

# 套管伸缩器及定位钢管桩 在滨海浮船平台绳索取心钻进中的应用

尚月成, 陈为民, 郝峰, 王明辉

(山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021)

**摘要:**随着探矿领域不断扩展, 滨海探矿项目越来越多。在滨海水上钻探中, 由于受海浪、涨落潮、暗流、大风等不稳定因素影响, 存在钻具横向、竖向定位控制困难等问题。采用“浮船 + 钢管桩 + 伸缩器套管”工法能较好地解决这 2 个难题。结合工程实践, 介绍了套管伸缩器及定位钢管桩在滨海绳索取心钻探中的组合应用。

**关键词:**套管伸缩器; 定位钢管桩; 浮船平台; 滨海钻探; 绳索取心钻进

中图分类号: P634 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2014)06-0049-04

**Application of Sleeve Expansion Joint and Positioning Steel Pipe Pile in Wire-line Core Drilling at Coastal Pontoon Platform/SHANG Yue-cheng, CHEN Wei-min, HAO Feng, WANG Ming-hui** (Shandong Provincial No. 4 Institute of Geological and Mineral Survey, Weifang Shandong 261021, China)

**Abstract:** In coastal prospecting drilling, the positioning control is difficult in both horizontal and vertical orientation because of the waves, tide, currents, winds and other factors of instability, which can be solved by pontoon platform + steel pipe pile + sleeve expansion joint method. The paper introduces the compound application of sleeve expansion joint and positioning steel pipe pile in coastal wire-line core drilling by the engineering practice.

**Key words:** sleeve expansion joint; positioning steel pipe pile; pontoon platform; coastal drilling; wire-line core drilling

## 0 引言

在滨海钻探中, 经常因为海水的潮差和钻具定位问题而影响钻探施工。为解决钻具横向、竖向定位问题, 以往或采用“钻探固定平台”工法<sup>[1]</sup>或采用“浮船 + 锚泊 + 加减套管”工法<sup>[2]</sup>, 偶尔亦有采用“浮船 + 锚泊 + 伸缩式套管”工法<sup>[3]</sup>来解决。但“钻探固定平台”费用高、耗时长, 适用于施工周期长的中深孔钻探; “浮船 + 锚泊 + 加减套管”工法存在横向固定不稳、频繁提下钻、适用于浅孔; “浮船 + 锚泊 + 伸缩式套管”工法存在横向固定不稳、套管伸缩段密封不可靠(漏浆)、无伸缩器、多见应用于大口径海洋石油钻井。

莱州朱由西金矿普查海上钻探项目设计孔深 70~200 m, 前期设计钻孔 16 个, 孔位布设距离岸边 2.5~4.3 km, 高潮时水深 6 m 左右, 潮差 2 m。平均波高为 0.8 m, 平均波长为 30 m。海底 50~70 m 以浅为强风化岩及第四系砂土层。设计要求采用小口径绳索取心钻进工艺。因绳索取心钻进对钻机的立轴与孔位的同心度要求较高, 如果只用锚锭固定

浮船, 浮船会随海水暗流和风浪发生较大的横向定位; 同时, 绳索取心钻进对冲洗液循环系统密封要求严格(要求粘度较低), 不能发生冲洗液泄漏现象, 以免发生孔内事故、污染海水; 而且绳索取心钻进过程中很少提大钻, 也就不能同工勘施工一样频繁提钻随潮水涨落加减套管。以上诸多条件都限制了上述几种工法在该工程中的应用。为降低成本、加快进度、减少污染, 笔者会同项目技术人员根据实际情况, 在以往“浮船 + 锚泊 + 伸缩式套管”工法的基础上研究应用了“浮船 + 钢管桩 + 套管伸缩器”工法。该工法在该项目钻孔施工中得到了成功应用。

## 1 “浮船 + 钢管桩 + 套管伸缩器”工法工作原理

“浮船 + 钢管桩 + 套管伸缩器”工法的核心是: 套管伸缩器及定位钢管桩。其工作原理如下:

(1) 浮船平台横向定位及竖向升沉: 通过船体外侧固定导管压入海底一定深度的钢管桩对浮船进行强制横、竖向定位、保证浮船平台在风浪条件下实现横方向基本不发生位移、竖向可随潮水涨落垂直

