

一种电力二次设备自适应开关量数据采集系统的设计

邓 庆, 周华良, 夏 雨, 胡 国, 邹志扬

(南京南瑞集团公司, 江苏 南京 211106)

摘要:文中介绍了高压继电保护装置开关量数据采集系统的基本功能及组成,提出了一种电力二次设备自适应开关量数据采集的系统设计及软件判别方法。文章通过对自适应开关量数据采集系统的光耦采集回路设计及实验验证,阐述了该数据采集系统的硬件及软件实现方法,可以通过软件调节自适应开关量输入电压动作门限值,具备开关量电源的状态监测功能。对提高系统硬件研发的一次成功率、提高电力二次设备运行的稳定性和可靠性具有非常重要的作用。

关键词:电力二次设备;自适应;开关量;数据采集

中图分类号: TM764.2

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2017)04-0119-07

0 引言

近年来,在国家电网公司特高压输电项目的带动下,继电保护技术的发展不断加速,继电保护与现代控制理论、电力电子技术和远程通信技术的结合日益密切^[1,2]。现阶段二次设备种类繁多、二次回路复杂,现场接线、配置、调试及检修等工作量大,国家电网公司在2016年提出了无防护安装就地化保护的设计思想,这些新的应用对电力二次设备开关量采集系统提出了更高的要求^[3-5]。

国家电网公司对电力二次设备的开关量输入动作门槛提出了明确的要求,开关量输入动作电压在额定直流电源电压的55%~70%以内。因此开关量的分、合状态判断依据必须依赖外部开关量直流电源的电压。开关量直流电源通常都是直接取自电力自动化装置中的电源或者外部直流屏输出的电源,规格为DC24V,DC48V,DC110V和DC220V等,电源电压会随着所接负载的变化而波动^[6-12]。

电力二次设备为了适应不同开关量电源,保证开关量动作电压门槛落在55%~70%额定电压区间内,通常采取2种应对方式:

(1) 采用不同的开关量输入回路硬件设计方案,采用不同的元器件。该方式造成了硬件设计、硬件维护、加工生产上的麻烦。

(2) 采用线性隔离光耦采样开关量输入信号,将采集的模拟量信号送至微处理器(MCU)的模数转换(AD)模块,由软件算法保证开关量输入电压动作门槛落在55%~70%额定电压区间内。该方式成本昂

贵,每一路开关量信号输入回路都要使用一个线性光耦,且线性光耦的应用通常还需要隔离电源、差分运放等元器件配合。采用线性光耦的开关量输入回路物料成本是采用常规开关量光耦的回路的上百倍。这对于动辄就有几十路甚至一百多路开关量信号输入回路的电力自动化装置而言增加了不少成本^[13-17]。应此该设计方法主要使用在小信号直流采样回路中,而在开关量采集回路中使用极少。

1 系统组成

自适应开关量数据采集系统由具备模数采样模块的高性能MCU、开关量信号输入回路、开关量直流电源监视回路、温度监测单元、与主控模块互联通讯的CAN模块及其他辅助模块、如电源管理、晶振等部分组成。如图1所示。

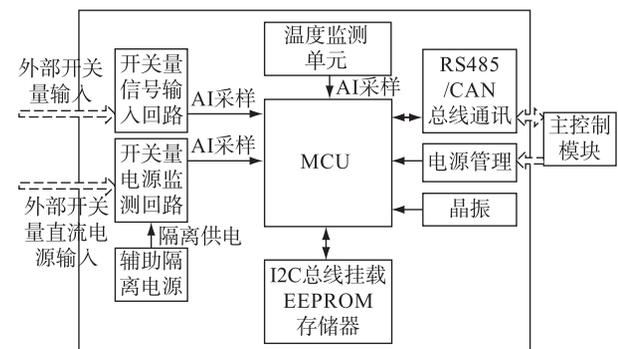


图1 系统总体设计框图

Fig.1 Block diagram of system design

本系统以MCU为核心,主要完成开关量数据采集,开关量直流电源监测,温度监测以及与主控模块通讯及数据存储单元。

系统采用的关键芯片及资源有:

(1) MCU芯片采用PIC33系列高性能16位数

收稿日期:2017-02-09;修回日期:2017-03-29

基金项目:国家电网公司科技项目(提升数据源差异及数据异常情况下保护设备可靠性关键技术研究[DW-1600017])

