



高等学校城市地下空间工程专业规划教材

岩土工程勘察

YANTU GONGCHENG KANCHA

宁宝宽 于 丹 刘振平◎主 编

解 磊◎副主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

岩土工程勘察

宁宝宽 于 丹 刘振平 主 编

解 磊 副主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书根据土木工程及城市地下空间工程专业教学计划要求,参考现行相关规范编写,全书共分为10章,论述了土木工程领域常用的岩土工程勘察方法与评价。主要内容有:岩土工程勘察等级及岩土分类,不良地质作用与特殊性岩土,工程地质测绘与调查,勘探与取样,岩土工程原位测试,室内试验,地下水,现场检验与监测以及岩土工程分析评价与成果报告等。

本书可作为高等院校土木工程、城市地下空间工程、道路桥梁与渡河工程、地质工程等专业的本科生、研究生教材,亦可供从事相关专业的工程技术人员及各战注册土木工程师执业资格考试的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程勘察 / 宁宝宽, 于丹, 刘振平主编. — 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017. 10
高等学校城市地下空间工程专业规划教材
ISBN 978-7-114-14238-3

I. ①岩… II. ①宁… ②于… ③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(2017)第 240369 号

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

书 名: 岩土工程勘察
著 作 者: 宁宝宽 于 丹 刘振平
责任编辑: 张征宇 赵瑞琴
出版发行: 人民交通出版社股份有限公司
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号
网 址: <http://www.ccpress.com.cn>
销售电话: (010)59757973
总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 10.25
字 数: 229 千
版 次: 2017 年 10 月 第 1 版
印 次: 2017 年 10 月 第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-14238-3
定 价: 28.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校城市地下空间工程专业规划教材

编 委 会

主任委员:张向东

副主任委员:宗 兰 黄 新 马芹永 周 勇
金 奕 齐 伟 祝方才

委 员:张 彬 赵延喜 郝 哲 彭丽云
周 斌 王 艳 叶帅华 宁宝宽
平 琦 刘振平 赵志峰 王 亮

序 言

近年来,我国城市建设以前所未有的速度加快发展,规模不断扩大,人口急剧膨胀,不同程度地出现了建设用地紧张、生存空间拥挤、交通阻塞、基础设施落后等问题,城市可持续发展问题突出。开发利用城市地下空间,不但能为市民提供创业、居住环境,同时也能提供公共服务设施,可极大地缓解中心城市密度,疏导交通,增加城市绿地,改善城市生态。

为适应城市地下空间工程的发展,2012年9月,教育部颁布了《普通高等学校本科专业目录》(以下简称专业目录),专业目录里将城市地下空间工程专业列为特设专业。目前国内已有数十所高校设置了城市地下空间工程专业并招生,在这个前所未有的发展时期,城市地下空间工程专业系列教材的建设明显滞后,一些已出版的教材与学生实际需求存在较大差距,部分教材未能反映最新的规范或标准,也没有形成体系。为满足高校和社会对于城市地下空间工程专业教材的多层次要求,人民交通出版社股份有限公司组织了全国十余所高等学校编写《高等学校城市地下空间工程专业规划教材》,并于2013年4月召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路,于2014年4月召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材陆续出版。

这套教材包括《地下工程概论》《地铁与轻轨工程》《岩体力学》《地下结构设计》《基坑与边坡工程》《岩土工程勘察》《隧道工程》《地下工程施工》《地下工程监测与检测技术》《地下空间规划设计》《地下工程概预算》和《轨道交通线路与轨道工程》,涵盖了城市地下空间工程专业的主要专业核心课程。该套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,充分考虑知识体系的完整性、准确性、正确性和适用性,强调结合新规范,增大例题、图解等内容的比例,做到通俗易懂,图文并茂。

为方便教师的教学和学生的自学,本套教材配有多媒体教学课件,课件中除教学内容外,还有施工现场录像、图片、动画等内容,以增加学生的感性认识。

反映城市地下空间工程领域的最新研究成果、最新的标准或规范,体现教材的系统性、完整性和应用性,是本套教材力求达到的目标。在各高校及所有编审人员的共同努力下,城市地下空间工程专业系列规划教材的出版,必将为我国高等学校城市地下工程专业建设起到重要的促进作用。

