

工程质量控制与技术

——地基与基础

程伟 陈坤 荣成 邢慧娟 编著



黄河水利出版社

工程质量控制与技术——地基与基础

GONGCHENG ZHILIANG KONGZHI YU JISHU

组稿编辑 岳晓娟
责任编辑 高军彦
封面设计 李 鹏
责任校对 兰文峡
责任监制 温红建

ISBN 978-7-5509-2255-6



9 787550 922556 >

定价：98.00元

工程质量控制与技术

——地基与基础

程 伟 陈 坤 荣 成 邢慧娟 编著

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内容提要

本书以建筑地基处理技术规范、建筑地基基础工程施工规范、建筑工程施工质量验收统一标准、建筑地基基础设计规范等为编制依据,详细地介绍了建筑工程地基与基础施工材料、施工机具、施工方法、操作要点、质量通病及相应的措施和施工技术等内容。

本书可作为从事建筑行业的工程技术人员及高校师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程质量控制与技术:地基与基础/程伟等编著. —
郑州:黄河水利出版社,2019.1

ISBN 978 - 7 - 5509 - 2255 - 6

I. ①工… II. ①程… III. ①地基 - 基础
(工程) - 质量控制 IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 020278 号

组稿编辑:岳晓娟 电话:0371 - 66020903 E-mail:2250150882@qq.com

出版社:黄河水利出版社

网址:www.yrep.com

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南承创印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:26.5

字数:645 千字

版次:2019 年 1 月第 1 版

印次:2019 年 1 月第 1 次印刷

定价:98.00 元

《工程质量控制与技术——地基与基础》

编写人员及单位

主 编:程 伟 陈 坤 荣 成 邢慧娟

副 主 编:秦龙兵 郑 委 李一玮 李 旻

参编人员:卓孝领 荣 震 胡开建 谢 浩

高 超 黄令勇 刘曙辉 程 磊

陈祥谦 荣 伟 李宝光 刘争艳

梁文辉 程若愚 解高峰 崔明远

陈浩杰 杨学胜 李松林 史怀香

李 枫 孙乾阳 陈瑞杰 张彦峰

张自涛 邢 耀 杜 楼 李长春

主 审:刘 洪 高贵平 李方方

主要参编单位:河南聚誉帆工程技术咨询有限公司

河南省住房和城乡建设厅

河南省建设工程质量监督总站

郑州市工程质量监督站

商丘市建筑工程质量监督站

河南荣泰工程管理有限公司

前 言

我国地域广阔,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。随着我国经济的快速发展,建筑业也在发生着迅猛变革。许多土木工程不仅在土质条件良好的场地建设,还要在土质不够良好的场地建设。随着建筑工程领域的新技术、新工艺、新材料的应用和发展,对地基与基础工程提出了更高的要求,越来越多的建筑工程对施工技术的要求越来越精细。建筑物的荷载量增大,也需要对地基进行处理,以满足建筑物的上部结构正常使用阶段和施工阶段的承载力要求。

本书详细介绍了地基与基础施工材料、施工机具、施工方法、操作要点、质量控制、质量通病及应对的措施、验收标准和需要提供的技术文件等内容。总结了地基与基础的相关规范及规定,实现了创新发展的脉络,其特点如下:

一是全面系统性:国家验收规范中常用的分部、分项工程,书中均有相应的施工工艺与之对应。

二是科学先进性:淘汰落后的施工工艺,增加目前工程建设实际应用较多、管理较薄弱的分项工程施工工艺标准。总结出近几年先进工程管理技术和细部做法,为广大施工技术人员提供依据和参考,具有科学先进性。

三是直观实用性:在编制过程中,采用直观图、示意图、数据、表格、图片等比较直观的方式来表述相关内容,做到通俗化、图解化,实用性强。

本书编写人员及编写分工如下:第一章由河南省建设工程质量监督总站邢慧娟组织编写,第二章、第三章由商丘市建筑工程质量监督站程伟编写,第四章由河南聚誉帆工程技术咨询有限公司陈坤编写,第五章由河南荣泰工程管理有限公司荣成组织编写,第六章由河南省工建集团有限责任公司组织编写,第七章由郑州市工程质量监督站郑委组织编写。全书由程伟、陈坤进行资料整理和统稿。

