物联网井下矿车追踪定位系统及应用

韩凯军，唐志章，刘劲松，李强
（山西石泉煤业有限责任公司，山西 襄垣 046200）

摘　要：随着煤矿开采深度的不断增加，矿井运输压力越来越大，巷道布置复杂、运输距离长、环节多，使矿车的供求矛盾日益紧张。针对现有井下矿车监测系统布线困难、信息化和可视化水平低等问题，研究并设计了一种物联网井下矿车追踪定位系统。该系统弥补了现有矿井监测系统的不足，可有效提高生产效率、降低事故率、减少现场操作人员、提高经济效益。

关键词：煤矿；矿车；追踪定位系统；物联网；减员；增效
中图分类号：TD 524^{+}.2；TP 393.07　　**文献标志码**：B　　**文章编号**：1674－1951(2017)11－0049－03

0　引言

我国煤矿矿产资源丰富，矿车是矿山生产的重要纽带运输装备，主要用于运输、提升或装载矿石、材料与人员。随着煤矿开采深度的不断增加，矿井运输的压力越来越大，巷道布置复杂、运输距离长、环节多，直至造成矿车周转不畅[1]。针对现有井下矿车监测系统布线困难、信息化和可视化水平低等问题，研究并设计了一种基于物联网（zigbee）技术平台的井下矿车追踪定位系统，系统融合了传感器技术、嵌入式技术、分布式信息处理技术、无线通信技术、网络安全技术等一系列先进技术[2]。具有自组织、自恢复机制的传感网技术和无线定位技术应用于智慧矿山系统，为矿山企业的安全生产和人员管理提供了全新的技术手段。KJ760 矿山物联网井下矿车追踪定位系统弥补了现有金属矿井监测系统的不足，具有较高实用价值和创新性。

1　系统拓扑结构及组成

系统由地面设备和井下设备两部分组成：地面设备为一般性通用计算机设备和电源设备，包含计算机、服务器、防爆交换机等[3]；井下设备有 KJ760 网关、KJ760 无线接入分站、KJ760 标识卡，其核心为组网部分的电子电路设计。这些设备均采用 TI 公司的 CC 系列无线通信核心芯片，以此为基础完成设备之间的组网。

（1）KJ760－D 网关：井下网络的中继节点，负责管理平台与无线分站以及无线移动终端的双向通信，集中发送和管理信息。

（2）KJ760－F 分站：通过 2.4 GHz 射频组成一个全区域覆盖的无线网络，将收集到的无线移动终端发送的信息转发给网关。

（3）KJ760－K 标识卡：矿井矿车随身携带的信息终端。

（4）KJ760 管理平台：矿上管理人员使用，通过全球广域网（web）方式展示矿下矿车及设备状态，管理人员可以通过平台实时监督设备、管理矿车、管理环境状态、实时发布预警信息。

2　主要设备及参数

2.1　KJ760－F 网关

网关设备一般部署于井下关键位置，其接口全面丰富，包含该系统建立无线网络的 2.4 GHz 网络部分和通用型的各类接口部分，可完成该层面所有“分站数据”的汇总和向上层的传输。全面丰富的接口可适应各种不同的矿下要求，通过不同方式传输数据。

该网关主芯片功能强大，组网部分支持无线更新，设备可在线即时升级，无需拆卸，方便易用，维护简单。技术指标：最大位移速度不小于 5 m/s，并发识别数量不小于 80 个，无线传输距离不小于 10 m，漏读率不大于 10^{-4}，防爆类型为矿用本质安全型，供电电压为 DC 12 V。

2.2　KJ760－D 无线接入分站

分站一般部署于井下巷道顶端，用于相互通信，组成井下无线网络。部署时，点与点的距离为 50～80 m，分站通信距离 >200 m，故分站可与周围若干分站始终通信，在任一分站故障情况下，网络性能不受影响。分站内建无线网络的 2.4 GHz 部分，保留若干数据接口，可用于传感数据探测等方面的扩展应用。分站组网部分支持无线更新，设备可在线即时升级，方便易用，维护简单。

收稿日期：2017－09－11；**修回日期**：2017－10－19

技术指标:最大位移速度不小于5 m/s,并发识别数量不小于80个,无线传输距离不小于10 m,漏读率不大于10^{-4},防爆类型为矿用本质安全型,供电电压为DC 12 V。

