

特高压直流换流站就地控制功能设计

孙巍峰¹, 张清枝², 冯广涛¹, 赵成功³

(1. 许继电气直流输电系统部, 河南 许昌 461000; 2. 新乡学院机电工程学院, 河南 新乡 453003;
3. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 介绍了特高压直流输电系统中换流站就地控制系统具备的开关量及模拟量配置功能、间隔控制单元装置间通信功能、现场总线通信功能、联锁功能、断路器合闸同期功能, 并对整流站直流开关场简单顺序控制功能、直流站控不可用时交流滤波器顺序控制功能这两个新增功能的设计进行了阐述。

关键词: 特高压直流输电; 就地控制; 通信功能; 联锁功能; 顺序控制功能

Function design of local control of converter station in UHVDC

SUN Wei-feng¹, ZHANG Qing-zhi², FENG Guang-tao¹, ZHAO Cheng-gong³

(1. HVDC Department of XJ, Xuchang 461000, China; 2. Mechanical and Electric Engineer College, Xinxiang University, Xinxiang 453003, China; 3. XJ Electric Co., LTD, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper introduces the functions of local control in UHVDC, which include binary / measure signals configuration function, IRC function, fieldbus communication function, interlocking function, circuit breaker synchronization function, simple sequence control function in DC yard of converter station, AC filter controlled sequence switch off function when outage of DC station control.

Key words: UHVDC; local control; communication function; interlocking function; sequence control function

中图分类号: TM71 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)20-0062-04

0 引言

在高压直流控制保护系统中, 就地控制是最底层、也是非常重要的子控制系统。它主要负责采集交直流开关场各类开关刀闸设备的信号以及电流电压等模拟量, 进行必要的处理, 并通过现场总线上送至主控制系统; 接收主控制系统的控制命令, 同样进行必要的处理, 并下发到开关刀闸设备本体。而作为现场级的控制系统, 就地控制还需要独立考虑联锁条件、断路器合闸同期条件, 以方便运行人员能够在主控制系统不可用的情况下安全准确地进行就地操作。

在贵广一回、贵广二回、云广工程应用中, 就地控制系统采用的装置是西门子的间隔控制单元6MD66, 其运行程序使用DIGSI4编程软件来编制, 并通过6MD66前面板的调试串口下载至装置。若运行程序有修改, 则需要重新下载。

基金项目: 国家科技支撑计划特高压输电系统开发与示范项目课题资助(2006BAA02A30)

下面以云南—广东±800 kV特高压直流输电工程整流站——楚雄换流站为例, 对就地控制系统的功能进行介绍, 包括开关量及模拟量配置功能、间隔控制单元装置间通信功能、现场总线通信功能、联锁功能、断路器合闸同期功能, 以及特高压直流输电工程新增加的整流站直流开关场简单顺序控制功能、直流站控不可用时交流滤波器顺序控制功能。

1 开关量及模拟量配置

就地控制最主要的功能就是采集交直流开关场各类开关刀闸设备的信号以及电流电压等模拟量, 并将其中的重要信息上送至主控制系统; 接收主控制系统的控制命令, 并下发至各类开关刀闸设备本体。这些开关量和模拟量信号有些只是用于6MD66内部处理, 不需要上送或下发, 因此需要配置处理, 来匹配硬件输入输出和现场总线通信报文。

信号的配置在DIGSI软件里的配置矩阵中完成。开关量和模拟量由于性质区别, 因此配置画面需要通过工具栏上的切换下拉条选择来切换。软件将开关量和模拟量信号细化分类, 常用的有SP(单

点指示)、IntSP(内部单点指示)、DP_I(双点指示,有中间状态)、C_S(单点命令,无反馈信号)、CF_D2(双点命令,有反馈信号),MVU(测量值),等等。双点信号主要用于开关的分合命令和分合状态指示,以确保这些信息的可靠性。当然,每个类型的信号都有不同的属性,在信号名上单击右键可以调出信号属性选项卡,按需要修改即可。在配置矩阵中可以按照信号的来源或用途分组排列,这有助于更快捷地查询

