

# 冬克玛底冰川和煤矿冰川的物质平衡 (1992 / 1993 年)<sup>①</sup>

蒲健辰<sup>1</sup> 姚檀栋<sup>1</sup> 张寅生<sup>1</sup> 濑古胜基<sup>2</sup> 藤田耕史<sup>2</sup>

(1 中国科学院兰州冰川冻土研究所, 730000; 2 日本名古屋大学水圈和大气科学研究所)

**提 要** 对青藏高原唐古拉山大、小冬克玛底冰川和昆仑山煤矿冰川的观测研究表明, 1992 / 1993 年冰川的物质平衡均为正平衡, 其平衡值唐古拉山冰川大于昆仑山冰川。冰川物质平衡过程存在四个阶段, 即低水平维持阶段、强积累弱消融阶段、强消融阶段和较强积累弱消融阶段。空间上反映出随海拔升高波动增大的趋势。

**关键词** 冬克玛底冰川 煤矿冰川 物质平衡

自 1989 年起, 中日青藏高原冰川考察队在青藏高原东北部昆仑山北坡西大滩的煤矿冰川和高原内部唐古拉山北部的小冬克玛底冰川上布设了积累、消融测杆, 于 1992 年 5 月在大冬克玛底冰川沿东侧主流线布设了一排纵向积累、消融测杆, 连续进行观测研究。1993 年, 又进行了物质平衡年内过程研究。图 1 为观测研究的冰川及位置。

## 1 观测内容和方法

冰川物质平衡各分量, 即积累、消融是利用测杆法和雪坑雪层剖面法进行观测的。每次观测包括测杆和雪层密度的测量、雪层剖面和粒雪组构的描述等内容。昆仑山西大滩的煤矿冰川共布设测杆 18 根, 于 1992 年 9 月 25 日、1993 年 5 月 13 日、7 月 6 日和 9 月 25 日进行了四次观测。唐古拉山的小冬克玛底冰川共布设测杆 28 根, 于 1992 年 10 月 8 日观测之后, 又从 1993 年 5 月 23 日开始, 每 10—15 天观测一次, 到 9 月 21 日观测结束。大冬克玛底冰川布设测杆 9 根, 1992 年 10 月 9 日、1993 年 5 月 26 日和 9 月 19 日观测了三次。

由观测资料分别计算出各测点的纯积累和纯消融量(谢自楚等, 1988), 并将所得结果标在大比例尺冰川图上, 绘制等值线图, 利用等值线法计算出整个冰川的纯物质平衡及其分量。1989 年对小冬克玛底冰川物质平衡的计算表明, 用等值线法和等高线法计算出的结果很接近, 而且后者较前者更简便(蒲健辰等, 1993a)。因此本研究系采用等高线法获取各冰川的物质平衡。

