

示范性高等职业院校重点建设专业

建筑工程技术专业课程改革系列教材

土方与地基基础工程施工

主 编 刘汾涛

主 审 张 原



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

要 录 容 内

示范性高等职业院校重点建设专业
建筑工程技术专业课程改革系列教材

土方与地基基础工程施工

主编 刘汾涛
主审 张原



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

2012年3月
第1版第1次印刷

内 容 提 要

本书主要基于《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)编写而成。全书共包括工程地质勘察报告识读、土方工程施工、基坑工程施工、地基处理施工、浅基础施工、桩基工程施工6个学习情境,其中每个学习情境包含2~3个工作任务。

本书在内容编排上打破了传统的按学科体系编写教材的模式,而以建筑基础工程的施工及施工顺序为主线进行编写,同时融入了每一学习情境所涉及的相关知识与拓展知识,以满足学生技能训练要求及可持续发展能力的需要。

本书可作为高职高专院校建筑工程技术、工程监理等相近专业的教学用书,也可供建筑工程技术人员自学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土方与地基基础工程施工/刘汾涛主编. —北京:
中国水利水电出版社, 2012.9 (2013.8 重印)
示范性高等职业院校重点建设专业 建筑工程技术专业
课程改革系列教材
ISBN 978-7-5170-0139-3

I. ①土… II. ①刘… III. ①土方工程-工程施工-
高等学校-教材②地基-基础(工程)-工程施工-高等
职业教育-教材 IV. ①TU75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 207020 号

书 名	示范性高等职业院校重点建设专业 建筑工程技术专业课程改革系列教材 土方与地基基础工程施工
作 者	主编 刘汾涛 主审 张原
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 20.25印张 480千字
版 次	2012年9月第1版 2013年8月第2次印刷
印 数	2001—4000册
定 价	36.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本教材依据高职高专土建类建筑工程技术专业、工程监理专业人才培养方案和相应的“地基与基础工程施工课程标准”要求编写,以满足高等职业院校技能型人才培养的需求。在课程内容编排上,根据土方与地基基础工程的施工顺序,将原有“工程地质”、“土力学与地基基础”与“建筑施工技术”课程的相关知识进行整合优化,同时紧密结合区域土方地基基础的特点,设置了6个学习情境,介绍了地基基础各分项工程的施工、工程质量验收及工程质量控制等内容。每个学习情境以具有代表性的工程项目为载体,以“做项目”为主线组织教材内容,将工程项目的前后关联性和专业知识的系统性结合起来,以“用”导“学”。教材以适用、突出重点及能力培养为理念,特别注重对学生专业技能及可持续发展能力的培养,便于案例教学、实践教学。

本教材编写分工如下:刘汾涛(广东水利电力职业技术学院,副教授)编写学习情境1、学习情境3、学习情境4、学习情境6;王龙(广州建设集团有限公司,教授级高级工程师)编写学习情境2;董光敏(黄河水土保持天水治理监督局,工程师)编写学习情境5;曾燕(广东水利电力职业技术学院,高级工程师)为本教材提供了部分案例。全书由刘汾涛统稿并定稿,张原(华南理工大学,教授级高级工程师)担任主审。

本教材编写过程参照了最新修订的建筑工程相关规范、标准以及其他大量出版文献及资料,在此谨表衷心的感谢。由于编者水平所限,再加上当今我国建筑业施工水平的飞速发展,书中难免存在疏漏或不足,敬请读者、专家及同行批评指正。

