

深水湍急河流水上勘探施工工艺与技术措施

肖冬顺, 张辉, 常宝, 梁亚龙, 吴忠

(长江水利委员会长江岩土工程总公司(武汉), 湖北武汉 430010)

摘要:结合芜湖长江公路二桥水上勘探工程实例,对深水湍急河流水上勘探施工工艺和施工安全管理进行了总结,同时主要针对施工过程中出现的钻探平台准确抛锚定位、固定,护孔套管的固定,护孔套管弯曲、变形、断裂,水位涨、落,护孔套管的伸缩等4大技术难点问题,利用现场现有条件,在保证工期和充分降低成本的情况下,采取了行之有效的技术处理措施,大大降低了钻探成本,顺利完成了钻探施工任务,获得了良好的经济效益和社会效益。

关键词:深水;湍急河流;水上勘探钻探平台;护孔套管

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)09-0076-04

Construction Process of Exploration on Deep and Rushing River and the Technical Measures/XIAO Dong-shun, ZHANG Hui, CHANG Bao, LIANG Ya-long, WU Zhong (Changjiang Water Resources Commission Yangtze River Geotechnical Engineering Corporation (Wuhan), Wuhan Hubei 430010, China)

Abstract: Combining with the on-water exploration engineering example of Wuhu Yangtze river highway bridge, the paper summarizes the construction technology and construction safety management in deep and rushing river section. With the existing conditions, effective technical measures were adopted mainly according to the accurate anchoring and positioning of drilling platform; protecting casing fixation; bending, deformation and fracture of protecting hole casing; fluctuation of the water level and casing expansion, the drilling cost was greatly reduced and the good economic benefit and social benefit were obtained.

Key words: deepwater; rushing river; drilling platform of on-water exploration; protecting hole casing

0 引言

众所周知,水上钻探较一般陆地钻探来说,施工难度大,而且水上钻探受自然条件各方面的影响较多,如水流速、水位、季节、风浪、气象、潮水等,安全风险高,特别对于深水湍急河流段,施工技术难度更大,须采取特殊的施工工艺和技术措施。本文结合芜湖长江公路二桥水上勘探工程实例,对深水湍急河流水上勘探施工工艺和施工安全管理进行了总结,同时主要针对施工过程中出现的钻探平台准确抛锚定位、固定,护孔套管固定,护孔套管弯曲、变形、断裂,水位涨、落,护孔套管的伸缩问题等4大技术难点,利用现场现有条件,在保证工期和充分降低成本的情况下,采取了行之有效的技术处理措施,大大降低了钻探成本,顺利完成了钻探施工任务,获得了良好的经济效益和社会效益。

1 工程概况

芜湖长江公路二桥是安徽省高速公路网规划中徐州—福州高速公路的过江通道,直接连接江南、江

北高速,其中长江大桥及引桥长 13.05 km,北岸接线 21.48 km、南岸接线 21.27 km,公路大桥横跨长江水面主河床约 1.6 km,长江北岸河床水深 5~16 m,水流相对平稳。南岸的河床有一段深达 26~34 m 的回水河槽,水流湍急,流速达 2~5 m/s。桥位区地形地貌可分为两大地貌单元,即沿江冲积平原和低山丘陵。

平原区分布于长江两岸,主要为长江冲积物构成,次为河湖相堆积物,厚约 40~50 m,局部大于 60 m,堆积物明显具“二元结构”,上部粘土、亚粘土,下部砂层或砾石层。首尾河宽分别为 900 和 1100 m,展宽处可达 9.0 km。

2012年9月初,我公司承担了该高速公路大桥初步设计勘探工程任务,需要对长江河床上主桥墩、过渡桥墩、辅助桥墩所在位置进行工程地质勘探。水上钻孔布设 22 个(钻探布置见图 1),其中南岸主桥墩深水区 7 个钻孔,设计孔深 110~120 m,进尺 850 m;北岸主桥墩浅水区及两岸过渡桥墩、辅助墩共 15 个孔,钻孔设计孔深 90 m,进尺 1350 m。总进尺

收稿日期:2013-03-29; 修回日期:2013-07-24

作者简介:肖冬顺(1969-),男(汉族),湖南汉寿人,长江水利委员会长江岩土工程总公司(武汉)副经理、高级工程师,全国水利水电一级注册建造师,探矿工程专业,主要从事水利水电工程勘探施工及研究工作,湖北省武汉市工农兵路特一号军供宾馆 328,171546354@qq.com。

