

Tianshan Glaciological Station

Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese

Academy of Sciences

Annual Report

Volume 23, 2015—2016

中国科学院西北生态环境资源研究院（筹）

天山冰川观测试验站

2015—2016 年报

第 23 卷

2016 年 12 月

内 容 简 介

本期年报汇集了2015—2016年中国科学院天山冰川观测试验站基本观测资料、研究成果、年终总结。

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。

中国科学院西北生态环境
资源研究院（筹）
天山冰川观测试验站年报

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

2015—2016年 第23卷

Volume 23, 2015—2016

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：50

Impression of 50 Copies

天山冰川观测试验站年报 第 23 卷 2015 - 2016 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 2014/2015 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 2015/2016 年度物质平衡.....王文彬, 李忠勤, 李慧林 (9)

2 气象资料

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明(2015).....金 爽, 周平 (18)

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明(2016).....金 爽, 周平 (36)

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(2014/2015 和 2015/2016).....
.....王璞玉, 金爽, 周平 (54)

近期工作情况

天山冰川站 2015 年度工作总结.....(59)

天山冰川站 2016 年度工作总结.....(82)

附录

固定客座人员一览表(2015-2016).....(108)

2015-2016 年发表文章目录.....(110)

天山冰川观测试验站年报第 23 卷

前 言

《天山冰川站年报》旨在整编和公布天山冰川站常规观测数据，包括（1）天山乌鲁木齐河源 1 号冰川（简称乌源 1 号冰川或 1 号冰川）物质平衡花杆观测数据；（2）1 号冰川表面运动速度和冰舌末端变化数据；（3）设立在乌鲁木齐河源区的 1 号冰川水文断面、空冰斗水文断面、总控制水文断面的水文、气象观测整编资料，以及设立在后峡基本站的气象资料。《天山冰川站年报》第一期年报出版时间为 1981 年，之后每 1-2 年出版一期，年报中的上述资料一直延续至今，已近 40 年。本次出版的年报为第 23 卷，除了刊印 2014-2016 年度数据之外，同时汇编了 2015-2016 年天山冰川站年终工作总结。

天山冰川站目前的观测范围涵盖中国境内的天山、阿尔泰山，涉足祁连山。观测内容涉及现代冰川学、雪冰现代过程、冰川区水文与气象、大气环境、冰缘地貌与植被、冻土学、高寒生态环境等研究方向上数百条观测项目。由于数据量极大，这些项目的观测资料未包含在《天山冰川站年报》中，科研人员可以通过天山冰川站相关工作人员和网站获取部分数据。

天山冰川站每年还向《中国气候变化蓝皮书》、国家特殊环境特殊功能研究台站共享平台、冰冻圈科学数据中心三个国内数据平台提供详细的观测资料。相关资料可以从这些平台上获取。

国际上，天山冰川站每年向世界冰川监测服务中心（WGMS, World Glacier Monitoring Service）提供基础数据。早期 WGMS 所要求的数据种类较少、格式比较简单。2008 年开始，要求数据项目逐渐增多，发布了详细的提交说明文件，并提供“样表”来说明提交数据的格式、精度、单位等等。对此，天山冰川站制定了完善的数据观测和提交规范，由专人负责数据制备和提交。相关数据可以从 WGMS 网站下载（网站地址：<https://wgms.ch/>）。

2011 年以来, 天山冰川站开始向世界气象组织 (WMO) 成立的全球冰冻圈观测 (GCW) 计划数据平台提供基础观测数据。

天山冰川基础数据还为联合国环境规划署 (UNEP) 所属的 ENVIROMENTAL DATA REPORT 数据集和 GEO DATA PORTAL 数据库收录。通过上述国际数据平台, 天山冰川站观测资料为包括 IPCC 报告在内的全球变化研究所广泛引用, 在国际冰川学界占有重要的一席之地。

2015-2016 年, 天山冰川站全站人员继续发扬艰苦奋斗、团结协作精神, 在科研业务、成果产出、承担项目、观测平台建设等方面硕果累累, 成绩辉煌。主要表现在以下方面。

观测平台建设方面: 2016 年 8 月 4 日, “中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站 (简称阿尔泰山站) 揭牌成立。阿尔泰山站的成立旨在加强我国在阿尔泰山地区的生态环境资源综合观测研究, 有效服务于地方和丝绸之路经济带建设, 并将西北研究院在阿尔泰山地区的观测研究体系有机结合起来, 服务于西北研究院整体发展布局, 是西北研究院又一项重要战略举措。

承担项目方面: 基于天山冰川站在天山、阿尔泰山、祁连山建成的冰川观测网络, 继续承担: (1) 科技部全球变化重大科学研究计划 (超级 973 项目) 《冰冻圈变化及其影响研究》第一课题: 山地冰川动力过程、机理与模拟; (2) 中科院重点部署项目《冰冻圈快速变化的关键过程研究》第一课题: 山地冰川加速消融的机理和模拟研究。完成天山参照冰川调查研究, 通过与日本千叶大学合作, 在 1 号冰川微生物对冰川反照率影响方面取得突破性进展; (3) 国家自然科学基金重大研究计划《黑河流域水-生态-经济系统的集成模拟与预测》专题: 黑河流域冰川模型和冰川变化模拟预测。通过与德国洪堡大学合作, 发展了基于简化能量平衡的冰川物质平衡模型。由十一冰川拓展到八一冰川, 开展面向黑河流域的冰川模型研究。截止 2016 年, 天山冰川站固定人员在研项目 25 项。(4) 新疆发改委项目《近期西昆仑山冰川运动变化及其诱发区域地质

次生灾害机理及风险评估》，牵头新疆多个单位，联合开展公格尔峰克拉亚依拉克跃动冰川考察，揭示其跃动机理，甄别出中巴经济走廊沿线的高危冰川。

成果产出方面：2015-2016年，天山冰川站科研人员在冰川与气候变化、雪冰化学与环境、冰缘植被与生态等研究方向共计完成学术论文40余篇，其中SCI论文20余篇，并参与出版专著2部。

人才培养及获奖方面：2015-2016年，在天山冰川站完成学位论文并毕业的博士、硕士研究生12名，目前在站进行学位论文研究的硕士、博士研究生16名。1名研究人员晋升副研究员。我站作为主要完成单位的“西北干旱区水资源形成、转化与未来趋势研究”项目获得2015年新疆维吾尔自治区科技进步一等奖。

继往开来，我站将继续完善中国西部冰川观测研究体系；保持在WGMS中的地位和作用，为国际冰川与全球变化研究做出中国冰川监测研究的贡献；在冰川消融机理、冰川变化预测、冰川水资源过程等研究方面，达到国际一流水平；继续为区域经济可持续发展做出贡献；建成国际一流的冰川观测研究站。

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
2016年12月20日

天山乌鲁木齐河源1号冰川2014/2015年度物质平衡

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)

冰川物质平衡观测是冰川学研究的基本参数^[1], 其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, 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^[2]。

2014/15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等横剖面, 根据测杆观测消融期积销量, 以挖取雪坑观测结果获得积累区资料。图1为2014/15年乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡观测网点。

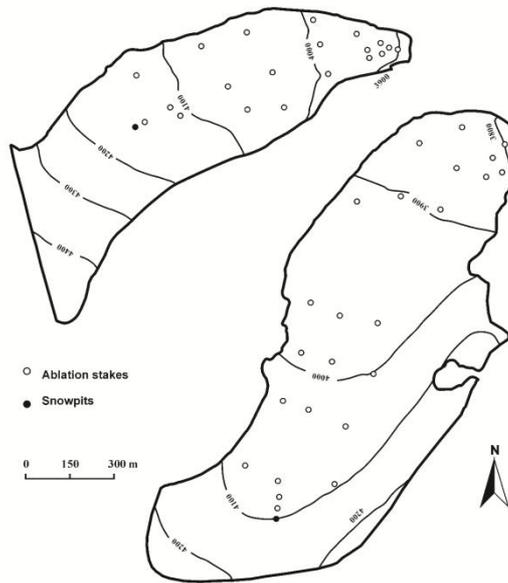


图1 2014/15年天山乌鲁木齐河源1号冰川物质平衡观测网

2014/15年度1号冰川物质平衡观测从4月末/5月初开始观测, 每月底或月初观测一次, 至8月底/9月初为最后一次结束年度观测, 期观测和手段方法与上一年相同。

1号冰川的零平衡线高度利用面积加权法求得。

1 基础观测数据

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

在观测、统计和计算工作基础上，获取 2014/15 年度天山乌鲁木齐河源 1 号冰川及其东支、西支物质平衡若干结果如下：

(1) 2014/15 年度 1 号冰川西支单点物质平衡观测计算结果（表 1）。

(2) 2014/15 年度 1 号冰川东支单点物质平衡观测计算结果（表 2）。

表 1 2014/15 年度天山乌鲁木齐河源 1 号冰川西支单点物质平衡观测数据统计表 (2014/9/1-2015/9/2)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消量 (mm)					年平均 (mm)
			2014/9/1- 2015/4/29	2015/4/29- 2015/5/29	2015/5/29- 2015/6/29	2015/6/29- 2015/7/31	2015/7/31- 2015/9/2	
A	1	3875	-153	-47	-224	-1728	-837	-2989
B	1	3895	3	53	-147	-1727	-1137	-2955
C	C1	3902	17	107	-213	-1398	-655	-2142
	C2	3904	-212	160	-492	-1556	-865	-2965
	平均	3903	-97.5	133.5	-352.5	-1477	-760	-2553.5
D	D1	3915	-307	81	-110	-1329	-725	-2390
	D2	3917	91	135	-122	-1324	-749	-1969
	D3	3912	21	-116	-150	-1438	-640	-2323
	平均	3915	-65	33	-127	-1364	-705	-2227
E	E1	3968	138	221	-142	-1173	-615	-1571
	E2	3959	321	63	-151	-1227	-777	-1771
	E3	3954	0	217	-48	-1257	-623	-1711
	平均	3960	153	167	-114	-1219	-672	-1684
F	F1	4017	214	123	-85	-934	-453	-1135
	F2	4015	327	-72	187	-1056	-441	-1055
	F3	4023	210	122	-242	-940	-99	-949
	平均	4018	250	58	-47	-977	-331	-1046
G	G1	4055	222	-693			-525	-996
	G2	4039	274	127	213	-1047	-537	-970
	G3	4045	168	-726			-9	-567
	平均	4046	221	NaN	NaN	NaN	-357	-844
H	H1	4088	71	257	-97	-766	-445	-980
	H2	4084	89	509	-1148		-210	-760
	H3	4083	1061	219	-683		-175	422
	平均	4085	407	328	NaN	NaN	-277	-439
I	1	4115	1758	-534			-17	1207
雪坑	1	4180	-500	135	-545	729	NaN	NaN

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

表 2 2014/15 年度天山乌鲁木齐河源 1 号冰川东支单点物质平衡观测数据统计表 (2014/9/1-2015/8/28)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消量 (mm)					年平均 (mm)
			2014/9/1- 2015/4/30	2015/4/30- 2015/5/29	2015/5/29- 2015/6/28	2015/6/28- 2015/7/31	2015/7/31- 2015/8/28	
A	1	3771	-42	68	-450	-1926	-981	-3331
B	B1	3804	NaN	-268	-328	-1728	-909	NaN
	B2	3793	NaN	57	-164	-1728	-882	NaN
	B3	3799	-130	-222	-2133		-954	-3439
	平均	3799	-130	-144	NaN	NaN	-915	-3439
C	C1		108	-151	-82	-2243		-2367
	C2	3843	51	7	-47	-1479	-837	-2305
	C3	3805	62	264	-189	-1176	-639	-1678
	平均	3824	73	40	-106	NaN	NaN	-2117
D	D1	3886	2254	-36	-128	-232	-2543	-685
	D2	3876	17	-301	551	-1221	-657	-1612
	D3	3863	102	112	129	-1205	-675	-1537
	平均	3875	791	-75	184	-886	-1292	-1278
E	E1	3932	1128	-1009			-648	-529
	E2	3932	124	77	-1	-1560		-1360
	E3	3933	366	203	-39	-879	-432	-781
	平均	3932	540	NaN	NaN	NaN	NaN	-890
F	F1	3967	-138	-1389				-1527
	F2	3962	108	158	399	-1818		-1153
	F3	3975	992	-522	207		-405	272
	平均	3968	321	NaN	NaN	NaN	NaN	-803
G	G1	4006	1519	-887			-576	56
	G2	3999	1396	-1226				170
	G3	4007	407	-306			-324	-223
	平均	4004	1107	NaN	NaN	NaN	NaN	1
H	H1	4049	1458	-249	44	-741	-702	-190
	H2	4048	142	200	-1146	508	-657	-953
	H3	4066	135	-311			-284	-460
	平均	4007	407	NaN	NaN	NaN	-548	-535
I	1	4056	278	318	-183	-509	-180	-276
J	1		NaN	-814	337		-351	NaN

雪坑	1		-24	526	-357	144
----	---	--	-----	-----	------	-----

2 冰川物质平衡观测计算结果

(1) 2014/15 年度 1 号冰川冬平衡观测计算结果: 1 号冰川西支冬平衡为+196 mm, 东支为+161 mm, 1 号冰川总体冬平衡为+174 mm (表 3)。

表 3 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2014/15 年度冬平衡观测计算结果

项目	平衡线海拔 (m)	纯积累			纯消融			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)
西支	3954	0.531	11.3	213	0.031	0.3	97	11	196
东支	3826	0.983	16.3	166	0.022	0.1	45	16.2	161
1 号	3908	1.514	27.6	182	0.053	0.4	75	27.2	174

(2) 2014/15 年度 1 号冰川年平衡观测计算结果: 1 号冰川西支的年物质平衡为-605 mm, 东支为-931 mm, 1 号冰川总体年物质平衡为-814 mm (表 4) :

表 4 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2014/15 年度物质平衡观测计算结果

项目	平衡线海拔 (m)	纯积累			纯消融			年物质平衡	
		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)
西支	4196	0.177	6.3	356	0.385	40.3	1047	-34	-605
东支	4147	0.125	1.7	136	0.88	95.3	1083	-93.6	-931
1 号	4165	0.302	8	265	1.265	135.6	1072	-127.6	-814

3 物质平衡等值线图

(1) 2014/15 年冬平衡等值线图 (图 2)

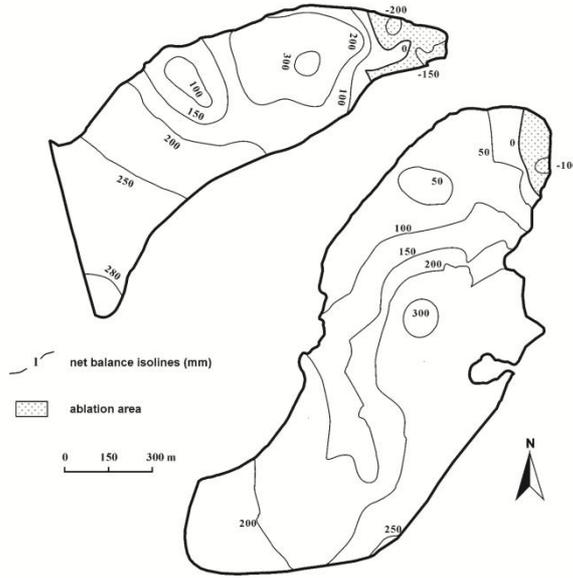


图2 天山乌鲁木齐河源1号冰川2014/15年冬平衡等值线图

(2) 2014/15年度平衡等值线图(图3)。

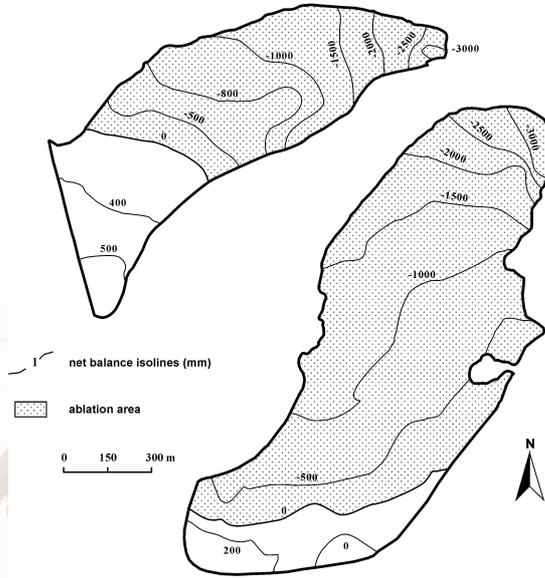


图3 天山乌鲁木齐河源1号冰川2014/15年物质平衡等值线图

4 各高度带物质平衡

表 5、6 根据 2012 年的冰川图测绘结果，量算了 1 号冰川西支和东支各高度带的冰川面积，并整理了不同观测时段各高度带的物质平衡数据（表 5、表 6）。

表 5 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川西支 2014/15 年度各高度带冰川面积及其物质平衡

下边界海拔 (m)	上边界海拔 (m)	冰川面积 (km ²)	冬平衡 (mm)	夏平衡 (mm)	年物质平衡 (mm)
			2014/9/1- 2015/4/29	2015/4/29- 2015/9/2	2014/9/1- 2015/9/2
3883	3900	0.005	-147	-2775	-2922
3900	3950	0.022	-75	-2361	-2436
3950	4000	0.039	62	-1900	-1838
4000	4050	0.07	232	-1480	-1248
4050	4100	0.105	203	-1127	-924
4100	4150	0.093	146	-891	-745
4150	4200	0.059	226	-509	-283
4200	4250	0.039	244	-109	135
4250	4300	0.034	253	69	322
4300	4350	0.038	261	108	369
4350	4400	0.034	268	169	437
4400	4450	0.023	276	229	505
4450	4482	0.012	282	246	528
3883	4482	0.573	194	-801	-607

表 6 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川东支 2014/15 年度各高度带冰川面积及其物质平衡

下边界海拔 (m)	上边界海拔 (m)	冰川面积 (km ²)	冬平衡 (mm)	夏平衡 (mm)	年物质平衡 (mm)
			2014/9/1- 2015/4/30	2015/4/30- 2015/8/28	2014/9/1- 2015/8/28
3787	3800	0.006	-51	-3299	-3350
3800	3850	0.051	15	-2693	-2678
3850	3900	0.091	73	-2024	-1951
3900	3950	0.175	115	-1500	-1385
3950	4000	0.131	201	-1257	-1056
4000	4050	0.136	187	-1055	-868

4050	4100	0.150	180	-798	-618
4100	4150	0.117	184	-407	-223
4150	4200	0.120	223	-286	-63
4200	4250	0.043	244	-53	191
4250	4252	0.001	249	57	306
3787	4252	1.021	161	-1093	-932

5 2014/15 年物质平衡结果

(1) 1号冰川西支 2014/15 年净物质平衡为-605 mm 水当量, 冰川平衡线海拔 4196 m, 积累区面积为 0.177 km², 消融区面积为 0.385 km²; 本年度冬平衡为+196 mm, 平衡线海拔 3954 m。

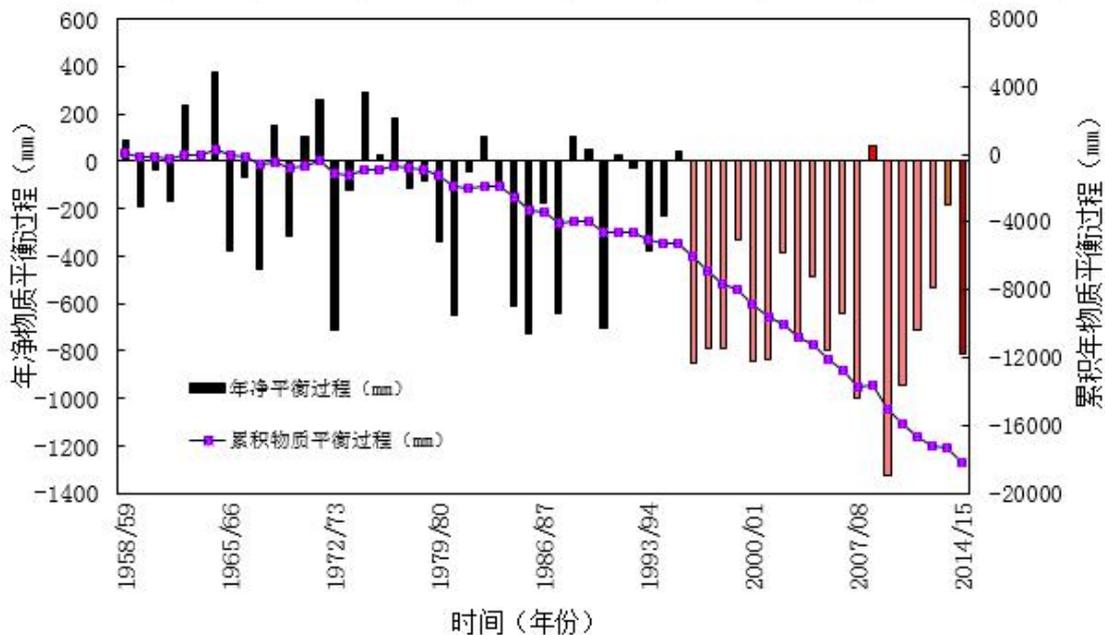
(2) 1号冰川东支 2014/15 年净物质平衡为-931 mm 水当量, 冰川平衡线海拔 4147 m, 积累区面积为 0.125 km², 消融区面积为 0.88 km²; 本年度冬平衡为+161 mm; 冰川平衡线海拔 3826 m。

(3) 1号冰川 2014/15 年净物质平衡为-814 mm 水当量, 平衡线海拔 4165 m, 积累区面积为 0.302 km², 消融区面积 1.265 km²; 2014/15 年度冬平衡为+174 mm; 冰川平衡线海拔 3908 m。

6 结果比较

与上一年度末物质平衡结果 (-185 mm) 和平衡线海拔高度 (4050 m) 相比, 本年度乌源 1 号冰川物质净平衡观测计算结果 (-814 mm) 较上一年度更加趋于负值, 平衡线海拔高度 (4165 m) 较上年明显升高, 处于较大的负平衡范围内。与多年观测结果相比^[3,4], 本年度物质平衡为较强的负平衡值年。对于 1 号冰川物质平衡连续多年来负平衡高值来说, 本年度物质损失相对较大。

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川的主要特征之一是冰川补给期与消融期同步^[5]。综合气温和降水资料可以看出, 2014/15 年度年均温为 1.5℃, 与上年同期值气温显著升高; 本年度降水量为 532.5 mm, 比上年同期值偏多 105 mm, 但降水的增多不能弥补气温升高造成的冰川物质亏损。



参考文献 (References)

- [1] 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.
- [2] 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
- [3] 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. No. 9(2004 -2005). ICSU (FAGS) – IUGG(IACS)-UNEP-UNESCO-WMO, 2007.
- [4] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2012/13 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2013-2014 年报, 2015 年 5 月, 22: 5-10.
- [5] 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.

天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2015/2016 年度 物质平衡

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^[1]。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^[2]。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。

2015/16 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 2015/16 年天山乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡观测网点。

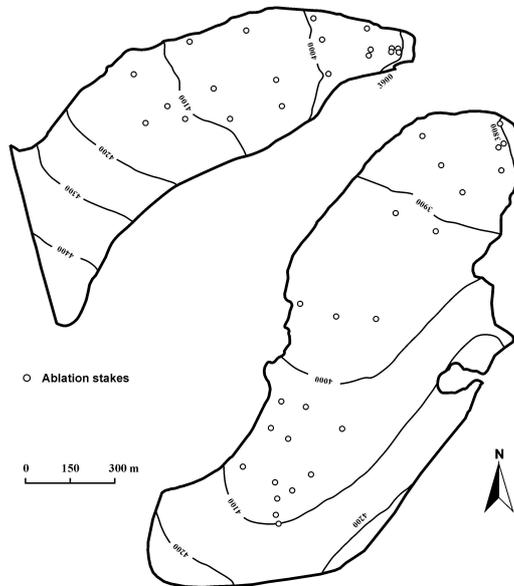


图 1 2015/16 年天山乌鲁木齐河源 1 号冰川物质平衡观测网点

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。

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，获取2015/16年度天山乌鲁木齐河源1号冰川及其东支、西支物质平衡获得如下若干结果：

(1) 2015/16年度1号冰川西支单点物质平衡观测计算结果(表1)。

(2) 2015/16年度1号冰川东支单点物质平衡观测计算结果(表2)。

表1 2015/16年度1号冰川西支单点物质平衡观测数据统计表(2015/9/2-2016/9/1)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消费量 (mm)					年平均 (mm)
			2015/9/2- 2016/5/2	2016/5/2- 2016/5/31	2016/5/31- 2016/6/30	2016/6/30- 2016/8/2	2016/8/2- 2016/9/1	
A	1	3899	-129	-259	-62	-1080	-1080	-2610
B	1	3904	16	-74	-1289	-1080	-1080	-3507
C	C1	3918	28	3	-631	-1224	-1116	-2940
	C2	3915	-200	-65	-665	-702	-900	-2532
	平均	3917	-86	-31	-648	-963	-1008	-2736
D	D1	3941	200	186	-814	-603	-630	-1660
	D2	3943	99	85	-654	-927	-810	-2208
	D3	3941	-58	-101	-704	-828	-720	-2411
	平均	3941	81	57	-724	-786	-720	-2093
E	E1	3996	245	368	-654	-1017	-738	-1796
	E2	3986	60	139	-668	-540	-540	-1549
	E3	3978	177	251	-1573	-171	-144	-1460
	平均	3987	160	253	-965	-576	-474	-1602
F	F1	4046	145	61	-241	-745	-597	-1377
	F2	4045	46	87	1779	-2898	-702	-1688
	F3	4055	128	178	-284	-836	-588	-1402
	平均	4049	107	108	418	-1493	-629	-1489
G	G1	4089	282	181	1279	-2250	-623	-1132
	G2	4078	242	61	-182	-731	-472	-1083
	G3	4093	272	64	-67	337	153	758
	平均	4087	265	102	343	-881	-314	-485
H	H1	4119	157	52	1640	-2412	-452	-1015

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

	H2	4116	345	84	-207	-581	-404	-763
	H3	4114	496	35	-653	-193	-370	-685
	平均	4116	333	57	260	-1062	-409	-821
I	1	4145	125	-38	191	-417	-552	-691
J	1	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	482				<i>NaN</i>

表2 2015/16年度1号冰川东支单点物质平衡观测数据统计表(2015/8/28-2016/9/2)

剖面	测杆 (No.)	海拔 (m)	纯积消量 (mm)					年平衡 (mm)
			2015/8/28- 2016/5/3	2016/5/3- 2016/5/30	2016/5/30- 2016/6/30	2016/6/30- 2016/8/3	2016/8/3- 2016/9/2	2015/8/28- 2016/9/2
A	1	3807	154	-27	-874	-1395	-1755	-3897
B	B1	3800	68	-218	-984	-918	-954	-3006
	B2	3813	-348		-228	-1224	-882	-2682
	B3	3831	-29	-75	-634	-1350	-909	-2997
	平均	3815	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	-615	-1164	-915	-2895
C	C1	3865	316	19	-552	-1125	-1179	-2520
	C2	3867	-282		-708	-630	-822	-2442
	C3	3869	270	113	-401	-1089	-1035	-2142
	平均	3867	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	-553	-948	-1012	-2368
D	D1	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>	<i>NaN</i>
	D2	3911	164	181	-517	-1053	-927	-2151
	D3	3915	229	348	-550	-1035	174	-834
	平均	3913	197	265	-533	-1044	-377	-1493
E	E1	3962	455	65	-357	-820	-571	-1228
	E2	3962	319	-24	-205	-720	-421	-1051
	E3	3961	246	54	-201	-621	-708	-1230
	平均	3962	340	32	-254	-720	-567	-1170
F	F1	4034	303	-111	-66	-801	-456	-1131
	F2	4028	203	160	-208	-713	-479	-1037
	F3	4036	271	234	-310	-384	-323	-512
	平均	4033	259	95	-195	-633	-419	-893
G	G1	4051	319	-8	-178	-737	-441	-1044
	G2	4051	163	170	-199	-665	-492	-1023
	G3	4075	256	176	-64	-395	-314	-341

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

	平均	4059	246	113	-147	-599	-415	-802
H	H1	4081	233	-67	-75	-738	-318	-966
	H2	4076	331	-26	-917	-549	467	-694
	H3	4081	293	211	-1039	401	-375	-510
	平均	4079	286	39	-677	-295	-75	-723
I	1	4085	265	-984				-719
J	1	4097	-159				-159	
K	1	4107	47				-47	

2 冰川物质平衡观测计算结果

(1) 2015/16 年度 1 号冰川冬平衡观测计算结果：1 号冰川西支冬平衡为+211 mm，东支为+277 mm，1 号冰川总体冬平衡为+253 mm（表 3）。

表 3 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2015/16 年度冬平衡观测计算结果

项目	平衡线海拔 (m)	纯积累			纯消融			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)
西支	3910	0.564	12.1	215	0.009	0.016	18	12.084	211
东支	<末端	1.021	28.3	277	0	0	0	28.3	277
1 号		1.585	40.4	255	0.009	0.016	18	40.384	253

(2) 2014/15 年度 1 号冰川年平衡观测计算结果：1 号冰川西支的年物质平衡为-497 mm，东支为-939 mm，1 号冰川总体年物质平衡为-780 mm（表 4）：

表 4 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2015/16 年度物质平衡观测计算结果

项目	平衡线海拔 (m)	纯积累			纯消融			年物质平衡	
		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)
西支	4177	0.227	10.7	471	0.346	39.2	1133	-28.5	-497
东支	4126	0.229	4.65	203	0.792	100.5	1269	-95.85	-939
1 号	4152	0.456	15.35	337	1.138	139.7	1228	-124.35	-780

3 物质平衡等值线图

(1) 2015/16 年冬平衡等值线图 (图 2)

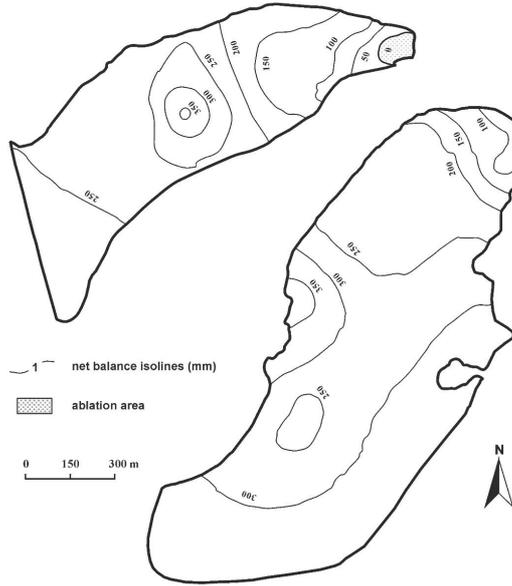


图 2 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2015/16 年冬平衡等值线图

(2) 2015/16 年度平衡等值线图 (图 3)。

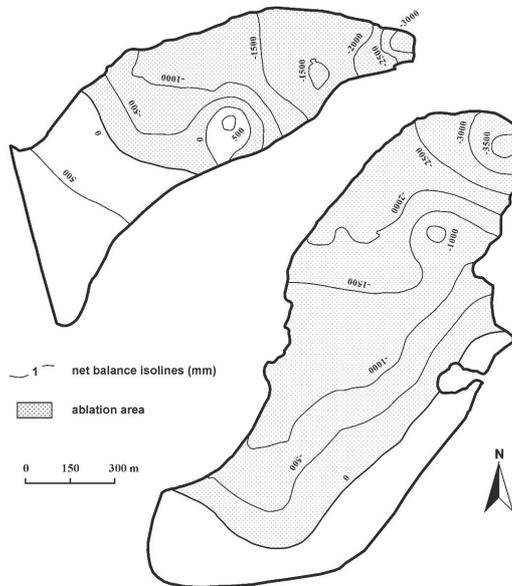


图 3 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2015/16 年物质平衡等值线图

4 各高度带物质平衡

表 5、6 根据 2012 年冰川图测绘结果，量算了 1 号冰川西支和东支各高度带的冰川面积，并整理了不同观测时段各高度带的物质平衡数据（表 5、表 6）。

表 5 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川西支 2015/16 年度各高度带冰川面积及其物质平衡

