



基础工程施工

CHU GONGCHENG SHIGONG

编/朱艳丽 苏 强
审/牟培超 王炳营 仝海祥

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

| 以地基基础工程施工过程为主线 |
| 反映新规范、新规程 | 推广新技术、新工艺 |

基础工程施工

主 编 朱艳丽 苏 强
副主编 张 青 刘 欣 董淑云
参 编 曹 丽 吴 强 沈子贞 滕永彪
主 审 牟培超 王炳营 仝海祥

内 容 提 要

本书以地基基础工程施工过程为主线,包括岩土工程勘察、土方工程施工、基坑工程施工、浅基础设计与施工、桩基础设计与施工和地基处理工程施工六个项目。每个项目根据具体内容又分为若干个任务,每个任务又由学习任务、知识链接和任务实施三部分组成。全书将土力学的基本理论渗透到各个施工过程,主要研究建筑工程中地基基础的施工工艺流程、施工方法、施工技术要求、质量检查验收等,注重反映地基基础领域的新规范、新规程及推广应用的新技术、新工艺,内容精练,注重实践,突出应用。

本书既可作为高等院校建筑工程技术专业相关课程教材,也可作为相关专业工程技术人员、施工管理人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

基础工程施工/朱艳丽,苏强主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5640-8327-4

I. ①基… II. ①朱… ②苏… III. ①基础施工—高等学校—教材 IV. ①TU753

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第212039号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 462千字

版 次 / 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

定 价 / 48.00元

责任编辑 / 杨 倩

文案编辑 / 杨小轮

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言 PREFACE

本书是根据高等院校人才培养方案和建筑工程技术专业的培养目标，参照有关国家职业资格标准和行业岗位要求而编写的。

本书结合我国地基基础工程施工技术的最新发展成果，并依据《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120—2012）、《建筑桩基技术规范》（JGJ 94—2008）、《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79—2012）、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202—2002）等最新规范和标准进行编写。

本书的编写力求打破以传授知识为主要特征的传统学科课程模式，而着力开发基于工作过程的项目课程。本书以地基基础工程施工过程为主线，构建出岩土工程勘察、土方工程施工、基坑工程施工、浅基础设计与施工、桩基础设计与施工、地基处理工程施工六个项目。每个项目的内容均紧紧围绕工作任务完成的需要，同时融合相关职业资格证书对知识、技能和素质的要求及满足学生可持续发展的需要来选取。遵循“先提出学习任务，针对该任务提出问题；然后带着问题去学习（知识链接，为任务实施服务）；最后对学习任务提出的问题用所学知识进行解决（任务实施）”的思路来编写，使学生在各种教学活动任务中树立质量、安全、责任意识，实现知识与能力并进。

本书由朱艳丽、苏强担任主编，具体编写人员及分工如下：朱艳丽编写绪论及项目五；刘欣编写项目一；苏强编写项目二、项目三；张青编写项目四；董淑云编写项目六；曹丽、吴强、沈子贞、滕永彪参与编写部分内容；全书由朱艳丽负责统稿、整理。

牟培超、王炳营、仝海祥审阅了本书，并对书稿提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中，参阅了相关教材和技术文献，在此一并对有关专家和作者致以诚挚的谢意。

由于编写人员水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目录 Contents

绪论·····	1
项目一 岩土工程勘察·····	7
项目二 土方工程施工·····	45
任务一 土方规划·····	46
任务二 土方开挖·····	55
任务三 土方回填·····	62
项目三 基坑工程施工·····	67
任务一 基坑支护·····	67
任务二 基坑降水·····	122
任务三 基坑监测·····	129
项目四 浅基础设计与施工·····	135
任务一 天然地基上浅基础设计·····	135
任务二 刚性基础施工·····	170
任务三 扩展基础施工·····	177
任务四 筏形基础施工·····	186
项目五 桩基础设计与施工·····	195
任务一 桩基础设计·····	195
任务二 钢筋混凝土灌注桩基础施工·····	220
任务三 钢筋混凝土预制桩基础施工·····	233
任务四 桩基质量检查与验收·····	246

