

相约千米深蓝 探秘海丝遗珍

——南海西北陆坡一号、二号沉船第一阶段考古调查纪实

11日清晨，随着“探索一号”科考船抵达三亚，南海西北陆坡一号、二号沉船第一阶段考古调查工作宣告顺利结束。

历时20余天，21个潜次工作，一次没有先例可循的考古调查。神秘的古代沉船，历经500多年等待后，与深海考古队相约在万顷碧波之下。

■ 开启深海考古新篇章

2023年5月20日，南海西北陆坡约1500米深度海域。

搭乘“深海勇士”号载人潜水器，中国文物工作者将水下永久测绘基点布放在海底。这标志着本次调查工作正式启动，我国深海考古的新篇章由此开启。

这是中国考古史上的重要时刻——

2022年10月23日上午，“深海勇士”号正在执行第500潜次任务。母船驾驶室里，水声通信系统忽然传来潜航员发自海底的惊呼：“发现大片陶罐！”“数以万计！”

近7个月后，国家文物局、海南省人民政府等发布消息：

我国南海发现两处明代沉船，分别被定名为南海西北陆坡一号沉船和南海西北陆坡二号沉船，保存相对完好，时代比较明确。其中，一号沉船文物以陶瓷器为主，散落范围达上万平方米，推测数量超过十万件；二号沉船则发现大量原木。

国家文物局考古司司长闫亚林说：“这一重大发现实证了中国先民开发、利用、往来南海的历史事实，对中国海洋史、陶瓷史、海外贸易史、海上丝绸之路研究等都具有突破性的贡献。”

经国家文物局批准，由国家文物局考古研究中心、中国科学院深海科学与工程研究所、中国（海南）南海博物馆3家单位联合组成深海考古队，分3阶段进行考古调查工作。

被布放在一号沉船核心堆积区西南角的水下永久测绘基点，成为考古记录发掘的基准。

这项调查令人神往——

乘坐着载人潜水器，下至常规潜水无法达到的深度调查、记录、研究遗址，提取文物和样品，亲眼目睹如山般堆积的陶瓷器……深海沉船，为考古工作者提供了极为难得的机会。

这项调查背后是规范与细致——

出水文物在哪里清洗、如何运送、谁负责保管，下潜作业时携带哪种型号的相机进行记录较为合适，是否有足够的硬盘进行资料存储与备份，队员们工作日记的格式，甚至出水文物和样品采取什么方式进行编号……每一个细节，大家都需要认真讨论、最终确定。

“意想不到的状况随时会出现，每个队员都不会轻松，挑战是巨大的。”项目领队宋建忠说。

深海考古是世界水下考古研究的前沿领域。我国的水下考古自1987年起步以来，大多集中于40米以浅海域工作。

2018年1月，“深海考古联合实验室”在三亚成立。2018年4月、2022年8月，两次深海考古调查先后在西沙群岛北礁海域、西沙海槽海域成功实施，我国水下考古打开了深海之门。

