屹立深海显神威

——记2014年度国家科学技术进步特等奖“超深水半潜式钻井平台研发与应用”项目

本报记者 刘松柏

在今年的国家科技奖励大会上，由中国海洋石油总公司组织国内百多家单位、历时近6年完成的“超深水半潜式钻井平台研发与应用”项目获得2014年度国家科学技术进步特等奖，这是我国海洋石油工业迄今为止获得的最高科技奖项。

对于超深水钻井平台来说，获此殊荣可谓是实至名归。这座由我国自主设计、建造的首座第六代超深水半潜式钻井平台将我国大型海洋装备建造水平由第三梯队推入了世界先进行列。

中国海洋石油总公司董事长王宜林说，“超深水钻井平台的研制成功及投入使用，标志着中国正式挺进海洋深水石油开发新领域，对保障中国能源安全、维护领海主权、建设海洋强国具有重要的战略意义。”

由中国海洋石油总公司组织国内百多家单位、历时近6年完成的“超深水半潜式钻井平台研发与应用”项目获得2014年度国家科学技术进步特等奖。图为深水钻井平台。（资料图片）

向深水开发挺进

国际上一般将水深超过300米的海域定义为深水，水深1500米以上的海域称为超深水。受技术水平限制，中国曾经只能徘徊在深水油气资源开发的门槛之外

如今的“超深水钻井平台”恍若一个庞然大物，有45层楼高，面积有一个足球场大，重3万吨；又像科幻电影中的变形金刚，能稳稳地停在海面上，触角可以伸向3000米深的海底，钻进1万多米深的地层，基本可以覆盖南海地区。

在同一家族中，它还有海洋石油201、海洋石油708等“五个弟兄”，各有特异功能，有的像八爪鱼一样趴在海面，12个触角如同千里眼顺风耳，可以将海底所经的地形变成全息图像；有的能看到海底蕴藏的宝藏，有的能抓起4000吨物体，准确地将管道、电缆放置到海底，能像做针线活一样细致……

“兄弟齐心，其利断金”，以“超深水钻井平台”为旗舰组建的这支“深水舰队”已经成为我国深水油气资源勘探开发的一把利器。

然而这支舰队组建之前，受技术水平限制，中国只能徘徊在深水（国际上一般将水深超过300米的海域定义为深水，水深1500米以上的海域称为超深水）油气资源开发的门槛之外。中国海油深水钻井船工程项目组总经理林瑶生告诉《经济日报》记者，“深水油气勘探开发被少数国际大石油公司垄断，在‘超深水钻井平台’交付之前，我国自主制造的勘探开发装备，主要局限在水深不到300米的海域，在深水区域的开发处于起步阶段。”

我国南海油气资源极为丰富，油气资源储量约占我国油气总资源量的三分之一，但其中70%蕴藏于153.7平方公里的深海海域，因为没有大型深水钻井设备，只能眼睁睁地看着我国南海珍贵的油气资源被人开采。中国工程院院士、中国海洋石油总公司总技术顾问周守为说，“南海石油是主权油，能开采我们自己的石油，就等于维护了我们的主权。”

当前，深水已成为全球油气资源勘探的热点区域。2000年以来全世界新增的油气发现中，大约70%油气新发现来自海上，其中深水区块的油气发现占全世界新增发现资源的50%左右。

早在2002年，中国船舶及海洋工程设计研究院、上海交通大学等单位启动了“新型多功能半潜式钻井平台研制”，开始跟踪了解当时国际上最先进的设计水准和要攻克的关键技术。2006年中国海油启动“超深水钻井平台”项目，2008年正式开工建造，2010年2月26日建成出坞下水，2012年5月9日，“超深水钻井平台”在南海开钻超深水井，并成功钻探到水下1500米深度。

中国海洋石油人在深水半潜式钻井平台领域实现了从第二代到第六代的跨越式发展，挺进了国际深水勘探开发俱乐部行列。

破除技术“坚冰”

与世界上类似平台对比，从设计的安全性、动力定位、钻井效率以及自动化程度等方面考虑，“超深水钻井平台”处于世界领先水平

然而，向深海挺进谈何容易。业内人士都清楚，300米水深是分界点，此后，随着水深的增加，油气勘探开发技术难度和投入呈几何倍数增长。

南海深水区的勘采难度更是如此。据介绍，不同于墨西哥湾气候温和、海底平坦，南海深水区无风三尺浪，台风多，海底坡度大、地形崎岖，存在内波流——一种因海水密度、质量差异形成的海洋流。南海的内波流最快速度可达到2米/秒，能量巨大，几分钟或几十分钟内可将一座大型的轮船移位几十公里。环境条件如此恶劣复杂的南海，无疑对设计带来巨大挑战，对建造质量的要求几近苛刻。

“海洋深水油气勘探极其复杂，这一活动的背后，往往是国家之间工业、经济、技术等深层次的竞争。”中国海油深水工程重点实验室副主任谢彬说。据介绍，海洋油气开采成本是陆地开采的6倍至10倍，最贵的深水井钻井费用高达1亿美元。这么多钱投进去，如何保证打井的成功率？如何保障井位误差不超过1米？又如何提高技术含量、降低成本？

