



海底硫化物是海底热液活动的主要产物,也是潜在的海底矿产资源,随着深海调查技术的发展和陆地矿产资源的日益消耗,日益受到全球关注——

我国海洋工程装备实力提升

3000米级多功能工程船开始“服役”

本报记者 祝君壁

中国海油所属海洋石油工程股份有限公司近日公布,其投资建设的两艘3000米深水多功能工程船海洋石油286船、海洋石油291船正式入列“服役”,这标志着我国深海水下施工装备能力达到世界领先水平。据海油工程相关负责人介绍,这两艘深水工程船的投入使用填补了我国深海水下施工装备的空白,使我国具备了深水油气田“一站式”开发能力,有效提升了我国在世界海洋工程总承包领域的地位。

众所周知,深海是未来海洋石油开发的“主战场”。我国南海拥有丰富的油气资源,被誉为“第二个波斯湾”,然而70%的油气资源蕴藏在深海区域。目前,受工程装备能力和技术水平等方面制约,我国海上油田水深集中在300米以内,大于300米水深的深水油气勘探开发尚处于起步阶段。

“深海油气开发的难度和风险很大,必须要有先进的专业工程船作为支撑。”据海油工程技术人员介绍,石油从深海输送到海面储油装置或陆地处理厂需要铺设大量海底管道。把海底管道铺设到3000米水深的海底而不“折断”是难题之一。

“以24英寸(外径61厘米)海底管道为例,其在水中重量约为238公斤/米,将管道铺设到3000米水深的海底需要提供约7万吨的拉力,相当于5万辆小汽车的总重量,只有世界先进的深水铺管船才能完成这项高难作业。”技术人员说。同时,深海海底压力相当于几百个大气压,潜水员根本无法下潜,深海“机器人”可代替潜水员进行水下生产系统的安装、调试和维护等作业。最为关键的是,深海的作业环境十分复杂,水深、风急、浪大,海底采油设施的吊装就位和精准安装,需要作业船在大风浪中依然能够保持平稳,这对工程装备的性能提出了更高的要求。

作为国内唯一一家集海洋石油、天然气开发工程设计、陆地制造和海上安装、调试维修及液化天然气工程于一体的大型总承包公司,海油工程自2010年以来,先后投资逾90亿元打造了7艘深海作业工程船,涉及起重铺管船、水下多功能支持船、运输驳船等。其中,海洋石油201船是世界首艘具备3000米级深水铺管能力、4000吨重型起重能力和3级动力定位的深水起重铺管船。该船投产使我国成功挺进“国际深水俱乐部”,单船海底管道铺设实现大提速,突破6公里/天,作业水深也由150米跃升至1500米。

此外,海油工程投资逾5亿元,从国外引进了17台深海水下作业机器人。伴随海洋石油286等深水多功能工程船投产“入列”,海油工程的深海水下工程作业能力进一步加强,“深海舰队”系列化、配套化建设初具雏形,具备了深海大型采油平台吊装、水下结构物精准安装、海底管道及海底电缆铺设等作业能力。就装备能力而言,可以完成当今世界难度最大的深海油田开发水下工程项目。

海油工程总裁周学仲告诉《经济日报》记者,海油工程致力于发展以大型装备为支撑的海上安装能力建设和深海油田开发能力建设。“未来5年,公司将持续加大海洋工程装备投资力度,加大深水科技研发投入,引进高端技术人才,着力建立一支装备精良、技术能力过硬的深海水下工程队伍,努力实现我国海洋工程作业能力的跨越式发展。”周学仲说。

链接

什么是深海机器人

深海水下作业机器人,又称“ROV”,主要用于水下生产系统的安装、调试和维护等作业,最大可深潜3000米,工作5至10小时。目前,深海水下作业机器人一般从国外进口,根据工作水深和功能不同,每台价格在3000万元到1亿元不等。

相对陆上机器人来说,水下机器人的技术难度更大,其中机械臂、推进器、升沉补偿系统是技术核心。其关键技术涉及能源、精确定位、零能见度导航、高强度和轻质及耐腐蚀结构材料与浮力材料技术、作业技术、声学技术、回收技术等,而且设备操控需要专业团队来进行。

