

矿山物联网移动测量数据 传输与处理技术

◎ 王 刚 罗驱波 宁永杰 于嘉成 著

非
外
借



科学出版社

国家重点研发计划课题“矿山物联网编码标准和交互协议研究及矿山特种设备全生命周期信息集成系统”(编号:2017YFC0804404)

国家科技支撑计划课题“矿井动目标监测技术及在用设备智能管控技术平台与装备”(编号:2013BAK06B05) 资助出版

矿山物联网移动测量数据传输 与处理技术

王 刚 罗驱波 宁永杰 于嘉成 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

随着矿山物联网在煤矿的应用,以大量移动瓦斯检测仪(如智能矿灯)为代表的移动测量装置以及由此产生的大量移动监测数据,对煤矿传统传感器监测数据处理方法提出了挑战。本书主要以矿山物联网移动瓦斯测量数据为例,介绍移动瓦斯测量数据的传输与处理技术,并适当介绍矿山设备多通道测量数据、分布式矿震监测数据和移动目标定位数据等移动测量数据的处理方法。本书共6章。第1章介绍综合自动化、矿山物联网的基本概念。第2章介绍矿山物联网中的移动测量数据与处理技术。第3~6章分别以移动瓦斯测量数据、矿山设备多通道测量数据、分布式矿震监测数据、移动目标定位数据为例,介绍矿山物联网常用移动测量数据的传输与处理方法。

本书可供广大煤矿科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山物联网移动测量数据传输与处理技术/王刚等著. —北京:科学出版社, 2017.11

ISBN 978-7-03-055164-1

I. ①矿… II. ①王… III. ①互联网络—应用—矿山测量—数据处理—研究 IV. ①TD17

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第270728号

责任编辑:李涪汁 沈旭 高慧元/责任校对:杜子昂

责任印制:张伟/封面设计:许瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年11月第一版 开本:720×1000 1/16

2017年11月第一次印刷 印张:10 3/4

字数:217 000

定价:78.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

随着矿山物联网在煤矿的应用,以大量移动瓦斯检测仪(如智能矿灯)为代表的移动测量装置以及由此产生的大量移动监测数据,对煤矿传统传感器监测数据处理方法提出了挑战。本书在研究移动监测数据特点的基础上,结合矿山物联网架构,从感、传、知、用四个层面研究了矿山移动测量数据的获取、传输、聚类与数据处理算法。

矿山物联网中的移动测量数据主要包括移动瓦斯测量数据、矿山设备多通道测量数据、分布式矿震监测数据和移动目标定位数据等,不同类型的移动数据传输与处理技术具有相似性内容。本书主要以移动瓦斯测量数据为例,介绍移动瓦斯测量数据的传输与处理技术,兼顾其他几种移动测量数据的处理方法。

本书共6章。第1章介绍综合自动化、矿山物联网的基本概念,以及它们之间的区别与联系。第2章介绍矿山物联网中的移动测量数据与处理技术。第3、4章以矿山移动瓦斯数据为例,介绍移动瓦斯测量数据的传输与处理技术。第3章分析适合瓦斯流数据传输的两种网络模型——单跳网络和多跳网络,研究网络化压缩感知算法。考虑到随机矩阵在实际应用中会增加系统代价,分析沃尔什-哈达玛矩阵,研究基于压缩感知的移动瓦斯数据高效重建方法。网络化压缩感知的测量矩阵依赖所选择的路由技术,针对井下复杂的环境,分析了基于多权值调整的动态自组织路由技术,并将随机路由思想应用于自组织路由技术,通过扩展路由,并赋予一定的概率,研究随机动态自组织路由技术以及基于图案选择的伪随机自组织路由技术。第4章基于瓦斯流的时间序列特性,给出基于滑动时间窗的短时瓦斯数据特征选取方法,以及瓦斯流模糊 C 均值聚类算法,研究基于二元统计量和多元统计量的瓦斯流数据汇聚效果。并根据移动瓦斯测量数据“单点多位”和“多点单位”特点,研究一种基于二元组和 n 元组的矿山移动瓦斯流数据处理方法,并应用于瓦斯数据全局判定。第5章介绍矿山设备多通道测量数据处理技术,包括矿山多通道监测数据特征提取技术、矿山多通道监测数据融合与特征降维技术以及矿山多通道监测数据特征分类算法。第6章介绍其他移动测量数据处理技术,包括矿震监测数据处理技术以及移动目标定位数据处理技术。

