

核心提示

从三亚出发，航行6555海里，潜入深海1万余米，科考作业37天，作业84项，取得一系列重大突破性成果。近日，由位于三亚的中国科学院深海科学与工程研究所负责实施的“探索一号”科考船首航太平洋马里亚纳海沟科考成果公布。这次科考，我国自主研制的无人潜水器、深渊着陆器、深渊升降器等成功突破万米深度，获取了大批珍贵样品和数据，取得了系列国内和国际突破性成果，标志着我国深海科考进入万米时代。

这是一次突破之旅，也是一次探索之旅。万米深渊，如何进去？科学家们从那里收获了什么？海底是什么样子？那里还有鱼生存吗？深海科考对海南海洋研究有何意义？

带着一系列的疑问，本报记者采访了参与本次“探索一号”科考的一批科学家及工程师等，揭开本次科考的更多“秘密”。

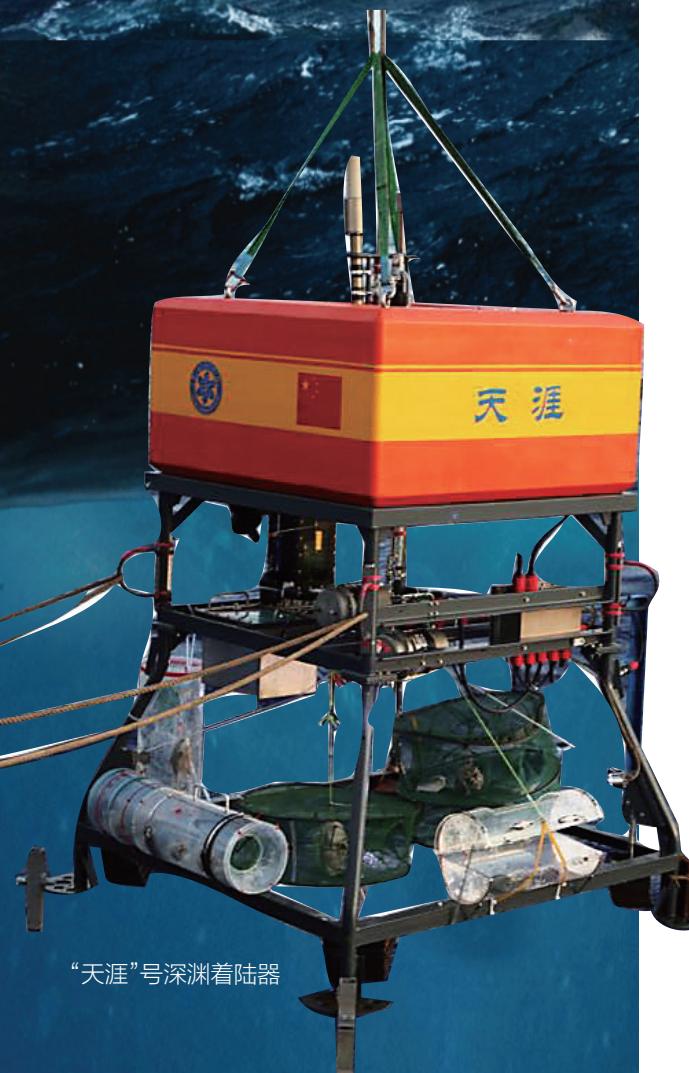
“探索一号”科考船首航取得一系列重大突破性成果，中科院专家详解科考背后的奥秘

# 万米深海的 奇幻 探险

■ 本报记者 苏庆明



万米深渊  
真貌如何？



“天涯”号深海着陆器

下海“神器”

H链接

从活动范围看，有的能“动”，有的不能“动”。水下滑翔机，“机”如其名，在水中“滑翔”，时而下潜时而浮出水面，活动线路斜上斜下，不断做V字形运动。而其他装备没有这样的运动能力，下到海底后基本不动。

从作业特性看，“海斗”号、“天涯”号及“海角”号、水下滑翔机自身就有探测能力，且具备一定的自主能力；而“原位实验”号像是电梯，主要作为仪器设备搭载平台使用，将它们送上送下。

