

美国墨西哥湾海上油田环境调查

李 廷 桓

(地质矿产部第二海洋地质调查大队, 广州)

自从50年代中期以来,美国在墨西哥湾陆架地区大规模地进行石油、天然气资源勘探和开发工作。随着生产的进展,海上勘探开采工程设施的安全、海底文物资源的保护以及海底生物生存环境的保护等问题引起了美国政府和有关部门的高度关注。美国内务部矿产管理局(Minerals Management Service)在70年代中期颁发了一系列规定,要求在墨西哥湾大陆架油气资源开发租借区进行生产的所有机构,在开采资源之前,必须实施海洋浅层灾害调查、海洋考古调查,以及在特定环境下实施海底生物环境调查。其目的是保证油气资源开发作业的安全,同时,保护作业区内的古人类文化资源和现代海底生物资源。

一、海洋浅层灾害调查

在墨西哥湾地区早期的油气开发阶段,由于没有足够重视工程地质因素,曾经发生过许多重大事故,例如钻井平台倾覆,海底输油管道断裂等,造成了人员伤亡和财产损失^[1]。后来,矿产管理局颁发了有关条例,要求在墨西哥湾地区所有的租借区内进行钻井作业、铺设管道之前,必须根据作业的性质开展不同类型、不同规模的浅层灾害调查,以查明作业区内海底的地质灾害因素和人为的灾害因素。其中包括断崖、气孔、不稳定性斜坡、礁体、泥流、沙波等海底地质灾害因素;断层、含气沉积物、异常压力带、埋藏河道等浅层地质灾害因素;以及海底管道、井口、沉船、通讯电缆,早期油气生产作业的废弃碎屑物等人为灾害因素^[2]。

1. 调查类型及测网布置

根据不同的生产目的,进行不同类型的调

查。(1)租借区调查:进行覆盖整个租借区(面积一般约为 $5\text{km} \times 5$)的调查。调查范围还要包括将来作业过程中在该区块以外可能影响到的部分地区。测网的最宽间距为 $300 \times 900\text{m}$ 。(2)井位场区调查:在预定井位周围至少 1800m^2 场区内进行调查。测网的最大间距不超过 $300 \times 900\text{m}$ 。(3)管线路径调查:沿预定的管线路径及其两侧分别布置1条测线。(4)海底障碍调查:在平台、井位附近进行海底障碍调查时,测网包括3条等间距的主测线和至少1条联络测线,覆盖面积不小于 300m^2 。在管线附近进行同一目的的调查时,其要求和管线路径调查相同。

2. 海上调查手段及技术要求

一般情况下,海上浅层灾害因素调查应采用以下各种调查手段。(1)定位系统:应选用先进的连续定位系统,并通过外部接口与各种地球物理设备联接,在地球物理资料上显示出精确的定位点位置。要求在 322km 范围内定位精度达到 $\pm 30\text{m}$,标准的定位点间距不大于 150m 。(2)磁力仪:用于确定海底现存的管道、废弃井口和其它铁磁性物体。磁力仪灵敏度要小于 1γ ,背景噪音要小于 3γ 。磁力仪探头应距离海底的高度最多不超过 6m ,与作业船保持至少3倍于船体长度的水平距离。(3)测深仪:要求采用高频、窄波束测深仪测量水深。取得的资料要能够准确反映水深条件和海底地形。(4)旁测声纳:用于连续扫描记录海底地貌形态和海底障碍物分布情况,要求全覆盖调查区域。声纳信号换能器(拖鱼)距离海底的高度为扫描

1) 李廷桓, 1987. 海洋工程地质调查与方法. 海洋地质动态(总51): 18.

量程的 10—20%，使获得的资料能用于查明、评价海底物体的特征、形态和规模。(5) 浅层剖面仪：用于确定浅层地质因素的特征，要求在海底表层 15m 范围内分辨率高于 1m。(6) 多道地震反射系统：用于确定深部地质因素的特征，要求穿透深度大于 300m。多道地震反射系统只是在租借区调查和井位场区调查中才要求使用。(7) 其它设备：在特殊情况下，还要求采用其它的调查设备和方法。例如，取芯、水下电视、海底照像、遥控的或载人的潜水器、潜水员等。

调查过程中，还要求采用各种深度传感器和超短基线定位装置，监测电缆的深度、换能器和探头的位置。根据这些资料，一方面在海上作业时通过控制装置调整电缆、换能器在合适的工作状态；另一方面在室内解释资料时对实际的测点进行计算，作为偏移改正的依据。

3. 调查资料的综合解释

在完成海上调查之后，根据所取得的各种地球物理资料进行综合的解释。在管线路径调查项目中，还必须结合表层地质取芯，并进行常规测试，分析岩土的工程力学特性。综合这些结果，识别和确定各类错综复杂的海底和浅层地质灾害因素，以及人为的灾害因素。然后，绘制

