

电网中性点经消弧线圈并电阻接地方式的研究

许允之, 郭西进, 张倩

(中国矿业大学信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 电网中性点采用经消弧线圈并电阻接地, 可借电阻接地之长弥补消弧线圈接地之短, 有效地抑制电弧接地过电压, 使正常运行时的中性点位移电压不致过大。在这种接地方式下, 利用计算机对消弧线圈进行控制, 使其根据电网总电容电流的大小自动跟踪补偿, 始终使接地电流最小, 保证煤矿生产安全、顺利地进行。

关键词: 消弧线圈; 中性点; 电容电流; 自动跟踪补偿

Characteristics of earth faults in electrical distribution networks with a compensated neutral and resistance earthing

XU Yun-zhi, GUO Xi-jin, ZHANG Qian

(College of Information & Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The power network's neutral point can suppress the arc-earthing over-voltage effectively when it is grounded through an arc-extinguishing coil. Further, if it is grounded through the arc-extinguishing coil of automatic tracking compensation, it can overcome the defects of the above earthing mode and can reduce the arc-earthing over-voltage to a lower value to ensure the safe production in coal mines.

Key words: arc-extinguishing coil; neutral point; capacitance current; automatic tracking compensation

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)11-0085-03

0 引言

近年来我国城市及企业中采用电缆绝缘配电网已势在必行, 而随着电缆绝缘线路的增加, 日益增加的单相接地电容电流对设备绝缘的安全和保护设备的配备带来严重影响。中性点接地方式虽然对电网的设计和运行等方面都有影响, 但就目前的情况来看, 还没有在所有方面都认为是最佳的接地方式。就目前的技术水平看, 中性点非直接接地方式有中性点不接地、中性点经消弧线圈接地、中性点经电阻接地、中性点经消弧线圈并电阻接地方式和中性点经消弧线圈串电阻接地方式。这些接地方式既有共同点, 也有不同点。

共同点是: 一相发生接地故障时, 其余两相的对地电压将升高 $\sqrt{3}$ 倍, 变成线电压。同时, 由于单相接地电流较小, 而且电源电压仍然对称, 电气设备可以继续运行(1~2 h)。在此情况下, 电气设备的绝缘水平均应按线电压设计。

不同点是: 单相接地电流不同, 对安全的危害程度也就不一样; 电弧接地过电压、铁磁谐振过电

压不相同, 单相接地故障的保护装置也因中性点接地方式的不同有很大差别。因此, 无论从安全考虑, 或者从绝缘的耐压以及继电保护的运行考虑, 中性点接地方式的正确选择及在不同情况下的实现, 就具有越来越重要的实际意义。

1 中性点经消弧线圈并电阻接地系统

中性点经消弧线圈接地的最大优点是在系统发生单相接地时不形成短路回路, 可继续对用户供电, 这早已在架空线路为主的10~66 kV电网中发挥了良好的作用。消弧线圈不仅能使故障残流减小、促使电弧自熄, 而且使弧隙恢复电压的上升速度减慢, 为电弧的最终熄灭创造条件。保证了电弧的熄灭和避免发生重燃, 但当脱谐度偏大时, 重燃仍有可能, 直至接地电弧不能熄灭。为弥补易产生串联谐振过电压的缺陷, 通过在消弧线圈两端并联电阻以增加电网阻尼率的方法来解决。这种接地方式借电阻接地方式之长弥补消弧线圈接地方式之短, 是一种较为理想的中性点接地方式, 还有利于接地选线保护的实现, 使正常运行时的中性点位移电压不致过大,

采用此种方式后,消弧线圈应采用过补偿的运行方式,为使补偿效果好,脱谐度应选小些为宜。

中性点经消弧线圈并电阻接地系统发生单相接地时如图1所示(A相接地),图中 R_N 为消弧线圈两端并联电阻, C_0 为电网每相对地总电容, I_C 为电网对地总电容电流, I_L 为消弧线圈产生的电感电流, I_{RN} 为中性点电阻 R_N 产生的有功电流^[1]。

