

# 大科学要有大视野

——汪品先院士在东方讲坛·上海大学的演讲

2012年9月29日 14:14—思想者 稿件来源：解放日报 作者：汪品先

## 思想者小传

汪品先 海洋地质学家。1936年11月生于上海，1960年毕业于莫斯科大学地质系，1991年当选为中国科学院学部委员（院士）。同济大学海洋与地球科学学院教授。曾任国际海洋研究科学委员会副主席、中国海洋研究委员会主席。1999年作为首席科学家，主持我国海域的首次国际深海科学钻探，南海的ODP184航次，取得西太平洋区最佳的晚新生代环境演变纪录，随后又担任深海“973”首席科学家。目前正主持国家基金委“南海深部过程”大型研究计划。

## 视野大小决定认知宽度

人要了解世界，应当知道自己时空尺度的局限性，不能只从自己的视野和视角出发。我们要不断扩展自己的眼光，大的科学要有大的视野和大的实验。

我们看世界，一个是视野的大小，还有一个是视角的位置。苏东坡写庐山：“横看成岭侧成峰，远近高低各不同”，原因在于视角的不同；杜甫登泰山：“会当凌绝顶，一览众山小”，原因在于视野的扩大。比如地图，不知道从什么时候开始，大家看地图的习惯都是上北下南。可是澳大利亚一个艺术家偏偏把地图倒过来画，南极朝上，北极朝下。这幅画还得了专利，实际上就是视角的差别。

中国人到英国，发现邮筒是红的，觉得奇怪，因为我们的邮筒和邮差的衣服都是绿的。其实，这是我们自己的视野太狭所致。人们认识世界都是从自己的眼耳口鼻手等开始的。比如我们现在为什么都用十进位？因为人有十个手指头，如果是八个或十二个手指头，说不定现在用的就是八进位或十二进位了。这就是我今天要跟大家重点讲的——科学与视野。

实际上，一部科学史就是人类不断扩展自己视野、改变自己视野的历史。日本有一位著名动物生理学家叫本川达雄，他写了一本书《老鼠的时间，大象的时间》，里面说：大象的寿命是70年左右，老鼠只有2年，但是老鼠的心跳快，大象的心跳慢，所以它们一生中的心跳总数是差不多的。也就是说，不同大小的生物他的时间尺度是两样的。他还发现，老鼠虽小，但4天就能吃下和自己体重相等的食物；牛个头大，但要吃完相当于自己体重的食物得花一个月。究其原因，动物的体型不同，它们的时间和空间的尺度也就不同。所以人要了解世界，也应当知道自己时空尺度的局限性，就不能只从自己的视野和视角出发。

深海生物有很多“大家伙”。比如法国作家凡尔纳《海底两万里》描写的巨型章鱼，可以把船掀翻。深海里确实有许多体型大到你难以想象的生物，有的就是传说中的“海怪”。比如一条鱿鱼可以长达14米，一只螃蟹能长得跟卫生间那么大，还有生活在1000米深海里十来米长的皇带鱼，也就是传说中的“海蛇”。另外一个极端是小，深海里也有许多微生物小到你用一般显微镜都看不见。但是你别小看它，这些被称作“原核生物”的海洋细菌才是地球生态系统

的基础。小小一滴海水里，就有上千个细菌，至于更小的海洋病毒数目就更多了。有人比喻，全大洋里的病毒如果排起队来的话，长度将超过 60 个银河系，不知道要排到哪里去。

每种生物都有它自己的生态世界体系，如果单从自己的视角出发，很多事物就难以理解。前面我说，人类认识世界是从自己的手、脚、眼睛、鼻子、耳朵、嘴巴开始。所以总以为自己是中心，总以为自己最伟大。实际上，人类在世界上非常渺小，时间上非常小，空间上也非常小。一部科学史也是人类不断纠正认识错误、克服人类中心观的历史。

最早的人类，中国的也罢，希腊的也罢，都认为世界像一个圆盘子，外面是海洋，中间有一些陆地，自己就是世界的中心。比如苏东坡当年到了海南三亚，就认为那里是世界的天涯海角了。欧洲也是这样，像英国西南方的地角（Land's End）、西班牙的耶罗岛（El Hierro）等，都曾被认为是“世界的尽头”。哥伦布到了巴哈马群岛，以为是到了印度，把土著民叫“印第安人”，因为那时候的地图上没有太平洋、没有美洲。人类用眼睛来看世界，看到的东西是很有限的。光谱里面，人类看到的可见光就那么一点点，这一点还不如很多别的生物。论运动能力，刘翔算跑得快了，一秒也只能跑几米。论声音，20 个赫兹和 2000 个赫兹之间我们能听得见，但是别的声波你都听不见。论寿命，人活到 100 岁就很神奇了，但和整个宇宙的历史相比，100 年实在是太微不足道了。

