

电压型开关 PVS 接入电流型配电自动化系统的研究

王兴念, 赵奕, 苏宏勋

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

摘要: 通过对电流型、电压型设备和两种不同模式的配电自动化系统的比较, 提出把电压型开关设备接入电流型配电自动化系统中的方法, 并且通过实践证明该方法是可行的。

关键词: 开关; 配电自动化; 方案

中图分类号: TM76

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)12-0048-04

1 引言

配电自动化系统主要有电流型模式和电压型模式两种。能够应用于配电自动化的开关主要有采用电流原理判断故障的断路器、负荷开关、重合器、分段器等和采用电压原理的配电自动化开关 PVS。由于电压型和电流型两种配电自动化系统存在差别, 在一般情况下为了管理两种类型的开关设备采用两种模式的后台系统。在我国正进行配电自动化实施和探索阶段, 电力部门可能采用两种不同判断故障原理的开关设备, 为了保证供电部门的投资不浪费和节约系统投资, 怎样把二者融入一个配电自动化系统中, 实现对两种类型的开关设备进行控制与监视是一个值得研究和解决的问题。

2 电压型开关 PVS 与电流型开关的差别

2.1 几种开关在配电网中的使用场合

为了实施配电自动化, 供电部门必须采用能够适用于配电自动化实施的开关设备。由于各种开关设备的原理、工作要求、实验方法、绝缘水平等各不相同, 因而各种开关设备使用在不同的场合和地点。断路器和重合器能够检测故障电流和遮断故障电流一般应用于变电站出线侧, 负荷开关、分段器和配电开关不能遮断故障电流, 一般用于线路中, 进行线路分段, 同出线侧的断路器、重合器配合使用, 达到隔离故障的目的。

2.2 电压型与电流型两种模式的比较

(1) 电流型开关和电压型开关之间的区别

电流型的开关是依靠自身检测故障电流来判断故障, 从而确定开关是否进行跳/合, 而电压型开关是通过判断开关

两侧的电压有无确定开关是否跳/合的, 因此为了充分发挥电压型配电开关 PVS 的性能最好同故障检测装置 FDR (Fault Detecting Relay) 一同使用。

(2) 采用电压型和电流型开关实现馈线自动化时配合不同

由于电流型开关和电压型开关之间的区别, 决定了两种开关在实现馈线自动化时配合不同, 采用电压型开关实现馈线自动化是采用开关之间的时间配合来实现的, 而采用电流型的重合器、分段器实现馈线自动化是通过采用开关之间的电流与时间特性的配合来实现的。其实现过程如下:

电压型馈线自动化

电压型馈线自动化实现的原理如图 1 所示。在正常运行状态, CB1、CB2、KG1、KG2、KG3、KG4、KG5、KG6 投入, KG7 断开。当 D 点发生故障时, 变电站出口断路器 CB1 跳闸后又快速重合闸一次; 如果 D 点发生瞬时性故障, 重合成功, 全线恢复供电。如果为永久性故障, CB1 跳闸, 从 CB1 ~ KG7 之间的线路全线停电, 同时 KG7 开始计时。5s 后 CB1 重合, 对区间 a 供电, 7s 后 KG1 合闸, 对区间 b 供电, 再过 7s 后 KG2 合闸于故障, CB1 感受故障跳闸, KG2 进行闭锁, 同时 KG3 感受故障残压也闭锁, 从 CB1 ~ KG7 之间的线路再次全线失电。15s 后 CB1 合闸, 对区间 a 供电, 7s 后 KG1 合闸, 对区间 b 供电, 再过 7s 后由于 KG2 闭锁, 不再合闸。KG7 在整定时间到时, 合闸对区间 d 供电, 从而完成线路的故障判断、隔离与恢复非故障区段的供电。

电流型馈线自动化^[1]

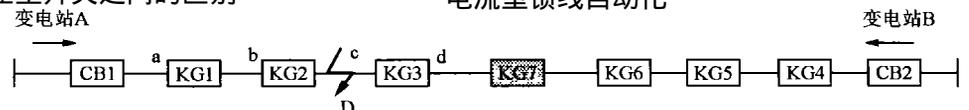


图 1 电压型馈线自动化应用示意图

采用电流型开关实现馈线自动化的原理如图 2 所示。正常运行时, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 都处于合闸位置, 1 段、2 段由 S_1 电源供电, 3 段、4 段由 S_2 电源供电。 R_1 、 R_3 动作电流整定相同, 其控制器一旦检测到电源失压, 在预定的延时后动作; R_2 、 R_4 动作电流整定相同, 其控制器一旦检测到电源失压, 也按整定参数动作, 但动作延时比 R_1 、 R_3 长, 且同时改变其最小脱扣电流值及到合闸闭锁的动作次数。 R_0 时刻监视着两边的电压, 无论哪一边失压, 它将在比 R_2 、 R_4 的动作时延又稍长的时延后作关合动作。

