

# 微机式自适应电压速断保护的研究

葛耀中

(西安交通大学电气学院, 陕西 西安 710049)

**摘要:** 为了克服传统电压速断保护的動作性能受运行方式变化影响的缺点, 提出了利用在线实时计算系统电源侧综合阻抗的方法实现微机式自适应电压速断保护, 分析结果表明它比传统的电压速断保护有着非常明显的优越性。

**关键词:** 微机保护; 电压速断; 自适应保护

**中图分类号:** TM771; TM774 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-4897(2001)01-0005-03

## 1 前言

传统的电流、电压速断保护普遍存在着受系统运行方式变化的影响的问题, 因而必须根据在最不利的系统运行方式下进行整定计算才能保证保护的选择性动作, 其结果是在其它运行方式下(包括主要运行方式)保护的動作性能变坏, 有时甚至使保护動作失效。为了克服传统电压电流、电流速断保护的缺点, 提出了利用故障分量在线实时计算系统电源侧综合阻抗的算法<sup>[1]</sup>, 并在此基础上研制出微机式自适应电流速断保护装置<sup>[2][3]</sup>, 该装置能根据实际的系统运行方式自动地在线计算整定电流速断保护的定值使其处于最佳状态, 从而显著地改善了电流速断保护的性<sup>[5]</sup>。根据上述思想, 本文提出了自适应电压速断保护, 介绍了動作原理及其特点, 并且与传统的电压速断进行了比较。结果表明, 自适应电压速断保护比传统的电压速断保护有很大的优越性。

## 2 传统的电压速断保护存在的问题

由于电压速断不带时限動作, 因此从保证选择性出发, 其定值应按躲过在最小运行方式下, 下一条线出口短路时, 保护处的最低电压  $U_{m \min}$  整定, 表示为:

$$U_{CSD} = \frac{U_{m \min}}{K_k} = \frac{EZ_L}{K_k(Z_{s \max} + Z_L)} \quad (1)$$

式中  $U_{CSD}$ —电压速断的整定值;

$E$ —系统等效电源的相电势;

$Z_{s \max}$ —最小运行方式下的系统阻抗;

$Z_L$ —被保护线路的阻抗;

$K_k$ —可靠系数;  $K_k > 1$ ;

实际上, 故障时保护处电压的大小不仅与系统

阻抗大小有关, 而且还与故障点的位置有关, 设在电路上  $Z_L$  处短路, 则得保护处的电压  $U_{md}$  可表示为

$$U_{md} = \frac{E Z_L}{Z_s + Z_L} \quad (2)$$

式中  $Z_s$ —故障时的实际系统阻抗;

—故障位置系数, 以百分数表示,  $= 0 \sim 1$ 。

保护的動作条件为  $U_{md} > U_{CSD}$  (3)

将式(1)和式(2)代入式(3)可求出在当前运行方式下电压速断的保护范围, 表示式为:

$$c = \frac{Z_s}{K_k Z_{s \max} + (K_k - 1) Z_L} \quad (4)$$

由式(4)可见, 由于  $K_k > 1$  和  $Z_s < Z_{s \max}$ , 因此实际的保护范围  $L$  一般总小于最小运行方式下的保护范围, 在式(4)中令  $Z_s = Z_{s \max}$  代入可得出在最小运行方式下保护的最大保护范围为

$$c_{\max} = \frac{1}{K_k + (K_k - 1) \frac{Z_L}{Z_{s \max}}} \quad (5)$$

将  $Z_s = Z_{s \min}$  代入式(4)求出最小保护范围为

$$c_{\min} = \frac{1}{K_k \cdot \frac{Z_{s \max}}{Z_{s \min}} + (K_k - 1) \frac{Z_L}{Z_{s \min}}} \quad (6)$$

## 3 自适应电压速断保护

### 3.1 動作原理

自适应电压速断保护的主要特点是它能在发生故障时实时求出对应于当时运行方式下的系统电源侧的综合阻抗, 自动进行整定计算, 从而使电压速断保护的性<sup>[5]</sup>达到最佳状态。

自适应电压速断保护的動作值  $U_{ZSD}$  如式(7)所示

$$U_{ZSD} = \frac{EZ_L}{K_k(Z_s + Z_L)} \quad (7)$$

比较式(7)与式(1)可见,自适应电压速断的动作值不是根据最小运行方式下的系统阻抗  $Z_{s \max}$  而是根据故障时实际的系统阻抗  $Z_s$  确定的。 $Z_s$  的计算方法可参看文献<sup>[1,2]</sup>。显然,动作值  $U_{ZSD}$  不是固定的,它随系统运行方式变化而变化,但总是使动作值保持在理想状态。

