

文章编号: 1000-0240 (1999) 03-0225-08

# 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 pH 和电导率记录的现代环境过程

侯书贵, 秦大河, 任贾文, 盛文坤

(中国科学院兰州冰川冻土研究所冰芯与寒区环境开放研究实验室, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 根据天山乌鲁木齐河源地区的一个完整年周期的大气降水样品、1 号冰川连续雪坑样品及浅冰芯样品的 pH 和电导率资料, 初步探讨冰芯 pH 和电导率记录的形成过程和影响因素。结果表明, 降水沉积后的粒雪化过程和成冰作用过程中样品的 pH 和电导率有较大的变化, 但两者之间仍基本保持正相关关系。这说明在消融率较大和融水渗透作用较强的内陆地区, 仍可以根据冰芯的 pH 和电导率记录合理地反演沉积时的大气环境状况。

**关键词:** 乌鲁木齐河源; 降水; 冰雪; pH 和电导率; 现代环境过程

**中图分类号:** P343.6 **文献标识码:** A

## 1 引言

根据极地冰芯的 pH 和电导率可恢复末次冰期以来的气候旋回事件<sup>[1,2]</sup>。姚檀栋等<sup>[3]</sup>和盛文坤等<sup>[4,5]</sup>也对青藏高原雪冰内的 pH 和电导率做了大量研究工作。但总的看来, 雪冰内 pH 值和电导率的研究还较零散, 对粒雪化过程和成冰作用过程中 pH 和电导率的变化研究尚属空白。本文根据乌鲁木齐河源区 1995 年 6 月至 1996 年 6 月一个完整年周期大气降水样品、1 号冰川冬季和夏季连续雪坑样品, 以及 1 号冰川东支积累区浅冰芯样品的测量结果, 系统探讨本区大气降水和雪冰内 pH 和电导率的变化过程及影响因素。

## 2 样品采集和分析过程

### 2.1 大气降水样品

大气降水采样点为天山冰川观测站之高山营地(海拔 3 545 m, 图 1 之 P 点), 共收集 121 个大气降水样。样品从野外运回后即放入 -15℃ 低温室保存, 在分析前 2 d 取出融化, 以备分析。

样品测量在中国科学院兰州冰川冻土研究所冰芯与寒区环境开放研究实验室进行。pH 和电导率分别使用 pH S-2 型酸度计(上海雷磁仪器厂)和 DDS-11A 型电导率仪(上海雷磁仪器厂)进行测定。

### 2.2 冬季雪坑样品

冬季雪坑样品采集点为 1 号冰川东支海拔 4 030 m 和 3 900 m 处, 即图 1 之 W<sub>1</sub> 和 W<sub>2</sub> 点。首次雪坑采集于 1995 年 12 月 25 日, 分别记为雪坑 1 和 2。后续采样是将原雪坑壁向前挖去约 1 m 后进行采样。冬季雪坑的采样日期和编号见表 1。

表 1 乌鲁木齐河源 1 号冰川冬季雪坑的  
采样日期与雪坑编号

Table 1 The sampling dates of the winter snowpits				
采样日期	1995-12-25	1996-01-08	1996-01-19	1996-01-29
W <sub>1</sub> (海拔 4 030 m)	雪坑 1	雪坑 3	雪坑 5	雪坑 7
W <sub>2</sub> (海拔 3 900 m)	雪坑 2	雪坑 4	雪坑 6	雪坑 8

按雪层剖面特征分层取样。采样时首先用不锈钢铲刀将各取样范围内的雪层切割成立柱状, 装入洁净塑料袋, 室温下自然融化后注入专用聚乙烯塑

收稿日期: 1998-12-21; 修订日期: 1999-03-09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (49571020, 49871022); 中国科学院“九五”重大项目 A (KZ951-A 1-402, KZ951-A 1-204); 攀登计划项目 (95-预-40); 中国科学院天山冰川观测试验站基金 (95001) 项目

作者简介: 侯书贵 (1970-), 男, 安徽涡阳人, 中国科学院兰州冰川冻土研究所助理研究员, 博士, 现从事雪冰化学研究。

料瓶. 后续处理过程同上所述.

### 2.3 夏季雪坑样品

夏季雪坑采样点位于1号冰川东支粒雪盆约海拔4040m处,即图1之S点,样品采集和分析过程同冬季雪坑样.采样日期分别为1996年5月11日,5月14日,5月18日,5月19日,5月22日,5月30日,6月7日,6月12日和6月16日,并相应地记为雪坑T<sub>1</sub>,T<sub>4</sub>,T<sub>5</sub>,T<sub>6</sub>,T<sub>8</sub>,T<sub>11</sub>,T<sub>16</sub>,T<sub>20</sub>和T<sub>23</sub>.雪坑编号不连续是因为我们同期在1号冰川其它位置也采集了雪坑样品,为记录方便,对全部雪坑进行了统一编号.

### 2.4 冰芯样品

1996年5月在1号冰川东支粒雪盆海拔4040m处钻取1支7.0m的浅冰芯T<sub>0</sub>,即图1之T<sub>0</sub>点.现场进行冰芯地层的描述工作,后使用不锈钢锯人工截取样品,间距为3cm.样品后续处理过程同上所述.

