

基于CAD的数字矿井 模型及应用

涂兴子 林在康 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

基于CAD的数字矿井模型及应用



基于 CAD 的数字矿井 模型及应用

涂兴子 林在康 著

中国矿业大学出版社

摘 要

数字化是目前国内外各行各业研究的热点问题之一,数字矿井是煤炭人对数字地球和数字中国研究作出的积极响应。本书在 CAD 平台上进行二次软件开发,并运用 CAD、数据库、计算机图形学理论、实时监控、动画技术对数字矿井进行深入的研究,建立模型并加以实际应用。

本书在调研煤矿信息化、数字化发展现状、数字矿井国内外研究现状及其重要意义的基础上,提出了数字矿井模型的总体结构、实施方案、开发路径和开发工具。

对基于 CAD 的数字矿井模型进行了四个层次的分析与论述。

1. 用 CAD 绘制二维及三维矿图。

2. 将含有巨量煤矿安全生产信息的数据库与矿图相连接,实现从数据库到矿图以及从矿图到数据库的多媒体资料(文字、录像、图片、照片、声音)的双向查询。

本书将实现以上功能的矿图称之为电子矿图。

3. 在电子矿图中,不但可以在一幅图纸中显示所有的井巷关系,而且还可以动画模拟演示矿井的通风、压风、避灾(火、水)、排水、供水、配电、通讯、辅助运输、皮带运煤、轨道运煤、灌浆和瓦斯抽放等 13 个生产系统(线路)。

4. 在电子矿图中实现实时监控,即将矿井现有的工业监控信息调入到电子矿图中,并在 Internet 的基础上实现矿井远程实时

监控,为实现矿、局、省(区)乃至全国煤炭企业的“煤矿远程安全生产实时监控”打下基础。

最后结合矿井实际介绍了电子矿图在安全生产决策中的二项应用,即动态采掘接替系统和瓦斯超限事故处理系统。

上述数字矿井模型已在平顶山煤业(集团)公司一矿和其他矿井初步应用。

ABSTRACT

Digitalization is the focus question that domestic and international all trades and professions study at present, the digital mine is the positive response that people of mine made to the study of Digital Earth and Digital China. This book carries on two times software development on CAD's platform, and use CAD, database, the theory of computer figure study, monitor in real time, cartoon technology go on deep research to the digital mine, set up models and actual application.

The book is in surveying and study informationization, the current situation of digitalization development, foundation that studies the current situation and important meaning of the Digital Mine both at home and abroad of colliery, put forward the ensemble architecture, implementing scheme, develop the route and developing instrument of the digital mine model.

Carry on the analysis of four levels and expound the fact to the Digital Mine model based on CAD.

1. Draw the two—dimensional and three—dimensional picture of the mine with CAD.

2. Link the picture of mine with the data base that contains huge quantity information of safety in production of colliery, Realize the inquiry about two—wayly from data base to the picture of mine and multimedia materials from the picture of mine to data base(the characters, video, picture, photo, sound).

In this book, the picture of mine that has been realized the above function is called the electronic picture of mine.

3. In the electronic picture of mine, not only can show all relations of tunnels in a drawing , and also permitted cartoon simulation demonstrate the ventilation, press wind, avoid calamity(fires, water) , Drain off water, , supply water, distribution, communication, transport material, belt transport coal, track transport coal, supply the mixture of water and blood, gas release etc 13 production systems (the circuit).

4. Realizes control in real time among electronic picture of the mine, that is monitoring information of the mine in existing industry be called in electronic picture of mine, And realize the control of mine in real time long—rangly on the basis of Internet, in order to realize " long — range safety in production real — time monitoring system of the colliery" of the mine, office, province (district) And even in the national coal enterprise lay the foundation.

At last combined the mine actually and introduced two items of application in the safe production decision of the electronic picture of the mine, Namely the trends are excavated and take over the system and gas ultra limit accident process system.

Above — mentioned Digital Mine models have been already applicated preliminarily in the №1 Coal Mine of Pingdingshan Coal (Group)Co and others.

