

数字化保护装置测试方法的研究

李铁成¹, 郜向军², 郝晓光¹, 张立¹, 何磊¹, 高志强¹

(1. 河北省电力研究院, 河北 石家庄 050021; 2. 石家庄供电公司, 河北 石家庄 050051)

摘要: 对数字化变电站保护装置的特点进行了分析, 根据现场实际对数字式保护装置的测试方法进行了深入研究。提出了传统保护测试仪加合并单元与数字化保护测试仪两种测试方案, 并对两种测试方案的优缺点进行分析。通过专业的网络流量模拟装置, 模拟不同带宽下的网络背景流量, 对数字化保护的动作时间进行测试。对两种方案的调试中的可行性与准确性进行分析。测试结果证明传统保护加合并单元的测试方案主要适用于出厂调试, 采用数字式保护测试仪的测试方案, 整组动作时间的误差体现在开关动作时间的不确定性上。

关键词: 数字化变电站; 数字式保护装置; 整组动作时间; 测试方法

Research of the test method for digital protection device

LI Tie-cheng¹, GAO Xiang-jun², HAO Xiao-guang¹, ZHANG Li¹, HE Lei¹, GAO Zhi-qiang¹

(1. Hebei Electric Power Research Institute, Shijiazhuang 050021, China;

2. Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: This paper analyzes the characteristic of the protection device in digital substation and makes deep research on the test method for digital protection device based on status quo. It provides two testing methods, including the traditional protection tester plus merging unit and digital protection tester, and analyses the advantage and disadvantages. The action time of digital protection is tested based on the simulation of different net background traffic through the professional net analog device. At last, it analyzes the feasibility and correctness of the two methods in the debugging. The test results show that the test plan of traditional protection with merging unit is suitable for manufacture test. The error of action time is affected by the uncertainty of switch action time by using the method of digital protection tester.

Key words: digital substation; digital protection device; action time of the whole set; test method

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)03-0119-03

0 引言

变电站的数字化带来了保护、测量及智能设备测试的显著变化: 1) 通信接口的变化。传统保护、仪器仪表的输入是电压和电流的模拟量, 数字设备所输入的信号是经过处理的光数字信号。2) 信号传输方式的变化^[1]。IEC 根据基于数字光电电气测量、智能开关设备和数字保护及通信的变电站全数字自动化系统的预期发展, 拟定了变电站内的开放式通信标准, 在变电站自动化系统中, 测量、控制和保护的数据和信息传送均通过过程总线, 站控层和过程层总线均采用以太网进行通信^[2-3]。

1 数字式保护测试存在的难点

1.1 采样值输入与传统保护校验存在较大差距

按照传统保护的试验方法, 进行保护校验只需把采样值通过保护测试仪加到保护装置上。数字保

护由于合并器的存在, 为了完成回路完整性的测试, 需要将数字采样值加到合并器上。在现场运行的单装置校验与出厂联调时的运行环境是不同的, 试验方法也有一定的差别, 现场预试检修不可能全站停电, 需要考虑多种情况。

由于各厂家的合并单元前的数据都采用私有数据帧格式, 经合并单元后转换为标准的 IEC61850-9-1 格式和 FT3 格式。因此, 现有的试验方法不能将数字采样加到合并单元, 只能将数字量直接加到保护装置上。

1.2 数据输出格式各保护厂家存在差异

采样值报文中的一个重要参数 — ASDU (Application Service Data Unit, ASDU) 的数量随保护装置每周波采样点数量的不同而不同, 而且 APDU (Application Protocol Data Unit, APDU) 的长度随着 ASDU 数目的不同也会有变化。当 ASDU 数目较多时, 一个字节已经无法表示出 APDU 的长

度,于是需要按照 ASN.1 的编码规则对表示 APDU 长度的部分进行编码。为了解决 ASDU 数目、采样率以及通道配置等问题,软件设计中使用了一个配置文件来配置这些参数以满足不同的测试对象,提高系统的柔性^[4]。

目前,国内各主要数字式保护制造厂商的采样值采样率各不相同,统计如下:新宁光电采样率 200 点 5 个 ASDU;四方采样率 96 点 1 个 ASDU;南自采样率 200 点 1 个 ASDU,在各厂家保护装置测试的过程中需要在测试仪上对此采样率进行设置。

