



移动扫码阅读

刘宏杰,张 慧,张喜麟,等.煤矿无轨胶轮车智能调度管理技术研究与应用[J].煤炭科学技术,2019,47(3):81-86.doi:10.13199/j.cnki.cst.2019.03.011

LIU Hongjie,ZHANG Hui,ZHANG Xilin,*et al.* Research and application of intelligent dispatching and management technology for coal mine trackless rubber-tyred vehicle [J].Coal Science and Technology,2019,47(3):81-86.doi:10.13199/j.cnki.cst.2019.03.011

## 煤矿无轨胶轮车智能调度管理技术研究与应用

刘宏杰<sup>1</sup>,张 慧<sup>1</sup>,张喜麟<sup>2</sup>,韩 雷<sup>1</sup>

(1.大同煤矿集团有限责任公司 塔山煤矿,山西 大同 037000;2.大同煤矿集团有限责任公司 技术中心,山西 大同 037003)

**摘 要:**针对煤矿无轨胶轮车辅助运输系统在提升矿井生产效率的同时,给煤矿带来的无轨胶轮车无序运行、高能耗及环境污染、运输安全等问题,提出了采用多系统融合技术将煤矿井下无轨胶轮车运行相关有效数据充分筛选,研究采用高精度定位技术实现车辆 30 cm 高精度定位,通过交通信号、视频图像、位置信息等关联数据采集分析处理和车辆运行流程全数字化管控,实现井下无轨胶轮车日常运行网上及移动端申请、车辆运行无人化自动调配、车辆数据统计分析、人员乘用及物料运输车辆全面数字化、智能化管控。结果表明:通过无轨胶轮车辅助运输系统的全数字化管控的研究及应用,大幅提升了煤矿井下无轨胶轮车辅助运输效能,提高统一指挥调度和信息共享水平,实现煤矿无轨胶轮车调度管理的智能化。

**关键词:**无轨胶轮车;无人化调度;智能管控;数据处理与分析

中图分类号:TD525 文献标志码:A 文章编号:0253-2336(2019)03-0081-06

## Research and application of intelligent dispatching and management technology for coal mine trackless rubber-tyred vehicle

LIU Hongjie<sup>1</sup>,ZHANG Hui<sup>1</sup>,ZHANG Xilin<sup>2</sup>,HAN Lei<sup>1</sup>

(1.Tashan Mine,Datong Coal Mine Group Corporation Limited,Datong 037000,China;2.Technology Center,Datong Coal Mine Group Corporation Limited,Datong 037003,China)

**Abstract:** According to the problems of disorderly operation, high energy consumption, environmental pollution and transportation safety brought by the auxiliary transportation system of trackless rubber-tyred vehicle in coal mine while improving the production efficiency of coal mine, a multi-system fusion technology is proposed to fully screen the effective data related to the operation of trackless rubber-tyred vehicle in coal mine. UWB high precision positioning technology is used to realize 30 cm high-precision positioning of the vehicle, through the collection, analysis and processing of related data such as traffic signals, video images, location information and the full digital control of vehicle operation process, realizes the application of daily operation network and mobile terminal of underground trackless rubber-tyred vehicle, automatic dispatch of vehicle operation, statistical analysis of vehicle data, comprehensive digitization and intelligent management and control of personnel and material transportation vehicles, and builds up the system. The results show that through the full digital management and control of the auxiliary transportation system of trackless rubber-tyred vehicle, the auxiliary transportation efficiency of underground trackless rubber-tyred vehicle in coal mine has been greatly improved, the unified command and dispatch level and information sharing level have been improved, and the intelligent dispatch and management of trackless rubber-tyred vehicle in coal mine has been realized.

**Key words:** trackless rubber-tyred vehicle; unmanned dispatching; intelligent control; data processing and analysis

收稿日期:2018-11-02;责任编辑:王晓珍

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2018YFC0604500)

