

继电保护测试发展方向的思考

姚致清

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

摘要: 随着计算机技术、通信技术和信息技术的不断发展, 为继电保护设备增添了许多新的内容, 今天的继电保护已经成为集保护、监视、控制、通信、等功能于一体, 同时增加了时间同步、系统安全性等新要求, 这就为继电保护测试带来了许多新的内容, 为了能够更加合理、准确地评估继电保护设备的质量, 保证在电力系统应用中的可靠性, 就需要在原有继电保护型式试验的基础上, 对测试内容进行补充和调整, 对测试方法进行完善, 从而为继电保护可靠性验证提供技术保证。根据继电保护发展的新特点, 论述了继电保护测试发展方向, 希望与从事继电保护相关工作的读者共同分享。

关键词: 继电保护; 测试; 61850

Some thought about development target of testing for relay protection equipment

YAO Zhi-qing

(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: With the fast development of computer technology, communication technology and information technology, the relay protection equipments have involved the protection, monitoring, control and communication functions as an integrative body, meanwhile, the new requirements of time synchronization and system security also come to be the extra contents of relay protection testing. To evaluate the quality of relay protection equipments more reasonably and precisely, and ensure the reliability of their application in power system, the supplement and revision of the testing content and the improvement of testing methods are needed on the basis of the existing relay protection type test. This paper discusses the target of relay protection testing according to the new characteristic of relay protection technology, it is hoped that readers working on the relay protection could gain some inspiration from this paper.

Key words: relay protection; testing; 61850

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)11-0076-03

0 引言

目前微机保护在电力系统内大量使用, 微机保护比较常规的继电器保护有许多优越性, 伴随着计算机技术、通信技术、信息技术的飞速发展, 许多新技术在数字化保护设备中得到了应用和尝试, 尤其是近年来 61850 和数字化变电站技术的发展, 为继电保护的发展带来了深入地变化, 另外时间同步要求、系统安全性要求等也不断扩充着继电保护产品的内容。笔者常年从事继电保护及测试研究工作, 针对继电保护发展的新特点, 笔者提出了继电保护测试领域需要关注的新技术和新问题, 希望引起读者共鸣, 共同推进继电保护测试工作。

1 目前继电保护测试内容

目前国内继电保护产品检测主要依据 IEC

60255^[1]系列标准和 GB/T 14047^[2]国家标准进行, 其中规定了如表 1 几类试验内容。

2 继电保护产品技术发展新特点

1) 统一硬件平台, 一个厂家的所有保护可以采用统一的硬件平台, 这个统一的硬件平台应该是与保护原理无关的, 可以实现硬件无需改动, 通过配置文件就可以改变保护的类型。目前也有许多厂家采用统一硬件平台, 但是存在一些问题, 例如硬件无法完成替换, 替换时可能需要改动一些硬件, 对于可以进行替换的, 也由于参数配置过于复杂而缺乏可操作性。是否能够完成一键替换呢? 这样就会大大减轻现场维护人员的工作量, 降低工作难度。

2) 61850 技术, 随着 IEC61850 标准的发布和 61850 产品的发展, 继电保护也将随之会发生一些变化, 如何在新的系统架构和技术下实现原有继电

保护功能,使之保持可靠性、稳定性是我们继电保护工作者需要考虑的问题。使用数字 PT、CT,会给我们的保护带来什么变化,保护方案应该如何适应新的通信结构,保护信号的交换如何能够满足分布式保护的要求等问题,都需要我们一一澄清。也就是说,当继电保护的接口发生变化时,需要在原来原理的基础上,针对不同的接口方法设计不同的保护方案,以配合新技术在继电保护中的使用。

