

SHIZHENG GONGCHENG SHIGONG JISUAN
SHIYONG SHOUC

市政工程施工计算

下 册

实用手册

主 编 段良策

副主编 方 良 潘永常



人民交通出版社
China Communications Press

市政工程施工计算实用手册

（下册）

主 编 段良策

副主编 方 良 潘永常

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本手册分上、中、下三册出版,上册共五篇二十四章,内容包括:一、施工常用资料以及结构计算用表、公式与示例;二、施工测量;三、土方与爆破工程;四、道路工程;五、桥梁工程一般架设吊装计算。中册共两篇十二章,内容包括:六、砌体结构、钢筋混凝土结构工程施工中的有关计算;七、地基承载力、预制桩打桩基础及地基处理有关计算。下册共三篇十七章,内容包括:八、基坑支护、排水降水及地下工程施工计算;九、非开挖铺设地下管道工程施工计算;十、软土隧道施工计算;附录 A、附录 B 及附录 C。书中附有施工常用的计算数据、计算用表、公式以及大量的计算示例,可供读者在计算时查找使用,是一本实用、全面、内容丰富的有关市政工程施工计算的工具书。

本手册按照国家最新颁布的规范、标准编写,可供从事市政工程、建筑工程、水利工程等专业技术人员、管理人员和高级技工使用,也可供市政工程设计人员和大专院校土木工程专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

市政工程施工计算实用手册. 下册/段良策主编

—北京:人民交通出版社,2013. 2

ISBN 978-7-114-10090-1

I. ①市… II. ①段… III. ①市政工程—工程施工—工程计算—手册 IV. ①TU99—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 221657 号

书 名:市政工程施工计算实用手册(下册)

著 作 者:段良策

责任编辑:曲 乐 李 喆 周 宇

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:51.5

字 数:1319 千

版 次:2013 年 2 月 第 1 版

印 次:2013 年 2 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10090-1

定 价:125.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

市政工程施工计算实用手册(下册)

编写人员及分工

主 编:段良策

副主编:方 良 潘永常

第八篇 基坑支护、排水降水及地下工程施工计算

第三十七章	作用于基坑支护结构上的荷载	段良策
第三十八章	基槽和管沟支护(撑)计算	潘永常
第三十九章	基坑支护结构类型概述	段良策
第四十章	基坑支护结构的设计计算	段良策
第四十一章	基坑支护结构的支撑体系计算	段良策
第四十二章	土层锚杆支撑的设计计算	段良策
第四十三章	型钢水泥土搅拌墙(SMW 工法)设计计算	段良策
第四十四章	水泥土墙支护的计算	段良策、潘永常
第四十五章	土钉墙的设计计算	段良策
第四十六章	逆作拱墙支护和逆作钢筋混凝土井计算	段良策、潘永常
第四十七章	钢筋混凝土沉井施工计算	段良策、方 良
第四十八章	水中基础的修筑	段良策
第四十九章	排水与降水施工计算	潘永常

第九篇 非开挖铺设地下管道工程施工计算

第五十章	顶管	潘永常
第五十一章	水平定向钻进和导向钻进施工工法施工计算	潘永常

第十篇 软土隧道施工计算

第五十二章	盾构隧道施工计算	段良策
第五十三章	隧道工程施工测量	段良策
附录 A	施工常用结构设计计算参考资料	
附录 B	脚手架荷载说明	
附录 C	地基土的水平向和垂直向基床系数 k_H 、 k_V 及水平向基床系数沿深度增大的比例系数 m 表	

序

三年前,段良策教授与我讲起了编写《市政工程施工计算实用手册》的打算,对于他的这个写书计划,我是十分钦佩的。因为写书的经历告诉我,组织编写一部百万字以上的手册是非常不容易的。前几年,曾有出版社邀请我再版 20 世纪 90 年代主编的一些手册,但我知难而退了。段良策教授 1953 年毕业于上海国立同济大学土木工程系,从事土木工程技术工作已 56 年。比我年长,但仍雄心勃勃,实在非常难得。对学长的这一善举,我当尽力协助,遂推荐给人民交通出版社,希望能得到出版社的支持。

