

用于500kV线路高频保护的高频复用通道研究

桂小军¹, 孙巍¹, 张志立¹, 孔伟彬², 赵力²

(1. 许继集团公司, 河南 许昌 461000; 2. 广东省电力设计研究院, 广东 广州 510600)

摘要: 介绍用于500kV线路保护的高频复用载波通道,通过对西门子复用载波机和保护接口对信号传输特性的分析、线路保护对保护接口的要求以及线路保护连同西门子复用载波机和保护接口的动模试验,从而得出这类组合的可用性。

关键词: 保护; 高频; 通道; 研究

中图分类号: TM773

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)06-0049-03

广东500kV韶关输变电工程的500kV线路保护采用CSL102A微机保护和ESB2000I数字载波机。这种方式以前没有采用过。为了保证保护的正确动作,我们先对ESB2000I数字载波机及其接口进行研究,然后把保护和载波机及其接口组合在一起进行动模试验,以便使设备满足运行要求,保证保护的正确动作。

1 复用载波机和保护接口对信号传输的特性

由于采用了复用载波机和保护接口,保护接口对信号传输有下列特点:

1) 信号传输时间

对保护信号需要调制和解调时间,该时间表现为信号传输时间。

2) 命令展宽时间

为了使保护能可靠地收到信号后正确动作,对允许式和远方跳闸信号需要有命令展宽时间。但保护信号传输时间和命令展宽时间对双回线功率倒向及转换性故障是有影响的,如果时间过长,会使保护误动。所以,对保护信号传输时间和命令展宽时间主要考虑双回线功率倒向及转换性故障时,保护不能误动。

保护的闭锁命令展宽时间原则上应为0s。但为了防止发信缺口使保护误动,需要有一个短的命令展宽时间。根据实测一般发信缺口在4~5ms之间,所以命令展宽时间定在5ms。当有少于5ms发信缺口出现时,由于命令展宽的作用在保护收信入口上得到一个连续的脉冲来防止保护误动。

3) 接口与复用载波机的持续发信时间

考虑到正方向故障加上本侧开关失灵的情况,要求命令1(允许信号)、命令3(远跳信号)、命令4

(远跳信号)同时发出,至少两个远跳信号(命令3和命令4)同时发出以便满足远跳回路二取二的要求。

考虑到反方向区外故障加上开关失灵的情况,本侧主保护(高频闭锁距离保护)应一直发出闭锁信号(命令2),闭锁本线对侧保护直到反方向区外故障切除为止,以防止本线对侧保护误动。考虑到发信时间的裕度,要求接口与复用载波机的持续发信时间不少于2s。

4) 保护接口对命令脉冲信号的判别时间

为了区别命令脉冲信号和干扰脉冲信号,保护接口设置有脉冲信号判别时间。通常该时间为5ms左右。如果接收到的每个脉冲信号持续时间大于判别时间,保护接口认为是真正的命令脉冲信号,保护接口有输出信号,输出信号持续时间为接收到的命令脉冲信号持续时间加上命令展宽时间。如果接收到一连串的干扰脉冲信号,而且每个脉冲信号持续时间少于判别时间,保护接口没有信号输出。如果保护起动元件发生抖动,其抖动脉冲信号持续时间少于判别时间,保护接口也没有信号输出。保护接口的判别时间一般包括在传输时间内,对接口特性没什么影响。

5) 解除闭锁信号持续时间

当通道的衰耗达到某个电平以下或因某种原因(如电源失压、通道中断等)使载波机(或保护接口)的导频信号消失,保护接口立刻发出解除闭锁信号,供允许式保护在检测到故障跳闸之用。该信号持续时间为100ms,然后自动返回。

6) 信号告警时间

当通道的衰耗达到某个电平以下,命令信号发信时间过长或因某种原因(如电源失压、通道中断等)使载波机(或保护接口)的导频信号消失,保护接口经过一段时间延时后发出告警信号。该信号持续

