,26 届国际地质大会召开了工程地质分会。到了 90 年代,工程地质学无论其研究的深度还是广度,都有了更进一步的发展,前者要求对工程地质问题的空间及时间作定量预测,后者要求进一步开发新的研究领域,如工程建设的环境保护、合理开发的工程地质评价等。新的课题、新的理论、新的分支也不断出现。

3. 我国工程地质学的现状

我国的工程地质学主要是建国以后发展起来的。从苏联引进基本理论和工作方法后,经过工程地质工作者多年的努力,已逐渐形成了具有自己特点的学科体系。

现今,我国的工程地质研究已达国际水平,有些甚至处于领先地位。实践工作中,已能对各类工程建筑物进行工程地质勘察和评价。如水电工程中黄河、淮河治理,葛洲坝水利枢纽,长江三峡等工程的勘察;铁道工程中有 50% 是隧道且纵贯横断山断裂带的成昆铁路工程的勘察;城市建设中超高层建筑,单桩荷载达数万 kN 工程地基的勘察、测试与评价以及矿山工程、国防工程、石化工程的勘察等。

理论研究上,岩体工程地质力学、区域稳定性评价、地震工程地质学、岩土体微结构研究等,都反映出了我国工程地质工作的当代水平。

二、岩土工程的概念

1. 岩土工程

岩土工程是一门把岩土体既作为建筑材料也作为结构进行工程建设的新兴学科。它的研究对象是岩土体,它的研究内容是岩土体的整治、改造和利用问题,它的工作方法是调查、

勘察、测试、分析计算、论证、方案选择、监测(或长期观测)、反演分析、再论证、方案认定。它以土力学、岩石力学、工程地质学和基础工程学为理论基础,解决和处理工程建设中出现的所有与岩土体有关的工程技术问题。它是一门地质学和工程建设紧密结合的新专业学科,属于土木建筑工程的范畴。

岩土工程在欧美被认为是土木工程的一个分支学科,已有五十多年的历史。我国是 20 世纪 80 年代才开始建立这门学科的。无论从客观上看还是从实质上看,岩土工程学科都是介于土木工程和工程地质学两门学科间的边缘学科。要想弄清岩土这种特殊材料和结构的内涵,没有工程地质学的知识,不用工程地质学的方法手段,是不行的。要处理好岩土工程本身以及和它有关联的工程的关系,没有土木工程的知识,不用土木工程的方法手段,也是不行的。岩土工程工作也是一项利用自然和改造自然的工作,要搞好这项工作,必须既具有丰富的工程地质学知识和经验,又具有丰富的土木工程知识和经验。岩土工程工作的范围很广,凡是涉及土木工程建设中所有与岩体和土体有关的工程技术问题,都在它的工作范围内,它包括岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程处理、岩土工程监测和岩土工程监理。

2. 岩土工程勘察

20 世纪 80 年代以前,我国的勘察体制基本上还是 50 年代初的苏联模式,即工程地质勘察体制。其任务是查明场地或地区的工程地质条件,为规划、设计、施工提供地质资料。在实际工作中,一般只提出勘察场地的工程地质条件和存在的地质问题,而很少涉及解决问题的具体办法。所提供的资料设计单位如何应用,也很少了解和过问,使勘察与设计、施工严重脱节。20 世纪 80 年代以来,我国开始实施岩土工程体制,经过二十多年的努力,这种体制已经基本形成,注册岩土工程师执业制度也即将在我国正式实施。岩土工程勘察的任务,除了应正确反映场地和地基的工程地质条件外,还应结合工程设计、施工条件进行技术论证和分析评价,提出解决岩土工程问题的建议并服务于工程建设的全过程。

二十多年来,我国的工程地质工作者为岩土工程体制的推行做了大量的工作,从《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)及其他一些相关规范和论著中,可以概括出当前岩土工程勘察的涵义和研究工作范围。