由于时间仓促、工作量大,加之水平有限,书中难免出现错误和不妥之处,恳请广大读者批评和指正。同时,请将意见反馈给我们,以便及时纠正或再版时修订。

编 者
2018年12月

目 录

前 言

第一章 地基工程	(1)
第一节 灰土地基	(1)
第二节 砂和砂石地基	(3)
第三节 高压喷射注浆地基	(6)
第四节 水泥土搅拌桩工程	(14)
第五节 土和灰土挤密桩复合地基	(21)
第六节 水泥粉煤灰碎石桩复合地基	(25)
第七节 夯实水泥土桩复合地基	(30)
第八节 砂石桩地基	(36)
第九节 特殊地基处理	(38)
第二章 桩基础工程	(42)
第一节 机械静力压桩	(42)
第二节 预应力管桩	(47)
第三节 钢筋混凝土预制桩	(50)
第四节 人工挖孔(扩底)灌注桩	(54)
第五节 冲击钻成孔灌注桩	(60)
第六节 回转钻成孔灌注桩	(66)
第七节 套管护壁混凝土灌注桩	(74)
第八节 长螺旋钻孔灌注桩	(86)
第三章 基坑工程	(91)
第一节 排桩支护	(91)
第二节 重力式挡土墙支护	(98)
第三节 型钢水泥土搅拌墙支护	(103)
第四节 土钉墙与复合土钉墙支护	(115)
第五节 锚杆支护施工技术标准	(119)
第六节 钢支撑及混凝土支撑系统	(128)
第七节 沉井与沉箱	(137)
第八节 地下连续墙支护	(159)
第九节 降水与排水	(165)
第四章 土石方工程	(177)
第一节 场地平整	(177)
第二节 基坑(槽)人工挖土	(202)
第三节 基坑机械挖土	(207)

第四节	土方回填	(211)
第五章	混凝土施工	(216)
第一节	现浇梁、板混凝土结构	(216)
附 5.1	常用水泥主要技术指标要求	(242)
附 5.2	砂的主要技术指标要求	(245)
附 5.3	碎石或卵石的各项主要技术指标要求	(248)
附 5.4	混凝土外加剂各项技术指标要求	(251)
第二节	现浇混凝土结构竖向构件	(253)
第三节	底板大体积混凝土	(267)
第四节	预应力混凝土工程	(281)
第五节	现浇混凝土结构后张法无黏结预应力工程	(297)
第六章	模板工程	(308)
第一节	竹、木散装模板	(308)
第二节	组合式模板	(315)
第三节	大模板施工	(326)
第四节	滑模施工	(332)
附 6.1	装置设计荷载标准值	(344)
附 6.2	支承杆允许承载能力确定方法	(345)
第五节	高大支模架体施工	(346)
第七章	钢筋工程	(362)
第一节	基础钢筋绑扎	(362)
第二节	现浇框架结构钢筋绑扎	(369)
附 7.1	钢筋的锚固	(377)
附 7.2	纵向受力钢筋的最小搭接长度	(378)
第三节	剪力墙钢筋绑扎	(378)
第四节	钢筋电弧焊接	(386)
附 7.3	钢筋焊接一般规定	(392)
第五节	钢筋电渣压力焊	(394)
第六节	钢筋套筒挤压连接	(400)
附 7.4	套筒技术条件	(405)
第七节	钢筋滚压直螺纹套筒连接	(406)
参考文献	(412)
后记	(413)

第一章 地基工程

第一节 灰土地基

一、灰土地基施工

灰土基础属换填地基,它是用熟石灰与黏性土拌和均匀,然后分层夯实而成的。灰土的体积配合比一般为2:8或3:7(石灰:土),其28 d强度可达1 MPa。一般适用于地下水位较低,基槽经常处于较为干燥状态的基础。

