

Tianshan Glaciological Station

Cold and Arid Regions Environmental and Engineering

Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Annual Report

Volume 20, 2009—2010

中国科学院寒区旱区环境与工程研究所
天山冰川观测试验站

2009—2010 年报

第 20 卷

2011 年 5 月

内 容 简 介

本期年报汇集了 2009—2010 年中国科学院天山冰川观测试验站有关冰川，水文，气象及环境等方面的研究，实验报告和基本观测资料。

本年报可供从事冰川，冻土，水文，气候，地球化学与环境变化等方面研究的科研，教学人员和研究生参考使用。

中国科学院寒区旱区环境
与工程研究所
天山冰川观测试验站年报

**Annual Report of Tianshan
Glaciological Station,
CAREERI, CAS**

2009—2010 年 第 20 卷

Volume 20, 2009—2010

主 编: 李忠勤

Chief Editors: Li Zhongqin

责任编辑: 金 爽

Executive Editors: Jin Shuang

印刷装订: 新印图文

Printed by: The Xinyin Printing Co., Ltd

印 数: 100

Impression of 100 Copies

天山冰川观测试验站年报

第 20 卷 2009 - 2010 年

目 录

前 言

常规观测和资料整编

1 物质平衡资料

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2008/2009 年度物质平衡.....王文彬, 李忠勤, 李慧林 (1)

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2009/2010 年度物质平衡.....王文彬, 李忠勤, 李慧林 (10)

2 水文气象资料

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明(2009).....金 爽, 李旭亮, 折远洋(19)

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明(2010).....金 爽, 李旭亮, 折远洋(35)

3 冰川运动资料

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川表面运动速度和冰舌末端变化(2008/2009 和 2009/2010).....
.....曹 敏, 李慧林(51)

观测试验工作进展

天山冰川站冰川监测塔建设.....周 平(56)

天山冰川站常规观测自动化及数据无线传输建设.....金 爽(59)

天山冰川站样品分析室运行状况.....朱宇曼(62)

近期工作情况

天山冰川站 2009 年工作总结.....(65)

天山冰川站 2010 年工作总结.....(86)

附 录

来站工作客座人员 (2009-2010).....	(109)
学术论文概要.....	(111)

论文选编

1. Observed changes in stream flow at the headwaters of the Urumqi River, eastern Tianshan, central Asia..... *Li Zhongqin, Wang Wenbin, Zhang Mingjun*
2. Characteristics of individual aerosol particles over Urumqi Glacier No. 1 in eastern Tianshan, central Asia, China.....*Li Zhongqin, Zhao Shuhui, Ross Edwards*
3. Ion chemistry and individual particle analysis of atmospheric aerosols over Mt. Bogda of eastern Tianshan Mountains, central Asia.....*Zhao Shuhui, Li Zhongqin, Zhou Ping*
4. Characteristics of aerosol dust in fresh snow in the Asian dust and non-dust periods at Urumqi glacier No.1 of eastern Tian Shan, China.....*Dong Zhiwen, Li Zhongqin, Zhang Mingjun*
5. 近 45 年来托木尔峰青冰滩 72 号冰川变化特征.....王璞玉, 李忠勤, 曹 敏, 等
6. 中国天山山区潜在蒸发量的时空变化.....张明军, 李瑞雪, 贾文雄, 等
7. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川大气气溶胶的微观形貌及元素组成分析.....
.....赵淑惠, 李忠勤, 周 平, 等

天山冰川观测试验站年报第 20 卷

前 言

本卷年报刊印了天山冰川站 2009-2010 年度常规观测整编资料。汇编了冰川变化与水资源、气候变化、冰川雪冰化学、冰川区气溶胶方面的研究论文 7 篇，以及 2009-2010 年天山冰川站年终工作总结。

2009-2010 年，尽管新疆乌鲁木齐 7·5 事件给天山冰川站的生命财产带来威胁，给各项工作造成很大困难，但是，全站人员克服了种种困难，继续发扬艰苦奋斗、团结协作的精神，在科研业务、成果产出等方面再创佳绩。冰川变化与水资源、冰川雪冰化学、冰缘植被、冰川地貌等研究取得丰硕成果；在冰川观测网络建设、野外冰川学考察、站区平台建设，以及建站 50 周年学术研讨会准备等方面取得了重要的进展，主要表现在以下方面。

通过定位监测和遥感手段得到的有关冰川变化与水文、水资源方面的研究成果引起各方重视。2010 年，天山冰川站参加的中国工程院重大咨询项目“新疆可持续发展中有关水资源的研究”项目结题，完成《新疆冰川近期变化及其对水资源的影响》成果报告，部分研究成果被该项目提交给国务院的咨询报告所采用。同年与新疆自治区水利厅开展了“气候变化对艾比湖地区冰川融水径流的影响研究”合作项目的研究。与此同时，与新疆水利厅和林业局合作开展的哈密地区、托木尔地区冰川水文观测研究，喀纳斯、天池地区冰川、积雪观测研究也在卓有成效地进行。

在喀纳斯和博格达峰地区建立与冰川有关的水文、生态观测研究站具有重要意义，也是天山冰川站多年愿望。经过不懈努力，在 2009 年取得显著进展，包括和景区达成建站共识，制定出了建站和维持长期规划，与景区联合进行了博格达峰地区和友谊峰地区冰川学本底考察等。

2010 年 10 月，在国家自然科学基金黑河培育项目的支持下，天山冰川站首次对祁连山冰川进行了大规模冰川综合考察。本次考察将黑河上游葫芦沟流域内一条冰川选择为参照冰

川，将其命名为“十一”冰川，进行长期观测。为解决祁连山山区降水资料匮乏问题，在另一条参照冰川——七一冰川末端安装了一套带 T-200B 雨雪量计的自动气象站。

冰川监测塔是对冰川进行实时监测的先进设施，具有多要素、可视化和实时等监测特点，此前仅有欧美等少数国家拥有。2010 年天山站建成的冰川监测塔将集冰面立体摄影、视频、无线传输等系统为一体，成为 1 号冰川重要观测平台之一，为实现 1 号冰川面积、末端位置、表面高程、表面运动速度等项目的动态实时监测和观测数据实时传输奠定了必要基础。也标志着我国在冰川监测方面达到国际先进水平。

2010 年 WGMS 召集多个国际相关组织和各国的国家冰川监测通讯员（National Correspondent）在瑞士制定未来 10 年国际冰川监测的规划和重点任务。天山冰川站积极参与这一活动，提出的针对中亚干旱区的冰川监测计划被采纳。

2009 年 6 月，由寒旱所冰冻圈科学国家重点实验室、中国科学院、中国气象局、中科院青藏所等单位组成的以秦大河院士为首的专家组，连同天山冰川站协作单位新疆科技厅、气象局、水文局、林业厅、中科院新疆分院、生地所、新疆大学、新疆农业大学、兰州大学、西北师范大学等单位领导和专家总计 80 余人，对天山冰川站进行了为期一周的现场考察与学术研讨。与会专家对天山冰川站工作给予充分肯定和赞扬，提出的希望和建议成为天山冰川站未来发展的纲要。

2009 年钻取了一支 56 m 透底冰芯，用以进行冰川应变率观测、冰川透底温度剖面观测及冰川底部状况观测、冰川测厚验证、冰川介电常数确定和雷达测波的解译。

本期年报由李忠勤主编，金爽责任编辑，天山冰川站部分科研人员对稿件进行了校正。

李忠勤
2011 年 5 月 1 日

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2008/2009 年度 物质平衡观测研究结果

王文彬, 李忠勤, 李慧林

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所/天山冰川观测试验站, 甘肃 兰州 730000)

冰川上各种相态水的收入和支出之间的数量关系, 称为物质平衡。冰川物质平衡的变化是反映气候变化最敏感的指标之一, 其动态变化是引起冰川规模和径流变化的物质基础, 因而长期监测物质平衡及其分量的变化具有重要的科学价值和实践意义, 一直受到世界各国政府和科学家的重视。正确认识冰川物质平衡近期变化对研究全球及区域气候变化、冰川水资源、冰川灾害等都具有十分重要的科学意义。中国天山乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡项目的观测研究始于 1959 年夏季, 当时的 1 号冰川面积为 1.95 km^2 , 冰川长度为 2.41 km , 冰川末端最低为海拔 3736 m , 是乌鲁木齐河流域发育规模最大的双冰斗冰川形态的现代冰川。随着冰舌萎缩, 1993 年, 1 条冰川蜕变为两条完全独立的冰川体系, 即 1 号冰川西支和 1 号冰川东支。由此也表明一个区域冰川退缩意味着该区域冰川数量可能是增加的, 而冰川面积及其储量是递减的。1 号冰川已解体为相互完全独立的东、西两支, 为了便于与历史资料比较, 1 号冰川的零平衡线高度是利用面积加权法求得的。

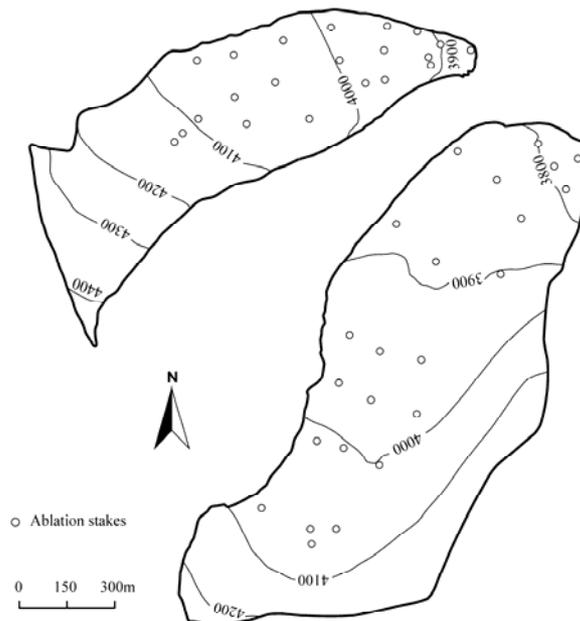


图 1 2008/09 年 1 号冰川物质平衡观测网点

2008/09 年度物质平衡观测网点的布设是在上一年观测研究工作的基础上进行的,即分别在 1 号冰川东支和西支冰川消融区表面,从冰舌开始自下而上布设 A-I 等各 9 个横剖面,各横剖面一般在冰面上等距离布设 3 根测杆进行消融期积消量的观测,积累区资料则以挖取雪坑观测结果获得。图 1 为 2008/09 年 1 号冰川物质平衡观测网点。

1 基础观测数据

在观测、统计和计算工作的基础上,2008/09 年度天山乌鲁木齐河源 1 号冰川及其 1 号冰川东支、西支物质平衡获得如下若干结果:

(1) 2008/09 年度 1 号冰川西支单点物质平衡观测计算结果(表 1)。

表 1 2008/09 年度 1 号冰川西支单点物质平衡观测数据统计表(2008/9/8-2009/9/17)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消量(mm)					合计 (mm)
			2008.9.8-2009.5.1	2009.6.2	2009.7.8	2009.8.7	2009.9.17	
A1	1	3875	21.0	-147.5	-847.0	-1770.8	-2964.2	-2964.2
BC	1	3900	183.8	122.4	-121.1	-843.8	-1590.8	-1590.8
D	D1	3953	416.0	211.4	106.3	-427.8	-1018.1	-1018.1
	D2	3953	142.5	68.0	-195.0	-858.7	-1420.0	-1420.0
	D3	3953	10.8	-84.1	-547.3	-1437.8	-258.2	-258.2
	平均	3953	189.8	65.1	-212.0	-908.1	-898.8	-898.8
E	E1	3964	306.4	363.2	166.6	-326.0	-786.8	-786.8
	E2	3966	236.8	191.2	-40.4	-712.7	-1350.4	-1350.4
	E3	3980	192.0	97.8	-11.4	-649.7	7.1	7.1
	平均	3970	245.0	217.4	38.2	-562.8	-710.0	-710.0
F	F1	4000	176.7	-1670.7	-1241.6	-860.6	-1121.4	-1121.4
	F2	4000	-71.3	167.2	27.7	1136.4	303.1	303.1
	F3	4019	134.2	159.5	592.3	810.7	908.6	908.6
	平均	4006	79.8	-448.0	-207.2	362.2	30.1	30.1
G	G1	4026	-48.9	1082.9	1229.5	1396.6	1253.9	1253.9
	G2	4026	202.2	285.7	294.2	988.1	873.6	873.6
	G3	4044	-388.7	-364.8	-315.4	-1487.8	-588.6	-588.6
	平均	4032	-78.5	334.6	402.8	299.0	513.0	513.0
H	H1	4050	270.0	913.8	1039.3	988.8	1288.3	1288.3
	H2	4052	209.1	244.1	277.1	626.3	-113.9	-113.9
	H3	4054	-1528.2	-1382.5	-1369.1			
	平均	4052	-349.7	-74.9	-17.6	807.6	587.2	587.2
I	I1	4070	208.1	219.2	289.9	723.4	-1237.8	-1237.8
	I2	4078	29.4	137.3	217.9	-883.8		
	平均	4074	118.7	178.2	253.9	-80.2	-1237.8	-1237.8

(2) 2008/09 年度 1 号冰川西支单点物质平衡观测计算结果 (表 2)。

表 2 2008/09 年度 1 号冰川东支单点物质平衡观测数据统计表(2008/9/8-2009/9/17)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消耗(mm)					合计 (mm)
			2008.9.8-2009.5.2	2009.6.2	2009.7.8	2009.8.7	2009.9.17	
A	1	3776	104.0	318.0	-522.0	-1248.0	-2013.0	-2013.0
B	B1	3801	183.0	120.0	-186.0	-1428.0	-2085.0	-2085.0
	B2	3801	120.7	44.8	-310.2	-810.2	-1305.2	-1305.2
	B3	3801	84.0	240.0	150.0	-1461.0	-2163.0	-2163.0
	平均	3801	129.2	134.9	-115.4	-1233.1	-1851.1	-1851.1
C	C1	3849						
	C2	3852	207.5	244.5	81.0	-644.0	-825.0	-825.0
	C3	3847	615.0	135.0	228.0	-201.0	-402.0	-402.0
	平均	3849	411.3	189.8	154.5	-422.5	-613.5	-613.5
D	D1	3894						
	D2	3890	174.2	171.2	56.2	-699.0	-978.0	-978.0
	D3	3892	298.6	364.6	412.6	169.6	88.6	88.6
	平均	3892	236.4	267.9	234.4	-264.7	-444.7	-444.7
E	E1	3922	450.0	450.0	678.0	282.0	-36.0	-36.0
	E2	3923	156.7	317.2	251.7	-31.9	-204.8	-204.8
	E3	3923	213.0	255.0	288.0	21.0	-9.0	-9.0
	平均	3923	273.2	340.7	405.9	90.4	-83.3	-83.3
F	F1	3971						
	F2	3965	197.1	287.3	393.6	112.8	-18.9	-18.9
	F3	3966	93.0	-6.0	168.0	312.0	-2.5	-2.5
	平均	3967	145.0	140.7	280.8	212.4	-10.7	-10.7
G	G1	4008	144.0	243.0	123.0	117.0	-24.0	-24.0
	G2	4004	284.2	252.2	386.7	116.1	-28.3	-28.3
	G3	4003	255.0	-561.0	-84.0	309.0	309.0	309.0
	平均	4005	227.7	-21.9	141.9	180.7	85.6	85.6
H	H1 左	4058	-81.0	-279.0	-291.0	-228.0	-246.0	-246.0
	H1 右	4058	249.0	291.0	207.0	-57.0	-234.0	-234.0
	H2	4043	216.0	290.4	417.0	203.2	173.0	173.0
	H3	4058	708.0	234.0	108.0	-39.0	120.0	120.0
	平均	4053	391.0	271.8	244.0	35.8	19.7	19.7
I	1	4130	685.5	1711.0	701.5	-514.5		
J	1	4140	673.1	-648.9	-553.9	844.1		

2 冰川物质平衡观测计算结果

(1) 2008/09 年度 1 号冰川冬平衡观测计算结果, 2008 年 9 月 ~ 2009 年 4 月底, 1 号冰川西支冬平衡为+232.2 mm, 1 号冰川东支为+265.6 mm, 原乌鲁木齐河源 1 号冰川冬平衡为+253.9 mm (表 3)。

表 3 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2008/09 年度冬平衡观测计算结果

项目	平衡线	Bc 纯积累			Ba 纯消融			Bn 冬平衡	
	海拔	积累区	积累量	积累深	消融区	消融量	消融深	总量	平衡值
	(m)	面积(km ²)	(10 ⁴ m ³)	(mm)	面积(km ²)	(10 ⁴ m ³)	(mm)	(10 ⁴ m ³)	(mm)
1 号西支	3930	0.547	13.762	251.7	0.031	0.356	115.7	13.406	232.2
1 号东支	3810	1.026	29.314	285.8	0.043	0.938	219.8	28.375	265.6
1 号冰川	3870	1.572	43.076	274.0	0.073	1.294	176.2	41.782	253.9

(2) 2008/09 年度 1 号冰川年平衡观测计算结果, 2008 年 9 月 1 日 ~ 2009 年 8 月 31 日为一整年观测时间, 1 号冰川西支的年物质平衡为+283.2 mm, 1 号冰川东支为-55.8 mm, 原乌鲁木齐河源 1 号冰川年物质平衡为+63.1 mm (表 4)。

表 4 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2008/09 年度物质平衡观测计算结果

项目	平衡线	Bc 纯积累			Ba 纯消融			Bn 年平衡	
	海拔	积累区	积累量	积累深	消融区	消融量	消融深	总量	平衡值
	(m)	面积(km ²)	(10 ⁴ m ³)	(mm)	面积(km ²)	(10 ⁴ m ³)	(mm)	(10 ⁴ m ³)	(mm)
1 号西支	4010	0.466	26.135	561.0	0.112	9.768	871.1	16.367	283.2
1 号东支	3975	0.595	20.134	338.4	0.474	26.103	550.6	-5.968	-55.8
1 号冰川	3990	1.061	46.27	436.2	0.586	35.871	611.9	10.399	63.1

3 物质平衡等值线图

(1) 2008/09 年冬平衡等值线图 (图 2);

(2) 2008/09 年度平衡等值线图 (图 3)。

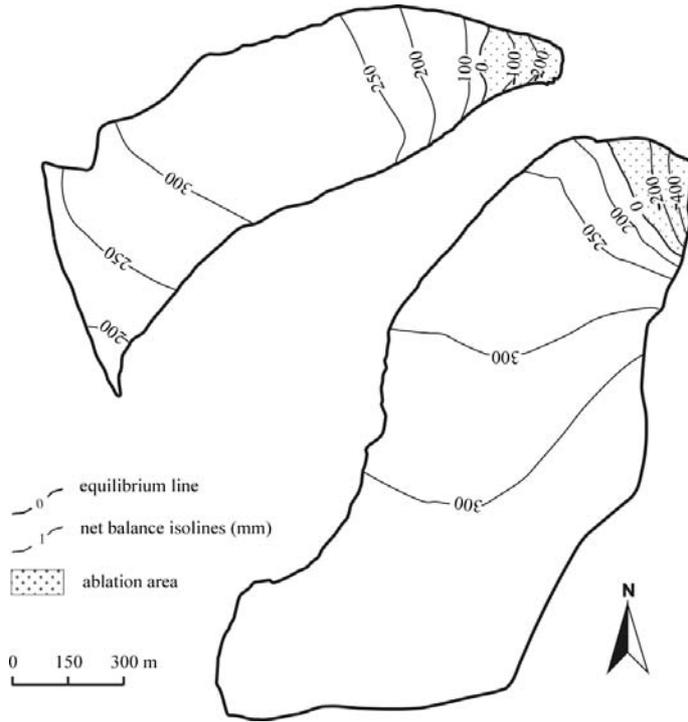


图 2 1 号冰川 2008/09 年冬平衡等值线图

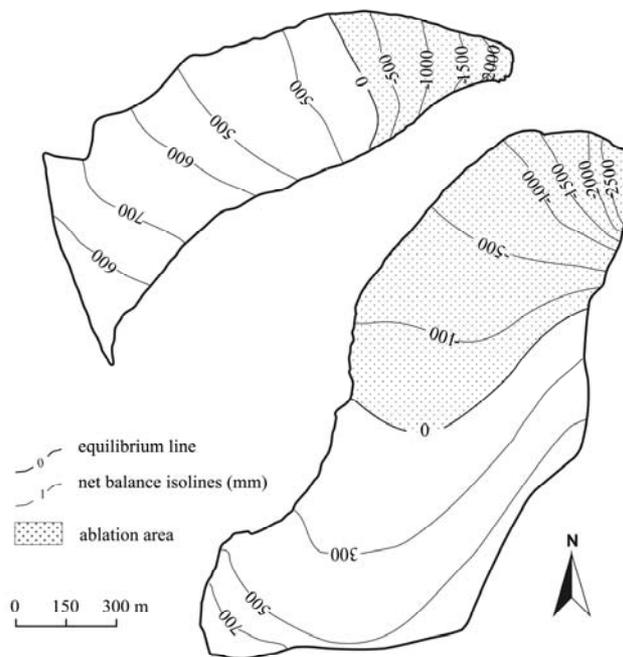


图 3 1 号冰川 2008/09 年度平衡等值线图

4 2008/09 年物质平衡结果

(1) 1号冰川 2008/09 年净物质平衡为 63.1 mm 和 $10.399 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 冰川平衡线海拔 3993 m, AAR 为 40.9%; 2008/09 年度冬平衡为 253.9 mm 和 $41.782 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量。

(2) 1号冰川西支 2008/09 年净物质平衡为 -640.6 mm 和 $-37.86 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 冰川平衡线海拔 4096 m, AAR 为 46.7%; 本年度冬平衡为 +20.6 mm 和 $+1.22 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 夏平衡为 -661.3 mm 和 $-39.08 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量; 冰川平衡线海拔 3974 m。

(3) 1号冰川东支 2008/09 年净物质平衡为 -879.6 mm 和 $-95.52 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 冰川平衡线海拔 4068 m, AAR 为 37.8%; 本年度冬平衡为 +49.7 mm 和 $+5.39 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 夏平衡为 -929.2 mm 和 $-100.91 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量; 冰川平衡线海拔 3926 m。

(4) 自 2001 年 8 月底重复测绘冰川表面积后, 2008 年 5 月再次重复测绘的结果表明, 最近五年来 1 号冰川西支面积为 0.591 km^2 , 1 号冰川东支为 1.086 km^2 , 原乌鲁木齐河源 1 号冰川面积为 1.677 km^2 , 时隔 5 年冰川面积减少了 -0.031 km^2 , 其中 1 号冰川西支减少了 -0.015 km^2 , 1 号冰川东支减少了 0.16 km^2 , 冰川面积萎缩幅度在 1.36% ~ 2.64% 之间, 冰川面积萎缩的强度 1 号冰川西支大于 1 号冰川东支。

5 各高度带物质平衡

表 5、6 根据本年度最新的测量结果, 量算了原 1 号冰川现 1 号冰川西支和 1 号冰川东支各高度带的冰川面积, 并整理了冬平衡和年平衡期末的物质平衡数据 (表 5、表 6)。

表 5 1 号冰川西支 2008/09 年度各高度带冰川面积及其物质平衡 (mm)

海拔高度 区间(m)	冰川面积 (km^2)	观测时间(年/月/日)				
		2008.9.8-2009.5.2	2009.6.3	2009.7.7	2009.8.7	2009.9.17
4400-4484	0.007	193.1	274.9	383.2	461.1	511.4
4350-4400	0.024	213.8	304.2	421.8	505.7	560.5
4300-4350	0.046	239.7	340.8	469.6	560.4	620.6
4250-4300	0.040	266.2	378.1	517.8	615.2	680.6
4200-4250	0.031	295.0	418.3	569.1	672.8	743.6
4150-4200	0.041	301.2	426.3	575.9	677.5	733.5
4100-4150	0.074	293.8	415.4	557.1	652.1	562.8
4050-4100	0.112	266.6	376.5	501.2	449.1	537.9
4000-4050	0.100	249.8	352.3	466.5	223.6	321.5
3950-4000	0.054	179.5	253.5	167.5	-317.9	-549.0
3900-3950	0.036	10.7	19.0	-289.7	-885.9	-1229.4
3845-3900	0.012	-223.0	-307.9	-737.7	-1435.7	-1999.2
3845-4484	0.578	231.8	328.4	400.0	296.2	283.4

表 6 1 号冰川东支 2008/09 年度冰川面积及其物质平衡(mm)

海拔高度 区间(m)	冰川面积 (km ²)	观测时间(年/月/日)				
		2008.9.8-2009.5.2	2009.6.3	2009.7.7	2009.8.7	2009.9.17
4200-4267	0.020	285.7	404.9	550.0	649.5	718.0
4150-4200	0.079	278.6	394.4	532.6	626.3	600.3
4100-4150	0.125	280.6	396.8	532.0	622.4	462.7
4050-4100	0.132	291.2	411.3	547.3	614.9	367.6
4000-4050	0.143	290.4	409.6	541.0	479.6	172.5
3950-4000	0.139	319.9	450.4	590.4	514.7	15.5
3900-3950	0.172	306.4	430.7	560.0	263.5	-149.2
3850-3900	0.149	271.8	381.7	427.2	-85.9	-469.4
3800-3850	0.078	151.4	214.7	-51.5	-695.3	-1232.1
3742-3800	0.032	-279.0	-386.6	-882.0	-1667.6	-2312.0
3472-4267	1.069	265.3	374.3	449.7	274.3	-55.9

6 年净物质平衡对比

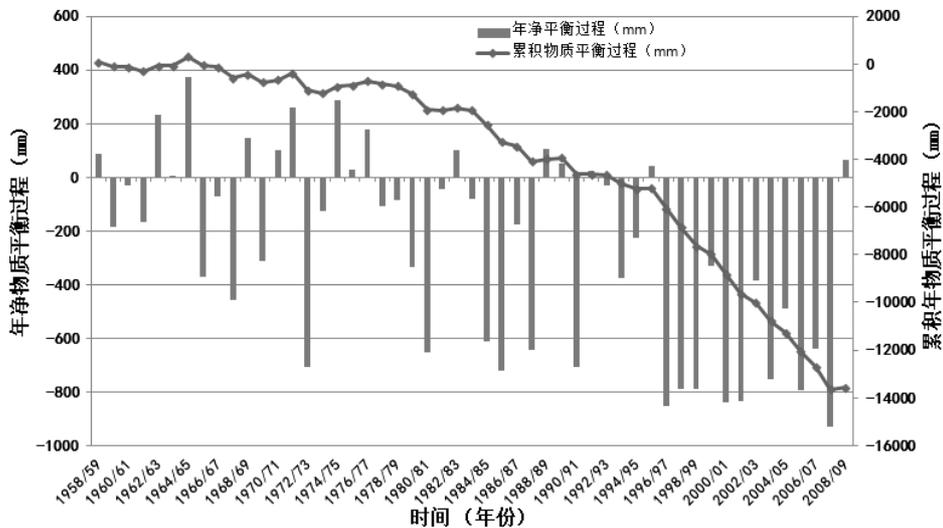


图 4 1 号冰川年物质净平衡过程与累计年净平衡比较

中国天山乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡观测研究自 1959 年开始观测，就以一个积累—消融年度观测资料计算获得年净（纯）物质平衡（谢自楚等，1965）。本年度 1 号冰川物质净平衡观测计算结果（+63.1 mm），平衡线海拔高度（3990 m）比上年度（4192 m）有明显降低。与过去 45 年来的物质平衡结果比较，自 1996/97—2007/08 年期间，1 号冰川物质负平衡周期内连续出现的了 11 个负平衡年（王文彬等，2010），本年度 1 号冰川物质平衡转为正值，如图 4 所示，这一现象的出现暂时扭转了长时期连续物质亏损状态。

参考文献 (References)

- [1] Yang Huian, Detailed Information Mass Balance 2003/2004 and 2004/2005 of the Urumqi River Source Glacier No. 1, Tianshan, China. Glacier Mass Balance Bulletin. Bulletin N o. 9(2004 -2005). ICSU(FAGS) – IUGG(IACS)-UNEP-UNESCO-WMO, 2007.
- [2] 谢自楚, 葛光文. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川的积累、消融及物质平衡. 天山乌鲁木齐河冰川与水文研究 [C], 北京: 科学出版社. 1965. 14-24.
- [3] 施雅风, 苏珍. 天山乌鲁木齐河源冰川的形态特征与历史演变. 天山乌鲁木齐和冰川与水文研究[C]. 北京: 科学出版社, 1965. 83-87.
- [4] 谢自楚, 葛广文. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川的积累、消融及物质平衡. 天山乌鲁木齐和冰川与水文研究[C]. 北京: 科学出版社, 1965. 14-30.
- [5] 杨惠安, 李忠勤, 叶佰生, 等. 中国天山冰川数量的时空分布及其 1959—1992 年间的变化. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1996-1998 年报, 1999 年 4 月, **15**: 1-6.
- [6] YANG Hui-an, LI Zhong-qin, YE Bai-sheng, et al. 2005. Study on Mass Balance and Pprocess of Glaier NO.1 at the Urumqi River in the Past 44 Years. Arid Land Geography. Vol.28, No.1: p76-80. [杨惠安, 李忠勤, 叶佰生, 等. 过去 44 年乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡结果及其过程研究[J]. 干旱区地理, 2005, **28**(1): 76-80.]
- [7] Yang Huian. The Extensive Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.6, 1998-1999[R], IAHS(ICSI)/UNEP/UNESCO, WGMS/ETH, Zurich. 2001.
- [8] Yang Huian. The Extensive Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.7, 2000-2001[R], IAHS(ICSI)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS/ETH, Zurich. 2003.
- [9] 杨惠安, 王纯足, 焦克勤, 等. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 1998/99 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1999-2002 年报, 2003 年 11 月, **16**: 75-85.
- [10] 杨惠安, 叶柏生, 焦克勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 1999/2000 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1999-2002 年报, 2003 年 11 月, **16**: 86-92.
- [11] 杨惠安, 李忠勤, 焦克勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2000—2002 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1999-2002 年报, 2003 年 11 月, **16**: 93-103.
- [12] Yang Huian. The Detailed Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.8, 2002-2003[R], IUGG(CCS)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS/ETH, Zurich. 2005.
- [13] Yang Huian. The Detailed Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.9, 2004-2005[R], IAHS(ICSI)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS/ETH, Zurich. 2008.
- [14] Baisheng Ye, Daqing Yang, Keqin Jiao, Tianding Han, Zhfan Jin, Huian Yang, and Zhongqin Li. The Urumqi River Source Glacier No.1, Tianshan, China: Changes over past 45 years. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.32, L21504, doi:10.1029/2005GL024178, 2005.

-
- [15] 杨惠安, 李忠勤, 焦克勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2002/03 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2003-2004 年报, 2006 年 6 月, **17**: 176-180.
- [16] 杨惠安, 李忠勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2003/04 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2003-2004 年报, 2006 年 6 月, **17**: 181-188.
- [17] 杨惠安, 李忠勤, 王飞腾. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2004/05 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2004-2005 年报, 2009 年 5 月, **18**: 1-9.
- [18] 杨惠安, 李忠勤, 周在明. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2004/05 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2005-2006 年报, 2009 年 5 月, **18**: 10-17.
- [19] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2006/07 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2007-2008 年报, 2010 年 5 月, **19**: 1-10.
- [20] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2007/08 物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2007-2008 年报, 2010 年 5 月, **19**: 11-18.