<sup>①</sup> 本文于 1994 年 3 月 5 日收到, 8 月 10 日改回。

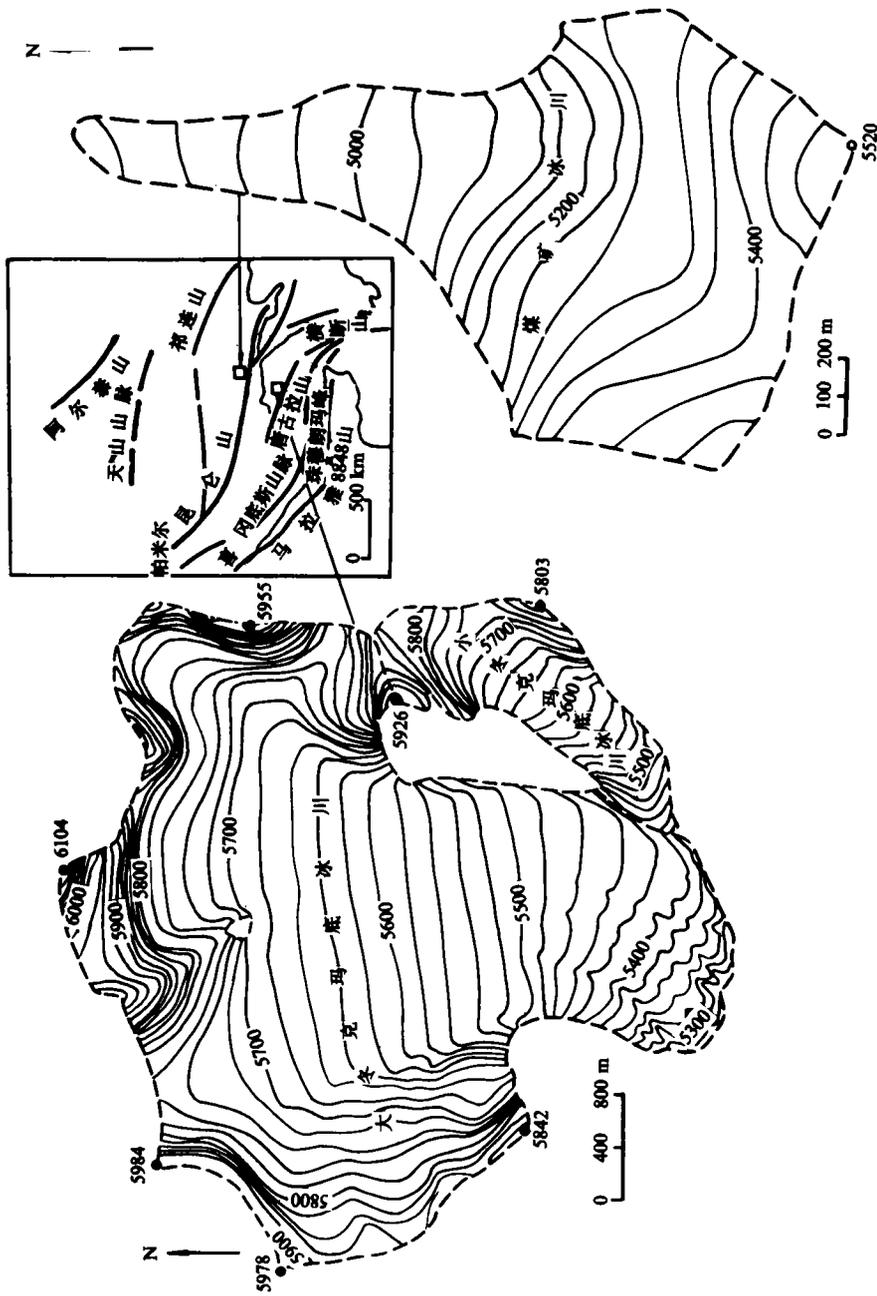


图 1 观测研究的冰川及其位置  
 Fig.1 A map of the observed glaciers and their locations

## 2 物质平衡计算结果

1992 / 1993 年青藏高原唐古拉山和昆仑山三条冰川的物质平衡均为正平衡。昆仑山西大滩的煤矿冰川纯平衡量为  $1.0532 \times 10^5 \text{m}^3$ , 相当于 95.7mm 水层; 唐古拉山小冬克玛底冰川为  $3.7350 \times 10^5 \text{m}^3$ , 相当于 211.4mm 水层; 大冬克玛底冰川更大, 约为

$4.21152 \times 10^6 \text{m}^3$ , 相当于 289.7mm 水层。煤矿冰川和小冬克玛底冰川的物质平衡量均高于 1988/1989—1992/1993 年的 5 年平均值。物质平衡表现出唐古拉山冰川大于昆仑山口附近冰川的特点。唐古拉山深居青藏高原内部, 海拔高、相对气温低、冰川消融比较弱, 有利于冰面积雪的保存。昆仑山在山口以东的山体海拔低, 北部是干旱的柴达木盆地, 相对气温高, 冰川消融较唐古拉山强烈, 这是形成冰川物质平衡值在高原内部大于东北边缘山地的重要气候原因。冬克玛底冰川零平衡线高于煤矿冰川。这除了气候条件的影响之外, 还有纬度的影响。1992/1993 年, 这几条冰川零平衡线都相对较低, 也导致了冰川积累面积比率(AAR)的增大(表 1)。

表 1 1992/1993 年冰川物质平衡、零平衡线和 AAR

Table 1 Mass balance, ELA and AAR of the glaciers in 1992/1993

冰川名称	物质平衡 (mm)		零平衡线 (m)		AAR (%)	
	1988/1989— 1992/1993 平均	1992/1993	1988/1989— 1992/1993 平均	1992/1993	1988/1989— 1992/1993 平均	1992/1993
煤 矿	22.6	95.7	5135	5040	71	83
小冬克玛底	194.1	211.4	5545	5510	77	81
大冬克玛底		289.7		5470		69

### 3 冰川物质平衡的时空分布

分析冰川物质平衡过程可以发现, 在同一时期不同海拔、物质平衡过程有很大的差异, 明显反映出随海拔升高, 消融期开始的日期推迟, 而结束的日期提前。如 8 月中旬, 在冰舌区仍是较强消融期, 而在粒雪盆区已进入积累期(图 2)

