

The Constructing of Digital Mining City Model Based on Sustainable Development

Xiaoqian Song

The Business Management School of Shandong Institute of Business and Technology, Yantai, China

Email:songxq817@sina.com

Abstract: Nowadays, exploring mine resources rationally and making the sustainable developing of mining cities become more and more important. With the concepts related to sustainable development, using some technology of digital mine construction theoretically, an idea of digital mine planning is put forward from four aspects: the base, technology, applications and the decision-making. A new model about digital mining city is constructed; meanwhile, some related technology modules are discussed.

Keywords: Digital mining city; sustainable development; digital city model mine

基于可持续发展的数字矿山城市模型构建

宋晓倩

山东工商学院工商管理学院, 烟台, 中国, 264005

Email:songxq817@sina.com

摘要:合理地开发矿产资源保障矿业城市可持续健康发展是我们当前面临的主要问题之一。本文基于可持续发展的相关理念, 利用数字矿山建设的技术理论基础, 提出对数字矿山城市的规划构思, 从基础、技术、应用和决策等四个方面提出数字矿山城市的构建模型, 并就与其相关技术模块做了初步探讨。

关键词: 数字矿山城市; 可持续发展; 数字矿山城市模型

1 引言

随着经济的进一步发展, 人们越发关注能源领域建设, 然而矿业资源是一次性可耗竭资源, 并且在矿产开采的过程中会对当地生态有一定的破坏作用, 因此如何更好地开采矿产, 开展建设, 并保证矿业城市可持续健康发展, 成为一大难题。

随着数字信息化的广泛应用以及数字矿山城市的出现, 使得我们对于建设可持续发展的矿山城市有了新的思考, 即: 运用信息技术, 合理规划数字矿山城市, 构建可持续发展的数字矿山城市模型, 从而推进矿业城市乃至社会和谐发展。

2 关于数字矿山

2.1 数字矿山

“数字矿山城市”是“数字地球”的重要组成部分

资助信息: 山东省自然科学基金 Y2008H10; 山东省社会科学规划研究项目 09CJGJ26

分, 从学科角度讲, 也称“矿山城市系统数字学”, 因此, 在数字矿山城市科学技术研究中, 我们不仅需要局部的精雕细刻, 如矿山城市通信、政府办公、电子商务和矿山城市交通等, 也需要对整体的把握。

数字矿山城市是以矿山城市系统为原型, 以地理坐标为参考系, 以矿山城市科学技术、信息科学和计算机科学为理论基础, 建立一系列不同层次的原型、系统场、物理模型、力学模型、数学模型、信息模型和计算机模型并集成。同时, 以高新矿山城市观测和网络技术为支撑, 建立具有多分辨率、海量数据和多种数据的融合, 并可用多媒体和模拟仿真虚拟技术进行多维的表达, 具有空间化、数字化、网络化、智能化和可视化的技术系统。简单地说, 数字矿山城市是信息化、数字化的虚拟矿山城市。概括地说, 数字矿山城市是指用信息化与数字化的方法研究和构建数字矿山城市, 即矿山城市人类活动的信息全部数字化之后

由计算机网络来管理的技术系统，用以了解整个矿山城市系统所涉及的信息过程，特别注意矿山城市系统之间信息的联系和相互作用的规律。

2.2 可持续发展与数字矿山

“可持续发展 (Sustainable development)”的概念最先是在一九七二年在斯德哥尔摩举行的联合国人类环境研讨会上正式讨论。这次研讨会云集了全球的工业化和发展中国家的代表，共同界定人类在缔造一个健康和富生机的环境上所享有的权利。早在 1980 年国际自然保护同盟的《世界自然资源保护大纲》：“必须研究自然的、社会的、生态的、经济的以及利用自然资源过程中的基本关系，以确保全球的可持续发展。”进入上世纪 90 年代，中国政府编制了《中国 21 世纪人口、资源、环境与发展白皮书》，首次把可持续发展战略纳入我国经济和社会发展的长远规划。1997 年的中共十五大把可持续发展战略确定为我国“现代化建设中必须实施”的战略。

