

## RS 在生态旅游资源信息提取中的应用研究

葛静茹<sup>1,2</sup> 秦安臣<sup>1\*</sup>, 张 启<sup>3</sup>, 赵雄伟<sup>1</sup>, 张红霞<sup>1</sup>, 赵志江<sup>1</sup>, 贾 哲<sup>1</sup>

(1. 河北农业大学, 河北 保定 071000; 2. 保定师范专科学校, 河北 保定 071000; 3. 石家庄经济学院, 河北 石家庄 050031)

**摘 要:**针对遥感图像的选择、解译范围在遥感图像上的定位及生态旅游资源各景观要素信息的 RS 采集技术进行了概述, 研究表明: (1) 遥感图像的选择除要考虑具体判读的景观因子外, 还要因地制宜, 选择具体的摄影平台、分辨率、比例尺、拍摄时间、光谱波段等; (2) 利用 Erdas Imagine 软件定位使用方便、操作简单、精度较高, 是未来的主要发展方向; (3) 在各种景观要素的遥感图像解译中, 应综合利用多时相和多源遥感数据, 并在 GIS 支持下, 充分发挥人工智能优势, 提高解译的精度, 为生态旅游资源的科学规划和管理提供可靠的基础资料。

**关键词:**生态旅游资源; 信息提取; RS

**中图分类号:** TP79

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7461(2007)03-0193-05

### Extraction of Ecotourism Resource Information by Remote Sensing Technology

GE Jing-ru<sup>1,2</sup>, QIN An-chen<sup>1</sup>, ZHANG Qi<sup>3</sup>, ZHAO Xiong-wei<sup>1</sup>, ZHANG Hong-xia<sup>1</sup>,  
ZHAO Zhi-jiang<sup>1</sup>, JIA Zhe<sup>1</sup>

(1. Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Baoding Teacher's College, Baoding, Hebei 071000, China;  
3. Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang, Hebei 050031, China)

**Abstract:** The extraction of ecotourism resource information is very important in ecotourism research. As the development of the technology, a bran-new measure was provided for ecotourism resource investigation by remote sensing technology. Selection of remote sensing image, the interpretation confine on the remote sensing image and the remote sensing technology applied to extract the information from the landscape elements of the ecotourism resource are reviewed. It is thought that (1) The selection of remote sensing image relied not only on the objects of interpreting but also on the photography flat roof, resolution power of image measurement, scale, screen time and spectral band. (2) About the interpretation confine on the image, using the Erdas Imagine software was a better way and would be the main development aspect. (3) In order to improve the speed and the precision, more times images and multifold data should be used in the interpreting of the imagine, also GIS and artificial intelligence. Only by this way can the results of the investigation be used to program and manage the ecotourism resource scientifically.

**Key words:** ecotourism resource; information extraction; remote sensing technology

近年来,生态旅游成绩斐然,方兴未艾。但如何提取生态旅游资源的类型、现状、特征、规模等基础资料,使生态旅游资源利用和管理工作科学化、现代化,则是当今的紧迫任务。由于生态旅游资源分布面广,甚至人迹罕至,用常规方法在短时间内进行大面积调查比较困难,因而寻找一种行之有效的调查方法,已经成为进行生态旅游研究的首要问题之一。遥

感(RS)图像数据具有高清晰度、信息丰富、形象直观、现实性和立体感强等特点,且视野广、可重复观测。随着科技水平的提高,使用遥感技术的成本将大大降低,其应用范围也将越来越广。因此,遥感技术的发展为生态旅游资源调查提供了一种全新的手段。本文综述了遥感图像的选择、解译范围在遥感图像上的定位及生态旅游资源各景观要素信息(如植

收稿日期: 2006-10-08 修回日期: 2006-11-05

基金项目: 河北省科技攻关项目(06230121D); 河北省教育厅基金项目(Z2004305); 河北农业大学非生命学科和新兴学科科研发展基金

作者简介: 葛静茹(1981-), 女, 河北满城人, 在读硕士, 研究方向为生态旅游。

\* 通讯作者: 秦安臣, 男, 河北怀来人, 教授, 博士生导师, 研究方向为生态旅游和森林经理学。

被、水体、地貌和土地利用等)的 RS 采集技术,以期获取一套科学可行的生态旅游资源信息提取方法。

## 1 遥感图像的选择

### 1.1 最佳时相的选择

正确选择遥感图像能大大提高生态旅游资源信息解译的速度和精度。由于旅游资源的季节性和动态特征,选择最佳时相可以强化旅游资源信息,尤其是在森林植被景观信息及其类型的识别和弱化其他因子的干扰方面,效果更加显著<sup>[1]</sup>。

