

伊朗库姆大桥大口径基桩孔钻进工艺

曾铁军(中国煤田地质总局 129 队 邯郸 056004)

摘要 介绍了在伊朗库姆大桥工地利用泵吸反循环冲洗一次成孔工艺,施工大口径基桩孔的技术问题,包括埋设护筒、移机定位、对鱼尾导向和燕尾导向刮刀钻头镶焊角度的改进和变换泵轴密封材料等,提高了成孔效率和质量。

关键词 大井径井 反循环钻进 钻进速度

中国图书资料分类法分类号 P634.5

作者简介 曾铁军 男 37 岁 工程师 钻探工程

1 引言

我局受 SAMEHI 公司委托,1994 年 10 月进入伊朗库姆大桥工地负责施工部分基桩孔。在土质粘性大,大鹅卵石多的地层中施工大口径钻孔。历时 4 个半月,施工桩孔 187 个,完成工作量 4 268 m。本文结合工程实践对大口径基桩孔成孔技术作一介绍。

2 地质概况

桩孔穿透的地层为一套河流沉积的塑性粘质土砂卵石层,其中砂卵石层占 60%,粒径大于 85 mm 的卵石占 28%以上。

0~8.80 m 为软塑状粘性土层,含砂、碎石、卵石,结构较松散。

—8.80~—18.70 m 为硬塑状粘土固结的砂卵石层,呈中等密实结构,卵石磨圆较好,易滚动。

—18.70 m~终孔为硬塑状粘性土固结的卵砾石层,结构密实,砾石浑圆度好,坚硬,易滚动。

3 桩孔技术要求

桩孔直径 1.2 m,孔深 21~25 m,均为垂直孔,允许中心偏离误差不超过 25 mm;孔底沉渣厚度小于 0.35 m。

参与与泡沫钻井工艺参数之间的关系,解决泡沫流变理论在实际应用中的技术问题。

参考文献

1 郑洽徐,鲁钟琪编. 流体力学. 北京:机械工业出版社,1980

2 石油与天然气勘探开发工会编. 钻井泥浆与水泥浆流变学手册. 北京:石油工业出版社,1984

3 樊世忠等编. 泡沫流体钻井技术. 北京:石油勘探开发科学研究院钻井工艺研究所,1991

(收稿日期 1996-01-30)

TESTS AND RESEARCHES OF THE FOAM RHEOLOGICAL MODELS

Liu Xiaoyan Zhi Heng Mu Bozhong Yao Zhijun
(Xian Branch, CCMRI)

Abstract Foam rheological model is the theoretical basis of foam drilling, hydraulic parameter calculation and practical processing. The authors determined exactly the volume of flow and the difference of pressures as well as their varieties while the foam liquid flowed through the circulating water channels. The researches on foam liquid show that the foam rheological properties can be demonstrated by the power pseudoplastic models or Bingham plastic models, especially by the former.

Keywords foam slurries; rheological property; mathematical model; experimental studies.

4 钻探机具选择

反循环工程钻机 GJC-40 MF, 柴油机功率 75 kW; 5BS 型砂浆泵, 流量 3 000 L/min; 3PNL 型泥浆泵, 流量 1 800 L/min; $1\frac{1}{2}$ BA-6 清水泵, 排量 183 L/min; 电动机功率 30 kW。

主动四方钻杆 168 mm×168 mm×4 000 mm; 孔内钻杆为 ϕ 168 mm×9 mm 法兰钻杆, 长度为 3 m 和 2 m 两种; 配重由 ϕ 180 mm×14 mm 的粗径钻具外镶 4 组加重块, 每组加重块质量为 600 kg; 双腰四翼锥形刮刀钻头 ϕ 1 200 mm, 鱼尾和燕尾导向小钻头各一套。

5 成孔技术工艺

5.1 埋设护筒

根据测定的桩位, 以中点为圆心, 人工挖出比设计桩孔直径大 200 mm 的基坑。将护筒安放在基坑内, 复测校正后, 用粘土将护筒周围填好, 夯实。如果围土中砂卵石含量较多, 可以用浇灌混凝土的方法稳固护筒。然后将钻头吊入护筒内。

5.2 水池及水槽的布置

水池的布置主要考虑钻进方法、场地环境、移机、灌砦、排渣和桩孔设计位置诸因素。采用两条承台桩孔共用一池的跳台方法。水池容积一般为 85~100 m³; 水池至孔口的水槽宽×深不少于 600 mm×600 mm。

