

220 kV 数字化变电站设计的特殊问题

马永芳¹, 陈明²

(1. 河北省电力公司超高压输变电分公司, 河北 石家庄 050070; 2. 河北省电力公司, 河北 石家庄 050021)

摘要: 针对 220 kV 数字化变电站规模较大、双重化保护、纵联差动保护的特点, 分析了电流电压回路、保护跳闸方式、两侧纵联保护配合、保护与断路器操作回路的隔离、故障录波方式等设计中的特殊问题, 提出了解决办法; 针对 220 kV 数字化变电站与现行规程不符的方面, 分析了规程条文的原因, 解释了线路保护两侧软件版本的问题; 考虑了运行习惯, 通过在保护装置和断路器智能终端分别设置压板的办法, 提出了保护装置与断路器操作回路之间实现隔离的方法。

关键词: 数字化变电站; 交流采样; 跳闸方式; 纵联保护; 压板

Special problems of 220 kV digital substation design

MA Yong-fang¹, CHEN Ming²

(1.Ultra High Voltage Transmission & Transformation Subcompany of Hebei Electric Power Corporation, Shijiazhuang 050070, China; 2.Hebei Electric Power Corporation, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: This paper introduces features of 220 kV digital substation, such as larger double protection and longitudinal differential protection, analyzes the special problems, including the loop of current and voltage, the protection tripping way, on both sides of line protection, and isolation of protection and circuit breaker, and proposes solutions. For 220kV digital substation inconsistent with the existing order, it analyzes the provisions of the rules and explains the reasons of the problem on both sides of the line protection software version. Considering running habits, it installs strap in the protection and circuit breaker smart terminal devices respectively and proposes the way of isolation of protection and circuit breaker.

Key words: digital substation; sampling methods; tripping way; line protection; strap

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)01-0028-04

0 引言

数字化变电站是当今变电站综合自动化技术发展的重大变革。它是以变电站一次、二次设备为数字化对象, 对数字化信息统一建模, 采用标准化的数据通信平台, 实现信息共享和互操作的现代化变电站。国家电网公司和南方电网公司都在十一五科技规划中明确提出研究和推广数字化变电站。至今, 国内已有多个 110 kV 数字化变电站投入运行, 并已有数个 220 kV 数字化变电站开始建设。由于 220 kV 变电站具有双重化保护、纵联差动保护、出线较多等特点, 将会有一些特殊问题需要考虑。

1 220 kV 数字化变电站的特殊问题

1.1 电流电压回路的接入方式

常规综自站的电流电压回路, 一般采用点对点接入的方式, 用控制电缆将互感器二次侧的电流电

压接入保护、测控装置, 在保护、测控装置内实现交流采样。双重化的保护使用不同互感器的二次线圈。当同一个电流互感器的二次线圈需接入不同的保护装置时, 可通过串联接入来实现; 当同一个电压互感器的二次线圈需接入不同的保护装置时, 可通过并联接入来实现。

220 kV 数字化变电站的光电互感器采用光纤输出后, 传输的不再是交流的电流、交流的电压了, 而是采样后的数字编码信息。由于电流回路和电压回路同样传输的是数字编码信息, 不再有串联、并联的问题, 而是通过合并器实现光纤回路的“多收多发”。这样, 可以采用点对点的方式, 由互感器的合并器直接用光缆接到保护测控装置; 也可以将所有光电互感器输出的数字编码信息发送到网络上, 保护、测控装置可以从网络上取出各自需要的电流电压信息。

1.2 保护跳闸方式

对于常规综自站,只需将双重化保护的直流电源、交流电流回路、交流电压回路、开关输入量回路、开关输出量回路(包括跳闸)在电气上完全分开即可。在一套保护因故障等原因退出运行时完全不影响另一套保护的运行。220 kV 变电站经常出现两、三套保护装置甚至更多套保护跳同一个断路器的情况。常规综自站只需将这多套保护至此断路器的跳闸回路接到此断路器的操作回路并联起来,即可实现多套保护的分别跳闸,互不影响。

对 220 kV 数字化变电站来说,保护装置均为光纤方式跳闸,无法直接并联起来。

另外,220 kV 变电站的母线连接元件较多,尤其是中低压侧母线,一般可达到十几个元件。常规综自站的母线保护跳闸方式一般是由母线保护装置输出每一个断路器的跳闸触点,用硬接线连接至相应断路器的操作回路。

