



“十二五” 高等教育规划教材

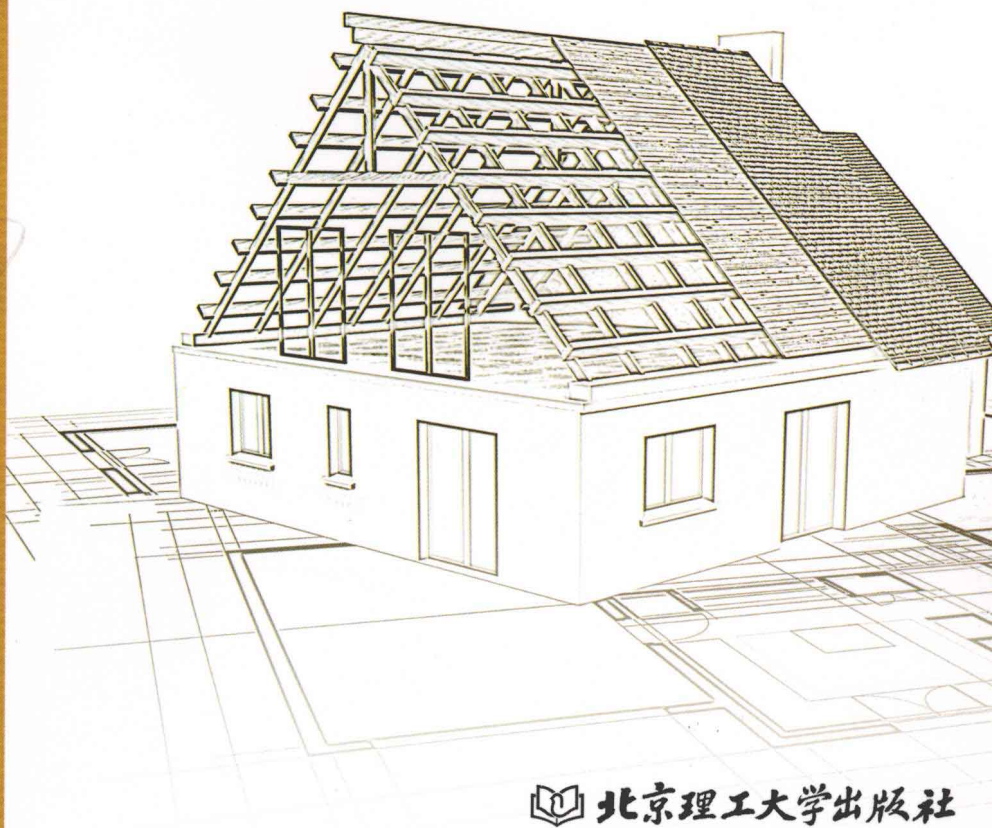
D

IJI

YU JICHU GONGCHENG SHIGONG

地基 与基础工程施工

主编 许富华



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

“十二五” 高等教育规划教材

地基与基础工程施工

许富华 主编

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

内 容 简 介

作为土建及相关专业重要的学习领域,本书以地基基础工程施工的主要工作项目(学习情境)、工作类型(学习单元)及工作流程为主线,以工程任务为载体,全书内容包括地基处理、基坑工程、浅基础施工、桩基础施工、大型构筑物基础施工五个工作项目(学习情境)。每个工作项目(学习情境)根据其工作类型又分若干学习单元,每个单元又分三个部分:工程任务、案例示范和知识链接。工程任务——以实际工程或模拟实际工程为工作载体、明确学习目标要求;案例示范——围绕工程任务进行全面、务实的工作示范;知识链接——围绕工作项目(学习情境),为完成工程任务而必备的理论知识。教学过程即为工作过程,而工作过程也是学习过程。全书充分体现了理实一体,注重实践,能力为本,突出应用的高等职业教育特点。

本书重点分析了地基基础工程的施工准备、工艺流程、施工方法、施工组织、工程质量检测与验收、工程资料整理等技术问题。着力探讨了地基基础工程施工技术交底、地基基础工程施工方案的编制,具有很强的适用性和指导性。

本书可供高等院校土建类及土建相关专业的教学使用,也可供土建工程技术人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

地基与基础工程施工 / 许富华主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011.8
ISBN 978 - 7 - 5640 - 5047 - 4

I. ①地… II. ①许… III. ①地基 - 工程施工 - 高等学校 - 教材
②基础(工程) - 工程施工 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU47②TU753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 170434 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州富达印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 21.25

字 数 / 494 千字

版 次 / 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑 / 王叶楠

印 数 / 1 ~ 1500 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 45.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书编写过程中，编者在总结多年教育教学和工程实践成功经验的基础上，结合我国地基基础工程技术的基本情况和最新发展成果，按照国家高等院校建设的指导方针，根据土建专业人才培养方案和目标要求编写而成的。

本书的专业内容均是依据《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2002）、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202—2002）、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79—2002）、《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2001）等现行规范和标准进行编写的。

