

Application analysis of ship side monomer drilling ship in a construction site

Yuxiang Zhang

Ningbo East China Nuclear Industry Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract

Offshore engineering geological drilling is a drilling project carried out in the ocean, bay and other sea areas for the purpose of geological exploration work. In addition to the characteristics of onshore drilling, offshore drilling is complex, variable and dangerous compared with onshore drilling because of the drilling rig and the wellhead, which is prone to the influence of ocean currents, tides and meteorological environment. Therefore, the selection of offshore construction drilling platform is of vital importance for the investigation and construction. In this paper, with the solid engineering as the research carrier, the application of ship side protruding monomer drilling ship in shore (shallow) sea engineering geological drilling is compared and analyzed.

Keywords

geological exploration; offshore drilling; drilling platform; engineering geology

船侧伸出式单体钻探船在某工地的应用分析

张玉祥

宁波华东核工业勘察设计院集团有限公司, 中国·浙江 宁波 315000

摘要

海上工程地质钻探是以地质勘探工作为目的,在海洋、海湾等海域内所进行的钻井工程。海上钻探除具有陆上钻探的特点外,由于钻机与井口之间隔着一层深度不等且时刻变化的海水,施工时易受海洋洋流、潮汐及气象环境的影响,因此海上钻探较陆上钻探具有复杂性、多变性及危险性。因此,海上施工钻探平台的选择对于勘察施工具有至关重要的意义。本文以实体工程为研究载体,对比分析船侧伸出式单体钻探船在滨(浅)海工程地质钻探中的应用。

关键词

地质勘探;海上钻探;钻探平台;工程地质

1 引言

随着沿海建设的步伐加快,陆域土地资源日益减少,向海要地已成为必然趋势,海上工程建设项目也随之增多,尤其近年来跨海大桥、深海港口建设以及促淤围涂、填海造陆等新领域的快速发展,促进了海上岩土工程勘察技术的发展与革新。由于海上气象水文条件复杂多变,勘察风险大,投入多,技术含量高,要求严,质量安全问题极为重要,如何科学、经济、合理、安全、高效地做好海上勘察工程,已成为工程技术人员不断探索的新课题。

本文以浙江舟山某项目海上岩土工程勘察为研究主体,研究对比在同等施工环境中,船侧伸出式单体钻探船在滨(浅)海区岩土工程勘察中的实用性、经济性及可靠性。

2 海上工程钻探概述及主要技术难点解析

由于海洋气象水文条件复杂多变,勘察风险大,投入多,技术含量高,要求严,质量安全问题极为突出,无论施工组织、人员安全、技术难度、工作环境等问题,都不同于陆上钻探及江、河等内陆水上钻探施工,尤其是建设场地位于岛礁附近的海域,海底崎岖,水深变化大,水流强而复杂。如何科学、经济、合理、安全、高效地做好海上勘察工程,已成为工程技术人员不断探索的新课题。

海域钻探影响因素有水深、水流、波浪、潮汐、底质类型、水下地形等。海域勘察和陆域勘察最大的区别就是陆域勘察是把钻机固定在汽车上或直接稳固于地面,而海域勘察是把钻机固定在钻探平台上。因此钻探平台的稳定性对施工的影响至关重要,影响钻探平台稳定最直接的因素则是风浪及水流的作用。而岸边地形地貌则影响风力及风向;堤坝等岸边工程以及海底地形则对水流有不同程度的阻挡作用。此外地层因素也直接影响锚固及护孔套管打入进而影响工程施工进度。

【作者简介】张玉祥(1989-),男,中国甘肃会宁人,本科,工程师,从事岩土工程研究。

由于海上钻探的特殊性,若要实施海上钻探作业,则必须满足以下两点:第一,配备一套适应海上条件的钻探装置,该装置应具有足够的强度,能经受住风、浪、涌、流及冰的作用,能适应一定的水深,可容纳全套钻探设备、管材、工具和其他材料,并提供一个工作场地及必需的生活条件;并具有一定的稳定性和保持位置的能力,在风、浪和潮流的作用下,其运动参数不超过规定的范围,以保持钻探工作的正常进行。第二,要设置一套从海底井口到海上钻探装置之间的特殊隔水通道以循环泥浆、引导钻具及套管^[1]。

2.1 国内外海上钻探技术现状及发展趋势

海上钻探是以地质勘探工作为目的,在海洋、海湾等海域内所进行的钻井工程。海上钻探按其所担负的工作性质可分为:近海浅钻钻探、海上石油钻探和大洋钻探。海上钻探除具有陆上钻探的特点外,由于钻机与井口之间隔着一层深度不等且时刻变化的海水,施工时易受海洋洋流、潮汐及气象环境的影响,因此海上钻探较陆上钻探具有复杂性、多变性及危险性。

