

从砾石组构看天山叶状石冰川的 表面运动特征^①

朱 诚

(北京大学地理系)

提 要 本区发育有数十条叶状石冰川, 主要由倒石堆或岩屑锥演化而来。单个的石冰川一般宽 60—150 m、长 35—100 m、高 30—40 m, 其顶部有反倾坡和槽脊, 其前缘坡脚有挤压翘起平台。对 2 号石冰川上 500 块砾石的组构量测表明: 1) 此类石冰川各处 AB 面和 A 轴倾向与各自所处的沉积面坡向较为一致; 2) 各处 AB 面比 A 轴具有更为优势的组构倾向; 3) 其运动方向是自谷壁向外并垂直于表面等高线方向流动; 4) 其流动特征与阿尔卑斯舌状石冰川不尽相同, 主要是受气候和地形因素影响所致。

关键词 叶状石冰川 砾石组构 运动特征

1986 年, 作者在定位观测乌鲁木齐河源区冰缘作用过程时对该区石冰川的砾石组构 (包括 AB 面和 A 轴的长度、倾向、倾角等) 进行了量测 (图 1)。

本区石冰川属于 S.E. White 分类中的叶状石冰川 (White, 1981), 是一种非分选的、似冰碛的岩块体。它与冰缘环境下的崖麓倒石堆 (或岩屑锥) 有着下述成因和形态上的区别: 本区倒石堆主要是崖壁或岩坡以落石、滚石、弹石或滑动在崖坡脚形成的落石堆积体, 当石块落下并破裂后, 小块岩屑多位于倒石堆顶部, 大岩屑则可能滚到坡麓。此类倒石堆坡度为 35° — 45° , 纵剖面较直, 仅在坡麓有轻微凹状, 其上几乎无植被生长。本区岩屑锥主要是雨水或融化的冰雪水对悬崖谷壁冲刷造成的不同规模和形状的岩屑在谷壁下方的堆积体, 较大的石块集中于倒石堆顶部, 较细岩屑因冲刷通过孔隙进入坡脚形成一粗糙底层。此种岩屑锥上部坡度 35° — 38° , 但下部常小于 28° , 整个坡面呈凹型。在细粒物质上可有植被生长, 由于季节性暴雨或融雪水造成的泥流和岩屑流的冲积, 常使其坡脚的植被呈条形在坡上发育, 这种现象有助于对此类堆积体的识别。而本区的石冰川主要是由倒石堆或岩屑锥演化而来。由于本区倒石堆 (或岩屑锥) 大多集中于阴坡坡麓, 冻结的雨水、重新冻结的融雪或偶然的雪崩雪提供了冻融蠕动所需的孔隙冰, 这些孔隙冰胶结了倒石堆内的部分物质, 在冻融季节其坡麓部位在后部倒石堆重力影响下能逐步发生应变, 此过程长期进行便演化为雏型石冰川。此后, 由于有一沉积面较缓的前缘, 保留的细粒物质和水分相应增多, 冻融蠕动作用增强便逐步转化为目前所见的石冰川。因此种类型绝大部分发育于倒石堆下部并往外延伸, 故按崔

