

洋底万米著春秋

本报记者 张保淑



载人深潜器 蛟龙号作业母船 向阳红09号

8月底，向阳红01号船载着我国海洋科技精锐之师再次向大洋“深蓝”挺进，这次中国环球海洋综合科学考察将历时260天，航程约6.5万公里，相当于绕地球1.5圈。本航次的6航段中，科考队除了第四航段在南极半岛周边开展海洋环境综合调查之外，其余航段均是深入大洋底部开展资源和环境调查，这无疑将进一步增加对人类大洋的认知，并为开发利用大洋资源奠定更坚实的基础。

曾几何时，对中国这个传统大陆国家来说，海洋的惊涛骇浪意味着凶险莫测，而“天涯海角”不仅是足迹的边界，甚至在很大程度上也是思维的尽头。然而，在迈向近现代社会的进程中，中国人不仅深刻认识到，海洋实际上连接起东方和西方，沟通了中国和世界，也蕴含着宝贵的资源和无尽的自然密码；深刻认识到，对世界文明史发展作出了卓越贡献的中华民族，有理由为认识和开发海洋，造福全人类作出更大贡献。为此，中国致力于全方位提高对海洋的认知和开发能力，党的十八大会议鲜明地提出了“建设海洋强国”目标。经过5年的努力奋斗，中国以大力发展海洋科技为突破口，在海洋资源开发、海洋经济发展、海洋生态文明建设等方面取得了举世瞩目的成就。

海洋科技核心突破在于“深度”，而历经艰辛创造的“中国深度”无疑是近年来中国海洋科技最辉煌的一笔，为唱响深海“三部曲”即“深海进入”“深海探测”和“深海开发”创造了前提条件。

载人深潜器蛟龙号是实现上述“三部曲”的主要“利器”。



载人深潜器蛟龙号

早在2002年，科技部将深海载人潜水器研制列为国家高技术研究发展计划重大专项，启动了蛟龙号载人深潜器的自行设计、自主集成研制工作，包括中科院、中船重工702所等100多家科研部门和企业参与其中，历经数年努力，蛟龙号终于铸造成功，并迎来了正式入水挑战深海的时刻。从2009年至2012年间，它接连成功进行了1000米级、3000米级、5000米级和7000米级海试。2012年7月，在世界海洋深度之极的马里亚纳海沟，蛟龙号下潜至7062米，同时创下中国载人深潜纪录和世界同类作业型潜水器最大下潜深度纪录。

之后几年间，蛟龙号入海的重点转向科考应用，开始了试验应用航次深潜之旅。2013年6月，蛟龙号启程赴南海，在那里完成10次下潜，继续验证定位系统的性能，并完成了截至当时最长距离的海底巡航。2014年底和2015年初，蛟龙号在印度洋执行多金属硫化物资源科考任务。2016年4月和5月，蛟龙号在太平洋维嘉海山和

雅浦海沟进行科学应用下潜。2017年3月蛟龙号在西北印度洋进行热液区科考，发现了热液喷口并获取了硫化物样品，继续展现出优秀的深海科考能力。

蛟龙号奠定了中国载人深潜的基石，由此有望诞生蔚为大观的蛟龙“家族”。还在蛟龙号研制和海试紧锣密鼓进行之时，我国另一项“863”重点项目4500米载人潜水器于2009年正式立项。其目标是打造拥有自主知识产权、国产化率达到85%以上的载人潜水器，在钛合金载人舱球壳和充油锂电池研制等一系列关键技术上实现完全突破，提升我国在4500米水深综合探查和作业能力。今年7月，4500米载人潜水器完成所内研制，并确定了海试方案，准备接受大洋的实战考验。中国海洋科技最具震撼力的信息莫过于研发1.1万米载人潜水器，根据蛟龙号研制单位中国船舶重工集团公司今年1月底发布的信息，中国1.1万米深载人潜水器研制工作已全面展开，计划于年内完成总装联调。这意味着，中国正稳步接近大洋马里亚纳海沟最深处，实现载人“全海深”科考。

就中国海洋科技整体而言，“全海深”科考其实已经成为现实。2016年8月，探索一号科考船首航勇闯马里亚纳海沟海域，携带的海斗号水下机器人创造了10767米下潜及作业深度纪录。探索一号释放的天涯号深潜着陆器和原位实验号深潜升降器3次突破万米深度，获得大量水体、沉积物和生物样品，这些样品填补了中国长期以来无法获得超大深度特别是万米海底数据和样品的空白，为揭示深渊生态环境演变、全球气候变化等提供了珍贵的研究样本。

