

数字矿山信息资源规划

张 锦¹

(太原理工大学矿业工程学院, 教授、博士 太原 030024)

〔摘要〕 本文对数字矿山的内涵、外延和信息资源规划体系进行了全面的论述, 通过信息资源规划揭示数字矿山建设的必要性、方法体系和应用, 提出应在矿山范围内建立一个统一的矿山信息模型, 用以描述矿山全部有用的静态和动态信息, 最终构造基于 XML 和 GML 的中国矿山 cmXML 或 cXMML 标准体系。

〔关键词〕 数字矿山 信息资源规划 统一信息模型 公共信息平台 [中图分类号] TD TP

〔文章编号〕1000-7857(2004)07-0035-03

INFORMATION RESOURCE PLAN OF DIGITAL MINE

ZHANG Jin

(School of Mining Engineering College, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: This paper mainly focuses on the intension and extension and the information resource plan of digital mine. The necessity, methods and application of making digital mine are concluded based on information resource plan of digital mine. The author suggests that the unified information model of mine can be used for describing the static and dynamic information of mine. Finally, the cmXML or cXMML standard system of Chinese mine should be established based on XML and GML.

Key Words: digital mine, information resource plan, XMML, public information platform

1 引言

数字地球是遥感、遥测、数据库与地理信息系统、全球定位系统、互联网络、仿真与虚拟技术等现代科技的高度综合集成和升华, 是当今科技发展的制高点。

数字城市是综合运用 GIS、遥感、遥测、宽带网络、多媒体及虚拟仿真等技术, 对城市的基础设施、功能机制进行信息自动采集、动态监测管理和辅助决策服务的技术系统。它具有城市地理、资源、生态环境、人口、经济、社会等复杂系统的数字化、网络化、虚拟仿真、优化决策支持和可视化表现等强大功能。

实施数字矿山战略, 不仅十分必要, 而且是大势所趋。数字矿山是对真实矿山及其相关现象的统一性认识和数字化再现, 是一个“硅质矿山”, 是数字矿区和数字城市的一个重要子集和有机组成部分。通过建设数字矿山至少可以在以下 4 个方面给矿山企业带来好处: (1) 拓展矿山企业的生存与发展空间; (2) 促进矿山企业组织结构的优化; (3) 降低决策的风险性; (4) 提高企业快速反应能力, 从而使矿山企业在现代企业竞争中取胜, 并更好地与矿区资源、环境和社会经济发展相协调, 使矿山逐步走向可持续发展道路^[1,2,3]。

21 世纪的矿山, 需要引进一种全新的采矿观念, 构建一种全新的数字化与智能化矿山模式, 或者说高度现代化的无人采矿模式。矿山数字化是矿山智能化的基础, 矿山智能化主要指的是智能采矿, 即采矿决策过程高度准确、可靠。实现智能采矿有三要素: 采矿设备智能化、采矿工艺技术的关键数据与资料采集、高度现代化的采矿调度系统。三因素中, 第三因素起着主导性的作用^[4]。

21 世纪的矿山面临着挑战有技术的、经济的、发展的、环境的、安全的等方面, 数字矿山的建设为矿山的生存与发展提供了新的机遇, 矿山必须信息化或数字化或智能化或现代化。如何

构建信息化或数字化或智能化或现代化的矿山, 即数字矿山, 是我们必须回答和面对的客观现实问题。本文对数字矿山的内涵、外延和信息资源规划体系进行了全面的论述, 通过信息资源规划揭示数字矿山建设的必要性、方法体系和应用。