^①本文于1987年2月17日收到, 8月13日改回。

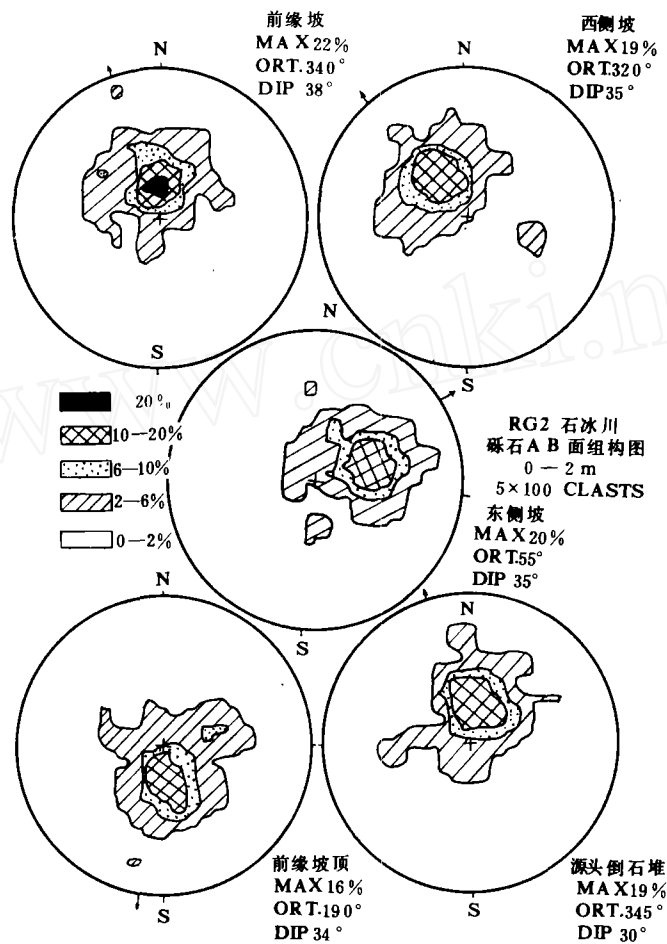


图 2 石冰川砾石 AB 面组构图

Fig. 2 The map of the debris fabric of the AB plane of the rock glacier

(1) 除具有反向坡特征的前缘坡顶的 AB 面和 A 轴倾向与其沉积面坡向有一 30° 左右的夹角外, 其余各处 AB 面和 A 轴倾向与各自所处的沉积面坡向较为一致。

(2) 各测点 AB 面倾向主密部最大密度在 18—22% 之间, 离散度较小, 为 0.20—0.38; 而 A 轴最大密度为 7—14%, 离散度为 0.33—0.56。由此表明 AB 面比 A 轴具有更为优势的组构倾向, 其定向性发育较 A 轴强。

(3) 各测点组构反映了石冰川表层的流动趋向, 总的看来该区叶状石冰川是自谷壁向外并垂直于石冰川表面等高线方向流动的, 在前缘顶部有顺反倾坡的局部岩屑滚动和滑动, 这一点在定位观测中已得到证实 (崔之久等, 1986)。如 1985—1986 年度我们利用基岩作控制点在此反倾坡与顺向坡坡脊连线上标定了 37 块大砾石, 一年间有 13 块砾石向前移动, 平均前移 1.35 cm, 第 20 号石块 (为一 70×60×45 cm 的石英片岩) 前移 1.58 m; 有两块巨砾则分别后退 4.5 cm 和 1 cm, 这些特征与组构量测结果是一致的。

(4) 该区叶状石冰川组构反映的流动性特征与 W. Haeberli 等人 (1985) 在瑞士阿

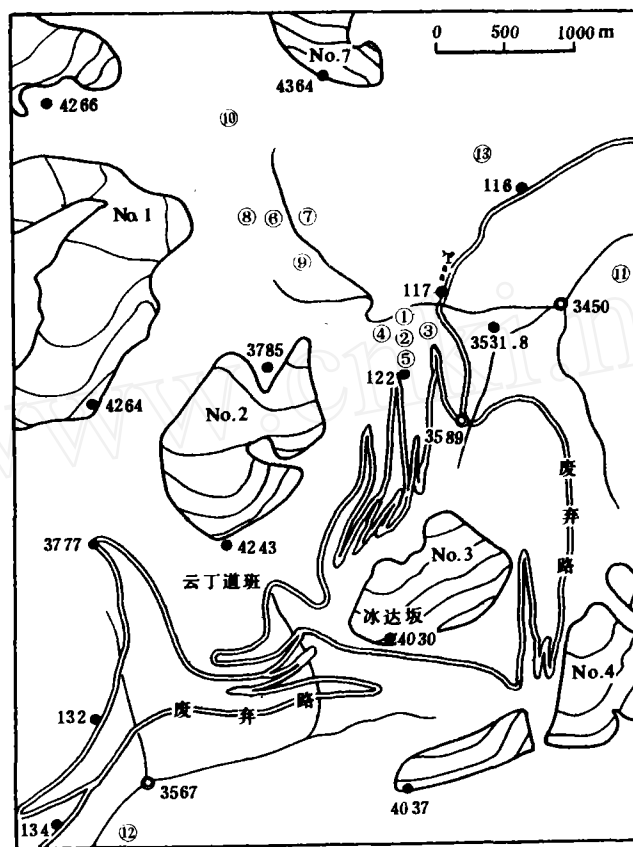


图1 天山乌鲁木齐河源区石冰川砾石组构量测点位置图
(①—⑤为2号石冰川测点编号)

Fig. 1 The map of the surveying fabric sites for rock glaciers at the head at the head of Urumqi River (①—⑤) the surveying fabric sites of the rock glacier No. 2)

