

NSC 511U
微机自动准同期装置
技术说明书

V4.01

南京南自四创电气有限公司

2022年7月

* 本公司保留对此说明书修改的权利，请注意最新版本资料

安全声明

1. 说明

安全声明与相关的装置文件构成了安全操作、调试与测试的完整信息。在对装置作任何操作之前，使用人员必须熟悉本安全声明的内容和装置铭牌的额定参数。

2. 健康和安全

装置的正常和安全运行，依赖于恰当的运输、搬运和正确的贮存、安装和调试，以及细心的操作、维护和维修。因此，只有合格人员才可操作或在装置上工作。合格人员是指：

——熟悉装置的安装、调试和运行，以及所接入的系统的人员；

——能够按照认可的安全工程惯例执行操作，并经授权可对装置进行带电、掉电、隔离、接地和挂牌操作的人员；

——经过安全设备使用培训的人员；

——经过急救培训的人员。

装置的安装、调试和运行由装置文件提供了说明。但手册不能涵盖所有想得到的情况或所有的细节。在出现问题或特殊情况时，未经正确授权不得采取行动。

3. 设备的安装、调试和维护



- a) 严格遵照执行国家及电力行业相关安全规程。工作在高电压环境下，应严肃认真对待，以避免人身伤害或设备损坏；
- b) 在操作中不应触摸电路，可能会有致命的电压、电流；
- c) 在拆卸开装置面板后，应避免触及电路，装置包含电子电路，如果遭受静电，可能会受到损坏。电子电路也可能含有致命的危险电压；
- d) 不管运行条件如何，必须将装置与保护地相连。这也适用于一些特殊的场合，如在台桌上测试演示及离线配置。不经恰当接地操作装置，可能会损坏装置，也可能发生事故引起伤害；
- e) 在正常运行期间，严禁断开或连接与端子相连的导线或连接件，可能会有致命的危险电压、电流，也可能中断设备的运行，损坏端子及测量电路；
- f) 严禁不短接电流互感器的二次绕组就断开其二次回路的连接。运行的电流互感器在二次绕组开路时，会产生危险高电压，可能会损坏互感器，也可能引起人身伤害；
- g) 在装置带电或者与带电回路相连接时，严禁拆卸前面板，可能会有致命的电压、电流。



- a) 在运输装置的模件时，应使用经过验证的防静电袋。在对模件进行操作或处理时，应使用导电腕环套与保护地相连，并在适当的防静电表面操作。静电放电（ESD）可能会引起模件损坏；
- b) 不得将装置与带电导线相连，这可能会使装置内部电路受到损坏；
- c) 在安装调试装置过程中，如果碰触装置或其连线要小心，以免受到电击。



- a) 装置应运行于其规定的电气和环境限值之内；
- b) 装置上电前，应明确连线与正确示图相一致；
- c) 装置上电使用前请仔细阅读说明书，参照说明书对装置进行操作、定值整定和测试。如有随机资料，相关部分以资料为准；
- d) 改变当前保护定值组将不可避免地要改变装置的运行，在作改变前应谨慎，并按规程作校验；
- e) 装置提供了告警触点，这些触点应接入到能进行告警的系统中；
- f) 装置操作密码为：8888。

版本声明

a) 本使用说明书适用于以下型号装置：

— NSC511U 系列微机自动准同期装置

b) 本使用说明书适用于以上各装置的标准版本及工程更改版本，除非存在以下情况：

— 附加更改说明；

— 使用说明书更新，版本升级。

10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3	V4.01	增加版本说明	2022.7
2	V4.00	修订版本	2022.6
1	V2.18	初始版本	2018.3
序号	说明书版本号	修改摘要	修改日期

