

自动重合器在配电网中的应用

陈刚, 李志勇, 王攀

(许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

【摘要】 自动重合器是一种“智能型”机电一体化高压开关,它与分段器、熔断器配合能够减少停电次数,缩短停电时间,隔离故障区段,快速恢复供电,是配电自动化不可缺少的开关设备。主要以许继电气股份公司生产的CHW-10型户外交流高压自动重合器为例介绍了其组成、工作原理以及在配电网中的典型应用。

【关键词】 自动重合器; 分段器; 熔断器; 配电网

1 引言

运行统计资料表明,配电系统中架空线路瞬时性故障占61%,永久性故障占39%,而在39%的永久性故障中约有1/3由瞬时性故障引起。永久性故障多由不可恢复的绝缘损坏、导线断裂或电杆倒折等原因造成的,须待人工修复。而瞬时性故障则多为风、雨、雷电、鸟害之类的偶然因素造成线-线或线-地之间的弧光放电。对瞬时性故障,只要线路能瞬时断电,并经过一定时间的延时再通电就能排除故障,当电源接通时就能恢复正常供电。重合次数的增加能增大故障排除率,第一次重合成功率达75%~88%,第二、三次重合成功率分别增加5%左右。当自动重合器与熔断器或分段器配合使用,自动重合器可进行三次重合,其成功率可达95%。自动重合器与分段器、熔断器配合使用,能够避免瞬时故障造成的停电事故,又能及时隔离永久性故障线路,最大限度地减少停电事故,缩小停电范围和缩短停电时间,大大提高了配电网的供电可靠性,降低查线工的劳动强度。这就是重合器、分段器、熔断器在配电系统中广泛使用的原故。

2 自动重合器的组成及功能

许继电气股份公司生产的CHW-10型户外交流高压自动重合器(以下简称自动重合器)是以SF₆气体作为灭弧和绝缘介质,由电子控制器进行自动控制的机电一体化高压开关。它用于6~10kV配电线路中,当线路发生故障时,可按预先整定的操作顺序,自动地完成一次至三次自动重合闸功能,最大限度地排除瞬时性故障,保证供电的可靠性。自动重合器由开关部分和电子控制部分组成。

(1) 开关部分

开关部分是在本公司生产的LW3-10/ 型10kV

SF₆ 断路器的基础上改进而成,操作机构是外配的低电压磁机构,内置10kV干式变压器作为合闸电源,分闸电源由36V锂电池提供。在开关内部装有U、W两相(或U、V、W三相)电流互感器,对一次电流进行检测。

(2) 电子控制部分

电子控制部分为本公司设计生产的WCK-1型重合器控制装置,它是自动重合器的核心。它由电缆与开关联接。

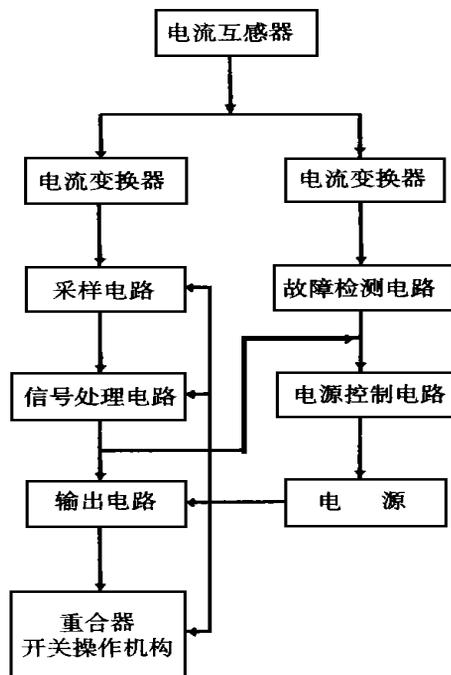


图1 WCK-1型重合器控制装置原理简图

WCK-1型重合器控制装置原理简图如图1所示,当线路发生故障时,自动重合器的故障检测电路检测到故障,接通装置的工作电源,开始采样并对采样值进行算术与逻辑运算,并按照预先整定的操作

顺序进行分闸、合闸操作。如果故障是永久性故障,装置在完成预先整定的分闸次数后闭锁在分闸状态,到复位时间后断开工作电源,故障检测电路恢复到起始状态。如果是瞬时性故障,装置经重合后故障消失,自动重合器重合成功,被保护线路恢复供电,装置达到整定的复位时间后,切断工作电源,故障检测电路恢复到起始状态,等待下一次故障的来临;如果在整定的复位时间内,线路再次发生故障,装置只按照未完成的操作顺序继续进行。

