

采用世界首创的“弧形梁非接触文物整体迁移技术”，我国迄今水下考古发现的体量最大的木质沉船——长江口二号古船日前在长江口水域成功实施整体打捞。

在寻找和打捞长江口二号古船过程中，科学家跨界“组团出击”，以硬核科技赋能中国水下考古，催生出不少技术创新：“精海”系列无人艇，智能探测长江口二号古船位置、掩埋情况、周围环境；采集海底极其微弱的“波浪能”，为长时间监测保护长江口二号古船及船载文物的水下装备充电；用计算机模拟长江口水域的“沧海桑田”，尝试解密长江口二号古船沉没原因；通过生物基因技术，确定长江口二号古船“年龄”……

从水下摄像系统到“精海6号”环境探测无人艇

水下考古环境复杂、难度极大。长江口水下浑浊不清，几乎拍不到任何有价值的文物图像信息，给考古团队带来了巨大挑战。

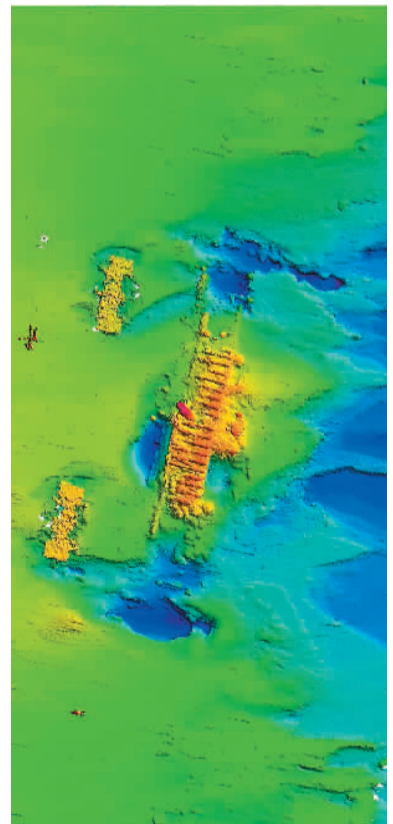
2014年，负责长江口二号古船项目的上海文物保护研究中心副主任翟物向上海大学无人艇工程研究院发出请求：“能不能给我们做一个智能的水下摄像系统，在长江口非常浑浊的水域里也可以拍到海底的文物？”

随后长达8年的时间里，执掌上海大学无人艇工程研究院的80后女将彭艳带着一支50多人的研究团队迎难而上，陆续研发出“水下沉船自动识别辅助系统”、全球首艘“智能化立体采样无人艇”及“机器人水下考古装备”等科研成果，不断向前推动长江口二号水下考古“进度条”。

然而，当拍摄的水下视频传回来时，发现视频里的青花瓷、陶罐模模糊糊，只能看出个轮廓，根本看不到颜色、纹饰等细节。怎么办？

上海大学无人艇工程研究院总工程师李晓毛擅长图像处理，经过反复试验，他终于找到了增强图像的方法。用上这个新技术，水下拍摄的青花瓷器图像瞬间变得清晰。

彭艳团队实现的另一项科研突破是破解了超低频能量收集的难题，把海底洋流的“波浪能”高效收集起来，利用环境动能为海底的文物监测设备供电，从而实现大规模、不间断地对海底文物进行监测保护。



长江口二号古船多波束声呐图。国家文物局供图

“在探摸长江口二号古船的几年中，我们发现了一种叫‘电磁突变’的现象，把海底波浪能能量密度整整提升了47倍。现在，我们的设备在水下监测文物，只需要配上手机充电器大小的充电装置，就可以实时收集海底波浪能，长时间带电工作了。”彭艳说。

上海大学无人艇工程研究院和人工智能研究院还为长江口二号古船量身定制了“精海6号”环境探测无人艇，在艇肚子里携带了80厘米直径的圆柱形“采样蛋宝宝”，到作业区域后自动布放到沉船区域采集数据。

正在构建水下考古人工智能知识图谱

彭艳是国家杰出青年科学基金获得者，她带领的团队年龄梯度从60后到90后，一直奋战在我国海洋一线，是一个多学科交叉融合的技术团队，其中包括控制工程、人工智能、机械、计算机科学、力学、数学等众多学科门类。

彭艳介绍，目前上大团队正在加快构建水下考古人工智能知识图谱。“这种人工智能的水下考古知识谱系，会存储与中国历史、人文、地理、海洋以及文物相关的海量大数据。人工智能可以自己分析整合各种图像、文本、视频、文字，像福尔摩斯一样为水下考古挖掘整理各种线索。”