本书由中国矿业大学的王刚、罗驱波、宁永杰、于嘉成合作完成，各章节分工如下：第1、2章由罗驱波完成；第3、4章由王刚完成；第5章由宁永杰完成；第6章由于嘉成完成。

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

作者

2017年7月

目 录

前言	
第 1 章 矿山物联网基础与发展趋势	1
1.1 矿山自动化与矿山物联网	1
1.2 矿山物联网应用模型	2
1.3 矿山物联网发展趋势	3
第 2 章 矿山物联网中的移动测量数据	11
2.1 分布式测量数据与移动测量数据	11
2.2 监测网络	12
2.3 移动瓦斯监测数据	13
2.4 分布式矿震监测数据	20
2.5 矿山设备多通道测量数据	21
2.6 移动目标定位数据	24
2.7 移动测量数据传输与处理技术	24
第 3 章 移动瓦斯测量数据传输技术	30
3.1 瓦斯数据流压缩感知技术	30
3.1.1 压缩感知理论基础	30
3.1.2 瓦斯数据稀疏化特点	34
3.1.3 瓦斯数据压缩采集模型	35
3.1.4 稀疏化频率与采样点数	37
3.1.5 测量矩阵的产生	43
3.1.6 瓦斯数据重构	46
3.2 动态自组织数据传输技术	56
3.2.1 多权值动态自组织路由技术	57
3.2.2 随机动态自组织路由技术	72
3.2.3 伪随机自组织路由技术	77
第 4 章 移动瓦斯测量数据处理技术	82
4.1 瓦斯数据流聚类方法	82
4.1.1 时间序列相似性准则	82
4.1.2 时间序列相似性数学分析方法	83
4.1.3 基于滑动时间窗的短时瓦斯数据特征选取	84

4.1.4 短时瓦斯流模糊 C 均值聚类算法	85
4.2 瓦斯数据流修正技术	91
4.2.1 移动瓦斯传感器数据修正算法	92
4.2.2 修正信息下发与机会通信	96
第 5 章 矿山设备多通道测量数据处理技术	98
5.1 矿山多通道监测数据特征提取	98
5.1.1 特征提取技术研究现状	98
5.1.2 多通道数据时频域分析	99
5.1.3 小波变换	101
5.1.4 希尔伯特-黄变换理论	103
5.1.5 信息与熵	105
5.1.6 Mel 倒谱系数	106
5.2 矿山多通道监测数据融合与特征降维	108
5.2.1 基于多通道监测数据信息融合	108
5.2.2 信息融合分类	109
5.2.3 特征降维	110
5.3 矿山多通道监测数据特征分类	118
5.3.1 模式识别	118
5.3.2 神经网络	119
5.3.3 支持向量机	126
第 6 章 其他移动测量数据处理技术	132
6.1 矿震监测数据处理技术	132
6.1.1 矿震监测中的时间同步技术	132
6.1.2 矿震监测数据的压缩感知	135
6.1.3 矿震监测数据的定位技术	139
6.2 移动目标定位数据处理技术	142
6.2.1 常用移动目标定位算法	143
6.2.2 移动目标跟踪算法	152
参考文献	158

第1章 矿山物联网基础与发展趋势

1.1 矿山自动化与矿山物联网

矿山自动化的发展已有几十年的历史，从单机自动化、矿山综合自动化发展到了如今的矿山物联网。在 20 世纪 90 年代，煤矿自动化基本上以单机或单系统自动化为主。2000 年左右，随着通信、工业总线及工业以太网技术的普及，神华集团有限责任公司大柳塔煤矿首先采用了双 ControlNet 总线，实现了将胶带运输、排水泵房、通风机监控等多个子系统集成在一个网络上传输的综合自动化系统。随后，兖矿集团有限公司等采用 1000Mbit/s 的工业以太网实现了将各种监测监控系统、语音、工业电视等集成在一起的三网合一综合自动化系统^[1]。矿井综合自动化系统将矿井的各个子系统汇聚到集成监控平台，充分考虑了子系统的接入与整合，节省投资、资源共享，提高系统功能，并可与矿山信息管理网实现无缝连接，从而为矿井综合自动化系统建设奠定了坚实的技术基础。系统建成后，各自动化子系统数据可在异构条件下进行有效集成和有机整合，实现相关联业务数据的综合分析，为矿井预防和处理各类突发事件及自然灾害提供有效手段。

