

一起复用载波机误发信引起保护误动的分析

刘正超, 刘之尧, 刘玮, 张弛

(广东省电力调度中心, 广东 广州 510600)

摘要: 在 500 kV 超高压系统中, 复用载波机作为线路主保护的纵联通道设备, 得到了广泛的应用。结合保护动作情况、事件的各种记录和事后的实验分析数据, 分析了一起由于复用载波机误发信引起保护误动的原因, 同时探讨了相应的防范措施。

关键词: 复用载波机; 继电保护; 交流干扰

中图分类号: TM773 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)16-0060-03

0 引言

2004年1月19日13:15, 曲北甲线北郊侧远跳装置一号载波机收到约3s左右的远跳命令, 在满足就地低功率判据的情况下远跳装置出口跳北郊侧曲北甲线开关, 同时发远跳令跳开对侧曲江站曲北甲线开关。2004年2月13日17:50, 鲤曲线发生B相接地故障, 在鲤曲线跳闸同时, 曲北甲线北郊侧主I允许式保护收到对侧两台载波机发过来的断续的允许信号, 在466ms跳开B相, 属于区外故障误跳。经事后查线, 两次事故当中曲北甲线均无故障, 直接原因都是由于复用载波机受到干扰误发信而引起。

1 事故过程分析

1.1 事故过程中系统运行状况

1月19日曲江变电站鲤曲线停电检修进行500kV鲤曲线保护定检。事故发生时正在进行线路保护整组带开关传动项目。在进行500kV第二串的5021和5022开关线路保护单相瞬时故障单跳再重合项目过程中, 同一串的曲北甲线远跳保护误动。

2月13日曲江变电站500kV所有一次设备处于投运状态。500kV保护小室和载波机房为配合1月19日误动的事故调查, 已将曲北甲线远跳保护退出。曲北甲线载波机C命令(远跳I)发信电缆芯线已解开, D命令(远跳II)电缆芯线仍然连接在载波机, C、D命令的输入脉冲抑制时间均为5ms, A(主)、B(主)快速命令设置为0ms。事故发生时站内无操作及实验项目。

1.2 事故信息分析

1月19日北郊站的录波图和载波机事件记录显示, 事故过程中曲北甲线二号载波机一直发装置故障告警信号, 北郊侧远跳保护I、II分别从一号载

波机获得一个3500ms左右的远跳信号, 保护自动采取“二取一远跳信号”判据, 同时远跳装置就地判据恰好满足, 经固定延时后保护出口跳本侧开关。曲江侧的录波图和载波机事件记录显示曲江侧一号载波机A、B(内置快速)、C、D(外置慢速)四个命令均同时有间断发信的记录。由于载波机报文记录的最小时间间隔为10ms, 从发信记录中只能看出一号载波机在不断发100Hz频率的脉冲信号, 该信号是否为更高频率而载波机无法快速记录需要实验确认。

2月13日北郊站的录波图和载波机事件记录显示曲北甲线主I允许式保护几乎在鲤曲线故障切除的同时开始接收到一系列的允许信号。该信号的长度不定但信号的间断长度固定为4ms, 接收到的断续允许信号总长达到1100ms左右。闭锁式保护接收到的闭锁信号为连续波形, 总长为2.6s。C、D口未收到对侧的远跳信号。曲江站的录波图和载波机事件记录显示曲江侧一、二号载波机内置接口的A命令不断发一个100Hz频率的脉冲信号, 持续时间约1100ms。

从两次事故看, 远跳保护误动和允许式保护误动的原因都与曲江站曲北甲线复用载波机的误发信直接相关, 发信的频率约为100Hz, 该频率与经整流后的工频信号频率相同, 因此初步怀疑是工频干扰进入了载波机发信端口造成了载波机的误发信。

2 现场实验过程及记录

从两个方面来分析引起载波机误发信的原因, 一方面通过人为的在保护至载波机的发信端口加入各种信号, 分析各种外加信号下载波机的动作行为, 重现事故发生时载波机的发信情况, 以确定干扰源的性质; 另一方面, 根据对干扰信号性质的分析, 对可能的干扰源进行排查以确定干扰源, 分析其引起

