

相知无远近

美国俄亥俄州立大学校园内，有一家地下“冰川银行”。那里，成千上万根闪亮的银管整齐地摆放在钢架上，保存着地球上最丰富的冰芯“档案”，记录着过去70万年地球气候变迁。

“冰川银行”的负责人，是美国国家科学院院士、俄亥俄州立大学地球科学学院教授朗尼·汤普森。这位戴着银框眼镜的科学家身材瘦高，待人彬彬有礼。说起冰川时，他总是滔滔不绝，如数家珍。

40多年前，当大多数冰川学家的目光聚焦在南北极时，汤普森极具远见地认识到中低纬度冰川的重要性，先后带领50支探险队前往近20个国家的偏远高地，收集和分析冰芯样本，绘制出一幅全球过去气候模式的地图。汤普森因此被誉为中低纬度高山古气候学的奠基人。

汤普森也是第一个到青藏高原开展科考的美国冰川学家、第一个在喜马拉雅山冰川进行钻探的古气候学家。1984年以来，他先后29次到青藏高原进行科考，被中国同行称为中国冰川科考的“引路人”与“合作者”。

最早将高海拔冰芯钻探技术引入中国

中低纬度也可以进行冰川研究？这对于上世纪70年代以前的冰川学家来说是不可能完成的任务——中低纬度形成大型冰川的地区海拔太高，不适宜人类工作，且没有合适的钻探技术、设备和运输方式将冰川运送到实验室。因此，长期以来，冰川学家的研究对象都集中在地球南北极。

在俄亥俄州立大学攻读地质学博士学位期间，汤普森意识到做两极冰川研究的人太多了，要想有所突破，就得从中低纬度冰川入手。经过不断尝试，他成功研制出低纬度高寒地区的冰芯钻取设备——太阳能钻机，并获得美国国家科学基金会的拨款，赴秘鲁奎尔卡亚等中低纬度地区进行冰川科考。此后，他和同事拖着6吨重的设备去了南美洲、非洲、亚洲和欧洲，从长期形成的冰川中提取长长的圆柱形冰样——冰芯。

冰芯，被称为“无字的环境密码档案库”，承载着几千甚至百万年气候环境变化留下的“史料”。冰芯不仅记录着过去气候环境自然变化的信息，还记录着过去人类活动对于气候环境的影响。

对于那些能够解读冰层奥秘的人来说，每根冰芯都保存着一段独特而引人入胜的历史故事。通过秘鲁南部的奎尔卡亚冰盖，汤普森团队了解到导致前印加文明崩溃的干旱和洪水灾害；在印度尼西亚巴布亚省伊里安查亚冰川提取的冰芯中，他们发现厄尔尼诺现象对热带太平洋洋区海面温度升高的影响，重建了在1964年至2010年左右的热带太平洋地区气候……各种信息被大自然装订成册，冰封在人迹罕至的极高之地。冰芯的每一层都包含着灰尘、火山灰和水化学的微妙变化，偶尔还有冻僵的昆虫——这些共同形成了一份可供提取、保存和解读的气候和地质变化记录，好比是树木的年轮。

青藏高原是许多冰川学家一生梦寐以求的科考圣地，但在相当长的时间里，人类对这片土地上冰川的认知极为有限。

汤普森上大学时在学术期刊上读到关于青藏高原冰川的内容。青藏高原拥有全球中低纬度地区最大的冰川群，分布着超过4万条独立冰川，冰川覆盖面积约4.9万平方公里。作为亚洲季风一高原季风的策源地，它所包含的信息对于研究过去并预测未来亚洲及全球气候环境变化具有重要意义。

为了实现对青藏高原进行冰川科考的想法，汤普森曾给中国冰川学奠基人、时任中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所所长施雅风写信，讨论在青藏高原冰原钻探的可能性。

1984年，汤普森第一次来到中国开展科考工作，由此拉开了一场持续40多年的青藏高原冰川科考历程。第一次到青藏高原，汤普森一待就是3个月。由于语言不通以及缺乏准确的地图，有6周时间他都是在青藏高原东北缘祁连山脉的崇山峻岭里跋涉。

那个时候美中关系已经正常化，双方对于彼此各领域的发展都充满好奇。我受邀来华科考，希望与中国同行一起在这片被冰雪覆盖的高原上，研究全球气候变化的特点。”汤普森回忆，他在这次访问中结识了后来的重要合作伙伴姚檀栋。姚檀栋是中国科学院院士，曾任中国科学院青藏高原研究所(以下简称“青藏所”)所长，当年还在读研究生，研究祁连山地区的水资源。

“我们每天一起走很远的山路，探讨冰川、气候、科学和未来。在空气稀薄、寒冷多风的极端气候环境下相处，你更能看清一个人的‘内核’是什么样的，建立下的友谊是深厚的、信任是坚实的。”就这样，汤普森与姚檀栋成为一生的挚友。此后，他与姚檀栋以及许多中国同行一道探索、发现，破译青藏高原冰川密码。

