

# 继电保护检验工作中的若干问题分析

高艳萍<sup>1</sup>, 常风然<sup>2</sup>

(1. 河北电力培训中心, 河北 石家庄 050031; 2. 河北电力调度通信中心, 河北 石家庄 050021)

**摘要:** 继电保护的新安装检验、定期检验、事故后检验是保证继电保护装置安全可靠运行的极为重要的环节。新安装检验中, 应进行全面检查, 力求完整, 注意逆变电源、电缆、二次回路、抗干扰等问题; 定期检验中, 注意第一次全部检验、检验项目合理简化与检验质量问题、检验标准化及检验的安全性问题; 事故后检验中, 注意信息的完整性、分析的科学性、试验的针对性和真实性问题。

**关键词:** 继电保护; 检验; 分析

**中图分类号:** TM77      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1003-4897(2003)11-0063-04

## 1 引言

继电保护是电网安全的重要屏障。安排恰当的试验项目, 对继电保护装置进行正确的检验, 是保证继电保护装置安全运行和可靠动作的极为重要的一环。继电保护的新安装检验、交接验收工作是保证继电保护安全可靠投入生产运行的前提, 投运后的定期检验工作是提高继电保护健康运行水平的关键, 事故后检验则是防止类似事故重演的基础。在继电保护的检验工作中, 不同的阶段有不同的特点, 检验的要求、重点、方法、注意事项等都要区别对待, 在原水电部颁《继电保护及系统自动装置检验条例》及有关检验规程中, 对大部分装置的检验项目都有比较详细的规定, 但在实际执行过程中, 感觉规程条例落后于形势的发展需求。本文试图结合多起事故分析, 探讨各阶段保护检验工作的特点和重点, 希望能抛砖引玉, 与广大同行携手共同提高保护检验技术。

## 2 新安装检验

新安装检验是保护装置正式运行前必须进行的全面检查性的检验工作。主要有两方面的检验内容: 装置检查试验和回路检查试验。鉴于新安装检验的时间一般比较充裕, 所以应进行全面检查, 力求全面完整, 不应为追求工程进度而压缩保护安装调试时间, 进而导致检验质量的降低。

装置检查试验, 应该按照检验规程或生产厂家的规定进行必要项目的检查。需要注意以下几个问题:

(1) 目前在保护装置中大量使用的直流逆变电源, 一直是厂家和现场检验的难点。运行实践说明,

因电源损坏造成的保护误动为数不少, 如 1999 年 2 月 16 日, 河北安保线保北站 TLS 保护误动, 原因为 TLS 保护电源插件故障, 电源输出在数秒钟内多次断续, 致使保护装置逻辑紊乱, 误动出口。再如, 2002 年 5 月 27 日, 石家庄电厂 6# 变压器 CST 141 差动保护误动, 原因就是电源插件性能不稳定, -15 V 输出降低, 使 VFC 工作异常, 短时间内无脉冲输出, CPU 采样计算差动电流大于定值, 导致差动速断误动出口。对逆变电源, 在现场一般仅进行各电压输出值的稳定性和纹波系数的测量, 其它工作特性只能依赖厂家进行把关检查, 但逆变电源大部分为外购件, 保护生产厂家能否保证该插件的质量值得注意。再就是当逆变电源损坏时, 是否能保证保护不误动。虽然按照保护有关反措的要求, “应对保护装置作拉合直流电源的试验(包括失压后短时接通及断续接通)以及直流电压缓慢地、大幅度地变化(升或降), 保护在此过程中不得出现有误动作或信号误表示的情况”, 但这种试验不能模拟逆变电源的损坏, 而逆变电源损坏时, 保护的動作行为如何, 主要需要保护厂家采取防误动措施。现场检验时, 应加强对各输出电压波形的检查, 如用示波器观测空载、负荷等情况下的输出波形。电源生产厂家应提供必要的检测指标和测试方法, 供现场检验。

(2) 微机保护大量使用后, 整定试验不应该再作为检验工作的重点, 虽然现在的检验规程, 包括针对微机保护的检验规程, 对定值试验仍保留了较大篇幅, 但从微机保护的实际应用看, 此举已属多余。实际工作中也出现了一些定值方面的错误, 如 2001 年 7 月 4 日, 福建城东变 220 kV 侧复合电压过流保护在区外故障时误动, 原因是基建投运时改 0.2 s 临时定值, 未改回 3.5 s 正常定值。2001 年 7 月 29

