

YCJF-30 型全液压冲击反循环钻机的研制与应用

唐爱国

(山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

摘要:为满足不断增多的 3 m 口径钻孔灌注桩的施工要求,完善全液压冲击反循环钻机的系列规格,研制了额定施工口径为 3 m 的 YCJF-30 型全液压冲击反循环钻机。该钻机采用机、电、液一体化技术;采用独特的液压油缸冲击方式;差动双卷筒卷扬机提升能力强;配有液压步履,可方便左右前后移位以对准孔位;起塔、落塔为液压油缸控制,操作平稳、安全、省力;冲击锤头质量大(20 t),破岩效率高;采用气举(或泵吸)反循环排渣,排渣能力强。生产试验证明,该钻机参数合理先进,性能可靠,自动化程度高,操作简单,维护容易,使用成本低,能适应各种地层施工,可选用气举和泵吸两种反循环排渣工艺。

关键词:冲击反循环;全液压钻机;大口径钻孔灌注桩

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2019)10-0013-07

Development and application of YCJF-30 full hydraulic percussive reverse circulation drill rig

TANG Aiguo

(Shandong Geological Prospecting Machinery Plant, Jinan Shandong 250014, China)

Abstract: In order to meet the increasing demand for bored piles with 3m diameter and complete the series sizes of full hydraulic percussive reverse circulation drilling rig, YCJF-30 full hydraulic percussive reverse circulation drilling rig with the nominal drilling diameter of 3m was developed. The mechanical, electrical and hydraulic technology is integrated into the YCJF-30 drilling rig, with the unique hydraulic cylinder for impact, the differential double-drum hoist for increasing lifting ability, and the heavier 20t impact hammer for high rock-breaking efficiency. The drilling rig is equipped with hydraulic step-walk crawlers, which can be conveniently shifted to align with the well collar. The drilling tower is controlled by hydraulic cylinders, which are stable, safe and labor-saving. Furthermore, air-lift or pump reverse circulation can be adopted to discharge drilling cuttings with high carrying ability. The production test showed that the drilling rig has reasonable and advanced parameters, reliable performance, high degree of automation, simple operation, easy maintenance, low cost, and can be used for drilling of various formation.

Key words: percussive reverse circulation; full hydraulic drilling rig; large diameter bored pile

随着我国经济科技不断发展进步,桥梁工程也在不断实现新跨越,桥梁基础钻孔灌注桩向超大口径发展,直径 3 m 及以上的大口径钻孔灌注桩被不断应用。为满足不断增多的 3 m 口径钻孔灌注桩的施工要求,完善我厂全液压冲击反循环钻机的系列规格(已研制有 YCJF-20 型、YCJF-25 型钻机),我们研制了额定施工口径为 3 m 的 YCJF-30 型全液压冲击反循环钻机(见图 1)。



图 1 YCJF-30 型全液压冲击反循环钻机运输状态
Fig.1 Travel mode of YCJF-30 full hydraulic drill rig

收稿日期:2019-04-28; 修回日期:2019-09-12 DOI:10.12143/j.tkgc.2019.10.003

作者简介:唐爱国,男,汉族,1966 年生,高级工程师,主要从事钻探设备及钻探工具的研究设计工作,山东省济南市经十路 13632 号,2469110329@qq.com。

引用格式:唐爱国.YCJF-30 型全液压冲击反循环钻机的研制与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(10):13-19.

TANG Aiguo. Development and application of YCJF-30 full hydraulic percussive reverse circulation drill rig[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019, 46(10): 13-19.

1 YCJF-30型全液压冲击反循环钻机的主要性能参数

钻孔直径	2~3 m
钻孔深度	100 m
冲击锤头额定质量	20 t
冲击锤头冲程	0.1~1.3 m
冲击频率	0~30 次/min
主卷扬提升能力	260 kN
副卷扬提升能力	50 kN
排渣方式	气举(或泵吸)反循环
排渣管直径	219 mm
主电机功率	90 kW
主机质量	28 t
运输尺寸(长×宽×高)	7860 mm×3360 mm×3600 mm

2 YCJF-30型全液压冲击反循环钻机的结构组成与特点

2.1 钻机的结构组成

该型钻机主机主要由底盘、钻塔、冲击机构、液压动力站、操作台、卷扬机、液压步履等部件组成,另外配套有冲击锤头、排渣管、空压机(或10BS砂石泵)等辅助器具和设备。

钻机设计主要围绕施工口径3 m、冲击锤头额定质量20 t这两个主要性能参数展开,由此确定钻机底盘、钻塔、主卷扬机、冲击机构、缓冲机构、液压动力站等部件的结构尺寸和性能、强度设计。