当 2 段发生故障时, R_1 快速动作跳开。若为瞬时故障, R_1 重合, 线路正常供电。若为永久性故障, R_1 重合不成功, 进入慢速重合, R_2 、 R_0 检测到失压, R_2 动作到分闸闭锁。经过一定延时, R_0 合闸于故障状态, 在预定的延时和操作次数后也闭锁于分闸状态, R_1 慢重合成功。这样把故障隔离在 2 段, 1 段由 S_1 供电, 3 段、4 段由 S_2 供电。

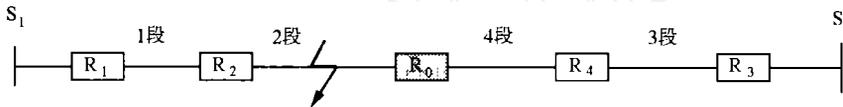


图 2 利用自动重合器实现馈线自动化示意图

(3) 电流型和电压型配电自动化后台系统对故障判断原理不同

电流型配电自动化后台系统是通过检测故障电流是否通过开关和出线侧开关的状态来实现判断故障、隔离与恢复非故障区段供电。而电压型开关是通过配电开关间的时间关系与出线侧断路器之间的配合来实现故障判断、隔离与恢复非故障区段供电。

电流型后台系统

电流型后台系统判断故障的原理如图 3 所示。在正常运行状态, $CB1$ 、 $CB2$ 、 $KG1$ 、 $KG2$ 、 $KG3$ 、 $KG4$ 、 $KG5$ 、 $KG6$ 投入, $KG7$ 断开。当 D 点发生故障时, 变电站出口断路器 $CB1$ 跳闸后又快速重合闸一次, 如果 D 点发生瞬时性故障, 重合成功, 恢复供电。如

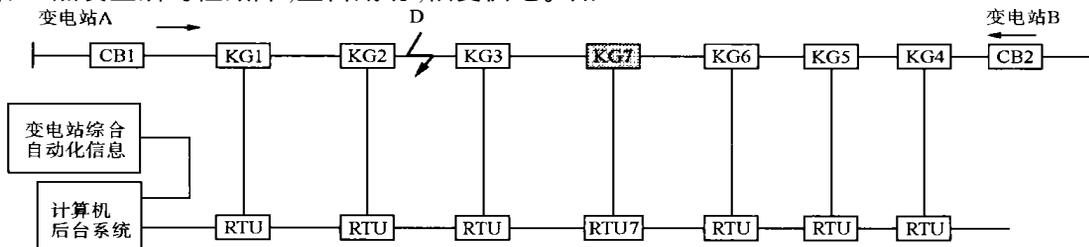


图 3 采用后台的电流型馈线自动化系统示意图

果 D 点发生永久性故障, 重合不成功, 后台系统对采集到的 RTU 的故障信息和变电站综合自动化信息进行分析, 其中 RTU1、RTU2 流过故障电流, RTU3、RTU4、RTU5、RTU6 没有流过故障电流, 因此判断故障发生在开关 $KG2$ 与 $KG3$ 之间。后台发出控制命令通过通信系统切开关 $KG2$ 、 $KG3$, 从而隔离故障, 同时投入 $CB1$ 和开关 $KG7$, 恢复 $CB1 \sim KG2$ 、 $KG3 \sim KG7$ 之间的非故障段供电。

电压型后台系统

通过电压型开关、保护之间的配合来实现故障的判断、隔离后, 后台系统进行故障区间判断, 并根据系统运行的状况自动生成负荷转移方案和进行负荷转移实现非故障区段的供电。

(4) 电流型和电压型配电开关采用的 RTU 不同

由于两种配电自动化系统后台对故障判断、隔离和恢复供电不同, 确定了 RTU 性能的不同。电流型系统需要通过故障电流来判断故障, 因而必须能够采集保存故障时的信息, 因而为了保证采集到故障信息和故障时的操作, 必须采用蓄电池。对于电压型系统对故障的判断、隔离与恢复供电不需要故障时