“汤普森团队提供的太阳能钻机等关键设

美国冰川学家汤普森二十九次来华科考，与中国科学家一道——

破解青藏高原冰川密码

本报记者 张博岚 王晓波

备与冰芯分析技术，奠定了中国冰川学研究的基础。”姚檀栋回忆道，“那时中国的冰川学还处于起步阶段，美国在设备和技术上都已经比较先进了。汤普森是最早将高海拔冰芯钻探技术引入青藏高原的人，对中国冰川科考的作用堪称‘引路人’与‘合作者’。”

两国科学家共同创造许多“首次”

青藏高原海拔5500米以上的山口风雪肆虐，这条冰雪之路上时常出现科考队员的身影。十步一小歇，百步一大歇……科考队员爬冰卧雪，在茫茫雪原上地毯式扫描，探寻冰层下封锁着的有关气候变化的蛛丝马迹。

在青藏高原上每走一步，都能感受到心脏与双肺的重负。高山上风雪又大又猛，纷纷扬扬的雪不是从天上飘落的，而是从地面刮起来的。风雪中开展的任何工作都更加困难。一个人挖坑采雪样，得有好几个人站在雪坑边护卫，抵挡风雪，不然顷刻间连人带坑都会被埋在雪下。

为确保冰芯不融化，钻取冰芯的工作通常是在夜间完成的，夏季晚上8时到第二天早上8时是最佳时机。“最佳”意味着温度低，科考队员们会用呼气来判断开工时间：能呼出“白气”，温度就低于零摄氏度了。夜间低温状态下工作，队员们需要身着3公斤的厚重工作服作业，每一个动作都像在抵抗凝固的冷空气，连最简单的



▲2015年，汤普森(右)和姚檀栋(左)在古里雅冰川五国联合科考活动中测量冰芯长度。青藏所供图



▲西藏昌都来古冰川风光。李一鸣摄(影像中国)

▲2006年，中美联合科考队队员携带纳木那尼冰芯返回科考大本营。

▲2024年，中美联合科考队队员(左四为汤普森)查看在普若岗日冰原钻取的冰芯。以上图片均为青藏所提供

器械操作、穿脱手套都迟缓而费力。缺氧、低温，睡眠少、精神高度紧张……冰川科考的过程，就是与这些困难作斗争的过程。汤普森说，冰川研究需要智慧，但在钻取冰芯的过程中，尤其不可或缺的还有优良的体质和不畏艰险的意志。

也有很多让人目眩神迷的浪漫时刻。蓝色天幕下，冰峰银光闪闪，似流非流的冰舌向下延伸，冰湖镶嵌在远山之中。晚上吃饭前大家聚在帐篷门口，朝东看已是满天繁星，朝西看仍是夕阳余晖下的湖光山色。

“在冰山雪原间，我们把一切看起来不可能的事情变成可能。”汤普森感叹。

在这片最接近天空的雪域高原，数十年的努力和坚持收获了许多沉甸甸的成果——

1987年，汤普森与姚檀栋等中美两国科学家合作，在祁连山敦德冰帽完成了中国境内第一根深孔冰芯钻取工作。1989年，相关研究成果在全球顶级学术期刊《科学》杂志发表，引起国内外学术界的巨大轰动；

1992年，中美两国科学家登上西昆仑山古里雅冰帽，钻取了中低纬度地区当时长度最长和截至目前记录时间最长的冰芯——长308.6米、年代跨越超过70万年，详细恢复自末次冰期以来各种时间尺度上的气候环境变化记录；

1997年，在希夏邦马峰，中美联合科考队获取了全长480米、总重量5吨的3根达索普冰芯，创造了世界冰芯研究界采样点海拔最高(7200米)的世界纪录；

冰芯样品被送到中美两国的实验室，许多“首次”陆续问世。比如，首次确认了在中低纬度高山冰川上存在干雪带——表明中低纬度高山冰川也存在夏季不融化的雪，有利于冰芯内部记录的保存，提升了中低纬度冰芯的研究价值。

“我们从野外取回来的冰芯，一直是中美两国一边一半。”青藏所研究员郭光剑表示，这么多年来大家已形成共识，双方的合作一定是平等的。

因人类共同的命运而紧密相连

在同姚檀栋等中国科学家的合作中，汤普森也确信了一件事：“即使在极端气候环境下，美中科学家都在朝着共同目标努力。科学没有国界，早晚有一天，全世界的人们都会联合起来，共同应对气候变化的挑战。”

“得益于青藏所牵头开展的区域冰川研究计



视频报道 请看人民日报国际微信公众号

划，‘第三极’冰川研究的前景令人鼓舞。该研究所与邻近的中亚国家同行合作，帮助塔吉克斯坦、尼泊尔和巴基斯坦建设新的研究站。”美国《科学》杂志在《“第三极”冰川研究获得中国的大力支持》一文中这样评价。

