

新仙女木时期的长期强降雪记录及其环境效应

旺罗^{1*}, 姜文英¹, 姜大膀^{2,3,4}, 邹亚菲^{1,4}, 刘焯一⁵, 张恩楼⁶,
郝青振^{1,4}, 张德国⁷, 张东涛⁸, 彭志远⁹, 许冰^{1,4}, 羊向东⁶, 吕厚远^{1,4,10}

*通讯作者: wanglu@mail.iggcas.ac.cn

1.中国科学院地质与地球物理研究所 2.中国科学院大气物理研究所 3.中国科学院气候变化研究中心 4.中国科学院大学 5.中国气象局气象观测中心
6.中国科学院南京古地理与湖泊研究所 7.浙江大学地球科学学院 8.中国地质大学(北京) 9.广州海洋地质调查局 10.中国科学院青藏高原地球科学卓越创新中心

雪是地球气候系统中的重要组成部分,可是由于缺乏合适的降雪代用指标,长期、连续、高分辨率的全球降雪纪录极为稀缺。本研究中,我们用位于青藏高原东南缘玉龙天池的沉积硅藻记录重建了新仙女木时期的降雪。和哈因里奇1阶段相比,新仙女木时期相对更高的耐低光硅藻组分含量和相对较低的硅藻通量反映了此时段湖泊的透光度更低,这也说明了强降雪,而不是温度导致了湖泊在新仙女木时期具有更低的透光度。所以,我们推断青藏高原东南缘在新仙女木时期发生了连续的强降雪事件。这项结果得到了数值模拟分析的验证,同时全球模拟数据再分析结果还表明,在新仙女木时期,在北半球高纬地区同样发生了强降雪事件。长期的强降雪通过增加地表反照率,使北半球进一步变冷;并且通过延长热带辐合带南迁的滞留时间,以及延滞夏季风向北的水汽输送等过程导致低纬度地区大幅度的降水变化。环北大西洋地区长期的强降雪可能提供了一个持续的淡水输入海洋,导致北大西洋经向翻转流持续减弱,进而导致新仙女木事件持续了超过1000年的时间。总之,我们的结果体现出大雪极端冷事件中所起到的极为重要的正反馈和放大作用。

科学问题: 为什么新仙女木事件能持续上千年?

新仙女木事件是末次冰消期气候变暖过程中发生的大幅度降温事件,寒冷气候持续长达1300年,是第四纪最著名、研究最多的气候突变事件。“冰湖溃决一次性淡水注入北大西洋,导致温盐环流中断(减弱)”的主流观点虽能解释该事件的触发机制;但数值模拟结果均显示,一旦淡水注入停止,温盐环流就会在几十年内恢复正常,新仙女木事件随即结束。显然需要持续的淡水注入来维持。

