

矿井下无线传感网络传输调度技术研究

梁金蕊（华阳新材料科技集团有限公司，山西 阳泉 045000）

摘要：我国目前是一个天然矿产资源丰富的发达国家，矿业在国民经济中仍然占有一定的比重，但煤矿安全整治生产发展形势不容乐观。建设一个现代化高产高效的煤矿井，彻底改变当前我国现代煤炭工业的空前落后面貌，已成为当务之急。现有的大型矿山安全监控管理系统大多由于设备单一，分布在各个部门，形成了很多“信息孤岛”，不利于煤矿安全生产的统一调度指挥，也不利于形成集所有相关部门于一体的煤矿安全生产调度综合信息平台。

关键词：无线传感网络；传输调度；场景

目前，我国大型煤矿安全技术装备研发水平低，事故隐患多，矿井安全保障能力差。作为现代煤矿安全综合生产的重要技术保障之一，煤矿调度监控信息系统朝着统一、优化、共享、基于智能光纤数据传输的现代煤矿安全综合生产调度监控信息系统应用方向快速发展，取得了显著发展成效，所涉及的主要理论和技术问题、各项关键技术已基本得到解决，但其中还是存在着一些问题。

1 国内研究的现状

目前，我国大型煤矿井下空气质量环境监测大多数采用的设备是分散、立井下空气传感器不能同时直接监测不同工作区域不同煤矿的实时空气环境参数。通常要求工作人员随时携带各种小型电子安全探测器和设备，或者进入现场随时监控安全活动，虽然可以获取井下的各种信息，但是使用非常不方便。此外，井下气体工作面不断发生变化，各种气体探测器都需要随着井下工作区的快速移动而不断移动。如果现场检测监控系统需要采用有线射频传感器连接网络，则用户需要不断手动调整无线传感器的工作位置，需要繁琐的零件拆卸、安装、调试和校准。另外，由于煤矿采煤设备工作面的各种特殊性，信号连接线极易发生损坏，使用不便。

鉴于上述情况，建设一套具有自动化组织、自查和修复管理能力的部分煤矿安全环境监测无线电和传感器服务网络，将有助于提高部分煤矿人员抵御自然灾害和煤矿事故的响应能力，对及时减少或有效避免部分煤矿发生瓦斯污染灾害等煤矿事故的直接发生风险具有重要指导意义。

2 执行措施

2.1 加强跨部门合作与协调

信息产业部建立快速响应机制，确保数字化瓦斯远程监测系统和信息技术应用的推广应用，加强和改善煤矿安全生产。

2.2 坚持自主创新，提升服务

加强煤矿集群网络通信、移动、无线等基础网络和煤矿信息基础技术的研究综合开发应用，做好煤矿信息技术平台体系建设、网络安全监控、标准规则制定、频率数据分发、产品技术支持等信息技术服务支撑，系统

信息集成应用软件和信息整体应用解决方案持续提供，推动煤矿形成一套系列化、标准化、商业化的信息产品和服务系统，满足大、中、小型重点煤矿的不同应用需求。

2.3 建立示范工程，大力推广

信息产业部将加强与国家安全生产监督管理总局、煤矿安全监察局的合作，选择瓦斯防治、矿井综合自动化监测监控系统、安全生产信息管理系统等重点煤矿进行示范应用，坚持先试点后推广，积极稳妥地开展这项工作。

随着现代计算机信息网络管理技术、通信网络技术和现代智能煤矿控制系统理论不断发展，煤矿安全监控管理系统已逐渐从完全封闭、不可互联化操作、高技术成本的单套专用煤矿监控管理系统逐步发展为低成本、低技术成本的整套智能化、网络化煤矿监控管理系统。

3 矿井无线通信方式

矿井通信的特点是在局部地下环境中封闭，与地面通信互不干扰。因此，可根据需要开发，但应顺应通信发展，统一规划，减少重复投资。

低频导引通信：低频信号导引通信主要工作在数百千赫的低功率频段，使用一个同轴射频电缆直接引导高频信号进行传输。为了防止使地下无线电波段的辐射扩散到一条电缆外的地下道路，每隔几百米在一条电缆上就要安装一个移动散热器，以便于实现地下无线电的移动通信。由于无线电缆传输频率低，传输能量损耗小，通信传输距离大。低频井上制导井下通信系统可直接井下覆盖约 10km，满足井下制导通信质量要求。如果需要增加一个中继器，通信器的距离范围可以变得继续不断扩大。因此，该低频信号制导器的通信管理系统简单而又实用，成本最低。低频电磁制导井下通信的主要技术缺点之一是井下管道存在各种低频率的电磁干扰，语音质量差。数据质量误码率高，可靠性低。然而，由于它的价格低廉，它仍然可能是一些大型公司正在致力于自主研发的井下自动通信控制系统。

短波泄漏通信：高频短波通信是指使用短波的同轴通信电缆短波引导泄漏信号。在传输短波中，泄漏同轴电缆的长波传输能量损耗一般略大于普通泄漏同轴传输

电缆；同时当传输频率要求较高时，泄漏电缆的能量也会随着传输频率的增加而迅速增加，泄漏同轴电缆的长波传输能量损失远远大于普通同轴电缆。因此，长距离信息传输时，交通信号泄漏的频率一般选择在短波和超短波的下端，频率范围为 20~150MHz。为了有效补偿地下能量的损失，每隔几百米增加一个中继双向通信放大器，实现远、中、短距离地下实时无线通信。隧道内的中短波信号传播运动条件最差，衰减最大。因此，短波空气信号在深层矿井空气中的形成干扰也是最小的。它通常是地下地区无线通信中抗干扰最有利的一个频段。

