



21世纪技术与工程著作系列·土木工程

# 地基处理新技术 与工程实践

陈一平 张季超 陈小宝 王可怡 编著



科学出版社

21 世纪技术与工程著作系列·土木工程

---



# 地基处理新技术与工程实践

陈一平 张季超 编著  
陈小宝 王可怡

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书主要介绍常用地基处理方法的加固原理、适用范围和设计方法,相应地基处理方法的施工工艺和质量检验方法,既有建(构)筑物地基加固技术,国内外地基处理新技术的发展概况,并详细介绍了17个重大工程实例及算例。

本书内容包括绪论、排水固结法、强夯地基加固理论与实践、强夯加固机理、强夯加固地基的设计与施工、强夯加固地基的监测与质量检测、强夯加固后的地基变形计算、强夯加固前后饱和软土微结构研究、强夯处理工程实例、复合地基的概念与分类、振冲法、挤密桩法、砂石桩、石灰桩、柱锤冲扩桩、水泥土搅拌法、高压喷射注浆法、化学加固法、既有建(构)筑物地基加固理论与实践。

本书可供从事土木工程领域研究的科技人员及高等院校相关专业的师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

地基处理新技术与工程实践/陈一平,张季超等编著. —北京:科学出版社,2010

(21世纪技术与工程著作系列·土木工程)

ISBN 978-7-03-029165-3

I. ①地… II. ①陈… ②张… III. ①地基-技术-实践 IV. ①TU472

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第192371号

责任编辑:童安齐/责任校对:马英菊  
责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2010年12月第一版 开本:787×1092 1/16

2010年12月第一次印刷 印张:25

印数:1-2 000 字数:570 000

定价:60.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

## 前 言

我国地域辽阔、幅员广大，从沿海到内陆、从山区到平原，自然地理环境不同、土质各异、地基条件区域性较强，从而使地基处理技术显得较为复杂。例如，随着我国国民经济的快速发展，许多土木工程建筑物不仅要在地质条件良好的场地上建设，而且还要在地质条件不良的地基上修建；随着科学技术的日新月异，建筑物上部结构的荷载日益增大，对变形要求也越来越严，因而原来一般可被评价为良好的地基，也可能在特定条件下需要进行地基处理；随着我国城市化进程的加快，新建的土木工程越来越多，而且不少工程如大规模的填海造地、移山造地等工程均拟在不良地基上开发，这就必须对地基进行处理，以满足建筑物上部结构正常使用阶段和施工阶段的承载力要求。

本书根据作者长期从事的科学研究与工程实践，结合数项已获得的省级科学技术奖（如 2009 年的广东省科学技术特等奖“广东科学中心建设与管理的创新实践”，2006 年的广东省科学技术二等奖“广东科学中心饱和软土地基预处理技术研究与应用”，2007 年的广州市科学技术二等奖“广州大学城软弱地基处理新技术的研究与应用”，1996 年的河南省科学技术进步三等奖“超高层建筑桩基静载试验及机理分析”等），并按照国家最新技术规范 and 规程，深入浅出地对地基处理新技术进行了全面阐述，对作者主持和参与的 17 项工程应用实例进行了详细介绍与分析。