到通道恢复正常时自动返回。告警信号延迟时间一般整定在 3~10s 之间。

应当指出的是:当解除闭锁信号发出的那一瞬间直到通道恢复正常时为止,载波机和保护接口处于闭锁状态,命令信号不可以发出并传输到对侧。

保护接口命令信号时间之间的关系见图 1。

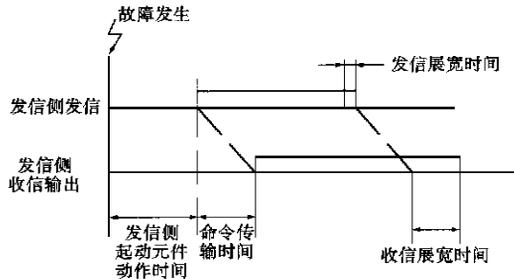


图 1 保护接口命令信号时间之间的关系

2 保护对接口的要求

根据我们对保护的高频通道安排,主保护为高频方向保护,高频信号交换方式为允许式;主保护为高频闭锁距离保护,高频信号交换方式为闭锁式。远方跳闸为双熏化设置。这样的高频信号交换方式安排使允许式信号和闭锁式信号的优缺点互为补充,符合规程的不同原理的要求。有些同志担心采用闭锁式在通道破坏时,区外故障会引起误动。我们认为:正常运行通道破坏是设备损坏做成的,复用载波机立刻有信号显示(如:导频信号消失),一般有足够时间来处理(如通道退出等)是可以避免误动的;另一方面,故障时的通道破坏(如收不到对侧信号)是由于区内故障导致通道衰耗增加引起的,它对允许式保护会做成拒动,从而导致扩大事故。解除闭锁信号对故障时的通道破坏仅开放 100ms;在这开放 100ms 期间如果保护测量到故障保护可立刻跳闸,不受高频信号所闭锁。如果在非故障时通道破坏,故障在解除闭锁信号开放 100ms 后才发生故障,这对允许式保护会做成拒动。综上所述,只要采用不同路由的主、备通道并列运行是可以避免上述缺点的,从而使保护能正确动作。

根据对保护的高频通道上述安排,保护通道只有采用复用通道才可以节省投资。为了节省投资,希望每个通道接口应有四个命令,具体命令分配如下:

主通道:

- - 命令 1 允许信号
- - 命令 2 闭锁信号

- - 命令 3 远跳信号 1-1

- - 命令 4 远跳信号 2-1

备用通道:

- - 命令 1 允许信号

- - 命令 2 闭锁信号

- - 命令 3 远跳信号 1-2

- - 命令 4 远跳信号 2-2

保护在采用了复用载波机后,要求系统故障的总切除时间不大于 100ms 以保证系统稳定的要求。由于开关切除时间在 60ms 左右,所以要求保护的动作时间不大于 40ms。

综合 1997 年以来的保护动模试验结果,保护对复用载波接口的要求如下:

- - 带宽 1200Hz
- - 信号传输时间: 11~12ms
- - 命令展宽时间: 允许式 20ms
- 闭锁式 5ms
- 远方跳闸 100ms
- - 持续发信时间: 不小于 2s

在动模试验中进行了复用载波接口的传输速率试验(命令展宽时间不变)。试验表明当带宽为 960Hz 时,仅可用于允许式,但保护动作时间增加。而对闭锁式保护,因为相应的信号传输时间比带宽为 1200Hz 时要长 3~5ms,使闭锁式保护在同等的等待时间下区外故障时产生误动。同理,当复用载波机和保护接口的信号传输时间增加,也会出现同样的问题。

3 对西门子保护接口的研究

目前本工程选用许继电气有限公司和西门子公司生产的 ESB2000i 复用载波机和 SWT 2000F6 保护信号传输装置的保护接口,在 ESB2000i 复用载波机内有 SWT 2000i 保护接口,该接口是一个带内式的两命令接口。而 SWT 2000F6 是一个带外式的两命令接口。这样可达到四个命令同时发送的目的。

SWT 2000i 保护接口和 SWT 2000F6 保护接口在命令发送时存在有功率分配问题,即:在实际线路的各种衰耗下,不同命令组合的发送在收信侧所接收到的命令与实际不符。这需要通过连机测试来验证。

500kV 韶关—北郊线线路全长约 260km,线路导线采用截面为四根 400mm 的四分裂的钢芯铝绞线。本工程采用 80W 的载波机,根据计算,高频通道总衰耗和裕度约 38dB。通过带 40dB 衰耗连机测试不

