

ZTB—1型同期捕捉装置

东北电力设计院 何新民 许昌继电器研究所 陈道才

变电所的同期合闸和发电站中发电机同期并列合闸在技术要求上有很多不同。前者既不需要也不可能对机组的转速和电压作直接的调节。对同期三要素即周波差；电压差和合闸相位角误差的技术要求也有所不同。由于考虑到输电线和升压变压器阻抗的存在，以及电力系统中大量发电机的相互分流作用，在变电所内进行同期合闸的技术要求一般比单台发电机同期并网的技术要求低。大量变电所的同期合闸操作经验及其示波图证明：在变电所内两个电力系统的周波差在0.4~0.6周/秒范围内即可进行同期合闸（较小值适用于稳定储备小的系统变电所）。关于电压差的要求一般在两个系统的电压相差额定值的15%至20%范围之内仍允许进行同期操作。至于合闸相位角误差（在断路器主触头接通瞬间），可在 $\pm 30^\circ$ 范围以内。以上要求既保证变电所同期合闸的安全，又简化了同期装置的接线，使本同期装置具有简单、可靠、便于调试等特点。本文介绍的ZTB—1型同期捕捉装置就是按上述设计思想进行设计的。下面介绍一下同期捕捉装置的工作原理和它的使用方法。

1、工作原理

ZTB—1型同期捕捉装置由六个主要部分构成：相角差测量回路；频率差测量回路；电压差测量回路；低电压闭锁回路；防止多次连续合闸的闭锁电路；直流电源的稳定与降压回路。（参见原理接线图）

（1）相角差测量回路：

相角差测量回路由两个电压变换器 B_1 和 B_2 ；裂相整流及滤波； BG_1 和 BG_2 两个三极管组成的零指示器等元件构成。系统电压 E_1 和待同期的地区电压 E_2 经电压变换器 B_1 和 B_2 后接成差电压形式，此差电压 V_d 之值可以下式表示：

$$V_d = 2\sqrt{2} U_N \sin\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right) \dots\dots (1)$$

式中： U_N 为系统的额定电压（有效值）； ω_1 和 ω_2 分别为系统和地区电压的角速度； t 表示时间。如果以 θ 代表相角差 $(\omega_1 - \omega_2)t$ ； K 代表整流滤波系数，则经整流滤波后的直流差电压 \bar{U}_d 为：

$$\bar{U}_d = 2K V_N \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \dots\dots (2)$$

从(2)式可知:两电压之间的相位角差 θ 可以通过测量直流差电压 \overline{U}_d 的绝对值来取得。本装置的相角差测量回路就是利用BG₁和BG₂组成的零指示器来测定直流差电压 \overline{U}_d 之值是否大于零指示器阈值判别相位角差 θ 是否超过某一指定值的。

(2) 频率差测量回路:

频率差测量回路由上述相角差测量回路加上由BG₃和BG₄以及电容器C₄和它的充电回路组成的充电式延时电路构成。其基本原理是利用测定相角差从 θ_1 变化至 θ_2 所经历的时间由BG₁的动作值和返回值来反映,当该时间大于延时整定值时,即表示频率差已足够小,可以进行同期合闸。反之,则表示频率差过大,BG₄保持截止而不能进行同期合闸。当频率差足够小,此时BG₁和BG₂从动作到返回的时间大于时间电路C₄的充电整定时间,稳压管DWY₂击穿使BG₄导通,并通过二极管D₃自保持。此时,与门电路中的R₂₃仍独自供给偏流给BG₅使其保持导通。等待到BG₁返回至导通状态时BG₅才变为截止,BG₅导通使出口中间继电器ZJ₁动作而发出合闸脉冲。由于二极管D₄₃的作用使合闸脉冲发出的时机刚好在BG₁返回的瞬间,从而保证了合闸提前角与返回角 θ_2 相等(提前角整定值为25°~40°)。由于频率差整定的变化范围比较小,因此用提前角代替恒定的提前时间其误差在允许的范围之内,从而使电路大为简化。

(3) 电压差测量回路:

电压差测量回路由BG₇和BG₈及其有关的信号输入回路组成。其工作原理是比较系统电压和地区电压差值,比较是经整流滤波之后进行的。当交流电压差超过15%至20%额定值时即应进行闭锁。闭锁是通过BG₈截止后经D₃₄送出正偏压给BG₃使之导通并使C₄放电来实现的。

(4) 低电压闭锁回路:

低电压闭锁回路由BG₉和BG₁₀及其有关的信号输入回路构成。其作用是防止待同期的地区电压过低,引起相角差测量回路的误差超过允许值而设置的。BG₉和BG₁₀在正常电压时前者截止,后者导通。当B₂二次电压(端子7—8)低于整定值时BG₉导通,BG₁₀截止并通过D₄₂送出正偏压给BG₃使C₄放电,从而达到闭锁的目的。低电压闭锁的整定值应有85%额定电压左右。

(5) 防止多次合闸闭锁回路:

防止多次连续合闸的闭锁电路由中间继电器ZJ₂作为执行元件。该继电器由变电所的控制屏上的合闸位置继电器HWJ来起动并通过ZJ₂自保持。动作后断开本同期捕捉装置的18伏直流电源,使整套装置退出运行。

(6) 电源:

直流电源的稳压与降压回路由稳压管DWY₄, DWY₅和DWY₆加上R₂₆和R₂₇两个降压电阻组成。当负载电流在30毫安范围内变化时可以保持直流电压不变。

2、主要技术参数及整定范围

(1) 系统和待同期的地区的额定电压均为100V,50Hz。采用100V是在于电压互感器二次电压可以不受一次系统接地情况的影响。

(2) 直流输入电压有220V, 110V, 48V三种规格。

(3) 动作相位差角 $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 分段连续可调, 粗调分 $25^{\circ}, 30^{\circ}, 35^{\circ}, 40^{\circ}$ 四档, 由面板上的切换片整定, 细调由电位器 R_2 整定。

(4) 频率差测量回路中的时间分1.5, 2.0, 2.5, 3秒四档连续可调。粗调由面板上的切换片整定, 细调由电位器 R_{14} 整定(整定计算方法见本文3)。

(5) 低电压闭锁: $(85 \pm 5)\%U_N$, 可由电位器 R_{61} 进行整定。

(6) 电压差闭锁: $(15 \pm 5)\%U_N$, 可由电位器 R_{99} 进行整定。

(7) 允许断路器固有合闸时间为 $0.1 \sim 0.6s$ 。

3. 整定计算及举例

以 ϕ 代表动作相差角(即 BG_1 开始截止时的相差角), 0.9ϕ 代表返回相差角(即 BG_1 开始恢复导通时的相差角), 如果以合闸瞬间误差角不大于 30° 为条件, 则允许的最大频率差 F_d 可按下式计算:

$$F_d \leq \frac{30 + 0.9\phi}{360t_{DL}} \dots\dots\dots (3)$$

(注意: 当 F_d 计算值大于 0.5 时, 仍采用 0.5)

式中: t_{DL} 为断路器的固有合闸时间(秒),

F_d 的单位为周/秒

时间电路中的电容器 C_4 的充电时间, 控制着频率差的允许值的大小。此时间整定值 t 的计算公式如下:

$$t = \frac{360 - 1.9\phi}{360F_d} \dots\dots\dots (4)$$

式中: t 为整定时间(秒), F_d 是公式(3)计算的结果, 关于动作相差角 ϕ 的选择可按下表:

断路器固有合闸时间 t_{DL} (秒)	0.1至0.2	0.2至0.4	0.4至0.5	0.5至0.6
选择的动作相差角 ϕ (度)	25	30	35	40

举例计算如下:

某变电所采用ZTB—1型捕捉同期装置作同期合闸, 其断路器的固有合闸时间不大于 0.2 秒, 试计算各有关的整定值。

由于断路器的固有合闸时间比较小, 按上表选择动作相差角 $\phi = 25^{\circ}$ 。代入(3)式求得:

$$F_d \leq \frac{30 + (0.9 \times 25)}{360 \times 0.2} = 0.73 \text{周/秒}$$

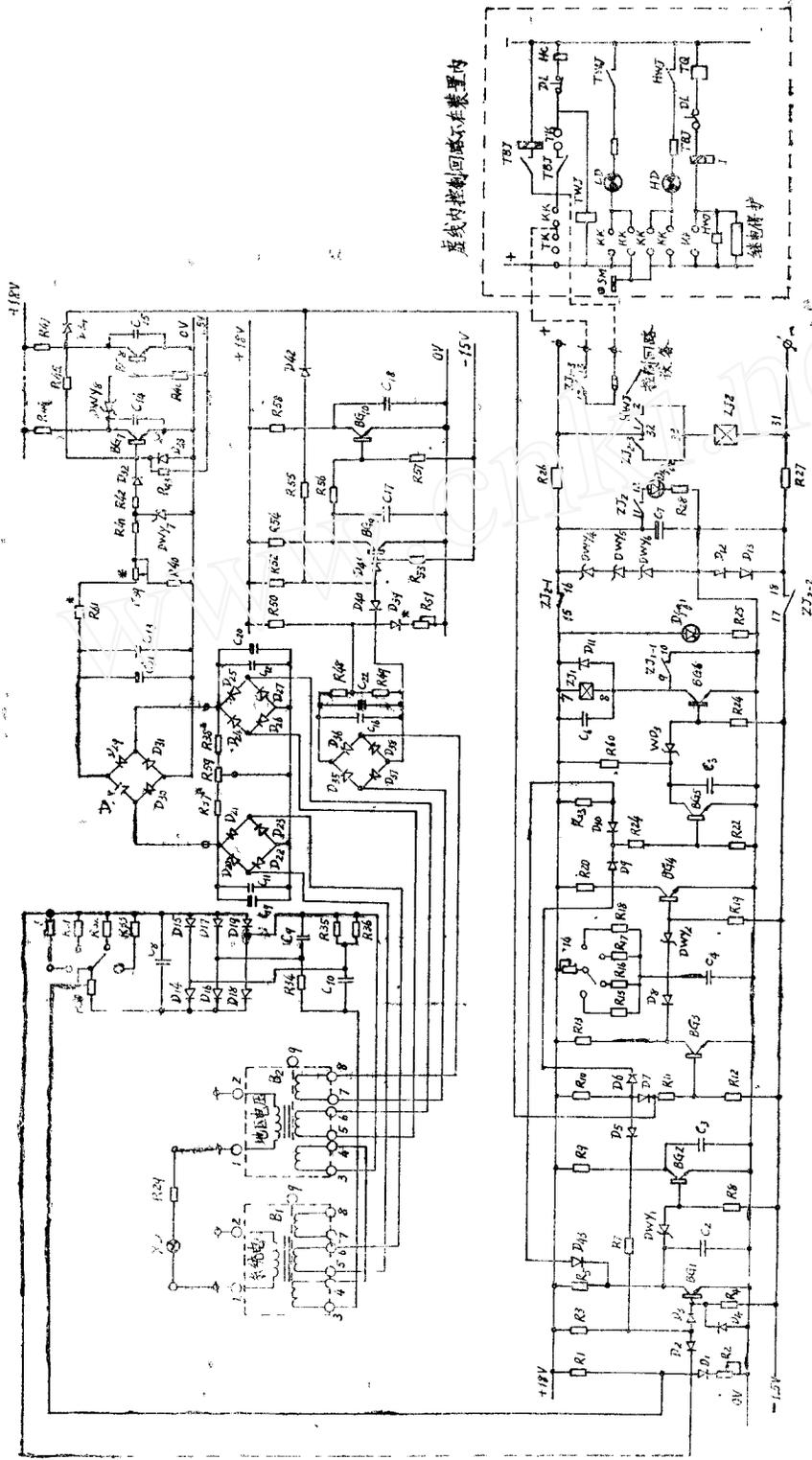
由于此值已大于上限 0.5 故采用 $F_d = 0.5$ 把此值代入(4)式可得:

$$t = \frac{360 - (1.9 \times 25)}{360 \times 0.5} = 1.7 \text{秒}$$

本举例答案如下: 动作相差角 ϕ 的整定值为 25° ; 频率差时间整定值 t 为 1.7 秒;

电压差闭锁整定值(见第2节)选为 $15\% \times 100$ 即 15 伏;

低电压闭锁整定值选为 $85\% \times 100$ 即 85 伏。



原理接线图