

基于 CC430 单片机的故障指示器设计研究

张兴鹏, 肖本贤

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009;

摘要: 介绍了基于 CC430 单片机系统的故障指示器设计方案, 该指示器能准确指示故障类型和故障地点, 并可将故障情况通过无线通信模块发送到监测中心, 便于对电网进行控制。本方案选用了集成有 CC1101 无线射频模块的 CC430F5137 型号单片机, 无需使用专用的无线通信芯片, 降低了设计成本, 提高了系统的集成度。该指示器具有体积小、重量轻、报警清晰、使用寿命长、成本低及免维护等特点。

关键词: CC430; 单片机; 故障指示器; 无线通信模块; 电网

中图分类号: TU856

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)06-0016-03

A new design of fault indicator based on CC430 MCU

Zhang Xingpeng, Xiao Benxian

(School of Electrical Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: This paper presents a new design of fault indicator based on CC430 MCU. The indicator can accurately indicate the fault type and the fault location correctly. It sends fault message to the monitor center of electrical grid wirelessly through wireless communication module to facilitate the control of the network. The program selected a single-chip which integrates with CC1101 RF module. Without the use of specific wireless communication chips, it saved the design costs and increased system integration. The indicator has merits of small size, light weight, clear alarm, long useful time, low cost and free maintenance.

Key words: CC430; MCU; fault indicator; wireless communication module; electrical grid

国内配电网线路分支多, 网络拓扑结构复杂, 发生短路、接地等故障时, 查找故障点费时费力。故障指示器是安装在架空线路、电力电缆和变电站内用于指示故障线路, 定位故障区域的装置^[1]。当线路发生短路或接地故障后, 故障线路从变电站出口到故障点的所有故障指示器均闪光或翻牌指示, 故障点后的指示器不动作^[2]。巡线人员便可据此迅速确定故障区段。

为了提高配电系统的可靠性, 及时全面地掌握配电网的故障信息, 迅速确定并隔离故障区段, 故障指示器除了能够准确可靠地指示故障外, 还要能够及时传送故障信号。目前采用不同原理、不同材料开发出来的故障指示器种类繁多。

参考文献[3]提出利用线路零序电流幅值大小的方法来设计方案, 参考文献[4]中提出了一种基于电流和电压瞬变量检测的故障指示器研究新方法。参考文献[2]则提出了基于 GPRS 的设计方法。前两者为采用不同检测方法的传统设计方案, 不具备无线通信功能; 第三

种则通过使用 Wavecom 公司的 GPRS 模块来实现无线通信功能。

故障指示器正在逐渐从传统的故障指示方法向智能化方向发展。

1 故障指示判据

通过对短路及接地故障的原理和故障指示器应用现状的分析研究, 以及对各生产厂家所给的产品性能说明的总结分析, 得到故障指示判据如下。

1.1 短路故障判据^[4-5]

若导线某相与另一相发生相间短路, 变电站内保护装置动作, 则再此过程中, 该相的电流随时间变化, 如图 1 所示。

图 1 中, 在 t_0 时刻发生相间短路故障, 该相电流立刻由正常工作电流 I_0 陡升到短路电流 I_s , 经过一段时间 (t_1-t_0) 后, 过流(速断)保护动作, 因保护跳闸电流在 t_1 时刻降为 0。如果该馈线装置带重合闸, 则通过时间 (t_2-t_1) 后重合闸动作, 若重合闸成功, 则电流恢复 I_0 , 故障消

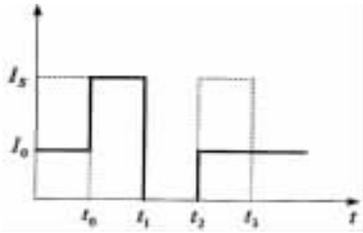


图1 相间短路故障发生时电流变化曲线

失;若经过时间 (t_4-t_3) 后电流又重新降为0,则说明故障未消除,重合闸失败。

短路故障判据可总结为以下几条:

(1) 当线路发生短路故障时,导线中的电流会突然升高,它的大小与回路中的阻抗有关。在实际应用中,不同厂家对突变电流的规定各不相同,不同线路的突变电流值也不相同,可根据线路实际情况而定。一般规定为 $I_1 \geq 100:160 A$ 。 I_1 为突变电流。

(2) 当线路发生短路时,变电站保护动作,开关跳闸,此时导线中的电流 $I=0 A$ 。

(3) 从发生故障时开始,到变电站保护动作,线路停电,这段时间为突变电流时间。为了提高指示器的动作准确度,需要其与变电站保护动作配合。不同厂家规定的突变电流时间的宽度也有不同。一般规定为: $10:60 ms \leq \Delta T \leq 1.5:4 s$ 。

