

土建工程现场施工
技术丛书

JIANMING TUFANG YU DIJI JICHU SHIGONG SHOUCE

简明土方与地基 基础工程施工手册

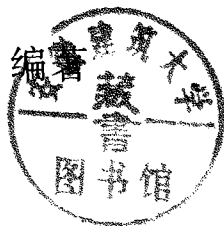
江正荣 编著



土建工程现场施工技术丛书

简明土方与地基基础 工程施工手册

江正荣



中国环境科学出版社

内 容 提 要

本书内容共包括 14 个方面,即土的工程性质、土方施工准备、工程场地整平、基坑槽开挖施工、基坑排水与降水方法、基坑槽边坡支护、填方与压实、地基处理方法、地基加固处理方法、桩基施工方法、条形和独立基础施工方法、大体积整体式基础施工方法、深基础施工方法、土方与地基基础施工安全技术,以上内容基本覆盖了土方与基础施工专业的主要应用领域。每一个建筑分部分项均包括有使用施工机具设备、材料技术性能要求,施工工艺方法的选择,施工要点、质量控制及标准以及安全技术措施等,以期适应现场施工的需要。

本书读者对象:从事现场施工的工程技术人员、队长、工长、技术工人;工程项目经理与各类管理人员;工程建设监理人员、高等院校相关专业广大师生,也可作为建设系统专业技术人员继续教育培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

简明土方与地基基础工程施工手册/江正荣编著. —北京:中国环境科学出版社,2003.1

(土建工程现场施工技术丛书)

ISBN 7-80163-422-5

I. 简... II. 江... III. ①土方工程-工程施工-技术手册 ②地基-基础(工程)-工程施工-技术手册 IV. TU75-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 095248 号

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京海淀区普惠南里 14 号)

北京市联华印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 1 月 第 一 版 开本 850×1168 1/32

2003 年 1 月 第一次印刷 印张 13.375

印数 1—5 000 字数 340 千字

ISBN 7-80163-422-5/TU·007

定价: 24.00 元

土建工程现场施工技术丛书编委会

主 任 委 员 江正荣 朱维益

副 主 任 委 员 徐占发 高 峰

委 员 江正荣 梁建智 王定一 王凤和
徐占发 朱维益 朱国梁 朱晓斌
高 峰

出版说明

这套《土建工程现场施工技术丛书》是由我社组织编写的，专门为从事民用与工业建筑施工人员，按每一施工阶段提供一本简明、实用、全面、系统、内容丰富和便于使用的施工技术手册，以满足城市、村镇各行各业的建筑施工队伍，提高职工技术素质，指导现场施工和新世纪建筑业迅速发展的迫切需要。

本丛书按照施工过程中的不同阶段分为以下十个分册：即《简明土方与地基基础工程施工手册》（含桩基工程、基坑工程）、《简明砌体工程施工手册》、《简明模板工程施工手册》、《简明钢筋工程施工手册》、《简明混凝土工程施工手册》、《简明预应力混凝土工程施工手册》、《简明结构吊装工程施工手册》、《简明防水工程施工手册》、《简明地面工程施工手册》、《简明装饰与装修工程施工手册》（含门窗、吊顶、隔断、幕墙等）。一般现场技术人员、队长、工长和高级技工，按不同阶段使用本丛书的有关分册，即可迅速了解各分部工程从施工准备、施工工艺、技术操作方法到质量，安全监控的全部施工过程；建筑施工中遇到的各种实际技术问题，查阅本手册便可较快地得到解决，并可顺利地进行施工。

本丛书编写尽可能涉及到建筑施工各阶段的主要方面，努力做到适用面广，实用性强，工艺先进，措施可靠，内容全面系统、完整，基本概念清楚，资料丰富、翔实；对近年各地区创新的新技术、新工艺、新材料、新机具设备、新成果亦适当的加以反映，使能满足从事建筑施工人员现场解决处理有关技术方面问题的要求。

本丛书的编写均采用我国有关部门最新颁布的 2002 年系列设计规范与工程施工质量验收规范和新材料、新技术标准。

本丛书是对应于国家对施工项目的十个分部工程施工而编写的，它既分开，又相互联系。本丛书的编写人员均为在施工单位长期从事施工实践又具有相当经验和知识水平的高级工程师，他们根据施工队伍的人员现实状况，在编写时文字力求做到简明扼