从功能看，“海斗”号和水下滑翔机侧重水体环境参数测量，后者能帮科学家们测得区域范围更广的数据，而“海斗”号则能测得万米深度的数据。两个着陆器侧重帮科考队诱捕深渊大型生物、原位采集海底微生物、获取水样及沉积物（海泥）样品等，同时，它们还具备水体环境参数测量、录像和拍照等功能。而“原位实验”号，除帮助诱捕生物外，主要用于大深度水体的采集、地球化学实验的原位培养。

扫码看 动深读

(见报当日8时更新)



视频剪辑：武威

海南日报客户端 南海网专题

本版图片、视频材料由中国科学院深海科学与工程研究所提供

## 入深海 比上天更难

深海，是不是指海底，或是海里比较深的部分？

这是通常人的理解，但在深海科学研究上并不确切。中科院深海所研究的深海，指的是海里深度超过6000米的地方。这是什么概念？“整个南海，都达不到这样的深度。”中科院深海所首席科学家彭晓彤说，这样的地方通常是板块俯冲形成的海沟区域，其最深处形似漏斗，国际上叫Hadad Trench，国内将其形象地译为“海斗深渊”。

### 海南出发征服地球最深处

尽管科学研究不断进步，但海斗深渊对人类而言，还堪称认识的禁区。研究进展缓慢，主要在于技术瓶颈。科学家介绍，海里每深10米，物体承受的压强就增加一个以上标准大气压，如是1万米深度，就是1000个以上大气压，相当于一个指甲盖大小的面积上就得承受约1吨的重量，这足以摧毁大部分的科考设备。深海所首席顾问、本航次领队刘心成说，世界载人航天和载人深潜技术都于上世纪50年代起步，但前者的发展远远快于后者，因此人类对太空的认识远远超过对深海的认识。“可以说，与上天相比，下海更难。”

直到2012年蛟龙号潜水器突破7000米深度，我国才真正开始具备进入深海和初步具备海斗深渊探测能力。但即便如此，与国际先进水平相比，整体上我国深海技术还处于跟踪研发阶段。

今年6月22日，“探索一号”从深海所在地三亚出发，执行中科院“海斗深渊”先导专项科研任务，直接把目标指向3600多公里外的马里亚纳海沟——地球上最深的地方，目的就是争取突破更深的禁区。

“我们就是要试，看看研发出来的设备能不能真下得去。”刘心成说。

### 为南海研究提供技术支撑

尽管深海所设在海南，但海南周边包括南海都没有“深渊”，是不是意味着它与海南“没有关系”？答案是否定的。彭晓彤介绍，深海所的研究范围与国家任务相关，必须为国家需求服务。因此，深海（深渊）不是该所的唯一研究范围，“我们以深渊为基点开展工作，但也会关注南海。从技术上说，超过6000米深度海区的研究掌握了，南海、国内浅海就不是问题。”刘心成则表示，深海所会为海南本地相关科研和经济社会发展带来帮助，海南是“近水楼台先得月”。

实际上，深海所的定位就包括支撑和促进海南涉海科研—教学—高科技术产业体系的建设，填补我国深海战略上的地域空白。而自2011年决定筹建、2012年中科院与海南省及三亚市政府启动三方共建以来，深海所已经以海南近海海域生态环境为对象开展多个项目考察研究，取得一些新突破新发现，并为海南开展生态保护提供科学依据。

## 靠“神器” 练就深潜硬功夫

“上九天揽月，下五洋捉鳖”，靠的就是设备，这也是突破技术瓶颈的所在。如同“天宫二号”上天有“神器”长征火箭相助，“探索一号”首航也有自己的系列“神器”来下海。

这些深潜装备主要有：“海斗”号全海深自主遥控水下机器人（无人潜水器），以海南风景名胜命名的“海角”号、“天涯”号深潜着陆器，“原位实验”号深渊升降器，“海翼”号水下滑翔机。

### 耐压“金钟罩”

深海水压巨大，没有“硬功夫”，肯定下不去了。为此，科研人员先给这几样装备都穿上了“金钟罩铁布衫”。

“海斗”号和“天涯”号、“海角”号的舱体主要用的是高强度铝合金材料，这属于海洋探测通用材料。但为了满足科研需要，舱体需要控制厚度，而这样它们就难以顶住深海水压。为此，科学家们想出了一个巧妙的办法，以压力补偿的方式，在舱体内部填充特殊材料，由内而外顶住水压。

