

电容器组反时限过电压保护的实现

施静辉¹,寇英刚²,许庆强²,张琦¹
(1. 南京南瑞继保电气有限公司,江苏 南京 211102;2. 江苏省电力公司,江苏 南京 210024)

摘要:在电容器组发生过电压的情况下,传统的定时限过电压保护在固定时限内断开电容器组,这使得电容器组的设备裕度得不到充分的利用。文中借助相关标准中的数据,通过曲线拟合的方法得到过电压保护的反时限特性方程。基于该方程在微机保护装置中实现了电容器组的反时限过电压保护,在实际工程应用中取得了较好的效果。
关键词:调相机;微机保护;降压异步启动法

中图分类号:TM86文献标志码:B文章编号:1009-0665(2011)06-0020-03

随着现代工业技术的发展,换流设备和电弧炉等非线性用电设备在各行各业中被广泛地使用。由于这些负荷在使用中会产生大量的谐波,造成电网电压发生畸变,从而使得电能质量下降。因此,现代电网中广泛使用并联电容器组,既能够为电网提供无功功率,又能有效滤除谐波来改善电能质量。

高压并联电容器组保护装置的配置与定值计算方法在标准 DL/T 584—2007《3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》和 GB 50227—2008《并联电容器装置设计规范》中都有详细的规定。在上述标准中所列出的电容器组过电压保护是定时限特性保护^[1,2],不分故障(或异常)程度的轻重一概以固定的时限动作,结果要么是过保护,要么是欠保护。

1 问题的提出

对于电容器组的过电压情况,电力企业一、二次专业的要求既相互统一又存在矛盾。在电容器组过电压情况下,两者都希望具有相应的保护来保证电容器组不被损坏。另一方面,一次专业要求电容器组对过电压有较高的设备裕度,而二次专业要求相对比较低的保护动作时间与定值。

按照 DL/T 584—2007《3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》和 GB 50227—2008《并联电容器装置设计规范》中相关规定,电容器组要装设反映过电压的保护,同时要求过电压继电器宜有较高的返回系数^[1,2](这在微机保护装置中很容易实现),同时在 DL/T 584—2007 中还推荐优先使用带反时限特性的电压继电器^[1],但未提供反时限特性方程。所以对于电容器组的过电压情况,传统做法都按照 DL/T 584—2007 中规定来配置定时限过电压保护:过电压定值取 1.1 倍额定值,动作时间小于 60 s^[1]。这满足了继电保护要求的相对比较低的保护动作时间和定值要求,但是无法充分利用电容器

组本身的设备裕度(如表 1 所示,过电压和最大持续时间关系)。为了在电容器组过电压的情况下综合考虑两者的要求,既能够对电容器组过电压实施有效的保护,又能够充分利用电容器组本身的设备裕度,所以使用反时限过电压保护来满足这两者的要求。随着计算机和电子技术的发展,在微机保护装置中可以方便地实现各种反时限动作特性方程,以满足不同的实际需求。

表 1 电容器过电压倍数与最大持续时间

工频过电压	最大持续时间	说明
1.10U _e	每 24 h 中 8 h	系统电压调整和波动
1.15U _e	每 24 h 中 30 min	系统电压调整和波动
1.20U _e	5 min	轻负荷时电压升高
1.30U _e	1 min	轻负荷时电压升高

2 反时限过电压保护特性方程的拟合

如表 1 所示,在标准 DL/T 840—2003 和 GB/T 11024—2001 中对电容器容许承受的过电压倍数以及持续时间均做了详细的规定^[3,4]。

表 1 中,U_e为电容器组额定电压。根据表 1 中的数据,以过电压和额定电压比为横坐标值,以电容器组在某电压下允许的持续时间为纵坐标值,粗略地绘制过电压特性曲线。可以看到,过电压特性曲线是具有反时限特性,即过电压程度越高,要求的动作时间越短。

按照 DL/T 584—2007 中的规定,同时为了降低数据的离散度,减小拟合曲线的误差,提高拟合曲线的精度,在拟合时不考虑表 1 中在 1.1 倍额定电压时对应的数据。借助 Matlab 数学软件中曲线拟合工具,经过反复拟合、对比和排除,最终选用如下的反时限拟合方程:

$$t=\frac{0.815\ 1}{\left(\frac{U}{U_e}-1.10\right)^{2.57}}\tag{1}$$

需要说明的是:由于表 1 中数据过少,拟合出的反时限特性方程不一定完全合适,有赖于通过在不同过电压倍数下的试验提供大量试验数据,数据越多则拟合出的过电压反时限特性方程越精确,越接近实际情况。对式(1)考虑一定的可靠系数并适当简化,可以得到如下所示的反时限特性方程。

$$t=\frac{0.80}{\left(\frac{U}{U_e}-1.10\right)^{2.50}} \tag{2}$$

在实际工程应用中,对电容器组反映过电压的动作时间和设备裕度的利用有不同的要求。但必须满足表 1 中相关规定^[3,4]。标准允许时间和通过式(2)计算得到的时间的比值如表 2 所示。

