

# 同期回路结线正确性的检查和判断

四川宜宾供电局修试所 陈代云

在发电厂或电网中，联结双侧电源的开关，它的并列操作，大多采用准同期装置。由于国家电网实行扶持和支援地方电网以及农村小水电的政策，越来越多的小水电和地方电网并入系统，有的地方因同期回路结线错误，在并网过程中，产生很大的冲击电流，严重的可能损伤以至烧坏并网的发电机。针对这一问题，本文对同期回路的基本理论问题，结线正确性的检查和判断方法，结合一些实例进行论述。

## 一、基本理论

在图1中， $\dot{E}_M$ 表示主网的等值发电机电势， $\dot{E}_N$ 为待并发电机（或待并电网的等值发电机）电势，合闸瞬间它们之间的角差为 $\delta$ 。 $X_{LJ}$ 为联络线阻抗， $X_M$ 、 $X_N$ 分别为主网和待并发电机（或待并电网）的等值阻抗。

并列时的冲击电流用下式计算：

$$i_{cJ} = \frac{\dot{E}_N - \dot{E}_M}{j(X_M + X_{LJ} + X_N)} = \frac{\Delta \dot{E}}{j(X_M + X_{LJ} + X_N)} \quad (1)$$

若： $E_M = E_N = E$ （有效值）

则冲击电流的数值用下式计算：

$$i_{cJ} = \frac{2E \sin \frac{\delta}{2}}{X_M + X_{LJ} + X_N} \quad (2)$$

当 $\delta = 180^\circ$ 时，冲击电流的值最大。

准同期条件见表1：

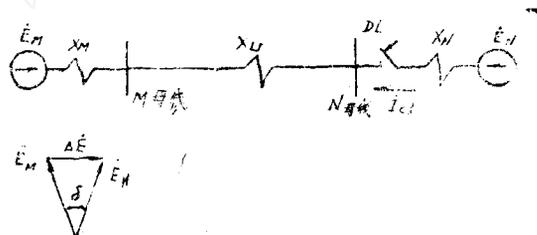


图1 准同期并列线路及矢量图

表1 准同期并列条件表

	要求满足的条件	实用中的条件
电 势	$E_M = E_N$	相差不大于5%
相 序	两侧均为正相序。	两侧均为正相序。
角 差	$\delta = 0^\circ$	$\delta < 20^\circ$
频 率	$f_M = f_N$	频差不超过±0.5周/秒

同期回路的结线虽然并不复杂，但是极其重要，一旦发生错误，可能酿成严重后果。因而我们需要一种简单、可靠的方法，以便迅速检查和判断同期回路结线的正确性。

## 二、同期回路结线正确性的检查和判断

在同期回路的结线安装完毕后，应注意对以下各项安装的正确性进行认真检查：

- 1、同期回路交、直流两部份的结线全部正确（包括整步表）；
- 2、两组电压互感器一、二次侧的相别和极性关系正确；
- 3、待并侧（ $E_N$ 侧）和系统侧（N母线侧）均为正相序；
- 4、同期继电器两组线圈的极性关系正确，外部联线的极性关系正确，同期继电器本身能正常工作。

由于这些检查都是分别进行的，不容易从同期回路结线的整体上给人以结线正确的明确概念。为此，我们介绍怎样用电压矢量图法检查和判断同期回路结线的正确性。此项工作应在完成上述四项检查之后进行。

同期回路的典型结线见图2。

电压矢量图法的方法和步骤如下：

- 1、断开N母线联接至对侧（M侧）的电源，合上DL由N侧发电机向N母线供电。
- 2、用相序表测量TH1二次侧a、b、c和TH2二次侧a'、b'、c'均为正相序（在没有相序表的情况下，可用小型三相电动机代替）。
- 3、按表2检查下列电压，其正确数值应接近于表内的数值。

表2 两组PT各相间的正确电压值

aa'	0	ba'	100V	ca'	100V
ab'	100V	bb'	0	cb'	100V
ac'	100V	bc'	100V	cc'	0

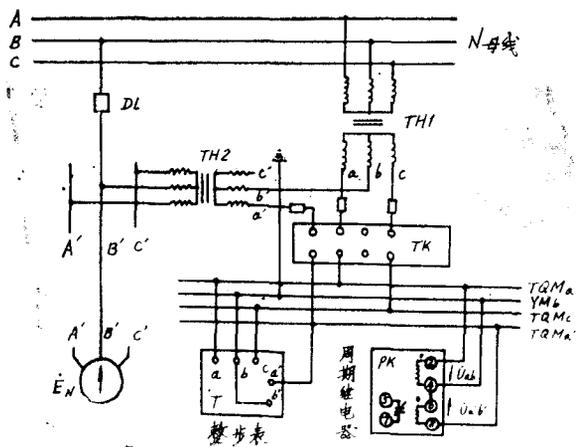


图2 同期回路的典型结线图

4、单独合上TH1二次侧熔断器，合上TK开关，用电压表检查应有： $\dot{U}_{a-PK②} = 0$ ， $\dot{U}_{a-PK④} = 100V$ 并用同样的方法检查TH1二次侧a、b、c至整步表处联接的正确性。此时观察同期继电器PK⑤、⑦接点应断开。