“勘察”(investigation)二字的涵义就是调查研究,是工程咨询性的工作。而岩土工程勘察,不能像旧有的工程地质勘察体制那样把研究分析工作局限在地质条件和地质资料上,而不从工程观点和工程条件出发去研究地质条件的适宜性;不能只提出问题,不解决问题;不能只知定性,不重定量,把勘察工作降低到“技术劳务”为主的水平。岩土工程勘察应如《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)中指出的那样:岩土工程勘察应对各类土木工程中有关场地、地基基础的稳定性、岩土体或岩土材料的工程性状等问题进行技术方案论证、技术决策和技术监督。它包括工程地质测绘与调查、勘探、野外测试、室内试验、原型观测、成果分析与计算、技术经济分析与论证,并且针对工程要求和地质条件提出基础工程、整治工程和土石方工程等的设计方案、施工措施以及工程监测的建议和有关设计基准。

第二节 岩土工程勘察的目的与任务

任何建筑物都支承在岩土体上,建筑物的重量通过其基础传到地基中。要保证建筑物的安全与正常使用,必须有良好的地基条件和与之相适应的基础。因此,地基也是一种承受荷载的材料。对于这种特殊材料,在建筑物基础施工前就需要找出它的分布规律,弄清有关

的物理力学性质等,才能为设计和施工提供依据。岩土工程勘察的目的是:运用各种勘察测试手段和方法对建筑场地进行调查研究和分析判断,研究修建各种工程建筑物的地质条件和建设对自然地质环境的影响;研究地基、基础及上部结构共同工作时,保证地基强度、稳定性以及使其不致有不容许变形的措施;提出地基的承载能力,提供基础设计和施工以及必要时进行地基加固所需用的工程地质和岩土工程资料。

综上所述,建设场地和地基的岩土工程勘察也是综合性的工程地质调查,其基本任务主要是:

- (1) 查明建筑场区的地形、地貌、气象和水文等自然条件。
- (2) 研究场区内的崩塌、滑坡、岩溶、岸边冲刷等不良地质现象,分析和判明对建筑场地稳定性的危害程度。
- (3) 查明地基岩土层的构造、形成年代、成因、土质类型及其埋藏分布情况。
- (4) 测定建筑物地基土层的物理力学性质并研究其在建筑物建造和使用期间可能发生的变化。
- (5) 查明地下水类型、水质及埋深、分布与变化情况。
- (6) 按照设计和施工要求对场地和地基的工程地质条件进行综合的岩土工程评价,提出合理的结论和建议。
- (7) 对不利于建筑的岩土层提出切实可行的处理方案。

第三节 岩土工程勘察的特点

先勘察后设计再施工,既是工程建设必须遵守的程序,也是工程建设一再强调的、十分重要的基本原则。岩土工程勘察要全面地为设计、施工提供依据,就应为建设场地的选择、工程的总体规划及施工全过程提供各种必需的工程地质及岩土工程资料,对工程地质如岩土工程在定性评价的基础上作出定量的评价。因此,岩土工程勘察的基本特点是研究地质问题必须考虑它们与工程建设的关系及其相互影响,预测工程建设活动与地质环境间可能产生的工程地质作用的性质和规模及将来的发展趋势。在具体勘察过程中,必须用地质分析的方法详细研究建设场地或周围的地形、地貌、地层、岩性、地质构造及水文地质条件、自然地质现象等。除用地质分析方法对地质条件作定性评价外,还要用室内和现场原位测试的理论和计算方法进行定量的岩土工程评价,提供结论性的意见和可靠的设计参数,供设计和施工直接应用。另外还要在分析评价的基础上,提出岩土工程处理措施和意见,提出如何充分利用有利工程地质条件的建议,提出切合工程实际的改造不利工程地质条件的具体方案和施工方法,使工程建设符合经济合理、运行安全的原则。

第二章 岩土工程勘察的内容和基本要求

岩土工程勘察是一项综合性的工作,靠某一个人、用一种手段是不行的,需要有多人、多工种的相互配合、协同工作才能完成。所以,勘察工作也是一个系统工程,需要有人组织指挥。作为工程技术负责人,首先要通过本章的学习,搞清楚勘察工作是怎样进行的,接受任务后怎样布置勘察,然后才能组织指挥,完成好勘察任务。