人们翘首以盼：在那深蓝之下，会不会有重量级的遗珍以供考古调查？

现在，他们等来了这一刻。

■ 科技与考古紧密携手

“8时，能见度7级，东南风3级，浪2级……”“探索一号”值班船员从容记录着航海日志。

甲板上，潜水器准备、A架测试、小艇布放、挂缆解缆……“深海勇士”号准备出发，各部门工作环环相扣，如同经过精密设计的齿轮紧紧咬合。

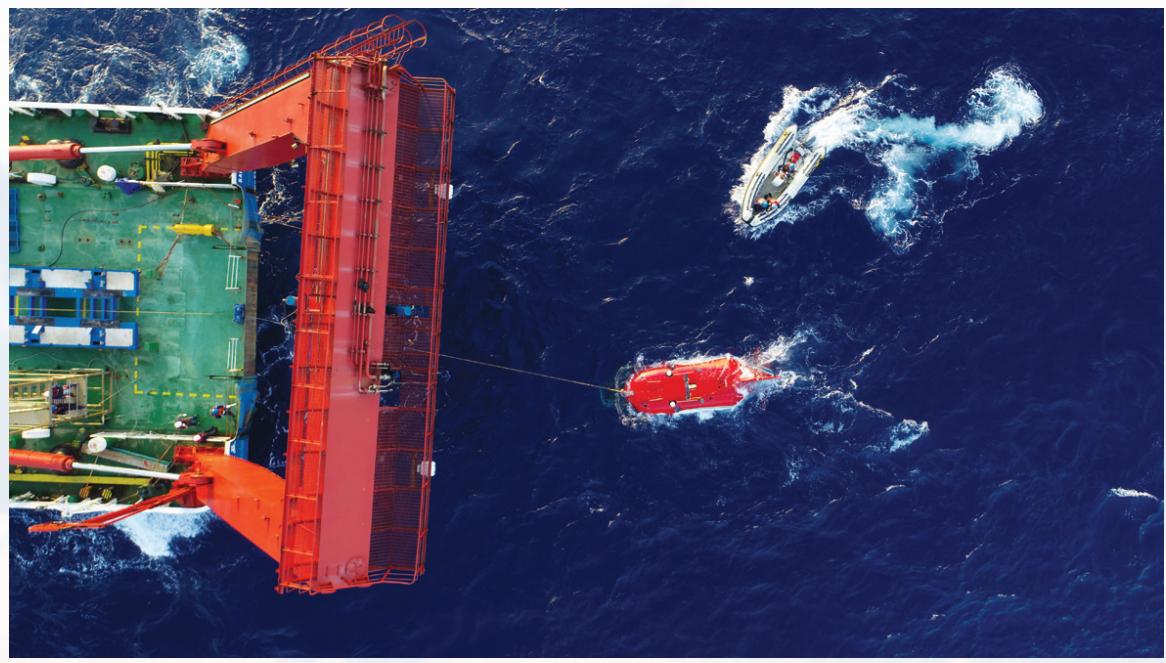
参加本阶段调查的深海考古队成员约30人，分别来自考古、文物保护、地球物理探测、海洋地质、海洋生物、机械电子等领域，大家分为6个组完成调查任务。

6个组的队员们协同作业，正是科技与考古携手并肩的生动写照。

他们彼此分享——

“我们将严格按照水下考古工作规程要求开展工作，以水下永久测绘基点为基准，进行三维激光扫描、摄影拼接、影像记录、分类提取文物等。”副领队邓启江给科学家们“科普”考古知识。

“我们可以采集不同介质附近的沉积物和富集



2023年5月24日，“探索一号”科考船在南海西北陆坡一号、二号沉船遗址海域进行第一阶段考古调查（无人机照片）。

新华社发（黎多江 摄）

水体样本，开展沉积通量和同位素化学的研究，也可以开展高通量测序和微生物培养，了解环境中的微生物类群，评估相关微生物可能对文物产生的影响。”中国科学院深海科学与工程研究所副研究员陈顺介绍着自己的工作计划。

他们热烈争论——

考古工作者说：“不要着急提取文物，我们要复原船沉没的历史过程，对文物分布要做比较精准的定位。”

科学家说：“对海底遗址进行亚米级的定位和厘米级的测绘？这道题‘超纲’了啊！”

他们并肩“战斗”——

每次8至9个小时的下潜中，考古工作者集中精力观察、记录、研判，潜航员则根据考古工作者的要求开展激光尺测量、多角度影像采集、操纵机械手提取文物和样品等工作。

“挑战在于，很多工作没有第二次机会。比如提取文物，操作不当就会造成无可挽回的遗憾。”潜航员李航洲说，“我们潜航员团队以最高的标准、最严的要求执行这次任务。”

每一位参与调查的队员，都分外珍惜这次机会。

摄影摄像组队员李滨曾参加2018年我国首次深海考古调查。人们依旧清晰地记得，那一年，当第一件取自深海的文物被“深海勇士”号带回，这位50多岁的水下考古“老兵”毫不犹豫地穿上潜水服、跳入海中，将之紧紧抱在怀里，唯恐有失。

这一次，李滨用镜头忠实记录着“科技与考古紧密携手”的一个个瞬间。他说：“我们留下的所有历史记录，要经得住未来的检验。”

■ 没有先例可循

14时30分，海天一色、骄阳似火。“探索一号”319会议室里，科学例会正在召开。每天的这个时间，队员们都会聚在一起，审看前一个潜次带回的视频资料，讨论下一潜的注意事项。

“在如此深度的海底、对如此规模的古代沉船遗址进行考古调查，在国际上没有先例可循。”项目副领队陈传伟说。这位研究地球物理探测的科学家，也着迷于研究明代航海家郑和。他期待对沉船的调查能有助于解开郑和下西洋的航海技术之谜。