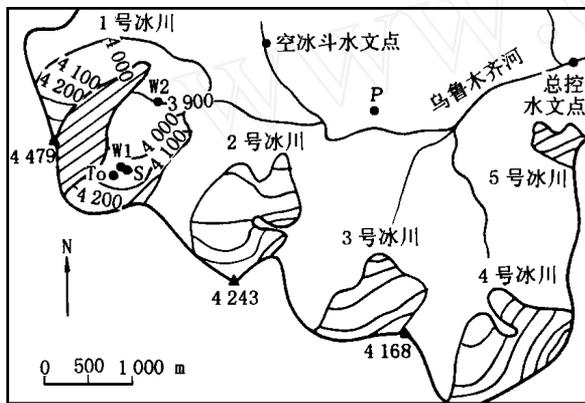


图1 采样点示意图

Fig. 1 A map showing the sampling spots

### 3 大气降水的pH和电导率

乌鲁木齐河源大气降水的pH值和电导率随时间的变化见图2和图3,两者之间的关系见图4.

本区降水的pH值介于5.7~7.9之间,算术平均值为6.9,pH值介于6.6~7.2之间的样品数占总数的57%以上.1990年5月乌鲁木齐河源区7个新雪样品的平均pH值为6.4,59个积雪样品的平均pH值为6.9<sup>[6]</sup>.本次研究结果表明,1996年5月降水的平均pH值为7.0,比Williams *et al.*所报道新雪的平均pH值大了0.6个单位,而与其积雪的pH值较为一致.从图2可见,较低的pH值多出现在夏、秋季节,最小pH值为1995年6月15日的一次降水,本次降水中的阳离子浓度与相邻降水相

比并不高,但酸根离子浓度较高,从而造成本次降水的低pH值.夏、秋季节出现的低pH值与频繁降水造成的大气碱性悬浮物浓度低,以及乌鲁木齐和后峡地区的工业活动增强等相一致.冬、春季节仅有的几次降水的pH值都很高,其中1996年1月24日降水的pH值为7.9,是全部降水样品中的最高值,这与冬、春季节降水过程少、风力大、大气悬浮物浓度高和乌鲁木齐地区的逆温层深厚(这将导致污染物质向外传输受到限制)等因素有直接的关系.5月初进入雨期后,大气降水的pH值也随之有明显的下降,但并不排除降水中高pH值的偶然出现.

乌鲁木齐河源区降水的电导率介于3.0~292 μS/cm之间,其中低于30 μS/cm的样品占全部样品的一半以上,低于60 μS/cm的样品超过81%.降水电导率的季节变化不明显,但电导率较大值多出现在夏季(1995年的7、8月和1996年的6月),最大电导率即出现在1995年8月7日,同时夏季期间也发生多次电导率很小的降水过程,表明夏季降水性质的复杂、易变性.相比之下,其它季节降水中的电导率值较为稳定(图3).

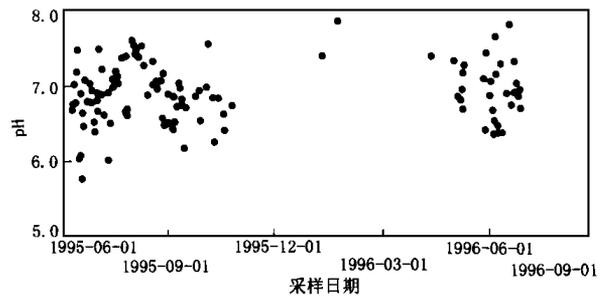


图2 乌鲁木齐河源区大气降水的pH值

Fig. 2 The pH values of the precipitation samples

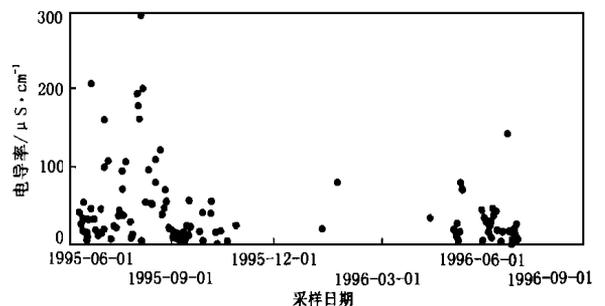


图3 乌鲁木齐河源区大气降水的电导率值

Fig. 3 The conductivity values of the precipitation samples

研究表明,南、北极雪冰中的pH值和电导率呈负相关关系<sup>[7,8]</sup>,而青藏高原雪冰的pH值和电导率呈正相关关系<sup>[6]</sup>.图4比较了乌鲁木齐河

源区大气降水的 pH 值和电导率, 两者的多项回归式为:

$$Y = -18.9X^3 + 440.5X^2 - 3302.2X + 8053.1 \quad (1)$$

式中:  $X$  和  $Y$  分别代表样品的 pH 和电导率值. 我们对  $X$  介于 0~14 区间内  $Y$  随  $X$  的变化进行分析后得到: 当  $0 < X < 6.3$  时,  $Y$  随  $X$  的增大而减小. 即 pH 值与电导率之间呈负相关关系; 当  $X = 6.3$  时,  $Y$  为一极小值 (6.8); 当  $6.3 < X < 9.2$  时,  $Y$  随  $X$  的增大而增大, 即 pH 值与电导率之间呈正相关关系; 当  $X = 9.2$  时,  $Y$  为一极大值 (239.6); 当  $9.2 < X < 14$  时,  $Y$  又随  $X$  的增大而减小. 由于乌鲁木齐河源区降水的 pH 值仅介于 5.7~7.9 之间, 因此, 可认为 pH 值小于 6.3 的样品受人类活动排放的酸性气体的影响较大<sup>(9)</sup>; pH 值大于 6.3 的样品受陆源碱性尘埃的影响较大<sup>(10)</sup>, 两种影响因子之间具有互为消长的辩证关系.

