

李仁平 李 飞 主编
陈国兴 主审

中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会组织编写

应用型本科院校土木工程专业规划教材

基础工程

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

知识产权出版社
www.cnipr.com



李仁平 李 飞 主编
陈国兴 主审

中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会组织编写

应用型本科院校土木工程专业规划教材

基础工程

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn
知识产权出版社
www.cnipr.com



内 容 提 要

本书系“应用型本科院校土木工程专业规划教材”之一。本书系统地介绍了基础工程学的基本内容、当前工程实践和较新的工程技术,并体现了我国建筑工程和公路工程等现行技术规范的有关规定要求。

本书充分考虑应用型土木工程人才培养的需要,努力突出理论知识的应用和实践能力的培养。全书共分9章,主要包括:绪论、地基勘察与测试、浅基础的设计、桩基础、地基处理、挡土墙设计、基坑工程、动力机器基础与地基基础抗震、地基基础现场检测技术。各章还附有思考题和习题。

本书可作为高等院校土木工程专业及相关专业的教学用书,也可供相关专业工程技术人员参考。

责任编辑: 阳 森 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

文字编辑: 彭天放

图 书 在 版 编 目 (CIP) 数 据

基础工程/李仁平,李飞主编.——北京:中国水利水电出版社,2006

应用型本科院校土木工程专业规划教材

ISBN 7-5084-3782-9

I.基… II.①李…②李… III.地基—基础(工程)—高等学校—教材 IV.TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 075092 号

应用型本科院校土木工程专业规划教材

基础工程

李仁平 李飞 主编 陈国兴 主审

中国水利水电出版社 出版发行 (北京市西城区三里河路6号;电话:010-68331835 68357319)
知识产权出版社 (北京市海淀区马甸南村1号;传真、电话:010-82000893)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

北京市兴怀印刷厂印刷

787mm×1092mm 16开 16.25印张 385千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数:0001—4100册

定价:28.00元

ISBN 7-5084-3782-9

版 权 所 有 侵 权 必 究

如有印装质量问题,可寄中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044,电子邮件:sales@waterpub.com.cn)

总 序

中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会成立于2002年5月，现由江苏省设有土木工程专业的近40所高校组成，是中国土木工程学会教育工作委员会的第一个省级分会。分会的宗旨是加强江苏省各高校土木工程专业的交流与合作，提高土木工程专业的人才培养质量，服务于江苏乃至全国的建设和事业和社会发展。

人才培养是高校的首要任务，现代社会既需要研究型人才，也需要大量在生产领域解决实际问题的应用型人才。目前，除少部分知名大学定位在研究型大学外，大多数工科大学均将办学层次定位在应用技术型高校这个平台上。作为知识传承、能力培养和课程建设载体的教材在应用技术型高校的教学活动中起着至关重要的作用，但目前出版的教材大多偏重于按照研究型人才培养的模式进行编写，“应用型”教材的建设和发展却远远滞后于应用型人才培养的步伐。为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展的需要，满足我国高校从精英教育向大众化教育重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求，探索和建立我国高校应用型本科人才培养体系，中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会与中国水利水电出版社、知识产权出版社联合，组织江苏省有关院校的教师，编写出版了适应应用型人才培养需要的应用型本科院校土木工程专业规划教材。其培养目标是既掌握土木工程学科的基本知识和基本技能，同时也包括在技术应用中不可缺少的非技术知识，又具有较强的技术思维能力，擅长技术的应用，能够解决生产实际中的具体技术问题。

本套教材旨在充分反映应用型本科的特色，吸收国内外优秀教材的成功

经验，并遵循以下编写原则：

- 突出基本概念、思路和方法的阐述以及工程应用实例；
- 充分利用工程语言，形象、直观地表达教学内容，力争在体例上有所创新并图文并茂；
- 密切跟踪行业发展动态，充分体现新技术、新方法，启发学生的创新思维。

本套教材虽然经过编审者和编辑出版人员的尽心努力，但由于是对应用型本科院校土木工程专业规划教材的首次尝试，故仍会存在不少缺点和不足之处。我们真诚欢迎选用本套教材的师生多提宝贵意见和建议，以便我们不断修改和完善，共同为我国土木工程教育事业的发展作出贡献。

