

天山和祁连山的冰川物质平衡、雪线位置与天气气候的关系

康兴成 丁良福

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

天山和祁连山冰川物质平衡和雪线位置不但与高度在3000米以上气象站降水量和温度有关,而且与天气形势、500毫巴高度距平值之间也有着对应关系。尽管冰川变化与天气气候的关系是很复杂的,但可以肯定冰川物质平衡、雪线位置主要是受当年暖季(5—9月)天气气候的影响。而冰川末端的变化不但受当年冰川物质平衡、雪线位置的影响,而且与冰川运动波和冰川对于气候的滞后性有关。近年来,天山、祁连山冰川后退幅度的减小,冰川上物质平衡及雪线位置的变化,主要是由于1967年以后,暖季天气形势的变化所引起的。

从表1中给出的天山、祁连山冰川物质平衡量、雪线高度来看,天山乌鲁木齐河源1号冰川,1959/1960—1961/1962年出现了连续三年的物质平衡为负值,1962/1963—1964/1965年又出现了连续三年的正平衡,1965/1966再次转为负平衡,七年平均消融大于积累22毫米¹⁾。

祁连山最近几年冰川物质平衡出现较大正值,雪线下降,如七一冰川从1974/1975—

天山、祁连山冰川物质平衡、雪线高度值 表1

年 代	天山乌鲁木齐河源 1号冰川		祁连山七一冰川		老虎沟12 号冰川
	物质平衡 (mm)	雪线高度 (m)	物质平 衡 (mm)	雪线高度 (m)	雪线高度 (m)
1958/1959				4670	4800
1959/1960	-188	4060			4900
1960/1961	-33	4060			4950
1961/1962	-167	4075			
1962/1963	+234	3970			
1963/1964	+2	4055			
1964/1965	+374	3950			
1965/1966	-374	4100			
1973/1974				4580	
1974/1975			+34	4650	4780
1975/1976			+384	4550	4700
1976/1977			+350	4620	
平 均	-22	4040	+256	4610	4830

1976/1977年三年冰川物质平衡均为正值,而且平均积累大于消融达256毫米,雪线较1959年平均降低了约70米。老虎沟12号冰川雪线1975—1976年较1959—1961年平均降低了140米²⁾。因此祁连山冰川后退幅度现在

1) 张金华,天山乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡及其观测中的若干问题,1979,未刊。

2) 祁连山冰川近期变化研究,祁连山冰雪利用队,1979,未刊。

已减小。如水管河4号冰川,1963—1976年平均每年后退14米,而1976年后退了9米,1977年后退了6米,1978年后退了4米;还有老虎沟12号冰川1962—1976年平均每年后退5米,1976年后退了1.7米。物质平衡是决定冰川进退的主要因素,可是物质平衡及雪线的变化又取决于当年天气气候的变化。也就是说冰川的变化是由天气气候的变化造成的。物质平衡及雪线位置是联系冰川与天气气候的媒介。弄清这个媒介与天气气候的关系,对正确地认识冰川发育、探讨冰川变化规律以及冰川与气候的关系都是有益的。

我国冰川主要发育在青藏高原和其周围山脉及天山、阿尔泰山。在此范围中具有明显的季风气候特点,降水量80%集中在5—9月(祁连山5—9月降水量占全年降水量的87%,天山东段占78%)。而造成降水的主要天气条件是西北方来的冷空气和东南部的暖湿气流。这两个条件在500毫巴天气图上反映在槽脊活动上。因此我们取 50° — 130° E、 25° — 65° N范围500毫巴5—9月平均距平场¹⁾。从有物质平衡观测的这十年暖季(5—9月)距平场来看,500毫巴 100° E以西5—9月的负距平与冰川的物质平衡正值相对应,正距平与冰川的物质平衡负值相对应。亦就是500毫巴5—9月 100° E以西是槽区有利于冰川积累,受脊控制不利于冰川积累。如1964年500毫巴距平场上, 100° E以西为一片负变高区,以东为一片正变高区。即在巴尔喀什湖附近有一冷低压,我国东部为太平洋付热带高压所控制,它们之间的锋区正处在天山东段和祁连山区一带。降水丰富,气温低,有利于冰川积累。这一年乌鲁木齐河源1号冰川上为正平衡,而且冰川附近的天山站,这一年降水量为正距平24mm之多,温度为负距平 -03° C;又如

