

矿山环境评价与修复

VirtualGIS技术在采煤塌陷调查中的应用

——以龙口市为例

张海林, 罗斐, 姜晓芬

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要: VirtualGIS是地理信息系统与虚拟现实技术、遥感技术相结合的产物, 该文将虚拟现实技术、地理信息系统技术、遥感技术结合在一起构建虚拟再现地理信息系统, 通过对龙口市采煤塌陷区地理环境的虚拟再现, 揭示了龙口市采煤塌陷的范围及特征, 并对塌陷区景观进行了预测, 进行了洪水淹没分析, 给勘查人员以感性直观认识, 便于指导塌陷复垦的工作部署。

关键词: VirtualGIS; 塌陷区; 可视化; 龙口

中图分类号: P208 **文献标识码:** B

由煤矿开采而诱发的地面塌陷是制约矿区可持续发展的最主要因素, 其危害主要体现在毁坏城镇设施、工程建设、农田、交通设施、水利设施等。用遥感技术来快速获取信息, 对采煤塌陷灾害的监测与评估起着强有力的技术支持作用。然而, 二维遥感信息远远不能满足需求, 迫切需要三维、动态、实时的空间信息来辅助监测^[1]。将虚拟现实技术与地理信息系统技术和遥感技术集成起来用于虚拟地理环境, 便构成了虚拟现实地理信息系统^[2]。将 VirtualGIS 技术应用于采煤塌陷区的地理环境研究, 从空间角度分析其特点以及其演化过程, 为塌陷区复垦提供科学依据。

1 研究区概况

研究区位于龙口市龙港经济开发区东部、徐福镇西部以及新嘉镇西北部, 紧靠西城区, 其范围: 东至徐福镇乡城东村、北高村、乡城庙村, 西至梁家煤矿联络路, 南至烟维公路和龙化、梁家村北, 北至渤海湾, 东西最大跨度 13 190 m, 南北最大跨度 5 974 m, 面积达 65.77 km² (图 1)。

研究区内因龙口矿务局梁家煤矿、北皂煤矿和洼里煤矿等矿山开采, 已形成不同程度采煤塌陷, 随着土地的逐年减少, 人均占有土地不断下降。地表



图 1 研究区位置示意图

上大小不一的塌陷坑, 难以耕作种植, 造成大量耕地绝产或减产, 直接影响农民的生产和生活。

2 数据源与图像处理

2.1 数据源

该研究所用的遥感资料来源于 2004 年 7 月美国 QuickBird 卫星遥感图像。该图像是当前分辨率最高的商用卫星图像, 全色波段空间分辨率为 0.61 m/像素, 4 个多光谱波段的图像分辨率为 2.44 m/像素。成像幅宽为 16.5 km × 16.5 km, 成像摆角为 0°~25°。其影像特点是: 信息量丰富, 空间分

收稿日期: 2013-03-30; 修订日期: 2013-07-12; 编辑: 王秀元

作者简介: 张海林(1980—), 女, 山东青岛人, 工程师, 主要从事水工环地质勘查工作; E-mail: zhanghailin1980@126.com。

分辨率接近航空像片,一般地物定位精度在 1 m 以内,工作效率较高。

等高线数据是于 1999 年根据 1:1 万地形图采集、2004 年测点重新修正的高程数据,等高线间距为 1 m。

2.2 数字图像处理

(1) QuickBird 图像几何校正

QuickBird(快鸟)卫星图像是此次调查工作的主要信息源,遥感图像的几何精度直接影响到研究结果的可信度,在进行图像分析与处理前,需要对遥感图像进行预处理,尽可能的消除畸变。该研究以 1:1 万正射影像地形图作为参考,运用 N 次多项式纠正模式,选出 10 个控制点(GCP),对分辨率高的快鸟卫星图像进行正射校正,采用西安 1980 坐标系、高斯-克吕格投影和 1985 国家高程基准。

(2) QuickBird 数据融合

遥感数据的融合是一种高级图像处理技术,其目的是改善遥感信息提取的及时性和可靠性,提高数据的空间分辨率和光谱分辨率以及数据使用的效率^[3]。快鸟图像分为 1 个全色波段和 4 个多光谱波段,全色波段分辨率为 0.61 m,多光谱波段分辨率为 2.44 m。将这 2 种波段类型的数据进行分辨率融合,采用主成分分析(PCA)算法,对其进行图像融合增强处理,融合后的图像色调突出,纹理清晰,既具有和全色波段相同的空间分辨率,又具有较好的光谱信息,能够更准确地揭示多波段数据结构内部的遥感信息。

