

基于 PLC 的悬臂式掘进机电控系统的优化设计

聂 勇 (西山煤电集团有限责任公司马兰矿, 山西 太原 030053)

摘 要: 本文以 EBZ200 型悬臂式掘进机为研究对象, 针对复杂工况下掘进机截割质量差、效率低等问题, 基于 PLC 控制器为核心对掘进机的电控系统进行优化设计, 重点阐述电控系统的硬件构成、软件及主电路等部分的设计与实现方法, 有效提升设备运行的稳定性与可靠性, 为悬臂式掘进机的电控系统的优化设计提供参考。

关键词: PLC 控制器; 悬臂式掘进机; 电控系统; 控制单元

0 引言

煤矿生产采掘环节的机械和自动化水平的不断提升, 悬臂式掘进机作为巷道掘进的重要设备得到广泛应用。掘进机在采掘现在由于掘进环境的恶劣, 水雾、粉尘不断变化, 导致截割断面成形质量较差、工作效率低等问题, 对悬臂式掘进机的电控系统进行优化设计, 此前众多学者对煤矿掘进机电控系统结构、影响电控系统可靠性因素进行了介绍及研究, 针对 EBZ230 型矿用掘进机在复杂工况下, 截割质量差、运行效率低等问题设计以 PLC 控制器为核心的电控系统, 提高设备的运行稳定性。本文以马兰矿掘进工作面所采用的西安煤矿机械厂生产的 EBZ200 型掘进机为研究对象, 对悬臂式掘进机的电控系统进行优化设计, 实现掘进机的远程控制、程序控制断面自动成形截割, 提高工作效率。

1 电控系统的功能

马兰矿掘进工作面所采用的 EBZ200 型悬臂式掘进机, 主要用于煤巷、全岩巷和半煤岩巷道, 设备主要由机架结构、切割机构、液压控制系统、润滑系统等组成。悬臂式掘进机单向截割最大煤岩强度为 90MPa。掘进最大巷道 6.3m, 高度为 5.2m, 掘进断面最大尺寸为 31m², 掘进机最大坡度为 18°。悬臂式掘进机电控系统需要能够实现故障管理、运行状态检测、数据接收、故障响应等功能。

2 硬件系统设计

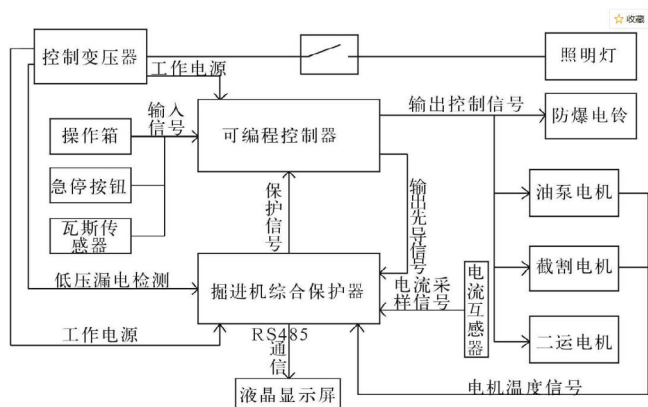


图 1 电控系统硬件架构图

电控系统的优化设计采用 PLC 控制器作为系统核心, 通过 PLC 的编程能力替代传统的继电器, 简化了电路设

计, 使电控系统具有欠压、电机短路、过载、过热、漏电监测等功能, 提高设备运行的可靠性, 减少后期的维护成本。根据如上的功能对悬臂式掘进机的电控系统硬件架构进行设计, 设计的电控系统硬件架构图如 1 所示。

悬臂式掘进机的电控系统核心为高性能控制器, 其主要对采集的信号进行分析, 对接收的故障信息进行识别, 并完成相应的指示指令。首先对电控系统的控制器进行选型, 根据马兰矿实际工作情况, 考虑到井下空气湿度大、电网质量差等情况, 选定 PLC 可编程控制器, 控制器主要是由两个部分组成, 分别为中央处理器 CPU 和 I/O 端, 同时根据实际需求可进行接口扩展。控制器需要配置 3 个 CAN 总线通讯接口, 2 个 RS232 接口, 18 路开关量输入接口和 8 路开关量输出接口。

对 EBZ200 悬臂式掘进机的控制系统电机参数进行设定, 截割电机的额定功率 260/200kW, 额定的电压为 1140V, 额定的电流为 160A, 油泵的电机额定功率为 160kW, 额定的电压和电流分别为 1140V 和 97A, 二运电机额定功率为 15kW, 额定的电压和电流分别为 1140V 和 10A, 除尘电机额定功率为 37kW, 额定的电压和电流分别为 1140V 和 24.5A, 通过计算闭合回路的额定电流为 291.5A。回路的隔离开关选定为 OT400E12, 该隔离开关机构设计相对简单、可靠性高、体积小, 可以较好的满足井下的工作环境。电流变送器选定 CS50 系列三相电流变送器。

对系统的保护单元进行设计, 保护单元由耦合器、电压变送器、分布式 I/O 模块、电流变送器等组成。分布式 I/O 采用 Pt100 温度传感器进行温度的采集, 同时通过 CAN 总线将采集的信息传送至控制器。对保护单元的元件进行选择, 元件的选型如表 1 所示。