字信号控制器;

(2) 开关量信号输入回路开关量光耦采用高隔离度光耦,传输变比(CTR)为100%~200%;

(3) 开关量直流监视回路采用高精度低温漂线性光耦,增益为8.2,±0.5%的增益误差。

2 本数据采集系统硬件电路设计

2.1 开关量信号输入回路

开关量信号输入回路主要负责开关量数据的采集功能,采用 RC 滤波配合非线性光耦的抗干扰方式确保采集数据的准确性。如图2所示。

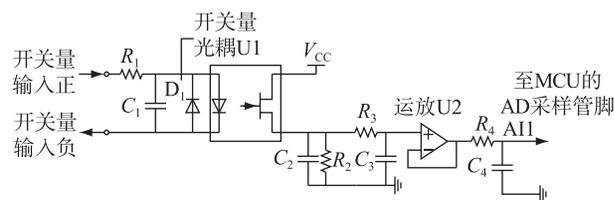


图2 开关量信号输入电路

Fig.2 Diagram of switching signal input circuit

开关量信号输入回路包括开关量隔离光耦、限流电阻、防反向二极管及运放和外围阻容组成的电压跟随电路。隔离光耦信号输出端经采样电阻、运放调理电路及 RC 滤波电路后接至MCU侧的AD采样管脚。

本开关量信号输入回路与传统的开关量信号输入回路有所不同。传统开关量输入回路采用的是数字电平判断方式,采集信号最终接入的是MCU的IO管脚。当有开关量电压达到开关量动作门电压值时,开关量光耦呈饱和导通状态,采集信号达到MCU的IO管脚的逻辑有效电平即可;而本系统采用的是模拟电平判断方式,采集信号最终接入的是MCU的AD管脚。系统中的开关量光耦在全工作电压范围内呈放大态,光耦的输出值随着开关量信号输入电压变化,接入MCU的AD管脚后由软件算法判断当前开关量输入电压的数值是否有效。

系统所选的开关量光耦传输比范围为100%~200%,采集回路光耦前向工作电流 I_F 设置在0~1.5 mA,后级 I_C 的工作电流设置为0~3.2 mA,满足 $I_C > CTR * I_F$,这样可以保证光耦在全工作电压范围内为放大状态,未进入饱和状态。

2.2 开关量直流电源监视回路

开关量直流电源监测回路主要监视外部开关量电源电压值。当外部开关量直流电源发生变化时,可以适时地调整本采集系统的开关量信号输入电压阈值。如图3所示。

线性隔离光耦正、负信号输入端之间并接采样电

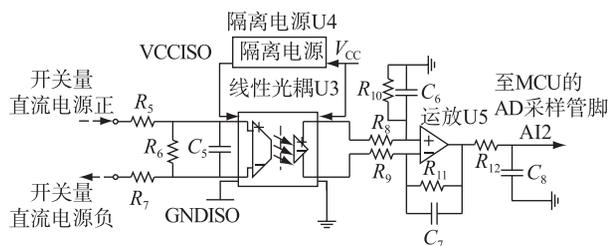


图3 开关量直流电源监视电路

Fig.3 Diagram of switching DC power supply monitoring circuit

阻和滤波电容。线性隔离光耦信号输出接运放调理电路再经 RC 滤波回路接至MCU侧的AD采样管脚。

2.3 温度采集回路

温度采集回路主要监视数据采集系统的工作温度。因电力二次设备工作环境比较复杂,设备的工作温度范围在-40~80℃,在该温度范围内,开关量光耦的 CTR 会随着温度变化波动。因此该温度采集回路对本数据采集系统精度而言非常重要。如图4所示。该回路主要由温度传感器输出模拟量小信号,经运放调理回路处理后,再经 RC 滤波回路送至MCU侧的AD采样管脚。