2.1.1 底盘

钻机底盘是整个钻机设备的基础件,主要是由槽钢焊接而成的框架结构。主机上的所有部件都安装在底盘上,因此对其有一定的强度和刚度要求,保证在施工过程和整体运输过程中不变形。其具体结构主要由安装在其上的各部件结构及安装位置决定。位于底盘前端的孔口装置主要是安装、拆卸排渣管时的工作平台。

2.1.2 钻塔

钻塔主要由起塔油缸、底座、塔身、塔梁、缓冲机构、桅塔、天车等部分组成。通过起塔油缸可将钻塔工作时竖起高立,处于工作状态;或将钻塔放倒落平,处于运输状态。缓冲机构主要用于吸收冲击轮组的冲击振动,并对冲击钢丝绳导正。位于桅塔顶端的天车主要用于副卷扬、工具卷扬中钢丝绳的导

向。

2.1.3 液压油缸冲击机构

液压油缸冲击机构主要由冲击油缸和冲击轮组组成。冲击油缸为一特殊设计油缸,通过冲击轮组和钢丝绳提升、下降钻头,实现冲击钻进工作。冲击轮组除了传递油缸对钢丝绳的拉力外,还在上下运动中起导向作用。

2.1.4 液压动力站

液压动力站主要由电动机、主、副液压泵、油箱、冷却器、电控柜等组成。主泵采用变量柱塞泵,给冲击机构和主卷扬机提供压力油。主泵输入功率为90 kW,转速1470 r/min,额定工作压力28 MPa。副泵为齿轮泵,给液压步履、副卷扬、工具卷扬和操作系统提供压力油,副泵输入功率5.5 kW,转速1440 r/min,额定工作压力16 MPa。油箱内设有回油滤器和吸油滤器,用以过滤液压油中的杂质。冷却器用以降低液压油温度。

2.1.5 操作台

操作台(见图2)主要由电控部分和液压控制部分组成。电控部分主要是控制主泵、副泵、冷却器、工具卷扬机的启动与关闭;控制手动冲击与自动冲击、手动放绳与自动放绳等转换;在自动冲击状态下,由单片机自动控制冲击油缸换向;在自动放绳状态下,由单片机自动控制主卷扬机适时、适量自动放绳。



图2 钻机操作台

Fig.2 Operating platform of drill rig

2.1.6 主卷扬机

主卷扬机主要由液压马达、减速机、卷扬机和制动装置组成,卷扬机为双筒,带有差动装置,用于调整两根冲击钢丝绳的拉力平衡和提升钻头。液压马达可以正转、反转,由主泵和副泵分别供油,主泵供油用于主卷扬机提升或下降钻头,速度可无级调整。

副泵供油用于主卷扬给进放绳或收绳,速度恒定。

2.1.7 副卷扬机

副卷扬机专用于提升或下降排渣管。

2.1.8 工具卷扬机

工具卷扬机用于施工现场起吊配套钻具和工具使用。

2.1.9 液压步履

液压步履可以使钻机在同一工地上短距离移动,对正孔位比较方便。液压步履主要由铁履、横梁、滚轮组、油缸、液压操作阀组成。通过操纵阀可控制油缸运动,使钻机实现上下、前后、左右移动。

2.2 钻机的特点

(1)采用独特的液压油缸冲击方式,结构简单,冲击工作平稳,可控性强。钻机采用液压油缸冲击方式,运动件少,工作惯性小,同时钻机设有过载保护装置,因此钻机工作可靠,易损件少,工作寿命长。

(2)该钻机采用机、电、液一体化技术,自动冲击和自动给进采用了单片机控制,操作方便省力,可靠集中。当冲击旋钮扳到“自动冲击”挡位,钻机可实现自动冲击,此状态下操作人员可以离开操作台,在孔口周围巡查钻机工作情况。在自动冲击过程中,卷扬机能根据冲击锤头进尺情况,自动适时、适量下放钢丝绳,避免打“空锤”现象,能有效地提高钻进效率。当冲击旋钮扳到“手动冲击”挡位,可通过操纵手动换向阀来控制卷扬机提升、下落冲击锤头,实现冲击钻进。钻机自动冲击、手动冲击可任意选择,冲击行程、冲击频率可无级调整,能适应多种工况和地层。

