

· 数字矿山 ·

首钢矿业公司数字矿山探索与实践

张云生 李文
(首钢矿业公司)

摘 要 简要介绍了首钢矿业公司在数字矿山建设过程中对数字矿山的理解和实践,我们认为数字矿山建设不仅仅是把矿山的矿产资源固定信息进行信息化,还要研究如何把有限的资源利用好,需要利用数字化手段利用好矿山的整个企业资源。基于此基础,提出了数字矿山建设的整体架构主要包括“四级四块”,并在首钢矿业公司的信息化实践中进行了应用,从取得的效果看这一架构基本上是成功的。

关键词 数字矿山 信息化 整体架构

Research on the Digital Mine of Shou Steel Mining Company and its Practice

Zhang Yunsheng Li Wen
(Mining Company of Shou Steel)

Abstract The paper briefly introduces the understanding and practice on digital mine in construction process of digital mine by Shou Steel Mining Company. It is considered that the digital mine construction does not only informationize the fixed information of mineral resources, but study how to make well use of the limited resources. Therefore, the digitizing method is needed to make well use of the overall resources of enterprise. Based on this, it is pointed out that the integral framework of digital mine mainly includes the four - stage and four - block, which has been used in informatization practice of Shou steel mining company. From the result, This framework is basically successful.

Keywords Digital mine, Informatization, Integral framework

1 面临的现状

近年来铁矿石价格的连续大幅上涨,2005年至2007年已连续三年上涨。而中国铁矿石虽然蕴藏量丰富,但以贫矿储量为主。随着优良矿的多年开采,目前许多矿山资源已面临枯竭,产量下降,需要较高投入进行深部勘探,建设新采场。在铁矿石价格暴涨的情况下,国内铁矿石产量增长幅度有限。

国内经济特别是基础工业的高速增长,致使中国铁路、公路以及港口的装卸和运输出现全面紧张的状况。中国钢铁工业产能发展已经进入高速增长期,而国内运输能力的发展并未进入高速增长期,钢铁产量的进一步增长将受到交通运输能力的制约。

首钢产业结构调整步伐加快,迁钢等生产基地逐步形成设计规模,曹妃甸新钢铁基地建设将正式启动,“一业多地”格局导致炉料需求的大幅度增加。这对矿业公司保证原料供应提出了更高要求,并将促进矿业公司加快发展步伐。发展矿产资源业项目进入投资建设阶段。总公司明确地把矿产资源业作为首钢的优势产业,加快开发战略资源。

基于首钢总公司发展战略的要求,首钢矿业制定了“十一五”期间的发展规划。总体思路是“抓住机遇,加快发展,进一步增强综合实力、市场竞争力、资源和资本的控制力,把矿业公司建设成为跨行业、跨地区、跨国界、跨所有制经营的特大型矿山企业”。总体目标是“巩固发展矿产资源业,提升相关产业,服务钢铁业。实现一流的矿业、开放的矿山的目标”。

为了支持首钢矿业的战略,首矿的信息化建设紧紧围绕推进“四大任务”、坚持“三化一加强”工作主线、建设一流的矿业、开放的矿山的总目标,通过实施ERP项目,吸收借鉴先进的管理思想和管理方法,建立信息管理平台,实现业务操作层面的物流、资金流、信息流、工作流全面集成,以达到业务工作效率最佳化;工作手段层面通过广泛应用计算机网络及先进IT技术,以达到管理手段的现代化;整体

张云生,男,首钢矿业公司计控室,计算机网络高级工程师,064404
河北省迁安。

资源配置层面通过集成和优化,科学合理的配置资源,达到资源有效利用的最大化。通过实现企业内部资源的共享和协同,提高管理水平,规范业务流程,挖掘潜力,提高效率,增强企业的控制力和盈利能力,不断提升企业的核心竞争力,以适应首矿确定的总体发展战略的需要。根据首钢矿业信息化建设项目的总体需求,确定了我们信息化建设的总体目标就是建设好“数字矿山”。

2 我们对数字矿山概念的理解

数字矿山的概念来源于数字地球,是数字地球概念在矿山开发中的应用。数字矿山的特征与数字地球是一致的,只是尺度和范围上不同。所谓数字矿山就是指在矿山范围内建立一个以三维坐标为主线,将矿山信息构建成一个矿山信息模型。描述矿山中每一点的全部信息。按三维坐标组织,存储起来,并提供有效、方便和直观的检索手段和显示手段。使有关人员都可以快速准确、充分和完整地了解及利用矿山各方面的信息。在这个意义上说,数字矿山就是一个矿山范围内的以三维坐标信息及其相互关系为基础而组成的信息框架,并在该框架内嵌入我们所获得的信息的总称。

