

铁路工程施工装备选型 配套手册 1

杜永昌 主编

 ZOOMLION

中联[®] 中国驰名商标

玉汝无息
博厚悠远



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路工程施工装备选型配套手册(1)

杜永昌 主编



NLIC 2970645189

中国铁道出版社

2011年·北京

内 容 简 介

本书针对具体工程或施工工艺提出施工装备选型及配套的一般原则、基本方法,给出常用配置方案;同时介绍各种工程施工装备的分类及型号识别、技术性能、工程用途、使用条件、选型方法或注意事项,给出可供选择的常用规格型号和主要技术参数等。

本书面向铁路建设和施工各级管理层、作业层和机械设备专业人员、工程技术人员,供项目管理、施工组织、施工技术方案设计、施工工艺设计、机械设备选配和采购时参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路工程施工装备选型配套手册(1)/杜永昌主编. —北京:
中国铁道出版社,2010.1 (2011.2重印)

ISBN 978-7-113-10252-4

I. 铁… II. 杜… III. 铁路工程—工程机械—手册 IV. U215.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 127867 号

书 名:铁路工程施工装备选型配套手册(1)

作 者:杜永昌 主编

责任编辑:江新锡 电话:010-51873018 电子信箱:jxinxi@sohu.com

编辑助理:陈小刚

封面设计:冯龙彬

责任校对:张玉华

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京信彩瑞禾印刷厂

版 次:2010年1月第1版 2011年2月第2次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:37.25 彩插:6 字数:935 千

书 号:ISBN 978-7-113-10252-4/TU·1045

定 价:130.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

《铁路工程施工装备选型配套手册》编写组

主要编写人员:

- 杜永昌 铁道部建设管理司高级工程师
- 郑宝迪 中铁二局集团公司教授级高级工程师、高级顾问、原总工程师
- 唐经世 西南交通大学教授
- 刘 春 中国中铁集团总公司教授级高级工程师、高级顾问、原副总工程师
- 刘中天 中铁五局集团公司高级工程师、技术顾问、原副总工程师
- 韩启孟 铁道部工程管理中心高级工程师、原铁道部高速办副主任
- 李 玲 中铁科工集团有限公司教授级高级工程师、总工程师
- 欧阳泉 中铁一局集团公司高级工程师、原副总工程师
- 陈义明 中铁十六局集团电务公司教授级高级工程师、总经理
- 戴 宇 中铁一局集团公司高级工程师、项目工程部长
- 徐军哲 中铁隧道集团股份公司高级工程师、副总工程师
- 郭文武 石家庄铁道学院机械分院教授、副院长
- 赵永刚 中铁十二局集团第四工程有限公司高级工程师、计测中心副主任
- 胡茂安 中铁二局集团机电有限公司高级工程师、副总经理
- 陈明华 中铁二局集团机电有限公司工程师、设备科长
- 赵松华 中铁十六局集团公司高级工程师、设备运输科科长
- 李玉梅 中铁十六局集团电务公司高级工程师、工程部长
- 张志华 郑州新大方集团教授级高级工程师、总经理
- 陈 浩 郑州新大方集团高级工程师、总工程师

前 言

《铁路工程施工装备选型配套手册》是为配套《高速与客运专线铁路施工工艺手册》而编写的,不仅适用于客专铁路工程,同样适用于普速铁路工程。它不是施工机械手册或机械施工手册。它针对具体工程或施工工艺提出施工装备选型及配套的一般原则、基本方法,给出常用配置方案;同时提供各种工程施工装备的分类及型号识别、技术性能、工程用途、使用条件、选型方法或注意事项,给出可供选择的常用规格型号和主要技术性能等。为满足目前工程建设的急需,先将已完稿部分汇集出版第1册,其他各册将陆续出版。

第1册共4章。各章名称及编写人员:

第1章地基工程施工装备选型与配套,编写人杜永昌、郭文武;

第2章桥梁基础及墩台工程施工装备选型与配套,编写人杜永昌;

第3章混凝土工程施工装备选型与配套,编写人赵永刚、杜永昌;