要，深入浅出，通俗易懂，层次清楚，理论联系实际，使读者易于理解、掌握和应用。本丛书既可作为现场施工技术参考资料和技术指导，又可作为项目经理、施工员的培训教材使用，同时在施工队伍中具有中等文化水平的工人、高级技工也可将本丛书作为提高自身技术水平的自学文本。

由于作者来自各方，经验不一，加上编写水平和时间所限，本丛书内容、选材是否适当，能否满足读者的实际需要，尚祈广大读者在使用中提出宝贵意见和建议，以便今后修订时，加以改进、充实、提高、使臻完善。

中国环境科学出版社
2003年1月

前 言

土方与地基基础工程（含桩基工程、基坑工程，下同）是建筑施工的重要组成部分，也是建筑施工技术最为复杂、难度最大、工期最长、投资最多的分部工程，施工质量和技术管理的好坏，直接影响到建筑物的安危、施工成本和工程能否顺利进行。近年来，随着我国经济建设的迅猛发展，城市建筑日益增多，对土方和地基基础的施工重要性，也日益受到各方重视和关注，要求必须科学地进行施工，合理选择施工工艺方法，制订有效的技术和安全措施，按施工质量验收规范要求认真地进行施工，以确保优质、高速、低耗、高效益的顺利地完成任务。

为了适应新世纪建筑工业迅猛发展的需要，为从事土方与地基基础施工的工程技术人员提供一本简明、实用的有关这方面的参考资料，现针对施工的实际需要，参考有关文献，结合编者近30多年从事这方面的工作实践中积累的一些经验和研究成果，编写了这个册子，奉献给广大读者，以期为从事土方与地基基础的施工人员提供一点方便和有所裨益。

由于编者经验和学识水平有限，册子中可能存在不少这样或那样不妥之处，恳切希望广大读者提出批评与指正。

参加本书编写工作的尚有：邵菁、李长春、江薇薇、程道广、张光辉、樊兆阳等同志，全书由江正荣统稿；还有罗慧芬同志承担了大部分书稿抄写工作，谨致谢忱。

目 录

1 土的工程性质	1
1.1 土的基本物理性质	1
1.1.1 土的组成	1
1.1.2 土的基本物理性质指标	1
1.1.3 土的基本物理性质指标换算	6
1.1.4 粘性土的可塑性指标	7
1.1.5 砂土的密实性指标	7
1.2 土的力学性质指标	7
1.2.1 压缩系数	7
1.2.2 压缩模量与变形模量	8
1.2.3 抗剪强度	10
1.2.4 土的力学性质指标参考数据	11
1.3 地基土的分类及现场鉴别方法	13
1.3.1 地基土的分类	13
1.3.2 土的现场鉴别方法	17
1.4 土的工程分类及性质	21
1.4.1 土的工程分类	21
1.4.2 土的工程性质	22
1.5 现场静载荷试验方法	24
1.5.1 试验装置	24
1.5.2 加荷方法	25
1.5.3 荷载试验的观测标准	26
1.5.4 地基土承载力特征值的确定	26
2 土方施工准备工作	29
3 工程场地平整	32

3.1	工艺程序	32
3.2	土方量计算与平衡调配	33
3.2.1	场地平整高度的计算	33
3.2.2	场地平整土方量的计算	37
3.2.3	边坡土方量的计算	45
3.2.4	土方平衡与调配的计算	48
3.3	场地平整施工方法	53
3.3.1	挖方边坡	53
3.3.2	场地平整施工	54
4	基坑、槽开挖施工	56
4.1	基坑、槽开挖的一般要求	56
4.2	基坑、槽土方开挖	56
4.3	岩石基坑、槽开挖	59
4.4	土方工程机械化施工方法	59
4.4.1	土方机械的选择	59
4.4.2	常用土方机械及施工操作方法	62
4.5	基坑(槽)土方工程质量检验要点	88
5	基坑排水与降水方法	90
5.1	基坑(槽、沟)排水方法与计算	90
5.1.1	排水方法	90
5.1.2	排水计算	94
5.1.3	排水机具的选用	97
5.2	人工降低地下水位方法与计算	98
5.2.1	各种降水方法的选用	98
5.2.2	轻型井点降水	100
5.2.3	喷射井点降水	114
5.2.4	电渗井点降水	117
5.2.5	管井井点降水	119
5.2.6	深井井点降水	121
5.2.7	井点回灌技术	128