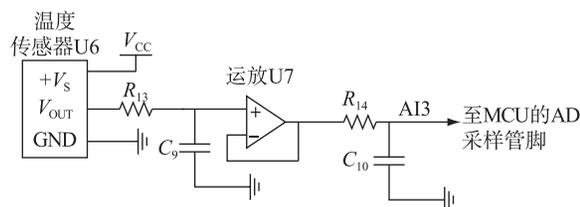


图4 温度采集电路

Fig.4 Diagram of temperature acquisition circuit

2.4 通讯回路

本模块将采集的开关量信息通过CAN网络上送至上一级主控模块,并接收主控模块发出的数据并完成相应的功能。如图5所示。

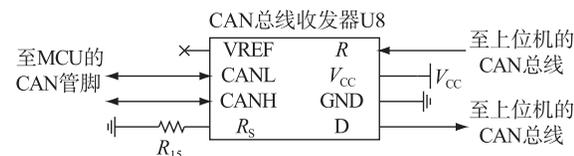


图5 通讯电路

Fig.5 Diagram of communication circuit

2.5 数据存储回路

本系统使用EEPROM存储器,主要完成2项工作。25℃时各通道在输入电压为开关量设定动作电压阈值时的光耦输出值存储简称定温动作阈值采样值存储;开关量光耦输出电压值随输入电压、温度变化的系数表存储简称温度系数表的存储。存储电路如图6所示。

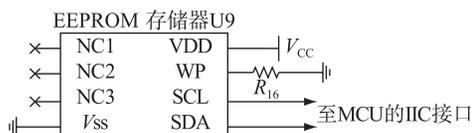


图6 存储电路

Fig.6 Diagram of memory circuit

2.5.1 定温动作门槛采样值存储

因为开关量光耦存在着个性差异,相同温度、相同开关量电压输入条件下,同型号的不同开关量光耦输出的采样电压值会有不同。该值需要预先测试,并且将数值存在系统的存储器中,在计算不同温度下的开关量输入门槛电压值时调用。本系统中,该项工作在系统调试时完成,数值测试的环境温度为25℃。

2.5.2 温度系数表的存储

开关量光耦输出电压值随输入电压、温度变化的系数表。该表为开关量通道在各输入电压、各温度点下,开关量光耦输出的电压采样值与常温25℃下开关量光耦输出的电压采样值的比值。该系数表为开关量光耦的共性表,里面的系数关系为本系统多路开关量光耦测试值的平均值。

3 本数据采集系统软件判据设计

总体开关量软件判据分为5个部分,分别是采集开关量直流电源、采集开关量回路温度、采集开关量输入电压、计算当前温度下的开关量动作门槛电压值、判断开关量输入是否有效。

3.1 开关量直流电源电压采集

通过开关量直流电源监测回路,MCU采集开关量直流电源的采样值 V_{ai1} ,得出此时开关量输入电源电压为 U_1 ,设定当前电压下的开关量动作门槛(一般取开关量直流电源的60%~65%左右)。若 U_1 过高或过低,数据采集系统通过CAN网络向上位机发送告警信息。

3.2 开关量回路温度采集

MCU通过开关量信号温度监测单元计算出当前开关量信号回路工作温度 t 。若温度 t 超出或低于系统设置的监测门槛值,数据采集系统通过CAN网络向上位机发送告警信息。

3.3 开关量输入电压采集

当外部有开关量信号 U_2 输入时,开关量信号输入回路MCU侧的模拟信号发生变化,MCU采集开关量信号的采样值 V_{ai2} 。

3.4 开关量动作门槛电压值计算

根据EEPROM中存储的当前开关量通道在常温25℃时动作门槛电压下输出采样电压值 V_m

(25℃)和开关量光耦的温度系数表,查表得出当前温度 t 下,开关量信号采集回路输入动作门槛电压下的采样电压值 $V_m(t℃)$ 与25℃时动作门槛电压下输出采样电压值为预设值 $V_m(25℃)$ 比例系数为 K ,折算出当前温度下的开关量信号输入电压动作门槛采样电压值 $V_m(t℃) = V_m(25℃) / K$ 。

3.5 开关量输入是否有效的判断

比较当前温度下此时开关量信号输入电压采样电压值 V_{ai2} 和当前温度下的开关量信号输入电压动作门槛采样电压值 $V_m(t℃)$ 关系,当 $V_{ai2} \geq V_m(t℃)$ 时,开关量信号输入回路的开关量输入有效;否则无效。数据采集系统开关量的判据流程图如图7所示。