下边界海拔 (m)	上边界海拔 (m)	冰川面积 (km ²)	冬平衡 (mm)	夏平衡 (mm)	年物质平衡 (mm)
			2015/9/2- 2016/5/2	2016/5/2- 2016/9/1	2015/9/2- 2016/9/1
3883	3900	0.005	-10	-2906	-2916
3900	3950	0.022	31	-2391	-2360
3950	4000	0.039	112	-1788	-1676
4000	4050	0.07	141	-1690	-1549
4050	4100	0.105	220	-1074	-854
4100	4150	0.093	255	-820	-565
4150	4200	0.059	232	-266	-34
4200	4250	0.039	236	55	291
4250	4300	0.034	245	200	445
4300	4350	0.038	251	317	568
4350	4400	0.034	258	425	683
4400	4450	0.023	266	525	791
4450	4482	0.012	271	587	858
3883	4482	0.573	210	-708	-498

表 5 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川东支 2015/16 年度各高度带冰川面积及其物质平衡

下边界海拔 (m)	上边界海拔 (m)	冰川面积 (km ²)	冬平衡 (mm)	夏平衡 (mm)	年物质平衡 (mm)
			2015/8/28- 2016/5/3	2016/5/3- 2016/9/2	2015/8/28- 2016/9/2
3787	3800	0.006	93	-3503	-3410
3800	3850	0.051	131	-3103	-2972
3850	3900	0.091	218	-2393	-2175
3900	3950	0.175	248	-1947	-1699
3950	4000	0.131	296	-1466	-1170
4000	4050	0.136	279	-1094	-815

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

4050	4100	0.15	290	-734	-444
4100	4150	0.117	317	-324	-7
4150	4200	0.12	333	-111	222
4200	4250	0.043	343	-9	334
4250	4252	0.001	347	59	406
3787	4252	1.021	277	-1216	-939

表7 天山乌鲁木齐河源1号冰川2015/16年度各高度带冰川面积及其物质平衡

下边界海拔 (m)	上边界海拔 (m)	冰川面积 (km ²)	冬平衡 (mm)	夏平衡 (mm)	年物质平衡 (mm)
			2015/8/28- 2016/5/2	2016/5/2- 2016/9/2	2015/8/28- 2016/9/2
3787	3800	0.006	93	-3503	-3410
3800	3850	0.051	131	-3103	-2972
3850	3900	0.096	206	-2421	-2215
3900	3950	0.197	224	-1996	-1772
3950	4000	0.17	254	-1540	-1286
4000	4050	0.206	232	-1297	-1065
4050	4100	0.255	261	-874	-613
4100	4150	0.21	289	-544	-255
4150	4200	0.179	300	-162	138
4200	4250	0.083	292	22	314
4250	4300	0.034	247	198	445
4300	4350	0.038	251	317	568
4350	4400	0.034	258	425	683
4400	4450	0.023	266	525	791
4450	4482	0.012	271	587	858
3787	4482	1.594	253	-1033	-780

5 2015/16年物质平衡结果

(1) 1号冰川西支2015/16年净物质平衡为-497 mm水当量,平衡线海拔4177 m,积累区面积为0.227 km²,消融区面积为0.346 km²;本年度冬平衡为+211 mm,平衡线海拔3910 m。

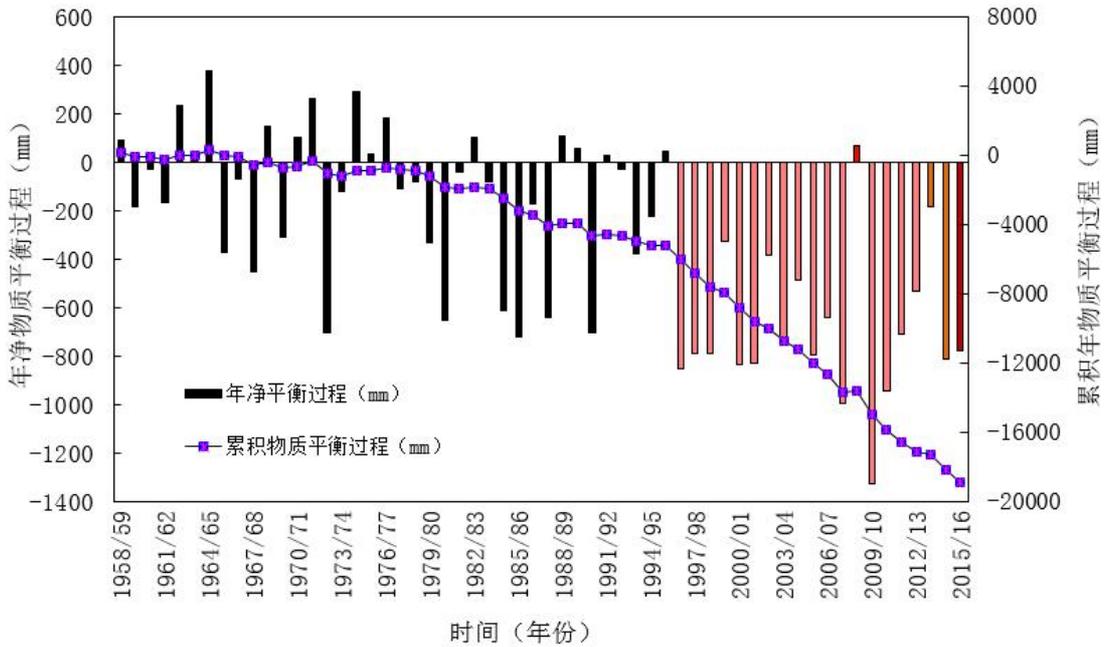
(2) 1号冰川东支2015/16年净物质平衡为-939 mm水当量,冰川平衡线海拔4126 m,积累区面积为0.229 km²,消融区面积为0.792 km²;本年度冬平衡为+277 mm;平衡线海拔小于末端海拔。

(3) 1号冰川 2015/16年净物质平衡为-780 mm 水当量, 平衡线海拔 4152 m, 积累区面积为 0.456 km², 消融区面积 1.138 km²; 2015/16年度冬平衡为+253 mm; 由于东支平衡线海拔小于末端海拔, 无法综合东、西支数据计算 1号冰川总体平衡线海拔。

6 结果比较

乌源 1号冰川物质平衡研究以一个积累-消融年度观测资料计算获得年净物质平衡。与上一年度末物质平衡结果 (-814 mm) 相比, 本年度乌源 1号冰川物质净平衡观测计算结果 (-780 mm) 较上一年度末有所减少, 仍处于较大的负平衡范围内, 这种连续负物质平衡状态对冰川的发育十分不利^[3,4]。

综合气温和降水资料可以看出, 2015/16年度年均温为-3.5℃, 较上年同期值气温降低; 本年度降水量为 570.6 mm, 与上年同期基本持平^[5]。



参考文献 (References)

- [1] 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.
- [2] 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
- [3] 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.

- [4] 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.
- [5] 王文彬, 李忠勤, 李慧林. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川 2012/13 年物质平衡. 中国科学院天山冰川观测试验站年报. 2013-2014 年报, 2015 年 5 月, **22**: 5-10.

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明 (2015年)

金爽, 周平

(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2015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300m的河道上, 实施1号冰川冰雪径流的监测, 断面海拔3695m, 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1.0m, 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3805m, 流域面积1.68 km², 为混凝土矩形断面(高1.0m, 宽1.0m), 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2130m, 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: 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							0.345	0.474				
2							0.222	0.370				
3							0.176	0.527				
4							0.474	0.500				
5							0.636	0.320				
6							0.270	0.320				
7							0.222	0.527				
8							0.199	0.636				
9							0.554	0.805				
10							0.581	0.527				
旬总数							3.679	5.006				
旬平均							0.368	0.501				
11							0.246	0.500				
12							0.246	0.345				
13							0.500	0.448				
14							0.396	0.527				
15							0.581	0.474				
16							0.609	0.474				
17							0.636	0.320				
18							0.862	0.345				
19							0.581	0.320				
20						0.199	0.554	0.370				
旬总数						0.199	5.211	4.123				
旬平均						0.199	0.521	0.412				
21						0.176	0.664	0.581				
22						0.199	0.776	0.554				
23						0.222	0.748	0.199				
24						0.246	0.636	0.396				
25						0.295	0.609	0.448				
26						0.222	0.636	0.554				
27						0.396	0.554	0.421				
28						0.370	0.554	0.320				
29						0.345	0.692	0.222				
30						0.295	0.396	0.131				
31							0.320	0.131				
旬总数						2.590	5.921	3.376				
旬平均						0.288	0.592	0.338				
月总数						2.965	15.475	13.086				
月平均						0.270	0.499	0.422				
年统计	年总数 31.526m ³ /s					径流量 2.724E+06m ³		径流模数 131.1L/(s·km ²)				径流深度 816mm

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

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	-11.1	-15.7	-15.1	-7.7	-2.5	-6.2	4.7	5.9	-1.8	-1.7	-0.3	-7.7
2	-10.1	-17.1	-10.9	-14.2	-2.0	-5.2	3.0	7.2	1.0	-4.5	-10.9	-9.2
3	-10.3	-14.9	-9.1	-12.5	-2.2	1.6	6.3	8.8	3.3	-0.9	-7.9	-11.4
4	-15.0	-12.7	-11.0	-10.3	-4.4	3.5	7.6	6.4	3.7	0.6	-7.6	-10.4
5	-13.6	-17.0	-11.5	-9.5	-3.2	1.2	2.7	5.3	1.0	-1.9	-9.4	-6.0
6	-14.1	-16.4	-12.6	-10.3	-2.7	2.2	3.7	8.6	-1.4	-1.7	-10.8	-10.2
7	-15.4	-13.1	-13.4	-7.6	0.1	2.9	4.4	10.4	-4.2	0.5	-6.9	-10.7
8	-10.9	-11.2	-11.7	-6.7	1.9	4.8	6.4	5.4	-3.9	0.9	-9.4	-10.9
9	-8.3	-11.1	-9.3	-6.2	2.7	1.4	6.1	3.8	-4.6	0.9	-9.1	-7.9
10	-9.5	-9.9	-8.3	-4.8	4.0	1.7	4.6	4.4	-0.7	0.6	-7.1	-17.8
旬总数	-118.	-139.	-112.	-89.8	-8.3	7.9	49.5	66.2	-7.6	-7.2	-79.4	-102.2
旬平均	-11.8	-13.9	-11.3	-9.0	-0.8	0.8	5.0	6.6	-0.8	-0.7	-7.9	-10.2
11	-7.1	-8.8	-11.9	-2.9	2.6	3.8	2.1	-0.3	4.2	0.6	-4.7	-22.7
12	-8.6	-7.0	-17.9	-2.5	0.0	1.6	7.0	4.5	4.3	-1.9	-2.3	-20.4
13	-11.3	-10.3	-10.9	-0.3	1.9	3.2	8.7	7.6	1.8	1.7	-7.8	-17.8
14	-13.5	-15.1	-9.1	0.2	0.5	3.8	7.5	-0.3	-3.0	1.0	-9.1	-16.8
15	-12.3	-13.7	-7.6	-1.2	3.3	0.1	10.2	-0.9	-2.5	-3.1	-10.1	-17.3
16	-18.0	-8.5	-12.7	-7.7	4.1	-2.7	10.8	4.4	-2.4	-0.3	-14.4	-15.8
17	-14.5	-10.6	-13.0	-8.6	0.0	-0.9	8.2	5.3	1.8	0.0	-11.6	-16.9
18	-11.6	-13.0	-14.4	-6.5	-3.0	0.1	8.5	5.4	2.8	-0.4	-9.1	-15.3
19	-13.3	-16.7	-10.6	-4.7	-3.3	1.6	10.8	6.0	0.3	-6.6	-5.7	-15.2
20	-11.4	-15.6	-8.9	-2.4	-0.1	3.4	12.2	5.9	-5.3	-4.9	-6.5	-18.5
旬总数	-121.	-119.	-117.	-36.6	6.0	14.0	86.0	37.6	2.0	-13.9	-81.3	-176.7
旬平均	-12.2	-11.9	-11.7	-3.7	0.6	1.4	8.6	3.8	0.2	-1.4	-8.1	-17.7
21	-9.0	-12.2	-10.9	-3.6	2.2	1.0	12.6	8.7	-2.3	-4.3	-10.0	-18.5
22	-9.5	-11.4	-8.8	-4.2	1.5	1.8	12.8	8.8	-3.0	-2.5	-12.6	-18.4
23	-12.9	-12.0	-0.4	0.0	-0.9	2.8	12.9	6.1	-5.4	-9.6	-11.4	-17.6
24	-14.2	-11.8	-2.1	2.3	-3.2	4.2	10.5	7.5	-3.4	-14.3	-8.8	-11.9
25	-17.0	-9.2	-8.0	2.3	-4.3	6.4	8.5	8.1	-4.6	-8.1	-8.3	-14.5
26	-17.1	-14.8	-6.9	2.7	-2.6	3.7	9.6	5.8	-4.5	-5.6	-7.7	-13.9
27	-18.4	-18.5	-4.3	-5.7	-2.3	4.3	11.3	6.4	-4.4	-7.1	-7.5	-14.9
28	-19.9	-13.7	-6.0	-6.8	-0.6	4.2	10.6	2.8	-8.8	-10.3	-7.8	-11.8
29	-17.8		-6.7	-3.7	0.8	3.6	7.7	0.1	-9.4	-5.2	-9.4	-11.0
30	-17.9		-4.8	-5.9	-0.1	6.7	5.4	0.3	0.3	-1.0	-9.1	-13.2
31	-18.5		-9.3		-1.9		7.7	0.2		1.4		-8.4
旬总数	-172.	-103.	-68.2	-22.6	-11.4	38.7	109.6	54.8	-45.5	-66.6	-92.6	-154.1
旬平均	-15.7	-13.0	-6.2	-2.3	-1.0	3.9	10.0	5.0	-4.6	-6.1	-9.3	-14.0
月总数	-412.	-362.	-298.	-149.	-13.7	60.6	245.1	158.6	-51.1	-87.7	-253.3	-433.0
月平均	-13.3	-12.9	-9.6	-5.0	-0.4	2.0	7.9	5.1	-1.7	-2.8	-8.4	-14.0
最高	-3.4	-2.5	8.1	8.7	11.0	11.1	19.5	14.8	9.3	8.5	4.7	-1.8
日期	11	12	24	26	11	30	22	3	13	14	1	6
最低	-26.8	-24.3	-23.5	-20.3	-8.3	-10.7	-1.4	-5.5	-17.1	-19.7	-25.0	-28.8
日期	28	27	12	2	4	1	11	14	29	24	25	22
年统计	最高19.5 7月22日				最低-28.8 12月22日				年平均-4.4			

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

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					0.1	0.3	0.5		2.3			
2						0.5	1.2	5.6	0.2			
3					0.7	0.1	2.2				0.1	
4					2.6		0.3					
5					8.4	1.9	3.1	6.1	3.4			
6					0.2	1.8			2.0			
7					0.6	0.4	0.1		0.3			
8					0.6	5.9	2.1	1.5	0.1			
9							0.8	33.5	4.1			
10					0.2	1.2	0.8	1.2	2.6			
11				0.2	0.6	0.2	0.1	23.0				
12					7.1	5.3	0.3	2.3				
13			0.4			4.7				0.6		
14	0.6				0.1	9.5	0.8		0.2			0.1
15					1.0	2.2		9.3				
16				6.6		14.3		0.4				
17	0.1		0.2	1.1	0.4		3.7		0.4			
18					1.2			0.1				
19		0.2	0.1		5.0			0.4				
20					1.8			0.3	2.3	1.6		
21						1.5			0.6	0.1		
22				3.8		6.4						
23				4.1	6.0	0.7						
24			0.1		2.2	2.1	3.3		0.9			0.1
25					4.1		5.2			1.0		
26	0.6		0.3		1.0	4.9	0.9	0.3		2.2		
27			0.1		0.8	14.6						
28	0.4			0.7	0.1	5.4		7.1	0.1			
29				0.1	0.2	6.7	5.7	9.8				
30			0.5	0.7			5.4	19.0	2.1			
31					3.4		0.8	3.0				
总量	1.7	0.2	1.7	17.3	48.4	90.6	37.3	122.9	21.6	5.5	0.1	0.2

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

降水日数	4	1	7	8	24	22	19	17	15	5	1	2
最大降水量	0.6	0.2	0.5	6.6	8.4	14.6	5.7	33.5	4.1	2.2	0.1	0.1
日期	14	19	30	16	5	27	29	9	9	26	3	14
年统计	降水量 347.5					降水日数 125						

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	37	50	33	46	38	62	73	73	84	42	44	33
2	32	52	24	49	60	56	69	48	58	54	57	32
3	37	47	23	49	76	45	60	42	60	44	45	43
4	54	34	25	59	84	50	52	58	62	47	72	54
5	47	64	33	69	56	68	69	67	77	55	66	46
6	56	52	49	66	68	66	47	44	78	36	58	47
7	56	32	60	45	65	73	55	43	87	29	27	36
8	32	33	42	82	64	56	61	82	73	26	38	42
9	25	52	47	50	51	90	65	79	90	46	37	40
10	36	34	37	47	61	84	74	84	34	52	25	77
旬总数	412	450	373	562	623	650	625	620	703	431	469	450
旬平均	41	45	37	56	62	65	63	62	70	43	47	45
11	35	39	55	43	77	72	61	64	29	49	31	69
12	45	43	47	42	65	79	53	48	49	63	31	45
13	58	59	25	36	60	58	31	45	69	40	67	43
14	52	37	33	55	77	60	47	84	63	46	44	33
15	39	37	35	74	45	94	46	47	39	60	35	28
16	60	40	58	84	58	76	37	40	52	47	58	19
17	36	61	38	61	92	73	54	45	45	46	52	20
18	30	60	51	57	89	59	49	48	45	50	52	28
19	47	52	34	30	70	59	38	51	77	87	57	37
20	47	30	32	29	52	64	38	52	87	72	52	54
旬总数	449	458	408	511	685	694	454	524	555	560	479	376
旬平均	45	46	41	51	69	69	45	52	56	56	48	38
21	39	37	54	79	54	88	42	38	58	35	56	44
22	34	47	33	69	76	88	40	33	48	32	60	52
23	59	59	30	39	59	77	43	60	66	81	38	40
24	49	35	50	37	86	68	62	38	41	55	38	35
25	60	29	58	44	91	68	73	38	54	32	27	49

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

26	55	53	30	44	83	84	49	70	49	27	33	42
27	66	53	43	92	57	83	43	61	61	42	27	40
28	47	27	71	63	59	82	54	89	72	66	30	24
29	47		79	56	57	65	73	94	43	38	50	23
30	44		62	78	72	47	78	91	23	58	46	38
31	48		75		77		59	73		40		30
旬总数	548	340	585	601	771	750	616	685	515	506	405	417
旬平均	50	43	53	60	70	75	56	62	52	46	41	38
月总数	1409	1248	1366	1674	2079	2094	1695	1829	1773	1497	1353	1243
月平均	45	45	44	56	67	70	55	59	59	48	45	40
最小	11	13	10	11	15	21	16	13	10	10	10	8
日期	9	28	3	20	27	2	14	15	30	7	14	17

表5 乌鲁木齐河源空冰斗水文点逐日平均流量表 (流量: m³/s)

日月	一月	二月	三	四	五月	六月	七月	八月	九月	十	十一	十二
1							0.154	0.141				
2							0.088	0.163				
3							0.077	0.154				
4							0.141	0.129				
5							0.118	0.118				
6							0.095	0.141				
7							0.077	0.118				
8							0.088	0.118				
9							0.129	0.472				
10							0.129	0.359				
旬总数							1.096	1.913				
旬平均							0.110	0.191				
11							0.106	0.472				
12							0.060	0.359				
13							0.129	0.202				
14							0.154	0.141				
15							0.154	0.118				
16							0.163	0.258				
17							0.141	0.239				
18							0.141	0.154				
19							0.154	0.106				
20							0.180	0.095				
旬总数							1.382	2.144				
旬平均							0.138	0.214				
21						0.118	0.141	0.095				
22						0.095	0.154	0.088				
23						0.077	0.154	0.088				
24						0.088	0.154	0.088				
25						0.141	0.154	0.088				

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

26						0.129	0.163	0.088				
27						0.224	0.154	0.095				
28						0.141	0.141	0.095				
29						0.180	0.141	0.154				
30						0.154	0.224	0.106				
31							0.154	0.193				
旬总数						1.347	1.734	1.178				
旬平均						0.135	0.158	0.107				
月总数						1.347	4.212	5.235				
月平均						0.135	0.136	0.163				
年统计	年总数 10.794m ³ /s	径流量 9.33E+05m ³				径流模数 52.2L/(s·km ²)			径流深度 555mm			

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	-11.7	-17.9	-15.0	-9.6	-5.1	-3.9	5.3	7.6	-0.9	0.6	1.4	-8.7
2	-10.6	-17.9	-11.0	-10.8	-2.8	-8.0	1.7	4.3	-0.8	-4.7	-5.6	-6.9
3	-10.8	-14.7	-9.2	-15.0	-3.2	-2.7	3.9	8.0	2.2	-3.0	-9.7	-9.4
4	-15.9	-13.9	-11.7	-12.5	-3.4	2.0	5.9	6.7	2.5	-1.1	-7.7	-12.0
5	-14.5	-18.5	-12.1	-10.6	-4.7	1.0	5.0	4.2	1.6	-0.7	-8.5	-8.6
6	-15.8	-17.0	-13.5	-10.6	-3.9	0.7	1.9	6.5	0.0	-3.2	-11.2	-6.6
7	-16.7	-12.3	-14.6	-10.3	-2.6	1.6	2.3	8.7	-4.2	-1.6	-9.3	-11.4
8	-11.5	-10.8	-12.3	-7.6	0.7	2.7	4.9	7.5	-4.3	0.5	-7.2	-11.8
9	-8.4	-12.4	-10.7	-7.4	1.4	3.0	5.2	2.8	-5.5	0.2	-11.1	-8.0
10	-9.3	-10.7	-8.7	-5.7	2.1	-0.6	4.8	5.2	-3.9	0.4	-8.4	-11.4
旬总数	-125.	-146.	-118.	-100.	-21.5	-4.2	40.9	61.5	-13.3	-12.6	-77.3	-94.8
旬平均	-12.5	-14.6	-11.9	-10.0	-2.2	-0.4	4.1	6.2	-1.3	-1.3	-7.7	-9.5
11	-7.7	-9.0	-7.7	-3.8	2.9	3.2	1.7	1.2	1.4	-0.4	-6.6	-21.0
12	-9.6	-7.1	-16.2	-3.9	0.3	1.3	3.9	0.8	3.7	-0.4	-4.0	-23.0
13	-12.5	-12.0	-15.6	-2.7	0.5	2.1	7.2	5.3	3.7	-2.5	-4.8	-17.7
14	-13.2	-16.8	-9.5	-0.3	0.4	2.2	6.7	4.3	-1.8	3.0	-9.3	-15.9
15	-13.3	-13.2	-10.1	-1.1	0.8	1.7	8.0	-3.7	-4.0	-2.2	-9.4	-15.3
16	-19.7	-9.4	-9.8	-3.9	3.3	-1.6	9.3	1.7	-3.7	-3.4	-12.8	-14.9
17	-13.9	-11.4	-13.3	-9.1	1.7	-2.0	8.5	4.1	-1.3	-0.8	-14.5	-13.7
18	-11.4	-14.1	-15.1	-8.4	-2.0	-1.4	7.6	4.3	1.2	0.8	-11.8	-15.2
19	-13.8	-18.0	-13.5	-6.4	-4.2	-0.7	8.8	4.4	2.3	-3.5	-7.6	-15.3
20	-12.0	-16.6	-9.3	-4.1	-2.7	1.9	10.6	4.9	-3.8	-6.8	-6.4	-16.0
旬总数	-127.	-127.	-120.	-43.7	1.0	6.7	72.3	27.3	-2.3	-16.2	-87.2	-168.0
旬平均	-12.7	-12.8	-12.0	-4.4	0.1	0.7	7.2	2.7	-0.2	-1.6	-8.7	-16.8
21	-8.4	-13.5	-10.1	-3.6	0.3	1.3	11.7	6.6	-4.6	-5.5	-9.2	-21.0
22	-10.9	-12.8	-11.3	-4.5	1.5	0.4	12.2	8.1	-3.6	-3.5	-10.1	-17.2
23	-13.8	-11.8	-5.7	-3.3	-0.5	1.3	11.4	6.5	-5.1	-4.6	-15.2	-18.7
24	-15.8	-12.0	1.8	0.5	-2.3	2.6	11.2	6.5	-4.7	-13.9	-9.4	-15.1

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

25	-18.3	-9.6	-7.8	1.2	-4.6	5.0	9.9	6.7	-4.9	-11.9	-7.1	-11.2
26	-18.6	-16.8	-7.4	2.6	-3.6	3.8	7.2	7.0	-5.9	-4.3	-7.3	-14.2
27	-19.4	-18.6	-5.2	-2.0	-3.2	3.2	9.9	4.4	-5.4	-5.4	-7.2	-14.3
28	-20.3	-13.9	-6.8	-7.2	-2.7	3.6	10.6	4.8	-6.0	-9.6	-7.0	-13.9
29	-19.1		-5.8	-6.0	-1.1	2.8	8.6	0.7	-13.6	-9.9	-8.1	-11.1
30	-18.8		-6.8	-5.3	-0.2	4.5	6.2	0.6	-3.8	-2.6	-11.2	-11.5
31	-19.3		-6.1		-2.3		5.2	-0.3		0.1		-12.7
旬总数	-182.	-109.	-71.2	-27.6	-18.7	28.5	104.	51.6	-57.6	-71.1	-91.8	-160.9
旬平均	-16.6	-13.6	-6.5	-2.8	-1.7	2.9	9.5	4.7	-5.8	-6.5	-9.2	-14.6
月总数	-435.	-382.	-310.	-171.	-39.2	31.0	217.	140.	-73.2	-99.9	-256.3	-423.7
月平均	-14.0	-13.7	-10.0	-5.7	-1.3	1.0	7.0	4.5	-2.4	-3.2	-8.5	-13.7
最高	-3.6	-3.5	7.0	9.0	9.5	10.2	17.7	14.1	10.1	7.6	4.4	-1.2
日期	21	12	24	25	22	30	22	7	3	14	1	6
最低	-25.5	-24.6	-22.4	-20.4	-9.6	-11.5	-9.2	-6.4	-18.1	-20.9	-18.7	-26.0
日期	28	27	13	3	1	2	14	15	29	24	17	12
年统计	最高 17.7 7月 22日				最低-26.0 2月 12日				年平均-5.0			

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				0.1		0.2	0.7	6.1	2.3			
2					0.7	1.1	1.6		0.1			
3					2.0		1.9					
4					9.2		1.6		3.9			
5					0.4	2.7	2.0	6.7	2.7			
6					0.6	2.5					0.1	
7					0.9	5.7	1.0		1.1			
8							1.1	41.1	4.3			
9						0.6	0.5	0.4	0.9			
10				0.1	0.5	0.9	0.9	22.9				
11					6.9	4.3	0.3	7.2				
12					1.9	7.8				0.5		
13			0.7			1.7			0.1			
14	0.4				0.9		0.9	4.6				
15				6.4		5.8		6.6				
16			0.1	1.1		17.5			0.6			
17			0.1		5.4		3.3					
18					7.8			0.8				

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

19		0.1		0.1	9.5			1.4	1.2	1.6		
20								0.5	0.3	0.1		
21			0.1	4.6		6.5			0.1			
22				2.4	2.9	1.8						
23			0.1		4.0	0.5						
24					5.8	1.5	4.2		0.1			
25			0.5		11.3		5.8			0.6		
26	0.8				0.5	18.9				1.7		
27				1.7	0.1	4.9		0.5				
28	0.5		0.3	0.1	0.1	6.9		15.9				
29			2.1	0.1		9.1	12.8	14.6	1.8			
30			0.2	0.3	3.7		0.9	11.6				
31					0.9			0.1				
总量	1.7	0.1	4.2	17.0	76.0	100.9	39.5	141.0	19.5	4.5	0.1	0.0
降水日数	3	1	9	11	22	20	16	16	14	5	1	0
最大降水量	0.8	0.1	2.1	6.4	11.3	18.9	12.8	41.1	4.3	1.7	0.1	0.0
日期	26	19	29	15	25	26	29	8	8	26	6	
年统计	降水量 404.5					降水日数 118						

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	28	51	25	66	65	76	58	57	77	25	38	40
2	23	46	11	54	40	59	87	75	76	61	60	29
3	29	36	11	45	80	50	65	44	43	41	36	32
4	49	27	18	56	77	50	60	48	64	52	59	55
5	42	64	26	69	72	64	68	74	77	54	74	49
6	60	42	47	70	66	71	64	52	64	49	73	50
7	51	20	57	64	69	74	57	46	92	42	39	34
8	25	22	35	55	63	70	58	63	83	24	27	47
9	13	49	46	78	65	71	68	92	75	34	45	33
10	26	27	28	44	60	99	71	68	80	52	33	56
旬总数	346	384	304	601	657	684	656	619	731	434	484	425
旬平均	35	38	30	60	66	68	66	62	73	43	48	43
11	27	31	29	41	70	74	81	92	27	57	26	72

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

12	44	37	59	47	80	85	58	54	38	50	31	56
13	57	60	32	45	65	68	46	46	53	67	45	44
14	40	31	24	46	68	64	41	65	77	33	74	39
15	34	27	37	71	68	75	50	82	61	60	27	26
16	56	42	55	72	50	89	47	42	54	60	52	17
17	23	58	43	73	78	73	50	42	42	50	52	13
18	21	57	52	58	95	72	56	49	52	38	54	13
19	41	40	44	55	82	68	44	54	48	69	58	35
20	40	20	23	26	67	59	41	56	94	86	56	46
旬总数	383	403	398	534	723	727	514	582	546	570	475	361
旬平均	38	40	40	53	72	73	51	58	55	57	48	36
21	29	33	50	50	50	79	43	45	73	66	58	51
22	30	48	44	85	67	90	45	39	61	27	59	49
23	60	45	29	54	78	89	50	49	62	51	58	50
24	46	25	24	42	68	79	51	46	48	81	34	37
25	59	19	77	46	86	63	63	39	49	40	30	34
26	51	56	43	41	83	82	75	49	59	20	25	53
27	60	43	23	71	82	86	44	74	59	29	28	43
28	28	16	67	87	52	86	47	72	73	59	23	31
29	34		66	52	65	84	63	95	62	56	35	21
30	40		73	67	63	56	78	88	36	44	59	26
31	43		69		82		76	91		52		38
旬总数	480	285	565	595	776	794	635	687	582	525	409	433
旬平均	44	36	51	60	71	79	58	62	58	48	41	39
月总数	1209	1072	1267	1730	2156	2205	1805	1888	1859	1529	1368	1219
月平均	39	38	41	58	70	74	58	61	62	49	46	39
最小	10	10	10	13	10	21	15	12	11	12	11	10
日期	10	11	2	20	2	3	27	3	30	8	15	16

