

# 沉寂八年不曾放弃，他们用“声音”看见沉船

■本报见习记者 江庆龄 实习生 王福锦

相信很多人都做过“寻宝”梦——在蓝色的海洋世界里，偶然发现一艘装着宝藏的沉船。历史上出现过不少偶然发现沉船的故事，关于沉船的“奇闻轶事”也多次出现在各种形式的文艺创作中。

沉船中可能不仅有奇珍异宝，还有文化印记，是考古学、民族学、历史学等研究的重要对象。然而，要找到一艘沉船，并不是那么容易的事。

沉船信息记录不明确、水下能见度极低、生态侵蚀与掩埋、洋流影响……这些因素叠加起来，使得时至今日在覆盖地球71%面积的海洋中找到沉船仍堪称世界级难题。

然而，今年3月，中国科学院声学研究所东海研究站(以下简称东海研究站)声学考古团队利用声学探测与潜水考古相结合的方式，在斯里兰卡海域中搜寻到了一艘此前未探明的海底沉船。经初步推测，这是一艘百年前的大型西方货轮，相关的鉴定和发掘工作正在加紧推进中。但这件事的源头，却和中国历史上鼎鼎有名的人物——郑和有关。

## 沉船

1405年，郑和带着浩浩荡荡的船队开始了首次远航。28年间，船队七下西洋，成就了一段传播中国文明和技术的佳话。

然而，随着岁月变迁，这支船队逐渐隐没于历史中。人们只能从史书的只言片语、人们口口相传的故事中寻找一些蛛丝马迹。历史记录中四十四丈四尺长、一个足球场般大的“宝船”再未出现过。

宝船到底啥样?明朝的造船技术真的这么高超吗? 两万余人如何在漫长的旅途中生活? 人们对这些问题充满好奇，却苦于找不到船一探究竟。

2005年，在郑和初下西洋600周年之际，东海研究站的核心骨干、现在中南海上联合探测首席科学家胡长青开始思考，能否通过声学手段进行探测，寻找郑和沉船的蛛丝马迹。

“尽管历史资料中没有明确记载，但从当时的航海水平、沿途发生过战争等情况判断，不可避免会发生沉船。”胡长青告诉《中国科学报》。

在海平面以下几十米的海水中，光的传播效果极差，即便带着光源，能见度也不超过10米。相比之下，声波则可以轻松到达几百米甚至更远处，回声的时间差和强度差是携带着终点处的环境信息。基于此原理，科学家开发了图像声学技术，用于“看见”海洋深处。

作为我国声学领域的代表性科研机构，中国科学院声学研究所(以下简称声学所)先后开发了多个具有自主知识产权的水下探测设备，如多波束测深仪、侧扫声呐、合成孔径声呐、浅地层剖面仪等。这些技术广泛服务于国民经济主战场，也为探测海底沉船提供了新工具。



实验用船。 东海研究站供图

## 窗口

“20年前，水下考古水平整体较弱，可用的探测设备也很少。东海研究站正好有一些能用于探测掩埋目标的设备，我们就想将其用于探测郑和船队的沉船。”胡长青回忆说。

在声学所牵头下，我国科研人员仔细研究了郑和船队历次下西洋的路线图，把第一站锁定在阿曼海域。2007年，“郑和沉船遗迹探查”中阿国际合作项目正式开启；2009年，声学所科研团队根据考古学家划定的可疑区域，利用侧扫声呐设备圈定了12个沉船疑似点，2012年，团队进一步利用合成孔径声呐系统确定了6个沉船目标。

这次成功合作的经历，给了科学家很大的信心，但要找郑和船队的沉船，海域面积还是不够广。

2013年，我国提出了“一带一路”倡议，郑和下西洋的路线正是“海上丝绸之路”的重要组成部分。

倡议得到了斯里兰卡的积极响应。斯里兰卡位于印度半岛南端，自6世纪以来便是印度洋海上贸易的货物集散地，也是郑和下西洋的重要中转站。

中国科学院迅速抓住了这个时间“窗口”，积极筹备与斯里兰卡关于“在斯里兰卡海域探测郑和沉船”的合作，并于2014年9月正式签署合作备忘录。

2015年，郑和下西洋610周年之际，第一次科考工作正式启动。

当胡长青带领声学考古团队来到斯里兰卡准备大干一场时，却被泼了一盆冷水。由于斯里兰卡政府更迭，上届政府没有及时签发出海试验许可证，团队无法出海开展试验。

他们第一时间重新申请相关批件，但迟迟没有消息。成员们很是着急，加上水土不服，好

几个人都病倒了。

团队核心成员、东海研究站研究员赵梅主动站了出来，前往斯里兰卡首都科伦坡同各方交涉。经历烈日下几个小时的等待，往返于不同部门、多方斡旋沟通后，赵梅终于拿到了这张宝贵的出海许可证，也“治”好了同事们的病症。

