



文献 DOI:

10.11922/csdata.2019.0013.zh

数据 DOI:

10.11922/sciencedb.753

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2019-04-17

开放同评: 2019-04-28

录用日期: 2019-07-02

发表日期: 2019-10-22

1959–2016 年中国阿尔泰山冰川长度数据集

靳惠安^{1,2}, 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

2. 甘肃林业职业技术学院林业工程学院, 甘肃天水 741020

摘要: 阿尔泰山位于亚洲中部和新疆最北端, 是我国冰川发育纬度最高的地区。阿尔泰山地区冰川属亚大陆型, 受全球气候变暖影响, 该区域冰川退缩剧烈。本数据集基于中国阿尔泰山地区两次冰川编目数据、2016 年 Landsat OLI 遥感影像及数字高程模型 (DEM) 等相关数据, 提取不同时期该地区冰川中流线, 继而获得逐条冰川长度信息。数据集包含两个文件: 1) 基于 Landsat OLI 遥感影像及数字高程模型提取的 2016 年中国阿尔泰山冰川编目矢量数据; 2) 基于中流线方法提取的 1959 年、2006 年、2016 年中国阿尔泰山冰川中流线矢量数据。本数据集反映了 1959–2016 年中国阿尔泰山地区冰川长度变化信息, 可作为区域冰川变化、气候变化等研究的基础数据。

关键词: 冰川长度; 冰川中流线; 冰川编目; 阿尔泰山

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	1959–2016 年中国阿尔泰山冰川长度数据集
数据作者	靳惠安、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	1959–2016 年
地理区域	地理范围包括北纬 45°47′–49°10′, 东经 85°27′–91°01′
数据量	866 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/753
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 (NWNNU-LKQN-14-4)。
数据库 (集) 组成	数据集共包括 2 个数据文件: Altay_glacier_inventory.zip 是 2016 年冰川边界矢量数据; Altay_glacier_centerline.zip 是 1959、2006、2016 年冰川长度矢量数据。

引言

冰川作为冰冻圈的重要组成部分^[1], 对气候变化具有强烈的指示和预警作用^[2-4]。在冰川编目中, 冰川长度一般指冰川轴线的最大距离, 是表征冰川几何形态的重要参数^[5], 也是气候变化重构、冰川冰储量评估、冰川动力学模型构建和冰川未来变化预测的关键参数, 在冰川变化研究中具有重要地位^[6]。传统的人工提

* 论文通信作者

姚晓军: yaoxj_nwnu@163.com

取冰川长度信息方法存在工作效率低、验证难度大等缺点。随着 GIS 技术的发展, 利用自动或半自动方法提取冰川长度信息成为可能^[7]。目前, 冰川长度的提取方法主要有冰川主流线提取法^[8-9]和冰川中流线提取法^[5,7,10]。其中主流线法是通过水文分析方法提取汇水线来获取冰川长度^[11]; 中流线法则是基于冰川边界, 由冰川最高点至冰川末端提取中心线来表示冰川长度。

阿尔泰山位于亚洲中部和新疆维吾尔自治区最北端, 呈西北–东南走向, 斜跨中国、哈萨克斯坦、俄罗斯、蒙古边境, 绵亘约 2000 km。中国境内的阿尔泰山为其中部山脊以南山地, 哈巴河、布尔津、阿勒泰、富蕴、青河一线以北, 地理范围为 45°47'N–49°10'N、85°27'E–91°01'E, 长达 500 km。主峰友谊峰 (4374 m) 位于布尔津河上游喀纳斯河源中蒙交界处^[12], 与其北侧的奎屯峰 (4101 m) 构成高大的山结, 为我国阿尔泰山现代冰川集中发育的地区^[13]。该区域冬、春季受北冰洋气流影响, 夏季主要由西风环流补给, 降水较丰沛, 降水量由西北向东南递减^[12,14]。阿尔泰山区冰川融水, 尤其季节性积雪在河流补给比例中高达 45%–50%, 是该地区河流的主要补给来源^[13]。因此, 开展阿尔泰山地区的冰川变化研究不仅对认识该区域气候变化具有重要意义, 而且对下游地区的水资源合理利用具有实际价值。已有研究表明, 1959–2009 年我国阿尔泰山地区冰川面积呈减少趋势^[14-16], 但对冰川退缩幅度, 尤其是冰川末端变化仍缺乏系统性认识。本文基于中国阿尔泰山第一、二次冰川编目数据及 2016 年冰川矢量数据, 通过提取冰川中流线^[6], 获得该区域 1959–2016 年冰川长度数据, 从而为区域冰川、气候变化及水资源研究等研究提供基础数据支持。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据源