18 世纪人类发明了蒸汽机，20 世纪发明了火箭，现在可以克服地心引力到太空去了。应该说到今天为止，人类上天的能力很好，空间穿越的能力强。但是从整个人类的认知水平来讲，还是非常有限的。大家知道，在哥白尼用望远镜观测星球之前，人们都以为地球是中心，太阳是围绕着地球转动的，哥白尼改变了那个时代人们对于宇宙的理解，这被称为“哥白尼革命”。到了上世纪 60 年代，因为现代遥测、遥感技术的应用，可以从空间看到整个地球，有人说发生了“第二次哥白尼革命”。相对于第一次哥白尼革命人们用望远镜看到地球外面的宇宙，“第二次哥白尼革命”是指人类离开地球，从太空的视角回过来审视地球，这才获得了全球的视野，才谈得上“全球变化”的研究。

回过头来看，地球上的很多事情都是有周期性的。人的心跳是一种周期，白天、晚上、潮汐是一种周期，春夏秋冬是一种周期，地球轨道变化有万年等级的周期。再往大里去，地球上大陆的联合和分解，也是一种几亿年的周期；一百几十亿年前的宇宙大爆发，现在有人怀疑这也是一种周期性现象。这样看的话，整个宇宙就是一个无穷无尽的不断的旋回，今天的地球其实就是一系列不同尺度、不同空间里的东西，掺杂、叠加在一起的奇妙组合体，这是很复杂、但也很有意思的事情。所以我们说科学好玩就是在这里。当你从一大堆现象里找出一点头绪来了，你会兴奋得不得了，这是一种洞察、省悟的乐趣。

所以我们要不断扩展自己的眼光，大的科学要有大的视野和大的实验。比如我们现在研究中微子，要追踪中微子在宇宙中的来源，实验室放在哪里好呢？欧盟就选择地中海的深海做实验室，在两三千米水深的地方安放检测器，叫作“中微子望远镜”，用地中海做望远镜。这就是用“大尺度”研究“小问题”。

各个生物体除了空间尺度不同，时间尺度也各异。不同的生物有不同的生命，也有不同的乐趣，人类不能只从自己的时间尺度去看待。庄子说，“朝菌不知晦朔，蟪蛄不知春秋”，可怜的小生命，有的不到一天、有的不到一年就死了。但是“今人不见古时月，今月曾经照古人”，李白的話提醒我们：人类的寿命和月亮比，岂不是羞愧得无地自容吗？

关于地球形成的时间也有一个认识的过程，也存在过争论。古代西方认为只有几千年，当年有大主教考证，上帝创造世界是在纪元前 4004 年 10 月 23 日，星期天早上 9 点钟。后来地质证明完全不是这样，太阳系是差不多同时形成的，距今大约 46 亿年左右。人类自古以来用天文记时，年、月、日都是天文周期。其实年以上还有更长的天文周期，但是几万年的周期太长，老百姓用不上，可地质学家有用。比如现在地球的倾角 23 度半，这就是回归线的纬度。但是地倾角、回归线是在变的，1908 年台湾嘉义县造的回归线纪念碑，到 1996 年就不在回归线上了，差了 1.2 公里。这是因为地倾角有四万年的周期，这种周期可以用来做地质纪年。比如说“生命大爆发”发生在 5.3 亿年前，用“年”作单位实在太小，就像你说每过 3000 多万秒过一次生日一样的别扭。

认识世界不能光看表象

人类历来相信海洋是世界的尽头，什么东西掉到海里了，就是“泥牛入海无消息”，就没了，其实这是错的。海底热闹得很，海底有很多东西在往上拱，只是你不知道而已。你不知道的不等于不存在。

上面我讲的是看问题的视野要大，空间视野、时间视野都要大。下面我要讲的不光是大小的问题，还有角度的问题。

我们认识地球，认识世界一般都是从表面来看，其实背后还有很多看不见的东西。比如，物理里面我们说有暗能量、暗物质，地质上也是这样，我们能看到的比如能量流、物质流，都是表面的流，下面的很多东西是看不见的。

美国有一位科学家 10 年前写了一篇文章，说海洋里的浮游植物（也就是藻类），其实就是一个看不见的森林。为什么？这么多的浮游植物，虽然它小到你肉眼都看不见，但它吸收二氧化碳的能量跟地球上的森林是一样多的。这是因为陆地植物生活的周期是 30 年，而海洋生物只要几天就可以传种接代。它虽然生物量少，但周转快。

