

数字矿山地理空间信息服务平台的关键技术和应用服务

张锦

太原理工大学测绘科学与技术系,太原 030024

摘要 应用企业 GIS 平台、空间数据库和现代信息技术,构建具有数据交换服务、企业 GIS 服务、目录服务、日志服务的数字矿山地理空间信息服务平台,是实现数字矿山建设目标的关键技术和应用基础。基于数字矿山地理空间信息服务平台支持,开发实现专业应用服务的 GIS 适配器,实现对各类相关矿山应用服务系统的支持,可提升矿山测绘的服务能力和服务范围。应用高分辨率卫星遥感数据,划分矿山功能分区和地理网格,定义矿山地理网格部件和事件,并与矿区地测采空间数据库集成,可实现矿山安全生产管理与地理空间信息综合服务,对矿山安全、高效、绿色与集约开采具有重要意义。

关键词 地理空间信息服务平台;Web 服务;地理网格;数字矿山

中图分类号 TD17

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.35.008

Key Technology of Geospatial Information Platform of Digital Mine and Application Services

ZHANG Jin

Department of Surveying and Mapping, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China

Abstract Digital mine is the key for stepping up technical level and innovating scheme of coal industry. It also boosts industrial upgrading, multipliers benefits, and transfers development pattern. By using enterprise GIS platform, spatial databases, and modern information technology, a geospatial information service platform of digital mine, which has the functions of the data exchange service, enterprise GIS services, directory services, and logging services, is built and the platform is a key technology and application infrastructure for digital mine. Based on the support of geospatial information service platform for digital mine, a professional GIS application service adapter could be developed and the many application supports related to mining application system are realized, the capability and the range of mine surveying and mapping are upgraded and enhanced. Based on high-resolution satellite remote sensing data, the mine functional zones and geographic grids could be divided, the geographic grid parts and mining events are able to define, and the measurements on mining activities could be integrated into the spatial database. Then geospatial information service for mine safety management, which is of great significance for efficient, green, and intensive exploitation of mine, is achieved.

Keywords spatial information platform; Web Services; geographical grid; digital mine

0 引言

随着地球空间信息技术和计算机技术在采矿业的不断应用,采矿业正由经验型、传统型向科学型、定量分析与处理、自动化方向发展。数字矿山是对真实矿山整体及其相关现象的统一性认识与数字化再现,数字矿山的核心是在统一时空框架下,科学、合理地组织各类矿山信息,将海量异质的

矿山信息资源进行全面、高效、有序的管理与整合^[1-2]。数字矿山的建设可对提升煤炭工业技术水平、创新产业技术形态起到重要作用^[3],是产业升级的“助推器”、效益增长的“倍增器”、发展方式的“转换器”。

数字矿山建设的主要任务之一是,基于矿山基础地理信息数据库(即不同比例尺数字线划图、正射影像和数字高程

收稿日期:2011-08-26;修回日期:2011-12-01

基金项目:山西省自然科学基金项目(2007011052)

作者简介:张锦,教授,研究方向为数字矿山及 3S 集成理论、技术和应用,电子信箱:zjgps@163.com

模型数据库,比例尺一般为 1:10000、1:2000、1:500)、井下采掘工程平面图、井上下对照图、矿山三维地理信息数据库,在矿山范围内建立一个以矿山生产管理关联实体空间位置、分布为基础,集成井下安全生产监测监控传感器数据、人员定位数据、管理数据等的矿山综合管理信息模型和地理空间信息服务平台,以便快速准确、充分、完整地了解和利用矿山各方面的信息。应用地学可视化计算和表达技术,在矿山设计、建设开采过程中,模拟三维矿井生产、开采和管理。设备的位置、作用、状态、操作和配置在数字矿山环境可以真实、准确地进行管理。数字矿山三维地理信息数据库、矿山物联网和地理空间信息服务平台为解决这些问题提供了有效技术途径。矿山中的人力资源分布、资产管理、营销管理,同样需要数字矿山地理信息服务平台支持,实现位置相关服务。