中国海翼号水下滑翔机是深海中机动的科考“精灵”，它可探测海水流体中温度、盐度、浊度、含氧量、海流强度和运动方向等，并可把数据实时传输回来。2017年3月，海翼号水下滑翔机在马里亚纳海沟挑战者深渊，完成大深度下潜观测任务并安全回收，最大下潜深度达到6329米，刷新了水下滑翔机最大下潜深度的世界纪录。

正如太空探索需要空间站一样，大洋科考也迫切需要长期在深海中驻留的“水下空间站”。2013年，我国历时10年攻关，终于研制成功首个实验型深海移动工作站，该工作站为35吨级，可载6人，在海底工作12到18小时。根据《全国海洋经济发展“十三五”规划》，中国将致力于推进实现深海实验平台建造关键技术突破，建造深海移动式和坐底式实验平台。

黄海之滨的青岛即墨市，有明代知名的海防要津鳌山卫，坐落在这里的国家深海基地是继俄罗斯、美国、法国和日本之后，世界上第五个深海技术支撑基地。包括蛟龙号载人深潜器及其支持母船在内的中国深潜利器聚集在这里，它们将在大洋深蓝继续写下中国传奇。

“我们郑重地声明：从今天起，中国拉开了‘入地’计划的序幕，中国的地球科学事业正在走向探测地球深部的新时代。今天也圆了几代地球科学家几十年的深部之梦。此刻，我们感到骄傲与自豪，为中国骄傲！为中国地球科学家自豪！”

这掷地有声的话语来自一份名为《认识地球，走进深部——第40个世界地球日科学宣言》。2009年4月22日，中国地质科学院研究员、中国科学院院士李廷栋代表中国广大地质工作者发表上述宣言，表达了他们勇攀科技高峰、推进对地球深部认知的雄心壮志。

“入地”与“上天”“下海”一样，是人类探索自然、认识自然和利用自然的一大壮举，关乎人类生存、地球管理与可持续发展。越来越多的证据表明，地球表层看到的现象，根子在深部；缺了对深部的了解，就无法理解地球系统。越是大范围、长尺度，越是如此。深部物质与能量交换的地球动力学过程，引起了地球表面的地貌变化、剥蚀和沉积作用，以及地震、滑坡等自然灾害，控制了化石能源或地热等自然资源的分布，是理解成山、成盆、成岩、成矿和成灾等过程成因的核心。

2006年，《国务院关于加强地质工作的决定》下发实施，明确将地壳探测列为国家目标和意志，之后据此启动实施了“深部探测技术与实验研究专项”（简称地球深部探测专项）和“地球深部探测技术与实验研究专项”，成为中国深地探测具有标志性意义的里程碑。经过长期努力奋斗，特别是党的十八大以来，中国深地探测取得了举世瞩目的成就。

自主研发，实现深地探测关键设备的自强自立是中国深地探测取得的重大成就之一，而这项成就与一位叫黄大年的科学家紧紧联系在一起。2009年12月，他放弃英国优厚工作和生活条件，作为第二批国家“千人计划”入选专家，全职回到吉林大学担任教授。他带领400多名科技人员，从零开始，成功研制出我国第一台万米科学钻——“地壳一号”。

该探钻机组长约20层楼高，整个组件占地1万多平方米，钻进能力可达到1万米，采用高转速全液



『向地球深部进军』

张保淑 吴昊

表走向深部，提升资源保障程度。据了解，下一步我国将启动实施深地颠覆性先导技术研究与地壳探测工程，发起“向地球深部进军”的总攻。

压驱泵系统、高精度自动送钻系统和起下钻自动排管系统等一系列关键技术，引入国内领先的数控变频电动钻机科技，钻探能力达到世界先进水平。2017年6月，中国在深部资源探测装备技术领域又获得重大突破性进展，一批中国科学家经过4年攻关，拿出金属矿地震探测系统、深部矿床测井系统和组合式海底地震探测装备等8套“利器”，为国家“地下4000米地球透明计划”奠定技术基础。

因地制宜，构建深部探测技术体系是中国深地探测取得的另一重大成就。为适应中国地质情况复杂多样的具体情况，深部专项项目组发展了地震深反射、折射和天然地震层析成像、大地电磁探测等多尺度、多层次的成套探测技术和观测方法，特别是共震源深反射、广角反射与折射地震同时接收的联合探测等技术，形成了不同深度、不同物性参数、不同分辨率的数据采集、信号提取与成像能力，形成了适应中国深部特征的探测技术体系，并且整体达到国际同类水准。

