



▲原位实验室作业画面。

▲“深海勇士”号载人潜水器

▲海底基站作业画面。(中科院深海所供图)

记者 于梅君

1 “深海勇士”号完成第500次下潜

在此次长达11天的科考任务中，“深海勇士”号载人潜水器完成了第500次下潜，最大下潜深度为1450米，在完成水下9小时工作后，顺利返回“探索二号”母船。

自2017年8月以来，“深海勇士”号载人潜水器经受了高海况、高频次、高强度深海作业考验，在南海、西南印度洋和西太平洋马里亚纳海沟等海域，顺利执行了41个航次的任务。227位科研人员先后参与了下潜作业，在海底开展了深海科学考察研究、装备海试、水下搜寻与应急回收救援等任务。

据统计，“深海勇士”号载人潜水器全部500潜次的平均水中时间为8小时17分，其中最长时间达12小时53分，平均下潜深度1957米，最大下潜深度达4546米。

中国科学院深海科学与工程研究所研究员杜楚然介绍，通过这500个潜次的积累，“深海勇士”号已拥有一支专业化、职业化的潜航员队伍。在过去五年中，他们不仅采纳了国际先进的海上日一潜的常规作业模式，还开创了独特的夜潜、连续2天3潜、8天12潜等多种作业规程和纪录。

通过这些努力，“深海勇士”号使我国科学家产出了一批有国际影响力的原创性深潜科考成果，也为深海关键技术装备的研发与海试提供了重要支撑。

2 我国在海底布设原位科学实验站

在海底布设原位科学实验站，相当于把陆地实验室的测试、分析仪器整体搬到海底。参试装备包括海底基站、原位实验室、滑翔机等多型装备。

中国科学院深海科学与工程研究所副研究员陈俊介绍，与从海底取样后，拿到陆地实验室检测相比，在深海原位进行科学实验，可以避免因环境变化导致的样本数据损坏或缺失。

本次海试采用中科院青岛能源所与深海所联合研制的国产技术，首次实现了兆瓦时级别的固态锂电池在深海装备上的集成，该能源系统可储存1000度电，支撑原位科学实验站在海底连续工作半年以上。

本次海试还实施了海底深海深渊基站—原位实验室—“深海勇士”号载人潜水器的水下联合作业。基站可以支持原位实验室等平台在海底接入，并向其供电，同时各平台间信息互联，开展长期协同探测，作业模式更加灵活。

整个原位科学实验站系统在海底全自主工作，能够进行自身状态监测和智能管理，所有数据通过深海滑翔机中继通信，定期传回岸基控制中心，同时也可以对科学实验站进行远程控制。实验站后续将接入更多智能化无人实验、探测及信息传输系统。

我国成功布设『海底实验站』，将实现深海长周期无人科考

深海探秘，把实验室搬到海底

10月25日，“探索二号”科考船携“深海勇士”号载人潜水器，完成一系列海试任务返回三亚，科研人员成功在海底布设大深度原位科学实验站，将实现深海长周期无人科考。

“上九天揽月，下五洋捉鳖”，这一好消息，再度引发大众对我国深海科考的关注。我国深海科学实验站布设了哪些高科技“武器”？深海中到底藏着什么奥秘，值得我们一次次走向深蓝？

3 深海科考，“中国深度”直抵万米

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，已初步建立起全海深潜水器谱系。

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，它只能下潜300米。进入新世纪，在863计划支持下，我国开始了自主深海载人潜水器研发。

“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，“蛟龙”号不但拥有世界先进的悬停和自动驾驶功能，还可以进行数字化的水声通信和定位，更能稳稳地“定”在海底开展复杂的作业任务。

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。值得一提的是，早在2016年“深海勇士”号尚未下水的情况下，万米级载人潜水器就开始同步研制，也就是“奋斗者”号载人潜水器。