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	五	六月	七月	八月	九月	十	十一	十二
1							3.824	3.632				
2							3.260	3.824				
3							2.389	3.632				
4							3.444	3.078				
5							3.632	2.727				
6							3.078	3.260				
7							2.727	3.260				
8							2.727	3.444				

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

9							3.632	8.120				
10							3.444	4.419				
旬总数							32.157	39.396				
旬平均							3.216	3.940				
11							3.078	6.628				
12							2.556	4.217				
13							3.444	3.078				
14							3.824	2.727				
15							3.824	2.727				
16							4.019	2.065				
17							3.632	2.389				
18							3.632	2.065				
19							3.824	1.754				
20							4.217	1.754				
旬总数							36.050	29.404				
旬平均							3.605	2.940				
21						2.225	4.217	1.754				
22						2.556	4.624	2.065				
23						2.225	4.419	2.225				
24						2.225	4.833	2.389				
25						2.901	5.045	2.225				
26						3.444	5.261	2.389				
27						5.703	4.217	2.225				
28						4.419	4.019	2.225				
29						5.480	4.217	3.824				
30						4.019	5.703	3.444				
31							4.019	3.260				
旬总数						35.19	50.574	28.025				
旬平均						3.520	4.598	2.548				
月总数						35.19	118.78	96.825				
月平均						3.520	3.832	3.123				
年统计	年总数 250.803m ³ /s					径流量 2.167E+07m ³		径流模数 56.7L/(s·km ²)				径流深度 750mm

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	-11.2	-15.6	-14.8	-9.0	-2.7	-1.4	8.0	8.5	0.4	2.6	2.2	-8.1
2	-10.2	-17.7	-11.5	-8.2	-0.7	-4.9	4.5	6.5	1.6	-2.6	-5.8	-8.1
3	-10.4	-14.2	-9.5	-14.2	-1.2	0.0	6.9	9.4	4.2	-1.0	-9.9	-9.7
4	-15.1	-12.7	-11.4	-10.0	-2.0	4.6	8.6	8.8	4.4	1.5	-6.4	-10.9
5	-12.4	-17.1	-11.5	-8.0	-2.7	3.6	8.2	6.4	4.3	1.5	-6.4	-7.9
6	-14.3	-16.5	-12.2	-7.6	-1.2	3.1	4.3	8.7	0.9	-0.9	-9.2	-7.0
7	-14.8	-13.1	-12.5	-8.1	0.0	3.7	4.2	10.5	-2.5	0.9	-7.9	-10.4
8	-11.9	-11.1	-11.4	-6.1	3.0	5.4	7.5	10.4	-1.9	1.7	-6.2	-9.3
9	-8.3	-11.5	-8.4	-4.9	3.5	5.6	7.3	5.0	-3.4	1.7	-9.1	-8.0

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

10	-10.2	-10.8	-7.5	-4.7	4.4	0.7	7.2	6.9	-1.5	2.0	-7.2	-12.5
旬总数	-118.	-140.	-110.	-80.8	0.4	20.4	66.7	81.1	6.5	7.4	-65.9	-91.9
旬平均	-11.9	-14.0	-11.1	-8.1	0.0	2.0	6.7	8.1	0.7	0.7	-6.6	-9.2
11	-6.3	-8.3	-7.2	-2.1	4.8	5.2	3.8	2.4	3.5	2.2	-5.3	-18.7
12	-9.0	-6.8	-15.4	-0.7	1.7	3.5	5.9	4.0	5.4	1.5	-1.7	-22.7
13	-12.6	-10.3	-15.5	0.3	3.2	5.2	8.8	7.3	5.5	0.1	-3.6	-18.8
14	-14.4	-15.2	-7.8	1.8	2.0	4.0	9.1	6.3	-0.1	3.7	-7.3	-17.5
15	-11.7	-12.5	-6.9	0.6	3.4	4.0	10.7	-1.6	-1.3	-2.9	-7.7	-15.8
16	-18.2	-8.7	-7.8	-2.1	5.9	0.2	11.0	3.7	-1.8	-0.5	-11.7	-17.0
17	-14.4	-10.6	-11.9	-7.0	3.8	-0.5	10.2	6.1	1.0	1.0	-11.1	-16.5
18	-12.4	-11.7	-13.0	-5.8	-0.7	1.4	9.5	6.6	3.0	3.6	-10.1	-16.0
19	-13.7	-15.9	-11.4	-4.3	-2.1	2.0	11.2	6.4	3.8	-3.8	-5.3	-14.4
20	-10.4	-15.3	-8.1	-1.3	0.2	3.8	12.1	7.3	-2.5	-6.0	-4.4	-13.4
旬总数	-123.	-115.	-105.	-20.6	22.2	28.8	92.3	48.5	16.5	-1.1	-68.2	-170.8
旬平均	-12.3	-11.5	-10.5	-2.1	2.2	2.9	9.2	4.9	1.7	-0.1	-6.8	-17.1
21	-9.1	-11.7	-9.1	-0.8	3.0	3.6	13.5	8.4	-2.3	-2.9	-5.9	-18.6
22	-9.4	-11.3	-9.9	-2.4	3.9	3.1	14.2	9.9	-0.6	-2.2	-9.0	-16.2
23	-12.4	-11.2	-4.5	-2.1	1.5	3.6	13.2	7.7	-2.8	-5.1	-13.2	-18.4
24	-13.0	-12.5	2.5	3.3	-1.3	4.7	12.8	7.0	-2.2	-11.9	-10.8	-14.3
25	-16.9	-9.7	-7.1	3.0	-2.4	7.3	11.2	8.7	-1.5	-13.4	-8.6	-10.9
26	-16.6	-15.2	-5.5	5.1	-1.9	6.4	9.3	9.2	-2.7	-6.0	-9.0	-14.0
27	-19.3	-18.6	-3.7	-0.3	-1.2	5.6	11.2	6.0	-2.0	-6.1	-6.9	-13.9
28	-21.2	-14.2	-5.3	-5.0	0.2	6.1	13.1	6.3	-4.0	-7.4	-7.1	-14.3
29	-17.9		-3.4	-4.4	1.6	5.0	9.0	1.7	-12.2	-10.6	-7.0	-10.6
30	-17.6		-5.4	-2.8	2.5	6.9	7.6	1.7	-1.9	-3.3	-7.7	-11.4
31	-18.4		-5.1		-1.5		7.7	1.2		0.4		-11.4
旬总数	-171.	-104.	-56.5	-6.4	4.4	52.3	122.	67.8	-32.2	-68.5	-85.2	-154.0
旬平均	-15.6	-13.1	-5.1	-0.6	0.4	5.2	11.2	6.2	-3.2	-6.2	-8.5	-14.0
月总数	-413.	-360.	-272.	-107.	27.0	101.	281.	197.	-9.2	-62.2	-219.3	-416.7
月平均	-13.3	-12.9	-8.8	-3.6	0.9	3.4	9.1	6.4	-0.3	-2.0	-7.3	-13.4
最高	-2.1	-1.6	8.3	9.9	12.6	13.7	21.6	19.1	11.9	10.2	6.7	-0.4
日期	21	12	24	26	11	11	22	22	13	14	1	6
最低	-28.0	-23.9	-23.6	-21.8	-8.4	-14.2	-1.2	-4.3	-15.2	-20.6	-18.3	-25.8
日期	28	27	13	3	5	3	12	15	29	25	3	12
年统计	最高 21.6 7月 22日				最低 -28.0 1月 28日				年平均 -3.5			

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				1.0	0.2	1.3	0.6		2.6			
2						1.1	1.2	5.2	0.2			
3				0.2	0.4	1.5	1.6		5.4			

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

4					2.9		1.1				0.1	
5					8.6	3.2	2.5	4.8	3.1			
6					0.1	2.0		3.6	1.8			
7					0.6	2.7	0.7		1.1			
8				0.1		5.7	1.8	16.0	2.3			
9				7.1		0.6	0.5	23.8	4.0			
10		0.3		0.1	0.9	1.2	0.9	12.1	1.9			
11					6.1	2.3	0.4	19.8				
12					3.7	7.2	0.3	1.8				
13			0.2		0.1	3.4			0.1	0.5		
14	0.2	0.1			0.3	7.4	0.9	4.6	0.2			
15					0.5	4.0		10.0				
16				9.4		19.1		0.4	0.6			
17			0.5	1.4	4.8		2.8		0.4			
18		0.1			1.8		0.5	0.5				
19			0.1		5.6			0.9	1.2			
20					8.4	0.3		0.4	0.5	1.0		
21						2.9			0.4	0.1		
22				3.0		4.6			1.6			
23			0.1	1.6	3.7	0.8						
24					0.6	1.8	3.4		0.8			
25					6.4		5.8			0.5		
26	0.6		0.2		9.6	8.4	2.1	0.5		0.1		
27					0.3	13.1						
28	0.2			2.5	1.0	5.4		8.6	0.2			
29				0.1	0.1	5.8	9.3	17.0	0.8	0.4		
30			2.3	0.5			5.3	19.9	0.1			
31					3.4		0.8	2.6				
总量	1.0	0.5	3.4	27.0	70.1	105.	42.5	152.	29.3	2.6	0.1	0.0
降水日数	3	3	6	12	24	24	20	19	21	6	1	0
最大降水量	0.6	0.3	2.3	9.4	9.6	19.1	9.3	23.8	5.4	1.0	0.1	0.0
日期	26	18	30	16	26	16	29	9	3	20	4	
年统计	降水量 434.8						降水日数 139					

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

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	41	43	25	84	63	56	73	62	61	28	43	32
2	36	74	64	72	71	80	55	46	47	19	47	28
3	39	54	44	55	50	58	48	79	54	20	39	33
4	54	56	48	74	50	55	52	82	54	22	34	51
5	53	67	50	72	72	59	61	73	64	30	63	39
6	60	72	47	80	52	61	68	61	64	47	42	58
7	39	41	39	97	46	58	72	68	64	54	28	48
8	42	31	32	82	58	54	67	63	63	39	27	30
9	38	43	39	75	89	67	68	64	80	42	50	17
10	67	36	52	78	72	69	99	58	50	31	31	32
旬总数	469	517	440	769	623	617	663	656	601	332	404	368
旬平均	47	52	44	77	62	62	66	66	60	33	40	37
11	76	29	51	36	94	80	72	68	48	38	34	29
12	62	29	50	43	45	61	82	84	42	70	39	47
13	45	47	60	55	44	54	68	61	39	46	60	64
14	45	73	42	82	64	41	68	75	44	24	32	52
15	34	29	82	60	79	48	73	64	71	30	28	34
16	29	59	53	61	45	52	91	48	75	52	41	63
17	25	44	49	45	46	52	78	76	79	46	63	27
18	22	58	34	55	49	57	71	97	56	52	54	27
19	36	52	82	52	55	42	65	87	63	42	38	44
20	41	52	87	95	53	44	66	60	34	29	23	37
旬总数	415	472	590	584	574	531	734	720	551	429	412	424
旬平均	42	47	59	58	57	53	73	72	55	43	41	42
21	46	47	57	71	47	45	78	47	48	52	30	45
22	49	61	34	53	42	44	84	64	88	49	45	30
23	51	55	69	63	61	51	87	84	58	32	50	52
24	38	41	84	49	69	54	77	88	41	27	40	40
25	37	40	56	38	44	70	62	89	51	79	22	58
26	52	36	33	48	49	73	79	84	40	42	58	49
27	46	32	37	48	81	49	86	89	73	26	55	66
28	36	29	55	69	77	45	85	59	92	67	24	42
29	24	35	77	73	97	77	88	66	57	62	-7	36
30	29	47	52	32	89	80	56	62	66	80	-8	38
31	37		56		92	72	8	94		73		40

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

旬总数	445	423	610	544	748	660	790	826	614	589	309	496
旬平均	40	42	55	54	68	60	72	75	61	54	31	45
月总数	1329	1412	1640	1897	1945	1808	2187	2202	1766	1350	1125	1288
月平均	43	47	53	63	63	58	71	71	59	44	38	42
最小	6	7	6	9	14	16	17	6	6	8	9	5
日期	9	11	2	29	21	30	13	26	13	1	15	18

表 13 天山冰川站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	-6.8	-13.9	-10.3	-6.0	5.4	4.3	14.4	15.5	7.9	4.6	3.0	-5.6
2	-9.3	-12.2	-9.2	-7.4	6.8	3.2	12.4	16.4	9.4	3.1	-2.1	-6.0
3	-9.0	-11.8	-7.2	-6.0	6.8	8.0	13.7	17.0	10.5	4.5	-6.3	-5.6
4	-14.0	-9.6	-6.7	-3.3	5.5	11.3	15.5	16.6	10.7	6.0	-6.0	-6.2
5	-12.1	-10.8	-7.2	-0.8	5.1	11.3	12.0	14.9	12.0	6.1	-2.6	-6.4
6	-10.2	-11.9	-4.6	-0.6	6.3	11.0	9.7	17.1	7.6	2.4	-2.4	-4.7
7	-11.6	-10.6	-6.0	-0.4	8.2	12.5	10.6	18.9	6.4	3.0	-5.6	-5.7
8	-11.0	-9.6	-4.7	3.1	11.4	13.0	13.4	19.6	6.9	5.4	-3.6	-8.4
9	-9.8	-7.2	-2.7	3.1	10.9	11.7	14.6	13.3	6.8	7.0	-3.4	-6.8
10	-8.0	-6.3	-1.2	3.8	12.2	8.2	14.1	14.4	8.1	7.9	-3.5	-7.6
旬总数	-101.	-103.	-59.8	-14.5	78.6	94.5	130.	163.	86.3	50.0	-32.5	-63.0
旬平均	-10.2	-10.4	-6.0	-1.5	7.9	9.5	13.0	16.4	8.6	5.0	-3.3	-6.3
11	-7.9	-4.5	-4.2	5.6	13.2	10.2	11.3	10.5	8.1	6.2	-2.9	-9.1
12	-6.6	-2.5	-7.9	9.2	9.7	11.4	11.8	10.7	9.5	5.6	0.1	-15.1
13	-9.2	-6.7	-8.8	9.6	10.0	13.6	14.9	13.8	11.9	7.2	-0.4	-17.8
14	-11.2	-12.7	-2.5	7.0	9.5	13.8	15.7	10.7	6.1	6.1	-1.8	-14.4
15	-8.7	-9.0	-4.0	6.8	10.9	11.2	17.3	6.4	4.6	2.7	-4.0	-14.3
16	-10.3	-5.3	-6.6	3.4	12.6	8.1	18.2	9.0	4.0	2.6	-6.4	-14.6
17	-13.0	-6.4	-8.5	0.3	11.5	7.8	16.9	11.1	5.8	1.8	-7.6	-14.8
18	-10.9	-7.0	-8.9	3.2	7.1	8.5	16.5	12.9	8.3	2.9	-8.5	-15.7
19	-9.7	-8.8	-6.4	4.4	5.7	8.7	17.8	14.2	8.3	0.1	-7.5	-13.9
20	-8.7	-10.6	-2.7	7.8	8.7	12.0	19.0	14.6	5.8	0.3	-3.9	-12.4
旬总数	-96.2	-73.5	-60.5	57.3	98.9	105.	159.	113.9	72.4	35.5	-42.9	-142.1
旬平均	-9.6	-7.4	-6.1	5.7	9.9	10.5	15.9	11.4	7.2	3.6	-4.3	-14.2
21	-9.7	-8.4	-2.1	7.4	10.8	12.0	20.8	16.2	8.2	1.7	-3.7	-13.1
22	-11.4	-5.9	-3.0	5.7	10.6	12.4	21.4	17.2	5.8	1.7	-5.4	-15.3
23	-10.0	-7.2	1.1	7.9	8.3	11.5	19.8	13.2	3.7	-0.6	-6.7	-14.6
24	-12.4	-8.2	5.1	11.0	5.6	12.7	18.8	13.5	3.6	-4.8	-7.6	-14.0
25	-13.8	-6.3	-0.7	10.7	6.6	14.3	16.9	15.2	3.5	-7.7	-6.6	-10.6
26	-16.0	-8.2	-1.0	13.0	8.3	14.3	16.5	15.4	3.2	-4.1	-6.2	-11.6
27	-16.2	-10.2	2.4	4.7	7.4	13.5	17.9	14.2	2.5	-1.7	-5.7	-10.4
28	-17.5	-10.1	-0.2	2.9	8.3	13.4	19.8	12.4	0.0	-2.9	-4.8	-13.4

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

29	-16.3		1.3	4.9	9.1	12.6	15.7	9.5	-3.7	-2.6	-4.5	-11.2
30	-14.6		-0.3	3.3	9.7	13.9	15.4	8.7	-0.5	-1.7	-5.0	-10.6
31	-14.5		-7.9		6.6		16.7	9.7		2.3		-10.8
旬总数	-152.	-64.5	-5.3	71.5	91.3	130.	199.	145.	26.3	-20.4	-56.2	-135.6
旬平均	-13.9	-8.1	-0.5	7.2	8.3	13.1	18.2	13.2	2.6	-1.9	-5.6	-12.3
月总数	-350.	-241.	-125.	114.3	268.	330.	489.	422.	185.	65.1	-131.6	-340.7
月平均	-11.3	-8.6	-4.1	3.8	8.7	11.0	15.8	13.6	6.2	2.1	-4.4	-11.0
最高	5.6	11.0	18.2	22.9	22.9	22.6	29.5	30.2	23.9	20.3	15.6	5.1
日期	1	12	24	26	12	30	24	7	13	7	1	2
最低	-24.0	-19.8	-17.6	-13.8	-1.8	-1.1	2.4	0.2	-8.8	-13.2	-13.5	-20.2
日期	28	14	13	3	1	1	6	15	30	25	17	21
年统计	最高 30.2 8月 7日				最低 -24.0 1月 28日				年平均 1.8			

表 14 天山冰川站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				4.3		4.4	1.5		0.9		0.1	1.0
2						1.6	1.3	0.2		2.6	1.6	
3					4.4	1.0			0.2		0.1	2.1
4					4.0		5.2					
5					3.7	0.2	1.5	0.2	7.2	0.1		
6					0.4	2.9			0.7		1.4	
7				1.8		3.6			0.4	0.1	0.6	
8			0.1			0.4	0.4	0.4				2.4
9				0.1	3.1	7.4	4.8	14.3	0.1	0.1		
10						2.5	0.1					
11						0.3		16.4				
12					2.5	3.7			0.2	0.1		
13			1.1							0.1		
14	0.6	1.6			1.3		0.1	4.6	1.5		1.4	
15				11.3		7.6		12.7	0.1	0.2	0.9	2.1
16				5.9		16.8			0.5	0.1		1.4
17			2.2	2.3	5.9		1.2				8.0	
18				0.1	21.8	3.4	0.7		0.1		0.0	2.0
19			0.4	0.4	5.0	0.2				0.1	7.5	
20								0.1	3.0	1.1		
21						6.5						

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

22				6.7	10.6	1.9	0.1		2.0	0.3		
23				0.2	8.0	0.3	0.2	0.5	4.5	0.2	0.3	
24					7.5	0.1	3.5		0.2	7.0		
25			0.2		2.0		1.9					
26					3.7	3.5		0.1		0.1	0.8	1.6
27				3.1	6.1	2.1			0.1		0.4	0.7
28			0.6	3.6	0.1	6.6	0.2	0.9	2.7	0.2	0.2	
29				0.2	0.4	1.8	3.5	24.8	1.9	0.1		
30			2.5	4.1	8.5		0.8	22.2				
31					1.4			2.9				
总量	0.6	1.6	7.1	44.1	100.4	78.8	27.0	100.3	26.3	12.5	23.3	13.3
降水日数	1	1	7	14	20	23	17	14	18	16	14	8
最大降水量	0.6	1.6	2.5	11.3	21.8	16.8	5.2	24.8	7.2	7.0	8.0	2.4
日期	18	14	30	15	18	16	4	29	5	24	17	8
年统计	降水量 435.3					降水日数 153						

表 15 天山冰川站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	37	50	32	65	66	86	68	59	81	58	72	70
2	30	54	14	54	51	80	80	53	74	70	85	64
3	39	46	15	60	59	62	68	51	72	70	70	63
4	58	40	21	60	80	59	65	51	74	60	77	63
5	46	67	34	68	81	62	81	58	68	64	71	69
6	63	50	54	68	69	73	78	50	76	77	81	75
7	55	30	60	67	63	66	67	39	76	67	83	77
8	34	30	46	67	55	68	61	44	75	55	72	73
9	10	57	50	77	65	76	67	82	69	48	74	65
10	37	35	36	57	57	81	74	66	66	50	66	74
旬总数	409	459	362	643	646	713	709	553	731	619	751	693
旬平均	41	46	36	64	65	71	71	55	73	62	75	69
11	32	39	45	55	54	76	79	86	62	54	61	82
12	54	46	72	49	75	77	70	65	63	53	55	80
13	68	65	53	46	72	71	61	58	58	59	65	80

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

14	58	38	25	51	72	57	58	74	80	65	81	81
15	40	31	35	72	69	77	56	81	77	80	83	78
16	67	48	59	75	58	89	54	66	77	74	84	73
17	29	67	53	77	67	79	57	67	73	75	81	68
18	29	60	58	62	89	76	59	59	64	72	83	68
19	51	44	49	67	85	79	54	54	67	79	82	67
20	44	22	32	40	69	65	46	54	79	81	82	65
旬总数	472	460	481	594	710	746	594	664	700	692	757	742
旬平均	47	46	48	59	71	75	59	66	70	69	76	74
21	52	35	59	55	62	72	44	48	58	78	88	79
22	35	52	56	82	71	70	44	44	73	68	81	77
23	58	57	36	63	86	79	53	68	81	81	78	75
24	47	47	30	48	90	72	70	73	79	86	66	67
25	64	21	77	58	83	67	78	62	74	79	71	68
26	56	63	49	47	73	74	72	58	74	76	71	72
27	69	61	28	73	81	83	57	61	75	64	69	68
28	49	25	70	84	70	85	49	63	83	69	63	75
29	42		66	63	65	87	68	90	73	80	62	64
30	44		78	69	73	68	74	83	59	74	71	66
31	47		74		79		59	79		76		65
旬总数	563	361	623	642	833	757	668	729	729	831	720	776
旬平均	51	45	57	64	76	76	61	66	73	76	72	71
月总数	1444	1280	1466	1879	2189	2216	1971	1946	2160	2142	2228	2211
月平均	47	46	47	63	71	74	64	63	72	69	74	71

天山冰川观测试验站水文气象资料整编说明 (2016年)

金爽, 周平

(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2016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300m的河道上, 实施1号冰川冰雪径流的监测, 断面海拔3695m, 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1.0m, 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3805m, 流域面积1.68 km², 为混凝土矩形断面(高1.0m, 宽1.0m), 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2130m, 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)。

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

表1 乌鲁木齐河源1号冰川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						0.088	0.37	0.448				
2						0.109	0.32	0.474				
3						0.153	0.27	0.474				
4						0.153	0.396	0.554				
5					0.109	0.176	0.448	0.500				
6					0.109	0.199	0.636	0.421				
7					0.109	0.246	0.32	0.500				
8					0.109	0.246	0.222	0.320				
9					0.109	0.176	0.222	0.396				
10					0.109	0.199	0.295	0.370				
旬总数					0.654	1.745	3.499	4.457				
旬平均					0.109	0.175	0.350	0.446				
11					0.088	0.27	0.222	0.295				
12					0.088	0.295	0.345	0.295				
13					0.088	0.345	0.396	0.222				
14					0.088	0.345	0.448	0.270				
15					0.088	0.421	0.748	0.396				
16					0.088	0.664	0.527	0.345				
17					0.088	0.609	0.500	0.199				
18					0.088	0.295	0.554	0.199				
19					0.068	0.246	0.396	0.222				
20					0.068	0.176	0.295	0.295				
旬总数					0.840	3.666	4.431	2.738				
旬平均					0.084	0.367	0.443	0.274				
21					0.068	0.176	0.396	0.776				
22					0.068	0.176	0.345	0.891				
23					0.068	0.088	0.199					
24					0.068	0.176	0.320					
25					0.068	0.176	0.474					
26					0.068	0.222	0.527					
27					0.068	0.295	0.664					
28					0.068	0.345	0.692					
29					0.068	0.345	0.891					
30					0.068	0.37	0.776					
31					0.088		0.581					
旬总数					0.700	2.193	5.469	0.891				
旬平均					0.070	0.244	0.547	0.891				
月总数					2.262	7.780	13.795	8.862				
月平均					0.084	0.259	0.445	0.403				

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

年统计	年总数 32.699m ³ /s	径流量 2.825E+06m ³	径流模数 89.0 L/(s·km ²)	径流深度 846 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	-8.8	-15.4	-5.8	-4.6	-4.5	-0.7	7.4	6.6	3.0	2.2	-4.5	-12.0
2	-11.8	-17.6	-7.6	-4.3	2.2	1.4	6.1	2.4	5.5	-0.2	-3.3	-11.1
3	-12.9	-21.2	-14.4	-4.6	-0.5	3.9	4.6	6.5	4.3	-9.3	-3.1	-8.9
4	-12.1	-19.4	-10.4	-3.2	-0.9	4.5	6.6	9.1	1.4	-8.7	-3.9	-6.8
5	-11.4	-14.9	-5.9	-6.3	-1.7	5.1	6.7	10.3	1.9	-9.3	-17.5	-7.5
6	-11.9	-10.5	-5.9	-3.9	0.0	4.0	7.4	8.5	2.0	-9.6	-13.6	-8.0
7	-10.8	-6.1	-7.8	-2.4	-2.0	4.9	2.1	6.2	1.8	-3.7	-7.5	-6.2
8	-12.4	-5.9	-11.5	-2.6	-0.9	6.3	1.7	2.8	3.8	-5.3	-10.8	-7.1
9	-13.7	-9.7	-11.2	-1.9	1.8	3.9	1.0	4.2	3.1	-5.6	-10.4	-7.1
10	-16.9	-13.2	-7.3	-5.5	0.8	4.7	3.5	7.5	1.5	-5.2	-7.2	-6.2
旬总数	-122.	-133.	-87.9	-39.3	-5.7	38.0	47.3	64.1	28.1	-54.6	-81.6	-80.8
旬平均	-12.3	-13.4	-8.8	-3.9	-0.6	3.8	4.7	6.4	2.8	-5.5	-8.2	-8.1
11	-16.4	-27.0	-9.4	-6.9	-4.6	6.2	2.4	5.4	2.4	-6.0	-11.2	-10.9
12	-13.4	-22.9	-9.0	-3.9	-4.0	6.3	5.5	5.7	3.7	-1.7	-11.6	-9.9
13	-13.2	-17.3	-7.2	-7.2	-5.1	4.1	8.6	5.1	3.8	-1.6	-11.0	-9.9
14	-12.1	-16.8	-8.1	-8.3	-2.7	5.5	9.0	4.1	2.5	-2.2	-9.0	-8.4
15	-14.1	-14.2	-9.0	-9.4	0.6	6.8	7.3	5.7	4.3	-6.9	-11.4	-6.8
16	-13.9	-14.4	-9.6	-5.4	1.5	6.5	5.6	2.0	4.4	0.1	-9.3	-7.4
17	-14.3	-17.9	-5.0	0.1	-0.3	5.4	7.0	1.2	2.5	-1.1	-10.3	-8.2
18	-17.4	-18.9	-6.7	-2.7	-3.5	1.8	8.8	2.9	2.5	-2.1	-14.8	-9.5
19	-23.0	-12.3	-6.2	-5.5	-6.8	2.3	3.3	3.6	4.4	-6.6	-12.6	-12.3
20	-23.5	-10.3	-7.9	-3.8	-8.8	1.7	1.9	3.4	4.3	-8.9	-11.4	-17.9
旬总数	-161.	-172.	-78.0	-53.1	-33.6	46.7	59.5	38.9	34.7	-36.9	-112.7	-101.1
旬平均	-16.1	-17.2	-7.8	-5.3	-3.4	4.7	5.9	3.9	3.5	-3.7	-11.3	-10.1
21	-25.3	-14.0	-10.1	-0.4	-9.6	2.0	3.7	2.5	3.4	-7.9	-15.9	-13.3
22	-20.9	-13.7	-9.4	-2.8	-6.1	3.9	5.3	3.4	2.6	-7.5	-14.3	-9.9
23	-15.9	-14.6	-6.0	-3.4	-3.5	0.7	3.6	2.7	3.3	-10.6	-13.0	-12.5
24	-15.8	-12.9	-1.8	-6.0	-5.9	0.1	2.9	1.7	0.0	-11.5	-14.9	-21.2
25	-16.1	-9.0	-1.8	-4.5	-0.5	-0.4	6.2	5.8	-1.3	-13.9	-13.4	-19.5
26	-14.2	-4.4	-4.7	-1.0	2.3	3.9	7.5	7.0	-1.6	-15.8	-11.2	-12.8
27	-15.8	-4.4	-5.7	-2.6	1.9	6.7	8.6	4.7	-2.0	-17.9	-13.5	-13.7
28	-15.4	-5.1	-5.2	-2.3	0.3	6.0	10.7	2.5	-0.9	-15.0	-15.9	-14.7
29	-15.7	-9.6	-3.0	-1.8	-0.4	6.3	8.9	3.8	-0.4	-9.8	-11.6	-13.9
30	-16.5		-3.2	-8.5	-2.3	7.6	8.2	3.1	1.7	-8.6	-10.9	-15.9
31	-17.0		-2.1		-2.1		6.1	1.4		-5.5		-16.0
旬总数	-188.	-87.6	-53.0	-33.3	-25.9	36.9	71.7	38.6	4.8	-124.	-134.6	-163.5

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

旬平均	-17.1	-9.7	-4.8	-3.3	-2.4	3.7	6.5	3.5	0.5	-11.3	-13.5	-14.9
月总数	-472.	-393.	-218.	-125.	-65.2	121.	178.	141.	67.6	-215.	-328.9	-345.4
月平均	-15.2	-13.6	-7.1	-4.2	-2.1	4.0	5.8	4.6	2.3	-7.0	-11.0	-11.1
最高	-4.8	4.1	5.4	8.8	10.3	16.7	17.3	17.5	13.9	9.1	4.5	0.0
日期	6	26	24	17	26	30	13	5	2	1	4	4
最低	-29.8	-31.0	-20.5	-13.6	-15.0	-6.1	-1.8	-2.2	-6.6	-23.2	-23.3	-26.7
日期	20	11	3	15	21	1	21	17	28	27	5	25
年统计	最高 17.5 8月 5日				最低 -31.0 2月 11日				年平均 -4.5			

