

从乌鲁木齐河源 1 号冰川二十八年来 的变化看天山地区近期气候变化趋势

王晓军 王仲祥 谢自楚

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

高山地区气温及降水量的年际变化,直接影响着冰川表面物质收支的增减和雪线的升降。如果气候波动具有某一变化趋势,则冰川就将通过自身速度的调整,改变冰川的规模以适应改变了的气候环境。

较小的冰川对气候变化的响应时间较短,且易于观测研究,因此在全球性或区域性气候变化研究的国际计划中把冰川作为监测气候变化的重要对象。

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川长 2.33 km, 面积 1.84 km², 由两个积累盆组成。自 1959 年有观测记录以来,雪线高度,冰川的收支状况,冰川的长度,厚度和面积以及冰川的运动速度,成冰类型及其他物理性质均发生了明显的变化,反映了天山山区近数十年来气候变化的一般趋势。本文仅就该冰川 28 年来的观测资料作一简要报道和分析,以引起人们对监测气候变化的注意。

图 1 给出了 1 号冰川 1959—1986 年间的物质平衡变化。28 年中有 17 年消融量大于积累量,尤其是 1978—1986 年间,仅有一年为正平衡,负平衡年份占 90%。1959—1969 年,1 号

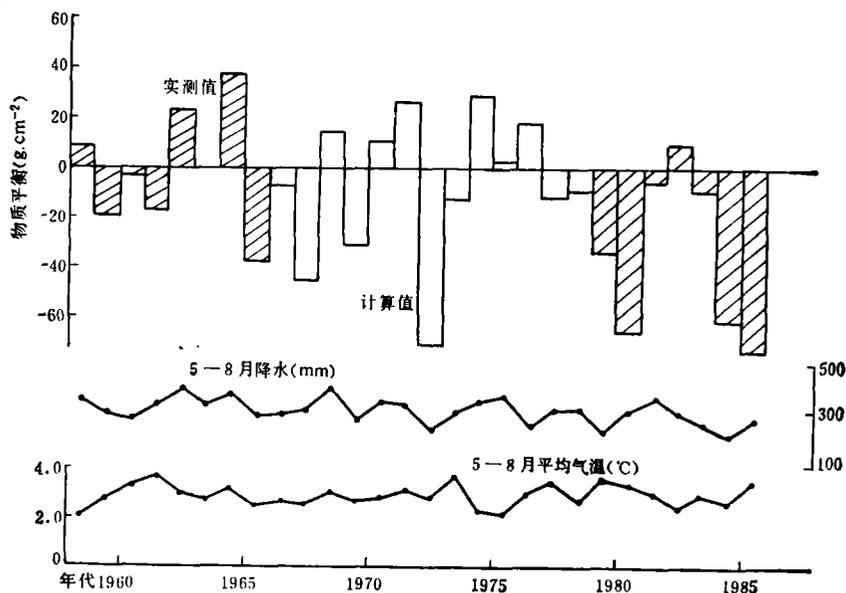


图 1 1959—1986 年 1 号冰川物质平衡与气温降水的变化

本文 1987 年 5 月 9 日收到。

冰川物质平衡累计差值为 $-43 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$; 1970—1979年, 为 $-48 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$; 1980—1986年猛增至 $-235 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$, 累计达 $-326 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。可见1号冰川的亏损不仅持续进行, 而且不断加剧。在本属于积累区的粒雪盆内, 不仅当年的积累物质被全部消融, 而且原有下伏粒雪也不断被融蚀。仅1980—1986年该冰川粒雪盆下部平均损失原有粒雪层达30 cm左右。可见消融之强烈。

冰川成冰带谱根据冰川融水对积雪层的渗浸程度划分。即融水参与的程度与由此而引起的积雪晶体的变化情况划分。60年代, 1号冰川自上而下依次为冷渗浸重结晶带、渗浸带、渗浸冻结带、消融带。粒雪盆后壁广泛发育着冷渗浸重结晶带, 其特点为融水不能完全浸入年积雪层而使粒雪得以生存(图2 A)^[1], 但到80年代, 由于融水的大量渗浸, 粒雪在融水作用下发生再冻结, 原来的粒雪层已为密实冻结粒雪和渗浸冰所取代(图2 B)。60年代原渗浸带内冰片通常只有几厘米至十几厘米(图2 C), 现在已发展成为渗浸冰层, 厚度达160 cm以上(图2 D)。成冰带谱的显著变化, 也反映了冰川水热状况的改变。