信号。同组的信号不能同名,不同组的信号则没有这个限制。每一个有用的信号必然有产生源(Source)和传送目标(Destination),例如开关量输入就是一种源,而开关量输出就是一种目标。每个信号的源只能有一个,目标却可以有多个^[1]。

在矩阵中添加组,在组里添加一个信号,选择类型,命名,可以添加一段文字说明,再配置源和目标,若有需要还可以修改属性,一个信号就配置完毕。

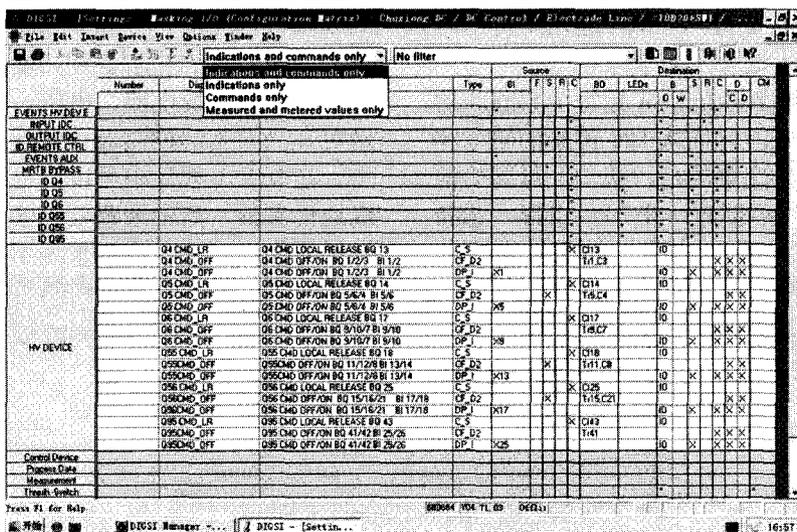


图 1 DIGSI 配置矩阵界面

Fig.1 DIGSI configuration matrix

2 间隔控制单元装置间通信功能

在工程应用中,有一些信号需要送至不同的间隔控制单元装置,或是只需在就地装置间传送而不

必上送至主控制系统。若是采用硬接线方式,则会占用过多的开关量输入,增加敷设电缆的数量;因此采用装置间通信方式传送信号是最佳的选择。

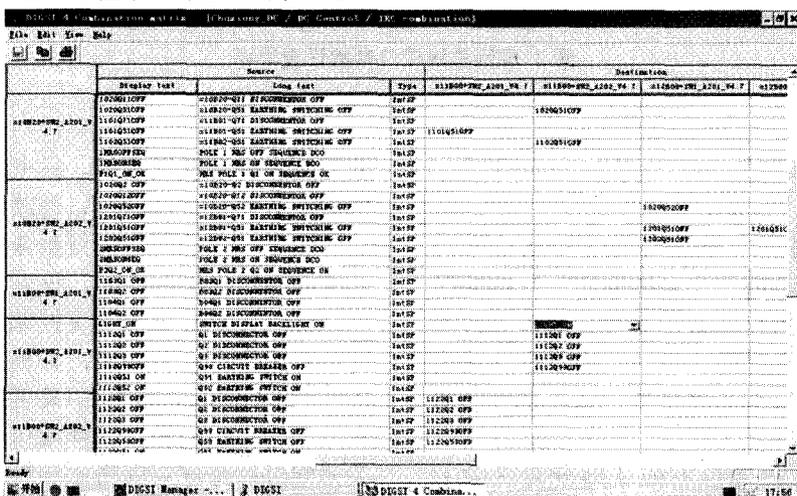


图 2 IRC 组群信号配置界面

Fig. 2 IRC combination signal configuration

IRC(Inter Relay Communication),也叫IDC(Inter Device Communication),是指 6MD66 装置之间的

通信,接口形式为 RS485。IRC 组群的通信参数是可以修改的,例如波特率、循环周期等。每个 IRC

组群最多由 32 个 6MD66 组成，而每个 6MD66 最多只允许加入 1 个 IRC 组群，并且最多只能传送 32 个信号。每个 IRC 组群默认第一个 6MD66 为主装置，而组群里任意一个 6MD66 都可以设置为主装置。任意一个不是主装置的 6MD66 的 IRC 通信不可用时，其所在的 IRC 组群其它 6MD66 的 IRC 通信不受影响；若主装置的 IRC 通信不可用，则整个 IRC 组群的 IRC 通信皆不可用。每个 6MD66 都会对自身的 IRC 通信进行监控，当 IRC 通信不可用时则会产生报警信号并上送至主控制系统^[1]。

