

作者简介:许金(1980—),男,四川射洪人,工程师,硕士,主要从事煤矿综合自动化与信息化、矿山物联网等方面的研究工作,E-mail: xu. jin@foxmail. com.

高,煤矿对生产环境与生产过程的管控模式发生了较大变化,传统的煤矿安全监控系统则出现以下几个比较突出的问题:

(1) 目前对瓦斯等环境参数是基于离散点监测模式,未能实现关键区域监测的全覆盖^[3]。

(2) 传统的煤矿安全监控系统是按专业路线进行建设,传感器、分站与相应的控制机构隶属于特定的系统内,为特定目的单一业务应用服务,硬件设备与业务应用不能解耦^[4]。

(3) 目前煤矿井下主要采用“工业以太环网+现场总线”构建传输控制网,利用 GSM/CDMA/WiFi 实现了部分地点无线覆盖,缺乏统一的井下无线感知层网络,不能实现大范围分布式监测与控制,不适应井下流动作业,存在较大的感知盲区,自组网、故障自愈和重复布线等问题未能从根本上得到解决。

(4) 不支持传感器组网、缺乏传感层面信息融合与综合分析判定。传统的煤矿安全监控系统的控制逻辑由分站和中心站完成,交叉控制执行时间为系统 2 倍巡检周期(60 s),时延明显。传感器主要依靠通信电缆与分站设备连接,布线复杂,受空间限制明显。若需在已有系统上扩展放炮闭锁等功能时,需重新布线并更改已有设备的分析控制逻辑,灵活性极差,无法实现按需构建应用。

(5) 高产高效千万吨级矿井与千万吨级综采工作面不断投产,传感器传输距离与电源适配的矛盾日益突出。

(6) 传感器稳定性与可靠性有待提高^[5]。目前国内传感器均存在误报、瞬间大值、漏报、失效等问题。主要原因:密封性能等级不够,受环境(水、水蒸气、粉尘等)影响大;抗干扰能力差,现有矿用传感器没有经过电磁抗干扰试验(现行 AQ 6201—2006 关于抗干扰部分暂未执行)。

鉴此,本文提出一种全新的基于物联网的煤矿安全监控系统体系架构。

1 系统概述

基于物联网的煤矿安全监控系统是在传感器检测稳定可靠^[6]、关键区域实现全覆盖布置、对相关安全生产环境参数综合监控的基础上,利用传感网络实现信息的及时、有效、可靠传输,综合运用 IT 技术并结合现场实际需求,实现按需构建应用系统。该系统将对传统的煤矿安全监控系统带来颠覆性影响,现场传感设备不再属于特定专业业务系统,传感

设备间自主实现协同(无需分站、中心站参与),设备与设备、设备与人、人与人之间实现信息融合与智能交互。该系统可方便实现如下典型场景:

(1) 多判据分析决策。每种检验检测技术在原理上都存在应用局限,充分利用位置相邻、业务相关的传感器进行信息融合,实现多判据的智能决策,提高检测监控的准确性与可靠性。

(2) 区域协同控制。目前的风电瓦斯闭锁控制逻辑必须依靠分站来完成,基于物联网的煤矿安全监控系统则可直接在传感层面实施相关控制,实现按需而变;实现区域灾变报警与自主撤离引导;通过对通风网络智能动态解算实现区域风量自动调节与优化;通过工作面割煤监测,动态调整运输系统速率等;通过水文情况分析实现水泵变频控制等。

(3) 人、机、环境闭锁作业。煤矿井下属于高危场所,需要有效控制人的不安全行为,减少人为事故发生的概率。比如三人放炮连锁机制,基于物联网的煤矿安全监控系统只需要在放炮器上植入应用逻辑,就可在不改变现状的前提下实现人未撤离或撤离不到位不放炮、瓦斯超限不放炮、有失爆危险不放炮、不具备从业资格不放炮,从而达到人、机、环境有效闭锁作业。

