

在新的海洋科学革命中抓住机遇

汪品先

我国首个海底联网观测平台第一期工程即将在上海附近海域开始建设。很多媒体对此进行了关注并寄予厚望，有的报道标题甚至直接说“上海将建海底直播室提前7秒预报地震”。其实，我国的海底观测系统建设刚刚起步，离“提前7秒预报地震”还远得很。未来能否达到这些目标，还要看我们能否在即将到来的海洋科学新革命中抓住机遇。带来这场新革命的，正是海底观测系统的大规模建设。

最大优势:长期和实时观测

人类认识世界的过程，是一部不断扩展视野的历史。假如把地面与海面看作地球科学的第一个观测平台，把空中的遥测遥感看作第二个观测平台，那么新世纪在海底建立的将是第三个观测平台。我们在海底布设观测网，用电缆或光纤供应能量并收集信息，多年连续作自动化观测，随时提供实时观测信息，这将从根本上改变人类认识海洋的途径，所有相关的研究课题都会为之一新。

海底观测系统最大的优势就在于长期和实时。

长期现场观测是当代地球科学的要求。当地球科学处在描述阶段、以寻找矿产资源为主要目标的时候，探险、考察大体上可以解决问题；而现代的地球科学要作环境预测，就只有通过过程观测才能揭示机理。对于动态的过程，不管是风向、海流还是火山爆发，都要求连续观测，只摄取个别镜头的“考察”无济于事。

一个例子是海洋沉积。长期以来，人们总以为这是一种缓慢、均匀的过程。1978年，人们发明了“沉积捕获器”，把下面装有杯子的“漏斗”投放到海水深层，每隔几天换一“杯”，看沉积颗粒究竟是怎样降到海底的。结果大出意外：有的杯子几乎是空的。原来海洋里的沉积作用平时微乎其微，来时如疾风暴雨，是突发性的。

但凡是在海里作连续观测都有能源供应和信息回收的限制，因为必须定期派船更换电池、取回观测记录。这种一年半载以后才能取回的记录，连续但并不及时，而海上预警要求有实时观测的信息，不是要“事后诸葛亮”。而且海面作业更大的限制在于安全，而偏偏最不安全时候的观测最有价值，比如台风和海啸。

海底联网观测的优点在于摆脱了电池寿命、船时与舱位、天气和数据迟到等种种局限性，科学家可以从陆上通过网络实时监测自己的深海实验，命令自己的实验设备冒着风险去监测风暴、地震、藻类勃发、海底喷发和滑坡等各种突发事件。

由表及里助力地震监测

海底观测最早的主题就是地震。将地震仪放到海底，最好是海底钻井的基岩里，可以大大提高监测地震的灵敏度和信噪比。1991年开始建设的“大洋地震网”，就是在大洋钻探的钻孔中设置地震仪。第一个设在夏威夷西南海底玄武岩里的地震仪，仅4个月就记录了55次远距离的地震。

海底监测地震，目的是要测得地壳微细的移动，而对此最为敏感的是地壳里的液体。“海底井塞”(CORK)装置可以防止地层水从井口逸出，或者海水从井口侵入；既能测定岩石中流体的温度、压力，还可以取样分析。目前，大洋钻探已在18个井口安装了“海底井塞”，大大推进了“大洋地震网”计划。

上世纪，美国和日本都曾利用退役的越洋电缆，建设深水地震监测站，大幅度降低了成本。

长期蹲点原位分析

地球系统的观测不仅贵在实时,而且有许多内容还必须在原位进行分析。到野外进行现场采样,回室内开展实验分析,这是地球科学的传统。但是,热液的温度、pH 值采回来就变了;深海的许多生物取上来也就死了;甚至沉积物颗粒,本来的团粒,一经采样也就散了。分析的结果都不是水层里的真实情况。

新的方向是:把实验室的仪器投到海里去分析样品。例如浮游生物,通常使用浮游网采集,取上后在显微镜下观测鉴定。但是,对细菌之类小于 2 微米的微型浮游生物,要依靠激光原理用流式细胞计才能统计。新近发明的下潜流式细胞计则可以直接投入海中作自动的连续测量。再进一步的发展,一是水下显微镜,使下潜的细胞计具有成像功能,依靠光纤将水里的生物图像发回,全面鉴定统计从硅藻到细菌各种不同大小的浮游生物;二是 DNA 探针,放到海里原位测量生物的基因,在分子水平上测定各种浮游生物的丰度,从而发展微生物海洋学新学科。

海水中的原位观测,只要将传感器与海底的节点连接,就成了海底观测系统的一部分。

我国应及早介入国际竞争

进入 21 世纪,围绕海洋的国际之争,最令人瞩目的就是海底观测系统的竞争。这既预示着科学上的革命性变化,同时也有军事上的重要性。

在这场正在酝酿的海上竞争中,走在最前面的是美国。其实最早进行海底观测的正是美国海军,他们的声波监听系统既可以监听鲸鱼和地震,也可以监听潜艇。经过十多年的讨论,美国 2006 年通过了由近海、区域、全球三大海底观测系统组成的“海洋观测计划”(OOI),已经起建,计划使用 30 年。其中最为重要的是区域性海底观测网,即东北太平洋的“海王星”(NEPTUNE)计划,由美、加两国联合投资,在整个胡安·德富卡板块上,用 2000 多公里光纤带电缆,将上千个海底观测设备联网。可惜的是,美国政府沉湎于打仗,科研经费不到位,使得科学计划不能及时实施。

美国的计划已经在欧洲和日本得到响应。2004 年,英、德、法等国制定了“欧洲海底观测网计划”(ESONET),针对从北冰洋到黑海不同海域的科学问题,在大西洋与地中海精选 10 个海区设站建网,进行长期海底观测,当前的困难也在经费。日本则已经在其附近海域建立了 8 个深海海底地球物理监测台网,有的已经和陆地台站相连接进行地震监测;2003 年又提出 ARENA 计划,将沿着俯冲带海沟建造跨越板块边界的观测站网络,用光缆连接,进行海底实时监测。“提前 7 秒预报地震”正是日本人提出的科学目标。

相比这些国家,我国则刚刚起步。此次在长江口外建设东海内陆架的浅水观测站,主要是为了研究这样几个问题:首先是长江口的泥沙输运问题,尤其是台风条件下的运动,这关系到港口建设的安全。第二是海洋的生态环境变化。比如长江口外海域每年都有一块区域是缺氧的,并且位置每年都在变化,而营养元素的不恰当分布可能造成灾难性的后果。第三是地震监测。

此次计划开工的项目电缆只有一公里长,水只有三四十米深;下一步我们肯定要走向深海。但是,走向深海还要面临更多的技术挑战:压力、温度、电路接驳安全等。而且,我国全面的海底观测系统建设计划还没有提上议事日程。

可以预料,海底观测网建设的国际竞争,在若干年内必将引发国际权益与安全之争。新一轮的海洋竞争中,我们不要再走“迟到”的老路了。海底联网观测早晚都要国际化,尽早介入,才能在相关国际规则的制定中取得话语权。好在海底观测系统的全面建设,即便发达国家目前也才处于起步阶段,如果我国能够立即部署、尽快行动,完全有可能在这场新的海上竞争中争得主动。