关于植被景观遥感最佳时相的选择,张银辉等指出,不同时相遥感图像的选择对分类精度具有很大的影响,因为植物物种、长势及生长阶段等不同,在遥感图像上有不同的光谱表现形式<sup>[2,3]</sup>。根据植物光谱的种间变化及物候变化和太阳高度角对植物光谱的影响,湖北省及北亚热带植被分类的最佳时相主要集中在 4 月下旬至 5 月中旬和 10 月下旬至次年 3 月下旬。通过对 TM 影像在甘肃省白龙江林区(总面积 56.8 万  $\text{hm}^2$ )森林资源调查中的应用实践,将遥感图像识别的最佳时期定为秋季和春季<sup>[5]</sup>。姜晓华等<sup>[6]</sup>探讨了应用两期遥感数据目视解译调查新伐区的方法以及所用数据的最佳时相,指出调查新伐区最理想的时间是 8~9 月份。林辉<sup>[7]</sup>以山东、河南、江苏、安徽的平原地区为例,结合生产实践对 TM 图像在森林资源清查中应用的处理问题进行了研究,指出其时相选择最好在 10 月中下旬及 11 月上旬,而山区是 4、5、10、11 月。一般时相的选择应在林木生长较为旺盛的时期,但还要根据不同地区、不同清查需求而定。如根据影响遥感时相选择的平台、太阳高度角和代表光谱等因素,针对四川不同地区森林植被遥感识别的特点,按照 5 个区域确定四川森林植被遥感识别的最佳时期主要集中在 10 月下旬至次年 3 月下旬。

因此,最佳时相的选择除受遥感平台、太阳高度角和代表光谱等因素影响外,受地理位置和植被的特性影响较大,表明最佳时相的选择具有一定的地域性和特定性。同时,也有学者将最佳时相的选择用于对农作物的分类,也得出了相同的结论<sup>[9~11]</sup>。

### 1.2 图像类型和比例尺的选择

目前对图像类型的选择和比例尺的研究还不太成熟,没有统一的定论。如以对土地利用与土地覆盖的研究为例<sup>[12]</sup>,大区域范围研究一般采用低分辨率的大尺度图像(如 NOAA/AVHRR 1km 数据),局部区域的土地利用调查一般采用高精度高分辨率的

MSS 图像、TM 图像、SPOT 图像或它们之间的结合等。姜晓华等<sup>[6]</sup>将采伐区目视判读用图的最佳比例尺定为 1:2.5 万。

## 2 解译范围在遥感图像上的定位

准确界定生态旅游地的范围是 RS 在生态旅游资源信息提取中的首要工作。林桂兰等<sup>[12]</sup>以厦门市饮用水源中的北溪引水渠(管道)和坂头水库为例,根据饮用水源保护区划分原则,研究了基于数字化的地形图建立数字高程模型并自动生成汇水区盆地和流域范围的 GIS 技术、获取相关自然环境专题信息的遥感技术以及综合利用社会和自然等多种数据源进行保护区范围界定的方法。利用 GIS 技术对区域界定是一种精度较高的方法,但遥感图像的数据量一般都很大,少则几百 MB,多则几个 GB, GIS 软件很难处理如此大的图像数据。同时,利用 GIS 软件进行影像区域界定后,能被遥感判读软件如 Erdas Imagine 分析的文件类型十分有限,导致图像的精度明显降低,甚至不能满足需要。

王小龙等<sup>[13]</sup>采用相似三角形原理,结合海岛多年的潮汐分析,在高分辨率遥感数据的支持下,可以比较准确地确定海岛潮间带范围,特别是对于分辨率为 1m 左右的 IKONOS 和 Quick Bird 图像,提取结果保持了较高的一致性。使用该几何方法对研究区域进行界定,虽然取得了较好的效果,但是此方法对图像资料的要求比较高,成本也较高,因此具有很大的局限性。