(3)差动双卷筒卷扬机提升能力强(最大提升力可达 260 kN)。卷扬机用双绳提拉冲击锤头,让出冲击锤头中间位置,为穿过排渣管腾出空间(单绳冲击钻机因无法让开冲击锤头中间位置,很难采用快速高效的反循环排渣方式)。卷扬机由液压马达驱动,并配有液压平衡装置和液压刹车装置,提升、下降冲击锤头平稳,操作轻便,安全可靠。

(4)钻机配有液压步履,装在钻机底盘上,在施工现场钻机可方便左右前后移位以对正孔位。

(5)钻机起塔、落塔为液压油缸控制,操作平稳、安全、省力。

(6)冲击锤头重(20 t),破岩效率高。

(7)钻机采用气举(或泵吸)反循环排渣,排渣管直径 219 mm,排渣能力强,可将大的卵石(直径 18

cm 左右)不经完全破碎直接排出孔外。气举和泵吸反循环排渣系统可共用一套排渣管,两种系统转换便捷迅速。

2.3 配套冲击锤头的设计

大口径冲击锤头的重量、结构是影响破岩效率的关键因素,结构设计合理的反循环冲击锤头,冲击破碎过程中能在孔底形成合理的坡度,破碎的岩块在自重和水流的推动下,能快速汇集到排渣管附近并被排出孔外,可避免重复破碎,提高排渣效率。

在进行冲击锤头结构、强度设计时,对目前工地上正在使用的各种冲击锤头的结构、常见损坏形式进行了认真分析、研究,为直径 3 m 的冲击锤头设计做好了技术积累。现国内大口径冲击钻机大多施工口径在 2.5 m 以下的桩孔,使用冲击锤头的质量大多在 10 t 左右,结构上有整体铸造式和焊接式两种。在施工过程中冲击锤头常出现掉块、开焊等故障,需要进行及时修补,影响施工效率。个别冲击钻机冲击锤头的质量达到 15 t 左右,冲击锤头强度高,故障率低,钻机施工效率相对较高。

钻机的试验工地,施工桩孔直径为 2.8 m。为此专门设计直径 2.8 m 的冲击锤头(见图 3),质量 19 t,是目前国内冲击反循环钻机中使用质量最重的冲击锤头,这个质量是破岩能力的保障,也是保证冲击锤头整体强度的基础。在 2.8 m 冲击锤头的圆断面上,钢圈从内到外均匀布置,由低到高呈阶梯状布置。冲击锤头的这种结构,能保证在破岩工作时,在深度方向同时形成 5 个层次的破碎面。充分利用了岩石抗剪强度大大低于抗压强度的特点,孔底岩石在冲击锤头冲击作用下,分层等强度向内剪切破碎,碎岩效率高。



图 3 YC2800 冲击锤头

Fig.3 Structure and outline of YC2800 impact hammer

在进行冲击锤头结构设计时,由于考虑全面,分

析准确,生产试验时排渣效率达到了预期的效果。在整个试验过程中,冲击锤头没有出现停钻修理的情况,一钻到底,节省了辅助时间,解决了冲击钻头在施工过程中容易损坏的问题。

2.4 反循环排渣工艺的选择

反循环排渣系统因排渣迅速、干净、及时,终孔时也不用专门清洗孔底,施工效率高等原因而得到了广泛的应用。该型钻机可根据工地情况或用户设备情况采用气举或泵吸反循环排渣方式,两种排渣方式可使用同一套排渣管完成排渣工作,并且两种方式转换快速、方便。

我厂系列冲击反循环钻机以泵吸反循环为主,由于该型钻机施工桩径的增大,排渣管直径相应加大,砂石泵的泵量同时需要增大,才能保证排渣效率。随着双螺杆空压机技术的不断进步和设备制造成本的降低,选用大泵量的砂石泵(10BS型)成本与选用空压机(额定压力1 MPa,排气量 $10\text{ m}^3/\text{min}$)的成本差距在显著缩小,气举反循环排渣工艺在大口径钻孔灌注桩施工中的应用将越来越广泛,有逐步取代泵吸反循环的趋势。

