

“航天清华一号”微小卫星影像湖泊信息提取 ——以艾比湖为例

于雪英^{1,2}, 江 南¹, 汤君友^{1,2}

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 简要介绍了航天清华一号(HT-1)微小卫星的主要参数,并以艾比湖景为例,用 ENVI 软件对图像进行条带噪声消除、显示增强、几何纠正、假彩色合成等处理。最后介绍了如何在获取的影像中进行水面信息、地物信息、地貌信息等多种湖泊信息的提取。

关键词: 航天清华一号(HT-1); 微小卫星; 艾比湖; 信息提取

中图分类号: TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-070X(2002)03-0062-03

0 引言

航天清华一号(HT-1)微小卫星成功发射,标志着我国在小卫星技术方面有了突破性的进展。国际上根据卫星的质量,通常将 < 1 000 kg 的卫星称为广义的小卫星,其中质量在 100 ~ 1 000 kg 的卫星称为小卫星;质量在 10 ~ 100 kg 的卫星称为微小卫星;质量 < 10 kg 的卫星称为纳米卫星^[1]。微小卫星是近年来随着纳米技术的发展而出现的新一代卫星,其特点是新技术含量高、研制周期短(1 a 左右)、研制经费低,且可以进一步组网,以分布式的星座形成“虚拟大卫星”。特别是它的发射,不需要大型火箭和大型发射场,可用小火箭随时随地机动发射,因此很多国家已将其列入国家级研究计划,视为 21 世纪技术与经济发展的一个制高点^[2]。我们获得“HT-1”微小卫星艾比湖景 2001 年 3 月 9 日的 0、1、2 波段 0 级产品光盘数据,并用 ENVI 软件进行了艾比湖景图像处理、数据质量评价及艾比湖区湖泊信息提取的研究。

1 “HT-1”主要技术参数与性能指标

“HT-1”携有 CCD 相机、数据存储转发通讯和无线电信号处理与传输试验等有效载荷,可进行多项在轨试验,并在以下 3 方面具有显著创新:①在

50 kg 量级卫星上进行 3 轴稳定姿控与 GPS 定轨技术试验;②超轻型 40 m 分辨率 3 谱段相机,斜置 19°,可完成 400 km 宽视场寻的;③宽频域(220 ~ 400 MHz)大动态范围的数据接收、处理和传输试验^[3]。其主要技术参数见表 1。

表 1 “HT-1”星体主要技术参数

星 体 参 数		
外型尺寸	330 mm × 330 mm × 640 mm(约 0.696 9 m ³)	
质量	约 50 kg	
轨道	高度 695 km、运行周期 28 d、轨道覆盖周期 7 d、绕地球一圈 100.87 min	
传感器	CCD 多光谱相机	
相幅宽度	40 km	
光谱范围	0 波段	近红外波段 0.76 ~ 0.94 μm
	1 波段	红光波段 0.63 ~ 0.69 μm
	2 波段	绿光波段 0.52 ~ 0.60 μm
地面分辨率	40 m	

2 各波段图像处理与分析

2.1 图像质量分析

“HT-1”卫星 32 幅共 96 个波段的图像,不少图像存在条带噪声,其中,无条带的有 13 个波段图像,占 13.54%;有少量条带的有 32 个波段图像,占 33.33%;条带较多的有 51 个波段图像,占 53.13%。这说明“HT-1”微小卫星 CCD 相机获得的图像条带噪声很大,表现为横向条带,条带间距较小,无明显的周期性,不同波段条带出现的周期也不一样。

为了改善图像质量,首先对各波段图像进行去噪声处理,然后将处理过的图像进行叠加,方法为分别在0、1、2波段原始图像上选取同名点作为控制点,量取其像元坐标,对比3个波段间图像坐标,找出波段间的像元偏移: $X = 7.17$ 像元, $Y = -24.9$ 像元。可见,“HT-1”微小卫星各波段间像元错位严重,最大达到30个像元。这是由于3个波段的成像是由3个相机分别完成的,相机位置的差异造成3个波段图像之间的几何偏差较大。

