

消弧柜的配置与选用

冯建勤, 冯巧玲, 陈志武

(郑州轻工业学院电气信息工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 为消除 6~35 kV 电网中的弧光接地过电压, 笔者提出了一种改进型消弧柜, 称作 B 型消弧柜。当电网发生单相弧光接地时, 这种消弧柜可以根据预先设定的运行模式, 通过高压真空接触器直接将故障相接地以消除弧光接地过电压, 或者仅仅动作于信号。对于大多数 6~35 kV 电网而言都可设置两台 B 型消弧柜, 其中一台用作消弧设备, 而另一台用作智能电压互感器柜, 它们互为备用。实际运行结果表明: 在选型、配置及使用正确的情况下, 这种消弧柜可有效消除 6~35 kV 电网中的弧光接地过电压, 因而可广泛地用作 6~35 kV 电网的消弧设备。

关键词: 消弧装置; 过电压保护; 弧光接地; 弧光过电压

中图分类号: TM475

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2009)02-0117-03

Configuration Selection and Application of Arc-overvoltage Suppressors

FENG Jian-qin, FENG Qiao-ling, CHEN Zhi-wu

(College of Electric and Information Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To eliminate the arc-overvoltage in 6~35 kV power systems, an improved arc-overvoltage suppressor, named B-type arc-overvoltage suppressor, is proposed. When single-phase arc-grounding appears, the suppressor can control a high-voltage vacuum contactor to ground the fault phase bus to avoid the arc-overvoltage, or only operate to give an alarm signal without grounding operation, according to the preset operation mode for it. Two arc-overvoltage suppressors (B-type) may be configured for a 6~35 kV power system, where one is used as an arc-overvoltage suppression device and the other as an intelligent potential transformer cabinet. Each of them can be the backup device for the other. The practical application shows that the B-type arc-overvoltage suppressors can eliminate the arc-overvoltage in 6~35 kV power systems if their configuration, selection and application are correct.

Key words: arc-overvoltage suppressor; overvoltage protection; arc-grounding; arc-overvoltage

0 引言

在中性点非直接接地电网中发生单相接地故障时, 由于故障电流相对较小, 且三相相间电压仍保持对称, 不会影响对负荷的正常供电, 因而发生单相接地故障后允许继续运行一段时间^[1]。因此, 我国 6~35 kV 电网多采用中性点非直接接地运行方式, 以提高供电可靠性。

6~35 kV 电网采用中性点不接地运行方式时, 若发生单相金属性接地故障, 非故障相对地电压会升高到正常相电压的 $\sqrt{3}$ 倍, 不会危害正常电气设备的绝缘。但是, 如果发生间歇性单相弧光接地, 则会产生很高的弧光过电压, 非故障相的过电压幅值可高

达正常相电压的 3.5 倍, 严重威胁电气设备的绝缘, 甚至造成绝缘击穿, 进而发展成相间短路故障^[2,3]。

为了限制弧光过电压, 传统上 6~35 kV 电网多采用中性点经消弧线圈接地的运行方式。消弧线圈可以补偿单相接地故障时的电容电流, 从而减小单相接地电流, 进而促使电弧自行熄灭, 因而可以消除弧光过电压。为此, 很多研究人员在改进消弧线圈方面作了大量的工作, 提出了消弧线圈自动跟踪补偿和自动调谐的方法^[4,5]。但是, 随着电网规模的扩大及电缆线路的增多, 发生单相接地故障时的电容电流很大, 用消弧线圈补偿电容电流的方法已不能有效消除弧光接地过电压^[6,7]。

近年来, 我国 6~35 kV 电网开始大量使用消弧

收稿日期: 2008-10-28; 修回日期: 2008-12-21

作者简介: 冯建勤(1962-), 男, 副教授, 从事电力系统自动化、微机测控技术和智能仪器仪表方面的研究。

柜来解决弧光接地过电压问题,取得了理想的效果^[8]。但是,作为新生事物,目前大多数消弧柜都存在着设计缺陷。而且,消弧柜在电网中的配置、选型以及运行方面也都存在误区。这些问题的存在将严重影响电网的安全运行及供电可靠性,因而有必要作进一步的研究,以避免由于消弧柜的使用而带来的隐患。