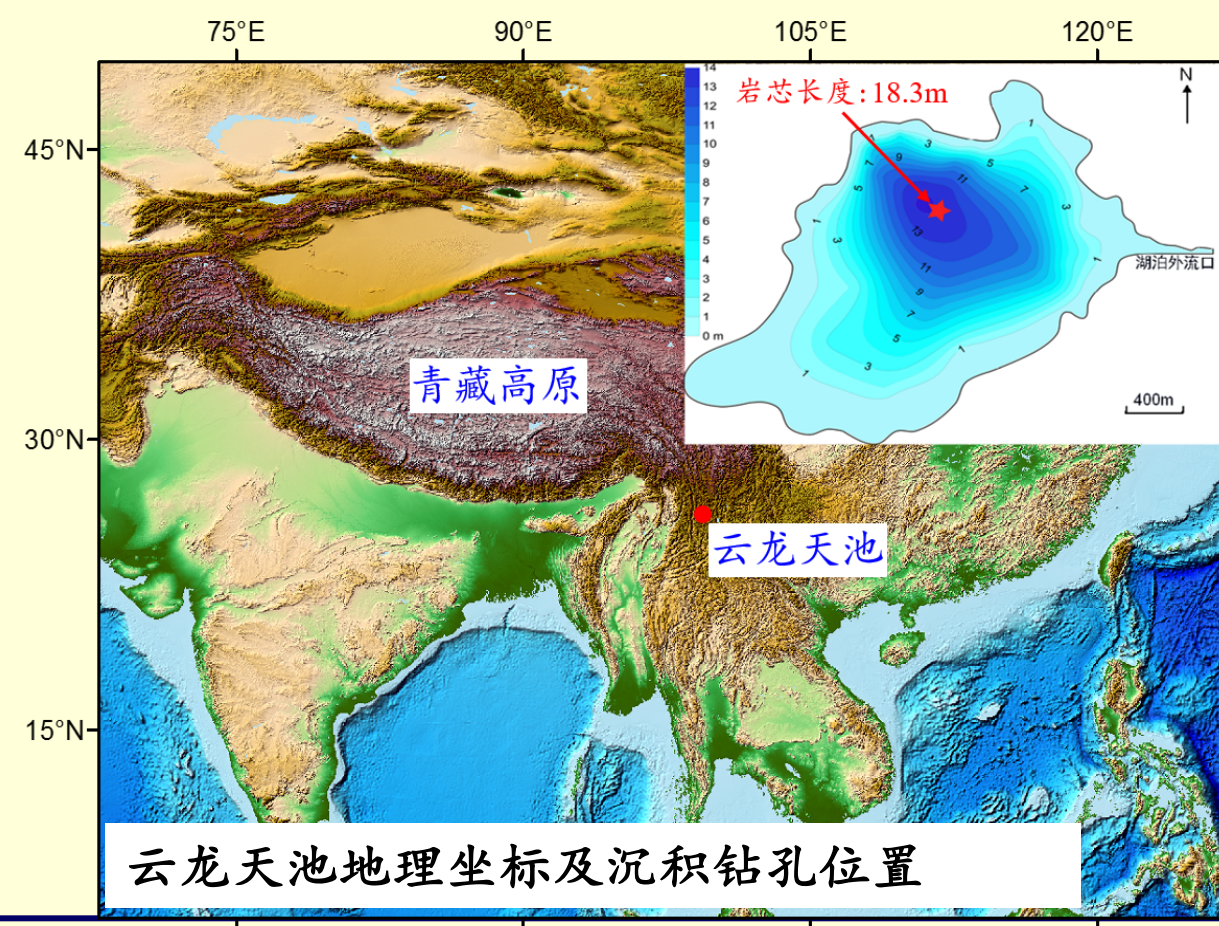
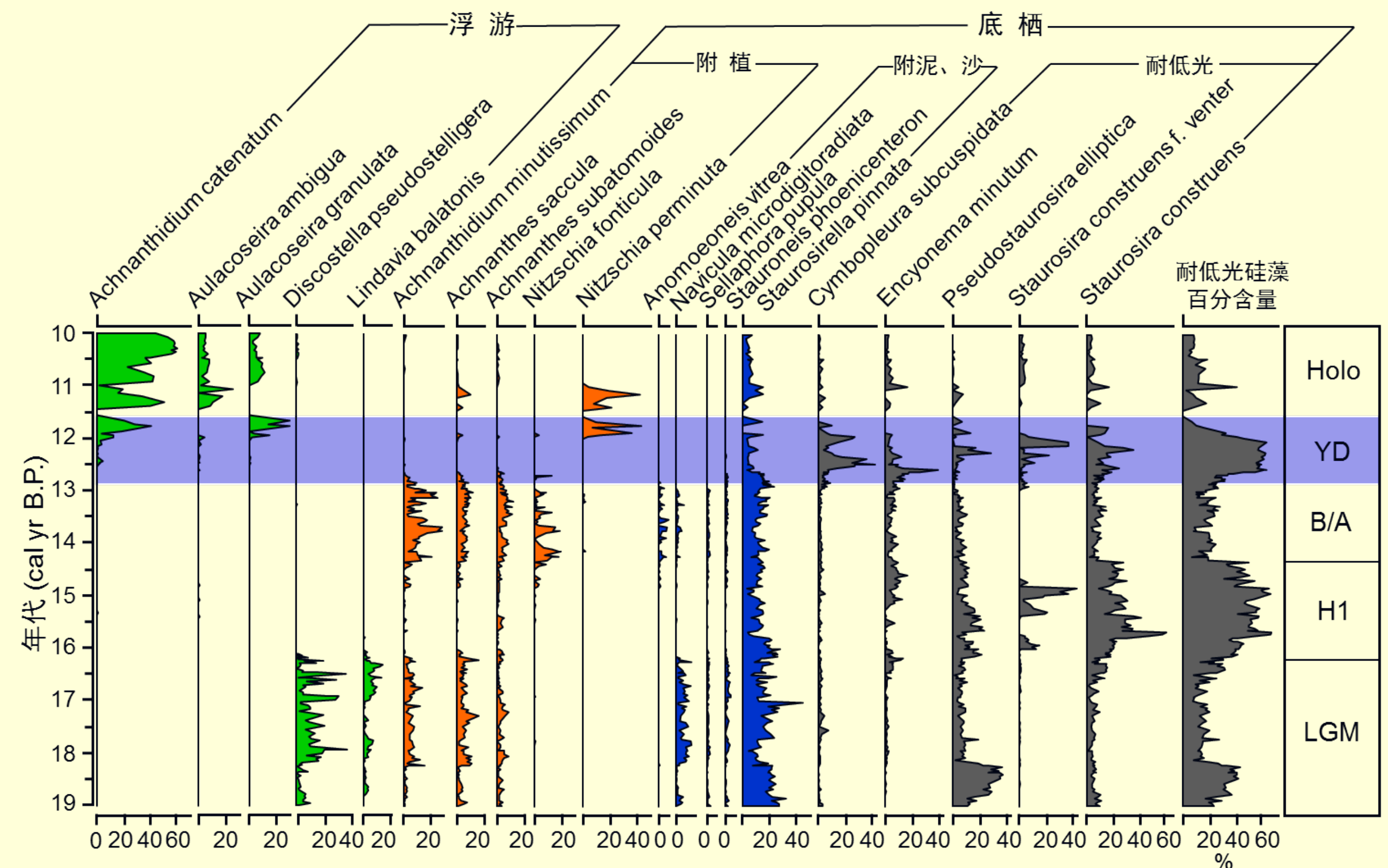
