

# 汛期江上工程钻探施工实践

任良治

(重庆市地勘局 208 水文地质工程地质队,重庆 400700)

**摘要:**通过工程实例,着重介绍了汛期在江上进行桥基勘察施工时,钻船及设备的选择,钻船拼装和抛锚定位方法,钻进工艺以及机上余尺、回次进尺的计算方法等,重点强调了江上钻探施工的相关注意事项。

**关键词:**汛期;水上钻探;钻船拼装;钻进工艺

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)09-0058-03

**Construction Practice of River Drilling in Flood Season/REN Liang-zhi** (208 Hydrogeology and Engineering Geology Team, Chongqing Bureau of Geology and Minerals Exploration, Chongqing 400700, China)

**Abstract:** By the engineering case, the paper introduced the selection of drill ship & equipment, drill ship assembling & anchoring positioning, drilling technology & calculation method of kelly overstand and footage per run for river drilling of bridge foundation investigation in flood season. The attentions on river drilling construction were emphasized.

**Key words:** flood season; over water drilling; drill ship assembling; drilling technology

## 1 工程概况

重庆某高速公路拟在北碚城以西横跨嘉陵江,业主单位委托我队进行桥基勘察。为了赶在下半年冬季(枯水期)进行桥基施工,业主要求5月份开始进行勘察工作。我们于5月中旬进场,终因江水猛涨,船只不能定位而被迫停工。后业主要求在8月底必须提交勘察资料供设计方使用。故于7月5日再次上马,河对岸两个桥墩同时施工。刚开始施工时,江面宽约400 m,水深5.50 m,流速>3 m/s。施工中水深最高涨到11.20 m,江面宽约600 m,且涨落频繁,给施工造成了极大困难。由于是汛期进行水上钻探作业,施工用船只的安全尤为重要,我们采取租船的方式,将船只的下锚定位和安全管理工作的分包给水运公司,由水运公司派有经验的船长和水手负责安全工作,确保了施工安全。

该区出露的地层为第四系砂卵石层及沙溪庙组长石石英砂岩。地质要求揭穿砂卵石层后,基岩钻进到微风化层终孔,全孔连续采取基岩样品。

本次施工先后两次上马,累计用了30天时间,完成江上3个桥墩共8个孔的施工任务,累计工作量158.65 m,其中砂卵石层22.70 m,基岩135.95 m,最深的孔为26.60 m。砂卵石层集中分布在南岸,钻孔揭露最厚为5.50 m,最薄为2.30 m。共取基岩样20组,完全满足了地质技术要求。

## 2 施工设备

选择施工设备时,应考虑钻孔性质,孔深、水深、水的流速及风浪等因素。特别是汛期进行水上钻探施工,钻船和钻机都应加大考虑。施工用设备见表1。

表1 施工用设备一览表

| 设备名称   | 设备型号      | 数量  | 备注        |
|--------|-----------|-----|-----------|
| 钻机     | XY-2      | 2台  |           |
| 水泵     | 100型钻机自带泵 | 2台  | 单独使用      |
| 柴油发电机组 | 75 kW     | 1台套 | 施工砂卵石钻机用  |
| 电焊机    | 17 kVA    | 1台  |           |
| 氧焊设备   | 常规        | 2套  |           |
| 钻探船    | 80 t钢驳    | 4艘  | 每2艘拼装一钻探船 |
| 拖轮     | 270 马力    | 1艘  | 生活运输用     |
| 钻塔     | 9 m三角塔    | 2套  |           |

## 3 钻船的选择、拼装和定位

钻船的选择、拼装和定位是水上钻探的一个重要环节,关系到以后能否顺利埋设井口导向管以及施工安全。

### 3.1 钻船的选择依据

钻船的选择和抛锚定位,首先要考虑船舶在水上的受力状态。根据有关资料介绍,船体在水中主要受水流阻力、水流冲击力、风力以及钻进时的振动力。

#### 3.1.1 水流阻力

$$R_1 = FSV^2$$

收稿日期:2010-04-08; 修回日期:2010-07-08

作者简介:任良治(1962-),男(汉族),四川南充人,重庆市地勘局208水文地质工程地质队地勘设计院副院长、高级工程师,探矿工程专业,从事勘察设计工作,重庆市北碚区天生劳动村10号,208renlz@sina.com。

式中: $F$ ——水流阻力系数,根据经验,一般铁船取 0.17; $S$ ——船的湿润面积,可按  $S=L(2T+0.85B)$  计算; $L$ ——船长; $T$ ——吃水深度; $B$ ——船底宽; $V$ ——水流速度。

### 3.1.2 水流冲击力

$$R_2 = \varnothing \gamma F V^2 / (2g)$$

式中: $\varnothing$ ——冲击系数,流线型船只取 0.75,直角型船只取 1; $\gamma$ ——水的密度; $g$ ——重力加速度; $V$ ——水流速度; $F$ ——船头挡水面积,等于船宽乘以吃水深度。

