

地基与基础 施工手册

江正荣 编

中国建筑工业出版社

TJ753-62

9700202

地基与基础施工手册

江正荣 编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

图书在版编目(CIP)数据

地基与基础施工手册/江正荣编.-北京:中国建筑工业出版社,1997

ISBN 7-112-03201-6

I.地… II.江… III.基础(工程)-工程施工-手册 IV
.TU753-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 02391 号

地基与基础施工手册

江正荣 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 47½ 字数: 1212 千字

1997 年 7 月第一版 1997 年 7 月第一次印刷

印数: 1—6000 册 定价: 65.00 元

ISBN 7-112-03201-6

TU·2460(8341)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书为现场建筑施工人员提供一本简明、实用、全面、系统、内容丰富的地基与基础施工的技术参考手册，施工现场遇到的各类有关施工技术问题，查阅本手册均可迅速地判断、处理、解决。

全书共分16章，包括地基土的工程性质、场地和基坑开挖施工、施工排降水方法、地基处理方法、地基加固方法、桩基施工方法、浅基础施工方法、深基础施工方法、锚固技术、地基特殊施工方法、基础托换技术、建筑物纠偏技术、地基基础质量通病及防治措施、质量事故实例原因分析及处理、质量要求及检验方法以及安全技术等，基本覆盖了建筑工程地基与基础施工的主要应用领域，并附一些实用图表、计算公式、例题及典型工程实例，使读者能较快掌握要领，参照应用，举一反三。

本书可供城市、村镇建筑施工技术人员，队长、工长及工人使用，也可供土建设计人员和大、中专院校师生参考。

责任编辑：戚大庆

前 言

在工业与民用建筑工程中，地基与基础的施工占着极为重要的地位，它是各分项、分部工程的基础，其施工期约占整个工程的 $1/2\sim 1/3$ ，投资占 $30\sim 50\%$ ，使用劳力占 $20\%\sim 30\%$ ，并且需用大量的工程和施工用料，而它的施工质量优劣，则直接影响着建（构）筑物的使用安全和寿命。特别是我国幅员辽阔，地质、水文情况千变万化，使得地基与基础这门施工技术十分复杂，涉及的范围和专业领域相当广阔，包括工程地质学、土力学、基础工程学、流体力学、结构力学、建筑材料学以及机动学等许多学科。作为施工人员，必须多方面学习，逐步掌握，才能在施工中运用自如，不出工程质量问题，确保工程顺利进行。然而，从事实际建筑设计、施工的人员，往往由于设计、施工任务的繁重，涉及的分项、分部工程很多，很难有许多时间和精力，涉足掌握它的施工的各个方面，因而迫切地需要一本集中论述，包含地基与基础施工各个方面的较齐全，系统的知识和实用的技术资料，作为施工的参考和指导。本手册的编写，旨在为广大建筑施工人员，也包括设计人员提供一本有关地基与基础施工各个方面的简明、实用、新颖、内容丰富、系统、齐全的参考工具书，以期增进知识积累，帮助解决一些现场施工实际技术问题，有利于工作开展、职工技术素质的改善和工程质量的提高，并推动企业技术进步，以适应改革开放、建筑业迅猛发展的紧迫需要。

本手册内容共包括 16 个方面：即地基土的工程性质（包括土的基本物理性质和力学性质指标、地基土的分类及现场鉴别方法、地基土承载力的确定、工程地质勘察及现场荷载试验方法等）、场地和基坑开挖施工（包括基坑槽开挖、检验、基坑槽支护方法与计算、土方机械的选择与施工、填方与压实方法等）、施工排、降水方法（包括场地、基坑、槽排水方法与计算、各种人工井点降低地下水位方法、施工机械设备的选用、施工方法要点与计算以及井点回灌技术等）、地基的处理方法（包括局部地基、特殊地基、特殊土地基以及地基特殊问题的处理方法等）、地基加固方法（包括各种换土垫层法、夯实地基施工法、深层挤密法、挤密桩施工法、化学加固施工法、排水固结施工法、加筋法等地基加固方法的处理特点、适用范围、需用机具设备、施工工艺方法要点、质量控制以及工程实例）、桩基施工法（包括桩型与成桩工艺、桩基施工机械设备的选择、混凝土预制桩、各种灌注桩、板桩、钢管桩的施工工艺方法与施工要点、桩的静载与动测检验、桩基承载力及质量缺陷的评定等）、浅基础施工方法（包括刚性基础、扩展基础、筏板基础、箱形基础、岩石锚杆基础以及大型设备基础的构造要求及施工要点）、深基础施工方法（包括地下连续墙、逆作法施工、沉井的施工方案的确定、施工机具设备的选择、施工工艺方法、要点以及有关施工计算等）、锚固施工技术（包括土层锚杆、锚定结构的应用和特点、构造与布设、施工工艺方法要点及施工计算等等）、地基特殊施工方法（包括冻结施工法、热加固施工法、爆炸施工法等施工工艺方法要点等）、基础托换技术（包括基础扩大托换、坑式托换、桩式托换、灌浆托换、支承托换、特殊托换等方法的施工工艺和要点）、建筑物纠偏技术（包括建

