

· 书评 ·

文/陈广仁

数字矿山的关键技术

1973年秋,大冶有色金属公司采矿时,在湖北省黄石市大冶县发现铜绿山古铜矿遗址。经考古发掘,清理出自西周(公元前11—8世纪)、西汉(公元前5—2世纪)2个时期地下20—60m、2km²的古矿井及8座古代冶铜炉,勾勒出一幅气势磅礴的采矿图:400多个竖井、盲井、斜井与100多条平巷纵横交错、层层叠压,整木凿成的排水槽四通八达,圆木榫接、搭接的框架支护着中壁,木制绞车结构巧妙……。

从矿山典籍看,德国矿物学家Georgius Agricola 1556年出版《论冶金》,全面论述了矿山建设、矿脉成因、矿床测量、采矿技术、采矿工具和设备、矿井通风排水、选矿和冶炼等矿冶技术。明朝科学家宋应星1637年编著的《天工开物》,记载了中国明朝中叶前农业、手工业、工业等方面的各项技术,总结了煤炭、石灰、硫黄、白矾的开采和烧制,金属矿开采、洗选、冶炼、分离,矿井支护、煤矿瓦斯排放等成就。

随科技进步及矿业发展,古代依靠人力挖掘的矿山,在17世纪发展到黑火药凿岩爆破,19世纪采用雷管炸药凿岩爆破,20世纪初使用硝酸铵炸药地下深孔爆破,20世纪50年代引进潜孔钻机、牙轮钻机、自行凿岩台车等设备。近年来,矿山生产显现机械化、大型化、遥控化、自动化、信息化、智能化、数字化的发展趋势。面对矿山资源高效、安全、绿色开采的新要求,矿山系统持续、稳定、和谐发展的新任务,数字矿山成为现代矿山研究、建设、生产、管理的重要课题和举措。

《数字矿山技术》论述了数字矿山的基本知识、矿区资源环境信息获取与处理、矿山空间信息获取/处理与制图、矿山生产与安全信息收集及分析、矿山信息集成管理与共享利用、矿山信息集成建模与可视化、采矿数字化设计与决策优化、矿山数字通信与自动化、采矿模拟/仿真与虚拟现实、数字矿山典型系统与应用,侧重于矿山空间信息的获取与建模、数字矿山的关键技术及应用等,综述了采矿工程的前沿进展。本书认为,数字矿山是基于统一时空框架的矿山整体环境、采矿活动及其相关现象的数字化集成与可视化再

现,是一种“硅质矿山”,其最终表现为矿山的高度信息化、自动化、高效率以至无人采矿、遥控采矿。

数字矿山领域的研究表明,数字矿山由数据获取系统、集成调度系统、工程应用系统、数据处理系统、数据管理系统等组成,基础是矿山空间数据基础设施,内核是矿山空间数据仓库,核心是数据建模及空间分析,目标是精准化地获取异质、异构、多维、动态的矿山数据,数字化地集成与利用矿山信息资源,可视化地三维模拟和虚拟再现矿山地质采矿环境、过程及相关现象,仿真化地模拟分析矿山采掘活动、采动影响与灾变过程,智能化地分析提取采动影响规律及环境与工艺参数,自动化地预警矿山灾害并启动应急预案,实现矿山模拟四维化、矿山通讯网络化、矿山决策智能化、矿山办公自动化、矿山监测遥控化、矿山机电自动化、矿山管理信息化、矿山开采无人化、矿山资源高效化、矿山生产安全化、矿区环境绿色化。

数字矿山研发的关键技术包括:矿山数据仓库与数据更新技术、矿山数据挖掘与知识发现技术、真三维矿山实体建模与虚拟采矿技术、监测数据可视化与空间分析技术、组件化矿山软件与复用技术、可视化矿山 Office 技术、地下快速定位与自动导航技术、灾变环境下地下通信保障技术、智能采矿机器人技术、地下无人采矿系统技术等。

数字矿山建设的关键技术包括:①地上及地下多源、多维、多尺度、多时态、多主题三维空间和属性数据一体化存储、管理技术;②数据挖掘和数据融合技术;③地质体三维空间分析技术;④地质体矢量剪切技术;⑤真三维表达可视化、过程可视化、分析可视化、设计可视化、决策可视化技术;⑥矿体和采空区品位模型的动态构建技术、矿山最低可采品位动态确定和实时经济评价技术等动态品位模型与市场快速应对技术;⑦矿体多重空间变异性自定义拟合、分析及快速对比、当量品位自动折算、单矿体自动圈定、基于空间关系的夹石及采空区扣除技术;⑧“多S”的系统集成技术。数字矿山实施中,需针对矿山数据信息的复杂性、海量



吴立新 主编,中南大学出版社,
2009年11月第1版,定价:
40.00元。

性、异质性、不确定性、动态性及多源、多精度、多时相、多尺度等特点,构建统一的综合信息系统平台,以实现矿山数据的可视化集成,真正达到矿山信息共享、应用、互操作。

而且,随矿山范畴从地球浅表到地球深部、从陆地到海洋、从地球到外星球的扩展,随着人类开发海洋矿产资源和迈向外星球的步伐加快,采矿工程及数字矿山技术应包括海域地形地貌与地质构造探测技术、海底天然气地震勘探技术、海洋地球物理测井成像技术、海洋矿产资源综合评价技术、外星球表面DEM测绘技术、外星球矿产资源区划/储量测算/矿产开采技术等。

中国数字矿山研发中,在三维地学模拟、矿山虚拟现实、矿山地理信息系统、采矿CAD、采矿仿真、人工智能、办公自动化、指挥调度系统等领域已取得一定进展。但矿山企业具有资源赋存复杂、生产要素动态、生产工艺离散、生产环境恶劣、信息复杂多变等特征,其资源类别、资源储存、地质环境、技术条件、采矿决策、开采设计、生产计划、生产调度、过程控制、安全生产等情况较为复杂,而且数字矿山建设受到观念、技术、资金、法规等的影响,不可能一蹴而就。因此,从矿山系统角度出发,以矿山企业的信息流为主线,以生产要素和生产过程的控制为目标,加大数字矿山技术研发的力度、深度,提高相关技术的可信度、用性,降低技术应用、维护、更新的门槛和成本,是数字矿山建设的迫切任务。而作为数字矿山领域的首部专著,《数字矿山技术》一书无疑对数字矿山建设具有重要的参考价值 and 推动作用。

本文作者 陈广仁,《科技导报》编辑部副编审。E-mail: chenguangren@cast.org.cn。

栏目主持人 尹传红,中国科普作家协会常务理事、副秘书长,主任编辑。