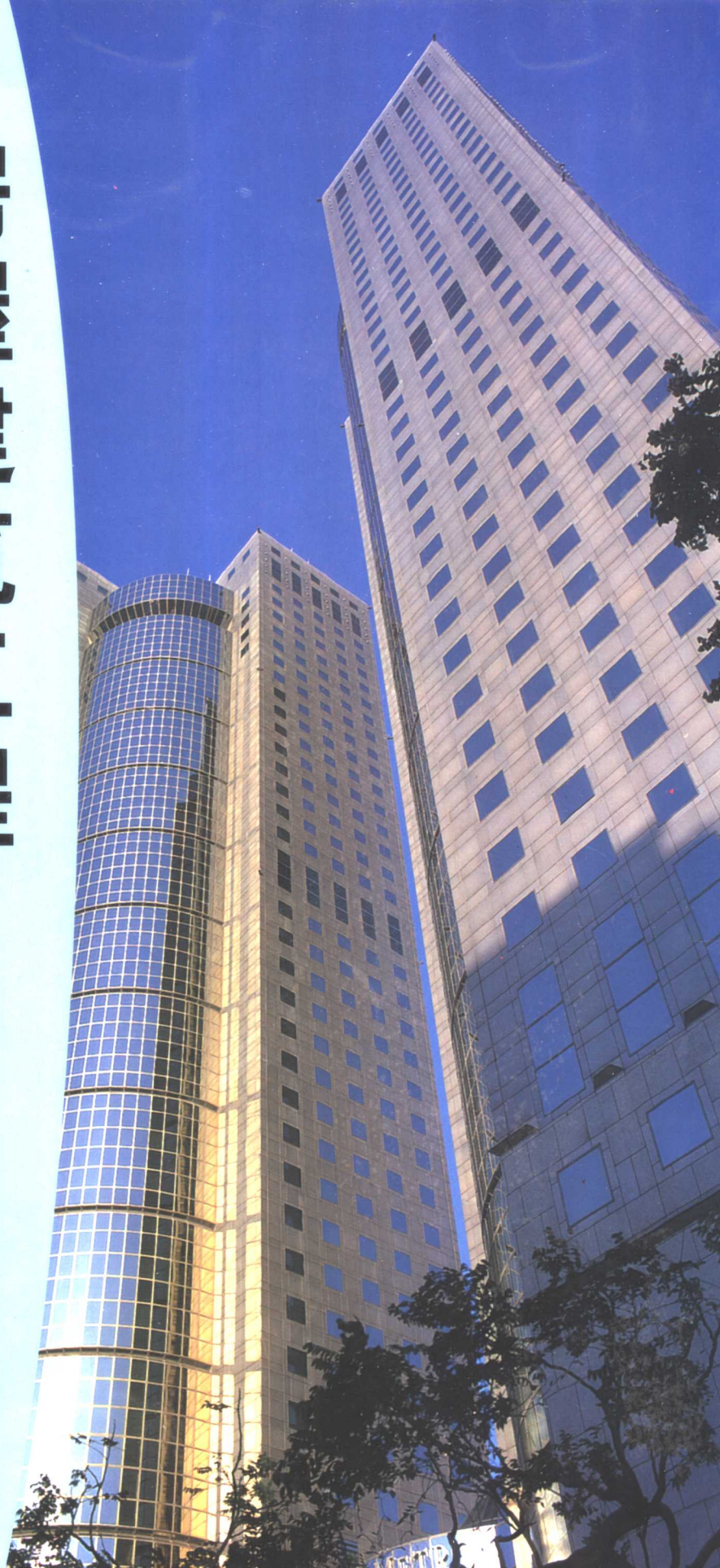


房屋建筑工程 施工技术指南

主 编 赵资钦
副主编 刘联伟 徐天平

中国建筑工业出版社



房屋建筑工程施工技术指南

主 编 赵资钦
副主编 刘联伟 徐天平

中国建筑工程出版社

图书在版编目(CIP)数据

房屋建筑工程施工技术指南/赵资钦主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2005
ISBN 7-112-07533-5

I. 房... II. 赵... III. 建筑工程—工程施工—
指南 IV. TU7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 081596 号

房屋建筑工程施工技术指南

主 编 赵资钦

副主编 刘联伟 徐天平

*

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

广东昊盛彩印有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23 $\frac{1}{4}$ 字数: 578 千字

