一种高灵敏接地选线方案

谌祥维

(武汉电力职业技术学院电力系,湖北 武汉 430079)

摘要: 针对中性点不接地系统的零序电流保护灵敏度较低的缺点,提出了采用零序差动电流起动,取容性零序电流最大的线路作为接地线路的选线方案,该方案可提高中性点不接地系统接地选线的灵敏度,具有一定的实用性。

关键词: 中性点不接地系统; 最大零序电流; 接地选线

中图分类号: TM771 **文献标识码**: B **文章编号**: 1003-4897(2003)12-0041-03

1 引言

中性点不接地系统单相接地后,按规程规定允许系统带接地点运行2 h,在此期间运行值班员应据运行情况正确判断接地线路或接地区域,通知检修人员进行处理。为帮助运行值班员快捷地判别接地情况,在发电厂和变电所的中性点非直接接地系统中应装设灵敏度高、选择性好、接线简单的接地保护装置或接地选线装置。

以前广泛采用的继电绝缘监察装置是利用测量母线零序电压来反应系统接地的,因而无选线功能。系统接地后,须由运行值班员应用"瞬时停电法",逐一对负荷出线进行短时拉闸停电来查找接地出线。这样既影响了负荷供电质量,又增加了运行人员的工作强度。利用容性零序电流和零序功率原理可构成具有选线功能的中性点不接地系统的接地保护或选线装置,但由于反应容性零序电流原理构成的零序电流保护其灵敏度受系统一相对地电容大小和分布的影响,因此,在某些场合不得不采用接线较复杂、维护较困难的零序功率方向保护,甚至在新型的微机接地选线装置中,也仅采用零序功率方向原理构成中性点不接地系统的接地选线功能。

显然,采用接线较简单的零序电流原理构成选线装置,提高其灵敏度是关键。文中提出的最大零序电流选线原理可提高选线灵敏度,以利于零序电流原理在接地保护和选线装置中的应用。

2 最大值选线原理

在中性点不接地系统中,出线发生单相接地后,在非接地相电压的作用下,通过各线路的非接地相对地电容产生容性电流。因此,在各并联出线的首端均有容性零序电流流过,其电流分布如图1所示。

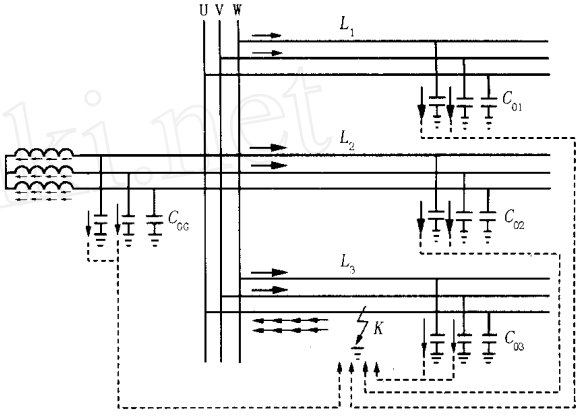

图1 中性点不接地系统单相接地容性电流分布

Fig. 1 Single - phase earth capatative current distribution with neutral unearthed

由电流分布可见,未接地线路首端零序电流(以下简称为线路零序电流)为本线路未接地相电容电流之和,即:

$$3I_{0L1} = I_{(C)1} = I_{(C)V1} + I_{(C)W1} \quad (1)$$

而接地线路首端的零序电流(以下简称为线路首端零序电流)为除接地线路外,系统其它部分非接地相电容电流之和,即:

$$3I_{0LK} = 3I'_{0L3} = I_{(C)3} - I_{(C)K} = -(3I_{0L1} + 3I_{0L2} + 3I_{0G}) \quad (2)$$

式中: $I_{(C)K}$为接地点电容电流。

当计及电源和母线的容性零序电流均为$3I_{0G}$,在所有出线首端零序电流中,接地线路的零序电流最大。利用上述特征,在所有出线首端容性零序电流中选取电流值最大的线路即为接地线路。

对于 n 条出线的系统,第 j 条出线接地的选线判据为:

$$3I_{0LK} = 3I_{0Lj} = 3I_{0\max} = \max[3I_{0L1}, 3I_{0L2}, \cdots, 3I_{0Ln}] \quad (1 \le j \le n) \quad (3)$$