显然，矿山自动化系统的建设贯穿在整个煤炭工业科学发展的过程中，是实现企业战略目标的必要手段，可为实现监、管、控一体化以及减员增效、建成本质安全的数字化矿井提供服务。

虽然矿山自动化系统可以较好地实现减人提效，但是矿山集成网络的价值未得到应有的提升，也没有给矿山安全带来明显的改善。在矿山安全生产监控及灾害风险预警中仍然存在诸多问题，主要表现为以下六个方面^[2]。

(1) 感知手段传统单一。综合自动化系统中的传感器和执行器均被约束在某一个子系统内，实现的是子系统集成，这种集成方式难以按实际需要构建灵活实用的逻辑系统。所使用的传感手段也没有革命性的变化，基本没有微机电 (MEMS) 化集成传感器和分布式传感，缺乏传感层面的信息融合。

(2) 缺乏泛在感知网络。基本没有统一的井下无线覆盖感知层网络，现有的监测仪器基本是集中式的仪器，用电缆直接连接传感器，没有真正实现分布式监测与控制。不能适应矿山流动作业，以及危险源位置、分布及其流动规律均不确定的场合。存在很大的感知盲区，不能保证安全感知的全覆盖。

(3) 重硬集成，轻软集成。即注重有形的网络传输平台，而忽视了无形的软

平台建设,因此不能真正实现有机的集成,也不能真正实现系统的开放。特别是某些综合自动化系统仅提供网络传输通道,片面强调透明传输,完全没有统一的数据平台的概念。这显然不适合信息的综合应用。

(4) 缺乏应用层面的信息融合。煤矿综合自动化实现了已有子系统的网络化集成,但是各个应用系统之间的联动与信息融合、智能决策没有开展,导致了公共应用平台的缺失,使信息融合失去了应有的实施基础。

(5) 多学科交叉不够。矿山信息化过程需要地质、测量、水文、采矿、安全、监测监控、通信、计算机、智能信息处理、管理等多学科交叉研究。这首先就需要一个统一、开放的平台,各学科都能在这个平台上开展研究工作,由于前述各种原因,矿山综合自动化系统难以提供这样一个开放的平台。

(6) 缺乏标准建设。在矿山综合自动化建设中没有强调标准建设,这也是综合自动化集成平台不够开放的一个重要原因。由于缺乏标准,服务提供商不能方便地将服务提供到网络中,这在很大程度上限制了系统的开放性,难以成为一个多学科共用的平台。

矿山物联网是煤矿信息化的高级阶段。矿山物联网在煤矿综合自动化建设的基础上,建成一个统一的网络平台(骨干网络平台、无线网络平台),结合“六大安全避险系统”,通过煤矿安全的“三个感知”——感知矿山灾害风险,实现各种灾害事故预警预报;感知矿工周围安全环境,实现主动式安全保障;感知矿山设备工作健康状况,实现预知维修,达到保障煤矿安全生产的目标。

1.2 矿山物联网应用模型

图 1-1 所示为矿山物联网应用模型^[3]。矿山物联网应用模型由中国矿业大学物联网(感知矿山)研究中心结合“综合自动化”架构,在感知矿山总体规划中首次提出。它是一个开放性模型,并与矿山综合自动化一脉相承,表现在:①完整的物联网体系;②可伸缩的结构;③完全兼容综合自动化系统和煤矿信息化系统;④完善的感知层网络。

其中,利用宽带无线网络建立的覆盖煤矿井下、并与 1000MB 工业以太网相结合的感知层网络,可实现包括无线数据、无线语音、无线视频等无线多媒体的统一传输。通过将无线网络覆盖到主要大巷、采面、掘进面、车场以及井上重点工作区域等地方,并根据地质、巷道结构特点以及矿区生产带来的巷道结构改变自适应优化,即可满足无线覆盖和网络动态拓扑要求。智能矿灯作为一种可佩戴设备,通过随身携带,可实时帮助矿工了解自身所处环境(瓦斯、温度等)特征。通过所安装的相关传感器,可采集环境温度、甲烷浓度值、井下人员的健康状况等信息,并可将采集的信息通过无线网络传输给中央调度室。智能矿灯可以通过

