

一起 500 kV 线路远跳装置通道异常时的问题分析与改进

陈晓彬

(广东电网公司揭阳供电局, 广东 揭阳 522000)

摘要: 针对在变电站保护定检中发现一种常见的 500 kV 线路载波通道的连接方案在尾纤通道异常时会造成开关远跳保护拒动的安全隐患, 对目前广东电网两种常用的 500 kV 线路载波通道的不同连接方案存在的问题进行深入分析。提出了首先增加通信机房光纤接口设备至主控室监控后台的监控信号实现对该设备的监控, 优先采用保护通道改造方案, 结合相关工程将线路载波通道改造成光纤通道。若短期内无法具备两路光纤路由的话可考虑采用更换载波机设备的解决方案。

关键词: 通道异常; 光纤通道; 载波通道; 远跳; 保护拒动

Analysis and improvement for 500 kV lines tele-tripping equipment with abnormal channel

CHEN Xiao-bin

(Jieyang Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Jieyang 522000, China)

Abstract: A hidden safety trouble is found in regular check of substation protection equipment. If it is not eliminated, the tele-tripping equipment will fail to trip when the connection scheme for 500 kV line carrier wave channel is abnormal in the pigtail channel. Application problems of two usual connection schemes for 500 kV line carrier wave channels in Guangdong power grid are analyzed in deep. This paper proposes that adding monitoring signal from optical fiber interface device in communication room to main control room firstly, and later, combining with relevant project, protection channels are modified from line carrier wave channels into optical fiber channels, which is prior to other methods. If two path optical fibers can not be provided, the solution of replacing the carrier wave device will be considered.

Key words: channel abnormal; optical fiber channel; carrier channel; tele-tripping; failure to trip

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)24-0209-04

0 引言

近期, 揭阳供电局继保班在进行 500 kV 榕茅甲线保护定检中发现一种常见的 500 kV 线路载波通道的连接方案在尾纤通道异常时会造成开关远跳保护拒动的安全隐患。榕茅甲线的主二保护及两套远跳保护共用一条复用光纤通道和一条复用载波通道, 其中复用载波通道的设计比较特殊, 所采用的方式是光纤—载波—光纤的模式。如图 1。

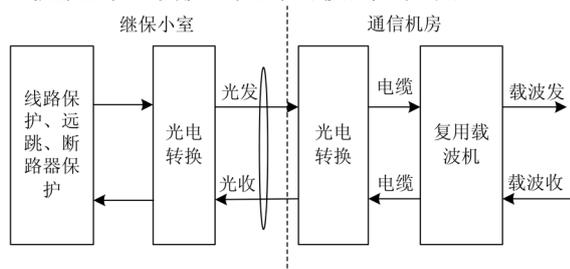


图 1 500 kV 载波通道连接方案一示意图

Fig.1 500 kV carrier channel connection scheme 1

当榕江站侧继保室FOX-41A装置发信光纤中断时, 两侧的保护及后台监控都没能收到通道中断或异常的信号, 只有位于榕江站通信室内的FOX-41A装置报“通道异常”报文, 亮“告警”灯。但通信室的FOX-41A装置与保护及后台监控都没有网线或电缆的连接, 所以信号不能上传, 这样所造成的结果是, 即使发信长期中断, 值班员也不知道, 进而影响远跳保护装置的判断造成拒动。当前, 广东省电力工业发展很快, 区域型大电网建设已初现规模。电网结构越来越强, 不同地区之间的联系越来越紧密。在这种形势下, 对继电保护的要求也越来越高, 而且侧重于动作的可信赖性。要求系统发生故障时, 必须快速切除, 决不能发生继电保护拒动的事故。这种稳定可靠、动作迅速的纵联保护对高压电网的稳定运行起到尤为重要的作用, 它也是保证电网稳定的一道防线^[1]。在电力系统中, 高频保护是输电线路全线纵联保护^[2], 由于它实现简单, 投资经济, 在电网继电保护中仍然广泛应用。

但是高频保护的高频信号要经过加工设备、结合设备，通道环节相对较多^[3]，在广东电网多年的运行中，经常存在种种通道异常的缺陷。随着电网结构不断变化，继电保护设备不断改进，相应的保护通道类型不断发展^[4]，目前各种通道形式并存^[5]。

