

近 45 年来托木尔峰青冰滩 72 号冰川变化特征

王璞玉¹ 李忠勤¹ 曹 敏² 李慧林¹

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈科学国家重点实验室天山冰川站, 甘肃 兰州 730000;

2. 西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 基于天山托木尔峰青冰滩 72 号冰川 2008 年高精度差分 GPS 测量资料, 2009 年末端重复测量数据以及 1964 年地形图, 通过对比研究近 45 a 来该冰川的变化特征, 结果表明: 1964 ~ 2009 年, 青冰滩 72 号冰川末端退缩 1 852 m, 年均后退 41 m, 由此造成面积减少约为 1.53 km², 年均减少 0.03 km²; 1964 ~ 2008 年, 冰舌平均减薄 9.59 ± 6 m, 年均减薄约 0.22 ± 0.14 m, 冰储量亏损达 14.1 ± 8.8 × 10⁻³ km³ (12.7 ± 7.9 × 10⁻³ km³ w. e.)。与天山其它区域典型监测冰川相比, 青冰滩 72 号冰川消融强烈, 是区域气候、末端海拔、冰川类型、表碛覆盖等因素综合影响的结果。

关 键 词: 青冰滩 72 号冰川; 托木尔峰地区; 末端变化; 面积变化; 冰面高程变化

中图分类号: P343.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2010)06-0962-06

冰川变化揭示冰川融水对河川径流的贡献, 直接影响当地人民生活、生存环境以及社会经济, 重要性在西北内陆干旱区尤其突出^[1~3]。冰川对气候变化十分敏感, 与区域乃至全球气候有紧密联系。20 世纪以来全球气温持续升高, 由此引发的冰川急剧退缩、面积不断缩小、厚度迅速减薄、冰储量大量亏损等问题, 已为全球所广泛关注^[4~14]。

托木尔峰地区位于中国境内天山山脉最西端, 是天山最大的现代冰川作用区, 也是塔里木河的主要发源地。据中国冰川目录^[15], 托木尔峰地区发育在中国境内的现代冰川有 509 条, 冰川面积为 2 764.32 km², 占中国天山山区冰川总面积 27%, 冰储量达 3 500 × 10⁸ m³, 是一个巨大的“固体水库”, 每年有近 50 × 10⁸ m³ 的冰川融水补给河流, 是山前干旱地区的主要水源。随着全球气温的持续升高, 冰川消融日趋加剧, 必将影响到流域水资源、人居环境, 对整个南疆的工农业生产建设都将造成极大影响。因此, 了解该区冰川变化状况至关重要。然而该区监测冰川甚少, 缺乏大量实测数据作为支撑, 所以在托木尔峰地区选择典型冰川进行监测, 了解冰川现状特征以及变化情况十分迫切。鉴于此, 天山冰川站科研人员对托木尔峰地区的冰川变化进行监测, 旨在准确计算出该部分的冰储量

亏损值。自 2007 年对托木尔峰地区进行大规模科学考察, 选定青冰滩 72 号冰川(下简称 72 号冰川)为长期定点监测的代表冰川, 于 2008 和 2009 年对该冰川开展连续监测工作。本研究基于 2008 年高精度差分 GPS 数据以及 2009 年野外实测数据, 在 GIS 技术的支持下分析 72 号冰川的现状特征, 并结合 1964 年地形图, 通过不同时期数据的对比开展冰川变化研究, 以为流域水资源评估提供科学依据。

1 研究区概况

青冰滩 72 号冰川(41°45'N、79°54'E)位于天山托木尔峰南麓, 新疆阿克苏地区温宿县吐木秀克乡境内, 属于库马力克河流域, 是一条复合型山谷冰川, 朝向为南(图 1)。据中国冰川目录^[15], 该冰川编码为 5Y673P0072, 面积 5.23 km², 长度约 7.4 km, 介于海拔 5 986 ~ 3 560 m 间, 平均海拔 4 200 m。冰川上部由 2 条冰斗冰川组成, 补给主要来源于冰斗冰川和山脊陡峭部分产生的冰、雪崩。冰舌区下部东、西两侧具有表碛覆盖: 东侧表碛厚度较小, 西侧表碛厚度较大。