目录

1 装置简介	1
1.1 特点	1
1.2 主要功能	1
2 技术参数	2
2.1 额定参数	2
2.2 主要技术性能	2
2.3 绝缘性能	3
2.4 电磁兼容性能	3
2.5 机械性能	4
2.6 环境条件	4
3 装置硬件	5
3.1 机箱结构	5
3.2 交流插件	5
3.3 CPU 插件	5
3.4 电源插件	6
3.5 人机对话 (MMI) 插件	7
4 工作原理	8
4.1 同期并网过程	8
4.2 电力系统同期并网的几种情况	8
4.3 启动并网的操作方式	11
4.4 告警信息	12
4.5 电压和频率的调节	15
4.6 导前时间	15
4.7 转角变的处理	16
4.8 准同期应用中需要注意的几个问题	17
5 定值及整定说明	19
5.1 NSC 511U 微机自动准同期装置的整定值清单及说明	19
5.2 NSC 511U 微机自动准同期装置的软压板清单及说明	20
6 附图	21

1 装置简介

NSC 511U 微机自动准同期装置(以下简称装置)用于各种类型发电厂发电机组与电网间并列、变电站母线与线路间并列的微机型准同期装置,具有并网安全可靠、快速、稳定、精度高、功能多的优点;同时并网过程中,对于系统侧电压过高或过低、系统侧频率过高或过低、待并侧电压过高或过低、待并侧频率过高或过低,装置具有告警功能。

1.1 特点

- 1、采用国际最流行的高速处理器,主频为 166 MHz,内置资源丰富,外围电路设计简单,保证产品的制造质量及其稳定性。充足的硬件资源,32MB 字节 Flash Memory 存储器,256MB 字节 SDRAM。
- 2、GPS 对时采用硬接点分脉冲对时方式及 B 码对时方式(订货时注明)。
- 3、100M 以太网通信接口,支持 IEC60870-5-103 规约。
- 4、采用全图形化编程技术以及稳定、可靠的保护继电器库,提高程序的可靠性及正确性。
- 5、整机静态功耗低(约 6W),液晶模块采用新工艺,寿命大为提高。
- 6、高抗干扰性能,通过 10 项电磁兼容检测认证,快速瞬变、静电放电、浪涌抗干扰性能均达到最高等级(IV级)标准。
- 7、工作环境温度范围: $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ (液晶无模糊、迟钝现象)。

1.2 主要功能

- a) 一台装置最多可控制 6 台发电机或线路并网;
- b) 定值、控制字整定后每次并网只须选择并列点无需重新整定;
- c) 合闸出口相“与”构成装置总的合闸出口;
- d) 断路器合闸时刻角度差小于 0.5° ;
- e) 支持差频并网、同频并网、无压并网三种并网方式;
- f) 通过开入启动启动并网;
- g) 具备自动转角功能,无需采用转角变压器,角度可以在:超前 30° 、 0° 、滞后 30° 中选择;
- h) 利用断路器辅助触点开入信号测量导前时间;
- i) 对机组型的同期对象可以自动调频调压,缩短合闸时间;
- j) 装置并列点自动调频、调压功能可通过控制字分别投入或退出;
- k) 发电机并网过程中出现同频时,装置将自动给出加速控制命令;
- l) 并网过程中当电压超出或低于定值时,装置闭锁自动调压功能,同时闭锁合闸;
- m) 并网过程中当频率超出或低于定值时,装置闭锁自动调频功能,同时闭锁合闸;
- n) 具有频差(ΔF)闭锁、压差(ΔU)闭锁合闸功能;
- o) 汉字液晶屏菜单显示,便于监视和定值的设定与修改;
- p) 交流额定电压值 100V、57.74V 可选择。

2 技术参数

2.1 额定参数

2.1.1 额定直流电压:	220V 或 110V (订货注明)	
2.1.2 额定交流数据:		
a)额定电压值:	100V 或 57.74V 可选择	
b)额定频率:	50Hz	
2.1.3 功率消耗:		
a)直流回路	正常工作时: 不大于 8W	
	动作时: 不大于 12W	
b)交流电压回路	每相不大于 0.5VA	
2.1.4 状态量电平:		
CPU 模件中输入状态量电平	DC 220V: 154V~300V	DC 110V:77V~300V
DIO 模件中输入状态量电平	DC 220V: 154V~300V	DC 110V:77V~300V
	DC 24:20V~30V	

