

「电动机」

简易型电动机保护器的设计

文/江苏安科瑞电器制造有限公司 江东流 周敏杰 赵波
山东安澜电力科技有限公司 李万忠

介绍了一种以ARM为核心的智能电动机保护器，设计了相关信号处理电路、显示电路、I/O控制电路及通信电路，编写了相关电动机故障保护算法软件。市场应用表明，该电动机保护器能够保证电动机的可靠运行。

随着电子技术的不断发展，电动机保护器正朝着智能化、数字化、综合化的方向发展。目前，市场上常规的综合型电动机保护器大都具备了比较齐全的保护功能，但体积较大、安装不便且价格十分昂贵，这使得综合型电动机保护器的推广受到很大局限。在采矿场所，受到现场空间限制，且只需要基本的电动机保护功能，为解决上述问题，研制一种符合国家标准并且高性价比的电动机保护器很有必要。本文以ARM为处理器，开发了一款经济实用的简易型低压电动机保护器。

设计依据及功能

简易型低压电动机保护器包括以下功能：

- 1) 基本保护功能：断相、起动超时、反时限过载、接地、三相不平衡、堵转、阻塞、短路、过电压等保护功能，符合GB14048.4、GB14048.6等标准。
- 2) 选配保护功能：可选配外部故障、漏电、定时限过载、欠载、欠电压等保护功能，符合GB14048.4、GB14048.6等标准。
- 3) 测量和通信功能：可测量三相电流、剩余电流、三相电压；具有RS485通信接口，采用Modbus通信协议，通信符合GBZ19582.1、GBZ19582.2标准。
- 4) DI/DO、变送输出功能：支持2路DI、4路DO；支持1路4~20 mA变送输出。
- 5) 安装方式：采用导轨安装或螺钉固定安

装，3种额定电流规格分别为5 A、25 A、100 A。

硬件方案

简易型电动机保护器采用低成本设计方案，整个系统由中央处理单元、电源模块、信号处理单元、按键模块、显示模块、I/O控制模块、变送输出模块、通信模块等构成，系统硬件结构如图1所示。重点介绍了信号处理单元和控制模块。

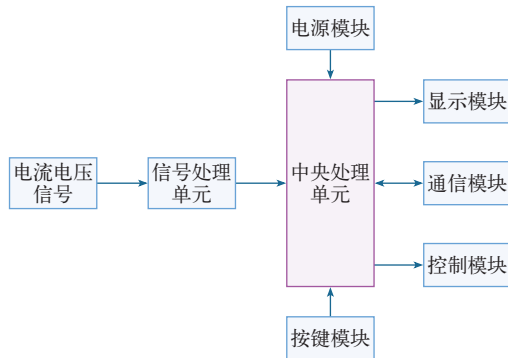


图1 系统硬件结构图

1. 信号处理单元

信号处理单元电路如图2所示，经过基准电压信号 V_{ref} 将传感器检测的信号抬升，限定在0~3.3 V信号内，输入中央处理单元，实现交流采样。为保证交流采样的精度，采用了分档处理交流信号的方式，在输入大信号时，信号经过抬升并滤波后直接进入CPU进行采样处理；在输入小信号时，信号抬升后需经过运算放大器信放大并滤波后进入CPU进行采样处理。

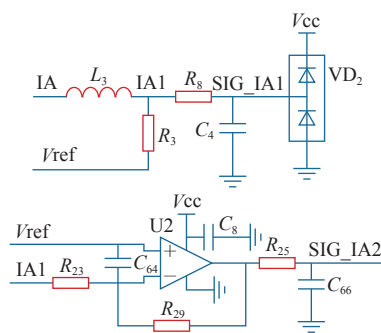


图2 信号处理单元电路

2. 控制模块

控制模块由开关量输入和继电器输出构成。开关量输入采用保护器内部提供的15 V电源供电，并采用光耦隔离来增强开关量输入抗干扰性和满足保护器工频耐压的要求，开关量输入用于外部开关状态的监测。继电器输出采用性能稳定可靠、使用寿命长的继电器。继电器输出电路示意图如图3所示，为了增强抗干扰的要求，采用光耦进行隔离，ULN2003A可以输出500 mA电流，可承受50 V电压，内部集成的续流二极管为继电器线圈断电瞬间产生的较高感应电压提供了续流回路，继电器输出用于故障脱扣、故障报警和远程起动等信号的输出。

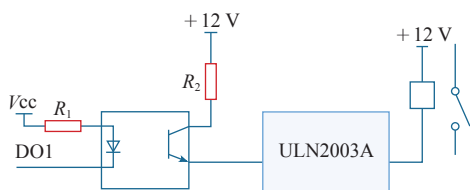


图3 继电器输出电路

软件方案

保护器的主程序流程图如图4所示，主要包括A/D采样、计算显示、基本保护、按键处理、I/O控制、变送输出及通信等程序。主程序采用模块化设计，具有可移植性强的特点。

主程序经过初始化后，执行A/D采样程序。在A/D采样程序中对电动机三相电流、三相电压、剩余电流进行采样，采样周期结束后，根据采样得到的电动机三相电流值、三相电压值、剩余电流值计算当前电动机的电流值和电压值，随后判断当前电动机的运行状态，当电动机此时为运行状态时，执行电动机保护子程序。

