

ICS 29.240
K45

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CEC XXXX—202X

发电机自动准同期装置整定计算 技术导则

Technical guide for setting calculation of generator automatic
quasi-synchronization device

（征求意见稿）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国电力企业联合会发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 同期装置的整定计算 3

附 录 A （资料性） 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定计算示例 4

附 录 B （资料性） 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定管理 7

前 言

本文件依据 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业继电保护标准化技术委员会（DL/TC 15）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次制定。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

发电机自动准同期装置整定计算技术导则

1 范围

本文件规定了发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定计算原则和方法。

本文件适用于发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定计算，相关科研、设计、制造、调试及运行单位可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 50062 电力装置的继电保护和自动装置设计规范

DL/T 1348 自动准同期装置通用技术条件

国能发安全〔2023〕22号 防止电力生产事故的二十五项重点要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

同期检定闭锁继电器 **synchronism check locking relay**

同期检定闭锁继电器是检测并列两侧电源的电压、频率、相位并在合适的范围内解除合闸闭锁的继电器，也叫做同步检查继电器或同期（闭锁）继电器。

3.2

导前时间 (t) **leading time**

装置发出合闸脉冲的时刻至待并系统电压与运行系统电压同相位时间间隔。

3.3

频差 (Δf 或 $\Delta f'$) **frequency difference**

待并系统与运行系统电压之间的频率差。

3.4

压差 (ΔU 或 $\Delta U'$) **voltage difference**

待并系统与运行系统之间的电压差。

3.5

相位角度差 (δ) **phase angle difference**

待并系统与运行系统电压之间的相位角度差。

4 总体要求

4.1 本文件是发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器整定计算的基本依据，相关科研、设计、制造、调试及运行单位应共同遵循。

4.2 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器整定计算的主要任务是：通过整定计算，确定其整定参数，提高同期并列操作的准确性、快速性和可靠性，限制发电机并列过程产生的电气、机械冲击，避免主设备损坏，维持电力系统的稳定性。

4.3 发电机自动准同期装置的技术性能应不低于 DL/T 1348 的要求，并与本文件中提出的具体规定和要求相符合，本文件不列举同期装置和同期检定闭锁继电器的具体型式，整定计算方法适用于国内通用的准同期检定原理。

4.4 同期检定闭锁继电器性能应满足：

4.4.1 发电机自动准同期装置合闸输出接点应与同期检定闭锁继电器闭锁接点串联使用。

4.4.2 自动准同期系统应安装独立的同期检定闭锁继电器，同期检定闭锁继电器应同时具备压差、频差、角差检查闭锁功能。

4.4.3 同期检定闭锁继电器宜采用精度较高的数字式同步检查继电器或微机多功能同步表，以提高同期检定闭锁继电器的检定精度。

4.5 本文件中对于频差、压差、相位角度差的规定，以运行系统为基准，待并系统高于运行系统为正值，反之为负值。

4.6 整定计算中，在满足系统并列时间要求的基础上，应减小压差闭锁值 ΔU （或 $\Delta U'$ ）、频差闭锁值 Δf （或 $\Delta f'$ ）、相位角度差 δ ，宜将压差闭锁值 ΔU （或 $\Delta U'$ ）设置为负值、频差闭锁值 Δf （或 $\Delta f'$ ）设置为正值，从而降低并列时对发电机的冲击。

4.7 整定计算前，应通过现场试验实测导前时间（包括发电机并列断路器固有合闸时间、中间继电器动作时间等）。

4.8 除特殊说明外，本文件中列出的计算公式，无论用有名值或标幺值进行计算，其计算结果（如电压、频率等）应以二次侧有名值的形式给出。

4.9 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定计算原则应满足《防止电力生产事故的二十五项重点要求》规定要求。

