



高等学校“十一五”规划教材

中国矿业大学新世纪教材建设工程资助教材

岩土工程勘察

Yantu Gongcheng Kancha

吴圣林 姜振泉 郭建斌 丁陈建 潘国营 编著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

高等学校“十一五”规划教材

中国矿业大学新世纪教材建设工程资助教材

岩土工程勘察

吴圣林 姜振泉 郭建斌 丁陈建 潘国营 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以中华人民共和国现行的国家标准和行业规范为依据,简明、系统地概括了岩土工程勘察分级、岩土分类、各类工程岩土工程勘察的基本要求、不良地质作用和地质灾害、特殊性岩土及地下水的勘察要求与评价方法、岩土工程勘察手段和方法以及勘察成果的整理、分析和成果报告的编制要求等,同时加入了实践中对相关规范的理解与认识,体现了本学科的最新科学成果,实用性强。

本教材是地质工程专业岩土工程勘察技术方向的专业教材,也可作为相关专业本、专科生的选用教材,还可供从事岩土工程勘察工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程勘察/吴圣林等编著. —徐州:中国矿业大学出版社,2008.10

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0094 - 5

I. 岩… II. 吴… 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(2008)第 162079 号

书 名 岩土工程勘察

编 著 吴圣林 姜振泉 郭建斌 丁陈建 潘国营

责任编辑 潘俊成

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 22 字数 549 千字

版次印次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

定 价 29.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书是高等院校地质工程专业岩土工程勘查技术方向的专业教材,也可供从事岩土工程勘察工作的技术人员参考。

近年来,随着国民经济的发展,建设工程的规模和难度都在加大,勘察设计行业迎来了新的发展和挑战,勘察技术人员也越来越紧缺。国家规范、标准及各行各业出台的相应行业标准比较多,目前尚无系统介绍岩土工程勘察技术要求与方法的教材。本教材以中华人民共和国现行的国家标准和行业规范为依据,以国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)为主要参考资料,又参考了现行的岩土工程勘察规范、标准和部分试行的规程、标准以及部分地区性的经验数据资料。

本教材以高等院校地质工程专业四年制本科教学大纲为依据,同时参考了《全国注册土木工程师(岩土)职业资格考试大纲》。在编写过程中,吸取和选用了近年来国内外出版的本学科优秀教材中的相关内容,同时加入了实践中对规范条文的理解和实践的内容与成果,体现了本学科最新的科学成果。

参加本书编写的有中国矿业大学吴圣林、姜振泉、丁陈建,山东科技大学郭建斌,河南理工大学潘国营。具体分工为:绪论、第一章由吴圣林编写,第二章由吴圣林、郭建斌编写,第三章由吴圣林、潘国营编写,第四章由姜振泉、丁陈建编写,第五章由丁陈建、潘国营编写,第六章、第七章由吴圣林编写,最后由吴圣林对全书进行了统稿。张琪、袁艳、刘春香、高盛祥、徐清参与部分材料收集、整理和校稿工作,在此对他们表示感谢!

限于编者水平,加之时间仓促,书中难免存在一些缺点甚至错误,恳请读者批评指正。

编 者

2008年9月

目 录

绪论	1
第一章 勘察分级和岩土分类	7
第一节 岩土工程条件	7
第二节 建筑场地与地基的概念	7
第三节 岩土工程勘察分级	9
第四节 勘察阶段的划分	11
第五节 岩土工程勘察的基本程序	12
第六节 岩土的分类和鉴定	14
第二章 各类工程场地岩土工程勘察	31
第一节 房屋建筑与构筑物	31
第二节 桩基工程	41
第三节 基坑工程	45
第四节 建筑边坡工程	52
第五节 地基处理	65
第六节 地下洞室	69
第七节 岸边工程	81
第八节 管道工程和架空线路工程	87
第九节 废弃物处理工程	91
第十节 核电厂	96
第十一节 既有建筑物的增载和保护	101
第三章 不良地质作用和地质灾害	106
第一节 岩溶	106
第二节 滑坡	113
第三节 危岩和崩塌	127
第四节 泥石流	131
第五节 采空区	139
第六节 地面沉降	148
第七节 场地和地基地震效应	154
第八节 活动断裂	171

