

深远海工程调查作业保障体系探讨

陈浩东¹, 黄熠¹, 钟斌¹, 安永宁^{2,3}, 李晶³

(1. 中海油海南能源有限公司 海口 570206; 2. 中国海洋大学环境科学与工程学院 青岛 266100;

3. 交通运输部天津水运工程科学研究所 天津 300456)

摘要: 深远海海洋工程活动需要在手续齐全、批文合法的条件下开展作业, 但因其面临更为复杂的环境和挑战, 建立健全调查作业保障体系十分必要。文章通过分析深远海工程调查作业的类型、特点、需求等, 探讨了其保障体系的内容组成, 并对船舶及装备保障、组织及人员保障、远海通信保障、调查实施方案保障、质量管理和控制保障、HSE 保障、应急预案保障进行了具体的阐释。通过实际调查作业的示例, 进一步说明了深远海工程调查保障体系的构建方法和流程。深远海工程调查作业开始前, 构建完备的保障体系, 是调查作业能够顺利开展与完成的重要前提。

关键词: 深远海; 工程调查; 保障体系; 北斗系统; 卫星通信; 健康安全环境; 应急保障

中图分类号: TE51; P711

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2022)05-0111-06

Study on Guarantee System of Engineering Survey in Far and Deep sea

CHEN Haodong¹, HUANG Yi¹, ZHONG Bin¹, AN Yongning^{2,3}, LI Jing³

(1. CNOOC Hainan Energy Co., Ltd., Haikou 570206, China; 2. College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 3. Tianjin Research Institute for Water Transport Engineering, M. O. T., Tianjin 300456, China)

Abstract: Ocean engineering activities need to be carried out under the conditions of complete procedures and legal approval documents. However, because of the more complex environment and challenges, it is necessary to establish and improve the investigation and operation guarantee system. By analyzing the types, characteristics and demands of the engineering survey in far and deep sea, the contents and components of its guarantee system were discussed, and explanations on the ship and equipment support, organization and personnel support, offshore communication support, survey implementation scheme guarantee, quality management and control guarantee, HSE guarantee and emergency plan guarantee were given in detail. The construction method and process of engineering survey guarantee system in deep sea, were furtherly illustrated through an actual survey example. It is an important prerequisite for the smooth development and completion

收稿日期: 2021-08-16; 修订日期: 2022-04-15

基金项目: 中海石油(中国)有限公司综合科研课题: 远海勘探作业保障体系研究(CEL2020HNFN0032)。

作者简介: 陈浩东, 高级工程师, 研究方向为海洋石油勘探、开发、生产运力后勤资源保障管理

通信作者: 安永宁, 正高级工程师, 博士, 研究方向为海洋工程调查、评估及信息化等

of the survey to build a complete guarantee system before the work of engineering survey in far and deep sea starts.

Keywords: Far and deep sea, Engineering survey, Guarantee system, BDS, Satellite communication, HSE, Emergency guarantee

0 引言

随着我国海洋工程开发活动的不断发展,深远海逐步成了需要探索开发的新领域,深海油气开采、离岸风电开发、远海通信光缆和岛礁开发建设等海洋工程活动,均需要深远海工程调查来提供基础支撑和数据保障^[1-4]。

深远海工程调查不同于浅海常规调查,调查时面临的大水深、远航程、恶劣的气象水文、匮乏的通信手段和长时间补给需求等,都将带来极大的困难与挑战。因此,没有完备的保障体系,就难以完成深远海工程调查作业,也就难以进行深远海的开发与利用。

目前,业内对深远海工程调查的研究主要集中在调查方法及实施、仪器设备的应用等方面,对于保障体系的研究甚少^[5-9]。本研究拟对其进行体系组成与内容阐释方面的探讨,并结合实际调查项目进行应用示范。

1 深远海工程调查作业保障体系的组成

建立深远海工程调查作业保障体系,主要目的是克服深远海远离大陆、深水条件所带来的诸多困难和不便,保障调查作业的顺利与安全进行,以达到预定的调查目标,取得预期的调查结果。

