

# 荣成海流能电站海上钻探技术研究

张立萍, 亓乐, 李象金

(山东电力工程咨询院有限公司, 山东 济南 210013)

**摘要:** 海流能电站一般地处水深、流速大、水文条件较为复杂的海域。结合荣成海流能电站工程地质钻探的实践经验, 论述了海洋工程的海上钻探工艺, 包括钻探平台、钻探设备的选择及安装方法, 综合阐述了海上钻探中船泊定位、套管安装、高程测量、钻探护壁、取芯等技术难题。对复杂海域条件下工程地质钻探施工的技术与方法进行分析, 总结出了一套经济、适用、简便与安全的海域工程地质钻探方法和技术措施。

**关键词:** 海流能电站; 海洋工程; 钻探工艺; 钻探平台; 荣成

**中图分类号:** TV211.1<sup>+</sup>5

**文献标识码:** B

## 0 引言

海流能是指蕴涵于海水流动中的能量, 具有能量密度大、出力稳定等特点。据估计, 世界各大洋中所有海流的总功率达 50 亿 kW 左右, 是海洋能中蕴藏量最大的一种。进入 21 世纪, 随着全球矿物燃料资源的日益枯竭和环境污染的日趋加剧, 对清洁、可再生的海洋能源的有效利用已成为当前世界上主要沿海国家的战略性选择, 各国政府不断加大研发投入, 攻关技术难题, 全面支持海流能发展, 促使海流能发电逐渐进入商业化运作阶段。我国有 18 000 km 的海岸线, 300 多万 km<sup>2</sup> 的海域, 海洋能资源十分丰富, 利用价值极高。因此, 大力发展海洋能, 对于优化我国能源消费结构, 促进经济社会可持续发展具有重大意义<sup>[1,2]</sup>。

荣成海流能示范电站项目场址位于山东省荣成市成山头海域, 成山头地处中国山东半岛的最东端。该次勘察为深水作业, 水深约为 33 m。海域内常年经受大风、大浪、急涌和风暴潮的冲击, 海域最大浪高达 7 m 以上, 形成巨大的连续水平推力。站址距海岸线约 650 m, 水流湍急, 流态紊乱, 且涨潮和退潮时潮流方向变化较大。

## 1 勘察设备

根据作业水域的海洋水文气象条件, 勘察拟选择搭建钻探船作为钻探作业平台进行钻探施工, 钻探船要求型深 2 m 左右, 长 50 m 左右, 动力 300 马力以上, 载重 300 t 以上。考虑到海况复杂, 勘察采用 6 条长 8 m, 型号为 22<sup>#</sup> 轻型槽钢焊接组装成旁侧式钻探平台, 平台外伸 3.5 m, 宽 > 6 m。槽钢与船体的焊接连接要牢固, 关键位置加固, 钻探船舱内用配载压舱至安全吃水线, 使钻船保持一定的吃水深度和船体稳定。平台面用厚度 ≥ 60 mm 的木质地板铺设、固定, 并配备必要的防护栏杆, 平台的孔口槽板应便于装卸。

## 2 勘察方案

### 2.1 平台定位

为保证孔位准确, 平台在施工期间固定不产生漂移。钻探船上配备至少 8 只铁锚, 形为齿状, 前后 2 只主锚(重约 1~2 t), 4 只边侧锚, 呈“米”字型分布, 边侧锚绳与主锚绳之夹角为 45°~50°; 备用锚 2 只, 当某一侧锚因水流方向变化出现微走锚时或在可能造成平台船漂移的最大流向方向上增补, 提高船在施工时抗漂移的能力(考虑到大风与流速的合

\* 收稿日期: 2013-05-13; 修订日期: 2013-05-20; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 张立萍(1958—), 男, 工程师, 山东沂南人, 主要从事电力工程勘察(岩土工程)工作; E-mail: zhangliping@sdepci.com。