收稿日期: 2014-03-12

作者简介: 尚月成(1960-), 男(汉族), 山东烟台人, 山东省第四地质矿产勘查院高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程工作, 山东省潍坊市向阳路 228 号, shangyuecheng@sddksy.com。

升沉活动;

(2) 钻具竖向升沉:通过套管伸缩器实现上下两段不同直径的套管既可随潮水涨落自由升沉伸缩又密封良好。

## 2 套管伸缩器的结构

### 2.1 套管伸缩器的结构

首先根据设计终孔直径由小到大、由里及外、必要的安全储备进行钻孔结构设计。再根据选定的钻孔结构进行选择相应配套的套管伸缩器加工尺寸。该项目第一级套管选用  $\phi 146$  mm, 第二级伸缩管为  $\phi 127$  mm, 第三级套管为  $\phi 108$  mm。图 1 为钻孔结构图。

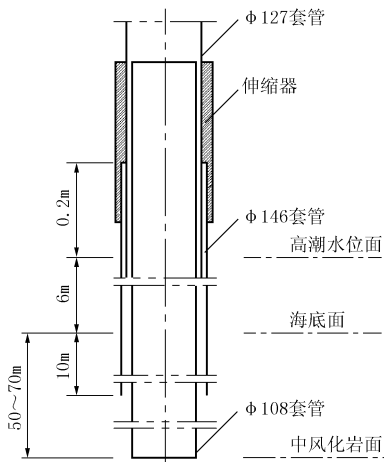


图 1 钻孔结构图

套管伸缩器由压帽、压环、塞线、塞线体 4 部分组成(如图 2 所示)。

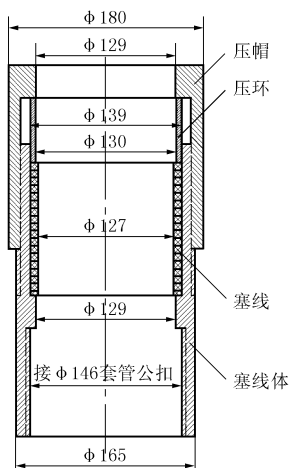


图 2 套管伸缩器总成图

压帽:选用外径 180 mm、内径 129 mm、长度 170 mm 的厚壁地质钢管,表面滚花(便于手工松紧),压帽内径加工成与塞线体外部相匹配的螺纹,丝扣长

度 150 mm。

压环:压环在压帽和塞线体之间,安装时压在塞线上部,通过压帽起传压作用。压环的外径小于塞线室的内径,以  $\phi 139$  mm 为宜。内径应  $> \phi 127$  mm 套管,以  $\phi 130$  mm 为宜,高 60 mm。

塞线:塞线选用盘根(7 mm  $\times$  7 mm 石墨型最好)、软胶条等材料。

塞线体:选择外径 165 mm、内径 129 mm、长 270 mm 的厚壁钢管,下部加工成母扣,使之可与已埋设的  $\phi 146$  mm 套管公扣连接,丝扣长 100 mm,螺纹选择与  $\phi 146$  mm 套管同型相配;上部外侧加工和压帽相匹配的螺纹,螺纹直径 162 mm,丝扣长 150 mm,上部内侧加工成直径 140 mm,深度为 150 mm 的塞线室。

### 2.2 套管伸缩器的组装

基本流程: $\phi 146$  mm 套管跟管钻进至海底一定深度 $\rightarrow$ 伸缩器上端与  $\phi 127$  mm 套管连接 $\rightarrow$ 伸缩器下端与  $\phi 146$  mm 套管连接 $\rightarrow$ 插入  $\phi 127$  mm 套管 $\rightarrow$   $\phi 127$  mm 套管上部与冲洗液漏斗固定。



图 3 套管伸缩器实体应用照片

把伸缩器组装在  $\phi 127$  mm 的套管上,选用一根顺直且外径光滑长度  $> 4$  m 的  $\phi 127$  mm 套管,依次在  $\phi 127$  mm 套管上装入伸缩器的压帽、压环、塞线套,在塞线套和套管之间旋转缠满盘根,盘根侧面涂抹防水黄油,以增加润滑和密封性,然后推入压环,旋紧压帽,适度压实盘根,起到密封作用即可。在下好的  $\phi 146$  mm 套管上可直接拉起  $\phi 127$  mm 套管插入,用伸缩器的下部连接  $\phi 146$  mm 套管, $\phi 146$  mm 套管利用海水作冲洗液跟管钻进至海底所需位置(大于 10 m 即可,须满足在潮差及冲洗液作用下不漏浆、返浆要求)。 $\phi 127$  mm 套管在伸缩器内可以