灰土的土料应尽量采用原土,或用有机质含量不大的黏性土,表面耕植土不宜采用,土粒过筛,粒径不大于15 mm。熟石灰应过筛,粒径不大于5 mm,并不得夹有未熟化的生石灰块和含有过多的水分。

灰土施工应控制含水量,铺土应分层进行,每层铺土厚度参见表1-1。每层夯打遍数应根据设计要求的干密度在现场试验确定,一般夯打不少于4遍。灰土基础若分段施工不得在墙角、柱墩及承重窗间墙下接缝,上下相邻两层灰土的接缝间距不得小于50 cm,接缝处的灰土应充分夯实。

表 1-1 灰土虚铺厚度

夯实机具种类	夯重(kg)	虚铺厚度(mm)	说明
小木夯	5~10	150~250	人力送夯,落高 400~500 mm,一夯压半夯
石夯、木夯	40~80	200~300	
轻型夯实机械	40~80	200~250	蛙式打夯机,柴油打 夯机,双轮压路机
压路机	机重6~10 t	200~300	

施工时,基坑应保持干燥,防止灰土早期浸水。灰土拌和要均匀,温度要适当,含水量过大或过小不易夯实。因此,最好实地测量其最佳含水量,使在一定夯击能量下达到最大密度。

二、三合土地基施工

三合土基础属换填地基,它由石灰、砂、碎砖(石)和水拌匀后分层铺设夯实而成。其配合比应按设计规定,一般用1:2:4或1:3:6(消石灰:砂:碎砖,体积比)。石灰用未粉化的生石灰块,使用时临时加水化开;砂用中砂、粗砂或泥沙;碎砖一般用黏土砖碎块,粒径为20~60 mm。

施工时先将石灰和砂用水在池内调成浓浆,将碎砖材料倒在拌板上加浆拌透或将所有材料都倒在拌板上浇水拌匀。虚铺厚度第一层为220 mm,以后每层200 mm,分别夯至150

mm,直至设计标高为止。最后一遍夯打时,宜加浇浓灰浆一层,经 24 h 待表面略干后,再铺上薄层砂子或煤屑,进行最后的整平夯实。

三、质量标准

(1)地基承载力,由设计单位提出要求,在施工结束一定时间后进行灰土地基的承载力检验,检验方法可采用标准贯入、静力触探及十字板剪切或承载力检验等方法。每个单位工程不少于 3 点,1 000 m² 以上,每 100 m² 抽查 1 点;3 000 m² 抽查 1 点;独立柱每柱 1 点,基槽每 20 延长米 1 点。

(2)配合比。土料、石灰等用体积比拌和均匀,应符合设计要求;观察检查,必要时检查材料试验报告。

(3)压实系数。首先检查分层铺设的厚度,分段施工时,上下两层搭接的长度,夯实时的加水量,夯实遍数。按规定检测压实系数,结果符合设计要求,检查施工记录。

灰土和三合土地基质量要求及检验方法见表 1-2。

表 1-2 灰土和三合土地基质量要求及检验方法

施工质量验收规范的规定				检验方法
主控项目	1	地基承载力	设计要求	标准贯入、静力触探、十字板剪切或承载力检验
	2	配合比	设计要求	观察检查或材料试验
	3	压实系数	设计要求	检测压实系数
一般项目	1	石灰粒径(mm)	≤5	筛分
	2	土料有机质含量(%)	≤5	焙烧
	3	土颗粒粒径(mm)	≤15	筛分
	4	含水量(与要求的最优含水量比较)(%)	±2	烘干
	5	分层厚度偏差(与设计要求比较)(mm)	±50	尺量