本书的特色——就是将教材打造成学生主演工程大戏的剧本。

本书的编写力图打破以传授知识为主要特征的传统学科课程模式，而着力构建以发展职业能力为主要特征的新型工作项目（工作情境）模式。学习领域构建的基本思路是：“以职业能力为目标、以工作项目（工作情境）为核心、以工程任务为载体、以工作过程为导向”。以工作情境为核心组织学习领域内容；以工程任务为载体明确学习（工作）的目标要求；以工作过程为导向组织实施教学（工作过程）、进而明确工作的方法步骤。让学生在参与具体工作情境（工作项目）、完成工程任务的过程中切实地“构建理论知识，发展职业能力”。使整个教学过程成为一个浑然天成、生动有趣的工作大戏：“教材是剧本、学生是演员、教师是导演”。

本书适用于建筑及相关专业高等院校的教学使用，也可供土建及土建相关专业的技术人员参考使用，教学建议总学时为 120 学时。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中恐有不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论	1
学习情境1 地基处理工程施工	4
学习单元1.1 软弱土地基处理	4
1.1.1 任务描述	4
1.1.2 案例示范	6
1.1.3 知识链接	10
学习单元1.2 可液化土地基处理	46
1.2.1 任务描述	46
1.2.2 案例示范	48
1.2.3 知识链接	56
学习单元1.3 湿陷性黄土地基处理	63
1.3.1 任务描述	63
1.3.2 案例示范	64
1.3.3 知识链接	75
学习单元1.4 人工填土地基处理	79
1.4.1 任务描述	79
1.4.2 案例示范	80
1.4.3 知识链接	90
学习情境2 基坑工程施工	94
学习单元2.1 基坑支护工程施工	94
2.1.1 任务描述	94
2.1.2 案例示范	96
2.1.3 知识链接	108
学习单元2.2 基坑降水工程施工	114
2.2.1 任务描述	114
2.2.2 案例示范	116
2.2.3 知识链接	124
学习单元2.3 基坑开挖工程施工	135
2.3.1 任务描述	135
2.3.2 案例示范	137
2.3.3 知识链接	149

学习情境 3 浅基础工程施工	152
学习单元 3.1 独立基础施工	152
3.1.1 任务描述	152
3.1.2 案例示范	154
3.1.3 知识链接	166
学习单元 3.2 条形基础施工	177
3.2.1 任务描述	177
3.2.2 案例示范	179
3.2.3 知识链接	185
学习单元 3.3 筏形基础施工	189
3.3.1 任务描述	189
3.3.2 案例示范	191
3.3.3 知识链接	202
学习单元 3.4 大型设备基础施工	221
3.4.1 任务描述	221
3.4.2 案例示范	223
3.4.3 知识链接	232
学习情境 4 桩基础工程施工	240
学习单元 4.1 钢筋混凝土预制桩基础施工	240
4.1.1 任务描述	240
4.1.2 案例示范	242
4.1.3 知识链接	259
学习单元 4.2 钢筋混凝土灌注桩基础施工	265
4.2.1 任务描述	265
4.2.2 案例示范	267
4.2.3 知识链接	279
学习情境 5 大型构筑物基础施工	296
学习单元 5.1 炉窑基础施工	296
5.1.1 任务描述	296
5.1.2 案例示范	298
5.1.3 知识链接	304
学习单元 5.2 工业烟囱基础施工	314
5.2.1 任务描述	314
5.2.2 案例示范	316
5.2.3 知识链接	322
参考文献	334

绪 论

地基基础工程施工是土木工程施工的重要组成部分，它主要研究建筑工程中地基基础的施工准备、工艺流程、施工方法、技术要求、施工组织以及工程验收等规律的应用型学习领域，地基基础工程施工是按建筑地基处理方案、建筑基础结构施工图等相关设计文件，将分散的地基基础施工材料科学、合理地构造成建筑物基础。

一、地基与基础的概念

1. 地基概念

地基是建筑物下面受上部结构荷载显著影响的那部分特殊的土体（层）。这部分土体中直接支撑基础的土层称作持力层，在持力层下面的土层称作下卧层。强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。

2. 地基类型

地基又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。人工地基是地基土层承载力不能满足上部结构荷载要求时，需要进行加固处理的地基。

3. 基础概念

基础是建筑物承重结构的下部承重体系，起着承上启下的作用。从室外设计地面到基础底面的垂直距离，叫做基础的埋置深度（如图 0-1 所示）。

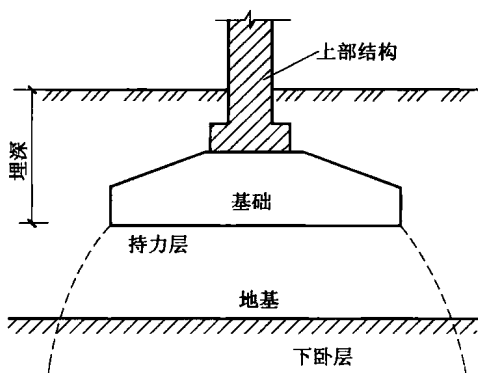


图 0-1 地基基础示意图

4. 基础类型

根据埋置深度不同，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。而浅层土质不良，埋深需要加大，并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）。

