



客户端·青岛观 客户端·观海新闻

# 青岛日报·观海新闻

主编 赵波 黄编 李飞 审读 王岩 排版 林艳

从跟跑、并跑到个别领域领跑，创造载人深潜世界纪录；完成技术性能优化后迈入业务化应用新阶段

## “蛟龙”号“升级”，探秘深海更有“潜力”

□青岛日报/观海新闻记者 李勋祥

海洋孕育了生命、联通了世界、促进了发展。作为认识海洋的重要平台，现代海洋科考船自二战以来迅猛发展；作为科考船上的重要装备，潜水器逐渐成为标配。在所有潜水器类型中，载人潜水器（HOV）可以搭载科学家亲临海底，进行最为逼真的现场观测、原位探测、精细采样等工作，成为国内外研发的重点。

我国自上世纪90年代提出研发载人潜水器以来，经30年探索发展，成绩显著。日前，中国大洋矿产资源研究开发协会第六届常务理事会第十五次会议召开，总结指出以我国自主研制的“蛟龙”号为代表的深海高科技装备实现了从跟跑、并跑到个别领域领跑的重大跨越，“蛟龙”号创造了载人深潜世界纪录并投入业务化应用。



■“蛟龙”号新母船“深海一号”。

### 定位7000米级的信念

从即墨区鳌山卫驱车出发，约十分钟后就可以来到国家深海基地管理中心（以下简称“深海中心”）。深海中心近黄海而立，两侧被草岛和柴岛环抱，附近可以看到柴岛村、向阳庄村等小渔村。但渔船在这里已不太常见，令人瞩目的是一艘艘巨大的科考船。草岛上，一道300余米长的大坝伸入大海，这就是国家深海基地码头。从深海中心副总工程师丁忠军3楼的办公室望出去，可以清楚地看到“蛟龙”号母船“深海一号”静静地停靠在码头。“深海一号”科考船近日刚刚回到青岛，“蛟龙”号完成第227次下潜。”丁忠军说。

10年前的6月27日，“蛟龙”号在海洋最深处马里亚纳海沟成功下潜7062米，这是我国载人深潜领域从未企及的深度。而要到达这个深度，需要强大的综合国力作为支撑。连续多年担任“蛟龙”号海试总指挥的刘峰说，我国在上世纪90年代就曾提出研发载人潜水器，论证时间长达10年。直到2002年，“7000米载人潜水器”（后命名为“蛟龙”号）正式立项，列入我国国家高技术研究发展计划（863计划）重大专项。在此之前，我国在载人深潜领域缺席了近50年。

国外潜水器研发经历了一段长期的探索，而快速发展还是在二战以后。其中，瑞士皮卡德父子在1950年代研制出著名的“的里雅斯特”号，并驾驶这艘载人潜水器于1953年创造了下潜3150米的世界纪录。后来美国购置了“的里雅斯特”号并进行改装，于1960年在马里亚纳海沟创造了下潜10916米的世界纪录。不过，这次下潜属于冷战时期的“军备竞赛”，可以说只为打破下潜纪录。1964年，美国“阿尔文号”成功下水，这是世界上第一台作业型载人潜水器，第一代最大下潜2000米，第二代增加至4500米。除美国之外，1984年，法国建造了“鹦鹉螺号”，最大下潜深度达6000米；1987年，苏联（现俄罗斯）建造了“和平-1号”和“和平-2号”，最大下潜深度同样为6000米；1990年，日本建造了“深海6500号”，最大下潜深度达6500米。

纵观当时国外发展，载人潜水器研发已成为一种趋势。这也是上世纪90年代我国提出研发载人潜水器的原因。将载人潜水器的最大下潜深度定位到7000米级，则凸显了我国对标、超越世界上同类型载人潜水器的信念和决心。

“20世纪90年代，我国深海大洋事业蒸蒸日上。但重大深海科考装备严重缺失，高精尖设备几乎全部来自进口。”丁忠军回忆，我国需要有一个引领性的重大工程实现突破，提振我们进入深海的民族自信心，而载人潜水器就是重大装备里的杰出代表。