本书由河南省建设技术发展中心陈一平，广州大学张季超、陈小宝、王可怡编著。广州大学土木工程专业研究生刘晨、刘茂龙、曹旋、马旭等参加了本书相关资料的整理工作。

由于作者水平所限，书中不妥之处在所难免，希望读者批评指正。

作 者  
2010 年 8 月

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
1.1 地基处理技术的一般概念 .....	1
1.2 地基处理技术的发展和简况 .....	1
1.3 地基处理方法的分类 .....	2
1.3.1 地基处理的目的 .....	2
1.3.2 地基处理方法的分类 .....	3
1.4 地基处理方法的选择及步骤 .....	8
1.4.1 地基处理方法的选择 .....	8
1.4.2 地基处理方法的确定步骤 .....	9
1.5 地基处理设计与施工时应注意的关键问题 .....	10
1.5.1 重视基本理论和概念 .....	10
1.5.2 重视现场监测与原位测试技术 .....	11
1.5.3 重视地区性工程经验 .....	11
1.5.4 重视地基处理的概念设计 .....	11
1.5.5 重视地基处理的系统化设计 .....	11
<b>第二章 排水固结法</b> .....	12
2.1 概述 .....	12
2.2 排水系统 .....	13
2.2.1 水平排水系统 .....	13
2.2.2 竖向排水系统 .....	14
2.3 排水固结法的原理 .....	14
2.4 排水固结法的计算理论 .....	16
2.4.1 固结度计算 .....	16
2.4.2 抗剪强度增长计算 .....	18
2.4.3 沉降计算 .....	18
2.4.4 稳定性分析 .....	19
2.5 堆载预压法设计计算 .....	20
2.5.1 堆载预压地基内的应力分布 .....	21
2.5.2 堆载预压的计算步骤 .....	21
2.5.3 超载预压法 .....	22
2.5.4 砂井堆载预压法 .....	23
2.6 其他方法简介 .....	25

2.6.1	真空预压法	25
2.6.2	降低地下水位法	26
2.6.3	电渗排水法	28
2.6.4	联合预压法	28
2.7	施工方法	28
2.7.1	堆载预压施工方法	28
2.7.2	真空预压施工方法	30
2.7.3	降水预压施工方法	33
2.7.4	真空联合堆载预压施工方法	33
2.8	质量检验	33
2.8.1	现场检验	34
2.8.2	竣工质量检验	35
2.9	工程实录	35
2.9.1	砂井地基堆载预压工程实例	35
2.9.2	广州外国语学校真空预压工程实例	37
2.9.3	广东科学中心淤泥带处理工程	38
<b>第三章</b>	<b>强夯地基加固理论与实践</b>	<b>47</b>
3.1	强夯法的产生及发展	47
3.2	强夯法的特性	48
3.3	国内外强夯法的研究与使用情况	48
3.3.1	强夯机理研究	49
3.3.2	强夯法的模型研究	49
3.3.3	强夯法的试验研究	50
3.3.4	强夯法的数值分析	50
3.3.5	强夯前后地基土的微结构研究	51
3.3.6	强夯法在国内重大工程项目地基处理工程中的应用情况	52
<b>第四章</b>	<b>强夯加固机理</b>	<b>53</b>
4.1	夯击能传递机理	53
4.2	强夯法的加固机理	54
4.2.1	动力夯实	54
4.2.2	动力固结	54
4.2.3	动力置换	56
4.3	动力排水固结法加固机理	57
4.3.1	动力排水固结法的定义	57
4.3.2	动力排水固结法的特点	57
4.3.3	动力排水固结加固机理	58
4.3.4	广东科学中心饱和淤泥质砂土地基预处理技术	61

4.4	强夯室内实验与现场试验	63
4.4.1	强夯法的室内试验	63
4.4.2	强夯法的现场试验	64
4.5	强夯法加固地基的工程应用	65
4.5.1	强夯法加固砂土液化地基	65
4.5.2	强夯法加固湿陷性黄土地基	65
4.5.3	强夯法加固抛石填海地基	66
4.5.4	强夯法加固砾质黏性土回填地基	66
4.5.5	强夯法加固山区非均匀回填地基	67
4.5.6	强夯法加固饱和土地基的尝试与探索	67
<b>第五章</b>	<b>强夯加固地基的设计与施工</b>	<b>68</b>
5.1	强夯设计	68
5.1.1	设计方法及步骤	68
5.1.2	加固目的及要求	69
5.1.3	主要施工参数的选择	69
5.2	强夯施工	72
5.2.1	施工机具	72
5.2.2	施工工艺	76
5.2.3	对邻近建筑物震动影响问题	76
5.2.4	安全施工注意事项	77
5.3	动力排水固结新工艺	78
<b>第六章</b>	<b>强夯加固地基的监测与质量检测</b>	<b>80</b>
6.1	现场监测	80
6.1.1	孔隙水压力监测	80
6.1.2	土压力监测	82
6.1.3	水平位移监测	83
6.1.4	分层沉降监测	84
6.2	质量检测	86
6.2.1	标准贯入试验	86
6.2.2	平板荷载试验	86
6.2.3	动力触探试验	87
6.2.4	旁压试验	87
6.2.5	十字板剪切试验	87
6.2.6	物探检测技术的应用	88
6.2.7	室内试验方法	89
6.3	检测注意事项	90
6.3.1	检测数量	90