21 世纪的矿山面临着技术的、经济的、发展的、环境的、安全的挑战,数字矿山的建设为矿山的生存与发展提供了新的机遇。应用先进的地球空间信息技术,整合、规范化管理矿山地测数据,集成矿山安全生产和管理数据,建设数字矿山地理信息服务平台,面向矿山进行空间信息服务是实现数字矿山建设目标的关键技术和基础。

1 地理空间信息服务平台

数字矿山服务架构总体分为 5 层(图 1),从下至上分别为:基础设施层、数据层、数据交换服务层、业务系统应用服



图 1 数字矿山服务架构层次

Fig. 1 Service architecture of digital mine

务层、表现层,保障体系为标准规范和法规制度。数字矿山服务架构核心是矿山地理空间数据和数据交换技术,相对于煤炭企业信息化建设的架构,数字矿山建设将地理空间数据库和地理信息服务平台建设放在核心位置,体现了矿山地理信息服务在数字矿山建设中的重要地位和作用。

地理空间信息公共服务平台系统架构分为 3 层(图 2)。最下面为矿山空间数据库层,主要内容为:矿山基础测绘、生产测绘、监测测绘、三维地理信息和功能分区,以及地质、采

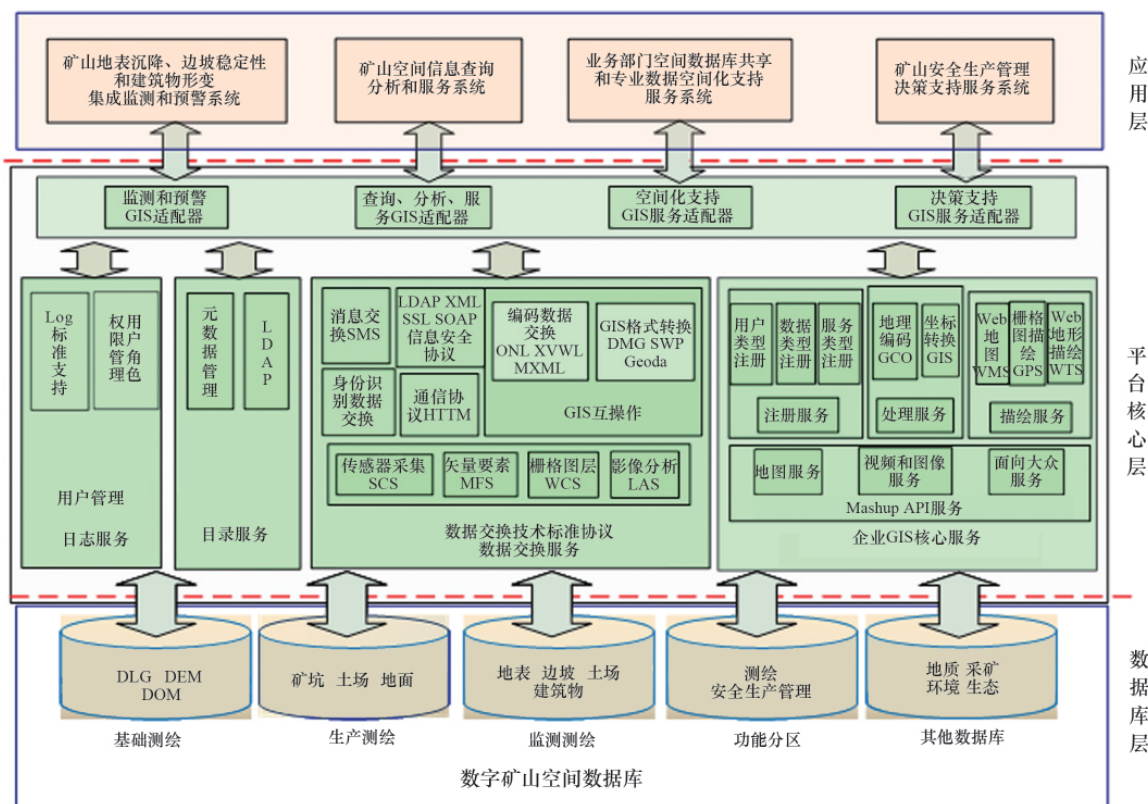


图 2 数字矿山地理空间信息服务平台结构层次

Fig. 2 Geospatial service platform architecture of digital mine

矿、环境和生态空间数据库;中间层为平台核心层,主要包括:企业 GIS 核心服务、数据交换服务、目录服务和日志服务,以及建立在这些服务基础上的矿山空间信息应用服务适配器;最上层为应用层。

