

JICHU GONGCHENG SHIGONG

基础工程施工

主 编 张小军 颜彩飞



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

基础工程施工

主 编 张小军 颜彩飞
副主编 李清奇 陈 翔 阳小群 舒 丽



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容提要

本书共五个学习情境,主要包括工程地质勘察报告识读及应用、基坑工程施工、钢筋混凝土浅基础工程施工、桩基础工程施工和地基处理工程施工等内容。本书以培养学生专业技术应用能力为主线,紧紧围绕建筑施工现场一线的职业活动和职业岗位需求,融入职业岗位标准,体现职业特色。

本书可作为高等院校土建类专业的教材,也可作为相关职业岗位培训和工程技术人员的参考用书或自学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

基础工程施工 / 张小军, 颜彩飞主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5682-1095-9

I. ①基… II. ①张… ②颜… 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(2015)第195698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 / 12

插 页 / 1

字 数 / 280千字

版 次 / 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

定 价 / 38.00元

责任编辑 / 李志敏

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 孟祥敬

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

丛书编审委员会

顾问 李文莲

主任 雷立成

副主任 龙伟 郭广军

委员

游新城 刘跃华 陈育新 胡治民 刘梅秋

夏高彦 刘罗仁 贺子龙 谭康银 熊权湘

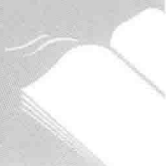
李宇才 刘媛 罗正斌 王税睿 谢完成

李清奇 禹华芳 刘小明

特邀委员

王细文 姚鸿飞 彭英林 张玉希 石远松

总序言



2012年12月，我们启动了建筑工程等专业（群）项目规划教材开发建设。为了把这批教材打造成精品，我们于2013年通过立项论证方式，明确了教材三级目录、建设内容、建设进度，通过每个季度进行的过程检查和严格的“三审”制度，确保教材建设的质量；各精品教材负责人依托合作企业，在充分调研的基础上，遵循项目载体、任务驱动的原则，于2014年完成初稿的撰写，并先后经过5轮修改，于2015年通过项目规划教材编审委员会审核，完成教材开发出版等建设任务。

此次公开出版的精品教材秉承“以学习者为中心”和“行动导向”的理念，对接地方产业岗位要求，结合专业实际和课程改革成果，开发了以学习情境、项目为主体的工学结合教材，在内容选取、结构安排、实施设计、资源建设等方面形成了自己的特色。

1. 教材内容的选取突显了实用性和前沿性。根据社会就业岗位对人才的要求与学生认知规律，遴选和组织教材内容，保证理论知识够用，能力培养适应岗位要求和个人发展要求；同时融入了行业前沿最新知识和技术，适时反映了专业领域的新变化和新特点。

2. 教材结构安排突显了情境性和项目化。教材体例结构打破传统的学科体系，以工作任务为线索进行项目化改造，各个学习情境分为若干个学习单元，充分体现以项目为载体、以任务为驱动的特征。

3. 教材实施的设计突显了实践性和过程性。教材实施建议充分体现了理论融于实践，动脑融于动手，做人融于做事的宗旨；教学方法融“教、学、做”于一体，以真实工作任务或企业产品为载体，真正突出了以学生自主学习为中心、以问题为导向的理念；考核评价着重放在考核学生的能力与素质上，同时关注学生自主学习、参与性学习和实践学习的状况。

4. 教材资源的建设突显了完备性和交互性。在教材开发的同时，各门课程建成了涵盖课程标准、教学项目、电子教案、教学课件、图片库、案例库、动画库、课题库、教学视频等在内的丰富完备的数字化教学资源，并全部上传至网络，从而将教材内容和教学资源有机整合，大大丰富了教材的内涵；学习者可通过课堂学习与网上交互式学习相结合，达到事半功倍的效果。

丛书编审委员会

前言

基础工程施工是建筑工程技术专业的一门专业核心课程，主要培养学生独立分析和解决地基基础施工中问题的能力，对实现建筑工程技术专业的培养目标起到关键性的作用。

本书以培养学生专业技术应用能力为主线，紧紧围绕建筑施工现场一线的职业活动和职业岗位需求，融入《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）、《建筑桩基技术规范》（JGJ 94—2008）、《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79—2012）、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120—2012）、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202—2002）及《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台）》（11G101—3）等新规范和新标准编写，突出实用性和可操作性。为便于学生学习，本书在每个学习情境之前明确能力目标、知识目标、素质目标，在学习情境之后配套思考与练习题。此外，为更好地培养学生的综合实践能力，在每个学习情境后面安排了综合课业。

