Science：晚全新世劳伦泰德冰盖的重新扩张

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/43208.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

Science：晚全新世劳伦泰德冰盖的重新扩张。冰期与间冰期的周期性交替是第四纪地球气候最鲜明的特征，冰期时大陆冰盖扩张，全球海平面下降百余米，因此北半球冰盖的扩张通常被用作判断一次冰期开始的标志。劳伦泰德冰盖（Laurentide Ice Sheet, LIS）是北半球规模最大的冰盖，鼎盛期覆盖加拿大绝大部分地区并延伸至美国北部，冰量可达80米海平面，在末次冰期后，冰盖退入加拿大东部北极地区，达到间冰期最小值。然而，关于冰盖进退时陆地证据的缺失，人们一直难以把握冰盖确切的进退时间节点。

研究者们对于劳伦泰德冰盖末次冰期之后的退缩范围虽已有较清晰的认识，但从未获得最后一次冰期的启动时间，因为冰盖重新扩张的证据要么被后续冰川反复进退作用所破坏，要么深埋于现存冰盖之下难以采样；绝大多数冰盖属于暖底型（warm-based），暖期时冰底会滑动并搬运冰下物质，被覆盖的植被无法保存，推进时间因此无从测定。

美国哥伦比亚大学拉蒙特-
多尔蒂地球观测站的研究团队，找到了突破的关键地点——巴恩斯冰帽（Barnes Ice Cap, BIC）。该点是劳伦泰德冰盖的最后残存，位于加拿大努纳武特地区中央巴芬岛高原之上：它冻结在低海拔基岩上，厚度约700 m，属于冷底（cold-based）型冰帽，冰底与基岩牢固冻结，因此冰帽推进时封存而非破坏被其覆盖的植被，这些被冻死的苔藓等植物可完整保存数百至数千年，成为冰盖推进时刻的时间记录。约1960 年以来的全球变暖使该冰帽边缘退缩，被冰封存的植被又重新暴露出来，为研究提供了采样窗口。依靠两条独立证据链的交叉验证：10Be暴露年龄约束冰盖何时收缩（冰退），14C定年约束冰盖何时扩张（冰进），他们重建了巴恩斯冰帽的进退时间序列。