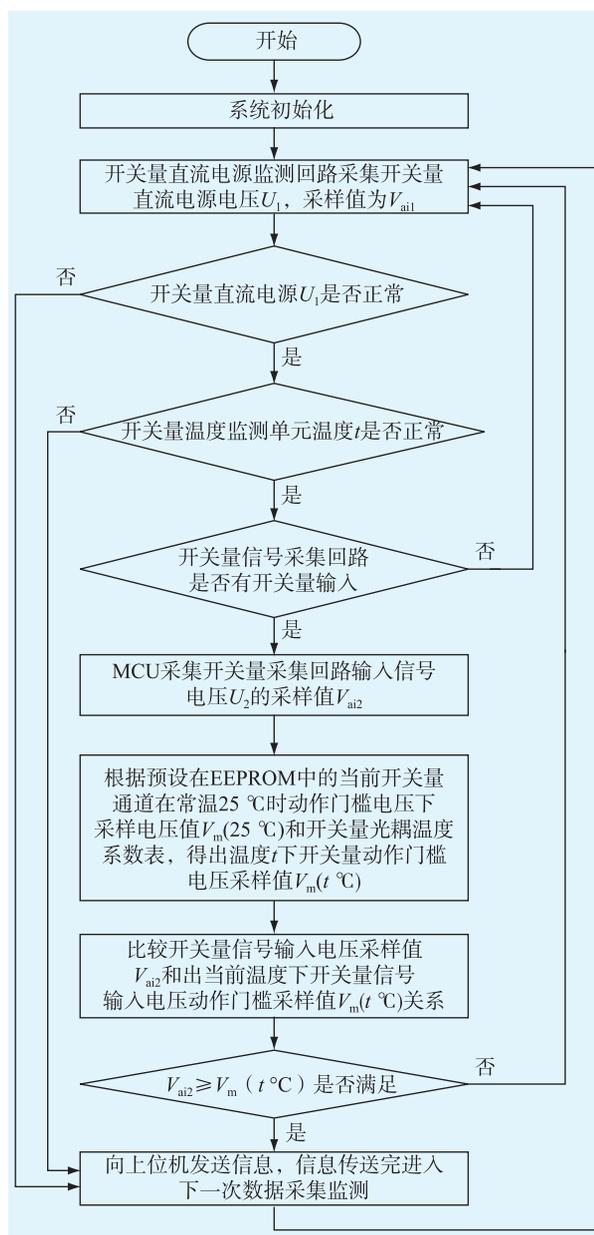


图7 数据采集系统开关量软件判据流程图

Fig.7 Flow chart of data acquisition system software

4 实际系统测试

为了验证本数据采集系统的实用性,随机抽样测试了5路自适应开关量采集通道,开关量输入电压有效门槛选择了电力系统二次设备常用的DC 110 V和DC 220 V的55%~70%这个电压区间范围,为了保证开关量输入的有效性,并将该门槛缩小至60%~65%以保证开关量门槛的裕度。

经计算当开关量输入电源为DC 110 V和DC 220 V时,60%~65%动作门槛电压分别为DC 66 V,DC 71.5 V,DC 132 V和DC 143 V。测试中并将100%的额定电压也列入测试项目,便于比较测试结果。

4.1 常温 25 °C 下的测试

该项目主要测试常温 25 °C 下各通道开关量输入电压 U_2 和开关量光耦输出电压 V_{ai2} 变化关系,主要验证同型号的开关量光耦 CTR 的个体差异大小,数据如表 1、表 2 所示。

表 1 常温 25 °C 时开关量输入电压和开关量光耦输出电压变化关系

Table 1 The relationship between the switching input voltage and the optocoupler output voltage at 25 °C

开关量直流电源 V_{IN}	开关量光耦输出电压/ V_{ai}/V					
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6
66	0.321	0.314	0.336	0.332	0.338	0.319
71.5	0.367	0.359	0.384	0.380	0.387	0.365
110	0.738	0.722	0.771	0.764	0.777	0.734
132	0.978	0.956	1.020	1.012	1.029	0.973
143	1.103	1.078	1.151	1.142	1.161	1.098
220	2.064	2.015	2.148	2.137	2.171	2.055

