

REL-561 光纤电流纵差保护在华中电网中的应用

李锋, 刘天斌

(华中电力调度通信中心, 湖北 武汉 430077)

关键词: 分相纵差; 光纤通道; 同步; 饱和

中图分类号: TM773

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)05-0049-03

1 引言

目前华中电网 500kV 线路主要采用以复用载波通道为主的高频距离与高频方向保护, 近年来由于载波通道干扰造成保护误动、拒动事故时有发生, 严重威胁电网的安全稳定运行。而光纤作为保护通道在抗干扰方面有得天独厚的优越性, 已经逐渐地被推广使用, 特别是应用在同杆并架双回线等对通道传输要求高的线路中。与载波通道相比较, 光纤通道与输电线路没有直接的联系, 输电线路发生故障时对光纤通信系统不产生任何影响。光纤通信数据传输容量大, 传输距离远, 频带宽, 传输质量高, 不易受电磁干扰, 在线路发生各种故障时信号都不会中断。由此可见, 用光纤作为保护专用通道, 就可大大加强继电保护动作行为的正确性和可靠性。目前华中电网 500kV 线路保护采用光纤作为保护通道的有牡荊、回线的 REL-561 分相电流纵差保护。投运一年多来, 这套保护经历了十多次的各类故障, 均能快速可靠切除区内故障, 同时在区外故障时不误动, 具有良好的选相和切除故障的能力。

2 电流纵差保护应考虑的几个问题

2.1 对采样数据的处理

电流纵差保护的原理是建立在基尔霍夫电流定律的基础上, 通过比较线路两侧的电流, 判断差流的

有无、大小, 以判别区内、区外故障。由于它要利用保护通道将一侧电流完整地传送到对侧进行实时同步比较, 因此电流纵差保护面临的首要问题就是如何对原始采样值进行处理以提取适当的数据传送到对侧。目前光纤通道传输一般采用 G. 703 同步协议并以 64kbps 的速率进行数据传送, 而电网稳定对保护动作时间有一定的要求, 不允许无限制的传输, 因此每次所能传送的数据量受到一定的限制, 故必须对电流采样值进行处理和加工。数据处理必须在暂态响应和带宽要求之间取得平衡, 必须在时间和相位两方面取得一致。可将一段时间内的采样数据集合在一起, 以减少传送所要求的带宽。既可采用分相电流差动也可采用综合电流差动, 但采用综合差动还需附加选相功能。

2.2 数据同步处理

电流纵差保护是将两侧电流进行实时的同步比较以判断故障范围。因此不仅要求本侧保护对三相电流进行同步采样, 而且要保证线路两侧保护采样同步, 还要补偿信号沿通道传输的延时。一般来说, 时钟同步的实现方式分外部时钟同步和内部时钟同步两种。外部时钟同步利用 GPS 实现, 其精度可达 $0.1\mu\text{s}$, 缺点是需另加硬件。内部时钟同步利用通道技术, 不需另加硬件就可实现, 它要求保证相位同步和频率同步。相位同步一般采用带时标的采样数据, 并利用保护装置自动检测通道延时方法来实现。

路保护就抢跳的事件, 造成一座 110kV 变电站全停。事后调查, 原因是这套线路保护当发生二段、三段范围内的两相短路接地及三相短路时, 装置以两种距离保护中较短的时限跳闸, 后经厂家更换软件才得以解决。

总之, 继电保护工作必须精益求精, 往往一些小

问题的忽视, 会造成大的事故, 必须依靠现场工作人员去解决。

收稿日期: 2001-11-12

作者简介: 薛玉龙(1971-)男, 助理工程师, 从事继电保护的安装、调试、维护工作。

Some problems in the secondary circuits of integrated substation automation system

XUE Yu-long

(YinNan Power Supply Bureau, Wuzhong 751100, China)

Key words: DC power supply; busbar voltage; control circuit; recloser

频率同步采用以系统频率为基础的频率跟踪技术实现。

2.3 自适应制动特性

电流纵差保护的制动特性决定了区内故障与区外故障的动作边界,反映在量上就是制动斜率的大小。制动特性应保证区内故障的保护快速开放,及区外故障时保护的可靠闭锁。同时为防止在区外故障时不平衡电流增大造成保护误动,保护应根据线路电流的大小自动采取不同的制动斜率。这是电流纵差保护应当考虑的。