6.3.2	检测时间	90
6.3.3	施工记录检查	90
<b>第七章</b>	<b>强夯加固后的地基变形计算</b>	<b>91</b>
7.1	强夯施工中地面的变形特点	91
7.2	非饱和土强夯后场地平均沉降量计算	92
7.2.1	夯坑体积计算	92
7.2.2	场地平均夯沉量计算	92
7.2.3	多遍填土强夯时后继土方量及每遍平均夯沉量的计算	93
7.3	经验公式法确定非饱和土夯后平均沉降	94
7.3.1	第一种经验方法	94
7.3.2	第二种经验方法	95
7.4	饱和软土强夯中场地平均夯沉量计算	95
7.4.1	基于弹塑性模型的夯坑深度推导	95
7.4.2	基于现场量测的有效夯实体积及场地平均沉降量计算	96
<b>第八章</b>	<b>强夯加固前后饱和软土微结构研究</b>	<b>99</b>
8.1	土体微结构分析技术	99
8.1.1	简述	99
8.1.2	液氮真空冷冻制样技术	100
8.1.3	试样扫描电镜技术	105
8.1.4	饱和软土微结构图像处理技术	106
8.2	强夯处理前后饱和软土微结构形态变化规律	107
8.2.1	土体的微结构形态	108
8.2.2	动力排水固结预处理前后微结构类型	112
8.2.3	孔隙特性的定量研究	118
8.2.4	饱和软土微结构孔隙分布的分形结构	122
8.2.5	饱和软土微结构颗粒分布的分形结构	126
8.3	软土工程性质指标与微结构参数的相关性分析	127
8.3.1	微结构参数与压缩系数的相关性分析	127
8.3.2	微结构与压缩模量的相关性分析	130
8.3.3	微结构参数与黏聚力的相关性分析	132
8.3.4	微结构参数与内摩擦角的相关性分析	134
<b>第九章</b>	<b>强夯处理工程实例</b>	<b>137</b>
9.1	广东科学中心饱和软土地基预处理技术研究与应用	139
9.1.1	动力(强夯)排水固结法的研究与应用	139
9.1.2	动力(强夯)排水固结法施工总结	155
9.1.3	广东科学中心软弱地基处理工程试验及检测	171
9.1.4	广东科学中心饱和软土地基预处理经济效益分析	174

9.2	焦作市热电厂工程及检测实录 .....	178
9.2.1	焦作市热电厂主厂房强夯土检测试验报告 .....	178
9.2.2	焦作市热电厂主厂房及主控楼强夯后地基土动力标贯试验报告 .....	196
9.3	解放军洛阳外国语学院主教学楼强夯技术处理及检测实录 .....	206
9.3.1	中国人民解放军洛阳外国语学院教学楼地基试夯区检测报告 .....	206
9.3.2	中国人民解放军洛阳外国语学院教学楼强夯后地基土检测报告 .....	232
9.4	首阳山电厂二期扩建工程徐家沟灰场强夯技术处理 及试夯区检测报告实录 .....	242
9.4.1	首阳山电厂二期扩建工程徐家沟灰场试夯区综合报告 .....	242
9.4.2	首阳山电厂二期扩建工程徐家沟灰场试夯区土工试验报告 .....	246
9.4.3	首阳山电厂二期扩建工程徐家沟灰场试夯区静力触探、 标准贯入试验报告 .....	252
9.4.4	首阳山电厂二期扩建工程徐家沟灰场强夯试验施工资料 .....	263
<b>第十章</b>	<b>复合地基的概念与分类 .....</b>	<b>268</b>
10.1	复合地基的概念 .....	268
10.2	复合地基的发展 .....	268
10.3	复合地基的分类 .....	268
10.4	复合地基的展望 .....	271
<b>第十一章</b>	<b>振冲法 .....</b>	<b>272</b>
11.1	概述 .....	272
11.2	振冲法加固原理 .....	272
11.2.1	振冲密实加固原理 .....	272
11.2.2	振冲置换加固原理 .....	273
11.3	设计与计算 .....	274
11.3.1	施工方法 .....	275
11.3.2	振冲处理范围 .....	275
11.3.3	桩长、桩径和间距确定 .....	275
11.3.4	桩位布置 .....	275
11.3.5	桩体材料(填料) .....	276
11.3.6	垫层 .....	276
11.3.7	振动影响 .....	276
11.3.8	振冲桩复合地基承载力特征值计算 .....	276
11.3.9	振冲桩复合地基沉降变形计算 .....	277
11.3.10	不加填料振冲加密复合地基 .....	277
11.3.11	计算例题 .....	277
11.4	施工工艺 .....	279
11.4.1	施工机具 .....	279