我们在充分了解掌握气举反循环排渣工艺的应用情况后认识到,在大口径桩孔施工中,气举反循环排渣工艺使用方便、排渣效率更高一些,有其独特的优势,另外在此工地上配有合适的空压机,故此该型钻机在此工地上选用了气举反循环排渣系统。

3 YCJF-30型全液压冲击反循环钻机的生产试验情况

YCJF-30型钻机生产制造完成,经厂内调试与加载动作试验后,在中煤集团特凿公司钻井工程处舟山富翅门大桥桩基工程中进行了生产试验。工地位于B合同段10号墩海上施工平台上,每个桩孔位置都用振动锤提前下好钢护筒。施工平台台面标高4.500 m(海面标高-0.300 m,海底平面标高-5.200 m),钢护筒顶面标高3.978 m,钢护筒筒内液面标高3.700 m,桩底设计标高-73.500 m,桩孔设计口径2.800 m。钻机在这个平台上先后施工了2个桩孔,分别是第26号桩和第1号桩孔。

3.1 钻进施工工艺

钻孔灌注桩刚开孔施工时,因为孔内埋深不够,反循环排渣工艺没法使用或使用效果不好,一般采用正循环排渣方式开孔。为提高成孔效率,发挥各

种施工工艺方法的优势,特凿公司钻井处在这个工地施工中,采取了冲击钻进正、反循环施工工艺组合的方法。先用单绳冲击钻机采用正循环排渣工艺,进行开孔施工;当孔深达到距离护筒内液面23 m(标高-19.300 m)后(这个深度已达到气举反循环施工要求的埋深),再更换钻机采用气举反循环施工工艺,进行“接力”施工。该型钻机施工的1号桩孔,就属于这种情况。

3.2 钻机在不同地层的施工效率

YCJF-30型钻机在这个工地上完成了2个桩径2.8 m、深度73.5 m的完整桩孔,经历了多种地层的考验。根据甲方在桩孔位置进行工程勘察获得的地质资料,桩孔位置地层情况见表1(勘察孔处海底平面标高-3.760 m)。

因该型钻机配备冲击锤头质量重,破岩效率较高;再加上气举反循环采用的空压机风量大,排渣速度快,大的粘土泥团、卵石、块石都能连续快速排出孔外(排出颗粒见图4),避免重复破碎,这两个优势组合使钻机保持较高的钻进效率。钻机用了10 d时间就从距离护筒液面23 m(标高-19.300 m)钻进到71.400 m(标高-67.700 m),平均每天进尺4.84 m。随后,因为处理钢丝绳断绳问题和打捞锤头耽搁了2 d时间,完成整个桩孔(孔深77.2 m,标高-73.500 m)用了14 d时间。

在这个工地上,同时施工相同桩径的钻机还有某公司生产的回转-40型钻机和单绳卷扬冲击钻机。回转-40型钻机属于全液压力头式回转钻机,有控制钻头钻压的加减压机构,额定施工口径4 m,钻机总动力 $90\times 3=270\text{ kW}$,采用气举反循环排渣系统,使用相同空压机,钻杆内径330 mm。单绳卷扬冲击钻机,使用12 t重的冲击锤头,采用正循环排渣系统,随着孔深的增加,排渣效果降低明显,到入岩时由于冲击锤头质量轻,破岩速度下降较大,每班(12 h)进尺只有0.2~0.3 m。对在这一平台上同时施工的3种钻机在不同地层的施工效率进行了统计,详见表2。

3.3 钻机施工时的冲击挡位的选择

YCJF-30型钻机冲击行程设有3个挡位,分别是低挡、中挡、高挡(位置可根据地层情况适当调节)。在这个平台上工作时,冲击行程大部分工作时间是选择在中挡,冲击锤头提升高度约1 m,冲击频率23次/min左右。在强风化和中风化凝灰岩地层

