

文章编号:1671-251X(2018)10-0077-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.17351

基于RFID的煤矿设备巡检系统设计

崔希国¹, 韩安^{2,3}

(1. 山东能源临沂矿业集团有限责任公司, 山东 临沂 276000;

2. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015;

3. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘要:针对煤矿设备管理安全隐患多、机电技术力量薄弱等问题,设计了基于RFID的煤矿设备巡检系统。该系统采用RFID技术实现了矿井区域地点、巡检人员身份卡、设备基础信息的唯一性管理,并结合井下无线网络、设备巡检记录仪等装置,将矿井巡检记录信息上传至地面服务器,地面服务器进行有效数据分析,及时准确地反映矿井设备运转及安全状态。该系统实现了矿井设备巡检人员履职、设备巡检记录、设备异常缺陷闭合、井下设备分布及流转等矿井设备精细化管理,可有效减少机电事故发生,降低设备管理成本,提高设备利用效率。

关键词:煤矿设备巡检; 机电设备管理; RFID; 唯一性管理; 精细化管理

中图分类号:TD67 文献标志码:A

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20180914.0800.002.html>

Design of inspection system for coal mine equipments based on RFID

CUI Xiguo¹, HAN An^{2,3}

(1. Shandong Energy Linyi Mining Group Co., Ltd., Linyi 276000, China;

2. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China;

3. Tiandi (Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: In view of problems of many hidden dangers and weak electromechanical technology of coal mine equipments management, an inspection system for coal mine equipment based on RFID was designed. The system uses RFID technology to realize unique management of mine area location, patrol personnel identification card and equipments basic information, and uploads mine patrol record information to ground servers in combination with underground wireless network and equipments patrol recorder. The ground servers perform effective data analysis to timely and accurately reflect operation and safety status of the equipments. The system realizes refined management of mine equipments such as performance of mine equipments inspector, equipments inspection records, equipments abnormal defect closure, underground equipments distribution and circulation, which can effectively reduce occurrence of mechanical and electrical accidents, reduce equipments management cost and improve equipments utilization efficiency.

Key words: coal mine equipment inspection; electromechanical equipments management; RFID; unique management; refined management

收稿日期:2018-07-06;修回日期:2018-08-26;责任编辑:胡娴。

基金项目:天地(常州)自动化股份有限公司科研项目(2018GY117)。

作者简介:崔希国(1969—),男,山东临沂人,工程师,主要从事煤矿大数据、信息化、智能化等工作,E-mail:dsjkjxxzx@163.com。

引用格式:崔希国,韩安.基于RFID的煤矿设备巡检系统设计[J].工矿自动化,2018,44(10):77-80.

CUI Xiguo, HAN An. Design of inspection system for coal mine equipments based on RFID[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(10): 77-80.

0 引言

随着煤炭工业的快速发展,机电设备在煤矿安全生产中的应用越来越广泛,煤矿机械化程度得到了大幅度提升。然而,由于煤矿生产条件、生产工艺及生产环节的复杂性,对煤矿机电设备日常管理工作提出了更高要求,传统、粗犷的管理方式已无法满足矿井安全生产要求^[1]。本文针对煤炭行业设备管理安全隐患多、机电技术力量薄弱、管理理念落后等问题,应用射频识别(Radio Frequency Identification,RFID)、物联网、无线传输等信息化手段设计了煤矿设备巡检系统,实现了巡检计划管理、巡检过程管理、故障异常派单、故障闭环处理等功能。该系统的建设与应用可改变设备巡检管理模式,提升矿井设备精细化管理水平,保障矿井安全生产。

1 煤矿设备管理现状

(1) 安全隐患较多。部分矿井设备老、旧、杂、带病运转,安全保护设施不全,与《煤矿安全规程》要求差距较大。部分矿井存在主提升机单线制动、高压开关保护不全、主要通风机满足不了矿井风量负压的要求等安全隐患,加上设备技术测定不及时、测试手段落后等因素,导致所存在的问题难以发现,潜在性事故隐患较多^[2]。

(2) 机电技术力量薄弱。煤矿自然条件差,不安全因素较多,人才引进难度较大,设备管理人员专

业技术水平相对较低。加上设备机械化及精密性程度越来越高^[2],设备日常运维管理难度较大,导致设备故障无法及时发现与排除。设备管理人员的能力及经验直接关系到设备管理水平,机电管理队伍的建设缺失降低了矿井机电管理水平,导致矿井机电设备运行危险系数增加。