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				6.3	0.2	1.0	4.5	9.2		0.3		
2		0.3		5.6		10.6	1.3	1.9		3.7		
3		0.2	1.7	1.7	4.9	0.2	2.5			6.3		
4				1.2		5.5		0.1	2.8			
5				10.0	5.7		3.9					
6					0.9	11.0	4.9	3.9				
7			1.4		4.0	3.6	32.9	10.9	0.8			
8			1.8	1.1		0.1	1.8	10.6				
9		0.1	1.6		0.2	2.0	15.0		0.3			
10	0.3	0.1		2.8	0.1	6.4	6.7	0.1	0.8			
11		0.5	0.4		0.9		6.3	5.7	1.1			
12			1.3		8.4		0.2	0.2				
13			19.3	2.9	0.2	11.2			0.2			
14				5.9		4.1		1.2	0.4			
15			5.3	1.8	2.0	2.2	14.2	5.0				
16						12.4	4.6	32.3				
17	0.1	0.1		0.2	2.8	19.4	1.4	7.7	0.9			
18	1.3			1.2	3.7	12.0		1.9	0.4			
19	0.2		0.4	0.4	0.9	2.2	30.5	0.2				
20	1.3		0.8		5.0	0.5	12.4	12.8	0.1			
21		0.1	0.1		2.1	0.1	2.1	14.3	0.9			
22				0.7	1.7			0.2				
23		0.1		1.7	0.3	32.0	3.3	6.3				
24				9.0	1.4	10.2	3.0	3.6	0.1			
25				0.8		5.0	0.2					

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

26		0.3		0.7			6.0	2.4				
27	3.0		5.9	2.6		0.1	2.7	1.7				
28	0.1		0.5	1.2	10.4	6.8		2.5				
29				1.3	0.5	5.4	1.4					
30	0.3					0.1	10.2	0.6				
31			4.2		11.5		20.4	0.6				
总量	6.6	1.8	44.7	59.1	67.8	164.1	192.4	135.9	8.8	10.3	0.0	0.0
降水日数	8	9	14	21	22	25	25	25	12	3	0	0
最大降水量	3.0	0.5	19.3	10.0	11.5	32.0	32.9	32.3	2.8	6.3	0.0	0.0
日期	27	11	13	5	31	23	7	16	4	3		
年统计	降水量 691.5					降水日数 164						

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	36	39	10	87	51	72	52	84	69	51	31	40
2	37	55	33	67	59	67	60	100	44	72	44	34
3	43	51	56	91	79	58	76	68	53	74	38	37
4	30	34	35	67	73	67	66	55	88	54	42	51
5	50	45	36	78	64	62	72	63	81	70	83	47
6	40	24	26	31	56	84	74	80	84	48	26	35
7	29	9	45	38	75	68	92	95	88	32	13	48
8	34	17	76	66	49	57	81	99	47	56	40	62
9	45	32	67	61	59	75	97	70	65	59	56	52
10	59	51	45	84	58	67	82	50	88	63	34	38
旬总数	404	355	428	669	625	678	754	763	706	577	407	445
旬平均	40	35	43	67	63	68	75	76	71	58	41	44
11	31	65	72	71	55	60	87	72	74	57	64	69
12	13	29	44	41	73	45	66	82	65	38	64	35
13	23	24	56	84	49	81	49	54	66	37	65	37
14	25	24	43	69	52	66	47	84	74	52	48	25
15	33	18	72	64	56	69	69	80	45	50	45	16
16	39	31	43	27	64	73	71	99	43	22	46	29
17	59	42	38	28	73	76	56	95	58	38	54	25
18	75	27	40	55	80	97	44	91	54	49	39	35

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

19	65	18	63	53	60	78	90	96	50	67	49	59
20	65	29	73	27	71	67	93	96	57	48	61	61
旬总数	428	307	543	520	632	712	674	849	587	458	536	391
旬平均	43	31	54	52	63	71	67	85	59	46	54	39
21	50	53	64	21	67	66	78	93	64	53	59	36
22	28	43	37	65	67	57	69	83	70	51	48	45
23	22	56	31	84	72	94	83	68	40	59	57	48
24	21	38	20	83	56	77	82	94	63	56	50	68
25	17	17	26	52	27	73	66	53	77	62	36	48
26	14	16	69	53	35	48	64	64	67	52	30	27
27	36	19	77	78	57	47	58	85	60	50	79	37
28	47	24	52	55	85	67	50	86	61	38	53	59
29	44	50	46	65	73	54	66	64	64	38	23	30
30	51		63	94	72	45	80	77	42	55	16	46
31	60		66		85		96	89		48		42
旬总数	390	316	550	650	696	628	792	854	608	561	450	487
旬平均	35	35	50	65	63	63	72	78	61	51	45	44
月总数	1221	978	1522	1839	1953	2019	2219	2466	1901	1596	1392	1323
月平均	39	34	49	61	63	67	72	80	63	51	46	43
最小	2	4	3	5	9	7	13	16	11	9	4	5
日期	14	7	1	21	11	29	13	25	8	16	7	14

表5 乌鲁木齐河源空冰斗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	十一	十二
1							0.129	0.202				
2							0.129	0.193				
3							0.118	0.118				
4						0.163	0.088	0.106				
5						0.193	0.118	0.095				
6						0.224	0.141	0.106				
7						0.224	0.412	0.129				
8						0.224	0.202	0.258				
9						0.118	0.224	0.154				
10						0.154	0.395	0.118				
旬总数						1.300	1.956	1.479				
旬平均						0.186	0.196	0.148				
11						0.180	0.163	0.118				
12						0.141	0.163	0.118				
13						0.193	0.154	0.106				
14						0.180	0.118	0.088				
15						0.141	0.141	0.077				

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

16						0.193	0.258	0.202				
17						0.359	0.141	0.239				
18						0.359	0.129	0.154				
19						0.141	0.314	0.118				
20						0.129	0.281	0.154				
旬总数						2.016	1.862	1.374				
旬平均						0.202	0.186	0.137				
21						0.095	0.180	0.224				
22						0.088	0.163	0.180				
23						0.106	0.154	0.118				
24						0.154	0.118	0.129				
25						0.224	0.106	0.129				
26						0.163	0.129	0.106				
27						0.258	0.129	0.141				
28						0.180	0.129	0.141				
29						0.239	0.118	0.129				
30						0.154	0.202	0.088				
31							0.281	0.118				
旬总数						1.661	1.709	1.503				
旬平均						0.166	0.155	0.137				
月总数						4.977	5.527	4.356				
月平均						0.186	0.171	0.141				
年统计	年总数 14.860m ³ /s	径流量 1.284 E+06m ³				径流模数 71.9L/(s·km ²)			径流深度 764mm			

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	-8.3	-16.0	-6.3	-4.5	-5.2	-1.9	7.3	6.3	2.2	2.1	-4.6	-11.1
2	-11.2	-17.6	-7.6	-4.7	1.4	1.0	6.3	2.2	4.6	-0.1	-3.4	-11.0
3	-13.2	-21.4	-14.3	-4.7	-0.7	3.3	4.9	5.8	4.0	-9.1	-2.9	-9.0
4	-12.2	-19.8	-10.7	-4.0	-1.5	4.3	5.9	8.6	1.2	-8.5	-4.0	-7.3
5	-11.0	-15.4	-6.4	-6.8	-1.7	4.4	6.8	9.8	1.6	-9.0	-17.2	-7.4
6	-12.5	-11.0	-6.4	-4.6	-0.2	3.4	7.6	8.6	1.5	-9.9	-12.3	-8.1
7	-10.6	-5.9	-9.0	-2.8	-2.4	4.3	2.3	6.2	1.4	-4.2	-6.6	-5.7
8	-11.2	-5.4	-12.1	-3.3	-1.4	5.6	2.0	3.0	3.1	-5.5	-10.5	-7.0
9	-13.2	-9.5	-11.6	-2.5	1.3	3.8	1.1	3.4	2.7	-5.6	-10.4	-7.2
10	-16.9	-13.8	-8.0	-6.2	0.3	4.5	3.2	6.3	1.6	-5.4	-7.3	-5.7
旬总数	-120.	-135.	-92.4	-44.1	-10.1	32.7	47.4	60.2	23.9	-55.2	-79.2	-79.5
旬平均	-12.0	-13.6	-9.2	-4.4	-1.0	3.3	4.7	6.0	2.4	-5.5	-7.9	-8.0
11	-16.6	-27.4	-9.7	-7.4	-5.3	5.7	2.1	4.9	2.0	-6.1	-11.0	-10.7
12	-14.3	-23.2	-9.4	-4.3	-4.3	5.9	4.8	5.2	3.6	-2.0	-11.8	-10.5
13	-13.0	-17.5	-7.4	-7.5	-5.5	3.9	8.0	4.7	3.9	-1.5	-11.3	-9.7
14	-12.5	-17.0	-8.1	-8.4	-2.5	5.1	8.5	4.1	2.6	-2.7	-9.0	-8.6
15	-14.8	-14.4	-9.4	-9.9	0.1	6.8	7.3	5.3	4.1	-7.2	-11.4	-6.2

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

16	-13.8	-14.4	-9.8	-5.4	0.7	6.2	5.0	2.0	4.1	0.0	-9.0	-7.4
17	-14.6	-18.1	-5.1	-0.5	-0.7	5.8	6.5	1.0	2.5	-1.2	-10.2	-7.8
18	-17.5	-19.6	-6.6	-2.9	-3.4	1.6	8.2	2.8	2.3	-2.4	-14.7	-9.5
19	-22.9	-12.5	-6.0	-6.1	-7.1	1.8	3.6	3.6	4.0	-6.3	-12.0	-12.0
20	-23.4	-11.0	-7.6	-4.4	-8.9	1.3	1.8	3.5	4.0	-9.3	-12.0	-18.2
旬总数	-163.	-175.	-79.1	-56.8	-36.9	44.1	55.8	37.1	33.1	-38.7	-112.4	-100.6
旬平均	-16.3	-17.5	-7.9	-5.7	-3.7	4.4	5.6	3.7	3.3	-3.9	-11.2	-10.1
21	-25.5	-14.8	-10.5	-1.1	-9.9	1.3	3.0	2.4	3.3	-8.4	-16.4	-13.2
22	-19.6	-14.2	-9.5	-2.8	-6.8	3.5	4.8	3.0	2.3	-7.7	-14.5	-10.1
23	-16.1	-15.0	-6.4	-3.8	-3.8	1.0	4.1	2.5	3.0	-10.6	-13.1	-12.7
24	-15.6	-12.9	-1.6	-6.2	-6.6	-0.3	2.5	1.5	0.0	-11.5	-15.0	-21.3
25	-15.2	-9.0	-1.6	-4.5	-1.2	-1.0	5.5	4.9	-1.7	-14.4	-13.5	-19.4
26	-14.7	-4.6	-4.7	-1.4	1.5	2.9	7.1	6.5	-1.7	-16.5	-10.9	-12.6
27	-15.5	-4.0	-5.8	-3.0	1.3	5.9	8.2	4.8	-2.0	-18.5	-13.5	-13.4
28	-15.4	-5.0	-5.9	-2.7	-0.3	6.0	10.3	2.3	-1.1	-15.6	-15.8	-14.5
29	-15.9	-9.8	-3.3	-1.7	-0.9	5.9	8.9	3.5	-0.5	-10.2	-11.2	-14.3
30	-16.2		-3.3	-4.8	-2.6	6.8	8.1	2.9	1.5	-9.3	-9.4	-15.8
31	-17.3		-2.5		-2.2		6.0	1.5		-6.2		-15.9
旬总数	-187.	-89.3	-55.1	-32.0	-31.5	32.0	68.5	35.8	3.1	-128.	-133.3	-163.2
旬平均	-17.0	-11.2	-5.0	-3.2	-2.9	3.2	6.2	3.3	0.3	-11.7	-13.3	-14.8
月总数	-470.	-400.	-226.	-132.	-78.5	108.	171.	133.	60.1	-222.	-324.9	-343.3
月平均	-15.2	-14.3	-7.3	-4.4	-2.5	3.6	5.5	4.3	2.0	-7.2	-10.8	-11.1
最高	-5.5	12.4	3.5	5.4	6.9	12.6	14.8	14.9	10.1	6.4	1.4	-1.8
日期	1	15	25	17	26	30	28	5	2	1	3	10
最低	-29.2	-30.8	-20.4	-13.6	-14.7	-6.4	-1.6	-1.8	-5.4	-22.9	-22.6	-26.9
日期	20	11	3	15	1	1	21	17	28	27	5	25
年统计	最高 14.9 8月5日				最低-30.8 2月11日				年平均-4.8			

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				5.1	0.3	7.7	2.6	8.4				
2				4.1		2.3	1.5	1.8				
3				1.0		5.0	1.8			1.5		
4				0.1	3.9	6.0			4.7			
5				6.9	1.3		3.5		3.7			
6					0.2	9.2	3.4	3.6	5.9	0.1	0.3	
7					3.1	3.0	27.9	8.8	0.7		0.1	
8			0.7	0.1	0.1	0.6	1.5	7.3				
9						2.1	13.4	0.1	0.4			

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

10				2.5		4.5	2.7		2.3			
11						0.1	3.9	6.3	8.4			
12					0.9		0.6	0.4	0.3			
13					0.6	12.1			0.3			
14			0.1	2.2		3.0		0.8	2.2			
15						3.2	10.7	5.6		0.1		
16				0.1	1.3	12.2	3.3	25.2				
17					0.9	16.2	2.4	8.8	0.2			
18					0.5	8.1		1.7				
19					0.5	2.5	25.3	0.2				
20					0.1	1.1	6.0	11.5		0.1		
21							3.8	13.1	1.6			
22							0.3	0.3	0.2			
23				1.5		10.4	2.9	2.7	0.4			
24	0.2			0.1		18.3	2.1	7.0				
25	0.1		0.1	0.1	0.1		0.2					
26						2.9	5.0	3.0	2.0			
27			1.1	1.4			2.7	5.0				
28			3.8	0.1	7.8	6.1		4.8				
29				0.2		4.0	1.5	0.2				
30							9.1	1.2				
31					0.5		13.5	10.1				
总量	0.3	0.0	5.8	25.5	22.1	140.6	151.6	137.9	33.3	1.8	0.4	0.0
降水日数	2	0	5	15	16	23	26	25	15	4	2	0
最大降水量	0.2	0.0	3.8	6.9	7.8	18.3	27.9	25.2	8.4	1.5	0.3	0.0
日期	24		28	5	28	24	7	16	11	3	6	
年统计	降水量 519.3						降水日数 113					

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	34	39	10	80	53	77	52	85	69	51	31	35
2	34	52	31	69	63	67	59	98	48	68	45	32

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

3	44	46	54	87	79	59	74	70	53	67	38	36
4	30	32	34	67	73	66	68	57	84	51	40	51
5	47	45	37	76	65	64	69	65	79	63	75	45
6	41	23	28	29	55	83	71	80	82	47	18	35
7	27	8	46	38	75	68	87	93	86	30	8	45
8	31	15	75	67	50	59	79	94	50	55	35	60
9	42	30	66	62	62	74	93	71	66	57	54	52
10	55	50	44	82	62	65	79	54	83	62	32	36
旬总数	385	340	425	657	637	682	731	767	700	551	376	427
旬平均	39	34	43	66	64	68	73	77	70	55	38	43
11	28	58	69	74	53	61	85	75	73	56	60	66
12	14	26	42	44	72	46	66	79	63	39	63	36
13	22	22	53	82	46	80	51	55	64	36	64	35
14	25	22	40	63	51	67	49	81	71	51	46	26
15	35	16	71	59	56	67	68	79	46	47	44	14
16	38	29	39	23	66	71	72	95	45	22	42	28
17	58	40	37	29	73	73	58	93	57	38	52	23
18	71	26	39	53	76	94	47	89	56	50	35	34
19	58	17	60	50	55	77	84	93	51	64	43	54
20	58	29	69	31	66	68	89	89	56	47	63	57
旬总数	407	285	519	508	614	704	669	828	582	450	512	373
旬平均	41	29	52	51	61	70	67	83	58	45	51	37
21	43	53	65	23	64	70	77	90	61	53	57	34
22	21	43	36	66	65	60	70	83	69	51	47	45
23	18	55	31	83	70	89	77	69	41	58	56	50
24	16	35	19	77	56	75	82	92	61	52	49	63
25	13	15	25	50	29	74	68	57	77	64	33	41
26	13	16	67	54	37	50	64	64	66	54	27	23
27	34	17	76	77	59	51	59	81	60	48	75	34
28	46	23	53	57	83	66	52	84	62	37	46	56
29	43	49	48	64	74	54	66	64	65	37	18	31
30	49		64	79	71	51	77	75	42	55	11	43
31	59		68		84		94	82		51		38
旬总数	355	306	552	630	692	640	786	841	604	560	419	458
旬平均	32	38	50	63	63	64	71	76	60	51	42	42
月总数	1147	931	1496	1795	1943	2026	2186	2436	1886	1561	1307	1258
月平均	37	33	48	60	63	68	71	79	63	50	44	41

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

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
1						0.777	3.260	6.392				
2						1.175	3.260	5.480				
3					1.039	1.908	2.727	4.624				
4					1.039	2.389	2.901	4.419				
5					1.039	2.556	3.078	4.624				
6					0.907	3.078	4.217	5.045				
7					0.907	3.078	7.112	4.624				
8					0.907	3.632	4.019	7.359				
9					0.907	2.727	3.632	4.217				
10					0.907	2.389	3.824	3.824				
旬总数					7.652	23.709	38.030	50.608				
旬平均					0.957	2.371	3.803	5.061				
11					0.777	2.901	3.824	3.824				
12					0.530	2.901	3.444	4.019				
13					0.411	3.632	3.444	2.901				
14					0.530	3.632	3.260	2.225				
15					0.652	3.444	3.824	2.225				
16					1.039	4.419	6.159	7.112				
17					1.039	5.703	4.019	6.628				
18					0.530	6.868	4.217	3.824				
19					0.411	3.632	6.392	2.901				
20					0.411	2.556	5.703	4.624				
旬总数					6.330	39.688	44.286	40.283				
旬平均					0.633	3.969	4.429	4.028				
21					0.411	2.065	4.217	5.261				
22					0.296	1.908	5.703	4.624				
23					0.296	2.727	3.632	2.901				
24					0.296	3.824	3.078	2.901				
25					0.296	3.260	5.703	2.727				
26					0.411	3.078	4.217	2.901				
27					0.652	3.260	4.019	3.632				
28					0.907	3.078	4.833	3.078				
29					0.777	4.019	4.624	2.389				
30					0.777	2.901	6.392	2.389				
31					0.530		6.392	3.260				
旬总数					5.649	30.120	52.810	36.063				
旬平均					0.514	3.012	4.801	3.278				
月总数					19.631	93.517	135.126	126.954				
月平均					0.677	3.117	4.359	4.095				
年统计	年总数 375.288m ³ /s			径流量 3.242E+07m ³			径流模数 84.9 L/(s·km ²)			径流深度 1122mm		

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

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	-7.7	-15.3	-5.3	-2.7	-4.8	0.5	9.4	5.2	4.6	3.6	-3.9	-12.1
2	-11.6	-17.2	-6.2	-3.3	3.9	2.9	8.6	4.0	6.2	2.0	-2.3	-12.5
3	-13.7	-20.0	-13.8	-3.3	0.8	5.2	6.9	7.6	6.0	-6.7	-2.1	-9.2
4	-13.1	-19.1	-10.4	-2.3	0.1	6.3	8.1	9.4	3.6	-5.8	-3.7	-7.5
5	-11.7	-14.8	-6.3	-4.2	-0.7	6.7	8.9	11.7	4.2	-6.4	-15.0	-5.1
6	-12.1	-11.4	-7.7	-3.3	2.1	5.8	9.1	9.4	4.1	-10.0	-12.5	-4.5
7	-9.8	-7.9	-8.1	-1.4	0.3	6.3	3.8	7.7	4.0	-2.9	-7.2	-2.4
8	-12.5	-7.2	-11.1	-0.3	1.4	7.6	4.3	4.8	4.7	-2.9	-9.7	-5.3
9	-12.9	-9.2	-10.3	0.0	4.1	6.1	3.0	5.1	4.9	-2.3	-8.4	-5.0
10	-15.8	-13.2	-6.4	-4.4	2.8	7.2	5.6	7.6	3.3	-2.4	-7.6	-4.1
旬总数	-120.	-135.	-85.6	-25.2	10.0	54.6	67.7	72.5	45.6	-33.8	-72.4	-67.7
旬平均	-12.1	-13.5	-8.6	-2.5	1.0	5.5	6.8	7.3	4.6	-3.4	-7.2	-6.8
11	-17.2	-26.2	-8.3	-5.6	-3.1	7.8	4.5	7.4	4.8	-2.9	-8.4	-9.2
12	-16.5	-23.0	-9.6	-2.5	-1.6	8.7	6.8	7.7	5.8	0.1	-8.2	-9.6
13	-12.9	-17.6	-5.9	-5.4	-2.4	6.4	9.8	6.9	6.6	0.2	-8.9	-10.1
14	-13.2	-17.3	-6.8	-6.4	0.7	7.4	10.5	6.0	4.2	-2.2	-6.1	-9.4
15	-12.7	-14.0	-6.9	-7.1	2.8	9.3	9.2	7.3	6.0	-4.4	-8.1	-7.6
16	-12.3	-13.6	-8.2	-3.9	3.6	8.3	8.2	3.3	5.7	1.2	-5.9	-8.3
17	-13.9	-16.5	-4.1	1.2	1.8	7.6	9.3	2.7	4.3	0.9	-7.3	-9.3
18	-17.0	-20.3	-5.1	-0.8	-1.5	3.9	10.0	4.6	4.5	0.4	-12.0	-9.3
19	-20.8	-12.3	-3.6	-3.0	-5.7	3.9	6.0	5.3	6.2	-6.0	-8.7	-11.5
20	-21.2	-9.4	-5.7	-2.3	-6.5	3.3	4.3	5.8	6.0	-7.9	-10.9	-16.5
旬总数	-157.	-170.	-64.2	-35.8	-11.9	66.6	78.6	57.0	54.1	-20.6	-84.5	-100.8
旬平均	-15.8	-17.0	-6.4	-3.6	-1.2	6.7	7.9	5.7	5.4	-2.1	-8.5	-10.1
21	-23.9	-14.0	-8.4	0.7	-7.3	3.5	5.5	4.4	5.9	-5.3	-15.8	-10.3
22	-21.7	-13.2	-7.0	-0.5	-4.5	5.3	7.0	5.1	4.0	-4.9	-15.6	-7.8
23	-18.8	-13.7	-4.8	-1.7	-1.3	2.5	6.0	4.0	5.3	-8.4	-12.0	-10.6
24	-18.5	-12.5	-0.8	-3.9	-3.9	1.7	4.7	3.2	2.6	-8.8	-14.2	-19.3
25	-17.7	-9.6	-0.8	-2.6	1.2	2.0	7.6	7.5	0.4	-10.9	-13.8	-19.6
26	-17.5	-5.7	-2.8	0.2	4.1	4.8	9.0	9.1	1.3	-13.9	-11.7	-13.1
27	-16.4	-3.8	-4.0	-0.7	3.9	8.1	10.5	7.2	1.3	-16.6	-13.5	-14.6
28	-15.0	-5.3	-4.1	-0.4	1.9	7.8	11.8	4.9	1.2	-13.2	-17.5	-13.1
29	-16.4	-8.0	-0.7	1.2	1.2	7.3	10.7	5.7	2.5	-8.9	-13.3	-14.0
30	-15.8		-0.4	-4.3	-0.1	8.4	9.3	4.9	2.9	-7.3	-13.2	-14.0
31	-15.7		-0.5		-0.5		7.1	4.0		-5.3		-12.8
旬总数	-197.	-85.8	-34.3	-12.0	-5.3	51.4	89.2	60.0	27.4	-103.	-140.6	-149.2
旬平均	-17.9	-10.7	-3.1	-1.2	-0.5	5.1	8.1	5.5	2.7	-9.4	-14.1	-13.6
月总数	-476.	-391.	-184.	-73.0	-7.2	172.	235.	189.	127.	-157.	-297.5	-317.7
月平均	-15.4	-14.0	-5.9	-2.4	-0.2	5.8	7.6	6.1	4.2	-5.1	-9.9	-10.2
最高	-2.3	3.0	6.4	7.9	10.7	15.3	18.3	17.7	12.9	8.9	3.6	0.8

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

日期	1	27	31	17	26	27	28	5	2	1	3	8
最低	-33.5	-31.2	-21.9	-12.1	-13.5	-6.2	0.0	-0.4	-3.0	-21.9	-33.2	-25.1
日期	23	12	22	16	1	1	12	17	25	27	28	24
年统计	最高 18.3 7月 22日				最低-33.5 1月 23日				年平均-3.3			

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					0.1	0.3	1.4	7.8	2.2			
2						2.4	1.2	1.6	1.4			
3						0.9	1.1		0.7	0.7		
4						4.6	0.1		0.7			
5					0.4		1.8		0.6			
6						7.4	10.4	6.1	0.6	0.1	1.5	
7						3.1	25.8	11.5	0.2			
8							2.7	10.2	1.5			
9						1.2	14.3		0.4			
10						1.6	3.2		0.3			
11					0.1		4.9	6.3	0.6			
12					1.5			0.2	0.3			
13						9.4			0.2			
14						1.3			0.1			
15						3.2	6.5	3.6	0.1			
16					0.2	1.5	3.6	24.7	0.1			
17					0.9	1.3	3.7	7.7	0.1			
18					0.1			1.3	0.2			
19					0.3	0.1	19.1	0.1	0.1			
20					0.2	0.1	11.6	7.6	0.1	0.5		
21							2.3	14.0		0.1		
22							0.2	3.3	0.1			
23					0.1	10.3	2.2	1.7				
24						22.7	2.2	4.7	1.7			
25	0.1						1.4	1.6	0.1			
26						3.9	3.9	0.6	0.7			
27							3.9	1.9				
28					0.6	2.6		2.8				

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

29						5.0	0.6	2.4				
30							9.1	1.6				
31	0.1				1.8		8.3	3.9				
总量	0.2	0.0	0.0	0.0	6.3	82.9	145.5	127.2	13.1	1.4	1.5	0.0
降水日数	2	0	0	0	12	20	26	24	24	4	1	0
最大降水量	0.1	0.0	0.0	0.0	1.8	22.7	25.8	24.7	2.2	0.7	1.5	0.0
日期	25				31	24	7	16	1	3	6	
年统计	降水量 378.1						降水日数 113					

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	35	39	14	72	51	73	47	79	62	51	33	38
2	40	54	31	72	55	62	55	88	45	64	44	36
3	46	51	63	72	71	54	68	64	49	63	37	38
4	35	33	35	74	66	59	60	52	75	47	40	49
5	50	44	42	39	61	58	64	58	71	58	72	45
6	44	28	44	33	52	72	67	72	74	49	26	34
7	30	17	50	54	65	63	80	84	76	31	16	42
8	37	22	81	53	46	53	70	86	46	51	37	58
9	43	34	66	76	55	67	85	64	58	52	50	50
10	59	53	43	73	55	58	71	52	76	56	33	38
旬总数	419	375	469	618	577	619	667	699	632	522	388	428
旬平均	42	38	47	62	58	62	67	70	63	52	39	43
11	32	61	66	46	48	55	76	67	64	51	56	62
12	23	33	62	59	66	41	61	71	57	37	56	36
13	20	27	52	75	43	71	46	51	58	35	57	38
14	29	27	41	48	46	60	46	72	64	49	45	29
15	35	20	65	38	51	59	63	72	43	43	42	23
16	36	30	43	26	58	64	63	87	41	23	40	30
17	56	38	41	39	65	67	52	85	51	37	48	28
18	74	44	50	48	69	84	43	81	50	46	35	36
19	56	21	56	39	52	69	76	84	47	62	42	55
20	57	29	72	21	61	59	78	79	52	46	58	54
旬总数	418	330	548	439	559	629	604	749	527	429	479	391

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

旬平均	42	33	55	44	56	63	60	75	53	43	48	39
21	47	52	70	46	58	64	68	81	55	49	53	34
22	28	43	33	65	60	53	63	75	62	47	49	44
23	29	55	34	77	64	83	71	64	39	52	52	46
24	28	39	24	57	49	69	74	86	56	49	46	59
25	22	24	30	43	27	66	60	52	71	57	35	42
26	25	24	64	58	34	49	58	57	58	48	32	26
27	38	21	74	61	53	46	52	73	54	46	69	38
28	47	32	51	58	77	59	46	74	56	37	46	52
29	47	50	45	64	64	52	60	57	58	36	24	32
30	52		57	78	64	46	73	69	40	53	20	43
31	52		68		76		86	76		48		37
旬总数	415	340	550	607	626	587	711	764	549	522	426	453
旬平均	38	43	50	61	57	59	65	69	55	47	43	41
月总数	1252	1045	1567	1664	1762	1835	1982	2212	1708	1473	1293	1272
月平均	40	37	51	55	57	61	64	71	57	48	43	41

表 13 天山冰川站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	-8.3	-12.7	-0.5	5.1	1.9	9.4	14.2	12.1	11.9	8.6	-1.2	-9.8
2	-8.6	-12.9	0.0	4.0	7.7	10.6	15.0	11.8	11.6	6.6	1.0	-9.5
3	-9.9	-12.3	-7.1	4.5	5.5	13.5	12.9	13.7	11.0	1.2	1.7	-7.3
4	-10.9	-16.2	-6.7	5.3	6.6	12.8	15.5	14.8	11.8	0.2	0.1	-6.1
5	-9.3	-10.9	-2.1	4.0	7.3	13.4	15.9	17.1	12.3	-0.8	-5.9	-4.9
6	-10.9	-10.1	-1.3	5.5	7.5	15.0	14.8	16.2	13.6	-1.1	-11.5	-4.0
7	-9.3	-8.2	-1.3	5.6	6.4	14.8	10.4	15.3	11.8	0.9	-7.5	-6.4
8	-8.9	-5.9	-3.0	6.3	7.8	15.6	11.5	12.0	11.3	3.0	-6.2	-3.7
9	-9.0	-4.9	-5.6	5.5	11.0	14.3	11.2	11.8	12.2	1.9	-6.3	-3.9
10	-9.7	-10.5	-2.3	2.4	8.1	14.7	13.5	13.6	11.0	2.5	-5.6	-5.9
旬总数	-94.8	-104.	-29.9	48.2	69.8	134.	134.	138.	118.5	23.0	-41.4	-61.5
旬平均	-9.5	-10.5	-3.0	4.8	7.0	13.4	13.5	13.8	11.9	2.3	-4.1	-6.2
11	-13.6	-16.2	-1.8	2.2	4.0	14.8	12.2	13.2	11.2	2.6	-4.1	-5.7
12	-16.1	-18.4	-1.4	4.3	5.9	16.3	13.5	15.0	12.0	5.3	-1.0	-7.1
13	-14.0	-14.8	-1.4	2.4	6.8	15.2	15.8	13.6	12.2	4.9	-3.4	-7.7
14	-12.2	-13.7	0.0	2.2	10.7	16.2	16.9	13.1	10.4	1.0	-3.1	-9.8
15	-13.6	-12.0	0.4	1.1	11.6	18.1	15.6	13.8	9.7	1.3	-3.4	-8.5
16	-14.0	-9.7	-0.3	4.7	12.5	16.6	14.9	11.9	10.1	3.3	-2.7	-8.1
17	-10.6	-11.3	1.3	6.9	7.5	13.7	15.0	11.7	11.0	3.6	-6.1	-7.3
18	-10.0	-13.0	2.5	6.7	4.2	11.3	16.4	12.0	11.0	4.4	-10.4	-8.7

