

# 基于某铜矿的智能充填生产信息管理系统解决方案

邵思维<sup>1</sup>, 徐 巍<sup>2</sup>, 谷龙飞<sup>2</sup>, 张维国<sup>2</sup>, 裴明辉<sup>2</sup>, 温瑞恒<sup>2</sup>

(1. 香格里拉市云矿红牛矿业有限公司, 云南 香格里拉 674400; 2. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

**[摘 要]** 本项目以某铜矿为研究背景, 建立了一套有效的智能充填生产信息管理系统, 其基于成熟的开发服务平台构建, 具有充填现场实时数据采集与存储、工艺过程监控、设备管理、工艺报表管理、物料管理、成本分析、实验管理、劳动分析、移动终端信息发布和系统运维管理等功能模块。系统运行后, 可以有效提升充填效率和设备安全, 降低成本, 为该铜矿建设新型智能化矿山提供了手段。

**[关键词]** 充填; 生产信息管理系统; 工艺过程; 智能矿山

**[中图分类号]** TD65<sup>+</sup>5; TF811

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1003-8884(2021)02-0082-05

**DOI:**10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.020

## 0 前言

矿山企业生产管控系统是实现矿产资源回收利用、保护生态环境和提高企业经济效益的关键手段。大数据、物联网及智能化技术是开发矿山企业的智能化信息管理系统的重要工具<sup>[1]</sup>, 也是解决深度开采和无人开采的关键技术。

目前国内对于智能化矿山生产信息管理系统和体系架构的研究成果较多, 如刘青红<sup>[2]</sup>采用物联网技术, 构建了智能化煤矿技术架构, 为智能化煤矿和智能化开采提供了参考; 关长亮<sup>[3]</sup>基于物联网技术的非煤地下矿山安全监测预警决策通用平台, 建立了矿山安全监控动态信息和基于智能移动终端的现场安全检查系统; 郑磊<sup>[4]</sup>以北衙矿区为对象, 设计和开发了一套基于三维 GIS 的矿山计量管理系统, 实现对矿车和采矿量的实际监控、自动调度以及可视化、数字化、智能化控制; 高立兵等<sup>[5]</sup>从矿山地质灾害监测数据管理功能、矿山地质灾害动态监测、矿山地质灾害预警分析、矿山地质灾害共享决策和应急管理、矿山地质灾害三维模型展示 5 个方面, 介绍了金川矿山地质灾害监测预警与信息管理平台功能需求; 谭章禄等<sup>[6]</sup>基于“四横三纵”的智慧矿山总体架构, 采用 ISVE(信息-认知主体-可视化展示-效

果)可视化方式选择模型构建了智慧矿山可视化信息框架; 陈秀丽等<sup>[7]</sup>结合大红山铜矿现有运输系统, 分析了智能调度系统的关键问题, 提出矿用轨道运输监控系统, 主要包括主控制室、数据提取、信息(传输)管理、监控等功能组件。

综上所述, 矿山企业生产过程信息化、智能化生产信息系统的开发和应用主要以矿山企业部分生产管控问题展开研究和应用, 存在信息孤岛和通用性差的问题。另外, 不同企业开发和构建的生产管理系统未考虑地质资源管控要求, 且投入使用的系统无法凸显真实效果。因此, 本文从矿山生产工艺整体考虑, 应用现阶段主流互联网、智能化、信息化等技术, 开发出适用于该铜矿的智能充填生产信息管理系统。系统为操作人员、管理人员提供计划的执行、跟踪以及所有资源(人、设备、物料、客户需求等)的当前状态, 实现各类报表及数据管理的应用, 能够减少企业内部没有附加值的活动, 有效指该铜矿的生产运作过程。

## 1 某铜矿智能充填生产管理建设体系

该铜矿区内地势南高北低, 东高西低, 海拔一般 4 000~4 400 m, 相对高差 400 m 以上。该铜矿初步选用浅孔留矿嗣后充填法和分段空场嗣后充填法进行回采, 但矿体分支复合现象普遍, 厚度变化大、分层矿较多等复杂条件, 至今无法探索出比较客观、系统的采矿试验思路和方法以指导大规模生产。