在保护子程序中，根据采样计算得到的电流

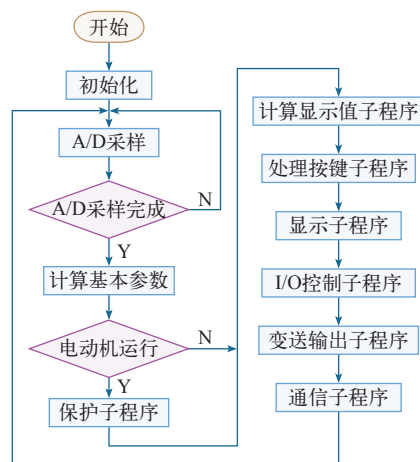


图4 主程序流程

值电压值判断电动机是否有故障发生，若没有故障发生则返回主程序，若有故障发生时，判断发生哪种类型电动机故障，执行相应的故障处理，并将故障类型在保护器界面上显示。

保护子程序执行后，进入显示值计算子程序，计算三相电流、平均电流、三相电压及剩余电流等参数显示值。显示值计算子程序执行后，进入按键处理子程序，实现人机交互。

按键处理子程序执行后，进入显示子程序。在没有按键处理时，显示电动机当前平均电流值；在有按键处理时，显示与按键功能相对应的参数值。当电动机发生故障时，显示相应故障码及故障报警脱扣指示灯。

显示子程序执行后，进入I/O控制程序，在电动机发生故障时，控制继电器输出常闭触点脱扣断开，切断电动机供电，使电动机停车。I/O控制程序执行后，进入变送输出子程序，可选择三相电流、平均电流、三相电压、频率中任一参数转换成4~20 mA模拟信号输出。

变送输出子程序执行结束后，进入通信子程序。首先判断是否接收到上位机发送的命令数据，接收到命令数据后，根据标准Modbus协议判断命令中地址码是否为保护器本机地址，若是本机地址，向上位机回送相应的参数数据。

应用实例

某水泥厂由于水泥生产流程复杂，电动机装置数量较多，选用简易型电动机保护器来对现场电动机设备进行有效保护，既能使电动机充分发

(下转第76页)

表3 测试组数据

故障类型	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
正常	2.9	12.8	4.7	2.4	0
中低温故障	46	22	5.3	72.3	1
高温故障	89.3	176.8	42	400	1.2
低能量放电	45	15	1	9	8
高能量放电	120.9	45	1.5	26.1	62.4

试验的流程

试验的流程如图1所示。



图1 试验流程图

MATLAB中的仿真

用MATLAB软件编写灰色神经网络程序，对已经选择的训练样本进行取样，随着训练的次数的不断增加误差曲线如图2所示。

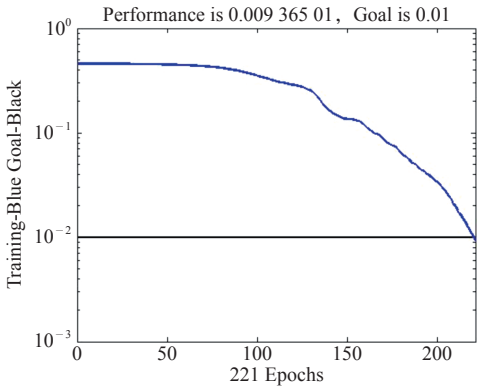


图2 误差曲线图

灰色神经网络预测的结果分析

对30组采样的数据进行分析，选用5组检测样本结果发现准确率在百分之80，最后一组数据出现错误。**EA**

表4 灰色神经网络预测结果

01	02	03	04	05	预测故障	实际故障
0.972 6	0.108 2	0.015 8	0.000 0	0.000 0	正常	正常
0.106 2	0.821 4	0.214 5	0.000 0	0.000 6	中低温故障	中低温故障
0.000 6	0.002 5	0.902 4	0.000 0	0.000 6	高温故障	高温故障
0.000 0	0.000 0	0.000 9	0.880 5	0.897 8	低能量放电	低能量放电
0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.120 6	0.487 2	高能量放电	低能量放电

(收稿日期：2017.08.17)

(编辑：白文亭)

(上接第73页)

挥其过载能力，又能提高电力拖动系统的可靠性和生产过程的连续性。水泥厂采用保护器用于电动机保护控制回路，取代热继电器等作为电动机的过载保护和控制元件，并且利用通信技术，实现了水泥生产中电动机设备控制的自动化，使水泥厂大型设备的电动机得到了有效保护和控制。

结束语

随着电动机保护器的应用，市场对产品的

需求在不断地变化。针对市场对经济型电动机保护器的需求，研发了一款经济实用的简易型电动机保护器。简易型保护器是以ARM为核心的智能化、数字化电动机保护器，对电动机发生起动超时、过载、断相、欠载、不平衡、堵转、阻塞、短路、过电压、欠电压等故障时进行实时保护，保证了工业设备能够安全可靠地运行。**EA**

(收稿日期：2017.08.17)

(编辑：白文亭)