



客户端:青岛报 客户端:观海新闻

青岛日报 聚焦

主编 赵波 美编 金琳 审读 李斌 排版 韩婷

从研发出国际首台耐高温拉曼光谱探针,到搭建国际首套深海原位光谱实验室,青岛海洋科技工作者们不断打破科研禁区——

锻造深海探测重器,“海洋之眼”看得更深更透

□青岛日报/观海新闻记者 李勋祥

走向深海,装备先行。如果没有专业装备支撑,就不能实现深海进入、深海探测、深海开发,难以进一步关心海洋、认识海洋、经略海洋。

在相当长的一段时间里,我国的深海装备一直落后于西方先进国家。比如在极具代表性的载人深潜装备领域,我国一度缺席了近50年。但在建设海洋强国的背景下,我国海洋事业快速发展。如今,以我国自主研发的“蛟龙”号为代表的深海高科技装备实现了从跟跑、并跑到个别领域领跑的重大跨越。

12月7日,中科院海洋所发布消息称,其近海底地质过程团队研发出国际首台耐高温拉曼光谱探针后,又成功研制出国际首套深海多通道拉曼光谱探测系统(以下简称“多通道拉曼系统”)。这是我国深海探测装备的又一利器。借助于该系统,科研人员在我国南海冷泉区搭建了国际首套深海原位光谱实验室。

“建设海洋强国,我一直有一个信念。”习近平总书记青岛考察时的殷殷嘱托,鼓舞着海洋科技工作者奋力驰骋。从研发出一根拉曼探针,到搭建起海底实验室,这背后,是青岛科学家深受建设海洋强国感召的多年求索,也是我国海洋强国战略深入实施的最佳例证。



■科研人员利用“科学”号科考船、“发现”号ROV开展深海科学探测。

打破深海探测“不让碰”的科研禁区

自我介绍时,张鑫研究员常常说“我是做技术的”。2008年,他在国外从事深海拉曼光谱探针研发;2009年,他到中科院海洋所工作,始终致力于深海原位探测技术研究。作为中科院海洋所近海底地质过程团队主要成员,近年来,张鑫取得的一大成果,就是自主研发出国际首台耐高温(450℃)拉曼光谱探针,引领了国际深海原位探测技术发展。

拉曼光谱探针的外形,就像一个放大的针管。它的工作原理,是在深海中将一束激光打出去,根据光的返回信号就可以获得被测物质的化学成分、生理状态。相较于把深海样品带回陆地实验室再检测,这种无须传统取样方式的原位探测不仅更便捷,而且探测结果更准确。同时,这种探测方式还会破坏海洋生物及其生存环境,张鑫因此把研发的探针命名为RiP,意即让深海的生物可以“安养生息”。

利用拉曼光谱的方式开展深海原位探测,在国外并不新鲜。但很少有人知道,研发耐高温的拉曼光谱探针曾一度是个难点。“我到美国蒙特利湾海洋研究所求学的第一天,我的导师、该研究所的第三任所长彼得·乔治·布鲁尔就告诉我,不能拿深海拉曼光谱仪器来测高温环境,比如深海的热液喷口。因为它不耐高温,很容易被烧毁。”张鑫回忆说,研究所也曾尝试解决这个问题,但一直没有找到行之有效的方法。因此导师划定了几个深海拉曼技术的禁区,其中深海热液坚决“不让碰”。

深海热液俗称“黑烟囱”,在海底的形状几乎与烟囱一模一样,喷口流体温度可达450℃。从海底喷出的热液流体,含有铜、锌、铅、金、银等多种元素,不仅为大量深海生物提供了食物,在无光的海底孕育了极端的生命现象,而且与冷水相遇后可以在热液喷口附近堆积,形成一种叫作“热液硫化物”的矿物,是具有巨大开发远景的海底矿产资源。正因如此,深海热液区备受国际关注,但一直缺乏对其开展原位探测的相关技术手段,只能先将深海样品取样,然后带回陆地实验室开展分析研究。