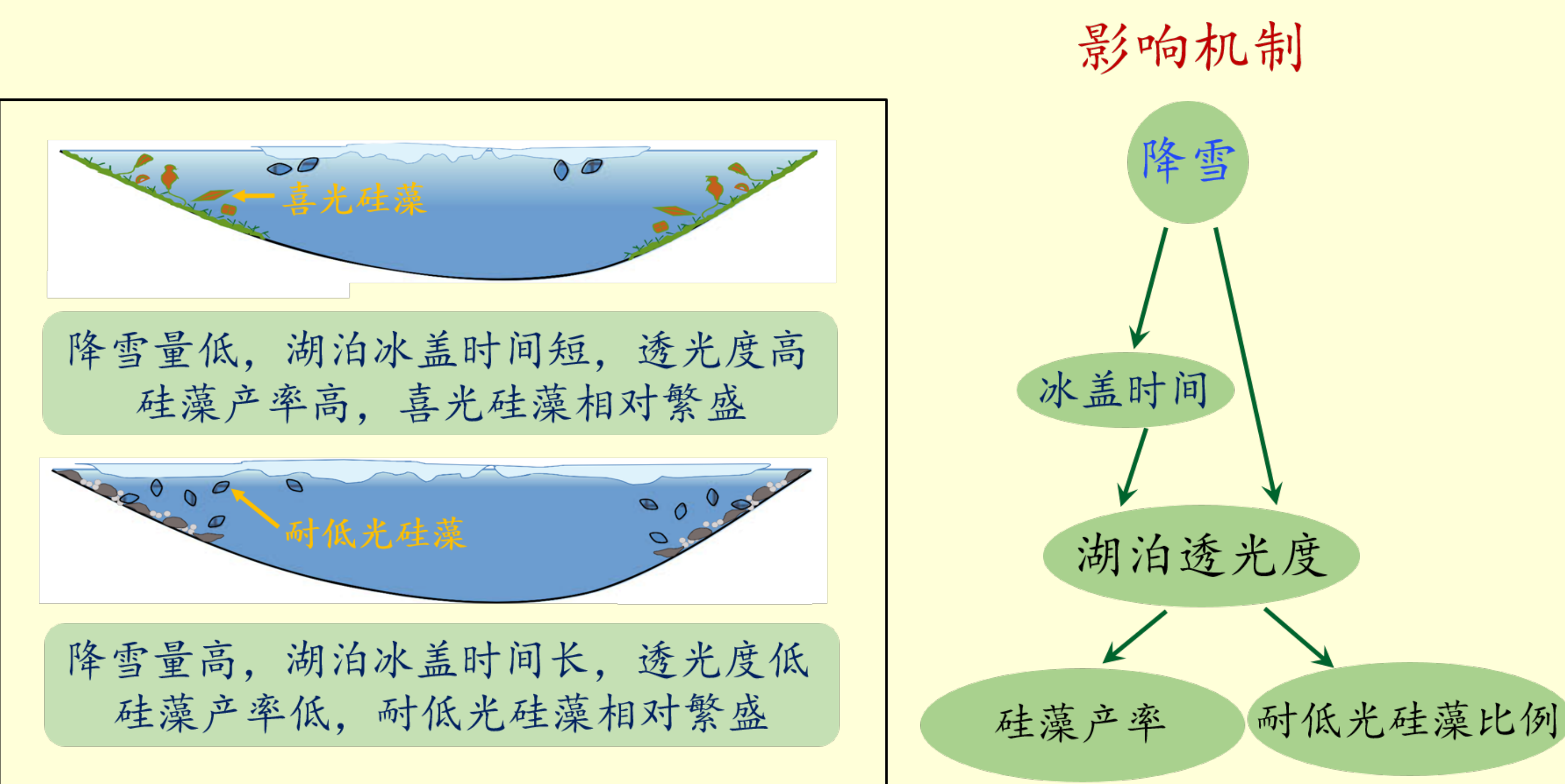


