

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2021.10.040

动水含砂层大直径超深高压旋喷桩施工技术

王 鹏, 李 林
(上海远方基础工程有限公司, 上海市 200436)

摘 要: 动水含砂层的大直径高压旋喷桩施工技术是当前喷射注浆法中的一个难题之一。其主要难点包括砂层的削切和存浆问题。削切力不足的一方面是因为土体固结较为密实,另一方面是喷射力不足。不能存浆是因为地下水受到潮汐的影响而流动,水泥浆的初凝时间也较长,地下水的流动带走了水泥浆液。现主要针对上述两个问题展开研究,通过采用双泵注浆、加大喷嘴、膨润土浆液预切等措施,在保证成桩的直径和增加存浆量方面有明显的效果。

关键词: 高压旋喷桩;喷射注浆;动水含砂层;注浆泵

中图分类号: U455 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2021)10-0150-03

0 引 言

大直径高压旋喷技术在传统高压喷射注浆工艺的基础上,采用了独特的多孔管和强制吸浆装置,实现了孔内强制排浆和地内压力检测,并通过调整强制排浆量来控制地内压力,大幅度地降低了对周边环境的影响,而地内压力的降低也进一步保证了成桩直径。具有对周边环境影响小、桩身质量好、泥浆污染少、超深施工有保证、成桩直径大等特点。其适用范围主要为:(1)淤泥质土、黏土层、粉土、砂土等底层中的地基加固或止水帷幕施工;(2)变形要求较高的复杂施工环境中各类软基加固或者止水帷幕施工;(3)深厚砂性土层中的止水帷幕补强,例如超深地下连续墙外侧接缝补强和各类渗漏止水帷幕的修复;(4)可以进行水平、倾斜、垂直各个方向的施工,特别是其特有的排浆方式使得在富水土层、在孔口密封的情况下进行水平施工^[1-5]。

1 工程概况

1.1 项目概况

珠海市马骝洲电缆隧道于横琴二桥西侧 60 m 外穿越马骝洲水道,于水道南、北岸分别设置顶管顶进井、接收井,南北两岸开挖深度分别为 29 m 和 36 m。北工作井的地下连续墙和高压旋喷接缝止水帷幕深度为 60 m(设计参数见表 1)。

收稿日期: 2021-01-29
作者简介: 王鹏(1985—),男,硕士,工程师,从事地下工程围护的施工技术研究及管理工作。

表 1 高压旋喷桩设计参数表			
序号	设计参数	设计值	备注
1	水灰比	1 : 1	
2	水泥掺量	25%	
3	桩径	3 m	桩间距 2.6 m
4	桩长	60 m	20 m 为孔桩
5	水泥型号	42.5 级	普通硅酸盐水泥

1.2 水文地质概况

根据地层取芯探揭露,现场地层(37~60 m)为:淤泥层(37~42 m),细砂层(42~45 m),黏土层(45~48 m),粗砂层(48~55 m),风化岩层(55~60 m)。该区域地下水主要有两种赋存方式:一是松散层孔隙水。松散层孔隙水赋存于疏松的人工填土层、淤泥层和细砂层中,与地表水水系联系较密切。二是基岩裂隙水。基岩裂隙水主要是花岗岩各风化带裂隙水,且强风化带是主要赋水层。节理裂隙较发育的地段,裂隙水赋存丰富,且透水性较强。

2 超深高压旋喷施工的主要难点

2.1 砂性地层的削切问题

该地区的细砂层、黏土层、粗砂层固结较为密实,高压喷射的泥浆不能够冲破周边的砂层或者土层,喷射出的泥浆沿着钻杆向上流出孔口。

2.2 动水中的存浆问题

细砂层和粗砂层中的地下水与马骝洲的海水相通,在海水的潮汐作用下地下水也随着潮水而流动(场地环境如图 1 所示),水泥浆凝固时间较长,短时间内水泥浆随着动水而扩散到了周边,同时因周边土体