2.2 主要技术性能

2.2.1 采样回路精确工作范围 (10%误差)		
电压: 1V~150V		
2.2.2 接点容量		
操作回路接点闭合容量	DC 220V 5A	
信号回路接点闭合容量	DC 220V 5A	
信号回路接点切换容量	DC 220V 60W (阻性负载)	
2.2.3 跳合闸电流		
断路器跳闸电流	0.5A~5A (装置自适应)	
断路器合闸电流	0.5A~5A (装置自适应)	
2.2.4 各类元件精度		
电压元件:	<±5%	
检同期角度:	<±1°	
时间元件:	<±20ms	
频率偏差:	<±0.02Hz	
滑差定值:	<±5%	

2.2.5 模拟量测量回路精度

装设专用测量子模件的测控装置：

电压：0.2 级

2.3 绝缘性能

2.3.1 绝缘电阻

装置的带电部分和非带电部分及外壳之间以及电气上无联系的各电路之间用开路电压 500V 的兆欧表测量其绝缘电阻值，正常试验大气条件下，各等级的各回路绝缘电阻不小于 100MΩ，符合 GB 14598.3-2006 标准要求。

2.3.2 介质强度

在正常试验大气条件下，装置能承受频率为 50Hz，信号输入端子对地电压为 500V、其他回路对地交流电压为 2000V（直流电压 2800V），历时 1 分钟的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象。试验过程中，任一被试回路施加电压时其余回路等电位互联接地，符合 GB 14598.27-2008 标准要求。

2.3.3 冲击电压

在正常试验大气条件下，装置的电源输入回路、交流输入回路、输出触点回路对地，以及回路之间，能承受 1.2/50μs 的标准雷电波的短时冲击电压试验，开路试验电压 5kV，符合 GB 14598.3-2006 标准要求。

2.3.4 耐湿热性能

符合 GB/T 2423.4 标准 高温+55℃，低温+25℃，相对湿度 95%，试验时间（12h+12h）的两个循环。

2.4 电磁兼容性能

2.4.1 静电放电抗干扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的静电放电抗干扰 B 级试验。

2.4.2 辐射电磁场抗干扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的辐射电磁场干扰度 A 级试验。

2.4.3 电快速瞬变/脉冲群抗干扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的快速瞬变抗干扰度 B 级试验。

2.4.4 浪涌（冲击）抗干扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的浪涌（冲击）抗干扰度 B 级试验。

2.4.5 射频场感应的传导骚扰抗干扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的射频场感应的传导骚扰抗干扰度 A 级试验。

2.4.6 工频磁场抗干扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的工频磁场抗干扰度 A 级试验。

2.4.7 脉冲磁场抗干扰度

能承受 GB/T 17626.9-2011 中规定的脉冲磁场抗干扰度V级试验。

2.4.8 阻尼振荡磁场抗扰度

能承受 GB/T 17626.10-1998 中规定的阻尼振荡磁场抗扰度V级试验。

2.4.9 1MHz 脉冲群抗扰度

能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的 1MHz 和 100kHz 脉冲群抗扰度 B 级（共模 2.5kV、差模 1kV）试验，施加干扰期间，装置无误动或拒动现象。

2.4.10 电磁发射限值试验

能符合 GB/T 14598.26-2015 中规定的电磁发射限制值。

2.5 机械性能

2.5.1 振动

装置能承受 GB/T 11287-2000 中 3.2.1 规定的严酷等级为 1 级的振动响应试验,3.2.2 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验。

2.5.2 冲击

装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 1 级的冲击响应试验,4.2.2 规定的严酷等级为 1 级的冲击耐久试验。

2.5.3 碰撞

装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.3 规定的严酷等级为 1 级的冲击碰撞试验。

2.6 环境条件

a) 环境温度: 工作: $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$.

