

# 采矿自动识别系统

D. 帕克凯特

美国肯塔基州莫赫德矿山计算机和电子公司董事长

C. 帕奇克

美国莫赫德大学工业教育和技术系副教授

**摘要** 随着射频识别(RFID)技术的发展,露天及地下采矿设备和作业人员位置和关键数据的监测的可行性研究也取得了进展。本文论述了RFID技术在露天矿设备、装载点和处理设备的跟踪中的应用,特别是在单一及综合的车辆跟踪系统以及矿场标签自动化系统中的应用。最后,探讨了未来采矿采用RFID技术的可行性,包括通过作业人员配备的传感器监测其心跳、呼吸速度、体温和劳累程度、监测重复动作及研究工作习惯,并记录作业区空气质量。

**关键词** 射频识别 监测 车辆跟踪系统 自动识别

## Automatic Identification in Mining

*D. Puckett*

(Mine Computers and Electronics Inc., Morehead, KY)

*C. Patrick*

(The Department of Industrial Education and Technology, Morehead, KY)

**ABSTRACT** The feasibility of monitoring the locations and vital statistics of equipment and personnel in surface and underground mining operations has increased with advancements in radio frequency identification (RFID) technology. This paper addresses the use of RFID technology, which is relatively new to the mining industry, to track surface equipment in mine pits, loading points and processing facilities. Specific applications are discussed, including both simplified and complex truck tracking systems and an automatic pit ticket system. This paper concludes with a discussion of the future possibilities of using RFID technology in mining, including monitoring heart and respiration rates, body temperatures and exertion levels; monitoring repetitious movements for the study of work habits; and logging air quality via personnel sensors.

**KEY WORDS** radio frequency identification, monitoring, truck tracking system, automatic identification.

## 1 前言

识别目标及其活动过程乃采矿作业中的日常之需,而标号标示是最常用的识别技术之一。标号快速识别和由计算机系统自动识

别标号,极大地提高了生产率并减少了人员介入。

尽管矿业界通过采用条码系统识别产品、设备和作业人员而受益非浅,然而,由于移动式采矿设备和环境污染,光学识别受到

了制约,因此,采用射频识别(RFID)技术跟踪露天采矿设备,倍受用户欢迎。现今,煤炭业采用RFID技术,实现了从装载点开始,到运输平巷、计量、直到卸载点,对卡车实施全程跟踪。

## 2 自动识别说明与应用

自动识别是指以最少的人员介入来识别目标。常见的自动识别类型有条码系统、磁卡(信用卡)、磁墨水(印记校验)、声音识别和光学字符识别。事实上,大多数人最熟知的条码识别技术,推动了许多工业包括矿业自动识别技术的进展。

## 3 RFID技术

射频识别(RFID)是无触点自动识别,功能与条码系统相同。RFID系统的基本组件有脉冲转发器、阅读器、天线和主机(图1)。脉冲转发器为电子标号,常称作标记。阅读器是射频(RF)收、发机,带有微处理器,可用于编码并控制标记和阅读器之间的通信。通信链路通过天线发挥功能。主机接收阅读器的数据并就阅读器和标记之间进行通信的时间和内容发出指令。

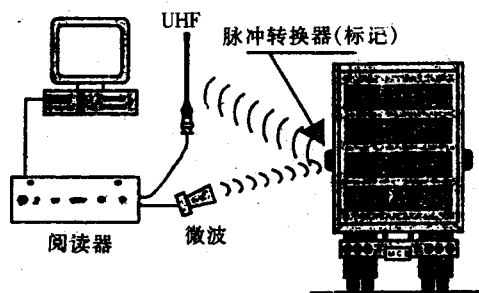


图1 RFID系统组件

阅读器和脉冲转发器之间的通信和传输数据采用射频电波,从甚低频(VLF)36 kHz到甚高频(UHF)直到微波2.45 GHz。设备控制台(FCC)控制无线电和电磁波频谱其它波

