目　录

第 1 章　总论 …… 1
1.1　引言 …… 1
1.2　基坑工程的组成 …… 3
1.3　基坑工程的设计与施工 …… 3
1.4　环境要求 …… 4
1.5　手册的基本内容 …… 5
参考文献 …… 5
第 2 章　总体方案设计 …… 6
2.1　概述 …… 6
2.1.1　基坑工程的特点 …… 6
2.1.2　基坑工程的基本技术要求 …… 7
2.1.3　总体方案设计 …… 7
2.2　设计依据 …… 8
2.2.1　工程地质及水文地质资料 …… 8
2.2.2　工程周围环境调查 …… 10
2.2.3　工程的施工条件 …… 15
2.2.4　有关的工程设计依据 …… 15
2.3　设计标准 …… 15
2.4　开挖方法选择 …… 16
2.5　围护结构方案设计 …… 18
2.5.1　围护结构的类型 …… 18
2.5.2　围护结构选型 …… 22
2.6　支撑方案设计 …… 23
2.6.1　支撑结构类型 …… 23
2.6.2　支撑体系的布置形式 …… 24
2.6.3　支撑结构体系的合理选定 …… 26
2.6.4　基坑施工应变措施设计 …… 27
2.7　基坑加固方案 …… 28
2.7.1　加固范围的确定 …… 28
2.7.2　抵抗坑底承压水的坑底地基加固 …… 29
2.7.3　基坑外设防水帷幕 …… 30
2.7.4　坑内降水预固结地基法 …… 30
2.7.5　围护挡墙被动区加固法 …… 31
2.7.6　放坡开挖的边坡加固法 …… 32
2.8　开挖支撑的施工方案设计 …… 34
2.8.1　基本要求 …… 34

2.8.2 一般基坑开挖及支撑施工的技术要点 …… 34
2.8.3 考虑时空效应的基坑开挖与支撑施工技术 …… 35
2.8.4 考虑时空效应的基坑开挖与支撑的典型实例 …… 36
参考文献 …… 51
第3章 土的工程性质 …… 55
3.1 土的成因、结构与构造简说 …… 55
3.2 土的物理状态及其特性指标 …… 56
3.2.1 一般概念与内容 …… 56
3.2.2 工程实践意义 …… 59
3.3 土的工程性质 …… 60
3.3.1 有效应力与孔隙压力 …… 60
3.3.2 土的渗透性 …… 62
3.3.3 土的变形特性 …… 64
3.3.4 土的强度特性 …… 70
参考文献 …… 73
第4章 土压力 …… 75
4.1 静止土压力 …… 76
4.2 古典土压力理论 …… 81
4.2.1 Rankine 土压力理论 …… 81
4.2.2 Coulomb 土压力理论 …… 83
4.3 粘性土土压力 …… 86
4.3.1 粘性土的主动土压力 …… 86
4.3.2 粘性土土压力的工程实测 …… 90
4.4 特殊情况下的土压力 …… 93
4.4.1 地下水对土压力的影响 …… 93
4.4.2 分层土的土压力计算 …… 93
4.4.3 不同地面超载作用下的土压力计算与图式 …… 94
4.4.4 地表面不规则情况下侧向土压力 …… 97
4.5 土压力的塑性极限分析 …… 99
4.5.1 概述 …… 99
4.5.2 Coulomb 主动破坏机理下的土压力计算系数分析 …… 100
4.5.3 几种主要破坏机理下的土压力计算系数 …… 102
4.6 基坑开挖支护中的土压力 …… 108
4.6.1 上海地铁区间隧道试验段及车站土压力 …… 112
4.6.2 国外一基坑工程实测土压力 …… 112
4.6.3 Oslo 隧道实测土压力 …… 113
参考文献 …… 114
第5章 基坑稳定性 …… 116
5.1 概述 …… 116
5.2 无支护基坑的稳定分析 …… 118
5.2.1 基本概念 …… 118
5.2.2 条分法分析土坡的稳定性 …… 120