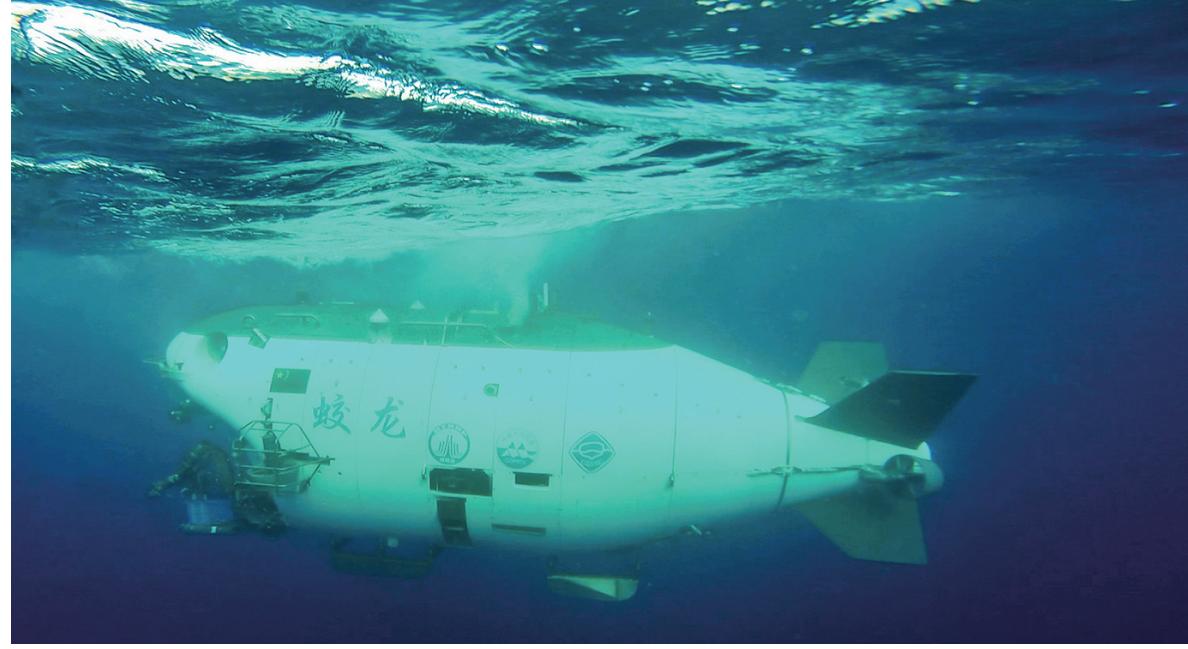
我国有发展高科技的战略布局，也有更直接的现实需求。据介绍，随着国际海底调查研究工作的深入，我国于2001年获得东太平洋7.5万平方公里具有专属勘探权和优先开采权的多金属结核勘探矿区。利用载人潜水器抵达海底，可以对海底资源环境进行更加详细的实地勘察，也可以直接在海底进行取样以及原位实验。由此，“蛟龙”号研发被更快提上了日程。

### 下潜7000米的挑战

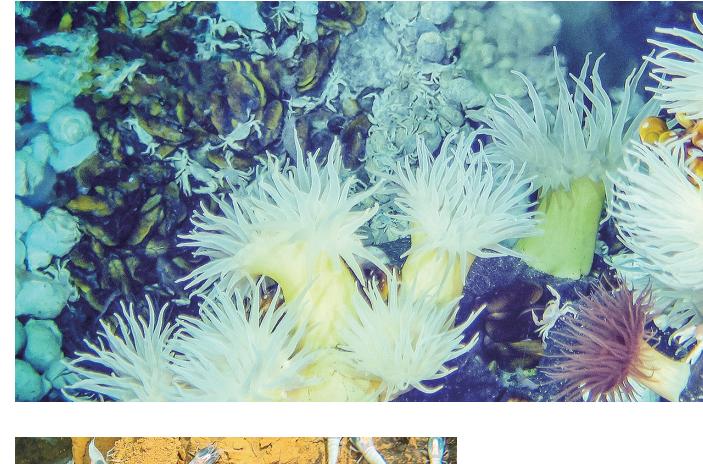
一般而言，在载人潜水器里，潜航员不用做特殊的安全防护。因此要保障潜航员的生命安全，就需要在潜水器上下功夫。首先要解决载人潜水器的耐压问题。“蛟龙”号副总设计师朱敏曾这样比喻：7000米水深对应的压力是7000吨，“蛟龙”号下潜7000米，相当于潜水器本体每1平方米上承受了150辆96式坦克（每辆重约45吨）。“蛟龙”号承受巨压而不变形，就对材料、结构和密封技术等提出了高要求。其次要完善水声通信技术。因为无线电波在水中衰减太快，所以“蛟龙”号在海底唯一的通信手段是水声技术。为保持海底“蛟龙”号与海面上之科考母船交流畅通，需要解决水声通信传输率低、噪音影响、回波干扰等难题。