高等学校城市地下空间工程专业规划教材编审委员会
人民交通出版社股份有限公司

前 言

本书是高等学校城市地下空间工程专业规划教材之一,依据高等学校城市地下空间工程专业应用型人才培养方案编写。

岩土工程勘察是一门实践性很强的专业课程,本书系统地介绍了岩土工程勘察的基本理论和基本方法。全书 10 章内容,包括:绪论,岩土工程勘察等级及岩土分类,不良地质作用与特殊性岩土,工程地质测绘与调查,勘探与取样,岩土工程原位测试,室内试验,地下水,现场检验与监测、岩土工程分析评价与成果报告等。教材以实用性为主,各章内容相对独立,便于各地区根据各自教学要求和教学特色选定内容,突出重点。

本书以《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)为依据,在编写过程中紧紧围绕现行各行业工程勘察系列规范、标准的相关内容和要求进行,更加注重实用性,目的是为了达到应用型人才的培养要求,使学生通过本书的学习,掌握岩土工程勘察的基本内容和基本方法,真正具备查阅专业规范、理解规范、正确使用规范的能力,初步具备从事岩土工程勘察、设计、分析、评价与应用工作的能力。同时,为帮助读者更好地理解 and 掌握各部分的主要内容,每章后附有思考题。

本书由宁宝宽、于丹、刘振平担任主编,解磊担任副主编。具体编写分工为:宁宝宽编写第一、二、三(第五节)、四章,于丹编写第六、七、八章,刘振平编写第三、五、九章,解磊编写第十章。

本书的编写得到了人民交通出版社股份有限公司、高等学校城市地下空间工程专业规划教材编委会委员和参编教师的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请专家和广大读者批评指正。

编 者
2017 年 7 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 岩土工程勘察概述	1
第二节 我国岩土工程勘察的现状与发展趋势	2
第三节 本课程的内容和学习要求	4
思考题	5
第二章 岩土工程勘察等级及岩土分类	6
第一节 岩土工程勘察的分级	6
第二节 岩土的分类和鉴定	11
思考题	22
第三章 不良地质作用与特殊性岩土	23
第一节 岩溶	23
第二节 滑坡	28
第三节 泥石流	35
第四节 采空区	38
第五节 高地震烈度场地	41
第六节 特殊性岩土	51
思考题	61
第四章 工程地质测绘与调查	62
第一节 工程地质测绘与调查的基本要求	62
第二节 工程地质测绘方法	64
第三节 工程地质测绘和调查的内容	65
思考题	67
第五章 勘探与取样	68
第一节 工程地质勘探	68
第二节 岩土取样	74
思考题	82
第六章 岩土工程原位测试	83
第一节 载荷试验	84
第二节 静力触探试验	86
第三节 圆锥动力触探试验	90
第四节 标准贯入试验	95
第五节 其他原位测试方法简介	99

思考题	100
第七章 室内试验	101
第一节 土的物理性质试验	101
第二节 土的压缩—固结试验	106
第三节 土的抗剪强度试验	107
第四节 土的动力性质试验	108
第五节 岩石试验	110
思考题	113
第八章 地下水	114
第一节 地下水及其勘察要求	114
第二节 水文地质参数的测定	116
第三节 地下水作用的评价	119
第四节 水和土腐蚀性评价	121
思考题	125
第九章 现场检验与监测	126
第一节 现场检验与监测的意义和内容	126
第二节 地基基础的检验与监测	127
第三节 不良地质作用和地质灾害的监测	130
第四节 地下水的监测	131
思考题	133
第十章 岩土工程分析评价与成果报告	134
第一节 岩土工程分析评价	134
第二节 岩土参数的分析和选定	135
第三节 勘察成果报告的基本要求	138
第四节 岩土工程勘察实例	142
思考题	151
参考文献	152