220 kV 数字化变电站保护跳闸回路采用光纤传递数字化的跳闸命令。如母线保护仍采用“一对一”跳闸方式,对应每一个断路器跳闸需使用“一收一发”两根光纤。再加上每路模拟量输入也需使用“一收一发”两根光纤。这样在母线保护屏会接入大量光纤,而光纤对弯曲半径有较高的要求。尽管每根光缆可以包括多根光纤,但由于每个光纤接头均在母线保护装置背板上占用一定的面积,中低压侧母线保护将因为太多的光纤接头导致无法实现。

1.3 220 kV 线路两侧纵联电流差动保护装置的配合

220 kV 线路大多配置纵联保护。其中,又以纵联电流差动保护为主。纵联电流差动保护需将两侧的电流信息分别传送至另一侧,通道一般采用复用 64 kbit/s、复用 2 Mbit/s、专用光纤芯方式。电流信息在通道上的传输存在着时延。两侧数据需要经过同步,才可以实现相同时刻数据的比较。

目前,建设 220 kV 数字化变电站时,一般只在新建 220 kV 变电站采用数字化设备。220 kV 线路对端的变电站扩建变电间隔时仍采用常规一次、二次设备,不采用数字化设备。否则,扩建间隔设备将无法接入现有母线保护、故障录波器等公共二次设备,也无法使用已有的母线电压互感器。

这样,将会出现同一条 220 kV 线路的一侧保护采用数字化设备,另一侧采用常规互感器、常规保护设备的情况。对于 220 kV 数字化变电站来说,将不可避免地形成 220 kV 线路两侧保护为不同的型号,甚至可能是不同代的产品。

1.4 一次设备运行、单套保护检修时如何实现隔离

由于 220 kV 线路、母线、主变压器等设备的重要性,均配置了双重化的保护。在一套保护因装置故障、更改定值等原因退出运行时,另一套保护不受影响,可以继续运行,220 kV 设备将不失去速动保护。对于常规综自站,当一套保护退出运行时,只需断开本保护装置所有的跳闸出口压板和启动失灵重合闸的压板即可。

220 kV 数字化变电站的保护跳闸输出是通过光纤实现的,无法安装硬压板。因此,当一套保护因故障、更改定值等原因退出运行时,不能实现停运保护与运行的保护及其回路有效的隔离,并保持明显的断开点。如果不能与运行设备和回路保持有效的隔离,就会在一套保护装置退出运行时被迫停运一次设备,220 kV 设备配置双重化保护就失去了意义。

1.5 故障录波的方式

常规综自站故障录波器的接入量主要是交流电流、交流电压、断路器位置、保护跳闸等,只需将对应的回路用控制电缆接入故障录波器对应的位置,即可实现统一采样、统一记录。

对 220 kV 数字化变电站来说,需用光缆将各互感器的合并器、智能终端、保护装置等设备发出的数字量信息进行记录。由于采样是由不同的设备分别完成的,如何对这些设备统一时钟,以便于分析事故。

2 采取的对策

2.1 电流电压回路的接入方式

220 kV 数字化变电站采用光电互感器后,可以有两种方案:一种是采用光纤点对点方式,将光电互感器所对应的合并器用光纤(一收一发)将数字编码信息送到所对应的保护装置,缺点是使用的光纤较多;另一种是采用网络方式,站内所有(或将一个站分为几个区域)光电互感器的合并器将数字编码信息送到网络上,连接到网络的保护装置根据需要取出相应的光电互感器信息。网络的传输时延不固定,与网络负载有一定关系。网络负载大,则时延长;负载小,则时延短。

对于纵联电流差动保护来说,需要实现线路两侧的两种同步:通信同步和采样同步。由于采用线路保护装置之间采用光纤数字传输,所以需要装置的通信接口完成通信同步。采样同步是电流差动保护的需要。尽管差动保护装置也可以通过开机启动时的同步来实现各侧同步通信,但需要时间较长,一般在几秒以上。在传输时延变化时,即使变化值

很小, 不超过 1 ms, 也将造成各侧通信不同步。尤其是在一次系统故障时, 网络上的传输信息将大大增加, 造成网络传输时延增加, 引起差动保护动作的不确定。所以, 目前一般采用光纤点对点方式。当然, 传输时延的不确定是相对的。如果将来能通过提高网络传输速度, 将此网络传输时延的不确定范围控制在允许范围内, 也可以采用网络方式。