本书由张小军、颜彩飞担任主编，李清奇、陈翔、阳小群、舒丽担任副主编。

由于编者水平有限和编写时间仓促，书中难免存在不足之处，恳请广大读者和同行专家批评指正。

编 者

**学习情境1 工程地质勘察报告识读
及应用 1****学习单元1.1 岩土工程勘察报告识读 1**

1.1.1 岩土工程勘察内容 2

1.1.2 岩土工程勘察方法 2

1.1.3 岩土工程勘察报告阅读 3

学习单元1.2 场地、地基土认知14

1.2.1 场地工程地质基本认知14

1.2.2 地基土工程性质识别与分类17

综合课业.....31**思考与练习题.....32****学习情境2 基坑工程施工33****学习单元2.1 基坑降水工程施工33**

2.1.1 集水井降水法构造与施工34

2.1.2 井点降水法构造与施工34

**学习单元2.2 基坑(槽)土方开挖
工程施工43**2.2.1 基坑(槽)土方开挖准备
工作43

2.2.2 土方开挖施工工艺46

2.2.3 土方开挖质量验收52

2.2.4 土方回填54

**学习单元2.3 边坡、基坑支护工程
施工58**

2.3.1 重力式支护工程施工58

2.3.2 土层锚杆、土钉墙支护工程
施工64

2.3.3 排桩与板墙式支护施工67

综合课业.....71**思考与练习题.....71****学习情境3 钢筋混凝土浅基础工程
施工73****学习单元3.1 钢筋混凝土独立基础
施工74**3.1.1 钢筋混凝土独立基础构造与
识图743.1.2 钢筋混凝土独立基础施工工
艺流程及要求863.1.3 钢筋混凝土独立基础施工质
量检查903.1.4 钢筋混凝土独立基础安全、
环保措施94**学习单元3.2 钢筋混凝土条形基础
施工95**3.2.1 钢筋混凝土条形基础构造与
识图953.2.2 钢筋混凝土条形基础施工工
艺流程及要求 1063.2.3 钢筋混凝土条形基础施工质
量检查 1093.2.4 钢筋混凝土条形基础安全、
环保措施 109**学习单元3.3 钢筋混凝土筏形基础
施工 109**3.3.1 钢筋混凝土筏形基础构造与
识图 109

3.3.2 钢筋混凝土梁式筏形基础施工 工艺流程及要求	116	综合课业.....	161
3.3.3 钢筋混凝土筏形基础质量 检查	118	思考与练习题.....	161
3.3.4 钢筋混凝土筏形基础安全、 环保措施	119	学习情境5 地基处理工程施工	163
3.3.5 实例: 钢筋混凝土筏形基础 施工图识读	119	学习单元5.1 换填垫层处理地基	
综合课业.....	119	施工	163
思考与练习题.....	120	5.1.1 换填垫层设计与构造	163
学习情境4 桩基础工程施工	122	5.1.2 换填垫层处理地基施工工艺	165
学习单元4.1 钢筋混凝土预制桩		5.1.3 换填垫层处理地基质量验收	166
施工	123	学习单元5.2 强夯处理地基施工	169
4.1.1 预制桩施工准备	123	5.2.1 强夯地基设计与构造	169
4.1.2 打桩施工工艺及质量要求	126	5.2.2 强夯处理地基施工工艺	171
4.1.3 静力压桩施工工艺及质量 要求	134	5.2.3 强夯处理地基质量验收	172
学习单元4.2 钢筋混凝土灌注桩		学习单元5.3 水泥粉煤灰碎石桩	
施工	138	施工	173
4.2.1 施工准备	138	5.3.1 水泥粉煤灰碎石桩设计与 构造	173
4.2.2 泥浆护壁成孔灌注桩施工工艺 及质量要求	140	5.3.2 水泥粉煤灰碎石桩处理地基 施工工艺	174
4.2.3 沉管灌注桩施工工艺及质量 要求	146	5.3.3 水泥粉煤灰碎石桩地基质量 验收	175
4.2.4 干作业钻孔灌注桩施工工艺及 质量要求	150	学习单元5.4 高压喷射注浆处理地基	
4.2.5 人工挖孔灌注桩施工工艺及 质量要求	152	施工	176
学习单元4.3 桩基承台施工	156	5.4.1 高压喷射注浆设计与构造	176
4.3.1 桩基承台识图与构造	156	5.4.2 高压喷射注浆处理地基施工 工艺	178
4.3.2 桩承台施工	160	5.4.3 高压喷射注浆处理地基质量 验收	179
		综合课业.....	180
		思考与练习题.....	180
		参考文献.....	182



