



文章编号:1671-251X(2015)07-0001-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.07.001

谷善茂,何凤有,刘云龙.基于数据融合技术的矿井综合自动化系统[J].工矿自动化,2015,41(7):1-4.

基于数据融合技术的矿井综合自动化系统

谷善茂¹, 何凤有², 刘云龙¹

(1. 潍坊学院 信息与控制工程学院, 山东 潍坊 261061;

2. 中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:分析了目前已建成的矿井综合自动化系统存在的主要问题,即存在信息孤岛现象、底层传感器运行可靠性较差、系统数据融合程度不高等,指出矿井综合自动化系统建设的关键是实现各生产系统的运行可靠性检测以及数据的深度挖掘及融合;提出了矿井综合自动化系统建设的关键技术是智能传感器和数据融合功能的研究,从软件融合、系统融合、功能融合3个方面给出了数据融合问题的解决方案。采用C#编程实现的矿井综合自动化系统已在某矿成功试运行,取得了良好效果。

关键词:矿井综合自动化系统;数据融合;数据挖掘;智能传感器;自动决策

中图分类号:TD672

文献标志码:A

网络出版时间:2015-07-01 08:52

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150701.0852.001.html>

Integrated automation system of coal mine based on data fusion technology

GU Shanmao¹, HE Fengyou², LIU Yunlong¹

(1. School of Information and Control Engineering, Weifang University, Weifang 261061, China;

2. School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: Main problems of existing integrated automation system of coal mine were analyzed, namely information island, low running reliability of bottom sensor, low system data fusion degree, etc. Establishment keys of integrated automation system of coal mine were pointed out, which were running reliability detection of each production system and deep data mining and fusion. Key technologies of the system establishment were proposed, which were intelligent sensor and data fusion function, and solutions of data fusion were given from aspects of software fusion, system fusion and function fusion. An integrated automation system of coal mine based on C# programming has been applied in a coal mine successfully with a good effect.

Key words: integrated automation system of coal mine; data fusion; data mining; intelligent sensor; automatic decision-making

0 引言

随着工业信息技术的快速发展,矿井综合自动化、信息化建设也取得了很大成就,开滦(集团)有限

责任公司、枣庄矿业(集团)有限责任公司、徐州矿务集团有限公司等已在其下属的多个矿井中实现了综合自动化建设,部分先进的矿井在某些独立系统中甚至实现了无人值守控制^[1],达到了减人提效的目的。

收稿日期:2015-01-13;修回日期:2015-05-02;责任编辑:李明。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61403283);潍坊市科技发展计划资助项目(2014GX022,2014ZJ1051);潍坊学院博士基金项目(2010BS05)。

作者简介:谷善茂(1978—),男,山东寿光人,讲师,博士,主要研究方向为过程控制、电力电子驱动技术等,E-mail:gsm197851@126.com。

标;同时,利用实时监测及控制技术,实现了安全隐患及时发现、灾害情况及时预警,从机理上杜绝或减少了恶性事故的发生;通过优化生产流程,利用合理的削峰填谷等负荷分配手段、降低设备的无效运行时间等控制手段、高低压变频等节能手段,达到经济运行的效果^[2],实现了节能降耗。但从目前中国各大中型矿井综合自动化系统的运行效果来看,基本上只是实现了安全生产数据的共网传输和集中监测,距离最初的自动化建设目标还有很大差距^[3],尤其是在消除信息孤岛、多系统数据融合、传感器底层可靠性检测、应急状态自动决策等方面还需要进一步完善。

本文对矿井综合自动化系统建设现状及存在问题进行分析,重点对急需解决的关键技术进行探讨,为后续的矿井综合自动化系统建设提供参考。

1 矿井综合自动化系统建设现状

经过近 15 年的快速发展,中国矿井综合自动化建设取得很大成效,煤矿井下安全避险“六大系统”已经初步建成^[4-7],各类自动化监测、监控系统在煤矿安全生产管理过程中正发挥着重要作用。

矿井综合自动化系统建设以矿井生产和安全相关的各类执行子系统为基础,利用先进高效的传输网络将各执行子系统的信息进行综合,并将综合处理之后的控制决策指令反馈给各执行子系统。矿井综合自动化系统建设总体结构如图 1 所示。