作者简介:刘宏杰(1980—),男,山西万荣人,高级工程师,工程硕士。Tel:0352-7822765,E-mail:popboy\_119@sina.com

## 0 引 言

随着煤矿辅助运输系统的不断发展,为更好地提高现代化大型煤矿安全生产效率,井下无轨胶轮车作为辅助运输工具,将在煤矿生产过程中发挥越来越重要的作用。目前,已有很多有关无轨辅助运输工具的研究成果,如戴志晔<sup>[1]</sup>阐述了辅助运输车辆的各种特性,杨韬仁<sup>[2]</sup>指出了无轨辅助运输胶轮车在辅助运输现代化建设中的意义,杜卫刚等<sup>[3]</sup>详细分析无轨胶轮车的特点、使用环境、种类及优缺点,提出无轨胶轮车向自动化、人性化方向发展的趋势,李亭洁<sup>[4]</sup>介绍了一种矿用防爆锂电池无轨胶轮运人车的总体设计思路和方案,并详细阐述了该新型矿用新能源车的整体结构和相关技术特点。现阶段,无轨胶轮车的灵活高效、车型多样、载重能力、运输成本等<sup>[5-6]</sup>特点决定了其在现代化的安全高产高效矿井中发挥着不可替代的作用。井下无轨胶轮车<sup>[7-8]</sup>的应用不但提升了矿井的生产能力和运输效率<sup>[9-10]</sup>,而且很大程度上提升了矿井的安全生产运行管理水平。在为矿井提升生产效率的同时,无轨胶轮车的无序运行、高能耗及环境污染、运输安全等问题却日益凸显,如何通过各类信息技术手段的综合应用来达到无轨胶轮车辅助运输系统安全高效有序运行,更好地服务于煤矿的安全生产,成为了现代化煤矿遇到的又一个新问题。

目前,国内外煤矿井下无轨胶轮车管理系统的研究及应用多以井下交通信号灯、超限报警、车辆区域定位等为主<sup>[11-12]</sup>,没能实现井下无轨胶轮车的全面数字化管控,且定位功能<sup>[13-15]</sup>大多采用基于RFID、Zigbee、Wifi等区域定位技术,车辆存在漏卡率高,定位精确度不高等问题,不符合现代化安全高效煤矿实际使用需求。因此,现阶段有必要研究解决无轨胶轮车辅助运输系统功能单一及同质化,车辆定位精度不高、无序运行效率低下以及能耗高等问题。同时,为实现日常井下无轨胶轮车的使用申请、车辆的调配、人员物料的运输、车辆运行效率统计等数字化管理,研究将井下车辆运行从人工调度方式的单环节、单因素的信息孤立运行,向信息化管控的多环节、多因素联合自动分析、智能化运行转变,使煤矿井下无轨胶轮车资源得到充分利用,达到无轨胶轮车辅助运输系统提质增效和安全运行的目标。

## 1 煤矿无轨胶轮车智能调度技术框架

基于煤矿井下无轨胶轮车辅助运输管理面临的

问题和挑战,考虑在无轨胶轮车辅助运输相关联的多信息系统数据充分融合的基础上,不仅包含煤矿井下交通安全管控<sup>[16]</sup>、车辆定位、限速报警及语音提示的功能,更主要是通过技术融合和流程信息化再造实现井下无轨胶轮车的网上及移动端申请、车辆运行无人化自动调配、车辆数据统计分析、人员乘用及物料运输车辆全面数字化、智能化管控,构筑起一种可实现煤矿井下无人智能调度管理及车辆安全能耗及运行效率综合分析的煤矿智慧交通信息系统,大幅提升煤矿井下无轨胶轮车辅助运输效能,提高统一指挥调度和信息共享水平,实现煤矿无轨胶轮车调度管理<sup>[17]</sup>的智能化。

为实现上述目标,借鉴并采用了IoT物联网的技术体系结构,将相关无轨胶轮车安全运行管理的全部设备进行了集成,并提取其中的有效关联数据,再将实时数据整理存储以及分析处理,最后将分析处理后的结果按照业务流程职能的不同呈现给最终的业务管理者和执行者,如图1所示。

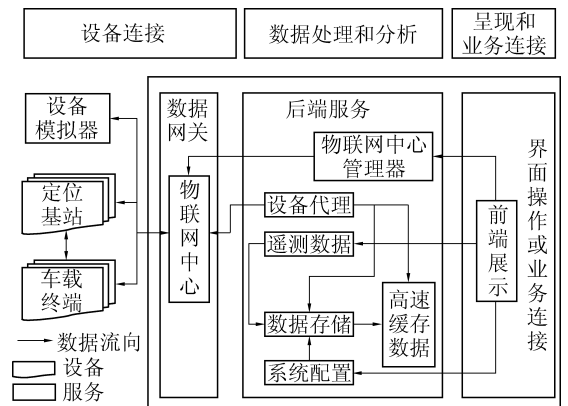


图1 相关数据集成及处理分析结构

Fig.1 Relevant data integration and processing analysis structural

在该体系结构中,设备层通常将关联数据发送到后端服务进行存储和处理。例如,后端服务可以使用定位标识卡数据流来计算人或车的坐标位置。车载终端可以通过读取来自后端服务终结点的消息,接受和响应服务器到设备的消息。后端服务也可将送料任务消息发送到车载终端,以便空车出井的司机可以完成新的送料任务,提高料车运输效率。