中国土木工程学会教育工作委员会江苏分会

2006年4月

前 言

本教材是根据全国高等学校土木工程专业指导委员会对由建筑工程、岩土工程、地下结构工程、交通土建工程、城镇建设等相近的若干专业或专业方向合并成的大土木工程专业的培养要求和目标所规定的“基础工程”教学要求而编写的，书中介绍了基础工程的基本内容、当前的工程实践和最新技术，充分体现了本学科的理论性、系统性、计算性、实践性及应用性的特点。全书共分9章，包括绪论、地基勘察与测试、浅基础的设计、桩基础、地基处理、挡土墙设计、基坑工程、动力机器基础与地基基础抗震和地基基础现场检测技术。其中，主要章节还附有复习题和习题。本书可作为应用型本科院校土木工程专业的教学用书，教师可根据专业要求和学生的具体情况选择讲授。

本教材由常州工学院李仁平、盐城工学院李飞副教授主编和统稿，其中第一、第三和第七章由李仁平编写；第六、第八和第九章由李飞编写；第二章由南通工学院王亚萍编写；第四章由常州工学院鲁良辉编写；第五章由淮阴工学院王成武编写。

本教材由南京工业大学陈国兴教授主审。

限于编者水平，书中难免有不妥之处，恳切希望读者不吝批评、指正。

编 者

2006年5月

目 录

总序

前言

第一章 绪论	1
第二章 地基勘察与测试	5
第一节 地基勘察的任务和内容	5
第二节 地基勘察测试方法	11
第三节 基槽检验与地基的局部处理	23
第四节 地基勘察报告书及工程实例	25
第三章 天然地基上浅基础的设计	34
第一节 概述	34
第二节 浅基础的类型与基础材料	36
第三节 地基设计	38
第四节 无筋扩展基础的设计	54
第五节 扩展基础的设计	57
第六节 减轻建筑物不均匀沉降危害的措施	63
习题	67
第四章 桩基础	68
第一节 概述	68
第二节 桩的分类与质量检测	70
第三节 竖向荷载下单桩的工作性能	76
第四节 单桩竖向承载力的确定	80
第五节 群桩竖向承载力	88

第六节 桩的水平承载力和位移	92
第七节 桩基承载力及变形验算	100
第八节 桩基础设计	104
第九节 工程实例	114
思考题	119
习题	120
第五章 地基处理	121
第一节 概述	121
第二节 换土垫层法	126
第三节 排水固结法	131
第四节 振冲法与挤密法	135
第五节 强夯法和强夯置换法	140
第六节 砂石桩法	144
第七节 化学加固法	147
思考题	154
习题	154
第六章 挡土墙设计	156
第一节 概述	156
第二节 挡土墙型式的选择	156
第三节 挡土墙初定尺寸	159
第四节 挡土墙的稳定性验算	160
第五节 墙后回填土的选择	162
第六节 墙后排水措施	163
第七节 岩石锚杆挡墙	165
第八节 加筋土挡土墙	166
思考题	169
习题	170
第七章 基坑工程	171
第一节 概述	171
第二节 支护结构类型及适用范围	174
第三节 支护结构的设计依据	176
第四节 水泥搅拌桩支护结构设计	178
第五节 排桩支护设计与计算	185
第六节 基坑稳定性分析	199
思考题	204
习题	204
第八章 动力机器基础与地基基础抗震简介	205

第一节 概述	205
第二节 动力机器基础的设计原理	206
第三节 地基基础抗震简介	209
思考题	213
第九章 地基基础现场检测技术	214
第一节 地基基础检验与监测的一般要求	214
第二节 地基及地基处理承载力检测	219
第三节 桩基础现场测试技术	224
第四节 基坑工程现场监测技术	237
思考题	246
主要参考文献	247

第一章

绪 论

【本章要点】

- 基础工程学的概念及研究对象。
- 基础工程的重要性及其技术的发展现状。
- “基础工程”课程的学习要点。

一、基础工程学的概念

基础工程学是岩土工程学的一个重要组成部分，即用岩土工程的基本理论和方法去解决地基基础方面的工程问题。岩土工程学是运用土力学及岩石力学的基本理论和基本方法，结合工程地质学和水文地质学的知识，去解决土木工程领域内的各种工程（基础工程、道路工程、水利工程、地下建筑、隧道工程、环境工程、海洋工程等）问题的一门学科。由于基础是建筑物结构的一部分，在基础设计中需要大量的结构计算，所以基础工程学也与结构计算理论和计算技术密切相关。

