

数字矿山应用及其现状研究

梁 宵, 袁艳斌, 张 帆, 夏文钊

(武汉理工大学资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 数字矿山被定义为, 以计算机及其网络为手段, 把矿山的所有空间和有用属性实现数字化存储、传输、表述和深加工, 并应用于生产与管理 and 决策之中。近年来, 我国矿山数字化进程发展较快, 取得了一些成就, 但总体数字化程度不高, 与国际先进水平仍有很大差距。本文综合论述了矿山数字化技术在矿山生产中的应用, 介绍了我国数字矿山发展现状, 并对当前面临的问题进行分析, 最后提出数字矿山发展建议。

关键词: 数字矿山; 数字化; 应用; 现状

中图分类号: N94 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051 (2010) 09-0094-04

Studies on application and status quo of digital mine

LIANG Xiao, YUAN Yan-bin, ZHANG Fan, XIA Wen-zhao

(School of Resource and Environmental Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Digital Mine is defined as a method that use computer and its network as means to realize digital storage, transmission, presentation and deep processing of all the space and useful properties of mine. In recent years, the process of China's rapid development of digital mine has made some achievements, but the overall extent of digitalization is not high, and there is still a big gap between the international advanced level. This paper discusses the use of mining digital technology in mine production applications, introduced the status quo of China's digital mine development, and analyses of the issues currently facing, finally figure and raise mine development proposals.

Key words: digital mine; digitization; application; status quo

随着计算机技术、空间数据库技术以及地理信息系统技术的发展与深入研究, 信息化在采矿工程及矿山生产技术管理中, 也发挥着越来越重要的作用^[1]。信息技术的快速发展和浪潮般的推广应用, 为矿山企业带来了机遇, 也带来了压力, “数字矿山”应运而生^[2]。数字矿山是以计算机及其网络为核心手段, 实现矿山信息的获取、存储、传输、表述、深加工及其在各个生产环节和管理与决策中的应用。它是一个由多个相互关联的软硬件分(子)系统组成的庞大系统。

数字矿山的建设开发过程, 称为矿山数字化。矿山数字化过程是综合运用 GIS (地理信息系统)、

遥感、遥测、网络、多媒体及虚拟仿真等技术, 建设矿山资源开发利用、信息采集、动态监测管理和辅助决策服务系统的过程。它是地理、资源、生态环境等复杂系统的数字化、网络化、虚拟仿真, 具有优化决策支持和可视化表现等强大功能^[3]。

矿山数字化的最终目标, 是应用矿产经济、数学地质、信息技术的原理与方法, 通过计算机及软件, 把矿床地质、矿产开发等有关信息, 以地理坐标为标准有机集成起来。并通过数学分析研究, 建立这些数据的三维空间联系, 实现现实矿山实体的数字化、可视化, 从而解决矿山生产动态管理、生产方案优化决策、矿山生产规划、矿床边深部找矿增储、资源的合理开发利用等技术问题, 以便减少资源的浪费和环境污染, 提高矿业开发的社会经济效益^[4]。

收稿日期: 2010-04-13

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助 (编号: 2010-11-014); 湖北省自然科学基金资助 (编号: 20101J0008)

作者简介: 梁 宵 (1984-), 男, 汉族, 河北平山人, 采矿工程专业硕士。

1 矿山数字化的必要性及其应用

从20世纪80年代中期起, 计算机在我国矿山开始得到应用, 经过学术界与工业界近20年的努力, 取得了不小进展^[2]。1998年, 美国副总统戈尔在题为《数字地球: 展望21世纪我们这颗行星》的演讲中, 首先提出了“数字地球”, 进而出现了“数字中国”、“数字城市”等概念。数字矿山则是数字地球和数字中国理念及技术, 在矿山勘探、开发及矿山管理中的具体应用, 是一种未来矿山的崭新体系, 是对真实矿山整体及其相关现象的统一认识与数字化再现^[5]。矿山数字化的实现对矿山企业的发展具有极其重要的意义。

1.1 降低矿山劳动强度, 提高工作效率

通过矿山数字化信息系统, 可以了解整个矿山所涉及的信息过程, 特别是矿山系统多体之间信息的联系和相互作用的规律。以计算机为工具建立的原始资料数据库和矿床模型, 可随时在计算机上高效、便捷查寻。利用这些数据建立地质模型; 进行不同矿种不同品位的资源管理和资源评估, 也可以利用地质模型进行矿山设计、井下测量、安排生产进度、优化参数等功能。