在人民交通出版社领导和曲乐副编审的支持与帮助下,这本手册几经修改易稿,终于即将付梓。段教授来电告诉我这一好消息,并希望我为手册写个序。

我国的城市正在经历大规模的现代化改造,广大的农村正在进行新农村的建设,我国市政工程施工的规模和技术难度都是空前的。这部书的问世,为广大从事市政工程施工的技术人员提供了一部非常实用的工具书,可用以解决施工过程中的各种设计和计算问题。有的人容易误解,认为计算乃是设计工作之事,施工只需要经验就可以了。殊不知许多工程事故的原因均在于施工人员不重视科学技术,不执行技术标准,不进行必要的施工设计和计算。例如,在土工技术中最简单、最容易实施的填土碾压压实度控制,由于无知,常常是被忽略了工序,也是土方工程出事故最多的原因之一。至于施工模板或脚手架的垮塌、机具的倾覆等施工事故,也大多是由于缺乏必要的计算分析论证所致。施工计算不同于一般的工程结构计算,它是为保证施工安全以及施工管理需要的一种计算,具有实用性强、涉及面广、计算边界条件复杂、施工安全性能要求高的特点。现场施工技术管理人员,一般都担负着繁重的工程任务,无暇查阅各种专业资料,需要这样一本全面、系统而又实用的手册来处理工程施工计算问题。希望这本手册对市政工程施工技术人员的学习与工作都能有所裨益,有所帮助。

我们这一代人的经历是非常丰富的,经验也是很宝贵的,如果在退休以后能著书立说,将经验留下来传承给后代,将是非常有价值的一件事情。但写书是很艰苦的工作,要花很多的精力而又没有很丰厚的报酬,需要坚强的毅力和一定物质条件的支持。因此,往往由于主客观的条件限制,许多人常常会力不从心而不

能实现这个愿望。段良策教授在半个多世纪里长期从事土木工程的技术工作,教过书,做过设计,更长的时间是担任工程建设的技术主管,这个丰富的技术阅历,铸造了一位具有广阔工程知识面和解决复杂工程问题能力的总工程师。他虽然年事已高,但有很好的身体和充沛的精力,仍活跃在工程建设第一线,和年轻的技术人员有着密切的工作协同关系,有作者群体和单位的支持,能够实现他著书立说的计划,具备了无可比拟的主客观条件。从这个意义上说,段良策教授是很幸运的,在这部手册中,凝聚着他在市政工程施工领域的丰富工程经验,体现了他对年轻工程技术人员的殷切期望。这本手册既是一部技术传承之作,也是培养市政工程施工技术人员基本功的继续教育教材,希望能够得到读者的喜爱。我想当读者阅读了这部手册以后,一定会深感由段良策教授来主持编篆实在是再合适不过的了。

高大钊

2009 年深秋于同济园

前 言

本书主要介绍市政工程在施工中经常遇到的各类有关施工计算问题,并紧密结合市政工程的特点,本着科学、全面、系统、实用和可操作性的指导思想来安排各章节的内容,全书分上、中、下三册出版,上册,共五篇二十四章,主要内容有:一、施工常用计算资料及常用结构(如砌体、混凝土、钢、木)的计算用表、公式与示例;二、施工测量(如道路的平曲线、竖曲线测量,桥梁施工放样测量等);三、土方与爆破工程;四、道路工程(如路基稳定性分析与计算、挡土墙压力计算、路基路面施工计算等);五、桥梁工程一般架设安装的计算。中册共两篇十二章,主要内容有:六、砌体结构、钢筋混凝土结构工程施工中的有关计算(如砂浆、混凝土、钢筋、模板、脚手架及支架等);七、地基承载力、预制桩打桩基础及地基处理有关计算。下册共三篇十七章,主要内容有:八、基坑支护、排水降水及地下工程施工计算(如支护结构有:灌注桩、树根桩、旋喷桩、深层搅拌桩、钢板桩、SMW 工法、地下连续墙、锚杆支护、土钉墙支护、水泥土墙支护及逆作法等;基坑降水有:轻型、喷射、电渗、管井及深井井点等;地下工程有:钢筋混凝土沉井及水中基础的修筑等);九、非开挖铺设地下管道工程施工计算(如:顶管工程、水平定向钻进和导向钻进牵引法施工计算等);十、软土隧道施工计算;附录 A、附录 B 及附录 C。书中主要介绍在施工中常用的计算公式、图表及参考数据,各章节内均附有计算示例,以便读者在实际查用时参考。本书可供从事市政工程、建筑工程、水利工程等专业的施工技术人员、管理人员和高级技工使用,也可供市政工程设计人员和大专院校土木工程专业师生参考。