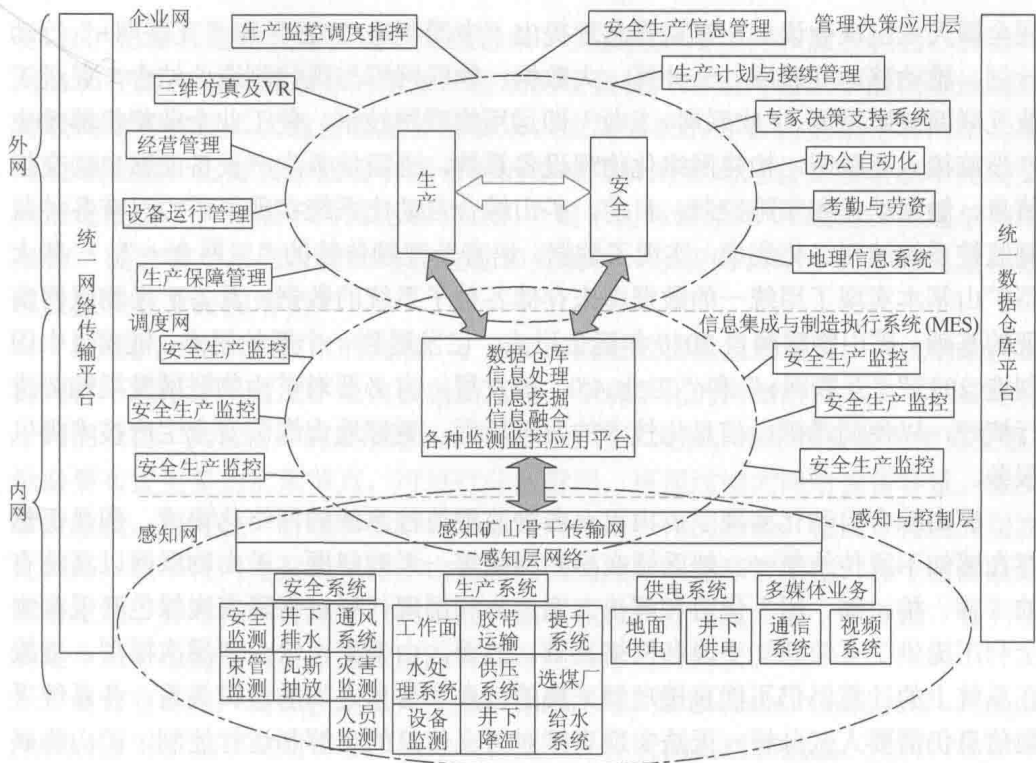


图 1-1 矿山物联网应用模型

短消息与中央调度室进行通信，并具有人员实时定位功能。在紧急情况下，中央调度室也可通过此终端下达人员撤离等重大指令。在矿山中使用智能矿灯，可将安全信息实时通知到每个矿工，实现了井下人员对周围环境信息的感知，以及煤矿井下人、机和环境的有效融合，并实现了对解决矿井工作人员自我安保难题的重大突破，为物联网技术在矿山的应用开辟了新的应用模式。

目前，已部分或全部实现的矿山物联网应用系统包括：井下人员环境感知系统、设备健康状态感知系统、矿山灾害感知系统、骨干及无线感知网络、感知矿山信息集成交换平台、感知矿山信息联动系统、基于地理信息系统的井下移动目标连续定位及管理系统、基于虚拟现实的矿山感知信息三维展示平台和感知矿山物联网运行维护管理系统等。

1.3 矿山物联网发展趋势

矿山信息化技术的发展经历了单机自动化、矿山综合自动化以及现在的感知矿山物联网的过程。矿山信息化发展本质上就是一个矿山信息技术与矿山物理世界相融合的过程，其高层目标就是矿山信息物理系统。2015年3月5日，在十二

届全国人大三次会议上, 李克强总理提出“中国制造 2025”和“互联网+”行动计划, 推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合, 促进工业互联网健康发展。“物联网+工业”即运用物联网技术, 使工业企业将机器等生产设施接入互联网, 构建网络化物理设备系统, 进而使各生产设备能够自动交换信息、触发动作和实施控制。目前, 矿山综合自动化系统实现了矿山已有各种监测监控系统的网络化集成, 实现了数据、语音及视频传输的“三网合一”, 一些大型矿山基本实现了用统一的数据库来存储各种子系统的数据, 具备矿山物联网实现的基础。矿山物联网自 2010 年诞生以来, 已发展到一个新的拐点。随着“中国制造 2025”“互联网+”和“工业 4.0”的发展, 有必要对矿山物联网发展趋势进行梳理, 以便洞悉矿山信息化技术的发展历程, 更好地为煤矿安全生产技术提供服务。

