

某水电站 110kV 微机变压器保护动作原因分析

胡玉峰, 陈卫

(华中科技大学电力系, 湖北 武汉 430074)

摘要: 针对湖北某水电站 110kV 微机变压器保护的动作情况进行分析, 指出微机保护现场运行需注意的一些地方和分析不明动作原因的一些方法。

关键词: 微机变压器保护; PT 断线; 差动保护; 过流保护

中图分类号: TM76; TM772

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)12-0048-03

1 引言

微机保护投入现场运行已有十余年历史, 与传统的模拟式保护相比较, 微机保护使用方便、具备自检和后台服务功能(包括故障录波、定值自检、EPROM 自检和通道自检等等), 其性能得到用户认可。但同时微机保护的运用也对现场运行提出了新的要求。尤其在保护装置的抗干扰措施、动作后的事故分析方面要求运行人员对微机保护有一个整体了解, 同时应该熟悉利用保护的事故记录功能对一些动作原因做出初步分析。本文以湖北某水电站 110kV 微机变压器保护动作原因为分析对象, 说明这两方面的一些问题, 以供参考。

2 事故情况介绍

湖北某水电站 110kV 微机变压器保护自投运以来先后动作两次, 第一次过流、段动作伴随 PT 断线报警(系统无故障)。第二次在运行过程中由于 35kV 侧 PT 故障, 现场人员将 PT 退出运行, 恢复后在投 PT 过程中 2# 主变差动保护动作, 同时发 PT 断线报警信号。两次事故后电站工作人员对相应设备进行检查, 均未发现故障, 故初步认为是保护动作不正确。

3 事故原因初步分析

考虑到两次保护动作都与 PT 断线有关, 在初步分析时, 将重点放在了电压量的核对上。需要说明的是, 水电站变压器各侧电压等级为 110/35/10kV, 其中 110kV 侧还处于建设之中, 该侧电压、电流未引入保护装置。图 1 是微机保护记录的中压侧电压波形。故障报告的记录时间为故障前 5 个周波和故障后 3 个周波, 为简化, 图中仅给出了故障前一

个周波和故障后两个周波的数据(均为采样值, 采样率为 12 点/周)。

从图 1 中可以看出, 中压侧三相电压波形畸变相当严重, 且相位完全混乱, 即便是故障前的稳态值(前 12 点的采样数据), 电压波形也存在明显的削波现象, 因而初步怀疑保护装置的交流电压通道有问题, 且有可能就是造成发 PT 断线报警信号的原因。

但另一方面, 即便是交流电压通道存在问题, 从原理上说, 也不应该影响变压器差动保护或过流保护动作, 从故障数据看, 差动保护动作时差流为 12.98A(过流保护动作现场人员未能将故障数据记录下来), 如此大的差流从何而来(因保护动作后经检查未发现差动保护区内有任何故障)? 需要进一步判断。

为此, 对差动保护动作后的故障录波数据进行仔细分析, 主要看电流数据, 检查发现中压侧电流和低压侧电流无论在幅值上还是相位上均正常, 且保护动作前后无任何突变, 看不出有扰动或故障发生。至此, 查找原因的重点逐渐转移到保护装置未使用的变压器高压侧电流、电压量上来。

核对变压器高压侧的故障记录数据发现, 在保护动作时刻有两、三个采样点电流值相当大, 分别为 A 相(0.050、0.075、0.075), B 相(33.738、50.880、32.645)、C 相(0.025、13.093、43.303), 同时这几个点的电压也达到一定的幅值。除此之外, 其它点的

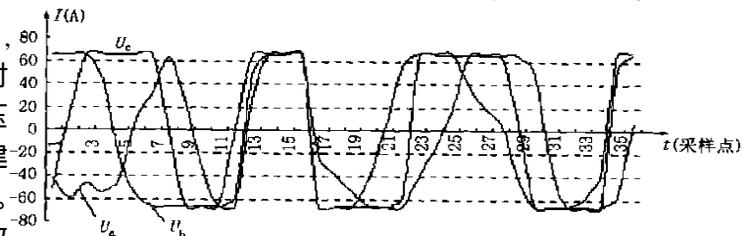


图 1 故障记录中的中压侧电压波形

电流、电压值均在零附近(由于高压侧处于建设阶段,相应的交流量并未引入到保护装置中来)。另一方面,从故障数据可以看出,差动保护动作时差流的二次谐波含量为 9.872A(相应的基波大小为 12.98A),由此可见,引起差动动作的电流必定为一畸变波形,同时结合上面的现象分析,初步认为是变压器高压侧有较大的干扰信号引入,导致差动保护动作。

