

[变压器]

变电站所变核相异常情况的分析

文/无锡供电公司 陈 平 周鑫阳 吴乐意

针对两例110 kV变电站中所变核相过程中出现的异常情况，结合变压器接线组别，利用相量图进行分析，得出理论分析结果，并与现场实测结果相比较，最后总结了这类问题的一般分析方法。

交流站用电源系统是变电站二次的重要组成部分，通过所变将高等级电压降压至低压400 V，再接至控制室交流屏，交流屏馈线输出至各交流负载。站内不少交流设备如空调、主变压器风机均采用三相交流系统，因而如所变更换等可能改变所变相序的工作结束后必须在交流屏进行核相，确定相序正确后，方可投入运行。

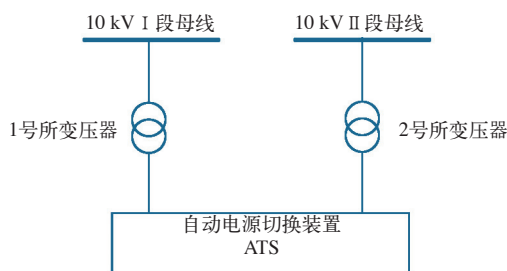


图1 交流站用电源系统进线电源

交流屏的两路进线分别引至2台所变压器的低压侧，核相操作时，即测量1号所变压器次级a、b、c相分别对2号所变压器次级a、b、c相之间的电压差。理论上，所变压器低压侧相位相同，低压侧同相之间电压差为0，异相之间为线电压即380 V。在实际现场核相时，两者可能存在较小的角度，同相之间有几伏的电压。

表1 正常核相结果理论值（单位：V）

	a2	b2	c2
a1	0	380	380
b1	380	0	380
c1	380	380	0

异常结果的分析

在实际工作中，除了表1所示的正常结果之外也曾遇到一些异常的数据。在遇到这些情况时，不能盲目的认为接线有误，需要结合具体情况进行分析。分析时，从所变开始逐级往上，首先找到相位相同的母线或者线路作为基准电源，以此为基础结合变压器接线组别进行分析。变压器的接线组别是根据钟面定则原理进行确定的。钟面定则是指以变压器高压侧线电压相量作为分针并固定于12点位置不动，低压侧线电压相量作为时针旋转，每旋转30°为一个钟点累计。例如YNd11型变压器就是指低压侧线电压相量落后330°即超前高压侧电压相量30°，Yyn0型变压器就是指低压侧线电压相量与高压侧电压相量同相位。

1. 所变压器上一级电源在同一变电站内

案例1。在某110 kV变电站所变压器核相出现表2所示的结果。

表2 案例1核相结果（单位：V）

	a2	b2	c2
a1	116	435	319
b1	320	117	435
c1	434	320	116

该变电站主变压器低压侧有35 kV、10 kV两个电压等级，两台所变一台接在35 kV母线上，一台接在10 kV母线上。一次接线图如图2所示。

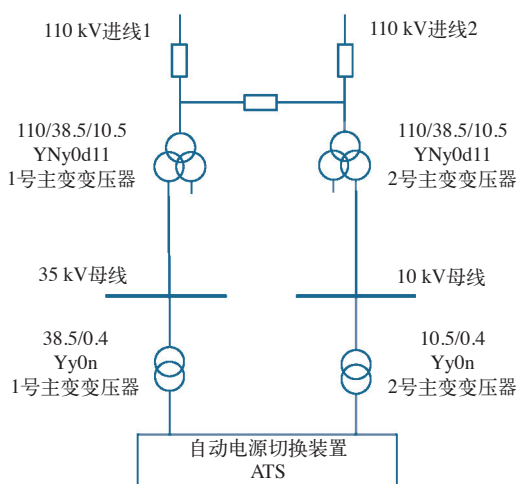


图2 案例1变电站所变压器一次接线图

变电站110 kV进线采用内桥接线，运行时可以合环运行，110 kV进线1与110 kV进线2的相位可以认为是相同的。选择同一电源基准110 kV进线开始分析。

先分析35 kV 1号所变低压侧与110 kV进线电压相位关系。由1号主变压器的接线组别很容易得到35 kV母线线电压与110 kV进线相应线电压同相位（1号主变压器接线组别YNyn0），1号所变压器低压侧线电压与高压侧线电压（35 kV母线线电压）同相位（1号所变压器接线组别Yyn0），所以1号所变压器低压侧线电压与110 kV进线相应线电压同相位。

同样10 kV母线线电压超前110 kV进线相应线电压30°（2号主变压器接线组别YNd11），10 kV 2号所变压器低压侧线电压与10 kV所变压器高压侧线电压（10 kV母线线电压）同相位（2号所变压器接线组别Yyn0），所以2号所变压器低压侧线电压超前110 kV进线相应线电压30°。

通过前面的分析可以得出10 kV 2号所变压器低压侧线电压超前35 kV 1号所变低压侧相应线电压30°。两台所变压器低压侧皆为星形接线，所以2号所变压器低压侧相电压超前35 kV 1号所变30°。

