

消弧线圈补偿的探讨与分析

王文胜

(伊克昭电业局,内蒙古 东胜 017000)

摘要: 介绍了中性点不接地系统消弧线圈补偿的特点、工作原理及以前消弧线圈补偿装置的缺点和以后的发展趋势。

关键词: 消弧线圈补偿; 探讨; 分析

中图分类号: TM475

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)08-0060-02

1 引言

电力网中性点接地方式,与电压等级、单相接地短路电流、过电压水平、系统供电可靠性和连续性等有关,主要有中性点直接接地、中性点不接地、中性点经消弧线圈接地、中性点经高电阻接地等4种方式。我国在6~63kV电网中,采用中性点不接地方式,但电容电流不能超过允许值。规程规定:对于6~10kV电网,采用中性点不接地方式,当单相接地故障电流大于30A;对于20~63kV电网,采用中性点不接地方式,当单相接地故障电流大于10A时,中性点应经消弧线圈接地。否则接地电弧不易自熄,易产生较高弧光间歇接地过电压,涉及整个电网,给供、用电设备造成极大的危害。当接地电容电流超过允许值时,可采用消弧线圈补偿电容电流,保证接地电弧瞬间熄灭,以消除弧光间歇接地过电压。理想的消弧线圈在正常运行时,能实时监测电网单相接地电流的大小,此时消弧线圈的电抗值很大,相当于中性点不接地系统。在发生单相接地时,能在极短时间内调节电抗值、使接地点残流基波无功分量为零。

2 中性点经消弧线圈接地电网中单相接地故障的特点

- 2.1 发生间歇性电弧接地时,伴随相对地电容上的电荷集聚,会产生高幅值的过电压,一般为相电压的2到3.5倍;
- 2.2 在单相接地的暂态过程中,会产生较大的接地电流,这会使接地点的相间绝缘热破坏,造成相间短路,形成两点或多点接地短路;
- 2.3 单相接地电弧引起电压互感器励磁电流激增是引起电压互感器破坏的一个原因。

3 消弧线圈的作用

消弧线圈的作用是当电网发生单相接地故障后,提供一个电感电流 I_L 补偿接地电容电流 I_C ,使接地电流减小,也使得故障相接地电弧两端的恢复电压速度降低,达到自动熄灭电弧的目的。当消弧线圈正确地调谐时,不仅可以有效地减少产生弧光接地的几率,同时也最大限度地减少了故障点热破坏作用及接地过电压等。

4 工作原理

4.1 正常运行时的中心点电压位移

消弧线圈和接地系统等效电路如图1。

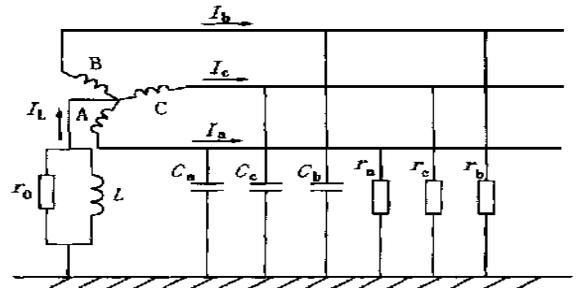


图1 消弧线圈正常运行时的等值图

其中 L 是消弧线圈的电感, r_0 代表消弧线圈有功损耗的等效电阻。设三相电源电压完全平衡,其值为 U ,各相漏电阻相等 $r_a = r_b = r_c = r$,且以 U_a 作为参考向量。

$$U_N = - \frac{j(C_a + C_b + C_c)}{j(C_a + C_b + C_c) - j(1/L) + 1/r_0 + 3/r} U_a =$$

$$= - \frac{C_a + C_b + C_c}{C_a + C_b + C_c} U$$

$$= - \frac{(C_a + C_b + C_c) - 1/L}{(C_a + C_b + C_c)} - j \frac{1}{R(C_a + C_b + C_c)}$$

$$= - \frac{k}{v - jd} U$$

式中 $k = \frac{C_a + C_b + C_c}{C_a + C_b + C_c}$ 电网不对称度

$d = \frac{1}{R(C_a + C_b + C_c)}$ 电网阻尼率

$v = \frac{j(C_a + C_b + C_c) - j/L}{J(C_a + C_b + C_c)} = \frac{I_C - I_L}{I_C}$

