

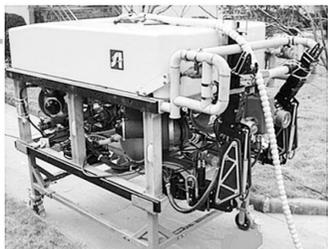
沈阳自动化所

以前我们国家没有水下机器人,去不了北极的冰层下,都是通过定点进行观测,无法反映出海冰吸收的太阳辐射能的空间变化。现在我们能下去了,达到了这个平台,到达一个未知的领域。这样就可以得到一些更有价值的科学数据,进而分析科学问题,解释科学现象。

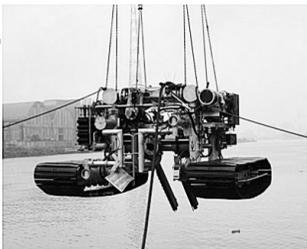
海洋技术装备研究室:

探寻海底深处的秘密

■本报记者 彭科峰 实习生 张雅琪



轻作业型遥控潜水器



海缆埋设机



重型型遥控潜水器

海洋是地球生命的摇篮,大洋深处孕育着无穷奥秘和丰富资源,人类探索海洋的渴望和努力从未停歇。海洋科考离不开高科技手段支撑,也离不开尖端装备的支持。

中科院沈阳自动化所海洋技术装备研究室是国内最早开展水下机器人技术研发,并以此为核心研究方向的专业海洋技术装备研发团队,主要从事海洋技术基础与应用技术研究、海洋装备研发与推广、海洋工程服务等工作。

1/水下机器人大显身手

2014年,对海洋技术装备研究室来说,非同寻常的一年。深海滑翔机、“蛟龙”号搭载“蛟龙”号试验,中国第六次北极科考中北冰洋自治遥控潜水器(ARV)的应用,让人们把目光聚焦在他们研发的水下机器人上。

今年7月,“龙球”号搭载“蛟龙”号载人潜水器,在西北太平洋采薇海山区开展深海试验应用,并首次获取了“蛟龙”号在大洋深处的工作影像。

“龙球”号是国家“863”计划资助下自主研制的深海微型水下机器人,空气中重量仅有40公斤,配有3部电动推进器,通过一根光纤与“蛟龙”号相连,由“蛟龙”号舱内的潜航员遥控控制,并且自带摄像机,可进行水下观察和录像,与“蛟龙”号互补形成更全面的观测能力。

在水下工作期间,“龙球”号与“蛟龙”号按照预先规划的协同作业流程“分工协作”“默契配合”,完成了相互之间互动拍摄,“龙球”号的释放与回收等预定工作任务,也验证了两种不同类型的潜水器在水下优势互补、协同作业的新模式。

海洋技术装备研究室主任李硕介绍,水下机器人有一个庞大的“家族”,其中载人潜水器(HOV)、有缆潜水器(ROV)、无人自治潜水器(AUV)和自治遥控潜水器(ARV)是目前四类最重要的潜水器。

深海滑翔机是水下无人自治潜水器的代表,是一种新型无人水下观测系统,主要由卫星链路控制其工作。水下工作时的滑翔机完全处于自主工作方式,具有制造成本和维护费用低、可重复使用、并可大量投放等特点,满足了长时间、大范围

海洋探索的需要。

李硕告诉《中国科学报》记者,水下机器人的家族成员各有千秋。“ROV的优点是水面操作人员可实时观察到水下环境并遥控操作,对机器智能要求不高,缺点是由于电缆连接,其活动范围有限;AUV的优点是由于没有电缆连接,其活动范围较大,不受母船制约,不足是对机器智能要求较高,数据实时性差;ARV是介于AUV和ROV之间的潜水器,国外也有称作混合ROV的,其自带能源,通过很细的光纤连接,其活动范围介于AUV和ROV之间,数据实时性好,通常可完成简单轻作业功能。既可以自治大范围连续观测,也可以精确遥控精细观测,北极ARV就是ARV技术在北极的一种成功应用。”