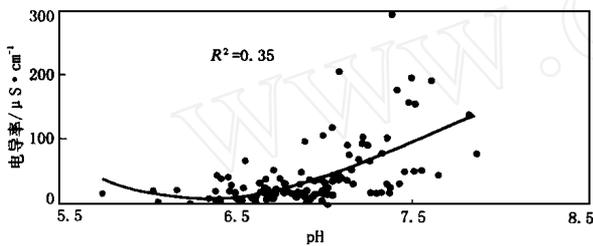


图 4 乌鲁木齐河源区大气降水的 pH 和电导率之间的关系 (在置信度为 99.9% 条件下显著相关)

Fig. 4 The relationship between the pH and conductivity values of the precipitation samples

#### 4 冬季连续雪坑的 pH 和电导率

冬季连续雪坑层位剖面及其 pH 和电导率剖面分别如图 5 和 6 所示. 可见对于海拔 4 030 m 处的雪坑系列, pH 和电导率随深度的变化趋势基本相同, 均表现为雪坑顶部和底部的峰值和中间部位的谷值状态. 比较海拔 4 030 m 处雪坑表层的 pH 和电导率, 可见两者均有所升高. 相对而言, 雪坑底部的 pH 和电导率基本保持不变.

海拔 3 900 m 处雪坑的 pH 和电导率的变化规律不明显. 在雪坑 2 顶部的致密细粒雪层内, pH 和电导率均表现为异常高值, 该峰值在雪坑 4 中不明显. 与海拔 4 030 m 处雪坑表层的 pH 和电导率类似, 海拔 3 900 m 处雪坑表层的 pH 和电导率值也趋于增大, 此变化趋势与各雪坑内主要阳离子的变化一致, 而与其主要阴离子的变化有所差异, 说明冬季雪冰的酸碱性质应主要受碱性离子的控制.

对雪坑的 pH 值和电导率的频率分布研究结果表明, 海拔 4 030 m 处雪坑的 pH 值介于 6.2~7.3 之间, 以略偏酸性或近于中性者居多; 海拔 3 900 m 处雪坑的 pH 值介于 6.5~7.7 之间, 虽仍以近于中性者居多, 但存在少数非常偏碱性的样品, 这在海拔 4 030 m 处系列雪坑内没有出现, 不过两处系列雪坑的 pH 算术平均值基本相同, 均为 6.9 左. 海拔 4 030 m 处雪坑的电导率值均小于 2 6 μS/cm, 但电导率小于 10 μS/cm 的样品数不足样品总数的一半; 海拔 3 900 m 处雪坑的电导率介于 0