当以上条件同时满足时,指示器才判断线路发生短路故障。

1.2 接地故障判据

故障指示器检测单相接地故障的原理主要有五次谐波法、电流突变法、首半波法、零序电流法及信号注入法等^[4-7]。笔者根据实际实验分析,选用的判据条件如下:

(1) 当线路发生单相接地时,故障点流过的接地电流大小等于电网正常运行时单相对地电容电流的3倍。接地电流的大小与网络电压、频率、线路结构、电网线路总长等诸多因素有关。一般规定接地电容电流为 $I_1=2\sim 5 A$ 。

(2) 为了避开瞬态接地,导致误动作,指示器还考虑了连续接地时间。一般厂家规定连续接地时间 $\Delta T > 0.5 s$ 。

(3) 单相接地时会产生电弧,并产生高次谐波,其中五次谐波较为明显,故采用检测电流信号中五次谐波做为故障判据。一般规定五次谐波幅值 $I_5 > 35 mA$ 。

2 系统结构与工作原理

2.1 控制系统结构

本设计的控制系统部分引入了单片机,利用其强大的逻辑运算功能提高故障指示器性能。选择单片机主要考虑以下问题:低功耗、电磁兼容性以及故障判据算法的编程实现。

本文选用CC430系列单片机做为控制CPU。CC430单片机充分利用TI公司业内领先的射频专业技术和超低功耗MSP430TM微处理器,提供低于1GHz的强劲的

RF协议/应用处理器。本设计使用CC430F5137型号单片机,此款单片机具有48个引脚、12 bit ADC、32 KB+512 B的Flash存储器以及2 KB RAM;同时具有CC1101射频内核的射频收发器。控制系统框图如图2所示。

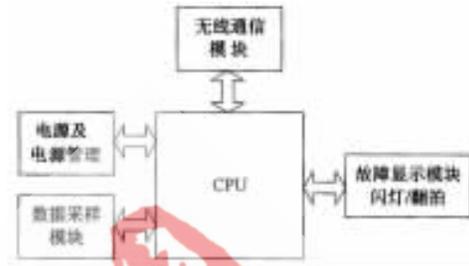


图2 控制系统框图

当线路发生故障时,单片机由休眠状态被激活,单片机通过对由数据采样模块采集的电流数据进行分析处理,判断是否出现故障。若确定发生故障,则将故障种类通过无线通信模块发送到监控中心,同时进行闪灯或者翻拍动作。

2.2 基于CC1101内核的无线射频模块

系统的无线通信模块使用CC430单片机自带的基于CC1101无线射频模块。该模块具有以下特点^[8]:

- (1) 频带分为300 MHz~348 MHz、389 MHz~464 MHz和779 MHz~928 MHz;
- (2) 可编程速率0.8 KB~500 KB;
- (3) 高灵敏度(1.2 KB,868 MHz,1%误包率条件下为-110 dBm);
- (4) 卓越的接收机选择性和阻塞性能;
- (5) 所有支持频率下高达+10 dBm的可编程输出功率等。

此模块能够满足故障指示器对于无线通信部分的要求,实现故障信息的实时发送。同时,此模块有专用的通信指令集,便于编程使用。

由此,本方案可以省去外部专用无线通信芯片,减少指示器制作成本,提高其集成度。

2.3 故障显示

故障指示器通过夜间闪灯或者白天翻牌动作来指示故障,巡线人员通过指示来查找故障点。

故障指示闪灯硬件原理图如图3所示。图中 V_{DD} 为接电源正极,LAMP接单片机的引脚。当系统判断线路发生故障,发命令将LAMP口等时间间隔的循环置高电平

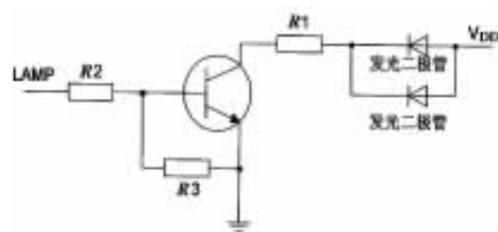


图3 闪灯动作硬件原理图

硬件纵横

Hardware Technique

与低电平,外部发光二极管闪烁,指示故障。

故障指示翻牌动作硬件原理图如图4所示。图中 V_{DD} 为接电源正极,LEFT与RIGHT分别接单片引脚。正常情况下,LEFT与RIGHT引脚置为高电平。当指示器判断线路发生故障时,两个引脚均置低电平,电磁铁线圈工作,翻动指示牌。

