

天山乌鲁木齐河源地区望峰 冰碛的结构构造特征

马 秋 华

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

天山乌鲁木齐河源地区,从现代冰川末端(3650米)到望峰道班(3000米)附近,在绵延12公里的槽谷及其支谷之中广泛分布有不同成因类型的冰碛物,其中望峰道班附近的冰碛物,即本文所称望峰冰碛,在地貌形态、成因类型、组构特征等方面表现最为典型。根据地貌形态、砾石岩性组成上的差异,磨圆、风化程度,以及层位关系等方面的区别,望峰冰碛物可分为下望峰组和上望峰组。

一、望峰冰碛物的分布范围

望峰冰碛以乌库公路里程标记107K+400到109K+300一段冰碛剖面最为完整,包括了全部下望峰组和上望峰组中主要而典型的部分。但在以往的文献^[1、2]中,对下望峰组的东界以及上、下望峰组之间的界线没有具体确定。

在106K+700处,主谷北侧有一支沟垂直注入,并切穿主谷中的堆积物(图1)。支沟基岩底床纵剖面,即主谷基岩底床横剖面形态,下部为30°的斜坡,中部为45°的斜坡。

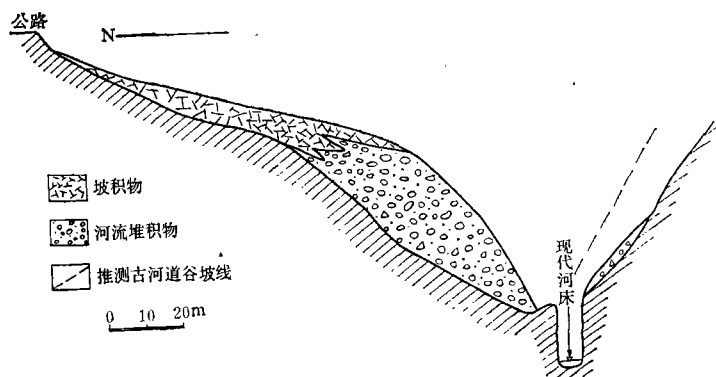


图1 106K+700处实测剖面图

Fig. 1. Deposit section at 106K+700

现代河床在原主谷最低处的南侧切入基岩达14米,原主谷V形形态清楚可辨,如图1中虚线所示。支沟基岩底床之上堆积有厚约40米的砂砾层,其中砾石磨圆程度较好,无任何风化的迹象,而且具有定向排列的特征。在细粒物质集中之处还可见到明显的斜层理

和交错层。从谷底形态和堆积物特征来看,下望峰组冰碛没有到达这里。

图2为107K+700处的实测剖面,该剖面可明显地划分出三层。底层是以粗砂和砾石为主的砂砾层,厚11.6米,其中砾石磨圆程度较高,有定向排列的趋势,在粗砂相对集中之处可见到流水形成的斜层理。中层物质岩性单一,几乎全为片岩,棱角分明,粒径较大,多在40厘米以上。该层厚度为10米,压实相当好,棱角状的砾石参差不齐地伸出剖面之外。上层为厚约40米的砾石层,其中的砾石岩性成分复杂,且具有一定的磨圆度,不少砾石之上可见到冰川擦痕。该层之上有薄层黄土覆盖,近谷坡处过渡为坡积物。

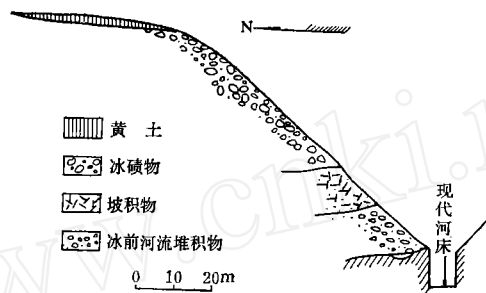


图2 107K+700处实测剖面

Fig. 2. Deposit section at 107K+700

根据剖面特征,可以推测底层应是冰前河流冲积物;待气候变冷,流水减少之后,大量寒冻风化物质覆盖在冲积物之上,构成剖面的中层;气候继续变冷后,冰舌末端到此处并遗留下大量的冰碛物,即剖面的上层。可见下望峰组的东界还在此之东。根据冰碛地貌和谷地地貌形态特征,作者将其东界确定在107K+400处。

