

农业监测应用数据评价

张前进^{1,2}, 范锦龙¹, 卢艳霞³, 张振世⁴, 尤 飞⁵

(1. 中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 山西农业大学, 太谷 030801; 3. 中国土地勘测规划院, 北京 100029; 4. 北京师范大学, 北京 100875; 5. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要: 1999 年成功发射的地球观测系统的第 1 个卫星 Terra 上搭载着先进星载热辐射与反射测量仪 ASTER, 其数据在可见光、近红外区的 3 个波段的空间分辨率为 15m, 具有与 Landsat7 ETM 数据相似的波段特征。由于 ASTER 数据价格低廉, 将可能广泛应用于农业监测。该文以 ETM 融合图像为基准, 从几何纠正精度、典型地物识别、地物面积量测、影像分类解译 4 个关键环节对 ASTER 数据进行了校验。结果表明, ASTER 数据可以实现高精度的几何纠正, 图像质量优于 ETM 融合图像, ASTER 数据能够表达细小地物的纹理细节, 更适合于地物的目视识别, ASTER 图像内部几何畸变较小或较一致, 量算地物面积准确, ASTER 数据分类解译具有与 ETM 一样的效果, 精度较高, 是农业监测的又一个重要数据源。

关键词: ASTER; 遥感; 农业监测; 地物识别; 面积量测

中图分类号: S127

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)03-0149-04

1 引言

美国地球观测系统(EOS)的第一个卫星 Terra 于 1999 年 12 月 18 日发射成功, 它是太阳同步卫星, 上午 10:30 通过赤道。先进星载热辐射与反射测量仪 ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and reflection Radiometer) 是该星上 5 个最先进的传感器系统之一, 由 3 种传感器组成, 是当前唯一的一个集宽光谱和高空间分辨率为一体的传感器系统, 其光谱范围从可见光、近红外、短波红外至热红外, 空间分辨率也相应为 15m、30m 至 90m^[1]。ASTER 数据用于全球变化研究, 如植被和生态系统动态变化监测、灾害监测、地质和土壤、陆地表面气候、水文以及土地覆盖变化监测等。美国、日本的科学家在该卫星发射前已进行了数据处理^[2]、温度与发射率分离算法^[3]等全面的研究^[4]。卫星发射以后, ASTER 数据已成功用于监测火山活动^[5]、陆面温度及海面温度制图^[6]、地质、水文等监测, 而农业应用较少。ASTER 数据标准景大小为 60×60 km², 曾经可以免费下载, 但目前已实行收费政策, 每景约 50 美元, 与国内销售的 SPOT 数据相比, 价格非常低廉, 与 Landsat 卫星数据相比, 单位面积的价格相近, 但是使用 ASTER 数据可以实现更理想的抽样, 大幅度降低运行成本。国内农业监测大量使用的数据是美国 Landsat 卫星数据^[7,8], 目前地面站不能处理 Landsat5 号星的数据, 而单一的 Landsat7 号星数据保证率较低, SPOT 卫星的数据价格昂贵, 费用很难承受。由于 ASTER 数据价格较低, 再加上其高分辨的特点, 必然带动数据的大量使用, 今后在农业监测中将可能成为新的数据源, 但是 ASTER 数据在农业监测中的技术可行性需要先行

探索, 为此本文着重从技术上对 ASTER 数据在农业监测中应用的 4 个关键环节进行试验。

2 研究材料及方法

选用 ASTER 数据及 Landsat7 ETM 数据, 两景都是北京地区的, ASTER 数据的时相为 2002 年 3 月 13 日, ETM 数据的时相为 2002 年 3 月 19 日, 两景数据获取时天气晴朗, 未受云雾影响, 获取时间都是上午 10 点左右, 时相相近, 可比性较强。本研究同时收集了北京地区 1:10 万的标准分幅地形图、1:10 万的标准分幅土地利用图、1:400 万的全国行政界线图以及其它相关的资料, 作为图像处理过程中的辅助资料。另外还手持 GPS 进行了实地调查与验证。图像处理软件使用 ENVI 5.0, ERDAS MAGN 8.4, 地理信息系统软件使用 ArcGIS 8.1, 作为数据处理及评价的软件平台。

本研究以融合后的 ETM 数据作为基准, 因为近年来 ETM 全色波段与多光谱波段的融合图像在国内得到了广泛的使用, 如遥感估产、生态环境^[9,10]、土地利用^[11~13]等。ASTER 数据与 ETM 数据进行对比验证能够更好地说明其应用的可行性。

