

科学与视野

(同济大学海洋地质国家重点实验室 汪品先院士)

人类的视野是在不断扩大的。地球的特点是水，我们平时看见的滔滔长江水、滚滚黄河流，其实河水只占地球表面 0.0001% 的水，97% 的水在海洋。但就地球整体来说这又是少数，有人估计下地幔里的水相当 50 个大洋。所以生活在地球表面的我们所看见的部分只是很小的一部分，就如庄子所言“井蛙不可以语于海”，井底之蛙看着天就像井口那么大，这就是我要讲的“科学与视野”。如果你跳出井，看看世界，其实要比井口大得多。杜甫有一句诗词我就特别喜欢，“会当凌绝顶，一览众山小”。登上泰山顶，对于唐朝的杜甫而言已经非常之高，登山眺望之矮小与山脚仰望之高大的对比，这就是视野问题。一个科学家视野的大小决定他能做的题。同时，视角也很重要，看从哪边看。苏东坡的诗写得很好，“横看成岭侧成峰，远近高低各不同”，他讲的“不识庐山真面目，只缘身在此山中”就是说同样的峰和山石，从不同的角度看有不同的面貌。所以，这视角又是非常非常的重要。今天人类很容易上天，又添加了新的视角。如果从底下仰望天空，天阴沉沉的快要下雨了，云是黑的，黑云压城；但如果坐飞机，从飞机上往下看云是白的，白云灿烂，这就是视角不同的道理。从上往下和从下往上是两样的，人类社会也是如此。就干部考评而言，领导从上往下看这个干部好极了，但群众从下往上看，却可能认为这个干部不好。因此视角不同，结果也会不同。我要说的是人类观察世界，它的关键在于他的视野是多大，他的视角是从哪边看的，这是一个非常重要的事情。如果我们回顾一部科学发展史，人类的认识史，就是一部不断扩大视野，逐渐从只见眼前到看到更大的这么一个过程。举个例子来讲就是海到底有多大，原来是不清楚的。在 15 世纪最重要的就是托勒密地图，大家知道古希腊的托勒密地图早就没有了，后来 15 世纪重新发现这张著名的托勒密地图，是第一张世界图。

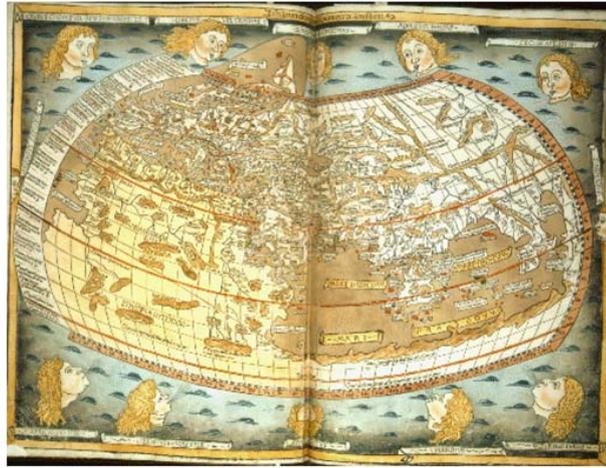


图 1 托勒密地图

这个世界图如果放大仔细看，跟现在的图是有很大的区别的，托勒密地图上的这是亚洲、欧洲、非洲，没有哥伦布发现的美洲，那时候的图上有地中海，也有印度洋，他相信这就是大西洋，大西洋穿过去就是亚洲，图上没有太平洋。当时从欧洲向东走由于中间被土耳其人占领，往东走不方便，从托勒密地图看要与印度做贸易往西走也不远，如果这个概念不成立，哥伦布发现新大陆是不敢去的。因为哥伦布一直搞不清楚，他以为往西走，从西班牙往西走就到了印度，他以为这个就是大西洋，大西洋跨过去就是印度，结果他到的是美洲，所以后来才有所谓西印度群岛一说。如果他知道中间还有这么大的一个太平洋，哥伦布恐怕也不敢去，他的小船是不可能跨越这么大的大洋的。所以人类认识世界就是一点点来的，对于海洋大小的认识，中国人就更差了。中国最早的世界地图不是中国人画的，是明朝的利玛窦画的，当时的徐光启作了很多自然科学引进工作。其中有一张坤輿万国全图，是利玛窦为讨好中国人他把中国故意放当中画的中国第一张世界地图。但非常遗憾的是，中国人对世界的认识从这张图上和这张图之前都是非常不清楚的，中国人总以为在世界的当中，所以叫中国。梁启超当时有一篇文章就说中国人最惭愧的就是没有国名。大家一定会疑惑中国怎么没有国名，中国不是我们的国名。梁启超讲得很好，中国历来没有国家的名字，我们认为中国叫诸夏、汉人或者唐人，那是朝代的名字，汉朝、唐朝是朝代的名字，外国人叫我们叫“震旦”或者叫“支那”，都是古梵文翻译出来的。一直到抗战胜利之后，中国人正式提出日本人不可以用“支那”名字称呼我们，因为他们带有恶意的。现在已经没有什么了。称中国为中华，梁启超认为是自尊自大，我们在中间，你们都在边上，这样让旁观者笑话。中国历来对于空间的概念是糊涂的，我们认为

的世界就这么大，我们平时说的“修身、齐家、治国、平天下”，这里的“平天下”不是指全世界，说的国就是所在的地方，平天下就是周朝的天子就平了天下，秦始皇就是统一天下。所以，我们认为世界就这么大，普天之下就只有王土，全世界就在这里，还有一些“野蛮人”在周围那都不算。所以在先期的古籍中中国这个字出现过 172 次，但都不是指国家，都只是一种代名次，或者代首都，或者指周朝皇室所统治的中国。“中国”在古文中，文化意义是很广的，民族意义是比较少的，而国体意义是没有的（这是冯友兰的话），所以中国不是国家的名字。国体意义上的中国第一次出现是 1842 年，鸦片战争后签订《南京条约》，南京条约上才看见用“中国”两个字代表国家。所以梁启超很激动地认为中国没有名字，认为自己就是“中国”，就是天下。所以中国文化中空间的概念是不够的，视野是不宽的。如果我们回顾世界上几大文明古国，印度文化，两河流域的伊拉克文化，尼罗河的埃及文化，爱琴海的希腊文化，他们是比较近的。亚历山大大帝时期，就是我们的战国时期，一直从印度河打到希腊，所以这几个文化交融相对是比较多的；唯独我们（中国）在外面，虽然自称中国却与这些文化隔得很远。

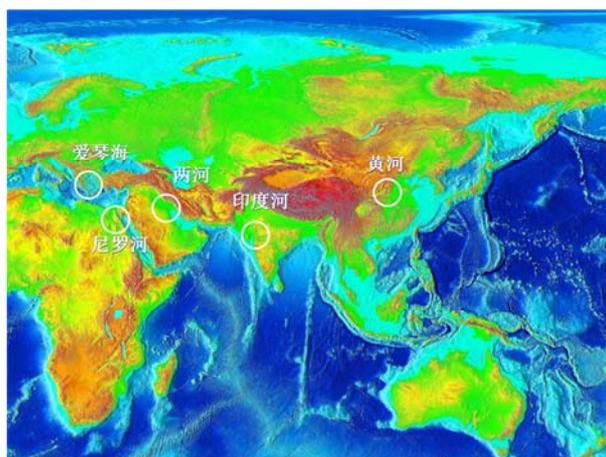


图 2 几大文明古国的空间分布

说一句地质上的行话，中国在地质历史上向来都不是在大陆的中央，2—3 亿年前地球进入联合大陆阶段。联合大陆是这么一个范围，什么国家什么大陆都连在一起，唯独华南、华北在外面，恰恰中国不在中间，不在一起，后来才在一起。华南、华北撞在一起撞出秦岭，再和印度撞击撞出喜马拉雅山。所以我们是拼接起来的，山也高，要么是山，要么是海，大山大海这就是我们的特点，所以我们称自己为中国，视野确实是不够的。

人类视野大的变化发生在十七世纪，荷兰发明了显微镜，当时显微镜是垂直的，往下看能看见细胞和细菌。有个人将两个片子叠在一起看的时候，突然发现

教堂上的鸟能看得清清楚楚，于是就发明了望远镜。有了这样一个变化，人的视野一下就放大，本来小的东西能看见了，本来远的东西也能看见了。所以，十七世纪是人类视野突变的时候，用蹩脚的望远镜能看见星星，人的视野就扩大了。这样就提出了太阳是中心，而非地球，这就是哥白尼革命。

第二个是视野的变化发生在二十世纪。二十世纪非常大的技术革命就是航天技术，使得人类第一次克服地心引力，跑到空间去。这是非常伟大的，第一次从太空看地球，发现地球是星球中最漂亮的，因为它是蓝颜色的，然后把地球看为一个整体，这就是地球系统科学。有了遥感技术之后，回过头来看地球上面的现象都跟以前不一样，有人比喻这就是第二次哥白尼革命。如果第一次哥白尼革命是从地球往外面看，那么第二次就是从外往里看，从地球外面看地球。第一次哥白尼革命实际是发明了显微镜、望远镜，把小的东西放大，把远的东西拉近。第二次哥白尼革命是倒过来的，是一种“显宏镜”，跑到地球外面，将大的地球看作小，看到一个整体。在遥感发现之前，要测海水的温度图是不可能同时的。用一条船跑得再快，到另外一个点测得的温度已经不是当时的了。所以不可能形成一个全球性的、宏观的图集，从太空再来看地球这是第二次哥白尼革命，所以十七世纪与二十世纪这两次革命，将人类的视野大大地扩大了。

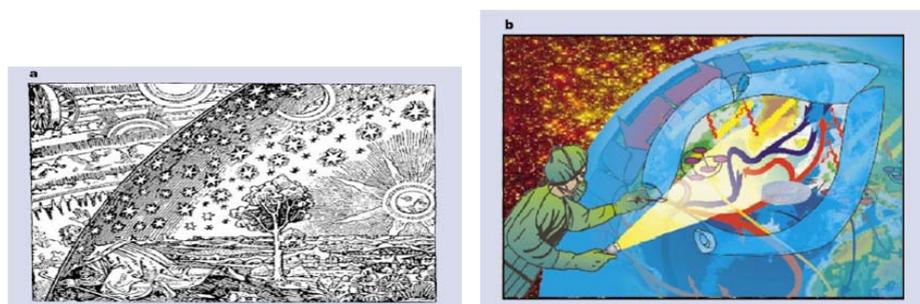


图 3 人类历史上两次重大的技术革命：“太阳中心说”提出与“航天技术”

有了大的视野之后，就会把零碎的、分散的现象看成整体。我这里讲地质学，地质学一直是一门描述性的科学，一直到二十世纪，它都是单纯的一些描述。地质学家李四光是学造船出身，力学功底很深，看到宁镇山脉后就认为是“山字型”，然后看到很多山脉都可以用“山字型”解释，所以他的地质力学是一个进步。但他并没有全球板块的概念，所以不可能用“板块理论”来理解这些力学上的现象，因为从一个地区来看，或者从一个大陆来看，是看不到地球上整个地球构造成因的，这需要等到海洋地质学发现洋底有 8 万公里长的大洋中脊，而且大洋中脊与大陆两边平行，说明海底是扩张的，这样才揭示了所以有如此高的山，都是随着板

块运动挤出来的。

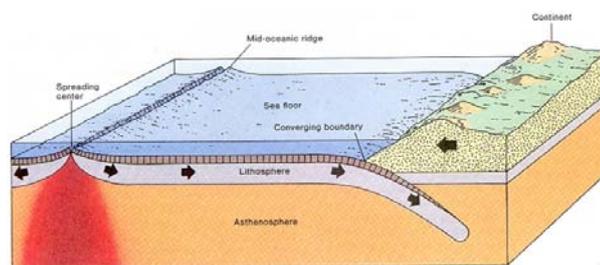


图 4 板块理论：全球构造

知道了这个原理，通过大洋钻探又证明大洋中脊两侧的年龄越往前去越老，这就是说明地球上的岩石圈是新生的岩浆造成洋壳，又随着板块朝两边俯冲下去，因此地球可以看成是一个整体。原来地球上所有的岩石圈是一个整体，板块之所以会运动是因为地幔在对流，地幔对流形成新的洋壳。但有时也会有地下的地幔涌出形成高原玄武岩，如四川峨嵋玄武岩、印度德干高原的玄武岩，这种种现象都说明地球是一个整体。这种现象也适用于海洋学，原来看见海水都在流是一种现象，但是没有一个全球的概念。后来用海水中碳同位素测年的办法，测出来海水的实际年龄并不相同，北大西洋的水是从冰盖旁边沉下去的，又冷又咸的北大西洋深层水形成之后，再扩展到别的地方，得出概念原来大洋的海水像一条传送带一样在循环。当然事实上没有这么简单，但可以看出原来海水和河流一样，也是一个整体，当然比这个要很复杂的。南极周围的水在流，三大洋各自都有很复杂的洋流，但总而言之，可以组装起来，全世界的水可以看作一个整体。这样的概念从前是办不到的，这就是一个大的视野。用大的视野来看事物就可以理解很多事情。譬如厄尔尼诺（El Nino）现象，南美洲智利等国的人们就不清楚为什么每隔几年圣诞节前后会出现暖水，使得大量的鱼类死掉，造成严重的气候异常。后来到 20 世纪 80 年代晚期，在太平洋赤道地区放了 70 个锚系，根据十多年的观测发现这种现象是如何发生的，这就是每隔 2—7 年要有一次的 El Nino 现象。现象发生在东太平洋，根源在西太平洋，由于西太平洋的次表层水涌到东太平洋来，使这里的海水变热，产生整个的全球性气候反常现象。

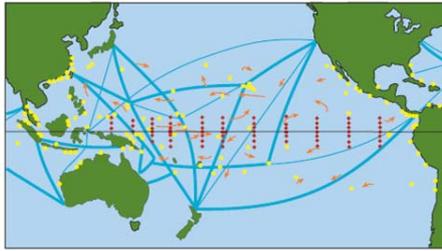


图 5 厄尔尼诺现象的大规模观测

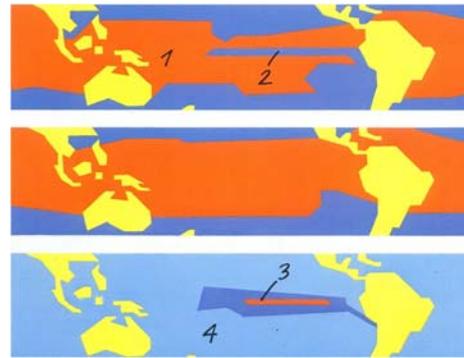


图 6 厄尔尼诺：海洋引起大气异常

所以这又一次说明，从海洋学来讲，你不能从全球、从整个太平洋看，光从南美洲看是看不明白的，就像李四光看宁镇山脉是不能理解这些山是为什么形成的。这使得人们的眼界就扩大了，海洋和大气还是一盘棋。这里所画的是西太平洋的暖池，暖池的水是全世界最热的，因此蒸发量也特别大，蒸发上去的水从东往西或往北等几个方向都会形成环流，这些环流决定季风的强度。这样我们就明白看海洋、看大气还要把海洋和大气看为一个整体，才能理解这些现象。这样看整个地球，地球有各种各样的环流，大气有大气环流，大洋有大洋的环流，地幔有地幔的环流，甚至于地球的内核也有环流。这就是由于地球内核是固定的，外核是流动的，外核的流动造成磁场，不是所有的星球都有磁场，地球有磁场的原因就是在于有这样的对流。将地球切一个角来看，外面是大气环流，下面是大洋的环流，地幔的对流造成板块运动，外核的对流造成地球的磁场，这样现象可以将地球系统整个空间理解为一个环流套着一个环流，一个对流跟着一个对流这样造成的。所以地球科学的研究，就需要把从大气的、海洋的、地幔的，一直到地核的对流关系研究清楚。有一次跟一位加拿大的地学领袖人物谈起现在地球科学在慢慢发展，是不是有一天也会象门捷列夫元素表，或者牛顿定律那样来个突破，或者恍然大悟原来地球是这么运作的。我们想可能没有这么简单，因为地球太复杂了，不会象牛顿定律这么简单，但一个可以找出基本的原理出来。而这个原理就是要有这样的视野的人，不光要有穿透空间全层的视野，还要有穿透时间视野的人来发现，这就是我下面要讲的时间的视野。

空间的视野需要放大，时间的视野更需要放大。我们知道现在我们的时间从昼夜这个 10^{-2} 的年到季节、到 El Niño、到太阳活动百年等级，千年等级、到地球轨道的周期，到板块运动的千万年周期，甚至更长的周期。

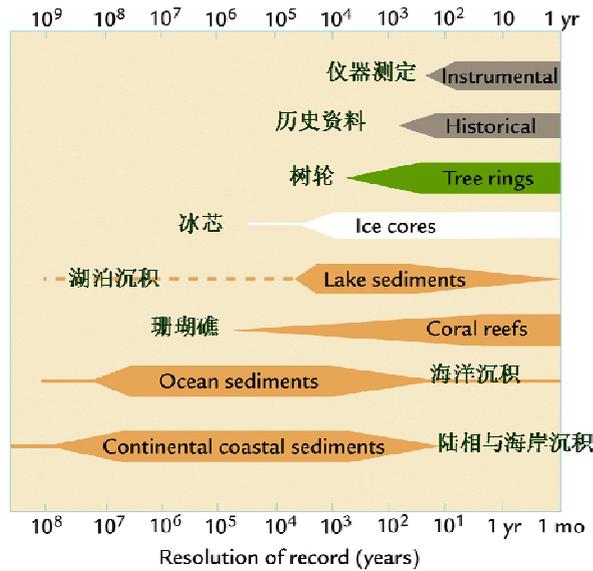


图 7 各种记录的时间分辨率

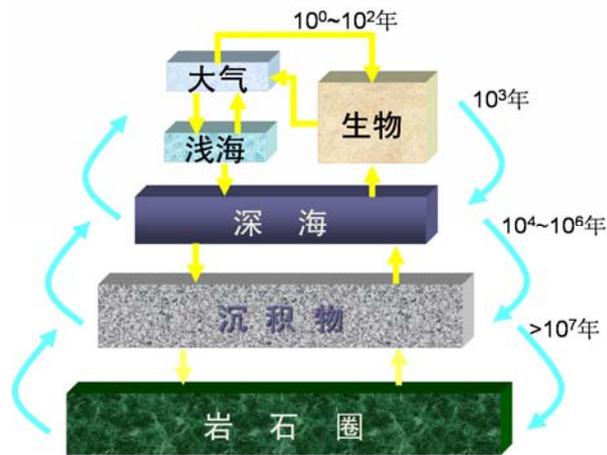


图 8 不同时间尺度的周期

现在提出的问题是宇宙大爆发有没有周期性, 前年发表在《Science》上的一篇文章曾经讨论宇宙大爆发是不是有几百亿年发生的周期, 这个问题提得非常好, 但答案目前还没有。这样来看, 我们的研究方法也有各种各样的时间表, 这些我们暂时不说。我只是想说我们可以看到有着不同时间尺度的周期性, 从 El Nino 到太阳周期、到千年周期, 到万年尺度的轨道周期, 一直到构造运动的五千万年尺度周期, 不同的时间尺度现象叠加在一起。我们研究很多自然现象之所以复杂就是因为这些现象全都堆在一块了。但是人们对于时间的视野也是从小到大的, 开始是很局限的。最早在十六世纪的时候, 也就是文艺复兴之前相信世界的历史只有四千年, 圣经是这么讲的。对于上帝一天就是千年, 千年就是一天, 这有点如我们大跃进时候一天就是二十年。最突出的是在 1650 年, 一位爱尔兰大主教根据

圣经上的描述，“计算”出上帝创世的确切时间是公元前 4004 年 10 月 23 日星期天早晨九点，这个精确度是很高的，但是创新度不多，因为“4000 年”创世是圣经里早就这么认为的。其实剑桥大学校长早十多年就算出过早晨九点，但大主教的贡献是“4004 年”，这些事情在当时是天经地义的，地球历史就是四千年。中国也有这样的计算，“太平御览”中转引徐整的文章，认为盘古开天辟地像个鸡蛋，盘古在当中，阴阳分开，天往上一天升一丈，地往下一天厚一丈，于是一天长两丈，最后经过一万八千年以后，天和地之间是九万里，他是通过计算得出，不是随口讲的。现在我们知道不是这样的，1896 年发现放射性元素之后，1904 年测得一个老的矿物年龄是 5 亿年。宇宙大爆发是一百多亿年，而地球的年龄和太阳系的年龄差不多，都是几十亿年的时间。现在相信太阳系的形成到地球的形成是很近的，太阳系形成是 40 多亿年前，形成之后经过一千万年左右就形成了地球的 64%。有个海外中国学生就讲他的模型计算铁地核如何形成的，铁跑到一起一下子沉下去形成地核，这是发表在《Science》的一个观点。地球的年龄很有争议，到底地球多少年。哈雷早在 18 世纪早期就提出可以计算地球的年龄，只要知道每年大陆上风化送到海中的盐分有多少，然后将所有大海中的盐分算一下就能算出年龄，但那时候由于不清楚全世界海水有多少，所以没法算出来。后来到 18 世纪后期，法国科学家根据地球从最热的温度至今冷却的时间来计算，要 7 万 5 千年到 16 万八千年。19 世纪物理学家一直认为地球年龄是几千万年，根据冷却和燃料燃烧原理，计算下来只能有几千万年。但地学界不同，达尔文提出进化论地球是慢慢变的，所以当时算出来最起码有 10 亿年，英国南部一个地区的地质过程就要 3 亿年才能完成，所以当时地学界和物理学产生了冲突，一直到居里夫人发现放射性元素测出年龄之后才得以平息。但是物理学领军人物开尔文，他发明 60 多个专利，发表 600 多篇文章，在 1862 年根据“热钟”的原理又重新进行了计算，提出地球年龄是 9 千八百万年，认为地球年龄不会超过 1 亿年。开尔文是 19 世纪最受人尊敬的科学家之一，因此多数科学家接受了他的计算结果，甚至后来当他将计算结果修正为 2400 万年时，也几乎没有人站出来反对。总之，物理学界认为地球燃料是要烧完的，热度总要冷下来，不可能几千万年以上还在烧，没有能量。后来发现了光学，测得铀放射物的年龄，才从物理学上证明地质学的观点是对的。

人类对时间的理解必然要体现在测量时间的方法上。回顾人类测年龄的方法从天文开始，早出晚归，春夏秋冬这个概念。但是在物理学上测量时间的范围是非

常大的,从普朗克时间的 10^{-43} 秒,到天文学上的 10^{17} 至 10^{18} 秒,这里面的余地是非常大的。早期用沙漏计时,后来有钟表了,后来又有石英表了,现在我们用电子表,逐渐在进步,但更大的进步是原子钟。现在宇航事业,都是要靠原子钟,人造卫星,航天科技都靠此,现在精度达到一天只差 10 亿分之一秒,非常非常精确。秒的定义也改了,20 世纪 50 年代的时候以西元 1900 年为平均太阳年,一秒为平均太阳年之 31556925.9747 分之一。到了现在秒是 Cs^{133} 原子两个能态之间周期性振荡 9,192,631,770 次的时间,这就告诉我们时间上的视野大大扩展了。刚才讲了物理学上的时间周期性范围大概有 60 个能量级,现在我们原子钟的时间两个能态之间的振荡是 90 亿分之一秒,而我们宇宙大爆发可能得到的周期是百亿年,这样下来相差 27 个量级。但我们个人的切身经历,从心跳周期到百岁死亡过程中,接触的不过 9 个量级,我们自己的量级和人类已经掌握的量级跟物理学上的范围这三个之间有非常非常大的差距和发现余地。

回过头来讲空间,空间的尺度也有非常大的变化。太阳系大概有 120 亿公里,银河系是 10 万个光年,人类可以看到的宇宙大概有 200 亿个光年。1 个光年差不多 9 万亿多公里,那么这样算下来我们看到的宇宙大概是 2 个 10^{26} 米,拿这个跟原子大小比较,原子的大小为 10^{-9} 到 10^{-10} 米,基本粒子质子、中子大概为原子的十万分之一,而轻子、夸克只有 10^{-19} 米,所以从总星系到原子差 36 个量级,到基本粒子差 45 个量级,时间范围我们可以利用的也就 27 个量级,而空间可以 45 个量级。所以,总的来说我们在空间上的跨度要比时间上的大,人类同空间打交道的能力要比时间打交道的能力强,空间上都可以去,而时间上无论跨越将来或者回到以前你都去不了。时间和空间上的尺度可以转换,可以跨越;空间上是一个一个环流,时间上是一个一个旋回,都有自己的尺度。

举个例子讲比如碳循环,世界上的碳存在几个不同的储库之间。而这个储库之间是相互交流的,上面表层交流比较快,用生物的呼吸和光合作用,物理学的降水或者燃料燃烧,这些都是比较快的;而到岩石圈里面,火山爆发喷出二氧化碳,岩石风化消耗二氧化碳,然后板块俯冲将碳带到地底下形成新的燃料,这种周期是比较慢的。因此,我们可以将碳循环从小的时间尺度到大的时间尺度加以识别,小的都是比较轻的物质,如大气,生物,慢的都是重的物质,像岩石圈。因此,时间尺度越长的过程,碳循环的量也越大,这就是空间上不同尺度的例子。时间上的尺度也是不同的,太阳黑子活动的尺度,海洋的尺度,地球运行轨道的尺度和构

造运动的尺度。做研究工作时要对这些不同的尺度弄得很清楚,你是在哪个尺度上讨论问题,如果弄错就会产生很大的错误。例如原来总以为地球轨道的运动造成万年尺度的变化,百万年尺度的变化总是构造作用造成的,其实这是错误的。我们看这张图,法国人计算的,2500 万年以来地球黄道偏心率的周期,每过 10 万年、40 万年一个周期,因此地球偏心周期有 10 万年,40 万年,还有 200 万年的周期。其他地球参数,如斜率也有不同等级的周期,有 4 万年的周期,它上面有 120 万年的周期。所以轨道运动不只有万年周期,而且还有说两种周期碰在一起的事件。譬如 240 万年之前北极冰盖的形成,为什么会形成?有各种各样的说法,其中有一种观点认为除了构造运动外,有轨道运动的原因,因为这一时期偏心率周期特别高,斜率周期也特别大,两种情况叠加形成北半球辐射量幅度变化最大,当幅度变化大的时候,容易造成辐射量非常低的情况,就容易形成冰期,所以当 120 万年斜率周期和 40 万年的偏心率周期碰上,就可以产生非周期性的事件,促成北半球冰盖的形成。但这两个周期碰上不是经常有的,这就是尺度的跨越,任何一个事物都是不同尺度的叠加,而关键要认识在什么尺度上研究。所以有时候我们会犯错误,是把时间尺度和空间尺度看错了,全球的事情看成局部的事情,更糟糕的是一把抓,混在一起。这里讲个局部与整体的例子,十八世纪末期到十九世纪初期关于岩石成因的争论。当年李四光给毛泽东写了“天文地质古生物”一书,讲了这个故事,也就是有两派学派,一派以德国著名的地质学家魏尔纳为代表,他是矿物学家,认为全世界的矿物都是水成的,花岗岩也是水成的,因为地球刚形成是原始海洋,关键在于他有很好的化学基础,但他所在的地方(德国中部)看到的都是沉积岩;另一派是英国著名的地质学家赫顿,有人说他是地质学的创始人,他认为岩石有火成的,当时的争论非常激烈。现在看来,实际上赫顿是对的,但他的认识宗教是不允许的,原始海洋都是大洪水,这些都是可以接受的,魏尔纳是个很严肃的科学家,但视野很狭窄,他没有走出远的地方,所以他看不到真正的火成岩。再举个例子,研究古气候的人知道,13000 年之前的有一个所谓“新仙女木事件”,仙女木(*Dryas octopetella*)是一种花,来自欧洲冷的地方。新仙女木出现过两次,晚的一次在 13000 年左右,所以叫“新”仙女木,这次事件很重要,因为是在冰期之后气候慢慢变暖过程中,突然又冷起来,在二十年之内温度一下子下降 7°C 但这件事是全世界的、还是局部性的一直存在争议。

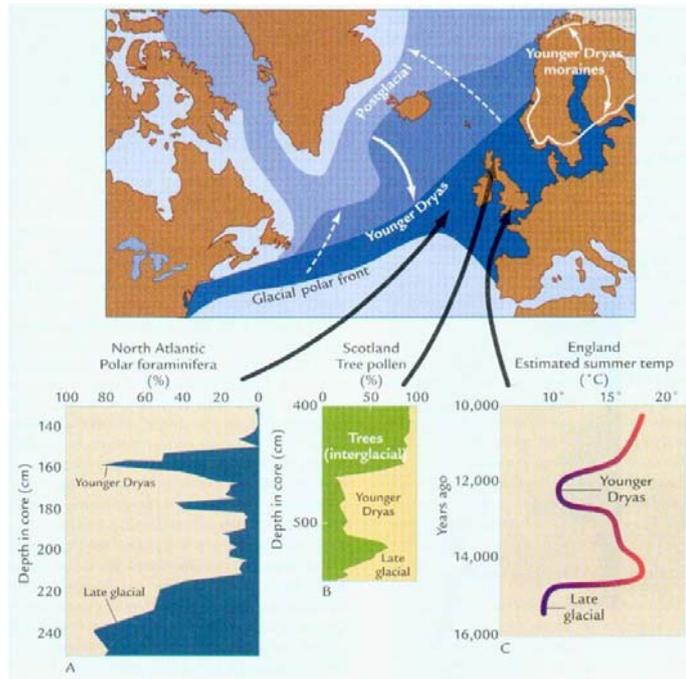


图9 新仙女木期

新仙女木事件是八十年代晚期才提出的问题，九十年代国际会议上讨论得很热闹。提出的人认为是欧洲特有的现象，但现在看来是全球的。他们认为北极冰盖的前方有个最大的湖，现在这个湖没有了，当时这个湖中的水是往南流的，后来冰往后退，河道就空出来了，穿过河道改道向东流到北大西洋去了，这使得北大西洋的水一下子变淡，淡了之后冰点就上升，这样使得这个地方的水又重新结冰了。但这个解释只能解释局部地方，后来发现各地都有“新仙女木事件”，这个假设被推翻了，现在看来“新仙女木”到处都有，而且不光这次冰期才有。这是我国袁道先院士用石笋做的曲线，红的是最后一次冰期（一万多年前）；绿的是十二万年前的冰期，上一个结冰期结束的时候，这两个冰期同样都出现这么一个情况。因而是每次冰期都发生，这就要我们研究为什么冰期到一定时候，它一定会来一个反扑。

不光时空有层次，其他如生物界也是如此。我们知道生物界有它的层次，从细胞、基因到生态系等等。有一种理论讲自然选择有多层次的选择，有个体层面的选择，有种群层面的选择，有物种层面的选择。各种个体选择赢了，不见得种群是划算的，种群也不见得越强越好的，如一种食肉动物跑得非常快，老虎吃羊，但发展太快，个体太强之后，羊吃光了，没有食物了，整个种群就得死。所以这里有一个多层面的问题。生物圈的概念现在变得很大，原来是只看得见的树虫花草，现在这概念不对了，有很多你看不见得，甚至用显微镜也看不见，所以这生物圈就变大了。这就是微型生物，在地底下，岩石里面，火山喷发喷出来的岩浆里面，都发现

有微生物存在,所以地球深部的生物圈是一大新闻。我们熟悉的生物有细胞核,属于真核生物;但更多的生物没有细胞核,属于原核生物,都是单细胞的微生物。原核生物是整个生物界的基础,我们发现现在的微生物都是一个微米左右,再小就没法进行光合作用了,但实际他们虽小,进行光合作用和树木花草却一样有贡献,这就是七、八十年代以来的发现。他们虽然可以小到零点几微米,但他们的数量非常大,像太平洋环流中央部分营养特别贫乏,包括南海海区,他们可以占到浮游生物的 90%,他们是主角,而我们看见的浮游生物已经不是了,已经属于“上层”了。所以现在将海洋浮游生物概念大大扩展了,这些微微型的、超微型的東西是打底的,在 20 个微米之上的才是有细胞核的真核生物。生物圈的范围也大大扩大了,从黄石公园的 90 度左右的热液到南极底下的东方湖底的都有微生物,更重要的是在岩石底下,海底底下上千米的地方都发现微生物,黑烟囱外面密密麻麻都是细菌,海底底下打上来的岩石里面也有细菌。以前说的玄武岩蚀变其实是细菌把玄武岩“吃”了,所以这样整个生物圈概念都变了。原来的生物分类主要是真核生物的天下,原核生物压在底下。现在从生物化学来讲,三分天下,真核生物、古菌、细菌平分秋色。原来认为生物生存的地方有限,现在发现从零下到 100 多度这些微生物都能生存。酸碱度也是这样,微生物能够生活的范围,碱性(pH 值)可以到 10、11,酸性(pH 值)可以到 0。当然这些生物新陈代谢的原理是不一样的,原来地球上的生存空间从海底一直到高山,现在可以深入到整个的海水底下地层中。

