



世纪高等教育土木工程系列规划教材

岩土工程 实训教程

李博 吴俊 魏祥 李志高 编著

Geotechnical Engineering: Hands-on Training



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等教育土木工程系列规划教材

岩土工程实训教程

李 博 吴 俊 魏 祥 李志高 编著



机械工业出版社

本书选取了三类典型的工程案例,通过前期的方案比选、设计计算、施工等方面的内容,依据相关的现场勘测、设计和施工等现行规范编写,以帮助读者能较真实地贴近工程实际,培养岩土工程师的思维,同时也让读者能更好地理解最新规范,更好地学习并掌握岩土设计及施工理念。

全书分为四章,包括:绪论、重力式水泥土挡墙围护结构设计 with 施工、排桩式围护结构设计 with 施工、排水固结法设计 with 施工。

本书可作为高校土木工程专业高年级学生的实训教材,也能为相关专业工程技术设计、施工等人员提供有益的参考。

本书配有授课 PPT 和工程设计相关文件等资源,免费提供给选用本书的授课教师,需要者请登录机械工业出版社教育服务网(www.cmpedu.com)注册下载。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程实训教程/李博等编著. —北京:机械工业出版社, 2017. 12
21 世纪高等教育土木工程系列规划教材
ISBN 978-7-111-58997-6

I. ①岩… II. ①李… III. ①岩土工程-高等学校-教材 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 014447 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李 帅 责任编辑:李 帅 于伟蓉 任正一

责任校对:王 延 封面设计:张 静

责任印制:孙 炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15 印张·360 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-58997-6

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金 书 网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着高速公路、围海造地以及地下空间开发等建设的进行,我国的岩土工程发展越来越快,使得业内对岩土工程知识的需求,在内容的深度和广度上都有所增加。近年来,我们也参与了不少岩土工程项目的设计和咨询,发现不少设计人员主要从事上部结构设计,兼顾做深基坑设计、地基处理等,因此在方案编制及其优化上,在具体施工图编制上,存在一定的缺陷。在与年轻的设计人员交流和沟通过程中,我们发现在本科教育阶段,他们几乎没有岩土工程项目的训练,只学习了土力学、基础工程和地基处理等方面的知识,缺少了对岩土工程进一步理解的环节,对实际工程项目的认知和理解比较浅,对土的工程认识和研究有待进一步加强。

我们在多年的从教经历中,曾多次与土木工程的在校和已经毕业的大学生深入讨论,大家都认为很有必要对岩土工程类课程的内容编排进行调整,应该加入更加贴近实际的项目训练课程,以提升学生的工程师思维水平——从项目提出、方案比选、方案优化到专家反馈等方面让学生接触到真正项目中可能碰到的问题,以及到了施工阶段,设计人员如何与施工人员无缝对接,并对项目可能出现的安全隐患有一定的预见性。

为了探索并实践这类课程,我们在翻阅大量的教科书和指导书的基础上,编制了一本比较适合岩土工程实训教学的讲义,并已使用了三年时间。从学生的反馈来看,这门课程对他们认识岩土工程的帮助很大,能使他们更加贴近工程实际。在建设市场需要大量经过一定训练的岩土工程类人才的大背景下,我们将讲义的内容进行提炼修改,形成了本书。本书选择了三种典型的工程:第一种为水泥土挡墙,它属于重力式挡墙,我们对其构造、设计计算和施工及可能出现的问题做了分析;第二种为排桩式围护结构,它属于非重力式挡墙,其设计计算与重力式挡墙有很大不同,当碰到其他围护结构的挡墙设计时,其设计思维和方法,与水泥土挡墙或排桩式围护结构都比较相似,故不做赘述;第三种为地基处理的一种方法——排水固结法,它涉及太沙基的一维固结理论,由于大规模的围海造地正在很多沿海城市进行,因此这部分具有比较重要的工程实际意义。

本书在岩土工程师的实训教学内容方面做了一点初步的探索和尝试,限于我们的知识水平,书中的缺点和错误在所难免,恳请专家和广大读者批评指正,期待通过电子邮件 libo@wzu.edu.cn 与我们交流。