本研究根据 ETM 数据在农业监测中的基本流程, 从中选择 4 个重要的关键步骤进行试验, 包括几何纠正、典型地物识别、地物面积量测、影像分类解译 4 个方面。在图像处理过程中, 两种数据使用同样的方法。数据预处理过程如下:

首先, 用 ENVI 5.0 软件将 HDF 格式的 ASTER 数据的 1、2、3N 波段转成 TIFF 格式的图像, 存为分辨率为 15m 的 ASTER 图像文件, 再用 ERDAS 软件转成 MG 格式的图像文件。用 ERDAS 软件将 ETM 的全色波段导入, 存为 15m 的 ETM 全色图像文件, 将 ETM 的 1~5、7 波段导入, 存为 30m 的多光谱图像文件。

第二步, 数据几何纠正。先对 ETM 15m 的全色图像进行影像对地形图的几何纠正, 在 ETM 图像和 1:10 万地形图上均匀选取控制点, 在地形图上量出控制点的坐标并在相应参考图像的位置输入, 严格控制每个

收稿日期: 2002-11-11 修订日期: 2003-02-16

基金项目: 科技部国家十五科技攻关课题(2001BA513B02)

作者简介: 张前进(1969-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为土地利用、山西太谷 山西农业大学, 030801

通讯作者: 范锦龙, 北京 中国科学院遥感应用研究所, Email: caufjl@263.net

点的均方根误差小于 1, 纠正后将投影转成 ALBERS 等面积投影。然后 ASTER 15 m 图像和 ETM 30 m 的图像分别以 ETM 15 m 图像为参考图像进行影像对影像的几何纠正。整个配准精度在一个像元以内。

第三步, 截取出几何纠正后的 3 个图像的公共区域, 以公共区域为研究对象, 用主成分法融合 ETM 15 m 图像与 30 m 图像, 全色波段替换主成分的第 1 分量。

最后, 几何纠正的 ASTER 数据与 ETM 融合后的数据进行对比分析。

3 ASTER 与 ETM 的数据概况

ASTER 与 ETM 都是 EOS 家族的成员, 也均于 1999 年发射成功。两种数据均是 8bit 的, 波段对比见表 1。ASTER 数据有 14 个波段, 其中可见光、近红外区有 3 个波段, 3N 与 3B 是同一波段, 3N 是星下点成像, 3B 是后向成像, 两者配合使用用于生产 DEM, 短波红外区有 6 个波段, 热红外区有 5 个波段。ETM 有一个空间分辨率为 15 m 的全色波段, 在可见光近红外区有 4 个波段, 短波红外区有 2 个波段, 热红外区有 1 个波段。ASTER 数据空间分辨率为 15 m 的 B1、B2、B3 波段与 ETM 空间分辨率为 30 m 的 B2、B3、B4 对应而且光谱范围几乎相同。在可见光和近红外区, ASTER 数据提供了与 ETM 相似的波谱信息, 但空间分辨率较 ETM 高, 而 ETM 的多光谱波段只有与全色融合才能产生 15 m 的数据。农业监测主要使用可见光、近红外波段, 可见 ASTER 数据比 ETM 有优势。

表 1 ASTER 与 ETM 的波段比较

Table 1 Band comparison of ASTER and ETM

成像系统	波段	ASTER			LANDSAT ETM		
		光谱范围/ μm	空间分辨率/m		波段	光谱范围/ μm	空间分辨率/m
可见光					PAN	0.52~0.90	15
					1	0.45~0.52	30
	1	0.52~0.60	15		2	0.52~0.60	
近红外	2	0.63~0.69			3	0.63~0.69	
	3N	0.76~0.86			4	0.76~0.90	
	3B	0.76~0.86					
短波红外	4	1.60~1.70	30		5	1.55~1.75	
	5	2.145~2.185			7	2.08~2.35	
	6	2.185~2.225					
	7	2.235~2.285					
	8	2.295~2.360					
	9	2.360~2.430					
热红外	10	8.125~8.475	90		6		60
	11	8.475~8.825					
	12	8.925~9.275					
	13	10.25~10.95			10	4~12.25	
	14	10.95~11.65					

4 ASTER 数据的应用验证

4.1 几何纠正

ASTER 数据本身带有投影信息, 但是其精度很

差, 因此本文采用常用的选择 GCP 点的方法进行几何纠正。图 1a、1b 为 ASTER 数据与 ETM 多光谱数据几何纠正 GCP 点的参数信息。图 1 表明, ASTER 数据和 ETM 多光谱数据在纠正过程中 X、Y 残差、均方根误差都较小, ASTER 数据的均方根误差平均为 0.458, ETM 多光谱数据的均方根误差平均为 0.300, 即 ASTER 数据控制点的平均误差为 7 m, ETM 多光谱数据控制点的平均误差为 9 m, 完全满足农业监测的要求。