项目六 地基处理工程施工.....	254
任务一 换填垫层法.....	255
任务二 预压法.....	261
任务三 强夯法和强夯置换法.....	269
任务四 振冲法.....	276
任务五 水泥粉煤灰碎石（CFG）桩地基施工	284
任务六 化学加固法.....	288
参考文献.....	297

绪 论

基础工程是土木工程的重要组成部分，它是研究结构物地基与基础设计与施工的学科。基础工程施工是将土力学的基本理论渗透到各个施工过程中，主要研究建筑工程中地基基础的施工工艺流程、施工方法、施工技术要求和质量检查验收等。

一、基本概念

1. 土力学

地基与基础工程和土力学是密不可分的，尤其是基础设计部分，它是建立在土力学基础上的设计理论与计算方法。研究地基与基础工程，必然会涉及大量的土力学问题。

土力学是一门工程应用科学，主要研究在建筑物荷载作用下土的应力、变形、强度和稳定性等特性，并将研究成果应用于工程实践，解决工程实际问题。

在本教材的各个项目中，均涉及部分土力学的基本原理和理论。

2. 基础

基础是指埋入土层一定深度的建筑物下部承重结构，起着上承下传的作用。

从室外设计地面到基础底面的垂直距离称为基础的埋置深度。根据埋深不同，基础可分为浅基础和深基础。通常把埋深不大(5 m 以内)，经挖槽、排水等一般施工方法即可建成的基础称为浅基础；而将埋深较大(超过 5 m)，需通过特殊施工方法和施工机械才能完成的基础称为深基础(如桩基础、沉井、地下连续墙等)。

3. 地基

地基是指承受建筑物荷载并受其影响的那部分地层。将直接与基础底面接触的土层称为持力层；在地基范围内持力层以下的土层统称为下卧层(图 0-1)。

地基分为天然地基和人工地基。天然地基是未经人工处理就可满足设计要求的地基；人工地基是当地基土层承载力不能满足上部结构荷载要求时，经人工加固处理的地基。

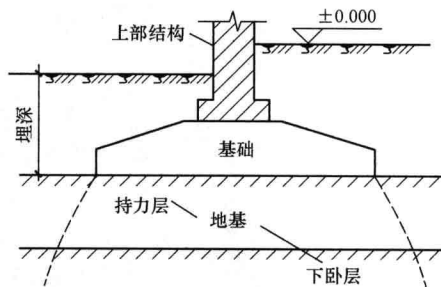


图 0-1 地基与基础示意图

4. 地基与基础设计的基本条件

为保证建筑物的安全正常使用，建筑物地基与基础应满足以下基本条件：

- (1) 建筑物的地基应有足够的承载力，在荷载作用下，不发生剪切破坏或失稳。
- (2) 建筑物的地基不产生过大的变形，即地基变形值必须控制在允许的范围内，保证建筑物的正常使用。
- (3) 基础结构本身应具有足够的强度和刚度，在地基反力作用下不会发生强度破坏，并

且具有改善地基沉降与不均匀沉降的能力。

二、地基与基础的重要性

地基与基础是建筑物的根基，其勘察、设计和施工质量直接影响建筑物的安全和正常使用。工程实践经验表明，很多建筑工程事故都与地基和基础有关，其重要性主要表现在以下三个方面：

(1)地基基础问题是土木工程领域普遍存在的问题。基础设计与施工是整座建筑物设计与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学习土木工程不可缺少的训练。当地基条件复杂或者恶劣时，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。而由于土的复杂性、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最难把握的问题。

(2)地基与基础造价、工期在土建总造价、总工期中占相当大的比例。在软土地区，其造价和工期可达百分之十几甚至百分之几十，如包括地下室则更高。这既要求地基与基础工程的设计和施工必须保证建筑物的安全和正常使用，同时也要求应尽可能地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和工期。