日,江西萍乡电厂4#变WFB-100复合电压过流保护在区外故障时误动,原因也是基建投运时改为0s临时定值,正常运行时只改了后台机定值,未改前台机定值,也未核对前台机定值,等等。从近年来发现的定值整定方面的问题看,主要集中在控制字整定、临时定值整定及应用、综自站改定值等方面,问题的发生基本上都与人员技术水平和责任心相关,而不是保护装置本身的定值错误。综自技术大量应用后,定值试验的重点应是远方及后台改定值的安全性和可依赖性问题,在综自系统检验中应当对此充分重视。

回路检查试验,应该根据二次回路的特点,按照检验规程的规定及具体工程的实际进行必要项目的检查,因为二次回路涉及整个变电站,较保护装置影响范围更广,而且从运行实践来看,近几年继电保护不正确动作的原因主要集中在二次回路等继电保护的周边问题上,这是新安装检验的重点。如果说保护装置的检验还可依赖生产厂家和自动检验技术的应用,回路检查试验则更需要专业人员认真细致扎实的工作,检验中需要注意以下几个问题:

(1) 电缆问题。近年来,因电缆问题造成保护不正确动作的事故屡有发生:2001年3月6日,华北小营站,失灵保护误动跳母联开关,原因为1992年改造施工遗留启动失灵电缆,另一端在电缆夹层被锯断,断口外露,在水冲洗时,电缆短路;2001年3月9日,贵州兴义变1#主变更换保护后,210开关旧控制电缆未拆除,施工时造成电缆接地,210开关跳闸,导致系统振荡;2001年9月26日,山西柳林电厂2#机主变重瓦斯保护误动,原因为基建施工时电缆外皮划破,下雨时绝缘下降,等等。电缆问题主要是电缆绝缘、交流回路的一点接地、屏蔽电缆的使用等问题,电缆问题的解决应当在注重产品质量的同时,注意安装质量,注意现场的清理和检查。

(2) 按照设计图纸,结合保护装置的整组试验,制定完整的二次回路检查项目,尤其注意与其它保护屏的配合、与断路器及隔离开关的配合问题,注意母差、失灵等保护的传动完整性问题,注意验证保护不该动则不动的问题,注意寄生回路问题。不能图省事,采用断、短接引线、接点的方法来传动保护及二次回路。因配合不当而又未能通过检查试验而改正,从而造成保护不正确动作的事例屡见不鲜:如2001年2月23日,华北沙岭子电厂1#变间隙保护在区外故障时误动,原因为接地刀闸常开接点误用为常闭接点;如2001年4月1日,华北大屯站纵联

方向保护在退出运行状态下拨动试验小开关时,保护装置误动,又因重合闸跳三相回路未装设跳闸压板,使保护经此回路出口跳闸,造成大屯站全停。再如2001年6月6日,河北大河220kV变电站旁路开关转带主变开关,操作中产生了寄生回路,拉开主变开关时,旁路开关同时三相跳闸。

(3) 变电站抗干扰措施检查。随着微机技术、综自技术的广泛应用,变电站各种抗干扰措施愈来愈全面,但这些措施能否真正发挥作用,需要专业人员检查和试验。保护、计算机等二次设备本身的电磁兼容试验应由设备制造厂家负责保证符合相关标准,现场一般不需再对设备做类似试验。现场应重点检查诸如屏蔽接地、抗干扰电容安装等工艺质量,还应做诸如直流电源突变(拉合直流)、直流电源渐变等试验,不但要考验本保护,还要注意周围保护的动作为,这可能是不为调试人员所注意的。

(4) 一次通流、升压试验。实践证明,任何检查、试验都不能保证二次回路及保护装置百分之百的正确无隐患,以保护等二次系统为检查试验对象,由高压设备一次侧进行通流、升压试验,可很好地弥补二次试验的遗漏。对发电厂及其升压站,可由发电机进行空载和短路试验;对变电站,可用大容量试验变压器或直接利用主变压器进行空载和短路试验。这些试验,对保证二次回路,尤其是交流回路的正确性可起到很好的作用。

### 3 定期检验

在保护装置正式运行后,定期进行检查和试验,保证整个继电保护系统处在完好状态,这显然与新安装检验有明显区别,因此可只进行少量针对性试验。需要注意的主要问题有:

(1) 由于担负保护新安装检验任务的多是基建单位人员,不负责保护装置的运行维护,虽然在保护投运前,经过运行单位的验收,但限于时间等诸多因素的影响,一般仅能进行简单的验收试验,因此,出于安全考虑,第一次进行全部检验时,仍应尽求全面完整,而在以后的部分检验中,可有针对性地大量简化试验项目。第一次全部检验,应注意与新安装检验的数据对比,注意对照图纸与实际接线的差别。

