

基于测试信息辅助分析的数字化 继电保护自动测试方案研究

韩睿¹, 余兴祥², 刘明忠¹, 姜振超¹, 王平¹, 郑永康¹

(1. 国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610041; 2. 国网甘孜供电公司, 四川 康定 626000)

摘要: 为提高数字式继电保护测试效率, 基于对测试信息进行分析诊断, 提出一种数字化继电保护自动化测试方案。该方案可对保护装置进行全面性测试, 并考虑测试过程中经常出现的异常情况。通过 MMS 服务实时读取测试信息并修改保护定值、压板、控制字, 对 SV、GOOSE、装置自检、告警、保护动作、装置状态等测试信息充分利用, 辅助测试人员及时发现问题, 减少处理问题的时间, 提高测试效率。智能变电站采用 IEC 61850 标准以及继电保护信息规范统一, 使得该方案适用于不同厂家的数字式继电保护装置。通过对数字化继电保护测试中常见告警的分析, 表明该方案可有效辅助测试人员处理测试过程中遇到的异常情况。

关键词: 自动测试方案; 继电保护; 智能变电站; IEC 61850

Abstract: In order to improve the test efficiency of digital relay protection, an automatic test scheme of digital relay protection is proposed based on test information aided analysis. The proposed scheme can test protection device comprehensively, and consider abnormal situation that appears frequently during the test. Reading test information and modifying protection setting, plate and control character in real time can be realized by MMS service. Test information such as SV, GOOSE, device self-checking, warning, protection action, etc can be fully used to assist testers to identify and solve the problem timely, which improves the test efficiency. Smart substation applies IEC 61850 standard, and the relay protection information is standardized and unified, both of which makes the proposed scheme be applicable for digital relay protection devices from different manufacturers. The analysis of common warning in digital relay protection test shows that the proposed scheme can effectively assist testers to handle the abnormal situation encountered during the test.

Key words: automatic test scheme; relay protection; smart substation; IEC 61850

中图分类号: TM77 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2017)06-0016-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.06.004

0 引言

继电保护装置是电力系统的重要组成部分, 它的任务是保证电力系统安全、可靠运行^[1-2]。因此, 继电保护装置的检测是非常重要的^[3]。

随着坚强智能电网建设的推进, 将大量开展智能变电站新建、改造、检修工作, 数字化继电保护装置的检测任务也越来越多。数字化继电保护装置主要依靠人工测试, 测试时间长、工作量大, 测试效率受多方面因素影响^[4]。自动测试是一种高效的测试技术, 可以极大地提高继电保护装置测试效率。因此, 研究人员开展了继电保护装置自动测试技术方面的研究^[5-12]。

但是, 现有的继电保护装置自动测试技术未考虑测试过程中可能会出现异常情况, 当测试过程

中出现问题时, 不能及时返回错误信息, 仍旧依靠测试人员排查问题, 测试效率受到影响。

下面提出一种数字化继电保护装置自动测试方案, 对保护装置进行全面性的测试。该方案考虑了测试过程中可能出现的异常情况, 充分利用了 MMS 服务及站控层信息。通过 MMS 服务可修改定值、控制字、投退软压板, 实时读取装置参数、SV、GOOSE、告警等信息, 进行自动分析诊断, 辅助测试人员排查、解决问题。智能变电站采用 IEC 61850 标准, 且继电保护信息逐渐规范统一, 使得该自动测试方案可适用于不同厂家的保护装置。

1 常用测试方案

目前, 数字化继电保护装置的测试是由测试人员操作数字化继电保护测试仪完成, 其测试流程如

图1所示。

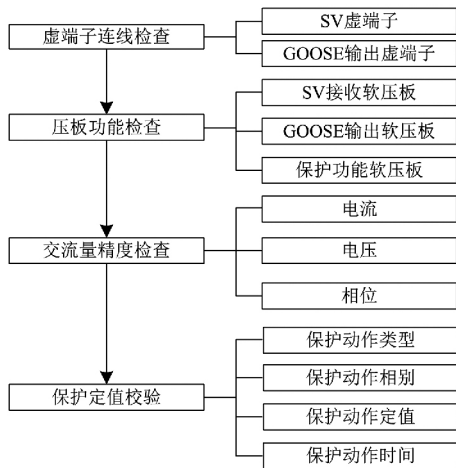


图1 测试流程

如图1所示,测试流程包含虚端子连线检查、压板功能检查、交流量精度检查、保护定值校验^[13-14]。测试过程中,测试人员手动配置测试仪,设置保护装置定值、控制字及压板,且不同测试项目均需重新操作,测试效率不高^[15]。

