

中性点不接地系统同一点两相接地短路故障分析

张波, 王越

(宁夏石嘴山供电局, 宁夏 石嘴山 753000)

摘要: 利用相量图分析方法详细分析了中性点不接地系统同一点两相接地短路故障, 得出了中性点不接地系统中同一点两相接地故障时故障点以及系统各点的电压、电流分布情况及相位关系。对现场继电保护调试、事故分析以及整定计算工作有一定的参考意义。

关键词: 两相接地短路; 相量; 过渡电阻

Analysis of two-phase grounding fault of isolated neutral system

ZHANG Bo, WANG Yue

(Shizuishan Power Supply Bureau, Shizuishan 753000, China)

Abstract: This paper uses measures of phasor diagram to analysis two-phase grounding fault of isolated neutral system, obtains the distribution and phase relation of voltage or current on everywhere of system when two-phase grounding fault happened. It is reference for engineers to debug the relay devices and to analyse the accident as well as to do the computation work.

Key words: two-phase grounding fault; phasor; transitional resistance

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)15-0059-03

0 引言

在中性点不接地系统中最常见的故障为单相接地故障, 虽然这种故障不影响对用户的供电, 但如不及时处理, 由于非故障相的电压升高为线电压后, 会造成系统中对地绝缘薄弱的地方闪络, 进而发展成为两相接地故障。中性点不接地系统两相接地短路和单纯的相间短路有一定区别, 尤其在多数情况下, 故障点往往伴有弧光过渡电阻, 本文针对这种故障类型, 利用相量图进行详细分析, 总结在这种故障情况下系统各点电压、电流关系, 对整定计算及事故分析有所帮助。

1 两相金属性接地短路故障分析

如图1所示系统, 其中变压器T2低压侧为中性点不接地系统。为简化分析, 假定电网负荷为0, 线路、变压器阻抗只考虑电抗分量, 即阻抗角为 90° 。

1.1 故障点电压、电流相量图分析

如图1所示, 假设K点发生BC两相金属性接地故障。由于变压器T2低压侧为中性点不接地系统, 因此在发生BC两相接地短路时并没有电流流

入大地, 也就是说, 电流的计算方法和相量表示仍和BC相间短路故障相同, 但不同的是故障点处B、C相对地电压将变成零, 而A相对地电压将升高至额定电压的1.5倍。故障点K电流、电压可以由图2所示相量图表示。

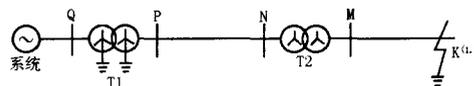


图1 局部电网示意图

Fig.1 Partial net

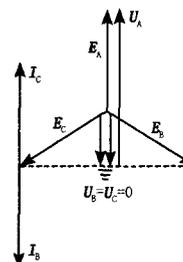


图2 故障点电流电压相量图

Fig.2 Current and voltage vector fault point

1.2 系统各处电压分布情况

实际上,我们最为关心的是系统各处母线上感受到的电压情况,下面我们看一下K点发生BC两相金属性接地故障时,系统各处电压的分布,如图3。我们可以看出:在中性点不接地系统中,中性点对地的电压位移等于 $0.5E_A$;在中性点接地系统中,中性点对地电压位移又恢复正常,表现出的形式与B、C相间故障完全相同。

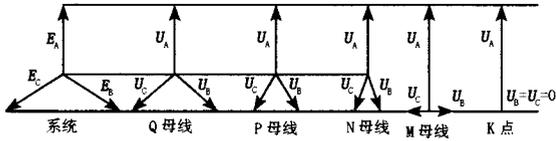


图3 系统各处电压分布相量图

Fig.3 Current and voltage vector fault point

2 两相经弧光过渡电阻接地故障分析

我们将图1中变压器T2至故障点K处的系统接线简化为图4, B、C相经过 R_b 和 R_c 接地,下面我们分别分析 $R_b = R_c$ 、 $R_b > R_c$ 、 $R_b < R_c$ 三种情况下,接地点电流、电压及系统各处电压分布情况。