表 1 钻孔地层情况
Table 1 Formation of the borehole

层底标高/m	层底深度/m	层厚/m	ZKB4 岩性描述(孔口高程: -3.76 m)
-8.260	4.5	4.5	碎石, 杂色, 松散, 以碎石为主, 约占 65%~70%, 碎石呈棱角状, 粒径以 2~8 cm 为主, 局部大于 18 cm。其余为粘土及砂砾充填
-10.960	7.2	2.7	粉质粘土, 灰—青灰色, 可塑, 厚层状, 切面光滑, 含较多有机质, 局部含粉土小团块, 干强度中等, 韧性中等, 其中 7.2~10.2 m 层间夹粉土薄层, 层厚 1~5 mm, 见少量云母碎屑
-13.960	10.2	3.0	粘质粉土, 灰色, 稍密, 厚层状, 切面粗糙, 土质不均匀, 含云母碎屑, 摇震反应迅速, 局部含腐殖质, 干强度低, 韧性低
-19.760	16.0	5.8	粉质粘土, 灰黄色, 可塑, 厚层状, 切面较光滑, 土质较不均匀, 受铁锰质侵染, 夹少量碎石, 粒径一般为 2~4 cm, 干强度中等, 韧性中等, 其中 13~14.1 m 处碎石含量较高
-36.960	33.2	17.2	含砾粉质粘土, 灰黄色, 稍密, 切面粗糙, 厚层状, 土质不均, 含砾砂, 粒径以 0.2~1 cm 为主, 约占 30%~40%, 局部偶夹碎石, 粒径以 4~6 cm 为主, 约占 5%, 干强度中等, 韧性中等
-42.760	39.0	5.8	含砾粉质粘土, 灰黄色, 稍密, 切面粗糙, 厚层状, 土质不均匀, 含碎石, 次棱角状, 粒径以 2~7 cm 为主, 约占 20%~30%; 含砾砂, 粒径以 0.2~1 cm 为主, 约占 10%, 干强度中等, 韧性中等; 45~47.1 m 间碎石及砾砂含量较少
-43.960	40.2	1.2	含粘土碎石, 灰黄色, 稍湿, 中密状。碎石约占总量的 50%~55%, 粒径一般 2~4 cm, 个别大于 8 cm; 角砾含量约占总量的 20%~25%, 粒径一般为 0.2~1.5 cm, 骨架间充填较多粘性土
-48.860	45.1	4.9	含砾粉质粘土, 褐黄色, 夹灰绿条纹, 可塑, 局部呈硬塑, 切面稍光滑, 干强度中等, 韧性中等, 粘塑性一般, 局部含 5%~10% 角砾颗粒, 粒径一般为 0.2~1 cm, 个别大于 4 cm
-55.260	51.5	6.4	全风化含角砾凝灰岩, 青灰色夹灰黄色, 硬塑, 原岩结构可辨, 原岩结构基本破坏, 风化强烈, 呈土状, 局部夹强风化碎块, 受铁锰质侵染, 手掰易断
-57.460	53.7	2.2	强风化含角砾凝灰岩, 灰黄色, 较硬, 含角砾凝灰质结构, 块状构造, 含角砾, 粒径以 0.2~1 cm 为主, 岩石颜色不新鲜, 节理裂隙发育, 可见铁锰质渲染, 岩石完整性差, 岩心多呈碎块状, 块径以 2~8 cm 为主, 少数呈短柱状, 柱长 10~25 cm, 敲击声哑, 锤击易碎
-81.160	77.4	23.7	中风化含角砾凝灰岩, 青灰色, 岩质坚硬, 敲击声脆, 锤击不易碎。具含角砾凝灰质结构, 块状构造, 岩柱表面可见角砾, 粒径以 0.2~5 cm 为主, 个别大于 5 cm, 岩石颜色新鲜, 节理裂隙较发育, 节理面与轴心成 10°~20°、50°~60° 两组, 岩石完整性一般, 岩心多呈短一中柱状, 节一般长 10~30 cm, 最长达 40 cm, 局部呈碎块状, 块径以 2~8 cm 为主, 其中 60.0~65.3、68~69.5、71~74 m 处节理发育, 岩心较破碎



图 4 气举反循环排渣方式排出的岩块

Fig.4 Rock chips discharged by air lift reverse circulation

表 2 YCJF-30 型钻机、回转-40 型钻机、单绳冲击钻机施工效率统计

Table 2 Efficiency of YCJF-30 drill rig, Rotary-40 drill rig, and single rope percussion drill

钻机类型	工效/(m·h ⁻¹)				锤头质量/t
	粉质粘土	含砾粉质粘土	全风化强风化凝灰岩	中风化凝灰岩	
回转-40 型钻机	1.40	1.2	0.15	0.10	
单绳冲击钻机	0.32	0.4	0.03	0.02	12
YCJF-30 型钻机	1.20	1.0	0.30	0.20	19