通过建设智能充填生产信息管理系统, 使该铜矿在充填方面实现信息化、自动化和生产安全智能

**[收稿日期]** 2020-10-08

**[作者简介]** 邵思维(1986-), 男, 云南保山人, 工程师, 主要从事矿山井建、系统建设、采矿管理工作, 现任香格里拉市云矿红牛矿业有限公司采矿车间副主任。

化。系统的设计方案遵循技术先进、功能齐全、性能稳定、节约成本的原则,设计内容是系统的、完整的和全面的;设计方案具有科学性、合理性、可操作性,

并综合考虑施工、维护及操作因素,以及为今后的发展、扩建、改造等因素留有扩充的余地。系统整体结构如图 1 所示。

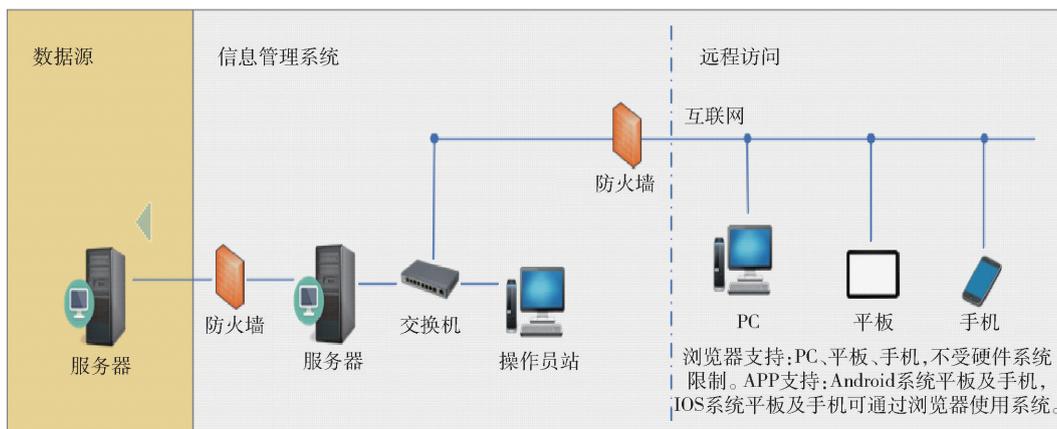


图 1 某铜矿智能充填生产信息管理系统结构

按照技术要求,生产信息管理系统与自动化控制系统采用物理隔离形式。与自动化控制系统数据对接采取 OPC 通讯协议。自动化控制系统设置独立的生产信息管理系统访问所需的 OPC 数据源,开放数据源单向访问权限。数据源与自动化控制系统相隔离,隔离数据对接对自动化控制系统的影响。在要求通过生产信息管理系统控制设备的目的时,则在数据源安全区域开通数据回写功能,为保证系统稳定及安全,默认关闭此功能。自动化控制系统是生产信息管理系统的数据基础,其直接影响生产信息管理系统数据的及时性、可靠性、完整性。

## 2 详细设计

根据某铜矿的生产实际需要,开发了符合金属地下矿智能充填生产信息管理系统。该系统服务器上配置大容量 SATA 硬盘,以满足现有数据保存 5 年的要求。日后工程扩展,可以考虑与管理网复用选购可实现内部数据隔离的磁盘阵列产品。同时,结合离线数据备份手段,可以实现集团整个生命周期内的生产数据存储和查询的需要。

### 2.1 充填配比模块

充填配比模块根据现场仪表的实际数据,按照年、月、日、班四个层次,分别记录统计配比数据的调整、配比的变化、指标的变化等,形成基础的配比数据。开放人工管理接口,人工优化调平后,形成最终的充填配比数据库,便于 PLC 系统根据最优配比数据控制工艺设备。工作流程如图 2 所示。