实验室北极ARV作业现场

2/北极ARV助力科考

据介绍,北极ARV水下机器人在北极协助科考人员考察方面,发挥了重要作用。

7月11日,北极ARV搭乘“雪龙”号科考船从上海前往北极执行我国第六次北极科考任务。这并不是北极ARV第一次探寻“冰世界”。

它曾先后参加我国第三、四次北极科考,在高纬度下实现了对冰下海冰物理特征、水文和光学特性等的自主精确同步观测,为我国北极科考提供了一种大范围的先进、连续、实时的冰下观测技术手段。

李硕介绍:“北极的海冰在不断地移动旋转,为得到精确的冰下位置信息,须将海冰的运动信息反馈到机器人上,以获取精确的导航信息。这些需要不断地完善改进,每一次北极探险后,北极ARV都会变得更加完善。”

改造后的北极ARV更加“小巧玲珑”,其体积和重量均减少一半,有助于在现场作业时设备的吊装和运输;同时将推进器方位进行了重新布置,增强了航行的机动性,使其在冰下航行更加灵活,更便于冰洞下潜与回收。

3/未来平台更广阔

“北极海冰融化对我国气候有着一定的影响。我们北极科考的主要目的,就是了解北极海冰快速融化的机理。”李硕说。

新一代北极ARV通过水下机器人携带光谱测量仪的观测,可连续测量出海冰吸收的太阳辐射能的空间变化,估算出同纬度更大范围海冰对太阳辐射能的吸收,以此计算出太阳辐射对该纬度北极海冰融化的贡献。

另外,通过水下机器人测量得到的冰厚图,可以反映出冰底的粗糙度,从而分析出海水对冰的影响等。李硕透露:“在未来,我们将根据科考需求,进一步增大作业范围,增加部分搭载设备以及机器人功能。预计2016年进行的我国北极科考,北极ARV还将积极争取参与。”

对于研究室的成员来说,北极ARV不仅仅是一个设备,更是一个通往更高科学道路的平台。

“以前我们国家没有水下机器人,去不了北极的冰层以下,都是通过定点进行观测,无法反映出海冰吸收的太阳辐射能的空间变化。现在我们能下去了,达到了这个平台,到达一个未知的领域。这样就可以得到一些更有价值的科学数据,进而分析科学问题,解释科学现象。”李硕说。

对于未来,李硕认为:“无人化、信息化、智能化和网络化的水下机器人是未来的发展方向。北极探险只是开始,南极、海洋深处等未知的领域会逐渐地熟悉,在未来,水下机器人会有更广阔的空间。”

驻守那一泓清池

■本报记者 王静

水下森林培育者

距离武汉市东约1小时车程,是“千湖之省”湖北的第二大湖——梁子湖。湖里的水质在中国所有湖泊中名列前茅,常年保持在国家标准的二类,且1/2湖区的水质达到了一类水,因而在全国重点湖库生态安全评价中被评为“最安全”。

“这样的水质源于湖区2010年恢复的沉水植被,覆盖率目前达到了80%。丰富的水生植物发挥出巨大的生态功能,对污染的水体起到了净化作用。”在这里驻守了20余年的老教授于丹不紧不慢地告诉大家。他穿着单薄的白色短袖老头衫,站在梁子湖湖泊生态系统国家野外科学观测研究站的水池边,带着东北口音,中气十足地向来访者讲述水池中种植的植物品种、习性及其作用。

“自2005年至2009年,梁子湖水生植物生物量由每平方米3.1公斤增加到8.2公斤,平均每年增加1公斤。这相当于一般湖泊全年生物量的总和。湖泊里总氮含量则由每升0.39毫克下降到0.21毫克;磷的含量也由0.022毫克每升降到0.006毫克。”他用所获观测数据向记者介绍说。

然而,梁子湖的清澈并非因为湖北人没有往湖里排放污水。

跨越湖北省武汉、鄂州、黄石和咸宁4个区域的梁子湖,周边居住着17个乡镇的百余万人口,每年约有600万吨各类污水注入梁子湖。这些污水,从岸边到湖中央,逐次由挺水植物形成的半自然人工湿地、浮游植物形成的“水下森林”以及沉水植物组成的水下草原,逐步过滤和吸收,使湖水得以成为一泓清池。而湖里的水生植物,相当一部分由于丹带领学生种植。