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 最大值选线灵敏性分析

由式(2)可见,出线越多,接地线路的容性零序电流越大,在出线首端容性零序电流最大值比较中,检出接地线路的灵敏性就越高。最不利的情况是两条出线运行,设图1中出线 $L1$ 断开。此时,接地线路首端容性零序电流与未接地线路首端容性零序电流之差为电源和母线的容性零序电流 $3I_{0G}$,即:

$$\Delta 3I_0 = |3I_{0max}| - |3I_{0min}| = |3I'_{0L3}| - |3I'_{0L2}| = 3I_{0G} \quad (4)$$

只要 $3I_{0G}$ 大于装置最大值比较精度所对应的电流差值,装置就能正确选线。这一条件实际上是容易满足的。

上述情况下若采用传统的零序电流保护,接地出线的零序电流保护的动作电流是按躲过其它出线接地时流过本线路的零序电流整定的,即:

$$I_{act3} = k_{rel}3I_{0L3} = K_{rel}3U_p\omega C_{03} \quad (5)$$

两条出线运行时的灵敏系数为:

$$K_{sen} = \frac{3I'_{0L3}}{I_{act3}} = \frac{3U_p\omega(C_{02}+C_{03}+C_{0G}-C_{03})}{K_{rel}3U_p\omega C_{03}} = \frac{C_{02}+C_{0G}}{K_{kel}C_{03}} \quad (6)$$

由(6)式可见,若两出线的一相对地电容 C_{03} 与 C_{02} 相差较大时,如:$C_{03} \geq \frac{C_{02}+C_{0TG}}{K_{rel}}$ 则保护不能动作。

显然,零序电流保护的动作判断须与本线路的容性零序电流进行比较是其灵敏性不易满足要求的内在原因。

相比之下,最大值选线的比较与接地线路本身的容性零序电流无关,故其灵敏性得到了很大提高。

4 接地启动与出线接地判别

最大值选线只有在出线发生接地后才能正确选择接地线路,当电源或母线接地时,出线容性零序电流最大值判断是无效的,为此应设置出线接地判据,同时装置还应有接地启动部分,以防止装置误发信号。

由于最大值选线原理需引入各出线零序电流,故利用零序电流差动原理构成接地启动和出线接地判别较为方便。所谓零序电流差动是指将各出线零序电流按规定参考方向进行相量相加,即:

$$3I_{0d} = \sum_{i=1}^{n}\frac{3I_{0i}}{n_{TA}} \quad (7)$$

各出线零序电流参考方向均取母线流向线路。

系统各种运行情况下,零序差动电流如下:当系统正常运行时,零序差动电流为不平衡电流,即:

$$3I_{0d} = I_{unb} \quad (8)$$

当任一出线接地时,零序差动电流一次值为电源和母线的容性零序电流,即:

$$3I_{0d} = \sum_{i=1}^{n}3I_{0i} = -3I_{0G} \quad (9)$$

当电源或母线接地时,零序差动电流一次值为系统各出线零序电流之和,即:

$$3I_{0d} = \sum_{i=1}^{n}3I_{0i} \quad (10)$$

将装置启动电流按躲过差动回路最大不平衡电流整定,即启动条件是:

$$I_{act} = K_{rel}I_{unb.max} \quad (11)$$

同时,取零序差动电流 $3I_{0d}$ 与各出线零序电流中的最大值 $3I_{0max}$ 进行绝对值比较。当出线接地时,接地出线首端的零序电流最大,由式(2)与式(9)比较可以看出,它大于零序差动电流;若电源或母线发生接地,由式(10)与式(1)比较可以看出,零序差动电流大于出线零序电流的最大值(设:$3I_{0max} = 3I_{0L1}$)。

根据上述比较,出线接地的判据可选为:

$$3I_{0max} > 3I_{0d} \quad (12)$$

若

$$3I_{0max} < 3I_{0d} \quad (13)$$

即为电源或母线接地。利用上述判据构成的小

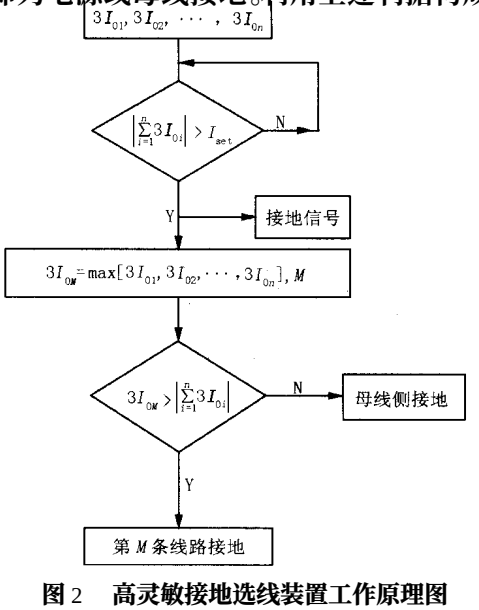

图2 高灵敏接地选线装置工作原理图

Fig. 2 Work principle diagram of highly sensitive selection to earth connection circuit