矿山综合自动化实现了矿山已有各种监测监控系统的网络化集成, 但是仍然存在感知手段传统单一、缺乏泛在感知网络等一系列问题。矿山物联网以其特有的“感、传、知、用”优势和解决方案, 为利用现代科技保障煤炭绿色开采和安全利用提供了有效感知手段和网络基础。然而, 由于矿山缺少深层次模型, 连接在系统上的计算机仍不能直接理解采集的信息和信息之间的逻辑关系, 各系统采集信息仍需要人工分析, 无法实现直接对语义信息的理解和运行控制, 矿山物联网涵盖范围要在传感网的基础上向智能化的信息处理发展。

感知矿山最终实现矿山物物相连, 各个系统通过网络实现了信息共享, 使得矿山系统从黑色矿山向灰色矿山、透明矿山过渡, 矿山安全得到很大提高。物物相连的平台实现了数据的汇聚, 矿山物联网演化为提供时空一体矿山服务的平台, 并借助其涉及的领域及其产业链特点, 将传感器、芯片业、设备制造业、信息产业等纳入其中, 并通过平台提供供求双向信息, 最终形成一个需求牵引的层次化产业^[4]。

1. 层次架构

开放系统互连 (open system interconnection, OSI) 参考模型是国际标准化组织制定的一个用于计算机或通信系统互连的标准, 一般称为 OSI 参考模型或七层模型, 该模型具有垂直分层结构。这里指的层次架构是根据各个设备在网络中的地位和作用, 对网络进行的水平分层。

煤矿综合自动化系统是矿井监测、报警、生产操作一体化的系统, 系统由应用层、网络层、物理层构成。矿山物联网也是按照感知层、网络层和应用层三层架构构建。在层级化网络结构中, 各个网元各司其职, 属于一种集中式管理模式, 网络的扩展性不够灵活, 单点故障及拥塞等问题在所难免。思科可视网络指数 (VNI) 预测到 2019 年全球 IP 流量将达到 2ZB, 到 2020 年全世界将

有 260 亿台互连的设备。这些变化带来了全新的应用实例和服务机会,并会对网络和存储产生前所未有的需求。传统的层级化网络架构已经不能很好地适应物联网这种快速、大通信量服务的要求。应用需求的分布化正驱使着网络功能向边缘靠近。上海贝尔股份有限公司的徐峰等针对移动运营商的全扁平化的架构演进提出了一种基于同质化单节点的全扁平化网络架构^[5],通过改变通信网络架构,提升整个基础设施的可编程性和灵活性,以应对预期中的数据流量在规模及复杂性方面的增长。

随着矿山物联网技术的发展,矿山实时监测数据量急剧增长,传统的层次架构同样不能很好地适应矿山大数据的发展。全扁平化的网络组网方式可以减轻骨干网的负荷,具有较好的发展潜力。随着电子技术发展,网络设备处理能力变强,没必要布置更多的汇聚节点,可进行分散管理。可通过增大网络设备容量,减少节点数量,实行统一管理和维护,这就是网络扁平化的趋势。相比于传统的层次化网络,扁平化网络架构使得矿山工业控制更加精细化和智能化、各个监测系统部署更趋于分布化和边缘化、网络的自组织能力和管理能力进一步增强,有利于满足今后矿山物联网在数据量及网络实时性等方面的需求。

目前有许多厂商都在重点关注扁平化的网络,如 Brocade、Cisco、HP、Juniper Networks 等。扁平化对许多厂商来说都是一个巨大的机遇和挑战。

2. 系统功能

矿山自动化已实现排水、通风、供电、选煤、工业电视和安全监测等自动化系统。由于不同系统在不同阶段建设,自成一体,信息不能互通,不能发挥自动化系统的综合效益,造成系统维护量大,维修、维护困难。为了从系统工程的角度整体上对矿山进行统一的自动化管理,防止发生“信息孤岛”现象,有效整合各种资源和发挥自动化集成的最大效益,需要建立统一的煤矿综合自动化系统。矿山综合自动化系统通过采用统一的传输网络将各种监测监控系统、语音、工业电视集成在一起,实现了三网合一;通过构建煤矿安全生产信息统一数据仓库平台,实现了各子系统数据共享。综合自动化成为煤矿的首选模式,但是综合自动化也表现出许多不足。

