

东天山乌鲁木齐河源1号冰川雪冰中痕量元素 揭示的大气污染信息*

时晓兰 李月芳** 李忠勤 王文彬

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈科学国家重点实验室, 兰州, 730000)

摘要 为认识东天山乌鲁木齐河源1号冰川地区大气中痕量元素的组成特征和污染信息,利用高分辨电感耦合等离子体质谱仪对2008年10月采自乌鲁木齐河源1号冰川雪坑中24个样品中可溶性痕量元素Al、Ba、Co、Cr、Cu、Li、Ni、Sb、Sr、U、V、Fe、Cd、Zn和Pb的浓度进行了测试和研究.结果表明,痕量元素的浓度最大值和最小值之比在27(Sb)到435(Li)之间,浓度最大值出现在夏季.除岩石和土壤粉尘外,人为污染是1号冰川中痕量元素的另一个重要来源.对于Pb和Cd,人为污染是主要来源.对比可知,乌鲁木齐河源1号冰川雪冰中痕量元素的浓度和沉降通量明显高于中亚其它地区冰川雪冰;更远远高于格陵兰和南极雪冰.研究揭示了该地区大气不仅受到较高粉尘的影响,也受到人为污染的影响.

关键词 痕量元素, 粉尘, 人为污染, 沉降通量, 乌鲁木齐河源1号冰川.

地球偏远地区雪冰中痕量元素信息记录了人类活动对大气环境的污染历史、程度和趋势.例如,对格陵兰雪冰中痕量元素的研究发现,人类活动对地球大气中重金属的污染始于古希腊、罗马和文艺复兴时期^[1];工业革命以来,人类活动对地球大气的污染呈现增加趋势^[2];随着上世纪30年代含铅汽油的使用,格陵兰雪冰中铅的浓度开始增加,到60年代达到高峰;随着含铅汽油的禁止使用,格陵兰雪冰中铅的含量也呈下降趋势^[3].南极雪冰中痕量元素也记录了人类活动带来的南极大陆大气中一些痕量元素的污染^[4].对欧洲阿尔卑斯山地冰川中痕量元素的研究也发现人类活动对这些地区的大气带来痕量元素的扰动^[5-6].

青藏高原山地冰川雪冰中的痕量元素近年来受到人们的关注,主要是因为青藏高原周边地区正在经历快速的经济增长和工业化进程,对于青藏高原地区大气势必构成严重的威胁.最近获得的研究数据表明,青藏高原个别地点山地冰川雪冰中痕量元素已经受到人类活动的扰动^[7-14].但由于这些研究仅涉及到个别地点的冰川,对于全面认识和评价青藏高原大气中痕量元素的存在水平和污染程度远远不够.

虽然对2002年10月到2003年9月期间,采自天山乌鲁木齐河源1号冰川(以下简称1号冰川)的雪坑样品中痕量元素开展了初步的研究,并取得了有意义的研究成果,但仅涉及到个别痕量元素如Al、Fe、Pb、Cd和Zn^[15],对于全面了解天山地区大气中痕量元素的组成特征、存在水平和变化程度是不够的.

本文对2008年10月在1号冰川2.4 m雪坑中采集的24个样品中Ba、Co、Cr、Cu、Li、Ni、Sb、Sr、U和V共10个痕量元素进行了测试和研究,同时也对该雪坑中Al、Fe、Pb、Cd和Zn进行了测试和研究,以获取研究地区大气中多种痕量元素包含的环境信息.

1 样品采集和测试

天山雪坑样品采自2008年10月12日,采样地点为1号冰川(43°06'N;86°49'E),海拔4050 m.雪坑深度2.4 m,每10 cm间距取一个样,共计24个雪坑样品.样品采集过程中采取了严格的防污染措施:使用经过酸洗后的低密度聚乙烯采样器具和样品瓶,采样过程戴一次性聚乙烯塑料手套,身穿防静电洁

2010年11月15日收稿.