第一章 绪 论

第一节 岩土工程勘察概述

一、岩土工程勘察概述

岩土工程(geotechnical engineering)是20世纪60年代欧美发达国家在土木工程实践中建立并发展起来的一种新的技术体系。它主要以工程地质学、土力学、岩体力学和基础工程为理论基础,解决工程建设中出现的与岩土体有关的工程技术问题,是一门地质与工程紧密结合的学科。岩土工程是土木工程、地质、力学和材料学等多学科相互渗透、相互融合而形成的边缘学科。它包括岩土工程勘察、岩土工程设计、岩土工程施工以及岩土工程监测4方面的内容。20世纪80年代开始传入我国,近年来,由于我国基础设施建设的快速发展,岩土工程技术取得了长足进步。

岩土工程勘察(geotechnical investigation)作为岩土工程学科的重要组成部分,其定义为: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,运用各种勘察技术手段和方法,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。在此基础上,按现行国家及行业的相关技术标准、规范和规程以及岩土工程相关理论,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和施工的各种岩土工程勘察技术文件。

二、岩土工程勘察的目的和任务

1. 岩土工程勘察的目的

岩土工程勘察的主要目的是查明场地工程地质条件,给出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数;对建设场地做出岩土工程评价,并对地基类型、基础形式、地基处理和不良地质作用的防治提出建议。

2. 岩土工程勘察的任务

岩土工程勘察是一项综合性地质调查,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,为工程的设计、施工,工程治理、降水、开挖以及支护等提供地质资料和必要的技术参数,对有关的岩土工程问题做出评价和建议。其具体任务如下:

(1)查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度,提出整治方案的建议,并评价场地稳定性和适宜性。

(2)查明建筑范围内岩土层的类型、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。

(3)查明埋藏的河道、沟浜、防空洞等对工程不利的埋藏物。

(4)查明地下水类型、埋藏条件,提供地下水位及其变化幅度;判定水和土对建筑材料的腐蚀性。

(5)提出勘察场地的抗震设防烈度,划分场地类别,划分对抗震有利、不利或危险的地段,提供抗震设计的有关参数。

(6)对地基基础方案进行分析和论证,提出经济合理的方案建议。

(7)查明与基坑开挖有关的场地条件、土质条件和工程条件,进行基坑边坡稳定性分析,提出处理方式和支护结构选型的建议。

(8)对施工和使用过程中监测检验方案提出建议。

第二节 我国岩土工程勘察的现状与发展趋势

一、我国岩土工程勘察的现状

岩土工程在国际上始于20世纪60年代,形成于70年代,我国是在20世纪80年代引进并逐步发展建立起来的。在政府的引导下,岩土工程专业体制在我国已基本确立,主要体现在以下几个方面:

(1)执业范围从单纯勘察变为岩土工程勘察、设计、施工、检测和监测全过程。

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

(3)以《岩土工程勘察规范》(GB 50021—1994)为代表的一批更加符合岩土工程要求及工作规律的国家标准、行业标准和地方标准相继出台,适合了体制的要求和国家基础设施建设的需要,近年来该规范又进行了第二次较大规模的修订,现行《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(2009年版)更加严谨,并尽量与国际标准接轨,与国内其他相关标准更加协调。

(4)注册岩土工程师制度逐步建立。2002年在全国范围内举行了第一次土木工程师(岩土)的执业资格考试,2009年9月1日统一实施注册土木工程师(岩土)执业制度。实行注册岩土工程师制度后,只有注册工程师签字的文件才能生效,这样将会大大加强注册工程师的荣誉感和责任心。

(5)高等教育专业设置目录进行了调整,扩大了专业覆盖面,岩土工程专业本科、硕士和博士等各层次专业人才资源更加充足,出现了一批高水平的研究成果、高素质的青年学者和专家群体。

二、我国岩土工程勘察发展趋势

随着我国工程建设的飞速发展和城市化进程的稳步推进,为了满足新的可持续发展的社会需求,在新的理论研究成果、新的分析方法和测试技术的推动下,岩土工程勘察设计单位将

逐步完成向科技型企业的转变,我国的岩土工程勘察行业将获得更广的发展空间和达到更大的技术深度,从被动的、静止的、局部的工作对象和方法更多地转向主动的、动态的环境体系和分析系统。

