微机保护采样数据异常问题的分析与对策

常风然,赵自刚,周纪录,张 洪

(河北电力调度通信中心,河北 石家庄 050021)

摘要: 采样数据异常可能会导致微机保护的不正确动作,需要采取恰当的应对措施。对两次微机型变压器保护误动的调查分析表明,欲消除"异常数据"对保护动作行为的影响,在硬件上要充分考虑外围回路、采集系统、出口逻辑等环节的可靠性,软件上应进行数据的甄别和滤除,在保护算法和跳闸逻辑上也应有所考虑。

关键词: 微机保护; 采样数据; 对策

中图分类号: TM77 **文献标识码**: B **文章编号**: 1003-4897(2005)01-0077-03

0 问题的提出

2002年5月27日,某热电厂220 kV #6联络变压器的差动速断保护在正常运行时误动跳闸,动作报告为:27 ms,A相差动速断动作跳闸,差动电流11.18 A。采样报告第6点(该点前的采样未能打印出,原因不明),各通道(变压器三侧电流值及高压侧$3I_0$,共10个通道)采样均为-7.5 A左右,其后正常;该保护装置录波插件同时刻的报告中,第1～4点各通道采样均为-28.6 A左右,第5点为-2.7 A左右,其后正常。经试验分析,保护误动原因是变压器差动保护VFC所用的-15 V电源,因电源插件质量问题,-15 V瞬间降低至-5 V左右,约10 ms后又恢复正常,使VFC短时间内无脉冲输出,CPU采样认为是负的极大数(20倍I_n对应的瞬时值),差动保护计算达到定值(差动速断定值5.0 A),使差动速断误动跳闸。

2003年2月25日,某供电公司一220 kV变电站#1变压器的差动保护在区外故障时误动,动作报告为:33 ms,B相差动动作跳闸,差动电流1.50 A。经调查分析,误动原因是变压器差动保护在区外故障起动后,低压侧B相在第12采样点出现20.48 A的坏数据(该保护采样频率为每周波12点,20.48 A是折合到有效值的瞬时值,即瞬时值除以1.414。该通道其余数据均小于0.36 A,该数据显然为坏数据)。该保护采用多路转换开关加A/D转换的采样方式,全周傅式算法,异常数据使差流达到定值(保护动作报告中差动电流1.50 A,理论计算数据为1.51 A,差动保护起动定值为1.5 A),造成差动保护误动作跳闸。

这两起变压器保护的不正确动作均与采样数据异常有关。尽管几率很小,但理论上采用傅式滤波算法的微机型保护若无其他措施,均有因出现"坏数据"而导致保护不正确动作的可能。如500 kV保北站处于冷备用状态的220 kV旁路保护因AD654芯片故障,使I_b采样成为-2.6 A左右的直流分量,最终导致DZI保护(振荡中Ⅰ段)误动作。又,章西站UFV-2 A低频低压减载装置,采用VFC采样原理,也曾因为电源输出15 V不稳定,使电压采样异常,导致装置误出口,几条线路误跳闸。

分析异常数据的产生,主要有两方面的原因:一是保护装置外部的原因。如故障、冲击负荷、直流操作等产生的高次谐波,在微机保护的硬件滤波措施不能有效滤除其影响时,又正巧被A/D采到,但这种原因产生异常数据的几率很小。二是保护装置本身的原因。如数据采集系统的某个芯片故障,尤其是受到干扰后的软故障,导致相关通道采集的数据错误;或者数据采集系统的电源发生故障,各个通道的采集都不正确;或者受到外部大的干扰,由于装置本身的设计原因,没有很好的加以防护;甚或由于器件自身的质量问题,使得数据采集系统"噪声"过大,而产生坏数据。

微机型保护欲应对采样数据异常对保护动作行为带来的不利影响,对一次系统的高次谐波而言,主要是依靠可靠的具有冗余度的硬件措施;对因保护装置本身原因产生的异常数据,硬件措施是基础,软件措施是保证。但任何硬件上的措施都不可能涵盖所有的异常情况,保护在软件上还应该进行数据的甄别和滤除,当然也包括采取一些具有天然免疫力的保护算法。