水下机器人需要推进器和升沉补偿系统共同来控制水中姿态。操控必须非常精准,哪怕只有半点儿差池,造成设备安装不到位,就可能带来漏油或设备损害的危险。(本报记者 祝君壁整理)



日前,福建海警二支队邀请泉州师范学院航海学院学生在泉州后渚港开展“保卫蓝色国土,维护海洋权益”主题实践活动,为学生们进一步普及航海知识和增强海洋保护意识。图为学生和官兵在舰艇上开展海图作业实践活动。新华社记者 林善摄

本版编辑 来洁 梁剑箫

热液区成为海底资源勘探新热点

本报记者 鲍晓倩



① 大洋第34航次科考队员在“大洋一号”后甲板对刚刚从深海底取回的样品进行初步处理。
② 我国自主研发的“进取者”深海底中深孔岩心钻机能到达最大水深为4000米的海底,进入海底地层以下20米取样。

本报记者 鲍晓倩撰

前,全球仅发现100个左右的热液区,到2014年,已有300多个热液区被发现;而全球约6万公里长的洋中脊只有约10%经过较为详细的调查。

自2007年以来,中国大洋调查航次在西南印度洋中脊开展了5个航次共计12个航段的海底热液活动调查,共发现了10余处热液区,进入了全球海底热液考察的前列。继2013-2014年大洋第30航次后,中国大洋第34航次再赴西南印度洋,对我国硫化物资源合同区进行勘探。

全球关注第一个合同

中国获得第一个金属硫化物勘探合同之后,韩国、法国、德国、印度等也相继递交了勘探申请

我国与国际海底管理局签订的西南印度洋1万平方公里多金属硫化物资源矿区专属勘探权合同,是自2010年国际海底管理局通过《多金属硫化物探矿和勘探规章》后接受和核准的第一份申请。

“第一个金属硫化物勘探合同”意味着什么?陶春辉表示,第一个合同给了中国,充分说明了我国的大洋考察实力已经得到国际认可,中国也可以应当为人类开发利用海底资源作出贡献;同时也意味着没有经验可循,科考任务更多需要在摸索中前行。

值得关注的是,目前全球已发现的300多个热液活动中,超过60%分布在大洋中脊地区,其中40%位于国际海底区域。国际海底区域面积达2.517亿平方公里,占地球表面积的49%,是国家领土、专属经济区及大陆架以外的海底及其底土,不受任何国家管辖。“这一广阔的海底区域内蕴藏着丰富的战略金属资源,随着深海调查技术的发展和陆地矿产资源日益消耗,海底矿产资源的勘探开发将成为现实。”陶春辉断言。

鹦鹉螺矿业公司(Nautilus Minerals)是世界上第一家致力于深海底矿产资源勘探的公司,该公司于2005年对巴布亚新几内亚专属经济区内的硫化物资源进行了商业勘探。截至2011年12月,鹦鹉螺矿业已经获得汤加、斐济、所罗门群岛、新西兰和瓦努阿图等南太平洋岛国专属经济区内超过49万平方公里的硫化物勘探权。

海底硫化物资源的商业勘探在一定程度上推动了国际海底区域内硫化物资源调查的发展。2011年,国际海底管理局第17次会议相继核准了中国关于西南印度洋脊和俄罗斯关于北大西洋脊的硫化物矿区申请。2012年,韩国和法国成为第二批申请国际海底硫化物资源勘探权的国家,其申请区分别位于中印度洋脊和北大西洋中脊。德国和印度也相继申请了洋中脊硫化物勘探合同区。

“海底资源的国际关注度不断提升。基于我国当前的深海研究和技术现状,如何开展西南印度洋脊硫化物资源勘探和环境评价,并进一步带动超慢速扩张洋脊的基础科学研究,是我国目前面临的巨大机遇和挑战。”陶春辉说。

深海技术成为关键

为探索海底,我国自主研发了电视抓斗、综合探测摄像拖体、超短基线系统等设备,并在“大洋一号”上得以应用

“在调查程度低的区块开展综合异常拖曳探测调查,圈出矿化异常区;在两个已知矿化区及矿化异常区开展加密调查,圈出矿化区;在其他典型矿化区开展中深钻取样,以得到上述重点区域硫化物矿体浅表空间分布认识。”这是中国大洋第34航次科考第三航段的目标。