(3)工程实践中地基与基础工程事故屡见不鲜，有时甚至造成重大损失。一旦发生了事故，加固和修复所需的费用也非常高。

【案例 0-1】加拿大 Transcona 谷仓(图 0-2)，南北长 59.44 m，东西宽 23.47 m，高 31.00 m。基础为钢筋混凝土筏形基础，厚 2 m，埋深 3.66 m。谷仓 1911 年动工，1913 年秋完成。谷仓自重 20 000 t，相当于装满谷物后总重的 42.5%。1913 年 9 月装谷物，至 31 822 m³时，发现谷仓 1 小时内竖向沉降达 30.5 cm，并向西倾斜，24 小时后倾倒，西侧下陷 7.32 m，东侧抬高 1.52 m，倾斜 27°。地基虽破坏，但钢筋混凝土筒仓却安然无恙，后用 388 个 50 t 千斤顶纠正后继续使用，但位置较原先下降 4 m。

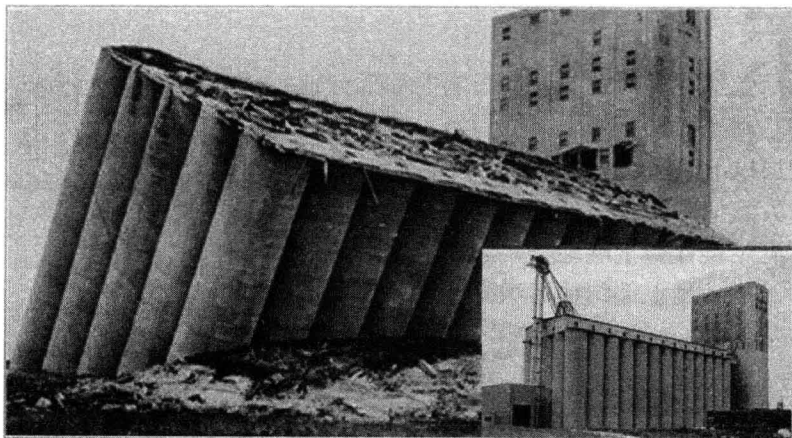


图 0-2 加拿大 Transcona 谷仓

事故原因:设计时未对谷仓地基承载力进行调查研究，而采用了邻近建筑地基 352 kPa 的承载力，事后 1952 年的勘察试验与计算表明，该地基的实际承载力为 193.8~276.6 kPa，远小于谷仓地基破坏时 329.4 kPa 的地基压力，地基因超载而发生强度破坏。

【案例 0-2】1972 年 7 月某日清晨，香港宝城路附近，两万立方米残积土从山坡上下滑，巨大滑动体正好冲过一幢高层住宅——宝城大厦，顷刻间宝城大厦被冲毁倒塌并砸毁相邻一幢大楼一角约五层住宅(图 0-3)，死亡 120 人。



图 0-3 香港宝城大厦被冲毁倒塌

事故原因:山坡上残积土本身强度较低，加之雨水渗入使其强度进一步大大降低，使得土体滑动力超过土的强度，于是山坡土体发生滑动。

【案例 0-3】两个农场用来储存饲料的筒仓建于加拿大红河谷的 Lake Agassiz 黏土层上，由于两筒仓之间的距离过近，在地基中产生的应力发生叠加，使得两筒仓之间地基土层的应力水平较高，从而导致内侧沉降大于外侧沉降，仓筒向内倾斜(图 0-4)。