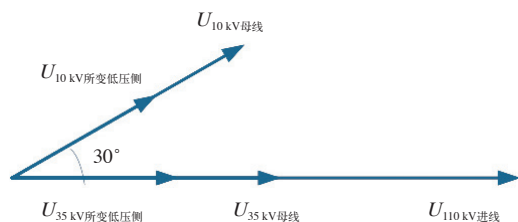


图3 案例1电压相量相位关系

在交流屏中核相时，画出2台所变压器二次侧电压相量如图4所示。图4中 U_{a1} 、 U_{b1} 、 U_{c1} 为35 kV所变压器二次侧相电压， U_{a2} 、 U_{b2} 、 U_{c2} 为10 kV所变压器二次侧相电压。两台所变压器二次侧线电压为400 V，计算时相电压取220 V。由图4可知

$$U_{a1a2} = 2 \times 220 \times \sin(30^\circ/2) = 113.9 \text{ V}$$

$$U_{a1b2} = 2 \times 220 \times \sin(150^\circ/2) = 425.0 \text{ V}$$

$$U_{a1c2} = 2 \times 220 \times \sin(90^\circ/2) = 311.1 \text{ V}$$

得到的结果与表2吻合，核相结果正确。

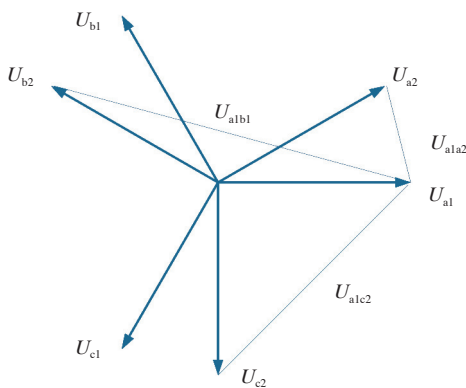


图4 案例1所变压器二次侧电压相量

2. 所变上一级电源在不同变电站内

案例2。在某采用外接所变的变电站核相出现表3的核相结果。

表3 案例2核相结果（单位：V）

	a2	b2	c2
a1	225	450	225
b1	224	225	450
c1	449	224	225

该变电站一台35 kV所变压器为外接所变，另一台接在10 kV母线上，如图5所示。

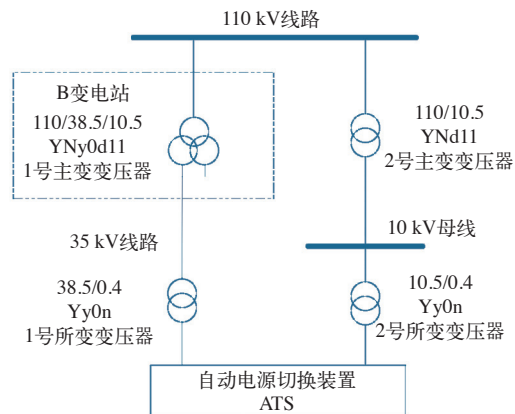


图5 案例2变电站所变压器一次接线图

同样分析，首先寻找同一电源基准点。外接所变的上级电源在附近的B站，通过查找系统连接图，B站与该站的110 kV进线为同一条线路。以

110 kV线路为基准。

与案例1的分析类似，35 kV线路电压与110 kV进线相应线电压同相位（1号主变接线组别YNyn0），35 kV 1号所变压器低压侧线电压与35 kV所变压器高压侧线电压（35 kV线路电压）同相位（1号所变压器接线组别Yyn0），所以1号所变压器低压侧线电压与110 kV进线相应线电压同相位。同样10 kV母线线电压超前110 kV进线相应线电压30°（2号主变压器接线组别YNd11），10 kV 2号所变压器低压侧线电压超前2号所变压器高压侧线电压30°（10 kV母线线电压）同相位（2号所变压器接线组别Dyn11），所以2号所变压器低压侧线电压超前110 kV进线相应线电压60°。

U10 kV所变低压侧

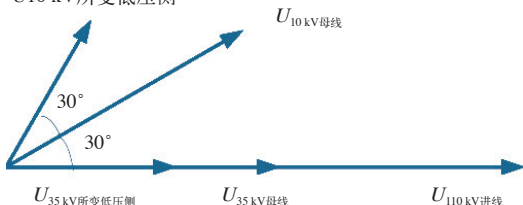


图6 案例2电压相量相位关系

在交流屏核相时，10 kV 2号所变压器低压侧线电压超前35 kV 1号所变低压侧相应线电压60°。两台所变压器低压侧皆为星形接线，所以2号所变压器低压侧相电压超前35 kV 1号所变压器60°。由图7可知

$$U_{a1a2} = 2 \times 220 \times \sin(60^\circ/2) = 220 \text{ V}$$

$$U_{a1b2} = 2 \times 220 = 440 \text{ V}$$

$$U_{a1c2} = 2 \times 220 \times \sin(60^\circ/2) = 220 \text{ V}$$

得到的结果与表3吻合，核相结果正确。

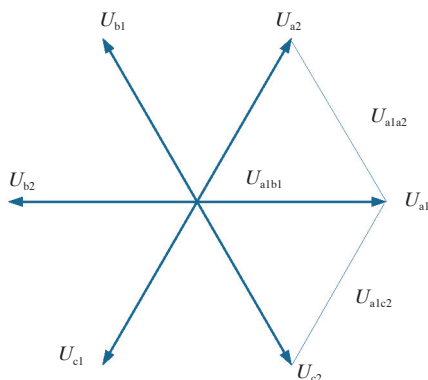


图7 案例2所变压器二次侧电压相量

需要指出的是，即使在2台所变压器的次级电压存在相位差，只要两者的相序相同，仍可以投入运行。这是因为两台所变的次级电源不会并联运行，正常运行时自动电源切换装置ATS在两路进线中2选1，所变压器切换过程中，ATS采用的逻辑也是先断开后合上，全变电站短暂失电，不存在两路电源并联的情况。

结束语

在核相结果出现异常时，不能盲目认为接线错误，应从电网一次接线出发，首先找到2台所变压器的同一电源基准点，结合经过的变压器接线组别方式，逐级分析，最终确定两台所变次级电压的相量关系，确认是否存在接线错误的情况。EA

（收稿日期：2016.10.11）

（编辑：刘群点）