2005 年 9 月第一版 2005 年 9 月第一次印刷

印数: 1—4500 册 定价: 38.00 元

ISBN 7-112-07533-5

(13487)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书以可持续发展战略为指导,力求与国家有关城镇房屋建筑施工管理的政策相衔接,既注重系统性和时效性,更注重实用性和可操作性,结合最新颁布的“建筑业 10 项新技术”,重点介绍房屋建筑施工中成熟适用的建筑施工新技术、新工艺及新材料、新制品。全书分为八章:地基基础施工技术、混凝土结构施工技术、钢结构施工技术、机电设备安装技术、建筑装饰施工技术、建筑材料及制品应用技术、建筑机械技术、建筑施工管理技术。书中溶入了近年来作者及同事们在房屋建筑工程施工实践与研究方面的成果,同时力求反映我国建筑施工质量管理水平和国家有关政策法规要求,紧密结合新标准、新规范的要求,对房屋建筑工程施工技术与施工管理技术进行深入浅出地讲解和介绍。

本书可供有关建设行政主管部门的管理人员、建筑工程施工企业的技术人员、质量管理人员及建设监理人员使用。特别适用于工作在第一线的施工管理人员。

* * *

责任编辑 常 燕

主 编：赵资钦

副主编：刘联伟 徐天平

编 委：陈守辉 黄伟江 王新祥 邵孟新 文 扬
邓智文 梁剑明 吴宗泽 邱 黎 谭 山
钟显奇 丘秉达 何汉林 赖伟雄 文 冠
陈春光 庞 骏 赖小江

序

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标:发展小城镇、加快城镇化建设,不断提高广大人民群众的生活水平。这个目标给建筑业提出了新的历史使命。而建筑工程质量直接关系到人民生命财产安全,确保工程质量,是广大建筑工程技术管理人员责无旁贷的义务。为此,进一步提高建筑工程施工技术水平和管理水平,推广先进的施工新技术和科学的施工管理技术,加快科技进步和技术创新,是摆在广大建筑工程技术管理人员面前亟待解决的重要任务。

作者根据我国法律法规和技术标准,从地基基础、建筑结构、建筑装饰、机电设备安装、建筑材料以及建筑施工管理技术等方面对房屋建筑工程主要施工技术进行了深入浅出的介绍,内容包括各种施工技术的主要内容、技术特点、选用原则和注意事项,对重点、难点技术予以必要的说明,既注重系统性和时效性,更注重实用性和可操作性。书中还溶入了近年来作者及同事们在房屋建筑工程施工实践的经验与研究的成果,同时力求反映我国建筑施工质量管理水平和国家有关政策法规要求,紧密结合新标准、新规范的要求,是房屋建筑工程施工技术与施工管理技术方面比较有特色的一部书。适合建设行政主管部门管理人员、施工企业技术和管理人员及建设监理等有关人员阅读。

我相信,该书的出版对促进我国建筑工程技术的不断繁荣与发展,提高我国建筑工程施工技术水平和管理水平将起到有益的作用。

中国工程院院士



2005年6月

前 言

我国当前已经进入加快城乡建设、加快中心镇发展、推进大型城市健康发展的城镇化快速发展阶段,亟待加强城市施工管理。为推进城镇化进程,加强和提高房屋建筑工程施工的管理和技术水平,根据《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国安全生产法》、《1996~2010 中国建筑技术政策》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》、《房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收暂行规定》等法律法规以及相关建筑安装施工规程规范标准的规定,本书对房屋建筑工程涉及的主要施工技术进行综合概括,包括对相应施工技术的基本理论、主要内容、技术特点、选择原则和注意事项进行综合总结,并列举工程实例予以说明,还针对不同施工技术逐项列出涉及的相关国家规程、规范、标准清单,为有关建设行政主管部门、施工管理部门、建筑工程施工企业的技术人员、质量管理人员及建设监理人员,特别是工作在第一线的施工管理人员和技术人员分析处理建筑施工技术问题提供借鉴和参考。

房屋建筑工程施工技术是综合性的应用技术,应结合各地的自然条件、生态环境状况、经济社会发展水平和科技能力,充分考虑环境保护和防灾需要,正确地选择技术发展方向,确定不同时期的技术进步目标,因地制宜、突出重点、以线串点、以点带面,加快应用新技术、新工艺、新材料、新设备,发展社会化生产、专业化协作和商品化供应,实现建筑工业化和施工技术现代化,达到提高工程质量、缩短工期、降低能源和原材料消耗、提高劳动生产率和综合效益并满足可持续发展的目的。

