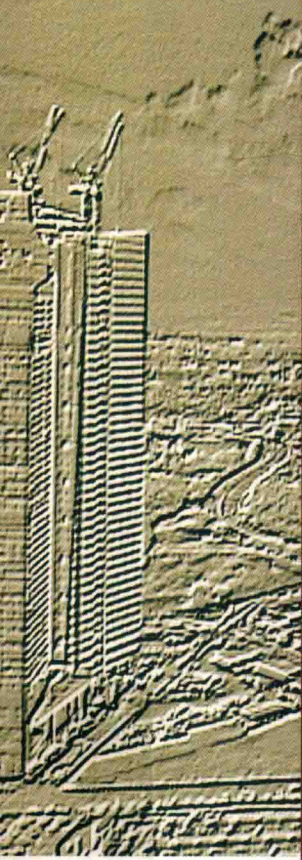




SHIYONG YANTU GONGCHENG
SHIGONG XINJISHU

实用岩土工程 施工新技术

雷 斌 著

中国建筑工程工业出版社

实用岩土工程施工新技术

雷 斌 著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

实用岩土工程施工新技术/雷斌著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 6

ISBN 978-7-112-22042-7

I. ①实… II. ①雷… III. ①岩土工程-工程施工 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 063303 号

本书以实际工程为基础, 介绍了大量岩土工程施工实用新技术, 从工艺、机械原理、创新性、工艺流程、操作要点、设备配套等方面予以了全面阐述, 很多方法特别适用于周边环境、地质条件及地下状况等施工条件十分复杂、对绿色施工要求高的工程。全书共分为 8 章, 分别为灌注桩二次清孔新技术、深基坑支护新技术、内支撑深基坑土方开挖施工新技术、地下连续墙深基坑支护新技术、基坑岩石开挖新技术、预应力管桩引孔新技术、大直径潜孔锤应用新技术、灌注桩综合施工新技术。

本书适合从事岩土工程设计、施工、机械开发等相关专业技术人员和科研人员学习参考。

责任编辑: 杨 允

责任设计: 李志立

责任校对: 芦欣甜

实用岩土工程施工新技术

雷 斌 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 24 字数: 596 千字

2018 年 6 月第一版 2018 年 6 月第一次印刷

定价: 69.00 元

ISBN 978-7-112-22042-7
(31920)

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)

作者简介



雷斌，生于1963年11月，1985年毕业于成都地质学院（现成都理工大学）水文系工程地质专业，教授级高级工程师，注册一级建造师（房屋建筑、市政公用专业）、注册监理工程师、注册安全工程师，现任深圳市工勘岩土集团有限公司董事长兼总经理。三十余年来专注于岩土工程专业，在全国各地以及中东、东南亚地区参加完成过各种类型的岩土工程施工项目，积累了丰富的施工经验，并潜心研究各种岩土工程新技术，带领公司施工技术科研团队通过项目立项进行深入的研发，取得了一大批科研成果、工法、发明专利、实用新型专利，数十项科研成果获广东省土木建筑学会、广东省地质学会、广东省市政行业协会的科学技术奖。

前 言

深圳市工勘岩土集团有限公司是国内岩土工程行业资质齐全、技术领先的国家级高新技术企业，成立近三十年来，注重技术创新和科研开发，依靠先进的机械设备和高水平的专业技术人才，完成了一大批国家、省、市级重点岩土工程项目，年产值突破 20 亿元；公司拥有一批教授级高工，及具有博士、硕士学位所组成的高级专业人才，积累了丰富的技术和管理经验；40 余项施工课题研究通过科技成果鉴定，在桩基、深基坑支护与土石方开挖、地基处理等领域，针对施工过程中的关键施工技术和质量通病，通过改换、组合、植入、革新等技术工艺创新手段，形成了处理各种复杂施工条件下的岩土工程施工新技术，总结出了一批实用、可靠、安全、经济、高效的四新技术，均拥有自主知识产权的发明专利或实用新型专利，并形成相应的国家或省或市级工法，其中的灌注桩清孔、地下连续墙成槽、预应力管桩引孔、大直径潜孔锤应用等技术达到国内领先水平，大部分为国内独创的引领新技术，并转化为实际项目施工应用，创造出了显著的经济效益和社会效益。为更好地总结近年来在岩土工程施工技术方面取得的创新成果，本书结合岩土工程施工实例，对每一项技术成果系统进行归纳、总结，作为公司专业技术人员业务培训教程，亦可提供广大同行借鉴和参考，希望能藉此推动国内岩土工程施工技术的些许进步，共同探索新规律、新方法、新技术，促使岩土施工技术不断发展和完善。

