

遥感技术在矿区生态环境评价中的应用

胡玉玲^a, 王 萍^a, 张丽萍^b, 张雷雷^b, 赵相伟^a

(山东科技大学 a. 测绘科学与工程学院; b. 地质科学与工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 利用遥感技术对矿区生态环境进行评价是一种新兴的、快速有效的方法。选取肥城矿区为研究区, 利用 Landsat ETM+ 遥感影像, 通过计算机自动计算与手工屏幕矢量化相结合的方式提取遥感信息, 统计出肥城矿区各土地利用类型的面积和河流长度。根据统计信息计算各类生态指数, 对肥城矿区进行生态环境评价。评价结果显示, 肥城矿区生态环境等级为良, 基本适合人类生存。

关键词: 生态环境; 遥感; 肥城矿区

中图分类号: TP753 文献标志码: A 文章编号: 1005-8141(2011)07-0584-03

Application of Remote Sensing in Mining Area Ecology Environment Evaluation

HU Yu-ling^a, WANG Ping^a, ZHANG Li-ping^b, ZHANG Lei-lei^b, ZHAO Xiang-wei^a

(Shandong University of Science and Technology a. Geomatics College; b. College of Geological Science & Engineering, Qingdao 266510, China)

Abstract: Making use of remote sensing to evaluate Mining Area ecology environment was an emerging, rapid and efficient way. This paper selected Feicheng Mining Area as research area, used Landsat 7 ETM+ remote sense image to extract remote sense information from combine computer automatic calculation with manual vectorization. This paper calculated the ecology index according to the statistics, and evaluated Feicheng Mining Area ecology environment. The result showed that the grade of ecology environment was fine.

Key words: ecology environment; remote sensing; Feicheng Mining Area

1 前言

矿山在开发过程会引起一系列生态环境问题, 如植被破坏、水土流失、土地利用类型改变等。利用常规的生态环境监测方法进行检测, 不但满足不了生态环境管理和决策需要的精确度, 而且费时费力。遥感技术的空间探测范围较大, 可全天候收集资料, 不受地形限制, 通过遥感解译可直接从遥感影像上提取植被覆盖度、水体等信息, 因此在监测较大范围的环境变化时利用遥感技术省时省力。本文以山东省肥城市的矿区为例, 在遥感技术的支持下, 运用多源遥感影像提取矿区植被、水体等覆盖度, 对该矿区的生态环境进行了评价。

mm, 属于属暖温带大陆性季风气候区, 四季分明, 光照充足^[1]。

本文使用的数据有已配准的 1:5 万肥城地区地形图, Landsat 7 ETM+ 遥感影像, ETM+ 原始数据包括 8 个波段, 数据信息见表 1。

表 1 Landsat 7 数据信息

波段号	波段	光谱(μm)	空间分辨率(m)
1	蓝-绿	0.45-0.52	30
2	绿	0.52-0.60	30
3	红	0.63-0.69	30
4	近红外	0.76-0.90	30
5	中红外	1.55-1.75	30
6	热红外	10.5-12.5	60
7	中红外	2.08-2.35	30
8	全色	0.52-0.90	15

2 数据源与技术流程

2.1 实验区及数据简介

肥城矿区位于山东省中部、泰山西麓, 属低山丘陵区, 地势东北高而西南低, 介于 36°22' - 36°38' N、116°30' - 116°48' E 之间。肥城地区平均年降雨量 659.5

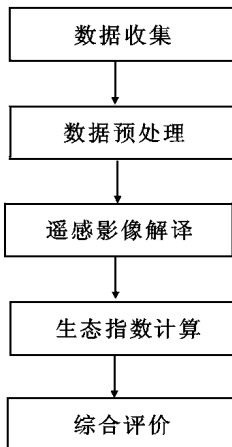


图 1 生态环境评价流程

收稿日期: 2011-05-06; 修订日期: 2011-06-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 41074003); 山东科技大学研究生创新基金项目(编号: YCA100408); 国家自然科学基金项目(编号: 40802086); 地理空间信息工程国家测绘局重点实验室项目(编号: 201007)。

第一作者简介: 胡玉玲(1986-), 女, 山东省聊城人, 硕士研究生, 研究方向为遥感科学技术与应用。

2.2 技术流程

本文首先对收集到的遥感影像进行了几何校正、数据融合和掩膜等预处理,然后再对遥感影像进行解译,从中提取出植被、水体等信息。通过计算生态指数,对肥城市矿区进行生态环境评价,评价的具体技术流程见图 1。