1 目前 500 kV 线路载波通道的连接方案

方案一是用于继保小室采用下放布置形式的变电站，继保小室离通信机房距离较远（一般超过 100 m），线路保护、远跳装置和断路器保护的收发信回路经继保小室的光电转换装置转换成光信号，然后再由通信机房光电转换装置转换为电信号后接至复用载波机，榕江站采用方案一设计，如图 1 所示。榕江站通信机房的光电转换装置未接入监控系统。

方案二是用于继保小室采用集中布置形式的变电站，继保小室离通信机房距离较近（同一栋楼内，距离一般不超过 100 m），复用载波机设备与线路保护、远跳装置和断路器保护均放在继保小室，因此收发信回路直接由线路保护、远跳装置通过电缆连接至复用载波机，电缆处于 500 kV 开关场强电磁环境中，二次回路所受干扰大，易造成保护不正确动作。如图 2 所示。

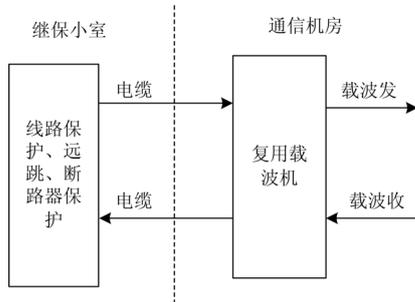


图 2 500 kV 载波通道连接方案二示意图

Fig.2 Demonstration of 500 kV carrier channel connection scheme 2

上述载波通道连接的两个方案中，方案一与方案二相比收发信回路多了一道光电转换的环节，以减少电缆接线的距离。

2 存在的问题

2.1 部分变电站通信机房光电转换装置未接入监控系统

由于通信机房没有配置测控屏，因此光电转换装置的“装置异常、闭锁”告警信号均无法接入就地监控系统，目前部分变电站将该信号接入到了主控室的监控系统。

但由于通信机房内直流电源均为 48 V，而引入

的主控室监控系统电源为 110 V，可能对通信机房内的设备造成一定的影响，因而有部分变电站未接入该告警信号。此时，当继保室与通信机房之间的发信光纤（继保室 FOX 发信至通信机房 FOX）中断时，继保室 FOX 装置不会发出异常告警信号，而通信机房 FOX 装置异常告警信号未接入监控系统，因此监控系统无法监测到该故障信息。

2.2 可能影响对侧远跳装置通道故障的正确判别

当继保室光电转换装置到通信机房光电转换装置的发信光纤中断时，对侧线路保护、远跳装置将无法判断或识别该故障，导致装置误判为接收通道正常，无法自动将判别方式转换为“二取一”收信方式。

此外，当光电转换装置至载波机发信电缆中断时，监控系统同样无法监测，远跳装置同样存在拒动的可能，因此，目前广东省内采用载波通道发信的线路在上述两种情形下对侧远跳装置均存在拒动的可能。

3 解决方案

3.1 针对“监控告警信号”的解决方案

方案一是采取直接拉电缆的方式将通信机房的光电转换装置 FOX41A “装置闭锁”、“装置异常”、“收信”、“发信”等中央信号接入主控室的监控系统。该方案原理简洁直观，便于今后的运行维护。

方案二是将通信机房光电转换装置 FOX41A 的“装置闭锁”、“装置异常”、“通道接收中断”等信号与“导频信号消失”告警信号并接后，通过光纤发回至继保室的光电转换装置再送出至小室测控装置。

根据目前的回路设计该方案不可行，原因如下：

1) 目前载波通道的“导频消失”告警信号由通信机房发回至继保室后，该告警信号并非用于接入监控系统，而是用于远跳装置的“通道中断开入”，因此并接后该装置告警信号依然不能送至监控系统；

2) 采用并接的方案后，将使得发信光纤中断的情况下本侧远跳装置会误判为通道接收中断导致装置自动转换为“二取一”方式，可能会导致装置误动；

方案三是采用不与“导频消失”信号并接而是另外开通一路通信机房与继保室之间光电转换装置（如 FOX41A）的命令传输通道，将告警信号传至继保小室后再接入相应测控装置。

由于目前每个光电转换装置共设有 8 个命令通道，其中命令 1、2、3 用于分相距离保护收信（若

为纵联距离保护则只用命令 1)，命令 7、8 用于远跳收信，另外还需要两个命令用于“导频信号消失”告警开入，因此仅剩余一路命令通道用于传输装置本身的告警信号。上述方案原理上讲可行，但是存在原理、回路相对比较复杂，特殊，不便于现场运行维护，而且 FOX41A 装置的命令通道的开入触点资源紧张，给信号的接入带来不便。

