

数字化保护无效数据闭锁机制

洪毅文

(中山供电局, 广东 中山 528400)

摘要: 介绍了现阶段数字化保护处理电流、电压等采样数据的通用方法, 分析了目前采用的无效数据闭锁机制所存在的弊端, 及其可能导致保护拒动等方面的危害。通过研究 IEC60044-8 规范中的数据帧格式, 提出了将不同保护所需的通道数据进行分别对应的解决方案。以实际工程为例, 介绍了现阶段数字化保护处理电压、电流采样数据时普遍采用的方法, 通过分析其无效数据闭锁机制所存在的问题, 提出了一套针对数字化母线保护、主变保护、线路保护的无效数据闭锁机制, 完善地解决了数字化变电站各类保护对无效数据的防误闭锁问题, 确保了保护的可靠性。

关键词: 数字化保护; 无效数据; 通道数据; 闭锁; 机制

Blocking mechanism of digital protection with invalid data

HONG Yi-wen

(Zhongshan Power Supply Bureau, Zhongshan 528400, China)

Abstract: This paper introduces the universal methods of the current and voltage data acquisition in digital protection system, analyzes the drawbacks of the invalid data latching mechanism at the present stage, which may lead to protection failure. Aiming at this problem, a solution of matching the channel data to the corresponding protection is provided by researching the data frame format of IEC60044-8. Taking an actual project as an example, through introducing the above methods and analyzing the problems existing in the invalid data latching mechanism, a new latching mechanism aiming at digital busbar protection, transformer protection, line protection is presented, which can solve the problem about all kinds of anti-mislock invalid data issues in digital substation protection perfectly, and ensure the reliability of protection.

Key words: digital protection; invalid data; channel data; latch; mechanism

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)20-0228-04

0 引言

数字化保护有别于常规保护的地方除了直接接入电压、电流数字量, 而不是模拟量外, 更重要的是在整个采样和逻辑处理机制上的防误闭锁措施。本文通过对比常规保护和数字化保护对输入电压、电流量处理方式的不同, 引入数字化保护对无效数据的闭锁机制, 并提供了一套实际工程解决方案。

1 保护数据的校验机制

1.1 常规保护

常规保护指接入常规电磁式电压、电流模拟量的保护。一般常规保护装置起动板设有不同的起动元件, 起动后开放出口正电源, 同时开放保护板相应的保护元件。只有在起动板相应的起动元件动作, 同时保护板对应的保护元件动作后才能跳闸出口, 否则无法跳闸。起动板的起动元件未动作, 而保护板对应的保护元件动作, 装置会报警, 但不会出口

跳闸。

之所以同时设置起动元件和保护元件, 是由于常规保护只接入一组电压、电流数据, 在保护外部回路上无两组同类数据进行互校, 因此保护装置在进行 AD 转换的过程中, 一旦硬件采样出现故障, 如果只需保护元件动作即可跳闸出口, 那么保护就容易发生误动或拒动。现在同时设置了相对独立的起动元件回路来控制保护跳闸出口电源, 即使保护元件硬件采样回路出现故障, 但起动元件采样回路正常, 保护也不会跳闸出口, 大大提高了保护的可靠性。反之, 如果仅仅是起动元件采样回路故障、保护元件采样回路正常, 也不会出现不正确动作。

1.2 数字化保护

数字化保护指基于 IEC60044-8 规范, 以 IEC61850-9-1 或 IEC61850-9-2 规约接入电子式互感器数字量的保护。由于接入保护装置的电压、电流量已经是数字量, 不存在常规保护的 AD 转换问题, 因此采样回路校验电压、电流数据的机制不同。

