

# 西门子微机保护的几点借鉴

诸伟楠<sup>1</sup>, 张震<sup>1</sup>, 张毅<sup>2</sup>

(1. 南京中德保护控制系统有限公司, 江苏 南京 210003;  
2. 南京南自科技发展有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 对西门子 7UT 系列差动保护装置和 7SJ 系列综保装置的功能和特性进行了分析研究, 并在工程实践中加以应用。认为西门子微机保护中差动保护附加闭锁功能、电流保护装置中的灵敏接地保护以及实现母线快速保护的反向联锁功能等可供借鉴。对这些功能的基本原理及应用作了分析。  
关键词: 微机保护; 差动保护; 灵敏接地保护; 反向联锁

中图分类号: TM 77 文献标识码: B 文章编号: 1006-6047(2004)05-0084-03

西门子微机保护和监控装置及变电站自动化系统在国内电力系统及企业供电系统中已有了不少应用。在工程实践中感觉西门子的装置和技术有许多值得借鉴的地方, 同时也需要结合中国的国情正确地使用。本文仅就西门子微机保护中部分可供借鉴的技术作一些分析。

## 1 7UT 差动保护装置的附加闭锁功能

西门子 7UT 差动保护装置可用于变压器、发电机和电动机的差动保护。7UT 512 和 7UT 513 分别用于双圈和三圈变压器, 7UT 612 和 7UT 613 是新一代产品, 取代 7UT 512 和 7UT 513, 功能更强。

图 1 中曲线 I 是 7UT 差动保护装置的制动特性,  $I_{ZD}$  为制动电流,  $I_{ZD} = |I_{12}| + |I_{22}|$ , 即制动电流取高、低压侧电流互感器二次电流绝对值之和(国产的装置常取为  $(|I_{12}| + |I_{22}|)/2$ );  $I_{CD}$  为差动电流,  $I_{CD} = |I_{12} + I_{22}|$ , 即差动电流为高、低压侧二次电流之和的绝对值;  $I_N$  为额定电流。图 1 中曲线 II 所包围的阴影部分为附加闭锁区, 装置可以设置当工作点进入附加闭锁区时使差动保护暂时闭锁几个周期, 其作用是防止差动保护两侧的电流互感器在通过穿越性短路时在暂态过程中可能出现的较大的不平衡电流造成差动保护误动。

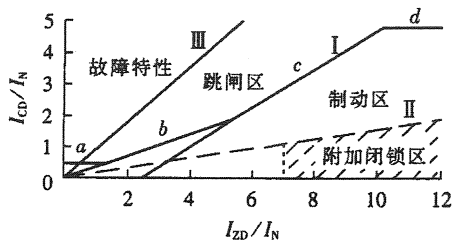


图 1 差动保护的制动特性曲线  
Fig.1 The action characteristic curve of differential protection

图 2 所示为穿越性短路电流在电流互感器中产生的励磁电流及不平衡电流(图中  $i_d, i'_L, i''_L, i_{b\phi}$  均为折合到电流互感器二次侧的电流)。由图可见, 暂态过程的不平衡电流将超过稳态的好几倍, 而制动特性的斜率一般总是按躲过最大穿越性短路时的稳态