由于感知矿山物联网要实现矿山物物相连,因此在原有综合自动化基础上,增加了覆盖煤矿井下、并与工业以太网相结合的宽带有线、无线一体化多媒体统一传输平台,通过泛在感知网络,可实现井下移动目标的接入与管理,拓展了井下感知范围。在煤矿安全生产信息统一数据仓库平台上,增加了感知信息联动技术,实现了多传感器信息、多系统之间的联动,缩短了井上与井下、矿与集团重要信息的传达、决策时间,解决了感知手段传统单一、缺乏应用层信息融合的问题。

随着“互联网+”行动计划的提出,矿山物联网所承载的各种服务应用也成为系统重要功能之一。目前矿山物联网的应用大多是在煤矿企业内部的闭环应用,信息的管理和互联局限在有限的企业内,不同企业间、不同地域间的互通仍存在问题,没有形成真正的物物互联。这些闭环应用有着自己的协议、标准和平台,自成体系,很难兼容,信息也难以共享。随着矿山物联网应用规模逐步扩大,以点带面、以地区应用带动矿山物联网产业的局面正在逐步实现。

3. 全面网络化

矿山综合自动化将各种监测监控系统、语音、工业电视集成在一起,实现各子系统数据共享,这种资源的共享均在应用层完成。部分系统由于监控方式传统,仍存在“信息孤岛”现象。

煤矿井下工作环境属于流动作业,采煤机、液压支架、刮板运输机、矿车等金属设备与煤壁、巷道等复杂环境,使得矿山井下成为一种“受限异质时变”的通信空间。要想实现真正的物物相连,矿山需要构建一种全面网络化的矿山物联网。因此需要研究低功耗 Wi-Fi 和无线传感器网络(WSN)技术、认知无线电技术、多入多出(MIMO)技术、机器与机器(M2M)技术、矿山 6LowPAN 技术以及超宽带(UWB)技术在矿井的应用;研究宽带无线接入技术和大规模异构协同组网技术;研究局部地区发生灾害后的网络重构问题,这包括无线节点的抗毁能力、不同介质下自适应组网协议、传输速率自适应调整技术、不同速率组网技术等,实现网络的全覆盖以及平暂结合的无线、有线一体化网络,保障矿山安全生产。

随着国家安全生产监督管理总局制定的《矿山安全生产物联网信息交互技术要求》标准的推荐使用,必可实现矿山物物相连的愿景。

4. 雾计算技术

为了解决大数据量传输与数据实时性问题,雾计算技术应运而生。与云计算相比,雾计算并非由性能强大的服务器组成,而是由性能较弱、更为分散的异构计算资源组成。雾计算通过强化独立节点间的局部即时交互和分布式智能,使节点具备自组织、自计算、自反馈的计算功能,扩展了以云计算为特征的网络计算模式,将数据、数据处理的程序分布在网络边缘的本地设备,而非集中在数据中心,从而更加广泛地运用于不同的应用形态和服务类型。雾计算的基本特征使得矿山物联网对雾计算的需求更为迫切。图 1-2 所示为矿山雾计算平台在矿山物联网中所处的位置。

煤矿井下工作环境属于流动作业,人员、设备、车辆、刮板运输机、采煤机、支架、装载机、破碎机及供电设备等位置以及掘进工作面均处在不断变化之中,位置感知具有较大范围的移动性。同时,煤矿生产面对复杂的地质条件、矿山压

