

廿载奋斗全海深 万米深潜终梦圆



总建造师刘帅在“奋斗者”号全海深载人潜水器第一阶段海试期间留影。(2020年7月摄于中国南海)

作者提供

2020年11月28日，“奋斗者”号全海深载人潜水器成功完成万米海试胜利返航，习近平总书记发来贺信，并向所有致力于深海装备研发、深渊科学研究的科研工作者致以诚挚的问候。

习近平总书记贺信中指出，“奋斗者”号研制及海试的成功，标志着我国具有了进入世界海洋最深处开展科学探索和研究的能力，体现了我国在海洋高技术领域的综合实力。从“蛟龙”号、“深海勇士”号到今天的“奋斗者”号，致力于深海装备研发、深

渊科学研究的中国科研工作者以严谨科学的态度和自立自强的勇气，践行“严谨求实、团结协作、拼搏奉献、勇攀高峰”的中国载人深潜精神，为科技创新树立了典范。

回望中国载人深潜近20年的发展历程，我们可以发现，中国在载人深潜领域虽然起步较晚，但遵循严谨的科学发展路线，经过持之以恒的团结奋斗，一步一步脚印走出具有中国特色的深海装备研发高水平科技自立自强之路。

克服困难 迎接挑战

2001年，中国大洋协会在东太平洋海域获得了7.5万平方公里、拥有专属勘探权和优先开采权的多金属结核矿区，海底矿产资源的勘探开发以及环境保护的现实需求为中国大深度载人潜水器的研制提供了契机。2002年，中国的第一台大深度(7000米级)载人潜水器“蛟龙”号正式获科技部立项支持。

立项之初，中国的无人潜水器曾经探索过6000米的深度，但中国的载人装备下潜深度纪录只有600米。从600米到7000米是一个巨大的跨越，按照国际通常做法，应该研制一个2000米—3000米级的中间产品，再研发更大深度的载人深潜器。但这样周期太长，成本太高，无法满足迫切的国家战略需求，必须实现跨越式发展！这就意味着要在相对短的时期内，实现深海科技领域一系列关键技术突破。

载人深潜首先面临的是压强挑战。随着水深增加，物体受到的水压大幅增加，这与我们在空气中海拔1000米、2000米、7000米、1万米所存在的压差是完全不一样的。水的深度每增加10米，就相当于增加1个大气压，如果我们下潜到全球海洋最深处，就意味着有约1100个大气压的压强，这相当于1个指甲盖大小的面积上要承受1辆小汽车的重量，要把人安全送达海洋最深处，克服深海的高压是深海载人潜水器面临的首要挑战。在高压环境下，一旦内部为常压的耐压结构漏水，海水就会急速喷射而入，其速度和力道比子弹还快、还大，这给载人舱等耐压结构的设计、制造、密封都带来了巨大挑战。深海特殊环境下，在陆地使用相当成熟的零件，如电机、泵、阀之类，因为水下需要的体积小、重量轻、耐海水高压和腐蚀等特性，制造出来也是困难重重。

水下通信是载人深潜的另一大挑战。我们在陆地上使用的全球定位系统、5G等高速通信系统依赖于电磁波，但是电磁波在水中迅速衰减，无法在水下发挥作用。在水下，我们只能利用声波进行通信定位，实现潜水器与母船的信息交互。要实现远距离、高速率水声通信，不仅要解决水声信道多途、多普勒频移以及多普勒扩散效应对信号传输的影响，而且还需克服来自母船的强烈、非平稳噪声对水声通信的干扰。

实现对载人深潜器的精准操控也是一大挑战。海水作为一种流体，带来了比空气大得多的阻力和黏性，如何在海水的环境中实现潜水器(重达



作者刘帅肖像画。 张武昌绘

几十吨，长度8—10米的大家伙)大范围的垂直方向和水平方向的精准操控是一大难题。同时，大深度载人潜水器工作的区域通常是由地球板块俯冲所致的深渊环境，这里地形复杂、地质活动剧烈且有海流扰动，大大增加了潜水器高精度安全自动航行和稳定悬停定位控制的难度。

矢志奋斗 持续跨越

诸多重大挑战意味着研制载人深潜器的难度之高、之大。然而，我国在深海科技领域起步晚，基础薄弱，尤其在载人深潜器电池、机械手、推进器、浮力材料等关键技术方面几乎是一片空白，只有独立自主从“零”开始摸索。

面对困难和挑战，中国载人深潜团队以严谨科学的态度和拼搏奉献的精神，经过近20年矢志不渝的持续攻关，连续研制出“蛟龙”号、“深海勇士”号和“奋斗者”号，实现了中国载人深潜装备从“集成创新”到“自主创新”，再到“超越引领”三个“里程碑”式跨越。

“蛟龙”号实现了我国载人深潜装备自行设计、自主集成总体方案的闭环。

“蛟龙”号立项之初，当时团队所有成员对大深度载人潜水器的了解仅限于照片，没见过实物。整个研制团队没有一个人看到过真正的载人潜水器里是怎么装的，到底包含哪些功能，哪些部件。当时，国内7000米级载人潜水器的工业配套基础很薄弱。受制于这些客观条件，采用集成创新的思路开展“蛟龙”号的研制是唯一可行的选择。