回到国内,张鑫研发过常规的拉曼光谱探针,也利用相关设备取得了一些成果,比如首次在南海发现裸露在海底的可燃冰。当然,面对深海热液这种极端环境,研发耐高温的拉曼光谱探针就不得不提上日程。2015年,他带领团队突破了光学镜头不耐高温等技术难点,研发出国际首个可以直接插入450℃深海热液喷口的拉曼光谱探针。彼得·乔治·布鲁尔教授看过利用该探针取得的数据后大为称赞:“过去需要在实验室一个月完成的工作,现在只需要10分钟就能得到结果。”

截至目前,耐高温拉曼光谱探针已广泛应用到中国和多家海洋研究机构,搭载“蛟龙”号载人潜水器、“发现”号无人缆控潜水器等下潜150余次,取得了“在深海热液区发现自然状态下存在超临界二氧化碳和气态水”等多项重大成果。该深海探测装备2021年入选我国“十三五”科技创新成就展。

在南海建设国际首套深海原位光谱实验室

耐高温拉曼光谱探针,主要搭载在“蛟龙”号、“发现”号等潜水器上开展应用。而中科院海洋所本次研发的多通道拉曼系统,使用方式则是固定在深海坐底长期观测系统(深海着陆器)上。相较而言,此前科研人员利用拉曼光谱探针主要用于深海探测和发现,而多通道拉曼系统的应用,还可以长期开展深海原位实验,相当于将实验室搬到了海底。

“如果只是做深海原位探测,相当于在海底‘看了一眼’而已,可以看到有什么,但并不清楚深海极端环境与生命的演化过程。所以我们要建立海底实验室,开展深海原位实验。”张鑫说。

这是一个长期、复杂的过程。首要一步是海底选址。从2015年开始,中科院海洋所近海底地质过程团队开始尝试在我国南海海底布设深海着陆器。深海着陆器自带高清摄像机,相当于在深海海底安装了24小时监控,因此被称为“海洋之眼”。2015年至2020年,“海洋之眼”几经放置、回收,在水下工作总时长超800天,获取大量深海数据,最终助力科研人员选定适合做海底实验室的南海冷泉区。

冷泉是深海热液之外的又一个极端环境,其周围常常生活着不依靠阳光而生存的大量生物,是研究地球生命起源的热点,是开展深海原位实验的理想区域。地址选定了,如何建立海底实验室?这又是一大难题。2020年,张鑫开始提出多通道拉曼系统的理念。

多通道拉曼系统,是把多个拉曼光谱探针安装在一个系统里,然后将该系统固定在深海着陆器上并布设在海底,以此开展深海原位探测和实验。“以前使用拉曼光谱探针,是把它安装在潜水器上,因为是一根探针,所以是单点探测。同时,受潜水器作业时间等限制,拉曼光谱探针在海底探测的时间很短,更无法开展长期原位实验。”张鑫介绍,现在研发的多通道拉曼系统,因为可以长期布设在海底,所以可以按月、季、年的尺度来开展深海探测和实验。同时,该系统安装了4个拉曼光谱探针,可以针对某一区域的不同场景同时开展探测实验,这不仅极大提高了效率,而且能更精准研究深海变化规律。

2020年,张鑫带领团队研发的多通道拉曼系统经海试验证可行。2021年,完成原型机建造,并经海试验证可靠。今年,科研人员利用该系统在我国南海冷泉区成功建设了国际首套深海原位光谱实验室,并实现常态化运行。

从前期研发出一根拉曼探针,到如今搭建起海底实验室,这是一大跨越。“目前这个深海原位光谱实验室,不仅布局了多通道拉曼系统,而且还搭载了CTD(温盐深仪)、ADCP(声学多普勒流速剖面仪)等近10种海洋传感器和采样装置,成为开展深海原位探测实验的理想平台。”中科院海洋所近海底地质过程团队主要成员、教授级高工栾振东展望说,有了该实验室的加持,我国深海探测研究将迈进新阶段。