在 DIGSI 软件的配置矩阵中先把每个 6MD66 的开关量和模拟量配置好，包括从 IRC 得到的信号和送到 IRC 的信号，需要注意的是，从 IRC 得到的信号不能再送至 IRC。然后创建一个 IRC 组群，选择需要包含的 6MD66，设置好主装置，按需求修改通

信参数。打开 IRC 组群，将 6MD66 之间传送的信号一一匹配。每个 6MD66 送至 IRC 的信号可以传到不同的 6MD66，但从 IRC 得到的信号只可能是从 1 个 6MD66 传来。信号匹配完毕后，需要更新 IRC 组群的信息到每个 6MD66 装置。

3 现场总线通信功能

就地控制装置通过冗余的现场总线系统与主控制系统进行通信。主控制系统需要从就地控制系统得到开关刀闸的状态信号、带时标的重要的事件信号，以及开关场电流、电压、功率等模拟量；并发送对开关刀闸的控制命令到就地控制系统。

在 DIGSI 软件中可以给每个 6MD66 设置现场总线通信参数，其中最重要的就是从站地址号，这个地址号在同一个主控制系统下是唯一的。

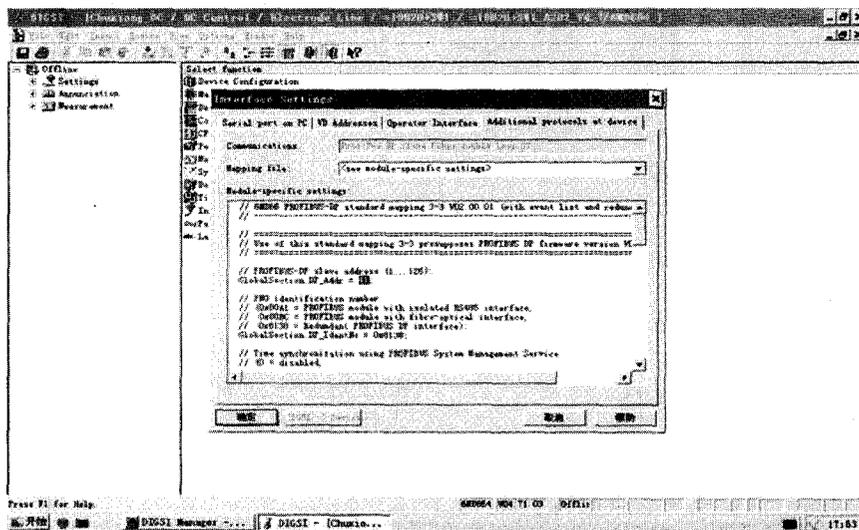


图 3 现场总线接口参数设置界面

Fig.3 FieldBus interface settings

4 联锁功能

就地控制系统另一个很重要的功能就是开关刀闸控制的联锁五防功能。在系统正常运行的情况下，开关刀闸的控制操作都必须是在带联锁条件的前提下进行，以保证操作的安全性。而联锁功能可以通过装置上的切换操作来屏蔽掉，以方便紧急情况下的就地无联锁操作。

当就地控制装置得到远方或就地分合开关刀闸的控制命令后并不会直接出口，而是先检查该开关刀闸的联锁条件是否满足。当与主控制系统的现场总线通信正常时，还需要考虑主控制系统的联锁条件满足与否；若现场总线通信不可用，则屏蔽掉

主控制系统的联锁条件，只考虑装置内部设定的就地联锁条件。这样就可以使联锁条件的完整性和就地带联锁操作的可行性得到兼顾。只有在得到分合开关刀闸的控制命令前，该开关刀闸的联锁条件满足，就地控制装置才会有控制命令出口至操作机构箱；否则命令不会出口，并指示“联锁条件闭锁操作”。当联锁条件满足时，装置会同时开出一个释放命令至操作机构箱，这样就可以在操作机构箱对开关刀闸进行最底层的带联锁操作^[2]。