因此综合以上各方案比较论述，方案一实施简单，运行可靠，建议采用方案一。

3.2 针对“发送通道接收中断信号至对侧远跳装置”的解决方案

方案一是利用载波通道传输通道故障命令至对侧，与保护和远跳装置的发信方式一致，增开一路复用载波机通道命令用于传输通信机房光电转换装置 FOX41A “通道故障”命令，在对侧与载波通道“导频消失”信号并接或者单独输出至对侧远跳装置。具体方案如图 3 所示。

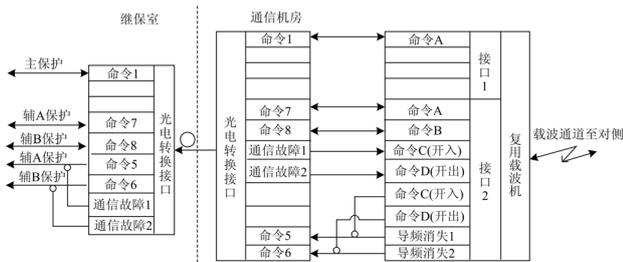


图 3 500 kV 载波通道问题解决方案一示意图

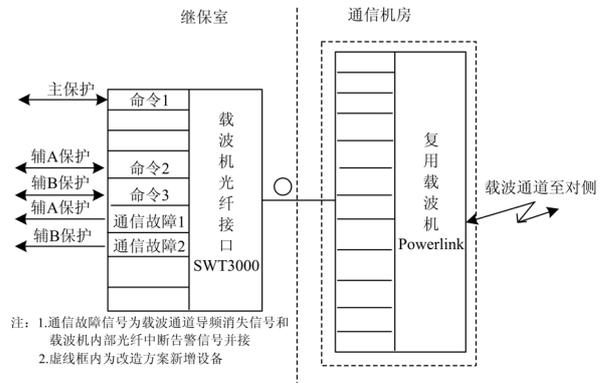
Fig.3 Solution to 500 kV carrier channel problem scheme 1

当本侧变电站远跳发信回路采用的是“电→光→电”的连接方案时，需要接入载波机命令 C（开入）和命令 D（开入）回路，对侧变电站则需要将命令 C（开出）和命令 D（开出）分别与导频消失 1 和导频消失 2 信号并接；同理当对侧变电站采用电→光→电”的连接方案时，本侧变电站需要将命令 C（开出）和命令 D（开出）分别与导频消失 1 和导频消失 2 信号并接，对侧变电站需要接入载波机命令 C（开入）和命令 D（开入）回路。

但上述方案的问题在于光电转换装置的通道告警为自保持信号，当通道故障一直存在时载波机将持续满功率发信，而持续满功率发信对载波的寿命产生很大影响甚至烧坏载波机，厂家目前均不推荐该通信方式（ABB 厂家给出持续发信的时间为不超过 30 s，西门子建议为 60~120 s），因此不推荐采用该方案。

方案二是更换载波机，目前载波机的主要生产厂家 ABB 和西门子针对保护小室离通信机房较远的情况提供了一种新的产品方案，将载波机的保护

接口装置与载波机设备分离，并将接口装置下放至保护小室，该接口装置在保护小室接入保护命令信息，再通过光纤与通信机房载波机设备相连，具体方案如图 4 所示。



注：1.通信故障信号为载波通道导频消失信号和载波机内部光纤中断告警信号并接
2.虚线框内为改造方案新增设备

图 4 500 kV 载波通道问题解决方案二示意图

Fig.4 Solution to 500 kV carrier channel problem scheme 2

图 4 中 SWT3000 为载波机光纤接口装置，该装置能采用 110 V 或 48 V 直流电源，可组在保护屏内（更换保护屏内的光电转换装置），Powerlink 为载波机设备，具有对载波机与保护接口装置内部光纤进行实时监视的功能，在该光纤中断时能够发送告警信号至对侧（该信号与导频消失告警信号分开发送，可在接收端并接后作为接收通道中断信号接入远跳装置），此方案可解决保护小室至通信机房发信光纤中断时远跳装置拒动的问题，但需要对线路两侧的载波机设备进行更换，改动范围较大。