中施工, 冲击行程选用高档, 冲击锤头提升高度约

1.2 m, 冲击频率 18 次/min 左右。冲击行程挡位选择, 可根据具体地层情况和排渣管出渣情况灵活调节。

钻机在冲击工作时, 液压系统最高工作压力始终保持在 20 MPa 左右(低于系统设计的额定压力 28 MPa)。提升冲击锤头时, 液压系统压力由低到高逐步升高, 提升到最高点时压力最高(因提升滑轮两侧钢丝绳的夹角随提升滑轮上升而变小, 合力变大)。冲击锤头刚开始下落时, 系统压力瞬时泄压, 压力迅速下降。冲击锤头在连续不断地上升、下降过程中, 系统压力也随之周期性地波动。钻机在工作过程中, 系统最高压力始终低于额定压力, 系统工作平稳。电机运转时的电流也小于额定电流, 功率消耗较少(主机电机功率 90 kW), 属于节能产品。

3.4 气举反循环排渣系统的使用情况

在该工地上有额定压力为 1.2 MPa, 排气量为 20 m³/min 的双螺杆空压机(见图 5), 可供两台钻机同时使用。为充分利用现有设备(一般桩孔使用压力 1 MPa, 排气量 10 m³/min 的空压机就能满足使用要求), 在这个工地上我们采用气举反循环排渣工艺。



图5 双螺杆空压机

Fig.5 Air compressor with double screws

根据施工口径,我们选用排渣管的规格为 $\Phi 219$ mm,气举反循环排出泥浆流量约 $700\text{ m}^3/\text{h}$ (YCJF-25型钻机采用泵吸反循环工艺,配套6BS型砂石泵,流量 $180\text{ m}^3/\text{h}$,排渣管规格为 $\Phi 159$ mm)。若该型钻机采用泵吸反循环系统,配备10BS型砂石泵,排出泥浆流量约 $500\text{ m}^3/\text{h}$,排渣效果也不错。

该型钻机配备的气举反循环排渣系统排出泥浆流量大,在平台工地上明显感觉到泥浆上返速度快,排出的卵石、块石颗粒大,在粉质粘土层,大块的泥团能被连续排出,排渣效果非常好,能有效地避免孔底岩块重复破碎,提高钻进效率。

在陆地上施工,反循环排渣管的出渣口一般直接放在沉淀池内;在海上施工,为避免破碎岩土直接排放造成的海洋环境污染,在此平台上专门制作了除渣箱。排渣管出口通过胶管接在除渣箱的进水口(见图6),大颗粒的渣土经过筛网滚落到位于筛网正前方的渣箱(筛网倾斜约 45°),泥浆和粉砂从筛网上泄漏流到位于筛网正下方的沉淀箱中,泥浆再从沉淀箱溢流口流回到钻孔内循环使用。当渣箱中的渣土和沉淀箱装的粉砂充满箱子后,再用小挖掘



图6 采用气举反循环时钻机的工作状态

Fig.6 Working mode with air lift reverse circulation

机将渣土、粉砂装车运出工地,达到保护海洋环境的要求。

4 YCJF-30型全液压冲击反循环钻机存在的不足

钻机在2个桩孔生产施工中,整体性能能够满足冲击反循环施工工艺要求,钻机卷扬机、冲击油缸的提升能力也得到验证,钻塔、底盘等各结构部件的承载能力经受住了考验,液压系统运转平稳,电器控制系统工作可靠;钻机的各项性能达到设计要求,施工效率也比较高,取得了理想的应用效果。

在生产施工和应用中,也发现钻机存在的不足,主要有以下两个方面:

一是由于冲击锤头重(19 t),选用的钢丝绳直径偏细(直径28 mm),在试钻过程中发生了3次断绳故障,影响了生产进度。在该型钻机定型生产时,钢丝绳的型号规格已重新选择、更换。二是钻机外形尺寸大(长 \times 宽 \times 高: $7860\text{ mm}\times 3360\text{ mm}\times 3600\text{ mm}$),超出普通半挂车运输宽度(3 m),给用户增加了运输的成本。

5 结语

生产试验证明,YCJF-30型钻机参数合理先进,性能可靠,自动化程度高,操作简单,维护容易,使用成本低,能适应各种地层施工,可选用气举和泵吸两种反循环排渣工艺。在硬岩地层中施工,施工效率突出,是目前我厂全液压冲击反循环钻机系列中施工能力最强的施工装备。

我厂长期致力于冲击反循环施工工法在灌注桩施工中的应用及研究,并一直为此工法的发展与进步提供优良可靠的装备。

参考文献(References):