数字化矿山以开采生产计划编制为基础, 依据实际的矿石开采量和矿石品质数据, 调整计划目标和重新编制生产计划^[6]。针对实际生产过程中设备生产能力改变、突发故障等不确定情况, 研究采矿设备调度优化方法, 在无线网络的支持下, 对现场开采生产进行监控并提出动态调整建议和措施, 使得采矿生产满足计划要求以及采矿生产成本最小化, 提高生产效益和社会效益。

1.2 化解矿山风险隐患, 增强安全系数

数字矿山建设的目的, 就是要通过将矿山各种信息系统、计算技术和工业控制的有机整合, 最大限度合理调配各种资源, 最优化地控制与调度各种装备与设备, 实现矿山管理的科学性和生产的安全、高效、经济和矿产资源利用的最优化^[7]。

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, 可以有效利用数字化的方式, 对环境进行监测和监视。对生产空间的各种信息进行采集, 建立各种分析模型。对采集的信息进行加工处理, 化解开采过程中的高危险、高危害因素, 预防可能发生的各种灾害事故, 做到重大事故的提前处理, 把事故消灭在隐患之中。降低开采风险, 降低工人劳动强度和保障生产人员的安全^[6]。通过矿山数字化, 提高矿山安全生产

管理能力, 进一步提升矿山技术管理水平, 为安全生产决策提供技术保障, 最终实现基于数字化、信息化和管理现代化的本质安全型矿井。

1.3 合理开发资源, 减少资源浪费和环境污染

随着现在高品位的矿山、易采矿石越来越少, 低品位矿石和埋藏深度大的矿石越来越多, 越来越难采、难选。数字化矿山, 一方面可以重新圈定矿体和计算储量, 另一方面也可以为降低采矿成本提供有效的途径^[6]。矿山数字化后, 可优化工业指标, 根据不同产品的厂家对原料的要求, 通过有目的、有计划地采矿, 富矿石与中低品位矿石按一定比例配矿成为商品矿石, 也增加了中贫矿石的利用率^[4]。数字矿山有利于合理开发资源, 充分利用中低品位矿石, 综合利用多组分矿物资源, 优化品位指标。同时, 通过建立矿物模型, 查明三维空间各矿物定量分布规律, 通过定点采矿和按比例配矿, 保持人选矿石中矿物含量有利配比, 提高选矿回收率, 降低选矿药剂的用量, 减少资源浪费和环境污染。

2 矿山数字化系统构架

数字矿山建设的目的, 是以信息的无缝链接来融合矿山生产过程中的各个生产单元, 无论是组成、结构和技术要求等各个方面, 数字矿山都是一个非常庞大的信息系统。它采用计算机网络技术、数据库技术、计算机图形学、组件技术及GIS技术等, 建设矿山统一的空间数据采集、存储、输出、查询与分析平台, 构建服务于生产技术人员的地测、通风、安全、生产技术、调度、机电、运输、设备及办公自动化等专业应用系统平台^[8]。

2.1 数字矿山的基本结构^[2]

数字矿山以3S技术为基础, 通过有线和无线网络接入测绘系统、地质勘探单元, 融合遥感航拍等数据, 建立丰富详尽的基础地理信息系统数据库, 并对这些基础信息通过三维地学建模系统进行处理和可视化表达, 进一步分析、提取相关背景知识, 为采矿设计与决策支持系统提供依据。通过决策与支持系统的进一步知识升华, 将直接能够提供给采矿指挥系统参考信息, 来生成生产的指导计划。

2.2 数字矿山的系统结构层次

从数字矿山的技术与结构进行分析, 可以将复杂的数字矿山系统分为了7个层次, 每个层包含了对应的应用功能, 各个层次和功能之间相对独立又能保持良好的相关性, 很好的处理了内聚与耦合的辩证要求。

数据层, 即数据获取与存储层, 为后续各层提供部分或全部输入数据; 模型层, 即表述层, 它不仅将数据加工为直观、形象的表述形式, 而且为优化、模拟与设计提供输入; 模拟与优化层, 实现工艺流程模拟、参数优化、设计与计划方案优化等; 设计层, 即计算机辅助设计层, 为把优化解转化为可执行方案, 或直接为进行方案设计提供手段; 执行与控制层是生产方案的执行者, 如自动调度、流程参数自动监测与控制、远程控制等; 管理层, 包括 MIS 与办公自动化; 决策支持层, 依据各种信息和以上各层提供的数据加工成果, 进行相关分析与预测, 为决策者提供各个层次的决策支持。