5.3 放线移机

沿基桩孔半径划地平基准线, 以桩孔中心为圆心, 载(钻)机汽车后轮两侧之间的宽度为直径划圆, 交基准线于两点。通过这两点划两条垂直于基准线的平行线, 即为汽车后轮外缘运动的轨迹, 然后用木桩分别在两条平行线上定下汽车后轮外缘运行至基准线的最近距离。当钻机转盘到孔位后, 钻机四条支腿座落在较坚实的位置上, 保证平稳、周正、水平, 钻机天车、转盘中心和桩孔中心在同一条铅直线上, 以防止孔斜, 影响灌注桩的质量。

5.4 钻进成孔

为了确保钻孔的安全和钻孔灌注桩的质量, 均采用跳孔(桩)成孔方法。在钻进成孔时, 使用与设计桩孔直径相符的大口径刮刀钻头一径到底。每个钻

程开始先启动砂石泵, 再转动钻具, 尤其是在粘性土层和卵石层中, 必须先将钻具下放至距孔底 0.5~1 m 处, 待砂石泵运行正常后, 一边慢速回转, 一边缓慢地将钻具送到孔底。并根据地层的软硬程度合理选择钻头与钻进技术参数(表 1)

5.5 成孔中应注意的几个技术问题

5.5.1 导向小钻头的改进

经最初施工的 10 个桩孔的统计资料表明, 鱼尾导向刮刀钻头在变化频繁的岩层中钻进的最高钻速为 A₂⁵ 孔, $v_{\max}=8.10$ m/h, 最低为 A₂⁸ 孔, $v_{\min}=0.56$ m/h, 10 个孔的平均钻速为 $v_p=3.47$ m/h。从钻效上看还是可以的, 但从孔内钻具的稳定程度和钻头的磨损情况分析, 在硬塑状粘性土固结的卵砾石层中钻进的鱼尾导向小钻头存在着压力集中, 稳定性差等问题, 同时粘性土易糊住小钻头。其原因因为鱼尾导向小钻头以刮取钻进为主, 尾翼与岩层层面是垂直的, 钻具作用在翼片上的力是一个压入岩层的压力, 所以压力与压入深度成正比。一旦孔内地层发生变化, 且钻头压力又未及时调整时, 将会加剧钻头的磨损或糊钻。为了提高钻头的使用寿命和钻进效率, 改进导向小钻头的镶焊角度, 让尾翼与岩层之间成 75°~85°的切角, 使钻具重力在翼片上分解成压入力和切入力。这种钻头在转盘扭力作用下, 翼片产生爬犁效应, 岩土受到剪切力而一块块地切削下来。即使在较硬的岩层中钻进也能以剪切的形式碎岩钻进。因此, 钻机运转轻松平稳, 钻效高。翼片交角与切入深度成反比, 即交角小, 切入深; 夹角大, 切入浅。实钻结果表明, 两翼镶焊的夹角<30°, 呈燕尾状为宜。如在相同条件下的 11 个桩孔的钻效: $v_{\max}=9.88$ m/h, $v_{\min}=1.61$ m/h, $v_p=4.37$ m/h。由此可见, 这种燕尾导向钻头的工效高, 对地层的适应性强。

5.5.2 维持钻具自动给进状态

在地层不变的情况下, 如河道中间 4 条承台

表 1 钻进技术参数

地层	钻头导向形式	钻压 /kN	转速 /r·min ⁻¹	泵量 /L·min ⁻¹
流塑状砂土层	鱼尾	15~18	36~48	3 000
	燕尾	10~15		
粘土、砂卵石层	鱼尾	18~20	18~36	
	燕尾	15~18		
硬塑状粘土、卵砾互层	鱼尾	20~23	18	
	燕尾	18~20		

F₄~F₇桩孔,均采用了恒压钻进方法来维持自动钻进。如果泵站处于滞流状态,即砂石泵出水口的水量变小或突然中断,即孔内钻具自动给进工作状态遭到破坏,此时的压力只做重复研磨孔底岩屑的无用功。如果泵站运转正常,钻头压力不足,孔底碎岩效率低;钻头压力过大,钻头水口易被孔底粘泥阻塞,影响泵吸效果,降低钻进效率。因此,成孔中钻头压力不仅因地层的差异有所改变,而且还受到泵站的控制。当泵站运行正常时,压力不变,钻具处于自动给进状态;当泵站运行异常时,应及时减小压力、停钻,将钻具提离孔底。