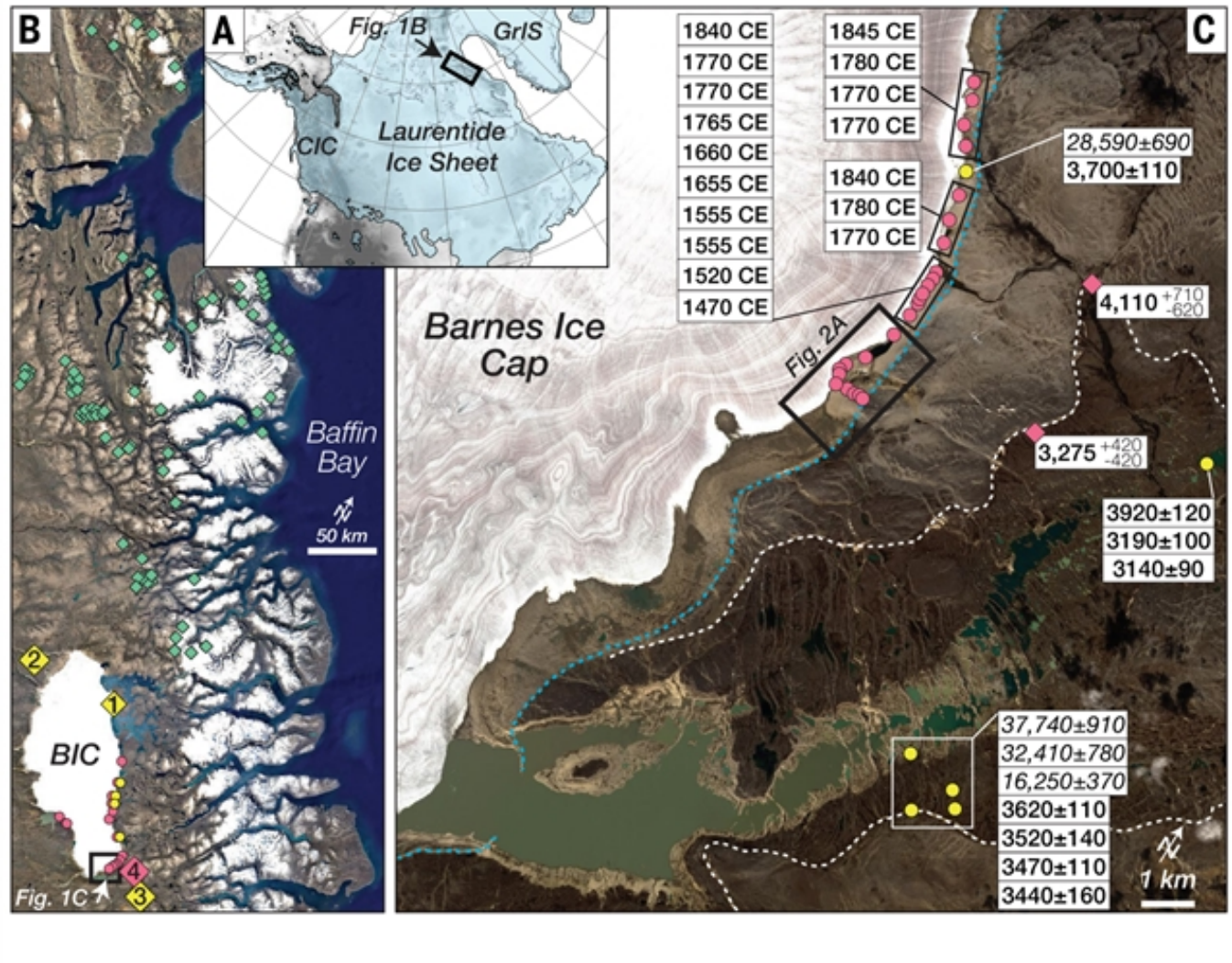


图1劳伦泰德冰盖（LIS）的最后残存——巴恩斯冰帽（BIC）。该图由大陆尺度逐级聚焦至采样区，依次展示末次冰盛期劳伦泰德冰盖、巴恩斯冰帽与10Be/14C采样点分布

10Be暴露测年针对的是冰川冰退后出露的基岩面。其原理是：宇宙射线与地表岩石矿物（石英）原子核发生散裂反应，在暴露于大气的岩石表层持续生成10Be；一旦岩石被冰盖重新覆盖，生成即告中止，因此岩石中的10Be含量直接记录其暴露于地表累积时长。14C测年针对的是被冰封存的原位死亡植被，活体苔藓在生长中持续从大气吸收14C，与大气保持14C平衡；当冰盖推进将其掩埋致死时，碳交换即告中断，体内的14C随即按5730年的半衰期衰变。因此，每一个14C年龄都是一个代表植被掩埋致死的时刻，精确记录了冰盖推进到达该采样点的时间。

通过两项天然互补测年手段，研究团队用冰进和冰退两个时间点，从两端锚定了同一冰帽一次完整的进退时间序列，同时进行了交叉验证：10Be年龄在冰碛垄、冰缘线外基岩与冰缘线内基岩三个地貌单元上高度重合，表明冰退是快速且同时发生的；冰缘线内外10Be年龄不可区分，说明历史推进期短暂；而14C年代证明冰缘线内基岩仅在此前几个世纪（约1780~1880 CE）短暂的被冰层覆盖，两套独立证据指向同一历史冰进事件；10Be冰退年龄、14C冰进年龄与已发表的巴恩斯冰帽北端10Be年龄相互印证。在此基础上，研究还整合了巴芬高原其他独立高原冰帽的186个14C年龄，将巴恩斯冰帽记录置于区域冰帽扩张与气候变化的完整背景之中，重建了劳伦泰德冰盖晚全新世冰退—最小—冰进—最大的完整演化序列（图3，图4）。