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

19	-12.8	-10.2	-0.8	5.4	3.4	11.4	12.5	12.8	11.8	-1.0	-11.3	-9.8
20	-16.6	-7.5	-0.9	5.8	1.6	11.2	12.3	12.7	12.8	-2.3	-10.4	-11.7
旬总数	-133.	-126.	-2.4	41.7	68.2	144.	145.	129.	112.2	23.1	-55.9	-84.4
旬平均	-13.4	-12.7	-0.2	4.2	6.8	14.5	14.5	13.0	11.2	2.3	-5.6	-8.4
21	-20.3	-8.2	-0.3	7.6	1.7	10.2	13.1	12.0	13.1	-3.0	-10.3	-12.2
22	-19.9	-8.7	-1.0	7.6	4.3	12.3	13.4	12.8	11.8	-2.8	-11.3	-9.1
23	-16.6	-7.2	1.7	5.6	5.6	10.3	12.2	11.4	10.3	-2.2	-10.8	-9.6
24	-16.0	-6.8	2.7	3.1	6.8	9.6	13.4	11.3	8.9	-3.8	-11.3	-11.6
25	-16.2	-5.2	4.4	6.4	8.5	10.1	14.7	12.3	8.3	-4.8	-11.6	-17.5
26	-15.0	-2.3	4.1	7.0	12.4	12.3	15.9	14.3	6.7	-7.1	-9.6	-14.3
27	-12.4	-0.5	4.4	5.6	11.0	15.3	16.1	14.1	6.7	-9.8	-7.9	-10.7
28	-11.2	0.7	4.1	7.3	10.0	14.4	18.8	13.7	8.0	-7.9	-11.6	-9.6
29	-11.8	-1.2	5.2	7.6	8.4	14.4	16.8	12.9	8.1	-5.3	-11.2	-11.8
30	-13.4		5.0	1.5	8.1	15.9	15.2	11.7	8.5	-3.8	-11.2	-9.8
31	-11.8		5.9		7.2		13.5	11.7		-1.9		-12.9
旬总数	-164.	-39.4	36.2	59.3	84.0	124.	163.	138.	90.4	-52.4	-106.8	-129.1
旬平均	-15.0	-4.4	3.3	5.9	7.6	12.5	14.8	12.6	9.0	-4.8	-10.7	-11.7
月总数	-392.	-270.	3.9	149.	222.	403.	443.	406.	321.	-6.3	-204.1	-275.0
月平均	-12.7	-9.3	0.1	5.0	7.2	13.5	14.3	13.1	10.7	-0.2	-6.8	-8.9
最高	3.2	12.4	17.6	20.4	23.1	26.5	27.8	25.3	23.7	21.6	15.8	5.0
日期	9	27	30	18	10	16	29	6	12	1	4	6
最低	-25.6	-25.2	-14.3	-4.4	-7.6	2.4	5.5	4.2	-0.3	-15.3	-17.7	-21.9
日期	23	13	4	17	1	1	21	25	27	28	7	25
年统计	最高 27.8 7月 29日				最低 -25.6 1月 23日				年平均 2.2			

表 14 天山冰川站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				10.9			2.2	4.7			0.2	
2					0.2	3.2	1.7	0.7		4.2	0.1	0.1
3			2.3	0.8	4.6				0.2	5.1		
4		0.8		0.1	0.7	3.2		0.1			2.2	
5				6.5			0.6			0.6	2.2	
6					0.1	0.3	8.2	1.1	0.3		6.7	
7					7.3	2.7	24.3	5.2				
8			0.2	0.1		0.2	1.7	9.5	0.2			
9				0.4	0.1	1.6	7.9				0.8	
10	1.1			1.9	2.1	6.5	1.4		7.0	0.3		
11			0.9	1.7	1.6		13.5	2.5				
12			0.6	0.1	0.2					0.1		

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

13				2.1		4.3	0.1	0.2					
14			0.2	0.6					2.8	0.3			
15	2.1		2.8	0.4		0.1	2.1	0.1					
16			1.2			5.3	4.4	8.9					
17		0.2	0.1		4.4	7.9	0.4	4.5		0.2	0.1		
18		0.2			3.1	27.4	0.1			0.1			
19			0.1		0.4	3.2	8.9	0.7		1.0		0.3	
20	0.2				11.9	3.9	9.7	2.0	0.4				
21			0.8		2.4	3.9	7.8	8.8		0.1	0.2		
22			0.2			0.1	3.7	1.5		0.1			
23				5.8	0.1	13.1	0.8	2.2	0.4	0.1			
24				11.0		15.4	0.0	0.6				0.5	
25					0.3	1.1	3.7		0.3	0.2		0.1	
26			1.3	1.3			3.3		0.2	0.4			
27				3.5		0.1	3.8	0.3			0.3		
28					11.3	13.2		0.7			2.3		
29	0.9	0.1	0.2	2.0	3.2	7.9	1.6						
30				0.1			17.0	0.8	0.1				
31			0.1		8.6		1.5	1.0					
总量	4.3	1.3	11.0	49.3	62.6	124.6	130.4	56.1	11.9	12.8	15.1	1.0	
降水日数	4	4	14	18	19	22	26	21	10	14	10	4	
最大降水量	2.1	0.8	2.8	11.0	11.9	27.4	24.3	9.5	7.0	5.1	6.7	0.5	
日期	18	14	30	15	18	16	4	29	5	24	17	8	
年统计	降水量 480.4				降水日数 166								

表 15 天山冰川站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	64	74	43	77	66	72	68	86	73	61	62	65
2	69	73	43	84	59	71	75	82	68	78	56	65
3	67	80	72	85	82	63	83	76	60	86	52	62
4	63	70	62	77	83	70	66	73	65	80	65	69
5	65	59	58	81	73	75	68	70	68	84	87	80
6	73	65	57	64	74	69	85	77	62	67	82	73

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

7	63	53	57	59	83	67	91	85	69	65	83	73
8	59	51	72	59	74	61	83	95	67	67	71	79
9	64	51	64	68	63	66	88	82	61	76	81	82
10	77	72	55	83	80	68	82	73	71	70	76	86
旬总数	664	648	583	737	737	682	789	799	664	734	715	734
旬平均	66	65	58	74	74	68	79	80	66	73	72	73
11	79	59	61	74	71	69	82	79	72	64	71	82
12	69	58	69	65	60	49	75	72	68	56	56	80
13	66	56	58	74	60	67	66	75	66	56	78	68
14	62	59	54	84	39	61	60	76	80	75	71	73
15	70	53	61	75	37	53	73	72	75	74	66	64
16	69	54	65	39	52	69	76	89	68	56	60	63
17	64	63	59	46	79	88	72	80	62	57	80	65
18	81	65	63	45	88	90	67	80	59	66	72	76
19	80	47	78	47	68	83	88	84	58	81	68	82
20	79	52	77	47	75	76	87	81	57	71	74	78
旬总数	719	566	645	596	629	705	746	788	665	656	696	731
旬平均	72	57	65	60	63	71	75	79	67	66	70	73
21	76	55	79	40	68	81	75	86	59	77	79	71
22	74	54	64	46	57	76	81	79	64	77	75	65
23	72	52	52	65	58	87	90	81	66	75	73	72
24	69	56	51	91	37	79	75	82	68	77	72	78
25	65	48	48	70	43	74	74	73	68	74	71	75
26	61	47	58	72	35	66	68	69	76	78	68	71
27	59	45	77	86	55	59	71	75	72	73	59	63
28	67	49	64	69	75	68	62	72	65	59	81	69
29	76	65	55	68	80	74	79	67	62	55	72	71
30	79		61	88	71	62	86	74	59	60	66	59
31	78		69		80		87	81		70		76
旬总数	776	471	678	695	659	726	848	839	659	775	716	770
旬平均	71	59	62	70	60	73	77	76	66	70	72	70
月总数	2159	1685	1906	2028	2025	2113	2383	2426	1988	2165	2127	2235
月平均	70	60	61	68	65	70	77	78	66	70	71	72

乌鲁木齐河源 1 号冰川表面运动速度和冰舌末端变化 (2014/2015 和 2015/2016 年度)

王璞玉, 金爽, 周平

(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)

1 观测与说明

2014 年 9 月初及 2016 年 9 月初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, RTK 精度为 0.01~0.03 m。

冰川末端变化测量继续沿用通过重复丈量冰川末端距冰川外的控制基准点距离与 GPS 冰川末端定位重复测量相结合的方法。表 1 为 2014/2015 年度的运动速度, 表 2 为 2015/2016 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 2014 和 2015 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 和表 2 可以看出, 1 号冰川 2014/2015 年和 2015/2016 年表面流速变化不大。东支 2014/2015 年和 2015/2016 年最大流速点皆为 E2', 分别为 3.50 m/a 和 3.42 m/a; 西支 2014/2015 年和 2015/2016 年最大流速点皆为 D2', 分别为 4.13 m/a 和 4.08 m/a。最大流速点位与前一年相同。

(2) 冰川末端进退的观测方法仍同以往, 即采用末端固定点丈量差值的方式。表 3 反映了 2014/2015 年与 2015/2016 年的冰舌退缩量。观测结果显示, 末端年均退缩量在 2014/2015 年度是东支大于西支, 但在 2015/2016 年度出现了西支比东支略大的现象。

表 1 年运动速度 (观测日期: 2014.08.31 - 2015.09.02)

东支点名	U _x (m)	U _y (m)	U _{xy} (m)	U _z (m)	A(° ')	U _{xy} (m/a)
B1'	1.96	1.35	2.38	-0.19	34 34	2.37
B2'	2.22	1.85	2.89	-0.18	39 49	2.87
B3'	2.43	1.66	2.94	-0.11	34 21	2.93
C1'	2.48	2.14	3.28	-0.26	40 49	3.26
C2'	2.91	1.60	3.32	-0.25	28 49	3.30

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

C3'	2.34	1.90	3.01	-0.65	39 5	3.00
D1'	2.91	0.98	3.07	-0.15	18 37	3.05
D2'	2.96	1.88	3.51	-0.14	32 10	3.49
D3'	1.97	1.99	2.80	-0.12	45 19	2.78
E1'	2.44	1.10	2.68	-0.12	24 16	2.66
E2'	2.50	2.47	3.51	-0.84	44 40	3.50
E3'	2.34	2.33	3.30	-0.77	44 54	3.28
F1'	2.13	1.11	2.40	-0.71	27 32	2.39
F2'	2.33	0.90	2.50	-0.58	21 8	2.48
F3'	2.01	0.55	2.08	-0.59	15 19	2.07
G1'	1.14	1.01	1.52	-0.08	41 34	1.51
G2'	1.22	2.09	2.42	-0.62	59 45	2.41
G3'	1.33	1.91	2.33	-0.78	55 10	2.31
H1'	1.01	1.01	1.43	-0.18	45 1	1.42
H2'	1.22	1.41	1.86	-0.19	49 10	1.85
H3'	1.18	1.35	1.79	-0.22	48 52	1.78
西支点名	Ux (m)	Uy (m)	Uxy (m)	Uz (m)	A(° ')	Uxy(m/a)
A	1.60	0.79	1.78	-0.35	26 17	1.77
B	2.23	1.38	2.62	-1.13	31 46	2.61
C1	2.77	0.95	2.93	-0.69	18 0	2.91
C2	2.46	2.12	3.25	-0.71	40 46	3.23
D1	3.22	0.63	3.28	-0.47	11 4	3.26
D2	4.09	0.72	4.15	-0.92	9 59	4.13
D3	3.25	1.88	3.75	-0.95	30 4	3.73
E1	2.66	-0.33	2.68	-0.86	-7 4	2.67
E2	2.89	0.60	2.95	-0.6	11 44	2.94
E3	2.91	0.66	2.98	-0.65	12 47	2.97
F2	3.23	0.92	3.36	-0.8	15 54	3.34
F3	2.94	1.10	3.14	-0.77	20 31	3.12
G1	2.88	0.77	2.98	-0.65	14 58	2.96
G2	2.91	-0.37	2.93	-0.42	-7 14	2.92
G3	2.87	1.19	3.11	-0.72	22 32	3.09
H1	1.65	0.10	1.65	-0.08	3 28	1.64
H2	2.01	0.99	2.24	-0.46	26 14	2.23
H3	1.91	0.96	2.14	-0.44	26 41	2.13

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

表2 年运动速度 (观测日期: 2015.09.02 - 2016.09.01)

东支点名	Ux (m)	Uy (m)	Uxy (m)	Uz (m)	A(° ')	Uxy(m/a)
B1'	1.91	1.30	2.31	-0.20	34 15	2.32
B2'	2.01	1.81	2.70	-0.19	42 1	2.71
B3'	2.33	1.63	2.84	-0.11	34 59	2.85
C1'	2.41	2.10	3.20	-0.27	41 5	3.21
C2'	2.76	1.55	3.17	-0.24	29 20	3.17
C3'	2.30	1.81	2.93	-0.66	38 13	2.93
D1'	2.88	0.94	3.03	-0.15	18 5	3.04
D2'	2.89	1.80	3.40	-0.16	31 45	3.41
D3'	1.91	1.92	2.71	-0.14	45 10	2.72
E1'	2.35	1.09	2.59	-0.12	24 53	2.60
E2'	2.41	2.42	3.42	-0.85	45 8	3.42
E3'	2.30	2.30	3.25	-0.78	45 1	3.26
F1'	2.10	1.09	2.37	-0.70	27 26	2.37
F2'	2.22	0.85	2.38	-0.56	20 58	2.38
F3'	1.90	0.51	1.97	-0.56	15 2	1.97
G1'	1.10	1.01	1.49	-0.07	42 34	1.50
G2'	1.18	2.02	2.34	-0.64	59 44	2.35
G3'	1.25	1.84	2.22	-0.79	55 50	2.23
H1'	1.01	0.95	1.39	-0.15	43 16	1.39
H2'	1.20	1.37	1.82	-0.17	48 48	1.83
H3'	1.15	1.34	1.77	-0.20	49 23	1.77
西支点名	Ux (m)	Uy (m)	Uxy (m)	Uz (m)	A(° ')	Uxy(m/a)
A	1.55	0.71	1.70	-0.36	24 37	1.71
B	2.20	1.33	2.57	-1.14	31 10	2.58
C1	2.67	0.94	2.83	-0.68	19 24	2.84
C2	2.40	2.09	3.18	-0.72	41 4	3.19
D1	3.14	0.60	3.20	-0.48	10 49	3.21
D2	4.01	0.68	4.07	-0.93	9 37	4.08
D3	3.16	1.81	3.64	-0.96	29 49	3.65
E1	2.59	-0.32	2.61	-0.88	7 2	2.62
E2	2.79	0.58	2.85	-0.63	11 44	2.86
E3	2.81	0.63	2.88	-0.65	12 38	2.89
F2	3.18	0.90	3.30	-0.81	15 49	3.31

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

F3	2.91	1.07	3.10	-0.77	20 11	3.11
G1	2.80	0.71	2.89	-0.63	14 14	2.90
G2	2.88	-0.36	2.90	-0.43	7 7	2.91
G3	2.78	1.16	3.01	-0.70	22 40	3.02
H1	1.58	0.09	1.58	-0.08	3 16	1.59
H2	1.90	0.94	2.12	-0.45	26 20	2.13
H3	1.84	0.94	2.07	-0.43	27 4	2.07

表 3 东西支冰舌进退变化量

冰舌进退值 (m)		
时间	东支冰舌	西支冰舌
2014.08.31 - 2015.08.28	-7.89	-4.24
2015.08.28 - 2016.09.01	-6.31	-7.22

表 4 流速点坐标 (观测日期: 2015.09.02)

东支 点名	X (m)	Y (m)	Z (m)	西支 点名	X (m)	Y (m)	Z (m)
B1'	484952.51	4775803.22	3798.87	A	484743.46	4776094.16	3858.38
B2'	485004.74	4775736.95	3793.79	B	484650.97	4776110.53	3895.41
B3'	485041.66	4775663.10	3793.90	C1	484578.80	4776154.16	3918.58
C1'	484704.58	4775783.94	3847.31	C2	484612.30	4776076.37	3913.70
C2'	484830.10	4775692.65	3839.51	D1	484485.58	4776168.30	3949.97
C3'	484904.75	4775572.34	3840.95	D2	484484.06	4776089.81	3943.71
D1'	484514.49	4775548.47	3891.19	D3	484480.34	4776005.48	3954.83
D2'	484678.24	4775431.44	3884.92	E1	484408.73	4776150.24	3974.93
D3'	484833.99	4775401.17	3905.37	E2	484417.02	4776085.89	3967.92
E1'	484365.62	4775202.84	3938.11	E3	484419.14	4775987.45	3979.07
E2'	484461.42	4775156.62	3935.97	F2	484262.67	4775930.02	4023.10
E3'	484590.24	4775128.58	3931.24	F3	484241.29	4775877.86	4034.34
F1'	484317.82	4774956.82	3902.86	G1	484125.62	4776096.57	4053.26
F2'	484432.44	4774992.12	3966.68	G2	484126.06	4776092.78	4053.92
F3'	484573.27	4774947.14	3977.09	G3	484133.75	4775990.56	4050.03
G1'	484255.48	4774863.69	4011.23	H1	484157.24	4775867.01	4054.87
G2'	484339.45	4774846.65	4002.56	H2	483997.69	4776076.54	4063.84
G3'	484451.13	4774795.50	4001.92	H3	484040.27	4775860.58	4065.55

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

H1'	484080.40	4774652.49	4067.16				
H2'	484233.95	4774597.49	4050.83				
H3'	484314.73	4774590.56	4053.95				

表5 流速点坐标 (观测日期: 2016.09.01)

东支 点名	X (m)	Y (m)	Z (m)	西支 点名	X (m)	Y (m)	Z (m)
B1'	484954.42	4775804.52	3798.67	A	484745.01	4776094.87	3858.02
B2'	485006.75	4775738.76	3793.60	B	484653.17	4776111.86	3894.27
B3'	485043.99	4775664.73	3793.79	C1	484581.47	4776155.10	3917.90
C1'	484706.99	4775786.04	3847.04	C2	484614.70	4776078.46	3912.98
C2'	484832.86	4775694.20	3839.27	D1	484488.72	4776168.90	3949.49
C3'	484907.05	4775574.15	3840.29	D2	484488.07	4776090.49	3942.78
D1'	484517.37	4775549.41	3891.04	D3	484483.50	4776007.29	3953.87
D2'	484681.13	4775433.24	3884.76	E1	484411.32	4776149.92	3974.05
D3'	484835.90	4775403.09	3905.23	E2	484419.81	4776086.47	3967.29
E1'	484367.97	4775203.93	3937.99	E3	484421.95	4775988.08	3978.42
E2'	484463.83	4775159.04	3935.12	F2	484265.85	4775930.92	4022.29
E3'	484592.54	4775130.88	3930.46	F3	484244.20	4775878.93	4033.57
F1'	484319.92	4774957.91	3902.16	G1	484128.42	4776097.28	4052.63
F2'	484434.66	4774992.97	3966.12	G2	484128.94	4776092.42	4053.49
F3'	484575.17	4774947.65	3976.53	G3	484136.53	4775991.72	4049.33
G1'	484256.58	4774864.70	4011.16	H1	484158.82	4775867.10	4054.79
G2'	484340.63	4774848.67	4001.92	H2	483999.59	4776077.48	4063.39
G3'	484452.38	4774797.34	4001.13	H3	484042.11	4775861.52	4065.12
H1'	484081.41	4774653.44	4067.01				
H2'	484235.15	4774598.86	4050.66				
H3'	484315.88	4774591.90	4053.75				

中国科学院天山冰川观测试验站

2015 年工作总结

目 录

一、天山冰川站概况.....	60
二、2015 年科研工作进展.....	60
2.1 在山地冰川动力过程、机理与模拟方面取得进展.....	60
2.2 在冰川变化及对水资源影响方面取得新成果.....	62
2.2.1 新疆哈密两条代表性冰川变化及对水资源的影响研究.....	62
2.2.2 近 50 年来中国阿尔泰山友谊峰地区冰川面积及表面高程变化研究.....	62
2.2.3 木斯岛冰川厚度变化研究进展.....	63
2.3 在冰川径流模拟方面取得新成果.....	64
三、2015 年观测工作进展.....	65
3.1 西昆仑山公格尔九别峰跃动冰川调查.....	65
3.2 阿尔泰山木斯岛冰川观测工作进展.....	67
3.3 祁连山十一冰川、八一冰川野外观测.....	67
3.4 北极 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川观测.....	68
四、2015 年天山冰川站平台建设、试验观测场运行情况与人才培养.....	69
4.1 平台建设.....	69
4.1.1 新建“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站”.....	69
4.2 试验观测场运行情况.....	70
4.2.1 天山冰川站乌鲁木齐河流域观测系统.....	70
4.2.2 阿尔泰山站观测系统.....	70
4.2.3 阿克苏河神奇峰冰川观测系统.....	71
4.2.4 哈密庙尔沟冰川观测系统.....	71
4.2.5 其它参照冰川观测系统.....	71
4.2.6 冰川区固态降水 and 气溶胶观测网络.....	71
4.3 人才培养和团队建设.....	72
五、2015 年国内、外合作与交流.....	75
六、2015 年大事记.....	77
七、2015 年新闻照片选.....	77

一、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）坐落于乌鲁木齐河上游高山峡谷间，是我国历史最长的以冰川为主要观测、研究对象的野外台站。该站定位于冰川和冰川作用区的基础观测研究。研究方向是冰川及冰川作用区有关现象的物理、化学与生物过程、机理及相互作用，以及对社会经济的影响。

天山冰川站是在已故知名冰川学家施雅风院士倡议并组织下于 1959 年创建的。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。1999 年成为首批国家重点野外试点站，2006 年成为国家重点站。

天山冰川站主要监测的参照冰川为天山乌鲁木齐河源 1 号冰川（简称乌源冰川或 1 号冰川），是我国监测时间最长、资料最为系统的冰川。该冰川作为 WGMS 网络中唯一的中国冰川，跻身全球重点观测的十条冰川之列，也是世界上观测时间超过 50 年的少数几条冰川之一。

半个多世纪以来，天山冰川站围绕 1 号冰川及乌鲁木齐河源区的观测研究，为揭示山地冰川及冰冻圈其它组分普遍规律，中国西北地区和亚洲中部干旱区山区水资源形成、演化起到了重要作用，成为国内外其它地区冰川研究的良好参照和典范。研究成果为我国冰川学的发展起到了关键作用，并填补了国际冰川学对大陆型冰川研究的诸多空白。

天山冰川站一直是国内外冰川定位观测、研究的中心和人才培养基地，在国际上享有很高声誉。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，与之结下了不解之缘。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。

自 1998 年起，天山冰川站开始拓展其观测研究范围，如今监测的冰川范围已扩展到天山最西端的托木尔峰和最东端的哈尔里克山，跨越 1700 公里，形成了完整的天山冰川观测网络。2011 年又在新疆喀纳斯建立了分部“阿尔泰山冰川积雪与环境观测研究站”，完善了我国冰冻圈观测体系。至此，天山冰川站一站三部的园区建设初具规模，涉及冰冻圈多学科观测内容日趋完善。

二、2015 年科研工作进展

2.1 在山地冰川动力过程、机理与模拟方面取得进展

天山冰川站承担国家重大科学研究计划“冰冻圈变化及其影响研究”项目的第一课题。2015 年在冰川物质平衡及动力学模拟方面取得以下两个方面的新进展。

进展一：在冰川物质平衡研究方面揭示出大陆型冰川近 50 年来物质平衡变化的四个阶段及其主要控制机理，量化了主要影响因素。

阶段 I：1959-1984 缓慢变化：小冰期之后的延续退缩，其中在 1970s 有短暂平衡。

阶段 II：1985-1996 第一次加速：正积温和冰温升高（45%和 10%），降水增加减缓（40%）。

阶段 III：1997-2010 第二次加速：正积温和冰温升高，反照率降低（40%），降水增加作用（0?）。

阶段 IV：2010-2014 变化减缓：疑与气候变化减缓有关(Hiatus)。

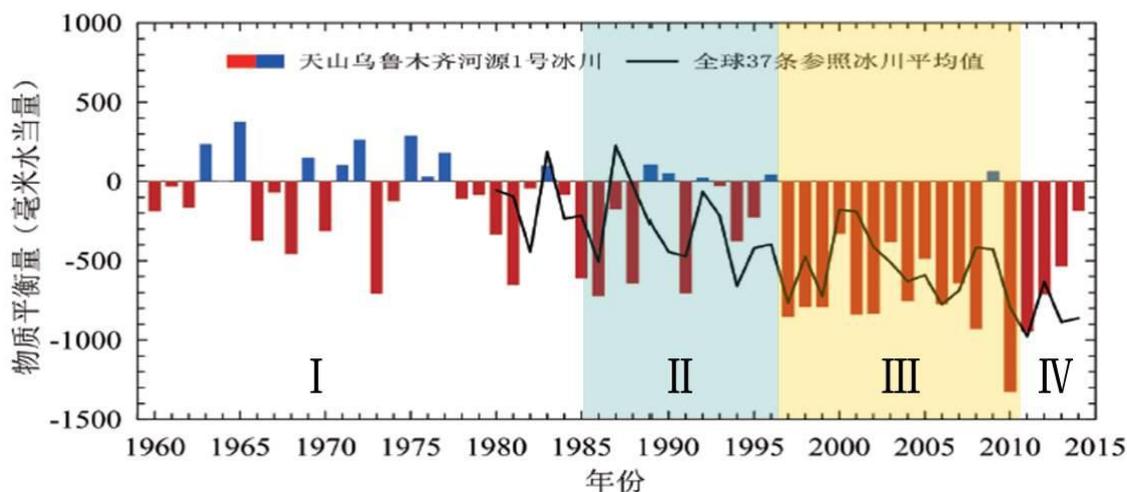


图 乌鲁木齐河源1号冰川近50年来物质平衡变化的四个阶段

进展二：动力学模拟预测取得阶段性成果，揭示出不同地区、类型的冰川未来几何形态的变化过程

对国内外 15 条冰川在 RCP 6.0 情景下冰川体积在 2100 年前的变化过程模拟研究发现，冰川所受表面能量和动力作用不同，每条冰川的变化过程不同，无法用通用公式计算消亡时间。降水对夏季积累型冰川的保护作用明显小于冬季积累型冰川。由于未来 20-30 年不同升温情景差别不大，因而对小冰川未来变化预估结果影响不大。

在冰川动力学模拟阶段性结论基础上，提出四大关键控制因素，为掌握未来冰川变化普遍规律奠定了基础。控制因素一：冰川变化总体取决于冰川物质平衡。现阶段冰川物质平衡主要受气温、辐射和降水状况所决定。冰面物质/能量状况决定了冰川的发育和消亡，对冰川变化过程起关键作用。控制因素二：冰川顶部和末端海拔高度。顶部高度决定冰川存在时间；末端高度决定其变化率。冰川顶部较高，抵御气候变暖的能力强，有相对长的存在时间；而冰舌下伸较低的冰川有着较大变化速率。控制因素三：冰川底部地形和现存冰量分布。决定冰川未来变化过程的主要参数。决定了冰川动态变化中厚度或面积变化的优先顺序。控制因素四：冰川形态与冰川变化有显著关系。例如，冰帽通常规模较大而变化缓慢，而规模相近的山谷冰川与冰帽变化规律亦有明显不同。

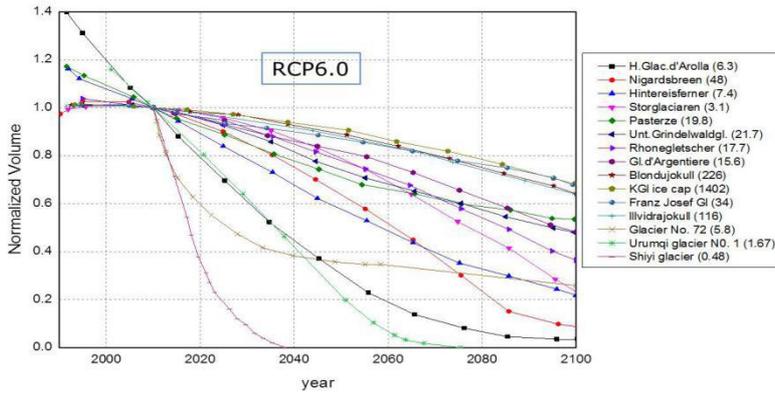


图 全球不同区域15条冰川体积未来变化过程

2.2 在冰川变化及对水资源影响方面取得新成果

2.2.1 新疆哈密两条代表性冰川变化及对水资源影响研究

新疆哈密是资源性缺水地区，冰川是该区主要的供给水源。以榆树沟6号冰川和庙尔沟冰帽为代表，结合野外实测资料以及近年来在冰川变化领域所取得的相关研究成果，综合分析了在气候变暖背景下新疆哈密地区冰川近年来的变化过程及对水资源的影响。结果表明，1972-2011年，榆树沟6号冰川厚度平均减薄20 m，减薄速率约为0.51 m/a，冰川末端退缩254 m，年均退缩约6.5 m/a。由于强烈消融，冰川表面径流发育明显，且在末端有冰碛湖形成。1981-2007年，庙尔沟冰帽主轴厚度减小约为0-20 m。2013年，该冰川末端退缩速率小于3.0 m/a。相比之下，庙尔沟冰帽消融速率相对较小，对气候变暖的敏感度较低，这与冰帽类型和所处海拔较高有直接关系。综合分析发现，流域有无冰川覆盖及覆盖的比率大小，直接造成哈密地区不同流域近期河川径流变化的差异。

2.2.2 近50年来中国阿尔泰山友谊峰地区冰川面积及表面高程变化研究进展

山地冰川是气候变化和水资源的指示器，是重要的生态系统，可用以支持工业和农业可持续发展。然后，近年来由于气候变暖，冰川处于快速退缩。本研究利用1959年地形图、2008年ASTER影像和ASTER DEMs，对中国阿尔泰山友谊峰地区冰川面积、表面高程和储量变化开展分析。结果表明，1959-2008年，所研究的201条冰川，其面积减少了30.4%。55条冰川已经完全消失。1959-2008年，冰川表面高程平均减少20 m，即0.4 m/a。同期，友谊峰地区的喀纳斯冰川，高程变化介于-101和38 m之间。该区低海拔和面积较小的冰川，其高程变化更为强烈。该区气温升高速率为0.52 °C/10a，气温的快速升高是该区冰川强烈消融的直接原因。