5、单独合上TH2二次侧熔断器，合上TK开关，用电压表检查，应有 $\dot{U}'_{a'-PK③} = 0$ ， $\dot{U}'_{a'-PK⑥} = 100V$ 。并用同样的方法检查TH2二次侧a'

b'至整步表处联接的正确性。此时观察同期继电器PK⑤、⑦接点应断开。

6、同时合上TH1、TH2二次侧熔断器，合上TK开关，整步表应指示同步位置（红线处），同期继电器PK⑤、⑦接点应闭合。

如果经过以上检查都是正确的，我们即可判断这套同期装置交流部份的结线及工作情况都是正确的。

7、断开DL，将M侧的电源送至N母线，再用相序表检查TH1二次侧a、b、c为正相序。

经第7项检查完毕且正确之后，可以肯定DL两侧一次线相序相同，可以用DL进行并列操作。

用作合环的开关，不但要求两侧相序相同，而且要求各对应相的相位差不超过 $\pm 20^\circ$ 。

### 三、应用实例

（一）、X县化肥厂同期回路结线错误的查证情况：

我们是在该厂自备发电机新投入时进行此项工作的。该厂同期回路结线与图2的典型结线基本相同，不同的是，该厂TH1和TH2两组P.T均采用“V/V”结线。

投入前用电压矢量图法检查其同期回路，测量数据见表3。

表3、测量实例1数据

aa'	200V	ba'	100V	ca'	173V
ab'	100V	bb'	0	cb'	100V
ac'	173V	bc'	100V	cc'	200V

经复查a、b、c为正相序。绘出矢量图见图3。

从矢量图可见：

$\dot{U}_{ab}$ 、 $\dot{U}_{bc}$ 、 $\dot{U}_{ca}$ 顺次与 $\dot{U}_{a'b'}$ 、 $\dot{U}_{b'b'}$ 、 $\dot{U}_{c'a'}$ 反相，这说明TH2电压互感器极性关系是相反的，经查证结果如下

（图4）：

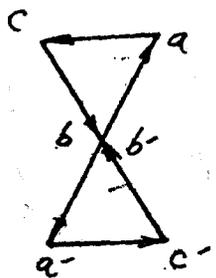


图3 矢量图

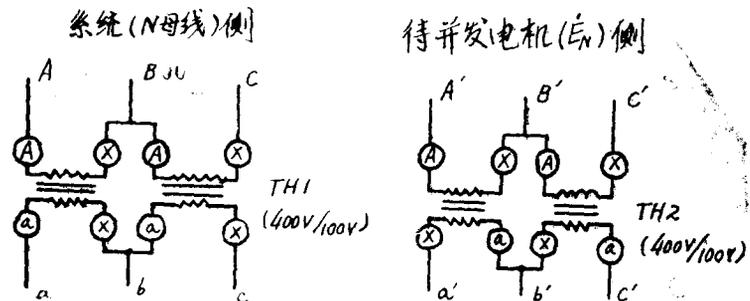


图4 P.T TH1和TH2的实际结线

不难看出，在安装时工作人员仅注意P.T、TH 1、TH 2引线的空间位置，而未注意它们的极性关系。将TH 2结线错误更正后，并车正常。

原有结线的危害性在于，当两侧一次电压相差180°时，会被当作“同期”进行并列操作，引起很大的冲击电流，可能损坏发电机。

(二) ×县化肥厂经检修后同期回路结线错误：

用电压矢量图法实测数据见表4。

表4 测量实例2数据

aa'	98V	ba'	100V	ca'	10V
ab'	100V	bb'	0	cb'	100V
ac'	9V	bc'	100V	cc'	100V

为简化分析，近似地认为：

$$\dot{U}_{aa'} = 100V \quad \dot{U}_{cc'} = \dot{U}_{c'a'} = 0$$

可得矢量图见图5。已复查a、b、c为正相序。

不难分析，图5中矢量系由于a'、c'相别搞反引起。

这种结线的危害性在于人为造成 $\dot{U}_{aa'}$ 滞后于 $\dot{U}_{a'b'}$ 60°，这样在一次侧 $\dot{U}_{A'B'}$ 滞后于 $\dot{U}_{AB}$ 60°时，二次侧 $\dot{U}_{a'b'}$ 与 $\dot{U}_{aa'}$ 同相位，被当作“同期”误合闸，引起较大的冲击电流。再考虑到同期继电器整定的动作角一般为±20°，后果会更严重。经更正后并车正常。