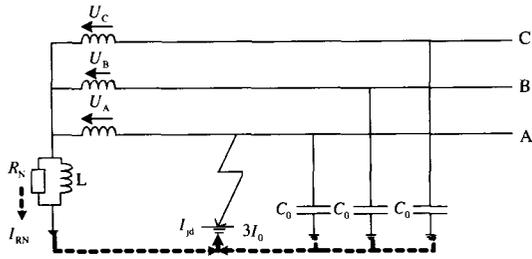


图1 消弧线圈并电阻接地系统原理图

Fig.1 Principle of arc-extinguishing coil grounded

接地电流每次过零时,由于恢复电压超过介质恢复强度而多次重燃击穿,从而产生较高的过电压。接入消弧线圈(并电阻)后,一方面单相接地电容电流可以被消弧线圈的电感电流所补偿,使残余的接地电流大为减小;另一方面,恢复电压的上升速度可大为降低,从而有利于熄弧。在这种接地方式下,消弧线圈应采用全补偿或过补偿的运行方式,防止在欠补偿运行时有可能产生工频串联谐振的危险。

从理论上讲,中性点经消弧线圈并电阻接地,可大大降低电网的停电事故,可是它还有下列缺点:

1) 当电网中的结构和接线发生变化时,如增长或减少某些线路、开断和闭合某些线路的变化等,这些因素都将影响电网总的电容电流,消弧线圈需要经常进行调谐,还要注意串联谐振问题。

2) 消弧线圈在产生电感电流无功分量的同时,必然还会产生有功分量电流。这对于电容较大的电网问题将更为突出,即使电容电流能够得到完全补偿,补偿后的人身触电电流值依然很大,达不到安全要求。

中性点经消弧线圈接地方式在保证连续供电等方面有明显优点,应采用先进的接地保护装置和自动调谐技术,使这一接地方式更加完善。

另外,大量理论分析和试验结果表明,稳定性或间歇性电弧接地故障在故障开始时刻的冲击电流(单相接地电流的高频振荡衰减部分将比工频稳态值部分大几倍到几十倍)和过电压幅值最大。图2为电弧接地故障时单相接地电流和电网零序电压波形图。因

此可以预见,接地故障开始时刻对电网的破坏和影响程度最为严重,电网中供电电缆的击穿放炮(包括异地击穿放炮)现象也往往在此时发生^[2]。

2 采用消弧线圈自动补偿的过电压情况

图3为自动补偿的消弧线圈原理图,自动跟踪补偿装置按电网电容变化自动调节消弧线圈的电感,使单相接地电容电流得到电感电流的有效补偿。消弧线圈不仅能在单相接地故障之前对其自动调节,还能在故障时对电容电流进行自动跟踪补偿,使其始终处于最佳补偿状态。

从图3可以看出,消弧线圈在结构上突破了传统消弧线圈的结构模式,将接地变压器与消弧线圈有机地结合成一体,不仅减小了体积,而且提高了设备的效率,安装、维护更加方便。自动跟踪调节功能采用可控硅二次调感,没有机械传动部分,调节、跟踪速度快。采用了预补偿技术,即在电网正

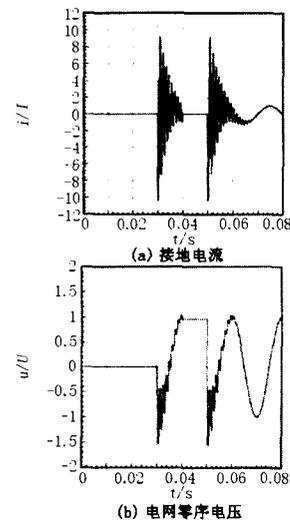
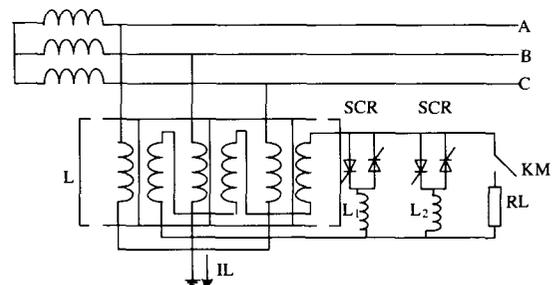


图2 电弧接地时的电流、电压波形

Fig.2 Waves of current and voltage with arc grounded



图中: L为消弧线圈; L_1 、 L_2 为低压电抗器; R_L 为阻尼电阻; SCR为反并联可控硅组; KM为低压交流接触器主触点。

图3 消弧线圈工作原理图

Fig.3 Principle figure of arc-extinguishing coil

常时根据对地电容变化情况预先调节到设定补偿状态,接地故障发生时,无延时实现跟踪补偿。运行结果表明,该消弧线圈不仅运行可靠,而且由于大大减小了接地故障电流,使电缆接地放炮事故大幅度减少,可大大提高电网的安全、可靠运行性能。

