

# 利用A S T E R 遥感资料提取南京城郊土地利用信息的研究

郭文娟, 张佳华

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

**摘要:** 土地资源是社会经济发展最基本的物质基础, 利用遥感技术可对土地资源进行分类调查。在对地观测方面, 高光谱遥感与一般遥感影像相比, 能提供更高质量的信息源。先进的空间热辐射反射计(A S T E R)覆盖可见光、近红外、短波红外和热红外的14个波段, 分辨率从15 m到90 m, 对长江流域环境监测、地表覆盖变化、短期气候预测、自然灾害监测等, 对于了解该区资源、生态与环境具有重要的意义。该文利用2001年A S T E R数据对南京城郊地区进行了土地利用分类, 首先采用多元统计方法提取分类特征波段, 然后以非监督分类获得初始训练样本, 对训练区进行多次像元提纯后, 运用监督分类方法对南京城郊土地利用信息进行分类。研究表明, 多种分类方法相结合可从A S T E R影像更好地提取土地利用信息, 达到较好得分类精度。

**关键词:** A S T E R 数据; 波谱特征; 监督分类; 土地利用; 南京

**中图分类号:** TP79

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2005)09-0062-05

郭文娟, 张佳华 利用A S T E R 遥感资料提取南京城郊土地利用信息的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(9): 62- 66

Guo Wenjuan, Zhang Jiahua Extraction of land use classification information of suburb of Nanjing city using A S T E R image[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(9): 62- 66 (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

遥感技术已经较成功地被应用于土地利用和土地覆盖变化监测方面, 分类方法是其中的重要环节。图像分类总的目的是将图像中每个像元根据其在不同波段的光谱亮度、空间结构特征或者其他信息, 按照某种规则或算法划分为不同的类别。根据分类过程中人工参与程度分为监督分类、非监督分类以及两者结合的混合分类等等。实际分类中, 并不存在一个单一“正确”的分类形式。选择哪种方法取决于图像特征、应用要求和能利用的计算机软硬件环境<sup>[1]</sup>。刘咏梅等人运用传统的监督与非监督分类方法结合, 对黄土丘陵沟壑地区坡耕地进行了图像分类, 取得了良好的分类效果<sup>[2]</sup>。张彤等人利用S P O T 遥感数据, 采用监督分类方法, 对监督分类结果进行人机交互目视解译纠正, 得到精度较高的崇明岛东部海岸带的景观图<sup>[3]</sup>。张佳华等分析了基于遥感与GIS对景观异质的制图<sup>[4]</sup>。A M. Flygare利用TM图像成功地采用了监督分类方法对M e x i c o 郊区进行分类<sup>[5]</sup>。朱建华用TM多光谱遥感图像对16类数据有效地进行了监督分类<sup>[6]</sup>。

A S T E R 的主要目的是深入了解地球表面或近地面以及较低大气层发生的各种局部和区域尺度过程, 其中包括地表和大气的相互作用<sup>[7]</sup>。A S T E R 影像在冰川、水文、城市扩展、火山预报、蒸散/地表温度、地质6个方面有着广阔的应用前景<sup>[8]</sup>。在A S T E R 影像的解译

应用方面, 王春兰, 陈健飞利用A S T E R 高光谱影像成功地提取了地面人工建筑屋信息<sup>[9]</sup>; 刘志武等人成功地运用A S T E R 遥感数据对地表类型进行了分类<sup>[10]</sup>。本文使用2001年7月26日A S T E R 数据对南京城郊土地利用信息进行分类。

## 1 实验研究区——南京地区概况

南京位于北纬31°14'~32°36', 东经118°22'~119°14', 地处中国东南部的长江下游, 东接富饶的长江三角洲, 南靠宁镇丘陵, 西倚皖赣山区, 北连江淮平原, 地理位置十分优越。

南京四周低山盘曲, 山环水绕, 自然风貌独特。气势磅礴的长江自西向东横穿市区, 辖内有秦淮河、滁河、玄武湖、莫愁湖、石臼湖、固城湖等流域水网纵横交织, 水面占全市面积11.4%, 水资源极为丰富。岗峦起伏的宁镇山地由东向西形成三个分支切近城市边缘楔入城区, 溧水县境内有茅山山脉, 江浦县境内有老山山脉。低山丘陵占全市面积64.5%, 是华东低山丘陵集中的主要区域之一。南京地区属亚热带湿润气候, 温暖宜人, 四季分明, 雨量充沛。年平均气温15.4℃, 年均降水量1106 mm。