在 ArcGIS 和 Erdas Imagine 软件的支持下,综合考虑建筑物的物理特性和光谱特征,以及城市扩展的规律,将遥感数据、城市建成区边界以及行政边界图叠置起来进行提取,该方法使用方便,操作简单,判读精度也比较高,是对生态旅游地范围精确界定的发展和完善<sup>[14]</sup>。但需要注意的是,必须使遥感影像与地形数据、行政区等矢量图层具有一致的坐标系统。

## 3 生态旅游资源景观要素信息的 RS 采集技术

近几年有不少学者将遥感技术应用到旅游资源的调查中,并取得了相应的成果<sup>[15]</sup>。目前,已有许多学者也将遥感技术应用到对公园的景点调查和环境监测中,大大提高了工作的速度和精度<sup>[16~19]</sup>。李文杰等<sup>[20]</sup>根据遥感技术的特点,分析了遥感技术在区域旅游资源调查中的作用,阐述了目视解译法、类比

法、典型地区调查法和资料汇集法,以及访问座谈、发放调查表和旅游制图等辅助方法在确立解译标志时的应用。国内利用超轻型飞机进行了航空摄影考古的首次试验,利用这些照片反映历史遗迹的整体面貌,是地面野外考古无法做到的,为考古研究提供了不可多得资料。通过对历史遗迹的分析,取得良好的应用效果<sup>[21]</sup>。但是,不少学者也曾将遥感技术应用到旅游中,但都是在发展方向上的展望,总体提取精度不高,也没能体现遥感在旅游中的应用特色<sup>[22~24]</sup>。

综上所述,RS 在旅游资源调查中的应用还处在起步阶段,并且均是对旅游区总体面貌的把握,所采用的调查方法也主要是目视解译和野外调查相结合的方法。对旅游资源的调查方法还不够具体,不能满足指导实际工作的需要。而 RS 在地质地貌景观、水体景观、森林植被景观、土地利用景观等方面的信息提取具有十分明显的优势,并且已经取得很多研究成果,可以为生态旅游资源信息的采集提供借鉴。

### 3.1 水体景观信息的 RS 采集技术

利用卫星遥感数据进行水体信息自动提取得到了广泛的应用,各种方法相继提出并得到应用。如利用密度分割法从 TM 影像中提取水体的分布范围<sup>[25]</sup>。利用阈值法、色度判别法、比率测算法从 TM 影像中识别水体,阈值法的单红外波段识别水体简便迅速,但要求水体面积达到 4 000 m<sup>2</sup> 以上;色度判别法优于红外单波段;比率测算法能识别较小面积的水体<sup>[26]</sup>。

周成虎等<sup>[27,28]</sup>提出基于光谱知识的 AVHRR 影像水体自动提取识别的水体描述模型,并应用于太湖、淮河和渤海等地区。Wolski<sup>[29]</sup>阐述了一种最大限度应用遥感图像解决地下水建设模型的方法,并提出不仅要在模型建设初期使用遥感图像解译,而且在结果产出阶段进一步结合遥感图像构建模型。Schumann 和 Funke 利用 Landsat 卫星资料,依据 HSU 对德国 Prum 和 Nims 流域进行区域土壤持水能力的空间分异研究,继而用于分布式水文模型。后来这些方法被应用到内陆水体<sup>[30]</sup>。

### 3.2 植被景观信息的 RS 采集技术

利用不同时相的遥感数据对植被进行监测,分析植被的分布变化情况、破坏程度及对环境的影响,是利用遥感技术对植被进行动态监测的最佳途径<sup>[31]</sup>。Banerjee 等<sup>[32]</sup>利用 RS 和 GIS 技术识别出东印度地区潜在的旅游景点,并运用 NDVI 指数对土地的覆盖情况进行了分析,在此基础上,对印度旅游

业的发展提出指导性的建议。同时,还有专家利用多种植被指数,定量的分析植被的覆盖度<sup>[33,34]</sup>。Jha 等<sup>[35]</sup>利用过去 10 a 的遥感数据描述 Vindhyan 丘陵地带森林的破碎情况及其对生物多样性的影响。用非监督分类和归一化指数的分析方法进行信息资料的处理,并根据斑块大小和物种面积曲线变化分析物种的流失情况,取得了良好的效果。