6 基坑、槽边坡支护	132
6.1 边坡支护类型的选择	132
6.2 型钢桩横挡板支护	137
6.3 挡土灌注桩支护	138
6.4 排桩土层锚杆支护	139
6.5 排桩内支撑支护	148
6.6 挡土灌注桩与水泥土桩组合支护	152
6.7 地下连续墙支护	154
6.8 水泥土墙支护	155
6.9 土钉墙支护	158
6.10 喷锚网支护	161
6.11 叠袋式挡墙支护	165
6.12 钢板桩支护	166
7 填方与压实	173
7.1 填方的一般要求	173
7.1.1 土料的选用	173
7.1.2 土料含水量控制	173
7.1.3 基底处理	174
7.1.4 填方边坡	175
7.2 填方方法	175
7.2.1 人工填土方法	175
7.2.2 机械填土方法	176
7.3 填土的压实	177
7.3.1 压实的一般要求	177
7.3.2 压实机具的选择	178
7.3.3 填土压(夯)实方法	181
7.3.4 填方质量控制	184
8 地基处理方法	185
8.1 局部地基处理方法	185
8.1.1 松土坑	185

8.1.2	土井、砖井	187
8.1.3	人防通道、障碍物	189
8.1.4	软硬地基	190
8.1.5	岩溶地基	192
8.2	特殊地基处理方法	196
8.2.1	冲沟	196
8.2.2	土洞(落水洞)处理	197
8.2.3	故河道、古湖泊处理	197
8.3	特殊地基问题的处理	198
8.3.1	滑坡	198
8.3.2	橡皮土	204
8.3.3	流砂	204
8.3.4	膨胀土	205
9	地基加固处理方法	208
9.1	换土垫层法	208
9.1.1	灰土垫层	208
9.1.2	砂和砂石垫层	210
9.2	夯实地基法	214
9.2.1	重锤夯实法	214
9.2.2	强夯法	217
9.3	深层密实法	224
9.3.1	振冲法	224
9.3.2	深层搅拌法	231
9.3.3	粉体喷射注浆法	237
9.4	挤密桩施工法	241
9.4.1	灰土桩	241
9.4.2	砂石桩	246
9.4.3	水泥粉煤灰碎石桩地基	249
9.4.4	夯实水泥土桩	252
10	桩基施工法	256

10.1	混凝土预制桩施工法	256
10.1.1	打(沉)桩施工法	256
10.1.2	静压桩施工法	268
10.2	混凝土灌注桩施工法	273
10.2.1	冲击钻成孔灌注桩	273
10.2.2	回转钻成孔灌注桩	279
10.2.3	潜水钻成孔灌注桩	281
10.2.4	螺旋钻成孔灌注桩	286
10.2.5	振动沉管灌注桩	287
10.2.6	锤击沉管灌注桩	291
10.2.7	人工挖孔和挖孔扩底灌注桩施工	293
10.2.8	灌注桩的质量控制、检验与验收	298
11	条形和独立基础施工方法	302
11.1	砖石条形基础的施工	302
11.1.1	砖条形基础	302
11.1.2	毛石条形基础	304
11.1.3	质量控制与检验	306
11.2	钢筋混凝土条形基础的施工	307
11.2.1	构造要求	308
11.2.2	施工要点	309
11.2.3	质量控制与检验	311
11.3	钢筋混凝土独立基础的施工	313
11.3.1	构造要求	313
11.3.2	施工要点	316
11.3.3	质量控制与检验	317
12	大体积整体式基础施工方法	318
12.1	筏形基础的施工	318
12.1.1	构造要求	318
12.1.2	施工要点	320
12.2	箱形基础的施工	321

12.2.1	构造要求	321
12.2.2	施工要点	323
12.3	大、中型设备基础的施工	329
12.3.1	构造要求	329
12.3.2	施工要点	331
12.4	大体积混凝土裂缝的控制	339
12.4.1	大体积混凝土裂缝控制技术措施	339
12.4.2	大体积混凝土裂缝控制的施工计算	342
13	深基础施工法	358
13.1	沉井的施工	358
13.1.1	沉井种类和构造	358
13.1.2	施工准备	361
13.1.3	沉井施工程序	362
13.1.4	沉井的制作	362
13.1.5	沉井下沉验算	364
13.1.6	沉井下沉方法	367
13.1.7	沉井下身问题处理	369
13.1.8	测量控制与观测	369
13.1.9	沉井封底	370
13.1.10	质量控制与检验	372
13.2	地下连续墙的施工	373
13.2.1	施工准备	374
13.2.2	施工设备的选用	375
13.2.3	导墙设置	376
13.2.4	槽段划分	376
13.2.5	槽段开挖	378
13.2.6	泥浆的配制和循环工艺	380
13.2.7	清槽	381
13.2.8	钢筋笼的制作和吊放	382
13.2.9	混凝土的浇筑	383