## 2 数据和图像预处理

2001年7月26日南京地区A S T E R 多光谱波段数据, 本研究选取南京市东北郊1011×972的子区作为研究区。重采样过程中选取A S T E R 可见光—近红外1, 2, 3N, 4, 5, 6, 8通道数据组合, 1, 2, 3N通道空间分辨率为15 m, 4, 5, 6, 8通道空间分辨率为30 m。

### 2.1 A S T E R 遥感数据特征

1999年12月美国发射了地球观测系统EOS(Earth Observing System)的第一颗卫星Terra, A S T E R(A d-

收稿日期: 2004-11-25 修订日期: 2005-04-24

基金项目: 国家自然科学基金(30370814); 科技部平台项目(2003D1B4J144); 教育部留学回国基金资助

作者简介: 郭文娟(1980-), 硕士, 研究方向: 生态环境遥感。北京中国气象科学研究院, 100081

通讯作者: 张佳华(1966), 研究员, 研究方向: 生态环境遥感。北京中国气象科学研究院, 100081。Email: zhangjh@cam.s.cam.gov.cn

vanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) 是其上搭载的5种探测仪器之一。ASTER有3个光学系统, 即可见光和近红外辐射仪VNIR (Visible and Near Infrared)、短波红外辐射仪SWIR (Shortwave Infrared) 和热红外辐射仪TIR (Thermal Infrared), 分别在14个波段成像, 具有较高的空间分辨率和光谱分辨率。另外装备一个后视近红外波段(3B), 可以进行立体观测。ASTER数据基本性能参数见表1。与SPOT/HRV、TM、JERS/OPS相比较, ASTER数据相关性能得到很大改善: 1) 提高基高比(从0.3提高到0.6), 改善表面高度的精度; 2) 增加SWIR区域的波段, 增强表面岩性制图能力; 3) 在TIR区加入5个波段, 生成精确的表面温度和发射。通过改善辐射分辨率和精度, 从而提高解译能力<sup>[11]</sup>。

表1 ASTER数据基本性能参数

Table 1 Basic parameters of ASTER data

子系统	波段	波谱范围/ $\mu\text{m}$	地面分辨率/ $\text{m}$
VNIR	1	0.52~0.60	15
	2	0.63~0.69	
	3N	0.78~0.86	
	3B	0.78~0.86	
SWIR	4	1.600~1.700	30
	5	2.145~2.185	
	6	2.185~2.225	
	7	2.235~2.285	
	8	2.295~2.365	
	9	2.360~2.430	
	10	8.125~8.825	
11	8.475~8.825		
12	8.925~9.275		
13	10.25~10.95		
VNIR	14	10.95~11.65	

## 2.2 波段选取

在遥感图像分类以前, 通常需要进行特征选择和特征提取<sup>[12]</sup>。在进行波段选取时, 原则上是以进行统计特征分析, 主成分分析和相关分析为主, 但在实际操作中更注重人的视觉效果, 视觉效果最好, 容易判读就可以。同时可借鉴各种分析结果。对多光谱遥感数据进行基本的单元和多元统计分析通常会显示和分析遥感数据提供许多必要的有用信息。

单元统计主要包括计算各波段的峰值、中值、均值、方差、亮度值范围等。峰值是出现的频率最高的亮度值, 均值是整个图像的算术平均值, 是普遍应用的描述各波段的中心趋势的值。亮度值范围和方差可以描述图像中亮度值的离散程度。方差是所有像元亮度值和均值之差的平均平方值。其平方根值为标准差。其标准差越小, 图像中像元亮度值就越集中于某个中心值。标准差是普遍应用于数字图像处理的一个统计值, 如线性对比增强、最大似然法等。从单元统计来看, 波段1, 2, 3, 4的均值较高, 标准差较大, 所含信息量比较大, 波段1, 2, 3的特征值很高, 对地物特性有明显的反映。单元统计结果见表2。

通常图像中每个像元在不同波段上的亮度值变化是可以预测的。如果一个波段上的亮度值和另一个波段上的亮度值毫无关系, 一个波段上的亮度的增减不影响另一波段上的值, 则这两个波段是相互独立的。但是这种情况在一般图像中并不常见, 多数图像中各波段之间是相关的, 因此需要用一些统计值来定量地表示其相关的程度。由于协方差的大小常会受所用的测量单位影响, 为了检查各波段间相关性的大小, 又不受测量单位影响, 常将两波段之间的协方差除以各波段的标准差, 得到其相关系数。相关系数一般介于+1到-1之间, 如果相关系数大于0, 为正相关, 相关系数小于0, 则为负相关。

