

利用RCS-900系列线路保护远传命令双端联调的方法

荣钢, 翟海燕, 左晓铮

(云南电力调度中心, 云南 昆明 650011)

摘要: 提出在高压输电线路两侧, 不使用时间同步装置触发继电保护测试仪, 同步进行模拟线路故障试验的方法。该方法利用 RCS-900 系列线路保护装置远传命令功能, 通过线路一侧手动触发继电保护测试仪、线路保护装置经光纤通道传输远传命令, 另一侧线路保护装置接收远传命令、输出开关量触发继电保护测试仪, 同步进行模拟线路故障试验, 检验线路保护动作逻辑的正确性。分析了试验方法的可行性, 提出了同步误差补偿措施和实用化建议。

关键词: 线路保护; 同步试验; 模拟故障; RCS-900; 远传命令; 方法

Methods for synchronous tests by using remote-transmitted order of RCS-900 series line protection

RONG Gang, ZHAI Hai-yan, ZUO Xiao-zheng

(Yunnan Electric Power Dispatching Center, Kunming 650011, China)

Abstract: This paper proposes that both sides in the high-voltage transmission lines do not use time synchronization device trigger relay tester and simulate line fault tests synchronously. Using RCS-900 series line protection remote command function, in the one line side, through triggering relay tester by hand, remote command is transmitted by line protection devices via fiber channel; in the other side, the line protection device is used to receive remote command, the switch output is used to trigger relay tester, then to synchronously analog line fault test and test correctness of line protection action logic. This paper analyses experimental feasibility and proposes synchronization error compensation measures and practical recommendations.

Key words: line protection; synchronous tests; fault simulation ; RCS-900; remote-transmitted order; method

中图分类号: TM773 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)18-0183-03

0 引言

按《继电保护和电网安全自动装置检验规程》规定, 继电保护装置在做完每一套单独保护(元件)的整定检验后, 需要将同一被保护设备的所有保护装置连在一起进行整组的检查试验, 以校验各装置在故障及重合过程中的动作情况和保护回路设计正确性及其调试质量^[1]。其中对于线路保护的整组试验, 常规方法是在线路两侧做完每一套单独保护的整定检验后, 线路保护装置与通道结合起来进行保护-通信联调。以光纤差动保护为例, 在线路两侧装置没有“通道异常”告警、通道通信良好情况下, 两侧装置纵联差动保护功能联调主要是模拟线路空冲时故障或空载时发生故障, 线路有一侧的断路器处于断开状态下进行试验, 或是线路两侧的断路器同时处于合闸状态下进行弱馈功能试验。这样试验无法模拟真正的线路短路故障、线路两侧保护跳闸及重合过程, 因为线路两侧不可能同时加故障量进

行同步试验, 所以以往的线路保护整组试验无法全面检验两侧保护的纵联动作行为, 往往在真实故障后才发现某些保护动作逻辑、整定定值、通信延时等方面存在令保护误动或拒动的问题。

线路两侧保护同步试验的关键在于试验数据同步输出至保护装置。国内外利用 GPS 进行过同步试验, 笔者在研究 GPS 同步试验方法后, 结合 RCS-900 系列线路保护特点, 找到一条简单可行的利用远传命令触发测试仪同步输出故障量同步试验的方法。

1 与 GPS 对时同步试验比较

随着 GPS 全球定位系统(Global Position System)在电力系统中的普遍应用, 国内外开展了利用 GPS 卫星同步时钟来控制线路两侧的试验仪器, 在线路两侧同时加故障量进行试验的研究。首次利用 GPS 进行同步试验是 1992 年 9 月在美国波尼维亚管理局 Taft-Garrison 500 kV 输电线上进行的^[2]。国内华东电业管理局于 1998 年 5 月在天荒

坪抽水蓄能电站-瓶窑变电所的两回 500 kV 输电线路进行了利用 GPS 的同步试验,但测试仪对英国 GEC 公司的 LFCB102 分相电流差动保护进行,试验结果基本达到预期效果^[3]。

国内继电保护试验仪器生产厂家北京博电新力电力系统仪器有限公司,也提出过《纵联保护双端联调解决方案》,该方案利用 GPS 秒脉冲和分脉冲同步异地测试仪的输出和同步触发故障,实现高频纵联保护和光纤纵差保护的双端联调。华东电业管理局的试验方法与北京博电新力电力系统仪器有限公司提供的方案基本相同,以后者的方案为例,见图 1。