1 硬件措施

应对异常数据对微机保护的影响,在硬件上,主要涉及以下3个方面的问题:一是数据采集的外围

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

回路;二是保护装置的数据采集系统;三是保护出口的硬件逻辑。

外围回路的对策主要是提高交流回路接线的可靠性及采取各种交直流的抗干扰措施。运行实践已反复证明了二次回路对保护的重要性,同样,数据采集的外围回路设计的好坏,也在很大程度上决定了采集系统的抗干扰水平。如现在比较流行的后插拔结构,插件之间的弱电联系通过前背板走线,强电的开入、开出由后面的端子连接,就较好地避免了强弱电回路绞绕在一起而产生的干扰。

目前广泛应用的微机保护的数据采集系统主要有两大类,一种采用 VFC 采样技术,另一种采用 AD 技术。VFC 采样回路主要由 VFC 芯片、快速光隔、计数器组成,各模拟量采样通道独立。AD 采样回路主要由低通滤波、采样保持(S/H)、模拟切换开关(MUX)、模/数转换(A/D)等组成,各采样通道共用。针对数据采集系统的各个环节,为抑制异常数据的产生,不同的保护装置采取了各式各样的措施。

数据采集系统的电源故障,一般会导致各个模拟量通道的数据采集都不正确。对此,在电源模件设计上,有的保护装置用电源插件的电源检测结果直接闭锁继电器工作电源的输出,经运行实践证明是非常有效的措施。当然,电源模件的短路保护时间设置必须小于保护的最小动作时间,且应具有足够的灵敏度。还有一部分保护装置用 AD 采集回路对使用 VFC 的保护进行起动/闭锁,两套采集系统所用电源相互独立,也从一定程度上降低了电源损坏对保护的影响。

有些保护在多路转换开关上做了一些改进,消除了模拟量通道在切换时产生的干扰,避免了这种因素产生的"大数"。另有一些保护装置采用各通道独立的采样保持器,双 A/D 变换,自行校验等措施,运行效果也不错。

为保证采集数据的真实性,有的保护装置还结合软件措施,设置了专用的检测通道或采取了其它一些检测措施。如:①在采样通道中,设置以标准电平为稳定输入的专用检测通道,软件在读取采样数据时,先校验该通道准确性,若该通道异常,闭锁保护并报警。②有的保护在装置内部设置了一个交流通道的硬件自检回路,与软件上进行的检查结果相互进行比较,如果出现较大差别(设定门槛)就闭锁保护。③线路保护中普遍采用了 $3I_0$、$3U_0$ 检查。

从保护的出口逻辑来看,为防止异常数据造成的误动作,微机保护在硬件回路上采取了多种多样的闭锁措施。保护一般均设置了专门的起动插件,或者采用诸如"三取二"的措施,来提高可靠性。如果起动元件和保护测量出口跳闸元件的数据采集系统相互独立,更可避免保护装置的误动。新一代基于 DSP 等新技术的硬件平台,依靠强大的硬件冗余能力,保护采用双 CPU 方案,采样回路各自独立,两 CPU 构成"与"的关系出口,这些措施对付个别采集数据错误,应该是非常有效的。

2 软件措施

硬件措施无论如何完善,也很难彻底消除异常数据。如果异常数据不幸被采集到,进入了 CPU,保护在软件上应进行数据的甄别和滤除,在保护算法和跳闸逻辑上也要有所考虑。只有采用硬件和软件相结合的办法,取长补短,才能取得最佳的效果。软件措施可以根据信号和环境的不同,选用灵活多变的方法,在不改变装置硬件结构、节省硬件成本的情况下,提高保护运行的可靠性。

在采样中断程序中,可以对采样值进行异常检测,结合硬件上的措施,判断采样值是否真实可信。在保护装置未起动时,可充分进行采样自检、互检,在检测出一定数量的异常数据后,判通道损坏,装置告警,闭锁保护。如许多保护采用了大数鉴别程序,判断采样点数据绝对值与前后点平均值的关系,或考虑采样数据的变化率,利用差值比值进行大数鉴别。需要注意的是,检测出的异常数据应该被抛弃或被正确替代,不应进入计算环节。

从保护的起动方式看,通常采用的连续多点突变量起动方式,可以有效防止一点坏数据问题。但当因其它突变量,如区外故障,使保护进入故障处理程序时,一点坏数据就会影响保护的动作行为。考虑类似的起动措施,变压器保护、母线保护等可以利用差流突变起动,而不是相电流突变起动,还可采用采样值差动闭锁元件来闭锁或延时开放"差动速断"元件,以降低异常数据的影响。