学习情境 1

工程地质勘察报告识读及应用

能力目标 >>>

能识读岩土工程勘察报告；能明确工程地质和水文地质条件；能明确地基与基础方案的初步建议；能对相关参数进行分析及应用；能进行土工实验；能判别土的类型；能根据土的性质指标评判土的性质。

知识目标 >>>

能够熟练陈述房屋建筑工程的勘察内容、勘察方法；能熟练陈述岩土勘察结论与建议；能阐述土的性质指标及分类；能编写试验报告；能描述土的工程性质。

素质目标 >>>

培养学生阅读技术文件的能力；培养学生对专业术语的严谨态度；培养学生的操作能力；培养学生的团队协作能力。

>>> 学习单元 1.1 岩土工程勘察报告识读

岩土工程勘察是指根据建设工程的要求，查明、分析、评价建设场地的工程地质、水文地质、环境特征和岩土工程条件，编制勘察文件的活动。岩土工程勘察报告是指在通过勘察手段获得的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。

《岩土工程勘察规范(2009 年版)》(GB 50021—2001)规定：各项建设工程在设计和施工之前，必须按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、精心分析，提出资料完整、评价正确的勘察报告。勘察报告提供给设计单位和施工单位使用，其内容应以满足设计和施工的要求为原则。

1.1.1 岩土工程勘察内容

1. 岩土工程勘察的目的

岩土工程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。

2. 岩土工程勘察的主要内容

(1)查明建设场地与地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特性、土的应力历史和地下水条件及不良地质作用;

(2)提供满足设计施工所需的岩土工程参数,确定地基承载力,预测地基变形特征;

(3)提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理设计与施工方案的建议;

(4)提出对建筑物有影响的不良地质作用的防治方案建议;

(5)对抗震设防烈度等于或大于6度的场地,进行场地与地基的地震效应评价。

3. 岩土工程勘察阶段

在进行工程勘察前,建设单位(项目法人)需要以勘察委托书的形式向勘察单位提供工程的建设阶段、工程的功能特点、结构类型、建筑物层数及使用要求等资料,勘察单位根据委托书确定勘察阶段,选择合适的勘察手段和方法,为基础设计、施工提供相应的参数和资料。

建筑物的岩土工程勘察按勘察阶段分为可行性研究勘察、初步勘察和详细勘察三个阶段。可行性研究勘察应符合选择场址方案的要求,应对拟建场地的稳定性和适宜性做出评价。初步勘察应符合初步设计的要求,目的在于对场地内各拟建建筑地段的稳定性做出评价,为确定建筑物总体平面布置和建筑物的地基基础方案提供资料和依据;对不良地质现象的防治提供资料和建议。详细勘察应符合施工图设计的要求,目的在于针对单体建筑物或建筑群提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数;对建筑地基做出岩土工程评价,并对地基类型、基础形式、地基处理、基坑支护、工程降水和不良地质作用的防治等提出建议。

场地条件复杂或有特殊要求的工程,宜进行施工勘察。

1.1.2 岩土工程勘察方法

为获取所需要的工程地质资料及设计所需要的参数,可以采取的勘察方法很多,现介绍常见的钻探法、原位测试和室内土工试验三种方法。

1. 钻探法

钻探法就是利用钻机在地层中钻孔,通过沿孔深取样,以鉴别和划分土层,并测定岩土层的物理力学性质。钻探方法很多,具体方法应按现行标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87—2012)执行。

2. 原位测试

原位测试是指岩土体所处的位置,基本保持岩土原来的结构、温度和应力状态,对岩土体进行的测试。其包括圆锥动力触探试验、标准贯入试验、静力触探试验、载荷试验、十字板剪切试验等。根据地区经验和使用情况,在这着重阐述触探法,触探法是将

一个特制探头装在触探杆底部，打入或压入地基土中，根据贯入阻力的大小探测土层的工程性质。根据探头结构和入土方法不同，可分为动力触探和静力触探两大类，动力触探又分为圆锥动力触探和标准贯入试验。

(1)动力触探：是指利用一定质量的重锤或贯入器，将与探杆相连接的标准规格的探头打入土中，根据打入一定距离所需要的锤击数，判别土的力学特性，具有勘察与测试的双重功能。动力触探类型一览表见表 1-1-1。