为了充分利用现有的技术成果,改变房屋建筑工程施工中至今仍是以手工、半机械化为主的劳动密集型作业以及各地施工中技术含量发展极不平衡的现状,应当提高推广应用施工新技术的自觉性,通过采用先进的施工新技术和科学的建筑施工管理技术,提高建筑施工的劳动生产率,优化施工管理,防治质量通病,实现安全生产,确保竣工工程质量全部达到国家标准要求。

在房屋建筑工程施工技术的具体应用过程中,应针对不同类型建筑物的有关规划和设计的要求,结合施工现场的周边环境和所在地区的地理、地质、水文、气候特点以及自然灾害情况,充分考虑气候特点和岩土工程特点,因时、因地、因条件制宜,合理选用施工方法,制定施工方案,科学组织,精心施工。施工中应用已有的技术成果的重点为:合理使用钢材、木材、水泥,加大标准化、系列化构配件、制品和设备的应用量,发展地基加固、桩基础和基坑工程施工新技术,提高钢筋混凝土施工技术水平,发展钢结构制造和安装施工新技术,确保主体结构工程质量;大力应用安全环保型化学建材,提高防水、装饰工程质量;研发建筑安装新技术、新工艺;提高建筑企业的计算机应用水平、机械化装备水平和管理现代化水平。

房屋建筑工程施工技术主要包括单项施工技术和施工管理技术,其中单项施工技术主要指完成一个主要工序或分项工程施工所采用的技术,施工管理技术是指通过优化组合单项施工技术,科学地实施物料与劳动的结合,最后形成建筑产品。选用建筑施工

技术应以设计图纸、施工技术规范、质量验收标准、有关定额、施工图预算以及施工组织设计等为依据。

本书在阐述具体施工技术和管理技术的编排模式上,注重实用性和现实指导意义,注意与国家有关城市房屋建筑施工管理的政策相衔接,以可持续发展战略为指导,既注重系统性和时效性,更注重实用性和可操作性,结合最新颁布的“建筑业 10 项新技术”,重点介绍房屋建筑施工中成熟适用的建筑施工新技术、新工艺及新材料、新制品,在遵循现行城市建设施工法规的基础上,侧重于以国家技术政策和技术法规为导向,针对建筑施工技术现状和建设施工技术管理方面存在的突出问题,对与房屋建筑工程施工有关的施工技术与施工管理技术的主要内容、选用原则、技术特点和注意事项予以重点论述,在附件中对该项技术涉及的相关规范和标准予以介绍,同时对施工技术涉及的相关术语进行必要的解释,并通过工程实例对如何选用相应的施工技术并对应用该技术的注意事项等进行详细的分析说明。

本书全书分为八章:地基基础施工技术、混凝土结构施工技术、钢结构施工技术、机电设备安装技术、建筑装饰施工技术、建筑材料及制品应用技术、建筑机械技术、建筑施工管理技术。书中溶入了近年来作者及同事们在房屋建筑工程施工实践与研究方面的成果,同时力求反映我国建筑施工质量管理水平和国家有关政策法规要求,紧密结合新标准、新规范要求,对房屋建筑工程施工技术与施工管理技术进行深入浅出地讲解和介绍。

目 录

序

前 言

第1章 地基基础施工技术	1
1.1 地基处理技术	1
1.2 基础工程施工技术	9
1.3 基坑支护技术.....	15
1.4 基础工程检测技术.....	26
第2章 混凝土结构施工技术	29
2.1 模板技术.....	29
2.2 钢筋技术.....	34
2.3 混凝土技术.....	40
2.4 预应力混凝土技术.....	49
2.5 防水工程技术.....	57
2.6 砌体施工技术.....	65
2.7 脚手架技术.....	69
第3章 钢结构施工技术	76
3.1 钢结构施工安装技术.....	76
3.2 钢—混凝土组合结构施工技术	108
第4章 机电设备安装技术	118
4.1 建筑给排水施工技术	118
4.2 通风与空调施工技术	129
4.3 建筑电气施工技术	155
4.4 智能建筑施工技术	162
4.5 锅炉安装(整装锅炉)技术	171
4.6 曳引式电梯安装技术	182
第5章 建筑装饰施工技术	201
5.1 吊顶施工技术	201
5.2 抹灰工程施工技术	205
5.3 轻质隔墙施工技术	208
5.4 饰面砖施工技术	211
5.5 饰面石材施工技术	213
5.6 门窗工程施工技术	215
5.7 细部工程施工技术	218
5.8 涂饰施工技术	221