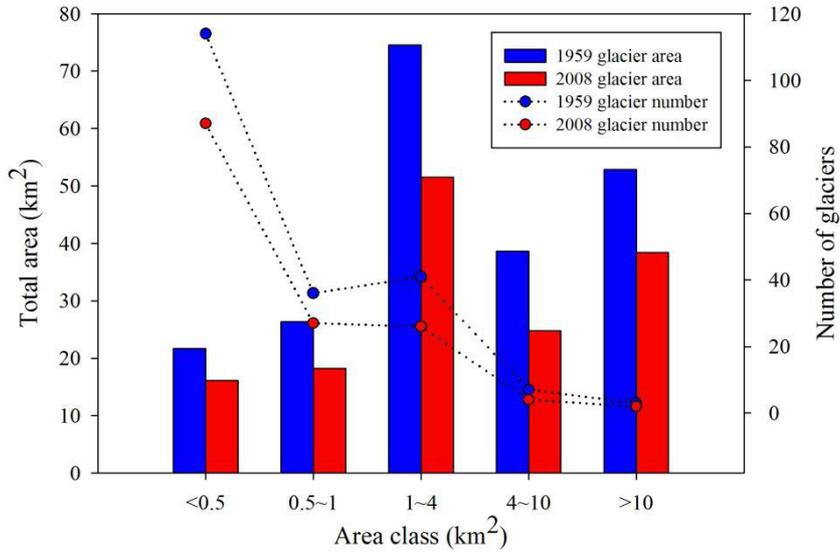


图 1959-2008年中国阿尔泰山友谊峰地区冰川面积及数量变化

2.2.3 木斯岛冰川厚度变化研究

木斯岛冰川是萨吾尔山（木斯套岭）北坡的一条冰川，分布在乌勒昆乌鲁斯图河源，根据《中国冰川目录》冰川编号 5A259C0001，冰川面积 4.27 km^2 ，冰川长度 3.7 km，平均厚度 66 m，末端海拔 3090 m，雪线高度 3370 m，冰储量为 0.28 km^3 。1977-2013 年间，木斯岛冰川面积退缩约 0.82 km^2 ，退缩率为 20.65 %。同期，冰川末端退缩约 269.19 m，每年平均退缩约 7.28 m。通过对比各种插值的结果发现，最大厚度为 125.82m，平均厚度为 60.50m。在冰体厚度最大值区域，冰床地形呈凹陷状，木斯岛冰川厚度分布图形成明显对比。

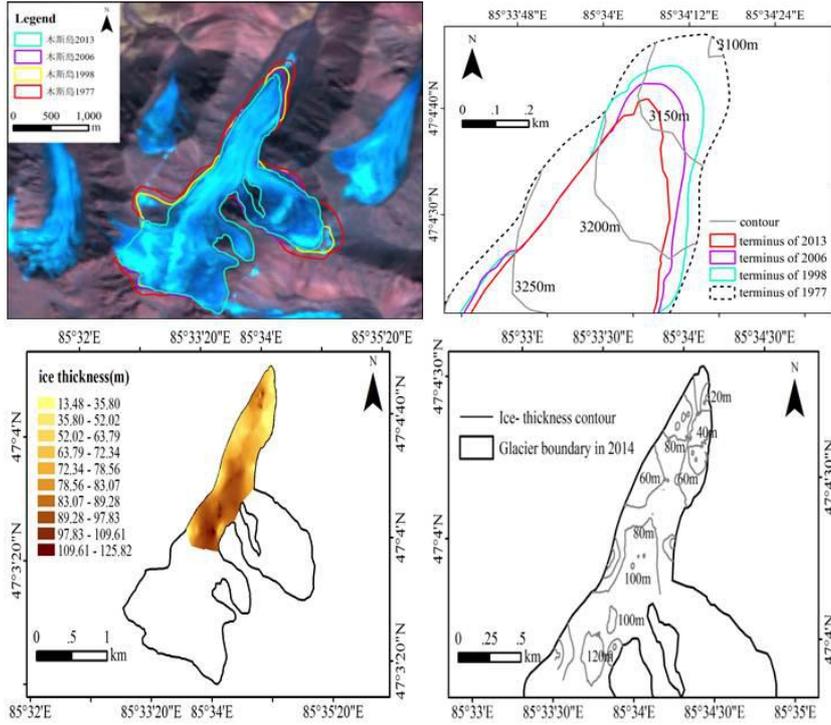


图 木斯岛冰川厚度变化

2.3 在冰川径流模拟方面取得新成果

在成功使用 HBV 模型模拟乌鲁木齐河源区径流基础上，应用优化后的参数，在区域气候模式 RegCM3 SRES-A1B 情景下，结合研究区冰川在本世纪中期设置的 3 种情景，计算了河源区 1 号冰川和总控两个水文断面未来的流量变化。①到本世纪中期（2041-2060 年）河源区气温较 2000-2008 年将升高 1.7 °C，降水将增加 14.2%。年内各月气温增幅相差比较大，各月降水增幅变化也较大。②根据河源区本世纪中期的升温速率，对照冰川动力学模式模拟的 1 号冰川在 IPCC SRES 各种升温情景下的冰川消亡速率，设置了河源区到本世纪中期 3 种冰川变化情景：100%冰川、50%冰川和 0%冰川，以降低流域未来流量预估的不确定性。③21 世纪中期乌鲁木齐河源区径流年际变化表现为，1 号冰川和总控水文断面流量在 100%冰川情景下都表现出大幅增加，增幅分别为 66%和 33%；而在 50%冰川情景下，流量相比基准期（2000-2008 年）均略有减少，减幅在 9%左右；在冰川全部消失情景下，两水文断面流量将大幅减少，1 号冰川届时将减少 57.5%，总控将减少 40.4%。④21 世纪中期乌鲁木齐河源区径流年内变化表现为，冰雪消融产流时间明显延长。两个水文断面春季的流量将明显增加，而夏季几个月尤其是 7-8 月的流量明显减少，减幅在 17.9%-72.3%之间，径流峰值逐步提前，且峰值降低。

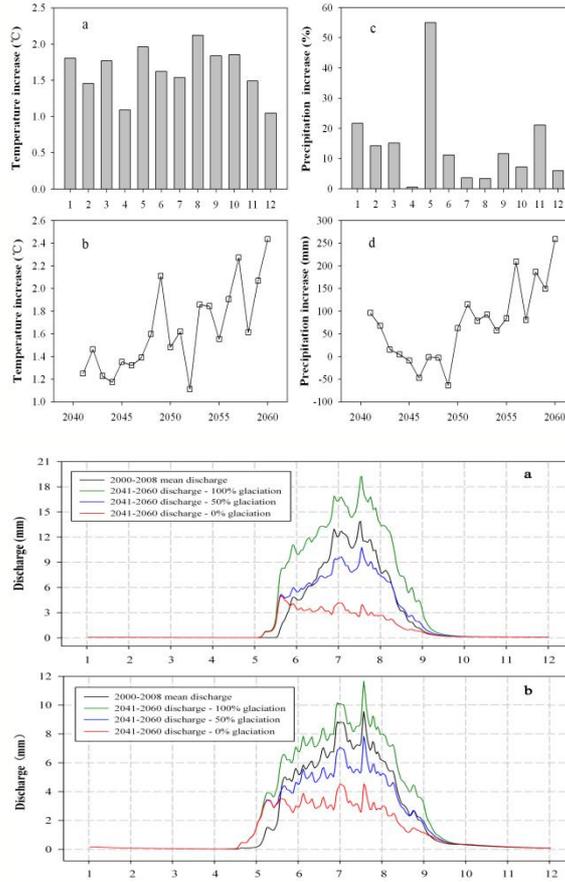


图 乌河源区2041-2060年气温和降水变化、1号冰川 (a) 和总控水文断面 (b) 21世纪中期流量变化

三、2015年观测工作进展

3.1 西昆仑山公格尔九别峰跃动冰川调查

2015年5月克州阿克陶县山区公格尔九别峰北坡克拉亚依拉克冰川局部跃动引发地质灾害受到广泛关注。7月新疆维吾尔自治区发展和改革委员会组织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等6家单位联合立项《近期西昆仑山冰川运动变化及其诱发区域地质次生灾害机理研究及风险评估》，旨在查明本次冰川局部跃动的起因、机理及后续发展；预估中巴公路关键地区冰川的运动、变化；对该区冰雪地质灾害及其对中巴经济走廊的影响进行风险评估。

开展本研究期间，天山冰川站组织实施了三次野外实地考察。第一次考察是在得知跃动事件之后的第二天（2015年5月16日至20日），目的在于取得一手现场资料，以确定此次事件的性质，为后续研究奠定基础。第二次和第三次考察时间分别为8月14日至20日和10月4日至7日，实施研究方案。由于克拉亚依拉克冰川面积巨大，在100 km²以上，跃动之后冰面裂隙和冰塔林纵横交错，无法上至跃动的冰面进行观测。因此野外勘测的重点区被确立在东西支冰流的交汇处。三次考察还重点勘测了西支冰川积累区跃动发生的部位以及冰川

末端排水口。

第一次考察中开展了 1) 基于 GPS 对冰川末端及发生跃动的冰川边缘进行定位和考察；2) 利用 3D 激光扫描仪，对冰川侧碛停滞冰进行扫描；3) 走访周边牧民以了解受灾情况。通过此次野外考察，初步确定该次灾害为由克拉亚依拉克冰川局部跃动导致的次生灾害事件。

第二次考察中 1) 对克拉亚依拉克冰川的形态特征、排水系统、跃动造成的变化等开展全面系统的考察；2) 在冰川表面布设消融花杆，以监测冰川的消融量；3) 利用冰雷达对冰川的厚度进行了测量，获取冰床数据；4) 利用 3D 激光扫描仪对冰川发生跃动的区域进行精细化扫描，旨在获取冰川表面形态变化和冰川运动速度所需资料；5) 在冰川中部 3398 m 处架设了自动气象站，对冰川区的气温和降水进行连续观测；6) 对周围居民和当地政府部门进行咨询，以获取与跃动有关的基本信息。

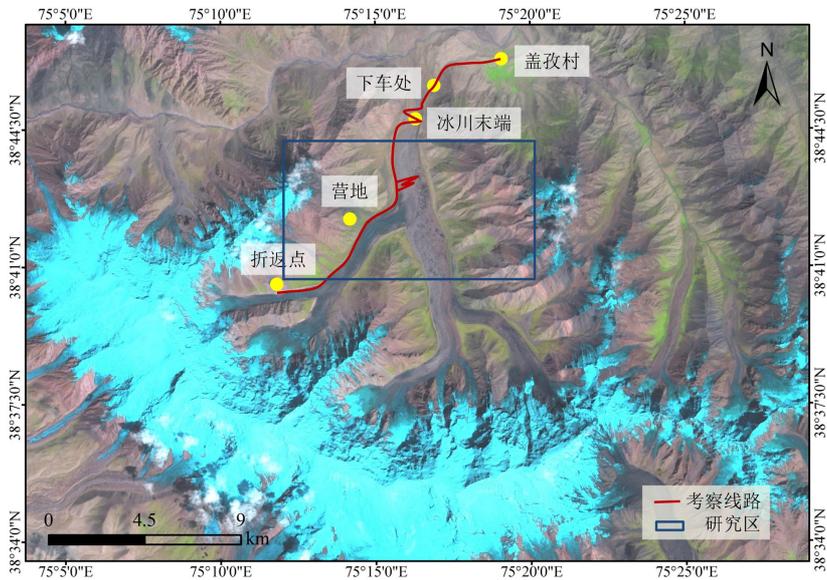


图 考察路线和研究区

第三次考察中 1) 对前两次的观测数据进行对比测量，包括测量冰川的运动速度和表面形态的变化，测量冰川的消融速率等；2) 采集自动气象站资料；3) 测量冰川表面形态；4) 全面考察冰川形态变化；5) 走访当地居民，了解跃动后续发展。

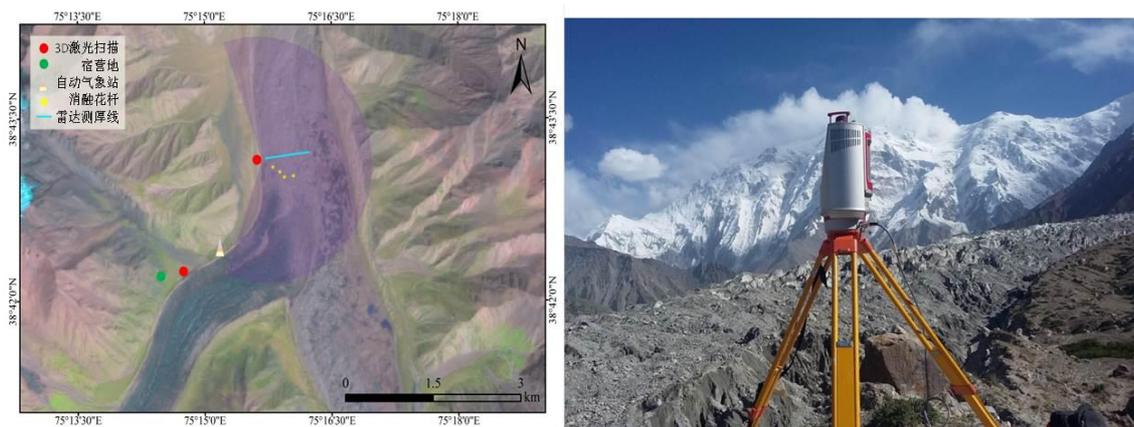


图 研究区工作设备布设及利用3D激光扫描仪对冰川跃动区域进行精细化扫描

3.2 阿尔泰山木斯岛冰川观测工作进展

木斯岛冰川位于阿尔泰山的南麓，地处新疆阿勒泰地区吉木乃县南部，横跨中国和哈萨克斯坦两国。木斯岛冰川所在的萨吾尔山地区不仅拥有独特的地理、气候及生态环境，丰富的水资源亦是维系下游吉木乃县社会经济和生态环境的命脉。为加强对阿尔泰山冰川的监测工作，2014年天山冰川站将该冰川纳入到天山冰川站的观测网络中，作为长期的定位观测冰川。

2015年5月，在木斯岛冰川布设了9排21根观测花杆，结合3D激光扫描仪数据开展物质平衡研究。5-9月观测发现，木斯岛冰川消融比较强烈，冰川下部每天的最大消融量可达4.1 cm，中部在3.2 cm，上部为2.5 cm。仅8月份的冰川消融量就接近1 m。11月，在吉木乃站站区架设10 m气象梯度塔一座，T200-B雨雪量计一套，雪枕一套，吉木乃站观测系统建设现已初具规模。



图 木斯岛冰川物质平衡观测



图 吉木乃站气象观测场

3.3 祁连山十一冰川、八一冰川野外观测

在国家自然科学基金重大研究计划“黑河流域水—生态—经济系统的集成模拟与预测”

项目的支持下, 2015年6月继续对祁连山南坡黑河上游葫芦沟流域“十一冰川”开展观测, 获取了年度物质平衡数据, 同时在冰川运动速度、厚度、温度及雪冰化学等方面也积累了一定的观测数据。基于连续6年的观测和模拟预估, 揭示了流域尺度冰川未来动态变化及其控制机理, 为流域水文、水资源模式奠定基础, 为黑河流域重大计划做出贡献。

2015年7月和10月两次对祁连山中段走廊南坡的八一冰川开展科学考察。八一冰川(39°01.00' N, 98°53.53' E, 冰川编号为5Y425L2)又称小沙龙冰川, 位于青海省海北藏族自治州祁连县野牛沟乡, 是我国第二大内陆河黑河流域的源头。八一冰川是一个发育于平缓山顶的冰帽型冰川, 根据冰川编目资料, 八一冰川是黑河干流河源区最大的冰川, 长度2.2 km, 面积2.81 km², 冰川末端海拔4520 m, 最高点海拔为4828 m。考察队在八一冰川开展了冰川物质平衡、冰川区气象、雪冰化学采样等方面的工作。

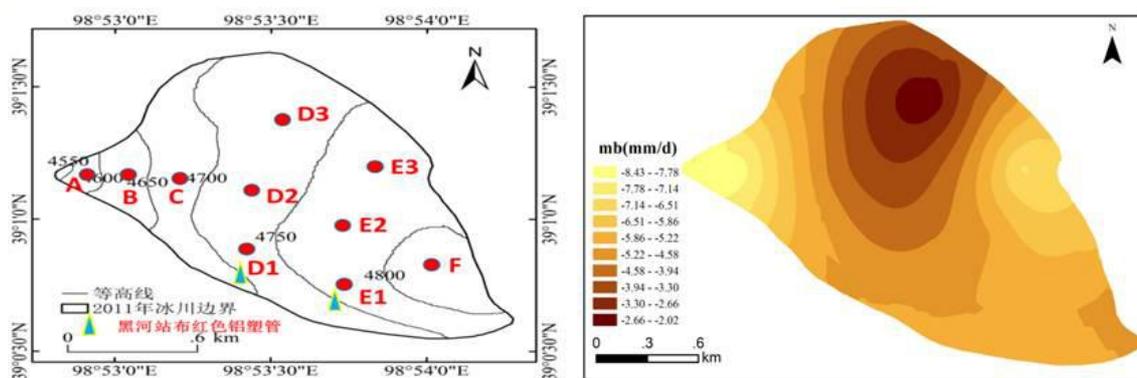


图 八一冰川物质平衡花杆及日消融量分布图

3.4 北极 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川观测



图 北极冰川物质平衡观测

2015年4月15日-5月11日及8月30日-9月23日天山站两次派人员参加了《2015

年中国北极黄河站冰川监测研究》项目中冰川考察工作，包括冰川物质平衡、冰川运动、冰川气象、冰温监测及雪坑、表层雪样品采集工作。两次考察中，通过测量 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川花杆获取了两条冰川冬、夏两季物质平衡数据，并对已倒伏或倾斜的花杆进行了恢复布设。利用 RTK 对两条冰川运动速度及末端位置进行了测量，获取了冰川年运动速度和末端位置变化数据。采集并整理了 Austre Lovénbreen 冰川气象数据，包括气温、相对湿度、风向、风速、雪表层温度、雪深、辐射等。对 Austre Lovénbreen 冰川温度孔进行了观测，获取了春秋两季 20 m 冰温数据。此外，还完成了 Austre Lovénbreen 冰川 GPS 跟踪站架设和维护工作，初步获取了冰川运动连续监测数据。

四、2015 年天山冰川站平台建设、试验观测场运行情况与人才培养

4.1 平台建设

4.1.1 新建“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站”

新疆吉木乃县境内寒区旱区特色地理单元齐全，包含冰川、冻土、绿洲、湿地、荒漠、沙漠等，是一个拓展寒区旱区各种科学研究、促进学科综合交叉与发展的理想场所。同时，也是我国确立的丝绸之路核心区域和丝绸之路经济带北通道，具有极为重要的战略地位。吉木乃县委和县政府对该区近年来出现的生态环境恶化十分重视和担忧，2014 年 1 月，县委书记亲自带队来寒旱所寻求科学上的指导和帮助，赖远明院士主持了相关部门的座谈会。之后，天山冰川站组织冰川、冻土和沙漠方面的专家开展了三次科学考察，并提交了政府咨询报告。期间，县委县政府对于寒旱所在吉木乃县建立阿尔泰山站（全称为“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站”）的设想十分支持。

在此背景下，2015 年 6 月初，马巍所长会同国资处、冰冻圈室及天山站领导、专家对吉木乃县进行了考察，肯定了建站的重大意义和面临的重大机遇。6 月中下旬完成了阿尔泰山站区的规划和综合楼的设计工作。7 月中旬完成了各项工程的招标，并正式开工建设。经过三个月的紧张施工建设，目前已建成一栋 333 m² 的科研生活楼，完成 700 m² 的站区道路硬化，新建 500 m 长的围墙和 9 m 长的大理石大门，建成一个标准气象综合观测场（25m×25m），完成了站区门前 3000 m² 的场地平整工作，并种植近 200 棵绿化树。2016 年上半年，将完成综合楼的装修工作。

在建设过程中，吉木乃县委和县政府对阿尔泰山站的建设提供了全方面的支持。在县城黄金地段无偿划拨 29 亩土地（其中 10 亩有土地证，土地市值 8 万元/亩），用于阿尔泰山站的科研和生活基地建设，同时在基础设施方面（水、电、气和路等）进行大量投入和保障性建设。同时，吉木乃县陈艳翔副县长兼任阿尔泰山站副站长，保障了各项工作的顺利开展。



图 吉木乃站站区全貌及综合气象观测场

4.2 试验观测场运行情况

4.2.1 天山冰川站乌鲁木齐河流域观测系统

在乌鲁木齐河流域基本站和高山站各建有一个综合观测场，在河源区建设有3个水文断面及相应的气象观测场。基本站综合观测场位于海拔2130 m的基本站院内，占地面积900 m²，观测场内布设有10 m气象监测塔、T-200B雨雪量计及地温等观测设备，建有水文观测站。高山上综合观测场位于1号冰川末端海拔3800 m处，占地面积1000 m²。观测场内建有我国首座冰川监测塔，塔高25 m，实施对1号冰川的动态实时监测。场内还安装有T-200B雨雪量计、涡动系统、当前气候仪等观测仪器。在乌鲁木齐河源区还建有1号冰川、空冰斗、总控三个水文断面及相应的气象观测场，共计占地面积1800 m²。2011年完成了3个断面水文、气象观测仪器的自动化升级改造，通过无线数据传输，实现了数据的异地实时浏览和下载。

4.2.2 阿尔泰山站观测系统

该观测系统依托于“阿尔泰山冰川积雪与环境观测研究站-喀纳斯分站”和“阿尔泰山冰川积雪与环境观测研究站-吉木乃分站”。喀纳斯分站监测的冰川为喀纳斯冰川和布尔津18号冰川。在喀纳斯湖区设有积雪、气象观测场，架设了T-200B、雪枕等仪器。在喀纳斯湖出水口设有水文观测点，并与布尔津河下游水文站达成了数据共享协议；同时与新疆林业科学院合作在喀纳斯保护区内建成了3个坡面径流观测场和8个生态观测点。吉木乃

分站建立于 2014 年，监测的冰川为中-哈界河乌勒昆乌拉斯图河源区最大的木斯岛冰川。相关的冰川、积雪、水文、气象观测场正在建设完善中。

4.2.3 阿克苏河神奇峰冰川观测系统

位于中国天山最西端阿克苏河上游的托木尔峰地区。托木尔峰地区是天山最大的冰川作用区，是塔里木盆地的重要水资源。监测的参照冰川为神奇峰冰川，监测内容包括在冰川物质平衡、运动速度、面积、厚度、末端变化、表碛对冰川消融影响等。设立的自动气象站两个，分别在海拔 3500 m 和 2800 m 各设立了一个自动气象站，并配置了 T-200B 雨雪量计。在冰川下游 2 km 处布设了水文断面，同时与阿克苏水文局合作在小库尔干河建设了水文观测点，对冰川融水径流进行监测。

4.2.4 哈密庙尔沟冰川观测系统

位于天山最东端的哈密地区庙尔沟地区。监测的冰川为庙尔沟平顶冰川和榆树沟 6 号冰川。在榆树沟冰川末端以下 10 km 处设立气象观测场和水文断面，并架设了缆道测流装置，同时建造了彩钢板房，用以长期观测。与哈密水文局在榆树沟河、伊吾河、故乡河及头道沟等设立的气象水文观测场联测，形成该区完整冰川、水文、气象观测系统。

4.2.5 其它参照冰川观测系统

除上述四大观测系统外，天山冰川站对其它多条参照冰川也设立了监测系统。这些参照冰川包括天山山脉的奎屯河哈希勒根 51 号冰川、博格达峰扇形分流冰川、博格达峰黑沟 8 号冰川、祁连山十一冰川、祁连山八一冰川等。

4.2.6 冰川区固态降水 and 气溶胶观测网络

使用统一挪威产的 T-200B 雨雪量计对冰川区固态降水进行观测；使用美国设计的冰川区高分辨率气溶胶采集系统对冰川区气溶胶样品进行采集。这些冰川包括天山乌鲁木齐河源 1 号冰川、天山神奇峰冰川、天山庙尔沟冰川、阿尔泰山喀纳斯冰川、祁连山十一冰川等。

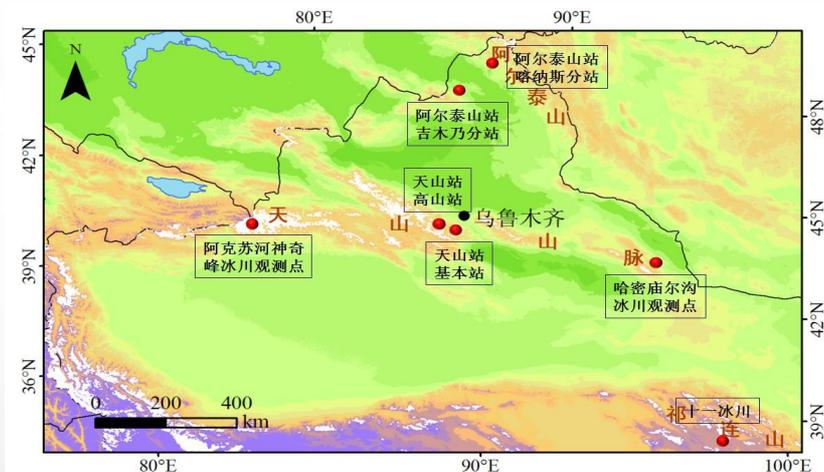


图 天山冰川站观测站（点）地理位置图

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

上述观测系统由2名工程师专门负责日常管理、维护、数据的下载等,目前各观测系统运行良好。

4.3 人才培养和团队建设

(一) 2015年度在天山冰川站完成学位论文并毕业的硕士、博士研究生

表 2015 年在天山冰川站完成学位论文毕业的硕士、博士研究生

序号	姓名	性别	完成论文时间	专业	论文题目	学位	导师
1	王晓艳	女	2015.05	自然地理	天山哈密榆树沟流域水体水化学和稳定同位素特征研究	博士	李忠勤
2	陈辉	女	2015.11	自然地理	近期祁连山中段冰川变化研究	博士	李忠勤
3	宋梦媛	女	2015.05	自然地理	托木尔峰青冰滩 72 号冰川径流同位素特征及径流分割	硕士	李忠勤
4	姚红兵	男	2015.05	自然地理	近 30 年乌鲁木齐河源 1 号冰川冰面高程和储量变化分析	硕士	李忠勤
5	张慧	男	2015.05	自然地理	基于 RS 与 GIS 的天山奎屯河流域冰川变化研究	硕士	李忠勤

(二) 2015 年度天山冰川站固定人员培养的在站进行学位论文研究的硕士、博士研究生

表 2015 年度天山冰川站固定人员培养的在站进行学位论文研究的硕士、博士研究生

序号	姓名	性别	单位	专业	研究方向(论文题目)	学位	导师
1	曹生奎	男	中科院寒旱所天山冰川站	自然地理	寒区生态	博士后	李忠勤
2	孙美平	女	中科院寒旱所天山冰川站	自然地理	寒区水文	博士后	秦大河/ 李忠勤
3	尤晓妮	女	中科院寒旱所天山冰川站	自然地理	冰川化学	博士	李忠勤
4	怀保娟	女	中科院寒旱所天山冰川站	自然地理	冰川遥感	博士	李忠勤

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

5	周平	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川水文	博士	李忠勤
6	张慧	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川变化	博士	李忠勤
7	刘铸	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川水文	硕士	李忠勤
8	徐春海	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川遥感	硕士	王飞腾
9	叶万花	女	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川水文	硕士	王飞腾
10	张昕	男	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川水文	博士	李忠勤
11	岳晓英	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川变化	博士	李忠勤
12	张鹏	男	西北师范 大学地环 学院	自然地理	积雪研究	硕士	王飞腾
13	陈物华	男	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川变化	硕士	王飞腾
14	蒙彦聪	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川变化	硕士	李忠勤
15	陈丽萍	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川积雪	硕士	李忠勤
16	邢武成	男	西北师范 大学地环 学院	自然地理	雪冰化学	硕士	李忠勤
17	何海迪	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	雪冰化学	硕士	李忠勤

(三) 2015年非天山冰川站人员培养的在站进行学位论文研究工作的硕士、博士研究生

表 2015年度非天山冰川站人员培养的在站进行学位论文研究工作的硕士、博士研究生

序号	姓名	性别	单位	专业	研究方向(论文题目)	学位	导师
----	----	----	----	----	------------	----	----

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

1	车彦军	男	西北师范大学地环学院	自然地理	物质平衡	博士	张明军
2	孙才奇	男	北京大学	自然地理	冰缘地貌	硕士	刘耕年
3	宋珍珍	女	新疆农业大学	生态学	植物生态学	硕士	谭敦炎
4	张振春	男	新疆农业大学	生态学	植物生态学	硕士	谭敦炎
5	刘杨民	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	硕士	张明军
6	靳晓刚	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川变化	硕士	张明军
7	杜铭霞	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川化学	硕士	张明军
8	强芳	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	博士	张明军
9	王琼	女	西北师范大学地环学院	自然地理	极端气候	硕士	张明军
10	董雷	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川变化	硕士	张明军
11	任正果	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	硕士	张明军
12	周盼盼	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川积雪	硕士	张明军
13	赵培培	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	硕士	张明军

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

14	陈恺悦	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川遥感	硕士	赵军
15	杨森	男	西北师范大学地环学院	自然地理	气候变化	硕士	张明军
16	马荣	男	西北师范大学地环学院	自然地理	同位素化学	硕士	张明军
17	潘素敏	女	西北师范大学地环学院	自然地理	雪冰化学	硕士	张明军

自 2009 年以来，天山冰川站陆续引进了 9 名 35 岁以下优秀固定人员，已实现了一线野外观测、科研人员向 35 岁以下青年科技人员转移的目标；同时选择了 4 名具有潜力的在读博士和硕士也加入了试验观测技术队伍。每年由这 13 名人员带领在站固定及联合培养的 20 余名研究生和 10 余名长期聘用观测人员，共同完成天山、阿尔泰山及祁连山等地区冰川监测任务及雪、冰、气、水等样品的采集任务，采集回的样品交由实验室 2 名固定分析人员及相关学科的研究生共同完成处理分析。

2015 年我站有 2 名博士，3 名硕士毕业，入学 2 名博士、2 名硕士，目前在读博士后、博士和硕士生共计 20 余人。本年度接待了兰州大学、西北师范大学、兰州城市学院、天水师范学院等高校及名其它研究部门 40 多名学生来我站开展野外实习或做毕业论文，并于 2015 年 8 月 8-9 日在天山冰川站举行了“第七届天山杯国际学术研讨会”。怀保娟博士获 2015 年度研究生国家奖学金，并获中国科学院大学“三好学生”称号。



图“第七届天山杯国际学术研讨会”合影

五、2015 年国内、外合作与交流

2015 年 7 月，德国柏林洪堡大学 Christoph Schneider 教授和德国亚琛工业大学 Eva

Huintjes 博士针对祁连山区冰川能量平衡研究到站交流访问，作主题为“Climate forcing of glacier energy and mass balance –examples from Central Asia, Svalbard and Patagonia”的学术报告，并赴祁连山八一冰川开展了短期野外考察。