表 1-1-1 动力触探类型一览表

类型		锤质量 /kg	落距 /cm	探头或贯入器	贯入指标	触探杆外径 /mm
圆锥 动力 触 探	轻型	10	50	圆锥探头、锥角 60°，锥底直径 4.0 cm，截面积 12.6 cm ²	贯入 30 cm 的锤击数 N_{10}	25
	重型	63.5	76	圆锥探头、锥角 60°，锥底直径 7.4 cm，截面积 43 cm ²	贯入 10 cm 的锤击数 $N_{63.5}$	42
	超重型	120	100	圆锥探头、锥角 60°，锥底直径 7.4 cm，截面积 43 cm ²	贯入 10 cm 的锤击数 N_{120}	50~63
标准贯入实验		63.5	76	对开管氏贯入器，外径 5.1 cm，内径 3.5 cm，刃口角 19°47'，长度 70 cm	贯入 30 cm 的锤击数 N	42

(2)静力触探：是指利用压力匀速将标准规格的探头压入土中，同时量测探头阻力，测定土的力学特性，具有勘探和测试双重功能，如图 1-1-1 所示。

3. 室内土工试验

室内土工试验是指在现场取土之后在实验室进行的试验操作，以确定土的物理性质指标、土的物理状态指标、土的力学性质指标等，为岩土工程勘察报告提供必要的基础资料，为施工提供参数。各类工程均应测定土的下列分类指标和物理性质指标：砂土—颗粒级配、相对密度、天然含水量、天然密度等；粉土—颗粒级配、液限、塑限、相对密度、天然含水量、天然密度和有机质含量；黏性土—液限、塑限、相对密度、天然含水量、天然密度和有机质含量。

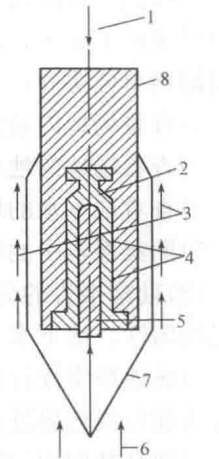


图 1-1-1 静力触探头工作原理示意图

- 1—贯入力；2—空心柱；
- 3—侧壁摩阻力；
- 4—电阻应变片；
- 5—顶柱；6—锥尖阻力；
- 7—探头套；8—探头管

1.1.3 岩土工程勘察报告阅读

1. 工程地质勘察报告的内容

工程地质勘察的最终成果以《××工程初步(或详细)岩土工程勘察报告》的形式提出。勘察报告书一般包括两部分：文字部分和图表部分。

(1)文字部分包括的内容：

- 1)工程概况、勘察的目的、任务要求和依据的技术标准；
- 2)勘察方法和勘察工作量；

3)建筑场地的岩土工程条件,包括地形地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性;

4)岩土的物理力学性质、地基承载力、变形和强度等其他设计计算参数或指标;

5)地下水的埋藏情况、类型、水位及其变化、土和水对建筑材料的腐蚀性。

6)可能影响工程稳定的不良地质作用以及对工程危害程度的评价。

7)场地稳定性和适宜性的评价。

(2)图表部分包括的内容:

1)勘察点(线)的平面布置图;

2)工程地质柱状图;

3)工程地质剖面图;

4)原位测试成果图表;

5)室内试验成果图表。

2. 工程地质勘察报告的阅读和应用

岩土工程勘察报告是建筑基础设计和基础施工的依据,因此对设计和施工人员来说,正确阅读、理解和使用勘察报告是非常重要的。应当全面熟悉勘察报告的文字部分和图表部分,对建筑场地的工程地质和水文地质条件有一个全面的认识,不能只注重个别参数和结论。

(1)勘察报告的阅读。

1)根据工程的设计阶段和工程特点,分析勘察工作是否符合规范的规定;计算参数能否满足施工要求;结论与建议是否对拟建工程有针对性和关键性;发现问题或质疑的可与勘察单位协商,必要时向建设单位申请补充勘察。

2)查看场地内及附近地区有无潜在的不良地质现象,如泥石流、滑坡、岩溶等。

3)查看场地的地形变化,如局部凹陷、高低起伏等。

4)查看地下水的埋藏条件,如水位、水质,水位的升降是否受季节影响。

5)勘察报告中的结论和建议对拟建工程的适用、准确度。

(2)勘察报告的分析及应用。阅读勘察报告时,应注意报告中对场地稳定性、地基土层均匀性、地下水及地基持力层选择的分析与评价。

1)场地稳定性评价:对地质构造及地层成层条件、不良地质现象以及分布规律、危害程度和发展趋势进行分析与评价,特别在地质条件复杂地区应引起高度重视。

2)地基基础均匀性评价:地基地层的均匀性可能会造成建筑物的不均匀沉降,影响上部结构墙体出现裂缝等工程事故。因此,当地基中存在杂填土、软弱夹层或各天然土层的厚度在平面分布上差异较大时,就必须注意不均匀沉降的问题。