同命令组合的发送,在收信侧所接收到的命令与实际相符。

旧版本的 SWT 2000i 保护接口和 SWT 2000F6 保护接口的接口参数如下:

- - 发送端命令展宽时间 15 ~ 500ms;级差 5ms
- - 信号传输时间 专用式或同时复用式 不大于 10ms
交替复用式 不大于 15ms
- - 收信端命令展宽时间 0 ~ 500ms;级差 100ms
- - 持续发信时间 不受限制

上述数据显然不符合要求。经过与西门子的技术谈判,西门子对保护接口软件作出修改,新版本的 SWT 2000i 保护接口和 SWT 2000F6 保护接口的接口参数如下:

- - 发送端命令展宽时间 0 ~ 500ms;级差 5ms
- - 信号传输时间 不大于 13ms
- - 收信端命令展宽时间 0 ~ 50ms;级差 5ms
50 ~ 500ms;级差 100ms
- - 持续发信时间 不受限制

新旧版的 SWT 2000i 保护接口和 SWT 2000F6 保护接口两个命令的参数是一样的,不可以分别按每个命令的要求来调整。这样一来,主、保护命令要放在同一个保护接口内,而两个远跳命令要放在另一个保护接口内。

对 SWT 2000i 保护接口和 SWT 2000F6 保护接口进行如下参数设置:

- - 命令收信展宽时间: 5ms
- - 命令发信展宽时间: 设置为 0ms

上述保护接口的信号传输时间、命令展宽时间和信号持续发信时间实际测量值如下:

- - 信号传输时间:
仅载波机出口 最大 14.4ms 最小 12.4ms
包括保护收信输入转换继电器 最大 17.8ms
最小 16.7ms
- - 命令收信展宽时间: 最大 6.1 最小 4.0ms
- - 命令发信展宽时间: 0ms
- - 信号持续发信时间: 不受限制

从上述实测结果可见:1)对允许式保护由于命令收信展宽时间短可能做成保护拒动。2)对闭锁式保护由于命令信号传输时间最大 14.4ms 大于保护的等待时间 13ms,易做成闭锁式保护误动。3)为了防止对保护开入量干扰引起保护误动,在保护收信输入端加有转换继电器,该继电器动作时间为 3.8 ~ 4ms 左右。由于加上收信输入转换继电器,使允许式保护动作时间加长;闭锁式保护的等待时间也要加长,使闭锁式保护动作时间加长,否则闭锁式

保护会误动作。上述的情况需要保护与西门子复用载波机一起做动模试验加以研究。

4 动模试验结果

把保护与西门子复用载波机(带 40dB 的衰耗器)和保护接口连一起做动模试验。在各种故障情况下保护动作正确,没有发生误动或拒动现象。试验结果如下:

1)对允许式保护,旧软件仍然可用,对保护的動作正确性没有什么影响。虽然收信展宽从 20ms 变成 5ms,对允许式保护的動作可靠性没有影响。但是保护出口时间变长,从原来不大于 40ms 变到不大于 45ms。时间变长的原因:收信输入转换继电器比原来的動作时间增加 2ms,以及西门子复用接口采用继电器出口比 ABB 复用接口采用场效应管出口動作时间增加 2ms。

2)对远跳回路没有什么影响。其接口参数与原来没有区别。

3)对闭锁式保护,如果采用旧软件保护偶有誤动存在。从录波图上显示出如果发闭锁信号的反向起动作元件動作较慢,在保护出口后 2 ~ 3ms 才收到对侧保护的录波信号。如果发闭锁信号的反向起动作元件動作较快,保护才不会誤动。誤动原因:在于反向起动作元件動作时间离散值和由于新的接口继电器出口比 ABB 复用接口采用场效应管出口動作时间增加 2ms,导致保护等待时间裕度不够。采用新软件版本的闭锁式保护把等待时间从 13ms 增加到 20ms,在各种故障下(包括转换性故障和功率倒向)均動作正确。但保护動作时间不大于 38ms 变到不大于 44ms。