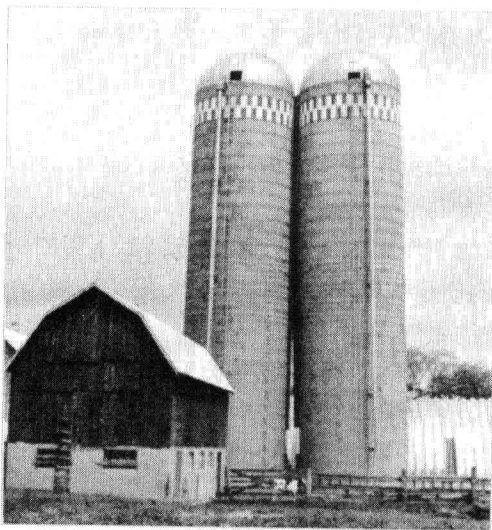


图 0-4 加拿大某农场筒仓地基应力叠加向内倾斜

【案例 0-4】图 0-5 所示为墨西哥城的一幢建筑，可清晰地看见其发生的沉降及不均匀沉降。该地的土层为深厚的湖相沉积层，土的天然含水量高达 650%，液限 500%，塑性指数 350，孔隙比为 15，具有极高的压缩性。



图 0-5 墨西哥城某建筑物不均匀沉降

三、地基基础工程的目标要求

基础工程施工课程主要培养建筑工程施工技术人员从事地基基础施工管理、处理地基基础一般问题的能力。根据建筑工程技术专业的培养目标，教学内容设计以工程需求为导向，以真实工作任务及工作过程为依据，将地基基础理论教学、实践实训教学融入到相应项目中。教材注重引入现代施工新技术，引导学生掌握基础工程设计理论与施工技术的“实践—认识—再实践—再认识”的认知规律，培养学生的工程意识和综合运用所学知识解决问题的能力。每个项目的学习都以工作任务为中心整合理论与实践，实现理论与实践的一体化。

1. 知识目标

- (1)熟悉常规土工试验的试验步骤及其相应的设备仪器的名称、操作方法。
- (2)熟练地识读工程地质勘察报告。
- (3)熟悉土方施工准备的工作内容、土方开挖与填土压实的一般要求、常用土方机械的名称及其适用范围，相关的质量控制要点与构造。
- (4)掌握常见基坑支护的做法。
- (5)熟悉基坑防水、降水的方法及其基坑支护工程施工安全要点。
- (6)熟练陈述浅基础设计的原则与方法；掌握浅基础的施工工艺。
- (7)了解桩基础类型、特点及桩身、承台的构造。
- (8)熟悉桩型选择和桩基参数确定(包括桩长、桩径和平面布置等)；掌握单桩承载力的确定方法。
- (9)掌握钢筋混凝土预制桩的施工要点。

- (10)掌握钢筋混凝土灌注桩的施工要点。
- (11)掌握桩基础的检测技术与验收程序。
- (12)掌握地基处理的原则，熟悉各种地基处理方式；

2. 能力目标

- (1)能熟练阅读工程地质勘察报告。
- (2)能够做常规土工试验，熟练填写试验报告。
- (3)能够制定工程现场场地平整、基坑开挖与回填压实的施工方案。
- (4)能设计天然地基上的浅基础。
- (5)能描述浅基础施工工艺流程。
- (6)能运用所学知识选择桩型、确定桩基尺寸、验算桩基承载力，并进行桩基础的设计。
- (7)能确定桩基础工程施工的主要工作任务及工作内容，并根据桩基础工程施工的工作任务，收集相关的资讯信息和获取相应的知识内容。
- (8)能制订出预制桩基础和灌注桩基础施工的施工方案，并能合理地组织桩基础的施工。
- (9)能对桩基础工程做出正确的质量检测与评价。
- (10)能阅读深基坑支护与开挖的施工方案。
- (11)能对基础工程施工进行质量验收。
- (12)能熟练描述软弱地基处理方案。

四、基础工程施工项目的设计

教材中每个项目的学习都以工作任务为中心，整合理论与实践，实现理论与实践的一体化。

(1)岩土工程勘察项目中，将土力学与地基基础中关于土的物理性质指标、物理状态指标、力学性质指标与岩土工程勘察报告进行有机组合，同时在内容上延续土的性质指标试验部分。