从相关系数可以知道(见表3), 波段1和波段3之间相关系数小, 信息量大; 波段3和波段2之间相关系数小, 信息量大。

表2 单波段信息

Table 2 Single band information

Band	Min	Max	Mean	Stdev	Eigenvalue
1	55	255	78.648269	11.291888	825.664886
2	28	251	45.314458	11.649936	295.994248
3	23	226	74.507961	24.443192	52.498995
4	10	136	38.180465	12.455214	4.133105
5	11	99	26.163612	7.126657	3.309006
6	9	137	24.938962	8.202715	0.998764
7	8	109	20.222271	7.027735	0.693566

表3 相关矩阵

表3 Correlation matrix

Band	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	1.000000	0.963661	0.200576	0.458400	0.650572	0.679010	0.711940
2	0.963661	1.000000	0.154493	0.482741	0.699817	0.727337	0.764524
3	0.200576	0.154493	1.000000	0.805146	0.590986	0.575259	0.505085
4	0.458400	0.482741	0.805146	1.000000	0.915940	0.906387	0.861915
5	0.650572	0.699817	0.590986	0.915940	1.000000	0.982924	0.973399
6	0.679010	0.727337	0.575259	0.906387	0.982924	1.000000	0.983279
7	0.711940	0.764524	0.505085	0.861915	0.973399	0.983279	1.000000

进行统计特征分析的同时, 选取不同波段组合, 也注重其视觉效果。对波段321(如图1a所示), 波段431(如图1b所示), 波段751, 543等不同组合的结果进行分析比较, 最终确定波段3, 2, 1(RGB)的组合效果最佳。

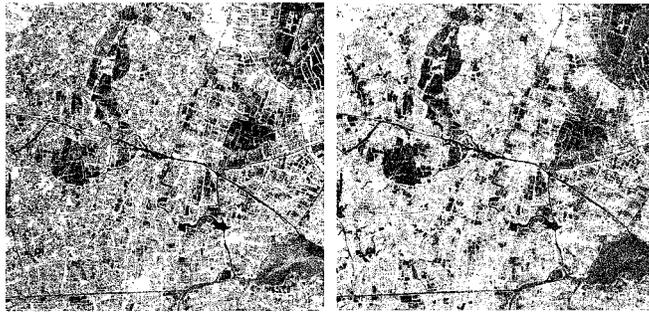
## 2.3 图像增强

为了突出图像中相关的专题信息, 提高图像的视觉效果, 使分析者能更容易地识别图像内容, 从图像中提取更有用的定量化信息, 可以通过直方图拉伸, 2%线性增强, 图像锐化等多种方法进行改进。通过运用多种方法比较发现经过2%线性增强和锐化处理后(如图2所示)的图像纹理清晰, 地物轮廓清楚, 比未增强的图像更利于训练区的选取。

## 2.4 专题提取

由于图像中的水体类别较多, 道路纷杂, 用穗帽变换进行专题提取, 变换后效果比较明显(如图3), 选取训练区的时候借鉴穗帽变换结果, 可以减少分类误差, 提

高像元纯度。



a. 波段 321 组合

b. 波段 431 组合

图 1 波段间组合

Fig 1 Bands' combination



图 2 增强和锐化后的图像

Fig 2 Band enhancement and sharpening image



图 3 穗帽变换后的图像

Fig 3 Image after tasseled cap transformation

### 3 图像判读分类

#### 3.1 建立各类训练区

对于训练样区的选择, 先进行非监督分类, 分出大的类别, 本文中分出 7 类。但非监督分类的效果并不尽如人意, 还要进行监督分类。本文分析南京地区的地物情况后, 确定 12 类地物来进行分类。

使用 ENV I 图像处理软件进行监督分类包括:

1) 选取训练样区。训练样区的选取是监督分类的关键, 因此, 同一类别训练样本是均质的, 不能包含其他类别, 也不能是和其他类别之间的边界或混合像元; 其大小、形状和位置必须是能同时在图像和实地中容易识别和定位的。