深远海工程调查作业保障体系可分为:船舶及装备保障,组织及人员保障,远海通信保障,调查实施方案保障,质量管理和控制保障,健康、安全与环境(Health safety and environment, HSE)保障及应急预案保障等(图 1)。保障体系各方面的内容既有其独立性又相互制约、相互补充。如,调查船舶制约着调查人员的数量和配置,调查人员影响着调查船舶的选型;调查实施方案、HSE 保障方案、应急预案同属于文本约束类保障内容,但各有侧重点,调查实施方案是整个调查工作的技术性指导文件,保

障着各项调查工作的合理化开展,HSE 保障方案是关于人员健康、作业安全和海洋环境保护方面的常规保障文件,应急预案是关于应对调查期间突发事件如台风天气、船舶故障和外船骚扰等紧急事件的应急处理措施文件。

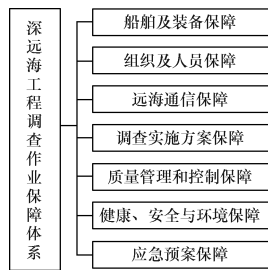


图 1 深远海工程调查作业保障体系的组成

1.1 船舶及装备保障

深远海调查的首要依托是调查船舶,船舶要求能够自持航行到预定的调查海域,能够搭乘规定数量的调查人员并支持其日常生活,能够搭载不同型号的调查仪器设备并支持其正常使用,能够在已知特定的风浪条件下安全锚泊等。

我国目前应用的调查船主要有两类,一类是专业的海洋调查船,另一类是用渔船、运输船等船舶临时或永久性改造而成的调查船。前者一般由我国自主设计建造,经历了半个多世纪的发展,已经形成了不同吨位、不同性能、不同用途的调查船系列,是国家海洋科考调查的主力,如“向阳红”系列海洋调查船^[10];后者多由沿海渔船、渔运船等改装而成,是我国近海海洋工程调查的主力,一部分排水量大、性能较优的船型,也可以承担深远海的小型调查任务。如果深远海调查用到了深拖系统、水下机器人 ROV、AUV 系统等,则需要配备具有配套支持条件的专业调查船舶。

深远海调查的次要依托是调查装备。深远海海洋工程调查,按工作内容分为海洋物探调查、海洋地质调查、海洋水文调查和海洋生态调查等不同

项目,不同的调查内容需要不同的装备类型。一般来说,海洋物探调查主要指海底地形地貌、浅地层剖面和海洋重磁等的调查,用到的调查装备有多波束测深仪、侧扫声呐、浅地层剖面仪和海洋磁力仪等。对于侧扫声呐等拖鱼类设备,要考虑利用压载器沉放,或者采用深拖系统^[11];如果水深大于 300 m,船载多波束仪器应选用深水多波束型号。海洋地质调查主要指底质采样、地质钻探和海洋静力触探(CPT)等,底质采样可选用重力式采样器或箱式采样器等;地质钻探在浅水条件下可以采用钻机搭载在船舶上来完成,在深水环境下很少应用;CPT 多采用海床式 CPT 装置,采用船舶吊机或 A 架吊放到海床面来完成,同样在深水环境下很少应用。海洋水文调查主要指海流、波浪、潮位和泥沙等测验,用到的设备有多普勒声学流速剖面仪(ADCP)、波浪浮球、潮位仪和光学后向散射浊度计(OBS)等,对于波浪、潮位等表层观测要素,水深条件对仪器选型影响不大,对于底层流速和底层含沙量等观测要素,则应选用频率低、穿透强的仪器,或采用潜标将仪器置底观测。海洋生态调查包括叶绿素 a 与初级生产力、浮游生物、游泳生物和底栖生物的调查,多采用拖网采样、底质采样等方式,与浅海调查的方法类似,设备选型也一样。