之久 (1983) 分类属科罗拉多型倒石堆石冰川。又由于其宽大于长呈叶状故称之为叶状石冰川。本区叶状石冰川分成群和单独出现两大类, 前者如大西沟南侧坡麓、罗卜道沟南侧坡麓以及空冰斗东南侧后壁下方的石冰川群, 其宽达 300—400 m、长达 30—50 m。后者具有下述特点: 1) 一般长 30—60 m、宽 100—150 m、前缘高 30—40 m; 2) 前缘坡度较大 (30° — 41° — 60°), 从顶到前缘坡有一明显坡折, 进而演变成前缘反倾坡; 3) 有的石冰川坡脚延伸出一个因挤压而成的翘起平台或顶部出现槽和脊。这些形态及其冻融蠕流的程度都是原始倒石堆所不可能具有的。

作者所测的 2 号石冰川位于海拔 3600 m 处, 西距 2 号冰川终碛约 200 m。此石冰川长 60 m、宽 120 m、高 40 m、体积约 2880 m^3 , 来源于崩塌的岩屑岩性均为眼球状片麻岩。量测点选择在前缘坡、前缘坡顶、东、西侧坡和源头倒石堆处。各处分别量测 100 块砾石, 野外所测数据在室内采用砾向组构的矢量计算方法 (艾南山, 1982) 统计, 并用 Personal Computer NEC PC-8001 型计算机以及 SEIKOSHA GP-250 型打印机进行处理, 统计结果见表 1、图 2 和图 3。由图表分析可以得出以下几点:

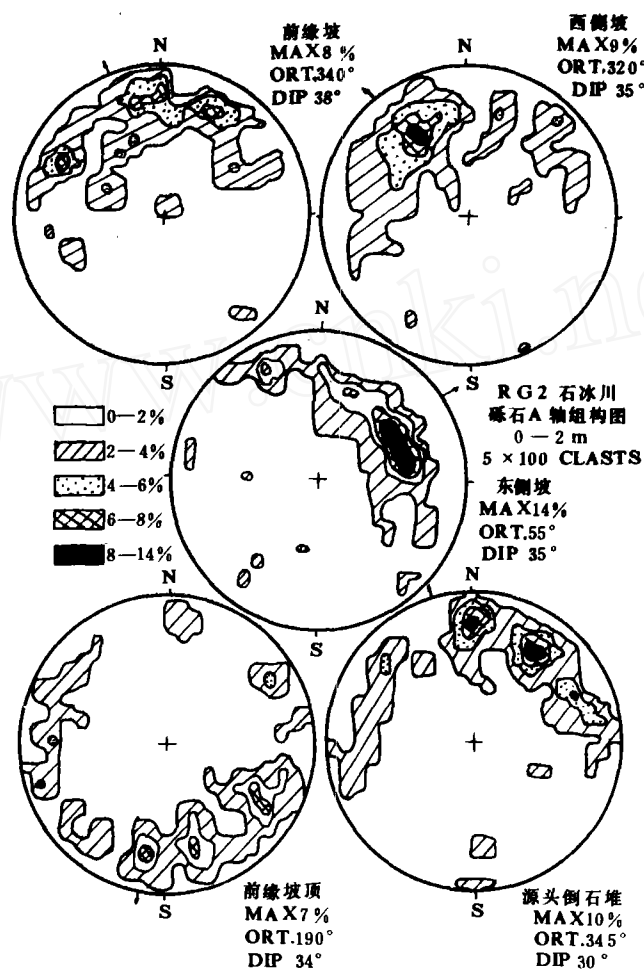


图 3 石冰川砾石 A 轴组构图

Fig. 3 The map of the debris fabric of the A axis of the rock glacier

表 1 2 号石冰川砾石组构特征值

Table 1 The characteristic value of the debris fabric of the rock glacier No.2

测点号	测点部位	测点代号	标本数(块)	沉积面坡向(°)	沉积面坡度(°)	平均倾向(°)、离散度与最大密度砾向范围					
						A 轴(A-axis)			AB 面(AB plane)		
						倾向	离散度	最大密度(%)	倾向	离散度	最大密度(%)
①	前缘坡	RG2-FRS	100	340	38	350	0.38	8	356	0.28	22
②	前缘坡顶	RG2-LF	100	190	34	160	0.56	7	162	0.38	16
③	东侧坡	RG2-ES	100	55	35	46	0.39	14	61	0.21	20
④	西侧坡	RG2-WS	100	320	35	331	0.33	9	324	0.20	19
⑤	源头倒石堆	RG2-TAH	100	345	30	14	0.44	10	8	0.28	18

