

# 岛礁海域工程勘察施工难点和对策

潘永坚, 朱章通

(浙江省工程勘察院, 浙江 宁波 315012)

**摘要:**从岛礁海域勘察施工影响因素出发,针对海滩、水下岸坡和浅海带不同地貌类型和地质条件分析了各地貌带的钻探施工难点和相应可采用的钻场类型,提出了对策措施,并介绍了西垵门大桥和岱山某工程海域勘察施工实践与成效。

**关键词:**海域勘察;施工难点;钻场类型

**中图分类号:**U442.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)09-0011-04

**Difficulties and Countermeasures for Engineering Geological Drilling on the Island and Reefs Sea Area/PAN Yong-jian, ZHU Zhang-tong** (Zhejiang Engineering Prospecting Institute, Ningbo Zhejiang 315012, China)

**Abstract:** According to the different geomorphologic types and geological conditions of sea beach, underwater slope and neritic zone, and based on the influencing factors of site investigation in the island and reefs sea area, the paper analyzed the drilling difficulties and available types of drilling field with the countermeasures proposed. The paper also introduced the construction practice and the achievement of Xihoumen bridge and a project in Daishan.

**Key words:** site investigation in the sea area; drilling difficulties for site investigation; type of drilling field

21世纪是海洋的世纪,在人口急剧增长、陆地资源日渐减少的今天,保护、开发和利用海洋已成为全球发展的新热点。随着我国经济的快速发展,港口、修造船厂、滨海发电厂、航道工程、围海造地工程、桥梁隧道工程、海底电缆管线等海洋工程建设项目的种类、规划、数量随着社会需要和能力的提高而不断增多、扩大、丰富,而工程建设少不了勘察,海洋工程勘察又不同于陆地勘察,其难度比陆地大,技术和工艺具有一定的特殊性。尤其是岛礁附近的海域,海底崎岖,水深变化大,水流强而复杂。本文通过近年来完成的一些海域重大工程勘察项目的总结,对岛礁海域工程勘察施工难点进行分析,提出了对策措施,并介绍西垵门大桥和岱山某工程海域勘察施工实践成效。岛礁海域包括海滩、水下岸坡和部分浅海。

## 1 海域勘察施工影响因素及海域钻场类型

### 1.1 影响因素

海域勘察施工是借助于水域钻探装置,在动荡的水面上勘探,其不同于有稳定钻场的陆域勘察,其影响因素主要有以下几个方面。

(1)水深:是水域钻探施工难易程度的主要标

志之一,过深过浅都不利于钻场开展。

(2)水流:水流的流量、流速、流向等要素在不同状况下对水域钻探施工影响很大,如海域受风浪及海域地形影响而产生的回旋流随时都可能使钻船倾覆。

(3)波浪:外力风作用称风浪,海洋中的波浪以风浪为主,它是空气和水之间的能量交换产生的。海域钻探正常施工应在5级风力内<sup>[1]</sup>。

(4)潮汐:指海水在月球和太阳引力作用下发生的周期性运动,包括海面周期性的垂直涨落(习惯称潮汐)和周期性的水平流动(习惯称潮流)。潮汐类型按周期分我国有半日潮、全日潮、混合潮3种,我国的东海为半日潮。施工时要考虑潮差和潮流的影响,其对隔水套管的稳定、钻船的稳定都产生影响。

(5)底质类型:底质类型的软硬直接影响到隔水套管的稳定和锚泊系统的稳定,如淤泥质土易于隔水套管插入及增加锚着力,以增加钻进过程稳定,而基岩则对隔水套管稳定不利。

(6)水下地形:平缓的水下地形较斜坡地形有利。

收稿日期:2009-06-02; 改回日期:2009-08-20

基金项目:国家科技支撑计划“跨海特大跨径钢箱梁悬索桥结构特性及技术标准研究”(编号:2008BAG07B01)之子课题四“海域岛礁桥梁地基精细化综合勘察技术指南研究”

作者简介:潘永坚(1963-),男(汉族),浙江新昌人,浙江省工程勘察院宁波分院总工程师、教授级高级工程师、注册岩土工程师,水文地质专业,从事岩土工程勘察工作,浙江省宁波市宝善路206号,pyjwj1963@163.com。