(3) 机电设备管理理念落后。矿领导对设备管理重视不够、管理制度不完善、管理落实不到位等造成设备管理较为混乱。设备使用地址不明确、运行状况不能及时准确掌握、故障无法及时处理等导致设备故障率高^[3],使用率较低。日常设备巡检结果通过纸质方式记录、设备运转状况仅凭检查责任及经验进行判定等导致无法清晰有效地了解设备巡检人员记录,无法实现设备巡检信息的有效传递。

煤矿机电设备的可靠、正常运转是矿井高效安全生产的有效保障。因此,需要通过信息化手段创新矿井设备精细化管理模式,有效解决矿井在设备管理存在的问题。

2 系统架构设计

基于 RFID 的煤矿设备巡检系统主要应用 RFID 无源卡无功耗、体积小、抗污染及耐用性好、安全性高及可重复使用等优势^[4-5],完成对矿井区域地点、巡检人员身份卡、设备铭牌信息的唯一性标识管理,结合巡检管理流程实现设备的点巡检管理^[5]。系统物理架构如图 1 所示。

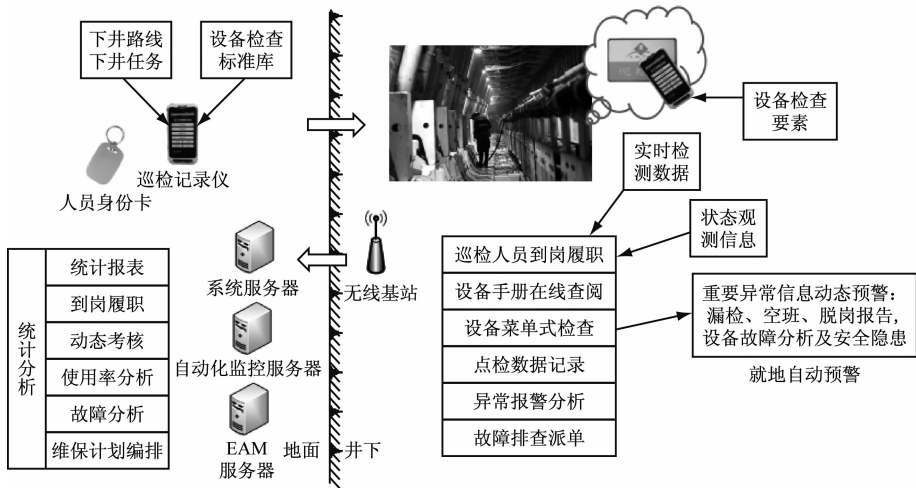


图 1 基于 RFID 的煤矿设备巡检系统物理架构

Fig. 1 Physical architecture of equipment inspection system based on RFID

系统以标准的工作流驱动煤矿日常设备巡检管理,管理人员根据设备运行状况编制设备运行监察及定期巡检任务。巡检人员接到任务后,利用手持

终端打开人员身份卡登录系统,获得本次巡检任务的行走路线、到达时间要求、所需巡检设备及每台设备的巡检项。当设备巡检人员达到某一个地点时,

通过巡检记录仪读取地址卡,系统自动记录该人员的到达履职信息。通过刷取该区域内设备铭牌卡,获取到该设备的巡检项目及主要参数,巡检人员根据要求进行巡检项目状态确认及设备运转数据采集,并将数据通过井下无线网络直接上传至地面服务器。

系统自动生成巡检人员的考勤报告,并集成设备自动化监测监控系统及企业资产管理(Enterprise Asset Management, EAM)系统数据,进行综合性设备运行状态及全矿井设备综合运转分析^[6],完成设备巡检统计报表、巡检人员到岗履职分析、设备使用率分析、设备故障率分析、维检计划编排、应急事件处置派单等功能^[6-7]。

3 系统功能设计

基于 RFID 的煤矿设备巡检系统结合计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)、处理(Act)(PDCA)管控思路^[8-9],将矿井设备管理的实时动态监测与静态管理相结合,实现矿井设备的一体化综合管理,提升矿井设备管理的管控力度与深度^[10]。系统功能架构如图 2 所示。