历经10年技术攻关，我们解决了大深度耐压、密封、安全技术，可靠水声通信技术，复杂深海环境下精细作业技术等难题，实现了中国载人深潜装备工作深度从600米直接到7000米总体方案的闭环。2012年，“蛟龙”号完成了海上试验，最大的下潜深度达到了7062米。“蛟龙”号的成功研制，使我国成为继美国、俄罗斯、日本、法国之后，第五个掌握大深度载人深潜技术的国家。

“深海勇士”号在装备关键技术自主可控和配套设备国产化上取得重大突破。

我国的第二台大深度载人潜水器是“深海勇士”号，它的最大作业深度是4500米。在研发“蛟龙”号的时候，我们曾深受关键技术受制于人的苦，由此更加深刻意识到潜水器的关键技术必须掌握在自己手上，唯有如此才能奠定深海装备、深海科学持续健康发展的坚实基础。

载人潜水器作为实现“深海进入”、实施深海发展战略必不可少的一项技术手段，仅有一台“蛟龙”号是不够的，为了满足中国主要海域资源探测、开发和科学研究的需求，降低运行成本、提高载人深潜科学性性价比，在充分考虑国内配套产业技术实际情况的基础上，为提高我国深潜装备关键技术的自主可控能力，早在2009年“蛟龙”号尚未完成海试之时，科技部就布局了

4500米载人潜水器设计与关键技术研究项目。历经8年持续艰苦攻关，我们实现了载人舱、浮力材料、锂电池、推进器、海水泵、机械手、液压系统、声学通信、水下定位、控制软件等10大关键部件的国产化，把装备国产化率大幅提升至95%，在国内形成了载人潜水器完整的技术链条和产业链条。2017年10月，“深海勇士”号海试取得圆满成功，为深海载人深潜高端装备“中国制造”探索出一条切实可行的路径。

“奋斗者”号瞄准全球海洋最深处，实现了我国同类型载人深潜装备的全球引领、全面超越。

进入21世纪以来，海洋科技的发展和竞争，由浅海快速转入深海。掌握深海关键技术是我国进入深海、探测深海、开发深海、确保深海安全的必由之路。全海深载人深潜技术是深海领域的技术制高点，为支撑海洋强国战略，科技部从国家安全发展的长远利益需要和我国前沿科学与深海高技术发展的现实需要，在“十三五”期间立项支持了“奋斗者”号研制任务。

“奋斗者”号于2016年立项，历经5年技术攻关研制而成，其最大工作深度11000米，是世界上作业能力最强、海底作业时间最长、载员人数最多的全海深载人潜水器。为实现载人潜水器在万米深海携带多人长时间进行作业的功能要求，中国科技工作者在设计、材料、工艺、配套、建造、测试等方面开展自主技术创新，在若干关键技术无人区开展艰难探索，开展了多个学科复杂的、综合的极致设计，利用国内的极限的制造检测能力，实现了万米极端环境下的作业能力，构建了覆盖全球海洋深度的载人深潜装备设计技术体系。

携手合作 造福人类

截至目前，我国三台大深度载人潜水器已累计下潜900余次，年均下潜数量约占世界总量的一半，取得了丰硕的深海科考成果。

“蛟龙”号的应用，开创了我国深海资源精细勘探的新模式，在国际上首次发现多种深渊地质新现象和深海新物种，为中国精准选划和申请新的矿区勘探合同提供了核心调查资料，助力中国成为国际海底勘探合同数量最多、矿种最全、矿区面积最大的国家。

“深海勇士”号以良好的经济性和高效的使用频率，让更多的人有机会借助载人深潜开展多样的深海作业，创造了中国载人深潜作业的一系列新纪录。包括海底鲸落、冷水珊瑚、热液这些特殊的海底自然现象的探测和调查，深海考古，失事潜艇辅助打捞等。

“奋斗者”号创造了中国载人深潜10909米深度纪录，全球首次实现了万米海底的视频直播互动，已有32人、25次下潜深度超过万米，使我国已成为世界上万米下潜次数和人数最多的国家。特别值得一提的是，2022年，在中国—新西兰联合深渊深潜科考航次中，“奋斗者”号开启了深渊科考国际合作的新模式，未来，将进一步作为人类开展深海探索研究的平台，借助其全海深独有作业能力优势，为人类认识、保护、开发海洋贡献力量。

地球上的海洋深度是有限的，但探索深海奥秘，开发海洋资源、保障深海安全的技术发展永无止境。未来，中国载人深潜团队将在现有自主技术链条和产业链条的基础上，以服务国家战略和深入科技创新为使命，继续潜心奋斗，适应新挑战、多场景及产业化发展需求。

(作者刘帅为中国全海深载人深潜器“奋斗者”号总建造师)