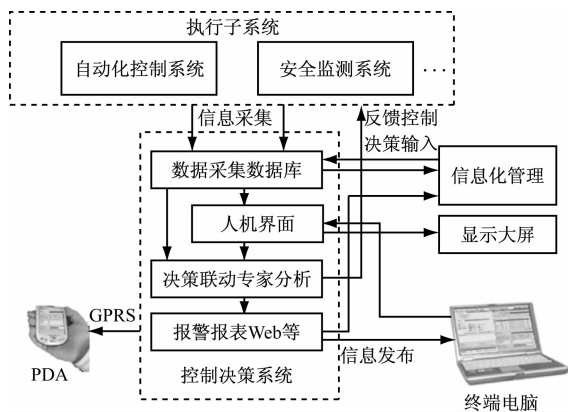


图1 矿井综合自动化系统建设总体结构

从图 1 可知,对矿井综合自动化系统的建设实际上就是对执行子系统、网络传输系统、控制决策系统、信息发布系统 4 个部分的建设。其中网络传输系统和信息发布系统在已建成的系统中表现较好,基本达到建设目标,但是执行子系统的可靠性和控制决策系统的完备性目前仍存在大量问题,主要表现在以下几个方面。

(1) 信息孤岛现象依然存在。中国煤矿分布地域广泛,经济发展不均衡,导致各地区的矿井综合自动化建设不同步。在东部经济发达地区,矿业公司经过十几年的快速发展,设备更新换代较快,大部分生产系统完成了产品的升级换代,其更新后的产品具备网络通信能力或能够为信息化提供较好的数据支持;在西部经济欠发达地区,由于设备更新较慢,部分生产系统仍采用较为老式的设备,这些设备经过自动化改造后具备自动化运行的能力,但是由于设备较为老旧,不具备通信接口或无法为信息化提供数据,导致这部分设备独立于全矿井的综合自动化系统之外,无法接入,更无法实现与其他系统的联动控制。

信息孤岛现象^[8]产生的原因是多方面的,除了设备的原因外,还有子系统生产厂家自身技术支持不够、系统软件开发水平低等多方面原因。

(2) 底层传感器运行可靠性问题。在实际运行中,矿井综合自动化系统经常碰到各种问题,最突出的问题之一是底层执行单元的运行可靠性问题^[9]。该问题导致多种问题的发生,如无人值守功能无法实现、设备远程控制不稳定等。而矿井是一个高危环境,如果故障不能快速定位并进行处理,很难达到矿井综合自动化的人本安全目标。底层传感器运行可靠性的提高涉及工艺、制造等多方面,依赖于尖端制造水平的提高,而这是一个长期的过程。本文讨论其发展方向,而不专注于某一传感器的研究设计。

(3) 系统数据融合程度不够。现有矿井综合自动化系统平台多采用国外先进的监控软件^[8](如 InTouch, IFix 等)设计。这些先进的监控软件具备快速的组态开发能力,技术门槛较低,开发周期短,且运行稳定,在矿井综合自动化的早期建设中发挥了重要作用。随着矿井信息化技术的推进,这种只能进行简单脚本数据编程的组态软件越来越无法适应矿井信息化的多系统融合、多数据融合要求。

数据融合功能的实现决定了矿井综合自动化系统的智能性,高度的数据融合能够实现系统的智能决策、多系统的联动控制、专家分析及决策预案控制等。这也是本文的重点研究方向。

2 矿井综合自动化系统问题分析

总体来说,中国矿井综合自动化系统建设经过十几年的研究应用,目前已处于瓶颈阶段。单从自动化功能的实现方面来说,部分矿井的建设已经非常成熟,但从综合自动化的角度考虑,则仍处于初级

阶段,即使一些建设比较成功的矿井综合自动化系统,也没有实现真正意义上的综合自动化。现有矿井综合自动化系统平台主要实现了煤矿各生产系统的监控集成、数据展示功能,虽然实现了生产、安全、业务数据的集中存储,但未考虑对数据的深度挖掘、融合,在该方面存在很大不足。由于必要的数据不能完成融合的目标,在过去的矿井综合自动化系统中,基本没有应急决策预案系统。