## 2 关联数据融合

为更好地实现煤矿无轨胶轮车无人智能调度管理,系统集成遍布矿井整个主巷道的车辆及人员的精准定位、超限速报警、交通视频监控、红绿灯信号控制、定点测速、语音播报、运力分析及无人调度指挥平台、胶轮车移动终端调度指挥、车载终端等数据信息,并且实现了数据的深度融合及有效数据的充

分利用。

## 2.1 无轨胶轮车位置精确定位

要想实现煤矿井下无轨胶轮车的数字化调度指挥管控,首先最基础的是要解决无轨胶轮车车辆实时位置信息的准确性问题。近几年来,煤矿普遍应用的定位技术实际上大多采用的是区域定位技术,这种定位精度难以满足井下无轨胶轮车安全调度指挥的高效性需求。

随着科技的发展,煤矿定位技术也在不断提升,基于 UWB 的煤矿高精度定位技术将定位精度提升至 30 cm 甚至更高,这足以支撑无轨胶轮车数字化无人调度管理对车辆实时精确位置信息的需求,精确定位计算过程如图 2 所示。有了精确的人、车位置实时数据,就可以通过数据处理来准确实时地搭建起无轨胶轮车运输资源的供给方和需求方之间沟通桥梁,在保障安全运输的同时充分发挥胶轮车运输资源的最大效能。井下定位系统主要包括车载定位装置、井下作业人员定位装置、定位基站及位置计算模块,车载定位装置用于给车辆进行定位,井下作业人员定位装置用于给井下作业人员进行定位,定位卡通过 UWB 协议将定位信息传输至定位基站,定位基站通过网络将定位信息传输至地面服务器的位置计算模块,再通过业务处理模块传输至应用数据库,应用数据库内的数据可以被数据处理软件和数据处理主机进行调取,调取后再进行处理。在实现高精度定位的基础上,为增加无轨胶轮车实时位置信息的可视化效果,此次还引入了 1:1 的三维真实矿图,以及全站仪一次自动成图,使系统的人机交互界面更加真实。

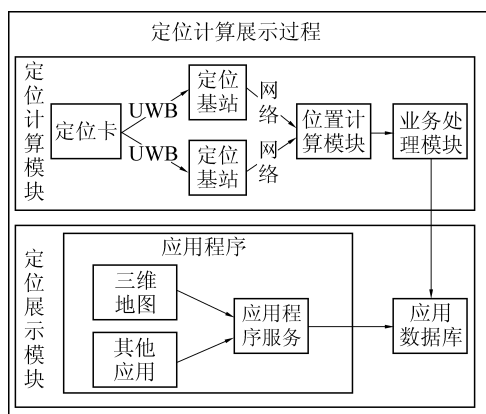


图 2 精确定位计算过程

Fig.2 Accurate positioning calculation process

## 2.2 井下交通安全管控及车载终端

### 2.2.1 井下交通安全管控

在提升和保障井下无轨胶轮车辅助运输安全管控方面,系统全面集成了井下交通信号、定点测速、

区间测速、重要路口路段语音报警、视频监控等井下交通管理<sup>[18]</sup>实时数据,系统通过软件运算分析后,还可下达控制命令给控制系统,控制红绿灯状态,从而控制车辆行进、停止、避让等一系列行动,从而合理调整井下巷道内车辆运行状态,保障井下交通运输的畅通。通过融合上述无轨胶轮车无人智能调度管理安全运行等实时数据信息,很大程度上规范了人员驾驶行为,解决了井下交通拥堵,提升井下辅助运输安全运行管控水平。

