

文章编号 1001-8166(2006)11-1164-07

# 乌鲁木齐河源 1 号冰川不溶微粒的季节变化特征

尤晓妮<sup>1</sup>, 李忠勤<sup>2</sup>, 王飞腾<sup>2</sup>, 朱宇曼<sup>2</sup>

(1. 天水师范学院, 甘肃 天水 741000; 2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 冰芯中的不溶微粒是反映大气粉尘的良好指标,亦是冰芯定年的重要方法。为了探究不溶微粒在雪层中的季节变化特征,对采自乌鲁木齐河源 1 号冰川 4 130 m 处的雪冰样品进行不溶微粒分析。表层雪中粗微粒浓度在一年中有 2 个峰值,分别出现在 12 ~3 月、6 ~9 月,总微粒只有一个峰值区,出现在 4 ~8 月。对比同期气象资料发现,其受降水、大气环流以及局地风影响显著。结合雪层物理剖面和微粒在雪层中的浓度发现,污化层是粗颗粒(直径大于 10 μm)聚集的区域。对该粒径范围的微粒浓度峰值进行跟踪,发现不溶微粒在雪层中的浓度和位置变化与融水、物理成冰过程密切相关。

**关键词** 1 号冰川;不溶微粒;数量浓度;季节变化

**中图分类号** P343.6 **文献标识码** A

## 1 引言

冰芯记录在反映大气粉尘变化方面具有独特的优势。通过对冰芯中不溶微粒的研究,可以高分辨率地恢复 10<sup>2</sup> ~10<sup>5</sup> 年来大气粉尘记录。在过去的几年中,许多学者已经在全球不同的区域进行了相关研究<sup>[1-6]</sup>。中纬度山地冰川因为靠近沙尘源区成为揭示沙尘暴源区变化、沙尘传输路径以及气候演化的有效手段,并越来越多地受到关注<sup>[7-9]</sup>。有结果表明,中纬度地区(25°~40°N)是受沙尘暴影响最为严重的区域<sup>[10,11]</sup>,特别是春季尤为突出<sup>[12]</sup>。我国对降雪和冰芯中的不溶微粒有过一定的研究,包括青藏高原冰芯和南极冰雪样品,都取得了相当的成果。祁连山的敦德冰芯很好地解释了沙尘暴的历史记录和演变规律,可以与历史文献记录进行对比研究<sup>[13-15]</sup>。气-雪界面不溶微粒的研究作为探求粉尘沉积特征的一个重要方面,亦在不同区域开展<sup>[16-18]</sup>。

利用污化层进行冰芯定年是常用的定年方法之一<sup>[19]</sup>。然而,冰芯中的微粒记录不仅受到沉积过程的影响,还与融水参与的后沉积过程密切相关。了解不溶微粒在雪-粒雪层中的演化规律,是利用污化层恢复古环境与古气候、进行冰芯定年的前提和依据。然而,受到长期观测和连续取样条件的限制,不溶微粒在后沉积过程中的演化在文献中少有报道。鉴于此,本研究基于长期连续的观测资料,系统研究了天山乌鲁木齐河源 1 号冰川表层雪中不溶微粒的季节变化及其在后沉积过程中的变化特征。

## 2 采样点描述

1 号冰川(43°06'N, 86°49'E)位于天山东段,四周被广袤的沙漠包围。南面是位于塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠和柴达木盆地沙漠,东临位属东新疆和西甘肃的沙地,以及内蒙古戈壁高原,北面与位于准葛尔盆地的古尔班通古特沙漠呼应,西与巴基斯坦的木云库姆沙漠相邻(图 1)<sup>[20]</sup>。

收稿日期:2006-04-07;修回日期:2006-10-09。

\* 基金项目:中国科学院寒区旱区环境与工程研究所引进国外杰出人才基金项目(编号 CACX2003101),国家自然科学基金项目“天山乌鲁木齐河源 1 号冰川与奎屯河哈希勒根 51 号冰川冰雪过程观测与研究”(编号:40371028)和“干旱区周边山地冰芯中不溶微粒与粉尘记录研究”(编号:40301009)和“2000 年来高分辨率气候环境记录研究”(编号:90102005);国家自然科学基金创新群体项目资助。