11.4.2	振冲法施工过程	281
11.4.3	振冲施工步骤	281
11.4.4	施工注意事项	282
11.4.5	试验测试	282
11.4.6	振密工艺	282
11.4.7	施工顺序	283
11.5	质量检验	283
11.5.1	振冲挤密质量与效果的检验	283
11.5.2	振冲置换质量与效果的检验	284
11.6	工程实录	284
11.6.1	某水泥厂粉砂地基处理	284
11.6.2	某滤水池碎石桩复合地基	285
11.6.3	某火电厂灰场坝基碎石桩复合地基	285
11.6.4	某船厂碎石桩复合地基	286
<b>第十二章</b>	<b>挤密桩法</b>	287
12.1	概述	287
12.2	灰土挤密桩的加固机理	287
12.3	挤密桩的设计	289
12.3.1	桩的布置	289
12.3.2	桩孔直径	289
12.3.3	桩距设计	289
12.3.4	桩孔深度的确定	291
12.3.5	承载力确定	291
12.3.6	变形计算	292
12.3.7	桩孔填料	293
12.3.8	灰土垫层	293
12.4	挤密桩的施工	293
12.5	挤密桩地基的质量检验	294
12.6	工程实录	294
12.6.1	工程概况	294
12.6.2	工程地质条件	294
12.6.3	设计与施工	295
12.6.4	效果检验与分析	296
<b>第十三章</b>	<b>砂石桩、石灰桩、柱锤冲扩桩</b>	297
13.1	砂石桩	297
13.1.1	砂石桩的设计计算	297
13.1.2	砂桩的施工	298

13.2 石灰桩法 .....	299
13.2.1 加固机理 .....	299
13.2.2 设计计算 .....	301
13.2.3 施工工艺 .....	303
13.2.4 质量检测 .....	304
13.3 柱锤冲扩法 .....	304
13.3.1 柱锤冲扩桩的设计 .....	304
13.3.2 柱锤冲扩桩的施工 .....	305
13.3.3 质量检验 .....	306
<b>第十四章 水泥土搅拌法 .....</b>	<b>307</b>
14.1 概述 .....	307
14.2 加固原理 .....	307
14.2.1 适用土质与加固深度 .....	307
14.2.2 适用工程对象 .....	307
14.2.3 化学机理 .....	308
14.3 最新技术动态 .....	309
14.4 设计计算 .....	310
14.4.1 水泥土搅拌桩复合地基的特点及单桩承载力计算 .....	310
14.4.2 水泥土搅拌桩复合地基的设计计算 .....	313
14.4.3 水泥土搅拌桩沉降验算 .....	314
14.5 水泥土搅拌法施工 .....	314
14.5.1 施工前的准备工作 .....	314
14.5.2 施工参数及工艺流程 .....	315
14.5.3 施工质量保证 .....	315
14.6 搅拌桩质量检测 .....	316
14.7 工程实例 .....	317
<b>第十五章 高压喷射注浆法 .....</b>	<b>322</b>
15.1 概述 .....	322
15.2 地基加固原理 .....	324
15.2.1 高压喷射流对土体的破坏作用 .....	324
15.2.2 高压旋喷成桩机理 .....	325
15.2.3 水泥与土的固化原理 .....	325
15.2.4 适用范围 .....	325
15.3 加固土的基本性状和特征 .....	326
15.3.1 高压喷射注浆法加固土的基本性状 .....	326
15.3.2 高压喷射注浆法特征 .....	327
15.4 设计与计算 .....	327

