

文章编号: 0253-9993(2007)09-0997-05

数字矿山及其两大基础平台建设

张申, 丁恩杰, 赵小虎, 胡延军, 胡青松

(中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 论述了数字矿山与矿山综合自动化的关系, 指出数字矿山与矿山综合自动化从整体概念和要实现的目标上是一致的. 明确提出数字矿山的建设应以统一传输网络平台和统一数据仓库平台为基础, 这两大基础平台是跨专业的, 各专业均应在这两个平台基础上来发挥各自的专业特长. 两大基础平台可从网络结构、数据平台、管理决策等各个层面实现矿山统一软、硬件平台, 为进一步实现数字矿山的目标打下良好的基础.

关键词: 数字矿山; 传输网络平台; 数据仓库平台; 综合自动化

中图分类号: TD67

文献标识码: A

Digital mine and constructing of its two basic platforms

ZHANG Shen, DING En-jie, ZHAO Xiao-hu, HU Yan-jun, HU Qing-song

(School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The relationship between digital mine and mine integrated automation was discussed. The identity of both in total concepts and realization goal was pointed out. The two basic platforms of uniform transmission network and uniform data-warehouse were proposed for the realization of digital mine. The two basic platforms were cross special fields and every special professionals could play a role on the two basic platforms. The two basic platforms can realize the mine uniform software and hardware platform from all aspects of network structure, data platform and management decision. The building of the two platforms will establish the nicer infrastructure of digital mine for the future.

Key words: digital mine; transmission network platform; data-warehouse platform; integrated automation

1 数字矿山的基本概念与架构

数字矿山是对真实矿山整体及相关现象的统一认识与数字化再现, 即将矿山生产、安全、矿山地理、地质、矿山建设等综合信息全面数字化, 其目的是为了利用信息技术及现代控制理论与自动化技术去动态详尽地描述与控制矿山安全生产与运营的全过程. 以高效、安全、绿色开采为目标, 保证矿山经济的可持续增长, 保证矿山自然环境的生态稳定^[1~3]. 为此, 提出了几种不同类型的数字矿山模型. 如吴立新教授提出的5层同心园模型(图1(a))^[2]; 僧德文先生提出的7层模型(图1(b))^[3]. 这些数字矿山模型有力地推动了数字矿山概念的发展与普及, 起到了非常积极的作用.

2 矿山综合自动化的概念及其目标^[4,5]