表 2 常温 25 °C 时各通道的 CTR 变化关系

Table 2 The CTR variation of each channel at 25 °C

开关量直流电源 V_{IN}/V	$CTR/\%$						
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6	平均
66	33.8	31.9	32.6	33.6	33.6	33.5	33.1
71.5	38.7	36.5	37.3	38.5	38.4	38.3	37.9
110	77.7	73.4	74.9	77.4	77.3	77.0	76.3
132	102.9	97.3	99.2	102.6	102.5	102.0	101.1
143	116.1	109.8	111.9	115.7	115.7	115.0	114.0
220	217.1	205.5	209.3	216.6	216.4	215.0	213.3

根据表 1、表 2 可以看出,开关量光耦的一致性很好,在相同温度相同开关量电压输入条件下,光耦的输出电压值差异较小,各通道光耦的 CTR 参数很接近,并且随着开关量输入电压的增加,光耦的输出数值也在单调增加,增加的幅值明显可以被

MCU 的 AD 测出,用作判断开关量数据是否有效的依据。

4.2 变温下的测试

该项目主要测试变温条件下,各通道开关量输入电压 U_2 和开关量光耦输出电压 V_{ai2} 变化关系,并验证同型号开关量光耦的 CTR 随温度变化的关系,下面以开关量直流电源为DC 220 V 时,设置开关量动作电压门槛为 60%~65%的 U_n 即DC 132 V,DC 143 V,取-40~80 °C 温度为例说明。数据如表 3、表 4 所示。

表 3 开关量输入电压 DC 132 V 时各通道的 CTR 变化关系

Table 3 The CTR variation in each channel of switching input voltage DC 132 V

温度/ $^{\circ}C$	$CTR/\%$						平均
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6	
-40	140.2	132.4	134.1	138.6	138.3	137.4	136.8
-30	137.7	130.0	132.1	136.6	136.5	135.5	134.7
-20	135.0	127.5	129.6	134.1	133.8	133.0	132.2
-10	130.8	123.5	125.6	130.0	129.7	129.0	128.1
0	125.1	118.2	120.2	124.4	124.2	123.5	122.6
10	118.5	112.0	114.0	118.0	117.8	117.1	116.2
20	110.7	104.6	106.6	110.3	110.2	109.6	108.7
30	99.2	93.8	95.6	98.9	98.8	98.3	97.5
40	90.7	85.7	87.5	90.5	90.4	90.0	89.1
50	85.9	81.1	82.8	85.7	85.7	85.2	84.4
60	77.8	73.6	75.1	77.7	77.7	77.4	76.5
70	70.1	66.3	67.7	70.0	70.1	69.8	69.0
80	62.0	58.5	60.1	61.8	62.0	61.8	61.0

表 4 开关量输入电压 DC 143 V 时各通道的 CTR 变化关系

Table 4 The CTR variation in each channel of switching input voltage DC 143 V

温度/ $^{\circ}C$	$CTR/\%$						平均
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6	
-40	155.3	146.8	148.7	153.6	153.3	152.3	151.7
-30	152.9	144.5	146.7	151.7	151.6	150.4	149.6
-20	148.8	140.6	142.9	147.9	147.6	146.7	145.8
-10	145.9	137.8	140.1	145.0	144.7	143.8	142.9
0	139.9	132.3	134.5	139.3	139.0	138.1	137.2
10	133.0	125.7	128.0	132.4	132.2	131.4	130.4
20	124.5	117.7	119.9	124.0	123.9	123.2	122.2
30	112.0	105.9	108.0	111.7	111.6	111.0	110.0
40	102.7	97.1	99.1	102.5	102.4	101.9	100.9
50	97.3	92.0	93.9	97.1	97.1	96.6	95.7
60	88.4	83.6	85.4	88.3	88.3	87.9	87.0
70	79.7	75.4	77.0	79.6	79.7	79.4	78.5
80	70.8	66.9	68.6	70.6	70.8	70.6	69.7

根据表3、表4可以看出,开关量光耦在相同开关量电压输入变温度条件下,光耦的输出电压值随着温度的增加而减小,究其原因光耦的CTR随着温度的增加而减小。

4.3 温度系数表的计算

温度系数表是开关量光耦输出电压值随开关量输入电压、温度变化的系数表,如表5所示。该表为开关量通道在各输入电压、各温度点下,开关量光耦输出的电压采样值与常温25℃下开关量光耦输出的电压采样值的比值,也就是开关量光耦在相同开关量输入电压条件下,不同温度的CTR与25℃下CTR的比值,该系数表为开关量光耦的共性表,里面的系数关系为本系统多路开关量光耦测试值的平均值。