15.4.1	喷射参数设计	327
15.4.2	布孔形式及孔距	328
15.4.3	注浆材料及配方	328
15.4.4	复合地基承载力特征值和变形计算	329
15.4.5	褥垫层设置和构造要求	330
15.5	施工工艺	331
15.5.1	施工工序	331
15.5.2	喷射工艺	332
15.5.3	施工注意事项	333
15.6	质量检验	333
15.6.1	质量检验的内容	334
15.6.2	质量检验方法	334
15.6.3	质量检验注意事项	334
15.7	工程实录	335
15.7.1	简述	335
15.7.2	设计布置与质量要求	335
15.7.3	现场工艺试验	335
15.7.4	高压喷射灌浆施工	335
15.7.5	效果检查分析	336
<b>第十六章</b>	<b>化学加固法</b>	<b>337</b>
16.1	夯实水泥土桩法	337
16.1.1	设计与计算	337
16.1.2	施工	338
16.1.3	质量检验	339
16.2	合成土工材料法	339
16.2.1	土工合成材料种类	339
16.2.2	土工合成材料的作用	341
16.2.3	设计计算	342
16.2.4	施工要点	345
16.2.5	工程实录	345
16.3	压力灌浆法	347
16.3.1	简述	347
16.3.2	灌浆材料	347
16.3.3	灌浆机理	349
16.3.4	灌浆设计	350
16.3.5	灌浆工艺和技术	352
16.3.6	灌浆的监测与检查	353

16.4	单液硅化法和盐碱法 .....	353
16.4.1	设计 .....	354
16.4.2	施工 .....	355
16.4.3	质量检验 .....	357
<b>第十七章</b>	<b>既有建(构)筑物地基加固理论与实践 .....</b>	<b>358</b>
17.1	概述 .....	358
17.1.1	既有建筑加固改造的意义及适用范围 .....	358
17.1.2	既有建筑地基基础加固的基本规定 .....	359
17.2	既有建筑地基基础的鉴定 .....	360
17.2.1	简述 .....	360
17.2.2	既有建筑地基的鉴定 .....	360
17.2.3	既有建筑基础的鉴定 .....	361
17.3	既有建筑地基计算 .....	361
17.3.1	地基承载力计算 .....	361
17.3.2	地基变形计算 .....	363
17.4	既有建筑地基基础的加固方法 .....	364
17.4.1	基础补强注浆加固法 .....	364
17.4.2	加大基础底面积法 .....	365
17.4.3	加深基础法 .....	366
17.4.4	锚杆静压桩法 .....	367
17.4.5	坑式静压桩托换 .....	369
17.4.6	石灰桩法 .....	370
17.4.7	其他地基加固方法 .....	372
17.5	既有建筑地基加固工程实录 .....	373
17.5.1	陕西省泾阳县冶金建材厂坑式托换加固 .....	373
17.5.2	上海某宾馆增层采用树根桩加固地基 .....	374
<b>附表</b>	.....	<b>376</b>
<b>主要参考文献</b>	.....	<b>386</b>

# 第一章 绪 论

## 1.1 地基处理技术的一般概念

土木工程建筑场地是指工程建设所直接占有并使用的有限面积的土地，在建设场地及其邻近范围内的地质环境都会影响场地的稳定性。与建筑场地相比，场地的概念是宏观的，它不仅代表着所划定的土地范围，还应涉及某种地质现象和工程地质问题所概括的地区。所以，在岩土工程学科中，“场地”不能简单、机械地理解为建筑物的占地面积，在地质条件复杂的地区，还应指包括该面积在内的某个微地貌、地形和地质单元。

建筑地基是指承托建筑物基础的这一部分场地。土木工程建筑物或构筑物的地基一般会面临以下四个方面的问题：①强度和稳定性。当地基的抗剪强度不足以支承上部结构的自重及外荷载时，地基就会产生局部和整体剪切破坏。②变形。当地基在上部结构的自重及外荷载作用下产生过大的变形时，会影响结构物的使用功能；当大于建筑物所能容许的不均匀沉降时，上部结构可能开裂。③渗漏。由于地下水在运动中会产生水量的损失，或因潜蚀和管涌而可能导致建筑物产生事故。④液化。在地震等动力荷载作用下，会引起饱和松散粉细砂或部分粉土产生液化，使土体失去抗剪强度近似液体特性的现象，从而导致地基失稳和震陷。

建筑基础是指建筑物向地基传递荷载的下部结构，具有承上启下的作用。在上部结构的荷载及地基反力的相互作用下，基础承受由此而产生的轴力、剪力和弯矩，并将上部荷载及作用传递给地基，使其下的地基土产生应力和变形。