* 国家自然科学基金面上项目(40771046);中国科学院重要方向性项目(KZCX2-EW-311);国家自然科学基金(91025012)资助.

** 通讯联系人, Tel:0931-4967367; E-mail:liyf@lzb.ac.cn

净服,保证采集后的雪样直接转移到样品瓶中,采样后样品瓶用双层塑料袋包装。

雪坑样品采集后置于冷冻条件下保存并运到冰冻圈科学国家重点实验室低温实验室内保存直到分析测试。所有样品前处理在 1000 级净化实验室内 100 级超净工作台上进行。样品在室温下自然融化后,用超纯硝酸酸化,使得样品中硝酸的质量分数为 1%。酸化后的样品在室温下放置 1 周后再进行测试。

雪坑样品中痕量元素浓度的测试是在中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈科学国家重点实验室 1000 级净化实验室内进行。所有元素的浓度均通过高分辨电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS, Element, Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany)测试。痕量元素的测试方法是在原来建立的测试方法^[16]的基础上,采用添加内标的方法来补偿灵敏度漂移。痕量元素的测试精度是通过 4 次重复测试雪坑样品中痕量元素的浓度并计算相对标准偏差来表示。结果表明,痕量元素的测试精度小于 10%。氧同位素比值通过 Finigan MAT 公司的 δ -Plus 气体稳定同位素比质谱仪测试,测试精度小于 0.5‰。

2 结果与讨论

2.1 数据特点

表 1 中列出了 1 号冰川 2.4 m 雪坑中 15 种痕量元素的浓度统计数据。从表 1 可以看出,痕量元素之间浓度差别很大,从 U 的最小值 $0.006 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ 到 Fe 的最大值 $20871 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$;而且,每一个痕量元素浓度变化较大,最大最小值比(Max/Min)从 27 (Sb)到 435 (Li)。除 Sr、Cd 和 Sb 的 Max/Min 值小于 100 外,其余元素的 Max/Min 值在 100 到 450 之间,与它们在短期内较大的变化,如季节和年际变化有关。

表 1 1 号冰川雪坑中痕量元素浓度($\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$)数据统计结果

Table 1 Statistic data of trace elements in snow-pit of No. 1 Glacier of Ürümqi, east Tian-shan

元素	最小值	最大值	最大值/最小值
Fe	60	20871	349
Al	59	17298	295
Zn	0.65	106	164
Ba	0.63	93	148
Pb	0.62	90	145
Sr	0.72	29	40
Cr	0.085	27	322
Ni	0.11	26	242
Cu	0.16	25	161
V	0.11	24	217
Co	0.038	11	293
Li	0.069	30	435
U	0.006	0.98	171
Cd	0.013	0.71	56
Sb	0.011	0.28	27

2.2 痕量元素浓度的短期变化

痕量元素浓度在不同深度的变化对应不同时间传输到该地区大气中痕量元素的变化。从图 1 和图 2 中可以看出,痕量元素在不同时间的变化趋势比较一致,同岩石和粉尘的代用指标元素 Al 和 Fe 的变化一致,意味着痕量元素和地壳粉尘共同被传输到冰川地区大气中并沉积下来。

利用氧同位素组成变化并结合粉尘的指示元素 Al、Fe 浓度的变化对该雪坑对应的年层进行划分。研究表明,1 号冰川地区大气降水中氧同位素与气温呈正相关关系^[17],即在夏季氧同位素出现最大值,根据氧同位素变化特点对该雪坑进行划分。因为雪坑采集时间是 2008 年 10 月,即表层对应该时间。根据氧同位素组成变化并结合 Al 和 Fe 的浓度变化划分出 2008 年年层界限。虽然在 2008 年之前,氧同位素组成的季节特征不显著,对应的年层界限不明显,但 Al 和 Fe 的浓度出现明显的季节变化特点。因此,结合 Al 和 Fe 的浓度季节变化信号划分出 2007 年和 2006 年(如图 1、图 2 中所示)。

