



# 基坑工程

江正荣 主编

便携手册



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 基坑工程便携手册

江正荣 主编



机械工业出版社

本书是建筑工程便携手册系列之一。

全书共分8章,第1章概要论述基坑工程的内容,一般规定与要求,支护安全等级,工程勘察、环保要求及施工组织与管理,第2章介绍基坑支护技术,第3章基坑地下水控制,第4章基坑土方开挖,第5章基坑土体加固,第6章基坑工程监测,第7章深基础施工,第8章基坑工程安全技术。各章内容重点介绍施工工艺、注意事项、受力计算及工程质量检验等。

本书编写内容均采用我国最新颁布执行的2002年系列设计规范与工程施工质量验收规范和新材料、新技术标准。

本书供建筑工程设计、施工和监理人员使用,也可作为建筑院校师生教学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

基坑工程便携手册/江正荣主编. —北京:机械工业出版社,2004.10

ISBN 7-111-15176-3

I. 基... II. 江... III. 基坑-工程施工-技术手册 IV. TU46-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第087397号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:何文军 版式设计:冉晓华 责任校对:张媛

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年10月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B6·6.9375印张·2插页·233千字

0 001—4 000册

定价:24.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 本手册编写人员

主 编 江正荣

编写人员 (以姓氏笔画为序)

江正荣 江 枫 江微微

花爱梅 邵东风 李长春

张光辉 袁英伟 程道广

樊兆阳

## 出版说明

21 世纪,举世瞩目的主要建筑市场是在中国。积极培养优秀建筑技术人才,不断提高技术水平,是面临此良好机遇的重要任务。

随着科学技术的进步,建筑业和建筑技术也不断迅速发展。近年来,国家制定并修订了新的施工规范;国内外的建筑新技术、新材料、新产品,不断应用于实际工程中。因此,在建筑安装施工领域,迫切需要一系列按建筑安装分项工程分类的详细而简明的介绍建筑安装工程施工工艺、操作技术和工程质量管理方面的综合性工具书。

为了满足广大建筑安装人员的需要,我社组织编写了建筑安装工程系列便携手册,按分项工程分册编写出版。手册贯彻国家及行业现行的施工质量标准和技术操作规程,紧密结合现场实际,突出实用性,文字简练,数据翔实,图文并茂。

限于经验、水平,手册中难免存在缺点错误,欢迎广大读者批评指正。

# 前 言

基坑工程是近年来土木工程领域发展较快的一门新兴学科,它涵盖勘测、基坑支护结构的设计和施工、地下水控制、基坑土方开挖、土体加固、工程监测和周围环境的保护以及深基础施工等方面。

基坑工程涉及的学科较多,如工程地质、土力学、基础工程学、结构力学、材料力学、工程结构、工程施工等,是一门综合性强的学科,加上它具有实践性强、影响基坑工程的不确定因素多、周边环境的复杂多样、各地区土层多变、工程量大、工序多等特点,因此使得它成为施工风险性大,施工技术复杂,难度大的一种工程。

近十余年来,随着我国经济建设的迅猛发展,地下工程越来越多,应用范围日益扩大,有力地促进了基坑工程这一新兴学科的进步与发展,我国许多地区都施工了一大批规模大、深度深、地质和周边环境复杂多样的基坑工程,通过实践积累了极为丰富的经验,已能熟练地掌握各种高难度基坑工程施工技术,为新世纪施工更多、更复杂的地下建筑工程打下了坚实良好基础。

我国在深基坑工程施工方面,虽然也出现过一些事故,但总体水平有很大提高,基坑工程施工技术已跨入国际先进行列。

为了促进基坑工程学术交流和新技术的推广应用,我们根据各地区实践经验,并结合各地最新资料,组织编写了这本便携手册,旨在为基坑工程施工人员提供一本全面、系统的施工技术参考书;以满足新世纪基坑工程施工发展的需要,并促进技术进步。

全书共分八章,第1章概述,概要论述基坑工程包含的内容、一般规定与要求、支护安全等级、工程勘察、环境保护及施工组织与管理;第2章基坑支护技术,论述支护类型和方案的选择和应用、各种支护的构造和施工工艺方法、支护的施工计算以及老厂改造深基坑支护、边坡保护;第3章基坑地下水控制,主要论述基坑地下水控制方案的选择、基坑常用排水和井点降水方法、施工要点、注意事项以及常用排水、降水施工计算、回灌技术、截水方法;第4章基坑土方开挖,重点介绍土方开挖准备工作、开挖方案选择、土方开挖图的绘制、机械和人工挖土方法、注意事项、常遇问题及防治处理方法;第5章基坑土体加固,论述加固目的与一般要求及几种常用加固方法要点;第6章基坑工程监测,叙述监测方案的编制、支护结构和周围环境的监测;第7章深基础施工,介绍地下连续墙、深地下工程逆作法

施工、沉井施工方案的选用、施工机具设备的选择、施工程序、工艺方法要点及有关施工计算、大型深筏形、箱形基础的构造要求及施工要点；第8章基坑工程安全技术，介绍各分项工程的施工安全技术要点及注意问题和措施等。这些内容基本涵盖了基坑工程施工的各个应用领域。