3 构建塌陷区 VirtualGIS 系统

龙口市采煤塌陷区 VirtualGIS 系统的构建主要在遥感处理软件 ERDAS 系统中实现,包括 DEM 建立、地表信息集成、VirtualGIS 视景设置、VirtualGIS 分析以及 VirtualGIS 导航等^[4]。

3.1 DEM 生成与分析

在 ERDAS 系统内,用 3D Surfacing 模块生成数字地面模型,投影参数和坐标系与 1:1 万正射影像地形图相同。从 DEM 中提取网格数字高程数据,由数据可视化模块产生采煤塌陷区的三维地形图(图 2,图 3)。

从图 2 中可看出,不同深度的塌陷区域赋予不同的颜色,生动地显示塌陷区的地貌特征。图 3 中

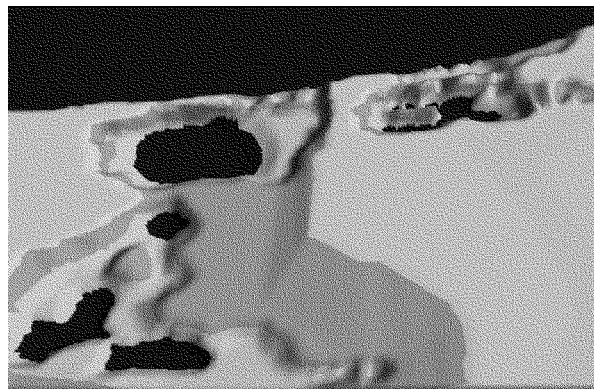


图 2 三维地形图

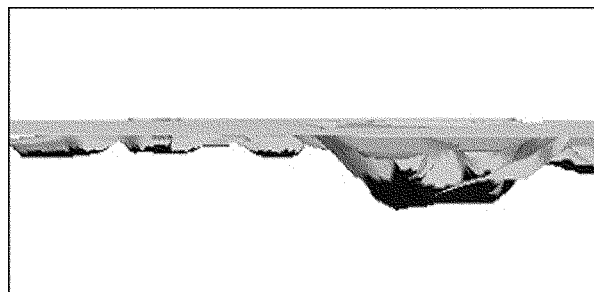


图 3 三维地形图剖面图

以不同的视角观察塌陷深度,将塌陷坑的连续特征以及塌陷深度的变化体现出来。

3.2 塌陷区 VirtualGIS 系统实现与分析

构建 VirtualGIS 系统,对采煤塌陷区进行三维可视化和空间分析,实现对地表移动、地表破坏的直观和深入的理解,有助于对塌陷区遥感信息的分析^[5]。通过构建 VirtualGIS 系统实现三维模拟动态观测,以数字地面模型(DEM)为基础,然后根据工作需要,在 DEM 上覆盖遥感图像、地理要素等多种数据,建立塌陷区三维可视化实体模型,从整体上对塌陷地进行可视化分析研究,真实地描述出地形表面的复杂性和随机性以及塌陷地范围。

三维飞行路线的选取:即根据塌陷区地形和实际研究的需要,按照一定的规则进行飞行勘查路线布置。在研究区,选取了 2 条飞行路线,其中 NE—SW 走向的飞行路线 1 条,EW 走向的飞行路线 1 条,均匀分布于研究区内,目的是为了宏观调查区内塌陷地的形状、数量、破坏情况以及地表变化。