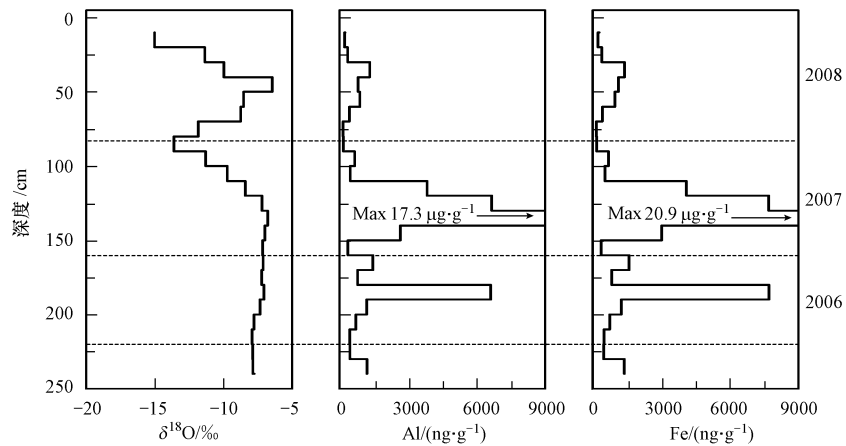


图1 1号冰川2.4 m雪坑中氧同位素、Al和Fe的浓度在深度上的变化(虚线为年层界限)

Fig. 1 Depth profiles of $\delta^{18}\text{O}$ and concentrations of Al and Fe in snow-pit of No. 1 Glacier of Ürümqi, east Tian-shan (the dashed horizontal line represents boundary of annual layer)

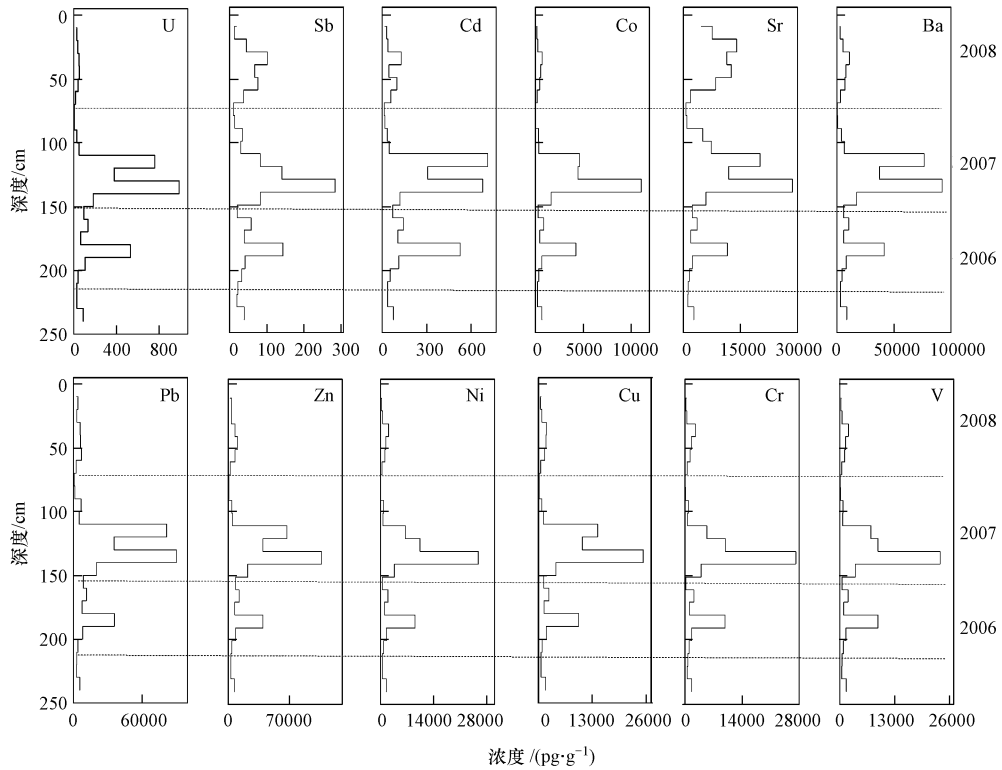


图2 1号冰川雪坑中痕量元素在深度上的变化(虚线为年层界限)