尔卑斯山观测的 Gruben、Murtel I、Grosses、Macun、Weissmiss 等舌状石冰川朝前缘主斜坡方向的流动趋向有不同之处 (图 4); 从东西侧坡看与美国 John R. Giardino 和 John D. Vitek (1985) 在科罗拉多量测的 Mestas 舌状石冰川侧坡的组构亦不同。从表 2 和图 5 可见 2 号石冰川两侧坡 AB 面平均倾向、倾角均与沉积面坡向、坡度较一致, 而 Mestas 石冰川则相差较大。

表 2 2 号石冰川与科罗拉多 Mestas 石冰川侧坡组构的比较

Table 2 The contrast of fabric between the rock glacier No.2 and the lateral slope of the Mestas rock glacier, Colorado

特 征 值	天山 2 号叶状石冰川		科罗拉多 Mestas 舌状石冰川	
石冰川主流向	340°	340°	180° 左右	180° 左右
测点部位	东侧坡	西侧坡	东侧坡 1	东侧坡 2
沉积面坡向	55°	320°	58°	50°
沉积面坡度	35°	35°	35°	32°
AB 面平均倾向	61°	324°	12°	18°
AB 面平均倾角	38°	37°	81°	72°

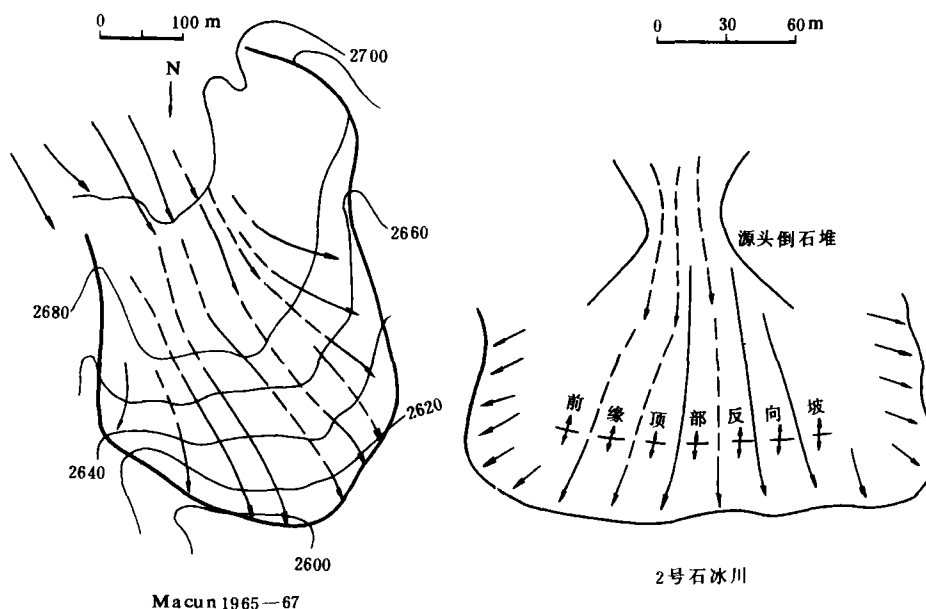


图 4 天山 2 号叶状石冰川与瑞士阿尔卑斯山 Macun 舌状石冰川流向比较示意图

Fig. 4 The contrast of the flowing direction between the lobate-shape rock glacier No. 2, Tianshan and the Macun tongue-shape rock glacier, Swiss

(5) 根据分析, 可认为以上差异主要取决于两个方面: 1) 气候因素: 阿尔卑斯舌状石冰川属海洋性气候下的暖底石冰川, 蠕动速率快, 可达 $0.5\text{--}1\text{ m/a}$, 基部滑动可占石冰川运动的 30% (W. Haeberli, 1985), 这就有利于出现流线朝主斜坡方向分布的特征; 而天山石冰川位于内陆干冷地区、海拔高度大, 具有类似大陆性冷底冰川的特点, 底部滑动的可能性极小, 年蠕动速率小于 0.5 m/a (崔之久等, 1986)。在这种情

