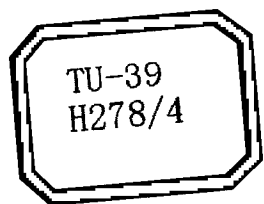


建设行业系统继续教育培训教材

建筑新技术



黄河水利出版社



建设行业系统继续教育培训教材

建筑新技术

河南省建设教育协会 编

黄河水利出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑新技术/河南省建设教育协会编. —郑州: 黄河水利出版社, 2003. 12

ISBN 7-80621-748-7

I. 建... II. 河... III. 建筑工程—新技术
IV. TU-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 107305 号

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话及传真: (0371) 6022620

E-mail: yrcp@public. zz. ha. cn

承印单位: 河南友爱印务有限公司

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 20.125

字数: 460 千字

印数: 1—4 000

版次: 2003 年 12 月第 1 版

印次: 2003 年 12 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-80621-748-7/TU·38

定价: 38.00 元

出 版 说 明

2001年河南省建设教育协会受河南省建设厅人教处的委托,组织编写了河南省建设行业系统继续教育培训教材,该教材出版以来,在建筑施工企业继续教育培训中发挥了重要作用,但也存在一定的不足。我们在总结前一套教材的基础上,结合广大读者在使用中的意见和建议,按照科学性、先进性、针对性、实用性、可操作性的原则,补充修订并重新编写了《建筑新技术》、《建筑施工验收新规范应用指南》和《建筑新材料》等教材。本次出版的《建筑新技术》由李倩修订,《建筑施工验收新规范应用指南》由王辉、王晓慧修订,《建筑新材料》由李林、徐宏峰修订,其中第八章由袁永明修订,封面效果图由河南省建筑设计研究院提供。在此,对河南省建筑设计研究院和参与编写和修订的专家教授一并表示衷心的感谢。由于我们的水平有限,本教材有不妥之处,请批评指正。

编 者

2003年12月

目 录

第一章 深基坑支护技术	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 深基坑支护技术内容	(8)
第二章 高强、高性能混凝土技术	(56)
第一节 概述	(56)
第二节 高强高性能混凝土的技术内容	(58)
第三章 高效钢筋和预应力混凝土技术	(74)
第一节 高效钢筋	(74)
第二节 钢筋焊接网技术	(84)
第三节 预应力混凝土技术概况	(86)
第四节 预应力混凝土技术简介	(90)
第四章 粗直径钢筋连接技术	(105)
第一节 钢筋连接技术概述	(105)
第二节 粗直径钢筋焊接技术	(106)
第三节 钢筋的机械连接技术	(114)
第五章 新型模板与脚手架应用技术	(125)
第一节 新型模板应用技术	(125)
第二节 新型脚手架应用技术	(136)
第六章 建筑节能和新型墙体应用技术	(143)
第一节 概述	(143)
第二节 建筑节能的基本方法	(145)
第三节 节能门窗技术	(157)
第四节 其他节能措施简介	(164)
第七章 新型建筑防水和塑料管应用技术	(180)
第一节 新型建筑防水技术	(180)
第二节 建筑屋面防水技术应用	(187)

第三节 塑料管应用技术	(204)
第八章 建筑钢结构技术	(234)
第一节 概述	(234)
第二节 钢结构用高效钢材	(235)
第三节 钢结构的连接技术	(241)
第四节 钢结构建筑及钢—混组合结构	(251)
第九章 大型构件与设备吊装技术	(265)
第一节 概述	(265)
第二节 大型构件与设备吊装技术应用	(269)
第十章 企业计算机应用和管理技术	
第十一章 装饰工程中室内环境污染的防控	(307)
第一节 室内环境污染概况	(307)
第二节 常见污染物来源及危害	(309)
第三节 民用建筑工程室内环境污染防治	(311)

第一章 深基坑支护技术

第一节 概 述

二十世纪八十年代以前,受建筑结构形式的限制,大多数工程的基坑开挖较浅,采用放坡和钢板桩支护即可满足施工需要。但是随着高层建筑的发展、地下空间的开发利用、地下立体交通工程的建设等,基坑的开挖深度、广度越来越大,传统的基坑施工方式已经不能满足工程建设的要求。因此,深基坑开挖与支护技术的开发与应用已日益成为当今工程技术领域急需解决的重要课题。