据 1977 ~ 1978 年中国科学院登山科学考察队的托木尔峰地区综合考察报告记载^[16], 该区年内

收稿日期: 2010-02-11; 修订日期: 2010-05-25

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2010CB951003)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-127)、国家自然科学基金项目(40631001, 40571033, 40701034, 40371028, J0630966)、国家基金委创新群体项目(40121101)资助。

作者简介: 王璞玉(1983-), 女, 甘肃成县人, 博士研究生, 主要从事冰川变化研究。E-mail: wangpuyu862@163.com

平均气温 $5.9 \sim 10.4^{\circ}\text{C}$, 降水主要由自北大西洋、北冰洋以及部分沿塔里木盆地中南部而来的水汽所形成。降水量集中在夏季和冬季, 春秋两季降水量相对较少。在气温日趋升高的背景下, 托木尔峰地区的冰川正在经历着强烈的消融, 每年因冰川融水对托木尔峰南部河川径流的补给平均可占到径流总量的 40% 左右, 个别支流(如盖兹河、策勒河等)的冰川融水径流补给可达 60%。

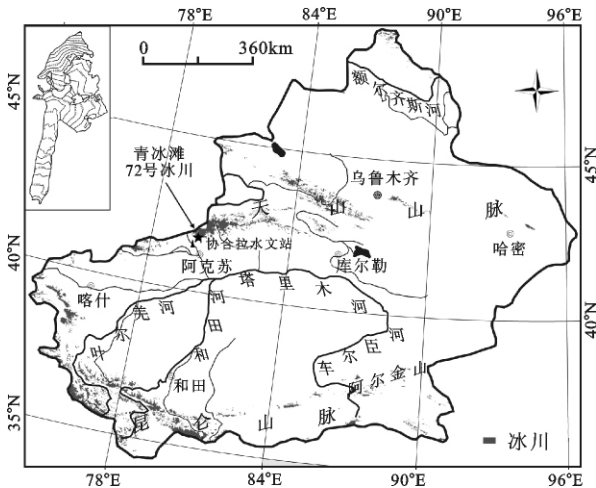


图 1 青冰滩 72 号冰川位置

Fig. 1 Location map of Qingbingtan Glacier No. 72

2 资料获取及处理方法

2008 年 8 月对 72 号冰川开展了 RTK - GPS (Real Time Kinematic - Global Position System) 测量, 即载波相位差分技术, 野外实时可得到 cm 级定位精度, 是目前 GPS 测量中精度最高的一种定位方法, 完全满足冰川表面测量的精度要求^[17]。野外测量主要集中在冰舌区, 对冰川边界精确定位的同时, 以间距 20 ~ 50 m 布设测点以确定冰面高程(图 2)。GPS 原始测点 UTM - WGS84 坐标, 处理过程中将其转化为 BJ54 坐标, 基准点取黄海平均海平面, 即青岛零点。基于 GPS 测点, 在地理信息系统软件 ARCGIS 中通过数据插值提取等高线, 并建立 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ DEM。

本研究使用的资料包括 72 号冰川 2008 年 RTK - GPS 测量资料、2009 年冰川末端重复测量数据, 以及 1964 年白纸测图法绘制的 1:50 000 地形图。首先数字化 1964 年地形图等高线, 通过插值建立 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ DEM, 坐标系取 BJ54。对两期 DEM 进行精度评价, 分别以 1964 地形图和 2008 年 GPS

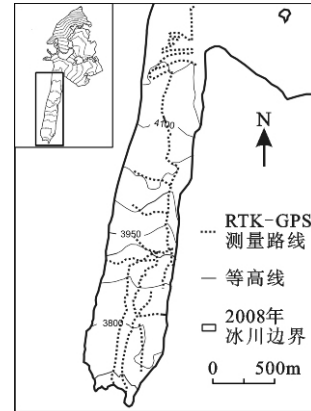


图 2 青冰滩 72 号冰川 RTK - GPS 测量路线图

Fig. 2 RTK - GPS measuring lines of Qingbingtan Glacier No. 72

数据为准, 从中随机的选取 200 个高程点与 DEM 上的同名点进行比较, 从而计算误差范围。同时, 还采用了 DEM 内插等高线与原等高线套合检查的方法, 套合情况良好。在此基础上, 结合 1964 和 2008 年 DEM, 可以开展冰舌区表面高程变化研究, 研究过程中对比选取周围基岩区域 10 个离散的独立控制点进行误差评估^[18], 并综合考虑两期 DEM 的高程误差, 结果表明冰面高程变化误差在 $\pm 6 \text{ m}$ 以内, 是在冰川学精度要求范围之内的。此外, 可以提取不同时期冰川形态参数, 建立拓扑关系以及空间数据库, 利用地图代数运算从而研究冰川末端、面积变化特征。