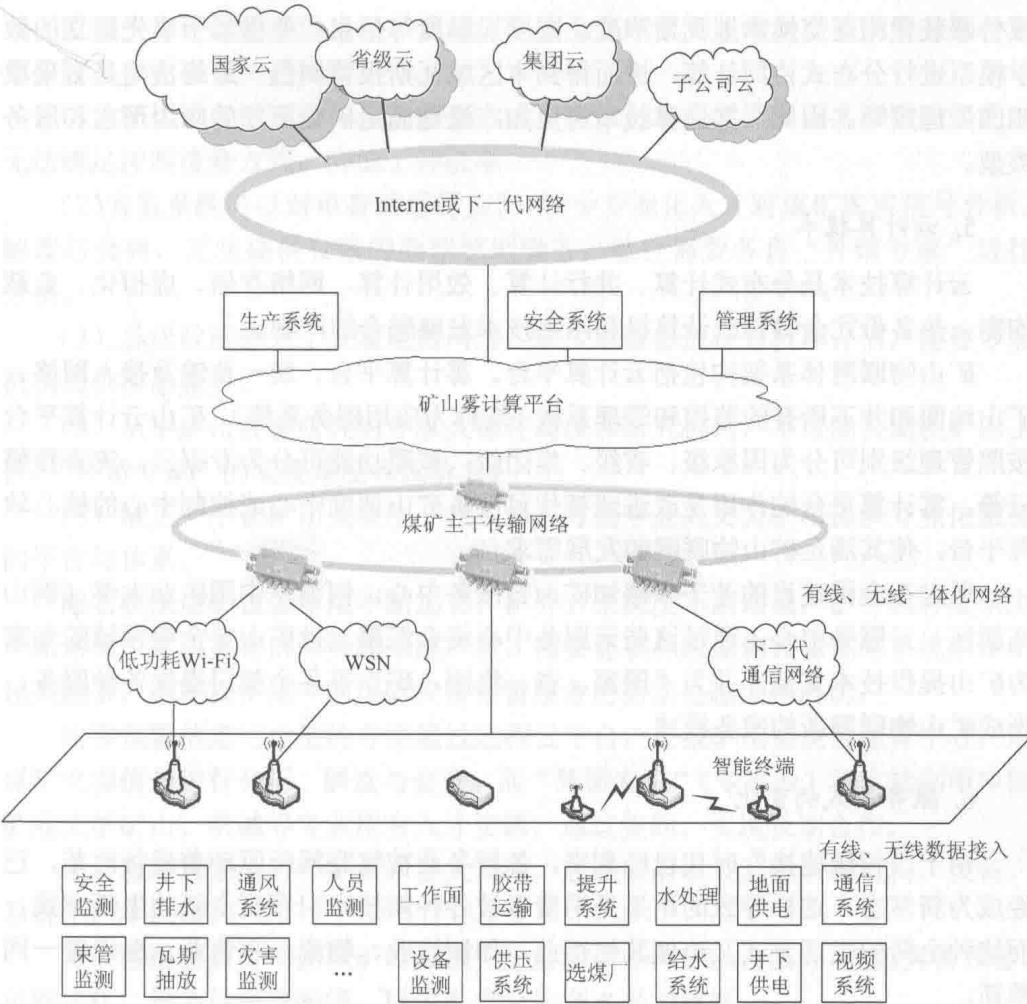


图 1-2 矿山雾计算平台与矿山物联网

力、瓦斯、一氧化碳、地下水及煤尘等，需要借助大量的感知传感器节点进行数据采集与状态监控，因此设备节点具有异构性。从单一节点计算单元的角度而言，需要不同计算能力设备的支持。

矿山雾平台实质上是改进目前矿上的调度中心或控制中心的功能，使其满足物联网云计算的需求。针对大数据量传输的数据实时性问题，将数据、数据处理和应用程序分布在网络边缘的本地设备，扩展云计算的网络计算模式，将网络计算从网络中心扩展到了网络边缘。

以矿山瓦斯灾害监测为例，由于矿山瓦斯灾害发生机制错综复杂，以往单个指标或单类型传感器不能有效反映灾害本质，而构建于大量传感器之上的雾计算平台可为分布式的瓦斯预警模型提供运行载体。例如，由分散在不同位置的矿灯

或传感装置相互交换本地瓦斯浓度、湿度、温度等信息,并借助于事先建立的数学模型进行分布式协同计算,进而得到本区域瓦斯报警阈值,最终决定是否采取相应处理策略。因此,雾计算技术可更加广泛地满足矿山不同的应用形态和服务类型。

5. 云计算技术

云计算技术是分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡、热备份冗余等传统计算机和网络技术发展融合的产物。

矿山物联网体系架构包括云计算平台、雾计算平台、统一传输及接入网络、矿山地面和井下所有的监控和管理系统(统称为应用服务系统)。矿山云计算平台按照管理级别可分为国家级、省级、集团级;按照功能可分为专家云、灾害预警云等。雾计算平台的作用是改进或替代目前各矿山调度中心或控制中心的核心软件平台,使其满足矿山物联网的发展需求。

通过在全国建设的若干个感知矿山云服务中心,例如,中国矿业大学(铜山高新区)云服务中心,通过这些云服务中心将会汇聚一批矿山安全等领域的专家为矿山提供技术支持,并为“国家、省、集团、矿”等各个部门提供各种服务,形成矿山物联网新的服务模式。