3 自动重合器在配电网中的典型应用

3.1 自动重合器与分段器之间的配合

线路自动分段器简称分段器,是一种与电源侧开关设备配合,在无电压或无电流的情况下自动分闸的开关设备。它串联于自动重合器负荷侧,当发生永久性故障时,它在预定的“记忆”次数或分合操作后闭锁于分闸状态而隔离故障线路区段,由自动重合器恢复对电网其他线路的供电,使故障停电范围限制到最小。当瞬时性故障时因未达到分段器预定的记忆次数和分合操作时,分段器将保持在合闸状态下,保证线路的正常供电。

分段器按其识别故障的原理,可分为以下两大类:

- a. 过流脉冲计数式分段器
- b. 电压-时间型重合式分段器

3.1.1 自动重合器与过流脉冲计数式分段器的配合

过流脉冲计数式分段器通常与自动重合器配合使用,它不能开断短路电流,但具有“记忆”自动重合器开断故障电流动作次数的能力。在达到预定的记忆次数后,当自动重合器将线路短时切断无电流间隙分段器分闸,隔离故障区段;自动重合器可重合到无故障线路,使线路恢复供电。如果故障为瞬时性

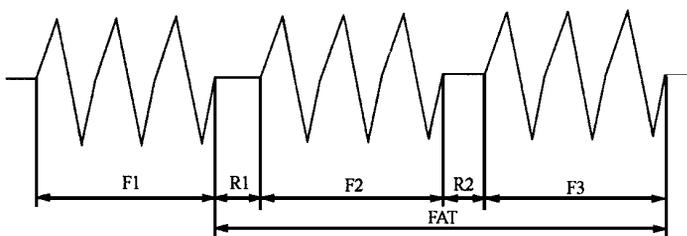


图2 分段器计数的记忆时间与(FAT)关系

图中: F_1, F_2, F_3 ——重合器第1、2、3次的动作时间;

R_1, R_2 ——重合器的重合间隔时间。

$FAT = R_1 + F_2 + R_2 + F_3$ 应小于分段器能够记住故障电流出现次数的时间。

故障而未达到预定的记忆次数,分段器在一定的复位时间之后会“忘记”其记忆的故障次数而恢复到预先整定的初始状态,等待下一次的循环。

过流脉冲计数式分段器一般安装在重要的分支线路上,与自动重合器串联运行。自动重合器与分段器的配合遵循以下原则:自动重合器的最小跳闸电流的80%应大于分段器最小动作电流。自动重合器闭锁前的分闸次数比分段器的计数次数多一次;分段器的记忆时间则必须大于自动重合器的累积故障断开时间(FAT),其关系如图2所示。

下面以图3为例,介绍在放射式配电网中自动重合器与过流脉冲计数式分段器的配合过程。图中设QR为自动重合器,QO1~QO5均为过流脉冲计数式分段器。假设QR的整定为1快3慢,QO1整定为3次计数,QO2整定为2次计数,QO3整定为1次计数,QO4整定为3次计数,QO5整定为2次计数。如出现故障,自动重合器、分段器动作过程如下:

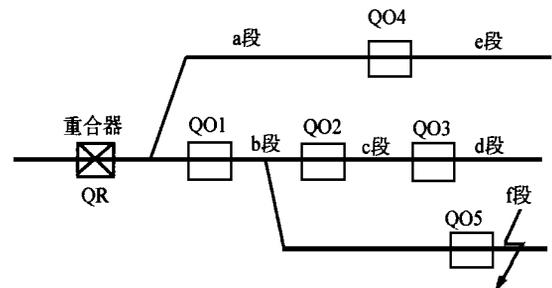


图3 在放射式配电网中重合器与计数式分段器的配合

其中: QR为自动重合器

QO1~QO5均为计数式分段器

(1) 设故障发生在第f区段,自动重合器QR在保护动作时间 t 秒后跳闸,所有区段供电暂停;同时QO1、QO5因流过故障电流而计数一次,QO1~QO5均处于合闸状态。

(2) 自动重合器QR经过第一次重合时间间隔后第一次重合,由于线路故障继续存在,自动重合器经慢分延时后再次分闸,所有区段供电暂停。同时QO1、QO5因流过故障电流而第二次计数,QO5达到计数次数后分闸闭锁,QO1~QO4未达到整定的计数次数均处于合闸状态。

(3) 自动重合器经过第二次重合时间间隔后第二次重合,由于线路故障已经排除。QO5因分闸闭锁,隔离故障区段f段,其他区段供电正常。

3.1.2 自动重合器与电压-时间型重合式分段器的配合

电压-时间型重合式分段器(以下简称重合式分段器)是凭借加压或失压时间长短来控制其动作,失压后分闸,加压后合闸或闭锁。它即可用于放射式配电网,也可用于双端供电的环网。