1.2 组织及人员保障

深远海调查作业能否顺利实施,核心还是需要依靠调查人员去执行,调查人员执行情况的好坏,决定了调查作业的成败。人员一旦确定,在调查周期内很难再行调换。由于调查内容的多样性、任务流程的不可逆性,需要提前根据人员组成,建立起组织架构,进行良好的分配分工,以保障调查作业的合理有序开展。

在调查任务启动前,就应建立起组织架构,进行人员的配置与分工,以推动各项调查内容的开展。调查任务组织架构一般由项目管理人员、业主/设计方代表、现场外业调查人员、安全监督人员、质量管控人员和内业资料整理人员组成。项目管理人员即项目经理,全面负责调查任务的实施,包括人机调遣、沟通协调、质检安全、后勤管理工作;业主/设计方代表主要起到任务要求下达、作业

进度监督等作用,与项目经理直接沟通;现场外业调查人员是调查作业实施的主力,根据调查内容的不同可分成不同的小组,可设立小组长负责各项调查内容的具体执行;安全监督人员和质量管控人员全程对调查作业进行安全与质量方面的监督与把控;内业资料整理工作在现场调查完成后实施,可由专门的内业小组承担,也可由外业调查小组兼任。

在具体人员的选择上,应考虑工作经验、资质能力和工种要求等条件,每个人员需具备深远海海洋调查的作业经验,具备外业调查和数据处理方面的能力。如需要 24 小时作业,应配备足够的作业人员进行轮换班。部分特种设备作业,如 ROV、AUV 等,还需配备专业的调查团队。如进行 ROV 调查时,需至少配备 ROV 指挥队长、操作手、工程师、安全监督等人员组成专业调查团队。

1.3 远海通信保障

海洋调查作业涉及的通信服务有两种,一是现场与陆域指挥端之间的联络通信和网络服务通信;二是调查仪器设备之间的组网通信、水下湿端与甲板端采集主机之间的通信和水下声学定位通信等。前者关系到调查作业团队能否及时掌握现场天气变化、任务调整等情况,能否及时向指挥端汇报调查实施进度,以及传回指挥端需要的现场重要信息;后者主要是保障仪器设备能够正常采集运行,仍属于装备保障体系。因此,远海通信保障的主要关注点在于,现场与外界的电话、短信和网络通信服务是否畅通。

一般来说,远海基本没有手机网络信号覆盖,通信主要通过卫星进行,具体的手段包括卫星电话、基于北斗卫星的通信系统和船载卫星宽带终端等^[12-14]。

(1)卫星电话。基于卫星通信系统来传输信息的卫星中继通话器,是现代移动通信的产物,其主要功能是填补现有通信终端无法覆盖的区域,为人们的工作提供更为健全的服务。卫星电话通信的距离远、信道多、通信质量好,但资费高,受遮挡时影响大,且常会出现通话延迟现象。

(2)基于北斗卫星的通信系统。2020 年 7 月,我国全面建成了“北斗三号”全球卫星导航系统,可

提供开放服务和授权服务两种服务方式,具有短报文通信能力。

(3) 船载卫星宽带终端。通过卫星通信实现互联网连接,广泛应用于各类远海调查船舶,因实现了互联网的连接,其通信方式可以为文字和语音等,相比于卫星电话和北斗通信系统,其通信形式更加多样,但设备更为昂贵。

3 种通信方式各有其优缺点,且均能满足现场与陆地的通信需求,建议远海作业同时配备两种方式,确保沟通的顺畅进行。因各种方式都采用卫星通信的方法,设备可能会产生无法跟星和卫星失锁等问题,大部分情况下是因为天线对星方向被遮挡、船舶大幅度转向及速度过快等原因所致,一般调整船舶姿态及航速就能恢复。当卫星通信不稳定或搜不到卫星信号时,可尝试重启设备、重装 SIM 卡或检查线路连接、重新连线,调查人员应掌握多种解决问题的方法。