载波机误发信的机理,从而采取相应的整改措施。基于这两方面的考虑,在曲江站安排了以下的实验。

2.1 实验的内容

1) 测试站内可能存在的电磁干扰对载波机的影响:检查载波通讯上通道的所有元件如结合滤波器、通讯电缆等的屏蔽措施;多次开合鲤曲线 5022 开关和隔离刀闸,记录站内操作对曲北甲线载波通道的影响;在通讯电缆屏蔽层中直接加入交流干扰,测试其对载波机的影响;

2) 测试站内直流系统纹波系数;

3) 测试通信电缆两端保护小室、通信机房的接地电阻;

4) 测试小脉冲干扰频率变化对发信的影响以及脉冲宽度对对侧收信连续性的影响,以此判断干扰信号为经整流的工频量或是更高频率的信号;

5) 载波机输入脉冲抑制的设定和精度以及对载波机发信的影响。

2.2 实验的记录

1) 保护和载波机正常工作时,发现端口两侧有 3~5 V 的稳定交流电压,如图 1 所示。检查通讯用结合滤波器、通讯电缆的屏蔽措施未发现异常。信号电缆屏蔽层均采用两点接地。多次跳合 5022 开关,拉合隔离刀的过程中未发现监视端口两侧有明显电压变化,只有个别尖波产生,但幅值很小,载波机无发信记录。解开屏蔽层两侧接地线,测试当屏蔽层有交流干扰时对曲北甲线载波通道的影响。实验回路如图 2 所示。



图 1 正常接线

Fig. 1 Normal connection system

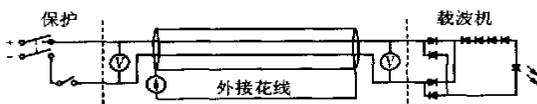


图 2 屏蔽层加干扰的测量接线

Fig. 2 Measurement connection system with noise added in the shielding layer

屏蔽层分别加干扰电压、电流,模拟地电位不平衡时对发信回路的干扰。试验过程中所加电流从 1 A 升到 5 A,发信端口两侧有微小的电压提升,幅值小于 3 V。载波机无发信记录;屏蔽层对地施加直流电压或方波电压时,发信端口两侧有微小的电压

提升,幅值小于 3 V。载波机无发信记录;在屏蔽层对地间施加工频到 500 Hz 的交流电压,所加电压在 100 V 时,发信端口两侧电压的峰值在 20 V 左右,载波机无发信。

2) 站内直流系统检查。测量获得交流量为 0.2 V,直流量 110 V。纹波系数为 0.2/110,约为 0.2%。

3) 测量保护室及通信机房的接地电阻符合要求,且通信电缆两端接地电阻差别不大。

4) 加入 50 Hz 的 110 V 脉冲方波时,载波机每 10 ms 发信、停信一次;当加入 100 Hz 的 110 V 方波时,载波机每 10 ms 发信、停信两次,当加入 150 Hz 的 110 V 方波时,载波机每 10 ms 为发信、停信三次。由于脉冲时间必须大于 1.3 ms,故无法做更高频率的试验。通过实验可以基本确定干扰源为工频而不是更高频率的信号。

5) 在载波机发信端口加入连续的方波,当脉冲宽度小于输入脉冲抑制时间设定时,载波机可靠不发信。对于 220 V 工频信号,当输入脉冲抑制设定为 3 ms 时,载波机不发信。

至此,已经基本可以确定复用载波机误发信是由于载波机的发信端口引入了足够幅值的工频干扰。同时,通过对干扰源的排查,基本排除了通信电缆受到电磁干扰产生感应和二次系统接地不良造成地电位不平衡从而产生干扰的可能。

两次事故均发生在 5021 和 5022 开关跳开过程中,那么干扰源很可能与两个开关的动作相关。在提取了站内直流接地巡检装置的事件记录后发现,1 月 19 日 13:20 和 2 月 13 日 17:56 有两次直流母线接地事件记录,与干扰发生的时间非常吻合。该装置在判直流接地时会注入一低频低压交流电压,但是通过对该低频低压交流电压的模拟,在载波机发信端口两侧产生的交流电压幅值仅为 9 V,频率仅为 10 Hz,载波机无发信。但是通过这个实验表明,当站内直流系统单极对地有交流电压时,在载波机发信端口可能会出现幅值较高的交流电压,从而存在引起误发信的可能。为此,在采取了必要的安全措施后,我们在直流一极对地之间加入了工频电压,实验接线如图 3 所示。

