

[开关设备]

基于高可靠保护器RPC2701的矿用组合开关及其应用

文/北京科技大学 吕卫阳

北京蓝普锋科技有限公司 史小飞

介绍了一种基于高可靠保护器RPC2701的组合开关的设计和应用，给出了该组合开关的电气主回路结构图，介绍了该组合开关电气控制回路的硬件和软件设计。现场的应用情况表明，该组合开关运行可靠，可以快速实现各种保护，确保了煤矿井下生产的安全性和连续性。

随着采矿技术的发展，采煤技术的现代化水平越来越高。在采煤工作面供电系统中，矿用隔爆式负荷中心具有电缆连接方便快捷、占用空间小、电压降损耗小和生产效率高等优点，越来越受到煤矿生产者的青睐。矿用隔爆型负荷中心可以直接控制的设备主要包括转载机、破碎机、皮带机和泵站等。矿用隔爆型负荷中心一般由矿用隔爆兼本质安全型低压侧组合开关（简称“组合开关”）、矿用隔爆型干式变压器和矿用隔爆型高压配电装置组成，其中矿用隔爆型干式变压器和矿用隔爆型高压配电装置的主要功能都是通过操作组合开关来实现。因此，组合开关是矿用隔爆式负荷中心的关键设备。在目前的实际应用中，大多数组合开关采用基于单片机的保护装置来对每一个独立回路进行保护。因为单片机的可靠性不高，而且抗干扰能力差，所以这种基于单片机的组合开关经常给煤矿的正常生产带来影响。为了克服单片机的这些缺点，介绍一种基于某公司RPC2000系列PLC高可靠保护器RPC2701的新型组合开关。这种新型的组合开关不仅能够满足矿用隔爆式

负荷中心的各种要求，而且使用方便。

组合开关电气整体结构设计

基于RPC2000系列PLC高可靠保护器RPC2701的组合开关整体结构示意图如图1所示。根据负载运行情况，组合开关由6个单独的抽屉式模块构成，每个抽屉式模块通过安装在模块上的快接插头和安装在腔体上的快接插座来连接。在每个抽屉式模块的内部，采用RPC2000系列PLC高可靠保护器RPC2701作为每个抽屉式模块的综合保护器，采用三相电抗器采集零序电压。为了缩小体积，零序电流互感器和电动机换向装置放在模块外部。组合开关的逻辑控制采用RPC2000系列PLC的通用型控制器RPC2107并扩展1个16通道的数字量输入模块RPC2211来实现。组合开关配置1个RPC2734模块，用于采集2组三相交流电流、2路漏电电阻和1路系统电压。组合开关配置2个RPC2312模块，用于采集电动机温度。组合开关的每个电动机回路包括1个真空接触器、1个浪涌保护器和3个单相电流互感器。

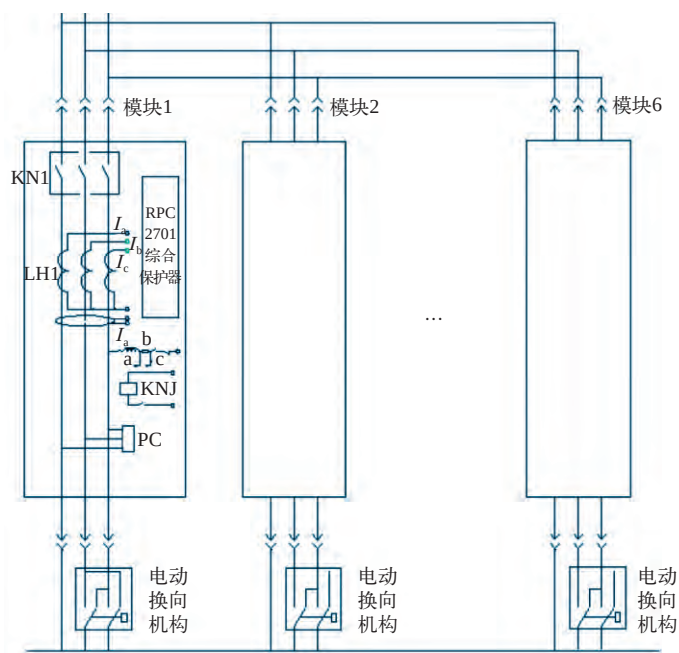


图1 组合开关电气整体结构示意图

组合开关控制系统硬件设计

因为6路组合开关的控制输出回路较多，所以需要处理的数据量较大。如果只采用单个PLC来完成控制、保护、显示和通信等功能，会造成故

障保护不及时，尤其是达不到短路保护要求的时间，因此采用多个PLC组成分布式控制方式，主站PLC与从站PLC组成RS485网络。这种分布式控制方式的系统连接示意图如图2所示。