随潮水涨落自由升沉。 $\text{Ø}127\text{ mm}$  套管上部连接冲洗液漏斗固定在钻机孔口处,漏斗有管道联通外部泥浆池,这样就形成了一个封闭的循环系统,确保冲洗液循环不外漏。

### 3 定位钢管桩的结构

#### 3.1 定位钢管桩的结构

定位钢管桩由钢管桩、销钉、固定导向套管、卡箍4部分组成(如图4所示)。



图4 定位钢管桩实体应用照片

(1) 钢管桩:应根据浮船的大小、吃水线、海水潮差、波浪作用力等选择定位桩的数量、直径、壁厚、长度。莱州朱由西矿区海域涨潮后水位在6 m以下,浮船平台总质量800~1000 t,选用了 $\text{Ø}168\text{ mm}$  无缝钢管定位桩6根,定位桩长 $>10\text{ m}$ ,壁厚12 mm,钢号 $>20$ 号。钢管桩的材质、规格选用宜进行相关验算。桩长计算可参考下式:

桩长 $\geq$ 最高吃水线以上船体高2 m + 水深6 m + 入海底2 m = 10 m。

钢管桩抗弯能力计算可参考如下公式<sup>[4]</sup>。

工区海浪对每根钢管桩的横向水平作用力:

$$F = 0.5(\text{海水重度} \times \text{水底坡度系数} \times \text{波坦系数} \times \text{平均波高}) \times \text{平均波高} \times \text{船长度} \div \text{钢管桩根数}$$

$$= 0.5(10\text{ kN/m}^3 \times 1.37 \times 1.06 \times 0.8\text{ m}) \times 0.8\text{ m} \times 20\text{ m} \div 6\text{ 根}$$

$$= 15.4\text{ kN/根}$$

抗弯验算:

$$M = \text{每根钢管桩的横向水平作用力} \times \text{平均水深}$$

$$\leq \text{钢管桩抗弯强度}$$

$$= 15.4\text{ kN/根} \times 5\text{ m}$$

$$= 77\text{ kN} \cdot \text{m} < 86\text{ kN} \cdot \text{m}$$

(2) 销钉:钢管桩顶部下100 mm处径向对打 $\text{Ø}50\text{ mm}$ 的孔眼,穿入销钉,用以套挂钢丝绳连接倒链进行加压,也防止安装时操作失误定位桩滑入海底软泥内。

(3) 固定导向管:每根钢管桩配备一节长2 m、壁厚10 mm、内径大于钢管桩外径3~5 mm的导管。

(4) 卡箍:加工2套具有一定强度能夹住固定套管的卡箍,卡箍为里外半合形式。里卡箍焊接到船体上,焊接选用厚20 mm的铁板。外卡箍采用 $>M35$ 的螺栓与固定导管抱紧连接。

#### 3.2 定位钢管桩的组装

基本流程:里卡箍焊接 $\rightarrow$ 安装固定导管 $\rightarrow$ 吊插钢管桩(以上3项工作在码头上完成) $\rightarrow$ 浮船钻孔定位 $\rightarrow$ 确定桩位 $\rightarrow$ 钢管桩压入海底一定深度 $\rightarrow$ 起拔钢管桩 $\rightarrow$ 浮船行驶移位至下一孔位。图5为定位钢管桩组装实体应用照片。



图5 定位钢管桩组装实体应用照片

在浮船的两侧确定钢管桩位置<sup>[5]</sup>,先把里卡箍焊接到船体上,在浮船吃水线和船帮的垂直方向上下各焊一支,焊接一定要牢固,焊好后把固定套管用外卡箍夹住,然后用吊车把钢管桩吊插到固定套管内,钢管桩利用普通套管夹板(每桩配2支,可倒替固定使用)按需要高度夹紧,在船上钢管桩附近加工高2.5 m的挑杆(也可利用较高的船帮),挂5 t吊链,用以压入和起拔钢管桩。