气候的季节变化, 直接影响冰川的物质交换过程, 分析小冬克玛底冰川

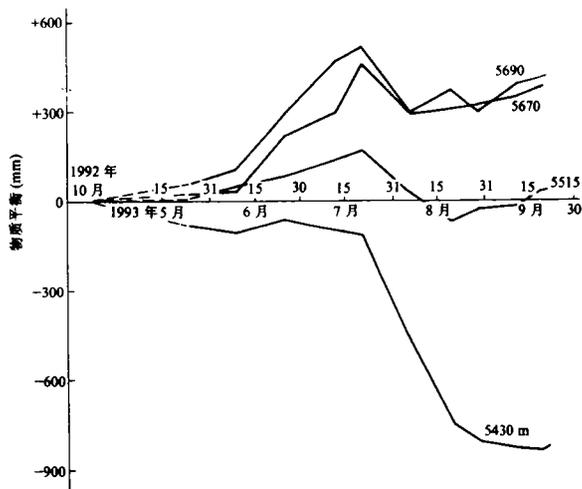


图 2 小冬克玛底冰川不同高度物质平衡过程

Fig.2 The mass balance processe at various altitudes on Xiao Dongkemadi Glacier

1992/1993 年平衡线处(海拔 5515m)物质平衡过程(图 2), 大致可分为四个阶段:

(1) 低水平维持阶段。从 1992 年 10 月初到 1993 年 5 月底, 高原气候干燥寒冷, 降水量很少, 冰川上积累、消融量都很弱, 物质平衡梯度也很小。在长达近 8 个月的时间中, 小冬克玛底冰川的纯积、销量一般都在 80mm 以内。煤矿冰川由于风吹雪的影响, 纯积、销量的变幅波动较大, 分布极不均匀。这一时期, 冰层中的冷储明显增大, 在小冬克玛底冰川海拔 5630m 的测温点, 观测到冰川表层至 5m 深的活动层上部, 冰层温度 1993 年 5 月 22 日较 1992 年 10 月 1 日降低了 5—7℃ 之多 (图 3)。

(2) 强积累弱消融阶段。从 6 月至 7 月中旬, 随着西南季风的向北推进和高原内部热力对流作用的加强, 高原上降水量不断增多, 冰川区积累量猛增, 随之气温也逐渐升高, 但是由于新雪反射作用强, 冰层中冷储量大, 抑制了冰雪的消融。这期间冰川消融很微弱, 7 月中旬冰川物质平衡达到最大值, 瞬时平衡线也降到最低位置

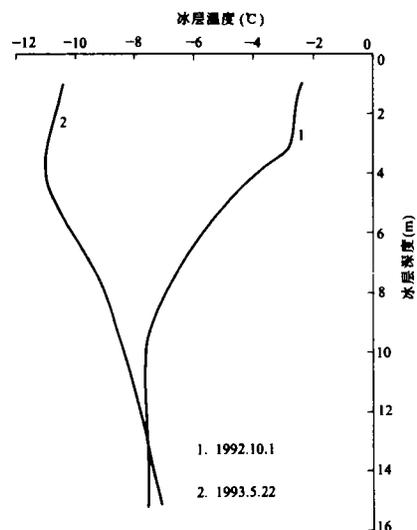


图 3 小冬克玛底冰川 5630m 处冰层温度

Fig.3 Temperature profiles at 5630m a.s.l. on Xia Dongkemadi Glacier

(3) 强消融阶段。7 月下旬至 8 月中旬, 降水量继续增大, 气温升高, 冰层中冷储减小, 冰面温度升高, 降落到冰川上的雪边积边消, 在冰舌下段冰面出现溪流河道, 也加速了冰川的消融, 8 月中旬, 冰川消融达到最大深度, 冰川物质平衡出现大低谷, 瞬时平衡线上升到最大高度, 物质平衡梯度达到最大值。这和天山乌鲁木齐河源 1 号冰川相比, 强消融期要短 20 天左右<sup>1</sup>。可见高原型冰川的强消融期比山地冰川短暂。

(4) 较强积累弱消融阶段。在强消融期之后, 8 月下旬至 9 月底, 气温降低, 除冰舌段继续发生消融外, 随海拔升高, 消融逐渐减弱以至停止, 降落到冰川上的雪再积累起来, 使冰川物质平衡又趋回升。