在编写过程中,编者尽了最大的努力,参考了国内外专家学者出版的专著并引用了相关资料和内容,在此,谨向他们表示衷心的感谢和诚挚的敬意。由于编者的学识和水平有限,书中可能存在一些问题及错误,敬请读者批评指正,待以后修订时改进。

在编写过程中张波(上册)、李梦如(中、下册)、李林华、秦晓燕、王强担任了全书(全三册)的录入绘图工作,在此一并致谢。

编 者

2012 年 8 月于上海宏润建设集团股份有限公司

目 录

(下册)

第八篇 基坑支护、排水降水及地下工程施工计算

第三十七章 作用于基坑支护结构上的荷载	3
第一节 土压力计算	3
一、概述	3
二、土压力理论	4
第二节 支护结构土压力计算	14
一、支护结构水平荷载标准值 e_{ajk}	14
二、基坑外侧竖向应力标准值 σ_{ajk}	15
三、支护结构水平抗力标准值 $e_{pj k}$	19
第三节 分层土的土压力计算	23
第四节 水压力计算	28
第三十八章 基槽和管沟支护(撑)计算	30
第一节 连续水平板式支护(撑)计算	30
一、挡土板计算	30
二、立柱计算	31
三、横撑计算	32
第二节 连续垂直板式支护(撑)计算	34
一、横撑等距布置计算	34
二、横撑不等距(等弯矩)布置计算	34
第三十九章 基坑支护结构类型概述	37
第一节 基坑支护结构设计原则与基坑侧壁安全等级及重要性系数	37
一、设计原则	37
二、勘察要求	38
三、支护结构选型	39
四、质量检测	39
五、基坑开挖	40
六、开挖监控	40
第二节 基坑支护结构类型	41
一、概述	41

二、基坑支护结构分类·····	41
三、透水挡土结构·····	42
四、止水挡土结构·····	47
五、支撑锚拉结构·····	54
第四十章 基坑支护结构的设计计算 ·····	60
第一节 悬臂式支护结构的计算 ·····	60
一、静力平衡法·····	61
二、布鲁姆(Blum)法 ·····	63
三、弹性线法(图解法)·····	71
第二节 浅埋单层支点排桩墙支护计算 ·····	72
一、概述·····	72
二、浅埋单层支点排桩、桩墙顶端支撑(锚拉)法计算 ·····	73
三、浅埋单层支点排桩墙自由端法计算·····	78
第三节 深埋排桩、墙支护结构计算·····	79
一、单层支点排桩、墙的等值梁法 ·····	79
二、多层支点排桩、墙的等值梁法 ·····	86
三、多层支点排桩、墙等弯矩及等反力布置法 ·····	92
四、多层支点排桩、墙支撑荷载的二分之一分担法 ·····	96
五、多层支点逐层开挖支撑(锚杆)支承力不变算法 ·····	100
六、对多层支撑(锚杆)计算方法的分析 ·····	106
第四节 排桩系统构件的设计计算·····	108
一、钢板桩及板桩式结构的荷载 ·····	108
二、钢板桩设计计算 ·····	110
三、H型钢木挡板支护结构设计计算 ·····	117
四、灌注桩设计计算 ·····	126
五、拉锚锚桩埋设的计算 ·····	134
六、双排座支护设计计算 ·····	136
七、组合式挡土灌注桩支护计算 ·····	142
第五节 地下连续墙支护计算·····	143
一、概述 ·····	143
二、无支撑(锚)支护计算 ·····	144
三、单支撑(平锚)支护计算 ·····	145
四、多支撑(多锚点)支护计算 ·····	146
五、地下连续墙结构分析的解析方法 ·····	157
六、地下连续墙的混凝土、钢筋及构造要求·····	170
第六节 排桩、墙支护体系稳定性分析与验算 ·····	172
一、整体抗滑移稳定性分析 ·····	173
二、抗倾覆稳定性分析与验算 ·····	174
三、基坑底部抗隆起稳定性分析与验算 ·····	176
四、基坑底部抗管涌稳定性验算 ·····	186

