

ERDAS 和 MapGIS 在煤矿塌陷监测中的应用*

黎来福¹, 王秀丽², 王元锋³

(1. 黑龙江科技学院 资源与环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150027; 2. 黑龙江科技学院 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150027; 3. 中国水利水电十三局, 山东 德州 253009)

摘要:以鸡西矿区为例, 利用 ERDAS 和 MapGIS 对塌陷区卫星影像进行处理, 结合地形图、土地利用现状图等资料进行实地调查分析, 提取煤矿塌陷区信息, 总结出塌陷区遥感影像特征及解释标志, 为塌陷预报系统的建立提供依据。

关键词:塌陷区; 卫星影像; 解释标志; MapGIS; ERDAS

中图分类号: P 237; TD 163^{+.1} **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9394(2008)02-0013-05

Application of ERDAS and MapGIS to Coal Mine Subsidence Survey

LI Lai-fu¹, WANG Xiu-li², WANG Yuan-feng³

(1. Dept. of Resource and Environment Engineering, Heilongjiang College of Technology, Harbin Heilongjiang 150027, China; 2. Dept. of Economics and Management, Heilongjiang College of Technology, Harbin Heilongjiang 150027, China; 3. Sinohydro Bureau 13, Dezhou Shandong 253009, China)

Abstract: Taking Jixi mining area for example, the authors process correspondingly mining subsidence satellite images by ERDAS and MapGIS, assistant with other topographic map information and accurate field investigation, thus sum up a set of two software working methods, explore image features and general signs interpretation in subsidence districts, lay the foundation for in-depth study in the future.

Key words: subsidence area; satellite image; feature sign interpretation; MapGIS; ERDAS

0 引言

根据国土资源厅消息, 国内重点煤矿平均采空塌陷面积已占矿区含煤面积的 1/10, 而治理面积仅占其中的 26.6%, 采煤塌陷地还以每年 0.22 万 hm^2 的速度递增, 塌陷区的治理刻不容缓, 而调查统计是治理的依据, 利用 ERDAS 和 MapGIS 软件进行塌陷区的监测可以省时省力、提高工作效率、并且统计非常准确。

1 ERDAS 和 MapGIS 软件概况

ERDAS IMAGINE 是美国 ERDAS 公司开发的世界上最先进的专业遥感图像处理软件, 以模块化的方式提供给广大用户, 最大限度满足用户的专业应用需要^[1,4]。MapGIS 是武汉中地信息工程有限公司自主研发的具有国际先进水平的集数字制图、数据库管理及空间分析于一体的空间地理信息系统^[2,7]。两个软件在遥感影像处理分析方面具有非常好的互补性(见表 1), 以鸡西矿区为例将两者结合起来提取塌陷区信息是切实可行的^[3]。

表 1 ERDAS 与 MapGIS 特点对比表

Tab. 1 Characteristics contrast table between ERDAS and MapGIS

项 目	ERDAS IMAGINE 特点	MapGIS 特点
点坐标定位	可以自动获取点的坐标	不可以自动获取点的坐标
属性测量	可以方便的在正立体情况下测量长度、面积等属性	目前版本暂时不能在正立体条件下测量面积等
符号化区分	符号化区分困难	可建立于图库, 区分方便
矢量处理	矢量数据处理较差	矢量数据处理丰富、灵活
专题制图	专题制图较为复杂	专题制图方便
数据转换	支持多种栅格数据转换, 可以将图像转为 Geotiff 格式	可以将 BMP、GRD、Geotiff 等格式图像转为 MSI 格式

2 研究区概况

鸡西市位于黑龙江省东南部, 东临俄罗斯, 地跨东经 130°23'55"~133°56'08", 北纬 44°50'23"~46°36'04"。地势由西南向东北倾斜, 地处长白山系完达山脉的老爷岭和张广才岭交

* 收稿日期: 2008-04-06

基金项目: 黑龙江省重点攻关项目“深部煤炭资源开采地表沉陷及控制技术研究”(GB04A302)