表 1 继电保护试验项目

Tab.1 Testing item for protection relay

试验类别	试验项目
结构及外观检查	
基本性能试验	动作性能试验
	时间参数试验
	测量准确度试验
	事件分辨率试验
	状态量试验
	遥控及信息响应时间试验
功能试验	
功率消耗试验	
温度试验	温升试验
	低温试验
	高温试验
	低气压试验
	温度贮存实验
电源影响试验	电压影响试验
	频率影响试验
	电源中断影响试验
机械试验	振动试验
	冲击试验
	碰撞试验
绝缘实验	绝缘电阻试验
	介质强度试验
	冲击电压试验
	耐湿热性能试验
过载试验	
触点试验	触点性能试验
	机械寿命试验
电磁兼容试验	包括快速瞬变、静电放电、辐射电磁场、1MHz (100k) 脉冲群、浪涌、工频磁场、射频频感应的传导骚扰等抗扰度试验, 电磁发射试验等

3) 广域保护,随着时间同步技术的发展,目前出现了广域相量测量系统(WAMS),也出现了相应的广域保护概念^[9]。以时间同步技术为核心内容的广域测量、保护技术将会逐渐被用于系统稳定。针对时间同步能力的测试也成为非常重要的内容。

4) 保护与自动化功能更加紧密融合,在现阶段低压线路保护实际上已经是保护、控制合一,随着技术的发展和 61850 的使用,保护与控制功能将更

加紧密地融合在一起,逻辑上可以进行区分,但是在物理上将在同一个装置中,这样其他功能对保护功能的影响将是一个需要研究的课题。

3 继电保护检测需要增加的内容

在原有继电保护测试项目的基础上,根据继电保护装置发展的新特点,需要增加如下方面的测试内容。

3.1 基于 61850 技术的继电保护产品检测

随着 61850 技术的发展和运用,一些原有的检测项目已经不能用于这些产品,如下:

装置测量准确度,由于 61850 采用了过程层总线,保护装置将接收过程层送来的数字信号,而不是以前的 PT/CT 交流采样,因此对采样数据精度的考核将针对过程层的光 PT/CT 或者电子式 PT/CT。

SOE 分辨率试验,由于状态量的时间标签也由过程层模块完成,所以考核的对象将从继电保护装置变成过程层相应数字模块。

针对 61850 装置的特点,需要考虑如下方面的测试内容:

继电保护装置间通信报文的评估^[5]。

基于功能的 61850 过程层采样值测试^[6]。

工程配置能力测试。

继电保护装置输出信号(GOOSE, REPORT 等)性能测试。

3.2 时间同步能力检测

随着 GPS 等时间同步技术的采用,有效地解决了不同继电保护装置时间同步的问题^[3],对于故障分析等应用带来了帮助,但是目前在时间同步方面的检测主要针对时间同步装置,继电保护装置时间同步能力的测试需要考虑,这样就从整体上保证了时间同步的效果。

尤其是针对广域测量和保护装置/系统,其时间同步效果将对测量结果产生比较大的影响,最终影响系统分析和保护的效果。

3.3 产品通信协议检测

在以往继电保护产品型式试验中,不包含专门针对通信协议的检测要求,导致在系统集成过程中,不同厂家的产品互连存在许多问题^[3],针对这种情况,南方电网于 2005 年组织了继电保护故障信息系统规约一致性测试及互操作试验。其他各网局、省局等电力用户也对协议一致性测试提出了要求,这表明继电保护产品协议一致性测试已经逐渐成为继电保护测试的重要内容。