(构) 筑物偏斜原因分析、减少不均匀沉降措施、纠偏方案的选择以及常用各种典型成熟纠偏方法的基本施工工艺及要点)、地基与基础施工常遇质量通病的原因分析及预防处理措施方法、地基与基础工程各种质量事故实例原因分析及加固、补强处理措施方法、地基与基础工程质量要求、评定质量标准及验收程序方法、地基基础施工安全技术要点及注意的问题和措施等等,基本覆盖了地基与基础施工专业的主要应用领域。

本手册按照国家新修订的设计规范、施工及验收规范以及新颁布的技术标准规程、新计量单位、符号等进行编写。

本手册在编写时,尽力做到适用面广,实用性强,工艺先进,措施可靠,内容全面、系统、完整、配套、新颖,使理论与实践相结合,基本概念清楚,博采众长,资料丰富、翔实。除介绍基本原理、特点、应用范围、实用工艺方法、需用机具设备、操作要点、质量控制和保证质量和安全措施外,并附一些较典型的图表、工程实例和计算例题,使读者能较快掌握要领,举一反三,参照应用。在编写方式上采取文字与图表相结合的形式,力求简明扼要,深入浅出,通俗易懂,特别是附有大量实例操作附图,便于理解和应用。

地基基础是一门理论性、实践性、技术性很强,涉及面广,而施工难度较大的应用科学,与其他学科密切联系而互相渗透,而当今建筑施工技术发展迅猛,新技术、新结构、新工艺、新机具、新材料层出不穷,施工对象经常变化,很难集中概括地寻求到一套统一标准的应用模式,因此本手册也只能有选择地介绍一些典型、先进、成熟,具有普遍意义的施工方法和经验,以便在施工中灵活地选择应用。编写这种内容广泛、专业、实用性强的技术手册,是一种新的尝试,在编写过程中作者虽尽了最大努力,在内容方面,阅读参考了大量国内外专家、学者的学术文献,择要加以反映,同时也包含了作者从事建筑施工40多年的一些科研成果和成熟经验;在编写上想力求做到内容文字精练和富启发性,但由于作者学识和经验水平有限,可能还存在这样或那样的问题,可商榷之处也一定不少,恳切希望海内外专家和广大读者,帮助提出宝贵建议和意见,以期在修订时加以改进、充实、提高,使臻完善。

参加本书编写工作的尚有:于子福、于乃仁、王定一、王风和、江茜、赵树成、张光辉、程道广、樊兆阳、江薇薇、孟燕等同志,全书由江正荣统稿;还有罗慧芬和江茜同志分别承担了书稿抄写和大部分描图工作,谨致谢意。

江正荣

1997年2月

目 录

1 地基土的工程性质	1	1.5 地基土的承载力	27
1.1 土的基本物理性质	1	1.5.1 地基土承载力确定方法	27
1.1.1 土的组成	1	1.5.2 地基变形允许值	34
1.1.2 土的基本物理性质指标	2	1.6 地基土的工程地质勘察	35
1.1.3 土的基本物理性质指标换算	3	1.6.1 坑探法	35
1.1.4 粘性土的可塑性指标	4	1.6.2 铲探法	35
1.1.5 砂土的密实度指标	4	1.6.3 钻探法	38
1.1.6 土的颗粒组成	4	1.6.4 触探法	40
1.1.7 土的透水性指标	5	1.6.4.1 静力触探	40
1.2 土的力学性质指标	7	1.6.4.2 圆锥动力触探	42
1.2.1 压缩系数	7	1.6.4.3 标准贯入	45
1.2.2 压缩模量	7	1.7 现场静荷载试验方法	46
1.2.3 抗剪强度	8	1.7.1 试验装置	47
1.2.3.1 抗剪强度计算	8	1.7.2 加荷方法	47
1.2.3.2 土的内摩擦角 φ 和粘聚力 c 的 求法	8	1.7.3 载荷试验的观测标准	47
1.2.4 地基土变形模量	9	1.7.4 地基土承载力基本值的确定	48
1.2.5 土的力学性质指标的经验参考数据	10	2 场地和基坑开挖施工	49
1.3 地基土的分类及野外鉴别方法	12	2.1 准备工作	49
1.3.1 地基土的分类	12	2.2 场地挖方的一般要求与方法	50
1.3.1.1 岩石分类	12	2.2.1 场地开挖	50
1.3.1.2 碎石土分类	12	2.2.2 边坡开挖	52
1.3.1.3 砂土分类	13	2.3 基坑(槽)开挖的一般要求与 方法	53
1.3.1.4 粘性土分类	13	2.3.1 土方基坑(槽)开挖	53
1.3.1.5 特殊土分类	14	2.3.2 岩石基坑(槽)开挖	55
1.3.2 土的野外鉴别方法	18	2.4 基坑(槽)检验方法	55
1.3.2.1 碎石土、砂土	18	2.4.1 表面检查验槽法	55
1.3.2.2 粘性土、粉土	20	2.4.2 钎探检查验槽法	55
1.4 土的工程分类及性质	24	2.4.3 洛阳铲探验槽法	56
1.4.1 土的工程分类	24	2.5 场地、基坑边坡护面措施	57
1.4.2 土的工程性质	25	2.6 基坑(槽)支护方法与计算	59
1.4.2.1 土的可松性	25	2.6.1 基坑支护方法	59
1.4.2.2 土的压缩率	25	2.6.1.1 浅基坑(槽)、管沟的支撑 方法	59
1.4.2.3 土压实后的沉陷量	26	2.6.1.2 浅基坑的支撑方法	61
1.4.2.4 土的休止角	26		