Fig. 2 Depth profiles of trace elements in snow-pit of No. 1 Glacier of Ürümqi, east Tian-shan (The dashed horizontal line represents boundary of annual layer)

可以看出,2008年沉积的雪层中痕量元素浓度和氧同位素具有很好的正相关关系,该雪坑表层是2008年10月,氧同位素值较低时痕量元素的浓度也较低;氧同位素出现最高值时即夏季^[17],痕量元素浓度最大。

痕量元素浓度在不同时间变化幅度较大,且明显地高于珠穆朗玛峰地区绒布冰川中痕量元素浓度的变化幅度^[12],说明传输到天山冰川地区大气中的痕量元素存在强烈的季节性输入特点.强烈的季节变化表现在2007年,不同元素之间的Max/Min值在20到近300之间,Li和Co的Max/Min值分别为300和293.

2.3 地壳富集系数(EFc)

大气中重金属的来源包括自然源和人为源. 自然源包括岩石和土壤粉尘、海盐、火山活动、陆地和海洋生物颗粒和挥发物以及生物燃烧(如森林火灾)等^[18].

区分岩石和土壤粉尘与人为污染物的相对贡献的方法之一是利用元素的地壳富集系数(crustal enrichment factor, EFc). EFc 定义为样品中一种元素与 Al 浓度比值与上部陆地地壳(upper continental crust, UCC)中相应比值的比值. 以 Pb 为例, EFc 定义为:

$$EFc(Pb) = [Pb/Al]_{\text{snow/ice}} / [Pb/Al]_{\text{UCC}}$$

其中 $[Pb/Al]_{\text{UCC}}$ 为上部陆地地壳的平均组成中 Pb 与 Al 的浓度比. 一般利用 Wedepohl^[19] 提供的上部陆地地壳平均组成代表研究区域岩石和土壤的平均组成. 但是, 由于地壳物质组成的不均一性, 一般当 EFc 值在 0.1—10 时认为主要来自粉尘的贡献; 而 EFc 值高于 10 时认为还存在其它来源的重要贡献^[7, 12-13].

图 3 中显示了痕量元素地壳富集系数的均值和范围. 不同元素的 EFc 值存在很大的差异. EFc 均值小于 10 的痕量元素包括 Sr、Ni、Li、Co、Cr、U、Fe、V 和 Ba, 说明对于这些痕量元素而言, 粉尘对于它们的贡献比较重要. Pb 和 Cd 的 EFc 最小值均大于 10, 均值分别为 51 和 94, 指示该地区大气中 Pb 和 Cd 的主要来源为粉尘源之外的其它来源. 大部分样品的 Zn、Sb 和 Cu 的 EFc 值在 10 以上, 说明这 3 种元素的来源也以非粉尘源为主.

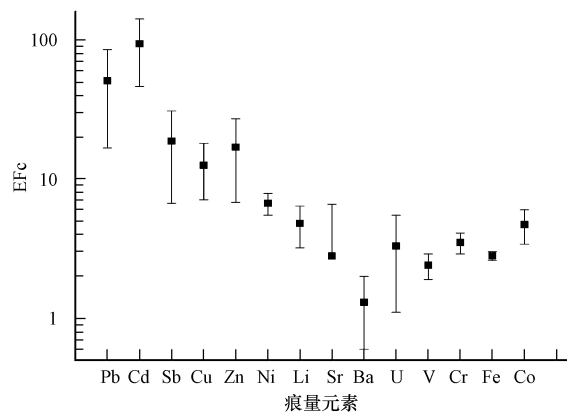


图 3 1 号冰川雪坑中痕量元素的地壳富集系数(EFc)均值及标准偏差

Fig. 3 EFc values with standard deviations of trace elements in snow-pit of No. 1 Glacier of Ürtümqi, east Tian-shan