5.2.3 软粘土基坑边坡稳定性近似分析方法 …… 123
5.2.4 坑底有软弱夹层时土坡的稳定性 …… 123
5.2.5 考虑地下水渗流作用时的稳定计算 …… 124
5.2.6 复合式基坑边坡的稳定性分析 …… 125
5.3 有支护基坑抗隆起稳定分析 …… 125
5.3.1 计及墙体极限弯矩的抗隆起法 …… 126
5.3.2 同时考虑 c、φ 的抗隆起法 …… 131
5.4 有支护基坑的稳定相关问题分析 …… 132
5.4.1 基坑稳定的简单判断 …… 132
5.4.2 孔隙水压力对基坑稳定性的影响 …… 132
5.4.3 基坑的瞬时稳定性和长期稳定性 …… 134
5.4.4 围护基坑的渗流稳定性 …… 136
5.4.5 基底下有承压水层的基坑稳定性 …… 137
参考文献 …… 138
第6章 挡土结构内力分析 …… 139
6.1 概述 …… 139
6.2 计算依据 …… 1
6.2.1 作用在挡土结构上的土压力 …… 140
6.2.2 土的水平向基床系数 …… 140
6.2.3 作用在挡土结构上的超载 …… 145
6.2.4 挡土结构的入土深度 …… 145
6.3 横向受荷桩计算方法 …… 145
6.4 挡土结构内力分析的古典方法 …… 147
6.4.1 平衡法（亦称自由端法） …… 147
6.4.2 弹性曲线法 …… 148
6.4.3 假想铰法（亦称等值梁法） …… 150
6.4.4 Terzaghi 法（亦称塑性铰法） …… 151
6.4.5 等弯矩及等轴力法 …… 151
6.5 挡土结构内力分析的解析方法 …… 152
6.5.1 山肩邦男法 …… 152
6.5.2 弹性法 …… 154
6.5.3 弹塑性法 …… 157
6.6 弹性地基杆系有限单元法 …… 159
6.7 挡土结构的有限元分析 …… 162
6.8 上海某基坑工程杆系有限元计算实例 …… 167
6.8.1 内力计算 …… 168
6.8.2 地下连续墙入土深度验算 …… 171
6.8.3 地下连续墙配筋计算 …… 172
6.9 流变性软土中挡土结构内力计算的探讨 …… 173
6.9.1 软粘土流变性对挡土结构内力的影响 …… 173
6.9.2 考虑土层流变性的挡土结构内力计算方法的理论研究 …… 174
6.9.3 考虑土层流变性内力计算的经验方法 …… 174
6.9.4 考虑土体流变性经验估算墙体内力的实例 …… 176

参考文献 …… 177
第 7 章　基坑变形估算 …… 178
7.1　概述 …… 178
7.2　基坑变形现象 …… 179
7.2.1　基坑变形现象 …… 179
7.2.2　基坑破坏现象 …… 180
7.3　基坑变形机理 …… 184
7.3.1　基坑周围地层移动的机理 …… 184
7.3.2　周围地层移动的相关因素 …… 187
7.4　有限单元法 …… 191
7.4.1　引言 …… 191
7.4.2　有限单元法分析过程 …… 193
7.4.3　工程实用有限单元法基础 …… 197
7.4.4　土的本构关系 …… 205
7.4.5　有限单元法应用 …… 209
7.4.6　计算实例 …… 211
7.5　地层损失法 …… 212
7.5.1　概述 …… 212
7.5.2　杆系有限元法 …… 213
7.5.3　实用公式法求地层垂直沉降法 …… 213
7.5.4　经验系数法求地面垂直沉降 …… 216
7.6　估算法 …… 217
7.6.1　时空效应法 …… 217
7.6.2　经验估算法（Peck 法） …… 221
7.6.3　稳定安全系数法 …… 222
7.6.4　反分析法 …… 224
7.7　纵向沉降 …… 225
7.8　基底隆起变形 …… 227
7.8.1　日本规范公式 …… 228
7.8.2　模拟试验经验公式 …… 228
7.9　刚性挡土墙位移 …… 229
7.10　地层损失法计算实例 …… 230
参考文献 …… 231
第 8 章　工程降水设计与施工 …… 232
8.1　概述 …… 232
8.1.1　降水技术的发展简述 …… 234
8.1.2　降水的作用 …… 235
8.1.3　降水的地质条件和土质条件 …… 236
8.1.4　降水对邻近建筑物的影响 …… 238
8.2　流砂现象的判断与计算 …… 243
8.2.1　流砂现象及其判断 …… 243
8.2.2　流网 …… 244
8.2.3　动水力与渗流破坏 …… 247

