

短路电流中非周期分量对电磁式电流保护的影响

余锐

(重庆大学电气工程学院, 重庆 400044)

摘要: 从短路电流非周期分量对电流保护可靠系数的贡献着手, 通过保护可靠系数与动作时间的配合曲线, 并结合相应算例分析非周期分量对电流保护的影响。

关键词: 非周期分量; 可靠系数; 动作时间

中图分类号: TM771

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2001)12-0016-02

1 引言

我国低压电网中(35kV及以下), 大多数采用三段式电磁式电流保护作为线路的主保护, 保护动作的正确性直接影响系统的稳定性和重要用户用电的可靠性。当线路发生故障后, 故障系统中存在许多影响电磁式电流保护动作正确性的因素, 短路电流中非周期分量的影响就是其中之一。

在系统发生短路故障后, 其暂态过程中将出现一随时间衰减的非周期分量, 非周期分量的大小以及其衰减速度会影响电磁式电流继电器的动作行为, 造成电流速断保护越级(无选择)动作或根本没有保护范围。一般通过在整定时引入可靠系数来计及非周期分量的影响。本文将具体分析系统发生短路故障后, 短路电流中非周期分量对瞬时动作的电磁式电流保护动作正确性的影响以及非周期分量对可靠系数的贡献。

2 电流速断保护的整定原则

通常情况下, 为保证保护动作的选择性, 电流速断保护按躲开下一条线路出口处短路的条件整定。即对故障网络进行短路分析, 在系统最大运行方式下, 线路末端发生三相短路, 稳态分量为 $I_{d, \max}$, 取保护整定电流为:

$$I_{d, j} = K_K \cdot I_{d, \max} \quad (1)$$

式中 K_K 为可靠系数, 一般取值为 1.2 ~ 1.3。引入可靠系数的原因主要有以下几点: 实际的系统短路电流可能大于计算电流; 保护装置中电流继电器的实际启动电流可能小于整定值; 考虑必要的裕度。再有, 就是考虑非周期分量使总电流增大的因素。

从最不利的情况出发, 即使同时考虑了以上几个因素的影响, 原则上要能保证在预定的保护范围

以外故障时, 保护装置不误动, 即满足保护动作的选择性。

3 电网短路过程中的非周期分量

在整定电流保护时, (1) 式中 $I_{d, \max}$ 为稳态电流, 而线路发生故障后, 其短路过程中将产生各种暂态分量。在低压电网中, 不考虑线路的分布电容, 由于电感中的电流不能突变, 电流在短路瞬间将产生直流分量, 此直流分量按其流经回路的时间常数衰减。短路电流可用下式表达:

$$i = i_{\text{稳}} + i_{\text{非}} = I_m \sin(\omega t + \varphi) + Ae^{-t/\tau} \quad (2)$$

式中, $i_{\text{稳}} = I_m \sin(\omega t + \varphi)$ 为稳态分量, $i_{\text{非}} = Ae^{-t/\tau}$ 为非周期分量。 τ 为衰减时间常数。

经分析可知, 如果短路前系统空载, 且 $\varphi = \pm 90^\circ$ 时, 非周期分量的初始值最大, 等于稳态分量的幅值。则 (2) 可改写为:

$$i = I_m \sin(\omega t \pm 90^\circ) + I_m e^{-t/\tau} \quad (3)$$

4 短路电流中非周期分量对电磁式电流保护的影响

电磁式电流继电器的动作取决于电流产生的平均电磁力, 即取决于电流的有效值。短路过程中, 任一时刻 t 的短路电流有效值 I_t , 是以时刻 t 为终点的瞬时电流的均方根值, 即:

$$I_t = \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{t} \int_0^t (i_{\text{稳}} + i_{\text{非}})^2 dt} \quad (4)$$