的切削量不够水泥浆存留量较少,不能够成桩。



图 1 马骊洲电力隧道环境图

2.3 引孔的保证

在这种砂性土的地质条件下,旋喷桩的 DJE 施工设备很难进行自成孔,因此在施工前必须辅助引孔的工艺,砂性土的成功孔后放置时间过长容易塌孔。

3 施工工艺介绍

图 2 为超深高压旋喷施工流程图。

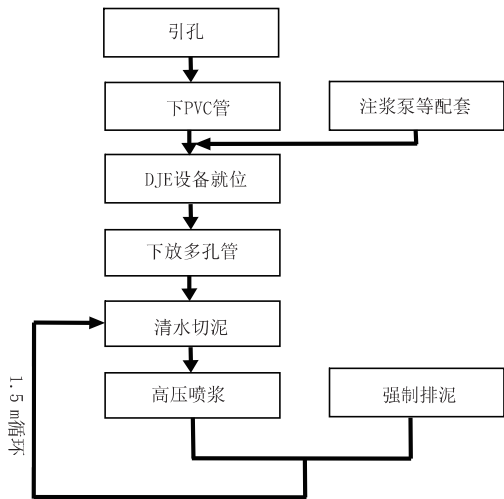


图 2 超深高压旋喷施工流程图

3.1 施工工艺

- (1)引孔。引孔过程中在水中加入适量的膨润土,泥浆的比重调制到 1.04,黏度不低于 20 s,主要作用是在孔内起到护壁的作用,防止砂性土层在下放 PVC 管前发生孔壁塌方。
- (2)下 PVC 管。该地区土层涉及粗砂层和粒径较小的砾砂层,仅靠泥浆护壁仍有很大的不确定性,为了消除钻杆被埋的风险,再下放多孔管前下放劣质 PVC 管,其强度不高,喷嘴的注浆压力在 40 MPa,完全能够将其冲破。
- (3)膨润土浆切泥。多孔管下放到设计深度后,开始打开前段高压水喷嘴,对周围的土体进行预钻孔切削,边切削边提升钻杆,切削的速度控制在 3~5 cm/min,提升高度控制在 1.5 m,再复切下去,速度控制在 5 cm/min。同时还要看控制屏上的地压

- 力,打开排泥阀,倒吸水压力为 20 MPa。
- (4)高压喷射水泥浆。复切到初始深度后,关闭高压水泵,开启注浆泵进行喷浆。

3.2 注意事项

- (1)定位置喷射,先开倒吸水流和倒吸空气,在确认排浆正常时,打开排泥阀门,开启预切高压水泥泵。先用膨润土向上喷设 1.5 m,压力为 40 MPa,后复喷下放 1.5 m 后同时开始主泵和主气喷射水泥浆,进行注浆成桩。
- (2)在开启高压水泥泵时,压力不可太高,应逐步分级增压,直到达到指定压力 40 MPa,在达到指定压力并确认地内压力正常后,才可开始提升。
- (3)施工时密切监测地内压力,压力不正常时,必须及时调整排浆阀大小控制地内压力在规范值以内。
- (4)每提升一根钻杆后,需对钻杆进行拆卸,需把水泥浆切换成水后方可拆卸,当水泥浆泵压力有下调趋势,说明水流已经到达喷嘴位置,此时关闭水泥浆泵、主空气、倒吸空气和倒吸水流。
- (5)在拆卸钻杆的过程中,认真检查密封圈和数据线是否损坏,地内压力显示是否正常,如有问题应及时排除方可继续喷浆。拆卸钻杆后,需及时清洗钻杆。

4 施工设备的介绍和相关的施工参数

4.1 施工设备配置

大直径高压旋喷桩施工设备以 DJE130 为主,施工过程中主要的设备配置如表 2 所列。

表 2 设备配置表

序号	设备名称	型号	数量	主要参数	备注
1	主机	DJE130	1		
2	注浆泵	200 L/Min	2	40 MPa	主泵 2 个
3	注浆泵	200 L/Min	1	40 MPa	预切泵 1 个, 2.8 喷嘴
4	注浆泵	100 L/Min	1	20 MPa	倒吸泵
5	空压机	13 m³	1	0.8~1 MPa	主气
6	空压机	9 m³	1	0.7~1 MPa	倒吸气

4.2 施工参数

高压旋喷桩施工中的设备控制参数如表 3 所列。

5 改进措施

5.1 增加预切喷嘴

针对切削力不足的问题,施工过程中在喷射钻头的上部增加了预切喷嘴,见图 3 所示。

表3 施工参数表

序号	内容	参数	序号	内容	参数
1	桩径	2 400 mm	9	倒吸压力	0.7~1 MPa
2	水灰比	1:1	10	预切压力	40 MPa
3	水泥浆压力	40 MPa	11	提升速度	40 min/m
4	浆液流量	200 L/min	12	步距行程	25 cm
5	主空气压力	0.8~1 MPa	13	步距提升	30 s
6	主空气流量	1.0~2.0 Nm ³ /min	14	转速	3~4 rpm
7	倒吸水压力	0~20 MPa	15	地内压力	1.3~1.6 系数
8	倒吸水流量	0~60 L/min	16	水泥掺量	40%

