



煤矿区地面塌陷动态监测与恢复治理决策支持系统研究

郑辉,高洁

(兖矿集团有限公司,山东 邹城 273500)

摘要:针对煤炭区土地利用的特点,在分析矿区地面塌陷及其引发的一系列生态环境损害与人居环境问题的基础上,指出煤矿区土地利用全过程管理是实现矿区可持续发展的必然要求。基于“3S”技术应用特点,提出了基于空间信息技术的煤矿区地面塌陷动态监测与恢复治理决策支持系统的构建,并对其功能、结构、开发方法进行了研究,指出组件技术是系统开发最有效的技术,而且符合当前空间信息科学发展的趋势。

关键词:煤矿区;地面塌陷;决策支持系统;空间信息技术

中图分类号: P642.26;P208

文献标识码: A

煤矿区是一种特殊的地理区域,由于资源(主要是矿产资源,也包括地下水资源)开采引发地面塌陷,进而诱发了该区域较严重的生态环境问题,直接对人居环境产生影响,形成了煤矿区特有的陆面过程与现象。土地利用变化在这一过程中发挥着重要作用,特别是土地从征用、占用、荒废、塌陷、退化到复垦复用的全过程是煤炭开采环境损害的集中体现。因此,对煤矿区地面塌陷进行监测、调控与治理势在必行。在具体的技术支持方面,传统的技术方法包括野外测绘、现场采样测试、调查统计等仍然可以继续采用,但涉及到区域性问题时,存在成本高、速度慢、精度有限、数字化与自动化水平低等问题。随着空间信息技术,特别是其核心技术——“3S”技术在人居环境领域应用的发展,将RS、GIS、GPS技术及“3S”集成技术应用到煤矿区地面塌陷监测与调控中,实施基于空间信息技术的地面塌陷全过程管理与调控,具有明显的优越性^[1-3]。

1 地面塌陷对人居环境的影响

煤矿区土地覆盖变化与地面塌陷是区域LUCC(土地利用/土地覆被变化)的重要组成部分,具有区域与行业双重特色,是人类生产与生活活动影响下区域生态环境的响应。煤矿区地面塌陷对人居环境的影响包括原生性影响和次生性影响。原生性影响

是指以地面塌陷为直接驱动力的、随地面塌陷过程而产生的各种对区域资源、环境等引起的损害性现象,包括:破坏耕地和植被,引起土地退化;诱发区域资源问题;诱发环境地质灾害;破坏区域生产和生活设施。次生性影响是由于原生问题的综合作用而再次引发的,地面塌陷是其间接驱动力,其直接驱动力则是地面塌陷的原生性影响,主要包括:影响区域生态环境系统,使煤矿区呈现脆弱生态环境系统;引发矿区各种社会经济问题;削弱矿区经济发展潜力;影响人体健康^[4]。这些问题从资源、环境乃至社会经济方面都对区域可持续发展的实施产生了严重的影响,成为区域可持续发展重要的限制因素。

2 煤矿区地面塌陷监测与调控应用

就煤矿区地面塌陷监测与调控而言,“3S”技术应用有3个不同的层次,第一层次是单独应用其中的某一项技术,这往往是应用的初级阶段;第二层次则是其中的2种技术或3种技术的结合、集成应用,即“3S”集成应用;第三层次则是基于“3S”技术,建立针对具体目标的专业化空间信息系统和决策支持系统,这也是应用的最高层次。

在第一层次的应用中,遥感主要是用于获取地

收稿日期:2007-09-11;修订日期:2007-09-24;编辑:陶卫卫

作者简介:郑辉(1971-),男,山东济宁人,工程师,主要从事测量工程及开采沉陷研究工作。

面塌陷基本信息,包括地面覆盖、人居环境、土地利用、资源环境等方面的多时相、多分辨率信息,其关键在于地面塌陷的遥感信息机理及提取模型,特别是应用数字图象处理进行信息提取^[5];GPS 用于实地测量,当前主要应用的是动态相对定位的方式,而 RTK 技术则有望在今后的测量中发挥主要作用;GIS 主要是作为多源空间信息管理与分析的平台,提供信息处理、应用的工具,并作为后续集成应用与建立各种专业信息系统的基础。