2 数字矿山的内涵和外延

矿山是城市、城镇或地区经济的一部分, 矿山的地理环境、生产和管理有其自身的特点, 尤其是矿山群或矿区。矿山的安全生产、智能化矿山现场管理和决策分析、矿山办公和业务系统自动化、矿山的经营管理和区域经济一体化、矿山的环境保护、矿山土地保护复垦利用等, 均由于矿山自身的特点, 而形成了相应的专业领域。数字城市或区域环境下的数字矿山建设也由于矿山自身的特点(尤其对于能源重化工的省市或区域), 而必须予以关注并重点建设。可以这样说, 数字区域或城市是数字矿山建设依托的区域或城市数字环境, 数字矿山是数字区域、城市的重要建设内容; 数字矿山自身的特点, 使得数字区域或城市在建设内容、建设时间、建设方法和关键技术等方面存在重要的差异。

2.1 数字矿山的内涵

数字矿山的基本内涵是指矿山的信息化, 是对矿山及其相关现象特征统一的数字化重现和认识, 是用数字化手段来处理、分析和整个矿山, 是数字城市和数字区域的重要组成部分。数字矿山具体包括以下内容。(1) 在矿山范围内建立一个统一的矿山信息模型, 描述矿山的全部有用静态和动态信息, 最终构造基于 XML 和 GML 的中国矿山 cmXML 或 cXMML 标准体系。国际上正在基于 GML 制定 eXploration & Mining Markup Language (XMML), 目标是描述钻孔、地球化学、地质构造、地球物理和岩石矿物等数据的标准交换格式, 并实现互操作。(2) 在矿山范围内建立通信网络信息基础设施, 以构成矿域网, 并接入城域网。(3)

构建矿山信息安全基础设施。(4)在统一的矿山信息模型中集成实时获取的各种矿山设备的状态信息、生产现场信息、经营信息和管理信息。(5)现代化的高产高效矿山保障系统和生产、采掘作业系统。(6)按照矿山安全、高产高效保障系统(含:采掘、生产现场调度、管理、采掘、生产现场决策分析、矿山安全)、业务系统和办公自动化系统规划设计矿山服务系统。(7)按照基础矿山地理信息(地面、井下二维或三维多源)、矿井环境信息(含安全信息)、人力资源信息、设备配置信息等,组织矿山多维信息服务系统。(8)数字矿山公共信息平台建设,通过公共信息平台整合资源、拓展应用、开展服务。(9)数字矿山一站式服务门户模型和异构应用集成模型。(10)数字矿山多维信息服务系统建设。

2.2 数字矿山的外延

数字矿山的外延涉及矿山与城市、区域和行业的关系,以及资源共享和服务,目标是促进矿山的人流、物流、资金流和信息流在区域和城市中的协调统一发展及服务。具体包括以下内容:(1)形成中国数字矿山统一信息模型 cXMMML 或 cmXML;(2)构建区域矿山物流园区和矿山物流共用信息平台,全面建设区域矿山电子商务系统;(3)构建区域矿山安全生产监测监控系统;(4)构建区域矿山资源环境检测系统;(5)构建区域矿山公共信息平台;(6)与数字城市、区域和电子政务服务系统的资源共享和服务。

3 数字矿山信息资源规划设计

数字矿山信息资源规划设计的内容包括以下几个方面。

3.1 数字矿山信息基础设施规划设计

包括网络基础设施、信息安全基础设施。

3.2 数字矿山基础数据库规划设计

包括矿山基础地理信息数据库、人力资源数据库、设备信息数据库、煤矿地质数据库、通风与瓦斯数据库。

3.3 数字矿山需求分析和业务模型规划设计

要求以规范化、标准化的方式表达需求分析各阶段和过程的结果,尤其关注需求分析各阶段内容与实现技术的衔接。需求分析应准确把握矿山生产、管理、经营、保障的业务现状,以及相关行业和支持部门的业务现状和发展;全面完整抽象出符合矿山发展和可以得到支持的业务模型,既要考虑矿山的业务现状模型,又要考虑现代数字矿山环境的业务模型。业务模型流程的定义、表达应支持业务流程的重组和柔性、动态。