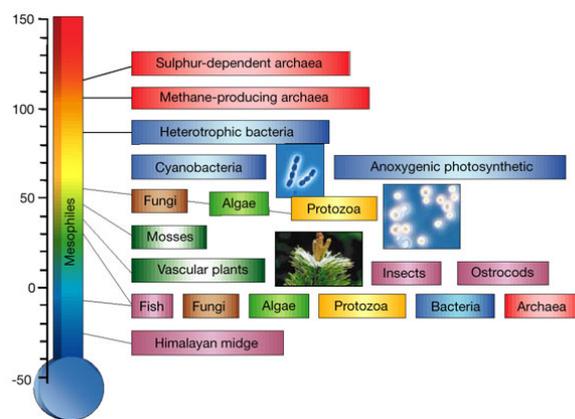


图 10 生命的温度界限

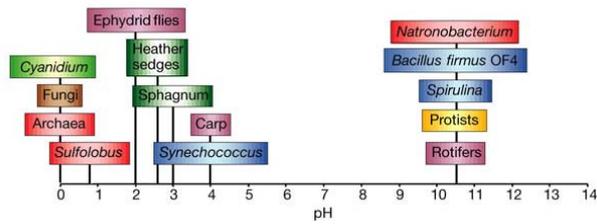


图 11 生命的酸碱度界限

现在生物圈概念跟从前完全不一样, 时间上也大大放大, 原来以为太古代是没有生物的, 现在我们讲真核生物只占地质历史的 15%, 85%的时间只有原核生物。所以应该说只有原核生物和微型生物才是地球上生态系的基础。美国科学家画了一张很有新意的图, 用同心线表示时间, 这是 34 亿年, 生命起源不久, 这是 25 亿年, 这是今天, 用臂的长短表示数目的多少, 颜色表示氧化还原, 可以发现真核生物发展的特别快, 但是在光合作用和新陈代谢的方法中, 我们只是占其中一种, 在化学层面上, 我们只是其中的一小部分而已。

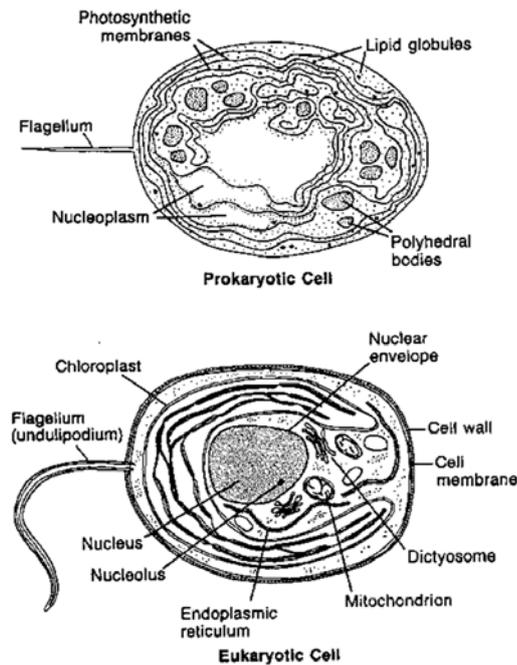


图 12 原核生物 (Prokaryotes) 和真核生物 (Eucaryotes)

所以说尺度上的转换是非常大的, 我再讲一下时空的转换。时间和空间都会转换, 这是爱因斯坦的相对论。我这里讲的是将相对论简单化, 我们看到的空间很多时候实际上是时间的投影, 从天文上讲, 看夜里的星空, 天空里那么多星星, 其实你看到的时间差大了, 有的距离是几百个光年, 有的是几百万的光年, 因为你看到星星在发亮, 到你这里这已经走了多少亿年了。所以你看到的星星是不同时间的现象在同一平面上的投影, 实际不是同一个时间的图景。正因为有这一概念

才有地质图, 什么叫地质图就是把不同年龄的岩石用不同的颜色画在平面上, 这就是时间在空间上的投影。人类也是这样, 如果回顾陶渊明的《桃花源记》, 到了山里面, “不知有汉, 无论魏、晋”, 不经意间几个朝代过去了。这种现象在中国历史上是非常多的, 看中国汉语的方言图, 绿色是普通话北方语系, 真的是特别复杂。我有一次请教北大侯仁之教授: 中国方言是越来越复杂, 还是越来越简单? 按交通越来越方便, 应该是越来越简化。但如果古时方言比现在还复杂, 那上朝时讲的什么话? 他当时没给答案。后来, 复旦大学历史地理的周振鹤老师给我很好的解答: 实际是越来越复杂的。历史上每一次游牧民族打进来, 中原贵族都往南跑, 跟当地语言结合形成新的方言, 所以现在看起来方言是越来越多的, 所以杭州是宋朝的首都, 福建很多是唐朝去的, 整个语言的演化就是如此。方言就是中国历史在地理上的投影。地质上也是这样: 大陆架的沉积物暴露在海底还是冰期时候形成的, 两万年前的, 后来现代沉积物堆在上面。这是东海的沉积图, 这块黑黑的才是现在盖上去的泥巴, 到这里就没有了, 所以 7000 年来沉积物的厚度图在这个地方, 往外是没有的。

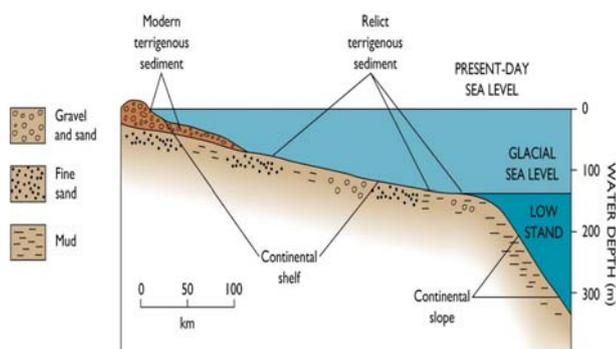


图 13 大陆架的残留沉积

所以我们经常犯的错误就是以为可以取表层样来代替现在的土层。表层样的年龄问题, 记得我国一位投稿人投的国际文章评审没有通过, 是因为样品不行, 不能笼统地用表层样代表现在沉积。水也有不同的年龄, 将 3000 深的水中的二氧化碳抽出来测得 ^{14}C 年年龄, 北大西洋深层水 250 年, 太平洋 750 年, 到我们这里 1000 多年。这个水的年龄是指水能和大气进行二氧化碳交换的年龄算, 不是真正的水年龄, 是水从海面沉下去的年龄, 这就是水的环流。这是最近我德国一位朋友做出来的成果: 世界各个海区不同地方的海水, 最近的冰期以来的年龄都是两样的 (^{14}C 测年都要将海水的年龄除掉, 都有一个校正值, 校正值各个海区不同), 各个时段都是不同的, 不能统一使用, 这就是要有一个时间的概念。所以说过程的

发生传播都要时间,不可能一刀切,我们看到的往往是不同的过程在同一个面上的投影,不能简单讲。

最后一部分我就讲破解地球系统就需要穿越时空。我们的前辈在半世纪前就提出“上天入地下海”,我们是真的在这么做。海洋系统在 70 年代就提出“进军三大洋,登上南极洲”,我们现在都做到了,唯独第一句话是永远做不到的,“查清中国海”,我想是永远查不清的。回过头来看,地球上的时间经过很多很多的变化,地质上的大部分时间是没有冰的,后来 3000 万年前南极有冰,200-300 万年前北极有冰,而两极都有冰盖这在地质历史上是绝无仅有的,自从“寒武纪生命大爆发”至今只发生过这一次。所以我们生活在今天,是非常有幸或者非常不幸的时期。回过头看整个地质历史,如果把地质历史看成一个圆圈,绝大部分时间是还原型的,陆地植物产生之前都是还原型地球,到后来才是氧化型地球,氧化地球产生之后又产生“暖室期”和“冰室期”的交换,暖室期是主要的,冰室期是很少的。冰室期里面冰期又是主要的,我们现在生活的间冰期又是少的,因此你我生活的时代是绝无仅有的,所以特别珍贵。

随着这些变化,生物也都是不一样的。早期太古代时期的生物、元古代产生的生物都是很少的,生命大爆发以来才有这么热闹的生物界,这就是从还原到氧化的变化。从还原到氧化的过程是生物圈的功劳,早期的生物圈是还原的生物圈,原核生物的新陈代谢方式多样。我们今天只能靠氧化环境,现在所有的新陈代谢都靠水。光合作用是将碳还原变成有机碳,而呼吸作用是将有机碳氧化变成无机碳,这样一种还原氧化过程是现在主要的,生存就靠这样一个过程,但是我们自己不进行光合作用。但光合作用的起源本身就是非常有意思的,早期都是化合作用,还没有光合作用。但是海底热液地区的高温会产生光能,这时候某一种生物在某个时候碰到了光,用光能生产有机物就特别高效,这就是后来推广的光合作用。但光合作用都需要酶,这个叫做 Rubisco 的酶非常重要,直到今天所有生物的光合作用还是靠这个酶来促进。但是大气不同了,大气的二氧化碳已经大大下降,而光合作用的酶又不能与时俱进,于是产生很多问题。我们知道叶绿素进行光合作用,当时演化产生的时候大气成分是高二氧化碳低氧,现在大气是高氧低二氧化碳,特别不适应,于是产生各种办法去适应。打个比喻说计算机的键盘,早年的键盘设计是根据打字机来设计,原来的字母顺序左上角从 QWERT 开头是怕打字的杆相碰,会接连出现的字母不能挨着。这种安排由于习惯一直沿用至

今，其实电子计算机早就没有这种问题。叶绿素里的 Rubisco 酶也是起着这么一个老的键盘作用，大气变了他不便，现在就要设法要修改，提高光合作用的效率。植物中有 C_3 植物和 C_4 植物之分，产生不同的光合作用。 C_4 植物是先把二氧化碳放在细胞某一部分，然后再使用它进行光合作用，这就是适应低二氧化碳环境的措施。根据同位素的地质纪录我们可以辨认，大气的成分在“寒武纪大爆发”的时候二氧化碳含量还是非常高的，到后来 3 亿年前（石炭纪）的时候一下子下去了，因为生物非常发达，把很多二氧化碳变成氧，那时候氧含量非常高，但是棋子又死了，因为这样下去生物腐烂不了，于是产生很多的煤炭。后来分解纤维素的生物演化产生以后，二氧化碳又回来了。在这段时间里氧含量特别高，那时候的动物特别大，蜻蜓的个儿比现在的鸟还大，树也特别高，这是非常怪的时期。

生物和大气需要碳和氮，这两样东西在原始地球上都不成问题，因为还原大气里面，氮是自由的。现在的氧化环境下，要用光合作用对付碳，固氮作用对付氮，采取各种方法，豆科植物的根瘤能进行固氮作用，能和氧化作用隔开，一些海洋生物也存在有固氮作用的酶。今天海水里面因为氧化环境二价铁已经不存在，三价铁不溶于水，而海水里固氮的酶有需要铁。最近在海里做实验将二价铁放入海水，海里的浮游生物马上就勃发起来了。浮游生物的“生物泵”可以吸收大气二氧化碳，有人认为冰期里风尘多，带给海洋的铁就可能降低大气的温室效应。这就是美国 Martin 提出的铁肥实验，说“你给我半船的铁，我还你一个冰期”，意思就是二价铁加入海洋，能让海洋里的浮游生物勃发，将二氧化碳吸到海水里，就会使冰期到来。现在的同样的现象是硅藻，南极周围的水富硅的，但大量的硅藻将硅用掉后，往北走的水即南极模态水贫硅富氮，跑到低纬度去之后，控制着低纬大洋的生产力。但在地质历史上的冰期里，南大洋被大片海冰覆盖，没有大量的硅藻利用海水里的硅，这些硅到低纬度地区浮上来，引起低纬大洋的硅藻勃发，大量的硅藻可以形成硅藻席，整个一片将营养全部用光沉到水里。中国科学院青岛海洋所就在西太平洋深海海底发现有硅藻层，那是贫养的地方，是从南大洋过来的富硅水引起硅藻勃发而形成的。

南极冰盖的形成，开始了最近三千万年来的“冰室期”，但是为什么形成至今有争论。最早认为是由环南极洋流形成的，原来南极和南美洲、澳洲都连着，后来板块运动南美洲、澳洲都跑开之后，形成环南极洋流导致南极的“热孤立”，所以出现冰盖。但后来发现拉开的时间在南极冰盖形成之后，所以这个推断又被

推翻，现在看来很可能是大气二氧化碳下降之后再加上构造运动造成的。北极冰盖形成晚得多，成因也有争论。北冰洋的淡水主要从西伯利亚的河水流进去的，因此美国人提出巴拿马海峡关闭之后，墨西哥湾湾流增强，湾流的水跑到这里，西风带把这个水气吹到西伯利亚，因此降水了，使得北冰洋结冰了。我的想法是反过来的，现代西伯利亚的河流、所有东亚的河流都是从蒙古西藏高原上往四周发散出去的，但早先不是这样，往东和往北的河流形成都比较晚。长江黄河的历史是比较早的，但入海都是第四纪的事。俄罗斯西伯利亚的三条大河也都是大约两百万年以来才流入北冰洋的，所以很可能是高原隆升之后这些河流的水才往北流，形成北极冰盖。所以总的来讲关于冰盖消长的事情也需要从全球的概念来看，不要只从一个方面来说。

我认为地球表层系统有两大关键，一个是冰盖的消长，一个是低纬度的季风。这是两头。今年九月份打算建一个全球季风工作组，就热带符合带即 ITCZ 位移进行研究。ITCZ 位置的移动和强度变化都会造成热带季风的强弱。现在认为全世界各大洲都有季风，在地质历史上季风也是普遍现象。当全球大陆凑在一起形成“联合大陆”时，季风很强，大陆中间根本没有雨，都靠季风来输水，现在的季风就没有这么强。说这么多，无非想说地球科学的研究不仅要穿越时空，还要穿越圈层。世界上研究古气候都是从第四纪开始的，但第四纪时非常独特的时间，在地质历史上缺乏代表性。我们要从时间大的跨度来看，既要考虑地球上冰的作用，也要考虑地球化学的作用，也就是水循环和碳循环两种结合；有高纬度的开关作用也有低纬度的引擎作用。

最近我在欧洲地球科学联盟做了一个报告，叫做“用全球季风的记录来为地球把脉”。由于地球轨道偏心率长周期的作用，地球上的气候和碳储库在第四纪以前有 40 万年的节律，好比地球的“心跳”，到了第四纪以后地球出现“心率不齐”的毛病，我们现在就在研究为什么出现心律不齐，这就要将冰和碳结合起来进行研究。借用韩非子的话来讲：“冰碳不同器而久、寒暑不同时而至”。他所指的冰碳，不完全是我们将的冰碳。我们今天讲的冰就是冰盖，碳就是二氧化碳，而我们地球上确实是两者“同器”，所以产生出气候变化的种种不同故事来。

（根据汪品先院士在“国家海洋局极地科学重点实验室 2007 极地科学夏季研讨班”的演讲
报告记录整理，2007 年 6 月 13 日，孙依昂 整理）

气候变化与南极：接下来会发生什么？

(第 30 届 ATCM 信息文件 IP124, 由 SCAR 提交, SCAR 主席 Chris Replay 教授在第 30 届 ATCM 上的演讲稿)

1. 从太空中看到的地球（经阿波罗 17 宇航员许可）为漆黑宇宙中的一颗蓝色小球。可看出夏季时期的南极大陆与上覆的冰雪。环绕行星的较薄的流动层—大气和海洋与生命特征—非洲中部的绿色部分均很为显眼。照片本身为最为发达物种—人类存在的有利证据。据我们所知，地球是独特的，对它的研究需要结合社会科学、经济学、生物学以及地质学、物理学与化学等多学科进行。

2. 来自太阳的能量是地球上除大陆缓慢的运动与地球内部过程外，各种其它活动的主要驱动力，从流体的运动到生命的韵律。相比之下，地热、月亮潮汐及人类产生的能量是微不足道的（因子为 1000）。中途截取的能量与辐射到太空中能量达成的平衡非常精确，小小差异会引起行星变暖或变冷。当利用专业相机观测时，太阳会以不同形式出现，这就广泛地揭示出太阳表层与大气的特征与可变性。太阳活动不仅驱动地球变化，还会引起其他天文现象，从陨星坠落到 λ 射线发射。行星本身非常复杂，其不同组分—大气、海洋、冰、生物圈、人类与固体地球彼此均相互作用，具有种种联系，而且一些呈现高度非线性。有证据表明，地球自发特征是其通过物理学、化学、生物学与地质学间的相互影响实现自我调节的方式、并维持各种有益于生命面临和适应内、外部变化的环境。

3. 虽然生命可能存在于宇宙中的其他地方，但我们仅知道在地球上存在生命。因而我们的行星无疑变为宇宙中最复杂的对象。无论如何，认识它均是一个重大的科学挑战。通过“简化”方式—即通过地球各个组分研究来推动科学进步这是一种必要的、但不充足的方法。有必要用系统的观点，将地球看作一个整体。对科学界来说，这一直是一个挑战。科学界已不得不学会消除学科间“界限 (silos)”并空前地开展共同协作。这一方面我们已取得很好的进步并需要更大的进步。更进一步的挑战是所研究对象之浩大及所观测的时空尺度之宽广。这些跨度范围可从精微的尺度到行星尺度 (10^{13})，从小于一秒变动到百万年 (10^{20})。即使将全世界研究人员及仪器设备资源计算在内，其覆盖率也是很少的，因此，必须高度聚焦优先领域来进行研究。国际合作与协调也尤为重要。世界上没有行星“用户指南”，地球（各种资源）是有限的，没有备用的。可是所有的生命均依靠这种无偿的“生态服务”。这些服务包括供应干净的空气、淡水、食物、纤维、避身处与精神上的满足，以及许多深奥与高价值的服务（如农作物的授粉）。尽管需要爱护与保护我们不可替代的“生命维持系统（也称维生系统）”已不言而喻，但由于人类活动的影响，地球的状态日益恶化。

4. 世界野生动植物基金 (WWF) “现存行星” 报告表明，“人类生态足迹” —为满足人类生态

资源及服务利用所需而需保护的、具有生态生产力的陆域和水域在二十世纪八十年代就已超过“一颗行星”的限度。基于全球 1313 个脊椎动物物种数量现状，WWF“现存行星”指数在 30 年内减少了 30%。

5. 直到十八世纪后期，人类能量的使用可表现出“有机的”特征—开发风能与水能以及“驮畜”的能力，包括人类，一般为奴隶。

6. 基于化石燃料能量系统的转换—在地下通过百万年的生物与地质过程而形成—已算迅速了（即便按人类的标准），并将人类的生存条件变得更加适宜。富集和唾手可得的能量，科学与科技进步—尤其是医药领域，导致人口数量爆炸性增长。加上快速的经济增长，这已达到人类成为全球尺度的压力这一界限点。由于人类所引起的气候变化与臭氧层耗损就是两个例证。

7. 燃烧化石燃料所产生的能量可被看作“短暂的副产品”，而实际产品为大气中碳含量增加（以二氧化碳的形式）。虽然陆地生物圈（植物、树木与土壤）与海洋已帮助吸收了将近一半的排放量，大气中碳的含量仍快速增加（比气候与碳自然周期要快一千倍）、并且十分显著（增加了 35%，相当于从冰期到间冰期的自然变化量级）。地质过程（岩石风化）可从空气中移走（部分）二氧化碳，但其发生所经历的时间尺度太长且无济于事。虽然人类排放的二氧化碳和海洋、大气及陆地生物圈间每年的“自然”交换（的二氧化碳）相比较小，但它扰乱了这一稳定系统已调整好的平衡状态。

8. 每年人类碳排放量已从 1850 年的几百万吨到今天的七十亿吨（GtC）（二氧化碳排放量为 3.67 倍以上）。对大气起作用的为注入碳的总量，预估为五百亿吨，其中，三百二十亿吨来自碳燃料的燃烧及水泥生产，一百八十亿吨来自陆地使用变化（主要是森林采伐）。

9. 始于二十世纪五十年代进行的大气二氧化碳浓度直接测量，以及结合南极冰芯中收集的气泡中的数据，表明由人类引起了二氧化碳浓度显著性增加，并揭示现今二氧化碳浓度高于过去 86 万年内的任何时期。

10. “温室效应”及其作用方式已在十九世纪中期就被弄清。对火星、金星与水星表面温度的测量证明了我们有能力计算其影响。主要问题在于地球大气的不透明性（主要是由于水汽与二氧化碳的存在）和来自地球表面的红外（热）辐射，由此导致大气变暖，而一些辐射能量依次返回到地球表面。这个现象是非常有益的，由于地球表面比其应有的温度高出 30℃，这就使得“就我们所知的生命”可能存在。人类排放二氧化碳增大了这种效应，一方面是直接，另一方面是因为较暖的大气携带较多的水汽。其结果为当前表面接收热量与热损失之间的净不均衡量估计为 1.5 W/m^2 。

11. 90% 以上的热不均衡为海洋所吸收，这可从近 30 年来数千次观测所获得的平均垂直温度剖面上看出，此剖面所表现的表层增温的逐步加深与数值模型预测结果相符，但与自然可变性不一致。

12. 从前工业化时期以来，所测的 0.7℃ 陆地表面增温也可归因于自然（太阳所产生与系统内部变动）与人为两种因素。其地理分布是不规则的，极地区域部分（阿拉斯加、西伯利亚、

南极半岛)呈现出最强的增长—为平均值的5倍。这与所预测的、由“冰—反照率”反馈引起的极区增暖放大相一致,在这一反馈过程中,冰雪(反射了约90%的入射太阳辐射)的损失将陆地或海洋暴露出来。在夏季,这就导致进一步的变暖与冰雪损失。在冬季,它会造成释放回大气的热量增加,但其净结果就是增温效应的放大。

13. 联合国政府间气候变化委员会(IPCC)第四次评估报告工作组I的政策制定概要推断(i)由于人类排放的结果,当前大气中温室气体浓度远远超过过去至少65万年以来的水平(IPCC完成的评论中数据分析的界限),(ii)基于众多事实的证据,气候系统增暖是明确的,(iii)气候驱动完全是由人类所产生的。这些结论是基于对经数千次专家评审的科学出版物的评估后得出的,已被113个国家政府指定代表所认同,包括其政府管理层持“气候怀疑论”的国家。有迹象表明IPCC的结论趋于保守。

14. 对古时期全球气温与海平面的比较表明,当世界较暖时,海平面上升。寒冷、高海拔的大冰盖内任何一次初始生长量大于其外围融化、滑动造成的损失。

15. 目前冷冻圈内一个比较明显的退缩例子为在30年内北冰洋夏季海冰范围减少了25%,这一持续的损失对北冰洋生态系统有显著影响,这包括诸如北极熊等相关的大型动物。

16. 虽然过去百年内全球海平面上升20cm主要是由海水热膨胀、高山冰川与小冰盖的融化造成的,但是,由格陵兰冰盖(7m)与南极冰盖(57m)的变薄可能引起海平面上升0.5m的贡献量仍是冷冻圈较小的组成部分。

17-19. 过去40年里在南极半岛观测到的2.5°C的增温为地球上最大的陆地增温。由此,近90%的冰川正在退却,冰架持续瓦解。表面出现融化是冰架瓦解的关键所在,这导致水通过裂隙下灌并破坏了冰架完整的结构,使其易于崩塌。那些已崩塌的冰架位于夏季表面融化界线以北。在冰崖部位,冰架一般为几百米厚,崩塌现象在此停止。由于冰架是漂浮的,其大部分都位于水面以下。因而当其在适当的位置时,仅有可能通过发射潜艇或从上面钻孔来探测其水下部分。一旦他们崩塌,就可以派遣船只到此区域并采集其水下部分的样品。这些将展现出冰架的历史。按这种方法,我们发现北部冰架在3000-5000年前是缺乏的,当时是处于“自然”(非人为)温暖状态。但Larsen B的崩塌说明其已在适当的位置至少1万年,由于其“达到了其他增温所未能达到的部分”,因而我们有时称此前的增温为“Heineken”事件。

20. 近来一部很重要的出版物指出导致冰架崩塌的半岛上方与周围暖空气流入的增加可归因于人为全球变暖综合作用结果,这就导致南大洋周围西风带的增强,人为造成的南极臭氧洞产生。这是一个很重要的、由人类引起的当代区域变动例子。

21. Larsen B冰架的崩塌导致失出支撑的流出冰架(feed glaciers)流动持续增加,与此同时冰架支撑的区域仍完整无缺,未表现出任何变化。这就解决了一个长期存在的争论:边缘冰架是否对内部流动起着重要的反向压力作用—结论为它们正是如此。

22-23. 此结果非常重要,因为据此可洞察出西南极冰盖(WAIS)阿蒙森海湾(ASE)观测到的主要冰流可能存在的机制。已通过空载和机载高度计与激光雷达、空载图像与重力仪器对

其进行了探测。海洋微小（约 0.1 °C）的增温将导致边缘冰架崩塌，进而引起观测到的冰流出。WAIS 的其他排出盆地均被保持完整的大冰架“堵塞”。自二十世纪七十年代开始 WAIS 的稳定性已成为研究课题，这是由于其主体位于海平面以下的基岩上，一些地方有 2.5 千米之深——并经历了“拱形的”流压（“Archimedean” hydrostatic uplift）提升。大家所关注的为基线（海冰提升和开始漂浮的地方）的退却会引起正反馈，造成排水的盆地完全排空。最难解决的问题（trillion dollar questions）是此种排水量为“多少”、速度有“多快”？

24. 由于阿蒙森海湾是一个非常偏僻且难以到达的区域，因而这是一个很难从事的课题。在这个区域内没有研究基地，因而航空调查与现场操作需要强大的运输能力以补给必需的燃料。在 2005 年夏季，在美国国家基金委的帮助下，这项研究得以开展，英国南极局与德克萨斯大学利用装备冰雷达的双水獭飞机（Twin Otter aircraft）对 Pine 岛集水盆地与 Thwaites 冰川进行了调查。在 7 周时间内，这两个航次飞行了 10 万公里，对底部基岩表面地形进行了测量。

25-26. 结果性图像表明，如果当前排出状态继续发展，相当于能引起全球海平面上升 1-1.5 米的冰体将被带到海洋。然而，人类此前并未观测到冰架的崩塌，比如对排出是继续或是逐渐消失等有关过程我们还了解的不够。对过去 50 万年来全球平均温度与海平面的比较表明，在上个间冰期（12 万年以前），其温度比当前高几摄氏度，海平面高 4-6 米。由此可推测，约一半的额外融化来源于格陵兰冰架南部冰穹的崩塌，一半来源于西南极冰盖（WAIS）。然而，源自较早暖期的数据表明温度与海平面之间的关系是变动的。

27. 对格陵兰冰盖与西南极冰盖冰川加速的卫星观测，和结合格陵兰“冰震”事件增长的记录，震惊了冰川界，使得他们重新评估冰架对气候变暖反应速度与强度的观点。这个观点的转变也与这一发现有关——冰架下存在复杂且极为动态的排水网，该网络通过其对冰与其下基岩之间摩擦的影响，对冰流产生重要的作用。很显然，现今的数值模拟不能预测此种排水的速度或状态，因为它未包括“有水状态”冰动力学，并在任何情况下都会遇到基线处数值稳定性问题。

28. 上个冰期末以来海平面上升的记录显示，在过去 9 千年期间海平面上升保持 1 米/百年这一不变的速度，仅发生过两次速度猛增。在利用现今情况进行类推时需非常谨慎，这是因为在北部具有较大的冰覆，冰架结构与当今已十分不同。不过，它提出了各种可能性，尤其是海平面上升猛增是否与冰架排水盆地处的崩塌相关联？西南极冰盖是否存在这种类似排放。在过去 3 千年，海平面上升趋于稳定，但在上个世纪开始上升，最初到 20 厘米/百年，现达到 30 厘米/百年。

29-30. 2007-2008 国际极地年的主要任务是研究主要冰架对海平面上升的贡献，180 个项目中将会有 11 个关注此问题的某些方面。有必要设立一个综合的课题将这些信息综合起来从而做出政策性结论。

31-33. 将来海平面的上升可能影响数百万人的生命，影响价值万亿美元的基础设施。伦敦一

次洪涝会造成约 300 亿英镑的损失，相当于英国 GDP 的 2%。伦敦将来会被洪水淹没吗？正如我们在 2005 年 9 月所目击到新奥尔良一样（由于不同原因造成），这种想象不到的事情有可能发生。

34-35. 预测未来，基于对人口、经济增长与气候变化缓解措施所采用的行动和努力的不同假设，IPCC 所得出的温度预测，预测世纪末尚未认知的地球。联合国气候变化框架协议要求各国避免“危险性的”气候变化。但从太平洋环礁居民到西欧或美国城镇居民的各自观点来看，这一协议的颁布其反响非常不同，如，一些国家和团体会采用 2 °C 的全球平均温度增长作为“安全”界线，认同如此强制性约束的局限性。这对应于大气中温室气体浓度相当于二氧化碳浓度 450 ppm。有证据表明，如果增长超过此阈值，会产生十分不好的后果，如格陵兰冰架南半部将不可避免崩塌。人类的目标必须设定为“避免难以管理的事件出现，应付不可避免的事件”。

36. 问题就是将大气中二氧化碳浓度稳定在给定的水平上，一旦达到此水平就必须停止增加二氧化碳（的排放）！可以承受的排放量标准目前还不清楚；可能是每年净排放量为 20 亿吨。但有根据的利害关系是在较暖的地球上，陆地生物圈与海洋将变成碳源而不是碳汇，在此种情况下，必须将排放量降低。对大气真正起作用的为碳输入总量。对第一位近似值来说，人类对在我们达到目前排放量较低甚至负值水平之前我们已排放多少（5000 亿吨）有一个额外的预算。为了维持在“允许”总量上，下滑率必须很大，因而将此问题推后而不是提前的话将使问题变得更为困难且花费更多。

37-38. 一个普遍受到称赞的策略为发展多种降低未来人类排放量方法，每种方法在 2050 年前达到减少 10 亿吨的排放。7 个这种“补救方法”将使排放量稳定在当前水平上，附加的补救方法将实现附加的减少，将年增益减少到允许的水平。补救方法包括提高能量功效与守恒，将较少的碳强烈燃料（气煤气优于煤炭）转化为生物燃料，原子能，更好地管理陆地生物圈，尤其是森林，二氧化碳捕捉与存储。Al Gore 指出虽然没有银色子弹，但我们有银色“铅弹”。

39. 许多经济团体与政府机构在考虑什么是以“技术—乐观派”为特征的解决方案。在瑞典能量公司 Vattenfall 网页上找到的一项让人记忆犹新的研究真是一个这样的实例。

40. 然而，补救方法的成本在文献上难以找到。我尝试了一些大致的估计。原子能、风、更有效使用汽车 10 亿吨的楔入，将需要 \$1-4Tn 范围内的投资。由于世界年均 GDP 目前为 \$60Tn 量级，在原则上这是可以负担得起的，并与当前 Stern 报告（英国政府委托）的结论相一致，其结论为从现在开始 1%GDP（每年 \$0.6Tn）的投资，将避免未来气候变化所引起的 20% 的经济下滑。将这些数字与在“生产照常运行（Business As Usual）”基础上用以满足未来预测的世界油需求预估常规油生产 \$3-5Tn 的投资相比，前景是光明的。

41. “能量挑战”的特征为其跨越了人类行为的多个领域以致它的解决方案对“单一”模式是不起作用。其他选择包括肉食到素食主义的转换，集中力量解决人口增长。后者提供了 10 亿吨楔入的前景，其代价比科技方法要小 1000 倍。间接的受益为人类缺乏就没有足迹存

在。

42. 限制人类碳排放的一个基本方法为通过控制其源头将碳保存在地下——也就是限制其析出。很难想象碳成为违法的物质，但这是必定发生的有效方式，且早发生比晚发生要好。这是继所有解决方案之后限制人类排放的含氯氟烃所引起的同温层臭氧损耗，且此方法可行！另外一种方法是寻找具有经济成本与经济能量的技术方法在使用中隔离碳并把碳“吸”回大气之外。我们实现此方法的能力将直接影响下一代可以开发的化石燃料能量的数量。

43. 令人担忧的事实为，在过去 7 年，在“生产照常运行”的策略下，人类碳排放持续增加，与必须稳定在 450 ppm 上的方法严重背离。我们可以制定新的策略，但最后，如果这些策略同样不起作用，450 ppm 稳定性水平将不可能达到。

44. 寻找解决方法时，一个重要的复杂的因素为所预测到的人类二氧化碳排放量增加的体积归结于国家的发展，正如其已受益的方式其无疑拥有受益的权利。剩余二氧化碳“预算”的分离就变成道德、公正与可持续性的问题。

45. 人类所面临的挑战是空前的。问题的迹象复杂且在具体层面具有技术不确定性，当前行为影响在时间空间上是分布的且关系疏远，“相同城市”在性质上是隔绝的，在人口增长，人口统计、社会结构与行为上有着惯性，强烈的既定兴趣收到威胁，在发达与发展中社会间共享存在着重要问题，权限、能力及与需求有关的现存制度的动机有着很大的不匹配。

46. 加以领导（和管理）是必需的。虽然原则上各方已清楚这点，实际上，对领导之必要性（的认识）目前是缺乏的。

47-48. 以人类管理事务的方式，其面临的“重大测试”为从进攻与物理强度得到回报的状态转变为为全球公共着想，成功需要依靠智力协作的状态。南极条约系统无疑提供了一个绝好的开端与示例。需要迫切解决的问题为：由于气候变化及其影响已施加到我们身上，那么未来一代的生活质量将取决于我们。

49. 总的来说，我给出两个引证，一个对怎样重整协定行为提供见解，另一个以必需的乐观主义观点作为结束。

“如果地球直径仅有几英尺，漂浮在某地几英尺之上，人们以之为奇将从各地赶来……由于仅有一个，他们将宣称其是神圣的，并保护它避免受伤害”（Joe Miller）

“我们的问题是由人类造成的，因而也将由人类自己来解决”（John F Kennedy）

（李娜 译）

南极与气候变化——治理上的意义

(第 30 届 ATCM 信息文件, 由英国提交)

摘要: 南极是宝贵的天然实验室, 其受人类影响很小而且接近原始的自然环境系统, 使得研究气候变化和未受人类直接影响的原始自然环境之间的复杂关系成为可能。考虑到过去和未来的气候变化对(南极)大陆的影响, 能够为我们提供一些有价值的例证, 当我们试图制定合理有效的应对气候变化的政策时, 必须牢记这些。特别地, 气候变化的不协调性、人类活动影响的出现、废气排放导致的变化长期性, 都通过近来出现和预测到南极大陆的变化很好地体现出来。

1. 引言: 南极——天然实验室

关于南极的气候变化, 许多科学家作了深入研究, 并发表了大量的科技文献, 其中包括一些非常有价值的评论文章(例如 Anisimov *et al.* 2001; Anisimov *et al.* in press)。在这里, 我不打算重提这些工作, 而是探讨一些相关理论基础, 为我们制定应对气候变化的策略提供依据。