四、成品保护

(1)施工时应注意保护测量定位桩、轴线桩和水准基点桩,防止碰撞位移。

(2)夜间作业,现场应有足够的照明,合理安排施工顺序,防止配合比不准确和铺填超厚。

(3)土体夯实后应及时修建基础和回填基坑,或做临时遮盖,防止日晒雨淋;四周应做好排水设施,防止受水浸泡。

(4)冬季应采取保温措施,防止受冻。

五、安全措施

(1)灰土施工,粉化石灰和石灰过筛,必须戴口罩、风镜、手套、套袖等防护用品,并站在上风头处操作。

(2)向基坑(槽)、管沟内夯填灰土前,应先检查电线绝缘是否良好,接地线、开关应符合

要求,夯土时严禁夯击电线。

(3)使用蛙式打夯机要两人操作,其中一人负责移动胶皮线。操作夯机人员必须戴胶皮手套,以防触电。两台打夯机在同一作业面夯实,前后距离不得小于5 m。

六、施工注意事项

(1)施工使用块灰必须充分熟化,按要求过筛,以免颗粒过大,导致熟化时体积膨胀将已夯实的垫层胀裂,造成返工。

(2)铺设时应检验其压实系数和压实范围,对于灰土应逐层测定其夯实后的干密度,符合设计要求后,才能施工上层灰土。试验报告应注明土料种类、配合比、试验日期、试验结果。未达到设计要求的部位,应有处理方法和试验结果。

(3)采用灰土作辅助防渗层时,应注意错缝搭接质量,以做到整体防水;接缝表面应打毛,并适当洒水润湿,使接合紧密不渗水。

(4)基底填土时先支侧模,打好土层再回填外侧土方。

第二节 砂和砂石地基

砂和砂石地基属换填地基的一种,砂垫层和砂石垫层系用砂或沙砾石(或碎石)混合物,经分层夯实,作为地基的持力层。提高基础下部强度,并通过垫层的压力扩散作用,降低地基的压实力,减少变形量,同时垫层可起排水作用,地基土中孔隙水可通过垫层快速地排出,能加速下部土层的沉降和固结。

一、特点及适用范围

砂和砂石地基具有应用范围广泛;不用水泥、石材;由于砂颗粒大,可防止地下水因毛细作用上升,地基不受冻结的影响;能在施工期间完成沉陷;用机械或人工都可使地基密实,施工工艺简单,工期短,造价低等特点。适用处理3 m以内的软弱、透水性强的黏性土地基,包括淤泥、淤泥质土;不宜用于加固湿陷性黄土及渗透系数小的黏性土地基。

二、材料要求

(一)砂

宜用颗粒级配良好、质地坚硬的中砂或粗砂,当用细砂、粉砂时,应掺加粒径20~50 mm的卵石(或碎石),但要分布均匀。砂中不得含有杂草、树根等有机杂质,含泥量应小于5%,兼作排水垫层时,含泥量不得超过3%。

(二)沙砾石

自然级配的沙砾石(或卵石、碎石)混合物,粒级应在50 mm以下,其含量应在50%以内,不得含有植物残体、垃圾等杂物,含泥量小于5%。

三、施工工艺

(1)铺设垫层前应将基底表面浮土、淤泥、杂物清除干净,原有地基应进行平整。

(2)垫层底面标高不同时,土面应挖成阶梯形或斜坡搭接,并按先深后浅的顺序施工,

搭接处应夯压密实。分层铺设时,接头应做成斜坡或阶梯形搭接,每层错开0.5~1.0 m,并注意充分捣实。

(3)人工级配的砂砾石,应先将砂、卵石拌和均匀后,再铺夯实。

(4)铺筑级配砂石,在夯实、碾压前,应根据其干湿程度和气候情况,适当洒水,使达到最优含水量,以利夯实。

(5)垫层应分层铺设,分层夯或压实。基坑内预先安好5 m×5 m 网格标桩,控制每层砂垫层的铺设厚度。每层铺设厚度、砂石最优含水量控制及施工机具、方法的选用参见表1-3。

