

变电站自动化系统遥信去抖方法分析

郭建¹, 鲁国刚¹, 王显芹²

(1. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210003; 2. 南瑞集团公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 在辨别电网故障时各类事件发生的先后顺序中, SOE记录具有重要意义, 可以为电网调度运行人员正确处理事故、分析和判断电网故障提供手段。如何正确识别开关抖动信号, 保证SOE不误报、不漏报, 是我们需要考虑和解决的问题。对目前采用的遥信去抖方法进行分析, 指出不同方法的特点。构建测试系统环境, 在不同遥信去抖方法下, 对SOE结果进行对比统计和分析。最后建议能够统一遥信去抖设计方法, 保证SOE记录的精确性。

关键词: SOE; 抖动信号; 测试; 变电站自动化

Analysis of subtractive dithering method for signals measurement in substation automation system

GUO Jian¹, LU Guo-gang¹, WANG Xian-qin²

(1. NARI Technology Development Co., Ltd, Nanjing 210003, China;
2. NARI Group Corporation, Nanjing 210003, China)

Abstract: To distinguish the sequence of events during power failure, it needs SOE records greatly. Through this, the operator can handle the incident, analyse and judge the power failure correctly. It needs to consider and resolve the problem that how to distinguish the dithering signals and ensure the SOE not misinformation. This paper analyses the methods of subtractive dithering signals, and points out characters of every method. A testing environment is set up, every method would be tested here. Finally, one subtractive dithering method for signals measurement is putforward to ensure the accuracy of SOE records.

Key words: sequence of events; dithering signals; testing; substation automation

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)01-0047-04

0 引言

在变电站自动化系统中, 事件顺序记录—SOE (Sequence of Events) 的重要功能就是要正确辨别电网故障时各类事件发生的先后顺序, 为电网调度运行人员正确处理事故、分析和判断电网故障提供重要手段^[1]。因而, 电网中SOE的正确记录非常重要。若处理不好, 特别是在信号有干扰或抖动的情况下, 可能会导致SOE误报、漏报。这样一来, 不仅严重影响电网的安全稳定运行, 而且因记录时间不准确, 导致因果混乱, 在事故状态下无法做出正确的故障判断和分析。

目前, 针对干扰和抖动信号的处理, 大多采用软件去抖滤波方法, 即在软件中设计一个“遥信去抖参数”, 考虑信号抖动过程中多次变位信息后进行综合延时处理。但由于软件去抖方法设计的不同, 会导致遥信记录起始时间不准确, 也会导致SOE

误报。因此, 在有干扰和抖动信号输入情况下, 如何正确识别信号变位, 保证SOE不误报、不漏报^[2], 显得尤为重要。

1 遥信抖动分析

在变电站自动化系统中, 开关信号的采集基本取自开关的辅助触点, 或者经过中间继电器触点接入。开关机构在操作一定次数时, 辅助触点机械部分会出现缝隙导致间隙放电, 引起信号抖动; 同时继电器触点在运行时受环境影响, 易氧化和脏污, 导致接触不良, 引起信号抖动^[3]。上述信号经过测控装置的遥信回路, 经过光电耦合后直接输入至微机采集电路。信号抖动波形如图1所示。

从开关的抖动波形图可以看出, 抖动持续时间很短。真正的遥信变位, 不会在如此短的时间内重复动作, 只要在软件上设计一个带时限的遥信去抖判断功能, 可以解决抖动造成的SOE误报和漏报现

象。

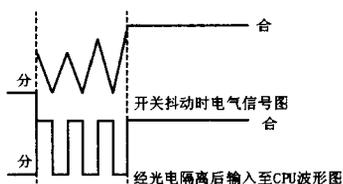


图1 触点抖动时遥信波形

Fig.1 Wave of dithering signals

2 软件去抖方法分析

针对遥信防抖动，许多软件处理方法基本相似，均采用软件去抖滤波方法。软件上均设计“遥信去抖时间”，在遥信瞬时变位后，若在“遥信去抖时间”内，遥信信号返回，则认为是干扰信号，而不是真正变位信号。但在遥信瞬时变位后，经过一段时间的抖动，变化到新的稳定状态，SOE 记录时间的选取，不同软件的处理方法又有一定的差别。在目前常用的软件处理方法中，大概分为下面四种方法。