张云霞等<sup>[36]</sup>以草地植被盖度的测量为研究对象,指出数码相机、高光谱遥感以及多尺度遥感数据的综合使用可能是未来草地植被盖度测量发展的趋势。也有学者利用线性光谱混合模型及其在遥感专题信息提取方面的优势提取枇杷树信息,用实验证明该方法提取枇杷树信息的有效性<sup>[37]</sup>。此外,通过 RS 判读得出植被分布图,然后利用 GIS 对植被图与高程、坡向、坡度等进行叠加分析,最后得出植被的空间分布规律,并实现了从定性理解到定量的描述,也是进行植被信息提取的方法之一<sup>[38~40]</sup>。

### 3.3 土地利用景观信息的 RS 采集技术

对土地利用景观的调查,主要是利用多时相、多源遥感数据,采取不同的融合技术和分类方法识别土地利用类型。李仁东等采用 RS、GIS 一体化技术,利用不同时期获取的陆地资源卫星图像,建立了土地利用动态变化数据库,并对变化的时空特征进行了分析<sup>[41~45]</sup>。吴连喜等采用不同的融合技术和分类方法进行了遥感图像的判读,进而达到了识别土地类型的目的<sup>[46~48]</sup>。

遥感判读与现有资料相结合是保证判读精度又一重要方法。通过目视判读与现有土地利用现状图相结合的方法快速采集训练样本,并在预分类的过程中不断修改训练样本,然后进行计算机监督分类,完成分类后再采取适当的处理方法,可以最大限度地提高分类精度<sup>[49]</sup>。胡凤伟等<sup>[50]</sup>在 ArcMap 平台下进行各种矢量、栅格影像数据以及行政界线的叠合,然后以地类为单位勾画图斑,将不同用地类型区分开并填写相应的属性项。

### 3.4 地质地貌景观信息的 RS 采集技术

在旅游应用中,除对地质构造景观的观察外,主要通过对地质灾害的调查,监测旅游区的生态环境。谭衢霖等<sup>[51]</sup>运用成像雷达(SAR)遥感独有的全天时、全天候观测能力和对地表的穿透性及形态探测能力,对国内外成像雷达遥感在地学中的应用进行了概述,对岩性分类和地质灾害进行监测,为生态旅游安全提供了有力保障。

关于地貌景观的调查方法,有关专家利用不同

的影像资料进行了调查评价,根据遥感图像成像规律及不同地质地貌景观类型在遥感图像上所显示的不同解译标志,划分出该流域地质地貌景观类型,以及地质地貌景观的分布特征<sup>[52]</sup>。也有学者分析了多种岩矿光谱分析的技术方法,指出不同方法具有各自的优、缺点,针对不同应用目标需要不同的矿物识别与岩矿填图方案,混合方法的开发应用和从可见光到微波波段的融合应用在未来更为重要<sup>[53]</sup>。

#### 4 RS 在生态旅游资源信息提取中的应用展望

遥感图像的选择是生态旅游资源信息采集的基础,对遥感图像的解译起着至关重要的作用。但由于目前受技术和成本的限制,生态旅游资源信息提取的图像主要停留在对植被物候期的选择上,今后还应考虑具体的摄影平台、分辨率、比例尺、拍摄时间、光谱波段等多种因素的影响。

有关解译范围的图上定位,已有不同学者进行了多种研究方法的分析和报道,但大多是应用多种数据资料和分析软件综合定位,成本较高。通过比较,采用 Erdas Imagine 软件定位,使用方便、操作简单、精度较高,是未来的主要发展方向。

地面实测和遥感判读是获取生态旅游资源信息的 2 种基本途径。宏观区域上的调查必须依靠遥感技术和地表实测技术的综合使用,才能更有效地提高调查精度。

遥感技术和各种数学模型的日益成熟,使获得分辨率高、覆盖范围大、性能可靠的遥感影像成为可能。同时,在各种景观要素的遥感图像的解译中,应综合利用多时相和多源遥感数据,并在 GIS 支持下,充分发挥人工智能优势,提高解译的精度,为生态旅游资源科学规划和管理提供可靠的基础资料。