本书共包括 8 章，每章的每一节均为一项新技术，对每一项新技术从背景现状、施工工艺特点、使用范围、工艺原理、创新点、工艺流程、工序操作要点、设备配套、安全管理、质量控制等方面予以了全面综合阐述。第 1 章介绍了灌注桩二次清孔新技术，对各种正循环、泵吸反循环、气举反循环、无泥浆循环等清孔技术进行了阐述，并进行了综合分析和对比优选；第 2 章介绍了深基坑支护新技术，包括松散易塌地层预应力锚索双套管施工、预应力锚索漏水高压堵漏、三轴搅拌桩止水帷幕内植旋挖排桩围护、全护筒咬合桩钢筋笼定位、深厚淤泥填石层支护桩综合施工、支撑立柱桩托换等施工技术；第 3 章介绍了内支撑深基坑土方开挖施工新技术，包括多层内支撑深基坑抓斗垂直出土、多道环形支撑深基坑土方外运等施工技术，并对多道内支撑支护深基坑土方开挖的各种方案进行了优化对比选择；第 4 章介绍了地下连续墙深基坑支护新技术，包括地铁保护范围内地下连续墙成槽、地下连续墙硬岩大直径潜孔锤成槽、地下连续墙成槽大容量泥浆循环利用、地下连续墙超深硬岩成槽综合施工技术；第 5 章介绍了基坑岩石开挖新技术，包括岩石静爆孔钻凿降尘施工、岩石水平斜孔无尘钻凿静爆、硬岩“绳锯切割+液态二氧化碳制裂”开挖、基坑硬岩“绳锯切割+气袋顶推”开挖、地下管廊硬质基岩“潜孔锤+绳锯切割”综合开挖等施工技术，以及对各种基坑岩石开挖及优化选择方法；第 6 章介绍了预应力管桩引孔新技术，包括大直径潜孔锤预应力管桩引孔、预应力管桩螺旋挤土引孔、深厚填石层大直径超深预应力管桩施工等新技术；第 7 章介绍了大直径潜孔锤应用新技术，包括大直径潜孔锤全护筒跟管钻孔灌注桩施工、灌注桩潜孔锤全护筒跟管管靴结构、灌注桩潜孔锤钻头耐磨器跟管钻进结构、硬岩灌注桩大直径潜孔锤成桩综合施工等；第 8 章介绍了灌注

桩综合施工新技术，包括灌注桩水磨钻缺陷桩处理、海上平台嵌岩灌注斜桩成桩、大直径旋挖灌注桩硬岩分级扩孔、灌注桩钢筋笼箍筋自动弯箍、旋挖灌注桩内外双护筒定位、海上平台斜桩潜孔锤锚固、静压植钢板桩等施工技术。

本书汇集了编写者及其公司科研团队近年来所完成的研究成果，特此向参加各项目研发的同事们表示感谢。由于编写者水平和能力的限制，书中难免存在许多不当之处，将以感激的心情诚恳接受旨在改进本书的所有读者的任何批评和建议。

雷 斌

2018 年 3 月于广东深圳工勘大厦

目 录

第 1 章 灌注桩二次清孔新技术	1
1.1 常用灌注桩二次清孔工艺	1
1.2 灌注桩旋流器正循环二次清孔技术	3
1.3 “潜水电泵+泥浆净化器”反循环二次清孔技术	10
1.4 旋挖灌注桩无泥浆循环二次清孔技术	19
1.5 旋挖钻孔灌注桩二次清孔工艺优化选择	21
第 2 章 深基坑支护新技术	27
2.1 松散易塌地层预应力锚索双套管施工技术	27
2.2 基坑支护预应力锚索高压堵漏技术	38
2.3 基坑三轴搅拌桩止水帷幕内植旋挖排桩围护技术	45
2.4 基坑支护全护筒咬合桩钢筋笼定位施工技术	55
2.5 深厚淤泥填石层支护桩综合施工技术	63
2.6 深基坑支护支撑立柱桩托换施工技术	76
第 3 章 内支撑深基坑土方开挖施工新技术	86
3.1 多层内支撑深基坑抓斗垂直出土施工技术	86
3.2 多道环形支撑深基坑土方外运施工技术	98
3.3 多道内支撑支护深基坑土方开挖方案优化选择	112
第 4 章 地下连续墙深基坑支护新技术	123
4.1 地铁保护范围内地下连续墙成槽综合施工技术	123
4.2 地下连续墙硬岩大直径潜孔锤成槽施工技术	139
4.3 地下连续墙成槽大容量泥浆循环利用施工技术	149
4.4 地下连续墙超深硬岩成槽综合施工技术	157
第 5 章 基坑岩石开挖新技术	166
5.1 岩石静爆孔钻凿降尘施工技术	166
5.2 岩石水平斜孔无尘钻凿静爆施工技术	178
5.3 硬岩“绳锯切割+液态二氧化碳制裂”综合施工技术	189
5.4 基坑硬岩绳锯切割、气袋顶推开挖施工技术	198
5.5 地下管廊硬质基岩潜孔锤、绳锯切割综合开挖技术	207
5.6 基坑岩石开挖方法及优化选择	215
第 6 章 预应力管桩引孔新技术	221
6.1 大直径潜孔锤预应力管桩引孔技术	221
6.2 预应力管桩螺旋挤土引孔技术	230
6.3 深厚填石层 $\phi 800\text{mm}$ 、超深预应力管桩施工技术	239
6.4 预应力管桩引孔施工吊脚桩产生原因及处理方法	252