“我只有一个念头——不能坐以待毙，有一点希望就要去闯一闯。”赵梅回忆说。

声学考古团队十分珍惜这个机会，带着各种声学设备开始探测，并在斯里兰卡西南部贝鲁勒港外海底发现了一艘疑似海底沉船。

2016年、2017年，团队连续两年前往斯里兰卡，分别使用高分辨图像声呐和水下机器人(ROV)，对该疑似目标进行探测和核实，确认其为一艘未探明的海底沉船。

胡长青解释说：“由于船身往往布满珊瑚等海洋生物，因此需要仔细观察。我们一般先把可疑目标圈出来，再反复回看，必要时还会对相关区域回溯。”

由于该沉船在海面下65米处，超过了常规潜水的深度，声学考古团队与斯里兰卡商定，对该海底沉船进行进一步深潜探测。

然而，变故突发，种种干扰下，后续海上考察活动一再搁置。“斯里兰卡的战略位置十分重要，我们的科考活动不可避免会受到国际局势影响，因此抓住时间窗口十分重要。”胡长青说，“我们一直在积极推进合作，停滞期间，双方也在探讨下一步探测方案，开展与郑和相关的学术交流活动。”

8年后，“窗口”终于再次出现，第四次科考立时便被提上日程。

## 过程

8年间，赵梅接胡长青的班，成为声学考古团队新的负责人，一些年轻人也逐渐成长起来。

“我们现在要往后退了，得让年轻人冲在前面。”胡长青笑道。

今年参与深潜探测的成员中，有3位“90后”——孙东飞、郭政、罗宇涵。他们分别负责测线导航和站位确认、ROV水下摄像、探测设备布放和数据处理，侧扫声呐对海底沉船的探测。

尽管已经对沉船位置有了九成把握，但剩下一成仍然充满变数。

与地面上用GPS定位能够精确到某一个点不同，在到达预定海域后，需要布放侧扫声呐对沉船进行定位。侧扫声呐并非直接固定在船上，而是通过电缆和船连接，两者间会有一定的距离和角度，必须精确设计科考船的航行路线和方向。

为了确保“实操”效率，团队在出发前往斯里兰卡前进行了充分准备。一方面，中斯双方在线上充分沟通，探讨海上试验过程中可

能出现的各种问题，并列解决方案；另一方面，几个年轻人反复调试，确认各种设备的参数和性能，并提前在水环境中测试。

试验当天，他们按照规划好的十字交叉侧扫航路，先向北向南进行扫测，然后又从东向西进行扫测，获得了不同方位的沉船声图，从而确定了沉船的位置。

随后，斯方的潜水员带着成像设备到达沉船位置上方，开展潜水作业。深潜每天开展一次，海底作业时间为20分钟，加上下潜和上浮，单次作业需要两小时。潜水员浮出水面后，在科考船上焦急等待的研究人员第一时间围上去，看“新鲜出炉”的沉船视频。

在声呐图像上，可以清楚看到沉船的全貌。这艘钢结构船长约120米、宽约20米，船艏方向的船体坐在海底，锚机、锚链、船艏右侧的锚清晰可见，左侧的锚则消失了。船的后半部分左侧船舷往外凸出破损，船尾往左侧倾斜，船艏方向朝南。

“这说明船的左后部受损严重，是从科伦坡港装货后驶离时发生了意外。”东海研究站总工程师郭政说，“根据船体结构和造船技术，以及沉船表面珊瑚生长状况，我们推断这是百年前的大型西方货轮。”

## 未来

“有点遗憾，这并不是郑和船队的沉船。”胡长青坦言。

不过，这段“寻船”经历依然有其考古和文化意义。在郑和下西洋620周年之际，声学考古团队凭借多年坚持，证明了声学技术在海洋考古中的重要作用，也为我国“一带一路”沿线国家开展科技与文化合作建立了可借鉴的模式。