要把目标变为现实,并不容易。

“海底热液喷口通常范围很小,只有几十米、上百米的范围,要在两三千米深的海底下发现非常困难,而要发现非活动的热液区更是难上加难。”陶春辉向《经济日报》记者介绍,为探索海底,我国自主研发了电视抓斗、综合探测摄像拖体、超短基线系统等设备,并在“大洋一号”上得以应用,随着“蛟龙号”载人深潜器的试验性应用,我国海底探测的精确定点作业能力也有了较大提高。

综合异常拖曳探测调查,是了解是否存在矿化异常的基础手段,即由携带着照相机、摄像机及其他监测仪器的拖体,在距离海底3至5米的高度由船拖着慢慢前进。大洋第34航次第三航段热液异常组组长吴家林博士介绍,拖体上绑定的化学传感器、浊度传感器、甲烷探测器等仪器,可了解近海底水的PH值、浊度、溶解氧、氧化还原电位、硫化氢浓度等,以判断是否存在热液异常。

运用电视抓斗可以抓取海底表面样品,若要判断硫化物厚度和分布情况,则需用到钻孔方式。“我国自主研发的‘进取者’深海底中深孔岩心钻机能到达最大水深为4000米的海底,进入海底地层以下20米取样。4000米深海意味着将承受40兆帕的压力,相当于每平方米上有400公斤的压力。”大洋第34航次中深钻组组长、北京先驱高技术有限公司工程师钟路介绍。

中深钻作业是中国大洋第34航次的重头戏。2月22日,“大洋一号”利用“进取者”首次获取了“断桥热液区”岩心序列,这也是我国首次钻取海底热液活动岩心序列。“海底岩心进尺共10米多,这是我国在西南印度洋海底硫化物钻探取样最长的一次。”苏新介绍,表层样品中可见低温热液作用形成的蛋白石,下部有高温形成的黄铁矿,此外还有少数小型硫化物烟窗,这初步揭示了该区域有多次发育的热液活动,显示了较好的成矿条件。



3月2日,西南印度洋一场突如其来的大风浪,让执行中国大洋第34航次科考任务的“大洋一号”措手不及。阵风11级、浪高5.5米,达到台风级别,“大洋一号”只能选择停止作业,向北航行避风。这让科考首席科学家、国家海洋局第二海洋研究所研究员陶春辉忧心不已,一个来回就是3天,完成第三航段任务的压力更大了。

在距离祖国数万公里西南印度洋上,“大洋一号”的工作模式是昼夜不休、24小时作业。时间紧、任务重,是船上科考调查队员共同的感触,也是我国在西南印度洋科考面临的现实。根据我国2011年与国际海底管理局签署的《多金属硫化物勘探合同》,15年合同期内,我国享有西南印度洋脊1万平方公里海域的专属勘探权,但在合同区勘查8年后,我国需放弃50%的面积,10年后要放弃75%面积,只能保留25%的面积。

“这意味着,我们需要尽快摸清这1万平方公里的情况,短短10年间,开展资源和环境评价并决定区域放弃,工作难度非常大。”陶春辉坦言,海底考察不同于陆地勘探,进度很大程度上受设备状况、海洋天气等未知因素影响。

热液区意味着什么

“黑烟囱”中富含铜、锌、铅、金、银、铁等金属元素,预计全球海底多金属硫化物总含量达到10亿吨

2014年11月至2015年6月,我国大洋主力科考船“大洋一号”再次远征西南印度洋,执行中国大洋第34航次科学考察任务,计划时间219天,航程约2万海里。几乎是在同时,2014年12月至2015年2月,搭载我国首个载人深潜器“蛟龙”号的“向阳红9号”也在西南印度洋执行中国大洋第35航次科考任务。

多金属硫化物,是他们共同的目标。海底硫化物资源主要集中在洋中脊和弧后盆地,是海底热液活动的主要产物,因其富含铜、锌、铅、金、银、铁等金属元素而成为一种潜在的海底矿产资源,备受各方关注。热液活动与大洋中脊的扩张有关,新生洋壳物质沿着洋中脊扩张过程中会产生裂隙,海水沿着裂隙进入深部,会与周边围岩物质发生交换反应,变成富含金属的高温热液流体,在一定条件下热液从海底下部上升到海底表面堆积起来,就会形成“黑烟囱”块体即硫化物。