第 7 章	大直径潜孔锤应用新技术.....	259
7.1	大直径潜孔锤全护筒跟管钻孔灌注桩施工技术	259
7.2	灌注桩潜孔锤全护筒跟管管靴技术	279
7.3	灌注桩潜孔锤钻头耐磨器跟管钻进技术	286
7.4	硬岩灌注桩大直径潜孔锤成桩综合施工技术	292
第 8 章	灌注桩综合施工新技术.....	308
8.1	灌注桩水磨钻缺陷桩处理技术	308
8.2	海上平台嵌岩灌注斜桩成桩综合施工技术	316
8.3	大直径旋挖灌注桩硬岩分级扩孔钻进技术	329
8.4	灌注桩钢筋笼箍筋自动弯箍施工技术	336
8.5	旋挖灌注桩内外双护筒定位施工技术	343
8.6	海上平台斜桩潜孔锤锚固施工技术	351
8.7	静压植钢板桩施工技术	364

第 1 章 灌注桩二次清孔新技术

1.1 常用灌注桩二次清孔工艺

灌注桩成孔深度达到设计要求并符合终孔条件后,应进行清孔;清孔的主要目的是通过清孔使桩孔的孔底沉渣厚度(或虚土厚度)、泥浆中含钻渣量和孔壁泥皮厚度等符合桩孔质量要求或桩孔设计要求。清孔是利用泥浆在流动时所具有的动能冲击桩孔底部的沉渣,使沉渣中的岩粒、砂粒等处于悬浮状态,再利用泥浆胶体的粘结力,使悬浮着的沉渣随着泥浆的循环流动被带出桩孔,如此长时间的循环往复,最终使桩孔底的沉渣厚度满足要求。

清孔按工序流程分为一次清孔和二次清孔,一次清孔是在终孔后把钻杆提离孔底一定位置,利用钻具的搅动将钻渣通过泥浆循环排出;二次清孔则是在把钻杆和钻具提出桩孔,安放钢筋笼、下入灌注导管后,利用灌注导管通过泥浆循环将孔底沉渣排出。

二次清孔是灌注桩成桩过程中的一道重要工序,如果孔底沉渣过厚,容易引孔灌注事故,直接影响桩基的承载力,危及结构安全。因此,必须高度重视灌注前的二次清孔操作。

灌注桩二次清孔根据替换孔内泥浆循环方式不同,二次清孔主要有分为正循环清孔、泵吸反循环清孔、气举反循环清孔,具体应根据桩孔规格、设计要求、地质条件及成孔工艺等因素综合优化选择。

1.1.1 正循环二次清孔

采用正循环二次清孔时,泥浆泵泵送的泥浆经过连接胶管,与孔口的灌注导管连接,把泥浆池内的循环泥浆送到孔底;送到孔底的泥浆悬浮并携带孔底沉渣上浮,经过灌注导管与孔壁之间的环状空间返回地面泥浆循环槽,流入沉淀池沉淀,然后进入泥浆池循环使用。

正循环二次清孔工艺见图 1.1-1。

正循环二次清孔是普遍使用的清孔工艺,其清孔机械配置简单,现场操作便利。一般情况下,对于桩径 800~1200mm、孔深 30~50m 的桩孔,其清孔时间相对较短、清孔效果较好。但在实际应用中,受现场使用的泥浆泵型号、孔内泥浆性能指标、泥浆循环系统设置标准程度等因素的影响,都会大大弱化清孔效果,造成泥浆循环系统中始终含有较多的粗颗粒,孔内的岩渣难以清除干净,直接影响二次清孔效果。为保证孔底沉渣满足设计和规范要求,往往需配备大排量泥浆泵,同时对泥浆循环沟、沉淀池、泥浆池的捞渣清理。