如今，中斯双方正在规划下一阶段的合作。“斯方希望能够建立两国联合研究中心，在后续的水下考古、文物鉴定和保护等方面开展更深入的合作。”胡长青表示，“我们声学考古团队正在计划对另一海域开展探测工作。”

东海研究站也在继续加强自身的基本功。“过去10多年间，我国在水下声学探测设备方面取得了长足进步，应用场景也从原来的海底地形地貌探测扩展到沉船考古、海洋生物研究等领域。”东海研究站站长许伟杰表示，“在此过程中，东海研究站作出了自己的贡献。”

但要想在广阔的海洋世界中“挖宝”，设备依然有很大的进步空间。比如，尽管声波可以在水下传播较远距离，但往往需要先航行到目标位置附近，才能得到较准确的探测结果。

“我们希望扩大设备单次探测的覆盖范围，同时提高设备成像精度，不仅看清沉船外观，也能初步探明内部结构。”许伟杰说，“我们将继续发挥东海研究站的优势，面向国家重大需求，为我国及‘一带一路’沿线国家的科技发展贡献力量。”

## 2025 CCF 中国开源大会召开

■本报见习记者江庆龄日前，中国计算机学会(CCF)主办的2025 CCF中国开源大会在上海召开。

中国工程院院士郑纬民、中国科学院院士鄂维南作大会特邀报告。中国科学院计算技术研究所副所长陈云霁、上海人工智能实验室领军科学家乔宇、openEuler社区技术委员会主席胡欣蔚、理想汽车首席技术官谢炎等报告了当前开源技术在多个领域的实践进展，描绘了开源技术未来发展的路径蓝图。

大会上，一系列具有战略意义的发布与启动仪式接连举行，如CCF泛在操作系统开放社区正式成立、全球计算联盟开源社区战略布局启动、CCF-木兰科创开源孵化器正式发布、华伦开源项目捐赠仪式举行、第八届CCF开源创新大赛正式启动等。

主论坛之外，大会共设立18个分论坛，涵盖开源芯片、操作系统、基础软件、具身智能等多个方向。



8月4日，国家电投山东海阳核电站3号机组核岛CB20模块顺利吊装就位，标志着该机组大型模块全部吊装完成，开始进入设备安装调试阶段。

本次吊装的CB20模块是非能动安全壳冷却系统的重要组成部分，总重量约419吨。建设的海阳核电3.4号机组工程是国家“十四五”规划重点项目，全部采用自主设计、国产化CAP1000技术，计划2027年全面投运。

图为大型起重机吊起CB20模块。图片来源：视觉中国

## 以科技成果服务经济社会发展——

# 孙林：遥感追梦人

■本报记者 廖洋 通讯员 韩洪烁

不久前，山东省林火遥感监测系统监测到烟台市某地有一处疑似火点，监测员立即发送火点快报，几分钟后信息详情便上报至山东省应急管理厅，最终火灾苗头被遏制在萌芽状态。

这是山东科技大学测绘与空间信息学院教授孙林科研成果的应用场景之一。近年来，孙林始终践行“把论文写在祖国大地上”的信念，带领团队积极探索卫星遥感数据的应用转化，自主研发卫星监测系统，推动遥感数据在农业生产、防灾减灾、生态环境保护等场景中的深度应用。

“我们要把科研成果带到生产一线，解决生产一线面临的难题。”孙林说。近年来，他先后完成10多项国家级、省部级科研项目，获国家测绘科技进步奖一等奖、山东省科学技术进步奖一等奖等奖励。

## 绘出卫星遥感数据应用新图景

2006年，刚从原中国科学院遥感应用研究所博士毕业的孙林，来到山东科技大学任教。遥感卫星是环绕地球的“慧眼”，持续产生大量宝贵的观测数据。孙林从事的定量遥感研究主要是从这些数据中提取量化的地表信息，让这些数据从云端落地，服务千行

百业。

什么是定量遥感?孙林介绍，通俗地说，是将每一幅遥感图像的信息转化为可量化的数据，这些数据能表达出火点、污染源或植被生长状况等信息。“太空中的‘眼睛’无时无刻不在注视着地球，定量遥感不仅要让这些‘眼睛’看清楚，还要准确表达出不同的状态。”