出反映客观情况的工程地质图件，对各种潜在的灾害因素可能产生的影响作出全面、合理的预测和评价。

二、海洋考古调查

距今大约 6000—25000a 前，墨西哥湾大陆架的大部分地区曾出露地表。据记载，在 12000a 前已有史前人类居住在其中某些区域^[3]。因而，在墨西哥湾大陆架的海底之下有可能保留着史前人类及古人类的物质和文化遗迹。

矿产管理局在墨西哥湾陆架区划出了规定的考古区 (Archaeological Stipulation Area)，并在考古区内划分了史前文化资源高概率区和古文化资源高概率区(图 1)。矿产管理局规定，在考古区范围内进行钻井、铺设管线之前，作业者必须开展海洋考古调查。在确认工区内不存在史前人类居住地遗址和古代沉船残骸的情况下，才允许进行各种钻探和开采施工作业^[4]。

1. 调查类型及测网布置

根据不同的生产性质提出不同的要求。(1) 租借区调查：进行覆盖整个租借区的调查。调查范围还要包括将来作业过程中在该区块以外可能影响到的部分地区。(2) 单钻井场或平台选址调查：在钻探平台的作业场区周围，钻井

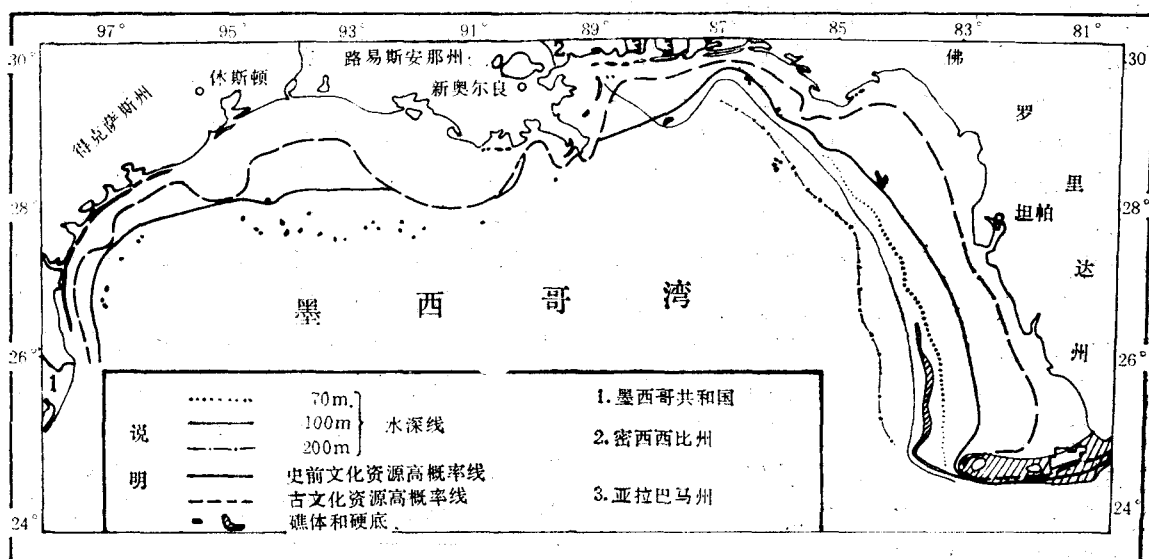


图 墨西哥湾考古调查区及生物调查区示意(据美国矿产管理局, 1983)

表 1 墨西哥湾考古调查的测网布置

调查类型	调查面积	测 网 布 置	
		史前文化资源高概率区	古文化资源高概率区
租借区调查	整个区块	300m×900m	150m×900m
单钻井场或平台遗址调查	1850m ²	主测线间距 300m 3 条等间距联络测线	主测线间距 150m 3 条等间距联络测线
管道路径调查	—	3 条测线分别经过预定管道路径和平行于路径两侧分布测线间距 300m。	3 条测线分别经过预定管道路径和平行于路径两侧分布,测线间距 150m。

船锚固区附近以及作业可能影响到的范围内,要进行单钻井场或平台选址调查。(3)管线路径调查:在预定的管线路径和铺设管线的作业船拖锚可能影响到的范围内进行调查。

以上各类调查所要求的测网布置见表 1。

2. 海上调查手段及技术要求

除了不要求采用多道地震反射系统之外,其它的调查手段和技术要求与海洋浅层灾害调查中所要求的基本一致。并与浅层灾害调查是同一个航次完成,只是从不同的角度对所获得的地球物理资料及地质资料进行分析和解释,而分别作出评价。

3. 调查资料的解释评价

目前,确定可能的古人类居住场址的最有效方法是按照浅层剖面记录中所反映的地质特征,在平面上圈划出与古人类生存环境有直接关系的古地貌单元的分布位置,包括河流网络,沙岛浅滩,海湾湖泊等等。根据这种平面分布关系来进行陆架区内史前人类活动场区遗址评价。

从墨西哥湾陆架区出露地表的时间分析,地质时代属更新世。因而,考古解释中重点是识别全新统与更新统之间的界面,以及更新统内部起伏变化的自然地貌特征和人类改造的地形特征,如土方工程、贝冢等^[3]。考虑到全新世为大规模的海进期,所以,在全新统沉积中发现史前人类遗址的可能性极小。