### 2.2.2 车载终端接入

车载终端建立起了司机与地面调度指挥中心的信息交互通道和沟通桥梁,如图 3 所示,通过车载终端上的实时信息披露及人机交互界面,系统能充分利用过去空车出入井等闲置的车辆运输资源,根据井下现场运力需求及闲置运力资源实时状态综合对比分析,由计算机系统来完成井下运力资源的就近自动化调配<sup>[19]</sup>。



图 3 车载终端信息交互

Fig.3 Information interaction on vehicle terminal

同时,通过接入车载视频监控信号,驾驶人员能实时掌握胶轮车辆内外部环境状况,视频信号同步实时传输至地面主控系统进行数据保存,确保行车安全,如图 4 所示。



图 4 车载视频监控

Fig.4 Vehicle video monitoring

## 2.3 地面移动端及井下候车点终端应用

### 2.3.1 地面移动端 App 应用

移动端 App 满足随时随地移动办公需要,方便无轨胶轮车使用单位提前预约用车、车辆运行监控、掌握井下交通信息、车辆调度快速响应、及时发布或获取车辆信息。

### 2.3.2 井下候车点终端应用

乘车人员可以在候车点通过系统信息发布跟踪下一辆车到达该候车点的目标轨迹、所需时间、路程距离、该车剩余座位数量、司机姓名、司机照片、车牌

号等,如图5所示。

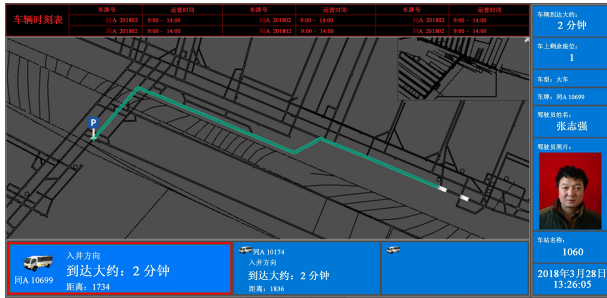


图5 井下候车点终端信息披露

Fig.5 Information disclosure of underground vehicle terminal

通过上述无轨胶轮车辅助运输多系统关联数据深度融合,矿井辅助运输系统能够实现对井上下无轨胶轮车的精确位置及车辆状态信息的实时监控,并跟踪各个被调度车辆的业务完成情况,便于调度中心管理人员能够快速、全面地掌握矿井车辆的调度情况和物流状态,帮助调度中心管理人员更好地开展矿井车辆调度工作,提高矿井物流系统工作效率。还能及时发现被调度矿井车辆的异常运行情况并进行报警,帮助调度中心管理人员更快地采取异常事件应对措施,减少矿井运输事故的发生。借助车载终端、井下候车终端等平台功能的开发应用,有效建立起井上、下运力资源的需求方与供给方之间的信息交互,为实现无人智能化辅助运输调度管理提供有力的基础数据支撑。

### 3 无轨胶轮车智能化调度管理流程

有了足够的基础数据支撑,如何利用好这些数据成为了实现无轨胶轮车智能调度的核心,这个核心关键就是数据处理环节。

数据处理环节是对所有的线上数据进行整合、排列、分析、处理以及指令执行,最终如排班、发布命令等操作均由系统后台自动生成并执行。数据处理系统包括数据处理软件和数据处理主机,数据处理软件内包含有煤矿井下的三维地图、人员及车辆实时运行数据汇总及数据综合管理平台;数据综合管理平台内设有准备模块、任务处理模块及执行模块,准备模块一般是为任务处理模块做准备工作的,准备模块包括用车单位的用车申请及查询排班结果模块,还包括运输管理部提供的固定人车时刻表、用车审批结果及应急任务,也包括车队所提供的司机值班表及车辆列表,准备模块将这些结果输入任务处理模块,任务处理模块通过准备模块提供的固定人车时刻表、用车审批结果、司机值班表及车辆列表进行自动排班,输出执行模块的排班确认结果,并发出

司机执行任务的命令,将司机执行任务的命令输入执行模块。当出现应急任务时,应急任务输入至任务处理模块,优先下发应急任务执行命令至执行模块,由于应急任务是在执行任务过程中的必要预备工作,因此在所有任务的处理过程中,均可以应急任务为优先。