由于于丹一直渴望,能为中国湖泊生态系统健康与可持续发展提供一个科学的示范样本。

每年300天在岛上

武汉大学国家湖泊野外观测研究站建立在梁子湖湖心,只能乘船与外界往来。在过去20余年里,于丹带着一拨拨学生,常常浸泡在湖水里,把草种植在湖里。“选择野外做科研主要是兴趣使然,国家也有需求。水生植物国内研究不多,很值得探讨。”面对大家的疑惑,他如此解释自己的人生选择。

毕业于东北林业大学的于丹,早在上世纪70年代在大兴安岭插队时,就练就了野外生活的本领,并锻造出了强健的体魄。在对长江中下游水域

调研时,他与梁子湖结下了不解之缘。

“武汉大学给了我机会,我可能是武汉大学唯一没有经历过副教授职称评选直接升为教授的人。”他对武汉大学心存感激,使他在荒岛上成就自己的理想。因此,梁子湖湖心岛这个他人眼中的蛮荒之地,成了他的天堂。

天堂里的动植物十分繁茂,经历险境是家常便饭。当记者一行人造访时,学生们对记者耳语:“走路一定要走中间,尽量避开两旁,说不定哪里会蹦出一只动物”。

“岛上老鼠和蛇很多。有天晚上,大家正在商讨工作,一条蛇突然从房顶爬下来了。”于丹想起了那件过去很久的事情。但他的话题很快转回湖草。他指着一种水草解说:“这是微齿眼子菜,夏季生长旺盛,冬季不会死亡,群落生物量很大,凋落物分解慢。它的凋落物覆盖基底表面,降低底泥中氮磷向水柱中的释放速率。过去东湖长满了这种草,现在很稀少了。”

为了弄清这些水草的功能,于丹以岛为家。“他已连续15年在岛上过春节,每年有300天以上待在岛上。”武汉大学副校长站在一旁说。

踏遍全国江河湖海

为了探索修复污染水域的样板,除了研究梁子湖的水生生物外,于丹每年都带学生去全国的江河湖海寻找新的水生植物。他们的足迹遍布各地,从东海之滨到西部青藏高原,从黑龙江漠河到海南岛,处处留下他们的身影。

目前,在梁子湖国家湖泊野外科学观测站,藏有水生植物标本15万余份,水生植物图片20余万张,并在全国做水生植物群落标准样方5000余个。

如今的梁子湖有282种水生高等植物,成为我国水生植物种类最多的湖泊,超过了英国、日本、澳大利亚等国的全国水生植物总和。

“种草需要遵循严格的流程。每年要采集种子,保存、浸泡、培养幼苗,再到湖里种植。绝不是把种子撒在水里。”于丹特别解释。

在岛上的教学实验课后,有一条200多米长、30多米宽的塘堰,一直被教学实验废水、生活污水污染。2009年开始,于丹在岸边一层层种草,形成岸边生态湿地,在水中种植芡实、睡莲等。目前其水质已恢复到了二类。

有关专家认为,梁子湖的研究成果为改善全国的湖泊环境提供了成功的范例。在生态治污方面,于丹团队探索出了一条突破传统治污模式的新路。

延伸阅读

梁子湖生态站简介

一手原始观测数据。

生态学家们将已消失的重要乡土物种重新引入梁子湖栽培,促进了梁子湖水生植物群落优化和良好水质维持。梁子湖现记载有水生植物282种,是中国水生植物种类最多的湖泊。

通过在梁子湖植被退化区域大量播撒水生植物种子和无性繁殖体,梁子湖重建水生植被20余万亩,已恢复沉水植被12万亩,浮叶植被3万亩,挺水植被5万亩;全湖植被覆盖率超过80%,水质整体保证二类水局部达到一类水标准。梁子湖是中国水生生物多样性最丰富、植被覆盖率最高、群落生物量最大、中国东部唯一出现一类水质的湖泊;已成为我国湖泊生态恢复的成功模式。2010年洪水淹后强化种植,尤其是首创冬季种草和四季种植模式,显著提高了群落生物量和生态效率。2014年2月中旬梁子湖透明度达250厘米,水质清澈,大部分湖区水质恢复到二类水水平。

梁子湖生态站的科学家

梁子湖生态站长期定位监测梁子湖水体理化因子、水生植物群落、水陆交错区植被、底栖动物、渔获物、大气和土壤。已积累200万余条野外调查和定位观测数据,为我国湖泊综合性研究提供典型湖泊的第