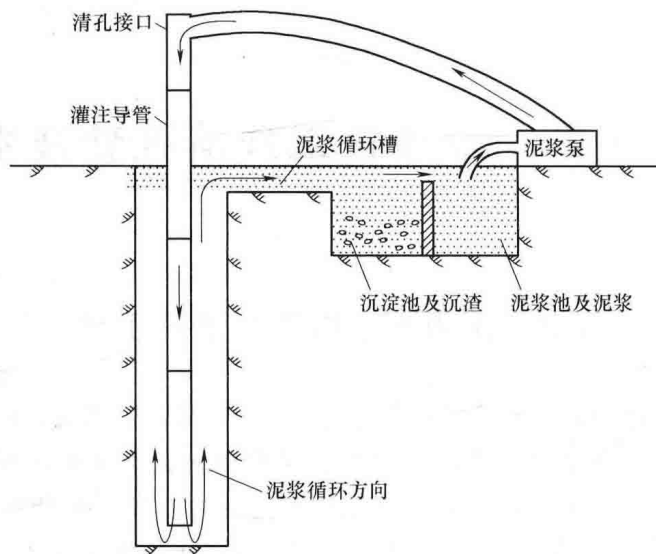


图 1.1-1 正循环二次清孔工艺示意图

1.1.2 泵吸反循环二次清孔

为保证清孔满足要求，对于桩径大于 1200mm、孔深超过 50m 的大直径超深灌注桩，通常采用泥浆泵吸反循环二次清孔工艺，其清孔时上返泥浆流速快，清孔效果好。

泵吸反循环二次清孔是利用砂石泵的抽吸作用，在灌注导管内腔造成负压状态，在大气压力作用下，处在灌注导管与孔壁之间环状空间中的泥浆流向孔底，被吸入灌注导管内腔，随即上升至地面泥浆循环系统，经泥浆沉淀池沉淀处理后，再由泥浆池、泥浆循环沟流入孔内。

其二次清孔工艺原理见图 1.1-2。

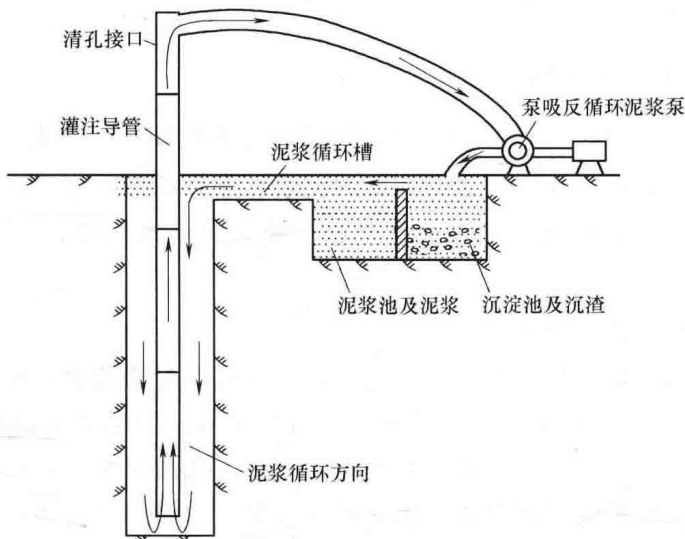


图 1.1-2 泵吸反循环二次清孔工艺示意图

采用泵吸反循环清孔，实际操作中现场需增加大型的 6BS 反循环泥浆泵，而且形成

反循环的真空操作有一定的技术难度。

1.1.3 气举反循环清孔

气举反循环二次清孔是在灌注导管内安插一根长约 2/3 孔深的镀锌送风管，将高压空气送入导管内 2/3 孔深处，与导管内泥浆混合，其重度小于孔内泥浆的重度，产生出水管内外泥浆重度差，在导管内产生低压区，连续充气导管内外压差不断增大，当达到一定的压力差后，管内的气液混合体沿出水管上升流动，形成孔内泥浆经出水管底口进入出水管，并顺管流出桩孔，将钻渣排出；同时，不断向孔内补给优质泥浆，形成孔内冲洗液的流动，从而达到清孔的目的。

气举反循环二次清孔工艺原理见图 1.1-3。

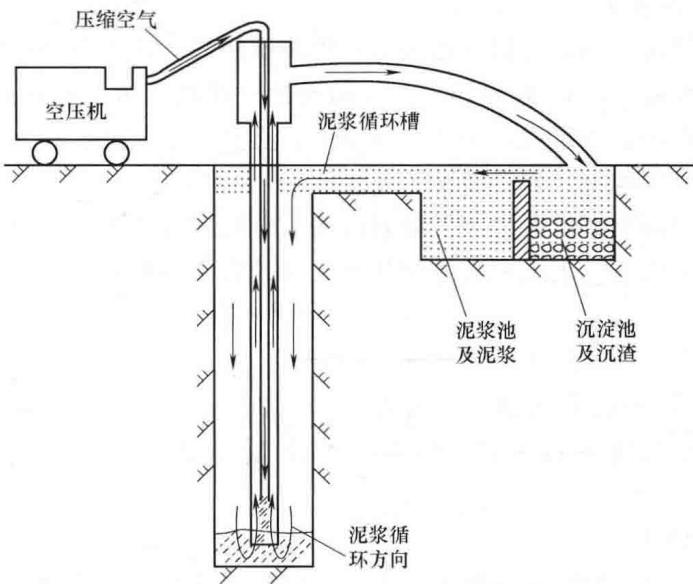


图 1.1-3 气举反循环二次清孔原理示意图

采用气举反循环清孔，需根据桩孔直径、孔深配置适量的大功率空压机，并调节送风管的安置深度，反循环清孔整体循环系统管路密封性要求高，反循环现场操作专业性强，具有一定技术难度。