第4章桩工机械,编写人杜永昌、赵松华。

在此,对参编人员及关心帮助本书编写和出版的领导、同事及朋友表示衷心感谢,对本书的错误和不足之处向读者朋友表示诚挚的歉意。同时,欢迎读者朋友对本书的编写提出宝贵意见,对错误之处给予批评指正,及时提供新技术、新工艺、新设备等信息。来信请寄:duyc2003@163.com,电话:010-51871602。

编 者

2010年1月于北京

目 录

1 地基工程施工装备选型与配套

1-1 地基工程施工装备概述	1
1-1-1 地基工程分类及施工装备	1
1-1-2 地基工程施工装备的演变及发展方向	5
1-1-3 施工装备选型配套的基本原则	5
1-2 打入桩施工装备	8
1-2-1 施工内容、特点及主要设备	8
1-2-2 桩锤的选型	8
1-2-3 桩架的选择	14
1-2-4 卷扬机的选择	17
1-2-5 其他辅助设备的配套	20
1-2-6 中掘法沉入管桩施工简介	24
1-3 振动沉管灌注桩施工装备	26
1-3-1 施工内容、特点及主要设备	26
1-3-2 振动沉管设备的选型	26
1-3-3 振动沉管灌注桩施工辅助设备配套	31
1-4 静力沉桩施工装备	37
1-4-1 施工内容、特点及主要设备	37
1-4-2 施工装备选型方法	37
1-4-3 施工装备配套	39
1-5 袋装砂井施工装备	42
1-5-1 施工内容、特点及主要设备	42
1-5-2 袋装砂井打设机选型方法	42
1-5-3 袋装砂井辅助设备配套方法	44
1-5-4 袋装砂井施工设备配套实例	49
1-6 塑料排水板施工装备	50
1-6-1 施工内容、特点及主要设备	50
1-6-2 施工装备选型配套的方法	50
1-6-3 塑料排水板施工设备配套实例	52
1-7 真空预压施工装备	53
1-7-1 施工内容、特点及主要设备	53
1-7-2 真空设备选型配套的方法	53
1-7-3 辅助及检测设备配置	54
1-7-4 真空预压施工设备配套实例	55

1-8 砂桩施工装备	56
1-8-1 施工内容、特点及主要设备	56
1-8-2 沉管法施工装备选型配套方法	56
1-8-3 振冲法施工机械选型配套方法	57
1-8-4 辅助设备的配套	57
1-8-5 砂桩施工设备配套实例	58
1-9 碎石桩施工装备	59
1-9-1 施工内容、特点及主要设备	59
1-9-2 施工装备选型配套方法	59
1-9-3 碎石桩振冲法施工实例	62
1-10 粉体喷射搅拌桩施工装备	63
1-10-1 施工内容、特点及主要设备	63
1-10-2 施工装备选型配套的基本要求	63
1-10-3 粉喷桩施工机械选型及配套	64
1-10-4 粉体喷射搅拌桩施工设备配套实例	66
1-11 浆体喷射搅拌桩施工装备	68
1-11-1 施工内容、特点及主要设备	68
1-11-2 施工装备选型配套的方法	68
1-11-3 浆体喷射搅拌桩施工实例	69
1-12 高压旋喷桩施工装备	71
1-12-1 施工内容、特点及主要设备	71
1-12-2 施工装备选型配套的方法	71
1-12-3 高压旋喷桩施工设备配套实例	77
1-13 灰土挤密桩施工装备	79
1-13-1 施工内容、特点及主要设备	79
1-13-2 施工装备选型配套的方法	79
1-13-3 灰土挤密桩施工设备配套实例	82
1-14 水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)施工装备	84
1-14-1 施工内容、特点及主要设备	84
1-14-2 施工装备选型配套的方法	84
1-14-3 CFG 桩施工设备配套实例	87
1-15 强夯施工装备	88
1-15-1 施工内容、特点及主要设备	88
1-15-2 施工装备选型配套的原则	88
1-15-3 强夯施工设备配置方法	89
1-15-4 强夯施工工艺参数	92
1-15-5 强夯施工设备配套实例	93
1-16 洞穴处理及地下注浆施工装备	95
1-16-1 施工内容、特点及主要设备	95
1-16-2 洞穴处理施工装备选型配套的方法	95