图 1. 玉龙天池末次冰消期硅藻组合



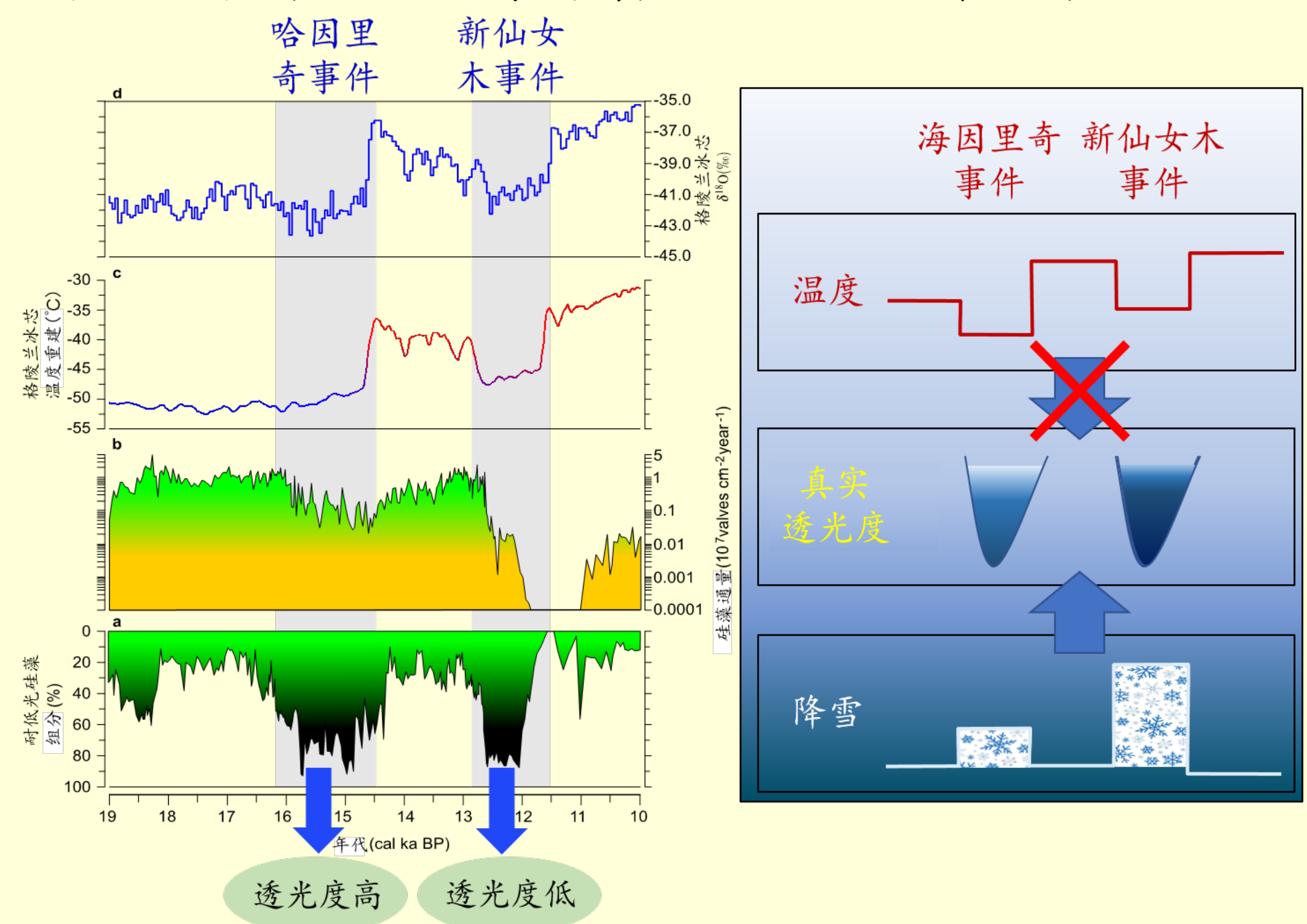
新仙女木时期,耐低光硅藻显著升高,硅藻产率低。

图 2. 降雪量变化对湖泊硅藻的影响



