

2016 年阿尔金山冰川边界及长度数据集

张聪¹, 姚晓军^{1*}, 张大弘¹

1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070

摘要: 阿尔金山位于青藏高原北缘, 以当金山口和车尔臣河上游河谷为界, 是塔里木盆地和柴达木盆地的界山, 该地区冰川属亚大陆型冰川和极大陆型冰川。冰川边界和长度是冰川的重要参数, 其变化可直接反映冰川的进退状态, 并间接表征区域气候变化规律。本数据集基于 2016 年 Landsat OLI 遥感影像和 SRTM DEM 数字高程模型数据, 采用人工目视解译和冰川中流线方法获得阿尔金山 2016 年冰川边界和冰川长度数据。本数据集包含两个数据: 1) 2016 年阿尔金山冰川边界矢量数据; 2) 2016 年阿尔金山冰川长度矢量数据。本数据集反映了阿尔金山 2016 年冰川边界及长度状态, 可作为区域冰川变化和气候变化等研究的基础数据。

关键词: 冰川; 边界; 中流线; 长度; 阿尔金山

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	2016 年阿尔金山冰川边界及长度数据集
数据作者	张聪, 姚晓军, 张大弘
数据通信作者	姚晓军 (yaoxj_nwnu@163.com)
数据时间范围	2016 年
地理区域	37°30'N-39°36'N, 85°52'E-94°21'E
数据量	972.22 KB
数据格式	ESRI shapefile 文件 (压缩为*.zip 格式)
数据服务系统网址	http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/884
基金项目	国家自然科学基金 (41561016、41861013、41801052); 西北师范大学青年教师科研能力提升计划项目 (NWNLU-LKQN-14-4)。
数据库(集)组成	数据集共包括 2 个数据文件: Altun_glacier_inventory_2016.zip 是 2016 年阿尔金山冰川边界矢量数据; Altun_glacier_centerline_2016.zip 是 2016 年阿尔金山冰川长度数据。

引言

冰冻圈作为地球系统的五大圈层之一, 由地球陆地和海洋表面及以下的积雪、冰和冻土组成^[1]。冰川不仅是冰冻圈的重要组成部分^[2], 而且是全球气候变化的重要驱动因子^[3]。山地冰川作为参与区域水循环的重要成员, 对区域气候和环境的变化极其敏感^[4]。冰川长度是反映冰川变化的重要参数之一^[5], 其提取方法包括冰川主流线提取法^[6-9]和冰川中流线提取法^[10-11]。前者通过水文分析提取汇水线, 后者则是基于冰川边界提取冰川最高点到冰川末端的中心线^[12]。

文献 DOI:

10.11922/csdata.2019.0063.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.884

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2019-09-03

开放同评: 2019-11-18

录用日期: 2020-02-26

发表日期: 2020-06-12

* 论文通信作者

姚晓军: yaoxj_nwnu@163.com

阿尔金山 (37°30'N–39°36'N, 85°52'E–94°21'E) 位于青藏高原北缘, 是新疆、青海和甘肃三省 (自治区) 的界山 (图 1), 其西接昆仑山, 东邻祁连山, 呈西南–东北走向; 山体总面积约 $6.19 \times 10^4 \text{ km}^2$, 长约 750 km, 最宽处约 130 km^[13]; 平均海拔在 4000 m 以上, 最高峰被称为阿尔金山, 海拔 5798 m^[14]。由于深居内陆和受地形阻隔, 阿尔金山地区以温带大陆性气候为主, 全年干旱少雨, 四季温差大, 年平均降水量仅 110 mm, 是亚洲中部最干旱的山地^[15], 冰川融水是区域内塔卡萨依河、若羌河和米兰河等河流的重要补给水源。因此, 认清阿尔金山的冰川现状和冰川长度, 对研究该区域气候变化和水资源分配均具有重要价值和意义。相关研究表明, 阿尔金山冰川近年来呈不同程度的退缩趋势^[13]。本文基于 2016 年 Landsat OLI 遥感影像和 SRTM DEM 数据, 通过波段比值法结合人工目视解译和冰川中流线提取方法, 获得阿尔金山冰川边界和长度数据, 以期为认识该区域冰川现状及其对全球气候变暖的响应和水资源合理利用等研究提供基础数据支持。