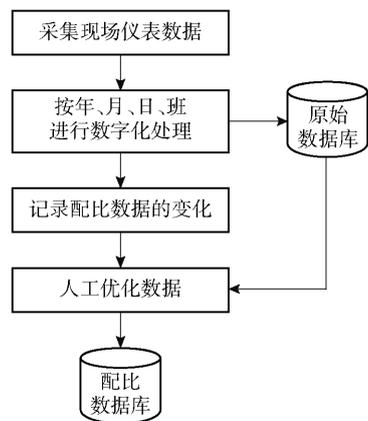


图 2 充填配比模块工作流程

充填配比数据主要包括:水泥用量、尾砂用量、骨料用量、充填新水消耗量、充填循环水消耗量、充填量、浓度、灰砂比、冲洗管道新水消耗量、冲洗管道循环水消耗量等。

充填配比模块的数据管理接口包括两部分:(1)系统按年、月、日、班四个层次自动统计录入数据;(2)系统设置数据管理权限,具有权限的用户可对充填配比数据(包含系统自动统计录入数据)进行录入、编辑、删除、查看等操作。

### 2.2 设备管理模块

设备管理模块包括:设备清单、设备运维、运行数据三个子模块,具体组成如表 1 所示。

运行数据子模块属性配置,可根据具体情况配置设备的备妥、运行、故障、压力、温度等状态信息,根据配置信息,可打开设备监控及历史数据,分析设

表 1 设备管理模块组成

| 设备清单子模块                                 | 设备运维子模块               | 运行数据子模块                             |
|---|-----------------------|-------------------------------------|
| 编号、名称、规格型号、数量、单价、入场日期、使用日期、运维周期、使用寿命、状态 | 日期、名称、设备清单、运维人员、附件、备注 | 设备信息、设备运维信息、最新运维时间、下次运维时间、属性配置、运行监控 |

备是否为正常停车、故障停车、检修停车，并计算出设备运行的时间、设备故障时间、下次维护时间等数据，辅助维护人员对设备进行维护、管理和检修。

设备管理模块的数据管理接口包括两部分：(1) 系统对工控点数据进行采集，形成趋势曲线、柱状图等；(2) 系统设置数据管理权限，具有权限用户可对设备清单、设备运维、运行数据进行录入、编辑、删除、查看等操作。

### 2.3 工艺报表模块

工艺报表模块包括数据下载功能，系统内具有权限的用户可根据需要下载相应数据。工艺报表数据包括充填配比报表、物料管理报表、劳动分析报表、成本分析报表、充填计划报表。报表可按年报表、月报表、日报表、班报表或日报表班报表组合的形式进行下载。

### 2.4 物料管理模块

物料管理模块根据现场仪表的实际数据及人工获取数据，按照年、月、日、班四个层次，分别记录统计物料的入库量、消耗量、库存量。考虑仪表的偏差及生产数据的调平，开放人工管理接口，人工优化调平后，形成最终的物料管理数据库，辅助系统管理人员进行物料管理。物料管理模块工作流程如图 3 所示。

物料管理模块数据主要包括：水泥入库量、水泥消耗量、水泥库存量、骨料入库量、骨料消耗量、骨料

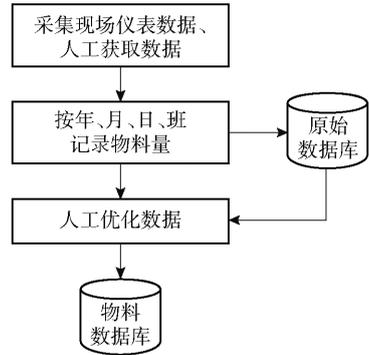


图 3 物料管理模块工作流程

库存量、尾砂入库量、尾砂消耗量、尾砂库存量等。

物料管理模块的数据管理接口包括两部分：(1) 系统按年、月、日、班四个层次自动统计录入仪表可采集到的数据；(2) 系统设置数据管理权限，具有权限用户可对物料管理数据(包含系统自动统计录入数据)进行录入、编辑、删除、查看等操作。

### 2.5 成本分析模块

成本分析模块按年、月、日、班四个层次进行开发，数据主要包括：物料成本、能耗成本、人工成本、设备成本、折旧成本、其它成本、成本合计、附件、备注等。

成本分析模块的数据管理接口包括两部分：(1) 系统设置数据管理权限；(2) 具有权限用户可对成本分析数据进行录入、编辑、删除、查看等操作。

### 2.6 实验管理模块

实验管理模块包括：尾砂检测、尾砂金属检测、充填体强度检测三个子模块。

尾砂检测、尾砂金属检测、充填体强度检测子模块分别由检测比对表与检测表两部分构成。检测比对表设置检测标准，当检测表实际数据异常时，给出异常提示。检测比对表数据如表 2 所示。