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 煤炭工业现状与与信息化	1
1.2 数字煤矿概述	2
1.3 数字矿井概述	4
1.4 国内外数字矿井的研究现状	7
第 2 章 数字矿井模型及开发平台	11
2.1 数字煤矿结构.....	11
2.2 开发平台及开发工具的选择.....	14
2.3 基于 CAD 的数字矿井模型	18
第 3 章 电子矿图查询软件	21
3.1 电子矿图开发路径.....	21
3.2 系统分析及关键技术.....	22
3.3 数据库操作.....	24
3.4 应用实例.....	32
第 4 章 电子矿图中的实时监控	35
4.1 实时监控概述.....	35
4.2 实时监控的原理.....	35
4.3 实时监控的操作.....	41

第 5 章 动画模拟演示矿井生产系统	43
5.1 数据库系统的实体关系模型图	43
5.2 数据库和 CAD 的连接	45
5.3 应用实例	52
第 6 章 采掘平衡检验——直接指标体系理论	53
6.1 概述	53
6.2 数据库设计	55
6.3 采掘接替软件的结构及功能	57
6.4 应用实例	60
第 7 章 瓦斯超限事故处理系统	65
7.1 瓦斯数据采集	65
7.2 瓦斯超限处理	66
第 8 章 展望与结论	72
8.1 展望	72
8.2 结论	79
致 谢	81
参考文献	82

第 1 章 概 述

1.1 煤炭工业现状与信息化

煤炭工业是我国国民经济的基础产业,“煤炭在我国能源发展格局中的基础地位是稳固的,前景是广阔的”。建国 50 多年来,煤炭作为我国的主要能源,在一次能源消费结构中约占 70%。2003 年国内煤炭消费 16.9 亿 t,占国内一次能源消费量的 66%。我国以煤炭作为主要能源的格局在今后 50 年内不会有根本性的变化。随着我国进入“全面建设小康社会”的新时期,国民经济快速增长,人民生活水平不断提高,国家对能源的需求将有较大幅度增加。据煤炭工业发展研究咨询中心科学调查分析,预测全国煤炭需求 2010 年为 18.2 亿 t,2020 年为 20.5~22.1 亿 t。可以预测,到 2020 年,随着我国经济总量翻两番,对煤炭这一基础能源的需求也将大幅度增长。

由于煤炭开采和加工不仅仅与设备、管理、市场等因素有关,而且受地质、环境等自然因素影响,其信息化不仅有生产信息、管理信息、市场信息,还有安全、地理信息。煤炭系统的信息化除面对设备、管理和人之外,还要面对复杂的甚至是恶劣的自然条件,因此有其特殊性和很大的难度。

近几年来,我国煤炭工业信息化、自动化得到迅速发展,与世界先进采煤国的差距正在缩小。神华等少数煤矿的自动化、信息化已达到世界先进水平,不仅产生了很好的经济效益,而且提高了煤矿的安全水平。我国煤矿信息化的现状是:一是以信息流为主要特征的煤矿机电一体化产品已在许多煤矿和选煤厂得到广泛应用。二是煤矿安全生产监控系统得到迅速发展,目前国产的煤矿安全监测系统已在 300 多个煤矿使用,基本上占领了国内市场;此外,功能单一的监控系统(如胶带机集中控制系统、束管系统,等等)也得到较为广泛的应用。三是煤矿和选煤厂计算管理网络得到普遍应用,有的矿业集团还建立了集团公司的网络系统。在此网络环境下,生产调度、财务、物资、考勤、煤炭销售、办公自动化等管理系统得到较好的应用,少数矿业集团在实施 ERP。四是高分辨率三维地震勘探技术,各种电磁法探测技术,矿井地质灾害监测设备,矿井地质、测量、生产及管理等信息的计算机管理和综合分析处理技术,以及各类矿山(含地面及矿井)图形的自动、半自动绘制软件技术等已在许多矿区得到应用。五是数字矿井、真三维矿山、虚拟采矿的基础研究工作已经受到人们的注意,有了一个良好的开端。