1 消弧柜工作原理

消弧柜实质上是一种具有消弧、消谐及过电压保护功能的电压互感器柜(PT柜),其消弧工作原理见图1。

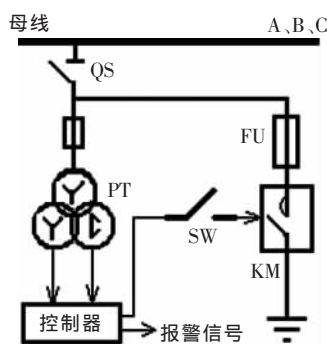


图1 消弧柜消弧原理图

使用了消弧柜的6~35 kV电网采用中性点不接地运行方式。电网正常运行时,消弧柜中的3个分相控制的高压真空接触器(KM)都处于分断状态,电压互感器(PT)二次侧输出的三相电压正常,零序电压值几乎为零,微机智能控制器负责对电网的零序电压和三相电压进行实时监测。电网出现单相接地故障时,故障相电压上升,非故障相电压下降,零序电压大大增加。当零序电压达到一定值时,控制器即判定系统发生了单相接地故障,并通过对各相电压的计算分析,判断出接地故障的相别,向对应相的高压真空接触器发出合闸命令,把故障相直接在装置内实现金属性接地,同时向中央控制室发出报警信号,以便通知运行人员及时处理电网故障。无论单相接地故障是间歇性弧光接地还是稳定的电弧接地,由于消弧柜直接把故障相在装置内变成了金属性接地,故障相的对地电压降为零,原来故障点的电弧必然熄灭,避免了弧光过电压的产生,而其他两相的对地电压则限制在线电压的水平上。

2 消弧柜的选型

目前,绝大多数消弧柜没有设置图1中的切换开关(SW),姑且把没有设置切换开关的消弧柜称为A型柜,而把设置了切换开关的消弧柜称为B型柜。

虽然A型柜只是比B型柜少了一个切换开关,但这一问题将是A型柜的致命缺陷。应该说,对于单母线系统而言,由于只需使用一台消弧柜,这时选用A型柜是没有问题的。但对于需要使用多台消弧柜的多母线系统来说,选用A型柜将严重影响电网的供电可靠性。比如,在母线制为单母线分段的双电源6~35 kV电网中,通常两段母线并列运行(即母联开关闭合)。如果两段母线上各安装一台A型柜,当电网发生单相接地故障时,两台A型消弧柜都会动作,从而把两段母线的同一相分别接地。然而,当电网单相接地故障消除后,系统中仍然存在着两个分别由两台消弧柜造成的接地点,这会使两台消弧柜相互形成闭锁而无法复归,必然对电网的供电可靠性造成严重影响。

对B型消弧柜而言,如果把装置中的切换开关合上,则其功能与A型消弧柜完全相同。如果把切换开关打开,当控制器检测到单相接地故障时仅仅会发出报警信号而不再使高压真空接触器动作合闸,这时B型消弧柜不再具备消弧功能,而只相当于一台智能PT柜。显然,B型消弧柜可灵活应用于所有6~35 kV电网中。只要使用得当,就不会象A型消弧柜那样出现各消弧柜相互闭锁而不能复归的情况。仍以母线制为单母线分段的双电源6~35 kV电网为例,两段母线上各安装一台B型柜。两段母线并列运行时,可把其中一台作为消弧装置使用(消弧柜的切换开关合上),而把另一台作为智能PT柜使用(消弧柜的切换开关打开)。当电网发生单相接地故障时,作为消弧装置用的B型柜动作,把一段母线的故障相接地,而作为智能PT柜用的B型柜仅发报警信号。当电网单相接地故障消除后,系统中只存在一个接地点,因而消弧柜能够实现复归。如果母联开关打开,则可将两台B型柜都作为消弧装置使用。这时,两段母线分别代表两个独立的系统,不会出现两台消弧柜相互闭锁的情况。

总之,在作6~35 kV电网设计时,如果使用消弧柜来抑制弧光过电压,消弧柜的正确选型非常重要,不当的选型会严重危害电网的安全运行及供电可靠性。在需要使用多台消弧柜的多母线系统中,不能选用A型柜,而应选用B型柜。

3 消弧柜的配置

3.1 单母线制主接线

对于主接线为单电源、单母线制的电网,消弧柜可参照图2进行配置。应在变电所母线处安装一台B型消弧柜(B)。如果电网中还存在配电所(虚线框部

分), 则应在其中一个配电所的母线处再配置一台 B 型消弧柜, 而其它配电所只需安装智能 PT 柜(P)即可。变电所处的消弧柜应作为电网的主消弧设备, 而配电所处的消弧柜则作为备用消弧设备。通常情况下, 只有主消弧设备才用作消弧装置, 而备用消弧设备仅当作智能 PT 柜来使用。只有在主消弧设备出现故障的情况下, 才能把备用消弧设备用作消弧装置。