在实际的样区选取操作中, 经过多次选取和分类, 发现尽可能多选类别, 同时各类别地物训练区选的越多, 效果越好, 可以减少分类误差。

2) 选完训练区保存之后, 就可以进行监督分类。通过波谱角和最大似然法的分类结果比较发现, 最大似然法中的分类效果更好。

3) 作完第一次监督分类后, 因为选取训练区时由于人为误差, 样本可能不纯, 要利用 ENV I 中的七维散点图进行各类别的像元提纯。在 ENV I 软件中, 打开遥感影像之后, Image 窗口中选择“Tools”下拉菜单中的“Region of Interest”, 再选择“Region of Interest”中的“Export rois to n-D visualizer”命令, 根据提示, 通过训练区的选择就可以看到散点图窗口, 选取波段数即维数, 并操作使用, 开始提纯像元, 获得新的训练区。提纯之后用新的训练区再次进行监督分类, 和第一次的监督分类结果比较。如果效果不好, 说明训练区的选取精度不够, 还要不断进行步骤 1, 2 和 3。

#### 3.2 建立解译标志

城镇: 因为图像是南京郊区, 所以大面积的地物是农田, 城镇面积较小, 而且零散的分布着居民点。城镇的主干道比较明显。城镇颜色为桃红色。

道路: 线状, 黄色; 农田: 分布较广, 其间有田间小路纵横交错, 作物不同, 农田颜色也不同, 分出两种农田, 颜色分别为深绿和浅绿; 湖泊: 有一面积较大的湖泊分布在图像的右下角, 青绿色, 小块不规则的湖泊颜色略有差异; 河流: 线状, 较宽, 但有两条大的河流比较明显, 颜色深紫色或浅紫色, 支流弯曲无规则, 养殖场: 形状呈均匀条块状, 排列紧密, 比较规则, 兰色; 水塘: 由于是郊区, 分布着很多水塘, 形状各异, 颜色也存在差异, 相对来说深蓝色水塘较少, 大多为青色水塘, 分布少, 但很均匀。

#### 3.3 分类后处理

分类后处理一般进行聚类分析, 类别删除和类别合并。本文中聚类分析的结果把图像中的细节部分忽略了, 效果并不理想, 因此仍保留原分类效果。

### 4 讨论和结语

1) 本文利用南京地区 2001 年 7 月 26 日的 ASTER

图像, 图中大面积均匀分布着水稻, 农田呈零星分布, 该时节水稻拔节已经长出约30 cm; 由于是郊县地区, 还大面积零散的分布着水塘和养殖场; 田间小路纵横交错, 水塘和养殖场间也分布着小路, 而且小路上又覆盖着植被。所以分类时, 训练区选择很困难, 纯像元很难获取, 由于图像本身的问题造成分类精度降低。用监督分类时, 训练区的选取很重要, 实际操作时要选很多次训练区。尤其对于居民点的选取, 要把其中的道路单独选取出来。同时为了避免居民点周围的植被错分, 对植被要尽量多地选训练区。图中水塘视觉效果看起来明显不同, 但实际选取水塘的训练样本时, 像元很难提纯, 很容易错分。对农田进行划分时, 由于水稻大面积均匀分布, 比较容易选取。但其他类别的农田分布不规则, 夹杂在各种地物之间, 而且形状各异, 难以选取, 很容易被错分。由于居民点和道路交错在一起, 很难划分, 城市和道路区分效果比较差, 在图像上表现为原本是线状的道路变成了块状。见图4。

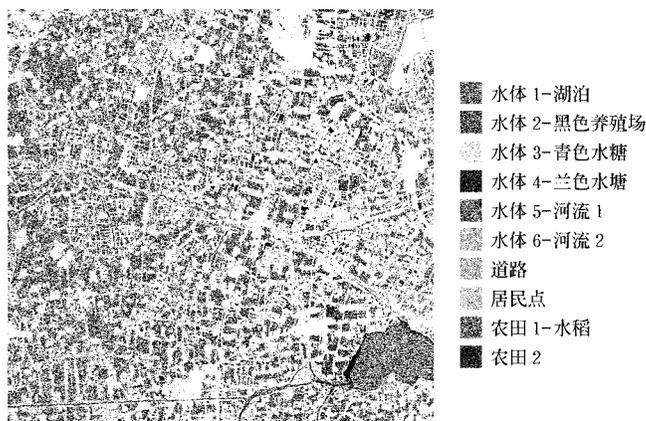


图4 南京郊区土地利用分类图

Fig 4 Landuse classification of suburb of Nanjing city

2) 由于没有去实地考察, 精度评价指标很难确定, 只能通过目视解译进行人为的精度评价。成果图中道路的划分仍然不够理想, 线状的道路在图中部分地区变为块状。城镇的具体形状难以选取, 效果不够理想。但农田和水体的分类比较成功。