2.3 KJ760标识卡

标识卡集成主处理器、新型板载天线设计、有机发光二极管(OLED)高亮屏、蜂鸣器、加速度传感器、实时时钟、标准充电接口等。符合矿用本质安全认证,内建无线组网模块,在井下可与一定区域内的分站通信,利用专门距离算法可随时区域定位该终端位置。KJ760标识卡性能参数为:额定电压,3.6 V;额定电流,150 mA;额定功率,500 mW;休眠电流,1 mA;休眠功率,4 mW;充电电压,5 V;充电电流,1 A;屏幕,38.1 mm的OLED屏;分辨率,128×128;防护等级,IP65;工作温度,-40~70 ℃;贮存温度,-40~80 ℃。

该终端功能如下。

(1)具有电池欠压指示功能。

(2)不可更换电池的识别卡的电池寿命不小于2 a;可更换电池的识别卡的电池寿命不小于6个月;采用可充电电池的识别卡,每次充电保证识别卡连续工作时间不小于7 d。

(3)在矿车底部焊接一个金属外壳用于固定定位卡,防止损坏及脱落。

2.4 系统功能及特点

系统功能:全矿移动矿车的井上、井下通信;井下固定设备或移动设备的标识;实时定位;精确定位及管理;历史数据查询;报表打印;设备管理等。

特点:实时即时定位,真正实现矿车随时随地定位;快速无线自组网,数据收发采用无线多跳自组网络,部署迅速,成本低廉;定位精度高,采用该系统可以实现矿车在任意位置的即时定位。

3 系统软件设计

为提供强大的功能和稳定可靠的性能,软件设计采用基于浏览器/服务器(B/S)的多层应用体系结构。基于B/S的多层应用体系结构以浏览器为客户端展示的工具,基本为零客户端部署;增加了应用服务层,以达到数据、业务功能和控制三者的分离;客户机进行界面控制、数据显示、响应用户操作;应用服务器接收客户机的请求,执行业务处理逻辑,然后访问数据库服务器保存操作结果;数据库服务器保存业务数据,并且只与应用服务器交互,大大降低了并发的用户访问数,提高了系统的处理能力;应用服务器与数据服务器之间使用标准结构化查询语言(SQL)接口,客户机与应用服务器之间则采用专有协议通信。

基于B/S的多层应用体系结构具有如下优点。

(1)用户使用方便。用户端无需任何安装配置,只要有网络和浏览器就可以访问平台网站,安全快捷地使用系统提供的功能。

(2)轻量用户交互(UI)层。加入应用服务层后,将业务逻辑定位在应用服务层,由应用服务层来进行复杂的数据处理,客户层只关心业务问题。这样,UI层的负担大大减轻,系统效率提高,同时可以更好地展示业务功能,提供更人性化的用户操作感受。

(3)增强系统的安全性。加入应用服务层后,业务处理逻辑存放的应用服务器层不会暴露给所有的终端客户,防止非法破解及不正确使用。在客户机与应用服务器之间采用专有协议通信,并且在应用服务器上采取安全管理措施,可以有效防止外界非法服务访问、非法获取系统信息、非法窃听和恶意篡改。

(4)提高系统的扩展性。采用多层结构,界面层与业务逻辑层分离,业务处理与数据访问层隔离,系统的模块化程度得到提高,模块的功能划分更明确单一,便于实现组件式的开发,模块的组装更加容易。系统能够针对业务和界面层的各种要求灵活地进行模块的配置和组装,大大提高了系统的扩展性。

(5)提高系统的并发处理能力。如果让每个客户机都直接访问数据库,当大量客户机并发访问时,数据库系统的压力很大,服务器大量的时间用于管理用户的进程和请求队列,运行效率低。使用应用服务器后,应用服务器将客户机发来的操作请求进行排队处理,并通过数据库连接池高效地执行数据库操作,大量的并发访问被均匀分担,数据库服务器可以平稳工作,从而大大提高系统的并发处理能力。

(6)降低成本。基于B/S的多层应用架构可以有效减少客户端的部署工作,系统部署或升级只需要部署或更新应用服务器和数据库服务器,无需改动就可以使用最新的应用系统,避免客户端的安装、升级,有效降低了系统的运维成本。