5.9 裱糊与软包工程施工技术	223
5.10 建筑地面装饰施工技术	226
5.11 幕墙工程施工技术	230
第6章 建筑材料及制品应用技术	235
6.1 水泥	235
6.2 建筑石灰和石膏	239
6.3 混凝土及制品	241
6.4 砂浆	247
6.5 建筑钢材	249
6.6 防水材料	255
6.7 建筑塑料及制品	262
6.8 建筑涂料	266
6.9 胶粘剂	273
6.10 石材	276
6.11 建筑饰面陶瓷	279
6.12 墙体材料	281
第7章 建筑机械技术	285
7.1 基础工程施工设备及机具	285
7.2 主体结构工程施工机械设备	305
7.3 装饰工程施工机具	319
第8章 建筑施工管理技术	325
8.1 施工组织设计	325
8.2 施工队伍的选择和人员管理	329
8.3 工程质量管理	329
8.4 安全生产管理	334
8.5 文明施工管理	350
8.6 项目成本管理	359
8.7 工期管理	363
8.8 工程资料(档案)管理	365
8.9 计算机辅助施工管理	367
参考文献	369

第1章 地基基础施工技术

1.1 地基处理技术

1.1.1 主要内容

地基处理技术主要包括换填垫层、强夯和强夯置换、排水固结、真空预压法、碎石桩和砂桩、夯实水泥土桩、水泥土搅拌桩、高压旋喷桩。

1.1.2 选用原则

地基处理技术的选用原则:

1. 换填垫层法适用于淤泥、淤泥质土、素填土、杂填土地基及暗沟、暗塘等的浅层处理,常用于低层房屋地坪处理、堆料场地及道路工程等,处理深度通常控制在3m以内较为经济合理。

2. 强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、杂填土和素填土等地基。强夯置换法适用于高饱和度的粉土与黏性土地基。

3. 排水固结法适用于处理淤泥、淤泥质土和冲填土等饱和黏性土地基。砂井法特别适用于存在连续薄砂层的地基,有机质土一般采用砂井联合超载预压的方法。真空预压法适用于均质黏性土及含薄粉砂夹层黏性土等地基的加固,尤其适用于新吹填土地基的加固。对于砂性土地基,加固效果不甚理想。一般认为有效加固深度在10m以内。对于在加固范围内有足够水源补给的透水层而又没有采取隔断水源补给的措施时,不宜采用真空预压法。对渗水系数小的软黏土地基,真空预压和砂井或塑料排水带等竖向排水相结合方能取得良好的加固效果。

4. 碎石桩适用于砂性土、非饱和黏性土,以炉渣、建筑垃圾为主的杂填土及松散的素填土。砂桩用于加固松散砂土、人工填土。对于在饱和黏性土地基上变形控制要求不严的工程也可采用碎石桩。

5. 水泥土搅拌桩适用于处理淤泥、淤泥质土、粉土和含水量较高且地基承载力标准值不大于120kPa的黏性土地基,当地下水具有侵蚀性时,宜通过试验确定其适用性。

6. 高压旋喷桩适用于淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、砂土、人工填土等地基。不宜用于含有较多的大粒径块石、坚硬黏性土、大量植物根茎或有过多有机质的地基,不能用于地下水流速过大和已涌水的工程。

7. 水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)

水泥粉煤灰碎石桩适用于淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、砂性土、杂填土及湿陷性黄土地基中以提高地基承载力和减少地基变形为主要目的的地基加固,对于松散的砂性土或粉土,应考虑采用非排土成桩工艺施工。若以挤密或消除液化为目的时,采用 CFG 桩不太经济。

8. 夯实水泥土桩

夯实水泥土桩适用于粉土、黏土、素填土、杂填土、淤泥质土地基,通常复合地基承载力可达 180 ~ 300kPa。根据目前施工机具水平,多用于地下水位埋藏较深的地基土,当有地下水时,适用于渗透系数小于 10 ~ 5cm/s 的黏性土及桩端以上 50 ~ 100cm 有水的地质条件。当天然地基承载力标准值 $f_{ak} < 60\text{kPa}$ 时可考虑挤土成孔以利于桩间土承载力的提高和发挥。

1.1.3 注意事项

地基处理技术的注意事项:

1. 换填垫层

(1) 换填垫层施工应合理选用垫层材料并根据不同的换填材料选择施工机械,其分层铺填厚度、每层压实遍数等宜通过试验确定,对于存在软弱下卧层的垫层,应针对不同施工机械设备的重量、碾压强度、振动力等因素确定垫层底层的铺填厚度。