2.6.1.3 深基坑支护方法	62	3.2.1 基坑(槽、沟)排水方法	118
2.6.1.4 圆形深基坑的支护方法	66	3.2.1.1 普通明沟和集水井排水法	119
2.6.2 基坑(槽)支护(支撑)的计算	68	3.2.1.2 分层明沟排水法	119
2.6.2.1 基坑(槽)和管沟支撑的计算	68	3.2.1.3 深沟排水法	120
2.6.2.2 深基坑支护的计算	74	3.2.1.4 暗沟或渗排水层排水法	121
2.6.3 工程实例	81	3.2.1.5 工程设施排水法	121
2.7 土方机械化开挖方法	86	3.2.1.6 综合排水法	122
2.7.1 土方施工机械的选择	86	3.2.2 基坑排水计算	122
2.7.2 常用土方机械性能及操作方法	87	3.2.3 排水机具的选用	123
2.7.2.1 推土机	87	3.3 人工降低地下水位方法	126
2.7.2.2 铲运机	89	3.3.1 各种井点的选用	126
2.7.2.3 正铲挖掘机	92	3.3.2 轻型井点降水施工法	127
2.7.2.4 反铲挖掘机	95	3.3.2.1 轻型井点降水方法	127
2.7.2.5 拉铲挖掘机	97	3.3.2.2 轻型井点计算	135
2.7.2.6 抓铲挖土机	101	3.3.2.3 工程实例	139
2.7.2.7 装载机	102	3.3.3 喷射井点降水施工法	142
2.7.3 机械生产率计算	103	3.3.3.1 喷射井点降水方法	142
2.7.3.1 推土机生产率计算	103	3.3.3.2 喷射井点计算	144
2.7.3.2 铲运机生产率及最小铲土长度 计算	103	3.3.4 电渗井点降水施工法	145
2.7.3.3 挖掘机生产率及机具数量计算	105	3.3.5 管井井点降水施工法	146
2.7.4 机械开挖施工要点	105	3.3.6 深井井点降水施工法	147
2.8 填方与压实	107	3.3.6.1 深井井点降水方法	147
2.8.1 填方的一般要求	107	3.3.6.2 深井(管井)井点计算	150
2.8.1.1 填方土料	107	3.3.6.3 工程实例	153
2.8.1.2 填方基底处理	107	3.3.7 小沉井井点降水施工法	155
2.8.1.3 填方含水量	107	3.3.8 无砂混凝土管井点降水施工法	157
2.8.1.4 填方边坡	108	3.3.9 井点回灌技术	159
2.8.1.5 填方的压实系数要求	110	3.3.9.1 回灌井点构造	160
2.8.2 填方方法	110	3.3.9.2 施工要点	161
2.8.2.1 人工填土法	110	4 地基的处理方法	162
2.8.2.2 机械填土法	110	4.1 局部地基的处理方法	162
2.8.3 压实方法	111	4.1.1 松土坑	162
2.8.3.1 压实机具的选择	111	4.1.2 土井、砖井	163
2.8.3.2 填方施工压(夯)实方法	114	4.1.3 地下人防通道、障碍物、管道	164
3 施工排、降水方法	118	4.1.4 古墓、坑穴	165
3.1 场地排水方法	118	4.1.5 软硬地基	166
3.2 基坑(槽、沟)排水方法与计算	118	4.1.6 裂隙、软弱夹层、断裂地基	168
		4.1.7 高差地基	169
		4.1.8 岩溶地基	169
		4.1.9 岩石地基防裂处理	173
		4.2 特殊地基的处理	174
		4.2.1 冲沟、落水洞、洞穴、窑洞	174