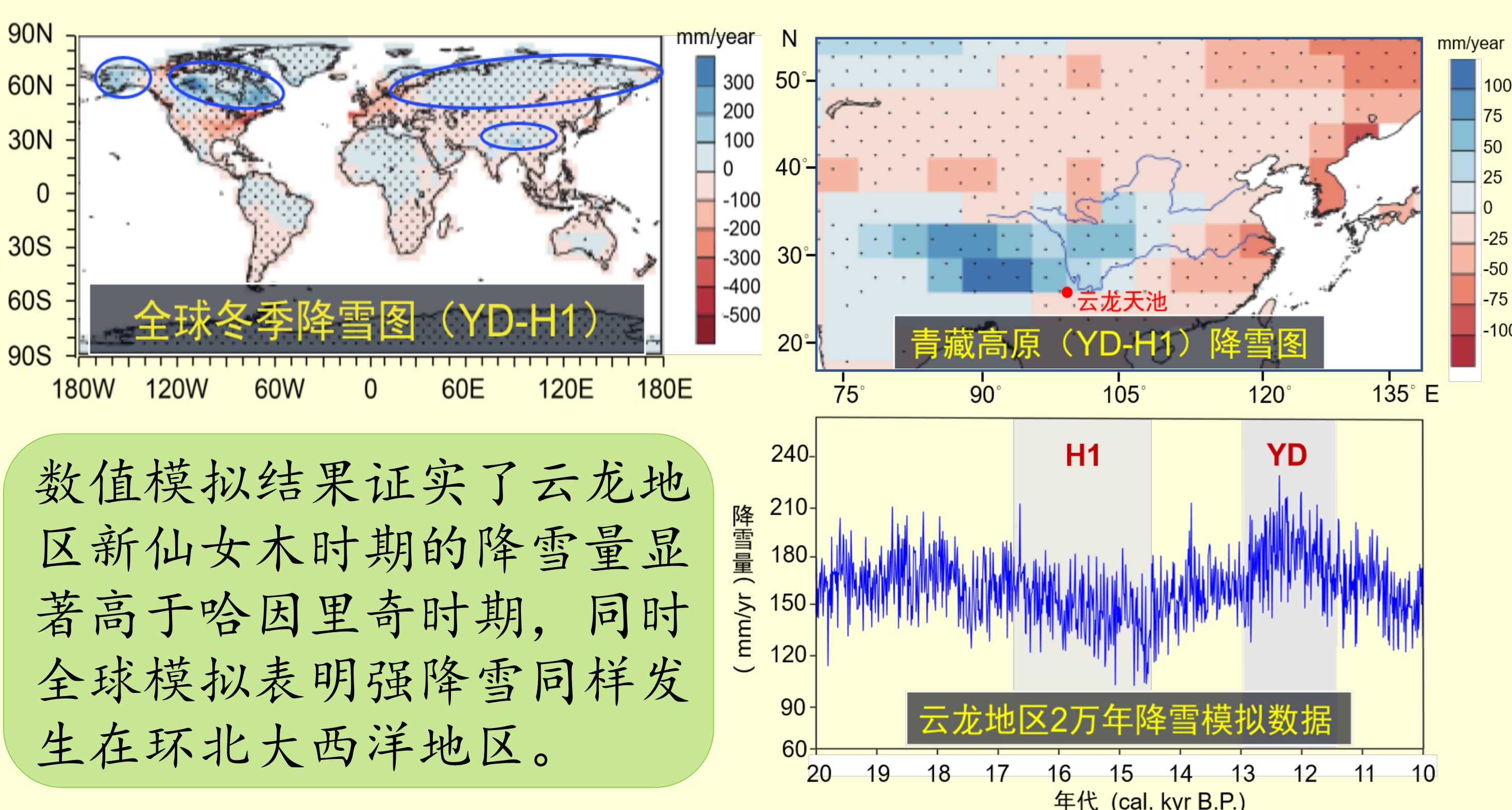
降雪通过直接遮挡光和间接延长湖泊冰冻时间来影响湖泊透光度,进而对湖泊硅藻组合和硅藻产率产生影响。