一、基坑工程的发展概况

随着我国高层建筑及市政公共建筑的发展,基础施工中的基坑开挖向着大面积、大深度的方向发展,基坑工程动土方量大、施工难度高、难点多、占用工程总造价偏大。在工程施工中,它既涉及土力学中的强度和稳定问题,还包含有变形问题,同时还涉及到土与支护结构的共同作用。基坑工程作为地下工程施工中一个综合性的、技术复杂的、实践性很强的地基基础领域的难点、热点问题,日益成为技术行政主管部门、建设单位、设计、施工单位、工程监理单位以及涉及该领域的专家学者、工程技术人员关注的焦点,并逐步形成地基基础领域的一门专门学科——基坑工程学。

1. 基坑工程的组成

典型基坑工程是由地面向下开挖的一个地下空间,用来容纳建筑基础的一项建筑分项工程。其施工方法主要有开挖和支护系统两大工艺体系,其中以放坡大开挖的方法最为经济和方便,在空旷地区应优先采用。但是,随着建筑密度的增大,建筑场地受到了局限,当基槽平面以外没有足够的空间安全放坡时,就必须采用附加结构体系的开挖支护系统,以保证施工的顺利进行。因此,基坑支护技术的工程应用比重愈来愈大,规范要求也愈来愈严格。

2. 基坑工程的特点

(1)基坑工程正向深度、大面积方向发展,并经常在密集度高的建筑群中施工。由于施工场地狭小,为保护其他已有建筑物的安全,不能采用放坡大开挖的方式施工。因此,对基坑稳定和位移控制的要求很严。在复杂地质情况下,如软土、高地下水位等条件下开挖,很容易发生事故。

(2)基坑工程造价较高,又因其临时性工程的属性,安全性易被忽视。

基坑工程一般为建筑工程中的临时性工程,尤其是基坑支护结构作为地下结构施工

期间的临时结构,人们在工程建设中往往不愿投入较多的资金,从而造成其工程设计安全度偏低;可是,当出现工程事故时,却往往会造成十分严重的经济损失和不良的社会影响。

(3)基坑工程影响因素多,不确定性大。

基坑工程设计和施工中的影响因素很多,它是与众多因素相关的综合技术。如:场地勘探、基坑设计、开挖、施工、监测、施工现场管理、相邻场地施工的相互影响等。地面以下隐蔽工程,常常需要经历多次降水、周边堆载、振动、施工不当及其他一些不可预测因素的影响,并且许多因素是突发的,不可预见的。

3. 基坑工程事故原因

基坑事故的主要原因有以下几个方面:

(1)设计不当引发的事故:如支护系统强度不够,引起边坡滑移、变形加大,导致周围建筑物开裂。

(2)施工不当引发的事故:内支撑未及时施工到位,锚杆深度不够,防水帷幕失效,深层淤泥中土方开挖失控,引起工程桩严重倾斜偏位,桩基失效等。

(3)地下水处理不当引发的事故:如基坑底封闭不严,管涌、承压水上涌造成破坏;防渗帷幕或锚杆深度不够,导致坑壁或沿锚孔漏水析土引起建筑物开裂破坏;软岩、老粘性土或非饱和土受水浸润,强度大幅度降低,土压力增大,使得支护桩承载力不足造成失稳。

由上可见,要提高我国深基坑工程的设计和施工水平,减少工程事故,提高其安全度和经济性,必须从多方面着手,如完善市场管理,加大执法力度,编制和大力推广应用行业规范和地方规范,建立、完善工程申报审批制度,重视设计方案的审查及施工中的监测工作,在施工中全面贯彻设计要求,做到设计、施工、监理密切配合,以确保基坑工程的安全施工。

二、基坑支护技术的基本内容

(一)基坑支护技术的发展

基坑支护是保证地下结构施工及基坑周边环境安全,对基坑侧壁采取的支挡、加固与保护措施。支护系统一般由两部分组成,即:挡土结构和支撑结构;其中支撑系统又可分为内支撑和外锚固两大类。