本手册在编写中均采用我国最新颁布执行的设计规范与工程施工质量验收规范和新材料、新技术标准。

本手册编写时，力求做到适用面广，实用性强，工艺方法先进，切实可行，措施可靠，内容全面、系统、完整、新颖；理论与实践相结合，基本概念清楚。在编写方式上采取文字与图表相结合，力求做到简明扼要，并附大量图表，便于读者理解和应用。

基坑工程是一门技术性、实践性强，涉及专业面广、施工难度大的学科，与许多学科密切联系，相互渗透，编写这种技术复杂、特殊、专业性强、覆盖面广的专用手册是一次新的尝试。由于我们学识和经验水平有限，虽尽了很大努力，可能还存在不少问题和可商榷之处，热诚希望专家和广大读者多提宝贵建议和意见，以便不断改进、充实、提高和完善。

江正荣  
2004年7月



# 目 录

出版说明

前言

<b>1 概述</b> .....	1
1.1 基坑工程的内容 .....	2
1.2 基坑工程的一般规定与要求 .....	2
1.3 基坑支护结构的安全等级 .....	4
1.4 基坑工程勘察 .....	6
1.5 基坑工程环境保护 .....	10
1.6 基坑工程的施工组织与管理 .....	11
<b>2 基坑支护技术</b> .....	13
2.1 浅基坑支护(撑)方法 .....	13
2.2 深基坑支护方法 .....	16
2.2.1 支护类型和方案的选择 .....	16
2.2.2 型钢桩横挡板支护 .....	22
2.2.3 混凝土灌注桩支护 .....	24
2.2.4 水泥土墙支护 .....	28

2.2.5	混凝土灌注桩与水泥土桩(墙)组合支护	33
2.2.6	排桩土层锚杆支护	37
2.2.7	钢或混凝土内支撑系统支护	50
2.2.8	土钉墙支护	62
2.2.9	喷锚网支护	67
2.2.10	逆作拱墙支护	74
2.2.11	钢板桩支护	77
2.2.12	地下连续墙支护	90
2.2.13	排桩与中央支顶组合支护	92
<b>2.3</b>	<b>深基坑支护施工计算</b>	<b>94</b>
2.3.1	混凝土灌注桩支护计算	94
2.3.2	排桩土层锚杆支护计算	116
2.3.3	水泥土墙支护计算	136
2.3.4	土钉墙支护计算	142
<b>2.4</b>	<b>老厂改造深基坑支护</b>	<b>147</b>
<b>2.5</b>	<b>基坑边坡保护</b>	<b>155</b>
<b>3</b>	<b>基坑地下水控制</b>	<b>158</b>
3.1	基坑地下水控制方案的选择	158
3.2	基坑排水方法	162
3.2.1	普通明沟和集水井排水	162
3.2.2	深沟排水	166
3.2.3	基坑集水明排施工计算	167
3.3	基坑降水方法	174

3.3.1	轻型井点降水方法	174
3.3.2	喷射井点降水方法	189
3.3.3	电渗井点降水方法	195
3.3.4	管井井点降水方法	199
3.3.5	深井井点降水方法	202
3.3.6	真空深井井点降水方法	208
3.3.7	自渗流排水井点降水方法	209
3.3.8	井点回灌技术	212
3.3.9	井点降水施工计算	218
3.4	基坑截水方法	241
3.5	基坑排水与降水施工质量控制与检验	242
4	基坑土方开挖	244
4.1	土方开挖准备	244
4.2	土方开挖方案的选择	246
4.3	土方开挖图绘制	248
4.4	基坑的机械开挖方法	252
4.4.1	土方机械的选择	252
4.4.2	土方开挖方法	257
4.5	基坑的人工开挖方法	271
4.6	基坑土方开挖注意事项	273
4.7	基坑土方开挖常遇问题及防治处理方法	276
4.8	基坑土方开挖工程质量检验标准	280

<b>5 基坑土体加固</b> .....	281
5.1 加固目的与一般要求 .....	281
5.2 注浆法加固 .....	283
5.3 高压喷射注浆法加固 .....	288
5.4 粉体喷射搅拌法加固 .....	288
5.5 深层搅拌法加固 .....	288
<b>6 基坑工程监测</b> .....	289
6.1 监测方案的编制 .....	289
6.2 支护结构监测 .....	290
6.3 周围环境监测 .....	295
<b>7 深基础施工技术</b> .....	301
7.1 地下连续墙施工 .....	301
7.1.1 施工准备 .....	303
7.1.2 施工机具设备 .....	304
7.1.3 施工工艺流程 .....	305
7.1.4 导墙形式与施工 .....	305
7.1.5 施工槽段的划分 .....	316
7.1.6 槽段开挖 .....	316
7.1.7 泥浆循环工艺 .....	319
7.1.8 清槽与换浆 .....	321