(2) 为获得最佳夯压效果,宜采用垫层材料的最优含水量作为施工控制含水量。

(3) 对垫层底部的下卧层中存在的软硬不均点,应根据其对垫层稳定及建筑物安全的影响确定处理方法。

(4) 严禁扰动垫层下卧层的软弱土层。

2. 强夯和强夯置换法

(1) 夯锤大小决定于要求处理的深度和起重设备起吊高度。夯锤底面形状一般为圆形,夯锤中设若干个与其顶面贯通的排气孔。

(2) 强夯施工宜采用带有自动脱钩装置的履带式起重机,要采取安全措施防止落锤时机架倾覆。

(3) 强夯施工前应查明场地范围内的地下管线的位置,并采取措施避免损坏。应在现场有代表性的场地选取试验区进行试夯或试验性施工,以确定相应的施工参数。

(4) 应评估强夯施工所产生的振动对周围建筑物的影响,必要时应采取防振或隔振措施。

(5) 强夯施工应做好监测工作,包括锤重、落距、夯点放线、每个夯点的夯击次数和每击的夯沉量。

3. 排水固结法

排水固结法施工包括排水系统施工和预压施工。排水系统包括砂垫层和竖向排水体两部分。

(1) 砂井成孔方法有两种:沉管法和水冲法,砂井的灌砂量,应按井孔的体积和砂在中密时的干密度计算,其实际灌砂量不得小于计算值的 95%;袋装砂井施工所用钢管内径略大于砂井直径,所选用的砂宜用干砂,并应灌制密实。

(2) 塑料排水板应有良好的透水性,有足够的湿润抗拉强度和抗弯曲能力。

(3) 真空预压的总面积不得小于建筑物基础外缘所包围的面积,且应超出建筑物基础外缘 2~3m。每块薄膜覆盖的面积应尽可能大,如需分块预压时,每块间距不宜超过 2~4m,且每块预压区应至少设置两台真空泵。

(4) 真空预压的抽气设备采用射流真空泵。真空管路的连接点应严格进行密封,管路中设置止回阀门和截门。水平向分布滤水管一般设在排水砂垫层中,密封膜一般铺设 3 层。

(5) 真空预压的密封膜应采用抗老化性能好、韧性好、抗穿刺能力强的不透水材料,一般采用密封性聚乙烯薄膜或线性聚乙烯专用薄膜。密封膜热合时宜用两条热合缝的平搭接,搭接长度应大于 15mm。

(6) 加载预压工程应分级逐渐加载,在加载过程中应每天进行竖向变形、边桩位移及孔隙水压力等项目的观测。

4. 碎石桩和砂桩

(1) 施工前需进行成桩挤密试验,以确定桩间距、填砂石量等有关参数。

(2) 施工顺序应间隔进行,孔内实际填砂石量不少于设计值的 95%。

(3) 振动法施工时应采取有效措施保证挤密均匀和桩身的连续性。锤击法挤密根据锤击的能量,控制分段的填砂石量和成桩的长度。

5. 水泥土搅拌桩

(1) 施工前通过成桩试验确定搅拌桩的配比和施工工艺。

(2) 所使用的固化剂浆液严格按预定的配合比拌制,泵送时需连续。

(3) 当遇到较硬土层下沉太慢时,可适量冲水,但需考虑冲水成桩对桩身强度的影响。

(4) 搅拌机喷浆提升的速度和次数要符合工艺的要求。

6. 高压旋喷桩

(1) 高压旋喷桩依据喷射流的不同,分为单管法、二重管法和三重管法。

(2) 可根据需要在水泥浆中加入适量的外加剂(由试验确定),以改善水泥浆液的性能。

(3) 水泥浆液的水灰比越小,其处理地基的强度越高,但常用的水灰比取 1.0。

(4) 通常在底部和顶部进行复喷,其次数根据工程要求决定。

(5) 高压旋喷注浆过程中出现压力骤然下降、上升或大量冒浆等异常情况时,需查明原因并及时采取措施。

7. 水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)

(1) 单桩承载力应通过现场载荷试验确定,试验桩数一般为总桩数的 1% 并不少于 3 根。

(2) 施打顺序一般有连续施打和间隔跳打两种。在软土中,桩距较小时,连续施打可能造成缩颈,宜采用隔桩跳打;施打新桩时与已打桩间距时间不应少于 7d。在饱和的松散粉土中,因松散粉土的振密效果较好,先打桩施工完后,土体的密度会明显增加,当桩距较小时,补打新桩沉管十分困难,并非常容易造成已打桩断桩,因而宜采用连续施打的工序。

