



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

同步发电机的自动并列

准同期并列的基本原理

主讲：崔跃华

目录



在线开放课程

- 脉动电压
- 准同期并列装置
- 准同期并列合闸信号的逻辑控制

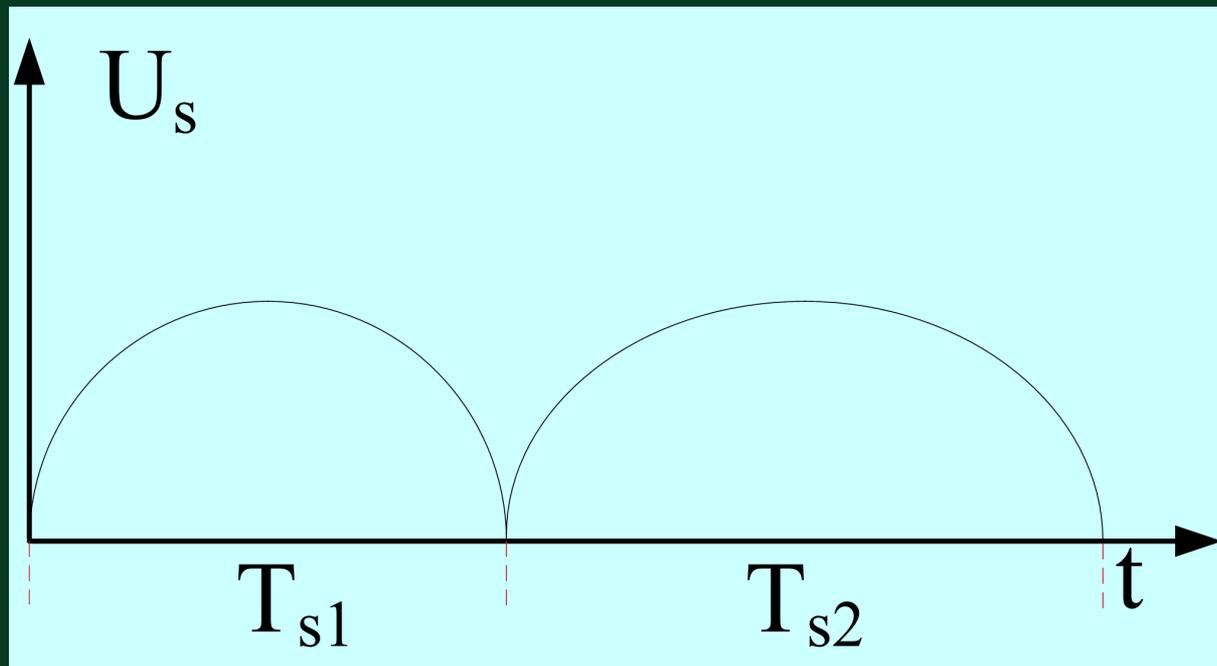
一、脉动电压

- 冲击电流及进入同步运行的暂态过程，决定于合闸时脉动电压 U_s 值和滑差角频率 ω_s 。

$$u_s = U_s \cos\left(\frac{\omega_G + \omega_X}{2} t\right)$$

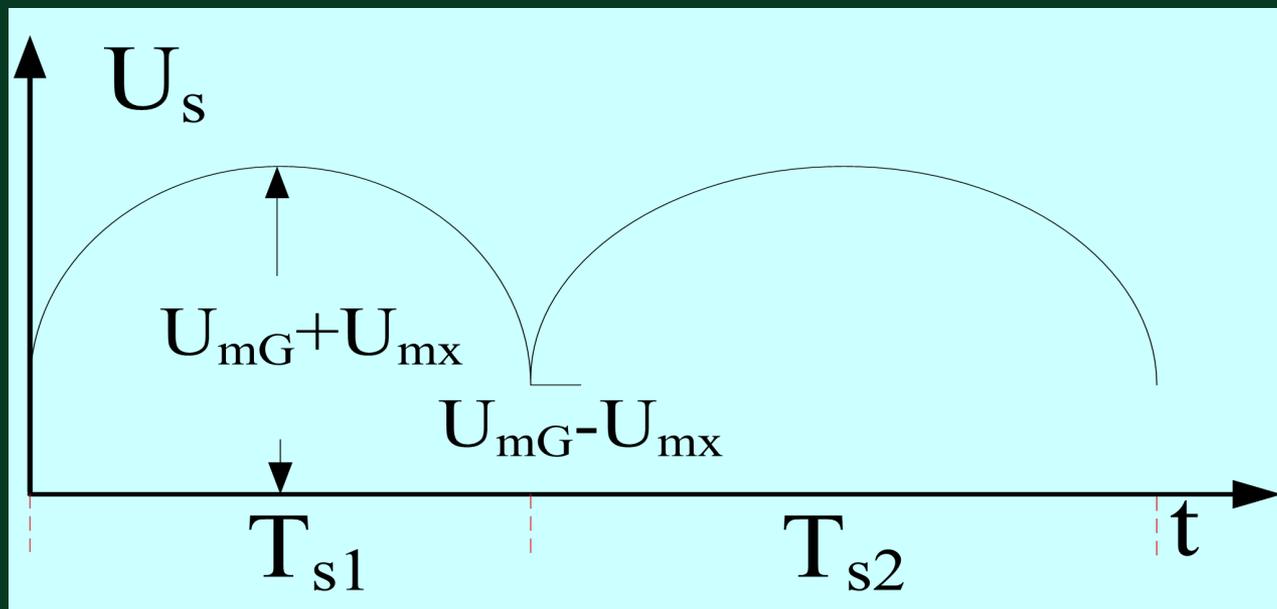
$$U_s = 2U_{mG} \sin \frac{\omega_s}{2} t = 2U_{mX} \sin \frac{\omega_s}{2} t$$