1966年,500毫巴距平场上, 100° E以西和以东主要以正变高为主,只有在和田—德黑兰之间有一小的负变高区,也就是说,我国西部在强高压控制之下,天山东部和祁连山区一带天气晴朗,降水少,气温高,不利于冰川积累。天山站这一年为负距平达10.4mm,而温度正距平 0.3° C。乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡为负值。近年来祁连山冰川物质平衡为正值的天气形势和上述情况相同。可是在1963年,乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡为正值(234mm),祁连山水管河4号冰川物质平衡为负值(-53 mm)。500毫巴5—9月距平场上,中纬度地区 90° E以西为负变高区, 90° E以东为正变高区,巴尔喀什湖附近为一低压中心,付热带高压在我国东部,它们之间的北面锋区在乌鲁木齐附近,南西锋区在拉萨一带,祁连山地区处在付热带高压之内。显然锋区所在地区的降水量多,而处在付热带高压之内地区降水量少,气温高。同样这天天山站降水量为正距平(56mm)。而靠近冷龙岭的乌鞘岭气象站(海拔3030米)温度正距平达 0.7° C,降水负距平(-18 mm)。由此看来500毫巴天气形势与冰川物质平衡的关系是较密切的。用盛行的天气形势和地面站的气象要素结合起来,定性分析冰川上的积累与消融要比单纯用地面气候要素分析冰川积累消融状况好的多。

归纳上述情况,我们得出四种与冰川积累和消融有关的天气形势。有利于冰川积累的天气形势有两种:一种是东高西低型,即我国东部为热带高压,我国西部及巴尔喀什湖附近为低压区,它们之间的锋区处在 100° E附近,天山东段和祁连山一带受此锋区影响,降水充沛、阴天多,有利于冰川补给(图1);另一种是两脊一槽型,即我国东

1)北半球500毫巴高度资料,北京大学地球物理系气象专业,1976。

部为一高压脊，在里海附近为另一高压脊，在90°E附近为一槽，使天山东段、祁连山一带处在槽区中，降水丰富，气温低，有利于冰川积累（如图2）。有利于冰川消融的天气形势也有两种：一种是强高压脊型，即90°E附近维持一个强大的高压脊，

使我国西北部均处在高压脊的控制下，天气晴朗，气温高，降水少，是有利于冰川消融的最好天气（图3）；另一种是付热带高压型（带状高压型），即在30°-40°N之间为正变高，太平洋付热带高压在我国东部，青藏高原高压中心在和田附近，使之天山东段和祁连山一带处在青藏高原控制之下，天气晴好，降水少，有利于冰川消融（图4）。

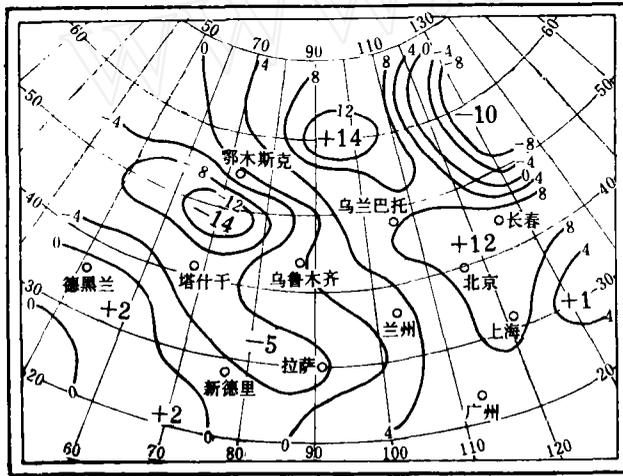


图1 有利于冰川积累的天气形势——东高西低型（1964.5-9）

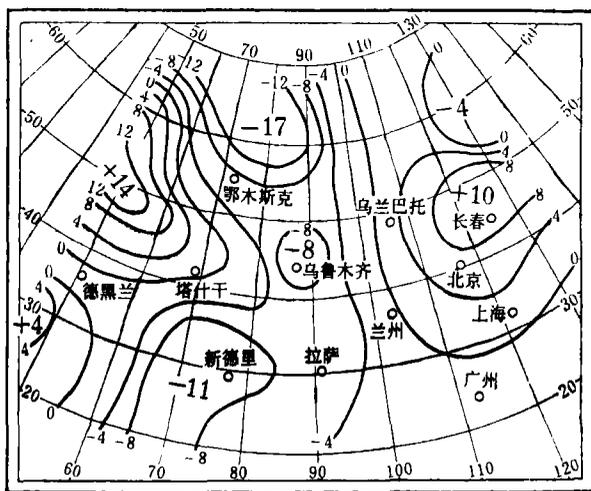


图2 有利于冰川积累的天气形势——两脊一槽型（1975.5-9）

以上分析与Hoinks(1)用了同样的方法。但是Hoinks从环流指数的角度得出高指数环流与阿尔卑斯山冰川的正平衡和斯堪的那维亚的负平衡有关，低指数环流与阿尔卑斯山冰川的负平衡和斯堪的那维亚冰川的正平衡有关。如果我们也从环流指数角度来看，其结果不很理想，原因是欧洲盛行西风型降水天气，冰川是以冬季补给为主的。我国天山东段、祁连山一带盛行季风型降水天气，冰川是以夏季补给为主的。