(3) 拔管速率过快会造成桩径偏小或缩颈甚至断桩;太慢可能造成浮浆,使桩端石子

与水泥浆离析,导致桩身强度低。一般拔管速率宜控制在 $1.2 \sim 1.5\text{m/min}$ 左右,密实电流控制在 $50 \sim 55\text{A}$ 为宜。如遇淤泥土或淤泥质土,拔管速率可适当放慢。

8. 夯实水泥土桩

(1) 可采用人工或机械夯实法夯实成桩,夯实压实系数应大于 0.93 ,保证桩体设计强度。

(2) 对于没有振密和挤密效应的地基宜采用排土法成孔,一般用长螺旋钻和洛阳铲成孔。对于有挤密和振密效应的地基,当需要提高桩间土承载力时,可用挤土法成孔,一般采用锤击式打桩机或振动打桩机成孔。

(3) 夯实水泥土桩复合地基中褥垫层是不可缺少的一部分,它具有保证桩土共同承担荷载,减少基础底面应力集中,调整桩土垂直和水平荷载分担的作用。

1.1.4 附件

地基处理技术涉及的相关规范和标准主要有:

- (1) 《建筑地基处理技术规范》JGJ 79—2002;
- (2) 《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2002;
- (3) 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202—2002。

1.1.5 术语

地基处理技术涉及的相关术语主要有:

(1) 地基处理:用各种换料、掺合料、化学剂、电热等方法或机械手段来提高地基土强度,改善土的变形特征或渗透性的处理技术。

(2) 淤泥:在静水或缓慢流水环境中沉积、经生物化学作用形成的土。

(3) 黏性土:颗粒间具有黏聚力的土。

(4) 软弱夹层:岩体中夹有的强度较低或被泥化、软化、破碎的薄层。

(5) 强夯法:用重量达数十吨的重锤自数米高处自由下落,给地基以冲击力和振动,从而提高一定深度内地基土的密度、强度并降低其压缩性的方法。

(6) 排水砂井:在软土地基中成孔,填以砂砾石,形成排水通道,以加速软土排水固结的地基处理方法。

(7) 塑料排水:将塑料板芯材外包排水良好的土工织物排水带,用插带机插入软土地基中代替砂井,以加速软土排水固结的地基处理方法。

(8) 预压法:在软黏土上堆载或利用抽真空时形成的土内外压力差加载,使土中水排出,以实现预先固结,减小建筑物地基后期沉降的一种地基处理方法。

(9) 真空预压法:在软黏土中设置竖向塑料排水带或砂井,上铺砂层,再覆盖薄膜封闭,抽气使膜内排水带、砂层等处于部分真空,利用膜内外压力差作为预压荷载,排除土中多余水量,使土预先固结,以减少地基后期沉降的一种地基处理方法。

(10) 夯实水泥土桩:是人工或机械成孔,选用相对单一的土质材料,与水泥按一定配比,在孔外充分拌和均匀制成水泥土,分层向孔内回填并强力夯实,制成均匀的水泥土桩。桩、桩间土和褥垫层一起形成复合地基。

(11) 水泥土搅拌法:利用水泥、石灰或其他材料作为固化剂,通过特别的深层搅拌机

械,将其与地基深层土体强制搅拌,经物理-化学作用、硬化形成加固体。水泥土搅拌法分为深层搅拌法和粉喷搅拌法。

(12) 高压喷射注浆法:采用注浆管和喷嘴,用相当高的压力将气、水 and 水泥浆从喷嘴射出,直接破坏地基土体,并与之混合,硬凝后形成固结体,以加固土体和降低其渗透性的方法。旋转喷射的称旋喷法,定向喷射的称定喷法,摆设一定角度喷射的称摆喷法。

1.1.6 工程实例

实例 1:超载预压(设竖向塑料排水板)加固深厚淤泥软土地基

1. 工程概况

拟建 9 000t/年烟酰胺项目厂区,位于广州市南沙经济技术开发区,占地总面积约 52 000m²。本工程场地位于小虎岛的中部,现地面高程为 4.04 ~ 5.34m,平均约 4.8m,设计地坪面标高为 7.3m。

场地为近期冲—淤积而成的山间平地,位于耕植土之下的淤泥土层埋深 0.5 ~ 1.5m,厚度 6.4 ~ 16.2m,淤泥呈流塑状,其物理力学性质见表 1.1.6。