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2009/2010 年度 物质平衡观测研究结果

王文彬, 李忠勤, 李慧林

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所/天山冰川观测试验站, 甘肃 兰州 730000)

在冰川监测研究中, 物质平衡是认识冰川的发育、变化及物理特征的基本课题之一, 尤其在冰川随气候变化而进退的一系列事件中, 冰川的物质平衡形成了这种变化中的一个重要环节。冰川物质平衡的观测研究结果可以直接确定和阐明冰川目前所处的状态, 连续多年的观测可进一步了解冰川发展变化的趋势, 为区域气候和山区河流径流的变化趋势提供资料。物质平衡也与冰川表面的热量平衡, 冰体内的水文状态, 成冰作用, 冰川活动层的温度状况, 以及冰川运动速度等密切相关。冰川物质平衡的观测研究是人类监测冰川进退变化的重要内容之一, 也是冰川学研究中不可缺少的重要组成部分。

2009/10 年度物质平衡观测网点的布设是在上一年观测研究工作的基础上进行的, 即分别在 1 号冰川东支和西支冰川消融区表面, 从冰舌开始自下而上布设 A-I 等各 9 个横剖面, 各横剖面一般在冰面上等距离布设 3 根测杆进行消融期积消量的观测, 积累区资料则以挖取雪坑观测结果获得。图 1 为 2009/10 年 1 号冰川物质平衡观测网点。

本年度 1 号冰川物质平衡观测方法与上一年相同, 即从 4 月末开始观测, 每月底或月初观测一次, 至 8 月底为最后一次结束年度观测。

1 号冰川已解体为相互完全独立的东、西两支, 为了便于与历史资料比较, 1 号冰川的零平衡线高度是利用面积加权法求得的。

1 基础观测数据

在观测、统计和计算工作的基础上, 2009/10 年度天山乌鲁木齐河源 1 号冰川及其 1 号冰川东支、西支物质平衡获得如下若干结果:

- (1) 2009/10 年度 1 号冰川东支单点物质平衡观测计算结果 (表 1)。
- (2) 2009/10 年度 1 号冰川西支单点物质平衡观测计算结果 (表 2)。

2 冰川物质平衡观测计算结果

(1) 2009/10 年度 1 号冰川冬平衡观测计算结果, 2009 年 9 月 ~ 2010 年 4 月底, 1 号冰川西支冬平衡为 +97.2 mm, 1 号冰川东支为 +105.2 mm, 原乌鲁木齐河源 1 号冰川冬平衡为 +102.4 mm (表 3)。

表1 2009/10年度1号冰川东支单点物质平衡观测数据统计表(2009/9/17-2010/9/7)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消耗量(mm)					合计 (mm)
			2009.9.17-2010.5.2	2010.5.30	2010.7.2	2010.8.5	2010.9.7	
A	1	3796	20	219	-711	-2349	-3699	-3699
B	B1	3828	99	111	-297	-1710	-2466	-2466
	B2	3838	-20	102	-513	-1818	-2628	-2628
	B3	3832	40	126	-756	-1998	-2448	-2448
	平均	3833	39.7	113	-522	-1842	-2514	-2514
C	C1	3888	224.5	350	42	-1600	-1566	-1566
	C2	3886	-119.5	-15.6	-666	-1400	-1500	-1500
	C3	3900	100	279	-18	-1269	-1503	-1503
	平均	3891	68.3	204.5	-214	-1423	-1523	-1523
D	D1	3925	218.5	350	153	-1200	-1755	-1755
	D2	3936	18	85.6	-450	-1440	-2394	-2394
	D3	3956	7	315	18	-891	-1368	-1368
	平均	3939	81.2	250.2	-93	-1177	-1839	-1839
E	E1	3950	82	165	21	-879	-1086	-1086
	E2	3954	91	186.8	41	-510.5	-861.5	-861.5
	E3	3960	-33	-36	-39	-924	-1185	-1185
	平均	3955	46.7	105.3	7.7	-771.2	-1044.2	-1044.2
F	F1	3976	338	414	282	-603	-1353	-1353
	F2	3977	176	223.5	300	-729.5	-1683.5	-1683.5
	F3	4004	296.5	47.5	356.5	-285.5	-708.5	-708.5
	平均	3986	270.2	228.3	312.8	-539.3	-1248.3	-1248.3
G	G1	3996	59.5	158.5	-3.5	-840.5	-1551.5	-1551.5
	G2	3996	143	215	12.5	-868.5	-1561.5	-1561.5
	G3	4007	195	222	99	-375	-1041	-1041
	平均	4000	132.5	198.5	36	-694.7	-1384.7	-1384.7
H	H1 左	4046	71	168	87	-849	-1320	-1320
	H1 右	4046	230	333	150	-330	-1161	-1161
	H2	4046	70.5	139.8	96	-607	-1249	-1249
	H3	4055	300	183	-63	-492	-942	-942
	平均	4049	200.2	218.6	61	-476.3	-1117.3	-1117.3
I	1	4055	320	300	200	-300	-900	-900

表 2 2009/10 年度 1 号冰川西支单点物质平衡观测数据统计表(2009/9/17-2010/9/7)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消量(mm)					合计 (mm)
			2009.9.17-2010.5.2	2010.5.30	2010.7.2	2010.8.5	2010.9.7	
A1	1	3854	-309.0	-552.0	-720.0	-2097.0	-4131.0	-4131.0
BC	1	3900	-12.3	-15.3	-219.3	-1661.9	-2615.9	-2615.9
D	D1	3953	1038.0	1320.0	-216.0	-1800.0	-2484.0	-2484.0
	D2	3953	1602.5	990.0	-810.0	-2223.0	-3114.0	-3114.0
	D3	3953	-810.4	-709.4	-1530.4	-2898.4	-3899.4	-3899.4
	平均	3953	610.1	533.6	-852.1	-2307.1	-3165.8	-3165.8
E	E1	3964	-165.0	-30.0	726.0	-954.0	-1854.0	-1854.0
	E2	3966	674.8	614.8	-456.2	-1581.2	-2650.4	-2650.4
	E3	3980	-1106.4	-1061.4	-698.4	-1814.4	-2066.4	-2066.4
	平均	3970	-198.9	-158.9	-142.9	-1449.9	-2190.3	-2190.3
F	F1	4000	179.8	110.8	-204.2	-1833.2	-2685.2	-2685.2
	F2	4000	1345.0	1082.0	-484.0	-1600.0	-2455.0	-2455.0
	F3	4019	1783.9	1879.9	1636.9	937.9	199.9	199.9
	平均	4006	1102.9	1024.2	316.2	-831.8	-1646.8	-1646.8
G	G1	4026	-786.4	-567.4	-777.4	-1557.4	-1737.4	-1737.4
	G2	4026	327.1	-143.4	-684.4	-2223.4	-3024.4	-3024.4
	G3	4044	145.9	229.9	-979.1	-2395.1	-3082.1	-3082.1
	平均	4032	-104.4	-160.3	-813.6	-2058.6	-2614.6	-2614.6
H	H1	4050	528.0	648.0	582.0	-144.0	-1071.0	-1071.0
	H2	4052	455.5	127.5	34.0	-933.0	-774.0	-774.0
	H3	4054	66.5	110.0	1947.0	1305.0	-725.0	-725.0
	平均	4052.00	350.0	295.2	854.3	76.0	-856.7	-856.7
I	1	4070	960.7	1499.2	1472.7	791.2	-689.0	-689.0

表3 天山乌鲁木齐河源1号冰川2009/10年度冬平衡观测计算结果

项目	平衡线海拔 (m)	Bc 纯积累			Ba 纯消融			Bn 冬平衡	
		积累区 面积(km ²)	积累量 (10 ⁴ m ³)	积累深 (mm)	消融区 面积(km ²)	消融量 (10 ⁴ m ³)	消融深 (mm)	总量 (10 ⁴ m ³)	平衡值 (mm)
1号西支	3990	0.491	7	142.6	0.087	1.38	158.6	5.62	97.2
1号东支	3870	0.927	13.628	147.0	0.139	2.41	173.4	11.218	105.2
1号冰川	3930	1.418	20.628	145.5	0.226	3.79	167.7	16.838	102.4

(2) 2009/10年度1号冰川年平衡观测计算结果, 2009年8月30日~2010年9月7日为一年观测时间, 1号冰川西支的年物质平衡为-1114.7 mm, 1号冰川东支为-1441.4 mm, 原乌鲁木齐河源1号冰川年物质平衡为-1326.8 mm (表4):

表4 天山乌鲁木齐河源1号冰川2009/10年度物质平衡观测计算结果

项目	平衡线海拔 (m)	Bc 纯积累			Ba 纯消融			Bn 年平衡	
		积累区 面积(km ²)	积累量 (10 ⁴ m ³)	积累深 (mm)	消融区 面积(km ²)	消融量 (10 ⁴ m ³)	消融深 (mm)	总量 (10 ⁴ m ³)	平衡值 (mm)
1号西支	>4484	0	0	0	0.578	64.43	1114.7	-64.43	-1114.7
1号东支	>4250	0	0	0	1.069	154.09	1441.4	-154.09	-1441.4
1号冰川	>	0	0	0	1.647	218.52	1326.8	-218.52	-1326.8

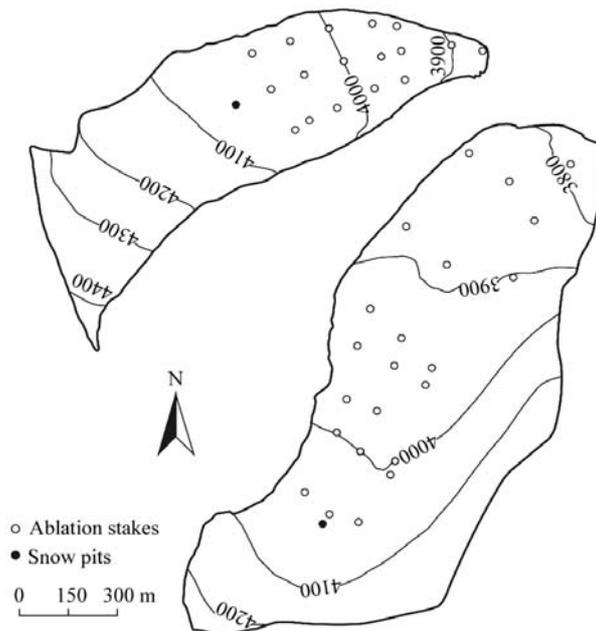


图1 2009/2010年1号冰川物质平衡观测网点

3 物质平衡等值线图

(1) 2009/10 年冬平衡等值线图 (图 2);

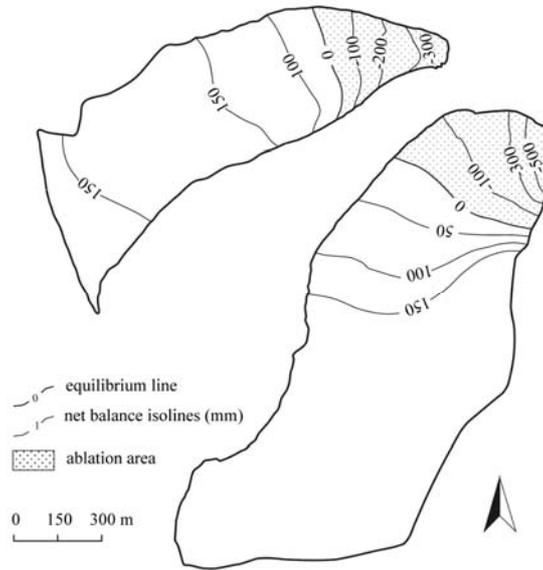


图 2 1号冰川 2009/2010 年冬平衡等值线图

(2) 2009/10 年度平衡等值线图 (图 3)。

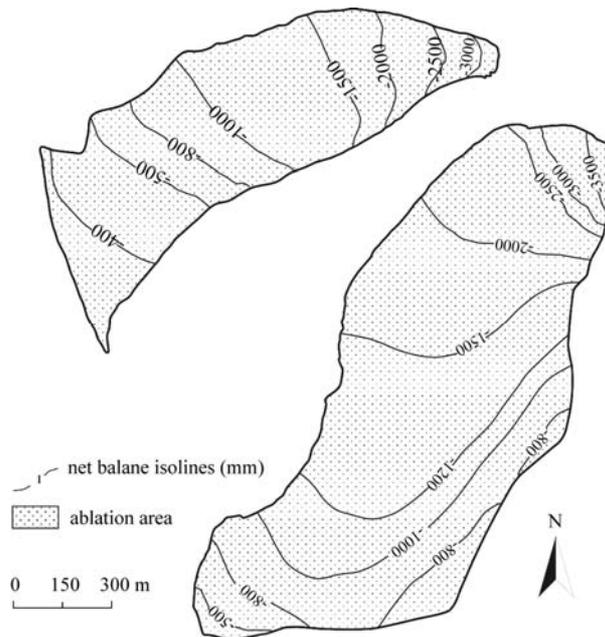


图 3 1号冰川 2009/2010 年度平衡等值线图

4 各高度带物质平衡

表5、6根据本年度最新的测量结果，量算了原1号冰川现1号冰川西支和1号冰川东支各高度带的冰川面积，并整理了冬平衡和年平衡期末的物质平衡数据（表5；表6）。

表5 1号冰川西支2009/10年度各高度带物质平衡

海拔高度 区间(m)	冰川面积 (km ²)	观测时间(年/月/日)				
		2009.9.17-2010.5.2	2010.5.30	2010.7.2	2010.8.5	2010.9.7
4400-4484	0.007	114.8	94.3	89.7	-209.4	-475.3
4350-4400	0.024	126.9	104.4	96.8	-213.9	-504.5
4300-4350	0.046	142	117.1	105.1	-223	-541.3
4250-4300	0.04	157.4	130	113	-234.1	-578.1
4200-4250	0.031	174.2	143.9	120.7	-255.7	-620.4
4150-4200	0.041	177.5	146.6	118.7	-362.9	-669.9
4100-4150	0.074	172.9	142.7	111.3	-522	-723.7
4050-4100	0.112	150.7	135.2	-17.8	-638.6	-783.6
4000-4050	0.1	103.7	164.3	-157.3	-705.7	-840.8
3950-4000	0.054	-41	167.7	-373.8	-789.5	-906.7
3900-3950	0.036	-196.7	71.6	-499.1	-872.5	-972.2
3845-3900	0.012	-351.8	-34	-607.2	-955.2	-1040.1
3845-4484	0.578	97.3	134.5	-57	-543.3	-747.1

表6 1号冰川东支2009/10年度各高度带物质平衡

海拔高度 区间(m)	冰川面积 (km ²)	观测时间(年/月/日)				
		2009.9.17-2010.5.2	2010.5.30	2010.7.2	2010.8.5	2010.9.7
4200-4267	0.02	168.6	139.3	116	-315	-634.6
4150-4200	0.079	164.3	135.7	109.6	-446.8	-678.8
4100-4150	0.125	165	136.1	103.8	-565.3	-730.6
4050-4100	0.132	171.3	141	60.5	-631	-779.1
4000-4050	0.143	168	143.1	-32.2	-687.2	-833
3950-4000	0.139	183.5	158.6	-39.5	-732.6	-884.5
3900-3950	0.172	124.1	202.9	-194.5	-804.1	-942
3850-3900	0.149	31.5	249.4	-376.9	-868.8	-1003.5
3800-3850	0.078	-140.3	163.4	-528.3	-961	-1078.3
3742-3800	0.032	-417.4	-44.6	-685.1	-1055.4	-1155.8
3472-4267	1.069	105.3	163.1	-118	-719.3	-872.5

5 2009/10 年物质平衡结果

(1) 1号冰川 2009/10 年净物质平衡为-1326.8 mm 和 $-218.52 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 积累区面积为 0 km^2 , 消融区面积 1.647 km^2 ; 2009/10 年度冬平衡为+102.4 mm 和 $+16.838 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量; 冰川平衡线海拔 3930 m。

(2) 1号冰川西支 2009/10 年净物质平衡为-1114.7 mm 和 $-64.43 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 冰川平衡线海拔 $>4484 \text{ m}$, 积累区面积为 0 km^2 , 消融区面积为 0.578 km^2 ; 本年度冬平衡为+97.2 mm 和 $+5.62 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量; 冰川平衡线海拔 3990 m。

(3) 1号冰川东支 2009/10 年净物质平衡为-1441.4 mm 和 $-154.09 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量, 冰川平衡线海拔 $>4250 \text{ m}$, 积累区面积为 0 km^2 , 消融区面积为 1.069 km^2 ; 本年度冬平衡为+105.2 mm 和 $+11.218 \times 10^4 \text{ m}^3$ 水当量; 冰川平衡线海拔 3870 m。

6 年净物质平衡对比

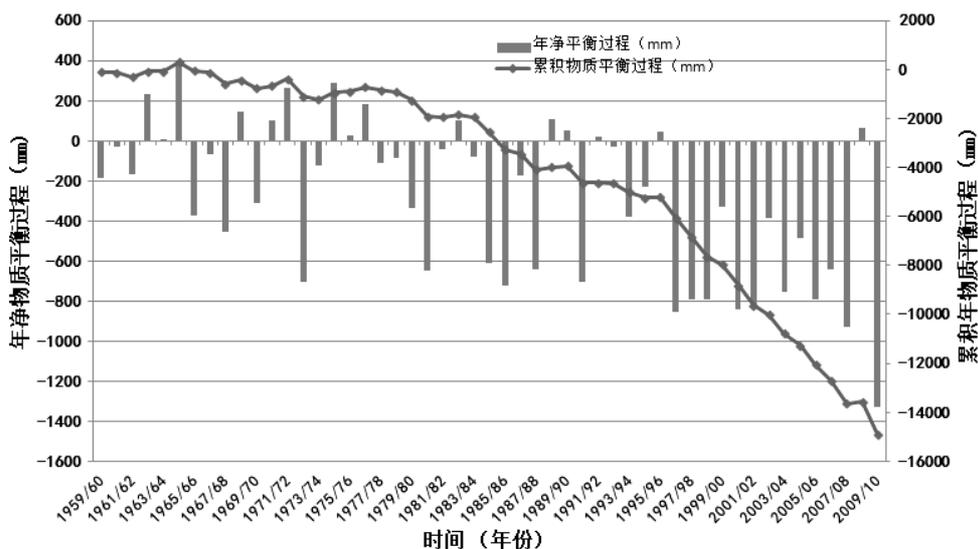


图4 1号冰川年物质净平衡过程与累计年净平衡比较

中国天山乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡观测研究以一个积累—消融年度观测资料计算获得年净(纯)物质平衡。本年度1号冰川物质净平衡观测计算结果(-1326.8 mm), 较上一年度末结果(+63.1 mm)有明显地减少, 平衡线海拔高度比上年度(3990 m)有明显升高, 与过去45年来的物质平衡结果比较, 自1996/97~2007/08年连续出现11个负平衡年, 2008/09年度出现正平衡年, 但平衡值(+63.1 mm)较小, 本年度再次出现强烈的负平衡(-1326.8 mm)。如图4所示, 这种长时期连续物质亏损状态对天山乌鲁木齐河源1号冰川是一个严峻的考验。出现这种状况是由于乌鲁木齐河源1号冰川大陆性冰川性质所决定的, 加之全球变暖趋势的发展, 原乌鲁木齐河源1号冰川面积的萎缩和年物质平衡的加剧趋势也是不可避免的。

参考文献 (References)

- [1] Yang Huian, Detailed Information Mass Balance 2003/2004 and 2004/2005 of the Urumqi River Source Glacier No. 1, Tianshan, China. Glacier Mass Balance Bulletin. Bulletin N o. 9(2004 -2005). ICSU(FAGS) – IUGG(IACS)-UNEP-UNESCO-WMO, 2007.
- [2] 谢自楚, 葛光文. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川的积累、消融及物质平衡. 天山乌鲁木齐河冰川与水文研究[C]. 北京: 科学出版社. 1965. 14-24.
- [3] 施雅风, 苏珍. 天山乌鲁木齐河源冰川的形态特征与历史演变. 天山乌鲁木齐和冰川与水文研究[C]. 北京: 科学出版社, 1965. 83-87.
- [4] 谢自楚, 葛光文. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川的积累、消融及物质平衡. 天山乌鲁木齐和冰川与水文研究[C].北京: 科学出版社, 1965. 14-30.
- [5] 杨惠安, 李忠勤, 叶佰生, 等. 中国天山冰川数量的时空分布及其 1959—1992 年间的变化. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1996-1998 年报, 1999 年 4 月, **15**: 1-6.
- [6] YANG Hui-an, LI Zhong-qin, YE Bai-sheng, et al. 2005. Study on Mass Balance and Process of Glacier NO.1 at the Urumqi River in the Past 44 Years. Arid Land Geography. Vol.28, No.1: p76-80. [杨惠安, 李忠勤, 叶佰生, 等. 过去 44 年乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡结果及其过程研究[J]. 干旱区地理, 2005, **28**(1): 76-80.]
- [7] Yang Huian The Extensive Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.6, 1998-1999[R], IAHS(ICSI)/UNEP/UNESCO, WGMS/ETH, Zurich. 2001.
- [8] Yang Huian. The Extensive Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.7, 2000-2001[R], IAHS(ICSI)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS/ETH, Zurich. 2003.
- [9] 杨惠安, 王纯足, 焦克勤, 等. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 1998/99 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1999-2002 年报, 2003 年 11 月, **16**: 75-85.
- [10] 杨惠安, 叶柏生, 焦克勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 1999/2000 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1999-2002 年报, 2003 年 11 月, **16**: 86-92.
- [11] 杨惠安, 李忠勤, 焦克勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2000—2002 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 1999-2002 年报, 2003 年 11 月, **16**: 93-103.
- [12] Yang Huian. The Detailed Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.8, 2002-2003[R], IUGG(CCS)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS/ETH, Zurich. 2005.
- [13] Yang Huian. The Detailed Information of Mass Balance of Urumqihe Sources No.1 Glacier in Tianshan of China. Glacier Mass Balance Bulletin No.9, 2004-2005[R], IAHS(ICSI)/UNEP/UNESCO/WMO, WGMS/ETH, Zurich. 2008.
- [14] Baisheng Ye, Daqing Yang, Keqin Jiao, Tianding Han, Zhefan Jin, Huian Yang, and Zhongqin Li. The Urumqi River Source Glacier No.1, Tianshan, China: Changes over past 45 years. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.32, L21504, doi:10.1029/2005GL024178, 2005.

- [15] 杨惠安, 李忠勤, 焦克勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2002/03 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2003-2004 年报, 2006 年 6 月, **17**: 176-180.
- [16] 杨惠安, 李忠勤. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2003/04 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2003-2004 年报, 2006 年 6 月, **17**: 181-188.
- [17] 杨惠安, 李忠勤, 王飞腾. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2004/05 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2004-2005 年报, 2009 年 5 月, **18**: 1-9.
- [18] 杨惠安, 李忠勤, 周在明. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2004/05 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2005-2006 年报, 2009 年 5 月, **18**: 10-17..
- [19] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2006/07 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2007-2008 年报, 2010 年 5 月, **19**: 1-10.
- [20] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2007/08 物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2007-2008 年报, 2010 年 5 月, **19**: 11-18.
- [21] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2008/09 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2008-2009 年报, 见本年报(第 20 卷).

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明（2009）

金 爽, 李旭亮, 折远洋

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所/天山冰川观测实验站, 甘肃 兰州 730000)

天山冰川观测试验站的常规水文、气象观测在乌鲁木齐河源区的 1 号冰川水文点、空冰斗水文点、总控制水文点以及后峡基本营地进行, 本文为 2009 年度资料整编结果报告。

1 号冰川水文点设在离 1 号冰川末端 300 m 的河道上, 实施 1 号冰川冰雪径流的监测, 断面海拔 3695 m, 流域面积 3.34 km², 其中冰川面积 1.65 km²。为混凝土矩形断面 (高 1.0 m, 宽 1.6 m), 气象场设在断面左岸。

空冰斗水文点设在乌鲁木齐河源区左侧, 斗口朝南, 进行高山区积雪、多年冻土融水径流的观测, 断面海拔 3805 m, 流域面积 1.68 km², 为混凝土矩形断面(高 1.0 m, 宽 1.0 m), 气象场设在断面右岸。

在乌鲁木齐河源区大西沟和罗布道沟汇合处, 设有总控制水文点, 控制监测乌鲁木齐河源区降水和 7 条冰川以及冰川周围高山积雪、多年冻土的总融水径流; 该控制端面海拔 3408 m, 流域面积 28.9 km²;其中冰川面积 5.6 km²。为混凝土断面, 设有工作桥, 气象场设在断面左岸冰碛丘上。

三个水文断面均装有自计水位计, 测流主要用流速仪法, 即时流量由水位—流量关系线求得。气象观测项目主要为气温、降水、湿度、蒸发、地温、日照等。后峡基本营地气象观测场位于乌鲁木齐河谷, 海拔 2130 m, 进行常规气象要素观测。所有观测资料均按规范进行整理 (附表)。

表 1 乌鲁木齐河源 1 号冰川水文点逐日平均流量表 (流量: m^3/s)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						0.200	0.045	0.400				
2						0.225	0.025	0.490				
3						0.270	0.090	0.465				
4						0.155	0.180	0.355				
5						0.090	0.245	0.310				
6						0.135	0.245	0.245				
7						0.180	0.200	0.200				
8						0.180	0.245	0.115				
9						0.135	0.290	0.115				
10						0.155	0.290	0.245				
旬总数						1.725	1.855	2.940				
旬平均						0.173	0.186	0.294				
11						0.200	0.270	0.335				
12						0.135	0.270	0.400				
13						0.065	0.270	0.465				
14						0.115	0.270	0.535				
15					0.045	0.115	0.335	0.290				
16					0.090	0.090	0.290	0.155				
17					0.065	0.065	0.245	0.155				
18					0.115	0.025	0.225	0.155				
19					0.135	0.065	0.225	0.355				
20					0.065	0.115	0.245	0.225				
旬总数					0.515	0.990	2.645	3.070				
旬平均					0.052	0.099	0.265	0.307				
21					0.135	0.115	0.290	0.155				
22					0.090	0.155	0.245	0.135				
23					0.090	0.245	0.355	0.090				
24					0.155	0.270	0.290	0.115				
25					0.115	0.245	0.335	0.115				
26					0.025	0.245	0.375	0.065				
27					0.065	0.245	0.310	0.090				
28					0.115	0.225	0.335	0.115				
29					0.115	0.290	0.290	0.180				
30					0.135	0.200	0.310	0.310				
31					0.180		0.355	0.310				
旬总数					1.085	2.120	3.200	1.525				
旬平均					0.109	0.236	0.320	0.153				
月总数					1.735	4.950	7.990	7.690				
月平均					0.056	0.165	0.258	0.248				
月最大					0.375	0.855	1.820	1.335				
日期					30	10	21	10				
月最小					0.000	0.065	0.090	0.065				
日期					1-14	5	9	20				
年统计	年总数	22.365	最大流量	1.820	7月21日	最小流量	0	5月1-14日	平均流量	0.146		
	径流量	1.93E+06 m^3		径流模数	43.8 L/(s· km^2)			径流深度	579 mm			

表2 乌鲁木齐河源1号冰川水文点逐日平均气温表 (气温: °C)

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-16.5	-13.5	-18.6	-8.5	-4.3	2.6	-4.4	8.3	3.3	-0.7	-6.9	-12.4
2	-17.8	-11.9	-18.5	-11.4	1.0	4.0	-1.4	4.5	-1.2	-1.1	-6.9	-10.5
3	-15.9	-10.3	-15.1	-6.1	4.2	2.7	0.1	3.7	-1.5	-0.1	-5.3	-13.4
4	-15.4	-11.9	-12.4	-6.0	2.5	-5.5	2.3	2.2	-0.5	-1.1	-5.3	-10.4
5	-15.8	-13.9	-9.9	-3.7	-3.0	0.3	3.7	1.3	-0.7	-0.6	-3.8	-11.5
6	-17.0	-16.0	-11.4	-3.5	-2.4	4.0	2.4	-1.4	-0.7	-3.4	-6.0	-15.7
7	-13.6	-14.0	-12.0	-2.6	-5.6	2.0	2.9	0.7	0.8	-2.2	-7.6	-13.6
8	-13.3	-10.3	-10.8	-4.6	-10.0	-0.4	1.4	6.6	2.5	-1.5	-10.4	-12.5
9	-13.0	-9.9	-12.0	-0.9	-10.3	-0.6	4.2	6.4	3.1	-1.4	-17.2	-13.0
10	-13.5	-8.4	-21.0	-1.4	-8.0	0.7	3.0	6.3	2.5	-1.4	-18.3	-16.6
旬总数	-151.7	-119.8	-141.6	-48.6	-35.7	9.8	14.2	38.4	7.7	-13.4	-87.5	-129.6
旬平均	-15.2	-12.0	-14.2	-4.9	-3.6	1.0	1.4	3.8	0.8	-1.3	-8.8	-13.0
11	-13.0	-11.8	-23.1	0.2	-6.3	0.8	3.9	6.5	3.0	-2.6	-18.7	-15.8
12	-13.4	-17.8	-13.3	-1.4	-2.4	1.3	6.8	3.7	3.9	-4.8	-12.7	-14.6
13	-12.0	-17.4	-5.6	0.2	-3.6	1.0	5.3	2.4	3.3	-4.6	-12.7	-15.4
14	-9.9	-13.5	-7.9	-1.5	-2.2	-1.5	2.0	2.5	3.1	-4.0	-16.6	-17.4
15	-11.8	-13.4	-6.4	2.9	-4.2	1.5	3.7	0.0	2.8	-5.5	-25.6	-11.8
16	-14.6	-16.1	-3.1	-1.9	-1.6	2.1	1.1	0.6	5.4	-4.0	-17.7	-9.8
17	-12.7	-17.0	-4.0	-7.4	-3.3	-1.4	1.7	0.7	5.2	-7.6	-14.5	-13.1
18	-11.3	-19.7	-5.1	-4.0	-0.3	1.1	2.6	3.6	-1.7	-5.8	-15.3	-11.9
19	-16.0	-14.7	-3.2	-2.4	0.4	2.4	3.9	2.8	0.0	-4.6	-17.0	-8.7
20	-15.1	-13.5	-13.5	-1.6	-2.9	2.3	4.7	0.9	2.0	-6.0	-10.5	-8.7
旬总数	-129.7	-154.7	-85.1	-16.9	-26.3	9.5	35.6	23.7	26.9	-49.5	-161.0	-127.0
旬平均	-13.0	-15.5	-8.5	-1.7	-2.6	1.0	3.6	2.4	2.7	-4.9	-16.1	-12.7
21	-12.6	-16.3	-9.8	-2.0	0.8	2.5	6.1	-1.6	3.1	-5.4	-6.8	-10.5
22	-14.6	-18.7	-8.8	-2.7	-1.4	4.7	6.0	0.7	4.4	-5.6	-10.0	-11.0
23	-13.8	-17.0	-5.2	-3.3	-1.7	11.0	6.7	2.2	0.4	-6.9	-7.2	-16.5
24	-13.7	-17.4	-2.3	-4.4	2.1	7.1	5.7	1.9	-1.4	-11.0	-10.1	-11.9
25	-18.9	-15.9	-7.4	-2.7	-0.7	5.9	5.8	4.5	0.5	-11.8	-9.2	-19.5
26	-12.1	-15.0	-7.0	-1.4	-9.1	3.9	5.2	6.1	1.6	-7.2	-12.0	-16.6
27	-12.5	-15.8	-13.2	-3.7	-3.8	2.5	3.6	2.0	1.6	-7.0	-12.9	-14.2
28	-13.9	-9.9	-11.2	-2.4	-0.6	3.4	2.7	2.9	-0.8	-7.4	-12.7	-13.7
29	-12.0		-6.9	-10.5	0.4	5.7	2.5	7.7	-5.2	-9.2	-12.2	-13.0
30	-12.7		-6.5	-8.5	0.9	-1.2	1.1	2.9	-2.6	-12.1	-14.5	-13.9
31	-12.7		-8.3		2.7		4.8	2.4		-7.9		-12.2
旬总数	-149.3	-126.0	-86.4	-41.5	-10.4	45.4	50.1	31.7	1.7	-91.4	-107.4	-152.8
旬平均	-13.6	-15.8	-7.9	-4.1	-0.9	4.5	4.6	2.9	0.2	-8.3	-10.7	-13.9
月总数	-430.6	-400.5	-313.2	-107.0	-72.4	64.7	99.9	93.7	36.3	-154.3	-355.9	-409.4
月平均	-13.9	-14.3	-10.1	-3.6	-2.3	2.2	3.2	3.0	1.2	-5.0	-11.9	-13.2
最高	-7.0	-6.0	3.4	9.0	10.9	11.9	13.1	12.6	10.5	6.1	0.5	-2.6
日期	21	3	24	15	3	3	21	10	16	5	3	20
最低	-19.8	-22.0	-26.8	-14.5	-14.7	-12.9	-7.0	-6.5	-10.2	-16.5	-27.0	-25.5
日期	3	18	11	2	8	8	1	7	29	25	15	25
年统计	最高 13.1 8月21日			最低 -27.0 11月15日			年平均 -5.4					

表3 乌鲁木齐河源1号冰川水文点逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1							46.8					
2							3.5	8.3	8.8			
3	0.1											
4				8.9								
5					0.0			11.6				
6					0.0			12.6				
7		4.3	0.0		9.6		6.6	8.1	3.1			
8					6.0		2.7					
9					0.0	3.9	2.8					
10					0.6	5.9		0.4				
11				0.1	0.9	6.6	7.2	5.3				
12					2.2	2.0		0.5				
13					2.3	14.8	2.5	1.5				
14		1.5	1.9		5.6	9.5	5.9					
15					12.6		7.0	3.1				
16					0.4			0.4				
17				7.9	2.4	4.8						
18					0.0				4.3			
19												
20								9.6				
21			0.7					7.8				
22												
23									7.8			
24	0.1					4.8						
25				4.9		5.8						
26												
27												
28		1.1					9.8					
29						18.4	3.5		10.8			
30				6.7			1.3	3.8				
31												
总量	0.2	6.9	2.6	28.5	42.6	76.5	99.6	73.0	34.8	0.0	0.0	0.0
降水 日数	2	3	3	5	14	10	12	13	5			
最大 降水量	0.1	4.3	1.9	8.9	12.6	18.4	46.8	12.6	10.8			
日期	3	7	14	4	15	29	1	6	29			
年统计	降水量 364.7						降水日数 67					

表4 乌鲁木齐河源1号冰川水文点逐日平均相对湿度表（相对湿度：%）

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1					46	36	100	40				
2					44	56	65	65				
3					51	76	29	68				
4					70	63	50	87				
5					93	40	56	74				
6					88	45	69	100				
7					94	63	87	47				
8					88	89	84	15				
9					80	84	49	64				
10					39	83	79	61				
旬总数					692	633	668	619				
旬平均					69	63	67	62				
11					74	80	77	56				
12					57	87	46	86				
13					83	87	79	64				
14					67	73	96	51				
15					77	41	90	63				
16					76	50	80	73				
17					85	91	76	61				
18					33	70	58	36				
19					72	83	61	52				
20					58	79	56	78				
旬总数					681	740	718	618				
旬平均					68	74	72	62				
21					42	78	31	85				
22					73	47	51	40				
23					52	61	51	47				
24					62	54	49	66				
25					85	86	43	30				
26					100	55	51	39				
27					20	67	76	92				
28					31	70	68	62				
29					45	47	74	42				
30					54	100	67	83				
31					49		28	69				
旬总数					612	664	586	653				
旬平均					56	66	53	59				
月总数					1984	2037	1972	1890				
月平均					64	68	64	61				
最小					4	9	1	1				
日期					18	1	31	13				

附注：相对湿度只在5-8月冰川消融期观测

表5 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均流量表 (流量: m^3/s)

日月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						0.039	0.030	0.068	0.046			
2						0.046	0.046	0.095	0.060			
3						0.039	0.051	0.077	0.046			
4						0.051	0.051	0.077	0.046			
5						0.051	0.106	0.095	0.039			
6						0.046	0.088	0.068	0.030			
7						0.039	0.141	0.060	0.030			
8						0.039	0.163	0.046	0.039			
9						0.077	0.154	0.039	0.039			
10						0.051	0.193	0.039	0.039			
旬总数						0.480	1.023	0.665	0.415			
旬平均						0.048	0.102	0.066	0.042			
11						0.060	0.141	0.060	0.039			
12						0.046	0.154	0.051	0.039			
13						0.046	0.129	0.030	0.039			
14						0.046	0.141	0.030	0.039			
15					0.015	0.046	0.106	0.030	0.039			
16					0.015	0.046	0.118	0.030	0.039			
17					0.015	0.039	0.095	0.022	0.039			
18					0.022	0.046	0.060	0.022	0.039			
19					0.015	0.046	0.060	0.030	0.039			
20					0.022	0.039	0.060	0.060	0.039			
旬总数					0.104	0.463	1.065	0.363	0.392			
旬平均					0.017	0.046	0.106	0.036	0.039			
21					0.022	0.046	0.068	0.060	0.039			
22					0.015	0.039	0.068	0.051	0.039			
23					0.030	0.068	0.068	0.039	0.039			
24					0.022	0.060	0.060	0.039	0.039			
25					0.030	0.068	0.068	0.030	0.039			
26					0.030	0.095	0.060	0.030	0.022			
27					0.030	0.095	0.068	0.030				
28					0.039	0.068	0.106	0.039				
29					0.030	0.039	0.077	0.030				
30					0.039	0.039	0.068	0.051				
31					0.039		0.060	0.060	0.060			
旬总数					0.324	0.618	0.771	0.459	0.278			
旬平均					0.029	0.062	0.070	0.042	0.040			
总数					0.428	1.561	2.859	1.487	1.086			
平均					0.025	0.052	0.093	0.048	0.040			
最大					0.039	0.129	0.281	0.141	0.077			
日期					5	26	10	2	2			
最小					0.000	0.022	0.022	0.015	0.015			
日期					1-14	1	4	18	26			
年统计	年总数	7.421	最大流量 0.281 7月 10日				最小流量 0 5月 1-14日				平均流量 0.050	
	径流量	6.41E+05 m^3		径流模数 29.6 L/(s· km^2)				径流深度 382 mm				