贮存: $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$, 在极限值下不施加激励量, 装置不出现不可逆的变化, 温度恢复后, 装置应能正常工作。

b) 相对湿度: 5%~95% (产品内部既不应凝露, 也不应结冰)

c) 大气压力: (66~110) kPa (相对海拔高度 2km 以下)

3 装置硬件

本装置在总体设计及各模块设计上均充分考虑了可靠性的要求，在程序执行、信号指示、通信等方面均给予了详尽的考虑，故本装置组屏或安装于开关柜上时，不需安装另外的交、直流输入抗干扰模块。

3.1 机箱结构

装置采用整面板形式，面板上包括汉化液晶显示器、信号指示灯、操作键盘等。

本装置的机箱采用背插式、防尘、抗振动的设计，确保装置安装于条件恶劣的现场时仍具备高可靠性。

3.2 交流插件

交流插件包括电压输入部分，不同型号的装置其电压和电流输入元件的数目不同。

电压输入元件由电压变换器构成，其输入为交流 100V 时输出为交流 3V 左右。输入的线性范围为 1V~150V。

3.3 CPU 插件

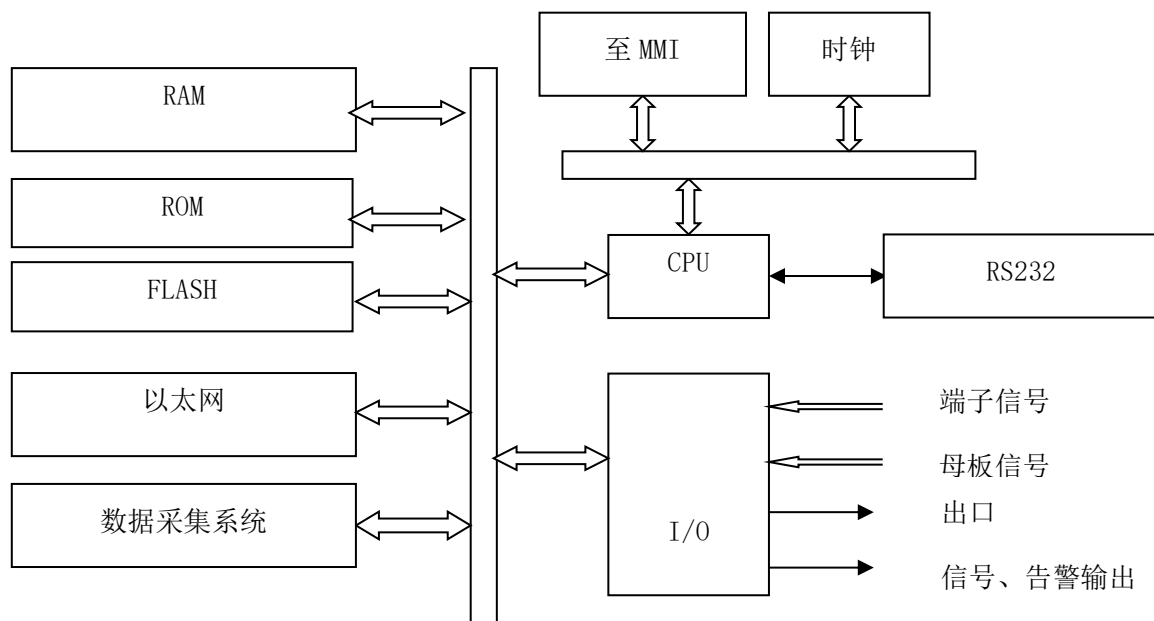


图 3-1 CPU 插件原理示意图

CPU 插件主要由以下几部分构成：

1) CPU 系统

CPU 系统由微处理器 CPU、RAM、ROM、Flash Memory 等构成。高性能的微处理器 CPU（32 位），大容量的 ROM（1M 字节）、RAM（1M 字节）及 Flash Memory（1M 字节），使得该 CPU 模块具有极强的数据处理及记录能力，可以实现各种复杂的故障处理方案和记录大量的故障数据。C 语言编制的保护程序，使程序具有很强的可靠性、可移植性和可维护性。