4.10 本文件中涉及非同期合闸时允许的冲击电流倍数参照 GB/T 50062 中“表 A.0.1”执行。

4.11 当待并系统和运行系统之间因变压器接线组别或 TV 接线相别不同而存在固有相位角度差时，应采用二次接线调整或装置相应整定值补偿。

4.12 采用变压器高压侧断路器作为并列断路器时，应针对两侧 TV 变比与变压器运行变比存在的电压偏差进行电压补偿。

4.13 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定计算示例，可参考本文件中的附录 A。

4.14 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定管理，可参考本文件中的附录 B。

5 同期装置的整定计算

5.1 同期装置导前时间 (t) 的整定：同期装置导前时间应等于并列断路器固有合闸时间与中间继电器动作时间之和，并基于假同期试验录波数据，优化导前时间整定值。

5.2 同期装置合闸开出脉宽的整定：在保证压差、频差、相位角度差在可靠范围内，准同期装置合闸开出脉宽宜为 1~2 个同期合闸导前时间。

5.3 同期装置压差 ΔU 的整定：整定值不宜超过 $\pm 5\%$ 额定电压。

5.4 同期装置频差 Δf 的整定：整定值宜为 $\pm 0.05\text{Hz} \sim \pm 0.2\text{Hz}$ 。

5.5 调频脉冲宽度的整定：整定值不宜小于 100ms，并根据试验数据优化整定值。

5.6 调压脉冲宽度的整定：整定值不宜小于 100ms，并根据试验数据优化整定值。

6 同期检定闭锁继电器的整定计算

6.1 同期检定闭锁继电器最大允许相位角度差 δ 的整定计算

考虑准同期装置与同期检定闭锁继电器之间的配合关系，应使同期检定闭锁继电器先满足开放条件。应按照下述公式 (1) 计算同期检定闭锁继电器最大允许相位角度差 δ 的整定值。

$$\delta = \arccos[1 - \frac{(X_d'' + X_T + X_s)^2 I^2}{2.1}] \quad (1)$$

式中： X_d'' 为同步发电机次暂态电抗、 X_T 为升压变电抗、 X_s 为系统电抗， X_d'' 、 X_T 、 X_s 均为以发电机容量为基准的标么值， I 的取值，依据 GB/T 50062 中的合闸允许电流倍数值，具体取值可参照附录 A 的整定示例。计算中考虑合闸时刻待并系统与运行系统有 5% 的压差。同时，为保证主设备安全，允许相位角度差 δ 不宜大于 30° 。

6.2 同期检定闭锁继电器压差 $\Delta U'$ 的整定计算

$$\Delta U' = K_U \Delta U \quad (2)$$

其中， K_U 为同期压差闭锁系数， $K_U = 1.1 \sim 1.2$ ， ΔU 为同期装置压差整定值。当采用变压器高压侧断路器作为并列断路器时，应考虑两侧 TV 变比与变压器运行变比存在的电压偏差影响。

6.3 同期检定闭锁继电器频差 $\Delta f'$ 的整定计算

$$\Delta f' = K_f \Delta f \quad (3)$$

其中， K_f 为同期频差闭锁系数， $K_f = 1.1 \sim 1.2$ ， Δf 为同期装置频差整定值。

附录 A
(资料性)

发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定计算示例

A.1 典型接线

某现场接线图如下图 1, 发电机可通过断路器 1、断路器 2 或断路器 3 并列, 发电机机端电压 15.75kV, 经过主变 (YNd11) 升压后一次电压为 525kV, 发电机出口 (TV1) 和主变低压侧 (TV2) 接入同期装置的 TV 变比为 15.75/0.1kV, 系统侧 (TV3、TV4、TV5) 接入同期装置的 TV 变比均为 500/0.1kV。

相关说明:

- (1) TV3、TV4、TV5 一次电压: 指 TV3、TV4、TV5 电压实际一次值。
- (2) TV1、TV2 一次电压: 指 TV1、TV2 电压实际一次值。
- (3) TV3、TV4、TV5 一次值、TV3、TV4、TV5 二次值、TV1、TV2 一次值、TV1、TV2 二次值分别指现场 TV 的实际参数。
- (4) 采用断路器 1 并列时, 选择同期电压为 TV1 和 TV2 (若无 TV2, 则选择 TV1 和 TV3), 采用断路器 2 并列时, 选择同期电压为 TV3 和 TV4, 采用断路器 3 并列时, 选择同期电压为 TV3 和 TV5。