2 典型自动测试流程

典型的自动测试流程如图2所示^[16]。

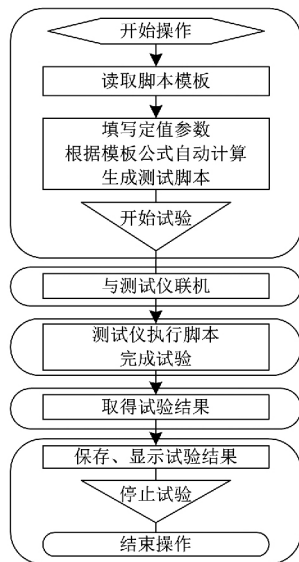


图2 自动测试流程

图2所示的典型测试流程对保护装置进行流程化测试,仅显示试验结果,未对测试过程中出现的异常情况及时进行分析。若试验结果不满足要求,需要靠人工寻找问题,然后重新测试,测试效率依旧未得到改善。

3 自动测试方案

3.1 测试信息

所提出的自动测试方案通过对SV、GOOSE、保护动作、告警、装置状态等信息进行综合分析,实现对测试过程中出现的异常情况进行自动分析诊断。测试方案所利用的测试信息具体如下:

- 1) SV。
- 2) GOOSE 输出报文、GOOSE 输入报文。
- 3) 保护动作信息: 保护动作类型、保护动作相别、保护动作时间、保护动作定值。
- 4) 告警信息: 装置自检、链路告警、保护告警。
- 5) 装置状态信息: 光口光功率、装置温度。

3.2 测试方案

所提出的自动测试方案共包含6个部分: 1) 告警分析; 2) 模型初步检查; 3) SV精度、SV接收软压板及虚端子连线检查; 4) GOOSE接收虚端子连线检查; 5) GOOSE输出虚端子连线及其与软压板的逻辑关系检查; 6) 保护定值、控制字、软压板检查。

在测试开始之前,将SCD导入客户端,完成客户端配置,并建立与保护装置的MMS通信,实现实时读取装置信息,并可投退软压板,修改定值、控制字^[5]。

1) 在测试过程中,通过MMS服务实时读取装置自检、链路告警、保护告警信息、装置状态信息,及时提供告警信息及其含义、处理建议,告警信息示例如表1所示。

表1 告警信息示例

告警类别	告警名称	告警含义	处理建议
自检出错	Flash 自检出错	Flash 出错	联系厂家处理
链路告警	链路中断	链路中断	结合告警信息及光功率分析判断故障原因
保护告警	双AD 不一致	双AD两 路采样值 偏差较大	检查采样通道