汇地带,总体构造复向斜。该区煤田分布广、煤种齐全,总储量为80亿t,最高年产原煤3100多万t,为煤炭精深加工和煤电转化提供了丰富原料。

3 数据资料及技术路线

3.1 数据资料的获取

以鸡西市为研究区域,以2004年9月份拍摄的SPOT-5卫星影像为主要数据源(最大视场为120 km,全色黑白图像分辨率为2.5 m,彩色图像分辨率为10 m,经融合后多时相影像分辨率可达5 m)。由于SPOT-5卫星的主要任务是监测自然资源分布,特别是矿产资源,而作为区级单位塌陷地的监测,SPOT-5数据是较合适的数据源。

辅助资料有1975年和2002年各区的1:10 000的地形图及1994年鸡西市的1:50 000的地形图以及相应的煤矿开采图、土地利用现状图等相关资料。

3.2 技术方案

对研究区进行多源信息复合,核准图像与地表地物的对应关系;并对图像进行增强处理以突出研究区影像特征;将多时相遥感影像复合、叠加、对比,以突出塌陷区的变化;色彩合成实验并选择最佳合成方案以突出塌陷区影像^[3],详细方案如下:

1)搜集数据主要是空间数据,包括遥感数据和专题数据,另外还收集图形数据以及其它一些基础数据。

2)采用1:10 000的地形图对遥感图像进行配准以及精校正,统一各种地理数据和地图投影。

3)用同期的10 m多光谱图像和2.5 m高分辨率的全色图像进行融合,提高多光谱图像的空间分辨率。选取合适的图像增强方法对图像进行增强处理。

4)利用野外调查的成果和实拍相片并结合遥感影像,初步建立待解译区的解译标志。利用GPS定位仪对指定区域的不同地类及其特征进行测定,验证解译标志的正确性并对其加以补充完善。

5)根据工程区的实际土地利用情况,选择合适的土地利用类别和合适的图像分类方法,分别对SPOT-5的融合处理后的图像进行土地利用分类,获得土地利用现状图,提取塌陷区信息。

6)借助煤矿开采图、地形图等资料快速圈定塌陷区的范围,获得塌陷地信息。

7)抽取若干塌陷地样区进行实地验证及实地勘探详查,对信息提取的可靠性和精确度进行分析,将最终提取的塌陷地实际面积和通过遥感影像以及相应的资料而获取的塌陷地区面积进行比较,核查精确的塌陷地范围情况。

8)最后精确圈定研究区内塌陷区面积及精确标定塌陷区的所在位置。获得塌陷区地面识别的影像特征和光谱反射特征;探索塌陷区的形成与发展规律。技术路线,如图1所示。

4 具体实现过程

4.1 SPOT-5 卫星影像的预处理

根据工作区域的地理特征和专题信息提取的客观需要,对数据输入模块中获得的影像数据进行范围调整、误差纠正、坐标转换等一系列处理,以便为进一步开展图像的解译、专题分类等分析研究。