浙江大学中控定义的流程工业综合自动化为: 流程工业综合自动化技术就是将企业的生产过程控制、

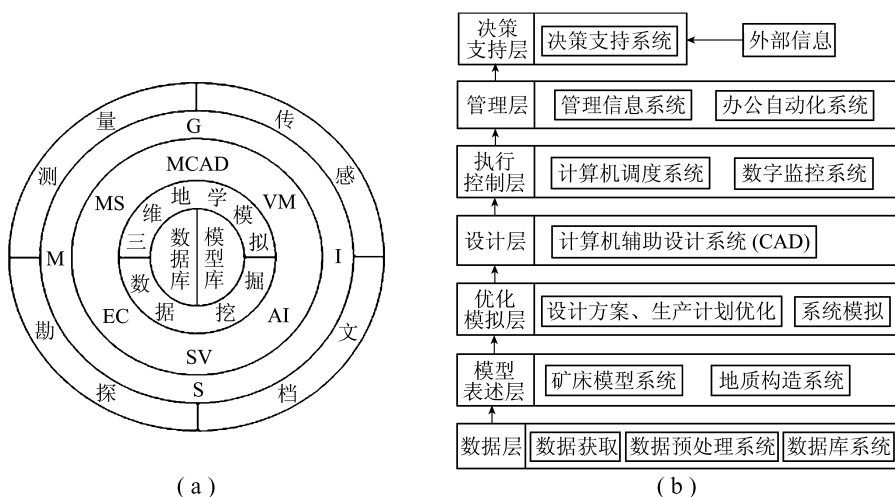


图 1 两种数字矿山架构

Fig. 1 Two kinds of digital mine infrastructure

优化、运行、计划与管理作为一个整体进行控制与管理, 提供整体解决方案, 以实现企业的优化运行、优化控制与优化管理, 从而成为实现企业信息化, 提高企业竞争力的核心技术. 流程工业对综合自动化技术的需求主要关注 4 方面的问题: ① 安全. 即需要用高可靠性的控制系统、检测和执行机构对设备与装置的运行提供保证, 进而对关键装置进行故障诊断与健康维护. ② 低成本. 通过先进的工艺及工艺参数以降低能耗和原料消耗, 以及通过先进的建模技术、控制技术和实时优化技术来提高产品的合格率和转化率. ③ 高效率. 通过先进的计划调度与排产技术和流程模拟技术来提高设备的利用率和劳动生产率. ④ 提高竞争力. 通过数据和信息的综合集成, 如先进的管理技术 (包括 ERP, CRM, SCM 等)、电子商务、价值链分析技术等, 以促进企业价值的增值, 最终提高企业的综合竞争力.

在上述概念与目标中未提及地质与环境的影响, 这是由于普通的流程工业对地质、环境的依赖较小. 我国著名自动化专家柴天佑院士在实施金矿综合自动化时提出: 金矿综合自动化是应用企业资源计划系统 (ERP) / 生产执行系统 (MES) / 过程控制系统 (PCS) 3 层框架结构, 将先进的控制技术、计算机技术等信息技术与先进的金矿生产工艺技术、现代管理技术相结合, 提出金矿企业综合自动化系统现代集成制造系统 (CIMS) 的体系结构与整体设计技术. 这就是将金矿生产成本控制与管理、物料控制与管理、设备监控与管理、生产调度与生产数据统计分析等技术应用于金矿经营与生产管理过程, 研发以生产调度与统计、物料、生产过程成本、设备、质量、地测采的实时管理为中心的 MES 和以财务管理为中心的 ERP; 通过 MES 承上启下作用和计算机网络与数据库支撑系统将 PCS, MES, ERP 和企业网服务系统集成, 实现企业的信息流、物流、价值流优化集成, 实现金矿的优化控制、优化运行和优化管理.

尽管数字矿山与矿山综合自动化这两个概念是不同专业领域的专家针对信息时代的矿山建设分别提出的, 但是, 显然数字矿山与矿山综合自动化在整体概念上和要实现的目标上是一致的. 当然, 这两个概念的融合也是最符合逻辑的.

3 数字矿山建设的 3 层结构模型

结合数字矿山与综合自动化的模型结构, 从数字矿山建设的实用角度提出一种数字矿山的 3 层结构模型如图 2 所示^[6,7]. 图 2 中最底层是信息采集与施用层, 包括矿山各种子系统的数据采集与反馈控制, 根据各个矿山的不同, 这一层的具体模块会有所增减. 这一层大部分子系统的数据是自动采集的, 但也不排除部分数据是手工采集或人工输入. 底层各种子系统均应接入统一的控制网络中, 形成在统一网络下的采集与控制.

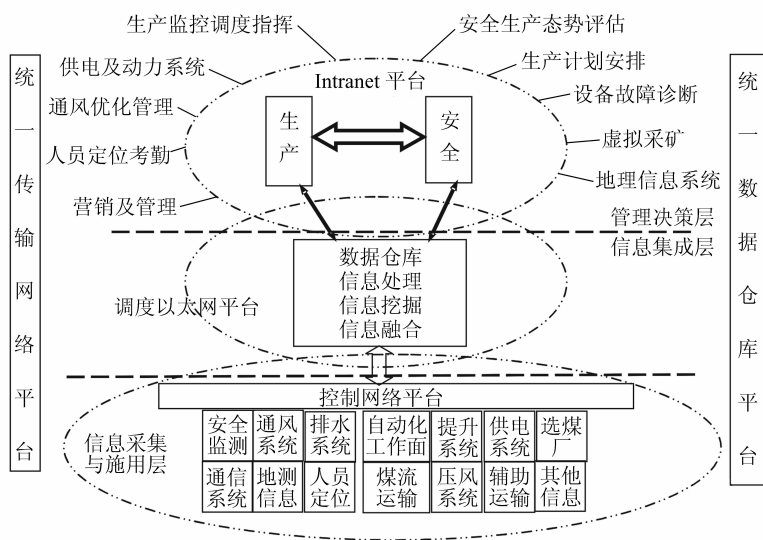


图2 数字矿山的3层结构模型

Fig. 2 The three layers model of digital mine

中间层为信息集成层。各种系统的数据应有统一的数据描述形式、统一的数据处理格式和统一的数据管理方式,便于信息的挖掘和融合。例如,对矿山进行安全运行评价,需要监测监控系统的数据、通风系统的数据、矿压监测的数据、地下水位及涌水量的数据等等,如果各系统的数据没有统一的描述形式和存贮方式,信息挖掘与融合将是一句空话。