编著者



目 录

前 言

第 1 章 绪论	1
1.1 实训课程的意义	1
1.2 岩土工程实训与课程设计的区别	1
1.3 本书内容安排思路	1
1.4 规范的应用	2
1.5 文献检索与应用	3
1.6 文献的分类及文献检索的作用与途径	3
1.6.1 文献的分类	3
1.6.2 文献检索的作用	4
1.6.3 文献检索的途径	5
第 2 章 重力式水泥土挡墙围护结构设计与施工	9
2.1 重力式水泥土挡墙概述	9
2.1.1 重力式水泥土挡墙的特点	9
2.1.2 重力式水泥土挡墙的适用条件及选型原则	10
2.1.3 重力式水泥土挡墙的破坏形式	13
2.2 重力式水泥土挡墙设计计算	18
2.2.1 重力式水泥土挡墙设计原理与设计参数	18
2.2.2 水泥土的主要物理力学指标（设计基本参数）	20
2.2.3 被动区加固土层物理力学指标的确定	22
2.3 重力式水泥土挡墙设计步骤	23
2.3.1 稳定性验算	23
2.3.2 应力验算	26
2.3.3 格栅面积计算	28
2.3.4 墙体变形计算	28
2.4 重力式水泥土挡墙案例剖析与训练	30
2.4.1 重力式水泥土挡墙案例剖析	30
2.4.2 重力式水泥土挡墙手算部分的训练	40
2.4.3 重力式水泥土挡墙电算部分的训练——理正软件的应用技巧	40
2.5 重力式水泥土挡墙施工要点与质量检测	47
2.6 重力式水泥土挡墙常见的工程问题	48



第3章 排桩式围护结构设计与施工	51
3.1 排桩式围护结构概述	51
3.2 排桩式围护结构支撑的布置原则及方案选型	53
3.3 排桩式围护结构设计要点及步骤	70
3.4 排桩式围护结构案例剖析与训练	71
3.5 排桩式围护结构计算训练	103
3.5.1 排桩式围护结构手算	103
3.5.2 电算部分的训练一	115
3.5.3 电算部分的训练二	133
3.5.4 电算部分的训练——理正软件的应用技巧	144
3.6 排桩式围护结构常见的工程问题及处理措施	156
第4章 排水固结法设计与施工	157
4.1 排水固结法概述	157
4.2 排水固结法的原理及目的	158
4.2.1 排水固结法的基本原理	158
4.2.2 排水固结法加固原理	159
4.2.3 应用排水固结法的目的	160
4.3 排水固结法设计要点	162
4.4 排水固结法设计步骤	163
4.4.1 堆载预压法设计步骤	163
4.4.2 真空预压法设计步骤	169
4.5 排水固结法设计案例剖析	169
4.5.1 总体思路简介	169
4.5.2 案例设计依据	171
4.5.3 案例中地基处理计算	171
4.5.4 大面积堆载地面沉降计算	185
4.5.5 堆载整体稳定计算	186
4.5.6 排水固结法案例计算	188
4.6 排水固结法施工观测与质量检测	192
4.7 排水固结法施工与注意事项	193
4.7.1 排水固结法的施工	193
4.7.2 排水固结法施工的注意事项	199
附录A 重力式水泥土挡墙案例训练——手算	203
附录B 重力式水泥土挡墙案例训练——电算	210
B.1 围护结构剖面1—1的电算	210
B.2 围护结构剖面4—4的电算	216
参考文献	230



第1章

绪论

实训课程是土木工程专业十分重要的实践性教学环节，是将所学的相关课程的知识加以综合性地运用，是对学生掌握专业知识程度进行综合性评价的一门课程。因此设置实训课程的目的是加强学生对所学知识的理解，通过真实的案例培养学生综合分析问题的能力和运用基础理论知识解决实际工程问题的能力，为完成毕业设计打下基础，也有助于学生毕业后能尽快进入“工程角色”。

岩土工程实训课程是土木工程专业课程中一个很重要的实训模块，是应用型本科院校的土木工程专业高年级学生的必修课程之一。岩土工程实训课程是对工程地质、土力学、基础工程和地基处理四门课程知识的综合运用，将大大加强学生分析和解决实际问题的能力，提升学生的工程师思维能力和工程师素养。本书依据 51 个学时的教学计划而编写，包括 34 学时的理论讲授和 17 学时的上机指导。理论部分包括三个类型的任务，该部分不但要求学生具有良好的岩土方向专业知识，还应具有较好的材料力学、结构力学和钢筋混凝土专业知识；上机部分包括应用软件的建模、计算和分析。

