

被誉为“无字天书”

## 这根“老冰棍”确实不简单

近日,我国科学家在西藏普若岗日冰原,钻取了全球中低纬度冰川最长的冰芯,打破世界纪录。冰芯是如何生成的?钻取冰芯为啥不容易?它为何被称为“无字的环境密码档案库”?

## 324米!冰川中打出全球最长冰芯

2024年10月29日,我国科学家在西藏自治区那曲市双湖县普若岗日冰原,钻取了全球中低纬度冰川最长的冰芯——长达324米,打破了世界纪录。

此前,这一纪录由位于西藏阿里地区西昆仑山的古里雅冰帽保持。中美两国科学家1992年在这里钻取了一根长达308.6米、年代跨距超70万年的冰芯。

青藏高原是世界屋脊、亚洲水塔,是地球第三极。钻取冰芯研究第三极气候环境变化,始于20世纪80年代。1987年,科学家在敦德冰帽成功钻取了第一根青藏高原冰芯,开创了冰芯研究新纪元。此后,科学家踏冰卧雪,在第三极地区的多条冰川钻取过冰芯。

普若岗日冰原位于羌塘国家级自然保护区的核心区域,是除南极、北极外的第三大冰原,由于全球变暖,目前正处于退缩状态。在这里测厚、取芯,也是第二次青藏科考标志性科考活动“守护‘水塔’——原两湖三江”任务的重要组成部分。

今年9月初,科考小组通过雷达测厚发现,这里也是青藏高原上最厚的冰川,厚度接近400米。此次冰芯钻取,有助于更好审视这个全球中低纬度地区最大冰原发生的变化,从而更全面地了解气候变暖对冰川的影响。

本次科考还在另一个点位,成功钻取了172米的透底冰芯。中国科学院青藏高原研究所副所长徐柏青介绍,所谓透底冰芯,是指从冰川的表层一直打到底部与岩石层交界处的冰芯,对研究冰川形成年代和底部活动有重要意义。

## 冰川动辄几百米厚,打冰芯是个技术活

在冰川中钻取冰芯并不是一件容



这根“老冰棍”确实不简单。

易事,需要用一套特殊的钻探系统,比如冷钻或热钻。热钻靠热环往冰川下消融,便于打深,但需要通电,陡峭的冰川没法带发电机上去;冷钻又分为机械钻和重锤钻等,使用时,要根据冰层的硬度和厚度合理选取。

在钻取冰芯之前,科考队一般会对目标冰川进行考察,包括地质地貌、冰层厚度、冰下地形等。“我们一般都在冰川的顶部、地势比较平坦的地方进行钻探,这样可以保证冰层信息的完整性及连续性。”研究人员介绍,为保证打上来的冰芯不会融化,所以一般都在温度较低的夜里打。

在2023年5月进行的“巅峰使命”珠峰科考中,科考队员坚守在海拔6530米的冰芯钻取点,面临着狂风、极寒、极度缺氧的恶劣天气。他们昼伏夜出,白天在科考营地睡觉,夜里干活。

从海拔6350米的科考营地到6530米的冰芯钻取点,队员们要徒步经过冰塔林,长达十几米的巨大冰洞,甚至令人望而生畏的冰裂隙。经过努力,科考队连续在珠峰地区钻取出数根超过百米长的透底冰芯。

冰芯被钻探出来后,为保证顺序和层次不乱,需要进行编号,标示出每一段冰芯的上下顺序;为防止污染,还要进行严格封装。

打出的冰芯必须在冷冻环境下保存,冷库温度一般为零下25℃。

位于拉萨的青藏高原冰芯库,保存着科学家在第三极地区冰芯采集的多项纪录,是研究第三极气候环境变化的钥匙。冰芯库里的“镇库之宝”,是1992年从古里雅冰川打出的最深冰芯,深度达308米。

## 冰芯:气候环境的无字“档案库”

冰芯,这些对普通人而言并无特别之处的“冰柱子”,在科学家眼里则写满了冰川演化的历史,是一部可以阅读的“无字天书”。

在高原高寒处,历年来的降雪基本不会消融,在长达几千年甚至百万年的日积月累中,降雪层层累积,从底部往上,就会逐渐形成不同的冰层,越往上年代越新。

冰芯里的冰,由哪一年降雪形成,也就记录了哪一年的环境信息。因此,在冰川中竖直钻取一根冰芯,便如同获得一部自然“编年史”,它不仅记录着自然变化的信息,还记录着人类活动对于气候环境的影响。目前,人类通过冰芯,可以追溯距今80万年的自然环境变迁史。

冰川里每年都会有一些新指标出现,比如硝酸盐的同位素、氮氧同位素、新型污染物微塑料等,科学家把打出的冰芯切成小块,通过对其化学成分的分析,就能“读出”不同的环境变

化。

比如,从新疆帕米尔高原的慕士塔格冰川打出的冰芯,“讲述”了西风带气候环境是怎样变化的;在藏东南打出的冰芯,则记录了几千年来印度季风发生了怎样的演化,人类活动又起到怎样的作用。

徐柏青介绍,通过近年来对冰芯的研究可以发现,从20世纪80年代中期以来,随着南亚排放的增加,青藏高原南部和东南部冰川中的黑碳含量越来越高,影响也越来越强。这为青藏高原的加速变暖现象找到了合理解释。

## 冰芯里的“神秘来客”,讲述岁月故事

从祁连山到东昆仑山,从羊八井到藏东南……虽然都是冰芯,但地方不同,讲述的“故事”也截然不同,这是为什么?

就像被困在琥珀里的生物一样,地球早期气候的空气残留物,比如灰尘、气泡、海盐、火山灰和森林火灾产生的烟尘,也会被困在冰川中长达几亿万年。对气候科学家来说,这些“神秘来客”,讲述了地球气候、大气几千年来是如何变化的。

徐柏青介绍,可以把冰芯记录环境变化的指标分成三大类。第一类就是冰本身携带的信息,也就是在“水分子”上做文章。测量冰芯中氢、氧同位素的比率,可以推算过去环境温度高低;冰芯的积累速率,可以显示出降水量大小的变化。

此外,冰本身的结构、晶体大小及其排列,都与形成时的环境有很大关系,能反映出冰川形成的动力特征与过程。

第二类指标是冰芯中含有的各类物质。比如,通过冰里粉尘含量的多少,就可以推断出当时沙尘暴活动的强度。

中国科学院青藏高原研究所发现,根据冰芯里检测到的左旋葡聚糖含量变化,可以推断自1990年以来,亚热带亚洲地区生物质燃烧呈增强趋势。

2019年,一批科学家在北极钻取的冰芯中发现塑料微颗粒,显示塑料作为污染物,已经波及地球上最偏远水域。目前,国外研究团队已从南北极地区冰芯中,还原了过去几百年乃至数万年时间尺度的生物质燃烧历史。

此外,高原上的冰是由雪逐渐积压而成,雪降落的时候,颗粒之间有间隙,在雪压实成冰的过程中,也就把间隙中的气泡封存起来。这些气泡是冰初形成时的地球大气,蕴含了关于过去的无穷讯息。

研究冰芯气泡中的气体成分和含量,可以揭示大气成分的演化历史,如二氧化碳、甲烷等温室气体的历史变化过程等。

我国科研人员已在青藏高原开展了多次野外考察,通过冰芯记录等,重建了过去数百年人类排放大气污染物的变化历史,还揭示了山地冰川对气候变化的敏感性和近期的加速变化,为推动我国冰川和气候变化研究做出了贡献。



打冰芯是个技术活。