编者

2012年3月

目 录

MULU

任务 3 深基坑开挖	166
3.3.1 施工准备	166
3.3.2 土方开挖方法	166
3.3.3 施工注意事项	166
3.3.4 常见质量问题及处理	166
相关知识	166
3.A.1 其他基坑支护结构工程构造	166
3.A.2 基坑工程施工要求	166
3.A.3 基坑工程竣工验收规定	166
拓展知识	166
3.B.1 土方工程	166
3.B.2 基坑开挖与支护设计	166
前言	166
学习情境 1 工程地质勘察报告识读	1
任务 1 识读工程地质勘察报告	1
1.1.1 岩土工程勘察报告的内容	2
1.1.2 岩土工程勘察报告的阅读和使用	3
1.1.3 岩土工程勘察报告实例	5
任务 2 室内土工试验	14
1.2.1 土的物理性质试验	14
1.2.2 土的液限、塑限试验	16
1.2.3 土的固结试验	21
1.2.4 直接剪切试验	24
A. 相关知识	26
1.A.1 工程地质概述	26
1.A.2 土的物理性质与相关指标	31
1.A.3 地基中的应力	42
1.A.4 土的力学性质与相关指标	46
B. 拓展知识	55
1.B.1 岩土工程勘察的目的	55
1.B.2 岩土工程勘察等级	55
1.B.3 各阶段勘察的内容与要求	56
1.B.4 岩土工程勘察方法	58
1.B.5 地基土的野外鉴别与描述	63
学习情境 2 土方工程施工	67
任务 1 工程场地平整	67
2.1.1 施工准备	68
2.1.2 施工工艺	68

2.1.3	场地平整土方量计算与调配实例	69
2.1.4	安全环保措施	78
2.1.5	常见质量问题及处理	78
任务 2	土方开挖	79
2.2.1	施工准备	80
2.2.2	施工工艺	80
2.2.3	质量控制及检验	88
2.2.4	成品保护	89
2.2.5	安全环保措施	90
2.2.6	常见质量问题及处理	90
任务 3	土方回填与压实	91
2.3.1	填方土料选择	91
2.3.2	施工准备	92
2.3.3	施工工艺	93
2.3.4	质量控制及检验	96
2.3.5	成品保护	97
2.3.6	安全环保措施	98
2.3.7	常见质量问题及处理	98
A.	相关知识	99
2.A.1	土的工程分类	99
2.A.2	土的工程性质	99
2.A.3	土方工程量计算	102
2.A.4	土方工程的施工机械	105
2.A.5	填土压实的影响因素	116
B.	拓展知识	117
2.B.1	土方工程施工的一般规定	117
2.B.2	土方施工方案编制要点	118
学习情境 3	基坑工程施工	120
任务 1	深基坑支护	121
3.1.1	水泥土桩墙支护结构施工	122
3.1.2	土层锚杆支护结构施工	129
3.1.3	地下连续墙施工	134
任务 2	基坑降水与排水	151
3.2.1	集水明排法	152
3.2.2	轻型井点降水法	153
3.2.3	其他类型井点降水施工	161
3.2.4	质量控制与检验	163
3.2.5	常见质量问题及处理	164

任务3 深基坑开挖	166
3.3.1 施工准备	166
3.3.2 土方开挖方法	166
3.3.3 施工注意事项	169
3.3.4 常见质量问题及处理	169
A. 相关知识	170
3.A.1 其他基坑支护结构工程构造	170
3.A.2 基坑工程施工要求	173
3.A.3 基坑工程施工质量验收规定	176
B. 拓展知识	177
3.B.1 土压力	177
3.B.2 基坑开挖与支护设计	178
学习情境4 地基处理施工	183
任务1 换填地基施工	184
4.1.1 灰土地基	186
4.1.2 砂和砂石地基	191
4.1.3 粉煤灰地基	196
任务2 高压喷射注浆地基施工	200
4.2.1 材料要求	201
4.2.2 施工准备	201
4.2.3 施工工艺	203
4.2.4 质量控制及检验	205
4.2.5 成品保护	206
4.2.6 安全环保措施	207
4.2.7 常见质量问题及处理	207
A. 相关知识	208
4.A.1 软弱地基与不良地基	208
4.A.2 软弱地基处理方法	209
4.A.3 地基处理方案的确定	210
B. 拓展知识	211
4.B.1 预压地基施工	211
4.B.2 水泥粉煤灰碎石桩复合地基施工	220
学习情境5 浅基础施工	227
任务1 钢筋混凝土独立基础施工	228
5.1.1 柱下独立基础构造要求	229
5.1.2 材料准备	230
5.1.3 施工准备	231