- [1] 唐爱国.YCJF-25型全液压冲击反循环钻机及其应用效率分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(10):55-58.
TANG Aiguo. YCJF-25 percussive and reverse circulation hydraulic rig and its application efficiency analysis[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2015, 42(10):55-58.
- [2] 熊亮,张小连,熊菊秋,等.大口径工程井气举反循环钻进效率影响因素初探[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(5):42-45,49.
XIONG Liang, ZHANG Xiaolian, XIONG Juqiu, et al. Preliminary analysis on influence factors of air-lift reverse circulation drilling efficiency to large diameter engineering well[J].

- Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(5):42-45,49.
- [3] 汤凤林,等.岩心钻探学[M].武汉:中国地质大学出版社,2012. TANG Fenglin, et al. Core drilling[M]. Wuhan:China University of Geosciences Press, 2009.
- [4] 侯庆国.YCJF-25 型全液压冲击反循环钻机[J].探矿工程, 2003(S1):174-175. HOU Qingguo. Percussive and reverse circulation hydraulic rig YCJF-25[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2003(S1):174-175.
- [5] 李忠,姜光忍,唐宇恒,等.RC350 型空气反循环钻机的研制与工艺试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(6):42-45. LI Zhong, JIANG Guangren, TANG Yuheng, et al. Development and process test of RC350 air reverse circulation drilling rig[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2015,42(6):42-45.
- [6] 李振亚.我国冲击反循环钻机桩孔钻机现状与发展[J].探矿工程,2001(1):57-59. LI Zhenya. Status quo and trend of percussive reverse circulation pile hole drill rigs in China[J]. Exploration Engineering, 2001(1):57-59.
- [7] 杨东河,刘珂,夏小兴,等.YCJF-20 型冲击反循环钻机进行地下连续墙成槽施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018, 45(11):65-68. YANG Donghe, LIU Ke, XIA Xiaoxing, et al. Trenching construction technology of underground diaphragm wall by YCJF 20 percussive and reverse circulation rig[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(11): 65-68.
- [8] 邓承沂,盛春香.冲击反循环钻机施工特点浅析[J].西部探矿工程,2004,16(2):114-115. DENG Chengyi, SHENG Chunxiang. Analysis of drilling characteristics of percussive reverse circulation drilling rig[J]. West-China Exploration Engineering, 2004,16(2):114-115.
- [9] 王达,何远信,等.地质钻探手册[M].长沙:中南大学出版社, 2014. WANG Da, HE Yuanxin, et al. Geological drilling handbook [M]. Changsha: Central South University Press, 2014.
- [10] 周曙春,杜坤乾,谢军.正循环钻进、气举反循环清孔工艺施工应用[J].岩土工程学报,2011,33(S2):166-168. ZHOU Shuchun, DU Kunqian, XIE Jun. Application of directional circulation drilling and air-left reverse circulation borehole cleaning[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2011,33(S2):166-168.
- [11] 李耀良,徐巍.海上大口径超深钻孔灌注桩施工技术[J].土木工程学报,2007,40(S1):432-436. LI Yaoliang, XU Wei. Construction technology of marine bored piles with super depth and large diameter[J]. China Civil Engineering Journal, 2007,40(S1):432-436.
- [12] 叶俊能.海上大直径超长钻孔灌注桩基础施工技术[J].湖南工业大学学报,2008,22(2):17-20. YE Junneng. Basic construction technology of marine over-length and extra-large-diameter bored pile[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2008,22(2):17-20.
- [13] 王耀.海上大口径钻孔灌注桩施工技术[J].施工技术,2006, 35(1):46-47,50. WANG Yao. Construction technology of large caliber drilled grouting pile on the sea[J]. Construction Technology, 2006, 35(1):46-47,50.
- [14] 朱亮春.复杂地层条件下大口径钻孔灌注桩施工方法[J].施工技术,2007,36(1):59-60,78. ZHU Liangchun. Construction method of large caliber cast-in-place pile in complex strata[J]. Construction Technology, 2007,36(1):59-60,78.
- [15] 陈铿.海上大口径冲孔灌注桩施工技术[J].福建建筑,2006 (3):85-87. CHEN Keng. Construction technology of super-sized cast-in-place pile on sea[J]. Fujian Architecture & Construction, 2006(3):85-87.

(编辑 王建华)