执行模块工作流程:①任务开始;②行车防碰撞提醒;③行车记录,所述行车记录反馈回任务处理模块,若有车辆故障则进行车辆故障处理并下发故障消息,同时跟踪定位,并将车辆监控结果返回运输管理部门;④车箱监视,对在车内的情况监视,包括车内人员数及车内人员状况;⑤违章提醒;⑥按下任务完成;⑦若有新任务,返回①重新开始;⑧若无新任务,按下完成交车并反馈至任务处理模块的自动交车管理模块,自动交车管理模块将数据返回至运输管理部的统计分析模块,并进行流量分析、运力分析、司机工时统计及月末派车统计。

由于上述数据处理软件均需要调取数据库内的数据,而这些数据均通过网络收集,包括车载终端的数据以及移动终端上的数据,具体如下:车载终端的中控显示屏与倒车雷达控制器、外置LED提示屏、倒车影像摄像头、轿厢监控摄像头及对讲装置连接。中控显示屏上显示倒车影像及轿厢监控影像,并设置有人机交互按键,车载终端通过网络与数据综合管理平台连接。移动终端上安装有车辆调度程序,车辆调度程序内设置有用车管控模块、预约用车模块,用车部门移动终端的车辆调度程序通过互联网申请用车及查看派车情况,管理部门移动终端的车辆调度程序通过移动终端向管控人员推送信息,移动终端通过网络与数据综合管理平台连接。

在上述数据被数据处理平台调取后,即可对各种用车申请做出反馈,并执行派车命令。具体操作为:①当不出现应急任务时,按照日常用车申请和排班结果,由数据综合管理平台对司机发布执行任务的命令,并且输入执行模块,在完成的任务后,且无新任务时,完成自动交车;②当出现应急任务时,若已经按照日常用车申请和排班结果发车,则应急任务输入至任务处理模块,并下发应急任务执行命令至执行模块,派出相应的司机或者距离应急任务最近的司机去处理应急任务;若未按照日常用车申请和排班结果发车,则下发应急任务执行命令至执行模块,使在等待的司机来执行该应急任务对应的执行命令;③当用车部门需要用车时,可以通过移动终端使用车辆调度程序来发出用车申请,然后数据处理平台根据用车申请及所采集到的申请用车的位置派

发车辆;④当井下作业人员需要用车时,可以通过候车点移动终端采用车辆调度程序来发出用车申请,然后数据处理平台根据用车申请及申请用车的井下作业人员的位置给离该位置较近的车辆发出用车指

令;⑤当遇到突发状况时,车内的车载终端可以将各种数据通过中控显示屏利用网络发送至数据处理平台,并进行人机交互,以应对突发状况,流程如图6所示。

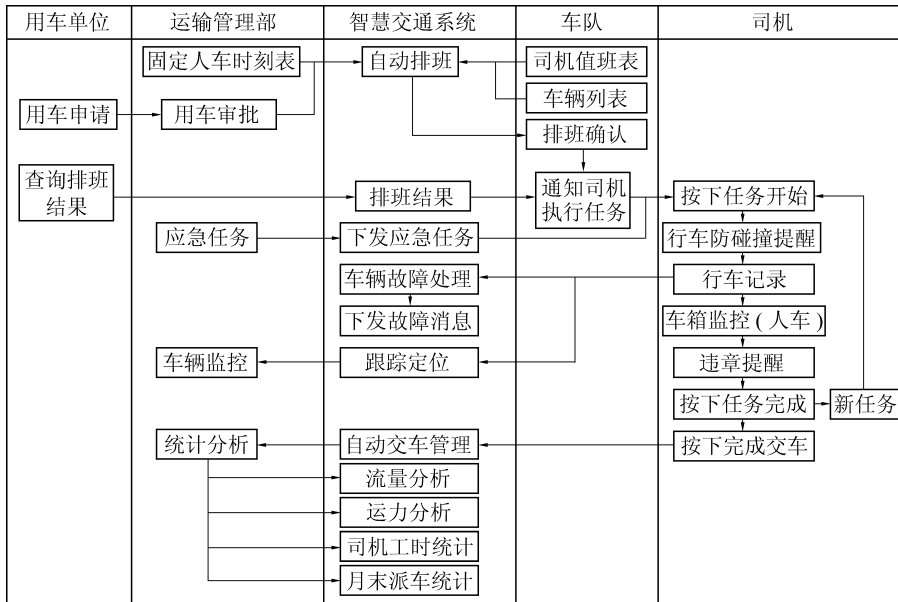


图6 无轨胶轮车智能化调度管理流程

Fig.6 Intelligent dispatch management flow of trackless vehicle

## 4 数据统计分析与 管理

数据和 分析的最佳化使用,可以带来无轨胶轮车辅助运输系统端对端的高效信息流动,为了更好地提升无轨胶轮车调度指挥的智能化水平,通过部署先进的统计分析技术手段,可以大幅提高辅助运输系统运营活动的工作效率和管理水平,并能根据统计分析结果优化组织运力安排,对关键运力指标进行衡量,从而确保持续不断的改进井下车辆调度智能化管理水平,无轨胶轮车运行数据统计分析与 管理界面如图7所示。