自适应电压速断保护的動作条件表示为

$$U_{md} \geq U_{ZSD} \quad (8)$$

自适应电压速断保护的在线自动计算整定及动作过程如下:

- (1) 事先输入被保护线路参数  $Z_L$  及  $K_k$  值;
- (2) 电势  $E$  可根据网络电压事先设定,也可在线实时计算;
- (3) 故障时在线计算系统综合阻抗  $Z_s$ ;
- (4) 由式(1)求出  $U_{ZSD}$ ;
- (5) 根据故障时数据求出  $U_{md}$ ;
- (6) 保护的動作条件为  $U_{md} \geq U_{ZSD}$ 。

### 3.2 保护范围

将式(2)、式(7)代入式(8)可得自适应电压速断保护范围的表达式为

$$z = \frac{1}{K_k + (K_k - 1) \frac{Z_L}{Z_s}} \quad (9)$$

将  $Z_s = Z_{s \max}$  代入式(9)可得出在最小运行方式下的最大保护范围为

$$z_{\max} = \frac{1}{K_k + (K_k - 1) \frac{Z_L}{Z_{s \max}}} \quad (10)$$

将  $Z_s = Z_{s \min}$  代入式(9)可得出在最大运行方式下的最小保护范围为

$$z_{\min} = \frac{1}{K_k + (K_k - 1) \frac{Z_L}{Z_{s \min}}} \quad (11)$$

## 4 自适应电压速断与传统电压速断的比较

### 4.1 保护范围比较

由式(5)和式(10)可知传统电压速断和自适应电压速断在最小运行方式下有着相同的最大保护范围,即有

$$c_{\max} = z_{\max} \quad (12)$$

比较式(6)与式(11)可见

$$c_{\min} < z_{\min} \quad (13)$$

不难看出,除最小运行方式外,在其它任何方式下,自适应电压速断保护范围均较大,而且比值  $Z_{s \max}/Z_{s \min}$  越大,即运行方式变化越大,传统电压速断的保护范围将进一步急剧减小。

根据式(4)和式(9)可以对自适应电压速断与传统电压速断地保护范围进行比较,取  $K_k = 1.2$ ,由式(4)可得

$$c = \frac{Z_s / Z_{s \max}}{1.2 + 0.2 Z_L / Z_{s \max}}$$

由式(9)可得

$$z = \frac{Z_s / Z_{s \max}}{1.2 Z_s / Z_{s \max} + 0.2 Z_L / Z_{s \max}}$$

由上述两式得出的传统电压速断的保护区  $c$  与自适应电压速断的保护区  $z$  的比较结果如表1所示。

### 4.2 保护最低选用条件的比较

根据对电压速断的最低要求,保护区应不小于线路全长的20%,式(6)中令  $c_{\min} = 0.2$ ,可得传统电压速断保护满足最低要求的表达式为

$$c_{\min} = \frac{1}{K_k \cdot K_f + (K_k - 1) K_C} \geq 0.2$$

或

$$K_C \geq \frac{5 - K_k \cdot K_f}{K_k - 1} \quad (14)$$

式中

$K_C$ —长度系数,  $K_C = Z_L / Z_{s \min}$ ;

$K_f$ —方式系数,  $K_f = Z_{s \max} / Z_{s \min}$ ;

$K_k$ —可靠系数。

当  $K_k = 1.3$  时,式(14)为

表1 两种电压速断保护区  $c$  与  $z$  的对比表

z \ c		$Z_L / Z_{s \max}$					
		0.1	0.5	1	3	5	10
$Z_s / Z_{s \min}$	1	0.82	0.78	0.714	0.56	0.45	0.31
	0.8	0.82	0.75	0.69	0.51	0.41	0.27
	0.5	0.81	0.71	0.65	0.42	0.31	0.19
	0.3	0.79	0.65	0.54	0.31	0.22	0.13
	0.1	0.71	0.45	0.31	0.14	0.09	0.05
		0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.03