4.2.2 故河道、古湖泊	176	5.1.5.4 质量控制	219
4.3 特殊土地基的处理	176	5.1.5.5 工程实例	220
4.3.1 湿陷性黄土	176	5.1.6 碎砖三合土垫层	221
4.3.2 膨胀土	180	5.1.6.1 材料要求	221
4.3.3 软土	182	5.1.6.2 施工要点	221
4.3.4 红粘土	183	5.1.7 粉煤灰垫层	222
4.3.5 盐渍土	184	5.1.7.1 粉煤灰与垫层的特性	222
4.3.6 冻土	186	5.1.7.2 粉煤灰质量要求	222
4.4 地基特殊问题的处理	186	5.1.7.3 施工要点	223
4.4.1 滑坡	186	5.1.7.4 质量控制	223
4.4.2 崩塌	191	5.2 夯实地基施工法	223
4.4.3 流砂	195	5.2.1 重锤夯实法	223
4.4.4 橡皮土	196	5.2.1.1 机具设备	223
4.4.5 砂土液化	197	5.2.1.2 施工要点	224
5 地基加固方法	198	5.2.1.3 质量控制	226
5.1 换土垫层施工法	198	5.2.1.4 工程实例	226
5.1.1 素土垫层	198	5.2.2 强夯法	228
5.1.1.1 构造要求	198	5.2.2.1 加固机理	228
5.1.1.2 土料要求	199	5.2.2.2 加固特点	231
5.1.1.3 施工要点	199	5.2.2.3 适用范围	231
5.1.1.4 质量控制	199	5.2.2.4 机具设备	231
5.1.2 土石混填垫层	200	5.2.2.5 施工技术参数	234
5.1.2.1 土料要求	200	5.2.2.6 准备工作	237
5.1.2.2 构造要求	200	5.2.2.7 施工程序	237
5.1.2.3 施工要点	200	5.2.2.8 施工要点	238
5.1.2.4 质量控制	201	5.2.2.9 质量控制	239
5.1.2.5 工程实例	201	5.2.2.10 工程实例	239
5.1.3 灰土垫层	206	5.3 深层密实法	253
5.1.3.1 材料要求	206	5.3.1 振冲法	253
5.1.3.2 灰土的性质	206	5.3.1.1 特点及适用范围	253
5.1.3.3 施工要点	207	5.3.1.2 构造要求	253
5.1.3.4 质量控制	209	5.3.1.3 机具设备及材料要求	255
5.1.3.5 工程实例	209	5.3.1.4 施工要点	255
5.1.4 砂和砂砾石垫层	212	5.3.1.5 质量控制	257
5.1.4.1 材料要求	212	5.3.1.6 工程实例	258
5.1.4.2 构造要求	212	5.3.2 干振法	259
5.1.4.3 施工要点	214	5.3.2.1 特点及适用范围	259
5.1.4.4 质量控制	217	5.3.2.2 机具设备	260
5.1.5 碎石垫层和矿渣垫层	217	5.3.2.3 施工要点	260
5.1.5.1 材料要求	217	5.3.3 深层搅拌法	260
5.1.5.2 构造要求	217	5.3.3.1 加固机理	260
5.1.5.3 施工要点	218	5.3.3.2 特点及适用范围	260

5.3.3.3 复合地基承载力及桩平面布置	261	5.4.4.3 构造要求	286
5.3.3.4 机具设备及材料要求	262	5.4.4.4 机具设备	287
5.3.3.5 施工要点	263	5.4.4.5 材料要求及配合比	287
5.3.3.6 质量控制	264	5.4.4.6 施工要点	287
5.3.3.7 工程实例	264	5.4.4.7 质量控制	288
5.3.4 高压喷射注浆法	265	5.5 化学加固施工法	288
5.3.4.1 分类及形式	265	5.5.1 硅化加固法	288
5.3.4.2 特点及适用范围	266	5.5.1.1 硅化法分类	288
5.3.4.3 桩径的选择	266	5.5.1.2 加固机理	288
5.3.4.4 机具设备及材料要求	266	5.5.1.3 特点及适用范围	290
5.3.4.5 施工要点	267	5.5.1.4 机具设备及材料要求	291
5.3.4.6 质量控制	270	5.5.1.5 施工要点	291
5.3.5 喷粉桩	270	5.5.1.6 质量控制	293
5.3.5.1 特点及适用范围	270	5.5.1.7 工程实例	294
5.3.5.2 材料要求	270	5.5.2 碱液加固法	295
5.3.5.3 机具设备	271	5.5.2.1 加固机理	295
5.3.5.4 施工工艺要点	271	5.5.2.2 特点及适用范围	296
5.3.5.5 质量控制	272	5.5.2.3 机具设备及材料要求	296
5.3.5.6 工程实例	272	5.5.2.4 施工要点	296
5.4 挤密桩施工法	274	5.5.2.5 工程实例	297
5.4.1 土桩和灰土桩(二灰桩)	274	5.5.3 水泥压力灌浆加固法	298
5.4.1.1 特点及适用范围	274	5.5.3.1 加固机理	298
5.4.1.2 桩的构造和布置	274	5.5.3.2 特点及适用范围	298
5.4.1.3 机具设备及材料要求	276	5.5.3.3 机具设备	298
5.4.1.4 施工要点	276	5.5.3.4 材料要求及配合比	299
5.4.1.5 质量控制	278	5.5.3.5 施工要点	299
5.4.1.6 工程实例	278	5.5.4 水泥—水玻璃压力灌浆加固法	301
5.4.2 石灰桩及石灰粉煤灰桩	279	5.5.4.1 材料要求	301
5.4.2.1 加固机理	279	5.5.4.2 施工要点	301
5.4.2.2 桩的构造和承载力	280	5.5.4.3 工程实例	302
5.4.2.3 材料要求	280	5.5.5 化学灌浆加固法	302
5.4.2.4 施工要点	280	5.5.5.1 特点及适用范围	302
5.4.2.5 质量控制	281	5.5.5.2 灌浆机具设备系统	302
5.4.3 砂石桩	281	5.5.5.3 材料要求	303
5.4.3.1 加固机理及适用范围	281	5.5.5.4 施工要点	305
5.4.3.2 一般构造要求与布置	281	5.5.5.5 质量控制	305
5.4.3.3 机具设备及材料要求	282	5.6 排水固结施工法	306
5.4.3.4 施工要点	283	5.6.1 堆载预压法	306
5.4.3.5 质量控制	285	5.6.1.1 特点及适用范围	306
5.4.4 水泥粉煤灰碎石桩	285	5.6.1.2 堆载材料	306
5.4.4.1 加固机理	285	5.6.1.3 施工要点	306
5.4.4.2 特点及适用范围	286	5.6.1.4 质量控制	307
		5.6.2 砂井堆载预压法	307