上层为管理决策层。矿山现场及相关现象的信息在中间层得到提升后,目的是为了利用这些信息去动态详尽地描述与控制矿

山安全生产与运营的全过程,保证矿山经济的可持续增长以及矿山自然环境的生态稳定。管理决策层的各种软件应用模块就是这种目的的具体体现。和底层一样,根据矿山的具體应用不同,这些模块是可增减的。

显然,图2所示的数字矿山的3层结构模型与前述的模型有许多相同之处,其特点是3层结构模型并不是一成不变的,它可以根据矿山的规模、现代化水平、开采方式等进行灵活的调整,以适应各种不同类型矿山的需要。

4 数字矿山的两大基础平台建设

如前所述,数字矿山的建设需要多专业、多领域的专家与技术人员的共同努力,但由于所学专业的局限性,在讨论数字矿山建设时,常常会无意识地过多强调某些专业的内容,造成顾此失彼。另一方面,同样由于专业的限制,对跨专业的内容在数字矿山中的具体作用与地位,往往又只能谈点概念,造成数字矿山成了概念的堆砌和高不可攀的东西。

图2所示的模型表明,数字矿山是现代化矿山在信息化时代的实实在在的具体体现,可以从基础内容一步步进行建设,而决不是一个遥不可及的理想。

在图2所示模型中给出了数字矿山建设的两大基础平台,这就是统一传输网络平台和统一数据仓库平台,简称硬平台和软平台。这两大平台从硬件结构和软件配置上保证数字矿山中的各子系统模块具有统一的传输模式、统一的数据描述形式、统一的数据处理格式和统一的数据管理方式。这两个平台是跨专业的,各种不同专业的专家和技术人员均可在这两大平台上施展身手。从前面的讨论可知,数字矿山的建设显然应从这两大平台入手,规范好各专业在数字矿山建设中应遵循的传输协议及数据标准。避免各行其是、自搞一套的做法,避免在数字矿山建设中再次出现困扰矿山多年的“信息孤岛”和“子系统孤岛”现象,使数字矿山的建设从一开始就步入正轨。

4.1 统一传输网络平台建设

统一传输网络平台即硬平台原则上由三大部分组成:① 连接到矿山安全生产各个层面或子系统的控制网;② 在矿山调度指挥中心的调度网^[8~10];③ 矿山 Intranet 网络,并由此接入互联网,实现国家资源开发与空间信息共享。图2的3层结构模型分别运行在这3层网络中。

数字矿山对控制网络传输平台的要求:① 完全开放式网络,各种子系统能方便地上、下网络,相互

构成联系;②各种子系统内部应能形成各自的逻辑网,或虚拟网 VLAN;③网络具有良好的可靠性、冗余性;④有限制网络流量的能力,确保重要子系统的实时性;⑤丰富的网管功能;⑥最大限度地使用网络资源.控制网的构成目前有如下几种选择:①工业总线网;②工业以太网(100 Mb 或 1 000 Mb);③基于 SDH 的多业务平台 MSTP;④光无源网络.其中前两种在工业控制界有多年应用的经验和众多厂商的软硬件支持,相对比较成熟.而后两种技术是从通信领域发展而来的,仅提供信息传输通道,在工控界的应用相对较少.在应对底层的控制和数据采集上来说,支持的硬件厂商和软件协议也较少.

调度指挥中心的网络通常采用以太网结构,各种数据服务器和应用服务器均在此网络中.对底层系统进行数据采集与控制用的操作员站也在此网络中.因此,需要实现控制网与调度网的透明传输,实现系统的冗余配置和数据的双备份等.这些技术在目前企业综合自动化集成平台中均已得到很好地解决.