表 1 保护单元器件选型

元件名称	型号	选定数量	备注
模拟量模块	750-459	5	用于五回路电流采集
通讯模块	750-337	1	首端、用于 Canopen 通讯
终端模块	750-600	1	末端, 模块终端
温度采集模块	750-460	1	用于电机温度检测
电压变送器	PAS-UGI-2000	1	进线电压检测
油位传感器	KG3044	1	用于油箱温度检测

绝缘监视仪	IR420-D6-1	1	低压绝缘检测
耦合仪	AGH520S	1	与绝缘监视仪配合使用
甲烷传感器	GJC4	1	用于瓦斯检测

对控制单元进行设计,控制单元器件选型如表2所示。

表2 控制单元器件选型

元件名称	型号	选定数量	备注
控制器	DCF-I	1	控制主回路接触器
其他中间继电器	PLC-RSP-24DC/21	11	
CAN光隔离中继	ECANG	1	
继电器 KA1-5	PLC-RSP-24DC/1IC/ACT	5	

中间继电器的选型,综合考虑到容量需求选定KA1-5继电器,其余部位无要求所用选定PLC-RSP-24DC/21。CAN光隔离中继具有两个功能,一个是将信号放大,另一个是对CAN信号进行隔离,当CAN线路通讯距离过大时,此时的CAN光隔离中继可以进行处理,同时该系统内部选定抗静电及雷电的芯片,能够保证元件在恶劣工况下的运行。对显示元件进行选型,选型的主要器件如表3所示。

表3 显示单元器件选型

元件名称	型号	选定数量	备注
远程DI	X2	1	用于人机界面显示
CAN光隔离中继	ECANG	1	
显示屏	CZ10	1	

CANOpen I/O-X2具备体积小、经济、高精度的工业级产品,模块含有一个CPU核心,利用配套的编程固件,实现外围设备的输出与输入,同时该元件具备很高的安全性及自我诊断程序。显示屏选定CZ10液晶显示器,CPU采用A8的结构,内部存储空间为256MBFLASH+256MBDDR3,内部运行流畅、处理快,同时显示器有较多的外接口,支持RS232/422/485串口,显示器为金属结构,抗震、散热性能较好,具有双视频输入,分屏监控等功能,能够适应矿井地质环境。

完成元件设计后对硬件的安装进行研究,选定矿用隔爆兼本质安全型电控箱,电控箱分为上下两个独立的腔体,两个腔体通过防爆接线端子相互连接,电控箱上端为接线箱,下部为主腔。电控箱的上腔内部设有电缆接线端子及控制线接线端子,在内部装有真空接触器、耦合仪、电流互感器、继电器、接线端子、保护单元等。

操作箱同样采用隔爆箱,操作箱同样存在两个接线端子连接的腔体,两个腔体分为前腔和后腔,前腔为主腔,后腔为进出线腔。进线腔内部设定接线端子及内接地端子,腔门位置布置有控制按钮、显示器、I/O模块及转化开关等。

3 软件研究与设计

对电气系统的软件进行设计,系统状态管理流程图及电机状态管理流程图如图3所示。

如图2所示,系统管理子程序对控制器I/O进行初始化,得到外部I/O及内部控制映射,从而对系统各部件的运行进行状态监测,子程序主要对系统电压、系统低压漏电及工作环境瓦斯等进行检测,保证作业环境安全。电机状态管理程序是对电机的检测温度、电机电流、电机电压等进行数据采集及监控,通过采集的数据对电机的运行状态及故障信息进行录入,保证电机运行安全。

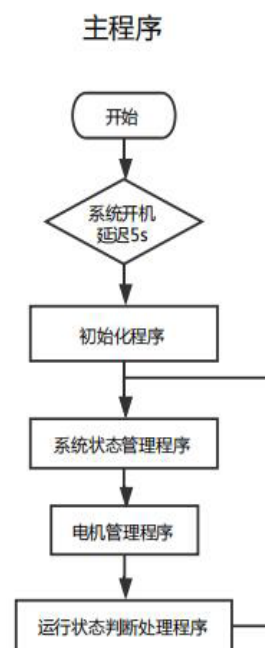


图2 系统主程序流程图

4 结论

马兰矿为解决EBZ200悬臂式掘进机在井下复杂工况下截割质量差、工作强度和截割效率低的问题,基于PLC控制器为核心对原控制系统进行优化设计,通过PLC的内部编程,分别对控制系统的保护单元、控制单元及显示单元等进行优化,大幅提升掘进机电控系统的可靠性,降低后期养护成本,为悬臂式掘进机的设计优化提供参考。

参考文献:

- [1] 赵岱昕. EBZ230型矿用掘进机电控系统的改进设计[J]. 机电工程技术, 2020, 49(04): 212-214.
- [2] 滕丽丽, 滕俊章. 基于PLC的悬臂式掘进机电控系统的设计与实现[J]. 煤矿机械, 2014(4): 133-134.
- [3] 张涛. 基于液压阀PLC控制器的掘进机电控系统优化设计[J]. 煤矿机电, 2013(02): 14-15.
- [4] 王强. 基于PLC的掘进机恒功率调速系统的研究[J]. 机械管理开发, 2018, 33(11): 256-257.
- [5] 房亚民, 程鑫. 基于Hesmor专用控制器的悬臂式掘进机电控系统设计[J]. 信息通信, 2014, 000(012): 108-109.
- [6] 樊成群. 基于PLC的矿井掘进机电控系统的改造设计[J]. 机械工程与自动化, 2019, 212(01): 192-193+196.