

大直径超长桩海上吊装技术与应用

叶永彪, 高峰, 张行, 傅文志, 叶海宾

(深圳海油工程水下技术有限公司, 广东 深圳 518067)

摘要 海上钢桩是海洋工程中常见的一种结构,常用于海洋平台导管架、海上风电装置桩基及单点系泊系统锚端等。海上钢桩的安装对整个海上工程的进程及费用都具有重大影响,其中钢桩的海上吊装作业是最重要的一环,对船舶的吊机能力有很大的要求。当钢桩超过一定长度时,倘若吊机无法将钢桩垂直起吊,则需要水平吊装至水下进行扶正。阐述了大直径超长桩的海上吊装水下扶正方案,研究了其中的关键技术难点,并以南海某海域单点系泊系统桩基打桩为工程实例,详细介绍并验证了水下扶正方案的可靠性。该方案可为大直径超长桩的海上安装提供新的思路和途径。

关键词 海上工程;钢桩;水下扶正;索具布置;水下机器人

中图分类号 TE54;P752 **文献标志码** A **文章编号**: 2095-7297(2015)01-0060-04

Technology and Application of Offshore Lifting for Large-Diameter and Ultra-Long Anchor Pile

YE Yong-biao, GAO Feng, ZHANG Xing, FU Wen-zhi, YE Hai-bin

(COOEC Subsea Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518067, China)

Abstract Offshore anchor pile is very common in offshore structures such as jacket platform, offshore wind turbine platform and single point mooring system, etc. The installation of anchor pile has significant effect on the cost and process for the whole engineering, in which the lifting is the most important procedure in the offshore operation because it has a great demand for the crane capacity of the vessel. When the anchor pile is too long for the crane to lift vertically, underwater horizontal upending is required in the operation. We elaborate the scheme of underwater horizontal upending for the large-diameter and ultra-long anchor pile offshore lifting and discuss the key technical difficult points. An engineering example of anchor pile installation of single point mooring system in South China Sea is given, through which the reliability of underwater horizontal upending scheme is introduced and validated. This program provides new ideas and approaches for large-diameter and ultra-long anchor pile offshore installation.

Key words offshore engineering; anchor pile; underwater horizontal upending; rigging arrangement; remotely operated vehicle

0 引言

近年来,随着海洋石油行业的蓬勃发展,各类海洋工程结构都向着深水、大型化及集成化发展,对这类大型海上工程结构的施工也提出了更高的要求。海上钢桩是海洋工程中常见的一种结构,常用于海洋平台导管架、海上风电装置桩基及单点系泊系统锚端等。对于常用的海洋平台导管架、海上风电装置桩基等,都采用大型浮吊船来进行安装,其结构材料和施工作业对海上工程的费用都具有重大

影响^[1-2]。

单点系泊系统桩基使用一段钢桩作为锚端,其特点是抗拉能力强,尤其是抗垂向拉力,它是最理想的锚端之一^[3]。对于普通的单点系泊系统桩基而言,若动用大型浮吊船来进行安装,则容易造成工程成本过大,对整个项目产生不利影响。本文基于采用常规多功能施工船进行大直径超长钢桩的海上安装遇到的技术瓶颈,详细介绍了单点系泊系统大直径超长桩基的海上吊装水下扶正方案,研究了桩基吊装的索具布置方案设计及其吊装存在的关键技术难

收稿日期:2015-01-29

作者简介:叶永彪(1980—),男,硕士,工程师,主要从事机械设计方面的研究。

点和风险点。以南海某海域单点系泊系统桩基打桩为工程实例,详细介绍并验证了海上吊装水下扶正方案的可靠性。

1 钢桩海上吊装方案简介

对于安装导管架的大型起重船,一般可以依靠其大吨位的吊机在甲板直接竖桩,然后垂直下放至海底。但是对于常规多功能施工船而言,其吊机能力很难达到要求。因此,当钢桩超过一定长度时,吊机无法在甲板竖桩,则需要在甲板预先装好起桩器及安装索具,然后将钢桩吊装下放至海底再进行水下扶正^[4]。