第四章 特殊性岩土的岩土工程勘察与评价	178
第一节 黄土和湿陷性土.....	178
第二节 红黏土.....	192
第三节 软土.....	196
第四节 混合土.....	200
第五节 填土.....	201
第六节 多年冻土.....	202
第七节 膨胀岩土.....	206
第八节 盐渍岩土.....	213
第九节 风化岩和残积土.....	217
第十节 污染土.....	219
第五章 地下水勘察	222
第一节 场地地下水的基本概念.....	222
第二节 地下水勘察的要求.....	225
第三节 水文地质参数及其测定.....	227
第四节 地下水作用及评价.....	236
第五节 地下水监测.....	245
第六章 岩土工程勘察方法	247
第一节 工程地质测绘和调查.....	247
第二节 工程地质勘探和取样.....	251
第三节 原位测试.....	267
第四节 室内试验及物理力学指标统计分析.....	318
第七章 岩土工程勘察成果	325
第一节 岩土工程分析评价的一般规定.....	325
第二节 成果报告的基本要求.....	326
第三节 高层建筑岩土工程勘察报告的主要内容和要求.....	327
附录 建筑工程勘察文件编制深度规定	330
参考文献	343

绪 论

一、岩土工程勘察的目的和任务

岩土工程勘察(geotechnical investigation)是指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。

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。岩土工程勘察需要采用工程地质测绘与调查、勘探和取样、原位测试、室内实验、检验和检测、分析计算、数据处理等技术手段,其勘察对象包括岩土的分布和工程特征、地下水的赋存及其变化、不良地质作用和地质灾害等地质、环境特征和岩土工程条件。

岩土工程勘察是在传统的工程地质勘察基础上发展、延伸出的一门属于土木工程范畴的边缘学科,是以土力学、岩体力学、工程地质学、基础工程学、弹塑性力学与结构力学等为基础理论,并将其直接应用于解决和处理各项工程建设中土或岩石的调查研究、利用、整治或改造的一门技术科学。它贯穿于岩土工程勘察、设计、施工以及工程运营等各个环节,服务并指导工程建设和运营的全过程。

传统的工程地质勘察主要任务是取得各项地质资料和数据,提供给规划、设计、施工和建设单位使用。具体地说,工程地质勘察的主要任务有:

- ① 阐明建筑场地的工程地质条件,并指出对工程建设有利和不利因素。
- ② 论证建筑物所存在的工程地质问题,进行定性和定量的评价,作出确切结论。
- ③ 选择地质条件优良的建筑场地,并根据场地工程地质条件对建筑物平面规划布置提出建议。
- ④ 研究工程建筑物兴建后对地质环境的影响,预测其发展演化趋势,提出利用和保护地质环境的对策和措施。
- ⑤ 根据所选定地点的工程地质条件和存在的工程地质问题,提出有关建筑物类型、规模、结构和施工方法的合理建议,以及保证建筑物正常施工和使用应注意的地质要求。
- ⑥ 为拟定改善和防止不良地质作用的措施方案提供地质依据。

岩土工程是以土体和岩体作为科研和工程实践的对象,解决和处理建设过程中出现的所有与土体或岩体有关的工程技术问题。岩土工程勘察的任务不仅包含了传统工程地质勘察的所有内容,即查明情况,正确反映场地和地基的工程地质条件,提供数据,而且要求结合工程设计、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,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。其整体功能是为设计、施工提供依据。

建筑场地岩土工程勘察,包括工程地质调查与勘探、岩土力学测试、地基基础工程和地基处理等内容。

二、岩土工程勘察的重要性

任何工程建筑物都是建造在一定的场地和地基之上,所有工程的建设方式、规模和类型都受建筑场地的工程地质条件制约。地基的好坏不仅直接影响到建筑物的经济性和安危,而且一旦出事故,其处理比较困难。

因此,各项工程建设在设计和施工之前,必须按照“先勘察,后设计,再施工”的基本建设程序进行岩土工程勘察。岩土工程勘察应按工程建设各勘察阶段的要求,正确反映工程地质条件,查明不良地质作用和地质灾害,精心勘察、全面分析,提出资料完整、评价正确的勘察报告。

实践证明,岩土工程勘察工作做得好,设计、施工就能顺利进行,工程建筑的安全运营就有保证。相反,忽视建筑场地与地基的岩土工程勘察,会给工程带来不同程度的影响,轻则修改设计方案、增加投资、延误工期,重则使建筑物完全不能使用,甚至突然破坏,酿成灾害。近年来仍有一些工程不进行岩土工程勘察就设计施工,造成工程安全事故或安全隐患。