表 2 检测比对表数据

| 尾砂检测比对表   | 尾砂金属检测比对表  | 充填体强度检测比对表   |
|---|--|--|
| 编号、名称、表显浓度范围、烤浓度范围、+200 目百分比范围等；尾砂检测数据主要包括：日期、样品编号、取样时间、取样地点、取样人、检测人、表显浓度、烤浓度、+200 目百分比、比对表信息、异常、备注等。 | 编号、名称、金属含量范围；尾砂金属检测数据主要包括：日期、样品编号、取样时间、取样地点、取样人、检测人、金属含量、比对表信息、异常、备注等。 | 编号、名称、样块[01]强度范围、样块[02]强度范围、样块[03]强度范围、样块[04]强度范围、样块[05]强度范围；充填体强度检测数据主要包括：日期、样品编号、配比、制样时间、制样人、检测人、样块[01]时间、样块[01]强度、样块[02]时间、样块[02]强度、样块[03]时间、样块[03]强度、样块[04]时间、样块[04]强度、样块[05]时间、样块[05]强度、异常、备注等。 |

实验管理模块的数据管理接口:(1)系统设置数据管理权限;(2)具有权限用户可对实验管理数据进行录入、编辑、删除、查看等操作。

## 2.7 劳动分析模块

劳动分析模块根据现场仪表的实际数据及人工获取数据,按照年、月、日、班四个层次,分别记录统计井下充填工艺劳动指标及现场运维劳动指标。考虑仪表的偏差及生产数据的调平,开放人工管理接口,人工优化调平后,形成最终的劳动分析数据库,辅助系统管理人员进行劳动分析。工作流程如图4所示。

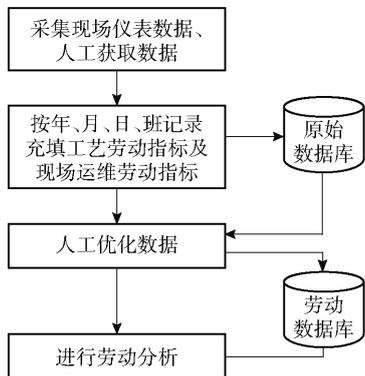


图4 劳动分析模块工作流程

劳动分析模块数据主要包括:充填量、充填时间、充填工时统计、操作工人数、劳动生产力、现场运维设备名称、运维设备数量、运维耗时、运维工时统计、运维操作工人数、备注等。

劳动分析模块的数据管理接口包括两部分:(1)系统按年、月、日、班四个层次自动统计录入仪表可采集到的数据;(2)系统设置数据管理权限,具有权限用户可对劳动分析数据(包含系统自动统计

录入数据)进行录入、编辑、删除、查看等操作。

## 2.8 移动 APP 终端

手机、平板等移动终端的功能较多,操作简便,携带较为便利,这为管理人员通过移动设备远程监视提供了很好的设备基础。

移动 APP 终端能够展示充填的总体工艺生产情况,整个工艺流程的运行情况。能够显示单个水泵、矿浆泵、螺旋输送机各个电气的运行状态、维护情况;能够显示物料的库存信息、每个工作周期物料的消耗情况及全场物料平衡的状态;能够显示流量、液位、压力等仪表设备状态值及报警状态。

## 2.9 系统管理及辅助功能

智能充填生产信息管理系统集成系统管理功能,能够在生产信息管理平台及移动终端 APP 上申请用户账号。系统管理员权限用户可对申请账号进行审核、添加用户、编辑权限、删除用户等操作。

智能充填生产信息管理系统为实现功能模块开发了相应辅助功能,辅助模块包括:工艺流程、历史趋势、报警管理、充填计划、数据中心等模块。

## 3 现场应用及效果

通过在该铜矿应用智能充填生产信息管理系统,可对充填技术试验研究进行分析,验证充填配比方法的可行性,并对试验过程当中的技术问题优化;开展充填试验研究的目的在于全面掌握各种充填物料的组成,并以此为基础确定最佳的充填参数,为充填工艺方案及系统设计提供基础数据支撑。系统运行时的界面如图5所示。

