

目前,我国已拥有“蛟龙”号、“深海勇士”号、“奋斗者”号三台深海载人潜水器,还有“海斗”“潜龙”“海燕”“海翼”和“海龙”号等系列无人潜水器,已经初步建立全海深潜水器谱系,并不断实现了深海装备技术发展的新突破和重大新跨越。

2020年11月10日上午8时12分,中国载人潜水器“奋斗者”号,在西太平洋马里亚纳海沟成功下潜突破1万米,达到10909米,再创中国载人深潜的新纪录,并带回了海沟底部的岩石、海水、生物等珍贵样品。

马里亚纳海沟挑战者深渊被称为“地球第四极”,也是地球上环境最恶劣的区域之一,水压高、温度低、没有阳光、地震频发……

用“奋斗者”号副总设计师胡震的话来说,“我们挑战的是全球最深处。特别是狭窄的球形载人舱能够载三人下潜到万米深,这在国际上都是非常了不起的!”

“奋斗者”号的研制成功标志着我国在大深度载人深潜领域已经达到世界领先水平,也让人类探索万米深渊从此拥有了一个强大的新平台。

## “奋斗者”号：向着万米深海勇往直“潜”

我国载人潜水器后来居上

“近20年来,我国载人深潜事业迅猛发展。2012年,自主集成的‘蛟龙’号下潜7062米,是中国人迈出作业型载人深潜征程的第一步。”中国船舶集团第七〇二研究所副所长、“奋斗者”号总设计师叶聪说,从2017年到现在,全部关键部件实现国产化的“深海勇士”号,已开展了300余次下潜,国产部件经受了考验。

应该说,我国在深海载人潜水器研究上,起步相对较晚,但发展很快。1986年,中国第一艘载人潜水器——7103救生艇研制成功。当时,虽然它只能下潜300米,但在那个年代,是属于较先进的救援型载人潜水器。

进入新世纪,我国在“863”计划支持下,开始了自主深海载人潜水器研发。特别是在海试的4年中,“蛟龙”号科研团队不断完善与改进潜水器,解决了海试中碰到的问题和发现的不足,使“蛟龙”号不但拥有世界先进的悬停和自动驾驶功能,还可以进行数字化水声通信和定位,更能稳稳地“定”在海底开展复杂的作业任务。

这些年来,科研人员积极践行深海战略,矢志不渝推进载人作业潜水器谱系化。在海南省深海技术实验室副主任、中科院深海所科技处处长向长生看来,与10年立项、10年研制的“蛟龙”号不同,我国第二代4500米载人潜水器——“深海勇士”号,从研制立项到海试交付只用了短短8年,且国产化率达到95%,实用性更强。

截至2021年6月7日,“深海勇士”号已完成近400次下潜任务,作业频次、作业成本、作业能力均居于世界先进水平,成绩突出。值得一提的是,早在2016年“深海勇士”号尚未下水时,万米级载人潜水器就开始同步研制,也就是“奋斗者”号全海深载人潜水器。这是“十三五”国家重点研发计划“深海关键技术与装备”重点专项的核心任务。

我国之前已有万米级无人潜水器,为什么还要研制万米级载人潜水器?“该项目主要利用‘蛟龙’号深海潜水器和深海探测设备的技术基础,向全球海洋最深处进军,目的是在马里亚纳海沟进行科学考察与试验,建立和发展我国海斗深渊生物学、海斗深渊生态学、海斗深渊地学等多个学科体系,并以此为指导,进一步攻克全海深探测装备关键技术,推动我国深海科学和深海装备技术的跨越发展。”叶聪说。



中国载人潜水器“奋斗者”号正在海试中。

集结近千名科研人员攻克难关

“为研制‘奋斗者’号全海深载人潜水器,我们集结了中国船舶集团第七〇二研究所、中国科学院深海科学与工程研究所等20家科研院所、13家高校、60余家企业等近千名科研人员,是在‘蛟龙’号、‘深海勇士’号载人潜水器研制与应用的良好基础上,组织开展关键技术攻关。”叶聪说。

联合研发团队历经近5年时间,在耐压结构设计及安全性评估、钛合金材料制备及焊接、浮力材料研制与加工、声学通信定位、智能控制技术、锂离子电池、海水泵、作业机械手等方面实现多项重大技术突破。

相关专家透露,“奋斗者”号融合了之前两代深潜装备的“优良血统”,不仅采用了安全稳定、动力强劲的能源系统,还拥有更加先进的控制系统和定位系统,以及更加耐压的载人球舱和浮力材料。

“我们通过学科交叉融合,先后顺利完成了潜水器的设计、总装建造、陆上联调、水池试验和海试验收,具备了全海深进入、探测和作业能力,正式转入试验性应用阶段。”叶聪说。

挑战全球海洋最深处,首先要攻克的难关就是巨大的水压。马里亚纳海沟,是地球上环境最恶劣的区域之一。海沟1万米深处,水压超过1100个大气压,相当于2000头非洲象踩在一个人的背上。

如何让“奋斗者”号做到不惧高压极端环境,在万米海底自由行走?