1.1 实训课程的意义

在国家基础设施建设（高速公路、围海造地等）大规模开展的情况下，工程界对土木专业的学生提出了更高的要求，而岩土工程方向的课程体系显得相对落后。为了与经济发展、社会需求相适应，高年级课程中设置了岩土工程实训课程，从而帮助学生尽早接触实际工程，体会常规课程设计与实际工程的联系与区别。

1.2 岩土工程实训与课程设计的区别

岩土工程实训课程包含基坑工程勘测、围护结构设计、地基处理、基坑工程施工、基坑稳定性验算等。实训内容都是以实际的工程案例为背景并结合了规范和经验，因此实训课程比课程设计综合性更强。通过实训课程的学习，学生能提高学习的兴趣，对相关理论知识有直接的认识，从而能够理解和掌握理论知识。

1.3 本书内容安排思路

本书主要以案例为主，设计基坑围护方案。基坑工程的实践性很强，工程类比和工程经



验在基坑围护工程的设计和施工中起着非常重要的作用。为了便于学生更好地理解和学习岩土工程实践的内容,本书的工程实例以岩土工程案例类型展开,其中包括重力式水泥土挡墙的设计与施工、排桩式围护结构的设计与施工、排水固结法处理地基。

1. 重力式水泥土挡墙的设计与施工

本书第2章以重力式水泥土挡墙展开。该章案例中基坑开挖深度4.9~5.5m,局部6.2m,地基土质主要是淤泥质土,基坑支护结构采用重力式水泥土挡墙。重力式水泥土挡墙作为一种支护结构形式,是依靠墙体自重、墙底摩阻力和墙前坑底被动区的水土压力(被动区土体抗力),来满足水泥土挡墙的抗倾覆稳定、抗滑移稳定等的要求。

重力式水泥土挡墙是基坑支护结构。基坑支护是在基坑工程中确保主体建筑基坑本身的土体稳定及确保周围建筑物、地下设施及管线、道路的安全与正常使用。对于基坑开挖是否采用支护结构以及采用何种支护结构,应根据基坑周边环境、主体建筑物、地下结构的条件、开挖深度、工程地质和水文条件、施工作业设备、施工季节等条件,因地制宜地按照经济、技术、环境综合确定。

2. 排桩式围护结构设计施工

本书第3章以排桩式围护结构设计施工展开。由于地下连续墙工程浩大,所以有的基坑支护开始采用排桩支护。排桩支护一般采用冲孔、钻孔灌注桩,较多的是采用钻孔灌注桩。桩与桩之间有疏排布置与密排布置两种,为降低造价和施工方便,目前多数采用桩与桩疏排布置方案。第3章案例基坑普遍开挖深度为13.99m,最大挖深15.49m,为深基坑,深基坑的支护形式采用排桩(钻孔灌注桩)结合三道内支撑。

排桩式围护结构是深基坑支护常使用的方式。随着高层建筑的发展,绝大多数高层建筑的基础埋置深度越来越深,深基坑施工也就成为高层建筑和超高层建筑施工中一个突出的问题,而深基坑的挡土支护结构又是深基坑施工的关键。当前在深基坑支护方面已经积累了丰富的实践经验,理论与实践正趋向成熟。深基坑支护形式总体上分为挡土构件(排桩或地下连续墙)结合内支撑系统的形式和围护墙结合锚杆的形式。

3. 排水固结法

本书第4章以排水固结法技术与施工展开。排水固结法即地基处理法之一。地基处理在岩土工程领域是一门较新的学科,它的主要目的在于提高地基承载力,减少建筑物的沉降、保证上部结构的安全和正常使用。

排水固结法适用于对软土地基加固处理,它使地基沉降在加载预压期间部分或基本完成,减少建筑物在使用期间的沉降和沉降差,也可提高地基承载力。排水固结法是由排水系统和加压系统两个部分组成。近几年来,排水系统采用塑料排水带和袋装砂井的较多,加压系统中采用堆载预压和真空预压法的较多。

第4章案例中的中心建筑因周围有10~11m的填土附加在软土地基上,可视为排水固结法中堆载预压。案例中应对地基处理进行计算。通过案例学习,学生应对地基处理法中排水固结有更深入的了解。

1.4 规范的应用

应用规范前,须透彻理解规范条文,须理解其制定的目的。要明白规范条文都有一定的使

用范围,不是在任何情况下都能采用。某些情况下个别规范条文,即使其是强制性条文,也可能无法执行。设计者对于规范条文的正确的理解和应用是非常重要的。如果错误地理解和应用了规范,轻则导致设计浪费,重则导致安全问题。应用规范时,应注意以下几个问题。

