

遥感影像提取冰川信息方法研究

牛生明¹ 李忠勤² 怀保娟²

(1. 新疆阜康国有林管理局, 新疆 阜康 831500; 2. 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, 甘肃 兰州 730000)

摘要:以天山博格达峰地区为例, 综合目视解译以及计算机自动解译, 主要介绍具有代表性的冰川信息提取方法。对各种方法的原理、特点、优势与限制进行了分析、对比, 并展望下一步研究方向。在冰川边界提取研究中, 目视解译精度高, 仍是冰川解译研究中重要的手段。传统基于光谱的解译方法各有优缺点, 应用于冰川信息的提取需借助于人工修正; 基于象元的遥感解译方法应尝试应用到冰川的解译中。

关键词: 遥感解译; 冰川; 天山博格达峰地区; Landsat ETM+

DOI: 10.3969/j.issn.1671-6396.2014.08.001

冰川研究一直是地球科学领域的基础研究内容, 国际全球变化研究的重点和前缘领域之一。遥感方法用于冰川学研究的优势是冰川监测可以不受地域限制, 因而借助遥感手段研究冰川的性质和特征、监测冰川的动态变化是冰川学研究的重要手段之一^[1-2]。

20世纪70年代中期随着中分辨率的遥感卫星数据逐渐用于冰冻圈研究, 如Landsat MSS、Landsat TM/ETM+、SPOT、Terra ASTER、IRS等, 目前, SPOT5、ASTER、Landsat ETM+等影像广泛应用于全球流域尺度的冰川监测研究。

对于冰川变化的遥感监测方法主要为两类^[3]: 目视解译、计算机辅助分类方法。在实际研究中通常将目视解译与计算机自动分类法相结合。本文以天山博格达峰地区为例, 综合分析多种遥感解译冰川信息的方法^[4-11], 重点介绍阈值法、波段运算法、非监督分类法、监督分类法、决策树阈值分类法、目视解译方法, 对各种方法进行分析思考。

1 研究区概况

博格达峰(87°50'E~88°30'E, 43°33'N~43°54'N)是中国天山东段博格达山的主峰^[12]。峰区周围集中了整个博格达山冰川面积的75%, 共有113条现代冰川, 如图1所示。博格达峰地区的冰川, 分别位于南坡的古班博格达河、黑沟和阿克苏河, 北坡的三工河、四工河、甘河子沟及白杨河等河流源头^[13]。

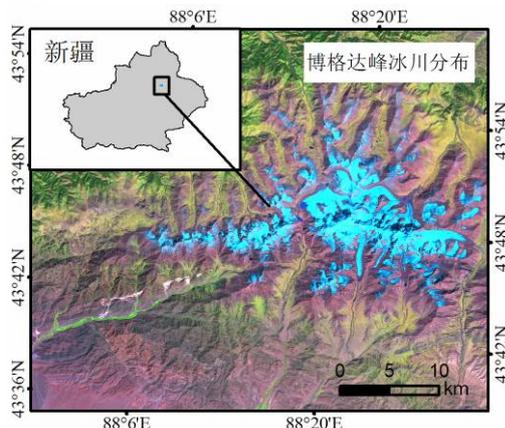


图1 天山博格达峰地区位置图

2 冰川信息提取方法的对比研究

过去几十年, 人们对遥感影像的冰川提取方法做了大量研究。常用的方法可以分为两大类: 即人工目视解译和自动或半自动分类提取。

对于发育有大量冰碛物的冰川而言, 基于遥感有效自动提取方法仍处于不断探索中, 鉴于这种类型的冰川与非冰川边界难以明确辨识, 因此本研究不考虑冰碛物覆盖型冰川的提取。本研究采用Landsat-ETM+遥感影像作为冰川信息提取的基础数据源, SRTM DEM-V4 高程数据为辅助数据源。在ENVI5.0支持下, 影像数据处理进行了几何精校正、锐化增强处理、彩色合成等预处理, 可有效的区分雪斑和有冰雪覆盖的冰川。

2.1 目视解译方法

目视解译是根据现有的冰川学知识, 利用遥感影像获取冰川边界信息。该方法获取的冰川边界精度高, 是基于遥感影像提取冰川边界最好的方式。本文选取专家目视解译结合野外经验的方法, 将专家经验应用于影像叠加DEM的目视判读中, 解译出博格达峰地区的精确冰川边界, 如图2为黑沟8号冰川的目视解译边界, 该方法精度高, 但耗时耗力。