该平台架构的技术特点为:基于地理信息服务平台,用户可通过企业专网远程访问服务平台,实现授权访问矿山测绘空间数据库、业务部门专业信息的叠加和决策支持功能。通过服务平台,可充分了解矿区现状、生产布局,实时查询相关信息。通过会议投影系统接入管理服务平台,为领导掌握信息、决策支持服务。建立数据交换平台、矿山空间数据库目录服务系统,通过数据交换平台和目录服务,使用者可获得空间数据库的元数据库信息,并实现基于目录服务的空间数据库管理^[4]。

2 矿山功能分区和地理网格划分

矿山企业正在推行精细化、目标化安全生产管理。无缝、整体、全面地对矿山的安全生产状态进行管理,同时能有效解决重点或设定位置、路线和区域的设备、人员、生产、环境的安全状态跟踪、监测和管理,是现代矿山企业安全生产管理面临的技术难题之一。矿山功能分区、地理网格划分、地理信息服务平台为解决这一问题提供了有效的技术途径。

2.1 矿山功能分区

利用矿区经过校正的高分辨率卫星遥感图像,按照建立的功能分区规范建立功能分区,提取矿区功能分区图(图 3)^[5],明确分区类型、边界特征、分区代码、功能分区聚类方法,可以创新矿山管理技术机制,建立现代化的数字矿山管理模式。



图 3 矿区地表特征单元功能分区

Fig. 3 Unit function zones of mine surface feature

基础的功能分区为矿界区域,在个矿界区域内,按照区域生产管理划分,可对矿区区域进一步划分为办公区、生活区、仓储区、维修区、配电区、煤场、堆土场、复垦区、绿化区、运输区、采空区、已采区、开采区(露天、井下)、洗煤厂、电厂等。按照安全生产管理的需求,可对区域的安全状态进行进

一步的细分,如危险区(一至三级)、安全区(一至三级),划分的方法结合矿山地理网格部件功能特性进行划分(图 4)^[6]。

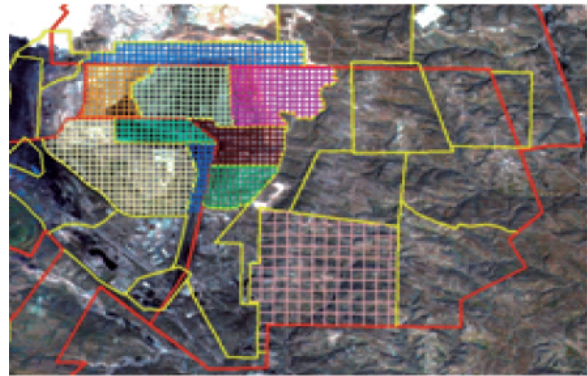


图 4 矿山地理网格划分

Fig. 4 Geospatial grid division of mine

2.2 矿山地理网格划分

将单元格网内的部件、事件进行编码,实现全矿区覆盖。将矿区地表重要特征物件、设施、建筑、厂房、重要生产区域、地面沉降区域、边坡和人工堆积物等部件化、状态化和事件化,并对应建立属性表。矿山地理网格分为基本网格和细分网格,基本网格是在矿界内根据小矿区界限并结合矿区的特征分区进行的划分。细分网格就是在基本网格的基础上,根据管理对象的密集程度,划分为 100×100、200×200 两种方格网(图 4)^[6]。