基坑支护技术由二十世纪七十年代的浅基坑常采用的放坡和钢板支护,发展到二十世纪八十年代广泛采用混凝土护坡桩加锚杆或内支撑方法,其中常用的有地下连续墙技术、锚杆技术、土钉墙技术等,使得挡土与截止渗流同步完成,解决了基坑开挖造成周围地面和建筑物的下沉问题,扩大了地下空间的利用范围,提高了施工速度,降低了工程造价。土钉墙技术等的应用,使得基坑开挖深度得到了很大的提高,从早期 8m 以内发展到现在的 20m 左右,极大的满足了高层建筑的发展需要。近年来出现的复合土钉墙技术,即将土钉墙技术与搅拌桩、旋喷桩或预应力锚杆等结合起来,使得土钉墙技术在深基坑

中应用及垂直土钉墙成为可能,并改善了土钉墙支护型式变形大的缺陷。

二十世纪八十年代左右,基坑支护结构的设计计算一般仍采用土力学极限平衡的经典计算方法,如桩墙结构计算中的静力平衡法和等值梁法等。由于基坑支护工程中岩土问题的复杂性和对变形的严格要求,这些方法已难以适应既安全又经济的要求。目前国内在工程中较为常用的是弹性杆系有限元法、弹性支点法等原理。计算机技术的发展,也为岩土工程计算理论和方法提供了更大的方便。在 windows 等操作平台下开发出的一些基坑支护设计计算软件,运行速度快,操作简单易学,为不同支护方案的优化比较提供了方便的工具,提高了计算精度,保证了设计方案的准确性、合理性。

(二) 基坑支护结构的基本型式

随着基坑支护技术在施工操作、安全、经济等方面要求的提高和技术科技含量的不断提升,实际工程中采用支护结构形式也越来越多。常用的有:各种类型的桩、地下连续墙、锚杆、混凝土支撑或钢支撑、土钉、喷射混凝土护面、搅拌桩、钢板桩、SMW 工法、土体加固等方法。为了在基坑支护工程中做到技术先进、经济合理,确保基坑施工周边安全,应根据施工现场的地质、水文情况,综合考虑建筑设计、施工要求来合理地选择支护结构的形式。

按照支护结构受力特点,可将其划分为以下几种基本类型,见图 1-1。

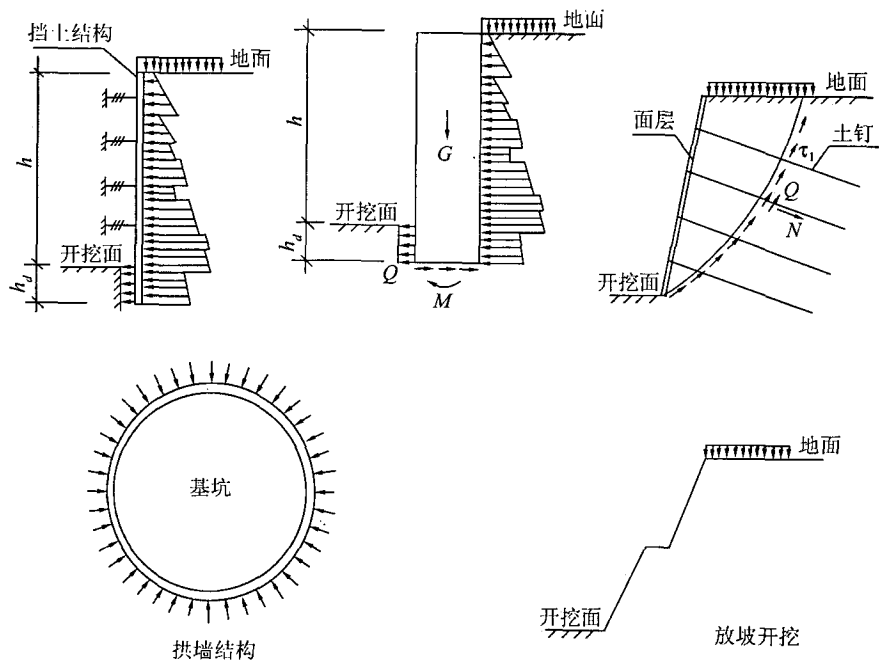


图 1-1 支护结构的五种基本类型

1. 桩墙结构

桩墙结构是在基坑开挖前沿基坑边缘施工成排的桩或地下连续墙,并将其底端伸入到基坑底面以下。若基坑开挖深度比较大或分层开挖,在桩墙结构上可附加支撑系统。其常见表现形式有:

(1)独立桩墙结构:仅靠桩墙来承担土压力,保证基坑边壁的稳定性。适用于含水量小,开挖深度不大,边壁受动荷小的基坑开挖。

(2)桩墙(排桩)——内支撑结构。

当基坑开挖较大或分层开挖时,在基坑内沿桩墙(排桩)表面设置支点,即设置内支撑系统。

(3)桩墙(排桩)——锚杆结构。

为避免内支撑干扰基坑内施工,可采用锚杆技术,将桩墙(排桩)固定在基坑外侧稳定的土体内。见图 1-2 所示。

随着施工技术的发展,目前工程上较流行的地下连续墙——内支撑结构、地下连续墙——锚杆结构、钢板桩——内支撑结构、钢板桩——锚杆结构、SMW 工法等支挡技术,也可以纳入此类结构形式中。

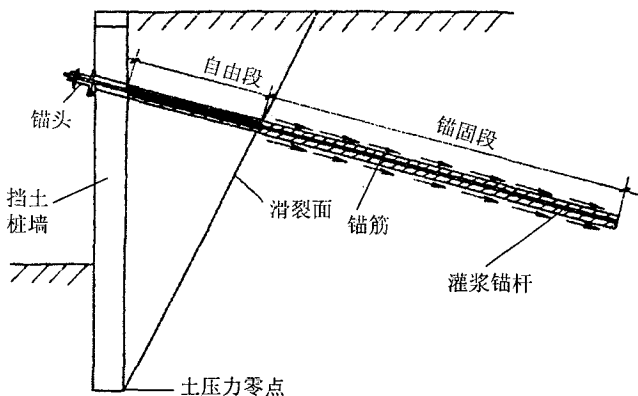


图 1-2 桩墙—锚杆结构示意图

2. 土钉墙技术

土钉墙技术是一种利用经加固后的原位土体来维护基坑边坡土体稳定的支护方法。它是由土钉、钢丝网喷射混凝土面板和加固后的原位土体三部分组成的。如图 1-1 所示。其受力特点是通过斜向土钉对基坑边坡土体的加固,增加边坡的抗滑力和抗滑力矩,以满足基坑边坡稳定的要求。钢管土钉墙、土钉和预应力锚杆等结合的复合土钉墙结构也属于这种类型。

3. 重力式挡墙结构

重力式挡墙结构是在基坑侧壁形成一个具有相当厚度和重量的刚性实体结构,以其重量来抵抗基坑侧壁的土压力,从而满足该结构的抗滑移和抗

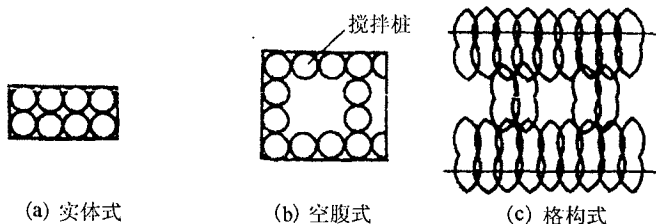


图 1-3 常用的水泥土组合支护型式

倾覆要求。如图 1-3 所示。

这类结构一般采用喷射型深层搅拌桩,将桩体相互搭接形成实体式或格栅式挡墙,具有挡土和止水双重功能。当基坑开挖深度大于 6m 时,可在水泥中加筋,形成加筋水泥土挡墙,甚至可以辅以内支撑或锚杆支护系统,以加大基坑的支护深度。

4. 拱墙结构

拱墙结构是将基坑开挖形成圆形、椭圆形等弧形面,并沿基坑侧壁分层逆作混凝土拱墙,利用拱的作用来抵抗土压力,并充分发挥墙体混凝土的抗压强度,使得墙体厚度较薄,可免去内支撑或锚杆的辅助,降低工程造价。如图 1-1 所示。

(三) 基坑支护工程的特点

1. 临时性

基坑支护结构大多为临时性结构,其作用仅是在基坑开挖和地下结构施工期间保证基坑周围既有建筑物的安全和本工程地下室施工的顺利进行(个别的也可以兼作地下结构的组成部分,成为永久性结构),其有效使用期一般在一年左右,故它的重要性容易被忽视,所以安全隐患较大,处理不当,往往造成工程事故。