(2)土方工程施工项目中，将建筑施工技术中关于土方施工机械化、土方开挖工程量计算、土方回填与压实等内容，结合具体的施工任务进行深化和拓展。

(3)基坑工程施工项目中，将土力学与地基基础中地基应力的计算、抗剪强度的计算、土压力与边坡稳定的计算等内容与基坑支护计算进行有机整合；同时增加各种基坑支护方法的施工工艺和基坑降、排水内容。

(4)浅基础设计与施工项目中，将土力学与地基基础中地基承载力计算、地基变形计算、扩展基础设计计算等内容融合到浅基础的设计中；同时结合具体的施工任务，增加无筋扩展基础、钢筋混凝土独立基础、条形基础、筏形基础施工，以及各种浅基础施工的质量检查与验收内容。

(5)桩基础设计与施工项目中，依照桩基础设计步骤，融入桩基础的基本知识及计算内容；将建筑施工技术中关于桩基施工内容进行深化，结合施工任务，具体介绍预制桩和灌注桩的施工，同时增加质量检查与验收内容。

(6)地基处理工程施工项目中，列举了几种实际工程中常用的地基处理方法，将建筑施

工技术中关于地基处理内容结合具体施工任务进行深化,同时增加质量检查与验收内容。

五、本教材的特色

1. 内容选取基于工作过程,具有工学结合特色

教材内容按照基础工程的施工顺序来编写,从岩土工程勘察→土方工程施工→基坑工程施工→浅基础设计与施工→桩基础设计与施工→地基处理,每一个过程包含了所涉及的知识点和能力要求,突出与实际工程的“零距离”结合,内容比较全面,针对性、适用性较强。

2. 认识和内容上的更新

(1)认识更新。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,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,新的桩型如大直径成孔灌注桩、预应力管桩、套筒桩、微型桩等的研究开发,后注浆技术在桩基工程中的应用,桩基础的环境效应等都成为研究和开发的热点。

其二是深基坑支护工程,研究的重点主要有: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、考虑时空效应的方法等;新的基坑支护方法,如复合土钉墙、作为主体结构应用的地下连续墙、锚杆挡墙等的开发研究;基坑开挖对环境的影响等。

(2)注重与最新规范的衔接。近年来,与地基基础工程相关的规范规程陆续更新,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,反映了近十年基础工程的发展水平。本教材的每一个项目都是紧密结合最新规范和规程编写的。

(3)注重与最新施工工艺和施工方法的衔接。随着科学技术的发展,各种新的施工工艺和方法不断涌现。本教材在编写过程中注重吸收和容纳最新施工工艺和方法。例如,深基坑支护中逆作法、复合土钉墙、支护与主体结构结合等;桩基础施工中静压预制桩施工、灌注桩后注浆施工、长螺旋钻孔压灌桩施工及旋挖钻机成孔施工方法等,以及各种地基处理方法和施工技术。

3. 充分体现任务驱动法

本教材一改传统土力学、地基与基础课程对土力学理论知识的侧重,重点培养学生分析问题和解决问题的能力,以工作任务引领知识,每一个项目的学习,都先提出具体的任务,根据任务引领出解决问题所需要的知识,再利用所学知识来解决任务。

项目一 岩土工程勘察

能力目标

- ◇ 学会测定土的物理性质和物理状态指标，并进行有关指标换算。
- ◇ 能根据土的物理性质指标和状态指标判别土的性状，并对土体分类、定名。
- ◇ 能阅读和使用岩土工程勘察报告。

知识目标

- ◇ 了解土的三相组成，掌握土的粒径级配的分析方法。
- ◇ 熟悉土的各种物理性质指标和状态指标的定义及表达式；掌握土的三相比例指标的定义和公式；了解表征土的状态指标，掌握如何利用这些指标对土的状态做出判断。
- ◇ 熟悉规范对地基土的工程分类方法；掌握砂土、黏性土的分类标准。
- ◇ 熟悉岩土工程勘察的常用方法；掌握岩土工程勘察的任务及工作内容。
- ◇ 掌握勘察报告的编制要点。