调查功能分区内的矿山安全生产管理部件,并建立部件空间信息表,建立功能分区空间数据库,将规范化整理后的功能分区数据入库。

3 矿山地理空间信息服务平台的应用服务

矿山地理空间信息服务平台是以地理空间数据库为基础数据,通过企业级地理信息平台技术整合、规范化矿山安全生产管理数据,为矿山相关业务部门、管理部门和决策部门提供以地理信息为基础、业务和生产运行信息为内容、安全生产信息为核心、管理信息为保障、具有决策分析和共享服务能力的集成化信息服务平台,是数字矿山的服服务基础设施。

3.1 地面灾害精准监测和预警服务

基于数字矿山地理空间信息服务平台,面向矿山地质测量保障、安全生产管理和绿色高效开采,构建实现矿山地面灾害精准监测和预警预报^[7]。包括:矿区功能分区和地表变化分析^[8],基于 InSAR 的矿山功能区地表沉降分析^[9-10],矿山监测数据管理和预警,GPS、测量机器人和传感器集成监测数据管理^[11],地面 3D 激光扫描监测数据处理和应用,开采沉陷和地表沉降监测数据管理,边坡和土场监测数据管理,其他监测数据管理和集成监测数据分析预警等(图 5)。

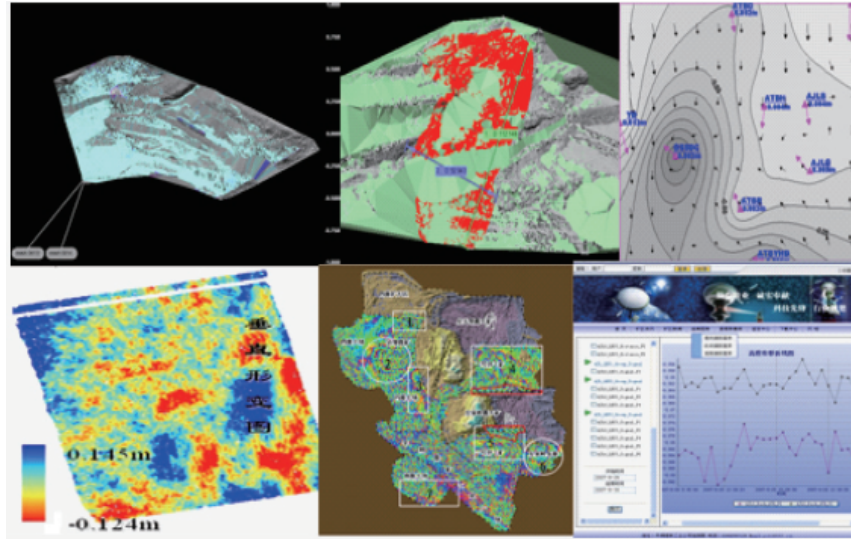


图 5 矿山地面灾害精准监测数据分析和服务

Fig. 5 Data analysis and service of precision monitoring for mine surface disasters

3.2 矿山空间信息查询、分析和服

务 包括矿山地面重要设施查询、矿山重要工程分布和进展

查询、矿山安全生产信息查询和其他空间位置服务查询(图 6)。



图 6 空间信息查询服务示例

Fig. 6 Examples of geospatial information inquiry service

3.3 三维地理信息服务

对地面建(构)筑物、井下巷道、设施、设备等建立三维地理信息模型(图 7),在数字矿山地理信息服务平台中进行三

维地理信息服务,实现矿山的数字化、信息化、自动化管理,可提升矿山管理的效率和水平,科学规划矿山工程建设,掌握矿山生产、管理和工程建设的总体布局 and 进展。三维可视



图 7 数字矿山地面、井下三维模型

Fig. 7 3D models of mine surface and underground

化数据成果可充分展示现代化煤炭企业的风采。

4 结论

矿山地理空间数据库是建设数据矿山的数据库基础。数字矿山地理信息服务平台,可提供规范的地理空间数据和企业级地理空间信息服务。数字矿山地理信息服务平台建设是实现矿山测绘数据的共享、矿山相关应用系统的空间化服务支持、矿山安全生产决策支持分析和应急指挥的关键,对矿山安全、高效、绿色与集约开采具有重要意义。