推动“初具雏形”的海底实验室日臻完善

“我感到很幸运,在回国工作后不久,海洋强国战略就提出来了。我们这些年轻的海洋科技工作者赶上了海洋事业发展的最好时代。正是在这个大背景下,我们的一些想法才能不断落地。”回顾一路走过的海洋路,张鑫如是说。

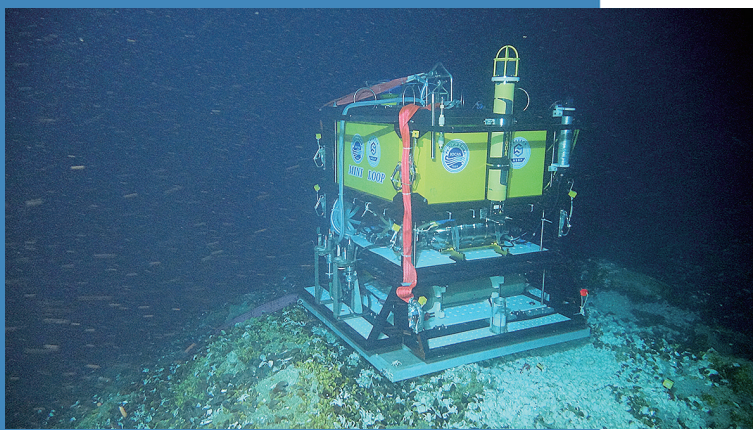
这是张鑫肺腑之言。时间回到他刚参加工作的2009年,当时中科院海洋所不仅没有现代化的科考船支撑深海科考,而且没有潜水器为拉曼光谱探针的应用提供支撑。在参加工作后的很长一段时间里,由于国内不具备科研条件,张鑫每年都要花费两三个月出国做实验。不过,自2010年以来,情况发生了很大改变。先是我国综合性能最先进的科考船“科学”号开工建造,2012年交付中科院海洋所管理运行,让我国真正具备了走向深海大洋的能力。继而中科院海洋所“发现”号无人缆控机器人开工建造,2014年交付使用,为深海探测提供了有力手段。张鑫表示,如果没有这两个深海重器,他在国内就没法开展深海研究工作。

国家为海洋科技工作者提供舞台,个人更需要自勉。如今已退休的“科学”号船长隋以勇多次见证和参与了中科院海洋所近海底地质过程团队的深海探测工作。2015年,彼时的科研团队在深海探测领域还处于摸索阶段,布设深海着陆器常常需要很长时间。“科考船受海流、海风等影响会不断晃动,深海着陆器在海水中也会不断晃动。当布设深海着陆器时,我需要时刻调整科考船以保证深海着陆器准确到达海底位置。”隋以勇回忆说,有一次,他连续操作科考船20多个小时,费尽周折。后来,随着团队全面掌握海底环境信息,布设深海着陆器的时间不断缩短,从10个多小时到7个多小时,如今只需要2小时左右。

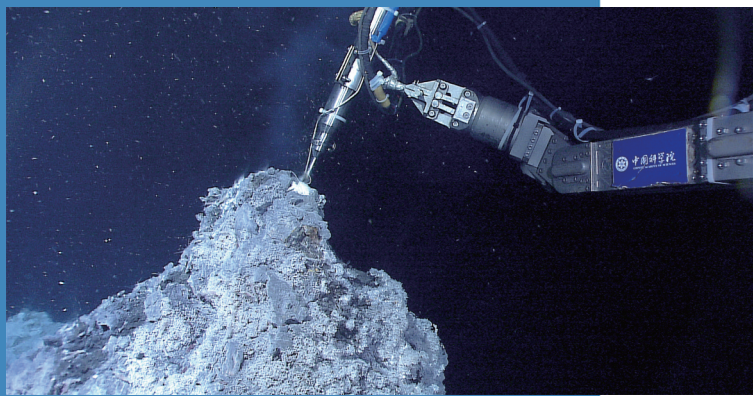
这其中发挥重大作用的,是栾振东开展的工作。“以前我们没有条件,只能通过船载设备获得相对粗糙的米级海底地形地貌图。有了‘发现’号潜水器后,我们可以搭载高精度海洋仪器,靠近海底开展深海激光扫描作业,从而得到厘米级分辨率的海底地形地貌图。”栾振东表示,通过这些数据,他们还在南海冷泉区还原了海底的真实场景,并应用于实际导航中。当再布设深海着陆器时,不仅提高了工作效率,而且避免了前期发生的深海着陆器卡进岩石缝隙难以回收的窘境。