2 生态指数及其计算方法

本文采用的生态指数和计算方法是根据“生态环境状况评价技术规范(试行)”(HJ/T 192-2006)进行的^[2]。

生态指数主要有: ①生物丰度指数。生物丰度指数 = $A_{bio} \times (0.35 \times \text{林地面积} + 0.21 \times \text{草地面积} + 0.28 \times \text{水域湿地面积} + 0.11 \times \text{耕地面积} + 0.04 \times \text{建设用地面积} + 0.01 \times \text{未利用地面积}) / \text{区域面积}$ 。式中, A_{bio} 为生物丰度指数的归一化系数,本文采用全国生物丰度指数的归一化系数 400.62。②植被覆盖指数。植被覆盖指数 = $A_{veg} \times (0.38 \times \text{林地面积} + 0.34 \times \text{草地面积} + 0.19 \times \text{耕地面积} + 0.07 \times \text{建设用地面积} + 0.02 \times \text{未利用地面积}) / \text{区域面积}$ 。式中, A_{veg} 为植被覆盖指数的归一化系数,本文采用全国植被覆盖指数的归一化系数 355.24。③水网密度指数。水网密度指数 = $(A_{riv} \times \text{河流长度} / \text{区域面积} + A_{lak} \times \text{湖库(近海)面积} / \text{区域面积} + A_{res} \times \text{水资源总量} / \text{区域面积}) / 3$ 。式中, A_{riv} 为河流长度的归一化系数,本文采用全国河流长度的归一化系数 61.42; A_{lak} 为湖库面积的归一化系数,本文采用全国湖库面积的归一化系数 17.88; A_{res} 为水资源量的归一化系数,本文采用全国水资源量的归一化系数 46.43。④土地退化指数。土地退化指数 = $A_{ero} \times (0.05 \times \text{轻度侵蚀面积} + 0.25 \times \text{中度侵蚀面积} + 0.7 \times \text{重度侵蚀面积}) / \text{区域面积}$ 。式中, A_{ero} 为土地退化指数的归一化系数,本文采用全国土地退化指数的归一化系数 146.33。⑤环境质量指数。环境质量指数 = $0.4 \times (100 - A_{SO_2} \text{排放量} / \text{区域面积}) + 0.4 \times (100 - A_{COD} \times \text{COD 排放量} / \text{区域年均降雨量}) + 0.2 \times (100 - A_{SOL} \text{固体废物排放量} / \text{区域面积})$ 。式中, A_{SO_2} 、 SO_2 的归一化系数采用全国 SO_2 的归一化系数 0.06; A_{COD} 、 COD 的归一化系数采用全国 COD 的归一化系数 0.33; A_{SOL} 、固体废物的归一化系数采用全国固体废物的归一化系数 0.07。⑥生态环境状况指数 EI (Ecological Index)。生态环境指数反映被评价区域的生态环境状况,数据范围为 0—100。生态环境状况指数 = $0.25 \times \text{生物丰度指数} + 0.2 \times \text{植被覆盖指数} + 0.2 \times \text{水网密度指数} + 0.2 \times (100 - \text{土地退化指数}) + 0.15 \times \text{环境质量}$

指数。根据生态环境状况指数(EI),将生态环境分为 5 级,即优、良、一般、较差和差(表 2)。

表 2 生态环境状况分级^[2]

级别	优	良	一般	较差	差
指数	$EI \geq 75$	$55 \leq EI < 75$	$35 \leq EI < 55$	$20 \leq EI < 35$	$EI < 20$
状态	植被覆盖度高、生物多样性丰富、生态系统稳定、最适合人类生存	植被覆盖度较高、生物多样性较丰富、基本适合人类生存	植被覆盖度中等、生物多样性一般水平、较适合人类生存,但有不适人类生存的制约性因子出现	植被覆盖较差、严重干旱少雨,物种较少,存在着明显限制人类生存的因素	条件较恶劣、人类生存环境恶劣

注:在计算生态环境指数时,生物丰度指数、水网密度指数、土地退化指数、环境质量指数超过 100 时,按 100 计算。

3 遥感图像解译和生态指数计算

3.1 数据预处理

几何精校正:在遥感图像中,由于地球自转造成影响、地球表面曲率的影响、遥感平台位置与运动状态变化的影响,以及传感器的影响等几方面的原因,遥感图像经常产生几何畸变,因此在图像处理前要进行集合校正。几何校正可分为几何粗校正和几何精校正两种。几何粗校正是在卫星资料处理中心完成;几何精校正把遥感图像的总畸变看作是挤压、扭曲、缩放、偏移以及其他变形综合作用的结果^[3],再利用地面控制点(Ground Control Point)数据对由各种因素引起的遥感图像的几何畸变进行数学模拟从而进行校正。本文利用配准的 1:5 万肥城地区地形图对 ETM+ 的多光谱波段和全色波段进行精校正,采用二次多项式,要求控制点要选择易分辨且目标较小的地物,在图上均匀分布并且不少于 30 个,校正误差全部控制在 0.5 个象元以内。