项目导入

任何建筑物都是建造在地基之上的，地基土的工程地质条件将直接影响建筑物的安全。而地基土是由岩石通过物理、化学、生物风化作用，并经过剥蚀、搬运、沉积交错复杂作用，所生成的分类沉积物。土的这种形成过程决定了土的三个主要特征：碎散性、三相体系和自然变异性，使得土与其他工程材料相比具有压缩性大、强度低、渗透性大的特点。因此，在对建筑物进行设计之前，必须通过各种测试方法和勘察手段进行地基勘察，为设计和施工提供可靠的岩土工程地质资料。

学习任务

岩土工程勘察的最终成果是岩土工程勘察报告。勘察报告反映了勘察的目的、内容和方法等具体内容，并针对建筑场地和上部建筑特征，提出选择地基基础方案的依据和设计计算参数，指出存在的问题以及解决问题的可能方法或途径。下面通过阅读《××小区岩土工程勘察报告》的工程概况和场区自然地理概况及气象部分，先对勘察报告进行初步了解。

《××小区岩土工程勘察报告》

一、工程概况

拟建的××小区住宅项目位于Y市南山区胡家滩村东北，南靠学院路，东靠规划路，交通十分便利，环境较好。建筑物平面形状及尺寸如图1-1所示。

建筑物与勘探点平面位置图

比例: 1:1000

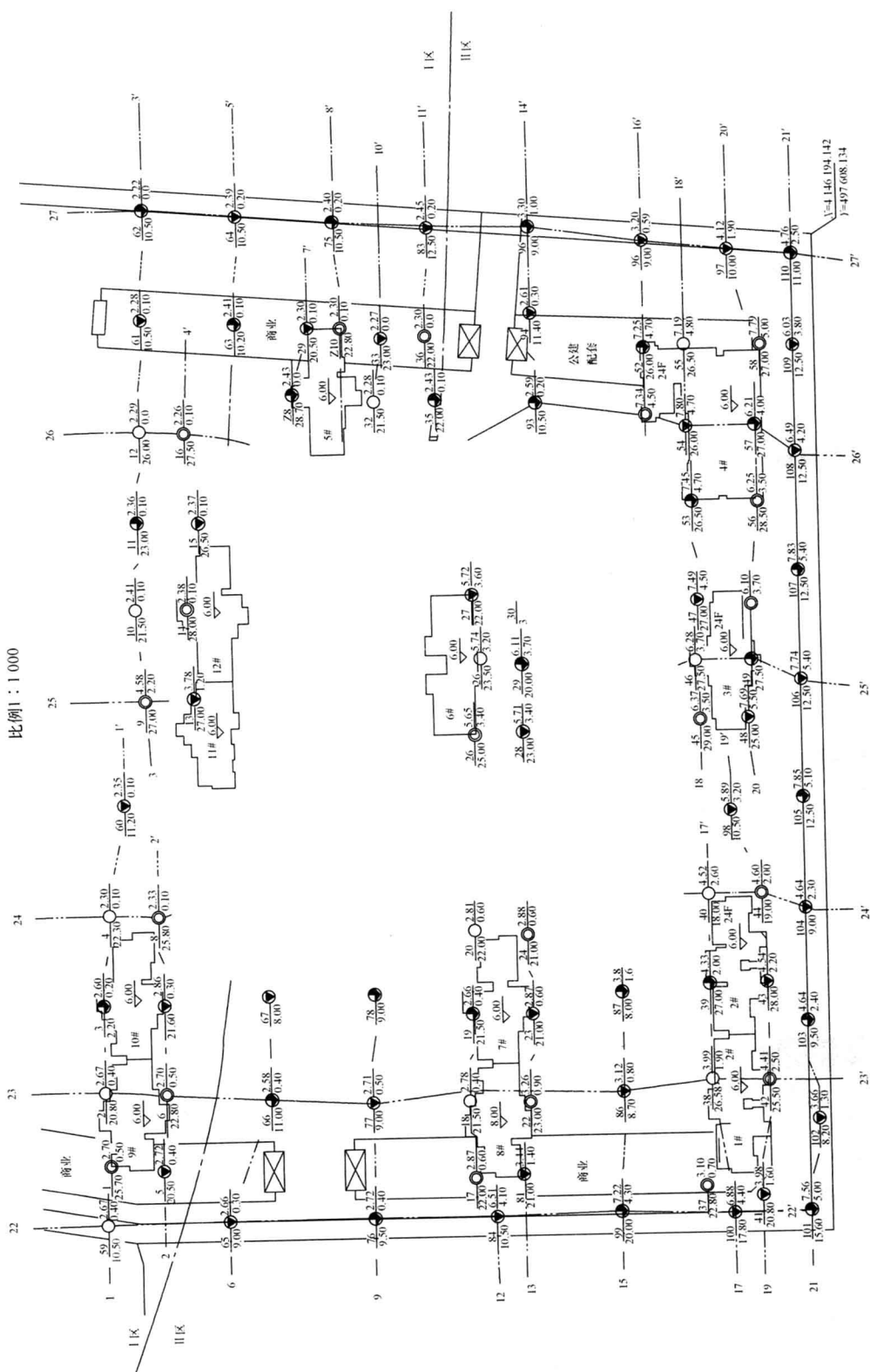


图1-1 建筑物与勘探点平面位置图

按照《高层建筑岩土工程勘察规程》(JGJ 72—2004)、《岩土工程勘察规范(2009年版)》(GB 50021—2001),根据工程的规模和特征,以及由于岩土工程问题造成工程破坏或影响正常使用的后果,本工程为一般工程,破坏后果严重,故工程重要性等级为二级。