在新修订的 IEC 60255 标准中,明确指出了为了确保继电保护产品的通信规约满足相关标准或者规

范要求, 需要进行一致性测试, 具体测试方法需要参考具体通信协议标准内容要求。

表 2 未来继电保护试验项目

Tab. 2 Testing item for protection relay of future

试验类别	试验项目	变化说明
结构及外观检查		
基本性能试验	动作性能试验	试验方法需要调整, 根据 61850 的技术特点进行试验方法设计
	时间参数试验	
	测量准确度试验	
	事件分辨率试验	
	状态量试验	
	遥控及信息响应时间试验	
功率消耗试验		
温度试验	温升试验	温度对光纤器件的影响需要进行研究和试验
	低温试验	
	高温试验	
	低气压试验	
	温度贮存实验	
电源影响试验	电压影响试验	需增加对通信可靠性影响试验
	频率影响试验	
	电源中断影响试验	
机械试验	振动试验	
	冲击试验	
	碰撞试验	
绝缘实验	绝缘电阻试验	主要考察电源回路和通信回路
	介质强度试验	
	冲击电压试验	
	耐湿热性能试验	
过载试验		建议取消
触点试验	触点性能试验	建议取消
	机械寿命试验	
电磁兼容试验	包括快速瞬变、静电放电、辐射电磁场、1MHz (100k) 脉冲群、浪涌、工频磁场、射频场感应的传导骚扰等抗扰度试验, 电磁发射试验等	调整合格判据, 将对通信的干扰增加进来
新增功能试验	增加时间同步能力测试	新增加试验项目
	增加工程配置能力测试	
	增加 61850 模型和服务功能测试	
通信协议试验	协议一致性测试	将原有通信试验方法改为通信协议一致性测试
可靠性测试		新增加试验项目
软件测试		
安全性测试		

3.4 软件测试

随着软件在微型继电器保护中的应用, 软件承担了越来越多的重要工作, 由于软件设计本身存在

的缺陷可能会导致继电保护装置运行异常, 甚至出现误动、拒动现象。尤其是针对装置内的程序, 其程序逻辑难以进行完整的测试, 因此当运行过程中, 在某些条件下程序进入到不正常工作状态, 导致保护装置工作出现问题, 对电力系统安全、稳定运行可能会带来破坏。

3.5 装置可靠性检测

因为目前的测试项目大多针对样品的功能和性能, 也会对出口继电器的可靠性进行寿命试验, 但是装置的可靠性方面缺乏有效地检测, 由于微型继电器保护装置的使用, 目前装置可靠性试验可以从两方面考虑, 一是装置硬件可靠性, 一是软件系统自身的可靠性。在一些现场曾经出现过通信正常, 可是没有新的遥测、遥信等信息发送的情况, 随着软件在装置中比重的增大, 对软件可靠性的考量将是比较重要的。

3.6 装置安全性检测

随着系统的发展, 安全问题日益成为一个关键的技术问题, 各个国家正在为此进行工作。我们国家某个厂家的产品就出现过类似逻辑炸弹的问题, 给电力系统运行带来了极大的安全隐患。目前 IEC TC57 第 15 工作组正在进行数据和通信安全方面标准^[8]的制定, 国内系统安全工作的状况见参考文献[7], 因此继电保护安全性的检测会成为比较重要的一个检测内容。

4 如何与现有检测内容衔接

对于不再适用的测试项目, 需要去掉。

有些试验项目的试验方法需要调整, 按照新技术手段进行。

对于还需要进行测试, 但是测试合格判据需要调整的项目, 则根据 61850 装置的特点进行相应调整。

对于目前标准中没有的项目, 则需要按照测试类别进行补充。

调整后的试验项目如表 2。

5 结论

由于技术的发展, 给继电保护检测带来了新的挑战, 在多年从事检测和标准化工作经验的基础上, 及时根据市场变化和需要制定出相应的检测方法规范和标准是非常重要的, 对于继电保护产品质量保证将起到重要作用。

(下转第 84 页 continued on page 84)