微波通信：由于矿井隧道在一定很大程度上也是相当于整个微波通信频段的一个微波信道，因此在许多应用情况下要比采用无线微波直接进行通信更为方便和有利。微波公路通信主要适用于包括铁路、公路以及隧道、矿山以及大巷等数百米至数千米的大型直线公路巷道的微波通信。通信隧道距离天线取决于许多重要因素，例如通信隧道的天线截面及其尺寸、频率和长度通信距离天线的各种类型。微波电磁频段由于没有对抗工业电子设备的外部电磁干扰，对抗工业环境中的电磁干扰非常有利。同时，电缆对其他微波发射信号的制导传输能力损耗很大，不能完全采用其他微波信号制导传输方式。这也就表明这个微波频段是一个非常有利于进行通信的微波频段，但其进行通信时的距离必须受到严格长度限制。在微波矿井电话通信中，微波矿井通信尚未投入使用。鉴于其应用特点和技术发展，微波与高频短波相互结合的无线通信传输方式设计有望能够使整个矿井的内部无线通信更加便捷完善。

4 无线传感器网络技术

原理及结构：无线网络传感器设备网络互联是由大量新型能够与各种物理网络环境交互的新型无线传感器设备组成的网络互联通信系统，具有网络数据处理和网络无线通信两种功能。该软件系统用户可以轻松完成复杂的安全监控管理任务。这里的数字传感器不是一个简单地用来感知某种物理上的信号并将其进行转换而成为基于传统意义上的各种数字信号电子传感器的。它将无线传感器控制模块、数据处理控制模块和其他无线通信控制模块全部集成起来到一个小型化的物理控制单元中。它的激光功能比传统的激光传感器强得多，不仅仅是可以实时感知周围环境中的信息，还可以具有实时数据处理和人机无线通信两种功能。无线测量传感器应用网络的内部结构通常是固定可变的，在不同的工业应用中需要使用不同的网络结构。但一般来说，无线网络传感器中的网络集成可以大致分为两层：网络硬件集成层和网络软件集成层。硬件控制层可以实现对无线传感器的全部控制，如数据包的接收、转换和连接无线通信控制电路等的控制。软件管理层功能在原有硬件管理层的功能基础上已经实现了通信协议、路由、能耗质量管理、移动通信协议信道质量管理等多种功能。在一些复杂的无线电和传感器通信网络中，硬件的一层和基于软件

的两层之间可以进一步进行划分并成为若干层。例如，软件管理层级又可以再细分为软件路由管理层、链路层等。

无线信号传感器通信网络的特点无线通信主要具有以下几个特点：

①由于网络传感器数据网络中具有传感器数据节点的密集度和分布，需要广泛的网络数据采集管理和信号处理应用技术；

②使用无线信号传感器由于网络中各节点的实际工作物理环境比较复杂多变，对无线传感信号的实际传输速率有很大量的影响。在无线信号传感器应用网络的无线通信系统设计中，如何有效保证无线传感信号的可靠性和传输性这是一个非常重要的技术问题；

③无线网络传感器用于网络系统节点的主要天线和相关组件及其设计与普通民用无线网络系统组件中通常使用的主要天线和相关组件及其设计方式有很大不同，因为无线网络传感器用于网络系统节点的天线尺寸通常较小，因此不能尽可能完全使用大尺寸化的天线；

④无线电子传感器应用网络核心节点一般都要部署在一些难以直接到达和无法接触的特殊区域，这样就使得无线传感器应用网络核心节点的建设维护管理面临巨大技术挑战；

⑤降低功耗也一直是一个非常重要的技术问题。作为一种微型通信设备，无线电源传感器中的节点通常只能长期配备有限的无线电源。在某些商业应用中，几乎不再有可能同时更换移动电源。这样就使得电源传感器系统节点的电池寿命延长在很多一大程度上主要取决于系统电池的使用寿命，因此如何降低功耗以及能延长系统的电池寿命性也是无线电源传感器节点网络系统设计的首要一个考虑因素。

5 结语

实现煤矿安全生产的另一个重要安全保障措施是全国煤矿无线生产信息监控系统。由于我国煤矿作业开采以地下煤矿为主，巷道长度可达数十公里，矿井安全生产作业工序多，作业施工场地比较分散，人员多和流动性大，作业安全环境差，事故隐患大，因此，如何才能从根本上有效解决这一安全问题也将是有效设计建立整个采煤矿井无线安全信息系统的关键，必须重视起来。

参考文献：

- [1] 任丰原, 黄海宁, 林闯. 无线传感器网络 [J]. 软件学报, 2003,14(7).
- [2] 牟连生, 牟连泳. 无线传感网络及其在工业领域应用研究 [J]. 工业控制计算机, 2005,18(1).
- [3] 喻言, 李宏伟, 欧进萍. 结构加速器无线传感器网络的软件设计与实现 [J]. 计算机应用研究, 2004(2).

作者简介：

梁金蕊 (1983-)，女，2018 年 1 月毕业于太原理工大学电气工程及其自动化专业，电气工程师，主要从事煤矿自动化、信息化技术工作。