6MD66 使用 DIGSI 软件中的连续功能图 CFC (Continuous Function Chart) 功能包进行联锁逻辑的编制。该功能包使用图形化界面编程，方便快捷。

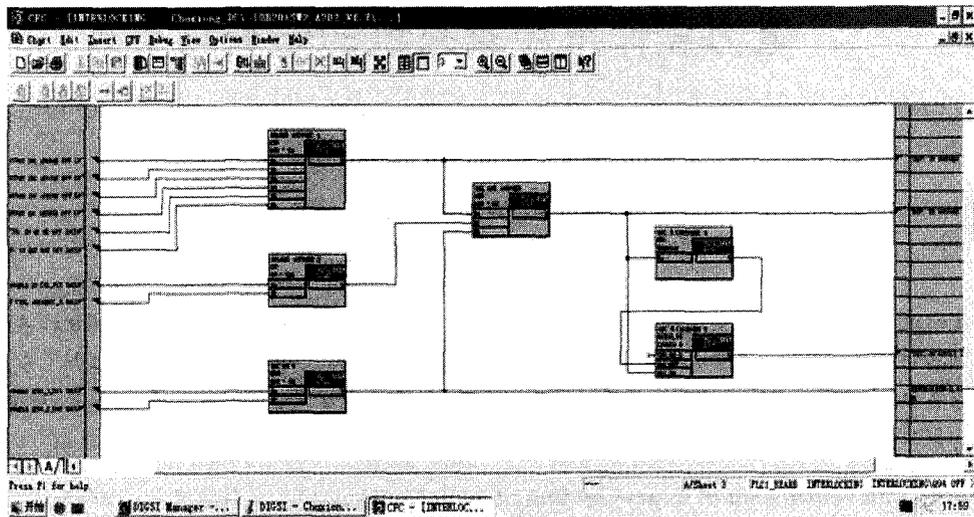


图4 联锁逻辑编制界面

Fig.4 CFC interlocking chart

5 断路器合闸同期功能

交流开关场的断路器在进行合闸操作时,通常需要考虑两侧电网的电压是否满足同期条件,以保证断路器合闸操作不会影响电网系统的稳定运行。若同期条件不满足,即使联锁条件满足,合闸命令同样不会出口,同时指示“同期操作失败”。

6MD66 装置的同期功能可将可进行同期的两侧电网细分为同步电网和异步电网。同步电网的频率差别很小,这种情况下可以不用考虑断路器合闸的运行时间。异步电网的频率差别稍大一些但在允许范围内,这种情况下则需要考虑断路器合闸的运行时间,以确保断路器触点在正确的时间上闭合^[1]。同期功能的参数,包括同步、异步电网的判定条件等,都可以在 DIGSI 软件中设定修改。

6 整流站直流开关场简单顺序控制功能

高压直流输电工程中的直流开关场配置,整流站相较于逆变站,增加了金属返回开关 MRS (Metallic Return Switch) 和金属返回转换断路器 MRTB (Metallic Return Transfer Breaker) 两个高速开关以及各自两侧的隔离刀闸,以用于单极金属返回方式和单极大地返回方式的转换。在云广特高压直流输电工程中,为了简化直流站控系统的顺序控制操作,将这两个开关和相关刀闸的顺序控制功能配置在就地控制系统中完成。

在就地控制装置中,MRS和其两侧的隔离刀闸被当成一个整体开关,从主控制系统或就地控制系

统本身只接收一个分合控制命令,在考虑每个设备自身联锁条件的情况下,分别对三个开关刀闸进行顺序操作;同时从开关场采集三个开关刀闸设备的状态信号,分别送至主控制系统。当对这组开关刀闸进行合闸操作时,先同时闭合两个隔离刀闸,成功后经过指定延时再闭合断路器;进行分闸操作则是先断开断路器,成功后经过指定延时再同时断开两个隔离刀闸。若在操作过程中任一个设备操作失败,会产生一个“顺序操作失败”的告警信号并上送至主控制系统,同时失败的设备也会产生一个单独的告警信号并在就地控制装置上显示。MRTB和其两侧的隔离刀闸也做同样处理,而这两组设备中的任意一个开关刀闸就不能进行单独操作了^[2]。