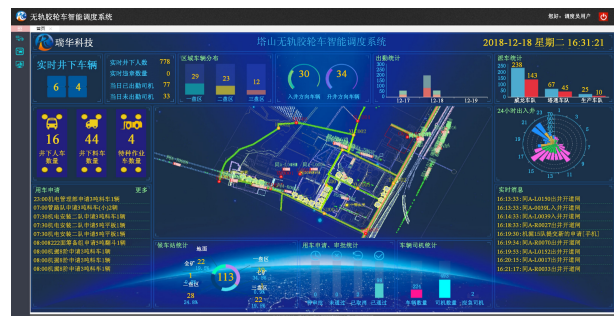


图7 无轨胶轮车运行数据统计分析与 管理

Fig.7 Statistical analysis and management of trackless vehicle operational data

通过辅助运输大数据统计分析功能,可以做到月末派车大数据分析、运力大数据分析,司机工时分

析,交通效率及安全大数据分析。还可生成司机月度出勤情况报告,按用车单位和用车时段统计汇总用车申请,按车队统计各类车辆运行总里程,按用车申请统计车辆运行趟数,统计每台车辆工作总时间,统计车辆的空驶率,统计车辆的正点率,统计车辆的平均乘客数量,统计车辆闲置时间比例,按路段统计车辆平均行驶速度,按时段统计井下车辆运力,分析资源使用效率,按区域统计车辆、运行里程,分析当前系统紧缺的车辆和司机情况,分析各时段的交通繁忙情况、运输总人数、车辆数量、库存车辆数量、空闲司机数量、统计分析司机违章超速作业情况等。

## 5 结 论

1)通过技术创新和信息技术融合应用,煤矿井下无轨胶轮车自动调度平台可根据车辆空闲状态及用车申请,结合车辆精确定位功能自动调配车辆资源,实现有人监管、无人控制的井下车辆调度管理。

2)辅助运输大数据综合调度管理平台汇总人员、车辆运行大数据,可实现车辆运行效能的精准分析和辅助科学决策。

3)通过研究应用无轨胶轮车无人智能调度管理技术,可实现矿井无轨胶轮车信息全面感知,车辆资源的高效智能化调度。依托融合人、车运行大数据的交通调度指挥大脑,可使煤矿井下交通运输实