二、基础工程学的研究对象

基础工程学研究对象是地基与基础问题。

所谓地基，指的是直接承托建筑物的场地土层。在建筑物荷载下地基土会产生附加应力和变形，其范围随基础类型和尺度、荷载大小以及土层分布而不同。为了保证建筑物的安全，地基需要满足建筑物荷载作用对地基在强度、变形和稳定方面的要求。当建筑物地基由多层土组成时，直接与基础底面接触的土层称为持力层，持力层以下的其他土层称为下卧层。持力层和下卧层都应满足地基设计的要求，但对持力层的要求显然比下卧层的要求高。地基又可分为天然地基和人工地基两类，前者是不加处理直接用作建筑物地基的天然土层，后者是经过地基处理后才满足建筑物对地基要求的土层。显然，当能满足基础工程的要求时，采用天然地基是最经济的。

基础是建筑物在地面以下的结构部分，与上部结构一样应满足强度、刚度和耐久性的要求。之所以将基础从上部结构分出研究，是由于以下的原因：

2 基础工程

(1) 基础是直接同地基土接触的结构部分，同地基土的关系比上部结构密切得多。在设计中，除考虑上部结构传下的荷载、基础的材料和结构形式外，还必须考虑地基土的强度和变形特性，而常规的上部结构设计往往不考虑后者。

(2) 基础施工有专门的技术和方法，包括基坑开挖、施工降水、桩基础和其他深基础的专项技术、各类地基处理技术等。基础施工受自然条件和环境条件的影响要比上部结构大得多。

(3) 基础有独特的功能和构造要求。例如地下室的功能和抗浮防渗要求、抗变形和抗震构造、特殊土地基上的构造等。

地基和基础的设计往往不能截然划分，正确的基础设计必须建立在合理的地基评价基础上。“地基”和“基础”在英语中用同一名词“Foundation”，反映了两者的不可分割性。

三、基础工程的重要性

基础工程是土木工程的一个重要组成部分，其重要性表现在以下几个方面：

(1) 地基基础问题是土木工程领域普遍存在的问题。基础设计和施工是整座建筑物设计和施工中必不可少的一环，掌握基础工程的设计理论和方法、了解施工原理和过程是工程师不可缺少的技能。当地基条件复杂或恶劣时，基础工程经常会成为工程中的难点和首先需要解决的问题，由于土的复杂性、勘测工作的有限性等造成岩土工程的不定性和经验性，基础工程问题又往往成为工程师最难把握的问题。

(2) 地基基础造价占土建总造价相当大的比例。在软土地区，其比例可达10%以上，甚至超过20%，如果包括地下室则更高。这样高的造价既要求设计和施工必须保证建筑物的安全和正常使用，同时也提出是否能选择最合适的设计方案和施工方法，以降低基础部分的造价。这在正确的理论和丰富的经验指导下是能够做到的。

(3) 地基基础事故屡见不鲜，有时甚至酿成重大损失。而一旦发生了地基事故，弥补和整治是费钱、费力又费时的事。

工程事故常常由地基事故所引起，例如，国际水利工程的统计表明，自1830年以来，大坝失事中有25%可归咎于地基事故。而造成基础工程事故的原因有勘测、设计或施工的失误，环境气候的变化，乃至使用的不当等，有时这些原因可能同时存在。某一环节失误或者考虑不周就可能酿发事故。

由于地基强度不足造成的地基失稳事故比较少见，但一旦疏忽，出现失稳事故，造成的损失将是巨大的。著名例子有加拿大特朗斯康谷仓和挪威5000m³油罐地基的失稳、巴西里约热内卢11层大楼由于桩基破坏而倒塌等。国内有南方某地8层饭店建筑由于地基承载力不足在结顶后坍塌的事故。这类事故有时也在施工中发生，例如，华东某地两起大的基坑工程坍塌事故造成了重大生命和财产损失。

大量的地基事故则由地基变形所引起。由于地基的不均匀变形，基础之间产生差异沉降，基础发生挠曲或倾斜，上部结构因此受到影响，也会产生倾斜、扭转、挠曲，并可能造成结构的损坏。这不仅影响到建筑物的正常使用功能，有时还危及建筑物的安全。对于这样的建筑物，常常需要实施建筑物的纠偏、上部结构和（或）地基基础的加固，有的必须拆除，其代价是昂贵的。因此，对变形问题必须充分重视。