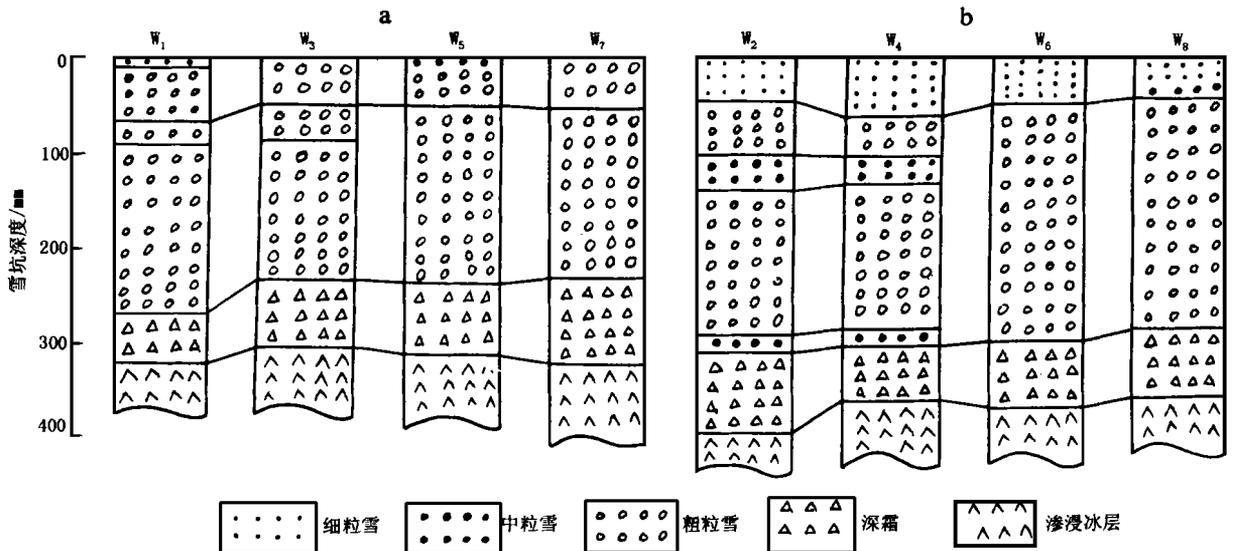


图 5 乌鲁木齐河源 1 号冰川冬季雪坑的层位剖面  
a. 海拔 4 030 m; b. 海拔 3 900 m

Fig. 5 The successive stratigraphic profiles of the winter snowpits

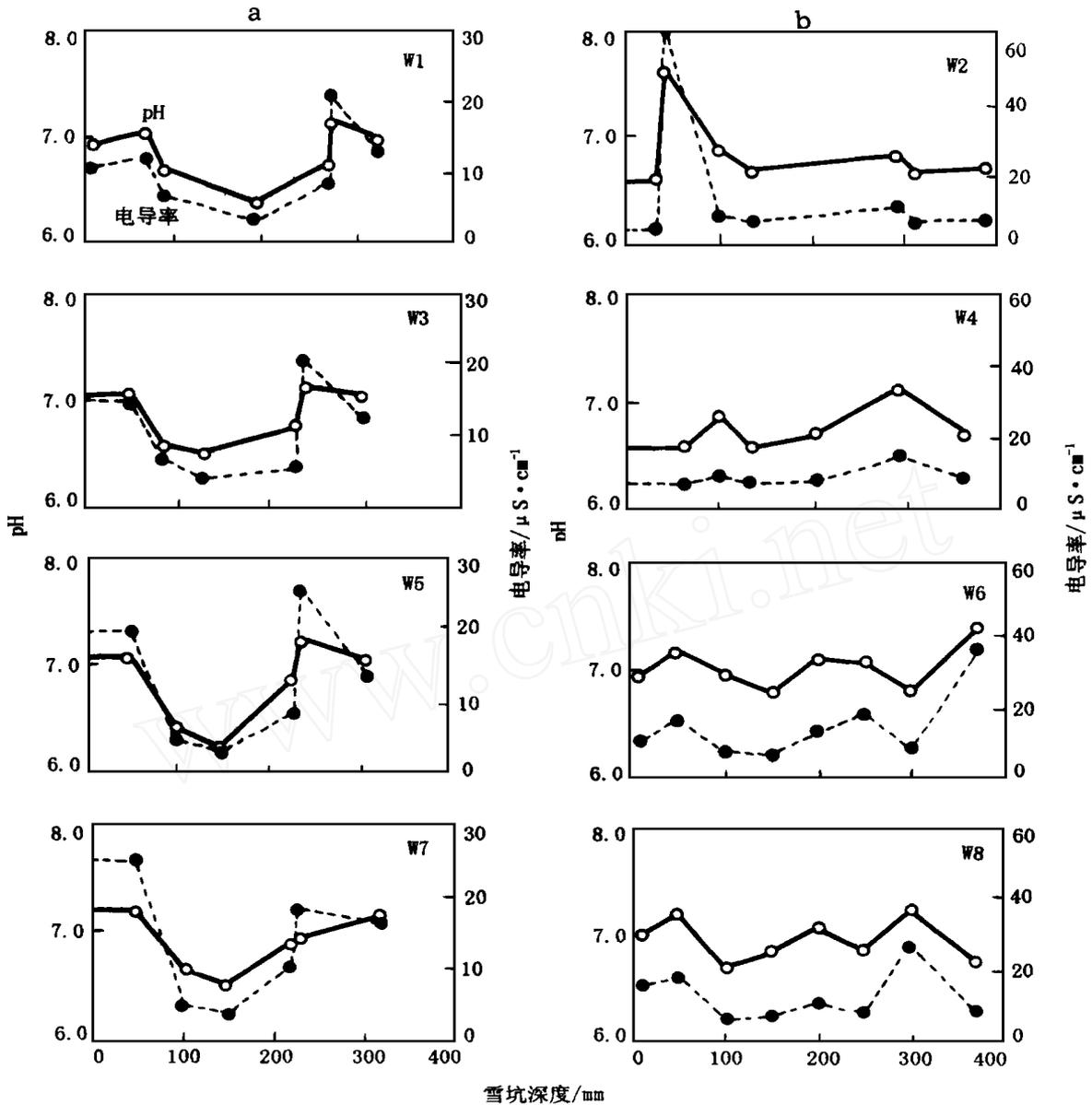


图 6 乌鲁木齐河源 1 号冰川冬季雪坑的 pH 和电导率剖面

a. 海拔 4 030 m; b. 海拔 3 900 m

Fig. 6 The successive pH and conductivity profiles of the winter snowpits

~ 65  $\mu\text{S}/\text{cm}$  之间, 但电导率小于 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的样品数接近样品总数的 60%, 可见两处雪坑电导率的分布特征具有相当明显的差异. 海拔 4 030 m 和海拔 3 900 m 处系列雪坑的电导率算术平均值也有较大差异, 分别为 11.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  和 13.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

虽然不同雪坑间的 pH 和电导率存在一定的差异, 但从图 6 可见, pH 和电导率之间均存在良好的正相关关系. 对于冬季雪坑的全部 54 个样品, pH 值和电导率之间的正相关系数达到 0.84 (在置信度为 99.9% 条件下显著相关), 这与两者均受碱性尘埃物质所控制的结论是相符的<sup>[3]</sup>.