1-16-3 地下注浆施工装备选型	98
1-16-4 洞穴处理施工设备配套实例	105
1-17 原地面处理、换填及砂石垫层施工装备	107
1-17-1 施工内容、特点及主要设备	107
1-17-2 开挖排水沟施工装备选型配套的方法	107
1-17-3 地表清除施工装备选型配套的方法	107
1-17-4 翻挖回填及原地面碾压施工装备	108
1-17-5 换填施工装备选型配套的方法	108
 2 桥梁基础及墩台工程施工装备选型与配套	
2-1 概 述	111
2-1-1 桥梁基础与墩台施工装备概况	111
2-1-2 桥梁基础与墩台施工装备选型配套的基本原则	111
2-2 无支护基坑明挖施工装备	113
2-2-1 无支护基坑明挖施工内容及主要设备	113
2-2-2 无支护基坑明挖施工装备选型配套方法	114
2-2-3 无支护基坑明挖施工装备数量计算	115
2-2-4 动力设备配置	118
2-3 支撑法基坑明挖施工装备	119
2-3-1 支撑法基坑明挖施工内容及主要设备	119
2-3-2 基坑开挖及运输施工装备	120
2-3-3 坑内排水	120
2-3-4 井点降水施工装备配置方法	125
2-3-5 基坑支撑系统	135
2-4 喷射混凝土护壁法基坑明挖施工装备	144
2-4-1 喷射混凝土护壁法基坑明挖施工内容及主要设备	144
2-4-2 喷射混凝土护壁法基坑明挖装备选型配套方法	144
2-4-3 其他施工装备的选型配套	148
2-5 土石围堰施工装备	149
2-5-1 土石围堰施工内容及主要设备	149
2-5-2 土石围堰施工装备选型配套方法	149
2-6 钢板桩围堰施工装备	151
2-6-1 钢板桩围堰施工内容及主要设备	151
2-6-2 钢板桩围堰施工装备选型配套方法	152
2-6-3 沉桩辅助装备	157
2-6-4 围堰抽水	163
2-6-5 拔桩设备	165
2-6-6 水下混凝土封底的设备配置	166
2-7 整体围堰和沉井浮运及水中下沉施工装备	171
2-7-1 双壁钢围堰施工内容及主要设备	171

2-7-2	双壁钢围堰施工装备选型配套方法	171
2-7-3	双壁钢围堰施工装备配备数量计算	173
2-7-4	浮式沉井下沉	175
2-8	人工挖孔灌注桩施工装备	178
2-8-1	人工挖孔灌注桩施工内容及主要设备	178
2-8-2	人工挖孔灌注桩施工装备的选择	178
2-8-3	人工挖孔灌注桩施工装备的配套	179
2-9	钻孔灌注桩成孔施工装备	182
2-9-1	钻孔灌注桩施工内容及主要设备	182
2-9-2	钻孔设备及其适用范围	182
2-9-3	钻孔设备选型及配套方法	183
2-9-4	灌注桩钻孔施工装备配备数量计算	202
2-9-5	泥浆设备	204
2-9-6	护筒	208
2-9-7	清孔设备	210
2-9-8	检孔设备	212
2-10	明挖基础及承台混凝土施工装备	214
2-10-1	施工内容及主要装备	214
2-10-2	施工装备配置要求	214
2-10-3	施工装备配置与配套方法	214
2-11	钻孔桩水下混凝土灌注施工装备	229
2-11-1	水下混凝土灌注施工概述	229
2-11-2	水下混凝土灌注施工装备配置方法及要求	229
2-11-3	水下混凝土灌注施工装备的配置	230
2-12	混凝土墩(台)整体灌注法施工装备	234
2-12-1	混凝土墩台整体灌注法施工概述	234
2-12-2	模板的选型与配套	234
2-12-3	墩台整体灌注混凝土施工装备	245
2-13	混凝土墩身滑模法施工装备	246
2-13-1	滑动模板法概述	246
2-13-2	滑模法施工装备	246
2-13-3	滑动模板的设计	252
2-13-4	滑模法施工的输送设备	254
2-13-5	滑模拼装及提升	255
2-13-6	预应力斜拉装配式超轻型挂篮连续滑模法	255
2-14	混凝土墩身翻模法施工装备	258
2-14-1	翻模法施工概述	258
2-14-2	翻模法施工装备	258
2-14-3	液压自升平台式翻模	259

