责任编辑:梁倩薇 美术编辑:万新晨

深海考古 只能 隔舱 挖掘

6000米级无缆无人自主潜航器、4500米级有缆深海遥控作业系统助力深海科研

近日,在三亚崖州湾科技城的深海先进技术暨深海(南海) 沉船考古主题展现场,一批来自1500米深海的明代沉船文物复制

品首次与观众见面。这也是我国首次对超千米深海古代沉船开展系统性考古研究。从水下20多米的 南海一号 到1500米深海的明代沉船 深水考古发掘的背后 是我国海洋尖端科技的大幅进步。下一步 广州海洋地质调查局(以下简称 广州海洋局)将派出 科考船 搭载着我国自主研发的首台 4500 米级有缆深海遥控作业

系统(ROV) 海马 号、6000米级无缆无人自主潜航器(AUV)等系 列深海装备,在珠江口外海域对一艘明代沉船进行系统性考 察。考察航次相关设备的研发和准备工作正如火如荼进行 中。相关技术负责人向记者介绍了广州在深海考古以及 其他深海科研领域的创新力量。

文/广州日报全媒体记者武威 图/受访者提供

洋局方法所高级工程师

冯强强告诉记者,深海考古,首先

是要确定沉船和文物分布的范围。这

时,广州海洋局首台根据海洋地质作业需

求定制化设计的6000米级AUV就能派上用

的埋深大概为350~500平方米。利用这台AUV,

未来经过持续两天的声学扫描,基本就可以精

准定位文物的分布范围 构建出一套沉船文物

的 三维数字孪生模型 。数字孪生模型不

仅让考古人员了解文物所在位置的状 况,还为接下来其他科学仪器的

行进路线提供规划依据。

❶距海底30米探测沉船位置

AUV会开到距离海底30米左右的地方。

通过多波束测深系统测量沉船的具体位置。这

冲经过发射和回收,可以获得AUV下方的垂直

海水深度。近年来,我国科学家突破海底图像

大场景拼接及目标识别等关键技术, 化零为

整 后 就可以根据整片区域的情况 在电脑上

②浅地层剖面仪分析掩埋深度

AUV上有一个重要设备叫作浅地层剖面

3在沉船上方5米近距离拍摄

实现了声学定位后,下一步就是光学拍

摄。因为海水中特别是深海里光线衰减得非常

快速 ,要完成摄影、摄像 ,AUV 必须下潜到距离

沉船上方5米左右的海底进行近距离拍摄。

AUV底部有两个照明灯和一个闪光灯,同时配

有高清相机和摄像机,为海底提供有光的拍摄

光学摄影,科研人员便基本

最终,经过声学测量和

仪 能对海底区域进行浅层剖面分析 从而了解

绘制出一张三维海底地貌图。

沉船到底埋得有多深。

环境 实现光学拍摄。

系统会同时发射非常多的声脉冲。每个声脉

冯强强介绍 广州海洋局的 AUV 续航能力达 到40小时。根据前期考察,他们发现有一艘沉船

古船魅影,深海寻踪。近年来,考古人员发现,作为 海上丝绸之路 起点之一的广州,在前往东南亚地区的古代 商业航线之下,有不少船只埋藏在伸手不见五指的深海中。

深海 通常是指200米以下的水域 是一片低温、高压、常年暗无天日的深邃之地。在这样的极端环境下 发现沉 船并将文物安全打捞出水 在以往属于天方夜谭。但如今,依靠高科技设备的帮助,深海考古正成为现实。