作者简介:尤晓妮(1980-),女,甘肃陇南人,讲师,主要从事冰雪化学与地理教学和研究工作。E-mail:zhuatang@tom.com

1 号冰川由东、西两支组成, 面积  $1.79 \text{ km}^2$ 。绕其分布的是大量裸露的岩石和山体以及冰碛沉积。对这些冰碛物进行分析发现, 角闪石和绿帘石是主要的重金属成分, 而石英、碱性长石和斜长石是主要轻金属组成, 这些物质富集有大量的钠、钙、镁、铁等元素<sup>[21]</sup>。5~9 月是 1 号冰川主要的降水发生期, 集中了全年 90% 的降水<sup>[22]</sup>。同期亦是冰川的强烈

消融期。1959—2003 年间冰川零平衡线波动在海拔 4 055 m 处。本项研究中采样点位于 1 号冰川东支渗透带粒雪盆后壁, 海拔 4 130 m。采样期间该处年平均温度为  $-9.1 \text{ }^\circ\text{C}$ , 年降水量接近 700 mm 水当量。少量的太阳辐射和特殊地形使完整的雪坑剖面得以保存。

采样点完整的雪层组成自上而下依次为: 表层

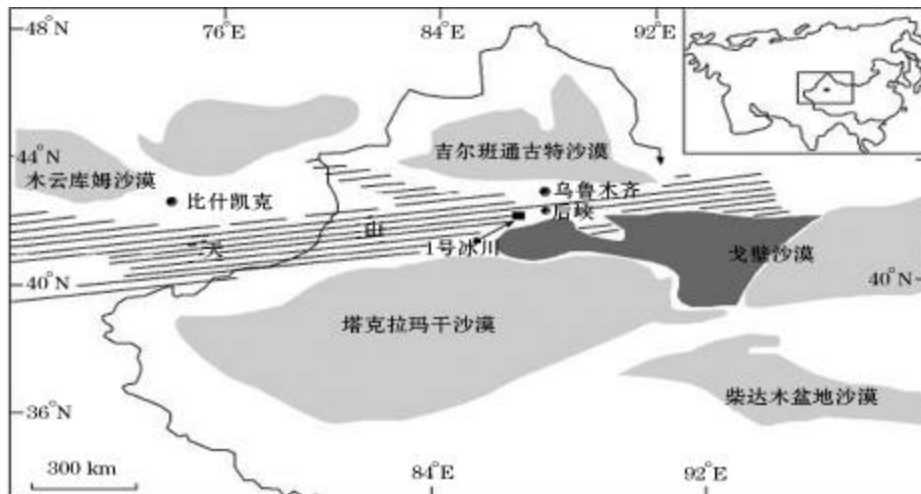


图 1 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川地理位置示意图

Fig. 1 Geographic environment of the head of Urumqi river

新雪、细粒雪、粗粒雪、粒雪冰、冰川冰<sup>[23]</sup>。冬季由于气温始终处于负温, 雪层主要受到风吹雪、升华以及自身密实化的影响, 厚度最为稳定。夏初空气温度上升至  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , 雪层上部开始融化导致雪层的快速减薄, 此时的消融主要包括前一年秋季以来的积累。夏末秋初, 融水达到最大, 穿越年层到达粗粒雪底部, 对该层粒雪进行改造并与其胶结形成粒雪冰。另有少部分融水形成冰面径流流失。

### 3 样品采集与分析

所有样品均取自同一雪坑。取样前, 需用经过预处理的刮刀将取样剖面纵深 10 cm 的雪层除去, 以保证所取雪样没有受到太阳辐射、地面风及人为污染的影响。雪坑样品的采集利用干净的聚乙烯样品瓶自上而下以 10 cm 的间隔, 垂直插入壁面直接获取。在较为粗硬的粗粒雪层和粒雪冰层则用刮刀刮取。新雪和保存较好的表层雪(没有受到蒸发、融化等后沉积过程影响的粒雪)的采集主要用来分析采样点附近不溶微粒在降水及干沉降中的季节变

化。冬季由于降水稀少, 我们仅对表层 3 cm 雪样进行采集, 采样前如果发生降水, 则小心取表层 1 cm 的新雪。夏季降水丰富, 根据采样间隔期降水量的大小和表层雪的物理特性对表层 3~5 cm 新雪进行采集。取样时, 利用刮刀小心收集至取样瓶。为避免污染, 采样结束后将雪坑重新填埋, 直至下次取样前再次挖开。取样间隔期为 1 周。在整个取样过程中, 野外操作人员均穿戴有清洁的口罩和帽子, 无微粒物的外套和聚乙烯手套, 以防止对样品的污染。样品采集完毕之后被密封在聚乙烯样品瓶中, 冷冻状态下运至兰州天山站冰雪化学实验室进行分析。自 2003 年 9 月至 2004 年 9 月, 共有 54 个表层雪样品(1 个样品由于受到融水影响而舍弃), 1 011 个雪坑样品被收集分析。