2-15 混凝土墩身爬模法施工装备	263
2-15-1 爬模法原理	263
2-15-2 爬模法施工装备	263
2-15-3 爬模法工程示例	264
 3 混凝土工程施工装备选型与配套	
3-1 混凝土工程施工装备概述	267
3-1-1 混凝土机械在国民经济中的地位	267
3-1-2 混凝土施工装备的种类	267
3-2 混凝土生产装备	269
3-2-1 混凝土搅拌机	269
3-2-2 混凝土搅拌站(楼)	283
3-2-3 沥青混合料制备机械	299
3-3 混凝土输送设备	311
3-3-1 混凝土输送装备的类型和特点	311
3-3-2 混凝土搅拌运输车	312
3-3-3 混凝土泵	317
3-3-4 混凝土布料机	340
3-4 混凝土振捣设备	350
3-4-1 混凝土振捣设备分类	350
3-4-2 内部振动器	352
3-4-3 附着式混凝土振动器	359
3-4-4 平板振动器	361
3-4-5 混凝土振动台	362
3-4-6 混凝土振动器的生产率	363
3-5 混凝土破碎设备	365
3-5-1 概 述	365
3-5-2 液压破碎锤	365
3-5-3 液压破碎剪与液压破碎钳	369
3-5-4 自落式破碎机	371
3-6 砂浆机械	374
3-6-1 砂浆搅拌机	374
3-6-2 灰浆输送泵	376
3-7 混凝土喷射机	380
3-7-1 概 述	380
3-7-2 喷射机的基本原理	382
3-7-3 干(潮)式喷射机	384
3-7-4 湿式喷射机	391
3-7-5 喷射混凝土机	394

3-8 混凝土摊铺设备	397
3-8-1 水泥混凝土摊铺设备	397
3-8-2 滑模式混凝土摊铺机	399
3-8-3 轨模式水泥混凝土摊铺机	404
3-8-4 沥青混合料摊铺机	405
3-9 砂石料制备施工装备	418
3-9-1 破碎机械	418
3-9-2 筛分机械	429
3-9-3 洗选机械	431
3-9-4 堆取料机	433
3-9-5 给料机械	434
3-9-6 上海西芝破碎机	435
3-9-7 碎石生产成套设备	439
3-10 其他混凝土设备	442
3-10-1 混凝土切缝机	442
3-10-2 混凝土路面抹光机	444
3-10-3 混凝土刷毛机	444
3-10-4 混凝土拉毛机	447

4 桩工机械

4-1 旋挖钻机	452
4-1-1 概 述	452
4-1-2 旋挖钻机分类	452
4-1-3 型号识别	452
4-1-4 旋挖钻机的主要性能及工程用途	453
4-1-5 旋挖钻机选型方法	453
4-1-6 SWDM 系列旋挖钻机	455
4-1-7 徐工旋挖钻机	460
4-2 冲击式钻机	469
4-2-1 冲击式钻机分类	469
4-2-2 型号识别	469
4-2-3 冲击式钻机的主要性能及工程用途	469
4-2-4 冲击式钻机的选型方法	471
4-2-5 冲击式钻机常用型号及主要技术性能	471
4-3 冲击反循环钻机	472
4-3-1 冲击反循环钻机分类	472
4-3-2 冲击反循环钻机的主要性能及工程用途	472
4-3-3 冲击反循环钻机选型方法	472
4-3-4 冲击反循环钻机主要产品	473
4-3-5 常用冲击反循环钻机型号及主要技术性能	474