地球上的人类正在对自己赖以生存的大自然进行两个交叠的实验。第一个是: 自然环境将如何应对不断增加的、非常直接的人类活动的影响, 包括工业用地的扩张、生态系统破坏所造成的损失、食物链中污染的加剧等等。第二个实验是: 如果我们人类极端而快速地改变了自然环境的根基之一——气候, 自然环境本身如何应对。通过温室气体的排放, 我们造成了显著的气候变化。通过分析南极古老冰芯表明: 目前二氧化碳和甲烷的浓度比 65,000 年以前的任何时候分别超出了 30% 和 130%(Siegenthaler *et al.* 2005; Spahni *et al.* 2005)。并且, 这些温室气体浓度的变化率大约是同期自然变率的 200 倍。毫无疑问, 这些会引起全球气候、自然和人类系统不可逆转的快速变化, 愈来愈多的证据表明, 这些变化正在进行中(IPCC Working Group II 2001)。由于地球上物种与生态系统只能在特定的气候条件下生存, 因此人类所导致的气候变化将实时地影响到我们星球上的每一个生命。

这两个实验如此错综复杂, 以至于在未来十年里发生的影响, 我们很难将其中的因果关系联系起来。一些人认为找出其中的因果关系简直是纸上谈兵, 但是一个非常实际的动机不能被忽视: 如果我们能够理解减少人类活动对地球系统的累积影响是多么的有意义, 我们就知道我们的努力是多么有意义。因为, 如果对因果关系没有一个清晰的认识, 我们永远不能预测任何适应与减缓措施的有效性。

例如, 我们可能会关注气候变化对某个特定地区的特定物种的影响。如果气候变化导致它们不能适应, 那么它们为了生存必须迁徙到一个更适宜的环境里重新开始。但是, 城市与道路的修建、农林土地的滥用, 意味着迁徙目的地和路径早已不复存在。人类的活动导致自然物种的传播能力大大降低。显然, 如果地球的物种发生灭绝, 气候变化和人类直接影响难

辞其咎。实际上,在这个案例中,这些效应结合形成多元压力,比任何一个独立的因素都增强了影响作用(Pittock and Jones 2000)。多元压力的乘法效应不是特别令人感到惊讶,但是如果我们探索如何降低这些效应,多元压力的乘法效应至关重要。对于上面提及的案例,如果我们设法使该物种免于灭绝,我们会发现气候变化如此之快,以至于无法避免物种的灭绝。或许维持其迁徙路径、将它们更换到另一个环境里对维持其生存而言是有效的。在任一事件中,我们都清楚这是气候变化和人类活动的后果,但是它们如何相互影响是我们制定合理的应对策略的专业理论基础。

南极大陆是一个我们可以证实的、受人类活动的直接影响甚小、仅正在进行一项活动的区域。目前南极大陆在《南极条约》的保护下,可以说仍然是人迹罕至。自然质朴的南极环境意味:我们能够在没有人类社会活动和政治社会环境的影响的情况下,研究气候变化对南极大陆的影响。当然,不能说南极大陆完全没有人类直接的冲击,但是与那些每片土地、每个物种和每个自然过程均不堪人类活动重负的发达与发展中国家比较,南极地区的人类活动的因素非常有限。因此,南极大陆是最不复杂的大陆,我们仍然视其之为一个可以探索气候变化对生态系统的影响的天然实验室。这是一个控制实验,它能让我们更好地理解其他地区的气候变化和人类影响的相互作用。仅此一点,保护南极大陆的自然质朴状态,并将其作为天然实验室是非常必要的,它将使我们更加清楚地理解我们赖以生存的星球上的其他地区的多元压力复杂性。

2. 南极与气候变化

南极大陆的跨幅不应该被低估。其最宽的距离几乎相当于从伦敦到纽约的距离(5500 公里),略大于从新西兰的惠灵顿到澳大利亚的佩思的距离。在南极大陆,有一些独特的地理环境,如高大的山脉(南极横穿山脉和南极半岛)以及东南极冰盖和西南极冰盖。

整个南极大陆,过去 50 年的气候变化记录仅局限在一些少数的科学考察站,而且这些记录所反映出现象非常的复杂。不考虑南极半岛,南极大陆共有 19 个考察站,拥有 30 年以上的长期温度记录,其中 12 个站显示一直增暖,其余 7 个则显示一直变冷,但只有两个考察站变幅明显,达到 10%(增暖站和变冷站各一个)(Turner *et al.* 2005)。总体来说,南极大陆气候变暖的平均趋势与全球平均气候变暖趋势具有可比性(Vaughan *et al.* 2003),并且没有确凿的证据证明南极大陆像北极那样,其气候变化具有洲际范围的极地放大效应(Serreze and Francis 2006)。

与此对应的是,南极半岛的几个长期气候记录表明,这里有显著的增温趋势。在过去 50 年里,南极半岛的西海岸是全球增温最快的几个区域之一,年平均升温约 3 °C,大约是全球平均增暖的 10 倍。南极半岛的急剧增温现象引起了一系列变化,例如冰架退却(Vaughan and Doake 1996),植物群(Convey 2001)和企鹅分布(e.g. Emslie *et al.* 1998)的变化。

为弄清南极半岛增温现象到底是该地区自然循环周期的一部分,还是人类活动对气候影响在局地的放大效应,已经做了大量的工作。有证据证明这一增温现象可能由后者引起的。

冰架就是浮动冰川在海洋的外延部分。海洋沉淀物记录表明南极半岛纳森冰架 B (Larsen B Ice shelf) 已经存在至少 10000 年(Domack *et al.* 2005)。最近, 夏季高温已经导致该冰架后退甚至崩溃。沿南极半岛分布的、同样较为脆弱的几个冰架也如此(Morris and Vaughan 2003)。这并非是偶然发生的, 同时也表明目前的气候增温现象不是自然循环周期的一部分。并且观测到在南极半岛的西风带强度有所增强, 这可能是由温室气体增强和臭氧层消失将暖气团带到这个地区所引起, 这使我们很自然地将南极半岛异常增温和全球变暖联系起来(Marshall *et al.* 2004)。

综上所述, 在南极大陆观测到的气候变化在区域表现不一致。一部分区域正以全球变暖的速率变暖, 一部分区域在不断变冷, 而南极半岛区域的增温却非常显著, 远大于全球平均水平。既然如此, 我们如何应对? 这对政策制定者意味什么?

一句话, 就是我们不应该对如此区域性的、时空变化差异性很大的气候变化现象感到惊讶。然而, 这个回答无需更多的讨论。虽然许多气候学家把精力集中在用大尺度(全球)模型来研究气候变化, 并且这些模型被认为是了解气候变化最好的工具, 但是目前我们不能奢望这些模型能够模拟全球的气候变化如何影响像南极半岛一样的小区域, 尤其更为重要的是如何影响某些国家或州等更小的区域(e.g. Mitchell *et al.* 1999)。现在的模型没有足够高的网格分辨率(空间分辨率), 不能捕捉对局地气候有显著影响的所有物理过程。南极半岛是一个最好的例子, 其目前的气候变化梯度特别大, 现有模式中, 甚至很小的一个地理位置变动能够产生气候的急剧变化。但是, 南极半岛不是唯一的例子, 在世界其他地方这种急剧的局地气候变化是同样可能存在的, 即使目前我们仍没有发现这样的地方。

大体上, 我们在了解未来的气候变化中, 区域时空的气候变化的不一致是不可避免的, 但是, 到底哪些区域将会急剧增温、而哪些区域将缓慢增温并不清楚。在 20 世纪有显著增暖的南极半岛, 可能是一个极端的例子, 但是如果相似的温度变化速率在人口稠密区域发生, 这将会损害该区域几乎所有的环境系统的和人类社会。在没有任何预测和预警的情况下, 如果相似的气候变率出现在新西兰, 在 50 年内, 惠灵顿(新西兰北岛最南端, 新西兰首都)的气候将会变得和奥克兰(新西兰北岛西北岸港市)一样。气候变化的非一致性以及目前研究手段的有限性, 这将严重限制了政策制订者作出应对策略。目前, 气候模型正在迅速发展, 而且在十年内我们将拥有足够精度分辨率的、表达完善的物理过程的模型, 并可以重现我们现在看到的气候变化的非一致性, 得出可靠的局地气候预测预报。但是我们做到这些的时候, 政策制定者一定要制定出应对全球气候变化的相关策略, 同时接受在特别的区域性的变化速率可能大大超过全球平均变化速率这样的事实。

3. 南极与海平面上升

目前, 海平面正在上升。全球的潮汐监测网表明: 在上世纪, 全球海平面平均上升了 10–20 cm (Church *et al.* 2001), 并且, 在过去几年里, 对卫星观测数据的研究表明, 上世纪末期海平面加速上升。在过去的十年里, 海平面上升的速率相当于每 100 年 30 cm (Cazenave

and Nerem 2004), 而该海平面的加速上升过程恰好与过去有记录以来的最暖的 10 年相对应 (Shein *et al.* 2006), 这说明海平面上升和气候变化有着密切联系。但是全球海平面上升是众多因素的积累作用(包括海洋的热膨胀、冰川融化等), 所以未来海平面的变化仍有很大的不确定性, 最关键之处在于格陵兰冰川和南极冰川影响。

直到几年前, 科学家仍对南极冰盖是否对全球海平面上升有所贡献了解甚少。一些相关的研究只是泛泛而谈, 或试图以冰山生消和降雪量之差来简单计算海平面变化。这看起来比较直观, 但是对整个南极大陆的推算过程必然存在一些不可避免的不确定性, 这使我们没有得到任何有效的估计。但是, 在最近的十年里, 由于星载高度计这一新技术为冰川学家提供了高精度的冰盖表面地形图, 情况发生转机。这些星载高度计非常精确, 从其图像上我们能分辨出南极和格陵兰岛冰表面每年 1 厘米的微小变化, 这种变化是由降雪和冰川流动等之间的不平衡引起的。星载高度计提供的这些图像表明, 南极冰盖的一部分区域在增厚, 而另外一部分区域在变薄(Wingham *et al.* 2006; Zwally *et al.* 2005)。在不到十年的时间里, 关于南极冰盖的科学研究重点已经发生了根本的改变, 从南极冰盖是否发生变化的简单概念性问题, 转向了更为困难的问题——弄清导致南极冰盖变化的原因并对未来变化作出可靠的预测。

简单地说, 由星载高度计数据得到的图像表明较大部分的南极冰盖(东南极冰盖, EAIS)正在增厚, 增厚的速率每年仅几个厘米。根据过去十年的观测推断, 这可能是由于该区域降雪量高于平均值所引起, 或者是与气候变化引起的降雪量的长期变化有关。很多气候模式已经预测到这样的变化(Lynch *et al.* 2006)。如果这一结论被证实, 东南极冰盖随着气候变化继续增厚, 这在一定程度上会降低海平面上升的速率。

然而在西南极冰盖的阿蒙森海湾, 冰盖的变化率更快, 并且是在变薄。在大约 400 000 km² 的范围内, 该冰盖以每年数十厘米的速率变薄, 某些地方甚至每年变化数米。这种变化不能简单地归因于异常的降雪量; 实际上, 这是因为冰川加速导致冰盖出现不平衡, 一些区域冰流出量大于降雪量。许多学者认为冰川加速的内在原因是在于海洋——海洋中的一些变化会引起冰川下游更快变薄和流动, 这将拉动南极冰盖腹地(冰的流动)。虽然东南极冰盖放慢海平面上升的能力有限, 但西南极冰盖的变化对海平面变化的影响甚为强烈。我们现在看到的海平面变化, 被认为是主要冰川退却的结果(Vaughan, *in press*)。如果真是如此, 西南极冰盖将失去大部分, 即使需要几百年的时间, 目前关于海平面上升(幅度)的预测也远远太小。

目前并不清楚导致阿蒙森海湾冰盖退却的海洋变化因素。是由人类导致的气候变化引起的, 还是由海洋系统本身的扰动造成的? 更多的人认为阿蒙森海湾冰盖和气候变化之间是有联系的(Payne *et al.* 2004)。毫无疑问, 控制气候变化和冰盖退却之间联系的关键因素尚有待认识, 这使得我们难以预测如何控制温室气体的排放才可能抑制西南极冰盖的崩溃。

那么决策者如何应对? 首先, 注意该领域的科学研究, 目前进展非常迅速, 仅仅十年的时间, 我们的认识就有了长足的进步。但要对决策者提出的问题给出明确的答案, 我们仍有

很长的路要走。现在众多的环境学家热衷于此，但是这种新动力不能期望马上能获得成功，目前仍存在诸多困难需要克服。一个明显的例子就是南极冰盖的变化对海平面变化影响的不确定性，我们不能确定它是人为因素的原因还是系统本身的缘故。再者，明确南极冰盖和海平面变化的关系，也是建立关于海平面变化的可靠预报的前提。我们需要花费许多时间来研究探索，这最终会给决策者在制定应对气候变化的合理决策时提供必要参考。

其次，南极冰盖对海平面的变化的影响，也是一个长期气候变化所带来后果的例证。明确它们之间的关系，对制定合理的策略非常关键。比如，大多关于气候变化的预测认为在格陵兰岛的气候增暖将会超过 3°C，一旦实现，格陵兰岛冰盖的绝大部分将会融化，伴随而来的是海平面升高数米(Gregory and Huybrechts 2006)。类似的情况对于西南极冰盖而言亦是存在，尽管影响最重要的因素是海洋，而非大气温度变化。此外，西南极冰盖变化引起的海平面上升的空间和时间尺度和格陵兰岛大体一致。

南极和格陵兰冰盖退却引起的海平面变化具有超长的时间尺度，但这不能成为在未来数十年内不予关注的借口。如果以如此狭窄的目光关注长期气候变化，将得不偿失。如果不采取有效措施，愈演愈烈的气候变化将可能突破其临界状态（适应地球物种生存等），带来灾难性后果。

海平面上升的潜在威胁和关于核能的放射性废弃物产生、存储的争论是并行的。这些放射性废弃物在 10,000 年左右的时间里仍保持威胁，该时间尺度和冰盖退却导致的海平面上升的时间尺度相差无多。在关于核能的争论过程中，有许多强化社会重要性和对周围威胁感到恐惧的因素(Kasperson and Kasperson 1996)，包括对寿命的威胁，是潜在的并可能引起普遍死亡；所有这些对海平面上升而言同样具有如此。

4. 结论

尽管我们在理解和预测气候变化方面仍有很大的不确定性，但是围绕气候变化科学家们已有了一致的结论，正如 IPCC2001 所指出，“在过去 50 年里，有新的、更具说服力的证据证明全球变暖主要是人类活动造成的”。另外，愈来愈多的证据表明，及早地采取可行的措施能够减少气候变化的变率，平抑诸如海平面上升等带来的潜在危害。气候变化的复杂性及人类活动的影响使我们在理解和预报气候变化时困难重重。南极大陆由于其淳朴、几乎不受人类直接影响的自然环境，是理解气候变化的唯一天然实验室，对决策者在制定应对气候变化的政策时亦是一个很好的参考。

5. 个人结束语

目前，全球气候变化已经被广为接受。但是，在许多国家，人类活动是否是导致气候变化的主因，仍在争论。我通过参加惠灵顿会议以及随后在新西兰的旅行，发现在新西兰，争论已远超于此。在这里，大众和媒体已认可气候变化并认为人类活动是导致气候变化非常重要的因素。我被问及的更多的是：我们该怎么做？我在其他地区从来没有这么明显的体验，

在新西兰，公众十分关系这些问题，这可能很快地促使应对气候变化的政策出台。

从人口和经济角度讲，新西兰是一个小国家，但是它也是受全球普遍尊重的国家，并能在全世界关于气候变化争论中起着领导作用。关于气候变化与管理的惠灵顿会议是个很好的倡议，我表示赞成并对能够受邀参加感到非常荣幸。

6. 致谢

感谢英国联邦与国际事务部、新西兰政府、英国理事会的财政和组织方面的支持。

7. 参考文献(省略)

(李丙瑞 译)

全球冰雪展望

(第 30 届 ATCM 信息文件, 由 UNEP 提交)

1. 背景

为了给决策者在环境与发展方面的政策制定提供参考, 联合国环境规划署 (UNEP) 一直开展世界环境状态的评估 (工作)。在 UNEP 的众多的环境报告中, 最引人注目的是《全球环境展望》(Global Environment Outlook (GEO))。该报告倡导推动科学与政策制定和决策的各个阶段的交流, 并通过总结、归纳等, 挑选出被人们熟知并广为接受的知识, 去繁从简, 具有较高价值。

在过去几年里, 气候变化已成为全球环境议程中的最为关注的课题。由气候变化引起的环境变化在世界范围内尤其是在极地地区愈来愈明显。目前, 冰冻圈的变化尤为关键。

为了提高社会对冰冻圈变化及其后果的认识与警惕, UNEP 正在准备一个新的评估报告《全球冰雪展望》。该报告将提供关于目前环境状态以及冰冻圈变化趋势的最新简明评估。该报告在国际极地年 2007-2008 开始之际发行, 并作为一个关于极地冰冻圈现状和未来变化趋势的参考出版物。

由来自多个国家和多个学科的科学家人组成的专家组来撰写这份评估报告。国际一流的研究机构参与该报告的编写和评审工作。同时, 该报告亦是 IPY 的一个官方计划。

2. 目标

该报告的目标是:

1. 在国际极地年 2007-2008 开始之际, 提供一份简明的、关于环境现状和冰冻圈变化趋势的最新报告;
2. 提高人类关于气候、环境变化及其对冰冻圈威胁的认识, 指出人类社会尤其是北极地区居民因气候变化所需应对的挑战。

3. 读者

《全球冰雪展望》希望拥有广大的读者群, 其中包括各个层次的决策者等在内。该报告简明易懂, 包括有许多个案分析, 例证, 图表等, 为广大读者提供一本教育性、参考性读物。此外, 该报告还会在互联网上同步发行, 以便于读者获取。

4. 发行

《全球冰雪展望》于世界环境日 (WED) 2007 年 6 月 5 日在全世界的一些城市发行。在挪威特罗姆瑟市 (Tromsø) 主持国际性的发行仪式。今年, 世界环境日的主题是“冰川消融, 一个热点话题”。

5. 协调

《全球冰雪展望》是由来自国际气候环境研究中心（CICERO）的 Pal Prestrud 领导下的一个指导委员会进行策划，并由 UNEP 全球资源信息数据库挪威阿伦达尔中心和 UNEP 的预警评估司来共同协助。此外，《全球冰雪展望》得到 UNEP 和挪威政府的联合资助。

（李丙瑞 译）

南极条约区生物资源探测：探寻一种管理制度

(第 30 届 ATCM 工作文件，由荷兰、比利时、法国联合提交)

1、介绍

第 25 届南极条约协商会议 (ATCM) 首次提出生物资源探测问题，这源于美国提交的一份工作报告。在第 26 届 ATCM 上，环境保护委员会 (CEP) 把生物资源探测提上了议事日程，并讨论了两份相关信息文件，并注意到生物资源探测已引发了很多复杂的法律和政治问题，并同意将生物资源探测带来的相关政治与法律问题在下一届 ATCM 上做进一步的探讨。第 26 届 ATCM 同样决定将生物资源探测作为下一届 ATCM 的议程来进行讨论，第 27 届 ATCM 上，联合国环境规划署提交了一份关于南极生物资源探测存在商业性开发的信息文件，会上强调了 this 议题的日益重要性，敦促感兴趣的代表团在下一届 ATCM 上提交工作报告。第 28 届 ATCM 上新西兰和瑞典提交了一份工作文件，西班牙提交了一份科学工作文件，联合国环境规划署则提交了一份关于南极生物资源探测最新进展的信息文件。这些工作文件主要关注于科学数据的交换问题。第 28 届 ATCM 通过了决议 7 (2005) 南极生物资源探测，并将这个议题作为下一届 ATCM 议题。针对这一决议，阿根廷提交了一份南极生物资源探测和生物整治的信息文件，法国和联合国环境规划署在所提交的信息文件中提到了寻求一个南极生物资源探测法律制度和生物资源探测的最新动向。第 29 届 ATCM 认同将在下一届 ATCM 上继续讨论南极生物资源探测，要求各协商国继续提供此类活动的最新信息，并且将这个议题列入第 30 届 ATCM 议程。

决议 7 (2005) 只是涉及有关南极生物资源探测信息与观点的交流。新西兰和瑞典在提交的工作报告中建议 ATCM 下一步的工作应当弄清南极生物资源探测相关问题的范畴与性质；以及南极生物资源探测现有模式及其相关性。由于缺乏具体的建议，第 28 届和第 29 届 ATCM 上没有明确关于进一步开展这项工作的必要性和如何深入开展。这个工作文件的发起者认为进一步开展工作是有益的，不应该继续等待其他国际会议此方面的工作结果。为明确和评价南极生物资源勘探问题，南极条约协商国还是提议限定现阶段的下一步工作。

2、生物资源探测在其他国际会议上的进展情况

近年来，关于基因资源 (genetic resources, 或称遗传资源) 的取得和利益共享问题被突出地提上了国际会议的议事日程。其起草者们认为 ATCM 不应该等待国际会议的此方面工作结果出来再做决定，而应在南极生物资源探测问题上先行一步。ATCM 被认为是一个讨论有关南极事务最合适的论坛。如果 ATCM 能顺利通过有关生物资源探测各类问题的决议，这将推进其他国际会议就现有管理制度内管理南极生物资源探测的必要性展开讨论。

其他国际会议也在积极推进关于基因资源获取与利益共享管理制度的制定。主要包括：

生物多样性公约：《可持续发展世界峰会实施计划》呼吁各国在生物多样性公约的框架内达成一个国际性制度以促进并保证基因资源利用中利益分享的公正和公平。在 2006 年 3

月举行的第八届生物多样性公约成员国大会上各国达成一致意见,基因资源获取与利益共享工作组就必须在 2010 年的成员国大会举行前完成承担的任务(UNEP/CBD/COP/8/4A, 第 6 段)。南极基因资源至少尚未被现有的国际制度排除在外。

联合国: 2006 年 12 月 20 日, 在第 61 次联大会议上, 联合国大会 (UNGA) 通过了一个关于海洋和海洋法的决议(UN Doc. A/RES/61/222)。联合国大会决定在 2008 年重新成立海洋生物多样性保护和可持续利用工作组, 这个工作组应该考虑诸如基因资源超出各国法律范围等其他事情。联合国大会还决定 2007 年的海洋与海洋法非正式自由咨询会的主题是海洋基因资源。这个决定同样重申了 UNGA 在海洋生物多样性的保护与可持续利用问题中的作用, 这一问题已超出了各国法律范畴, 该决定并未将南极海洋基因资源排除在议题之外。

联合国粮食和农业组织(FAO, 简称为联合国粮农组织): 在 2001 年通过了关于粮食和农业方面的植物基因资源国际条约。该条约对粮食和农业植物基因资源的获取与利益共享问题做出了规定, 并列入了其内部的多边体制中。粮食和农业基因资源委员会计划推进动物基因资源的管理制度构建工作。虽然关于粮食和农业方面的植物基因资源的管理制度不适用于南极的植物基因资源, 但南极动物基因资源可以适用联合国粮农组织关于动物基因资源的管理制度。

世界知识产权组织:世界知识产权组织跨政府委员会处理了一系列关于知识产权和基因资源的相关问题。这个工作主要覆盖三个方面, 采取防止授予不具创新性和非显而易见性(non-obviousness)基因资源专利的措施来预防性保护基因资源;通过基因资源获取的知识产权和其利益的公平分享来管理基因资源使用;涉及基因资源的专利申请要求与发明申请中所需的相关传统知识(www.wipo.int)。

3、探寻南极生物探测的管理制度

正如这份工作报告所介绍的那样, 在这一阶段进一步的工作应限于关于南极生物探测问题的确认和评估, 应限于寻求一套管理制度。这项工作的成果应该明确出台一个南极生物探测管理制度是否适宜的。这应依据第 28 届 ATCM 上新西兰和瑞典提交的工作文件, 该文件建议进一步的工作应该着重关注 (a) 各种问题的本质和范畴, 和 (b) 现有模式及其相关的特殊情况。

在这方面, 法国在第 29 届 ATCM 上提交的一份信息文件具有非常好的指导作用, 因为它提出并分析了南极生物探测相关的系列问题, 这些问题大约罗列如下:

范围: 可以从地域和功能的范畴来考虑南极生物的探测, 从功能的范畴看, 可以根据第 27 届 SCAR 会议上的观察报告内容, 生物探测只发生在两个层面, 即对遗传物质的研究和查明具有商业价值的重要遗传编码和获得能提取生化药剂的生物体。从地理区域的范围而言, 要考虑其他国际公约和会议, 例如有关海洋基因资源应考虑到联合国大会, 有关陆地和海洋基因资源要考虑到《生物多样性公约》。

取得: 生物探测通常包括获取生物 (体), 依照《马德里议定书》附件 2 条款 3.1, 获取

南极本土的动植物是被禁止的，除非得到允许。考虑到对于附件 2 进行修改，特别提议将该附件适用范围拓展到微生物，基因资源的取得早就有一个基本规则，但需要考虑的是这个基本规则能不能解决南极生物资源使用所引起的所有问题。从这一方面考虑，这关系到基础科学研究、应用科学研究和商业开发是否需要不同的管理制度这一问题。

环境影响：需要弄清的是生物探测这种特殊形式是否可能产生大于轻微的或短期的影响，《马德里议定书》是否能提供一个完备的管理制度来评估和管理生物探测环境影响。

商业化：根据《南极条约》第 3 款第 1 条，南极的科学考察报告和成果应予以交换并可自由得到。这样的话，源于南极生物探测的基因资源中取得的物质和相关技术专利申请可能于该条款相违背，商业化问题是否需要进一步加以管理值得商榷。

利益分享：另外一个问题是，南极基因资源利用所得利益是否应进行分享，如何进行分享。根据南极条约区可自由进行科学研究这一宗旨，在这种背景下，南极生物探测的基础科学研究、应用科学研究和商业开发间可能具有一定的关联性。

4、建议摘要

这个报告建议 ATCM 着手开展南极生物探测有关问题的确认和评估工作。鉴于这个议题的重要性，并且 ATCM 上多次提及，现在正是单独成立一个工作组或者由拥有足够的专家和充分的工作时间的现有工作组来推进这个议题的合适时候。应该在第 31 届 ATCM 上开始着手这项工作，工作组应该考虑现有的管理制度框架、围绕推出的管理制度框架正在进行的谈判以及各南极条约协商国的反馈信息。

（孙依昂 译）

南极洲与南大洋气候系统状态

(第 30 届 ATCM 信息文件, 由 SCAR 提交)

总体概述

这份文件回顾过去两年中我们在了解南极气候及南极气候系统在全球气候体系中的角色方面的主要进展。主要对 2007 IPCC 报告中与南极相关内容做出评论。以下将概述气候变化对生物区系的影响研究。

- 南极和南大洋在全球气候系统中扮演着重要角色。目前和将来它们都受到全球气候变化的影响。而它们对这种变化的响应又对全球气候状况尤其是海平面有重要的影响。
- 该区域当前的气候是由冰盖—海洋—海冰—大气系统的相互作用及它对过去和现在气候响应共同演变而成。
- 冰河期以后的变暖 (post-glacial warming) 存在上千年尺度和稍小尺度的波动这种长期趋势, 究其原因我们还未完全了解 (除与 11 年的太阳黑子周期相关外)。
- 过去的 50 年中, 前所未有的气候变化缩短了这些趋势。包括在南极半岛西面观测的近地表大气变暖, 与其相关联的海洋表面的急速暖流, 南极半岛周围的冰川退缩和冰架倒塌。
- 在南极半岛和西南极洲的冰川流失过程中, 东南极洲显示出较少的冰流失。
- 与全球变暖相一致, 南极上的对流层也在变暖, 而平流层却变冷。臭氧的减少是平流层变冷的部分原因。
- 平流层变冷似乎促进了极区平流层云的形成和发育, 由此可能加速了臭氧减少。
- 在过去 50 年里中纬度地区与南极洲之间大气压力梯度变陡, 使南大洋的西风带加强, 南极半岛变暖; 这种压力和风变化至今未对东南极气温产生明显影响, 东南极仍然保持变冷。
- 南大洋几千米上空出现变暖, 如同威德尔海 (Weddell Sea) 南极底层水中最密集的成分。
- 在罗斯海与南印度洋之间沿岸海洋已经淡化, 造成形成于这里的南极底层水盐度减少。
- 自上世纪 70 年代, 南极半岛西部和威德尔海的海冰一直在减少。与这些减少相对的是罗斯海海冰的增加。
- 通过大气中 CO₂ 增倍预测, 21 世纪南极气候变化表明了海冰区正在变暖; 海冰范围减少; 南极内陆正在变暖, 同时伴随着降雪的增加。
- 需进一步发展气候模式以预测区域范围内的变化。
- 全球变暖明显加快南极冰盖自最近一次盛冰期以来的退却。冰盖模式还不能充分解答关于气候变暖对冰融化和海平面的影响这一重大问题。这一主题需要重点研究。
- 临界效应 (Threshold effects) 对冰盖和海冰范围具有显著的影响。在上一次冰期和

当前间冰期之间，这样的影响导致了海洋—大气—冷冻（圈）系统重大的重组，引起了快速气候变化事件。要确切预测此类事件必须对该区域内的海洋—海冰—大气系统进行系统取样和建模。

该文件是 SCAR 设立的南极和全球气候系统科学研究计划提交给科学期刊的详细评论的摘要信息。如需原文，请联系 SCAR 秘书处。

测定气候变化进程 (Setting the Stage)

南极和南大洋在全球气候系统中扮演着重要角色。南大洋是世界上最具生物生产力的洋区，并且是重要热量汇和 CO₂ 汇。因此，它对过去气候变化的演变起到决定性作用，同时对人类引起的、现在和将来气候的变化起决定性作用。南大洋是参与全球大洋环流的最冷和最稠密水（体）的生产基地，在气候变化中起到重要作用。强劲的西风吹过南大洋、驱动世界最大的一洋流系统即南极绕极流（ACC），并被认为是全球翻转环流的主要驱动力。今天，南极（冰盖以及周围的海冰）拥有世界上 90% 的淡水，它在地球反照率动力学中扮演重要角色，并且是大环流中的重要驱动因素。独特的气象和光化学环境导致南极上空经历着明显的地球平流层臭气消耗。

南极冰盖海拔达 4000 m，它显著影响着南极地区的气候。冰盖降低了南半球的气温并且稳定了围绕欧洲大陆的气旋路径。从过去的 5000 万年间，南极气候从温和到极地，从较少变动到强周期性演变，使冰盖在地质上相对演变成近来的特征。在白垩纪和更早的新生代时期地球 CO₂ 含量很高，当时大气中 CO₂ 在 1000 到 3000 ppm 之间，全球气候比现在高出 6 到 7 °C，在 5000 万年以前地球上几乎没有冰。

南极和南大洋的现代气候由冰盖—大洋—海冰—大气系统的相互作用产生，它响应于过去和现在的气候驱动。这个体系随着 3400 万年前 CO₂ 含量降低，第一个大的冰盖形成而确立，但仅在 1400 万年以前才真正完整地形成一个世界“冰室”。尽管现在大气中 CO₂ 含量却上升超过正常限度，冰芯和地质学研究表明在穿越这个时期过程中温度和温室气体在限定的范围内波动。对南极气候学家来讲，区别自然力气候事件和温室效应气候事件，以及预测将来的响应是两个重要挑战。

上一次冰川扩张最大化大约是 2 万年前，从东南极获得的冰芯记录显示最初的全新世气候最适合从 11500 年前到 9000 年前开始，随后继之而来的是一个变冷过程，大约在 8000 年前，然后恢复到中全新世的变暖，随后是缓慢的变冷至 1850 年后 CO₂ 含量上升。这种长期趋势是具有上千年尺度的快速波动，其中可能包含相对的突变，例如大约 1000 年前的西风带加强和南太平洋中阿蒙森海（Amundsen Sea Low）较大变化，伴随的是东南极气候相对变冷。从过去 700 年来对冰芯的详细研究表明气候呈现强的东南极高压系统与深部的阿蒙森海低压（系统），弱的东南极高压系统与浅部的阿蒙森海低压（系统）这种跷跷板趋向。有时，由于受其他地方气候变化影响，气候会改变长期模式，例如受太平洋影响的 ENSO 现象。其中最近的一次气候变化发生在公元 1700 年至公元 1850 年，其对南太平洋，南大洋和南极

洲的影响是明显的。对于这种变化以及其它数十个年到上千年尺度变化的原因还不能完全了解。从这些较长期性的趋势可以看出（通过利用同位素 ^{10}Be 作为太阳活动的指标）日照率的增加导致在南大洋与南极洲周围西风带的加强。因此风强度以及与之相关的气候效应趋向于 11 年或更长的周期性波动。透过近期这些趋势，我们可以看出快速的、空前的气候变化迹象，例如从南极半岛西侧观测的近地表大气变温（过去 50 年中平均气温为 3°C ，冬季平均气温为 5°C ）和南极半岛周围的冰架大量倒塌。

最近 50 到 200 年

物质平衡：物质平衡被定义为物质损耗（由消融，表面升华与熔化和冰分解引起）与获取（由降水在地表面产生的雪冰净积累、飘雪，以及来自水汽中的固体沉淀，由重叠冰产生表面下的聚积，冰架引起的基底增长）之间的差异。从南极冰盖总体来看，在过去的十几年中它具有很微弱的负物质平衡（即有少量的冰正在消失），但是误差范围表明这些损失可能明显接近于零。由于测量整个南极大陆降雪较为复杂，尚不能精确地观测。在将来的工作中减少这一不确定因素势在必行。