不难看出矿井综合自动化系统建设成败的关键有2个方面:如何实现各生产系统的运行可靠性检测;进行数据的分析、决策控制,实现数据的深度挖掘、融合。矿井综合自动化系统研究内容如图2所示。

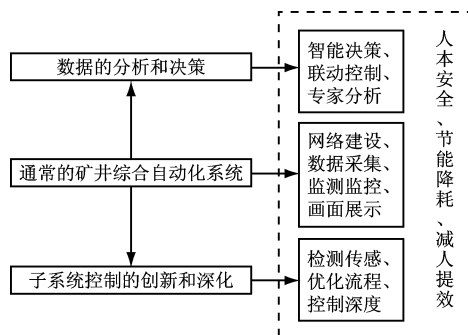


图2 矿井综合自动化系统研究内容

从图2可看出,通常意义上矿井综合自动化系统主要实现网络建设、数据采集、监测监控及画面展示等功能。真正意义上的矿井综合自动化系统不仅包含以上功能,还应在传统综合自动化系统基础上向上、向下延伸,即向上实现数据的分析和决策,在数据挖掘、数据融合的基础上实现智能决策、联动控制等功能,向下进行子系统控制的创新和深化,在智能传感器和优化控制流程方面进行研究。

3 矿井综合自动化系统建设需解决的关键技术

要实现矿井综合自动化“人本安全、节能降耗、减人提效”的建设目标,必须对影响自动化建设的关键问题(向上、向下2个方面)进行研究,本文重点对基于数据融合的智能决策等功能进行研究。

3.1 智能传感器系统的研发

矿井综合自动化系统的底层传感器如果运行不可靠,很可能传递错误信息,从而影响整个系统的可靠性。具备高可靠性、自检测能力的智能传感器的研发已经迫在眉睫。由于中国工业技术发展相对落后于发达国家,尤其在高端工业制造方面差距较大,智能传感器的研发将是一个渐进的过程。

智能传感器系统的研究可从制造工艺和软件开

发2个方面进行。制造工艺的提高相对较慢,依赖于中国制造工艺水平的整体提高;而软件开发方面的提高相对较快,借助互联网概念,对现有的传感器进行改造,增加运行状态自检功能,再通过传感器网络将数据传递到上层网络,实现全矿井的传感器网络覆盖。

传感器网络技术已经有部分试点应用,如井下WiFi、ZigBee网络^[10]等,但由于成本和技术原因,仅限于局部应用,至今仍未建成覆盖全矿井的传感器网络。

3.2 数据融合功能研究

矿井综合自动化系统建设不是单一系统的简单无序堆积,也不仅仅是为了完成消除信息孤岛的单一目的,而是对单一系统的综合和提升。在数据挖掘技术的基础上,真正的矿井综合自动化系统至少需要在以下几个方面实现融合。

3.2.1 软件的融合

基于多任务融合开发的目标,采用C#进行系统软件的开发,这超越了以往矿井综合自动化系统软件以监测监控为主要任务的范畴,将矿井综合自动化系统软件设计成一个能融合众多自动化子系统的平台,实现整个矿井的生产自动化和调度控制的智能化,主要体现在以下几个方面。

(1) 有选择、有优先、有提升地融合自动化子系统的监测监控功能,而不是对各子系统进行简单无序堆积。

(2) 融合远程专家诊断系统,不仅仅是简单地对单一数据进行超限、动作报警,而是建立以树状分析为基础的专家故障报警体系,使其具备第一故障点分析判断能力,同时具备报警优先分级机制,确保最重要的故障得到最优先的报警和处理。

(3) 融合事故灾难应急处理预案,通过软件可组态化地编制各类事故灾难的应急处理预案规则,一旦发生满足规则的事故或灾情,系统将指导操作人员逐步进行相关操作,避免处理过程混乱,确保事故的及时有效处理。系统同时具备全自动的事故处理预案(主要针对能通过系统自身控制消除故障的情况),该过程仅需操作人员授权确认预案启动,之后的处理操作、结果反馈和过程记录均由系统自动完成,可最大程度地减少事故处理时间,提高整个矿井生产的安全性。