数据融合:数据融合是指将不同分辨率的遥感影像进行融合处理,使处理后的遥感图像既具有较好的空间分辨率,又具有多光谱特性,从而达到图像增强的技术。ETM+ 数据全色波段的影像分辨率为 15m,多光谱影像分辨率为 30m,其全色图像具有很高的空间分辨率,多光谱图像含有丰富的光谱信息。通过将多光谱图像与全色图像融合既得到保留多光谱的信息,又提高空间分辨率的影像,以此提高图像的目视解译效果。本文采用主成分分析方法将肥城地区 ETM+ 数据的多光谱波段与全色波段进行融合。

图像掩膜:图像掩膜是指按照一幅图像所确定的地域以及区域编码,借助掩膜方法,从相应影像中提取一定区域的影像。首先根据肥城地区地形图在 ArcGIS 中获取矿区的矢量边界,然后借助该矢量边界在 E_{mi} 中对融合后的遥感影像进行掩膜处理,即得到肥城矿区的 ETM+ 融合影像(图 2,见封二)。

3.2 遥感信息提取

在植被、农作物、土地利用和湿地分析的遥感方面,常见的是利用 ETM 图像 4、3、2 波段分别配以红、绿、蓝合成标准假彩色。在此图像上,植被呈现各种红色调。其中,深红色/亮红色为阔叶林,浅红色为草地等生物量较小的植被,城镇呈黑绿色,水体呈黑色。经过研究肥城矿区各类地物的光谱特征及不同波段的组合分析,借用 ENVI 和 ArcGIS 软件,采用不同方法分别进行提取。

主要有:①植被提取。该研究区的植被主要有农田和林地。常用归一化植被指数 NDVI(Normalized Difference Vegetable Index)对植被进行提取, $NDVI = (ETM4 - ETM3) / (ETM4 + ETM3)$ 。植被在 ETM 4 上灰度值大于 ETM 3,因此一般认为 NDVI 大于 0 的都是植被,且植被愈茂密,NDVI 值愈大^[4]。提取出植被后再结合标准假彩色,根据林地和农田的位置、形状及色调差异,将提取出的植被分为耕地和林地。②水体提取。肥城矿区的水体主要包括湖水、河流和塌陷区积水。水体在标准假彩色影像上均呈现黑色,分布形状表现为线状或面状分布。利用改进的归一化差异水体指数 MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) 提取水体信息, $MNDWI = (ETM2 - ETM5) / (ETM2 + ETM5)$, MNDWI 大于 0 的是水体^[5]。然后,结合湖泊、河流、塌陷区形状差异,将水体分为湖泊、河流、塌陷区三类。③建筑用地提取。在 TM4 与 TM5 两个波段之间,除了建设用地灰度值比较高外,其他地物的灰度值都较小,因此利用归一化建筑指数 NDBI(Normalized Difference Building Index)来提取建筑用地。 $NDBI = (TM5 - TM4) / (TM5 + TM4)$ ^[6],图像上大于 0 的为建设用地,小于 0 的为非建筑用地。

3.3 提取的结果

遥感影像经过数据预处理就可进行土地利用类型及其面积的提取,提取的土地利用结果见图 3(封二),提取的各项指数见表 3。根据遥感解译得肥成矿区河流长度为 53.723km。根据资料查阅,肥城矿区水资源量为 80477613m³^[7]、COD 排放量为 7077.198^[8]、SO₂ 排放量为 8181.4t^[1]。

表3 肥城矿区土地利用类型面积

土地类型	面积(km ²)	土地类型	面积(km ²)
总面积	124.482408	水域	0.959155
林地	7.4721	塌陷区	9.459571
耕地	78.592032	矸石山	0.445324
建筑用地	21.825387	未利用地	5.728839

3.4 计算结果分析

将上面的数值代入各生态指数的计算公式可得:生物丰度指数= 48.622;植被覆盖指数= 55.403;水网

密度指数= 58.0208;土地退化指数= 18.2612;环境质量指数= 93.07;生态环境状况指数= 63.599;肥城矿区的环境质量指数为 63.599。根据表 2 的分级,其生态环境等级为良,即说明肥城矿区植被覆盖度较高,生物多样性较丰富,基本适合人类生存。

4 讨论

仲伟静经过遥感图像处理得到的肥城矿区土地利用分类图^[1]见图 4(封二)。从图 4 和图 3 的对比看,村镇、耕地和林地的分布范围基本一致,所不同的是图 4 中的水域和图 3 中水库与塌陷区一致,这是由于塌陷区常积水,图 4 中没有把塌陷区积水和水库进行区分。总的来说,图 3 和图 4 的土地利用类型分布基本一致的。根据李强^[10]对泰安地区的生态环境评价结果,肥城地区生态环境等级为良,与本文的评价结果一致,因此说明本文利用遥感图像进行肥城矿区生态环境评价方法可行且效果良好。