五、基底抗承压水层的稳定性分析	190
六、坑底控制渗水量计算	190
七、抗浮稳定性验算	190
八、排桩、墙承受垂直压力的验算	191
九、排桩地下连续墙支护体系变形估算	192
第四十一章 基坑支护结构的支撑体系计算	212
第一节 概述	212
第二节 支撑结构设计施工	212
一、支撑结构的选型与布置	212
二、支撑系统设计计算注意要点	216
三、钢支撑结构设计计算	220
四、钢筋混凝土支撑结构设计	224
五、支撑结构的构造	227
六、支撑结构的施工要点	229
第四十二章 土层锚杆支撑的设计计算	240
第一节 土层锚杆的一般设计方法	240
一、概论	240
二、锚杆的构造及类型	240
三、土层锚杆设计计算	241
第二节 介绍《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—99)推荐的土层锚杆设计方法	248
一、一般规定	248
二、锚杆计算	248
三、锚杆的材料	250
四、锚杆试验	251
五、土层锚杆稳定性验算	252
第三节 锚碇结构设计	254
一、拉杆设计	254
二、锚桩(或锚碇板)设计	255
三、锚碇板土压力计算	256
第四节 锚杆施工简介	268
一、施工工艺	268
二、施工注意事项	271
第四十三章 型钢水泥土搅拌墙(SMW 工法)设计计算	272
第一节 型钢水泥土搅拌墙设计计算	272
一、概述	272
二、适用条件	272
三、型钢水泥土搅拌墙的受力分析	272
四、内力计算步骤	273
五、强度验算	274
六、SMW 工法施工	275

第二节 简要介绍上海市工程建设规范《型钢水泥土搅拌墙计算规程》 (DGJ 08-116—2005)设计计算(供参考)	276
一、设计	276
二、施工	279
三、质量检查与验收	281
四、对“型钢水泥土搅拌墙技术规程”几点说明	282
第四十四章 水泥土墙支护的计算	285
第一节 概述	285
第二节 水泥土墙的构造	286
第三节 水泥土墙的布置	286
一、水泥土墙的平面布置	286
二、水泥土墙的剖面布置	288
第四节 水泥土墙设计计算	289
一、重力式水泥墙的嵌固深度	289
二、水泥土墙结构厚度	291
三、水泥土墙正截面承载力验算(《基坑规程》推荐)	292
四、水泥土墙土压力的计算	296
五、水泥土墙稳定性验算	297
六、抗渗验算	300
七、墙体应力	302
八、基底地基承载力验算	304
九、水泥土墙格仓压力计算	306
十、水泥土墙位移计算	307
第五节 水泥土的配合比与施工工艺	313
一、水泥土的配合比	313
二、施工工艺	315
三、水泥土的物理力学性质	315
第四十五章 土钉墙的设计计算	318
第一节 土钉分类	318
第二节 土钉墙与锚杆挡墙和加筋挡墙的对比	318
第三节 土钉墙的适用条件和特点	319
一、土钉技术的适用性	319
二、土钉技术的特点	319
第四节 土钉墙的构造	320
一、土钉	320
二、面板	321
第五节 土钉墙设计计算原理及方法	321
第六节 土钉墙的施工与监测	341
一、施工	341
二、施工监测与检查	343

第四十六章 逆作拱墙支护和逆作钢筋混凝土井计算	344
第一节 逆作拱墙支护计算	344
一、概述	344
二、逆作拱墙构造	344
三、逆作拱墙设计计算	344
四、逆作拱墙施工	352
第二节 逆作钢筋混凝土井计算	352
一、逆作钢筋混凝土井壁厚度计算	353
二、逆作钢筋混凝土井井壁荷载计算	353
三、逆作钢筋混凝土井井壁平面结构内力计算	354
四、逆作钢筋混凝土井底板计算	361
五、逆作钢筋混凝土井施工要点	375
第四十七章 钢筋混凝土沉井施工计算	377
第一节 在旱地上制作沉井	377
一、施工前的准备工作	377
二、基坑开挖及基坑排水	378
三、砂垫层厚度及混凝土垫层厚度的确定	388
四、有承垫木和无承垫木的施工计算	389
第二节 在水中修筑沉井基础	394
一、筑岛的基本要求	394
二、筑岛的分类与计算	395
第三节 沉井在下沉阶段井壁承受的荷载	395
一、水压力计算方法	396
二、土压力计算方法	396
三、有地下水时,水与土的总侧压力计算方法(即水、土合算)	397
第四节 沉井下沉计算	398
一、井壁与土壤的摩阻力	398
二、下沉计算	400
三、沉井接高时刃脚、底梁、隔墙下地基土的极限承载力简易计算法	403
四、分节制作分节下沉的沉井接高时的地基稳定措施	404
第五节 抗浮验算	404
一、沉井施工阶段(下沉封底)的抗浮验算	404
二、沉井使用阶段抗浮、抗滑及抗倾稳定验算	405
第六节 定位垫木和承垫木拆除后井壁强度的验算	407
一、矩形沉井	407
二、圆形沉井	408
第七节 沉井素混凝土封底计算	409
一、沉井干封底的计算	409
二、沉井水下封底混凝土的厚度计算	410
第八节 沉井水下封底混凝土浇筑施工的计算	415

