

大型变压器装设过励磁保护的探讨

安徽省电力试验研究所 李大钦

摘要 本文以华东电网500kV繁昌变电所主变压器过励磁保护为例,对目前广泛应用于我国电网中的瑞典ASEA公司的RATUB型过励磁保护的性能进行了分析,并对其保护存在的问题如继电器特性不能很好地与变压器过励磁能力相配合及保护存在的死区等均进行了论述

关键词 变压器保护 过励磁保护

1 引言

500kV繁昌变电所主变压器保护引进了全套瑞典ASEA公司的元件保护,该变压器保护中装设了一套RATUB型反时限过励磁保护。通过对繁昌RATUB型过励磁保护的分析和表明,RATUB型过励磁继电器基本上能够起到保护变压器过励磁的作用,但在某些点存在着继电器特性不能很好地与变压器过励磁曲线相配合,出现了当变压器过励磁还不足已危及变压器安全运行时,过早跳开变压器的现象,同时过励磁保护还存在着一定的死区,在华东电网的瓶窑变电所及洛河电厂也存在着类似于繁昌的情况,我们对繁昌变电所主变压器过励磁保护基本原理及整定计算结果进行了分析,以供参考。同时欢迎从事继电保护的同行参加讨论。

2 大型变压器过励磁的产生及装设过励磁保护的必要性

在现代大型变压器设计中,为了节省材料,降低造价,减少运输重量,铁芯设计的磁通密度较高,工作点接近饱和点,在过电压情况下,很容易产生过励磁。在国产500kV变压器

$$\max \left\{ \frac{3 S_{K3}}{D_{EK3}} \times 100\% = 7.5\%, \frac{3 S_{K4}}{D_{EK4}} \times 100\% = 8.7\% \right\} = 8.7\%$$

按一般规则判断,全线测距误差绝对值不超过 $\pm 2.9\%$ 所占的比例大于68.3%;全线测距误差绝对值在 $\pm 5.8\%$ 以内的,其所占的比例将达到95.4%以上,而全线测距误差绝对值在 $\pm 8.7\%$ 以内者,其所占的比例将高达99.74%以上。换句话说,01(1A)型微机线路保护全线测距误差基本上可以控制在8.7%以内,绝大多数测距值的误差可控制在5.8%以内,大多数可控制在2.9%以内。

5.4 上述结论事实上已计及了模拟误差、电气环境及D整定误差等影响,置信度为95%。

参考文献

[1] WXH—1A微机线路保护装置说明书

中, 当达到1.3倍过励磁时, 空载励磁电流可接近额定电流值, 由于变压器过励磁电流中含有高次谐波(主要是三、五、七次奇次谐波), 因此过励磁电流的热效应远大于基波电流的热效应, 它将引起铁芯, 附件和线圈发热, 极端过励磁情况下, 几秒钟内会使变压器损坏。变压器过励磁保护在国外近年来已得到了相当的重视, 国外超高压系统中的变压器保护及为我国设计的变压器保护已普遍考虑了装设过励磁保护。

3 RATUB型过励磁继电器的基本原理介绍

装于繁昌变电所的过励磁继电器型号为RATUB, 现对其原理作一简单的介绍:

继电器的测量回路由电压互感器副方和电阻、电容构成, 如图1所示, 电容器C上的电压显然反应了系统V/f的比值, 即:

$$V_c = \frac{V \cdot X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} = \frac{V}{\sqrt{(2\pi fRC)^2 + 1}}$$

当 $2\pi fRC \gg 1$ 时

$$V_c = \frac{1}{2\pi fRC} = K \frac{V}{f}$$

RATUB继电器反应的是V/f量, 并由两个独立的反应V/f量的报警及跳闸回路组成。

定时限报警: 其刻度范围在1.5~3V/Hz
内整定时间为0.1s或3.5s。

反时限跳闸: 其刻度范围在1.5~3V/Hz
内整定, 当变压器过励磁值达到反时限起动作值时, 经反时限延时动作跳开主变压器, 反时限动作时间由下式决定:

$$t = 0.8 + \frac{0.18K}{(M-1)^2} \quad (1)$$

$$\text{式中 } M = \frac{V/f}{(V/f)_{\text{起动}}}$$

其中K: 整定时间倍数, 可在1~64范围内整定;

