

人类进入深海世界

汪品先

近半个世纪来地球科学一项最大的进展，是深海世界的发现。海洋平均水深 3700m，阳光只能穿过顶部的 200m，剩下几千米的深海，几千年来一直是人类视域之外的神秘世界。对于生活在地面的人类来说，深海是个没有光线、没有生命、没有运动的三无世界，也是一切事物的终点。半个世纪的探索，揭示了深海的真相：海洋不但有自上而下、还有自下而上的运动，原来是一个双向系统，只是深海底部运动的时间尺度和地球表层不同。你以为不会动的海底，正在沿着“大洋中脊”扩张，但是一年的扩张也不过一、二十公分；你以为宁静的深海，居然也会有几千米深处的“深海风暴”，但是深层海水要经过上千年的旅程，才能回到海面“重见天日”；生物不但深海有，深海底下的岩石和地层里也有“深部生物圈”，而且还是地球上大部分微生物的“家园”，只是新陈代谢极其缓慢，据推测几千年才能繁殖一次。

深海世界的发现，动摇了我们的传统认识。生活在地球表面的人类，总以为只有阳光雨露才是生命的依托，而深海热液和深海“黑暗食物链”的发现，说明“万物生长靠太阳”的概念并不全面。地球上其实有两种能源：一种是太阳核聚变所产生的辐射能，靠叶绿素通过光合作用制造有机物质，驱动水文循环与大气过程调控着气候；另一种是地球内部核裂变所产生的地热，靠深海硫细菌通过化学合成作用制造有机物质，并且以海底热液与火山作用的途径，驱动着地球表

层的碳循环和气候变化。古人就知道火山爆发的威力，但是地球内部能量在深海底部不断产生的影响，是个近几十年才开始研究的新领域。

深海世界的科学发现，对人类未来的影响难以估量。首先是能源和资源。估计 2015 年，世界 39%的原油将来自海底，而近十年发现的海底大油田 $\frac{2}{3}$ 都在深海；深海的新能源“可燃冰”正在开始投入开采，有人估计“可燃冰”中的碳的总储量，有可能超过相当全球所有矿物燃料的总和。固然海底石油的主要来源还是海洋表层的生物，但是深海“可燃冰”中甲烷的生成，极可能有部分是地球内部活动的产物。海底矿产中目前已经在试验开采的金属硫化物，则是典型的来自地球内部的资源：海水渗入海底下数千米的深处与岩浆接触变成热液，上升时将地球内部的金属元素带出海底。“深部生物圈”微生物的生存肯定与地球内部能量有关，而其中的生物与基因资源如何利用，还是摆在科学界面前的新课题。

深海的能源与资源，对于正在为资源枯竭发愁的人类社会来说，无疑是点燃了新的希望。其实人类还有另一桩忧愁，那就是生存环境的恶化，而深海世界恰恰又是控制地球表面宏观生态环境的关键因素。就拿全球变暖、温室效应来说，海水里的碳是大气里的 60 倍，主要的储库也是在深海；因此只有正确认识深海碳循环，才能对大气圈温室气体的长期变化做出科学的预测。不仅如此，地球内部的碳储量要比地球表层多得多，主要也是通过深海海底和地球表层进行交换，而我们今天只靠表层碳循环的研究，就想对温室气体含量变化作

长期预测，显然也有片面性。

既然深海如此重要，人类就应该进入深海，研究深海、开发深海。但是人非鱼虾，不能在水里生活。人类自古以来就有入海的愿望，最早潜水的大概是采珠人，单靠屏住呼吸钻入水底，可以在几米水深的地方呆上 2-3 分钟。到现在不用呼吸装置的“自由潜水”，已经有超过百米的世界记录，但这是体育比赛。讲的这些都没有超出岸边浅水的范畴，真的到深海大洋里，因为每 10m 海水增加一个大气压，人即使不淹死也得压扁。一种办法是穿著金属的“潜水服”，里面保持一个大气压，这种潜水员可以在几百米的海底活动。进一步的办法是乘坐各种类型的潜水器，比如我国的“蛟龙号”就可以下到 7000m。美国的“阿尔文号”深潜器 1977 年在东太平洋海底发现深海热液，为深海世界的发现建立了历史功勋。