2015年8月，日本千叶大学地理科学系 Nozomu Takeuchi 教授带领其团队在天山冰川站开展工作。在乌鲁木齐河源1号冰川开展冰川表面杂质及微生物观测与采样，进行样品分析与规律总结。同时，应亚洲电视台纪录频道要求，对天山冰川站和千叶大学近10年的合作交流情况进行了报道。

2015年4月，我站金爽工程师赴北极中国黄河站，对斯瓦尔巴群岛 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川开展了为期近一个月的野外观测工作。9月李忠勤研究员和金爽工程师再次赴北极地区开展野外观测工作，开展了冰川物质平衡、冰川运动、冰川气象、冰温监测及雪坑、表层雪样品采集工作。



图 北极现场观测物质平衡及架设自动气象站

2015年5月，我站李忠勤研究员和王飞腾博士赴澳大利亚科廷大学就中亚粉尘研究进行学术交流，并分析南极冰芯样品。

2015年6月，我站李慧林博士在捷克布拉格参加“the 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)”会议，并做题为“In-situ Glacial Monitoring Network in Northwestern China”的特邀报告。

2015年8月，我站李忠勤研究员应邀出席在吉尔吉斯斯坦共和国伊塞克湖州 Cholpon-Ata 市召开的中亚气候变化与防灾减灾国际学术研讨会（Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in Central Asia），在大会上介绍了中亚地区目前冰川变化及其对水循环的影响。

2015年11月，在国家留学基金管理委员会（CSC）和德意志学术交流中心（DAAD）中德合作科研项目支持下。我站李忠勤研究员以高级研究学者身份赴德国柏林洪堡大学地理系开展访问交流一个月，与该校 Christoph Schneider 教授领导团队合作开展能量平衡与

动力学耦合模拟研究。

2015年12月,我站李忠勤研究员,王飞腾博士、王林博士、王璞玉博士、周平博士赴美国旧金山参加2015年度AGU(American Geophysical Union)秋季会议。李忠勤研究员应邀做题为“Response of Glaciers to Climate Change in Northwest China”的大会特邀报告。

2015年,我站继续与新疆自治区水利厅、阿克苏水文水资源勘测局、哈密水文水资源勘测局合作开展阿克苏和哈密地区冰川径流观测。与阿勒泰水文水资源勘测局合作,开展了吉木乃县木斯岛冰川观测工作。与中国科学院生态与地理研究所、新疆大学、石河子大学、新疆农业大学在冰川变化监测研究、冰缘地质地貌、植物生态等方面继续开展合作。

六、2015年大事记

- 5月克州阿克陶县山区公格尔九别峰北坡克拉亚依拉克冰川局部跃动引发地质灾害,天山冰川站通过三次野外调查,结合遥感和定位观测等手段,查明了本次冰川局部跃动的起因、机理,并对该区冰雪地质灾害及其对中巴经济走廊的影响进行了风险评估。
- 2015年,天山冰川站建立了“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站”(以下简称阿尔泰山站),该站位于新疆阿勒泰地区吉木乃县。
- 承担中亚中心有关冰川观测项目,与吉尔吉斯斯坦天山站达成合作交流、人才培养协议,与WGMS在中亚地区的观测工作接轨。
- 承担中国北极黄河站参照冰川观测工作,将天山站冰川观测经验和规范应用到极地,加入中国极地专项项目。

七、2015年新闻照片选



8月李忠勤研究员与吉尔吉斯斯坦冰川科研工作者合影



“第七届天山杯国际学术研讨会”合影（8月9日）



中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站建站前期合影



中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站基建过程



2015年7月，德国柏林洪堡大学 Christoph Schneider 教授和德国亚琛工业大学 Eva Huintjes 博士针对祁连山区冰川能量平衡研究到站交流及在八一冰川架设气象站



“近期西昆仑山冰川运动变化及其诱发区域地质次生灾害机理及风险评估”项目启动及咨询会

中国科学院天山冰川观测试验站

2016 年工作总结

目 录

一、天山冰川站概况.....	83
二、2016 年科研工作进展.....	83
2.1 在山地冰川动力过程、机理与模拟方面取得进展.....	83
2.2 在冰川变化方面取得新成果.....	84
2.3 在冰川化学方面取得新成果.....	86
三、2016 年观测工作进展.....	87
3.1 北极 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川观测.....	87
3.1.1 物质平衡观测.....	87
3.1.2 GPS 观测.....	88
3.1.3 自动气象站维护.....	89
3.1.4 冰川温度测量.....	89
3.1.5 雪冰样品采集.....	90
3.1.6 GNSS 跟踪站数据采集及维护.....	90
3.2 地面三维激光扫描监测进展.....	90
3.3 天山、阿尔泰山、祁连山定位监测冰川年度考察.....	94
四、2016 年平台建设与人才培养.....	95
4.1 平台建设.....	95
4.1.1 完善了阿尔泰山站野外观测系统.....	95
4.1.2 完成阿尔泰山站吉木乃分站基建工作.....	96
4.2 人才培养和团队建设.....	97
五、2016 年国内外合作与交流.....	100
六、2016 年大事记.....	101
七、2016 年新闻照片选.....	101

一、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）是我国历史最长的以冰川为主要观测、研究对象的野外台站。该站定位于冰川和冰川作用区的基础观测研究。研究方向是冰川及冰川作用区有关现象的物理、化学与生物过程、机理及相互作用，以及对社会经济的影响。

天山冰川站是在已故知名冰川学家施雅风院士倡议并组织下于 1959 年创建的。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。1999 年成为首批国家重点野外试点站，2006 年成为国家重点站。

天山冰川站主要监测的参照冰川为天山乌鲁木齐河源 1 号冰川（简称乌源冰川或 1 号冰川），是我国监测时间最长、资料最为系统的冰川。该冰川作为 WGMS 网络中唯一的中国冰川，跻身全球重点观测的十条冰川之列，也是世界上观测时间超过 50 年的少数几条冰川之一。

半个多世纪以来，天山冰川站围绕 1 号冰川及乌鲁木齐河源区的观测研究，为揭示山地冰川及冰冻圈其它组分普遍规律，中国西北地区和亚洲中部干旱区山区水资源形成、演化起到了重要作用，成为国内外其它地区冰川研究的良好参照和典范。研究成果为我国冰川学的发展起到了关键作用，并填补了国际冰川学对大陆型冰川研究的诸多空白。

天山冰川站一直是国内外冰川定位观测、研究的中心和人才培养基地，在国际上享有很高声誉。在中国冰川学界，无论是老一辈的冰川学家，还是目前活跃在科研一线的中、轻年学者，大都有在天山冰川站工作生活的经历，与之结下了不解之缘。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。

自 1998 年起，天山冰川站开始拓展其观测研究范围，如今监测的冰川范围已扩展到天山最西端的托木尔峰和最东端的哈尔里克山，跨越 1700 公里，形成了完整的天山冰川观测网络。2011 年又在新疆喀纳斯建立了分部“阿尔泰山冰川积雪与环境观测研究站”，完善了我国冰冻圈观测体系。至此，天山冰川站一站三部的园区建设初具规模，涉及冰冻圈多学科的观测内容日趋完善。

二、2016 年科研工作进展

2.1 在山地冰川动力过程、机理与模拟方面取得进展

天山冰川站承担国家重大科学研究计划“冰冻圈变化及其影响研究”项目的第一课题。在冰川动力学模拟阶段性结论基础上，提出四大关键控制因素，为掌握未来冰川变化普遍规律奠定了基础。

控制因素一：冰川变化总体取决于冰川物质平衡。现阶段冰川物质平衡主要受气温、辐射和降水状况所决定。冰面物质/能量状况决定了冰川的发育和消亡，对冰川变化过程起

关键作用。不同区域所发育冰川所处水热条件有明显不同，不仅导致冰川规模本身有差异，亦是冰川未来变化趋势存在显著差异的根本原因。

控制因素二：冰川顶部和末端海拔高度。顶部高度决定冰川存在时间；末端高度决定其变化率。冰川顶部较高，抵御气候变暖的能力强，有相对长的存在时间；而冰舌下伸较低的冰川有着较大变化速率。

控制因素三：冰川底部地形和现存冰量分布。决定冰川未来变化过程的主要参数。决定了冰川动态变化中厚度或面积变化的优先顺序。末端厚度较薄的冰川退缩较为迅速（冰川变化以面积缩减为主，而非厚度减薄）；冰量分布的转折点亦往往与冰川退缩速率的转折点相对应。

控制因素四：冰川形态与冰川变化有显著关系。例如，冰帽通常规模较大而变化缓慢，而规模相近的山谷冰川与冰帽变化规律亦有明显不同。冰帽通常规模较大，且其初期变化较之山谷冰川缓慢，然而一旦平衡线高度超越冰帽顶部，会造成冰帽的快速消融直至消失。

2.2 在冰川变化方面取得新成果

(1) 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川近期观测结果分析

乌鲁木齐河源 1 号冰川是世界冰川监测服务处 (WGMS) 中的唯一的一条中国监测冰川，也是我国监测资料最为完整的一条冰川，提供了最长的冰川学和气候学监测记录。2012 年，采用 RTK-GPS 对该冰川进行了详细的测量，并制作了地形图。与此同时，采用了探地雷达进行了冰川厚度测量。此外，冰川末端变化和物质平衡至今每年都进行了连续观测。结果显示，2012 年乌鲁木齐河源 1 号冰川总面积 1.59 km^2 ，东支和西支冰川面积分别为 1.02 km^2 和 0.57 km^2 。1962 年到 2012 年，冰川面积减小了 0.31 km^2 。2012 年平均冰川厚度为 44.50 m ，1981-2012 年，冰川厚度平均减薄 0.34 m a^{-1} 。该冰川的缩小主要是由于气候变暖，尤其是夏季气温的上升。东西支冰川地形特征直接造成了乌鲁木齐河源 1 号冰川两支的末端退缩、厚度减薄、面积缩小特征的差异。分析显示，该冰川至少在未来的近十年还将持续退缩，源于对气候变暖的响应需要持续一定时间。

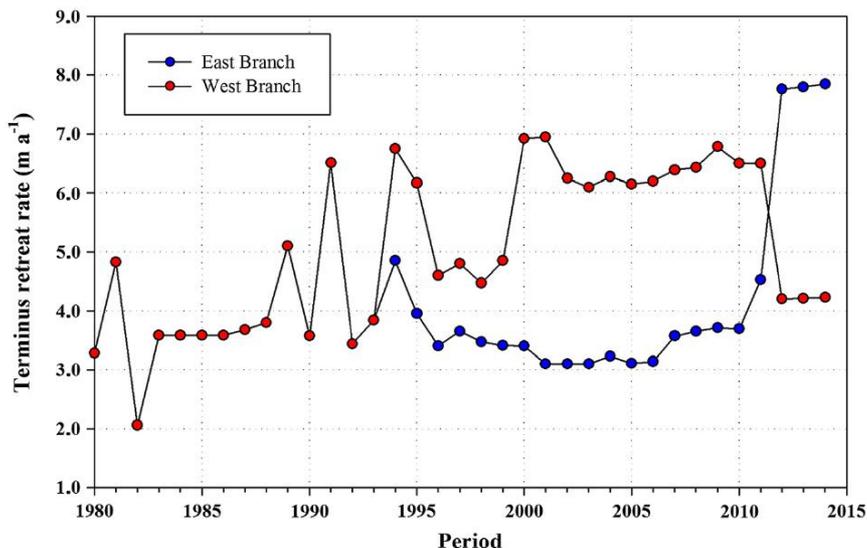


图 乌鲁木齐河源 1 号冰川东西支冰川末端变化

(2) 天山奎屯河流域哈希勒根 51 号冰川近期面积、厚度和运动速度变化

针对天山奎屯河流域哈希勒根 51 号冰川厚度分布、面积、末端和速度变化开展了研究。探地雷达测量结果显示, 哈希勒根 51 号冰川最大厚度为 73 m, 平均厚度为 39 m。1964-2010 年, 冰川面积由 1.48 km² 缩小到 1.32 km², 缩小比率为 10.8%, 末端年均退缩 2.3 m·a⁻¹。相比之下, 哈希勒根 51 号冰川在我国天山的冰川面积变化是相对较小的, 但其储量减小较大, 相当于在 20 世纪 80 年代到 2010 年储量损失了 30%。2000-2006 年, 观测的冰川运动速度介于 1.5-3.1 m·a⁻¹。持续的冰川退缩主要归因于局地的气温显著升高, 这对流域水资源必将起到非常重要的影响。

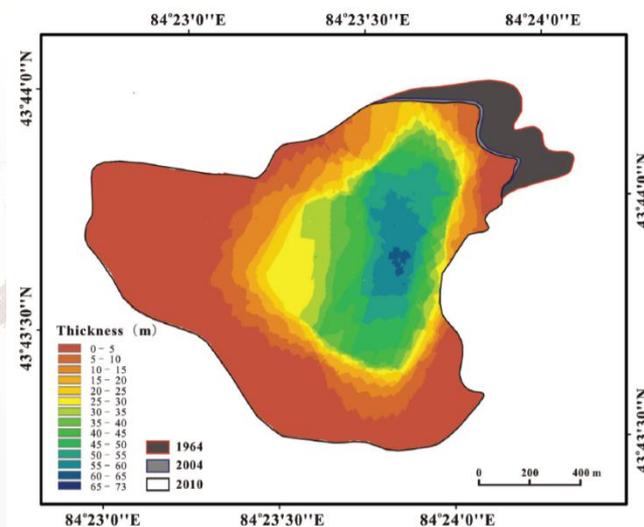


图 哈希勒根 51 号冰川厚度分布及末端变化

(3) 天山博格达峰南北坡冰川面积和厚度变化对比

天山博格达峰地区冰川面积快速缩小和储量损失，直接造成我国干旱区及周围水资源匮乏问题。了解冰川厚度和变化对冰川储量变化分析非常重要，直接关系到区域水文水资源。扇形分流冰川和黑沟 8 号冰川分别位于博格达北坡和南坡。本研究基于 2009 年测量结果和前人研究结果，对这两条冰川厚度分布、冰川面积和储量的变化进行了讨论。结果显示，扇形分流冰川 2009 年冰舌平均厚度约 82.3 m，冰储量 $385.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。从 1962 年到 2009 年，冰川减薄 $14 \pm 8 \text{ m} (0.30 \pm 0.17 \text{ m a}^{-1})$ ，相当于冰川储量损失 $65.5 \pm 37.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。2009 年黑沟 8 号冰川冰舌平均厚度 58.7 m，冰川储量 $115.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。1986 年到 2009 年，黑沟 8 号冰川冰舌减薄 $13 \pm 6 \text{ m} (0.57 \pm 0.26 \text{ m a}^{-1})$ ，相当于冰川储量损失 $25.5 \pm 11.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。相比之下，黑沟 8 号冰川厚度减薄和退缩要强于扇形分流冰川，这主要是由于地形特征差异所造成。这种差异主要源于博格达南坡的气温升高要强于北坡。

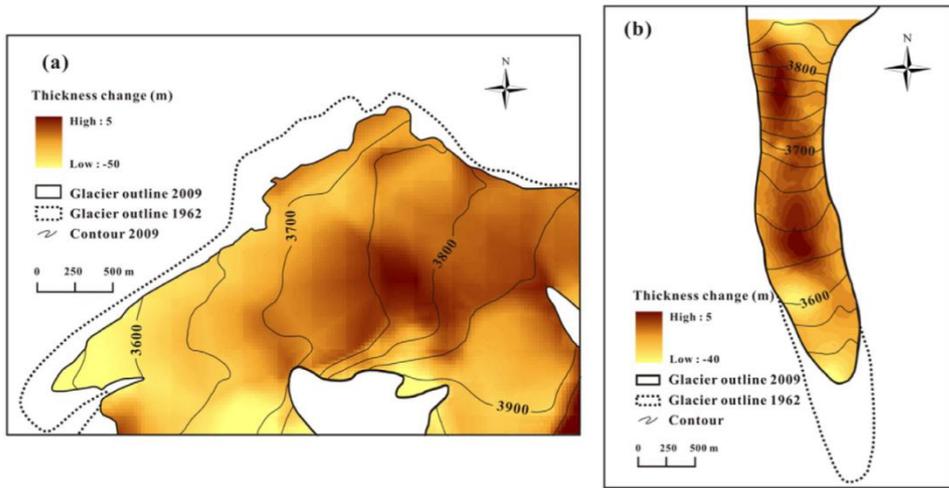


图 天山博格达北坡扇形分流冰川和南坡黑沟 8 号冰川变化对比

2.3 在冰川化学方面取得新成果

(1) 天山地区雪冰中气溶胶特性研究

根据在天山乌鲁木齐河源 1 号冰川采集的样品，利用热/光反射法 (TOR) 分析得到有机碳 (OC) 与元素碳 (EC) 的浓度，同时计算了雪冰中黑碳和粉尘的浓度，并探讨了冰川区雪冰中碳质气溶胶浓度对于反照率的影响。研究表明，吸光性物质的浓度在老雪中明显高于新雪，粉尘浓度在新雪中为 16ppm，在老雪中为 1507ppm，黑碳在新雪中的浓度为 25ppb，在老雪中的浓度为 1738ppb。新雪和老雪的反照率相差达到了 0.4，在沉积过程中预计将会产生 180 W/m^2 的辐射强迫。通过 SNICAR 模型估算发现，在积累区中雪的老化、黑碳和粉尘对于反照率的降低分别贡献了 44%、25% 和 7%，雪的老化是降低积累区反照率的主要因素。

(2) 稳定同位素的高程效应研究

稳定同位素的反高程梯度通常发生在山地迎风坡。然而当降水越过山脉到达背风坡后，

除了其他复杂过程如云下蒸发和额外水分混合，由于山地地形雨影的影响使其海拔效应变得不明显。在本研究中我们发现，通过对天山背风坡乌鲁木齐河流域采集的水样中同位素的分析，得出 $\delta^{18}\text{O}$ 的降水量梯度为 $0.12\text{‰}/100\text{m}$ 。云下蒸发和水汽再循环过程被认为是负责的正梯度，并建立了一个简单的模型来进行定量观测，定义了再分馏（蒸发）作为再循环比（蒸发）在较低的站减去在较高的站的馏分的差异。该模型表明，随着再循环比每增长1%， $\delta^{18}\text{O}$ 海拔梯度上升 0.28‰ ，而蒸发比率每增加1%， $\delta^{18}\text{O}$ 下降 0.15‰ 。水汽再循环效应比天山背风坡云下蒸发更加显著。因此，天山降水中的 $\delta^{18}\text{O}$ 呈现正高程梯度。该模型还解释了中国西北地区水同位素数据点分布在 δD 和 $\delta^{18}\text{O}$ 数据的分配。由于水汽再循环过程，山区水体的同位素数据均位于区域大气降水线(LMWL)以上，而由于蒸发作用，流域内水体的同位素大多位于区域大气降水线(LMWL)以下。因此得出结论，在山地背风坡稳定同位素的高程效应对当地大气循环过程的反应非常灵敏，同时应考虑利用稳定同位素进行定量古海拔造山运动和地下水补给区的研究。

三、2016年观测工作进展

3.1 北极 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川观测

北极 Svalbard 地区地处北大西洋暖流的最北端，其境内冰川大部分为亚极地型或多热型小冰川，该区冰川物质平衡，冰川运动对北大西洋暖流的波动和相应的气候变化十分敏感，是国际上冰川监测研究的重点区域之一。我国通过北极黄河站 2004 和 2005 年度冰川考察，选择两条多热型冰川（Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川，以下简称 A 冰川和 P 冰川）为研究对象，通过连续观测、多期复测等工作对 A 冰川和 P 冰川开展长期监测，重点开展冰川物质平衡、冰川运动、冰川气象以及气/雪/冰界面相互作用可持续跟踪研究工作。

2016 年，天山冰川站观测人员 2 次赴北极黄河站开展冰川观测工作。在 2016 年春季，主要开展了冰川高精度监测点的复测、新花杆的布设、冰川温度测量和雪冰化学采样工作；2016 年秋季，开展了冰川物质平衡监测、冰川高精度监测点的复测、冰川温度测量和冰磧岩（含土壤）采样工作。共计布设 6 m 长新物质平衡花杆 24 根，其中 A 冰川 19 根，P 冰川 5 根。

3.1.1 物质平衡观测

复测了 A 冰川和 P 冰川物质平衡花杆。鉴于此前冰川物质平衡花杆的埋设深度只有 2 m，几乎每年在冰川前沿都要补杆，而在中上游的花杆倾斜影响观测，本年度对我国监测的两条冰川上所有监测点都更换为 6 m 埋深的花杆，这样可以保证前沿花杆 3 年不倒，中上游 10 年连续观测，提高监测数据的可用性。已在春季完成 24 根新花杆布设，秋季利用新花杆对冰川物质平衡进行了测量。

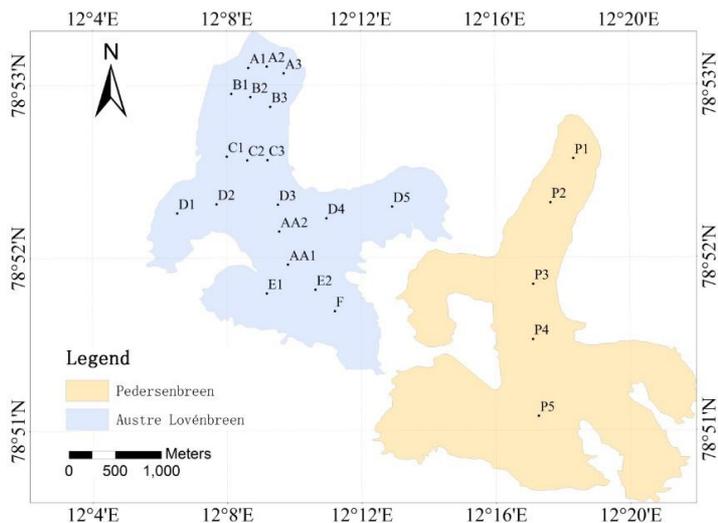


图 物质平衡花杆分布图

A 冰川物质平衡观测：开展了 20 个点（A1、A2、A3、B1、B2、B3、C1、C2 新、C2 旧、C3、D1、D2、D3、D4、D5、AA1、AA2、E1、E2 和 F）的物质平衡观测；P 冰川物质平衡观测：开展了 5 个点（P1、P2、P3、P4 和 P5 点）的物质平衡观测。观测项目包括花杆高、雪深、积雪描述和密度测量。



图 冰川物质平衡监测

3.1.2 GPS 观测

完成 A 冰川 19 个点、P 冰川 5 个点复测。GPS 观测采用 Leica 双频 GPS 接收机，每个观测点的观测时间在 50 分钟以上。已将 A 冰川和 P 冰川 GPS 观测点与黄河站 GPS 跟踪站进行联合数据处理，获取冰川观测点的高精度坐标。



图 冰川运动高精度 GPS 测量

3.1.3 自动气象站维护

对气象站进行了加固，确保气象站正常状态下运行，维护了气象站供电系统，并采集了数据，数据完整且质量高。



图 自动气象站维护

3.1.4 冰川温度测量

确定测温探头和测温仪表工作正常，测温读数稳定，操作方便（绝对精度为 0.05 摄氏度，相对精度为 0.01 摄氏度）。对 A 冰川 B2 点温度探头进行了 3 次温度测量，获取了秋季冰温数据。目前，A 冰川仅剩 B2 点尚可进行钻孔温度测量。

3.1.5 雪冰样品采集

在冰川 A2、B2、C2、D3、E2 和 F 点采集了表面雪样（各点均为 1 个样品）；在 F 点挖取了深度为 110 cm 的雪坑，按照由上至下的顺序以 5 cm 的分辨率采集了 30 个雪坑样品。在 E 点挖取深度为 90 cm 的雪坑，按照由上至下的顺序以 5 cm 的分辨率采集了 20 个雪坑样品。

3.1.6 GNSS 跟踪站数据采集及维护

对 GNSS 跟踪站进行了必要的加固，确保跟踪站正常运行，并采集了冰川运动数据。



图 GNSS 跟踪站数据采集及维护

3.2 地面三维激光扫描监测进展

为获取中国西部典型监测冰川的变化信息，2016 年 5 月~10 月期间，天山冰川站组织了不同规模的野外考察队对天山乌鲁木齐河源 1 号冰川、托木尔峰青冰滩 72 号冰川、哈密榆树沟 6 号冰川、哈密庙尔沟冰帽、萨吾尔山木斯岛冰川以及祁连山的七一冰川、八一冰川进行了地面三维激光扫描。

野外观测中使用的 Riegl VZ[®]-6000 地面三维激光扫描仪是奥地利瑞格激光测量系统公司最新推出的 V 系列三维激光扫描仪。扫描仪具有长达 6 km 的超长距离测量能力，能够获取高精度和分辨率的冰川表面数字高程模型以及由此衍生而来的冰川末端退缩、冰川表面形态、冰川储量变化和冰川物质平衡等信息。

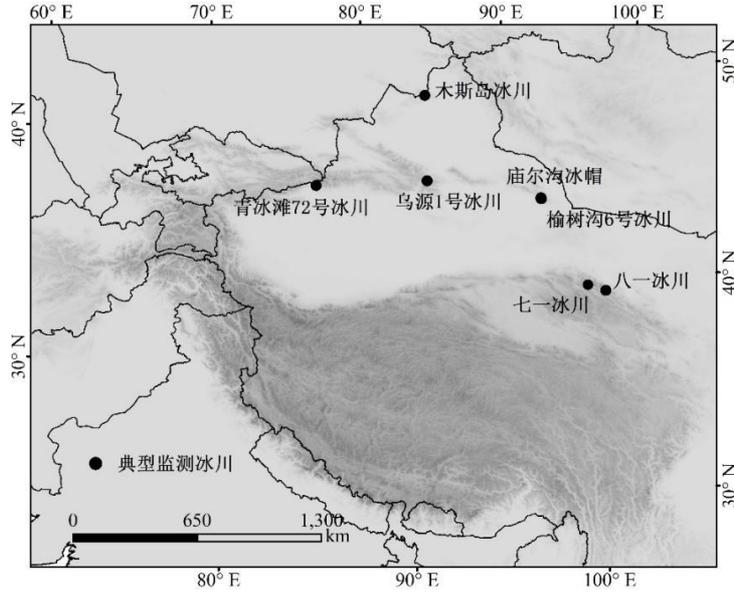


图 典型监测冰川分布

2016年5月初和9月初，天山冰川站组织人员对乌鲁木齐河源1号冰川实施地面三维激光扫描，获取了高质量的冰川区数字高程模型。

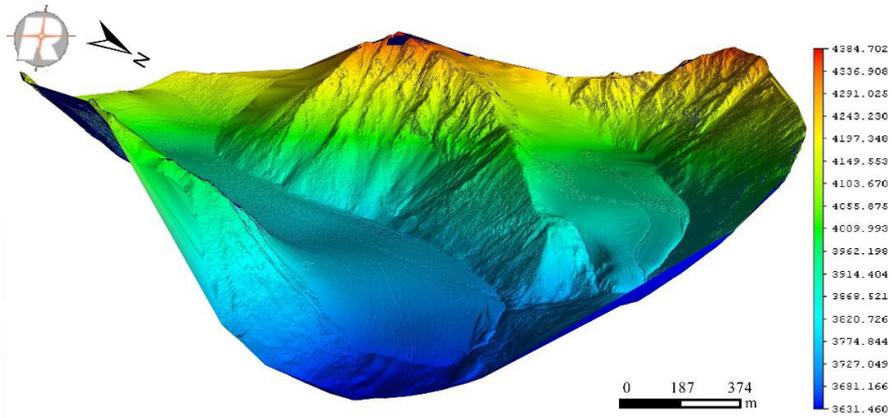


图 乌鲁木齐河源1号冰川高分辨率数字高程模型

木斯岛冰川位于萨吾尔山地区，拥有独特的地理、气候及生态环境，丰富的水资源亦是维系下游吉木乃县社会经济和生态环境的命脉。2016年7月下旬组织人员对木斯岛冰川进行三维激光扫描，以期获取冰川变化的相关参数。



图 木斯岛冰川三维激光扫描作业现场

托木尔峰冰川区位于我国境内天山山脉的西端，是天山最大的冰川作用区及塔里木河的主要水源地，该地区冰川融水占河川总径流量的比率超过40%，该地区冰川普遍有表碛覆盖，消融规律不同于一般冰川。自2008年以来天山冰川站一直对该冰川实施定位监测（包括物质平衡、运动速度、冰川温度等），2016年8月组织考察队员对该冰川实施地面三维激光扫描，以研究表碛覆盖型冰川的消融规律。



图 青冰滩72号冰川三维激光扫描作业现场

榆树沟流域冰川广泛发育，流域出山口建有国家基本水文站点，是开展冰川变化及水资源研究的理想区域。前期观测资料表明该流域上游榆树沟冰川消融强烈，位于榆树沟冰川东侧的庙尔沟冰帽自2004年以来一直开展野外观测。为了获取两条冰川相关变化信息，

2016年8月下旬对两条冰川实施了三维激光扫描。



图 榆树沟冰川三维激光扫描作业现场

七一冰川 ($39^{\circ}14'25''\text{N}$, $97^{\circ}45'20''\text{E}$, 冰川编号: 5Y437C0018) 位于祁连山中段, 融水注入北大河支流柳沟泉河; 在形态上属于冰斗-山谷冰川, 物理属性上属于大陆型冰川, 自 1958 年就开展该冰川的综合考察与研究, 积累了大量的观测资料, 开展相关研究具有十分重要的意义。八一冰川 ($39^{\circ}01.00'\text{N}$, $98^{\circ}53.53'\text{E}$, 冰川编号: 5Y425L002) 又称小沙龙冰川, 位于青海省海北藏族自治州祁连县野牛沟乡, 是我国第二大内陆河黑河流域的源头, 2015 年 8 月天山在该冰川开展了物质平衡、冰川区气象、雪冰化学采样等方面的工作。为了延续观测资料, 获取冰川变化信息, 天山冰川站组织人员于 2016 年 10 月中旬开展了两条冰川的三维激光扫描工作。



图 祁连山七一冰川地面三维激光扫描



图 八一冰川观测工作

3.3 天山、阿尔泰山、祁连山定位监测冰川年度考察

在科技部全球变化重大科学研究计划“冰冻圈变化及其影响研究”、中科院重点部署项目“冰冻圈快速变化的关键过程研究”、国家自然科学基金重大研究计划“黑河流域水—生态—经济系统的集成模拟与预测”等项目的支持下，2016年天山冰川站继续对“天山冰川监测网络”中的乌鲁木齐河源1号冰川、天山托木尔峰青冰滩72号冰川（神奇峰冰川）、哈密庙尔沟冰帽、哈密榆树沟冰川、阿尔泰山木斯岛冰川、祁连山十一冰川、祁连山八一冰川等参照冰川开展了常规和专项观测工作。

2016年野外考察中，天山冰川站采用室内及现场教学的办法对新入职观测人员进行野外观测培训，重点强调观测方法的标准化和观测数据的高质量性。使用新型蒸汽钻对上述冰川的物质平衡观测花杆进行了重新布设，花杆深度控制在5 m以上，以保证观测数据的连续性。同时开展了冰川运动速度、冰川末端变化、冰川表面反照率等项目的观测。野外考察期间，在各冰川积累区挖取雪坑，采集雪样，并同时采集了冰川区的降水、冰川表面融水及末端河水，对冰川区自然环境变化进行系统监测。在榆树沟冰川末端同哈密水文水资源勘测局合作，架设超声波水位计1台。