我们从两个层次上来理解数字矿山。一个层次是将数字矿山中的固有信息(即与空间位置直接有关的相固定的信息,如地面地形,井下地质、开采方案、已完成井下工程等)数字化,按三维坐标组织起来一个数字矿山,全面、详尽地刻画矿山及矿体;另一个层次是在此基础上再嵌入所有相关信息(即空间位置间接有关的相对变动的信息,如储量管理、机电管理、人事管理、生产管理、技术管理等等)组成一个意义更加广泛的多维的数字矿山。

要建设好数字矿山,仅仅把矿山的矿产资源等固定信息利用好是远远不够的,资源基本是固定的、有限的,如何把这有限的资源利用好,还要利用好矿山企业的整个企业资源,也就是说还要把其他相关信息利用好才能更好的高效合理的利用资源。

3 数字矿山的系统框架

企业数字化建设是加快企业现代化步伐的必然趋势,是企业走向开放和竞争市场的必由之路。首矿作为冶金矿物的加工制造环节,通过实现“基础装备数字化”、实现“生产过程数字化”、实现“生产执行数字化”、实现“企业资源计划数字化”,最终将首矿建设成为数字矿山。以上“四级”内容是实现数字矿山的具体标志,是对各项目标的具体细分,是

首矿数字矿山的框架支撑。

3.1 第一级:以数字化为代表的检测仪器、仪表和设备的广泛应用

数字化仪表是一种将被测的连续电量值经过变换、放大、A/D转换,然后进行编码自动地变成数字量,并将被测电量以数字方式显示或输出的电测量仪表。数字化仪表的最大特点高精度度,以前的动圈式仪表的准确度只有1%,现在的数字化仪表准确度在0.1%~0.5%。

随着微处理机技术的蓬勃发展,微处理元器件进入仪表、设备领域,为工厂自动化提供了功能强大的智能仪表和设备。智能仪表和设备的最大特点是信号数字化处理和提供方便快捷的通讯接口,使其以数字化编码方式进行信息交换,使得信息的可描述、可复制、可分析、可处理程度大大提高,精度和完整性得到了保证。以各种总线仪表为代表的智能仪表为工厂自动化提供了功能强大的数字化检测手段。因此智能仪表在高精度的基础上,数据传递的实时性是其另一个特点。

从“十五”期间开始,矿业公司十分重视工业自动化控制系统的专业规划和技术定位,以专业管理手段,要求各厂矿新上和技改项目必须符合数字化技术标准,包括元器件、仪表、单元设备、线路传输方式、数据存储都要体现数字化,使数字化的信息成为矿山的的最小神经元,也为MES和ERP系统提供了完整的能源数据。

3.2 以生产过程控制为主体的自动化建设

坚持计量、计算机管理、自动化控制三位一体,将软件开发与自动化设备相结合,对工业生产现场实施远程监控和操作,自动化整体水平显著提升。我们与清华大学、北科大等单位共同开发的矿山生产自动调度管理系统对采矿的装、运、卸全过程进行控制与管理,提高综合效率10%以上,并通过了国家科技部“十五”攻关项目验收。水厂铁矿东、西排系统采用数字化手段集中对电流、温度、油压和油温等进行实时检测、报警,对皮带、排土机进行远程监视和控制。大石河铁矿和水厂铁矿选矿系统使用PLC模块,对选矿设备运行参数、流程工艺参数进行监测与控制,可以根据矿石性质自动增减矿量,提高球磨机处理能力。球团二系列供配料、造球、链篦机、回转窑、环冷机和喷煤等五大区域实现了集中管理、自动控制和自动监测。烧结厂实现了对烧结主机、混合机温度、压力等300多个工艺参数的实时监

测,对20多种原燃料有成分精确配料。从采、选、球、烧主流程生产的设备运行参数、工艺参数共1400多个点位,实现了集中实时监控。建成了矿山物资能源网,对20台大型衡器、88台计量皮带秤及风、水、电、气的200多个点的能源量进行远程自动抄表,做到了实时上网,集中监控。

