



每一次人类认知的革命性跃迁,背后都是一种新的观测方式。望远镜让我们看见了宇宙,显微镜让我们看见了细胞,南极科考站让我们第一次系统获取了地球气候的长周期密码。而深远海,这片占地球表面积最大、人类涉足最少的空间,至今还缺少一种能让科学家持续看清它的方式。

世界首创!

中国开建“远海浮动岛”

日前,一座被称为“远海浮动岛”的大科学设施在上海全面启动建设。它的正式全称是“深远海全天候驻留浮式研究设施”,由上海交通大学牵头,排水量7.4万吨,可全海深作业,计划2030年建成。它既不是科考船,也不是钻井平台,也不是固定观测站,而是一座可以在深远海长期驻留、又能跨洋机动的浮式科研基地。它带来的是质变——不仅仅是科研工具的升级,更是海洋科研在场方式的根本变革。

补齐空白

深远海的“持续在场”

怎样的观测方式,才能真正抵达深远海?

1977年,一次海洋地质调查任务在太平洋加拉帕戈斯裂谷2500米深的海底意外发现了热液喷口。在那之前,人们普遍认为所有生命都依赖阳光,黑暗的深海不可能存在自给自足的生态系统。喷口周围繁盛的生物群落彻底颠覆了这一认知——它证明生命的存在可以并不需要太阳,而依靠化学能、热能等其他产能方式进行运转。

这个发现为科学家们打开了一扇门,然而近半个世纪过去了,门后依然一片模糊。时至今日,人类已经能够完整地绘制出火星表面的高精度地图,却对自己生存的地球海底知之甚少,不是因为缺乏好奇心,而是受到观测方式的根本性限制。

长期以来,深海科考遵循着“远征式”的作业模式:出发、抵达、密集采样、返航。无论船造得多大、设备多先进,单次任务窗口期很难超过两三个月,且一旦遭遇台风或冬季恶劣海况,作业往往被迫提前中断。这种“远征”模式可以揭示特定海域“存在什么”,却难以捕捉“正在发生什么”以及“如何演变”。

为了突破这一限制,科学家们尝试了不同的观测方式,但也碰到了各自的边界。

美国海军的“FLIP”号(浮动仪器平台)从1962年服役至2023年,运营超过60年。该平台能够在海中直立,提供稳定的观测条件,在声学和水动力研究领域积累了丰富数据——这是“远征式”传统科考作业难以实现的稳定性。但FLIP没有自航能力,必须由拖船提前部署布放,一旦就位便无法移动。因此,对于热液、羽流的扩散轨迹、中尺度涡旋的迁移等动态过程仍然难以实施跟踪观测。

另一种方式是部署海底固定观测点。欧洲多学科海底及水体观测网(EMSO)在从北极到黑海的关键站位布设了十余个深海节点,最深达4850米,通过海底电缆实现长期连续监测,迄今已积累了大量年际尺度的环境数据。美国的海洋观测计划(OOI)也采取类似思路。这套方案虽然解决了数据“连续性”获取的难题,但固定节点仅能进行被动感知和记录,无法在出现海底异常事件时近距离探查,更无法支撑任何主动干预式的科研作业。它们是一组持续运行的传感器,而非具备实时响应与交互能力的海上科研基地。

稳定,但动不了;连续,但无法交互。这两种方式各自拓展了深海观测的边界,但想要在这片最广阔、最难抵达的海域实现自由机动、长期驻守、随时主动作业,还缺一块关键拼图。

浮动岛要做的,正是补齐这一块。半潜式双船体结构,既能以14节航速快速移动,又能加重底座潜入水中,以4腿支撑稳稳屹立于海上,在7级海况下持续作业,17级台风中安全自存,即便是在西太平洋最活跃的台风季,观测窗口也不会被迫关闭;120天的自持力,加上保障船助力,意味着跨越整个季节甚至年度都不需要返港补给。这些指标叠加在一起,得出的不仅是一组能力参数,更是一种全新的科研范式:深远海的持续在场,第一次在工程上成为可能。

新的支点

中国深远海装备“拧成一股绳”

过去十余年,中国在深海探测装备上已经走到了全球靠前的位

置:“奋斗者”号2020年下潜至10909米,创下中国载人深潜纪录;“向阳红”系列科考船已具备在任意海域执行远洋航次的能力;近岸海底观测网也在持续积累定点长期数据。但这些能力此前是分散运转的——潜水器下潜完就上船,科考船完成航次就返港,彼此之间缺少一个能在深远海长期坐镇的节点,各自的能力难以在同一时间、同一地点真正叠加起来。

有了浮动岛坐镇,此前分散运转的能力,第一次有了汇聚的条件。潜水器可以从固定基地反复出发,不再受制于科考船的续航和返港周期;海底观测网采集到异常信号,可以在几小时内派出ROV(无人遥控潜水器)抵达现场复核,而不是等待下一个航次;多学科科学家可以在同一个平台上同时工作,让地质、生物、化学、物理海洋的观测在时间和空间上真正对齐。