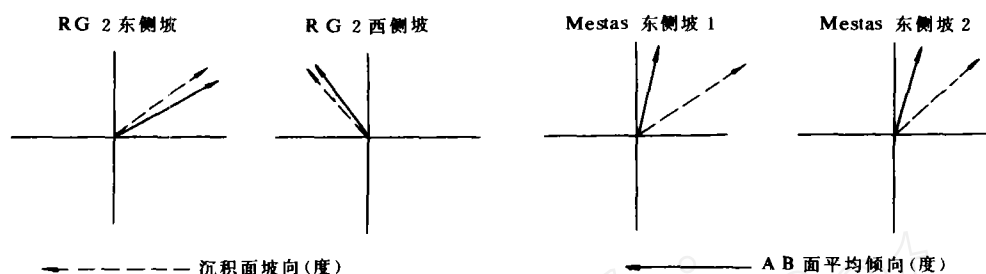


图 5 2 号石冰川和 Mestas 石冰川沉积面坡向与 AB 面平均倾向的对比

Fig. 5 The contrast of the orientation of the deposit plane and the average AB plane between the rock glacier No. 2 and the Mestas rock glacier

形下运动主要是冻结砂砾石层由于压缩流的存在而产生蠕动变形和局部层内剪断(崔之久等, 1986), 此时蠕动速率在石冰川的前缘坡和侧坡差别不大, 因此有利于此类石冰川表层出现扇状分布的流场形势。2) 地形因素: Mestas 舌状石冰川和阿尔卑斯石冰川多顺谷发育, 当其运动时受两侧谷壁限制, 砾石受挤压后 AB 面易朝流向相反的方向定向排列, 且易出现使 AB 面近乎直立的现象, 但由于具备暖底滑动和蠕动速率快的条件仍不影响其朝前缘主斜坡方向的流动趋向, 这一特点与河流相砾石组构有一定相似之处。而天山叶状石冰川发源于崩塌的崖壁之下, 当表层砾石沿扇状流场运动开采时四周不受地形限制, 加之底部难以滑动, 运动以蠕动变形为主, 故 AB 面倾向、倾角多与沉积面坡向和坡度较一致, 这亦是形成宽大于长的叶状石冰川的原因之一。由于该区冰缘过程的定位观测仍在继续之中, 可以肯定今后随着观测数据和其他资料的积累将有助于进一步认识该区石冰川砾石组构与运动特征之间的联系性。

致谢: 本文在计算机处理数据过程中得到黄茂桓研究员的大力协助和热心指导, 在此谨表谢意。

参 考 文 献

- 艾南山 (1982): 砾向组构的矢量计算方法, 兰州大学学报 (自然科学版), 18 (4): 184—185.
 崔之久 (1984): 昆仑山型石冰川的发现及石冰川的最新分类, 科学通报, (13): 810—813.
 崔之久, 朱诚: 天山石冰川等冰缘过程的定位研究. 全国第三届冻土会议论文选集, 北京科学出版社 (待出版).
 Haeblerli Wilfried (1985): Creep of mountain permafrost: Internal structure and flow of alpine rock glaciers. Nr. > > Mitteilunger, 24—105.
 John R. Giardino, John D. Vitek (1985): Astatistical interpretation of the fabric of a rock glacier, Arctic and Alpine Research, 17(2):165—177.
 White S. E. (1981): Alpine mass movement forms: classification, description, and significance, Arctic and Alpine Research, 13(2):127—137.

The Characteristics of the Surface Movement of the Lobate—shape Rock Glacier From the Debris Fabric, Tianshan, China

Zhu Cheng

(The Department of the Geography, Beijing University)

Abstract

There are the decades of the lobate—shape rock glaciers at the head of Urumqi River, they are mainly evolved from talus or scree.

As a generally rule, the single rock glacier is about 60—150 m wide, 35—100 m long and 30—40 m high. There are some antidip slopes, ridges and trough on its top and some compressional—tilted tabutars at the bottom of the front slopes.

The debris fabric in the rock glacier No.2 have shown the following conclusions: 1. The orientation of the AB plane and the A axis are identical with the orientation of their deposit plane. 2. The AB plane is the preferable to the A axis in the orientation of the fabric. 3. Its flowing direction is from the valley wall to the outer and perpendicular to the surface contour of the rock glacier. 4. Its flowing characteristics is different from the tongue—shape rock glacier in the Alps. The major influenced factors are climate and topography.

Key words: lobate— shape rock glacier, debris fabric, moving characteristics