3 结果

3.1 冰川末端变化

气候变化引起冰川物质积累量和消融量的变更、雪线升降、运动速度快慢等一系列变化, 最终导致冰川面积增减和末端进退。基于上述方法确定 72 号冰川不同时期末端位置(图 3), 通过对比研究其变化情况, 结果表明, 1964 ~ 2009 年 72 号冰川末端发生严重退缩, 45 a 共退缩 1 852 m, 年均后退 41 m; 1964 ~ 2008 年, 44 a 退缩 1 811 m, 已从海拔 3 560 m 上升到 3 720 m。2008 年野外观测其间, 72 号冰川就以每天 3 ~ 5 cm 的速度发生急速消融。2008 ~ 2009 年仅 1 a 间, 末端已退缩 40.8 m(沿主流线方向)。另外, 冰川东西两侧发生不同程度的萎缩, 东侧幅度较大, 可能与两侧地形有直接关系。

3.2 冰川面积变化

图 3 显示, 1964 ~ 2008 年 72 号冰川末端退缩

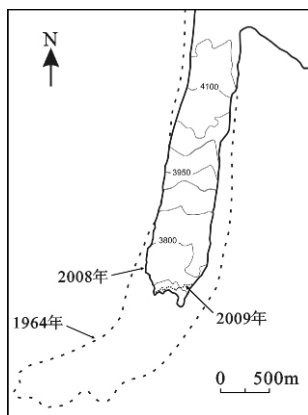


图3 1964~2009年青冰滩72号冰川末端位置变化

Fig. 3 Terminus changes of Qingbingtan Glacier No. 72 from 1964 to 2009

以及东、西两侧的萎缩已经造成面积大幅度缩小, 44 a 间冰舌面积减少约 1.51 km^2 。冰川末端重复测量数据表明 2008~2009 年, 冰川退缩已造成面积缩小 0.02 km^2 。2009 年野外考察发现, 72 号冰川末端冰面河发育非常强烈, 2008~2009 年间, 冰川末端东南角位置已经被冲断。为统一测量, 2009 年 RTK-GPS 末端测定未将冲断部分包括在内。综合来看, 过去 45 a 间, 冰舌面积共减少 1.53 km^2 , 减少速率为 $0.03 \text{ km}^2/\text{a}$ 。对比分析 1964 年地形图、GOOGLE EARTH 以及野外照片 (2008 和 2009 年) 结果发现, 72 号冰川面积的减少主要发生在消融区, 由末端退缩造成。

3.3 冰面高程变化

冰面高程变化研究过程中发现, 由于冰川上部地势陡峭, 会引入较大误差, 因此, 本研究仅针对冰舌开展, 以期更为准确的反映变化特征。图 4 用不同颜色标注 72 号冰川 1964~2008 年冰舌冰面高程变化程度, 即冰川厚度变化。研究表明, 72 号冰川冰舌区整体处于减薄状态, 1964~2008 年平均减薄 $9.59 \pm 6 \text{ m}$, 年均减薄约 $0.22 \pm 0.14 \text{ m}$ 。末端减薄最为强烈, 可达 $30 \pm 6 \text{ m}$ 。海拔 4 200 m 附近有增厚现象, 但区域极小且幅度不大, 可能是冰川上部带来的冰、雪补给。同时也发现, 冰川中部趋于主流线位置的冰面高程变化普遍强于东西两侧。冰川减薄直接导致冰量的亏损, 评估结果表明, 1964~2008 年, 72 号冰川冰舌由于减薄造成的冰量亏损达 $(14.1 \pm 8.8) \times 10^{-3} \text{ km}^3$, 折合水当量 $(12.7 \pm 7.9) \times 10^{-3} \text{ km}^3$ (冰密度 $0.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)。