本数据集所采用的数据包括中国阿尔泰山地区第一、二次冰川编目数据, Landsat OLI 遥感影像及数字高程模型 (DEM) 数据。其中, 第一次冰川编目所用数据源为基于 1959 年航空摄影测量技术制作的 1:10 万地形图; 第二次冰川编目数据源为 Landsat TM/ETM+ 遥感影像和 1:10 万地形图; 2016 年冰川矢量数据所用数据源为 3 景 Landsat OLI 遥感影像, 均由美国地质调查局 (United States Geological Survey, USGS) 网站 (<http://glovis.usgs.gov/>) 提供; 所采用的 DEM 数据为 SRTM DEM, 空间分辨率 90 m, 该数据从地理空间数据云下载获取 (<http://www.gscloud.cn/>) (表 1)。

表 1 数据集所用数据列表

序号	数据源	ID	时间	分辨率 (m)
1	中国阿尔泰山第一次冰川编目	CGI2_V1_0_0	1959 年	/
2	中国阿尔泰山第二次冰川编目	CGI2_V2_0_0	2006 年	/
3	SRTM DEM	V4.1	2000 年	90
4	Landsat OLI	LC81440262016224LGN00	2016-08-11	30
5	Landsat OLI	LC81420272016226LGN00	2016-08-13	30
6	Landsat OLI	LC81430262016249LGN01	2016-09-05	30

1.2 数据处理过程

2016 年中国阿尔泰山冰川矢量数据的采集与处理采用中国第二次冰川编目方法^[17], 基于 Landsat OLI 遥感影像, 通过波段比值与人工交互方法提取冰川边界, 同时参考地形图、Google Earth 对冰川

矢量边界进行检查与修订，最后根据山脊线自动提取方法，对修订后的冰川边界进行分割，得到各条冰川矢量数据^[18-19]。冰川长度信息的获取采用姚晓军等^[6]提出的冰川中流线提取方法。首先获取各条冰川轮廓上的海拔最高点与海拔最低点，基于提取的冰川轮廓线上海拔最高点与最低点将冰川轮廓线分割为独立且相连的线段，然后采用欧式距离将平面划分多个区域，划分区域所得公共边即视为冰川中流线。基于获取的冰川中流线计算各条冰川长度，同时获取冰川轮廓上最高点与最低点海拔高度。数据处理流程如图 1 所示。为提高工作效率，利用 ArcPy 站点包编写程序脚本，并将其转换为可在 ArcGIS 软件下运行的 tbx 文件。