自2003年12月青藏所建所以来，汤普森一直担任学术副所长，直接参与了该所学术方向的确定和野外台站的建设规划工作，利用远程视频技术为中国研究生和共建“一带一路”国家学生讲授古气候学课程。由于时差关系，汤普森的课开始往往已是北京时间晚上9点了，但学生们的热情非常高，对很多问题有着强烈的好奇心和探索欲。这些年来，汤普森教过的学生超过200名。

“40多年前，我与姚檀栋在甘肃兰州点着煤油灯的小饭馆里边吃拉面，边探讨青藏所成立的可能性。现在这个想法不仅变成了现实，还走得越来越远。”汤普森说，“这些年我们最重要的工作，就是联合培养青年冰川学家，我认为这是一种双赢的选择。”

从20世纪80年代末期开始，汤普森就用自己研究经费作为奖学金，邀请中国科学家到其所在的美国伯德极地气候研究中心交流访学。这些年，汤普森同中国研究人员共同在美国《自然》等具有国际影响力的学术期刊上发表文章超过30篇，极大提高了中国科学家在该领域的国际学术影响力。

中国藏族女科学家德吉曾赴伯德极地气候研究中心访学。她在那里学到了在“冰芯同位素与气候信号关联分析”中的创新方法，这些经验后来直接应用到回国后的冰川研究中。课上使用的分析软件，至今仍是她用于验证冰芯记录重复性的核心工具。

汤普森曾参与过中国科学院组织的一次征文活动，手书了长达6页纸的投稿。他这样写道：“我们在优越和恶劣的条件下都一同工作过，在此过程中我一直坚信人类精神的美好与伟大。虽然我们居住在不同的地方，拥有不同的文化和精神信仰，但我们因人类共同的命运而紧密相连。”

中国冰川研究实现历史性飞跃

中国科学家2024年在普若岗日冰原海拔6100米处，利用国产钻探设备成功钻取到一根长达324米的冰芯，这是在全球中低纬度冰川钻取的最长冰芯；中国科学家提出了西风季风协

▲1987年，中美联合科考队队员在祁连山敦德冰帽进行钻探。美国伯德极地与气候研究中心供图

同作用是驱动青藏高原冰川变化区域差异的重要机制，撰写的《第三极环境科学评估报告》在联合国环境署发布，中国科学家参与联合国冰冻圈科学十年行动计划5个纲领性文件中科学计划的制定，提出的亚洲水塔冰川保护与发展主题成为联合国冰冻圈科学十年行动计划的重要内容……

经过几十年积淀，特别是近年通过第二次青藏科考国家重大科技任务和中国科学院“丝路环境”A类战略性先导专项等的实施，中国科学家对青藏高原冰川的研究已跻身国际先进行列，取得了一系列世界原创成果，实现了从跟跑到并跑再到部分领域领跑的历史性飞跃。

汤普森见证了中国大地发生的巨大变化，看到了中国政府对青年科研人才培养和科学设备的投入。“中国冰芯研究实验室的设备越来越先进，还在西藏拉萨和北京建起新的科研园区。我看到中国在治理气候系统和环境系统方面投入了真正的资源。华盛顿的政客常有一种误解，认为中国政府和人民不关心环境问题，事实恰恰相反。”汤普森说。

2024年是中美联合冰川科考40周年，已经76岁的汤普森重访青藏高原。看着职业生涯早期钻探过的地方，他感叹道：“那时候来这里可不容易。路很泥泞，卡车上装满了设备，我们不得不铺上路垫，以免车辆陷进泥里。我们费了九牛二虎之力，推着拉着才勉强到达目的地。如今的情况完全不同，一路都是柏油路，酒店是全新的，研究基地设备齐全。”

如今，青藏高原已成为继南北极之后，国际冰芯研究又一个新的竞技场。汤普森依然致力于推动中美冰川领域的科技合作，并帮助中国冰川研究快速融入国际科学共同体。为了推动中国科学家发起的“第三极环境”国际计划(TPE)在国际上获得更多国家的支持，汤普森利用自己的影响力在俄亥俄州立大学建立TPE美国分中心，积极参与历届第三极环境资深专家研讨会，并在会上呼吁气候变化挑战。此外，他还介绍《纽约时报》等媒体访问青藏所并作相关报道，让世界更好地了解中国冰川学和西藏的发展。

汤普森经常将高原上的冰川比作矿井里的金丝雀。“当金丝雀停止鸣叫时，矿工们就知道该离开矿井了。就像金丝雀一样，冰川也在警告我们危险的温室气体的积聚。”他说，“冰川融化不会因为国界而止步。每一次上冰，都是在与时间赛跑，与冰川消融的速度赛跑。期待与中国科学家一起，在青藏高原书写更多精彩的科考故事，共同保护我们的地球。”