1. 禁忌盲目地套用规范中的公式

在计算重力式挡土墙土压力时,有无限范围和有限范围两种填土边界条件。边界条件不同,主动土压力计算系数 K_a 不同。在计算时应首先确定边界条件是无限范围填土还是有限范围填土,再根据边界条件选用主动土压力计算系数 K_a ,不能盲目套用公式。

2. 禁忌不注意规范所给范围的合理使用

由于地基基础的复杂性,相关的规范中常给出一些规范值。例如,在 JGJ 94—2008《建筑桩基技术规范》中,第 4.1.1 条规定了灌注桩的配筋率应用的范围,表 5.2.5 列出了承台效应系数,表 5.3.5-1 列出了极限侧阻力标准值。对这些范围值的选取,应注意:对规范有明确说明的应理解意义后选用;规范没有说明的或说明不全面的应综合分析。

3. 桩的极限侧阻力和桩的极限端阻力的取值

在 JGJ 94—2008《建筑桩基技术规范》中,表 5.3.5-1、表 5.3.6-1 分别给出了桩的极限侧阻力和干作业挖孔桩极限端阻力标准值的参考范围,但如何选取规范却没有说明。在具体工程中,桩的极限侧阻力和桩的极限端阻力选取时应分析影响其发挥的因素,根据主要影响因素选择范围值。其中两个主要影响因素是土的状态和深度。桩的极限侧阻力、极限端阻力和土的状态有关,土状态越好发挥值越高。对于土的状态,该规范给出了范围值,应对应土的状态差异,选取桩极限侧阻力和极限端阻力的高低值。在土状态接近的情况下,埋置越深,桩的极限侧阻力和极限端阻力发挥值越高,计算时取范围值的高值。

1.5 文献检索与应用

一般常用的中文数据库包含中国知网、维普、万方、读秀等。英文数据库有 ASCE 美国土木工程师学会、EI 工程索引、Scopus 文摘引文、Springer 电子期刊数据库、Web of Science-SCIE 科学引文索引、Web of Science-SSCI 等。

在完成岩土实训课程时进行文献检索,一方面,有助于提高岩土课程知识的了解;另一方面,可以培养学生查阅各种资料和规程规范的能力,为完成毕业设计打下坚实的基础。

1.6 文献的分类及文献检索的作用与途径

1.6.1 文献的分类

文献资料是知识和信息的载体,主要指书刊、杂志,此外还有胶卷、录像带、录音带、光盘和互联网。

(1) 文献的相关概念

1) 文献类型和标识代码:普通图书 [M]、会议录 [C]、汇编 [G]、报纸 [N]、期刊 [J]、学位论文 [D]、报告 [R]、标准 [S]、专利 [P]、数据库 [DB]、计算机程序 [CP]、电子公告 [EB]、数据集 [DS]、舆图 [CM]、其他 [Z]。

2) 电子资源载体类型和标识代码: 联机网络 [OL]、光盘 [CD]、磁带 [MT]、磁盘 [DK]。

(2) 参考文献格式

1) 专著、论文集、学位论文、报告

格式: [序号] 主要责任者. 文献题名 [文献类型标识]. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码 (可选).

例: [1] 刘国钧, 陈绍业. 图书馆目录 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1957: 15-18.

2) 期刊文章

格式: [序号] 主要责任者. 文献题名 [J]. 刊名, 年, 卷 (期): 起止页码.

例: [1] 何龄修. 读顾诚《南明史》[J]. 中国史研究, 1998, (3): 167-173.

[2] OU J, Wu B, SOONG T T, et al. Recent advance in research on applications of passive energy dissipation systems [J]. Earthquake Engineering & Engineering Vibration, 1997, 38 (3): 358-361.

3) 论文集集中的析出文献

格式: [序号] 析出文献主要责任者. 析出文献题名 [文献类型标识]//原文献主要责任者 (可选). 原文献题名. 出版地: 出版者, 出版年: 起止页码.

例: [1] 钟文发. 非线性规划在可燃毒物配置中的应用 [C]//赵炜. 运筹学的理论与应用——中国运筹学会第五届大会论文集. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1996: 468.

4) 报纸文章

格式: [序号] 主要责任者. 文献题名 [N]. 报纸名, 出版日期 (版次).

例: [1] 谢希德. 创造学习的新思路 [N]. 人民日报, 1998-12-25 (10).