2.2 假彩色合成与几何精纠正

将“HT-1”的2、1、0波段分别配以蓝、绿、红滤光片,重叠投影合成标准假彩色图像;采用在图像上选择控制点的方法,在艾比湖景图像上和对应区域120万地形图上选择控制点,建立影像坐标和地形图坐标之间的变换关系,按照这个变换关系进行控制点纠正,控制点选取的误差为1~1.5个像元,非控制点的位移量通过内插法求得。最后得到配准后的遥感影像。

3 艾比湖的地理位置和形态特征

3.1 艾比湖的地理位置

艾比湖位于新疆博尔塔拉蒙古自治州精河县西北,西接博乐市,北邻塔城地区托里县,南、西、北三面环山,东部与准噶尔盆地平原相连,是准噶尔盆地西南缘的最低汇水中心,是新疆最大的咸水湖(图1)。

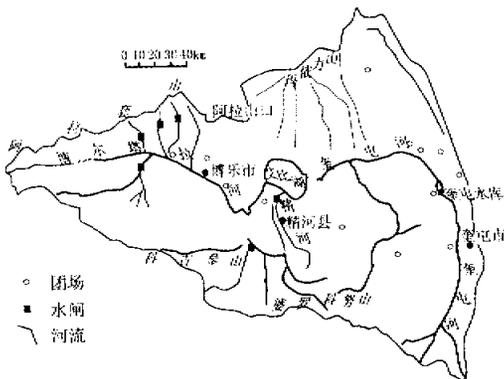


图1 艾比湖流域及区位图

3.2 艾比湖的形态特征

艾比湖呈椭圆形,长轴方向为西北—东南向,长约35 km,宽约18 km,湖水面积524 km²,水位海拔194 m,湖泊最大水深约2.8 m,平均水深1.4 m^[3],为典型的浅水湖泊。万方数据

4 遥感图像湖泊信息提取

4.1 湖泊水面信息的提取

湖泊等水体的信息提取,主要是通过水体的光谱特征。水体的影像特征和背景地物的光谱特性有明显的差异:在可见光范围,湖泊水体的反射率与其背景地物类型的反射率相差不大,而在红外波段,水体与背景地物反射率有明显的差别,因为湖泊水体对红外辐射几乎全部吸收,使湖泊水体相对其背景地物有显著的色调区别。

4.2 地物信息的提取

在0、1、2波段假彩色合成图像上,深蓝或黑色为水域;红色调表示植被;白色调表示岩石、沙地、房屋、道路、积雪,黄绿色调表示旱地、沙漠等等。但由于“HT-1”卫星获取的图像数据质量和稳定性方面的一些问题,合成后的影像在清晰度和颜色上都有一点偏差。

4.3 湖周地貌信息的提取

4.3.1 近湖岸地貌类型

从插页彩片2中可以清晰地看到,艾比湖周围有大面积的裸地,尤其在湖西部表现明显,这些区域在丰水期被湖水淹没,表面无植被生长。湖的南部为盐碱沼泽地,主要是由于该区域地势十分低平,水量的一点变化便会引起湖水大幅度进退,加之该区域地下水丰富,造成了地表长期潜水。湖的北部,呈大片浅灰色或白色调区域,该区域是艾比湖近几十年退缩湖底出露地表的部分,艾比湖是内陆咸水湖,所以出露的湖底地表有典型薄盐壳发育,无植被,而且这一区域正对着阿拉山口,风蚀作用强烈。

4.3.2 湖区主要地貌类型

艾比湖地处内陆干旱区,当地的气候条件决定了这一区域以荒漠为主的地貌类型。图像中可以看到大片的白色区域,尤其是在湖的东侧明显,这是在奎屯河两岸面积广大的沙丘。由于阿拉山口风力巨大,风口吹来的西北风,风力强,历时长,全年大风日数164 d,最多185 d,最大风速55.0 m/s^[5]。该区由风成作用形成的新月形沙丘和沙丘链,呈南北方向延伸,主要为流动沙丘,也有固定和半固定沙丘。

