

深入海底看地球

核心提示

年初，国资委宣称，中国地质学家在南海底部发现 38 座油气田，并计划今年实施开采。而国家基金委也于今年正式启动“南海深海过程演变”计划，重点对南海进行全面的科学考察。“南海是中国最大的聚宝盆，”汪品先说，“我们要把实验室建在南海海底，揭开海底的神秘面纱。”

海底是“漏”的是一个垂直的循环系统

辽宁日报：对于海洋，我们大多是在海洋之外看海洋，没有立足海底看海洋。您为此呼吁，我们的深海探测应该把实验室建到海底。那么，海底到底是怎样的世界？

汪品先：人类对深海海底的了解，只有几十年的历史。原来总以为那是个没有生命、没有运动的死亡世界；现在发现海底有火山爆发、有“深海风暴”、有奇特的生物群，甚至于海底下面还有一个“海洋”。

辽宁日报：啊？那个海底下的“海洋”是什么样？

汪品先：“海底下的海洋”就是说海底以下有地下水。地球内部究竟有多少水，目前还说不清，但肯定比地面上的海水多。其实海底是“漏”的，我们从海底看，水不但可以流到海底以下，也有从海底下冒上来的水，海洋是一个垂直的循环系统。冒上来的水中，热的叫热液，冷的叫冷泉。

辽宁日报：海底的水怎么会有冷有热呢？

汪品先：热的是“深海热液”。世界上最大的山脉不在陆上，而是在海底。总长度 6 万公里的“大洋中脊”是大洋地壳产生的地方，下面有温度极高的岩浆。海水沿着裂隙渗下去在地壳深部加热升温，溶解了周围多种金属元素后，又沿着裂隙对流上升并喷发在海底，这就是“热液”。热液的温度约 350℃左右，里面含有黑的细颗粒金属硫化物，喷出来就像是浓密的黑烟，遇到 4℃左右的海水冷却后，就会在海底形成金属硫化物矿床，刚形成的时候可以像个几米高的柱子，被称为“黑烟囱”。

辽宁日报：“黑烟囱”我了解一些，在其周围生活着一种特殊的生态群，科学家试图用它来解开地球生命起源之谜。

汪品先：现在，在世界三大洋甚至北冰洋都采集到热液口的硫化物和“黑烟囱”。近年来，我国大洋协会也在开展深海金属硫化物的勘探，“大洋一号”考察船与美国伍兹霍尔海洋研究所合作，首次发现了西南印度洋“超慢速扩张”洋中脊的热液喷出口。“热液”的有趣不仅在于硫化物矿床，还在于独特的“热液生物群”。它们是一个不靠阳光、不靠光合作用，而依靠地球内部热量进行化学合成作用的“黑暗食物链”，比如其中常见的管状蠕虫，就是没有口，没有消化器官，单靠硫细菌共生的动物。科学家认为地球早期水热环境和嗜热微生物可能非常普遍，地球早期的生命可能就是嗜热微生物。

辽宁日报：您刚才说，海水是一个循环到地下的系统，那么它对地球的环境会有影响吧？

汪品先：当然有，不过很慢。全大洋海水每隔 500 万至 1100 万年都要到海底热液系统里循环一周；如果把洋中脊两翼的扩散对流也算上，循环周期也得要 100 万年。地球内部产生的热通量，25%至 30%由大洋热液系统向外输送。

辽宁日报：在这些机制统一作用下，会影响到海水成分，甚至影响地球环境变化。您刚才说，地下还有冷泉，这是什么？

汪品先：与热液相对的是深海冷泉，最有名的是天然气水合物，也叫“可燃冰”。它不光是一种潜在的能源，也是一种环境因素：只要温度上升或者压力减小，海底的可燃冰就会分解，甚至喷溢出来。另外，冷泉在海底会形成碳酸盐，形成特殊的冷泉生物群。

辽宁日报：我有一个疑问：从地下输入到海洋中的水只有热液和冷泉吗？有没有淡水？

汪品先：有。除热液、冷泉之外，第三种水就是海底溢出的地下水。实际上，世界各地海底都有地下水溢出，在岸边的可能是淡水，大洋底下的可能是咸水。从香港吐露港到舟山群岛，都发现有淡水从海底溢出。有人研究后提出，大西洋的海底地下水输入海洋的量与地面上河流入海流量相当；美国一条小河的测试表明，海底地下水输入海洋的碳，居然比河流输入的还要多。

海底深处碳循环也在进行中

辽宁日报：您刚才说，海水可以进入地下，能到地下多深？

汪品先：可以很深。上面说的“热液”就是海水下到地下几千米后再上来的。最深的是在俯冲带，就是大洋板块插下去的深海海沟。水流到海底并没有结束行程，还要继续进入地球深部，进入下地壳甚至地幔里去。