1.2 数字煤矿概述

采矿业是以自然资源为生产对象的古老产业,绝大多数煤矿企业还处在劳动密集型阶段,信息化程度低。伴随着“数字地球”(Digital Earth, DE)和“数字中国”(Digital China, DC)的钟声,“数字煤矿”(Digital Mine, DM)也应运而生。“数字煤矿”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,是一个“硅质矿山”,是数字矿区和 DC 的一个重要组成部分。

“数字煤矿”的核心是在统一的时间坐标和空间框架下,科学合理地组织各类矿山信息,将大量异质的矿山信息资源进行全面、高效、有序的管理和整合;“数字煤矿”的任务是在矿业信息数据仓库的基础上,充分利用现代空间分析、数据挖掘、知识发现、虚拟现实、可视化、网络、多媒体和科学计算技术,为矿产资源评估、矿山规划、开拓设计、生产技术、安全和决策管理进行模拟、仿真和过程分析提供新的技术平台和强大工具。

“数字煤矿”是“数字地球”、“数字中国”的重要组成部分,它是涉及多学科的综合技术,它指的是一个以高速计算机网络为基础,以煤矿空间数据基础设施(Mine Spatial Date Infrastructure)为依托,基于矿山地质、开采等数字化信息的矿山信息基础设施(Mine Information Infrastructure),是多分辨率的、真实矿山的三维虚拟表示,具有空间化、数字化、网络化、智能化和可视化的特征。

“数字煤矿”的建设将为“数字地球”的建设建立起一个个信息节点,为“数字地球”建设的全面展开奠定基础,为全人类的可持续发展提供强有力的技术支持。

煤炭企业是一个复杂的生产系统,存在连续的生产过程。在发展过程中,生产环节的综合机械化与自动化程度不断提高,生产规模不断扩大,以及生产管理与控制需求的增加,导致传感检测系统、控制系统、管理与决策系统的日益复杂化。

煤矿生产环境的复杂性、未知性、不可重复性,给煤炭生产环境设计、计划安排、实时调度、任务执行等带来巨大的困难。煤炭生

产系统是一个有机的整体,各部分的有机运行需要信息的支持。在不断变化着的全球和局域市场中,煤炭企业要通过改革、改组和改造,逐步建立并使用先进生产模式。先进生产模式需要信息的支持,现代化生产过程的运作需要信息,现代化的管理需要信息,科学决策水平的提高需要信息。

1.3 数字矿井概述

我国是一个采矿大国,科技含量与管理水平与世界上采矿技术发达的国家相比还存在相当大的差距。面对知识经济的挑战,面对当前市场经济环境下我国煤矿企业处于困境的现实,中国煤矿企业的出路之一是:抓住“数字地球”和“数字矿井”带来的煤矿企业改造与发展机遇,利用信息技术,改造传统产业,将 DM 建设与整个煤矿企业的技术创新、管理改革相结合。

与一般的煤矿、矿井、露天矿、煤矿地面资源的概念相对应,“数字煤矿”可分为“数字露天矿”和“数字井工矿”两大类。在井工矿,“数字煤矿”包括“数字矿井”和“数字地面”两大部分。

“数字地面”主要基于 ERP(Enterprise Resource Planning 企业资源规划)的人、财、物及其过程(如财务、物资、销售等)的管理信息系统和基于 3S(地理信息系统 GIS、全球定位系统 GPS、遥感(含数字摄影测量)RS)技术及计算机网络技术建立起来的服务于煤矿的空间信息基础设施和信息系统。

具体地说,“数字地面”就是以数字影像(航空、卫星遥感相片)、数字地图(工厂布置图、地形地貌图)等以及其他地面测量数

据作为空间定位的基础信息数据,再根据需要输入地面和地下管线,以及规划建设、土地利用、道路交通、绿化、环境、电讯、电力、文教卫生等以空间信息为基准的有关信息形成空间数据库,并在此基础上建立全矿的地面管理、服务与决策支持信息系统。本书对地面部分不做过多的讨论。