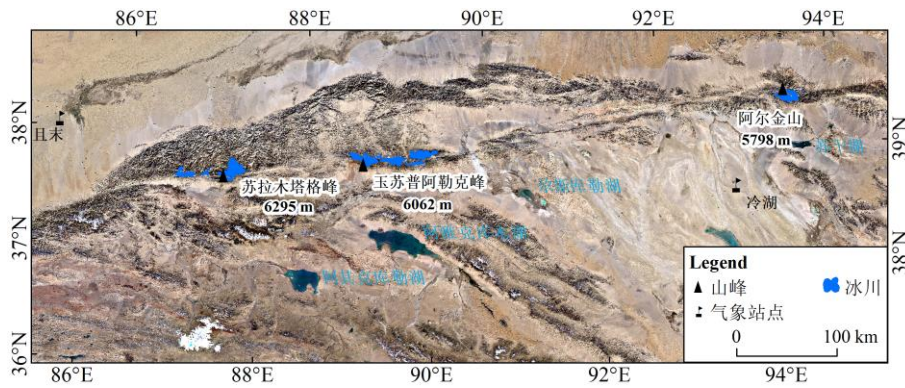


图 1 阿尔金山冰川分布

1 数据采集和处理方法

1.1 数据源

本数据集采用的基础数据包括研究区 2016 年 Landsat OLI 遥感影像及 SRTM DEM 数字高程模型数据。其中, Landsat OLI 遥感影像共 5 景 (表 1), 从美国地质调查局网站 (<http://glovis.usgs.gov>) 获取, 影像冰川区少云少雪, 满足人工目视解译冰川要求; SRTM DEM 空间分辨率为 30 m, 用于冰川地形参数提取。

表 1 Landsat OLI 遥感影像

序号	轨道号		获取日期	云量 (%)
	Path	Row		
1	138	33	2016-08-01	0.03
2	140	33	2016-07-14	1.57
3	140	34	2016-07-14	0.21
4	142	34	2016-05-09	14.49
5	142	34	2016-06-26	7.96

1.2 数据处理

2016 年阿尔金山冰川边界矢量数据提取采用中国第二次冰川编目方法^[16]，基于 Landsat OLI 遥感影像，通过波段比值法与人工交互提取冰川边界，同时参考 Google Earth 对冰川矢量边界进行逐一检查与修订，最后根据山脊线自动提取方法提取的山脊线对修订后的冰川边界进行分割，得到冰川矢量数据^[17-18]。2016 年阿尔金山冰川长度数据提取采用姚晓军等^[19]提出的冰川中流线自动提取方法。首先依据冰川积累区和消融区的末端形态，将冰川分为单一盆地、单一出口冰川，复式盆地类型冰川和冰帽类冰川 3 种形态；通过 DEM 数据获取冰川轮廓上的海拔最高点和最低点并基于此对冰川轮廓线进行分割，采用欧式距离方法将冰川划分为多个区域，区域的公共边界即为冰川中流线^[10]，对于单一盆地、单一出口冰川，冰川中流线长度即为该冰川的平均长度。复式盆地、单一出口冰川通常由多条支冰川组成，且各支冰川均存在独立的海拔最高点，参考冰川中值面积高程和等高线形态保留子流域部分公共边界线来提取冰川中流线，各支冰川中流线长度的平均值为该冰川的平均长度。冰帽类冰川多发育于山顶面，因受力不均导致冰川从中心向四周呈放射状漫流^[20]，本数据集采用郭万钦等^[17]提出山脊线自动提取方法获得冰帽表面山脊线，用山脊线将冰帽分割为多条彼此相邻的独立冰川再提取冰川中流线，各独立冰川中流线长度的平均值为冰帽类冰川的平均长度。数据处理流程如图 2 所示。