Coulter Counter 是应用最为广泛的微粒分析仪, Thompson<sup>[24]</sup> 和 Marry<sup>[2]</sup> 曾对其工作原理及操作过程进行了详细的说明。在本项研究中, 我们引进光学粒径监测仪 AccuSizer 780A 测量样品中不溶微粒的粒径及浓度<sup>[25]</sup>。AccuSizer 780A 采用单粒子光学传

感技术(SPOS),有 8 ~512 粒径通道,0.5 ~400  $\mu\text{m}$  测量粒径范围内的重复性误差小于 5%。微粒分析在 100 级超净工作台进行。分析前,令样品在室温下自动融化。用去离子超纯水反复清洗管路及仪器系统直至系统微粒含量低于 50 个/mL。此外,稀释液在每次更换时需要进行背景值的计算,并在结果中予以扣除。

## 4 结果与讨论

### 4.1 表层雪中不溶微粒浓度的季节变化

本研究中表层雪包括新降雪和风吹雪。近地面

风主要通过两种方式影响表层雪中不溶微粒的含量。一方面对近地面空气进行淋洗和清除,增加表层雪中不溶微粒浓度;另一方面通过改变表层雪的初始位置对其进行再分配。本文依据粒径的大小,将粒径  $>10 \mu\text{m}$  和  $<1 \mu\text{m}$  的不溶微粒分别称之为粗微粒和细微粒。由于总微粒浓度中 80% 以上为细微粒,其变化基本反映了细微粒的浓度变化。因此,本文仅对粗微粒、总微粒浓度在表层雪中的季节变化特征进行分析。

图 2 为不溶微粒在表层雪中的浓度、同期降水、局地风速变化信息。表层雪中总微粒浓度曲线在 4

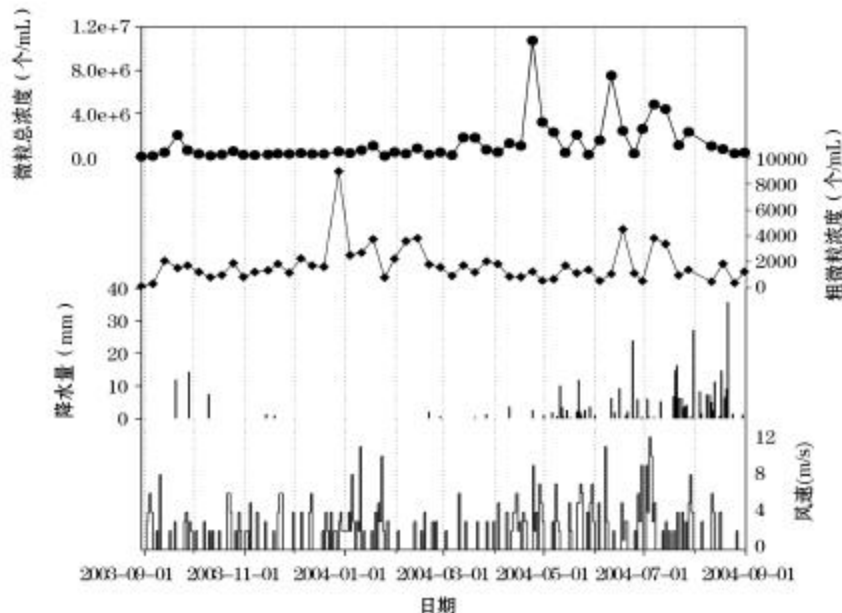


图 2 表层雪中粗微粒、总微粒浓度的季节变化及同期局地盛行风风速和降水变化

Fig.2 Seasonal changes in large particle and total particle concentrations in surface snow and daily variability of precipitation and the prevailing wind speed versus time from September 2003 to September 2004