8.2.4 算例 …… 249
8.2.5 克服流砂现象的措施简述 …… 250
8.3 渗流公式的选用与计算 …… 250
8.3.1 渗流公式的选用 …… 250
8.3.2 计算实例 …… 261
8.4 渗透系数等参数的确定 …… 265
8.4.1 渗透系数的确定 …… 265
8.4.2 影响半径的确定 …… 272
8.5 基坑降水设计 …… 273
8.5.1 设计前应调查或提供的资料 …… 273
8.5.2 设计内容 …… 273
8.6 降水施工技术 …… 289
8.6.1 井点沉设 …… 289
8.6.2 井点监测 …… 291
8.6.3 井点运转与管理 …… 292
8.6.4 降水效果 …… 292
8.6.5 经济效果分析 …… 296
8.7 降低地下水位工程实例 …… 299
8.7.1 广东文冲船坞大型降水 …… 299
8.7.2 上海新世界商城基坑工程中降水加固地基 …… 303
参考文献 …… 320
第 9 章 钢板桩及桩板式结构设计 …… 322
9.1 钢板桩及桩板式结构 …… 322
9.1.1 钢板桩支护结构 …… 322
9.1.2 桩板式支护结构 …… 326
9.2 钢板桩及桩板式结构的荷载 …… 327
9.2.1 土压力 …… 327
9.2.2 水压力 …… 328
9.3 钢板桩支护结构设计 …… 329
9.3.1 悬臂钢板桩计算 …… 329
9.3.2 单撑（单锚）板桩计算 …… 330
9.3.3 多撑（多锚）式钢板桩计算 …… 332
9.3.4 钢板桩稳定验算 …… 335
9.3.5 计算实例 …… 336
9.4 桩板式支护结构设计 …… 339
9.4.1 悬臂桩板式结构计算 …… 341
9.4.2 单撑桩板式结构计算 …… 342
9.4.3 多撑桩板式结构计算 …… 343
9.4.4 桩板支护结构稳定验算 …… 344
9.4.5 衬板支撑体系计算 …… 344
9.4.6 工程实例 …… 345
参考文献 …… 349
第 10 章 钢板桩及桩板式结构施工 …… 350

10.1 钢板桩的施工机具 …… 350
10.1.1 钢板桩施工机具的种类 …… 350
10.1.2 施工机械的选择 …… 350
10.1.3 冲击式打桩机械 …… 350
10.1.4 振动打桩机 …… 354
10.2 钢板桩的打入 …… 358
10.2.1 准备工作 …… 358
10.2.2 钢板桩的打入 …… 359
10.2.3 打板桩时常见的问题和对策 …… 360
10.2.4 钢板桩的可能打入长度 …… 361
10.3 钢板桩的拔除 …… 361
10.3.1 拔桩阻力计算 …… 361
10.3.2 拔桩方法 …… 363
10.3.3 拔桩施工 …… 368
10.4 桩板式结构施工要点 …… 370
10.5 施工实例 …… 371
10.5.1 陆上封闭式板桩施工 …… 371
10.5.2 水上封闭式板桩施工 …… 373
参考文献 …… 373
第 11 章 钢筋混凝土板桩的设计与施工 …… 374
11.1 方案选择 …… 374
11.2 钢筋混凝土板桩的形式及其构造 …… 375
11.2.1 板桩的形式及构造 …… 375
11.2.2 截面计算原则 …… 377
11.3 钢筋混凝土板桩的支撑方法 …… 377
11.3.1 自立式板桩结构 …… 377
11.3.2 锚碇式板桩结构 …… 378
11.3.3 内支撑式板桩结构 …… 379
11.3.4 斜地锚式板桩结构 …… 379
11.4 钢筋混凝土板桩挡墙的设计计算 …… 380
11.4.1 土质指标的取用 …… 380
11.4.2 水、土压力及荷载 …… 382
11.4.3 板桩墙的主要计算方法 …… 383
11.4.4 板桩墙插入深度与基坑稳定 …… 389
11.5 钢筋混凝土板桩的计算实例 …… 391
11.5.1 例 1 假想支点法 …… 391
11.5.2 例 2 假想支点法 …… 396
11.5.3 例 3 弹性地基梁 m 法 …… 401
11.6 钢筋混凝土板桩的打设施工 …… 408
11.6.1 打设机具和打设方法 …… 408
11.6.2 打设前的准备工作 …… 409
11.6.3 打桩施工 …… 411
11.6.4 打桩技术 …… 412