表5 开关量输入电压DC 132 V时各通道的CTR相对与25℃时光耦平均CTR比值

Table 5 The ratio of each channel CTR relative to average CTR at 25℃ when the input voltage is DC 132 V

温度/℃	CTR 比值/%						
	通道1	通道2	通道3	通道4	通道5	通道6	平均
-40	139.1	131.4	133.1	137.5	137.2	136.3	135.8
-30	136.6	129.0	131.0	135.5	135.4	134.4	133.7
-20	133.9	126.5	128.5	133.0	132.8	132.0	131.1
-10	129.7	122.5	124.6	128.9	128.7	127.9	127.1
0	124.1	117.2	119.3	123.5	123.2	122.5	121.6
10	117.6	111.1	113.1	117.0	116.9	116.2	115.3
20	109.9	103.8	105.8	109.4	109.3	108.7	107.8
30	98.5	93.0	94.9	98.1	98.1	97.6	96.7
40	90.0	85.0	86.8	89.7	89.7	89.3	88.4
50	85.2	80.5	82.2	85.0	85.0	84.6	83.7
60	77.2	73.0	74.5	77.1	77.1	76.8	75.9
70	69.5	65.7	67.2	69.4	69.5	69.2	68.4
80	61.5	58.1	59.6	61.3	61.5	61.3	60.5

表6是开关量动作电压门槛为60%~65%的 U_n 即DC 132 V,DC 143 V时,各温度点相对于25℃的平均CTR的比值。

4.4 自适应开入有效的判断

以开关量电源DC 220 V,开关量动作门槛电压60%~65%的 U_n 即DC 132 V,DC 143 V为条件,举例说明当开关量输入回路环境温度为45℃时,判断开关量是否有效的方法。

当外部开关量输入 U_2 接入开关量回路后,开关量光耦输出端产生电压 V_{ai2} ,此时环温是45℃,取表3中DC 132 V时开关量光耦在40℃和50℃的平均CTR作为45℃时与25℃时的平均CTR比值的平均值,即86.4%,再与该通道在25℃的光耦

输出端采样电压 V_m 相乘即86.4% V_m 作为开关量输入有效判断的门槛值。当 $V_{ai2} \geq 86.4\% V_m$,该开关量输入有效。

表6 开关量输入电压DC 143 V时各通道的CTR相对与25℃时光耦平均CTR比值

Table 6 The ratio of each channel CTR relative to average CTR at 25℃ when the input voltage is DC 143 V

温度/℃	CTR 比值/%						
	通道1	通道2	通道3	通道4	通道5	通道6	平均
-40	136.5	129.0	130.6	135.0	134.7	133.8	133.3
-30	134.4	126.9	128.9	133.3	133.2	132.2	131.5
-20	130.8	123.6	125.6	129.9	129.7	128.9	128.1
-10	128.2	121.1	123.1	127.4	127.2	126.4	125.6
0	123.0	116.2	118.2	122.4	122.2	121.4	120.6
10	116.8	110.4	112.4	116.3	116.2	115.5	114.6
20	109.4	103.4	105.3	109.0	108.9	108.2	107.4
30	98.4	93.1	94.9	98.1	98.1	97.6	96.7
40	90.3	85.3	87.0	90.0	90.0	89.5	88.7
50	85.5	80.8	82.5	85.3	85.3	84.9	84.1
60	77.7	73.4	75.0	77.6	77.6	77.2	76.4
70	70.1	66.3	67.7	70.0	70.0	69.7	69.0
80	62.2	58.8	60.3	62.0	62.2	62.0	61.3

若开关量直流电源发生波动时,可以由开关量直流电源监测回路测得当前的直流电源电压,再根据预先存在EEPROM中的直流电源波动时候的温度系数表,参照上面的方法亦可判断开关量直流电源波动时候的开关量输入是否有效。

5 结语

本文针对电力二次设备发展过程中,对开关量采集要求不断提高等问题,提出了一种电力二次设备自适应开关量数据采集的系统设计及软件判别方法。通过实际板卡的性能测试结果,证明文中设计方法正确,设计规则合理有效,并且在国家电网公司最新的二次设备就地化变电站的继电保护装置中使用了该数据采集系统。目前使用该系统的就地化保护装置正在漠河、吐鲁番等环境严苛的地区进行挂网试运行。

