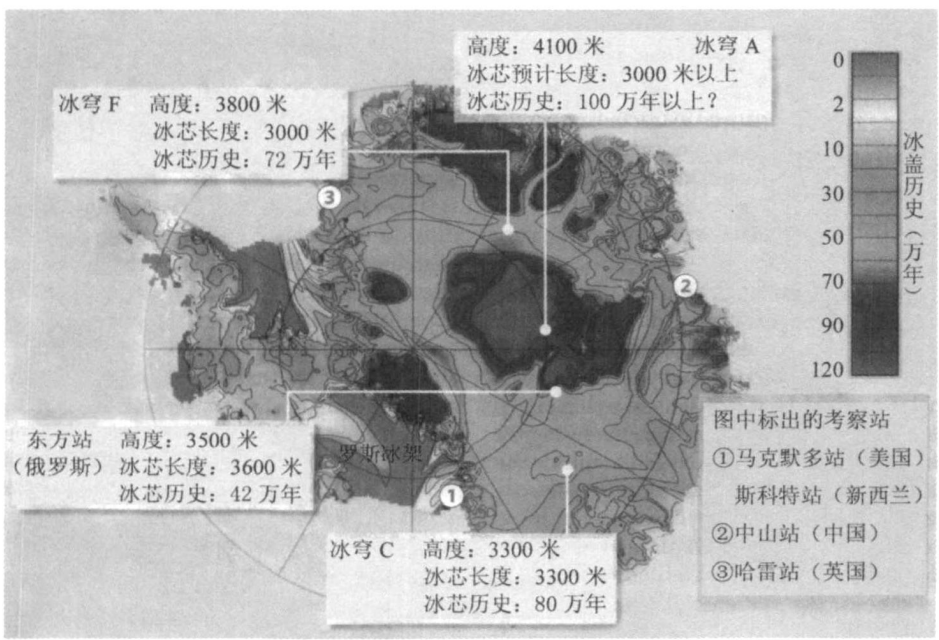
寻找南极的“地下宝藏”

高凌云

南极洲是指南纬60°以南的岛屿和大陆，这片面积约1400万平方千米的土地，是人类发现的最后一块大陆。这里常被喻为地球底部的遥远边疆，年平均风速为每秒18~20米，最大风速达每秒100米，因而素有“暴风故乡”之称。南极大陆是地球上最干旱的地区，年平均降水量仅有50毫米，其中部地区年平均降水量仅有3~5毫米，南极点的降水量则几乎为零，其干旱程度甚至超过非洲的撒哈拉沙漠；同时它又是“世界寒极”，年平均气温为-25℃~-30℃，最低气温达-89.6℃，比北极还低20℃。严酷的环境使南极圈内除了各国的科学考察人员外，没有任何居民(而据国际北极科学委员会公布的一份调查报告，北极圈内现有900万左右的居民，分布于俄罗斯、美国、加拿大、丹麦、冰岛、挪威、瑞典和芬兰等8个国家)。南极大陆冰盖平均厚度为2500米，最大厚度达4800米，拥有95%的全球总冰量，这个巨大“冰库”一旦融化，将使全球海平面上升近百米，给人类社会带来灾难性的影响。

南极最大的三个冰盖是冰穹A、冰穹C和冰穹F(如图，图中的罗斯冰架为南极最大的一块浮冰)，其中冰穹A最高，其制高点也是最后一个被人类成功征服的南极高峰——直到两年前，当一个中国考察队从1200千米外的中山站历时1个月艰难跋涉而来时，人类才首次登上冰穹A。