但是挑战重重。在深达1500米的海底，任何一件看似简单的工作都会变得无比艰难。

比如，文物散落范围达上万平方米的一号沉船，在哪个位置提取文物最好？

如果在文物散落区提取，则会丢失一些能研究沉船沉没过程的历史信息。

如果在文物核心堆积区提取，“深海勇士”号只能悬停在文物堆积处之上，太远机械手够不着，太近又可能影响文物安全，提取过程万一引起文物堆积的破坏，后果不堪设想。

没有现成的答案，只有不停地测试、小心地摸索。

在数据处理中心，资料汇编组队员岳超龙的电脑彻夜运转。他将一次次下潜带回的影像素材用于数字影像三维拼接，一张“沉船全景图”日渐清晰；

地球物理探测组队员黄泽鹏反复观看影像资料，将一件件水下文物的精准定位标注在图上；

文物保护组队员刘胜和李剑一遍遍检查文物现场

保护所需的各种设备、工具和材料，做好万全准备……

烈日炙烤，所有人都在迎难而上。

6月2日，“深海勇士”号在二号沉船遗址成功提取两根原木；

6月4日，借助新型柔性机械手，“深海勇士”号在一号沉船遗址成功提取青花八仙纹罐、青花麒麟纹盘、白釉盖钵、青釉盖罐等一批文物；

6月8日，经过前期多次努力，长基线信标全部放入水并在夜间完成标定，准备启用；

……

漂航海上的“探索一号”，见证着挫折与焦虑、汗水与希望。这艘船从诞生第一天起，便以探索者为荣。

■ 一个新的起点

夜幕降临，结束了一天任务的队员们仰头望去，漫天繁星闪耀苍穹。

曾几何时，先民们在同一片星光下扬帆远航，书写海上丝绸之路的历史篇章。那些跨越山海的壮举，早已深深镌刻进中华民族的历史记忆。

在20多天的第一阶段调查中，深海考古队完成一系列工作——

对一号、二号沉船进行了大范围的水下搜索和调查，200多件文物被安全提取。文物工作者将对它们进行全面研究，解读其中蕴藏的历史信息；

完成一号、二号沉船核心堆积区的三维激光扫描和摄影拼接；

开展潜载抽沙、吹沙实验，长基线定位、柔性机械手等“黑科技”应用于深海考古；

深海考古水文日志、深海考古下潜科学报告、出水文物登记表……深海考古工作规范逐步建立。

“这是我梦一百次、一千次也不会想到的景象。”邓启江完成下潜工作后兴奋地说。

梦想是指引前行的星光。

“目前我们尚不清楚船体的状况，下一阶段要请研究船体的专家加入深海考古队”“接下来应该对一号沉船进行分区、分类别的精细化调查”“根据提取文物的大小，可以开发更多型号的柔性机械手”……谈起未来的工作，每个人都有新的想法和思路。

第一次坐在潜器舱内，测绘记录组队员王万峰激动又忐忑。潜航员们过硬的专业技能、认真严谨的科学态度，让这位“90后”水下考古工作者印象深刻：“回去之后，得抓紧时间学习海外贸易史、陶瓷史、古代造船史……我要把相关专业知识都学起来，为以后的深海考古调查做准备！”

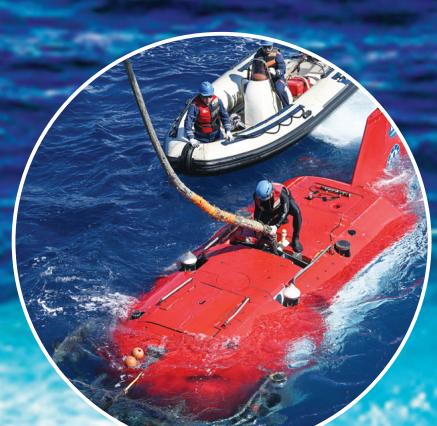
浪潮翻涌，有多少文明传奇还隐藏在浩瀚深蓝之下。

我们的祖先，是如何在风雨中探索出一条条通向远方的航路？在通往异国他乡的航路上，有着哪些文明交流的动人故事？在中华民族波澜壮阔的海洋篇章里，深海考古事业面对的，还有数不清的历史之谜、数不清的难题挑战。

“踏平坎坷成大道，斗罢艰险又出发”……《敢问路在何方》的旋律，总是回响在副领队张凝灏的耳畔，他说：“这个阶段调查的结束，只是一个新的起点。”

新华社记者 施雨岑

（新华社南海“探索一号”科考船6月11日电）



在结束当日的水下调查后，搭载着考古队员的“深海勇士”号载人潜水器浮出水面（2023年5月27日摄）。

新华社记者 蒲晓旭 摄

这是南海西北陆坡一号沉船内部（2022年10月摄）。

新华社发

在不久前举行的2023年黄河防洪调度演练现场，一条“云黄河”奔涌在全景式数字孪生平台上，直观反映极端天气下的险情分布情况。洪水演进、滩区灾情损失等场景一目了然，使防汛会商的效率大大提升。这条“云黄河”就是数字孪生黄河建设的成果应用。