2) 数据采集系统

保护系统采用的数据采集系统由高可靠性、高精度的 A/D 转换器、多路开关及滤波回路组成，最新技术的 A/D 转换芯片内部包含了采样保持及同步电路，具有转换速度快、采样偏差小、超小功耗及稳定性好等特点，故本装置的采样回路无可调整元件，也不需要到现场作调整，具备高度的可靠性。

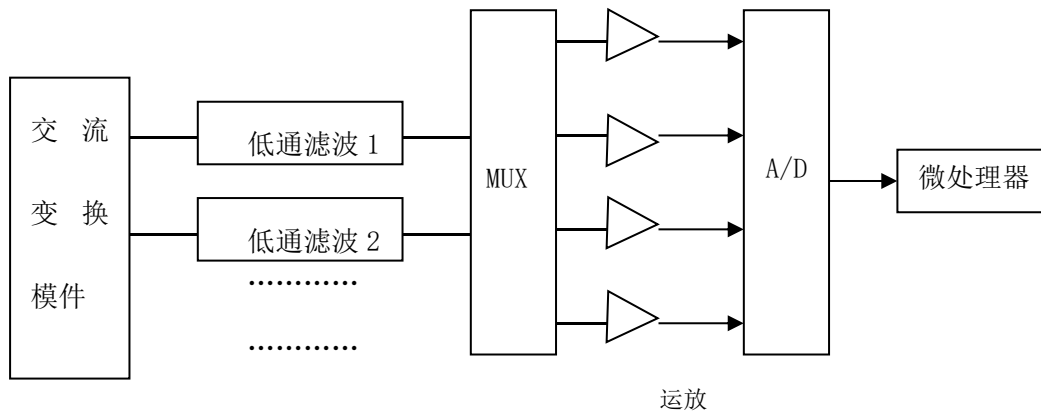


图 3-2 A/D 系统原理示意图

测量系统则采用了最新采样技术的测量芯片，测量精度达 16 位，且无需采用任何软件技术就解决了因频率误差而导致测量误差增大的问题。测量系统具备测量精度单次调整后自动记忆的功能，在现场无需再作调整。

3) 通信部分

本插件内含通信速度极高、具备通用性接口的以太网芯片，为本装置接入系统的通信接口。

4) 时钟回路

插件内设置了硬件时钟回路。

另外，CPU 插件采用了多层印制板及表面封装工艺，外观小巧，结构紧凑，大大提高了装置的可靠性及抗电磁干扰能力。

3.4 电源插件

本插件为直流逆变电源插件。直流 220V 或 110V 电压输入经抗干扰滤波回路后，利用逆变原理输出本装置需要的三组直流电压，即 5V，24V，三组电压均不共地，且采用浮地方式，同外壳不相连。