上面我们分析了影响冰川物质平衡的天气形势。特定的天气形势必然在地面气候因素上有所反映。如天山站与乌鲁木齐河源1号冰川的直线距离只有2公里左右，用该站的温度和降水量与冰川物质平衡做比较如表2，从表中看到，5—9月天山站降水的正距平和温度的负距平对应着冰川的正平衡，降水的负距平和温度的正距平对应着冰川的负平衡。其中1962年和1963年有点特殊，前者的负平衡却对应着降水量的正距平，后者的正平衡却对应着温度的正距平。但仔细分

冰川物质平衡、降水、温度对照表 表 2

项 目	年 代	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
冰川物质平衡量 (mm)		-188	-33	-167	+234	+2	+374	-374
天山站降水距平值 (mm)		-18.7	-39.3	+26.9	+57.4	+23.6	+28.6	-10.4
天山站温度距平值 (°C)		0.0	+0.4	+0.7	+0.2	-0.3	0.0	+0.3

析, 不难看出尽管前者降水量是正距平, 可它的温度正距平特大, 后者尽管温度是正距平, 可降水量的正值特大。由此得到, 虽然冰川的物质平衡是由降水和温度决定的, 但是两个要素每年所占的比重是有差别的。也就是说在同一种天气形势下, 由于地方性天气和地形等因素的影响, 可以有降水多而温度低、降水多而温度正常或略偏高的积累型。也可以有降水少而温度高、降水正常或

偏多而温度特高的消融型。如果我们按地面气候要素来分型的话, 可以得出六种类型。有利于冰川积累的: 1) 降水多、温度低型; 2) 降水多、温度正常型; 3) 降水较多、温度偏高型。有利于冰川消融的: 1) 温度高、降水少型; 2) 温度正常降水少型; 3) 温度较高、降水多型。由此可见冰川的正平衡主要是以降水的多少来决定的, 负平衡则以温度高低消融强弱来决定。因此积累型以降水为主分型, 消融型以温度为主分型是合乎实际情况的。在祁连山七一冰川物质平衡量与托勒气象站(海拔3360米)降水量和温度之间的对应关系和上述情况完全相同。正平衡时对应着降水量的正距平和温度的负距平。

雪线位置的升降一般是和冰川物质平衡相对应的。据祁连山七一冰川和老虎沟12号冰川雪线高度与酒泉和敦煌站夏季零度层平均高度的分析, 发现它们之间有着良好的相互关系。因此可以利用高空和地面气象资料来延长冰川的物质平衡序列和雪线位置序列, 定性的估计它们的变化。天山乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡从1960—1976年17年中有9年是正平衡, 8年是负平衡, 其中1967年以后10年中正平衡为6年, 负平衡为4年;

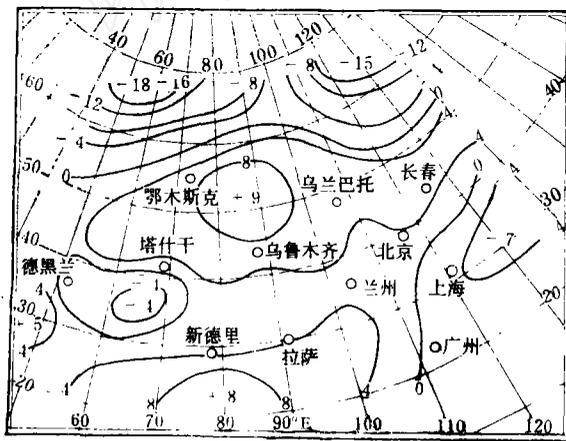


图 3 有利于冰川消融的天气形势——强高压脊型 (1966.5-9)

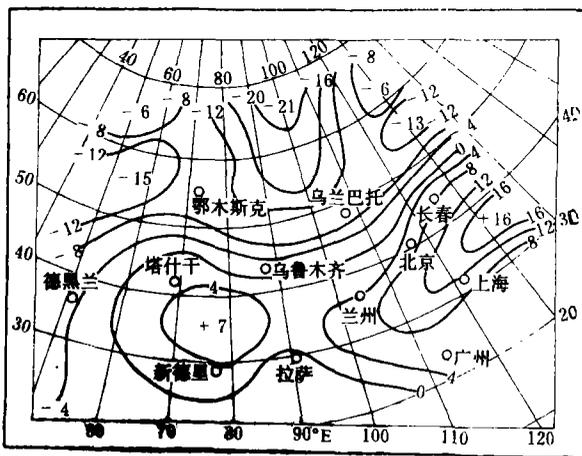


图 4 有利于冰川消融的天气形势——附热带高压型 (1961.5-9)