表6 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均气温表 (气温: °C)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-17.3	-13.9	-19.4	-10.0	-5.3	2.5	-4.3	7.5	3.4	-0.5	-7.0	-12.3
2	-19.3	-13.2	-19.0	-9.7	-0.1	3.6	-2.5	5.4	-0.4	0.2	-6.8	-10.9
3	-16.6	-10.7	-15.6	-7.5	3.0	2.0	1.7	1.3	-1.3	-0.5	-5.1	-13.5
4	-14.6	-13.4	-12.4	-7.2	1.6	-5.2	2.4	2.5	0.5	-1.2	-5.2	-9.7
5	-15.5	-15.9	-10.9	-4.4	-0.6	0.7	4.2	2.8	-1.6	-1.7	-3.8	-11.7
6	-16.2	-16.0	-12.1	-3.3	-1.8	2.3	3.8	-1.0	-0.8	-2.1	-6.2	-16.6
7	-13.4	-13.3	-12.0	-3.9	-6.8	1.6	2.7	1.1	0.2	-2.5	-7.5	-13.6
8	-12.9	-11.4	-11.7	-5.6	-10.4	0.2	2.6	6.8	1.2	-2.2	-9.5	-13.1
9	-12.8	-10.5	-12.7	-1.5	-11.1	-0.1	3.7	5.6	1.0	-2.2	-11.1	-13.9
10	-12.3	-10.3	-21.4	-2.4	-8.1	0.2	3.8	6.3	0.9	-2.8	-16.3	-18.2
旬总数	-150.8	-128.4	-147.0	-55.3	-39.5	7.8	17.9	38.1	3.0	-15.4	-78.4	-133.3
旬平均	-15.1	-12.8	-14.7	-5.5	-3.9	0.8	1.8	3.8	0.3	-1.5	-7.8	-13.3
11	-13.0	-13.0	-22.5	-1.4	-7.2	-0.2	4.1	6.7	1.0	-3.5	-17.3	-16.5
12	-13.3	-19.1	-14.3	-2.3	-4.5	1.2	6.0	3.5	2.0	-5.9	-12.3	-14.9
13	-11.8	-16.2	-6.0	-0.6	-5.3	1.5	4.7	3.4	1.2	-3.8	-10.9	-15.4
14	-10.9	-14.3	-9.4	-2.9	-3.1	-1.0	3.1	3.3	0.9	-7.9	-15.5	-17.4
15	-12.8	-14.5	-7.3	1.0	0.7	1.0	2.5	0.9	1.4	-5.7	-25.2	-14.3
16	-15.3	-15.1	-4.3	-2.5	-3.5	2.1	3.0	-0.6	3.7	-4.7	-20.0	-9.8
17	-13.8	-18.0	-5.5	-7.8	-4.5	-1.6	2.3	0.8	3.5	-7.2	-13.7	-13.1
18	-11.5	-20.5	-6.5	-5.2	-1.0	-1.4	3.1	3.4	-2.6	-6.5	-16.3	-11.9
19	-16.8	-15.2	-4.3	-3.3	-0.3	3.1	3.9	3.0	-0.8	-4.9	-16.9	-8.9
20	-15.8	-14.2	-14.6	-2.6	-2.4	1.4	4.3	0.4	0.8	-7.7	-11.0	-8.8
旬总数	-134.9	-159.9	-94.4	-27.5	-31.1	6.1	36.8	24.7	11.0	-57.7	-159.1	-130.8
旬平均	-13.5	-16.0	-9.4	-2.8	-3.1	0.6	3.7	2.5	1.1	-5.8	-15.9	-13.1
21	-13.3	-16.7	-10.8	-3.4	0.7	2.1	6.3	-1.5	1.3	-6.9	-6.0	-10.5
22	-15.1	-19.6	-10.3	-4.0	-0.4	4.7	6.4	0.8	2.4	-6.5	-9.1	-11.9
23	-14.4	-17.3	-5.8	-4.4	-1.3	7.8	6.9	1.5	-2.2	-8.1	-7.8	-17.2
24	-15.0	-17.4	-5.3	-5.6	1.6	6.0	5.9	1.9	-3.1	-11.5	-10.8	-13.9
25	-16.1	-16.1	-8.8	-3.7	-1.2	4.1	6.7	4.5	-1.6	-11.2	-9.6	-20.6
26	-11.5	-15.6	-13.4	-3.0	-11.4	3.9	5.6	5.3	1.1	-6.3	-12.3	-17.7
27	-12.6	-16.2	-13.8	-4.7	-6.1	3.0	4.6	1.8	2.6	-6.9	-13.5	-14.8
28	-13.9	-17.6	-12.8	-3.1	-0.6	3.9	3.1	3.4	0.4	-7.0	-13.3	-14.9
29	-12.9		-7.6	-10.6	0.2	5.3	3.5	4.3	-3.5	-9.3	-12.2	-14.8
30	-13.5		-6.5	-9.3	0.9	-2.8	2.7	6.0	-1.0	-11.5	-15.6	-14.7
31	-13.8		-9.4		2.3		5.4	4.9		-7.6		-13.9
旬总数	-152.0	-136.4	-104.2	-51.6	-15.1	37.9	57.0	32.9	-3.6	-92.6	-110.0	-164.8
旬平均	-13.8	-17.0	-9.5	-5.2	-1.4	3.8	5.2	3.0	-0.4	-8.4	-11.0	-15.0
月总数	-437.7	-424.7	-345.6	-134.5	-85.7	51.8	111.8	95.6	10.5	-165.6	-347.4	-428.9
月平均	-14.1	-15.2	-11.1	-4.5	-2.8	1.7	3.6	3.1	0.3	-5.3	-11.6	-13.8
最高	-6.6	-6.7	2.0	7.2	8.2	12.0	12.2	12.0	8.8	4.5	1.1	-3.1
日期	21	10	28	15	4	29	22	10	16	3	5	20
最低	-21.0	-23.0	-25.7	-15.2	-14.4	-9.0	-6.0	-5.0	-7.9	-15.9	-26.9	-26.2
日期	25	18	11	2	9	4	1	7	29	30	15	25
年统计	最高 12.2 7月22日			最低 -26.9 11月15日			年平均 -5.8					

表 7 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1							57.7					
2							29.8	7.6	7.5			
3							1.6					
4				3.9			0					
5							0	6.4				
6								12.8				
7		3.5			7.9			1.8				
8					5.2							
9						3						
10						6.4						
11					0.9	5.8	6.8					
12					1.4	1.2						
13					2.1	13.6	1.8					
14			1		4.4	5.8	5.2					
15					10.6		6.3					
16					0.2							
17						0.4						
18				5.8	2.3				3.3			
19												
20								9.0				
21			0.4					4.5				
22												
23									5.4			
24						4.5						
25				5		5.1						
26					28.2							
27						0						
28		0.8				0	9.5					
29									8.7			
30				8.2		9.2		3.6				
31												
总量	0.0	4.3	1.4	22.9	63.2	55.0	118.7	45.7	24.9	0.0	0.0	0.0
降水 日数					10	12	10	7				
最大 降水量					28.2	13.6	57.7	12.8				
日期					26	13	1	6				
年统计	降水量 336.1					降水日数 39						

表8 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均相对湿度表 (%)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1					52	49	95	66				
2					50	67	76	77				
3					49	82	42	81				
4					72	68	48	94				
5					84	50	64	83				
6					96	51	75	100				
7					97	76	84	65				
8					85	85	85	36				
9					73	76	58	76				
10					54	85	73	71				
旬总数					711	688	699	749				
旬平均					71	69	70	75				
11					74	80	87	73				
12					60	84	56	97				
13					87	93	88	62				
14					82	81	93	70				
15					77	61	97	76				
16					84	84	67	70				
17					88	93	81	63				
18					49	78	69	62				
19					81	73	58	66				
20					60	82	70	69				
旬总数					742	807	765	707				
旬平均					74	81	76	71				
21					54	91	50	88				
22					87	54	66	53				
23					51	56	70	68				
24					69	73	62	78				
25					87	76	62	52				
26					87	59	62	58				
27					37	67	80	95				
28					38	68	90	75				
29					55	60	80	55				
30					62	99	89	82				
31					58		72	69				
旬总数					685	701	782	772				
旬平均					62	70	71	70				
月总数					2138	2196	2246	2227				
月平均					69	73	72	72				
最小					22	16	15	14				
日期					18	6	12	24				

附注：相对湿度只在5-8月冰川消融期观测

表9 乌鲁木齐河源总控水文点逐日平均流量表 (m³/s)

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						0.70	0.88	0.93	0.88			
2						0.88	0.78	1.35	0.93			
3						0.93	0.93	1.14	0.82			
4						0.93	1.69	1.14	0.74			
5						0.82	2.06	1.09	0.70			
6						0.93	1.14	1.35	0.70			
7						1.03	1.03	1.09	0.64			
8						1.09	0.93	1.03	0.64			
9						1.03	0.78	1.03	0.64			
10					0.49	1.09	0.78	1.28	0.64			
旬总数					0.49	9.43	11.00	11.43	7.33			
旬平均					0.49	0.94	1.10	1.14	0.73			
11					0.53	1.03	1.09	1.81	0.70			
12					0.58	0.98	1.09	1.20	0.70			
13					0.58	1.14	1.20	1.03	0.70			
14					0.58	1.20	1.57	0.98	0.70			
15					0.58	1.03	1.14	0.88	0.70			
16					0.58	0.98	1.03	0.82	0.64			
17					0.58	0.88	0.82	0.74	0.70			
18					0.64	0.82	0.74	0.78	0.70			
19					0.64	0.88	0.78	0.93	0.64			
20					0.58	1.03	0.74	1.03	0.64			
旬总数					5.87	9.97	10.20	10.20	6.82			
旬平均					0.59	1.00	1.02	1.02	0.68			
21					0.58	0.98	0.70	1.09	0.58			
22					0.64	1.03	0.74	0.93	0.58			
23					0.58	1.28	0.78	0.78	0.58			
24					0.64	1.81	0.78	0.74	0.58			
25					0.70	1.46	0.74	0.74	0.58			
26					0.53	1.28	0.74	0.74	0.58			
27					0.53	1.20	0.93	0.82	0.58			
28					0.58	1.14	1.09	0.78	0.53			
29					0.78	1.20	1.03	0.82	0.53			
30					0.82	1.35	0.88	0.93	0.53			
31					0.78		0.88	0.93				
旬总数					7.16	12.73	9.29	9.30	5.65			
旬平均					0.65	1.27	0.84	0.85	0.57			
总数					13.52	32.13	30.49	30.93	19.80			
平均					0.61	1.07	0.98	1.00	0.66			
最大					1.20	2.96	4.18	3.76	1.09			
日期					29	24	4	10	2			
最小					0.30	0.53	0.58	0.49	0.19			
日期					10	1	26	30	30			
年统计	年总数	107.07	最大流量 4.18 7月4日				最小流量 0.19 9月30日				平均流量 0.870	
	径流量	9.25E+06 m ³		径流模数 30.12 L/(s·km ²)				径流深度 320 mm				

表 10 乌鲁木齐河源总控水文点逐日平均气温表 (气温: °C)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-14.3	-14.0	-16.6	-7.7	-2.9	3.2	-3.1	7.0	4.6	3.3	-6.7	-13.9
2	-15.8	-11.1	-18.6	-9.6	3.0	3.4	-0.1	6.4	2.3	2.5	-7.1	-12.2
3	-17.8	-10.0	-15.8	-7.8	3.5	1.7	-0.2	5.5	1.1	2.8	-5.5	-14.3
4	-15.3	-12.3	-13.3	-5.7	3.2	-2.4	2.2	2.9	2.8	-0.9	-4.0	-12.6
5	-14.1	-14.5	-11.3	-2.6	-0.2	2.2	4.1	3.5	1.5	1.7	-2.3	-13.0
6	-17.1	-15.2	-12.0	-0.5	-1.1	3.4	4.7	-0.2	1.9	0.2	-3.1	-16.1
7	-15.1	-13.7	-11.9	-2.3	-3.5	2.2	3.8	2.6	3.2	0.6	-4.3	-13.9
8	-14.6	-10.3	-10.7	-3.2	-5.9	2.7	3.1	6.0	4.7	1.4	-7.6	-11.9
9	-15.7	-6.8	-12.1	0.0	-8.1	1.8	5.1	5.4	4.5	-0.1	-9.6	-12.4
10	-15.4	-5.1	-20.3	-1.8	-6.3	2.7	3.4	5.6	4.5	0.4	-15.0	-17.1
旬总数	-155.3	-112.8	-142.4	-41.2	-18.3	20.8	23.0	44.6	31.0	11.8	-65.1	-137.3
旬平均	-15.5	-11.3	-14.2	-4.1	-1.8	2.1	2.3	4.5	3.1	1.2	-6.5	-13.7
11	-14.0	-10.7	-23.2	1.4	-5.9	2.6	5.0	6.2	4.7	0.4	-16.0	-15.2
12	-14.0	-15.1	-14.3	-0.6	-3.3	3.8	5.8	3.9	5.4	-1.3	-10.2	-14.1
13	-13.1	-17.6	-6.5	0.2	-4.1	3.7	5.5	1.9	3.5	-0.8	-10.1	-14.6
14	-9.8	-16.6	-9.0	-0.7	-2.3	1.6	4.1	3.0	5.0	-3.5	-15.6	-16.5
15	-12.1	-14.8	-5.3	3.0	-1.6	2.6	2.7	0.9	4.3	-3.1	-23.8	-13.7
16	-13.8	-15.5	-3.6	-2.4	-1.4	4.7	3.3	0.6	6.2	-1.6	-20.5	-13.1
17	-15.5	-16.8	-3.8	-7.3	-2.4	0.9	3.0	2.5	4.9	-4.5	-15.8	-14.3
18	-12.0	-19.8	-5.0	-5.1	0.0	2.1	4.2	3.7	-0.7	-4.2	-15.4	-14.2
19	-15.4	-16.0	-3.4	-1.1	1.1	6.5	3.9	1.6	0.6	-3.2	-14.2	-12.2
20	-15.1	-15.0	-13.4	-1.0	-1.0	5.0	4.8	1.3	2.6	-5.0	-13.3	-11.4
旬总数	-134.8	-157.8	-87.4	-13.8	-20.9	33.4	42.2	25.6	36.6	-26.9	-154.8	-139.3
旬平均	-13.5	-15.8	-8.7	-1.4	-2.1	3.3	4.2	2.6	3.7	-2.7	-15.5	-13.9
21	-14.3	-16.1	-11.0	-1.1	1.8	6.4	6.5	-0.2	4.3	-4.7	-9.8	-10.3
22	-16.9	-18.6	-7.8	-1.6	-1.4	8.5	6.5	1.5	4.6	-3.6	-10.7	-11.0
23	-15.0	-18.7	-5.5	-1.7	-1.5	9.0	6.7	2.1	0.8	-4.6	-8.0	-14.4
24	-14.1	-18.4	-4.8	-3.2	1.2	6.3	4.8	1.8	-1.4	-7.6	-10.3	-13.9
25	-17.0	-18.9	-7.6	-0.6	0.6	5.0	4.4	3.6	2.1	-7.1	-11.8	-18.7
26	-13.9	-16.4	-12.8	0.8	-9.3	5.8	4.3	3.9	4.3	-4.5	-12.9	-19.1
27	-13.9	-16.5	-14.1	-1.7	-4.0	3.3	3.7	1.8	4.7	-5.0	-12.8	-16.3
28	-13.7	-18.1	-9.1	-0.4	-1.6	5.8	3.5	5.8	2.1	-5.7	-12.5	-13.9
29	-11.0		-5.9	-9.5	-0.3	4.8	3.6	8.2	0.0	-6.0	-12.0	-15.6
30	-12.8		-5.5	-8.1	3.1	-0.5	4.0	5.1	1.0	-9.2	-15.2	-15.3
31	-13.2		-7.9		4.4		4.5	4.0		-7.1		-13.9
旬总数	-155.6	-141.5	-91.9	-27.1	-7.0	54.1	52.4	37.4	22.4	-64.9	-116.0	-162.4
旬平均	-14.1	-17.7	-8.4	-2.7	-0.6	5.4	4.8	3.4	2.2	-5.9	-11.6	-14.8
月总数	-445.7	-412.1	-321.6	-82.1	-46.1	108.3	117.6	107.6	89.9	-80.0	-335.9	-439.0
月平均	-14.4	-14.7	-10.4	-2.7	-1.5	3.6	3.8	3.5	3.0	-2.6	-11.2	-14.2
最高	-6.0	-2.6	3.8	10.0	9.0	16.1	13.9	13.2	11.9	8.8	3.2	-7.2
日期	14	10	24	15	24	22	12	29	1	5	22	4
最低	-24.0	-26.8	-28.1	-16.3	-14.4	-6.5	-6.2	-4.2	-14.5	-14.5	-26.5	-28.5
日期	25	18	11	2	8	4	3	13	24	30	4	26
年统计	最高 16.1 6月22日			最低 -28.5 12月26日			年平均 -4.8					

表 11 乌鲁木齐河源总控水文点逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1							32.4					
2								6.3				
3						0.3		0.4	8.3			
4						15.3	0.3	4.8				
5								1.7				
6					1.5		5.8	16.3	0.4			
7					6.2	0.3	1.6	2.4	0.8			
8					4	8.3	4.3		3.2			
9					0.5	5.7		1.7				
10						1.8	0.3					
11					1.6	5.3	7.2	6.6				
12					1.6	1.4		2				
13					6.4	12.2	6.5					
14					0.5	10.4	15.2	0.4				
15					10.3		6.9	3.2				
16					1		3.6	1.1				
17					3.6							
18						2.2			3.9			
19								7.1				
20								2.8				
21						4.2		7.6				
22												
23					0.6				10.4			
24						8.3						
25					3.9	1.5	0.7					
26					30.4		2.4	0.6				
27						3.2	10.2					
28						1.5	4.1		6.2			
29						25.6	0.4		4.4			
30								3.8				
31								1.8				
总量					72.1	107.5	101.9	70.6	37.6			
降水 日数					14	17	16	18	8			
最大 降水量					30.4	25.6	32.4	16.3	10.4			
日期					26	29	1	6	23			
年统计	降水量 389.7					降水日数 73						

表 12 乌鲁木齐河源总控水文点逐日平均相对湿度表（相对湿度：%）

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1					58	46	83	49				
2					56	67	58	62				
3					62	82	46	67				
4					71	63	65	83				
5					98	53	59	67				
6					95	63	72	90				
7					87	68	80	61				
8					66	68	81	34				
9					61	67	57	60				
10					48	75	72	65				
旬总数					700	651	672	635				
旬平均					70	65	67	64				
11					59	67	78	58				
12					57	68	57	75				
13					73	69	69	65				
14					72	77	80	52				
15					61	50	82	61				
16					62	55	69	64				
17					69	76	75	55				
18					43	77	62	37				
19					67	77	58	55				
20					61	87	69	70				
旬总数					623	703	699	590				
旬平均					62	70	70	59				
21					48	83	50	69				
22					75	59	54	42				
23					63	70	56	50				
24					55	55	58	55				
25					77	77	55	43				
26					81	81	53	45				
27					25	25	70	73				
28					45	45	63	52				
29					52	52	71	41				
30					57	57	67	63				
31					47		47	66				
旬总数					624	603	641	598				
旬平均					57	60	58	54				
月总数					1948	1957	2011	1823				
月平均					63	65	65	59				
最小					13	18	13	14				
日期					27	6	12	23				
附注	相对湿度只在 5-8 月冰川消融期观测											

表 13 乌鲁木齐河源后峡基本营地气象场逐日平均气温表 (气温: °C)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-13.3	-10.2	-9.8	2.0	5.1	10.6	3.7	15.2	10.9	8.7	-1.8	-10.9
2	-15.3	-8.4	-10.3	0.9	8.2	11.0	7.6	15.6	6.6	10.2	-2.7	-11.0
3	-15.2	-7.7	-9.6	2.3	10.3	8.7	9.5	13.1	9.2	8.7	-0.4	-11.4
4	-12.9	-7.8	-9.1	2.6	8.5	6.0	10.8	11.4	7.5	6.9	0.1	-12.1
5	-11.9	-9.8	-5.2	5.3	6.6	9.4	12.9	10.8	6.9	6.9	1.4	-10.3
6	-13.8	-10.2	-3.8	6.1	6.9	8.9	14.6	8.9	8.4	6.3	2.0	-10.0
7	-13.9	-10.6	-2.6	4.2	2.5	10.1	13.3	11.0	10.2	7.1	-0.6	-11.9
8	-11.3	-9.6	-3.4	2.9	-0.1	10.8	12.4	13.4	10.2	7.5	-0.6	-11.3
9	-12.5	-7.7	-4.9	6.1	-0.1	9.8	11.3	12.8	10.4	7.7	-2.1	-14.0
10	-11.4	-6.1	-10.7	5.9	3.2	10.2	11.9	13.0	8.3	7.4	-7.5	-15.4
旬总数	-131.5	-88.0	-69.2	38.4	50.9	95.3	107.9	125.1	88.4	77.4	-12.1	-118.2
旬平均	-13.2	-8.8	-6.9	3.8	5.1	9.5	10.8	12.5	8.8	7.7	-1.2	-11.8
11	-10.8	-6.7	-12.1	7.6	5.2	11.9	12.9	13.9	10.3	5.3	-10.6	-15.3
12	-13.0	-10.2	-7.2	6.5	6.9	12.7	14.0	11.2	10.2	3.8	-7.2	-15.6
13	-11.7	-13.1	-1.3	6.2	7.2	10.5	13.5	11.3	9.9	3.4	-8.7	-13.9
14	-6.6	-11.9	-1.9	6.1	9.3	8.0	11.9	10.2	10.6	0.2	-10.5	-14.9
15	-12.0	-10.3	1.0	8.4	7.1	9.6	10.0	9.4	10.8	1.2	-13.1	-14.4
16	-11.4	-8.8	4.3	2.7	6.5	8.9	9.8	9.9	11.4	2.4	-15.7	-11.5
17	-11.8	-12.7	1.0	2.9	6.0	7.1	10.7	9.6	10.0	2.5	-12.2	-10.4
18	-9.5	-14.7	3.0	0.8	8.8	6.1	12.0	10.0	4.6	1.4	-9.6	-12.9
19	-9.9	-11.6	0.5	4.5	4.8	9.8	12.0	10.6	5.3	3.7	-8.4	-10.6
20	-12.3	-8.4	-4.5	5.9	7.3	11.2	11.2	11.9	7.4	1.2	-7.4	-9.6
旬总数	-108.8	-108.4	-17.2	51.5	68.9	95.8	117.8	107.9	90.3	25.0	-103.1	-128.9
旬平均	-10.9	-10.8	-1.7	5.2	6.9	9.6	11.8	10.8	9.0	2.5	-10.3	-12.9
21	-11.9	-9.6	-3.1	6.7	9.6	12.2	13.8	9.9	9.6	2.8	-6.7	-8.0
22	-13.2	-10.2	-0.5	6.6	7.0	13.0	13.9	9.1	10.2	2.0	-7.5	-8.4
23	-11.5	-12.1	1.4	5.6	7.3	14.1	14.2	10.2	7.5	2.3	-7.7	-11.4
24	-9.6	-10.8	2.3	4.7	9.9	13.7	12.6	12.0	7.3	-1.9	-4.5	-16.7
25	-15.2	-8.7	-0.2	5.5	4.9	12.2	11.4	12.8	7.9	-4.0	-6.7	-15.5
26	-13.8	-8.6	-2.3	7.6	-1.6	11.5	13.0	12.2	9.1	0.3	-7.9	-19.5
27	-11.5	-8.0	-1.9	6.9	3.9	10.7	14.4	13.0	7.9	1.5	-8.9	-15.2
28	-11.1	-10.3	0.6	6.0	5.2	12.6	13.2	14.7	6.6	1.4	-8.9	-12.2
29	-10.2		2.3	0.7	9.8	13.0	11.7	11.3	7.6	-2.4	-8.2	-12.4
30	-11.1		2.6	-0.7	11.1	5.9	11.4	11.2	7.5	-1.8	-9.0	-13.5
31	-9.6		2.9		10.7		12.2	11.5		-2.9		-12.2
旬总数	-128.6	-78.1	4.1	49.4	77.7	118.9	141.7	127.8	81.0	-2.6	-75.8	-144.9
旬平均	-11.7	-9.8	0.4	4.9	7.1	11.9	12.9	11.6	8.1	-0.2	-7.6	-13.2
月总数	-369.0	-274.5	-82.2	139.3	197.5	310.0	367.4	360.7	259.6	99.8	-191.1	-392.0
月平均	-11.9	-9.8	-2.7	4.6	6.4	10.3	11.9	11.6	8.7	3.2	-6.4	-12.6
最高	8.0	6.5	14.8	20.0	21.5	25.5	24.6	25.5	22.4	19.5	15.2	4.3
日期	14	10	16	25	30	29	26	29	16	2	5	20
最低	-21.5	-22.2	-19.3	-6.8	-11.0	0.2	0.5	1.6	-0.9	-10.0	-21.2	-23.6
日期	22	18	11	30	27	4	1	26	30	25	16	26
年统计	最高 25.5 6月29日				最低 -23.6 12月26日				年平均 1.1			

表 14 乌鲁木齐河源后峡基本营地气象场逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1			0.8			5.2	16.7		0.3			0.0
2				3.6		3.0	1.0		17.3			
3						2.0			0.6			
4				0.0		11.4		12.2				
5		1.9						5.3	0.4			
6		0.3			0.0		3.5	12.7	0.2			0.3
7					6.6			1.0	0.5			
8				0.8	3.4	5.3	1.4		0.6		0.1	
9					0.8	3.8	0.1		4.0		0.4	0.0
10			2.5	0.0		1.9	1.6	1.8			1.8	
11		1.6					2.4	6.1			0.3	
12		1.5					3.2	0.0	2.6	2.4		
13							5.4	0.9	0.4			0.0
14				3.8	1.4	5.8	1.8	7.3		0.6	0.0	
15					7.8		1.7	1.5			0.0	
16					0.9	3.1	2.7	10.3				
17				2.2	3.7	6.4						
18		0.5			2.7	2.6	0.2		4.9			
19			2.5		1.4		0.1	0.0				
20			3.1			1.5		0.6				
21								6.5				
22		1.0										
23		0.0					0.4		6.4			1.8
24	0.3			1.2		4.8				3.2		0.1
25	4.5		0.5		4.1	2.5						0.4
26			0.2		25.8							
27							4.9		0.6			
28		0.7						0.9	3.6			
29				20.8	0.3	3.7			2.5	0.4		
30						19.6		5.0				
31								3.4				
总量	4.8	7.5	9.6	32.4	58.9	91.6	39.0	77.6	41.9	6.6	2.6	2.6
降水日数	2	8	5	8	13	19	15	17	13	4	7	6
最大降水量	4.5	1.9	3.1	20.8	25.8	19.6	16.7	12.7	17.3	3.2	1.8	1.8
日期	25	5	30	29	26	30	1	6	2	24	10	23
年统计	降水量 375.1					降水日数 117						

表 15 乌鲁木齐河源后峡基本营地气象场逐日平均相对湿度表 (相对湿度: %)

日月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	84	83	74	77	62	76	93	59	87	71	68	75
2	92	76	62	85	58	79	76	71	81	64	67	60
3	82	75	58	66	62	86	61	83	82	65	56	69
4	55	89	57	73	79	81	62	89	75	79	64	73
5	70	93	58	62	85	71	69	81	83	77	62	66
6	79	90	70	54	79	74	74	94	78	73	77	86
7	66	86	67	72	92	70	76	74	80	72	92	78
8	46	72	67	87	92	72	81	70	81	71	88	68
9	53	65	74	74	75	80	80	73	77	71	89	82
10	52	71	87	78	64	75	81	73	77	72	89	85
旬总数	679	800	672	726	746	762	752	767	799	714	751	742
旬平均	68	80	67	73	75	76	75	77	80	71	75	74
11	56	88	68	67	60	65	73	77	78	72	82	73
12	67	87	50	68	58	71	69	92	76	85	85	73
13	56	82	56	72	63	82	76	80	70	79	86	72
14	48	77	63	75	77	86	85	84	65	86	87	78
15	65	66	58	66	71	71	86	78	63	65	79	67
16	77	67	54	87	77	78	74	78	61	59	69	57
17	84	83	77	79	84	92	80	70	72	70	73	63
18	73	75	72	92	66	80	68	65	86	72	77	78
19	81	73	83	67	87	74	77	67	73	63	82	60
20	83	59	77	66	56	79	76	73	73	67	74	60
旬总数	689	757	658	738	699	777	763	762	716	718	793	679
旬平均	69	76	66	74	70	78	76	76	72	72	79	68
21	70	73	62	67	66	74	64	86	71	72	69	63
22	77	83	57	68	76	68	70	81	72	74	70	81
23	75	73	57	74	73	75	71	72	91	72	72	88
24	83	64	68	90	65	83	71	72	83	87	79	89
25	92	58	85	61	75	85	67	62	71	79	83	88
26	92	67	77	50	88	77	66	62	75	66	74	81
27	81	68	66	73	75	82	81	69	83	63	72	81
28	81	82	57	73	61	69	63	66	88	69	76	79
29	81		51	92	65	75	87	71	79	85	74	92
30	84		56	71	65	93	84	87	76	81	81	87
31	78		67		72		66	75		73		82
旬总数	892	568	702	717	778	780	787	801	789	817	748	910
旬平均	81	71	64	72	71	78	72	73	79	74	75	83
月总数	2259	2124	2032	2181	2223	2319	2302	2329	2304	2248	2292	2331
月平均	73	76	66	73	72	77	74	75	77	73	76	75
最小	23	25	22	23	16	21	27	16	22	23	25	33
日期	15	19	15	24	18	29	3	25	15	18	15	15

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明（2010）

金 爽, 李旭亮, 折远洋

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所/天山冰川观测实验站, 甘肃 兰州 730000)

天山冰川观测试验站的常规水文、气象观测在乌鲁木齐河源区的 1 号冰川水文点、空冰斗水文点、总控制水文点以及后峡基本营地进行, 本文为 2010 年度资料整编结果报告。

1 号冰川水文点设在离 1 号冰川末端 300 m 的河道上, 实施 1 号冰川冰雪径流的监测, 断面海拔 3695 m, 流域面积 3.34 km², 其中冰川面积 1.65 km²。为混凝土矩形断面 (高 1.0 m, 宽 1.6m), 气象场设在断面左岸。

空冰斗水文点设在乌鲁木齐河源区左侧, 斗口朝南, 进行高山区积雪、多年冻土融水径流的观测, 断面海拔 3805 m, 流域面积 1.68 km², 为混凝土矩形断面(高 1.0 m, 宽 1.0 m), 气象场设在断面右岸。

在乌鲁木齐河源区大西沟和罗布道沟汇合处, 设有总控制水文点, 控制监测乌鲁木齐河源区降水和 7 条冰川以及冰川周围高山积雪、多年冻土的总融水径流; 该控制端面海拔 3408m, 流域面积 28.9 km²;其中冰川面积 5.6 km²。为混凝土断面, 设有工作桥, 气象场设在断面左岸冰碛丘上。

三个水文断面均装有自计水位计, 测流主要用流速仪法, 即时流量由水位—流量关系线求得。气象观测项目主要为气温、降水、湿度、蒸发、地温、日照等。后峡基本营地气象观测场位于乌鲁木齐河谷, 海拔 2130 m, 进行常规气象要素观测。所有观测资料均按规范进行整理 (附表)。

表 1 乌鲁木齐河源 1 号冰川水文点逐日平均流量表 (流量: m^3/s)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						0.045	0.200	0.355	0.555			
2						0.025	0.270	0.445	0.580			
3						0.025	0.200	0.490	0.335			
4						0.045	0.180	0.625	0.225			
5						0.025	0.245	0.790	0.225			
6						0.025	0.335	0.715	0.180			
7						0.012	0.270	0.465	0.115			
8						0.090	0.180	0.580	0.135			
9						0.025	0.155	0.400	0.180			
10						0.090	0.155	0.445	0.180			
旬总数						0.407	2.190	5.310	2.710			
旬平均						0.041	0.219	0.531	0.271			
11						0.115	0.290	0.490	0.200			
12						0.115	0.245	0.555	0.115			
13						0.135	0.310	0.555	0.115			
14						0.155	0.420	0.555				
15					0.025	0.200	0.400	0.490				
16					0.025	0.225	0.605	0.445				
17					0.025	0.290	0.605	0.375				
18					0.025	0.200	0.465	0.445				
19					0.045	0.290	0.580	0.420				
20					0.025	0.420	0.605	0.535				
旬总数					0.170	2.145	4.525	4.865	0.430			
旬平均					0.028	0.215	0.453	0.487	0.143			
21					0.025	0.335	0.535	0.490				
22					0.045	0.245	0.445	0.490				
23					0.065	0.290	0.445	0.605				
24					0.025	0.225	0.490	0.580				
25					0.025	0.200	0.510	0.420				
26					0.025	0.180	0.490	0.510				
27					0.045	0.155	0.420	0.465				
28					0.025	0.135	0.925	0.445				
29					0.025	0.135	0.400	0.310				
30					0.025	0.180	0.465	0.290				
31					0.045		0.465	0.375				
旬总数					0.350	1.745	5.055	4.490				
旬平均					0.035	0.194	0.506	0.449				
总数					0.545	4.632	12.305	15.155	3.140			
平均					0.032	0.154	0.397	0.489	0.242			
最大					0.090	0.535	1.430	1.395				
日期					23	22	16	20				
最小					0.000	0.012	0.090	0.045				
日期					1-9	7	9	2				
年统计	年总数 35.777		最大流量 1.430 7月 16日				最小流量 0 5月 1-14日				平均流量 0.293	
	径流量 $3.09\text{E}+06 \text{ m}^3$				径流模数 $87.8 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$				径流深度 825 mm			

表2 乌鲁木齐河源1号冰川水文点逐日平均气温表 (气温: °C)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-12.5	-17.3	-13.5	-9.8	3.8	3.1	2.8	4.8	4.7	1.6	-6.9	-9.2
2	-10.1	-18.1	-13.4	-7.7	-3.2	1.7	-1.4	4.5	4.6	2.0	-6.7	-6.8
3	-9.3	-17.0	-16.4	-7.1	-6.2	0.4	2.6	5.4	4.2	1.3	-4.8	-4.8
4	-9.9	-15.3	-13.3	-7.0	-8.7	-1.7	2.0	7.5	-1.3	1.6	-7.8	-18.0
5	-11.3	-15.4	-15.4	-10.2	-3.9	-1.5	4.2	10.6	-2.9	2.5	-12.2	-20.9
6	-13.5	-15.0	-14.1	-10.3	1.8	0.0	5.4	7.7	2.0	1.4	-8.1	-16.0
7	-9.7	-11.9	-15.6	-8.5	0.5	4.6	2.5	6.0	6.5	1.1	-7.1	-9.8
8	-14.8	-13.3	-11.9	-6.7	-0.1	6.1	4.0	5.3	7.0	-3.7	-6.5	-8.8
9	-23.7	-18.0	-8.8	-10.6	0.0	6.3	2.7	5.3	6.2	-7.1	-6.1	-9.7
10	-24.1	-19.3	-6.6	-10.7	-1.1	4.8	4.4	4.9	4.8	-5.0	-7.4	-11.4
旬总数	-138.8	-160.4	-128.9	-88.4	-17.0	23.7	29.0	61.9	35.6	-4.3	-73.6	-115.4
旬平均	-13.9	-16.0	-12.9	-8.8	-1.7	2.4	2.9	6.2	3.6	-0.4	-7.4	-11.5
11	-17.4	-19.1	-4.9	-11.2	-0.7	4.1	3.9	4.0	4.7	-4.1	-6.4	-9.6
12	-14.7	-14.9	-6.3	-7.1	-7.2	10.8	2.7	5.2	2.9	-5.3	-7.9	-10.9
13	-10.8	-18.1	-16.0	-8.5	-4.1	4.2	4.0	7.5	-4.0	-4.7	-8.6	-10.8
14	-10.0	-20.1	-13.2	-8.3	-3.9	1.7	6.9	8.9	-4.1	-2.9	-8.7	-13.3
15	-10.7	-22.6	-6.1	0.2	-16.3	4.0	6.0	7.4	-0.2	-0.3	-6.9	-12.3
16	-9.6	-21.2	-6.0	-3.9	-13.5	7.3	6.9	4.0	0.9	-2.2	-9.9	-10.6
17	-11.1	-16.8	1.0	-6.4	-6.6	6.9	7.9	5.0	0.7	-1.9	-12.8	-13.7
18	-15.7	-11.3	2.8	-7.6	-2.2	6.4	8.6	5.5	1.9	-0.4	-7.5	-14.4
19	-26.8	-9.6	-7.4	-12.5	-4.1	8.2	5.3	5.3	0.7	-0.1	-9.3	-13.9
20	-23.2	-10.8	-0.7	-14.6	-5.3	8.7	4.7	6.5	-1.2	-0.6	-13.9	-13.6
旬总数	-149.9	-164.3	-56.8	-79.8	-63.9	62.2	56.7	59.2	2.2	-22.5	-91.9	-123.1
旬平均	-15.0	-16.4	-5.7	-8.0	-6.4	6.2	5.7	5.9	0.2	-2.3	-9.2	-12.3
21	-21.3	-8.1	-14.8	-5.6	1.1	7.9	6.3	7.6	0.2	-4.0	-11.2	-14.6
22	-12.8	-5.8	-15.1	-1.9	2.4	4.8	6.3	7.4	0.7	-10.7	-13.4	-16.6
23	-14.1	-6.5	-15.3	-1.3	-2.2	3.7	5.6	9.6	-0.7	-10.5	-13.9	-21.3
24	-13.4	-9.4	-11.9	-8.0	-6.5	6.4	6.2	7.7	-1.3	-9.0	-10.2	-18.7
25	-12.3	-9.0	-10.1	-2.0	-6.2	0.1	10.1	7.3	1.2	-8.9	-9.1	-13.3
26	-15.7	-7.2	-9.1	4.0	-3.1	-2.1	8.9	9.0	0.1	-9.7	-9.8	-14.2
27	-15.7	-11.2	-3.9	3.9	-1.5	2.3	6.3	5.3	-1.9	-9.5	-11.3	-13.8
28	-16.4	-14.1	-14.3	2.5	-4.1	1.0	6.5	6.8	-2.8	-6.9	-9.9	-18.1
29	-9.7		-12.9	1.6	-3.6	3.1	6.7	2.2	-3.1	-4.7	-8.9	-15.6
30	-12.0		-10.8	3.6	-2.4	3.0	3.4	2.5	-1.8	-5.8	-9.4	-13.6
31	-15.6		-11.1		-1.5		4.6	4.5		-7.8		-17.8
旬总数	-158.7	-71.3	-129.1	-3.3	-27.6	29.9	70.8	69.7	-9.5	-87.5	-107.1	-177.6
旬平均	-14.4	-8.9	-11.7	-0.3	-2.5	3.0	6.4	6.3	-1.0	-8.0	-10.7	-16.1
月总数	-447.4	-395.9	-314.7	-171.5	-108.4	115.8	156.5	190.8	28.3	-114.3	-272.6	-416.1
月平均	-14.4	-14.1	-10.2	-5.7	-3.5	3.9	5.0	6.2	0.9	-3.7	-9.1	-13.4
最高	-3.6	-2.0	6.7	11.5	10.1	12.8	14.7	17.3	12.6	6.6	0.2	-2.0
日期	29	26	17	26	1	19	25	5	8	3	3	3
最低	-29.8	-26.2	-22.5	-18.0	-17.9	-11.5	-1.8	-0.6	-7.5	-12.9	-17.4	-26.7
日期	19	15	29	2	15	26	12	30	14	27	23	24
年统计	最高 17.3 8月5日				最低 -29.8 1月19日				年平均 -4.8			