(V/f)_{起动}: 反时限过励磁跳闸起动作值, 当变压器过励磁V/f大于此值时, 反时限回路开始工作, 按公式(1)时限动作于跳闸。

当K取不同值时, 公式(1)描述了一簇曲线见图2, 对某一确定的变压器可选用适当的K值及M值, 改变K值、M值, 能使曲线绘出的时间较好地与变压器过励磁允许运行时间相配合。

4 继电器特性与变压器特性的配合

为了使继电器能够有效地保护变压器的过励磁, 应考虑继电器反时限特性曲线与变压器允许的过励磁曲线相配合, 如图2所示。

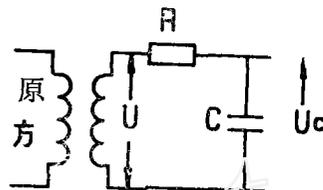


图1 继电器的测量回路

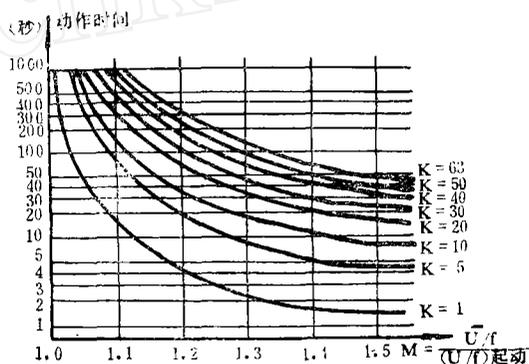


图2

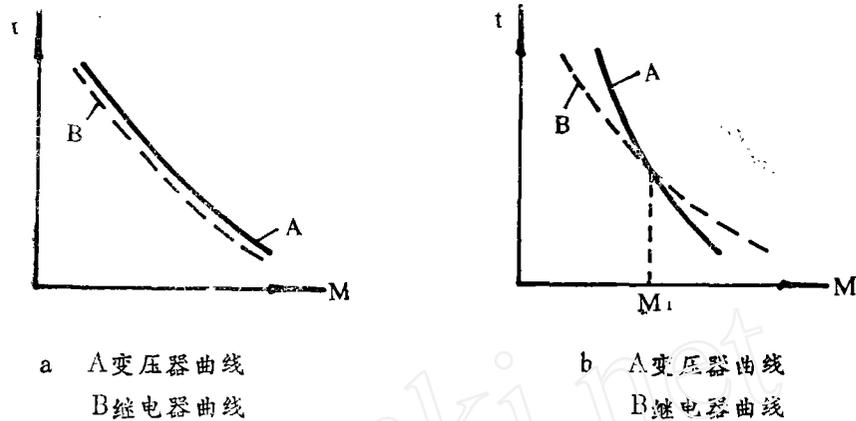


图 3

当继电器特性曲线紧随变压器曲线下端时，其继电器能够有效地保护变压器的过励磁。当继电器反时限特性曲线与变压器过励磁曲线相交时（交点 M_1 ），配合就不理想了，如图 3 所示，当变压器过励磁值小于 M_1 时，继电器动作时间小于变压器允许运行时间，即当变压器过励磁还不足已危及变压器安全运行时，过早地跳开了变压器；当变压器过励磁值大于 M_1 时，继电器动作时间大于变压器允许运行时间，即当还未等到继电器动作时，变压器已受到了损坏。

当两曲线出现相交情况时，应重新调整整定时间倍数 K 值及 V/f 起动值，以改变继电器特性使之与变压器曲线配合。

5 繁昌 RATUB 型过励磁保护的整定与分析

繁昌主变压器为西德 TU 公司产品，TU 公司提供的变压器过励磁能力见表 1

表 1

过励磁倍数	1.4	1.2	1.1	1.05
允许运行时间	5 s	3 min	20 min	连续

由表 1 可知当变压器过励磁小于 1.05 时，变压器可连续运行，因此告警起动值按 1.05 过励磁整定，即：

$$V/f \text{ 告警起动值: } 1.05 \times \frac{100 \text{ V}}{50 \text{ Hz}} = 2.1 \text{ V/Hz}, t = 3.5 \text{ s}$$