2.4 电容电流补偿

超高压线路、长距离输电线路采用分裂导线,线路分布电容大,电容电流对电流纵差保护的影响不能不考虑,应在保护装置中采取补偿措施。

2.5 CT断线闭锁

线路一侧CT断线,在保护装置中形成差流,处理不当,就可能造成保护出口误动跳闸。电流纵差保护应有相应的电流判据去闭锁保护。

2.6 CT饱和

在500kV系统中,往往由于区外故障,造成线路一侧CT严重饱和,使一次电流不能完全传送到CT二次侧。此时差动保护装置在比较线路两端电流时,就会出现差流,在区外故障时制动电流就为线路电流,往往由于制动电流不是很大,CT饱和导致的差流造成差动保护的出口误动。因此,如何判别电流饱和及自动提高制动量是电流纵差保护应考虑的问题。

3 REL-561 保护原理简介

3.1 保护功能

REL-561 保护功能分基本功能和可选功能两大模块,如表1。

3.2 采样处理

保护对每相电流同时进行采样,采样率为40次/每周波。电流采样只通过傅立叶变换形成每相电流的正弦、余弦电流分量系数a、b。三相电流经变换后得到6个系数(每相2个)。REL-561装置采用RS422和G.703同步方式协议以64kbps速率发送数据。发送是将采样加工所得数据(6个系数)包含在同一帧信息中,每帧信息长22bytes,包括起始码、地址码、CRC码、结束标记等。每隔5ms保护向线路对侧发送一帧信息,通道允许的最大传输时间为12ms。对侧保护在收到信息帧后,按相将所收到的电流采样值与本侧对应电流进行实时同步比较,

表1 REL-561 保护功能

功能	特点	作用	
基本功能	分相电流差动 + 光纤通道	作为线路主保护,具有良好的选相及快速的单、三跳功能。	
可选功能	距离元件	3段相间、接地距离保护 选相功能 振荡闭锁元件	作为差动保护的后备。当光纤通道有问题差动保护退出时仍可运行。
	过流元件	无方向的相过流速断、延时保护	作为主保护闭锁时的后备(如PT断线),可单独闭锁跳闸出口,而不闭锁信号。
		无方向的零序过流保护	可作为高阻接地的后备,可单独闭锁跳闸出口,而不闭锁信号。
带方向的零序过流保护			
其它功能	故障测距		
	CT、PT断线监视		
	低电压、断相、过负荷监视		

计算出差流的幅值和相角及制动电流的大小。保护采用4取2或4取3的方式出口跳闸,即在4个连续的电流采样中有2个或3个满足动作条件时才允许出口跳闸,以提高出口跳闸的可靠性。

3.3 自适应的制动特性

保护特性如图1所示:

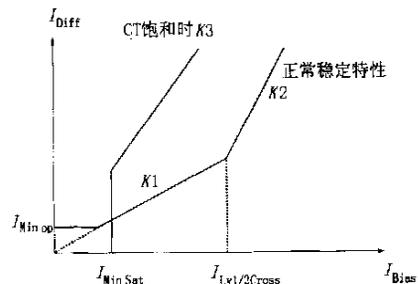


图1 差动保护动作特性



图2 系统等值图

动作电流: $I_{Diff} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2|$,

制动电流: $I_{Bias} = \frac{|\dot{I}_1| + |\dot{I}_2|}{2}$

每相制动电流: $I_{Bias每相} = \max \left(I_{Bias,自己相}, 0.5 I_{Bias,其它相} \right)$

注: \dot{I}_1, \dot{I}_2 ——线路两侧电流,以自母线流向线路为正方向;

K ——制动系数;