表3 乌鲁木齐河源1号冰川水文点逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1								8.6				
2						1.6						
3				0.0	2.2							
4						21.3	14.9		5.8			
5					1.5						0.4	
6						4.2	14.8					
7							12.8	4.4		0.2		
8												
9					0.7		3.2					
10					2.1		2.7					
11					1.0	2.4						
12					3.5							
13		0.0				10.2						
14				4.8		7.7			10.8			
15					6.5		6.5					
16							2.4	2.4				
17												
18						1.6	6.2	6.2				
19							3.6	3.6				
20					13.2		18.4	18.4	3.4	0.2		
21				1.1	1.3					0.2		
22						1.8				0.6		
23					4.4	18				0.2		
24				0.4	3.1	1.5				2.4		
25					0.3	17.8				1.6		
26						22.7			0.3			
27		0.6					4.2	4.2				
28					0.4				2.5			
29					16.2	2.4						
30							8.2	8.2				
31					17.6							
总量	0.0	0.6	0.0	6.3	74.0	113.2	97.9	56.0	22.8	5.4	0.4	0.0
降水 日数		1		4	15	13	12	7	5	7	1	
最大 降水量					17.6	22.7	18.4	18.4	10.8			
日期					31	26	20	20				
年统计	降水量 376.6				降水日数 65							

表4 乌鲁木齐河源1号冰川水文点逐日平均相对湿度表（相对湿度：%）

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1					45	44	48	90				
2					56	74	59	37				
3					75	84	81	50				
4					77	95	95	58				
5					22	23	80	69				
6					33	51	73	87				
7					86	31	88	68				
8					59	48	73	92				
9					96	37	82	61				
10					93	58	69	62				
旬总数					640	543	746	673				
旬平均					64	54	75	67				
11					91	56	84	54				
12					89	58	63	49				
13					21	68	42	50				
14					60	87	44	54				
15					82	54	81	83				
16					58	58	70	89				
17					19	61	62	69				
18					26	58	64	66				
19					81	53	86	75				
20					87	36	81	47				
旬总数					613	587	676	634				
旬平均					61	59	68	63				
21					39	51	65	69				
22					34	82	91	68				
23					84	91	96	51				
24					93	64	82	73				
25					82	88	74	36				
26					40	53	90	47				
27					50	28	97	92				
28					79	48	82	72				
29					95	41	84	75				
30					81	42	97	58				
31					71		92	51				
旬总数					747	587	949	692				
旬平均					68	59	86	63				
月总数					2000	1717	2371	1998				
月平均					65	57	76	64				
最小					3	2	6	6				
日期					13	26	2	25				
附注	相对湿度只在5-8月冰川消融期观测											

表 5 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均流量表 (流量: m^3/s)

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						0.022	0.051	0.051	0.030			
2						0.030	0.051	0.046	0.039			
3						0.030	0.060	0.039	0.051			
4						0.030	0.106	0.039	0.051			
5						0.007	0.077	0.039	0.106			
6						0.022	0.060	0.039	0.051			
7						0.095	0.141	0.039	0.015			
8						0.141	0.088	0.039	0.015			
9						0.118	0.077	0.039	0.015			
10						0.106	0.051	0.039	0.022			
旬总数						0.599	0.763	0.411	0.395			
旬平均						0.060	0.076	0.041	0.040			
11						0.106	0.039	0.039	0.030			
12						0.068	0.046	0.039	0.030			
13						0.095	0.046	0.039	0.030			
14						0.068	0.039	0.030	0.046			
15					0.015	0.068	0.060	0.030	0.030			
16					0.015	0.088	0.051	0.030	0.039			
17					0.022	0.060	0.046	0.039	0.015			
18					0.015	0.051	0.077	0.039	0.015			
19					0.022	0.077	0.068	0.039	0.007			
20					0.022	0.077	0.141	0.030	0.015			
旬总数					0.110	0.758	0.615	0.354	0.256			
旬平均					0.018	0.076	0.061	0.035	0.026			
21					0.015	0.068	0.051	0.030	0.015			
22					0.015	0.095	0.039	0.030	0.022			
23					0.022	0.141	0.039	0.022				
24					0.015	0.088	0.039	0.022				
25					0.022	0.258	0.046	0.022				
26					0.022	0.046	0.046	0.022				
27					0.022	0.077	0.046	0.030				
28					0.015	0.068	0.046	0.030				
29					0.022	0.060	0.046	0.068				
30					0.030	0.060	0.068	0.046				
31					0.030		0.077	0.039				
旬总数					0.228	0.961	0.545	0.359	0.037			
旬平均					0.021	0.096	0.050	0.033	0.018			
总数					0.338	2.319	1.923	1.124	0.688			
平均					0.020	0.077	0.059	0.036	0.032			
最大					0.039	0.472	0.281	0.118				
日期					30	22	15	29				
最小					0.000	0.007	0.039	0.022				
日期					1-14	5	10	12				
年统计	年总数 5.704		最大流量 0.472 6月 22日				最小流量 0 5月 1-14日				平均流量 0.044	
	径流量 $4.93\text{E}+05 \text{ m}^3$				径流模数 $25.9 \text{ L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$				径流深度 293 mm			

表6 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均气温表（气温：℃）

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-14.0	-17.5	-13.9	-10.1	3.5	1.0	1.2	4.8	5.4	1.4	-6.7	-10.0
2	-12.0	-18.2	-14.3	-8.4	-0.4	0.1	2.5	3.9	6.9	1.6	-6.1	-7.8
3	-9.5	-17.3	-18.1	-8.5	-6.1	-0.4	1.1	4.8	3.4	1.0	-4.3	-6.1
4	-10.3	-15.7	-15.0	-7.3	-8.6	-1.2	0.9	6.8	-1.5	1.2	-7.6	-17.9
5	-11.7	-15.9	-15.5	-10.4	-5.1	-2.9	3.8	9.4	-3.9	0.5	-12.5	-20.4
6	-13.8	-14.8	-15.2	-10.9	0.2	-1.6	4.6	6.4	1.4	-0.5	-7.5	-16.1
7	-10.7	-12.3	-15.3	-4.2	-1.2	1.5	1.1	4.8	5.1	-0.8	-7.0	-10.5
8	-14.5	-13.8	-12.1	-7.4	-1.4	3.7	3.3	4.4	5.8	-5.1	-6.7	-9.6
9	-21.7	-18.0	-8.9	-11.7	-0.4	4.5	2.0	3.9	5.3	-8.1	-7.0	-10.4
10	-23.7	-19.8	-7.1	-11.9	-1.8	3.7	3.5	3.8	4.2	-6.2	-6.9	-12.0
旬总数	-141.8	-162.9	-135.2	-90.8	-21.3	8.4	24.0	52.7	31.9	-15.0	-72.3	-120.8
旬平均	-14.2	-16.3	-13.5	-9.1	-2.1	0.8	2.4	5.3	3.2	-1.5	-7.2	-12.1
11	-17.7	-19.6	-6.4	-11.7	-1.7	2.8	2.5	2.7	4.1	-5.4	-5.9	-10.3
12	-13.6	-15.3	-7.5	-8.1	-7.4	2.9	1.6	3.8	3.1	-6.5	-7.8	-11.0
13	-11.2	-18.4	-16.8	-9.4	-4.8	3.1	1.9	5.5	-3.3	-6.0	-7.8	-10.7
14	-11.1	-20.2	-14.8	-9.2	-7.2	0.5	5.8	7.1	-3.8	-4.4	-7.7	-13.6
15	-10.8	-22.6	-6.9	-1.7	-15.8	2.6	5.3	5.4	0.0	-2.0	-6.3	-12.1
16	-10.7	-20.8	-7.6	-4.3	-13.7	5.3	6.2	1.4	2.0	-3.7	-10.4	-9.8
17	-10.9	-16.3	-0.5	-6.8	-7.5	5.3	7.0	2.8	1.7	-3.5	-13.7	-12.6
18	-15.7	-12.6	1.6	-8.1	-2.8	5.4	7.1	3.7	0.6	-2.1	-7.8	-14.5
19	-26.5	-10.2	-5.2	-8.0	-4.7	6.9	5.3	3.2	0.8	-1.9	-9.8	-14.0
20	-22.7	-11.3	-0.7	-12.7	-5.8	7.9	3.8	4.5	-1.9	-2.3	-15.5	-14.0
旬总数	-150.9	-167.3	-64.8	-79.9	-71.2	42.5	46.5	40.1	3.4	-37.8	-92.7	-122.6
旬平均	-15.1	-16.7	-6.5	-8.0	-7.1	4.2	4.6	4.0	0.3	-3.8	-9.3	-12.3
21	-19.8	-9.7	-15.0	-5.7	-0.7	7.2	5.5	5.4	-1.0	-4.6	-11.8	-15.3
22	-14.3	-7.5	-15.2	-2.5	1.5	3.5	6.0	5.2	0.2	-11.1	-13.7	-17.1
23	-13.0	-8.1	-16.0	-4.1	-1.9	2.5	6.3	7.0	-1.4	-11.0	-14.2	-22.1
24	-13.6	-10.8	-12.7	-8.9	-6.4	5.5	6.3	5.0	-2.2	-9.2	-10.9	-19.0
25	-12.5	-10.2	-10.5	-3.6	-5.9	2.7	9.3	5.7	0.2	-8.3	-9.9	-13.3
26	-16.5	-8.3	-9.1	1.8	-3.8	-3.3	8.5	6.1	-1.4	-9.0	-10.5	-15.1
27	-16.3	-12.0	-4.2	1.7	-1.1	0.9	5.6	3.4	-3.1	-9.2	-11.9	-14.5
28	-17.5	-14.8	-15.2	0.4	-2.4	0.1	6.1	5.3	-3.8	-6.7	-10.6	-18.3
29	-10.4		-12.4	-0.4	-2.6	1.6	6.7	1.5	-4.3	-4.9	-9.7	-15.9
30	-12.1		-11.0	1.4	-1.7	1.3	3.6	3.1	-3.0	-5.9	-10.2	-13.4
31	-16.2		-11.3		-2.1		5.3	4.8		-7.1		-18.2
旬总数	-162.0	-81.2	-132.4	-19.8	-26.9	22.0	69.1	52.4	-19.7	-87.0	-113.4	-182.2
旬平均	-14.7	-10.1	-12.0	-2.0	-2.4	2.2	6.3	4.8	-2.0	-7.9	-11.3	-16.6
月总数	-454.7	-411.4	-332.3	-190.5	-119.4	72.8	139.5	145.1	15.7	-139.8	-278.4	-425.6
月平均	-14.7	-14.7	-10.7	-6.3	-3.9	2.4	4.5	4.7	0.5	-4.5	-9.3	-13.7
最高	-4.0	-3.5	6.0	9.7	9.8	10.8	13.8	14.5	12.0	6.4	0.1	-5.2
日期	29	26	17	26	1	22	25	5	1	4	3	16
最低	-29.0	-25.9	-23.4	-21.3	-17.2	-6.6	-3.0	-1.2	-8.0	-12.9	-18.1	-27.3
日期	19	15	29	11	15	25	13	11	5	21	20	24
年统计	最高 14.5 8月5日				最低-29.0 1月19日				年平均 -5.4			

表 7 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1												
2						1.5						
3					2.3				5.6			
4						21.4	14.8					
5					1.3						0.6	
6						4.3	14.5					
7							12.6	4.0		0.2		
8												
9					0.4		2.9					
10					2.2		3.0					
11					1.2	2.2						
12					3.0							
13						10.5						
14						7.6			10.3			
15					6.2		5.8					
16							2.0					
17								3.6				
18						1.8	6.1					
19							4.0	2.0				
20					13.4		17.8		3.1			
21					1.2							
22						1.8						
23					4.8	17.6						
24					3.0	1.2				2.2		
25					0.4	17.4				2.8		
26						22.6			0.3	0.4		
27							3.6			0.2		
28					0.3				2.1			
29					16.0	2.8		9.0				
30							7.8	5.3				
31					17.4							
总量	0.0	0.0	0.0	0.0	73.1	112.7	94.9	23.9	21.4	5.8	0.6	0.0
降水 日数					15	13	12	5	5	5	1	
最大 降水量					17.4	22.6	17.8	9.0	10.3	2.8	0.6	0.0
日期					31	26	20	29	14	25		
年统计	降水量 332.4					降水日数 56						

表8 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均相对湿度表 (相对湿度：%)

日月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1					43	91	65	88				
2					62	91	52	59				
3					98	91	83	55				
4					51	84	91	56				
5					36	38	68	67				
6					33	58	63	84				
7					72	44	85	68				
8					43	57	73	89				
9					72	44	80	78				
10					76	60	72	67				
旬总数					586	657	730	710				
旬平均					59	66	73	71				
11					61	65	82	56				
12					80	65	72	57				
13					46	45	62	37				
14					73	83	51	53				
15					71	58	77	73				
16					53	68	68	81				
17					52	65	63	68				
18					43	67	68	63				
19					81	52	75	74				
20					71	46	79	42				
旬总数					629	612	696	604				
旬平均					63	61	70	60				
21					58	55	63	64				
22					59	85	80	64				
23					83	89	82	55				
24					66	69	81	77				
25					82	85	70	51				
26					61	56	86	71				
27					64	43	94	85				
28					85	60	80	69				
29					87	60	80	76				
30					84	59	98	63				
31					81		88	56				
旬总数					807	660	901	730				
旬平均					73	66	82	66				
月总数					2022	1929	2327	2043				
月平均					65	64	75	66				
最小					15	20	22	30				
日期					6	5	2	24				
附注	相对湿度只在 5-8 月冰川消融期观测											

表9 乌鲁木齐河源总控水文点逐日平均流量表 (流量: m³/s)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						1.14	1.14	1.57				
2						1.14	1.14	1.57				
3						1.14	1.28	1.57				
4						0.98	1.46	1.57				
5						0.88	1.28	1.69				
6						0.88	1.35	1.46				
7						0.98	1.46	1.35				
8						1.20	1.57	1.46				
9						1.35	1.46	1.20				
10						1.28	1.35	1.20				
旬总数						10.97	13.49	14.64				
旬平均						1.10	1.35	1.46				
11						1.35	1.35	1.14				
12						1.46	1.28	1.14				
13						1.57	1.35	1.28				
14					0.64	1.46	1.57	1.28				
15					0.64	1.20	2.20	1.28				
16					0.64	1.69	2.20	1.14				
17					0.64	1.57	1.94	1.09				
18					0.49	1.81	2.74	1.09				
19					0.49	1.35	1.94	1.09				
20					0.58	1.46	2.60	1.14				
旬总数					4.12	14.92	19.17	11.67				
旬平均					0.59	1.49	1.92	1.17				
21					0.70	1.46	1.69	1.14				
22					0.70	1.81	1.46	1.09				
23					0.74	1.35	1.46	1.35				
24					0.64	1.69	1.69	1.28				
25					0.64	1.81	1.81	1.09				
26					0.70	1.57	2.20	1.14				
27					0.70	1.46	2.46	1.09				
28					0.74	1.46	2.46	1.09				
29					0.82	1.35	1.57	1.20				
30					0.78	1.35	2.20	1.14				
31					1.20		1.94	1.03				
旬总数					8.36	15.31	20.94	12.64				
旬平均					0.76	1.53	1.90	1.15				
总数					12.48	41.20	53.60	38.95				
平均					0.69	1.37	1.73	1.26				
最大					1.81	2.74	4.40	2.06				
日期					31	24	28	4				
最小					0.19	0.30	0.49	0.41				
日期					18	6	1	18				
年统计	年总数 146.23		最大流量 4.40 7月 28日				最小流量 0.19 5月 18日			平均流量 1.189		
	径流量 1.26E+07 m ³			径流模数 41.14 L/(s·km ²)				径流深度 437 mm				

表 10 乌鲁木齐河源总控水文点逐日平均气温表 (气温: °C)

日/月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-13.0	-15.2	-11.6	-9.0	3.6	-5.9	2.6	7.7	6.3	3.1	-5.4	-8.2
2	-11.9	-16.4	-10.8	-7.1	-0.4	-6.0	3.7	6.5	8.1	3.6	-6.1	-4.7
3	-10.4	-16.1	-15.2	-7.8	-3.3	-8.3	1.9	5.7	5.8	2.7	-5.6	-2.2
4	-10.0	-14.8	-13.7	-7.0	-5.1	-9.3	3.4	8.4	0.4	3.0	-7.3	-17.9
5	-9.6	-12.8	-15.3	-8.3	-3.4	-8.3	4.9	10.0	-2.3	4.2	-11.4	-21.2
6	-10.8	-12.6	-12.4	-7.4	2.4	-7.8	5.1	6.0	2.6	3.4	-8.4	-16.8
7	-6.5	-10.2	-13.5	-1.5	1.1	-1.0	4.9	7.5	5.6	3.8	-7.2	-11.6
8	-14.6	-13.4	-11.9	-7.4	1.9	5.9	6.6	6.8	6.6	-2.0	-5.3	-9.6
9	-21.7	-18.2	-8.5	-9.7	1.4	5.1	4.0	5.7		-6.3	-6.1	-10.7
10	-23.1	-18.2	-4.9	-12.0	1.4	5.2	5.8	6.6	4.7	-3.8	-5.9	-12.1
旬总数	-131.4	-147.7	-117.7	-77.2	-0.4	-30.5	42.7	70.7	37.6	11.7	-68.7	-115.0
旬平均	-13.1	-14.8	-11.8	-7.7	0.0	-3.1	4.3	7.1	3.8	1.2	-6.9	-11.5
11	-19.0	-17.9	-2.6	-12.9	2.8	3.7	4.1	5.8	6.1	-2.3	-6.3	-9.6
12	-14.1	-13.3	-5.9	-6.2	-5.6	4.1	3.7	7.1	4.8	-3.7	-7.5	-12.1
13	-10.4	-17.6	-16.1	-7.6	-2.5	4.5	5.9	5.7	-0.8	-2.7	-9.0	-8.4
14	-9.3	-18.1	-13.9	-7.4	-4.8	4.2	7.5	8.9	0.1	-0.8	-8.9	-11.7
15	-9.6	-20.7	-4.7	-0.6	-13.4	5.6	6.4	6.9	3.5	1.2	-8.1	-11.2
16	-8.2	-20.7	-5.6	-2.5	-10.9	6.5	6.8	4.1	3.4	-0.7	-8.3	-11.7
17	-9.6	-16.1	-4.8	-4.1	-6.0	7.0	7.6	4.8	1.1	0.3	-10.5	-13.7
18	-13.7	-11.0	1.0	-5.0	-1.1	6.4	7.1	5.1	1.6	2.2	-7.3	-12.9
19	-25.9	-9.5	-6.8	-10.9	-3.1	8.3	6.4	4.7	2.4	1.4	-8.7	-12.8
20	-25.3	-9.3	0.2	-10.4	-2.3	8.5	5.4	5.3	2.0	1.6	-12.8	-12.3
旬总数	-145.1	-154.2	-59.2	-67.5	-46.7	58.6	60.9	58.4	24.1	-3.5	-87.4	-116.4
旬平均	-14.5	-15.4	-5.9	-6.8	-4.7	5.9	6.1	5.8	2.4	-0.4	-8.7	-11.6
21	-20.1	-7.1	-13.4	-6.0	3.4	7.4	6.3	7.2	4.0	-2.1	-10.4	-13.3
22	-15.5	-4.8	-12.4	-0.7	3.4	7.8	7.6	6.6	4.0	-8.4	-10.8	-15.8
23	-14.5	-4.8	-13.4	-2.3	-1.6	4.4	6.6	8.1	3.8	-9.0	-13.1	-19.6
24	-13.9	-7.7	-10.6	-6.6	-3.8	6.8	7.9	7.4	2.4	-7.2	-9.4	-19.9
25	-11.8	-8.0	-9.8	-2.7	-3.0	3.6	10.4	7.0	3.5	-8.0	-9.2	-12.4
26	-15.5	-7.2	-7.9	-0.3	-0.6	3.3	9.8	6.3	2.3	-9.2	-11.3	-13.4
27	-16.0	-9.9	-5.0	0.6	0.8	2.6	8.8	6.2	0.4	-9.0	-11.7	-13.0
28	-18.2	-13.4	-10.8	1.9	0.3	2.7	7.7	5.9	0.1	-6.8	-10.6	-17.6
29	-13.5		-12.7	1.5	-4.0	4.7	5.6	3.5	0.1	-3.9	-9.3	-14.9
30	-13.5		-10.0	2.2	-8.1	3.3	5.6	3.8	0.7	-5.3	-7.5	-12.8
31	-15.5		-10.7		-9.1		6.9	5.0		-6.7		-17.2
旬总数	-167.9	-62.8	-116.5	-12.3	-22.3	46.4	83.1	66.8	21.3	-75.6	-103.3	-169.9
旬平均	-15.3	-7.8	-10.6	-1.2	-2.0	4.6	7.6	6.1	2.1	-6.9	-10.3	-15.4
月总数	-444.4	-364.6	-293.3	-157.0	-69.3	74.5	186.7	195.9	83.0	-67.4	-259.4	-401.3
月平均	-14.3	-13.0	-9.5	-5.2	-2.2	2.5	6.0	6.3	2.8	-2.2	-8.6	-12.9
最高	-5.2	-0.6	8.0	9.0	9.8	13.5	16.2	16.0	13.5	9.7	3.3	0.2
日期	7	22	17	30	6	19	25	5	8	4	3	3
最低	-29.0	-25.8	-23.3	-15.0	-15.0	-13.4	-2.5	-1.5	-6.0	-13.6	-17.2	-26.0
日期	19	15	14	1	15	5	13	12	30	27	20	24
年统计	最高 16.2 7月 25 日			最低 -29.0 12月 24 日			年平均 -4.2					

表 11 乌鲁木齐河源总控水文点逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1								3.2				
2						6.3			3.7			
3					0.2	7.0	9.3		1.9			
4						17.6	2.5					
5					0.4							
6							11.5					
7							14.8	3.1				
8							2.9					
9					0.8		2.4					
10					1.3	3.5						
11						3.1						
12					1.5	8.4						
13						5.8		0.5	10.5			
14						6.4						
15					2.2		3.6	0.3				
16												
17						2.4		4.2				
18							8.2					
19								2.2				
20					7.7		10.1		4.6			
21						1.3		0.4				
22						4.7						
23					0.4	11.1	2.5					
24					1.5	3.4				0.2		
25					0.3	20.7				0.2		
26						15.2			0.2			
27							1.3					
28						2.1		9.9	2.3			
29					1.6			6.5				
30							8.3					
31					7.4		1.6					
总量					25.3	119.0	79.0	27.1	23.2	0.4		
降水 日数					12	16	13	9	6	4		
最大 降水量					7.7	20.7	14.8	9.9	10.5	0.2		
日期					20	25	7	28	13	24		
年统计	降水量 274.0					降水日数 60						

表 12 乌鲁木齐河源总控水文点逐日平均相对湿度表（相对湿度：%）

日月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1					52	57	68	76				
2					91	72	55	37				
3					79	91	70	61				
4					79	92	76	55				
5					36	36	67	50				
6					36	56	66	57				
7					59	51	73	42				
8					39	51	62	65				
9					66	44	67	51				
10					77	60	54	41				
旬总数					614	609	657	534				
旬平均					61	61	66	53				
11					52	68	70	46				
12					80	62	62	40				
13					43	74	55	48				
14					58	82	43	40				
15					71	61	67	55				
16					65	61	61	67				
17					41	62	59	58				
18					47	67	64	49				
19					73	53	68	61				
20					76	46	75	46				
旬总数					604	634	623	509				
旬平均					60	63	62	51				
21					46	51	62	44				
22					55	74	70	49				
23					83	85	87	37				
24					88	71	88	58				
25					84	84	71	36				
26					57	52	82	41				
27					72	50	88	63				
28					79	58	86	54				
29					91	47	79	59				
30					89	60	90	47				
31					69		83	47				
旬总数					812	631	886	533				
旬平均					74	63	81	48				
月总数					2030	1874	2166	1576				
月平均					65	62	70	51				
最小					13	17	14	36				
日期					5	5	13	25				
附注	相对湿度只在 5-8 月冰川消融期观测											

表 13 乌鲁木齐河源后峡基本营地气象场逐日平均气温表 (气温: °C)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-10.8	-9.9	-4.6	-1.6	11.7	12.4	10.8	11.3	25.0	7.5	-2.5	-8.5
2	-10.8	-11.5	-7.0	-0.4	9.4	10.3	12.3	11.9	14.7	7.5	-1.3	-4.5
3	-8.4	-11.9	-8.8	-0.5	2.5	9.8	12.0	12.2	11.5	7.9	-1.2	-4.2
4	-7.2	-9.1	-8.6	2.0	2.7	6.8	13.4	14.5	7.3	8.5	-3.0	-13.1
5	-7.7	-12.3	-8.3	0.6	5.7	7.0	13.3	14.3	1.7	9.5	-4.1	-17.1
6	-9.0	-13.4	-9.1	-0.9	7.8	10.1	13.3	12.4	5.5	8.1	-7.1	-14.7
7	-6.5	-13.4	-9.2	1.8	8.5	11.1	12.9	13.9	8.4	5.8	-5.7	-10.9
8	-10.3	-14.9	-9.8	-1.2	8.0	12.2	12.7	14.0	10.4	2.7	-2.8	-11.8
9	-13.2	-12.6	-4.2	-3.1	9.0	13.6	11.0	13.5	10.4	1.5	-2.5	-9.3
10	-18.2	-14.1	0.8	-5.5	8.5	12.6	12.4	13.4	13.5	0.7	-2.7	-8.6
旬总数	-102.1	-122.9	-68.7	-8.8	73.6	105.8	124.0	131.3	108.2	59.6	-32.9	-102.6
旬平均	-10.2	-12.3	-6.9	-0.9	7.4	10.6	12.4	13.1	10.8	6.0	-3.3	-10.3
11	-18.9	-15.9	0.2	-7.3	7.5	12.9	11.8	11.2	13.3	2.2	-3.5	-8.3
12	-11.5	-13.4	-0.5	-3.6	3.1	12.3	11.2	10.2	11.2	2.1	-2.8	-11.7
13	-12.3	-11.1	-10.4	-2.0	4.1	11.1	11.7	12.1	5.5	2.9	-3.2	-12.4
14	-8.6	-12.7	-9.7	-3.6	-1.5	11.7	14.3	14.1	6.5	3.6	-3.2	-10.1
15	-8.7	-15.4	-3.3	4.9	-2.7	13.0	16.2	13.0	8.1	4.6	-3.8	-12.4
16	-7.5	-14.6	1.5	3.1	-0.7	14.5	15.6	11.2	7.7	4.1	-3.5	-10.2
17	-4.0	-13.0	6.8	2.9	4.3	15.6	16.1	12.8	7.3	4.3	-6.3	-10.5
18	-11.2	-9.3	1.3	0.7	6.9	15.6	14.0	13.0	6.9	6.5	-5.7	-10.5
19	-23.8	-6.9	-1.8	-2.5	5.9	17.4	13.9	11.6	7.4	7.4	-4.2	-11.0
20	-26.2	-7.2	1.2	-3.3	7.2	17.2	14.4	11.8	6.0	6.5	-7.2	-11.2
旬总数	-132.6	-119.4	-14.6	-10.6	34.2	141.1	138.9	120.9	79.7	44.1	-43.2	-108.1
旬平均	-13.3	-11.9	-1.5	-1.1	3.4	14.1	13.9	12.1	8.0	4.4	-4.3	-10.8
21	-25.5	-4.5	-7.5	2.7	10.5	15.6	15.4	13.7	8.9	2.8	-9.4	-9.7
22	-16.3	-1.8	-8.0	4.9	9.5	15.5	15.7	14.2	8.2	-1.9	-6.9	-11.5
23	-11.3	-3.6	-6.5	4.8	6.2	12.1	13.7	16.2	6.6	-3.1	-10.4	-12.3
24	-9.9	-3.1	-3.7	2.3	4.4	11.2	14.5	14.2	7.2	-1.2	-8.4	-18.4
25	-9.8	-2.9	-3.9	3.6	7.5	7.6	15.3	12.7	6.9	-1.2	-6.8	-13.3
26	-13.3	-1.0	-0.7	8.1	7.6	8.1	16.4	12.7	6.5	-2.9	-6.8	-13.0
27	-15.1	-2.1	1.0	9.0	9.1	10.6	16.5	13.5	6.3	-2.2	-7.4	-14.4
28	-17.0	-6.1	-7.1	9.0	8.2	10.5	14.8	11.6	6.5	-1.6	-8.2	-12.6
29	-14.5		-7.9	9.4	8.6	10.3	13.2	13.0	4.9	-1.2	-6.8	-17.4
30	-10.3		-4.1	8.7	9.6	11.0	13.5	11.7	6.8	-2.5	-6.3	-4.9
31	-11.6		-3.8		12.0		13.7	12.6		-1.3		-14.7
旬总数	-154.5	-25.1	-52.2	62.4	93.1	112.3	162.6	146.0	68.6	-16.2	-77.4	-142.0
旬平均	-14.0	-3.1	-4.7	6.2	8.5	11.2	14.8	13.3	6.9	-1.5	-7.7	-12.9
月总数	-389.1	-267.4	-135.5	43.0	200.8	359.2	425.5	398.1	256.5	87.5	-153.4	-352.7
月平均	-12.6	-9.6	-4.4	1.4	6.5	12.0	13.7	12.8	8.6	2.8	-5.1	-11.4
最高	7.3	12.3	20.4	21.8	22.3	27.3	27.3	29.0	25.0	20.4	11.2	9.8
日期	5	22	17	26	21	20	17	23	2	5	2	2
最低	-30.0	-23.0	-17.8	-12.3	-6.0	-0.3	2.4	-0.5	-2.4	-8.8	-15.0	-23.5
日期	20	9	29	11	15	5	11	12	25	26	21	24
年统计	最高 29.0 8月23日				最低 -30.0 1月20日				年平均 1.3			

表 14 乌鲁木齐河源后峡基本营地气象场逐日降水量表 (降水量: mm)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1						1.4						0.6
2						7.7						
3						7.6			4.5			
4						11.8	3.7		0.3		0.8	2.6
5		0.0		3.2	6.1						4.4	
6				2.9			3.5					
7							16.8	0.9				
8	0.9	0.0		0.7			0	1.9				
9	0.8			2.5			6.8	2.3				
10		0.7		0.7	1.8			1.0				
11						5.2	0.5					
12						3.9						
13			1.7	6.1		2.2	5.6		6.3			
14		0.0		3.2	4.6	0.7			2.6			
15					0.3			1.0				
16			1.7	1.8				16.2				
17				3.8				4.5				
18	0.4			0.6			2.3					
19	0.2			3.1	2		1.3					
20					2.8		4.8		1.4			
21										1.9		
22						15.7				5.2		
23		0.2			5.4	3.1	3.6			2.3		0.2
24					0.4	1.5						0.9
25	0.1	0.0				15						
26	1.2					10.6						
27	0.0	0.8										
28		0.3	1.8			0.6		6.4	0.0			0.6
29								9.5	2.3			
30					5.2			1.4	0.5			
31					3.1							
总量	3.6	2	5.2	28.6	31.7	87	48.9	45.1	17.9	9.4	5.2	4.9
降水日数	7	8	3	11	10	14	11	10	8	3	2	5
最大降水量	1.2	0.8	1.8	6.1	6.1	15.7	16.8	16.2	6.3	5.2	4.4	2.6
日期	26	27	28	13	5	22	7	16	13	22	5	4
年统计	降水量 289.5					降水日数 92						

表 15 乌鲁木齐河源后峡基本营地气象场逐日平均相对湿度表 (相对湿度: %)

日\月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	80	76	65	57	69	75	78	85	65	64	70	87
2	86	81	53	56	73	85	69	71	58	64	70	67
3	89	77	62	62	94	88	70	70	85	57	66	59
4	82	65	52	82	77	91	78	69	55	55	84	87
5	86	77	52	83	62	72	74	60	55	61	89	89
6	95	71	53	84	66	69	77	73	57	72	84	82
7	80	75	47	79	64	64	85	74	62	87	79	73
8	94	83	45	89	64	59	77	83	54	79	76	65
9	92	75	49	82	63	53	87	68	47	86	82	70
10	90	89	53	87	79	64	75	71	59	76	78	69
旬总数	874	769	530	761	709	721	767	722	596	700	777	746
旬平均	87	77	53	76	71	72	77	72	60	70	78	75
11	88	83	62	77	80	70	82	78	63	70	74	71
12	74	71	78	69	69	69	79	71	73	70	68	72
13	70	73	82	82	63	79	71	65	93	68	74	74
14	67	80	66	81	95	80	63	57	78	69	72	60
15	71	77	63	73	84	72	61	71	76	69	69	53
16	75	62	71	92	73	64	68	87	78	75	66	66
17	61	63	50	85	49	65	73	73	77	76	97	70
18	76	53	73	88	52	65	80	63	72	73	89	79
19	81	58	73	90	73	60	86	74	70	70	85	74
20	80	72	74	60	76	54	78	61	84	78	83	73
旬总数	740	691	691	797	713	677	741	699	763	717	776	690
旬平均	74	69	69	80	71	68	74	70	76	72	78	69
21	75	77	72	58	65	70	73	61	75	88	79	81
22	75	68	71	66	80	76	76	65	68	94	84	95
23	83	87	67	70	92	89	92	60	79	93	90	91
24	87	76	66	40	85	91	83	81	66	86	79	90
25	87	86	73	56	71	94	76	83	59	87	76	83
26	95	76	64	53	67	75	81	81	60	81	75	88
27	94	84	57	52	61	72	85	75	62	81	72	92
28	88	82	85	54	75	74	82	80	73	76	71	87
29	73		68	64	86	85	77	71	78	75	69	90
30	63		66	78	81	74	86	69	74	81	74	78
31	75		61		70		78	64		78		82
旬总数	894	634	748	590	832	798	887	787	694	919	767	957
旬平均	81	79	68	59	76	80	81	72	69	84	77	87
月总数	2508	2094	1968	2148	2254	2195	2395	2209	2053	2336	2319	2392
月平均	81	75	63	72	73	73	77	71	68	75	77	77
最小	25	24	21	19	22	26	30	26	18	23	26	22
日期	18	18	17	20	17	9	14	20	25	3	2	15

乌鲁木齐河源 1 号冰川表面运动速度 和冰舌末端变化 (2008/2009 和 2009/2010 年度)

曹 敏, 李慧林

(中国科学院寒区旱区环境与工程研究所/天山冰川观测试验站, 甘肃 兰州 730000)

1 观测与说明

2009 年 8 月及 2010 年 8 月对冰川表面的运动点进行了冰川表面运动的观测。采用 E650 型 GPS 对观测控制点位进行静态测量定位。测杆位置的观测应用载波相位差分又称 RTK (Real Time Kinematic) 测量方法进行。所获数据误差为 0.10 - 0.30 m。

表 1 为 2008/2009 年度的运动速度, 表 2 为 2009/2010 年度的运动速度, 表 3 为 1 号冰川东、西支冰舌的年进退变化量, 表 4、5 为 2009 和 2010 年度的各流速点的空间坐标。