同时, 笔者在几何纠正过程中发现, ETM 全色图像中水体、道路的层次较 ASTER 第 1 波段清楚, 而 ASTER 第 1 波段图像中居民点的纹理细节较 ETM 全色波段清晰, ASTER 第 2、3 波段图像中道路、水体、居民点的层次较 ETM 全色波段分明, 而建筑物的纹理细节, ASTER 数据较 ETM 全色波段更详细。

4.2 典型地物识别

本文采用 ASTER 数据的 B3B2B1 波段组合, ETM 融合图像的 B4B3B2 波段组合分别合成两幅假彩色图像, 然后从中选择一些典型地物, 见图 2。图 2 中每组图像左边的是 ASTER 图像, 右边的是 ETM 融合图像。a 组为山区的图像, ASTER 图像中山体的棱角特别分明, 有植被和无植被的区域容易区分, ETM 融合图像中山体较模糊, 有无植被也不易清晰区分。b 组为京郊的小麦地, ASTER 图像中麦地为淡红色的区域, 容易识别, ETM 融合图像中麦地为深红色的区域, 融合后色调变化提高了麦地的识别程度。c 组为冬闲地, ASTER 图像中地块特征明显, 边界清晰, ETM 融合图像地块边界模糊。d 组为机场和湖泊, ASTER 图像和 ETM 融合图像均较易识别。e 组为道路、桥梁、建城区, ASTER 图像中立交桥清晰可见, 道路和建城区轮廓边界清晰, ETM 融合图像中立交桥模糊, 看不到细节, 道路较易识别, 而建城区纹理特征模糊。f 组为建城区、水体及特殊地物, ASTER 图像较 ETM 融合图像有更细微的纹理特征。可见 ASTER 数据的目视识别效果较 ETM 好, ASTER 数据在可见光近红外区波段较少, 但其高空间分辨率的特点能够表达更细小的地物。ETM 数据融合后, 空间分辨率提高, 但其波谱特征也变化, 总的图像质量仍比 ASTER 图像差。

4.3 地物面积量测

量算面积是遥感在农业监测中最重要的一个方面, 本文选择麦地、休闲地、草地各两块样地在 ASTER 图像和 ETM 融合图像上量算面积, 然后手持 GPS 到实地进行了面积量测。面积量算的方法是在计算机屏幕上, 在两幅图像中找到同一地块, 由 5 个人在不同放大倍数的情况下用 AOI 工具量算该地块的面积, 然后取 5 人的平均值作为这个地块的最终面积。表 2 结果表明, ASTER 图像上得到的面积与 GPS 量测到的面积相近, 相对误差较小, 说明 ASTER 数据可以得到准确的地物面积; ETM 融合图像得到的面积与 GPS 量测得到的面积的相对误差较大, 这主要是由于 ETM 多光谱图像的空间分辨率是 30 m, 融合以后空间分辨率虽提

高到 15 m, 但量测中, 受融合效果和人眼感觉的影响, 量测的面积总是偏大, 而 GPS 量测得到的是一个矢量多边形, 它的面积更准确。在实验过程中, 由于量算面积