注： T_d 为遥信去抖时间， ΔT 为信号抖动持续时间。

2.1 方法1—取信号稳定变位前沿

在该方法中，软件认为信号变位稳定才是真正的变位。开关信号输入至 CPU 的波形如图 2 所示。

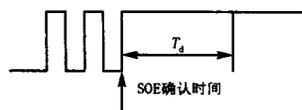


图2 SOE 时间记录方法 1

Fig.2 First method of SOE record

软件若发现某一遥信变位，便将当前时间记录下来，若变位后稳定时间小于 T_d ，则将该时间舍弃，取下一个变化前沿时间，直至该信号稳定时间大于 T_d 后，记录该时间，确认该 SOE 为有效事件。该方法软件资源开销较小，软件编程容易实现，部分测量装置采用这种遥信去抖方法。但是在系统事故分析中，一般认为开关抖动时刻即为变位时刻，将开关抖动的前沿时刻作为分析前后因果关系的基本依据。

2.2 方法2—取信号变位前沿

在该方法中，SOE 记录时间取遥信刚变位时刻。开关信号输入至 CPU 的波形如图 3 所示。

软件记录变化前沿作为 SOE 产生时刻，然后判断经过 T_d 时间后位置状态，如果仍然变位，则确认开关真正变位，记录该时间，确认该 SOE 为有效事

件；如果经过 T_d 时间后状态返回，则认为是抖动，舍弃该变位，重新捕捉变化前沿。该方法强调遥信防抖时间 T_d 就是信号（如中间继电器）抖动的最大时间，在该时间内信号应该稳定。但该方法对信号是否稳定的确认相对简单，如果遇上反复抖动的信号，可能会多次产生遥信变位，SOE 可能会误报，也可能会漏报。

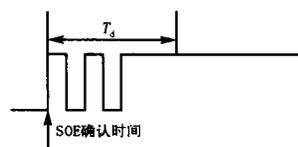


图3 SOE 时间记录方法 2

Fig.3 Second method of SOE record

2.3 方法3—取信号变位前沿

在该方法中，SOE 记录时间取遥信刚变位时刻。开关信号输入至 CPU 的波形如图 4 所示。

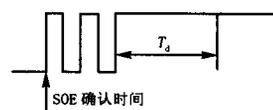


图4 SOE 时间记录方法 3

Fig.4 Third method of SOE record

软件记录变化前沿作为 SOE 产生时刻，直到遥信变位稳定 T_d 时间后确认该事件，并取刚开始抖动时间作为 SOE 记录的有效时间。该方法能够准确地反应开关的实际动作时刻。大多数测量装置采用这种遥信去抖方法。

2.4 方法4—取信号变位前沿

方法 4 与方法 3 的原理基本相同，只是处理方法略有差别。开关信号输入至 CPU 的波形如图 5 所示。SOE 记录时间取自遥信刚变位时刻，当遥信变位稳定 T_d 时间后确认该事件，并取刚开始抖动时间。当抖动时间 ΔT 小于 T_d 时，取抖动前沿，认为该时刻为 SOE 产生时刻；当抖动时间 ΔT 大于 T_d 时，前面的 T_d 时间放弃，取后面的变化前沿作为 SOE 产生时刻。上述两种情况都要求信号稳定时间大于 T_d 。该方法中，当开关抖动时间 ΔT 大于 T_d 时，则认为是干扰信号。该方法对软件资源要求较高，在

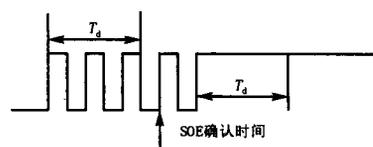


图5 SOE 时间记录方法 4

Fig.5 Fourth method of SOE record

多个抖动信号同时输入时, 若程序任务调度不好, 也可能导致 SOE 误报、漏报。同时, 该方法的设计出发点是想滤除干扰信号, 若干扰持续存在, 显然无法滤除。

上述四种遥信去抖方法中, 对于方法 2 来说, 若遥信去抖时间设置不合适, 可能会导致 SOE 误报、漏报; 对于方法 4 来说, 软件资源要求较高, 特别是多个输入信号同时需要判断变位时候, 对软件要求更高; 同时在连续干扰信号输入的情况下, 方法 4 也无法正确辨别。