可持续发展概念是多方面的动态概念。对于矿山而言，可持续发展就是转向更清洁、更有效的技术——尽可能接近“零排放”或“密封式”，工艺方法——尽可能减少能源和其他自然资源的消耗斯帕思 (JammGustare Spath)。就城市而言，它应包括人口、资源、环境、科技、社会和经济等方面的长期目标。城市是国家或地区乃至世界经济的重要组成部分、是持续经济增长和可持续发展的基本推动力量。然而，矿业城市的发展必然受到资源基础、开发模式、管理体制和市场流通等多因素的约束。因此，矿业城市面临的矛盾和问题的复杂多变型，会直接影响其可持续发展^[1]。

3 数字矿山的的基本组成与构建

数字矿山作为一个复杂巨系统，具有同心圆型的层次结构特点，按数据流和功能流进行剖分，数字矿山结构由外向里依次为采集系统、调度系统、应用系统、过滤系统、核心系统共五部分^[2]。其基本组成如图 1 所示。

(1) 采集系统。负责数据的采集、处理与更新，包括测量、勘探、传感和文档 (含设计数据) 四大类矿山基础数据。

(2) 调度系统。作为矿山信息化办公与决策的公共平台和各类矿山软件集成和各类模型融合的公共载

体的 MGIS，负责矿山地物对象的拓扑建立与维护、空间查询与分析、矿山制图与输出等。

(3) 应用系统。即各种专业应用程序的集合，包括 MCAD、VM、MS、EC、AI 和 SV 等，为矿业业务流程和决策所需的各类工程计算与应用分析提供功能服务。

(4) 过滤系统。负责多源异质数据的集成和质量控制，集成和融合多源异质矿山数据进行 3D 空间建模，并通过数据过滤与重组机制进行数据挖掘和规律发现。

(5) 核心系统。负责统一管理矿山数据和应用模型，由矿山时空数据仓库和矿业应用模型库两个子系统组成，是数字矿山的核心所在。

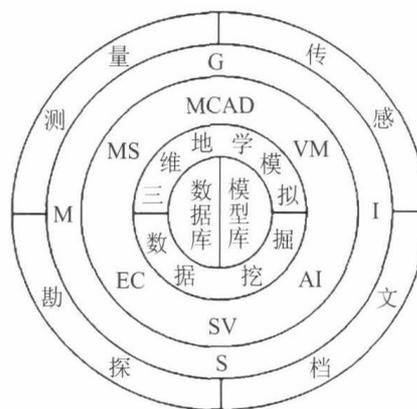


Figure 1. components of Digital Mine

图 1. 数字矿山基本组成

4 可持续发展的数字城市的基本技术框架

支持数字城市与生态城市技术结合的基本技术框架，如图 2 所示。二者的结合可以从基础层、技术层、应用层、决策层来进行阐述^[3]。

4.1 基础层

主要是数字城市的城市空间数据/信息基础设施的建设和生态城市的人居环境建设。生态城市的人居环境建设主要包括人口数量的控制与素质的提高、生态环境的保护、城市绿化建设与生物多样性保护、城市用地结构的调整与基础设施的完善、城市公共服务设施的建设与居民生活质量的提高等。其目的是建设人与自然环境和谐的适宜聚居的环境。数字城市的城市空间数据/信息基础设施的建设主要包括互联网、空间数据交换中心(ClearingHouse)、Metadata 管理系统、data 共享管理系统以及 Open-GIS/OGIS 等的建设。数字城市是数字地球的节点，城市空间数据/信息基础设

施是国家空间数据/信息基础设施的组成部分,其结构基本一致。信息基础设施主要由计算机服务器、宽带网和计算机终端组成;空间数据基础设施主要包括空间数据协调、管理和分发体系及机构、空间数据交换中心、空间数据交换标准以及数字城市的基础框架数据。城市空间基础设施是连接信息高速公路和数字城市的桥梁。利用 Data 共享管理对数字城市的基础框架数据进行面向决策、主题、时变和持久的集成,在 Metadata 管理系统的支持下对空间信息实现共享^{[4][5]}。