加拿大朗斯康谷仓是建筑物地基失稳的典型例子。该谷仓由 65 个圆柱筒仓组成,长 59.4 m,宽 23.5 m,高 31.0 m,钢筋混凝土片筏基础厚 2 m,埋置深度 3.6 m。谷仓总质量为 2 万 t,容积 36 500 m³。当谷仓建成后装谷达 32 000 m³ 时,谷仓西侧突然下沉 8.8 m,东侧上抬 1.5 m,最后整个谷仓倾斜 26°53'。由于谷仓整体刚度较强,在地基破坏后,筒仓完整,无明显裂缝。事后勘察了解,该建筑物地基下埋藏有厚达 16 m 的高塑性淤泥质软土层。谷仓加载使基础底面上的平均荷载达到 320 kPa,超过了地基的极限承载力 245 kPa,因而地基强度遭到破坏发生整体滑动。为修复谷仓,在基础下设置了 70 多个支承于深 16 m 以下基岩上的混凝土墩,使用 338 个 500 kN 的千斤顶,逐渐把谷仓纠正过来。修复后谷仓的标高比原来降低了 4 m。这在地基事故处理中是个奇迹,当然费用十分昂贵。

我国著名的苏州虎丘塔,位于苏州西北,建于五代周显德六年至北宋建隆二年(公元 959~961 年间),塔高 47.68 m,塔底对边南北长 13.81 m,东西长 13.64 m,平均 13.66 m,全塔七层,平面呈八角形,砖砌,全部塔重支承在内外 12 个砖墩上。由于地基为厚度不等的杂填土和亚黏土夹块石(下为陡斜的基岩面,见图 0-1),地基土的不均匀和地表丰富的雨水下渗导致水土流失而引起地基不均匀变形使塔身严重偏斜。自 1957 年初次测定至 1980 年 6 月,塔顶的位移由 1.7 m 发展到 2.32 m,塔的重心偏离 0.924 m,倾斜角达 2°48'。由于塔身严重向东北向倾斜,各砖墩受力不均,致使底层偏心受压处的砌体多处出现纵向裂缝。如果不及时处理,虎丘塔就有毁坏的危险。鉴于塔身已遍布裂缝,要求任何加固措施均不能对塔身造成威胁。因此,决定采用挖孔桩方法建造桩排式地下连续墙,钻孔注浆和树根桩加固地基方案,亦即在塔外墙 3 m 处布置 44 个直径为 1.4 m 人工挖孔的桩柱,伸入基岩石 50 cm,灌注钢筋混凝土,桩柱之间用素混凝土搭接防渗,在桩柱顶端浇注钢筋混凝土圈梁联成整体,在桩排式地基连续墙建成后,再在围桩范围地基内注浆(参见图 0-1)。经加固处理后,塔体的不均匀沉降和倾斜才得以控制。

曾引起西方震惊的香港宝城大厦事故,就是由于勘察时对复杂的建筑场地条件缺乏足够的认识而没有采取相应对策从而留下隐患而引起。该大厦建在山坡上,1972 年雨季出现连续大暴雨,引起山坡残积土软化、滑动。7 月 18 日早晨 7 点,大滑坡体下滑,冲毁高层建筑宝城大厦,居住在该大厦的银行界人士 120 人当场死亡。

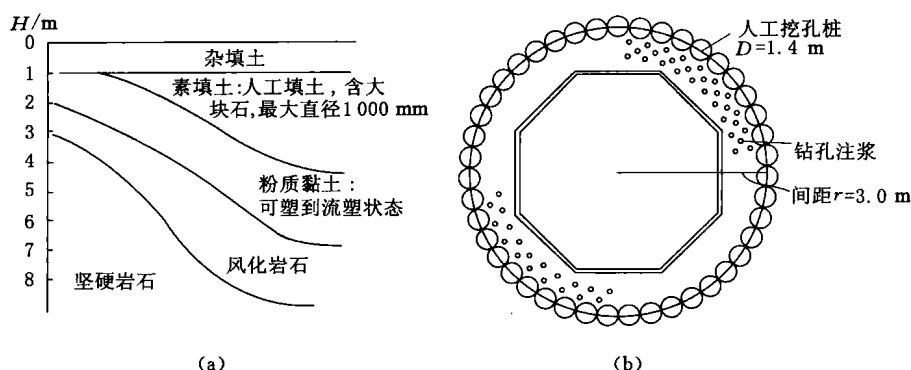


图 0-1 苏州虎丘塔地基地层分布及地基处理加固示意图

(a) 地层分布;(b) 地基加固处理

上述例子表明,建筑场地和地基的好坏直接影响整个建筑物的安全。也就是说,场地与地基的岩土工程勘察在工程建设中占有举足轻重的地位。

三、岩土工程体系及其发展

岩土工程(geotechnical engineering)是在工程地质学(英国称地质工程,中国到 20 世纪 90 年代也称为地质工程)的基础上发展、延伸出的一门属于土木工程范畴的边缘学科,是土木工程的一个分支。