2 系统体系架构

基于物联网的煤矿安全监控系统体系架构按分层架构模式设计,在遵循统一标准体系、网络架构、安全认证的前提下,可分为传感层、传输层、持久层、应用层,如图 2 所示。

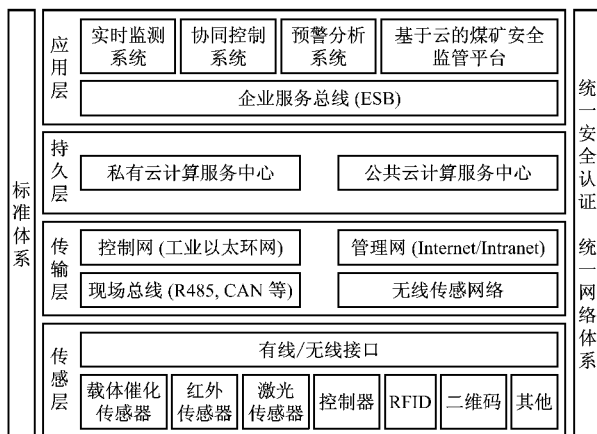


图 2 基于物联网的煤矿安全监控系统体系架构

(1) 传感层关键技术。煤矿井下潮湿、多尘、电磁干扰等对传感器有较大的影响,应通过结构优化与抗干扰设计有效提高系统稳定性与可靠性。基于物联网的煤矿安全监控系统运用无线定位方法实

现传感器井下三维空间安装位置识别、通过内置检测电路实现故障诊断、采用激光等新检测技术并配合相应辅助手段实现自校正免调校、利用总线技术实现双向数字通信功能。综合利用这些技术手段,可有效保证传感器工作稳定可靠、安装维护到位,具有故障闭锁控制、在线诊断、预知维护等功能。

(2) 传输层关键技术。要实现传感层信息融合,必须实现传感设备间的通信,基于物联网的煤矿安全监控系统采用有线和无线混合组网的模式。有线主要用于关键节点间、核心节点与骨干网络间、骨干网络的信息传输,目前可选择的主要技术是工业以太网与相关总线技术。无线网络主要用于传感设备间、传感设备与关键节点间及空间环境复杂、取电不便等场所,作为有线网络的必要补充。无线网络可采用 WiFi、ZigBee 等方式实现,这 2 种无线方式通过功率控制,都可以作为无线传感器节点的无线通信方式,能够满足传感器低功耗和数据传输要求。在传输层主要需解决长距离、多跳、宽带、自组网、低功耗、自愈^[7]等问题。

(3) 持久层关键技术。通过虚拟化技术构建私有云,可有效整合现有的计算、存储、网络等资源能力,为煤矿提供可伸缩的解决方案。虚拟化技术是将底层物理设备与上层操作系统、软件分离的一种“去耦合”技术。利用虚拟化技术可以将计算、存储、网络等 IT 基础资源整合起来,形成共享的虚拟资源池,把逻辑资源按实际需求同时提供给各个应用。通过该技术可提高硬件设备的资源利用率,增强应用系统的业务稳定性,实现业务系统的快速部署,降低数据中心机房能耗。公共云计算服务主要是第三方提供,用于行业远程监管、故障专家识别、诊断与分析等。

(4) 应用层关键技术。应用层是整个系统的大

脑,应实现传感设备与控制机构业务逻辑功能的动态定义与重组、数据高效的实时采集、基于业务主线的多检测单元与控制单元间的协同控制、远程多级监管、结合专家模型的分析预警与决策支持等功能。

3 结语

根据煤矿安全监控系统的特点,并与不断发展的物联网技术相结合,对基于物联网的煤矿安全监控系统体系架构进行了研究。该架构利用多种网络对信息进行及时有效地传输,实现设备、人之间的可靠通信,同时借助云计算相关的虚拟化等技术作为持久层的存储方案。该架构设计不仅便于为煤矿及各级监管单位提供多种个性化业务服务,同时也有利于提供安全分析预警和决策支持,对煤矿安全监控系统发展具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 鲁远祥,樊荣.煤矿安全监控系统体系架构技术的发展[J].矿业安全与环保,2009,36(增刊1):177-179.
- [2] 李继林.煤矿安全监控系统的现状与发展趋势[J].煤炭技术,2008,27(11):3-5.
- [3] 仲丽云.煤矿安全监控系统存在的问题及其改进探讨[J].工矿自动化,2010,36(6):92-94.
- [4] 武永胜.浅谈矿井安全监控系统在煤矿应用中存在的问题[J].山东煤炭科技,2010(4):223-224.
- [5] 袁维贵,褚福爱.煤矿瓦斯检测传感器的现状及发展趋势[J].煤炭科技,2012(4):99-100.
- [6] 钱志鸿,王义君.面向物联网的无线传感器网络综述[J].电子与信息学报,2013,35(1):215-227.
- [7] 张申,丁恩杰,徐钊,等.物联网与感知矿山专题讲座之三——感知矿山物联网的特征与关键技术[J].工矿自动化,2012,38(12):117-121.