单独看,我们的装备已经不强;有了这个新支点,能做的事情才刚刚开始。

新的平台

科学研究与工程条件相互成就

人类在深海能做什么,根本上取决于带去什么装备。高压、低温、强腐蚀构成的真实海洋环境无法在实验室中完整复现,系统级的性能边界只有在实际海况下才会完整暴露。

但是,问题在于,现有科考船的甲板面积和起吊能力,是按照上一个时代的装备尺度设计的,而今天的UVU(无人潜航器)已经从几百公斤发展到几十吨,深海采矿系统、重型作业装备的体量已经超出传统科考船的承载极限。

这个缺口,需要一种全新的平台来填补。浮动岛配备的31米×10米大开口月池、1125吨塔架系统和300吨重载布放回收系统,可将上千吨管子和上百吨装备同时下放至6000米深海——这些参数不是性能炫耀,而是对当前深海装备实证验证需求的直接回应。

除了验证条件,还有另一个问题:迭代速度。

深海装备的研发,本质上是一个在极端环境中持续暴露问题、持续收敛方案的过程,这个迭代速度很大程度上决定了科学能提出什么问题——而我们的深海科学,长期就卡在这里。

换个角度来看,工程条件也在很大程度上决定了科学能提出什么问题——而我们的深海科学,长期就卡在这里。

以深海生物资源为例,深海热液区和冷泉区聚集着大量能在极端环境下生存的浮游动植物和微生物,其体内独特的催化和代谢系统,在医药、工业催化、生物材料等领域有巨大的应用开发潜力。但是,这些深海生物对环境压力、温度等条件极度敏感,样品离开原位环境后活性会迅速丧失,因此这类研究对样品保真采样的要求近乎苛刻。浮动岛的船载实验室可以实现“原位保真采样—船载模拟培养—生信实时分析”的全链条实验,获取并扩展过去难以得到的数据和动态实验的窗口。

工程条件决定科学能提出什么问题,科学问题又牵引着工程往哪里走——这个循环,第一次在深远海持续转动起来。

远海浮动岛 到底有多牛

平台定员:238人

甲板面积:接近2个足球场大小

总高:相当于一栋30层的高楼

排水量:7.4万吨
相当于一艘中大型航母

建成时间:预计2030年



远海浮动岛模拟图。

远海浮动岛 能干哪些事

深海科研探索

·可开展万米全海深科研实验,研究深海压力、波动等真实环境下的科学问题
·布置有近31米长、10米宽的“月池”,可布放重达300吨的装备下潜至6000米水深作业

实海试验平台

·为深海采矿系统、海洋油气装备、船关关键配套装备等提供真实海域的测试环境

海洋生态与气候研究

·揭示海洋生态系统的季节性演变规律,探索生命起源与演化
·有望提高台风预报精度,提升防灾减灾能力

多系统协同运行

·设施平台主体系统:采用“半潜式双船体”设计,抗风浪能力强,可在7级海况下作业,17级台风中自存
·船载实验室系统:包括海洋重型装备与系统技术、海洋灾害气象观测与研究、海洋水下物理环境等6个船载实验室和1个海上作业支持中心
·岸基保障系统:保障深远海设施日常运行维护、海上作业的陆上基地和指控中心,主要承担检测运维、物资补给和维修保障

为何是上海交大 牵头建设

重大科技基础设施,由一所大学而非国家部委或大型央企主导,这在全球大科学装置建设中并不多见。为什么是上海交大牵头?

上海交大船舶与海洋工程学科创立于1943年,是中国这一领域的教育科研发源地,黄旭华、朱英富、徐艺南等国之重器总师均出自于此。教育部历次学科评估中,这一学科始终位列全国第一,软科世界一流学科排名连续多年世界第一。与此同时,上海交大与船舶工程相关的学科,如机械工程、材料工程等,在国内也是顶尖的存在,后起的海洋科学学科近年也快速崛起。

浮动岛的概念从这里生长出来,不是偶然。上海交大船舶与海洋工程学科积累的深海装备研发能力,海洋科学学科对深远海科学问题的长期追问,两者在同一个屋檐下持续碰撞。做装备的人知道现有平台能把什么东西送到多深,做科学的人清楚哪里还有什么问题从未被触碰——当这两种知识在同一张桌子上碰撞,现有观测方式的缺口就无法被忽视,而填补它的路径也随之浮现——提出问题的,恰好也是最清楚如何回答它的人。

为何面向国内外 开放共享

深海的广阔与深邃,决定了深海科学是一桩全球尺度的事业。没有哪个国家能担得起独立运营一套完整的全球深海观测体系,但每个国家都能从共享的数据和平台中获益。

国际大洋发现计划(IODP)自1968年延续至今,50余年间汇聚了数十个国家的科学家,通过共享钻探船和样品库,构建了人类对海底地质历史最系统的认知体系。但更紧迫的科学问题还没有答案:深层洋流的变迁如何调控全球气候的走向,深海碳汇的机制能否纳入人类活动排放的代价,极端环境中的发现如何拓展“生命”的概念边界——这些前沿科学问题的探寻,需要全球科学家的通力合作。

远海浮动岛建成后,将面向国内外科研机构和企业开放共享。它从中国的科研实践中生长出来,为更广泛的全球合作敞开。“海洋命运共同体”的理念,在这里有了一个具体的锚点:在同一片深海,用同一个平台,面对同一片未知,一起往下看。

本组稿件综合央视、《解放日报》等报道 制图/方磊