(2) 检验项目合理简化与检验质量问题。从近两年发生的全国运行单位继电保护人员责任事故中分析,因运行维护不良造成不正确动作的占60.38%,其中主要的问题就是接线端子、插件等的接触不良问题,因此,在各单位合理简化检验项目的

同时,必须加强对接触不良型问题的检查,如检查紧固端子排各螺丝、检查紧固插件等,简化检验项目应充分利用微机型保护完善的自检能力来简化常规测试,对诸如软件逻辑试验、定值试验、小型化操作箱的继电器检验等予以简化。

(3) 检验标准化及检验的安全性问题。近年来,因进行检验工作时安全措施不当或工作不慎误碰等原因造成保护不正确动作的事例仍时有发生,这反映出保护检验工作的安全性问题还需要常抓不懈。除加强专业人员安全意识的培训外,还应该研究制定保护检验的安全措施票及标准检验工艺流程,使检验工作统一化、标准化、程序化,从而提高检验质量,保证检验安全。

#### 4 事故后检验

事故后检验属于保护补充检验中的一种,对提高保护的运行水平有着非常重要的意义,有事故后检验的成功,才有反事故措施的制定和执行,才能避免更多类似事故的发生。要做好事故后检验,应注意以下一些问题:

(1) 信息完整性。为减少事故后检验的盲目性,提高工作效率,要注意及时收集事故后的各种信息,包括直接动作的微机保护的详细动作报告、保护采样值、故障录波报告、中央信号、SOE 以及相关厂站的有关报告、系统的变化情况、值班员的描述、一次故障点查找情况等。对于不正确动作的保护,还需要收集相关保护的故障前后的一些打印报告及告警信息、系统接线及运行方式、保护运行方式等。信息收集是进一步分析工作的基础,否则,科学分析只能是无米之炊。在分析保护不正确动作时,信息完整性的重要作用无需多言,在保护正确动作时,也需要注意信息的运用,如在微机保护应用初期,兆定线故障,兆通站 01 微机保护开关量变位报告为“F3FE”到“F37E”,此报告表明“零序一段投入”压板在退出位置,与运行要求不符,检查发现 9# 插件(V O—3) IC2 光耦管脚接触不良;再如,铜许线 A 相瞬时接地故障,许营侧 11 保护误跳三相,检查发现,“手合”开入量状态为“0”,查装置 5C23 电容击穿,打印报告表明此变位发生在 7 天前。这些信息的运用,就直接推动了对开关量变位信息管理的施行。

(2) 分析科学性。有了充足的信息,进行科学的分析,提出保护不正确动作的可能途径,制定针对性的试验方案和改进措施,是事故后检验中的重要环节。要进行科学的分析,还必须清楚保护原理、二

次接线、系统分析等方面的知识,必须清楚保护报告、录波报告中各种信息的含义和特点。如 11 保护分报告按采样点计数而不是毫秒数;LFP-900 线路保护故障报告中的  $I_{\max}$  在单相接地故障时,  $I_{\max} = I$ , 为相电流有效值,在相间故障时,  $I_{\max} = 2I$ , 为两故障相电流差的有效值,三相短路时,  $I_{\max} = \sqrt{3}I$ , 故障波形中的电流相位已偏转等。在试验方案的制定中,要注意尽量先进行不改变现场状态的试验项目,如需要改动接线、压板,重新整定、调试继电器等项目,就要安排在故障再现项目的后面。

(3) 试验的针对性和真实性。这是事故后检验的关键环节。按照试验方案,再现故障,需强调真实性,包括交流回路、直流回路、保护装置等,应尽量模拟当时的故障状态。现在,大部分保护装置及试验设备对故障波形的再现还存在问题,没有很好地开发和利用,需要引起相关人士的重视,试验设备进行保护的常规检验还能满足要求,进行一些较复杂的,尤其涉及暂态及二次回路的复杂故障,就有些不足了,这些需要在事故后检验中注意。如在某次事故后检验中,用某型号微机试验仪带开关传动,模拟单重方式下的单相永久故障,结果开关最后拒分。分析发现,原来是微机试验仪未能模拟开关合闸时间,在保护单相分闸再重合后,故障电流立即加入保护,保护立即发三跳令,故障电流随即消失,跳令返回,而此时实际开关还在合闸过程中,造成开关拒分的假象。再如,在 1996 年 10 月 13 日于庄站开关失灵保护误动检验中,失灵保护出口的两个条件:保护跳闸接点不返回及电流继电器动作不返回在常规检验中均未发现问题,但在进一步的模拟试验中,根据有关录波器的报告发现 15 型微机保护三跳出口继电器保持 1.2~2.0 s 才能返回,而多次传动试验,也未发现失灵保护电流判别继电器的接点有粘连现象或延时返回的问题,失灵保护也不误动,后经用不超过 0.3 s 的短时大电流冲击,发现该继电器的接点有时有卡涩现象。事实上,系统故障时,正是大电流冲击,而非常规检验中通入的是小电流。