~8 月有明显的波动,并出现最大值。9 月到次年 3 月则较为稳定且浓度值很小。粗颗粒的浓度分布呈现出双峰结构。两个峰值分别出现在冬季(11 ~3 月)和夏季(6 ~9 月),春季和秋季相对较低。来自大西沟气象站的气象资料显示,表层雪中微粒浓度的大小与降水和风速(N E 和 W E)有关。夏季盛行东北风和频繁降水使得粗微粒和总微粒浓度均有明显波动。冬季的盛行西北风成为该区粗微粒浓度峰值的主要原因。

不溶微粒主要通过干、湿沉积降落至冰川表面。粗微粒因其质量较大在大气中停留时间短,很难发

生长距离传输,因此常被认为是局地环流的产物。细颗粒则因质量相对较小极易被气流搬运作长距离传输。沙尘的移动与冷锋和低压的形成及活动有关<sup>[7]</sup>。春季,在西风上升气流的作用下,广袤的沙源地形成大量沙尘并穿过天山地区逐渐向东运移。与此同时,亦有大量水气在西风影响下向东移动<sup>[24]</sup>。结果使得天山东段进入一年中降水最多的季节。这种大量沙尘来源和降水几乎同期的特点,使得大气粉尘较多的以湿沉降的方式降落至冰川表面。进入夏季,虽然粉尘来源有所减少,然而由于最大降水量的存在,依然有大量不溶微粒在冰川表面

沉降。同时, 东北风作为盛行谷风, 携带山谷里大量的岩石碎屑和裸露的冰碛物, 落至 1 号冰川表面, 增加表层雪中不溶微粒的含量。此外, 东北风在爬越河谷时, 由于锋生作用和巨大的山体阻挡, 形成局地降水<sup>[29]</sup>。这种来自局地环流的水汽和大气环流从远处输送的水汽成为乌鲁木齐河源区降水的主要水汽来源, 有利于大气粉尘的湿沉降。从 11 月至来年 3 月, 降水量非常稀少, 大气中的微粒主要依靠近地面的空气湍流、雾沉降及自身的重力降至冰川表面。受到地形及高空环流的影响, 河源区的盛行地面风以西北风为主。西北风是该区盛行山风, 由于降水少, 加之经过夏季的强烈消融使得地表覆盖减少, 岩石大量裸露, 增加了颗粒物的来源, 山风过境造成粗颗粒的冬季浓度峰值。

4.2 不溶微粒在雪—粒雪层中的演化

4.2.1 污化层的演化特征

图 3 表示不溶微粒在雪—粒雪层中的浓度及平均粒径的分布。不难发现, 雪层剖面中的可见污化层与粗微粒浓度(LPC)峰值有很好的对应。总微粒浓度(TPC)峰值对污化层的反映却没有很好的连续性。细微粒浓度(SPC)峰值与污化层并没有很好的对应关系, 甚至还存在污化层处细微粒减少的现象, 说明细微粒在后沉积过程中较为敏感, 极易受到溶水的携带和淋溶作用而流失。加权平均粒径亦是污

化层的良好指标, 其分布曲线与粗颗粒浓度分布曲线极为相似。因此在分析中也可用其表征污化层。

由于细微粒在剖面中的浓度峰值变化对污化层并没有很好的指示, 加之细微粒受融水的影响非常复杂, 很难用峰值跟踪的方法追寻到其行踪。本文仅对粗微粒的变化进行了分析, 得出了 2003 年 9 月到 2004 年 9 月整年度的污化层演化过程(图 4)。

浓度峰值  $P_1$ 、 $P_2$  分别表征雪层底部的两个污化层。据推测分别形成于 2002 年和 2003 年夏末。 $P_1$ 、 $P_2$  在 2003 年 9 月底距粒雪冰面分别为 40 cm、80 cm, 2004 年 3 月下旬变为 36 cm、76 cm, 均减少了 4 cm。这段时期气温较低, 污化层的下移由雪层的密实化引起。2004 年 1 月开始, 雪层上部出现了小的峰值, 很可能是由于少量的降水和微弱的蒸发<sup>[26-28]</sup> 及盛行山风使得升华、干沉降成为该时期主要的后沉积方式。与此同时, 表层一个微粒浓度峰值  $P_3$  逐渐显著起来, 估计与这段时间频繁的沙尘事件有关。2004 年 4 月到 7 月初, 温度的升高带来了微弱的表面融水, 削弱了雪层上部不溶微粒峰值。降水的频繁出现使得表层 10 ~30 cm 连续出现浓度峰值。在此之前, 雪层中粗颗粒的剖面分布都较好的保存了前一年夏末的状态。7 月中旬到 8 月底, 不溶微粒在雪层中经历了最大程度的改变。 $P_1$ 、 $P_2$  距冰面的距离剧减至 15 cm、45 cm,  $P_3$  也由 7 月初的 125 cm 减至 75 cm。这种大规模的浓度峰值迁移是由于温度升高致使雪层融化, 融水渗浸造成的。夏末融水大量出现并下渗至粗粒雪层, 当遇到较为坚硬的不透层即发生再冻结并释放大潜热, 这些热量成为加热底部雪层的重要热源, 从而引起进一步的融化和冻结, 导致粒雪冰面升高。与此同时, 雪坑上部粒雪完全消融, 雪层厚度从 200 cm 锐减至 126 cm, 大量不溶微粒在  $P_3$  富集并最终形成强污化层。污化层  $P_1$  以较大的厚度滞留于冰面, 成为冰面污化。