5.1.4	施工工艺	232
5.1.5	质量控制及检验	233
5.1.6	成品保护	233
5.1.7	安全环保措施	234
5.1.8	常见质量问题及处理	235
任务 2	筏形基础施工	236
5.2.1	构造要求	236
5.2.2	施工准备	240
5.2.3	施工工艺	240
5.2.4	质量检验与安全环保措施	242
A.	相关知识	242
5.A.1	浅基础的类型和构造	242
5.A.2	钢筋混凝土基础施工质量验收标准	244
B.	拓展知识	254
5.B.1	地基基础的设计原则、内容和步骤	254
5.B.2	大体积混凝土基础施工	256
学习情境 6	桩基工程施工	260
任务 1	混凝土预制桩施工	261
6.1.1	锤击沉桩(打入法)施工	261
6.1.2	静力压桩施工	272
任务 2	混凝土灌注桩施工	278
6.2.1	泥浆护壁成孔灌注桩	279
6.2.2	干作业成孔灌注桩	294
A.	相关知识	298
6.A.1	桩基础的基本知识	298
6.A.2	混凝土预制桩的制作、起吊、运输和堆放	304
B.	拓展知识	308
6.B.1	桩基础的检测与验收	308
6.B.2	桩基础施工方案编制要点	312
参考文献		314

【教学目标】

工程地质勘察报告是地基基础设计与施工的重要依据。通过该学习情境的学习训练,要求学生能够熟悉土的物理力学性质,具有识读、分析和使用工程地质勘察报告的能力。

【教学要求】

1. 能力要求

- 能够通过常规土工试验测定土的最基本物理力学性质指标, 熟练填写试验报告,

并根据试验结果进一步阐述土的物理力学性质。

2. 知识要求

- 掌握土的颗粒级配、塑限液限、抗剪强度指标的试验测定方法及其在工程上的

应用。

工程地质与建筑物的关系十分密切。工程地质条件的优劣,将直接影响建筑物地基与基础设计方案的类型、施工工期的长短和工程投资的大小。因此,在对建筑物进行设计和施工之前,必须按基本建设程序进行建筑场地的岩土工程勘察,为设计和施工提供可靠的工程地质资料。

土木工程设计、施工与监理的技术人员,应对岩土工程勘察的任务、内容和方法有所掌握,以便向勘察单位正确提出勘察任务的技术要求,并且能熟练阅读和理解、全面分析和正确应用岩土工程勘察资料;结合工程实践经验,使建筑地基基础设计方案、施工组织设计和监理规划建立在科学的基础之上。

任务1 识读工程地质勘察报告

【工作任务】

阅读工程地质勘察报告，明白工程地质勘察的目的与工作任务；根据工程地质勘察相关资料提出地基与基础方案设计的初步建议，推荐地基持力层；对工程地质勘察报告内容

作出评价。

1.1.1 岩土工程勘察报告的内容

岩土工程勘察报告是建设场地勘察最终成果的书面形式。当现场勘察工作（如调查、勘探、测试等）和室内土工试验结束后，将岩土工程勘察纲要、勘探孔平面布置图、钻孔记录表、原位测试记录表、土的物理力学性质试验成果，连同勘察任务委托书、建筑物平面布置图及地形图等有关资料汇总，并进行整理、检查、归纳、统计、分析、评价，然后编制成正式的岩土工程勘察成果报告，提供给建设单位、设计单位与施工单位使用，并作为存档长期保存的技术文件。

岩土工程勘察报告由图表和文字阐述两部分组成，其中的图表部分给出场地的地层分布、岩土原位测试和室内试验的数据；文字阐述部分给出分析、评价和建议。

 根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2001），一个单项工程的岩土工程勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、工程特点和地质条件等具体情况编写。岩土工程勘察报告应资料完整、真实准确、数据无误、图标清晰、结论有据、建议合理、便于使用和适宜长期保存，并应因地制宜、重点突出，有明确的工程针对性。

1. 文字阐述部分

- (1) 勘察目的、任务要求和依据的技术标准。
- (2) 拟建工程概况。
- (3) 勘察方法和勘察工作布置。
- (4) 场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性。
- (5) 各项岩土性质指标，岩土的强度参数、变形参数、地基承载力的建议值。
- (6) 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化。
- (7) 土和水对建筑材料的腐蚀性。