11.6.5 打桩施工标准 …… 412
11.6.6 打桩倾斜纠正法 …… 413
附录 弹性地基梁 m 法计算表 …… 414
参考文献 …… 437
第 12 章 地下连续墙设计 …… 438
12.1 概述 …… 438
12.1.1 地下连续墙的特点 …… 438
12.1.2 地下连续墙在基坑工程中的适用条件 …… 439
12.1.3 地下连续墙在基坑工程中的应用 …… 439
12.2 地下连续墙基坑的设计 …… 442
12.2.1 地下连续墙基坑设计的主要内容 …… 442
12.2.2 槽壁稳定计算 …… 443
12.2.3 地下连续墙的计算理论 …… 445
12.2.4 有限单元法 …… 450
12.2.5 地下连续墙细部设计 …… 456
12.3 工程实例 …… 463
12.3.1 上海彭越浦泵站基坑围护工程设计 …… 463
12.3.2 上海特种基础工程研究所办公楼基坑围护兼作承重结构的设计 …… 472
12.3.3 上海证券大厦基坑围护结构设计 …… 478
12.3.4 上海耀华皮尔金顿玻璃有限公司浮法玻璃生产线二期工程熔窑坑格形地下墙重力式结构工程设计 …… 485
参考文献 …… 496
第 13 章 地下连续墙施工 …… 497
13.1 地下连续墙的施工工艺原理 …… 497
13.2 地下连续墙施工 …… 498
13.2.1 施工前的准备工作 …… 498
13.2.2 地下连续墙的施工工艺过程 …… 500
13.2.3 地下连续墙施工 …… 500
13.3 “逆筑法”中地下结构的施工技术 …… 557
13.3.1 “逆筑法”的工艺原理及其优点 …… 557
13.3.2 “逆筑法”中地下结构的施工技术 …… 559
13.3.3 “逆筑法”施工实例 …… 561
参考文献 …… 563
第 14 章 柱列式挡土墙的设计与施工 …… 564
14.1 概述 …… 564
14.1.1 柱列式挡土墙的种类与形式 …… 564
14.1.2 柱列式挡土墙的特点与应用 …… 565
14.2 钻孔灌注排桩挡墙设计 …… 565
14.2.1 桩体材料 …… 565
14.2.2 桩体布置 …… 565
14.2.3 桩的入土深度 …… 566
14.2.4 桩墙受力计算特点和计算步骤 …… 566

14.2.5 桩体配筋与构造 …… 566
14.2.6 墙体防渗 …… 567
14.2.7 环境影响与措施 …… 568
14.3 SMW 工法柱列式挡土墙的设计 …… 569
14.3.1 适用条件 …… 569
14.3.2 劲性桩的受力分析 …… 570
14.3.3 内力计算步骤 …… 570
14.3.4 强度验算 …… 571
14.4 顶圈梁、围檩与桩墙的连接构造 …… 572
14.5 钻孔灌注桩施工 …… 573
14.5.1 钻孔灌注桩干作业成孔施工 …… 573
14.5.2 钻孔灌注桩湿作业成孔施工 …… 578
14.6 挖孔桩设计与施工 …… 586
14.6.1 挖孔桩施工机具（见表 14-13） …… 587
14.6.2 成孔施工工艺 …… 587
14.6.3 挖孔桩的支护作用 …… 588
14.7 SMW 工法施工 …… 588
14.7.1 工艺流程 …… 588
14.7.2 施工要点 …… 589
14.8 钻孔压浆桩的设计与施工 …… 590
14.9 土钉墙的设计与施工 …… 591
14.10 工程实例 …… 596
14.10.1 上海港汇广场 …… 596
14.10.2 上海环球世界 …… 597
14.10.3 广东东莞华侨大厦等工程 …… 597
附录一 α值 …… 598
附录二 圆形截面受弯构件的承载力表 …… 598
参考文献 …… 602
第 15 章 搅拌桩挡墙的设计与施工 …… 603
15.1 搅拌桩发展简史与现状 …… 603
15.1.1 概述 …… 603
15.1.2 国外搅拌桩发展简史与现状 …… 603
15.1.3 我国搅拌桩发展简史与现状 …… 606
15.2 搅拌桩的分类与特性 …… 608
15.2.1 搅拌桩的分类 …… 608
15.2.2 搅拌桩的适用性 …… 609
15.2.3 搅拌桩的加固机理 …… 610
15.2.4 加固土的物理力学特性 …… 611
15.3 搅拌桩挡墙的设计计算 …… 623
15.3.1 方案比较 …… 623
15.3.2 设计方法 …… 625
15.3.3 土压力计算 …… 626
15.3.4 抗倾覆与抗滑动稳定验算 …… 627