由于上望峰组超覆在下望峰组之上,所以下望峰组的西界也是上、下望峰组的界线,但因上望峰组的推挤和后期改造致使该界线模糊不清。在地貌形态、层位关系、砾石风化程度等方面进行综合分析之后,将其分界确定在108K+560处。该处槽谷在平面形态上有一明显的变化,由于北侧谷坡在走向上的转折,使槽谷宽度减少百余米而成“盲肠状”。因此上望峰冰碛物堆积宽度约300米,而下望峰组堆积宽度仅200米左右。在冰碛地貌形态上,上望峰组冰碛物表面起伏不平且多覆以巨砾(图3)。然而在此界线以东的下望峰组已为其后期的流水作用所蚀平,并构成目前的阶地状平台。北侧平台宽50—100米,纵坡比降约为5°,望峰道班房就座落在该平台之上。在高出平台后缘约30米的谷坡之上,尚有下望峰组的残留部分。上望峰组冰碛物的前端以不整合的方式叠覆在下望峰组之上,在物质构成上具有明显的差别。上望峰组的前端是冰上融出碛和冰前冰缘堆积物质,物质成分比较单一,几乎全为片岩,而且棱角明显,尤如寒冻风化的新鲜产物。而下伏的下望峰组砾石岩性则相当复杂,且具磨圆特征,为典型的冰下融出碛。下望峰组中的砾石风化程度较深,大部分砾石具有明显的风化晕,某些砾石晕厚在3厘米以上,个别已彻底风化不堪一击。砾石表面普遍具有钙膜,厚者可超过2毫米,而上望峰组中的砾石却没有如此深的风化程度。下望峰组之上广泛覆有细粒物质和黄土层,而上望峰组则仅在局部地方才有黄土的覆盖,连同其上的土壤层也不及1米。

上望峰组的西界大致在罗卜道沟口的东侧，在长约 5 公里的槽谷之中，由明显可辨的 7 道终碛垅组成^[1]。其中，108K + 560—109K + 300 为上望峰组规模最大而且最为集中的一道，由此往西，则终碛垅的规模逐渐变小，但都保持着原始的形态，在纵横剖面上都具起伏不平的特点。从终碛垅分布的特征来看，上望峰组在堆积过程中经历了多次的气候变动，但总的趋势是逐渐变暖。

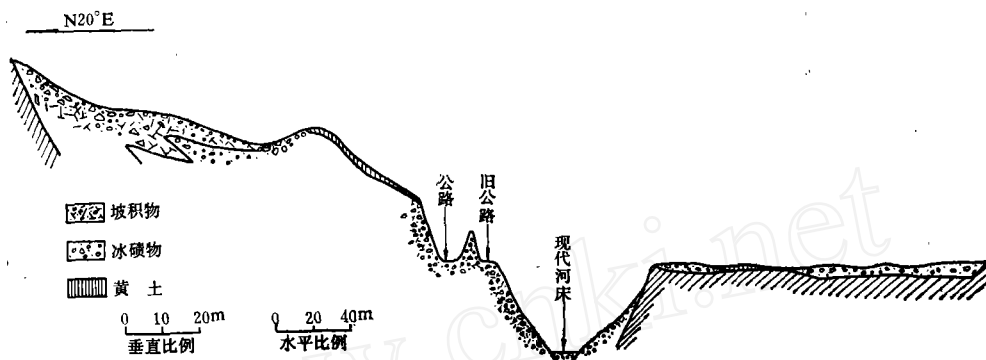


图 3 108K + 920 处的实测横剖面

Fig. 3. Cross section of the moraine at 108K + 920

二、望峰冰碛物的基本特征

由于乌库公路的修建，在上望峰组冰碛物中拓出数段人工剖面，其中 108K + 560—109K + 300 一段内容丰富、结构清楚而且保存完整，这就是所谓望峰冰碛剖面(图 4)。

