

中國船舶報

CHINA SHIP NEWS

产经专刊

Industrial Economic Special

2025.05.16

责任编辑/李琴 版面设计/王娟 责任校对/王倩

中国船舶集团物资有限公司
邀您纵览
海洋装备产业链全景



近日,我国自主研发的“海洋石油720”号物探船搭载“海经”系统首次完成了珠江口盆地2600平方千米三维地震数据全部成像处理,刷新了国内对3000米水深海底地层构造的理论认知,填补了我国在深海深层三维地震勘探数据处理方面的空白,为我国深远海勘探开发提供了坚实支撑。

中国船舶集团有限公司第七〇八研究所原研究员、“海洋石油720”号总设计师张福民表示,在加强深海油气勘探以加快海洋强国建设的进程中,我国海洋石油工业不断取得突破,油气勘探开发实现了从水深300米到1500米的历史性跨越。我国深海物探船在开展南海石油资源开发以及参与北极地区海洋石油资源开发等领域,将发挥重要作用。

给海底地层做“CT”

开发海洋油气,首先要知道油藏在哪里。海上物探船就像是海洋工程联合舰队中的“侦察船”,其主要任务是确定何处有油藏。“海洋石油720”号搭载“海经”系统作业,就好比给深海地层“做CT”,精准绘制海底油气“藏宝图”——通过物探船搭载的成套拖缆装备“犁”过海面,以地震波信号实现对海底地层的“CT”扫描,从而看清海底的油气储层。

2023年10月,中国海洋石油集团有限公司发布消息称,“海洋石油720”号搭载“海经”系统,帮助该装备穿透海平面以下近万米地层,首次完成超深水海域地震勘探作业,精细刻画万米地层的复杂地质结构。

2024年年初,南半球赤道附近的印尼海域,“海洋石油720”号搭载“海经”系统,开启了首次海外作业。“海洋石油720”号沿航线进行海面拖缆采集作业,实时完成震源和检波点的地震数据采集,在广袤的海面上如同“经纬线”一样准确划分出油气藏位置。

2025年年初,“海洋石油720”号搭载“海经”系统沿着预定的航线进行拖缆采集,实时捕获震源和检波点的地震数据,从而在辽阔的海域内精准圈定油气藏的位置,为深海油气资源的高效勘探与开发提供有力支持。

张福民表示,三维物探船是利用自带的声波发射阵(通常是二套发射阵),对海底有规律地发射人造声波进行地震探测,通过船尾拖曳的多道信号电缆,接收海底以下的回波,经计算机软件分析回波形状,叠加成海底三维地质图形以了解其地质构造,摸清可能存在的海底油气资源。

“1991年,全球有了第一艘物探船。物探船的船载地震源设备有二维单震源、三维双震源和四维多震源之分,三维物探船的信号缆数从3缆到24缆不等。通常,信号电缆的灵敏度越高,分析软件越先进,形成的三维地质图形就越清晰(地震采集品质高)。”张福民还表示,信号电缆数越多,物探船一次性探测的海底地质构造的面积就越大,但对作业海域的限制也越大,如对于狭窄海域、复杂海域、较浅水海域,多缆的适用性就较差;而6缆以下采集效率较低,采集品质不高。据他介绍,在2008年之前,全球三维物探船有41艘,其中12缆以上8艘;大多数三维物探船的缆数为6~8缆。

“海洋石油720”号是我国自行设计建造的第一艘12缆双震源深水三维物探船,是国内最新一代三维物探船,也是目前为止亚洲地区最先进的地球物理勘探船。该船首次配备了12根8000米地震采集电缆和双震源共8排气枪阵列,可进行全球无限航区的三维地震采集作业,工作水深达3000米。同时,该船也是国内第一艘满足涂层新标准(PSPC)的海洋工程船。

张福民解释说,从船型看,12缆物探船是性价比最高、适用性最好的主流物探船。和国外其他物探船相比,“海洋石油720”号在交付当年,其静音性、续航力、地震采集品质、采集效率、电力推进谐波控制、水动力性能等方面指标均高于全球80%以上的三维物探船。

据介绍,“海洋石油720”号日勘探面积可达120平方千米以上,在作业时,尾部的12根电缆在水中按照50米或100米等间距平行打开,仿佛一个8千米长的大扫把在海洋表面“扫”过;同时,气枪阵在水中“发射”——释放高压空气产生地震波,在海底深处的岩层界面上形成反射后,被电缆上的接收装置捕捉、记录下来,形成地震剖面图。形象地说,这一过程就好比给海底做一次“CT扫描”,从所获得的三维地震切片,不仅能看清地下构造的细微变化,还能看到沙体的变化,有时甚至能看到油水界面。技术人员通过对这些地震剖面进行分析,编制海洋油气藏构造最关键的图线。