力方向是变化的),涨潮流向与退潮流向不一致的区域,则采用非对称法抛锚泊位。配备锚绳为直径 28 mm 的钢丝绳,长度 $\geq 250$  m/根,使锚绳与水面夹角 $< 15^\circ$ ,以保证船舶的最佳拉系状态和锚的稳定<sup>[3]</sup>。

## 2.2 钻孔定位

钻孔定位工作采用 GPS 实时差分系统进行,根据测量控制点和水准点,采用 Trimble R7 双频 GPS 接受机进行钻孔的精确定位<sup>[4]</sup>。根据设计钻孔坐标、锚绳长度、水深与预抛方向,采用 Trimble R7 双频 GPS 接受机指挥小船驶入钻孔位置,到达位置时抛下浮标,钻探船驶到接近浮标位置进行抛锚。指挥松紧锚绳,使井口位置对正孔位,然后收紧锚绳,稳定钻船。重复测量孔位,如有偏离,再做微调,直至符合钻孔孔位的要求为止。所有的定位锚应配备有标志的锚浮子。要保证锚浮子有足够的浮力,标志醒目,锚浮子系绳有足够的强度与长度,锚位标识清楚,以指示过往船只避让<sup>[5]</sup>。

## 2.3 套管安装

拟选用厚壁、外接箍、高强度的优质无缝钢管作隔水保护套管,套管为直径 146 mm。现场配备足量短管,便于调整及加接套管,所有的套管在使用前均进行垂直度、损伤、丝扣质量等方面的检查,并保证满足钻探施工技术要求。

在孔位确定后,用测深仪或悬锤法测量实际水深,配置套管。采用逆水钢绳牵引法下管。利用流速缓慢的平潮期,以直径 15.5 mm 钢丝绳逆水牵引并随套管同步下放,以保持管柱垂直进入地层,并跟管钻进至稳定层 3~5 m。在 2/3, 1/3 水深处分别设置套管夹板系保护绳逆水牵引,这样既不影响套管的回转跟进,又能有效地增强管柱的抗水流冲击强度。船头前方逆水牵引是在套管柱 60° 夹角线上设置 2 个锚位点(图 1)。

## 2.4 孔口高程测量

孔口高程测量采用 2 种方法,一是采用 RTK 直接测量套管顶的高程减以套管顶到海底地面的长度,注意基站和移动站的天线高的正确量取;二是采用水位传递法,即水位减以水深,水深测量采用测绳测量。

## 2.5 钻探工艺

所有钻孔均要求全孔段取芯,粘性土地层岩芯采取率要求大于 80%,砂类土地层要求不小于

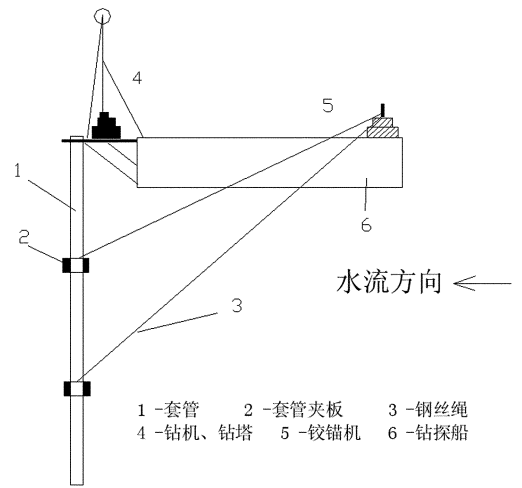


图 1 套管安装示意图

65%。考虑到以上要求,勘察采用回转钻进全孔取芯的钻探方法,钻机将采用 XY-2B 型钻机,其最大钻深能力为 540 m。为保证钻深内提升钻具的能力,除钻机本机的卷扬机外,还另加配有专用起升钻具的卷扬设备,避免因钻探设备而引起的钻进困难和取样质量差的问题。采用岩芯管长度 $\leq 2$  m 的单管钻具、肋骨合金钻头钻进或清孔,优质泥浆作循环液,钻进规程为轻压、低速、无泵或小泵量,无泵干钻取芯,随孔的加深,配 3~6 m 的  $\Phi 110$  钻铤式扶正器于钻具上部,以钻铤与钻具的重量来调节钻头的压力,逐渐实现减压钻进,使钻杆处于减压状态,保证钻具回转的稳定性并控制钻孔弯曲度。