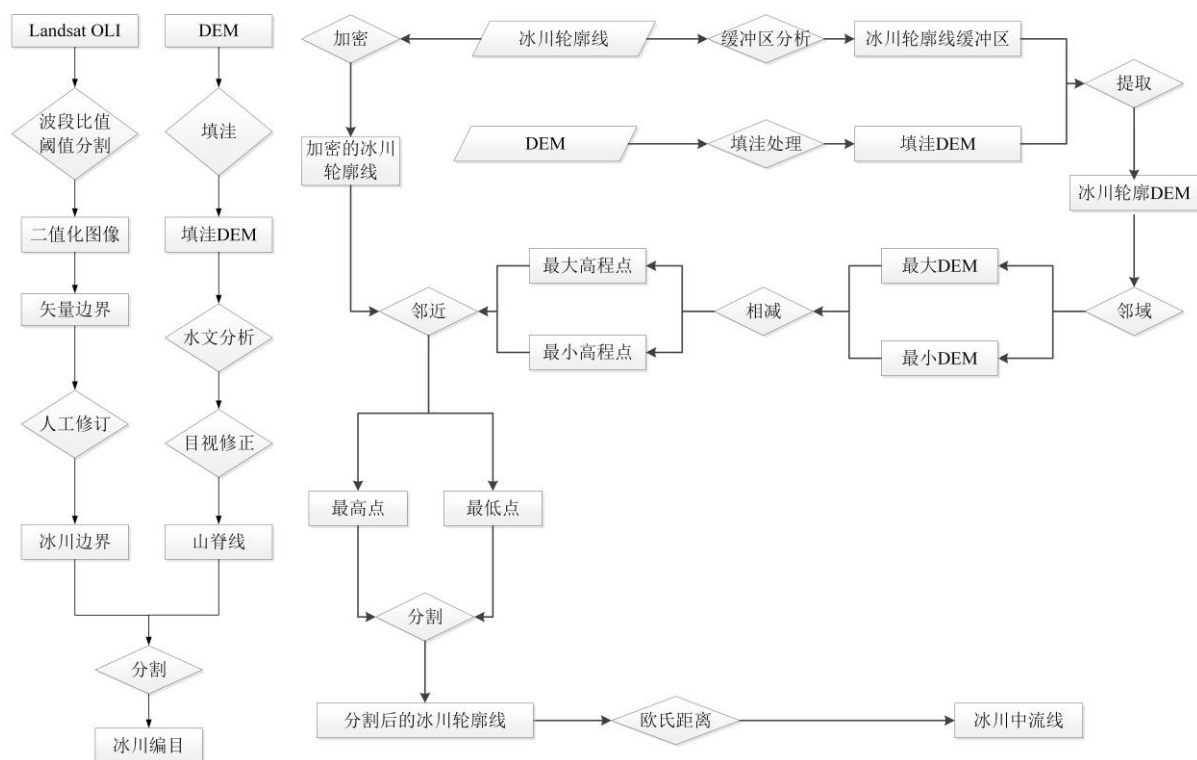


图 2 阿尔金山冰川矢量数据与冰川中流线提取技术路线

受地形因素影响，阿尔金山冰川多属规模较小的单一盆地、单一出口类型，2016 年面积小于 2.0 km² 的冰川数量占该山系冰川总数的 92.70%。复式盆地类型和冰帽类型冰川数量较少，且多为大规模冰川；这两类冰川一般有多条支冰川中流线，处理时需要汇总计算其平均长度与最大长度，各支冰川或独立冰川中流线长度的平均值即为该冰川的平均长度。