野外观测发现, 冰川上部有块状基岩出露, 厚度亦减小, 整条冰川处于减薄状态。冰川退缩是引起冰量亏损的一个重要方面, 但 2008 年末对冰舌已退缩区域开展测绘工作 (图 3), 因此无法评估冰川退缩造成的冰量损失。但可以肯定, 过去 44 a 间冰舌区至少亏损 $(14.1 \pm 8.8) \times 10^{-3} \text{ km}^3$ 冰量, 即 72 号冰川至少提供 $(12.7 \pm 7.9) \times 10^{-3} \text{ km}^3$ 的融水径流。冰面高程变化研究为 72 号冰川这种缺少长期观测的冰川提供了一种估算物质平衡的行之有效的办法, 可通过间接获取冰储量变化反映冰川在一定时期内的物质积累或亏损, 近年来此类工作已经有所开展^[19 20]。

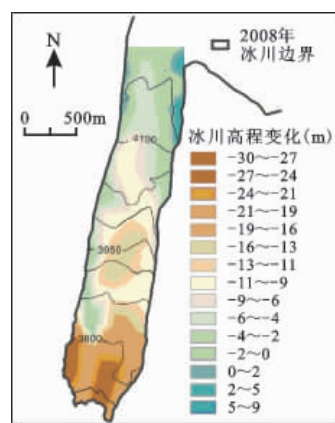


图4 1964~2008年青冰滩72号冰舌区表面高程变化

Fig. 4 Ice surface-elevation changes of the ice tongue of Qingbingtan Glacier No. 72 from 1964 to 2008

4 与天山不同区域典型监测冰川的变化比较

为进一步研究 72 号冰川变化特征, 将其与天山其它区域典型监测冰川进行比较 (表 1)。结果显示, 与乌鲁木齐河源 1 号冰川、奎屯哈希勒根 51 号冰川、哈密庙儿沟冰川相比, 72 号冰川消融明显强烈。

冰川变化是气候变化的必然结果, 在气象要素中, 气温和降水与其关系最为紧密^[23]。苏宏超等人^[24]根据 77 个国家气象站和水文站 1941~2000 年的观测资料, 分析总结了新疆地区的气温变化。结果表明, 20 世纪 40~50 年代和 70~80 年代初期气温呈下降趋势, 60 和 80 年代中期至 90 年代呈上升趋势, 尤以 80 年代中期以后至 90 年代增率最大, 多数在 $0.3^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ 。在气候变暖的背景下,

表 1 天山不同区域典型监测冰川近几十年变化比较

Table 1 Comparison of glacier changes of the typical monitoring glaciers in different areas of Tianshan Mountains in recent years

冰川名称	位置	冰川末端变化		冰川面积变化		冰面高程变化 (冰川厚度变化)		资料来源
		时间段	年均(m/a)	时间段	年均(km ² /a)	时间段	年均减薄(m/a)	
青冰滩 72 号冰川	41°45'N、 79°54'E	1964 ~ 2009	- 41	1964 ~ 2009	- 0. 031 (冰舌)	1964 ~ 2008	0. 22 ± 0. 14 (冰舌)	本研究
乌鲁木齐河 源 1 号冰川	43°06'N、 86°49'E	1959 ~ 1993 1993 ~ 2004	- 4. 5 - 3. 5(东支) - 5. 8(西支)	1962 ~ 2006	- 0. 006	1981 ~ 2006	0. 40 ~ 0. 72 (东支中轴线剖面)	[7]
奎屯哈希勒 根 51 号冰川	43°43'N、 84°24'E	964 ~ 1999 1999 ~ 2000 2000 ~ 2001 1977 ~ 1997	- 1. 4 - 4. 8 - 5. 2 - 17. 0	—	—	—	—	[21]
哈密庙尔沟 冰川	43°03'N、 94°19'E	—	—	—	—	1981 ~ 2005	0. 21 (海拔 4295 ~ 4357m)	[22]

以上四条冰川均呈现后退、减薄、面积缩小的变化趋势,但由于区域间气候差异,其变化特征又不尽相同。选取阿克苏河流域库马力克河协合拉水文站(海拔 1 487 m)气象数据研究区域气候对 72 号冰川变化的影响。结果显示(图 5),该区年均气温 2000 年比 1964 年升高 1. 62℃,从线性关系看,呈现明显的增高趋势,增幅为 0. 45℃/10 a。而主要影响冰川变化的夏季(6 ~ 9 月)平均温度则升高 0. 55℃/10 a,更为显著。同时段年降水也有增加趋势,平均增加率为 2. 8 mm/10 a;乌鲁木齐河源 1 号冰川区(4 个气象观测站/点、后峡气象站)气温与降水在 1962 ~ 1985 年基本处在正常波动范围,1985 年以后气温呈显著上升趋势,1997 年至今平均气温增加 1℃左右。同期降水也有明显增加,