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心、科学出版社与本报合作推出

1月，在巴基斯坦东部旁遮普省木尔坦市郊外的一片农田里，来自中国的农业专家赵建华正带领着巴基斯坦的农业技术人员们在辣椒育苗大棚里查看秧苗的生长情况。

作为共建“一带一路”重大先行先试项目，中巴经济走廊已进入充实拓展的新阶段，两国合作开始向农业领域迈进。2019年底，中国机械装备工程股份有限公司(简称“中设集团”)参与建立中巴农业与产业合作信息平台，2021年起与四川丽通食品有限公司合作开展中巴辣椒订单种植项目，2022年末还引进巴基斯坦的农业企业加入合作，木尔坦就是项目选择的6个辣椒种植示范区之一。

来自新疆的赵建华种了27年辣椒，从木尔坦辣椒种植示范项目考察、选育、试种至今，他已在巴基斯坦工作了3年。赵建华告诉记者，3年来，项目技术人员已挑选出适合当地气候、温度

种出红火好日子

——中国农技人员奉献中巴农业合作

新华社记者 蒋超

的高产中国辣椒品种，今年项目还要把巴基斯坦与中国的辣椒品种进行选育对照，有望实现产业发展的较大突破。

“我们不仅为巴基斯坦农民兄弟们带来种植技术，还通过合作，运用科研技术结合中巴优势辣椒品种，促进辣椒产业发展。”赵建华说。

看到大棚里有些边角土地上的辣椒苗生长不均，赵建华悉心嘱咐技术员萨贾德注意对这些苗单独施水肥。他对记者说：“我们已培养了20多名巴基斯坦农业技术员，现在他们都在各个种植示范区里独当一面了。”

“我们的心早就和这些辣椒苗系在了一起。”萨贾德说，“有中国先进技术，这些小苗生长、开花、结出果实，这也让我看到了巴基斯坦农业的未来。”

项目执行经理阿德南告诉记者，过去当地种植辣椒的技术落后，辣椒品种抗病性差。中国专家不仅带来新技术和新品种，还手把手教会当地农民如何种植。现在种植的辣椒品种亩产高、抗病性强，收获后能卖出好价钱，受到巴基斯坦农民的热烈欢迎。

“我们原本要用近10个月才能种出一季辣椒。自从有了中国技术和辣椒品种，种植期缩短到6个月，收成后还有时间种别的农作物，一年算下来收入更高了。”当地农民伊贾兹说。

中设集团巴基斯坦子公司商务经理刘哲告诉记者，今年项目将继续努力提升当地种植技术和产量，帮助农民优化生产成本，为农民带来切实的经济效益。

再过4个月，这些辣椒苗将遍布在广袤的旁遮普平原上。

“我们中国技术人员要抓住农时，不误农事，到生产一线、田间地头去，为辣椒生产提供可靠的技术保障。”赵建华说。

科技馆里过大年

春节期间，很多孩子在家长带领下，走进科技馆参加科技活动，学习科普知识，开阔眼界、增长知识，感受科技的魅力。



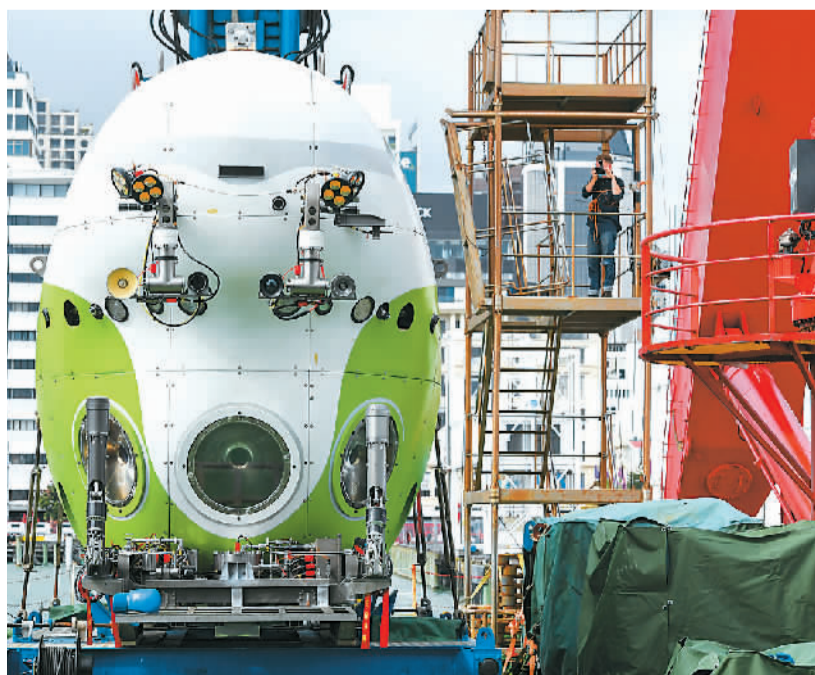
孩子们在广西科技馆参观宇航服模型。

喻湘泉摄



在甘肃张掖科技馆，小朋友们在体验飞机科普互动展品。

王将摄



2022年11月27日，首次中国—新西兰联合深渊深潜科考航次第一航段科考任务顺利完成，两国科考人员借助“奋斗者”号载人潜水器到达克马德克海沟最深点。图为中国“探索一号”科考船搭载着“奋斗者”号全海深载人潜水器停靠在新西兰奥克兰皇后码头。

新华社发