二、地基基础工程

地基基础工程主要分为三部分：地基处理工程、基坑工程和基础工程。

1. 地基基础工程的基本要求

为了保证建筑物的安全，地基应满足下列基本要求：

- ① 地基应具有足够的强度，在荷载作用下，不因地基失稳而破坏，这是地基稳定问题；
- ② 地基不能产生过大的变形而影响建筑物的安全与正常使用；
- ③ 基础结构本身应有足够的强度、刚度和耐久性，在地基反力作用下不会发生强度破坏，不会出现显著变形，并且具有改善沉降与不均匀沉降的能力。

2. 地基处理工程

良好的地基一般具有较高的强度与较低的压缩性，容易满足上述要求。软弱地基的工程性质较差、强度低、压缩性高，有时不能满足承受上部结构荷载的要求，对这种地基必须进行人工处理，才能满足强度与变形的要求。经过人工处理而达到设计要求的地基，称为人工地基；不需要处理而直接利用的地基，称为天然地基。建筑物应尽量建造在良好的天然地基上，以减少地基处理的费用，不得已才进行地基处理。

地基处理工程包括各类不良地基和特殊土地基处理，如软弱土地基处理、可液化土地基处理、湿限性黄土地基处理、人工填土地基处理等。

3. 基坑工程

在建造基础前，通常要先进行基坑工程的施工，从而为基础工程施工创造条件。基坑工程通常包括三部分：基坑支护工程、基坑降水工程和基坑开挖工程。一般先进行基坑支护和基坑降水，再进行基坑开挖，以便确保基坑开挖的安全与可靠。

4. 基础工程

基础工程是在基坑工程完成后，进行的各类基础施工工程。按材料分，主要有：砌体基础施工、毛石混凝土基础施工、钢筋混凝土基础施工等；按基础埋置深度分，主要有：浅基础施工和深基础施工。

三、地基基础工程在建筑工程中的重要性

地基与基础是建筑物的根基，又属于隐蔽工程。它的勘察、设计和施工质量直接关系到建筑物的安危，所以一定要夯实地基、打好基础。

地基基础工程事故是引发建筑物事故的主要原因。如果地基基础出现问题，轻则上部结构开裂、倾斜，重则建筑物局部或整体倒塌，严重危及人们生命与财产的安全。大量的工程实践表明，建筑物的事故多数是由于地基基础出现问题而引发的。例如：加拿大 Transcona 谷仓，建于 1913 年，高 31 m，宽 23 m。由于设计时不了解地基埋藏有厚达 16 m 的软黏土层，建成后谷仓的荷载超过了地基的承载能力，造成地基丧失稳定性，地基破坏后，西侧下陷 7.32 m，东侧抬高 1.52 m，倾斜 27°，后用 388 个 50 t 千斤顶才得以纠正，但位置较原先下降 4 m，如图 0-2 所示。又如，著名的意大利比萨斜塔的倾斜就是由于地基不均匀沉降而造成的。该塔高度约 55 m，始建于 1173 年。当建至约 29 m 高时，发现塔身倾斜而被迫停工，至 1273 年续建完工。该塔由于建造在不均匀的高压缩性地基上，致使北侧下沉 1 m 有余，南侧下沉近 3 m，沉降差达 1.8 m，倾角达 5.5°之多。现在这个塔还以每年 1 mm

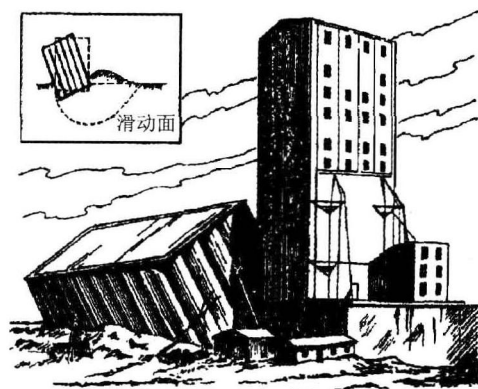


图 0-2 加拿大 Transcona 谷仓

的沉降速率下沉，如图 0-3 所示。广州地铁三号线由于基坑支护失效，导致基坑严重垮塌及附近居民楼大量倾斜，如图 0-4 所示。

地基基础工程造价占比很大。一般多层建筑中，基础工程造价约占总造价的 20%~25%，对高层建筑或需地基处理时，则所需费用更大。另外，地基基础属于隐蔽工程，一旦出现事故，不易处理。因此，基础工程实属百年大计，必须慎重对待。只有深入了解地基情况，掌握勘察资料，经过精心设计与施工，才能使地基与基础工程做到既经济、合理又安全、适用。