## 1.2 海域钻场类型

海域钻场可分为漂浮钻场和架空钻场<sup>[2]</sup>,漂浮钻场是将钻探设备及附属设备、管材、工具及其它材料等承托在水面上的装置;架空钻场是通过固定设施直接将承载钻探设备的作业平台固定在底质岩土层中,兼具陆域勘察施工的一般性。由于较大型钻探平台一般费用较高,工程勘察中使用较少,本文亦不作研究。

漂浮钻场的技术要求<sup>[1]</sup>:(1)应具有足够的强度,能经受风浪潮流等的冲击,应适应工作时的水深;(2)能容纳所必用的设备、工具、材料,并能提供安全的工作场所和必要的生活条件;(3)应具有较好的稳定性和保持位置的能力。

我院实施应用过的主要漂浮钻场,归纳分类如图1。

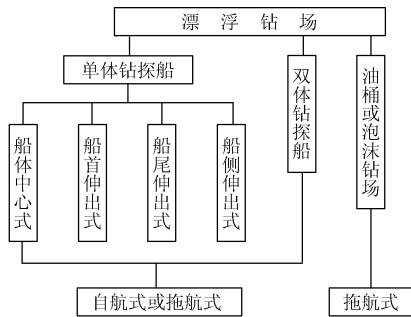


图1 主要漂浮钻场分类

其中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(图2)在主舱底部开一通路,加设法兰,安置导向管,作为隔水套管的通道;船侧伸出式(图3)是将钻机平台搭建于船舷,悬臂伸出1.5~3 m,平台基础系用槽钢、工字钢、角钢连接固定于甲板上,延伸船舷外用斜撑支承;船首、船尾伸出式其平台结构与船侧伸出式类似,只不过搭建部位不同而已。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0.5 m,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。油桶或泡沫钻场,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(图4),仅在一定条件下使用。

架空钻场满足承载钻探设备、人员及抗风浪的结构强度即可。我院主要是用脚手架搭建的钢管桁架式钻场(图5),现场拼装,平台面一般高出水面(高潮位)不低于1.5 m,载重安全系数(钻场额定荷载与设计钻探荷载之比)应大于3。



图2 自航式船体中心式单体钻探船



图3 自航式船侧伸出式单体钻探船



图4 拖航式泡沫钻场



图5 钢管桁架式架空钻场

## 2 海域工程勘察施工难点及对策

在海域进行工程勘察,必须借助于水域钻场来完成。施工前应收集和现场踏勘施工海域的地形地

貌、水情、气象和航运等施工条件,分析施工季节的风向、风力、波浪、水流、潮汐等对施工的影响程度,应本着经济、简便、适用、安全的原则,因地制宜优选水域钻场。在水情或海况以及工况允许下,应尽量选用简易钻探船作为水域钻场。

### 2.1 海滩地带

海岸线向海一侧,在平均高潮水位与平均低潮水位之间,时而被水淹没,时而出露底质。受潮汐的影响大,钻探船因受吃水的影响,难以进场到位。

(1)粉砂淤泥质海滩(潮间带、潮滩):主要为由潮汐作用塑造的低平海岸,潮间带宽而平缓,钻探船难以精确到位,一般只能用油桶或泡沫钻场(图4),安全系数较低,因涨落影响,施工时间影响大。在低潮位附近地带也可待涨潮时用小型钻探船冲进,搁浅钻探,待下次涨潮时退出,因潮汐涨落潮时间不可能与施工时间完全吻合,生活不便,还可能浪费时间。高潮位地带可用桁架式钻场(图5)。

(2)岩石海滩:一般海岸线附近为陡崖,海蚀崖、海蚀洞、海蚀柱、海蚀沟等海蚀地貌发育,海滩起伏大。漂浮式钻场无法进场,只能选用桁架式钻场(图5),而且桁架式的固定是一个难点。对策:充分利用地形地物、海蚀沟洞、节理裂隙,在低潮位时用风钻钻出钢管固定洞点。