(一) 剖面的宏观特征

1. 成层性：冰碛物在人们的印象中是大小混杂没有层次的，但对望峰剖面经过仔细观察和研究后，发现冰碛物并非完全如此。

成因类型的不同可使冰碛物在颜色、物质构成、密实程度、粒度组成和磨圆程度等方面表现出明显的区别，据此可划分出冰下融出碛、冰上融出碛和流碛等成因类型^[2]。图 4 中剖面 210—300¹⁾ 米和 570—730 米的下部为棕黄色的冰下融出碛，其结构致密，很少有孔隙存在，砾石磨圆程度较高，岩性成分复杂。在磨圆较差的细小小于 (5 厘米) 物质中散布着巨砾，大者可超过 1.5 米。这些砾石多为眼球状片麻岩、花岗岩、花岗闪长岩、硅质岩和辉绿岩。另外尚有为数不多的凝灰质砂岩和安山岩。局部地方砾石排列成石线，但没有成层的特征。冰下融出碛往往构成冰碛物的主体，在下望峰组中厚度超过 40 米，在上望峰组中的出露厚度也超过了 30²⁾ 米。0—210 米和 410—470 米两段剖面和 510—600 米一段剖面的上部为冰上融出碛，因其中的砾石大多来自附近的绿色片岩谷坡，故在剖面中呈现灰色，砾石磨圆很差，多为棱角状和次棱角状。又因是冰面碎屑或冰内