“数字矿井”是以煤矿地质、测量数据作为空间定位的基础信息数据,再根据需要输入采煤工作面、掘进工作面、井下硐室、矿井机电设施、通风安全设施、井下管线、通讯以及矿井其他有关信息,形成空间数据库,在此基础上建立全矿的管理、服务与决策支持信息系统。

煤矿矿井是一个复杂的系统,一般包括煤矿地质、采煤、开拓掘进、运输、提升、通风安全、排水、动力供应、通讯、照明等若干个子系统。每个子系统都有大量数据需要收集、传输、处理。

在煤矿矿井的各子系统中,采煤和掘进是煤矿的主要生产系统,是煤矿生产的中心环节。采煤工作面的生产状况、采掘工作面的瓦斯状况、矿山压力与支护质量监测控制状况等信息需随时反映到地面生产指挥中心。掘进工程按时按质按量完成任务是采煤工作面正常生产的前提,采掘平衡是煤矿生产管理的重要工作之一。

巷道是矿井运输、行人、通风和保证安全的通道,保持良好的状况是实现矿井高产高效和安全生产的基本条件。因此,动态矿井采掘工程数字化信息应及时反映到地面指挥中心。

矿业与信息技术的结合,即煤矿信息化是实现煤矿设计手段和生产技术现代化的重要途径。计算机技术在我国煤矿企业的应

用已经走过了近 20 年历程,并取得阶段性的成果,但这些成果还未彻底改变煤矿的管理模式。其原因如下:

(1) 没有全面深入开展煤矿信息系统关键技术的研究。煤矿开采的空间对象主要是地层和巷道,对于煤矿信息系统而言,这些空间对象不仅仅是二维化图形的表达,还需建立三维空间对象的实体模型。

(2) 没有充分考虑煤矿的现有管理模式以及对信息共享的迫切需求,大量的信息交流还停留在手工阶段。在煤矿现有的管理模式中,虽然按专业划分为不同的技术和管理科室,但许多信息是需要共享的,如工作面和巷道的动态变化信息等。

(3) 没有充分考虑煤矿技术工作中的一些特点,如大量的示意图的处理、表格中存在的矢量图形以及表格样式的变化等。在关系数据库中,表格中是不可能插入矢量图形的,而且表格样式一旦确定,用户也不可能对它加以修改。

(4) 由于我国使用的系统软件大多来自国外,如 ABB、CE、FSW、AB 等,每种软件都有一定的适用范围。国内开发的部分采矿软件都侧重于其中某一特点,如用 CAD 开发的软件处理工程图能力很强,但对位图及其相关处理功能却较差。

因此,必须研制开发“数字矿井”。在矿井网络化系统平台上,通过建立空间信息数据仓库,充分运用现代空间分析、数据库技术、知识发现、虚拟现实、可视化、网络、多媒体和科学计算技术,为煤矿资源评价及优化、煤矿规划及设计、安全生产、生产调度、环境保护以及决策管理进行模拟和过程分析提供新的技术平台和强有力的工具。

1.4 国内外数字矿井的研究现状

目前国内外数字化课题研究的主攻方向是基于 3S 技术和计算机网络技术的数字化技术。它们在各行各业的地面实施上已有较为成熟的技术和成功的经验。

在西方主要产煤国家,虽然煤炭在能源结构中处于相对次要的地位,但已经开发出的软件系统众多,这些系统的应用为煤矿管理的现代化提供了保障,提高了煤矿企业的竞争力。比较著名的矿山软件系统有:MINESCAPE (MINCOM), MDS, SurvCAD, Crystal (CMC), Datamine (MICL), EMPPEs (Ramco), Minex (ECS), Metafora (Forsman), PC Mine/Gs32 (Gemcom), MANSUPP, Vulcan, Surpac 等。另外,由于 VR 技术的先进性和实用性,近年来西方发达国家的科研机构(如英国 Nottingham 大学等)已开始开展 VR 技术在矿山特别是在煤矿的应用研究。从 1998 年 12 月 THIRD REGIONAL APCOM 组委会(澳大利亚)提供的资料以及 Nottingham 大学提供的光盘材料可以看出,国外的一些研究成果已进入实用化阶段。