2) 召唤装置参数、定值、遥测、遥信、压板,与SCD文件中的配置进行总个数、数据引用、描述、最大值、最小值等比较,可实现初步模型检查。

3) 进行SV虚端子、SV接收软压板和采样值精度检查,检查过程如图3所示。

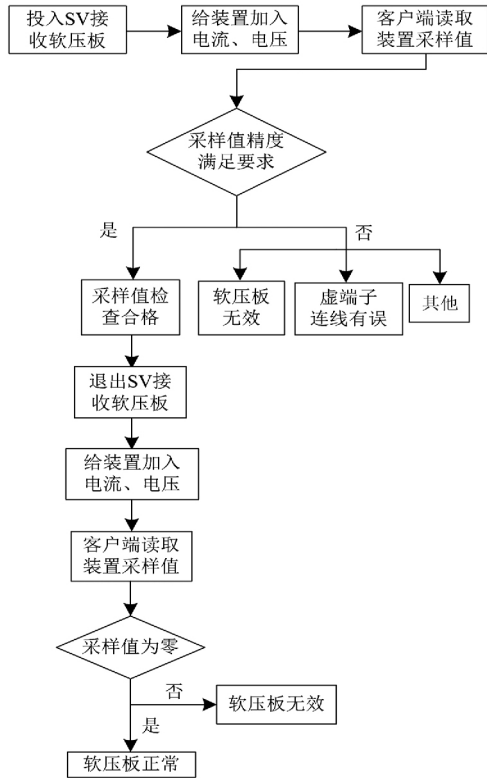


图3 第3部分测试

首先,给装置加入电压、电流,且电压、电流各相数值均不相同,通过客户端取得保护装置显示的电压、电流值。然后,将客户端从保护装置取得的采样值与所加入的采样值进行对比分析:若各相电压、电流精度满足要求,则进行软压板功能测试;否则,将进一步判断分析,通过采样值比对、软压板功能测试,判断是否存在虚端子连线错误、软压板是否起作用或其他。

4) 进行GOOSE接收虚端子检查。GOOSE接收虚端子通常为断路器位置、启失灵、闭锁重合闸等,将逐一进行检查,检查过程如图4所示。

首先,给装置发送GOOSE信息,通过客户端取得装置的GOOSE信息;然后,将从装置返回到客户端的GOOSE信息与所发送的GOOSE信息进行对比分析,判断是否存在虚端子连线错误或其他。

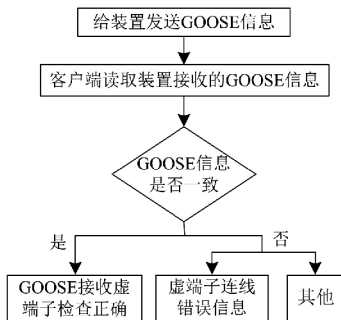


图4 第4部分测试

5) 进行GOOSE输出虚端子、GOOSE输出软压板功能检查,检查过程如图5所示。

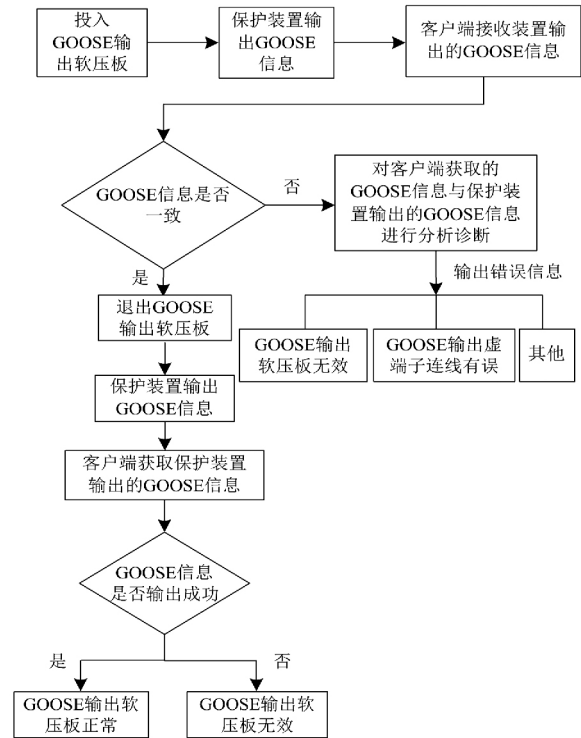


图5 第5部分测试

首先,投入GOOSE输出软压板,通过保护装置输出GOOSE信息,由客户端获取该信息;然后,将客户端获取的GOOSE信息与保护装置所输出的GOOSE信息进行对比分析,判断虚端子连线是否有误、软压板是否起作用或其他。每个GOOSE输出虚端子分别由相应的GOOSE输出软压板控制其输出,每个GOOSE虚端子和相应的GOOSE输出软压板均按照上述测试进行检查。