第二层次的应用可从 RS 与 GPS 集成、RS 与 GIS 集成、GIS 与 GPS 集成、“3S”集成 4 个方面分析。在 GPS 与 RS 集成中,一方面可应用 GPS 获取遥感图象控制点坐标,另一方面,二者又要作为互相补充的地面塌陷信息源,遥感图象可以获得的变化斑块要求有一定的空间大小,对于小尺度的变化往往无法获得,而 GPS 则可以获得各种尺度下空间信息的变化,因此可以采用 RS、GPS 结合、互补的信息获取手段,这一点在土地利用动态监测中已得到应用。GPS 与 GIS 结合的核心工作是将 GPS 采集的空间信息(X, Y, Z)输入 GIS 数据库,在 GIS 中进行各种空间分析、量测与统计。RS 与 GIS 集成一方面可应用遥感信息更新地面塌陷数据库,特别是用多时相遥感信息保证对动态演变分析,另一方面 GIS 可以提供遥感图象处理所需要的地学信息与知识,并可以作为遥感分类图象后处理的平台。在“3S”技术的集成应用中,RS 主要用于提取变化信息,确定变化区域;GPS 主要用于实施野外监测(包括平面测量和高程测量),提供控制点信息;GIS 则用于提供背景数据与辅助信息,并作为信息处理的平台与框架。如图 1 虚线框中所示即为“3S”集成技术应用的目标与方法,而以 GIS 为平台,将专业模型、空间分析与决策支持模型进行集成时,则形成了第三层次的应用,即基于空间信息技术的专题信息系统和决策支持系统。

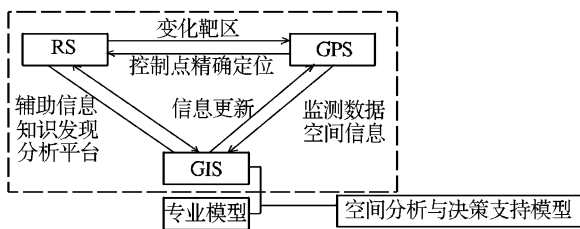


图 1 GPS,RS 与 GIS 集成应用的模式

3 塌陷监测与调控决策支持系统

空间信息技术已成为实施区域可持续发展的基本决策支持技术,特别是随着以空间信息技术、专家系统、决策支持系统为基础而形成的智能空间决策支持系统(ISDSS)研究的深入,如何构建面向区域可持续发展的决策支持系统已成为空间信息技术应用的一个重要问题和发展方向。

煤矿区地面塌陷监测与调控是一个复杂的人—地相互作用过程,空间信息技术在其中有着广泛的应用。按照 ISDSS 的思路,在 GIS 平台的支持下,将有关的分析算法与专业模型进行集成化开发与建立一体化的决策支持系统,将为地面塌陷的调控提供有力的技术支持(图 2)。

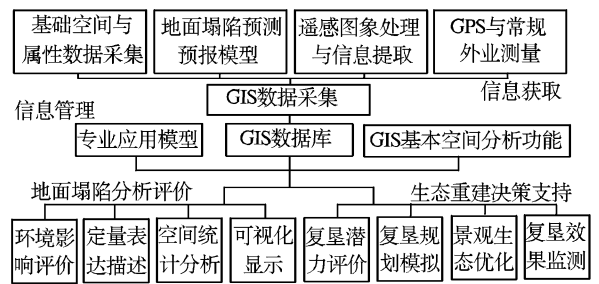


图 2 基于空间信息技术的煤矿区地面塌陷监测与调控决策支持系统

3.1 系统的需求分析与功能要求

煤矿区地面塌陷监测与调控决策支持系统的目标是面向可持续发展对煤矿区地面塌陷进行全方位的系统管理,在空间信息技术的支持下,获取并处理关于陆面状态与演变的多源信息,在 GIS 空间分析功能及专业应用模型的支持下,对地面塌陷进行动态监测与分析评价,为地面塌陷与生态重建提供决策支持。具体来说,其主要功能包括:多源信息的采集、预处理与输入, GIS 数据管理与数据库更新维护,遥感图象处理,实时空间信息处理,地面塌陷预测模型,动态监测与定量分析评价,可视化显示,动态模拟,演变趋势预测,人类活动模拟与评价,区域规划,治理决策支持,资源环境承载力计算,可持续发展决策支持,知识处理与专家系统等(图 3)^[6~7]。