5) 电子文献. [文献类型标识/载体类型标识] 及其含义举例如下;

[A/OL]	网上报告
[J/OL]	网上期刊
[EB/OL]	网上电子公告
[M/CD]	光盘图书
[DB/OL]	网上数据库
[DB/MT]	磁带数据库

格式: [序号] 主要责任者. 电子文献题名 [文献类型标识/载体类型标识]. 出版地: 出版者, 出版年: 引文页码 (更新或修改日期) [引用日期]. 获取和访问路径. 数字对象唯一标识符.

例: [1] 中国互联网络信息中心. 第 29 次中国互联网络发展现状统计报告 [R/OL]. (2012-01-6) [2013-03-26]. <http://www.cnnic.net.cn/hlwfzyj/hlwxbg/201201/P020120709345264469680.pdf>.

1.6.2 文献检索的作用

1. 借鉴其他学者的成果

通过查阅文献资料, 可以了解其他学者在同一领域已经做了哪些工作, 取得了哪些成果, 还有那些问题没有解决。这样, 可以在已有成果的基础上制定自己的科研目标和研究方

案,使研究工作有创新性,避免重复别人已做过的工作。

2. 了解该领域当前的研究动态

自己要进行的研究,可能有人也在进行。通过文献资料的查阅,可以直接或间接地了解到目前何处、何单位、何人以何种方式正在研究,以便有目的地进行交流,进行广泛合作或者友好竞争。

3. 扩大知识面

学生进行岩土工程实训,要综合运用各种知识去解决实际问题,完成所布置的设计任务。一开始,学生往往不知从何处着手故需要有一个过渡过程,这个过渡过程可在教师的指导下进行,而查阅文献对完成这一过程是非常有帮助的。通过文献阅读,学生们还可以进一步扩大知识面,提高设计效率。

1.6.3 文献检索的途径

文献检索途径包含书名或篇名、作者姓名、文献序号、分类、主题词、关键词等。以下用中文、英文数据库检索“重力式水泥土挡墙”。

1. 中国知网数据库检索

(1) 文献检索 打开网址 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbprefix=SCDB>,进入文献高级检索页面,输入主题词“重力式水泥土挡墙”,匹配为“精确”,单击“检索”按钮,结果显示共13篇,如图1-1所示。



图 1-1 主题词为“重力式水泥土挡墙”的“精确”匹配的所有文献结果

(2) 期刊检索 打开网址 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbprefix=CJFQ>,进入期刊高级检索页面,输入主题词“重力式水泥土挡墙”,匹配为“精确”,单击“检索”按钮,结果显示共8篇,如图1-2所示。