3)持力层的选择:地基持力层的选择应该综合考虑场地的土层分布情况和土层的物理力学性质以及建筑物的体形、结构类型、荷载等情况,从地基、基础和上部结构的整体概念出发,在场地稳定性达到要求的同时,地基基础设计还必须满足地基承载力和基础沉降两项基本要求,努力做到经济节约和充分发挥地基潜力,应尽量采用天然地基土浅基础的设计方案。

4)地下水的评价:当地基中存在地下水,且基础埋深低于地下水位时,考虑人工降水方案的选择,考虑地下水是否有腐蚀性。

【工程案例链接】 详细勘察报告实例阅读

任务：阅读本学习情境的工作任务——岩土工程勘察报告，要求学生根据本学习单元学的知识能描述土层分布、厚度、物理力学性质、物理状态性质、力学性质；能描述地下水的类型、地下水位标高、地下水的腐蚀及地下水对工程的影响；能描述场地是否有不良地质现象、施工中应采取什么措施进行预防；能看懂报告中的结论与建议，能根据报告内容确定土方开挖方案、基坑降水方案等。

××工程详细勘察报告摘要

1. 拟建工程概述

拟建工程位于××学校北侧临街处。由1栋拟建物组成，平面布置如图1-1-2所示，拟建物工程特性概述见表1-1-2。

表 1-1-2 建筑物工程特性

建筑物名称	平面形状	长/m	宽/m	层数	结构形式	基础形式	单位荷载	室内地面	差异沉降敏感度	备注
××	L形	112	27	7	框架	拟浅基础	17 kN/m ²	110.8	一般	

建筑物重要等级为二级；经勘察了解，场地等级为二级，地基等级为二级，综合确定岩土工程勘察等级为乙级。

2. 勘察目的、要求及任务

本次勘察的目的、要求及任务为：

- (1)查明场地内的地层结构、地基土的物理力学性质、基础设计所需的岩土参数；
- (2)查明拟建场地的不良地质现象；不良地质作用的类型、成因、分布范围及发展趋势；
- (3)查明暗藏的河道、沟塘及空洞等对工程不利的埋藏物；
- (4)查明场地地下水类型、埋藏深度及水位变幅，判明地下水对混凝土的腐蚀性；
- (5)判明场地土类型及建筑场地类别，评价地基的地震效应及场地的稳定性；
- (6)提出合理的基础方案并做出评价；
- (7)按国家规范规定的有关要求，提出详细勘察报告。

3. 场地工程地质、水文地质条件

(1)场区地基土构成及其特征。经勘察了解，场地表层分布残坡积型红黏土，其下基岩为石炭系上统黄龙组灰岩。按地层由新(上)至老(下)的顺序，对各层地基土分别描述如下：

1)红黏土(Q₄^{al+pl})：本场地黏土细分为硬塑红黏土①和可塑红黏土②。

硬塑红黏土①：棕红色，硬塑状，稍湿。含少量角砾，成分为风化灰岩，粒径在5~20 mm，含量在10%~15%。光泽反应光滑，无摇震反应，干强度中等，韧性较高。

可塑红黏土②：棕红色，湿，可塑状。光滑，含Fe及Mn氧化物结核，含强风化浸染状Ca氧化物结核，无摇震反应，干强度较高，韧性较好。

2)石炭系上统黄龙组(C_h)灰岩③：灰白色，微风化，隐晶结构，厚—巨厚层状。裂隙较发育，大部分被方解石脉充填。岩芯呈柱—长柱状，RQD值70%~85%，岩石基本质量等级为Ⅲ级，岩体完整性一般。岩体表面岩溶很发育，高低不平，石林林立。本