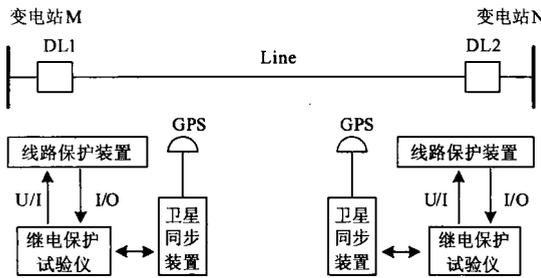


图 1 GPS 同步线路保护试验示意图

Fig.1 Sync test of lines protection using GPS diagram

图 1 方案中使用了型号为 PGPS02 卫星同步装置作为与 P、PW 和 PWA 系列测试仪配套使用的附件,用于多台测试仪远距离输出同步试验。华东电业管理局的试验方法中同样使用了 GPS 输出 IRIG-B 时钟协议,和带 GPS 接口的 Doble F2000 系列试验装置。

GPS 对时同步试验方案要求线路两侧配有 GPS 卫星同步装置,试验装置带 GPS 接口及触发控制程序,因现场缺少配套的试验设备而限制了它的推广。

笔者在研究 GPS 同步试验方法后,认为线路保护双端联调难在线路两端试验仪器同步输出故障量。RCS-900 系列线路保护利用数字通道,除了交换纵联保护用方向信息,同时也交换开关量信息,实现远跳及远传辅助功能,其中远传功能是,在接收侧收到远传信号后,并不作用于本装置的跳闸出口,而只是如实的将对侧装置的开入接点状态反映到对应的开出接点上。使用开关量输入、输出进行试验是传统的调试方法,结合 RCS-900 系列线路保护特点和传统线路保护调试方法,笔者提出使用 RCS-900 系列线路保护远传开入、开出接点控制测试仪器的同步输出,考虑通信传输时间、接点动作时间调整线路两端测试仪输出时间,理论上可以基本同步,而该方法接线简单、不增加设备,更易于推广。

2 利用远传命令实现线路双端保护同步试验的方法

云南电网高压输电线路采用 RCS-900 系列数字式超高压线路成套快速保护装置,通常按两套不同原理的线路保护配置,即一套以分相电流差动和零序电流差动为主体的 RCS-931X 型光纤差动保护,一套以反应相间工频变化量的过流继电器为主体的 RCS-902X 型光纤(或载波)纵联保护。

与以往线路纵联保护仅采用载波通道传输允许或闭锁跳闸信号不同,目前的 RCS-931X 和 RCS-902X 型线路保护不仅交换纵联保护用电流数据、方向信息,同时也交换开关量信息,实现一些辅助功能,包括远跳及远传。

RCS-931X 和 RCS-902X 型线路保护装置远传功能的硬件接点设计相同,装置接点 627、628 或 721、723 为远传 1、远传 2 的开入接点。装置借助数字通道分别传送远传 1、远传 2,接收侧收到远传信号后,并不作用于本装置的跳闸出口,而只是如实的将对侧装置的开入接点状态反映到对应的开出接点上。利用此功能特点,笔者提出利用远传命令触发测试仪同步输出故障量同步试验的方法,见图 2。

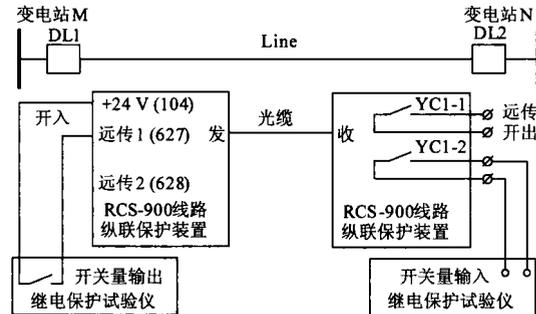


图 2 远传命令同步线路保护试验示意图

Fig.2 Sync test of lines protection using remote-transmitted order diagram

变电站 M 侧测试仪开关量输出端子接保护装置远传开入,使用按键触发。变电站 N 侧测试仪开关量输入端子接保护装置远传开出,使用开入量翻转触发。

两测试验仪的同步输出时间误差主要包括通道传输延时、变电站 N 侧远传开出接点动作时间。按《继电保护和安全自动装置技术规程》中规定了传送继电保护信号的通道在实时、可靠性方面的要求,传输主保护信息的通道传输时延应不大于 5 ms。保护装置内远传开出接点动作时间 5~8 ms。如此计算,两测试验仪的同步输出时间误差 < 15 ms。通常测试仪输出故障模拟量持续时间在 60 ms 以上,