4.2 技术层

为了实现多个子系统的集成,在基础的信息平台上还需加入相关技术的构件,这主要包括遥感(RS)、遥测(TM)、地理信息系统(GIS)、互联网(Internet)-万维网(Web)、仿真(Simulation)和虚拟现实技术(VR)等。其中遥感与遥测计算机获取数据;互联网(Internet)-万维网(Web)传输数据;地理信息系统则承担处理、存贮及分析数据的任务,同时形成万维网地理信息系统(WebGIS);仿真和虚拟现实技术与网络 GIS 的结合可实现远距离“遥操作”和“遥显示”技术,进而实现虚拟现实,如虚拟城市规划、虚拟城市景观模型等。

4.3 应用层

在以上两个层次的支持下,将实现不同功能的子系统在数字平台上集成,形成对生态城市的管理、监控,并在模型库的支持下,将数据库转变成信息和知识,直接支持生态城市的宏观决策。在这一层主要的应用领域包括生态城市的基础框架的数字化、信息化,例如:数字政府、数字企业、数字交通等;还包括生态城市的信息生活空间建设,即为数字生态小区、数字生态大厦、数字家庭、数字个人等。这一层所需的核心技术是 Web-GIS 技术、虚拟现实技术以及互操作规范的应用。

4.4 决策层

主要是在基础层、技术层、应用层的基础上,在综合决策支持系统的支持下,对整个城市建设进行动态监测和仿真模拟,实施相应于各层次的可持续发展决策,并服务于城市总体可持续发展科学决策和管理。达到数字城市与生态城市的相互协调与促进,优化城市的信息环境和决策环境。这里支持城市可持续发展的决策主要有:城市的生态资源监测、城市规划决策

等。最终实现生态城市与数字城市的和谐发展,城市经济、社会、环境的可持续发展。总之,数字城市与生态城市的技术结合符合信息时代城市发展的需要,城市的生活空间将从社会空间扩展到信息空间,城市的人居环境将不断优化,更加满足人类的需求。

5 基于可持续发展的数字矿山城市模型构建

数字矿山城市模型属于一个系统,而这个系统包含以下几个相互作用相互影响的子系统。其中包括:首先是矿山系统,包括矿井企业在内的各个单元、矿山各个部分以及运作单位。第二是资源系统,不但指矿业资源、共伴生资源还包括其他与生活相关的所有资源。第三是环境系统,包括矿山城市环境与矿山环境,既有自然环境也含有组织环境。第四是人的系统,由工作于矿山同时又生活在矿山城市的人群组成。第五是信息系统,数字矿山城市的核心纽带系统,发挥着衔接各个系统,类似于人脑及神经作用的系统。各个系统之间存在着相互交互、相互作用和相互制约的关系,共同存在形成数字矿山城市系统。具体见图 2 所示。

主要思路是通过构建数字矿山来推动数字矿山城市的建设。数字矿山城市构建成功的标识也是以数字矿山为体现的。在构建数字矿山的过程中,首先要建立起一个以数字城市为依托的数据库系统。借助 GIS 可以将各种相关的空间和非空间信息按图层方式进行管理,进行相关空间分析并可视化地提取各种矿产资源地质数据信息,这些数据包括地质、构造、地层、岩石、矿体、钻孔等数据。在对数据采集和掌握的基础上,才能实现矿山模拟开采与可视化,通过虚拟现实模拟语言(VRML)把 GIS、VR、WWW 这 3 种技术有机结合,实现大量数据的可视化;促进信息的传播与交流。借助虚拟现实技术(virtual reality,简称 VR),可以三维的显示模拟现实世界,用户可以借助其在虚拟的环境中模拟各种活动^[6]。它构成一个以视觉感受为主,包括听觉、触觉、甚至味觉的综合可感知的虚拟环境,通过专门设备使演练者在这个人工环境中具有身临其境的感觉。数字矿山主要是应用桌面虚拟环境,来模拟采矿掘进、巷道中的物化条件、动态显示矿体的三维形态。通过虚拟现实模拟语言(VRML)把这 3 种技术有机结合起来, GIS 提供丰富的空间数据源,以及空间分析功能; VR 较真是的形式实现大量数据的可视化; WWW 促进信息的传播与交流。运用虚拟现实(VR)和并行计算技术,并嵌入虚拟仪器和各类专