a) +5V 为用于 CPU 的工作电源

b) 24V 为用于驱动继电器的电源及外部开入的电源

为增强电源模件的抗干扰能力，本模件的直流输入及引出端子的 24V 电源皆装设滤波器。电源模件电

原理图见附图。

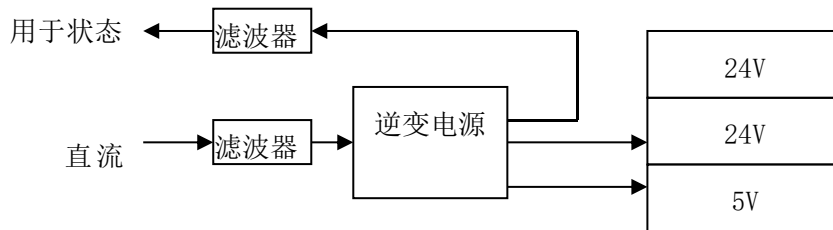


图 3-3 电源模块原理示意图

3.5 人机对话（MMI）插件

人机对话（MMI）插件的核心为一总线不出芯片的单片机，其主要功能是显示保护 CPU 输出的信息，扫描面板上的键盘状态并实时传送给保护 CPU。故对保护 CPU 而言，人机对话插件相当于是它的一个外设。保护 CPU 与 MMI 之间通过 SPI 接口进行通信，其通信速率高达 2Mb/s，且具有高度的可靠性。采用此种配置方式，既避免了保护 CPU 大量的总线外引，提高了保护装置的可靠性，又几乎不增加产品成本，提升了装置的性能价格比。

本插件上的显示窗口采用四行，每行十二个汉字的液晶显示器，人机界面清晰易懂，配置以 NSC 系列保护装置通用的键盘操作方式，使得人机对话操作方便、简单。同时，考虑到低压保护运行的特点，在本插件上还配置了丰富的灯光指示信息，使本装置的运行信息更为直观。本装置人机界面及面板简易操作回路的设置，将大大丰富现场运行方式的选择。

本装置在总体设计及各模块设计上均充分考虑了可靠性的要求，在程序执行、信号指示、通信等方面均给予了详尽的考虑。经试验，在本装置任何端子上实施 4kV 瞬变干扰脉冲，在装置任何部位实施 15kV 空间静电放电干扰或 8kV 接触静电放电干扰，本装置未出现 CPU 复位，未出现异常信号或异常液晶信息显示，保护不拒动、不误动，远高于国家标准要求。

由于本装置在抗干扰能力上有充分的考虑，故本装置组屏或安装于开关柜上时，不需安装另外的交、直流输入抗干扰模块。

4 工作原理

4.1 同期并网过程

两个交流电源系统，使它们通过断路器并列运行，在电力系统中称之为同期并网操作。

在电力系统中同期操作既常见又非常重要，比如发电厂中发电机与电网间的同期并列操作，变电站中一个电网与另一个电网的同期并列操作等等，这些都是同期并网操作过程。

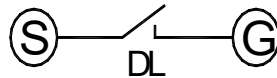


图 1 两电源系统同期示意图

在上图中 G、S 是两个电源系统，设它们的表达式分别为：

$$u_g = \sqrt{2}U_g \sin(\omega_g t + \varphi_g),$$

$$u_s = \sqrt{2}U_s \sin(\omega_s t + \varphi_s)$$

现在欲通过断路器 DL 使它们并列在一起运行，则 DL 的合闸时刻 t 在理论上应具备下列条件才能使两电源系统受到的冲击最小：

$$\Delta U = |U_g - U_s| = 0;$$

$$\Delta F = |F_g - F_s| = 0;$$

$$\Delta \varphi = |\varphi_g - \varphi_s| = 0。$$

上述三个条件称为同期过程的三个要素。捕捉满足同期三要素的时刻 t 并使断路器合闸的过程就是同期过程，满足同期三要素的点也称为同期点。

在同期的三要素中，频率和相角差是相互矛盾的。若两系统的原有相角差为 $\Delta \varphi \neq 0$ ，而当满足频率相等要素时， $\Delta \varphi$ 恒定，永远不可能 $\Delta \varphi = 0$ 。只有 $\Delta F = |F_g - F_s| \neq 0$ ，即存在频率差时，才会出现 $\Delta \varphi = 0$ 的机会。