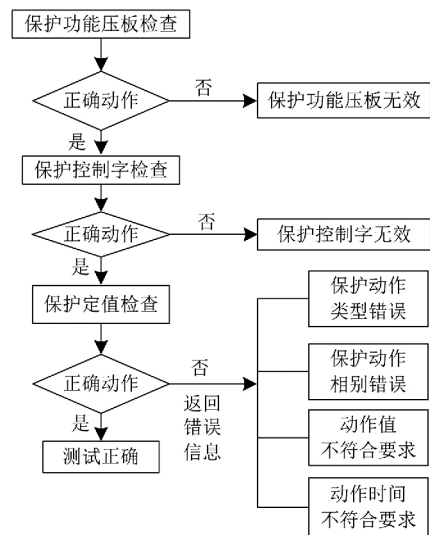


图6 第6部分测试

6) 进行保护功能检查。检查内容包括保护定值、保护控制字、保护功能软压板。检查过程如图6所示。

首先检查保护功能软压板,然后检查保护控制字,最后检查保护定值。保护功能软压板、保护控制字的检查过程与GOOSE接收软压板的检查过程类似,图6中不再详细描述。

4 自动测试方案中的辅助分析

现有自动测试方案未考虑测试过程中可能会出现异常情况,若测试中遇到问题,可能造成测试终止或测试结果无效,且仍旧依靠人工进行故障排查,测试效率受到影响。

所提出的自动测试方案考虑了虚端子连线有误、软压板无效、光纤中断引起的异常情况,在现有自动测试方案中加入辅助分析功能,自动对测试过程中出现的异常情况进行分析诊断,及时发现问题,并提供分析结果,辅助测试人员进行故障排查。

测试方案各部分中的辅助分析如下:

1) 第1部分中,通过MMS服务实时读取装置各类告警信息,对其进行分析,提供告警含义及处理建议。

2) 第2部分中,通过将SCD导入客户端,可进行装置配置与SCD文件中的配置的比较检查,实现初步模型检查。

3) 第3部分中,考虑了SV虚端子连线有误、软压板无效的情况,可及时发现问题。例如,图7中合并单元电流B相、B相、C相虚端子分别连线保护装置电流A相、B相、C相虚端子。

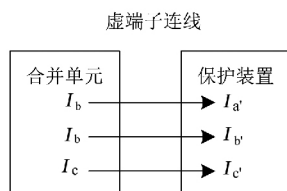


图7 合并单元与保护装置间虚连接

如图8所示,通过测试仪给保护装置发送A、B、C相电流,电流值分别为1A、2A、3A,而保护装置上实时采样数据显示A、B、C相电流分别为2A、2A、3A。该情况下,可通过将客户端获取保护装置的采样值信息与原始信息进行对比分析,判断是由虚端子连线错误引起。

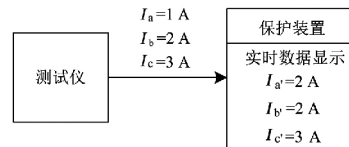


图8 保护装置实时采样数据显示

4) 第4部分中,将发送给保护装置的GOOSE信息与客户端获取保护装置接收的GOOSE信息进行对比,判断GOOSE接收虚端子是否连线正确。

5) 第5部分中,通过将保护装置输出的GOOSE信息与客户端获取的GOOSE信息对比,判断GOOSE输出虚端子连线是否正确、GOOSE输出软压板是否有效。

6) 第6部分中,通过对保护动作类型、保护动作相别、保护动作定值和保护动作时间等动作信息进行分析,判断保护功能软压板、保护控制字和保护定值是否正常。

5 测试方案应用分析

采用自动测试仪对母联保护装置进行两次测试。第1次测试为正常测试;第2次测试过程中通过断开SV链路光纤模拟保护装置SV链路断链。

两次测试的测试结果如图9所示。

名称	测试内容	动作报告
母联充电过流I段	,段=I段1.200倍,TA=124.8ms,	跳闸逻辑(保护启动)
		跳闸逻辑(保护动作)
母联充电过流I段	,段=I段1.200倍,TB=--ms,	充电过流保护I段(充电过流I段动作)
		动作元件1(装置异常启动录波)

图9 测试结果

由图9可知:第1次测试中,母联保护充电过流I段正常动作,动作时间符合要求;第2次测试中,断开SV链路光纤,母联保护充电过流I段不动作,测试结果无效。

第2次测试中的告警信息如图10所示。

描述
保护报警1(SV总告警)
故障信号1(装置报警)
故障信号1(保护电流SV采样无效)
故障信号1(启动电流SV采样无效)

图10 告警信息

由图10可知:第2次测试中,断开SV链路光纤,告警信息为SV采样无效。

(下转第52页)