南极半岛物质平衡是不同的，它延伸至南极洲北部的其余地方，这里的冰架正在倒塌，冰川则正以过去二十年一直在增大的速率在缩减。亚南极地区的岛屿，新西兰以及南美洲南部几乎出现同样的情形。20 世纪高山冰川后缩超出近数千年来变化范围。同时在南美洲南部和新西兰的一些冰川（这里强劲的西风带来更潮湿的海洋大气）的积雪已增加，并正在扩展。

南极冰架的倒塌本身并不能直接影响到海平面变动，因为它们漂浮在海上。然而它们的散失会引起堤坝冰川（dammed glaciers）的增长，这将导致海平面的上升。当全球变暖南移，Larsen C 冰架开始变薄而且下一步可能会坍塌。

大气温度：在南极半岛西部和北部，特别是在冬季，近地表大气出现近代最大的年度变暖。这种变暖较大的冬季成分（50年为 5°C ）与海冰冬季伴随的减少相联系。夏季变暖在南极半岛东侧表现最大，因为强劲的西风导致大部分暖的海洋空气到达威德尔海，它们在那里促进LarsenB冰架坍塌。除在南极点有轻微的变冷之外，南极海岸及大部分内陆地区显示地面气温很少有变化。从过去的30年来看对流层中间冬季变暖（每年 $0.5\text{--}0.7^{\circ}\text{C}$ ），而平流层变冷。对流层变暖和平流层变冷可能反映对流层中温室气体存储量增长，它阻止地表辐射加热平流层。

大气环流：地球大气的经向环流由暖空气自热带向极区运动所形成的。大气环流中有许多单元组成，包括近赤道（赤道无风带）低压，亚热带高压，位于南纬 $40^{\circ}\text{--}60^{\circ}$ （西风带）中纬高压。南纬 40° 的中纬高压区和南纬 65° 的高纬低压之间的气压梯度被称为南半球环形模态（SAM）（也被称为南极涛动）。当气压在中纬地区增加或是在高纬地区减小时，梯度将变陡。这时SAM指数处于正相位，西风也是其最强时期。SAM指数是高纬地区大气环流变化率主模，年内及年际都存在波动。从过去的50年里，在夏季和秋季期间它已转入其正相位，加强

了南大洋上空的西风，南极半岛变暖，东南极稍微变冷。一些模式研究将近年来夏季SAM正相位的出现归结于臭氧洞的扩大，而其它的模式则认为这源于温室气体增加。换句话说，它也可能是这两种影响的综合效应。

ENSO也会影响南极洲和南大洋，特别是在西南极地区和南极半岛。仪器观测揭示ENSO变暖事件与西南极降水量增强有关。西南极降水量与南方涛动指数(SOI) (一种测量ENSO事件的方式) 密切相关大约在1990年就终止，从那以后这二个事件变为强烈的负相关。高纬度ENSO与南太平洋的遥相关十多年来出现的变化由SAM相位所决定。当它们处于同相位时，这种遥相关增强；而处在不同相位时，这种遥相关则较弱。

在El Nino期间(暖太平洋赤道)，它约每隔四年发生一次：在太平洋扇区内南极半岛西侧常出现气压变大，海表面温度增高，海冰减少，而在大西洋扇区内南极半岛东侧则出现海表面温度变冷，海冰增多。同时，南极半岛东侧暴风雨多于西侧。在La Nina事件之间(冷太平洋赤道)则出现相反的情形。

冰芯研究表明，现代大气环流中的变化特点类似西风带和阿蒙森底压(Amundsen Sea Low)，其变化范围不会超出最近几百年的幅度。利用冰芯来推断在夏季西南极阿蒙森海扇区内的对流层内大气物质进入内陆的数量最近在增加，这有可能是升温的一个反映，它以前主要限于南极半岛内。

臭氧洞与气候：臭氧在地球上空20-40公里的平流层内形成一个保护罩，包括使生物免受紫外线的危害。在极区，臭氧被氯化物化学分解产生的氯气释放的氯原子破坏，这种氯化物是束缚在极区平流层云内的冰晶表面上。这种破坏产生在南半球的春季，当太阳升起，平流层变热并且散发紫外线，由此将氯气转换成能消耗臭氧分子的氯原子。由于南极的平流层比地球其它地方更冷，所以这一过程集中在南极。之所以最冷是因为南极冬季强烈的平流层风是顺时针绕大陆流动，形成一个流动气环(称为极涡，Polar Vortex.)。因为环外的暖空气被切断，环内的温度急剧下降。水蒸汽凝结成微小颗粒形成极区平流层的云，它吸收来自工业生产氟氯化碳所产生的氯化物。在十月份，当空气变暖臭氧破坏停止，融化冰粒子构成极区平流层的云。束缚在冰冷表面的分子得到释放以约束氯气，停止其分解变成氯原子。到十一月，极涡减弱使得臭氧丰富的环外空气进入并替换被破坏的臭氧。到年底平流层中的臭氧回复正常，直到下个春季循环重新开始。CFC排放的减少使得臭氧洞稳定至今，它每年的强度随大气状态变化而变化。

全球环流模式表明全球变暖将导致平流层变冷。而平流层的变冷可能会引起极区平流层云量的增加，这可能带来两个相关的影响：(i)引起臭氧消耗的环境恶化；(ii)为对流层提供一个罩，它会导致对流层进一步变暖。模式还不能足以检验这一问题。

海水的温度和盐度：南大洋是世界上研究最少和了解最少的海洋，这主要因为南极在冬季大部分区域被海冰覆盖，取样困难。尽管需要开展更多的工作来监测它的行为以作为预测未来变化的依据，但从观测和模型目前已较好地得出：从1950年以来，南大洋的南纬35度到65度之间，700到1100米的深度上已经增温约0.2 °C。近来显示这种变暖扩展到南大洋表面，

在量级上没有减少。变暖的速率超过全球海洋的速率，可能反映了人为引起的全球变化。海洋变暖的原因还未完全弄清，但是很可能取决于南大洋上空西风带的增强以及温度气体辐射增加。一个模式研究表明如果忽略火山烟雾的冷却作用，模拟得出的变暖幅度几乎要翻倍，这意味着目前只认识到南大洋变暖的部分人为因素。

接近南纬40度的上层水变暖明显，可能与亚南极模态水(Sub-Antarctic Mode Water)的形成和沉降相关联。如果离南极更近，低于1100 m和高于600 m的变冷与底层水和中间水形成相联系。发现在南纬70度的南大洋太平洋扇区内盐度有很大的减少，与罗斯海及其他海岸地带海水变淡相关联，这可能是由于冰川冰融化增多所致。从1970年到1990年，威德尔海的中层水显著变暖了0.3 °C，尽管最近发现有稍微变冷(0.06 °C)。这是否仅为一暂时的变化还尚待观察，但从1980年以来，威德海底层水同样也在变暖，约上升了0.2 °C，而且这一趋势还在延续。

自1950年以来，强烈的表面变温以及盐度同时增大与南极半岛西面的海冰减少和南极半岛上空气变暖相关联。那里海冰减少带来反照率降低、变暖增幅。

大洋环流：大洋在气候系统中扮演着一个关键性的角色，它贮藏热量并且使其围绕子午线翻转环形移动或称为温盐传送带。这一体系在南大洋如何运转还不完全了解，因为对这一海区进行采样很有限，特别是冬季里一些区域被海冰覆盖。两个主要过程控制南大洋环流。强劲的西风带驱动绕南极环流(ACC)——世界上最大的海流，南极环流分布在南纬45度到60度之间区域、从西到东环绕南极洲运动，并与大西洋、太平洋和印度洋相连。一个南北向进出的复杂系统横穿了这一环流。由北大西洋深部对流而传入南大洋的水体，最终在通过ACC时会上升至表面并到达南极沿岸。南极底层水是在大陆架和其边缘(the shelf break)形成，并在大陆坡下沉，然后沿海底向北运动到达北大西洋。南极中层水下沉至接近ACC中部的极峰(Polar Front)北部，渗透到全球海洋的中层水当中。次南极模态水(Sub-Antarctic Mode Water)下沉至更浅的深度，并远离ACC北部边缘的次南极峰(the Sub-Antarctic Front)向北传输。南极环态模(the Southern Annular Mode)的变化引起风的增强，从而可能增加了1)ACC内的输运或绕极涡流活动；2)绕极深层水的上升；3)次南极模态水与南极中层水的形成和输出；4)南半球亚热带及亚南极旋回的增强。观测数据支持了一些这方面的假设，但是许多细节仍然不明。这是一个非常严重的问题，因为南大洋环流变化被认为在驱动过去全球气候转变起到关键作用、并在气候变化模型模拟中作为响应近期的和未来的大气趋势的关键海洋要素。解决这一问题依赖于对冬季海冰条件下南大洋的广泛观测。

海冰

基于机载和卫星数据的比较，没有充足的证据表明南极海冰边缘在过去的200年总体出现大的变化。通过卫星数据统计显示最近20年海冰范围变化没有明显的变化。然而，有证据表明海冰范围和面积在局部区域则发生了变化。自1970年代早期以来西南极半岛西部海

冰范围和持续时间都减少了，在 Weddell 海，海冰范围缩小更大。这些减少是与 Ross 海出现的增长达成平衡效应。东南极 80 - 140°E 间的海冰退缩问题还在争论当中。主要原因是我们缺乏海冰厚度的知识，当前要监测海冰厚度全年的变化不大可能。

下一个百年

预测未来气候如何变化，我们主要工具是大气-海洋耦合模式。目前许多气候模式正努力表征极地气候的关键方面，例如海冰和近地表温度。这些模式中，最好的模式近来成功地恢复出与观测一致的南极半岛变暖，尽管与气候控制相关的不确定性和模式误差仍需进一步的研究。其中困难之一是，预测气候变化的全球环流模式采用的水平尺度过粗（网格大小为数百平方公里）。未来我们需要发展更高精度的区域模式以精确地恢复区域效应。

这里我们涉及提交给 IPCC 评估报告 4 的 24 个模式中的 19 个有关 21 世纪南极气候变化预测。数据来源于发射模式设想特别报告 (SRES) 的 A1B 设想。这个设想规定下一个世纪大气中的二氧化碳可能会加倍，与其他设想相比，规定驱动的 21 世纪全球温度响应位于中间的范围。南极关键的气候参数的年平均值，21 世纪的预测变化（不同模式预测的平均值和标准差）如下：(i) 海冰区表面温度每十年增加 0.24 ± 0.10 °C；(ii) 到 2100 年，海冰区整体减少 $33 \pm 9\%$ ；(iii) 南极洲内部每十年增暖 0.34 ± 0.10 °C；(iv) 尤其是在夏季，下降风减弱；(v) 到 2100 年，南极冰盖年累积降雪增加 $25 \pm 11\%$ 。增加的降雪可能被认为可以缓和海平面的上升，但是这个效果被近岸冰盖的融化和动力崩塌所中和了。冰盖模式还不能正确回答这个紧迫的问题，至少不能计算出动力崩塌量。内部的增暖可能会被认为更高，若不是环绕南大洋的、增强的西风被认为使南极内部绝缘，阻止了‘暖’的海气团的渗透。

任何使用气候模式结果进行未来气候变化的评估，必须将模式反映引起主要变化的过程的能力考虑在内。其中一个例子是南极半岛增暖，不同季节有不同的机制贡献。夏季南极半岛东部的增暖已经被归结于南极涛动变化，在大部分气候模式中已经很好地反映出这种情况。而冬季半岛西部的变暖则与其他过程相关，例如海冰的消退和厄尔尼诺事件频率和强度的改变。两者仍然反映出模拟中所存在的重要挑战，气候变化的归因应该谨慎地对待。

IPCC 供政策制定者的概要信息

SASOCS 文件在前几个月便准备好以便在 2007 年 2 月 2 日发行 IPCC 第一工作组准备的 IPCC 供政策制定者的总结。第一工作组的完全报告将于 2007 年 5 月在网上发行。由于给定 SASOCS 文件的时间进度，所以该文件更像是一个气候故事的更新版本而不象报告中供政策制定者总结中陈述的那样，尤其是就南极和南大洋而言。在下面的文字中，每一个 IPCC 发现都附上了 SASOCS 的观点。

IPCC-1. 气候系统变暖是毫无疑问的。20 世纪中期以来全球平均温度升高很可能是因为人为温室气体浓度增加而引起。

SASOCS 对 IPCC-1 的响应：人类引起的温室气体改变对南极和南大洋的气候起重要的作

用。温室气体的增加和已导致平流层变冷的南极臭氧洞出现，共同加强了绕极西风，阻隔南大洋海洋暖气团进入南极大陆。这些因素导致整个南极大陆近 10 年表面温度的微小变化，与北极的气温快速升高和海冰损失形成对比。

IPCC 2. 格陵兰岛和南极冰盖的损失非常可能对在 1993 到 2003 年之间海平面的升高起到了作用。一些格陵兰和南极外部冰川的流速已经增加了，驱使冰从冰盖内部流出。冰盖损失通常包括冰架的变薄，消退和损失，或者流动的冰舌的损失。

IPCC 3. 1961 到 2003 年间，全球平均海平面以每年平均 1.8 厘米 (1.3-2.3 mm/y) 的速度增长。1993 到 2003 年，速度更快，大约每年为 3.1 厘米 (2.4-3.8)。

IPCC 4. 上半个世纪的变暖在至少前 1300 年里是不正常的。上次极区明显增暖大约是在 125,000 年前，极区海冰消退导致海平面上升 4-6 米... 那时平均的极区温度比现在高 3-5 度，因为地球轨道的不同。

IPCC 5. 对流层变暖和平流层非常可能是因为温室气体的增加和平流层臭氧损耗的共同影响引起的。

SASOCS 对 IPCC 2, 3, 4 的响应：冰盖动力学在预测未来海平面变化上给出了一个可能的令人担忧的问题。可能导致未来海平面大幅上升的潜在的不稳定区域有西南极海岸线和东南极的几个区域，如兰伯特和伯德冰流盆地。南极冰盖正处于由上一个冰川顶峰时期往下消退状态。温室气体排放对全球海表面温度，冰盖的表面融化和大气环流的影响加大，都可能加速冰盖的消退作用。这个主题需要仔细的研究。

IPCC 6. 南极海冰范围继续呈现年际多样性和区域变化，但在统计上没有明显的变化趋势，与这个区域大气温度没有变暖反映相一致。

SASOCS 对 IPCC 6 的响应：通过对一组覆盖过去一万年的高精度冰芯的研究，描绘出包括以前的海冰范围的区域气候变化，尽管这无法知道过去冰厚的信息。

IPCC 7. 未来 20 年，预测气温每十年增加 0.2 °C。

IPCC 8. 不低于目前速率的温室气体排放，将引起未来的进一步增暖，使 21 世纪的全球气候系统产生许多改变，这些改变很可能比 20 世纪观测到的变化还要大。

IPCC 9. 所有的假设都预测北极和南极的海冰将会减少。

IPCC 10. 模式研究预测南极冰盖将保持冷的状态，而冰雪表面不会出现大面积融化；南极冰盖质量可能会由于降雪增多而增加。如果动态冰流出控制了冰盖质量平衡，南极冰盖冰总量就会减少。

SASOCS 对 IPCC 7-10 的响应：南极气候的许多方面（气温，质量平衡和大气环流）目前处于过去几个世纪的变化范围之内。而南极半岛的气温、质量平衡、海冰范围和冰架范围、南极上空对流层中层冬季气温和平流层臭氧水平，这些的变化已超出了过去几个世纪的变化范围。目前的模式把这些状态作为未来预测的基本状态。然而，由于变暖而对冰盖和海冰范围产生的响应目前不得而知。南极气候中，冰盖占主导地位。冰盖范围和厚度的任何变化都将引起巨大的响应，正如我们所认识到北半球冰盖消退一样。我们不能低估冰盖和海冰范围

整体效应的潜在影响。上一个冰期和目前的间冰期期间，整体效应导致海—气—冰冻圈系统巨大的重组，导致快速气候改变事件的发生。如果我们想可靠地预测这些事件，大量的采样和海—冰—气系统的模拟是必要的。

（郭井学、唐学远 译）

国际极地年：2007 北极行动

(国际极地基金会, <http://www.polarfoundation.org/>, 2007 年 7 月 11 日)

随着国际极地年的启动, 2007 北极夏季北冰洋和北极圈地区将开展一系列研究活动。这包括实施约 120 个研究项目(实施中的、计划中的, 公布的)。这场大规模的研究活动涵盖了地球科学、海洋科学, 生物科学, 大气科学和社会科学, 并将需要各类后勤设施, 从强大的破冰船到狗拉雪橇。

为解答当前最为迫切的问题和挑战, 有超过一半以上的项目将针对于区域性和全球性气候变化问题: 解读过去气候、预测未来变化, 并研究北极变暖对本土居民和生物多样性的影响。



海洋

一些国际大型项目, 如欧洲 DAMOCLES 项目(经费达 16 万欧元)、北极海洋综合观测系统(IAOOS)将整个北冰洋地区进行, 主要研究海洋、海冰和大气的相互作用, 尤为关注北极海冰损耗和在温盐环流中的变化; 同时也将详细研究北极和南极之间的海洋与气候交换, 以及它们对作为整个地球气候系统的影响。

这些研究计划将采用最新技术, 包括使用空载测量设备, 在诸如法拉姆海峡(Fram Strait, 格陵兰和斯瓦尔巴之间)等高敏感区放置漂流浮标与固定浮标阵列(fixed arrays)。这些浮标用来测量湾流(Gulf Stream)的波动, 以期更好地预测对欧洲未来气候的影响, 同时辅以能够从空中测量温度、盐度和海冰厚度的自动跟踪式海上滑翔机。

美国国家航空和航天局(美国航天局, NASA)、欧洲航天局(欧空局, ESA)和 Polarview 同盟将在提供海冰范围、厚度和漂移等卫星数据方面起到关键作用, 卫星数据则可通过覆雪的野外测量(进行中的 Arctic Arc 项目)来进行校准。这些测量结果将纳入未来气候模式, 而其本身将帮助科学家更好地确定海冰的速度和范围变化。当我们将能指望北冰洋在夏季出现无冰, 而这对地球的反照率将意味着什么。

一支名副其实的国际化舰队为这一庞大协作行动在整个北冰洋提供得到后勤支持, 包括德国的 Polarstern 号, 瑞典的 OdenOden, 俄罗斯的 Akademik Federov Akademik Federov

号，同时辅以较小型的极地船和航船。

几十个海洋项目（数量较大但规模偏小）也正在开展生态系统和动物健康研究。其研究范围从北极熊、海豹、鲸鱼和白鲸的健康到海鸟体内汞含量指标和极地微生物生态学。

这项研究将涉及野生动物普查和动物（行踪）跟踪，和通过放置一些声学及其他观测设备来监测在海冰退缩和气温变暖情况下动物的行为、取食和迁移方式的变化。

在社会科学和自然科学的交叉领域，一个很重要的项目就是北极渔业生态系统问题；而另一个重要的项目就是研究上年纪的因纽特人狩猎独角鲸以获取长牙的传统。

冰

海冰过程的研究，经常与上述的海洋研究相交叉，尤其涉及到海冰时。冰过程研究涵盖从格陵兰冰盖稳定性冰川流动、冰架崩溃和北极海冰退缩等内容。由于格陵兰冰盖拥有能使海平面上升 6 米左右的冰量，针对格陵兰冰川流出和表面融化及其这些过程对格陵兰冰盖稳定性和海平面上升的研究项目显得特别重要。

虽然从融化的潜在影响来看，或许这不算什么，但可提供更多的指示信息。研究人员还可研究北极其他地区的冰过程，包括斯瓦尔巴群岛、阿拉斯加、以及加拿大、挪威和俄罗斯的北极地区，特别要注意冰川退缩率、已经倒塌或者不久即将倒塌的冰架数量，因为北极还在继续变暖。

另外，还有许多还正在进行中的、且至关重要的与冰相关的项目。这包括格陵兰冰盖冰芯钻探，主要是为了进一步认识格陵兰冰盖历史和对过去北极气候变化的响应，并将北半球古数据和南极的气候记录进行比较，从而构成一个清晰的过去全球气候变化的图像。

陆地

研究人员将前往北极研究和监测气候变暖所引起整个环北极区域的永久冻土带融化，及其对土壤、植被、野生动植物和人类带来的各种影响（假定永久冻土带融化会释放温室气体甲烷）。

为协助研究人员开展野外工作，诸如国际苔原实验（ITEX 计划）计划等 IPY 网络将汇聚通过飞机、雪地车、现有考察站和新建的冻土观测站所获得的各种数据。这一实地观测和数据处理综合系统将涉及永久冻土带的各个方面，例如深永久冻土带、冷土过程、以及永久冻土带内碳池规模和脆弱性。此外，还涉及北极绿化，该区域的生物变化以及陆地植被中正在发生的其他变化。

一个名为“Arctic Wolves”的大型泛北极项目将在整个北美和欧洲北部广大区域建立系列野生动物观测站并进行协调，其目的是为了更好地了解主要食草动物（如鹅、旅鼠、麝牛）、食虫动物（如岸禽类）和食肉动物（如狐狸、雪猫头鹰、鹰、鸥、贼鸥）间的相互关系。许多平行进行的较小型的、更有针对性的生物多样性项目将研究北极蜘蛛的生物多样性、淡水的生物多样性和驯鹿监测（包括驯鹿群和响应气候变化人类-驯鹿而进行的迁徙）问

题。

同时还对水文循环(包括目前和未来气候状态下的水文网络系统、北部湖泊湖冰的各个方面)进行详细监测。另一个项目将布置海岸观测网络(ACCO-Net)以调查海岸侵蚀和响应永久冻土带融化的变化。

此外,一些涉及陆地方面项目将调查气候变化带来的环境影响和分布于阿拉斯加和其他环北极地区自然保护区的管理。

大气

气象和大气项目其数目虽少,但也非常重要。通过部署大气观测系统来研究和监测北极气候系统,从而使我们更好地理解其区域变化,尤其是北极在全球中所起的作用。

相反,这些观测也将使我们获得更多的关于全球排放和污染物对北极影响的信息,通过这些单个的项目来分别调查污染趋势和气候变化的示踪剂,输送到北极带来的影响,北极和气溶胶对北极的水文影响。

最后要提到的,但并非不重要的。社会科学在 IPY 历史上首次已被列为 IPY 北极研究的核心领域之一。社会科学家将开展研究以调查旅游业对北极地区的影响、石油开采、可持续发展、人类健康、传统习俗,当然也包括气候变化对北极地区人口的影响。其中,究竟首先要直接面对的是全球变暖的影响。研究土著居民和传统习俗的项目将重点针对在下述这些变化问题,如驯鹿和气候变化;北部物质文化;北部生活条件;社区对变化的适应;适应性和脆弱性;土地权属和资源;北方系谱;北方经济学;语言文学及传媒;诸如海冰知识和传统知识的交流和保护问题。

结论

综合起来看,这次庞大北极研究活动及其后续的 IPY2008 行动,给我们了解整个北极地区各种相互联系提供前所未有的机会,并有助于更好地了解地球上这一记录和监视最少的地区其过去、现在和未来的变化。

此外,它还将提供对北极历史中这一关键时期的认识。这一时期,该地区不仅经历局地的快速变化,而且这种变化开始明显地整体影响地球系统。

(凌晓良 译)

提交第 30 届南极条约协商会议的国际极地年报告

(第 30 届 ATCM 信息文件, 由 IPY-IPO
和 SCAR 联合提交, 2007 年 3 月 30)

1) IPY 启动及开幕式

2007-2008 国际极地年于 2007 年 3 月 1 日启动, 在开幕活动中, 得到国际社会的广泛参与和国际媒体的大力宣传。30 多个机构、组织和国家举办了开幕庆典。如 IPY 网站所示, 20 多个南极条约协商国举办了 IPY 庆典或发表 IPY 声明, 按时间顺序大致排列如下: 新西兰、保加利亚、阿根廷、乌克兰、英国、美国、澳大利亚、巴西、中国、芬兰、法国、德国、意大利、日本、挪威、波兰、南非、西班牙、瑞典、荷兰、俄罗斯。

另外, SCAR 主席和 SCAR 秘书长参加于 2007 年 3 月 1 日在巴黎举办的 IPY 国际开幕式。

2) IPY 项目

IPY 启动时有 228 个入选项目: 170 个涵盖各个研究领域的科学项目, 1 个国际数据管理合作项目, 57 个有关教育、推广与宣传活动项目。在 IPY 科学项目中, 有 82 个聚焦南极地区, 或者与南极地区相关或影响南极地区的全球过程。这些南极项目涉及的科学领域极为广泛: 从地质学到冰川学, 从考古学到气象学。不同于前三次极地年, 2007-2008 国际极地年还将生态学, 生态多样性和生态过程(特别在南大洋)作为研究重点领域之一。

总之, 大约三分之一的 IPY 项目有充足的资金。另外三分之一只有部分资金赞助。由于更多的国家加大 IPY 资金投入, IPY 的资金状态应该会得到进一步改善。在这方面, 相对 IPY 科学的其他领域而言, 对南极研究的资金赞助, 特别是对生态学、地质学、冰川学和海洋学的赞助, 显得有些不足。

3) IPY 教育和推广

除了上述的 IPY 启动和庆典活动, 来自许多国家和组织的科研人员和教育工作者还参加了国际教育和推广活动。获批准的 57 个 IPY 教育和推广项目包括电影、书籍、展览、地图、教学资料、会议、航次考察和探险考察。相对于 IPY 科学项目, 只有大约三分之一的教育和推广项目有足够的资金来完成目标。为获取更多的资金支持, 有些国家将教育和推广项目建议的评估与科学项目建议的评估分开进行, 或者在科学项目建议的评估之后进行。相对于科学项目资金而言, 教育和推广资金亟待提高。但是, IPY 以往经验已经显示那些最具影响力、真正的国际教育和推广项目在国家的资金运作中面临许多困难。

IPY 号召参加第 30 届南极条约协商会议各国关注一些与南极紧密相关的教育和推广活动及其潜在作用。

“提高 IPY 在南极的环境贡献”: 该项目由南大洋联盟(ASOC)负责, 法国、阿根廷、澳

大利亚、荷兰、南非、韩国和美国共同参与。这个项目旨在（1）评定和加强 IPY2007-08 的环境贡献，（2）提高目前和将来一代科学家和旅游者的环保意识。（3）促进对南极荒野价值的长期保护。

“南极旅游展览会”：由位于伦敦的自然历史博物馆和英国南极局共同主办。参与国包括英国、法国、德国、荷兰、美国和西班牙。本次展览会旨在解释南极科学的多样性，价值和重要性及其国际框架与全球联系。

“南极使命：对南极气候变化科学的多媒体展示”。由加拿大里姆斯基海洋所（ISMER）和阿根廷南极研究所共同举办，澳大利亚，英国和美国也参与其中。这个项目为全世界人们提供了信息平台，通过互联网，即可全程跟踪三桅航海船 SEDNA 的南极之旅。

“RSV-INTREPID”：由澳大利亚维多利亚皇家学会负责，新西兰和英国参与。RSV-INTREPID 旨在通过其不断地宣传和推进科技的发展，以及鼓励年轻人追求科学事业来提高公众关于极地（特别是南极地区）在全球环境中的至关重要性的理解。

“国际南极学院”（IAI），由澳大利亚塔斯马尼亚大学负责，包括巴西，马来西亚，美国，智利，新西兰，英国，法国，挪威，德国，西班牙和日本等国参与。国际南极学院将作为南极计划的教育中心，促进各学院彼此相互承认大学与研究生课程教育，提供各协作学院大量的、以往难以得到的南极课程和研究计划。IAI 将为传播下一代研究人员和政策决策者所需的知识和信息提供便利，以便他们开展资源的可持续性管理，应对气候影响和其他与南极和南大洋相关的全球环境问题与社会问题。

“第六大陆行动 南极科学研究能力建设”，由国际极地基金会、SCAR 和国际南极学院负责实施，包括比利时、英国、南非、澳大利亚、肯尼亚、日本和马来西亚等多国参加。这个项目旨在为发展中国家的研究者提供赴南极开展研究的机会，并将新一代融入国际南极科学合作的氛围之中。

4) IPY 遗产

IPY 将会创造许多遗产。目前我们就列举一些：数据和信息突飞猛进，全球性和区域性天气和气候模式的改进。另外，包括引入新的科学信息的归类和分发系统，新的科学资助方式，甚至新的政治或经济合作都将慢慢实现。

两类已经得到认同并可预见的 IPY 遗产，即吸纳新一批充满活力和才华的极地研究人员，建立长期稳定的极地观测系统（有的正在规划、有的正在实施），一定会取得最大的成效和成功。

这两项 SCAR 行动对这些遗产而言是适当而且迫在眉睫的。首先，SCAR 应继续加强年轻科学家队伍的建设，同 IASC 合作正式认可和支持国际极地青年科学家协会的成立。第二，SCAR 应该继续在规划、建设和运行泛南极监测系统中发挥领导作用和投入力量。

IPY2007-2008 强调对可持续利用的极地监测系统的特殊需求。从国际极地年已往的丰富经验来看，我们已经认识到将地球作为一个整体加以研究的必要性。我们需要协调、同步、

长周期的可持续性监测，以便从时空上来获取各种现象的性质、变化和不同特性等信息。

在此次 IPY 中，ATCM 将会提到在 2006 年 10 月 26 日召开的北极委员会部长级会议提出了（建立）可持续北极监测网络的要求，即敦促各成员国继续维持并扩展对北极各区域的长期监控，协力创造一个符合社会需要的北极协同监测网络。考虑到 IPY 北极行动，以及连续、精确地观测两极地区的需求，如果此次能说服 ATCM 去敦促各缔约国做出同样的努力，作为世界极地研究界的代言人，IPY IPO 将会大受鼓舞。敦促的内容大意如下：“ATCM 敦促各缔约国维持并扩展对南极各区域变化的长期监控，要求其所属的机构与 SCAR 及其他合作方共同建立一个能满足社会需要的南极协同监测网络。”

作为 IPY 的发起者，ICSU 同 WMO 从开始就将 IPY 看作是一个搭建极地可持续监测系统难得的和引人瞩目的机会。该系统是 IPY 遗产中的主要部分，可提高我们监测和理解极地地区变化的能力，而这正是提高预测未来变化的能力的基础，由此可引导决策者力图减轻或适应未来的变化。

在这一方面，IPY 提到，SCAR 提交 ATCM 的气候回顾文件中清楚地表明气候正发生着重大的变化，尤其是在南极半岛，而且由于地球气温已突破关键的临界点（Earth's temperature passes key thresholds），西南极气候发生变化的可能性也很高，并可能对海平面带来严重影响。

最后，IPY 特别呼吁与会国关注 SCAR 提交给 ATCM 的年度报告（IP06），它集中进行以下活动以建立（a）冷冻圈监测系统，（b）南大洋监测系统，（c）PantOS（泛南极观测系统网络），即结合上述冷冻圈监测系统和南大洋监测系统以及观测南极系统其它部分的其他项目（固体地球，低层与高层大气层）

5) IPY 活动

在 2007 年 2 月 28 日—3 月 2 日举行的 IPY 联合委员会第五次会议上，IPY 联合委员会通过了一项 IPY 科学大会计划。预计每两年举行 IPY 相关的专题活动，并从 2008 年开始。因此，2008 年将对早期和中期项目进行评估，2010 年将提前审查 IPY 科学项目，2012 年将进行全面评估。

IPY 联合委员会已经批准前两项活动。SCAR/IASC 开放性科学大会，计划于 2008 年 7 月 8-11 日在俄罗斯圣彼得堡市举行，其主题是：“极地研究——国际极地年看南北极”。它为 IPY 中期评估提供适时的大好机会。另外一个酝酿中的科学大会将由挪威举办，暂定于 2010 年 5 月或 6 月，这将是一个促进发现和合作的大好机会。

(曾红辉 译)

2007-2008 国际极地年南极冰下湖环境 (SALE) 计划

(第 30 届 ATCM 信息文件, 由 SCAR 提交)

简介

1、自南极冰下湖环境工作组于英国剑桥成立 7 年来, 我们对冰下环境的认识已有了显著的提高。当公众关注这些环境下可能存在独特生命时, 我们目前已经清楚冰下环境为重要的大陆尺度现象。冰下环境为厚实的冰盖覆盖之下的、空间广泛延伸的区域, 包含一系列不同的地质环境、年代、进化与湖泊环境。它看上去为互相连接的系统, 充当不同时空尺度的水传输的水文通道。有证据表明, 冰下湖可能与影响其上覆冰盖动力学的冰流现象有关。以往, 冰下环境内淡水的喷发可能是地形变动的一种重要的地貌表征。也有人推测淡水的流出影响了过去的全球气候。

2、冰下环境为依附于地球自身的自然大系统。在某些方面, 这一环境可追溯到至今 3,500 多万年前, 那时南极刚被冰雪覆盖。不同于地球上其他的生活环境 (太阳能为主要影响因子), 冰下环境中的过程则通过其上覆冰的流动 (冰川边界条件)、热量通量以及可能来自下覆盆地的流体 (地壳构造控制) 来实现。近期的发现表明, 控制这一环境的第三种 (因素) 为冰下水文学, 它会影响水 (体) 的驻留时间、流入、以及通过冰下系统进行的水、物质与热量传输。由于缺乏太阳能, 这些系统中的微生物代谢必须依靠来自冰架冰, 基岩与/或水和地热中的能量与营养。数百万年来, 许多南极冰下环境一直与外界 (从气候到年季变化) 保持隔绝, 并控制着气候变动, 而这些气候变动基本限定了大部分其他生态系统结构与机能。冰下环境为增强了我们对生命、环境、气候与行星历史如何相结合并产生现今世界的认识。

SALE 科学研究:

3、本文总结了从事南极冰下湖环境研究与探测的科学家、技术人员这一群体的相关讨论、建议与结论。

4、冰下湖演变地球动力学—冰下湖环境位于大陆冰盖与下覆岩石圈之间。水体分布与盆地的集水能力决定冰下湖的分布。虽然地表水分布与气候循环紧密相关, 但是冰下环境中水体的分布与地表温度、积累率、冰厚、冰流速及地热通量相关。目前已确定的冰下湖绝大多数位于冰分界线以下 100 km, 且长度小于 20 km。已知的南极冰下湖水体总量约为全世界地表湖泊水体的 25%。与冰下湖演变地球动力学相关的重要科学问题包括:

岩石圈结构在冰下湖起源与进化中起什么作用?