6. 服务模式的变化

由于“超级连接”时代已经到来,各行各业被物联网所驱动着进行改革,已经成为新常态。这样导致的结果是消费者被各种新技术引领到全新的生活方式,而这种全新的生活方式又迫使其他行业,如制造业、物流、零售业、医疗等一同革新。

在工业领域,企业通过深入分析,进而获得推导出未来趋势的能力,同时意味着大规模商业模式有可能面临瓦解。

矿山安全生产作为一个需要多学科协同工作的平台,随着各种应用的产生,产生了一种物联网的协同工作模式,这就对矿山物联网公共服务能力提出了基本要求。这种基于物联网的协同工作实质上就是将各种不同的应用服务集成到矿山物联网中,这既能推动矿山安全生产所需的各种专业化服务的发展,也有利于矿山安全生产向购买服务的方面发展。

矿山物联网必须为服务提供商或第三方提供便利,以方便将各种有特色的服务提供到物联网中。物联网的这种服务能力具有很强的扩展性,这一方面最大限度地保护了用户的投资,更重要的是保证矿山物联网真正成为一个活的、不断发展的服务性网络。今后,矿山物联网可以提供的服务包括基于位置的服务、基于时间的服务、基于信息的服务、基于云计算的服务以及基于大数据的服务等。

以基于云计算的服务为例,传统煤矿安全生产监测监控均以独立形态运行于某矿区,存在以下共性问题。

(1) 矿山设备主要采用计划检修方式。检修过程往往需要设备厂家的帮助,无法满足按需检修方式,降低了开机率。

(2) 安监系统可以对单参数进行监测,缺少专业化人才对煤矿灾害信号分析、解读与会商,无法提供有效的数据挖掘服务,往往需要各自“外请专家”进行分析。

(3) 各级政府建立了大量监测网络,缺少对数据进行分析 and 评估,需要专业机构提供信息服务。

(4) 从事矿山灾害研究的专家大都在高校和研究机构,不可能长期在矿山工作,“外请专家”的实现难度和代价大。

(5) 缺乏一个让矿山安全生产相关的各方面专业人员为矿山提供专业化服务的平台与体系。

随着我国煤矿设备年限不断加长,矿井开采深度不断增加,矿井拓扑复杂度不断增加,矿山灾害的形势越来越严峻,需要建设相应监测预警优化系统的煤矿越来越多,因此提供统一的煤矿灾害预警服务的需求也越来越迫切。

灾害预警信息可由签约专家通过远程云平台,登录矿山数据云服务中心,对煤矿灾害信号进行分析、解读与会商。而“外请专家”(专家云)可直接利用中国矿业大学矿山、机械等专业现有人才资源,通过签约,实现长期合作。

项目服务对象为各个矿山、各大集团、各级政府以及其他研究机构、设备、系统生产单位等。

各矿区根据自身需要从矿山云服务平台购买各种矿山云服务,包括灾害预警、风网优化、设备健康诊断等,以提高安全生产水平和效率。

矿业集团通过购买服务对集团战略发展、资源整合与分配、产品营销、设备租赁管理、矿山的运行、安全、环保等层面进行监督和管理。

各级政府通过购买信息服务,对矿山资源、矿山安全进行监督管理,并为正确决策提供有力保障。

其他研究机构、设备、系统生产单位通过订购测试、加工服务,并可以为某一专门问题开展合作研究。所有服务均可按服务内容、提供服务期限购买,更容易满足不同客户的需求。

传统矿山物联网示范工程需根据矿山自动化程度进行改造,所需的改造费用较高,而且不提供数据深度分析功能。云服务根据服务内容,每年所需要的服务经费大大降低,并且节约了矿山专人维护成本。因此“购买矿山云服务”投资比传统的单点独立建设系统所需费用要大为缩减,对矿井来说更具有吸引力。因此,矿山服务模式的开展和变化是矿山信息化技术发展的趋势之一。

矿山物联网技术的发展是一个长期历程,正如“中国制造 2025”一样,它会带来矿山信息技术的变革。但是矿山物联网技术的实施需要逐步推进,矿山物联网技术体系 2.0 是为了规范矿山物联网技术的实施而提出的,并会随着矿山物联网技术发展渐次升级。矿山物联网技术体系 2.0 就是现阶段(3~5 年内)矿山物联网实施的技术指导性文件。其目的就是引导矿山物联网技术沿着正确的道路发展,在推动创新发展的前提下,最大限度地保护用户投资的延续性,为最终实现矿山安全生产、实现无人化(少人化)的智慧矿山做出应有的贡献。