海上钻探已有数十年历史,早期时均在滨海浅水处,采用人工岛和固定平台式的钻探装置。20世纪40~60年代,随着焊接技术和钢铁工业的发展,出现了钢质固定平台、坐底式平台、自升式平台等钻井装置;后期又相继出现了半潜式钻探平台和钻探船等海洋钻井装置,使得作业水深达到几十米以上,大大提高了钻井效率。其中半潜式钻探平台和钻探船的作业是在浮动状态下进行的,故称浮动式钻探装置。它们同自升式钻探平台和坐底式钻探平台一样,都可以整体自航或拖航,从一个井位移至另一个井位。因此,二者又合称移动式海上钻探装置。

一直以来,我国海洋工程勘察从装备到作业能力与国际水平都存在较大的差距,近10多年来,西方发达国家的海洋勘探向深水领域推进,钻探水深从浅水、深水扩展到3000m深海区。为满足我国深水海洋工程勘察需要,我国已经在发展深水勘察船和设备,而且装备能力达到了国际先进水平,进一步提高了国际竞争和维护海洋权益的实力。

2.2 浅海工程勘察技术现状

我国海洋工程勘察技术的发展状况与国外先进技术还有较大的差距,有待引进和发展,但我国海洋工程勘察技术装备已在向深水发展,配套深水装备相继投入使用,迈开了深海勘探开发的步伐。目前,我国常用的浅海钻探设备有钻探船和小型水上平台。钻探船以自航式为主,可分为双体船和单体船,又可分为木质船和铁质船,在用途上没有太大区别。船主要采用驳船,运载货船、水上工程作业船、汽车轮渡摆渡船、改装的登陆艇等,船体上安装工作平台,用2根或4根18号工字钢中槽钢或粗枕木作工作平台的底梁。单体船钻探立轴一般安装在船体前部改装的圆孔上,而双体船则安装于双体船中间。一般情况下,船主舱适当用重物压舱,使钻探船体保持一定的吃水深度和船体稳定。小型水上平台

一般采用桩腿式固定平台,即平台桩腿插入水下稳定土层,工作平台离开水面。钻探工艺与陆上大体相同,只多了下隔水套管,以隔离海水对钻孔的影响。由于潮水水位上下变化,钻探孔深要考虑水深的影响。



图1 双体钻探船和单体钻探船实景图

3 工程案例

3.1 工程概况及主要影响因素

本文研究主体工程位于浙江省舟山市嵊泗列岛,根据业主提供的海底地形图、收集的区域气象水文资料及以往浙江沿海海上钻探施工经验,工程作业海区水文气象环境复杂,一年四季多伴随6级以上大风天气。

海域钻探影响因素主要有水深、水流、波浪、潮汐、底质类型及水下地形等。本项目实施的最大特点在于建设场地位于海况较为复杂的深水区域,该海区气象水文环境极其复杂,其潮汐为正规半日潮,涨、落潮时间间隔为6小时12分。夏季潮位高,冬季潮位低。每昼夜发生两次高潮和低潮,潮汐涨落一潮约12小时。海流流速2-13节,外海波浪对施工区域影响最大,以风浪为主,浪向SE,最大波高2.0~2.6m,每年下半年将进入多风期,风力时长保持在6级以上,且时有台风袭扰,给海上钻探施工造成较大干扰,并存在诸多安全隐患。实施海上钻探工作,尤其针对该海区复杂的施工环境,需克服水深、水流、波浪、潮汐、水下地形及海底底质类型给钻探施工带来的各种不利影响及安全隐患。

3.2 钻探平台对比分析

海上钻探施工具有特殊性,作为勘探施工主要技术及安全保障,钻探平台应具有足够的强度,能经受风浪潮流等的冲击;能容纳施工所必需的设备、工具及材料,并能提供安全的工作场所和必需的生活条件;应具有较好的稳定性和保持位置的能力;在风浪潮流等的综合作用下,其运动参数不超过规定的范围(即:摇摆度 $< 2^\circ$;垂直升沉应 $< 2\text{m}$,对有先进的补偿装置应 $< 0.5\text{m}$;纵移、横移而产生孔位偏离应小于水深的5%)。

本项目实施区位于水下岸坡和浅海带,处于低潮位以下,且海水深度较大、水文环境复杂,根据以往施工经验及近年浙江沿海钻探船只保有现状,本项目适宜采用漂浮式钻探平台,主要分类及特点如下:双体钻探船是由2艘吨位相等、形状相同的船拼装组合而成,两船间距一般0.5m,钻探孔口位于两船之间,由于拼装工艺相对较为繁杂,目前使

用较少;油桶或泡沫钻探平台,是借助于油桶或泡沫的浮力,通过基木和钢丝绳收紧固结的简易漂浮钻场,仅在一定条件下使用;单体钻探船结构形式好,改装简便,目前使用广泛。船体中心式在主舱底部开一通孔,船侧伸出式则在船侧或船舷加装伸出式平台,在圆孔中或平台位置加设法兰,安置导向管,作为隔水套管的通道^[2]。