三维可视化系列动画产品制作:首先进行三维飞行的参数设置,如航高、时速、夸大系数、屏幕大小、视角设置及背景效果等;然后根据布置的飞行路

线完成三维动画的制作。在此环境中,对塌陷区的三维模型进行观察,塌陷区的全貌一目了然,使人有身临其境的感觉(图 4)。

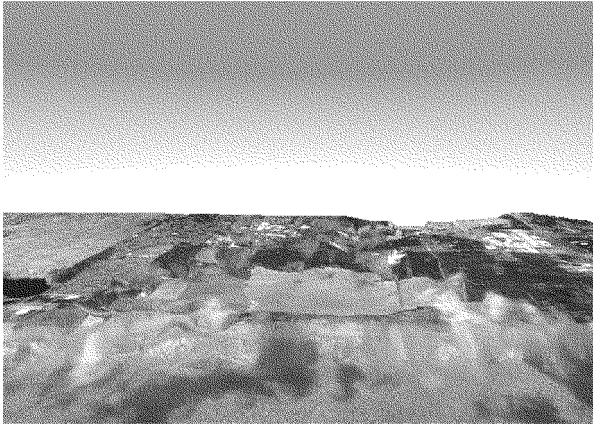


图 4 塌陷地飞行景观

地面塌陷后,地面凹凸不平,落差大小不一。分为小落差(小于 2.0 m),中落差(2~3.5 m),大落差(大于 3.5 m),该区采煤塌陷以中、小落差(落差在 2 m 左右)为主,面积约 7.54 km²,形成了岗、坡、洼相间的复杂微地貌。塌陷坑主要以圆形和长条形为主,塌陷较深的区域常年积水,而且塌陷范围由局部塌陷演化为连片塌陷,塌陷现象日益严重。

4 VirtualGIS 下的塌陷区景观预测

煤炭的开采促进了龙口市的经济发展,但其开采造成地面塌陷,带来严重的社会经济和环境问题。这也是影响龙口市海岸带变化的一个重要因素。由于深度塌陷区常年积水,使海岸带水域面积扩大,目前塌陷区至海岸之间的地面标高仅有 1.5~3.6 m,比塌陷前降低了 2~3 m,随着龙口煤矿的开采重点转移到海底,采煤塌陷如果不加以控制,任其继续塌

陷,有可能与海平面齐平,甚至低于海平面,引起海水倒灌,海岸线向陆后退,将临海塌陷区吞噬,如图 5 所示。

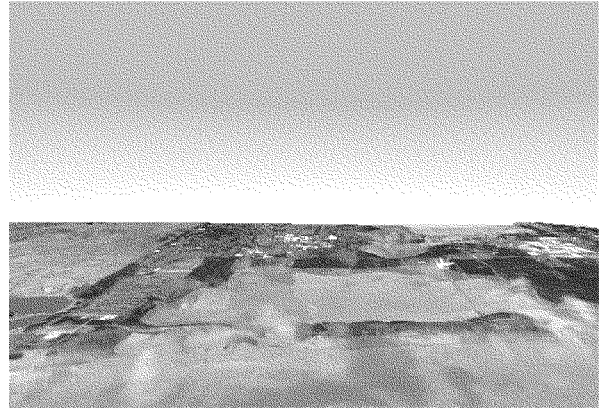


图 5 塌陷区景观预测图

5 结语

利用遥感图像的灰度、纹理等信息特征和数字地面模型的高程信息,通过构建塌陷区 VirtualGIS 系统实现塌陷区三维可视化,实现了对研究区塌陷地的形状、数量、破坏情况以及地表变化直观、深入地理解,为指导矿区塌陷地的恢复与治理以及矿区的可持续发展提供决策依据。

参考文献:

- [1] 冯秀春,宋清泉. 浅谈遥感三维飞行数据模型及其在自然灾害监测与评估中的作用[J]. 山东国土资源,2003,19(6):42-43.
- [2] 董浩. VR-GIS 技术在小流域治理规划中的应用研究[J]. 水利水电技术,2002,33(7):40-42.
- [3] 杨圣军,赵燕. 高分辨率遥感图像中采矿塌陷地的提取——以龙口矿区为例[J]. 地域研究与开发,2006,25(4):120-124.
- [4] 吴泉源,徐秋晓. 基于 VirtualGIS 技术的龙口市流域综合治理研究[J]. 国土资源遥感,2005,(1):57-60.
- [5] 韩李涛,范玉红. 基于 GIS 实现开采沉降数据的可视化[J]. 矿山测量,2003,(1):31-33.

Application of VirtualGIS Technology in Coal Mining Subsidence Survey ——Setting Longkou City as an Example

ZHANG Hailin, LUO Fei, JIANG Xiaofen

(Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: VirtualGIS is a combining product of geographic information system, virtual reality technology and remote sensing technology. In this paper, virtual reproduction technology, geographic information system technology and remote sensing technology are linked together to construct a virtual reproduction

geographic information system. By virtual reproduction of geographic conditions in Longkou mining collapse areas, range and characteristics of Longkou mining subsidence areas have been revealed, landscape in collapse areas have been predicated, and flood inundating has been analyzed. As a result, it can help investigators get perceptual intuitive knowledge, and guide collapse reclamation work.

Key words: VirtualGIS; subsidence areas; visualization, Longkou city