冰穹A在科学研究上的重要性并不在于其高度，而是在于其冰层。冰穹A地区直接接受来自地球平流层大气的沉积，这里的冰盖是原始堆积形成的，储存着全球的气候和大气环境信息。冰穹A地区也是南极冷源的中心区，可望获得近期地球表面的最低温度资料，是地球气候环境动力系统中的最重要驱动源，是现代地球气候环境动力学本底观测的最理想区域，在这里能够观测到在地球其他地区无法观测到的代表全球特征的气候环境变化信息与特殊的自然现象。因此，冰穹A是南极冰盖冰芯钻探仅存的最后一个理想地点和世界上雪冰现代气候环境观测、大气与气象观测等独一无二的“科学观测站”。研究人员希望能在冰穹A高达4093米冰峰下的3000米处钻取到世界上最古老的冰芯，它将是研究地球远古气候信息的宝库。



南极冰盖分布图

从科学考察价值来看，南极一共有4个最重要的点：极点、冰点、磁点和高点。目前美国已在“南极点”建立了阿蒙森·斯科特站；法国在“南极磁点”建立了迪蒙·迪维尔站；前苏联在“南极冰点”测到了

– 89 ℃的全球最低气温, 建立了东方站(Vostok); 南极仅剩下海拔 4083 米的冰穹 A 最高点, 在中国考察队之前, 还无人直接从地面进入该点展开过系统的科学考察活动。

作为国际极地年(International Polar Year)研究活动的一部分, 中国考察队计划在南极的这个夏季携带巨型钻探设备重返冰穹 A, 并在此搭建宿营地。而明年, 一个规模更大的国际团体则打算乘直升飞机绘制冰层之下的岩石地形图。冰穹 A 将不再是沉寂的冰原, 而将是国际科学界的一片热土。

中国的中山站至冰穹 A 断面考察计划构想, 可以追溯到 1988 年原中国国家南极考察委员会组织编写的《中国南极考察 12 年规划》。规划中提出要在 1990 年开展长距离内陆考察。也就是在这个背景下, 中国在 1991 年前后开始组织草拟"大断面计划", 即"中山站– 南极点断面"(MZPE)的构想建议。在 1992 年第 22 届南极研究科学委员会(SCAR)大会确定了对南极 17 个冰雪断面的国际合作考察计划, 其中一条主断面, 东侧从南极半岛到南极点, 美国人承担这一段的考察任务, 西侧从中山站到冰穹 A、再到南极点, 这一段与中国预备进行的考察区域不谋而合, 因此中国承担了这一任务。

中国考察队准备在冰穹 A 钻取冰芯样本, 其艰巨程度将超过以往。俄罗斯东方站的最高记录是钻取到 3600 米深处、年龄为 42 万年的冰样。在冰穹 C 钻得的冰芯虽仅有 3200 米, 然而其最底部的年龄却已有 80 万年。冰穹 F 考察活动取得的 3000 米冰芯则在去年引起短暂轰动 ——作为该研究项目先头部队的日本考察队说它可能更加古老。不过最近的检测却证实, 冰芯最接近冰穹 F 底部的冰样年龄约为 72 万年。

科学界努力获取古老冰芯的原因很简单, 冰雪在不断积累的过程中, 不可避免地会夹杂微小的气泡、混入环境中的各种微粒, 研究其中的成分就能了解地球不同时期的气候情况。地球过去大约每 4.1 万年就要经历一次冰川期, 而现在每 10 万年就会经历一次冰川期。冰芯中的沉积物显示, 两种循环周期之间的重要变换期发生在大约 100 万年前, 持续时间达几十万年, 其成因至今仍不得而知。一种观点认为, 大气中的二氧化碳含量骤降使地球非常寒冷, 以致冰层加厚, 而厚重的冰层致使冰川期循环周期不可能因各种因素导致的地球轨道改变(太阳、月亮和其他行星的摄动作用会对地球公转轨道偏心率、黄道面与赤道面之间的交角等产生影响, 从而导致地球公转轨道发生变化) 而立即发生显著变化。