2. 技术综合性

基坑支护技术是岩土力学与结构力学问题的结合,且受地质、水文情况、施工技术、方法等因素影响极大,故对从业人员的业务素质要求较高。

3. 不确定性

基坑支护结构在施工中受周边建筑、地下设施及周边地质情况影响较大,这些事先不明确、无法预料的周边条件和地质条件的变化会使基坑支护工程出现突发的工程事故,甚至造成灾难性后果。

(四) 常见支护结构破坏形式

支护结构的破坏或失效形式较多,其任何一种控制条件得不到满足,都有可能造成支护结构的整体破坏或支护功能的丧失。其失效或破坏的主要形式有:

1. 支护结构的整体失稳破坏和土的隆起破坏

主要表现为:

(1) 各种支护结构,由于其下面土的承载力不够,产生沿支护结构底面的滑动面,土体向基坑内滑动,基坑外土体下沉,基底隆起。

(2) 重力式结构自身的抗倾覆或抗滑移能力不够,使其倾覆或向基坑内水平滑移。

(3) 桩墙—锚杆结构滑动面以内土体和支护结构一起滑移失稳。

(4) 土钉墙中土钉拔出,产生边坡整体滑动或土钉与土体一起滑动。

2. 支护结构件的承载力破坏

表现为:

- (1) 支撑和支撑立柱的承载力的破坏。
- (2) 结构各连接件的受压、受剪承载力的破坏。
- (3) 桩或连续墙的受弯、受剪承载力的破坏。
- (4) 土钉或锚杆的抗拔承载力的破坏。

3. 支护结构位移和地面沉降过大

表现为:

(1) 支护结构达到极限承载能力, 土体失稳或过大变形导致支护结构或基坑周边环境破坏。

(2) 支护结构的变形已妨碍地下结构的施工或影响基坑周边环境的正常使用。

(3) 支护结构水平位移导致基坑周围土体产生形变。

(4) 支护结构施工对土的扰动变形, 造成流沙、涌泥、坍孔等现象。

4. 地下水作用下土的渗透破坏

主要表现为: 流土、管涌以及基底下的承压含水层使得较薄的上层隔水土层被顶破而产生的突涌破坏。

1998 年建设部以(1998)200 号文发布了《关于建筑业进一步推广应用 10 项新技术的通知》, 将深基坑支护技术列为重点推广应用的 10 项新技术之一, 本章将在下面内容中重点介绍深基坑支护技术的主要内容。

(五) 基坑支护安全等级、主要支护结构的适应条件

基坑支护安全等级、主要支护结构的适用条件如表 1-1, 表 1-2 所示。

表 1-1 建筑基坑支护安全等级

破坏的影响	影响程度	安全等级
支护结构破坏、土体失稳或过大的变形对基坑周边环境及地下结构施工的影响	很严重	一级
	一般	二级
	不严重	三级

表 1-2 主要支护结构的适用条件

类 型	支护方式及结构	支 护 特 点	适 用 条 件
排桩	悬臂式	钻孔灌注桩、挖孔桩、预制桩、钢板桩、钢筋混凝土板桩、双排桩	适用安全等级二、三级 基坑施工场地狭窄, 无放坡开挖或重力式挡墙需要的宽度, 开挖深度不大, 土质较好, 相邻影响要求不高。在软土中开挖深度不宜大于 5m, 当地下水位高时, 宜采用降水措施