3 软件设计

针对上述软件去抖设计方法, 在此提供方法 3 的软件设计流程^[4], 如图 6 所示, 供读者参考。其他方法的软件设计流程, 在此因篇幅关系不一一给出, 读者可自行设计。

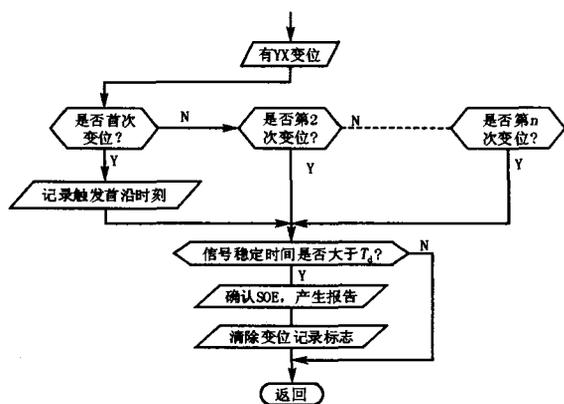


图 6 SOE 处理软件流程

Fig.6 Software diagram of SOE processing

4 测试结果分析

4.1 测试系统结构

在变电站自动化系统中, 针对开关量信号的采集, 各测控设备生产厂家采用的方法有一定的区别, 一般不超出上述四种方法。为验证上述四种软件去抖方法的区别, 特设计了一套测试平台。测试系统结构如图 7 所示。

测试系统中, 管理计算机通过以太网与测控装置通讯, 以表格方式显示装置上送的 SOE 信息。GPS 提供测控装置标准时钟, 接口方式为 IRIG-B^[5]。脉冲调理装置模拟开关位置变化, 输出一路脉冲信号, 脉宽和间隔任意调制, 最小输出分辨率可达 0.5 ms。四台测控装置按照上述四种软件去抖方法设计

程序, 对脉冲调理装置调制出的信号进行采集, 测控装置地址分别为 1 至 4。高速数字示波器用于监视脉冲调理装置的脉冲信号, 其采样频率为 300 MHz。

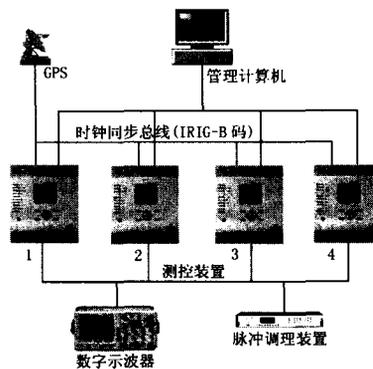


图 7 测试系统结构组成图

Fig.7 Structure of test system

4.2 测试数据及分析

脉冲调理装置模拟开关抖动信号输出波形, 同时接入四台测控装置的第一路信号采集通道。数字示波器监视波形如图 8 所示。

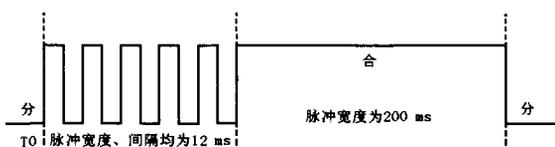


图 8 抖动信号波形图

Fig.8 Wave of dithering signals

a. 测试结果 1

四台测控装置遥信去抖时间设置为 50 ms, 不考虑分信号产生的 SOE。管理计算机显示的 SOE 记录结果如表 1 所示。

表 1 SOE 记录统计表 1

Tab.1 Statistics of SOE record

序号	去抖方法	SOE (h: min: s: : ms)	性质	变位情况
1	方法 1	09: 00: 00: :120	合	0→1
2	方法 2	09: 00: 00: :000	合	0→1
3	方法 2	09: 00: 00: :072	合	0→1
4	方法 3	09: 00: 00: :000	合	0→1
5	方法 4	09: 00: 00: :072	合	0→1

b. 测试结果 2

四台测控装置遥信去抖时间设置为 70 ms, 不考虑分信号产生的 SOE。管理计算机显示的 SOE 记

录结果如表 2 所示。

表 2 SOE 记录统计表 2

Tab.2 Statistics of SOE record

序号	去抖方法	SOE (h: min: s:: ms)	性质	变位情况
1	方法 1	09: 13: 00::120	合	0→1
2	方法 2	09: 13: 00::072	合	0→1
3	方法 3	09: 13: 00::000	合	0→1
4	方法 4	09: 13: 00::072	合	0→1