海底矿产资源之丰富远超人们的想象。据国际知名的硫化物研究专家Hannington估算,全球海底多金属硫化物总含量达到10亿吨,铜和锌含量约3亿吨,与陆地上新生代块状多金属硫化物矿床发现的铜、锌含量相当。

“数年前的调查表明,在新几内亚海正在勘探的索尔瓦拉海底硫化物1号远景区,样品中金的含量高达1515克每吨。”中国大洋第34航次地质组组长、中国地质大学(北京)教授苏新介绍,6年

高端访谈

人类未来对海底的依赖可能超乎想象

——对话中国大洋第34航次科考首席科学家陶春辉

本报记者 鲍晓倩

记者:能否为我们简单介绍下中国大洋第34航次科考任务的情况?

陶春辉:2014年11月至2015年6月进行的中国大洋第34航次科学考察任务,是我国与国际海底管理局签署《硫化物资源勘探合同》之后开展的第二个大洋调查航次,也是我国大洋协会制定《合同区硫化物一般勘探工作规划》后的第一个大洋航次,标志着我国在西南印度洋“多金属硫化物勘探合同区”的科学考察工作从调查走向勘探,也表明我国离和平开发利用海底资源又迈进了一步。

记者:对海底热液区的科学考察有什么重要意义,与人类的生活又有什么关系?

陶春辉:海底热液区主要分布在海底洋中脊。海底热液区的“黑烟囱”或多金属硫化物富含铜、铁、锌,还有少量的铅、银、金等金属元素,在热液循环过程中地球深部的大量信息被带到海底,使得海底热液

活动成为研究地球深部难得的观测窗口。在高温、高压、缺氧的海底还存在管状蠕虫、虾、蟹等生物群落,是一个不依赖于光合作用的海底热液区生态系统。这些极端环境下的生物可能代表了地球早期的生命形式。此外,海底热液活动对大洋有着重要的热量和物质贡献,在很大程度上影响着大洋的物质组成,被科学家们认为是影响全球气候变化的一个不可忽视的因素。

陆地上的一些古代块状硫化物与海底硫化物的形成过程相似。海底热液活动是科学家们认识和了解陆地块状硫化物矿床形成演化的天然实验室,是当今科学研究前沿。人类未来能不能合理利用海底热液活动产生的矿产资源呢?能否保护和利用热液生物独特的生物基因呢?海底热液活动对全球气候有无影响?这些问题都值得我们去思考和探索。

记者:海底热液活动为什么会受到国际社会广泛关注?

陶春辉:因为富含铜、锌、铅、金、银、铁等金属元素,海底热液活动伴生的多金属硫化物被认为是继多金属结核和富钴结壳之后又一具有广阔开发前景的海底矿产。实际上人类对海底的认识还不及对月球表面的认识,人类未来对海底的依赖程度可能会超过我们的想象。

美、俄、英、德、法、日等国相继在太平洋、大西洋、印度洋持续开展了近30年的海底洋中脊热液调查,并在硫化物资源、极端环境下生物基因等方面的开发利用取得一系列科研成果。许多国家和科学家都制定了系列科学计划,正推动着地球科学、生命科学、环境科学相关领域的研究。国际洋中脊组织也制订了全球洋中脊研究十年科学规划,期待有新突破。

记者:当前我国探索海底热液区的进

展如何,又面临什么样的挑战?

陶春辉:自2007年中国大洋第19航次我国在西南印度洋发现第一个热液区——龙旗热液区以来,我国陆续在印度洋、大西洋和东太平洋发现了30多个热液区,并获取了一系列地质、生物样品。我国自主研发的3500米无缆机器人和载人深潜器“蛟龙”号相继对西南印度洋海底“黑烟囱”及热液生物进行了详细的观测研究。近年来,我国在洋中脊地质、生物、物理海洋等环境基线和生物多样性调查研究方面做了大量工作。

探索深海最大的挑战在于科学技术的发展。伴随着我国大洋科考不断向三大洋、多种资源迈进的步伐,我国的深海探索技术有了长足发展,自主研发了一系列深海探测设备,载人深潜器也进入试验性应用阶段,但在资源评价相关技术、海底原位观测技术等方面,需进一步发展。