在深远海进行调查作业时,应建立严格的通信保障制度,定时、定点与陆域指挥端汇报,保障作业的顺利开展。

1.4 调查实施方案保障

调查实施方案是调查实施的技术性指导文件,是重要的文本保障。调查前,应制定详细的调查方案,方案内容包括前期准备、技术要求、技术标准、技术路线和实施计划等。

技术要求一般由业主制定,如果业主未提供,应根据项目的目标、需求和特点等信息,参照相关规范编制技术要求,并取得业主的同意。技术路线要根据调查任务要求、海区的水深水文等条件,制订合理的技术路线。如果调查海区同时存在深水区、浅水区、岛礁区,应体现不同调查方法、设备、船舶等的差异性。

调查时首先进行较大范围的普查,初步查明调查海区的水下地形后,再进行详细的调查,确保作业安全。根据调查要素的属性和特点,进行测线、站点布设,选用合理的调查设备,制订科学的数据处理和评估分析方法等。同时,应考虑深远海调查作业的复杂性,当预定技术路线无法满足调查要求时,应预判技术偏离情况,制订相应的技术路线调

整预案。

1.5 质量管理和控制保障

为了保证调查项目能够按期、优质地完成,需要制定完善的质量管理和控制方案,作为必要的文本保障。质量管理和控制措施可以保证调查作业采集成果的质量,并保证调查实施时及时发现问题及时纠正,做到预防为主。质量管理和控制保障应基于 ISO9001 等国际性质量管理体系标准、现行作业规范标准、调查单位内部的质量管理规定。质量检查应贯穿于整个调查作业实施的全过程,应执行三级检查制度,项目组自检、单位内检、业主检查并重。

1.6 健康、安全与环境(HSE)保障

健康、安全与环境(HSE)保障方案也属于深远海调查必要的文本保障,要基于 HSE 管理体系。HSE 管理体系是国际石油天然气工业通行的管理体系。它的形成和发展是石油勘探开发多年管理工作经验积累的成果,集各国同行管理经验之大成,体现了完整的一体化管理思想,突出了预防为主、领导承诺、全员参与、持续改进的科学管理思想,是石油天然气工业实现现代管理,走向国际大市场的通行证^[15]。

深远海调查作业,因离岸较远,如遇突发情况,获取外部帮助和救援的难度较大,因此,做好 HSE 保障尤为重要,应至少做好以下工作。

(1) 人员健康管理。作业前对人员进行健康体检,做好传染性、流行性疾病筛查,登船作业人员的健康证和四小证应在有效期内。

(2) 医疗资源配置。作业动员前应配备充足的常用疾病药品和医用器械,当调查周期较长、调查人员较多时,应配备专职医生。

(3) 船舶设施卫生管理。保持厨房、餐厅和客房等区域的干净整洁,避免因卫生条件差导致的健康问题。

(4) 航行安全保障。加强船舶瞭望,及时收听气象,作业及航行时避开浅滩或暗礁海区。

(5) 严格执行相关的 HSE 程序。作业前进行安全交底,做好风险源辨识并做好相关预防措施,制订各项应急预案和应急联络方法,在调查开展前

进行应急预案的演练。

1.7 应急保障

建立应急保障主要是为了应对突发事件,突发事件指调查作业过程中可能造成人员伤亡、财产损失的紧急事件,分为以下 4 类。①船舶本身,包括船只碰撞、搁浅、弃船、破损、进水、溢油污染、操纵失灵和失去动力等;②作业人员,包括人员坠海、患病和受伤等;③自然环境,包括突发性恶劣气象(大风、大浪、大雾)、台风和海啸等不可预见的自然灾害;④外部环境,包括在有争议海区遭遇敌情,或相邻船只作业干扰等。

应急预案中应有设置应急机构的内容,明确应急保障的职责,针对突发事件可按照严重性程度分级,对每一项事件应有指挥、协调、联络、处置的明确方法。

2 深远海工程调查作业保障示范

以中国海洋石油集团有限公司在我国南沙海域实施的“远海勘探锚泊区选划工程”调查项目为例,来介绍深远海工程调查保障体系的构建和实施。

2.1 船舶及装备选型

本次调查的陆域指挥端位于广东省湛江市,船舶依托港口为湛江港,调查海域距离湛江港的直线距离约 1 000 km。调查海区包含岛礁区、浅水区和深水区,调查范围内的水深变化在 0~1 000 m。