加拿大已制订出一项拟在 2050 年实现的远景规划,即将加拿大北部边远地区的一个煤矿建设成无人矿井,从萨得伯里通过卫星操纵矿井的所有设备,实现机械自动破碎和自动切割采矿;芬兰采矿工业于 1992 年宣布了自己的智能采矿技术方案,涉及采矿实时过程控制、资源实时管理、矿山信息网建设、新机械应用和自动控制等 28 个专题;瑞典制定了向矿山自动化进军的

“Grountechnik 2000”战略计划。中国矿业大学等单位也相继开展了采矿机器人(MR)、矿山地理信息系统(MGIS)、三维地学模拟(3DGM)、矿山虚拟现实(MVR)、矿山 GPS 定位等方面的技术开发与应用研究。

随着实时矿山测量、GPS 实时导航与遥控、GIS 管理与辅助决策和 3DGM 的应用,国际上一些大型露天矿山(包括我国的平朔、霍林河矿区)已可在办公室生成矿床模型、矿山采掘计划,并与采场设备相联系,形成动态管理与遥控指挥系统。此外,专家系统、神经网络、模糊逻辑、自适应模式识别、遗传算法等人工智能技术、GPS 技术、并行计算技术、射频识别技术以及面向岩石力学问题的全局优化方法、遥感技术等已在智能矿山地质勘探调查与测量、智能矿山设计、智能矿山开采、计划与控制、矿山灾害遥感预报等研究领域得到应用。

在西方产煤国家,煤矿是以露天煤矿为主,露天煤矿的空间信息管理与矿井生产的煤矿不同,相应的管理信息系统也有很大差别。它们主要完成的工作是开采工艺流程的设计、储量与剥离土石方量的计算以及数据的查询等,如上述中的 MINESCAPE (MINCOM)、MDS(C. D. Lee)、Datamine (MICL)、Surpac 等,它们主要与露天采矿有关,并且设计思想是以计算机辅助设计及有关图形学理论为基础。

虽然诸如 Datamine 等系统也可以应用于地下井工开采,但系统的功能与我国矿井生产的实际需求相差甚远。这是因为:一方面,西方产煤国地下开采煤层厚,地质条件较简单,所以矿井的管理模式与我国有很大的区别,无需采用复杂的管理信息系统;另一

方面,不符合我国的行业规范。如在国外矿产资源储量审定方法中,主要有传统法和克立金法。传统法建立在古典统计学和欧氏几何学基础之上,它比较适用于矿化稳定的煤层;克立金法建立在地质统计学基础之上,它应用于矿化稳定的大型或特大型煤层。这些方法由于自身的原因和传统观念的约束,一直难以在国内推广,所以这些软件系统在我国的全推广使用有一定困难。

目前国内煤矿数字化主要应用于监测监控技术,其软件应用平台包括操作系统软件、应用软件、数据库软件等。如神华大柳塔矿通过监测监控计算机局域网完成对工作面、胶轮车、环境安全、胶带运输、通风、电力、洗煤厂等7个监控系统的管理任务及各子系统的监测任务。

璐安王庄煤矿采用上海嘉利公司的KJ92监测监控系统。系统主机采用奔腾586工控机,操作系统为Windows32,构成桌面局域网络。监测瓦斯、一氧化碳、风速、温度、负压、风门、风筒等环境参数,并可监测机组位置、煤仓煤位、水仓水位、设备开停、计时、计数等生产参数,以及电压、电流、功率等电量参数,可使调度、生产、安监、机电、通风等部门和专业技术人员共享和应用监测信息。

兖州煤业集团济三煤矿井下环境监测及生产监控系统,是从美国Honeywell公司引进的当代最先进的现场实时监测监控系统。该系统采用实时的网络化结构,地面网络采用以太网,井下网络采用先进安全的数据高速公路(DH+)网络,由网关紧密地集成为一体,PlantScape厂景系统服务器对全矿井上、下环境参数及全矿各主要生产环节的生产过程进行实时数据采集、传输、处理、显示、打印,并对井下煤流运输系统进行集中监控。