世界采矿快报 第15卷 1999年 第4期 总第451期

形的应用。如果辐射能局限于给定范围,就无需采矿现场许可,而且FCC可在频谱中各种频带内工作。许多RFID系统可在这些“无需校准”的频带内工作,RFID多种频率不必要求阅读器,和脉冲转发器天线之间具有无阻视距,而且电波可穿透大多数非金属材料,诸如污泥、黄油、油漆和厚纸板,RFID显然要比条码技术优越。然而,在无阻视距情况下,一些频率诸如微波,功能更为优越。鉴于RFID以半双工甚至全双工方式通信,因此具有其它优点,如抗噪声干扰,极端炎热或严寒时节仍能开通业务,不易伪造,而且抗误差。其缺点则是,不同供应商的阅读器和标记不能兼容。

### 3.1 脉冲转发器(标记)

标记(功能等同于条码系统的标号)的组件有:存储器、收发机、控制逻辑程序和天线。在RFID系统中,标记通过收发机和天线发射无线电波。标记有“只读”型和“可再编程”型,而后者可供用户通过主机和阅读器“写”信息传送给标记。标记的形状和大小,根据需要而定,有的小得可以用注射器注入动物耳朵内。

标记主要有三类:应用于极短波段的感应式标记、中/高频标记和微波标记。标记也分为无源型和有源型。无源标记不需外接电源,却能产生能量,要求采用阅读器产生的电波传输信息,其体积往往较小,判读距离为数英寸到数英尺。有源标记需要外接电源(通常为一只锂电池),供标记发射更强的信号,传输距离也更远。有源标记体积通常较大,判读距离更长,价位更高而且装配了可再编程存储器。

### 3.2 天线

天线既发射也接收无线电波,其类型取决于特定系统的频率要求。常用的无线类型有环形、鞭状、带状、片状和喇叭型。特别是环状天线,要求标记和阅读器均为低频系统,因此,阅读器产生的低频激发信号要激发最

长距离,在有源标记系统中大约是 2.7 m,往往要求使用大型天线。

UHF 信号从标记天线传送到阅读器天线,距离长达 30 m,那么,在这些系统中,阅读器的 UHF 天线通常采用鞭状天线。只有使用微波,激发距离才能达到 45 m。当激发距离小于 9 m,可以采用片状微波天线,而激发距离约为 9~30 m,则可以采用“喇叭”型天线。

### 3.3 阅读器

阅读器也称作扫描仪、询问机、阅读、感应机和收发机。信号首先从阅读器线缆传输到天线,电信号转换为无线电波,再通过天线向脉冲转发器发射信号。以全向方式生成的信号常常指的是“激发”信号或场。一些系统采用一种频率激发标记,而用另一种频率阅读标记。阅读器装配的电路和组件,可以把接收自天线的编码信号转换为数据字符串,然后,通过 RS232 协议将数据串传输到主机或显示器。

## 4 RFID 在采矿中的应用

在采矿中应用的三类 RFID 系统,从相对简单到更为复杂,都涉及到对地面车辆(主要是煤炭运输车辆)的跟踪和控制。

RFID 系统在地下矿的应用也引人注目,在发生矿井事故的情况下,该系统能够从低频(正常作业方式)切换到高频,以寻找失踪的作业人员。高频方式支持移动式阅读器远距离识别作业人员。

### 4.1 RFID 卡片式汽车跟踪系统

该系统的应用规模相对小,其“信用卡”式只读标记为低频系统。在选矿厂,这些卡片用于识别和监测露天或地下采矿作业运煤卡车的计量和卡车的载荷数据。

RFID 阅读器装配了小型组件,判读距离大约为 0.3 m。阅读器的天线和电路板集成在厚 38 mm,约 180 mm 见方的简单机箱内。应用该系统,只需配置一台地中衡,就能完成

卡车毛重(入站)和皮重(出站)的计量。每辆运煤卡车均带了信用卡标记,每次计量时,均需启用这个标记,而司机则可以置之事外。每张 RFID 卡片出厂启用后,其内置的数据均不可改写。这些数据与数据库的记录挂接,数据库装入了每辆卡车的相关资料,诸如卡车货运公司、牌照号码、末次装载物料所属矿坑和矿层,平均皮重/毛重和固定的司机。

卡车在露天或地下装载作业时,司机被授予矿坑标签。该标签装入有关作业信息、矿坑、矿层、卡车、装载时间和装载机号数。运煤卡车一到达选煤厂,就可计量出毛重。卡车在计量处停下时,司机只要将 RFID 卡片靠近阅读器,阅读器就能够读出卡片数据,并传送到附近取样站的计算机,再由 CRT-T 型监视器将数据传送给取样工。取样工检验数据后,若需更进一步了解标签/装载资料,就向卡车司机发无线电话。取样工通过计算机可登录任何新近信息并激活位于地中衡每一侧的“GO”信号。