 当有足够经验或充分资料认定工程场地的土或水（地下水或地表水）对建筑材料不具腐蚀性时，可不取样进行腐蚀性评价。

- (8) 可能影响工程稳定的不良地质作用的描述和对工程危害程度的评价。
- (9) 场地稳定性和适宜性的评价。

 对岩土的工程分析和评价，应根据岩土工程勘察等级区别进行：①对丙级岩土工程勘察，可根据邻近工程经验，结合触探和钻探取样试验资料进行；②对乙级岩土工程勘察，应在详细勘探、测试的基础上，结合邻近工程经验进行，并提供岩土的强度和变形指标；③对甲级岩土工程勘察，除按乙级要求进行外，尚宜提供载荷试验资料，必要时应对其中的复杂问题进行专门研究，并结合监测对评价结论进行检验。

岩土工程勘察报告应对岩土利用、整治和改造的方案进行分析论证，提出建议；对工程施工和使用期间可能发生的岩土工程问题进行预测，提出监控和预防措施的建议。

2. 图表部分

- (1) 勘探点平面布置图。在建筑场地的平面图上，先画出拟建工程的位置，再将钻

孔、试坑、原位测试点等各类勘探点的位置用不同的图例标出,给予编号,注明各类勘探点的地面标高和探深,并且标明勘探剖面图的剖切位置。

(2) 工程地质柱状图。根据现场钻探或井探记录、原位测试和室内试验结果整理出来的、用一定比例尺、图例和符号绘制的某一勘探点地层的竖向分布图,图中自上而下对地层编号,标出各地层的土类名称、地质年代、成因类型、层面及层底深度、地下水位、取样位置。柱状图上可附有土的主要物理力学性质指标及某些试验曲线。

(3) 工程地质剖面图。根据勘察结果,用一定比例尺(水平方向和竖直方向可采用不同的比例尺)、图例和符号绘制的某一勘探线的地层竖向剖面图,勘探线的布置应与主要地貌单元或地质构造相垂直,或与拟建工程轴线一致。

(4) 原位测试成果图表。由原位测试成果汇总列表,绘制原位测试曲线,如载荷试验曲线、静力触探试验曲线等。

(5) 室内试验成果图表。各类工程均应以室内试验测定土的分类指标和物理及力学性质指标,将试验结果汇总列表,并绘制试验曲线,如土的压缩试验曲线、土的抗剪强度试验曲线。

 重大工程根据需要,尚应附上综合工程地质图、综合地质柱状图、地下水等水位线图、素描、照片、综合分析图表以及岩土利用、整治和改造方案的有关图表、岩土工程计算简图及计算成果图表等。

上述内容不是每个勘察报告必须全部具备的,应视具体要求和实际情况加以简化或详细说明。对丙级岩土工程勘察的成果报告内容可适当简化,采用以图表为主,辅以必要的文字说明;对甲级岩土工程勘察的成果报告除应符合上述规范规定外,尚可对专门性的岩土工程问题提交专门的试验报告、研究报告或监测报告。

1.1.2 岩土工程勘察报告的阅读和使用

1. 勘察报告的阅读

首先要细致地通读报告全文,读懂、读透,对建筑场地的工程地质和水文地质条件要有一个全面的认识,切忌只注重土的承载力等个别数据和结论的做法。

(1) 根据工程设计阶段和工程特点,分析勘察工作量及深度、勘探点布局、钻孔数量、钻深、取样、原位测试和室内试验是否符合《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)的规定;所提供的计算参数是否满足设计和施工的要求;勘察结论与建议是否对拟建工程具有针对性和关键性;有质疑或发现问题可与勘察单位沟通,必要时向建设单位(或业主)申请补充勘察。

(2) 注意场地内及附近地区有无潜在的不良地质现象,如地震、滑坡、泥石流、岩溶等。

(3) 注意场地的地形变化,如高低起伏、局部凹陷、地面坡度等。

(4) 相邻钻孔之间的土层分界是根据钻孔中采取的土样性状推测出来的,当土层分布比较复杂,钻孔间距又较大时,可能与实际不符,设计与施工的技术人员对此应有足够的估计。注意土层厚度是否均匀,每一土层的物理力学性质指标是否悬殊;尖灭层的坡度,有无透镜体夹层等。