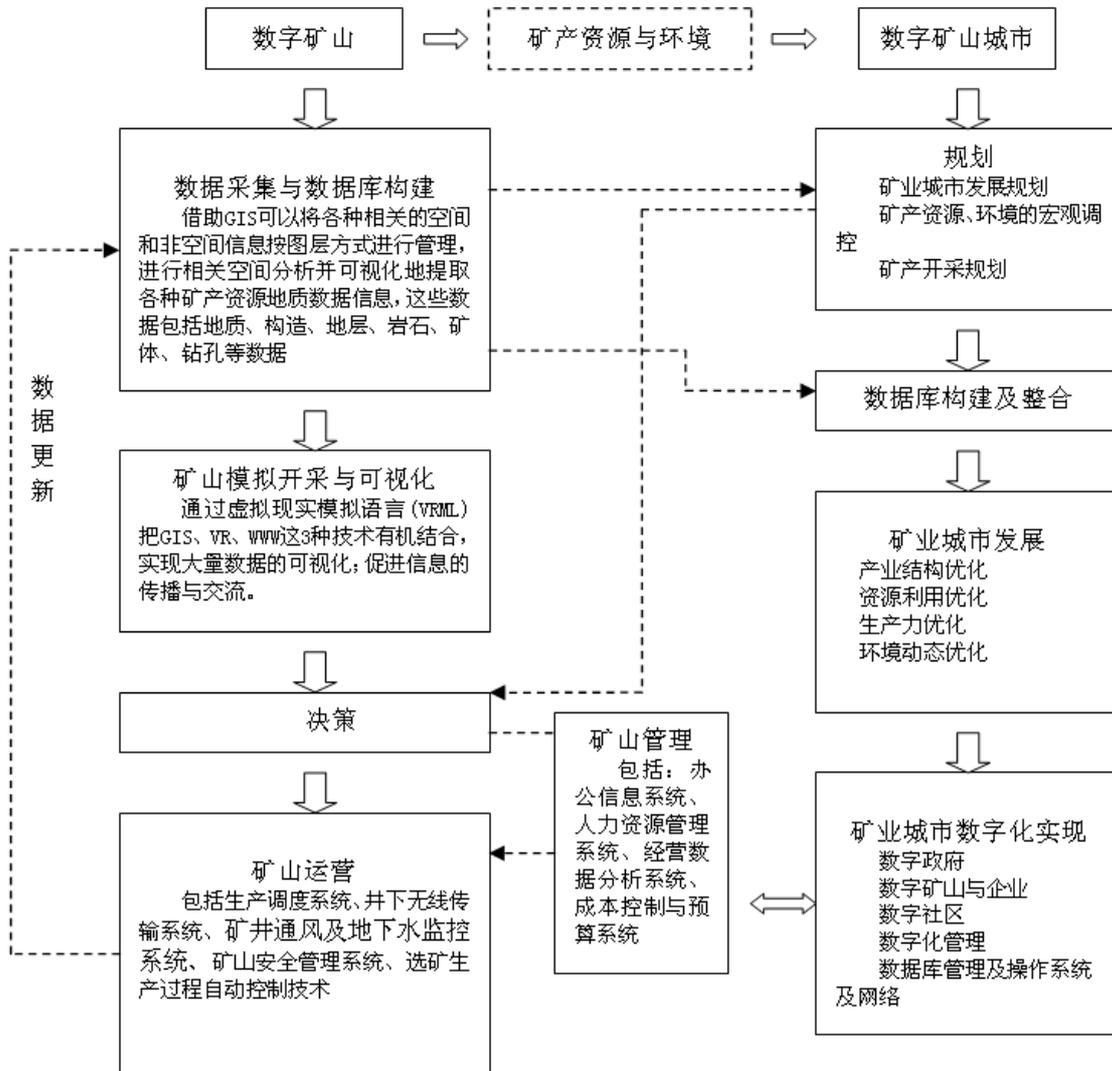


Figure 2. Sustainable development based on the Digital Mine City Model
图 2. 基于可持续发展的数字矿山城市模型