### 2.2 水下岸坡和浅海带

位于低潮位以下,一般均可选用漂浮钻场。

(1)淤泥质土底质:其主要影响因素是水深、水流、风浪、潮流流向,可选用单体或双体钻探船。当

水深 $>50$  m、流速 $>4.0$  m/s、浪高 $>0.4$  m时施工困难;一般当流速 $<4.0$  m/s、浪高 $<0.4$  m时,2~30 m水深最适宜钻探,此时选用的简易钻探船余地大,载重安全系数应大于3<sup>[2]</sup>,钻机多选用XY-1型,一般套管下入均能稳定,活动套管直径应比隔水套管直径大50 mm,长度 $>1.5$ 倍潮差,随潮水在孔口架内升降;水深 $\geq 30$  m时,应考虑水流冲击作用的影响及套管自身重量的影响,钻机多选用XY-2型,套管在水中螺纹连接处或法兰盘附近常贴焊加固筋,以防断裂,并辅以钢丝绳稳定和防万一套管断裂冲失。

(2)硬土(硬粘性土、碎石土)和基岩底质:其位置多为水深流急或流向紊乱,悬浮物无法沉淀。主要影响因素是水深、水流(流速、流向)、风浪、潮汐,可选用单体或双体钻探船,难点是如何稳定隔水套管、如何采用适宜的锚泊系统稳定钻船,水深流急的尚存在隔水套管的强度问题。对策:选择尖底船,加重锚重,加长锚绳,减小锚绳与泥面角度,一般与水面夹角 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 为宜。钢套管外加三角钢加固。

## 3 实例和成效

总结我院开展江河湖海水域钻探30余年的历史,仅以施工难度较大的海域钻探而言,其工作范围,北起渤海湾,南至福建沙埕港,工作水深从潮间带至-62 m,最深采取原状土样孔深180 m,超百米深的勘探孔不计其数,积累了大量的实际资料,获得了较为丰富的成果,近期主要重大工程勘察实例见表1。

表1 近期完成的海域主要重大工程实例

项目名称	海况			工作量			
	水深/m	潮差/m	离岸最大距离/km	钻孔/个	进尺/m	原状土/个	标贯/段
杭州湾交通通道预可研究	0~15	7.5	2.5	5	671.77(最大孔深156.7)	169	69
金塘大桥	2~30	3.5	9.0	214	17064.8(最大孔深120.5)	5842	6942
岱山跨海大桥	9~25	3.6	8.1	20	1721.0(最大孔深128.3)	556	569
西堠门大桥	0~2	3.7	$<0.1$	4	225.4(最大孔深66.2)	岩样40组	
宁波-舟山港梅山港区	0~20	4.1	0.4	101	7545.1(最大孔深92.4)	1152	964
天津临港工业区二期围海工程	3~6	流速1.1 m/s	3.5	221	6104.2(最大孔深45.0)	2124	523
金塘大浦口集装箱码头	5~20	3.5	0.3	160	5961.6	1398	1237
岱山高亭中心渔港防护工程	1~55	4.2	0.3	37	785.5	208	57
舟山册子水道管线穿越	12~62	3.7	1.2	31	719.7	155	

### 3.1 西堠门大桥勘察

西堠门大桥是舟山大陆连岛工程的核心工程,主跨达1650 m,是世界上首座特大跨径分体钢箱梁悬索桥。大桥连接舟山金塘岛和册子岛,气象条件复杂,风速高;水深流急、流态复杂,施工条件恶劣。

大桥的主要工程地质问题是南北塔基下的边坡

稳定性,尤其是北塔基,位于四周临空的老虎山上,水下地形自标高0 m降至-80 m,坡度由 $29^{\circ}$ 变为 $4^{\circ}$ ,构成水下边坡地貌,水下边坡第四系覆盖零星分布,几乎全为基岩。为了调查边坡区节理裂隙、断层等,为边坡稳定性计算提供依据,在北塔基边坡高低潮位之间地带,实施了4个钻孔。钻探采用钢管桁

架式架空钻场,租用建筑用脚手架,在低潮位时用风钻钻出桁架固定支点,现场安装固定,平台面高出高潮位不低于1.5 m,平台上铺设竹片,平台四周加高度不低于1.2 m护栏(图6),完成单孔孔深达60余米。



图6 西堠门大桥钻探钢管桁架式施工平台

### 3.2 岱山某工程

场地位于岱山县官山岛—牛轭岛—江南山岛之间,其中官山与牛轭山之间海水深度近55 m,潮差达4.2 m,底质为残坡层或基岩,布置了10个钻孔。该段能否完成关系到整个工程的成败,设计部门要求先施工该段的钻孔,为解决施工难题,着重从以下几方面进行解决。

