

The Construction Technology for Submarine PLEM Suction Pile Foundation

——By Taking the CBM (Multi-point Mooring) Project of the Angolan Fishing Port Oil Depot Expansion Project for Example

Mingtao Li, Peng Cao, Yijia Hou, Yongxing He

International Company of China Petroleum Pipeline Engineering Co. Ltd., Langfang Hebei
Email: limingtao@cnpc.com.cn

Received: Sep. 28th, 2018; accepted: Dec. 18th, 2018; published: Apr. 15th, 2019

Abstract

The construction technology of submarine PLEM suction pile foundation had the characteristics of simple construction equipment and short construction period, and was suitable for foundation treatment under soft geological conditions on the seabed. The installation principle of suction piles is expounded. By taking a project practice as an example, the application of air lift method is introduced for the submarine PLEM suction pile foundation construction technology.

Keywords

Submarine PLEM, Suction Pile, Air Lift Method

海底PLEM吸力桩式基础施工技术

——以安哥拉渔港油库扩建项目CBM (多点系泊)工程为例

李明涛, 曹 鹏, 侯一甲, 何永兴

中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

作者简介: 李明涛(1984-), 男, 硕士, 工程师, 现主要从事海外油气储运EPC项目施工管理工作。

Email: limingtao@cnpc.com.cn

收稿日期: 2018年9月28日; 录用日期: 2018年12月18日; 发布日期: 2019年4月15日

摘 要

海底PLEM吸力桩式基础施工技术具有施工设备简单、施工周期短等特点, 适用于海底松软的地基处理。阐述了吸力桩的安装原理, 以工程实践为例介绍了气举法安装海底PLEM吸力桩式基础的应用。

关键词

海底PLEM, 吸力桩, 气举法

Copyright © 2019 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

吸力桩既可以用作浅基础, 又可以用作吸力锚。近年来, 吸水桩越来越多地应用于海上工程。相对于传统的打桩技术而言, 吸力桩的安装不需要打桩锤和浮吊, 只需要泵等比较小巧的设备, 是依靠负压静力安装, 没有打桩施工的振动噪声等, 因此吸力桩的安装比较精确、方便, 越来越受到工程建设者的青睐。但是, 吸力桩是一种刚性短桩, 施工海底土壤不能太硬, 太硬后吸力桩贯入难度增大。此外, 吸力桩可承受各种各样的荷载条件, 具有很好的水平承载力、抗压承载力和抗拔承载力。经进一步的研究和开发, 吸力桩已经在海上浮式生产装置的系泊应用中广泛使用[1]。以安哥拉渔港油库扩建项目 CBM (多点系泊)工程为例, 介绍海底 PLEM 吸力桩式基础施工技术。

2. 海底吸力桩沉桩原理

吸力桩是一种利用水压力将桩体压入土中的刚性短桩, 其基本结构型式是一种上端封闭、下端开口的圆筒, 因此吸力桩也称吸力锚、筒型基础或桶形基础。吸力桩的沉桩原理是利用桩的内压和外部气压或水压的压力差将吸力桩沉入海底(图 1)。沉桩步骤主要分 2 步。