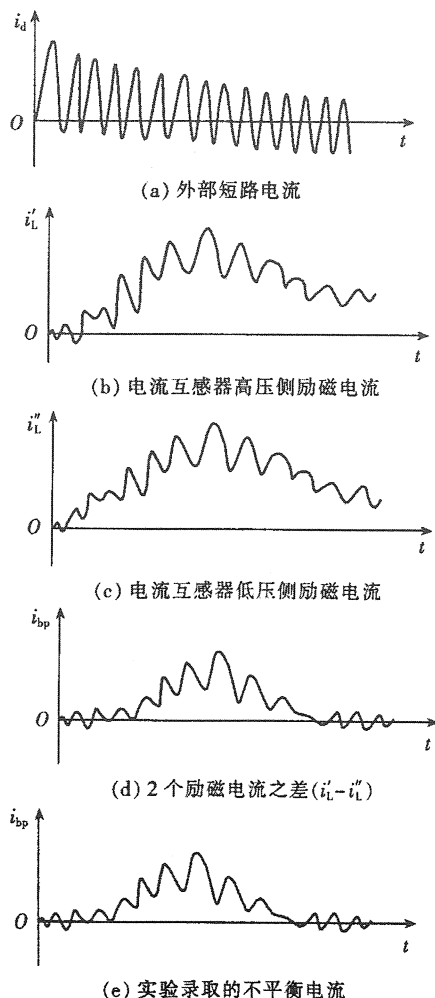


图 2 外部短路暂态过程中电流互感器的励磁电流及不平衡电流波形图

Fig.2 The excitation current and unbalanced current of CT

不平衡电流整定(其中考虑电流互感器的 10% 误差和变压器调压而产生的不平衡电流),显然,当暂态不平衡电流较大时工作点将处于制动特性上方的动作区,致使差动保护误动。两侧互感器特性差异越大则暂态不平衡电流也越大,差动保护误动的可能性也越大,因此差动保护中一般尽量采用型号相同、磁化特性一致、铁芯截面较大的高精度的电流互感器,必要时还可采用铁芯磁路有气隙的电流互感器,以减少暂态过程的不平衡电流。即使这样,误动情况仍难以完全避免。

7UT 装置中附加闭锁的原理是:在穿越性短路的最初阶段,电流互感器铁芯尚未饱和,励磁电流的最大值和不平衡电流的最大值尚未出现,而此时电流互感器二次电流已较大,但此时互感器的线性较好,误差较小,由此形成的制动电流较大,而差动电流很小,即工作点将落到附加闭锁区内,装置检测到工作点在附加闭锁区内则按照预先的设定将差动保护闭锁若干周期(例如 4~8 个周期)以躲过不平衡电流的最大值,闭锁结束时,不平衡电流已减小,装置就不会误动。如果闭锁期间在保护范围内发生故障,此时差动电流和制动电流相等,工作点将落在图 1 中的特性 III 上,装置监测到工作点连续 2 个周期在特性 III 上会自动解除闭锁,保护动作切除故障。

这一功能在工程中已经过实践验证,某厂 1 台大型电动机采用 7UT 差动保护装置,电机启动时多次发生差动保护误动,经分析可能由于互感器特性的差异而在启动时产生了较大的暂态不平衡电流,在设置附加闭锁功能后启动正常。

## 2 小电流接地系统的灵敏接地保护

我国的 6~35 kV 系统大多属于中性点不接地或经消弧线圈接地系统。对于中性点不接地系统,系统接地电容电流较大时,其单相接地保护采用常规的零序电流保护或零序方向保护都会有较好的效果。但当接地电流较小,只有几安培甚至小于 1 A 时,或是由于接地电流超过规定值而装设消弧线圈后,许多单相接地保护装置的效果往往不好。西门子灵敏接地保护原理新颖,效果较好。它不设集中的选线

装置,而是配置在分散的保护测控单元中。7SJ512, 7SJ531 及用来取代它们的 7SJ62,7SJ63 等装置除了一般的零序电流保护外都还有灵敏接地保护功能。它既可用于中性点不接地系统也可用于中性点经消弧线圈接地系统。

图 3 是中性点不接地系统单相接地故障时的电流分布和电流电压相量图。由图可见,单相接地后,非故障线路出现零序电流  $3I_0$ ,故障线路出现  $-\sum 3I_0$  (不包括故障线路本身的  $3I_0$ )而  $3I_0$  超前  $3U_0$   $90^\circ$ ,  $-\sum 3I_0$  滞后  $3U_0$   $90^\circ$ (这是理想情况,实际情况一般  $3I_0$  超前  $3U_0$  约  $70^\circ$ ,  $-\sum 3I_0$  滞后  $3U_0$  约  $110^\circ$ )。西门子灵敏接地保护使用的基本原理是零序功率方向保护,其特点是对于功率方向的判定充分利用微机保护数字计算的长处,通过计算零序无功或有功功率确定零序电流和零序电压的相位关系,根据零序功率的正负区分故障和非故障线路。