1986 ~ 2001 年多年平均降水量 488 mm,较 1958 ~ 1985 年的 426 mm 高 12. 7%^[7];有关奎屯河流域的研究表明,1959 ~ 2000 年,该流域年均气温呈逐年上升趋势,增长率为 0. 4℃/10 a,并且有加速趋势,年降水量的增加达到 20. 3 mm/10 a^[25];位于天山东段哈尔里克山北坡海拔 1 729 m 的伊吾气象站资料(1959 ~ 2001 年)分析发现,2001 年夏季平均气温较 1959 年升高 0. 73℃,其中 1992 ~ 2001 年夏季平均气温较 1972 ~ 1992 年升高 0. 42℃,年降水量增加 16. 7 mm^[26]。对比发现,升温幅度较大、降水增加较少是造成 72 号冰川消融强烈的一个重要原因。

冰川所处位置以及末端海拔对冰川消融强度也有直接影响^[27]。从表 1 可以看出,72 号冰川所

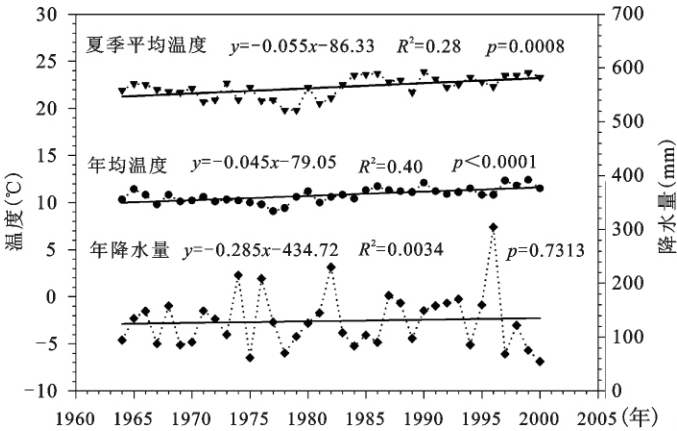


图 5 协合拉水文站 1960 ~ 2000 年夏季平均温度(6 ~ 9 月)、年均温度和年降水量变化
Fig. 5 Variation of summer (June – September) and annual mean temperature , annual precipitation at the Xiehe Hydrological Station in 1960 – 2000

处纬度最低,其末端海拔(3 560 m)较乌鲁木齐河源1号冰川(3 736 m)和哈密庙儿沟冰川(3 840 m)要低,与奎屯哈希勒根51号冰川(3 400 m)相差不大。纬度、末端海拔较低是72号冰川消融相对强烈的另一个重要原因,因为通常海拔越低,所处气温则较高,冰川消融越快。

此外,冰川类型、形态特征、运动速度、表碛覆盖等因素也对冰川消融强度造成一定影响^[28, 29]。乌鲁木齐河源1号冰川、奎屯哈希勒根51号冰川和哈密庙儿沟冰川分别为典型的山谷冰川、冰斗冰川和冰帽,运动速度较慢,相对稳定,而72号冰川是一条复合型山谷冰川,形态不规则,运动速度较快,冰舌占总长度的比重大,相当面积比重的冰川暴露于强烈消融之中。虽然冰川末端被平均厚度约12 cm的冰碛物所覆盖,对消融有一定抑制作用,但较厚的冰碛覆盖区所占面积不大,且位于冰川消融最强烈的部分,表面反射率低,吸收辐射热较多,加之冰面起伏不平,冰碛覆盖不均匀,从而使冰碛覆盖的冰面仍表现出消融强烈的特点。

72号冰川强烈消融特性是多种因素共同作用的结果,除以上几点,与冰川动力作用也是密不可分的。要开展更为深入的分析研究还需大量数据支持,比如物质平衡、运动速度、冰川温度等。然而72号冰川的观测时间仅有两年,分析工作受到很大限制,未来还有待进一步研究和探讨。