确证该观点的唯一办法就是找到距今大约 150 万年的气泡, 研究这一时期二氧化碳水平的变化情况, 而南极则是寻找古老冰样的绝佳地点。格陵兰岛的冰川活动频繁, 这里钻取的冰芯年龄只有 10 万年左右。而南极被冰层覆盖的时间据估计达 3000 万年之久, 冰川水流模型显示, 这里的冰层不间断记录了长达几百万年的地球气候信息, 而最有可能存在这种古老冰层的地方就是冰穹 A。

国际冰芯科学协作组织(International Partnership in Ice Core Science, IPICS)共有 19 个成员国, 其主要负责人埃里克•沃尔夫(Eric Wolff)、埃德•布鲁克(Ed Brook)分别是剑桥英国南极调查局(British Antarctic Survey)和美国科瓦利斯(Corvallis)俄勒冈州立大学(Oregon State University)的冰芯研究专家, 该组织已将发现古老冰芯列为其主要研究目标之一。

冰穹 A 不仅能钻取大量可供研究的古老冰芯, 而且雪量极少, 每年的降水量仅有 1.25~ 1.5 厘米。而冰穹 C 和冰穹 F 为 3 厘米, 哈雷海岸站(英国)所在地则为 50 厘米。这就意味着, 冰穹 A 的积雪是经过很长时期才形成的。然而, 疑问也就因此产生了。南极冰盖像一条厚毛毯, 覆盖着大陆和其下的地热源, 冰层越厚、绝热能力越强。所以当冰层非常厚重时, 冰层之下往往变得极为温暖, 致使冰层融化而无法完整保留各个时期的气候信息。而且冰层下横亘的山脉使岩石地形非常复杂, 如果岩层随地质运动上升而形成岩脊, 其上的冰层就会发生折叠, 各个时期的冰层将因此交错混杂, 冰层也就不可能明确提供相应时期的气候信息。冰穹 C 底部就是这种情况, 所以不太可能发现最古老的冰芯。

然而冰穹 A 冰层底部的相对运动很小, 所以其底部的冰层应该不会遭到破坏。比利时荷兰语布鲁塞尔自由大学(Dutch-speaking Free University)的菲利普•胡伊布里希茨(Philippe Huybrechts)绘制了一张南极古老冰层分布图, 他认为冰穹 A 山峰附近一个面积与英国相当的区域最适于钻取古老冰芯。

除冰穹 A 外, 还有一些适于钻取古老冰芯的区域, 如冰穹 C 附近距海岸较近的奥罗拉盆地(Aurora basin), 冰层厚约 4500 米, 很可能非常古老。澳大

利亚政府南极司的文•摩根(Vin Morgan)透露,该国计划在2008~2009年期间试验性地钻取一根400米的冰芯。不过该地区比冰穹A低洼、温暖,底部的冰层大概已经融化。星盘盆地(Astrolabe basin)的冰层虽厚达4700米,但只覆盖了很小一块区域,周围的岩石可能已使底部冰层变形。南极洲其他一些地区的冰层也可能非常古老,不过它们都分布于山脉之中,不是特别薄、就是严重受压变形。

冰穹A因此成为钻取古老冰芯的最佳候选地,然而研究人员却对它缺乏了解。所以只要明年经费充足,冰穹A的天空中将充斥低空直升机喧闹的噪音,冰面上将密布雷达和各种用于测量重力、磁场的设备。其中雷达勘测最有助于研究,它能获取冰层的密度变化、晶体结构和含尘量等数据。

IPICS希望在冰穹C飞往冰穹A的1000千米航线上发现古老冰层,揭示冰穹A冰盖中相关各层的深度。由于冰穹A距离遥远,飞机需要沿途基地的燃料补给。这些基地最好分布在冰穹周围海拔稍低的地区,因为冰穹海拔高、空气稀薄,螺旋桨式飞机难以起飞,飞行员亦需补充氧气,某些型号的运输机还需加装喷气装置。