2 数据样本描述

2.1 数据图形样本

2.1.1 阿尔金山冰川边界矢量数据

本数据集中的矢量文件 Altun_glacier_inventory_2016 是 2016 年阿尔金山的冰川边界矢量数据，样本展示如图 3。

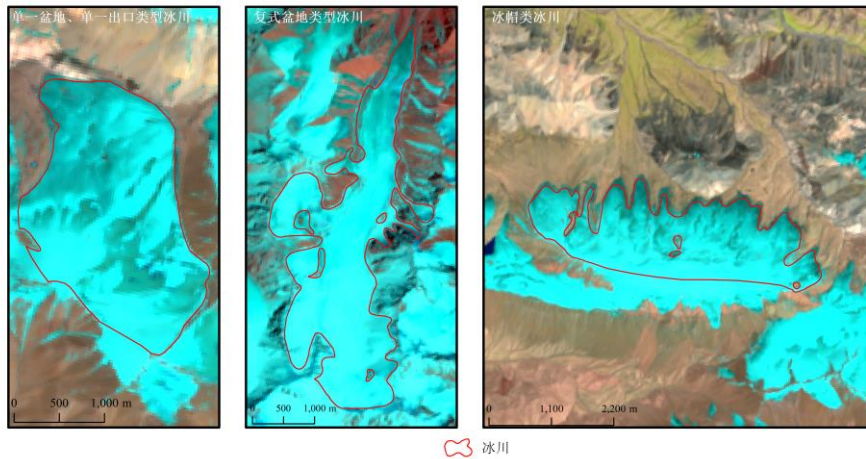


图 3 2016 年阿尔金山冰川

2.1.2 阿尔金山冰川长度矢量数据

本数据集中的矢量文件 Altun_glacier_centerline_2016 是 2016 年阿尔金山的冰川长度矢量数据，根据冰川积累区和消融区的末端形态，将冰川分为单一盆地、单一出口类型冰川，复式盆地类型冰川和冰帽类冰川 3 种形态，样本展示如图 4-6。

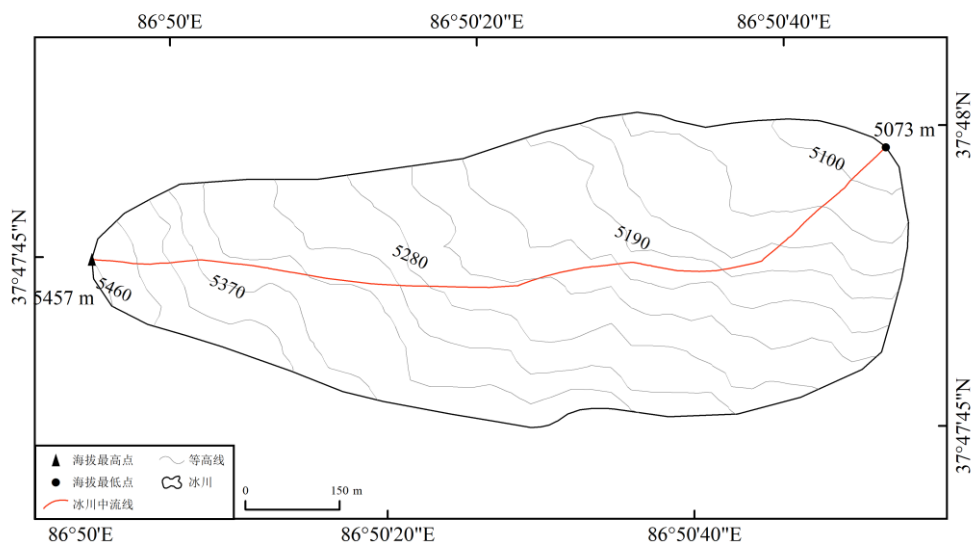


图 4 单一盆地、单一出口类型冰川的海拔最高点、最低点和中流线

2.1.2.1 单一盆地、单一出口类型冰川长度数据

图 4 为单一盆地、单一出口类型冰川 (GLIMS 编码为 G086841E37797N) 中流线提取结果。2016 年该冰川面积为 0.48 km², 冰川长度为 1347.46 m, 冰川末端海拔为 5073 m。

2.1.2.2 复式盆地类型冰川长度数据

图 5 为复式盆地类型冰川 (GLIMS 编码为 G087390E37974N) 中流线提取结果。2016 年该冰川面积为 6.32 km², 有 4 条冰川中流线, 长度依次为 7060.14 m、6149.71 m、4809.29 m 和 4861.66 m, 冰川平均长度为 5720.20 m, 冰川最高点海拔为 5849 m, 末端海拔为 4714 m。