工程地质与岩土工程是紧密相关的,工程地质学是岩土工程理论基础的一个重要组成部分,两者既有结合,又有分工,两者的区别如表 0-1 所示。

表 0-1 岩土工程与工程地质的区别

项 目	岩土工程	工程地质(地质工程)
所属学科	土木工程的分支	地质学的一个分科
基本含义	涉及土木工程中土或岩石的勘察、试验、评价利用、整治或改造的技术科学	调查、研究、解决涉及各类工程建设场地地质问题的科学
服务的侧重点	服务于工程建设和运营的全过程,在详勘阶段、施工补勘阶段,特别是在重大复杂的工程建设中,更显示出其突出的作用	在工程建设的可行性研究阶段、场址选择阶段,甚至初步勘察阶段的勘察、评价确定拟建场地稳定性时其作用突出

岩土工程是在第二次世界大战后,经济发达国家的土木工程界为适应工程建设和技术、经济高速发展需要而兴起的一种科学技术,因此在国际上岩土工程实际只有五六十年的历史。在中国,岩土工程研究被提上日程并在工程勘察界推行,也不过只有 30 年左右的历史。

中国工程勘察行业是在 20 世纪 50 年代初建立并发展起来的,基本上是照搬原苏联的一套体制与工作方法,这种情况一直延续到 80 年代。工程地质勘察的主要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。我国的工程地质勘察体制虽然在中国经济建设中发挥了巨大作用,但同时也暴露了许多问题。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,很少涉及解决问题的具体方法。勘察与设计、

施工严重脱节,勘察工作局限于“打钻、取样、试验、提报告”的狭小范围。由于上述原因,工程地质勘察工作在社会上不受重视,处于从属地位,经济效益不高,技术水平提高不快,勘察人员的技术潜力得不到充分发挥,使勘察单位的路子越走越窄,不能在国民经济建设中发挥应有的作用。传统工程地质勘察与岩土工程相比,两者的特点与优缺点如表 0-2 所示。

表 0-2 传统工程地质勘察与岩土工程比较

项目	传统工程地质勘察	岩土工程
特点	① 着重为工程建设的规划、设计、施工提供工程地质依据和参数; ② 勘察技术人员对工程结构设计了解不深,勘察、结构设计、施工分工明确,各管一段,相互脱节现象比较普遍; ③ 往往只负责勘察本身的工作,提交了勘察成果报告一般就算工作结束	① 不仅提供资料和参数,更注意通过论证,提供岩土工程设计方案的决策性建议和施工注意事项等; ② 岩土工程师熟悉土木工程和地质学的技术知识,经验丰富,与设计既有分工,又相互结合密切; ③ 服务于工程建设和运营的全过程,可承担岩土工程勘察、设计、治理、监测和监理工作
优缺点	① 勘察技术人员虽然对项目的岩土工程条件最了解,但不受重视,因此在基础设计方案和岩土工程治理方案决策上往往没有发言权; ② 工程勘察技术人员受专业分工、技术理论和实践经验的限制,与岩土工程的要求有一定的差距;因此在勘察与设计、施工脱节的情况下,对于复杂重大的工程,由于种种原因,有时可能出现不应有的事故或造成严重的浪费现象	① 在基础设计方案和岩土工程治理方案方面的决策性建议一般被结构工程师采纳; ② 岩土工程技术人员的技术理论和技术经验较全面,机构设置是技术密集型的,技术骨干人员需要知识面更广,一般可以提供最优化的方案,有利于优质、经济、安全、快速完成工程任务,但是由于岩土体非均质的多变性,某些理论方法的不成熟,有时也有较大的风险性

自 20 世纪 80 年代以来,特别是自 1986 年以来,在原国家计委设计局、原建设部勘察设计司的积极倡导和支持下,各级政府主管部门、各有关社会团体、科研机构、大专院校和广大勘察单位,在调研探索、经济立法、技术立法、人才培养、组织建设、业务开拓、技术开发、工程试点及信息经验交流等方面积极地进行了一系列卓有成效的工作,我国开始推行岩土工程体制。经过 40 余年的努力,目前我国已确立了岩土工程体制。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,具有很强的工程针对性。其主要标志是我国首部《岩土工程勘察规范》(GB 50021—94)于 1995 年 3 月 1 日实施,修订过的《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)于 2002 年 1 月 1 日发布,3 月 1 日实施。在《工程勘察收费标准》(2002 版)也正式对岩土工程收费作了规定。2002 年 9 月我国开始进行首次注册土木工程师(岩土)执业资格考试。积极推行国际通行的市场准入制度:着眼于负责签发工程成果并对工程质量负终生责任的专业技术人员的基本素质上,单位依靠符合准入条件的注册岩土工程师在成果、信誉、质量、优质服务上的竞争,由岩土工程师主宰市场。企业发展趋势:鼓励成立以专业技术人员为主的岩土工程咨询(或顾问)公司和以劳务为主的钻探公司、岩土工程治理公司;推行岩土工程总承包(或总分包),承担工程项目不受地区限制。岩土工程咨询(或顾问)公司承担的业务范围不受部门、地区的限制,只要是岩土工程(勘察、设计、咨询监理以及监测检测)都允许承担;但如果是岩土工程测试(或检测