我国深海装备显神通

给海底地层做『CT』

描绘油气藏宝图

■ 记者 赵芸



深海装备多方位突破

深海油气开发,深海装备是关键。近年来,我国大力加强关键海洋装备原创性、引领性科技攻关,一个个海洋工程超级装备相继投入使用,推动海洋油气资源勘探开发不断向深水、超深水迈进。

七〇八所于“海洋石油720”号建造期间——先后在2010年与2011年完成一型12缆三维物探船的设计研究和一型16缆三维物探船的设计研究;2014年9月至2017年10月,自主完成了“海洋地质8号”三维物探船设计,该船是世界上第一艘六缆高精度短道距地震电缆三维(四维)地震作业,标志着由我国自主设计建造的高



水平海洋地质调查船“蛟龙入海”,有力推进了我国海洋地质综合调查能力位居世界前列。

如今,我国深水装备自主创新正逐步由单点突破向多单体、多类型、多规格突破转变。“未来,物探船将在地震探测技术、船型研发等方面得到进一步发展。”张福民说。

从地震探测技术看,物探船将从适应高精度3D双震源地震探测向适应高精度、小道距3D/4D多震源地震探测技术方向发展;从单船地震作业向多船组合地震作业方向发展。

从船型发展看,物探船将从短而宽的单体船向更宽船体、甚或三体船发展;伴随海洋工程整体技术进步以及向深远海迈进,将向更加高效、智能、环保、节能、静音、抗风、长自持力、长距离、大面积地震勘探的船型发展;向适应北极气候条件下进行物探作业的船型发展。

回首过往,设计“海洋石油720”号的往事还历历在目。2009年7月3日,船东中海油服与中船集团签订“海洋石油720”号建造合同。2011年4月22日,“海洋石油720”号正式命名交付。张福民介绍,当时建造这艘船,是出于我国能源发展需求。2008年,国际原油冲每桶130美元,业内预测到2030年我国80%的原油将需要进口,我国亟待解决海洋石油探测与开采问题。因此,当年国家发展改革委启动了国家重大专项,建造五型6艘海洋工程船舶,即深水半潜式钻井平台“海洋石油981”号、3000米深水铺管起重船“海洋石油201”号、深水工程勘探船“海洋石油708”号、海洋石油支持船“海洋石油681”号、海工三用工作船“海洋石油682”号以及三维深水物探船“海洋石油720”号。

张福民表示,在海洋石油开采(物探—试钻—开采)产业链中,对海底进行地球物理勘探(物探)是第一步。在当时,我国急需1~2艘具有世界先进水平的物探船,能够准确摸清我国海底石油资源区域分布及其储量。

据张福民介绍,2008年,全球仅有三家设计公司具备设计物探船的能力,我国在先进三维物探船设计上还是空白。

船东预先购买了一家挪威公司按挪威船级社(DNV)规范进行的物探船设计方案,再委托国内设计公司按照中国船级社(CCS)的最新规范进行后续详细设计与入级,进而转入设备采购、生产设计与施工建造,并约定承担后续设计的设计人员(3~5人)可到该挪威公司接受为期1个月的设计培训。

“鉴于技术责任难以界定,船东要求我方承担包括方案设计在内的全部最终技术责任。这对我们设计人员的技术能力提出了严峻挑战。”张福民说:“与CCS的最新规范对照,原先按DNV规范设计的图纸,在总体布置、结构重量、环保要求、设备配置等方面都需要进行调整或修改,但这些修改意见始终得不到挪威方面的确认;在对我们的设计能力有所了解后,挪威公司还单方面取消了所有中方设计人员到挪威参加培训的计划。之后,我们按照对物探功能原理和对CCS规范的理解,经与船东技术讨论,最终顺利完成了设计与建造交付,船舶达到或超过了前期的各项设计技术指标。这标志着我国在物探船设计、建造方面实现了零的突破。”

2010年,尚在建造中的“海洋石油720”号未来海上采集作业的壮观画面被制作成三维科普立体电影,在上海世博会海洋馆的球形银幕滚动放映,向大众普及了海洋工程知识,赢得观众的交口赞誉。

2011年5月,“海洋石油720”号在投产后的1个月内实现了1000多万美元的产值。