的主观性, 也有可能引入误差, 但是整个量测精度可以控制在亩的量级, 完全满足宏观农业监测的要求。

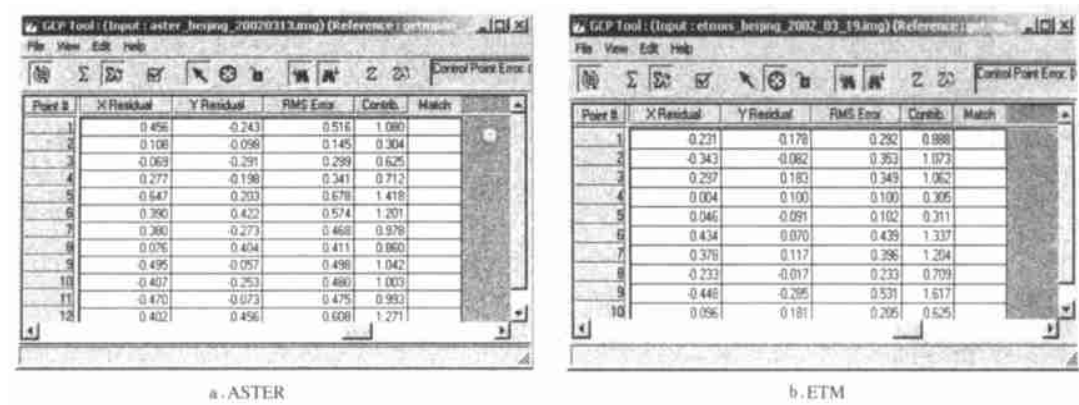


图 1 GCP 误差统计结果
Fig 1 Statistical results of GCP error

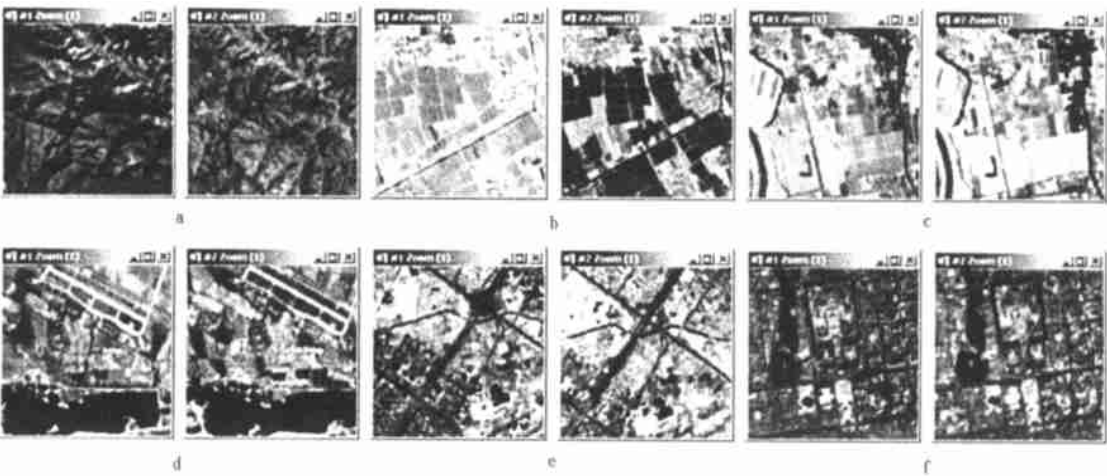


图 2 典型地物
Fig 2 Typical surface features

Table 2 Measured results of the sample land areas							m ²
样地类型	ASTER 面积	ETM 面积	GPS 面积	(ASTER - GPS)/GPS/%	(ETM - GPS)/GPS/%	(ASTER - ETM)/ETM/%	
麦地	48510	49050	48319	0.4	1.5	- 1.1	
麦地	137295	130680	131598	4.3	- 0.7	5.1	
草地	80415	86580	80210	0.3	7.9	- 7.1	
草地	151830	155115	151200	0.4	2.6	- 2.1	
休闲地	87885	89685	86994	1.0	3.1	- 2	
休闲地	126000	135990	125890	0.1	8.0	- 7.4	

4.4 图像分类解译

本文在 1:10 万土地利用数据库的支持下, 在 ArcGIS 软件的辅助下, 先提取出耕地像元, 然后在此基础上进行了监督分类。3 月中旬京郊大田作物主要是冬小麦, 冬小麦处于返青期, 在遥感影像上很好识别。图 3 是从 60 × 60 km² 标准 ASTER 景和相同大小的 ETM 融合图像得到的冬小麦及休闲地的像元数对比结果。结果

表明, 从 ASTER 图像上提取的冬小麦面积与从 ETM 融合图像上提取的冬小麦面积相差很小, 相对误差为 -0.91%, 提取的休闲地面积也相差不大, 达到了很好的效果。这也说明两幅图像在时相上相近, 地物变化不大, 没有带来较大的影响。ASTER 数据在农业监测中的应用具有与 ETM 一样的精度或比之更高的精度。