图 3 为一种统一传输网络平台示例.调度指挥控制中心调度网为普通以太网,控制网为 1 000 Mb 工业以太网,各种生产与安全子系统均接入此控制网平台,但各子系统可以形成自己逻辑网.网络采用网管型交换机构成环形冗余方式,支持服务质量(QoS)、虚拟局域网(VLAN)、端口镜像、IGMP Snooping、冗余与 SNMP 等特性.由于采用工业以太网协议,因此,能保证控制所需的实时性.一般的工业以太网协议,例如 Profinet, Ethernet/IP, Modbus TCP 和 Industrial IT 等均可采用.

调度指挥控制中心以太网由交换机、服务器、网关、操作站等组成,均采用冗余设计,服务器操作系统采用 Windows 2003 Server,工作站操作系统采用 Window XP,上位机监控软件采用 iFix 组态软件进行开发,实时数据库采用 iFix 的实时数据库,历史数据库采用 SQL Server 2000,选用基于 OPC 方式的 IGS 驱动,给整个系统提供开放的安全数据接口.

企业 Intranet 网络是大多数矿山已有的矿山局域网,并已实现了与国际互联网的连接,不再赘述.统一传输网络平台的建设解决传统方式下各子系统单独传输,信息相对独立,系统相对独立的缺点,实现矿井安全生产信息化,确保矿山安全、高效地生产,为数字矿山的建设打下了良好的基础.

企业 Intranet 网络是大多数矿山已有的矿山局域网,并已实现了与国际互联网的连接,不再赘述.

统一传输网络平台的建设解决传统方式下各子系统单独传输,信息相对独立,系统相对独立的缺点,实现矿井安全生产信息化,确保矿山安全、高效地生产,为数字矿山的建设打下了良好的基础.

4.2 数据仓库平台

硬平台建设保证了异构系统硬件和传输协议上的相互连接,但图 2 所示各子系统的数据库同样是异构的,采用数据仓库技术来实现异构数据的统一描述与处理是数字矿山基础建设的另一个重要内容,即软平台建设.

由于数字矿山子系统众多,将来的发展需要对各子系统的数据库进行综合分析和数据挖掘,因此,从一开始就利用数据仓库具有海量数据存储的能力,利用 OLAP 联机分析处理和数据挖掘技术进行强大的多维数据分析,为实现决策支持功能提供条件.

后台数据存取,选用数据库 SQL Server,OLAP 联机分析处理技术,双机共用磁盘阵列,结合了群集技术和磁盘阵列技术,使得数据库具有高可靠性、可用性、安全性、稳定性以及数据完整性. Microsoft 将

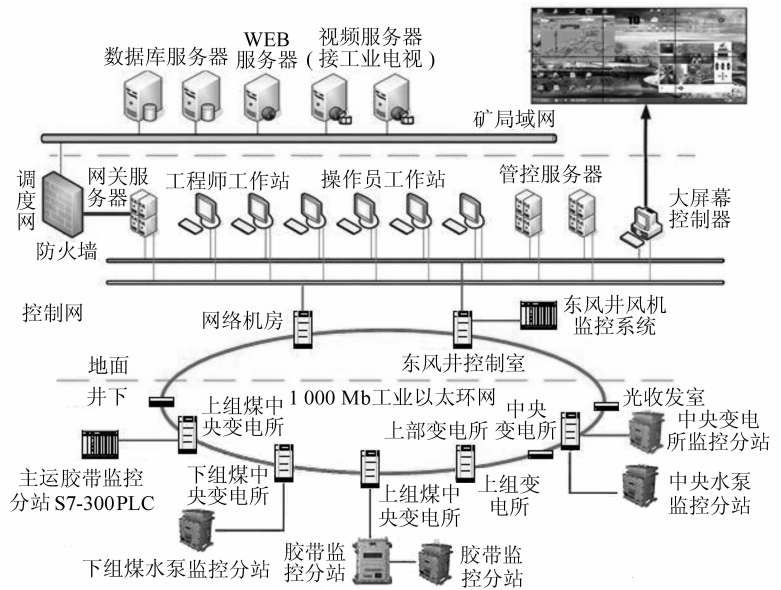


图 3 矿山统一传输网络平台

Fig. 3 A demo of mine uniform transmission network platform

OLAP 功能集成到 Microsoft SQL Server 7.0 中, 提供可扩充的基于 COM 的 OLAP 接口. 它通过一系列服务程序支持数据仓库应用.