3.3 海域钻探对于钻探平台的技术要求

①水深 20 米内进行工程钻探,宜选用宽船身的平底船,把工作面积作为主要因素,其船体稳定性靠锚泊系数和压舱措施解决。水深 > 20 米应选用尖底船,其稳定性比平底船好,能经受住 8-9 级阵风和强浪。

②水深较深、孔距较大应选用自航式船;孔距小、孔位密度大、要求定位精度高可选用拖航式船。

③船只吨位除承载上船一切设备、材料、生活消耗物资及人员外,应考虑水域风浪冲击及钻探时可能产生临时荷载,应有一个基本计算,安全系数江河湖泊及离海岸 15km 内选用 3, 外海及陆架浅海区选用 4-5。

④根据钻探孔深、孔径、任务和目的,考虑钻探船在水域要承受风浪潮流的影响,力求能够安全平稳地施工。首要的是钻探船稳性要好,以保证工程地质勘察原位测试的顺利进行。因此,拼装后钻船吨位,为上船的设备、工具、材料等载量的 3 倍左右;钻船宽度应是钻塔底座的 2 倍。

3.4 钻探船只的分析和选择

根据以往在附近海区实施的海上岩土工程勘探工作,经对比分析,在如此恶劣的气象水文环境中开展海上钻探施工作业,工作量相当的情况下,近年来浙江沿海地区普遍使用的 40~60 吨级钢质铁驳船开展作业的工作周期是经改进优化的新工艺的施工周期的 2~3 倍。目前普遍使用的铁驳船均是由中小型渔船和货船加工改造而来,其船体甲板前部中间开直径约 0.6 米的圆孔,钻机置于其上,作业时吃水深度较小,约 0.8~1.5 米,仅适用于 6 级大风以下天气作业,若施工海区进入风季,往往 2~5 天中仅有 1~2 天能进行钻探施工作业,窝工时间较长,资源浪费严重。

采用传统中间开孔的小型施工平台在如此复杂的环境中实施海上钻探不仅效率低、施工周期长,施工成本高,还往往因工期延长而无法按合同约定时间完成施工任务造成经济损失。

4 船侧伸出式单体钻探船的适用性分析

4.1 优势及特点

船侧伸出式单体钻探船采用的钢质工程起重船吨位较

高,船体吃水较深,抗风浪稳定性好,在海面 8-9 级阵风下仍可进行作业,而且这种侧位式作业平台,在恶劣天气状况下紧急避险时可发挥很好的效果,既在不起拔护筒的情况下,施工船只不受护筒限制可自行远离并撤出危险区域,这样既保证了施工安全,又能有效缩短工期。

4.2 经济效益优势对比

项目地点位于气象水文条件复杂的海域,该区域风多浪急,进入下半年后多半时间都伴随 6 级以上大风,并且时有台风过境,因此施工难度极大,不确定因素较多,施工成本较难控制,加之勘察周期有限,如不按时完工将承担违约金,给单位造成不小的损失,现就本地区应用较为成熟的施工方案和本文方案进行比较分析如下:

采用两条小船绑扎固定连成一体的施工平台和未经改进的工程钻机进行施工,按拟建海区以往施工经验,当海域风力达到 6 级以上,钻探平台无法施工,综合考虑完成本工程至少需 80 天,其施工费用约 44.5 万元。

若采用 200 吨级钢质起重船,海区处于 7 级风时钻探平台可正常工作,加之使用改进过的 XY-2 型钻机,施工效率大大提高,只需 45 天便可完成本工程海上钻探任务,施工费用约 29.7 万元。

因此,采用船侧伸出式单体钻探船完成海上勘探后可增加直接经济收入 14 万余元。经对比分析,在如此复杂的滨(浅)海区域实施钻探,侧伸出式单体钻探船较其他方案经济、适用^[3]。

5 结论

本项目海上钻探风险系数较高,如采用一般的钻探平台,无法保证施工安全以及施工成本。经本次施工验证,工程项目中此类钻探平台的应用,有效地提高钻探质量,极大地缩短了施工周期,工程项目野外施工仅使用了 45 天便完成了全部外业勘探工作,项目的有效实施和提前完工,获得了业主及相关部门的高度认可,为勘察单位承接后期业务打下了坚实的基础,也为类似工程积累了宝贵经验,可在今后施工中加以推广应用。

参考文献

- [1] 朱建良.试论工程地质钻探过程中钻孔技术的应用[J].中国金属通报,2020,(12):143-144.
- [2] 王林清,马汉臣,许本冲,等.浅海伸缩套管钻探工艺研究[J].钻探工程,2021,48(07):40-45.
- [3] 许本冲,张欣,马汉臣.海洋钻探钻井液循环技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(07):30-35.