5.6.2.1	加固机理	308	5.7.3.2	构造要求	334
5.6.2.2	特点及适用范围	308	5.7.3.3	桩的承载力	334
5.6.2.3	砂井的构造和布置	308	5.7.3.4	施工要点	336
5.6.2.4	机具设备及材料要求	309	6	桩基施工方法	338
5.6.2.5	施工要点	310	6.1	桩的分类	338
5.6.2.6	质量控制	310	6.2	桩型与成桩工艺的选择	339
5.6.3	袋装砂井堆载预压法	310	6.3	桩基施工机械设备的选择	340
5.6.3.1	特点及适用范围	310	6.3.1	打(沉)桩机械设备	340
5.6.3.2	构造及布置	311	6.3.2	钻孔机械设备	346
5.6.3.3	材料要求	311	6.4	打(沉)桩方法	349
5.6.3.4	工艺及机具设备	311	6.4.1	锤击法打桩	349
5.6.3.5	施工要点	312	6.4.2	振动法沉桩	349
5.6.4	塑料排水板堆载预压法	312	6.4.3	射水法沉桩	350
5.6.4.1	特点及适用范围	313	6.4.4	植桩法沉桩	352
5.6.4.2	塑料排水板的性能和规格	313	6.4.5	机械静压法沉桩	354
5.6.4.3	机具设备	315	6.4.6	锚杆静压法沉桩	357
5.6.4.4	施工要点	316	6.5	混凝土预制桩施工法	359
5.6.5	真空预压法	316	6.5.1	混凝土预制桩的制作	359
5.6.5.1	加固机理	318	6.5.1.1	制作程序	359
5.6.5.2	特点及适用范围	318	6.5.1.2	制作方法	360
5.6.5.3	机具设备	319	6.5.1.3	桩的起吊	361
5.6.5.4	工艺流程	319	6.5.1.4	桩的运输	361
5.6.5.5	施工要点	319	6.5.1.5	桩的堆放	361
5.6.5.6	质量控制	320	6.5.2	打(沉)桩方法	361
5.6.6	降水预压法	321	6.5.2.1	施工准备	361
5.6.6.1	特点及适用范围	321	6.5.2.2	打(沉)桩程序	362
5.6.6.2	加固机理	321	6.5.2.3	吊桩定位	363
5.6.6.3	施工要点	321	6.5.2.4	打(沉)桩方法	363
5.7	加筋法	321	6.5.2.5	接桩型式和方法	363
5.7.1	土工聚合物	321	6.5.2.6	特殊沉桩方法	365
5.7.1.1	土工聚合物的类型	322	6.5.2.7	拔桩方法	365
5.7.1.2	特点和适用范围	323	6.5.2.8	打(沉)桩的质量控制	365
5.7.1.3	作用和原理	323	6.5.2.9	打(沉)桩控制贯入度的计算	367
5.7.1.4	施工要点	324	6.5.3	锥形短桩的应用	368
5.7.1.5	工程实例	325	6.5.3.1	工作原理	368
5.7.2	加筋土	328	6.5.3.2	特点及适用范围	368
5.7.2.1	加固机理	329	6.5.3.3	构造要求	368
5.7.2.2	特点及适用范围	329	6.5.3.4	施工要点	368
5.7.2.3	加筋土材料和构造要求	329	6.6	混凝土灌注桩	370
5.7.2.4	加筋土的内部稳定性计算	331	6.6.1	泥浆护壁成孔灌注桩	370
5.7.2.5	施工要点	332	6.6.1.1	冲击钻成孔灌注桩	370
5.7.3	树根桩	334			
5.7.3.1	特点和适用范围	334			