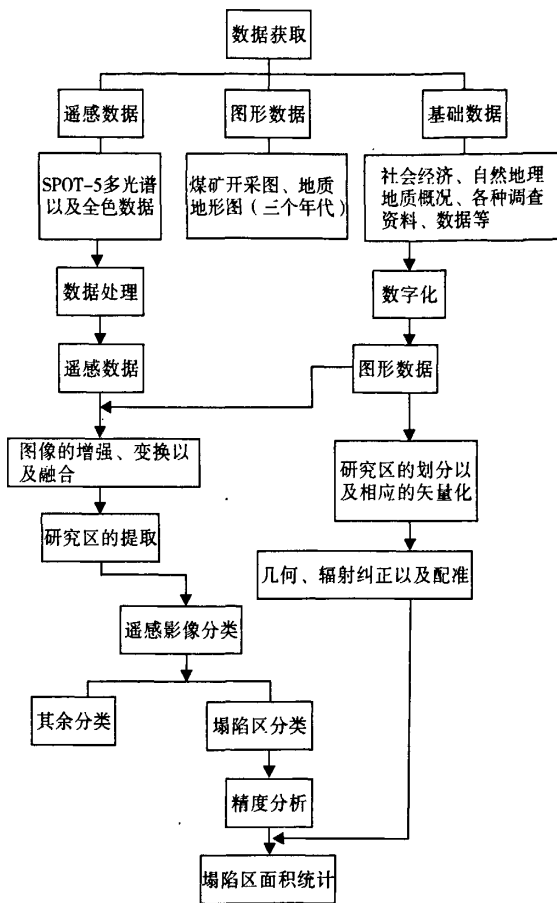


图1 技术路线

Fig.1 The technical route

1) 数据资料的扫描输入以及坐标投影变换等误差处理

原始图件利用大幅面工程扫描仪扫描,分辨率以600 dpi为佳,采用灰度扫描,精度高,图像清晰,基本能满足作业要求。利用MapGIS软件图像处理功能将扫描所得的数据格式加以转换(见图2),坐标及投影等误差加以消除(见图3)。

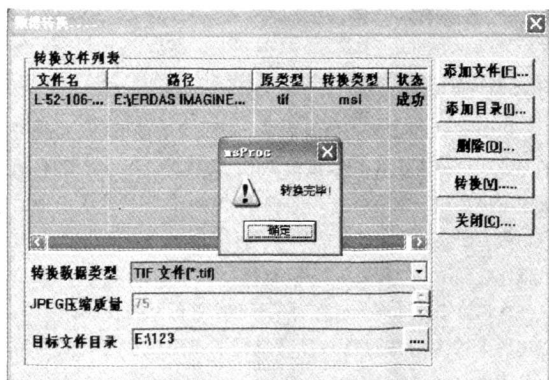


图2 数据格式转换

Fig.2 Data format conversion

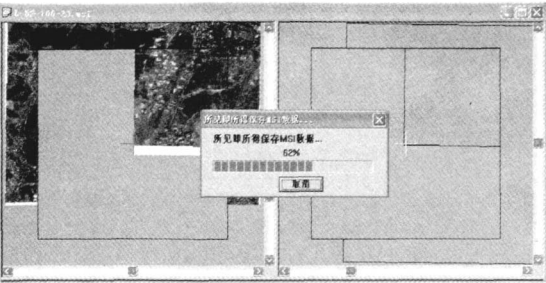


图3 坐标投影等方面误差消除

Fig.3 Error elimination in coordinate project etc

2)SPOT-5(2.5 m)影像校正前的预处理

预处理的目的是增强反差、突出线状特征的纹理细节,同时应尽可能地避免噪音的出现。可通过灰度线性拉伸或高通滤波来实现。

3)SPOT-5(10 m)影像的波段合成(模拟真彩色显示)

采用 XS1、XS2、XS3 三波段分别赋予蓝、绿、红 3 种色彩的合成方案,此种合成方式有益于变化信息的提取。

4)SPOT-5(10 m)影像配准前的预处理

采用一维增强的方法来对 SPOT-5(10 m)影像进行配准前的预处理,对单波段数据进行反差增强,然后将经过增强的 3 个波段数据进行合成。

5)图像目标区域的获取

图像目标区域的获取,主要是进行研究区域图像的提取。通过图像的对比挑选云层覆盖较少、图像质量高的影像,并通过镶嵌(Mosaic)、裁剪(Subset)等提取所需研究区。然后再利用辅助数据,如边缘矢量数据或栅格数据提取感兴趣的研究区^[1,2]。

4.2 SPOT-5 卫星影像的处理

首先对 SPOT-5 遥感图像进行处理,即先对 SPOT-5 全色



图4 图像重采样以及校正完成

Fig.4 Image resampling and complete correction

影像进行图像校正(见图 4)、增强和变换,然后将校正后的全色影像与 SPOT-5 多光谱影像进行图像配准,最后将 2.5 m 分辨率的全色影像和 10 m 分辨率的多光谱影像进行融合,从而得到分辨率为 5 m 的多源遥感影像(见图 5)。