续表 1-2

类 型	支护方式及结构	支 护 特 点	适 用 条 件
	内支撑式 (单层或多层)	上述桩型加钢支撑或 钢筋混凝土支撑(水平 撑、斜撑、角撑或环形撑)	适用安全等级一、二、三级 可用于不同深度的基坑和不同土质条件, 适用于变形控制要求严格的情况,支撑对施 工有一定干扰。对平面尺寸较大、形状复杂 和环境要求严格的基坑,宜采用现浇钢筋混 凝土支撑
	锚固式 (单层或多层)	上述桩型加土锚(或锚 索)预应力或非应力。也 可作锚锭板墙、旋喷土锚 等	适用安全等级二、三级 可用于不同深度的基坑,基坑内无施工干 扰;锚杆需伸入邻近地块,地下要出红线;锚 固段不宜设在灵敏度高的淤泥层内
地下 连续墙	自立式	无支撑和外锚地下连 续墙	适用安全等级一、二、三级 可用作永久性的结构墙体,可采用逆作法 施工做地下室,可用于多层地下室的超深基 坑
	外锚、内撑式	连续墙加内支撑(钢或 钢筋混凝土)、外锚(或 索)	适用安全等级一、二、三级 可用作永久性结构墙体,可采用逆作法施 工做地下室,可用于多层地下室的超深基坑
水泥 土墙	深层搅拌桩墙	深层搅拌桩构成块状、 壁式或格栅式重力式挡 墙。也可配以土锚(旋喷 土锚),稳定性不足时,还 可与钻孔灌注桩构成复 合支护体系	适用安全等级二、三级 可兼做止水帷幕。坑外需要有一定空间 布桩,适用土类较广,但对密实的粉砂和硬 塑粘土不宜采用,地基土承载力不宜大于 150MPa,基坑深度不宜大于 6m。对基坑位 移要求比较高时,不宜采用此法
土钉	可与喷网结合	柔性支护	安全等级二、三的非软土地区 基坑开挖深度不宜大于 12m。地下水高 于基坑底面时,宜采用防水措施

续表 1-2

类 型	支护方式及结构	支 护 特 点	适 用 条 件
其他支 护类型	深度搅拌桩 墙与 内放坡结合	经济适用	安全等级二、三级 适用开挖深度 6m, 软土地区, 可与轻型井 点降水结合使用
	锚锭板墙	钢筋混凝土薄板(400 ~600mm)与土锚结合	安全等级一、二、三级 适用于可塑、硬塑土高边坡 10~20m
	旋喷土锚	与排桩结合使用	安全等级二、三级 适用于用土锚作业技术有困难的软土层 (淤泥土)
放坡			安全等级三级 有足够场地放坡。可以独立使用, 也可以 与其他支护结构结合使用。当地下水位高 于坡脚时, 应当采取降水措施

第二节 深基坑支护技术内容

一、桩墙—内支撑支护技术

1. 桩墙—内支撑支护结构组成

桩墙—内支撑支护结构由桩(排桩)或排桩加止水帷幕、地下连续墙组成的挡土结构和按基坑平面设计的基坑内的支撑结构两部分组成受力体系。如图 1-5 所示。

2. 结构受力特点

桩墙作为挡土墙部分承受基坑侧壁的土压力荷载, 当基坑侧壁桩墙后面有地下水存在时, 还要承受水压力; 基坑周围有建筑物或施工荷载时也会使土压力增加。一般情况下, 桩墙可视作受弯构件, 内支撑通过与桩墙的连接点给桩墙提供支撑反力。严格来说, 桩墙和内支撑应视为一个整体受力结构来承受侧向的土压力、结构自重等各项荷载。

根据支护结构变形的设计要求, 支撑与桩墙的连接可通

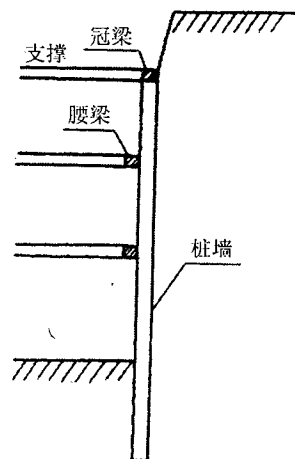


图 1-5 桩墙—内支撑结构剖面示意图

过设置千斤顶对支撑施加预加压力。

3. 使用特点

该结构安全可靠,适用范围较广,当用其他支护型式不能解决问题时,本方法常被使用。在施工中,它也存在有一定的缺点,主要有:

(1)由于支撑设在基坑内部,影响主体地下室的施工。

(2)支撑系统设置的立柱影响底板的施工,使底板在立柱处不能一次浇筑完成,给后期防水处理造成一定难度,易影响建筑防水质量。

(3)基坑土方和支撑施工交叉进行,影响支撑下部的土方开挖,降低挖土效率。

(4)当基坑面积较大时,支撑系统庞大,工程量大,造价高,不经济。

4. 应用时注意事项

(1)混凝土支撑和钢支撑的比较。

混凝土支撑刚度大,变形小,连接点牢固,可根据不同设计尺寸现场浇筑,施工方便;但其拆除工作量大,不能回收后重复利用,且支撑自身施工时间较长。

钢支撑安装和拆除方便,重复利用率高,材料自重小,支撑施工速度较快;但整体刚度小,变形较大,在复杂力作用下易在节点处产生剪断、拉坏。

(2)支撑形式的选择。

内支撑结构形式的选择应根据基坑的几何形状、尺寸、深度、土质条件、基坑施工条件及要求、周边环境的限制要求等因素综合考虑后,进行方案的设计及优选。对于长条形基坑一般可采用对撑的形式;当基坑尺寸较大,支撑较长时,可沿支撑设置多个立柱,形成多跨的支撑,同时对撑可设计成桁架式。基坑的角部采用水平斜撑形式并根据斜撑轴力进行设计。

当基坑为圆形、正方形或拟正方形时,可采用圆环形或椭圆形支撑。

(3)支撑标高的确定方法应考虑以下几点:

①单层或多层支撑的支撑点标高,应使各支撑断面受力分布均匀。

②结合实际挖土的需要确定。

③考虑地下室各层楼板施工时,每层支撑的拆除应不影响施工进度。

(4)支撑立柱的确定

支撑立柱的作用是承受支撑自身的自重荷载和增加支撑的受压稳定性,无论是混凝土立柱还是钢立柱,其设计均由受压稳定控制。目前工程上常采用的设计立柱间的支撑长度不小于12~15m。

(5)支撑系统受力薄弱环节。

支撑的设计形式最好采用受力简单、明确的形式,避免在受力复杂的支撑形式中,某些压杆或拉杆产生受力集中,从而造成超过设计值,使个别杆件失稳,进而造成整个支撑

系统的破坏。

(6)避免施工中的不利工况。

由于支撑系统具有整体受力,支撑杆件相互牵连、相互约束的特点,因此,基坑开挖时,应尽量做到对称、分层开挖,使支撑两端同时受力,变形协调,防止支撑局部受力过大,使支撑偏斜,造成事故隐患。

二、柱列式挡土墙的设计与施工

(一)概述

柱列式挡土墙又称桩排式地下墙,属板式支护体系。它是把单个桩体如钻孔灌注桩、挖孔桩及其他混合式桩等并排连接起来形成的地下挡土结构。

1. 柱列式挡土墙的种类与形式。

按照单个桩体成桩工艺的不同,柱列式挡土墙桩型大致有以下几种:钻孔灌注桩、预制混凝土桩、挖孔桩、压浆桩、SMW(加筋水泥土地下连续墙)。这些单个桩体可在平面布置上采取不同的排列形式形成连续的板式挡土结构,来支挡不同地质和施工技术条件下基坑开挖的侧向水土压力。图 1-6 中列举了几种常用柱列式挡土墙形式。

其中,间隔排列式适用于无地下水或地下水位较深,土质较好的情况。在地下水位较高时应与其他防水措施结合使用。一字形相切或搭接排列式,往往因在施工中桩的垂直度不能保证及桩体扩颈等原因影响桩体搭接施工,从而达不到防水要求。因此除具有自身防水的 SMW 桩型挡墙外,工程中常采用间隔排列式并与防水措施结合,具有施工方便,防水可靠等特点。该方法已成为地下水位较高软土地层中最常用的柱列式挡土墙形式(见图 1-6)。

2. 柱列式挡土墙的特点与应用

柱列式挡土墙与壁式 RC 地下墙相比,其优点在于施工工艺简单,成本低,平面布置灵活,缺点是防渗和整体性较差,一般适用于中等深度(6~10m)的基坑围护。其中压浆桩适用的开挖深度一般在 6m 以下,在深基坑工程中,有时与钻孔灌注桩结合,作为防水抗渗措施,见图 1-6(e)。采用间隔排列形式布桩时一般应与防水墙等结合形成混合式桩墙,这是柱列式挡土墙的一个重要特点,在