### 5 夏季雪坑的 pH 和电导率

夏季连续雪坑的层位剖面及其 pH 值和电导率剖面分别如图 7 和图 8 所示.

T<sub>1</sub> 雪坑除 700mm 深处的 pH 值略小于 7.0 外, 其余雪坑样品均大于 7.0, 其中 200~ 300mm 深度范围内的 pH 值为 7.8, 是该雪坑内的最大值, 雪坑底部的 pH 值为 7.1. 从 T<sub>4</sub>~ T<sub>8</sub>, 由于融水的渗浸作用, 各雪坑的 pH 剖面略有变化, 但各雪坑层位的碱性特征却没有根本改变. 雪坑 T<sub>11</sub> 以后, 各雪坑上部的 pH 峰值均保持在 7.4 以上, 但

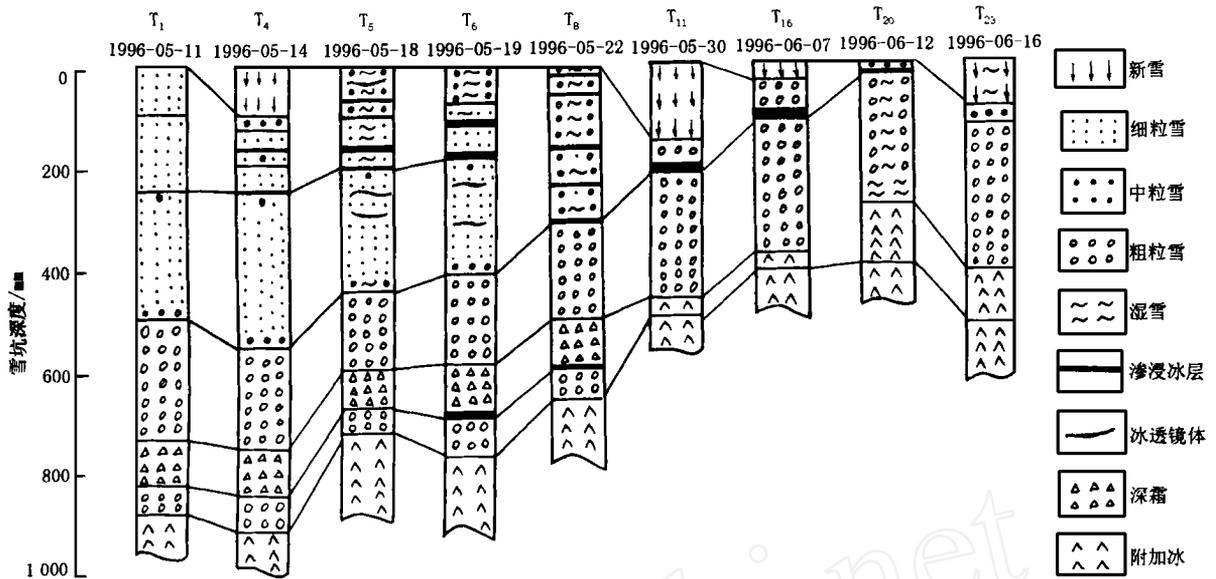


图 7 乌鲁木齐河源 1 号冰川夏季雪坑的层位剖面

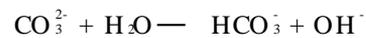
Fig. 7 The successive stratigraphic profiles of the summer snowpits

各雪坑底部的 pH 值有较大的变化, 如  $T_{11}$  雪坑底部的 pH 值降至 6.7, 在  $T_{16}$  雪坑底部内又上升为 7.1, 而且在  $T_{20}$  雪坑底部内仍继续上升, 但  $T_{23}$  雪坑底部层位的 pH 值又降至 6.9.

夏季雪坑的电导率也表现出与 pH 值相似的变化特征.  $T_1$  雪坑上部的峰值电导率和雪坑底部的电导率分别为 79.6 和 14.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 在  $T_4$  雪坑中相应地分别增大至 122 和 17.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . 从  $T_4 \sim T_{11}$ , 各雪坑上部的电导率峰值持续减小. 而各雪坑底部的电导率值先增后减 ( $T_8$  雪坑底部的电导率增至 43.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 而在  $T_{11}$  雪坑的相应层位内电导率急剧降为 10.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). 与  $T_{11}$  相比,  $T_{16}$  雪坑的电导率有较大的增加, 尤其是雪坑上部的电导率峰值增大了 1 倍左右. 从  $T_{16} \sim T_{20}$ , 雪坑上部的电导率峰值从 98.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  降至 55.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 而雪坑底部的电导率从 15.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  增至 27.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

比较冬季和夏季雪坑样品的 pH 和电导率的频率分布, 结果表明两者具有较大的差异. 冬季雪坑样品的 pH 值多出现在 6.6~7.2 之间, 占样品总数的 70% 以上, 仅有一个样品的 pH 值高于 7.4; 而夏季雪坑样品的最大 pH 值达 8.2, 有半数样品的 pH 值介于 7.0~7.4 之间, 而且 pH 值大于 7.4 的样品占样品总数的 23%, 可见夏季雪坑样品较之冬季雪坑样品更偏碱性. 冬季雪坑过半数样品的电导率低于 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 电导率大于 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的样品数不足