同期过程实际上是捕捉 $\Delta \varphi = 0$ 的过程，电压差和频率差要素作为同期时的限定条件，即 ΔU 和 ΔF 在一定范围内即可。

4.2 电力系统同期并网的几种情况

4.2.1 差频并网

在并列点断路器两侧电压相近、频率相近条件下，装置控制断路器主触头在并列点两侧相角差为 0 度时闭合。

操作方法：首先把控制字和定值按照现场的实际情况设置完成后，调节并列点断路器两侧电压差、频率差满足条件，并且没有开入闭锁条件，装置就会执行差频并网操作。

差频并网逻辑图如下：

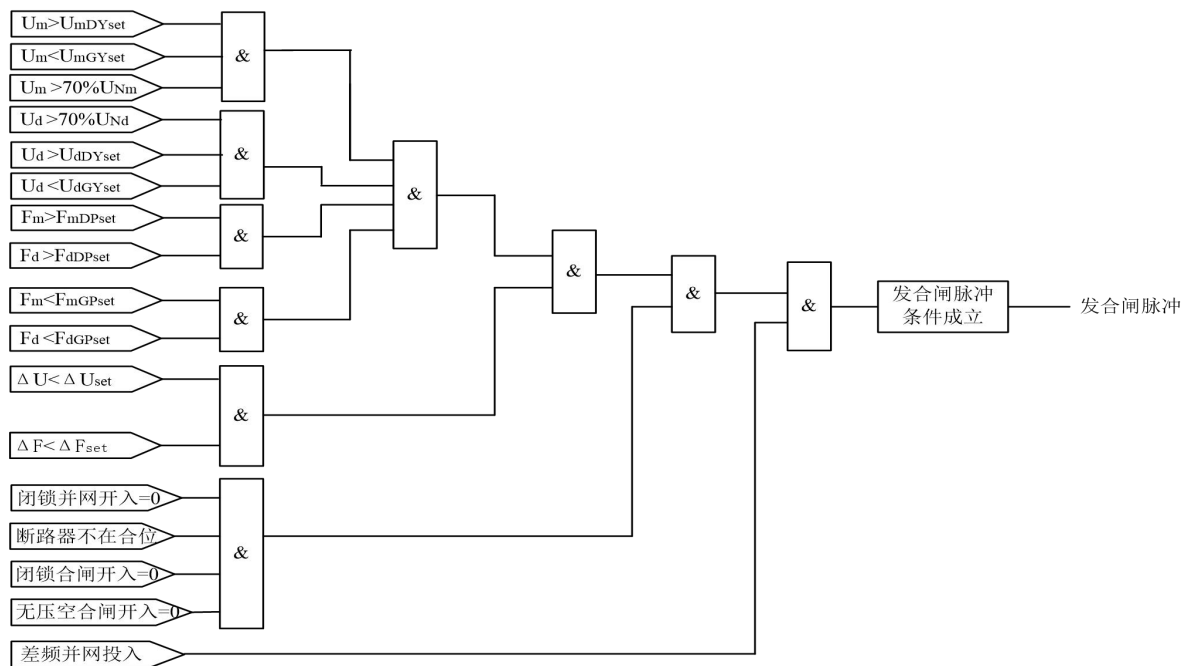


图 2 差频并网逻辑框图

说明: U_m 为实际输入的系统侧电压值; U_d 为实际输入的待并侧电压值, F_m 为系统侧频率, F_d 为待并侧频率, ΔU 为断路器两侧电压差, ΔF 为断路器两侧频率差; U_{mDYset} 为系统侧低压定值, U_{mGYset} 为系统侧过压定值, U_{dDYset} 为待并侧低压定值, U_{dGYset} 为待并侧过压定值, F_{mDPset} 为系统侧低频定值, F_{mGPset} 为系统侧过频定值, F_{dDPset} 为待并侧低频定值, F_{dGPset} 为待并侧过频定值。 ΔU_{set} 为合闸允许压差定值; ΔF_{set} 为合闸允许频差定值;

ΔU 的装置计算方法: 当控制字中“系统侧电压有效值”选择“57.74V”时 $U_{m100} = U_m \times 1.732$;