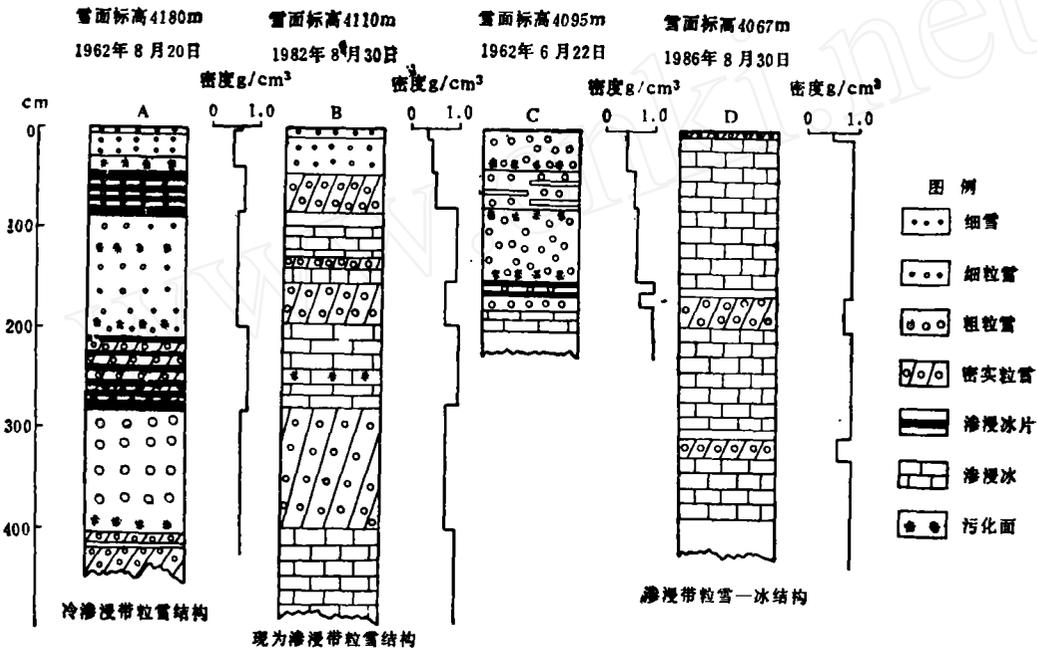


图2 1号冰川冷渗浸带粒雪结构与渗浸带粒雪结构比较图

自60年代到80年代中分别测绘的3张冰川地形图, 为冰川规模变化研究提供了依据。从1962年到1980年, 1号冰川面积缩小 0.11 km^2 , 冰川主流线长度缩短80 m^[2]。冰舌末端平均每年退缩达4.7 m。80年代, 1号冰川积累区面积较之60年代又缩小 0.207 km^2 , 较之70年代缩小 0.122 km^2 。这是冰川物质收支逆差导致雪线升高的必然结果。

图3给出了冰川厚度变化情况。1962—1980年间, 1号冰川西支冰流厚度平均减薄10.8 m, 东支减薄6.0 m。1980—1986年, 仅7年西支冰厚减薄8.7 m, 东支减薄8.2 m。

冰川运动速度与冰川厚度成指数变化, 厚度的变化必然引起速度的急剧变化。从表1中可得知, 近20多年来冰川表面运动速度不断衰减, 特别是进入80年代后, 其衰减趋势更加明

显。1980—1983年冰舌末端运动速度仅是1959—1962年的36%，而在冰舌上部则仅为22%。可以预测，今后10年冰川粒雪线附近至冰舌末端的平均运动速度不会超过 $5.5 \text{ m} \cdot \text{a}^{-1}$ ，整个冰川表面运动速度仍将继续减缓。

1号冰川近30年来不断退缩，这期间消融期气温略有上升，降水明显减少是关键因素。这可以从设于该冰川附近的大西沟气象站的记录中得到证实(表2)。

我们在统计这一资料时注意到，当消融期大西沟气象站平均气温在 2.6°C 以下，降水在 360 mm 左右时，冰川呈现正平衡状态；当气温升高到 3.0°C 以上，降水少于 300 mm 时，则冰川出现负平衡。1980—1986年，1号冰川消融期大西沟记平均气温为 3.0°C ，降水不足 300 mm ，因而在7个物质平衡年份中，除1983年为正平衡外(气温 2.5°C ，降水 319 mm)，余者均为负平衡状态。由此不难看出，前者是1号冰川重新趋于稳定或再度前进的基本条件，后者则反映了该冰川目前发展以至今后变化的客观形势。表2表明，从60年代起，消融期气温上升，降水减少决定了1号冰川不断退缩的总趋势。