7.1.9	钢筋笼加工与吊放	323
7.1.10	混凝土的浇筑	325
7.1.11	槽段接头施工	328
7.1.12	施工常遇问题及防治措施	331
7.1.13	质量控制与检验	331
<b>7.2</b>	<b>深地下工程逆作法施工</b>	<b>341</b>
7.2.1	逆作结构形式及连接构造	343
7.2.2	施工程序	344
7.2.3	施工工艺方法	346
7.2.4	半逆作施工方法	353
<b>7.3</b>	<b>沉井施工</b>	<b>356</b>
7.3.1	类型与构造	358
7.3.2	施工准备	360
7.3.3	施工程序	362
7.3.4	施工工艺	362
7.3.5	沉井下沉常遇问题及防治措施	381
7.3.6	质量控制与检验	386
<b>7.4</b>	<b>大型深筏形基础施工</b>	<b>389</b>
7.4.1	构造要求	389
7.4.2	施工要点	391
<b>7.5</b>	<b>大型深箱形基础施工</b>	<b>394</b>
7.5.1	构造要求	396
7.5.2	施工要点	397
7.5.3	大体积混凝土裂缝控制措施	411

<b>8 基坑工程安全技术</b> .....	415
<b>8.1 基坑支护安全技术</b> .....	415
<b>8.2 基坑开挖安全技术</b> .....	416
<b>8.3 深基础施工安全技术</b> .....	422
8.3.1 地下连续墙 .....	422
8.3.2 沉井 .....	423
8.3.3 筏形、箱形基础 .....	425
<b>参考文献</b> .....	428

# 1 概 述

改革开放以来,随着国家经济建设的蓬勃发展,地下工程愈来愈多,使用范围日益广阔,如高层建筑的多层地下室、地铁车站、地下商场、地下车库、地下仓库、地下变电站、地下泵站以及地下人防工程等,这类工程施工都需要开挖面积和深度很大的基坑,有的高层建筑地下室层数多达4~5层,深达26.68m,面积达数万平方米,施工技术复杂,难度很大。

大量深基坑工程的建设,促进了设计计算理论的提高和施工工艺的创新和发展。通过大量科学研究和工程实践,逐步形成了基坑工程这一门新型学科,它涉及到工程地质、土力学、基础工程学、结构力学、材料力学、工程结构、施工技术 etc 学科,并与它互相交叉渗透,是一门综合性强的学科,也是土建工程发展最快、技术最为复杂、施工难度最大的学科和开拓领域之一。实践说明,对基坑工程进行正确、精心的设计和施工,将给工程建设带来巨大的经济效益,对确保基坑工程快速、顺利进行和保护周围环境都会起到非常重要的作用。

## 1.1 基坑工程的内容

基坑工程的内容,目前还无统一的规定和标准,一般认为主要包括:勘测、基坑支护结构的设计和施工、地下水控制、基坑土方开挖和运输、基坑土体加固、基坑开挖过程中的工程监测和对周围环境的保护等;有的把深地下建(构)筑物,如地下连续墙、沉井以及大型、深筏形基础、箱形基础的施工也涵盖在内。

## 1.2 基坑工程的一般规定与要求

(1) 基坑工程应根据现场实际工程地质、水文地质、场地和周边环境情况以及施工条件进行设计和组织施工。

(2) 基坑工程设计应具备下列资料:1) 场地工程地质和水文地质资料;2) 邻近建(构)筑物和地下设施的类型、分布及结构情况;3) 用地红线范围、建筑总平面图、基础和地下工程平面图、剖面图和桩位图;4) 相邻地下工程施工情况。

基坑工程施工前应取得下列资料:1) 基坑设计施工图;2) 技术、质量、安全及施工监测要求;3) 施工组织设计。



(3) 基坑工程按边坡情况分为放坡和支护结构两种形式的基坑。对场地开阔、周围环境允许、在技术经济上合理时,宜优先采用放坡开挖或局部放坡开挖;在建筑物稠密地区、不具备放坡开挖条件或者技术经济上不合理时,应采用有支护结构的垂直开挖施工。有支护的基坑,围护结构一般又分为墙式和重力式;基坑锚撑分为内撑式、拉锚式。

(4) 基坑工程设计应包括支护体系选型、围护结构的强度、变形计算、坑内外土体稳定性计算、渗流稳定性计算、降水要求、挖土要求、监测内容等。在施工中,要确定挖土方法,挖土及支撑的施工流程。

(5) 基坑支护结构应采用以分项系数表示的承载能力极限状态进行。这种极限状态,对应于支护结构达到最大承载能力或土体失稳、过大变形导致支护结构、内支撑或锚固系统、或基坑周边环境破坏。对于安全等级为一级及对支护结构变形有限定的三级建筑基坑侧壁,尚应对基坑周边环境及支护结构变形进行验算。

(6) 基坑工程设计应考虑以下荷载:1) 土压力、水压力;2) 地面超载;3) 施工荷载;4) 邻近建筑物的荷载;5) 围护结构作为主体结构的一部分时,尚应考虑人防和地震荷载等;6) 其他不利于基坑稳定的荷载等。

(7) 对于工程地质、水文地质条件复杂、相邻环境