岩石圈过程在控制冰下环境时空稳定性中起什么作用?

不同成因的冰下湖的地理分布是否遵循地表湖泊所呈现的趋势?

岩石圈过程是如何影响或改变冰下环境物理、化学与生物特征?

冰下湖过程是否会改变地形和地貌，这个过程在地球表面演变中的重要性？

5、要解决上述这些问题，需开展区域与大陆级尺度的地球物理探测来评估南极岩石结构与形态。空间观测必须结合野外测量、基岩采样，还必须进行现场与遥感的岩石热通量测量。通过选定性的区域地球物理实验来系统阐释大尺度冰下湖特征，这一大陆级尺度的工作对弄清湖泊过程是必需的。冰下湖环境地球动力学研究将增进我们有关岩石圈对冰盖稳定性的控制、南极地质概况及其冰下湖水涌出在重塑地球表面中作用的理解。

6、冰下水文学—冰盖以下冰下湖的分布与位置表明水文过程对冰盖基底界面起着重要的作用。这些环境的相互融合基本影响着冰下（湖）的物理、化学、生态环境；隔离程度及生命的进化与维持。与冰下水文学相关的重要科学问题为：

冰下水文学如何影响冰下环境的分布与稳定性？

冰下水文学如何控制或改变冰下生境物理、化学与生物学特征？

冰下环境的基本特征相互关联吗？如果存在关联的话，将如何影响生活在这些环境内生物体的起源与新陈代谢机制？

地下水在冰下系统中的作用？

7、为回答上述这些问题，必须在大陆级尺度下研究冰下水文学。具体研究需包括：(i) 遥感与野外调查；(ii) 冰下集水能力的测绘与模拟；(iii) 对先前排水事件的评估；(iv) 冰下水的测绘；(v) 冰下（水）流量的量化；(vi) 对先前水文事件地质记录的恢复；(vii) 水文事件对沉积物分布，地貌演化与生物进化影响的评估。这些研究将增进我们对冰下系统及其在全球背景下的重要性的理解，并可从中洞悉冰架稳定性与快速冰流的意义。这些研究可用来重建南极冰架的历史，以及解译南极内部的气候历史。

8、湖沼生物学与生物地球化学—目前，人类对冰下环境的湖沼现状了解很少。湖泊大小、位置与形成时间影响水柱与沉积物内的物理、化学及生物过程。认识冰下湖内发生的湖沼学过程对理解微生物群落的存在与结构至关重要。与湖沼生物学及生物地球化学相关的重要科学问题为：

哪种冰下环境展现了内部循环，这是如何影响水与热量收支、垂向层化、生物地球化学梯度与维持生命的条件的？

冰下环境中无机物、可溶解有机碳与其他生物活性化学物质的时空分布是否显示生命的存在？

可溶解有机碳（DOC）含量是否足够维持非自养型生命，或者生命是否建立在新有机碳的无机化能营养生产上？

这些环境中营养物质（如碳，氮，磷，硫与其他）是怎样循环的？

气体氢氧化物（气体水合物，gas hydrates）是否存在，如果存在，它包含哪些气体，它们是否能维持活体微生物的小环境？

这些环境中沉积物的生物地球化学作用是什么？沉积物是如何影响湖沼条件的？

沉积物中是否包含早期湖泊环境的记录，是否包含湖泊中生命进化的历史？

9、这些问题可用结合模型、野外观测、现场试验与监测、实验室测量来解决。了解这些环境是“开放系统”还是“封闭系统”非常重要，也就是在特定地理区域内和在什么时段内湖泊之间是否存在交换。需先了解（冰下湖）盆地的地形、盐度、温度、密度与水流分布才能模拟循环、构建水、热量与生物化学收支、估算水体（形成）年代。生物地球化学研究也会提供有关新陈代谢活动存在的数据。冰下环境中生物活性元素的数量与分布将显示生物生产力的存在并表明微生物是怎样满足新陈代谢需要。水柱与沉积物中各种元素的时空分布给元素循环（研究）提供了线索，而一些可能有毒的元素的信息则提供冰下环境可居住性的线索。如果反映生物活动的化学剃度出现，则可建立沉积物的化学剖面。

10、微生物生命的进化与适应—冰下湖由于黑暗和与外界隔绝，其内的能量与资源受到了限制，因此，同其他生活环境相比，初级生产力可能更加受到限制。如果存在地热热量与化学物质，他们在冰下微生物学中的意义重大。冰下湖被认为相对稳定的环境，可能包含远古生态系统。与地表湖泊一样，冰下湖的稳定性将是现存的生态系统类型的主要决定因素。与微生物生命、进化与适应相关的重要科学问题为：

冰下环境中存在微生物生命吗？

存在什么类型的微生物生命，它们依赖何种新陈代谢过程来生存与繁衍？

冰下湖内部与冰下湖之间微生物分布（单位体积内的生物数量）情况？微生物生命的多样性如何？

冰下环境内的微生物生命被隔绝了多久？

冰下环境微生物体是否表现出独特的代谢适应，尤其是适应诸如高氧等有毒环境条件？

冰下微生物学是否展现出—个群落和/或—个生态系统的特征？

冰下湖内微生物间是否存在互养关系？

11、首要的问题是这些环境中是否存在微生物生命，必须设计出—种好的方案来探测非常脆弱环境下的生命。如果可以清晰地探测到生命，接下来很重要的事情应为确定冰下湖环境中生物体数量（单位体积内的生物量）、分布与多样性。这就需要—对水体、沉积物及冰进行采样。现场进行取样与分析将对技术提出特殊的挑战。冰下微生物的新陈代谢与生理性能将为（研究）生存在这种恶劣的条件下的生物特殊的适应策略提供线索。对冰下环境内生命的研究将提供极限环境下生存的生命新信息，由此加深我们对地球上生命多样性、及其进化与在地质年代上对环境过程的响应的理解。

12、冰盖动力学—冰下水体（湖泊与地下水）与水体之间的水通量影响了冰盖与冰流动力学，但对其细节了解甚少。对冰下湖与冰顶位置间的联系也了解很少，接下来的研究将通过经验观测与模拟来检验这种联系。与冰盖动力学相关的重要科学问题为：

冰下湖与冰盖动力学之间是如何相互影响的？

冰顶与冰界线在冰下系统中的作用是什么？

冰盖动力学是否基本控制冰下环境的位置及稳定性？

冰期前的湖泊是如何、为何随着冰盖的扩展而演变成冰下湖？

气候、冰盖演变与历史、冰下湖的形成、演化及栖息其内的的微生物是如何相互影响的？

13、冰盖与其下覆的冰下环境间的重要联系可通过以下方式评估：(i) 对水文过程中的地表状态的观测；(ii) 基部水的钻孔观测；(iii) 冰盖演化的数值模拟。通过模型模拟可检验水文及热力学控制。水循环，水文循环，冰动力学及沉降作用在古环境与古气候中的作用可通过多种研究方法获得。具体包括：(i) 弄清冰床 (ice-bed) 中自由水时空分布；(ii) 冰下环境中水与沉积物运输速率的观测与模拟；(iii) 冰盖与冰下水相互作用的观测与模拟；(iv) 冰下湖周转时间 (turnover time) 的模拟。开发在不同时空尺度的冰下排出与沉降模式必须整合区域物探数据。要解释冰下相互作用，需改进预报气候模式的临界条件。对冰盖动力学的研究将增进我们对局地、区域及全球尺度冰下水文系统的了解；有助于探测冰盖稳定性与快速冰流之间的关系与重建南极冰盖的演变。

14、古气候记录—揭示南极冰下湖环境的形成与演变的关键性信息可能被记录在冰下沉积序列中。这些湖泊中可能含有沉积记录，可提供冰下湖及其生命是如何随时间演变的证据，而且可能是南极内陆新生代冰川和古气候的唯一历史记录。由于有关冰盖历史我们了解得还太少，尚无法全面评估全球新生代气候的作用与意义。除冰芯外，南极内陆的历史长期以来也处于未知状态，因而这些内部环境 (冰下湖) 中有可能包含揭示冰盖形成的初始状态、生长与消退速率及体积变化的关键信息。与古气候相关的重要科学问题为：

冰下湖中是否包含可识别的过去的气候记录？

冰下沉积物记录是否填补了南极内陆历史及冰盖演化历史间的断层？

何种生物学、化学及地质学示踪信息 (proxies) 可用于古环境与气候变化的定年和用了从冰下环境沉积记录中获得年度信息？

南极内陆在新生代南极大陆边缘和全球范围内冰川与古气候历史扮演着什么角色？

冰下湖历史告诉我们微生物系统对气候变动的响应是什么？

冰下环境中生命的进化能告知我们何种信号以引导人类在太阳系中的其他星球寻找生命？

15、我们需要识别出作为冰下沉降过程指示器的示踪信息。对地质记录的准确解译则需要理解地层年代中断或缺失的原理。要估计冰下湖的最大年龄则需研究新的测定方法。测定冰下湖记录的年代则需要开发新的测年手段。揭示冰下湖环境的形成的关键信息可能完好地保存在沉积序列的底部。确定其由前冰期向冰下 (湖) 转变特征 (the pre-glacial to subglacial transition) 的最好方法获取冰芯中记录的信息。如果冰下湖在冰期/间冰期过渡期间依然存在，冰下湖无缝沉积作用 (subglacial lacustrine and hiatus-free deposition) 可能发生在几百万甚至几千万年的尺度上。如果冰下湖泊不稳定，其存在一段时间后消失，此种中断事件会留下明显的沉积特征。识别冰下湖中断事件十分重要，因为这些事件影响生命是如何随时间演变。如果冰下沉积的真实记录能被恢复并解码，古气候记录将在重建南极冰盖演变与南极内陆古环境历史中起到巨大的作用。

16、全球气候联系—南极冰下湖可能出现灾难性的排干及其与冰流的出现相关所显露的

证据表明这些特征是构成全球冷冻圈与气候系统中的一个组成部分。冰下湖与快速冰流之间的联系表明冰下湖及其相连的水文系统是影响冰盖融化与崩塌的一个主要因素。与全球气候相关的重要科学问题为：

冰下水对南大洋循环有什么影响？

冰下水对深层水形成有什么影响？

冰下融水涌出对陆架沉积物及海洋生物生产力有什么影响？

17、通过解译南极大陆边缘冰芯的历史记录来评估喷出的沉积物的时空分布就能回答这些问题。这些事件可能与受洪水喷出侵蚀的离岸地形与向岸地形有关。沉积记录可用于评估淡水输入及其对海洋循环的影响。我们可以利用模式来测试海洋对冰下水文过程的敏感度，如剧烈的洪水喷发或横跨着地带的稳定的状态通量(steady state fluxes across grounding zones)。此外，也可模拟到对冰厚变动的响应以及冰厚对冰下湖变动的响应。最为有趣的是驱动这些变动所需的边界条件。恢复洪水泛滥时陆地、海洋记录尤为必要。深入分析冰下水在全球气候中作用有助于提高我们对这些过程如何影响全球冷冻圈与气候系统的认识。而淡水喷出及其对南大洋循环、底层水生成、陆架沉降及生物生产力的影响的重要性将得到阐明。

技术挑战：

18、冰下环境的研究需要各种技术的（支持），包括：（i）进入（冰下湖），（ii）观测台，（iii）样品收集与返回，（iv）适应于冰下环境条件的观测方法。实现这些科学目标的一个基本条件是需确立一套环境管理与标准协议以最小化环境污染。上述的各类科学调查必须采用这类协议。环境方面的考虑包括两点：（i）通过最小化改变来保护环境；（ii）为科学调查取回无危害的样品。考虑到这些环境中的生物量可能较低的和化学物质可能较淡的，这两个方面都会对当前技术带来挑战。

19、一旦标准达成一致，钻入冰下与抽样这一主要阶段便可真正进入实施。研究项目的跨度要求对横跨南极大陆的多个区域进行研究。冰下湖环境的广泛分布为开展实验设计来检验南极大陆不同的区域经历不同历史与气候条件这一假设提供了额外的推动力。选择多区域（站点）探测为冰下环境探测与研究提出了更多附加的要求。必须开发一种好的钻孔与抽样技术，能及时抵达采样现场，迅速钻入湖泊，获取并处理非人工样品，并及时转移到下一个钻孔位置。要实现多个实验室间数据的类比与整合则需建立实验室间进行类比的方法与方案。需要建立统一的实验室和设备的净化标准。必须开发迅速、干净存取大批量的水体与沉积物样品的技术。同时还需要建立中心档案库来完整保持样品以供未来研究和大量分发样品所需。

20、增进对冰下环境分布起因、稳定性及物理、化学、生物动力学的理解需要系统整合现有的地表试验、空中观测与卫星遥感数据。策划和实施聚焦于各类冰下环境的项目需考虑到冰下湖环境随时间的变化。要回答冰下环境起源及进化这类重要的问题，数值模式须同实验数据整合；同时也必须与全球气候、海平面变化、冰盖稳定性、水文与化学循环分析相结

合。要更好地理解冰下湖系统是一个水文系统，需要对冰下分水岭及区域地形学进行详细的分类和描述。

未来展望：

21、我们站在未来 10 年或更远以后南极科学核心问题是什么这一基点。南极冰下环境研究与探测计划得以全面实施所得的最终成果将极大地推进人类对南极及其在地球系统中的作用的认识。其科学目标包括通过调查、测量与改进型建模更深入地了解地球上第五大陆地质演变。认识冰下湖环境演化能全面了解几千年来塑造南极的基本驱动力。冰下沉积记录将提供有关南极古气候、冰盖历史与稳定性、南极大陆内部演化的独特信息。下一代的冰盖耦合模式将冰下环境作为系统中的重要要素。这些模型将得以优化与改进，以便准确地描述构造构造、冰盖动力学与气候间复杂的相互作用。将弄清大量的冰下水涌出对过去海洋循环与深层水形成、过去与未来气候变动、地貌变化及冰下湖环境间物质交换、生物多样性的作用。一旦我们能进入这些环境，便可确定冰下生物体的种类与代谢多样性，包括其在生命树谱（“Tree of Life）中的进化位置。微生物与染色体研究将：1）增进我们对生物体在恶劣环境下生存、繁殖及进化的了解；2）探索生命能适应的环境极限；3）为这些环境种植生物体提供线索；3）揭示由构造、地质与气候相互作用所产生的特殊适应（性）；4）作为在太阳系中其他地方寻找生命的试验地。由于这是在探索新的前缘，最为重大的突破可能难以预知。这一计划的一个主要成果为通过激起人们对这些独特环境的遐想来吸引下一代的科学家与工程师投身极地科学。冰下环境研究与探测将成为未来极地科学家自我实现的舞台。

更多信息请参考：

SALE 项目办公室网页：<http://salepo.tamu.edu/>

SCAR SALE 网页：http://salepo.tamu.edu/scar_sale

SALE 2006 工作组网页：<http://salepo.tamu.edu/saleworkshop2006>

所选文献（省略）：

（李娜 译）

2007-2008 国际极地年俄罗斯首批南极考察活动

(第 30 届 ATCM 信息文件, 俄罗斯提交)

国际极地年活动于 2007 年 3 月 1 日正式启动, 这天也正值俄罗斯第 52 次南极考察结束。这次考察始于 2006 年 11 月, 所以这次大规模的南极考察项目成为 21 世纪初实施这一意义深远的国际科学活动首批项目。俄罗斯所开展的科考行动完全符合《国际极地年(2007-2008) 爱丁堡南极宣言》(2006 年 6 月 19 日) 的原则。

俄罗斯国际极地年科学行动计划于 2006 年发布, 包括以下主要方面:

极区水文气象学和日地物理状态

气候与古气候

高空大气层和近地空间

游离与表层大气

极地海洋和海冰的环境

极地地区地表水与河口: 冰川状态和洪水

土壤、极区陆域冷冻圈、冰川作用、永久冻结带

极区岩石圈地质演变的结构和历史

极地陆地和海洋生态系统

极地地区环境污染及其对生态系统的影响评估和预报

极地地区生态系统种群状态及其对气候变化与人为变化的响应

建立极区监测系统

信息系统: 数据管理

人们的生活质量和极地地区社会经济发展

进一步挖掘极地研究领域的教育与科学潜能, 向公众传播极地知识

俄罗斯国际极地年科学行动计划包括对南、北两极开展海洋、陆地和社会研究。分别有 27 个北极, 5 个南极, 2 个两极的海洋研究项目列入这一为期两年计划中。该计划中南、北极陆地研究项目的比例为 13 比 54, 另外还有 10 个两极项目。21 项社会学项目只在有土著居民居住, 且经济活动活跃的北极地区进行。

俄罗斯第 52 届南极考察 (RAE, 2006-2008) 科学监测与实施计划包括 9 个考察项目, 全面开展实验和收集实施这一计划所需的信息。具体内容如下:

调查位于 Mirny 站区域冰穹出口 (glacial dome exit) 垂直剖面的多年变化。该计划将在 Mirny 站至 Vostok 站之间的 100 千米断面上来安装光学和全球定位系统观测仪器, 旨在再次测定东德科学家参加 1964-1965 年苏联南极考察时测定的冰盖剖面, 由此来分析东南极冰穹 40 年来体积和重量变化, 并考虑目前气候变化因素。为便于进行特性的对比, 2006-2007 年的测量方法与 1964-1965 年相同, 并在同一路线和地点进行。这项工作将由俄国

和德国的专家共同来完成。

研究亚南极冰床积雪层的构造。该项目将在“作为气候变化指数的极地冰川和冰盖”这一计划的框架下进行。为实现这一目标，在别林斯高晋站测定亚南极冰穹（乔治王岛，南设得兰群岛）目前的养分边界高度和地下积雪层的热液构造。同时，对季节性溶解区域的测量将延伸到菲尔德斯半岛（Fildes Peninsula）的上层冻结带。这项工作可测定出亚南极冰床的养分边界高度和南极半岛冻结岩层近几十年的变化。

东方湖（Vostok 冰下湖）表层水质取样。这项工作运用由圣彼得堡矿业学院和俄罗斯南北极研究所在 2001 年开发的技术。2006—07 年，将在 Vostok 站 5G-1 深孔处进行钻探并提取为 3650—3725 米深度范围的冰芯。为防止钻液渗入冰下湖水柱，在进行钻探中将同时监控冰芯结构。冰芯提取后将进行结构描述、气体成分取样和电子传导率测定。

测量 Vostok 冰下湖北部冰盖的潮汐垂向活动。该项工作采取 2000—2001 年用于 Vostok 湖测试的方法，目的是调查月亮和太阳潮汐能对冰下湖水体的物理影响。该测量运用放置于冰雪层的高精确度 GPS 接收器。GPS 接收器放置处用树桩进行了标记，以便在 2007—2008 年能重复进行这一实验和测定冰表层的流率。德国和俄国的专家共同开展该项研究。

测量别林斯高晋站（Bellingshausen station）附近观测点的冻土参数。别林斯高晋站附近观测点的低温生物学研究（冻结岩石参数测定）可以让我们分析永久冻结带对当地气候变暖的响应，加入国际南极地区活动层监测系统。该项工作目的是调查在区域明显变暖的条件下，冻岩、植被的参数和乔治王岛粪土的元素构成。计划在一个面积为 1×1 千米的固定区域对上层土壤的季节融化深度进行冷冻圈地质学测量（geocryological survey）。该测量在 100 米范围内的 10 个区域进行。冷冻圈地质学测量将辅以沿途气象测量（包括表层气温的梯度测量，底层温度测量（记录微地貌类型）和土壤温度剖面测量。

气候变化对海洋沿岸生态系统的影响。该计划在 IPY 国际项目“气候变化引起的冰川融化对南极半岛地区沿岸海洋生物群落的影响”的框架下进行，来自 18 个国家的科学家共同参与。南极半岛地区气候变暖与生态系统变化是同时发生的。浮游动物是对外界影响最为敏感和最易变化的生物群落。该计划主要目的是收集浮游动物在沿海水域的纵、横向分布数据，用于调查浮游动物群落随时间的变化和基本构成。对乔治王岛沿岸水域浮游动物种群变化的监测，有利于分析在变暖环境下海洋内生物的区域变化，也有利于首次建立一个的海洋生态系统长期监测系统。在进行水生生物取样时，同时分别在海平面以下 0.5 米，10 米，15 米，25 米和 50 米处测量海洋温度和盐度等数据。

南大洋的海洋学研究。通过搭载“Akademik Fedorov”考察船这一平台来进行海洋学研究。计划通过完成一系列南大洋断面观测来调查南大洋海水热盐结构和锋面边界垂向分布。将在南非和南极 Novolzarevskaya 站之间沿零度子午线进行断面观测，并运用高空间分辨率的 XBT 进行测深，同时在 Lazarev 海的大陆斜坡至冰层区域进行 CTD 剖面测深。运用 CTD 在西联邦海域（Commonwealth Sea）测深和在大陆斜坡进行海洋垂向断面观测，目的是调查斜坡锋面动力学和底层水的形成特点。这将为 2007/08IPY 第 8 个项目“南极大陆斜坡和陆

架水相互作用”做出贡献。由此，我们可估计出南大洋气候的形成因素，弄清该地区热盐水的形成机制。这项工作的结果将用于检验海洋循环和气候模型的区域性和全球性模式。

在 IPY 科学研究和应用攻克阶段收集气候观测数据。该计划将作为 IPY 第 267 个项目。共有 23 个国家参与，由俄国负责组织。由于南极站分布相当稀疏、而数据观测时间较短，使得数据分析、数据质量控制和翻译工作变得复杂化。该计划旨在为极地科学和考察业务提供完善的南极气候观测数据档案。具体目标包括：

- 获得有关南半球大气参数的综合数据集

- 加深对当前气候形成过程中南半球大气过程的理解，包括天气系统和大范围循环系统之间的关系

- 建设南极地区最佳的监测系统

- 建立预测未来气候变化的信息基础

该计划有利于提高对南极气候形成过程及其对全球气候的影响的理解。在该计划的框架下，IPY 期间俄罗斯将分别在南极青年站 (Molodezhnaya)，俄国站 (Russkaya)，列宁格勒站 (Leningradskaya) 架设自动观测气象站。

近岸和远岸海冰低温生物学综合研究。该项目是 IPY 第 92 项“南大洋气候相互作用与生态系统动力学”中俄罗斯负责的部分。该研究包括以下目标：

- 研究普里兹海湾沿岸海冰和联邦海域海洋断面上生态系统的物种构成和种群结构

- 测定海冰与冰下水层的水化学成分

- 研究反映南极近岸和远岸生态系统生命活动特点的生态—生物参数变化

在进步站附近海冰附上海洋沿岸期间，运用水文探测仪持续测量其水文物理和水文化学参数。夏季时派多名调查人员对冰下浮游动物和海底生物进行取样。

在 2007 年，俄罗斯依据 IPY 2007-2008 计划已经开始实施五项国内计划和四项国际协作项目。

(曾红辉 译)

2007-2008 国际极地年印度南极考察活动

(第 30 届 ATCM 信息文件, 印度提交)

背景

印度参与国际极地年计划的部分活动。IPY 印度行动计划将吸引学生参与极地活动, 从而提高他们的极地意识。印度南极考察为一些研究生提供了赴南极的机会。这一方案 IPY 期间的实施计划已经成形。

印度对国际极地年的贡献

印度通过提交各种各样的科学项目来参与 IPY, 下面的一些项目已经得到 IPY 的认可。

第 70 号: 监测非洲与南极洲之间的上层海洋环流、输运和水团。

第 129 号: 陆基人类因素对行径南极大陆架的悬浮微粒的影响 (气溶胶对南极的影响)

这些计划的主要目的和相关背景如下:

“监测非洲与南极洲之间的上层海洋环流、输运和水团”这项计划在 (第 26 次印度南极考察队, 2007 年元月初从印度出发赴南极) 本年度的考察中已经启动, 他们已经按照预定计划从印度果阿 (Goa) 到南极的印度海湾, 再到南极的普里兹湾的航线上收集数据。该计划的主要目的是: (1) 获取南大洋目前物理特征状态和年际可变性。(2) 监控海洋环流、纬向和经向输送、大气表面的热量收支以及太平洋与印度洋的联系, 并构建用于理解气候可变性的框架。

其观测项目包括在南大洋的印度扇区内进行增强型深海温度测量器 (XBT) 观测或增强型电导、温度、深海测量仪 (XCTD) 观测, 目的是描绘出目前的海洋环境状况。其年际变化将通过开往印度南极 Maitri 站的航线上进行重复采样来监测, 并由抗冰船来提供后勤支持。沿航线还将执行大气稳定参数测量以了解纬向 / 经向的边界热通量。这项计划同 CASO 的科学目标相关, 即在南极大陆边缘与开放的海洋环境的物理海洋学、生物地球化学、生态学、海冰研究、海洋-冰架相互作用、气象学、极地-低纬间遥相关和古气候之间建立关联。

作为 IPY 中一个重要部分, 2007 年另一个重要的领域是研究“陆基人为因素对行径南极大陆架的悬浮微粒的影响 (气溶胶对南极的影响)”

人类的各种活动会释放气溶胶, 这些在空气中传播的气溶胶悬浮于对流层和平流层, 会随空气一道长距离漂移, 直到找到合适的下沉地点。各种大量的气溶胶 (悬浮微粒) 和它们的前体源于其他大陆, 这些释放物中相当一部分飘洋过海最终到达南极洲。当这些释放的主要微粒和气体通过空气传播时, 会通过不同的路径和其它气溶胶相遇并发生反应, 对影响气候中起重要作用, 且可能影响局地的生物系统。本项研究计划在从印度果阿市到南极的印度海湾, 然后到印度拟建的第三站 (拉斯曼丘陵, 69° 24' -69° 25' S and 76° 01' -76° 14' E)

的航线上采集样品。

在进行大悬浮微粒鉴定中，将同时进行要素组成和粒子大小分布及浓度分析。必须研究微粒积累所形成的局地累积环境及其对植物群影响。为验证微粒的运动轨迹，将运用中等分辨率（Meso Scale）空气质量预测模型。所收集的数据有助于了解东南极洲大陆气溶胶动力学。这项计划将同意大利系列项目（“POLAR-AOD：极区气溶胶气候驱动特征的方式，可变性和趋势”，第 171 号项目，）结合起来。该项目由来自意大利大气科学和气候研究所（ISAC-CNR）的 Claudio Tomasi 负责。除上面提到的、已入选的 IPY 研究项目外，下面的项目也将对 IPY 主题作出贡献。

“利用南大洋印度洋扇区沉积物岩芯、冰缘湖沉积物岩芯和南极浅冰芯来研究南极及南半球地区全新世气候变化” 这一项目将利用极地和南大洋作为关键区域来探求引起高纬地区几十年到千年气候快速变化的驱动作用。这项研究包括对 2006-2007 夏季从大陆架和大陆获取的冰芯进行分析。印度是 ITASE 计划的成员，通过分析冰芯样本中化学和同位素的变化来重点研究过去的气候快速变化。

来自 Schirmacher 绿洲的湖泊沉积物岩芯为古气候研究提供了一些线索。例如，已报道过从雪样和海藻群发现了 thecamoebians (*Arcella patens Antarctica*) 和一些 palyno-deris。

“教育推广计划”：在 IPY 期间，印度已经为学校的学生们发起了一个内容广泛的教育推广计划。在 2007 年 3 月 1 日，印度在新德里和果阿两地同时举行 IPY 启动仪式（与全球启动仪式在同一天）。除社会公众外，大学生和中小學生也参与这一活动。关于温室气体和全球变暖的科普演讲计划在新德里的 Jawaharlal Nehru 大学举行。在印度，从 IPY 网站（www.ipy.org）下载的小册子已经被翻译成国家官方语言并分发到所有的学校和大学。

印度国际野生动植物基金作为该计划的合作方，来共同开展这一科普活动。印度南极与海洋研究中心（NCAOR）也积极参加南极科学普及工作，包括邀请部分印度大学生参观 NCAOR 以获得南极洲和相关挑战的第一手资料。在 IPY 期间将举行针对中小学生的海报、标语和邮票设计等各类比赛，邀请杰出的科学家举行演讲，举办关于“人类和两极照片展览——“Polar Ice”。详细资料也可能从 NCAOR 网站（www.ncaor.org）或者印度国际野生动植物基金网站（www.wwfindia.org）获得。

（程文芳 译）

2007-2008 国际极地年澳大利亚南极考察活动

(第 30 届 ATCM 信息文件, 澳大利亚提交)

澳大利亚正在牵头组织 10 项国际极地年(2007/08)入选项目, 这些项目涉及从海-冰观测、海洋生物多样性、到教育、科普与推广等各个领域。

南极海洋生物普查

“南极海洋生物普查”主要调查气候变化如何影响南极海洋生物多样性的分布与丰度; 气候变化如何影响生态系统功能特性(目前南大洋为人类无偿提供这一服务); 以及衡量未来变化对南极生态系统多样性的影响。澳大利亚南极局正在组织和协调这一计划, 来自 20 个国家的 200 名研究人员共同参与这项工作。至少有 14 条研究船将在南极水域下执行该项目, 且主要集中在 2007/08 年度。

南极外来物种

非本地物种(外来物种)对生态系统的影响是 21 世纪一个重大问题之一。南极洲也未能免受其害, 一些外来物种已定居于南极大陆及大部分的亚南极岛屿。将依据大约 15,000 名南极研究人员和旅游人员、以及 4 家旅游公司、15 艘澳大利亚南极考察使用的供应船和 6 家航空公司的旅行路线和行踪记录来进行研究。澳大利亚与英国、新西兰、南非、法国、比利时、荷兰和日本等国将为此开展国际合作。

太阳与大气过程的联系(SLAP)

这个项目将研究太阳的变化与天气、气候和臭氧层的关系。大气电路与天气和太阳变化有关。地球的两极地区太阳风和地球磁场的相互作用形成另外一个发电机。宇宙射线控制着大气的导电性, 而宇宙射线本身则受太阳风的调整。最近的一些结果验证了短期(几天内)太阳的变化与高磁纬度地区地面站观测到的基态能级压(ground level pressure)存在着联系。SLAP 正在试图证实或推翻这种联系、量化各种全球天气与气候现象和问题。与澳大利亚进行这个项目合作的国家有俄罗斯、美国和英国。而澳大利亚、法国、英国、美国和俄罗斯将提供后勤支持。

切准南北两极的人类脉搏

这个项目的关键环节是建立一个 IPY 2007/08 期间南极工作人员的健康状态数据库。重点开展极地地区人类健康和福利的流行病学研究, 主要调查生活在完全黑暗的冬天对人体所产生的影响(紫外辐射光生物学); 孤立和受限环境对人类免疫系统、新陈代谢、压力、社会行为的影响; 以及在相距非常远的情况下使用基于互联网的远距离医学技术开展诊

断和治疗人体疾病的能力。这项研究的结果将为考察队员的健康和福利带来明显的、直接的好处，并为未来的研究人员留下一笔重要的数据。

极地高原天文学

由于极地高原上空的空气极度寒冷、干燥和稳定，它是地面上开展各类天文学观察最佳的区域。这项计划的主要目的是对在格陵兰岛和加拿大的 Ellesmere 岛最高区域、以及南极冰穹 A 与冰穹 C 进行天文观察的条件进行比较量化，并开始构建一条观测线阵。一个能在冬天收集数据的自动天文观测站计划在 2007/08 夏季中国进行内陆考察时运抵冰穹 A。

南极洲和南大洋的气候

这个计划将通过海洋调查国际合作来同步获取南大洋物理环境的瞬态图（将与其它 IPY 活动协作来共同获取南大洋生物地球化学、生态学和生物多样性的瞬态图）。这将会提升我们对南大洋在过去、现在和将来的气候中所扮演的角色的理解，包括南大洋经向环流和纬向环流的联系、水体转换、大气变化、海与冰的相互作用、物理-生物地球化学-生态学联系以及极地与中纬度地区之间的遥相关。

南极海冰

在国际极地年期间，“南极海冰”是一个研究环绕南极洲四周的海冰区的合作项目，南极洲周围海冰区最大面积达到 2000 万平方千米（相当于南美洲的面积）。这个计划需要广泛开展海上调查，同时辅以卫星监测和采用水下先进技术（诸如固定式上视声纳仪、无人操作水下机器人）。海冰是地球表面反照率的主要贡献者，而地球表面反照率是决定地球表面温度的主要因素之一。

甘伯采夫山脉-地球物理学勘探

甘伯采夫山脉位于东南极冰盖之下。这个项目由来自许多国家（主要是美国，德国，澳大利亚和中国等国）的研究人员来共同开展，它主要是为了揭示这冰下一山脉的特性，从而更好地认识它们在 1.8 亿年前冈瓦纳大陆分裂期间的演变起源和历史。

国际南极学院 (IAI)

国际南极学院建于 2006 年 7 月，有 12 个实施‘南极教育和/或南极研究’项目的国家加入。它将作为南极研究项目的教育中心、并推进各合作学院间课程的相互认可。其建立之初，总部设在澳大利亚塔斯马尼亚大学。国际南极学院是一个综合性、多学科大学教育机构，并提供从大学到硕士研究生等各个层次的学历教育。

国际研究考察

维多利亚皇家学会计划组织两个为期 40 天的夏季科学研究航次, 其中将选派 50 名即将毕业的大学生和 60 名科学家参加这一活动。学生们将全面参加船基与岸基调查和实验项目 (这些项目与其它 IPY 项目互为补充), 并编写调查报告。如果 2007 年 6 月 30 日前能筹措到足够多的基金, 这两个航次的考察将分别于 2007 年 12 和 2008 年 12 月从塔斯马尼亚州府霍巴特市起航, 在去南极海岸的途中还将顺访 Macquarie 岛。