$$K_C = 16.67 - 4.333 K_f \quad (15)$$

当  $K_k = 1.2$  时, 式(14)为

$$K_C = 25 - 6 K_f \quad (16)$$

式(15), (16)为两条直线如图1中曲线1, 2所示。

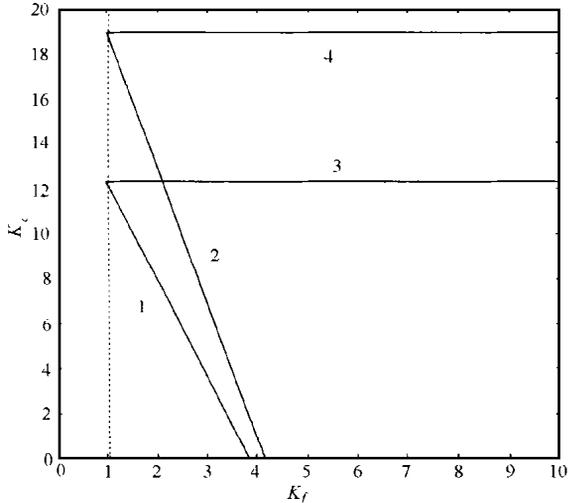


图1 传统电压速断和自适应电压速断选用区的比较

图中 1 ——  $K_k = 1.3$       2 ——  $K_k = 1.2$

3 ——  $K_k = 1.3$       4 ——  $K_k = 1.2$

由式(11)令  $z_{\min} = 0.2$  可得自适应电压速断保护满足最低要求的表达式为

$$z_{\min} = \frac{1}{K_k + (K_k - 1) K_C} = 0.2$$

或

$$K_C = \frac{5 - K_k}{K_k - 1} \quad (17)$$

当  $K_k = 1.3$  时, 式(17)为

$$K_C = 12.33 \text{ 或 } Z_L = 12.33 Z_{s \min} \quad (18)$$

当  $K_k = 1.2$  时, 式(17)为

$$K_C = 19 \text{ 或 } Z_L = 19 Z_{s \min} \quad (19)$$

将式(15), (16), (18), (19)一并画在图1中, 依次如1, 2, 3, 4所示。

由图1所示的保护选用区来看, 自适应电压速

断显著地扩大了保护的适应范围。

## 5 结论

为了克服传统电压速断保护受系统运行方式变化影响的缺点, 本文提出了利用在线实时计算系统电源侧综合阻抗的方法实现自适应电压速断微机保护, 分析结果表明, 在利用电压和电流信息的同等条件下, 自适应电压速断保护比电流闭锁电压速断保护有以下优点:

(1) 自适应电压速断保护比传统的电流闭锁电压保护有更大的保护范围和适用性。

(2) 自适应电压速断微机式保护能根据系统运行方式的变化实时在线自动计算整定, 使整定值处于最佳状态, 不需人工输入定值。

(3) 选用微机式自适应电压速断保护的最低条件可用被保护线路的阻抗  $Z_L$  与最大运行方式下电源侧系统综合阻抗  $Z_{s \min}$  之比确定。当取可靠系数  $K_k = 1.3$  时,  $12.33$ , 当  $K_k = 1.2$  时,  $19$ 。

本文分析结果表明, 自适应电压速断保护完全可以取代传统的电流闭锁电压速断保护。

## 参考文献:

- [1] 葛耀中. 新型继电保护与故障测距原理与技术. 西安: 西安交通大学出版社, 1996.
- [2] 葛耀中, 赵梦华, 吴雪峰, 等. 微机式自适应馈线保护的研究和开发. 电力系统及其自动化, 1999, 23(3): 19 ~ 22.
- [3] 葛耀中, 赵梦华, 吴雪峰, 等. 微机式自适应馈线保护装置. 电力自动化设备, 1999, 19(2): 30 ~ 33.
- [4] 崔家佩, 等. 电力系统继电保护与安全自动化装置整定计算. 北京: 水利电力出版社, 1994.
- [5] 葛耀中. 对自适应电流速断保护的评价. 电力自动化设备, 2000, 20(6).

收稿日期: 2000-08-21

作者简介: 葛耀中(1929-), 男, 博士, 教授, 博导, IEEE高级会员, 长期从事新型微机继电保护的教学与研究。

## Research of microprocessor-based adaptive voltage instantaneous trip protection

GE Yao-zhong

(Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

**Abstract:** A microprocessor-based adaptive voltage instantaneous trip protection is proposed and analysed. The voltage setting can be automatically online calculated and determined according to current operation condition of power system and the protection zone is enlarged. As a result, the adaptive voltage instantaneous trip protection is more superior than the same conventional ones.

**Keywords:** microprocessor-based protection; voltage protection; adaptive protection