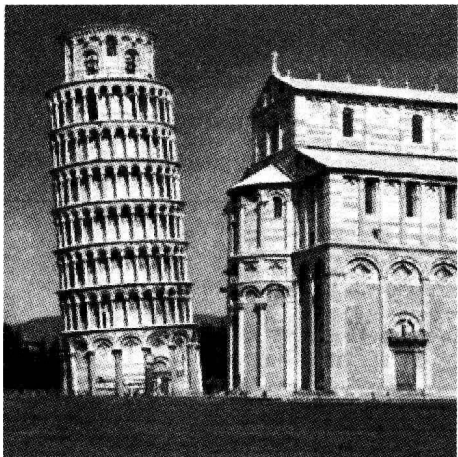


图 0-3 意大利比萨斜塔



图 0-4 广州地铁三号线基坑垮塌事故

四、本学习领域的特点及学习方法

地基与基础工程施工学习领域综合性很强。它与建筑工程测量、建筑工程材料、房屋建筑构造、工程地质学、建筑结构施工、建筑工程机械等学习领域有着密切联系。

地基与基础工程施工学习领域实践性很强。地基与基础工程施工的许多施工方法工艺，都是工程实践经验的总结与升华。而地基与基础工程施工的一些具有普遍适用意义的规律性的知识，又可用于指导工程实践并在实践中发展与完善。因此，在学习本课程时要注意理论联系实际，提高分析问题和解决问题的能力。

五、地基基础工程施工学习领域目标要求

本学习领域的目标主要是针对建筑工程技术专业岗位职业技能和高职高专职业培养目标制定的，分为知识目标和技能目标。

1. 知识目标

了解土力学的基础知识；了解工程地基勘察的基本方法；熟悉地基基础工程相关规范及标准；掌握地基基础工程施工图的识读方法；了解地基与基础工程材料；掌握地基与基础工程施工方案的编制方法；掌握地基处理的常用方法、工艺、设备及要求；掌握降水工程的施工方法、工艺、设备及要求；掌握基坑工程的施工方法、工艺及要求；了解基础工程的类型、特点及设计步骤；熟练掌握各类基础的施工方法（浅基础与深基础、大型设备基础）；了解地基基础工程检验、评定与验收的方法与标准。

2. 技能目标

能正确识读基础结构施工图；能正确识读工程地质勘察报告并加以分析评价；能进行施工安全、质量、技术交底；会确定并编制地基处理方案，会编制基础施工方案；能够对土工材料进行正确的检测；会应用相关的施工规范、规程对地基基础工程进行验收；能正确填写施工记录、施工日志；能及时整理施工资料。



学习情境 1

地基处理工程施工

能力描述

资讯获取能力：能通过分析地基处理施工的主要工作任务，探究相关的资讯信息及知识内容，如收集《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2002）、《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79—2002）、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202—2002）；收集场地土的相关资料；收集地基处理工程施工图纸；探究地基土的物理性质及工程类型；详细研读地质勘察报告，详细研究地基处理的基本方法和改进措施，从而获取相关的专业理论知识。

专业技术能力：能把相关专业理论知识应用到解决地基处理的工程实践中去；能根据地基勘察报告对地基土作出正确的工程评价；会对软弱土地基和几类特殊土地基进行有效处理。

协同工作能力：能和学习小组成员和谐相处，取长补短，分工协作，共同完成工作任务。

目标描述

知道软弱土地基的类型与特点

掌握软弱土地基处理的方法

知道特殊土地基的类型与特点

掌握特殊土地基处理的方法

能对地基土作出正确的工程评价

会编写地基处理方案

能对软弱土地基、特殊土地基进行处理

学习单元 1.1 软弱土地基处理

1.1.1 任务描述

一、工作任务

1. 软弱地基处理任务

试完成某幼儿园拟建活动楼的软弱地基处理工程。

2. 工程概况

某幼儿园拟建活动楼场地位于汾河的河漫滩地带,该楼为6层条式砖混结构,建筑总平面如图1-1所示,其中2号建筑即为该楼的平面位置。该建筑全长46 m,宽30 m,建筑面积8 280 m²,层高3.0 m,檐口高度18.0 m。基础采用钢筋混凝土条形基础,基底宽度为2 m,底板厚度根部为500 mm,端部为300 mm,基础梁截面为400 mm×600 mm,基础埋深为2.0 m。

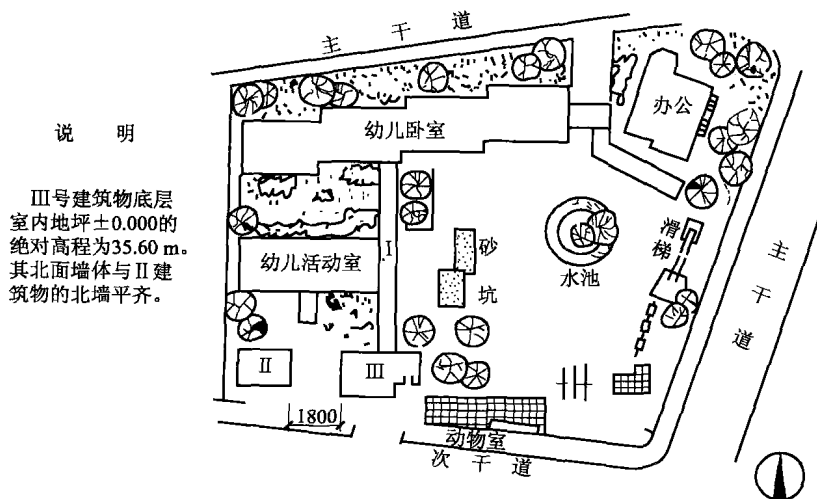


图1-1 某幼儿园建筑总平面图

3. 地质条件

根据工程地质勘察资料得知,该工程施工深度范围内地层土质分布情况如下:室外地面标高为-0.60 m,地面以下-0.50 m~-1.0 m为杂填土;基础埋深为2.0 m对应的地基持力层为厚度超过9 m的高压缩性流塑态的淤泥质土,基底标高为-2.6 m;地基持力层的承载力特征值为60 kPa。地下水位深度在地面以下2.86 m处。