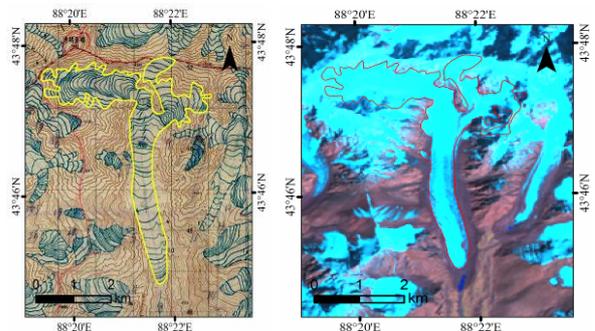


图2 博格达峰地区黑沟8号冰川目视解译边界

2.2 阈值法

阈值法是基于冰川的反射特性与其他地物的差异, 在可见光和中红外波段的图像中冰川和周围环境有一定差别。这种方法简单, 但很难有效将冰川区与非冰川区区分开来, 并且阈值大小的设置主要依靠人工经验, 人为因素会有一定程度的影响。

2.3 波段运算比较方法

比值运算对于区分和增强光谱亮度值不明显,但不同波段的比值差异较大的地物效果明显。如图3a,在博格达黑沟8号冰川选取3、5波段做比值运算,以阈值为2(经验值)提取冰川边界,发现该方法精确度较高,但黑沟8号冰川的小冰湖也并入了冰川面积信息内,该方法不能区分水体和冰雪区。

雪盖指数(Normalized Difference Snow/Ice Index)的波段运算方法是植被指数的推广,主要基于冰川在TM2波段的强反射和5波段的强吸收特性。其公式为:

$$NDSI = \frac{TM2 - TM5}{TM2 + TM5} \quad \text{—— (式1)}$$

如图3b,利用NDSI计算取阈值要比直接取阈值的方法准确率高,但在确定阈值时难以选取,而且在冰川的表碛分布区及冰川上部积雪覆盖区很难识别。

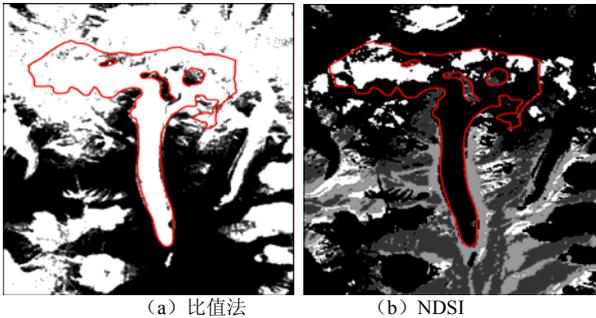


图3 天山博格达地区黑沟8号冰川波段运算算法比较

2.4 非监督分类方法

非监督分类法是基于遥感影像上同类地物在相同的条件下具有相同的光谱特征,不同类地物间光谱特征信息存在差别,以此达到对地物分类的目的。在没有先验类别作为样本的条件下,主要根据像元间相似度的大小进行归类合并的方法,不需要人为干涉。使用最大似然分类法对黑沟8号冰川进行非监督分类,如图4a,发现该方法不能区分积雪和冰川,对比图2a的比值法,冰川面积明显增大,分类精度低,效果较差。

2.5 监督分类方法

监督分类法是已遥感影像上明确的部分地物类型,作为训练样本,通过选择特征参数,建立判别函数,据此对样本像元进行分类,依据样本类别的特征来识别非样本像元的归属类别。采用最小距离方法对黑沟8号冰川进行监督分类,如图4b,显示能较为准确的区分冰川区和裸地,且能区分积雪和纯冰(冰川上部),分类精度明显高于非监督分类。