现安全高效智慧运行。

### 参考文献(References):

- [1] 戴志晔.煤矿井下无轨胶轮车的现状及应用[J].煤炭科学技术,2003,31(2):21-24.  
DAI Zhiye.Status and application of trackless rubber tire vehicle in underground coal mine[J].Coal Science and Technology,2003,31(2):21-24.
- [2] 杨韬仁.我国煤矿辅助运输的现状和无轨胶轮技术的应用[J].煤炭科学技术,2006,34(3):21-23.  
YANG Taoren.Present status of coal mine auxiliary transportation and application of rubber tyre transportation technology in China coal mine [J].Coal Science and Technology,2006,34(3):21-23.
- [3] 杜卫刚,袁秀坤.我国煤矿无轨运输设备的发展[J].煤矿机械,2012,33(6):9-10.  
DU Weigang,YUAN Xiukun.Development of coal railless transport equipment in China [J].Coal Mine Machinery,2012,33(6):9-10.
- [4] 李亭洁.矿用锂电池无轨胶轮运人车设计[J].煤炭工程,2018,50(2):148-150.  
LI Tingjie.Design of a mine trackless rubber tyre vehicle powered by lithium battery [J].Coal Engineering,2018,50(2):148-150.
- [5] 梁生芳.浅谈无轨胶轮车辅助运输[J].煤炭工程,2003(10):9-11.  
LIANG Shengfang.A talk about the underground auxiliary haulage system of trackless rubber-tyred mine cars [J].Coal Engineering,2003(10):9-11.
- [6] 魏臻,鲍红杰,陆阳,等.矿井胶轮车运输监控系统信号设计与调度规则[J].煤炭学报,2010,35(3):509-514.  
WEI Zhen,BAO Hongjie,LU Yang,et al.Signal designing and dispatching rules for rubber tire vehicle transportation in mine [J].Journal of China Coal Society,2010,35(3):509-514.
- [7] 翟强,杨福禹,杜中庆,等.基于 ZigBee/TOF 技术 KJ742 型胶轮车调度指挥管理系统研发与应用[J].煤矿现代化,2017(4):106-108.  
ZHAI Qiang,YANG Fuyun,DU Zhongqing,et al.Based on the Zig-Bee/TOF technology of KJ742 type rubber tyred vehicle research and development and application of dispatching command management system [J].Coal Mine Modernization,2017(4):106-108.
- [8] 王继生,樊运平.无轨胶轮车在神东矿井辅助运输系统中的应用[J].煤炭工程,2007(9):68-69.  
WANG Jisheng,FAN Yunping.Application of rubber tyre vehicle to auxiliary transportation system in Shendong mine [J].Coal Engineering,2007(9):68-69.
- [9] 樊克恭,翟德元,马其华,等.高效快捷的井下无轨胶轮车辅助运输系统[J].煤炭工程,2003(4):4-6.  
FAN Kegong,ZHAI Deyuan,MA Qihua,et al.High-efficient auxiliary haulage system adopting trackless rubber-tyred mine car [J].Coal Engineering,2003(4):4-6.
- [10] 国峰,马洪刚,高峰,等.煤矿井下无轨胶轮车人员运输系统研究[J].煤矿机械,2013,34(4):212-214.  
GUO Feng,MA Honggang,GAO Feng,et al.Research on trackless personnel transportation system in underground mine [J].Coal Mine Machinery,2013,34(4):212-214.
- [11] 金向阳.王坡矿井辅助运输系统改造设计[J].煤炭工程,2008(3):7-9.  
JIN Xiangyang.Reconstruction design on mine auxiliary transportation system in Wangpo Mine [J].Coal Engineering,2008(3):7-9.
- [12] 张龙正.泊江海子矿立井连续辅助运输系统设计[J].煤炭工程,2012,38(6):16-18.  
ZHANG Longzheng.Design on continued auxiliary transportation system in mine shaft of Pojianghai Mine [J].Coal Engineering,2012,38(6):16-18.
- [13] 贾云,周旭,李文军.基于无线通信技术的井下防爆车辆运行状态实时监测系统[J].煤炭工程,2017,49(10):35-37.  
JIA Yun,ZHOU Xu,LI Wenjun.Real-time monitoring system of underground explosion-proof vehicle based on wireless communication technology [J].Coal Engineering,2017,49(10):35-37.
- [14] 丁继存,梁敬敬,杨澎.井下无轨胶轮车定位和调度系统的设计[J].煤矿安全,2013,44(1):120-121.  
DING Jicun,LIANG Jingjing,YANG Peng.The design of the positioning and dispatch system for mine trackless rubber-tyred truck [J].Safety in Coal Mines,2013,44(1):120-121.
- [15] 郭海军,续芳.煤矿无轨胶轮车监控调度系统设计[J].工矿自动化,2013,39(4):9-12.  
GUO Haijun,XU Fang.Design of monitoring and dispatching system of trackless rubber-tyred locomotive in coal mine [J].Industry and Mine Automation,2013,39(4):9-12.
- [16] 周炎.防爆无轨胶轮车安全保护系统研究[D].西安:西安科技大学,2013.
- [17] 丁静波,唐志媛,肖雅静,等.煤矿井下胶轮车交通调度指挥系统研究与设计[J].中国煤炭,2013,39(9):63-65.  
DING Jingbo,TANG Zhiyuan,XIAO Yajing,et al.Design of dispatching and controlling system for underground rubber tire vehicle transportation [J].China Coal,2013,39(9):63-65.
- [18] 李媛.基于 WIFI 无线网络的煤矿井下胶轮车交通控制系统[D].太原:太原理工大学,2013.
- [19] 王江南.煤矿井下胶轮机车自动调度系统——监控基站的研究[D].西安:西安科技大学,2012.