2.1 $R_b = R_c$ 时,故障电流、电压分析

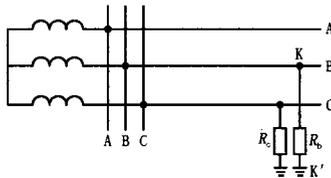


图4 变压器T2至故障点简化图

Fig.4 Scheme from T2 to fault point

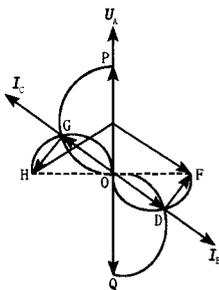


图5 $R_b = R_c$ 时,故障点处电流电压相量图

Fig.5 Voltage and current vector of fault point at $R_b = R_c$

1) 故障点处的故障电流、电压

当 $R_b = R_c$ 时,故障点K'处的电压基本未发生变化,A相对地电压将升高至额定电压的1.5倍,B、C两相对地电压仍然为零,而且系统到故障点K'处B、C两相的阻抗仍然相等,并没有破坏故障点K'处B、C两相电压的对称性。但是由于要考虑到过渡

电阻的因素,故障电流的相位发生了变化,系统电势 E_{BC} 和故障电流 I_B 之间的角度不再是 90° ,而是小于 90° 。我们把系统一直到故障点K'处的综合阻抗表示为 $Z = R + jX = R_b + R_c + j2X$,那么系统电势 E_{BC}

和故障电流 I_B 之间的角度 $\phi = \arctan \frac{X}{R}$,如图5,

OQ、OP分别表示BC金属性接地短路时的电流方向,即可以认为 $R=0$ 。随着R值的增大,系统电势 E_{BC} 和故障电流 I_B 之间的角度逐渐减小,如图5中所示 I_B 和 I_C 。那么我们可以很方便地得到在过渡电阻上的压降 $U_{RB} = OD$, $U_{RC} = OG$ 。过渡电阻上的压降是随着过渡电阻的大小而变化,其变化轨迹为: U_{RB} 沿着圆弧ODF变化, U_{RC} 沿着圆弧OGH变化。

2) 系统各处电压分布情况

系统各处的 U_B 、 U_C 分别沿图示DF和GH的方向变化,直到系统无穷远处重新回到对称的B、C相电压。系统各处电压分布图如图6。

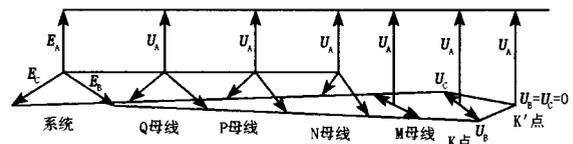


图6 $R_b = R_c$ 时,系统各处电流电压相量图

Fig.6 Current and voltage vector of system at $R_b = R_c$

2.2 $R_b > R_c$ 时,故障电流、电压分析

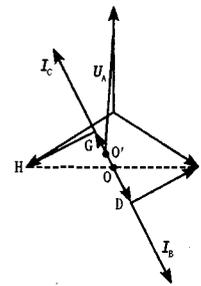


图7 $R_b > R_c$ 时故障点处电流电压相量图

Fig.7 Voltage and current vector of fault point at $R_b > R_c$

1) 故障点处的故障电流、电压

当 $R_b \neq R_c$ 时,故障点K'处B、C两相电压的对称性被破坏,实际上接地点在相量图中已经不在图5中的O点,而是在沿 I_B 和 I_C 的方向上发生了偏移。当 $R_b > R_c$ 时,系统到接地点的阻抗为 $Z_b = R_b + jX_b$ 、 $Z_c = R_c + jX_c$, $Z_b > Z_c$,因此,接地点不在图5中的O点,而是因为阻抗的不相等造成接地点发生了偏移。我们通过图7可以找到接地点在相量图中的位置,接地点偏移至O'点,从而使故障点

A 相电压也发生了一定偏移,其幅值也稍稍减小。故障点 K' 处 A 相电压 $U_A = O'A$, $U_B = U_C = 0$, K 处 A 相电压 $U_A = O'A$, $U_B = O'D$, $U_C = O'G$ 。