因此, 大气粉尘一旦降落至冰川表面, 在气温等条件满足的情况下, 就会在融水参与的后沉积作用下向下迁移, 并在特殊层位聚集形成小的峰值。由于融水对微粒的携带、雪层的融化消失以及不同的雪层下移速度使得部分微粒峰值发生合并和重叠, 并继续下移, 在夏末呈现明显的带状分布, 我们称这层含有丰富微粒信息的层位为污化层。污化层在雪—粒雪层压力以及融水的作用下继续以较慢的速度向下迁移, 并不断接受来自其上部的微粒, 直到春季其上部因频繁的沙尘事件形成新的、较具规模的峰值。第三年夏末下移至冰面, 成为冰面污化, 同时

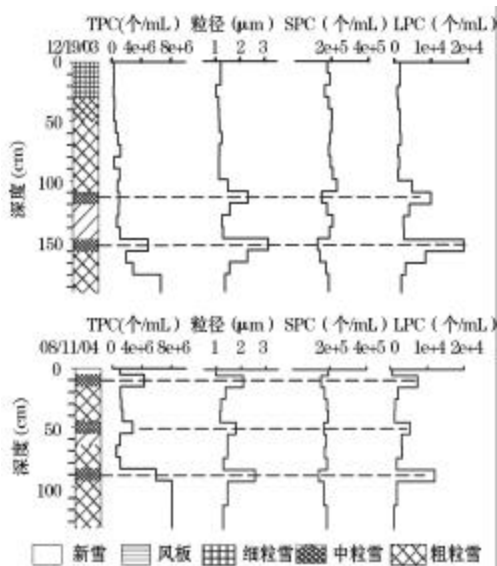


图 3 微粒浓度、加权平均粒径、粗颗粒所占数量及浓度百分比在雪层中的分布

Fig.3 Depth distribution of microparticles in snow-firn pack

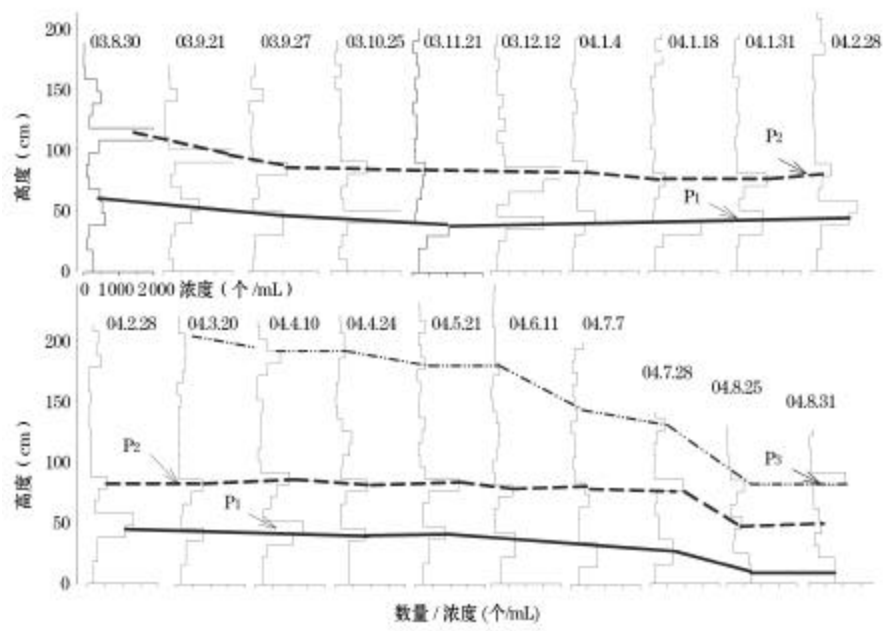


图 4 粗微粒在雪—粒雪层中的演化示意图

Fig. 4 The evolution process of large particles in snowpack

$P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  代表 3 个典型的浓度峰值(即污化层)