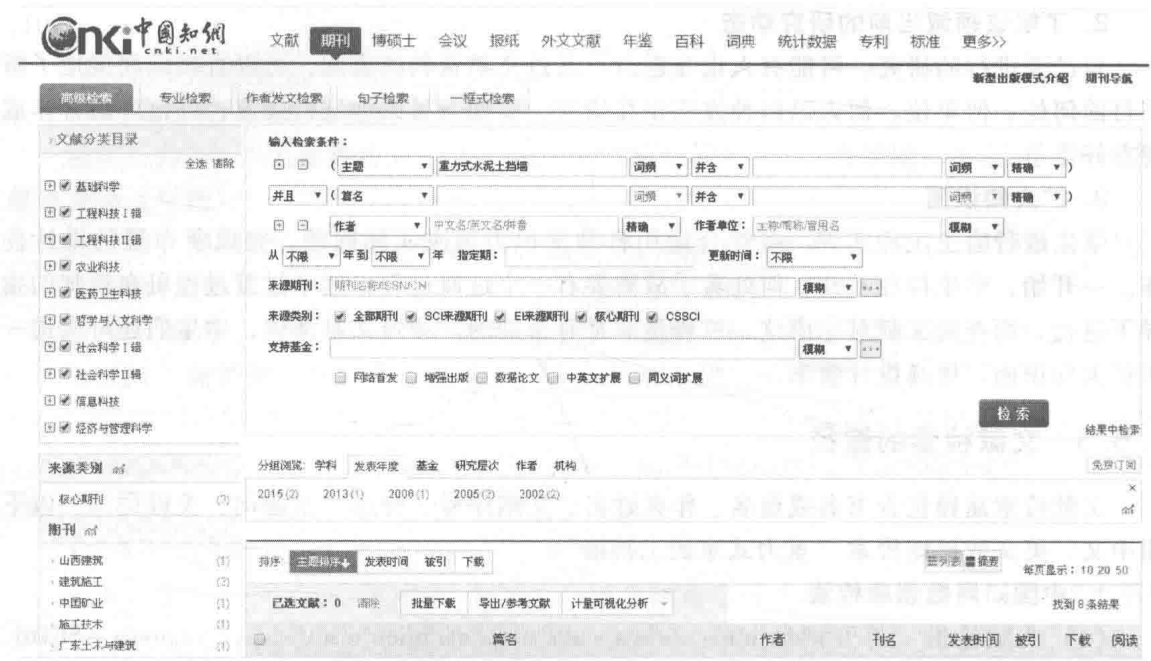


图 1-2 主题词为“重力式水泥土挡墙”的“精确”匹配的所有期刊结果

(3) 硕博论文检索 打开网址 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbprefix=CD-MD>, 进入期刊高级检索页面, 输入主题词“重力式水泥土挡墙”, 匹配为“精确”, 单击“检索”按钮, 结果显示共 5 篇, 如图 1-3 所示。



图 1-3 主题词为“重力式水泥土挡墙”的“精确”匹配的所有硕博论文结果

2. Web of Science 数据库检索

打开网址 <http://www.webofknowledge.com>, 进入登录界面 (图 1-4), 再输入账号密码进入检索页 (图 1-5) 或通过学校图书馆入口直接进入检索页, 输入主题 “gravity cement soil wall”, 单击 “检索” 按钮, 结果显示共 17 篇, 如图 1-6 所示。

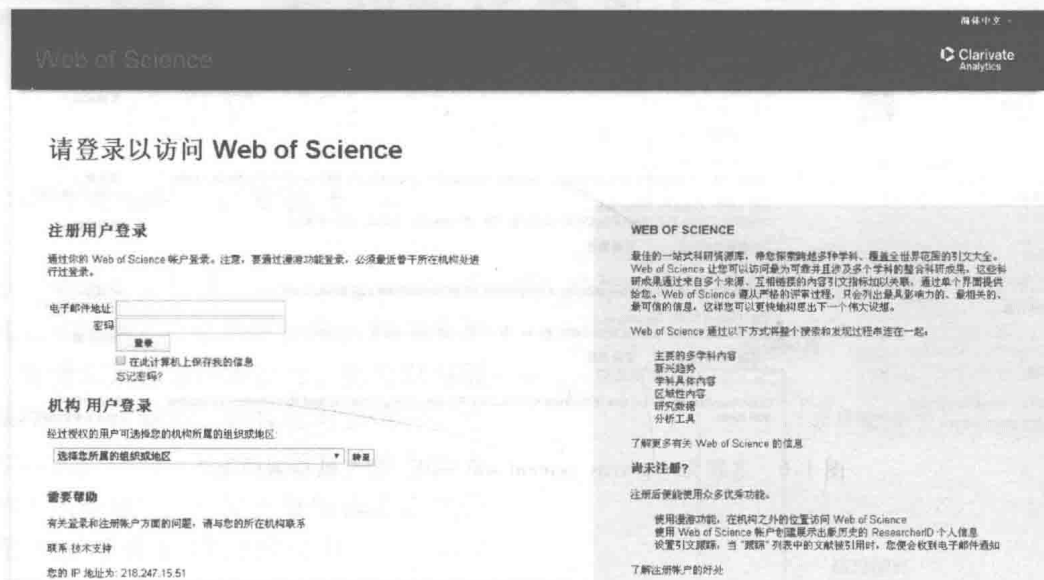


图 1-4 Web of Science 登录界面



图 1-5 Web of Science 检索页

Web of Science

Clarivate Analytics

检索

我的工具 检索历史 标记结果列表

检索结果: 17
(来自 所有数据库)

您的检索: 主题: (gravity cement soil wall) ...更多内容

排序方式: 出版日期 (降序)

第 1 页, 共 2 页

选择页面 保存至 EndNote online 添加到标记结果列表

创建引文报告 分析检索结果

精炼检索结果

在以下数据库内检索...