4-4 转盘式钻机(正、反循环回转钻机)	476
4-4-1 转盘式钻机产品分类	476
4-4-2 转盘式钻机主要性能及工程用途	476
4-4-3 转盘式钻机选型方法	479
4-4-4 大口径转盘式钻机主要产品	480
4-4-5 转盘式钻机常见型号及主要技术性能	482
4-5 潜水钻机	485
4-5-1 潜水钻机型号识别方法	485
4-5-2 潜水钻机的主要性能及工程用途	485
4-5-3 潜水钻机的选型方法	486
4-5-4 KQ 系列潜水钻机	486
4-5-5 DZB1500 步履式桩机	487
4-5-6 潜水钻机常见型号及主要技术性能	488
4-5-7 山河智能 SWD 系列一体化液压潜水钻机	488
4-6 全套管钻机	490
4-6-1 全套管钻机分类及型号识别	490
4-6-2 全套管钻机主要性能及工程用途	490
4-6-3 全套管钻机的选型方法	492
4-6-4 全套管钻机主要产品	492
4-6-5 全套管钻机常见型号及主要技术性能	495
4-7 螺旋钻机	499
4-7-1 螺旋钻机分类与型号识别	499
4-7-2 螺旋钻机的主要性能及工程用途	499
4-7-3 螺旋钻机的选型方法	501
4-7-4 螺旋钻机主要产品	501
4-7-5 螺旋钻机常见型号及主要技术性能	504
4-8 冲抓钻机	508
4-8-1 概 述	508
4-8-2 工作原理	508
4-8-3 冲抓钻机选型	509
4-9 深层搅拌钻机	510
4-9-1 概 述	510
4-9-2 主要产品及技术性能	510
4-9-3 其他常用型号及技术性能	513
4-10 旋喷钻机	515
4-10-1 XP-30 型钻机	515
4-10-2 TGD-50 多功能旋喷机	515
4-10-3 其他旋喷机主要技术性能	516
4-11 打 桩 锤	517
4-11-1 桩锤的分类及适用性	517

4-11-2	柴油打桩锤	522
4-11-3	电动桩锤及液压桩锤	528
4-12	打桩架	537
4-12-1	概 述	537
4-12-2	各种打桩架简介	538
4-12-3	打桩架型号标示	541
4-12-4	打桩架选型方法	541
4-12-5	桩架主要产品	542
4-12-6	打桩架常用型号及主要技术性能	543
4-13	静力压桩机	546
4-13-1	分类及型号识别方法	546
4-13-2	液压静力压桩机工程用途及主要性能	546
4-13-3	液压压桩机主要产品	549
4-13-4	液压静力压桩机常见型号及主要技术性能	550
4-14	插板机	553
4-14-1	概 述	553
4-14-2	常用型号及技术性能	553
4-15	螺纹桩机	554
4-15-1	概 述	554
4-15-2	常用型号及技术性能	554
4-16	振冲器	556
4-16-1	概 述	556
4-16-2	主要产品	557
4-16-3	常用型号及技术性能	558
4-17	钻探取芯钻机	559
4-17-1	概 述	559
4-17-2	主要产品	561
4-17-3	其他常用型号及主要技术性能	566
4-18	其他工程钻机	569
4-18-1	CSJ-B60 拔管机	569
4-18-2	MD 型减速机中空式多功能钻孔机	569
4-18-3	JKB 挤扩式工程钻机	570
4-18-4	DZJ 系列多轴钻机	570
4-18-5	JMZG-I 型挤密桩钻孔机	572
4-18-6	液压铤槽机	572
4-18-7	CCJ 系列地下连续墙挖掘机	575
4-18-8	钻 具	575
4-18-9	桩头破碎机具	577
4-18-10	HQY5000 强夯机	579
参考文献		580