近年来,经典的岩土力学面临着严重的挑战,这种挑战主要来自以下方面:

- (1)大规模城市建设面临的地基、基础与深开挖支护问题,城市改造工程项目问题;
- (2)填海工程及海洋工程带来的软土工程问题,各类特殊土带来的工程问题;
- (3)大规模的交通工程建设即跨江、跨海的桥梁、隧道工程带来的问题,水利工程问题;
- (4)能源工业问题,包括污染、废料尾矿坝及有害废料处理问题;
- (5)超重型结构所带来的地基处理和桩基础设计、施工与评价问题;
- (6)原子能电站等重大工程的抗震分析与地基抗震问题;
- (7)各类地质灾害的评价与防治问题,等等。

岩土工程勘察作为一门应用科学和技术,在自身的发展中正经历着一个重要的阶段,并面临着新的挑战 and 机遇。

随着工程地质岩土力学和土木工程等学科的相互渗透和衔接,岩土工程体制的形成使岩土工程勘察在资源、能源开发、交通、城乡建设、农田水利、国土整治及国防建设等领域发挥更重要的作用,显示出勃勃生机,同时推动着勘察技术向高精深方向发展。展望未来,岩土工程的发展趋势主要体现在以下几个方面:

(1)由单纯的“工程地质勘察”向“岩土工程”发展并日趋完善。

(2)向一切以人类生存的地球表面环境中的大地岩土和与其密不可分、相互影响的地表水、地下水和大气等环境物质为系统工作目标的工程领域开拓。

(3)形成了专业分工趋势:①工程咨询和工程顾问,主要负责工程计划、项目负责、工程试验分析计算和工程监测工作;②野外钻探,可进行探查孔、钻井、灌浆钻孔、锚杆钻孔、海洋钻探以及水平钻孔、定向钻孔等等;③岩土工程施工,可进行各类桩基及地基改良工法的施工。

(4)城市人口的急剧膨胀促使城市空间向地下拓展,推动城市岩土工程迅速发展。

三、岩土工程勘察的技术准则

1. 基本概念

(1)场地(site)。它是指工程建设所直接占有并直接使用的有限面积的土地。

(2)地基(foundation soils, sub-grade)。它是支撑地基土体和岩体即受结构物影响的那一部分地层。

(3)基础(foundation footing)。它是结构物向地基传递荷载的下部结构,其具有承上启下的作用。

(4)工程地质条件(engineering geological conditions)。它是指工程建筑物所在地区地层的岩性、地质构造、水文地质条件、地表地质作用及地貌等地质环境各项因素的综合。

(5)岩土工程问题(geotechnical engineering problems)。它是指工程建筑物与岩体之间存在的矛盾或问题。

(6)不良地质作用(adverse geologic actions)。它是指地球内力或外力产生的对工程可能



造成危害的地质作用。

(7) 岩土工程勘察(geotechnical investigation)。它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。

2. 岩土工程勘察技术准则

岩土工程勘察是工程建设的一个重要环节。勘察结果是项目决策、设计和施工的重要依据,直接关系到工程建设经济效益、环境效益和社会效益。在进行工程勘察工作时,应掌握以下基本技术准则:

(1) 在理论、方法和经验上,要充分做到工程地质、土力学和岩土力学相结合,定性与定量相结合。

(2) 在工程实践上,必须做到勘察和设计、施工密切配合协作,力求技术可靠与经济合理相统一,岩土条件与建设要求相统一。

(3) 将岩土体(包括岩土层及由其组成的场地与地基)既看成是地质体,又要看成是力学介质体,同时还要将其看作是工程的实体。

(4) 采用各项岩土参数时,应注意岩土材料的非均匀性与各向异性,参数与原型岩土体性状之间的差异及其随工程环境不同而可能产生的变异。测定岩土性质时宜通过不同的试验手段进行综合验证。

(5) 工程勘察宜以实际观测的数据和岩土体性状为依据,并以原型观测、实体试验及原位测试作为对类似的工程进行分析论证的依据,但应考虑不同的工程类型在设计、施工方面的差异,对重点工程宜进行室内试验或现场模型试验。