(6)垫层铺设时,严禁扰动垫层下卧层及侧壁的软弱土层,防止被践踏、受冻或受浸泡而降低其强度。

(7)垫层振动夯压要做到交叉重叠1/3,防止漏振、漏压。夯压、碾压遍数、振实时间应通过试验确定。用细砂做垫层材料时,不宜使用振捣法或水撼法,以免产生液化现象。排水砂垫层可用人工铺设,也可用推土机来铺设。

(8)当地下水位较高或在饱和的软弱地基上铺设垫层时,应加强基坑内及外侧四周的排水工作,防止砂垫层泡水引起砂的流失,保持基坑边坡稳定;或采取降低地下水位措施,使地下水位降低到基坑底500 mm 以下。

(9)当采用水撼法或插振法施工时,以振捣棒振幅半径的1.75 倍为间距(一般为400~500 mm)插入振捣,依次振实,以不再冒气泡为准,直至完成;同时应采取措施有控制地注水和排水。垫层接头应重复振捣,插入式振动棒振完所留孔洞,应用砂填实;在振动垫层时,不得将振动棒插入原土层或基槽边部,以避免使软土混入砂垫层而降低砂垫层的强度。

(10)砂和砂石垫层每层夯(振)实后,经贯入测试或设纯砂检查点,用200 cm³ 的环刀取样,测定砂的干密度。在下层密度经检验合格后,方可进行上层施工。

(11)垫层铺设完毕,应立即进行下道工序施工,严禁小车及人在砂层上面行走,必要时应在垫层上铺板行走。

砂垫层和砂石垫层铺设厚度及施工最优含水量见表1-3。

表1-3 砂垫层和砂石垫层铺设厚度及施工最优含水量

捣实方法	每层铺设厚度(mm)	施工时最优含水量(%)	施工要点	备注
平振法	200~250	15~20	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用平板式振捣器往复振捣,往复次数以简易测定密实度合格为准; 2. 振捣器移动时,每行应搭接1/3,以防振动面积不搭接 	不宜使用干细砂或含泥量较大的砂铺筑砂垫层
插振法	振动器插入深度	饱和	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用插入式振捣器; 2. 插入间距可根据机械振幅大小决定; 3. 不用插至下卧黏性土层; 4. 插入振捣完毕,所留的孔洞应用砂填实; 5. 应有控制地注水和排水 	不宜使用干细砂或含泥量较大的砂铺筑砂垫层

续表 1-3

捣实方法	每层铺设厚度 (mm)	施工时最优含水量 (%)	施工要点	备注
水撼法	250	饱和	1. 注水高度略高于铺设面层; 2. 用钢叉摇撼捣实, 插入点间距 100 mm 左右; 3. 有控制地注水和排水; 4. 钢叉分四齿, 齿的间距 30 mm, 长 300 mm, 木柄长 900 mm	湿陷性黄土、膨胀土、细砂地基上不得使用
夯实法	150 ~ 200	8 ~ 12	1. 用木夯或机械夯; 2. 木夯重 40 kg, 落距 400 ~ 500 mm; 3. 一夯压半夯, 全面夯实	适用于砂石垫层
碾压法	150 ~ 350	8 ~ 12	6 ~ 10 t 压路机往复碾压; 碾压次数以达到要求密实度为准, 一般不少于 4 遍, 用振动压实机械, 振动 3 ~ 5 min	适用于大面积的砂石垫层, 不宜用于地下水位以下的砂垫层

四、质量控制

主控项目地基承载力、配合比、压实系数的检测与控制同灰土地基的。砂和砂石地基质量要求和检测方法见表 1-4。

表 1-4 砂和砂石地基质量要求和检测方法

施工质量验收规范的规定				检验方法
主控项目	1	地基承载力	设计要求	标准贯入、静力触探、十字板剪切或承载力检验
	2	配合比	设计要求	观察检查或材料试验
	3	压实系数	设计要求	检测压实系数
一般项目	1	砂石料有机质含量 (%)	≤5	焙烧
	2	砂石料含泥量 (%)	≤5	水洗法
	3	石料粒径 (mm)	≤100	检查筛分报告
	4	含水量(与最优含水量比较) (%)	±2	烘干
	5	分层厚度(与设计要求比较) (mm)	±50	水准仪