样品总数的 13%; 而电导率低于 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的夏季雪坑样品仅占样品总数的 22%, 但电导率大于 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的样品数占样品总数的 41% 以上, 表明夏季雪坑样品的电导率明显高于冬季雪坑样品. 造成雪坑样品这种季节变化特征的原因可能是由于夏季冰川雪层中存在大量融水, 碱性尘埃物质在液态水体内的溶解和分解作用导致积雪的碱性增强, 电导率增大. 其中易溶性碳酸盐类物质的水解反应可表示如下:



上述反应将导致雪冰内  $[\text{OH}^-]$  浓度增大, pH 值升高. 不过高电导率值多出现在早期的夏季雪坑中, 后期随积雪淋溶作用的增强, 大部分离子随融水下渗, 并随融水径流迁移出冰川系统, 从而导致后期的夏季雪坑样品的电导率值趋于降低.

从图 8 可以看出两者之间同样存在较明显的正相关关系. 119 个夏季雪坑样品的 pH 和电导率之间的相关系数为 0.81 (在置信度为 99.9% 条件下显著相关), 与两者在冬季雪坑样品中的相关程度一致, 说明积雪的沉积后过程并没有影响雪层内 pH 和电导率之间的关系.

## 6 浅冰芯的 pH 和电导率特征

图 9 为冰芯  $T_0$  的 pH 和电导率剖面, 可见 pH 值和电导率的峰谷变化具有很好的一致性. 样品的

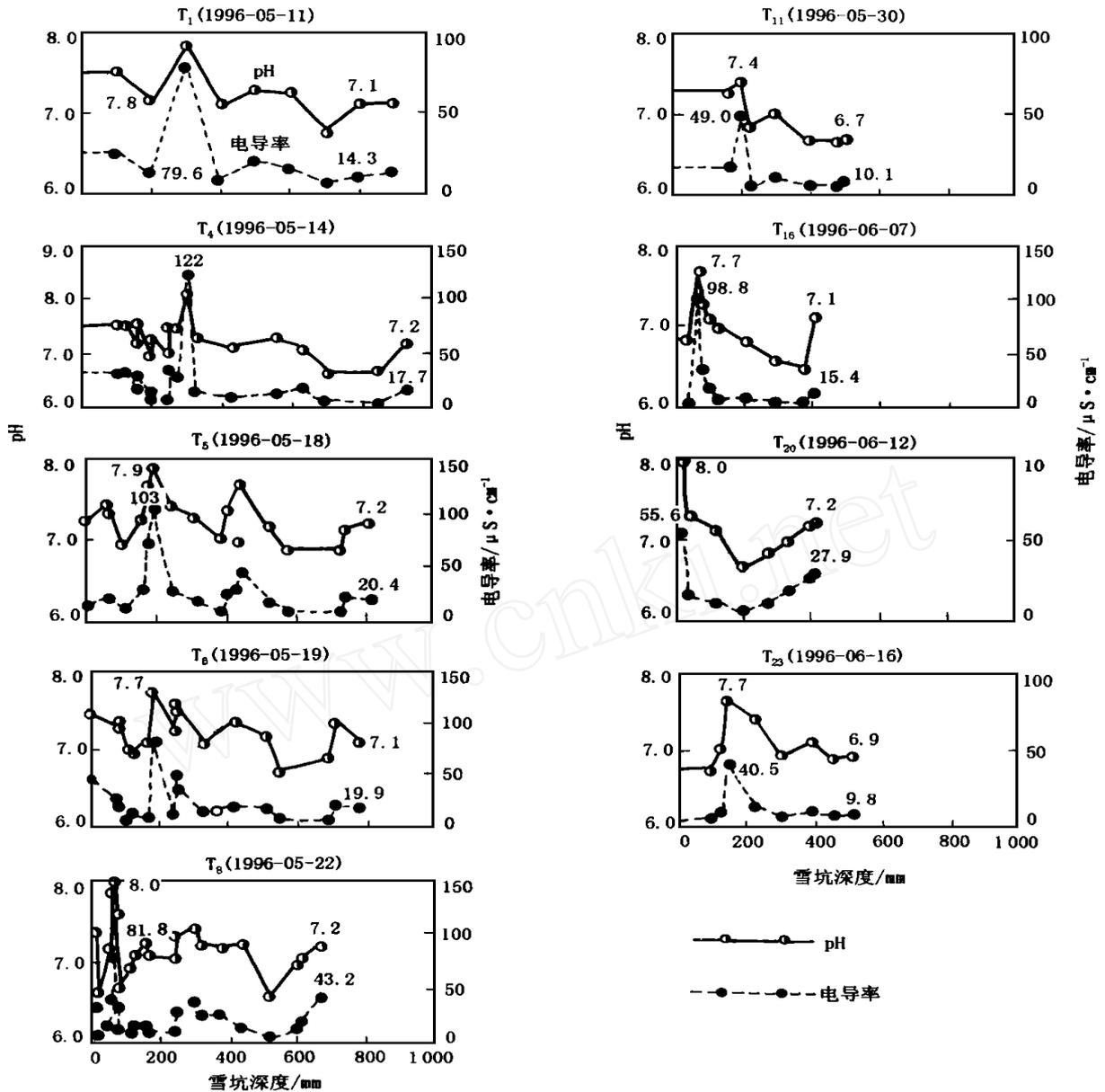


图 8 乌鲁木齐河源 1 号冰川夏季雪坑的 pH 和电导率剖面

Fig. 8 The successive pH and conductivity profiles of the summer snowpits

表 2 冰芯 T<sub>0</sub> 的 pH 值、电导率和主要离子之间的相关系数

Table 2 The correlation coefficients of the pH, conductivity and ion concentrations in the core T<sub>0</sub>