7 直流站控不可用时交流滤波器顺序控制功能

在以往的超高压直流输电工程中,当负责系统无功功率控制的直流站控系统不可用时,交流滤波器会按顺序被逐一切除,直流系统随之停运。

在云广特高压直流输电工程中,为了提高直流系统的可用率,当直流站控系统不可用时,就地控制系统新增加的交流滤波器顺序切除控制功能就会启动,交流滤波器的状态通过 IRC 通信中转再通过现场总线通信上送至极控系统,直流系统在短期内(1到2个小时)维持运行。在此期间,极控系统要维持直流功率以尽量避免交流滤波器过载。当就地控制系统监测到滤波器大组电压高于设定的门槛

(下转第 77 页 continued on page 77)

联, 本次故障达到大差启动条件而且小差可靠不启动, 因此装置经母联零序电流(故障时母联出现较大零序电流)启动误切母联。

从以上4点综合分析此次母联误动主要原因是区外故障引起电流互感器严重饱和而形成大差启动的条件, 并由电流畸变影响到母联的零序电流采样, 加之内部程序导致备用接点(此程序的开出量)出口跳母联。

3 采取继保反事故措施和方法

针对本次事故, 技术管理人员采取以下技术措施, 防止事故重复发生。

(1) 针对母差保护误动, 责成BP-2A生产厂家针对保护缺陷进行软件修改, 增加了对差流的过零判断, 杜绝区外故障引发母差误动或误切母联。

(2) 针对电流互感器在故障时易发生严重饱和提请设计部门(单位)在设计安装电流互感器时准确计算最大短路电流, 并做好电流互感器的选型。

(3) 讨论BP-2A内部程序出口的优缺点, 并在此程序时母联零序判断定值作出优化。

经厂家及技术管理人员在现场更改程序及定值后模拟试验, 母联误动几率大为下降。如果能够

考虑一次设备的完善和故障电流防饱和的情况则误动几率还会降低。

4 结论

此次母差动作误跳母联是外部条件及内部程序两个方面共同引起, 而母差保护如果出现误动后果非常严重, 因此必须加强母差保护的运行维护和管理, 以保证动作的灵敏性、可靠性。

参考文献

- [1] 深圳南瑞. BP-2A说明书[Z]. Shenzhen NaRi.BP-2A Instruction[Z].
- [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. Principle of Power System Protective Relaying[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.

收稿日期: 2007-12-25; 修回日期: 2008-01-22

作者简介:

易淑智(1977-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事继电保护方面工作。E-mail: yishuzhi@tom.com

(上接第 65 页 continued from page 65)

值, 顺序切除控制功能经过一个延时切除第一个滤波器小组, 同时启动下一个延时的定时器。若电压回落低于设定的门槛值, 该顺序切除控制功能中断停止; 否则继续切除下一滤波器小组^[2,3]。

需要说明的是, 交流滤波器顺序切除控制功能只是在这个短期内进行临时性控制, 运行人员需要尽快排除直流站控系统的故障并恢复系统的正常运行; 否则度过这个短期后直流系统必须停运。

8 总结

本文对换流站就地控制系统的功能进行了详尽的介绍。除了新增加的功能之外, 相应的功能已通过了厂内 FPT(功能测试), 通过广州 DPT(动态性能测试), 并已在贵广二回超高压直流输电工程成功

运行; 而新增的功能将要经过云广特高压直流输电工程实践检验。

参考文献

- [1] SIPROTEC High Voltage Bay Control Unit 6MD66x Manual[Z].
- [2] Local Control Design Specification of YG, ED4.325 CS-A, ED4.375.1.CS-A, ED4.375.2. CS-A[Z].
- [3] DC Station Control Design Specification of YG, ED4.321.CS-A[Z].

收稿日期: 2008-09-10

作者简介:

孙巍峰(1979-), 男, 本科, 助理工程师, 从事高压直流输电工程控制系统设计工作; E-mail: weifengs@xjgc.com

张清枝(1970-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事电力电子技术的研究。