利用旁侧声纳记录和磁法测量资料,有可能发现沉没的商船、舰只的残骸。有的已被完全掩埋,有的还部分出露海底。在解释评价过

程中,还要参考古海岸形态、古商业港口位置和现有的沉船位置分布图等资料作为补充。

四、海底生物环境调查

海底生物环境调查又称为摄影编录调查(Photodocumentation Survey),其目的是查明墨西哥湾油气开发区内硬底(hard bottom)地区和活底(live bottom)地区的分布情况。

活底区的定义是:有海扇、海鞭、水媳、海葵、海鞘、海绵、苔藓虫、海草、珊瑚等固着无脊椎动物集合体生长或附着其上的自然出露的、粗糙或平坦的坚硬岩层;有利于玳瑁、鱼类和其它生物群聚集的均一沉积区^[4]。根据定义,活底区包括坚硬基底和附着的生物群族两个主要组成部分。其中,坚硬基底或出露于海底以上,被底栖动物所覆盖;或被未固结的沉积物掩埋,但也有生物群族聚集其上。

1. 测区划分及测网布置

根据硬底的分布概况(见图 1),将墨西哥湾佛罗里达的近岸地区定为“东部计划区”,是摄影编录调查的重点区。其余地区为“中部计划区”。

在“东部计划区”内 26°N 以北,水深 70—100m 之间区域进行勘探,或在水深 70—200m 范围内开采;以及在 26°N 以南(不论水深)进行任何作业之前,必须进行摄影编录调查。测网由 8 条成 45° 夹角的测线组成,从预定的钻探位置呈放射状向外延伸至少 1820m,尽可能反映推测的活底或硬底条件。

在整个“中部计划区”范围内,或“东部计划

区”内 26°N 以北水深小于 70m 的区域,则根据地球物理资料反映的活底或硬底显示来确定是否需要进行摄影编录调查。调查主要在硬底区或推测的活底区内进行。在单独分布的硬底区或推测活底区,测网由 200m 间距的测线组成,覆盖预定井位或平台桩位附近 1820m 范围;若多个活底区相邻分布时,测网要同时覆盖全部分布范围。

当作业者在整个租借区内向不仅仅是局部的钻探井场进行摄影编录调查时,测线间距为 200m,测网要覆盖整个区块及区块以外 1820m 范围。

2. 海上调查手段及技术要求

摄影编录调查要获取电视录像和彩色静物照片等资料。调查中使用带有水面控制器和记录器的电视摄像镜头,沿全部测线连续工作;并使用与水下电视摄像镜头一同架装的,带有水面控制快门的静物摄影镜头选区进行摄影。静物摄影应能够反映沿测线的活底的范围,类别及大概的覆盖面积。在非活底区,也要至少每隔 300m 进行拍摄,以获得资料证明这一事实。

3. 地球物理资料的活底解释

在墨西哥湾进行钻井和建造工程设施之前,制作调查区水深图,并解释不小于 1820m 半径的预定作业范围内的活底现象。若地球物理资料反映出硬底或活底显示,则要求进行摄影编录调查。

在前期的地球物理调查中,浅层剖面记录和旁侧声纳记录提供了硬底现象及其分布,但却不能确定硬底的类型和反映是否有生物群落附着于其上。结合测深资料进行底栖生物的适存水深环境分析,初步评价这些底质适宜活底

形成和发展的可能性。进而通过摄影编录调查可靠地确定调查区的实质和内容。

五、结语

多年来,美国政府在大力开发海上油气资源的同时,采取了相应的积极措施保证安全生产,以及保护水下的文物资源和海底生物资源等财富免遭损害,取得了显著的成果。

目前,我国海上油气勘探已经蓬勃开展,并进入了初步开发的阶段。海底地质灾害问题已得到了重视。并取得了初步成果^{[1],1)}。但是,海洋考古调查和海底生物环境调查项目还没有列入工作日程上来。

我国海域辽阔,蕴藏着丰富的水下文物资源和海底生物资源。应借鉴国外在这些领域中行之有效的方法和经验,结合我国的实际情况,采取完善的措施,迅速推广海洋考古调查和海底生物环境调查技术,在海上油气开发生产中的实际应用。

参 考 文 献

- [1] 地质矿产部海洋地质调查局, 1987. 东海工程地质条件的初步研究. 海洋地质专刊 4(1): 1—47.
- [2] US MMS, 1983. Outer continental shelf shallow hazards requirements for the Gulf of Mexico OCS region. 1—8.
- [3] Stright, M. J., 1986. Evaluation of archaeological site potential on the Gulf of Mexico continental shelf using high-resolution seismic data. *Geophysics* 51(3): 605—622.
- [4] US MMS, 1982. Outer continental shelf cultural resource requirements for the Gulf of Mexico OCS region. 1—7.
- [5] US MMS, 1983. Insignificant revision in July 1982 5-year outer continental shelf oil and gas leasing schedule eastern Gulf of Mexico lease offering. 1—14.

1) 地质矿产部第二海洋地质调查大队, 1988. 南海珠江口盆地海洋工程地质调查报告。