坐标系统为独立坐标系。X 为纵坐标, Y 为横坐标, Z 为垂直坐标。 U_X 、 U_Y 分别为平行于 X 和 Y 坐标的速度分量, U_{XY} 为水平速度分量, a 为运动速度方向。

2 运动速度的初步分析

对运动速度资料进行对比和分析得出以下结果:

(1) 从表 1 与表 2 可以看出, 1 号冰川 2009 年与 2010 年表面流速变化不大。东支 2009 年与 2010 年最大流速点皆为 E2' 点, 其年流速分别为 4.57 m 与 4.51 m。西支 2009 年与 2010 年最大流速点皆为 D2 点, 其年流速为 5.92 m 与 4.84 m。最大流速点位与往年不同。

(2) 冰川末端进退的观测方法仍同以往。表 3 反映了 2009 年与 2010 年的冰舌退缩量。2010 年度西支冰舌的退缩量相对 2009 年度有所增加。

表 1 年运动速度 (观测日期: 2008.06.24 - 2009.08.15)

点名	Ux (m)	Uy (m)	Uxy (m)	Uz (m)	A(° ')	Uxy(m/a)
A'	2.02	2.42	3.16	-0.12	50 9	2.77
B1'	3.06	1.75	3.52	-0.1	29 49	3.08
B2'	4.16	3.14	5.21	-0.1	37 5	4.56
B3'	5.21	2.04	5.6	-0.07	21 24	4.9
C1'	4.02	2.28	4.62	-0.23	29 35	4.04
C2'	4.66	2.2	5.15	-0.21	25 15	4.51
C3'	4.54	1.03	4.65	-0.57	12 43	4.07
D1'	4.11	0.91	4.21	-0.16	12 30	3.69
D3'	2.08	3.37	3.96	-0.08	58 19	3.47
E1'	3.69	2.44	4.42	-0.08	33 28	3.87
E2'	3.8	3.58	5.22	-0.57	43 16	4.57
E3'	2.57	4.27	4.98	-0.8	59 0	4.36
F2'	3.41	2.21	4.07	-0.67	33 0	3.56
F3'	3.1	2.2	3.8	-0.74	35 24	3.33
G1'	2.17	1.14	2.45	-0.08	27 39	2.14
G2'	1.65	2.86	3.3	-0.46	60 6	2.89
G3'	1.46	3.82	4.09	-0.76	69 2	3.58
H1'	1.59	1.62	2.27	-0.19	45 36	1.99
H2'	1.95	2.37	3.07	-0.22	50 38	2.69
H3'	0.67	2.63	2.72	-0.21	75 42	2.38
A	2.37	0.67	2.46	-0.28	15 51	2.15
B	3.67	0.87	3.77	-0.99	13 21	3.3
C1	3.67	1.81	4.1	-0.68	26 14	3.59
C2	3.77	2.39	4.46	-0.66	32 21	3.9
C3	3.88	1.59	4.19	-0.44	22 13	3.67
D1	4.23	0.16	4.23	-0.46	2 13	3.7
D2	6.76	0.14	6.76	-0.93	1 11	5.92
D3	4.43	2.83	5.25	-0.91	32 32	4.6
E1	3.59	-0.7	3.65	-0.87	-12 54	3.19
E3	4.16	1.38	4.39	-0.51	18 23	3.84
F3	4.28	0.82	4.36	-0.75	10 54	3.82
G2	4.11	-0.48	4.14	-0.4	-7 24	3.62
G3	4.27	0.5	4.3	-0.65	6 37	3.76
H1	2.91	0.21	2.92	-0.07	4 5	2.56
H2	3.39	1.15	3.58	-0.45	18 44	3.13
H3	3.66	1.31	3.88	-1.05	19 42	3.4
I1	5.61	0.88	5.68	-2.55	8 57	4.97
I2	5.32	2.94	6.08	-2.99	28 56	5.32

表 2 年运动速度 (观测日期: 2009.08.15 - 2010.08.20)

点名	Ux (m)	Uy (m)	Uxy (m)	Uz (m)	A(° ')	Uxy (m/a)
A'	2.38	1.43	2.78	-0.15	31 0	2.74
B1'	2.18	2.02	2.97	-0.13	42 47	2.93
B2'	2.98	2.88	4.14	-0.07	44 0	4.08
B3'	2.52	3.22	4.09	-0.08	52 0	4.03
C1'	2.72	3.15	4.16	-0.21	49 12	4.1
C2'	3.62	2.09	4.18	-0.23	30 0	4.12
C3'	3.55	2.13	4.14	-0.53	31 1	4.08
D1'	3.24	1.79	3.7	-0.15	29 0	3.65
D3'	1.97	3.04	3.62	-0.08	57 0	3.57
E1'	3.03	2.2	3.74	-0.08	36 0	3.69
E2'	3.55	2.88	4.57	-0.6	39 0	4.51
E3'	3.12	3.12	4.41	-0.8	45 0	4.35
F2'	3.24	0.99	3.39	-0.67	17 0	3.34
F3'	3.01	1.47	3.35	-0.7	25 59	3.3
G1'	1.8	0.73	1.94	-0.05	22 1	1.91
G2'	1.66	2.29	2.83	-0.46	54 1	2.79
G3'	1.61	3.16	3.55	-0.74	63 0	3.5
H1'	1.31	1.31	1.85	-0.2	45 0	1.83
H2'	1.77	1.83	2.55	-0.22	46 0	2.52
H3'	1.25	1.79	2.18	-0.19	55 1	2.15
A	1.97	0.84	2.14	-0.29	23 0	2.11
B	3.04	1.83	3.55	-0.99	31 0	3.5
C1	3.13	1.26	3.37	-0.68	22 0	3.32
C2	2.8	2.35	3.66	-0.66	39 59	3.61
C3	3.59	1.01	3.73	-0.44	15 47	3.68
D1	3.65	-1.4	3.91	-0.44	-21 0	3.86
D2	4.8	1.02	4.91	-0.93	12 0	4.84
D3	3.91	2.54	4.66	-0.95	33 0	4.6
E1	3.44	-0.3	3.45	-0.87	-7 0	3.4
E3	3.6	0.77	3.68	-0.5	12 0	3.63
F3	3.46	1.33	3.71	-0.75	20 59	3.66
G2	3.53	0.31	3.54	-0.4	5 0	3.49
G3	3.54	0.95	3.66	-0.65	15 0	3.61
H1	2.3	-0.2	2.31	-0.07	-5 1	2.28
H2	2.9	0.25	2.91	-0.45	5 0	2.87
H3	2.97	1.72	3.43	-1.02	30 0	3.38
I1	4.75	-0.42	4.77	-2.55	-7 0	4.71
I2	4.78	0.84	4.85	-3	10 0	4.78

表3 东西支冰舌进退变化量 (m)

时间	东支冰舌	西支冰舌
2008.06.24 - 2009.08.15	-3.68	-6.47
2009.08.15 - 2010.08.20	-3.69	-6.50

注：“-”表示为后退

表4 流速点坐标 (观测日期: 2009.08.15)

东支点名	X (m)	Y (m)	Z (m)	西支点名	X (m)	Y (m)	Z (m)
A'	485064.05	4775745.89	3771.59	A	484732.15	4776088.11	3861.62
B1'	484939.98	4775792.93	3799.66	B	484634.18	4776102.12	3901.67
B2'	484989.23	4775723.12	3794.36	C1	484560.70	4776147.81	3923.33
B3'	485026.25	4775649.71	3794.39	C2	484595.98	4776065.13	3918.40
C1'	484688.37	4775768.98	3848.72	C3	484603.36	4776040.39	3915.87
C2'	484810.58	4775681.59	3840.94	D1	484464.97	4776164.72	3952.70
C3'	484887.14	4775559.71	3844.54	D2	484457.80	4776084.76	3949.34
D1'	484495.75	4775540.96	3892.10	D3	484458.57	4775992.88	3960.51
D3'	484821.89	4775386.50	3905.94	E1	484390.67	4776151.88	3980.16
E1'	484348.88	4775194.04	3938.68	E3	484399.46	4775982.14	3982.53
E2'	484443.35	4775140.43	3940.47	F3	484222.22	4775870.69	4038.98
E3'	484573.52	4775113.99	3935.79	G2	484114.91	4775986.20	4053.31
F2'	484416.02	4774986.22	3970.50	G3	484142.17	4775863.16	4057.04
F3'	484559.21	4774942.66	3980.79	H1	483985.15	4776073.21	4065.40
G1'	484246.18	4774857.77	4011.59	H2	483988.86	4775938.85	4064.92
G2'	484330.23	4774836.13	4005.70	H3	484026.45	4775854.02	4069.97
G3'	484441.14	4774781.58	4006.52	I1	483871.12	4776055.76	4081.61
H1'	484072.82	4774645.96	4068.31	I2	483874.87	4775870.31	4097.04
H2'	484224.95	4774587.90	4052.05				
H3'	484306.70	4774582.36	4055.07				

表 5 流速点坐标（观测日期：2010.08.20）

东支点名	X (m)	Y (m)	Z (m)	西支点名	X (m)	Y (m)	Z (m)
A'	485066.44	4775747.32	3771.44	A	484734.12	4776088.95	3861.33
B1'	484942.16	4775794.95	3799.53	B	484637.22	4776103.95	3900.68
B2'	484992.20	4775726.00	3794.29	C1	484563.82	4776149.07	3922.65
B3'	485028.77	4775652.93	3794.31	C2	484598.78	4776067.49	3917.74
C1'	484691.09	4775772.12	3848.51	C3	484606.95	4776041.40	3915.43
C2'	484814.20	4775683.68	3840.71	D1	484468.62	4776163.31	3952.26
C3'	484890.69	4775561.84	3844.01	D2	484462.61	4776085.78	3948.41
D1'	484498.98	4775542.76	3891.95	D3	484462.48	4775995.42	3959.56
D3'	484823.86	4775389.53	3905.86	E1	484394.10	4776151.57	3979.29
E1'	484351.90	4775196.24	3938.60	E3	484403.06	4775982.91	3982.03
E2'	484446.90	4775143.30	3939.87	F3	484225.68	4775872.02	4038.23
E3'	484576.64	4775117.11	3934.99	G2	484118.44	4775986.51	4052.91
F2'	484419.27	4774987.21	3969.83	G3	484145.70	4775864.11	4056.39
F3'	484562.22	4774944.12	3980.09	H1	483987.45	4776073.01	4065.33
G1'	484247.98	4774858.50	4011.54	H2	483991.76	4775939.10	4064.47
G2'	484331.89	4774838.42	4005.24	H3	484029.42	4775855.73	4068.95
G3'	484442.75	4774784.74	4005.78	I1	483875.88	4776055.34	4079.06
H1'	484074.12	4774647.27	4068.11	I2	483879.65	4775871.15	4094.04
H2'	484226.73	4774589.73	4051.83				
H3'	484307.95	4774584.15	4054.88				

天山冰川站冰川监测塔建设

周 平

(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 /天山冰川站, 甘肃 兰州 730000)

气候变暖造成全球冰盖和冰川消融加剧, 冰川面积和储量大幅减少。近 30 年来, 冰川的消融退缩又出现加速趋势, 许多小山岳冰川消融殆尽, 由此产生的水资源和生态环境方面的诸多问题引起了国内外广泛关注。针对这一情况, 负责世界冰川监测的专门机构——世界冰川监测服务处 (WGMS), 制定了一系列强化冰川观测的措施, 重点之一就是建议各国建立冰川监测塔。冰川监测塔是对冰川进行实时监测的先进设施, 具有多要素、可视和实时等监测特点, 此前仅有欧美等少数国家拥有。

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川是我国观测历史最长的冰川, 也是世界上为数不多, 观测时间逾 50 年的冰川, 在国际上占有重要地位, 亦是 WGMS 观测网络中惟一的中国冰川。为实现该冰川的观测与国际先进水平接轨, 天山冰川站在中科院计算机网络信息中心和寒区旱区环境与工程研究所专项经费支持下, 于 2009 年开始了冰川监测塔的建设工作。



图 1 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川监测塔

Fig.1 Monitoring tower of Glacier No. 1 at the Headwaters of the Urumqi River

在乌鲁木齐河源 1 号冰川建立冰川监测塔，最大的难点在于确保铁塔稳定、高海拔低温条件下作业和建塔物资运输等。为保证铁塔的稳定，仅建造地基所耗的钢筋水泥就达 60 余吨。为将这些物资和铁塔运往冰川末端，施工中拓宽了高山站至冰川区的 4 公里道路，并新建了约 300 米的道路。建设中工程人员和天山冰川站职工克服了高寒缺氧、大雪、低温等困难，最终胜利完成了建塔工程。

冰川监测塔将集冰面立体摄影、视频、无线传输等系统为一体，成为乌鲁木齐河源 1 号冰川的重要观测平台之一，为天山冰川站实现 1 号冰川面积、末端位置、表面高程、表面运动速度等项目的动态实时监测和观测数据的实时传输奠定了必要基础，这也标志着我国在冰川监测方面达到国际先进水平。



图 2 1 号冰川监测塔上安装的动力实时监测系统

Fig.2 Dynamic real-time monitoring system in the Glacier No. 1 Monitoring tower



图 3 塔下监测场安装的涡动协方差系统及自动气象站

Fig.3 Vortex move covariance system and automatic weather station lie in monitoring tower observation field

目前建成的钢结构塔距冰川末端约 200 m，海拔 3800m，塔高 25m。后期工程包括在监测塔上安装各种观测设备、观测塔附近的综合气象及冰冻圈要素观测场等配套设施。现已在冰川监测塔上安装了冰川视频监控摄像头，实现了 1 号冰川的动态实时监测。在观测塔下的观测场安装了自动气象站及涡动协方差系统。随着冰川监测塔及观测场各种监测仪器逐步安装完成，1 号冰川区的监测将进入一个全新的时代。

天山冰川站常规观测自动化及数据 无线传输建设

金 爽

(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 /天山冰川站, 甘肃 兰州 730000)

水文、气象是天山冰川站两个观测时间序列较长的常规观测项目, 也冰川监测中重要项目, 水文气象数据对于分析冰川物质平衡、预测冰川未来变化等有重要作用。

近年来随着无线通信技术的快速发展, 已可建设基于无线通信网络的、可无线传输数据的自动气象站和水位计系统。与传统的自动气象站和水位计相比, 无线传输自动气象站和水位计系统具有安装使用方便, 实时在线、高速传输、节省差旅费等优点。可远程控制和无线数据传输的水文气象观测系统可以满足人迹罕至冰川区水文气象观测的需要, 是冰川区水文气象监测系统发展的趋势。

1 无线传输方式及原理

在数据传输方面, 主要有有线传输和无线传输两种方式^[1-8]。

1.1 有线传输方式

通过标准的 RS232/RS485/USB 通讯接口, 与监测中心 PC 机有线连接, 实时传送采集数据, 最长有线通讯距离可达 1000 米, 也可通过 RS485 接口方式实现一个中心对多个站点的实时监测。

1.2 无线传输方式

可根据通讯距离的不同分为三种无线传输方式: 短距离无线数传、中距离无线数传、长距离无线数传。

(1) 短距离无线数传方式: 利用微波射频通讯传输模块, 通讯距离在 300 米范围之内, 主要适合于观测场区内短距离范围数据传输, 数据传输稳定, 不产生任何通讯费用。

(2) 中距离无线数传方式: 采用电台方式进行数据传输, 通讯距离在 2000 米范围之内, 主要适合于气象监测站和气象监测中心位置较远、同时不适合于有线进行通讯的情况下使用, 此方式不收取任何通讯费用, 数据传输亦较稳定。

(3) 长距离无线数传方式: 采用 GSM/GPRS/CDMA 网通讯技术, 结合 Internet 网络通讯协议, 配备无线通讯控制器可实现监测中心对各个站点进行实时监测, 远程采集各监测站点的气象数据, 不受距离限制, 数据传输可靠。

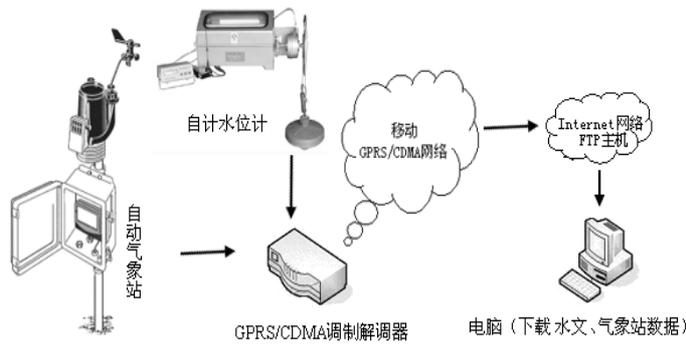


图 1 基于 GPRS/CDMA 网络自动气象站和水位计无线传输数据示意图

Fig.1 Sketch map showsk automatic weather stations and water level gauge transmit data wirelessly based on GPRS/CDMA network

GSM 通讯方式利用短信方式进行数据的透明传输,只要网络信号覆盖的地区都可以进行数据传输,不受地理环境的限制,可根据用户使用需要将当前的水文气象数据按照指定的间隔时间,发送到用户设定的手机号码上,通讯费用按信息服务资费计算。

GPRS 无线通讯方式是在现有 GSM 系统上发展出来的一种新的无线数据传数业务,目的是给中国移动用户提供高速无线 IP 或 X.25 服务, GPRS 理论带宽可达 171.2Kbit/s,在此信道上提供 TCP/IP 连接,可以用于 Internet 连接、数据传输等应用。GPRS 采用分组交换技术,每个用户可同时占用多个无线信道,同一无线信道又可以由多个用户共享,资源可被有效的利用。GPRS 允许用户在端到端分组转移模式下发送和接收数据,而不需要利用电路交换模式的网络资源。GPRS 永远在线,按流量计费,从而提供了一种高效、低成本的无线分组数据业务。特别适用于间断的、突发性的和频繁的、点多分散、中小流量的数据传输,也适用于偶尔的大数据量传输。

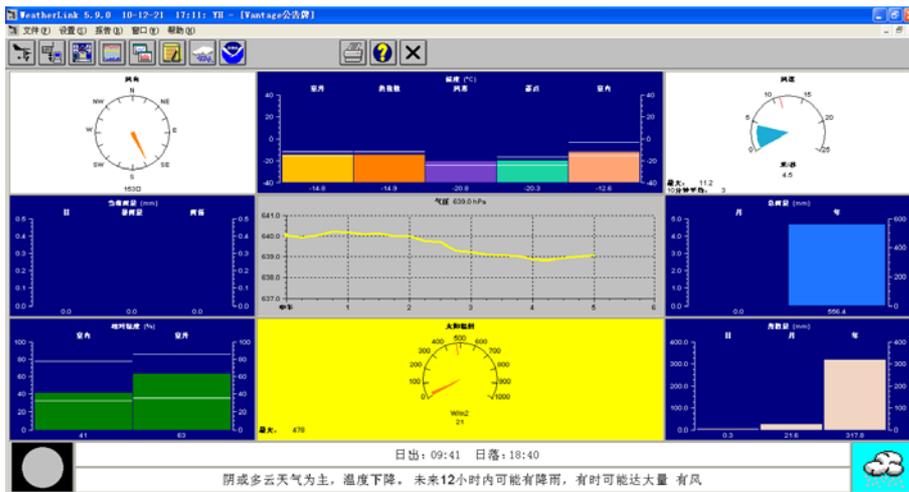


图 2 自动气象站通过无线传输实现数据实时浏览

Fig.2 Using automatic weather stations browse real-time data through wireless transmission

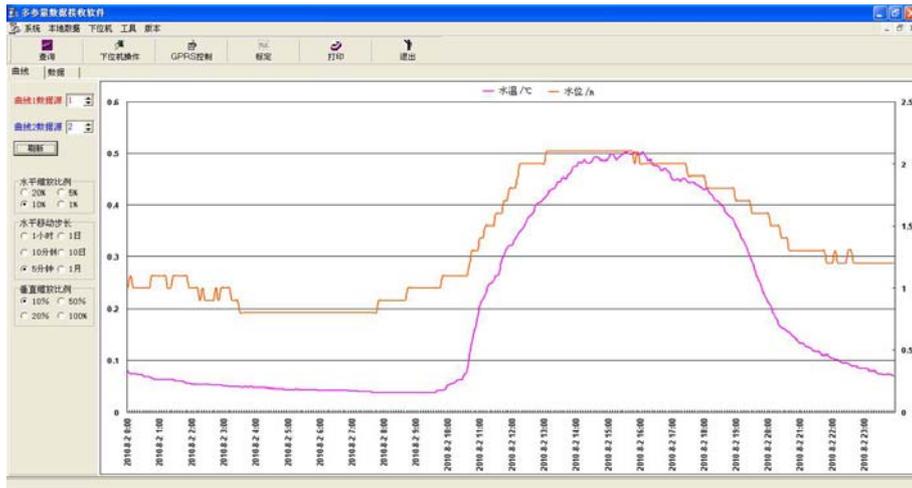


图3 自计水位计通过无线传输实现数据实时浏览

Fig. 3 Using automatic water level gauges browse real-time data through wireless transmission

2 无线传输在乌鲁木齐河源区水文气象观测中的应用

2010年,天山冰川站在2009年气象、水文人工与自动观测对比分析积累的经验基础上,购置了多台高精度和灵敏度的自动气象站和水位计,将河源区由人工观测的1号冰川、空冰斗、总控等3个常规水文气象观测点仪器全部更换成自动化仪器,并在仪器上加装了无线数据传输设备,实现了数据的异地实时浏览和下载(图2,图3),大大提高了观测数据的时效性和精度,结束了天山冰川站近30年人工常规气象、水文观测的历史,使得天山冰川站常规气象、水文观测步入新时代。

参考文献 (References)

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 气象出版社, 2003.
- [2] 周钦强, 敖振浪, 谭鉴荣, 等. 基于 GPRS 的自动气象站通信组网方案研究[J]. 微计算机信息, 2008, 24(15): 152-154.
- [3] 蒋文贤. 基于 CDMA1X-VPN 无线终端设备的应用与优化[J]. 东华大学学报: 自然科学版, 2008, 34(3): 295-302.
- [4] 张建臣, 张谷省. 基于 ADSL 虚拟拨号的动态域名解析的研究与实现[J]. 德州学院学报, 2007, 23(4): 54-56.
- [5] 徐宁军, 陈战平, 冯智伟. GPRS 业务在自动气象站网数据传输中的应用[J]. 气象科技, 2006, 34(6): 112-115.
- [6] 周东明, 何伟芬. CDMA1x 在自动气象站监控系统中的应用[J]. 广东通信技术, 2006, (5): 45-50.
- [7] 马秀红, 吴艳青. 地面自动遥测与人工观测气温对比分析[J]. 辽宁气象, 2003, (1): 37-38.
- [8] 段文广, 王有毅. 基于 GPRS 的区域气象站组网技术[J]. 成都信息工程学院学报, 2008, 28(1): 78-83.

天山冰川站样品分析室运行状况

朱宇曼

(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 /天山冰川站, 甘肃 兰州 730000)

1 概况

天山冰川站样品分析实验室筹备于 2002 年底, 经一年时间的调研仪器、采购设备、安装调试, 自 2003 年下半年开始分析样品运行至今。前后共投入资金 200 多万元不断完善和更新设施设备, 才具有了目前的规模。现有的、正在运行的、供样品分析的进口仪器有: 微粒粒径检测仪 1 台、离子色谱仪 2 台、液态水同位素分析仪 1 台、台式 PH 测量仪和电导率测量仪各 1 台。国产仪器有: 台式 PH 计和电导率仪各 1 台、电子天平 1 台。其他辅助设备有: 百万级超净工作台 4 台 (其中 1 台置于新疆大本营站)、专用超纯水机、电热鼓风干燥箱、超声波振荡器、离心机、稳压器、溶剂过滤器、冰柜等。

本站样品分析室做为为科研服务的辅助设施, 应用先进的专业仪器和实验技术设备, 长期承担着站内观测数据的积累、野外采集样品的分析, 为站内课题实施提供保证, 为科研提供分析依据。这些设施基本满足了天山站冰川监测、冰川区大气环境和雪冰过程研究中样品即时分析的需求。

2 设备更新

2008 年 7 月新购进的离子色谱系统 ICS-1500 安装调试完成。此系统为高度集成式结构, 包括了高精度双柱塞串联泵、电导检测器、温控电导池和可放置色谱柱和抑制器的恒温加热柱箱、升级的 RFC30 无试剂控制器。其突出特点是能保证获得非常低的检出限; 很好地消除基线漂移, 使积分和定量更加精确; 无试剂控制器也可以兼容于老型号 DX-320 色谱仪, 能使操作更方便, 避免实验过程中的各种可变因素, 消除各种潜在污染, 提供稳定的基线, 提高了分析的灵敏度、分辨率、重现性。这台仪器的购置, 大大缓解了原有的一台色谱仪承担全部样品的阴阳离子分析压力。因靠一台仪器需要对同一样品测两遍, 经常更换仪器内的分离系统来交替测定阴、阳离子。如此操作即降低分析速度又因阴阳离子分离系统交替使用和停放而容易产生故障。现在可以利用原有的 DX-320 和新购的 ICS-1500 两台离子色谱仪同时测定同一样品, 一台测定样品中阳离子, 一台测定阴离子, 将分析时间缩短一倍, 提高实验效率, 避免样品长时间积压, 同时也有利于系统配件的保护。

2008 年 10 月从 Thermo Fisher Scientific 公司购置了台式 PH 测量仪 pH510 和电导率测

量仪 CON510 均出自。pH510 为高性能台式仪器，可自动识别 pH 缓冲液，多点校正，储存 100 组数据，具有可调式电极支架，带温度补偿、数据锁定、自诊、防尘防溅等功能。CON510 可测量电导率、电阻率和 TDS，测量精度达 $\pm 0.5\%$ ，100 组数据储存，自动温度补偿和自诊断功能都具备，电极支架可自由调节，量程自动切换。

2009 年自北京理加联合科技有限公司新购了一台 DLT-100 液态水同位素分析仪，由美国 Los Gatos Research (LGR) 公司生产。此分析仪是目前国际上唯一商品化的液态样品直接注入式的同位素测定仪器。可精确测量液态水样品中的 D/H 和 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 同位素比率，分别达到 0.6‰ 和 0.2‰ 的精度。此仪器具有购置成本低、高精度、操作简单、无样品制备、运行费用低、快速测量等特点，非常适合于中小型化学实验室使用。

3 样品分析流程

天山站样品分析室所分析的样品有几类（如图 1）。这些样品从野外采集后在保持原始状态前提下冷藏保存，在采样当年冬季低温寒冷天气运回实验室。样品被分析之前，一直存放在低温室或冷柜中。

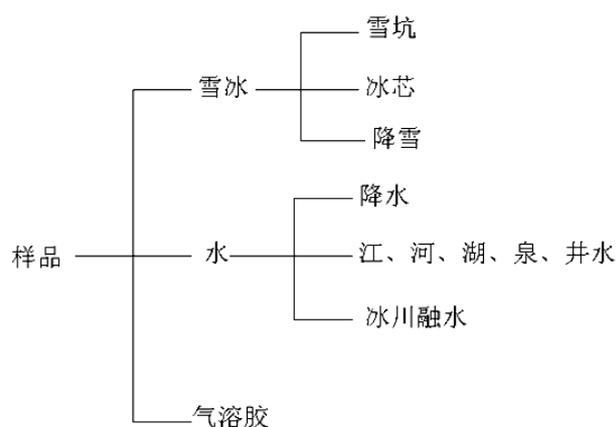


图 1 样品分类

Fig.1 Sample classification

进入化学分析室的样品融化后分为几份，分别用于不同的仪器分析，测定不同项目。样品被分析的顺序及项目见表 1。

用于测定同位素的 1ml 样品必须在专用的样品瓶中，注入 DLT-100 液态水同位素分析仪进行测定，获得 D/H 和 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 同位素比率。与此同时用于分析其它项目的样品可以依次注入仪器测定。首先将样品摇晃使其中的颗粒分散均匀后取出 1ml 样品注入 AccuSizer 780 微粒粒径检测仪，测量出各个粒径范围（通道）内微粒浓度。第二步待样品澄清后，从样品瓶中上层清液取约 1ml 注入 DX320 离子色谱仪进行阳离子的定性和定量测定。同样方法取样注入 ICS1500 离子色谱系统进行阴离子的定性和定量测定。第四步将剩余样品倒入 10ml 小烧杯中，在其中插入 CON510 测量仪探头测量电导率和 TDS 值。第五步将小烧杯及样品移至 pH510 测量处，插入测量电极，测定样品 pH 值。

表 1 样品分析项目表
Tab.1 List of sample analysis projects

测定顺序	测定项目	使用仪器	测定结果
1	同位素	DLT-100 液态水同位素分析仪	D/H 和 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 同位素比率
2	微粒	AccuSizer 780 微粒粒径检测仪	0.5 μm ~400 μm 粒度分布
3	离子	DX320 离子色谱仪 ICS1500 离子色谱系统	F ⁻ 、HCOO ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、 NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、Na ⁺ 、NH ₄ ⁺ 、 k ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺ 离子浓度
4	电导率	CON510 测量仪	温度、电导率、TDS 值
5	pH 值	pH510 测量仪	温度、pH 值

4 承担工作

天山站样品分析室每年为野外采集样品而准备各种采样容器。事先清洗，干燥后贴上便于标记的标签，包装待用。采集的样品运回来经分类后低温存放。

在分析样品之前，从低温室取出原始状态的样品，分割出几份用于各项测试分析。

做好仪器开机前的准备工作：更换检查仪器检测系统、维护到正常状态、预备好所需试剂。然后开机、预热、平衡。待仪器运行达到稳定状态后先用标准液校准，后进行样品测定。

样品测定完毕进行数据汇总处理和计算，将各项的最终分析结果以科研人员所需求的形式统计和报告出来。

定期清洁仪器，按规程做好设备保养和配件维护。

在实验人员不断努力下，样品分析室仪器利用率高，使用效果好。实验设备的精度、功能、效率得到提高。从 2008 年统计到目前（2011 年 4 月），天山站样品分析室已测雪冰样 2370 个，气溶胶样 160 个，水样 2960 个，冰芯样 1570 个，站外样品 940 个，此期间累计测定样品共计 8000 个。为研究生论文、站内科研课题提供研究依据。

中国科学院天山冰川观测试验站

2009 年工作总结

1 概况

1.1 天山冰川站概况

中国科学院天山冰川观测试验站（简称天山冰川站）是我国历史最长，以冰川和冰川作用区为主要观测、试验和研究对象的野外台站。学科方向是通过冰川及冰川作用区有关现象的物理、化学及生物等过程、机理的观测与研究，揭示其特性、相关过程和演化规律，预测其变化对经济社会可持续发展的影响。天山冰川站是在施雅风院士倡议并组织下于 1959 年建立的。1981 年进入世界冰川监测网络（WGMS）。1988 年成为中国科学院首批对外开放台站。1997 年中国科学院野外台站评审中被评为 A 类站，同时被授予野外工作先进集体。1999 年成为首批国家重点野外试点站，2006 年通过认证成为国家重点站。2007 年被选为中国科学院特殊环境网络重点站。

天山冰川站的建立，对我国冰川学的发展起到了关键作用，并一直是我国冰川定位观测、研究和试验的中心。50 年以来，天山冰川站在现代冰川与冰川物理学、冰川区水文与气象、冰缘地貌与第四纪冰川、雪冰过程与记录、高寒区植物与生态、冰川研究实用技术设备研制等方面取得了丰硕的成果；在冰川底部运动机理、冰川温度分布及形成机理、小冰期三次冰川作用时间序列建立等冰川学基础理论方面做出了重要贡献；在认识成冰作用理论、建立冰川物质平衡与气候、冰川面积与厚度、冰川融水径流划分等经验和半经验公式起到过关键作用；为冰川温度观测计、测冰雷达、冰芯钻及蒸汽钻等冰川学研究关键技术的研发提供了野外试验条件和场所。共获得国家和省部级科技奖励 10 余项，发表研究论文 600 余篇（不完全统计），专著 20 多部。最近 10 年，天山冰川站又在冰川对全球变化的响应、雪冰现代过程、高寒植被与生态及冰缘作用等方面取得了丰硕的成果。获得 4 项国家和甘肃省科技奖励，4 项国家专利，参与制定 1 项地方标准，发表研究论文 300 余篇，其中，SCI 论文 70 余篇，专著 8 部。如今，经过近 50 年的建设，天山冰川站已成为一个国内外知名，在国际冰川监测网络中，代表中国冰川定位监测的冰川观测、试验和研究基地。

天山冰川站为国内外冰川学工作者提供了良好的观测、研究及实验平台和后勤支撑。培养了一大批冰川学专门人才，起到了对外开放“窗口”的作用。在中国冰川学界，无论是老一辈的冰川学家，还是目前活跃在国内外科研一线的中、青年学者，大都有在天山冰川站工作生活的经历，与天山冰川站结下了不解之缘。许多国际冰川学专家和学者也是从天山冰川站和乌鲁木齐河源 1 号冰川（简称乌源 1 号冰川或 1 号冰川）开始了解中国冰川学工作的。

天山冰川站主要监测的乌源 1 号冰川是我国监测时间最长的冰川。位于中国西部和亚洲中部干旱环境下的高寒区，对气候变化反映敏感，对干旱区水资源变化研究具有典型性。

1号冰川同时也是WGMS网络中惟一的中国冰川,占有十分重要的地位。根据WGMS评估报告,1号冰川过去50年间的变化,典型地反映了欧亚大陆腹地大陆型冰川的变化,其所处的地理位置,填补了亚洲中部冰川监测的空白。WGMS将1号冰川列为全球10条重点监测冰川之一,观测资料被定期刊登在由国际水文协会雪冰委员会、联合国环境规划署(UNEP)以及教科文组织(IAHS(ICSU)-UNEP-UNESCO)主编的各种刊物上。2007年,WGMS和UNEP基于全球30条冰川建立了全球冰川过去50年变化标准曲线。入选的30条冰川均为观测时间长,数据可靠,代表性强的冰川,1号冰川被列其中。天山冰川站资料被广泛推介于各种全球变化研究计划中,并为各种资料报告和数据库所收录,受到包括IPCC报告等在内的广泛引用。

1998年起,天山冰川站拓展其观测研究范围,建立“天山冰川监测网络”。逐步在天山山脉不同区域又建成了3个二级定位冰川观测点,对奎屯河哈希勒根51号冰川、哈密庙尔沟冰帽和托木尔峰青冰滩72号冰川(神奇峰冰川)进行定位监测。由天山最东端至最西端,跨越1700 km,形成了较为完整的天山冰川观测网络,也使得天山冰川站成为真正意义上的“天山”冰川站。2009年,这一网络又增加了阿尔泰山喀纳斯冰川和天山博格达峰冰川两个观测站。

1.2 2009年工作概要

2009年,尽管新疆乌鲁木齐7·5事件给天山冰川站的生命财产带来威胁,给各项工作造成很大困难,但是,全站人员克服了种种困难,在科研业务、成果产出方面仍然保持了良好发展势头。在推动喀纳斯和博格达峰地区冰川观测站建设、站基本建设、野外冰川学考察和观测业务方面取得了重要的进展;在冰川变化与水资源、冰川雪冰过程、冰缘植被生态方面的研究取得突出成果。

喀纳斯和博格达峰地区冰川观测站建设取得新进展。新疆喀纳斯地区具有我国纬度最高、末端海拔最低的冰川作用区,终年受西风气流影响,冬季积雪充沛,冰川积雪径流是额尔齐斯河的主要水资源。博格达峰是天山东段最高峰,该区冰川是下游乌鲁木齐市和吐鲁番盆地主要的水资源。因此,在喀纳斯和博格达峰地区建立与冰川有关的水文、生态观测研究站具有重要意义。同时这两个景区均为国家5A级风景旅游区,有利于观测站未来维持和发展。天山冰川站自2006年开始推动这项工作,经过不懈努力,在2009年取得显著进展,包括和景区达成建站共识,制定出了建站和维持长期规划,与景区联合进行了博格达峰地区和友谊峰地区冰川学本底考察等。