3.2 系统开发策略

系统开发可以采用 2 种策略实现:对特定 GIS 软件进行二次开发。根据实际需要,选择了桌面 GIS 软件 ArcView 进行二次开发构建系统的

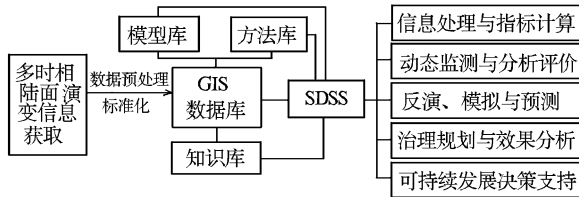


图 3 TSEMRDSS 中的总体结构与功能

技术方案。开发语言选用 Visual Basic 6.0 for Windows, GIS 软件采用 ARC VIEW。在具体开发中,将各专业模型用 Visual Basic 编程,在 ARC VIEW 中调用各模块。是基于组件式 GIS (Com-GIS) 产品的开发,随着组件开发技术的成熟、组件式 GIS 的发展与应用,基于组件式软件开发思想开发决策支持系统已成为可能^[8~9]。在这种决策支持系统中,首先对常用的 GIS 功能组件(基本组件)进行研建,然后应用程序设计语言(如 Visual Basic 和 Delphi)开发各专业组件,尽可能使用已有的基本功能组件。各基本功能、应用模型均以组件方式开发和操作,最后通过对组件的集成来实现系统的开发。拟选择超图公司 Supermap Objects 组件产品,以 Visual Basic 作为开发语言进行开发,在开发中的策略是基本功能组件采用组件式 GIS 控件,专业应用组件与综合组件根据应用要求与算法进行开发,并通过一定的开发环境进行系统集成。

4 结语

在各种技术方法中,空间信息技术特别是其核心技术——“3S”技术将是当前及今后一段时间内最为先进、有效的技术支持,而基于空间信息技术建

立一体化的煤矿区地面塌陷监测与调控决策支持系统,则是应用的最高层次。该文对系统的需求分析与主要功能、构成与体系结构、开发方法与思想等关键问题进行了探讨,有关方法已被证明是行之有效的,提出并建立该系统将极大地促进空间信息技术的应用。由于决策支持系统的建立是一项复杂的工作,涉及到多方面的因素,该文仅就基础性的研究成果进行了总结,今后将围绕系统的设计与开发、结合具体生产矿山实际情况的应用等方面的问题继续进行研究,力争使煤矿区地面塌陷的监测、调控与管理工作在决策支持系统的基础上进行。

参考文献:

- [1] 王晓栋,毛其智. 浅谈空间信息技术在人居环境科学中的若干应用[J]. 华中建筑,2000,18(3):20-22.
- [2] 李德仁. 论 RS, GPS 与 GIS 集成的定义理论和关键技术[J]. 遥感学报,1997,1(1):64-68.
- [3] 陈崇成,黄绚,孙飒梅,等. 基于空间信息技术的城市环境时空调控范式研究[J]. 城市环境与城市生态,2000,13(5):13-16.
- [4] 杜培军,胡召玲,郭达志,等. 工矿区陆面演变监测分析与调控治理研究[M]. 北京:地质出版社,2005.
- [5] 郭达志,杜培军,盛业华. 卫星遥感信息在矿区非均匀陆面演变研究中的应用[J]. 遥感信息,1999(2):16-18.
- [6] 王镜,申广荣,白中科. 煤矿废弃地生态重建智能决策支持系统的分析设计[J]. 山西农业大学学报,1999,19(1):52-55.
- [7] 振兴生. 城市可持续发展与空间决策支持[J]. 地理学报,1997,52(6):507-516.
- [8] 宋关福,钟耳顺. 组件式地理信息系统研究与开发[J]. 中国图象图形学报,1998,3(4):313-317.
- [9] 赵会群,鄢仁祥,高远. 基于组件技术的 DSS 模型设计与实现[J]. 计算机工程,2000,26(8):42-44.

Study on Supporting System of Dynamic Monitoring and Restoring Countermeasures of Land Collapse in Coal Mine Areas

ZHENG Hui, GAO Jie

(Yanzhou Coal Limited Corporation, Shandong Zoucheng 273500, China)

Abstract: Pointing to characteristics of land utilization in coal mine areas, on the basis of analyzing ecological and environmental damage and human living problems caused by land collapse, it is regarded that land utilization management in the whole period is necessary for continuous development. On the basis of utilization characteristics of "3S" technology, supporting system of dynamic monitoring and prevention countermeasures is set up. Its function, framework and exploration method are studied. Combination of many technologies are regarded as an effective method and fit the scientific developing trend of spacial information.

Key words: Coal mine area; land collapse; countermeasures supporting system; spacial information technology