第一节 岩土工程勘察阶段划分和分级

一、岩土工程勘察阶段的划分

唯物辩证法的认识论告诉我们,人们对客观事物的认识总是由浅入深,由表及里,由此及彼,逐步深化的。因此,岩土工程勘察工作,在认识自然和改造自然的过程中,也应该有一个逐步深化、循序渐进和分阶段进行的过程。勘察阶段的划分也遵循了这个规律。当然,岩土工程勘察是为设计、施工服务的,应与设计阶段相适应,可分为可行性研究勘察(选址勘察)、初步勘察、详细勘察及施工勘察几个阶段。

可行性研究勘察应根据建设条件,进行技术经济论证,提出设计比较方案;初步勘察应密切结合初步设计,作出岩土工程方案设计与论证;详细勘察应密切结合技术设计或施工图设计,作出岩土工程设计计算与评价;施工勘察应提出施工检验与监测设计方案。

一般的工业与民用建筑和中小型单项工程建筑物占地面积不大、建筑经验丰富,且一般都建筑在地形平坦、地貌和岩层结构单一、岩性均一、压缩性变化不大、无不良地质现象、地下水对地基基础无不良影响的场地,因此可简化勘察阶段而采用一次性勘察,但应以能提供必要的数据、作出充分而有效的设计论证为原则。

二、岩土工程勘察分级

在确定了勘察阶段的前提下,勘察工作的内容、方法及工作量的确定主要取决于三个条件:场地条件、地基土质条件和工程条件。依照这三个条件,可将岩土工程划分为三个等级:甲级岩土工程勘察、乙级岩土工程勘察和丙级岩土工程勘察。

1. 工程重要性等级

工程重要性等级可划分为三级,见表 2-1。

表 2-1 工程重要性等级

工程重要性等级	工程类型	破坏后果
一级工程	重要工程	很严重
二级工程	一般工程	严重
三级工程	次要工程	不严重

2. 场地复杂程度等级

场地复杂程度等级划分为三级,只要满足每一等级中的一条即可。从一级开始,向二级、三级推定,以最先满足的为准。

一级场地(复杂场地)

- (1) 按抗震规范(GB50011—2001)划分为对建筑抗震危险的场地和地段;
- (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(中等复杂场地)

- (1) 按抗震规范划分为对建筑抗震不利的场地和地段;
- (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(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场地和地段;
- (2) 无不良地质作用;
- (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

地基复杂程度等级也划分为三级,即:

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。

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) 不属一级中的特殊性岩土。

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. 综合的岩土工程勘察等级(满足其中一条即可)

甲级 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 除勘察等级为甲级和丙级以外的勘察项目;

丙级 三个条件均为三级。

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。

第二节 岩土工程勘察的基本程序和内容

岩土工程勘察在于查明建筑场地的工程地质条件,评价场地和地基的稳定性,提供地基基础设计和施工所需的计算指标和实施方案,因此,勘察工作的基本程序包括勘察纲要编制,测绘与调查,勘探测试,监测或长期观测,岩土工程勘察报告书的编写等几个方面。由于勘察场地的场地条件、地基土质条件、工程条件及设计阶段等的差异,勘察的任务和内容不尽一致,某些方面的工作可以少做甚至不做。例如:选址勘察阶段主要进行测绘与调查工作,勘探、测试和长期观测工作就可以不做;详勘阶段主要进行勘探和测试工作或某种监测或长期观测工作,测绘工作一般不再进行。

一、勘察纲要

岩土工程勘察纲要是勘察工作的设计书,是开展勘察工作的计划和指导性文件。在勘察开始以前,由建设单位会同设计人员填写《岩土工程勘察任务委托书》。委托书中既应说明工程意图及设计阶段,还应提供勘察工作所必需的各种图表资料(场地地形图——带有建筑物平面布置的地形图、建筑物结构类型与荷载情况表、批准工程建设的有关文件)。勘察单位即以此为根据,收集场地附近的已有地质、地震、水文、气象以及当地的建筑经验等资料,由该项勘察工作的工程负责人负责编写勘察纲要,并经必要的审核程序之后进行勘察。