一、水下混凝土浇筑前的井内准备工作	415
二、水下浇筑混凝土的拌制和运输	417
三、水下混凝土浇筑方法	420
四、施工控制指标的计算	422
第四十八章 水中基础的修筑	429
第一节 水中修筑基础的方法	429
一、修筑水中基础的方法	429
二、岸边至水中修建基础间的交通问题	430
第二节 水中桩基的修筑	490
一、浮运打桩设备及其工作法	431
二、用围堰法修筑桩基	432
三、用其他方法修筑桩基	432
第三节 水中临时台(排)架的应用及单桩承载力的计算	433
一、临时台(排)架的应用	433
二、台(排)架单桩承载力的计算	433
三、打桩和搭台架	435
第四节 保护基坑用的不同类型的围堰	435
一、一般规定	435
二、土、石围堰简介	436
三、板桩围堰简介	440
四、板桩围堰的计算	443
五、用围堰法修筑水中基础	462
六、防渗要求和板桩下端支承情况	467
七、静水压力变化影响	467
八、动水压力影响	468
九、基坑坑底安全验算	468
第四十九章 排水与降水施工计算	470
第一节 施工排水	470
一、场地排水明沟流量计算	470
二、场地防洪沟流量和截面计算	472
三、基坑明沟排水计算	476
第二节 降低地下水	482
一、降水方法与适用范围	482
二、降水的作用	483
第三节 地下水与降水	483
一、地下水流的性质	483
二、水井理论与水井涌水量计算	489
三、轻型井点、喷射井点、电渗井点降水设计计算	495
四、降水管井(深井)降水计算	517
第四节 井点降水对环境的影响及防范措施	542

一、井点降水影响范围和沉降的估算	542
二、防止井点降水对周围环境产生不良影响的措施	544

第九篇 非开挖铺设地下管道工程施工计算

第五十章 顶管	553
第一节 概论	553
第二节 顶管施工基本原理及主要内容	553
一、顶管施工技术的构成	554
二、顶管施工技术的步骤	557
第三节 顶管施工的分类和适用范围	558
一、普通的几种分类方法	558
二、顶管施工适用范围	558
第四节 顶管管材选用及管体构造要求	559
一、管材选用	559
二、钢管	559
三、钢筋混凝土管	561
四、玻璃纤维增强塑料夹砂管(符合《规程》要求)	564
第五节 工作井及接收井	565
一、工作井(符合《规程》要求)	565
二、接收井(符合《规程》要求)	577
第六节 顶管设计的一般规定	578
一、顶管管位选择	578
二、顶进土层选择	578
三、顶管间距	578
四、顶管覆盖层厚度	578
五、曲线顶管	578
第七节 顶管施工	580
一、顶管机(符合《规程》要求)	580
二、介绍一般常用的几种顶管施工	580
第八节 长距离顶管施工	591
一、概述	591
二、注浆减阻	592
三、中继间	593
四、通风	597
第九节 顶管施工测量控制	597
一、顶管的姿态控制	597
二、直线顶管的测量	598
三、自动导向测量系统	601
第十节 曲线顶管施工	604

