

ZY-4B型电压抽取装置输出电压相位的模拟调试方法

杨喜元

(鞍山继电器厂,辽宁鞍山114041)

中图分类号:TM835

文献标识码:B

文章编号:1003-4897(2000)05-0055-03

1 概述

ZY-4B型电压抽取装置(以下简称抽取装置)是利用220kV高压电流互感器电容式套管末屏隔离变压器抽取线路电压的设备。供线路的继电保护或自动装置检测有、无电压、同期检查及操作闭锁等用。还可用于测量线路有、无电压,为变电站操作和事故处理提供快捷而可靠的信号依据。因其投资远低于高压电压互感器而得到日益广泛的应用。

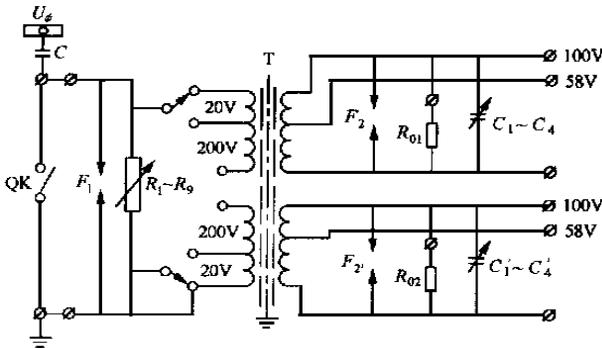


图1 抽取装置原理接线简图

装置是利用分压原理构成的。其原理接线图如图1所示。图中C为电容式套管的等值电容。DK为接地刀闸,装置运行时断开。 $R_1 \sim R_9$ 主要用于调整输出电压幅值和输出功率。 $C_1 \sim C_4$ 用于调节输出电压相位。 $F_1 \sim F_3$ 为过电压保护器; R_{01} 、 R_{02} 为稳压电阻。T为隔离变压器,两套输入输出线圈绕在同一铁芯上。

2 问题的提出

因为抽取装置只能接于线路的相电压上,而重合闸检同期元件或同期装置则可能接于母线的各种相电压或线电压上。因此,在装置实际应用时,常常需要调节输出电压的相位。

众所周知,变压器空载运行时,因为空载电流很小,可认为: $U_1 = KU_2 = U_2 \cdot (K$ 为变比),它们的相位差也接近于零。负载运行时,由于二次电流流过变压器二次绕组,一次电流流过一次绕组产生压降,使

得 $U_1 < KU_2$, 它们的相位差也将增大。但是数值误差和相角误差仍然是很小的。因为每个绕组上的压降通常不超过 $1\% \sim 2\%$ 。因此,我们不能用对装置一次加电压,改变调节电容器的数值,测量 U_1 、 U_2 的相角差的方法来调整输出电压相位。这是因为:第一:改变调节电容量时, U_1 、 U_2 间的相角差变化很小;第二:这个相角差并不是抽取装置所接的相电压与抽取装置的输出电压 U_2 的相角差。第三,这两个相角差之间没有明确的、可以很方便地换算的关系。因此,抽取装置输出电压相位的调节通常是线路送电后进行的。这种方法也能满足运行的需要。但显然是不方便的,在有些情况下是不能实现的。例如:在没有超高压电源设备的普通实验室里,或者在工程送电前的检验以及制造厂出厂试验等。

3 抽取装置输出电压相位的模拟调试方法

我们先来分析一下装置的向量图(见图2)。利用T形等值电路,将装置二次侧的阻抗归算到一次侧,化简等值电路,最后可得装置的等值阻抗 Z_T ,它与CT套管的容抗 X_C 串联接于220kV系统的相电压 U 。流过装置的一次电流 I_1 ,就是流过 X_C 的电流,它超前于 X_C 上的相电压 U 90° 。而 U_1 与 I_1 的相位关系,则决定于 Z_T 的阻抗角。当只改变装置二次绕组的调节电容量时, U_1 向量的端点轨迹将与电流 I_1 向量垂直的直线。相电压:

$$\dot{U} = \dot{U}_{XC} + \dot{U}_1$$

由向量图可以看出:

电压 U_1 与 U 的相角差 (见图2) 决定于 Z_T 的阻抗角,在改变调节电容量时将发生很大的变化 (Z_T 可由感性变为容性),对 ZY-4B 装置,最大可接近 90° (电阻性),最小可达 30° 左右 (电容最大时)。而 U_1 与 U_2 的相角差最大也仅达 1° 左右。因此,不能用在装置一次绕阻加电压,调节二次电容量,测量 U_1 与 U_2 之间的相角差的办法来获得需要的 U_2 与 U 的相角差。