<15 ms 的时间误差对于以反应相间工频变化量的过流继电器为主体的 RCS-902X 型光纤(或载波)纵联保护没有影响,而对于以分相电流差动和零序电流差动为主体的 RCS-931X 型光纤差动保护,因其两侧装置采样同步的前提条件为通道单向最大传输时延 ≤ 15 ms,所以可能存在采样不同步保护延迟动作或不动作的情况,需要在试验中补偿同步误差。

补偿同步误差,可以在变电站 M 侧使用双接点的试验按钮,一副接点接保护装置远传开入,一副接点接试验仪开关量输入, M 侧试验仪使用开入量翻转触发,并设置“触发后延时”,变电站 N 侧试验仪接线、设置不变。通过变电站 M 侧试验仪“触发后延时”输出模拟量,在变电站 M 侧远传开入、变电站 N 侧开出后,变电站 N 侧输出模拟量,使两侧同步误差满足光纤差动保护采样同步要求。

“触发后延时”的设定可以通过将远传信号远方环回方式获得,具体接线为,将变电站 N 保护装置的远传 1 开出的另一副接点,接到该保护装置的远传开入上。试验中,变电站 M 保护装置的远传开入动作后,经通道传输至变电站 N 保护装置的远传开出,转到该装置远传开入,经通道传输至变电站 M 保护装置的远传开出,用变电站 M 保护装置开出接点变位的时间减去远传开入接点变位的时间,即获得整个试验系统的综合延时,该延时除以 2 即是变电站 M 侧试验仪的“触发后延时”。

3 线路双端保护联调试验建议

目前继电保护装置检验重二次回路,轻保护功能,即重点检查二次回路接线正确性和可靠性,保护装置内部的功能试验则因为微型保护可靠性高而被简化。利用远传命令实现线路双端保护同步试验,可以通过功能试验检验回路的正确性,保证线路保护运行可靠,为达到预期检验目的,试验中有几点建议。

3.1 线路投运前应进行双端联调

以往的线路保护整组试验,需要将光端机的接收“Rx”和发送“Tx”用尾纤短接,构成自发自收方式,将本侧纵联码和对侧纵联码整定成一致,试验后再改回来,现场操作环节多,往往造成保护误操作投入运行。双端同步试验中,除了电流、电压回路、远传开入、开出回路、备用位置接点接入试验仪外,保护装置内各项定值、通道设置、回路接线都与运行状态一致,真实地模拟故障态检验保护动作行为,避免出现误操作的几率,建议将线路双端保护联调作为线路投运前必须进行的试验项目。

对于一个检修周期内线路无故障跳闸的线路,

为真实反映二次回路及保护装置运行状态和检修质量,建议进行两次线路双端保护联调试验。一次在线路停运后、各项设备检修开始前进行,目的是发现可能存在的问题;一次在各项检修工作完成后,确保检修工作顺利完成不影响设备恢复运行。试验在隔离开关断开状态下,合上线路两侧断路器,断开保护装置电流电压输入二次线接入试验仪进行真实的跳、合闸试验。

对于一个检修周期内线路故障、断路器跳过闸的线路,和基建新投运线路,建议进行一次投运前的线路双端保护联调试验。

3.2 双重化线路保护试验接线

按《继电保护和电网安全自动装置检验规程》规定,如果同一被保护设备的各套保护装置分别接于不同的电流回路时,则应临时将各套保护的电流回路串联后进行整组试验。因此,建议同一线路的两套线路保护及断路器保护电流回路串联后进行线路双端保护联调试验,避免出现类似一套保护正确动作单相跳闸、另一套保护动作后三相跳闸、断路器无法重合的事故。

3.3 线路双端保护联调试验数据

在华东电业管理局利用 GPS 的同步试验中,提出使用两种故障量数据试验,一种利用两侧故障录波器记录的故障文件转换成 COMTRADE 格式后输入到试验仪中,由程序来控制两侧的试验仪器同时进行故障回放。一种是利用电磁暂态计算程序计算出线路各种故障情况下的故障量,并以 COMTRADE 格式输入至试验仪中,由程序来控制两侧的试验仪器在线路两侧同时加上故障量。这两种方法均太复杂,实际应用中存在困难。笔者认为双端联调的目的是主要是检验线路两侧快速保护能否同时间动作、动作逻辑符合预期、断路器是否跳开、重合及保护用通道接线、通信设置是否正确。因此建议采用传统调试方法输入模拟量,根据保护定值项设置输入故障态的电流、电压量。