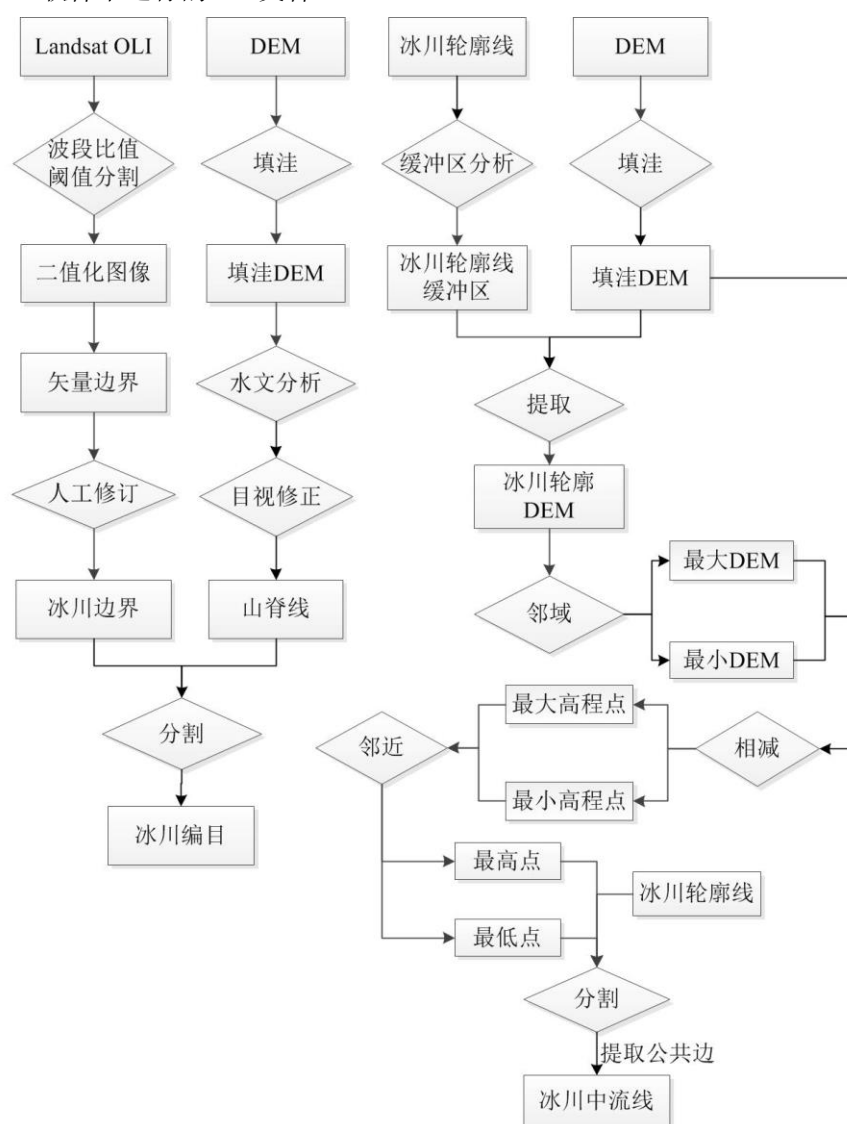


图 1 中国阿尔泰山冰川编目与冰川中流线提取流程

受地形因素影响，阿尔泰山冰川多属规模较小的单一盆地、单一出口类型。据第二次冰川编目，中国阿尔泰山面积小于 2.0 km^2 的冰川数量占冰川总数的 94%^[14]。复式盆地、单一出口类型的大规模冰川数量较少，如喀纳斯冰川。对于此类冰川，处理时将各支流冰川长度汇总计算其最大长度与平均长度。

2 数据样本描述

2.1 数据图形样本

2.1.1 单一盆地、单一出口型冰川

图 2 为单一盆地、单一出口类型冰川（GLIMS 编码为 G087717E49104N）不同时期中流线提取结果。1959–2016 年，该冰川面积由 0.41 km² 减少至 0.35 km²，冰川长度分别为 1262 m、1224 m、1219 m，共退缩 43 m（-3.41%），冰川末端海拔上升。