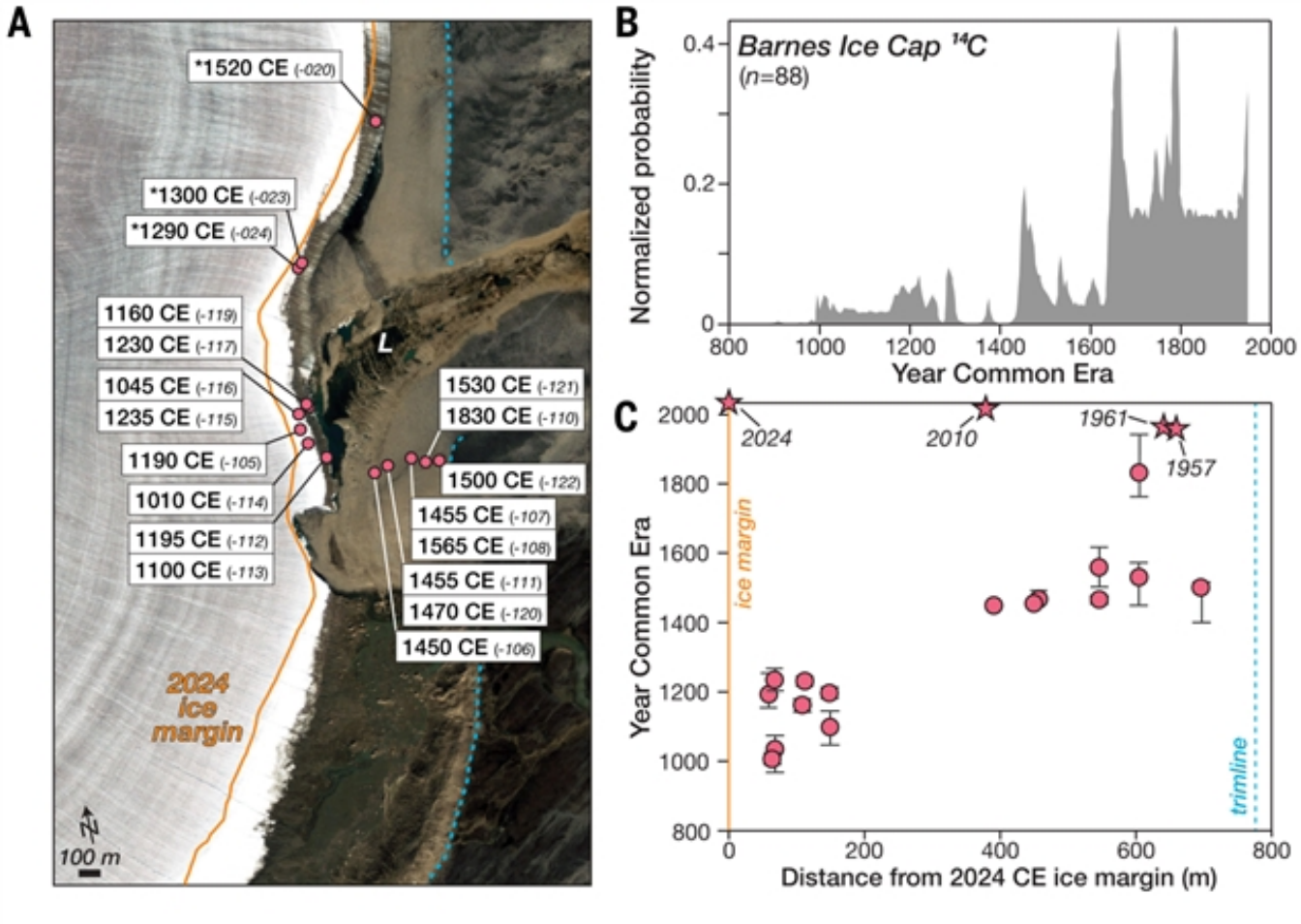


图2巴恩斯冰帽的放射性碳（14C）测年数据。该中呈现了自现代冰缘向历史最大冰缘的88个14C年龄的概率密度分布，直观展示了冰帽扩张序列

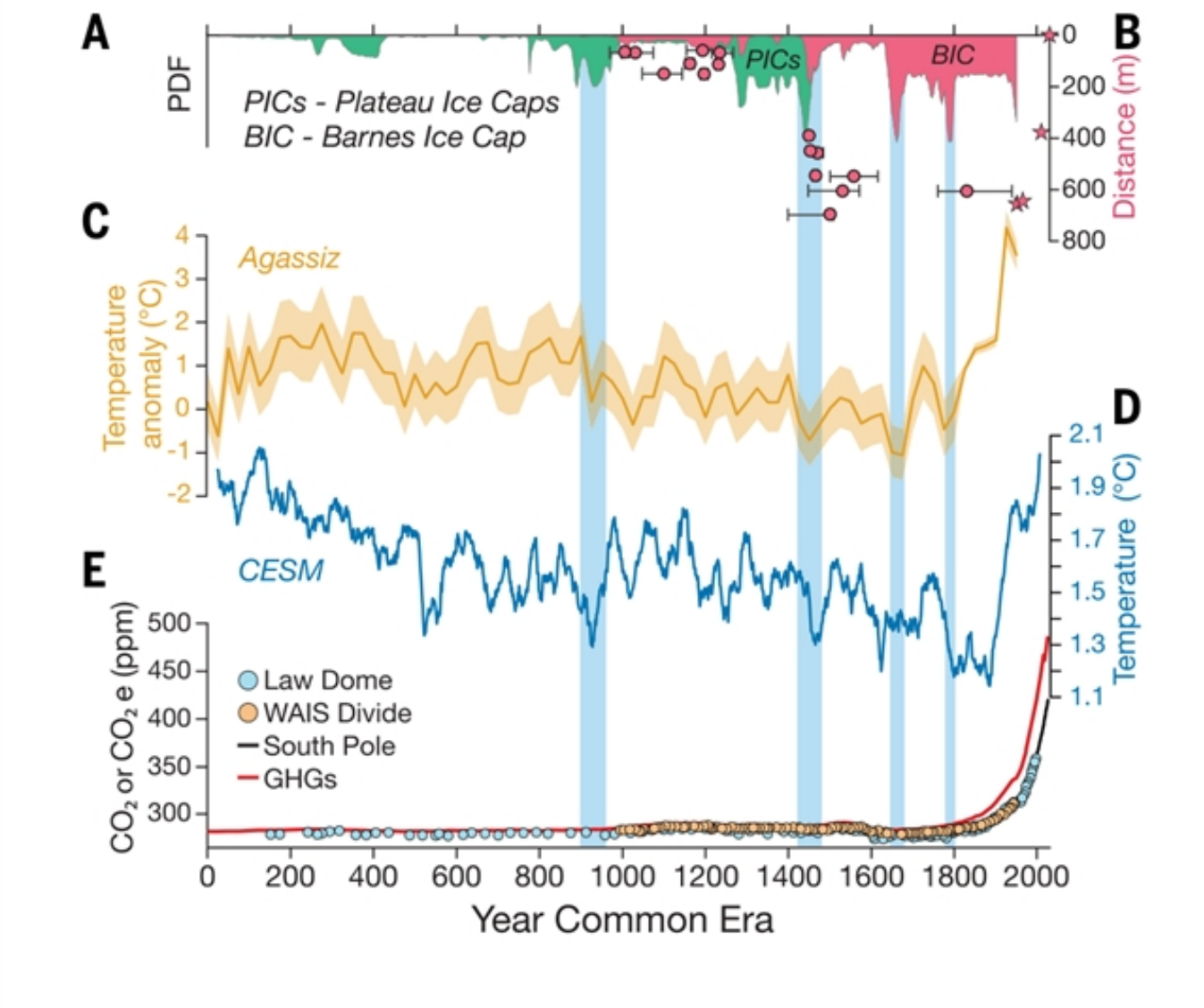


图3冰帽14C扩张记录与冰芯温度、气候模拟和温室气体浓度并列对照，表明冰盖扩张与气候变冷在时间上同步，且都发生于人为温室气体显著升高之前