图 3. 新仙女木与哈因里奇时期玉龙天池硅藻记录对比



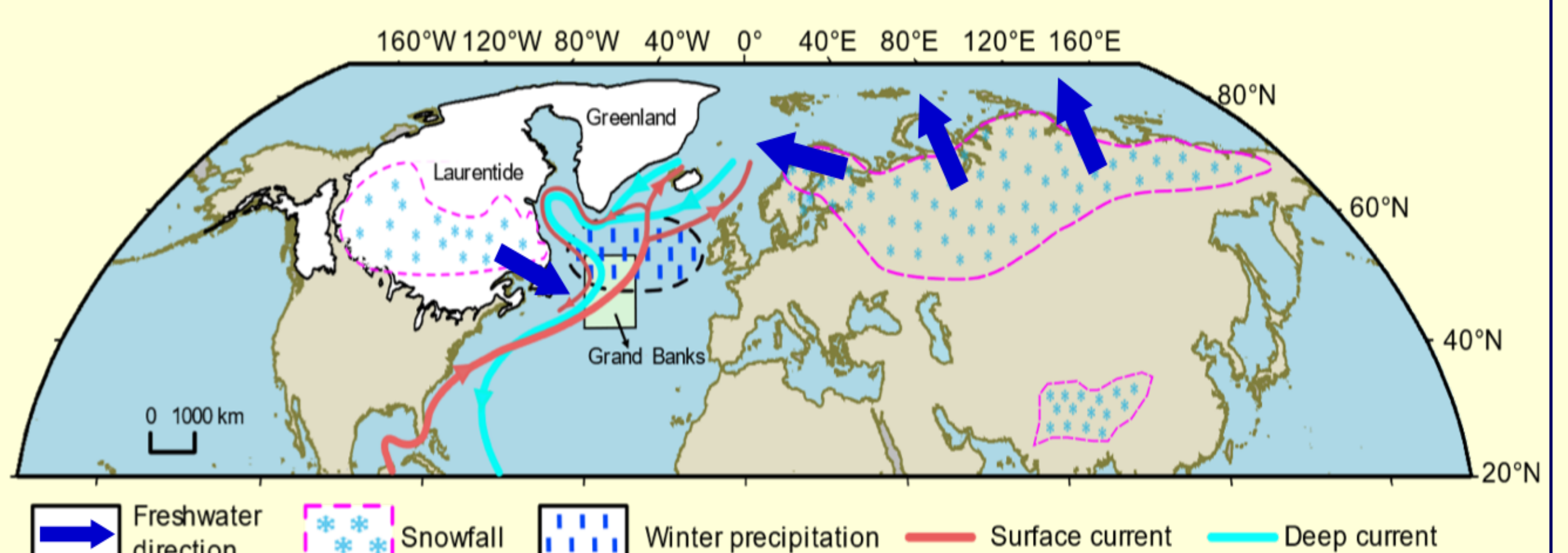
新仙女木与哈因里奇的硅藻组合和产率对比表明,降雪是导致两个时段硅藻组分差异的主要原因,而不是温度。

图 4. 数值模拟: 新仙女木与哈因里奇时期全球降雪量对比



数值模拟结果证实了云地区新仙女木时期的降雪量显著高于哈因里奇时期,同时全球模拟表明强降雪同样发生在环北大西洋地区。

图 5. 新仙女木时期长期强降雪对AMOC作用



新仙女木时期北欧和北美的大量降雪可能是重要的持续淡水来源,注入海洋致使温盐环流长期处于较弱的状态,这种效应可能最终导致新仙女木事件持续了上千年。