在数字化保护的采样回路中,以有源电子式电流互感器为例,一般设置了 Rogowski 线圈(简称罗氏线圈)和 low-power 线圈(属电磁式线圈),罗氏线圈采样值用于保护装置, low-power 线圈采样值用于测量和计量表计。根据 IEC60044-8 通用数据帧格式定义,各相电子式电流互感器数据汇总给合并单元后,在合并单元输出的同一帧数据中,包含了保护数据(I_{pA}、I_{pB}、I_{pC})和测量数据(I_{mA}、I_{mB}、I_{mC})等。因此,保护已经收到无需转换的两组电流数字量,采用与常规保护相同的方式,将保护数据用于保护元件,测量数据用于起动元件,它们同时起动保护才能最终跳闸出口。这种采样数据构成方式,相当于将常规保护装置内部相对独立的两组采样回路前移到互感器中,即互感器直接输出两组采样数据。

2 数据无效闭锁机制

2.1 典型机制

常规互感器经过几十年的实际运行,其输出及饱和特性已被熟悉,并有相应措施提高保护可靠性。数字化保护采样回路的特点,决定了电子式互感器一旦输出错误数据,那将是致命的。为了防止电子式互感器在采样过程中产生错误数据,其内部设置了自检机制发现错误并将数据置无效标志。例如在

电子式电流互感器的采集单元中,可以通过检测 AD 回路电压来判断硬件工作环境是否满足要求,通过检测内存读取数据的对应关系来判断数据是否可能产生错误,等等。一旦采集单元自检发现错误,就会在数据帧的指定位置置数据无效标志,以此通知保护装置本帧数据无效,保护即可采取闭锁措施,防止不正确动作。

同样,在合并单元也有一套自检机制检测无效数据。接入合并单元的各光纤通道数据包括三相电流、母线电压、线路抽取电压等,每个通道都连接相应的互感器(或合并器),合并单元除了可以转发由互感器采集单元发送来的无效数据标志外,合并单元本身可以检测光纤链路及内部处理是否正常,如果有异常即对数据帧置无效标志。例如,当合并单元与电子式互感器光纤链路中断时,或合并单元内部检测到数据交换异常时,都会将数据帧置无效标志。

2.2 存在问题

根据 IEC60044-8 通用数据帧格式定义(如表 1 所示),当状态字 StatusWord #1 的第一位“要求维修”(比特 0 位,下面简称总无效位)为 0 时,表示该数据帧数据良好(有效);当总无效位为 1 时,表示该数据帧数据告警(存在错误数据),即该数据帧数据无效。

表 1 状态字#1

Tab.1 StatusWord #1

位	说明	注释
比特 0	要求维修 (LPHD.PHHealth)	0: 良好 1: 警告或报警(要求维修)
比特 1	LLN0.Mode	0: 接通(正常运行) 1: 试验
比特 2	唤醒时间指示注: 唤醒时间数据的有效性	0: 接通(正常运行), 数据有效 1: 唤醒时间, 数据无效
比特 3	合并单元的同步方法	0: 数据集不采用插值法 1: 数据集适用于插值法
比特 4	对同步的各合并单元	0: 样本同步 1: 时间同步消逝/无效
比特 5	对 DataChannel #1	0: 有效 1: 无效
比特 6	对 DataChannel #2	0: 有效 1: 无效
比特 7	对 DataChannel #3	0: 有效 1: 无效
比特 8	对 DataChannel #4	0: 有效 1: 无效
比特 9	对 DataChannel #5	0: 有效 1: 无效
比特 10	对 DataChannel #6	0: 有效 1: 无效
比特 11	对 DataChannel #7	0: 有效 1: 无效
比特 12	电流互感器输出类型 $i(t)$ 或 $d(i(t)/dt)$	0: $i(t)$ 1: $d(i(t)/dt)$
比特 13	RangeFlag	0: 比例因子 SCP = 01CF H 1: 比例因子 SCP = 01E7 H
比特 14	供将来使用	
比特 15	供将来使用	