13.2.10	槽段接头施工	384
13.2.11	质量控制与检验	384
13.3	地下结构逆作法施工	387
13.3.1	结构型式及连接构造	389
13.3.2	施工程序	389
13.3.3	施工工艺方法	390
13.4	半逆作施工法	396
14	土方与地基基础施工安全技术	398
14.1	土方开挖安全技术	398
14.1.1	基坑开挖	398
14.1.2	机械挖土	399
14.1.3	土方回填	401
14.2	地基基础施工安全技术	402
14.2.1	地基加固	402
14.2.2	打(沉)桩	403
14.2.3	灌注桩	404
14.2.4	人工挖孔桩	406
14.2.5	砖石、混凝土基础	407
14.2.6	沉井	408
14.2.7	地下连续墙	409
	主要参考文献	410

1 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。

1.1.2 土的基本物理性质指标

(1) 质量密度

单位体积土的质量，又称为土的质量密度，简称土的密度，用符号 ρ 表示。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{t/m}^3) \quad (1-1)$$

式中 V ——土的总体积 (m^3)；

m ——土的总质量 (t)。

土的密度由试验方法（一般采用环刀法）直接测定。土的密度随着土的矿物成分、孔隙大小和水的含量而不同，天然状态下土的密度一般为 $1.6 \sim 2.2 \text{ t/m}^3$

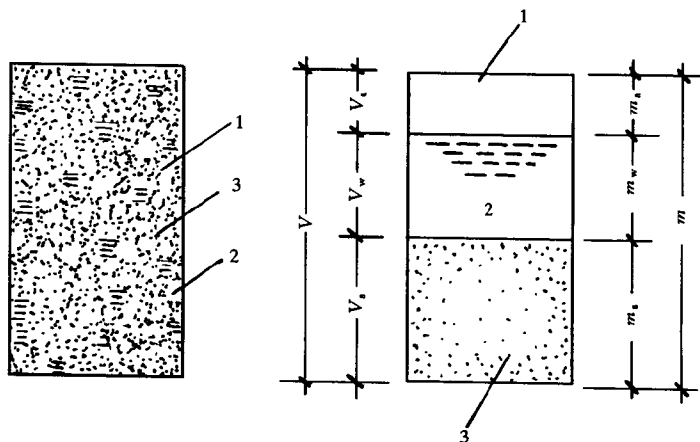


图 1-1 土的三相组成示意图

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 ($V_v = V_a + V_w$)。

(2) 重力密度

单位体积土所受的重力称为土的重力密度，简称土的重度，用符号 γ 表示。

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (\text{kN/m}^3) \quad (1-2)$$

由 $W = mg$ ，则有：

$$\gamma = \rho g \quad (1-3)$$

式中 W ——土的总重力 (kN)；

g ——重力加速度，取 $g = 10\text{m/s}^2$ ；

其他符号意义同前。

土的重度由试验方法测定后计算求得。土的天然重度约为 $16 \sim 22\text{kN/m}^3$ 。

(3) 相对密度

土粒单位体积的质量与 4°C 时蒸馏水的密度之比，称为土的相对密度或比重，用符号 d_s 表示。

$$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w} \quad (1-4)$$

式中 m_s ——土的固体颗粒的质量 (t)；

V_s ——土的固体颗粒的体积 (m^3)；

ρ_w ——蒸馏水的密度，一般取 $\rho_w = 1\text{t/m}^3$ 。

土的相对密度由试验方法（用比重瓶法）测定。土的相对密度没有单位，其数值变化范围不大，砂土一般为 $2.65 \sim 2.69$ ；粉土与粘性土一般为 $2.70 \sim 2.76$ 。

(4) 干密度

土的单位体积内颗粒的质量，称为土的干密度，用符号 ρ_d 表示。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \quad (\text{t/m}^3) \quad (1-5)$$

式中符号意义同前。

土的干密度由试验方法测定后计算求得。土的干密度愈大，表示土愈密实，一般土的干密度为 $1.3 \sim 1.8 \text{ (t/m}^3\text{)}$ 。

(5) 干重度

土的单位体积内颗粒的重力称为土的干重度，用符号 γ_d 表示。

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (\text{kN/m}^3) \quad (1-6)$$

$$\text{或} \quad \gamma_d = \rho_d \cdot g \quad (1-7)$$

式中 W_s ——土的固体颗粒的重力 (kN)；

其他符号意义同前。