2200 m。

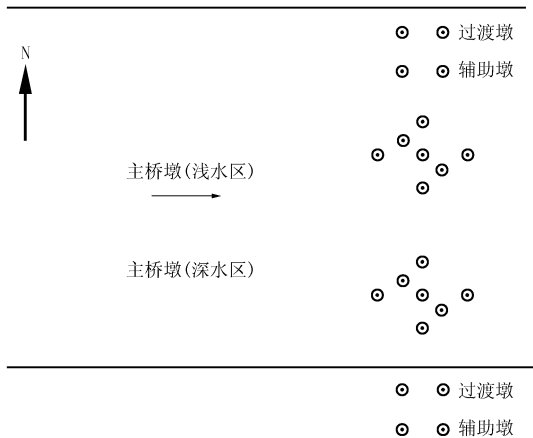


图1 工程勘探钻孔布置略图

2 施工机械及钻探平台布置

本工程钻探平台采用载重量为 500 t 的运输铁驳船改装而成,主要钻探设备:XY-2B 型岩心钻机,BW-150 型泥浆泵,泥浆循环池利用封隔的船仓,利用 $\varnothing 219$ mm 厚壁套管护孔。

3 前期施工准备

在长江航道进行水上钻探工作,首先要进行水文地质资料的收集,根据收集到的水文地质资料,进行钻探机械设备的选择,准备钻探管材,改装钻探平台,安装钻探机械设备及安全防护设施,同时,最重要的一点,还要进行水上航道作业申请,办理水上航道作业施工许可证。

本工程在前期收集水文地质资料时,由于水文资料不全,特别对南岸河床有一段深达 26~34 m 的回水河槽了解不清,施工难度估计不足,器材准备时采用 $\varnothing 168$ mm 厚壁套管作为护孔管,施工过程中,连续发生孔内事故 3 次,重复起拔套管 4 次,后临时从外地购买 $\varnothing 219$ mm 厚壁套管作为护孔管,效果还是不太理想,前后花费了一个多月的时间,工作进尺全无,工期变的非常紧张,再购买 $\varnothing 273$ mm 甚至更大直径的厚壁套管作为护孔管,增加的配套器材非常多,成本也会增加非常大,而且时间来不及,在这种情况下,我公司生产技术部门组织技术力量,到现场进行充分讨论、认证,尽量利用现有的工地条件,采取了多方面的加固处理措施,最后妥善地解决了技术难题,圆满完成了勘察施工任务。

4 施工工艺流程

水上钻探施工工艺流程如图 2 所示。

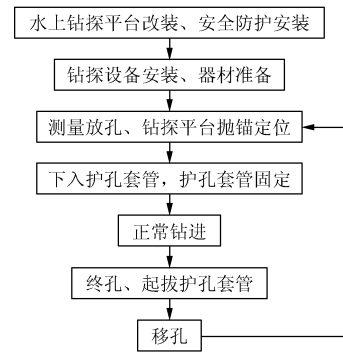


图2 水上钻探施工工艺流程图

4.1 钻探平台安装

本工程钻探平台采用载重量为 500 t 的运输铁驳船改装而成,为了不破坏运输铁驳船的功能结构,采用 22 的槽钢做成支架,安装在船头,孔口及操作平台伸出船头,钻机安装在船头甲板上,周围防护栏杆焊接牢固可靠。

4.2 钻探设备安装及器材准备

XY-2B 型岩心钻机,BW-150 型泥浆泵,水上钻探护孔管由开始的 $\varnothing 168$ mm 厚壁套管改为 $\varnothing 219$ mm 厚壁套管,钻机安装牢固、平稳,泥浆池布设在船体前仓,由 2 mm 厚钢板封隔而成, $\varnothing 50$ mm 低压胶管与孔口管调节器的出浆管相连,将泥浆导入泥浆池中,形成循环系统。

4.3 测量放孔、钻探平台抛锚定位

采用手持 GPS 导航定位跟踪法测量,设置好主锚坐标,指示抛锚交通船到达预定位置抛掷主锚,再抛掷上、下游边锚,最后调整、校核钻孔位置。

4.4 护孔套管下入与固定

护孔套管一般隔离覆盖层,进入基岩 5~10 cm,但覆盖层太厚或太密实时,进入覆盖层 2~3 m,下入过程中,时时校核套管的垂直度,下好后,用导向架固定。

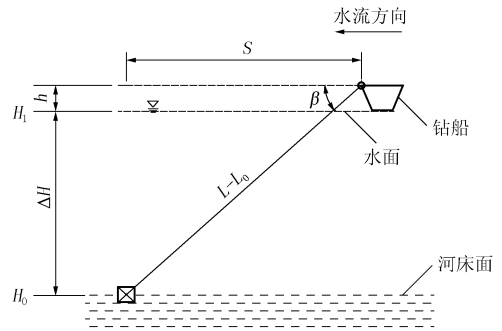
4.5 钻进技术参数

钻压 4.5~7.0 kN,转速 550~800 r/min,冲洗液量 50~70 L/min,断层破碎带采用 $\varnothing 91$ mm 金刚石双管钻进,但回次进尺应减少,控制在 1 m 以内,遇堵塞必须提钻,以提高岩心采取率和岩心完整度。