5 结 论

1) 观测研究结果显示,72号冰川急剧退缩,面积不断缩小,厚度迅速减薄,冰储量大量亏损。1964~2009年,冰川后退1 852 m,年均退缩41 m,由此造成面积减少约1.53 km²,年均减少0.03 km²;1964~2008年冰舌平均减薄9.59±6 m,年均减薄约0.22±0.14 m,由此造成的冰储量亏损达(14.1±8.8)×10⁻³ km³,即72号冰川消融对河川径流的补给至少为(12.7±7.9)×10⁻³ km³。72号冰川对区域冰川的变化情况具有一定代表性,标志着托木尔峰地区的冰川正处于物质严重亏损的状态,直接影响到流域水资源状况。

2) 与天山其它区域典型监测冰川的变化作比较。研究表明,72号冰川与乌鲁木齐河源1号冰川、奎屯哈希勒根51号冰川、哈密庙儿沟冰川等相比,消融显得十分强烈。这种差异与区域间(冰川区)气候差异、冰川所处位置、末端海拔、冰川类

型、形态特征、运动速度、表碛覆盖等因素有直接关系。

致 谢: 本研究所使用的2008、2009年资料是青冰滩72号冰川考察队全体队员艰辛工作的结果,在此对参加此项工作的所有人员深表感谢。

参考文献:

- [1] 施雅风. 2050年前气候变暖冰川萎缩对水资源影响情景预估[J]. 冰川冻土, 2001, 23(4): 333~341.
- [2] 杨针娘. 中国冰川水资源[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1991: 140~141.
- [3] 康尔泗, 程国栋, 董增川. 中国西北干旱区冰雪水资源与出山径流[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] 康世昌, 秦大河, 任贾文, 等. 珠穆朗玛峰北坡东绒布冰川成冰作用的新认识[J]. 地理科学, 2005, 25(3): 415~419.
- [5] 靳立亚, 符娇兰, 陈发虎. 近44年来中国西北降水量变化的区域差异以及对全球变暖的响应[J]. 地理科学, 2005, 25(5): 567~572.
- [6] 房巧敏, 龚道溢, 毛 睿. 中国近46年来冬半年日降水变化特征分析[J]. 地理科学, 2007, 27(5): 711~717.
- [7] 李忠勤, 沈永平, 王飞腾, 等. 冰川消融对气候变化的响应——以乌鲁木齐河源1号冰川为例[J]. 冰川冻土, 2007, 29(3): 333~342.
- [8] 何云玲, 张一平, 杨小波. 中国内陆热带地区近40年气候变化特征[J]. 地理科学, 2007, 27(4): 499~505.
- [9] 李宗省, 何元庆, 贾文雄, 等. 中国典型季风海洋性冰川区“冰川-径流”系统的全球变化敏感性研究[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 229~234.
- [10] Koch J, Mennounos B, Clague J J. Glacier change in Garibaldi Provincial Park, southern Coast Mountains, British Columbia, since the Little Ice Age[J]. Global and Planetary Change, 2009, 66: 161~178.
- [11] 李宗省, 何元庆, 庞洪喜, 等. 中国典型季风海洋性冰川区雪坑环境记录分析[J]. 地理科学, 2009, 29(5): 703~708.
- [12] 李明霞, 汪永进, 邱庆伦. 全新世7~6 ka东亚季风气候的高分辨率石笋记录[J]. 地理科学, 2007, 27(4): 519~524.
- [13] 董志文, 李忠勤, 张明军, 等. 天山奎屯河哈希勒根51号冰川雪坑化学特征及环境意义[J]. 地理科学, 2010, 31(1): 149~156.
- [14] 李忠勤, 李开明, 王 林. 新疆冰川近期变化及其对水资源的影响研究[J]. 第四纪研究, 2010, 30(1): 96~106.
- [15] 施雅风. 简明中国冰川目录[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 2005: 61~64.
- [16] 中国科学院登山科学考察队. 天山托木尔峰地区的冰川与气象[M]. 新疆: 新疆人民出版社, 1985.
- [17] 上官冬辉. 基于3S的塔里木河流域冰川变化应用研究[D]. 兰州: 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 2007.
- [18] Rivera A, Benham T, Casassa G, et al. Ice elevation and areal changes of glaciers from the Northern Patagonia Icefield, Chile[J]. Global and Planetary Change, 2007, 59: 126~137.