在中国科学院金属研究所研究员、全海深载人潜水器载人舱项目负责人杨锐看来,载人舱作为整个潜水器里规格最大的一个耐压容器,制作材料十分特殊,其成败直接关系到整个潜水器的成败。因此,载人舱是全海深载人潜水器的核心关键部件,是人类进入万米深海的硬件保障和安全屏障,也标志着一个国家载人潜水器的技术水平。

当时,在万米海深的极端压力

条件下,按照“奋斗者”号的目标尺寸和厚度要求,以往潜水器使用的材料都已不能达标,需要找到一种高强度、高韧性、可焊接的钛合金。

然而,国际上没有制造先例,也找不到国外厂家生产,唯一的出路就只有我们自己造。

为此,中国科学院金属研究所联合国内多家企业和研究所,组建起全海深钛合金载人舱研制“国家队”,经过一系列调研论证、研究实验,攻克了载人舱材料、成型、焊接等一系列关键技术瓶颈。

“我们独创的新型钛合金材料,成功解决了载人舱材料所面临的强度、韧性和可焊性等难题,终于制造出由新型钛合金材料制成宽敞而结实的载人舱。”杨锐说。

据了解,“奋斗者”号的载人舱呈球形,能够同时容纳3名潜航员。此前,也有国外深潜器依靠球形载人舱成功挑战了万米重压,但舱体空间仅能容纳1-2人,无法搭载更多的人和设备。

深海一片漆黑,地形环境高度复杂,“奋斗者”号如何避免“触礁”风险?

“我们设计的神经网络优化算法,能够让‘奋斗者’号在海底复杂地形巡航、定点航行以及悬停定位。”中国科学院沈阳自动化研究所研究员、“奋斗者”号副总设计师赵洋说。

除此之外,科研人员还给“奋斗者”号装上了一双高度灵活且有力的“手”,在开展万米作业时,具有强大的作业能力,能顺利完成岩石、生物抓取及沉积物取样器操作等精准作业任务。这项技术填补了我国应用全海深液压机械手开展万米作业的空白。

2020年2月,“奋斗者”号按计划完成了总装和陆上联调,3月立即开展水池试验。在水池试验过程中,总共完成了包括全流程考核、多名潜航员承担水池下潜培训等25项测试任务。

未来遨游在世界海洋最深处

叶聪介绍,从2020年7月至11月,“奋斗者”号正式进入海试,共进行了30个潜次的试验,累计海底作业时间141小时。其中,在马里亚纳海沟下潜8次均超过万米,最长水中时间达13小时,最大下潜深度为10909米。

“奋斗者”号连续和重复多次的万米级海试,验证了潜水器总体性能稳定和系统工作可靠,能够满足大深度载人潜水器的安全规范要求;同时,通过使用我国生产的载人舱、浮力材料、锂电池、推进器、海水泵、机械手、声学通信、液泵、水下定位、航行控制、成像声呐等关键设备和重要技术,也为国产水密接插件提供了万米深度的试验机会,全面验证了载人潜水器的全海深作业能力和实用价值,更为后续的运维应用奠定了基础。

相关专家认为,“奋斗者”号研制及海试的成功,显著提升了我国载人深潜的技术装备能力和自主创新水平,推动了潜水器向全海深谱系化、功能化发展,为探索深海科学奥秘、保护和合理利用海洋资源提供了又一利器,为引导公众关心认识海洋、提升全民海洋意识、加快建设海洋强国作出了突出贡献。

今年3月16日,“奋斗者”号全海深载人潜水器交付活动在三亚举行。当天,参与验收的专家组人员一致认为,“奋斗者”号在万米级海试中以诸多的显著优势,如可乘载3人的舱体、海底连续6小时的作业能力、海试过程中8次抵达万米深的海底、在多种类科考样品的采集及多次目标搜寻布放回收作业中展示的作业能力、自动巡航以及链接水面的高速数字水声通信等特点,表明了“奋斗者”号在万米级所拥有的综合性技术实力。“奋斗者”号海试现场验收得分达到99.25分。

同济大学蔚知潜教授透露,今后,载人潜水器用户科学指导委员会将搭建一个面向“深海勇士”号和“奋斗者”号载人潜水器科学应用的沟通和交流平台,积极推动开展载人深潜国际合作,促进学术共同体的多学科交叉融合与应用。

而在叶聪看来,不久的将来,我国自主研制的万米载人潜水器,将搭载我国更多科学家自由自在遨游在世界海洋最深处,实现自己的科学梦想。据《科技日报》