1.2 灌注桩旋流器正循环二次清孔技术

1.2.1 引言

为提高灌注桩正循环二次清孔效果，有效减少循环泥浆中粗颗粒的含量，提高泥浆性能指标，缩短二次清孔的时间，经现场反复试验、总结，我们在常用的正循环二次清孔的泥浆循环系统内，植入泥浆旋流器辅助清孔设备，形成了二次清孔新技术，其配置简单、操作方便、清孔效果好。

旋流器主要应用于电厂湿法脱硫、石灰制浆、原油除渣、自来水除砂、污水处理等作

业中,可有效去除浆液中的粗砂、金属等颗粒杂物。通过在桩孔二次清孔中引入旋流器装置,有效发挥其渣物去除效率高、浆液损失少等优点,通过循环系统的改进取得了明显的清孔效果。

1.2.2 工程实例

1. 工程概况

星河时代花园高层住宅 B1、B2 区 (1~6 栋) 桩基工程项目由深圳市星河房地产开发有限公司投资开发,位于深圳市龙岗区龙城街道爱联社区,由香港华艺设计顾问(深圳)有限公司设计,其高层住宅区 B1、B2 区 (1~6 栋) 桩基工程共有 6 栋主楼及地下室,桩基础设计采用冲孔灌注桩,合同工期 120 天。

2. 场地地层分布情况

根据超前钻探情况,场地内揭露地层有:填石层和其下伏下石炭统测水段大理岩。

填石层主要由碎石、块石混 20%~30% 的黏性土堆填而成,碎块石主要由中~微风化大理岩、砂岩、花岗岩等组成,块径大小不一;石炭系下统测水段大理岩为灰色、灰白色,变晶结构,中厚层构造,岩质硬脆。

本场地为隐伏岩溶发育区,岩面发育有溶沟、溶槽和石笋,基岩中发育有溶洞和溶蚀裂隙,深的溶沟、溶槽主要表现为相邻钻孔间的岩面高差较大;部分桩深大,清孔难度大。

3. 桩基础设计

本灌注桩设计为冲孔灌注桩,桩径由 1.0~2.0m 不等,共 436 根,桩长 15.1~55.8m,桩身混凝土强度等级 C35,要求桩端全断面进入持力层微风化大理岩不少于 500mm。

4. 冲孔桩施工情况

本工程冲孔灌注桩基础施工实际于 2010 年 2 月 19 日开工,共开动冲孔桩机 26 台套,工程于 2010 年 5 月 10 日完工,合同计算工期 94 天,比合同工期缩短 26 天完成。

本工程冲孔桩成孔直径大,桩孔深,孔底沉渣控制严。施工时,采用十字冲击锤破碎地层成孔,每台桩机设置独立的泥浆池、沉淀池和循环沟,配备 3PN 泥浆泵送浆;清孔采用二次清孔,一次清孔在终孔后进行,二次清孔在钢筋笼、灌注导管安放后实施;二次清孔时,每台桩机均配备和使用泥浆旋流器,加强沉渣的排放,提高泥浆性能指标,二次清孔时间每孔时间由原来的 5~8h 缩短为 2~3h,二次清孔时间缩短,大大提高施工效率。桩基经抽芯检验,孔底沉渣、桩身混凝土质量均满足设计与规范要求,桩基验收合格率 100%。

1.2.3 旋流器正循环辅助二次清孔系统

灌注桩旋流器辅助二次清孔工法,是在二次清孔循环泥浆地面管路上,连接泥浆旋流器装置,在泥浆正循环清孔被泵入孔底前,或泥浆反循环清孔被抽排至沉淀池前,将泥浆中的粗颗粒排出,进行浆渣有效分离处理并在地面排出,减少岩渣的重复循环,起到有效提高泥浆的携渣能力,进一步缩短清孔时间,以提高清孔工效。