1) 由水上起重机使吊挂在吸力桩上端的绳索下降, 吸力桩沉入水中, 利用其自重产生一定贯入深度, 并形成一个封闭的腔体。

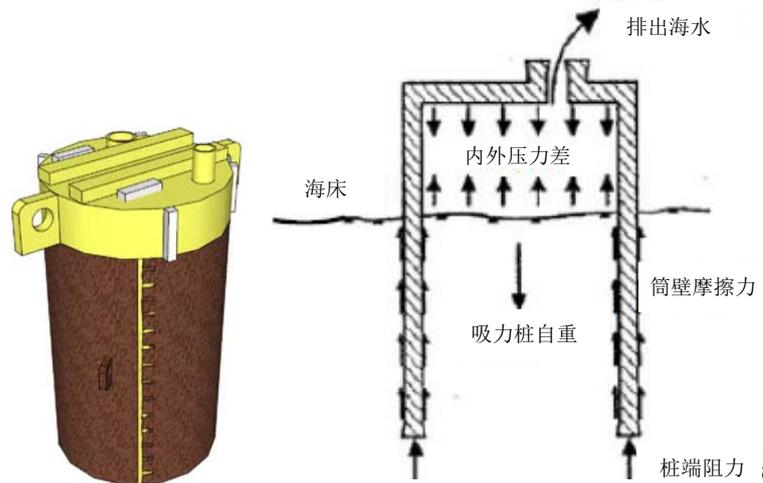


Figure 1. The installation principle of a suction pile
图 1. 吸力桩沉桩原理

2) 吸力桩顶部设有连接泵系统的水孔, 利用水泵系统抽吸桩内的海水, 使桩内压力低于桩外的水压, 利用负压差将桩筒压入海床。

3. 海底 PLEM 吸力桩式基础施工实例

2015 年, 海底 PLEM 吸力桩式基础施工技术在安哥拉渔港油库扩建项目 CBM 工程海底管道设施安装中得到了成功应用, 以该工程为例介绍海底 PLEM 吸力桩式基础施工技术。

3.1. PLEM 总体结构

PLEM 撬座主要由 H 型钢和钢板焊接而成, 规格为 6800 mm × 7800 mm, 主结构采用 H 型钢, 型号为: HEA650、HEA400、HEA300, 锁板钢板厚度为 30 mm, 撬座底板钢板厚度为 12 mm。为了减小拖动时海床淤泥产生的阻力, 撬座前后设置挡泥板。为了便于海底管汇基础桩在水下的定位安装, 设计了导向口结构, 待桩基础安装完成后, 采用定位销将桩与导向口锁紧。

3.2. PLEM 吸力桩式基础

经勘查 PLEM 下方海床主要为松软的淤泥、黏土, 由于 PLEM 与撬座的总重量高达 32 t, 必将会发生 PLEM 下沉的现象, 然而海底管线的下沉量比较小, 远低于 PLEM, 因此容易导致 S 形弯管因不均匀沉降而被撕裂(图 2)。并且 PLEM 放置于海底, 在洋流的作用下会产生位移, 因此 PLEM 必须做特定的处理来抵御不均匀沉降等因素带来的风险[2]。

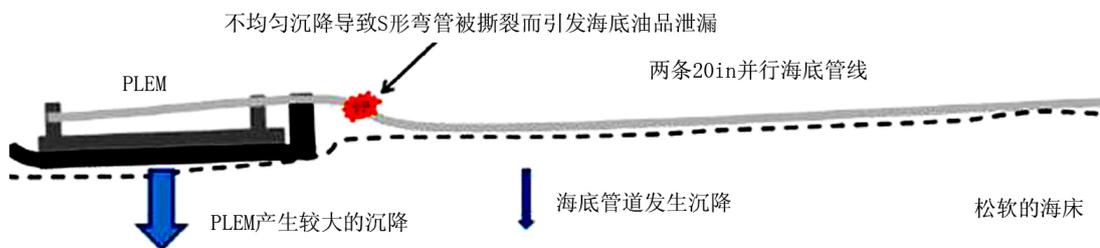


Figure 2. The problems caused by differential settlement
图 2. 不均匀沉降引发的问题

PLEM 的处理通常采用 3 种方式：压载块的重力式基础、桩基础、吸力桩基础[3]。压载块的安装需要车载吊车，安装效率低，且造价高；桩基础施工由于需要动迁打桩船和打桩锤，整体造价较高。该项目所处海底土壤较为松软，因此选用吸力桩作为管汇基础。在 PLEM 的两侧各设置 3 个吸力桩(直径 508 mm，长度 6450 mm)来固定(图 3)，采用与海底管道相同的钢管加工而成，定位桩的底部削成锋利状，便于沉桩。