最后需要说明的是,本文中的开关量数据采集电路的设计是采用的是东芝公司的开关量光耦,本文仅对基于该型的开关量光耦电力二次设备自适应开关量数据采集系统做了初步的探讨,对其他厂家型号的光耦在电力二次设备自适应开关量数据采集系统中的应用以及电力二次设备自适应开关量数据采集还有很多新方法技巧有待今后进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 刘琳,王琦,杨永强. 自动化系统误遥信的分析处理[J]. 江苏电机工程, 2016, 35(5):85-87.
LIU Lin, WANG Qi, YANG Yongqiang. Analysis of a mal-telecommunicating problem in automation system[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2016, 35(5):85-87.
- [2] 胡成博,张能,马勇,等. 状态监测装置智能校验系统的研制与应用[J]. 江苏电机工程, 2016, 35(1):70-75.
HU Chengbo, ZHANG Neng, MA Yong, et al. The development and application of smart calibration system for state monitoring devices[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2016, 35(1):70-75.
- [3] 刘宏君,裘愉涛,徐成斌,等. 一种新的智能变电站继电保护架构[J]. 电网与清洁能源, 2015, 31(3):49-51, 61.
LIU Hongjun, QIU Yutao, XU Chengbin, et al. A new architecture of relay protection in smart substation[J]. Power System and Clean Energy, 2015, 31(3):49-51, 61.
- [4] 陈德树,唐萃,尹项根,等. 特高压交流输电继电保护及相关问题[J]. 继电器, 2007, 35(5):1-3.
CHEN Deshu, TANG Cui, YIN Xianggen, et al. Special issues and suggestion on protective relaying applied in UHV transmission line[J]. Relay, 2007, 35(5):1-3.
- [5] 刘成君,张恺凯. 数字化变电站及其对继电保护的影响[J]. 电工电气, 2010(4):4-7.
LIU Chengjun, ZHANG Kaikai. Digitalized substation and its impacts on relay protection[J]. Electrotechnics Electric, 2010(4):4-7.
- [6] 邵宝珠,王优胤,宋丹. 智能电网对继电保护发展的影响[J]. 东北电力技术, 2010(2):11-13.
SHAO Baozhu, WANG Youyin, SONG Dan. The impact on relay protection development by smart grid[J]. Northeast Electric Power Technology, 2010(2):11-13.
- [7] 徐政,卢强. 电力电子技术在电力系统中的应用[J]. 电工技术学报, 2004, 19(8):23-27.
XU Zheng, LU Qiang. Application of power electronic technology in power systems[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2004, 19(8):23-27.
- [8] 李峥峰,杨曙年,喻道远. 继电保护中光纤通信技术应用[J]. 电力自动化设备, 2007, 27(2):75-79.
LI Zhengfeng, YANG Shunian, YU Daoyuan. Application of optical fiber communication in relay protection[J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27(2):75-79.
- [9] 裘愉涛,王德林,胡晨,等. 无防护安装就地化保护应用与实践[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(20):1-5.
QIU Yutao, WANG Delin, HU Chen, et al. Application and practice of unprotected outdoor installation protection[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(20):1-5.
- [10] 刘颖. 智能变电站全寿命周期“即插即用”技术体系的研究与应用[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(22):23-28.
LIU Ying. Research and application on the technology system of plug & play in the smart substation's life cycle[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(22):23-28.
- [11] 周小波,汪思满,吴正学,等. 环网分布式母线保护装置就地化实现探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(6):104-108.
ZHOU Xiaobo, WANG Siman, WU Zhengxue, et al. Local placing implementation research of distributed HSR busbar protection[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(6):104-108.
- [12] 秦红霞,武芳瑛,彭世宽,等. 智能电网二次设备运维新技术研讨[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(22):35-40.
QIN Hongxia, WU Fangying, PENG Shikuan, et al. New technology research on secondary equipment operation maintenance for smart grid[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(22):35-40.
- [13] 左丽霞,邓芳芳,卢山. 基于DSP的高速数据采集系统设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(13):108-112.
ZUO Lixia, DENG Fangfang, LU Shan. Design and implementation of a high-speed data acquisition system based on DSP[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(13):108-112.
- [14] 陈国磊,舒双宝,季振山. 电能质量监测高速数据采集系统的设计和实现[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(3):69-72.
CHEN Guolei, SHU Shuangbao, JI Zhenshan. Design and implementation of data acquisition system for power quality monitoring[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(3):69-72.
- [15] 李波,陈剑云,黄玮,等. 基于TMS320LF2407的高速数据采集系统设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(5):59-62.
LI Bo, CHEN Jianyun, HUANG Wei, et al. Design and implementation of a high-speed data acquisition system based on TMS320LF2407[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36(5):59-62.
- [16] 黄霞,鲍慧,赵伟,等. 基于TMS320VC5509A的多路同步数据采集与存储系统[J]. 电力系统保护与控制, 2007, 35(23):24-27.
HUANG Xia, BAO Hui, ZHAO Wei, et al. A multi-channel synchronous data-acquisition and storage system based on TMS320VC5509A[J]. Power System Protection and Control, 2007, 35(23):24-27.
- [17] 李文进,韩晓萍. ARM平台在嵌入式远程数据采集系统中的设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2006, 34(5):64-67.
LI Wenjin, HAN Xiaoping. Application of remote data terminal based on embedded system of ARM[J]. Power System Protection and Control, 2006, 34(5):64-67.