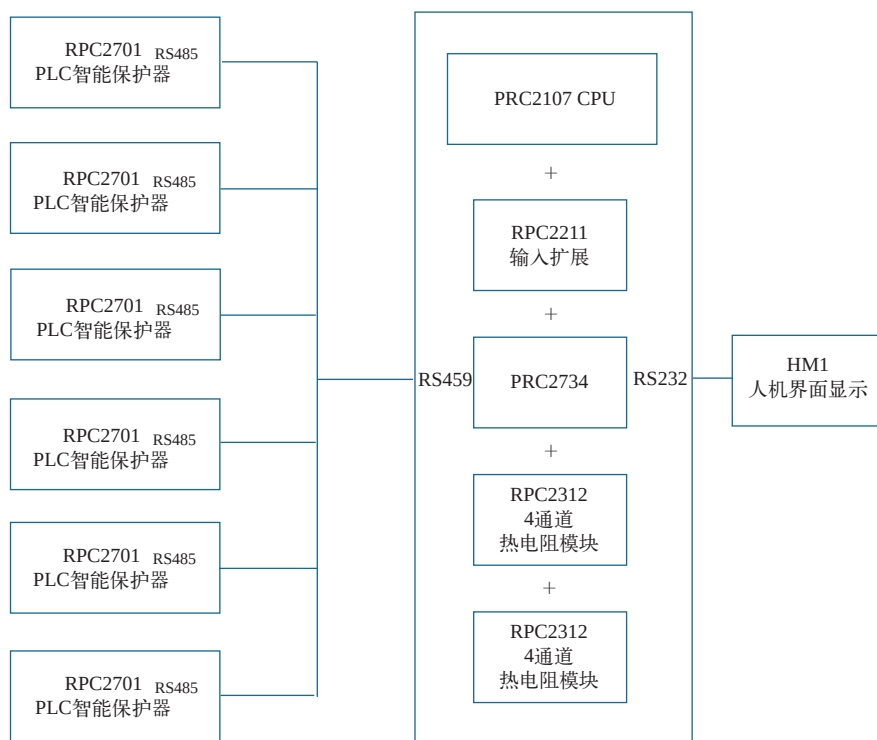


图2 组合开关控制系统示意图

低压侧组合开关的控制系统由1个主站PLC和6个从站PLC组成,人机显示界面HMI通过RS232串口和主PLC通信,主站PLC通过RS485接口和6个从站PLC进行通信。

主站PLC选用RPC2000系列PLC的通用型控制器RPC2107,额定工作电压为AC 220 V,自带24点I/O,包括14路DC 24 V数字量输入和10路继电器数字量输出,而且可以连接10个扩展模块。控制器RPC2107非常适合作为分布式控制系统的主站,程序存储空间为120 K字节,扩展后可以达到400 KB,N区为12 KB,M区为5 KB,掉电保持区为2 KB。

从站PLC选用RPC2000系列PLC高可靠保护器RPC2701,该保护器是某公司专门针对矿用电器行业研发的一款专用PLC,该PLC具有8路DC 24 V数字量输入和6路继电器数字量输出,可以采集三相交流电压、三相电流、零序电压和电流、零序方向角、系统电压、1路附加电流检测电阻值、总有功功率、功率因数、1路电阻测量和1路模拟量输入等信号。通过编程,可以实现过欠电压、过载、短路、漏电、三相不平衡和超温等保护功能,能够对电网绝缘电阻进行检测,具有模拟漏电和短路试验功能,可以进行零序方向角、总有功功率以及功率因数的计算。另外,可以对专用电动机换向机构进行控制,完成电动机的正反转控制。此外,高可靠保护器RPC2701具有2个独立的通信口,其中一个为RS232,另外一个为RS485,可非常方便地进行组网。

人机界面通过RS232接口与主站RPC2107进行通信,参数可以通过PLC的输入点进行调整,包括电流参数的设置和组合模式的选择等。主站RPC2107的工作就绪后,等待远程控制命令,如果检测到故障信号,那么会实时显示故障的回路号以及故障类型,并对发生的故障进行记录,用户通过故障显示功能可以快速判断故障位置,及时解决相关故障。

组合开关控制系统软件设计

PLC系统软件设计主要包括主站PLC控制程序、子站PLC控制程序和触摸屏人机界面显示程序等3个部分。主站PLC完成逻辑控制功能,包括实现单机控制、单机双速、双机双速和顺序控制等,通过RS485接口和从站PLC进行通信,将每个从站PLC的实时数据读取到主站PLC中,并对每个回路所发生的故障进行判断和处理,同时完成参数