定量遥感难在哪儿?机理分析、模型构建、精度评价……个个是难关。

“科研就是要解决实际问题。”孙林常说。针对国产卫星数据处理难题，孙林带领团队展开攻坚，整合卫星数据、无人机航拍数据及地面传感器网络数据，实现“天-空-地”数据同步获取，构建了从数据采集到行业应用的全链条技术体系，研发出高精度的卫星数据处理及信息提取算法，最终实现从“看得见”到“用得好”的跨越。

经过反复技术攻关与实地验证，他们打造了一套高效、高精度的“天-空-地”一体化林火遥感监测系统，实现全国范围内森林火灾的快速、高精度监测。该成果为林业火灾防灾减灾提供了可复制的智能化解方案。

说话间，孙林打开电脑，登录进入林火遥感监测系统，屏幕上密密麻麻的卫星遥感影像显示着各地的监测情况。

“一旦出现火情，系统便会自动报警。”孙林告诉记者。

就这样，孙林带领团队在科研上攻克一个个技术难题，在智慧农业遥感监测、灾害应急遥感监测、生态环境保护监测等方向都取得了突出成果。

## 机器视觉破解生产难题

青岛鑫凯睿科技有限公司忙碌的生产车间里，一台半人高的机器在高速运转，一道道白光闪过，机器内的转盘规律转动，一颗颗金属零配件从出口滚出。

“这些筛选出来的零配件都是有瑕疵的，哪里出了问题，在电脑上一目了然。”孙林说，这样的一台机器可以顶6至10名质检工人，大大减少了人工成本。

这台高效运转的机器是由孙林团

队运用人工智能(AI)+视觉技术研发的CCD光学筛选机。它像质检流水线上的“鹰眼”，经它的扫描筛选，各种瑕疵被快速检出。

孙林介绍，这个项目始于一年前。当时，青岛鑫凯睿科技有限公司正面临电视机后壳防错检测极为耗时且不够精确的技术瓶颈。该公司董事长张贤宁找到了孙林。

“我们能不能利用AI技术进行防错检测?”从现场回来后，孙林便组织团队研讨解决方案。最终，他们采用视觉系统和AI技术相结合的方法，开发出智能化防错检测系统。

在最初的测试阶段，系统的检测准确率仅为85%，远未达到预期目标。他们不断调整模型参数，增加训练数据，优化检测流程，将系统检测准确率提升至99%，检测速度比传统人工检测提高了1.5倍。

近年来，孙林将遥感技术应用于机器视觉领域，为企业智能化高效生产提供技术支撑。目前，相关技术已广泛应用于重工、家电、汽车等生产制造行业，应用场景近百个。

## 实验室走出的企业家

在取得一系列技术突破后，孙林决定创办青岛星科瑞升信息科技有限公司。有人不解：堂堂教授为何要“下海”?他却说：“科研成果不能锁在抽屉里，要让它产生实际价值。”

依托山东科技大学人才、科技优势及成果转化优惠政策，短短几年间，该公司的遥感业务已经在多领域应用，打造出智慧农业大数据平台、全国林火遥感播报平台，开发出玻璃转盘标准筛选机、多码合一视觉检测设备等多种产品。该公司已经完成两轮融资，与华为、海尔集团、海信集团等知名企业深度合作，成为高新技术企业中的一匹“黑马”。

刚放假假，山东科技大学遥感科学与技术专业的博士研究生余振军就“泡”在青岛星科瑞升信息科技有限公司的实验室里。“在这里，我不仅提高了学习和创新能力，也感受到了创业的苦与乐。”余振军说。

“从培养研究生的角度说，让他们深度参与成果转化项目，在一线真刀真做、边学边用，能提高他们解决复杂工程问题的能力和转化应用科研成果的意识。”孙林说。

## 育人路上的笃行者

尽管公司、学校两头跑的孙林每天都异常忙碌，但每周日下午，孙林都会雷打不动地出现在学生组会上。当学生在科研上遇到困难时，他会及时与他们面对面交流，询问每个人遇到的具体问题，商讨解决方案。

在学生培养上，孙林坚持采用“实验室+生产线”的双轨模式。在他的公司里，有专门为硕士生和博士生留出的一层区域，这是他们学习、科研的“工位”。他经常带着学生白天调试设备，晚上分析数据，手把手教学生解决实际问题。