对于天山 1 号冰川地区大气而言, 痕量元素的非粉尘源只能是人为源. 从天山冰川所处的地理位置可知, 除粉尘是痕量元素的主要自然来源外, 其它自然源如海盐、火山释放、森林火灾、陆地和海洋生物源等不可能导致天山痕量元素较高的 EFc 值. 首先, 海盐气溶胶不是重要来源. 统计表明, 世界范围内海盐对于 Pb 的贡献仅为 16%, 对于其余痕量元素的贡献在 10% 以内^[18]. 而且, 天山深居内陆, 距离海洋比较远, 因此来自海盐的贡献更少, 故海盐生物源不会成为重要来源. 陆地生物源也不可能是处于干旱半干旱环境的天山冰川中痕量元素的主要来源.

火山活动的释放也不是雪坑对应的整个时段内痕量元素的重要来源. 那么, 能够解释 EFc 值较高的主要来源只能是人为污染源. 可能的人为源主要为化石燃料的燃烧和有色金属矿产的开采和冶炼, 因为它们是亚洲大气中痕量元素的两个主要的人为来源^[20]. 除此之外, 含铅、低含铅汽油的燃烧也是大气中 Pb 的重要来源. 另外, 生物质的燃烧和垃圾焚烧也是该地区大气中痕量元素的可能来源.

2.4 与其它地区痕量元素浓度的比较

为了清楚地认识 1 号冰川雪坑中痕量元素较高的浓度水平, 将该雪坑中痕量元素浓度和中亚其它地区以及格陵兰和南极相关冰川进行了比较(表 2). 从表 2 可看出, 天山雪坑中痕量元素的浓度几乎全部高于对照冰川雪冰中相应痕量元素的浓度. 以 Pb 为例, 天山雪坑 Pb 浓度是帕米尔冰川雪坑 Pb 的 32.4 倍, 是绒布冰川的 226.2 倍, 是格陵兰的 880 倍, 是南极的 3739.5 倍. Al 的浓度是南极的 12000 倍, 格陵兰的 283 倍, 珠穆朗玛峰冰川的 16.4 倍, 帕米尔的 43 倍, 慕士塔格的 17.5 倍. Fe 的浓度是慕士塔

格冰川的 19.6 倍,帕米尔冰川的 48 倍,南极的 51000 倍.由此可见,1 号冰川雪坑中痕量元素浓度均高于帕米尔冰川以及慕士塔格峰冰川,更高于青藏高原南部的绒布冰川,远高于格陵兰雪中相应元素浓度,更远远高于南极雪坑中相应元素的浓度,揭示了 1 号冰川地区大气中痕量元素较高的背景组成.

表 2 天山 1 号冰川雪坑中痕量元素浓度均值与中亚和极地雪冰的对比

Table 2 Comparison of averaged concentrations of trace elements in snow-pit from No. 1 Glacier of Ürtümqi, east Tian-shan with other sites

元素	天山	慕士塔格	绒布	珠穆朗玛峰	帕米尔	格陵兰	南极 ^b
采样时间	2006—2008	1955—2000	2004—2005	2004—2005	2002—2005	1991—1995	1998—2002
经纬度	43°06'N 86°49'E	38°17'N 75°06'E	28°01'0.95"N 86°57'48.4"E	28°01'08"N 86°57'48"E	38°15'N 72°15'E	72°20'N 38°45'W	70°50'07"S 77°04'29"E
Fe ^a	2295	117			48		45
Al ^a	1981	113		121	46	7	165
Zn	15812	2932	1301	475		51	
Ba	15428	2400	73		817		2.4
Pb	14958	487	66	77	461	17	4
Sr	7070	3500		70	951		
Cr	3052			104	146		
Ni	3006			85			
Cu	3564	626	44	76		5	5.3
V	2891	212		111	137		0.46
Co	1368	80	75	36	60	6	
Li	3360						
U	158	16			74		0.029
Cd	146			2	12	1	0.21
Sb	61	11		1	11	1	
文献来源	本文	[7-9]	[10]	[12]	[21]	[22]	[23]