当交流电压逐步上升时,载波机发信端口的电压也逐步上升。当电压升至 65 V 时,端口电压约为 46.5 V,载波机无发信;当电压升至 130 V 左右时,端口电压约为 60 V,正弦波严重削顶,载波机开始发信;当电压升至 200 V 左右时,端口电压约为 93 V,载波机继续发信,解开载波机处的电缆,两根

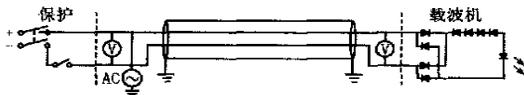


图3 直流单极对地加交流电压实验接线

Fig. 3 Test connection system with AC voltage added in single pole of the DC circuit

电缆芯之间的电压约为 176 V。图 4(a), (b) 分别是外加电压为 200 V 时,载波机发信端口处电缆不解开和解开的情况下,在载波机发信端口测量到的电压波形:

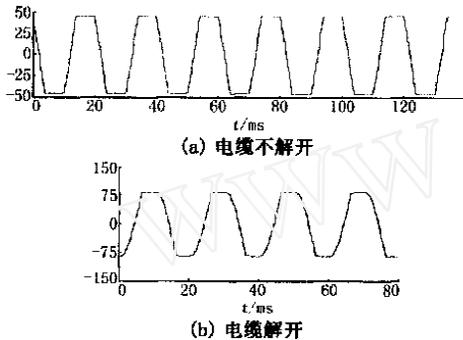


图4 电压波形图

Fig. 4 Voltage oscillogram

由于载波机发信端口对于地电位而言是悬空的,在接线中并没有任何直接回路可以分压,则唯一的分压方式就是电缆芯线之间的电容和载波机发信端口处对外的等效阻抗并联后和电缆芯线对地的电容(即电缆芯对屏蔽层的电容)构成回路而分压,使载波机发信。根据多次重复实验,当直流一极对地工频电压幅值达到 130 V 左右时,载波机即开始发信。至此,已经基本可以确定干扰源的性质和来源,根据这一实验结果,如果站内的交流系统由于绝缘破损或者寄生回路等原因窜入直流母线,220 V 的幅值足以引起载波机的误发信,且可以使直流接地巡检装置瞬时判直流接地。在对 5021 开关及其二次回路进行详细的检查后发现,5021 开关单相跳闸的不一致启动回路和机构位置(合、分)指示灯回路存在接线错误,当 5021 开关处于合闸状态时,5W 处误接 B 相 Z-61 已将交流引入,当 B 相单跳开关出现非全相运行状态时,交流电压通过非全相回路窜入直流母线,在载波机发信端口产生足够幅值的交流电压,引起载波机误发信。错误接线如图 5 所示。

3 解决方案

找出故障点之后,随即对错误接线进行了纠正。但是由于该载波机对外等效阻抗较大,在现有条件

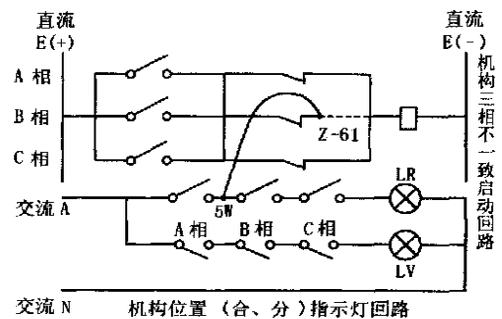


图5 错误接线图

Fig. 5 Abnormal connection circuit

下,出现类似情况后仍会在发信端口产生较高的交流电压,引起载波机的误发信,因此为避免同类干扰造成误发信,采用了增加输入脉冲抑制时间的反事故措施。将 A、B 命令的输入脉冲抑制时间改为 3 ms, C、D 命令的输入脉冲抑制时间改为 16 ms,经动模实验,能够比较可靠的经受工频电压干扰并且不影响保护性能。