加入应用服务层后,系统对数据库服务器的用户数量要求大为降低,数据库服务器的硬件有效减少,降低了系统成本。

4 管理系统子模块功能及特点

(1)实时井下矿车动态显示。实时监控当前井下矿车位置信息,并将矿车标识于地理信息系统(GIS)地图相应位置,管理人员通过该系统可准确获取该时间矿车的位置[4]。

(2)丰富的矿车下井考勤能力。可对出入井矿车进行统计,实现下井矿车记录,建立并打印矿车出入井的各种信息报表,方便管理人员的查询与管理。

(3)区域矿车搜索。通过系统软件可以指定矿井中的相应区域,搜索当前时刻该区域内矿车的列表,以达到指定区域矿车搜索的目的。

(4)矿车历史轨迹查询。提供历史轨迹查询功能,可以指定起止时间、工作面、部门等信息。查找出相应位置信息后,可对矿车轨迹进行回放,以监测矿车特定时间的活动轨迹。

(5)矿车位置历史查询。系统可以查询矿车历史位置列表,精准查询矿车每一时刻的位置信息,并且可以回放任一特定历史时刻矿车的位置,并在 GIS 地图加以重现,以达到矿车历史位置精准查询的目的。

(6)网络诊断维护。为了方便维护网络中的各分站,可实时监控各分站的状态、网络拓扑等,达到网络错误快速诊断排查的目的。

(7)数字化管理。完善的一般性人员、部门、设备管理系统,方便实现各类信息的数字化。

5　物联网井下矿车追踪定位系统的应用效果

物联网井下矿车追踪定位系统可实现对整个运输系统的控制、监测,其在煤炭企业的应用可提高生产效率、降低事故率、减少现场操作人员、提高经济效益。

(1)减员提效。物联网井下矿车追踪定位系统投用后,每班只需 2 人进行巡视、维修,由原来的 1 个班 10 人减少到现在的 6 人。

(2)可实现自动化控制与生产管理系统数据共享。计算机管理工作站设信息管理系统,决策者可根据各自权限通过管理工作站远程访问监控上位机,得到现场生产数据报表、设备管理信息和矿车统计分析。

(3)安全效益。减少人力调度矿车造成的人员、设备损失 ,一方面可以及时、快速、准确地发现矿车使用情况提高利用率,另一方面还可以在事故发生前及时发出预警信息,保证人员及时撤离。

(4)科技示范作用。物联网井下矿车追踪定位系统与矿井监控系统联网,便于集中控制,形成一个完整的操作、调度、监视网络,实现整个矿井矿车的监控。

6　结论

矿车定位追踪系统的应用,使各级领导和值班人员可以通过局域网随时了解矿车运行状态,直接掌握矿车第一手资料,随时进行调度。矿车的利用率、周转率提高后,积压车辆的现象得到遏制,在没有大的改造及新矿车投入的情况下,运输压力得到充分缓解,资源得到合理利用,确保了矿井运输系统的畅通无阻,达到了预期的目的。

参考文献:

[1]韩洪生. 矿车管理系统在煤矿的推广与应用[J]. 科技视界,2012(27):366 - 367.

[2]李鹤. 井下通信及人员定位的自动化技术研究[J]. 煤矿现代化,2013(4):43 - 46.

[3]赵海涛,郑丰隆,郑效田,等. 矿车监控系统中通信接口的设计[J]. 煤矿机械,2008,29(7):22 - 24.

[4]张阳. 基于 GIS 的井下机车区域定位检测系统[J]. 金属矿山,2012(3):115 - 118.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

韩凯军(1990—),男,山西襄垣人,助理工程师,从事煤矿机电运输管理工作(E-mail:545301067@ qq. com)。

唐志章(1973—),男,河南鹤壁人,工程师,从事煤矿机电运输管理工作(E-mail:260471780@ qq. com)。

(上接第 48 页)

通过开展点检定修,设备故障率明显降低,特别是在设备机械部件磨损加剧、电器元件老化等不利条件下,主运输系统累计过煤量达到 1 亿 t。

通过感官点检与信息化点检相结合,可以精确掌握设备的薄弱环节、劣化程度以及故障类型,形成数据库,便于科学分析和研判。2016 年 1 月至 2017 年 6 月累计发现重大设备隐患 9 次,通过及时采取相应对策,将故障消灭在萌芽状态,避免了事故的发生。

通过资料和数据积累,提出合理的零部件维修、更换计划,保持设备性能稳定,在合理的区间内延长了设备使用寿命,创造出更大的经济效益。

5　结束语

不连沟煤矿的点检定修管理模式获得了巨大成功,2016 年通过了华电煤业和华电集团创新创效成果鉴定,目前已在华电煤业许多煤矿企业推广应用。

(本文责编:刘芳)

作者简介:

李伟生(1973—),男,山东邹城人,高级工程师,从事煤矿机电管理方面的工作(E-mail:13791709326@ qq. com)。