2.3 数字矿山的系统组成

按照功能划分, 数字矿山包括六大类系统, 即数据获取与管理系统、数字开采系统、矿区地理信息系统、选矿数字监控系统、管理系统、决策支持系统, 每个系统分别定义了具体的功能要求。其中, 数字开采系统是核心系统, 也是效率和效益的主要创造者。数字开采系统完成与开采各工序直接相关的所有工作, 它有矿床模型系统、地质模型系统、优化与模拟系统、辅助设计系统、调度系统等分系统组成。国际上有名的矿山专业软件公司, 都把开发重点放在数字开采系统上^[2]。

3 矿山数字化现状及存在的问题

3.1 我国矿山数字化现状

长期以来, 我国的矿山一直处于劳动密集型的机械化初级水平, 管理粗放, 技术和装备水平落后, 决策、设计、生产等许多环节中都是依赖于经验, 科学性程度不高。主要表现为: 矿山地质、测量、采矿技术工作手段落后, 设计编制人为因素较大, 施工、生产过程自动化控制程度低, 作业安全保障程度低, 生产可视化程度低、通信手段落后, 生产设备落后、工人缺乏安全生产与合理操作培训, 管理理念陈旧, 系统不健全, 信息传递速度慢等。

这些问题, 主要是由于矿山的管理水平较低, 管理创新能力不足, 经营观念陈旧、管理基础薄弱、管理手段和方式落后, 导致先进技术、系统和手段上的引进、建设力度不够。由此造成了生产科学性不高、安全程度低、开采合理性不够、生产效率低、上传下达滞后、缺乏有效的安全预警手段和机制等问题。为保障矿山生产的安全、合理、高效, 加强矿山的数字化建设就显得尤为重要^[9]。

万方数据

3.2 矿山数字化存在的问题

在我国, 数字矿山的研 究已掀起一股热潮, 随着现代信息技术的发展, 我国数字矿山也已经开始从理论分析阶段逐步走向实际应用^[3]。数字矿山技术复杂, 系统庞大, 是一个涉及领域很广的新兴学科, 数字矿山的建设也是一个庞大的系统工程。虽然我国数字矿山技术研究取得了一定的成绩, 但是矿山数字化总体水平还很低, 在矿山数字化进程上还是存在着不少问题, 与国际先进水平有很大差距^[8]。

3.2.1 矿山开采的复杂性和分散性

矿山是以自然资源开发利用为对象的生产企业。赋存于地壳浅层中的矿产资源, 不仅其所赋存的地质环境非常复杂, 而且, 对矿体本身而言, 其空间位置、形态、元素品位分布等均极富变化, 是一个复杂的系统。而且, 其主要作业场所都会随着时间的推移而不断发生变化, 正常的生产过程一般都要经历采切、凿岩、崩矿、出矿、充填等环节, 与其他加工企业工艺流程相比, 具有离散(即工艺不连续)、分散(即作业场所多)等特征。

3.2.2 矿山数据丰富但知识贫乏

随着数据库技术的迅速发展以及数据库管理系统在矿山广泛应用, 矿山积累的数据越来越多。激增的数据背后, 隐藏着许多重要的矿山生产经营信息, 人们希望能够对其进行更高层次的分析, 以便更好的利用这些数据。目前的信息系统, 可以高效的实现数据的录入、查询、统计等功能。却由于缺乏有效的数据分析和挖掘工具, 无法发现数据中存在的关系和规则, 无法根据现有的数据预测矿山的发展趋势, 从而导致“数据爆炸但知识贫乏”的现象

3.2.3 矿山信息标准化工作滞后

大部分大中型矿山企业已经建立了企业内部网(Intranet)和Internet网站, 但是绝大多数企业起到的作用仅仅是停留在媒体的简单扩充上, 没有充分利用网络进行网络深层的信息资源挖掘, 缺乏共享的、网络化的信息资源。企业的产品编码、管理编码和统计指标等技术标准、规范不一, 不能使企业内部、企业与客户、供应商、业务伙伴的信息流畅通, 更谈不上电子商务的运用。

4 数字矿山发展建议

基于矿山数字化的一些问题, 应建立矿山数据仓库、矿产资源管理数字化、采、供、销管理数字化、矿山安全管理数字化、矿山地、测、采专业的数字化的应对策略^[9]。



4.1 建立矿山数据仓库

数据是矿山生产、管理的重要依据, 而矿山现有的数据分散到企业的不同层次、不同部门, 无法进行深入、系统的数据分析, 更不能满足管理者的决策分析需求, 建立一套全面的矿山数据显得非常重要。矿山数据仓库, 是实现矿山价值链从勘探、采矿、选矿、销售到矿山复垦全矿范围的信息仓库。