(6) 在岩土工程稳定性计算中,宜对两种以上的可能方案进行对比分析,通常取其安全系数最小的一种方案作为安全控制。为避免保守,可与当地的实际工程经验对照,进行必要的修正。

在岩土勘察中,应执行相关标准和规范或规程,在对工程项目不断创新的前提下,提高现有准则与要求。

第三节 本课程的内容和学习要求

“岩土工程勘察”作为工程地质、土木工程(岩土工程、道路桥梁与渡河工程、城市地下空间工程)等专业的一门专业课程,其宗旨是为了使该类专业的学生掌握岩土工程勘察的基本原理和方法,能对实验数据进行整理和分析并对岩土体做出科学合理的评价,合理选用测试与检测手段,为岩土工程的设计和施工提供理论和技术依据,为学生在毕业后尽快胜任岩土工程勘察工作打下坚实的基础。

一、课程的内容

本教材首先介绍了岩土工程勘察的基本要求、工程岩土体的分类;其次讨论了工程地质测绘和调查、勘探与取样、原位测试、地下水、现场检测与监测等各种勘察技术和方法的基本原理和方法、适用条件、工作内容、技术要求及成果应用;最后,讨论了岩土工程勘察报告的基本内

容和具体要求以及报告书的整理分析、阅读和使用等。

二、课程教学的基本要求

“岩土工程勘察”是一门应用性学科,具有涉及面广、实践性强、发展迅速等特点。在学习过程中应力求做到以下几点:

(1)要把理论和实践结合起来,实现原则性和灵活性的统一。要建立正确的勘察思想,强调勘察工作必须在保证建筑物安全和稳定的前提下,做到经济合理、技术可行。

(2)加强对岩土工程勘察基本问题的认识。岩土工程勘察的首要任务就是查明建筑场地的工程地质条件,理解工程地质条件的内涵,对各类建筑的岩土工程问题有一个全面的认识。

(3)不同勘察阶段对岩土工程问题的要求程度不同,因而对工程地质条件探查的详细程度也不同,对勘察的范围布置也不同,故应根据工程要求制订勘察计划。要善于综合运用各种勘察手段,及时而有步骤地取得准确资料和符合质量要求的成果。

(4)加强自学,独立思考。随着经济建设的发展,建筑类型越来越多,各种新的建筑类型对勘察的要求也各不相同,需要学生掌握勘察的基本原理,针对各类建筑,学习相关勘察知识,多阅读相关书籍、专业杂志,结合工程案例,不断探索、创新,为今后从事相关工作打下良好基础。



思考题

1. 何为岩土工程? 何为岩土工程勘察?
2. 如何理解工程地质条件、不良地质作用等概念?
3. 岩土工程勘察的目的和任务有哪些?
4. 岩土工程勘察的技术准则是什么?

第二章 岩土工程勘察等级及岩土分类

第一节 岩土工程勘察的分级

不同场地的工程地质条件不同,不同规模和结构特点的建(构)筑物等对工程地质条件的要求也不尽相同,因此,岩土工程勘察所采用的手段、方法、所投入的勘察工作量的大小也不可能相同。显然,工程规模较大或较重要、场地地质条件以及岩土体分布和性状较复杂者,所投入的勘察工作量就较大,反之则较小。

岩土工程勘察等级划分对确定勘察工作内容、选择勘察方法及确定勘察工作量投入等具有重要指导意义。按《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)(以下简称《规范》)规定,岩土工程勘察的等级,是由工程安全等级、场地复杂程度和地基复杂程度3项因素决定的。下面先分别论述3项因素等级划分的依据及具体规定,然后,在此基础上进行综合分析,以确定岩土工程勘察的等级划分。

一、工程安全等级

工程的安全等级,是根据由于工程岩土体或结构失稳破坏,导致建筑物破坏而造成生命财产损失、社会影响及修复可能性等后果的严重性来划分的。根据国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》(GBJ 50068—2001)的规定,将工程结构划分为3个安全等级,如表2-1所示。

