

煤矿综采工作面采煤机截割系统方案设计与应用

张 扬*

(山西西山煤电股份有限公司马兰矿,山西 古交 030205)

摘 要:针对综采工作面采煤机截割系统的工作特点,提出了采用液压伺服技术实现采煤机截割系统方案。不但能有效地降低矿井机器的故障发生率,提高矿井机器的自动关机精度,还能有效地减轻作业负荷,提高作业效率,保障矿井作业面的安全。

关键词:煤矿综采;采煤机截割;系统应用

中图分类号:TD42 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2025)01-0170-03

随着安全事故频发以及能源结构的快速变化,促使煤炭工业由以量取胜向以质取胜,由以传统综采为主的煤炭工业向以“两化”为主的方向发展,使煤炭工业向以绿色、智能化为主的方向发展,是煤炭工业改革的重要方向。先进的工业生产技术,信息自动化、智能化与煤矿技术的深度融合,使采煤机截割系统智能化在综采区域得到了广泛的应用。综采区工作面采煤机截割系统的智能控制是实现工作面无人化和少人化的一个重要环节。当前,国内外研究单位主要采用红外线、超声波和惯性导航等方法来实现对采煤机截割系统轨迹的精确跟踪和定位,但其实施难度大,累积误差大,成本高。在此基础上,提出以自动控制与随动控制为核心的采煤机截割系统设计方案,以达到改善采煤机截割过程的目的。

1 记忆截割的工作原理

用X轴坐标表达工作面的倾角,用X轴坐标来表达采煤机在切削时所存储的位姿及定位信息;在采煤机上,工作面的方位用Y轴代表。在Y轴上用一个坐标点代表采煤器到工作面的移动距离。在生产中,用Z轴表达上、下两个滚子的高度。当剪切器进行炭切时,监测系统会在同一距离处进行取样。在裁剪完成第i道工序后,监测系统会对裁剪工序的运行数据进行采集和保存。在采集到第i份资料后,通过控制系统实现对剪切的调节。在工作面工况变化的情况下,采用i+2型切割器对煤层进行切割,可使其工作工况自适应地进行调整。这个自动化调节是通过一个能对i+1工具采集并记录的数据进行调节的自动化监测系统实现

的。在此基础上,通过对各工艺参数的采集,实现了对各工序参数的实时采集^[1]。

2 智能化综采工作面系统需面对的问题

矿井作业条件苛刻,作业人员不宜长期作业,对用于智能监测的传感装置也有一定的影响,进而影响到监测的灵敏度和可靠性。

另外,因为各厂商在系统所用硬件的生产过程中,所采用的软件协议以及其它方面的标准存在差异,因此,很难将智能综采系统推广到各个矿山,从而实现市场标准的标准化,这也加大了对井下设备的集中、统一监管的难度。

另外,由于矿井的工作环境中含有大量的易燃、易爆或有毒的气体,所以在进行系统设计及设备的选择时,必须重视其防爆性能的设计。

3 煤矿智能化综采工作面系统设计及应用分析

井下开采条件复杂多变,且现有的采煤机截割系统自动储存裁剪方式存在诸多不足,导致其在应用中的自动化程度不高,亟须进一步完善。PLC采用多个传感器采集、监测、分析、控制等多种信息,并将其输入到PLC控制系统中,从而达到对采煤机截割系统过程进行实时监测的目的。当其中一台机器在使用中出现了故障,报警系统将发出报警信号,并对其进行采集和储存,如:倾斜角、振动角、上下摇杆的倾角等。研究成果将为采煤机截割系统在工作面三角部位进行自动存储裁剪,提高工作面采掘的智能化水平,具有重要的理论意义和应用价值。

* 收稿日期:2023-05-15 修回日期:2023-05-16

作者简介:张扬(1991-),男(汉族),山西忻州人,助理工程师,现从事煤矿安全检查工作。

3.1 液压支架自动化的实现

采用电液控制技术,实现了对液压支架的自动化。在工作面上,每一支液压支架都有一个控制器来控制操作参数,并且每一液压支架之间的控制器可以互相通讯,各液压支架的控制装置之间由主干线缆相连。采用单片机控制系统,利用车载传感器监控各支架的动态,并对各支架进行电动阀门的开度控制。利用主干线缆将各液压支架控制器联成一个网络,完成了对单个液压支架的自动控制。