$$U_{mG} = U_{mX}$$



$$U_{mx} \neq U_{mG}$$

$$U_s = \sqrt{U_{mx}^2 + U_{mG}^2 - 2U_{mx}U_{mG} \cos \omega_s t}$$



脉动电压在自动并列装置中的作用



在线开放课程

- U_s 脉动电压波形中，载有准同期并列所需检测的信息：电压幅值差、频率差以及相角差随时间变化的规律。
- 因此并列两侧电压为自动并列装置提供并列条件信息，供选择合适的合闸信号发出时间等。

1. 电压幅值差

- 最佳为二电压重合时， U_s 的值最小。
- 对应脉动电压 U_s 波形最小幅值。

$$U_{s \min} = |U_{mG} - U_{mX}|$$

2. 频率差 f_s

- 显示出相角差随时间变化的规律。
- 要求 ω_s 小于某一允许的值，相当于要求脉动电压周期 T_s 大于某一给定的值。

$$W_s = 2\pi f_s$$

$$W_{sy} \leq 0.2\% * W_N \leq 0.2 * \frac{2\pi * f_N}{100} \leq 0.2\pi(\text{rad} / \text{s})$$

$$T_s \geq \frac{2\pi}{W_{sy}} = 10\text{s}$$

3. 合闸相角差的控制

- 考虑断路器操作机构和合闸控制回路控制电器的固有动作时间，必须在两电压向量重合之前发出合闸信号，即取一提前量。
- 恒定越前相角并列控制
- 恒定越前时间并列控制
- 一般并列回路都具有固定动作时间，因此恒定越前时间并列装置得到广泛应用。