五、成品保护

- (1) 铺设垫层时, 应注意保护好现场的轴线桩、水准基点桩, 并应经常复测。
- (2) 垫层铺设完毕, 应立即进行下道工序施工, 严禁手推车及人在砂垫层上行走, 必要

时应在垫层上铺脚手板作通道。

(3) 施工中应保证边坡稳定,防止塌方。完工后,不得在影响垫层稳定的部位进行挖掘工程。

(4) 做好垫层周围排水设施,防止施工期间垫层被水浸泡。

六、安全措施

施工中应使边坡有一定坡度,保持稳定,不得直接在坡顶用汽车卸料,以防失稳。

七、施工注意事项

(1) 施工前应处理好基底土层,先用打夯机打一遍使其密实;当有地下水时,应将地下水位降低至基底 500 mm 以下,铺设下层砂或砂石垫层厚度应比上层加厚 50 mm。

(2) 垫层铺设必须严格控制材料含水量,每层厚度、碾压遍数,边缘和转角、接槎,按规定搭接和夯实,防止局部或大面积下沉。

(3) 砂石垫层铺设,应配专人及时处理砂窝、石堆问题,保证级配良好。

(4) 应分层检查砂石地基的质量,每层砂或砂石的干密度必须符合设计规定,不合要求的部位应经处理方可进行上层铺设。

第三节 高压喷射注浆地基

高压喷射注浆法,就是利用钻机把带有特制喷嘴的注浆管钻进至土层的预定位置后,以高压设备使浆液或水成为 20 MPa 左右的高压流从喷嘴中喷射出来,冲击破坏土体。钻杆一边经一定速度(20 r/min)旋转,一边以一定速度(15 ~ 30 cm/min)渐渐向上提升,使浆液与土粒强制混合,待浆液凝固后,便在土中形成一个具有一定强度(0.5 ~ 8 MPa)的固结体。固结体的形状与喷射流移动方向有关。一般分为旋转喷射(简称旋喷)、定向喷射(简称定喷)和摆动喷射(简称摆喷)三种注浆形式。作为地基加固,通常采用旋喷注浆形式。高压喷射注浆法的基本种类有单管法、二重管法和三重管法三种方法。加固形状可分为柱状、壁状和块状等。

一、适用范围

高压喷射注浆法可提高地基的抗剪强度,改善土的变形性质,使在上部结构荷载作用下,不产生破坏和较大沉降;能利用小直径钻孔旋转成比孔大 8 ~ 10 倍的大直径固结体,可用于任何软弱土层,可控制加固范围,可旋喷成各种形状桩体。可制成垂直桩、斜桩或连续墙,并获得需要的强度;可用于已有建筑物地基加固而不扰动附近土体。同时具有施工设备简单、轻便、噪声和振动小、施工速度快、机械化程度高、成本低、用途广等优点。

适用于处理淤泥、淤泥质土、黏性土、粉土、黄土、砂土、人工填土和碎石土等基础。它可用于既有建筑和新建筑的地基处理、深基坑侧壁挡土或挡水、基坑底部加固,防止管涌与隆起,坝的加固与防水帷幕等工程。对地下水流速度过大和已涌水的工程,应慎重使用;当土中含有较多的大颗粒块石、坚硬黏性土、大量植物根茎或有过多的有机质时,应根据现场试验结果确定其适用程度。

二、施工准备

(一) 材料

(1) 水泥: 采用 32.5 级或 42.5 级普通水泥, 水泥进场时应检验其产品合格证, 出厂检验报告和进场复检报告, 保证其质量符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175) 等的规定。

(2) 配比: 一般泥浆水灰比为 1: (1~1.5), 为消除离析, 一般加入水泥采用量 3% 的陶土, 0.9% 的碱, 或者为了工程目的可以加入一些其他的添加剂, 如水玻璃、氯化钙、三乙醇胺等。