泥浆旋流器辅助二次清孔系统见图 1.2-1。

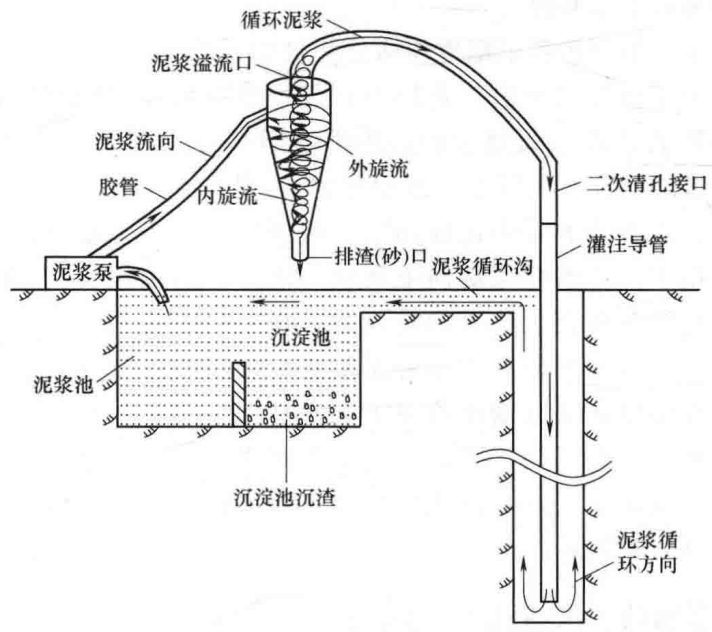


图 1.2-1 泥浆正循环清孔旋流器辅助二次清孔系统图

1.2.4 旋流器正循环二次清孔工艺原理

1. 泥浆旋流器构造

旋流器是一个带有圆柱部分的锥形容容器，锥体上部内圆锥部分为液腔，圆锥体外侧有一进浆管，圆锥体上部为溢流口，在圆锥形底部设有排渣口，以排出粗粒沉砂，一个空心的圆管沿旋流器轴线从顶部延伸到液腔里，这个圆管称为溢流管。其内部形成上溢流通道，以便泥浆上溢排出。

泥浆旋流器构造见图 1.2-2。

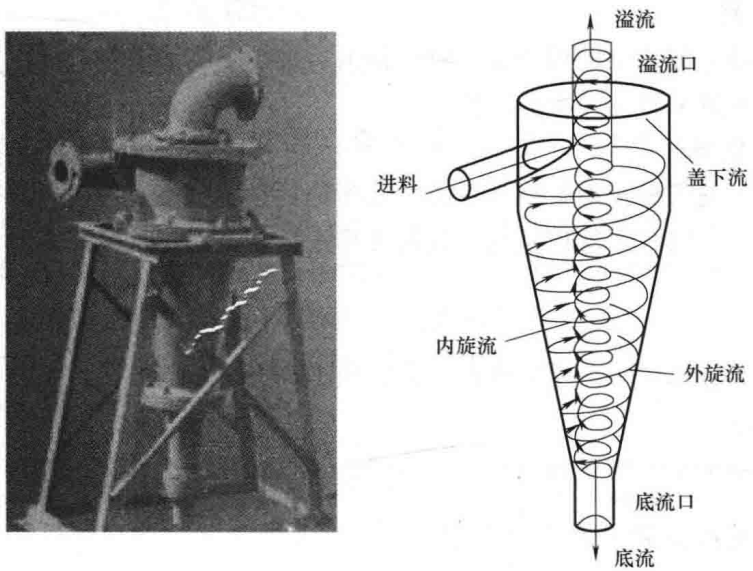


图 1.2-2 旋流器构造图

2. 旋流器排渣清孔工作原理

泥浆旋流器是由上部筒体和下部锥体两大部分组成的非运动型分离设备，其分离原理是离心沉降。当泥浆由泥浆泵以一定压力和流速经进浆管沿切线方向进入旋流器液腔后，泥浆便以很快的速度沿筒壁旋转，产生强烈的三维椭圆强旋转剪切湍流运动，由于粗颗粒与细颗粒之间存在粒度差（或密度差），其受到的离心力、向心浮力、液体曳力等大小不同，在离心力和重力的作用下，粗颗粒克服水力阻力向器壁运动，并在自身重力的共同作用下，沿器壁螺旋向下运动，细而小的颗粒及大部分浆则因所受的离心力小，未及靠近器壁即随泥浆做回转运动。在后续泥浆的推动下，颗粒粒径由中心向器壁越来越大，形成分层排列。随着泥浆从旋流器的柱体部分流向锥体部分，流动断面越来越小，在外层泥浆收缩压迫之下，含有大量细小颗粒的内层泥浆不得不改变方向，转而向上运动，形成内旋流，自溢流管排出，成为溢流进入桩孔底；而粗大颗粒则继续沿器壁螺旋向下运动，形成外旋流，最终由底流口排出成为沉砂，从而达到泥浆浆渣分离的目的和效果。