为防止孔壁坍塌,钻孔缩径,保证孔底干净以及能在较大的孔深采取到合格的岩土样品,据所掌握的前期资料和勘察区域土层分布资料,采取土样以及进行原位测试,粘性土层主要采用套管跟进护壁的钻进方式。下部的硬土层和砂性土层采用泥浆循环清孔和护壁的方法。据多年来在海上进行泥浆循环清孔和护壁的研究和使用,进行泥浆配置和回收经验,能够克服钻孔深度大,清孔困难,砂性土层分布厚,塌孔埋钻极易出现的情况,保证取样质量和完成其他技术要求<sup>[6,7]</sup>。

## 2.6 拔管与起锚

套管起拔先将内、外管用短管接到平台面、起拔孔口补偿导向管后,按先内后外的顺序起拔套管,采用反向冲击、振动法,配备质量 $> 100$  kg 重锤 2 只,以提高套管的起拔能力,对拔出的套管,应检查其质量并有序排放,便于再用。

起锚移位时,起锚顺序为先边锚后主锚,先下水锚,后上水锚(由当时流向确定),用交通船起锚机缓慢加压、垂直上提,拔起后,按顺序将锚绳收回钻探船,排列整齐,便于下一抛锚程序作业。

### 3 结语

该海流能电站工程是一项工期紧迫,责任重大的任务,工程区的勘察条件复杂。通过海上钻探,说明了搭建钻探船作为作业平台,在大流速深水海域进行钻探是完全可行的。采用活动导管法进行护孔,钻探施工时可以不受涨落潮影响。套管采用逆水钢绳牵引法安装,解决了套管难以在流速较大水域安装的困难。该工程为相关工程的海上钻探积累了经验,也为今后开展河流的急流水上钻探积累了经验。

## Study on Offshore Drilling Technologies of Ocean Current Power Plant in Rongcheng City

ZHANG Liping, QI Le, LI Xiangjin

(Shandong Electric Power Engineering Consulting Institute, Shandong Jinan 210013, China)

**Abstract:** Ocean current power plant is generally constructed in the regions with deep water, high current rate and complex hydrological condition. Based on practical experiences of Rongcheng current power plant engineering drilling, offshore drilling technology has been introduced in this paper, including drilling platform, drilling equipment selection and drilling equipment installation. The technique problems, such as drilling platform positioning, tubular installing, height measurement and drilling core have been discussed in detail. On the basis of analyzing engineering drilling technologies and methods under complex sea region conditions, a set of economical, applicable, convenient and safe methods have been summarized and analyzed.

**Key words:** Ocean current power plant; ocean engineering; drilling technology; drilling platform; Rongcheng city

### 参考文献:

- [1] 刘美琴,仲颖,郑源,赵振宙.海流能利用技术研究进展与展望[J].可再生能源,2009,27(5):78-81.
- [2] 于丽波.我国加紧海洋能研究与开发利用[N].证券时报,2008-07-17.
- [3] 康永胜.青岛海湾湾口海底隧道的海上钻探及技术措施[J].铁道勘察,2006,(6):38-41.
- [4] 汪名鹏,沈轩宏,张春.杭州湾跨海大桥海域工程地质钻探技术与方法分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,(12):45-49.
- [5] 吴立明.下白石特大桥详勘工程海上钻探工艺[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2001,(3):16-17.
- [6] 李进令,孟庆宝,李新勇.海上工程勘察深孔施工技术[J].西部探矿工程,2003,(7):125-126.
- [7] 杨绍克,赵治宇,李波.腾龙桥电站钻探水上平台的设计及水上钻探技术[J].西部探矿工程,2007,(1):53-56.