这种处理机制能够反映整帧数据是否有效,对防止错误数据导致保护不正确动作具有非常重要的

作用。但是不同的保护类型对此提出了更高的要求,简单地将总无效位置 1 从而闭锁整套保护的做法,

将大大增加保护拒动的可能性。例如对于线路间隔，1 帧数据本身包含间隔三相保护电流、电压以及线路抽取电压等采样数据。当线路抽取电压无效时会将总无效位置 1，即整帧数据置为无效（导致整套保护被闭锁），此时可以防止线路重合闸功能发生不正确动作；但是对于纵联差动保护，由于它只与三相电流有关，整套保护的闭锁使纵差保护也失去功能，一旦线路发生区内故障，主保护之一的纵差保护将无法动作。纵差保护无辜地被闭锁，导致其拒动。因此，合并单元因某通道数据无效而对数据帧置总无效标志的做法，对于不使用该通道数据的保护装置而言是不公平的，由该位数据无效引起的闭锁整套保护装置应视为不合理。

3 解决方案

为解决无关数据闭锁保护的问题，分析数据帧格式可以发现，除总无效位外，各通道数据也有相应的可以置无效标志的位（下面简称为分无效位），即图 1 中的比特 5~比特 11 位。解决方案就是要求将不同的保护所需的通道数据对应起来，无关的通道数据不闭锁保护，具体要求如下。

(1) 各相电子式互感器应能自检并对本通道数据置无效标志。

(2) 合并单元应能转发所有各通道数据的无效标志，即转发对应分无效位数值。

(3) 合并单元应能做到当自检异常时，除对总无效位置 1 外，同时要将各分无效位全部置 1。反之不成立，即某分无效位为 1 时，不应将总无效位置 1。

下面以 220 kV 三乡变电站改造工程实例来具体说明各类保护的解决方案，保护装置采用南瑞继保公司设备。

3.1 220 kV 线路保护

220 kV 线路保护型号为 PCS-931、PCS-902，针对上述问题的处理机制为：

(1) 保护电流数据无效时，闭锁除三相不一致保护外的所有保护；三相不一致保护改为不经零序电流把关。

(2) 保护电压数据无效时，闭锁工频变化量距离、距离保护；退出零序 I、II 段，零序 IV 段不经方向。如果零序 III 段经方向，退出零序 III 段，否则保留不经方向的零序 III 段。

(3) 同期电压数据无效时，当投三重检无压或检同期时，重合闸检无压或检同期固定不满足。其他情况重合闸功能不受影响。

(4) 测量电流数据无效时，由保护元件收到的

其他外部条件开放起动元件。

3.2 220 kV 主变保护

3.2.1 主保护

220 kV 主变主保护型号为 PCS-978，针对上述问题的处理机制为：

(1) 任意侧相电流数据无效时，闭锁差动保护、本侧过流保护以及整定用自产零序的本侧零序过流保护。

(2) 任意侧零序电流数据无效时，仅闭锁该侧整定为外接零序的零序过流保护。

(3) 任意侧间隙电流数据无效时，仅闭锁该侧间隙零序过流保护。

(4) 任意侧电压数据无效时，闭锁该侧零序过压保护，该侧所有与电压相关的判据自动不满足，方向元件自动退出，复压元件可以通过其他侧起动。

(5) 测量电流、电压数据无效时，可由其他侧起动元件开放本侧起动元件。

3.2.2 非电量保护

220 kV 主变非电量保护型号为 PCS-974，针对上述问题的处理机制为：

(1) 只判断保护电流和电压的数据无效信息。

(2) 电压数据无效不影响失灵起动功能。

3.3 母线保护

220 kV 及 110 kV 母线保护型号为 PCS-915，针对上述问题的处理机制为：

(1) 母线电压数据无效时，不闭锁保护，同时开放该段复压元件。

(2) 母联保护电流数据无效时，闭锁母联保护功能，同时母线状态强制为互联。

(3) 非母联保护电流数据无效时，闭锁差动保护，同时闭锁该支路失灵保护功能。

(4) 任一支路测量电流数据无效时，不闭锁差动保护，但起动元件需由其他支路开放。

3.4 110 kV 线路保护

110 kV 线路保护型号为 PCS-941，针对上述问题的处理机制为：

(1) 同期电压数据无效时，仅闭锁与同期电压有关的重合闸检定方式。

(2) 保护电流数据无效时，闭锁保护。

(3) 保护电压数据无效时，仅闭锁与电压有关的保护，方向元件自动退出，PT 断线过流保护自动投入。

(4) 测量电流数据无效时，由保护元件收到的其他外部条件开放起动元件。

4 其他相关问题

防止无效数据引起保护装置不正确动作或功能降低,除了在保护装置内部设置相应机制闭锁外,还应有告警及录波机制,以便自动化系统监测和事后分析。告警及录波机制可以结合以下几方面综合考虑。