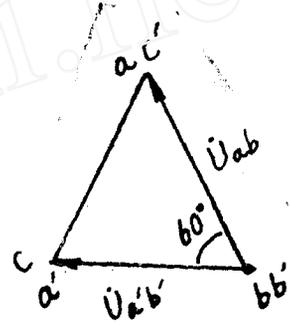


图5 矢量图

(三) ××变电站110kV线路重合闸装置检同期回路设计和安装上的错误：

在运行中，该线路检同期继电器PK接点不闭合(⑤、⑦接点应当闭合)。经用电压矢量图法，测量继电器PK②、④、⑥、⑧柱之间的电压，其数据见表5。

表5 测量实例3数据

$ \dot{U}_{2-4} $	100V				
$ \dot{U}_{2-8} $	52V	$U_{4-8}$	100V		
$U_{2-6}$	142V	$U_{4-6}$	100V	$U_{8-6}$	100V

据此绘出的矢量图见图6。由图可见，同期继电器PK两线圈电压 $\dot{U}_{2-4}$ 、 $\dot{U}_{8-6}$ 两矢量相差30°，停电后，对该线路同期回路查线结果见图7。更正的方法见图8(只会二次部份)。

图8的更正方法需改变母线侧P.T开口三角形绕组的结线，因而该母线所联接的各线路的零序功率方向元件都要相应地更改结线，并重新作零功方向模拟试验，工作量

较大，且在现场实施中有一定困难，故可以按图9（只绘二次部份）进行更改。

从图7的矢量图中可见， $\dot{U}_{aN}$ 与 $\dot{U}_{a'o}$ 同相位。但 $U_{a'o} = 100V$ ， $U_{aN} = \frac{100}{\sqrt{3}} \approx 60V$ ，故按图9更改结线时应选用DT-13/160型的同期继电器（其线圈的额定电压：②—④100V；⑥—⑧60V）。经这样更改后，该同期回路工作正常。

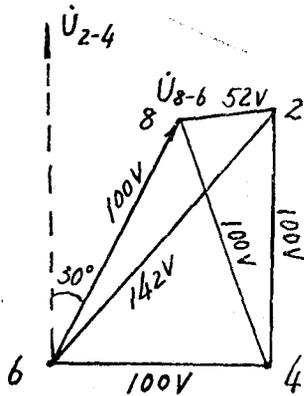


图6 矢量图

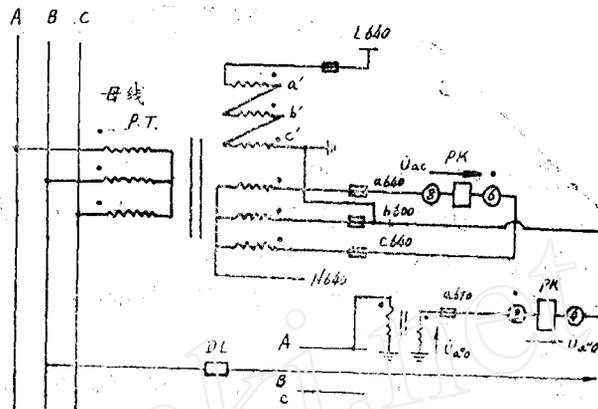


图7 检同期回路的错误结线及矢量图

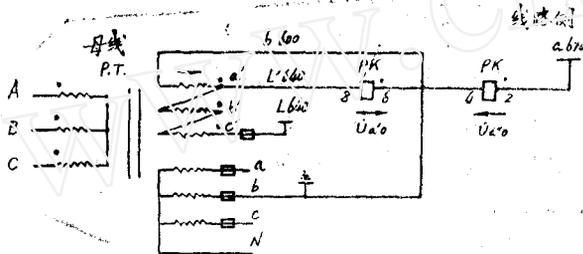


图8 更正后的检同期回路（之一）

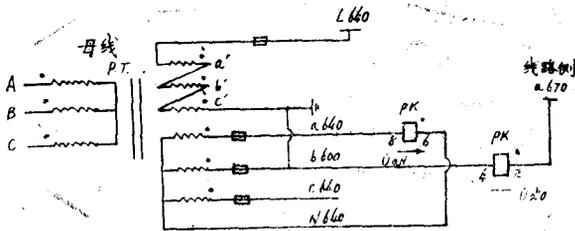
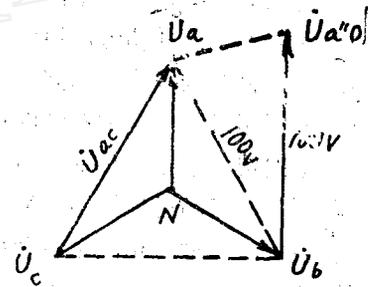