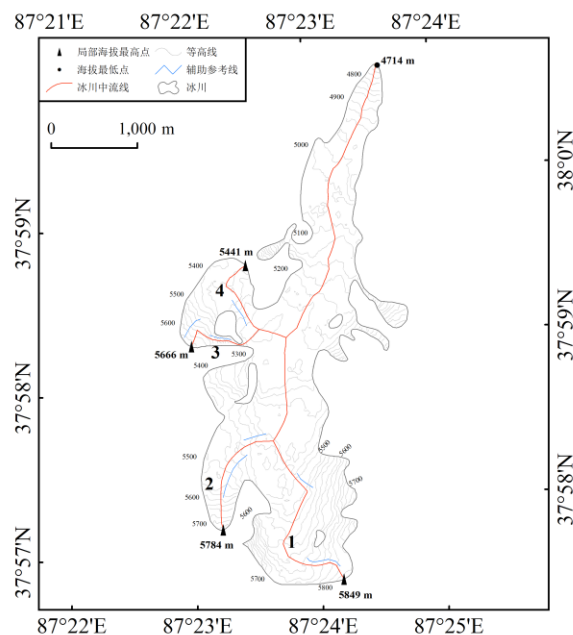


图 5 复式盆地类型冰川的海拔最高点、最低点和中流线

2.1.2.3 冰帽类冰川长度数据

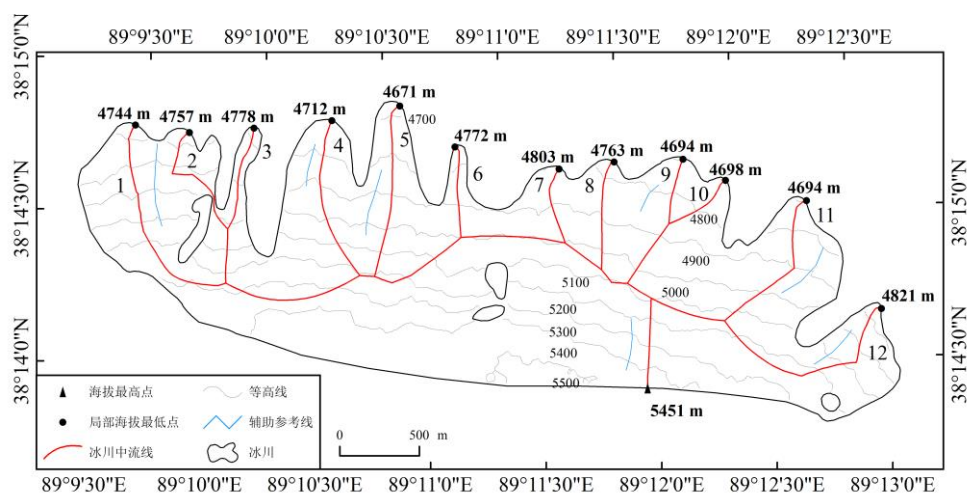


图 6 冰帽类冰川的海拔最高点、最低点和中流线

图 6 为冰帽类冰川 (GLIMS 编码为 G089186E38242N) 中流线提取结果。2016 年该冰川面积为

5.70 km², 有 12 条冰川中流线, 长度依次为 1938.76 m、1752.04 m、1576.70 m、1614.43 m、1674.87 m、1153.35 m、1070.81 m、1257.98 m、1446.44 m、1485.69 m、1569.20 m 和 1930.37 m, 冰川平均长度为 1539.22 m, 冰川末端海拔为 4671 m。

2.2 数据属性表

2.2.1 阿尔金山冰川边界数据属性表

研究区冰川边界矢量数据属性表由 6 个字段组成 (表 2)。其中, GLIMS_ID 为冰川编码, 格式为 GnnnnnnEmmmmm[N|S], nnnnnn 的数值范围为[000000, 359999], mmmmm 的数值范围为[00000, 90000], 数值为冰川的经纬度坐标值 (以度为单位) 乘以 1000, 经度以本初子午线为原点, 西经的数值范围为 (180, 360), [N|S]中 N 表示北纬, S 表示南纬; FCGL_ID 为流域编码, 国内流域编码体系采用 10 位长度的代码, 阿尔金山地区属于东亚内部流域, 因此其流域代码为 5Ynnnmmmmmm。其中 5 表示亚洲, Y 表示东亚内部流域 (一级)。3 位表示二级流域, 4 位表示三级流域, 5 位表示四级流域, 10 位表示五级流域, 本数据集采用五级流域编码; nnn 依次表示二、三、四级流域, mmmmm 表示五级流域内按顺时针方向排列的冰川顺序号, 本数据集采用五级流域编码; Mtn_Name 为冰川所在山系; Pref_Name 为冰川所在的省和地级市; DataSource 为冰川边界解译所用的遥感影像信息; Area 为冰川面积; Perimeter 为冰川周长; Area_Error 为冰川面积误差。