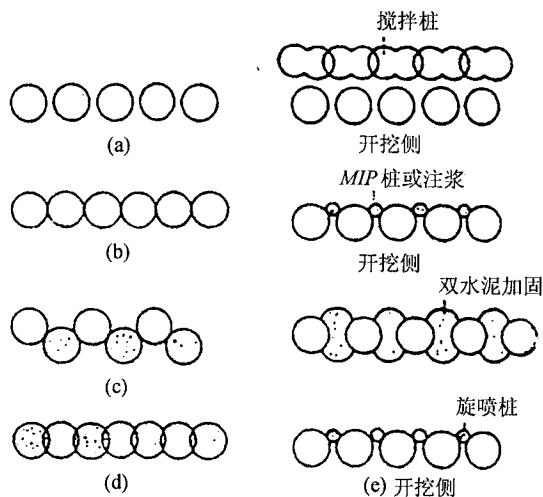


图 1-6 几种常用的柱列式挡土墙形式

(a)间隔排列;(b)一字形相切排列;
(c)交错相切排列;(d)一字形搭接排列;

(e)间隔排列时的防水措施

注:MIP 桩为可锻铸铁管桩

这种情况下,防水效果的好坏,直接关系到基坑工程的成败,须认真对待。

非打入式柱列式挡土墙与预制式板桩支护相比,有无噪音、无振害,无挤土等许多优点,从而日益成为国内城区软弱地层中中等深度基坑(6~10m)支护的主要形式。

钻孔灌注桩柱列式挡土墙最早在北京、广州、武汉等地使用,以后逐渐推广到沿海软土地区。近年来,随着防渗技术的提高,钻孔灌注桩柱列式挡土墙适用的深度范围已逐渐被突破。如上海港汇广场基坑工程,开挖最深达 15m 之多,采用 $\phi 1\ 000$ 钻孔围护桩及两排深层搅拌桩止水的复合式围护,取得了较好的效果。

SMW(Soil Mixing Wall)工法在日本东京大阪等软弱地层中的应用非常普遍,适应的开挖深度已达几十米,与装配式钢结构支撑体系相结合,工效较高,但该工法由于钻孔深度所限(小于 20m),所以在国内应用较少。1994 年,同济大学会同上海基础工程公司把该工法首次应用于上海软弱地层(上海环球世界广场,基坑深 8.65m,桩长 18m)取得了成功的经验,随着施工机械的发展,该工法正逐渐被推广使用。

挖孔桩常用于软土层不厚的地区,由于常用的挖孔桩桩直径较大,在基坑开挖时往往不设支撑。当桩下部有坚硬的基岩时,常采用在挖孔桩底部加设岩石锚杆使基岩受力为一体,这类工程实例在我国东南沿海地区也有报道。

压浆桩也称为树根桩,其直径小于 400mm,有时也称为小口径混凝土灌注桩,它除了具有一定的强度外,还具有一定的抗渗漏能力。

(二)钻孔灌注排桩挡墙设计

1. 桩体材料

钻孔灌注桩采用水下混凝土浇筑,混凝土强度等级不宜低于 C20(常取 C30),所用水泥通常为 42.5 或 52.5 普通硅酸盐水泥。

钢筋采用Ⅰ级($f_y=210\text{kN/mm}^2$)和Ⅱ级($f_y=310\text{kN/mm}^2$)。主筋常用螺纹钢筋,螺旋箍筋常用圆钢。

2. 桩体布置

当基坑不考虑防水(或已采取了降水措施)时,钻孔桩可按一字形间隔排列或相切排列。间隔排列的间距常为 2.5~3.5 倍的桩径,土质较好时,可利用桩侧“土拱”作用适当扩大桩距。

当基坑需考虑防水时,可按一字形搭接排列,也可按间隔或相切排列,外加防水墙。搭接排列时,搭接长度通常为保护层厚度;当按间隔或相切排列,需另设防渗措施时,桩体净距可根据桩径、桩长、开挖深度、垂直度,以及扩颈情况来确定,一般为 100~150mm。桩径和桩长应根据地质和环境条件由计算确定,常用桩径为 $\phi 500\sim 1\ 000\text{mm}$ 。

3. 桩的入土深度

桩的入土深度需考虑围护结构的抗隆起、抗滑移、抗倾覆及整体稳定性。