6.6.1.2	冲抓锥成孔灌注桩	372	6.8.3.2	木板桩	448
6.6.1.3	回转钻成孔灌注桩	372	6.9	桩的检验与评定	450
6.6.1.4	潜水钻成孔灌注桩	374	6.9.1	桩的检验	450
6.6.1.5	多分支承载力盘灌注桩	377	6.9.1.1	静载试验法	450
6.6.2	干作业成孔灌注桩	384	6.9.1.2	动测法	454
6.6.2.1	螺旋钻成孔灌注桩	384	6.9.2	桩基承载力及质量缺陷的评定	466
6.6.2.2	螺旋钻成孔扩底灌注桩	385	7	浅基础施工方法	475
6.6.2.3	手摇钻成孔灌注桩	386	7.1	刚性基础	475
6.6.2.4	钻孔压浆灌注桩	386	7.1.1	构造要求	475
6.6.3	套管成孔灌注桩	388	7.1.2	施工要点	476
6.6.3.1	振动沉管灌注桩	388	7.1.2.1	混凝土基础	476
6.6.3.2	锤击沉管灌注桩	390	7.1.2.2	毛石混凝土基础	477
6.6.3.3	锤击振动沉管灌注桩	392	7.1.2.3	砖基础	478
6.6.3.4	夯压成型灌注桩	394	7.1.2.4	毛石基础	479
6.6.3.5	液压全套管钻孔灌注桩	395	7.1.2.5	灰土基础	480
6.6.3.6	弗兰克灌注桩	398	7.1.2.6	三合土基础	481
6.6.3.7	射水沉管灌注桩	399	7.2	扩展基础	482
6.6.4	爆扩成孔灌注桩	401	7.2.1	构造要求	483
6.6.5	挖孔和挖孔扩底灌注桩	406	7.2.2	施工要点	483
6.7	钢管桩施工	422	7.3	杯形基础	484
6.7.1	钢管桩构造、形式及规格	422	7.3.1	构造要求	484
6.7.2	施工工艺与施工要点	424	7.3.2	施工要点	485
6.7.2.1	打桩机械的选择	424	7.4	筏板基础	486
6.7.2.2	施工准备	424	7.4.1	构造要求	486
6.7.2.3	打桩顺序	425	7.4.2	施工要点	487
6.7.2.4	桩的运输与吊放	425	7.5	箱形基础	488
6.7.2.5	打桩方法	425	7.5.1	构造要求	488
6.7.2.6	接桩	425	7.5.2	施工要点	489
6.7.2.7	贯入深度控制	426	7.6	壳体基础	494
6.7.2.8	钢管桩切割	426	7.6.1	型式及构造	494
6.7.2.9	降低水位与机械挖土	427	7.6.2	施工工艺方法要点	495
6.7.2.10	焊桩盖	427	7.7	岩石锚杆基础	498
6.7.2.11	桩端与承台连接	428	7.7.1	构造要求	498
6.8	板桩	429	7.7.2	锚杆基础的承载力	498
6.8.1	钢板桩	429	7.7.3	锚杆基础的施工	499
6.8.1.1	钢板桩的型式及应用范围	429	7.7.4	岩石锚杆的应用	499
6.8.1.2	打桩机械设备的选择	430	7.7.5	工程实例	503
6.8.1.3	打桩方式的选择	430	7.8	大型设备基础	506
6.8.1.4	钢板桩的打设	430	7.8.1	构造要求	506
6.8.1.5	挡土钢板桩支护的计算	434	7.8.2	施工要点	511
6.8.2	钢筋混凝土板桩	445	8	深基础施工	519
6.8.3	木桩与木板桩	446	8.1	地下连续墙	519
6.8.3.1	木桩	446			

8.1.1 施工准备	520	9 锚固技术	591
8.1.2 施工机具设备	520	9.1 土层锚杆	591
8.1.2.1 挖槽机具	520	9.1.1 土层锚杆应用和特点	591
8.1.2.2 配套机具设备	526	9.1.2 土层锚杆的种类	592
8.1.3 施工工艺方法	527	9.1.3 土层锚杆的构造和布设	592
8.1.3.1 导墙设置与施工	527	9.1.4 锚杆的承载力与稳定性	594
8.1.3.2 槽段划分方法	529	9.1.5 土层锚杆的施工	598
8.1.3.3 成槽施工工艺	530	9.1.5.1 施工准备	598
8.1.3.4 泥浆循环工艺	535	9.1.5.2 施工程序	598
8.1.3.5 清槽	539	9.1.5.3 成孔机具设备和方法	599
8.1.3.6 钢筋笼的制作和吊放	540	9.1.5.4 拉杆安设	600
8.1.3.7 混凝土浇筑	543	9.1.5.5 灌浆	601
8.1.3.8 槽段接头施工	546	9.1.5.6 张拉、锚定	602
8.1.3.9 工程实例	548	9.1.5.7 施工要点	603
8.2 逆作法施工	556	9.1.6 土层锚杆的试验和检验	603
8.2.1 结构型式及连接构造	557	9.1.6.1 基本试验	603
8.2.2 施工程序	558	9.1.6.2 性能试验	604
8.2.3 施工工艺方法	559	9.1.6.3 验收试验	604
8.2.4 半逆作法施工	561	9.2 锚定板结构	604
8.3 沉井	562	9.2.1 特点及适用范围	604
8.3.1 沉井的种类和构造	563	9.2.2 锚定板结构的计算	605
8.3.2 施工准备	564	9.2.3 施工方法要点	606
8.3.3 沉井施工程序	565	10 地基特殊施工法	607
8.3.4 沉井的制作	565	10.1 冻结施工法	607
8.3.5 沉井下沉	569	10.2 热加固施工法	609
8.3.5.1 下沉准备工作与验算	569	10.3 爆炸施工法	610
8.3.5.2 垫架、排架的拆除	570	11 基础托换技术	612
8.3.5.3 井壁孔洞处理	570	11.1 托换工程的分类	612
8.3.5.4 下沉方案的选择	571	11.2 建筑物损坏程度的判别	613
8.3.5.5 下沉挖土方法	572	11.3 托换技术准备	614
8.3.5.6 下沉注意事项	577	11.4 基础托换方法	616
8.3.5.7 土方运输方法	578	11.4.1 基础扩大托换	616
8.3.5.8 测量控制与观测	578	11.4.2 坑式托换	620
8.3.6 沉井封底	579	11.4.3 桩式托换	621
8.3.7 沉井施工计算	582	11.4.3.1 静压桩托换	621
8.3.7.1 刃脚垫木(架)铺设根(排)数 计算	582	11.4.3.2 锚杆静压桩托换	621
8.3.7.2 砂垫层铺设厚度计算	582	11.4.3.3 预试桩托换	622
8.3.7.3 沉井下沉计算	583	11.4.3.4 打(沉)入桩、灌注桩(灰土 桩、井墩)托换	622
8.3.7.4 垫架拆除井壁强度的验算	585	11.4.3.5 树根桩托换	624
8.3.7.5 沉井下沉稳定系数计算	587	11.4.4 灌浆托换	625
8.3.7.6 沉井封底的计算	588	11.4.5 支承式托换	626
8.3.7.7 沉井的抗浮稳定性计算	590		