$P_1$ 、 $P_2$  and  $P_3$  indicate three typical dust-rich layers

一个新的污化层开始在雪层上部显著。

4.2.2 污化层的浓度变化

污化层除了发生位置的迁移,其浓度也因时间发生变化。图 5 显示了污化层中粗微粒的浓度变化情况(黑色加粗直线经过 3 点平滑)。就总的趋势来说,  $P_2$  在冬季相对较低,且变化幅度不是很大。3 月末开始出现明显的增加,并伴有较大的波动。夏末恢复低值。 $P_1$  的浓度在 12 月至 5 月出现明显的波动和高值,进入夏季反而浓度降低。

由于污化层  $P_1$  位于  $P_2$  下方,且形成时间早,故其平均浓度相对较高(分别为 10 687 mL/L、8 102 mL/L)。 $P_2$  受融水的影响相对较大,主要变化期出现在消融强烈的夏季。而  $P_1$  的浓度在夏季仅略有升高,这是由于  $P_1$  位于雪层底部,受到融水的干预较小。而污化层  $P_1$  在夏末进入冰层也是其浓度增加不多的原因之一。冬季,  $P_1$  浓度的波动区,对应  $P_2$  浓度的相对低值区。这有可能是两个污化层之间在无融水参与下发生的由  $P_2$  至  $P_1$  的物质迁移。当然,除了内部不溶微粒的迁移外,取样位置的差异也会导致污化层浓度的变化。

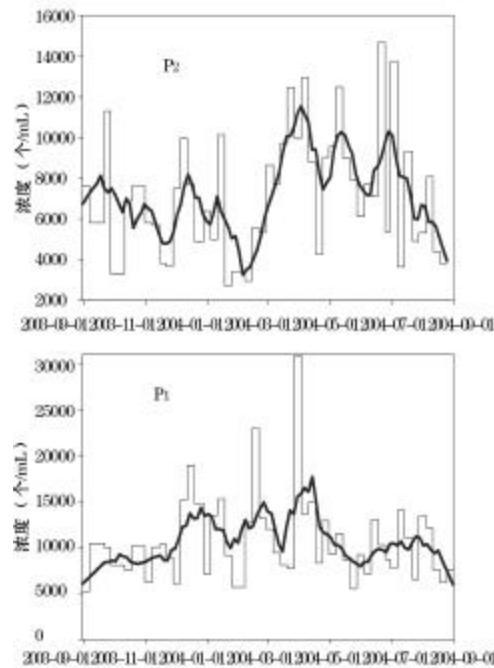


图 5 污化层中粗微粒浓度的变化

Fig. 5 The variation of large particles in dust layers

## 5 结 论

本文通过对取自乌鲁木齐河源 1 号冰川积累区的表层雪和雪坑样品进行不溶微粒季节演化的分析研究得出:

(1) 不溶微粒的季节分布受到大气环流以及局部小环流的影响, 包含有丰富的气候信息。总颗粒浓度高值伴随着当地雨期出现在 4~8 月, 粗颗粒则因盛行东北风和西北风的影响而有 2 个峰值, 分别在 11~2 月、7~9 月。

(2) 污化层是粗微粒聚集的层位。冬季, 不溶微粒在雪层中较为稳定, 其浓度变化主要受到雪层上部升华、干沉积和雪层自身的密实化影响。夏季, 整个雪坑在融水的作用下经历了最大的后沉积改造。但是雪层底部仍然保存了大气粉尘的基本信息。每年夏末有一个污化层没入冰层, 并在上部出现一个新的污化层, 这种演化模式为利用污化层进行冰芯定年、利用微粒含量恢复历史气候提供了证据。