1) 以剖面东端为起点的剖面累计长度，以下同。

2) 包括公路以下、河床以上的剖面部分。

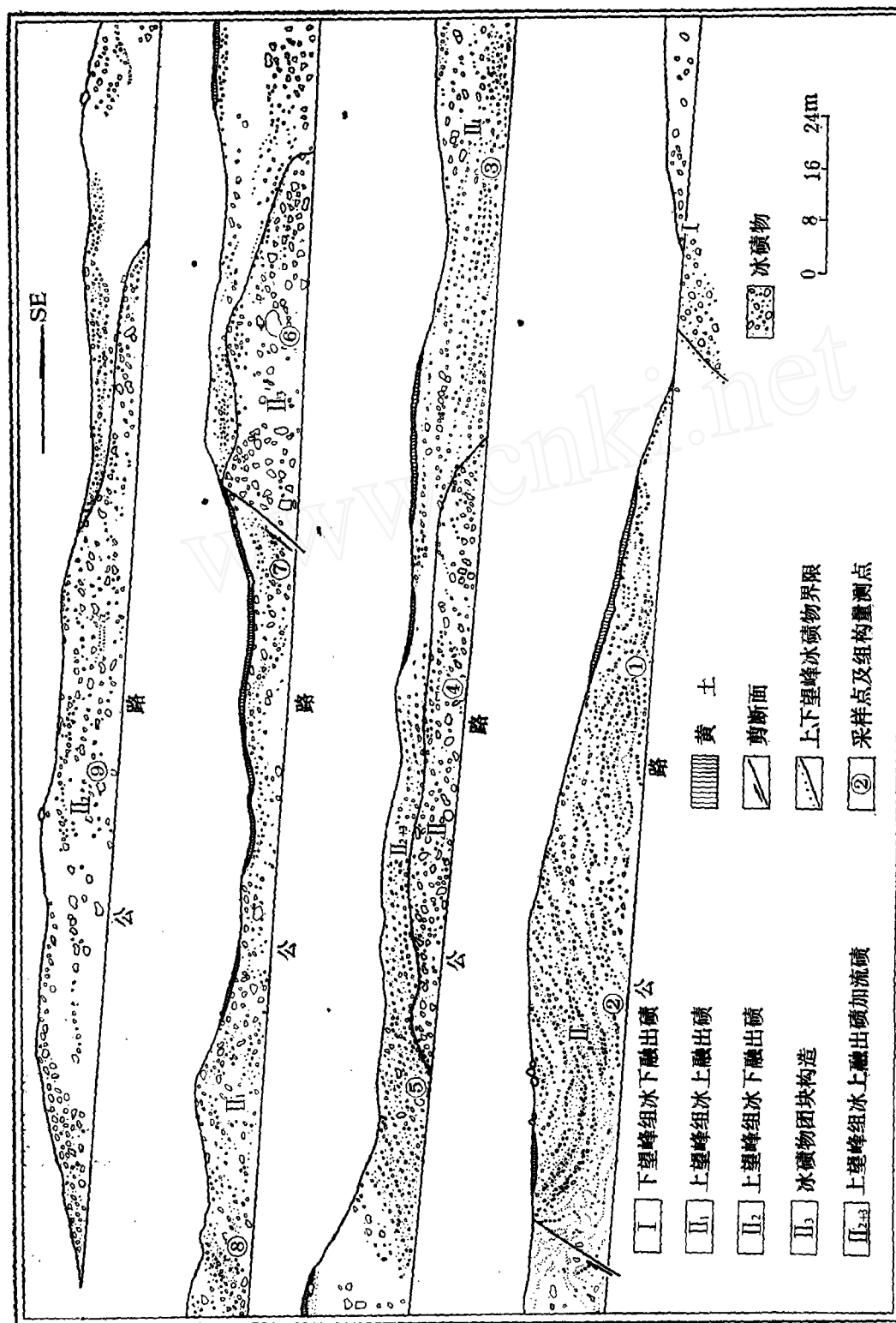


图4 望峰冰碛实测剖面

Fig. 4. Section of Wangfeng moraine

碎屑融出冰面并堆积而成,故结构疏松,可随意抽取其中的砾石。冰上融出碛具有明显的成层性。流碛存在于剖面的上部,在其形成过程中因有足够冰融水的参与,冰面融出物接近或达到液限而产生流动,与此同时细小颗粒受粗大颗粒的排挤和顶托也可在客观上造成分选现象,但并不彻底,与流水形成的分选有着本质的区别。砾石之间蜂窝状的孔隙较多,故很疏松,剖面中有粗细物质各自相对集中而形成的小型团块构造,面积都在1平方米以下。流碛亦具成层性,加之物质组成上又与冰上融出碛相似,故难以与冰上融出碛区别开来。

次一级的层次主要是指同一成因类型冰碛内的成层性,这种次一级的成层性在冰上融出碛和流碛中较为发育。如图4中0—210米,片岩砾石构成的层次在剖面上竟可呈现为“背斜”和“向斜”的形态,而300—330米处则又呈现为明显的“单斜”形态,视倾角 15° 左右。而其东侧冰上融出碛又随下伏的冰下融出碛顶面的起伏而呈现“波状”形态。在330—400米处的剖面中部,流碛中的层次又具水平形态。这些层次没有粗细物质的韵律变,因此不能称为层理,而是靠粗细物质相对集中或由不同岩性的砾石在剖面中的成层排列表现出来。粗细层之间没有界面或规律的过渡,而是粗中有细,细中有粗,连续性很差,多为连续的透镜体状产出。

2. 超覆和冲断现象: 不同时期的冰碛物或者不同类型的冰碛物往往有后成者斜倚在先成者后侧方的现象,这在终碛垅中的表现最为明显,在剖面上则构成倾向于上游的叠瓦状形态。

在望峰剖面中,上望峰组超覆在下望峰组之上,并且由于下望峰组的阻挡使其前端(剖面130米处)产生冲断并形成挤压揉皱现象,这在其他成因类型的第四纪松散堆积物中是难以见到的。在420米处亦有类似的冲断现象,上望峰组中的冰上融出碛受其前方的团块包裹体的阻挡而产生冲断。不同类型冰碛物之间的超覆现象在剖面中有多处是明显可辨的(图4)。

3. 具有集中堆积的特征: 对这一特征的广义理解是,冰碛物只在冰川作用区分布,其中各种垅岗状的冰碛地貌又集中了绝大部分的物质;而狭义理解则是同一冰碛垅内,如望峰终碛垅,在不同地段、不同位置上其物质构成在结构、岩性、粒度和磨圆程度诸方面有着明显的差别,当然不同时期的冰碛垅间的这种差别就更为明显。下望峰组与上望峰组相比,前者缺少凝灰质砂岩和页岩,而红五月桥处的冰碛物又缺少望峰冰碛物中较为普遍的眼球状片麻岩。不同时期的冰碛物在砾石岩性种属上的差别是和冰川侵蚀作用区内的基岩岩性复杂程度有关。

不同成因类型的冰碛物在结构上虽有不同,但各自具有相对的一致性。冰下融出碛较为密实,砾石成分比较复杂,在剖面中呈棕黄色;而冰上融出碛和流碛则很松散,砾石相互支撑,孔隙甚多,大部分物质又来自附近的片岩谷坡,故岩性极为单一,在剖面中呈灰绿色。成因类型的差异又使冰碛物中的砾石磨圆度具有明显的区别,冰下融出碛有大量冰融水的参与,故磨圆度高。

冰川在运动中没有流水所具有的横向环流,故被冰川挟持前进的物质无法左右交换,使终碛垅和侧碛垅中的物质左右有所不同,即便犬牙交错,也仍保持着相对的集中趋势。如上望峰冰碛物在罗卜道沟口处的北侧有凝灰质砂岩和页岩,而南侧则缺失。