#### 参考文献:

- [1] 黄敬峰,王人潮,蒋亨显,等. 基于 GIS 的浙江省水稻遥感估产最佳时相[J]. 应用生态学报,2002,13(3):290-294.
- [2] Grandell J. Subpixel land use classification and retrieval of forest stem volume in the boreal forest zone by employing SSMP/I data[J]. Remote Sensing of Environment, 1998, 63: 140-154.
- [3] 张银辉,赵庚星. 土地利用与土地覆盖遥感分类方法的研究综述[J]. 中国农业资源与区划,2002,23(3):21-25.
- [4] 邹尚辉. 植被资源调查中最佳时相遥感图象的选择研究[J]. 植物学报,1985,27(5):25-31.
- [5] 程弘,李福林. 航天遥感技术在森林资源调查中的应用研究[J]. 甘肃林业科技,1995(2):1-6.
- [6] 姜晓华,韩爱惠,党永峰. 应用两期遥感数据目视解译的方法调查采伐区——以大兴安岭松岭林业局为实验区[J]. 林业资源管理,2001(4):60-63.
- [7] 林辉. 林业遥感图像处理点滴[J]. 云南林业调查规划设计,2001,26(1):40-41.
- [8] 杨朝俊,胡庭兴,梁玉喜. 四川森林植被遥感识别最佳时相的选择[J]. 四川林业科技,2005,26(5):68-71.
- [9] 李国靖,台社红. 北京地区农业卫星遥感数据时相选择[J]. 中国农业资源与区划,2004(4):40-44.
- [10] 汪逢熙. 棉花遥感识别的最佳时相及地面模式[A]. 见:徐希孺. 环境监测与作物估产的遥感研究论文集[C]. 北京:北京大学出版社,1991. 86-91.
- [11] 黎泽文. 棉花种植面积监测方法的研究[A]. 见:徐希孺. 环境监测与作物估产的遥感研究论文集[C]. 北京:北京大学出版社,1992. 92-98.
- [12] 林桂兰,庄翠蓉,孙枫梅,等. 水源保护区划界的遥感与 GIS 技术研究[J]. 遥感技术与应用,2002,17(2):99-103.
- [13] 王小龙,张杰,初佳兰. 基于光学遥感的海岛潮间带和湿地信息提取——以东沙岛(礁)为例[J]. 海洋科学进展,2005,23(4):477-481.
- [14] 陆海英,杨山,张婷,等. 基于遥感的城乡结合部地域范围界定研究——以无锡市为例[J]. 南京师范大学学报(自然科学版),2004,27(2):98-102.
- [15] 谷上礼. 京九铁路沿线旅游资源及遥感应用前景[J]. 国土资源遥感,1997(2):43-51.
- [16] 杨传明. 广西旅游资源遥感调查的影像特征作用及意义[J]. 广西地质,2005,15(4):27-32.
- [17] Harini N, Catherine T, Laura C, et al. Monitoring parks through remote sensing: studies in nepal and honduras[J]. Environmental Management, 2004,34(5):748-760.
- [18] Jacky G, Bruno G D, Guy P. Landscape structure and historical processes along diked European valleys: a case study of the Arc/Isre confluence[J]. Environmental Management, 1997,21(6):891-907.
- [19] Twumasi Y A. The use of GIS and remote sensing techniques as tools for managing nature reserves: the case of Kakum National Park in Ghana[J]. Geoscience and Remote Sensing Symposium,2001(7):3227-3229.
- [20] 李文杰,潘洪捷. 区域旅游资源调查中遥感技术应用研究[J]. 内蒙古师范大学学报(自然科学(汉文)版),2004,33(1):86-88.
- [21] 钱育华,杨林. 鸟瞰航摄影历史遗迹景观的技术分析[J]. 地球信息科学,2004,6(3):115-119.
- [22] 张义彬,曲家惠. 遥感技术用于旅游资源调查及研究[J]. 遥感技术与应用,1997,12(1):57-61.
- [23] 简文星,李江风,吕焰峰. 清江流域自然旅游资源调查与评价方法[J]. 长江流域资源与环境,1997,6(3):247-252.
- [24] 铁玲,杨燕琼,王月华. 生态旅游中 3S 技术的应用现状[J]. 福建林业科技,2005,32(3):225-227.
- [25] 刘建波,戴昌达. TM 图像在大型水库库情监测管理中的应用[J]. 环境遥感,1996,11(1):53-58.
- [26] 陆家驹,李士鸿. TM 资料水体识别技术的改进[J]. 环境遥