表 1

		CSL101A(闭锁式)	CSL102A(允许式)
转换性故障	第一次故障動作时间	13.4 ~ 43ms	13 ~ 44.2ms
	第二次故障動作时间	80 ~ 150ms	44 ~ 197ms
振荡中故障動作时间		50.5 ~ 103 ~ 238ms	83 ~ 184ms

4)对于其它试验结果如下:

对于新版软件的转换性故障和振荡中故障其保护動作时间见表 1。与旧新版软件的保护動作时间差别不大。

5 结论

尽管通过试验发现保护的動作(下转第 56 页)

入一种等待相继动作的循环。此时会出现这样的情况:对侧为近故障侧或大电源侧,由其零序一段或距离一段动作切除故障,使助增电流消失。本侧仍可在等待相继动作循环中驱动 TXT,并带 60ms 延时出口。此时如果未转换为相间故障(标志字 DEVB = 0),则仍可单跳。这就要求接入单跳位置接点,作用于对侧收发信机停信。才能保证对侧先跳后保持停信状态,使本侧自发自收,可靠相继动作。

还有一点应当提到,在非全相运行过程中,如果健全相的下一段线路故障,本线的 WXH-11X 保护装置中高闭距离元件要误动,而 WXH-15X 保护装置的高频方向元件则借助于高频信号的闭锁不会误动。

通过上面的简要分析可知, WXH-11X 和 WXH-15X 高频保护的收发信机位置停信的不同接法是为了适应两种保护的原理及程序设计方面的不同

The difference of position signaling - stop circuits of HF protection WXH- 11X from that of WXH- 15X

XIE Tai - hang

(Pingdingshan Power Supply Bureau, Pingdingshan 457001, China)

特点而采取的必要措施。并且主要是为了适应两种保护在处理非全相运行过程中健全相再故障的不同对策以及高频零序保护的特殊要求。只有单跳停信和三跳停信正确接入收发信机,才能充分发挥双高频的各自的优势。特别是高频方向保护在非全相运行过程中不退出的特点,从而更好地保证系统的稳定运行。

但是可能是由于某些保护盘所配操作箱的三跳位置接点不够,加上现场安装时未对本文所述的情形有充分的认识,有可能将 WXH-11X 和 WXH-15X 高频保护的收发信机位置停信回路都接成单跳位置接点。对此应引起运行单位的充分注意。

收稿日期: 2000-11-30

作者简介: 谢太行(1968-),男,本科,现从事电力系统继电保护工作。

(上接第 51 页) 时间比要求多 3 ~ 4ms,如果收信输入转换继电器采用动作时间为 2ms 的继电器,保护的動作时间可降到 40ms 以下。在韶关 500kV 输变电工程的 500kV 线路保护采用许继四方保护和西门子复用载波接口是可以满足要求的。

收稿日期: 2000-10-16;

作者简介: 桂小军(1966-),本科,工程师,主要从事电力系统继电保护及自动化产品的营销工作; 孙巍(1960-),男,本科,工程师,主要从事电力系统通讯产品的营销工作。

The HF power line multi-carrier channel studying for 500kV line relay

GUI Xiao-jun¹, SUN Wei¹, ZHANG Zhi-li¹, KONG Wei-bin², ZHAO Li²

(1. XI Group Corporation, Xuchang 461000, China; 2. Guangdong Electric Power Design & Research Institute, Guangzhou 510600, China)

Abstract: This paper introduced the HF power line multi-carrier channel for 500kV line relay. By analysing the Siemens power line multi-carrier and teleprotection interface characteristic for commands sending, the line relay's requirement for teleprotection interface, and dynamic simulating testing for line relay with the Siemens power line multi-carrier and teleprotection interface, the combination operation is available.

Key words: relay; high-frequency; channel; study

中国高等学校电力系统及其自动化专业 第十七届学术年会信息

全国高等学校电力系统及其自动化专业第十七届学术年会预定 2001 年 10 月 23 日至 25 日在福州大学举行。

本年会筹备组通信地址:福州大学电气工程系

邮编: 350002 会议联系人: 余占兴 杨耿杰 温步瀛

征文稿件和软盘收件人: 郭谋发 洪翠 杨耿杰

电话: (0591) 7893594

欢迎用 E-mail 投稿, E-mail: mfkuo@163.net