淤泥物理力学性质						表 1.1.6	
地 层	含水量 ω (%)	重度 γ (kN/m ³)	孔隙比 e	液性指数 I_L	压缩模量 E_s (MPa)	凝聚力 C (kPa)	内摩擦角 ϕ (°)
淤泥	105	14.3 ~ 15.6	2.814	3.67	1.17	1.3	5.7

2. 地基处理方案

由于场地淤泥层较为深厚,压缩性大、承载力低,不能满足使用要求,经多方论证,决定采用插塑料排水板堆载预压排水固结法进行地基处理,采用 B 型塑料排水板,呈梅花形布置(图 1.1.6 - 1),间距为 1.0m,每根的长度 10 ~ 19m,本工程应用的总长度约 96 万 m。本工程采用超载预压,吹填终标高为 10.3m。堆载材料采用吹填中细砂(局部为中粗砂),吹填砂方量约 16 万 m³(图 1.1.6 - 2)。

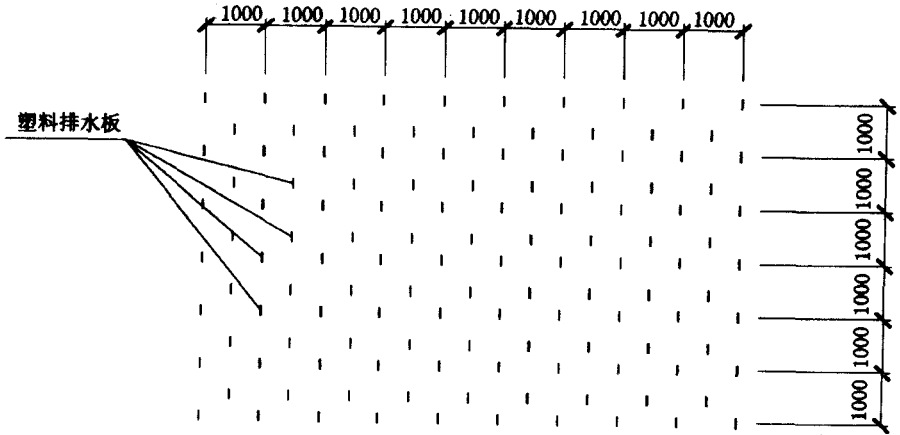


图 1.1.6 - 1 塑料排水板梅花形布置图

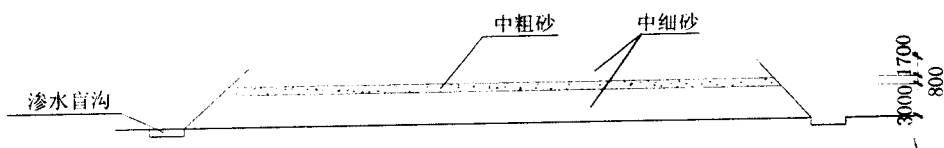


图 1.1.6-2 吹填砂处理剖面图

地基处理达到以下要求：(1) 设计荷载：活载达到汽车——超 20 级，均载达到 15kPa；(2) 固结沉降：吹填至 +7.8m 堆载预压 90d 的固结度达 90%，剩余沉降量小于 15cm，加固处理后两年内剩余沉降量在 100m 范围内差值小于 10cm；(3) 填土密实度：密实度 > 85%；(4) 承载力：卸载后载荷试验地基承载力 > 120kPa。

3. 软基加固施工

塑料排水板施工工艺流程如图 1.1.6-3 所示。

(1) 塑料排水板施工

1) 测量放样

根据已布设的测量基点，分区用经纬仪和钢尺按正方形布置，按设计间距测放出塑料排水板的打设板位（误差控制在 +30mm），并用竹竿插入砂垫层作标记。

2) 插板机就位

根据板位标记进行插板机定位。施工塑料排水板过程中，插板机定位时，调整桩机的位置使管靴与板位标记的偏差控制不大于 70mm，再调整桩架的垂直度。

3) 装排水板桩靴

将塑料板带从套管上端入口处穿入套管至桩头，并与管靴连接好，与管套扣紧，防止套管进泥。

4) 沉设套管

插板桩机上配置圆形钢套管，套管前端设置活瓣桩尖。打入时，活瓣桩尖夹住

塑料排水板，并把套管前端关闭。开动插板桩机上的液压泵将套管和塑料排水板沉设插入土中预定深度。打设过程中随时控制套管垂直度，其偏差不大于 $\pm 1.5\%$ 。

5) 提升套管

插板到标高后拔出套管，套管上拔时，前端打开并把塑料排水板留在所定标高。在拔出套管过程中要防止回带及断带，为保证插板机顺利作业，采用在塑料排水板桩端设置桩靴的办法，以减少回带及断带。