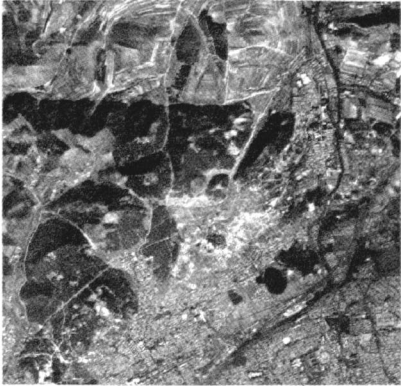


图5 利用 ERDAS 处理后的影像

Fig.5 Image after processed by means of ERDAS

图像的处理能将遥感影像纳入一定的地理坐标系统中,使其与地面地物建立几何联系,提高影像的空间分辨率和清晰度、类的精度和可靠性,增强解译和监测能力,为下一步的工作奠定基础^[6]。其数据处理流程,如图 6 所示。

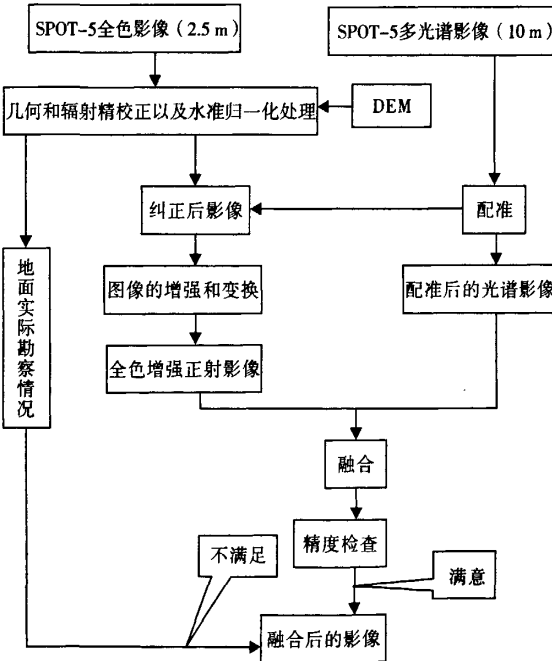


图6 SPOT-5 数据处理流程

Fig.6 Processing flow of SPOT-5 Data

4.3 研究区的遥感影像解译分析

4.3.1 影像解译的前期准备

对本研究而言,由于地表情况复杂、土地利用类型多而地块破碎,利用系统自动分类结果不理想,故采用基于屏幕数字化的人机交互解译分类法。结合需求和各种原则,依据国土资源部 2001 年 8 月 21 日国土资[2001]255 号印发的《全国土地分类(试行)》来进行土地利用类型的划分,并借助当地已形成的图例版进行地类的分类。

利用 GPS 野外勘察,拍摄地面塌陷实况图片并进行室内分析,建立直观影像与地面塌陷特征的对应关系,在彩色合成图像上由易到难逐步解译,然后根据区域特点,选择典型以及疑点较多的区域进行必要的再次野外详查,在此基础上对影像塌陷区特征描述形成解译标志,见表 2。

表 2 矿区地物遥感影像解译标志系列表

Tab. 2 Series table of remote sensing image interpretation signs of ground abject in mining area