5 技术难点

长江北岸河床水深 5~16 m,水流相对平稳,施工难度相对较小。利用常规的水上钻探施工工艺,5 个多月的时间,顺利完成了北岸 1350 m 的钻孔任务。但南岸的河床有一段深达 26~34 m 的回水河

槽,水流湍急,在实施过程中,遇到了以下几个技术难题:一是钻探平台准确抛锚定位、固定的问题,由于水流急,且有回流旋涡,钻探平台抛锚定位非常困难,固定不牢,伴有缓慢漂移的现象,测量放孔校测时,最大一次一天向下游累计漂移达2 m;二是护孔套管固定的问题,由于水流作用,护孔套管本身向下游方向倾斜;三是护孔套管弯曲、变形、断裂的问题,本工程由于护孔套管弯曲、变形、断裂,出现孔内事故3次,重复起拔护孔套管4次;四是水位涨、落,护孔套管的伸缩问题,由于水位的涨、落,护孔套管经常要进行装、卸,影响施工进度,产生安全隐患。



图例说明: H_1 —水面高程, m; L —主锚索长度, m; H_0 —河床面高程, m;
 L_0 —锚索预留长度, m; h —船面到水面高度, m;
 S —主锚索水平投影长度, m; β —主锚索与水平面夹角, ($^\circ$)
 公式: $\Delta H = H_1 - H_0$, $L - L_0 = (\Delta H + h) / \sin \beta$, $S = (L - L_0) \cos \beta$

图3 手持GPS导航定位跟踪法测量示意图

6 技术措施

针对长江南岸深水湍急河流段主桥墩孔施工过程中出现的以上4大技术难题,采取了以下技术措施,顺利完成了施工任务。

6.1 针对钻探平台准确抛锚定位、固定的问题

(1) 将主锚替换,原200 kg 四爪锚更换为660 kg 霍尔锚,边锚采取在原锚上加挂50~100 kg 不等的金属重物,上边锚加重些,下边锚减轻些。

(2) 填砂压仓办法增加船体质量,填砂200 t,增大40%的吃水深度,填压仓材料不宜采用流体材料,流体材料不能与船体很好结合成一体,从而达不到增加船体整体质量,仅增加吃水深度,对增加稳定性作用不明显,采用填砂压仓的办法起到了良好的稳定效果。

(3) 采用手持GPS导航定位跟踪法测量,根据河床高程 H_0 及现状水面高程 H_1 的高程差 ΔH ,量取船面至水面高度 h ,计算主锚索长度 L 、预留长度 L_0 , $L - L_0 = (\Delta H + h) / \sin \beta$, $S = (L - L_0) \cos \beta$,设置好主锚坐标,指示抛锚交通船到达预定位置抛掷主锚,再抛掷上、下游边锚,最后调整、校核钻孔位置。手持GPS导航定位跟踪法测量如图3所示。

6.2 针对护孔套管固定的问题

采取在船体外边缘加工安装护孔套管导向架,导向架由导向支架和上、下扶正环构成,导向支架采用18工字钢加工而成,上、下扶正环采用2 cm厚的钢板切割成直径为350 mm圆环,导向架体焊接要保证牢固可靠,导向架与船体外缘连接也要保证牢固可靠。

6.3 针对护孔套管弯曲、变形、断裂的问题

采取外加筋的方法增大护孔套管的抗弯强度,利用现有材料($\varnothing 50$ mm 钻杆)焊接而成,在每根 $\varnothing 219$ mm 护孔管外壁中部对称焊接4个 $\varnothing 65$ mm 的

钻杆锁接头,在下入护孔管的同时,下入4根 $\varnothing 50$ mm 钻杆,钻杆用锁接头丝扣连接,每5~10 m 再加一圈铁丝捆扎。通过加固处理,截面积增大1倍,抗弯强度增大1倍。护孔套管在下入过程中和起拔过程中,还会受锤击产生的冲击力,为防止锤击产生的冲击力使钻杆脱落,4个钻杆锁接头要焊接牢固可靠,同时每5~10 m 再加一圈铁丝捆扎,增加牢固性和增强整体性。

6.4 针对水位涨、落,护孔套管的伸缩问题

加工安装专用的孔口管调节器(如图4、图5所示),与钻机底座相连,随着水位的涨、落,孔口管自动调节伸缩,孔口管调节器用 $\varnothing 168$ mm 厚壁套管加工而成,长度2~3 m,外部安装15 mm 厚的密封胶皮,防止循环泥浆内、外漏失,同时,孔口管调节器上、下端各加工一个上、下定位环,防止孔口管调节器芯管和胶皮脱落,同时起导向作用,专用接头可延长调节器的长度,加大调节范围。