5.5.3 泵站与管线的密封

清水从水池经水槽流入孔内,再由钻头水眼进入吸水管经泵站排出孔外,形成一自流供水的反循环系统。该系统应保持孔内 0.02 MPa 的静水压力,以利于孔壁稳定;还应采取有效措施保证泵站和管线具有良好的密封性,以提高成孔进度和质量。

管线连接处加密封衬垫或耐油橡胶圈;泵轴的密封填料应一次加足,以增大压盖的弹性压入量,确保填料与泵轴之间的密封性。施工中我们使用纤维组织坚韧的黄麻绳代替石棉绳,收到了满意的效果。此外,还要坚持泵前注引水,泵时先开泥浆泵后开砂石泵,泵后注意观察出水量,停泵用水冲洗砂石泵等常规防泄漏措施。

5.5.4 磨壁和清底

为了保证桩孔垂直且稳定,除了严格控制开孔钻速外,每个回次中要及时修整孔壁,尤其在穿过软层或卵石层后。松软岩土极易出现颈壁现象;而卵石受到钻头的机械震动后,易朝着孔内滚动,掉入钻头腰带与孔壁之间的间隙,卡住钻头,阻碍进尺。此时,应将钻具上下串动修磨颈壁或探头石。一旦发生坍孔,应及时往孔内回填红粘土至安全孔段,静置 0.5~1 h,然后缓慢平稳地上下转动钻具扫孔,此法的

有效率达 40%~60%。亦可回灌混凝土,候凝 24 h 后再重新钻进,此法有效率 100%,但成本较高。

孔底沉渣情况可用滤网从砂石泵出水口筛渣的情况来判断。每一钻程后,仍保持孔内钻具慢速旋转,开泵抽吸 10 min;终孔后,将钻具提离孔底 0.2 m,缓慢转动钻具,用砂石泵继续抽吸 15 min。

6 工艺效果

开始因工艺技术不合理,施工进度缓慢。后来采用了上述施工方法,移机定位时间缩到原来的四分之一,孔直且规则,中心偏离 < 25 mm,成孔效率提高 277%。泵轴密封材料改变后使用寿命提高 3.9 倍,泵的吸力增大,孔底无沉渣。

6.1 钻头的使用效果

由于钻头结构合理,两套钻头刀片唇部均呈圆弧状磨损,每组工作面上的刀片磨损均匀,且无崩刃掉块现象。只有当刀片唇部的圆弧面趋于平面后,才将同一组工作面上的刀片全部更换,提高了钻头的使用寿命,平均为 328 m/个。钻头单位成本为 4.56 元/m,钻进时间利用率为 32%,平均时效为 4.64 m/h。

6.2 密封材料的应用效果

在泵轴填入的密封材料中,初时使用 22 mm × 22 mm 石棉绳盘根,填入一次的工作寿命为 17~23 h。后来改用 $\varphi 20 \sim 22$ mm 的黄麻绳代替石棉绳盘根,每填一次的寿命是石棉绳的 3.9 倍。经分析,黄麻绳中的麻丝质地柔韧,油渍后内外环状部分张开成道道坚固的麻网墙,可将油网罗其间,从而起到封气隔水的作用。在相同的工作条件下,麻绳受压盖的挤压作用所产生的变形量比石棉绳小,当压盖压紧时,也无卡滞泵轴现象。

(收稿日期 1996-02-07)

DRILLING TECHNIQUES OF LARGE DIAMETER HOLES FOR THE FOUNDATION PILES OF QOM BRIDGE IN IRAN

Zeng Tiejun (The 129th Team, China Coal Geology General Bureau)

Abstract The author introduced a successful experience of reverse circulation drilling with pumping in Iran. The technical problems in construction of large diameter holes were solved, including the covering of muff, shifting and positioning of the drilling rig, improving of the welding angles of the fishtailed and swallowtailed drag bits and the exchange of sealing materials of pumps etc.. The construction of the foundation piles of Qom Bridge reached a good result with high efficiency and fine quality.

Keywords big hloe; reverse circulation drilling; drilling rate