4.3.3 湖区历史地貌信息提取

在艾比湖的演变过程中,经历了多次湖泊面积的退缩,湖积堤和湖岸阶地是湖面产生较大波动后的产物^[6]。由于受湖泊周围气候和水文因素的影响,湖岸阶地比较破碎。湖北岸洪积作用较强,湖东

岸地势比较平坦,阶地不明显。

4.4 艾比湖流域农业灌溉区

艾比湖流域有大小河流 20 多条,其中水量较大的主要有博尔塔拉河、精河、奎屯河,在这 3 条河的流域区,均有大片的农业灌溉区。图像中所看到的主要是精河和奎屯河的灌溉区,以及北部玛依力山脚零星分布的农业区。50 年代,艾比湖区开始了大规模的农业开发,使流域内人口由 6.78 万人增加到 66 万人,耕地面积由 $2.26 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 增加到 $18.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$,引水量由 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 增加到 $20.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。人口和耕地面积激增过快,过度的引水灌溉,使艾比湖原有的水量平衡遭到破坏。加之艾比湖湖底平坦,入湖水量变化对湖水面积的影响很敏感,经分析,多年平均入湖水量增加 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$,能使湖面扩大或缩减约 80 km^2 ,所以湖水面在近几十年内有较大的突变。

5 结论与建议

(1) HT-1 卫星,研制周期短,费用低,图像信息量丰富,质量良好,符合资源环境遥感卫星图像的基本要求,它的成功发射为我国填补了微小卫星遥感领域的空白。

(2) 卫星图像噪声明显,影响了图像质量,但可

通过中值滤波基本消除;各波段图像间像元错位较大,仍可通过波段配准来消除。

(3) 卫星影像提取湖面信息,具有及时、全面、高效的特点,既可获取湖泊现状信息,也可了解湖泊在历史时期内的变化以及预测其未来发展趋势。

(4) 人类活动严重破坏了湖区原有的水量平衡,破坏了该区原有的生态环境,使区域生态质量下降。今后要从保护该区生态环境的角度出发,合理开采利用水资源,改善湖区生态质量。

致谢: 中国科学院南京地理所的吴敬禄副研究员提供了资料,特此致谢!

参考文献

- [1] 陈述彭,等. 数字地球百问[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 尤政, 戴汨. “航天清华一号”微小卫星及其图像处理[J]. 遥感学报, 2001, 5(3): 177-182.
- [3] 吴敬禄, 王洪道, 王苏民. 全新世艾比湖流域不同时段降水量的估算[J]. 湖泊科学, 1993, 5(4): 300-306.
- [4] 吴敬禄. 新疆艾比湖全新世沉积特征及古环境演变[J]. 地理科学, 1995, 15(1): 39-44.
- [5] 李遐龄. 艾比湖生态环境综合治理和经济可持续发展的研究[J]. 干旱区资源与环境, 1997, 11(2): 27-36.
- [6] 柏春广, 穆桂金. 艾比湖的湖岸地貌及其反映的湖面变化[J]. 干旱区地理, 1999, 22(1): 34-40.

THE EXTRACTION OF LAKE INFORMATION FROM IMAGE OF HT - 1 MICRO - SATELITE

YU Xue - ying^{1, 2}, JIANG Nan¹, TANG Jun - you^{1, 2}

(1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: This paper deals briefly with the main parameters of “HT-1”. As an example, The Aibi lake image was processed through noise eliminating, image enhancement, geometric rectification and pseudo-color compounding in ENVI software, and then the problems were tackled as to how to interpret water and other objects and how to find different physiognomies and other lake information from the image.

Key words: HT-1; Micro-satellite; Aibi lake; Extraction

第一作者简介: 于雪英(1977-),女,中国科学院南京地理与湖泊研究所 2000 级硕士研究生,专业遥感与地理信息系统。

(责任编辑:肖继春)