### 参考文献(References):

- [1] Thompson L G, Miesley-Thompson E, Davis M E, et al. Holocene-Late Pleistocene climatic ice core records from Qinghai-Tibetan plateau[J]. *Science*, 1989, 246: 474-477.
- [2] Marry Davies. Paleoclimatic Records from Tibetan Plateau Ice Cores[R]. *Reports on Doctor Research Work*, 2003.
- [3] Wake C P, Mayewski P A, Li Z, et al. Modern eolian dust deposition in central Asia[J]. *Tellus*, 1994, 46B: 220-223.
- [4] Petit J R, Mounier L, Jouzel J, et al. Palaeoclimatological and chronological implications of the Vostok core dust record[J]. *Nature*, 1990, 343: 56-58.
- [5] Flacco R J, Palais J M, Germani S, et al. Characteristics and possible source of a 1479 AD volcanic ash layer in a Greenland ice core[J]. *Quaternary Research*, 1993, 39: 267-273.
- [6] Wu Guangjian. Study on Microparticle in the Mustagata and Guliyi Ice Core[D]. Lanzhou: CAREERI, CAS, 2004. [ 邵光剑, 慕斯塔格和古里雅冰芯中微粒记录研究[D]. 兰州: 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 2004.]
- [7] Ing G K T. A dust storm over central China[J]. *Weather*, 1969, 27: 136-145.
- [8] Jackson M L, Gillette D A, Danielsen E F, et al. Global dustfall during the quaternary as related to environments[J]. *Soil Science*, 1973, 116: 135-145.
- [9] John T, Merrill, Mitsuo Uematsu. Meteorological analysis of long range transport of mineral aerosols over the North Pacific[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1989, 94(D6): 584-598.
- [10] Uematsu M, Duce R A, Prospero J M, et al. Transport of mineral aerosol from Asia over the North Pacific ocean[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1983, 88: 343-352.
- [11] Prospero J M, Uematsu M, Savoie D L. Marine aerosol transport to the Pacific ocean[J]. *Chemical Oceanography*, 1989, 10: 188-218.
- [12] Gao Y, Anmto R, Zhou M Y, et al. Relationships between the dust concentrations over Eastern Asia and the remote North Pacific[J]. *Journal of Geophysical Research*, 1992, 97, D9: 867-9872.
- [13] Liu Chunping, Yao Tandong, Thompson L G, et al. Microparticle concentration within the Dunde ice core and its relation to dust storm and climate since the little ice age[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1999, 21(1): 9-14. [刘纯平, 姚檀栋, Thompson L G, 等. 敦德冰芯中微粒含量与沙尘暴及气候的关系[J]. *冰川冻土*, 1999, 21(1): 9-14.]
- [14] Liu Chunping, Yao Tandong, Xie Shucheng. Characteristics of microparticle variation and record of atmospheric environment in Dunde ice core[J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 1999, 19(3): 105-113. [刘纯平, 姚檀栋, 谢树成. 祁连山敦德冰芯微粒变化特征和大气环境记录[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1999, 19(3): 105-113.]
- [15] Yao Tandong, Jiao Keqin, Huang Cuihan, et al. Variations of atmospheric compositions and environment in the Northern Tibetan plateau since the last interglacial age[C]. *Proceedings of the Fifth Chinese Conference on Glaciology and Geocryology*, Vol. 2. Lanzhou: Gansu Culture Press, 1996: 818-827. [姚檀栋, 焦克勤, 皇翠兰, 等. 末次间冰期以来青藏高原北部大气成分和环境变化[C]. *中国地理学会冰川冻土第五届全国冰川冻土学大会论文集(下册)*. 兰州: 甘肃文化出版社, 1996: 818-827.]
- [16] Davidson C I, Jaffrezo J L, Mosher, et al. Chemical constituents in the air and snow at Dye 3, Greenland—I. Seasonal variations[J]. *Atmospheric Environment*, 1993, 27A: 2709-2722.
- [17] Dibb J E, Jaffrezo J L. Beryllium-7 and lead-210 in aerosol and snow in the Dye 3 gas, aerosol and snow sampling program[J]. *Atmospheric Environment*, 1993, 27A: 2751-2760.
- [18] Hamilton W L. Microparticles deposition on polar ice sheets[R]. Ohio State University, Institute of Polar Studies, 1969.
- [19] Thompson L G, Wayne L. Climatological implications of microparticle concentrations in the ice core from "Byrd" station, Western Antarctica[J]. *Journal of Glaciology*, 1975, 14(72): 433-444.
- [20] Yuan Fangce, Mao Dehua. The Geomorphology of Xinjiang[M]. Beijing: Meteorological Press, 1994. [袁方策, 毛德华. *新疆地貌*[M]. 北京: 气象出版社, 1994.]
- [21] Luo Hongzhen. Hydrochemical features of the Glacier No. 1 in the source region of Urumqi river, Tianshan[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1983, 5(2): 55-64. [骆鸿珍. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川的水化学特征[J]. *冰川冻土*, 1983, 5(2): 55-64.]
- [22] Wang Dehui, Zhang Peiyuan. On the valley climate of Urumqi river in the Tianshan mountain[J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 1985, 7(3): 239-248. [王德辉, 张翠远. 天山乌