表 2 2016 年阿尔金山冰川矢量数据集属性表说明

序号	名称	数据类型	字符长度	字段描述
1	GLIMS_ID	Text	30	冰川编码
2	FCGL_ID	Text	20	流域编码
3	Mtn_Name	Text	50	山脉名称
4	Pref_Name	Text	60	省市名称
5	DataSource	Text	50	数据源
6	Area	Double	10	冰川面积
7	Perimeter	Double	10	冰川周长
8	Area_Error	Double	10	冰川面积误差

2.2.2 阿尔金山冰川长度数据属性表

研究区冰川长度属性表由 10 个字段组成 (表 3)。其中, GLIMS_ID 和 FCGL_ID 参考中国冰川编目格式; Mean_Leng 和 Max_Leng 反映冰川长度信息; Count 反映冰川中流线的数量; Area 为对应冰川的面积; Max_Elev 和 Min_Elev 分别记录了冰川边界上的最大及最小高程信息; Leng_Error 为冰川长度的误差。

表 3 2016 年阿尔金山冰川长度数据集属性表说明

序号	名称	数据类型	字符长度	字段描述
1	GLIMS_ID	Text	30	冰川编码
2	FCGL_ID	Text	20	流域编码

序号	名称	数据类型	字符长度	字段描述
3	Mean_Leng	Double	10	平均长度
4	Max_Leng	Double	10	最大长度
5	Count	Long Integer	10	中流线数量
6	Area	Double	10	冰川面积
7	Max_Elev	Long Integer	10	最高点海拔
8	Min_Elev	Long Integer	10	最低点海拔
9	Author	Text	20	作者
10	Year	Long Integer	10	年份
11	Leng_Error	Double	10	冰川长度误差

3 数据质量控制和评估

冰川边界提取的精度主要受传感器和图像配准误差的影响^[21-22]。2016年阿尔金山冰川数据基于中国第二次冰川编目方法提取^[16]，采用波段比值与人工目视解译相结合的方法，精度控制在1个像元之内。冰川长度的提取基于冰川类型的不同，采用姚晓军等^[19]提出的冰川中流线法。对于单一盆地、单一出口型冰川通常只有一个最高点和最低点，可实现自动提取，人工干预较少，效果较好；对于复式盆地类型冰川，通常由多条支冰川组成，自动提取的中流线效果较差，需要参考冰川中值面积高程和等高线形态保留子流域部分公共边界线进行修正；对于冰帽类冰川，由于其最高点通常出现在冰川内部且末端多为裙状，需要采用郭万钦^[17]等提出的山脊线自动提取方法提取山脊线进行修正。

本数据集冰川边界提取的精度仅考虑遥感影像空间分辨率造成的误差^[23]，可由式（1）计算：

$$\varepsilon = N * A \quad (1)$$

式中 ε 为影像空间分辨率造成的冰川面积误差， N 为冰川轮廓的周长， A 为半个像元的边长（Landsat OLI 为 15 m）。结果表明，2016年由 Landsat OLI 遥感影像空间分辨率造成的冰川面积误差为 $\pm 22.74 \text{ km}^2$ ，占冰川总面积的 $\pm 8.33\%$ 。

本数据集冰川长度提取的精度仅考虑遥感影像空间分辨率对冰川边界高值点和低值点提取造成的误差，可由式（2）计算：

$$\lambda = (n+1) * A \quad (2)$$

式中 λ 为影像空间分辨率造成的冰川长度误差， n 为冰川中流线的条数， A 为半个像元的边长（Landsat OLI 为 15 m）。

4 数据价值

基于 Landsat OLI 遥感影像和 SRTM DEM 数据获取了 2016 年中国阿尔金山冰川边界及其长度数据集。与其他冰川数据集相比较，本数据集更侧重于冰川长度这一参数的提取。此外，自动提取中流线与人工修订相结合在一定程度上保证了冰川长度数据的准确性。本数据集作为研究阿尔金山冰川现状的基础数据，可为揭示区域冰川面积、周长和长度之间的定量关系，以及认识该区域冰川变化提供数据支撑。