3.4 数字矿山公共信息平台规划设计

包括:数据交换中心、平台系统支撑环境、业务模型系统支持、办公自动化支持、系统接入方式支持和系统扩展、增值应用开发支持;一站式门户网站系统支持——一站式业务系统门户网站下的业务基础支持系统设计、服务系统设计、应用系统设计、个性化服务和定制、智能代理、目录服务、虚拟企业服务和社区服务;业务系统的安全控制和访问设计(含商业秘密和隐私的保护);业务系统的管理设计;统一的安全控制平台设计——安全控制模式、体系和系统安全控制设计与数据备份、容错、容灾系统设计,系统管理设计。

3.5 数字矿山信息资源标准建设

构建中国数字矿山 cmXML 或 cXMMML 数据标准体系。

3.6 数字矿山业务系统和管理系统建设

包括集团公司管理系统、通用管理系统、生产管理系统、辅助生产管理系统、矿区社区管理系统、办公自动化系统、客户关系管理、工业控制和生产现场管理系统、会议电视系统、决策支持系统、门户网站系统、接入系统、用户服务系统等。

3.7 数字矿山建设工程风险评估和分析

风险管理包含了安全行为的整个范围,包括物理、技术、管理控制和进程,它导致了解决安全问题合理的性能价格比。风险管理有安全措施的选择、确认和鉴定 3 个基本的要素,还有对意外事件的计划。从完整性风险、存取风险、获得性风险、体系结构风险和其它相关风险方面,对数字矿山设施层、网络层、平台层、数据管理层、应用层和程序层的风险进行论证分析,提出风险管理的战略和政策、资源配置、风险监控和技术结构。

3.8 数字矿山系统集成方案

包括说明支持应用系统的软硬件平台选择、集成方式。主要内容:(1)系统平台选择,即系统结构、软件及中间件、硬件;(2)系统集成,即设备集成方案、应用集成方案。

3.9 数字矿山投资效益分析

从社会效益和经济效益两方面对数字矿山的建设进行全面的效益分析和评估,特别是可预见效益的投入产出分析。

3.10 数字矿山工程建设监理

实施三监理(事前监理、事中监理和事后监理)、三控制(质量控制、投资控制和进度控制)和二管理(合同管理、信息管理),并给出监理规划和监理实施细则。

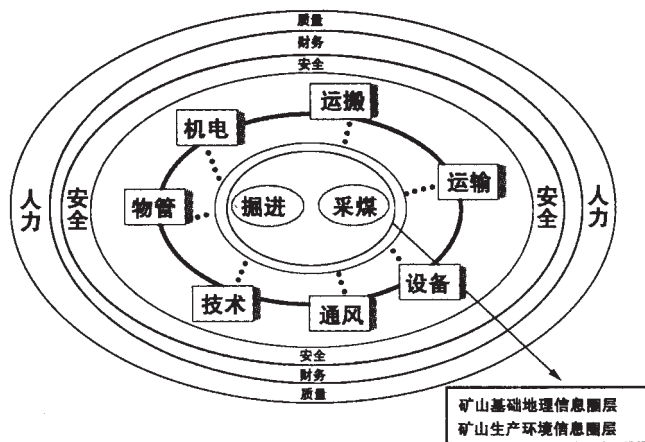


图1 矿山企业信息集成动态模型

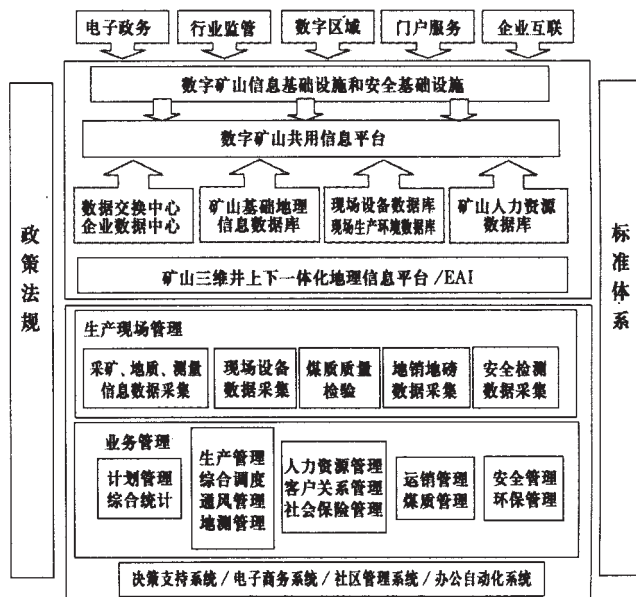


图2 数字矿山详细系统结构划分

(下转第 34 页)