$I_{min op}$ ——最小启动电流。

REL-561 差动保护动作特性具有3段斜率,如

上图所示。CT没饱和时,保护走两段正常稳态特性(K_1 、 K_2 ,且 $K_2 > K_1$), K_1 、 K_2 两个制动斜率的自动切换由拐点电流门檻 $I_{Lvl/2Cross}$ (此值可整定)决定。以下简要分析在区内、区外故障时CT没饱和的情况下保护的動作情况:在区外故障时, $\text{Arg}(\dot{I}_1/\dot{I}_2)$ 180°,制动电流为线路电流,而差流几乎为零,保护可靠不动作。此时为了防止区外故障线路电流较大时保护的誤动出口,保护由拐点电流门檻 $I_{Lvl/2Cross}$ 判别自动将制动斜率由 K_1 切换到 K_2 ,以提高制动力,防止保护誤动。在区内故障时, $\text{Arg}(\dot{I}_1/\dot{I}_2)$ 0°,差流大大于制动电流,保护能灵敏快速動作。

3.4 CT饱和判别

REL-561保护对CT饱和采取的应对办法是装设一个专用的CT饱和检测器,仅用本侧的电流进行判别,利用没有经过滤波的采样值,检测对应的二次电流的特征。在CT饱和时,电流很快地从高幅值衰减为低幅值,然后缓慢地变化。这种特征可以通过三个连续的电流采样值检测出。一旦检测到CT饱和,保护自动抬高制动斜率,将保护動作特性切换到 K_3 ,从而提高了差流動作门檻,避免了保护誤动。但这样做的后果是牺牲了保护動作的灵敏度。

3.5 同步处理

为补偿通道延时行程误差,REL-561保护采用主从时钟方式,避免因时钟不同步造成滑码的出现,引起差流计算的误差。REL-561通过设置可使线路一侧为主机,另一侧为从机。每帧数据由送端发出时加上本地时标,对端接收数据后附上当地时标再将它送回。由此送端通过对两个时标的计算可得出本侧哪组采样电流与对侧送来的采样电流相对应,将它们进行实时比较,算出差流和制动电流,从而实现了两侧电流的同步比较。

3.6 CT断线

REL-561中提供了多种CT断线的判据,一般采用同一CT的另一绕组的零序电流,判断有无零序电流,作为CT断线的判据。CT断线时,闭锁保护出口,且发告警信号。零序电流可按躲线路不平衡整

定。这种判别方法的优点是原理简单可靠,缺点是使保护二次回路接线复杂化。

4 运行情况及故障实例

REL-561光纤纵差保护在华中电网500kV线路的运行情况是较好的。这套保护的特点是光字牌信号灯简单,压板投退少,误发信号几乎没有;且运行维护简单,保护校验的工作量小。光纤通道稳定可靠,正常运行极少出现通道有问题的情况。牡郑、回线自2000年1月投运以来,由于天气恶劣及其它因素,相继发生十多次各类故障。REL-561保护每次故障均能正确选相,快速出口跳闸切除故障,保证了系统的安全稳定运行。但在实际运行中也存在一些问题。由于牡郑、回线两套REL-561保护共用一条光纤通道,如果通道本身有问题需要处理,则两条线路的REL-561保护都需退出运行。此时两条500kV线路均只有一套主保护运行,这是一个应引起重视的问题。另外由于此保护涉及的光纤通道技术环节较多,而保护装置和通道本身的问题反映在保护屏上就是一个通道告警信号。有时线路一端保护、通道均正常运行,而线路另一侧出现“通道告警”信号,且有时此信号是瞬时出现,马上消失。这种情况对于运行人员来说是比较麻烦的,因为这不

5 结束语

电流纵差保护的原理简单,选相功能好;光纤通道传输质量高,抗干扰强。由此结合形成的光纤纵差保护的性能是安全可靠的。以前由于光纤设备、光缆造价较高,在一定程度上制约了光纤电流纵差保护的广泛应用。随着光缆的广泛应用及制造成本的降低,光纤电流纵差保护在华中电网的应用前景将是非常广阔的。

收稿日期: 2001-10-15

作者简介: 李锋(1973-),男,工程师,从事继电保护专业日常运行及整定调试工作; 刘天斌(1966-),男,高工,从事继电保护管理工作。

Application of REL-561 optical fiber differential protection in central china power system

LI Feng, LIU Tianbin

(Central China Electric Power Dispatch & Communication Center, Wuhan 430077, China)

Keywords: line current differential protection; optical fiber channel; synchronization; saturation