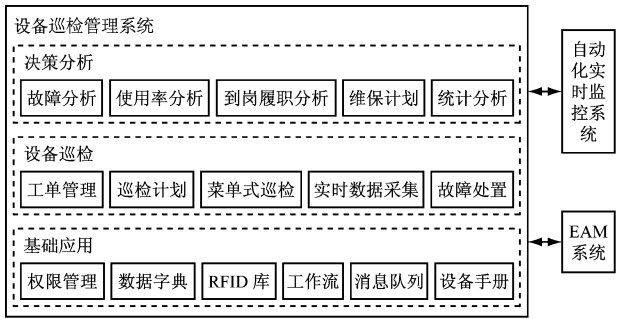


图 2 基于 RFID 的煤矿设备巡检系统功能架构

Fig. 2 Functional architecture of equipment inspection system based on RFID

(1) 基础应用。以支撑设备巡检业务为主的基础信息的管理,包括权限管理、数据字典、工作流、消息队列及设备手册。① 权限管理:根据系统用户角色进行权限配置管理,包括桌面端、地面移动端和井下移动端。② 数据字典:用于存储系统运行的基础数据信息,包括任务类型、设备类型、消息分类等。③ RFID 库:用于存储矿井区域地点、设备巡检人员身份卡、设备铭牌等信息,以实现各项配置信息的唯一性管理。④ 工作流:用于建立设备巡检过程和流程,实现对流程节点的监视,以事件方式驱动巡检任务执行与过程管理。⑤ 消息队列:以消息的方式对设备巡检过程中各类信息通过短信、移动端桌面提醒、计算机桌面提醒等进行通知。⑥ 设备手册:通过同步 EAM 系统涉及的设备台账、设备维修保养

手册、设备配件关系、设备故障库等信息,建立设备管理与巡检手册,为整个系统业务提供数据支撑。

(2) 设备巡检。以实现设备巡检人员的日常巡检业务应用为主,主要包括工单管理、巡检计划、菜单式巡检、实时数据采集及故障处置。① 工单管理:根据现场设备异常事件记录及设备维检任务,结合设备巡检、维保人员的工作状态或工作地点,进行派单下发,同时通过井下巡检记录仪终端设备进行任务的推送提醒。② 巡检计划:设备管理人员根据井下设备分布状况、设备巡检人员及工作日期,编制周期性的每日每班设备巡检人员的巡检路线及巡检计划。③ 菜单式巡检:当设备巡检人员通过巡检记录仪读取某一设备铭牌的 RFID 卡时,设备巡检移动终端软件以菜单方式罗列出该设备需要的巡检项,并根据设备巡检项设置定义不同的巡检确认方式,以多项选择方式进行确认,通过专业仪器进行测定记录。④ 实时数据采集:设备巡检人员通过专业监测装置进行设备温度及振动频率等实时数据采集,并通过备注对其他巡检情况进行补充。⑤ 故障处置:设备巡检人员根据系统派单对井下设备故障信息进行排查处置,并通过信息系统进行故障排除登记。

(3) 决策分析。以支撑及优化设备管理为目标,根据管理决策应用需求,进行数据增值与辅助应用分析,包括故障分析、使用率分析、到岗履职分析、维保计划及统计分析。① 故障分析:融合巡检数据、自动化监控系统数据及 EAM 系统数据,综合判定设备当前状态,并根据设备累计运转时间,结合经验数据,判定该设备运转状态变化趋势^[10],对其可能发生故障的项目进行必要的预防。② 使用率分析:根据自动化监控数据计算设备/工序的累计运转效率,并设置低阈值报警提醒。③ 到岗履职分析:将设备巡检员计划任务与实际巡检记录进行对比分析,形成巡检人员绩效考勤报告。④ 维保计划:综合设备运转各类参数信息及未来工作日历安排,编制设备运维计划,以保证设备稳定可靠运行。⑤ 统计分析:根据设备巡检记录信息,进行全矿设备健康率、设备故障/报警统计、井下设备分布统计、保养工单执行统计、维修工单执行统计^[11]等。

4 关键技术

(1) 无源 RFID 技术。RFID 技术是一种非接触式的射频自动识别技术,通过射频信号自动识别目标对象。为有效识别区分每一个标签,对矿井区域地点、设备管理人员身份卡、设备铭牌信息进行唯一性编码定义,并有效区分区域地点类型、设备管理

人员角色、不同类型的设备。设备铭牌信息依托EAM系统设备档案信息进行统一定义,各编码通过RFID写入工具写入无源RFID卡,设备巡检记录仪通过近场通信(Near Field Communication, NFC)读卡器产生高频发射功率,以启动无源RFID并提供能量。

(2) 网格化动态设备巡检计划编制。结合煤矿井下设备的移动情况编制有效的设备巡检计划及巡检路线。采用网格化设计思路,权衡矿井设备分布,将煤矿井下划分为若干责任区域,指定区域网格负责人,同时配套区域内设备巡检人员。基于矿井巷道中线,根据最短路径算法,编制每个巡检人员的巡检路线,并根据每台设备的巡检时间,编制巡检人员到达巡检地点的时间点。