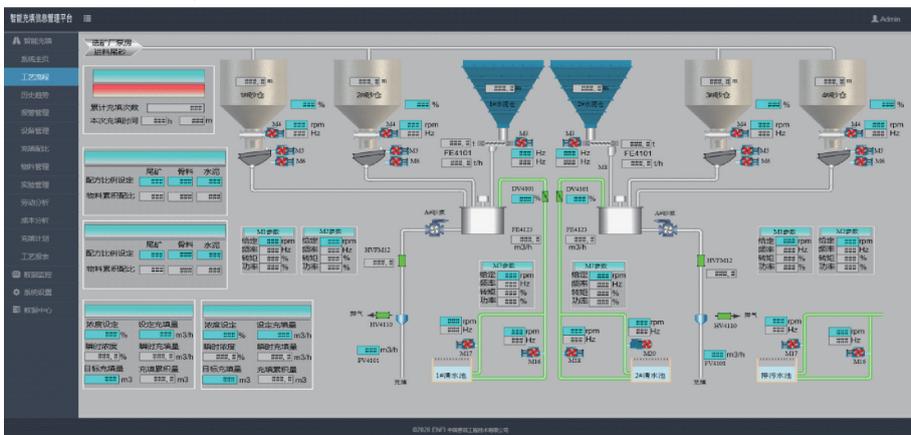


图5 智能充填生产信息管理系统界面

## 4 结论

本文针对某铜矿设计了符合金属矿山的充填生产信息管理系统,实现了充填生产的实时监控,改变了以往需现场人员操作且数据分析不准确的情况,极大改善了调度人员的工作环境,提升管理效率。系统由电脑自动完成运行所需的参数分析和存储,实现充填配比参数的自动计算,提升了充填的效率有效降低人工成本,经济效益良好。系统可以随时反映各个设备和传感器的工作状态,记录运行数据,生成工艺报表,提高了与上级计算机联网的便捷性,实现与企业内部管理系统共享数据,达到远程管控一体化,极大提高了充填生产管理的信息化水平,为生产管理部门提供了决策支持。

### [参考文献]

- [1] 卢新明,尹红. 数字矿山的定义、内涵与进展[J]. 煤炭科学技术,2010,38(1):48-52.
- [2] 刘青红. 智能化矿山与智能化开采技术的发展方向[J]. 中国设备工程,2020(11):224-225.
- [3] 关长亮. 基于某矿山的生产信息管理系统解决方案[J]. 中国矿山工程,2020,49(1):55-59.
- [4] 郑磊. 基于三维 GIS 的矿山计量管理系统[J]. 无线互联科技,2020,3(5):34-36.
- [5] 高立兵,田建荣. 金川矿山地质灾害监测预警与信息管理平台功能需求研究[J]. 智慧地球,2020(5):53-55.
- [5] 谭章禄,吴琦,肖懿轩,等. 智慧矿山信息可视化研究[J]. 工矿自动化,2020,46(1):26-31.
- [6] 陈秀丽,刘培正. 大红山铜矿地下矿山机车运输智能调度系统建设[J]. 现代矿业,2020,36(10):129-131.

## Intelligent Backfilling Production Information Management System Solution based on a Copper Mine

SHAO Si-wei, XU Wei, GU Long-fei, ZHANG Wei-guo, PEI Ming-hui, WEN Rui-heng

**Abstract:** This project is researched based on a copper mine, a set of effective intelligent backfilling production information management system is established. It is constructed based on a mature development service platform, which has real-time data acquisition and storage, process monitoring, management of equipments, management of process reports, management of materials, cost analysis, management of experiments, labor analysis, release of mobile terminal information and management of system operation and maintenance, etc. After the operation of system, backfilling efficiency and equipment safety can be effectively improved, and the cost can be reduced, which provides a means for the copper mine to build a new intelligent mine.

**Key words:** backfilling; production information management system; technological process; intelligent mine