c. 测试结果 3

四台测控装置遥信去抖时间设置为 130 ms, 不考虑分信号产生的 SOE。管理计算机显示的 SOE 记录结果如表 3 所示。

表 3 SOE 记录统计表 3

Tab.3 Statistics of SOE record

序号	去抖方法	SOE (h: min: s:: ms)	性质	变位情况
1	方法 1	09: 29: 00::120	合	0→1
2	方法 2	09: 29: 00::000	合	0→1
3	方法 3	09: 29: 00::000	合	0→1
4	方法 4	09: 29: 00::000	合	0→1

从上述测试结果分析, 虽然遥信去抖时间设计一致, 但是不同的软件去抖算法会导致不同的 SOE 记录结果, 可能会多产生变位, 也可能导致 SOE 记录的时间不一致, 表 1 记录显示, 采用遥信去抖方法 2, SOE 记录便多产生一条。同时, 在不同遥信去抖时间情况下, 测控装置对抖动信号采集结果差异较大, 上述 3 个表格中的记录可以说明。

5 结束语

综上所述, 若在变电站自动化系统中采用多个厂家提供的设备, 因它们对信号采集的方法不一致, 即使都采用 GPS 精确对时, 也无法实现 SOE 记录时间的相对精准。一般情况下, SOE 通常与故障录波器所记载下的故障时电流、电压波形相结合, 为事故分析提供客观依据。若逻辑关系与实际不符、实际动作时间存在偏差, 在一定程度上影响

系统的安全运行, 同时也不能很好地对系统事故进行分析, 影响 SOE 记录的精确性。因此, 在变电站综合自动化系统中, 需要统一遥信去抖设计方法, 这样才能够正确记录开关的真正变位事件, 保证 SOE 不误报、不漏报。

参考文献

- [1] 王洪哲, 王荣茂. 提高 SOE 信息真实性的探讨[J]. 东北电力技术, 2005, (2):25-28.
WANG Hong-zhe, WANG Rong-mao. A Discussion on Enhancing SOE Information Faithfulness[J]. Northeastern Electric Power Technology, 2005, (2):25-28.
- [2] 陈刚, 蔡泽祥. 变电站远动信息采集的分析和改进[J]. 继电器, 2003, 31(4):73-75.
CHEN Gang, CAI Ze-xiang. Analysis and Improvement of Remote Information Collection in Substation[J]. Relay, 2003, 31(4):73-75.
- [3] 王鹏举. 调度自动化系统遥信遥控装置运行分析[J]. 东北电力技术, 2005, (6):23-25.
WANG Peng-ju. The Operation Analysis on Teleindication and Telecontrol Device Used to Dispatching Automation System[J]. Northeastern Electric Power Technology, 2005, (6):23-25.
- [4] 陈卫卫. C/C++程序设计教程[M]. 北京: 希望电子出版社. 2002.
CHEN Wei-wei. C/C++ Program Design[M]. Beijing: Publishing House of Hope Electronics, 2002.
- [5] 李瑞生, 张克元, 冯秋芳. 电力系统自动化 GPS 精确对时的解决方案[J]. 继电器, 1999, 27(5):31-32.
LI Rui-sheng, ZHANG Ke-yuan, FENG Qiu-fang. Solution Scheme of GPS Accurate Time Setting for Power System Automation[J]. Relay, 1999, 27(5):31-32.

收稿日期: 2006-08-30; 修回日期: 2006-11-20

作者简介:

郭建(1975-), 男, 工程师, 主要从事变电站自动化设备的研究和开发工作; Email: guoj@naritech.cn

鲁国刚(1964-), 男, 高级工程师, 主要从事变电站自动化设备的研究和开发管理工作;

王显芹(1975-), 女, 助理工程师, 主要从事变电站自动化系统的测试和检验工作。

(上接第 36 页 continued from page 36)

E-mail: lei_chen@163.com

刘天琪(1962-), 女, 博士, 教授, 研究方向为电力系统分析计算与稳定控制、高压直流输电、调度自动化;

文俊(1982-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统调度自动化、电力系统稳定与控制。

收稿日期: 2006-07-03; 修回日期: 2006-08-15

作者简介:

陈磊(1983-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统稳定与控制、电力系统调度自动化;