1.2.5 旋流器辅助二次清孔工艺特点

1. 适用于泥浆正循环、反循环清孔

旋流器装置布设在泥浆循环系统的地面管路上，其适用于泥浆正循环、反循环清孔，在泥浆正循环清孔被泵入孔底前，或泥浆反循环清孔被抽排至沉淀池前，将泥浆中的粗颗粒排出，达到提高泥浆性能的效果。

2. 二次清孔时间短

灌注桩成桩过程中，在下入钢筋笼、灌注导管后，由于孔内泥浆静置时间长，孔内沉渣厚度大。采用通常方法正循环清孔，清孔时间长，如：直径 $\phi 1200\text{mm}$ 、孔深30m左右的桩孔，一般清孔时间约需至少4~8h；采用泥浆旋流器后，清孔时间可大大缩短为2~3h，可大大提高单机施工效率。

3. 清孔效果好

使用旋流器后，泥浆中的粗颗粒及时被排出，减少了沉渣重复进入泥浆循环，泥浆性能得到提升，清孔效果得到较大的改善。

4. 处理工艺简单

二次清孔时，只需要在泥浆循环系统中处于地面的泥浆胶管中接入泥浆旋流器装置，即可实现浆渣分离；同时，管理便利，只需安排人员巡查运行状况，及时清理旋流器排渣口处的浆渣。

5. 装置简单

泥浆旋流器装置体积小，质量轻，占地面积小，人工搬移方便，安装简单。

6. 附加费用低

旋流器成套装置采购费用约2000~3000元，使用时间长，性价比高。

1.2.6 旋流器辅助清孔工艺流程

泥浆旋流器辅助二次清孔施工工艺流程见图1.2-3。

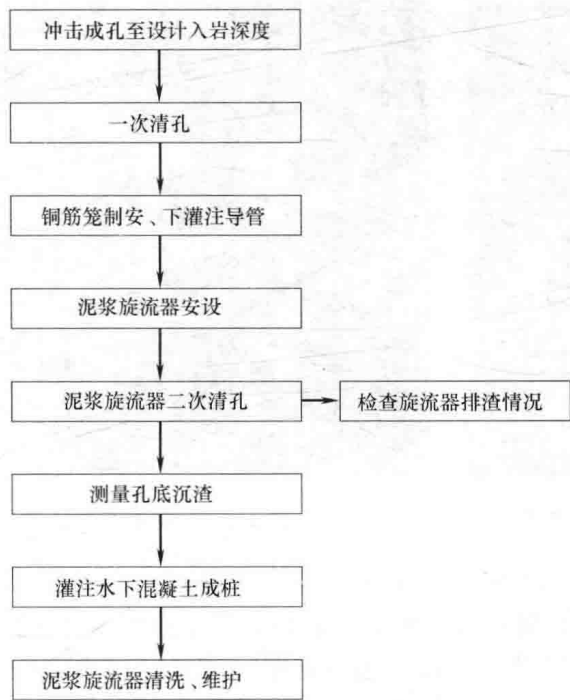


图 1.2-3 灌注桩泥浆旋流器辅助二次清孔工艺流程图

1.2.7 旋流器辅助清孔操作要点

1. 泥浆旋流器安设

(1) 钢筋笼、灌注导管下入后，安装二次清孔系统，包括：3PN 泥浆泵（正循环）、6BS 砂石泵（泵吸反循环）、空压机（气举反循环）、孔口导管接口、泥浆旋流器、胶管等。