类型	直接标志	间接标志
天然草地	翠绿色, 条状纹理不明显, 形状不规则, 色调较均匀, 色彩明亮, 面积较大	一般分布于河域及灌木林地、水浇地旁, 远离市区
荒地	浅紫色, 略绿色, 纹理不明显, 色调不均匀, 点状纹理明显, 形状不规则	一般分布于山丘以及荒郊野外, 绿色不是很明显
疏林地	略绿色, 泛褐色, 色调不均匀, 色彩复杂, 条状纹理明显, 狭长区域	一般分布于山丘以及工矿仓储用地附近, 点状墨绿色
水浇地	浅绿色, 肉褐色, 条状色调均匀, 色彩分布条状区明显, 条状纹理特别明显, 面积较大, 总体形状不规则	一般分布于居民地以及市区附近, 临近水源, 公路等, 交通便利, 条状形状规则
旱地	绿色、略褐色, 色调略暗, 色彩条状分布, 形状各异, 面积很大, 条状纹理	一般分布于居民地以及市区附近, 距水源较远, 交通便利
裸土地	紫褐色、泛白色, 色彩多变, 色调亮且多斑点, 形状狭长, 点状纹理为主	一般分布于山丘、工业用地, 采矿地附近, 色调白亮
湖泊水面	紫黑色, 形状规则, 面积较小, 色调昏暗, 色彩以黑色为主, 点状纹理	多分布于住宅地及水浇地附近, 多成片出现周围绿色明显
采矿地	紫红色、泛黑色, 色彩复杂鲜亮, 色调明显, 形状不规则面积较大	一般分布于市郊荒山野岭, 临近荒地, 附近水域较多

4.3.2 遥感影像解译及结果分析

遥感影像解译就是根据遥感影像目视解译标志, 解译经验以及相关理论知识识别目标地物, 具体解译分类步骤, 如图 7 所示。

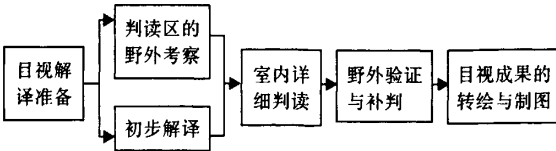


图 7 遥感图像目视解译步骤

Fig. 7 Visual interpretation steps of remote sensing images

4.3.2.1 目视解译分类准备

明确解译任务与要求; 收集与分析有关资料; 选择合适波段与恰当时相的遥感影像; 将影像拓扑处理成区以便进行解译分析。

4.3.2.2 初步解译分类与研究区的野外考察

初步解译是掌握解译区域的特点, 确定典型解译样区, 进一步完善解译标志, 探索解译方法。野外调查中建立研究区的判读标志, 制定影像判读的专题分类系统。

4.3.2.3 室内详细判读分类

前两步以后, 奠定了室内判读的基础。建立遥感影像判读标志后, 就可以在室内进行详细判读了(见图 8)。

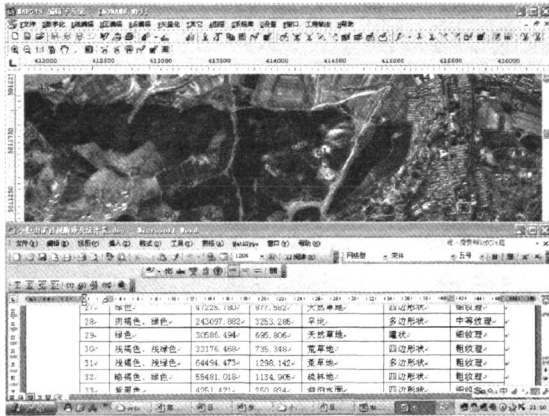


图 8 室内详细判读截图

Fig. 8 Cut map of detailed interpretation in indoor

4.3.2.4 野外验证与补判

判读的初步结果, 需要进行野外验证, 以检验目视判读的质量和解释精度。详细判读中出现约 182 个的疑点, 在野外验证中详细考察并加以补充判读。然后给地物附上相应的地类码, 利用 MapGIS 统计各类地物的面积(见图 9)。