她畅想，未来的水下考古是高度智能化的——人工智能可以建议水下考古工作者去哪里寻找有价值的沉船；包括无人艇队、无人机等在内的“人工智能考古大军”可以自动搜寻确认海底目标……人工智能还可以应用元宇宙技术让观众沉浸式感受水下考古全过程，仿佛身临其境进入考古现场。

“当人工智能科技碰撞考古学科，一切皆有可能。”彭艳说。

通过一把稻壳锁定古船“年龄”

此外，复旦大学科技考古研究院的科学家团队正对船中出水瓷瓶中的稻壳进行碳十四测年和古植物DNA研究。据此，研究人员可以判断稻壳放入瓷瓶的大致年代，验证出长江口二号古船的“年龄”；并根据稻壳DNA大致推测其产地，结合瓷器的窑口，推测长江口二号的上货港口。这是我国国内首次将分子水平的生物基因研究技术应用于水下考古领域。

看似不起眼的稻壳，究竟是如何隐藏着水下沉船的秘密？下一步又将如何破解长江口二号古船的更多密码？故事要从半年前说起——当时，长江口二号古船出水了一批文物，包括底部有“同治年制”篆书底款的景德镇窑绿釉杯、大型青花双耳瓶等。



11月25日，“奋力”轮装载着长江口二号古船进入上海船厂旧址1号船坞。当日，长江口二号古船在“奋力”轮装载下由横沙码头出发，经过了近12小时的旅程，从长江吴淞口进入黄浦江，最终抵达位于上海杨浦滨江的上海船厂旧址1号船坞，在此安下“新家”。

新华社记者 金立旺摄

“长江口二号”水下考古催生科技创新

孙丽萍 丁汀



“精海”无人艇参与长江口二号古船现场打捞作业。图片来源：新华网



古船模拟图。国家文物局供图

复旦大学科技考古研究院文少卿副教授领衔的年轻团队受邀参加长江口二号古船的“生物考古”项目。他们在取样双耳瓶中的海底淤泥时，发现这只瓷瓶的肚里还“大有乾坤”——里面竟然藏着数十只小瓷杯，并且里面垫着大量稻壳。与此同时，团队还获得了长江口二号古船上的其他稻壳样本。

“我们以最快速度对长江口二号古船上的这些稻壳进行了碳十四测年，发现它们所处时期比清同治年略

早一点点……推测这些稻壳可能是陈年晒干的，专门用于船上物品的固定和防震。当然我们也将对船体不同地点出水的稻壳进行测年，最后综合判断。”文少卿说，稻壳检测结果与瓷器底部底款相互印证，进一步确定了长江口二号古船是在清同治年间运行的。

不同学科交叉合作，研究古船的“全生命周期”

用生物基因技术解密长江口二号“年龄”，对科学家们而言只是牛

刀小试。何谓生物考古？文少卿娓娓道来：“2022年诺贝尔生理学或医学奖授予‘古基因组学’研究人员，而生物考古正是把古基因组学和考古学结合起来。它下面还包括同位素考古、人骨考古、动植物考古、环境考古等。”事实上，在全世界范围内，把分子考古应用于沉船研究也很前沿。

“我们尝试利用不同学科交叉合作，研究长江口二号古船从建造到沉没的‘全生命周期’，以期实现我国现代水下考古的新突破。”上海博物馆馆长褚晓波说。

在文少卿眼中，长江口二号古船并不是一艘静默无言的沉船，而是信息量巨大、生机勃勃的“生命体”。“其实，水下沉船里面有两套生物基因谱系——一套是‘可见的谱系’，里面包括可能存在的出水的人类骸骨、动物的骨骼等；当然，我们更关心的是‘看不见的生物基因谱系’，主要是微生物。通过检测、分析、研究这些生物基因谱系，我们就可以获得庞大的数据，来还原水下沉船这个‘生命体’。”

文少卿介绍说，如果能在长江口二号古船上找到老鼠等啮齿类动物的骨头，或者一些植物种子的遗存，那么就可以通过生物基因研究，分析出当时这艘船可能停靠过哪些地方。再比如，通过对船底泥沙沉积物展开微生物研究，就可以知道长江口二号古船曾在什么水域航行，从而通过它的运行轨迹“拼图”“还原”其整个航线。