图9 更正后的检同期回路（之二）

#### 四 小 结

用电压矢量图法检查同期回路整套结线的本质是：在进行并列操作的开关两侧一次电压各对应相同期的条件下，检查两侧对应的二次电压向量是否也处于同期状态，错误的结线会造成 $n \cdot 30^\circ$ 的相位差（ $n = 1、2、3、4、5、6$ ）。

在图10中 $\dot{U}_1、\dot{U}'_1$ 表示准备并列的一次向量， $\dot{U}_2、\dot{U}'_2$ 为对应的二次向量，角 $\varphi$ 是由于结线错误引起的相位差， $\dot{U}_2$ 超前于 $\dot{U}'_2$   $\varphi$ 角（图10a），当一次向量 $\dot{U}_1$ 滞后于 $\dot{U}'_1$   $\varphi$ 角时（图10b）， $\dot{U}_2$ 恰好与 $\dot{U}'_2$ 同相位，以至形成误检同期的情况，当 $\varphi = 180^\circ$ 时，其危害性最大。（下转60页）

为负压,因而在监视信号出现期间它也起到了闭锁出口回路的作用,从而大大地增强了装置的抗干扰能力。

对于白色噪声信号(由于输入滤波器带宽较窄进入的干扰信号可认为是白色分布的噪声信号)来讲,经过选频网络(I)鉴频后的输出与经过选频网络(II)鉴频后的输出,其幅

度近似相等,极性相反,两者叠加后恰好互相抵消。因而,在一定意义上来说,它是一种抗噪能力很强的消噪电路。

在收讯机中还设有报警电路,当收讯机收不到微波通道的音频信号时,报警继电器动作,及时发出通道处于异常指示,同时自动闭锁出口电路,以防各种干扰引起误动。考虑到大气情况变化会引起微波信号的衰落(主要是雨天)而造成通道瞬时中断,对于闭锁电路的起动和复归都加了一定的延时,以提高装置的可靠性。

选频放大器(I)前设置的衰减网络,它有0dB, -3dB, -6dB, -9dB四档。根据实际需要,通过改变其衰减量可在抗干扰性和传递时间上进行最佳选择。

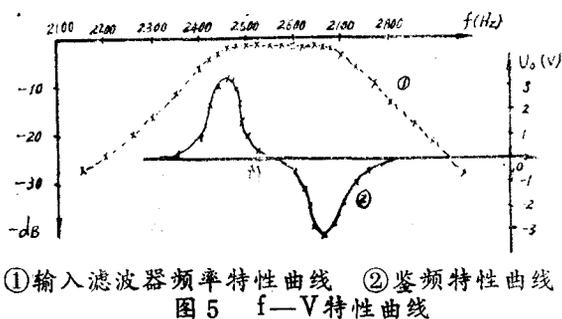
为了测量和检查通道,本装置中专门设置了试验单元。通过改变面板上的试验座可方便地进行单向运行试验,双向运行试验,以便及时地对通道和装置进行定期检查。同时还可进行传递时间的测量。

该装置采用插件结构,维修调试十分方便。

## 五、使用说明

微波通道主要由微波发射机,接收机和微波终端载波机组成。微波通信网的各终端站都配备有该设备。微波中继站一般不配备终端载波机,这种情况下,构成微波保护时还要附加终端载波机。

在利用FYP-1音频接口装置构成微波保护时,FYP-1通过电缆接入终端载波机。由于FYP-1装置的输出输入为四线制、因而,它不需经过终端载波机的音频终端盘的二、四线转换装置、可直接进入载波机的音频盘。



①输入滤波器频率特性曲线 ②鉴频特性曲线  
图5 f—V特性曲线

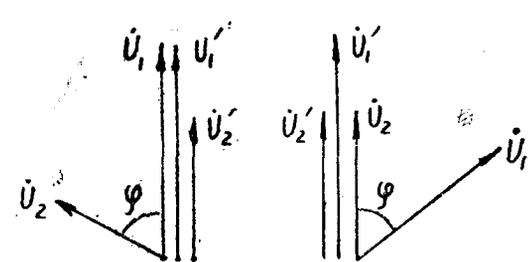


图10 同期回路接线错误的一般规律分析

(上接47页)

经多次的应用实践证明,电压矢量图法简单易行,能迅速查出同期回路的接线错误。常能借助这种方法,在并车操作之前查出同期回路的接线错误,从而最终避免非同期合闸的恶性事故。事实证明它不失为一种值得推广的好方法。