吉布Ⅲ水电站全部10台机组已于2016年9月9日完成发电,机组运行稳定、性能参数优异,各项技术经济指标均满足合同要求,其整体技术水平在国内外同类型中处于先进水平,部分技术国际领先,获得外方的高度评价和肯定。中国驻埃塞俄比亚大使腊翊凡在吉布Ⅲ水电站投运庆典仪式上指出,吉布Ⅲ水电站项目作为中国在非洲最大的能源项目之一,是“东非水塔”变“电塔”的标志性工程,中国水

电机组研制水平和承建能力在世界上再次得到检验。未来还需要为“一带一路”沿线国家建设更多像吉布Ⅲ水电站一样的精品工程,实现中国政府提出的互惠互利目标。

作者简介:

刘 钟(1986),工程硕士、工程师,从事水轮机设计工作。

(收稿日期:2017-09-15)

(上接第19页)

当接收到该告警时,所提出的测试方案中的辅助分析将结合测试信息对告警进行分析,具体为:

1) 通过采样无效初步判断采样链路异常;

2) 对当前保护装置光口光功率进行判断,确定告警是由采样接收链路断链引起。

由此,通过对告警信息和光口光功率进行分析判断,确定了告警原因。

6 结 语

智能变电站基于IEC 61850标准和继电保护规范统一是所提测试方案实现的重要基础。所提出的自动测试方案可对保护装置进行全面性检测,且包含自动辅助分析功能。通过对测试过程中测试信息的充分利用,自动查找问题,帮助测试人员快速处理问题,可提高继电保护装置测试效率。

参考文献

- [1] 张沛云. 电力系统继电保护原理及运行[M]. 北京: 中国电力出版社, 2011.
- [2] 王军, 詹荣荣. 继电保护装置自动测试系统的研制[J]. 电气自动化, 2015, 37(4): 93-95.
- [3] 韩民畴, 顾明远. 智能变电站继电保护自动测试系统研究[J]. 智能电网, 2015, 3(10): 937-942.
- [4] 浮明军, 刘昊昱, 董磊超. 智能变电站继电保护装置自动测试系统研究和应用[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(1): 40-44.
- [5] 郑永康, 时鹏, 吴润东, 等. 数字式继电保护自动测试仪研究[C]. 2015年中国电机工程学会年会, 武汉, 2015.

- [6] 张敏, 黄荣辉, 刘志伟. 基于IEC61850标准继电保护装置自动测试系统的研究和设计[J]. 工业控制计算机, 2014, 27(10): 4-6.
- [7] 王忠, 张晓莉, 李忠安, 等. 继电保护装置自动测试系统设计[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(5): 130-135.
- [8] 张玉中, 姬希娜, 张超永, 等. 数字化保护装置自动测试系统[J]. 计算机系统应用, 2015, 24(4): 90-95.
- [9] 应战煌, 胡建斌, 赵瑞东, 等. 继电保护装置自动测试系统研究和设计[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(17): 142-146.
- [10] 郑新才, 丁卫华, 韩潇, 等. 基于测试模板的继电保护装置自动测试技术研究及实现[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(12): 69-76.
- [11] 钱浩, 邢海清, 韩永强, 等. 一种继电保护自动测试方案实现方法[J]. 自动化仪表, 2015, 36(5): 71-79.
- [12] 张玉中, 温东旭, 左群业, 等. 数字式线路保护基本逻辑自动测试软件的设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2015, 23(3): 685-692.
- [13] 林中时. 智能化变电站继电保护调试研究及应用[D]. 浙江: 浙江大学, 2011.
- [14] Q/GDW 431-2010 智能变电站自动化系统现场调试导则[S]. 北京: 国家电网公司, 2010.
- [15] 胡再超, 姚亮, 张尧. 智能继电保护装置的自动测试方法[J]. 江苏电机工程, 2013, 32(1): 53-58.
- [16] Q/GDW 11011-2013. 继电保护设备自动测试接口标准[S]. 北京: 国家电网公司, 2014.

作者简介:

韩 睿(1986), 硕士、工程师, 主要从事继电保护、智能变电站二次技术等研究。

(收稿日期:2017-07-24)