4. 地基处理方案及要求

经过反复比较技术经济指标,最后确定该地基处理方案采用水泥土搅拌桩,桩长9 m,桩径600 mm,桩位布置如图1-2所示。要求对该软弱地基进行科学合理、安全经济的处理,并确保文明施工,施工时间为4月份。并要求处理后的人工复合地基承载力不低于150 kPa。

二、工作项目

- ① 地基处理施工前期准备;
- ② 地基处理施工工艺流程规划;
- ③ 地基处理施工组织实施;
- ④ 地基处理施工质量控制;
- ⑤ 地基处理工程验收与评价;
- ⑥ 地基处理工程资料整理。

三、工作手段

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—

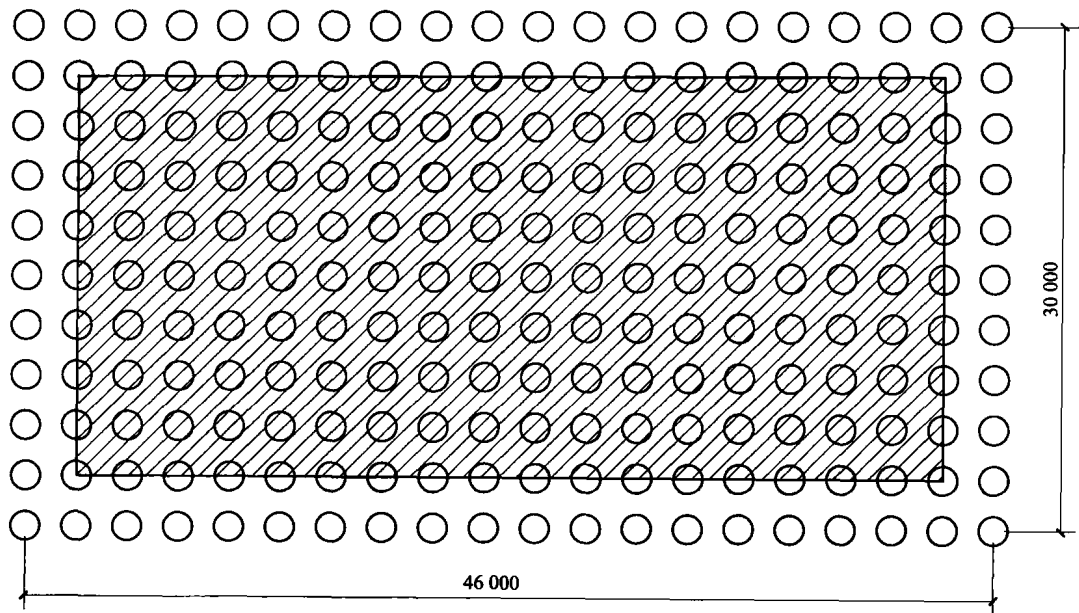


图 1-2 地基处理桩位布置示意图

2002)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002); 场地土的工程地质勘察报告; 基础施工图; 地基处理桩位平面布置图; 深层搅拌机; 灰浆搅拌机; 高压泵; 钢尺; 经纬仪; 水准仪; 木桩; 铁锤; 铁钉; 铁锹; 工程线等。

1.1.2 案例示范

一、案例描述

1. 工作任务

(1) 软弱地基处理任务

试完成某拟建住宅小区 7 层点式住宅楼的软弱地基处理。

(2) 工程概况

该住宅小区场地位于太原市汾河东岸, 住宅楼均为 7 层点式住宅。该建筑全长为 36 m, 宽为 30 m, 建筑面积为 7 560 m², 层高 3 m, 檐口高度 21 m。基础采用钢筋混凝土条形基础, 基底宽度为 2.2 m, 底板厚度根部为 500 mm, 端部为 300 mm, 基础梁截面为 400 mm × 600 mm, 基础埋深为 2.5 m。该建筑地基处理桩位平面布置如图 1-3 所示。

(3) 地质条件

根据工程地质勘察资料得知, 该工程施工深度范围内地层土质分布情况如下: 室外地面标高为 -0.60 m, 地面以下 -0.50 m ~ -1.0 m 为杂填土; 基础埋深为 2.0 m, 相应的地基持力层为厚度达 10 m 的高压缩性流塑态的淤泥质土, 基底标高为 -3.1 m; 地基持力层的承载力特征值为 75 kPa。地下水位深度在地面以下 2.76 m 处。

(4) 地基处理方案及要求

经过反复比较技术经济指标, 最后确定该地基处理方案采用水泥土搅拌桩, 桩长 8 m, 桩径 600 mm, 桩位布置如图 1-3 所示。要求对该软弱地基进行科学合理、安全经济的处理, 并确保文明施工, 施工时间为 5 月份。并要求处理后的人工复合地基承载力不低于 160 kPa。