地基处理技术是指当天然地基不能满足上述四方面的要求时，地基需经过人工处理后再建造基础的技术，其目的是提高天然地基的强度、保证地基的稳定；降低天然地基的压缩性、减少基础的沉降和不均匀沉降；防止地震时地基土的振动液化与震陷；消除特殊土的湿陷性、胀缩性和冻胀性。

我国地域辽阔，幅员广大，从沿海到内陆、从山区到平原，自然地理环境不同、土质各异、地基条件区域性较强，从而使地基处理技术显得较为复杂。因此，在土木工程建设中，建设者不仅要善于针对不同的地质条件、不同的结构物选定最合适的基础形式、尺寸和布置方案，而且还要善于选取适当的地基处理方法。

## 1.2 地基处理技术的发展和简况

地基处理在我国有着悠久的历史，古代的劳动人民很早就懂得对天然地基进行人

工处理,并有着极其宝贵的丰富经验。许多现代的地基处理技术在古代都可找到它的雏型。例如:早在2000年前就已采用了在软土中夯入碎石等压密土层的夯实法;而灰土和三合土的垫层法,一直就是我国古代传统的建筑技术之一。随着土木工程的发展,地基处理技术也在不断发展,因此,地基处理是一门既古老又年轻的学科。

近60年来,我国地基处理技术的发展历程大体可分为两个阶段:

第一个阶段是20世纪50~60年代,是起步应用阶段。这一时期由于新中国刚刚成立,百废待兴,为了满足新中国建设的需要,我国从苏联引进了较多的地基处理技术。这个时期,砂石垫层法、砂桩挤密法、石灰桩、化学灌浆法、重锤夯实法、堆载预压法、挤密土桩和灰土桩、预浸水法以及井点降水等地基处理技术先后被引进或开发使用。但是,受当时对地基处理加固机理的科学研究、认识水平、实践经验的限制,在地基处理中主要是参照苏联的规范和实践经验,仍有一定的盲目性。

第二个阶段是20世纪70年代中后期至今,为应用、发展、创新阶段。这一时期主要是在改革开放之后,我国土木工程建设得到了飞速发展,地基处理技术也相应得到了飞速发展。大量的国外先进技术和机械被引进国门,并结合我国自身特点,初步形成了具有中国特色的地基处理技术。石灰桩、碎石桩、强夯法、高压喷射注浆法、深层搅拌法、真空预压法、砂井法和塑料排水板法都得到了广泛的研究和应用发展。同时,施工机械的开发也得到进一步的发展,如深层搅拌机由单轴、双轴发展到三轴式深层搅拌机,由陆域搅拌机发展到深层水泥拌和船,由竖向搅拌机发展到搅拌斜桩的机械,施工工艺流程得到大大改进、加固深度得到大大提高。另外,新的材料、新的理论,如土工织物材料、复合地基理论也得到进一步的发展和提高。

由中国土木工程学会土力学及基础工程学会地基处理学术委员会主持编制的《地基处理手册》的多次再版、由中国建筑科学研究院主持编制的《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79)及各地区区域性地基处理规范的编制和颁布,给地基处理的设计和施工提供了技术依据,促进了地基处理技术的普及,也促进了地基处理技术的提高,使我国地基处理技术逐渐成熟和完备。

纵观我国地基处理技术的发展历程,进步是明显的,成绩是骄人的。通过继承古代传统技术、吸收国外先进技术及其原理和方法,结合我国的工程实践,形成了中国特色的地基处理技术。但我们也应该看到,由于我国的地基处理技术的起步和研究相对滞后以及岩土性质的复杂性,我国在许多方面仍与国外存在差距。随着工程建设发展的需要及研究的不断深入,我国必将在设计理论、计算方法、施工工艺、质量检测、设备等一系列方向有新的突破。

## 1.3 地基处理方法的分类

### 1.3.1 地基处理的目的

地基处理的目的是采取各种地基处理方法以改善天然地基条件,这些措施包括以

下六个方面的内容。

#### 1.3.1.1 提高地基承载力

地基基础设计首先必须保证在荷载作用下地基不会因为剪切破坏而失效,《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)规定,任何建(构)筑物,都必须满足地基承载力要求,因此当基底压力大、地基承载力不够时,应采取措施增加地基承载力。