对于中性点不接地系统,设置为测接地无功功率,由图 3 可见非故障线路的接地无功功率将是负的,而故障线路的将是正的,由此十分明确地区分了故障和非故障线路。对于经消弧线圈接地系统,其接地电流的分布和电流电压相量图见图 4。由于消弧线圈的接入,故障线路有  $3I_0 = -\sum 3I_0 - I_L$ ,其中  $I_L$  将随补偿度而变化,图中所示为过补偿情况,由图可见,故障和非故障线路的接地无功功率都将是负的,从而无法区分。为此,对于经消弧线圈接地系统可预设为测定有功接地功率。这样,不论补偿度是大是小,故障和非故障线路的接地有功功率总是正负相反和易于区分的。

西门子的灵敏接地保护装置中还采用了灵敏的小电流互感器,装置动作电流可在 0.003~1.5 A 之间整定(零序电流互感器二次电流),在检测到  $3I_0$  和  $3U_0$  达到整定值后再判定方向,确定故障线路。需要注意的是,国内生产的零序电流互感器大多没有明确的变比,而为了确保灵敏接地保护装置能合理整定和正确动作,建议应选用有明确变比的零序电流互感器,根据接地电容电流可能的数值范围和西门子灵敏接地保护的整定范围,一般选用 100/5 的变比较合适。

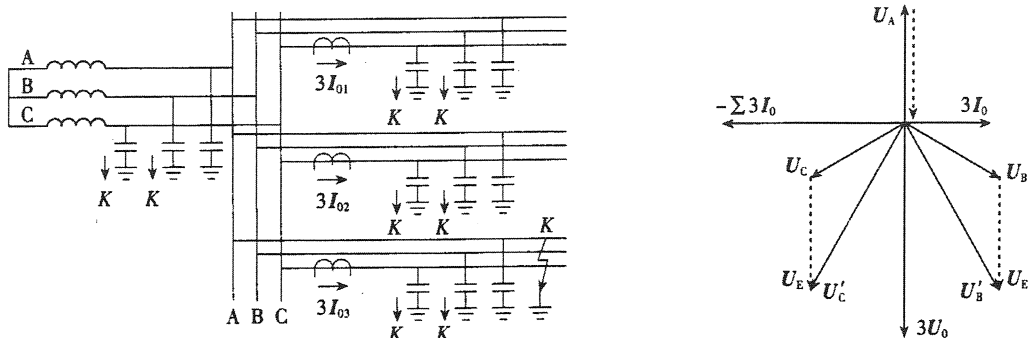


图 3 中性点不接地系统中单相接地时电流电压分析

Fig.3 The current-voltage analysis for single-phase grounding fault of non-earthing system