除开展上述这些项目之外, 澳大利亚研究人员将参加其它国家组织的 46 个 IPY 入选项目。

关于澳大利亚对 IPY 的贡献更多的信息可以从 <http://ipy.antarctica.gov.au/>找到。

(程文芳、凌晓良译)

2007-2008 国际极地年罗马尼亚科学研究活动

(第 30 届 ATCM 信息文件, 罗马尼亚提交)

IPY2007-2008 和 ERA-NET 中罗马尼亚极地研究项目和计划

罗马尼亚研究和教育部, 罗马尼亚南极基金会和罗马尼亚极地研究所将组织并管理区域性和国际性合作活动, 例如: 合作性的极地研究项目和基础设施; 开展国际合作的罗马尼亚南极 LAW-RACOVITĂ 站。

与国际计划相关的罗马尼亚极地研究

欧洲极地 ERA-NET 项目-欧洲极地联盟 (European Polar Consortium)。罗马尼亚极地研究所 (属罗马尼亚研究和教育部) 是该组织的成员。

罗马尼亚极地研究所提出并入选的 IPY 项目建议: (1) ID 137-南极洲生物进化及生物多样性: 生物对这些变化的响应 (合作方-意大利、澳大利亚); (2) ID 73-南极绿洲多学科生态学研究 (MESA0) (合作方-捷克共和国); (3) ID 341-弄清南北极人体律动-人类生物学和医学研究, TTAAPPL (合作方-澳大利亚)。

参与俄罗斯所提出的项目”研究人类和人体微生物群落在地球极区的适应能力”。项目牵头单位为俄罗斯南北极研究所 (属俄罗斯水文气象和环境监测局, 圣彼得堡), 项目合作单位包括罗马尼亚极地研究所、罗马尼亚布加勒斯特医药大学、罗马尼亚科学院的 “Stefan S. Nicolau” 病毒研究所

参加的其它合作项目包括: (1) ID: 99 IPY 期间气候变化下的臭氧层和紫外辐射的两极观测 (合作方: 德国); (2) ID: 116 澳大利亚维多利亚皇家学会组织的两次国际极地多学科考察 (合作方-澳大利亚维多利亚皇家学会); (3) ID: 244 南极文选。为纪念 IPY 合作编著一本南极综合书籍, 集文学, 艺术与科学于一体 (合作方: 英国苏格兰); (4) ID: 451 : 南极旅游展览 (合作方: 自然历史博物馆, 英国伦敦)。

澳大利亚-罗马尼亚的 Law-Racoviță 站 (南纬 69° 23' 16'', 东经 76° 22' 47'') 位于东南极拉斯曼丘陵, 建于 2005 年 6 月 15 日。依据与澳大利亚政府于 2006 年 2 月 20 日签订的备忘录。基本情况如下:

南极国际合作气象站: 科研设施

罗马尼亚在拉斯曼丘陵开展的多学科科学活动: 地质学, 冰川学, 湖泊研究, 土壤学, 生物学, 生物多样性, 微生物学, 医学生物工程, 人类对环境的影响, 天文学, 气候变化。

(程文芳 译)

2007-2008 国际极地年德国教育与推广计划

(第 30 届 ATCM 信息文件, 德国提交)

除了科学考察之外, 国际极地年期间的主要目标还包含向社会公众, 特别是学生普及极地知识。通过教育与科普活动, 吸引年轻人加入到极地和气候研究, 可以激发并提升他们对于这一领域的认识, 并希望他们中间能产生出新一代的极地科学家。

针对学校的主要计划, 就是建立 Cool Classes。在这一活动中, 学校教师通过亲赴南极和亲手开展工作来直接参加到国际科学研究计划中。其目的是, 当老师们返回国内后, 将作为热心的使者, 去激发当地的学生和老师对极地研究的兴趣和好奇心! 这些活动将使学校在极地年期间能直接参与到我们的科学研究计划中, 并将在德国和欧洲的学校和科研机构之间建立起长期的伙伴关系。作为国际极地年活动带来的长期效应之一, 这一期间开发的新素材和内容可用来补充或者更新学校的课程和课本。

为了激发学生们关注国际极地年启动, 一个绘画竞赛活动将在覆盖整个德国的学校间展开。届时, 将展出超过 170 幅的极地图片, 这些图片反映出德国 6 至 17 岁年龄段的学生们对极地和未来的想象。

我们通过建立德国青年指导委员会 (German Youth Steering Committee) 来宣传、推动和促进青年极地研究者在极地年期间的活动。此外, 我们将开办各式各样的南极夏季学校和北极夏季学校, 让学生们有机会参与极地的海冰、生物学、地质学研究。极地是一个对地球气候最为重要的、最为敏感、但又最不了解的区域。

德国正在举行各式各样的有关极地科学和气候变化的展览。这其中就包括在施特拉尔松 (Stralsund) 主办的 Lilo Tadday 图片展; 在阿伦 (Aalen) 主办的 Gerhard Rießbeck 画展 (展出的作品是 Gerhard Rießbeck 在 Polarstern 号破冰船创作的); 以及在汉堡动物博物馆举行的南极考察展览。为了吸引社会公众, 特别是年轻人对气候的关注, 一个法德联合组建的科学宣传车队也将在德国、比利时和法国作巡回旅行。

媒体也将会参与到国际极地年德国的主要考察活动, 比如一些影片制作者将随 Polarstern 破冰船参与考察, 新闻工作者前往各个考察基地。通过把媒体人带到那迷人的极地并让他们直接体验最新的极地考察, 我们希望能确保社会公众一开始就能参与国际极地年活动中。极地考察与研究是最具吸引力并且对于理解和预测气候变化越来越必要——这就是我们希望带给公众的信息。

欲了解更多相关信息, 可以访问其网站 (<http://www.polarjahr.de>)。

(唐学远 译)

2007-2008 国际极地年:ANDRILL 计划

(第 30 届 ATCM 信息文件, 由新西兰、德国、意大利和美国联合提交)

概要

在 2006/07 年度的南极考察期间, 由新西兰、德国、意大利和美国联合组成的 ANDRILL 科学联合小组在南极大陆边缘钻取了最深的地质钻孔。这一钻取地点位于 Ross 冰架西北角的 McMurdo 冰架上, 钻穿了 80 米厚的冰架后, 往下钻入 850 米, 共钻取了 1285 米长的冰芯。这是首次以南极冰架作为钻取平台进行地质钻探并钻取了最长的南极岩芯。

在岩芯质量和复原(复原达 99%)方面这一记录是独一无二的, 它是首个反映过去 1000 万年以来南极冰盖过程的直接证据。在 2—5 百万年以前这一时间段, 有一个很好的定年范围, 并可提供有关罗斯冰架(Ross Ice Shelf)和与其相关的冰盖在假定地球表面比现在升高 2—3 度的情况下(这一预测是与 IPCC 对下一个 50—100 年的温度升高幅度的预计相一致)如何变化方面的重要知识。来自岩芯的气候隐含信息可校正气候模式, 有助于进一步理解冰盖和冰架对温度及大气中的二氧化碳浓度变动的敏感性, 为认识 McMurdo 火山、地壳历史和古生态学提供了新的证据。

一项主要的研究发现之一就是得出在过去的 5 百万年内南极冰盖进退超过了 50 次这一事实。

介绍

ANDRILL (Antarctic Geological Drilling) 是一个来自德国、意大利、新西兰和美国的由科学家、教育工作者、学生、工程师、钻探人员和后勤人员共同参与的多国合作南极地质钻探项目。ANDRILL 的目标通过地质钻探并获取南极冰架和海冰以下海底沉积物样品来弄清南极大陆的地质历史, 并了解其过去和未来发展。科学家们相信, 在南极大陆冰盖边缘进行一系列钻探可解答南极冰盖过去的演化历史和行为等方面的关键性问题, 并揭示冰盖对过去全球变暖与变冷的响应。

ANDRILL 联盟

ANDRILL 由四个国家南极主管机构(即美国自然科学基金委员会(NSF)、德国 Alfred Wegener 海洋与极地研究所(AWI)、意大利南极局(PNRA)、新西兰南极局)共同参与, 由 ANDRILL 实施管理组(AOMG)领导下组织实施。

一个称为 McMurdo Sound ANDRILL 科学执行委员会(MASIC)提供科学指导。各国在 MASIC 均派有两名代表, MASIC 成员还包括每个钻探点的两名首席科学家, 他们分别是 Tim Naish 和 Ross Powell (2006—2007), Fabio Florindo 和 David Harwood (2007—2008)。目前, 委员会主席由 Gary Wilson 博士担任。ANDRILL 科学委员会(ASC)独立负责规划和制订南极科学未来建议, 主席由 Tim Naish 博士担任。ASC 成员包括未来钻探计划倡议人和

参与国的国家代表。

ANDRILL 计划管理工作由新西兰南极局承担，并由项目(执行)经理 Jimowie 具体负责。科学与推广项目由美国的 Nebraska 大学 ANDRILL 计划科学管理办公室 (SMO) 负责协调，管理人员包括行政主管 Frank Rack 博士，科学助理 Richard Levy 博士。

目前该计划的预算是三千万美元 (其中的三分之二用于研究、教育和推广，三分之一用于后勤作业)。100 多名来自项目成员国的科学家、技术人员和学生将参与这一计划。新西兰一个由 28 人组成的钻探队参与这个团体。

科学目标

南极在全球系统中扮演了一个关键的角色，但是由于南极大陆覆盖有 3300 万年历史的冰盖，而裸露的岩石很有限，因此缺乏大量必要的的数据。尽管现在冰芯数据提供了过去 100 万年的气候变化记录，因而超过这一时间段的高质量气候记录只能通过钻取冰盖附近的海洋沉积盆地来获得。因为这些最接近冰的海洋沉积物通常被季节性海冰或者永久性冰架所覆盖，因此必须研发一套固定在浮冰上进行工作的钻探系统。这一系统采用了已验证过的 Cape Robert 工程技术 (Cape Robert' s Project technology)，由于是在冰架上进行深冰芯钻孔工作，必须加以改正，通过热水扩孔系统来保持钻探系统处于开放状态。更老的沉积物气候记录是至关重要的，它能够提供了一幅大气二氧化碳在现今水平两倍以上，从而驱动气温上升时地球气候和南极冰盖行为的图像，而冰芯记录却无法提供这些信息。如果没有像 ANDRILL 这样的地质钻探计划提供沉积物记录，我们对全球系统的理解仍不完整，而很大程度上依赖南极地区以外的记录。

主要的科学目标：

冰冻圈演变的发生与过程

西南极冰盖和罗斯冰架的演变

冰盖由动态型向当前深冻状态的转变 (1 千 5 百万年到 3 百万年前)

气候适度性和冰盖变化

南极与北极地区之间的全球关联

检验第四纪气候变化的示踪记录

过去的极暖时期—上新世，海洋氧同位素时期 31 (marine oxygen isotope stage 31)

冰盖对全球气候和海平面的调节作用

冰架和海冰对全球海洋系统的影响

罗斯冰架变化对南极底层水生产的影响

冰盖和海平面变化中晚第三纪 Milankovitch 循环的高分辨率记录

极地生物的起源和适应性

极地和海冰生物群落演化的模式和阶段

生物对暖、冷和极端气候环境和事件的响应

西南极断裂和南极横穿山脉（TAM）抬升
机制、定年和对火山填充作用的形变响应
冰川、构造和火山过程对沉积物积累的影响
南极横穿山脉（TAM）抬升与气候模式边界条件的关系

钻探地点

现有两个钻探地点：（1）2006 年 McMurdo 冰架钻探计划(MIS)，穿过 McMurdo 冰架来钻取 1000 万年前到目前的沉积物记录。（2）2007 年南 McMurdo 海峡钻探计划(SMS)，计划穿过 McMurdo 的海冰来钻取 17—5 百万年前的沉积物记录。

钻探技术

ANDRILL 钻探系统是在澳大利亚 UDR 公司开发的一套钻矿系统的基础上进行了技术改造而成，以适应南极特殊条件和科学需求。它包括一个 13 米高的钻塔（drilling sledge，能往上提升 3 米以防备每天的潮汐运动）、一个钻液系统、一个加固系统和一个热水钻探系统（用于切割 McMurdo 冰架和南 McMurdo 海峡多年的厚海冰）。这一系统能钻取 2000 米深（包括水柱），花费将接近 300 万美元。

环境影响评估

2003 年，在第 26 届 ATCM 上提交了一份综合环境评估（CEE）报告，内容包括站点的地震调查、冰架钻探和野外保障需求。在 2006 年度的钻探期间，该项目开展了进一步的环境核查。

教育和宣传推广方面

各国的 ANDRILL 项目中均单独设立了教育与推广项目，由科学管理办公室负责协调的。

（1）“冰山计划”：ANDRILL 的教育和推广门户网站，网址为

<http://www.andrill.org/iceberg>。

（2）ARIS 即“科学教育者参与科研计划”：6 名国际科学教育工作者参与到每个年季的钻探计划，ARISE 的目标是提升公众对南极科学钻探和与全球气候过程的认识，网址为 <http://www.andrill.org>。

（3）LEARNZ 即“新西兰教育与南极研究间的结合”：网址为 www.learnz.org.nz/andrill74.learnz.org.nz

（4）MEDIA：每个国家的 ANDRILL 计划均参与一个整体的媒体计划，参与的媒体包括 BBC online, MSNBC, NOVA-PBS (NSF-IPY), NZ TV3, NZ-TV1, Reuters, Chicago Tribune, Radio News Zealand, Newsprint Media (NSF-IPY), NZ Herald, NZ Dominion-Post, Das Spiegel, Antarctic Sun, Fox News, CNN online, Australia Channel 7, Nature news online,

Italian and German TV networks. 它们的网址如下:

BBC 新闻网址为 <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6206672.stm>; TV3 新闻网址为 <http://www.tv3.co.nz/News/tabid/67/articleID/17058/Default.aspx>; 3-Page Nature, IPY news article. Nature, vol. 446, 3 March 2007. 网址为 <http://www.nature.com/news/2007/070305/full/446129a.html>。

2006/07 年度的亮点

- 首次将南极冰架作为钻井平台进行地质钻探
- 首次结合冰热水钻探和地质钻探技术
- 在南极完成了最深的钻孔 (1284 米, 以前的记录是 998 米)
- 获得最长的南极岩芯
- 使用的钻管总长达 6,000 米
- 钻取了 84 米冰架上冰芯, 850 米海水和 1280 米的地质岩芯

2006/07 年度的初步科学结果

- 进一步认识了冰盖和冰架对大气与海洋温度变化的响应
- 获取可用于校准气候与冰盖模式的、重要的新数据, 特别在气候较暖时期
- 南极过去 1000 万年的最好记录
- 新的硅藻生物地层学和古生态学
- 获得有关 McMurdo 火山及其历史和海底火山作用的新信息
- 在认识该区域的构造历史和特征方面取得了重要进展

2007/08 年度目标

在 2007 年夏季, ANDRILL 将从南 McMurdo 海峡 (SMS) 的海冰钻探平台上获得有关南极冰冻圈和南极裂谷盆地演化的新信息。主要目标是重建晚第三纪南极冰盖变化和气候演化的完整历史, 同时结合南极大陆环境记录和全球的其它环境记录以便更深入地认识南极在过去、当前和未来的全球系统中的作用。这次钻探记录将与 McMurdo 冰架钻探记录有所重叠, 但有所延伸, 可展示出了南极冰盖由动态性向永久性转变的过程。

该计划在后勤方面会遇到同 McMurdo 冰架 (MIS) 钻探一样的挑战, 而且能进行钻探的时间更短, 因为这是在一年生的海冰进行, 而不是在永久冰架上进行。

(唐学远 译)

美国南极科学计划 2006-2007 年项目

美国南极科学计划 2006-2007 年项目一览表

(资料来源为美国南极局: <http://www.usap.gov>)

序号	项目名称	NSF 编号	学科或长期计划	负责人
1	活动和岁月:一种南极编年史	W-218-M	作家和艺术 家计划	Aghion, Anne
2	阿德利企鹅数量的地理分布:种群数量统计	B-031-M	生物学	Ainley, David G
3	星座:南极	W-221-M	作家和艺术 家计划	Albuquerque, Lita
4	南极半岛浅水大型海藻和无脊椎动物的化学生态学	B-022-L/P	生物学	Amsler, Charles D
5	冰中无线电Cherenkov辐射效应实验	A-123-S	天文学和高 空物理学	Besson, Dave
6	用南极宇宙射线观测研究太阳与日光层	A-120-M	天文学和高 空物理学	Bieber, John
7	南极真菌研究:拯救和保护南极生态结构的适应性策略	B-038-E/L	生物学	Blanchette, Robert A
8	NSFPP 之紫外分光辐射度计观测网	R-513-M/P/S	太阳辐射	Booth, Charles R
9	南极胶结有孔虫形态和消化策略的进化	B-043-M	生物学	Bowser, Samuel S
10	合作研究:中-新生带海底扩张和西罗斯海湾的联系	G-413-N	地质学	Cande, Steven C
11	南极点宇宙模型实验	A-379-S	天文学	Carlstrom, John E
12	南极天体物理学研究科学协调办公室(SCOARA)	A-370-S	天文学和高 空物理学	Carlstrom, John E
13	接地线判别:Kamb 冰川外排口区域接地线进退	I-159-M	冰川学	Catania, Ginny
14	美国南极研究船上观测南大洋海流	O-317-L	海洋学与大 气科学	Chereskin, Teresa K
15	DASI 计划 QUEST 实验:下一	A-366-S	天文学和高	Church, Sarah E

	代宇宙微波背景辐射极化观测		空物理学	
16	南极儿童寓言艺术壁画	W-217-M	作家和艺术家计划	Cortada, Xavier I
17	变暖的南极海冰崩裂的物理学和力学:现场实验和模拟	O-316-M	海洋学与大气科学	Dempsey, John
18	气球载大口径亚毫米望远镜(BLAST)	A-147-M	天文学和高空物理学	Devlin, Mark
19	罗斯海浮游植物群落动力学:施铁和CO ₂ 的相互作用	B-272-N	生物学	DiTullio, Giacomo R
20	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色:麦克默多干谷 LTER 计划	B-426-M	生物学	Doran, Peter
21	帕尔默站长期生态研究(LTER):冰区环境下气候变迁的生态学响应与遥相关	B-045-L/P	生物学	Ducklow, Hugh
22	利用4台高纬地面站感应式磁力计开展ULF波与磁层动力学同步研究	A-102-M/S	天文学和高空物理学	Engebretson, Mark J
23	Palmer号与Gould号船载ADCP观测	O-315-N	海洋学与大气科学	Firing, Eric
24	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色:麦克默多干谷 LTER 计划	B-425-M	生物学	Fountain, Andrew
25	帕尔默站长期生态研究(LTER):冰区环境下气候变迁的生态学响应与遥相关(海鸟部分)	B-013-L/P	生物学	Fraser, William
26	南极裂冰作用合作研究	I-277-E	冰川学	Fricker, Helen A
27	型式与过程:埃里伯斯湾威德尔海豹种群动力学	B-009-M	生物学	Garrott, Robert A.
28	冰盖遥感中心(CReSIS)	I-189-M	冰川学	Gogineni, S. Prasad
29		A-142-M	天文学和高空物理学	Gorham, Peter W
30	NASA/麦克默多地面站(MGS)	T-927-M	工程技术	Griffin, Kenneth

31	ICECUBE 计划	A-333-S	天文学和高空物理学	Halzen, Francis
32	沿美国 ITASE 断面冰川动力学	I-178-M	冰川学	Hamilton, Gordon S
33	南极陨石收集 (ANSMET) : 收集队	G-058-M	地质与地球物理学	Harvey, Ralph P
34	南极陨石收集 (ANSMET) : 搜寻队	G-057-M	地质与地球物理学	Harvey, Ralph P
35	南极钻探计划 (ANDRILL) : 调查南极在新生代全球环境变化中的作用	G-049-M	地质与地球物理学	Harwood, David
36	南极钻探计划 (ANDRILL)	G-049-M	地质与地球物理学	Harwood, David
37	南半球高纬大气动力学	A-110-M/S	天文学和高空物理学	Hernandez, Gonzalo
38	内陆风景 (专题片)	W-219-M	作家和艺术家计划	Herzog, Werner
39	南极点站气候变化监测	O-257-S	海洋学与大气科学	Hofmann, David
40	NOAA/GMD 环球大气本底瓶采计划	O-264-P	海洋学与大气科学	Hofmann, David
41	对适冷南极鱼类蛋白自稳性的理解	B-134-M	生物学	Hofmann, Gretchen
42	帕尔默站闪电放电 Whistler 模式波和电子沉降的 ELF/VLF 观测	A-306-P	天文学和高空物理学	Inan, Umran
43	南太平洋 ELF/VLF 观测	A-327-N	天文学和高空物理学	Inan, Umran
44	UNAVCO GPS 测量支持	G-295-M	地质与地球物理学	Johns, Bjorn
45	威德尔海豹骨骼肌中调节有氧能力、脂肪代谢和增高肌红蛋白浓度的个体发生学分子信号	B-018-M	生物学	Kanatous, Shane B
46	大气氧、二氧化碳和氩浓度的变化及其与碳循环和气候的关系	O-204-P	海洋学与大气科学	Keeling, Ralph
47	干谷地震计划	G-078-M	地质与地球物理学	Kemerait, Robert C
48	麦克默多站自然和人为干	B-518-M	生物学	Kennicutt, Mahlon

	扰的时间变化			
49	埃里伯斯火山观测站 II: 监测, 典型, 影响和科普	G-081-M	地质与地球物理学	Kyle, Philip R
50	南极点极光低/中/高频无线电波测向	A-128-S	天文学和高空物理学	LaBelle, James W
51	宇宙河外极化背景成像 (BICEP)	A-033-S	天文学和高空物理学	Lange, Andrew
52	一种极地昆虫耐受能力的生理学和分子学机制	B-256-P	生物学	Lee, Richard
53	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色: 麦克默多干谷 LTER 计划	B-420-M	生物学	Lyons, W. Berry
54	地球上最大的冰山	I-190-M	冰川学	MacAyeal, Douglas R
55	干谷西部埋藏冰的年龄, 来源及其气候意义	G-054-M	地质与地球物理学	Marchant, David R
56	干谷 Ferrar 岩浆柱 (Ferrar Magmatic Mush Column) 的 3-D 动力学模型	G-056-M	地质与地球物理学	Marsh, Bruce D
57	帕尔默站长期生态研究 (LTER): 冰区环境下气候变迁的生态学响应与遥相关	B-021-L	生物学	Martinson, Douglas G
58	美国 ITASE 科学计划管理办公室: 泰勒冰穹到南极点的合作研究计划	I-153-M	冰川学	Mayewski, Paul
59	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色: 麦克默多干谷 LTER 计划	B-421-M	生物学	McKnight, Diane
60	合作研究: 南大洋海洋无脊椎动物卵囊的氧和温度效应	B-004-M	生物学	Moran, Amy
61	威德尔海豹和小海豹繁殖期觅食的基本消费, 能量收支及其重要性	B-024-M	生物学	Oftedal, Olav
62	南极 MLT 区域地面雷达和定时器的动力学联动观测	A-284-S	天文学和高空物理学	Palo, Scott
63	有氧潜水限度: 帝企鹅体内	B-197-M	生物学	

	氧输送和消耗			
64	麦克默多干谷永久冰封湖泊的微生物多样性及其作用	B-195-M	生物学	Priscu, John
65	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色: 麦克默多干谷 LTER 计划	B-422-M	生物学	Priscu, John
66	在罗斯海/阿蒙森海冰流分界带和西普尔冰穹冰芯钻探站用极化雷达方法探测冰晶组构	I-163-M	冰川学	Raymond, Charles F
67	帕尔默站长期生态研究 (LTER): 冰区环境下气候变迁的生态学响应与遥相关 (觅食部分)	B-028-L/P	生物学	Ross, Robin
68	太阳热成像仪 (SBI 2)	A-146-M	天文学和高空物理学	Rust, David M
69	南极冰: 艺术玻璃雕刻	W-220-P	作家和艺术家计划	Ruth, David G
70	Fosdick 山片麻岩穹状结构: 形成和过程	G-088-M	地质与地球物理学	Siddoway, Christine
71	南极鱼类携氧球蛋白的差异表达对一氧化氮介导的血管发生和线粒体生物合成的影响	B-036-L/P	生物学	Sidell, Bruce
72	南极点站上层大气干扰观测	A-129-S	天文学和高空物理学	Sivjee, Gulamabas G
73	帕尔默站长期生态研究 (LTER): 冰区环境下气候变迁的生态学响应与遥相关 (生物光学部分)	B-032-L/P	生物学	Smith, Raymond C
74	德雷克海峡高密度 XBT/XCTD 计划	O-260-L	海洋学与大气科学	Sprintall, Janet
75	南极自动气象站计划	O-283-M/S	海洋学与大气科学	Stearns, Charles R
76	南极气象研究中心	O-202-M/P	海洋学与大气科学	Stearns, Charles R
77	NASA 长时间飞行气球计划	A-145-M	天文学和高空物理学	Stepp, William

78	帕尔默号航线地球物理数据采集	G-071-N	地质与地球物理学	Stock, Joann M
79	Windless 湾《全面禁止核试验条约》(CTBT)类次声阵列的运行和维护	T-396-M	工程技术	Szuberla, Curt
80	德雷克海峡驱动海表CO2时空变化的过程	O-214-L/N	海洋学与大气科学	Takahashi, Taro
81	南极棕囊藻单体和群体间环境与生态调节差异及其相互作用	B-230-M	生物学	Tang, Kam
82	西南极冰盖一支深冰芯的气候,冰动力学和生物学的分析	I-477-M	冰川学	Taylor, Kendrick C
83	帕尔默站长期生态研究(LTER):冰区环境下气候变迁的生态学响应与遥相关(浮游植物部分)	B-016-L/P	生物学	Vernet, Maria
84	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色:麦克默多干谷 LTER 计划	B-423-M	生物学	Virginia, Ross
85	寒漠区生态系统里生物多样性与生态系统过程的当代联系中资源遗产的角色:麦克默多干谷 LTER 计划	B-424-M	生物学	Wall, Diana
86	大学生研究计划(RUI):改进南极磷虾种群数量的声学评估	B-320-E	生物学	Warren, Joseph
87	地球空间上层大气调查之极地实验网(PENGUIN):全球研究的新视野	A-112-M/S	地质与地球物理学	Weatherwax, Allan T
88	根据南极及其耦合区域的观测研究极地电离层和磁层	A-111-M/S	地质与地球物理学	Weatherwax, Allan T
89	延伸南美洲子午线 B-波段阵列(SAMBA)到南极极光纬度	A-357-M/P	地质与地球物理学	Zesta, Eftyhia

(张侠 译)

2006 年俄罗斯南极科学研究（活动）

（第 30 届 ATCM 信息文件，俄罗斯提交）

俄联邦项目“世界海洋”的子项目“南极研究与考察”明确 2006 年俄罗斯南极研究和考察的主要方向。这个子项目第二阶段的工作将在 2003 年—2007 年间执行。该阶段的科学研究目标被归纳在 14 个项目中，这些项目是基于大范围的试验，特别是俄罗斯南极考察队最近几年进行的或者利用国内外以往在该地区进行研究的资料。俄罗斯联邦水文气象和环境监测局、国土资源部、农业部、交通部、国防部、教育与科学部、外交部以及俄罗斯科学部所属的 26 个研究机构、科学组织和大学的专家参加这项工作。

2006 年，上述的研究工作通过以下的项目得以实施：

制定规范俄罗斯公民南极活动和俄罗斯南极考察队员社会保障的标准法律文本。在这一项目的框架内，我们起草了“俄罗斯公民和法律实体南极活动条例”基本框架。该条例已征得俄罗斯联邦各部、局的会签以及法律专家的审定，同时该条例的制定已列入 2007 年俄罗斯联邦政府立法计划中。

调查当前气候的形成过程和气候未来变化，并考虑南极“气—冰—海—陆”系统的各个要素与相互联系及其对全球气候过程的影响。我们将形成一个从 1956 年以来俄罗斯南极站地表气象观测数据集，据此来估计南极气候参数的多年变化趋势，地表层的热力学特征，以及自由大气和中尺度气旋的活动。根据获得的高层大气数据可估计 30 公里大气层的变化。对南极别林斯高晋站 1969 年至 1999 年自由大气的气温变化趋势的分析显示南大洋对流层出现了显著的变暖，这是由南北向大气环流支配下所引起的。确定南、北极地区大尺度大气环流的相关变化。由于存在明显的正趋势，由此可估算别林斯高晋站具有生物学影响的 UV 辐射值。基于气候模式和充分数据去确定响应大气中温室气体浓度的南极大气参数。通过直接测量来获取 Novolazarevskaya 站附近冰川出口的表面融化值、蒸发值和湍流热通量值。这样便可以评估活动冰层的垂直结构及其表面的热与热辐射。在 Mirny 和 Bellingshausen 站，调查冰川表面不同距离的下降风来试验性测定湍流交换值。揭示从冰穹到开阔水域风流转换引起的大气湍流的生长过程。基于 Mirny, Progress, Bellingshausen 和 Molodezhnaya 站的海岸观测野外数据，依照冰的结构类型来绘制着陆冰分布的示意图。由此可鉴别出冰的形成特性以及着陆冰的结构，确定具有不同物理性质冰的范围，并预测各种秋/冬季冰的形成时间和春/夏季冰的消融时间。

确定南大洋气候影响作用。基于对南极水域的海洋调查，评估南极 Commonwealth 海斜坡前方和底部水参数的时空变化特征。已确定普里兹湾（Prydz bay）底部水传到底部、并补充到南极地层水，并影响到近底部的 50 米水层。通过通常的海洋循环模式和充分的数据来定量估算南大洋与相连海洋盆地水交换。

利用过去已获得的冰芯数据、海洋和湖泊沉积物数据开展 Vostok 冰下湖综合研究并评估过去气候变化。基于 2005/2006 年度在 Vostok 站 5G-1 深钻孔获取的 27 米长（深度为 3623

—3650)的冰芯,开展以下的冰川学和微生物学研究。获取湖冰的同位素、气体和生物组成数据,这对模拟冰下湖的水文特征是必要的。对冰芯样品进行的微生物和分子生物学研究表明 Vostok 湖冰只有极少量的细菌细胞;然而在 3633 至 3643 米范围却发现了微生物——psychrophyls and mesophyls。对冰芯样品 3582 和 3607 米处的岩石碎片沉积物做了同位素地球化学分析。调查其矿物和化学组成并对含铀矿物进行分类(铀矿石和单核)。发展一个关于 Vostok 湖形成与演变的模型。编写并出版有关 Vostok 站 5G-1 深冰钻的钻液(煤油核二氯二氟代甲烷的混合物)微生物多样性的资料。

评估南极和次南极边缘区冰川的演化、特性和结构。计算南极半岛西海岸注出冰川底部积冰盆地中陆地冰的当前流出量和积累量。

调查极区平流层和对流层带电离子能量的影响和太阳风的动力变化。研究重力场变化影响南极生物过程节律的物理过程。考察极区磁场变化(PC-指数)和在极光带内的扰动(AE-指数)之间的关系。调查显示,夏季极区冰盖上方的PC-指数上升先于孤立磁场扰动的突然爆发(极光亚暴)。这表明极区冰盖上方的地磁活动是“极地风”能量的一个可靠的指示标志,它会传输到磁气圈并通过磁气圈亚暴和世界性磁暴等方式表现出来。发展了一个能反映由强质子喷发引起的大气化学组成变化的光化学数值模式。还给出了关于平流层(20 - 25 km)中电离层动力学对中层大气参数变化影响的估计。

调查极地冰盖的不同区域地球物理过程结构和电离层无规则性的动力学(dynamics of ionosphere irregularities)。使用 Novolazarevskaya 站宇宙噪声观测数据,基于对来自电离层连续谱和对自由大气顶层的UV谱的脉冲信号的持续记录,揭示出脉冲信号以5个固定的频率发出。那些脉冲信号值对应于不同的能级跃迁。通过不同仪器记录的脉冲信号还显示出它们源于地球之外并与空间物质发射相联系。

调查南极大气中的示踪气体。基于在 Mirny、Novolazarevskaya 和 Vostok 站的臭氧总量观测资料,在2006年的记录显示南极臭氧浓度下降。并且从9月早期至10月早期减少的速度持续增大。虽然在10月份“臭氧洞”面积慢慢减少,我们仍然保有持续多年的系列观测数据。定量评估了南极大陆臭氧总量与平流层绕极涡流参数之间的关系。三维光化学传输全球数值模式的模拟试验显示,大气环流过程决定南半球中高纬度的臭氧总量分布,而大气温度变化会影响发生臭氧异常的深度。基于大气中二氧化碳和甲烷浓度的船载观测,我们构建了一个从圣彼得堡至南极甲烷浓度经向观测断面。由此得出南半球多年(2003—2006年)的甲烷浓度增长几乎保持不变且与全球平均水平相一致。

调查南极上空大气气溶胶光学特征的形成条件和辐射平衡分量。我们通过卫星数据计算了辐射平衡分量的日平均和月平均,并生成了一份俄罗斯南极考察站太阳辐射观测数据电子文档,并定期补充新增的数据。在俄罗斯境内的 Obninsk 和南极对无云和有云情况下天空的亮度进行了UV至IR波长范围的常规性测量。通过对2005—2006年度获得的试验观测数据的处理分析,构建了一个大气辐射和波动传播空间分布的模型。

生成南极地理信息系统所需的基本要素,包括其参考手册、数据集,南极观测数据的基

本处理。基于南极不同环境要素而形成的地理、水文和地形图和数据库，创建了一个“南极自然环境”的信息系统，相应的数据库管理工具软件包已开发完成，我们可以从中获得相应的参考信息、并补充业务信息、保留副本和出现失误情况下能够进行重建。