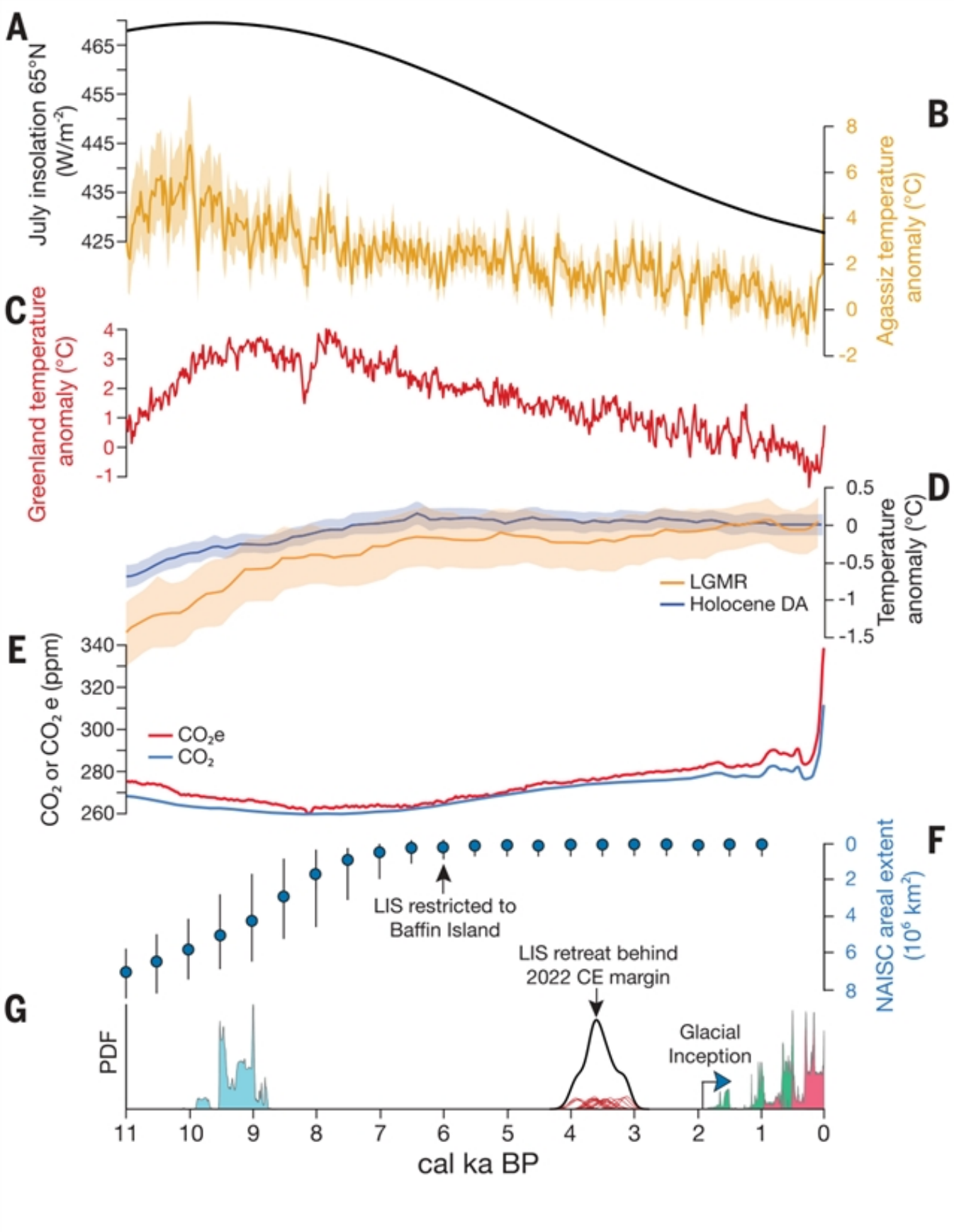


图4综合太阳辐射、冰芯与数据同化温度重建及温室气体浓度等多条独立记录，给出劳伦泰德冰

盖完整演化时间线

该研究首次直接观测和记录了冰盖重新扩张的初始过程，将冰期起始的零点精确锚定于约2 ka BP。研究证明，冰盖的重新扩张即应被视作新一轮冰期的开始。然而，这场持续两千年的冰盖扩张过程最终于1960 年被人为温室气体所终结。人类活动不仅推迟了未来的冰期，更可能已永久性地改变了地球气候系统的长期走向。据预测，若当前变暖持续，巴恩斯冰帽将在未来数百年内完全消融，劳伦泰德冰盖这一曾在更新世反复塑造北半球景观的巨大冰体，将在地球上彻底消失。（来源：中国科学院地质与地球物理研究所 陈实）

相关论文信息：https://www.science.org/doi/10.1126/science.aed3379

作者：Young N E 来源：《科学》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发