1.3 开关反馈触点的选取方式有所区别

传统试验的开入量直接由端子排加入,数字化保护装置取消了原有的二次回路,开入开出由 GOOSE 报文传送,如:母差保护的失灵启动,需要各间隔向母差保护装置发送失灵启动的报文。目前,大部分数字式保护测试仪可以实现 GOOSE 报文的开出功能,但是在现场不停电定检试验时采用此方法存在着一定的风险。

2 数字式保护测试方案

2.1 传统保护测试仪加模数转换装置方案

试验框图如图 1 所示,此种方法与传统试验方法极为相似,由传统保护测试仪发出模拟量,经过模数转换装置将模拟量转换成数字量,再经间隔合并器、PT 合并器送到保护装置上,在智能终端取硬触点返回到传统保护测试仪,测得其整组动作时间。

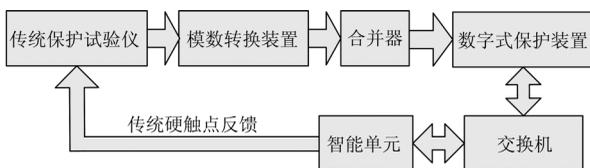


图 1 传统保护测试仪加模数转换装置试验流程
Fig.1 Test flow of the traditional protection tester with mode-digital transformation device

优点:测试回路完整,能够真实地模拟保护的运行实际进行试验,数字输入量经合并单元加到保护装置上,与常规的保护试验方法无较大差别。

缺点:1)目前,所有此类模数转换装置均由保护厂家生产,处于自己制造装置校验自己产品的状况,装置产生的数字式采样值与数据同步均没有得到第三方装置的校验,试验结果有待进一步验证。2)由于经过了模数转换装置、合并单元、智能单元的出口继电器,保护装置的整组动作时间具有不确定性。3)此类方法不适合检修时使用,在间隔检修时,可能在合并器不停电的情况下进行试验,此时只能

将采样值直接加到保护装置上。4)由于合并单元与智能操作箱在现场不能放置在一起,此方法只适合出厂联调,不适合现场调试试验。5)对于母线保护和主变保护这样跨间隔的保护装置,需要采用多个模数转换装置,接线复杂。

2.2 数字化保护测试仪测试方案

针对数字化保护装置跳闸指令与开关量信息通过 GOOSE 网络传送的特点,采用数字化保护测试仪接受 GOOSE 反馈的方法进行整组时间的测试(如图 2)。

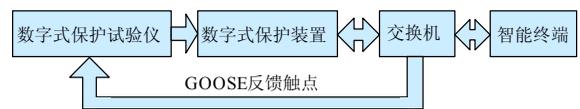


图 2 数字式保护测试仪测试流程
Fig.2 Test flow of the digital protection tester

以名府站为例选取 220 kV 线路保护,利用数字式保护测试仪将数字量直接加到保护装置上,反馈量选取智能终端 GOOSE 数据集的开关位置,即可进行整组动作时间的测试。

优点:整组时间测试准确,真实地再现了数字式保护的整个动作过程,所测得的时间准确可靠。此方法适合保护周校等合并单元处于运行状态下的测试。

缺点:由于各厂家的采样值在合并器之前都采用私有协议的数据,因此数字式保护测试仪不能将采样值加到合并器上,在现场调试中测试的采样值回路不完整。

3 整组动作时间测试方案

名府数字化变电站的保护装置全部采用 GOOSE 网络跳闸方式,无论从传输机制与传输介质都与传统的跳闸方式存在着较大的差异,出厂联调时光纤回路与现场实际回路也存在着差异。

整组动作时间的测试需要在智能终端反馈 GOOSE 跳闸触点,考虑出厂联调与现场调试的测试环境给出两种测试方案。

1)出厂联调阶段。出厂联调只是对二次设备的调试,厂内没有一次设备,没有开关位置触点。需在智能终端加装模拟断路器模拟现场运行环境,进行整组时间测试。

2)现场调试阶段。现场调试阶段开关等一次设备已经安装完毕,现场开关动作后要反馈开关位置到交换机,转发给相关装置。在交换机上订阅开关位置变位报文作为整组时间测试的反馈触点,最后