根据场地复杂程度,该场地为二级场地(中等复杂场地)。

根据地基复杂程度,该地基为二级地基(中等复杂场地)。

根据规范综合确定,该岩土工程勘察等级为乙级。

按照规范《建筑工程抗震设防分类标准》(GB 50223—2008),本次勘察的拟建物抗震设防类别均为丙类。

二、场区自然地理概况及气象

Y市地处华北平原,东经 $121^{\circ}16' \sim 121^{\circ}29'$,北纬 $37^{\circ}24' \sim 37^{\circ}38'$ 。本市与同纬度的地区相比,具有雨水丰富、空气湿润、气候温和的特点,年平均气温 12.7°C ,极端最高气温 38.4°C (1992年7月25日),极端最低气温 -13.1°C (1970年1月4日)。无霜期年平均为190天。降水量时空分布不均匀,季节性明显,多集中在7、8两个月,多年平均降水量706 mm,最大降雨量965.0 mm(1951年),最小降水量375.2 mm。

Y市主要季风为南风或西南风,最大平均风速为25 m/s,极大风速为39.6 m/s,风向为东北东,大风日数分布为:春季(3—5月份)最多、夏季(6—8月份)次之、冬季(12—2月份)较少、秋季(9—11月份)最少,年平均风速为4.0 m/s。

提出问题:

1. 为什么要进行岩土工程勘察?
2. 岩土勘察常用的方法有哪些?
3. 岩土工程勘察的任务及工作内容是什么?
4. 如何阅读岩土工程勘察报告?阅读岩土工程勘察报告重点要注意哪些问题?