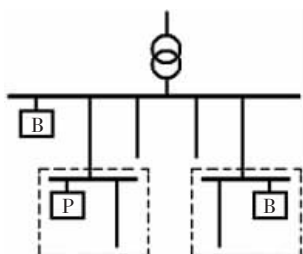


图2 单电源单母线制电网中消弧柜的配置示意图

3.2 单母线分段主接线

对于主接线为双电源、单母线分段制的电网, 消弧柜可参照图3进行配置。应在变电所每一段母线处各安装一台 B 型消弧柜(B), 两台消弧柜互为备用。如果在电网运行中两段母线并列运行(母联开关 M 闭合), 就把其中一台消弧柜用作消弧设备, 而另一台消弧柜则用作智能 PT 柜。如果两段母线各自独立运行(母联开关 M 打开), 则把两台消弧柜同时用作消弧设备。电网中的各配电所无需选用消弧柜而只需分别配备一台智能 PT 柜即可(图中未画出)。

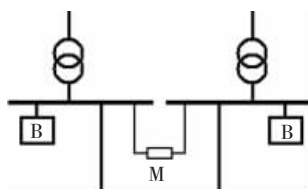


图3 双电源单母线分段制电网中消弧柜的配置示意图

3.3 消弧柜的配置原则

在中性点不接地的 6~35 kV 电网中, 要使用消弧柜来抑制弧光过电压, 就必须保证消弧柜的正确配置。只有正确地配置了消弧柜, 才能有效地抑制弧光过电压, 保证电网的安全运行及供电可靠性, 同时又能节省设备投资。

在作 6~35 kV 电网设计时, 消弧柜的选用不宜过多, 否则不仅增加设备投资, 还会给电网运行带来不必要的麻烦。通常每个系统可设置两台 B 型消弧柜, 配电所母线可选用智能 PT 柜。两台消弧柜互为备用, 在电网运行中同一时刻只能有一台用作消弧设备, 另一台可用作智能 PT 柜。

4 智能 PT 柜

智能 PT 柜是一种具有微机电压测量、绝缘监

视、消谐及过电压保护功能的新型电压互感器柜, 既可以作为消弧柜的补充而安装于配电所母线上, 又可以代替传统的 PT 柜而单独使用。

智能 PT 柜的功能如下: 基本功能: 普通 PT 柜的功能; 电压测量功能: 实时监测并显示三相电压和零序电压; 绝缘监视功能: 电网单相接地时自动报警, 自动显示接地相别, 自动记录接地故障时的电压参数供查询, 选配小电流接地选线装置时, 自动指示接地回路; PT 断线检测: 自动检测 PT 断线并报警, 自动指示断线相别; 消谐功能: 自动消除由电压互感器饱和引起的铁磁谐振; 过电压保护功能: 不仅防止大气过电压, 而且限制内部过电压; 其它功能: 远程监测与计算机组网功能等。

5 结语

要使消弧柜正常发挥作用, 必须保证消弧柜的正确选型、配置及使用: 在消弧柜设计选型中, 应避免使用 A 型消弧柜, 而应选用 B 型消弧柜; 在消弧柜的配置方面, 对大多数小电流接地系统而言都可设置两台 B 型消弧柜, 作为消弧柜的补充, 配电所母线可选用智能 PT 柜; 在消弧柜的使用当中, 必须保证在同一时刻只能有一台 B 型消弧柜用作消弧设备, 而另一台 B 型消弧柜则用作智能 PT 柜, 两台 B 型消弧柜互为备用。

目前, 消弧柜已开始大量应用于 6~35 kV 电网, 用以解决弧光接地过电压问题。实际运行情况表明, 消弧柜的正确选型、配置与使用是有效抑制弧光过电压的前提。在保证选型、配置与使用正确的情况下, 消弧柜可有效地抑制弧光过电压。而不当的选型、配置与使用则会严重危害电网的安全运行, 影响到电网供电的可靠性。

参考文献:

- [1] 许建安. 电力系统继电保护[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.
- [2] 屠志健, 张一尘. 电气绝缘与过电压[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [3] 刘连睿. 10~35 kV 系统弧光接地过电压的危害及解决办法[J]. 华北电力技术, 1999(3): 21-22.
- [4] 李景禄, 林玉怀, 陈忠仁, 等. ZXB 系列自动跟踪补偿消弧装置[J]. 电网技术, 1998, 22(2): 77-79.
- [5] 刘艳村, 鲁铁成, 文习山, 等. 基于 TSC 控制技术的快速响应自动消弧装置[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(20): 88-93.
- [6] 许颖. 对消弧线圈消除弧光接地过电压的异议[J]. 电网技术, 2002, 26(10): 75-77.
- [7] 张作琴, 李敬兆. 电力系统弧光接地保护的研究[J]. 电力科学与工程, 2002(4): 31-33.
- [8] 都洪基, 叶婷. 基于单片机的新型消弧装置设计[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(5): 74-76.