水下扶正方案在操作性、安全性等方面具有诸

多优点,因此被广泛应用于大型钢桩的海上吊装作业。其优势主要表现在以下几个方面:(1)对吊机作业能力要求大大降低;(2)水下竖桩,不需要对船舶甲板进行加强或限位改造;(3)全程水下机器人(ROV)操作,不需要饱和潜水,适于深水水下工程安装。

2 吊装索具设计

水下扶正方案需要 ROV 全程操作,因此关键是如何布置索具^[5-6]以便 ROV 水下操作。对于一般的钢桩海上吊装水下扶正问题,锚桩的吊装索具布置参考图 1。

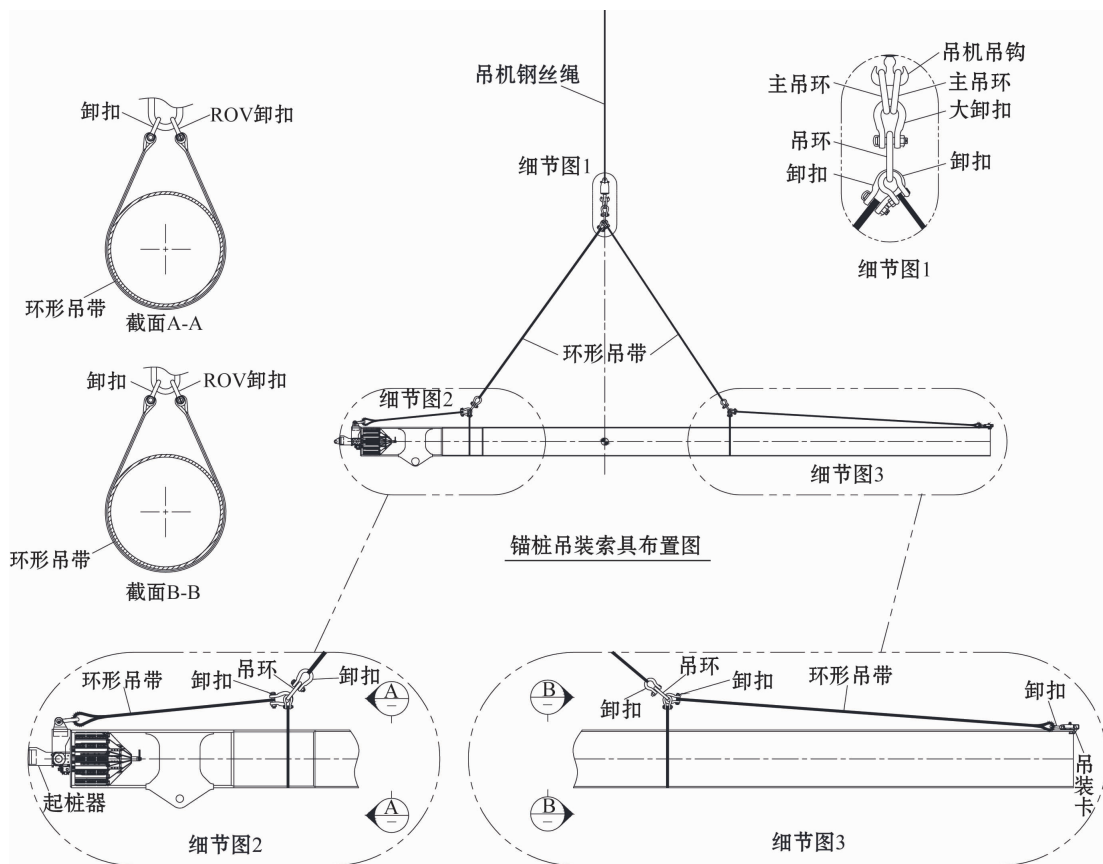


图1 锚桩吊装索具布置

Fig. 1 Rigging arrangement for anchor pile lifting

起桩器(见图2)是整套水下扶正系统的核心设备,用于连接锚桩和吊机钢丝绳。其作用原理是基于液压控制,预先将起桩器安装至锚桩顶部,然后加

压使其膨胀,通过外层复合橡胶材料与锚桩内壁的摩擦力,来提供扶正锚桩所需的吊装力。



图2 起桩器现场照片

Fig. 2 Photo of internal lifting tools

3 关键技术难点

从钢桩海上吊装作业的施工流程可以看出,吊装作业的关键是索具布置及水下 ROV 操作,其中的关键技术难点及风险点主要是以下几点:

(1) 吊装重心控制。为了确保钢桩在吊装过程中的平衡,需要精确计算锚桩的重心,然后调整索具长度以确保吊点在重心位置^[5]。

(2) 飞溅区索具松弛现象。由于钢桩内部中空,因此当钢桩下放进入飞溅区时,需要控制吊机速度以防出现索具松弛现象,另外索具还要设计成进水端稍微向下倾斜(倾斜高度约为钢桩半径),这样下放穿越飞溅区时海水能比较快速地进入钢桩内部,从而避免出现索具松弛现象。

(3) ROV 操作。水下解开 ROV 卸扣和吊装卡以释放吊装索具,但倘若出现紧急情况无法解开 ROV 卸扣时,则需 ROV 配备液压剪剪掉对应的环形吊带^[5]。

4 工程应用举例

4.1 工程背景

南海某油田计划开发 1 艘 15 万吨级浮式生产储卸油装置(FPSO)及单点系泊系统,单点系泊系统计划采用 3 组共 12 根锚系来固定,锚系起始点计划采用钢桩作为锚端,油田作业水深为 115 m。表 1 是锚桩的参数^[5]。

主作业船参数为船长 120.8 m,船宽 22 m,型深 9 m,吃水 6.6 m,主吊机最大吊重能力 250 t,吊臂范围 12~36 m。

表1 锚桩参数

Table 1 Anchor pile parameters

锚桩	长度/m	外径/m	重量/t
第一组	46.5	2.134	138
第二组	38.0	2.134	140
第三组	49.0	2.134	145

4.2 施工流程

钢桩海上吊装作业主要包括以下几个步骤:

(1) 运输驳船甲板安装起桩器,并加压膨胀使其与锚桩内部完全接触并产生摩擦力,见图 3。

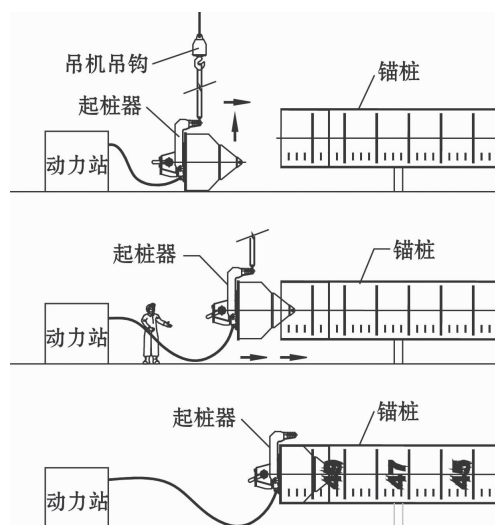


图3 运输驳船甲板安装起桩器

Fig. 3 Internal lifting tool installation on transportation vessel

(2) 运输驳船甲板安装吊装索具,索具布置参考图 1。

(3) 主作业船靠泊运输驳船,起吊钢桩,见图4。

(4) 起吊钢桩,进入飞溅区,下放至海底,ROV全程监控,见图5。

(5) ROV 水下载开 ROV 卸扣和吊装卡,开始竖桩,见图6。

(6) 吊机扶正钢桩,完成吊装,进行下一步打桩工作,见图7。

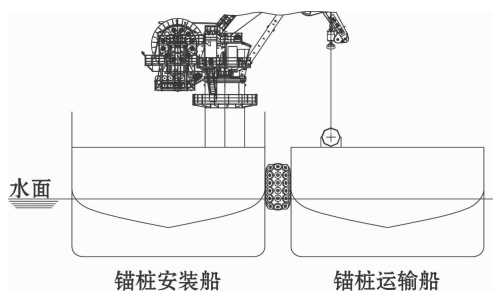


图4 安装船从驳船起吊钢桩

Fig. 4 Installation vessel lifting anchor pile from transportation vessel

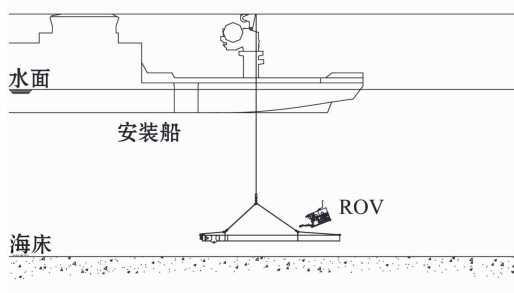


图5 安装船下放钢桩,ROV 监控

Fig. 5 Installation vessel deploying anchor pile with ROV monitoring

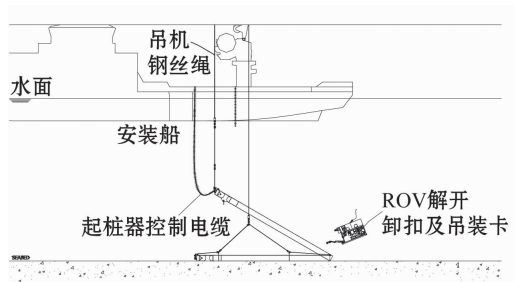


图6 ROV 解扣,吊机竖桩

Fig. 6 ROV release; anchor pile upending with the help of crane

5 结 语

在超长桩基的安装过程中,水下扶正操作是施

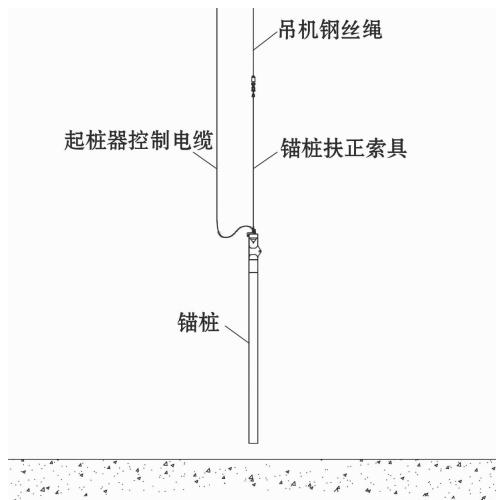


图7 完成竖桩

Fig. 7 Anchor pile upending finished

工的关键。基于桩基吊装的过程分析、索具选择和ROV控制,提出了一套合理的施工方法并应用于工程实际,主要形成了如下几点结论:

(1) 钢桩海上吊装水下扶正方案能大大降低吊机作业需求,避免甲板竖桩,且采用全程水下ROV操作,因而可广泛应用于大直径超长钢桩的海上吊装。

(2) 索具布置是钢桩吊装水下扶正方案的关键之一。要精确计算好重心,确定索具的长度以及吊点位置以确保吊装过程锚桩平衡,同时下水过程需控制吊机速度及锚桩进水速度以确保不会发生索具松弛现象。

(3) 南海某油田海上工程钢桩直径达2.13 m、长度达49 m、重量达145 t。该工程的顺利施工为大直径超长钢桩的海上吊装提供了新的思路 and 方案。

参 考 文 献

- [1] 侯金林. 海上平台桩基施工风险及技术对策[C]. 第十五届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集, 2011: 532.
- [2] 宗红霞. 海上风机单桩基础扶正导向装置研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2009.
- [3] 中国海油(中国)有限公司深圳分公司. 海上浮式生产设施系泊锚系检测与维修关键技术手册[S]. 2013.
- [4] 王启茂,王江天. 液压打桩锤在海港桩基工程中的应用[J]. 中国港湾建设, 2003(6): 9.
- [5] 深圳海油工程水下技术有限公司. 锚桩安装程序[S]. 2014.
- [6] 深圳海油工程水下技术有限公司. 锚桩安装分析[S]. 2014.