丰富的冰川学野外考察。2009年是完成冰川学野外考察次数最多,范围最大,获取资料最为丰富的一年。除了对已有4条冰川的定位观测之外,重点考察了塔里木河上游多条冰川,包括天山第二大冰川,托木尔峰冰川(面积310.14 km²);阿尔泰山友谊峰冰川和博格达峰南北坡的数条冰川。其中由天山冰川站与喀纳斯景区联合开展的友谊峰喀纳斯冰川考察,媒体进行了大量报道,受到社会各界广泛关注。

基本站基建项目主体工程完工。天山冰川站是历史老站,房屋、设施老化陈旧,为各野外站最差。2008年,在院、研究所十分有限经费支持下,实施改建工程。于2009年基本完成了综合办公楼(860 m²)的建设装修、旧房屋顶防水改造、院内给排水和路面硬化、阳光板暖棚、化粪池、彩钢夹芯板库房、车库等工程。这项工程的完成,将使站区基础设施功能

和外观方面得到大幅度的提高；人员科研、生活及学术交流环境得以改善，是天山冰川站自上个世纪 80 年代以来首次在硬件方面的全面升级。

继续在三大学科方向上取得进展。2009 年，天山冰川站的研究成果，继续体现在冰川变化与水资源、冰川雪冰过程、冰缘植被生态三个主要学科方面。

(1) 通过遥感和地面验证的方法，研究了新疆 1800 条冰川过去 40 年来的变化和对新疆水资源的影响。给相关政府部门提交了研究咨询报告；对长期定位观测冰川的形态、消融及融水径流变化规律进行了分析研究；冰川变化对水资源影响的核心问题是冰川变化的预测，冰川动力学模式是模拟、预测冰川变化的最有效的工具。2009 年，天山冰川站科技人员制定并出版了针对冰川动力学模式参数的观测方法和指南，并用于全国其它典型冰川的观测。

(2) 在雪冰物理化学过程、雪冰记录与环境方向的研究继续深入，包括完成了降雪—冰川冰的物理、化学演化全过程的观测，阐明不溶物质成分与可溶成分在沉积后过程中的异同和所反映的物理意义，尤其是雪层中粉尘物质的来源、演化过程及其对其它成分的参照作用；研究了天山从东到西冰川和气溶胶中粉尘、pH 值和各种化学成分分布、传输特征及可能的来源，发表了一批新的研究成果。

(3) 从能量代谢角度深入揭示了植物对低温环境的适应机理；总结低温信号启动膜的生理生化变化的规律；阐明了高山离子芥维持线粒体的正常功能的机理；首次发现线粒体 NADH 脱氢酶复合体组装方式，揭示了线粒体电子传递链特征及其与抗冻性的关系；揭示了高山离子芥悬浮细胞的抗寒性与 Ca^{2+} 稳态的维持和 Ca^{2+} -ATPase 活性关系。

提升了观测的系统性和自动化水平。观测方面，2009 年在观测系统性、自动化及数据提交方面有了很大提升。天山冰川站目前的常规观测项目涉及 6 个学科方向，100 多个条目，有很大的观测、维护及数据提交的业务量。2009 年，天山冰川站与中国气象科学院科研人员合作，在河源区建立了梯度气象观测网络，新增了 13 套自动气象站，结合已有的 6 个气象观测站，实现了天山冰川站在乌鲁木齐河流域（简称乌河流域）由海拔 4000 m 以上冰川到海拔 2000 m 附近水源涵养林带的系统气象网络。水文观测方面，协同新疆自治区水利厅在天山冰川站后峡基本站附近新建了一个高标准水文观测站，这一水文站连同天山冰川站在河源区已有的三个水文断面，形成了冰川径流、积雪径流到流域径流的系统观测网络，大大提升了天山冰川站对冰川区水文观测研究的系统性。

2009 年钻取了一支 56 m 透底冰芯，用以进行：(1) 冰川应变率观测；(2) 冰川透底温度剖面观测及冰川底部状况观测；(3) 冰川测厚验证、冰川介电常数确定和雷达测波的解译。

天山冰川站观测的乌源 1 号冰川是中国唯一进入世界冰川监测网络 (WGMS) 的冰川。每年都向 WGMS 提供年度数据报告。随着冰川变化研究在国际上的升温，WGMS 对冰川观测工作提出了更高的要求 and 更为详细的数据要求，尤其是冰川物质平衡观测。天山冰川站积极参与配合，2009 年通过专人负责，完成了相应的观测改进和数据提交升级，保持了观测、数据提交方面与国际同步。

人才、成果。天山冰川站加强与大专院校合作。2009 年在站工作和做毕业论文的研究生数量达到 30 余名，研究生是天山冰川站观测、野外考察和研究的主体。

2009 年天山冰川站在项目争取、研究论文发表方面继续保持着良好态势。据统计，2009 年固定人员和客座研究人员依托天山冰川站发表或已接受的研究论文近 30 篇（其中 SCI 论

文 10 篇以上)。

2009 年天山冰川站在项目争取、研究论文发表方面继续保持着良好态势。据统计, 2009 年固定人员和客座研究人员依托天山冰川站发表或已接受的研究论文近 30 篇(其中 SCI 论文 10 篇以上)。

其它。2009 年 6 月, 由寒旱所冰冻圈科学国家重点实验室、中国科学院、中国气象局、中科院青藏所等单位组成的以秦大河院士为首的专家组, 对天山冰川站进行了为期一周的现场考察。天山冰川站协作单位新疆科技厅、气象局、水文局、林业厅、中科院新疆分院、生地所、新疆大学、新疆农业大学、兰州大学、西北师范大学等单位领导和专家参加了此次活动, 总计 80 余人。与会专家对天山冰川站工作给予充分肯定和赞扬, 并提出更高希望和建议。

随着天山冰川站观测研究范围的扩大, 在固定人员比例和经费方面的问题日趋突出, 亟待各方面的支持。

2 观测工作年度进展

2.1 气象监测网络建设

2009 年是天山冰川站气象监测网络建设在系统性和自动化方面得以较大提升的一年。为研究乌河流域气象要素的梯度变化和不同下垫面对气象要素的影响, 天山冰川站在已有 1 号冰川水文断面、空冰斗水文断面和综合观测场、总控水文断面、1 号冰川冰面、后峡基本站 5 个气象观测站基础上, 与中国气象科学院合作在河源区海拔 3400 ~ 3800 m 之间增设了 13 套自动气象站。这些观测站(点)分布在 1 号冰川冰面、冰川末端、冰碛垄、冻土带、高寒草甸及森林带等不同下垫面, 形成了在乌河流域由海拔 4000 m 以上的冰川到海拔 2000 m 附近水源涵养林带的系统气象网络。另外, 2009 年与乌鲁木齐市水文局达成了乌河流域跃进桥和英雄桥两个观测点的气象数据共享协议, 使这一网络延伸到乌鲁木齐河出口。

2.2 水文观测工作

天山冰川站在乌鲁木齐河源区设有 3 个水文观测断面, 分别对 1 号冰川融水径流、高山积雪径流、河源区 7 条冰川以及降水、冻土、地下水径流进行观测。由于设在河源区, 缺乏对流域中下游的观测。2009 年与新疆水利厅合作, 在后峡基本站上游 500 m 的河道上新建了一个水文观测站, 安装了先进的超声波水位计和缆道测流装置。该水文站的建立, 形成了流域尺度的完整水文观测体系, 大大提升了天山冰川站对冰川区水文观测研究的系统性。

为确保水文数据的连续性和准确性, 天山冰川站一直严格执行定期对水文仪器的维护和检修工作。2009 年, 对受冻土基岩塌陷影响的空冰斗水文断面进行了重建, 并将现有的 5 台 SWY-20 型自计水位计送往生产厂家进行了校正和检修。

2.3 物质平衡计算方法改进

冰川物质平衡是冰川基本观测参数之一。1 号冰川的物质平衡观测已有逾半个世纪的历史, 形成了一套较固定的“等值线”计算方法。但是, 由于花杆分布不均或不能遍布整条冰川, 计算时需要将已有数据作不同程度的外延。这部分工作依靠人工方法实现, 受耗时长、计算复杂和主观性强等不利因素影响。2009 年, 天山冰川站相关人员基于 GIS 系统, 建立了“物质平衡观测数据可靠性评价方法”和“冰川净平衡计算方法”, 实现了直接应用软件通过适

当插值获取冰川净平衡结果,避免了研究人员主观因素造成的误差,增强了数据的可延续性。

2.4 冰川应变率测定和透底温度等再度观测

近年来,通过冰川动力学模式预测冰川变化取得了新进展,但为了获取模式所需的冰川应变率和冰川温度参数,天山冰川站在 2009 年 11 月于 1 号冰川东支海拔 3865 m 处钻取了一支 56 m 的透底冰芯,用以进行:(1)冰川应变率观测;(2)冰川透底温度剖面观测及冰川底部状况观测;(3)冰川测厚验证、冰川介电常数确定和雷达测波的解译。

该项工作是与中科院电子所合作完成的。天山冰川站在上世纪 80 年代对此进行过系统、完整的观测。但经过将近 30 年,这些参数发生了变化。

2.5 样品采集

为掌握天山不同地区大气环境和雪冰化学特征,天山冰川站基于定位观测冰川建立了气溶胶、雪坑、降水和径流等样品的观测采集网络。2009 年又将天池博格达扇状分流冰川、四工河 4 号冰川和阿尔泰山友谊峰喀纳斯冰川观测站(点)纳入到该网络。由于博格达峰地区位于乌鲁木齐市下风口,样品的采集或许可以获得人类污染对冰川影响方面的较为详细的信息。2009 年在对各定位观测和野外考察的冰川区采集了大量冰川径流样品、气溶胶和降水样品。在乌河源区增加了多个河水、降水、地表水和地下水采集点,并加大了采样密度。

2.6 1 号冰川面积及表面高程观测

实时差分 GPS (RTK-GPS) 测量技术是目前 GPS 测量中精度最高的一种定位方法,2007 年起已被用于天山站冰川测量中。2008 年对 1 号冰川进行了详细测量,2009 年进行了重复测量,由此得到冰川面积变化量为 -0.011 km^2 。2009 年 1 号冰川面积为 1.646 km^2 ,与 1962 年相比,缩小了 15.6%。

通过 RTK-GPS 技术,对 2008 年和 2009 年 1 号冰川的表面高程进行了测量。2009 年,在 1 号冰川按照布设好的测量控制网,每 15 m 一个测点,共测得测点 1830 个。经过转换和校正,在 GIS 环境生成等高线地形图,与 2008 年的结果进行叠加分析,从而获得 2008~2009 的表面高程变化数据,结果尚在分析中。

2.7 WGMS 数据提交

1 号冰川是 WGMS 网络中惟一的中国冰川,并在 WGMS 网络中具有十分重要的地位。天山冰川站每年都要向该机构提交基本的冰川观测数据。2008 年以来, WGMS 对数据提交方案进行了全面更新换代,提高了数据质量要求和数据内容。这种变化大大增加了提交数据的难度。此外,天山冰川站指定专人,在认真学习 WGMS 新规范,结合院、所数据管理相关规定基础上,建立了天山冰川站数据提交方法,按时提交了相关数据,完成了 WGMS 数据提交更新换代工作。

2.8 气象、水文观测自动化

国内外大多冰川观测项目主要依靠人工观测,既艰苦又危险,而且成本高、时效性差。但是也有一些观测项目,例如冰川区气象、水文等观测在解决了某些技术屏障后,是可以进行自动化改造的。因此,近年来天山冰川站在广泛调查基础上,制定了“天山冰川站观测自

动化方案”，明确了在未来 2~3 年内实现冰川区气象、水文观测和数据传输的自动化改造，并积极申请经费，建立冰川可视化观测系统的奋斗目标。2009 年购置并安装了压力式和水位式自动水文观测仪各一台，以进行性能测试对比，并在基本站和高山站新增了 2 台自动气象站，以进行人工与自动观测的对比试验，为自动化改造方案提供依据。

3 定位观测冰川年度工作进展

除了 1 号冰川外，天山冰川站“天山冰川监测网络”还包括奎屯河哈希勒根 51 号冰川、哈密庙尔沟冰帽和托木尔峰青冰滩 72 号冰川（神奇峰冰川）3 个二级定位冰川观测点。2009 年在神奇峰冰川和庙尔沟冰帽的工作取得如下进展。

3.1 托木尔峰地区神奇峰冰川监测点

托木尔峰冰川区位于我国境内天山山脉的西端，是塔里木河的主要水源地，天山最大的冰川作用区。该地区冰川融水占河川径流的比率超过 40%。天山冰川站在该区的定位监测冰川为神奇峰（托木尔峰青冰滩 72 号冰川）。2009 年 5~9 月，除对其进行冰川物质平衡、冰川水文气象、冰川温度等观测外，扩大了该区冰川观测研究范围。对相邻的青冰滩 74 号冰川（41°44' N, 79°56' E）和天山第二大冰川托木尔冰川（41°55' N, 80°01' E, 310.14 km²）进行了多种项目的冰川学考察，尤其是冰川厚度测量。初步结果表明，青冰滩 74 号冰川面积在 1964~2009 年间由 11.19 km² 减小到 9.55 km²，变化-14.7%，冰川末端共退缩 1321 m，退缩率为 30 m·a⁻¹。冰川处于剧烈消融的不稳定状态，冰川下部冰舌的厚度已变得很薄，在其他流域所建立的冰川面积—厚度经验公式已经无法适用。托木尔冰川自 1964 年以来，冰川面积减小 0.3%，末端退缩 117 m。由于受表碛覆盖的影响，冰川面积和末端位置的变化相对较小，但厚度减薄十分显著。

3.2 哈密庙尔沟冰帽冰川监测点

哈密庙尔沟冰帽位于哈密北部，天山山脉最东段。区域内共有大小冰川 179 条，面积 155.83 km²，冰储量约 8 km³，约有 20 条河流受冰川融水的补给。该地区冰川处在中亚干旱区中心位置，是吐—哈盆地的主要水资源，无论在沙尘暴记录还是干旱区水资源研究方面都具有十分重要的意义。

天山冰川站于 2004 年开始这条冰川的观测研究。2009 年 8 月在前几年工作的基础上，对该冰川开展了详细的物质平衡工作。在保留原有花杆的情况下，沿主流线方向又重新加密布设了 8 根花杆。之后与哈密水文水资源勘测局就新疆水利厅项目《加强哈密地区冰川水文水资源监测研究》的实施进行商讨。计划于 2010 年实施，在庙尔沟、榆树沟建立两个冰川水文气象观测站，增选 1 条冰川进行物质平衡观测，旨在对受气候变化影响特别敏感的哈密地区冰川和水文水资源的近况和未来变化做出评价和预估。

4 基本建设工作

天山冰川站具有 50 年的历史，是历史老站，房屋、设施老化陈旧，长期未能得到更新。2008 年，在院、研究所十分有限经费支持下，实施改建工程。于 2009 年基本完成了后峡基本站建设项目主体工程，包括：（1）站内房屋屋面的防水改造和加盖彩钢屋顶。为有效防止高寒区寒冻、风化及冻胀作用对房屋的破坏，提高房屋寿命，并使房屋的外观统一，在对新

建综合楼加盖彩钢屋顶的同时,对两座旧楼屋顶也进行了处理,各增加一个彩钢顶。该工程采用了先进的防水材料和技术,旨在从根本上解决屋顶漏水问题。(2)综合楼外墙蘑菇石干挂及内部装修工程。(3)院内给排水工程、混凝土地坪、阳光板暖棚、彩钢夹芯板库房、车库等室外附属工程。施工过程中召开 20 余次现场工程质量控制讨论会议。该项工程的实施,将使站区基础设施功能和外观方面得到大幅度的提高;人员科研、生活及学术交流环境得以改善,是天山冰川站自上个世纪 80 年代以来首次在硬件方面的全面升级。

5 新站建设进展

5.1 喀纳斯和博格达峰地区冰川观测研究站

新疆喀纳斯地区有我国纬度最高、末端海拔最低的冰川作用区,终年受西风气流影响,冬季积雪充沛,冰川积雪径流是额尔齐斯河的主要水资源。博格达峰是天山东段最高峰,该区冰川是下游乌鲁木齐市和吐鲁番盆地主要的水资源。因此,在喀纳斯和博格达峰地区建立与冰川有关的水文、生态观测研究站有重要意义。同时这两个景区均为国家 5A 级风景旅游区,有利于观测站的维持和发展。

天山冰川站自 2006 年开始筹划这项工作,以意大利政府对新疆林业厅的贷款项目为契机,推动新疆林业厅、喀纳斯和天池管理委员会实施在喀纳斯和天池景区与中国科学院共建两个冰川观测研究站的重大战略举措。期间提交了 4 次新建站规划和设计方案,组织 4 次现场考察,6 次讨论会和论证会。历经 4 年不懈努力,终于在 2009 年取得实质性进展,与两个景区达成共同建站框架协议,内容包括由两个景区出资 5000 万元,实施冰川站土建工程,建立冰川观测场和数据传输网络,购置冰川观测仪器设备。两个站建成之后,基础设施方面将超越目前的天山冰川站,由中国科学院和景区共同维持其日常运行,科研业务工作则由中科院负责。

这两个站的建立,为我国和中国科学院在新疆这两个关键地区的冰川、积雪、气候和生态等方面的研究提供了支撑平台。按照框架协议,天山冰川站又制定了保障运行和维持的中长期规划,并于 7~8 月与景区联合进行了博格达峰地区和友谊峰地区冰川与环境基础性调查等工作。

5.2 喀纳斯和博格达峰地区冰川基础性调查

依照与新疆林业厅达成的协议,由天池和喀纳斯景区资助,天山冰川站组织的博格达峰地区和喀纳斯地区冰川与环境本底联合调查工作于 2009 年 7~8 月实施。调查内容包括现代冰川分布和特征、雪冰水化学、冰川水文与气象、第四纪冰川、气溶胶和冰缘环境等。开展了冰川物质平衡、雷达测厚、RTK-GPS 测量、冰川温度等观测。得到如下初步结果。

博格达峰地区是天山东段最大的冰川作用中心。共有冰川 469 条,面积 213.85 km^2 ,冰储量大约为 12 km^3 。对四工河 4 号冰川、博格达扇状分流冰川和黑沟 8 号冰川进行了考察。结果表明,该区冰川消融强烈,冰川面积和长度与 1962 年的资料相比,发生了显著退缩,冰川末端出现大量冰川湖泊。雷达测厚结果表明,扇形分流冰川的最大厚度超过 200 m,四工河 4 号冰川超过 100 m,黑沟 8 号冰川超过 170 m,与 20 世纪 80 年代的测厚结果对比发现,黑沟 8 号冰川主流线厚度平均减薄约 10 m。

阿尔泰山在我国境内共有冰川 416 条,面积 293 km^2 ,估计冰储量 164.92 m^3 ,主要分布

在哈巴河、布尔津河等主要支流源头。最高峰友谊峰海拔 4374 m, 耸立在中—蒙—俄—哈(哈萨克斯坦)四国的交界, 周围发育大量冰川, 其中友谊峰喀纳斯冰川面积 28.74 km², 长度 10.8 km², 末端海拔 2416 m, 是阿尔泰山最大的复式山谷冰川, 也是我国末端海拔最低的冰川。1980 年中科院曾对其进行过冰川学考察。本次考察发现, 由于该冰川的海拔高度相对较低, 对气候变暖的响应十分敏感。与 1980 相比, 冰川积累区积雪明显减薄, 雪线上升至少 30 m。冰川下部表面形成了多个消融洞穴, 冰川末端出现了巨大冰洞, 融水汹涌而出。对比以前的地形图发现, 该冰川面积从 1959 年的 30.13 km² 缩小到 2009 年的 28.74 km², 损失了 4.6%, 冰川末端退缩率为 16.4 m·a⁻¹。

6 科研工作年度进展

2009 年, 天山冰川站的研究成果, 继续体现在冰川变化及其对水资源的影响、冰川雪冰现代过程、冰缘植被与生态研究三个主要学科方面。

6.1 冰川变化及其对水资源的影响

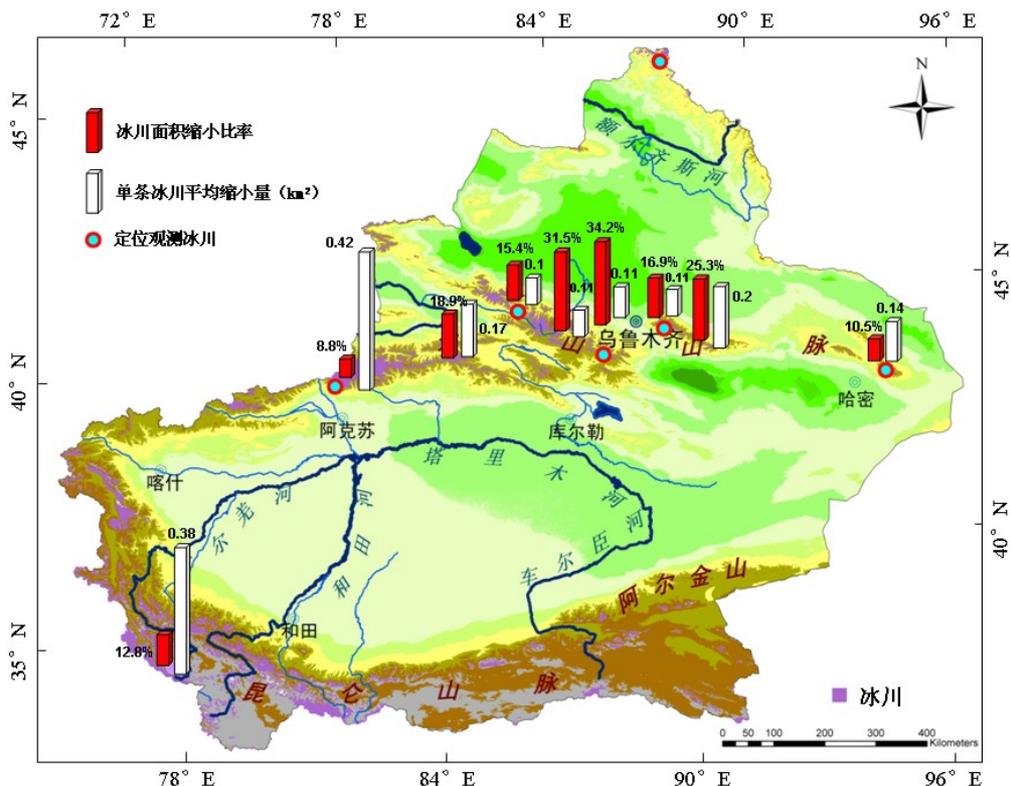


图 6.1 新疆不同地区过去 26~44 年间冰川变化的空间特征分布

6.1.1 阐明了新疆冰川过去 40 年来的变化特征及其对水资源的影响

对整个新疆冰川变化及其对塔里木河、天山北麓诸河、东疆盆地水系以及伊犁河和额尔

齐斯河水资源的影响进行了研究。结果表明所研究的1800条冰川,在过去26~44年间,总面积缩小了11.7%,平均每条冰川缩小 0.243 km^2 ,末端退缩速率 $5.8\text{ m}\cdot\text{a}^{-1}$ 。冰川在不同区域的缩小比率为8.8%~34.2%,单条冰川的平均缩小量为 $0.092\sim 0.415\text{ km}^2$,末端平均后退量为 $3.5\sim 10.5\text{ m}\cdot\text{a}^{-1}$ 。图6.1为新疆不同地区过去26~44年间冰川变化的空间特征分布图。由于新疆各流域中冰川的分布、变化特征,以及融水所占河川径流的比例不同,因此,未来气候变化对上述各个水系中水资源的影响程度和表现形式是不同的。分析表明,在塔里木河流域,冰川水资源具有举足轻重的作用,但是,一旦冰川消融殆尽,对该地区将产生灾难性影响。天山北麓水系中,未来20~40年, 1 km^2 左右的小冰川趋于消失,大于 5 km^2 冰川消融强烈,因此,以小冰川居多的河流受冰川变化的影响较大。东疆盆地水系中的冰川数量少,并处在加速消融状态,河川径流对冰川的依赖性强,水资源已经处在不断恶化之中。对于伊犁河与额尔齐斯河流域,未来冰川变化对水资源的影响在数量上可能有限,但会大大削弱冰川融水径流的调节功能。

6.1.2 揭示了近半个世纪以来乌鲁木齐河源区冰川融水径流的变化规律

乌鲁木齐河源区各流域的冰川覆盖率介于0~54%之间,根据1956~2006年的观测资料,分析了气候变化对不同流域径流量的影响情况。结果表明:1959~2006年间,冰川覆盖率最大的流域径流量增加了1.5倍,为 $165.1\times 10^4\text{ m}^3$,径流变化量与冰川物质平衡的数量呈反比关系;无冰川覆盖的流域其径流量变化主要受地下冰或积雪消融的影响;冰川覆盖率为18.5%的流域,1983~2006年间径流量增加了29.6%,为 $355.4\times 10^4\text{ m}^3$,增加量主要是由冰川消融和降水量增加所致,这种状况在2000年后表现尤为突出。

6.2 冰川雪冰过程、雪冰地球化学循环和环境记录研究

6.2.1 冰雪转变物理化学过程取得新进展

天山冰川站在1号冰川海拔4130 m建立了PGPI(Program for Glacier Processes Investigations)项目观测试验场,在极为恶劣环境下开展综合观测取样,历时8年,目前已观测到气—雪—冰演化的物理、化学完整过程。2009年在前期研究的基础上,对PGPI所要解决的几个关键问题,即化学离子在雪层中的演变过程、不同离子在演化过程中的差异性以及冰芯记录保留程度等方面进行了专项研究。结果表明:化学离子在雪层的演变过程中,雪层上部的化学离子变化比较剧烈,下部的相对稳定;雪坑下部离子的浓度与冰芯中离子浓度接近,表明冰芯记录的信息是经过淋溶改造后的雪层下部信息;雪层上部各离子的浓度峰值间距及物质通量损失率为40%~60%;不同离子存在明显的差异性,与 SO_4^{2-} 结合的阳离子分别以不同的方式在雪层中保留或流失掉;越到雪坑底部,Cl⁻以 CaCl_2 的方式随融水损失的越多。上述这些研究结果对于理解渗浸带成冰作用下的雪层演化过程的机理以及1号冰川冰芯记录的保存程度等方面具有重要意义。

6.2.2 揭示了天山东部典型冰川雪冰中不溶粉尘, pH和电导率的时空变化规律

天山地区高海拔雪冰是大气中各种物质的储存器,研究该地区雪冰中微粒的沉积特征及pH和电导率变化规律具有重要意义。对天山东段不同冰川(乌鲁木齐河源1号冰川、奎屯哈希勒根51号冰川和哈密庙尔沟冰帽)积雪中大气粉尘沉积的特征开展了研究。结果表明,随着研究点地理环境的变化,自西向东积雪中不溶微粒的质量浓度、沉积通量和体积粒径分布众数都表现出增高趋势:奎屯哈希勒根51号冰川最小,乌鲁木齐河源1号冰川次之,哈

密庙尔沟平顶冰川最大；三个研究点粒径 $0.57 < d < 26 \mu\text{m}$ 微粒的平均质量浓度分别是 $969 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $1442 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 、 $3690 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。表明哈密冰川受粉尘源影响较大，而乌鲁木齐河源与奎屯河源区受影响则相对较小。对粒雪芯中 pH 值和电导率的研究表明，三个研究点粒雪芯反映的近期 pH 值和电导率变化趋势不同：奎屯电导率随冰芯深度增加表现出升高趋势，其余两个点随冰芯深度增加表现出一定下降趋势；冰芯电导率平均值在哈密庙尔沟冰川最大，而其他两个点相对较小，这与矿物粉尘浓度和离子浓度的空间分布一致；雪冰电导率与粉尘及离子相关性分析表明，电导率主要受中亚粉尘活动影响，同时与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 等相关性很高。

6.2.3 弄清了1号冰川气溶胶可溶性离子昼夜变化规律

冰川区气溶胶离子浓度是否存在昼夜差异的问题一直受到科研工作者的关注，但由于在雪冰地区昼夜采样困难，很大程度上限制了对该问题的研究。为此，我们于2007年4月、8月和10月在1号冰川分昼夜采集了气溶胶样品。分析表明：1号冰川气溶胶夜间平均离子浓度高于白天浓度，夜间浓度是白天浓度的1.28倍。7种可溶性离子中 (Na^{+} 、 K^{+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^{-} 、 NO_3^{-} 、 SO_4^{2-})，除 NO_3^{-} 在全年中的平均离子浓度表现为白天高于晚上外，其余离子的平均浓度均是夜间高于白天。区域风向的日变化是控制气溶胶浓度昼夜变化的主要影响因素，相比之下大气环流的影响则相对较弱。在所研究的8组昼夜变化事件中， Ca^{2+} 的昼夜变化最为明显，离子浓度的高值事件多出现在晚上，而其余离子在采样时段内的昼夜变化事件表现则不尽一致，无明显规律。

6.2.4 揭示了1号冰川气溶胶和表层雪中 SO_4^{2-} 的季节变化及成因

为研究乌鲁木齐河源1号冰川气溶胶和表层雪中 SO_4^{2-} 的季节变化特征，2003年12月至2004年12月在1号冰川积累区海拔4130 m处采集了53个气溶胶和55个表层雪样品。通过分析发现，气溶胶和表层雪中的 SO_4^{2-} 在年内的浓度变化形式大致相同，并且都有两个高值区出现，分别出现在春末和夏末秋初。说明在年内，表层雪中 SO_4^{2-} 浓度变化基本上反映了大气中 SO_4^{2-} 的浓度变化情况。另外，对气溶胶和表层雪中的 SO_4^{2-} 浓度在不同季节的相关性分析发现，秋冬季它们的相关性最好，春季次之，夏季最差。这可能与 SO_4^{2-} 不同季节的来源，干沉降过程以及淋溶过程有关。

6.3 冰缘植被与生态研究

6.3.1 低温条件下高山离子芥的SA产生及NO对SA质量分数的影响研究

研究了高山离子芥在低温条件下SA的产生及NO对SA质量分数的影响。结果表明：低温胁迫下，高山离子芥悬浮细胞内源SA质量分数逐渐增强，随着温度的降低，SA质量分数逐渐增强。在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理下，8 h达到最高 ($2.14 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)， $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 处理下，24 h达到最高 ($1.6027 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)；随着温度的降低，高山离子芥悬浮细胞内NO质量分数明显增强，在NO促进剂SNP、NO合成酶(NOS)抑制剂LNNA、NO专一性淬灭剂PTIO及硝酸还原酶(NR)抑制剂 NaN_3 处理下，研究高山离子芥NO及内源SA质量分数的变化。结果表明：SNP诱发了高山离子芥悬浮细胞内NO及SA的合成积累，LNNA、PTIO抑制了细胞中NO及SA的合成积累， NaN_3 对SA影响效果不明显，对NO影响效果显著。每个处理下的高山离子芥在低温条件下的内源SA质量分数均高于常温($20\text{ }^{\circ}\text{C}$)水平，且差异显著 ($P < 0.05$)。SNP与LNNA、PTIO、 NaN_3 复合处理中，LNNA与PTIO对SA的抑制作用被消除。

6.3.2 高山冰缘植物白皮松 γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶基因分子克隆和鉴定

白皮松甘草是一种罕见的高山冰缘植物品种, 极其耐寒。谷胱甘肽 (GSH) 是各种代谢、植物生长发育和应激反应过程中的主要参与者。最近的一项研究发现, 抑制谷胱甘肽的合成可以降低白皮松的耐寒性。我们从树叶中分离出的白皮松 γ -谷氨酰半胱氨酸合成酶—谷胱甘肽合成中关键酶的 DNA 全序列编码, 目的是为了促进我们在分子水平上对谷胱甘肽在植物生长发育中所起作用的了解。Cb γ ECS 是一种编码为 524 的氨基酸蛋白, 核苷酸序列与先前报告的植物基因 γ -ECS 类似。研究发现, Cb γ ECS 可以转录到老茧、长根和白皮松叶子上, 但没有组织特异性表达。骤冷 4 °C 及其它环境条件 (如热度, 盐度, 渗透和重金属, 脱落酸和过氧化氢) 下, Cb γ ECS 转录非常迅速。这些结果表明, Cb γ ECS 可能在多种环境中参与细胞反应。

6.3.3 通过降低芸苔类固醇低温诱导的过氧化作用来增强高山离子芥悬浮细胞的抗氧化防御体系

芸苔类固醇作为植物类固醇急激素的一种, 对各种各样生物和非生物胁迫的抵抗起着重要的作用。为进一步探索和阐述在低温条件下芸苔类固醇对植物的影响和作用, 本研究将喷施 24-表-芸苔类固醇和未喷施芸苔类固醇的高山离子芥悬浮细胞在 0~4°C 下暴露 5 天。结果显示: 喷施有 24-表-芸苔类固醇的悬浮细胞比没有喷施 24-表-芸苔类固醇的细胞具有更强的生存能力。在低温条件下, 喷施有 24-表-芸苔类固醇的悬浮细胞会增加活性氧和膜脂过氧化物含量, 而 APX、CAT、POD 和 SOD 等抗氧化酶在低温条件下的活性也会增强, 因此喷施有 24-表-芸苔类固醇的悬浮细胞中抗氧化酶的活性会更强, 而且在低温条件下, 经 24-表-芸苔类固醇处理过的悬浮细胞能提高 ASA 的含量, 而降低 GSH 的含量。从这些研究结果中可以看出芸苔类固醇可以通过增强抗氧化剂的防御系统, 从而减轻由于过剩的 ROS 造成氧化磨损的积极作用, 以此来提高高山离子芥悬浮细胞对低温条件的承受能力。

6.4 其他相关研究

6.4.1 通过同位素¹⁰Be来测定天山地区晚第四纪冰期的地质年代

中亚地区的天山乌鲁木齐河源区存在许多冰碛物。根据乌鲁木齐河源三个采样点 (冰川站、上望峰、高望峰) 的 15 个砾石样品, 对其进行放射性同位素 ¹⁰Be 的地质年代测定。结果显示: 由 ¹⁰Be 测定出的地质年代均在 9 ~ 21 ka 之间变化, 而且河源区主干道附近不同冰碛物的平均地质年代为 15.9 ka, 说明冰川的消退开始于最盛末次冰期, 而且很可能在全新世早期冰川就开始消退。高望峰样品中 ¹⁰Be 显示的相对地质年代范围较大, 说明冰碛物经过后沉积作用的改造, 有些研究点中的最老地质年代与最盛末次冰期处于同时期, 而有些则在最盛末次冰期之后, 而这些结论与其它地区的研究结果存在差异, 说明区域气候的变化对当地地貌的改造是有很影响的。

6.4.2 我国西部不同地区冰川雪层中的黑炭及其对反照率的潜在影响

对 2004 ~ 2006 年中国西部一些冰川雪层中的黑炭开展了研究。由于地形的影响 (比如海拔高度), 低海拔区域黑炭的浓度较高。在青藏高原外围天山地区, 由于冰川夏季消融比较强烈以及局地的黑炭排放源较多, 因此黑炭含量普遍要高于青藏高原内部地区。全球范围内雪冰中黑炭含量的比较说明, 采样点距黑炭排放区域的距离对雪冰中黑炭的含量起着主要作用。由于黑炭减少了冰川表面的反照率, 在一定程度上加速了中国西部冰川的消融。比如,