注: a. Fe、Al 单位为 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$,其它元素单位为 $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$; b. 南极所有数据单位均为 $\text{pg}\cdot\text{g}^{-1}$.

2.5 痕量元素年沉降通量

本文通过 1 号冰川大气降水年均积累量($32 \text{ g H}_2\text{O}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,通过雪的平均密度 $0.4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 计算而得)与痕量元素年均浓度计算得到雪坑中痕量元素的年沉降通量(表 3).

为了更好地说明天山大气中痕量元素的年沉降通量,将其和其它地区雪冰中痕量元素的沉降通量进行对比.结果表明,1 号冰川雪坑中痕量元素年均沉降通量均高于绒布冰川,除 Pb 和 Cd 分别为绒布冰川的 74 和 31 倍,Al 为绒布的 6.2 倍外,其余痕量元素的年沉降通量均在 10—20 倍之间.与欧洲勃朗峰冰川中痕量元素的沉降通量相比,除了 Sb 和 Co 的沉降通量小于勃朗峰冰川外,其余均高于勃朗峰冰川,如 Al 为勃朗峰的 2.5 倍,其它元素的沉降通量也在 2—4 倍之间.与格陵兰雪坑中痕量元素的沉降通量相比,1 号冰川雪坑中痕量元素年沉降通量远高于格陵兰的相应值,例如 Sb 和 Cd 分别是 108 和 167 倍,Zn 为 431 倍,Pb 和 Cu 分别是 1224 倍和 1056 倍,Al 则为 377 倍.与南极雪坑中痕量元素的沉降通量相比,1 号冰川雪坑中痕量元素年沉降通量更远远高于南极的响应值,如 Cu 和 Cd 分别是 736 和 780 倍,Pb 和 V 分别为 4091 倍和 7117 倍,Al 为 12676 倍, Zn 为 24094 倍.

总之,天山 1 号冰川雪坑中痕量元素较高的沉降通量表明该地区大气中痕量元素受到显著的粉尘物质的影响,也受到人为污染的明显影响.

表 3 1 号冰川雪坑中痕量元素年沉降通量($\text{pg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$)与其它地区的比较
Table 3 Comparison of deposition flux of trace elements in snow-pit from No. 1 Glacier of Ürümqi in east Tian-shan with other sites

元素	天山			均值	绒布 2004—2005	勃朗峰 1990—1991	格陵兰 1991—1995	南极 1998—2002
	2008	2007	2006					
Li	21476	66920	71888	53428				
Sr	245387	329370	103953	226237				
Cd	1738	7940	4359	4679	151	1750	28	6
Sb	1482	2767	1584	1945	101	4900	18	
Ba	167742	967339	346024	493702				
Pb	126800	996040	313123	478654	6468	200200	391	117
U	1097	9929	4103	5043				
Al ^a	14810	126435	48894	63380	10164	25200	168	5
V	25455	184412	67693	92520	9324	71050		13
Cr	27400	192376	73217	97664	8736	56000		
Fe ^a	16951	147851	55483	73429				
Co	9939	90598	30787	43775	3024	72450	133	197
Ni	25384	193978	69178	96180	7140	45500		
Cu	32393	231428	78278	114033	6384	27650	108	155
Zn	156636	1017702	343590	505976	39900	219100	1173	21
数据来源	本文	本文	本文	本文	[12]	[22-23]	[20]	[21]

注: a. 平均沉降通量单位 $\text{ng}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$.