的方法。为了提高采矿 CAD 系统的运行效率,提供更好的开放环境,为用户提供更多的图形扩展手段,必须引入两种新的图元——参数图元和自定义图元^[8]。所谓参数图元是以基本矢量图元为构造工具,以参数化的形式来构造图形的一种图元。自定义图元是用户根据需要对一些大量使用的固定图形和图形块作为一个整体进行调用的图元。

4.4 矿山图元属性

采矿设计是非常复杂的,无论是境界圈定、矿块设计、炮孔设计,还是采剥计划编制,都不是单纯的图形生成过程,还需要考虑设计对象随设计变化的过程,包括与图形相关的品位计算、矿岩量统计、材料消耗计算、结构计算等。采矿 CAD 系统不仅要提供面向采矿设计的准确、方便、灵活的构图手段,还要提供基于图形的一些辅助计算与处理手段,同时应把设计过程中所产生的图形连同它所代表的各种“工程含义”保存下来,随时供用户查询、统计和计算。这是计算机设计与手工设计的区别所在。国内许多设计院自称“100%”用计算机“设计”,确切地讲应该用计算机“描图”,真正的采矿辅助设计应该包括从方案设计、工程材料计算、图纸绘制,到项目文档全过程的自动生成。工程图形和机械图形不同,通常包含二重属性:空间位置属性(spatial attribute)和非空间属性(no spatial attribute)。空间属性是指空间实体与空间位置有关的数据,非空间属性是指与空间实体有关的技术经济数据。因此,采矿 CAD 系统必须具备描述矿山非空间图形属性的能力^[9]。

4.5 混合构模技术

矿体几何造型比建筑和机械 CAD 几何造型要复杂得多,这种复杂性不仅体现在形体和数据结构的复杂上,更体现在数据存储量的差距。通常的建筑结构或机械零件只存储几何尺寸,表示形体的多边形的点数一般只有几十个,而矿体需要存储大地坐标,表示地质体(如:矿体、岩体、矿岩堆等)的多边形的点数一般都在几百到几千个^[7,8];因此,要求设计的各种算法的数据存储量大、运算速度快,否则难以实用。目前常用的方法有3种:块段模型、线框模型和实体模型。实体建模方法是一个比较理想的方法,目前仍有一些问题没有得到解决,如怎样用地质统计学的方法估计实体模形的品位等,因此尚未实用化。我们在开发 MCAD 系统时采用了“块段模型”与“线框模型”相结合的新方法,即在处理矿岩质量信息时采用“块段模型”,在计算矿岩体积和重量、模拟开采、输出工程图时采用“线框模型”。这样,将“块段模型”处理矿石质量的灵活性和“线框模型”可精确处理矿体边界的特点完美地结合在一起,较好地解决了目前广泛采用的用单一方法“块

段模块”或“线框模型”建模所带来的无法避免的缺点和困难。

5 结语

近几年来,我们一直致力于可视化集成采矿 CAD 系统的开发,并以露天开采为主开发成功了一个金属矿露天开采模型与集成 CAD 系统,用于矿山原始地质资料的处理和分析、储量计算和分级、开采模型、境界优化圈定、采剥计划编制、矿山工程图辅助设计等。系统包括五大模块:内嵌式层次型地测数据库、集成化采矿 CAD 图形平台、三维克立格估值与矿床建模、境界圈定、采剥计划 CAD。系统可视化部分以 Windows98 为平台,用 VisualC++6.0 和 OpenGL 语言在 Pentium 系列机器上开发。地质数据库、矿床模型、浮动圆锥优化境界等程序是采用 BorlandC++3.1 版本开发的,目前正在升级中,可以与 AutoCAD 二进制格式 DWG 格式相互转换。系统以功能模块化方式提供,模块间既相互独立,又可以相互集成。