### 4.2 RFID 圆盘式卡车跟踪系统

位于肯塔基州东部的某煤矿,地域广袤,达数千英亩,采煤作业中应用了 RFID 技术。该矿管理数个地下矿和露天矿、一个选煤厂。两台地中衡用于现场采煤计量,另两台地中衡则用于现场外购煤计量。一列火车负责向外部运输。可扩展的 RFID 系统用于 100 多辆运输车辆的跟踪和导航。共有 16 台阅读器和大约 250 个有源标记组合参与作业。4 台地中衡作业现场、采样室和 6 个卸载点均配置了阅读器。判读距离为 2.4~2.7 m 的只读标记,固定于卡车底盘两侧。这就构成了虚拟自动化汽车跟踪系统(图 2)。

洗矿厂上方的山坡上配置了两台地中衡,现场采掘的煤在此称重,称为“上部”计量作业,而现场外主要入口处配置的两台地中衡,则用于购煤称重,称为“下部”计量作业。“上部”和“下部”地中衡配置相同,但相距约有 1.6 km。“上部”计量作业或“下部”计量作

世界采矿快报 第 15 卷 1999 年 第 4 期 总第 451 期

业的两台地中衡相距均为 6 m, 并排放置。所有地中衡均配置了硬件, 而且每台地中衡要求匹配两台阅读器。矩形环状 RFID 天线尺寸为 457 × 762 mm。每台地中衡均需配置其中的每两个项目:

- 标签打印机;
- 字母数字滚动显示器, 字符为 20 个, 字符高度 19 mm;
- 对讲器;
- 卡片式 RFID 阅读器;
- 记事本;
- 前进和停止信号灯;
- 电眼。

选煤厂就座落于上部地中衡和下部地中衡之间的位置, 该处称为“中部”。选厂接收的煤(现场或现场外), 依据品位和产地, 在 12 个卸载点的其中一处卸载。品位合格的煤可以送往选厂或“直接外运”到堆场。上部计量处有 6 个卸载点, 中部也有 6 个卸载点。中部卸载点配置了 RFID 阅读器, 但上部卸载点则无。一般地说, 现场接收的煤在上部卸载点卸载, 而现场外的煤则在中部卸载点卸载。

当然, 应用这个识别系统时, 有源只读标记必须装配在底卸式运输车辆的底盘两侧, 而且, 所有标记均位于运输车辆后轮前方大约 4.6 m 处, 离地高度均相同。只有如此, 在车辆标志背向装载点时和车辆后轮胎肩触碰路缘石停车时, 所有的标记才能被位于卸载点的阅读器判读。

当卡车向中部的所有卸载点倒车时, 其中一个标记被阅读器读出, 并将数据传送到计算机, 再由计算机判断卡车是否在正确的卸载点卸载。如果卸载点被否认, 就会发出音响警鸣, 红色的停车指示灯闪亮。当红色指示灯持续亮(而不闪烁)时, 说明卸载点被确认。卡车底盘举升到特定高度时, 其标记就不在判读范围内, 只有在底盘复位后, 阅读器才重新判读标记, 因此, 该系统可自动识别