出版年
2016 (4)
2012 (3)
2011 (3)
2015 (2)
2007 (1)
更多选项/分类...
研究领域
SCIENCE TECHNOLOGY (17)
SOCIAL SCIENCES (5)

精炼

1. Seismic Distress of Broken-Back Gravity Retaining Walls
作者: Sadrekarimi, Abouzar
JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING 卷: 143 期: 4 文献号: 04016119 出版年: APR 2017
出版商处的全文 查看摘要
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

2. Selection, production, and testing of scaled reinforced concrete models and their components
作者: Laefer, Debra F.; Ertikal, Aykut
CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS 卷: 126 页: 398-409 出版年: NOV 15 2016
出版商处的全文 查看摘要
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

3. Feasibility study of copper slag as a structural fill in reinforced soil structures
作者: Prasad, P. S.; Ramana, G. V.
GEOTEXTILES AND GEOMEMBRANES 卷: 44 期: 4 页: 623-640 出版年: AUG 2016
出版商处的全文 查看摘要
被引频次: 4 (来自所有数据库)
使用次数

4. Experimental Study on the Influence of Drillhole Roughness on the Pullout Resistance of Model Soil Nails
出版商处的全文 查看摘要
被引频次: 0 (来自所有数据库)
使用次数

图 1-6 主题为“gravity cement soil wall”的文献检索结果

重力式水泥土挡墙围护 结构设计及施工

重力式水泥土挡墙 (gravity cement-soil wall) 是指由水泥土桩相互搭接成格栅或实体的重力式支护结构^①。它既可以单独作为支护结构, 在受到某种条件限制时, 也可以与混凝土灌注桩、预制桩、钢板桩等相结合, 形成组合式支护结构, 还可以作为其他支护方式中的止水帷幕^②。水泥土桩按施工方法分为水泥土搅拌法形成的搅拌桩^③ (cement deep mixing) 和高压喷射注浆法形成的旋喷桩^④ (jet grouting)。在基坑支护结构中, 较多地使用搅拌桩。典型支护结构剖面图如图 2-1 所示。

重力式水泥土挡墙最大限度地利用了原地基土,不需内支撑便于土方开挖和地下室施工,材料和施工设备单一,且施工时无侧



-

向挤出、无振动、无噪声和无污染,对周边建构筑物影响小,20世纪90年代广泛应用于上海、浙江、江苏、福建等沿海各地单层地下室的软土基坑工程中。水泥土挡墙具有止水和支护的双重作用,但由于无支撑,变形较大。与其他支护方式相比,重力式水泥土挡墙具有以下优点:

- 1) 施工操作简便、成桩工期短,造价较低,且施工时无振动、无噪声、无泥浆废水污染。
- 2) 基坑开挖时一般不需要支撑拉锚。
- 3) 因墙体隔水防渗性能良好,坑外不需要设井点降水^①,基坑内外可以有水位差,且坑内干燥整洁,空间宽敞,方便后期结构施工。

2.1.2 重力式水泥土挡墙的适用条件及选型原则

1. 重力式水泥土挡墙的适用条件

(1) 地质条件 国内外大量试验和工程实践表明,随着施工设备能力的提高,水泥土桩除适用于加固淤泥质土、含水量较高而地基承载力小于120kPa的黏土、粉土、砂土等软土地外,还广泛地应用于砂土及砂质黏土等较硬的土质。但当用于泥炭土,或土中有机质含量较高,酸碱度pH值小于7,初始抗剪强度很低(20~30kPa),或土中含伊利石、氯化物、水铝石英等矿物及地下水有侵蚀性时,应慎重对待,并宜通过试验确定其适用性。对于场地地下水受江河潮汐涨落影响或其他原因而存在地下水位变动时,宜对成桩的可行性做现场试验。

(2) 适用的基坑开挖深度 对于软土基坑,支护深度不宜大于6m;对于非软土基坑,支护深度达10m的重力式水泥土挡墙(加劲水泥土挡墙、组合式水泥土挡墙等)也有成功的工程实践案例。重力式水泥土挡墙的侧向位移控制能力较弱,基坑开挖越深,面积越大,墙体的侧向位移越难控制。在基坑周边环境要求较高的情况下,开挖深度应严格控制。

2. 重力式水泥土挡墙的选型原则

基坑工程中,首先应了解场地的工程地质条件和水文地质条件,了解主要土层的工程特性和地下水的性质,了解重力式水泥土挡墙的使用范围和适用条件;然后结合重力式水泥土挡墙支护结构的变形特点及破坏形式,确定具体工程需要解决的主要问题;最后根据基坑规模、周边环境条件、施工荷载等因素,本着“因地制宜、经济合理、施工方便”的原则,根据工程的实际情况,对基坑工程进行初步的总体规划和选型。重力式水泥土挡墙支护结构的选型主要包括成桩设备、喷浆设备的选择以及水泥土挡墙平面布置、竖向布置等内容。