业应用模型，如开采沉降计算、开采沉降预计、顶板垮落计算、围岩运动模型、储量计算、通风网络计算、瓦斯聚集模型和涌水计算等，可对矿山采矿活动造成的地层环境影响进行大规模模拟和虚拟现实分析，形成各个基础的三维模型库和应用模型库，为 OA, CDS 一体化中心提供业务视图文件和以业务管理方式。所有模拟结果和环境以及矿山的各种参数和数据，可以为决策带来依据。最后的一部是矿山的运营和管理。包括：生产调度系统，基于计算机、GPS、监控系统、调度软件等对生产现场的设备的运行参数、设备状态以及设备故障等实时监控调度；井下无线传输技术，井下无线通讯技术是由传输系统、接收机及软件包所组成的井下无线通讯系统来实现井下的人员调度工

作。其传输系统包括主机、调制器、发射机、环形天线及天线保护装置等。国内某煤矿根据生产对通信的要求，开发了“井下小灵通无线通信系统”，该系统解决了煤矿井下移动人员和零散作业人员的通信要求和井下人员的分布动态管理，优化了矿井上、下的网络结构，实现了矿井安全生产、指挥调度的有线、无线相结合的信息传递，保证了煤矿的安全生产；矿井通风及地下水监控系统，借助于探测及感应技术，对矿井内的通风管道风压、流量等计算，控制空压机的运行情况实现节能降耗；矿山安全管理系统，系统主要包括边坡、排土场、尾矿坝的稳定性监测、评价和预报，地下矿地压、矿震监测与预报，通风、粉尘、地下水监测等^[7]。北京科技大学开发的非煤矿山安全

生产分析软件，采用数据库建表的方法动态构造查询条件，利用 Delphi 的 batchmove 控件实现自由化的数据导入和导出，借助计算机的高速、判断、记忆、精确、通用等特性，采用现代化的计算机编程语言，对整个矿山生产系统的安全信息进行存储、查询、统计、分析、评价、预测和决策控制，实现矿山的安全系统管理；选矿生产过程自动控制技术，包括破碎机的自动给矿控制系统，实现对机腔料位、电流、矿量、油温状态、油压状态等关键参数的自动监测控制；球磨机自动控制系统，通过该系统对实时信息数据的采集，将采集的数据存储在数据库中，供相关部门检索和实时监控。

矿业城市的规划影响矿山企业的决策。而矿山企业的发展和如何发展，也影响着矿山城市的建设。在数字矿山建设的基础上实现矿山数据库、资源环境数据库与矿山城市数据库的合理对接，实现信息共享和合理利用。有助于是矿山和城市的发展相辅相成，有助于矿山合理规划开采，保护环境，使矿山城市建设走上快速、健康、集约的发展道路^[8]。

致 谢

感谢我的父母平日对我的关爱和帮助，感谢北京

科技大学李仲学老师给予我接触到数字矿山领域的学习机会，还有金属矿山高效开采与安全教育部重点实验室的各位同窗对我的无私帮助，谢谢你们！

References (参考文献)

- [1] Shen Lei. On The Superiority Transformation Strategies of Mining Cities for Sustainable Development [J]. *China Mining Magazine*1998(3):P6-9.
- [2] Wu Li Xin. Restudy on digital mine: characteristics , framework and key technologies [J]. *Journal of China Coal Society*, 2003 (28): p1-11.
- [3] Wang Lu;Wu Hua yi;Song Hong.A preliminary exploration of the technological integration of digital city and eco-city[J]. *Journal of Hubei University(Natural Science Edition)*, 2003 (6) :P177-181.
- [4] Wu Liang yong. Digital city and human settlement construction [J]. *City Planning Review*,2001(2):P177-181.
- [5] Cheng Ji cheng. Introduction to Digital Earth [M]. Beijing: Science Press,2000(1):P57-69.
- [6] Wu LX.Topological relations embodied in a generalized tri-prism(GTP)model for a 3D geosciences modeling system[J]. *Computers & Geosciences*, 2004, 30(4): P405—418.
- [7] M. Kelly. Developing coal mining technology for the 21st century[C]//Proc. *Mining Sci. & Tech.*,Balkema,1999:P3-7.
- [8] S A Shuey. Mining technology for the 21st century: Inco digs deep in Sudbury [J], *Eng. & Mining China*, 1999(2):P7-11.