卸载全过程。

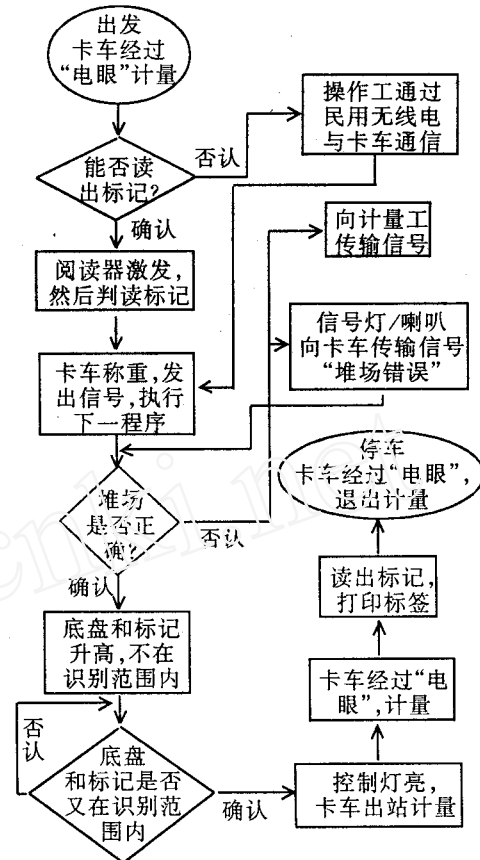


图 2 车辆自动化跟踪系统逻辑框图

卸载完毕, 红灯信号转为绿灯信号。卡车返回记录了相关数据的计量处, 并驶向出站计量处。电眼探测到卡车行驶方向, 并将信号传送到计算机。计算机就此判读卡车皮重, 进而计算出净重, 生成一张装载完毕标签, 并在计量处打印。计算机向控制灯发出指令, 控制灯由红转为绿, 司机据此得知此次作业圆满结束。

#### 4.3 RFID 读/写矿坑标签自动化系统

西弗吉尼亚采矿公司, 矿区面积数千英亩, 矿区租用费由不同机构支付。鉴于采煤数据记录既要可靠, 又要准确, 该公司采用这种 RFID 系统, 自动生成矿坑电子标签, 再由装配在运输车辆上的标记, 将标签传送到与选矿厂地中衡相连接的计算机中。该过程唯

有在卡车装载或矿坑位置有变化时,才需要有人(卡车司机)介入。

#### 4.3.1 RFID 系统说明

由于每个井位包括几个矿坑和矿层,该采矿公司就承包了三个井位的采煤工程。前端装载机从这些井位向卡车装煤,然后,卡车向外部运输。前端装载机安装了该系统,以便为运煤卡车生成矿坑标签。该系统组件有:一台读写机,一台计算机及天线。读写机采用安装在装载机前风窗玻璃上端的喇叭型天线,激发并写信息以微波传送到由锂电池供电的标记。采用安装在装载机顶端的“橡皮鸭”型鞭状天线,在 UHF 频带内读出装入标记的信息。该标记采用带状天线传输 UHF 信号,而小型片状天线则用于接收微波信号。由于数据可以直接输入标记,该标记就可以与计算装置联系,这个装置可计算卡车底盘每一次举升超过的高度,从而可提示卸载过程结束。

该系统的最大判读距离为 30 m,而目前为了数据可靠性起见,只将写的距离限于 9 m。实验室试验表明,写出距离达 30 m,在不久的将来可望实现。该标记的信息容量为 32 位 ASCII 标准或扩展字符。该系统设置为读写 1~30 个字符。

阅读器和计算机安装在耐震机箱内,体积大约是 300×300×150 mm。计算机为 486 母板子记事本(无显示器、硬盘驱动器或是键盘),机箱则安装在装载机司机座位后面某处。由于阅读器/计算机与司机接口、UHF 天线、微波天线、直流电源,以及供选择的另一台计算机(下载储存在车载计算机上的数据)相连接,司机就可以键入目的矿坑和矿层数据,并键入何时将矿坑标签传送到卡车标记。

#### 4.3.2 矿坑标签自动化系统的操作

当运煤卡车到达装载点,装载机司机就要启动该系统,并按下“SEND”按钮。在常规的装载过程中,装载机司机不必确保装载机

与卡车底盘的一侧或另一侧的标记定位成一直线。但定位时间必须充足(通常是 1~3 秒),以便标记被识别,因为装车司机要根据信号灯进行作业。读写事务顺利完成之后,装载机司机再次按下“SEND”按钮向该系统确认此次装载结束。然后,该系统恢复所有功能,指挥装载机向后续卡车装载。

装入标记的信息根据系统配置选择方案而定:

- 卡车、矿井、矿坑、矿层和装/卸全过程次数;

- 时间和日期;
- 装载机号码;
- 装载机诊断数据。

卡车标记由设置在放矿闸门或计量处的阅读器判读,并将相关资料输入主计算机。此时,在计量处的主计算机可测定下列参数:

- 皮重;
- 卡车装载时间;
- 卡车称量时间;
- 矿井、矿坑和矿层;
- 卡车装载和称重间隔时间;
- 当天该辆汽车装/卸全过程次数;
- 装载和称量时,底架是否抬高;
- 装载机诊断信息。