开关的信息, 在故障时 RTU 无需保存其信息, 因而 RTU 内是不需要蓄电池的。RTU 采集的电流、电压、状态信息供配电网的管理和负荷转移使用。

(5) 电压型和电流型故障后的操作方式不同

由于两种类型的开关和系统后台的不同, 在故障后, 开关的状态也是不同的。电流型开关除出线侧的开关是开状态外, 其余开关状态是合状态。后台系统先拉开故障点两侧的开关、再合上变电站出线侧的断路器或重合器。然而电压型开关在故障后, 出口开关及开关均是开状态, 然后由系统闭锁其合/开, 故障点两侧电压型配电开关 (PVS) 使其处于开状态, 其他电压型配电开关 (PVS) 与变电站出

线开关状态为合。故障处理完后两者的操作是一致的。

3 电压型开关 PVS 接入电流型配电自动化系统的方法

通过对电压型和电流型两种模式的比较,我们可以看出两者之间的巨大差别。如何把两者融合为一体需做深入全面的研究。电压型配电开关 PVS 如何接入电流型的配电自动化系统主要有下面几种方案和设想。

3.1 对电压型配电开关 PVS 采用电流型 RTU, 强制转换为电流型模式运行

由于电流型开关与电压型开关两者存在很大的差别,如果对电压型配电开关 PVS 采用电流型 RTU,强制转换为电流型模式运行,将会给系统带来以下几个问题:

(1) 改变电压型配电开关(PVS)运行模式

电压型配电开关(PVS)在带电时开关处于合的位置,在断电状态时开关处于开的位置,当其强制转换为电流型运行模式,则开关在未操作时,不论是带电运行,还是在断电状态均应处于一个状态:开或合。如果要这样运行,必须改变电压型配电开关(PVS)的结构和对故障的判定原理,强制转化成在开关带电和断电时,处于一个状态:开或合。这势必改变开关性能和开关操作,厂家不答应并且用户也不愿意,所以该种方案是不现实的,也是不可行的。

(2) 改造电流型 RTU

如果在运行中,保持电压型配电开关(PVS)在带电时开关处于合的位置,在断电状态时开关处于开的位置,即保持配电开关的运行模式,通过修改 RTU 和后台系统来适应故障判断、隔离与恢复供电。对于图 3 所示配电系统故障情况的处理如下:

当 D 点发生故障时,出线断路器 CB1 跳闸,配电开关 KG1、KG2、KG3 因失电而处于开的位置。

由于出线 CB1 跳闸,电流型配电自动化后台系统启动故障判断、隔离和恢复非故障区段的供电。判断出故障发生在开关 KG2~KG3 之间。

后台系统对 KG2、KG3 所对应的 RTU2、RTU3 发闭锁指令,使开关 KG2、KG3 闭锁于开的位置。

后台系统发合闸命令合 CB1 和联络开关 KG7。

一旦故障处理完毕将发跳闸命令跳开关 KG7 和发解闭锁命令解除开关 KG2、KG3 的闭锁使开关合上。

从上面的故障判断、隔离和恢复供电的过程可以看出:在断路器出线侧跳闸后,电压型配电开关

(PVS)全部处于开的位置,后台判断完故障后,要进行故障隔离,是把故障点两侧的开关闭锁于开的位置而不是发跳闸命令跳开关。为了实现 RTU 在故障两端使开关闭锁,必须在 RTU 内加上闭锁回路,相应的软件判断和为实现这些功能的附加回路,即进行电流型 RTU 改造。由于要对电流型 RTU 进行改造,必须对电压型配电开关和电流型 RTU 进行研究,这是一个复杂而艰巨的任务,目前我国没有一个厂家生产经过改造后的 RTU。故也是不可取的办法。

3.2 保持电压型开关现有的模式和 RTU,把数据接入电流型系统后再进行协调

保持电压型配电开关 PVS、RTU 的结构和功能,把数据接入电流型系统后再进行协调,一方面可以保证电压型配电开关(PVS)的可靠性和稳定性,另一方面用户容易接受该模式,所以我们经过研究决定采用保持电压型开关现有的模式和 RTU,把数据接入电流型系统后再进行协调方式。那么怎样把电压型开关 PVS 接入电流型配电自动化系统,我们采取了以下步骤:

(1) 通过位于变电站的配电自动化系统分站(子站)把电压型配电开关(PVS)的数据接入配电自动化系统,实现对电压型配电开关 PVS 的远方监控。

目前我国生产的电压型配电开关都是从日本引进的,如珠海许继电气股份有限公司生产的 PVS5 配电自动化开关。为了发挥配电开关的作用,RTU 也是从日本引进的。为了把配电开关、RTU 的数据接入电流型后台系统,我们在配电自动化系统分站(位于变电站站内)根据东芝提供的配电开关 RTU 规约编写了相应的规约和转换程序,使得分站系统能够获得配电开关数据,从而为电压型开关接入电流型后台进行其监控奠定了坚实的基础。