3.3 第三级:以生产物流为核心的生产制造执行系统开发与实施

生产制造执行系统(MES)提供从接受订货到制成最终产品全程的生产活动实现优化的信息。它采用当前的和精确的数据,对生产活动进行初始化,及时引导、响应和报告工厂的活动,对随时可能发生变化的生产状态和条件做出快速反应,削减不会产生附加值的活动,从而推动有效的工厂运行和过程。MES通过双向通信,提供整个企业的生产活动以及供应链中以任务作为关键因素的信息。

MES系统的运行在经营管理层与底层控制之间架起了一座桥梁,填补了两者之间的空隙。一方面,MES可以对来自ERP软件的生产管理信息进行细化、分解,将来自计划层操作指令传递给底层控制层;另一方面,MES可以采集设备、仪表的状态数据,以实时监控底层设备的运行状态,再经过分析、计算与处理,从而方便、可靠地将控制系统与信息系统集成在一起,并将生产状况及时反馈给经营管理层;第三是管理实际的物料移动,经营管理层关注的是和价值相关的物料转移,对生产组织中的物料移动缺乏管理,三级系统对物料移动流程如运输、计量以及质量进行集成化的管理,实现了标准化的生产组织和管理。

3.4 第四级:以打造一流矿业为目标的ERP企业资源管理系统实施

ERP(Enterprise Resource Planning)是指在有效利用整个企业经营资源的观点上,谋求采购、生产、物流、销售、财务、成本等的整体业务功能,并追求经营高效化。

ERP项目是建设数字矿山的重要组成部分,2005年9月首钢矿业公司实施了ERP项目,2006年5月1日正式上线,历时不到8个月时间。ERP项目SAP系统实施了财务与成本管理模块(FI/CO)、生产计划模块(PP)、物料管理模块(MM)、质量管理模块(QM)、工厂管理模块(PM)和销售模块(SD)的部分功能,覆盖了6个主流程厂矿、3个直属单位以及公司所属各职能处室。在ERP项目实

施过程中,运用国际先进的管理理念和实施方法论,通过SAP系统的实施,全面整合企业内部资源,对202个业务流程进行了梳理、优化和流程再造,同时,综合系统各个方面的数据直接使用SAP系统生成生产经营日报,经过3个月的上线运行,系统已经发挥了较为明显的作用,前两个月系统结产数据与实际业务数据均相符合,第三个月完全使用系统数据进行了结产。

4 数字矿山的具体实践

首钢矿业公司围绕构建数字矿山不断进行探索和实践。在数字矿山建设上根据矿业企业的特点走自主开发与引进吸收创新相结合的道路,在生产组织等矿业企业特点鲜明的方面走自主开发的道路;在地质信息管理与企业管理方面引进成熟的商业软件,并结合企业实际进行流程再造,创造性地加以运用,走出了一条数字矿山建设的新路子。

经过几年的探索和实践,首矿的数字矿山实施和应用集中体现在“四块”上。一是GIS系统,把工作对象用数字化的方式控制起来,利用数据形成三维矿体模型,使地质情况可视、直观,运用其数字化软件进行采矿设计、生产作业计划编制、爆破设计等;二是自主开发的MES(Manufacturing Execution System)工厂制造执行系统,完成了生产组织的业务管理,为ERP系统提供及时、准确的数据信息;三是ERP管理系统。通过系统的实施,建立了覆盖广泛、信息共享的数字矿山模型与利用机制;四是办公自动化OA系统。自主研发的办公OA系统包括企业信息网站、电子邮件、公文颁发、网络会议、文书档案、劳动合同管理、网上人才招聘等子系统,是矿业公司实施企业日常管理的办公软件系统。

4.1 第一块:以GIS地理信息系统工程软件Surpac应用为源头的采矿数字化

GIS(Geographic Information System)地理信息系统工程软件Surpac用于建立地质数据库,积累数字三维空间地质资料,圈定实体模型、块体模型、采场设计境界,编制采掘计划。为资源评估、矿山规划、开拓设计、决策管理进行模拟、仿真和过程分析、计算机模拟爆破、GPS边坡变形监测、计算机自动调车系统提供技术平台、应用工具和可靠数据来源。