电网脱谐度

$$\frac{1}{R} = \frac{3}{r} + \frac{1}{r_0}$$

中性点位移电压的大小

$$U_N = \frac{k U}{\sqrt{v^2 + d^2}} = \frac{U_0}{\sqrt{v^2 + d^2}} \quad (1)$$

式中 U_0 为中性点未加消弧线圈时电网的自然不平衡电压。

从式(1)可见,补偿系统中性点位移电压随着脱谐度变化而变化。可见脱谐度 v 越趋于零,中性点位移电压愈高。当 $v=0$ 即全补偿时,其值为 U_0/d 。所以加装消弧线圈后,对中性点位移电压起到了放大作用。脱谐度愈小,放大作用愈强,放大倍数约为 10~40 倍。

4.2 故障时的中性点位移电压

当电网中出现单相断线,非全相合闸等故障时, U_0 增大, U_n 将可能超过限值。另外,电网中出现非同期合闸或大型异步电机投切操作都可能产生过电压,只有一点补偿电网未补偿电网是相同的,即发生单相金属性接地时,中性点位移电压都是 U_0 。

5 分析

5.1 在电网正常运行情况下,正确调谐的消弧线圈对电网安全运行有害无利,为了满足正常中心点位移电压不超过某一极限的要求而不得不将消弧线圈的脱谐度整定在较大的数值,使接地残流加大,补偿效果降低。

5.2 在电网发生断线故障,断路器非周期合闸事故或大型异步电机投切操作时,小脱谐度的消弧线圈使中性点电压位移比无补偿电网严重得多,将出现

危险的过电压。

5.3 消弧线圈发挥有利作用是在电网出现单相接地后,并且脱谐度越小效果越好,最好是全补偿,但完全补偿时,却是电感和三相对地电容发生交流串联谐振的条件。

可见 5.1、5.2、5.3 是矛盾的,如何解决这种矛盾呢?一种方法是采用增大电网阻尼率 d 的方法,如采用消弧线圈并联或串联电阻接地方案,这种方案在生产实践中发挥了有益的作用,但是 d 增大必然造成接地残流增大。另外,附加大容量的电阻从设计到制造安装维护都有一定的困难。由于现代微电子学和电力电子技术的发展,完全可以实现动态补偿方案,即在电网正常运行时,消弧线圈工作在远离谐振点位置,出现单相接地后,瞬间调整消弧线圈实施全补偿。

目前国内外已有的自动跟踪调节消弧线圈补偿系统实际上都是一种随动系统,即消弧线圈的电抗自动跟踪电网电容电流的变化而调整,这种调整发生在单相接地故障之前。

6 结论

以往我局电网普遍采用手动调匝式消弧线圈,由于不能自动跟踪实时电网参数变化进行最佳补偿,随着我国电力事业的迅猛发展,已远远不能满足电网的需求。近几年出现的自动调谐消弧线圈装置,能够自动跟踪电网参数变化,实施最佳补偿,同时可以有效抑制电网中性点电位,达到监控、保护及消弧的目的。

参考文献:

- [1] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理(第二版).北京:水利电力出版社,1994.

收稿日期: 2001-04-02

作者简介: 王文胜(1964-),男,硕士,工程师,主要研究方向为综合自动化。

Discussion and analysis of arc extinguishing coil compensation

WANG Wen-sheng

(Yikezhao Power Supply Bureau, Dongsheng 017000, China)

Abstract: The character and principle of the arc extinguishing coil compensation for neutral point unearthed system are presented in this paper. It also describes the shortcomings of the old arc extinguishing coil compensation devices. The developing trend for this field is predicted as well.

Keywords: arc extinguishing coil compensation; discussion; analysis