Influence of Distribution Network Three-phase Unbalance on Line Loss Increase Rate and Voltage Offset

WANG Ruocheng

(State Grid Shandong Electric Power Company Qingdao Power Supply Company, Qingdao 266000, China)

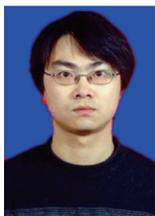
Abstract: With the increasing scale of the distribution network, the increasing load of electricity, the three-phase load imbalance seriously affected the stable operation of the power grid. Not only distribution network loss increases, power quality are also reduced. The relationship between the three-phase unbalance and the increase rate of the line loss is deduced, which not only considers the asymmetry of the three-phase current, but also analyzes the influence of the phase. The relationship between unbalanced-distribution load-voltage offset is analyzed comprehensively, and the method of warning of voltage offset based on unbalance index is proposed. Results show that the three-phase imbalance has certain impact on the line loss increase rate and voltage offset, and the correlation cannot be neglected, combined with the specific engineering example of Huangdao area and above derivation formulas. It can provide reference for the operation decision of distribution system and have positive effect on the improvement of power supply quality of distribution network.

Key words: three-phase unbalance; increase rate of line loss; load rate; voltage offset; warning method

(编辑 徐林菊)

(上接第 124 页)

作者简介:



邓庆

邓庆(1982—),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: dengqing@sgepri.sgcc.com.cn);

周华良(1980—),男,江苏苏州人,高级工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: zhouhualiang@sgepri.sgcc.com.cn);

夏雨(1976—),男,湖北武汉人,高级工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: xiayu@sgepri.sgcc.com.cn);

胡国(1977—),男,江西抚州人,高级工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: huguo@sgepri.sgcc.com.cn);

邹志扬(1980—),男,广东梅州人,工程师,从事电力系统控制保护平台技术的研究工作(E-mail: zouzhiyang@sgepri.sgcc.com.cn)。

Design of Adaptive Switching Input Data Acquisition System in Power System Secondary Equipment

DENG Qing, ZHOU Hualiang, XIA Yu, HU Guo, ZOU Zhiyang

(NARI Group Corporation, Nanjing 211106, China)

Abstract: The basic function and composition of adaptive switching input data acquisition system is introduced according to the design process of new generation high-voltage relay protection. A system design and software identification method for the data acquisition of the adaptive switching value of Power System Secondary Equipment is proposed. According to the optocoupler acquisition loop and experimental verification on the design of adaptive switch data acquisition system, the hardware and software implementation method of the data acquisition system is described. By software the system can adjust the threshold value of the adaptive switching input voltage and monitor switching power supply voltage. This system has a very important role in improving the success rate of hardware research and development, and improving the stability and reliability of the power system secondary equipment.

Key words: power system secondary equipment; self-adaption; switching value; data acquisition

(编辑 徐林菊)