中国研究人员曾于2005年在冰穹A最高点钻取了108米长的冰芯,该冰芯被分成约150段,每段长度在七八十厘米左右。在各项准备工作完成之后,形似空心管的钻机头便开始作业,每打入冰层七八十厘米后,带有钢丝缆绳的绞车就会把钻头连同钻取的一段冰芯提上来,由科学家记录好冰芯长度等数据,放入有特制隔温材料的冰样箱。所有冰芯钻取完毕后,雪地车将其运送至离中山站数千米处的冰盖边缘,然后由直升机转运至“雪龙号”上,保存在-18℃的冷冻集装箱内,最终运回上海。

他们的工作颇具危险性,考察队一名成员在顶峰营地的一次工作中差点掉入冰裂隙,好在这条裂隙不太深。在南极,危险常常如影随行,即使有良好的技术条件也难以幸免。2005年2名阿根廷队员到南极长城站参观,在回去的路上掉进宽3米、长5米、深150米的冰缝中遇难了。智利站的8名队员乘坐雪地车掉进家门口的冰缝中,最后牺牲了3名队员。极地考察经常有伤亡事故,俄罗斯已经牺牲了82位考察队员,智利也已有40多位,中国开展极地工作20多年来,至今从未发生过一次人员伤亡事故,其关键在于把安全放在了一切工作之首。考察队有一整套的安全措施和制度,中国队员的安全意识也比较强。

今年中国考察队计划钻取500米的冰芯,其时将正值温度为-35℃的南极夏日,这对极地工作者来说已经相当舒适了。

任何一个国家都无力独自出资支持大规模的钻探工作,所以各国研究者需要通力合作。在各国政府的支持下,预计在2012年之前能够选定合适的钻探地点。届时将钻取两根冰芯。一根先用热钻头开出钻孔,为了不破坏需要钻取的古老冰芯,到达预定深度后就不再使用热钻头。而在距此几十至上百千米外的另一钻探地点,自冰面开始就小心钻取。两根冰芯连接在一起,就组成一根从上到下、从今至古的完整冰芯。钻头在钻探过程中经常严重受阻,这时只能另外打一个新钻孔,所以他们不会将所有力量都用于一个钻孔。

在南极开展深钻作业尽管棘手,却依然可行。其困难在于一些技术细节,如合理使用钻井液。这种冰冷稠密的液体经钻孔机注入钻孔,会使钻头难以前进,这时只能融化钻头周围的冰雪,冰晶片形成的淤泥也会阻挡钻头的去路。遇到这种情况时,常常要用含化学添加剂的煤油。当钻头接近底部时,冰已达熔点,为防止冰融化后再度冻结从而阻挡钻头掘进,需要使用防冻剂。

一旦取出冰芯,研究人员就会动用现有的全部技术手段对其做出鉴定并提取其中的信息。火山爆发后形成的古老的火山灰层是重要的鉴定标记,这在冰芯中将有所体现,鉴定完成后要标注年代。当地球自身磁场在78万~90万年前发生倒转时,进入地球的宇宙线流量加大,从而带来更多铍元素,所以铍元素含量也是冰芯年龄的鉴定依据之一。到达南极的太阳辐射中氮、氧元素含量的变化周期为2.3万年,因此根据冰芯中的氮、氧元素含量也可做出年代鉴定。

技术人员随后会在真空中粉碎冰芯,将冰芯气泡中的空气释放出来并检测其中二氧化碳、甲烷等温室气体的含量,氧同位素的比例则可用于估计过去的温度。不过对鉴定工作贡献最大的还是二氧化碳,该气体在冰芯气泡中的含量将证明100万年前冰川期循环周期的变化是由大气中二氧化碳含量下降引起的。