### 4 使用注意事项

(1) 为防止 $\text{Ø}146\text{ mm}$  套管在以后钻进过程中因受震动而下沉,可以在伸缩器下部与套管连接处用长度可调钢丝绳和船帮固定。

(2) 伸缩器距孔口冲洗液漏斗的距离要大于潮差,以免落潮时伸缩器顶坏漏斗。

(3)  $\text{Ø}108\text{ mm}$  的套管可以直接下在伸缩器

Ø127 mm 套管内,但 Ø108 mm 套管的上头要控制在涨潮时不出 Ø127 mm 套管下部,落潮时不露出上部冲洗液漏斗,保证涨落潮时 Ø108 mm 套管只在 Ø127 mm 套管内部上下活动。

(4)遇到大风、涌浪等恶劣情况,浮船可能把定位桩扭弯,此时可松动卡箍,增大定位桩的活动范围,拉出海底,驶离现场避险。

(5)施工过程中要配合锚泊使用,可加大抗风浪能力。

(6)钻进过程中要注意观察海涌大小、给进压力,及时调整钻进参数。

(7)浮船行驶前应把钢管桩起拔到距海底一定高度并夹紧。

(8)施工过程中要及时收听天气预报,结合钻孔深度组织施工。

## 5 应用情况

该工法在莱州朱由西海上金矿普查项目中实施情况见表 1。

套管伸缩器和定位钢管桩配合锚泊的应用,较好地解决了船载钻探设备在滨海进行绳索取心钻探横向、竖向定位难题。从钻孔就位到具备开钻条件,一般只需 2~3 h 即可完成,节约了大量时间、成本,综合效益显著提高。

(上接第 48 页)

(11)一般情况下,在地面要检查涡轮钻具止推轴承的间隙和校正旋转基准线。如需要再次入井使用,在入井之前,用同样的排量进行地面测试。

## 6 结语

梨树断陷涡轮钻井实践表明,涡轮钻井不仅机械钻速高、行程钻速快,达到缩短建井周期、大幅度地降低钻井成本的目的,而且井身质量好,井径规则,由于所需钻杆转速低或钻杆基本不旋转,可以减少钻柱的损耗,避免井下钻杆断裂等恶性事故的发生。由于井径规则,固井时水泥用量可减少 25%~

表 1 已完工钻孔一览表

| 孔号     | 孔深/m   | 作业天数 | 孔号     | 孔深/m   | 作业天数 |
|--------|--------|------|--------|--------|------|
| QK3801 | 85.11  | 2    | QK4601 | 193.05 | 6    |
| QK3802 | 86.35  | 2    | QK4602 | 120.05 | 3    |
| QK3803 | 86.31  | 2    | QK4603 | 74.55  | 2    |
| QK3804 | 106.90 | 3    | QK4604 | 99.05  | 2    |
| QK3805 | 151.45 | 5    | QK4605 | 95.55  | 3    |
| QK3806 | 106.25 | 3    | QK5401 | 78.40  | 2    |
| QK3807 | 85.68  | 2    | QK5402 | 169.30 | 4    |

## 6 结语

实践证明,套管伸缩器及定位钢管桩配合浮船在滨海孔深 200 m 以浅的钻探中具有施工简便、造价低、工期短、安全环保等特点,有着良好的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 董星亮,曹式敬,等.海洋钻井手册[M].北京:石油工业出版社,2011.
- [2] JGJ/T 87-2012,建筑工程地质勘探与取样技术规程[S].
- [3] 姜伟.海洋石油钻井工程力学研究与实践[M].北京:石油工业出版社,2008.
- [4] SL 435-2008,海堤工程设计规范[S].
- [5] 秦昌福.深水栈桥钢管桩精确定位与快速施工[J].科技风,2012,(24):106.

30%。此外,还可以保护技术套管。

## 参考文献:

- [1] 许爱.PDC 钻头切削齿破岩载荷规律分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(7):59-61.
- [2] 高航献,瞿佳,曾鹏琨.元坝地区钻井提速探索与实践[J].石油钻探技术,2010,(4):26-29.
- [3] 陶现林,徐泓,黄新成,等.高速涡轮钻井技术在哈国滨里海盆地的应用[J].天然气技术与经济,2013,(4):36-39,78.
- [4] 蒋金宝,孙雪,赵国顺,等.减速涡轮深部防斜打快技术[J].中国石油大学学报(自然科学版),2011,(1):68-71.
- [5] 秦晓庆,肖国益,胡大梁.高速涡轮钻井技术在川西深井强研磨地层的提速应用[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2013,(2):18-21,26.