监测)公司,则只限于承担测试(检测监测)任务,钻探公司、岩土工程治理公司不能单独承接岩土工程有关任务,只能同岩土工程咨询(或顾问)公司签订承接合同。

四、重要的基本术语

① 岩土工程勘察(geotechnical investigation):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。

② 工程地质勘察(engineering geologic investigation):查明与建设工程有关的场地自然特征、工程地质和水文地质条件,并提出工程地质条件评价的全过程。

③ 工程地质测绘(engineering geological mapping):采用搜集资料、调查访问、地质测量、遥感解译等方法,查明场地的工程地质要素,并绘制相应的工程地质图件。

④ 岩土工程勘探(geotechnical exploration):岩土工程勘察的一种手段,包括钻探、井探、槽探、坑探、洞探以及物探、触探等。

⑤ 原位测试(in-situ tests):在岩土体所处的位置,基本保持岩土原来的结构、湿度和应力状态,对岩土体进行的测试。

⑥ 岩土工程勘察报告(geotechnical investigation report):在原始资料的基础上进行整理、统计、归纳、分析、评价,提出工程建议,形成系统的为工程建设服务的勘察技术文件。

⑦ 不良地质作用(adverse geologic actions):由地球内力或外力产生的对工程可能造成灾害的地质作用。

⑧ 地质灾害(geological disaster):由不良地质作用引发的,危及人生、财产、工程或环境安全的事件。

⑨ 特殊岩土(special rock and soil):对本身具有特殊的物理、力学、化学性质,并影响工程地质条件的岩土的统称,主要包括黄土、膨胀土、膨胀岩、红黏土、软土、盐渍土、多年冻土、填土、污染土等。

⑩ 地面沉降(ground subsidence, land subsidence):大面积区域性的地面下沉,一般由地下水被过量抽吸产生区域性降落漏斗引起。大面积地下采空和黄土自重湿陷也可引起地面沉降。

⑪ 抗震设防烈度(seismic fortification intensity):按国家规定的权限批准作为一个地区抗震设防依据的地震烈度。

⑫ 抗震设防标准(seismic fortification criterion):衡量抗震设防要求的尺度,由抗震设防烈度和建筑使用功能的重要性确定。

⑬ 地震作用(earthquake action):由地震动引起的结构动态作用,包括水平地震作用和竖向地震作用。

⑭ 设计地震动参数(design parameters of ground motion):抗震设计用的地震加速度(速度、位移)时程曲线、加速度反应谱和峰值加速度。

⑮ 设计基本地震加速度(design basic acceleration of ground motion):50年设计基准期超越概率10%的地震加速度的设计取值。

⑯ 设计特征周期(design characteristic period of ground motion):抗震设计用的地震影响系数曲线中,反映地震震级、震中距和场地类别等因素的下降段起始点对应的周期值。

⑰ 现场检验(in-situ inspection):在现场采用一定手段,对勘察成果或设计、施工措施

的效果进行核查。

⑮ 现场监测(in-situ monitoring):在现场对岩土性状和地下水的变化,岩土体和结构物的应力、位移进行系统监视和观测。

⑯ 岩石质量指标(rock quality designation,RQD):用直径为 75 mm 的金刚石钻头和双层岩芯管在岩石中钻进,连续取芯,回次钻进所取岩芯中,长度大于 10 cm 的岩芯段长度之和与该回次进尺的比值,以百分数表示。

⑰ 土试样质量等级(quality classification of soil samples):按土试样受扰动程度不同划分的等级。

⑱ 岩土参数标准值(standard value of a geotechnical parameter):岩土参数的基本代表值,通常取概率分布的 0.05 分位数。

⑲ 容许承载力(allowable bearing capacity):在保证地基稳定和建筑物沉降量不超过容许值的条件下,地基所能承受的最大压力。

⑳ 极限承载力(ultimate bearing capacity):地基岩土体即将破坏时所承受的压力。

㉑ 地基承载力特征值(characteristic value of subgrade bearing capacity):指由载荷试验测定的地基土压力变形曲线线性变形内规定的变形所对应的压力值,其最大值为比例界限值。