设置和修改。主站PLC控制程序流程图如图3所示。

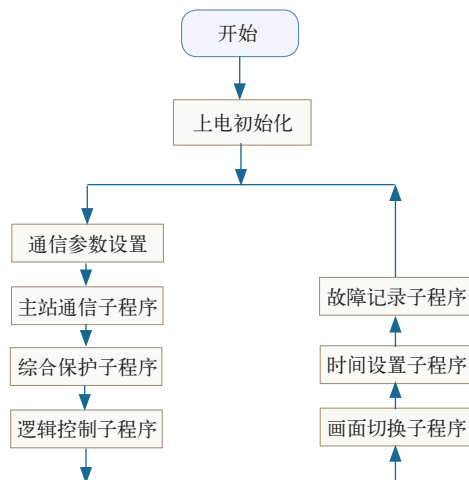


图3 主站PLC控制程序流程图

从站PLC实现从站的短路、过载、漏电、三相不平衡和温度等保护功能,并根据外部信号的设定来自动设置从站的地址,可以根据需要将站设置为远程或本地,同时还完成对电动机换向机构的转换控制,选择由输入口进行电动机换向控制还是通过软件自动进行电动机换向控制。从站PLC控制程序主要由信号采集子程序、保护功能块设定、电动机换向子程序等组成。各个从站PLC程序独立运行。从站PLC控制程序流程如图4所示。从站PLC选用RPC2000系列PLC高可靠保护器RPC2701,该保护器是某公司专门针对矿用电器行业研发的一款专用PLC,用户只需调用库管理器RPCPROTECT.lib中的相关保护功能块,经过简单设置,就可以实现零序方向漏电保护、附加直流漏电保护和短路保护等功能。高可靠保护器RPC2701非常适合作为矿用低压和高压的综合保护使用,其可靠性比普通的单片机保护器超出很多。

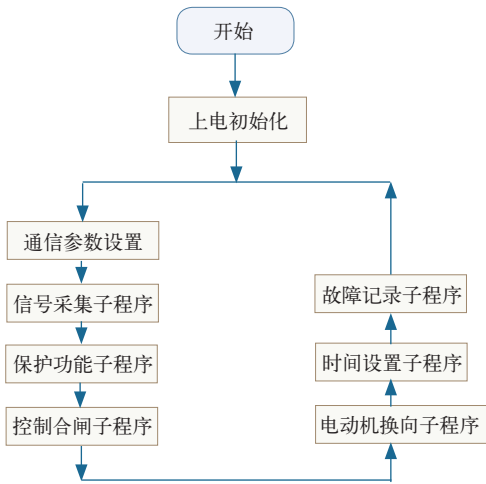


图4 从站PLC控制程序流程图

主站PLC和从站PLC的通信非常方便,因为RPC2000系列PLC支持标准的Modbus RTU通信协议,并且主站PLC支持主站功能块。在编程时,直接调用主站通信功能块,就可以直接读取每个从站中的数据。主站PLC采用轮训读取每个从站PLC的数据,数据读取的灵活性较大,且方便可靠。

触摸屏人机界面显示程序主要完成对实时数据的显示以及对故障进行记录和保存,方便用户进行故障查询。本系统所采用的工业用触摸屏,启动时间短,通信速度快,抗干扰能力强,界面友好,性价比高。触摸屏人机界面的主画面如图5所示。



图5 触摸屏人机界面的主画面

组合开关的应用

矿用6路组合开关的控制方式有本地控制和远程控制。当选择远程控制时,根据远程控制信号来启动停止设备运行,这种情况主要使用在正常生产中。另外一种本地控制,当没有远程按钮接入时,可以使用本地控制方式来启停开关,以便系统接线和检测,即可以在检修模式下测试各个回路的性能,节省了处理故障所花费的时间。

组合开关控制的设备很多,用户可以设定不同的工作模式来满足设备的使用要求。组合开关的工作模式包括单机单回路工作模式、多回路顺序控制模式、双机双速控制模式和单机双速控制模式等。在双速模式下,可以根据高低速选择开关来选择高速模式或低速模式。

该组合开关经过某矿用厂家的安装调试,并

经过国家矿用防爆检测中心的检测,已经取得煤安证,并经过煤矿的实际使用,取得了非常好的效果,得到用户的好评。本组合开关主要具有下列优点。

- 1) 各种保护迅速可靠,并且具备故障记录功能,引导用户发现问题,并及时解决,给用户使用带来极大方便。
- 2) PLC运行稳定,产品连续工作时间较长,给用户完成生产任务提供了坚实保障。
- 3) 界面美观、人性化,运行情况一目了然,用户操作简单,并且带有操作说明。
- 4) 模块化的结构,更是保证了用户处理故障的快速性,更换起来非常简单。
- 5) 独特的电动机换向机构使得用户在使用中有极大的灵活性。EA

(收稿日期: 2016.01.27)

(编辑: 刘群点)