(3) 浆液宜在旋喷前 1 小时以内配制, 使用时滤去硬块、砂石等, 以免堵塞管路和喷嘴。

(二) 主要施工机具

主要施工机具设备包括高压泵、钻机、泥浆搅拌机等; 辅助设备包括操纵控制系统、高压管路系统、材料储存系统, 以及各种材、阀门、接头等安全设施。各种高压喷射注浆法主要施工机具及设备一览表见表 1-5。

表 1-5 各种高压喷射注浆法主要施工机具及设备一览表

序号	机器设备名称	型号	规格	用途	所用的机具				
					单管法	二重管	三重管	锤重管法	多孔管法
1	高压 泥浆泵	SNS-H300 水泥车 Y-2 型液压泵	30 MPa 100 L/min	旋喷注浆	√	√			√
2	高压 水泵	3D2-S 型	40 MPa 80 L/min	高压 水旋喷			√	√	√
3	钻机	工程地质 钻或震动钻		旋喷用, 成孔	√	√	√	√	√
4	泥浆泵	BW-150 型 BW-200 型 BW-250 型	1.8~7 MPa 5~8 MPa 2.5~7 MPa	旋喷注浆			√	√	√
5	真空泵			排注				√	
6	空压机		0.7 MPa 6~9 m ³ /min	旋喷用		√	√		√
7	泥浆 搅拌机	M-200 型 SS-400X 型		配制浆液	√	√	√	√	√
8	单管			配制浆液	√				
9	二重管			配制浆液		√			
10	三重管			配制浆液			√		
11	多重管			配制浆液				√	
12	多孔管			配制浆液					√
13	超声波 传感器			检测成孔				√	
14	高压 胶管	60~80 MPa φ19 mm		高压水泥 浆用	√	√	√	√	√

(三) 作业条件

- (1) 应具有岩土工程勘察报告基础施工图和施工组织设计。
- (2) 施工场地内的地上和地下障碍物已消除或拆迁。
- (3) 平整场地,挖好排浆沟、排水沟,设置临时设施。
- (4) 测量放线,并设置桩位标志。
- (5) 取现场大样,在室内按不同含水量和配合比进行配方试验,选取最优、最合理的浆液配方。
- (6) 机具设备已配齐,进场,并进行维修安装就位,进行试运转、现场试桩,确定桩的施工各项施工参数和工艺。

(四) 作业人员

- (1) 主要作业人员:机械操作人员、壮工。
- (2) 机械操作人员必须经过专业培训,并取得相应资格证书,主要作业人员已经过安全培训,并接受了施工技术交底(作业指导书)。

三、施工工艺

(一) 工艺流程

虽然单管、二重管和三重管喷射注浆法所注入的介质种类和数量不相同,但它们的施工程序是基本一致的,即为钻孔、贯入喷射注浆管至钻孔底设计标高后喷射注浆,当压力流量达到规定值后,随即旋转和提升,进行自下而上喷射。其施工流程如图 1-1 所示。