㉒ 前期固结压力(reconsolidation pressure):土体在历史上经受过的最大垂直有效应力。

㉓ 压缩层的计算深度(computational depth of compressed layer):地基土在荷载的竖向附加应力作用下产生固结压缩的计算深度。

㉔ 地基(subgrade foundation soils):为支承基础的土体或岩体。

㉕ 基础(foundation):将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分。

㉖ 工程岩体(engineering rock mass):岩石工程影响范围内的岩体,包括地下工程岩体、工业与民用建筑地基、大坝岩基、边坡岩体等。

㉗ 岩体基本质量(rock mass basic quality):岩体所固有的、影响工程岩体稳定性的最基本属性,岩体基本质量由岩石坚硬程度和岩体完整程度所决定。

㉘ 岩体结构面(rock discontinuity structural plane):岩体内开裂的和易开裂的面,如层面,节理,断层等,又称不连续构造面。

㉙ 土岩组合地基(soil-rock composite subgrade):在建筑地基(或被沉降缝分隔区段的建筑地基)的主要受力层范围内,有下卧基岩表面坡度较大的地基;或石芽密布并有出露的地基;或大块孤石或个别石芽出露的地基。

㉚ 地基处理(ground treatment):指为提高地基土的承载力,改善其变形性质或渗透性质而采取的人工方法。

㉛ 复合地基(composite subgrade composite foundation):部分土体被增强或被置换而形成的由地基土和增强体共同承担荷载的人工地基。

㉜ 桩基础(pile foundation):由设置于岩土中的桩和联接于桩顶端的承台组成的基础。

第一章 勘察分级和岩土分类

第一节 岩土工程条件

查明场地的工程地质条件是传统工程地质勘察的主要任务。工程地质条件指的是与工程建设有关的地质因素的综合,或者是工程建筑物所在地质环境的各项因素。这些因素包括岩土类型及其工程性质、地质构造、地貌、水文地质、工程动力地质作用和天然建筑材料等方面。工程地质条件是客观存在的,是自然地质历史塑造而成的,不是人为造成的。由于各种因素组合的不同,不同地点的工程地质条件随之变化,存在的工程地质问题也各异,其影响结果是对工程建设的适宜性相差甚远。工程建设不怕地质条件复杂,怕的是复杂的工程地质条件没有被认识、被发现,因而未能采取相应的岩土工程措施,以致给工程施工带来麻烦,甚至留下隐患,造成事故。

岩土工程条件不仅包含工程地质条件,还包括工程条件,把地质环境、岩土体和建造在岩土体上的建筑物作为一个整体来进行研究。具体地说,岩土工程条件包括场地条件、地基条件和工程条件。

场地条件——场地地形地貌、地质构造、水文地质条件的复杂程度;有无不良地质现象、不良地质现象的类型、发展趋势和对工程的影响;场地环境工程地质条件(地面沉降、采空区、隐伏岩溶地面塌陷、土水的污染、地震烈度、场地对抗震有利、不利影响或危险、场地的地震效应等)。

地基条件——地基岩土的年代和成因,有无特殊性岩土,岩土随空间和时间的变异性;岩土的强度性质和变形性质;岩土作为天然地基的可能性、岩土加固和改良的必要性和可行性。

工程条件——工程的规模、重要性(政治、经济、社会);荷载的性质、大小、加荷速率、分布均匀性;结构刚度、特点、对不均匀沉降的敏感性;基础类型、刚度、对地基强度和变形的要求;地基、基础与上部结构协同作用。

第二节 建筑场地与地基的概念

一、建筑场地的概念

建筑场地是指工程建设直接占有并直接使用的有限面积的土地,大体相当于厂区、居民点和自然村的区域范围的建筑物所在地。从工程勘察角度分析,场地的概念不仅代表着所划定的土地范围,还应涉及建筑物所处的工程地质环境与岩土体的稳定问题。在地震区,建筑场地还应具有相近的反应谱特性。新建(待建)建筑场地是勘察工作的对象。