6) 剪断塑料带

剪断塑料排水板时砂垫层以上的外露长度应大于 300mm，剪断塑料带，即完成一根塑料排水板的施工工作。

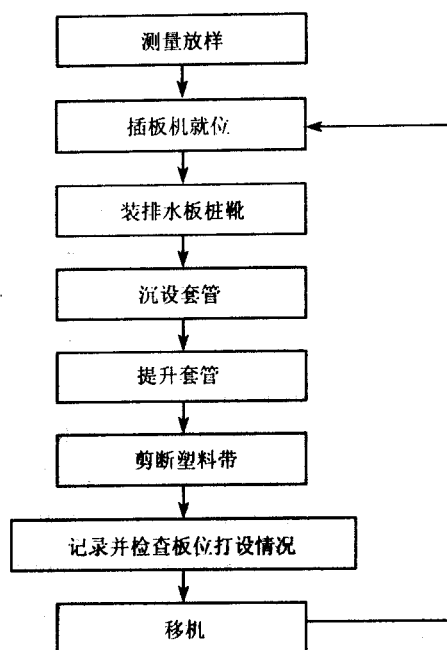


图 1.1.6-3 塑料排水板施工工艺流程

7) 记录并检查板位打设情况

打设过程中,逐板进行自检,并要做好施工记录。一个区段塑料排水板验收合格后,应及时用砂垫层仔细填满打设板周围形成的孔洞,并将塑料排水板埋置于垫层内。

8) 移机

完成一根塑料排水板的施工工作后,按照预定桩机行走路线,移动到下一排水桩位。

(2) 超载预压施工

吹填砂由绞吸式挖泥船直接接管到吹填区;管道的架设:海面部分采用油桶和钢筋组合成浮箱,结合吹砂管的长度、重量和位置,进行吹砂管的架设;进入陆域的管道采用砂包架设吹砂管。吹砂管经过施工现场内外的临时道路时则挖槽埋管通过。

吹填砂分三层进行:第一层由自然地面(平均+4.8m)吹填至+7.8m,吹填厚度为3m,要求采用中细砂,机械碾压;第二层吹填至+8.6m,平均吹填厚度0.8m,采用含泥量<5%的中粗砂,机械碾压;第三层吹填至+10.3m,平均吹填厚度1.7m。考虑到第三层吹填前,在第一、二层厚度为3.8m的吹填砂荷载作用下的固结沉降,要求采用中细砂。

第一层和第二层吹填之间,进行塑料排水板施工,待塑料排水板施工完成后才进行第二层吹填;第二层吹填完毕,进行盲沟施工,完毕后才进行第三层吹填。

4. 加固效果

预压加固后,直插排水板区域,卸载前累计沉降1.1~2.3m,平均孔隙比由2.814降低到1.67。吹填至+7.8m堆载预压90d的固结度达90%,剩余沉降量12cm,截至2005年1月剩余沉降量在100m范围内差值3.3~5.7cm,加固效果良好。

实例2:旋喷与压力注浆联合加固岩溶地基

1. 工程概况

某厂建在岩溶发育的石灰岩地区,在基岩的上覆土层中,裂缝较多,土洞、软弱土洞穴及软化土带比较发育。为保证上部已建构筑物的安全使用,要求对距地表22m深以内的土洞、洞穴进行填实,此范围内的软弱土带进行加固。

2. 地基处理方案

(1) 方案选择

由于厂区施工场地狭小,大型机械设备进出困难,同时考虑到旋喷设备简单,分件体积小,受施工空间限制较小,适合于既有建筑物狭小空间条件下的岩溶软弱地基处理。因此,最终决定此范围内的软弱土采用旋喷与压力注浆联合加固处理方案。

(2) 旋喷

在已揭示有不良地质现象的钻探孔周围,以孔距1.0m并逐步扩展的布孔方式清查它们的立体分布形式。根据查明的土洞、洞穴及软弱土带的分布,在其中选择合适的孔位进行旋喷。旋喷从软弱土带或洞穴的底部以下40cm左右的孔段开始,直至土洞顶板以上40cm左右结束。仅有软弱土洞穴或软化土带的钻孔则从其底部40cm左右的孔段开始旋喷至软化土洞穴或土带以上100cm左右结束。

(3) 压力灌浆

因固结体收缩等原因,在固结体顶部会出现凹穴,凹穴的出现对地基加固效果的不良影响是很大的。因此,在旋喷之后10~20d,在旋喷孔的附近重新钻孔,一方面可以出旋