以上数据的传送常在 1 秒钟内完成。

## 5 RFID 在未来采矿中的应用

关于露天矿所有挖掘设备和其它以柴油作燃料的车辆跟踪,已进行了研究并可望实现,因此,对车辆加油业务的自动化审核(不需钥匙和锁)和记录,也可望实现。如果设备标记具备诊断数据输入功能,那么就可记录和读出车辆加油信息。

以 RFID 标记替代铜质标记,提高了对地下矿工的跟踪潜力。况且,阅读器颇具策略地定位于诸如有效掌子面、提升机和巷道口,那么,在常规作业和救急过程中,就可采用装配在矿工身上和移动设备上的有源标

记,对矿工和设备进行全面实时定位。为了进一步细化对矿工和设备的跟踪,就要在不同地点安装辅助阅读器。

地下移动设备故障诊断数据可以输入标记并传送到阅读器,阅读器定置在设备经常往返的地点,那么,对这些信息(诸如过压/欠压,强电流/弱电流和常温/高温)的趋势分析,则有助于改进预防性维修,并警告潜在的和眼前的故障。

未来的先进技术可能包括通过生物反馈装置有针对性地监测地下矿工的身心压力。生物反馈装置捕获的数据可以输入标记的内置式数据库。阅读器定位在矿工日常活动频繁的区域,从而确保了数据的可靠性。借助于网络通信线路,这些数据就可以通过中继

器传输到监测站。此外,装配传感器,监测人体状况(如:血压、心跳和呼吸速率),同时,探测并报告气体、粉尘、环境温度、声光水平和呼吸保护器实际穿戴的时间长度。

## 6 结论

近几年,射频识别(RFID)技术发展迅猛,尤其表现在该识别系统的可靠性、小型化和耐用性方面。这就导致了RFID技术在重工业,包括在采矿作业的动态环境中得到广泛应用。RFID在车辆跟踪领域,特别是数据记录要确保精确性的环境中,更是大显身手。

(毛义春译 乔雨校)

## 第三届中国矿业可持续发展战略研讨会

### 征文通知

经济的发展必须与社会、人口、环境、资源协调发展,这就是可持续发展的原则。可持续发展是人类的最高行动纲领。我国政府也已将该战略纳入国民经济和社会发展规划,正从各部门、各地方多渠道推进这一发展战略。

采矿工业是国民经济的基础产业,是保证其它产业可持续发展的重要的物质基础。因此,采矿工业的可持续发展尤为重要。继1995年第一届、1997年第二届“中国矿业可持续发展战略”研讨会之后,《世界采矿快报》杂志社将于1999年10月在云南省昆明市组织召开第三届中国矿业可持续发展战略研讨会,广泛邀请我国矿业界的专家、学者、工程技术人员和企业领导出席会议,共同探讨中国矿业跨世纪的可持续发展战略。大会现开始征文,欢迎各界人士就下述议题撰写论文。

- 中国矿业可持续发展战略的政策保证;
- 中国矿业可持续发展战略的技术保证;
- 中国矿业融资渠道与投资风险分析;
- 21世纪中国矿业发展展望;
- 知识经济和技术创新时代的采矿工业;
- 矿山企业与社区经济的协调发展;
- 矿区生态与环境保护;
- 矿业开发的组织与管理;
- 矿产资源的合理开发与综合利用;
- 矿床开发中利润最大化的实现;
- 矿山社会化问题及其解决途径;
- 矿山多种经营的成功经验;
- 老矿山转产方式探讨;
- 新技术、新工艺、新设备介绍和推广;
- 矿山企业文化建设;
- 其它。

可持续发展战略的推行一定要有全民的支持,特别是企业领导的认识高度直接影响到可持续发展战略能否引入企业的经济行为。希望矿业界的专家、学者、技术人员和企业领导能踊跃撰稿。请作者先将300字左右的论文摘要和作者简介、作者标准照片于1999年6月30日前寄至《世界采矿快报》杂志社。论文正式稿件于1999年8月31日前寄我社。论文作者将被邀请参加于1999年10月在云南省昆明市召开的“第三届中国矿业可持续发展战略”研讨会。

地址:长沙市麓山南路236号 邮编:410012 电话:0731—8866533 传真:0731—8851231