二、建筑物地基的概念

任何建筑物都建造在土层或岩石上,土层受到建筑物的荷载作用就产生压缩变形。为了减少建筑物的下沉,保证其稳定性,必须将墙或柱与土层接触部分的断面尺寸适当扩大,以减小建筑物与土接触部分的压强。建筑物最底下扩大的这一部分,将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分称为基础。地基是指支承基础的土体或岩体,在结构物基础底面下,承受由基础传来的荷载,受建筑物影响的那部分地层。地基一般包括持力层和下卧层。埋置基础的土层称为持力层,在地基范围内持力层以下的土层称为下卧层(图 1-2-1)。地基在静、动荷载作用下要产生变形,变形过大会危害建筑物的安全,当荷载超过地基承载力时,地基强度便遭破坏而丧失稳定性,致使建筑物不能正常使用。因此,地基与工程建筑物的关系更为直接、更为具体。为了建筑物的安全,必须根据荷载的大小和性质给基础选择可靠的持力层。当上层土的承载力大于下卧层时,一般取上层土作为持力层,以减小基础的埋深,当上层土的承载力低于下层土时,如取下层土为持力层,则所需的基础底面积较小,但埋深较大;若取上层土为持力层,情况则相反。选取哪一种方案,需要综合分析、比较后才能决定。地基持力层的选择是岩土工程勘察的重点内容之一。

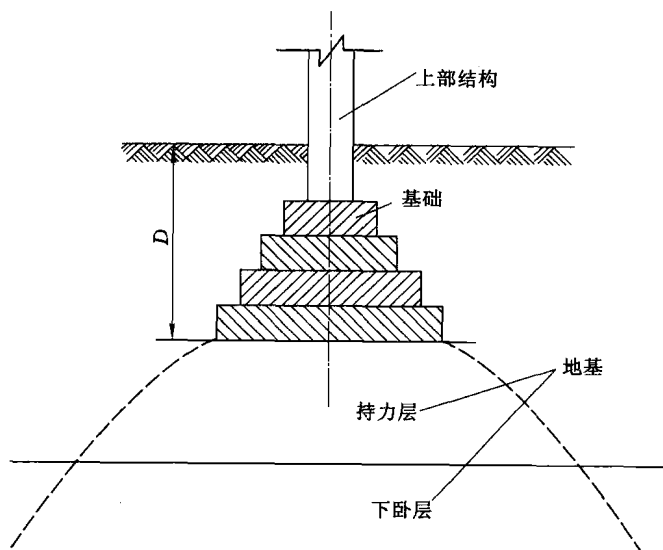


图 1-2-1 地基、基础、上部结构示意图

三、天然地基、软弱地基和人工地基

未经加固处理、直接支承基础的地基称为天然地基。

若地基土层主要由淤泥、淤泥质土、松散的砂土、冲填土、杂填土或其他高压缩性土层所构成,则称这种地基为软弱地基或松软地基。由于软弱地基土层压缩模量很小,所以在荷载作用下产生的变形很大。因此,必须确定合理的建筑措施和地基处理方法。

若地基土层较软弱,建筑物的荷重又较大,地基承载力和变形都不能满足设计要求时,需对地基进行人工加固处理,这种地基称为人工地基。

第三节 岩土工程勘察分级

岩土工程勘察分级,目的是突出重点,区别对待,以利于管理。岩土工程勘察等级应在综合分析工程重要性等级、场地等级和地基等级的基础上,确定综合的岩土工程勘察等级。

一、工程重要性等级

《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)将建筑结构分为三个安全等级(表 1-3-1),《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)将地基基础设计分为三个等级(表 1-3-2),都是从设计角度考虑的。对于勘察,主要考虑工程规模大小和特征,以及由于岩土工程问题造成破坏或影响正常使用的后果,分为三个工程重要性等级(表 1-3-3)。

表 1-3-1 工程安全等级

安全等级	破坏后果	工程类型
一 级	很严重	重要工程
二 级	严 重	一般工程
三 级	不严重	次要工程

表 1-3-2 地基基础设计等级

设计等级	建筑和地基类型
甲级	重要的工业与民用建筑 30 层以上的高层建筑 体形复杂,层数相差超过 10 层的高低层连成一体建筑物 大面积的多层地下建筑物(如地下车库、商场、运动场等) 对地基变形有特殊要求的建筑物 复杂地质条件下的坡上建筑物(包括高边坡) 对原有工程影响较大的新建建筑物 场地和地基条件复杂的一般建筑物 位于复杂地质条件及软土地区的二层及二层以上地下室的基坑工程
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的七层及七层以下民用建筑及一般工业建筑;次要的轻型建筑

表 1-3-3 工程重要性等级

重要性等级	工程规模和特征	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

由于涉及各行各业,涉及房屋建筑、地下洞室、线路、电厂及其他工业建筑、废弃物处理工程等,工程的重要性等级很难做出具体的划分标准,只能作一些原则性的规定。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