### 3.1.3 风力

$$R_3 = 0.004AV^2$$

式中: $A$ ——受风面积; $V$ ——风速。

### 3.1.4 钻进振动力

钻进振动力没有确定的公式。一般应根据钻机的大小、动力类型(柴油机或是电动机)、钻孔深度、钻孔口径、开动转速等因素综合考虑,特别应考虑是否使用吊锤冲击跟管等动荷载因素。

根据以上几种外力,在汛期进行水上钻探施工,由于江水涨落频繁,水位波动大,工作船应选用船面较宽,船底平坦的驳船。这样的船只,一般吃水较浅,重心低,受外力作用相对较小,稳定性好。同时抛锚数量要足,质量要大。根据钻船所承受的设备物资质量、受江水涨落影响而承受的各种外力,概略估算本次水上钻探钻船应在 80 t 以上。为了保险,计划用两艘 80 t 钢驳拼装。

### 3.2 钻船拼装

我们采取的办法是:将两艘 80 t 钢驳,用  $\varnothing 25$  mm 螺纹钢和 20 mm 厚的薄钢板条电焊联接,利用船两头的铁栓,用钢丝绳将两船紧紧缠绕。上面铺设 30 mm 厚的木板,用抓钉联接,边缘用钢管加扣件夹持牢固,组成钻探平台,钻机安装在两只钢驳的中缝处,利用船尾的鱼尾形空隙作钻孔通道(如图 1 所示)。三角塔的 3 只脚用电焊焊在船体上,受力方向焊钢块支挡,使其在受力状态下不移动,不倾覆。在钻船平台四周用钢管搭设护栏,以防施工人员不慎掉入江中。

### 3.3 抛锚定位

由我们派出技术人员和水运公司一起研究定位方案,由水运公司组织实施。如图 1 所示,提头锚是所有锚中最关键的锚,其质量 400 kg,抛在距钻船上 100 m 处。根据桥墩上钻孔的位置,每个桥墩只下一次提头锚,由外锚和地锚调节钻孔孔位,提头锚的钢丝绳要有足够长度,便于随水位的涨落收放

钢丝绳。地锚固定在地面上适当的地方。由于汛期施工,水流湍急,钻船两侧存在水的流速差,船体随时有偏离主航道的趋势,所以外锚一定要有足够的质量,本次施工每个外锚用 4 块砂岩条石代替,质量约 600 kg。用条石下锚时,一定要用钢丝绳将条石捆紧套牢,施工结束后要全部打捞上岸,否则易给航运造成隐患。

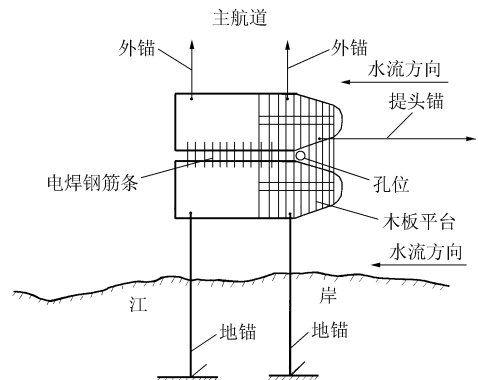


图 1 钻船拼装定位示意图

### 3.4 钻孔定位

锚下好后,由专职测量人员分别在岸上和船上通过对讲机进行指挥,由船上工作人员通过调节 3 组锚的钢丝绳长度进行钻孔定位。用经纬仪反复校正无误后,方可开钻。

## 4 钻进工艺

### 4.1 钻进方法

北岸为洪水冲刷岸,水深 5.50 m,涨水时最深为 11.2 m,水底基岩出露,钻进工艺较为简单,但井口导向管不易固定。我们采取的方法是:选用  $\varnothing 150$  mm 口径加长岩心管在基岩中钻进 1 m 左右,取完孔内岩心,提出钻具。如果此时直接下导向管,由于江水流速大,套管始终向下游方向偏移,不能直接下到原孔中去。要先用钻杆探到原孔中作为导向杆,再将套管套在钻杆外面,即可比较顺利地打好井口导向管。打好导向管后,在钻探平台下方 1~2 m 处,用钢丝绳将导向管柔性固定在船体上。此时不能用刚性固定,否则因水的波动,船体剧烈振荡,不断撞击导向管,极易造成导向管折断(如图 2 所示)。导向管柔性固定好后,再用  $\varnothing 130$  mm 或  $\varnothing 110$  mm 钻具钻进取样至终孔。