	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH	电导率
Ca <sup>2+</sup>	1								
Mg <sup>2+</sup>	0.34	1							
K <sup>+</sup>	0.12*	0.71	1						
Na <sup>+</sup>	0.68	0.46	0.47	1					
Cl <sup>-</sup>	0.79	0.43	0.36	0.89	1				
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.62	0.32*	0.04*	0.66	0.73	1			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.83	0.41	0.16*	0.76	0.87	0.76	1		
pH	0.77	0.21*	0.02*	0.52	0.62	0.62	0.64	1	
电导率	0.90	0.50	0.27*	0.78	0.87	0.73	0.90	0.77	1

注: 除带 \* 外, 其余均在 99.9% 置信度条件下显著相关.

pH 值介于 5.8~8.0 之间, 算术平均值为 6.9, 过半数样品的 pH 值出现在 6.5~7.0 之间; 电导率介于 1.7~89.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  之间, 算术平均值为 14.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 电导率大于 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  的样品数不足样品总数的 19%。对于全部 216 个冰芯样品, pH 值和电导率之间的相关系数为 0.77 (在置信度为 99.9% 条件下显著相关)。根据对青藏高原雪冰中 pH 值和电导率之间的关系的论述<sup>[6]</sup>, 可认为冰芯  $T_0$  中 pH 值的主要控制因素仍为自然来源的碱性尘埃物质, 而非人类活动产生的酸性污染物质, 表明乌鲁木齐河源区的大气环境状况仍主要受制于自然波动。

表 2 给出了冰芯  $T_0$  的 pH 值、电导率和主要离子之间的相关系数, 可见电导率与  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Cl}^-$  之间的相关系数分别达到了 0.90, 0.90 和 0.87, 但  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  等阳离子之间的相关性比较差, 而  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{Cl}^-$  等阴离子之间的相关性优于阳离子。另外,  $\text{Cl}^-$  和  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Ca}^{2+}$  之间的相关系数也分别达到 0.89 和 0.83。上述各离子间的相关性同样说明了冰芯  $T_0$  中的离子成分主要来源于局地或区域的碳酸盐、硫酸盐以及卤酸盐类<sup>[11]</sup>。因此, 可认为冰芯  $T_0$  的电导率和离子浓度记录仍然表明环境状况的自然变化, 与冰芯 pH 值记录的分析结果一致。

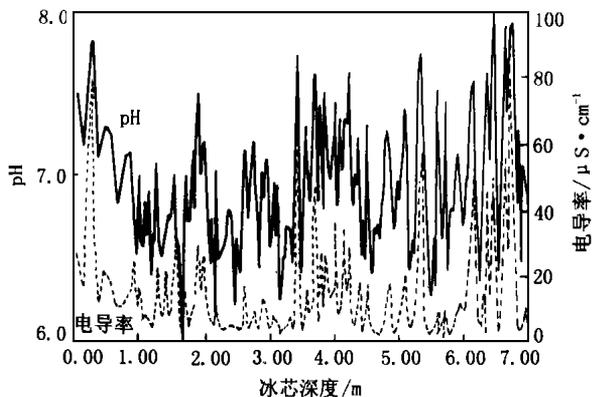


图 9 乌鲁木齐河源 1 号冰川冰芯  $T_0$  的 pH 值和电导率剖面

Fig. 9 The pH and conductivity profiles of the core  $T_0$

## 7 结论

(1) 乌鲁木齐河源大气降水样品的 pH 值介于 5.7~7.9 之间, 且多近于中性; 电导率值介于 3.0~292  $\mu\text{S}/\text{cm}$  之间, 其中过半数样品的电导率值低于 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。夏季降水的 pH 值较小, 而电导率的季节变化不明显。乌鲁木齐河源区大气降水的 pH 值

和电导率之间的关系较为复杂: 当  $5.7 < \text{pH} < 6.3$  时, pH 值与电导率之间呈负相关关系, 与极地地区的研究结果类似; 而当  $6.3 < \text{pH} < 7.9$  时, pH 值与电导率之间呈正相关关系。

(2) 虽然由于风吹雪导致降水沉积后的重新分布, 致使不同海拔处的冬季雪坑间的 pH 和电导率剖面存在一定的差异, 但 pH 和电导率之间仍存在良好的正相关关系, 这与两者均受碱性尘埃物质所控制的结论是相符的。夏季由于积雪融水的渗浸作用, 碱性尘埃物质在液态水体内的溶解和分解作用导致积雪的碱性增强, 电导率增大, 但夏季雪坑的 pH 和电导率之间同样存在较明显的正相关关系。说明积雪的沉积后过程并没有改变雪层内 pH 和电导率之间的关系。

