



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

10kV配电系统的消谐措施

福安市赛岐供电支公司 (355001) 金秋生

在10kV中性点不接地的配电系统中, 由于配电网的不断发展使线路参数发生变化, 较常出现运行中电压互感器烧损、高压熔丝一相或两相熔断等异常故障。这不仅影响了电能表的连续、准确计量, 而且还导致保护装置的延误动作, 危及配电网的安全运行。其重要原因是: 电压互感器励磁电感和配电系统对地电容形成匹配, 并在一定条件的激励下, 使电压互感器产生磁饱和, 引发铁磁谐振。其谐振过电压的幅值可达相电压的2~3 5倍, 可致使电压互感器烧损或高压熔丝熔断。为此, 通过对电压互感器产生铁磁谐振原因的分析, 以采取消谐措施。

1 电压互感器引发铁磁谐振的原因

10kV配电系统采用中性点不接地方式运行, 其线路出线(尤其是电缆出线)对地存在分布电容。当系统运行正常时, 各相电压互感器的感抗相等, 中性点电压等于零。当线路因断线、雷击或其他原因而产生单相接地故障时, 接地相对地电压降到接近于零, 而非故障相对地电压上升 $\sqrt{3}$ 倍, 导致中性点位移, 中性点对地电压升高, 系统的稳定性和对称性遭到破坏。在发生单相接地故障时, 其接地点电阻较大且接触不良, 因而在接地点出现瞬燃瞬熄的电弧放电, 从而造成电压瞬高瞬降, 而引发电能、磁能的振荡。电压互感器在电磁振荡的激励下极易产生磁饱和, 暂态励磁电流急剧增大, 电感值下降, 从而引发铁磁谐振。

同时, 由于各相感抗发生变化, 各相电感值不相同, 中性线产生零序电压, 使电压互感器出现零序电流, 与对地电容构成回路。当感抗大于容抗($\omega L > 1/\omega C$)时, 回路不具备谐振条件。但在电压互感器铁芯磁饱和后, 其电感逐渐减小, 当电感降到满足 $\omega L = 1/\omega C$ 时, 即具备谐振条件, 从而产生谐振过电压。(只有在 $X_C/X_L \leq 0.01$ 时, 才不会发生谐振)在发生谐振时电压互感器一次励磁电流急剧增大, 使高压熔丝熔断。当电流尚未达到熔断熔丝的情况下, 而又超过电压互感器额定电流, 若长期处于过电流状况下运行, 即造成电压互感器的烧损。

2 消除铁磁谐振的技术措施

在中性点不接地的10kV配电系统中, 产生铁磁谐振的必要条件是: 系统产生电磁振荡和电压互感器在电磁振荡的激励下产生磁饱和。

随着10kV配电网的不断发展, 线路参数和绝缘水平发生变化, 因而出现谐振过电压的概率增加。为了使配电网安全可靠运行, 必须采取技术措施防止铁磁谐振的发生。首先应设法改变电感或电容参数, 使之不具备匹配条件, 避免激励而引发谐振。其次是消耗谐振能量, 阻尼、抑制或消除谐振的发生。其技术措施有:

① 改善电压互感器的励磁特性

10kV配电系统选用的电压互感器, 其特性若不良, 在单相接地等过电压的作用下, 会引起励磁电流增大, 感抗下降, 易激励引发铁磁谐振。反之, 在电压互感器特性优越的条件下, 对一般的过电压水平, 还不足以进入较深饱和区, 不易构成参数的匹配, 从而可避免引发谐振。所以改善电压互感器的空载励磁特性, 选择伏安特性优越的电压互感器, 也是一种消谐的措施。

② 减少电压互感器的台数

在同一个10kV配电系统中，应尽量减少电压互感器的台数，尤是要限制中性点接地电压互感器的台数。因为同一网络中并联电压互感器的台数越多，则总体等值电抗就越小，容易与电容参数匹配而发生谐振。如变电所的电压互感器只作为测量仪表和保护用，其中性点不允许接地。

③ 串接单相电压互感器

在三相电压互感器一次侧中性点串接单相电压互感器，使三相电压互感器等值电抗显著增大，以满足 $X_C/X_L \leq 0.01$ 的条件，从而避免因深度磁饱和引起的铁磁谐振。

④ 每相对地加装电容器

因为 $X_C/X_L \leq 0.01$ 时，可避免引发铁磁谐振。因此加装电容器，可使容抗XC减少，从而达到满足 $X_C/X_L \leq 0.01$ 的条件，可消除谐振。

⑤ 系统中性点装设消弧线圈

当10kV配电系统发生接地故障，其接地电流值较大或接近30A时，可在中性点装设消弧线圈接地，有利于瞬间接地电弧的熄灭，从而有效地防止弧光接地引起的过电压。由于消弧线圈接在中性点回路，其电感值与电压互感器等效零序电感相比小得多，不易构成参数匹配，可防止谐振的发生。

⑥ 装设继电保护装置

若10kV配电系统发生单相接地故障时，为改变电压互感器的参数，可通过装设一套继电保护装置来实现。该装置是利用单相接地所产生较大谐振电流启动电流继电器接入，以改变电压互感器的参数。当接地故障排除后，继电保护装置退出，电压互感器恢复正常运行。

⑦ 电压互感器高压侧中性点串接电阻

根据“电工学”谐振原理可知，在发生谐振时，串入电阻能起到消耗谐振能量和阻尼、抑制谐振的作用。显然电阻值越大，抑制谐振效果越好。但阻值太大会影响系统接地保护的灵敏度，电阻容量亦受到限制。对10kV系统一般可选用10~30kΩ较为合适。

⑧ 电压互感器二次开口三角处接入阻尼电阻

10kV配电系统运行正常时，电压互感器二次开口三角处两端没有电压，或仅有极小的不对称电压。当发生单相接地故障时，电压互感器二次开口三角处两端会出现约100V的电压，利用这一特点可在其两端并接一个阻值为75~100Ω，容量为500~750W的阻尼电阻。在发生单相接地故障时，此电阻值较小近似于短路，起到改变电压互感器参数的作用。这不仅可防止电压互感器发生磁饱和，而且还可消耗谐振能量，抑制和消除谐振的发生。

⑨ 装置消谐器

可根据电压互感器的额定电压选用消谐器，(可选晶闸管消谐器或鉴频器)装设在电压互感器中性点上，以消除谐振过电压。

⑩ 选用不易饱和或三相五柱式电压互感器

10kV配电系统使用的电压互感器，应选用励磁感抗大于1.5MΩ的电压互感器。

3 结论

① 10kV配电系统产生铁磁谐振，是导致电压互感器烧损的主要原因。

② 当线路各相对地电容的容抗与线路中各相接入电压互感器综合感抗相近或相等时，会产生铁磁谐振。

③ 采取改变系统电容或电感参数，可破坏谐振条件。在电压互感器二次开口三角处并接阻尼电阻等措施，可抑制、消除铁磁谐振。

文章作者： 金秋生
发表时间： 2003-03-25 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)