奎屯哈希勒根 48 号冰川和庙尔沟冰帽, 其冰川表面被黑炭强烈的污染, 反照率减少程度超过了 5%。

7 大事记

- 5 月 10 日, 印度国家政府科技教育部官员 Manoranjan Mohanty, 印度国家科学院 Navin 等一行 3 人来我站进行学术交流和冰川考察, 并围绕冰川研究相关问题进行了深入讨论。
- 5 月 22 日, 新疆林业厅朱福德处长、天池景区管理委员会牛生明局长一行来兰州与王涛所长和吕世华书记洽谈关于博格达冰川站建站事宜。
- 2009 年 6 月 19 日~ 24 日, 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专家组一行 20 多人在实验室主任秦大河院士的带领下, 到天山冰川站进行现场考察。考察组全体成员以及中国气象局、中科院资环局、新疆自治区林业厅、气象局、水利厅、中国科学院新疆生态与地理研究所、新疆农业大学、天池保护区管理委员会等部门领导和相关人员 80 余人出席了会议。会议期间, 考察组成员认真听取了李忠勤站长所做的近期站务工作报告及部分青年研究人员所做的学术报告。与会专家对天山站所为天山站已建立了完善的观测体系, 与 WGMS 有着高度的合作, 并在新疆水资源研究等方面做了很多工作, 同时就天山冰川站未来发展方向提出了宝贵的建议。
- 受 7·5 事件的影响, 天山冰川站除了大力加强安全监管措施外, 还于 7 月 7 日组成防暴队, 有效保证了在站人员的安全和日常观测任务的正常开展。
- 8 月 15 日, 法国电视台就气候变化对冰川及生态环境问题对天山冰川站站长李忠勤进行了专题采访, 并对此行做了相关报道。
- 10 月 18 日~ 22 日, 天山冰川站与哈密水文局就故乡河, 榆树沟等地区典型冰川选择及合作事宜进行了细致深入的研究探讨。
- 10 月底, 对锅炉进行了彻底的维修保养。
- 11 月 22 日, 哈密水文局局长高建芳等到兰州, 就哈密地区合作事宜与天山冰川站进行了进一步沟通协商。
- 11 月下旬, 对天山站庭院整体布局进行重新规整, 拉进黄土、羊粪 300 余方, 对规划好的花池进行平整, 为 2010 年站区绿化工作做好准备。

8 2009 年新闻照片选

新闻中心 新疆登山队首次挑战珠峰

阿娜尔汗在线咨询

中文 English

新疆 > 新闻中心 > 新疆新闻 > 文化环保

中国斥资1亿对新疆两大冰川带实施监测研究

作者：王大霖 发布时间：2009-06-23 10:48:13 来源：新华网新疆频道

[打印本篇] [发表评论] [关闭窗口]

中国将斥资1亿元在**新疆的天池和喀纳斯**两个国家级自然保护区内，于今年分别设立**博格达峰和友谊峰冰川**监测站，对这两个冰川带进行不同类型的监测和研究，以此加大对这两个自然保护区的**生态环境**保护。

新疆野生动植物保护协会秘书长朱福德6月23日介绍说，此**项目**资金由天池自然保护区和喀纳斯自然保护区自筹投资，主要借用意大利政府的1亿元人民币优惠贷款，每个保护区分别投资5000万元，项目资金除设立冰川监测站外，还将用于保护区其他一些方面的生态环境监测和研究。

中国科学院院士秦大河说，在新疆设立这两个冰川监测站具有很强的典型性，对自然保护区实现可持续发展意义重大，不仅可加大这里的生态研究和保护，还将为当地提供一个合理利用冰川的途径。目前这个项目已经启动，主要由中科院主持研究和监测，预计年内就可展开各项监测工作。

新疆天池自然保护区博格达峰区域有113条现代冰川，其中最大的监测面积为3.14平方公里；喀纳斯自然保护区有374条现代冰川，其中最大的冰川为喀纳斯冰川，面积为30.13平方公里，冰储量约为39亿立方米，而世界闻名的**天山一号冰川**监测面积只有1.677平方公里。

新疆各大媒体报道天山冰川站与新疆林业厅联合建站事宜

中国科学院 CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

唯实 求真 协力 创新

今天是 2010年2月9日 星期二

上海光源国家重大科学工程通过国家验收

您现在的位置： 首页 > 新闻 > 传媒扫描

新华网：中科院在喀纳斯景区启动第二次科考活动

文章来源： 发布时间：2009-08-17 【字号：小 中 大】

中科院在新疆著名5A级景区——喀纳斯景区的第二次科考活动8月11日正式启动。

活动的主要区域是阿勒泰山系最高峰4374米的友谊峰，这里也是喀纳斯景区的核心景区。此次科考活动由喀纳斯国家级自然保护区管理局与中科院天山冰川观测试验站联合主办。

喀纳斯国家级自然保护区管理局局长康剑告诉记者，举办这次科考活动，目的是为了进一步了解和掌握哈纳斯国家级自然保护区生物多样性分布以及冰川遗迹、地质地貌，为保护区管理工作提供第一手数据和资料，填补中科院冰川观测试验站友谊峰冰川资料的空白。

“中国新疆喀纳斯友谊峰地理冰川综合科学考察团”11日出发后，将考察喀纳斯湖头、阿克吐鲁滚、白湖区域沼泽及河谷地带的动植物分布、湖泊及冰川遗迹；考察果戈习盖大坂、白湖入水口上游等区域的湖泊、高山动植物及地质地貌，还将考察白湖上游及友谊峰一号冰川等区域动植物、冰川及冰川地质地貌。考察团初步预计17日返回。

中科院天山冰川观测试验站站长李忠勤告诉记者，此次科考活动是继1984年我国首次友谊峰科考活动后，中科院在此间进行的第二次科考活动，将使中科院天山冰川观测站的新疆冰川资料得以完善。

院网站报道天山冰川站喀纳斯冰川考察活动



建设中的喀纳斯冰川站，坐落于风景秀丽的喀纳斯湖畔



2009年6月19~24日，冰冻圈科学国家重点实验室专家组一行20多人在实验室主任秦大河院士的带领下，到天山冰川站进行现场考察



与会专家对天山冰川站所作工作给出高度评价，同时就天山冰川站未来发展方向提出建议



秦大河院士考察天山冰川站的常规观测工作



会后，秦大河院士一行赴天池景区检查指导工作



2009年7月25~8月5日，天山冰川站组织18人的野外考察队对博格达峰地区冰川进行全面考察



科研人员在博格达四工河四号冰川开展雷达测厚工作



考察队员在博格达四工河四号冰川开展物质平衡工作时，蒸汽锅炉发生爆炸，
具体原因不明，但幸无人员受伤



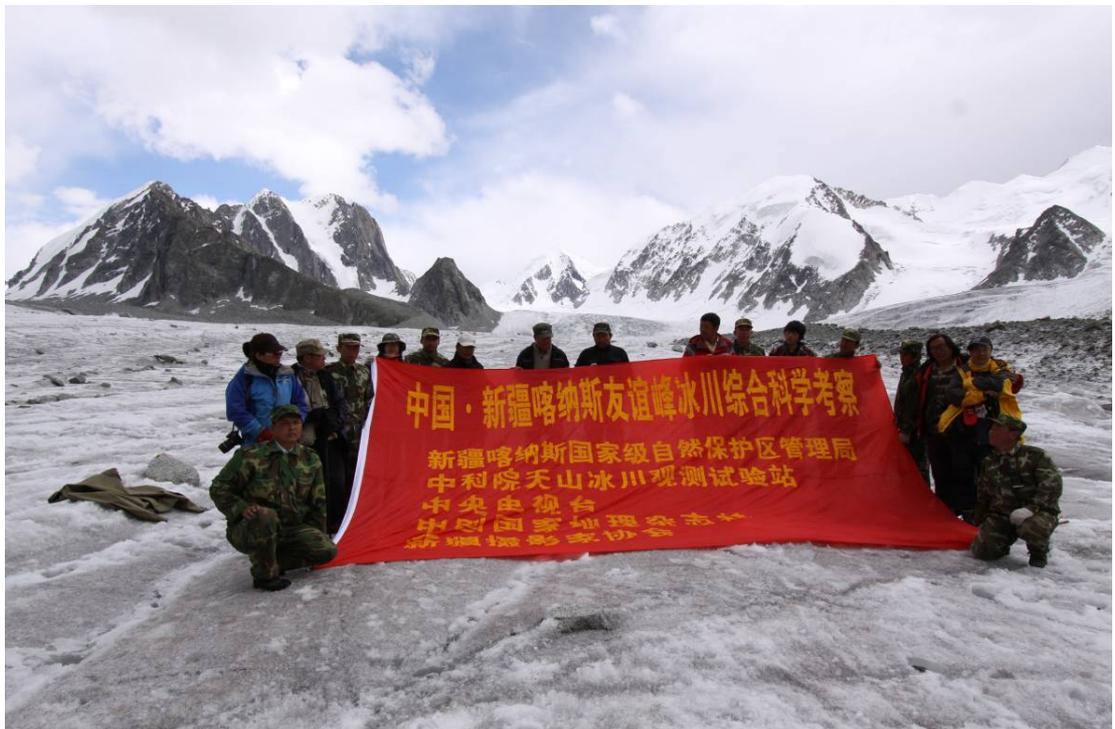
考察队员在博格达峰黑沟 8 号冰川拍到的雪崩场景



喀纳斯考察途中，考察队员骑马穿越流水湍急的河道



喀纳斯冰川(面积 28.74 km²)是阿尔泰山最大的复式山谷冰川，也是我国末端海拔最低的冰川



考察队员登上喀纳斯冰川



青冰滩 72 号冰川 RTK-GPS 冰面高程变化观测



青冰滩 74 号冰川考察途中，三桥车不慎陷入泥潭中，经过考察队员连续两天的奋战，
终于将车挖了出来



托木尔冰川是天山第二大冰川(面积 310.14 km^2)，表碛布满冰川的冰舌部分



天山冰川站综合楼近景

中国科学院天山冰川观测试验站

2010年工作总结

一、天山冰川站基本情况

中国科学院天山冰川观测试验站（简称天山冰川站）是我国历史最长，以冰川和冰川作用区为主要观测、试验和研究对象的野外台站。学科方向是通过对冰川及冰川作用区物理、化学、生物过程的观测研究，揭示其演化规律和机理以及与大气圈、水圈、生物圈、岩石圈的相互作用，预测其变化及其对社会经济可持续发展的影响。天山冰川站是在施雅风院士倡议并组织下于 1959 年建立的。1981 年进入世界冰川监测网络（WGMS）。1988 年成为中国科学院首批对外开放台站。1997 年中国科学院野外台站评审中被评为 A 类站，同时被授予野外工作先进集体。1999 年成为首批国家重点野外试点站，2006 年通过认证成为国家重点站。2007 年被选为中国科学院特殊环境网络重点站。

天山冰川站主要监测的参照冰川（Reference Glacier）为天山乌鲁木齐河源 1 号冰川，是我国监测时间最长、资料最为系统的冰川。该冰川也是 WGMS 网络中惟一的中国冰川，世界上少数几条观测时间逾半个世纪的冰川之一。1 号冰川地处中国西部和亚洲中部干旱区高寒环境，对气候变化反映敏感。冰川所处的乌鲁木齐河源区是开展干旱区高寒环境大气、生态和水资源形成、演化的良好试验区。1998 年以来，天山冰川站拓展其观测研究范围，增加了 3 条参照冰川，分别为奎屯河哈希勒根 51 号冰川、哈密庙尔沟冰帽和托木尔青冰滩 72 号冰川（神奇峰冰川），构成了完整的“天山冰川监测网络”。这些冰川分布在天山不同区域，由最东端至最西端，跨越 1700 km，使得天山冰川站成为了真正意义上的“天山”冰川站。

天山冰川站的建立与发展，对我国冰川学的发展起到了关键作用，并一直是我国冰川定位观测、研究和试验的中心。50 多年以来，天山冰川站在现代冰川与冰川物理学、冰川水文与气象、冰缘地貌与第四纪冰川、雪冰过程与雪冰记录、冰缘植被与生态、冰川研究实用技术设备研制等方面取得了丰硕的成果，共获得国家和省部级科技奖励近 10 项，发表研究论文超过 700 篇，专著 20 多部。

天山冰川站的建立，为国内外冰川学工作者提供了良好的观测、研究、试验平台和后勤支撑。培养了一大批冰川学专门人才。起到了对外开放“窗口”和人才培养“基地”的作用。在中国冰川学界，无论是老一辈的冰川学家，还是目前活跃在国内外科科研一线的中青年学者，大都有在天山冰川站工作生活的经历，与天山冰川站结下了不解之缘。许多国际冰川学专家和学者也是从天山冰川站和 1 号冰川开始了解中国冰川学工作的。

二、2010 年科研工作进展

2010 年,为配合冰冻圈科学国家重点实验室评估,系统地总结了天山冰川站研究成果“大陆型冰川对气候变化的响应过程、机理与模拟研究”;在冰川与气候变化、气—雪—冰演化过程和生物地球化学循环、冰缘植被与生态方向的研究,取得新的成果。

2.1 大陆型冰川对气候变化的响应过程、机理与模拟研究成果总结

研究背景 冰川学诸多基本理论的形成与发展和许多关键问题的解决,以及宏观尺度冰川变化及其影响过程与机理的研究,均有赖于对代表性冰川长期、系统的观测研究。20世纪80年代,全球冰川出现明显退缩,最近20年,退缩出现了加速趋势,引起的海平面上升、水循环和生态变化等问题受到广泛关注。冰川退缩是冰川对气候变化的响应,搞清这一响应的过程和机理,提高对冰川未来变化及其影响的预测水平,是目前国内外研究的共同目标。而这一目标的实现,离不开对代表性冰川的长期观测研究。天山乌鲁木齐河源1号冰川,是我国惟一拥有逾半个世纪系统监测的冰川,奠定了研究基础。近年来,围绕上述科学问题,又展开了新增观测和与国际接轨的研究,揭示了冰川响应气候变暖三个基本过程,即物质平衡过程、动力学过程和雪—冰演化过程及其机理,引起国际上的关注。

成果内容 (1) 重点研究了冰川物质平衡对气候变化的响应过程,揭示了冰川物质亏损自1985年以来呈逐步加速的趋势,以及造成物质加速亏损的三大原因。冰川对气候变化的响应,首先反映在冰川物质平衡,即冰川净积累(或消融)量的变化上。根据1959年以来的观测,从1985年开始,1号冰川物质平衡出现负值(表明物质亏损)并呈逐步增多趋势,表明冰川处于强烈的物质加速亏损状态,见图2.1。1959~2007年间,累计物质平衡量已达-12030 mm。研究揭示,1985年以前,冰川物质平衡由气温和降水共同决定,之后,气温起主导作用,尽管此间降水亦有增加,但未能扭转物质亏损的趋势。

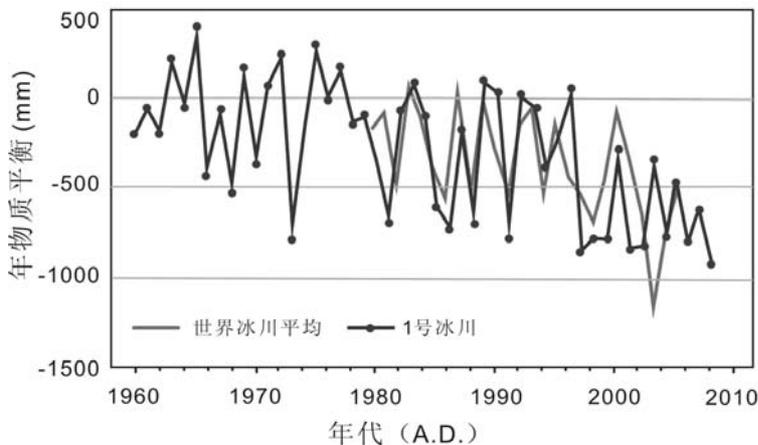


图 2.1 1 号冰川 50 年物质平衡观测曲线。其中红线为根据全球 30 条冰川资料绘制的世界冰川物质平衡标准曲线。冰川物质平衡反映的是冰川净积累(或消融)量,是冰川学最

为基础的观测数据之一。从图中可以看出：(1) 1号冰川的观测时间序列长于世界标准曲线；(2) 1号冰川物质平衡为负值（表明物质亏损）从1985年开始逐步增多，表明冰川处于加速消融状态；(3) 1号冰川物质平衡与世界标准曲线有较为一致的变化规律，表明通过1号冰川的研究，可以了解世界冰川的平均消融状况。

造成冰川物质加速亏损的机理有三个方面。一是消融期气温升高，直接造成了冰川消融量的增加；二是非消融期气温升高，提高了冰川本身的温度，减少了冰川冷储，提高了冰川对气候响应的敏感性；三是雪冰内粉尘与冰碛物等杂质对冰川消融的正反馈机制。强烈消融引发雪冰内气溶胶粉尘与冰碛物等杂质在冰川表面的聚集作用加强，降低了冰面反照率，提高了冰川对辐射能量的吸收效率，从而更加剧了冰川的消融。与此同时，气温升高，附着在粉尘表面的有色微生物冰尘（Cryoconite）数量的大幅增加，也是降低冰川反照率，加剧冰川消融的另一重要原因。

(2) 深入研究了冰川动力学过程对气候变化的响应机理，揭示出物质平衡亏损及其它冰川物理参数的变化，是引发冰川动力学过程变化的驱动因素。在模拟和预估冰川及其融水变化方面取得了新进展。冰川是流动的巨大冰体，流变造成冰川物质再分配和形态的变化，并改变了冰川各部分所处的水热条件。动力学作用是冰川流变的驱动力。研究揭示，在物质平衡亏损和其它冰川物理参数变化驱动下，冰川的动力学过程发生了改变。通过已有和新增观测，构建了基于物质、动量守恒和 Glen 流变定律的冰川动力学模式，并对这一响应过程进行研究。为了提高模拟精度，对各种模式参数，如冰川温度、冰川厚度等进行了加密观测和长期变化分析。利用该模式对1号冰川过去变化过程进行了模拟重现，得到的“面积缩小-厚度减薄-面积再缩小”变化过程以及冰川表面运动速度降低等结果与实际观测相吻合。并结合物质平衡模式，对冰川未来动态变化过程进行了模拟预估，初步结果显示，在 IPCC 2007 SRES A2、A1B 和 B1 升温速率下，1号冰川将在未来 70~90 年内消失；若保持乌鲁木齐河源区过去 30 年的升温速率（ $0.5\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ ）不变，该冰川将在未来 50 年左右消失。冰川融水径流的多寡与升温速率有关，在 2050 年之后会急剧减少。

(3) 首次观测到雪—冰演化物理、化学完整过程，通过与气象要素的定量研究，揭示了该过程对气候变暖的响应。结果表明气温的升高，不仅造成冰川向“暖性”特性的变化，而且导致了冰芯记录分辨率的降低。新降雪经过一系列物理过程最终演化为冰川冰。与此同时，气溶胶也经历了从大气到雪层记录到冰川记录的化学过程。这两个过程对气候变暖十分敏感。在1号冰川海拔4130 m 积累区建立了观测试验场，开展综合观测取样，历时8年，首次观测到气—雪—冰演化的物理、化学完整过程，通过与气象要素的定量研究，揭示了该过程对气候变暖的响应，同时为冰芯记录的解释奠定了基础。观测研究表明，与20世纪60年代相比，由于气温升高导致冰川的成冰作用发生变化，积累区新雪向细粒雪、粗粒雪和冰川冰转化所需的时间明显缩短。观测场冰川粒雪特征发生了显著变化，表现在雪层厚度减薄，结构变简单，各种粒雪的边界变模糊。其中粗粒雪的含量增加了25%，细粒雪的含量减少了18%，表明融水对雪层的改造加强。成冰作用变化导致冰川消融区持续扩大，冷渗浸带消失，其它各成冰带谱之间的界限上移，甚至冰川顶部边缘亦受强烈辐射影响呈现了消融区特征。在气溶胶从雪层记录演化到冰川记录化学过程中，自然成因的亚洲粉尘、重金属元素、氧同位素

($\delta^{18}\text{O}$) 记录和人为成因的 NO_3^- 、 NH_4^+ 及痕量金属元素记录, 均受到由消融产生的淋溶作用影响。淋溶作用对记录的形成和保存有很大破坏作用, 其临界日均温度为 $-3.6\text{ }^\circ\text{C}$, 低于这一温度, 消融对冰川记录的影响可以忽略不计, 高于这一温度, 需要对记录进行分析修正。气候变暖, 加剧了淋溶作用的发生, 降低了冰芯记录的分辨率。

另外, 综合研究揭示, 1号冰川退缩和冰川融水径流增加, 是前述冰川物质平衡和冰川动力学过程响应气候变暖的共同结果。由于后者的响应较为缓慢, 造成冰川变化显著滞后于气候的变化。通过冰川动力学模式, 以物质平衡为驱动, 很好地模拟了冰川过去和未来的动态变化。而雪—冰演化过程响应引起的成冰作用变化, 一方面导致了冰芯记录分辨率的降低, 另一方面造成冰川向“暖性”特性的逐步变化, 增加了冰川对气候变化响应的敏感性。三个响应过程形成了彼此关联和反馈机制。由于1号冰川与全球大多大陆型山岳冰川有相似的退缩过程和机理, 上述结果对于认识研究大陆型冰川具有十分重要的参考价值。其中雪—冰过程的观测研究方法和结果, 已为我国目前开展的其它类型冰川的相关研究, 提供了很好的参考借鉴。

创新贡献与影响 通过对1号冰川的剖析, 揭示出大陆型冰川响应气候变化的物质平衡过程、动力学过程和雪—冰演化过程及机理; 首次观测到雪—冰演化物理、化学完整过程。在利用冰川动力学模式模拟和预估冰川及其融水变化方面取得新进展。1号冰川一直是我国冰川学观测研究的参照和典范。近五年来基于该冰川观测研究积累制定的各种冰川观测规范, 在指导我国其它地区冰川定位观测方面发挥着积极作用。基于本研究成果, 向中国工程院重大咨询项目、新疆自治区政府和科技厅提交了多份有关冰川变化对水文、水资源影响的研究咨询报告, 得到中央和有关部门的重视。并为新疆林业厅实施在喀纳斯和天池两个国家5A级风景区设立冰川监测研究站的战略举措提供了科学依据, 取得了很好的社会效益。与此同时, 本研究相关结果, 被广泛运用在各种与冰川有关的学术研究、水资源及环境变化评估报告中, 为我国西部经济可持续发展政策的制定提供了科学依据。部分成果获2007年甘肃省自然科学一等奖。

1号冰川的观测研究在国际上占有重要的一席之地。在世界冰川监测服务处(WGMS)建立的冰川定位监测网络中, 1号冰川不仅是中国而且是中亚内陆的代表冰川, 被列为全球10条重点监测冰川之一。2007年, WGMS 通过全球30条代表性冰川的观测资料, 建立了1960年以冰川物质平衡变化标准曲线, 1号冰川被列其中, 为国际各种学术论文、报告、刊物及媒体广泛引用, 引起了很大反响。天山冰川站李忠勤研究员担任WGMS 中国国家通讯员(National Correspondent)。天山冰川站研究人员在1号冰川开展的雪—冰过程观测研究, 吸引了美国、德国和日本科学家的参与, 并被邀请在2008年12月美国AGU 会议上做大会报告。利用冰川动力学模式研究模拟山岳冰川变化, 是目前国际冰川研究领域中的热点和前缘之一, 本研究引领国内之先, 达到国际先进水平。研究观测资料被刊登在由国际水文协会(IAHS)、联合国环境规划署(UNEP)和联合国教科文组织(UNESCO)联合出版的资料集《Glacier Mass Balance Bulletin》和《Fluctuation of Glacier》上, 并为UNEP 数据库Geo Data Portal、WDC-D 和GCOS等数据库所收录。本研究出版专著2部, 发表论文117篇, 其中SCI收录32篇, EI收录15篇, ISTP收录22篇。论文被用180次(其中SCI 引用83次, 他引47次)。

2.2 冰川与气候变化研究方向成果

乌鲁木齐河流域年平均气温自1960s以来呈增加趋势, 20世纪90s后增加趋势显著, 且秋、冬季升温幅度较大。降水量2000年以后迅速增多, 1960s降水量最少。整个流域气温、降水突变时间不很明显, 春、夏季气温可能在1997年发生突变, 而秋、冬季在1980s末1990s初发生突变(李瑞雪等, 2010)。近10年来, 1号冰川地区气温、降水、相对湿度在4 d、16 d、32 d和64 d尺度上变化存在阶段性、周期性和弱趋势性三大特征; 在较宽的时间尺度上, 气温要素的极大值与极小值呈非对称性变化; 冰川物质平衡主要受气温影响; 9~5月(物质平衡年)的降水量是冰川物质积累的重要来源(沈琪等, 2010)。Xu Xiangke等(2010a)通过重建乌鲁木齐河源区冰川平衡线高度(ELA)推断了末次盛冰期的古气候, 结果表明, 末次盛冰期平衡线高度为3420~3560 m, 低于现代冰川平衡线高度493~633 m, 末次盛冰期时夏季气温比现代低5.42~6.30 °C。

新疆冰川在过去26~44年间退缩有加速趋势, 在定位观测及遥感监测的1800条冰川中, 冰川总面积缩小了11.7%, 平均每条冰川缩小0.243 km², 末端退缩速率为5.8 m/a。冰川在不同区域的缩小比率为8.8%~34.2%, 单条冰川的平均缩小量为0.092~0.415 km², 末端平均后退量为3.5~10.5 m/a(Li Zhongqin et al., 2010a)。伊犁河上游库克苏河流域1963~2004年冰川整体变化幅度较大, 冰川表现为萎缩的趋势, 2004年冰川面积、冰储量比1963年分别减小了18.9%、21.8%。分析认为, 较大的变化率是由于研究区面积小于1 km²的冰川数量占总数的比重较大(近80%)造成的。对该流域冰川空间结构特征分析表明, 0.1~0.5 km²面积的冰川对气候变化最为敏感, 消融率最高; 1~5 km²面积的冰川对消融总量贡献比例最大; 并且流域冰川在未来一段时期仍将保持较高的消融速率(高闻宇等, 2011)。

1号冰川自1993年完全分离成东、西两支独立冰川后, 尽管它们经历了相同的气候变暖趋势, 但无论是从野外观测还是对冰川物质平衡、冰川规模以及平衡线高度的分析来看, 东、西支冰川对气候变暖的响应呈现不同趋势。具体表现为: 东支冰川长度变化滞后于物质平衡变化1.89年, 气候敏感性指数为8.81, 即当ELA上升/下降1 m时, 冰川后退/前进距离8.81 m; 而西支冰川长度变化滞后于物质平衡变化1.63年, 气候敏感性指数仅为5.92。东、西支冰川对气候变暖响应的差别主要与这两支冰川所处地形有关, 西支冰川坡度(22°)相对东支坡度(14°)较大, 面积较小, 这使得西支冰川对气候变化更敏感(Xu Xiangke et al., 2010b)。

对冰川物质平衡模拟曾开展过不同研究。近期与德国科学家的合作研究将辐射参量引入传统的度日模型, 较好地重现了1号冰川过去18年(1987/88~2004/05)的物质平衡观测值, 并对物质平衡的空间分布进行了分析。模型模拟结果与实测值相关系数高达0.98, 表明这种改进的模型模拟结果优于简单度日模型。冰面反照率变化是导致消融速率变化的主要原因(Eva Huintjes et al., 2010)。

2010年天山站在本研究方向共完成学术论文12篇, 其中发表论文10篇, 待刊论文2篇。完成《新疆冰川近期变化及其对水资源的影响》专著1部。

2.3 气—雪—冰演化过程和生物地球化学循环研究方向成果

综合分析了乌鲁木齐河源1号冰川表层雪中各种化学要素的季节变化特征及其环境意义 (Li Zhongqin et al., 2010b)。通过在天山乌鲁木齐河源1号冰川积累区连续3年的积雪样品采集, 运用比较法、相关分析法等方法, 对冰川积雪中主要离子、不溶粉尘、痕量金属和 $\delta^{18}\text{O}$ 等特征及其季节变化进行了分析研究。乌鲁木齐河源1号冰川积累区积雪中各化学要素都具有明显的季节变化特征。冬春季节粉尘、化学离子浓度明显高于非沙尘活动的夏秋季节, 表明冰川区化学特征受春季发生的中亚沙尘活动影响明显。痕量金属 (Pb, Al, Cd, Zn, Fe) 的秋冬季节的高浓度, 说明了冬季人类活动污染物对于冰川区积雪化学特性的贡献。除了本底的大气化学物质来源外, 春季频发的沙尘活动和冬季的人类活动污染, 都对研究区冰川积雪化学特征有重要的贡献 (Li Zhongqin et al., 2010b)。

通过电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)对2006年3月至2008年1月期间1号冰川表层雪样品中粉尘颗粒的主要化学离子、示踪元素和稀土元素 (REE) 组成进行了分析研究。结果表明, 1号冰川粉尘的浓度季节变化较为明显, 但粉尘的各要素组成并没有明显的季节变化。粉尘组成成分的来源一致性分析表明, 1号冰川上的粉尘组分可能是来自于多个源区的混合。来自于准噶尔盆地的细颗粒以及塔里木盆地较小的颗粒, 与冰川周围的局地冰碛物相比, 其稀土元素组成更接近于1号冰川上粉尘的属性, 表明1号冰川表面的雪冰粉尘主要来自中远距离的源区。HYSPLIT后向轨迹模型分析结果表明, 西风环流、来自北极的气团和局地山谷风是影响天山东部地区粉尘传输的主要大气环流 (Wu Guangjian et al., 2010)。

为在天山地区形成一个完整的气溶胶观测和样品采集网络, 2009年7~8月份在博格达峰扇形分流冰川地区开展了短期的气溶胶密集采样工作。Li Zhongqin等通过对气溶胶中主要可溶性无机离子 (Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-) 的分析发现, 该地区气溶胶样品主要以 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 和 Ca^{2+} 为主, 与新疆偏远地区的本底值相当, 远低于乌鲁木齐市的气溶胶样品 (Li Zhongqin et al., 2010c; Zhao Shuhui et al., 2010)。单颗粒形貌、元素组成等特征分析结果表明: 该地区气溶胶样品主要仍以自然来源为主, 但也受到了一定程度的人为污染的影响。与同期乌鲁木齐河源1号冰川气溶胶样品进行对比分析, 发现两地均以自然源的颗粒物为主, 博格达峰地区受到的人类活动的影响明显高于乌鲁木齐河源1号冰川地区 (Zhao Shuhui et al., 2010; 赵淑慧等, 2010)。对天山乌鲁木齐河源1号冰川大气气溶胶和新雪中可溶性离子关系进行了研究 (张明军等, 2010), 在2007年4月、8月和10月三个时段内, 分昼夜采集了23个气溶胶样品和7个新降雪样品, 对样品中的可溶性离子进行了分析。乌鲁木齐河源1号冰川春、夏、秋三个季节气溶胶平均载量为 86.22 neq/m^3 , 分析显示1号冰川存在 NH_4HSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 气溶胶, 并有少量 NH_4NO_3 气溶胶存在。气溶胶和新雪样品中可溶性离子成分变化趋势相似, 气溶胶浓度升高, 新雪样品的浓度也会有所升高, 反之亦然。气溶胶和新雪中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ 的相关性很好, 说明雪中这些离子的浓度基本能反映大气中的状况; 对气相和颗粒相并存的 NH_4^+ 和 NO_3^- 来说, 雪中的离子浓度和大气中的离子浓度不相关 (张明军等, 2010)。

根据乌鲁木齐河源区大气降水样品、1号冰川一个完整年周期的连续雪坑样品及哈密庙儿沟平顶冰川和奎屯51号冰川雪坑样品的pH和电导率资料, 系统探讨了大气降水、表层雪、雪坑样品中pH和电导率的季节变化特征和沉积过程中pH和电导率的变化特点, 以及不同冰川区

雪坑中pH和电导率的空间差异(周平等, 2010)。结果表明: 大气降水及表层雪中pH和电导率有着相似的季节变化趋势, 主要受冰川所在区域大气中可溶性离子浓度和沉积后过程的影响; 对1号冰川大气降水、表层雪和雪坑样品中pH和电导率的对比分析发现, 从降水到表层雪, 最后到雪坑样品的演化过程中, pH和电导率均呈减小趋势, 而且pH和电导率的最高值均出现在春季; 自西向东随着地理环境的变化, 雪坑中样品的pH值呈升高趋势, 哈密庙尔沟平顶冰川最大, 乌鲁木齐河源1号冰川次之, 奎屯哈希勒根51号冰川最小, 但电导率却呈现出了不同的变化规律(周平等, 2010)。

2010年天山站在本研究方向共完成学术论文18篇, 其中发表论文11篇, 待刊论文7篇。

2.4 冰缘植被与生态方向研究成果

通过变性梯度凝胶电泳(DGGE), 对天山乌鲁木齐河源1号冰川不同海拔表层雪及雪坑雪中真核微生物的多样性进行比较分析, 并结合 $\delta^{18}\text{O}$ 结果, 探讨了天山乌鲁木齐河源1号冰川雪中真核微生物多样性分布及其时空特征。结果表明: 天山乌鲁木齐河源1号冰川真核微生物分属于Viridiplantae, Fungi, Amoebozoa和Alveolata四大类, 藻类为主要类群, 且均为衣藻序列。比对结果显示, 人类活动已明显影响到冰川中微生物的分布。同时, 研究发现真核微生物多样性与海拔及雪样积累时间均呈负相关, 与 $\delta^{18}\text{O}$ 值呈正相关, 表明温度是造成这种多样性分布时空变化的主要因素, 暗示真核微生物同 $\delta^{18}\text{O}$ 值一样, 可作为气候环境变化的指标(张威等, 2010)。

张腾国等(2010a)研究了高山离子芥MAP激酶基因CbMAPK3的克隆技术。实验中从高山离子芥愈伤组织中克隆得到了含完整编码区序列的MAPK基因CbMAPK3, 预测的氨基酸序列包含MAP激酶所具有的11个保守区, 并且在195~197个氨基酸的位置有MAP激酶所具有的TEY基序。序列分析表明CbMAPK3激酶和其他植物中与抗逆有关的MAP激酶同源性很高, CbMAPK3基因的表达受低温胁迫的诱导, 因此可以推测CbMAPK3也是在抗逆胁迫中起作用, 为进一步研究CbMAPK3的功能提供了方向。

为了解高山离子芥CbMAPK3基因功能, 研究人员将高山离子芥丝裂原活化蛋白(MAP)激酶基因CbMAPK3编码区连接到表达载体Pet-30a中, 转化大肠杆菌JJ001(srI::Tn10), 在1 mol/l 山梨醇的渗透胁迫及IPTG的诱导下, 转化pET-30a-CbMAPK3的大肠杆菌JJ001

(srI::Tn10)生长情况比转化pET-30a的好。免疫分析表明, 在0℃下处理时, 高山离子芥CbMAPK3激酶蛋白质水平没有明显的变化; 在4℃处理下, 高山离子芥CbMAPK3激酶蛋白质水平在处理前3 h明显增加, 并在3 h后达到最高值。高山离子芥CbMAPK3在响应环境胁迫的过程中起作用(张腾国等, 2010b)。

2010年天山站在本研究方向合作完成学术论文3篇。

2010年除了在上述天山冰川站三个主要学术方向上取得的成果外, 还在其它方面, 如日照时数、冻土中微生物等方面取得了一些研究进展, 发表学术论文2篇。

三、2010 年观测工作进展

2010 年天山冰川站各项观测有序进行, 包括年报资料整编和向 WGMS 提交年度观测资料。为保证乌鲁木齐河源区气象、水文观测项目的高质量, 不断提升其观测的自动化水平; 根据研究项目和国际合作研究的需要, 加强了对天山不同地区参照冰川的观测工作; 新增了以项目为支撑的黑河上游参照冰川监测体系和冰川学考察。

3.1 气象、水文自动化观测和数据无线传输

2010 年, 天山冰川站在 2009 年气象、水文人工与自动观测对比分析积累的经验基础上, 购置了多台高精度和灵敏度的自动气象站和水位计, 将河源区由人工观测的 1 号冰川、空冰斗、总控等 3 个常规水文气象观测点仪器全部更换成自动化仪器, 并在仪器上加装了无线数据传输设备, 实现了数据的异地实时浏览和下载, 大大提高了观测数据的时效性和精度, 结束了天山冰川站近 30 年人工常规气象、水文观测的历史。

3.2 定位监测冰川年度考察

2010 年天山冰川站除在 1 号冰川开展综合观测外, 还对“天山冰川监测网络”中的托木尔峰青冰滩 72 号冰川 (神奇峰冰川)、奎屯河哈希勒根 51 号冰川、哈密庙尔沟冰帽 3 个参照冰川开展了常规和专项观测工作。