3 结论

本文通过测试 1 号冰川雪坑 24 个样品中可溶性痕量元素 Al、Ba、Co、Cr、Cu、Li、Ni、Sb、Sr、U、V、Fe、Cd、Zn 和 Pb 的浓度,初步得出如下结论:1)痕量元素的浓度存在较大的季节差异,浓度最大值出现在夏季;2)除岩石和土壤粉尘外,人为污染是 1 号冰川中痕量元素的另一个重要来源. 尤其是对于 Pb 和 Cd,人为污染是主要来源;3)痕量元素浓度高于中亚其它地区冰川雪冰,远远高于格陵兰和南极地区雪冰.

另外,通过初略计算 1 号冰川痕量元素的沉降通量,与其它地区对比可知,乌鲁木齐河源 1 号冰川雪冰中痕量元素的沉降通量明显高于中亚其它地区冰川雪冰,更远远高于格陵兰和南极雪冰,揭示了该地区大气不仅存在较高的背景粉尘的影响,也受到人为污染的影响.

参 考 文 献

- [1] Hong S M, Candelone J P, Patterson C C, et al. Greenland ice evidence of hemispheric lead pollution two millennia ago by Greek and Roman civilizations[J]. Science, 1994, 265: 1841-1843
- [2] Candelone J P, Hong S M, Pellone C, et al. Post-industrial revolution changes in large-scale atmospheric pollution of the northern hemisphere by heavy metals as documented in central Greenland snow and ice[J]. J Geophys Res, 1995, 100: 16605-16616
- [3] Boutron C F, Görlach U, Candelone J P, et al. Decrease in anthropogenic lead, cadmium and zinc in Greenland snows since the late 1960s[J]. Nature, 1991, 353: 153-156
- [4] Planchon F A M, Boutron C F, Barbante C, et al. Changes in heavy metals in Antarctic snow from Coats Land since the mid-19th to the late-20th century[J]. Earth Planet Sci Lett, 2002, 200(1/2): 207-222
- [5] Schwikowski M, Barbante C, Doering T, et al. Post-17th-century changes of european lead emissions recorded in high-altitude alpine snow and ice[J]. Environ Sci Technol, 2004, 38(4): 957-964
- [6] Barbante C, Schwikowski M, Döring T, et al. Historical record of European emissions of heavy metals to the atmosphere since the 1650s from alpine snow/ice cores drilled near Monte Rosa[J]. Environ Sci Technol, 2004, 38: 4085-4090
- [7] Li Y F, Yao T D, Wang N L, et al. Recent changes of atmospheric heavy metals in a high elevation ice core from Muztagh Ata in east Pamirs: initial results[J]. Ann Glaciol, 2006, 43: 154-159
- [8] 李真,姚檀栋,田立德,等. 慕士塔格冰芯记录的近 50 年来大气中铅含量变化[J]. 科学通报, 2006, 51(15): 1833-1836
- [9] 李真. 慕士塔格冰川雪冰中重金属研究[D]. 中国科学院研究生院博士论文, 2006: 56