- [19] Paul F ,Haeberli W. Spatial variability of glacier elevation changes in the Swiss Alps obtained from two digital elevation models [J]. *Geophysical Research Letters* ,2008 ,35: L21502 ,doi: 10.1029/2008GL034718.
- [20] Shangguan D H ,Liu S Y ,Ding Y J ,et al. Thinning and retreat of Xiao Dongkemadi glacier ,Tibetan Plateau ,since 1993 [J]. *Journal of Glaciology* 2008 ,54(188) : 949 – 951.
- [21] 井哲帆 ,叶柏生 ,焦克勤 ,等. 天山奎屯河哈希勒根 51 号冰川表面运动特征分析 [J]. *冰川冻土* 2002 ,24(5) : 563 ~ 566.
- [22] 李忠勤 ,王飞腾 ,朱国才 ,等. 天山庙儿沟平顶冰川的基本特征和过去 24 a 间的厚度变化 [J]. *冰川冻土* 2007 ,29(1) : 61 ~ 65.
- [23] Xu J H ,Chen Y N ,Ji M H ,et al. Climate change and effects on runoff of Kaidu River ,Xinjiang ,China: a multiple time – scale analysis [J]. *Chinese Geographical Science* 2008 ,18(4) : 331 – 339.
- [24] 苏宏超 ,魏文寿 ,韩 平. 新疆近 50 年来的温度和蒸发变化 [J]. *冰川冻土* 2003 ,25(2) : 174 ~ 178.
- [25] 高文强 ,马孝义 ,张兴建 ,等. 奎屯河出山口径流变化趋势及其影响因子分析 [J]. *干旱区资源与环境* 2009 ,23(12) : 139 ~ 144.
- [26] 王叶堂 ,侯书贵 ,鲁安新 ,等. 近 40 年来天山东段冰川变化及其对气候的响应 [J]. *干旱区地理* 2008 ,31(6) : 813 ~ 821.
- [27] Hodgkins R ,FOX A ,Nuttall A M. Geometry change between 1990 and 2003 at Finsterwalderbreen ,a Svalbard surge – type glacier from GPS profiling [J]. *Annals of Glaciology* 2007 ,46: 131 – 135.
- [28] Evans I S. Local aspect asymmetry of mountain glaciation: a global survey of consistency of favoured directions for glacier numbers and altitudes [J]. *Geomorphology* 2006 ,73: 166 – 184.
- [29] Evans I S ,Cox N J. Climatic north – south asymmetry of local glaciers in Spitsbergen and other parts of the Arctic [J]. *Annals of Glaciology* 2010 ,51(55) : 16 – 22.

Variation of Qingbingtan Glacier No. 72 in Mt. Tuomuer Region during Past 45 Years

WANG Pu-yu¹ , LI Zhong-qin¹ , CAO Min² , LI Hui-lin¹

(1. State Key Laboratory of Cryospheric Sciences/Tianshan Glaciological Station , Cold and Arid Region Environment and Engineering Research Institute , Chinese Academy of Sciences , Lanzhou , Gansu 730000;
2. College of Geography and Environment Science , Northwest Normal University , Lanzhou , Gansu 730070)

Abstract: Qingbingtan Glacier No. 72 , which was located in Mt. Tuomuer Region of Tianshan Mountains , was studied to analyze its variation based on comparing data of high accuracy Real Time Kinematic-Global Position System (RTK-GPS) in 2008 , repeated terminal measuring data in 2009 and the topographical map in 1964. Results indicated that the glacier terminus had retreated by 1852 m , nearly 41 m each year from 1964 to 2009 , which brought about the area shrinkage of about 1.53 km² , with a rate of 0.03 km²/a. During 1964 – 2008 , the ice tongue thinned by 9.59 ± 6 m , with the mean thinning rate of 0.22 ± 0.14 m/a , corresponding to the loss in ice volume of $14.1 \pm 8.8 \times 10^{-3}$ km³ ($12.7 \pm 7.9 \times 10^{-3}$ km³ water equivalent) . It was found that Qingbingtan Glacier No. 72 was melting intensively comparing with the other monitoring glaciers in different areas of Tianshan Mountains which was influenced by regional climate , elevation of glacier terminus , glacier types , moraine and other factors.

Key words: Qingbingtan Glacier No. 72; Mt. Tuomuer Region; terminus change; area change; ice surface-elevation change