“当长江口二号古船出水，公众的目光往往会关注船上的文物是否精美，聚焦闪闪发光的东西，而我们科技考古工作者要去关注和发现的则是最不为人注意的那些泥垢沉积物。科研的乐趣就在于接受挑战、探索未知。我们期待，随着长江口二号古船顺利出水，通过对沉船上两套生物基因谱系分析研究，可以尽快弄清这条古船‘从哪里来、到哪里去’。”文少卿说。（据新华社电）

延伸阅读

长江口二号古船“入坞”考古发掘与文物保护工程启动

孙丽萍

我国迄今水下考古发现的体量最大的木质沉船——长江口二号古船，日前由“奋力”轮护送从长江口横沙水域返回黄浦江畔，“安家”于拥有120余年历史的上海船厂旧址1号船坞。

长江口二号古船于2015年在开展上海水下考古重点调查时被发现。这艘古船残长约38.1米、宽约9.9米，已探明有31个舱室，其中载有不少精美文物，初步判定为清同治年间商贸船。

根据长江口二号古船“入坞”方案，长约189米、宽约36米、深达10米的上海船厂旧址1号船坞预先完成了灌水。船坞底部浇筑了一个马鞍形基座，让包裹长江口二号古船的弧形梁考古沉箱安放其上。

11月25日13时30分，“奋力”轮顺利“入坞”，弧形梁考古沉箱精准安放于“马底座”上，宣告长江口二号古船整体打捞迁移完成，接下来将启动考古发掘、文物整体保护和博物馆规划建设工程。

由于水流长期冲刷导致长江口二号船体逐渐露出海底，难以原址保护，加上长江口浑浊水域也无法实施全面系统的考古发掘，经多方论证确定对其进行整体打捞迁移。今年3月，国家文物局和上海市人民政府共同启动长江口二号古船考古与文物保护工程。

国家文物局局长李群说，长江口二号古船犹如一颗“时间胶囊”，鲜活展现了约150年来长江黄金水道航运的繁荣景象，是海上丝绸之路的重要实证。长江口二号古船考古工作所展示的中国考古学理念、技术和方法，将成为中国水下考古的里程碑，为新时代中国考古事业发展增添浓墨重彩的一笔，也将成为世界水下考古和文化遗产保护的优秀案例。

据介绍，上海船厂旧址1号船坞将搭建“考古大棚”，预计于2023年10月前建成。长江口二号古船博物馆也将启动筹建。作为首批创建的国家文物保护利用示范区核心区域，杨浦百年船坞将“变身”为沉船考古基地和古船博物馆，考古工作者将在此逐步揭开这艘清代沉船的诸多未解之谜。

（据新华社电）

中国正在赢得自然保护的“世界杯”

——访世界自然保护联盟高级官员詹姆斯·哈德卡斯尔

郭爽 陈琛

“中国是世界上为自然保护作出最大贡献的国家之一，对保护自然的承诺坚定，在这方面，中国正在赢得‘世界杯’。”世界自然保护联盟高级官员詹姆斯·哈德卡斯尔在举行于加拿大蒙特利尔的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）第二阶段会议期间接受新华社记者专访时说。

世界自然保护联盟日前在加拿大蒙特利尔宣布，更新世界自然保护联盟

绿色名录，黄果树风景名胜区、神农架国家公园等11处中国自然保护地入选。

哈德卡斯尔说：“我已与中国合作伙伴和同事工作超过20年。我知道中国多么美丽，中国的生物多样性多么丰富，中国的自然保护对于生态文明建设、可持续发展、人民的健康和福祉等有多重要。中国是个幅员辽阔又多元化的国家，我们必须支持中国的工作，并向中国学习。”

具体到可以从中国学习哪些经

验，哈德卡斯尔举了一些例子。比如支持自然保护的技术应用，包括通过声学监测以加强保护极度濒危的海南长臂猿、采用智能防火系统守护中国四川省唐家河国家级自然保护区大熊猫栖息地等重要保护地、通过红外相机网络系统跟踪中国东北虎等。

还有在自然保护地和周边地区展开科学研究和应用。中国国家林业和草原局、中国科学院和中国林业科学研究院等机构在管理、评估保护地领

域具有很高水平和专业知识，在如何将科研成果转化并投入保护地管理等方面具有丰富经验。例如，中国正在与一些非洲国家合作，帮助他们将气候变化纳入自然保护地管理。

“中国为保护自然大量投资，建立许多自然保护区，积累了大量经验。”哈德卡斯尔说，“如果国际社会能够学习、分享、交流这些经验，那么全世界每个人都会受益。”

（据新华社电）



12月7日，一名与会者在加拿大蒙特利尔《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）第二阶段会议中国角拍照。

邹峰摄（新华社发）