综上所述,基础工程是任何一项土木工程都会涉及的非常重要的工程内容。

四、基础工程技术的发展现状

基础工程是一项古老的工程技术,发展到今天已成为一门专门的科学。随着岩土工程及其他相关学科的不断发展,基础工程在设计计算理论和方法、施工技术和机械设备等方面都有长足的进展。20世纪90年代以来,陆续编制的规范规程有《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)、《高层建筑岩土工程勘察规范》(JGJ 72—96)、《建筑基坑支护技术规范》(JGJ 120—99)、《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2000)、《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)和《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)等。这些规范规程都是基础工程各个领域取得的科研成果和工程经验的高度概括,反映了近十年来基础工程的发展水平。

目前,基础工程的主要关注点是在设计计算理论和方法方面的研究探讨,包括考虑上部结构、基础与地基共同工作的理论和设计方法,概率极限状态设计理论和方法,优化设计方法,以及数值分析方法和计算机技术的应用等。此外,随着高层建筑和大跨度大空间结构的涌现、地下空间的开发等,与之密切相关的两种技术也得到极大的重视:其一为桩基础技术,其中桩土共同工作理论,新的桩基设计控制理论——变形控制理论,桩基非线性分析和设计方法,桩基承载力和沉降的合理估算,新的桩型,例如,大直径成孔灌注桩、预应力管桩、挤扩支盘桩、套筒桩、微型桩和异型桩等的研究开发,后注浆技术在桩基工程中的应用,以及桩基础的环境效应等都成为研究和开发的热点;其二为深基坑开挖问题,研究的重点放在土、水压力的估算,基坑支护设计理论和方法的深化——优化设计、概念设计和动态设计以及考虑时空效应的方法等,新的基坑支护方法,如复合土钉墙、地下连续墙、锚杆挡墙等的开发研究,基坑开挖对环境的影响,以及逆作法技术的应用等。在地基处理方面,进一步完善复合地基理论,对各类地基处理方法机理的深化研究,以及施工及检测技术的改进也是基础工程关心的问题。对于深水和复杂地质条件下的基础工程,例如,在大型桥梁、水工结构、近海工程中,重要的是深入研究地震、风和波浪冲击的作用,以及发展深水基础(超长大型水下桩基、新型沉井等)的设计和施工方法。

随着我国经济建设的发展,肯定会遇到更多的基础工程问题,也会不断出现新的热点和难点需要解决。而土力学和基础工程将在克服这些难点的基础上得到新的发展。

五、“基础工程”课程的学习要点

基础工程学需要工程地质学和土力学的基本知识,这两门专业基础课是本课程的先修课程,其中土的基本特性以及土力学中关于强度、变形、稳定、地基承载力等课题的基本内容和地基计算方法等都是必须掌握的。本课程培养学生阅读和使用工程地质勘测资料的能力,同时学会利用上述土力学知识,结合结构计算和施工知识,合理地解决基础工程问题。

应明确,任何一个成功的基础工程都是工程地质学、土力学、结构计算知识的运用和工程实践经验的完美结合,在某些情况下,施工可能是决定基础工程成败的关键。

应了解,上部结构、基础和地基作为一个整体是协调工作的,一些常规计算方法不考

4 基础工程

虑三者共同工作是有条件的，在评价计算结果中应考虑这种影响，并采取相应的构造措施。

应清楚，地基处理方法不是万能的，各种方法都有它的加固机理和适用范围，应该根据土的特性和工程特点选用不同的处理方法。

本教材共分 9 章，内容包括岩土工程勘察、浅基础、桩基础、地基处理、挡土墙、基坑工程、动力机器基础和地基基础现场检测技术等，体系较为完整。“基础工程”课程计划学时数为 54 左右，授课时对某些内容可做适当删节。

第二章

地基勘察与测试

【本章要点】

- 地基勘察的任务和内容。
- 地基勘察测试方法。
- 场地地基工程地质条件评价。

第一节 地基勘察的任务和内容

工程勘察是工程建设中非常重要的一个阶段，一个优良的设计方案，必须以准确的工程地质资料为依据。工程师对地基土层的分布、土的松密、压缩性高低、强度大小、均匀性、地下水埋深，以及水质、土质是否会液化等条件进行全面和深入的研究，才能做好设计。