工程结构安全等级 表 2-1

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

对于不同类型的工程来说,应根据工程的规模和重要性具体划分。目前房屋建筑与构筑物的安全等级,已在国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)中明确规定(表2-2)。此外,各产业部门和地方根据本部门(地方)建筑物的特殊要求和经验,在颁布的有关技术规范中也划分了适用于本部门(地方)的工程安全等级,一般均划分为3个等级。

地基基础设计安全等级 表 2-2

安全等级	建 筑 和 地 基 类 型
甲级	重要的工业与民用建筑物;30层以上的高层建筑;体型复杂,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2层及2层以上地下室的基坑工程;开挖深度大于15m的基坑工程;周边环境条件复杂、环境保护要求高的基坑工程。

续上表

安全等级	建 筑 和 地 基 类 型
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑物;除甲级、丙级以外的基坑工程
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的 7 层及 7 层以下民用建筑及一般工业建筑;次要的轻型建筑物;非软土地区且场地地质条件简单、基坑周边环境条件简单、环境保护要求不高且开挖深度小于 5.0m 的基坑工程

目前,地下洞室、深基坑开挖、大面积岩土处理等尚无工程安全等级的具体规定,可根据实际情况划分。大型沉井和沉箱、超长桩基和墩基、有精密设备和超高压设备等特殊要求的工程、有特殊要求的深基坑开挖和支护工程、大型竖井和平洞、大型基础托换和补强工程,以及其他难度大、破坏后果严重的工程,以列为一级安全等级为宜。

二、场地复杂程度等级

场地复杂程度是用建筑抗震稳定性、不良地质现象发育情况、地质环境破坏程度和地形地貌条件 4 个条件衡量的,也划分为 3 个等级,见表 2-3。

场地复杂程度等级 表 2-3

场地等级	一级	二级	三级
建筑抗震稳定性	危险	不利	有利(或地震设防烈度≤6 度)
不良地质现象发育情况	强烈发育	一般发育	不发育
地质环境破坏程度	已经或可能强烈破坏	已经或可能受到一般破坏	基本未受破坏
地形地貌条件	复杂	较复杂	简单

注:一、二级场地各条件中只要符合其中任一条件者即可。

1. 建筑抗震稳定性

按国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)规定,选择建筑场地时,对建筑抗震稳定性地段的划分规定为:

(1)危险地段。地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流及发震断裂带上可能发生地表错位的部位。

(2)不利地段。软弱土和液化土,条状突出的山嘴,高耸孤立的山丘,非岩质的陡坡、河岸和斜坡边缘,平面分布上成因、岩性和性状明显不均匀的土层(如古河道、断层破碎带、暗埋的塘浜沟谷及半填半挖地基)等。

(3)有利地段。岩石和坚硬土或开阔平坦、密实均匀的中硬土等。上述规定中,场地土的类型按表 2-4 划分。

场地土的类型划分 表 2-4

场地土类型	土层剪切波速(m/s)	岩 土 名 称 和 性 状
岩石	$v_s > 800$	坚硬、较硬且完整的岩石
坚硬土或软质岩石	$500 < v_s \leq 800$	破碎、较破碎的岩石或较软的岩石,密实的碎石土
中硬土	$250 < v_s \leq 500$	中密、稍密的碎石土,密实、中密的砾、粗、中砂, $f_{ak} > 150\text{kPa}$ 的黏性土和粉土,坚硬黄土



续上表

场地土类型	土层剪切波速(m/s)	岩土名称和性状
中软土	$150 < v_s \leq 250$	稍密的砾、粗、中砂,除松散外的细、粉砂, $f_{ak} \leq 150\text{kPa}$ 的黏性土和粉土, $f_{ak} > 130\text{kPa}$ 的填土,可塑性黄土
软弱土	$v_s \leq 150$	淤泥和淤泥质土,松散的砂,新近代沉积的黏性土和粉土, $f_{ak} \leq 130\text{kPa}$ 的填土,流塑黄土