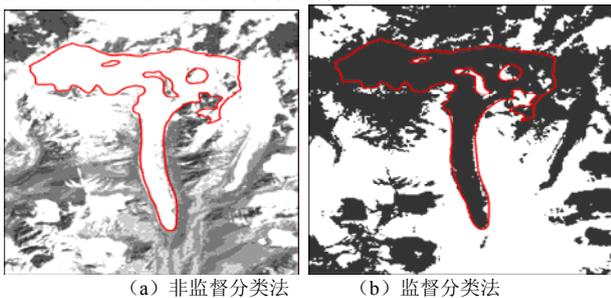


图4 天山博格达地区黑沟8号冰川监督分类与非监督分类比较

2.6 决策树分类算法

决策树分类方法的原理是按照一定的规则把遥感数据

集一级级往下细分以定义决策树的各个分支。本质上是自动完成从数据中学习规则的过程。目前生成决策树方法的算法主要有: CART, CHAID, C4.5算法。其中C4.5算法是发展的比较完善也是比较简单易懂的一种决策树算法。本研究在对博格达地区训练样本统计分析的基础上,选择了大量地物类别参考点来确定分类阈值,确保样本参考信息的准确性和全面性,维持决策树分类的精度,并自动确定决策树分割阈值。对黑沟8号冰川进行提取发现,决策树自动分类过程中无法识别样点数据中的误差,有明显的错分。

3 结果与讨论

3.1 结果

本文采用多种分类方法提取研究区的冰川信息,然后结合SRTM-DEM数据,通过目视解译修订后,得到该区冰川提取结果,如图5所示。解译得出,2013年,天山博格达峰地区的冰川共110条,冰川总面积为84.62km²,冰川平均面积为0.769km²。

3.2 展望

随着遥感技术的发展,传统基于光谱的方法已经不能满足分类精度的要求,从而促进了新遥感分类方法的产生,面向对象的信息提取方法应运而生。该方法提取冰川面积信息,能抑制“椒盐现象”的产生,能高效地提取裸冰区的信息,在冰碛物边界提取方面,面向对象方法提取的边界比传统光谱方法更精确一些,有很好的应用前景。

遥感数据应尽量选择无云雪影响,以保证精度的可靠性。SAR数据具有穿透云层、全天候、部分穿透性及高分辨率的能力,能很好地弥补遥感光学影像数据的不足。相信随着雷达技术的不断发展,必将会给冰冻圈冰川变化研究带来一次新的变革。

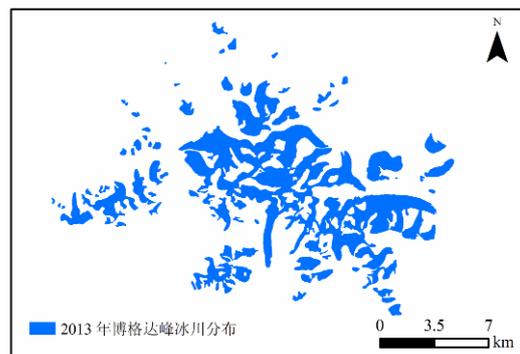


图5 博格达地区冰川解译结果

4 结论

本文综合了多种遥感分类方法对天山博格达地区冰川边界进行提取,分析并讨论得出:

(1)目前,在冰川边界提取的研究中,目视解译精度高,仍是冰川解译研究中重要的手段。传统基于光谱的解译方法各有优缺点,应用于冰川信息的提取需借助于人工修正;基于象元的遥感解译方法应尝试应用到冰川的解译中。

(2) SAR数据具有穿透云层、全天候、部分穿透性及高分辨率的能力,能为冰川监测提供准确的数据源。相信雷达技术的不断应用,必将会给冰冻圈冰川变化研究带来一次新的变革。