2) 系统各处电压分布情况

系统各处 B、C 相电压将沿 DF 和 GH 的方向变化,最终回到 F、H 点(如图 8)。

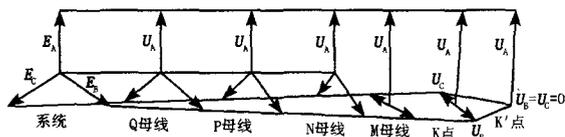


图 8 $R_b > R_c$ 时,系统各处电流电压相量图

Fig.8 Current and voltage vector of system at $R_b > R_c$

2.3 $R_b < R_c$ 时,故障电流、电压分析

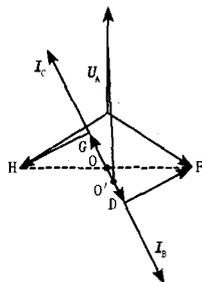


图 9 $R_b < R_c$ 时,系统各处电流电压相量图

Fig.9 Current and voltage vector of system at $R_b < R_c$

当 $R_b < R_c$ 时,接地点在相量图中的位置发生

了变化,如图.9, O' 点的偏移靠近了 D 侧,从而使故障点 A 相电压偏移情况与 $R_b > R_c$ 时不同,其幅值也稍稍增大。故障点 K' 处 A 相电压 $U_A = O'A$, $U_B = U_C = 0$, K 处 A 相电压 $U_A = O'A$, $U_B = O'D$, $U_C = O'G$ 。

系统中各处电压分布情况和 $R_b > R_c$ 时基本一致,不再赘述。

3 结语

电力系统继电保护的正确动作必须建立在对电力系统中各种故障类型正确分析的基础上,人们都很重视大电流接地电网中的故障分析,但在低电压等级的中性点不接地电网中,对故障的分析往往得不到重视。尤其在许多参考文献中都介绍了中性点不接地电网不同两点接地短路的故障分析,但缺少两相同一点接地故障的分析,尽管后者相对前者简单,但全面正确的分析非常必要,希望本文的分析能对继电保护技术人员有所帮助。

收稿日期: 2006-12-13; 修回日期: 2007-04-02

作者简介:

张波(1975-),男,工程师,长期从事电力系统继电保护运行管理工作; E-mail:ningxia_zb@163.com

王越(1973-),女,助理工程师,从事电力客户服务工作。

(上接第 44 页 continued from page 44)

[2] 徐强超,等.一种新型的适用于配网状态监控方案的研究[J].电气应用,2006,25(7):45-48.
XU Qiang-chao, et al. Study on a New Monitoring Scheme for Distribution Network[J]. Electrotechnical Application, 2006, 25(7): 45-48.

[3] 谭文恕.变电站通信网络和系统协议 IEC 61850 介绍[J].电网技术,2001,25(9):8-15.
TAN Wen-shu. An Introduction to Substation Communication Network and System-IEC61850[J]. Power System Technology, 2001, 25(9): 8-15.

[4] 兰森林,张沛超.基于 SCL 模型的 IED 配置器的设计与实现.继电器[J].2005,33(12):48-51.
LAN Sen-lin, ZHANG Pei-chao. Design and Implementation of IED Configurator Based on SCL Model[J]. 2005, 33(12): 48-51.

[5] 谭文恕.远动的无缝通信系统体系结构[J].电网技术,2001,25(8):7-10.
TAN Wen-shu. Seamless Telecontrol Communication Architecture[J]. Power System Technology, 2001, 25(8): 7-10.

[6] 马志杰.基 IEC61850 协议的面向对象实时数据库的研究与实现(硕士研究生论文)[D].北京:华北电力大学,2004.

MS Zhi-jie. Research and Realization of Object Oriented Real-time Database Based on Protocol of IEC 61850, Thesis[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2004.

[7] 尹家凡,王孙安,盛万兴. XML 语言在变电站设备描述中的应用[J].计算机工程与应用,2003,21:209-210.
YIN Jia-fan, WANG Su-nan, SHENG Wan-xing. XML's Application in Device Description in Substation[J]. Computer Engineering and Applications, 2003, 21: 209-210.

[8] Application of High-speed Peer-to-peer Communications for Protection and Control[A]. In: CIGRE[C]. Paris: 2002.

收稿日期: 2006-12-26; 修回日期: 2007-02-10

作者简介:

周文瑜(1973-),男,博士,长期从事电力自动化产品、用电营销、电网规划和电力系统信息化领域的工作; E-mail:zhouwenyubox@163.com

温刚(1970-),男,本科,长期从事变电管理工作;

王钇(1972-),男,副教授,长期从事电力市场和决策支持领域的工作。