注: v_s 为岩土剪切波速; f_{ak} 为由荷载试验等方法得到的地基承载力特征值(kPa)。

2. 不良地质现象发育情况

不良地质现象泛指由地球外动力作用引起的,对工程建设不利的各种地质现象。它们分布于场地内及其附近地段,主要影响场地稳定性,也对地基基础、边坡和地下洞室等具体的岩土工程有不利影响。“强烈发育”是指由于不良地质现象发育导致建筑场地极不稳定,直接威胁工程设施的安全。例如,山区崩塌、滑坡和泥石流的发生,会酿成地质灾害,破坏甚至整个摧毁工程建筑物。岩溶地区溶洞和土洞的存在,所造成的地面变形甚至塌陷,对工程设施的安全也会构成直接威胁。“一般发育”是指虽有不良地质现象分布,但并不十分强烈,对工程设施安全的影响不严重;或者说对工程安全可能有潜在的威胁。

3. 地质环境破坏程度

由于人类工程—经济活动导致地质环境的干扰破坏,是多种多样的。例如,采掘固体矿产资源引起的地下采空;抽汲地下液体(地下水、石油)引起的地面沉降、地面塌陷和地裂缝;修建水库引起的边岸再造、浸没、土壤沼泽化;排除废液引起岩土的化学污染;等等。地质环境破坏对岩土工程实践的负影响是不容忽视的,往往对场地稳定性构成威胁。地质环境的“强烈破坏”,是指由于地质环境的破坏,已对工程安全构成直接威胁,如矿山浅层采空导致明显的地面变形、横跨地裂缝等。“一般破坏”是指已有或将有地质环境的干扰破坏,但并不强烈,对工程安全的影响不严重。

4. 地形地貌条件

地形地貌条件主要指的是地形起伏和地貌单元(尤其是微地貌单元)的变化情况。一般来说,山区和丘陵区场地地形起伏大,工程布局较困难,挖填土石方量较大,土层分布较薄且下伏基岩面高低不平。地貌单元分布较复杂,一个建筑场地可能跨越多个地貌单元,因此地形地貌条件复杂或较复杂。平原场地地形平坦,地貌单元均一,土层厚度大且结构简单,因此地形地貌条件简单。

三、地基复杂程度等级

地基复杂程度也划分为 3 个等级,见表 2-5。

地基复杂程度等级划分标准 表 2-5

地基等级	地基条件
一级地基	1. 岩土种类多,性质变化大,地下水对工程影响大,且需特殊处理; 2. 多年冻土及湿陷、膨胀、盐渍、污染严重的特殊性岩土,对工程影响大,需做专门处理;变化复杂,同一场地上存在多种或强烈程度不同的特殊性岩土

续上表

地基等级	地基条件
二级地基	1. 岩土种类较多,性质变化较大,地下水对工程有不利影响; 2. 除上述规定之外的特殊性岩土
三级地基	1. 岩土种类单一,性质变化不大,地下水对工程无影响; 2. 无特殊性岩土

四、岩土工程勘察等级

综合上述 3 项因素的分级,即可划分岩土工程勘察的等级,如表 2-6 所示。

岩土工程勘察等级的划分 表 2-6

勘察等级	确定勘察等级的因素		
	工程安全等级	场地等级	地基等级
甲级	一级	任意	任意
	二级	一级	任意
		任意	一级
乙级	二级	二级	二级或三级
		三级	二级
	三级	一级	任意
		任意	一级
		二级	二级
丙级	二级	三级	三级
	三级	二级	三级
		三级	二级或三级

五、岩土工程勘察阶段

我国建设工程项目设计一般分为可行性研究、初步设计和施工图设计 3 个阶段。为了提供各阶段所需的工程地质资料,勘察工作一般也相应划分为选址勘察、初步勘察和详细勘察 3 个固定阶段。此外,对于某些特殊工程还需要增加部分施工勘察工作。由于勘察对象的不同,勘察阶段的划分和所采用的规范也不相同,表 2-7 给出了不同勘察对象的勘察阶段划分。

勘察阶段的划分 表 2-7

勘察对象	勘察阶段				采用的规范
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 (不固定阶段)	《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)
地下洞室	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 阶段勘察	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	—	