深挖线索，为找矿突破提供有力支撑是中国深地探测服务经济社会发展的最直接贡献之一。随着钻井的不断深入，许多新层系地层的找矿线索也不断出现。例如：在大庆盆地之下发现了残存的古沉积盆地，为“大庆之下找大庆”提供了战略依据；在四川盆地深部发现完整的新生代裂陷盆地，指示了万米深度油气勘查新领域；发现我国北方巨型稀土元素聚集区具有超大型矿床潜力；摸清庐枞矿集区的地层构造，基本实现“透明化”，发现深部正长岩中上百米厚铀元素富集带。

“向地球深部进军是我们必须解决的战略科技问题。”深地研究任重而道远，专项的成功只是阶段性的胜利。地球科学家们将继续面向国家能源资源和环境保护的重大需求，开拓利用好国土资源深部空间，实现地质调查由浅



从锦屏深处到物理学前沿

本报记者 张保淑

“中国的大胆步伐将颠覆耗资巨大的粒子物理研究领域。20年前这场竞赛还在美欧间展开。如今这个新兴大国已不甘于在西方各研究机构中扮演客人的角色。问题已变成：谁能紧跟中国的步伐？”德国《南德意志报》曾刊文这样盛赞中国的一个实验室，它就是中国首个极深地下实验室——“锦屏地下实验室”。它位于四川省锦屏山内部，垂直岩石覆盖达2400米，是目前世界岩石覆盖最深的实验室，该实验室的建成标志着中国拥有了世界一流的洁净的低辐射研究平台，能够自主开展像暗物质探测这样的国际最前沿的基础研究课题。清华大学实验组和上海交通大学等研究团队在这里开展暗物质的探测研究。

随着实验开展，原有的空间显得日益受限，迫切需要开辟新的实验空间。2014年8月，清华大学与四川雅砻江流域水电开发有限公司签署共同建设“中国锦屏地下实验室”二期工程的合作协议，正式决定启动中国锦屏地下实验室包括4组共8个实验室及其辅助设施的二期建设。

非凡工程成就了独一无二的深度实验室、而独一无二的深度实验室成就了引人注目的科技发现。中国科学家通过在锦屏地下实验室的研究，发表了数篇暗物质灵敏度实验结果论文。特别值得一提的是2014年11月发表的一篇文章，推翻了美国一个暗物质实验组近年来宣称“已经探测到暗物质存在区域”的结论，引起国际物理学界广泛关注。

八达岭长城地下的高铁站

于明彤

火车站见证了城市的发展、变迁，见证了无数悲欢离合，也见证了铁路科技的突飞猛进。

高速高效、四通八达、平稳安全的高铁无疑是代表“中国速度”的一张亮丽名片。而高铁建造技术，特别是一些特殊高铁站的设计施工建造，充分展现了中国建筑工程科技的雄厚实力，（北）京—（家）口高铁八达岭长城站就是其中的典型代表。

从天空中俯瞰，闻名中外的八达岭长城像一条蜿蜒盘旋的巨龙，横卧在军都山口。在其之下，2020年冬奥会重要交通设施之一——京张高铁八达岭长城站正在紧张施工。它的单体总建筑面积超过了4万平方米，最大埋深超过了102米，旅客垂直提升高度达62米，是名副其实的“世界最深高铁站”。

如果说古代在八达岭之上修建长城是一项奇迹，那么今天在八达岭之下修建深度空前地铁站，则是一项现代创举。长城站施工环境极其复杂：地形起伏大、地下水涌发、地下交通调难度高。由于地质地形限

制，施工时无法采用盾构掘进机，只能采取爆破工法。而长城站之上就是世界文化遗产——长城，还有中国近代工业遗迹的代表之一青龙桥火车站。为了保护珍贵文化遗产，长城站首次采用精准微损伤控制爆破等先进技术，消除工程建设对文物和环境的不良影响。据相关人员介绍，在大跨度过渡段，施工团队采用了创新型顶洞超前、分层下挖、预留核心、重点锁定、高性能混凝土一次浇筑成型的“品”字型分部挖掘法，为今后大跨度隧道采用爆破法施工提供了新路径。

在这么深的地下作业，保障施工人员安全，做到施工零事故是重中之重。而长城站首次采用环形救援通道设计，“变废为宝”，将辅助施工、竣工弃用的斜井变为永久性救援通道，使这个大型地下车站具备了紧急情况下快速无死角救援的条件。复杂地质条件下的抗震能力是超深建筑设施的重要考量，而长城高铁站从工程设计和施工，则充分满足了高标准防震设防要求，可以抵抗烈度为8度的强震。



（昵图网）