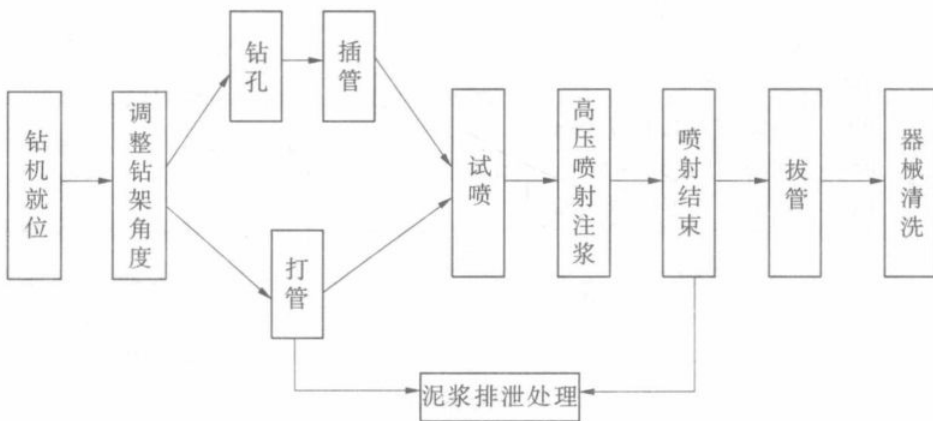


图 1-1 高压喷射注浆施工流程

(二) 施工程序

1. 钻机就位

喷射注浆施工的第一道工序就是将使用的钻机安置在设计孔位上,使钻杆头对准孔位中心。同时为保证达到设计要求的垂直度,钻机就位后,必须进行水平校正,使钻杆轴线垂直对准钻孔中心位置。喷射注浆管的允许倾斜度不得大于 1.0%。

2. 钻孔

钻孔的目的是将喷射注浆管插入预定的地层中。钻孔方法很多,主要视地层中地质情况、加固深度、机具设备等条件而定。通常单管喷浆多使用 76 型旋转振动钻机,钻进深度可

达 30 m 以上,适用于标准贯入度小于 40 的砂土和黏性土层,当遇到比较坚硬的地层时宜用地质钻机钻孔。一般在二重管和三重管喷浆法施工中,采用工程地质钻机钻孔。钻孔的位置与设计位置的偏差不得大于 50 mm。

3. 插管

插管是将喷射注浆管插入地层预定的深度,使用 76 型振动钻机钻孔时,插管与钻孔两道工序合二为一,即钻孔完毕,插管作业同时完成。使用地质钻机钻孔完毕,必须拔出岩芯管,并换上喷射注浆管插入预定深度。在插管过程中,为防止泥沙堵塞喷嘴,可边射水、边插管,水压力一般不超过 1 MPa。如压力过高,则易将孔壁射塌。

4. 喷射注浆

当喷射注浆管插入预定深度后,由下而上进行喷射注浆,技术参数见表 1-6。值班技术人员必须时刻注意检查浆液初凝时间、注浆流量、风量、压力、旋转提升速度等参数是否符合设计要求,并且随时做好记录,绘制作业过程曲线。

表 1-6 技术参数

技术参数		单管法	二重管法	三重管法	
				CJG 法	RJPI 法
高压水	压力 (MPa)			20 ~ 40	20 ~ 40
	流量 (L/min)			80 ~ 120	8 ~ 120
	喷嘴孔径 (mm)			1.7 ~ 2.0	1.7 ~ 2.0
	喷嘴个数			1 ~ 4	1
压缩空气	压力 (MPa)		0.7	0.7	0.7
	流量 (m ³ /min)		3	3 ~ 6	3 ~ 6
	喷嘴间隙 (m)		2 ~ 4	2 ~ 4	2 ~ 4
水浆泥液	压力 (MPa)	20 ~ 40	20 ~ 40	3	20 ~ 40
	流量 (L/min)	80 ~ 120	8 ~ 120	70 ~ 150	8 ~ 120
	喷嘴孔径 (mm)	2 ~ 3	2 ~ 3	8 ~ 14	2.0
	喷嘴个数	2	1 ~ 2	1 ~ 2	1 ~ 2
注浆管	提升速度 (cm/min)	20 ~ 25	10 ~ 20	5 ~ 12	5 ~ 12
	旋转速度 (r/min)	约 20	10 ~ 20	5 ~ 10	5 ~ 10
	外径 (mm)	Φ42 φ50	Φ50 φ75	Φ75 φ90	Φ90

当浆液初凝时间超过 20 h 时,应及时停止使用该水泥浆(正常水灰比 1:1,初凝时间为 15 h 左右)。

5. 冲洗

施工完毕,应把注浆管等机具设备冲洗干净,管内机内不得残存水泥浆。通常把浆液换成水,在地面上喷射,以便把泥浆泵、注浆管和软管内的浆液全部排出。

6. 移动机具

把钻机等机具设备移到新孔位上。