一、概述	604
二、曲线顶管施工中的有关计算	605
三、曲线顶管的测量	608
四、曲线顶管施工中的管材受力分析	611
第十一节 顶管掘进机的选型	613
一、合理选型	613
二、顶管掘进机选型	616
第十二节 顶管施工中的有关计算	618
一、一般顶管施工常用的计算方法	618
二、按中国工程建设协会标准《规程》对顶管进行有关计算	629
三、简要介绍上海市标准《市政排水管道工程施工及验收规程》 (DBJ 08-220—1996)对顶管的顶力估算和顶管后背土体稳定验算	631
第五十一章 水平定向钻进和导向钻进施工工法施工计算	637
第一节 概论	637
第二节 导向钻进施工原理	637
一、导向钻进的成孔方式	638
二、钻机的锚固	638
三、钻头选择依据	638
四、导向孔施工	639
五、扩孔施工	640
六、钻进液	641
七、定向钻进成孔方式	641
八、定向钻孔监视方法	642
九、定向钻孔施工中地下管线损坏预防	642
第三节 导(定)向钻进设备	642
一、导向仪	642
二、GBS 导向钻进系统简介	644
三、国产 FDP-15 型导向钻机	646
四、钻进设备的选择	649
第四节 钻孔孔身轨迹设计和实际孔身轨迹的计算	650
一、钻孔空间位置	650
二、钻孔轨迹的设计方法	651
三、实际孔身轨迹的计算	659
第五节 几种典型非开挖施工设备的主要技术参数	661
第六节 对《HDPE 排水排污管工程定向钻孔牵引法施工规程》(试用本)简介	663
一、术语	663
二、施工准备	663
三、定向钻孔轨迹设计	664
四、回拖力计算	664
五、管材最大拖拉长度	665

六、进出洞口措施	665
第七节 简要介绍上海市工程建设规范《管线定向钻进技术规范》 (DG/TJ 08-2075—2010)	665
一、基本规定	666
二、工程勘察	666
三、设计	666
四、定向钻进施工	670

第十篇 软土隧道施工计算

第五十二章 盾构隧道施工计算	677
第一节 概论	677
第二节 盾构法施工流程	678
第三节 盾构施工技术要求	678
一、盾构法施工的优缺点及其适用范围	678
二、盾构分类	679
三、盾构工法	680
四、盾构机的应用选型	703
五、盾构尺寸、质量与千斤顶推力的确定	709
第四节 盾构施工的准备工作的	723
一、盾构拼装室和拆卸室	723
二、盾构基座	724
三、盾构进出洞设施	724
四、盾构后座	724
五、盾构施工附属设施的准备	725
第五节 盾构推进过程中的纠偏与出土施工要点	725
一、盾构推进操纵与纠偏	725
二、出土施工要点	726
第六节 盾构衬砌施工	727
一、预制管片衬砌施工	727
二、现浇混凝土衬砌施工	730
三、向衬砌背后压浆	730
第七节 简要介绍上海市《市政工程施工及验收技术规程》(隧道)篇有关盾构隧道 施工计算(供参考)	731
一、一般规定	731
二、盾构选型	732
三、盾构基座技术要求	733
四、盾构设备配置	735
五、盾构出洞及其起始掘进段施工	741

六、盾构进洞段施工	742
七、盾构纠偏量的控制	743
八、隧道压浆技术方案	744
九、压浆材料、浆体配合比、浆液运输及压浆设备	744
第五十三章 隧道工程施工测量	746
第一节 隧道工程施工测量的精度标准	746
一、地面平面与高程控制测量	746
二、联系测量(包括定向测量和高程传递)	747
三、地下(洞内)平面与高程控制测量	747
四、贯通误差的限差	748
第二节 竖井联系测量	748
一、联系三角形定向法	748
二、光学水准仪与陀螺经纬仪联合进行竖井联系测量	752
第三节 竖井高程传递	754
一、钢尺导入法	754
二、用光电测距仪传递高程	755
第四节 盾构法掘进位置、姿态的测量和控制	756
一、联系测量	756
二、盾构井(室)和盾构拼装测量	756
三、盾构机掘进实时姿态测量	756
四、洞内衬砌环片的测量	760
五、盾构机的方向控制	760
附录 A 施工常用结构设计计算参考资料	765
附录 B 脚手架荷载说明	796
附录 C 地基土的水平向和垂直向基床系数 k_H、k_V 及水平向基床系数沿深度增大的 比例系数 m 表	800
参考文献	801