从采用的数据窗和保护算法上看:①母线保护普遍采用采样点差动原理,受个别异常数据的影响甚微;②线路保护的某些测量元件,数据窗较短,可以采用两次不搭界数据窗进行计算比较;③变压器差动保护可以在保护出口前进行两次计算比较,当判定保护动作后,进行验证计算。如将保护数据窗后移若干采样点,判别两次结果的相关性,如差异过大,则认为存在数据跳变,此时放弃本窗数据,

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

继续观察下一数据窗;还可以查看同一数据窗的"采样点差动"的动作情况,作为跳闸的必要条件。

结合前文提到的第一个事例进行分析,该保护采用的软件措施有:①采样值进行大数检测,"坏数"计数器达60时,判通道损坏,但异常数据不抛弃,仍进入计算环节;②比较数据窗中最大值与有效值的比值,以判断数据窗正常与否;③保护出口前进行两次计算比较,但当电流较大,差动电流达动作值的2倍时,则不经验证计算,保护直接出口。进行对应分析,第①条措施,因为不抛弃异常数据,显然把不住关,因而异常数据进入了故障处理程序;第②条措施中,计算出的一周波有效值为11.18 A,而通道最大值为-28.6 A,并未达到异常;第③条措施,因差动速断定值为5 A,动作值达11.18 A,差动电流达动作值的2倍以上,故一次计算即可出口跳闸。保护依然连续有4～6个采样点数据异常,但3条软件措施均告失效,硬件措施又不能把关,保护自然误动。

3　结束语

如何有效应对采样数据的异常,自1980年国产微机型保护开发以来就是研制者们重点关注的课题。从硬件电路设计、元器件选择、数字滤波设置、软件算法选择、编程技巧等环节均采取了各式各样的针对性措施和防范性措施,力图做到不因自身原因产生坏数据、不引入坏数据、不使用坏数据、不因坏数据不正确动作。从目前看:

1) 各制造单位推出的新一代硬件平台更值得信赖,软硬件措施都比较完善,而较早些的硬件平台,限于当时的认识和技术水平,确有不完善的地方,而且软硬件改动都较为困难,存在异常数据导致的误动危险。

2) 变压器保护的问题要严重一些,尤其是差动速断保护,闭锁条件少,因"坏数据"而导致误动的可能性大。而线路保护、母线保护的类似问题要少一些。

3) 微机型保护的软件滤波、算法、起动、动作逻辑等还需进一步探讨研究,以期能更有效地鉴别、滤除异常数据,告警或闭锁保护,而又不致对保护性能有较大影响。

4) 加强信息交流,广泛开展技术合作,运行单位、研制单位都应以提高继电保护的正确动作率为目标,不要也不应出现为片面追求政绩而进行技术隐瞒。运行单位要有一定的技术敏感性,对出现的保护异常信号、频繁起动等应予以足够的重视。

还需要指出的是,数据异常的原因复杂多变,有很大的不可预见性,任何在装置制造方面采取的针对性措施都难免百密一疏。因此,在现场层面上采取完备的抗干扰措施,大力改善保护的运行环境,以尽量降低异常数据对保护动作行为的影响仍是运行部门继电保护工作者的重要任务。

收稿日期: 2004-04-20;　**修回日期**: 2004-06-09

作者简介:

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;E-mail:cfr@hbpc.com.cn

赵自刚(1962-),男,高级工程师,主要从事电力系统及继电保护的管理工作;

周纪录(1964-),男,高级工程师,主要从事继电保护的管理工作。

Analysis and countermeasures of problems about unusual sampling data in microprocessor-based protection

CHANG Feng-ran, ZHAO Zi-gang, ZHOU Ji-lu, ZHANG Hong

(Hebei Electric Power Dispatch and Communication Center, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Unusual sampling data will cause incorrect action of microprocessor-based protection, which needs some reasonable countermeasures. The inquisition and analysis about two incorrect actions of transformer protection show that, to eliminate the effect of unusual sampling data on protection, in the design of software, the reliability of peripheral circuit, sampling system and trip logic, etc should be put all consideration, in the design of hardware, unusual data should be discriminated and percolated, so does the protection arithmetic and trip logic.

Key words: microprocessor-based protection; sampling data; countermeasure

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net