结合项目特点,调查船舶选型需满足以下要求。①具备国家规定的各项证书,且均在有效期内;②船舶配备的导航、助航、救生、环保设备充足且有效;③具备 A 架、绞车等拖曳设施,具备专用工作舱室供调查用,生活舱室充足,具备较长时间的续航能力;④船舶配员规范,满足天气良好的条件下 24 小时作业的条件,且船长、船员具备相关海洋调查经验;⑤调查船长宜在 40~50 m 之间,铁质船舶,后甲板须具备充足的空间进行设备的收放工作。

综合考虑安全、经济和适用等因素,最终选用了一艘由钢质渔船改造而成的调查船,长约 45 m、宽约 8 m、吃水约 3 m、排水量约 580 t、总功率约 900 kW,船上配备双发动机,具有国家规定必须拥有的各项证书和检验证书,核定可适用于远海航区,船上配员 10 人,船舶及船员具备丰富的作业经

验。考虑到岛礁周缘水深太浅,船舶航行施测困难,因此,补充增选了一艘中型无人船,用来承担岛礁区及 5m 以浅水域的调查任务。

本次调查的采集要素包括:水深地形、海底地貌、浅地层剖面、底质、剖面海流和潮位等,相应的仪器设备选择了多波束测深仪、侧扫声呐、浅地层剖面仪、箱式取样器、ADCP、自容式潮位仪和声速剖面仪等。由于水深测量的量程跨度较大,因此,多波束测深仪包含了船载深水多波束和潜载小型多波束两种型号。

同时,本次调查还准备了各种船载设备的备用设备各一套,以备应急。

2.2 人员及组织架构

本次调查共投入作业人员 10 名,项目经理 1 名,同时兼任安全监督员,外业调查人员 6 名,兼任内业整理工作,质量检查人员 1 名,后勤保障人员 2 名(图 2)。

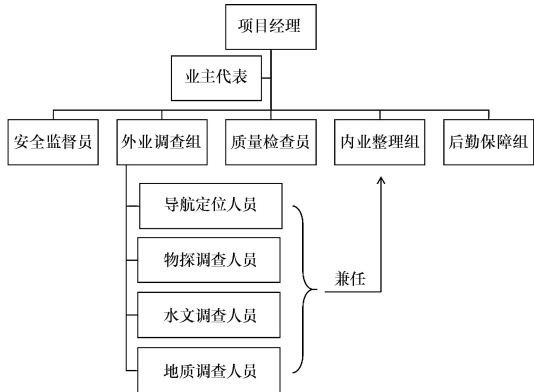


图 2 项目组织架构

2.3 作业报备与许可

在调查作业前,由单位层级沟通与协调,向主管调查海域的地方政府、海洋与海事部门及军方进行了请示与报备,取得了作业允许意见。

2.4 通信方式

北斗系统除了可以提供授位授时服务,还可以提供短报文通信服务,这也是北斗系统的特色与亮点。我国已经基于北斗系统研发出了多类卫星通信软硬件产品和卫星通信运营系统等。本次调查应用了某款基于“北斗三号”的民用卫星通信系统,它通过移动互联网与北斗卫星导航系统的短报文

卫星通信技术的结合,实现了卫星通信的手机应用,可以为海上作业端和陆域指挥端提供沟通工具。该系统支持多种通信方式,包括手机短信、微信、电子邮箱和海聊设备间的互联互通,并针对海上作业专门开发多种配套功能,包括天气查询、位置组队和一键 SOS 求救等。