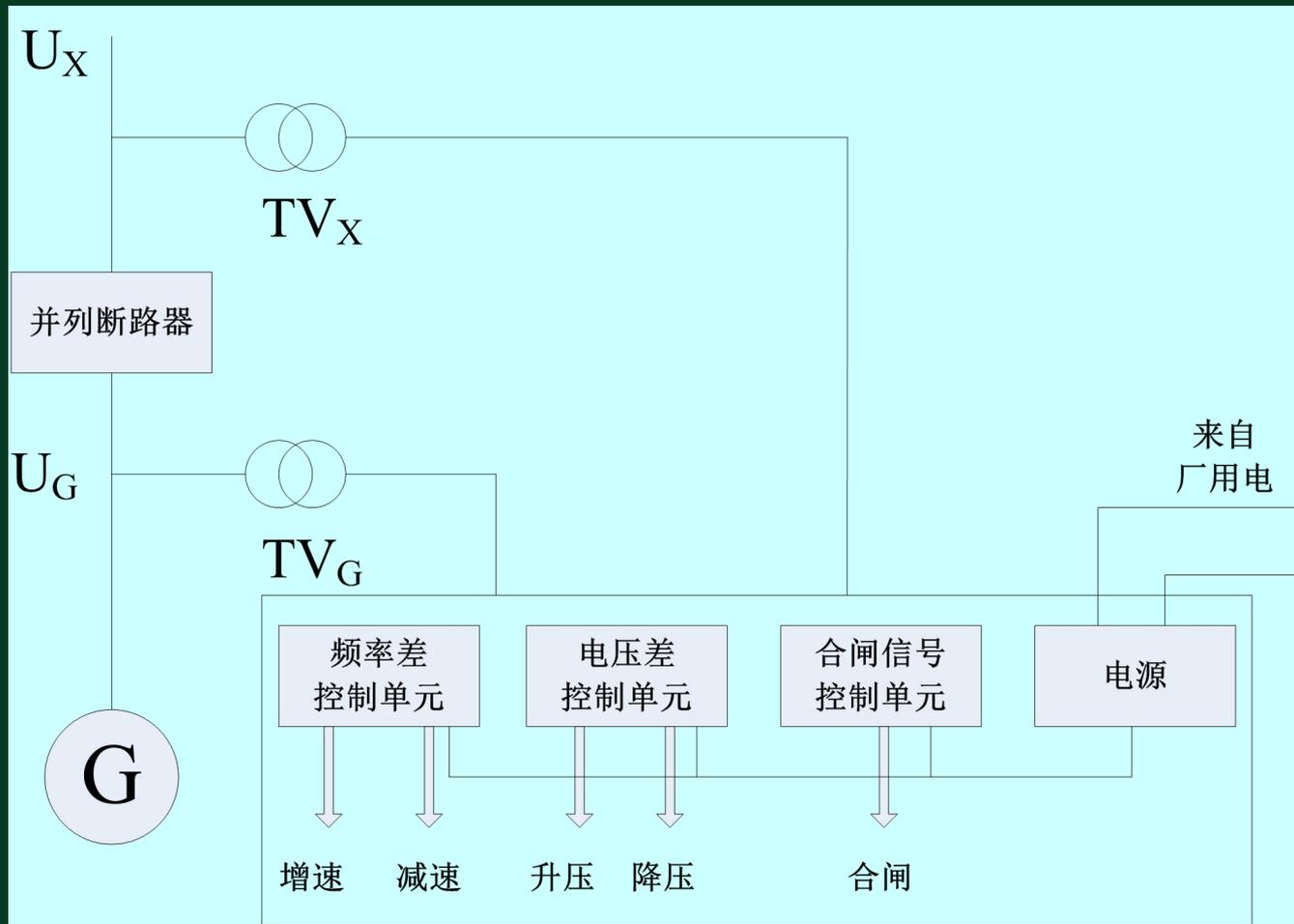
二、准同期并列装置



在线开放课程

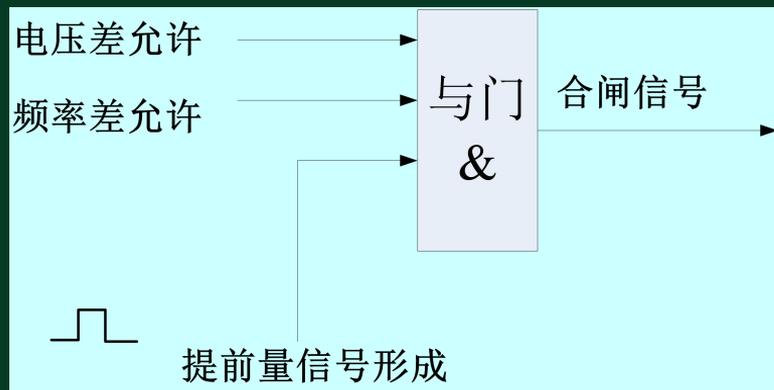
- 1. 控制单元
 - (1) 频率差控制单元
 - (2) 电压差控制单元
 - (3) 合闸信号控制单元

- 2. 自动化程度分类
- (1) 半自动并列装置
- 没有频率差控制和电压差控制功能，只有合闸信号控制单元。
- (2) 自动并列装置
- 设有频率差控制和电压差控制功能，同时也有合闸信号控制单元。



三、准同期并列合闸信号的逻辑控制

- 准同期并列装置中，合闸信号控制单元是核心部件。
- 控制原理是频率和电压都满足并列条件的情况下，在 U_g 和 U_x 两向量重合之前发出合闸信号。
- 两电压向量重合之前的信号称为提前量信号。