一系列技术“坚冰”挡在中国海洋石油人面前。

“中国海油30多年的发展史实际上是一部科技进步史。”中国海洋石油总公司董事长王宜林表示。当那些“大胡子”、“洋鬼子”用异样的目光审视着中方员工时，致力于建设中国海洋石油工业体系的中国海油人暗下决心，一定要自强。

正是在这样的决心驱使下，中国海油人攻克了一个又一个技术难关。最让谢彬难以忘怀的是，如何在深水区准确定位。“南海海洋环境特殊，不仅存在18级的强台风，而且存在号称‘水下魔鬼’的内波。在这样的环境下要准确地找到井口位置，必须保证整个平台纹丝不动，而要做到这一点，难度极大。”谢彬说。

谢彬介绍，如何让风浪产生的作用力与推进器产生的反作用力保持平衡，需要精确的计算。单是这个环节往往要采用200年一遇的环境参数，几个研究人员没日没夜地花上好几天功夫去进行大量的计算和模拟分析。经过刻苦攻关，研究人员最终确定了锚泊定位系统和DP3动力定位系统组合的定位系统方案，形成了适合“超深水钻井平台”的定位系统。

目前，该组合定位系统是世界上最先进的动力定位技术，能让“超深水钻井平台”成为惊涛骇浪中的“定海神针”，确保平台全天候作业。

组合定位系统并非是“超深水钻井平台”唯一让人称道的地方。“它还首次突破半潜式平台可变载荷9000吨，为世界半潜式平台之最，大大提高了远海作业能力。同时在安全性方面，也首次采用了最先进的本质安全型水下防喷器系统。在紧急情况下可自动关闭井口，能有效防止事故的发生。”谢彬说。

林瑶生表示，与世界上类似平台对比，从设计的安全性、动力定位、钻井效率以及自动化程度等方面考虑，“超深水钻井平台”处于世界领先水平，足以跻身世界前三名。

带动装备业提速

中国海洋油气正在进军深水，可以预计，未来我国的深水油气业、深水装备制造业将得到更大更好的发展

“超深水平台”的成功研制即投入使用，吹响中国进军深海的号角。自2012年在南海首钻以来，已先后钻井17口、完井4口。特别是2014年8月18日，该钻井平台在陵水17-2测试获得高产油气流，创造了中国海油自营气井测试日产量最高纪录。“陵水17-2的发现，让世界看到，在全球深水油气勘探格局中，我国已占有一席之地。”林瑶生对此心感骄傲。

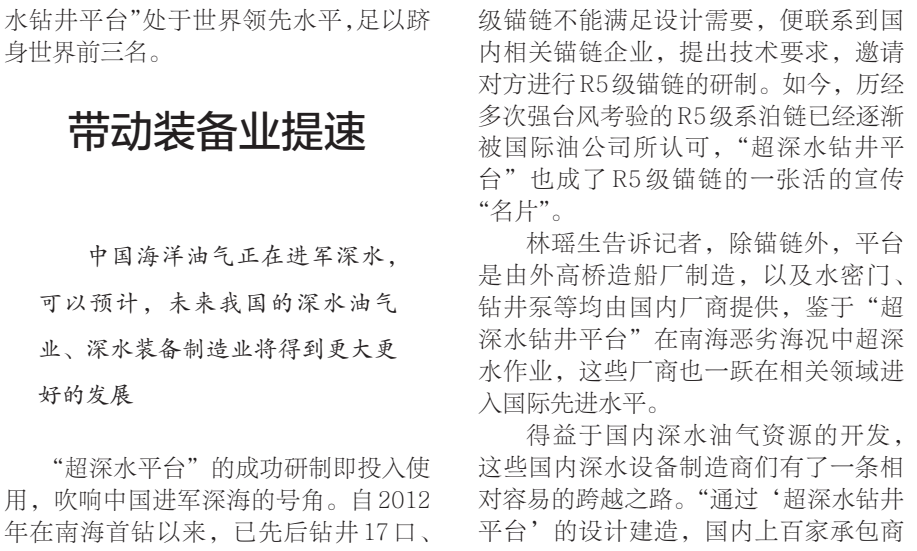
不仅如此，“超深水钻井平台”的拉动效应正在发酵。实际上，作为中央企业，建设“超深水钻井平台”之初，中国海油便考虑借此机会带动国内装备业发展。

锚链便是其中的一个典型。生产R5级系泊链之前，我国在系泊链生产上以R3、R4级为主。平台项目组考虑到R4级锚链不能满足设计需要，便联系到国内相关锚链企业，提出技术要求，邀请对方进行R5级锚链的研制。如今，历经多次强台风考验的R5级系泊链已经逐渐被国际油公司所认可，“超深水钻井平台”也成了R5级锚链的一张活的宣传“名片”。