4.1.1 Surpac工程软件应用

Surpac矿山工程软件是建设数字矿山的重要组织部分,自2004年以来,已广泛运用于日常地质管理、采掘计划编制、采场境界优化、采矿单体工程设

计、测量修图与验收算量等,大大改进了测量、地质、采矿等技术人员之间的技术信息交流,提高了工作质量和工作效率,使采矿设计更加直观化、科学化,使技术人员从繁琐的图纸修改中解脱出来,同时,通过建立地质资源模型,为矿山后续的经营生产搭建了基础数据平台,推动了数字矿山建设的进程。

4.1.2 计算机模拟爆破系统应用

2000年,首钢水厂铁矿与北京科技大学合作开发了“露天矿台阶垂直中深孔微差爆破计算机自动设计与模拟系统”,实现了应用计算机根据二维地形和地质数据库、爆破分区条件参数及爆破工程要求,相应确定爆破设计中的各种参数,自动生成完整的爆破设计文件的功能,并初步实现了对反映爆破效果的诸因素(包括爆堆矿岩的破碎块度、松散系数以及爆堆形态等)进行定量的预测,从而为判断设计参数的合理性,修改和优化爆破设计,提供一种迅速有效的途径。系统到2002年底开发完善试验成功,2003年通过专家级鉴定,在国内具有创新意义,在国际同类产品中,具有领先水平。2003年10月,获得钢协科技进步二等奖。

4.1.3 GPS边坡动态监测系统应用

按传统的地面测量手段难以能获得真正意义上的高精度三维网变形信息,同时变形分析难度也较大。近年来,随着GPS定位技术及其数据处理模型、软件的不断发展,GPS定位精度不断提高。它具有速度快,精度高,全天候和不受通视条件限制等优点。因此,在矿区的变形监测中,我们可以用GPS技术来替代传统的变形监测手段,建立高精度的变形监测三维网。

4.1.4 矿车计算机自动调度及管理系统应用

该系统已成功应用于首钢水厂铁矿,水厂铁矿采区作业面长约4 km,宽约2 km,目前处在-110 m深凹开采阶段。采区共有电铲10台;矿车38台;破碎站4个,其中:岩石破碎站2个、矿石破碎站2个;其他卸车地点9个;道路网络节点数约40个;合计需要进行管理和控制的点位为100个。

系统由三部分组成:数据采集与通讯系统(简称全球定位测量宇宙站智能终端系统)、中心调度控制与管理信息系统、核心调度系统。主要功能如下:

(1) 采用先进的全球定位测量宇宙站技术,应用最优化算法以及计算机技术等一系列先进手段,通过对装,运,卸生产过程的实时数据采集,判断,显

示,控制与管理,实时自动实现各种生产资源的合理配置、利用,从而实现消耗最低,产量最大化的自动派车的目标,为数字矿山奠定基础。

(2) 发挥电铲的最大装车能力,保证电铲满负荷强度工作。

(3) 充分发挥卸点、破碎站的最大能力,保证在最高强度作业。

(4) 优化派车,合理分配车流,保证矿车在最短路线的基础上,实现运距最短、消耗最低。

4.2 第二块:以MES为规范的生产执行系统数字化

结合ERP系统的实施,矿业公司自主开发了MES系统,实现了SAP系统和二级计量、自动控制系统之间的连接和集成。该系统主要完成任务接收、数据采集、信息处理、流程处置、结果上传等任务,实现了生产制造执行的数字化。

2006年5月1日,ERP系统正式上线的同时,MES系统同步投入运行。系统运行3个月以来,基本达到稳定运行,同时随着流程的变化,不断增加新业务新功能,针对异常流程进行处理,使系统日趋完善和健壮。

实现了标准化生产组织,系统按照业务人员制定的标准流程进行规范,形成了一套规范的物料倒运操作流程,使生产调度人员必须根据系统的运作规范组织生产,从而实现了标准化生产组织。

进一步强化了企业的执行力,原来各专业部门制定的各项规范在实际生产过程是否得到完全的贯彻是很难以控制和验证的,使用了MES系统后将这些规范固化在系统中,不按照系统操作就无法走通,使专业规范得到了完完全全的执行。

通过MES系统把整个矿业公司的日常经营生产连成一张大的网络,实现流程之间、部门之间环环相扣,实现透明化、实时性、网络化管理。

4.3 第三块:以ERP为核心的企业资源管理数字化

首钢矿业公司不仅全面实施了ERP的财务与成本管理等五个模块,而且通过ERP项目的实施将四级(SAP系统)、三级(MES系统)和二级(计量、质检、监测系统)进行了全面集成,实现了ERP(企业资源计划)、MES(制造执行系统)、生产过程自动化系统、计量及检测系统的全程贯通,这在国内矿业行业是首家。首钢矿业公司ERP的建设是矿山行业,特别是冶金矿山行业中第一个对企业进行