关于自主研发还是租用国外载人潜水器，还发生过一个小插曲。“当时我们想租用美国的‘阿尔文号’载人潜水器，但对方开价一个潜次就要50万美元。按当年的汇率来算，我们使用他们的潜水器下潜一次就要支付约500万元，根本用不起。”丁忠军感叹，我国没有自己的载人潜水器，也租不起国外的载人潜水器，不靠自己研发能行吗？

正是在上述各种因素的影响下，我国建立起了自己的载人潜水器研发队伍。彼时，全国百余家单位通力合作，中



■“蛟龙”号下潜。



▲“蛟龙”号拍摄的甲胄海葵。



◆“蛟龙”号拍摄的盲虾。



▶“蛟龙”号拍摄的捕绳草海葵、海羊齿。



### 新模式、新学科

“大约9时，‘蛟龙’号开始垂直下潜，落向南海的海山。随着下潜深度的增加，舷窗外的海水由宝蓝色变成深蓝色直到漆黑，闪着荧光的浮游生物向上一一划过。很快，我们就下潜到了3573米深的海底。我们观测到了无边无际的铁锰结核，看到了紫色、白色、红色、深褐色的多种海参，还有红色的真虾、白色的海百合、海伞珊瑚、铠甲虾……原来几千米的深海并不是生命的荒漠，生物种类数一点儿也不少。”

2013年6月，“蛟龙”号开启首个试验性应用航次，从海试阶段正式迈进为期5年的试验性应用阶段。在同年7月3日“蛟龙”号第58潜次中，潜航员唐嘉陵、中科院声学所副研究员张东升、中科院海洋所研究员李新正一起乘坐“蛟龙”号在南海考察。“这次下潜，我亲眼看到了深海海底各种奇奇怪怪的动物。”李新正补充说，借助“蛟龙”号下潜，他们发现，在深海海山、冷泉或热液环境中，生物群落个体密度和生物量远高于浅海，一些深海生物甚至不需要阳光也可以生存。这些新发现，改变了科学家许多传统认识。

因为担任副总工程师、长期负责“蛟龙”号的布放与回收工作，丁忠军对这次下潜也印象深刻。“在下潜到约1000

米时，我们就发现了大面积、密密麻麻的铠甲虾等生物。在海底，铁锰结核一望无际，令人震惊。”丁忠军感叹，如今大家都清楚，海山被誉为“海底大花园”，是海洋生物的聚集地，是研究深海生物多样性的热点地区。但在当时，国际上对海山也少有报道。更让人想不到的是，他们利用我国自主研发的载人潜水器发现并证明，我国管辖海域的深水区也存在着如此丰富的海底世界。

“蛟龙”号的应用，开拓了我国深海资源环境勘查的一种新模式。丁忠军表示，在此之前，我国对海底勘查的常用办法是使用科考船上的抓斗装备，但抓斗到达海底不会移动，相当于在大海中“盲采”。拍照观察时，科考船通过缆绳将深海摄像光学拖体置入海中，在海底拍摄影像，但又受限于当时的技术水平以及复杂的海底环境，光学拖体不可能无限接近海底。可以说，以往的深海调查手段都存在一定的局限性。“驾驶‘蛟龙’号，潜航员可以透过‘蛟龙’号舷窗直接观察海洋，也可以驾驶‘蛟龙’号进行取样等工作，还可以利用‘蛟龙’号拍摄影像，其分辨率更是达到厘米级。”丁忠军说，借助“蛟龙”号，我国科学家深入海山区、冷泉区、热液区、洋中脊等海底特殊生境，进一步拓展了我们对深海的认知。在海底的一次次新发现，又催生了深海生物基因资源、深海极端环境、深海矿产资源等新学科。近年来，中国学者在海洋生物多样性等多个领域研究成果井喷，彰显和提升了我国国际影响力，中国进入了深海考察和研究的黄金时代。