2022年9月和2023年9月 广州海洋局分别在南海东沙海域与神狐海域水深约300米处发现了两处沉船遗址,

获取了部分文物样品。经国家文物局考古研究中心和广东省文物考古研

究院专家初步鉴定,两处均为明代沉船遗址。下一步,广 州海洋局将带领全新打造的深海利器,对神狐海域

沉船进行系统性考古研究。

深海及〇人,避然胜机械手轻抓轻放

AUV完成使命后, 主角 4500 米级 海马 号 ROV(有缆无人遥控潜水器)便可以 开启它的深海考古之旅。

近日,在广州海洋局科考队员的带领 下,记者登上了 海洋地质六号 科考船,实 地见到停靠在甲板上检修的 海马 号。这台 机器整体重量为6吨左右,长3米,高2.2米, 宽1.8米 尽管在甲板上显得有点笨重,但 在水下,依托本体浮材和4个垂直推进 器,海马 号能基本保持零浮力状 态,还有4个水平推进器,可以帮 助它在深水中游动。

AUV底视图

菜AUV: 化零为整 编制海底航海家

照概像机

照明灯 多波象波斯姆埃加姆特姆格尔双光火

配置金属锌耐腐蚀

深海环境往往高盐、高压、低温,对 号会装上化学性质比较活跃的金属锌。这 设备材料构成很大的考验。冯强强告诉记 样,海水就会先锈蚀锌,从而保护其他部 者,海马号上几乎所有装置都拥有高强件;另外,每次上岸,科研人员都会对海 度抗压能力;而为了防止海水锈蚀,海马 马号进行淡水冲洗。

蘑菇头 接 脐带缆 连接母船

海马 号的顶端有一个 蘑菇头 , 蘑 关操控。 菇头 外接一条长长的缆绳 连接船舶和 海马 号 ,通过缆绳内的光纤、电线等 ,母 亲和婴儿的脐带 ,科研人员形象地称之为 船上的科研人员便能实时看到 海马 号高 脐带缆 ,有了它,海马 号便可以24小 清摄像机拍摄的海底画面,并即时进行相 时不间断地进行海底作业。

高清、广角摄影设备

海马 号配有广角摄像机、高清摄像 高清摄像机,画质达到8K,从而实现水下 为了这次深海考古,海马 号全新升级了 的视觉环境。

有效利用采样篮空间

量比较有限。冯强强透露,为了安全获得 案是同步在相关海域下沉一个大型采样设 更多文物,团队设计了两套方案。一是对 备。海马 号搜集到文物后,统一放入采样 采样篮进行柔性改造 将文物放入采样篮 , 设备中 再由采样设备带回水面。

灵活机械手防止掐碎文物

活机械手。2018年,海马 号的机械手曾 胶等柔性材质构成 不但能准确抓取文物 了国旗 赢得了船上科研人员的热烈掌声。

但面对深海考古的新任务 机械手不 物。冯强强表示,广州海洋局联合浙江大。实践它在实际作业中的效果。冯强强说。

机(如图)和照明设备。冯强强告诉记者, 高清晰度的拍摄, 为精准操作提供更理想

因为这条缆绳关系重大,犹如连接母

尽管 海马 号下方装有采样篮 ,但容 之后与 海马 号一起回到水面 ;第二套方

海马 号前端有两个灵敏度极高的灵 学开发完成了一款柔性机械手,主要由硅 与我国另一艘 深海勇士 号载人潜水器的 内部还装有力度传感器 船上人员可以把 机械手,在1410米深海完成国旗交接仪 控手指的实施力度,以防把文物按碎。操 式。当时,深海勇士 号机械手紧握国旗 作时,海马 号会一手取样,另一只手紧紧 传递给 海马 号,海马 号则稳稳地接住 握着一个网兜。柔性机械手握住文物后,