- [10] 段建平, 任贾文, 秦翔, 等. 珠穆朗玛峰地区雪中重金属浓度与季节变化[J]. 地理学报, 2007, 62(1): 22-29
- [11] 李月芳, 姚檀栋, 王宁练, 等. 帕米尔东部慕士塔格冰芯 Sb 浓度变化记录揭示的近 50a 来中亚区域人类活动[J]. 冰川冻土, 2008, 30(3): 359-364
- [12] Lee K, Hur S D, Hou S G, et al. Atmospheric pollution for trace elements in the remote high-altitude atmosphere in central Asia as recorded in snow from Mt Qomolangma (Everest) of the Himalayas[J]. Sci Total Environ, 2008, 404: 171-181
- [13] Kaspari S, Mayewski P A, Handley M, et al. Recent increases in atmospheric concentrations of Bi, U, Cs, S and Ca from a 350-year Mount Everest ice core record[J]. J Geophys Res, 2009, 114(D0432) doi:10.1029/2008JD011088
- [14] Hong S M, Lee K, Hou S, et al. An 800-year record of atmospheric As, Mo, Sn, and Sb in Central Asia in high-altitude ice cores from Mt. Qomolangma (Everest), Himalayas[J]. Environ Sci Technol, 2009, 43: 8060-8065
- [15] 李传金, 李忠勤, 李月芳, 等. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川积雪内痕量金属元素的季节变化及其环境意义[J]. 中国科学(D 辑), 2007, 37(5): 676-681
- [16] 李月芳, 姚檀栋, 李真, 等. 高分辨电感耦合等离子体质谱仪测定中亚山地冰川雪冰中超痕量元素[J]. 分析化学, 2007, 35(1): 37-42
- [17] 章新平, 姚檀栋, 田立德, 等. 乌鲁木齐河流域不同水体中的氧稳定同位素[J]. 水科学进展, 2003, 14(1): 50-56
- [18] Nriagu J O. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals[J]. Nature, 1989, 338: 47-49
- [19] Wedepohl K H. The composition of the continental crust[J]. Geochim Cosmochim Acta, 1995, 59(7): 1217-1232
- [20] Pacyna J M, Pacyna E G. An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide[J]. Environ Rev, 2001, 9: 269-298
- [21] Aizen V B, Mayewski P A, Aizen E M, et al. Stable-isotope and trace element time series from Fedchenko glacier (Pamirs) snow/firn cores[J]. J Glaciol, 2009, 55(190): 275-291
- [22] Barbante C, Boutron C, Morel C, et al. Seasonal variations of heavy metals in central Greenland snow deposited from 1991 to 1995[J]. J Environ Monit, 2003, 5: 328-335
- [23] Hur S D, Xiao C D, Hong S M, et al. Seasonal patterns of heavy metal deposition to the snow on Lambert Glacier basin, East Antarctic [J]. Atmos Environ, 2007, 41: 8567-8578

THE SEASONAL VARIATIONS AND SOURCES OF TRACE ELEMENTS IN HEAD WATER GLACIER NO. 1 IN ÜRÜMQI, EAST TIAN-SHAN

SHI Xiaolan LI Yuefang LI Zhongqin WANG Wenbin

(State Key Laboratory of Cryospheric Sciences, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute,
Chinese Academy of Science, Lanzhou, 730000, China)

ABSTRACT

In order to understand the composition and potential pollution of the trace elements in the atmosphere on eastern Tian-Shan, concentrations of 15 trace elements, e. g. Al, Ba, Co, Cr, Cu, Li, Ni, Sb, Sr, U, V, Fe, Cd, Zn and Pb were determined by high resolution inductively coupled plasma mass spectrometry (HR-ICP-MS). Samples were from a 2.4 m snow-pit collected on 25 October, 2008 from No. 1 Glacier of head water in Ürümqi. Results indicate that there were large changes in the concentrations of these trace elements, from the lowest concentration of U ($0.006 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$) to the highest concentration of Fe ($20871 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$). There were also large variations of Max/Min value, from 27 (Sb) to 435 (Li). The concentrations also had larger annual fluctuation, with higher values in summer. Crustal enrichment factors (EF_c) of trace elements indicate that besides rock and soil dusts, anthropogenic pollution is an important source of trace elements in the atmosphere of the studied site, and is the main source for both Pb and Cd. Comparison with other sites in central Asia shows higher concentrations of trace elements in the studied site, and much higher than Greenland and Antarctic. The deposition flux of trace elements are 10 to 70 times higher than eastern Rongbu glacier, about 100 to 1000 times higher than in Greenland, and about 700 to 20000 times higher than in Antarctica. The atmosphere in this area was affected not only by higher loading of dusts but also anthropogenic pollution.

Keywords: trace elements, dust, anthropogenic pollution, deposition flux, No. 1 Glacier of Ürümqi.