2.2 跳闸方式的选择

220 kV 数字化变电站的保护跳闸方式有三种方案。第一种是采用光纤点对点方式, 将保护装置的跳闸信息用光纤(一收一发)将数字编码信息送到所对应断路器的智能终端, 缺点是使用的光纤较多。第二种是采用网络方式, 将站内所有保护装置的跳闸信息送到网络上, 连接到网络的断路器智能终端根据需要取出相应的跳闸信息。网络传输时延的不固定也将影响保护发出命令后断路器智能终端接收到跳闸命令的时间, 可能造成断路器实际跳闸时间的不固定。采用已有了成熟运行经验的百兆网络交换机后, 一般可以将此时延控制在 2 ms 以内, 相对断路器分闸时间来说, 属于可接受的范围。第三种是采用硬接线方式, 用控制电缆将保护的跳合闸触点接入断路器的操作回路, 比较容易实现, 缺点是数字化程度低。

不同的保护装置可以采用不同的跳闸方式。对于主变保护, 各侧断路器分别属于不同的网络交换机, 可以采用第一种方式, 即光纤点对点方式。对母线保护、失灵保护等涉及较多断路器的保护, 可以采用第二种方式, 即采用网络跳闸方式。对于主变后备保护跳低压侧分段、母联等断路器, 可采用第三种方式, 即硬接线方式。

2.3 220 kV 线路两侧纵联电流差动保护装置的配合方式

线路两侧分别为数字化变电站、常规变电站时, 纵联电流差动保护之间仍然采用专用芯或复用 2 Mbit/s、复用 64 kbit/s 方式, 均为点对点通信方式, 与目前相比没有变化。通信同步方式也相同。

纵联电流差动保护两侧还需要完成采样同步。数字化变电站电流电压的采样是在光电式互感器内实现的。220 kV 线路间隔的同一互感器除了给线路保护或主变压器保护提供编码信息外, 给母线保护提供编码信息。这样, 由于主变压器、母线等公共保护的需要, 数字化变电站的大部分互感器是同步采样的, 一般采用独立的时钟同步系统对全站所有的保护、合并器进行同步。

目前, 220 kV 数字化变电站都是试点研究, 220 kV 线路的对端一般是常规综自站。常规保护电

流电压的采样在本保护装置内完成, 可以很方便地调整采样时钟。当 220 kV 线路采用纵联电流差动保护时, 一般来说, 可以将数字化变电站侧线路保护的时钟设置为主侧, 将对端站的纵联电流差动保护装置设置为从侧, 跟随数字化变电站侧实现采样同步。如果, 将对端站的纵联电流差动保护装置设置为主侧, 数字化变电站的纵联电流差动保护装置设置为从侧, 将无法实现同步。

不管怎样, 线路两侧的保护都将是不同型号、不同软件版本的装置。这一点与运行习惯不符。考虑到数字化变电站是新生事物, 需分析线路两侧保护要求同型号、同软件版本的原因。同型号、同软件版本的出发点是一种保护装置的软件需不断完善, 旨在保证两端保护装置软件逻辑判断的完全相同。数字化变电站则是为了适应线路两侧不同的互感器专门开发了不同线路保护装置。因此, 对数字化变电站 220 kV 线路保护来说, 只要两侧软件中的相关功能及逻辑一致即可, 不必强求两侧线路保护装置的硬件和软件完全相同。

2.4 一次设备运行、单套保护检修时隔离的方式

220 kV 数字化变电站的保护采用光纤输出跳闸信息, 无法设置类似常规综自站的硬接线出口压板串联在跳闸回路中, 但可以从常规站设置出口压板的目的是来实现相应的功能。

常规综自站在保护装置的跳闸触点和断路器的操作回路之间设置出口压板, 目的有两个: 一是当一次设备退出运行时, 断开运行保护跳相应断路器的操作回路, 否则, 系统故障时运行的保护装置发出的跳闸命令将对检修工作产生不利影响, 甚至引发事故; 二是当保护退出运行而相应一次设备运行时, 断开退运保护和运行断路器操作回路之间的联系, 否则保护检修时可能引起运行断路器的误跳闸。

为了实现第一个目的, 可以在数字化保护装置中设置对应断路器的出口压板, 逻辑作用是串联在保护跳此断路器的总出口回路中。此压板可以作为装置的开关输入量, 采用硬压板形式; 也可以采用软压板形式, 在计算机监控系统中操作。断开此压板, 即可使本保护装置不再通过光纤发送该断路器的跳闸命令信息。这样, 在一次设备检修时, 可以通过运行保护上的压板断开二者之间的联系。这样, 当断路器检修时, 可以通过运行的保护装置内的设置达到隔离的目的, 不影响断路器的检验。