5 数据使用方法和建议

本数据集采用了 ESRI Shapefile 矢量数据的文件格式, 地理坐标系为 WGS-1984, 投影坐标系为 Albers 等积投影, 可以在 ArcGIS 和 ENVI 等软件中打开、显示、编辑和统计。

致 谢

感谢美国地质调查局 (USGS)、地理空间数据云提供 Landsat OLI 数据和 DEM 数据。

数据作者分工职责

张聪 (1995—), 男, 甘肃天水人, 硕士研究生, 研究方向为环境遥感。主要承担工作: 基础数据收集、处理、质量控制及论文撰写。

姚晓军 (1980—), 男, 山西夏县人, 博士, 教授, 研究方向为地理信息技术与冰冻圈变化。主要承担工作: 总体方案设计和过程指导。

张大弘 (1993—), 男, 甘肃平凉人, 硕士研究生, 研究方向为 GIS 设计与开发。主要承担工作: 编写数据处理代码。

参考文献

- [1] 刘时银, 姚晓军, 郭万钦, 等. 基于第二次冰川编目的中国冰川现状[J]. 地理学报, 2015, 70(1): 3-16.
- [2] LI X, CHENG G, JIN H, et al. Cryospheric change in China[J]. Global and Planetary Change, 2008,62(3): 210-218.
- [3] OERLEMANS J. Quantifying global warming from the retreat of glaciers[J]. Science, 1994, 264(5156): 243-245.
- [4] 姚檀栋, 刘时银, 薄健辰, 等. 高亚洲冰川的近期退缩及其对西北水资源的影响[J]. 中国科学(D 辑), 2004, 34(6): 535-543.
- [5] MACHGUTH H, HUSS M. The length of the world's glaciers: a new approach for the global calculation of center lines[J]. Cryosphere, 2014, 8(5): 1741-1755.
- [6] WANG JZ, ZHANG YJ, ZHANG WM, et al. Methods for calculating glacier area and length in a mountainous area based on remote-sensing data and a digital elevation model[J]. Sciences in Cold and Arid Regions, 2010, 2(4): 298-304.
- [7] 王璞玉, 李忠勤, 曹敏, 等. 近 45 年来托木尔峰青冰滩 72 号冰川变化特征[J]. 地理科学, 2010, 30(6): 962-967.
- [8] 郭万钦, 刘时银, 许君利, 等. 木孜塔格西北坡鱼鳞川冰川跃动遥感监测[J]. 冰川冻土, 2012, 34(4): 765-774.
- [9] 李珊珊. 中国天山不同地区典型冰川末端变化特征及其空间差异研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2013.
- [10] RAYMOND L B, FRANK P. An automatic method to create flow lines for determination of glacier