因为电压型与电流型两种模式之间的差异,为了在电流型配电自动化系统实现对电压型配电开关(PVS)的远方监控,根据开关的运行情况我们分两种情况进行处理。

正常运行

当系统正常运行时,后台系统采集配电开关(PVS)的信息,监视开关的运行状况,同电流型开关的监视没有区别。

故障状态

对于电流型和电压型配电开关在现场的安装方式有两种:一是两种类型开关分别安装在不同的变电所管辖区间内,即一个变电所管辖区间的配电网

路安装的开关只有电流型或电压型一种(图 4a)。二是安装在同一个变电所管辖范围内,每条配电线路安装同一种开关,即两种类型的开关不能混合安装在一条线路中(图 4b)。

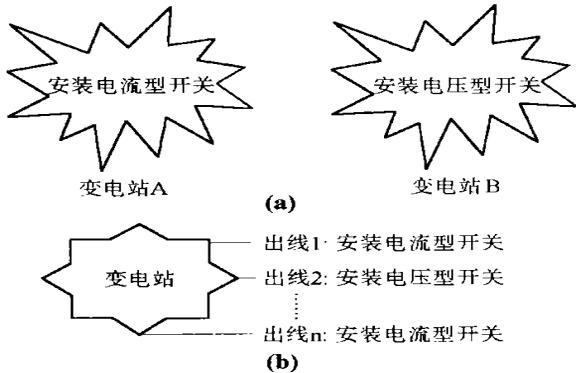


图 4 现场开关的安装方式

当线路发生故障,对于电流型开关的 RTU 检测到故障信息并把故障信息主动上传,而电压型配电开关的 RTU 由于失压没有开关信息上传。配电自动化系统分站接收到出线断路器跳闸信息,同时根据数据库中每条线路或变电站安装开关类型的标志判断是电流型开关还是电压型开关,如果所在线路或变电站安装的是电流型开关则启动故障判断、隔离故障进程进行故障判断、隔离和恢复非故障区段的供电。如果判断为电压型开关,则后台系统不处理,由电压型自动配电开关之间的时间配合来完成故障判断、隔离和恢复非故障区段的供电,在电压型开关故障判断、隔离和恢复非故障区段供电结束后,分站系统开始询问配电开关 RTU 信息并上传给主站系统。

(2) 在主站系统对两种不同类型开关的处理

在数据库中建立电压型和电流型 RTU 类型、开关标志。

在主站系统由于负荷平衡或检修线路而进行负荷转移,需要对开关进行操作。在正常情况的两

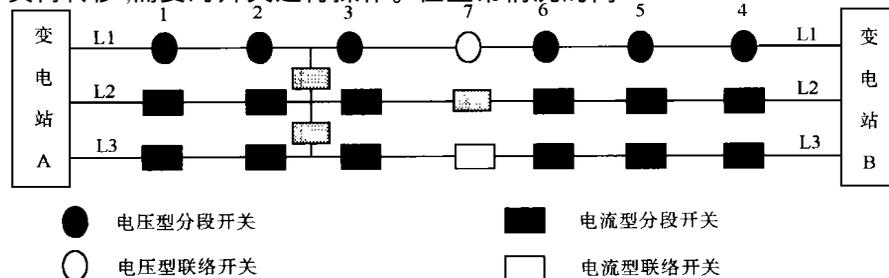


图 5 负荷转移原理图

种开关操作没有区别,但是开关操作后可能存在两种开关混在一条线路上,使得系统一旦发生故障无法进行故障判断、隔离和恢复非故障区段的供电。所以在进行负荷转移时,必须遵守电压型开关和电流型开关各自为政原则,即在操作中首先判断将要操作开关的两侧开关的类型,如果两侧开关的类型相同,则可进行操作的开关类型相同允许开关操作进行负荷转移;如果两侧开关类型有一个开关不同则不能进行开关操作执行负荷转移。如图 5 所示。

当变电站 A 线路 L2 开关 1~2 之间的线路需要检修,需要把其负荷进行转移,保证开关 2~7 之间的用户的用电,需要进行开关操作。从图 5 中可知可以从变电站 A 的 L3、L1 和变电站 B 的 L2 进行负荷转移供给变电站 A 线路 L2 的开关 2~7 之间用户供电。但是由于变电站 A 线路 L1 的开关类型与变电站 A 线路 L2 的开关类型不同,所以可以操作变电站 A 的 L3、L2 之间的联络开关和变电站 B 的 L2 和变电站 A 线路 L2 之间的联络开关进行负荷转移供给变电站 A 线路 L2 的开关 2~7 之间用户供电,而不能通过操作变电站 A 线路 L1 和变电站线路 L2 之间的联络开关进行负荷转移。这样保证了两种开关类型依然保持各自为政的状况,避免了两种类型的开关混为一体的状况。