工程勘察成果是项目决策、设计和施工的重要依据，直接关系到工程建设的经济效益、环境效益和社会效益。

一、场地与地基的概念

场地是指工程建筑所处的和直接使用的有限面积的土地。场地涉及工程所处的地质环境及岩土体的稳定问题，直接关系到工程安全与正常使用。

地基是指直接承托建筑物基础的那一部分范围很小的场地。这部分岩土体因受建筑物传递来的各种静、动荷载作用而产生变形，或因其本身强度不足而失稳。

建筑场地的工程地质条件包括岩土的类型及其工程性质、地质构造、地形地貌、水文地质条件、不良地质现象和可利用的天然建筑材料等。

二、地基勘察的目的、原则和任务

地基勘察的目的在于以各种勘察手段和方法，调查研究和分析评价建筑场地和地基的工程地质条件，为设计和施工提供所需的工程地质资料。地基勘察工作应该遵循基本建设程序，走在设计和施工前面，采取必要的勘察手段和方法，提供准确无误的地基勘察报告。

工程地质勘察的任务可归纳为以下几方面：

(1) 查明建筑场地的工程地质条件, 选择地质条件优越合适的建筑场地。

(2) 查明场区内崩塌、滑坡、岩溶、岸边冲刷等物理地质作用和现象, 分析判明其对建筑场地稳定性的危害程度, 为拟定改善和防治不良地质条件的措施提供地质依据。

(3) 查明建筑物地基岩土的地层时代、岩性、地质构造、土的成因类型及其埋藏分布规律。

(4) 查明地下水类型、水质、埋深及分布变化。

(5) 根据建筑场地的工程地质条件, 分析研究可能发生的工程地质问题, 提出拟建建筑物的结构形式、基础类型及施工方法的建议。

(6) 对于不利于修建建筑物的岩土层, 提出切实可行的处理方法或防治措施。

三、工程勘察分级

岩土工程勘察工作应该在事先制定的周密的方案指导下进行, 合理的勘察方案既能保证充分满足勘察技术方面的要求, 又能以最少的投资、最短的工期达到预期目的。《岩土工程勘察规范》(GB 50021—1994) 规定, 岩土工程勘察等级应根据工程安全等级、场地等级和地基等级综合分析确定。

(一) 工程安全等级

工程结构的安全等级是根据地基损坏造成建筑物破坏后果的严重性, 将建筑物分为三个安全等级, 如表 2-1 所示。

表 2-1 工程安全等级划分

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

高层建筑一般比较重要, 有一定的技术难度, 通常应至少作为二级建筑物, 超高层建筑应作为一级建筑物; 在软土地区, 由于有沉降计算要求, 高层建筑应作为一级建筑物。

对地下洞室、大面积岩土处理等工程的安全等级, 目前还无条件做出具体规定, 可按实际情况划分。

大型的沉井和沉箱、超长的桩基和墩基、有特殊要求的精密设备和超高压设备、有特殊要求的深基开挖和支护工程、大型基础托换和补强工程等难度大、破坏后果严重的工程, 宜划分为一级。

(二) 场地等级

场地等级按照场地的复杂程度划分, 复杂程度包括建筑物抗震的影响、不良地质现象是否发育、地质环境的破坏程度和地形地貌的复杂性因素等, 按表 2-2 确定。

表 2-2 场地等级划分

因素	一 级	二 级	三 级
建筑抗震	危险的地段	不利的地段	设防烈度不大于 6 度, 对建筑抗震有利
不良地质现象	强烈发育	一般发育	不发育
地质环境	强烈破坏	一般破坏	未受破坏
地形地貌	复杂	较复杂	简单

注 1. 场地等级划分时, 满足其中一项即可确定其等级。
2. 不良地质条件是指泥石流、崩解、滑坡、塌陷、岸边冲刷和地下强烈潜蚀等。
3. 地质环境是指地下采空、地面沉降、地裂缝、化学污染和水位上升等。

(三) 地基等级

地基等级根据地基复杂程度或结构物周围的介质特征划分，如表 2-3 所示。

表 2-3 地基等级划分

等级因素	一 级	二 级	三 级
岩土种类	岩土种类多，性质变化大，地下水对工程影响大，需特殊处理	岩土种类较多，性质变化较大，地下水对工程有不利影响	岩土种类单一，性质变化不大，地下水对工程无影响
特殊岩土	多年冻土、湿陷、膨胀、盐渍、污染严重的特殊岩土	除一级特殊岩土之外的特殊岩土	无特殊岩土

注 地基等级划分时，满足其中一项即可确定其等级。

(四) 工程勘察等级的综合划分

在工程安全等级、场地等级、地基等级进行单项划分的基础上，进一步对岩土工程勘察等级加以综合划分，如表 2-4 所示。

四、工程勘察的内容及要求

(一) 工程勘察阶段划分及内容

概括而言，勘察工作的进程是由大范围逐步缩小、由疏粗到精细、由浅部到深层的勘测分析过程。一般情况下，工程勘察阶段可划分为规划性勘察（可行性勘察）、初步勘察、详细勘察和施工勘察。