3.2 系统架构

智能化综采系统主要包括采煤机、支架电液控制系统、工作面三机通信控制系统等,在系统中,既要完成对单个工作面的系统集成和数据上传,又要面对多个工作面。网络系统是一个相对复杂的系统,主要包括生产检测系统、数据分析、专家分析以及报表分析和运行管理等部分。其中,检修系统为第一梯队,主要对工作面的煤炭生产进行检测,具体来说就是对工作面的数据检测、顺槽胶带机检测、煤炭主运输系统检测、主通风机检测、生产执行系统检测等进行数据采集和检测,并进行后续的数据收集,将所收集的数据填入数据库,进行深入的分析^[2]。

3.3 集成方案

综合考虑采煤机、支架电液系统、采煤机组三个部分的通讯控制系统。针对液压支架的特点,提出利用多个传感器对其进行智能化控制的新方法。在采煤机截割系统方面,不但可以利用工作面视频系统来定位和跟踪截割机,还可以利用路面远程控制台控制剪切机的速度,同时还可以利用智能参数识别、感知和控制、定位等优势,展现系统状态的主动操作和自动协调。

3.4 硬件设计

按照工艺及总体设计的需要,对数位输入模组进行扩充,增加了X/Y/Z三个坐标系的伺服马达准备,X/Y/Z三个坐标系的正、负限等输入点;扩充了数位输出,包括紧急停止、重置、定点前进、开始、停止等数位输出;以温度、水位等为输入点,对模拟输入进行扩充;通过对CAN总线通讯模块的设计,实现了PLC与人机界面及X、Y、Z三个轴向伺服机构的通讯。此小电流系统亦包含诸如AC220V-DC24V及AC220V-DC12V之功率变换模组。

PLC的控制部分采用了BeckHoffCX8050可扩充数

位输入模组EL1008;每一个模组包含8个输入端,并对EL1008模组进行了扩充。地址是从0到0,从0到7,从1.0到1.7,从2.0到2.7,从3.0到3.7。所谓“常开”,就是输入点为一个常开型结点,也就是该结点在初始条件下是开放的,当该结点作用时,该结点就会关闭。“常闭”表示该系统的输入点为常闭点,也就是该系统的初始条件下,结点是封闭的,当该结点工作时,结点打开。比如,应急中止结点一般为封闭结点,防护结点(泄漏锁定、过热保护等)一般为封闭结点,其他结点一般为敞开结点。

为实现PLC与主机的通讯,选用适合的通讯模块——CP341。通讯部分采用串行通讯接口,以RS-458作为通讯接口。通讯端口可以改变,使通讯距离可达1300m。本系统所采用的软件通讯系统为Digital Gateway RTU、MODBUS RTU。CP341能完成PC与PLC的数据交互,并能对PLC进行遥控。采用PROFIBUS-DP技术,实现了与S7-300PLC的通讯。通讯网络在PLC的控制中起着举足轻重的作用。在实际应用中,通讯网络往往会造成控制系统失效。为减少通讯网络故障,保证井下监测系统的稳定性,需要选用具有较强的抗干扰能力和良好的电气兼容性的可编程控制器^[3]。

3.5 软件设计

综采区采煤机截割系统界面控制程序主要由PC监控平台程序、CAN通讯程序、逻辑控制程序、运行方式程序等四大模块组成。上位计算机监控平台程序的功能是实现PLC控制系统与HMI的数据交换和显示,并将在HMI平台上对在工作中出现的各种状态信息、参数信息以及故障信息进行实时的显示。CAN通讯软件则是实现X轴、Y轴、Z轴三个方向上PLC与各方向上的指令及信息的传递。可编程控制器通过CAN总线通讯方式对X轴、Y轴、Z轴的伺服马达进行直接控制。逻辑控制程式是用来对采煤机截割头进行逻辑控制,例如:马达启动、点进给、点回退、横移、纵移、故障报警等;工作方式程序实现了对切断头的手动、自动、跟踪等多种工作方式的控制与转换。

综采区计算机接口控制系统主要由7个模块组成:初始化、逻辑控制、通讯、模拟处理、保护、报警以及人机接口。一个初始化模组被用来储存记忆、计时器、计数器、数组等,以便在程式中设定零或设定值。其中,逻辑控制模块实现了对零件的时序控制、数字输入时延控制、传感器值的估计等功能。