5 结论

综上所述,利用遥感影像,经过几何校正、数据融合和掩膜等预处理,通过计算机自动计算与手工屏幕矢量化相结合的方式对矿区生态环境进行评价的方法是可行的,并且这种方法与以前的常规方法相比更简便和准确。评价结果表明,肥城矿区的环境质量指数为 63.599,等级为良,基本适合人类生存。

参考文献:

[1] 仲伟静.肥城矿区生态环境损害评价及生态修复规划[D].山东:山东农业大学,2009.
 [2] 国家环保总局.HJ/T192-2006,生态环境状况评价技术规范(试行)[S].
 [3] 周春艳.面向对象的高分辨率遥感影像信息提取技术[D].山东:山东科技大学,2006.
 [4] 周兴东,于胜文,赵长胜,等.利用遥感图像进行土地利用分类方法的研究[J].煤炭学报,2007,32(5):481-484.
 [5] 徐涵秋.利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J].遥感学报,2005,9(5):589-595.
 [6] 查勇,倪绍祥,等.一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J].遥感学报,2003,7(1):37-40.
 [7] 王则才,张兆强.肥城矿区地下水资源分析研究[J].煤田地质与勘探,2006,34(6):57-59.
 [8] 王萍,郑永果.基于 EI 数据的矿区生态环境要素的遥感动态监测系统结题报告[R].山东科技大学.
 [9] 闫海龙.浅谈遥感解译技术在生态环境状况评价中的应用[J].黑龙江环境通报,2009,33(3):85-87.
 [10] 李强.基于 RS 和 GIS 的泰安市生态环境状况评价研究[D].山东:山东农业大学,2008.

遥感技术在矿区生态环境评价中的应用 (正文见P584)

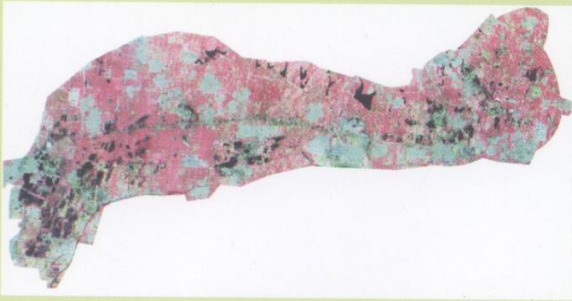


图2 肥城矿区的ETM+融合影像图



图3 肥城矿区土地利用分类图

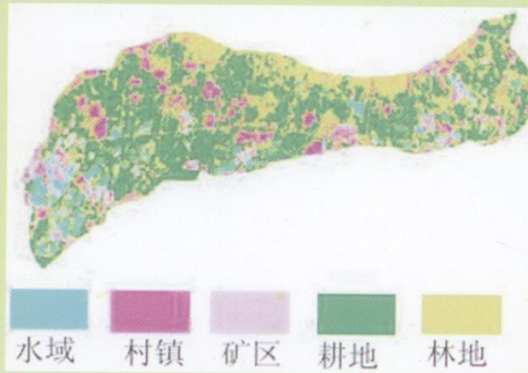


图4 肥城矿区土地利用分类(据仲伟静)

基于WebGIS的四川省自然资源信息系统构建研究 (正文见P594)

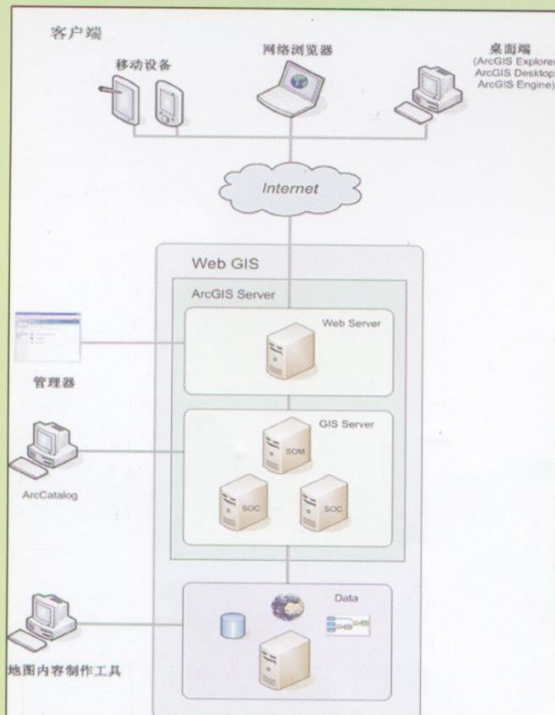


图1 ArcGIS Server 体系结构图