在分析的过程当中,还发现另一个问题:既然变压器差流二次谐波达到 9.872A,应该闭锁差动才对,为何差动保护仍然能出口?为此,仔细检查了现场人员提供的保护定值清单,发现差动速断定值仅为 12A,而当时的差流基波值已达到 12.98A,故二次谐波闭锁未发生作用,保护直接由差速断出口。

4 现场勘察及原因确定

为确定对保护动作原因的初步推测,对现场运行情况和保护装置进行了仔细检查,重点放在保护装置的对外接线、抗干扰措施的处理和交流通道板的检查上。

4.1 电压削波原因的确定

首先对保护装置的交流通道板进行测试,以找出电压信号畸变和削波的原因。测量中压侧 PT 通过电缆引入到保护端子上的电压量发现三相电压正常,由于水电站机组容量较小,且中压侧电网较弱(为地区农网),所以三相电压有一些不平衡,中性点有偏移。但总体来说,三相电压量属于正常范围,由此排除外部引线的影响。接着,利用保护装置自身提供的采样数据打印功能对正常的三相电压进行采样检测,发现同样存在削波现象,不过此时的电压相位均正常,故可以肯定问题出在保护装置内。

由于系统二次的交流量进入到保护的采样环节需要通过保护的交流通道板(上有小电流、电压变换器)、滤波板,故原因的查找重点放在这两块板上。另一方面,因为仅仅只有电压量存在削波现象,电流的采样数据全部正常,而所有的交流采样数据都是通过同一程序完成的,故基本可以排除软件的原因而把检查的重点放在硬件上。

通过在交流通道板的原方加标准 100V 的电压信号来检查保护装置的交流通道板,发现副方输出为 7V 左右的交流量,且波形完好,无任何削波现象。说明电压波形畸变的原因不在这块板上;同时,检查滤波板发现,这块板的滤波电阻、电容未装(无源二阶阻容滤波板),所有通道直接用短线连接,相当于没有滤波这个中间环节。另一方面,经检查,该

板所有短接线和保护装置的背部绕线均正常无误,至此,电压波形削波的原因都集中在滤波板上。

考察保护装置的 A/D 采保板发现,所用的 A/D 芯片为 AD574,由于该装置中 AD574 的工作电压为 5V,所以输入的交流信号幅值应该在 5V 之内。但由于小电压变换器的副方输出为 7V,故滤波板除了起滤波作用外,还兼有分压的作用,该套装置由于未装滤波电阻、电容,直接用短线短接,导致分压作用失效,从而使得 AD574 的输入电压越限,导致电压波形被削波。滤波电路的分压示意图如下:

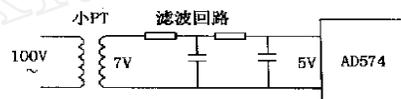


图2 滤波回路分压示意图

4.2 抗干扰失效原因的确定

针对高压侧在无任何交流量接入的情况下有较大信号出现这个现象,重点考察了高压侧交流通道的抗干扰措施和接线情况。

检查发现,保护装置的端子上的屏蔽地完全悬空,未与大地连接。同时,高压侧交流通道虽然通过引线接到抗干扰盒的输出端,但相应的输入端也完全悬空(由于无高压侧电流引入),未采取任何措施。

对于微机保护而言,交流通道板的屏蔽层完好接地是一项非常重要的抗干扰措施,其作用示意图如图3所示:

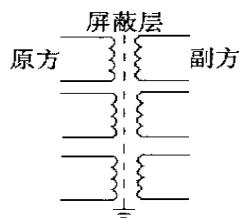


图3 交流插件屏蔽层示意图

从图3中可以看出,屏蔽层实质上是介于小变换器原方与副方之间的隔离层,其主要作用是给小变换器的副方提供一个保护层,防止电磁干扰信号直接在副方感应出电量。为此,必须保证其完好接地,否则屏蔽层电位悬空起不到任何屏蔽的作用。在保护安装过程中由于未能理解屏蔽地的含义,将其悬空,使得此项抗干扰措施失效。