11.4.6 特殊托换	627	13.1.5.7 喷粉桩	660
12 建筑物纠偏技术	629	13.1.5.8 灰土挤密桩	661
12.1 建筑物(基础)偏斜原因	629	13.1.5.9 水泥压力灌浆	662
12.2 减少建筑物不均匀沉降措施	630	13.1.5.10 塑料排水板堆载预压	662
12.3 建(构)筑物纠偏方案的选择与 制定	633	13.2 桩基工程施工质量通病及防治 措施	663
12.3.1 纠偏方案的选择	633	13.2.1 混凝土预制桩	663
12.3.2 建(构)筑物的允许倾斜值及纠偏 控制值	634	13.2.2 泥浆护壁成孔灌注桩	665
12.3.3 纠偏技术方案的制定	635	13.2.3 干作业钻孔灌注桩	668
12.4 建(构)筑物、基础纠偏方法	635	13.2.4 套管(打拔管)成孔灌注桩	670
12.4.1 浸水纠偏法	635	13.2.5 爆扩灌注桩	672
12.4.2 掏土纠偏法	636	13.2.6 挖孔桩	673
12.4.3 压桩(顶桩)掏土纠偏法	639	13.2.7 钢管桩	674
12.4.4 钻孔掏土(排泥)纠偏法	640	13.2.8 钢板桩	675
12.4.5 沉井射水掏土纠偏法	641	13.3 基础工程施工质量通病及防治 措施	676
12.4.6 掏砂纠偏法	642	13.3.1 砖基础	676
12.4.7 降水纠偏法	642	13.3.2 毛石基础	677
12.4.8 降水掏土纠偏法	643	13.3.3 混凝土基础	678
12.4.9 堆载加压纠偏法	643	13.3.4 地下连续墙	681
12.4.10 锚桩加压纠偏法	643	13.3.5 沉井	685
12.4.11 静力压桩纠偏法	644	14 地基基础工程质量事故实例原因 分析及处理	687
12.4.12 压力灌浆纠偏法	645	14.1 黄土地基湿陷性事故实例	687
12.4.13 顶升纠偏法	645	14.2 膨胀土地基工程质量事故实例	689
12.4.14 基础位移纠偏法	648	14.3 山区工程滑坡事故实例	691
13 地基基础施工质量通病及防治 措施	650	14.4 地基工程受冻胀事故实例	697
13.1 地基工程施工质量通病及防治 措施	650	14.5 灰土桩质量事故实例	698
13.1.1 土方开挖、回填	650	14.6 填土地基工程质量事故实例	702
13.1.2 土石方爆破	650	14.7 杂填土地基工程质量事故实例	702
13.1.3 基坑井点降水	653	14.8 软土地基工程质量事故实例	704
13.1.4 深基坑支护	654	14.9 软硬地基工程质量事故实例	705
13.1.5 地基加固	656	14.10 岩石地基工程质量事故实例	706
13.1.5.1 灰土、砂、砂石和三合土 垫层	656	14.11 大型设备基础裂缝事故实例	709
13.1.5.2 重锤夯实	657	14.12 打(沉)桩、灌注桩工程质量 事故实例	711
13.1.5.3 强夯	658	15 地基基础工程质量要求及检验 方法	714
13.1.5.4 振冲桩	658		
13.1.5.5 深层搅拌桩	659		
13.1.5.6 高压喷射注浆	659		

15.1 土方工程质量要求及检验方法	714	15.4.1 砖基础	723
.....	714	15.4.2 毛石基础	724
15.1.1 挖方工程	714	15.4.3 混凝土基础	725
15.1.2 爆破工程	714	15.4.4 地下连续墙	726
15.1.3 填方工程	715	15.4.5 沉井	727
15.2 地基加固工程质量要求及检验方法	715	15.4.6 土层锚杆	728
15.2.1 灰土、砂、砂石和碎砖三合土地基	715	16 地基基础工程安全技术	729
15.2.2 重锤夯实地基	716	16.1 土方工程安全技术	729
15.2.3 强夯地基	716	16.1.1 基坑开挖	729
15.2.4 振冲地基	717	16.1.2 机械挖土	731
15.2.5 深层搅拌地基	717	16.1.3 土石方爆破	732
15.2.6 高压喷射注浆地基	717	16.1.4 土方回填	733
15.2.7 喷粉桩地基	718	16.2 地基加固工程安全技术	734
15.2.8 挤密桩地基	718	16.2.1 一般地基加固	734
15.3 桩基工程质量要求及检验方法	719	16.2.2 强夯加固	735
.....	719	16.3 桩基工程安全技术	735
15.3.1 混凝土预制桩	719	16.3.1 打(压)桩	735
15.3.2 混凝土灌注桩	720	16.3.2 灌注桩	736
15.3.3 挖孔桩	721	16.3.3 挖孔桩	737
15.3.4 钢管桩	722	16.4 基础工程安全技术	738
15.3.5 钢板桩	723	16.4.1 砖、石、混凝土基础	738
15.4 基础工程质量要求及检验方法	723	16.4.2 地下连续墙	739
.....	723	16.4.3 沉井	740
		主要参考文献	741