保护动作的条件为: $I_t \geq I_{d, j}$ 。

考虑线路末端在上述 (3) 式最恶劣情况下发生三相短路, 这时故障电流中非周期分量的初始值等于稳态电流幅值, 其衰减速度与故障网络的衰减时间常数 τ 有关。

由式 (4), 作短路电流对稳态电流的归一化曲

线,如图 1 所示。

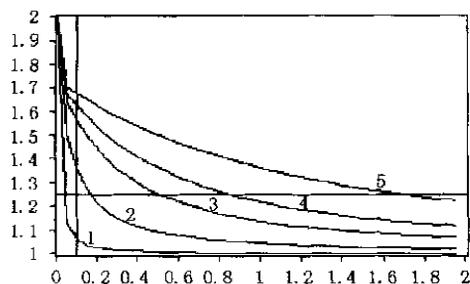


图 1 短路电流对稳态电流的归一化曲线

图 1 中横坐标为时间 t ,以故障发生时刻为时间零点。纵坐标表示短路电流对稳态电流之比,即整定保护时所选取的可靠系数。曲线 1~5 对应的故障网络衰减时间常数分别为 10ms,100ms,300ms,500ms,1000ms。曲线最大值出现在 $t = 0.0$ 时刻,其值等于 2。各曲线均随时间的增大而无限趋近于 1。

按前文所述整定原则,取可靠系数为 1.25,即在图 1 中作直线 $K_k = 1.25$ 。则在直线以上区域,线路末端三相短路将使保护动作,有违保护的整定原则。直线以下区域能保证线路末端三相短路时,保护可靠不动作,保证动作的选择性。

由图 1 还可看出要保证保护的选择性,保护动作时间与可靠系数的配合关系。当动作时间一定时,例如取 $t = 0.1s$,对曲线 3,要满足保护的选择性,仅考虑非周期分量对可靠系数的贡献,应取 $K_k > 1.58$ 。当取定可靠系数为 1.25 时,为保证选择性,保护的動作时间应大于 0.5s。

对于电流速断保护,要求无延时切除线路故障,保护仅以继电器本身固有动作时间动作,因此为保证保护的选择性,只有提高可靠系数。但是,当选取较大的可靠系数后,保护的整定值增大,当系统处于最小运行方式下时发生两相短路,电流速断保护的保護范围就可能小于规程所规定的线路全长的 15%~25%,甚至为 0。如果取较小的可靠系数,则为削弱非周期分量的影响,需增大保护的動作时间,则可能不满足速动性要求。

例如,对于某 35kV 线路,长 20km,系统阻抗为 $0.0515 + j43.174$,线路阻抗为 $0.021 + j0.282 / km$ 的系统。按照上述可靠系数与保护动作时间的配合关系,对保护进行整定,并校验保护范围,计算结果如表 1 所示。

表 1 满足选择性时最小保护范围校验

继电器整定时间(s)	保证动作的选择性 K_k 的取值	保护范围
0.1	1.581	0 %
0.2	1.457	2.7 %
0.3	1.381	10.3 %
0.4	1.282	19.5 %
0.5	1.211	27.6 %
1.0	1.121	37.8 %

表中 K_k 代表:系统处于最小运行方式下,发生两相短路。

对于系统在其它运行情况下发生短路故障(非前面所假设的最恶劣情况),其非周期分量的影响比上述情况小,对电流保护动作行为的影响也较小。

5 结论

通过以上分析可知,当计及短路电流的非周期分量时,电流保护的可靠系数需与动作时间配合,以兼顾保护选择性与速动性的要求。

参考文献:

- [1] 吕继绍. 电力系统继电保护原理与应用. 北京:电力工业出版社, 1981.
- [2] 夏道止. 电力系统分析. 北京:中国电力出版社, 1995.
- [3] 贺家李. 电力系统继电保护原理. 北京:水利电力出版社, 1985.
- [4] 朱晓华. 继电保护整定中短路电流计算问题. 电网技术, 2000, 24(10): 19-22.

收稿日期: 2001-05-21

作者简介: 余锐(1976-),男,硕士研究生,主要从事电力系统继电保护的研究与管理工作。

Effect of non - periodic component in short circuit current on electromagnetic current protection

YU Rui

(Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Considering the contribution of non - periodic component in short - circuited current to reliable coefficient of current protection and coordination curve between the protection's reliable coefficient and operation time, the effect of non - periodic component on current protection is analyzed based on a relative case.

Key words: non - periodic component; reliable coefficient; operation time