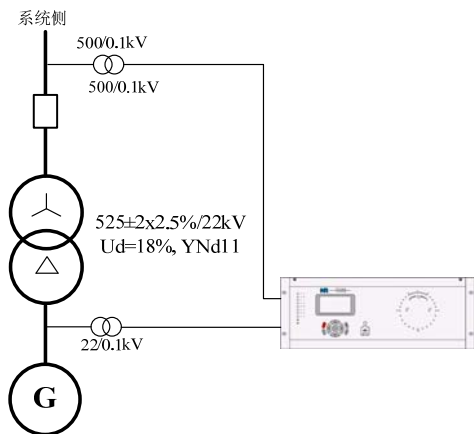


图 1 典型接线图

序号	定值名称	整定值
1	TV3、TV4、TV5 一次电压	525
2	TV1、TV2 一次电压	15.75
3	TV3、TV4、TV5 一次值	500
4	TV3、TV4、TV5 二次值	100
5	TV1、TV2 一次值	15.75
6	TV1、TV2 二次值	100

表 1 整定相关参数

本整定计算示例中, 同期装置共有 3 个同期点 (断路器 1、断路器 2 或断路器 3), 每个同期点有一组定值, 共 3 组定值, 本文件以断路器 1 同期装置及同期检定闭锁继电器定值整定计算为例。

此情况下, 发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的定值整定计算如下:

1 同期装置的整定计算

1.1 同期装置导前时间 (t) 的整定:

同期装置导前时间应等于并列断路器固有合闸时间与中间继电器动作时间之和, 并基于假同期试验录波数据, 优化导前时间整定值。

本示例中, 测得断路器 1 固有合闸时间约为 80ms, 中间继电器动作时间约为 6ms。

因此, 同期装置导前时间 (t) 整定为 100ms。

1.2 同期装置合闸开出脉宽的整定:

在保证压差、频差、相位角度差在可靠范围内, 准同期装置合闸开出脉宽宜为 1~2 个同期合闸导前时间。本示例中, 同期装置合闸开出脉宽整定为 200ms。

1.3 同期装置压差 ΔU 的整定:

整定值不宜超过 $\pm 5\%$ 额定电压。本示例中，同期装置压差 ΔU 整定为 $-3V$ 。

1.4 同期装置频差 Δf 的整定：

整定值宜为 $\pm 0.05Hz \sim \pm 0.2Hz$ 。本示例中，同期装置频差 Δf 整定为 $0.12Hz$ 。

1.5 调频脉冲宽度的整定：

整定值不宜小于 $100ms$ ，并根据试验数据优化整定值。本示例中，调频脉冲宽度整定为 $100ms$ 。

1.6 调压脉冲宽度的整定：

整定值不宜小于 $100ms$ ，并根据试验数据优化整定值。本示例中，调压脉冲宽度整定为 $100ms$ 。

1.7 频率变化率的整定：整定值范围宜为 $0.1Hz/s \sim 0.2Hz/s$ 。本示例中，结合发电机调速器实际频率调节速率，频率变化率整定为 $0.15Hz/s$ 。

1.8 相角变化率的整定：整定值范围宜为 $0.2^\circ/s \sim 0.5^\circ/s$ 。本示例中，相角变化率整定为 $0.3^\circ/s$ 。

1.9 相角差补偿的整定：

采用断路器 1 并列时，选择同期电压为 TV1 和 TV2，此时不存在变压器接线组别或 TV 接线相别不同，相角差补偿为 0。

若无 TV2，则选择 TV1 和 TV3，存在因变压器接线组别或 TV 接线相别不同的固有相位角度差，应采用二次接线调整或装置相应整定值补偿。设 TV1、TV3 均取线电压，变压器为 YNd11 联接，即 TV1 为 Δ 联接，TV3 为 Y 联接，TV3 一次（或二次）电压超前 TV1 一次（或二次）电压角度为 330° ，此角度即为相角差补偿值。