(5) 注意地下水的埋藏条件,水位、水质是否与附近的地表水有联系,同时要注意勘

察时间是在丰水季节还是在枯水季节,水位有无升降的可能及升降的幅度。

(6) 注意报告中的结论和建议对拟建工程的适用及正确程度。从地基的强度和变形两个方面,对持力层的选择、基础类型及与上部结构共同工作进行综合考虑。

2. 勘察报告的分析与应用

建筑设计是以充分阅读和分析建筑场地的岩土工程勘察报告为前提的。建筑施工要实现建筑设计,一方面要深刻理解设计意图;另一方面也必须充分阅读和分析勘察报告,正确地应用勘察报告,针对工程项目的施工图纸,制定切实可行的建筑地基基础施工组织设计,对施工期间可能发生的岩土工程问题进行预测,提出监控、防范和解决问题的施工技术措施。

(1) 场地的稳定性评价。首先是根据勘察报告所提供的场地所在区域的地震烈度及场地地震害影响的类别,对饱和砂土和粉土地基的液化等级进行分析和评价;其次是根据勘察报告所提供的场地有无不良地质现象(泥石流、滑坡、崩塌、岩溶、塌陷等)潜在的地质灾害进行分析评价;对地震设防区域的建筑,必须按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)进行抗震设计,在施工中按施工图施工,保证工程质量;在不良地质现象发育、对场地稳定性有直接或潜在危害的,必须在设计与施工中采取可靠措施,防患于未然。

(2) 地基地层的均匀性评价。施工的难与易,地基承载力高低和压缩性大小对建筑地基基础设计的影响,远不及地基土层均匀性的影响。从工程实践分析,造成上部结构梁柱节点开裂、墙体裂缝的原因,主要是地基的不均匀变形,而地基不均匀变形的原因,就地基条件而言即是地基土层的不均匀性,因此当地基中存在杂填土、软弱夹层及尖灭层,或各天然土层的厚度在平面分布上差异较大时,在地基基础设计与施工中,必须注意不均匀沉降的问题。

(3) 地基中地下水的评价。当地基中存在地下水,且基础埋深低于地下水位时,对地基基础的设计与施工十分不利。地下水位以下的土方开挖及浅基础施工要求干作业施工条件,为此要考虑人工降低水位。采用明排水要考虑是否产生流砂;大幅度降水会导致周边原有建筑附加沉降和地表沉陷,为此要考虑是否设置挡水帷幕或回灌等技术措施。同时,基础设计要考虑地下水是否有腐蚀性,整体性空腹基础要考虑防水和抗浮等设计与施工技术措施。

(4) 地基持力层的选择。建筑地基持力层选择的主要影响因素,首先是建筑设计是否有地下室,然后是地基土层的承载力和压缩性,在保证建筑安全稳定和满足建筑使用功能的前提下,天然地基上的浅基础设计,尤其是当地基中存在软弱下卧层的情况,持力层的选择宜使基础尽量浅埋。深基础持力层选择主要是坚实土层,不要过分在意该土层深度,桩尖或地下连续墙底部以下应有5倍以上桩径或地下连续墙厚度的坚实土层;地基变形特征由设计计算控制,同时辅以加强基础及上部结构刚度。

(5) 地基基础施工的环境效应影响。工程建设中大挖大填、卸载加载、排水蓄水等施工活动,在不同程度上干扰了建筑场地原有的平衡状态,如果控制不利,对工程及其周边建筑将产生危害;建筑地基基础施工直接或间接地要对周边环境产生影响,因此在分析、研究建筑场地的岩土工程勘察报告和施工方案时,要论证、评价建筑地基基础施工方案的环境效应影响。例如,对于四面紧邻高层建筑物或马路的建筑场地进行岩土工程勘察时,除了按高层

建筑岩土工程勘察规定的一般要求进行外,还应重点论证工程施工及运营时对周围环境的影响,但勘察报告中常常忽略这方面的工作,致使无法满足岩土工程施工及设计的要求。基坑开挖时使用的很多技术手段很难取得预期效果,反而造成很大的经济损失。

3. 注意事项

勘察报告的准确性容易受到勘察的详细程度、勘探手段的局限性、人为和仪器设备等因素的影响。使用勘察报告时,应注意所提供资料的可靠性,要求对资料进行比较和依据已掌握的经验进行判定。

1.1.3 岩土工程勘察报告实例

结合下面案例,阅读岩土工程勘察报告。

岩土工程详细勘察报告

工程名称:广东水利电力职业技术学院从化校区一期(B-4卫生所)