知识链接

一、土的成因与组成

土是连续、坚固的岩石在风化作用下形成的大小悬殊的颗粒,经过不同的搬运方式,在各种自然环境中生成的沉积物。岩石经历风化、剥蚀、搬运、沉积生成土,而土历经压密固结、胶结硬化也可再生成岩石。土由固体颗粒、水和气体三者组成。土的物理性质主要取决于土的固体颗粒的矿物成分及大小、土的三相组成比例、土的结构以及土所处的物理状态。

(一)土的成因

地球表面的整体岩石在大气中经过漫长的历史年代,受到风、雨、雪、霜的侵蚀和生物活动的破坏作用——风化作用,使其崩解破碎而形成大小不同、形状不一的松散颗粒堆积物,在建筑工程中称为土。

地壳表层的岩石长期暴露在大气中,经受气候的变化,会逐渐崩解,破碎成大小和形状不同的一些碎块,这个过程称为物理风化。物理风化作用只改变颗粒的大小与形状,不改变矿物成分,形成的土颗粒较大,称为原生矿物。物理风化后形成的碎块与水、氧气、二氧化碳等物质接触,使岩石碎屑发生化学变化,这个过程称为化学风化。化学风化作用

可使岩石的矿物成分发生改变，土的颗粒变细，产生次生矿物。由于动、植物的生长使岩石破碎的属于生物风化，这种风化作用具有物理风化和化学风化的双重作用。

风化后残留在原地的土称为残积土，主要分布在岩石暴露地面并受到强烈风化的山区和丘陵地带。由于残积土未经分选作用，无层理，厚度非常不均匀，因此在残积土地基上进行工程建设时，应注意其不均匀性，防止建筑物的不均匀沉降。在漫长的地质年代里，沉积的土层逐渐加厚，在自重作用下逐渐压密，这样形成的土称为沉积土。陆地上大部分平原地区的土都属于沉积土。一般情况下，沉积土粗颗粒的土层压缩性较低，承载力较高；细颗粒的土层压缩性较高，承载力较低。在沉积土的地基上进行工程建设时，应尽量选择粗颗粒土层作为基础的持力层。

(二)土的组成

自然界中的土是由固体颗粒及颗粒间孔隙中的水和气体组成的，是一个多相、分散、多孔的系统，一般为三相体系，即固态相、液态相与气态相，有时是二相的(干燥或饱水)。土的三相比例不同，其状态和工程性质也不相同。

1. 土的固体颗粒

土的固体颗粒是由大小不等、形状不同的矿物颗粒或岩石碎屑组成的，它们按照各种不同的排列方式组合在一起，构成土的骨架。习惯上简称为“土粒”，是土中最稳定、变化最小的成分。

(1)粒组划分。为了研究土中各种大小土粒的相对含量及其与土的工程地质性质的关系，人们将工程地质性质相似的土粒归并成组。按其粒径的大小划分的若干组别，称为粒组；划分粒组的分界尺寸称为界限粒径。根据界限粒径 200 mm、60 mm、2 mm、0.075 mm 和 0.005 mm 把土粒分为六大粒组：漂石(块石)颗粒、卵石(碎石)颗粒、圆砾(角砾)颗粒、砂粒、粉粒及黏粒(表 1-1)。

表 1-1 土的粒组划分方案

粒组统称	粒组名称		粒径 d 范围/mm	主要特征
巨粒	漂石(块石)粒		$d > 200$	透水性很大，压缩性极小，颗粒间无粘结，无毛细水
	卵石(碎石)粒		$60 < d \leq 200$	
粗粒	圆砾(角砾)粒	粗砾	$20 < d \leq 60$	透水性大，颗粒间无粘结，毛细水上升高度不超过粒径大小
		细砾	$2 < d \leq 20$	
	砂粒	粗砂	$0.5 < d \leq 2$	透水性大，压缩性小，无黏性，有毛细水
		中砂	$0.25 < d \leq 0.5$	
		细砂	$0.075 < d \leq 0.25$	
	粉粒		$0.005 < d \leq 0.075$	透水性小，压缩性中等，毛细上升高度大，微黏性
细粒	黏粒		$d \leq 0.005$	透水性极弱，压缩性变化大，具黏性和可塑性

工程上常以土中各个粒组的相对含量(各粒组占土粒总重的百分数)表示土中颗粒的组成情况，称为土的颗粒级配。土的颗粒级配直接影响土的性质，如土的密实度、土的透水性、土的强度和土的压缩性等。