钻探准备工作完成后,将护孔套管下至河床底部

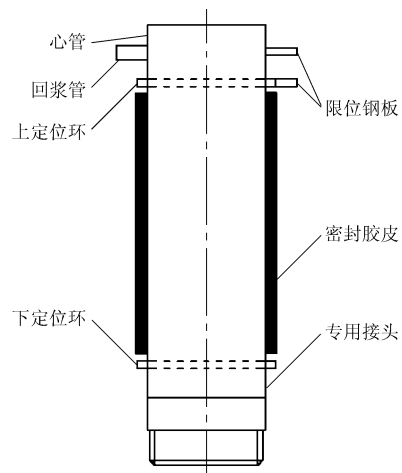


图4 孔口管调节器示意图

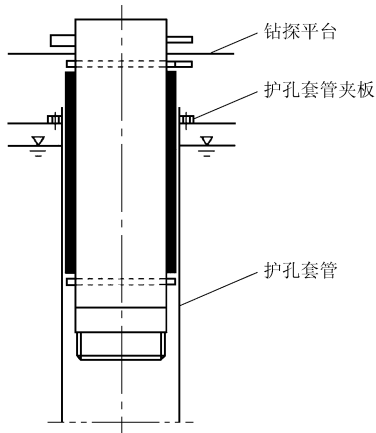


图5 孔口管调节器安装结构示意图

隔离河水,通过护孔套管夹板固定护孔套管后,将调节器放入护孔套管并通过2个限位钢板夹持钻探平台将调节器固定在钻探平台上,下入钻杆、钻具、钻头开始正常钻进工作。当水位上升或下降时,随着水上钻探平台的上下调节,即可带动调节器上下滑动,从而起到调节护孔套管长度的作用。孔内泥浆通过出浆管导入泥浆池,实现泥浆循环钻进。

7 水上钻探施工安全管理

水上钻探施工安全责任重大,危险因素多,主要危险源来自人员操作,水情的突然改变,钻探平台的安装防护措施,钻探器材的性能、质量,雷雨大风天气的突然来临等方面。针对主要危险源的分析,采取以下安全防护措施:

(1)健全安全管理制度,增强人员安全意识,制定了水上作业安全操作规程、水上作业应急处理预案、水上作业安全管理处罚规定等。

(2)加强人员培训,所有施工作业人员,进行水上钻探作业前,均要进行专门的安全教育与安全知识学习,做到对水上作业存在的安全风险因素和应对措施了如指掌。

(3)加强安全防护,做好应急处理预案:一是人员防护用品配备齐全,救生衣、安全帽、安全带、救生圈、安全绳、灭火器等防护用品配备齐全;二是钻探平台周围的护栏加固,信号灯、信号旗、警示标志安装齐全。

(4)与航道部门加强合作,航道执法部门做好护航、巡航保卫工作,防止外来船只航行干扰。

(5)加强与水文气象部门联系,随时掌握当地的水情、气象资料,遇到突发雷电、大风天气及水位暴涨时,做好人员的及时撤离和机械设备的加固保护工作。

(6)加大安全管理资金的投入。资金的保障,是以上各项措施得以贯彻实施的坚强保障。

8 效果分析

2012年9月~2013年1月,2台钻机共完成水上钻孔22个,完成钻探进尺2200m,台月效率平均由最初的50m提高至210m,孔内事故率大大降低,从最初一个月3次孔内事故、4次重复起拔套管到后来一次套管下管到位,无一次孔内事故发生,钻探成本得到控制,经济效益大大提高,业主单位由最初的担心完不成任务到最后的好评,使我公司获得了经济效益和社会效益的双丰收。

9 结语

针对深水湍急河流段水上钻探施工过程中出现的问题,如何利用现场现有条件,在保证工期和充分降低成本的情况下,采取了以上相应的技术处理措施,通过实践证明,该技术处理措施使工程施工台月效率大大提高,孔内事故率大大降低,成本大大降低,对于深水湍急河流段水上钻探施工是行之有效的。

参考文献:

- [1] 长江水利委员会三峡勘测研究院. 水利水电工程勘探与岩土工程施工技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [2] 马明,范子福,肖冬顺,等. 水利水电工程钻探与工程施工治理技术[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2009.
- [3] 郭培国. 工程勘察的水上钻探施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S1):80-82.
- [4] 王光辉,陈必超. 浅海水域工程勘察钻探方法和技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):9-11.
- [5] 任良治. 汛期江上工程钻探施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(9):58-59.
- [6] SL 291-2003,水利水电工程钻探规程[S].
- [7] 孙昕. 门桥在黄河水上钻探的运用及淤滩上建筑钻探平台[J]. 水利水电钻探,1992,(4).
- [8] 郭峰. GYP-1型工程勘察液升压降钻探平台[J]. 水利水电钻探,1994,(3).