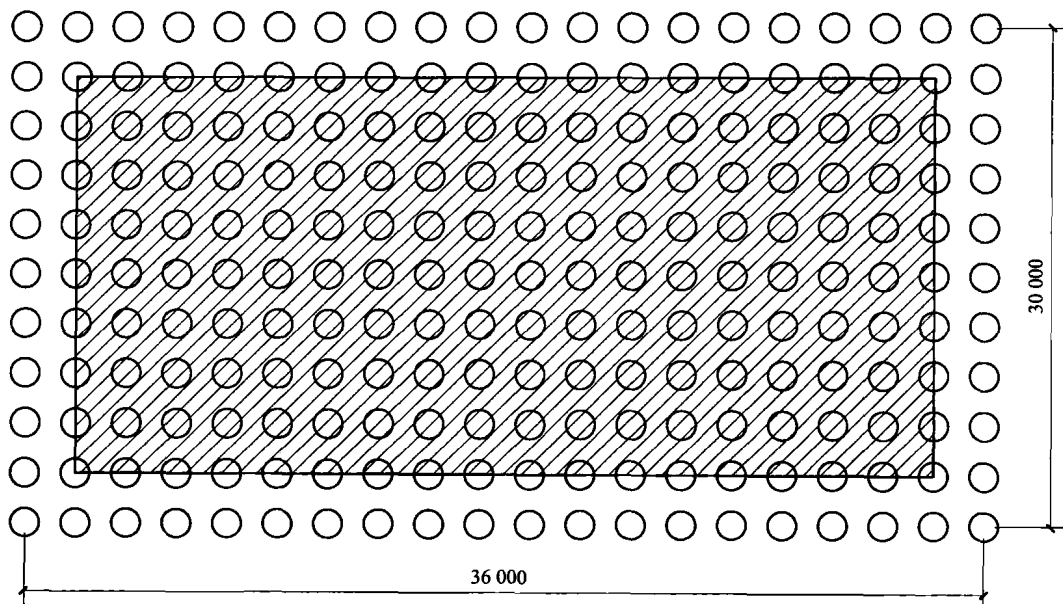


图 1-3 地基处理桩位布置示意图

2. 工作项目

- ① 地基处理施工前期准备；
- ② 地基处理施工工艺流程制定；
- ③ 地基处理施工组织实施；
- ④ 地基处理施工质量控制；
- ⑤ 地基处理工程验收与评价；
- ⑥ 地基处理工程资料整理。

3. 工作手段

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2002)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)；场地土的工程地质勘察报告；基础施工图；地基处理桩位平面布置图；深层搅拌机；灰浆搅拌机；高压泵；钢尺；经纬仪；水准仪；木桩；铁锤；铁钉；铁锹；工程线等。

二、案例分析与实施

1. 地基处理施工前期准备

(1) 技术准备

收集并熟悉相关图纸及规范。主要有场地工程地质勘探报告；桩位平面布置图；地基与基础设计规范；地基与基础工程施工验收规范。

(2) 材料准备

提出各施工主材与辅材的用料计划并组织采购。

主要有 42.5 级硅酸盐水泥，碎石，灰浆。

(3) 机具准备

提出该地基处理所需要的施工机具与设备并组织采购。

主要有 SJB-1 型搅拌机两台，灰浆拌合机两台（200 L 轮流供料），HB6-3 型灰浆泵

两台,集料斗(容积 0.4 m^3),起吊设备(提升力 150 kN),电器控制柜。

(4) 作业条件准备

1) 一般条件准备

组织三通一平的作业条件准备工作,即水通、电通、道路通、场地平。

2) 特殊条件准备

① 组织地基勘察。

② 由建设、勘察、设计单位洽商地基处理方案,完成后由监理、设计、施工三方复验签认。

③ 根据设计要求水灰比试配砂浆,并进行检验合格。

④ 施工控制网点检查完好。

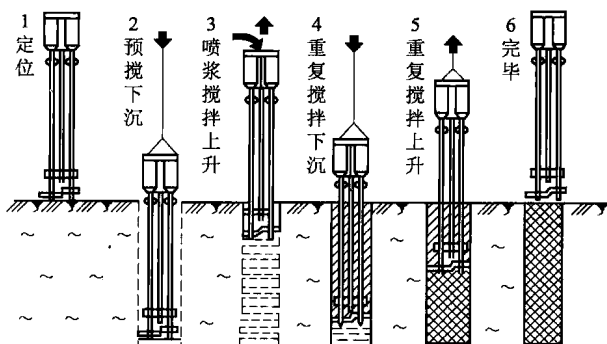


图 1-4 深层搅拌法施工工艺流程

2. 地基处理施工工艺流程规划

定位、放线——桩架就位——桩钻对准——下钻——喷搅提升——二次下钻——二次喷搅——桩架移位。

深层搅拌法施工工艺流程,如图 1-4 所示。

3. 地基处理施工组织实施

(1) 水泥浆制备

按设计配合比拌制水泥浆,水泥掺入量宜为被加固土重的 $15\% \sim 18\%$,灰浆

水灰比通常为 $0.4 \sim 0.6$,待压浆前将水泥浆倒入集料斗备用。

(2) 定位

起重机或塔架将搅拌机吊到指定桩位进行对准,应使导向架和钻杆均保持与地面垂直。

(3) 预搅下沉

待搅拌机冷却水循环正常后,启动搅拌机电机,沿导向架搅拌切土下沉直至桩长的设计底标高,下沉速度可由电机电流监测表控制,工作电流不应大于 70 A ,下沉速度一般为 $0.7 \sim 1\text{ m/min}$ 。当下沉速度太慢时,可从输浆系统补给清水,以便钻进。