委托单位:广东水利电力职业技术学院

勘察单位:广东有色工程勘察设计院

资质等级:综合甲级

一、工程概况

拟建的广东水利电力职业技术学院从化校区位于从化市江村地段105国道西侧、流溪河东面,交通便利。容积率为0.9,总建筑面积17%,绿地率45.0%,公共绿地面积716463.4m²。一期B-4卫生所位于从化校区中部,为5层建筑,工程重要性等级为二级,场地等级为二级,地基等级为二级,勘察等级为乙级。

二、勘察目的、任务要求和依据的技术标准

1. 勘察目的

查明拟建场地范围内地基岩土层的分布状态及其物理力学性质,评价场地的稳定性,查明地下水埋藏条件及对混凝土的侵蚀性,为建筑物的地基基础设计提供工程地质依据。

2. 勘察要求

(1) 本工程勘察按详细勘察要求进行。

(2) 本工程勘察按二级工程进行。

(3) 按规范要求查明场地及地基的稳定性、地层结构、持力层和下卧层的工程特征、地下水埋藏条件及不良地质作用,提供岩土的物理性质和力学性质,提供岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数。

(4) 查明不良地质作用的成因、分布、规律,对场地的稳定性作出评价,并指出整治措施。

(5) 查明岩土层类型、深度、分布、工程特征,分析评价地基的稳定性、均匀性和承载力。

(6) 查明地下水埋藏条件,提出地下水位及其变化规律,判断土和水对建筑材料的

腐蚀性。

(7) 对抗震有利、不利和危险地质作用综合评价,并提出相应设计地震参数。

(8) 划分场地类别并判断砂土存在液化的可能性。

(9) 查明基础的岩性、构造、岩面变化、风化程度、硬度及其坚硬程度、完整性和质量等级,判断有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层。

(10) 评价地下水位对桩基设计和施工的影响。

(11) 查明不良地质作用、可液化土层和特殊性岩层的分布及其对桩基的危害,并指出防治措施。

(12) 查明工程范围及其影响地基的各种溶洞的位置、规模埋深、形态、发育规律及溶洞堆填物性状,并提出治理建议。

(13) 本勘察执行《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001),勘察报告同时提供按《桩基技术规范》(JGJ 94—94)进行设计的基础有关设计参数。

3. 勘察依据规范

(1) 国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)。

(2) 国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 5007—2002)。

(3) 国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)。

(4) 行业标准《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—94)。

(5) 行业标准《岩土工程勘察报告编制标准》(CES 99:98)。

(6) 广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15—31—2003)。

(7) 广东省标准《预应力混凝土管桩基础技术规程》(DBH/T 15—22—98)。

三、勘察日期、方法和工作量

本次岩土工程勘察由设计单位布设钻探孔7个,其中技术孔1个,鉴别孔6个。先后组织了12台钻机于2003年11月3日进场施工,至2003年11月16日结束全部外业工作。完成工作量如表1.1.1所示。

表 1.1.1

完成钻探工作量一览表

钻孔(个)	钻探进尺 (m)	标准贯入试验 (次)	取土样 (件)	取岩样 (组)	取水样 (件)	备注
7	145.95	41	3		1	

勘察工作采用XY—1型钻机钻探、取样、标准贯入试验及室内岩、土、水样测试等手段。钻探采用泥浆护壁、 $\phi 91\text{mm}$ 合金及金刚石钻进的工艺施钻,岩、土及水样的测试委托广东省工程勘察院实验与物探测试中心完成。钻孔放样是根据钻孔设计坐标及测量基准点(由业主提供),用全站仪布测;孔高程是根据周边已知高程点(由业主提供)引测。

本勘察资料可供本工程场地的建筑地基基础设计和施工使用,作为建筑物基础设计的工程地质依据。

四、工程地质条件

1. 地形地貌及环境条件

拟建场地地形较平坦,属流溪河冲积阶地地貌。场地仅南部分布有多栋2~6层民用建筑,东南部和西北部为荔校园。此外,场区尚分布有浓密的杂草树木,给测量和施工带来较大困难,本次钻探未遇到地下管线,但设计、施工时应注意场地地下可能存在而未被发现的地下管线。

2. 岩土层结构及其工程地质特征

根据野外钻探结果,本场地岩土层按成因自上而下分别为人工填土层(Q^{ml})、冲积层(Q^{al})、残积层(Q^{el})及燕山三期黑云母花岗岩(γ)风化岩带。现分述如下:

(1) 人工填土层(Q^{ml})。

杂填土①。灰黄色,稍湿,松散~稍密,主要由黏性土及砂岩碎石土堆填而成。场地共有5个钻孔揭露,层厚0.80~1.70m,平均为1.28m,层顶标高30.12~30.38m,平均为30.28m。

(2) 冲积层(Q^{al})。

1) 粉砂②₋₁。灰黄色,饱和,稍密,分选性较好,局部夹粉质黏土薄层。场地仅有1个钻孔揭露,层厚2.30m,顶面埋深9.20m,层顶标高21.01m。做标准贯入试验2次,实测标贯击数 $N=13.0\sim18.0$ 击,经杆长修正后锤击数 $N=10.3\sim14.4$ 击,平均为12.4击。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取120kPa。

2) 粉土②₋₂。灰黄色,湿,稍密。该地层共2孔揭露,层厚1.40~1.60m,平均为1.50m;层顶标高29.29~29.34m,平均为29.32m。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取120kPa。

3) 粉质黏土②₋₃。灰、深灰色,湿,可塑,局部软塑。该地层场地钻孔均有揭露,层厚0.60~2.40m,平均为1.37m;顶面埋深0.80~3.70m,平均为1.64m;层顶标高25.64~29.44m,平均为28.28m,该层取土样2件,做标准贯入试验2次,实测标贯击数 $N=6.0\sim8.0$ 击,经杆长修正后锤击数 $N=5.7\sim7.8$ 击,平均为6.7击。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取140kPa。

4) 中砂②₋₅。灰黄色,饱和,稍密,分选性较好,局部含少量砾、卵石。该层有6个钻孔揭露,层厚1.10~3.20m,平均为2.05m;顶面埋深2.60~7.90m,平均为3.63m;顶面标高21.44~27.74m,平均为26.18m。做标准贯入试验6次,实测标贯击数 $N=6.0\sim12.0$ 击,经杆长修正后锤击数 $N=5.7\sim10.6$ 击,平均为8.3击。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取120kPa。

5) 粗砂②₋₆。灰黄色,饱和,稍密~中密,分选性差,局部含多量砾、卵石。该层场地钻孔均有揭露,层厚1.50~4.60m,平均为2.99m;顶面埋深2.80~9.20m,平均为5.36m;顶面标高20.14~27.32m,平均为24.50m。做标准贯入试验2次,实测标贯击数 $N=11.0\sim18.0$ 击,经杆长修正后锤击数 $N=9.8\sim15.1$ 击,平均为12.4击。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取 160kPa。

6) 砾砂②₋₇。灰黄、灰白色,饱和,稍密,分选性差,含多量砾、卵石。该层有 3 个钻孔揭露,层厚 4.60~7.20m,平均为 5.73m;顶面埋深 3.10~6.00m,平均为 4.77m;顶面标高 24.34~27.26m,平均为 25.51m。该层取砂土样 1 个,水上坡度 41.0°,水下坡度 36.0°。做标准贯入试验 1 次,实测标贯击数 $N=11.0$ 击,经杆长修正后锤击数 $N=9.7$ 击。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取 200kPa。

(3) 残积层 (Q^{el})。

砂质黏性土③。灰黄色,稍湿,硬塑,为花岗岩风化残积土,可见原岩残余结构,遇水易软化。该层场地钻孔均有揭露,层厚 3.60~6.20m,平均为 5.07m;顶面埋深 9.60~11.50m,平均为 10.44m;层顶标高 18.64~20.78m,平均为 19.56m,该层取土样 2 件,做标准贯入试验 11 次,实测标贯击数 $N=20.0\sim30.0$ 击,经杆长修正后锤击数 $N=16.0\sim22.9$ 击,平均为 19.4 击,标准值为 18.1 击。

综合推荐该土层地基承载力特征值 f_{ak} 取 290kPa。

(4) 基岩 (γ)。场地地下伏基岩为燕山三期黑云母花岗岩。在钻探深度范围内仅揭露有全风化岩带。

全风化花岗岩④₋₁。褐黄色,岩芯呈坚硬土状,风化剧烈,岩质极软,遇水易软化崩解。钻探深度范围内,该层有 7 个钻孔揭露,厚 4.40~8.30m,平均为 5.34m;顶面埋深 15.00~15.80m,平均为 15.51m;顶面标高 13.79~15.34m,平均为 14.49m。做标准贯入试验 16 次,实测锤击数 $N=30.0\sim44.0$ 击,经杆长修正后 $N=22.1\sim30.8$ 击,平均为 25.2 击,标准值为 24.1 击。