- [16] Liu C C, Wu F F. Analysis of Tap-changer Dynamics and Constriction of Voltage Stability Regions[J].IEEE Trans on Circuits and Systems, 1989,36.
- [17] 段献忠, 何仰赞, 陈德树. 有载调压变压器与电压稳定性关系的静态分析[J].电力系统自动化,1995, 19(4): 22-27.
DUAN Xian-zhong, HE Yang-zan, CHEN De-shu. Static Analysis of the Relation Between On-load Tap Changer and Voltage Stability[J].Automation of Electric Power Systems, 1995,19(4): 22-27.
- [18] 李颖, 韦斌, 贺仁睦. 有载调压变压器对系统中长期电压稳定性影响的仿真研究[J].现代电力,2005, 22(2):25-28.
LI Ying, WEI Bin, HE Ren-mu. Simulation of ULTC Effect on Mid-long Term Voltage Stability in Power Systems[J]. Modern Electric Power, 2005, 22(2): 25-28.
- [19] 彭志炜, 胡国根, 韩祯祥. 有载调压变压器对电压稳定性影响的静态分析[J]. 电力系统自动化,1998,22(5): 14-17.
Peng Z W, Hu G G, Han Z X. Static Analysis of the Effects of OLTC on the Voltage Stability[J].Automation of Electric Power Systems, 1998,22(5): 14-17.
- [20] WANG Liang, LIU Yu-tian, LUAN Zhao-wen. Voltage Stability Affected by On-load Tap Changer Considering Excitation Reactance of Induction Motor[A].In: Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering[C]. 2005 .2208 – 2211.
- [21] 彭志炜, 胡国根, 韩祯祥. 有载调压变压器调整对电力系统电压稳定性的影响[J]. 中国电机工程学报 1998,18(6): 408-412.
Peng Z W, Hu G G, Han Z X. The Power System Voltage Stability Affected by On-load Tap Changer[J]. Proceedings of the CSEE, 1998,18(6): 408-412.
- [22] Calovic M S. Modeling and Analysis of Under-Load Tap-Changing Transformer Control Systems[J]. IEEE Trans on Power Apparatus and Systems, 1984,103(7):1909-1918.
- [23] 丛岫, 鞠平, 吴峰.关于静态电压稳定中有载调压变压器的作用与控制[J].电力系统及其自动化学报,2002, 14(2):4-7.
CONG Shen, JU Ping, WU Feng.On the Mechanism and Control of on Load Tap Changer in Steady-State Voltage Stability[J].Proceedings of the EPSA , 2002, 14(2): 4-7.

收稿日期: 2007-09-30; 修回日期: 2008-01-30

作者简介:

王光亮(1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统分析和运行控制。E-mail: powersystem@126.com

(上接第 78 页 continued from page 78)

参考文献

- [1] IEC 60255-1, Measuring Relays and Protection Equipment-Part 1: Common Requirements[S].
- [2] GB/T 14047 量度继电器和保护装置[S].
- [3] 杨剑峰, 贺春. 规约应用中存在的问题及解决方法的探讨[J].继电器, 2004, 32(19):71-73.
YANG Jian-feng, HE Chun. Problems and Solutions in Protocol Implementation[J]. Relay, 2004, 32(19): 71-73.
- [4] 赵有铨, 赵曼勇, 贺春. 继电保护故障信息系统建设经验谈[J].继电器, 2006,34(6): 64-66,70.
ZHAO You-cheng, ZHAO Man-yong, HE Chun. Experience in the Project Construction of Fault Information System for Relay Protection[J]. Relay, 2004, 34(6): 64-66,70.
- [5] Holstein D, Tengdin J, Udren E.IEEE C37.115-2003 Standard Test Method for Use in the Evaluation of Message Communications between Intelligent Electronic Devices in an Integrated Substation Protection, Control, and Data Acquisition System[Z].
- [6] Vandiver B, Apostolov A. Testing of IEC61850 Sampled Analog Values Based Functions[Z].
- [7] XIN Yao-zhong, ZHANG Zhi-gang, TAO Hong-zhu, et al. Study of Online Security Evaluation and Application in National Grid of China[A].In:CIGRE[C]. Paris:2006.
- [8] IEC 62351-1: Data and Communication Security – Introduction[S].
- [9] Corsi S, Cappai G, Valadè I. Wide Area Voltage Protection[A].In: CIGRE[C]. Paris: 2006.

收稿日期: 2008-05-06

姚致清(1960-), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事继电保护可靠性研究及相关标准制定工作, 目前正在进行超高压和特高压直流、交流输电保护及控制系统标准制定及项目研究。E-mail: zhiqingy@xjgc.com