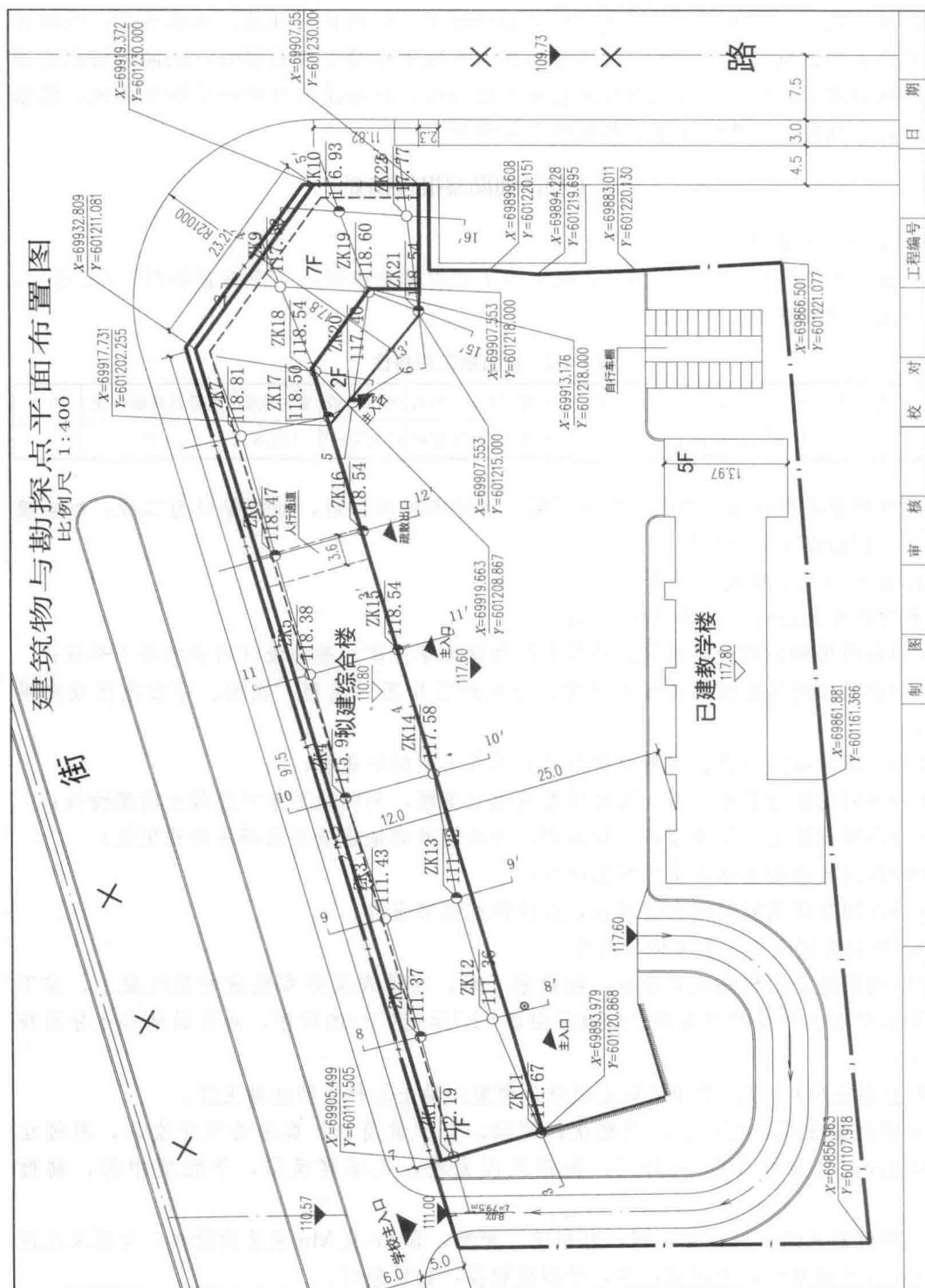


图 1-1-2 建筑物与勘探点平面布置图

次勘察深度内未揭露溶洞。

地基土层详细分布情况可参见工程地质剖面图 1-1-3~图 1-1-7。

(2)场地水文地质条件。勘察时为枯水期。共进行 4 次地下水位观测,在钻孔内未观测到地下水。根据区域地质报告显示:场区灰岩中存在岩溶裂隙水,由于埋藏深度等因素影响,本次勘察未揭露到地下水。(注:场地西部因地势低洼,土层中含少量上层滞水,无稳定的水位。)

4. 岩土工程测试试验成果

(1)原位测试试验。本工程中采用标准贯入试验对硬塑红黏土和可塑红黏土进行原位测试。对地基土原位测试指标进行统计分析计算并提出主要的物理力学指标。原位测试数据统计成果见表 1-1-3。