(1)适宜的钻船:要求钻探船抗风浪能力较强,能经受住8~9级阵风和强浪;要求水下部分阻力较小,即弧形船底,尖底船;钻船吨位为上船设备、工具、材料等的3倍。实际使用为吨位200 t的船侧伸出式单体钢质钻探船。

(2)锚泊系统的合理配置:锚泊系统主要反映在锚重、锚型、锚绳长度、绞锚机等。配备8只钻锚(2只备用),实际使用6只,其中前后主锚2只,左右两侧边锚各2只,在原有基础上,加重锚的质量,并在主锚采用连环锚形式;将锚绳加长至1000 m,减少锚绳角度。

(3)套管强度:为减少导向管的弯曲度,增加套管强度,采用 $\varnothing 168$  mm钢管外加三角钢加固。连接

为法兰连接,其连接处直接受力为6根镙杆,该镙杆既要承受潮流带来的水平力,又要承受套管本身的重力,最后加工一批高强镙杆镙帽,镙杆在一般海上钻探使用基础上加长了4 cm,使用双镙帽,同时每节套管设置保护钢丝绳。

(4)为解决导向问题,采取了两层钢管的活连接方式,即留有3~4 m活动余地,以保证套管不会顶到钻机或离开孔口位置。

通过以上方法,顺利地完成了钻探任务,钻进残坡层孔深达27 m,其中进入中风化基岩>3 m。当地政府还将舟山连岛北线方案改为从此通过。

## 4 结语

(1)海域勘察应根据海滩、水下岸坡和浅海不同的地貌带结合所在地带底质类型选择相应的钻场类型。海滩带勘察施工难点是钻探船难以精确到位,时间利用率低;水下岸坡和浅海带的主要难点在于硬土和基岩底质区的套管的稳定和钻船的稳定。

(2)泥质海滩带低潮位附近可利用小型平底钻探船搁浅钻探,高潮位地段可用钢管桁架式钻场,岩石海滩只能选用桁架式钻场;底质为硬土和基岩的水下岸坡和浅海带,往往水深流急,宜选择尖底船,并加重锚重,加长锚绳,同时辅以增强套管强度的措施。

(3)海域勘察最适宜的条件是:水深2~30 m,流速<4.0 m/s,底质为淤泥质软土。该条件下钻船适宜性广,适合常用的XY-1型钻机,套管无须特殊加工处理。

## 参考文献:

- [1] 浙江省工程勘察院. 水域钻探工程设施设计与施工的研究和实践[Z]. 1989.
- [2] CECS 240:2008, 工程地质钻探标准[S].
- [3] 汪名鹏,沈轩宏. 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, 35(12): 45-49.
- [4] 潘大勇. 近岸海域工程勘察[J]. 水文地质工程地质, 2000, (6): 58-60.

## 《钢结构》(月刊)

邮发代号:82-850 单价:12元 全年价:144元

《钢结构》由中国钢铁工业协会主管,中冶建筑研究总院有限公司、中国钢结构协会主办,创刊于1986年,是我国钢结构专业领域的综合性科技刊物。中国期刊方阵“双效”期刊、中国学术期刊综合评价数据库来源期刊、全国冶金行业优秀科技期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊。具有导向性、新颖性、系统性和实用性。重点刊登钢结构领域中能代表我国发展水平的科研成果、学术论文、工程设计、工程实录,内容兼顾理论和实践。适合于在钢结构领域从事科研、教学、设计、制造、安装、检测、防护、维修等工作的科技、管理等方面人员及施工人员阅读。

《钢结构》为大16开本,96页,彩色胶版印刷,每月22日出版,国内外公开发行人。全国各地邮局均可订阅(邮发代号82-850),也可直接汇款到本编辑部订阅。

《钢结构》兼营广告,8月开始征订下一年广告。全国“双效”期刊,将为客户带来“双赢”的结果。

本刊地址:北京市海淀区西土城路33号;邮编:100088

E-mail: gjig@chinajournal.net.cn

联系电话:010-82227640/8022/7191/8028/7238/7239(广告)

010-82227237/8043/8927(编辑) 82227236(发行)

010-82227008/7239(传真)

广告许可证:京海工商广字0037