全面信息化的尝试和突破,完成了数字矿山整体架构的搭架。ERP项目的建设实现了企业资源管理的数字化。

一是在生产管理上实现了数据不落地,从生产投料、入库、货物的移动、物资的采购进厂、产品的销售等数据从二级计量系统自动采集后传到MES, MES系统经过整理后上传SAP系统,减少了人为对数据的干预,避免了虚假数据,提高了数据的真实准确性。实现了标准化、透明化生产组织,对生产的管控更加精细化。实现了日报的内容按照预期的要求自动从SAP系统获取产量、质量、采购、销售、设备等指标内容,组合成新的生产日报。

二是在设备管理上建立了设备管理平台,直接管控设备检修及成本、备件使用。可以使每一个区域或设备检修的计划、成本,以及完成情况精确体现出来;进一步理顺了设备管理流程,明确了业务规范和权限。

三是在质量管理上实现了以SAP/MES为核心的质量信息系统架构,并和质量设备系统集成,打通了整个的质量数据通路。改变了原来质量各专业部门职能分割的局面,使质量流程和生产物流的整体流程联为一体,打破了质量专业的信息孤岛,做到了数量和质量一一对应,使数据的质量得到大幅提升。

四是在物料管理上改进了采购计划制定、审核模式,实施ERP后,有储备定额物料由ERP系统计算需求量,形成采购申请,通过设定最高储备和重定货点法,在保证使用的前提下,降低库存资金占用。优化了合同审批流程,改变过去4级以上人员逐级审批合同的方式,将采购数量由采购申请自动带入采购订单,减少数量审核环节;价格供应商通过采购信息记录事先维护,生成采购订单时自动带入,订单条款也事先确定标准文本,审批时无需再对价格供应商、条款进行审批,减少了文本流转环节,缩短了采购订单制定周期。实现数据实时更新,收、发动作与记账动作紧密联系,两者动作合二为一,解决了过去物料收发和记帐步骤不同步的问题,实现了物料库存的动态管理,为各级专业人员、领导决策提供了准确及时的信息。

五是在财务管理上借助ERP管理平台,实现了生产、物流、设备、质量、销售、财务的管理信息资源共享,实现了实时的债权、债务和成本的监督,运用系统可随时发现经营中存在的各种问题,并通过系统立即追溯问题症结,真正实现企业的现代化科学

管理。进一步规范了财务成本核算流程。最大限度地减少人为形成的不规范处理,实现了物料采购、收货、发货全过程的会计帐务处理信息自动生成,达到了会计科目使用、成本费用归集的规范化。

4.4 第四块:以办公OA系统为平台的办公数字化

办公自动化OA系统是矿业公司为提升管理水平,由传统的管理手段和模式向运用计算机、网络等信息化手段和信息化管理模式转变,实施企业管理信息化建设而开发的软件系统,日常办公类的包括企业信息网站、公文颁发、劳动合同管理、网上人才招聘等子系统。系统的应用已经融入到矿业公司日常管理工作之中,方便了公司内部各单位之间的信息交流,为领导生产决策提供及时准确的依据,基本实现了信息共享和无纸化办公,使企业信息化实现了从无到有新的突破。

经营生产管理方面的软件:如物流管理、物资计重查询、质量检验管理、主流程生产管理系统、设备点检定修、球团一、二系列生产管理系统、汽运车间信息化(生产管理、成本核算与分配、物资消耗、信息发布)、电机检修管理、物资寿命跟踪等有效提高了日常业务管理的效率。

生产现场监测查询方面软件:如球团一、二系列生产现场监测查询、水选厂球磨监控系统、大石河球磨监控系统等软件系统。这些系统将对生产工艺状况的监控从主控室延伸到了企业网的覆盖范围,使各级专业技术管理人员可以随时了解生产现场的工艺技术状况,大大提高了生产工艺管理的水平和效率。