(4) 喷搅提升

搅拌机头下降到设计深度后,开启灰浆泵,将水泥浆通过输浆管压入地层中,边喷浆、边搅拌、边提升钻机至桩顶标高,提升速度通常为 $0.6 \sim 0.7\text{ m/min}$ 。

(5) 重复搅拌下沉、重复喷搅提升

根据设计要求可重复步骤(3)、(4),形成所谓“四搅两喷”或“六搅三喷”水泥土搅拌桩。

(6) 清洗

注入适量清水,清洗管路中的残存水泥浆及搅拌头泥土。

(7) 桩架移位

成桩后将桩架移至下一桩位。

4. 地基处理施工质量与安全控制

(1) 地基处理施工质量控制

- ① 施工时设计停浆面一般应高出基底标高 0.5 m, 开挖时应将该质量较差段挖去;
- ② 桩位偏差不应超过 50 mm, 垂直度偏差不应超过 0.5%, 桩径偏差不应超过 4%;
- ③ 灰浆应搅拌均匀, 停置时间不应超过 2 h 且不得离析;
- ④ 应使用流量泵控制输浆速度, 使流量泵出口压力保持在 0.4 ~ 0.6 MPa 并进行连续泵送;
- ⑤ 应根据设计要求通过成桩试验, 确定搅拌桩的配合比等各项施工参数和施工工艺;
- ⑥ 应喷浆座底 30 s, 使浆液完全到达桩端, 保证桩端质量;
- ⑦ 如因故停浆, 需将搅拌机下沉至停浆点下 500 mm, 待恢复供浆时再喷浆提升; 若停机超过 3 h, 宜拆卸输浆管路妥善清洗, 再行喷搅;
- ⑧ 施工过程应有专人记录。

(2) 环保、安全控制措施

1) 环境保护措施

- ① 水泥和细颗粒散体材料应在库内存放或遮盖;
- ② 运输细颗粒散体材料或渣土时, 必须覆盖, 以防扬尘, 并不得沿途遗撒;
- ③ 施工现场应制定洒水降尘措施, 指定专人负责现场洒水降尘和清理浮土;
- ④ 施工中的废水、废浆等, 应及时排入事先挖好的沉淀池中, 不得随意排放;
- ⑤ 施工中应采取降噪措施, 减少扰民;
- ⑥ 钻孔过程中, 对钻出的泥土应及时运走, 保持场地平整;
- ⑦ 雨期应做排水沟和集水坑, 及时将积水排走, 确保场地无积水。

2) 职业健康安全措施

① 专业工种 (包括钻机司机、装载司机、电工、信号工、钢筋工、混凝土工等) 必须持证上岗;

② 钻机及其所配套的电动机、卷扬机、内燃机、液压装置等操作, 应执行国家现行标准《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33—2001) 的规定;

③ 钻机周围 5 m 以内应无高压线路, 作业区应有明显标志或围栏, 严禁闲人入内;

④ 卷扬机钢丝绳应经常处于润滑状态, 防止干摩擦;

⑤ 电缆应尽量架空设置, 不能架起的绝缘电缆通过道路时应采取保护措施, 钻机行走时应设专人提电缆同行;

⑥ 钻机作业中, 电缆应有专人负责收放; 如遇停电, 应将控制器置于零位, 切断电源, 将钻头接触地面;

⑦ 作业后应及时清除螺旋叶片上的泥土, 此时需将钻头下降接触地面, 各部位制动住, 切断电源。

5. 地基处理工程验收与评价

(1) 对施工工艺及过程进行评估

施工工艺是否科学合理, 施工过程是否连续、有效。

(2) 对加固后的人工复合地基进行检测

- ① 对桩体几何参数的检验: 桩位、桩径、桩长、垂直度、桩体完整性;
- ② 对桩体力学性能的检验: 桩体强度、桩体弹性模量、复合地基承载力。

(3) 评定加固效果

根据以上检测结果对地基处理工程进行综合评价,确定其是否达到任务规定要求指标,进而判断地基处理是否合格。

6. 地基处理工程资料整理

详细整理地基处理全过程的施工资料,分类存档,以备查阅。

- ① 地基处理施工图纸、地质勘探资料;
- ② 水泥、外加剂的出厂合格证及复检报告;
- ③ 各工序的施工记录;
- ④ 地基处理各分项工程检验批质量验收记录表。