托木尔峰地区神奇峰冰川监测点 托木尔峰冰川区位于我国境内天山山脉的西端, 是塔里木河的主要水源地, 天山最大的冰川作用区。该地区冰川融水占河川径流的比率超过 40%。天山冰川站在该区的参照冰川为神奇峰冰川 (托木尔峰青冰滩 72 号冰川)。2010 年 5 月、8 月和 10 月 3 次组织人员对该冰川进行了物质平衡、雷达测厚、末端变化、运动速度、水文气象等观测。考察结果表明, 2010 年神奇峰冰川面积为 5.575 km², 与 1964 年相比, 缩小了 23.3%; 与 2009 年相比, 冰川面积减小 0.024 km², 末端退缩 41 m。

奎屯河哈希勒根 51 号冰川监测点 奎屯河哈希勒根 51 号冰川位于天山依连哈比尔尕山北坡, 奎屯河上游哈希勒根河源区, 是研究天山北麓和艾比湖地区冰川的良好参照冰川。该冰川的观测始于 1998 年。2010 年 9 月初, 天山冰川站根据对该区冰川模拟预测研究的新需求, 组织人员对该冰川增设了雷达测厚、面积、末端变化、运动速度等观测, 在冰川表面布设 7 排, 22 根花杆。考察结果表明, 2010 年奎屯河哈希勒根 51 号冰川面积为 1.24 km², 与 1964 年相比, 缩小了 16.2%。

3.3 祁连山十一、七一冰川科学考察

黑河上游马粪沟流域是目前国家自然科学基金委员会重大研究计划“黑河流域生态-水文过程集成研究”确立的重点研究流域之一。在该计划的培育项目支持下, 天山冰川站和黑河上游生态-水文试验研究站科研人员于 2010 年 10 月, 开展了旨在调查流域上游冰川状况和建立

参照冰川监测系统的野外考察工作。本次考察将该流域最大的冰川(0.54 km²)确立为参照冰川。由于考察队员是在十一国庆节期间登上该冰川的,因此将其命名为十一冰川。考察期间在该冰川上布设了10排物质平衡和冰川表面运动速度观测花杆,钻取了12 m测温孔,完成了冰川厚度的测量,开展了RTK-GPS测量,获取了冰川制图所需的各种参数。此外,科研人员还对祁连山西段的七一冰川进行了考察,对该冰川的面积和厚度进行了测量,并在冰川末端架设了T-200B自动雨量计,以解决该冰川区高海拔降水资料匮乏问题。

四、2010年平台建设与人才培养

4.1 基本站建设项目

2010年在前期基本站改造工程的基础上,完成了:(1)专家公寓及研究生宿舍、车库、低温实验室、锅炉房、围墙等的真石漆外装工程;(2)低温实验室和车库彩钢屋顶工程;(3)围墙外建筑垃圾及炉渣清理;(4)标准灯光篮球场、乒乓球室建设。这些项目的完成,使整个院子建筑风格保持一致,丰富了在站人员的业余生活。使站区基础设施功能和外观得到大幅提高。

4.2 冰川监测塔建设

冰川监测塔是对冰川进行实时监测的先进设施,具有多要素、可视化和实时等监测特点。为实现该冰川的观测与国际先进水平接轨,天山冰川站在中科院网络中心和寒旱所专项经费支持下,于2009年开始了冰川监测塔的建设工作。在乌鲁木齐河源1号冰川建立冰川监测塔,最大的难点在于确保铁塔稳定、高海拔低温条件下作业和建塔物资运输等。为保证铁塔的稳定,仅建造地基所用到的钢筋水泥就多达60余吨。为将这些物资和铁塔运往冰川末端,工程中拓宽了高山站至冰川区的4公里道路,并新建了约300米的道路。建设中工程人员和天山冰川站职工克服了高寒缺氧、大雪、低温等困难,最终胜利完成了建塔工程。

4.3 人才培养和团队建设

目前天山冰川站拥有博士后、博士生、硕士生共计30余人。2010年还接待了大约15名其它研究部门的研究生来站工作或做毕业论文。研究生长期在站学习、讨论和学术交流,营造了一个良好的学习科研氛围,有益于科研成果和优秀人才的产出。2010年有9名研究生在国际学术研讨会上做学术报告或参加培训。12月30日举行了第二届“天山冰川站—西北师范大学地环学院学术交流会”,10名研究生获奖。青年研究生积极参加各种学术交流活动,体现了天山冰川站团结、拼搏和积极向上的精神风貌。2010年,我站研究生获得中科院院长优秀奖学金1项,中科院研究生院中—澳BHPB奖学金1项,冰冻圈科学国家重点实验室研究生学术报告一等奖1项,青年学术报告三等奖2项。

五、2010年国内、外合作与交流

2010年来站开展合作研究与学术交流的国外科研人员达20余人次。国内的合作与交流

包括与新疆维吾尔自治区水利厅、阿克苏水文水资源勘测局、哈密水文水资源勘测局、北京大学、兰州大学、新疆农业大学,中国科学院植物所在新疆冰川变化监测研究、冰缘地质地貌、植物生态等方面的合作外,接待了许多专家(或专家组)。6 月份我站还联合承办了“第三届干旱区生态水文过程与环境协调发展国际学术研讨会”。

6 月 25 ~ 30 日,由国家自然科学基金主办“第三届干旱区生态水文过程与环境协调发展国际学术研讨会”在乌鲁木齐召开。作为承办单位之一,我站组织了“冰川水资源研究专场报告会”,我站 4 名科研人员做了学术报告。中国科学院刘昌明院士、曾庆存院士与来自美国、加拿大等 5 个国家的 15 名著名学者,以及国内和新疆相关领域的专家,就全球变化对新疆冰川水资源影响、干旱区内陆河流域冰川与生态水文过程等问题与我站科研人员进行了深入探讨。对天山冰川站开展的各项工作给予了充分肯定和赞扬。刘昌明院士和曾庆存院士为天山冰川站题词留念。刘昌明院士题字为“山高人为峰,冰川出英雄”。曾庆存院士的题字为“山崩地裂寻常事,石烂冰融水急奔,天地无情人有志,创新永远是灵魂”。

7 月 11 日,国家科技部基础司叶玉江副司长一行专门考察了天山冰川站,参观了 1 号冰川和天山冰川观测试验站展室,听取了工作人员对站历史沿革、研究方向、观测工作、科研成果、人才培养等方面的介绍。叶司长详细询问了天山冰川科研、人才和运行情况,对天山冰川站快速发展和近期发生的巨大变化,以及科研人员远离家人,长期坚守在高寒环境,做出国际一流的科研成果给予高度称赞。

7 月 28 ~ 8 月 18 日,天山冰川站工作人员和德国吉森大学 Lorenz King 教授研究组 3 人联合组成科考队对阿克苏河流域源头青冰滩地区进行了为期 20 余天的科学考察,旨在与我站合作共同解决塔里木河上游冰雪、冻土水资源变化预测问题。科考队在神奇峰冰川区共建设 70 多个浅层温度探头。

8 月 20 ~ 24 日,日本千叶大学 Takeuchi 博士研究组 3 人来我站实施 PGPI 项目合作研究。同时,就冰川消融与冰面反照率关系、冰面微生物、冰面不溶微粒的研究与我站科研人员进行了深入的学术交流。该研究团队与我站保持着长期合作关系,自 2006 年以来,共同发表了多篇高水平学术论文。

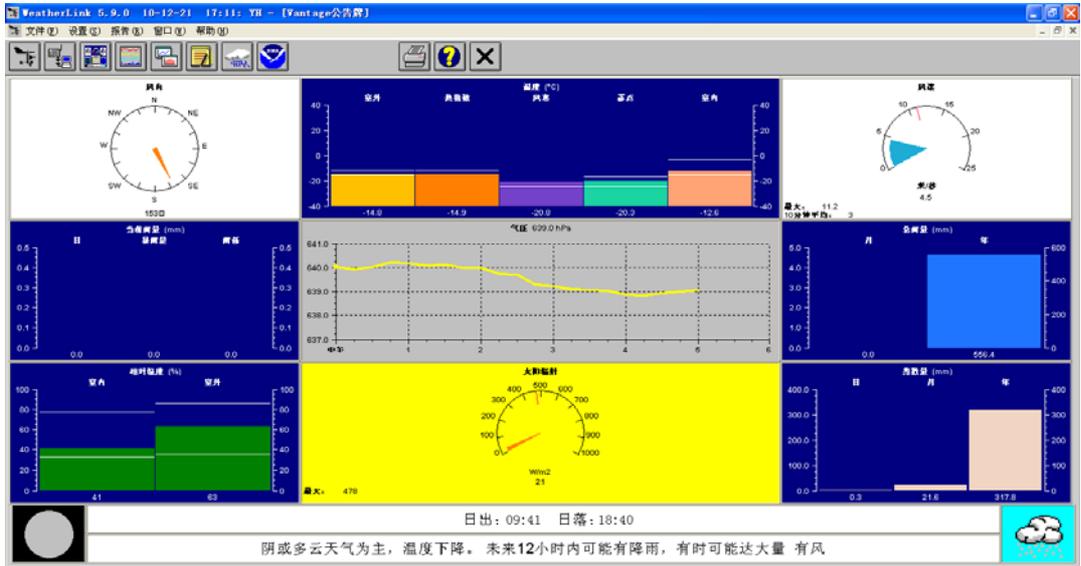
在冰川动力学模式研究方面,我站与多位著名国际专家保持着良好合作关系。9 月我站派出青年研究人员前往直意大利 Karthaus 参加了由荷兰冰川动力学著名专家 Johannes Oerlemans 教授举办的“国际冰川模型培训班”,期间又与美国 Ed Bueler、英国 Hilmar Gudmundsson 等知名模型专家建立了合作关系。会后,赴荷兰与 Johannes Oerlemans 教授制定了进一步合作研究及人员互访计划。

六、2010 年记事

- 2010 年 1 月 7 日,天山冰川站成立 50 周年学术研讨会预备会在兰州召开。会议就 2011 年出版《中国冰川定位观测研究 50 年—中国科学院天山冰川观测试验站建站 50 年文集》和在 Journal of Earth Science (SCI-E) 期刊上出版一期专刊等事宜进行了讨论和部署。

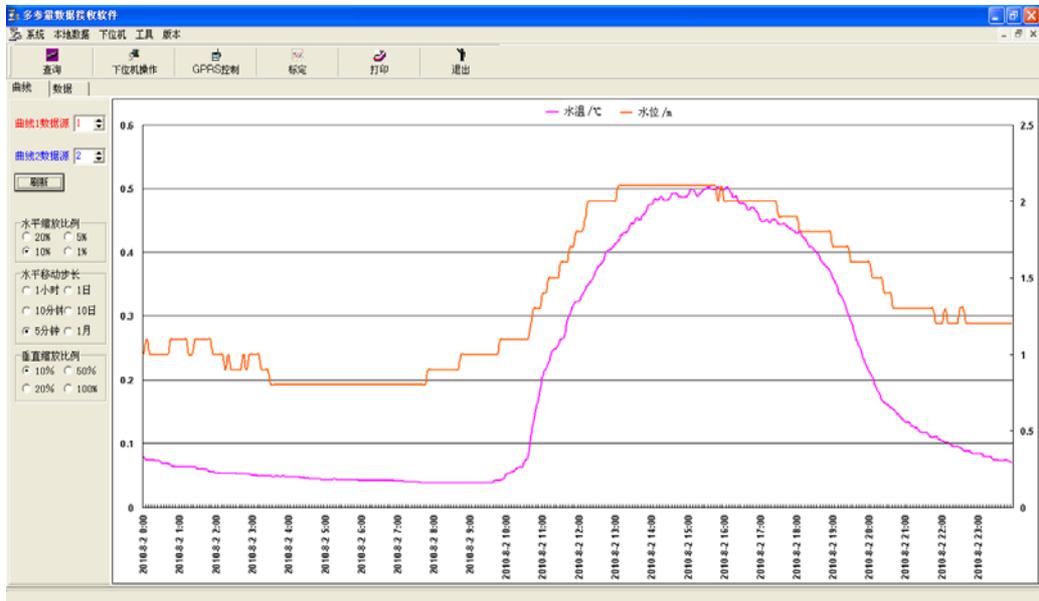
- 2010年4~5月在站员工集体劳动,平整花园、种花种草,美化站区环境。
- 2010年6~10月,在阳光棚内试种蔬菜成功。由于我站海拔2130 m,气候偏冷,多年来一直靠从乌鲁木齐购买蔬菜,保障后勤需求。如今在我站员工共同努力下,成功在阳光棚中种植黄瓜、西红柿、青椒等蔬菜,部分解决了夏、秋季吃菜问题。
- 2010年7月28~8月2日,中央电视台CCTV-10绿色空间栏目就气候变化对冰川及水资源问题对天山冰川站进行了采访,并录制了两期专题节目。
- 2010年8月4日,由我站科研人员及多家新闻媒体组成的“白湖探秘”科学考察组,对位于喀纳斯景区喀纳斯湖上游的阿克库勒湖(白湖)深度、矿物质、水文以及植物分布等情况进行考察。
- 2010年9月,我站对已经腐蚀锈断的锅炉烟囱进行维修更换,同时对锅炉炉膛、循环泵、除尘设施等进行维护,保证冬季的正常运行。
- 2010年10月,组织在站员工到牧场收集羊粪,为明年的种花、种草、种菜等打下良好基础。
- 2010年11月3日,我站在1号冰川末端海拔3800 m处建成我国首座冰川监测塔,国内各大主流媒体对此均进行了报道。
- 2010年12月30日,举行了第二届天山冰川站—西北师范大学地环学院学术交流会,10名研究生获奖。
- 2011年1月5~6日,由我站负责组织为期2天的寒旱所2010年野外站工作会议。

七、2010 年新闻照片选



2010 年，天山冰川站实现了乌河源区所有气象观测数据的自动采集和无线传输，

图片为气象观测数据实时接收



2010 年，天山冰川站实现了乌河源区 3 个水文断面观测的数据自动采集和无线传输，

图片为水位和水温观测数据实时接收



天山冰川站 50 周年学术讨论会预备会议（1 月 7 日）



天山冰川站女博士团队（5 月 1 日）



在天山冰川站召开的第三届干旱区生态水文过程与环境协调发展
国际学术研讨会现场（6月27日）



中国科学院刘昌明院士、曾庆存院士与天山冰川站科研人员进行学术讨论（6月27日）



中-德塔里木河上游冰川联合考察（8月12日）



日本千叶大学 Takeuchi 博士研究组（右 1-3）来我站进行合作研究（8月20日）



在奎屯河哈希勒根 51 号冰川增补花杆（9 月 5 日）



天山冰川站李忠勤研究员（中间着白色衬衣）作为中国冰川监测通讯员出席在瑞士举行的 WGMS 会议，讨论制定未来国际冰川监测规划及任务（9 月 6 日）



升级后的天山冰川站



天山冰川站主体建筑—综合楼



新建天山冰川站大门



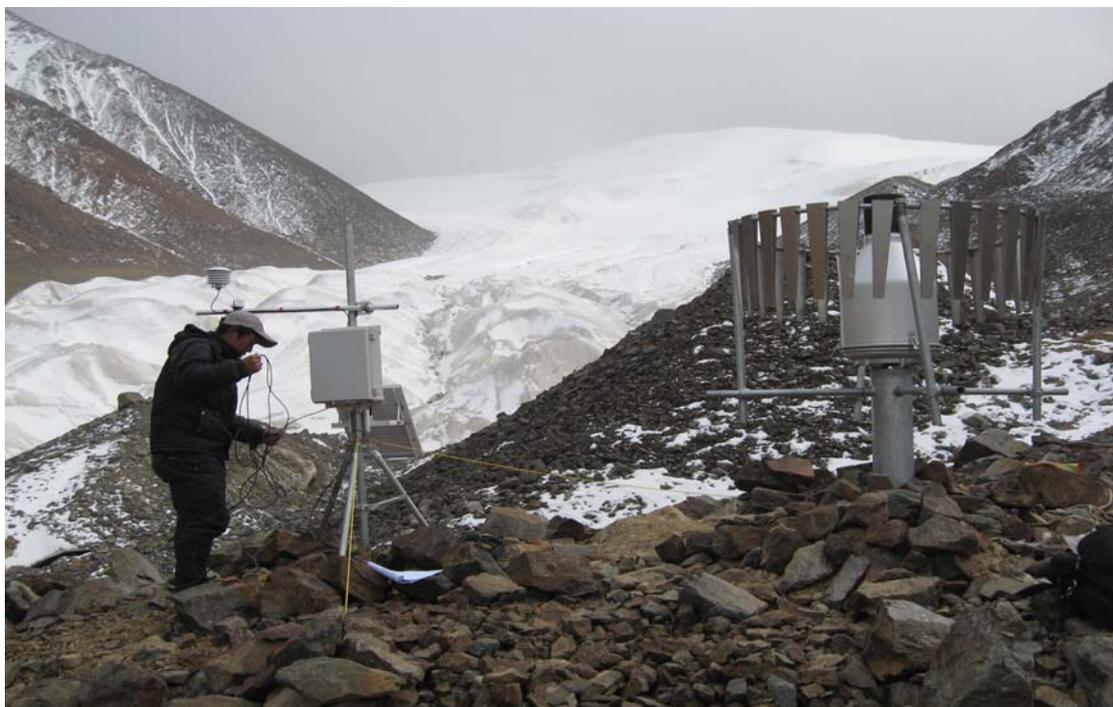
阳光板温棚中种植的蔬菜、花卉



祁连山十一冰川科学考察掠影（10月18日）



考察队员在祁连山十一冰川末端留影（10月20日）



考察队员在祁连山七一冰川末端架设 T-200B 雨量计，以解决山区降水资料匮乏问题（10月23日）



建成我国首个冰川监测塔（11月3日）



为建冰川监测塔，修建通往冰川末端的道路



冰川监测塔基座由 60 余吨钢筋水泥浇筑



天山冰川站董志文博士获 BHPB 奖学金 (11 月 6 日)



第二届天山冰川站—西北师范大学地环学院学术交流会（12月30日）

来站工作客座人员一览表 (2009/2010)

(排名不分先后)

姓名	性别	职 称	研究方向	工作单位
安黎哲	男	教授	植物学	兰州大学
陈 拓	男	研究员	自然地理学	中科院寒旱所
崔之久	男	教授	自然地理学	北京大学
丁明虎	男	博士生	自然地理学	中科院寒旱所
冯虎元	男	教授	环境生物学	兰州大学
冯虎元	男	博士	自然地理学	兰州大学
冯建菊	女	硕士生	植物学	新疆农业大学
高前兆	男	研究员	冰川水文学	中科院寒旱所
高新生	男	高级工程师	冰钻机械	中科院寒旱所
耿志新	男	硕士	自然地理学	中科院寒旱所
何元庆	男	研究员	自然地理学	中科院寒旱所
侯书贵	男	研究员	雪冰化学	中科院寒旱所
李心清	男	研究员	雪冰化学	中科院地球化学研究所
刘耕年	男	教 授	自然地理学	北京大学
明 镜	男	博士	自然地理学	中国气象科学研究院
任红旭	女	博士	植物学	中科院寒旱所
沈永平	男	研究员	气候变化	中科院寒旱所
孙 波	男	教授	冰川学	上海极地研究所
谭敦炎	男	教 授	植物学	新疆农业大学
王叶堂	男	博士	自然地理学	中科院寒旱所
邬光剑	男	副研究员	自然地理学	中科院青藏高原研究所

伍光和	男	教授	自然地理学	兰州大学
向云	男	副教授	植物学	兰州大学
效存德	男	研究员	气候学	中科院寒旱所
徐世建	男	博士	植物学	兰州大学
易朝路	男	研究员	地球物理	中科院青藏高原研究所
张涛	男	硕士生	植物学	新疆农业大学
张威	男	博士	植物学	中科院寒旱所
张东启	男	副研究员	自然地理学	中国气象科学研究院
张永亮	男	高级工程师	冰钻机械	中科院寒旱所
章高森	男	博士后	植物学	中科院寒旱所
赵井东	男	副研究员	自然地理	中科院寒旱所
朱国才	男	高级工程师	冰钻机械	中科院寒旱所
Carine C	男	博士	地球物理学	巴黎地球物理研究所
Chow, J.C.	女	教授	大气科学	美国内华达沙漠研究所
Christophe Schneider	男	教授	冰川物理学	德国 Achen 大学
Eva Huintjes	女	博士	冰川物理学	德国 Achen 大学
Francoiswa	男	博士	水文学	法国巴黎第七大学
J.G. Watson	男	教授	大气科学	美国内华达沙漠研究所
Jeffrey	男	博士	地球物理学	美国威斯康星—麦迪孙大学
Nozomu Takeuchi	男	博士	冰川微生物	日本千叶大学
Roger Barry	男	教授	国际雪冰中心	美国
Ross Edwards	男	博士	雪冰化学	美国沙漠研究所
Sophie M	女	博士	地球物理学	巴黎第一大学
William Y.B. Chang	男	教授	自然地理学	美国基金会

学术论文概要

据统计, 2009-2010 年天山冰川站固定人员和客座研究人员发表和接受的学术论文 70 余篇 (其中 SCI 论文 20 篇以上), 专著 3 部。以下是站固定人员和客座人员依托天山站发表和接受的文章目录。

1. Chen Yaning, Chen Yapeng, Xu Changchun, Li Zhongqin. Effects of ecological water conveyance on ground water dynamics and riparian vegetation in the lower reaches of Tarim River, China. *Hydrological Processes*, 2010, 24, 170-177.
2. Di Cuixia, Li Ming, Long Feng and An Lizhe. Molecular cloning, functional analysis and localization of a novel gene encoding polygalacturonase-inhibiting protein in *Chorispora bungeana*. *Planta*, 2009, 231: 169-178.
3. Dong Zhiwen, Li Zhongqin, Wang Feiteng. Characteristics of atmospheric dust deposition in snow on the glaciers of the eastern TienShan, China, *Journal of Glaciology*, 2009, 55(193): 797-804.
4. Dong Zhiwen, Li Zhongqin, Zhang Mingjun. Characteristics of aerosol dust in fresh snow in the Asian dust and non-dust periods at Urumqi glacier No.1 of eastern Tian Shan, China. *Environmental Earth Sciences*, 2010, 60: 1361-1368.
5. Dong Zhiwen, Zhang Minjun, Li Zhongqin. The pH value and electrical conductivity of atmospheric environment from ice cores in the Tianshan Mountains, *Journal of Geographical Sciences*, 2009, 19(4): 416-426.
6. Eva Huintjes, Li Huilin, Li Zhongqin, Schneider C. Degree-day modeling of the surface mass balance of Urumqi glacier No.1, Tian Shan, China. *The Cryosphere Discuss.* 2010, 4: 207-232.
7. Guangjian Wu, Chenglong Zhang, Shaopeng Gao, Tandong Yao, Lide Tian, Dunsheng Xia. Element composition of dust from a shallow Dunde ice core, Northern China. *Global and Planetary Change*. 2009, 67(3-4): 186-192.
8. Li Dewen, Ma Baoqi, Jiang Fengqing, Wang Pengling. Nature, genesis and provenance of silt pellets on the ice surface of Glacier No. 1, upper Urumqi River, Tian Shan, Northwestern China. *Quaternary International*, 2010, doi: 10.1016/j.quaint. 2010.10.004.
9. Li Zhongqin, Li Huilin, Dong Zhiwen, Zhang Mingjun. Chemical characteristics and environmental significance of fresh snow deposition on Urumqi Glacier No. 1 of Tianshan Mountains, China. *Chinese Geographical Sciences*, 2010, 20(5): 389-397.

10. Li Zhongqin, Wang Wenbin, Zhang Mingjun. Observed changes in stream flow at the headwaters of the Urumqi River, eastern Tianshan, central Asia. *Hydrological Processes*, 2010, 24, 217-224.
11. Li Zhongqin, Zhao Shuhui, Ross Edwards, Wang Wenbin, Zhou Ping. Characteristics of individual aerosol particles over Urumqi Glacier No. 1 in eastern Tianshan, central Asia, China. *Atmospheric Research*, 2010c, doi: 10.1016/j.atmosres.2010.09.001.
12. Liu Yajie, Zhao Zhiguang, Si Jing and An Lizhe. Brassinosteroids alleviate chilling-induced oxidative damage by enhancing antioxidant defense system in suspension cultured cells of *Chorispora bungeana*. *Plant Growth Regul*, 2009, 59: 207-214.
13. Ming Jing, Xiao Cunde. Black Carbon (BC) in the snow of glaciers in west China and its potential effects on albedos. *Atmospheric Research*, 2009, 92(1): 114-123.
14. Nagatsuka, N., Takeuchi, N., Nakano, T., Kokado, E., Li, Z. Sr, Nd and Pb stable isotopes of surface dust on Ürümqi glacier No. 1 in western China. *Annals of Glaciology*, 2010, 51(56), 95-105.
15. Si Jing, Wang Jianhui, Zhang Lijing and An Lizhe. CbCOR15, A Cold-Regulated Gene from Alpine *Chorispora bungeana*, Confers Cold Tolerance in Transgenic Tobacco. *J. Plant Biol.* 2009, DOI: 10.1007/s12374-009-9077-Z.
16. Takeuchi, N., Nishiyama, H., Li, Z. Structure and formation process of cryoconite granules on Ürümqi glacier No. 1, Tien Shan, China. *Annals of Glaciology*, 2010, 51(56), 9-14.
17. Wei B, Jiang F, Li X, et al. Spatial distribution and contamination assessment of heavy metals in urban road dusts from Urumqi, NW China. *Microchemical Journal*. 2009, 93(2): 147-152.
18. Wu Guangjian, Zhang Xuelei, Zhang Zhonglong, Gao Shaopeng, Li Zhongqin, Wang Feiteng, Wang Wenbin. Concentration and composition of dust particles in surface snow at Urumqi glacier No.1, eastern Tien Shan. *Global and Planetary Change*, 2010, 74: 34-42.
19. Wu Jianmin, Qu Tao, Chen Shuyan, Zhao Zhiguang and An Lizhe. Molecular cloning and characterization of a γ -glutamylcysteine synthetase gene from *Chorispora bungeana*. *Protoplasma*, 2009, DOI :10.1007/S00709-008-0026-3.
20. Xu Xiangke, Pan Baolin, Hu En, Li Yanjun, Liang Yuehua. Responses of two branches of Glacier No. 1 to climate change from 1993 to 2005, Tianshan, China. *Quaternary International*, 2010, doi:10.1016/j.quaint.2010.06.013.
21. Xu Xiangke, Wang Liqiang, Yang Jianqiang. Last Glacial Maximum climate inferences from integrated reconstruction of glacier equilibrium-line altitude for the head of the Urumqi River,

- Tianshan Mountains. *Quaternary International*, 2010, 218: 3-12.
22. Zhao Jingdong, Liu Shiyin, He Yuanqing. Quaternary glacial chronology of the Ateoyinake River Valley, Tianshan Mountains, China, *Geomorphology*, 2009, 103(2): 276-284.
 23. Zhao Q, Bai Y, Zhang G, Zhu S, Sheng H, Sun Y, An L. *Chryseobacterium xinjiangense* sp. Nov., isolated from alpine permafrost. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 2010, DOI 10.1099/ijs.0.024141-0.
 24. Zhao Shuhui, Li Zhongqin, Zhou Ping. Ion chemistry and individual particle analysis of atmospheric aerosols over Mt. Bogda of eastern Tianshan Mountains, central Asia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2010, DOI: 10.1007 / s10661-010-1796-6.
 25. 成鹏, 刘盛梅. 乌鲁木齐河源最高和最低气温变化趋势分析. *河北农业科学*, 2009(06): 79-81.
 26. 董志文, 李忠勤, 王飞腾. 天山东部冰芯 pH 值和电导率的大气环境空间差异. *地理学报*, 2009, 64(1): 103-112.
 27. 董志文, 李忠勤, 王飞腾. 天山乌鲁木齐河源冰川积雪内不溶粉尘特征: 沙尘与非沙尘活动季节的比较. *环境科学*, 2009, 30(6): 1818-182.
 28. 董志文, 李忠勤, 张明军. 哈密庙儿沟平顶冰川积雪中粉尘微粒沉积特征. *环境化学*, 2010, 29(3): 352-357.
 29. 董志文, 李忠勤, 张明军. 天山奎屯河哈希勒根 51 号冰川雪坑化学特征及环境意义. *地理科学*, 2010, 31(1): 149-156.
 30. 董志文. 天山东部典型冰川积雪中不溶粉尘的特征. 硕士学位论文, 2009, 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院研究生院.
 31. 高闻宇, 李忠勤, 李开明, 张明军. 基于遥感与 GIS 的库克苏河流域冰川变化研究. *干旱区地理*, 2010, 34(2): 252-261.
 32. 韩添丁, 高明杰, 叶柏生, 焦克勤. 乌鲁木齐河源冰雪及多年冻土径流过程特征. *冰川冻土*, 2010, 32(3): 573-579.
 33. 韩添丁, 叶柏生, 李向应. 乌鲁木齐河源径流电导率和 TDS 的变化特征. *冰川冻土*, 2009, 31(4): 759-765.
 34. 焦克勤, 井哲帆, 成鹏. 天山奎屯河哈希勒根 51 号冰川变化监测结果分析. *干旱区地理*, 2009, 32(5): 733-738.
 35. 金爽, 张明军, 李忠勤, 周平, 李瑞雪. 托木尔峰青冰滩 72 号冰川水文气象特征初步分析. *安徽农业科学*, 2009, 37(18): 8587-8589.

36. 金爽. 中国天山乌鲁木齐河流域气候变化和径流特征研究, 硕士学位论文, 2010, 西北师范大学地理与环境科学学院.
37. 李传金, 任贾文. 过去 1000a 大气中主要温室气体冰芯记录研究概述. 冰川冻土, 2009, 31(5): 896-906.
38. 李瑞雪, 张明军, 金爽, 熊友云, 刘园园. 乌鲁木齐河流域气候变化的区域差异特征及突变分析. 干旱区地理, 2010, 33(2): 243-250.
39. 李忠勤, 李开明, 王林. 新疆冰川近期变化及其对水资源的影响研究. 第四纪研究, 2010, 30(1): 96-106.
40. 李忠勤. 中国冰川定位观测与研究—天山冰川站 50 年回顾与展望. 中国寒区旱区环境与工程科学 50 年. 科学出版社, 2009, 585-596.
41. 刘盛梅, 成鹏. 乌鲁木齐河源气温和降水量的变化趋势分析. 科技资讯. 2009(18): 134-135.
42. 牟丽琴, 田富强, 胡和平. 高山寒区径流预报人工神经网络模型研究——以乌鲁木齐河源区为例. 水力发电学报, 2009(01): 62-67.
43. 热衣木·马木提, 阿不都拉·阿巴斯, 艾尼瓦尔·吐米尔. 新疆天山一号冰川地衣地理区系与生态特征. 东北林业大学学报, 2009(12): 111-114.
44. 沈琪, 徐建华, 王占永, 王飞腾. 天山一号冰川地区气候要素的变化及其对冰川物质平衡的影响. 华东师范大学学报(自然科学版), 2010, 4: 7-15.
45. 施雅风, 赵井东. 40-30kaBP 中国特殊暖湿气候与环境的发现与研究过程的回顾, 冰川冻土, 2009, 31(1): 1-10.
46. 王飞腾. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 PGPI 雪层剖面特征及演化研究. 博士学位论文, 2009, 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院研究生院.
47. 王林, 李忠勤, 王飞腾. 乌鲁木齐河源 1 号冰川冰芯剖面物理特征及其形成机理研究. 冰川冻土, 2009, 31(1): 11-18.
48. 王林. 天山奎屯河流域近 40 年来冰川变化特征研究, 硕士学位论文. 2010, 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院研究生院.
49. 王鹏, 李忠勤, 张明军, 李慧林, 董志文, 高文华. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 NH_4^+ 沉积特征研究. 安徽农业科学, 2010, 38(25): 13921-13923.
50. 王璞玉, 李忠勤, 曹敏, 李慧林. 近 45 年来托木尔峰青冰滩 72 号冰川变化特征. 地理科学. 2010, 30(6): 962-967.
51. 王圣杰, 张明军, 王飞腾, 李忠勤. 雪冰中 NO_3^- 浓度记录的研究进展. 冰川冻土, 2010,

- 32(6): 1162-1169.
52. 王文彬. 新疆天山不同区域冰川变化观测事实与对比. 博士论文, 2009, 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 中国科学院研究生院.
 53. 徐保国, 刘晓红, 陈拓, 侯书贵, 李忠勤. 新疆哈密八大石森林上限树轮记录的温度变化信息. 山地学报, 2009, 27(4): 402-410.
 54. 叶建荣, 李忠勤. 揭开冰川的面纱. 四川科学技术出版社, 2009, 专著.
 55. 张广兴, 孙淑芳, 赵玲, 等. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川对夏季 0℃层高度变化的响应. 冰川冻土, 2009, 31(06): 1057-1062.
 56. 张明军, 李瑞雪, 贾文雄, 王旭峰. 中国天山山区潜在蒸发量的时空变化. 地理学报, 2009, 64(7): 798-806.
 57. 张明军, 周平, 李忠勤, 等. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川雪冰中 $\delta^{18}\text{O}$ 的演化过程. 兰州大学学报(自然科学版), 2009(05): 36-40.
 58. 张明军, 周平, 李忠勤, 赵淑惠, 金爽. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川大气气溶胶和新雪中可溶性离子关系研究. 地理科学, 2010, 30(1): 141-148.
 59. 张宁宁, 李忠勤, 何元庆. 乌鲁木齐河源 1 号冰川积累区气溶胶和表层雪中 SO_4^{2-} 的季节变化及成因分析. 冰川冻土, 2009, 31(1): 62-67.
 60. 张腾国, 夏小慧, 刘玉冰, 杨宁, 贾凌云, 王娟, 安黎哲. 高山离子芥 CbMAPK3 基因功能分析. 植物生理学通讯, 2010, 46(8): 803-807.
 61. 张腾国, 张艳, 王娟, 杨宁, 安黎哲. 高山离子芥 MAP 激酶基因 CbMAPK3 的克隆. 植物生理学通讯, 2010, 46(4): 335-340.
 62. 张威, 章高森, 刘光琇, 李田, 李忠勤, 安黎哲. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川中真核微生物多样性分布及时空变化研究. 冰川冻土, 2010, 32(5): 906-913.
 63. 张洋, 谭敦炎. 地下结实植物白番红花的繁育系统与传粉生物学. 生物多样性, 2009, 17(5): 468-475.
 64. 赵井东, 刘时银, 王杰. 天山破城子冰期的冰进及 ESR 年代学研究, 中国科学, 2009, 39(12): 1-8.
 65. 赵井东, 王杰, 刘时银. 天山木扎尔特河流域的冰川地貌与冰期. 地理学报, 2009, 64(5): 553-562.
 66. 赵井东, 王杰, 上官冬辉. 天山托木尔河流域第四纪冰川沉积序列及其初步年代学. 冰川冻土, 2009, 31(4): 628-633.

67. 赵淑惠, 李忠勤, 周平, 王文彬. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川大气气溶胶的微观形貌及元素组成分析. 冰川冻土, 2010, 32(4): 714-722.
68. 周平, 张明军, 李忠勤, 等. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川气溶胶可溶性离子昼夜变化研究. 冰川冻土, 2009, 31(03): 474-482.
69. 周平. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川大气气溶胶和新雪中可溶性离子研究. 硕士论文, 2009, 西北师范大学地理与环境科学学院.
70. 周平, 张明军, 李忠勤, 金爽. 中国天山冰川区降水、积雪 pH 和电导率季节变化特征分析. 干旱区地理, 2010, 33(4): 518-524.
71. 周在明, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源区 1 号冰川运动速度特征及其动力学模拟, 冰川冻土, 2009, 31 (1): 55-61.
72. 周在明, 井哲帆, 赵淑惠, 韩添丁, 李忠勤. 冰川运动速度对气候变化的响应—以天山乌鲁木齐河源 1 号冰川为例. 地球学报, 2010, 31(2): 237-244.