近年来，孙林共指导硕士、博士研究生100余人，培养的研究生已有20余人进入航天企业，参与国际遥感技术合作及国内的遥感技术应用。

从三尺讲台到田间地头，从实验室到生产线，孙林用行动诠释了新时代科技工作者的责任与担当。他常对学生说：“真正的技术创新，既要仰望星空，又要脚踏实地。”

## 发现·进展

### 大连理工大学

# 实现聚乙烯与尼龙的高效兼容

■本报见习记者孙丹丹近日，大连理工大学教授刘野等首次实现了羧基在聚酯链中的宏观均匀分布，让材料性能可以“按需定制”，成功实现了聚乙烯与尼龙的高效兼容，为混合塑料回收开辟了新路径。相关成果发表于《美国化学会志》。

在塑料大家族中，有一类由乙烯和二氧化碳交替排列而成的特殊材料——聚酯。它强度高、耐化学腐蚀，但有致命缺点——加工温度高达252℃，几乎无法熔融成型。传统合成方法只能得到严格交替的链结构，限制了材料设计的灵活性。每年，全球产生超3亿吨塑料垃圾，其中聚乙烯和尼龙因化学性质差异难以混合回收，如何将这两种“水火不容”的塑料转化为高性能材料是研究的重要方向之一。

该研究中，科研团队开发了一套“智能调气”技术，像精准调节油门一样控制气体比例。在反应开始时，乙烯和二氧化碳按9:1的比例通入，帮助材料形成特定骨架；在反应过程中，再实时调整气体比例，让两种气体消耗速度匹配。最终获得的聚酯材料结构均匀，彻底解决了传统方法产物“分层”的问题，并能自由控制材料中羧基的含量，实现材料性能的“按需定制”。

结构分析显示，该新材料具有独特的“长短链交替”架构：短极性段可以与尼龙形成氢键结合，而非极性段可以诱导聚酯与聚乙烯共结晶。这种结构像“分子拉链”，同时完美匹配聚乙烯和尼龙的特性需求，使原本不相容的聚乙烯和尼龙在微观层面紧密结合。该复合材料的抗冲击强度提高3倍，断裂伸长率从42.9%飙升至437%。

该研究首次揭示了非极性聚乙烯与极性交替聚酯的相溶化机制，通过“长程无序-短程有序”的链结构设计，打破了传统交替共聚的局限，证明非交替结构不是缺陷，而是性能调控的新维度，就像为聚乙烯和尼龙搭建了分子拉链桥梁，让它们在界面处“握手言和”。此外，该非交替共聚反应均是均相聚合反应，没有淤浆聚合反应釜结垢的问题，金属催化剂更容易回收利用，更易于工业放大。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1021/jacs.5c09549>

### 上海海洋大学

# 解码鱼类胚胎中的新生转录本

■本报见习记者江庆龄上海海洋大学教授陈良标、胡鹏团队在活体鱼类胚胎中实现了单细胞新生RNA测序技术的系统优化和应用，首次实现对“合子激活”阶段新生转录本的高灵敏度、高准确性检测，打开了研究生命起源奥秘的新窗口，也为水产育种的基因精准设计提供了重要工具。近日相关研究成果发表于《自然-通讯》。

每个新生命的开始都经历过一次“主权交接”，即从母亲提供遗传物质过渡到胚胎自主控制基因表达。这一过程被称为“母源-合子转换”，是胚胎发育中最关键的转折点。然而，刚被激活的合子基因转录本数量极其稀少，常常被海量的母源RNA“淹没”，使得传统测序技术很难“听见”这些微弱却至关重要的声音。

研究团队围绕鱼类胚胎模型开展了系统性优化。通过对10种主流RNA化学转化方法进行系统筛选，并在5万多个斑马鱼细胞中进行测试，他们发现基于mCPBA/TFEA的“on-beads”转化方案，能够实现超过8%的T-to-C替换率，表现远优于传统“体内标记”方法。此外，研究人员在斑马鱼受精卵的一细胞阶段显微注射4-硫尿苷，实现了对合子新生RNA的高效标记。

研究显示，优化后的方法检测灵敏度大幅提升，能在海量母源RNA背景下清晰捕捉新合子RNA信号，并精准区分母源和合子RNA。研究团队还识别出多个此前未被报道的合子激活基因，并通过原位杂交实验验证了这些合子激活基因在胚胎中的表达模式。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-61375-z>