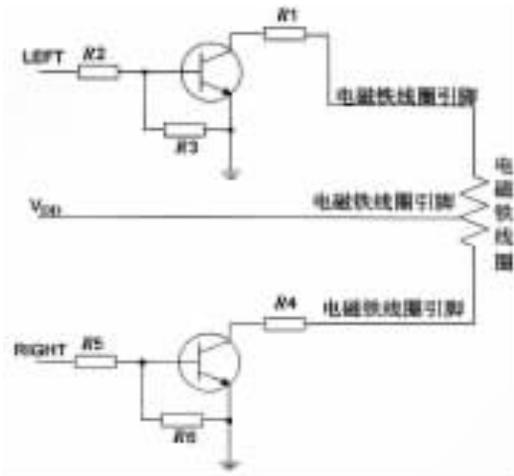


图4 翻牌动作硬件原理图

2.4 软件设计

本设计程序部分主要包括数据采样、故障判据、故障显示等部分的C语言程序编写。主程序流程图如图5所示。

3 测试方案

目前在实验室的测试方法是制作两个样机,将其中一个作为无线信号接收装置,用于测试无线通信功能。

当测试用样机检测到短路或接地故障时,通过无线通信模块将故障信息发送到信号接收装置,同时故障指示器闪烁/翻牌。当故障显示超过一定时间(每个厂家规定不同),系统复位。

样机完成前期测试,符合设计要求。

本文提出基于CC430单片机的故障指示器,不仅具有传统指示器的故障显示功能,能够较为准确地指示故障的发生类型和发生地点,同时增加了无线通信功能,使其能适应目前配电网智能控制的要求,满足市场的要求。

本设计方案省去了外围无线通信芯片,提高了系统的集成度,降低了产品的成本;同时减小了产品的体积,更便于使用。

参考文献

- [1] 张平泽. 配电自动化系统中故障指示器的应用[J]. 黑龙江科技信息, 2008(4): 22.
- [2] 张平泽, 赵文兵. 基于GPRS的短路和接地故障指示器设计[J]. 低压电器, 2008, (10): 38-41.
- [3] 倪广魁, 杨以涵, 鲍海. 新型接地故障指示器设计[J]. 现代电力, 2009, 26(6): 35-39.
- [4] 叶丹. 基于瞬变量检测的配电网故障线路指示器的研

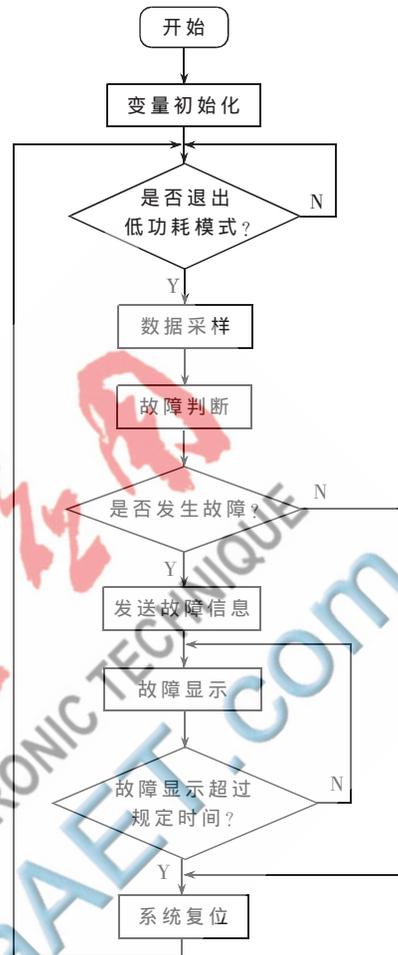


图5 主程序流程图

发[J]. 福建电力与电工, 2007, 27(1): 18-20.

- [5] 刘慧婷. 故障指示器的技术选型和运行分析[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2008, 21(2): 53-55.
- [6] 张新慧. 小电流接地系统单相接地故障检测方法研究[J]. 淄博学院学报(自然科学与工程版), 2002, 4(3): 43-46.
- [7] 庞清乐. 小电流接地故障选线与定位技术[M]. 北京: 北京工业出版社, 2010: 1-21.
- [8] 王薪宇, 郑淑军, 贾灵. CC430无线传感网络单片机原理与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2011: 325-388.

(收稿日期: 2012-02-15)

作者简介:

张兴鹏,男,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:控制理论与控制工程。

肖本贤,男,1964年生,博士,教授,硕士生导师,主要研究方向:运动控制系统,微机应用技术,机器人技术。