4 结论

本文提出利用远传命令实现线路双端保护同步试验的方法,较利用 GPS 对时同步试验方法易于操作和实现,能够模拟真实的故障对线路两侧的保护进行系统的调试,便于检验回路的正确性,及时发现线路保护间通信、动作配合等可能存在的问题,保证线路保护运行可靠。文中针对线路双端保护联调的几点建议,对实际检验工作具有指导意义。目

(下转第 189 页 continued on page 189)

课题,由于采用了全新的变电站自动化体系,在设计工作中,设计人员需要考虑的不仅仅是新技术的应用,还包括新、旧技术的衔接以及对整个变电站二次部分进行重新的评估。

从电气回路角度分析,由于 IEC61850 规约的支持,采用光纤网络交换大量数据,数字化变电站的二次回路较之以前发生了很大的变化。整个变电站的二次功能,更加倾向于网络化,而不再是传统的回路化。这种转变,使得设计人员对光通信、GOOSE 信息原理等新技术必须有较好的掌握。

从二次专业图纸方面来看,图纸量大幅减少,图纸内容变化很大。在传统的二次图纸中,各种功能的实现方式通过二次电气回路表现的非常清楚,而在数字化变电站的二次图纸中,则很难简单地通过图纸来判断其功能逻辑;端子排图的接线大大简化,由于大量使用光缆接线,而增加了光缆接线图。

5 结束语

随着电网规模的扩大,为了保证电网的安全、稳定运行,各种新技术不断得到推广应用。数字化变电站在变电站自动化领域做出了多项创新,解决了很多问题,是变电站建设的发展方向。

参考文献

- [1] IEC61850 communication networks and systems in substion[S].

- [2] 应用IEC61850规约的220 kV变电站继电保护设计[J]. 电力系统保护及控制, 2009, 37 (6): 60-63.
Relay protection design scheme of 220 kV substation for application of IEC61850[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (6): 60-63.
- [3] 任雁铭, 秦立军, 杨奇逊. IEC 61850通信协议体系介绍和分析[J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (8): 62-64.
REN Yan-ming, QIN Li-jun, YANG Qi-xun. The introduction and analyses of IEC61850 communication protocol[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (8): 62-64.
- [4] 高翔. 数字化变电站应用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [5] 林明宇. 数字化变电站自动化系统中以太网交换机的选择[J]. 电力系统保护及控制, 2009, 37 (1): 93-95.
LIN Ming-yu. Selecting ethernet switches for digital substation automation systems[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (1): 93-95.

收稿日期: 2009-12-08; 修回日期: 2010-03-15

作者简介:

郑新才(1962-), 男, 高级工程师, 长期从事电力技术管理工作;

蒋剑(1979-), 男, 工程师, 从事电力工程设计及电力技术创新研究工作; E-mail: ZLCHZH@126.com

卢素红(1975-), 女, 工程师, 从事电力系统管理与分析工作。

(上接第 185 页 continued from page 185)

前双端同步试验在线路保护检验中很少应用, 缺少相关的经验, 本文提出的方法可以在实践中推广和完善, 并作为基建线路投产前、保护及通信设备技术改造后必须进行的一项检验项目。

参考文献

- [1] 中化人民共和国发展和改革委员会. 继电保护和电网安全自动装置检验规程[S].
Relay protection and grid security automatic equipment inspection procedures[S].
- [2] Carr K R. 卫星同步暂态试验在波尼维利电网中的应用[R]. 美国: 波尼维利电业管理局, 1992.
Carr K R. Satellite synchronous transient test in Boniweili power grid[R]. United States: Boniweili Electric Authority, 1992.

- [3] 黄捷. GPS 同步时钟在 500 kV 天瓶线保护调试中的应用[C]. //第七届全国继电保护学术研讨会. 1998.
HUANG Jie. GPS synchronized clock in 500 kV Tianpin line protection tests application[C]. //The 7th National Relay Academic Conference. 1998.

收稿日期: 2009-10-12; 修回日期: 2009-11-24

作者简介:

荣钢(1973-), 男, 高级工程师, 从事继电保护运行管理工作; E-mail:rgang@yepg.com

翟海燕(1965-), 女, 高级工程师, 从事继电保护运行管理工作;

左晓铮(1965-), 女, 高级工程师, 从事继电保护运行管理工作。