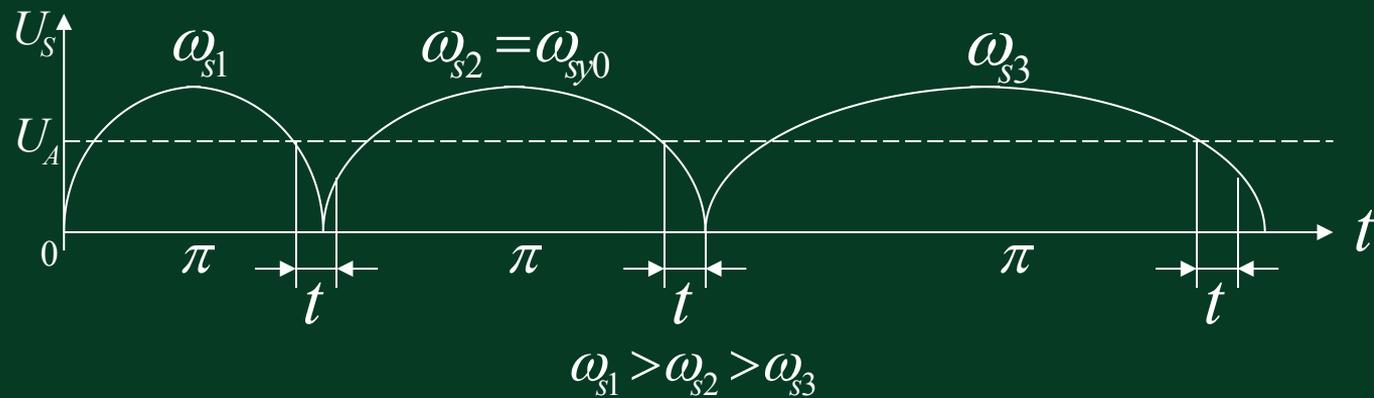


(一) 恒定越前相角准同期并列

- 提前量信号取某一恒定相角 δ_{YJ} 。
- 断路器的合闸时间为 t_{QF} 。同期装置动作时间为 t_C 。

$$t = t_{QF} + t_C \implies \delta_{YJ} = \text{常数} = \omega_{sy0} t$$


最佳滑差角频率



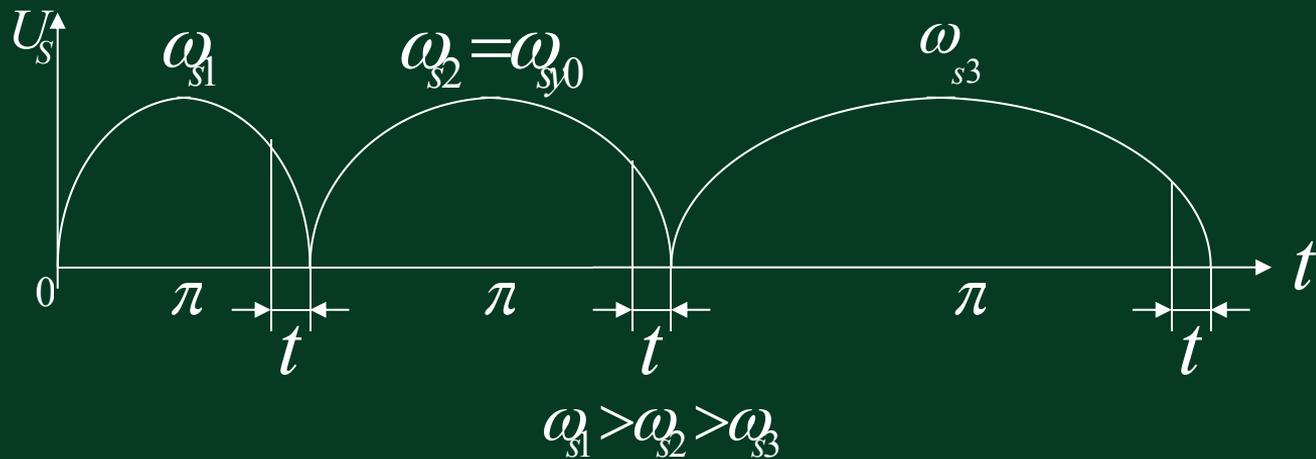
$\omega_s > \omega_{sy0}$ \longrightarrow 过零后合闸

$\omega_s = \omega_{sy0}$ \longrightarrow 过零时合闸

$\omega_s < \omega_{sy0}$ \longrightarrow 过零前合闸

(二) 恒定越前时间准同期并列

- 提前量信号取恒定时间 $t = t_{QF} + t_C = \text{常数}$



- 理论上可以完全无冲击，但是动作时间存在误差，设 δ_{ey} 为允许合闸相角。

$$\Delta t = \Delta t_{QF} + \Delta t_C \longrightarrow \delta_{ey} = \omega_S \Delta t$$

- 所以，还是要限制 ω_S