当 U_1 足够小时, $U \approx U_{XC}$, 它们的相角差也

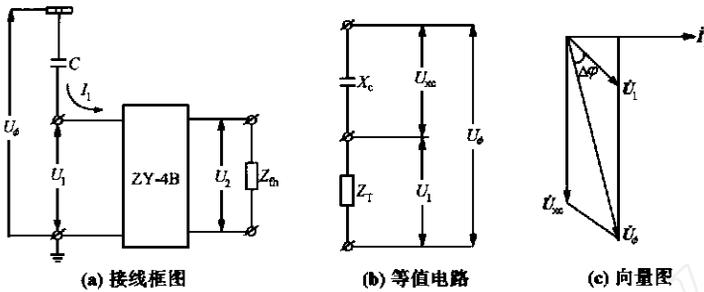


图2 抽取装置向量图

很小。而 U_{XC} 总是滞后于 I_1 向量 90° ，因此，可通过测量 I_1 与 U_2 的相角差，得到 U_2 与 U_{XC} 的相角差，从而得到 U_2 与 U 的相角差。实际上 Z_T 远小于 X_C ，220kV 电容套管的电容量约为 800PF， X_C 4M，而 $R_1 \sim R_9$ 的总和为 100k 为 X_C 的 1/40， Z_T 就更小了。正常运行时， U_1 最高只达 440V 左右，仅为相电压 U 的 0.32%。 U 与 U_{XC} 的相角差在 Z_T 为电阻性最大，约为 0.2 度。因此，用测量 I_1 与 U_2 的相角差来获得 U 与 U_2 的相角差的方法是相当准确的。

如果我们能用模拟装置实际运行的方法，得到与实际运行时相同的 I_1 ，进而利用测量这个 I_1 与 U_2 的相角差来获得 U 与 U_2 的相角差。那么我们就可以用模拟试验的方法进行调节装置输出电压相位的工作。简而言之，就是在模拟试验时装置的工作情况应与实际运行时相同，或基本上相同。这就必须满足两个条件：即 I_1 与 U_1 的数值均应与实际运行时相同。但是，在实际运行时，我们并不关心 U_1 的数值，而是要求 U_2 的数值符合我们的需要，即 U_2 应为额定值。因此，上述条件应改写为模拟试验时，要求 I_1 的数值应与实际运行时相同，而 U_2 为额定值。

220kV 电容套管的等值对地电容约为 800PF，当套管的末屏直接接地时，通过电容套管等值电容的电流为：

$$I_C = \frac{220 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 4 \times 10^6} = 31.8 \text{mA}$$

当末屏开路接入电压抽取装置时，因为 Z_T 远小于 X_C ，并且在电阻性与电容性范围内变化，因此，流过装置一次侧的电流 I_1 虽然小于上述值，但差别很小，可不考虑。最后，上述条件简化为：模拟试验时 I_1 应为 32mA 左右， U_2 为额定值。经验表明，用 0.4kV 交流电源加于装置的一次侧，改变调节电阻 $R_1 \sim R_9$ 的阻值，就可获得必要的 I_1 与 U_2 值。

装置的负载通常是感性的，负载与调节电容并联运行，带负载后将使装置的相位调节能力下降，负载越大，下降越多。因此，为了减小调试误差，在作模拟试验时，应带实际运行负载。如果没有条件带实际负载，可用一等值感性阻抗代替实际负载进行调试。如果负载远小于装置的额定容量，亦可空载进行调试。出厂试验时，通常就是空载进行调试的。

虽然采取了上述措施，模拟试验时的条件仍不可能完全与实际运行时相同，调试的结果会有一定误差。因此，在装置送电后，应带实际负载进行一次细调。

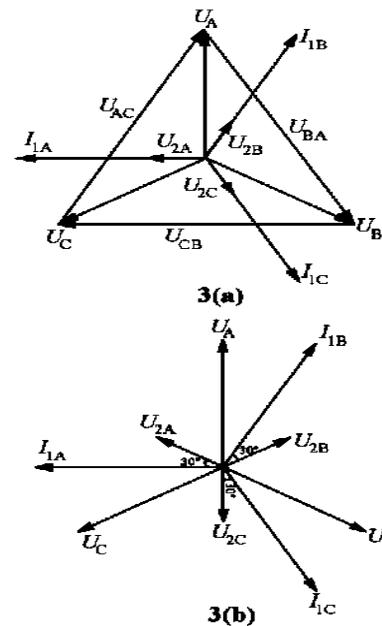


图3 抽取装置使用方法分析向量图

4 抽取装置的使用方法

根据以上的分析，可将抽取装置的使用方法归纳为以下两种：

将装置的等值阻抗 Z_T 调整为电阻性。

利用这种方法，可以取得线路的各种相间电压信号。如图 3a 所示，接入适量的调节电容，将 Z_T 调整为电阻性，这时流过装置一次侧的电流 I_1 与装置的输出电压 U_2 同相位。因此，当装置接入线路相电压 U_A 时，装置的输出电压 U_{2A} 与线路相间电压 U_{CB} 同相位，从而达到抽取线路的 U_{CB} 相间电压的目的。同理可得抽取 U_{BA} 、 U_{AC} 的方法，如表 1 所示。