1.1.3 知识链接

一、岩土的物理性质及工程分类

1. 土的成因及组成

(1) 土的成因

地基工程中的“土”:是指地表的岩石经风化作用后形成大小不同的颗粒,再经过剥蚀、搬运、沉积等过程,在复杂的沉积环境中所形成的各类沉积物。现在地表广泛分布的沉积土,大都属于第四纪沉积物。

风化作用:由于气温变化、雨、雪、山洪、河流、风、空气、生物活动等对岩石形成的破坏作用,一般分为物理风化、化学风化和生物风化。

物理风化:由于气温变化,岩石胀缩开裂,崩解为碎块,属物理风化。这种风化作用只改变颗粒的大小与形状,不改变矿物成分。

化学风化:由于水溶液、大气等因素影响,使岩石的矿物成分不断溶解水化、氧化、碳酸盐化引起岩石的破碎,属化学风化。这种风化作用使岩石的矿物成分发生改变,土的颗粒变细,产生次生矿物。

生物风化:由于动物、植物的活动使岩石破碎,属生物风化。

(2) 土的组成

在岩石经风化作用所形成的堆积物中,包含有许多孔隙,孔隙中通常存在着水和空气。因此,在天然状态下,土体一般由固体颗粒(固相)、土中水(液相)和气体(气相)三部分组成,简称三相体系。土的三相组成中,每一相的特性及相对含量对土的性质影响很大。

1) 土中固体颗粒——固相

固体颗粒构成土的骨架,其大小、形状、矿物成分及粒组相对含量决定着土的物理力学性质。

① 粒组划分

通常土体都是由大小不同的颗粒所组成,颗粒的粒径由粗到细逐渐变化时,土的性质也相应发生变化。一般土的粒径从大到小,则土的可塑性从无到有,黏性从无到有,透水性从大到小,毛细水从无到有。土粒粒径的大小称为粒度,将粒度大小接近的土粒合并为组,称为粒组。我国《土的工程分类标准》(GB/T 50145—2007)将土粒划分为六个粒组:漂石(块石)颗粒、卵石(碎石)颗粒、砾石颗粒、砂粒、粉粒和黏粒(见表1-1)。

表 1-1 土粒粒组的划分

粒组统称	粒组名称		粒径范围 (mm)	一般特性
巨粒	漂石 (块石)		$d > 200$	透水性很大, 无黏性, 无毛细水
	卵石 (碎石)		$200 \geq d > 60$	
粗粒	砾粒	粗砾	$60 \geq d > 20$	透水性大, 无黏性, 毛细水上升高度不超过粒径大小
		中砾	$20 \geq d > 5$	
		细粒	$5 \geq d > 2$	
	砂粒	粗砂	$2 \geq d > 0.5$	易透水, 无黏性, 遇水不膨胀, 干燥时松散, 毛细水上升高度不大
		中砂	$0.5 \geq d > 0.25$	
		细砂	$0.25 \geq d > 0.075$	
细粒	粉粒		$0.075 \geq d > 0.005$	透水性小, 湿润时稍有黏性, 遇水膨胀小, 干时稍有收缩, 毛细水上升高度很大, 易于冻胀
	黏粒		$d \leq 0.005$	透水性很小, 湿润时有黏性, 可塑性, 遇水膨胀大, 干时收缩显著, 毛细水上升高度较大, 但速度慢

② 颗粒级配

土的颗粒级配 (亦称粒度成分), 是指不同大小土粒的搭配情况, 通常以土中各个粒组的相对含量 (即各粒组质量占土粒总质量的百分数) 来表示。

颗粒分析: 确定土中各粒组相对含量, 需进行颗粒分析试验。工程上常用的颗粒分析方法有筛分法和密度计法两种。

筛分法: 它是用一套孔径不同的标准筛, 按从上到下筛孔逐渐减小放置, 将称过质量的烘干土样放入, 经振筛机振动将土粒分开, 称出留在各筛上的土的质量, 即可求出占土粒总质量的百分数, 筛分法适用于粒径在 0.075 ~ 60 mm 的土。

密度计法: 根据粒径不同, 在水中下沉速度也不同的特性, 用密度计进行测定分析, 密度计法适用于粒径小于 0.075 mm 的土。

颗粒级配曲线: 将颗粒分析试验结果绘制成曲线, 即为颗粒级配曲线, 如图 1-5 所示, 纵坐标表示小于某粒径的土的质量的累计百分比; 横坐标表示土粒粒径, 由于土粒粒径往往相差悬殊, 为方便绘图采用对数坐标表示。

用土的颗粒级配曲线可以直观地判别土的颗粒级配好坏, 并可得到定量判别指标, 为了比较几种土级配的相对好坏, 工程上常用不均匀系数和曲率系数来描述。

不均匀系数: $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$

曲率系数: $C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10}d_{60}}$

d_{10} ——有效粒径, 小于某粒径的土粒质量占总质量的 10% 时相应的粒径;

d_{60} ——限定粒径, 小于某粒径的土粒质量占总质量的 60% 时相应的粒径;

d_{30} ——小于某粒径的土粒质量占总质量的 30% 时相应的粒径。

不均匀系数 C_u 反映大小不同粒组的分布情况, 即土粒大小 (粒度) 的均匀程度。 C_u 越