南岸水深 4.8~5.3 m,江底即是砂卵石层,最厚 5.50 m。用  $\varnothing 172$  mm 环刀钻具,用吊锤冲击跟进,估计钻具已固定好(进尺约 3 m),拆掉上接头,将粗径钻具留在孔内,作为井口导向管,用  $\varnothing 130$

mm 钻具中间掏心,边掏边跟进导向管,一直到基岩。捞尽套管内砂卵石后,用  $\varnothing 110$  mm 钻具钻进取样至终孔(如图 2 所示)。

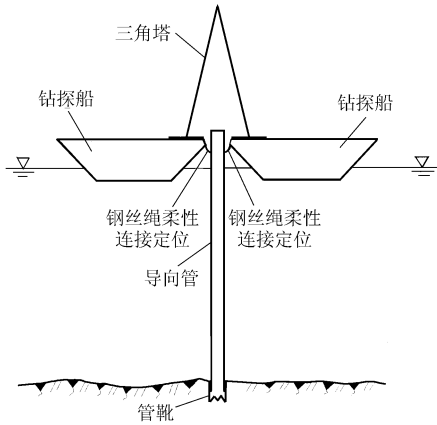


图 2 导向管装置示意图

#### 4.2 机上余尺的计算方法

汛期进行水上钻探施工,由于受江水涨落的影响,机上余尺是一个变量。涨水时,水位上升,机上余尺减少。退水时,水位下降,机上余尺增加。因此,每个回次的机上余尺,都要根据水位的变化情况进行计算后确定。

开孔下入孔口导向管以后,应及时丈量出导向管头至水底(钻孔起始点)的高度,定为  $H_1$ ,作为计算基准点。然后按下列公式计算开孔时的机上余尺:

$$S = H - H_1 + H_2 - H_3$$

式中:  $S$ ——机上余尺;  $H$ ——钻具总长;  $H_1$ ——导向管头至水底高度;  $H_2$ ——导向管头至钻机底座高度;  $H_3$ ——机高。

导向管固定后,  $H_1$  即是一个常量。而  $H_2$  则随水的涨落而变化。

#### 4.3 回次进尺的计算方法

江水上涨时,机上余尺除了随着孔内进尺减少外,也随着水位上涨、船体升高而减少;退水时,机上余尺除了随着孔内进尺增加而减少外,又随着水位的回落、船体下降而增加。因此,回次进尺的计算,应考虑本回次过程中水的涨落高度。计算公式:

$$h = S - S_1 - (H_2 - H_3)$$

式中:  $h$ ——回次进尺;  $S$ ——下钻到底时机上余尺;  $S_1$ ——提钻时的机上余尺;  $H_2$ ——下钻到底时保护管头至钻机底座高度;  $H_3$ ——提钻时导向管头至钻机底座高度。

涨水时  $H_2 > H_3$ , 退水时  $H_2 < H_3$ 。

### 5 施工注意事项

(1) 开工前,应向航运监督管理部门提出申报,确定施工水域范围,发安全通告,设立安全警示标志。

(2) 汛期进行江上钻探施工,应随时和当地防汛部门和水文站取得联系,便于及时掌握江水涨落动态。如遇水位涨落较大时,应立即拔出井口导向管,停止施工,否则,易造成井口导向管折断事故。如井口导向管从江底折断,则该钻孔报废,应重新挪位开孔。如导向管从上部折断,水下留有残桩时,不但钻孔报废,还必须对残留套管进行清理,必要时需请潜水员下水炸掉残桩。不然,易造成撞船事故。

(3) 在开钻前,一定要先设好测量水位涨落的标尺,便于施工时进行回次进尺计算。

(4) 由于钻船两侧存在水的流速差,加之船上物资设备摆布不一定均匀,钻探平台往往不易水平,此时可通过 2 只钢驳贮水仓的蓄水量来调节平衡。

(5) 在施工过程中,根据水的涨落情况,必须安排专人(最好是有经验的水手)负责收放钢丝绳。水位上涨时,应及时放松各锚钢绳,水位下降时,应及时收紧各锚钢绳。

(6) 钻船上应配备适当数量的救生设备和消防器材,并有专人负责安全工作。

### 6 结语

只要措施得当,汛期在江上进行钻探施工作业是可行的。但是,汛期较枯水期施工所用钻船大,交通船也大,下锚重,成本高,安全工作令人担忧。如工期允许,应尽量避免汛期在江上进行钻探施工作业。

### 参考文献:

- [1] 杨宗仁,史学伟. 沪-蓉高速铁路跨越汉江特大桥桩孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(2): 47-50.
- [2] 罗永葵,曾勇生. 旋挖钻机在厚砂石层及膨胀性粘土层钻孔灌注桩中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1): 270-272.
- [3] 周庆固. 工程钻探技术及施工方法实例[M]. 北京:地质出版社, 1987.
- [4] 编写组. 钻探技术手册[M]. 北京:中国地质图制印厂, 1977.
- [5] 胡辰光,等. 钻探工程技术及标准规范实务全书[M]. 安徽合肥:安徽文化音像出版社, 2003.