1 地基土的工程性质

1.1 土的基本物理性质

1.1.1 土的组成

土是一种松散物质，由土颗粒（固相）、水（液相）和空气（气相）三部分组成，这三部分之间的比例关系随着周围条件的变化而变化，三者相互间比例不同，反映出土的不同物理状态，如干燥、稍湿或很湿，密实、稍密或松散。这些指标是最基本的物理性质指标，对于评价土的物理力学和工程性质，进行土的工程分类具有重要意义。为了研究土的物理性质，就要掌握土的三个组成部分之间的比例关系。表示这三部分之间关系的指标，称为土的物理性质指标。

土的三相物质是混合分布的，为研究阐述和计算方便，一般用三相图（图 1-1）表示，把土的固体颗粒、水、空气各自划分开来。

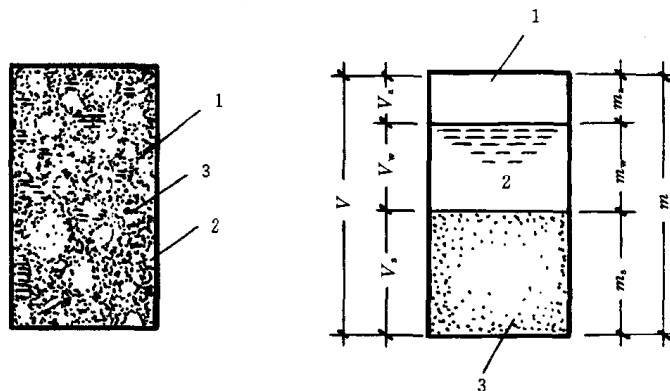


图 1-1 土的三相组成示意图

1—空气；2—水；3—土颗粒

注： m ——土的总质量 ($m = m_s + m_w$)；

m_s ——土的固体颗粒的质量；

m_w ——土中水的质量；

m_a ——土中气体的质量， $m_a \approx 0$ ；

V ——土的总体积 ($V = V_s + V_w + V_a$)；

V_s ——土中固体颗粒的体积；

V_w ——土中水所占的体积；

V_a ——土中空气所占的体积；

V_v ——土中空隙的体积 ($V_v = V_w + V_a$)。

1.1.2 土的基本物理性质指标

土的基本物理性质指标

表 1-1

指标名称	符号	单位	物理意义	表达式	附注
密度	ρ	t/m ³	单位体积土的质量, 又称质量密度	$\rho = \frac{m}{V}$	由试验方法(一般用环刀法)直接测定
重度	γ	kN/m ³	单位积土所受的重力, 又称重力密度	$\gamma = \frac{W}{V}$ 或 $\gamma = \rho g$	由试验方法测定后计算求得
相对密度	d_s		土粒单位体积的质量与 4℃ 时蒸馏水的密度之比, 又称比重	$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w}$	由试验方法(用比重瓶法)测定
干密度	ρ_d	t/m ³	土的单位体积内颗粒的质量	$\rho_d = \frac{m_s}{V}$	由试验方法测定后计算求得
干重力	γ_d	kN/m ³	土的单位体积内颗粒的重力	$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$	由试验方法直接测定
含水量	w	%	土中水的质量与颗粒质量之比	$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100$	由试验方法(烘干法)测定
饱和密度	ρ_{sat}	t/m ³	土中孔隙完全被水充满时土的密度	$\rho_{sat} = \frac{m_s + V_v \cdot \rho_w}{V}$	由计算求得
饱和重度	γ_{sat}	kN/m ³	土中孔隙完全被水充满时土的重度	$\gamma_{sat} = \rho_{sat} \cdot g$	由计算求得
有效重度	γ'	kN/m ³	在地下水位以下, 土体受到水的浮力作用时土的重度, 又称浮重度	$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	由计算求得
孔隙比	e		土中孔隙体积与土粒体积之比	$e = \frac{V_v}{V_s}$	由计算求得
孔隙率	n	%	土中孔隙体积与土的体积之比	$n = \frac{V_v}{V} \times 100$	由计算求得
饱和度	S_r		土中水的体积与孔隙体积之比	$S_r = \frac{V_w}{V_v}$	由计算求得

注: W ——土的总重力(量); W_s ——土的固体颗粒的重力(量); W_w ——土中水的重力(量); ρ_w ——蒸馏水的密度, 一般取 $\rho_w = 1\text{t/m}^3$; γ_w ——水的重度, 近似取 $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$; g ——重力加速度, 取 $g = 10\text{m/s}^2$, 其余符号意义见图 1-1 注。