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

接地电流系统高灵敏接地选线装置的工作原理如图2所示,装置读取各出线零序电流,求其相量和,得到差动电流值。当差动电流值大于整定值时,启动选线逻辑(如图3所示),并发出接地信号。选线逻辑对各零序电流值逐个比较,选出最大零序电流值$3I_{0M}$及相应线路编号M。然后,将最大电流值与差动电流值比较,以确定是否为出线接地,若出线接地,则输出接地线路编号。

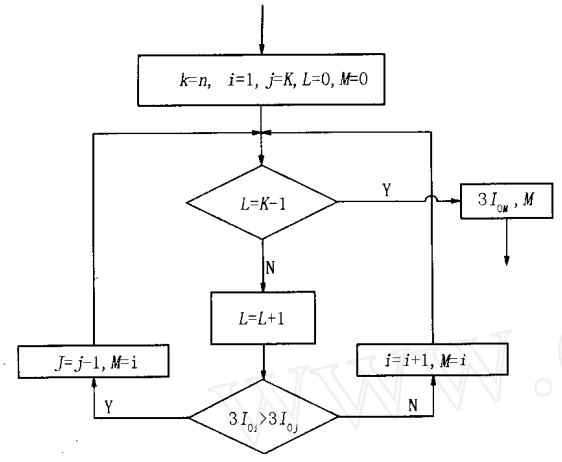

图3　出线最大零序电流判定逻辑图

Fig. 3　Decision logic diagram of the maximum zero sequence current of outlet

应当指出,判据式(12)和式(13)适用于两条及以上出线运行。当母线上只有一条出线运行时,出线接地和电源或母线接地均有$3I_{0max}=3I_{0d}$,上述判据失效,须选用其它判据如:电流方向判别、定值比较等。但考虑到一条出线运行,且发生单相接地的几率很少,为使装置接线简单,装置本身可不考虑一条出线运行时出线单相接地的判别。单相接地后,由运行值班人员采用瞬时停电或投入另一出线的方法进行判断。

5　结论

采用差流起动最大容性零序电流选线原理构成中性点不接地系统的选线装置可大大提高选线装置的灵敏度。由于该方案采用了对实测值之间进行比较,并非与整定值进行比较,因而出线参数的差异及出线的投退对选线灵敏度的影响大大减小。选线装置不需引入零序电压,接线相对简单,且采用绝对值比较,便于通过模拟方式和数字方式实现。由此可见,零序差流起动最大零序电流选线方案具有较强的实用性。

参考文献:

[1]　贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:中国电力出版社,1994.

[2]　王维俭. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:清华大学出版社,1991.

[3]　杨新民,杨隽琳. 电力系统微机保护培训教材[M]. 北京:中国电力出版社,2000.

收稿日期:　2003-07-07;　　**修回日期**:　2003-08-27

作者简介:

谌祥维(1955-),男,高级讲师,从事继电保护及自动装置教学与研究。

A plan of highly sensitive selection to earth connection circuit

CHEN Xiang-wei

(Electric Power Department, Wuhan Electric Power Occupation Technical College, Wuhan 430079, China)

Abstract:　Focused on the low protection sensitivity of zero sequence current in neutral unearthed systems, a selection scheme which is adopting zero sequence diffential current as a starting criterion, the line of maximum capatative zero sequence current as a earthing line is proposed. The scheme which is of practice can improve the selection sensitivity of neutral unearthed systems.

Key words:　neutral unearthed systems;　maximum zero sequence current;　earthing line selection

喜　　讯

为庆祝《继电器》成功改为半月刊并答谢广大作者、读者厚爱,鼓励青年学者科研攻关、积极创作,本刊决定对2004年1月1日后的来稿一律免收版面费。

继电器杂志社

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net