为了便于操作人员区分两种类型的开关和操作方便,在图形显示时采用不同的符号显示。

4 结论

电压型开关 PVS 如何接入电流型配电自动化系统中,使配电自动化系统能够真正管理电压型和电流型两种类型的开关,我们在对开关和后台系统进行的分析和综合后,提出了保持电压型开关现有的模式和 RTU,把数据接入电流型系统后再进行协调的方案。为了证明方案的切实可行性,我们把珠海许继电气股份有限公司生产电压型配电自动开关 PVS5、RTU 接入山东许继科华 DA-2000(电流型)配电自动化系统,实现了 DA-2000 配电自动化系统管理电压型和电流型两种类型的开关,证明了把电压型开关接入电流型配电自动化系统的切实可行性。

(下转第 67 页)

操作,并有如下安全措施:有开关状态量作为约束;有电压、电流等模拟量作为约束;各操作员有自己的操作密码;当开关进行合、分操作时会提示错误,并退出;当隔离开关未合,而合断路器时会提示错误,并退出;当断路器未跳,而跳电动隔离开关会提示错误,并退出。

e. 人机接口:可按按钮菜单法、位图菜单法、逐级展开法、热键调用法、灵活调用画面;能全汉化组态图形、报表、曲线、打印;能召唤、定时、随机打印报表及事件,随机打印操作记录、保护信息;能多窗口显示,故障弹出报警;能显示时间及校正;运行操作指导。

f. 在线自检:网络通信自检;打印机故障自检;PLC自检,并提示维护方法;与各保护装置通信状态自检。

(2) 变电所硬件构成:变电所下位机选用可编程控制器,上位机选用IPC-610工控机,形成双机工作模式。

5.2.5 数据通信系统的设计

由于系统控制点比较分散,如何实现各控制点与中心站的通信,将是整个系统的关键环节,有线通讯虽然比较可靠,但线路长,投资大,线路维护困难;载波通讯虽不需专线,但由于整个配电系统变压器很多,使得载波通讯难以实施,因此无线通讯是系统选用的唯一比较可行的通信方式。由于灌区地势平坦,地形开阔,系统拟采用超短波通信的中转台并附以基地台实施。

系统设两个中转台,在75眼井所在位置设置基地台,通过中转台数据传输进行通信。

6 地表水与地下水联合调度

香日德巴隆农业开发扶贫工程建成后如何合理利用当地的地表水资源和地下水资源,保证地下水的合理开采,达到水资源长期可持续利用,防止土壤盐碱化,保持当地原有的水态环境,是该项目持续发挥效益的前提条件,也就是说前述设计实施的遥测遥控系统只是一种手段,其目的也是为地表水和地下水的合理利用提供依据。

香日德巴隆地区的地表水和地下水联合调度应采用补偿调节法,即应首先利用清水河和香托区间来水,将其作为被补偿水源,当其不能满足灌溉要求时,再将托素湖作补偿水源,又可以提高灌区保证率。

地下水利用应结合监测手法,在把地下水位控制在合理水位的前提下合理利用。

托素湖的运行要结合监测手法和灌区需水模型,有控制的运行,保证托素湖起到补偿水库的作用。

科日水库的运行,应争取在每年年初将其蓄满,在非灌溉季节要争取利用弃水来充蓄水库。

收稿日期:2000-06-21

作者简介:杨幼雯(1963-),女,工程师,从事水利水电勘测工作;张建利(1964-),男,工程师,从事水利水电勘测工作。

Discussion on application of remote control and remote measurement automation system in Xiangri Debalong Irrigating region of Qinghai province

YANG You-wen¹, ZHANG Jian-li²

(1. Water Conservancy & Hydropower Design Institute of Qinghai province; 2. Electric Power Design Institute of Qinghai province)

(上接第51页)

参考文献:

[1] 王章启,顾霓鸿. 配电自动化开关设备. 北京:水利电力出版社,1995.

收稿日期:2000-05-08; 改回日期:2000-06-05

作者简介:王兴念(1971-),女,硕士,主要从事配电自动化系统的开发和研究工作;赵奕(1975-),男,本科,主要从事配电自动化,变电站综合自动化研究。

The research of connecting PVS to distribution automation system

WANG Xing-nian, ZHAO Yi, SU Hong-xun

(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: Based on the comparison of current and voltage switches and different distribution automation systems, a proposal of connecting PVS to distribution automation system is given and it is proved to be available by practice.

Keywords: switch; distribution automation; scheme