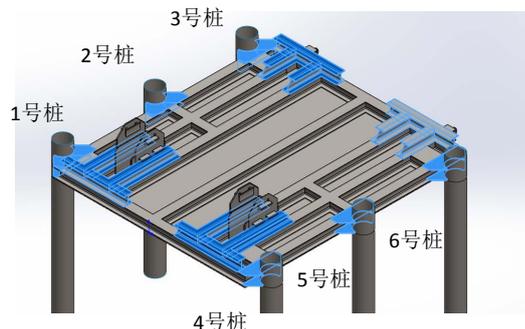


Figure 3. PLEM foundation

图 3. PLEM 基础

3.3. PLEM 吸力桩式基础施工

PLEM 吸力桩在沉桩排除桩体内部海水的过程中并未采用水泵，而是巧妙地运用虹吸原理，利用空压机在桩顶部向桩外排气，从而排出桩体内部的海水及部分泥沙，也可称为“气举法”。吸力桩顶部设有 20 in 平焊法兰，将 1 条 4 in 排水管及 2 条 1 in 排气管安装到配对的 20 in 盲板法兰上(图 4(a))，2 片法兰通过螺栓连接，并做好密封。在潜水员的配合下，工作船上的吊车缓慢下放吸力桩进入导向孔内(图 4(b))，潜水员开启桩顶上方的 1 in 进气阀门，启动空压机，桩内海水及部分泥沙被排出，在内外压差的作用下，吸力桩被打入海床。吸力桩被打入指定深度后，停止排水，潜水员拆除桩顶部的排水装置，并将 20 in 永久盲板法兰安装于吸力桩顶部，并将吸力桩与导向筒用销子锁死，吸力桩安装完成，依照该方法完成剩余吸力桩的施工。

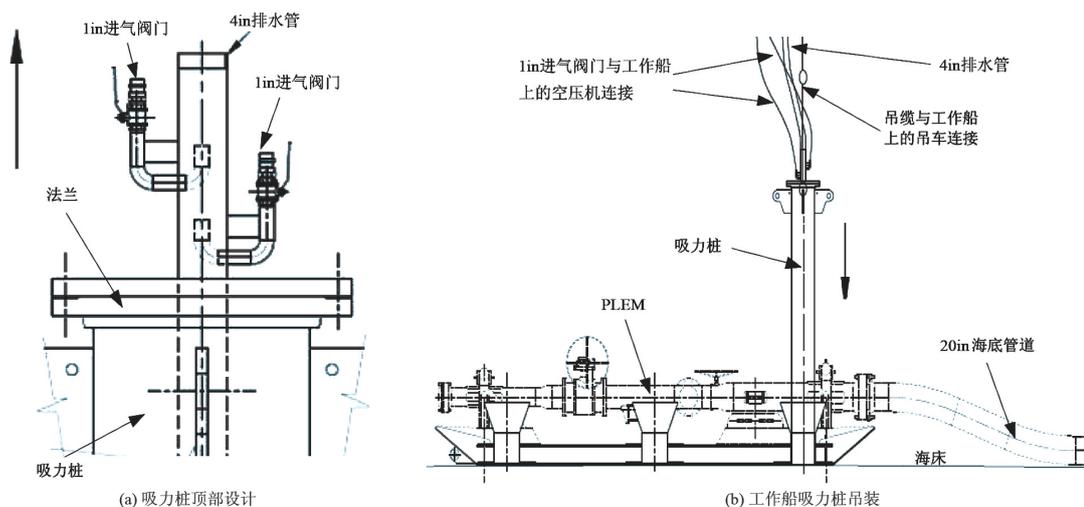


Figure 4. The drainage equipment for the suction pile installation

图 4. 吸力桩安装时所用的排水装置

4. 结语

安哥拉渔港油库扩建项目中运用了 PLEM 吸力桩式基础施工技术, 其运输方便、施工简单、费用低, 在提高施工效率的同时有效地节约了施工成本。

参考文献

- [1] Tjelta, T.I. (2001) Suction Piles: Their Position and Application Today. *International Society of Offshore and Polar Engineers*, 6, 17-22.
- [2] 王丽勤, 庞然. 吸力式基础在深水油气田开发中的应用探讨[J]. 船海工程, 2011, 40(2): 98-103.
- [3] 王丽勤, 侯金林, 庞然, 等. 深水油气田开发工程中的基础应用探讨[J]. 海洋石油, 2011, 31(4): 87-92.

[编辑] 孙巍

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2471-7185, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jogt@hanspub.org