(2) 胶管接口与孔口灌注导管连接，要求密封紧密。

(3) 泥浆旋流器安装前，检查出渣阀门、接口等位置的完好状况，确保旋流器正常工作。

(4) 泥浆旋流器的溢流口与导管接口胶管相连，进浆口用胶管与 3PN 泥浆泵连接，形成旋流器泥浆循环系统，接口用钢丝绑扎牢靠。

(5) 旋流器安装完成后，进行系统检查，如：检查各管口连接位置的牢固程度，用钢丝扎牢绑紧，防止脱落；检查整体胶管的密封性，防止清孔时泥浆发生渗漏。

(6) 旋流器安装要求操作迅速，以减少孔底沉渣积聚。

(7) 旋流器出渣口下挖设储渣池，防止排出岩渣四溢外流。

旋流器安设见图 1.2-4～图 1.2-6。

2. 旋流器二次清孔

(1) 清孔前对泥浆池、沉淀池、循环沟进行清渣，并调整泥浆性能。

(2) 清孔过程中，不断置换孔内泥浆，直至灌注水下混凝土。

(3) 清孔时，对旋流器底流口排出的沉渣及时进行清理。

(4) 派专人观察旋流器工作状态，及时排除故障，特别注意底流排渣口是否堵塞，保



图 1.2-4 施工现场泥浆旋流器

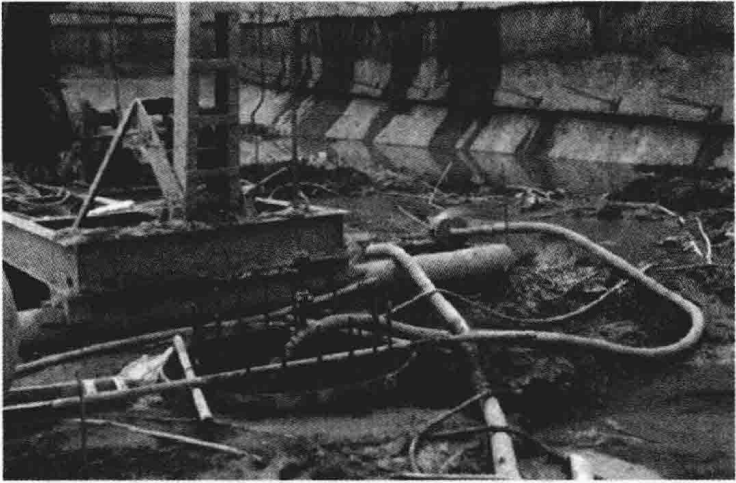


图 1.2-5 旋流器二次清孔泥浆循环系统

证正常工作。如出现旋流器进口部分吸入块石、牡蛎壳、水泥块等较大异物时，会使出浆速度降低，应立即予以清除；旋流器如果进口泥浆中的固相粗颗粒含量过高或底流口阀门调节过小，会使旋流器过载，导致底流口堵塞，可通过调节底部阀门，以保持底部排渣通畅。

(5) 二次清孔时，定期测试孔内泥浆指标和孔底沉渣厚度；浇筑混凝土前，孔底 500mm 以内的泥浆相对密度应小于 1.20，含砂率不大于 6%，黏度不大于 28s，孔底沉渣满足设计和规范要求。

旋流器现场排渣见图 1.2-7～图 1.2-9。

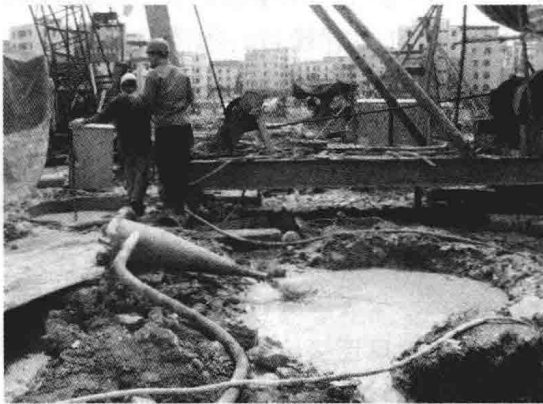


图 1.2-6 旋流器清渣系统布设



图 1.2-7 旋流器出渣口排渣情况

3. 旋流器的清理及维护

(1) 灌注混凝土完成后，旋流器系统拆除后转入下一根桩的施工。

(2) 旋流器使用完成后，派专人进行清理，清除内腔中的沉积物，保持良好使用状态。

(3) 旋流器内腔受粗颗粒长时间的高速撞击，容易受损局部变薄，如不能满足使用及时予以调换。



图 1.2-8 旋流器出渣循环系统



图 1.2-9 旋流器出渣口阀门控制

1.2.8 旋流器清孔主要设备机具

1. 旋流器

根据沉渣颗粒大小，合理选择旋流器类型和尺寸。一般铁制旋流器其内腔受粗颗粒的大力冲击，使用寿命短。最常用的为威海彤格聚氨酯有限公司生产的 FX200J、250J 系列，其铁壳内衬高性能聚氨酯材料，使用寿命长，排渣效果好。

2. 旋流器清孔设备机具配套

旋流器二次清孔施工设备机具配套见表 1.2-1。

旋流器二次清孔施工设备机具配套表 表 1.2-1

设备名称	机械设备型号	备 注
旋流器	FX200J、FX250J	泥浆循环、排渣
泥浆泵	3PN 泵	泥浆循环
灌注导管	φ250	与孔口胶管连接进行二次正循环清孔
胶管	φ130	与旋流器连接，形成清孔循环体系

3. 泥浆旋流器主要技术性能指标

泥浆旋流器主要技术性能指标见表 1.2-2。

泥浆旋流器主要技术性能表 表 1.2-2

技术指标		型号规格	
		FX250	FX200
筒体内径(mm)		250	200
溢流管直径(mm)		60~100	40~65
底流口直径(mm)		16~50	16~32
处理能力(m³/h)		40~60	25~40
外形尺寸(mm)	长×宽×高	490×415×1215	400×365×1030
单机重量(kg)		79	54