林瑶生告诉记者，除锚链外，平台是由外高桥造船厂制造，以及水密门、钻井泵等均由国内厂商提供，鉴于“超深水钻井平台”在南海恶劣海况中超深水作业，这些厂商也一跃在相关领域进入国际先进水平。

得益于国内深水油气资源的开发，这些国内深水设备制造商们有了一条相对容易的跨越之路。“通过‘超深水钻井平台’的设计建造，国内上百家承包商参与平台设计建造，增强了造船、机械、钢铁、电子等行业的整体技术能力和国际竞争力，培养和锻炼了上千名深水技术人才。”林瑶生说。

眼下，中国海洋油气正在进军深水，可以预计，未来我国的深水油气业、深水装备制造业将得到更大更好的发展。



工程师对推进器进行燃料加注。（资料图片）

采访札记

“协作之花”开出“创新之果”

白 松

采访“超深水半潜式钻井平台”，处处感受到协同创新产生的“核聚变效应”。

超深水钻井平台是一个有着40多层楼高、一个足球场那么大的庞然大物。这个庞然大物的设计、建造、调试和运营极其复杂，涉及钢铁、造船、机械、电子、化工等众多行业；与地球地质、物理、化学、力学等众多学科密切相关。没有协同，要想在短短6年时间内，实现我国深水钻井平台直接从第二代跨越到第六代，是不可想象的。这协同，既有产业链上下游之间的纵向协同，也有政产学研之间的横向协同。

因为有了产业链协同，上至钢铁等原材料供应商、亚星锚链等零部件供应商，下至中国海洋石油总公司等用户，上百家承包商分工协作、密切配合，共同参与，确保各个部件性能、参数精准到位，各个环节有序衔接、不出纰漏，保证了平台建造的快速进行。

因为有了产学研协同，建造过程中遇到的平衡、定位、安全、结构等方面的关键核心技术一一破解。在中国海油主导下，上海交通大学、中船重工第702研究所等众多研发机构与中国海油总公司等众多上下游企业深度融合、协力攻关，最终让协作之“花”开出了创新之“果”。

正是在协同创新机制引领下，我国深水半潜平台才成就了伟业，突破了国外核心技术垄断，形成了完整设计链和船型总体布置设计、总体性能分析、结构设计及强度分析等六大核心能力。

超深水钻井平台是我国开展协同创新取得的伟大工程成就之一。事实上，类似的成就还有很多，如载人航天、高性能计算机、青藏铁路、三峡工程、新一代互联网，等等。这些重大成就无不凝聚着参与者协同创新的智慧和汗水。

当前，我们正处在一个协同创新的大科学时代，不仅需要大型科研人员团队、大型科学仪器，更需要依靠多学科的联合攻关以及多学科的综合思维体系。在这种发展趋势下，瞄准“国家急需、世界一流”，实施跨学科、跨学校、跨部门、跨行业、跨区域甚至跨国界的协同合作，是激活创新基因、寻找创新突破点的必由之路。

但在实践中，协同创新也存在不少困惑，比如利益如何分配，成果如何共享等，都还存在值得探索的空间。这些问题处理不好，反而有时会消耗创新的热情、精力和主动性。

实现协同创新，要聚焦国家重大需求、重大战略中急需突破的、核心的科技问题，形成明确的目标和需求牵引机制，才能集聚跨学科、跨单位、跨领域的创新力量和资源，抢占科学与技术发展的战略制高点。

实现协同创新，要有大视野、大思路、大气魄和大境界。倘非如此，一切皆以本人、本学科、本单位为中心，局限于狭隘的学科、单位发展需要，斤斤计较个体和小团体的得失，不可能实现协同创新。

实现协同创新，还要建立完善相应的体制机制保障，促进创新主体从个体、封闭方式向协同、开放的方向转变，创新要素从孤立、分散的状态向汇聚、融合的方向转变。

惟其如此，协同方能真正凝心聚力，更好更快地结出创新硕果。

连线

第六代平台的六个第一次

第一次采用南海200年一遇风浪参数（加上南海内波）作为设计条件，相当于17级台风风速，远超国际船级社规范要求，大大提高了抵御环境灾害的能力。

第一次采用3000米水深范围DP3动力定位1500米水深范围锚泊定位优化的组合定位系统。DP3动力定位依靠8个推进器的反作用力抵消风、浪、洋流等对船体的横向作用力，达到平衡定位目的。可以保证游离范围不超过1米。

第一次突破半潜式平台可变载荷达9000吨，大大提高了远海作业能力。

第一次成功研发世界顶级超高强度R5级锚链（强度较R4级提高16%），并引领国际规范的制定，随后该标准成为全球公认的标准。

第一次在船体关键部位系统地安装了传感器监测系统，为研究半潜式平台的运动性能、关键结构应力分布、锚泊张力范围等建立了系统的海上科研平台。

第一次采用最先进的“本质安全型”水下防喷器系统，在紧急情况下可自动关闭井口，能有效防止类似墨西哥湾钻井平台事故的发生。