与故障录波器所记录的开关量变位信息进行对比验证测试结果的正确性。

4 保护系统测试方案

二次设备网络化是数字化变电站区别于传统变电站的重要特点,数字化保护的测试不能单纯地局限于单装置的测试,要开展其在网络环境下的系统级测试。

利用先进的交换机测试仪 smartbits,模拟不同类型的网络背景流量,在网络环境下对保护装置的整组动作时间进行测试。

背景流量类型:广播报文、不相关组播地址报文、相关组播地址报文(与智能终端订阅的报文一致)、以及各种类型报文的组合。

5 应用效果分析

数字保护测试方法是数字化变电站调试、检修必须解决的问题。目前,各保护厂家的装置配置各不相同,保护试验方法也存在一定差异。需要在现场进行反复试验确定数字式保护的测试方案。针对名府变电站的现场测试环境,对 GOOSE 跳闸报文在 GOOSE 网络中的传输时延及保护的整组动作时间进行了测试。

测试中选取名孙线线路保护进行测试:采用数字式保护测试仪将数字量直接加到保护装置上,在 GOOSE网交换机上接受 GOOSE 报文测试整组动作时间。进行距离 I 段测试,装置动作时间 23 ms。取保护装置跳 A 出口报文为动作时间反馈量,试验仪测试时间为 26 ms。取 A 相跳闸位置反馈报文为动作时间反馈量,试验仪测试时间 85 ms。保护装置由出口到开关位置返回的时间为 59 ms,与传统的开关动作时间基本一致。

为对整组时间测试结果进行验证,在故障录波器调出开关触点的动作波形进行比对,保护 0 ms 出口, Twj58 ms 返回。此结果与测试仪的测试结果基本一致。为了排除是偶然性测试的结果,在现场环境不变的情况下,再次进行试验。此次试验测得保护装置由出口到开关位置返回的时间为 61 ms,延时误差在 3 ms 左右,经过分析属于开关动作时间的延时。

在出厂联调的过程中,选取某厂家线路保护进行不同背景流量下的保护整组动作测试,加背景流量为 FFFF 格式的广播报文,无论为何优先级,都不会对保护装置的动作时间产生影响;加入不相关地址 GOOSE 报文,无论为何优先级,在 100 M 满

负荷的背景流量下对保护装置的动作时间不产生影响;加相同组播地址的报文,如保护跳闸报文为 01:0c:cd:00:14 的 MAC 地址,在交换机上模拟此报文。在 10%背景流量时对整组动作延时没有影响,在 50%背景流量时,对保护的整组动作时间产生影响,并且延时随背景流量的增大而增大。

6 结论

针对数字化变电站数字式保护装置的特点,对其测试方法进行了研究,将测试方法划分为现场调试与出厂调试两个阶段。对整组动作时间的回路完整性进行了分析,给出了相应的测试方案。并开展了在网络环境下,不同类型报文对保护装置影响的测试。为数字化变电站数字式保护装置的测试提供了详细、可靠、可行的测试方案。将进一步指导河北南部电网数字化变电站的发展。

参考文献

- [1] DL/T 860.91—2006 变电站通信网络和系统[S]. DL/T 860.91—2006 substation communication network and system[S].
- [2] 李慧,赵萌,杨卫星.应用 IEC61850 规约的 220 kV 变电站继电保护设计[J].电力系统保护与控制,2009,37(6): 60-63.
LI Hui, ZHAO Meng, YANG Wei-xing. Relay protection design scheme of 220 kV substation for application of IEC61850[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (6): 60-63.
- [3] 吴国咏,王庆平,李刚.基于数字化变电站的集中式保护研究[J].电力系统保护与控制,2009,37(10): 15-18.
WU Guo-yang, WANG Qing-ping, LI Gang. Study of centralized protection based on digital substation[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (10): 15-18.
- [4] 安超印,王坤.数字化变电站技术在叠彩 110 kV 变电站的应用[J].电力系统保护与控制,2009,37(22): 170-173.
AN Chao-yin, WANG Kun. Application of digital substation technology in Diecai 110 kV substation[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (22): 170-173.

收稿日期:2010-02-22; 修回日期:2010-05-24

作者简介:

李铁成(1980-),男,工程师,现从事数字化变电站检测调试工作。E-mail: ltc8086@163.com