(3) 设备故障综合性判断技术。煤矿井下不同设备的故障特征均不同,包括老化故障、磨损性故障、腐蚀性故障及断裂性故障等,然而各设备在工作温度、振动频率^[12]等方面所表现的故障特征较为明显。因此,有效甄别设备工作温度及振动频谱异常,通过频谱分析、设备在线运转自动化实时监测、人工巡检、红外检测等数据进行趋势分析,进行设备故障特征的综合判定^[13],可提醒设备管理人员预先进行故障排查处理。

5 结语

基于RFID的煤矿设备巡检系统实现了矿井区域地点、设备管理人员身份卡、设备铭牌信息的唯一性管理,并结合矿井设备巡检管理需求,实现了网格化的巡检计划编制、菜单式设备巡检、任务派单及故障处理等日常巡检业务功能,以及故障分析、设备使用率分析、人员到岗履职分析、维保计划编制等功能。该系统充分应用物联网技术实现了矿井巡检过程的精细化管理,有效解决了煤矿设备管理理念落后、管理技术力量薄弱等问题,减少了矿山机电事故的发生,提高了机电设备使用率、工序效率乃至全矿生产效率。

参考文献(References):

- [1] 李敬兆,高之翔,杨大禹,等. 矿山大型机电设备协同控制[J]. 工矿自动化,2017,43(3):15-19.
LI Jingzhao, GAO Zhixiang, YANG Dayu, et al. Collaborative control of large-scale electro mechanical equipment in mine [J]. Industry and Mine Automation,2017,43(3):15-19.
- [2] 林建华. 移动智能终端在船舶设备巡检中的应用[J]. 上海船舶运输科学研究所学报,2017,40(4):59-64.

- LIN Jianhua. Application of mobile intelligent terminal in ship inspection[J]. Journal of Shanghai Ship and Shipping Research Institute,2017,40(4):59-64.
- [3] 李大鹏. 基于二维码的电厂设备检修保养管理系统及App应用[D]. 长春:吉林大学,2017.
- [4] 刘一凡. 新型电站设备智能巡检系统的研究与探索[J]. 同煤科技,2017(4):20-23.
LIU Yifan. Research and exploration of new intelligent inspection system for equipment of power plant[J]. Science and Technology of Datong Coal Mining Administration,2017(4):20-23.
- [5] 李丹丹. 基于物联网GIS的电力巡检系统设计与实现[D]. 武汉:武汉大学,2017.
- [6] 邹胜,孙彩云,何健,等. 设备巡检系统的研究与设计[J]. 中国新通信,2015,17(24):145-146.
- [7] 刘佳,廖进华. 基于GIS系统的设备扫码巡检的应用方案[J]. 中外企业家,2017(13):127.
- [8] 胡金,刘建忠. 多维巡检系统在电网设备状态检修中的辅助应用[J]. 农村电气化,2018(3):52-54.
HU Jin, LIU Jianzhong. Auxiliary application of multi-dimensional patrol and dispatch system in status repair suited to for power network equipment [J]. Rural Electrification,2018(3):52-54.
- [9] 吴浩鹏,计蕴容,李刚. 基于移动终端的电力设备智能巡检系统设计[J]. 计算机时代,2016(5):55-58.
WU Haopeng,JI Yunrong,LI Gang. Design of mobile intelligent tour-inspection system for power equipment[J]. Computer Era,2016(5):55-58.
- [10] 邵淦,吴笑,俞捷捷. 物联网技术在电力设备巡检中的应用[J]. 电子技术与软件工程,2016(19):21.
- [11] 曹现刚,张怀珠,惠阳. 煤矿设备点检管理系统研究[J]. 工矿自动化,2014,40(5):100-103.
CAO Xiangang, ZHANG Huaizhu, HUI Yang. Research of management system of spot inspection of coal mine equipments [J]. Industry and Mine Automation,2014,40(5):100-103.
- [12] 朱颖,韦鹏,柴斌,等. 基于大数据分析的变电站设备智能化巡检系统[J]. 电工技术,2018(1):83-85.
ZHU Ying, WEI Peng, CHAI Bin, et al. Intelligent inspection system for substation equipment based on data analysis [J]. Electric Engineering,2018(1):83-85.
- [13] 杨睿,曹凯,王继宇. 综采设备多元预警管理系统设计[J]. 工矿自动化,2018,44(7):96-99.
YANG Rui, CAO Kai, WANG Jiyu. Design of multivariate early warning management system for full-mechanized coal mining equipments[J]. Industry and Mine Automation,2018,44(7):96-99.