1 地基工程施工装备选型与配套

1-1 地基工程施工装备概述

1-1-1 地基工程分类及施工装备

当天然地基不能满足构筑物稳定或变形控制要求时,就要对天然地基进行处理,形成人工地基。地基处理的目的是为了提高地基承载力,减少地基沉降,有时也为了减少地基的渗透性。传统的软土地基处理方式是排水固结法和置换法等。20 世纪 90 年代以来,粉喷桩、水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)、强夯等在铁路工程中均得到应用。

地基工程方法分类见表 1-1.1。各种地基处理方法的原理、适用地质条件和主要施工装备见表 1-1.2。

表 1-1.1 地基处理方法分类

分 类		工程目的	工程措施(方法)	
单 一 地 基	密结类	提高原土体承载能力	固结法	排水措施:砂垫层、砂井、塑料排水板、塑料管 加压措施:堆载法、真空预压法、降低地下水位法、电渗法
			压密法	表面压实法、重锤夯实法、强夯法、振冲挤密法
			爆破挤密法	
复 合 地 基	置换类	以较高承载能力的土体 替换原土体	换填法、褥垫法、砂桩、沉入桩、沉管灌注桩、土桩、灰土桩、碎石桩、CFG 桩、沉管夯击灌注桩、石灰桩、树根桩	
	植桩类	以预制桩沉入土层,形成 复合受力结构	木桩、钢筋混凝土方桩、预应力混凝土管桩、钢管桩	
	改性类	对原土体改性,形成具有 较高承载能力的新土体	旋喷桩、(渗入、劈裂、压密、电化学)灌浆法、(水泥、石灰等)深层搅拌法	
	垫层类	减弱或均匀上部荷载	砂垫层,土工织物	

表 1-1.2 常用地基处理方法的原理、适用范围及施工装备

分类	方 法	加 固 原 理	适用地质条件	主要施工装备
密结类	砂井排水固结法 袋装砂井固结法 插塑板固结法 插塑管固结法 堆载预压法 真空预压法 降水固结法 电渗排水固结法	通过布置垂直排水井,改善地基 的排水条件及采取加压、抽气、抽水 和电渗等措施,以加速地基土的固 结和强度增长,提高地基土的稳定 性,并使沉降提前完成	厚度较大的饱和软土和冲填土, 但对于较厚的泥炭层要慎重对待	打桩机 打桩机,装砂袋机 插板机 插管机 附加加载设备 真空机 打井机,抽水机 —

续表 1-1.2

分类	方 法	加 固 原 理	适用地质条件	主要施工装备
密结类	强夯置换	用大吨位的重锤从 10 多米的高空落下,在夯出的直壁夯坑中,倒入置换材料,并连续夯击,逐渐形成直径约 2 m 的碎石桩体,与周围土体形成复合地基	饱和软黏土。一般适合于厚度 3~6 m 的浅层处理	夯锤,桩架
	强夯法	利用 80~300 kN 的重锤从 8~20 m 的高处落下的冲击能,夯击地基土,在地基土中产生冲击波和很大的动应力,使地基土得到夯实	碎石土、砂土、杂填土、素填土、湿陷性黄土和低饱和度的粉土与黏性土。对于高饱和度的粉土和黏性土,需经试验论证后,方可使用,且应设置竖向排水通道。该法最大处理深度达 40 m。强夯的震动可能会对周围环境造成不良影响,使用时要考虑周围的环境因素	夯锤,起重提升设备
	振冲法	利用振冲器的水平振动力使饱和的无黏性土和砂质粉土液化,颗粒重新排列而密实。如在振动时填入砂、石等材料,对土层还具有挤密作用	不添加砂、石材料的振冲挤密法,一般宜用于 0.75 mm 以上颗粒占土体 20% 以上的砂土。添加砂、石材料的振冲挤密法宜用于颗粒小于 0.005 mm 的黏性含量不超过 10% 的粉土和砂土	振冲器,桩架或起重机
	夯坑基础	利用 50~100 kN 的锥形夯锤,从 6 m 高处落下所夯出的夯坑为基槽,直接灌注混凝土。由于夯击使下部土体得以夯实,侧壁得以挤密,从而提高地基承载力,减少压缩沉降	软黏土、非饱和的黏性土、杂填土、湿陷性黄土	夯锤
置换类	换填法	将软土全部或部分挖除,以砂石、土、灰土和矿渣等强度较高的材料回填,提高持力层的承载力	淤泥、淤泥质土、湿陷性黄土、素填土、杂填土地基及暗沟、暗塘的浅层处理	挖、运、填、压设备
	砂 桩	用水力振冲器或沉桩机成孔,填砂料,使之置换部分软黏土并使土中水分逐步排除而固结,以提高地基承载力	软土、松软土,对不排水剪切强度小于 15 kPa 的软土应采用袋装砂桩	沉桩机或振冲器
	沉管灌注桩	采用振动沉桩机将带有活瓣式桩尖或钢筋混凝土土桩预制桩靴的管桩(上部有加料口),利用振动锤产生的垂直定向振动和锤、桩管自重及卷扬机通过钢丝绳施加的拉力,对桩管进行加压,使桩管沉入土中,然后边向桩管内灌注混凝土,边振动边拔出桩管,使混凝土留在土中而成桩	一般黏性土、淤泥、淤泥质土、粉土、湿陷性黄土、中密及松散的砂土及填土地基。但坚硬砂土、碎石土及硬夹层土层中,因易损坏桩尖,不宜采用	沉拔桩机,混凝土设备