目前 柔性机械手已在实验室条件内 仅需要有精度,更需要轻柔并握得住文 取得成功,我们也将在下一次任务中首次



广州海洋科研能力 走向世界一流

拥有**深**等和控制 广州已聚集58个涉海科研机构和42个省部级以上海洋 科学实验室、10个国家级海洋科

构成了强大的科研网络,涵盖了 海洋科学的多个分支。此外 ,广 州在海洋领域的人才和教育优势 明显。据统计 ,广州全市拥有海 洋领域两院院士7位,已有18所

高校设立涉海专业。 ²个省部**级以此简** 第 解 下 也

新高校设<u>保持着</u>世界领先地位。广州海洋 局科技处科技主管赵斌介绍,目 前广州海洋局拥有7艘海洋地质、 地球物理、钻探科考船,新一代 6000米级ROV已投入使用 即将 建成入列的 梦想 号将成为全球 最先进的大洋钻探船,设计排水 量达 4.25 万吨,续航能力达到 15000海里,具备全球海域无限 航区作业能力和超过11000米的 钻探能力,梦想 号上还建有全 球面积最大(超3000平方米)、功 能最全、流程最优的船载实验室, 在船上就可进行基础地质、微生 物、海洋科学等九大领域的研究。

> 赵斌表示,广州在深海勘探 领域的科研实力已跻身世界一 流,从装备和船舶能力、队伍调 查能力和科研成果综合评估 ,广 州海洋局的海洋地质调查水平和 综合调查能力达到国际一流。随 着 梦想 号正式交付,我们的深 海勘探能力将更上一层楼。

中国科学院南海海洋研究所 所长李超伦表示:广州在海洋科 研领域的地位十分重要,不仅在 国内领先,而且在国际上也具有 较高的知名度和影响力。

多次科考探查 冷泉、可燃冰

海科研设备还有很多 主业 ,比 如建设冷泉生态系统装置、可燃 冰探查、大洋矿产调查等。

冷泉的研究、冷泉装置的建

设和使用,将为可燃冰开发提供 源提供基础保障。此外,研究冷 泉还将为人类探索地球生命起源

起到重要作用。 海马冷泉海马 号ROV在科学上最 大的发现是 海马冷泉 ,这一冷 泉生态系统位于三亚东南方向 🕒 100多海里 因为被 海马 号首次 发现 ,故将该冷泉命名为 海马冷 泉 。我国的 海马 号、深海勇

士 号等深海探测器曾多次对 海 马冷泉 开展科考 并进行了甲烷 礁钻探、冷泉特征生物取样、喷口 流体采样等实验。在广州海洋局 的实验室,深海贻贝等冷泉生物 样本,正成为重要的科研对象。 南海的可燃冰储量非常丰

富 广州海洋局在2017年和2020 年成功完成了两轮南海海域的可 燃冰试采工作,其中第一轮采用 垂直井开采 ,第二轮采用水平井 开采。经过两轮试采,我国形成 了32项关键技术,研发了12台套 核心装备,进一步巩固了我国在 可燃冰领域科技创新的 领跑 地 位。每轮试采,包括 海马 号 ROV 在内的科研设备,都将实时 监控和保障海底的开采过程。下 一步,可燃冰的试采还将探索新 模式,争取早日实现产业化开采。

发现海底矿产,利用深海探 测和采集,也是这些科研设备的 重要工作。钴、镍均为重要的金 属元素 ,广泛应用于新能源电池 和航空航天领域。目前,我国这 两种金属的对外依存度较高,每 年需要进口大量钴、镍,消耗量庞 大。广州海洋局的科技工作者已 在太平洋勘探发现了多个多金属 结核富矿区和富钴结壳富矿区, 但这些矿产很多都位于4千米至 6千米的深海 要实现商业化的开 采,仍要突破相关技术瓶颈。



尽管 海马 号投入使用已有10年时间,但其搭载的设备也在不断更新升级。冯 强强表示,为了出色完成后续的深海考古任务,海马 号还将安装先进的三维激光扫

摸清了沉船上文物的分布范 围和情况。 ◀图为广州 海洋局在南海东 沙海域与神狐海 域水深约300米处 发现的部分文物。

30米

描设备。在国外,三维激光扫描设备曾被用于扫描大西洋底3597米的泰坦尼克号。 而我们目前用的这一套三维激光扫描设备可以实现毫米级精度的测量 这是非常厉害 的。要知道 普通的多波束测深系统精度仅能达到分米级 而激光扫描系统直接将精 度提升了两个数量级。更高精度,也让深海考古变得更加可控。