这种特殊材料就是绝缘的液压油。据介绍，这种油理论上压缩率极低，通过补偿方式能使这些装备内部保持略大于外部的压力，这样无论其下潜到多深，都能保证密封及抗压性能。

“海斗”号及水下滑翔机研制单位沈阳自动化研究所副研究员唐元贵说，水下滑翔机与上述装备不同，滑翔机的内部是空气，空气是可压缩的，因此其抗压只能依靠壳体的强度。一般而言这时候需要用金属材料，但对其7000米深海作业设计目标而言，金属过于厚重。因此，科研人员选择了强度更高、重量却较轻的碳纤维复合材料。这种材料的应用，当前还属于探索阶段。

据介绍，“原位实验”号有两个舱体，其中一个用的是钛合金材料，同样具有出色的强度；另一个用的是玻璃材料，也采取了内部压力补偿的方式，但所用材料与“海斗”号有所不同。

### 下潜上浮“土办法”

这些装备，是如何下去，如何上来的？

据介绍，“海斗”号和水下滑翔机属于海洋移动平台，可以依靠自身的运动实现上浮和下潜。而“天涯”号、“海角”号以及“原位实验”号都不能仅靠自身就下到深渊。为此，科学家想出了个“土办法”，给它们系上俗称重块的压载块，靠重块把它们“拉下去”，上来的时候就把重块给卸掉，在浮力球或浮力材料的带动下浮上来了。

但是，包括处于自主工作模式下的“海斗”号，这些装备在下潜后，是无法人为干预的，它们怎么决定什么时候上来？本航次首席科学家包更生介绍，“海斗”号具备一定的自主能力，可以通过预先的指令设置，实现定时、定深或应急等条件下的自动上浮；而“天涯”号、“海角”号以及“原位实验”号，在决定它们需要上来的時候，科研人员就会吊放声学通讯设备到海水中发送指令，它们接收到声学指令后就会自主上浮。

包更生说，形如导弹的水下滑翔机，有短小的机翼和尾翼，可以用“翅膀”来调节姿态；其所带的油囊，可以通过充油或放油来改变浮力大小，共同决定是下潜还是上浮。其滑翔姿势是斜上斜下，因此呈V字形。何时下，何时上，也根据预先设定的指令进行。

在速度上，除水下滑翔机外，其余设备下潜和上浮速度一般都在每分钟40米左右，下到万米深渊要4个多小时。

## 突破“禁区” “冒险”得来

即便有了这些“神器”，万米深渊也不是轻易就能下的。向禁区挑战，考验设备，更考验科学家们的勇气。

其实，本次科考出发前，科考队为上述装备设定的下潜目标均不超过7000米。7月1日，航次第9天，“探索一号”到达马里亚纳海沟作业区的第三天，“海斗”号执行了第一次下潜，深度3959米。

刘心成透露，当天晚上工作例会，技术团队结合原海试计划，认为“海斗”号在当时的技术状态下，下到这个深度已经完成了海试大纲的计划任务。当时，“先导专项”首席科学家、深海所所长丁抗还不在船上，“我说这可不是丁所长的意思，我们不能点到为止。过两天丁所长上船，在他争取下，研制单位同意把目标定深点，但也交待不要太深。结果第二次它下到了8000多米，他们感到很兴奋，就想到此为止吧。丁所长说这不行，你的设计是全海深的。就这样，‘海斗’号一次比一次潜得深，终于突破万米。”刘心成说。

更大的深度，其实意味着更大的风险，而丁抗为本次科考定下的精神是：宁冒风险，不当逃兵。“他的态度是，宁冒风险，也要做试验，宁愿设备沉在海底，也不要取得保守的成功后拿回去当展品。不敢闯不敢试，设备永远走不出实验室。”刘心成介绍。