参考文献

- [1] Casassa A G, Katrine S, Andres R, et al. Inventory of Glaciers Isla Riesco, Patagonia, Chile, based on Aerial Photography and Satellite Imagery[J]. *Annals of Glaciology*, 2002, 34: 373-378
- [2] Braun M, Rauf, Simoes J C. A GIS Glacier Inventory for the Antarctic Peninsula and the South Shetland Islands—A First Case Study on King George Island [R]. *International GIS Workshop on Antarctic King George Island*, 2000:1-12
- [3] 怀保娟,李忠勤,孙美平等.多种遥感分类方法提取冰川边界探讨-以喀纳斯河源地区为例[J].*干旱区研究*, 2013,30(2):372-377
- [4] Bolch T.Climate Change and Glacier Retreat in Northern Tian Shan (Kazakhstan/Kyrgyzstan) Using Remote Sensing Data[J].*Global and Planetary Change*,2007,56:1-12
- [5] 张世强,卢健,刘时银.利用高光谱图像提取青藏高原喀喇昆仑山区现代冰川边界[J].*武汉大学学报:信息科学版*,2001,26(5):435-440
- [6] Sidjak RW, Wheate R D. Glacier Mapping of the Illecillewaet Ice field, British Columbia, Canada, using Landsat TM and Digital Elevation Data [J]. *International Journal of Remote Sensing*, 1999, 20(2):273-284
- [7] 聂勇,张镡铨,刘林山,等.近30年珠穆朗玛峰自然保护区冰川变化的遥感监测[J].*地理学报*, 2010, 65 (1): 13-28
- [8] Serandre I, Barbero R, Rabagliati R, et al. Glacier retreat in the 1980s in the Breonie, Aurine and Pustersi group(easter Apls ,Italy) in Landsat TM[J]. *Hydrological Science Journal des Sciences Hydrologiques*, 1999,44(2): 279-296
- [9] 叶庆华,陈锋,姚檀栋.近30年来喜马拉雅山脉西段纳木那尼峰地区冰川变化的遥感监测研究[J].*遥感学报*, 2007,11(4): 511-520
- [10] 张明华.基于 ETM +影像的西藏南迦巴瓦峰地区海洋性冰川信息提取[J].*冰川冻土*, 2005, 27(2): 226-232
- [11] Lougeay R. Detection of buried glacial and ground ice with thermal infrared remote sensing[C].*Advanced Concepts and Techniques in the Study of Snow and Ice Resource*. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1974: 487-494
- [12] 王宗太.博格达峰区南坡冰川基本特征及其利用.柴窝堡-达坂城地区水资源与环境[M]. 北京:科学出版社,40-57,1989
- [13] 中国科学院兰州冰川冻土研究所编.中国冰川目录.III,天山山区(西南部塔里木内流区)[C].北京:科学出版社,1987

[基金项目] 国家自然科学基金创新研究群体项目(41121001); 国家基金项目(1141001040; 41101066)资助。

[作者简介] 牛生明,男,回族,新疆吉木萨尔籍,高级工程师,主要从事天山地区环境与生态保护等方面的研究。

Study on the Remote Sensing Image Extraction Methods in Glaciers Area

NIU Sheng-ming¹, LI Zhong-qin², HUAI Bao-juan²

(1. State-owned Administration of forests authority in Fukang, Fukang Xinjiang 831500, China; 2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: This paper used the manual interpretation method and RS computer automatic interpretation method to extract the glacier boundary in Bogeda region, Tianshan Mountain. The results showed that: Manual interpretation method remains the best tool for extracting glacier area information; Classification methods based on threshold band ratios or NDSI have proven to be accurate and robust methods for clean ice, but not for the debris-covered glaciers; traditional spectral analysis methods still needs to improve for further study.

Keywords: RS Interpretation Methods; Glacier; Bogeda Region; Landsat ETM+

(上接第5页)

截止到目前,共有水平井19口,占总井数19%,日产水平86.4t,占总日产水平35.2%,水平井累产油 12.58×10^4 t。

3 结论

(1) M油田是高渗砂岩稠油油藏,一般亦应属于较难开发的油藏,但由于其构造比较简单,油层连通性好,各阶段采取了有效措施,开发效果较好。在保持可采油速度4%左右稳产了十年,油藏水驱采收率可达37.1%。

(2) 应用的工艺技术在M油田的开发过程中具有较强的针对性,且不同开发阶段的工艺技术是比较完善配套的,对于今后开发同类油藏的开发工艺技术有一定借鉴价值。

(3) 目前M3断块水平井开发已经初具规模并形成了一套完整的优化水平井地质设计、水平井地质导向、水平井油

藏工程的研究方法,下步工作目标向油田其它区域拓展。

(4) 常规稠油油藏开展三次采油(碱-聚合物驱)能大幅度提高原油采收率,是二次采油后挖潜增效的必经之路。

参考文献

- [1] 陈炳谦,郑素清等.防砂工艺技术[M].北京:石油工业出版社,1999,4
- [2] 稠油、超稠油开发技术研讨会论文集汇编[C].山东省科学技术协会, 2005,10
- [3] 中国不同类型油藏水平井开采技术[M].北京:石油工业出版社,1994

[作者简介] 卢宝荣(1962—),女,天津籍,硕士,高级工程师,研究方向为油田开发。