另一方面,从防止干扰的角度来看,对于保护未使用的高压侧电流、电压端子,应该在保护的端子上将其短接,以免干扰信号感应或耦合进入保护装置。

从保护两次的动作情况来看,第一次过流动作

由于未能将故障数据记录下来不好分析,第二次则是在投中压侧 PT 时引起差动保护动作。可以说,此时一次系统有操作,产生的冲击会影响保护,若保护装置的抗干扰措施不健全,将导致保护误动。从差动保护动作后记录的故障数据来看,高压侧在无任何交流量接入的情况下在极短的时间内(仅有两、三个采样点)出现很大的电流、电压幅值,基本可以肯定是干扰信号的影响,之所以干扰信号进入到保护装置内,与保护的屏蔽地未接地和高压侧相应端子悬空有直接关系。

4.3 保护定值存在的问题

在查找保护动作原因的过程中,发现保护的定值设定存在一些问题。虽然其存在不是保护动作的直接原因,但由于设定不合理,使得保护在本来可以不出口的情况下动作。如前所述,虽然有几个采样点由于干扰导致差流幅值增大,但干扰信号毕竟属于杂散信号,远离标准正弦波,通过计算得到的差流中必然含有较大的谐波分量,应该可以通过二次谐波制动来闭锁差动保护。但由于保护的差流速断定值仅为 12A(其中、低压侧的额定电流值分别为 3.3A 和 3.8A(二次值)),明显偏小,使得干扰引起的差流直接由差流速断出口(不含二次谐波闭锁环节)而不经普通谐波制动差动环节,使得最后一道屏障失效。

另一方面,在查找过流保护动作原因的过程中,发现其复合过流保护的负序电压启动定值仅为 6V,过流 I 段和 II 段的定值为中压侧 2.8A,低压侧 2.7A,均在额定电流以下。现场人员反映,这主要是由于目前水电站的负荷较轻,一般情况下负荷电流为 1A 以内。前面的分析中曾提过,由于该水电站的中压侧电网较弱,负荷不平衡,三相电压的中性点经常发生较大偏移,现场勘察过程中也常发现三相电压的最大相与最小相的偏差可达到 10V 左右。故 6V 的负序电压启动定值过低,同时由于过流保护电流定值又较小,若系统有扰动,则很容易导致过流动作。应该指出,保护定值的整定应以满足灵敏度和可靠性要求为基准,虽然负荷电流较低,但短路电流并不小(由现场提供的系统参数可计算得到),故整定时不能把定值整定过低。

5 结论

通过故障数据推断以及现场勘察,可以得到引起保护动作的原因及结论如下:

首先,外部接线的不正确使得保护装置抗干扰措施失效是引起保护不正确动作的主要原因。现场运行时保护的屏蔽地未接地和未使用的交流端子没短接是主要问题。

其次,不正确的定值设置是引起保护不正确动作的另一个原因。差速断、过流 I 段、II 段的定值整定均偏低。尽管定值整定不是保护动作的直接原因,但在抗干扰措施不完善,有干扰信号串入保护装置的前提下,定值应可以起到一定的防误动作用。然而由于现场将定值均设定过低,使得这最后一道屏障失效,导致保护动作出口。

最后,保护装置未装滤波环节使得输出至 A/D 的电压过多,引起电压波形畸变是导致发 PT 断线报警信号的原因。由于没有滤波环节的分压作用,使得引入 AD574 的电压溢出,无法正确反应各相电压波形。在保护受到严重干扰(主要由于未采用前面所述的抗干扰措施引起)时,被削波的电压信号进一步畸变,可能满足 PT 断线报警条件,使保护发 PT 断线报警信号。

这里需要重点指出的是,从现象上看,好象是 PT 断线引起差速断或过流动作,但实质上,两者毫无联系,仅仅是由于投入 PT 引起的干扰信号对电流、电压测量回路同时产生了影响(从受干扰的高压侧电流、电压采样数据可以得到),才出现了 PT 断线报警(电压回路受干扰)和差流速断或过流动作(电流回路受干扰)同时出现的现象。在采取了适当的抗干扰措施和补充了滤波环节后,做 PT 断线实验差动和过流均无动作可以证明以上的分析。经过针对上述结论的改进措施,重新投运后保护运行正常。

参考文献:

- [1] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术. 北京:水利电力出版社,1992.
- [2] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 北京:中国电力出版社,1996.
- [3] 王梅义. 电网继电保护应用. 北京:中国电力出版社,1999.