对南极生物区 (Antarctic biota) 开展综合研究。已根据俄罗斯南极考察获得的南极生态系统监测数据，完成对南极海洋生态系统和陆地生态系统生物多样性区域性评估。研究了南设得兰群岛和南极半岛 6 个不同地区的地衣群。首次对 Barton 半岛和韩国世宗王站附近的地衣进行了研究。研究结果显示气候显著变暖导致了生物稳定群落里地衣数量的增加。菲尔德斯半岛 (Fildes Peninsula) 的南极发草这种脉管植物的广泛蔓延证实了这一点。

评估南极海冰区的生态学。形成了一个南极海冰区生物学特性 (叶绿素和有机碳的密集度) 的电子文档。

调查南极岩石圈主要结构特性、演化的基本规律和成矿特征 (peculiarities of mineragenia)。经过对南极威尔克斯地 (Wilkes Land, 在玛丽王后地同乔治五世地之间) 大陆边缘中心区域获得的、各种尺度的地球物理数据的处理和解析，我们绘制了一系列地壳的剖面图和地图。它们反映了地壳的结构和构造演化历史 (基地表面的等时线图，地幔沉积层厚度等时线图、重力场异常和磁场异常图，海底扩张模式，标准的大陆边缘地质—地球物理剖面，构造结构图)。得出了威尔克斯地大陆边缘沉积盆地构造的地质学特征。

依据国际南极穿越活动 (ANTALITH, GEOMAUD) 和 ANTOSTRAT 计划的框架，完成南极节点区域的地质—地球物理研究。创建地球物理数据库和生成矿产资源前景区中比例尺地质—地球物理图集。完成莫德皇后 (Queen Maud Land) 演变历史的地球动力学重建。完成了 Sor-Rondane 山脉和 Shaw 山地的地图的制作。

这些计划所取得的结果将会验证和分析南极气候的状态和它对全球气候系统的影响，因为这对于编写和出台“俄罗斯气候政策”是必需的。此外，这些数据还可实际应用于极端气候条件下人类活动和运输进行水文气象预测。南极日地物理与臭氧的观测研究为发展在太阳系中出现极端自然现象情况下如何进行人类健康防护和工程结构设计提供了理论基础。

生物学研究能科学地证实气候因素的变化给南极陆地和海洋生态系统带来的影响。

(唐学远 译)

2006/2007 年俄罗斯南极东方湖（Vostok 冰下湖）考察初步研究结果

（第 30 届 ATCM 信息文件，俄罗斯提交）

针对 Vostok 站和雪地车开过的湖面区域直接制定了第 52 次俄罗斯南极考察计划，利用 2006/2007 年南极考察度夏期间俄罗斯已经全面开展了 Vostok 冰下湖研究。第 29 届 ATCM 上，俄罗斯在提交的第 68 号和第 69 号信息文件中向各国通报了关于 2006—2007 年继续进行 5-G1 深冰芯钻探，以获得 3650 到 3725 米深度范围的 75 米新冰芯。在 2007/2008 的考察季节中计划通过穿过冰层深入冰下湖水层来进行冰下湖表层水取样。2005 年 1 月 20 日，俄罗斯南极考察队取得了许可证（第 25 号）并获准在已完成的初步环境影响评价的基础上继续进行 5-G1 深冰芯钻探。最后的全面环境评价将根据 2006—2007 的最新冰芯结构数据来完成，并计划在第 30 届 ATCM 上提交该文件。

2005 年 12 月期间在 Vostok 站继续进行的 5-G1 钻探野外工作证实了在不改变热机械的钻孔方式继续进行单晶冰钻孔是低效的。

在 2006 年 3 月到 10 月两次考察期间，在圣彼得堡矿业学院的专家们创造性地应用于 Vostok 站钻探的一些钻孔装配设备进行了的技术改进。改进后的这些设备被用于 2006 年 12 月初的工作中。第 52 次俄罗斯南极考察期间，Vostok 站冰芯钻探小组由 8 名专家组成（2 名越冬和 6 名度夏）。3 名冰川专家进行度夏工作（2 名分别来自 AARI，圣彼得堡，1 名来自 LGGE，法国格勒诺布尔）。完成前期准备工作后，钻探工作（深度为 3650 米）在 2006 年 12 月 26 日继续进行。从 2006 年 12 月 26 日到 2007 年 1 月 13 日，共进行了 30 次的钻探，提取了 7.8 米的新冰芯。

在 1 月 14 日进行第 31 次钻探的时候，在钻至 3658.26 米深进行冰芯分离操作时候，紧扣住钻孔机的牵引钢缆的装置断裂了，致使工作无法继续进行下去，结果钻孔机就留在了洞底，5G-1 的钻探工作得以延期，并着手准备从洞底提取钻孔机和消除事故所引起的后果。

为此，项目负责人，来自圣彼得堡矿业学院的 Nikolay Vasiliev 教授发明了一个能修复洞底损坏的钻孔机技术，绘制了技术装置图纸用于明确牵引钢缆至钻孔机入口和受损装置的修复。为了使洞底的钻孔机不受阻塞，通过一个特殊装置将 200 公升的防冻剂送到钻孔下部，从而融化钻孔机附近区域与其粘在一起的冰，使其得以松动。然后用一个特殊的装置，用于光缆入口与钻孔机相连部位的定位和清理，同时对钻孔机侧部的相关凿洞进行检查。然后用一个特别的离合器直接放到上面找到的连接部位的入口，损坏的钻孔机就这样找到了，并在 2007 年 2 月 7 日成功修复，用来检查清理入口和找到钻孔机的装置就这样由 Vostok 站被钻探小组专家们发明，在南极研究的现场实施中，这项工程技术都是独一无二的，这也说明了俄罗斯钻探学院这方面的实力。

从钻孔中里成功取出损坏的钻孔机后，将通过一种特殊的装置来抽空钻洞下部的防冻剂。该装置能释放或提取钻孔中的钻液。在完成钻液液体密度的控制测量，以及钻洞大小的确认后确定该钻孔能继续进行钻探，但是一些人开始担心由于加入了防冻剂，洞底形成了大

量无用的空间，这使得保持垂直方式继续开始钻探工作变得复杂了。

检查损坏的钻孔机发现其底部被粘住的原因是由于钻孔切割刀之间的自由空间膨胀了，这种钻孔切割刀是为了能高效钻探单晶冰而特制的，为了消除这些不足，事前已经进行了钻孔机相关部件的修改，并将修改后的部件送到了 Vostok 站，但是不知道什么原因，他们没有安装，这个项目的参与者可能试图在南极短短的度夏期间尽可能取得更多新冰芯，而疏忽了钻孔机设备的可靠性，而这正是引起了这次事故的原因。

除了通过上面提到的技术来提取被粘住的钻孔机外，另外一个方法是通过斜向钻探一个大约比事件发生区域高 20 米的洞来实现，但准备好这个洞的垂直位置将在随后的钻探中发生改变，这个方法由俄罗斯的钻探者于 1992 年在 Vostok 站钻探至 2502 米处时钻孔机被粘住时实验过，这种分离由一个热的钻孔机在 2232—2246 米的深度也就是这个洞的大约位置区域进行，粘住钻探机的这个洞由于钻孔机进行分离而盖满冰芯，这个操作之后 Vostok 站的这个 5G 冰洞被成为 5G-1 冰洞，这个方法对于排除深冰洞发生突发事件很有效，俄罗斯南极考察队一直把它作为一种保留方法，但 2007 年新技术方法的使用取得了更为积极有效的效果。

现在钻孔机的改进工作已经完成，已进行过测试并投入使用，这个结果将决定在 2007 年南极越冬期间是否有可能继续进行新冰芯钻探。

在 Vostok 站钻孔较低部的冰芯进行的冰川学研究表明单晶冰没有明确的主轴方向，呈现出一致性的晶体结构，一些结晶体甚至有 1.5 到 2 米大。据统计，在 3623 米至 3658 米的深度范围内大约有 250 块单晶冰，事实证明这些由冰下表层水形成的冰没有发生过变形。

Vostok 冰下湖的空间特征、湖周围的山谷基岩地形特征与冰覆盖的区域研究在 2006 年至 2007 年的度夏南极考察期间继续进行，主要采用雷达剖面观测和地震测深技术。表层无线电回波探测运用于 Vostok 冰下湖的南部与北部，用于圈定海岸线构造和获取沿其流动方向的冰层厚度剖面为东南极冰盖动力学的数值模拟全面打下基础。在 2005/2006 年度，根据冰层厚度的雷达剖面探测，在湖的南部发现了一条狭长的水道。一些研究人员提出 Vostok 冰下湖与这个区域的其他冰下湖是相联这一情况有可能存在。2006/2007 年考察活动将对此予以验证。根据无线电回波探测获得的数据显示不均匀的海岸线结构呈现了一条狭窄的封闭海湾，而不是同其他冰下湖体之间进行交流的水道，相对于通常采用的通过矩形格子的线路轨迹进行的航空测量，俄罗斯专家所运用的表层雷达探测的方法具有许多优点，这种不均匀的海岸线结构按水平线依比例生成，比传统的一步飞行的格子小很多。

冰川学家推测在 Vostok 冰下湖北部，大多数古老冰的来源相对于 Vostok 冰下湖的其他地区和东南极其他冰下湖而言是相对固定的。根据这一推测，以穿越湖北部的冰流动线路为模型，采用了冰层动力学并进行了冰融化和增长过程的分析，从而取得了湖北部冰厚度的剖面。另外根据现有的假设，湖中的冰增长应该发生在湖的南部。在湖南部的发生的融化过程研究中，俄罗斯科学家早就在湖南部的冰流动线路中采用了冰厚度的测量，所以在 2006/2007 年取得的新的冰层厚度剖面使得 Vostok 冰下湖地区冰形成过程的数值模型的所

有原始数据得以完整。

对湖的中心区域无线电回波探测发现湖内有一个平坦的小岛，其表面几乎没高出湖水表面多少。同时运用无线电回波探测方法，德国土地测量员用高精密度的 GPS 观测发现湖北部的浅水区域冰体存在垂直的潮汐运动。另外，还树立了一些标记进行冰表层的流速测定。

地震组制作了一张北部湖区的交叉剖面图，和用雷达探测出来的冰流动线路作出的冰厚度剖面图有相同的路线，这个测量方法是通过地震的反射波所形成的不连续的探测来进行的（剖面的 26 个点和沿着湖面主轴的两条水声探测）。在每个探测点，通过地震接收器会沿着每隔 25 米的雪表层观测剖面形成一条总计有 575 米长的接收线，地震信号资源离接收线有 3—4KM 的距离，剖面上 S52 的探测点每隔 3.5 到 4KM 放一个，围绕着长轴每隔 10KM 有一个。

另外，方法研究还被应用 Vostok 站邻近的地方，通过地震折射波的研究方法来研究地球外壳之下的冰下湖地震结构。这种方法可以获得声波达到的基底深度和基底岩石边界，这个观测是在距离地震信号激发器 22 公里外来进行，并观测和记录到两条反射波，其特性还需处理后才能得出。

2006/2007 年度 Vostok 冰下湖的研究为南极中部这一独特的地理区域贡献大量的现有信息。在我们看来，此次钻探工作中发现的相对不幸，通过采取可操作性和高效率的工程技术将损坏的钻孔机从钻孔中成功取出而得以了补救。从而使得我们在深冰芯钻探中能从许多危机情况下找到了切实可行的积极方法，由于在 3650 至 3725 米冰层下没有取得冰结构的新数据，俄罗斯拟在第 30 届 ATCM 上提交“关于湖表层水取样计划”的全面环境评估最后报告将无法完成。这份报告将在下一次会议——2008 年在乌克兰基辅召开的第 31 届 ATCM 提交。

（孙依昂 译）

2006/2007 澳大利亚南极科研计划

(第 30 届 ATCM 信息文件, 澳大利亚提交)

概要

在 2006/2007 年期间, 澳大利亚将在南极执行 119 个研究项目。届时, 将有 141 位科学家前往南极 (开展工作), 其中 109 位来自澳大利亚南极局 (AAD) 以外的研究机构, 包括 24 位的外国科学家, 他们分别来自马来西亚、英国、日本、荷兰、比利时、法国、美国、瑞士和新西兰。

本年度考察聚集于气候研究、海洋研究和人类对南极环境的影响研究。为执行与气候相联系的项目, 完成一个前往南大洋的亚南极区域的重要航次, 主要为了详细研究由于大气二氧化碳溶入海洋所导致海洋酸化的影响。其研究目标是弄清海洋自然摄入二氧化碳的关键过程, 海洋持续处理二氧化碳的能力以及南大洋酸化对构成食物链基础的生物体的可能影响。这一考察航次开展广泛的合作, 不仅包括澳大利亚南极气候与生态系统合作研究中心、澳大利亚南极局和澳大利亚科学与工业研究院 (CSIRO) 海洋与大气研究所等多个科学研究机构参加, 以及有来自荷兰、英国、比利时、法国、美国、瑞士和新西兰的国外科学家。

本年度考察另一个有关气候变化的主要科学问题是弄清南极冰盖在位于澳大利亚莫森站 (Mawson station) 与日本昭和站 (Syowa station) 之间的恩德比地 (Enderby Land) 区域是否在增长。通过重力恢复与气候试验 (GRACE) 进行的空基观测显示这种增长似乎正在发生。然而重力探测结果也可以解释为冰盖底部地壳隆起所致。在 2007 年元月, 一个科学小组飞往东南极恩德比地的 Richardson 湖并安装一个遥控 GPS 控制点以测量南极大陆的垂直运动。澳大利亚南极局的 CASA-212 飞机在这个永久冰冻湖面上着陆, 并靠近适合安装 GPS 天线坚固岩石的裸露区。这一工作对于南极冰盖的动力学模拟是至关重要的, 更多的信息可访问 <http://rses.anu.edu.au/geodynamics/gps/antarctic/rich.html>。

通过南半球冬天平流层气象数据的分析, 建立了一个能精确预报南极臭氧洞在每年出现最大值的前 3 个月的变化规律。

在 2006/2007 期间将持续进行南大洋浮游生物记录 (SO-CPR) 调查, 27 个 CPR 将覆盖从零度子午线到东经 150 度海域, 以及位于霍巴特 (Hobart) 至南极许多重叠断面上。目前参与 (SO-CPR) 调查包括澳大利亚、日本、德国、新西兰和英国, 涉及 SCAR 等九个组织。这次调查的多国参与和合作大大增强了调查和记录南大洋浮游生物群落时空分布的能力, 由此可很好地预测在全球二氧化碳上升条件下的生态群落变化。

今年夏天, 在凯西 (Casey) 站将执行一项艰巨的野外考察计划, 15 位科学家依据“人类活动对南极的影响”计划提出一系列的考察项目。这些研究工作包括测试能吸收溢油的有渗透性的活性隔板, 提高溢油原地修复性处理能力, 以及修复几个在过去十年中部署的试验 (装置)。这些试验是为了测试南极海洋底栖生物群落的自我恢复能力, 以及对局部活动或全球变化带来的环境扰乱的适应能力。

在成功实施又一个年季的野外观测后，澳大利亚在支持南极海洋生物资源养护公约（CCAMLR）方面的研究已在 Bechervaise 岛上 CCAMLR 南大洋生态系统监测计划的观测区域和 Mawson 一带的广阔区域持续开展。今年的数据提供更多的、上一年度发现的小鸟成活率与海冰范围存在负相关的证据。今年的成活率接近该计划实施 17 年来的最低值，而海冰范围却比通常大得多。为了有效地从更多地点收集有关生物繁殖的数据，在多个观测点上分别安装几架自动照相机。、适合更大区域种群调查、低廉的新方法已经开发并得到应用。在澳大利亚南极局总部在继续开展与 CCAMLR 相关的其他项目，那里的水族馆系统现在运转良好。水族馆培育的磷虾正在长大河进行繁殖，为检测它们的行为、繁殖、生长以及生物化学和生理学（特征），正在进行的大量试验。澳大利亚南极局的科研水族馆正成为国内外从事磷虾研究的科学家开展大量国际合作的中心。

（唐学远 译）

2006/2007 年度新西兰南极局科研项目

(第 30 届 ATCM 信息文件, 新西兰提交)

在 2006/2007 年度, 新西兰南极局支持了 31 项科学研究项目。这些科研项目的研究主题为《新西兰南极和南大洋科学应对策略》(2004-2009) 列入的 3 大跨学科研究主题。每一个主题均被细分为几个子课题, 以下是这些科研项目的概述:

1. 南极物理环境研究

a. 岩石圈

该子课题有三个项目, 旨在: (1) 明确岩浆如何到达表面, 并在 Allan 山脉 Ferrar 火成岩区形成大量的玄武岩浆流; (2) 研究维多利亚地质学以回答该区域自数亿年前与冈瓦那大陆分离后如何演变; (3) 提供自 1957 年以来南极斯科特 (Scott) 站的地磁场连续记录。

b. 无冰区

该子课题有两个项目, 一个是研究麦克默多干谷 (McMurdo Dry Valleys) 沙丘的结构和演化, 弄清它们是否在移动、年龄以及来源, 以便同火星上发现的沙丘进行对比。另一个是研究麦克默多干谷图案型的地表与永久冻土层, 探索其对气候变化的敏感性。

c. 气候变化

在该子课题中, 最大的研究项目是多国合作的 ANDRILL 计划 (Antarctic Drilling Project), 计划在罗斯 (Ross) 冰架下钻取 1200 米的海洋沉积物, 来研究过去 500 万年以来 Ross 冰架对气候变化的响应。另外, 该项目也包括 ITASE 国际计划的部分内容, 旨在收集和分析冰芯, 了解在过去 200 年里南极大陆气候的空间变化。该项目主要集中于海岸带的冰芯研究, 因为它们对气候变化非常敏感。最后一个项目是利用冰川、地貌、气候学等手段研究南极冰盖对未来气候变化的响应。

d. 冰冻圈

该子课题有两个冰川研究项目, 第一个旨在明确冰川底部冰的成分, 探索冰川如何移动; 第二个旨在了解冰川融化水的构成以及流动情况, 在冰川和水文学之间建立联系。此外, 还有一个长期研究海冰和南大洋过程的项目, 其目的在于研究麦克默多海峡 (McMurdo Sound) 的物理海洋学、冰下湍流及其对海冰形成的影响、南极海湾的环流、以及与陆地相连的海冰之下的水内冰形成的物理过程等。

e. 大气

在该子课题中有五个长期研究计划。它们主要监测: (1) 大气环流, 特别是在中纬度大气的波驱动环流 (wave-driven circulation) 以及它们是如何影响动量、能量向高纬度地区的传递; (2) 磁气圈-电离层的相互耦合以及高纬度地区的空间天气; (3) 驱动大气变化的因素, 特别是南极臭氧洞的形成; (4) 通过大气中氧化物容量的变化了解人类活动对大气变化

的长期影响；(5) 自 1957 年以来斯科特站的气候记录。另外，还有一个新的研究项目，主要研究南极春季对流层臭氧消耗过程中氧化溴的作用，来探索其如何影响全球对流层的大气化学，这对温室气体浓度的改变非常重要。

2. 南大洋研究

a. 罗斯海海洋学

长期监测罗伯茨海角 (Cape Roberts) 和斯科特站的潮汐。

b/c. 海洋生物多样性和生态系统

该子课题主要包括 5 个项目，旨在：(1) 验证不同的鱼类是否具有不同的能力来适应海水温度上升，并关注其生活环境对适应能力的影响；(2) 提高关于脂质运输与新陈代谢系统在 *notothenioid* 鱼类中如何运行的认识、弄清这一脂质运输系统是否能适应低温；(3) 通过形态学、分子学方法来研究水体中季节浮游生物（底栖无脊椎动物幼虫和鱼）的分布、数量以确定幼虫类型；(4) 研究冰下海藻的生产力，探讨气候变化对其影响；(5) 最后的一个项目是长期研究海底生物群落的结构、功能，弄清它们和关键环境因素的关系，这对进一步认识南极生物多样性和生态学、管理南极海岸带尤为重要。

3. 南极生态学研究

a. 陆地生物多样性

该子课题有两个项目，旨在：(1) 用现代的分子演化发展方法 (molecular phylogenetic methods) 来研究南极土壤中微生物的分布，了解控制其分布的关键环境因素，明确该微生物在生态系统中的作用；(2) 研究维多利亚地海岸的青苔、地衣、跳虫、线虫的生物多样性和性能。

b. 生态系统功能

该子课题包括五个项目，旨在：(1) 建立阿德利企鹅、帝企鹅、南极贼鸥、威德尔海豹的胃肠细菌的详细目录，了解自然环境与这些物种之间的微生物迁移；(2) 将罗斯海阿德利企鹅的种群变化作为一个局地、区域、全球变化的生物指示器进行长期研究；(3) 通过分析生长率、新陈代谢率对温度变化的响应及其活动性、生长率、进化率之间的关系来研究跳虫的极地进化过程；(4) 研究线虫对南极环境的生态适应性；(5) 研究南极水下生态系统、水塘地球化学、微生物的光合作用和固氮率并根据实际观测来评估模型预测结果。

c. 管理与保护

这些科研项目能提高人们对南极土壤（土壤分布、气候变化、对人类影响的脆弱性）的认识，进而支持对罗斯海无冰区的保护与管理。

上述的研究项目的详细信息可在新西兰南极局网站 (www.antarcticanz.govt.nz) 下载。

(李丙瑞 译)

2006/2007 年度韩国在科学与其它相关方面的国际合作

(第 30 届 ATCM 信息文件, 韩国提交)

根据《南极条约》宗旨和《马德里议定书》相关条款, 韩国意识各国开展合作的重要性, 在 2006/2007 期间韩国同其它国家在科学及其相关活动方面开展合作。

1. 同中国合作开展雪坑微量金属元素分析

收集位于东南极兰伯特冰川盆地的两个雪坑样品是中韩开展的一项合作性工作。通过分析雪样中的微量金属、溶于水中的离子和铅同位素来研究其年内与年际的浓度变化。此外, 在 2004/2005 年中国冰穹 A 考察期间, 连续采集了一个雪坑的雪样, 并将分析其内的各种元素。(联系人: 洪孙民博士, smhong@kopri.re.kr)

2. 韩国和以色列之间的联合海洋学研究

韩国极地研究所 (KOPRI) 同以色列环境科学与能量研究部 Weizmann 科学研究所开展合作, 通过钻取从布兰斯菲尔德海峡 (Bransfield Strait), 南奥克尼高原 (South Orkney Plateau) 到德雷克海峡 (Drake Passage) 取得的沉淀物岩芯, 来重建该区域的古环境。KOPRI 进行沉积学、地球化学及古生物学分析, 而 Weizmann 科学研究所同位素实验室正在对硅藻的碳氢氧同位素进行分析。两个韩国科学家正在以色列学习硅藻类的清洁与预处理, 并分析来自南奥克尼高原及德雷克通道的沉积物岩芯中硅藻的稳定同位素成分。(联系方式: Ho Il Yoon 博士, hiyoon@kopri.re.kr)

3. 布兰斯菲尔德海峡的海底声音监控系统

为了迎接即将来临的 2007-2008 国际极地年, KOPRI (韩国海洋和极地研究所) 参与 NOAA 的海洋探测项目, 于 2005 年 12 月通过 Yuzhmorgeologiya 号考察船在布兰斯菲尔德海峡与德克海峡放置了 7 个水下声学测音器 (配有最新的水流表)。于 2006 年 12 月在布兰斯菲尔德海峡收回了那 7 个并重新放置了 5 个。这些装置记录到了海底地震, 冰山和海底哺乳动物发出的声音。我们希望通过这些记录了解这个地区的构造事件、火山活动和冰山崩解。(联系方式: Minkyu Park 博士, minkyu@kopri.re.kr)

4. 火与冰: 研制用于南极洲布兰斯菲尔德海峡和欺骗岛的潜艇

在 2006 年 11 月, 韩国海洋和极地研究所 (KOPRI) 参与 NOAA 海洋探测项目, 收回了水下测音器并准备在下一年将其部署在于位于南极半岛西海岸线的布兰斯菲尔德海峡。本航次中, 我们曾将考察船开往欺骗岛的一个水下火山口, 这是位于布兰斯菲尔德海峡的、最近处于活动状态的火山。在西班牙南极 Gabriel de Castilla 站提供的后勤支持下, KOPRI 和 NOAA 的科学家们在欺骗岛的海湾内用小机器人和水下测音器对大面积的海底热液排出系统和喷气孔进行了细致的研究。这项研究是和西班牙极地委员会联合实施的。(联系方式: Minkyu Park 博士, minkyu@kopri.re.kr)

5. 北极鄂霍次克海的天然气水合物调查 (CHAOS-III 2006)

2006 年度实施了 CHAOS-III (2006) 考察, 即执行鄂霍次克 (Okhotsk) 海的碳氢水化物

(hydro-Carbon Hydrate) 积聚的国际合作研究计划。本次考察时间是 2006 年 5 月 24 日至 6 月 18 日, 研究区域为 Sakhalin 岛东北部大陆斜坡和鄂霍次克海。来自韩国(KOPRI), 俄罗斯(POI and VNIIOkeangeologia), 日本(KIT)和中国(IOCAS, 中国科学院海洋研究所)的 30 位科学家参加了本次考察。其主要目的是研究鄂霍次克海中与碳氢化合物有关的地质与海洋现象, 并确定鄂霍次克海东北部大陆斜坡中的天然气水合物分布区域 (gas hydrate area)。此次考察中, KOPRI 的科学家对该斜坡的天然气水合物区进行了高精度的地球物理调查、沉淀物岩芯研究和实地观察。(联系方式: Young Keun Jin 博士, ykjin@kopri.re.kr)

6. 开展南极涛动 (Antarctic oscillations) 及其对中纬度地区气候影响研究国际合作

弄清引起南极涛动 (Antarctic oscillations, AAO) 变化, 特别是其低频率变化的原因是很重要的。这完全依赖于 AAO 指标重建的有效性。要改进重建过程中低频率变化的质量, 我们还需要利用多个示踪数据 (multiproxy data), 包括树轮和冰芯数据集。冰核和珊瑚虫数据的运用大大地改进了低频率气候信号, 并有望得出一个更好的、近几个世纪来的 AAO 指数。这对回答最近模拟显示出的“AAO 的最新趋势是否由臭氧所引起的”这一现象至关重要。KOPRI 和中国北京师范大学正在合作研究南极涛动变化的作用及其与中纬地区的联系。这项研究的目的是通过分析北半球中纬度地区的珊瑚记录和现代气象数据去查明南极和东亚间遥相关。(联系方式: Seong-Joong Kim 博士, KOPRI, seongkim@kopri.re.kr)

7. 北极大气气溶胶和气候研究

2006 年 8 月, 在北极新奥尔松 (Ny-Alesund) AWIPEV Corbel 站 KOPRI 和 Zeppelin 气溶胶研究组 (瑞典斯德哥尔摩大学、挪威极地研究所) 开始进行的一项合作研究, 主要监测新增的大气微粒浓度。这项合作所得到的数据将不仅对理解新粒子构成的物理化学过程, 而且将对理解通过发育成 CCN 大小和激活方式来促进云的形成做出贡献。2007 年在 Zeppelin 站已开展对 DMS(g) 和 CCN 的同时观测。这项计划将为更好地认识以下问题起到显著作用: (1) 示踪气体在大气和海洋之间的交换, (2) 气候系统之间的反馈, 尤其是在未受到污染的北极环境, 云层的上下面。(联系方式: Young Jun Yoon 博士, yjyoon@kopri.re.kr)

8. 第 14 届极地科学国际研讨会

本次极地科学国际研讨会将于 2007 年 5 月 15 号至 17 号在韩国仁川市举行, 由 KOPRI 举办。此次会议为第 14 届。研讨会从 1988 年开始每年或每两年在韩国举行一次 (2000 年以后改为每年一次)。此次研讨会主题为“全球变化中的两极地区”, 共有 45 个多媒体报告, 内容涵盖海洋学、古气候学、冰川学、大气科学、地球物理学、地质学和天然气水合物。来自 8 个国家的 17 位外国科学家将会出席本次研讨会并介绍他们的研究。(联系方式: Jae Il Lee 博士, leeji@kopri.re.kr, Hyoun Soo Lim 博士, tracker@kopri.re.kr)

9. 与中国、智利、乌拉圭及俄罗斯在后勤方面的合作

KOPRI 在 2005 年至 2006 年进行了两次航行: 一次是进行科研, 另一次是向世宗王站运送燃料和物资补给。在研究航行中, 我们向中国和俄罗斯的基地免费提供了运输服务和装卸货船。第二次航次是由乌拉圭南极研究所组织实施。乌拉圭“ROU04 Artigas”号军舰从乌

拉圭首都蒙得维的亚运输了 150 立方米韩国的货物到乔治国王岛的麦克斯韦海湾。智利和乌拉圭在乔治国王岛建立了友好相邻基地。他们仍同以往一样，对往返于南极门户（智利 Punta Arenas 市）和乔治国王岛提供空运服务。科学家们的野外工作时间经常是无规律的，而智利空军经常性的航空服务则及时为我们运送科学家和货物。这为我们及时、高效地执行夏季考察活动提供了极大的帮助，大大地弥补了后勤作业中浪费的时间。对上述国家提供大力的帮助，我们表示由衷的感谢。（联系方式：Hyoung-Geun Lee 先生, hglee@kopri.re.kr）

（程文芳 译）

2006/2007 年度乌克兰南极考察活动

(第30届ATCM信息文件, 乌克兰提交)

地质学和地球物理学研究

南极地质学和地球物理学是一项专题研究, 海洋综合调查主要通过重力和地磁测量、回波探测、电磁垂向探测和海底基层取样来获得了地貌的起伏特征、大地构造突变、地核构造等新资料。这些工作有助于建立西南极半岛地区地核和上地幔形成的时空模型。

南极地质学和地球物理学研究的趋势就是要结合南极附近的大洋区域的科学调查, 尤其是大陆架一带矿产资源和碳酸氢盐的考察。

位于阿根廷岛地磁观测台(即乌克兰 Akademik Vernadsky 站)已装备先进的地磁观测仪器,(观测数据)主要用于国际地磁网和南极地磁场时空结构的调查。这个观测台从 1954 年开始进行西南极地磁场观测, 拥有最长时间的连续观测记录, 并制作了南极地磁场分量图和长期变化趋势图。

生物学研究

乌克兰前沿生物学家的研究重点集中于南极不同级别的生物群落的结构性功能分析; 此外, 乌克兰开展了连续的生物监测。

探寻用于评估生物种群状态的生化指标是此类监测中的主要难题之一。乌克兰科学家执行的生物化学(包括氧化进程)特征和血液化合物成分调查显示南极鱼类明显不同于其他(地区的)种类。这个现象归于鱼类对南极环境的适应性变化, 这项调查证实了南极鱼类血液与肝脏的宏、微观物质分布特点取决于种类这一观点。

到 2006 年为止, 已完成 Argentine 岛、Piterman 岛、以及 Vernadsky 站附近 Grahams Land 西岸邻近的陆地和水域的鸟类目录, 并对所有移居本地区的飞行鸟类的种类组成、数量、筑巢生物特性、生活习性和繁殖(进行了研究), “Argentine 岛和 Piterman 岛的鸟类”一书已完成初稿, 主要总结了迄今为止的鸟类学研究, 并对这个地区的所有 26 种鸟类作出了详细的描述。

下一步计划是对本地种类(background species)的筑巢生物学、某些生存在最南方的自然栖息地的种类(巴布亚企鹅和南极企鹅、白鞘嘴鸥、南极贼鸥)的繁殖机制展开更详细的调查, 并开展部分更基础性的专题研究。

2006 年, 本地区哺乳动物的调查工作已经启动, 哺乳动物种类组成、数量和生活习性的调查方案已列入计划, 同时建议开展鳍足类和鲸类动物在南极生态系统中的作用的调查, 并计划实施珍稀种类保护。

2003 年, 在 Vernadsky 站旁的 Galindez 岛, 一片生物-地理多边形区域内分布有冰川、地衣和苔藓区、土壤、交叠的湖泊, 是独特的南极绿洲。已完成这一多边形区精准地形图的

编制，并在图上标注了所有地形特征、鸟巢位置等信息。南极综合调查这一研究方法保障了抗癌三聚氰胺精细杂种生产者（自养有机体）的安全性，并已获得有关植物病毒和土壤微生物复制（soil microbiological cenosis?）的新数据。

这是首次在南极植物和苔藓发现和验证烟草花叶病和黄瓜花叶病病毒的抗原，这是南极植物病毒抗原免疫因子具有高的多样性的证据。

发现土壤微生物对高浓度有害金属诸如铜、铬、镉、汞具有抵抗力，对大多数微生物来说，这些金属浓度达到 1-5 mg/l 时就具有高毒性，但对南极微生物来说，铬、镉、汞浓度可相对增加至 50-70 mg/l 和铜浓度可相对增加至 500-4000 mg/l。

在 Vernadsky 站的废物处理方面，微生物代谢控制技术已有效地使用了四年。

《马德里议定书》中有关条款要求对有机废物进行利用，同样禁止将任何（外来）微生物带入南极，包括食品垃圾的焚烧。这个问题可通过基于微生物代谢控制的新生物技术（也就是引入无毒性的微生物来快速发酵食品垃圾）来解决。7-10 天氮和碳酸的无害合成气体可使垃圾重量减轻约 20 倍，固体垃圾经干燥和可塑性材料的压缩后从站上转移，微生物代谢控制技术可使 Akademik Vernadsky 站危害生态的垃圾得到充分利用。

生物学研究的最终目标就是建立预测南大洋大西洋区域的海洋生态系统状态的基本原理，包括南极磷虾、鱼类资源量和资源商业利用开发建议。此项任务符合乌克兰和其它签署了《南极海洋生物资源养护公约》国家的利益。此项研究的基本方法是对此地区生态系统进行综合监测。