当变压器过励磁大于 2.1 V/Hz 时经 3.5 s 延时动作发过励磁保护动作信号。

将变压器各点过励磁参数代入方程 (1) 求解并取整，可整定出 K 值及 V/f 跳闸起动值：

$$K = 2, V/f \text{ 跳闸起动值} \approx 2.16 \text{ V/Hz}$$

将整定值代入方程 (1) 求得继电器的动作时间见表 2 所示。

表 2

过励磁倍数	1.4	1.2	1.1	1.05
允许运行时间	5 s	3 min	20 min	连续
继电器动作时间	4.9 s	30 s	17.5 min	不动

由表 2 可以看出，继电器基本上能够保护变压器的过励磁，当 1.4 倍过励磁时，继电器动作时间能够很好地与变压器允许运行时间配合，当 1.1 倍过励磁时，继电器略微有早跳现象，而在 1.2 倍过励磁时，继电器早跳现象较突出。

因跳闸起动值整定在 2.16 V/Hz (即 1.08 倍过励磁)，因此在 1.05~1.08 倍过励磁时保护不动作，而变压器在这个范围内是不允许长期运行的，如降低跳闸起动值将会引起图 3 所

因跳闸起动值整定在 2.16 V/Hz (即 1.08 倍过励磁)，因此在 1.05~1.08 倍过励磁时保护不动作，而变压器在这个范围内是不允许长期运行的，如降低跳闸起动值将会引起图 3 所

示的两曲线相交情况,因此这个死区是无法消除的。但在1.05~1.08倍过励磁时,变压器允许运行的时间一般较长。因此,当过励磁保护动作发信号时(整定在1.05倍过励磁),但并未跳闸时,运行人员应及时处理,以免损坏变压器。

6 结束语

6.1 我国目前引进瑞典ASEA公司元件保护中的RATUB型过励磁保护普遍存在着继电器特性曲线与变压器过励磁曲线不能完全匹配的现象,这种不匹配削弱了RATUB的性能,在某些点存在着继电器过早地跳开变压器的现象。

6.2 RATUB继电器与我国早期引进的RATUA继电器相比,减少了1000s定时回路及上限定时回路等,虽具有原理简单清晰,造价低,调试方便等特点,但与变压器特性配合不如RATUA灵活。

6.3 随着我国500kV系统电网的发展及变压器容量的增加,在大型变压器保护中装设过励磁保护已得到了广泛重视。但目前国内还没有哪家生产的过励磁继电器能够很好地与变压器过励磁能力相匹配。目前电网运行的过励磁保护绝大多数为瑞典ASEA公司的RATUB型及早期的RATUA型产品,或仿上述原理制造的产品,这些产品在设计原理上也并不是十分完善的,在运行中也存在着一些问题,因此研制和开发新型适用于我国各种大型变压器的过励磁保护是继电器厂家今后面临的任务。

参考文献

- [1] 瑞典ASEA公司. ASEA RELAY. 1985.
- [2] 何宜强、徐星雄. 国外电站自动化译文集. 阿城电站设计研究所, 1984.
- [3] 史世文. 大机组继电保护. 水利电力出版社, 1987.
- [4] 华中工学院. 《高压继电保护技术原理与运行》. 电力工业出版社, 1981.

~~~~~  
(上接62页)

2.3 改进接线简单,元件增加的少,操作维护、检修均方便,具有一定的灵活性。

## 3 10kV电压互感器的二次接线

220kV变电所中,当主变电压等级为220kV、110kV、10kV时,由于系统容量越来越大,为了限制短路电流,主变10kV侧一次通常采用双分裂电抗器接线,这样10kV母线就被分为四段,其接线如图3所示。相应的二次切换回路如图4虚线框外部分所示。由图4可知,该切换回路只考虑了I段与Ⅲ段、II段与IV段的相互切换,而没有考虑I段与II段、Ⅲ段与IV段的互相切换。如果当变电所第一期只上一台主变,或当运行方式决定只需一台主变运行时,在这种情况下,由于某种原因,1\*PT出现问题退出运行时,则接于I段母线的馈线,虽仍在继续运行,却无法计量电能,同时,主变保护回路中的复合低电压闭锁解除,有可能使该保护误动作。2\*、3\*、4\*PT情形与1\*PT相同。显然这是不允许的。笔者认为只需作适当的改进和增加少量元件便可以解决上述问题。改进接线如图4虚线框内部分所示。运行人员可以根据实际需要,按图4的接线选用自动切换或手动切换均可。该接线已在220kV监利客城变电所中投运。