CAN 通讯模块的任务是实现 PLC 与 HMI 监视平台的通讯,建立、维护、修改 X/Y/Z 轴伺服驱动器,并进行数据/指令的传送。模拟量处理模块主要是执行周期性的探测,筛选并评价温度和液位传感器的数据的精度,从而保证所收集到的模拟量数据的正确性和精确性。其中,保护模块的作用是实现过压、过热、漏电等保护。若发生以上情形,则应及时告知 PLC 控制装置,并采取关闭设备等措施。工作方式控制模块,完成了人工控制、自动控制、自动跟踪等多种控制方式的转换与实施。报警模块实现了对设备的报警、故障的提示,以及对设备的状态等信息的实时显示。其中,HMI 模块的功能是对切割机的工作状态、参数设置、故障信息、定位信息等进行实时采集,并通过 CAN 总线的通讯方式对切割机的控制信息进行采集^[4]。

通过 CAN 总线与 PLC 控制系统的通讯,实现了与 PLC 控制系统的通讯。采用 CAN 总线通讯方式,实现了在 PLC 主站与监测平台间的数据与控制命令的传递。该系统使用了 CAN2.0 B 通讯协议,其传输速率设定为 250 kbit/s,框架是标准框架。

4 结语

通过先进技术和装备在煤矿综采工作台生产中持

续应用的发展现状基础上,对系统架构进行优化,采取集成方案,将原来的全机械化生产与控制系统整合为一个统一的智能化信息管理系统。采用智能化的管理方法,使生产基本上达到了自动化。同时,利用云计算、大数据等技术,在未来的自动化网络与控制系统中,实现对矿井综合开采,促进其向无人化、智能化发展。首先,基于 BeckHoff CX8050 单片机,对截割系统进行了总体、硬件及软件的设计,实现了截割系统的手动、自动和可跟踪三种方式。其次,搭建截割系统监测平台,通过 CAN 总线通讯,实现 PLC 与 HIM 监测平台之间的数据实时传输,提升截割系统的可视化和友好度。

参考文献:

- [1] 高江波.智能综采工作面采煤机割煤情况自动监控系统设计分析[J].机械管理开发,2022,37(1):229-231.
- [2] 杨枫,邓高鹏,陈四楼煤矿 MZ201 智能化综采工作面装备技术研究与应用[J].内蒙古煤炭经济,2022(15):1-4.
- [3] 布朋生.高瓦斯煤矿综采工作面采煤机速度动态控制系统研究[J].自动化仪表,2020,41(7):69-71,78.
- [4] 李旭,吴雪菲,田野,等.基于数字煤层的综采工作面精准开采系统[J].工矿自动化,2021,47(11):16-21.
- [5] 曹代勇,魏迎春,秦国红,等.煤系战略性金属元素富集成矿的构造控制[J].煤田地质与勘探,2023(1):66-85.
- [6] 唐修义,赵继尧.微量元素在煤中的赋存状态[J].中国煤田地质,2002,14(S):14-17.
- [7] 王文峰,秦勇,宋党育.煤中有害微量元素的赋存状态[J].中国煤田地质,2003,15(4):10-17.
- [8] 白向飞,李文华,陈亚飞,等.中国煤中微量元素分布基本特征[J].煤质技术,2007(1):1-4.
- [9] 李聪聪,宁树正,乔军伟,等.重庆南武矿区煤中镓赋存规律及控制因素[J].煤田地质与勘探,2018,46(3):15-20.
- [10] 陈磊,邵培,熊武侯,等.新疆准东煤田中侏罗统煤系镓元素的分布特征及赋存机理探讨[J].地学前缘,2018,25(4):76-91.
- [11] 陈新蔚,庄新国,周继兵,等.准东煤田煤质特征及分布规律[J].新疆地质,2013,31(1):89-93.
- [12] 何静,黄涛,冯烁,等.三塘湖煤田西山窑组煤地球化学特征及沉积环境意义[J].煤炭科学技术,2020(5):173-181.
- [13] 任德贻,赵峰华,代世峰,等.煤的微量元素地球化学[M].北京:科学出版社,2006.
- [14] Dai S F, Ren D Y, Tang Y G, et al. Influences of Low-temperature Hydrothermal Fluid on the Re-distributions and Occurrences of Associated Elements in Coal-A case Study from the Late Permian Coals in the Zhijin Coalfield, Guizhou Province, southern China[J]. Acta geological sinica, 2002, 76(4):437-445.