表 1-1-3 地基土标准贯入试验原位测试指标 N (击/30 cm)统计结果

土层编号	地基土名称	统计频数 (n)	范围值	平均值 (ϕ_m)	标准差 (σ_l)	变异系数 (δ)	统计修正 系数(γ_s)	击数标准值
①	硬塑红黏土	11	12~14	13	0.89	0.07	0.96	12.51
②	可塑红黏土	12	6~7	6.8	0.51	0.08	0.96	6.31

(2)室内土工试验。本工程中采取土样送试验室检验,以取得土的各种物理力学指标值。室内试验各项成果统计结果见表 1-1-4。

表 1-1-4 室内试验成果统计

土层编号	地基土名称	统计项目	统计频数 (n)	范围值	平均值 (ϕ_m)	标准差 (σ_l)	变异系数 (δ)	统计修正系数 (γ_s)	岩土参数标准值 (ϕ_k)	承载力特征值 f_{ak}/kPa
①	硬塑红黏土	天然密度/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	8	1.69~1.76	1.73	0.03	0.02	0.99	1.71	220
		含水率/%	8	34.0~40.4	38.66	2.06	0.05	0.96	37.27	
		土粒相对密度	8	2.76~2.76	2.76	0	0	1	2.76	
		孔隙比	8	1.10~1.27	1.21	0.06	0.05	0.97	1.17	
		液限/%	8	56.0~62.6	59.94	2.12	0.04	0.98	58.51	
		塑限/%	8	32.8~35.5	33.96	0.96	0.03	0.98	33.32	
		压缩模量/MPa	8	6.3~11.5	9.09	1.99	0.22	0.85	7.74	
		内聚力/kPa	8	40.0~60.4	49.46	7.99	0.16	0.89	44.06	
		内摩擦角/($^\circ$)	8	8.1~12.0	9.69	1.37	0.14	0.9	8.76	
②	可塑红黏土	天然密度/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	6	1.86~1.94	1.9	0.03	0.01	0.99	1.88	240
		含水率/%	6	24.4~28.1	26.55	1.33	0.05	0.96	25.45	
		土粒相对密度	6	2.73~2.75	2.74	0.01	0.00	1.0	2.73	
		孔隙比	6	0.75~0.87	0.82	0.04	0.05	0.96	0.79	
		液限/%	6	37.5~44.5	40.15	2.61	0.07	0.95	37.99	
		塑限/%	6	21.4~26.3	23.68	1.75	0.07	0.94	22.24	
		压缩模量/MPa	6	4.8~7.1	5.8	0.96	0.17	0.86	5.01	
		内聚力/kPa	6	26.7~52.5	37.93	10.27	0.27	0.78	29.46	
		内摩擦角/($^\circ$)	6	10.7~15.3	13.37	1.95	0.15	0.88	11.75	

5. 岩土工程分析与评价

(1)工程环境。工程项目位于××东街旁，地形平坦开阔，交通便捷，地理位置优越。周边建筑物分布情况详见平面图。

(2)场地整体稳定性评价。地区所处位置为稳定地块核心地带，远离构造活动区域，地势平坦，附近无活动构造断裂通过。场区属低丘地貌，为抗震有利地段。场区为地震基本烈度6度区，场区无斜坡、滑坡等不良地质现象，场地下部灰岩中岩溶较发育，需对岩溶采取有效处理措施，处理后对拟建建筑物稳定性无影响。综上所述，场地稳定性较好，适宜本工程建设。

(3)地基土物理力学参数建议值。综合本工程各项岩土试验及相关技术规范，对场内各地基土层提出各项物理力学参数取值见表1-1-5，地基土桩及其他参数见表1-1-6。

表 1-1-5 地基土物理力学参数取值

土层号	岩土名称	天然重度 γ / ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	承载力特征值 f_{ak}/kPa	压缩模量 E_s / MPa	内聚力 c / kPa	内摩擦角 φ /($^{\circ}$)
①	硬塑红黏土		220			
②	可塑红黏土		160			
③	灰岩		7 000			

表 1-1-6 地基土桩及其他参数取值

土层号	岩土名称	挖孔桩桩端承载力 特征值/kPa	挖孔桩极限侧阻力 标准值/kPa	管桩极限端阻力 标准值/kPa	管桩极限侧阻力 标准值/kPa
①	硬塑粉质黏土		60		70
②	可塑粉质黏土		30		35
③	灰岩	7 000	600	16 000	1 100