- length: a pilot study with Alaskan glaciers[J]. Computers and Geosciences, 2013, 52(1): 234-245.
- [11] KIENHOLZ C, RICH J L, ARENDT A A, et al. A new method for deriving glacier centerlines applied to glaciers in Alaska and northwest Canada[J]. Cryosphere, 2014, 8(2): 503-519.
- [12] 杨佰义, 张灵光, 高扬, 等. 基于高分卫星数据的冰川长度综合提取方法[J]. 冰川冻土, 2016, 38(6), 1615-1623.
- [13] 祝合勇. 近 40 年来阿尔金山现代冰川变化的遥感监测研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2012.
- [14] 张佃民. 从阿尔金山的植被特点论柴达木盆地在植被区划上的位置[J]. 西北植物研究, 1983, 3(2): 150-156.
- [15] 袁国映. 阿尔金山和东昆仑山的垂直自然带[J]. 干旱区资源与环境, 1991, 5(1): 78-86.
- [16] GUO W, LIU S, XU J, et al. The second Chinese glacier inventory: data, methods and results[J]. Journal of Glaciology, 2015, 61(226): 357-372.
- [17] 郭万钦, 刘时银, 余蓬春, 等. 利用流域边界和坡向差自动提取山脊线[J]. 测绘科学, 2011,36(6):191, 210-212.
- [18] 吴坤鹏, 刘时银, 郭万钦. 1980–2015 年岗日嘎布地区冰川分布数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2018, 3(4). (2018-06-05). DOI: 10.11922/Csdata. 2018. 0013.zh.
- [19] 姚晓军, 刘时银, 朱钰, 等. 基于 GIS 的冰川中流线自动提取方法设计与实现[J]. 冰川冻土, 2015, 37(6): 1563-1570.
- [20] KARGEL J S, LEONARD G J, BISHOP M P, et al. Global land ice measurements from space[M]. New York: Springer,2014: 1-876.
- [21] HALL D K, BAYR K J, SCHNÖER W, et al. Consideration of the errors inherent in mapping historical glacier positions in Austria from ground and space (1893-2001)[J]. Remote Sensing of Environment, 2003, 86(4): 566-577.
- [22] WILLIAMS R S, HALL D K, SIGUROSSON O. Comparison of satellite-derived with ground-based measurements of the fluctuations of the margins of Vatnajökull, Iceland, 1973-92[J]. Annals of Glaciology, 1997, 24(3): 72-80.
- [23] 刘娟, 姚晓军, 刘时银, 等. 1970~2016 年冈底斯山冰川变化[J]. 地理学报, 2019, 74(07): 1333-1344.

论文引用格式

张聪, 姚晓军, 张大弘. 2016 年阿尔金山冰川边界及长度数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2020, 5(2). (2020-06-11). DOI: 10.11922/csdata.2019.0063.zh.

数据引用格式

张聪, 姚晓军, 张大弘. 2016 年阿尔金山冰川边界及长度数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2019. (2019-09-03). DOI: 10.11922/sciencedb.884.

A dataset of boundary and length of glaciers in the Altun Mountains in 2016

Zhang Cong¹, Yao Xiaojun^{1*}, Zhang Dahong¹

1. College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, P.R. China

*Email: yaoxj_nwnu@163.com

Abstract: The Altun mountains is located in the northern edge of the Tibet Plateau. It is the boundary of the Tarim Basin and the Qaidam Basin, which is bounded by the Dangjinshan pass and the upper reaches of the Qiemo River. Glaciers in the Altun Mountains are subcontinental glaciers and polar continental glaciers. The boundary and length are two vital parameters for a glacier, whose changes can directly reflect its advance and retreat, and indirectly characterize regional climate changes. Based on the Landsat OLI images and SRTM DEM, a dataset of boundary and length of glaciers in the Altun mountains in 2016 were obtained by using manual visual interpretation and glacier centerline method. The dataset contains two parts: 1) glacier boundary vector data in the Altun Mountains in 2016; 2) glacier length vector data in the Altun Mountains in 2016. This dataset reflects the boundary and length of glaciers in the Altun Mountains in 2016 and can be used as the basic data for regional glacier change and climate change research.

Keywords: glacier; boundary; centerline; length; Altun Mountains

Dataset Profile

Title	A dataset of boundary and length of glaciers in the Altun Mountains in 2016
Data authors	Zhang Cong, Yao Xiaojun, Zhang Dahong
Data corresponding author	Yao Xiaojun (yaoxj_nwnu@163.com)
Time range	2016
Geographical scope	37°30'N–39°36'N, 85°52'E–94°21'E
Data volume	972.22 KB
Data format	ESRI Shapefile file (compressed in *.zip)
Data service system	< http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/884 >
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (41561016, 41861013, 41801052); Earlier Career Research Promotion Program of Northwest Normal University (NWNLU-LKQN-14-4).
Dataset composition	The dataset consists of two subsets: Altun_glacier_inventory_2016.zip containing the glacier boundary vector data in the Altun Mountains in 2016; Altun_glacier_centerline_2016.zip containing the glacier length data in the Altun Mountains in 2016.