数据传输服务 DTS (Data Transformation Services) 提供数据输入/输出和自动调度功能, 在数据传输过程中可以完成数据的验证、清洗和转换等操作, 通过与 Microsoft Repository 集成, 共享有关的元数据; Microsoft Repository 存储包括元数据在内的所有中间数据; SQL Server OLAP Services 支持在线分析处理; PivotTable Services 提供客户端 OLAP 数据访问功能. 可以用 VB 或其他语言开发用户前端数据展现程序, PivotTable Services 还允许在本地客户机上存储数据; MMC (Microsoft Management Console) 提供日程安排、存储管理、性能监测、报警和通知的核心管理服务; Microsoft Office 2000 套件中的 Access 和 Excel 可以作为数据展现工具, 另外 SQL Server 还支持第三方数据展现工具.

Microsoft 公司推出的 SQL Server 提供了完整的数据仓库和 OLAP 的解决方案: 用一组数据仓库组件 (DTS, OLAP 数据挖掘支持) 来建立数据仓库. 该方案提供了多维表达式语言 (MDX) 和多维数据的分析查询机制.

5 结 论

根据数字矿山的基本概念来论述数字矿山与矿山综合自动化的关系, 指出数字矿山与矿山综合自动化从整体概念和要实现的目标上是一致的. 提出数字矿山建设应以统一传输网络平台和统一数据仓库平台为基础, 这硬、软两大基础平台是跨专业的, 各专业均应在这两个平台基础上来发挥自己专业的特长. 两大基础平台可从网络结构、数据平台、管理决策等各个层面实现矿山统一硬、软件平台, 为进一步实现数字矿山的目标打下了良好的基础.

目前国内许多矿山, 如济宁三号煤矿、兴隆庄煤矿、北皂煤矿、羊场湾煤矿、樟村煤矿等已经建成网络传输平台, 数据仓库平台的建设也已初见端倪. 通过矿山各专业人员不断的实践与总结, 一定会为我国数字矿山建设探索出一条切实可行之路.

参考文献:

- [1] 王大江, 张 英, 李永明. 构建数字矿山存在的问题与对策 [J]. 中国矿业, 2004, 6 (10): 70 ~ 72.
- [2] 吴立新, 殷作如, 钟亚平. 再论数字矿山: 特征、框架与关键技术 [J]. 煤炭学报, 2003, 28 (2): 1 ~ 7.
- [3] 僧德文, 李仲学, 张顺堂, 等. 数字矿山系统框架与关键技术研究 [J]. 金属矿山, 2005 (12): 47 ~ 50.
- [4] 柴天佑. 流程工业信息化的发展状况及对策 [J]. 中国制造业信息化, 2003 (5): 30 ~ 34.
- [5] 谭得健, 徐希康, 张 申. 浅谈自动化、信息化与数字矿山 [J]. 煤炭科学技术, 2006, 34 (1): 23 ~ 27.
- [6] 甲仲东, 杨奉忠, 张 申. 煤矿安全生产集中控制及调度指挥系统 [J]. 工矿自动化, 2006 (增刊): 8 ~ 10.
- [7] 任 毅, 甲仲东, 张 申. 煤矿信息化体系结构模型 [J]. 工矿自动化, 2004 (增刊): 13 ~ 14.
- [8] 张 申, 丁恩杰, 武 增. 煤矿井下综合业务数字网网络结构的研究 [J]. 煤炭学报, 2002, 27 (4): 206 ~ 210.
- [9] 丁恩杰, 张 申, 武 增. 煤矿井下综合业务数字网设计 [J]. 电信科学, 2003 (7): 6 ~ 10.
- [10] 赵小虎, 张 申, 谭得健. 基于矿山综合自动化的网络结构分析 [J]. 煤炭科学技术, 2004, 32 (8): 15 ~ 18.