(4)地基土的工程性质及均匀性评价。

1)上部硬塑状红黏土：具中等压缩性，标准贯入锤击数12~14击，承载力特征值220 kPa；下部接近基岩面为可塑状红黏土，承载力特征值160 kPa。该层就承载力来说可作为多层建筑的持力层，但分布不均匀，在高程110.8 m以下，场地东部近一半以上的地段缺失或厚度较薄。红黏土层中发育有网格状裂纹，具有失水收缩，浸水后可产生较大膨胀量的特征。因此红黏土不可作为该综合楼的持力层。

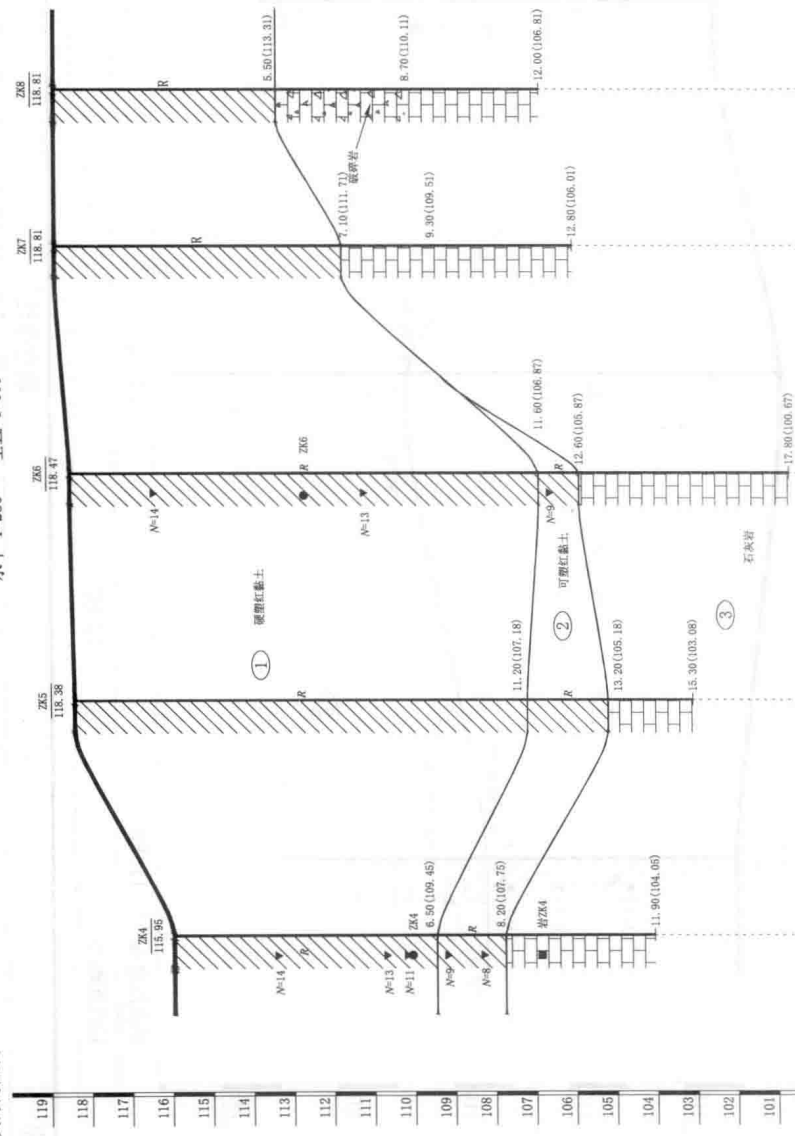
2)灰岩：全场分布，根据区域地质资料，厚度大于200 m。微风化状态，为硬质岩石，工程地质性能良好，可作为拟建建筑物持力层。根据岩样统计结果，其饱和抗压强度标准值为50 MPa，岩体完整一般，结合本地区建筑经验，综合考虑其承载力特征值7 000 kPa。

(5)基础方案的评价与推荐。根据勘察揭露的场地地质情况及拟建物特点，提出基础方案建议如下：该楼第一层室内正负零高程为110.8 m，东侧部分地段已出露灰岩，建议采用墩基础；向西侧灰岩埋藏逐步变深，建议采用桩(墩)基础，由于本场地无地下水，土层稳定性较好，故可采用大口径人工挖孔灌注桩。承载力特征值7 000 kPa。

工程地质剖面图

水平 1:250 垂直 1:100

高程/m
(黄海高程系)



钻孔深度/m	11.90	14.81	15.30	14.28	17.80	12.80	12.00
钻孔间距/m						9.82	

工程负责	制图	审核	校对	日期

图 1-1-3 工程地质剖面图 (一)