3) 本文对非监督分类和监督分类方法的结合使用, 比较成功地对南京城郊土地利用信息进行了分类。该方法可借鉴的地方是用2%线性增强和锐化处理(如图2所示)的图像, 利用穗帽变换进行专题提取, 更

利于训练区的选取。多次进行监督分类, 在一定程度上提高了分类的精度。

4) 通过详细的分类步骤, 证明人工目视解译和计算机监督分类两者结合, 是一种提高分类精度的有效方法。遥感分类方法和如何提高遥感数据计算机自动分类的精度一直是遥感技术研究的重要领域。在目前的遥感技术水平条件下, 应综合利用现有各种多时相、多源遥感数据, 在GIS支持下, 充分发挥人工智能优势, 提高遥感数据分类精度。

致谢: 感谢中国科学院研究生院赵英时老师的大力指导!

#### [参 考 文 献]

- [1] 赵英时, 等 遥感应用分析原理与方法[M] 北京: 科学出版社, 2003 6 第一版 1- 478
- [2] 刘咏梅, 杨勤科, 温仲明 地形复杂地区遥感图像分类方法应用研究——以黄土丘陵沟壑地区坡耕地遥感调查为例[J] 水土保持通报, 2003, 23(4): 30- 32
- [3] 张 彤, 梅安新, 蔡永立 SPOT 遥感数据在崇明东滩景观分类研究中的应用[J] 城市环境与城市生态, 2004, 17(2): 45- 47.
- [4] 张佳华, 王长耀 景观信息流及GIS对脆弱生态异质性制图的分析[J] 中国图象图形学报, 1998, 3(2): 129- 132
- [5] Flygare A M. A Comparison of contextual classification methods using Landsat TM [J]. Int J Remote Sensing, 1997(18): 3835- 3842
- [6] 朱建华, 刘政凯, 俞能海 一种多光谱遥感图像的自适应最小距离分类方法[J] 中国图象图形学报, 2000, 5(1): 21- 23
- [7] 李 静 ASTER 项目简介[J] 遥感技术与应用, 1997(1): 68- 70
- [8] <http://www.spatialdata.com.cn/telemetry/aster/apply.asp>.
- [9] 王春兰, 陈健飞 ASTER 高光谱影像提取地面人工建筑物信息的应用[J] 地球信息科学, 2004, 6(2): 106- 108
- [10] 刘志武, 党安荣, 雷志栋, 等 利用ASTER 遥感数据反演陆面温度的算法及应用研究[J] 地理科学进展, 2003, 22(5): 507- 515
- [11] <http://www.spatialdata.com.cn/telemetry/aster/capability.asp>.
- [12] 朱述龙, 张占奎 遥感图像获取与分析[M] 北京: 科学出版社, 2003: 1- 176

## Extraction of land use classification information of suburb of Nanjing city using ASTER image

Guo Wenjuan, Zhang Jiahua

*(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China)*

**Abstract** Land resources are essential substance foundation for development of society and economy. Land resources can be classified and investigated by using remote sensing information. It is shown that high spectrum resolution images can better offer higher quality information source in observing the earth's surface in comparing with previous common remote sensing images. ASTER is an advanced multi-spectral sensor with high spatial resolution on the Terra satellite. It is a general-purpose instrument that covers a wide spectral region from the visible to the thermal infrared by 14 spectral bands (with high resolution from 15 m to 90 m) for monitoring natural resource and ecological environment changes, i.e., land use and land cover, short-term climate variability, natural disasters in the Yangtze River Valley. The land use classification of suburb of Nanjing city was studied using ASTER image. In this paper, the multivariate statistical analysis was used to retrieve classification band, and then initial training samples were derived from unsupervised classification. After purifying pixels in region of interest time after time, status map about suburb of Nanjing city was classified by using supervised classification method. The result of supervised classification shows that the classification method combined with other image treatment methods can better retrieve land use information from ASTER image and obtain high precision.

**Key words:** ASTER image; spectral characteristics; supervised classification; land use; Nanjing