图 天山冰川站观测人员野外培训

四、2016 年平台建设与人才培养

4.1 平台建设

4.1.1 完善了阿尔泰山站野外观测系统

阿尔泰山是亚洲中部宏伟山系之一，全长 1600 余公里。这里是我国唯一的北冰洋水系分布区，是我国冰川分布纬度最高和末端海拔最低的地区，是我国积雪最丰富的地区之一，是西伯利亚动植物区系在我国分布的典型代表地区，是西伯利亚泰加林南延的极限位置。本区具有重要的科研、生态、环境和旅游等价值。

阿尔泰山站的观测设备主要布设在布尔津河流域和吉木乃县乌勒昆乌拉斯特河流域内。喀纳斯分站定位监测的参照冰川为喀纳斯冰川和布尔津 18 号冰川。在喀纳斯湖区设有积雪、气象观测场，架设了 T-200B、雪枕等仪器。在喀纳斯湖出水口设有水文观测点，并与布尔津河下游水文站达成了数据共享协议；同时与新疆林业科学院合作在喀纳斯保护区内建成了 3 个坡面径流观测场和 8 个生态观测点。

2016 年阿尔泰山站的主要工作是加强吉木乃基本站的观测硬件建设。先后在县城站区建有一个标准气象综合观测场、在木斯岛冰川建有简易气象观测场、同时与吉木乃县气象局实现了资料共享协议，定位监测的参照冰川为中-哈界河乌勒昆乌拉斯图河源区最大的木斯岛冰川。目前，阿尔泰山站观测拥有国际上最为先进的冰川观测设备，包括蒸汽钻、冰芯钻机、冰川雷达、3D 激光扫描仪等，以及自动气象站、10 m 梯度气象站、T-200B 固态降水观测系统、选择离子流动管质谱仪、雪枕测量系统、风吹雪特征观测系统、单颗粒黑碳光度计分析测试系统、流速仪和压力式水位计等仪器设备，基本具备了对冰冻圈全要素的观测能力。



图 阿尔泰山站-吉木乃基本站标准气象观测场



图 木斯岛冰川气象综合观测场

4.1.2 完成阿尔泰山站吉木乃分站基建工作

2015年6月中下旬完成了阿尔泰山站区的规划和综合楼的设计工作。7月中旬完成了各项工程的招标,并正式动工建设。经过三个月的紧张施工建设,建成一栋 333 m^2 的科研生活楼,完成 700 m^2 的站区道路硬化,新建 500 m 长的围墙和 9 m 长的大理石大门,建成一个标准气象综合观测场($25\text{ m}\times 25\text{ m}$)。2016年6月完成了站区门前 3000 m^2 的场地平整工作,并种植近200棵绿化树。2016年上半年历时两个多月完成综合楼的内土地平整工作及楼房的内外装修工作,7月正式投入使用。

在建设过程中,吉木乃县委和县政府对阿尔泰山站的建设提供了全方面的支持。在县城黄金地段无偿划拨 29 亩土地(其中 10 亩有土地证,土地市值 8 万元/亩),用于阿尔泰山站的科研和生活基地建设,同时在基础设施方面(水、电、气和路等)进行大量投入和保障性建设。

4.2 人才培养和团队建设

2016 年我站有 2 名博士,5 名硕士毕业,入学 2 名博士、2 名硕士,与兰州大学联合培养硕士研究生 2 名,目前在读博士后、博士和硕士生共计 20 余人。我站作为主要完成单位的“西北干旱区水资源形成、转化与未来趋势研究”项目获得 2016 年新疆维吾尔自治区科技进步一等奖。本年度接待了兰州大学、陕西师范大学、西北师范大学、兰州城市学院、天水师范学院等高校及名其它研究部门 30 多名学生来我站开展野外实习或做毕业论文。

(一) 2016 年度在天山冰川站完成学位论文并毕业的硕士、博士研究生

表 2016 年在天山冰川站完成学位论文毕业的硕士、博士研究生

序号	姓名	性别	完成论文时间	专业	论文题目	学位	导师
1	怀保娟	女	2016.05	自然地理	黑河流域十一冰川暖季能量-物质平衡观测与模拟研究	博士	李忠勤
2	尤晓妮	女	2016.05	自然地理	乌鲁木齐河源 1 号冰川气象要素与雪-冰化学演化过程的关系研究	博士	李忠勤
3	刘铸	男	2016.05	自然地理	水量平衡法计算的物质平衡与实测值的对比分析及应用	硕士	李忠勤
4	徐春海	男	2016.05	自然地理	三维激光扫描技术在山地冰川物质平衡研究中的应用初探	硕士	王飞腾
5	张鹏	男	2016.05	自然地理	基于 SRM 模型的乌鲁木齐河源区冰雪径流模拟初探	硕士	李忠勤
6	陈物华	男	2016.05	自然地理	基于 RS 和 GIS 的天山托木尔地区冰川变化研究	硕士	李忠勤
7	李汶峰	男	2016.05	自然地理	乌鲁木齐河流域冰川物质平衡模拟	硕士	李忠勤

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

(二) 2016 年度天山冰川站固定人员培养的在站进行学位论文研究的硕士、博士研究生

表 2016 年度天山冰川站固定人员培养的在站进行学位论文研究的硕士、博士研究生

序号	姓名	性别	单位	专业	研究方向 (论文题目)	学位	导师
1	周平	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川水文	博士	李忠勤
2	张慧	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川变化	博士	李忠勤
3	徐春海	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川遥感	博士	李忠勤
4	宋梦媛	女	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川水化学	博士	李忠勤
5	叶万花	女	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川水文	硕士	王飞腾
6	毕研群	男	中科院寒 旱所天山 冰川站	自然地理	冰川变化	硕士	王飞腾
7	张昕	男	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川水文	博士	李忠勤
8	岳晓英	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川变化	博士	李忠勤
9	蒙彦聪	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川变化	硕士	李忠勤
10	陈丽萍	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	冰川积雪	硕士	李忠勤
11	邢武成	男	西北师范 大学地环 学院	自然地理	雪冰化学	硕士	李忠勤
12	何海迪	女	西北师范 大学地环 学院	自然地理	雪冰化学	硕士	李忠勤

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

13	梁鹏斌	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川物质平衡	硕士	李忠勤
14	牟建新	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川物质平衡	硕士	李忠勤
15	周茜	女	中科院寒旱所/兰州大学	自然地理	冰川环境	硕士	李忠勤
16	马珊	女	中科院寒旱所/兰州大学	自然地理	冰川环境	硕士	李忠勤

(三) 2016年非天山冰川站人员培养的在站进行学位论文研究工作的硕士、博士研究生

表 2016年度非天山冰川站人员培养的在站进行学位论文研究工作的硕士、博士研究生

序号	姓名	性别	单位	专业	研究方向(论文题目)	学位	导师
1	车彦军	男	西北师范大学地环学院	自然地理	物质平衡	博士	张明军
2	孙才奇	男	北京大学	自然地理	冰缘地貌	硕士	刘耕年
3	宋珍珍	女	新疆农业大学	生态学	植物生态学	硕士	谭敦炎
4	张振春	男	新疆农业大学	生态学	植物生态学	硕士	谭敦炎
5	靳晓刚	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川变化	硕士	张明军
6	杜铭霞	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川化学	硕士	张明军
7	强芳	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	博士	张明军
8	王琼	女	西北师范大学地环学院	自然地理	极端气候	硕士	张明军

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

9	董雷	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川变化	硕士	张明军
10	任正果	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	硕士	张明军
11	周盼盼	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川积雪	硕士	张明军
12	赵培培	女	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川水文	硕士	张明军
13	陈恺悦	男	西北师范大学地环学院	自然地理	冰川遥感	硕士	赵军
14	杨森	男	西北师范大学地环学院	自然地理	气候变化	硕士	张明军
15	马荣	男	西北师范大学地环学院	自然地理	同位素化学	硕士	张明军
16	潘素敏	女	西北师范大学地环学院	自然地理	雪冰化学	硕士	张明军
17	张亚宁	女	西北师范大学地环学院	自然地理	气候变化	硕士	张明军
18	周苏娥	女	西北师范大学地环学院	自然地理	雪冰化学	硕士	张明军

五、2016 年国内外合作与交流

2016 年 8 月, 日本千叶大学地理科学系 Nozomu Takeuchi 教授团队在乌鲁木齐河源 1 号冰川开展冰川表面杂质及微生物观测与采样工作, 并在冰川反照率研究方面进行了交流。

2016 年 4 月, 我站王文彬助理研究员和金爽工程师赴北极中国黄河站, 对斯瓦尔巴群岛 Austre Lovénbreen 冰川和 Pedersenbreen 冰川开展了为期近一个月的野外观测工作。9 月金爽工程师再次赴北极地区开展野外观测工作, 开展了冰川物质平衡、冰川运动、冰川气象、冰温监测及雪坑、表层雪样品采集工作。

2016年5月,我站李忠勤研究员、王璞玉副研究员等参加EGU,并做了题为“Mechanism and simulation of accelerated shrinkage of continental glaciers: a case study of Urumqi Glacier No. 1, eastern Tianshan, central Asia”和“Comparison of glaciological and geodetic mass balance at Urumqi Glacier No.1, Tian Shan, Central Asia”的报告。

2016年6月,我站李忠勤研究员和王飞腾副研究员赴台湾参加遥感会议,介绍了西昆仑山区冰川灾害风险评估研究。

2016年10月,我站10余名博士赴南京参加第二届“中国大地测量和地球物理学学术大会”,组织“冰川对气候变化的响应及其影响”专题报告会。

2016年,我站继续与新疆自治区水利厅、阿克苏水文水资源勘测局、哈密水文水资源勘测局合作开展阿克苏和哈密地区冰川径流观测。与阿勒泰水文水资源勘测局合作,开展了吉木乃县木斯岛冰川观测工作。与中国科学院生态与地理研究所、北京大学、新疆大学、石河子大学、新疆农业大学在新疆冰川变化监测研究、冰缘地质地貌、植物生态等方面继续开展合作。

六、2016年大事记

- 8月2日至5日,由中国科学院西北生态环境资源研究院(筹)(简称西北研究院)和新疆阿尔泰山地区吉木乃县人民政府共同主办的“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站(简称阿尔泰山站)发展研讨会暨新疆吉木乃县生态环境保护与科技发展论坛”在新疆吉木乃县成功举办。
- 8月4日,“中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站(简称阿尔泰山站)”揭牌成立。
- 8月5日至7日,中国南极冰盖冰川学断面科学考察20周年总结与十三五展望学术研讨会在天山冰川站成功召开。
- 承担中亚中心有关冰川观测项目。与吉尔吉斯斯坦天山站达成合作交流、人才培养协议。
- 天山冰川观测试验站与天水师范学院签订“地理科学创新人才培养合作协议”,5名人员被聘为导师。

七、2016年新闻照片选



中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站（简称阿尔泰山站）发展研讨会暨新疆吉木乃县生态环境保护与科技发展论坛（8月2日-5日）



阿尔泰山站发展研讨会秦大河院士讲话（8月2日）



2016年第八届“天山杯”学术论文竞赛人员留影



地理科学创新人才培养合作会议



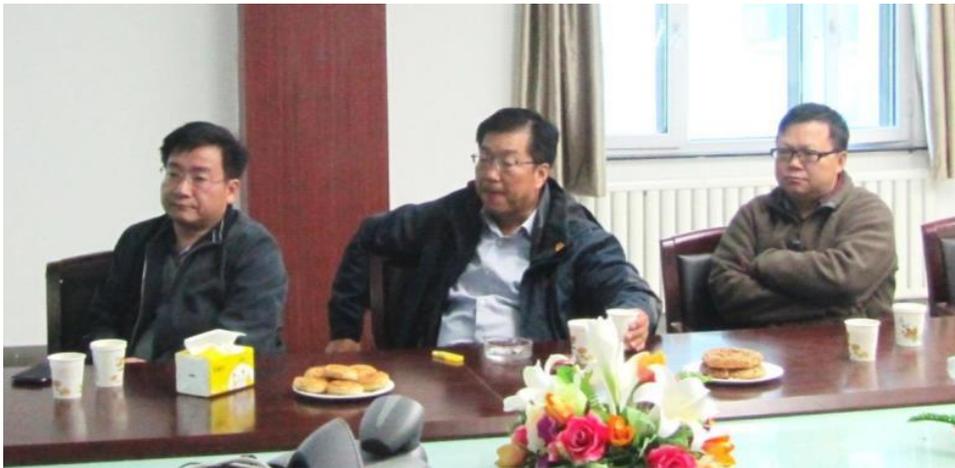
中国阿尔泰山冰冻圈科学与可持续发展综合观测研究站（8月4日）



中国南极冰盖冰川学断面科学考察 20 周年总结与十三五展望学术研讨会参会人员合影（8月5日）



冰川观测项目会议



吴建国局长调研安全问题



2016年8月，日本千叶大学 Takeuchi 教授团队留影



2016年10月，第二届“中国大地测量和地球物理学学术大会”



2016 年天山冰川站观测人员野外培训



乌鲁木齐河源 1 号冰川动态差分 GPS 和雷达测厚综合观测野外小组留影

来站工作客座人员一览表（2015-2016）

（排名不分先后）

姓名	性别	职 称	研究方向	工作单位
张明军	男	教 授	冰川化学	西北师范大学
孙美平	女	副教授	冰川水文	西北师范大学
王圣杰	男	副教授	全球变化与水循环	西北师范大学
徐世建	男	博 士	植物学	兰州大学
安黎哲	男	教 授	植物学	兰州大学
冯虎元	男	教 授	环境生物学	兰州大学
李开明	男	副教授	冰川水文	兰州城市学院
尤晓妮	女	副教授	冰川化学	天水师范学院
崔之久	男	教 授	自然地理学	北京大学
刘耕年	男	教 授	自然地理学	北京大学
谭敦炎	男	教 授	植物学	新疆农业大学
周尚哲	男	教 授	自然地理学	华南师范大学
朱 诚	男	教 授	自然地理学	南京大学
高前兆	男	研究员	冰川水文学	中国科学院 西北生态环境资源研究院
效存德	男	研究员	自然地理学	中国科学院 西北生态环境资源研究院
陈 拓	男	研究员	自然地理学	中国科学院 西北生态环境资源研究院

Annual Report of Tianshan Glaciological Station (2015-2016)

侯书贵	男	研究员	雪冰化学	中国科学院 西北生态环境资源研究院
赵井东	男	副研究员	自然地理学	中国科学院 西北生态环境资源研究院
庞忠和	男	研究员	同位素水文学	中国科学院地质所
易朝路	男	研究员	地球物理	中国科学院青藏高原研究所
周石桥	男	研究员	同位素水文学	中国科学院青藏高原研究所
邬光剑	男	研究员	自然地理学	中国科学院青藏高原研究所
陈亚宁	男	研究员	绿洲生态与绿洲农业	中国科学院 新疆生态与地理研究所
杨维康	男	研究员	动物生态学	中国科学院 新疆生态与地理研究所
Lorenz Joseph King	男	研究员	地球科学	德国吉森大学
Nozomu Takeuchi	男	博士	冰川微生物	日本千叶大学
Akane Watanebe	女	研究生	冰川微生物	日本千叶大学
Yoichiro Hori	男	研究生	冰川微生物	日本千叶大学
Ryo Sugiyama	男	本科生	冰川微生物	日本千叶大学
Koki Ishiwatari	男	本科生	冰川微生物	日本千叶大学
Masato Shiomuki	男	本科生	冰川微生物	日本千叶大学
Ross Edwards	男	博士	雪冰化学	美国沙漠研究所
Francoiswa	男	博士	水文学	法国巴黎第七大学
Eva Huintjes	女	博士	冰川物理学	德国亚琛工业大学
Christoph Schneider	男	教授	冰川物质平衡模拟	德国柏林洪堡大学

2015-2016 年发表文章目录

据统计, 2015-2016 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 50 余篇(其中 SCI 论文 20 余篇以上), 专著 2 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. Guangjian Wu, Chenglong Zhang, Xuelei Zhang, Tianli Xu, Ni Yan, Shaopeng Gao. The environmental implications for dust in high-alpine snow and ice cores in Asian mountains. *Global and Planetary Change*, 2015, 124: 22-29.
2. Meiping Sun, Zhongqin Li, Xiaojun Yao, Mingjun Zhang, Shuang Jin. Modeling the hydrological response to climate change in a glacierized high mountain region, northwest China. *Journal of Glaciology*, 2015, 61: 127-136.
3. Shengjie Wang, Mingjun Zhang, María Cruz Minguillón, Xiaoyu Zhang, Fang Feng, Xue Qiu. PM10 concentration in urban atmosphere around the eastern Tien Shan, Central Asia during 2007–2013. *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, 22: 6864–6876.
4. Shengjie Wang, Mingjun Zhang, Meiping Sun, Baolong Wang, Xiaoyan Huang, Qiong Wang, Fang Feng. Comparison of surface air temperature derived from NCEP/DOE R2, ERA-Interim, and observations in the arid northwestern China: a consideration of altitude errors. *Theoretical & Applied Climatology*, 2015, 119 (1-2): 99-111.
5. Meiping Sun, Xiaojun Yao, Zhongqin Li, Mingjun Zhang. Hydrological processes of glacier and snow melting and runoff in the Urumqi River source region, eastern Tianshan Mountains, China. *Journal of Geographical Sciences*, 2015, 25(2): 149-164.
6. Puyu Wang, Zhongqin Li, Ping Zhou, Wenbin Wang, Shuang Jin, Huilin Li, Feiteng Wang, Hongbing Yao, Hui Zhang, Lin Wang. Recent changes of two selected glaciers in Hami Prefecture of eastern Xinjiang and their impact on water resources. *Quaternary International*, 2015, 358(2): 146-152.
7. Youcun Liu, Jing Wu, Yan Liu, Bill X. Hu, Yonghong Hao, Xueli Huo, Yonghui Fan, Tianchi J. Yeh, Zhongliang Wang. Analyzing effects of climate change on streamflow in a glacier mountain catchment using an ARMA model. *Quaternary International*, 2015, 358: 137-145.
8. Xianjiao Ou, Zhongping Lai, Shangzhe Zhou, Rong Chen, Lanhua Zeng. Optical dating of young glacial sediments from the source area of the Urumqi River in Tianshan Mountains, northwestern China. *Quaternary International*, 2015, 358(58): 12-20.

9. Xiaoyan Wang, Zhongqin Li, Ruozihan Tayier, Shengjie Wang. Characteristics of atmospheric precipitation isotopes and isotopic evidence for the moisture origin in Yushugou River basin, Eastern Tianshan Mountains, China. *Quaternary International*, 2015, 380-381: 106-115.
10. Lin Wang, Feiteng Wang, Zhongqin Li, Wenbin Wang, Huilin Li, Puyu Wang. Glacier changes in the Sikesu River basin, TienShan Mountain. *Quaternary International*, 2015, 358: 153-159.
11. Jingdong Zhao, Jie Wang, Jonathan M. Harbor, Shiyin Liu, Xiufeng Yin, Yunfei Wu. Quaternary glaciations and glacial landform evolution in the Tailan River valley, Tianshan Range, China. *Quaternary International*, 2015, 358: 2-11.
12. Puyu Wang, Zhongqin Li, Shufei Luo, Jinzhong Bai, Baojuan Huai, Feiteng Wang, Huilin Li, Wenbin Wang, Lin Wang. Five decades of changes in the glaciers on the Friendship Peak in the Altai Mountains, China: Changes in area and ice surface elevation. *Cold Regions Science and Technology*, 2015, 116: 24-31.
13. Xiaoni You, Zhongqin Li, Ross Edwards, Lixia Wang. The transport of chemical components in homogeneous snowpacks on Urumqi Glacier No. 1, eastern Tianshan Mountains, Central Asia. *Journal of Arid Land*, 2015, 7(5): 612-622.
14. Hui Chen, Zhongqin Li, Puyu Wang, Zhongping Lai, Rensheng Chen, Baojuan Huai. Five decades of glacier changes in the Hulugou Basin of central Qilian Mountains, Northwest China. *Journal of Arid Land*, 2015, 7(2): 159-165.
15. Jun Zeng, Xiaoxia Wang, Kai Lou, Moniruzzaman Khan Eusufzai, Tao Zhang, Qing Lin, Yingwu Shi, Hongmei Yang, Zhongqin Li. Primary succession of soil enzyme activity and heterotrophic microbial communities along the chronosequence of Tianshan Mountains No. 1 Glacier, China. *Antonie van Leeuwenhoek*, 2015, 107: 453-466.
16. Baojuan Huai, Zhongqin Li, Feiteng Wang, Wenbin Wang, Puyu Wang, Kaiming Li. Glacier volume estimation from ice-thickness data, applied to the Muz Taw glacier, Sawir Mountains, China. *Environmental Earth Sciences*, 2015, 74(3): 1-10.
17. Baojuan Huai, Zhongqin Li, Meiping Sun, Wenbin Wang, Shang Jin, Kaiming Li. Change in glacier area and thickness in the Tomur Peak, western Chinese Tien Shan over the past four decades. *Journal of Earth System Science*, 2015, 124(2): 353-363.
18. Xiaoyan Wang, Zhongqin Li, Edwards Ross, Ruozihan Tayier, Ping Zhou. Characteristics of water isotopes and hydrograph separation during the spring flood period in Yushugou River basin, Eastern Tianshans, China. *Journal of Earth System Science*, 2015, 124(1): 115-124.

19. Zhengyong Zhang, Xinlin He, Lin Liu, Zhongqin Li, Puyu Wang. Spatial distribution of rainfall simulation and the cause analysis in China's Tianshan Mountains area. *Advances in Water Science*, 2015, 26(4): 500-508.
20. Yanan Li, Yingkui Li, Jon Harbor, Gengnian Liu, Chaolu Yi, Marc W. Caffee. Cosmogenic ^{10}Be constraints on Little Ice Age glacial advances in the eastern Tianshan, China. *Quaternary Science Reviews*, 2016, 138: 105-118.
21. Shengjie Wang, Mingjun Zhang, Yanjun Che, Fenli Chen, Fang Qiang. Contribution of recycled moisture to precipitation in oases of arid central Asia: A stable isotope approach. *Water Resources Research*, 2016, 52(4): 3246-3257.
22. Shengjie Wang, Mingjun Zhang, Yanjun Che, Xiaofan Zhu, Xuemei Liu. Influence of below-cloud evaporation on deuterium excess in precipitation of arid central Asia and its meteorological controls. *Journal of Hydrometeorology*, 2016, 17(7): 1973-1984.
23. Yanlong Kong, Zhonghe Pang. A positive altitude gradient of isotopes in the precipitation over the Tianshan Mountains: Effect of moisture recycling and sub-cloud evaporation. *Journal of Hydrology*, 2016, 542: 222-230.
24. Jing Ming, Cunde Xiao, Feiteng Wang, Zhongqin Li, Yamin Li. Grey Tianshan Urumqi Glacier No.1 and light-absorbing impurities. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, 23: 9549-9558.
25. Jie Wang, Mingjun Zhang, Shengjie Wang, Zhengguo Ren, Yanjun Che, Fang Qiang, Deye Qu. Decrease in snowfall/rainfall ratio in the Tibetan Plateau from 1961 to 2013. *地理学报 (英文版)*, 2016, 26(9): 1277-1288.
26. Feifei Yuan, Zhenchun Hao. The Mass Balance of Glacier No. 1 at the Headwaters of the Urumqi River in Relation to Northern Hemisphere Teleconnection Patterns. *Water*, 2016, 8(3): 1-10.
27. Puyu Wang, Zhongqin Li, Guobin Yu, Huilin Li, Wenbin Wang, Baojuan Huai, Ping Zhou, Shuang Jin, Lin Wang, Hui Zhang. Glacier shrinkage in the Daxue and Danghenan ranges of the western Qilian Mountains, China, from 1957 to 2010. *Environmental Earth Sciences*, 2016, 75(2): 1-11.
28. Puyu Wang, Zhongqin Li, Huilin Li, Hongbing Yao, Chunhai Xu, Ping Zhou, Shuang Jin, Wenbin Wang. Analyses of recent observations of Urumqi Glacier No. 1, Chinese Tianshan Mountains. *Environmental Earth Sciences*, 2016, 75: 720.
29. Yiqing Zhang, Yi Luo, Lin Sun. Quantifying future changes in glacier melt and river runoff in the headwaters of the Urumqi River, China. *Environmental Earth Sciences*, 2016, 75(9):

770.

30. Puyu Wang, Zhongqin Li, Huilin Li, Wenbin Wang, Lihua Wu, Hui Zhang, Baojuan Huai, Lin Wang. Recent Evolution in Extent, Thickness, and Velocity of Haxilegen Glacier No. 51, Kuytun River Basin, Eastern Tianshan Mountains. *Arctic Antarctic & Alpine Research*, 2016, 48(2): 241-252.
31. Baojuan Huai, Weijun Sun, Yetang Wang, Zhongqin Li. Glacier shrinkage in the Chinese Tien Shan Mountains, during 1959/72-2010/12. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 2016, 49(2): 213-225.
32. Puyu Wang, Zhongqin Li, Wenbin Wang, Huilin Li, Lihua Wu, Baojuan Huai, Ping Zhou, Shuang Jin, Lin Wang. Comparison of changes in glacier area and thickness on the northern and southern slopes of Mt. Bogda, eastern Tianshan Mountains. *Journal of Applied Geophysics*, 2016, 132: 164-173.
33. Kaiming Li, Zhongqin Li, Cuiyun Wang, Baojuan Huai. Shrinkage of Mt. Bogda Glaciers of Eastern Tian Shan in Central Asia during 1962-2006. *Journal of Earth Science*, 2016, 27(1): 139-150.
34. Xiaoyu Zhang, Zhongqin Li, Ping Zhou, Shengjie Wang. Characteristics and source of aerosols at Shiyi Glacier, Qilian Mountains, China. *Science in Cold and Arid Regions*, 2016, 8(2): 135-146.
35. 陈物华, 李忠勤, 怀保娟. 天山哈密庙尔沟平顶冰川雪坑离子浓度特征. *环境化学*, 2015, 34(12): 2307-2309.
36. 方潇雨, 李忠勤, Bernd, Wuennemann, 高抒, 陈仁升. 冰川物质平衡模式及其对比研究-以祁连山黑河流域十一冰川研究为例. *冰川冻土*, 2015, 37(02): 336-350.
37. 怀保娟, 李忠勤, 王飞腾, 王璞玉. 1959-2013年中国境内萨吾尔山冰川变化特征. *冰川冻土*, 2015, 37(5): 1141-1149.
38. 李忠勤(第三作者). 中国寒旱区地表关键要素监测科学报告. 气象出版社, 2015.
39. 宋梦媛, 李忠勤, 金爽, 冯芳, 王晓艳. 托木尔峰青冰滩72号冰川流域同位素特征及径流分割研究. *干旱区资源与环境*, 2015, 03: 156-160.
40. 苏勃, 李忠勤, 张明军, 郭蓉, 孙美平, 车彦军, 应雪. 大陆型冰川与海洋型冰川物质平衡对比研究——以天山和阿尔卑斯山典型冰川为例. *冰川冻土*, 2015, 37(5): 1131-1140.
41. 王卫东, 张国飞, 李忠勤. 近 52a 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川平衡线高度及其与气候变化关系研究. *自然资源学报*, 2015, 30(1): 124-132.

42. 姚红兵, 李忠勤, 王璞玉, 怀保娟, 张慧. 近 50a 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川变化分析. 干旱区研究, 2015, 32(3): 442-447.
43. 岳晓英, 李忠勤, 樊晋, 魏永山. 天山乌鲁木齐河源 1 号冰川气溶胶可溶性离子观测与分析研究. 环境科学学报, 2015, 35(9): 2723-2731.
44. 张慧, 李忠勤, 王璞玉, 怀保娟. 天山奎屯哈希勒根 51 号冰川变化及其对气候的响应. 干旱区研究, 2015, 32(1): 88-93.
45. 张正勇, 何新林, 刘琳, 李忠勤, 王璞玉. 中国天山山区降水空间分布模拟及成因分析. 水科学进展, 2015, 26(4): 500-508.
46. 曹生奎, 曹广超, 陈克龙, 冯起, 李忠勤, 张静, 汉光昭, 林阳阳. 青海湖高寒湿地生态系统 CO₂ 通量和水汽通量间的耦合关系. 中国沙漠, 2016, 36(5): 1286-1295.
47. 车彦军, 赵军, 张明军, 王圣杰, 齐月. 不同气候变化情景下的 2070-2099 年中国潜在植被及其敏感性. 生态学报, 2016, 36(10): 2885-2895.
48. 怀保娟, 李忠勤, 王飞腾, 王璞玉, 李开明. 萨吾尔山木斯岛冰川厚度特征及冰储量估算. 地球科学, 2016, 41(5): 757-764.
49. 刘铸, 李忠勤. 近期冰川表面径流系数变化的影响因素—以天山乌鲁木齐河源 1 号冰川为例. 地球科学进展, 2016, 31(1): 103-112.
50. 李忠勤(主编). 辉煌与影响—中国科学院天山冰川观测试验站创新发展简介. 北京: 气象出版社, 2016.
51. 蒙彦聪, 李忠勤, 徐春海, 怀保娟. 中国西部冰川小冰期以来的变化—以天山乌鲁木齐河流域为例. 干旱区地理, 2016, 39(3): 486-494.
52. 强芳, 张明军, 王圣杰, 董蕾, 任正果. 新疆天山托木尔峰地区夏季大气 0℃ 层高度变化. 水土保持研究, 2016, 23(1): 325-331.
53. 王虹, 艾菲热·阿布都艾尼. 乌鲁木齐河源区 12 种藓类植物叶尖的微形态结构. 西北植物学报, 2016, 36(2): 323-331.
54. 王明明, 李忠勤, 魏静, 王圣杰, 瞿德业, 应雪. 祁连山典型冰川雪冰主要化学离子特征及其环境意义. 环境科学研究, 2016, 29(10): 1459-1470.
55. 王晓艳, 李忠勤, 蒋缠文, 周平, 若孜罕·塔依尔. 天山哈密榆树沟流域夏季洪水期河水水化学特征及其成因. 冰川冻土, 2016, 38(5): 1385-1393.
56. 徐春海, 王飞腾, 李忠勤, 王林, 王璞玉. 1972—2013 年新疆玛纳斯河流域冰川变化. 干旱区研究, 2016, 33(3): 628-635.
57. 叶万花, 王飞腾, 李忠勤, 张慧, 徐春海, 怀保娟. 高亚洲定位监测冰川平衡线高度时

空分布特征研究. 冰川冻土, 2016, 38(6): 1459-1469.

58. 尤晓妮, 李忠勤, 王莉霞. 气象要素影响下雪冰离子淋溶过程研究—以乌鲁木齐河源 1 号冰川为例. 冰川冻土, 2016, 38(2): 312-322.
59. 张鹏, 李忠勤, 金爽, 怀保娟. 近 30 年来乌鲁木齐河源区空冰斗季节性积雪对气候变暖的响应. 干旱区资源与环境, 2016, 30(2): 158-163.