(4) 融合大型设备专家分析系统,通过系统本身具有的大型设备实时数据库,并结合现场手持设备采集的数据,完成专家分析功能,实现对大型设备

的状态分析、故障预警等功能。

(5) 与上层信息化管理平台进行数据对接,将信息化管理系统所需的信息,以标准格式整理后在网络上发布,实现信息的共享和交互。作为信息化管理向生产一线延伸的重要环节,矿井综合自动化软件具备开放的接口、完整的数据、标准的通信和可靠的安全机制。

3.2.2 系统的融合

系统的融合主要体现在2个方面:多系统之间的智能联动控制;对现有系统的整合,将功能重叠和类似的多个系统整合成一个新的功能更强大、更完善的系统。

矿井各环节的自动化系统按功能划分为若干具有相关功能的单元,利用数据共享的优势,实现这些单元内系统间的联动闭锁功能,在原先独立的功能基础上进行整合提升,将这些系统有机地融合成一个具有柔性连接的体系,将以往靠人工调度进行协调的模式改为依靠系统编制的规则自主协同模式,同时不同单元间也具备信息共享和联动闭锁功能,通过信息共享实现单一系统无法完成的功能。

3.2.3 功能的融合

矿井综合自动化系统无论是系统平台还是各类自动化子系统,其都应具备多功能的融合,达到提升安全、节能降耗、减员提效的多重目标,充分利用先进的设备、系统和技术,优化矿井的生产工艺,实现经济效益和社会效益的多重目标。

4 基于数据融合的矿井综合自动化系统运行分析

基于数据融合的设计理念,开滦(集团)有限责任公司某矿进行了矿井综合自动化系统的建设,在数据共享的基础上,开发了一系列的智能决策预案、联动控制功能模块,完善了矿井综合自动化系统的功能,提高了矿井运行的智能化水平。

目前,新开发的矿井综合自动化系统平台已成功投入运行。经过近6个月的运行测试,系统软件运行稳定,智能决策预案的实施减轻了现场监控人员的劳动量,并且现场人员可随时通过图形化的编程方式,修改或添加新的控制预案,其编程如图3所示。

联动控制功能的实现提高了各系统的功能相关性,实现了多生产系统的联动闭锁;联动故障报警的实现可实现故障快速定位,做到提前发现设备问题,提前维护,缩短了故障反应时间。



图3 智能决策图形化编程示例

运行实践证明,通过实施数据挖掘、融合技术开发,大大提高了矿井综合自动化系统的智能水平。

5 结语

在分析目前中国矿井综合自动化系统运行现状的基础上,分析其运行中存在的问题,深入研究影响综合自动化建设成败的关键技术,利用数据挖掘、融合技术,开发了高度智能化的矿井综合自动化系统平台,并建立示范应用,真正实现了人本安全、节能降耗、减员提效。

参考文献:

- [1] 吴德政. 数字化矿山现状及发展展望[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(9): 17-21.
- [2] 张申. 煤矿自动化发展趋势[J]. 工矿自动化, 2013, 39(2): 27-32.
- [3] 贺耀宜, 武钰. 数字化矿山建设中存在问题分析及对策[J]. 工矿自动化, 2014, 40(11): 30-33.
- [4] 谭得键. 我国煤矿自动化现状及发展趋势[J]. 工矿自动化, 2010, 36(9): 126-128.
- [5] 吕鹏飞, 郭军. 我国煤矿数字化矿山发展现状及关键技术探讨[J]. 工矿自动化, 2009, 35(9): 16-20.
- [6] 申晋鹏. 我国数字化矿山发展现状及存在问题研究[J]. 中国煤炭工业, 2012(12): 54-55.
- [7] 赵安新, 李白萍, 卢建军. 数字化矿山体系结构模型及其应用[J]. 工程设计学报, 2012, 14(5): 423-426.
- [8] 李晋, 王海先. 论数字化矿山建设[J]. 煤炭经济研究, 2013, 33(1): 63-65.
- [9] 梁小爱. 煤矿安全监测监控系统可靠性运行分析[J]. 煤, 2012, 21(9): 60-61.
- [10] 吴立新, 汪云甲, 丁恩杰, 等. 三论数字矿山: 借力物联网保障矿山安全与智能采矿[J]. 煤炭学报, 2012, 37(3): 357-365.