在望峰剖面360—410米处,整个剖面几乎全为巨砾,粒径多在1米以上,大者可达8米,岩性单一,棱角明显,这种团块包裹构造^[2]也是集中堆积的一种表现,是冰川集中侵蚀某处基岩,在冰川末端又相继堆积在一起形成的现象。

(二) 砾石组构和粒度特征

1. 组构特征:从望峰剖面九处砾石组构量测的结果来看,不同成因类型的冰碛物的组构特征以及它们的稳定性都不相同。冰下融出碛形成于冰下孔穴和空隙之中,生成环境比较一致,故组构特征较有规律。从数处量测的结果看,a轴倾角较小,有平行于冰川运动方向的趋势;ab面倾角大都在30°以下,无明显的倾向优势。如剖面240米处,砾石a轴走向近于东西,倾角为10—20°,ab面倾角多为20—25°。冰上融出碛和流碛在剖面的不同地段则有不同的组构特征,砾石a轴方向和ab面的倾向倾角都无规律性的趋势。如剖面90米处,砾石a轴方向和ab面倾向均为北北西向(NW 0—20°);160米处,砾石a轴走向和ab面倾向为北东向;300米处,砾石ab面倾向则集中于北西10—30°的范围之内,其余各点也反映出砾石组构因地而异的特点。这种砾石组构特征多变的原因就在于冰上融出碛和流碛在停积过程中具有较大的自由,而且在停积后又因寒冻融冻作用,使冰碛物中的砾石顺坡滑动或滚动;当冰碛物下伏的死冰融化时,冰碛物由高处滑落到低处,同样也使冰碛物丧失原始的产状。这种死冰并非一次就可彻底消融,因此上覆的冰碛物也随之产生多次易位,这种现象在6号冰川小冰期终碛垅处是很容易观察到的。这种过程不仅给流碛和冰上融出碛带来区别上的困难,而且也难以用组构特征做为冰上融出碛和流碛的鉴别依据。

2. 粒度特征:作者对望峰剖面的13个样品进行了粒度(小于0.2毫米)分析,其累积曲线都较平缓,但比洪积物要陡;频率曲线都呈双峰或多峰形态,与冲积物截然不同,这些特征表明冰碛物的分选是较差的。从频率曲线上可以看出冰下融出碛的主峰大都在中砂范围内,而冰上融出碛其主峰多在粗砂范围之中。

(三) 微组构特征

以往文献报道的扫描电镜下的冰碛石英颗粒表面特征,在望峰冰碛物中都可见到,这里不再详述,但值得提出的是冰碛物的微结构特征。作者在扫描电镜下曾对冰碛物的微结构进行过观察,并与泥石流堆积物做过比较,发现冰碛物有如下的特征:(1)岩屑和矿物碎屑具成层排列的趋势;(2)岩屑和矿物碎屑相互支撑并构成空隙或孔洞;(3)冰碛物中的孔洞形状是不规则的,洞内有碎屑和小洞。泥石流堆积物的颗粒外围有泥膜,泥膜呈流线体形状越过颗粒,孔洞较少,并且内壁较为光滑整齐,没有过多的碎屑伸入洞内。

参 考 文 献

- [1] 王增泰等,1981,天山乌鲁木齐河源的冰川沉积,冰川冻土,第3卷增刊。
- [2] 崔之久,1981,天山乌鲁木齐河源冰碛垅与冰碛沉积的类型和特征,冰川冻土,第3卷增刊。

(本文于1983年2月10日收到)

Features of Wangfeng Glacial Moraine at the Headwater of Urumqi River in Tianshan

Ma Qiuhua

(Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology, Academia Sinica)

Abstract

Distributive boundary line between the Lower Wangfeng and the Upper Wangfeng moraines and the eastern boundary of Lower Wangfeng moraine have been ascertained in this paper according to the features of the cross sections actually surveyed onthespot. Besides, the author has made a detailed study on the macroscopic and microscopic structures of longitudinal section of Wangfeng moraine and conclusions are as follows:

- 1) Laminar structures are found in the moraine;
- 2) The feature of concentrated accumulation exists in the moraine;
- 3) Phenomena of overlapping of overfault and of folded fault in the section are also seen.