地球上的水，大家再熟悉不过了。但你知道吗，你看到的“滔滔江河水”其实只是地球上水的一小点。地球上的水，97%都是海里的，只有 3%是在陆地上。而陆地上的水，80%又都冻结在南极的冰盖里，剩下的 20%主要是地下水，地面的水只有很小的一部分，也就是说，我们平时看到的河流里的水和湖泊里的水，只占了地表水资源的百万分之一。还有些河流湖泊你是看不见的。南极冰盖几千米厚，冰盖底下还有河网和湖泊，最大的叫东方湖，论容积在全世界淡水湖里排行第七。

我想说的是，我们眼睛看不见的东西太多了。比如世界上最大的山脉在海底，六万公里长，海底的起伏比陆地上的起伏也要大得多。另外，海底到底有多少山，人们到今天都搞不清楚。大家可能不相信，人们对于海底地形的了解还比不上对月球表面、比不上对火星的。这是因为我们现在调查地形都是靠卫星、靠遥感，全球海水平均深度将近 3700 米，隔了 3700 米水什么遥感都派不上用场。所以，到现在我们都不明白海底到底有多少火山。有人估计大概 100 米高的火山有 100 万个，约 1000 米高的火山有 10 万个。

我在这里跟大家强调一个概念：海洋实际上是双向的。有从上往下的运动，也有从下往上的

运动。人类历来相信海洋是世界的尽头，什么东西掉到海里了，就是“泥牛入海无消息”，就没了，其实这是错的。海底热闹得很，海底有很多东西在往上拱，只是你不知道而已。你不知道的不等于不存在。我要告诉大家，海底是“漏”的。所谓“漏”，是说水可以掉下去，也有东西可以冒上来。无论是下去的，还是上来的，都有价值。上来的很多东西是矿产，是可以开发的。比如著名的“黑烟囱”，其实就是海水从大洋中脊边上渗下去碰到岩浆，再涌出来所造成的。这种像黑烟的东西其实并不是烟，而是海里面的一股黑水。为什么会有这样的水？为什么会往上冒？因为海水碰到了岩浆升温，从海底出口的温度就有三四百度，热的水轻，轻的水就会往上冒。为什么黑呢？因为海水碰到岩浆带上了很多细小的硫化物颗粒，冒出海底冷却以后就变成了“烟囱”。这种“烟囱”站不了很久，倒下去就形成了我们的矿藏。

我们大家都知道一句话：万物生长靠太阳。其实深海里的很多生物是不靠太阳的，靠的是地球内部的热能在生长。我们吃的食物靠光合作用，靠有光食物链，而深海里的“黑暗食物链”见不得太阳，也不靠氧气和叶绿素，靠的是地热和硫细菌。再进一步说，海底的下面还有生物在生活。海底的玄武岩，在电子显微镜下你可以看到岩石上面有许多小球状的细菌。玄武岩也好，沉积物里面也好，都有细菌在生活，而且数量极大。有人说大概占地球上生物量的十分之一，有人说要占 30%，到底是多少呢，我不知道。反正这个数量是很可观的。这就告诉我们：海底里面有另外一个生物圈，它的能量不是来自外面，不是来自太阳，而是来自海底，来自地球内部，这是一个极重要的信息。

近几十年来的深海探测，发现了海底下的许多故事。我们今天研究碳循环、研究全球变化，主要都集中于地球表面的部分，地球内部的循环不考虑，实际上这是非常错误的。我刚才讲海底是漏的，这里头其实就有碳循环。有人把地球比作鸡蛋，其实按比例讲，地壳还远不如鸡蛋壳，蛋黄算是地核，最大的部分是蛋白，蛋白就是我们的地幔。地幔实际上是地球的主体，而地幔里是有水的，这个水你看不见，因为是结合在矿物里面，达到一定条件是可以出来的，但到底有多少不知道。有人说相当于一个半的大洋，有人说是五个大洋，有人说是几十个大洋。地球上的水会跑到地底下的俯冲带里去，然后需要大约 16 亿年，在地幔里面转一圈。当然也有从地幔或者洋底生出来的水，但总体来说今天地球上面的水是在减少。有人说，前面 6 亿年估计已经有 6%-10% 的水资源流失了，漏到地球内部去了。碳也是这样的，地球上有很多碳，有的你没法用，有的你想用拿不着。有人估计地球总重量的 1.5% 或者 0.07% 是碳，这类估计本身就差了 20 倍。地核里的碳是和铁结合在一起，是碳化铁。地幔里的碳就有意思了，压力小的出石墨，压力大的出金刚石。金刚石实际上在上、下地幔之间有一个富集层，可惜只有随着岩浆才会冒上来，这就是火山口含金刚石的金伯利岩。