续表 1-1.2

分类	方 法	加 固 原 理	适用地质条件	主要施工装备
置换类	土和灰土挤密桩	在地基中成孔后将预先拌和好的水泥土灌入孔内,然后用夯锤夯实,通过胶结作用形成桩体	处理地下水位以上的湿陷性黄土、素填土和杂填土等地基。可处理地基的深度为 5~15 m。当以消除地基土的湿陷性为主要目的时,宜选用土挤密桩复合地基。当以提高地基土的承载力或增强其水稳性为主要目的时,宜选用灰土挤密桩复合地基。当地基土的含水量大于 24%、饱和度大于 65% 时,不宜选用灰土挤密桩复合地基或土挤密桩复合地基	振动或锤击沉管灌注桩机,冲击钻机,夯实机
	树根桩	利用就地灌注的小直径灌注桩(直径在 75~250 mm),使之与土体构成复合地基,提高地基承载力,增加地基的稳定性和减少沉降	各类土。主要用于既有建筑物的加固及稳定土坡、支挡结构物	沉拔桩机,混凝土设备
	碎石桩	利用振冲器或沉桩机,在软弱黏土地基中成孔,再在孔内分批填入碎石等坚硬材料,制成桩体,与原地基构成复合地基,从而提高地基的承载力	不排水剪切强度 $20 \text{ kPa} \leq C_u \leq 50 \text{ kPa}$ 的饱和软黏土、饱和黄土和冲填土。不排水剪切强度小于 20 kPa 的地基慎用。能使天然地基承载力提高 20%~60% 左右	振冲器,起重机 沉桩机 螺旋钻机
	CFG 桩	利用振动打桩机击沉直径 300~400 mm 的钢管,边振动提拔钢管边向钢管填入碎石、粉煤灰、水泥和水按一定比例的配合材料,形成半刚性的桩体,与原地基形成复合地基,从而提高地基承载力,也可用其他方法成孔	淤泥、淤泥质土、杂填土、饱和及非饱和的黏性土、粉土。能使天然地基承载力提高 70% 以上	振动沉拔桩机 振冲器,起重机 螺旋钻机
	钢渣桩	用振动打桩成孔灌注工艺将废钢渣分批投入并振密直至成桩,与原地基土一起形成复合地基,提高地基承载力	淤泥、淤泥质土、饱和及非饱和的黏性土、粉土	振动沉拔桩机 螺旋钻机 振冲器,起重机
	石灰桩	利用打桩机成孔过程中,沉管对土体的挤密作用和新鲜的生石灰成桩时对桩周土体的脱水挤密作用使周围土体固结;同时由于一系列的物理、化学反应,桩身与桩同土硬壳层组成变形模量较大的桩体,以置换部分软土,同原地基土形成复合地基,从而提高了地基的承载力	渗透系数适中的软黏土、杂填土、膨胀土、红黏土、湿陷性黄土。不适合地下水位以下的渗透系数较大的土层。当渗透系数较小时,软土脱水加固效果不好的土层慎用	振动沉拔桩机 螺旋钻机 振冲器,起重机