(3) 乌鲁木齐河源 1 号冰川浅冰芯的 pH 值和电导率与降水和雪坑内的相应值大体处于同一范围内, 且两者之间存在较好的正相关关系。另外, pH 值和电导率与陆源物质指示物的  $\text{Ca}^{2+}$  之间也存在显著的正相关系数, 表明自然来源的碱性尘埃物质仍是乌鲁木齐河源区 1 号冰川冰芯中 pH 值和电导率的主要控制因素, 即近年来本区的大气环境状况仍主要受制于自然因素波动。

## 参考文献:

- [1] Taylor K C, Hammer C U, Alley R B, *et al.* Electrical conductivity measurements from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores [J]. *Nature*, 1993, 366: 549~552.
- [2] Wolff E W, Moore J C, Clausen H B, *et al.* Long-term changes in the acid and salt concentrations of the GRIP Greenland ice core from electrical stratigraphy [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1995, 100: 16 249~16 264.
- [3] 姚檀栋, 盛文坤, 杨志红. 青藏高原的冰雪化学研究 [A]. 青藏高原冰川气候与环境 [C]. 北京: 科学出版社, 1993. 8~15.
- [4] 盛文坤, 姚檀栋, 谢超, 等. 古里雅冰芯小冰期以来的 pH 值和电导率分析 [J]. *冰川冻土*, 1995, 17 (4): 360~365.
- [5] 盛文坤, 姚檀栋. 用冰芯的 pH 值及电导率探讨古里雅冰川作用区的干湿变化 [A]. 第五届全国冰川冻土学大会论文集 (上) [C]. 兰州: 甘肃文化出版社, 1996. 219~226.
- [6] Williams M W, Tennessee K A, Melack J M, *et al.* Sources and spatial variation of the chemical composition of snow in the Tien Shan, China [J]. *Annals of Glaciology*, 1992, 16: 25~32.
- [7] Delmas R, Briat M, Legrand M. Chemistry of south polar snow [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1982, 87: 4 314~4 318.
- [8] Barrie L A, Fisher D, Koerner R M. Twentieth century trends in Arctic air pollution revealed by conductivity and acidity

- observations in snow and ice in the Canadian High Arctic [J]. *Atmos. Environ.*, 1985, **19** (12): 2 055~ 2 063.
- [9] Wake C P, Mayewski P A, Wang Ping, *et al.* Anthropogenic sulfate and Asian dust signals in snow from Tien Shan, northwest China [J]. *Annals of Glaciology*, 1992, **16**: 45~ 52.
- [10] Wake C P, Mayewski P A, Xie Zichu, *et al.* Regional distribution of monsoon and desert dust signals recorded in Asian glaciers [J]. *Geophysical Research Letters*, 1993, **20** (14): 1 411~ 1 414.
- [11] Williams M W, Yang D, Liu F, *et al.* Controls on the major ion chemistry of the Urumqi River, Tianshan, People's Republic of China [J]. *Journal of Hydrology*, 1995, **172**: 209~ 229.

## The Present Environmental Processes of the pH and Conductivity Records in the Glacier No. 1 at the Headwaters of Urumqi River, Tianshan Mountains

HOU Shu-gui, QIN Da-he, REN Jiawen, SHEN Guang-kun

(Laboratory of Ice Core and Cold Regions Environment, LIGG, CAS, Lanzhou Gansu 730000, China)

**Abstract:** Analyses of pH and conductivity in precipitation samples collected from June 1995 to June 1996, in snow pit samples collected during the winter of 1995~ 1996 and during the summer of 1996, and in shallow ice core samples retrieved in May 1996 from the headwaters of the Urumqi River are presented in this paper. The pH values of the precipitation samples were in the range of 5.7~ 7.9, most of which were close to neutrality. The conductivity values of the precipitation samples were in the range of 3.0~ 292  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , among which over half of the samples were below 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The low pH values appeared mostly in summer and autumn, while the seasonal variation of the conductivity was not apparent. The relationship between pH and conductivity was more complicated at the headwaters of the Urumqi River than that in the other remote places: a negative relationship existed between pH and conductivity on the condition of  $5.7 < \text{pH} < 6.3$ , which was similar to that in polar snow and ice. Nevertheless, a positive relationship existed between them on the condition of  $6.3 < \text{pH} < 7.9$ .

Though much difference in the pH and conductivity values of the winter snow pits existed at 4 030 m and at 3 900 m a. s. l. owing to the snow redistribution caused by snow-drifting, a significant positive relationship still preserved between the pH and conductivity values, which demonstrated that the pH and conductivity values of the winter snowpacks was controlled mainly by the alkaline dust. The dissolution of the alkaline dust in meltwater of the summer snowpacks might increase the pH and conductivity values of the summer snow pit samples. However, a significant positive relationship still existed between the pH and conductivity values of the summer snow pits. Such relationship was also preserved in the ice core pH and conductivity records. This fact implies that the post-depositional processes do not shift the relationship between the pH and conductivity values, which validates the application of the ice core pH and conductivity records from the zones with seriously melting for paleoclimate reconstruction.

**Key words:** the head water of Urumqi River; precipitation; snow and ice; pH and conductivity; the present environmental processes