“简单来说，数字孪生黄河就是把母亲河‘装’进计算机。通过类似全景建模的智能手段，构建拟真的数字化场景，承载并运行实际治黄业务，支撑黄河治理科学决策。”黄河实验室数字孪生团队信息工程中心副主任吴丹表示。

2022年，黄河水利委员会发布《数字孪生黄河建设规划（2022—2025）》，提出“十四五”期间加快构建具有预报、预警、预演、预案功能的数字孪生黄河。吴丹介绍，数字孪生黄河建设是对流域实施智能化治理的重要支撑，将全面提升黄河流域水安全保障能力。

从洪水演进、灾情评估到调度水库和生产生活用水，随着应用场景越来越多，数字孪生黄河建设已深度应用到水旱灾害防御工作中，成为“主力军”之一。

6月，黄河进入汛期。河南智慧黄河研究院工程科科长王琴和她的团队增加了河道巡查的频次，他们的注意力始终锁定在坝根砌石堆处不起眼的小“石头”上。“这些‘智能石头’是我们的‘侦察兵’，它里头嵌入了一个MCU模组和一块电池，坝石、坝体稍有异常，它就会发出预警。”王琴说。

据了解，这种“智能石头”是数字孪生黄河建设的一个基础应用，今年汛前已经覆盖了下游河段8处控导工程。

在预警系统的另一端，黄河水利科学研究院黄河遥感中心副主任李涛和团队正密切关注前方发回的信息。

“坝体预警信息上传至水旱灾害防御部门后，我们会第一时间接到指令，迅速启动数字孪生平台，调取出险点的现场画面，获取水流、土体等相关参数，综合研判出应急处置方案和未来6至12小时的防汛调度方案建议。”李涛介绍。

据了解，今年汛期，黄河中下游的水文、泥沙等信息将通过多种手段实时汇集到数字孪生平台，实现虚拟世界里的黄河“把脉问诊”，为防灾救灾争取更多时间。

目前，数字孪生黄河建设正进一步集成优化，以支撑黄河防讯、水资源调度管理、水土保持和淤地坝管理等为主的治黄信息采集体系已形成，古老的黄河拥有了“智慧大脑”，从治理走向“智”理。

新华社记者 杨琳（新华社郑州6月11日电）

深中通道完成“海底穿针”

深圳和中山在伶仃洋海底实现“牵手”



“一航津安1”号沉管运输安装一体船拖带E23管节和最终接头从珠海桂山岛启航，前往沉放水域（6月8日摄，无人机照片）。

新华社广州6月11日电（记者 田建川、齐中熙）11日，国家重大工程深中通道海底沉管隧道的最终接头顺利推出。测量结果表明，该接头实现了与E24管节的精准对接，标志着世界最长最宽钢壳混凝土沉管隧道正式合龙。至此，分处珠江口东西两岸的深圳和中山在伶仃洋海底实现“牵手”。

深中通道是粤港澳大湾区核心交通枢纽工程，全长24公里，集“桥、岛、隧、水下互通”于一体。其中，海底隧道长约6.8公里，包含沉管段约5公里，由32个管节及1个最终接头组成。

此前，深中通道海底隧道已由东西两侧往中间依次沉放对接了31个管节。6月8日，最后一个管节E23及最终接头从珠海桂山岛沉管预制厂出运，驶向施工水域。至11日完成最终接头对接，历时近70个小时。

最终接头的对接就像“海底穿针”，误差要控制在“毫米级”。为了实现这一高难度目标，建设者们历经2年技术论证、1年联合设计，在世界范围内首创了沉管整体预制水下推出+最终接头新工艺。

负责施工的中交一航局项目负责人介绍，最终接头推出过程中，项目团队创新使用了水下双目摄影定位技术和水下拉线技术，通过两者相互复核、联合解算，为最终接头在海底安装对接提供了更高精度的定位数据。

“在此次最终接头对接施工前，我们通过基于北斗测量的控制系统，已经实现了15个管节的‘毫米级’平面安装精度。”深中通道管理中心总工程师宋神友说，为实现深中通道海底沉管隧道合龙所采取的一系列创新举措，丰富了世界跨海沉管隧道的“中国方案”和“中国标准”，扩大了我国在该领域的领先优势。

深中通道计划于2024年建成通车。届时，深圳和中山的车程，将从现在的2小时缩减为约20分钟，深中通道将成为连通珠江口东西两岸城市群的交通大动脉。

数字孪生为黄河防汛装上“智慧大脑”