2 同期检定闭锁继电器的整定计算

2.1 同期检定闭锁继电器最大允许相位角度差的整定计算：

应按下述公式（1）计算同期检定闭锁继电器最大允许相位角度差 δ 的整定值。

$$\delta = \arccos[1 - \frac{(X_d'' + X_T + X_s)^2 I^2}{2.1}] \quad (1)$$

本示例中，根据标准 GB/T 50062 的要求，以允许值稍低的水电机组为例，冲击电流周期分量允许值是 $0.6/X_d''$ ，计算合闸电流周期分量的算式为 $I = \Delta U / (X_d'' + X_T + X_s)$ 。一般地，以单元接线机组为例，其升压变电抗 X_T 标幺值略小于机组电抗 X_d'' ， X_T 加上系统电抗 X_s 可以近似认为与发电机次暂态电抗 X_d'' 相等，所以近似有 $I = \Delta U / (2X_d'')$ ；对于冲击电流允许值是 $0.6/X_d''$ ，则允许的合闸时刻 ΔU 为 $1.2pu$ ，考虑 3 倍的安全裕度（也可以取更大倍数的安全裕度，得到的 δ 更小，更适用于电子型的同期检定闭锁继电器，对于机械式的同期检定闭锁继电器，取 3 倍更实用），则保守的合闸时刻允许 ΔU 为 $0.3pu$ ， I 取 GB/T 50062 中的合闸允许电流倍数值值的 1/4，即 $0.15/X_d''$ 。

由上式可得到 δ 约为 16.8° ，同时，为保证主设备安全，允许相位角度差 δ 不宜大于 30° ，本示例中， δ 整定值为 15° 。

2.2 同期检定闭锁继电器压差 $\Delta U'$ 的整定计算：

$$\Delta U' = K_U \Delta U \quad (2)$$

本示例中， K_U 取 1.1， $\Delta U'$ 整定为 $-3.3V$ 。

2.3 同期检定闭锁继电器频差 $\Delta f'$ 的整定计算

$$\Delta f' = K_f \Delta f \quad (3)$$

本示例中， K_f 取 1.1， $\Delta f'$ 整定为 0.13Hz。

附录 B

(资料性)

发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器的整定管理

- B.1 机组首次并网前 3 个月，工程组织方应向整定计算单位提供同期装置和同期检定闭锁继电器定值清单、装置说明书、软件版本、图纸资料等。
- B.2 同期装置和同期检定闭锁继电器定值整定计算必须保留整定计算方案，整定计算方案应妥善保管，以便日常运行或事故处理时核对。整定计算结束后，需经专人全面复核，以保证整定计算的原则合理、定值计算正确。编制定值通知单时，应注明定值单编号、编发日期、限定执行日期和作废的定值通知单等。
- B.3 在整定发电机自动准同期装置和同期检定闭锁继电器定值时，应编制整定计算方案和定值通知单，履行审批手续，应有计算人、复核人及审批人签字，并报相关部门备案。
- B.4 运行单位应严格按照定值通知单要求设定同期装置和同期检定闭锁继电器定值，并进行定值核对。如有疑问应主动、及时向整定计算专责人汇报，由整定计算专责人负责相应的定值调整，现场试验人员应做好记录。定值设定工作结束后，在定值通知单上签字并移交现场运行部门。
- B.5 调度机构下发的同期装置和同期检定闭锁继电器定值变更后，现场运行人员应主动与调度值班员核对定值，并在整定单上记录核对人员姓名、核对日期等。生产单位负责整定计算的同期装置和同期检定闭锁继电器定值变更后，生产单位内部也应严格履行核对手续。
- B.6 新投产、大修机组及同期回路（包括电压交流回路、控制直流回路、同步表、自动准同期装置及同期把手等）发生改动或设备更换的机组，应进行断路器假同期试验并录制试验波形，对导前时间进行复核和优化。
-