总之，关于地球内部的事情人们还知道得太少，所以我们需要进一步扩大研究视野。

### 科学好玩源于好奇心

科学很好玩，但它要求你有好奇心、有兴趣。如果你没有好奇心，那么最好不要去做科学家，因为这不是挣钱的捷径。科学的本质首先是一种精神，一种对于奇妙宇宙探索的渴望。

最后我想说的是，科学是很好玩的。我研究的科学问题对别人有用，我非常高兴，但是即便我研究的科学问题你觉得没用，我还是要研究，因为这是我的爱好。我认为科学研究是人生中最有趣的事情。

我们国家最近这些年来对科学的投入非常大，对科学非常重视。我们常说“科学技术是第一生产力”，这句话是非常好的，但是科学不仅仅是生产力，科学更是文化，因为科学是从兴趣开始的，是从觉得好玩开始的。有用固然很重要，但是好奇心更重要。很多重大的发现，特别是原创性的发明，都不是冲着目的性、冲着需要去的。比如达尔文研究进化论就是出于兴趣，他一辈子没有上过班，就是参加环球航行，在自己的庄园里做各种实验。他的进化论等了 20 多年才发表。可是我们现在有很多研究成果，有的连实验都没有做成就发表了。

那么自然界有趣在哪里呢？前面我说过，我们的地球实际上是一个奇妙的混合体，今天地球上既有一百几十亿年前宇宙大爆发的残留微波，也有十分钟就要繁殖一次的细菌。这是一个复杂的系统。一旦你从这错综复杂的系统里找到某种头绪、发现某种机制，那就是一种精神升华的乐趣。阿基米德会从浴缸里跳出来，就是这个道理。

宇宙万物是神奇的。比如，夜晚的星空非常美丽，但是你知道吗，星空是不同时期的星球所发的光，传到地球上来的。有的星球距离地球很多光年，有的星球你看到它在那里，说不定它已经消失了。又如，岩石是有年龄的，地质学家的一个工作就是把不同时期岩石的年龄标示出来，所谓地质图就是不同年龄的岩石在地面上的分布图。不仅岩石有年龄，海水也有年龄。我们现在运用碳十四的方法可以将海水的年龄测算出来。

这实际上是一种时空的转化：空间上的差异，是时间上差异的投影。如果你去追索时间里的演变过程，就会发现很多非常有意思的事情。比如，五六亿年前地球上是没有这么多细胞生物的，海底还没有钻泥打洞的底栖生物，所以当时海底也是硬的，里面也没有那么多的水。更有趣的是大气的演变，起初地球上还是还原环境，随着生物演化，二氧化碳逐渐减少，氧气逐渐增多，到了距今 3 亿多年的时候，大气中的氧气含量太多，占 35% 左右（现在占 21%），结果蜻蜓可以有 75 公分长，比鸟还大，树木也长得特别高大，有的高达 45 米，世界上许多煤炭就是那时候形成的。

说到这里，你就可以感到科学和艺术是相通的，只有科学家才能洞察自然界的美。比如说，微生物在游泳的时候居然是相互配合的，如果把它们的运动轨迹画出来，那就像是在“跳舞”。最先发现细菌的列文虎克，在 1676 年就描写过在显微镜下看微生物游泳的舞姿，他说“我的眼睛从未见过这样有趣的景象”。

很多艺术家同时也是科学家。大家知道达·芬奇不光是个画家，他还是个发明家。达·芬奇的画跟我们国画最大的区别就是，他有科学的功底，他画的波浪有水力学的功底，他画的动物有解剖学的功底。这就是艺术与科学的结合。我们眼前的例子是电影《阿凡达》的导演卡梅隆，他的职业是艺术家，但他的爱好是海洋，他潜入海里拍摄了许多珍贵的片子。今年 3 月，卡梅隆坐深潜器在马里亚纳海沟下潜到 10898 米，创造了单人深潜的纪录。当然，科学和艺术相结合在我国是受到鼓励的，不过有时候有点误会，以为科学家会唱戏、艺术家为院士画肖像就是结合。其实，科学和艺术的交点是创造，是一种创造的意境。

我绕了很大的圈子，其实就是想告诉大家，科学是很好玩的，但是它要求你有好奇心，要求你有兴趣。如果你没有好奇心，那么最好不要去做科学家，因为这不是挣钱的捷径。科学的本质首先是一种精神，一种对于奇妙宇宙探索的渴望。如果有一批有志之士，能够怀着好奇心去钻研科学、去追求创新，那么我们的国家一定大有希望。

（根据录音整理，经演讲者本人审阅）