表 2 标准允许时间和计算时间的比值

U/U_e	标准允许时间 /s	计算时间 /s	时间比值
1.15	1 800	1 431.08	1.26
1.20	300	252.98	1.19
1.30	60	44.72	1.34

参考常用的反时限保护方程式的表达方式,同时保证过电压反时限特性方程能满足表 2 中最小时间比值,实际采用如下所示的方程来在微机保护装置中实现反时限过电压保护。

$$t=\frac{0.80}{\left(\frac{U}{U_e}-1.10\right)^{2.50}} \times T_p \tag{3}$$

式(3)中: U_e 为电容器组额定电压; T_p 为时间系数,取值范围为 0.01~1.15(已考虑保留一定的裕度); t 为动作时间,s。

反时限过电压保护的特性曲线如图 1 所示。从图中可以看到,通过设定时间系数 T_p 可以满足实际工程应用中对电容器组设备裕度利用的不同要求。

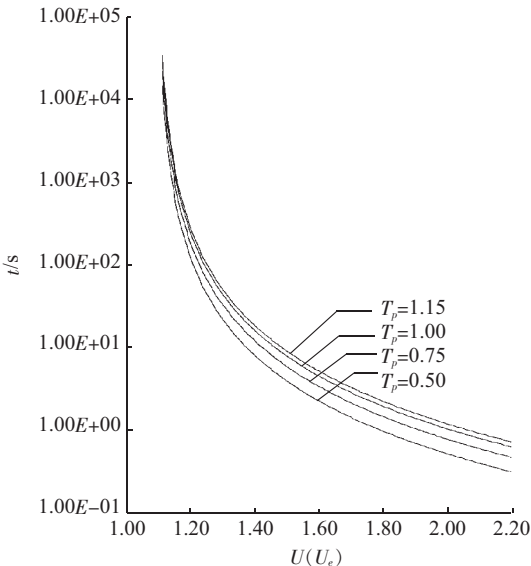


图 1 反时限过电压保护特性曲线

3 反时限过电压保护的实现和应用

按照上述拟合的特性方程式(3)在微机保护装置中采用查表法来实现反时限过电压保护,即在微机保护装置初始化时,按照特性方程式(3)在内存中生成一个查询表,在反时限过电压保护启动后,按照电压比值来查表,进行时间累加。当累加的时间大于等于预定数值时,装置出口跳闸来切除电容器组。反时限过电压保护的相关定值如表 3 所示。

表 3 反时限过电压保护的相关定值

定值名称	定值范围	整定步长	默认值
额定电压二次值 /V	57.00 ~100.00	0.01	57.74
反时限时间系数	0.01 ~ 1.15	0.01	1.00
反时限保护投入	0 或 1	1	1
电压输入方式	0 或 1	1	0

表 3 中,定值“额定电压二次值”按照相电压来整定。对于定值“电压输入方式”:为“0”时表示用相电压引入微机保护装置;为“1”时表示用相间电压引入微机保护装置,微机保护装置可以根据相间电压自动算出相电压。反时限过电压保护的逻辑如图 2 所示。

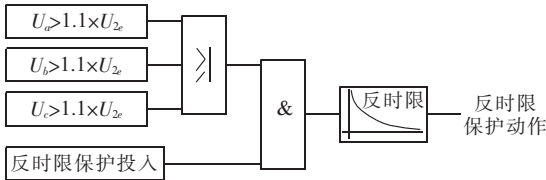


图 2 反时限过电压保护逻辑图

图 2 中, U_{2e} 为定值“二次额定电压值”。根据上述方法,在 RCS-9631C 电容器保护测控装置中实现反时限过电压保护。在程序实现时做了如下处理:(1)考虑系统中实际存在的谐波,相电压计算是考虑到 10 次谐波;(2)对于电压变比大于 2.20 的情况,都使用在变比为 2.20 时的数据来累加时间;(3)在任何情况下,只要时间累加值大于等于标准中规定的 1.1 倍持续时间 8 h 所对应的数据时保护动作。