2020年10月27日，“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10058米，创造了中国载人深潜新纪录。当年11月10日，“奋斗者”号在马里亚纳海沟再次下潜突破1万米，达到10909米，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。

4 挑战海洋最深处到底有多难

深蓝之下，深渊之上。

全球深度大于6000米的海沟共有37条，这些海沟所在区域被称作海斗深渊，简称深渊。它们是迄今人类难以企及、知之甚少的地方。包括马里亚纳海沟在内的9条最深海沟分布在西太平洋，它们中的5条深度均超过万米。

万米深海，曾被认为是海洋科考的“禁区”。“挑战者深渊”，是地球最深处马里亚纳海沟的“极地”，最深超过10900米。这片漆黑、高压、低温和地质运动活跃的“深海荒漠”，现在是海洋研究最前沿的领域之一。

人类在没有任何装备的情况下，最大下潜深度为100米左右。而在马里亚纳海沟一万平方米以下水底，大概每平方厘米就会产生一吨压力，一个成年人身体平均表面积为1.6平方米，也就是说，在那个深度，我们的身体要承受16000吨重的压力。

目前成年非洲象的最大重量为6吨左右，想象一下，如果有2500多头非洲象同时站在你背上，是什么感觉？

“奋斗者”号下潜至万米深处，水压超过110兆帕，相当于2000头非洲象踩在一个人背上，它首先面临的是超强高压。在整个潜水器中，球形驾驶舱是整个结构中承受压力最大的，舱体材料则使用超高强度钛合金，相比之前的“蛟龙号”，“奋斗者”号舱

体材料是中国自主研发的全新高强度耐海水腐蚀钛合金。

深海一片漆黑，“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。

未来的深海图景会是啥模样？“从推开深海一条门缝，到打开深海大门，相信未来会有越来越多深海装备出现在大洋之中，勘探开发资源，保护海洋生态，我们的海洋强国之梦一定会成为现实。”中国科学院深海科学与工程研究所工程师张健说。

知多一点

人类为啥要深海探“宝”

人们对深海的好奇，不亚于外星球。海底也有山川沟壑、有火山冷泉、有悬崖峭壁、有栖居生物，那几乎是一个未知的世界。

2015年，蛟龙号在印度洋海底发现一处热液喷口，并发现了许多新的动物种类。这些生物的发现，颠覆了人们之前对深海海洋的认识。

深海蕴藏着丰富的矿产、油气和生物资源，是人类未来发展的蓝色空间。目前，海洋石油产量占世界石油产量的30%。近年来全球重大油气发现，70%来自水深超过1000米的水域。海底锰结核矿的总储量有3万亿吨，足够全世界开采上万年。太平洋一片深海黏土所含的稀土元素，可供人类使用几千年，但开采利用技术尚待研发。

2017年9月，我国南海海域首次发现裸露在海底的可燃冰。2017年11月3日，国务院批准将可燃冰列为新矿种。

海底有待开发的其他资源也非常丰富，现在还只是起步阶段。比如海底的微生物新陈代谢极其缓慢，生殖周期在千年以上，但人类尚不知如何利用其“长寿基因”；它们体内的各种活性物质，在医药、环保等领域都将有广泛的应用前景。这些生物基因资源可能在提高人类生活质量、改善基因缺陷、根除癌症等重大疾病方面发挥重要作用。

水深超过2000米的深海，占地球表面的3/5，无论温室气体排放的归宿，还是气候长期变化的源头，都要追溯到海水深层。不仅如此，海底是距离地球内部最近的地方：大陆地壳平均35公里厚，大洋地壳则为7公里。揭示板块运动的规律，窥探地球内部的真相，也要到深海底部进行探索。

此外，海上风暴、水中暗礁，常让众多满载货物的船只，连同货物一起沉没海底，成为人类珍贵的水下文化遗产。水下考古，正让越来越多沉船浮出水面，唤醒更多沉睡海底的历史和宝藏。



载人潜水器结构示意图