1. 规划性勘察

规划性勘察是为了进行工程总体规划而进行的勘察工作，勘察的主要目的是对拟建场地的稳定性和适宜性作出评价。

选择场地时，一般情况下宜避开下列工程地质条件恶劣的地区或地段：

(1) 不良地质现象发育，对场地稳定性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) 对建筑抗震不利的地段，如设计烈度为 8 度或 9 度且邻近发震断裂带的场区。

(4) 洪水或地下水对建筑场地有威胁或严重不良影响的地段。

(5) 地下有未开采的有价值矿产或不稳定的地下采空区上的地段。

在规划性勘察阶段应进行以下工作：

(1) 搜集区域地质、地形地貌、地震、矿产和附近地区的工程地质资料及当地的建筑经验。

(2) 在搜集和分析已有资料的基础上，通过踏勘，了解场地的地层、构造、岩石和土的性质、不良地质现象及地下水等工程地质资料。

(3) 对工程地质条件复杂，已有资料不能符合要求，但其他方面条件较好且倾向于选

表 2-4 工程勘察等级划分

勘察等级	确定勘察等级的条件		
	工程安全等级	场地等级	地基等级
一级	一级	任意	任意
	二级	一级	任意
		任意	一级
二级	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
三级	二级	三级	三级
	三级	二级	三级
		三级	二级或三级

取的场地，应根据具体情况进行工程地质测绘及必要的勘探工作。

2. 初步勘察

初步勘察是在选定的建设场地上进行的，对具体建筑物的场地初步查明其工程地质和水文地质情况以及地基的岩土工程特性，对场地的稳定性做出评价，并进一步为选择最适当的地基及基础工程方案、确定建筑物总体平面布置提供依据。

初步勘察阶段应进行以下工作：

(1) 搜集可行性研究阶段的工程勘察报告，取得建筑区域内的地形图资料以及有关工程的性质和规模的文件。

(2) 初步查明地层、构造、岩土物理力学性质、地下水埋藏条件及冻结深度。

(3) 查明场地不良地质现象的成因、分布及对场地稳定性的影响及其发展趋势。

(4) 对抗震设防烈度大于或等于 7 度的场地，应判断场地和地基的地震效应。

3. 详细勘察

根据技术设计或施工图设计阶段的要求，进行详细勘察。详细勘察的目的包括以下几方面：

(1) 对建筑地基作出工程地质评价。

(2) 为地基基础设计提供工程地质资料。

(3) 为地基处理与加固提供工程地质资料。

(4) 为不良地质现象的防治措施提供工程地质资料。

在确认场地稳定的前提下进行岩土特性的研究，其中包括地基岩土层的构成、岩土介质的强度大小、压缩性高低以及它们是否可满足工程建筑对地基承载力、容许最大沉降量或差异沉降量的要求。此外，还要对在基坑开挖深度范围内地下水的埋藏情况，如是否有承压水层或仅有上层滞水，以及它们对防潮防渗等要求有何影响进行判断。

详细勘察阶段应进行以下工作：

(1) 取得有坐标及地形的建筑物总平面布置图，各建筑物的地面整平标高，建筑物性质、规模、结构特点及可能采取的基础类型、尺寸和预计埋置深度，对地基设计的特殊要求等。

(2) 查明不良地质现象的成因、类型、分布范围、发展趋势和危害程度，提出评价与整治所需的岩土参数和整治方案建议。

(3) 查明建筑物范围内各层岩土的类别、厚度、坡度、结构特性、工程特性，计算和评价地基的稳定性和地基承载力。

(4) 对需进行沉降计算的建筑物，提供地基变形计算参数，预测建筑物的沉降、沉降差或整体倾斜。

(5) 对抗震设防烈度大于或等于 6 度的场地，按抗震要求划分场地类型和场地类别；对抗震设防烈度大于或等于 7 度的场地，分析预测地震效应，判断饱和砂土和粉土的地震液化的可能性，并计算液化指数。

(6) 查明地下水的埋藏条件。当基坑有降水设计时应查明水位变化幅度与规律，提供地层的渗透性参数，并判断环境水和土对建筑材料和金属的腐蚀性。

(7) 判定地基土及地下水在建筑物施工和使用期间可能发生的变化及其对周围环境的