4 结束语

随着电网的发展,为了保证保护的速动性,对主保护的要求越来越高,相应的,对主保护的纵联通道要求也在逐渐提高。从这两起保护误动的事故可以看出,有必要加强复用载波机的抗干扰性能。虽然交流电压直接进入直流系统的情况比较少见,但是如果在这种情况下载波机误发信引起保护的误动,其后果可能是非常严重的,必须加以考虑。解决问题的根本办法是对载波机的内部电路进行重新设计,保证在同类干扰情况下不会在发信端口产生过大的交流电压。在现有条件下,可以通过设置输入脉冲抑制时间等方法,避免类似事故的发生。

参考文献:

- [1] 王梅义(WANG Mei-yi). 电网继电保护应用(Application of the Relay Protection in Electric Power Grid) [M]. 北京: 中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1999.
- [2] 高中德(GAO Zhong-de). 超高压电网继电保护专题分析(Special Topic of Application of Relay Protection in Super Grid) [M]. 北京: 水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1990.

收稿日期: 2004-06-28; 修回日期: 2004-07-23

作者简介:

刘正超(1978 -),男,硕士,从事继电保护运行管理工作。 E-mail: liuzhengchao@tsinghua.org.cn

故障自动定位系统在油田配电网中的应用

尚德彬, 张思厚, 魏灵芝

(中原石油勘探局, 河南 濮阳 457001)

摘要: 针对 35 kV 直配线路故障频繁的现象, 提出了采用无线通讯模式故障自动定位指示系统的必要性。通过应用表明, 该系统能及时准确地确定出故障点所在的分支和确切位置, 缩短了故障修复时间, 提高了供电的可靠性, 具有一定的经济效益和社会效益。

关键词: 配电网; 故障定位系统; 无线通讯方式

中图分类号: TM726 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)16-0063-03

0 引言

我油田油区配电系统绝大部分采用的是 35 kV 直配供电方式, 配电变压器 (35/0.4 kV) 和低压配电装置设在计量站, 再由计量站经低压电缆辐射配电至抽油机电机等。随着油田的开发, 35 kV 直配线路的负荷不断增大、供电半径不断加大、分支线路不断增多, 造成线路的结构愈来愈复杂, 因此线路故障频繁。查找出具体故障所在的分支和故障点则非常困难, 少则几小时, 甚至数十小时, 影响供电可靠性, 给原油的生产带来了巨大的经济损失。而故障自动定位系统是提高供电可靠性的重要基础。因此将该项技术用于油田的配电网中, 及时发现并排除线路故障, 对确保油田生产的正常进行有着极其重要的意义。

1 故障定位系统组成及原理

1.1 系统组成

该系统组成见图 1, 包括故障检测探头、通讯系统及监控中心。其中通讯系统根据使用场合和通讯方式又分为: 短距离无线数字通讯收发系统、远距离

无线发射系统、无线接收总站及其它通讯系统。

1.2 工作原理

故障探头安装在线路分支处的分支线上, 当线路出现相间短路故障时, 故障探头就能及时检测到短路故障电流, 通过短距离无线收发系统, 将动作信号传送给安装在线路分支处的无线收发子站。无线收发子站可以接收到分别安装在两个分支 6 相线路上的故障探头发送过来的动作信息。无线接收及发射子站在收到动作信息后, 将动作分支的故障探头地址信息通过远距离无线通讯系统 (通讯距离一般 10 km) 发回控制中心。无线接收总站接收子站发来的信息后, 经过解调、解码, 可就地显示地址信息, 同时将地址信息送给监控中心的计算机系统。监控中心在接收到这些动作信息后, 经过计算机分析, 与地理信息系统相结合, 就可以直接显示出故障点地理位置信息, 并在地理背景上显示出来, 同时还可以通过打印机将地理位置信息打印出来。根据这些信息运行维修人员就可以迅速到达故障地点及时排除故障, 其原理图如图 1 所示, 各部分的详细情况分述如下。

Analysis of a maloperation of relay protection caused by multiplex carrier system

LIU Zheng-chao, LIU Zhi-yao, LIU Wei, ZHANG Chi

(Guangdong Power Dispatching Center, Guangzhou 510600, China)

Abstract: Multiplex carrier system is well used to transmit high frequency signal in main relay protection for 500kV power lines in extra high voltage electric power grid. A typical relay protection maloperation caused by multiplex carrier system is described. Combined with the action of the relay protection, various records of the accident and the experiment data, this paper analyses the reasons of the accident. Meanwhile, the precautionary measures are also presented.

Key words: multiplex carrier system; relay protection; AC disturbance