表1 抽取装置的使用方法

方法						
目的	抽取线路相间电压			抽取线路相电压		
装置接入线路相电压	U_A	U_B	U_C	U_A	U_B	U_C
I_1 超前 U_2 相位角	0°	0°	0°	30°	30°	30°
选用输出电压	$+U_2$	$+U_2$	$+U_2$	$-U_2$	$-U_2$	$-U_2$
得到的抽取电压	U_{CB}	U_{AC}	U_{BA}	U_B	U_C	U_A
调试要点	接入适当调节电容,使 Z_T 为电阻性			增大调节电容,使 Z_T 为容性,阻抗角为 30°		

将装置等值阻抗的阻抗角调整为超前 30° 。

Analog testing method of output voltage phase of ZY-4B voltage tapping device

YANG Xi-yuan

(Anshan Relay Factory, Anshan 114041, China)

(上接第29页) 按发电机额定功率 P_n 的1.05倍整定;垂直线 MB 为理论上静态稳定运行边界,在该边界, $\delta = 90^\circ$;曲线 FG 为实际静稳定极限; P 为实测有功; Q 为实测无功; ϕ 为实测功角;线段 OM 为实测视在功率 S ;线段 OM 等于 U/X_d ; M 为发电机实际运行点。

从图中可以看出, $OEDACO$ 围成的闭合区域为发电机迟相运行范围, $OEGFO$ 围成的闭合区域为发电机进相运行范围, $CADEGFOC$ 围成的闭合区域为隐极发电机安全运行面积。发电机运行点落在 $OEGFO$ 围成的闭合区域内,可知发电机在做进相运行。 M 可以根据不同实测值,自由移动,即点 M 为动点。从画面的右侧的表格中还可以看出功角、功率因数、有功、无功等参数的时测值,增强了画面的功能,提高了观赏性。另外在表格中还可以增加一些其他的量,如定子电流、转子电流等。

因此在微机式发-变机组故障录波装置的监测画面中,有了这张运行极限图,会给发电厂的广大运行人员带来极大的方便,同时增加了装置的新颖性。

Calculation and application of generator power angle

WANG Bin-ye¹, JIANG Gui-xiang¹, WANG Ying¹, GUO Ji-ping², ZANG Wei-ping²

(1. Acheng Relay Corporation, Acheng 150302, China; 2. Harbin Calli Electric Power Corporation, Harbin 150036, China)

Abstract: The importance of generator power angle is elaborated and power angle's calculation method is presented in detail. The basis is provided that the micro-processor based generator-transformer fault recorder units to supervise power angle, and generator safety running limit chart and its function are presented briefly.

Keywords: power angle; rigidity factor; internal power factor angle; direct-axis synchronous reactance; quadrature-axis synchronous reactance

利用这种方法,可以取得线路的各种相电压信号。如图3b所示,增大调节电容量,将 Z_T 调整为电容性,并且使阻抗角为超前 30° 。这时流过装置的一次电流 I_1 超前装置的输出电压 U_2 30° 。因此,当装置接入线路相电压 U_A ,装置的输出电压 U_{2A} 与线路相电压 U_B 反相位。只要采用反极性输出电压,即可取得线路的 U_B 相电压。同理可得抽取 U_C 、 U_A 的方法,如表1。

收稿日期: 1999-11-22; 改回日期: 1999-12-28

作者简介: 杨喜元(1934-),男,副总工程师,主要研究方向为电力系统继电保护。

4 结论

以上功角的计算测量方法及发电机安全运行极限图已在我公司的微机发电机-变压器故障录波装置中获得了应用,并在实际运行中获得满意结果,得到了用户的好评。

参考文献:

- [1] 汤蕴等. 电机学. 1998, 7.
- [2] 黄纯华. 大型同步发电机运行. 水利电力出版社, 1992, 6.
- [3] 周德贵. 同步发电机运行技术与实践. 水利电力出版社, 1996, 5.

收稿日期: 1999-08-27

作者简介: 王彬业(1967-),男,工程师,主要从事电力系统继电保护与自动化的研究; 蒋桂香(1966-),女,工程师,主要从事电力系统继电保护及自动化方面的研究; 国际平(1963-),男,高级工程师,主要从事发电机及自动化方面的研究。