- 感,1992,7(1):17-23.
- [27] 杜云艳,周成虎. 水体的遥感信息自动提取方法[J]. 遥感学报,1998,2(4):264-268.
- [28] 周成虎,杜云艳. 基于知识的 AVHRR 影像的水体识别方法和模型[J]. 自然资源学报,1996,5(3):100-108.
- [29] Wolski P. International Institute for aerospace survey and earth sciences ITC[R]. P. O. Box 6,7500 AA Enschede, The Netherlands, 2005.
- [30] Dekker A G, Donze M. Imaging spectrometry as a research tool for inland water resources analysis[R]. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 1994.
- [31] 白振平,刘洪利. 雾灵山植被变化遥感监测[J]. 首都师范大学学报(自然科学版),2003,24(4):59-62.
- [32] Banerjee U K, Smriti K, Paul S K. Remote sensing and GIS based ecotourism planning: a case study for western Midnapore, West Bengal[J]. India Conference Proceedings of Map Asia, 2002(4):1-6.
- [33] 李苗苗,吴炳方. 密云水库上游植被覆盖度的遥感估算[J]. 资源科学,2004,26(4):153-159.
- [34] 曹宇,陈辉,欧阳华,等. 基于多项植被指数的景观生态类型遥感解译与分类—以额济纳天然绿洲景观为例[J]. 自然资源学报,2006,21(3):481-488.
- [35] Jha C S, Laxmi G, Anshuman T, et al. Forest fragmentation and its impact on species diversity: an analysis using remote sensing and GIS[J]. Biodiversity and Conservation, 2005(14):1681-1698.
- [36] 张云霞,李晓兵,陈云浩. 草地植被盖度的多尺度遥感与实地测量方法综述[J]. 地球科学进展,2003,18(1):85-93.
- [37] 傅文杰,戴塔根. 基于线性光谱混合模型的遥感影像枇杷树信息提取[J]. 西北林学院学报,2006,21(2):13-15.
- [38] 章婉秋,李先华,罗庆州,等. 基于 RS、GIS 的天目山自然保护区植被空间分布规律研究[J]. 生态学杂志,2003,22(6):21-27.
- [39] Suha B. Sustainable management for the eastern mediterranean coast of Turkey [J]. Environmental Management, 2003,31(3):442-451.
- [40] 郝占庆,于德永,熊在平,等. 长白山典型林区森林资源利用适宜性分析[J]. 应用生态学报,2004,15(10):1755-1759.
- [41] 李仁东,隋晓丽,彭映辉,等. 湖北省近期土地利用变化的遥感分析[J]. 长江流域资源与环境,2003,12(4):322-326.
- [42] 陈本清,徐涵秋. 厦门市土地利用年际变化遥感分析[J]. 地球信息科学,2004,6(3):99-104.
- [43] Wolski P. Remote sensing, land use and hydrotopes in Western Province, Zambia [J]. Elements of a Groundwater Study, 1998,23(4):479-484.
- [44] 宁黎平,董有福. 基于遥感技术和 GIS 的土地资源空间格局分析[J]. 西北林学院学报,2004,19(2):134-137.
- [45] 吴晓蕾,唐志亮,崔海亭,等. 北京地区不同地形条件下的土地覆盖动态[J]. 植物生态学报,2006,30(2):239-251.
- [46] 吴连喜,余永根. 土地利用动态监测的 LFF 图像融合改进应用[J]. 地球信息科学,2004,6(3):94-97.
- [47] 沙占江,马海州. 多尺度空间分层聚类算法在土地利用与土地覆被研究中的应用[J]. 地理科学,2004,24(4):477-483.
- [48] 李颖,赵文吉,李小琳. 遥感影像的分类与识别技术在土地资源调查中的应用[J]. 长春科技大学学报,2001,31(3):261-264.
- [49] 陈葵. 鄱阳湖区土地利用遥感快速解译[J]. 江西农业大学学报,2001,23(3):421-424.
- [50] 胡凤伟,胡龙华,武娟. ArcGIS 在亚龙湾旅游度假区遥感监测中的应用探讨[J]. 北京测绘,2005(1):36-39.
- [51] 谭衡霖,邵芸. 成像雷达(SAR)遥感地质应用综述[J]. 地质找矿论丛,2003,18(1):59-65.
- [52] 李江风,刘吉平,汪华斌. 基于遥感技术的地质地貌旅游资源调查与研究—以清江流域为例[J]. 地质科技情报,1999,18(2):101-104.
- [53] 燕守勋,张兵,赵永超,等. 高光谱遥感岩矿识别填图的技术流程与主要技术方法综述[J]. 遥感技术与应用,2004,19(1):52-63.