(1) 保护装置不宜立即告警。电子式互感器、合并器技术尚未成熟,数据的采集和处理受环境因素影响较大,出现少量无效数据在所难免。从目前三乡站的运行经验来看,宜设置防抖逻辑,当出现无效数据时虽然必须立即闭锁保护,但可适当延时告警。

(2) 故障录波装置应具备记录无效数据的功能。无效数据一旦导致保护不正确动作,或极大地降低了保护性能,就必须查清原因,此时故障录波装置应能触发录波记录相关无效数据,便于分析和查找原因。

(3) 合并单元应能标识是互感器数据无效还是合并单元所置的数据无效,为事后故障点的分析提供依据。

(4) 测控装置宜立即告警。状态检修的推广要求我们及时掌握设备的健康状况,在保护延时告警的情况下,测控装置宜立即告警,记录下无效数据产生的时间,以便运行维护人员发现、统计、分析设备的运行状况,为下一步状态检修提供实际数据。

(上接第 227 页 continued from page 227)

关规程对于这方面的整定原则却尚不完善,从而造成一些 BZT 定值不能完全满足系统稳定要求。本文针对 BZT 的原理及动作逻辑进行了阐述,结合实际案例指出了目前整定工作中存在的缺陷,并提出了相应的解决方案。本地区按照这些改进方案执行多年, BZT 一直运行良好,正确动作率明显提高,电网安全稳定运行水平也得到提高。

参考文献

- [1] DL/T 584 - 2007 3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S]. 北京: 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 2007.
- DL/T 584 - 2007 3~110 kV power protection devices to run the entire set of order[S]. Beijing: The People's Republic of China National Development and Reform Commission, 2007.
- [2] PSP 642 数字式备用电源自投装置技术说明书[S]. 南京: 国电南京自动化股份有限公司, 2007.

5 结束语

近几年数字化变电站工程在全国各地纷纷开建,有力地推动了变电站数字化技术的发展,随着投运设备的增加和运行时间的加长,越来越多的问题暴露出来。常规二次回路被网络化,设备间通信的可靠性越来越高,继电保护技术的重点逐渐转移到防误动、防拒动措施上来,而不是新原理的研发。其实,很多防误措施都是无奈之举,期望电子式互感器、合并器生产厂家加快研发步伐,努力提高设备质量和技术等级,减轻供电企业运行维护的工作量,为数字化电网的发展打下坚实基础。

参考文献

- [1] 高翔. 数字化变电站应用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [2] 袁季修, 等. 保护用电流互感器应用指南[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [3] IEC61850 communication networks and systems in substations[S]. 2004.
- [4] IEC 60044-8 仪用互感器[S]. 2002.

收稿日期: 2009-11-04; 修回日期: 2009-12-29

作者简介:

洪毅文(1973-), 男, 工程师, 大学本科, 主要从事变电站二次设备技术管理工作。E-mail: zshongyiwen@163.com

PSP 642 digital standby power automatic switch device data sheet[S]. Nanjing: State Power Nanjing Automation Co., Ltd, 2007.

- [3] 许正亚. 电力系统自动装置[M]. 北京: 水利电力出版社, 2006.
- XU Zheng-ya. Power Systems Automation Device[M]. Beijing: Water Conservancy and Electric Power Press, 2006.

收稿日期: 2009-11-04; 修回日期: 2009-12-10

作者简介:

王莉(1967-), 女, 高级工程师, 长期从事电力系统继电保护研究及计算工作; E-mail: wangli6710@126.com

张予鄂(1963-), 女, 高级工程师, 长期从事电力系统继电保护研究及计算工作;

王娟(1982-), 女, 硕士研究生, 工程师, 从事电力系统继电保护整定计算工作。