当然,冰芯也常常不会给研究人员提供任何预

激光武器攻击卫星
——太空“潘多拉之盒”将被打开

耿顺山

近年来禁止太空军事化的呼声与日俱增,但鉴于卫星在现代战争中的重要作用,为争夺空间优势、保证国家安全,研制发展反卫星武器已成为军事强国竞相研究的一个战略性课题。

美国的军事战争策略向来是“先发制人”,虽然公开表示不进行太空军事化的相关研究,但美国国家安全和空间管理组织委员会的一份报告认为,当前世界上没有任何一个国家像美国这样依赖空间系统,因此美国必须有能力“保护太空资产免受敌方攻击”,“使敌方不能利用太空来威胁美国利益”,并且在更广泛的意义上有助于“阻止和防御针对美国本土、军事基地、盟国、海外和空间利益展开的攻击”。于是,美国在稳坐陆地及海洋绝对军事霸主地位的同时,又加大了向太空进军的步伐。最新消息指出,美国已改装好一架可配备激光武器系统的波音747-400货机,其强大威力甚至可摧毁在低轨道运行的敌方卫星。军事专家预测,利用激光武器攻击卫星,将会打开太空“潘多拉之盒”,引发新一轮太空军备竞赛。

激光

激光武器的研制其实始于19世纪60年代。在美国科学家梅曼成功制造出世界上第一台激光器(红宝石激光器)时,就引起军事界的极大关注,以苏联、美国为首的军事强国都不惜成本地将激光武器秘密列为重点研究项目。

激光是一种人造光源,由于极高的光子简并度而具有高亮度、高相干性、高单色性、方向性好等特点,是其他光源难以比拟的,因而极具开发价值。例如1支1毫瓦输出功率的氦氖激光器的亮度比太阳高100倍,而大功率激光器的亮度则比太阳高上百亿倍。更重要的是极强的穿透力,激光能轻而易举地射穿几厘米甚至几十厘米厚的钢板。迄今为止,只有氢弹爆炸瞬间的强烈闪光才能勉强与之相提并论。美国国防部一官员在20世纪80年代初曾撰文说:其军队的战斗力已靠中小功率激光武器的研究提高了一个数量级,激光研究是国防部近10年来最成功的投资项目之一。

激光作为杀伤武器,主要有以下破坏效应:一是烧蚀效应,高能激光光束照射目标时,部分能量被目标材料吸收转化为热能,使其气化、熔化、穿孔、断裂,甚至爆炸;二是激波效应,目标材料被激光照射气化后,会在极短时间内对靶材产生反冲作用,在靶材中产生压缩波,使材料产生应力应变,表层发生层裂,飞出具有杀伤破坏作用的裂片;三是辐射效应,目标材料因激光照射气化而形成等离子体云,能辐射紫外线、X光射线,损伤目标内部的电子元件。激光武器独特的烧蚀效应、激波效应和辐射效应,已被广泛运用于防空、反坦克、轰炸机自卫等方面,并已显示出神奇威力。

期信息,如果事实果然如此,那么100万年前那个谜题的答案也许并不在这里。加拿大地盾* 辽阔高原上的泥土已在一次次的冰川期中被冲得一干二净,或许正是冰川活动降低了冰川期的出现频率,而并非二氧化碳含量的下降。因此,找到古老冰芯也许还不能揭晓所有谜底。

即使发现二氧化碳含量的降幅不大,研究人员仍将能从冰穹A的冰芯中获得过去的气候信息。一位南极考察者认为:在冰穹A发现100万年前冰芯的可能性是90%,发现150万年前冰芯的可能性则为80%。如此高的预期正是寻找南极古老冰芯的内在动力。

(北京市中国科学院高能物理研究所文献信息部 100049)

* 地盾具有平坦但凸出的地表形态,其周围被有平缓盖层的地台(大陆上自形成以来未再遭受褶皱变形的稳定地区)围绕而呈现出盾状形态。由于地盾出露的岩石均属太古宙和元古宙,对地盾岩石组分、变形和变质作用、岩浆活动及成矿作用等方面的研究,可以提供地球演化早期历史的信息。地盾中含有一些重要矿产,如南非含金、铀的砾岩,广泛分布的条带状磁铁石英岩等都是地球在该演化阶段的独特产物。世界著名的地盾有加拿大地盾、波罗的地盾等。