勘察纲要的具体内容及编制将在后面详细介绍。

二、工程地质测绘与调查

当遇到地质条件复杂或有特殊要求的工程项目时,在选址或初勘阶段应进行工程地质测绘和调查,其目的在于查明拟建场地的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、不良地质现象以及工程活动对场地稳定性的影响等,为确定勘探与测试方法以及对场地进行工程地质分区和评价提供依据。

工程地质测绘的范围包括建设场地及场地以外和研究内容有联系的地段。对于工业与民用建筑,测绘范围应包括建筑物场地及邻近地段;对于渠道和各种线路建设,测绘范围应包括线路及轴线两侧一定宽度的地带;对于洞室工程,测绘范围应包括洞体本身以及进洞山体及其外围地段。对于复杂场地,应考虑不良地质现象可能影响的范围。例如,建筑物建在靠近斜坡的地段,则测绘范围应考虑到邻近斜坡可能产生滑坡的影响地带。又如,在泥石流区建设工程项目,这时不仅要研究与工程建设有关的堆积区,还要研究补给区的工程地质条件。

常用的工程地质测绘方法有线路穿越法、界线追索法和布点法三种。

1. 线路穿越法

沿着与地层的走向、构造线方向及地貌单元相垂直的方向穿越测绘场地,详细观测沿线地质现象,把观测到的地质现象记录下来并标示在地形图上。

2. 界线追索法

沿着地层走向或某一构造线方向追索,以查明其接触关系。这是一种辅助方法。

3. 布点法

在上述方法工作的基础上,对某些具有特殊意义研究内容的地段布置一定数量的观察点并逐点进行观察。

上述三种测绘方法都需要设立观察点,每一观察点均要进行详细的地质现象观察和描述。因此,观察点的位置很重要,观察点一般要定在不同地貌单元的分界处以及地质构造和不良地质现象突出的地段或对建筑工程有重要影响的地方。

测绘底图的比例尺应根据勘察阶段、场地复杂程度及已有资料确定,选址阶段不小于 $1:50\,000$,初勘阶段为 $1:2\,000\sim 1:5\,000$,详勘阶段可选 $1:500\sim 1:1\,000$ 。测绘精度要求:地质界线,其图上最大误差不超过 5 mm ;与建筑工程有关的地区,其图上误差不超过 3 mm 。

三、勘探工作

工程地质测绘只能查明地表出露的地质现象,对于深部地质情况,则需要借助勘探来解决,但勘探点的布置又需要在测绘的基础上予以确定。通过勘探可以查明场地内地层的分布和变化,鉴别和划分地层,了解基岩的埋藏深度和风化层的厚度,探查岩层、断裂、破碎带、滑动面的位置和分布范围等。

勘探包括掘探、钻探、触探、物探等。掘探和钻探过程中可采集岩土试样和地下水试样进行室内土和水分析试验,还可利用这些坑、孔进行原位试验或长期观测。触探和物探既是勘探方法,同时也是一种测试手段。触探还可用于确定地基土的物理力学性质,天然地基和桩基承载力。物探还可用于测定地基土的动力特性等参数。

四、测试工作

为确定地基岩土与设计 and 施工有关的计算指标,勘察工作中需要通过室内试验和现场原位测试确定岩土的物理力学性质、水对混凝土的腐蚀性以及地下水的涌水量等。

测试工作包括室内的土工试验、水分析试验和现场原位测试等。各种试验是依据不同的勘察要求而确定的。

五、监测工作

岩土工程勘察中的监测工作一般有地下水动态监测、建筑物的沉降监测以及滑坡位移监测等。监测工作的必要性在于能够得到用于设计和施工的符合客观规律的资料。以上三个问题的研究往往需要延续较长的时间,而一般工程勘察的周期较短,若要对上述问题得出明确的结论,常常需借助长期监测工作来解决。同时,长期监测工作对一般测试资料及对工程问题的计算与评价方法的适用性可起检验作用,以便不断总结经验,提高岩土工程勘察、设计和施工水平。