为了实现第二个目的, 可以在断路器智能终端中设置对应于某保护装置的允许跳闸软压板, 逻辑作用是串联在该保护跳此断路器的命令输入回路。与设置在保护装置的出口压板相同, 此压板可以作

为装置的开关输入量,采用压板形式;也可以采用软压板形式,在计算机监控系统中操作。断开此压板,即可使本智能终端将接收到的本断路器跳闸信息视为无效,不再因该保护发出的跳闸命令而跳闸。这样,当保护装置检修时,可以通过运行断路器智能终端上的允许跳闸压板来断开二者之间的联系。这样,当保护装置检修时,可以通过运行的断路器智能终端内的设置达到隔离的目的,不影响保护装置的检验。

2.5 故障录波的方式

故障录波的目的有两个:一是为了帮助分析系统故障;二是在保护或一次设备出现异常行为时提供证据。

220 kV 数字化变电站的故障录波方式,最直接的方式是从互感器的合并器单独引光纤至录波器,提供电流电压信息;从保护装置单独引光纤至录波器,提供保护动作信息;从断路器智能终端引光纤至录波器,提供包括断路器位置、非全相保护在内的断路器信息。这样做的优点是录波器不依赖于保护跳闸网络,缺点是使用光纤较多。

第二种方式是从互感器的合并器单独引光纤至录波器,提供电流电压信息;从保护跳闸网络上取得保护动作信息、断路器信息。优点是减少了光缆的使用,缺点是由于网络传输时延的不确定性,不易分析比较。

第三种方式是电流电压信息、保护跳闸信息、断路器动作信息均送到网络上,故障录波器直接从网络上取得需要的信息。优点是光缆使用最省。缺点是对硬件的要求高。目前,由于网络交换设备性能的局限,网络传输时延不固定,在数据拥挤时可能出现丢包现象。如果出现保护装置拒动的情况,不易判断是保护装置的原因,还是网络的原因。

在 220 kV 数字化变电站发展的初期,考虑到保护装置等数字化设备的运行经验较少,出现异常现

象的几率相对较大,采用第一种方式是比较稳妥的。随着数字化设备的成熟和网络监测手段的不断完善,应当逐渐过渡到第二种方式,将来甚至发展到第三种方式。

3 结束语

220 kV 数字化变电站是一个新生事物,无法完全满足现行规程的要求,与运行习惯有较大的差别。随着 220 kV 数字化变电站的建设和运行,还将会有新的问题出现,需要认真分析研究,不断总结经验,解决遇到的问题和困难。

参考文献

- [1] 黄益庄. 变电站自动化技术的发展方向[J]. 继电器, 2008, 36 (6): 1-4.
HUANG Yi-zhuang. Development Tendency of Substation Automation Technology[J]. Relay, 2008, 36 (6): 1-4.
- [2] 高翔. 数字化变电站应用展望[J]. 华东电力, 2006, 34 (8): 47-53.
GAO Xiang. Application Prospects of Digital Substations[J]. East China Electric Power, 2006, 34 (8): 47-53.
- [3] 曾庆禹, 李国龙. 变电站集成技术的发展——现代紧凑型变电站[J]. 电网技术, 2002, 26 (8): 60-67.
ZENG Qing-yu, LI Guo-long. Evolution of Integrated Technique of Substation-Modern Compact Substation[J]. Power System Technology, 2002, 26 (8): 60-67.

收稿日期: 2009-01-10; 修回日期: 2009-03-24

作者简介:

马永芳(1974-),女,本科,工程师,从事二次设备的运行维护管理工作;

陈明(1975-),男,本科,工程师,主要从事电网建设设计管理工作。

许继平强强联手开拓智能开关新领域

近日,许继公司和平高电气就延安 750 kV 智能变电站智能控制装置以及在线监测单元达成合作,两公司强强联手,致力于为智能变电站打造出完美的智能开关和一次设备状态监测方案。

延安 750 kV 智能变电站是国家电网公司主抓四大智能变电站示范工程之一,具有标杆作用,该变电站将采用平高电气的 750 kV 罐式智能断路器。09 年 5 月,许继公司高层领导曾带队赴平高电气就智能开关研发进行了技术交流,双方均表示希望能够深入合作,打造出国内技术领先的智能开关。

目前,过程产品部成立项目团队,设备的研发在紧锣密鼓的进程中,双方合作愉快,项目进展顺利。相信在本次合作中,平高电气与许继电气将会建立良好互信的合作关系,将延安 750 kV 智能变电站做好,为以后更进一步的合作打下良好的基础。