根据场地对建筑抗震的有利程度、不良地质现象、地质环境、地形地貌、地下水影响等条件将场地划分为三个复杂程度等级(表 1-3-4)。

表 1-3-4 场地复杂程度等级

划分条件 等级	场地对建筑抗震 有利程度	不良地质 作用	地质环境 破坏程度	地形 地貌	地下水影响
一级	危 险	强烈发育	已经或可能受到 强烈破坏	复 杂	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
二级	不 利	一般发育	已经或可能受到 一般破坏	较复杂	基础位于地下水位以下的 场地
三级	地震设防烈度 ≤6 度或有利	不发育	基本未受破坏	简 单	地下水对工程无影响

注:① 从一级开始,向二级、三级推定,以最先满足的为准。

② 对建筑抗震有利、不利和危险的地段的划分,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)的规定确定。

③ “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、地下强烈潜蚀等极不稳定的场地,这些不良地质现象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现象,但并不十分强烈,对工程安全的影响不严重。

④ “地质环境”是指人为因素和自然因素引起的地下采空、地面沉降、地裂缝、化学污染、水位上升等;所谓“受到强烈破坏”是指对工程的安全已构成直接威胁,如浅层采空、地面沉降盆地的边缘地带、横跨地裂缝、因蓄水而沼泽化等;“受到一般破坏”是指已有或将有上述现象,但不强烈,对工程安全的影响不严重。

三、地基等级

根据地基的岩土种类和有无特殊性岩土等条件将地基分为三个等级(表 1-3-5)。

表 1-3-5 地基复杂程度等级

划分条件 等级	一般岩土				特殊性岩土及处理要求
	岩土种类	均匀性	性质变化	处理要求	
一级 (复杂地基)	种类多	很不均匀	变化大	需特殊处理	多年冻土,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 (中等复杂地基)	种类较多	不均匀	变化较大	根据需要确定	除一级地基规定以外的特殊性 岩土
三级 (简单地基)	种类单一	均 匀	变化不大	不处理	无特殊性岩土

注:① 划分时,符合条件之一即可定为该级。

② 从一级开始,向二级、三级推定,以最先满足的为准。

③ 特殊性岩土是指多年冻土、湿陷、膨胀、盐渍、污染严重的土层。

④ 多年冻土情况特殊,勘察经验不多,应列为一级地基。

⑤ “严重湿陷、膨胀、盐渍、污染的特殊性岩土”是指自重湿陷性土、三级非自重湿陷性土、三级膨胀性土等。

⑥ 其他需作专门处理的,以及变化复杂、同一场地上存在多种强烈程度不同的特殊性岩土时,也应列为一级地基。

四、岩土工程勘察等级

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,可按下列条件划分岩土工程勘察等级:

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——除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。

一般情况下,勘察等级可在勘察工作开始前通过收集已有资料确定。但随着勘察工作的开展,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,场地地质条件的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,勘察工作的难度是不大的。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。

第四节 勘察阶段的划分

我国的勘察规范明确规定勘察工作一般要分阶段进行,勘察阶段的划分与设计阶段相适应,一般可划分为可行性研究勘察(选址勘察)、初步勘察和详细勘察三个阶段,施工勘察不作为一个固定阶段。西方国家岩土工程勘察极少分阶段进行,我国主要是根据原国家基本建设委员会(73)建革字第380号文件的精神,并考虑到与设计工作相适应和我国的长期习惯做法。

当场地条件简单或已有充分的地质资料和经验时,可以简化勘察阶段,跳过选址勘察,有时甚至将初勘和详勘合并为一次性勘察,但勘察工作量布置应满足详细勘察工作的要求。对于场地稳定性和特殊性岩土的岩土工程问题,应根据岩土工程的特点和工程性质,布置相应的勘探与测试或进行专门研究论证评价。对于专门性工程和水坝、核电等工程,应按工程性质要求,进行专门勘察研究。

一、选址勘察

选址勘察的目的是为了得到若干个可选场址方案的勘察资料。其主要任务是对拟选场址的稳定性和建筑适宜性作出评价,以便方案设计阶段选出最佳的场址方案。所用的手段主要侧重于搜集和分析已有资料,并在此基础上对重点工程或关键部位进行现场踏勘,了解场地的地层、岩性、地质结构、地下水及不良地质现象等工程地质条件,对倾向于选取的场地,如果工程地质资料不能满足要求时,可进行工程地质测绘及少量的勘探工作。

二、初步勘察

初步勘察是在选址勘察的基础上,在初步选定的场地上进行的勘察,其任务是满足初步设计的要求。初步设计内容一般包括:指导思想、建设规模、产品方案、总平面布置、主要建筑物的地基基础方案、对不良地质条件的防治工作方案。初勘阶段也应搜集已有资料,在工程地质测绘与调查的基础上,根据需求和场地条件,进行有关勘探和测试工作,带地形的初步总平面布置图是开展勘察工作的基本条件。