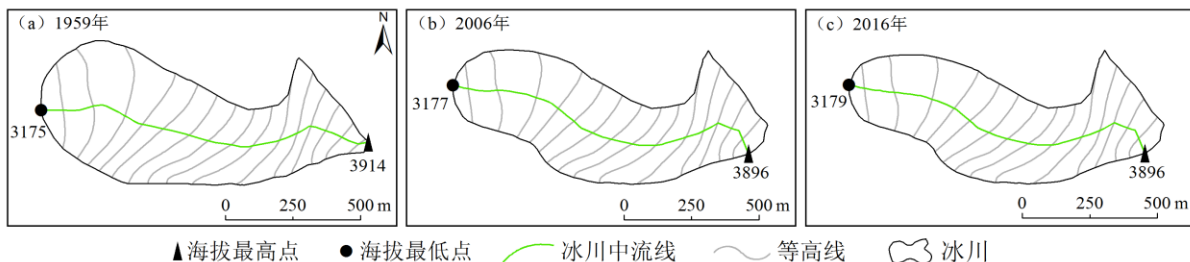


图 2 单一盆地、单一出口型冰川的海拔最高点、最低点及中流线

2.1.2 复式盆地、单一出口型冰川

图 3 为阿尔泰山喀纳斯冰川 1959 年、2006 年和 2016 年的冰川中流线提取结果。该冰川在 1959–2016 年呈退缩趋势，面积减少 6.31 km²，冰川末端海拔由 2409 m 上升至 2547 m，各支流冰川长度均缩减，最大冰川长度（5 号支流）减少 1663 m，平均长度由 9326 m 缩减至 7947 m，减少约 14.8%。

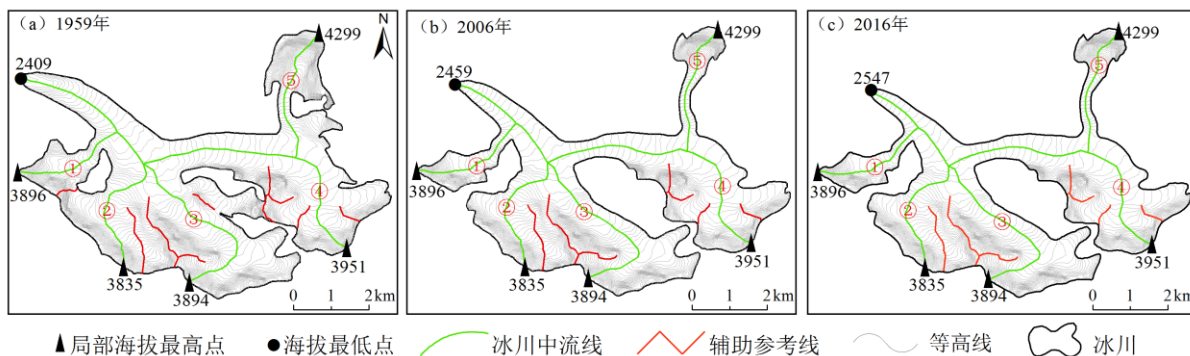


图 3 喀纳斯冰川各支流海拔最高点、最低点及中流线

2.2 数据属性表

中国阿尔泰山地区冰川长度数据属性表由 12 个字段构成（表 2），反映了各条冰川的坐标参数、几何参数和辅助信息。其中，标识码（ID）为提取冰川长度、连接冰川编目与冰川中流线数据属性表时所用的唯一值字段；冰川编码（GLIMS_ID）由 14 个数字和字符组成，编码方法同中国第二次冰川编目格式；流域编码（CGL_ID）继承自中国第一次冰川编目，代表冰川所在流域内从出水口顺时针方向旋转的顺序；平均长度（Mean_Len）与最大长度（Max_Len）为冰川中流线的平均长度和最大长度，对于单一盆地、单一出口型冰川而言，二者相同；中流线数量（Count）给出了各条冰川

提取的中流线数量，其中单一盆地、单一出口型冰川中流线数量为 1，复式盆地、单一出口型冰川中流线数量由其支流数量确定；最高点海拔（Max_Elev）与最低点海拔（Min_Elev）分别记录了提取的冰川中流线最高、最低海拔值；其他属性信息详见表 2。