从 10 月开始, 冰川又转入下一个物质平衡年。西大滩煤矿冰川物质平衡过程和唐古拉山冰川大致同步, 只是强消融期较唐古拉山略长, 最大消融量较唐古拉山略大。

刘潮海等, 1989, 乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡过程研究, 天山冰川观测试验站年报。

在空间上, 沉积在冰川表面的大气降雪, 如果不受外力的搬运移动, 仅受热力消融的影响, 物质平衡的分布应该是随海拔上升呈直线变化, 但青藏高原的风很频繁, 冰面积雪常受到风力搬运迁移, 重新分配, 也受冰面坡度、地形变化的影响, 扰乱了雪的自然分布状况, 引起冰川物质平衡的不均匀分布, 出现随海拔升高呈波动增大趋势(图4)。唐古拉山两条冰川的物质平衡随海拔的增大幅度大于西大滩煤矿冰川。由图4还可以看出, 在冰川消融区, 消融量随海拔升高递减的幅度唐古拉山冰川大于西大滩煤矿冰川。相反在积累区, 积累量随海拔上升递增的幅度唐古拉山略小于煤矿冰川。这可能与唐古拉山冰川粒雪盆区雪的吹蚀量大, 煤矿冰川粒雪盆后壁陡峭, 频繁的雪崩聚集增大了冰川积累有关。1989年, 在煤矿冰川曾观测到粒雪盆区积累量很大, 再向上又趋减

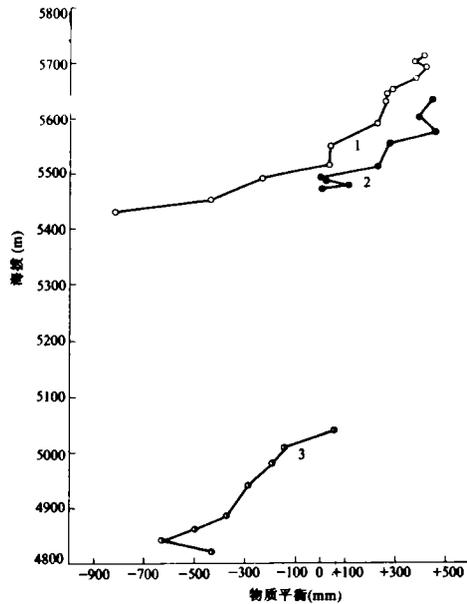


图4 冰川物质平衡的高度分布(1992/1993)

1. 小冬克玛底冰川; 2. 大冬克玛底冰川; 3. 煤矿冰川

Fig.4 Altitude distributions of mass balance (1992/1993)

小的现象也是由雪崩造成的原因(蒲健辰等, 1993b)。

### 参 考 文 献

- 谢自楚、张金华, 1988. 中国冰川的物质平衡. 中国冰川概论, 北京: 科学出版社, 69—74  
 蒲健辰、姚檀栋, 1993a 冬克玛底支冰川物质平衡研究 青藏高原冰川气候与环境, 北京: 科学出版社, 60—68  
 蒲健辰、姚檀栋, 1993b. 西大滩煤矿冰川物质平衡观测研究. 青藏高原冰川气候与环境, 北京: 科学出版社, 69—73

## Mass Balance on the Dongkemadi and Meikuang Glaciers in 1992 / 1993

Pu Jianchen<sup>1</sup>, Yao Tandong<sup>1</sup>, Zhang Yinsheng<sup>1</sup>, K.Seko<sup>2</sup> and K.Fujita<sup>2</sup>

(1 *Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Chinese Academy of Sciences, 730000*; 2 *Institute for Hydrospheric-Atmospheric Sciences Nagoya University, Japan*)

### Abstract

Based on the observation in 1992 / 1993, mass balance of Da Dongkemadi glacier and Xiao Dongkemadi glacier in the Tanggula Mountains and Meikuang glacier in the Kunlun Mountains were calculated. It was found that mass balances of these glaciers were all positive, 289.7mm, 211.4mm and 95.7mm respectively, with an obvious regional difference in mass balance, i.e., mass balance of the glaciers in the Tanggula Mountains in the central part of Tibetan Plateau was larger than that in the Kunlun Mountains in the margin of the plateau. Owing to the effect of seasonal climatic variation on the mass exchange of these glaciers, the processes of mass balance in an year have four stages, two intensive accumulation periods in the beginning and the end of warm season, an intensive ablation period in the warm season, and a period lasting about 8 months (which span over the cold season) with fluctuations of mass balance in a low level. Different from glaciers in other mountains, mass balance of these glaciers undulatingly increases with height.

**Key words:** Dongkemadi Glaciers, Meikuang Glacier, mass balance