参考文献 (References)

- [1] 吴立新, 殷作如, 邓智敏, 等. 论 21 世纪的矿山——数字矿山[J]. 煤炭学报, 2000(4): 2-7.
Wu Lixin, Yin Zuoru, Deng Zhimin, et al. *Journal of China Coal Society*, 2000(4): 2-7.
- [2] 吴立新. 数字矿山技术[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2009: 96-117.
Wu Lixin. *The technology of digital mine* [M]. Changsha: Central South University Press, 2009: 96-117.
- [3] 张锦. 数字矿山信息资源规划[J]. 科技导报, 2004(7): 34-37.
Zhang Jin. *Science and Technology Review*, 2004(7): 34-37.
- [4] Zhang Jin, Xiao Jie. Study on architecture and application of integrated spatial information service platform for digital mine [C]//Proceeding of ISM International Academic Forum 2011 in China. Jiaozuo, China, 2011.
- [5] 郭姣姣. 矿区地表形变监测 PS-DInSAR 应用方法研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2011.
Guo Jiaojiao. Research on PS-DInSAR monitoring methods for mine surface subsidence[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2011.
- [6] 员鸿燕. 数字矿山地理网格划分方法和应用研究 [D]. 太原: 太原理工

大学, 2010.

Yuan Hongyan. The geographical grid dividing method and application research in digital mine [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2010.

- [7] Zhang Jin. Integrating of SAR, high resolution remote sensing imagery and GPS for monitoring disasters in mining surface area[C]//Proceedings of 6th International Symposium on Digital Earth. Beijing, 2009.
- [8] 李莹. 高分辨率遥感数据在露天矿区监测地表特征分区和评价中的应用[D]. 太原: 太原理工大学, 2009.
Li Ying. Application of high resolution RS data in division of feature area and evaluation of surface mine's monitoring [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2009.
- [9] 郭姣姣, 张锦, 李莹, 等. 模糊综合评判在矿区危险区域划分及评价中的应用[EB/OL]. 中国科技论文在线, [2009-09-16]. <http://www.paper.edu.cn/index.php/default/releasepaper/content/200909-444>.
- Guo Jiaojiao, Zhang Jin, Li Ying, et al. Application to fuzzy comprehensive evaluation in the dividation and evaluation in mining area [EB/OL]. [2009 -09 -16]. <http://www.paper.edu.cn/index.php/default/releasepaper/content/200909-444>.
- [10] 曹嘉. 矿区地表沉降 InSAR 宏观监测理论与方法研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2009.
Cao Jia. Research on theory and method about macroscopic monitoring of surface subsidence, by InSAR technique in mining area [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2009.
- [11] 贵慧宏. 多传感器变形监测集成系统的设计与实现[D]. 太原: 太原理工大学, 2009.
Gui Huihong. Development of geo-robot online automatic monitor and alarm (GROMA) software [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2009.

(责任编辑 陈广仁)

·学术动态·



“第 20 届国际热处理及表面工程联合会”征文

由中国机械工程学会热处理分会主办的“第 20 届国际热处理及表面工程联合会”将于 2012 年 10 月 23—25 日在北京市召开。

征文范围:(1) 热处理专题,相变、组织、性能与表征,先进材料与构件的热处理,精密热处理,先进热处理装备及工艺过程控制,热处理节能、环保与可持续发展,虚拟热处理;(2) 表面工程专题,表面与界面科学,热喷涂、电化学及微弧氧化物理、化学沉积与薄膜表面改性,防腐与防护摩擦、磨损与润滑。

摘要截止日期:2012 年 5 月 31 日。

全文截止日期:2011 年 8 月 31 日。

联系电话:010-82415073。

通信地址:北京市海淀区学清路 18 号 中国机械工程学会热处理分会 (100083)。

电子信箱:20ifhtse@chts.org.cn。

会议网站:<http://www.cmes.org/file/c2i6t20111215153844.html>。