3. 重力式水泥土挡墙的选型

重力式水泥土挡墙是采用搅拌桩、高压喷射注浆等施工设备将水泥等固化剂和地基土强行搅拌,而形成的连续搭接的水泥土柱状加固体挡墙。重力式水泥土挡墙的选型包括成桩设备的选型、平面布置的选型、竖向布置的选型三个方面。

(1) 成桩设备的选型 水泥土的搅拌喷浆的成桩(墙)设备,一般有搅拌桩机、旋喷桩机和旋喷搅拌桩机。国内常用成桩(墙)设备及其特点见表2-1。

① 井点降水指的是人工降低地下水位的一种方法。该法是在基坑开挖前,在基坑四周埋设一定数量的滤水管(井),利用抽水设备抽水使所挖的土始终保持干燥状态。对于软土地区而言,其渗透系数小,排水作用时间很长,如无水平的夹砂层采用此法很难奏效,使用前应慎重考虑。

表 2-1 国内常用成桩（墙）设备及其特点

设备名	特点及适用范围
单轴、双轴搅拌桩机	1. 成桩直径为 500~700mm,较为均匀;成桩桩长较短,约为 15~20m 2. 设备功率较小,适合用于标准贯入锤击数小于 15 击的软土、填土、松散的粉细砂等土层中 3. 轴杆较细,在长桩中其垂直度难以控制 4. 一般适用于单层地下室等挖深不大的中小型基坑工程
三轴搅拌桩机	1. 成桩直径可达 850~1200mm,桩身强度较为均匀 2. 成桩桩长较长,可达 30m 以上 3. 设备贯入土层的能力较强,适合用于标准贯入锤击数小于 25 击的土层中 4. 设备较大,成桩垂直度好,相邻桩的搭接有保证 5. 一般适用于 2 层以上地下室等挖深较大的中大型基坑工程
旋喷桩机	1. 成桩直径可达 500~1200mm,桩身直径并非十分均匀,形成的水泥土挡墙具有足够的搭接长度 2. 垂直度较易控制,一般成桩桩长不受限制 3. 大部分土层中均可成桩 4. 设备较小,对施工场地的空间要求不高 5. 造价较高,一般用于止水帷幕、接桩及水泥土挡墙的施工缝连接处

根据搅拌机械搅拌轴的数量不同，主要有单轴、双轴、三轴三类。国外搅拌机械搅拌轴的数量还有四轴、六轴、八轴，能搅拌形成块状大型截面，而且单搅拌轴同时做垂直向和横向移动还能形成连续一字形大型截面。旋喷桩机根据喷射方法的不同，可分为单管喷射法、二重管法、三重管法。

此外，搅拌桩还分加筋和非加筋。目前我国除 SMW[⊖]工法为加筋工法外，其余各种工法均为非加筋工法。

(2) 平面布置的选型 典型的重力式水泥土挡墙平面布置，一般有壁状布置、锯齿形布置、格栅状布置等形式。如图 2-2 所示，其特点见表 2-2。

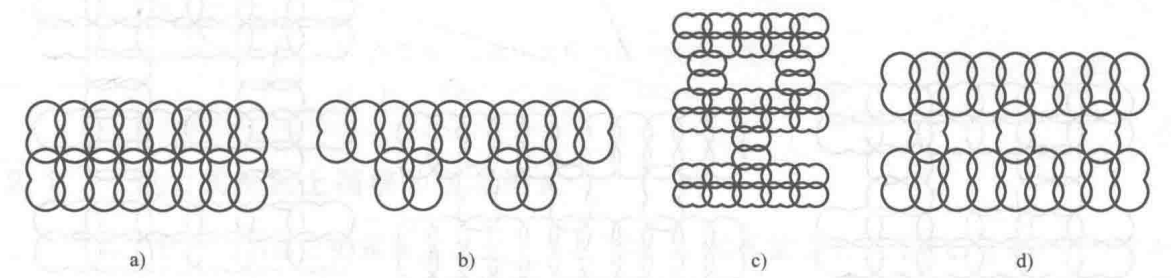


图 2-2 重力式水泥土挡墙的平面布置
a) 壁状支护结构 b) 锯齿形支护结构 c)、d) 格栅状支护结构

⊖ SMW 即型钢水泥土搅拌墙 (Soil Mixed Wall) 是指连续套接的三轴水泥土搅拌桩内插入型钢而形成的复合挡土隔水结构。