然而，人类进入深海世界并不限于自身的潜水。深潜器就有无人驾驶的类型，在许多情况下可以派遣这种“水下机器人”替我们探索深海。深海世界的有些场合，人类不可能自己进入。比如说海底下面，不但有微生物的世界，还有深海的地下水在活动，被喻为“海底下的海洋”。但是探索海底下的世界，只有两种办法：地球物理和深海钻探。地球物理是指采用各种物理手段—比如地震波，从船上或者海底上面作间接的探测；只有深海钻探才是直接的探测，用钻机从船上向海底下面钻进，通过钻具和测井的办法采集样品、测量参数。深海钻探有很高的技术要求，从 1968 年以来一直通过国际合作共同实施，是探索深海海底过程和地球内部世界的主要手段，深海钻探船也

是人类探索深海的“航空母舰”。

无论“深潜”还是“深钻”，都是一时一事的探索，而海洋是在不断地变化。从前以为表层洋流就像河流一样基本稳定，现在知道海洋是个涡流世界，海流的方向、流速都在变，流速的误差不是“ 10 ± 1 ”而是“ 1 ± 10 ”。因此认识海洋不能只靠短暂的“视察”，而需要在现场作长期“蹲点”。最近国际海洋界的新热点，就是建设海底观测网，将监测各种海洋过程的传感器安置到海底，用光电缆连接后通到陆上，可以从室内对海底进行全天候的实时现场监测。于是，当前在国际前沿出现了“深潜”、“深钻”、“深网”三大手段探索深海的新局面。在这“三深”之中，新出现的“深网”技术具有特殊的发展前景。

从船上探索海洋有个“致命”的弱点：越是要探测的关键时刻，越探测不成。台风、海啸来了，最需要现场观测，但是没来之前船就得撤退。海底观测的优势就在这里：安置在海底的观测网可以一年四季、不分昼夜地作现场原位的连续观测，而且可以实时获得数据，及时采取对策，比如海啸的预警。自从 20 年前美国建设第一个近岸浅海观测网以来，近年来北美、西欧与日本将建设海底观测网摆在海洋科技发展的首位。2009 年加拿大在其西海岸外建成了当今世界最大的深海观测网，用 800 km 的光电缆铺到 3000m 的深水海底，长期观测热液与板块活动；2011 年，日本在本洲南岸外完成了以地震海啸为主题的海底观测网一期工程，正在开展二期建设；2014 年，世界最大的海底观测系统将在美国建成。我国从 2009 年开始着手建设小型试验站，目前正积极筹备建设国家海底科学观测系统的大科学工

程。

海底观测网的建设，是人类进入深海世界的重大举措。几千年来，人类都是从海洋外面观察和开发海洋，而新发现的深海世界正等待着人类“常驻”海底、朝夕“相守”。科学家即便不能“躬亲”，也要有可靠的“代理”进入深海，海底观测系统就是我们忠实的“代理”。将传感器放置海底，向上观测水层、向下探索地球内部，只要传感器设计先进，海洋的各种过程都在监测之列，甚至于可以直接测定海水里的 DNA，也可以用图像摄影的方法设置水下的“生物显微镜”。建设海底观测网是进军深海的科学壮举，可以比作将“气象站”和“实验室”建在海底。原来是从海上采集样品回到实验室分析，现在是在海里分析好了将数据送回实验室。若干年后，可望在家里的电视机上，观看海底火山爆发的现况直播！

深海世界探索与开发的前景，将是人类和海洋关系的重大变化。人类和海洋关系的历史转变，第一次发生在 15/16 世纪，随着西欧航海家的成功，人类进入世界大洋，带来了“地理大发现”和西欧的“大国崛起”。21 世纪正在发生第二次变化，海洋的开发从海面拓展到海底，人类从陆地进入深海世界，只是变化的后果目前还难以预料。但是可以肯定地说：如果 15/16 世纪的变化，伴随的是争夺殖民地与奴隶的战争，那么 21 世纪的变化，将是高科技的国际较量；如果 15/16 世纪是中国从海上强国到没落的转折，那么 21 世纪的变化，将在很大程度上决定华夏复兴的命运。