在“蛟龙”号试验性应用期间，我国第一个、世界第五个国家深海基地在青岛建设。2015年3月17日，“向阳红09”船搭载“蛟龙”号停靠国家深海基地码头，标志着国家深海基地启用，“蛟龙”号正式安家青岛。此后“蛟龙”号的运维、管理都依托国家深海基地进行，有了更加系统化的保障舞台。

### “蛟龙”号完成升级改造

2017年，“蛟龙”号完成试验性应用，具备业务化应用的条件。在步入业务化运行之前，由深海中心牵头，开展了国家重点研发计划——深海关键技术与装备专项“蛟龙号载人潜水器科学应用与性能优化”项目，从提高潜水器水下作业效率及安全性、降低运行成本等角度，对“蛟龙”号进行技术性优化。

2017年，深海中心总结“蛟龙”号历次下潜经验，对“蛟龙”号实施维护升级。据丁忠军介绍，整体来看，主要是实施四个大方面的升级改造。首先是“蛟龙”号的整体结构系统实现升级换代。比如，此前的机械手距离作业区较远，不方便作业，优化后作业覆盖范围更宽，水下作业效率及安全性大大提高。其次是优化了抛载系统。为了节省能源，“蛟龙”号靠压载物下潜和上浮。本次优化将压载铁换成了压载沙，大幅提高了装载效率和安全性。三是升级“蛟龙”号的导航控制系统。最大的改变是将海底的地形地貌图叠加到了导航控制系统里，潜航员可以直接对照地图去寻找目标。最后是升级了“蛟龙”号上搭载的声学设备。如今海底探测的分辨率大幅度提高，可更精细化开展海底勘查。

改造升级“蛟龙”号的同时，其母船“向阳红09”也面临着船舶机械设备老化等问题。2015年，“蛟龙”号新母船项目通过发改委立项，2017年正式开建，定名“深海一号”。“深海一号”是针对“蛟龙”号特点专门设计的一艘4700吨级综合科考船，可为“蛟龙”号深潜作业提供水下、水面支持及维护保养。

“一个载人潜水器是否具备业务化应用条件，有三点很关键：第一，要有一个专业的科考母船；第二，载人潜水器本身具备优异性能；第三，要有一支强有力的潜航员队伍。”丁忠军说，随着“深海一号”于2020年底完成海试验收，随着“蛟龙”号科学应用与性能优化项目于2021年上半年完成海试验收，以及经过长期摔打锤炼，深海中心建立了一支优秀的潜航员队伍，因此可以说，“蛟龙”号从2021年进入了业务化应用阶段。

回首来路，从立项研发到投入业务化应用，“蛟龙”号已走过近20年。历经不断探索、试错、优化，“蛟龙”号迎来新生。截至目前，“蛟龙”号共完成下潜227次。在最新的又一次海底热液区下潜中，升级改造后的“蛟龙”号在高温复杂环境下的作业性能也得到了进一步验证。

“在专业载人深潜母船的支持下，‘蛟龙’号的作业效率将大幅提升。站在新的起点上，将为我国深海资源环境调查研究提供更有力的支撑。”丁忠军对“蛟龙”号深潜大洋充满信心。

船重工集团公司七〇二所全程参与载人球舱的制造和焊接，中国科学院声学研究所负责声学通信系统，中国科学院沈阳自动化研究所负责控制系统……除了聚焦载人潜水器本体之外，中国大洋矿产资源研究开发协会还专门选拔了我国第一代潜航员进行集中培训，通过国际合作，于2005年乘坐美国“阿尔文号”载人潜水器完成了8人次的下潜任务，获得了宝贵的下潜经验，为后续开展潜航员系统培训奠定了基础。

经过多年探索布局，“蛟龙”号生命支持系统、耐压密封系统、自动控制系统、声学通信系统、电池能源系统等一系列关键技术取得突破。2009年，“蛟龙”号完成总装。当年8月，首潜38米，迈出了中国载人深潜第一步。此后四年，“蛟龙”号在科考母船“向阳红09”的支撑下，相继取得1000米级、3000米级、5000米级和7000米级海试成功。2012年6月27日，“蛟龙”号在马里亚纳海沟成功下潜7062米，创世界同类型载人潜水器最深下潜纪录。

作为中国自行设计、自主集成研制的第一台载人潜水器，在一次次下潜中，“蛟龙”号的性能得到了验证，也在不断刷新下潜纪录中亮相世界舞台。因为有了“蛟龙”号，中国成为继美、法、俄、日之后世界上第五个掌握大深度载人深潜技术的国家。