在这个环节中,还需注意的问题就是对改进措施有效性的检验,也同样需要进行严格的考核,注意改进措施可能引起的副作用。如在某次事故后,提出对某型号收发信机执行部分反措,结果引起短时间内,该型号收发信机连续出现异常现象,不能运行,高频保护频频退出,最后,只好再来个“反措的反措”。

## 5 结束语

继电保护检验工作的成果,会直接体现在保护的安全稳定运行上,但不是说,保护的安全稳定运行全部依赖检验工作,事实上,从运行实践看,保护装置的运行情况主要依赖产品的质量和性能,而二次回路问题中设计部门是关键,因此,在大力提高保护检验水平的同时,不应当忽略制造和设计等前期环节。保护检验水平的提高,除需要注意多应用自动检测技术、制定执行标准检验流程、简化检验项目等等外,还需要注意新技术应用带来的新问题,如综合技术、光纤通信技术等应用中的专业接口设备的检验等。希望在包括制造、设计、安装、调试、维护、运行等各部门专业人员的共同努力下,不断探索,改进保

护的检验工作,使整个保护系统健康可靠地运行。

### 参考文献:

- [1] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [2] 赵自刚. 关于新形势下继电保护检修策略的几点思考[J]. 继电器,2000,28(11):68-72.

收稿日期: 2003-01-06; 修回日期: 2003-03-05

### 作者简介:

高艳萍(1967-),女,高级讲师,主要从事继电保护和自动装置的培训工作;

常风然(1967-),男,高级工程师,主要从事继电保护的运行、计算、管理工作。

## Analysis of some problems on relaying protection inspection

GAO Yan - ping<sup>1</sup>, CHANG Feng - ran<sup>2</sup>

(1. Hebei Electric Power Education and Training Center, Shijiazhuang 050031, China;

2. Hebei Electric Power Dispatching and Communication Center, Shijiazhuang 050031, China)

**Abstract:** There are three key links to ensure the safe and reliable operation of relaying protection devices. They're pre-readiness review, routine inspection and accidental maintenance. During pre-readiness review, inspection should be thorough and integrated, and the problems such as inversion supply, cable, secondary circuit and anti-interference should be paid more attention. On the routine inspection, primary thorough inspection, sound inspection, sound inspecting project, inspecting quality, inspection standardization and inspection security should be focused on. As for the accidental maintenance, integrated information, scientific analysis and objective and authentic test should be ensured.

**Key words:** relaying protection; inspection; analysis

(上接第 62 页)

来越紧密,继电保护拒动相对其误动对电力系统的危害一般会更大。此外,随着微机保护的普遍应用,以前的一些技术难题也得到了解决。因此,为了系统的安全稳定,应该从保护的配置及原理上将防止继电保护拒动放在首位,变压器及发变组启动失灵问题应该从技术规程上予以明确。

### 参考文献:

- [1] 王梅义,蒙定中,等. 高压电网继电保护运行技术[M]. 北京:水利电力出版社,1984.

- [2] 国家电力公司文件(国电调[2002]138号).“关于印发《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》继电保护实施细则》的通知”[Z].

- [3] DL/T559-94,220-500 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].

- [4] GB14285-93,继电保护及安全自动装置技术规程[S].

收稿日期: 2002-12-13; 修回日期: 2003-02-20

### 作者简介:

续建国(1963-),男,高级工程师,从事继电保护的运行管理和调试工作。

## Discussion on breaker failure protection

XU Jian - guo

(Dispatching and Communicating Center of Shanxi Power Company, Taiyuan 030001, China)

**Abstract:** The paper discusses briefly the necessity of installing breaker failure protection on transmission line, transformer and generator transformer unit and analyzes the disadvantages of breaker failure criterion in traditional protection which uses phase current only as criterion. The complex-voltage-blocking problem when transformer and generator transformer unit protection pickup breaker failure protection is studied, and solving method is put forward.

**Key words:** breaker; failure; protection