表 2 1959–2016 年中国阿尔泰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	ID	Double	6	标识码
2	GLIMS_ID	Text	14	冰川编码
3	CGI_ID	Text	10	流域编码
4	Area	Double	10	冰川面积
5	Mean_Len	Double	10	平均长度
6	Max_Len	Double	10	最大长度
7	Count	Short Integer	4	中流线数量
8	Max_Elev	Short Integer	4	最高点海拔
9	Min_Elev	Short Integer	4	最低点海拔
10	DataSource	Text	30	数据源
11	Year	Date	/	年份
12	Author	Text	10	作者

3 数据质量控制和评估

2016 年中国阿尔泰山冰川数据提取采用波段比值与人工目视解译相结合方法，解译精度控制在 1 个像元以内。冰川长度提取基于姚晓军等^[6]提出的冰川中流线法，对于单一盆地、单一出口型冰川该方法可自动提取，不需人工干预且效果良好；对于复式盆地、单一出口型冰川，当冰川积累区较宽或支流较多时，自动提取的中流线存在局部与冰川物质流动方向不一致现象，此时采用辅助参考线法^[6,17-18]对其进行修正。

4 数据价值

基于第一、二次冰川编目数据，2016 年冰川矢量数据和 SRTM DEM 获取了 1959–2016 年中国阿尔泰山冰川长度数据集。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基本要素的提取，分别获得该区域 1959 年（395 条）至 2016 年（273 条）冰川的长度数据。此外，自动提取中流线方法与人工修订方法相结合在一定程度上保证了冰川长度数据的可靠性。本数据集可作为分析中国阿尔泰山冰川时空变化特征及其对气候变化的响应过程的基础数据，亦揭示了该区域冰川面积–长度变化之间的定量关系，从而深化区域尺度冰川变化对气候变化的响应机制及规律的科学认知。

5 数据使用方法和建议

本数据集采用的文件格式为 ESRI Shapefile 矢量数据，地理坐标系为 WGS-1984，投影坐标系为

Albers 等积投影, 可以在 ArcGIS 等 GIS 软件或 ENVI 等遥感软件下打开、显示、编辑、查看和统计。

致 谢

感谢美国地质调查局、地理空间数据云提供的 Landsat OLI 数据和 DEM 数据, 感谢科技部科技基础性工作专项“中国冰川资源及其变化调查”项目组提供的冰川编目数据。

数据作者分工职责

靳惠安(1989—), 男, 甘肃天水人, 硕士研究生, 主要研究方向为环境遥感。主要承担工作: 基础数据收集、处理及论文撰写。

姚晓军(1980—), 男, 山西夏县人, 博士, 教授, 主要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, 主要研究方向为 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] LI X, CHENG G, JIN H, et al. Cryospheric change in China[J]. *Global and Planetary Change*, 2008, 62(3): 210-218.
- [2] OERLEMANS J. Quantifying global warming from the retreat of glaciers[J]. *Science*, 1994, 264(5156): 243-244.
- [3] 谢自楚, 刘潮海. 冰川学导论[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 2010.
- [4] 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.
- [5] MACHGUTH H, HUSS M. The length of the world's glaciers: a new approach for the global calculation of center lines[J]. *The Cryosphere*, 2014, 8(5): 1741-1755.
- [6] 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.
- [7] LEBRIS R, PAUL F. An automatic method to create flow lines for determination of glacier length: A pilot study with Alaskan glaciers[J]. *Computers & Geosciences*, 2013, 52: 234-245.
- [8] LECLERCQ P W, OERLEMANS J, BASAGIC H J, et al. A data set of worldwide glacier length fluctuations[J]. *Cryosphere*, 2014, 8(2): 659-672.
- [9] PAUL F, BARRY R C, COGLEY J G, et al. Recommendations for the compilation of glacier inventory data from digital sources J]. *Annals of Glaciology*, 2010, 50(53): 119-126.
- [10] KIENHOLZ C, RICH J L, ARENDT A A, et al. A new method for deriving glacier centerlines applied to glacier in Alaska and northwest Canada[J]. *The Cryosphere*, 2014, 8(2): 503-519.
- [11] 杨伯义, 张灵先, 高杨, 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.
- [12] 王立伦, 刘潮海, 王平. 中国阿尔泰山的现代冰川[J]. *地理学报*, 1985, 40(2): 142-154.