上世纪,矿业系统工程与计算机图形设备和图形学一起萌芽、成长和发展,矿业软件也为世界 CAD 市场注入了自己的活力,这是我们的骄傲。新世纪,我们坚信,在数字地球时代,数字矿山技术也将与数字地球科学一起成长和发展,同时也应当为数字地球做出自己的贡献。这是年轻一代“矿工们”肩负的历史使命。

参考文献

- [1] 吴立新,殷作如等.再论数字矿山:特征、框架与关键技术[J].煤炭学报,2003,28(1):1~7
- [2] 吴立新,张瑞新等.三维地学模拟与虚拟矿山系统[J].测绘学报.2002:28~32
- [3] Malcolm Scoble & Laeeque Danesbmend. Mine of the Year 2020:Technology and Human Resources [J]. The Australian Coal Review Paril. 1999:17~26
- [4] 蔡青,高光涛.CAD/CAM 系统的可视化、集成化、智能化、网络化[M]. 西安:西北工业大学出版社,1996:20~40
- [5] 吴立新,史文中, C. Gold. 3D GIS 与 3D GMS 中的空间构模技术[J]. 地理与地理信息科学.2003,19(1):5~11
- [6] 唐泽圣著.三维数据场可视化 [M]. 北京:清华大学出版社,2000:1~30
- [7] 陈建宏,古德生.采矿 CAD 中国元属性表述方法的研究[J]. 金属矿山,2001(8):9~12
- [8] 陈建宏,古德生.采矿 CAD 图元集的构造及多边形图元和标注图元的表述[J].中国矿业,2002,11(4):52~54

(责任编辑 胡春华)

(上接第 36 页)

3.11 数字矿山质量保证体系

包括总体要求、文件要求、质量手册、文件控制、记录控制等。

4 结论

数字矿山的建设是一项复杂和渐进的工程,涉及到企业的方方面面和多种现代高新技术的应用,重视数字矿山信息资源规划设计对于健康、持续的数字矿山建设是关键中的关键。信息资源规划包括信息化工程中的背景和战略分析、需求分析和企业环境、抽象商务或业务模型、系统体系结构、信息基础设施、系统平台建设(含运行环境、商务或业务支持环境、关联系统支持、系统接入平台、数据交换中心、服务业务开发或增值业务开发)、信息化标准、风险评估、系统集成方案、系统运营和投资效益分析、系统建设实施建议和质量控制,以及系统建设监理等,相应的技术或方法有数据仓库、工作流、企业信息门户、业务协同、企业应用

集成、知识管理、项目管理、质量体系、信息安全等。应当对数字矿山的内涵、外延和信息资源规划体系进行全面的论述,通过信息资源规划揭示数字矿山建设的必要性、方法体系和应用。

本文特别提出,应在矿山范围内建立一个统一的矿山信息模型,描述矿山的全部有用静态和动态信息,最终构造基于 XML 和 GML 的中国矿山 cmXML 或 cXMMML 标准体系。

参考文献

- [1] 吴立新,殷作如等.论 21 世纪的矿山——数字矿山[J]. 煤炭学报,2000,(25)4:337~342
- [2] 吴立新,张瑞新等.三维地学模拟与虚拟矿山系统[J]. 测绘学报,2002,(31)1:28~33
- [3] 吴立新,殷作如,钟亚平.再论数字矿山:特征、框架和关键技术[J]. 煤炭学报,2003,(28)1:1~7
- [4] 古德生. 21 世纪矿业[A]. 见:国际矿业信息化研讨会[C]. 南昌,2002

(责任编辑 胡春华)