15.3.5 墙体应力验算 …… 627
15.3.6 边坡整体稳定验算 …… 628
15.3.7 抗渗验算 …… 628
15.3.8 变形估算 …… 630
15.3.9 若干特殊应用的设计计算 …… 631
15.4 搅拌桩挡墙的施工技术 …… 633
15.4.1 施工机械 …… 633
15.4.2 施工工艺 …… 638
15.4.3 施工准备和施工管理 …… 642
15.4.4 质量检验 …… 644
15.5 工程实例 …… 645
15.5.1 上海四平路地下车库基坑支护 …… 645
15.5.2 上海太阳广场大厦基坑支护 …… 647
15.5.3 上海城市排水总管沟槽开挖支护 …… 649
15.5.4 马鞍山钢厂大深度受料槽开挖支护 …… 652
15.5.5 水泥搅拌桩与钻孔灌注桩组合支护 …… 655
参考文献 …… 656
第 16 章 喷射注浆法设计与施工 …… 661
16.1 概述 …… 661
16.2 基本概念 …… 662
16.2.1 加固原理与加固方法 …… 662
16.2.2 喷射流特性 …… 664
16.2.3 影响喷射流切削效果的因素 …… 666
16.3 旋喷桩及复合地基的特性 …… 670
16.3.1 水泥土强度形成机理及增长规律 …… 670
16.3.2 应力-应变特性 …… 672
16.4 野外及室内试验方法 …… 673
16.4.1 野外试验 …… 674
16.4.2 室内试验 …… 676
16.5 旋喷桩计算 …… 678
16.5.1 上压力计算 …… 678
16.5.2 基坑涌土计算 …… 680
16.5.3 管涌计算 …… 683
16.6 旋喷桩设计 …… 685
16.6.1 概述 …… 685
16.6.2 加固直径的设定 …… 686
16.6.3 硬化剂用量的确定 …… 687
16.6.4 加固体的强度 …… 688
16.6.5 桩的平面布置 …… 689
16.7 旋喷桩施工及其应用 …… 690
16.7.1 单管法、二重管法、三重管法 …… 690
16.7.2 主要施工机具 …… 691
16.7.3 安全管理 …… 692

16.8 工程实例 …… 693
16.8.1 上海宝山钢铁总厂工程的深基坑开挖 …… 693
16.8.2 东京某深基坑的分层加固 …… 698
16.8.3 武汉深基坑灌注桩、旋喷桩组合挡土壁 …… 699
16.8.4 天津地下连续墙、旋喷桩组合挡土壁 …… 701
参考文献 …… 702
第 17 章 支撑结构设计与施工 …… 703
17.1 支撑结构概述 …… 703
17.1.1 支撑的种类和结构形式 …… 703
17.1.2 支撑结构体系的组成分析和构造要求 …… 706
17.2 钢支撑结构 …… 706
17.2.1 钢支撑结构的设计原理 …… 707
17.2.2 钢支撑结构的设计实例 …… 712
17.3 钢筋混凝土支撑结构 …… 713
17.3.1 钢筋混凝土支撑结构的设计原理 …… 714
17.3.2 上海华侨大厦基坑围护结构设计实例 …… 717
17.3.3 上海镇宁路爱俪园大厦基坑围护设计实例 …… 718
17.3.4 上海某基坑工程支撑结构的整体框架计算 …… 724
17.4 支撑节点的构造及支撑次应力 …… 727
17.4.1 影响支撑节点构造受力及支撑次应力的因素 …… 727
17.4.2 设计及施工的技术要点 …… 728
参考文献 …… 730
第 18 章 土锚设计施工 …… 731
18.1 概述 …… 731
18.1.1 锚杆支护体系的构造 …… 731
18.1.2 土锚支护技术的发展与现状 …… 733
18.2 土锚的设计 …… 735
18.2.1 场地勘测 …… 735
18.2.2 材料 …… 736
18.2.3 规划与布置 …… 738
18.2.4 锚固体设计 …… 739
18.2.5 锚杆支护系统 …… 746
18.3 土锚的施工 …… 749
18.3.1 施工计划与准备 …… 749
18.3.2 钻孔机械的选择 …… 750
18.3.3 锚拉杆的制作 …… 752
18.3.4 灌浆及其工艺 …… 753
18.3.5 张拉固定 …… 757
18.3.6 拉杆的拆除 …… 757
18.4 土锚的试验 …… 759
18.4.1 试验的目的与种类 …… 759
18.4.2 极限抗拔力试验（又称拉拔试验） …… 759
18.4.3 特殊试验 …… 761