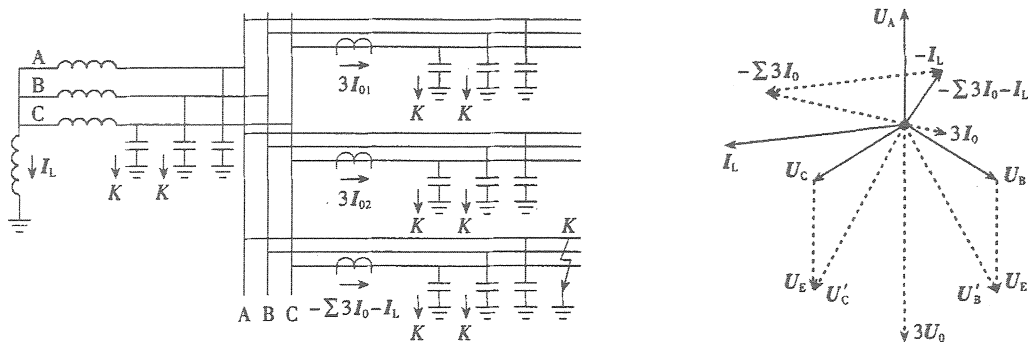


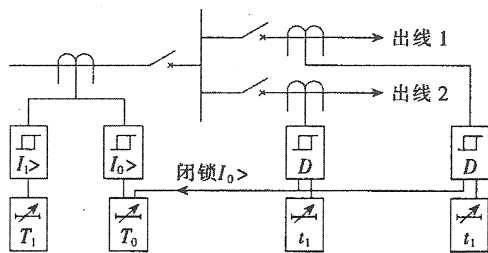
图 4 消弧线圈接地系统中单相接地时电流电压分析

Fig.4 The current-voltage analysis for single-phase grounding fault of earthing-through-coil system

### 3 实现母线快速保护的逆向联锁功能

由于母差保护价格较高,一般 110 kV 以下的供电系统不设母差保护。但是,当母线故障时又总希望快速切除。在进线上设置通常的过流保护难以保证速动性,而由于母线故障和出线首端故障的短路电流相等,进线上装设速断保护将无法保证选择性。因此很难实现母线故障的快速切除。

西门子微机保护装置一般都有反向联锁功能,可方便地实现母线的快速保护。其原理如图 5 所示。进线上除设置选择性的过流保护外,增设一套快速电流保护,其动作电流可按过流整定,动作时间可不受出线过流保护的时间影响而独立设置一个很短的时限。出线故障时,在出线过流保护启动而延时动作之前向进线保护装置发出一个闭锁信号闭锁进线快速电流保护,而进线的过流保护则作为出线过流保



注:  $T_1 > t_1 > T_0$

图 5 反向连锁工作原理

Fig.5 The working principle of reverse interlocking

护的后备保护;当母线上故障时,所有出线都不发闭锁信号而由进线快速过流保护迅速切除故障。

这个功能对于企业供电系统可以用来减小进线保护动作时间,适应供电部门对其保护时限的限制。借鉴这个反向联锁功能,在国产的微机保护中也是不难实现的。

#### 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.  
HE Jia-li, SONG Cong-ju. Scheme of protective relaying in electric power systems[M]. Beijing:China Electric Power Press, 1994.
- [2] 曹团结,诸伟楠. 西门子高灵敏接地保护装置的原理分析及应用[J]. 电力系统自动化,2001,25(3):64-66.  
CAO Tuan-jie, ZHU Wei-nan. Principle analysis and application of Siemens high sensitive protection devices for detecting earth fault[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(3): 64-66.

(责任编辑:李玲)

#### 作者简介:

- 诸伟楠(1937-),男,江苏无锡人,高级工程师,副教授,长期从事教学工作,现从事电力系统自动化工程设计工作;
- 张震(1976-),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统自动化工程设计工作;
- 张毅(1976-),男,江苏南京人,助理工程师,从事电力系统自动化工程设计工作。

### Several characteristics of Siemens protection

ZHU Wei-nan<sup>1</sup>,ZHANG Zhen<sup>1</sup>,ZHANG Yi<sup>2</sup>

(1. Nanjing Sino-German Protection & Substation Control Systems Ltd., Nanjing 210003, China; 2. Nanjing Nanzi Scientific & Technical Development Co., Ltd., Nanjing 210003, China)

**Abstract:** The functions and characteristics of Siemens 7UT series differential protection and 7SJ series comprehensive protection are studied and applied in practices. According to author's opinion, the additional restrain of differential protection, the sensitive earth-fault detection of current protection and the reverse interlocking of busbar fast protection are referable. The basic principles and applications of these functions are analyzed.

**Key words:** microcomputer-based protective device; differential protection; high sensitive earth-fault protection; reverse interlocking