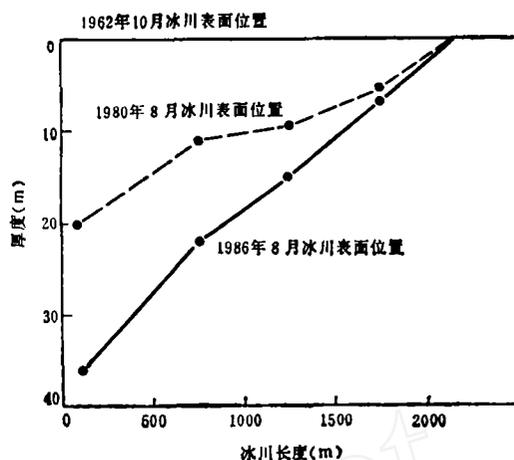


图3 1962—1986年1号冰川厚度变化

表2表明，从60年代起，消融期气温上升，降水减少决定了1号冰川不断退缩的总趋势。

表1 1959—1983年1号冰川不同高度多年平均运动速度 ($\text{m} \cdot \text{a}^{-1}$)

1959—1962 断面位置 高度(m)	测点数	速度 ($\text{m} \cdot \text{a}^{-1}$)	1973 断面位置 高度(m)	测点数	速度 ($\text{m} \cdot \text{a}^{-1}$)	1980—1983 断面位置 高度(m)	测点数	速度 $\text{m} \cdot \text{a}^{-1}$
3800	6	7.09	3850	2	4.39	3834	1	2.53
3870	3	7.13	3870	2	10.92	3872	2	5.99
3990	4	11.41	3900	3	11.63	3993	5	6.83
4055	4	22.15	4050	2	11.12	4067	4	5.90
平均		11.95			9.52			5.31

表2 1960—1986年乌鲁木齐河源大西沟气象站、气温、降水值

时间 a	消融期(5—8月) 平均气温 $^\circ\text{C}$	消融期(5—8月) 降水 mm	平均年气温 $^\circ\text{C}$	平均年降水 mm
1960—1970	2.9	342.0	-5.4	431.2
1970—1980	2.9	321.5	-5.2	423.8
1980—1986	3.0	299.7	-5.5	391.4

众所周知，由于大气中 CO_2 含量增加引起的“温室效应”对人类及生态环境带来的严重影响。1986年UNEP, WMO, ICSU联合召开的专门讨论此问题的会议预测至2030年，地表温度将升高 $1.5\text{—}4.5^\circ\text{C}$ 。施雅风认为上述预测属实，在今后三、四十年内我国天山、祁连山的小冰川将趋于消失^[5]。笔者等在祁连山、天山冰川考察中也曾发现小型冰川的颓败景象。乌鲁木齐河源区内十数条小冰川与1号冰川处于同样的气候条件下，冰川群作为冷温下垫面对

气候的影响及其反馈作用也应处于同一水平,因此而形成的区域性降水对各冰川的补给应无大的差别。可以认为,乌河源头区冰川群应与1号冰川一样处于退缩状态。值得一提的是,位于外伊犁阿拉套山的图尤克苏(Tuyuksu)冰川(面积4 km²),在近30年内就具有和1号冰川相似的变化趋势。因其规模大于1号冰川,故变化程度也较强烈。自1957—1984年,该冰川退缩380 m^[6],相当于1号冰川同期变化量的3.8倍,更为巧合的是该冰川负平衡年份也达17次之多,而且图尤克苏冰川也代表了该地区面积为500 km²约400多条小冰川从本世纪初开始的衰变趋势。这就不难看出,天山山脉的小冰川在近数十年间均处于衰退状态。

曹梅盛等最近计算后认为,1号冰川达稳定状态后,将分离成东西两支独立的冰流,总面积将比1980年减少16.4%,冰川水当量体积将减少39.5%^[7]。我们认为这是冰川退缩的一个必然阶段,当这种稳定状态维持到一定程度而气候又无大的变化时,则冰川将继续退缩,直至达到新的稳定状态。

参 考 文 献

- [1] 谢自楚、黄茂祖,天山乌鲁木齐河源1号冰川雪——粒雪层的演变及成冰作用,天山乌鲁木齐河源冰川与水文研究,科学出版社,1965,1—14.
- [2] 孙作哲、张金华、陈要武,天山冰川站年报,1982,1: 1—2.
- [3] 张长庆,天山乌鲁木齐河源1号冰川运动状态及冰川厚度计算,天山乌鲁木齐河源冰川与水文研究,科学出版社,1965,38—54.
- [4] 王文颖、刘景璞、罗祥瑞、尤根祥,1962—1973年天山乌鲁木齐河1号冰川的后退和运动对比测量,兰州冰川冻土沙漠研究所集刊,第1号,科学出版社,1976,32—35.
- [5] 施雅风,全球将出现气候和环境大变化,科学报,1986,3.29.
- [6] Ледника, Туюксу Алма-Ата, Издательство Канар, 1985.
- [7] 曹梅盛、M. F. 迈耶,冰川冻土,9(1987),2: 35—40.