以表 3 中定值默认值情况,借助 OMICRON 保护测试仪,对 RCS-9631C 电容器保护测控装置中的反时限过电压保护在各种过电压水平情况下的动作时间进行测试,测试结果如表 4 所示。

由表 4 可以看到,实际动作时间的误差在可接受的范围之内,同时可以看到在过电压比值较小时,由于反时限曲线的切线斜率较大,所以引起的相对误差比较大。

基于该方法实现的反时限过电压保护目前已经在马来西亚国家电网公司的相关项目中得到应用。该反时限过电压保护能够很好地解决过电压保护动

表 4 反时限过电压保护测试结果

过电压比值	理论计算时间 /s	实际动作时间 /s	相对误差 /%
1.15	1 431.08	1 347.42	6.21
1.20	252.98	243.76	3.78
1.30	44.72	44.22	1.12
1.40	16.23	16.03	1.25
1.50	7.91	7.82	1.15
1.60	4.53	4.48	1.12
1.70	2.87	2.85	0.70
1.80	1.95	1.94	0.52
1.90	1.40	1.39	0.72
2.00	1.04	1.04	0.00
2.10	0.80	0.80	0.00
2.20	0.63	0.63	0.00

作时间和电容器组设备裕度利用这两者之间的合理协调问题,在现场运行过程中取得了较好的效果,得到了用户的认可。

4 结束语

本文在分析了电容器组定时限过电压保护动作时间和电容器组设备裕度利用两者之间存在的矛盾,同时基于电容器组相关标准中的数据,借助

Matlab 数学软件进行曲线方程拟合,在拟合出方程上考虑一定的裕度,得到可应用于实际的反时限过电压保护的 特性方程。在 RCS-9631C 电容器保护测控装置实现了基于该特性方程的反时限过电压保护,并且应用到实际工程中,很好地解决了过电压保护动作时间和电容器组设备裕度利用这两者之间的合理协调问题,取得了较好的效果。

参考文献:

[1] DL/T 584—2007,3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程[S].
[2] GB 50227—2008,并联电容器装置设计规范[S].
[3] DL/T 840—2003,高压并联电容器使用技术条件[S].
[4] GB/T 11024—2001,标称电压 1 kV 以上交流电力系统用并联电容器[S].

作者简介:

施静辉(1976-),男,江苏启东人,工程师,研究方向为电力系统继电保护;
寇英刚(1974-),男,天津人,工程师,从事电力营销的研究和管理工作;
许庆强(1976-),男,江苏武进人,高级工程师,研究方向为电力系统继电保护;
张 琦(1982-),男,安徽安庆人,助理工程师,从事电力系统继电保护工作。

Implementation of the Inverse Time Overvoltage Protection of Capacitor Bank

SHI Jing-hui¹, KOU Ying-gang², XU Qing-qiang², ZHANG Qi¹

(1. Nanjing NARI-Relays Electric Co. Ltd., Nanjing 211102, China;
2. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

Abstract: When overvoltage situation appears in capacitor bank, the traditional definite time overvoltage protection will cut off the capacitor bank in an appointed time delay, which makes the equipment margin of capacitor bank not be fully utilized. This paper gets the inverse time characteristic equation of overvoltage protection by curve fitting on the basis of the data from relevant standards. The inverse time overvoltage protection of capacitor bank is realized in a microprocessor-based protection device according to this characteristic equation, and it has achieved better results in practical application.

Key words: capacitor bank; overvoltage protection; inverse time

(上接第 19 页)

Comparative Analysis of the Transformer Protection RET670 and RET521

JIANG Yi-quan¹, YUAN Yu-bo², LI Chen-long¹, HUANG Hao-sheng²

(1. Jiangsu Frontier Electric Technologies Co. Ltd., Nanjing 211102, China;
2. Jiangsu Electric Power Company Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: The paper analyzes the reasons for malfunction of transformer differential protection in external fault, which caused by zero-sequence current. Based on the differences between RET670 and RET521 of ABB in eliminating zero-sequence current, a method of start value calculation for RET670 in differential protection debugging is established. Finally, results show that, RET670 should apply the cross blocking scheme in restraining inrush current, and it can improve the sensitivity in single phase to ground internal fault. However, compared with RET521, RET670 has relatively low sensitivity in phase to phase fault.

Key words: transformer protection; eliminating zero-sequence current; cross blocking scheme; sensitivity