使用自动跟踪补偿的消弧线圈(并电阻)以后,不但可以降低单相接地电流值,而且使过电压处于较低水平,从图4过电压情况来看,能有效降低过电压值,有利于电网的安全运行。自动跟踪补偿的消弧线圈和接地选线保护装置的使用,从技术上解决了消弧线圈的一些不足^[3]。

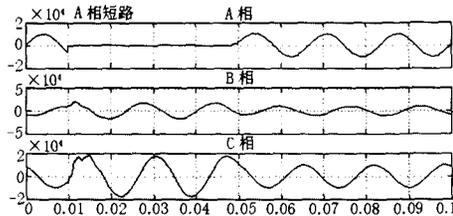


图4 过电压波形图

Fig.4 Wave of over voltage

3 结论

从世界各国的电网来看,电网中性点接地方式不是一成不变的,它是一个涉及电网许多方面的问题,采用何种接地方式,应根据不同电网的不同特点综合考虑。在选择中性点接地方式时,除上述几个方面的因素外,还应考虑:1.接地设备的运行是否方便;2.传统的做法和原有系统的接地方式;3.系统发展的可能性;4.接地设备的投资费用等;5.对电信设备的干扰。

配电网中性点接地方式的选择与电力系统安全可靠运行密切相关,是电网建设中必须关注的重要问题。煤矿电网随着生产规模的扩大,井下供电范围逐渐扩大,造成系统单相接地电容电流也随之增大。配电网属小电流接地系统,单相接地不形成

短路回路,单相接地电流主要为电容电流,而电力系统安全运行规程规定可继续运行1~2 h。若单相接地电容电流较大,在发生接地故障时,过大的单相接地电流经常引起电缆放炮和击穿现象,极易形成两相接地短路,弧光接地还会引起全系统过电压,影响正常生产,并给矿井和人身安全带来严重后果^[4]。

总之,既要考虑生产的发展,技术的进步,同时还要考虑社会和经济效益。

参考文献

- [1] 牟龙华,孟庆海. 供配电安全技术[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 许允之.配电网中性点经高阻接地安全性能的分析[J].电工技术学报,1999,4(4):77-80.
XU Yun-zhi.Safety Analysis of Power Network Neutral Point Grounding through High-Resistance[J].Transactions of China Electrotechnical Society,1999,4(4):77-80.
- [3] 牟龙华.高压电网高阻接地方式的分析[J].中国矿业大学学报,1995,24(4):61-64.
MOU Long-hua.Analysis of Grounding Method with High-resistance for High Voltage Electric Network[J].Journal of China University of Technology,1995,24(4):61-64.
- [4] 牟龙华,胡天露,唐翔.消弧线圈并电阻接地方式研究[J].煤炭学报,1994,19(6):598-604.
MOU Long-hua, HU Tian-lu, TANG Xiang.Study of Arc Extinguishing Coil with Parallel Resistance Earthing[J].Journal of China Coal Society,1994,19(6):598-604.

收稿日期:2007-11-21; 修回日期:2008-03-24

作者简介:

许允之(1961-),男,高级工程师,从事电力系统自动化和高电压技术方面的教学与科研。E-mail:xyzh1962@163.com

(上接第18页 continued from page 18)

DUAN Hui-ming,SU Chang,QI Huan, et al.Design and Application of Fault Information Processing and Control System for Power Grid[J].Automation of Electric Power Systems,2004,28(1):94-96.

[16] IEC.IEC61850 Communication Networks and System in Substation.IEC 2003[S].

[17] 张慎明,刘国定.IEC61970标准系列简介[J].电力系统自动化,2002,26(14):1-6.

ZHANG Shen-ming,LIU Guo-ding.Introduction of Standard IEC61970[J].Automation of Electric Power Systems,2002,26(14):1-6.

[18] Rappin N, Dunn R. wxPython in Action[M]. USA:

Manning Publications Co,2006.

[19] Beazley D M. SWIG-1.3_Development_Documentation.pdf[EB/OL]. http://www.swig.org. 2006-10-18.

收稿日期:2007-08-10

作者简介:

桂 勋(1978-),男,博士研究生,从事电力系统自动化研究;E-mail:guinh3@263.net

刘志刚(1975-),男,教授,从事现代信号处理技术及在电力系统应用研究;

钱清泉(1936-),男,教授,中国工程院院士,从事电力监控系统及其自动化研究。