18.4.4 施工现场的监测试验 …… 762
18.5 工程实例 …… 763
18.5.1 北京西直门地铁车站基坑侧壁锚杆支护 …… 763
18.5.2 北京王府井宾馆地库工程 …… 764
18.5.3 横滨市污水处理厂沉砂池土锚杆及连续墙挡土工程 …… 766
18.5.4 加勒比海地区粘土锚杆 …… 768
18.5.5 美国西雅图 Columbia 大厦基坑锚杆护壁工程 …… 770
参考文献 …… 771
第 19 章 沉井工程设计与施工 …… 774
19.1 概述 …… 774
19.1.1 沉井类型 …… 774
19.1.2 沉井施工的基本程序 …… 776
19.1.3 沉井下沉施工法 …… 777
19.2 沉井施工引起土体移动的分析 …… 778
19.2.1 沉井施工引起土体移动的因素 …… 778
19.2.2 沉井施工引起土体移动的分析 …… 779
19.2.3 考虑 c、φ 值的井底抗隆起稳定性分析 …… 785
19.2.4 井底抗隆起稳定性与井周地面沉降的关系 …… 790
19.3 保护周围市政环境的措施 …… 791
19.3.1 采取适当的施工方法 …… 791
19.3.2 确定井周地表沉降的控制要求 …… 792
19.3.3 严格执行施工组织设计和操作规程 …… 793
19.3.4 施工监控 …… 793
19.4 工程实例 …… 794
19.4.1 上海市宜川路泵站沉井 …… 794
19.4.2 上海市中山南路北顶管工作井 …… 797
19.4.3 上海市宝钢电厂江堤外排水口沉井 …… 798
19.4.4 上海市延安东路隧道 2 号沉井 …… 799
19.4.5 中心岛式下沉 …… 807
参考文献 …… 808
第 20 章 现场监测与信息反馈 …… 809
20.1 概述 …… 809
20.2 监测设备及其功用、使用方法 …… 809
20.2.1 水准仪和经纬仪 …… 810
20.2.2 测斜仪 …… 810
20.2.3 分层沉降仪 …… 811
20.2.4 钢筋计 …… 813
20.2.5 土压力仪 …… 815
20.2.6 孔隙水压力计 …… 815
20.3 监测项目和测点的布置 …… 816
20.4 监测项目的警戒值 …… 817
20.5 监测在工程中的具体运用 …… 818
20.5.1 工程 A …… 818

20.5.2 工程 B …… 822
参考文献 …… 835
第 21 章 周围地层注浆加固技术 …… 839
21.1 支护基坑周围地层注浆加固技术 …… 839
21.1.1 基坑周围土层的变形特性和注浆加固目的 …… 839
21.1.2 注浆加固的土力学设计 …… 850
21.1.3 软土基坑的注浆工法和应用实例 …… 857
21.2 沉井基坑的周围地层注浆加固技术 …… 87
21.2.1 超沉偏斜沉井的注浆纠整技术 …… 87
21.2.2 土压平衡式沉井基坑的周围地层注浆加固 …… 877
参考文献 …… 885
第 22 章 邻近建筑及设施的保护技术 …… 876
22.1 概述 …… 876
22.2 地质和环境调查 …… 877
22.3 两种环境保护法 …… 879
22.4 隔断法 …… 881
22.5 基础托换法 …… 887
22.6 注浆加固法 …… 891
22.7 邻近管道保护 …… 893
22.8 邻近地铁隧道的保护 …… 895
22.9 打拔桩影响的环境保护法 …… 87
22.9.1 预估打桩影响区范围及环境保护的简易分析法 …… 87
22.9.2 上拔板桩对环境的影响 …… 874
参考文献 …… 877
索引 …… 878