南极地区的进一步监测将聚焦生态系统变化趋势和全球气候过程的测定。医学—生理学研究

南极医学/生物学研究针对以下国家研究计划来开展工作：

考察预备队员医学选拔现代化

南极极端环境人类适应性研究

南极环境对人类健康的影响研究

极地考察队员医学预防和康复设施研发

研究表明站上越冬者的适应由几个阶段组成：急性适应、官能压力、相对稳定、抑郁状态。

急性适应阶段（南极秋季）的特点在于心理、生理的正常生理功能节奏和内脏功能的失调。

在官能压力（南极冬季）阶段以人体生理功能节律失调、缺失和体力衰弱所引起的综合影响较为明显，它的特点就是所谓的“南极综合病征”和越冬团队人际关系的定格。

在相对稳定阶段（南极春季）越冬队员间内形成了亲密的关系，人体生理功能节律稳定。

最后的抑郁阶段（南极夏季）的特点是高度焦虑、情绪不稳定、失调紊乱。越冬队员考察返回后被发现明显有潜在的组织缺氧。

已获取的有关人类适应南极各阶段的数据显示了进一步改善和提高伴考察期间队员心

理、生理状况调节和康复方法非常重要，同时加强南极极端条件下的各种因素对人体产生的影响的研究也非常重要。

大气和空间物理学

乌克兰站开展人为的无线辐射的连续观测，这基于人为因素影响“地球的电磁天气”的这一理念，南极 Akademik Vernadsky 站拥有世界上最灵敏和宽频的电磁接收机（乌克兰设计）。

由于地球雷暴活动中拥有地球气候变化的信息，对地球雷暴活动的系统观测也已开始，。

一项更为重要和独特的观测领域就是中层大气（对流层）和电离部分间——即电离层和磁层间的能量联系，Vernadsky 站第一个具备开展近表层强烈扰动（大气表面影响地球空间的电学参数）的检测试验。

地球内部和大气层的核物理研究

上一年度，基于 Vernadsky 站的实验研究，主要开展了以下的主要研究活动：

1、氦放射及其与地核构造关系的研究

对地震状态与无地震状态下地核散发的氦元素统计调查主要基于地震是一种自行控制的临界状态(self-organized criticality)的理念，因此南极 Akademik Vernadsky 站从 2003 起开展了氦辐射的连续测量，研究显示氦分布的光谱密度蕴藏了下一次地震的时间和量级的信息。

2、地球电磁脉冲辐射（Dicke 超辐射）及其与地质构造现象有关的其他地球物理场间的相互关系的研究。

通过 Dicke 超辐射偏振子（geopolariton）探测来研究冰川、地核和上地幔。地球偏振子探测（Geopolariton sounding）在应用到地质调查前已有相当长的历史。Dicke 超辐射偏振子能提供地震和地质构造现象研究所需的地核应变信息，地球偏振子探测的初步结果表明冰川、地核、上地幔结构复位的可能性。Vernadsky 站地球偏振子全年测量数据处理也显示了地球偏振子信号传达了地震前兆信息。

3、大气气溶胶特性研究及其对大气臭氧量测量的影响

利用中子活化法分析乌克兰、斯洛文尼亚和南极洲不同地区的气溶胶混合物，测量分析结果显示地球全部地区的气溶胶混合物间存在强的相关性。不符合相关性依存关系的部分则属于这些区域的人为污染(造成)。这种相关性依存为在全球范围采用“清洁空气标准”提供了可能。

气溶胶颗粒呈不规则多边形（multifractal），其大小呈对数正态分布，不规则多边形光散射（Multifractal light scattering）明显有别于瑞利散射（Rayleigh scattering）。

已获得的结果为根据“天体地球物理学能量平衡气候理论”（乌克兰国家南极科学中心提出）来评估大气气溶胶对全球气候的影响提供可能。此外，还可用于评估大气气溶胶对

大气（尤其是近极区）臭氧含量测量的影响。

根据已获得的成果，乌克兰计划在地球不同的地区建立氦、气溶胶和臭氧的观测网。

4、通过其与南极冰川的相互作用来探测极端高能宇宙射线的可比性研究

极端高能 (>1020eV) 宇宙射线和南极冰川发生相互作用，冰上会产生了强大的高频脉冲，通过电离层反射后，Akademik Vernadsky 站的探测仪器可记录到这种脉冲信号。2005 年的初步测量确认了这些微量的存在。

在高性能的示踪检波器 (solid track detectors) 的帮助下，宇宙中子研究也已展开，位于 Lubiana 的 Joseph Stephan 研究所承担宇宙射线能谱的能量范围测定工作。

水文气象调查

在 Vernadsky 站连续开展的气象标准观测是南极自 1947 年开始（科学观测）以来最悠久的项目之一。乌克兰南极考察十年来，水文气象学综合研究得到了有效地拓展和提升，尤其在海洋调查（温度、盐度）和冰川调查方面。

根据 Vernadsky 站的温度数据，最近 25 年以来气温升高 2 度是年平均气温增幅最快的时期之一，这一气候变暖的趋势在南极半岛的其他考察站也较为典型。

为确定其每年的物质变化，对 Domestic 冰川（位于 Galindez 岛）每周开展物质平衡测量。观测显示该冰川呈缓慢萎缩的趋势。

乌克兰和德国科学家们鉴定了 Galindez 岛上的 200 种具挥发性的 (volatile) 有机物和无机物，这一工作在国际上尚属首次。其中 26 种物质被确定有 4000 多年历史。已经发现当微型藻类、浮游植物发生生物化学反应，以及冰川的上覆冰雪中的有机物质发生光解反应和氧化-还原反应时产生硫、溴、碘和一些氯化碳酸盐时，由人为因素产生的氟利昂及其替代品渗入冰川。

南极半岛 GIS 系统的构建

利用现代 GPS 系统在 Argentine 群岛的岛屿和邻近水域开展的地形测量与大地测量工作，具体包括：（1）根据 GPS 长期观测资料，准确选定测地坐标以及稳定的参考点，以评估区域性的岩石圈运动。（2）在英国的三角测量点重复进行 GPS 观测，拓展 Argentine 群岛 (Argentine Archipelago Islands) 上的大地测量网。（3）确保 Argentine 群岛、南极半岛和用于海底调查的不同测量点的准确定位。Argentine 群岛的区域性 GPS 观测网络已建成，共布设了 200 多个观测点。

开发与运用新技术

Akademik Vernadsky 站的观测设备在不断进行改正，而且完全由乌克兰自行设计。用于监测地磁场和电离层扰动的、高精度的新型设备已安装在该站上，这些设备达到国际地磁网 (INTERMAGNET) 使用的设备标准。

参与国际极地年活动

共有 16 项乌克兰计划提交给 IPY 计划备选，这些计划都已成功入选为 IPY 计划。

- 1、 使用重力物探方法，调查地球内部构造和制作南极电子地图（IPY 计划第 185 号）。
- 2、 利用地质学、地球物理学数据综合研究西南极岩石圈结构（IPY 计划第 185 号）。
- 3、 南极半岛及临近地区的地电模型（IPY 计划第 185 号）。
- 4、 南大洋大西洋扇区磷虾及其他浮游生物数量及其数量变化与全球气候变化间的关系评估（IPY 计划第 131 号）。
- 5、 开展氦辐射的地震声学（seismoacoustic）、偏振子（Geopolariton）、地磁场监测工作来预测地震，以及研究地核、地幔、地壳内能量（转换）过程，（IPY 计划第 185，77 号）。
- 6、 以南极大气参数（气溶胶、臭氧）、宇宙射线的监测为基础，开发全球气候的能量平衡模型（IPY 计划第 459、217 号）。
- 7、 探测最高效的南极黑色素生产者（自养有机体）并研究其功能特性（IPY 计划第 142、137 号）。
- 8、 南极微生物（microbe senosis）的结构功能特性，微生物在生物化学要素循环中的作用研究（IPY 计划第 137 号）。
- 9、 南极生态区的综合研究（IPY 计划第 137 号）。
- 10、 臭氧层动力学和气候变化（IPY 计划第 99 号）。
- 11、 开发医学、心理和生理新技术以维持南极考察队员的健康和体能（IPY 计划第 341 号）。
- 12、 开发和推广新型的南极自然保护生物工程学（IPY 计划第 454 号）。
- 13、 建立西南极地区地理信息系统（IPY 计划第 185 号）。
- 14、 建立南极科学考察数据库（IPY 计划第 49 号）。
- 15、 利用航空设备调查极地岩石圈（IPY 计划第 185 号）。
- 16、 分析全球气候变暖引发的南半球对流层大尺度过程转换来开发南极半岛天气预报的物理统计方法（IPY 计划第 180 号）。

（赵惠莉 译）

2007年3月1日国际极地年中国行动计划正式启动

(中国政府网, <http://www.gov.cn/wszb/zhibo21/>, 2007年3月1日)

2007年3月1日, 中共中央政治局委员、国务院副总理曾培炎出席国际极地年中国行动启动仪式并讲话。中国政府网进行现场直播。

国土资源部部长孙文盛同志; 国务院副秘书长张平同志; 国家海洋局局长孙志辉同志; 国家发展和改革委员会副主任杜鹰同志; 科技部副部长尚勇同志; 外交部部长助理李辉同志; 澳大利亚驻华使馆大使芮捷锐先生; 挪威王国驻华使馆大使赫图安先生; 国际极地年中国行动委员会副主席、国家海洋局副局长陈连增同志等领导参加本次活动。出席今天启动仪式的还有来自教育部、财政部、卫生部、中国科学院、中国地震局、中国气象局、国家自然科学基金委员会、国家测绘局、中国人民解放军总参谋部、中国科学技术协会等部门的领导同志。今天应邀出席仪式的还有来自阿根廷、澳大利亚、比利时、巴西、保加利亚、加拿大、智利、厄瓜多尔、芬兰、法国、德国、冰岛、印度、意大利、日本、新西兰、挪威、波兰、俄罗斯、南非、西班牙、乌克兰、美国、乌拉圭等《南极条约》协商国和北极理事会成员国驻华使馆的各位代表以及美国国家科学基金会北京办事处的代表。

曾培炎同志讲话原文如下:

各位来宾, 女士们、先生们: 很高兴前来参加“国际极地年中国行动”启动仪式。

国际极地年是全球范围的科学家共同策划、联合开展的大规模极地科学考察活动, 被誉为国际极地科考的“奥林匹克”盛会。在此, 我代表中国政府, 对第四次国际极地年活动的全面启动表示热烈祝贺! 对长期以来关心和支持中国极地科考事业的国际组织、各国政府和各界人士表示衷心感谢!

过去的一个多世纪, 全球科学家联合组织过三次国际极地年活动。1882年第一个国际极地年, 开创了国际科学界大协作的先例; 1932年第二个国际极地年, 在南北两极建立了常年观测站和内陆考察站; 1957年第三个国际极地年促成了《南极条约》的签订。这些活动加深了人类对南北极及地球系统的认识, 推动了国际极地科学研究的跨越式发展。今年, 正值第三个国际极地年暨地球物理年50周年, 国际科学理事会和世界气象组织联合发起第四次国际极地年活动, 这对于深入开展极地科学前沿研究, 宣传地球科学知识, 培育极地科研人才, 提高人类应对气候、海洋和陆地等环境变化的能力, 具有十分重要的意义。

上个世纪80年代, 中国建立了第一个南极科考站。20年来, 我国极地考察事业加快发展, 与国际相关领域合作全面展开。到目前为止, 已成功组织了23次南极科学考察、两次北极科学考察, 并在北极“黄河”站开展了3个年度的科学考察, 初步建立了极地科学考察体系, 取得了大量宝贵的数据、资料和样本, 形成了一批具有先进水平的科研成果, 培养了一支素质优良的极地工作队伍。今年, 我们将进一步增强极地考察能力, 认真搞好南极内陆考察站的研究论证, 继续开展极地科考活动。

中国作为极地考察参与国, 将坚持科学发展、和谐发展、和平发展的理念, 积极响应第四次国际极地年计划, 认真制定中国行动方案。在国际极地年期间, 我们将专门执行一批特

定的科考任务，广泛开展公众参与和宣传活动，大力支持国际合作计划的执行以及数据和信息的共享。

我相信，在大家的共同努力下，第四次国际极地年必将取得丰硕成果，在极地科考领域，谱写一曲人类和平、合作、友好发展的新乐章。

现在，我宣布：“2007 至 2008 年国际极地年中国行动”正式启动！

中国极地考察工作咨询委员会会议召开

(国家海洋局极地考察办公室, <http://www.chinare.gov.cn/index.php>,2007-09-26)

2007 年 9 月 18 日，国家海洋局在北京组织召开了中国极地考察工作咨询委员会暨国际极地年（IPY）中国行动委员会，来自外交部、教育部、科技部、国土资源部、卫生部、测绘局、中科院、地震局、气象局、基金委、总参的委员或代表出席了会议。

会议由中国极地考察工作咨询委员会张登义主任主持，国家海洋局副局长、国际极地年中国行动委员会副主席陈连增同志对会议主要议题“中国南极内陆站建设总体方案和 IPY 中国行动实施方案”作了说明。

陈连增副局长介绍，今年 2 月份，国务院批准了我国“十一五”极地工作方案，其中有两项内容：建立南极内陆科学考察站，参与并实施国际极地年中国行动计划。今年即将出发的中国第 24 次南极考察队将深入 DOME-A 地区，确定内陆站具体建站位置，设立标志性建筑，并向国内外宣布。

陈副局长特别强调了北极问题。北极是一个非常敏感的地区，冷战结束后，我国先后组织了两次综合性北极科学考察，在挪威的斯瓦尔巴岛上建立了黄河站。国家海洋局将组织有关部门的专家，探讨北极问题，深入开展研究。在“十一五”期间，作为 IPY 的内容，我国将再组织两次北极考察。

国家海洋局极地考察办公室主任、国际极地年中国行动委员会秘书长曲探宙同志介绍了极地咨询委员会和国际极地年中国行动委员会组成，因工作变动，杨惠根同志接替张占海同志担任国际极地年中国行动委员会副秘书长职务。

会议一致通过，接纳信息产业部为中国极地考察工作咨询委员会委员单位，并在下一次会议成为正式成员。

会议听取了国家海洋局极地考察办公室副主任吴军同志关于《中国南极内陆考察站建设可行性研究报告》的介绍；中国极地研究中心常务副主任杨惠根同志向会议报告了《国际极地年中国行动计划实施方案》。

国际极地年中国科普活动在上海启动

(中国极地研究中心, <http://www.pric.gov.cn/importinfo.asp?sortid=0&subid=0&id=29>, 2007-3-30)

2007 年 3 月 28 日，由国家海洋局和中国科学技术协会联合组织的国际极地年中国科普

活动开幕式在上海举行。国家海洋局、中国科学技术协会、上海市人民政府领导和有关部门干部职工、中小學生、上海市民、主要新闻媒体记者共约 300 人出席了开幕式。在开幕式上，国家海洋局副局长陈连增宣布国际极地年中国科普活动正式启动，国际极地年中国行动计划首席科学家张占海和上海市科学技术协会党组书记、副主席孙正心将国际极地年中国科普行动旗帜授予中小學生代表。

国家海洋局副局长陈连增在讲话中指出，上海是我国极地事业的发源地，是中国极地考察的研究中心和国内基地，也是“雪龙”号极地考察船的母港。作为“国际极地年中国行动”的重要组成部分，中国科普活动在上海启动标志着“国际极地年中国行动”进入实质性实施阶段，并将为国际极地年中国行动计划的全面实施增添精彩的篇章。

上海市人民政府副秘书长兼上海市科学技术委员会主任李逸平在讲话中指出，上海作为我国特大型城市，在率先实现现代化、构建和谐社会的进程中，科学精神、科学思想、科学知识、科学方法的传播，对于提高市民科学文化素养，促进经济社会协调发展发挥着积极的作用。因此，国际极地年中国科普活动在上海启动必将进一步增进上海市民的科学知识，提高市民的科学文化素养，上海也将以此次科普活动为契机，加大科学知识的普及力度，大兴科学发展、和谐发展之风，推动“科教兴市”战略的实施。上海市政府和人民将一如既往地支持极地考察事业。

国际极地年（英文简称 IPY）是全球科学家共同策划、联合开展的大规模极地科学考察活动，被誉为国际南北极科学考察的“奥林匹克”盛会。自 1882 年首次极地年起，迄今国际上已开展了三次国际极地年：1882 年第一个国际极地年，开创了国际科学界大协作的先例；1932 年第二个国际极地年，在南北两极建立了常年观测站和内陆考察站；1957 年第三个国际极地年促成了《南极条约》的签订。由于历史原因，我国未参加前 3 次国际极地年，失去了早期参与国际极地考察和占据有利建站位置的历史性机会。面对第四次国际极地年新战略机遇和历史性挑战，我国政府成立了 IPY 中国行动委员会，组织开展国际极地年中国行动，积极谋求极地发展新空间，维护国家极地权益；我国科学家提出了 16 项科学计划，其中的“普里兹湾-埃默里冰架-冰穹 A 断面科学考察与研究计划（英文简称 PANDA（熊猫）计划）被选为 IPY 国际核心科学计划。

国际极地年中国行动计划由南极 PANDA 断面综合考察、北冰洋考察、国际合作、公众宣传与数据共享等四个计划组成，作为其重要组成部分，公众宣传计划主要通过各种传媒，对国际极地年中国行动进行全方位的宣传报道，开展形式多样的科学普及活动，组织公众参与活动，培养青少年对极地的兴趣，提高全民的极地意识和科学素养。据此，国家海洋局与中国科学技术协会联合组织开展中国科普活动，此次活动的宗旨是：普及极地科学知识，弘扬南极考察精神；吸引培养后备力量，促进极地事业发展。

主办方将在 2007 年 3 月~2009 年 12 月期间组织开展一系列形式多样的科学普及宣传活动，每年确定不同的主题活动，逐步推动科普活动的开展。

国际极地年中国科普活动的启动，将在我国掀起新一轮的“极地热”，吸引越来越多的人关注极地、关注地球家园。

2007 年国家自然科学基金委员会资助项目（极地科学类）

(不完全统计,来源国家自然科学基金委员会,2007 年 09 月 28 日)

序号	项目批准号	申请代码 I	项目名称	项目负责人	获资助单位
1	40776002	D06	基于雪冰化学与气象参数的同步记录定量化恢复南极冰芯 200-2000 a B.P.气候记录	效存德	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
2	40776070	D0608	南极周边海域反射虫群落 20 多年来的年际变化及其与海洋环境的关系	王金宝	中国科学院海洋研究所
3	40774011	D0401	利用卫星重力观测东南极冰盖质量平衡的研究	胡小刚	中国科学院测量与地球物理研究所
4	40730107	D06	全新世南极南海典型岛屿对全球变化的生态响应与对比	孙立广	中国科学技术大学
5	40776003	D06	南极埃默里冰架底部百年尺度海洋冰生物学记录与冰/海界面过程研究	蔡明红	中国极地研究中心
6	40773074	D0309	南极埃默里冰架附着冰特征和兰伯特冰川底部水系存在证据研究	李院生	中国极地研究中心
7	40706002	D06	南极绕极流和西风带对海冰的运输机制及其影响的研究	李丙瑞	中国极地研究中心
8	40773042	D0305	南极拉斯曼丘陵及邻区地壳演化的锆石 U-Pb 地质年代学和 Hf 同位素研究	王彦斌	中国地质科学院地质研究所
9	40776004	D06	东南极西福尔丘陵附近冰碛物研究	刘健	中国地质科学院地质力学研究所
10	40702011	D0204	东南极普里兹带变沉积岩的地球化学特征及其对前泛非期构造环境的制约	李淼	中国地质科学院地质力学研究所
11	40703019	D0309	南极中山站-Dome A 断面气候交互带雪冰地球化学特征和南极冰盖"小冰期"记录的研究	周丽娅	南京大学
12	40776018	D0601	南太平洋南极中层水中的涡旋和锋面结构分析	陈显尧	国家海洋局第一海洋研究所
13	40706053	D0609	胞外多糖在南极适冷菌 <i>Pseudoalteromonas sp.S-15-13</i> 低温适应性中的作用及机制	李江	国家海洋局第一海洋研究所
14	40706015	D0601	南极绕极波绕极传播信号激发机制的研究	刘娜	国家海洋局第一海洋研究所
15	40776001	D06	极地和海洋边界层汞的环境地球化学过程	谢周清	中国科学技术大学
16	40704004	D0401	联合 ICESAT 和 GRACE 卫星观测数据研究极地冰盖变化与海冰质量均衡	王正涛	武汉大学
17	40706001	D06	极地海冰细菌分泌的胞外蛋白酶温度适应的多样性及其结构与温度适应的关系研究	何海伦	山东大学
18	40774090	D041002	磁暴期间电离层扰动的全球分布特征研究	丁锋	中国科学院地质与地球物理研究所

极地图书目录

(来源当当网,2007年09月28日,包括少儿、旅游、文学、科普读物、青春文学、中小学教辅、自然科学、原版书、政治军事、外语等类)

北极类

北极的诱惑

作者:江月 著 出版社:长江文艺出版社 出版时间:2007年07月

绿色星球——北极之战(上)

作者:棠龙 编绘 出版社:海天出版社 出版时间:2007年01月

绿色星球——北极之战(中)

作者:棠龙 编绘 出版社:海天出版社 出版时间:2007年01月

绿色星球——北极之战(下)

作者:棠龙 编绘 出版社:海天出版社 出版时间:2007年01月

雪域灵魂:北极神话

作者:荷兰时代生活图书公司 编,颜可维 译 出版社:中国青年出版社 出版时间:2006年07月

小熊的北极旅行(注音版)

作者:王一梅 著 出版社:安徽少年儿童出版社 出版时间:2006年03月

神奇校车3——巡航北极

作者:(美)柯尔 著,(美)迪根 绘,漆仰平 译 出版社:四川少儿出版社 出版时间:2005年10月

世界两极密码:从长江源到北极

作者:汪永晨 著 出版社:文汇出版社 出版时间:2005年08月

从香格里拉到北极

作者:普春尼,方震东 著 出版社:云南民族出版社 出版时间:2005年07月

去北极

作者:金雷 著 出版社:湖南科技出版社 出版时间:2005年05月

北极探险——哈尔罗杰历险记

作者:(英)威勒德·普赖斯 著,杨伟娴 译 出版社:北京少年儿童出版社 出版时间:2005年01月

极地特快(小说版)——奇妙的北极之旅

作者:(美)韦斯(Weiss,E.) 改编,王东风,董逸衍 译 出版社:译林出版社 出版时间:2005年01月

我的北极熊恩人:亲历北极的生活

作者:阿兰·叙尔热等 文,奥雷莉·吉耶雷等 图 出版社:北京出版社 出版时间:2004年05月

阿罗在北极

作者:(美)约翰逊 著,孙晓娜 译 出版社:接力出版社 出版时间:2004年01月

卡尔文与跳跳虎系列丛书一到北极去

作者:(美)比尔·沃特森 著;肖慧 译 出版社:南海出版社 出版时间:2003年04月

- 狩猎女神的神兽:北极事件 Artemis Fowl:The Arctic Incident
作者: Eoin Colfer 著 出版时间: 2002 年 12 月
- 南极·北极——科新时期少年普知识动漫百科全书
作者: (韩)李光雄 文, (韩)贾在发 图, 韩轶凡 译 出版社: 世界知识出版社 出
版时间: 2006 年 06 月
- 北极小百科
作者: 陈立奇, 刘书燕 编著 出版社: 海洋出版社 出版时间: 2006 年 05 月
- 二探北极——中国首套“四级”考察丛书
作者: 李斌 著 出版时间: 2006 年 04 月
- 南极·北极·五大洲(地球篇)——自然图书馆
作者: 本社 编, 刘迁 责任编辑 出版社: 北京少年儿童出版社 出版时间: 2005
年 05 月
- 梦幻北极
作者: 高登义 编著 出版社: 少年儿童出版社 出版时间: 2005 年 01 月
- 北极精灵:一个爱斯基摩女子的传奇
作者: (美)奈温 著, 压建华 译 出版社: 群众出版社 出版时间: 2004 年 12 月
- 南极和北极哪一边比较冷/猜猜为什么
作者:《猜猜为什么》编委会 编 出版社: 少年儿童出版社 出版时间: 2004 年 08 月
- 探访北极
作者: 张继民 著 出版社: 社科文献 出版时间: 2004 年 01 月
- 中国第二次北极科学考察报告
作者: 张占海 主编 出版社: 海洋出版社 出版时间: 2004 年 01 月
- 北极冰王
出版社: 人民邮电出版社 出版时间: 2002 年 12 月
- AMAZING ARCTIC ANIMALS (神奇的北极动物)
作者: Jackie Glassman 著 出版时间: 2002 年 09 月
- 南极历险·北极历险——两极科学探险系列
作者: 位梦华 著 出版社: 中国少年儿童出版社 出版时间: 2001 年 08 月
- 北极风情画
作者: 无名氏(卜乃夫) 著 出版社: 上海文艺出版社 出版时间: 2001 年 07 月
- 从北极到夏威夷: 位梦华科学札记
作者: 位梦华 出版社: 光明日报出版社 出版时间: 2000 年 09 月
- 最伟大的猎手——阿拉斯加北极的爱斯基摩人
作者: (中)位梦华, (美)奥尔伯特 著, (中)曾永莉 著 出版社: 商务印书馆 出
版时间: 2000 年 01 月
- 北极首航纪实
作者: 聂晓阳 著 出版社: 生活·读书·新知上海三联出版社 出版时间: 1999 年
12 月
- 魂飞北极——金苹果文库
作者: 位梦华 著 出版社: 江苏教育出版社 出版时间: 1999 年 03 月

恐龙探险北极

作者: (德) 克鲁塞 著, 曹高仁 译 出版社: 华夏出版社 出版时间: 1999 年 01 月

罗伯特·彼利与北极探险

作者: (美) 德怀尔 著 马景焘 译 出版社: 世界知识出版社 出版时间: 1998 年 01 月

远征北极纪实——极地心路

作者: 沈爱民 出版社: 哈尔滨工业大学出版社 出版时间: 1997 年 09 月

系列: 众生丛书·探险纪实系列 分类: 图书 文学 纪实文学 包装: 精装

走进北极

作者: 孔晓宁 方精云著 出版社: 中国工商联合出版社 出版时间: 1996 年 01 月

南极类

南极的企鹅 (高仓健 著)

作者: (日) 高仓健 著, 吴树文 译, 唐仁原教久 绘 出版社: 新星出版社 出版时间: 2007 年 01 月

南极遥远的知音

作者: (德) 海登莱希 文, (德) 布赫兹 图, 洪翠娥 译 出版社: 上海人民出版社 出版时间: 2004

去南极

作者: 金雷 著 出版社: 湖南科技出版社 出版时间: 2005 年 05 月

地平线并不遥远: 一次女性穿越南极的历史之旅——神秘发现之旅

作者: [美] 班克罗芙特, [挪威] 阿妮申, [美] 达赫 著, 綦彦臣 译 出版社: 2004 年 05 月

白色大陆/走进南极

作者: 李院生, 谭德军, 周丽娅 编著 出版社: 上海科学普及出版社 出版时间: 2004 年 05 月

南极天气和气候

作者: (英) 金, (英) 特纳 著, 张占海 等译 出版社: 海洋出版社 出版时间: 2007 年 07 月

冷酷之旅: 一位中国探险家的南极科考航海日记

作者: 张波 著 出版社: 四川民族出版社 出版时间: 2005 年 10 月

南极·北极——科新时期少年普知识动漫百科全书

作者: (韩) 李光雄 文, (韩) 贾在发 图, 韩轶凡 译 出版社: 世界知识出版社 出版时间: 2006 年 06 月

我 5 次踏上南极: 走进最后的处女地

作者: 刘小汉 主编 出版社: 广东南方日报出版社 出版时间: 2001 年 09 月

梦幻南极

作者: 颜其德, 赵颖, 康建成 等著 出版社: 少年儿童出版社 出版时间: 2005 年 01 月

寒极生命/走进南极

作者: 颜其德, 顾佳成, 何剑锋 编著 出版社: 上海科学普及出版社 出版时间: 2004 年 05 月

- 极地探险/走进南极
作者：颜其德，孙骏毅 编著 出版社：上海科学普及出版社 出版时间：2004年05月
- 茫茫南极路：中国第19次南极考察纪实
作者：强荧 著 出版社：上海教育出版社 出版时间：2003年08月
- 绝美南极：我踏上了南极的土地
出版社：广东旅游出版社 出版时间：1901年01月
- 咫尺南极——中国首套“四极”考察丛书
作者：张宗堂 著 出版社：中国民主法制出版社 出版时间：2006年08月
- 海外纪行丛书——冰裸南极
作者：马中欣 著 出版社：东方出版中心 出版时间：2000年03月
- 梦系南极——金苹果文库
作者：位梦华 著 出版社：江苏教育出版社 出版时间：1999年03月
- 南极科学
作者：[英]DWH·沃尔顿 著，陶丽娜 等译 出版社：海洋出版社 出版时间：1992年02月
- 南极地区对全球变化的响应与反馈作用研究
作者：陈立奇 主编 出版社：海洋出版社 出版时间：2004年10月
- 南极和北极哪一边比较冷/猜猜为什么
作者：《猜猜为什么》编委会 编 出版社：少年儿童出版社 出版时间：2004年08月
- 南极·北极·五大洲（地球篇）——自然图书馆
作者：本社 编，刘迁 责任编辑 出版社：北京少年儿童出版社 出版时间：2005年05月
- 企鹅的请柬(全球首次人文学者南极行)/行者悟语图文丛书
出版社：中国社会科学出版社 出版时间：2003年11月
- 聚焦南极
作者：张继民 著 出版社：社会科学文献出版社 出版时间：2004年01月
- 远方最美——我踏上了南极的土地
作者：范春歌 著，田飞 摄 出版社：广东旅游出版社 出版时间：2003年01月
- 在南极——探险鼠标丛书
作者：东梅 著 出版社：河北少儿出版社 出版时间：2003年01月
- 南极无新闻：乔治王岛手记
作者：周国平著 出版社：海南 出版时间：2002年11月
- 南极历险·北极历险——两极科学探险系列
作者：位梦华 著 出版社：中国少年儿童出版社 出版时间：2001年08月
- 南极探秘
作者：位梦华 出版社：江苏少年儿童出版社 出版时间：2001年08月
- 中国科普佳作精选-暴风雪的夏天-南极考察记
作者：金涛 著 出版社：湖南教育出版社 出版时间：1999年08月

冰上科学——南极行
出版社：科学普及出版社 出版时间：2001年03月

两极类

Polar Shift 极地移动

作者：Clive Cussler 著 出版社：海泰 出版时间：2007年11月

极地生存探秘

作者：张智勇，方菲 著 出版社：广西师范大学出版社 出版时间：2007年03月

特种兵在行动——极地营救

作者：北京东方沃野文化传播有限公司 编 出版时间：2006年12月

Acosta 极地阳光(Acosta/著)

作者：Acosta 著 出版社：北京十月文艺出版社 出版时间：2006年11月

约会极地之缘:冰岛八日(附赠精美画册和 DVD 光盘一张)

作者：余熙 著 出版社：世界知识出版社 出版时间：2006年07月

极地动物&河流动物——我的动物朋友

作者：田战省 编 出版社：陕西人民美术出版社 出版时间：2006年01月

加入极地探险——最不愿体验的历史

作者：(英)格林 著，傅力生，傅豪 译 出版社：云南少年儿童出版社 出版时间：2005年12月

极地冰河历险记(珍藏版)——我的第一套科学漫画书

作者：(韩)崔德熙 著，(韩)姜境孝 绘，郑继永 译 出版社：21世纪出版社 出版时间：2005年02月

极地特快(注音版)——畅销不衰的美国经典童书

作者：(美)艾尔斯伯格(Allsburg,C.V.) 著，王东风，彭勇穗 译 出版社：译林出版社 出版时间：2005年01月

极地特快(小说版)——奇妙的北极之旅

作者：(美)韦斯(Weiss,E.) 改编，王东风，董逸衍 译 出版社：译林出版社 出版时间：2005年01月

极地大探秘——世界·传奇

作者：北京大陆桥文化传媒 编译 出版社：世界知识出版社 出版时间：2005年01月

南北极地——小博士英汉对照丛书

作者：付善明，马锦龙 编著，毛钢 译 出版社：甘肃科学技术出版社 出版时间：2004年05月

极地天堂

作者：叶研 著 出版社：湖南出版社 出版时间：2004年01月

地球与极地科学

作者：孙立广 主编 出版社：中国科学技术大学出版社 出版时间：2003年08月

极地冰河历险记——我的第一套科学漫画书

作者：(韩)崔德熙 著，(韩)姜境孝 绘，郑继永 译 出版社：21世纪出版社 出版时间：2005年02月

极地动物(探索极地动物世界的奥秘)/动物世界大揭秘
作者: (英)斯通豪斯 著, 傅海燕 译 出版社: 明天出版社 出版时间: 2004年08月

极地探险/走进南极
作者: 颜其德, 孙骏毅 编著 出版社: 上海科学普及出版社 出版时间: 2004年05月

奔向极地: 人类探索南北极的故事——世界五千年科技故事丛书
作者: 张祥君, 王兴波 编著 出版社: 广东教育出版社 出版时间: 2004年04月

极地跨越: 南美洲篇 (彩照版)
作者: 亓克君 主编 出版社: 中国旅游出版社 出版时间: 2003年06月

极地跨越: 北美洲篇 (彩照版)
作者: 亓克君 主编 出版社: 中国旅游出版社 出版时间: 2003年06月

向极地挑战: 难以抗拒的吸引力
作者: Bertrand Imbert 出版社: 上海人民出版社 出版时间: 2001年11月

极地低压: 强烈的冬季气旋 polar lows: Intense Cyclones in Winter
作者: FU Gang 译者 出版社: 气象出版社 出版时间: 2001年01月

极地探险: 冰天雪地的考验
作者: 郝运, 廖菁菁 编 出版社: 重庆出版社 出版时间: 1999年05月

远征北极纪实——极地心路
作者: 沈爱民 出版社: 哈尔滨工业大学出版社 出版时间: 1997年09月
系列: 众生丛书·探险纪实系列 分类: 图书 文学 纪实文学 包装: 精装

极地苍凉
作者: 刘一达 著 出版社: 中国社会出版社 出版时间: 1995年08月