4.2 矿山地、测、采专业的数字化

地质、采矿、测量是矿山的主体专业, 是直接为矿山生产服务的, 是矿山的核心技术。这部分工作技术含量大, 实施难度也大, 对人才的要求也高, 建立相应的数据库管理系统是很必要的。在该数据库中, 存储矿山地形、地质资料, 岩层和矿体的产状, 矿石储量资料, 开采设计资料等矿山一系列的原始、动态资料。该数据库可以方便地质、测量、采矿设计人员和管理人员随时查询, 了解矿山的整体开采状况和局部工作面的工作进度, 为地质、测量、采矿设计人员极大的减轻了工作负担, 也方便了管理人员进行资料管理。

4.3 数字矿山的键技术研发^[3]

加强数字矿山关键技术的自主研发, 掌握信息化核心技术开发的自主知识产权, 对数字矿山建设至关重要。要建立企业级共享矿业地理管理信息系统, 开发矿山专用软件与模型, 改进井下多媒体通讯与无线传输技术, 加大智能采矿技术研发力度, 提高虚拟现实与可视化技术等。

5 结 语

数字地球的概念在美国提出之后, 采矿业发达国家就已开始利用数字信息技术来改造和提升采矿业, 不仅变革了传统矿业沿袭百年的生产工艺和组织管理模式, 且极大地提高了矿山企业的生产效率和安全水平。建设我国矿山数字化, 也将是社会经济、资源环境可持续发展的重要方向。

数字矿山是未来矿山的发展方向。矿山应根据实际情况, 整体规划矿山的数字化建设, 有重点、分步骤地实施。建立矿山信息管理系统, 为矿山数字化搭建好软硬件网络平台, 实现矿山管理数字化。

参考文献

- [1] 李育泉. 矿山数字化技术及其在杜儿坪矿的应用 [J]. 科技情报开发与经济, 2009 (23).
- [2] 王青, 吴惠城, 牛京考. 数字矿山的功能内涵及系统构成 [J]. 中国矿业, 2004 (1).
- [3] 王丰收, 付光梅, 李宝健, 等. 矿山数字化系统的研究 [J]. 工业安全与环保, 2008 (10).
- [4] 秦德先, 陈爱兵, 燕永锋, 等. 矿山数字化信息系统及其应用研究 [J]. 中国工程科学, 2005 (4).
- [5] 孙豁然, 徐帅. 论数字矿山 [J]. 金属矿山, 2007 (2).
- [6] 宁选凤, 苏昌学. 矿山数字化的探讨 [J]. 现代矿业, 2009 (2).
- [7] 路力. 数字矿山特征及建设探析 [J]. 金属矿山, 2009 (5).
- [8] 孟耀伟, 田胜利, 王山东. 数字矿山框架及演进过程研究 [J]. 现代矿业, 2009 (6).
- [9] 胡达涛, 陈建宏, 吴超, 等. 实施矿山数字化技术的问题及策略 [J]. 矿业快报, 2008 (3).

(上接第 93 页)

表 1 某煤压覆资源储量估算表

块段 编号	资源储量级别	平均厚度/ m	平均倾角/°	投影面积/ m ²	真面积/ m ²	体积/ m ³	体重/ (t/m ³)	矿石量/ t
333-1	333	0.42	18	329312	346279	145437	1.43	207974
合计				矿石资源储量 (333) 207974t				

2 结 论

通过 RTK 的应用, 准确的定位了压覆矿山当前的采区边界, 从而估算出压覆矿产资源储量, 为建设单位与矿山业主最终达成赔付协议提供了准确的依据。同时, 也为以后的压覆矿产资源调查工作提供了一个全新的思路。

参考文献

- [1] 国土资发 [2000] 386 号. 关于规范建设项目压覆矿产资

源审批工作的通知 [S].

- [2] 川国土资发 2004 第 227 号. 关于建设项目压覆矿产资源审批工作的通知 [S].
- [3] 国务院令 430 号. 铁路运输安全保护条例 [S].
- [4] 国家煤炭工业局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [5] 孙文华, 主编. 三下采煤新技术应用与煤柱留设及压煤开采规程使用手册 [M]. 北京: 中国煤炭出版社, 2005.