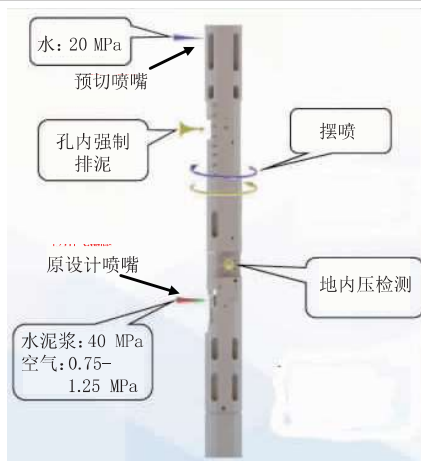


图3 预切喷嘴位置图

(1)预切采用高浓度膨润土泥浆,黏度不低于25 s。主要目标:一是将底层中的大颗粒悬浮起来,通过倒吸口抽出,到外面的浆液集中池中;二是防止塌孔;三是让膨润土填充周边的砂粒之间的空隙,保护水泥浆不被动水带走。

(2)预切碰嘴采用2.8喷嘴,在30~40 s步进一次,转速3~4 r/min的条件下进行预切,每次的步进为1~2 m,泵采用40 MPa,200 L/min的注浆泵。

(3)返浆池将倒吸出来的浆液全部收集、滤砂、膨润土重复进入浆泵,进行预切的循环。

5.2 双泵注浆同时更换注浆材料

地下不能存浆的原因主要有两个:一是动水的流动将喷射出的水泥浆带走;二是喷射出的水泥浆量相对较少。针对上述两个原因采取了四个措施,第一个措施是在预切过程中采用高浓度膨润土泥浆;第二个措施是将喷射端的主喷嘴加大改为3.8型号;第三个措施是采用两个注浆泵注浆,这样可以增加水泥浆的喷射量;第四个措施是更换注浆水泥,将普通的硅酸盐水泥更换为高性能超细注浆材料,其初凝时间相对普通硅酸盐水泥较短。

6 施工中常见问题的处理

施工过程中经常遇到的问题主要有主气孔堵

塞,孔口翻浆,不能倒吸。

6.1 主气孔堵塞

主气孔口堵塞主要是施工原因,在拆杆或者施工结束时,主气孔没有空气流出,喷射端的外侧有一定的地内压力,周边的砂粒随着地内压而挤入气孔导致气孔堵塞。因此,在拆杆时应尽可能地通过倒吸孔将地内压力降到一定的范围之内,同时加快拆杆的速度,开启气孔时应当逐级加压至设计值。

6.2 孔口翻浆

孔口翻浆的原因有两个,一是喷射出的水泥浆没有将周边的土体切割开,水泥浆沿着钻杆向上溢出口外导致;二是不能够倒吸泥浆,因此需要从加强钻杆的密封性和增加注浆泵保证注浆压力。

6.3 不能倒吸

倒吸出现问题的主要原因是倒吸气孔被砂粒堵塞,不能形成气举抽浆,主要原因是由于气孔的结构有问题,因此在将气孔的结构更改为单向阀。

7 结 语

该文通过分析马骝洲的超深大直径高压旋喷桩的施工资料,得出以下结论:

(1)地下动水的原因主要是地下水和马骝洲的地表水相通,又因潮汐的影响,将注浆的水泥浆带走。

(2)为保证高压旋喷施工质量,其主要采取的措施是保证钻杆的密封性,使得注浆压力不会因为浆液的泄漏和深度的增加而减弱,从而增加注浆的流量。

(3)注浆泵的质量是决定高压旋喷桩施工能否成功的关键因素,可以采用双泵或者多泵注浆,以此来保证流量和压力。

(4)在施工过程中,主泵和主气的加压都要逐级加压到设计值。

(5)增加预切喷嘴并采用膨润土泥浆作为切削材料,起到了存浆的作用,同时也可以保证成桩直径。

参考文献:

- [1] 邵晶晶,李操,余立新.MJS工法和RJP工法在临近地铁车站的应用研究[J].施工技术,2016,13:81-84.
- [2] 张雁,田增林,曹海东.MJS工法在砾石层中的应用及成桩差异性[J].煤田地质与勘探,2020,48(2):147-151.
- [3] 张子新,李佳宇.MJS工法地基处理技术综述与应用[J].土木建筑与环境工程,2017,39(6):1-11.
- [4] 朱诚明.立井工作面承压水流沙层保浆旋喷注浆帷幕支护技术[J].煤田地质与勘探,2009,37(4):47-49.
- [5] 王中兵.MJS工法在中厚砂层超深止水帷幕施工中的应用[J].建筑施工,2018,40(3):334-336.