方案三保护通道改造是结合通信光缆的建设情况对采用载波通道的线路保护进行通道改造，将线路的载波通道改造成迂回路由的复用光纤通道。此方案可从根本上解决通道异常导致远跳装置拒动的问题，同时也可大大提高保护动作的可靠性。

4 结论

综合以上方案比较分析，针对 500 kV 榕茅甲线通道异常导致远跳装置拒动的问题采取如下方案：

- 1) 优先采用保护通道的改造方案，结合相关工程对线路载波通道进行改造。
- 2) 若短期内无法具备两路光纤路由的话可考虑采用更换载波机设备的方案。
- 3) 增加通信机房光纤接口设备至主控室监控后台的监控信号，实现对该设备的监测。同时确保通信机房光纤接口设备掉电有信号接入到后台监控系统。

经研究应优先完善通道告警信号的监控工作，并在运行中加强设备监视与通道维护，目前该工作

已经实施运行情况良好。针对通道异常影响远跳装置判别的问题,最佳解决方案是将保护通道由载波改为复用 2M 光纤通道。建议厂家开发出具有以太网接口的光纤接口设备,方便和监控系统交换机的以太网口连接,解决长期困扰我们不能采集通信室内与保护有关设备的异常及收发工作信号问题。目前 500 kV 主网线路保护对通信通道的依赖越来越强,随着光纤网络的逐步完善、施工工艺和保护产品技术的不断提高,光纤通道的全面运用将是未来保护通道发展的必然趋势^[5]。从这次隐患发现到解决我们可以看出应该加强设计、施工、验收的把关,才能确保电网安全稳定运行。

参考文献

[1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 三版.北京: 中国电力出版社, 2005.
 ZI-IU Sheng-shi. Principle and technology of relay protection for high voltage electric power net[M]. Third edition. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

[2] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 1994.
 HE Jia-li, SONG Cong-ju. The relay protection principle

of electric power system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.

[3] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
 State electric power dispatching communication center. electric system relaying technology dialogue[M]. Second edition. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

[4] 韩天行. 微机型继电保护及自动化装置检验调试手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
 HAN Tian-xing. The tiny model protects after the eelectricity and the sutomation equip examination to adjust to try the manual[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.

[5] 李瑞生. 光纤电流差动保护与通道试验技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
 LI Rui-sheng. Line fiber optical diferential protection and experimental technique of optical fiber channel[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.

收稿日期: 2009-12-14; 修回日期: 2010-03-23

作者简介:

陈晓彬 (1979-), 男, 工程师, 工程硕士, 主要从事继电保护检修管理工作。E-mail: cxbcbj@126.com

(上接第 145 页 continued from page 145)

3.3 结论

1) 从大量的故障仿真计算结果来看,在高频通道不同运行状态及不同的故障类型下,电缆侧输入阻抗随频率变化的曲线具有明显不同的特征,可以用作判断高频通道运行状态和故障类型的依据。

2) 实验室测试结果与仿真计算结果基本一致,阻抗特性曲线变化趋势基本一致,可以确定该理论和方法的有效性。

3) 当高频通道有元件故障时,整个通道的回波衰耗在某一频段甚至整个工作频段会降低,因此整个通道的回波衰耗也可做为判断标准之一。

4 结束语

带电高频通道状态测试方法与测试装置将整个高频通道综合考虑,按照各个高频加工设备的参数进行仿真计算,得到了设备出现故障时的仿真试验数据,据此提出了实用的现场测试方法和标准,并通过采用独立研制的测试设备进行了现场测试,验证了该方法的有效性和实用性。该方法可以在线路不停电的情况下快速、准确判断高频通道状况,并

且在高频通道故障时实现快速定位,操作简单,极大地降低了工作强度,节省了设备停电时间。该方法研究方向具有独特性,是一项很有意义且很有必要的工作,大大提高了高频保护的正确动作率,有效缩短了高频保护的退出时间,从而提高电网的安全稳定运行水平。

参考文献

[1] 王广延, 吕继绍. 电力系统继电保护原理与运行分析[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995.

[2] 葛耀中. 高压输电线路高频保护[M]. 北京: 北京水利电力出版社, 1986.

收稿日期: 2009-12-16

作者简介:

郭耀珠 (1964-), 女, 高级工程师, 从事电力系统继电保护工作; E-mail: gyaozhu@sina.com

石光 (1971-), 男, 高级工程师, 从事电力系统继电保护管理工作;

丁卫华 (1976-), 女, 工程师, 长期从事电力系统继电保护生产运行工作。