综合推荐该岩带地基承载力特征值 f_{ak} 取 350kPa。

3. 地下水

场地地下水主要为第四系砂层孔隙水,主要受流溪河水的侧向补给,其次受大气降水垂向补给,地下水类型属潜水,富水性强,勘察期间测得钻孔静止水位埋深为 1.20~2.55m,标高为 27.62~28.09m。

在 B-4-3 孔中取水样一件进行水质分析,其中 pH 值为 6.8,侵蚀 CO₂ 含量为 4.66mg/L, Ca²⁺ 含量为 4.81mg/L, Mg²⁺ 含量为 2.67mg/L, Cl⁻ 含量为 13.12mg/L, HCO₃⁻ 含量为 25.63mg/L, SO₄²⁻ 含量为 43.76mg/L (详见《水质分析报告》),水质属中性 HCO₃·SO₄²⁻-Na⁺ 型水,根据国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001) 12.2 条判定地下水对混凝土结构具弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋无腐蚀性,对钢结构具有弱腐蚀性。

五、场地及地基的岩土工程评价

1. 现场标准贯入试验及室内土工试验成果资料统计

标准贯入试验统计及承载力建议值详见表 1.1.2,室内土工试验成果统计资料详见表 1.1.3。

表 1.1.2

标准贯入试验统计及承载力建议值表

岩土层名称	统计 个数	经杆长修正锤击数 范围值 N	平均锤击数 N	变异系数 δ	标准值 N_K	承载力建议特征值 f_{ak} (kPa)
杂填土①						尚未完成自重固结
粉砂② ₋₁	2	10.3~14.4	12.4			120
粉土② ₋₂						120
粉质黏土② ₋₃	2	5.7~7.6	6.7			140
中砂② ₋₅	6	5.7~10.6	8.3	0.213	6.8	100
粗砂② ₋₆	2	11.0~18.0	14.5			160
砾砂② ₋₇	1	9.7				200
砂质黏性土③	11	16.0~22.9	19.4	0.123	18.1	290
全风化花岗岩④ ₋₁	16	22.1~30.8	25.2	0.095	24.1	350

2. 场地的稳定性评价

场地覆盖土层表部为人工填土，上部为冲积成因粉砂、粉土、粉质黏土、中砂、粗砂、砾砂及残积成因的砂质黏性土，其下部为基岩风化带。

(1) 根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 表 4.1.1，本工程场地为对建筑抗震不利地段。

(2) 根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 表 4.1.3，本工程场地土的类型为软弱土—中硬土。

(3) 按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 表 4.1.6，综合评价建筑场地类型为Ⅱ类。

(4) 本次钻探揭露深度范围内未出现断裂构造等不良地质作用，场地稳定性较好。

3. 地震烈度及场地砂土液化判别

(1) 地震烈度。

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)，本场地地震的基本烈度为 6 度，抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 $0.05g$ ，特征周期值为 $0.35s$ 。

(2) 场地砂土液化判别。

根据钻探资料，场地地面以下 15m 范围内，分布有饱和稍密状粉土、松散状粉砂、中砂及中密状粗砂和稍密状砾砂。本次勘察进行了必要的标准贯入试验，并按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 4.3.4、4.3.5 条标准进行砂土地震液化可能性判别，对 7 孔中的 11 个标贯试验进行判定，其中 1 点为液化，10 点为不液化。液化点的液化指数 $I_{LE}=12.80$ 。结果表明，在 7 度烈度地震作用下，场地松散状粉砂、稍密~中密状粗砂、稍密状砾砂不会产生液化，稍密状中砂局部会产生中等液化。

4. 地基土的适宜性及其评价

(1) 松散状粉砂②₋₁、稍密状粉土②₋₂、可塑状粉质黏土②₋₃及稍密状中砂②₋₅，均为软弱土，地基承载力低，未作处理不能作为拟建建筑天然基础持力层。