下面以图4为例,介绍自动重合器与重合式分段器在放射性配电网中的动作过程。

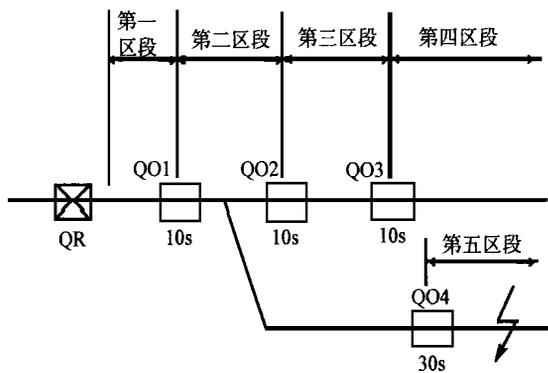


图4 在放射式配电网中重合器与重合式分段器的配合

其中: QR 为自动重合器

Q01 ~ Q05 均为重合式分段器

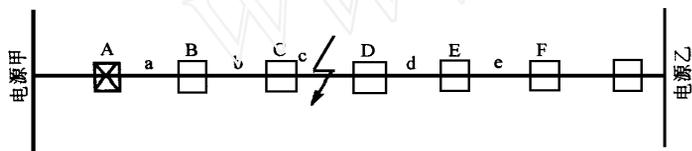


图5 在双侧电源的配电网中自动重合器与重合式分段器的配合

(1) 设故障发生在第五区段,这时自动重合器检测到故障后跳闸,使所有区段断电,重合式分段器因断电而分闸,所有区段供电暂停。

(2) 自动重合器经过第一次重合间隔时间延时而重合,而各个重合式分段器 Q01 ~ Q04,按预先设定的延时时间(称作 x 时限,即当分段器任一端有电到分段器合闸这段时间)依次合闸送电。如图4为例,设定 Q01 ~ Q03 的 x 时限分别为 10s, Q04 的 x 时限为 30s。即 Q01 在 10s 后, Q02 在 $10s + 10s = 20s$ 后, Q03 在 $10s + 10s + 10s = 30s$ 后, Q04 在 $10s + 30s = 40s$ 后依次合闸,向其后的线路供电。

(3) 若第五区段故障依然存在,则因 Q04 合闸在故障线路上而使自动重合器再次跳闸,所有区段再次停电,所有分段器再次分闸,这时因为 Q04 的控制器在检测时限(称作 y 时限,即当分段器合闸

到失电这段时间)内检测到又失去电压,因而将 Q04 闭锁在分闸状态,待下次再有电时也不再自动重合。

(4) 自动重合器第二次重合后, Q01、Q02、Q03 按设定的 x 时限又依次合闸,直到第四区段供电正常。Q04 因处于分闸闭锁状态,因而将有故障第五区段与电网隔离。

以图5为例,介绍自动重合器与电压-时间型重合式分段器在环形电网中双侧有供电电源的配电网上的配合。A 表示自动重合器。B、C、D、E、F 表示重合式分段器。其中在故障发生前, A 处于闭合状态。B、C、D、F 处于合闸位置,装有常闭型故障检测器,而 E 正常处于分闸位置,装有常开型故障检测器。常闭型故障检测器和常开型故障检测器功能虽有差异,但均能检测重合式分段器任一侧加压与失压的长短来决定动作与闭锁状态,常闭型故障检测器使开关闭锁于断开状态,而常开型故障检测器使开关闭锁于闭合状态。假设故障发生在 c 段,其隔离故障过程如下:

(1) 自动重合器 A 检测到故障电流后跳闸,在这条线路上的重合式分段器因检测到失压而自动分闸,即 B、C、D 都跳闸。

(2) 自动重合器 A 经过第一次重合时间间隔后进行重合,给 a 段供电。

(3) 当自动重合器 A 第一次重合给 a 段供电后,重合式分段器 B 检测到 a 段有电压,经过“ x 时限”后, B 合闸,给 b 段供电。

(4) 重合式分段器 C 检测到 b 段有电压,经过“ x 时限”后, C 合闸,给 c 段供电。

(5) 因为故障在 c 段上,如果故障依然存在, A 检测到故障电流后分闸, B、C 因失压而分闸。

由于重合式分段器 C 在规定的检测时间“ y 时限”内又进入无电压状态,重合式分段器 C 闭锁在分闸状态下。

(6) 重合式分段器 D 感受到 c 段有超过 30% 的线电压 120ms 后断电, D 闭锁在分闸状态。

(7) 自动重合器 A 经过第二次重合时间间隔后进行重合,给 a 段供电。重合式分段器 B 检测到 a 段有电压,经过“ x 时限”后, B 合闸,给 b 段供电。由于重合式分段器 C 闭锁于分闸状态。自此,甲电源恢复了对正常线路 a、b 段的供电,切断故障段 c 段。