续表 1-1.2

分类	方 法	加 固 原 理	适用地质条件	主要施工装备
置换类	挤密碎石桩	利用成孔过程中沉管对土的横向挤密及振密作用,使土体向桩周挤压,桩周土体得以挤密,同时分层填入并夯实碎石,形成碎石桩,使桩与土形成复合地基	松散的非饱和黏性土、杂填土、湿陷性黄土、疏松的砂性土。对饱和软黏土,应慎重使用,可处理液化	振动沉拔桩机,重锤 螺旋钻机 振冲器,起重机
植桩类	沉入桩	通过锤击(部分辅以高压射水)等方法将预制好的桩沉入地基内所需要的深度,形成桩—土结构承受上部结构的荷载	软土、松软土、黏性土、砂类土地基	打桩机 静力压桩机
改性类	水泥土搅拌桩	水泥搅拌法施工时分为湿法(也称浆体喷射搅拌法)和干法(也称粉体喷射搅拌法)两种。湿法是利用深层搅拌机,将水泥浆与地基土在原位拌和;干法是利用粉喷机,将水泥粉或石灰粉与地基土在原位拌和。搅拌后形成柱状水泥土体,可提高地基承载力,减少沉降,增加地基稳定性和防止渗漏	淤泥、淤泥质土、含水量较高、地基承载力不大于 120 kPa 的黏性土、粉土等软土地基。在有较厚泥炭土层的软土地基上,宜通过试验确定其适用性,并可适量添加磷石膏以提高搅拌桩身强度。当地下水中含有大量硫酸盐时,应选用抗硫酸盐水泥。冬季施工时应注意负温对处理效果的影响	1. 深层(喷射)搅拌机; 2. 湿法:灰浆泵,灰浆拌制机,冷却水泵; 3. 干法:粉体发送系统,空气压缩机
	高压喷射注浆法	利用钻机把带有喷嘴的注浆管钻到设计深度的土层,将浆液高压冲击土体,使土体与浆液搅拌混合,并按一定的浆土比例和质量重新组合,在土中形成一个固结体	淤泥、淤泥质土、黏性土、黄土、砂土、人工填土和碎石土等地基。对于湿陷性黄土以及土中含有较多的大粒径块石、坚硬黏性土、大量植物根茎或过多有机质时,应根据现场试验结果确定其适用程度。对地下水流速较大或涌水工程以及对水泥有严重侵蚀的地基,应慎用。尤其适用于软弱地基的加固	高压注浆泵
	灌浆法	通过注入水泥浆液或化学浆液的措施,使土粒胶结,以提高地基承载力,减少沉降,增加稳定性,防止渗漏	淤泥、淤泥质土、粉土和含水量较高,且地基承载力标准值不大于 120 kPa 的黏性土等地基。当用于处理泥炭土或地下水具有侵蚀性时,宜通过试验以确定其使用程度	注浆泵
垫层类	垫 层	当软弱土层厚度不大时,采用砂、砂卵石、碎石、灰土、煤渣、矿渣等性能稳定、无侵蚀性的材料进行换填,形成构筑物下的承载层,以提高地基承载力,减少沉降量,加速软土层固结排水,防治冻胀或消除膨胀土的胀缩作用	淤泥、淤泥质土、湿陷性黄土、杂填土地基,及暗沟(塘)、山地不良地基等的浅层处理	挖填设备
	土工织物	利用土工织物的强度、韧性等力学特性,以扩散土中应力,增大土体的刚度和抗拉强度,与土体构成各种复合土工结构	砂土、黏性土和软土的加固,或用于反滤、排水和隔离的材料	