4.3.2.5 目视解译成果的转绘与制图

遥感图像目视解译判读成果, 一般以专题图表或者遥感影像的形式显示出来, 详细见图 10~12 以及表 3。

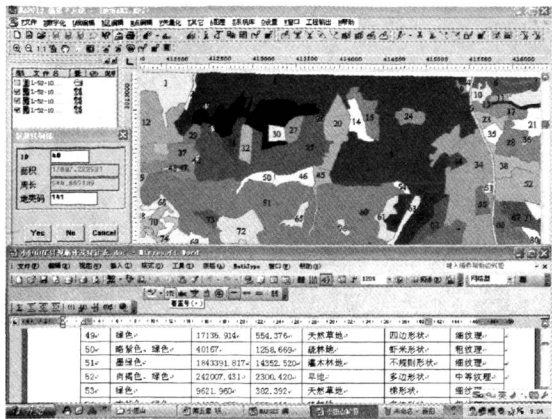


图 9 室内详细补判及地类码

Fig. 9 Detailed added interpretation in indoor and attached category code

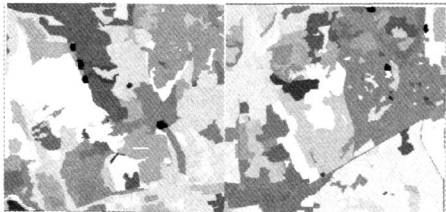


图 10 城子河区塌陷分布图

Fig. 10 Subsidence distribution map of Chengzihe district

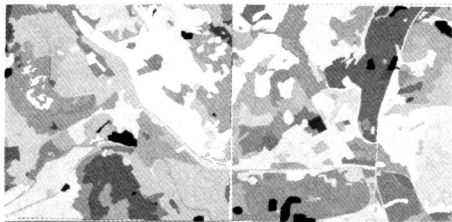


图 11 滴道区塌陷分布图

Fig. 11 Subsidence distribution map of Didao district

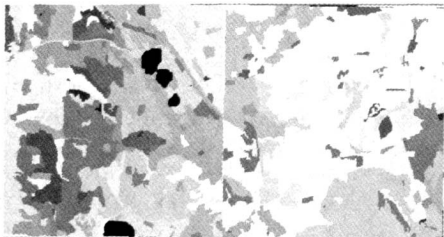


图 12 恒山区塌陷分布图

Fig. 12 Subsidence distribution map of Hengshan district

表 3 塌陷区面积统计表

Tab. 3 Area statistic table of subsidence districts

塌陷区域	湖泊水库等 总面积/m ²	天然形成的 总面积/m ²	由塌陷引起 的面积/m ²	所占比例 /%
城子河	846 189.253	825 640.743	20 548.51	1.16
滴道区	1 663 081.680	0.000	1 663 081.68	81.49
恒山区	536 530.292	229 647.582	306 882.71	17.35
合计	2 823 828.160	1 055 288.330	1 990 512.90	100

5 结束语

充分利用 ERDAS 和 MapGIS 各自特点,对遥感影像进行处理后,结合地形图等资料进行详细的实地调查分析,提取煤矿塌陷区信息,本次共统计出可用土地利用类型图斑 942 个,后经实地勘查验证判读正确 859 个,正判率为 91.19%,效果明显。本文通过对塌陷区遥感工作方法的探讨,总结出东北地区塌陷区的遥感影像特征和光谱反射特征,为塌陷预报系统的建立提供依据及今后的深入研究奠定基础。

【参 考 文 献】

[1] 党安荣,王晓栋,陈晓峰,等. ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法 [M]. 北京:清华大学出版社,2002. 1~388.

[2] 戴昌达,姜小光,唐伶俐. 遥感图像应用处理于分析 [M]. 北京:清华大学出版社,2002. 1~202.

[3] 吴信才. MAPGIS 地理信息系统 [M]. 北京:电子工业出版社,2004. 1~201.

[4] 咎梅,陈冬花. ERDAS IMAGINE 软件在森林资源调查中的应用——以巩留林场为例 [J]. 新疆师范大学学报(自然科学版), 2006,25(3): 178~182.

[5] 李远华,姜琦刚,张继承. 利用 ERDAS 和 MAPGIS 进行点线类遥感信息的提取和符号化表示 [J]. 世界地质,2005,24(1): 92~96.

[6] 辛海强,闻辉,张昱. ERDAS 软件在森林资源分类工作中的应用 [J]. 测绘科学,2003,28(2): 39~41.

[7] 周玉刚. 基于 MAPGIS 平台的遥感技术用于土地利用动态监测 [J]. 国土与自然资源研究,2007,(2): 52~53.

作者简介:黎来福(1981~),男,山东济南人,硕士研究生,主要研究方向:矿山压力与控制。