5 数字矿山建设带来的主要效果

通过数字矿山建设,实现了MES系统、生产过程自动化系统、计量及检测系统全程贯通与集成,建立起物流、资金流、信息流“三流合一”的管理体系。推进集中统一管理和扁平化管理,减少了管理层次,财务管理由二级核算变为一级核算,物资管理由二级管理变为一级管理,生产和设备管理由三级管理转变为二级管理。梳理、优化管理流程,管理工作由传统的部门职能式管理逐步转变为流程式管理。运用先进理念和技术固化管理模式,生产组织以物流、成本为中心,生产过程更加顺畅、有序;质量工作与生产物流联为一体;物资采购供应实现物流与账务完全同步,改变计划、采购模式,固化“三权分立”机制;设备管理提高了点检和维修保养的精细程度;财

(下转第267页)

位置及状态,同时能快速调用已存储的数据库。④调度优化子系统,它是基于GPS的露天矿卡车调度系统的核心。

该系统能够解决铲装、自动配矿、运输车辆等的最佳优化及设备中途出现故障后的动态重组问题,提高设备的运行效率,实现采矿作业的优化。

6.3 建立露天矿安全综合监测系统

在已有的非接触数字化监测系统基础上,完成数字化物理探测边坡研究,引进微震监测系统,建立一个立体式全方位综合监测系统。实现准确预警灾害地点,精确描述灾害部位的内部特征,提供危害治理的科学依据;并与三维可视化建模软件接轨,智能化指导矿山开采活动。

7 结论

(1)立足矿山发展战略,重视数字矿山建设,是现代矿山企业的持续发展需求。因此企业领导人要创造有利环境,引导技术人员积极投身于企业的数

字矿山建设中。

(2)数字矿山建设是一项复杂的系统工程,应从企业的长远发展和整体出发,统一规划,分步实施,保证数字矿山建设各个系统的兼容性和扩展性。

(3)进行详细需求分析,利用国内外先进经验,保证数字矿山建设质量。从信息采集、传输、远程自动控制、可视化等方面大力展开研究工作,真正将数字矿山的内容贯穿于矿山的生产、经营、管理、安全等全过程。

参 考 文 献

- [1] 孙豁然,徐 帅. 论数字矿山[J]. 金属矿山,2007(2):1-5.
- [2] 吴立新,朱旺喜,张瑞新. 数字矿山与我们未来矿山发展[J]. 科学导报,2004(7).
- [3] 王李管,何昌盛,贾明涛. 三位地质体实体建模技术及其在工程中的应用[J]. 金属矿山,2006(2):58-62.
- [4] 王李管,曾庆田,贾明涛. 数字矿山整体实施方案及其关键技术[J]. 采矿技术,2006(3).

(收稿日期 2007-07-18)

(上接第245页)

务工作以建立管理型财务体系为目标,实现由分级控制向集中控制、静态管理向动态管理等一系列转变,工作重心开始向决策支持转化,工作范围拓展到增值活动,更好地适应企业发展战略的要求。

确立“运用、完善、成效、创新”的指导方针,推进管理效能全面提升。成功探索维护、开发、管理“三位一体”的系统运行体系,持续推进系统优化。在咨询公司未参与的情况下,独立完成水厂铁矿机构整合等带来的ERP系统变更、配置工作,锻炼了队伍,经受了考验。通过规范统计口径、运用系统数据进行管理、开展数学模型竞赛等一系列措施,集中精力推进管理规范和创新,与ERP系统上线前比较,提高了生产周日计划和采购计划兑现率,降低了库存资金占用和各类定限额消耗指标。

ERP系统的运用,潜移默化地改变人的行为模式。用信息技术固化的流程管理系统的刚性和约束

力,排除人为因素,使严格按照规定开展工作成为自觉遵守的行为习惯。工作人员在流程上处置业务,产生新的沟通、协作、制约机制,促进职工的责任心、工作的协同性不断增强。狠抓数据的“日清日结”工作,极大地促进了工作作风的转变。特别是信息化所特有的新知识、新观念,给职工注入与时俱进的学习、创新精神,对提高职工队伍的执行力起到了增速作用。

ERP项目的实施,形成了数字矿山的整体架构。以数字检测系统、生产过程自动控制系统、工厂制造执行系统和企业资源计划系统,构成四个层级;以GIS、MES、ERP以及OA系统,构成四个板块。以“四级四块”为核心的数字矿山体系的构建,在我国冶金矿山行业实现了历史性突破,搭建了具有国际先进水平的管理平台,推动管理理念和管理方式实现新的飞跃,对企业发展产生深刻影响。

(收稿日期 2007-07-15)