4 自动重合器与熔断器保护配合

4.1 自动重合器与 35kV 熔断器保护配合

35kV 熔断器用于变压器的电源侧,保护变压器的内部故障及二次侧母线故障。变压器 10kV 出口总开关一般设有过流、速断保护,也兼作 10kV 出线的后备保护。当自动重合器负荷侧发生故障时,自动重合器的开断时间必须快于 35kV 熔断器的熔断时间;35kV 熔断器的最小熔断时间必须大于自动重合器的慢速开断时间,而各出线口的自动重合器至少应设一次快速动作,其快速特性曲线应选在断路器过流保护曲线的下方。

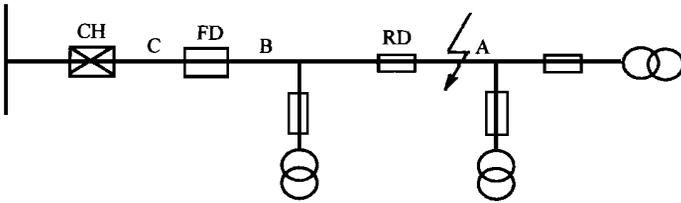


图 6 自动重合器、分段器、熔断器应用的配合

图中:CH 为自动重合器,FD 为分段器,RD 为熔断器
自动重合器动作次数与操作顺序为一快三慢,分段器动作次数整定为三次。

4.2 自动重合器与 10kV 熔断器的配合

当 10kV 熔断器负荷侧发生瞬时故障时,其熔丝不熔断,由自动重合器快速动作切除瞬时故障后重合;当熔断器负荷侧发生永久性故障时,自动重合器经过一次快速动作后,第二次为慢速动作,这慢速动作安秒时间应大于熔断器的每秒熔化时间,这样配合就能使熔丝熔化切断永久性故障电流后,自动重合器仍然保持在合闸位置。如果自动重合器与 10kV 熔断器的配合以避免一次瞬时故障为主,其动作顺序通常整定为一快一慢;如果自动重合器与 10kV 熔断器的配合以避免两次瞬时故障为主,其动作顺序通常整定为两快一慢或两快两慢。

自动重合器与 10kV 熔断器配合时,还应考虑熔断器安·秒特性的选择,要用某一系数加以修正,才能达到理想的效果,保证自动重合器的快速开断动作时间与熔断器的熔断时间之间有一个合适的时间配合。此外,最大配合电流应选熔丝最小熔断曲线与乘以修正系数后自动重合器快速分闸曲线交点值;而最小配合电流,应选熔丝最大熔断曲线与自动重合器慢速分闸曲线交点,即熔丝的最大熔化时间不得大于重合器慢分时间。在熔丝熔断后,应当更

换能实现上述配合的同样规格的熔丝。

5 自动重合器-分段器-熔断器的配合

以图 6 为例,介绍自动重合器和分段器、熔断器之间的配合。

当 A 点为瞬时故障时,由自动重合器快速动作,切断瞬时故障,自动重合器经过第一次重合重合间隔时间延时后重合成功,线路供电恢复正常。

当 A 点为永久性故障时,自动重合器检测到故障后快速分闸,熔断器不熔断,分段器计数一次。自动重合器经过第一次重合重合间隔时间延时后重合,由于故障点仍然存在,自动重合器执行慢分动作,熔断器熔断,故障电流消失,自动重合器保持在合闸位置,分段器计数仍为一次而不动作(因未达到整定三次),线路正常运行。自动重合器在复位时间结束后又处在待命状态,等待下次故障。至于在 B、C 点发生瞬时或永久性故障,自动重合器和分段器的动作配合可以依此类推。

6 结束语

以上介绍的只是自动重合器在配电网中配电网自动化的第一层次的应用。随着科学技术的进步,要求自动重合器通过有线或无线向主监控室传送如线路电压、线路电流、有功功率、无功功率、开关状态等数据,主控制室根据各自动重合器发过来的信息,向相关的自动重合器发出合闸或分闸指令,调节线路负荷。自动重合器进入配电网自动化第二、第三层次的应用。

[参考文献]

- [1] 陈粤初, 冀振中. 单片机应用系统设计与实践. 北京航空航天大学出版社. 1991, 10.
- [2] 何立民. 单片机应用文集(1). 北京航空航天大学出版社. 1991, 9.
- [3] 顾冀鸿, 王章启. 配电网自动化开关设备. 水力电力出版社. 1995, 6.

收稿日期: 1999-04-02

作者简介: 陈刚(1969-), 男, 工程师, 主要从事继电保护研究; 李志勇(1968-), 男, 工程师, 主要从事继电保护研究。

APPLICATION OF AUTOMATIC RECLOSER IN POWER DISTRIBUTION NETWORK

CHEN Gang, LI Zhi-yong, WANG Pan

(Xuchang Relay Research Institute, Henan Xuchang 461000, China)