辽宁日报：不过我了解到的是，水根本无法进入地幔啊。

汪品先：水本来是无法进入地幔的，但可以借助一种特殊的矿物——蛇纹石来实现。一旦橄榄石由地幔上升到海底，吸收水分后就会变成蛇纹石，这一过程叫做蛇纹岩化。蛇纹石含水量达 13.8%，从橄榄石变成蛇纹石的过程要吸水，每立方米橄榄石的蛇纹岩化需用去 300 公斤水，同时放出 6.6 亿焦耳能量，这样水就进入到了地下。大西洋底一处被称为 LostCity（迷失之城）的地方，由低温热液作用形成碳酸盐的“白烟囱”，能源就是橄榄石的蛇纹岩化。等到蛇纹石随着板块俯冲到地球深处，又会把水送出来，如此进行着地球深部与表层的水循环。不光是水，其实地球上的碳，也是表层和深部在循环着的。

辽宁日报：那么碳也是靠矿物进行交换的吗？

汪品先：碳的循环比水复杂得多。海水里既有生物产生的有机碳，又有碳酸盐的无机碳。现在大家谈论的“碳排放”和“碳循环”，其实主要都是讲的地球表层，我们对于深海、尤其是深海底部的碳循环基本上是不了解的。地球内部有碳是公认的，但对碳的数量估计众说纷纭，目前还没有一个准确的说法。俄罗斯很早就有学者提出石油天然气的“无机成因学说”，其出发点也是地球深部有碳。地幔里有金刚石、火成碳酸盐，而地核里碳可能更多。大家熟悉的可燃冰，它的碳和能量从哪里来？是不是从地球内部来？这个问题一直在争论。人们对于深海碳循环知道得太少，其中一个关键环节就是微生物的作用。海洋生物量的 90% 属于微生物，海水里 90% 的有机碳是只能为微生物所用的溶解有机碳；水越深，微生物的作用也越大。海底的沉积物，甚至于玄武岩里，也都存在大量微生物，几十万年甚至几百万年前的微生物还在生存。这种海底以下的“深部生物圈”大概占到全世界生物量的 30%，它们的能量从哪里来？它们的碳从哪里来？深海微生物和有机碳在碳循环中起何作用？这些问题都需要我们深入到海底去实验、去研究。

辽宁日报：看来，这些问题还没有找到答案。

汪品先：科学家现在已经开始着手研究了，不过前面的路还很长。比如说，病毒在生物循环中扮演着极为重要的角色，它也是深海海底碳循环中的重要一环。在深海海底，病毒是微生物群的主要“杀手”，在深海碳循环中起重要作用。深层水的演变可以影响“深部生物圈”，有可能是大洋碳储库长周期的变化机制。

所以说，我们从海底看地球内部，不光有水循环，还有碳循环。深海海底是离地球内部

最近的地方，也是将来钻穿地壳的地方，更是我们研究地球深部的窗口。这应该是我们需要关注并投身其中的一个新领域。

辽宁日报：深入海底探测，需要在海底建设观测网，这一方面我们准备得怎么样了？

汪品先：目前，海底观测计划正在发达国家积极推行，连我国台湾也在组织“妈祖计划”到海底去布网监测地震。自上世纪 90 年代至今，美国从近岸浅海海底观测站开始，至今已在几千米的深海海底建造了用上千公里光电连接的海底观测网。这是海洋科学的一场革命性变化：不再是从海里采样送到实验室分析，而是把实验室送进海里去。通过声学设备、水下质谱仪、微型基因组探头以及海底井下实验装置等各种手段，建立海底化学、生物等各种“海底实验室”，来监测海底地震，观测“海底下的海洋”及其生物地球化学过程，实现原位实时的观测，从而改变人类与海洋的关系。

随着技术水平的不断提高，在海底设立观测网已经标志着海洋科学的新阶段：从船上的“考察”发展到在海洋内部的“观测”。墨西哥湾海底井喷事件发生后，美国和挪威正在实施海底油田长期观测项目，包括海底井下连续观测和海底连续地震观测等。对海底甲烷渗漏的观测也是深海观测的重要任务。

最近我国正在为建设海底观测网进行准备。2009 年春，东海小衢山已建成我国第一个小型海底观测试验站，这标志着我国迈出了海底观测系统建设从无到有的第一步，现在正期盼着“十二五”期间国家的海底观测网建设计划。

辽宁日报：听说国家基金委的“南海深海过程演变”计划于今年开始启动，这是总经费 1.5 亿元的深海研究重大项目，这个项目的重点研究对象有哪些？

汪品先：这项计划从现代过程和地质记录入手，解剖一个边缘海的发育史。通过对地球物理与地球化学的研究，构筑其生命史的“骨架”；通过对深海沉积学与古海洋学的研究，来研究其生命史的“肉”；通过对生物地球化学的研究，来研究其生命史的“血”。我们希望构筑一部“有血有肉”的南海历史。

专家档案

汪品先 著名海洋地质学家，同济大学海洋地质与地球物理系教授，中科院院士。主要从事我国海域古海洋学、海洋微体古生物学及我国环境宏观演化古环境的研究，对我国地质学作出了创造性贡献，率先开展了微体化石定量古生态学和微体化石埋藏学的研究，开拓和发展了古海洋学研究。

□ 本报记者/周仲全