唐元贵说，“海斗”号的经历，确实是一次次自我挑战和考验之旅。其第二次下潜时，科考队把目标锁定在8000多米，而当时包括“海斗”号在内的船上的各类自主研发的深海装备还从来没有超过7000米；同时，还要将其工作模式由遥控模式切换到自主模式，脱离人为遥控，这在陆地上也没有测试过。8000多米挑战成功后，“海斗”号本可多重复几次同等深度，但科学家们经数据分析和技术状态确认，认为不如大胆些，瞄准万米目标，接受更大挑战。结果其终于在第5次下潜突破万米。

“最大的考验是在7月27日、28日，‘海斗’号连续执行两次下潜任务，第二次下潜前技术团队已经连续22小时没有休息，最后一次布放是在凌晨3点，海况不好，人员也比较疲惫，所需的下潜配重物要临时征用母船的固有装备。”唐元贵说，“在布放前，‘海斗’号的技术状态还进行了更新改变，这是更大的挑战。”但正是这一次，“海斗”号成功了，这对于我们来说，是巨大的深度突破。

正是凭着敢闯敢试的精神，“天涯”号和“原位实验”号也3次突破万米深度，最大深度达10935米；水下滑翔机最深下潜达5751米，接近6000米的国际纪录。其它设备和观测实验也多次刷新作业水深纪录。

除了上述成果外，本次科考还有更多突破。如，对科考进行的深渊底部氮循环的原位培养实验，科学家解释，“原位”指的是原始位置，所谓原位培养实验，简单来说就是设计条件使实验在海底开展，这样就能得到更真实的信息；氮是所有生物必须的营养元素，对氮循环的研究，有助于揭示深渊化学环境演变规律。

在速度上，除水下滑翔机外，其余设备下潜和上浮速度一般都在每分钟40米左右，下到万米深渊要4个多小时。

深海是什么样子？借助此次科考的发现，我们可以揭开它的一点点面纱。

由于阳光照不进来，这里是漆黑一片。人们从电视上看到清晰明亮的画面，只是由于灯照的缘故。不过，研究海底生物的贺丽生研究员介绍，说深海漆黑一片，并不绝对，因为此前已经有人发现这里有的生物可以发出微弱的荧光。另外，从获取的万米水样看，深渊的水非常清澈，人眼看上去与纯净的水没有差别。

由于没有光照，深海自然很“冷”。但水温是否随深度增加而降低，深海是否比浅海更冷？研究水体环境的朱家兴博士介绍，获取的温盐深（CTD，盐度温度深度）数据显示，海里最低温其实出现在4000米至5000米的深度，为1.4℃到1.5℃之间，而万米深渊的水温反而上升到2℃到3℃之间。“过了这个界点，受越来越大的压力影响，水温也逐渐升高。”

深渊有其专属物种，即它们只能在深渊生存。此次科考成功诱捕一批生物，最重要的收获是钩虾和狮子鱼。其中，钩虾捕获的最大深度达到万米，狮子鱼的捕获深度在6000米至8000米之间。

据介绍，这次科考诱捕生物，用的饵料包括鱼、鸡肉和防腐材料。但自然状态下，它们怎么生存，吃什么？贺丽生说，深海物种是本来就活在这里，还是从别的地方过来的，有待进一步研究。“有人认为，深海环境虽然恶劣，但是它稳定，不会像浅海，容易因大的地质变动导致物种灭绝。所以他们认为深海一些物种可能是浅海一些物种的祖先。”

生活在“安逸”的环境中，深海生物怕不“怕生”？贺丽生笑着说，狮子鱼“不像我们想的那么傻，发现饵料它会过来，我们仪器放在那里，打很强的光它也不怕。但你要拿网去捞的话，它很快跑了。一开始我们认为它们很傻，诱捕器设计比较简单，结果我们看到它们进去后还会跑出来，还没进来的，它一碰到诱捕器的网就跑。这些设计，后来我们都改进了，才抓得比较顺利。”

本次科考对深海的视频录制，受制于相关设备，拍摄深度没能突破8000米。包更生不无遗憾地说：“我们还看不到万米海底的样子。”这有待于下一次突破。

未来，更大的突破还在等着科学工作者们。包更生透露，国家已经对万米载人潜水器进行重大科研立项，有望在5年后实施万米载人深潜。“到时候，科学家自己就能下海底了。”已经染上了白发的他满怀期待地说。

(本报三亚9月19日电)



狮子鱼