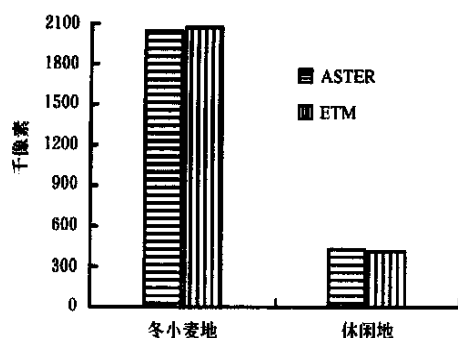


图3 分类解译结果对比

Fig. 3 Classification result comparison of ASTER and ETM

5 结 论

1) ASTER 数据可以实现高精度的几何纠正, 纠正误差可以控制在 1 个甚至半个像元之内, 完全满足农业监测的要求。

2) ASTER 图像优于 ETM 全色波段与多光谱波段的融合图像, ASTER 图像能够表达更细致的纹理信息, 地物的边界清晰, 更适合于地物的目视识别。

3) ASTER 图像内部几何畸变较小或较一致, 量算地物面积准确。

4) ASTER 数据分类解译具有与 ETM 一样的效果, 精度较高, 是农业监测的又一个重要数据源。

【参 考 文 献】

- [1] Abrams M. The advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER): data products for the high spatial resolution imager on NASA's Terra platform [J]. NTJ Remote Sensing, 2000, 21(5): 847~ 859.
- [2] Fujisada H. ASTER Level-1 data processing algorithm [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote

Sensing, 1998, 36: 1101~ 1112

- [3] Gillespie A, Matsunaga T, Rokugawa S, et al. A temperature and emissivity separation algorithm for ASTER images [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1998, 36: 1113~ 1126.
- [4] Yamaguchi Y, Kahle A, Tsu H, et al. Overview of advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1998, 36: 1062~ 1071.
- [5] Harris A, Wright R, Flynn L, et al. Remote monitoring of mount eribus volcano antarctica using polar orbiters: progress and prospects [J]. NTJ Remote Sensing, 1999, 20(15): 3051~ 3071.
- [6] Dash P, Gottsche F, Olesen F, et al. Land surface temperature and emissivity estimation from passive sensor data: theory and practice—current trends [J]. NTJ Remote Sensing, 2002, 23(13): 2563~ 2594.
- [7] 吴炳方. 全国农情监测与估产的运行化遥感方法 [J]. 地理学报, 2000, 55(1): 23~ 35.
- [8] 刘海启, 裴志远, 张松岭. 资源一号卫星 CCD 图像在作物面积监测中的应用 [J]. 农业工程学报, 2001, 17(4): 140~ 143.
- [9] 李仁东, 刘纪远. 应用 Landsat ETM 数据估算鄱阳湖湿生植被生物量 [J]. 地理学报, 2001, 56(5): 532~ 540.
- [10] 韩秀珍, 马建文, 布和敖斯尔等. 利用卫星 ETM 与样方统计数据研究西鄂尔多斯珍稀濒危植物种群分布规律 [J]. 遥感学报, 2002, 6(2): 136~ 141.
- [11] 赵有松, 李京伟. ETM+ 影像用于土地利用自动分类的实验研究 [J]. 遥感信息, 2001, (2): 38~ 42.
- [12] 赵有松, 李京伟, 陈 军. 基于 ETM+ 制作土地利用覆盖图——以制作北京 1:5 万土地利用覆盖图为例 [J]. 测绘科学, 2001, 26(3): 39~ 42.
- [13] 范燕敏, 钟骏平, 武红旗, 等. 用 ETM+ 数据及 Arcview GIS 编制 1:25000 农业土地利用及作物分布图 [J]. 新疆农业大学学报, 2001, 24(1): 31~ 34.

Data assessment for agricultural monitoring applications

Zhang Qianjin^{1,2}, Fan Jinglong¹, Lu Yanxia³, Zhang Zhengshi⁴, You Fei⁵

(1. Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy Sciences, Beijing 100101, China; 2. Shanxi Agricultural University, Shanxi Taigu 030801, China; 3. China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100029, China; 4. Beijing Normal University, Beijing 100085, China; 5. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: The first Earth Observing System (EOS) satellite called Terra was launched in 1999. ASTER is one of the five state-of-the-art instrument sensor systems on-board Terra with 3 bands of 15m spatial resolution in the visible near-infrared wavelength regions. These three bands have the same spectral zones as Landsat7 ETM. ASTER data will be more and more used to monitoring agriculture for low price in the future. This paper tests the performance of ASTER data in the aspects of geometric correction, typical surface features identification, land target area measurement, image classification and interpretation, taking ETM merged image with pan band and multispectral bands as reference. The results show that ASTER image can be geometrically corrected with high accuracy, and it is better than ETM merged image. ASTER image records the small land targets in detail, which can be more suitable for recognition by eyes, and can be used for measuring land targets area with high accuracy. It has the same good performance as ETM image for image classification and interpretation. In a word, ASTER will be a newer and more important data source for agricultural monitoring applications.

Key words: ASTER; remote sensing; agricultural monitoring; surface feature identification; area measurement