- 鲁木齐河谷气候特征[J].冰川冻土, 1985, 7(3): 239-248.]
- [ 23 ] You Xiaoni, Li Zhongqin, Wang Feiteng. Study on time scale of snow-ice transformation through snow layer tracing method—Take Glacier No.1 at the headwaters of Urumqi river as an example [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2005, 27(6): 853-860. [尤晓妮, 李忠勤, 王飞腾. 利用雪层层位跟踪法研究暖型成冰作用的年限——以乌鲁木齐河源 1 号冰川为例[J]. 冰川冻土, 2005, 27(6): 853-860.]
- [ 24 ] Thompson L G. Microparticles, Ice Sheets and Climate [R]. Ohio State University, Institute of Polar Studies, Report 64, 1977.
- [ 25 ] Zhu Yuman, Li Zhongqin, You Xiaoni. Application and technique in glacier by accuSizer 780A optical particle sizer [J]. Modern Science Apparatus, 2006. [朱宇曼, 李忠勤, 尤晓妮. 利用光学粒径检测仪测定雪冰样品中的微粒 [J]. 现代科学仪器, 2006.]
- [ 26 ] Ginot P, Kull C, Schwikowski M, et al. Effects of postdepositional processes on snow composition of a subtropical glacier (Cerro Tapado, Chilean Andes) [J]. Journal of Geophysical Research, 2001, 106(23): 32 375-32 386.
- [ 27 ] Stichler W, Schotterer U, Frohlich K, et al. Influence of sublimation on stable isotope records recovered from high-altitude glaciers in the tropical Andes [J]. Journal of Geophysical Research, 2001, 106(19): 22 613-22 620.
- [ 28 ] Schulz O, de Jong C. Snowmelt and sublimation: Field experiments and modeling in the high Atlas mountains of Morocco [J]. Hydrology and Earth System Science, 2004, 8(6): 1 076-1 089.
- [ 29 ] Li Jiangfeng. The Climate of Xinjiang [M]. Beijing: Meteorology Press, 1991: 5-73. [李江风. 新疆气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1991: 5-73.]

## Seasonal Evolution of Insoluble Microparticles Stratigraphy in Glacier No.1 Percolation Zone, Eastern Tianshan, China

YOU Xiao-ni<sup>1</sup>, LI Zhong-qin<sup>2</sup>, WANG Fei-teng<sup>2</sup>, ZHU Yu-man<sup>2</sup>

(1. Tianshui Teachers College, Tianshui 741000, China; 2. Key Laboratory of Ice Core and Cold Regions Environment, CAREERI, CAS Lanzhou 730000, China)

**Abstract:** The atmospheric dust is one of the most important factors in the global climate changes. Its effects include the scatter and reflect of solar insolation, the supply to the Iron fertilizer to ocean, and its restrain to rain. The microparticles record in ice cores is an excellent proxy for atmospheric dust. Therefore, the processes involved in the evolution of vertical profiles of microparticle concentrations as well as their seasonal variation in surface snow were studied by weekly sampling a snow pit from September 2003 to September 2004 on Glacier No.1 in the eastern Tianshan. The development of the microparticle stratigraphy in the snow pit is closely related to the physical development of the snow-firn pack. The sampling site is located at 4130 m a.s.l. in the percolation zone of the glacier, and in addition to the effects of sublimation and wind erosion, melting plays a crucial role in both the physical and chemical evolution processes. During the winter season, aerosol concentrations in the surface layers are altered slightly by sublimation and wind erosion, and the concentrations are further modified as the wet season begins in late April. In contrast, aerosol stratigraphy in the deeper layers remains relatively unchanged through the winter. In early summer, as melting occurs in the upper part of the snow-firn pack, meltwater carries microparticles to different depths in the underlying snow-firn layers. At the end of the ablation season, all of the surface elements might be leached out from the upper layers.

**Key words:** Glacier No.1; Insoluble particles; Number concentration; Seasonal evolution.