- [13] 刘潮海, 尤根祥, 蒲健辰. 中国冰川目录II阿尔泰山区[M]. 兰州: 中国科学院兰州冰川冻土研究所, 1982: 1-18.
- [14] 姚晓军, 刘时银, 郭万钦, 等. 近 50a 来中国阿尔泰山冰川变化—基于中国第二次冰川编目成果[J]. 地理学报, 2012, 27(10): 1734-1745.
- [15] 王淑红, 谢自楚, 戴亚南, 等. 阿尔泰山冰川系统机构、近期变化及趋势预测[J]. 干旱区域地理, 2011, 34(1): 115-123.
- [16] 白金中, 李忠勤, 张明军, 等. 1959–2008 年新疆阿尔泰山友谊峰地区冰川变化特征[J]. 干旱区地理, 2012, 35(1): 117-124.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.

论文引用格式

靳惠安, 姚晓军, 张大弘. 1959–2016 年中国阿尔泰山冰川长度数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2019, 4(4). (2019-09-10). DOI: 10.11922/csdata.2019.0013.zh.

数据引用格式

靳惠安, 姚晓军, 张大弘. 1959–2016 年中国阿尔泰山冰川长度数据集[DB/OL]. Science Data Bank, 2019. (2019-04-17). DOI: 10.11922/sciencedb.753.

A dataset of glacier length in Chinese Altay Mountains from 1959 to 2016

Jin Huian^{1,2}, Yao Xiaojun^{1*}, Zhang Dahong¹

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

2. College of Forestry Engineering, Gansu Forestry Polytechnic, TianShui 741020, P.R. China

*Email: yaoxj_nwnu@163.com

Abstract: The Altay Mountains is situated in the northernmost part of Xinjiang Uygur Autonomous Region and has numerous glaciers in the highest latitude in China. Glaciers in this region had been experiencing dramatic recessions due to global warming. Based on the First Chinese Glacier Inventory (FCGI), the

Second Chinese Glacier Inventory (SCGI), Landsat OLI images and SRTM DEM (V4.1), the centerlines of glaciers in different periods were extracted using GIS technology, then their main geometrical parameters (e.g., the maximum of lengths or the mean of lengths) were obtained. This dataset includes two parts: 1) glacier boundary vector files in 2016 in Chinese Altay Mountains; 2) glacier centerlines vector files in 1959, 2006 and 2016 in Chinese Altay Mountains. This dataset can reflect the changes of glaciers in Chinese Altay Mountains from 1959 to 2016 and has important values for some studies such as regional glacier changes, climate changes, etc.

Keywords: glacier length; glacier centerline; glacier inventory; Altay Mountains

Dataset Profile

Title	A dataset of glacier length in Chinese Altay Mountains from 1959 to 2016
Data corresponding author	Yao Xiaojun (yaoxj_nwnu@163.com)
Data authors	Jin Huian, Yao Xiaojun, Zhang Dahong
Time range	1959–2016
Geographical scope	45°47'N-49°10'N, 85°27'E-91°01'E
Data volume	866 KB
Data format	ESRI Shapefile file (compressed in *.zip)
Data service system	< http://www.sciencedb.cn/dataSet/handle/753 >
Sources of funding	National Natural Science Foundation of China (41561016, 41861013, 41801052); Earlier Career Research Promotion Program of Northwest Normal University (NWNNU-LKQN-14-4).
Dataset composition	The dataset consists of 2 subsets: Altay_glacier_inventory.zip is the glacier outline of Altay mountain in 2016; Altay_glacier_centerline.zip is the glacier centerlines in 1959, 2006 and 2016.