2.5 其他保障性文件

本次调查作业区前,项目组制订了详细的调查实施方案、质量检查方案、HSE 方案和应急方案等文本类保障文件,均取得了单位管理部门的审核与批准。

调查实施方案包含了外业调查作业和内业资料整理的全部实施计划和执行方法。质量检查方案贯彻了 ISO9001 标准和中海油企业级质量管理体系,建立了项目组自检、质检部和总工检查、单位内审的三级质检程序。HSE 方案制订了健康安全环保程序,确定了执行的目标,如作业防护、设备保护、用水用电和防火防爆等,并制定了例会制度、管理制度和检查制度等相应的制度。应急预案针对深远海调查可能遇到的防台避台、船舶触礁、人员中暑中毒、触电或火灾等可能遇到的紧急情况,制订了详细的措施。

3 结语

各国对海洋权益的重视日趋明显,我国对海洋的管理与开发也渐趋规范。作为获取地形、水文、地质和环境等基础数据的重要手段,海洋工程调查在海洋开发活动中的作用不可忽视。相比在沿岸或近海开展海洋工程调查,深远海调查作业面临的环境更为复杂,挑战更为艰巨,保障体系的涉及面也就更广,构建的难度更大。

本研究通过分析深远海工程调查作业的类型、特点以及需求,辨识调查中可能遇到的困难和风险,将船舶及装备保障、组织及人员保障、远海通信保障、调查实施方案保障、质量管理和控制保障、HSE 保障和应急预案保障等方面,作为深远海工程调查作业保障体系的组成部分,并探讨了各个组成的具体内容和要求。

近年来,我国在深远海开展的工程调查类项目逐渐增多,调查方法逐渐成熟,调查经验的积累日

益丰富,通过回顾、分析、筛选、总结,探索整理出完善的调查作业保障体系,既是对深远海历史调查工作的补充和提升,又能够为未来的深远海工程调查作业提供参考与借鉴。本研究探讨的调查作业保障体系,能够应用到一般的深远海工程调查项目中,且已得到了良好的验证,但考虑到深远海调查的多样性和复杂性,其作业保障体系的进一步健全与完善,仍需相关海洋工作者的广泛重视与持续努力。

参考文献

- [1] 田洪亮,杨金华.全球深海油气勘探开发形势分析与展望[J].国际石油经济,2006,14(9):1-3.
- [2] 王桂林,段梦兰,冯玮,等.深海油气田开发模式及控制因素分析[J].海洋工程,2011(3):139-145.
- [3] 姜楠.深海风力发电技术的发展现状与前景分析[J].新能源进展,2015(1):21-24.
- [4] 王爽,王晓杰,范丽红.远海岛礁工程建设对生态环境的影响及应对措施探析[J].环境保护前沿,2020,10(4):5.
- [5] 臧建飞,范士杰,易昌华,等.实时精密单点定位的远海实时 GPS 潮汐观测[J].测绘科学,2017,42(6):155-160.
- [6] 周东旭,唐秋华,张化疑,等.星站差分与 PPP 技术在深远海调查中的位置服务精度分析[J].海洋通报,2020(2).
- [7] 冯强强,温明明,王功祥.侧扫声纳和磁力测量在海底光缆探测中的应用[J].中国科技信息,2014,11(11):59-59.
- [8] 田俊峰,崔银秋.北斗卫星导航系统在远海岛礁建设中的应用探讨[J].中国港湾建设,2014(7):1-3.
- [9] 孙元宏,任峰,张莹,等.深远海调查作业流程的探索与思考[J].海洋开发与管理,2018,35(1):65-68.
- [10] 李朗.中国海洋调查船队建设研究[D].青岛:中国海洋大学,2014.
- [11] 牟健,姜峰,赖新云.深海多波束系统、深拖系统及合成孔径声纳系统的技术性能对比[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2012(1):86-90.
- [12] 李辉,胡慧.舰艇远海卫星通信保障相关问题探讨[J].现代军事通信,2013,21(4):65-68.
- [13] 谭志荣.国际海事卫星通信及应用前景[J].中国水运,2004(3):43-44.
- [14] 任蔓延,胡知斌,仇文峰.基于北斗卫星的远海船舶气象播报系统设计及应用[J].中国港湾建设,2018,38(1):53-56.
- [15] 王光军.质量健康安全环境管理体系实践与案例[M].北京:石油工业出版社,2005.