#### 1.3.1.2 控制地基不均匀沉降

地基因建筑物荷载作用而产生沉降,当沉降或不均匀沉降过大时,不仅会影响建筑物的使用,甚至会造成建筑物倾斜、开裂,危及建筑物安全,因此当建筑物沉降不满足规范要求时,应采取措施增加地基土压缩模量或进行均匀处理,以减少沉降和不均匀沉降。

#### 1.3.1.3 改善地基上动力特性

在地震时饱和松散粉细砂(包括部分粉土)将会产生液化;深厚淤泥质软土地区在强震时将会发生震陷;由于车辆荷载或打桩等原因,邻近地基将产生振动下沉。为此,需要采取措施防止地基土液化与震陷,改善其振动特性。

#### 1.3.1.4 增强地基的稳定性

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)规定,对经常承受水平荷载的高层建筑,高耸结构和挡土墙等,以及建造在斜坡上或边坡附近的建筑物和构筑物,尚应验算地基稳定性。地基及土坡失稳主要由于土的抗剪强度不足,应采取措施提高土的抗剪强度。

#### 1.3.1.5 改善透水特性

地基的透水性表现在地下水渗透及上浮力,基坑开挖过程中,因土层内常夹有薄层粉砂或粉土而产生流砂和管涌,为此应研究需要采取何种地基处理措施使地基土变成不透水或减少其渗透性。

#### 1.3.1.6 改善特殊土地基的不良工程特性

其主要是指满足湿陷性黄土、膨胀土、内陆性盐渍土等特殊土上的建筑物不会由于不良土性而发生的损坏。

### 1.3.2 地基处理方法的分类

我国自1991年起编制了《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—91),2002年修订后为JGJ 79—2002,目前该规范又在进一步修订中,该规范对每一种地基处理方法均从

设计、施工和质量检验等方面进行指导。另外，广东省、上海市、深圳市还专门编制了地方性的地基处理技术规范。浙江省、福建省、天津市等省、市的地基基础设计规范中也列有地基处理的专门条款。针对湿陷性黄土地区、膨胀土地区所编制的规范中也有地基处理的规定。根据上述规范及规程，可将常用的地基处理方法分类如表 1.3.1 所示。

表 1.3.1 地基处理方法分类

处理方法		简要原理	适用范围	优点及局限性
换填垫层法	加筋土	将软弱土或不良土开挖至一定深度，回填抗剪强度较大、压缩性较小的材料，分层夯(压)实，形成双层地基。垫层能有效扩散基底压力，提高地基承载力，减少沉降量；消除或部分消除土的湿陷性和胀缩性，防止土的冻胀，改善土的抗液化性	素填土、淤泥质土、黏性土、含大块骨料杂填土慎用填土的路堤和挡墙结构	简易可行；局限于浅层处理，一般不大于 3m，换填材料可就地取材，较经济。适用于中、小型工程
	土工合成材料		砂土、黏性土和软土。可用作换填垫层材料	
机械压(夯)实法	机械碾压	通过压路机、推土机、羊足碾等压实机械压实地基表层土体	浅层黏性土、湿陷性黄土、膨胀土和季节性冻土或大面积填土分层压实	简易可行；仅限于表层处理
	振动压实	用振动压实机械在地基表面施加振动力来振实浅层松散土	浅层无黏性土或黏粒含量少、透水性较好的松散的杂填土或换填垫层分层压实	简易可行；仅限于表层处理
	重锤夯实	用起重机械将重锤提升到一定高度，然后自由落锤，不断重复夯击以加固地基	地下水位 0.8m 以上稍湿的黏性土、砂土、粉土、湿陷性黄土、杂填土以及分层填土地基	仅限于浅层处理，施工时有振动和噪声
	小能量强夯	夯锤质量 10t 以内，落距 10m 以内，锤从高处自由落下，一点一击，连续夯击，每间隔 24h 夯击一遍，使浅层土体密实	含有碎砖、瓦砾、炉灰等非黏性土填垫的地基；浅层可液化的粉土地基；含水量低于塑限的素填土地基	适于处理浅层地基；施工时有振动和噪声