收稿日期: 2001-03-06; 改回日期: 2001-04-02

作者简介: 胡玉峰(1975-),男,博士研究生,从事电力系统继电保护和自动控制的研究; 陈卫(1970-),男,博士研究生,从事电力系统继电保护和自动控制的研究。

(下转第 54 页)

恢复正常工作。

3 改造说明

利用 JCC-11D 操作箱内备用继电器 1ZJ、2ZJ (均为 JQX-8MA 型) 及手合继电器 SHJ (TG-222B 220V·2A 型) 的两对备用常闭触点, 结合装置原有回路, 分别改造如下:

1) 将装置操作箱 (JCC-11D) 内备用继电器 1ZJ 正电端接外部遥跳 33' 号线, 把 1ZJ 常闭触点串入事故总信号启动回路, 回路接线如图 3 所示:

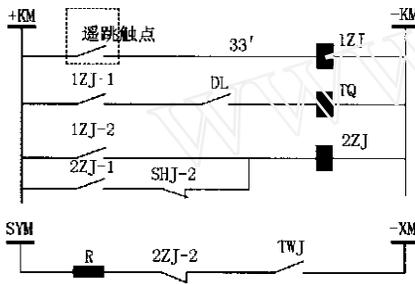


图 3 改造后的回路接线图

当远方调度遥跳开关时, 33' 带正电, 使 1ZJ 励磁而动, 1ZJ 常开触点闭合启动 2ZJ, 由 2ZJ 常开触点实现 2ZJ 自保持 (此时 SHJ 不励磁), 长期断开事故音响启动回路而不发事故总信号。当调度遥合开关时, 操作箱内 SHJ 励磁, 开关合闸, 同时 SHJ 常闭触点断开 2ZJ 自保持回路。事故音响启动回路中串联的 2ZJ 常闭触点闭合, 相当于原来的 KK 触点在“合

后”位置接通, 保证了事故跳闸后“事故总”信号的正确发出。

2) 装置闭锁、信号复归回路按图 4 接线, 把手合继电器 SHJ 其中一对备用常闭触点 (另一对前面已用) 更换为同参数常开触点 (干簧管), 并将其并接于 JJ-11D 相间距离保护及 JCC-11D 三相一次重合闸装置的信号复归按钮两端, 这样, 当遥合开关时, 该触点接通, 自动复归“装置故障”信号, 并解除装置总闭锁, 使保护装置在线路投运时及时恢复正常运行。

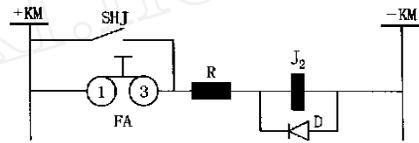


图 4 装置闭锁和信号复归回路接线图

4 结束语

现已对我局余桥、侯桥无人值守变电站共三条 PXD-32 型 110kV 线路保护装置进行了改造。改造后, 分别进行多次现场试验和远方调度遥控配合试验, 试验证明改造效果良好, 保证了电网的安全、可靠、稳定运行。

收稿日期: 2000-11-14

作者简介: 黄富才 (1971-), 男, 本科, 助工, 研究方向为电力系统自动化及继电保护。

Innovation on the type PXD - 32 panel in unattended substations

HUANG Fu - cai

(Yunnan Power Supply Bureau of Ningxia, Yinnan 751100, China)

(上接第 50 页)

Analysis of operation causes of microprocessor transformer relay in a 110kV hydro - substation

HU Yu-feng, CHEN Wei

(Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper analyzes the operation of microprocessor transformer relay in a 110kV hydro - substation in Hubei province, points out something about actual application of microprocessor relay that should be paid more attention, and narrates some methods of finding out uncertain operation reasons.

Keywords: microprocessor-based transformer relay; PT break; differential relay; over-current relay