第三节 建筑场地岩土工程勘察

一、可行性研究勘察阶段

可行性研究勘察即选择场址勘察,简称选址勘察。此项勘察在目前城市建设中进行得并不太多,但对于一些重大建设项目,如对特大型桥梁、地下铁道等工程进行选址勘察还是必要的。

选择一个适宜的场址是工程建设工作所遇到的第一个重大问题。场址选择得是否适当,直接关系到设计方案、投资大小、建设速度,特别关系到项目在建成后能否充分发挥作用,能否正常运行等。场址选择工作一般可分为两个阶段:第一阶段是选择工程项目的建设

地区;第二阶段是在此基础上选择具体的建设地点和位置。前者是由国家有关部门确定的。本节所述的是建设地区确定后场址的具体地点和位置的选择。场地选择涉及的问题是多方面的,它是一项包括政治、经济和技术内容的有高度原则性和广泛技术性的复杂工作,在技术上又是多种技术专业的综合。选择一个好场址,特别是一个大型工业企业厂址,一般需要有建设、岩土、设计、工艺、电力、道路、工程地质、水文地质、气象、水文、地震等各个专业人员参加,共同组成一个选址组,相互协作,按既定的目标和要求进行工作。这里只讨论场址选择中岩土工程方面应做的工作。

1. 选址勘察的目的及其重要性

选址勘察的目的是为了取得几个方案场址的主要工程地质资料,对拟选场址的稳定性和适宜性作出工程地质评价。选址勘察工作对于一些大型工程来说,常常是一个关键环节,它的重要性就在于以工程地质条件提出能否适宜建筑的问题。由于选址时没有工程勘察人员参加,或在选址时工程地质工作没有做好而造成厂址搬迁的事例国内外均有发生。国内曾有过因断裂、滑坡或泥石流、岩溶不良作用威胁厂址,但在选址时却未予重视或没有调查清楚致使详勘或建设过程中被迫改变场址或进行处理,给国家造成很大浪费的例子。对于建筑在山区的工程,更应加强选址勘察工作,因为这种地区往往有不良地质现象发育,常常会影响到建厂的适宜性和场址的稳定性。

2. 选址勘察的主要工作内容

选址勘察阶段的工作,在手段上主要侧重于收集和分析已有资料。在此基础上,再抓住重点,进行现场勘察。主要工作有:

- (1) 收集区域地质、地形地貌、地震、矿产和附近地区岩土工程资料,总结当地建筑经验。
- (2) 查明场地的地层、构造、岩土性质、不良地质现象及地下水等情况。
- (3) 当岩土工程条件复杂,已有资料不能满足要求时,应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,应进行比选分析。

3. 宜避开的地段

选择场址时,应进行技术经济分析。根据我国长期的建设经验,具有下列不利工程地质条件的地区或地段,一般情况下宜避开。

- (1) 不良地质现象发育,对场地稳定有直接或潜在威胁的地段。
- (2) 地基土性质严重不良的地段。
- (3) 对建筑抗震危险或不利的地段。
- (4) 洪水或地下水对建筑场地有威胁或有严重不良影响的地段。
- (5) 地下有未开采的有价值矿藏或不稳定的地下采空区。

二、初步勘察阶段

初步勘察是在建设场址批准后进行的工作。工作前要掌握选址报告书内容,要了解建设项目的类型、规模、建筑面积,建筑物名称、最大高度、最大荷重,基础的一般与最大埋深及主要设备等情况,要取得比例为 1:1 000~1:5 000 的带有坐标的地形图,图上应标明建筑物的预计分布范围和初步勘察边界线。

1. 初步勘察的目的与任务

初步勘察阶段的目的是:对场地内各拟建建筑地段的稳定性作出岩土工程评价,为确定

建筑总平面布置、主要建筑物地基基础设计方案及不良地质现象的防治工程方案作出论证并提出岩土工程结论。

初步勘察的主要任务为:

(1) 收集岩土工程可行性研究报告、附有建筑区范围的地形图、有关工程性质及规模的文件等。

(2) 初步查明地层、构造、岩土性质、地下水埋藏条件。

(3) 查明不良地质作用的成因、分布范围、规模、对场地稳定性的影响程度及其发展趋势。当场地的岩土工程条件较复杂时,应进行工程地质测绘与调查。

(4) 对抗震设防烈度等于或大于 6 度的场地,应判断场地和地基土的地震效应。

(5) 季节性冻土地区,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、基坑开挖与支护、工程降水方案进行初步分析和评价。

当然,上述任务中所有问题并不是每一场地都能遇到的,不同场地,地质条件不一,工作侧重点也有所不同,所以,任务中提出的“初步查明”是工作程度的界线,即指本场地地基岩土的边界条件和水文地质条件等主要条件。在这方面,本阶段工作中应不发生原则性的错误。例如,地基土类型经过初步勘察,要得出是一般性土地基还是某种特殊性土,或是存在有一定特殊性土地基的结论。如果场地中有膨胀土或软土,但勘察中却将其遗漏或因试验数据不正确而错判,因而作为一般性土地基进行评价,这样的评价就有原则性的错误,没有达到“初步查明”的要求。

2. 初步勘察的工作内容与要求

初步勘察的工作内容一般是收集和分析已有资料,进行工程地质测绘与调查,根据需要和场地条件进行物探,然后进行勘探和测试工作。

(1) 勘探点、线布置要求

初步勘察的勘探点、线布置应符合下列要求:

① 勘探线应与地貌单元边界线、地质构造线和地层界线垂直;

② 勘探点一般顺勘探线布置,在不同地貌单元的交界部位均应布置勘探点,同时在微地貌单元和地层变化较大的地段应予加密;

③ 在地形平坦地区,勘探点可按方格网布置;

④ 初步勘察勘探点、线间距,可根据地基复杂程度等级按表 2-2 确定(表中间距不适用于物探)。

表 2-2 初步勘察勘探点、线间距

地基复杂程度等级	勘探线间距(m)	勘探点间距(m)
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孔。

(2) 初步勘察勘探孔深度的确定

初步勘察勘探孔可分为一般孔和控制孔两类,其深度根据工程重要性等级并适当考虑场地岩土条件按表 2-3 确定。

表 2-3 初步勘察勘探孔深度

工程重要性等级	一般性勘探孔(m)	控制性勘探孔(m)
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。

当遇到下列情况之一时,应适当增减勘探孔深度。

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(超过 3 m~5 m),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。

⑥ 当进行波速测试以计算场地卓越周期或作为其他专门用途的勘探孔时,其孔的深度应按有关要求另外确定。

(3) 取样和原位测试

初步勘察中取试样和原位测试工作应符合下列要求:

① 取土试样和进行原位测试的孔应在平面上适当均匀分布,并结合地貌单元、地层结构和土的工程性质布置,其数量一般占勘探孔总数的 1/4~1/2。

② 取土试样或原位测试的竖向间距,应按地层特点和土的均匀程度确定。

③ 各土层一般均需采取试样或取得原位测试数据,其数量不宜少于 6 个。

(4) 室内试验

① 土工试验。砂土可进行密度、含水量、比重、颗粒分析、自然休止角试验等,对原状砂土试样,可再进行压缩及固结、三轴或直接剪切试验等;粘性土可进行密度、含水量、比重、液塑限、压缩及固结、三轴及直接剪切试验等。

② 岩石试验。可进行单轴抗压强度试验、剪切试验等。

土的剪切试验方法及适用范围可参考表 2-4。

表 2-4 剪切试验方法及适用范围

方 法	适 用 范 围
慢剪(排水剪)	加荷速率慢、排水条件好
固快(固结不排水)	一般地基稳定性验算,施工时具有一定固结作用的粘性土,天然斜坡上加载
快剪(不排水剪)	施工速度快,透水性差,路堤或斜坡稳定性验算