早期的深海着陆器,主要依靠安装的高清摄像机用于海底监测和确定海底实验室的位置。如今,深海着陆器安装了多通道拉曼系统、CTD等众多仪器,可以长期开展深海探测和实验。“众多设备长期在海底运行,需要由深海着陆器统一提供电源,因此对能源系统提出了更高要求。”栾振东说,通过电池调配技术、水下节能技术等完善优化,目前深海着陆器的续航力已增加50%,可支撑各仪器设备开展探测实验600余天。未来,他们还将不断优化各项内容,推动深海数据实时回传。

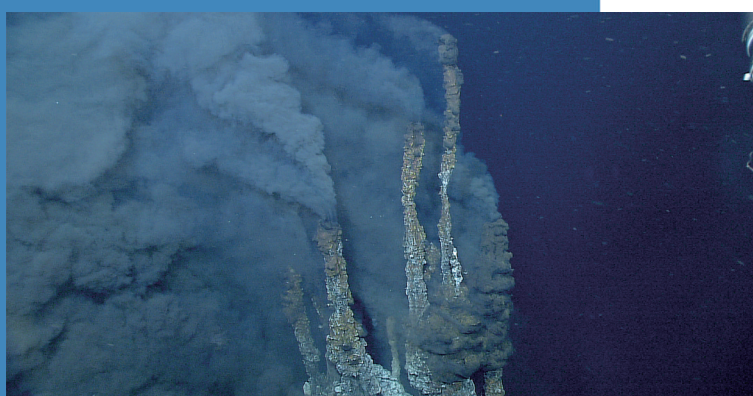
“我们现在搭建的海底实验室已初具雏形,我的梦想是在该基础上建立一个光谱学的实验室。不仅仅使用拉曼光谱技术,而且要把更多的光谱技术都用于深海海底,不断丰富对深海的认知。”张鑫相信,融入海洋强国建设,激扬青春,大有可为。



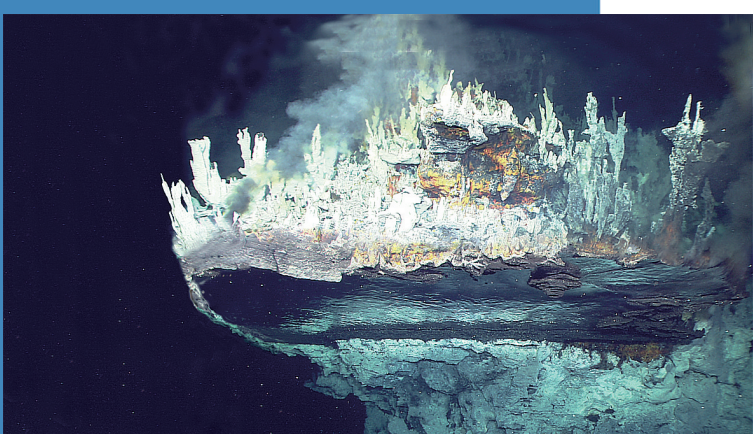
■海洋所研发的多通道拉曼系统开展深海探测与实验。



■科研人员利用高温拉曼光谱探针,对高温热液喷口开展原位探测。



■海洋所拍摄的深海高温热液喷发。



■海洋所探测到的深海气态热液流体喷发形成的“倒置湖”现象。