当控制字中“系统侧电压有效值”选择“100V”时 $U_{m100} = U_m$;

当控制字中“待并侧电压有效值”选择“57.74V”时 $U_{d100} = U_d \times 1.732$;

当控制字中“待并侧电压有效值”选择“100V”时 $U_{d100} = U_d$;

$$\Delta U = |U_{m100} - U_{d100}|;$$

U_{m100} 为系统侧输入电压转换为 100V 的电压值;

U_{d100} 为待并侧输入电压转换为 100V 的电压值;

4.2.2 同频并网

在两侧频率相同条件下当断路器两侧的压差及功角在定值范围内时即发出合闸脉冲。并网瞬间并列点断路器两侧的功角立即消失，系统潮流将重新分布。因此，同频并网的允许功角整定值取决于系统潮流重新分布后不致引起新投入线路的继电保护动作或导致并列点两侧系统失步。

同频并网逻辑图如下：

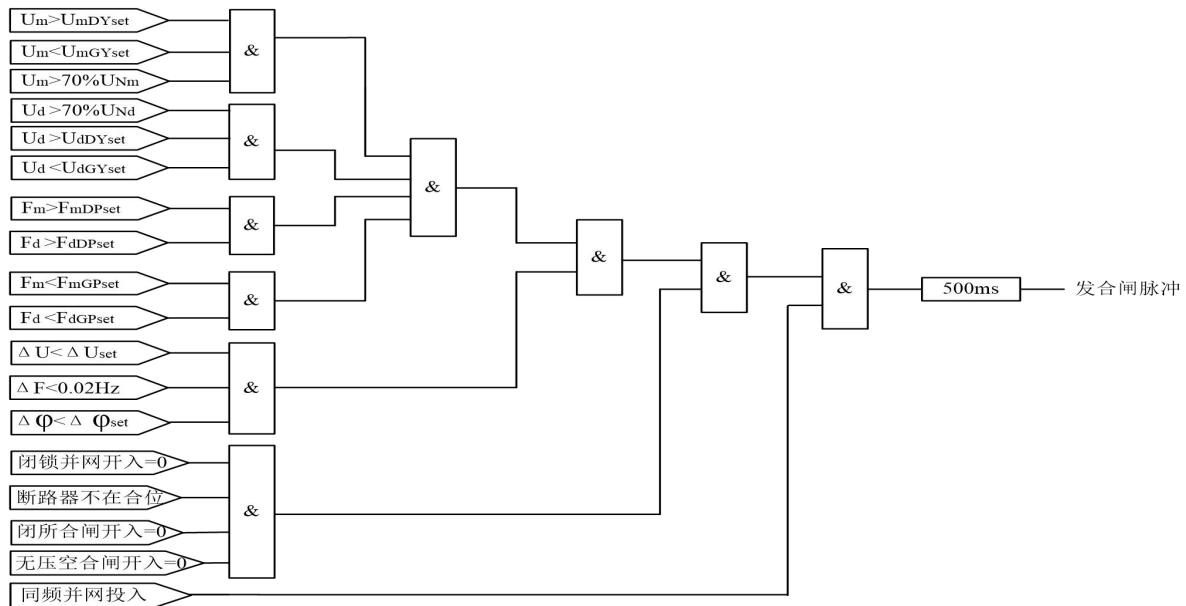


图 3 同频并网逻辑框图

说明: U_m 为实际输入的系统侧电压值; U_d 为实际输入的待并侧电压值, F_d 为待并侧频率, ΔU 为断路器两侧电压差, ΔF 为断路器两侧频率差; U_{mDYset} 为系统侧低压定值, U_{mGYset} 为系统侧过压定值, U_{dDYset} 为待并侧低压定值, U_{dGYset} 为待并侧过压定值, F_{mDPset} 为系统侧低频定值, F_{mGPset} 为系统侧过频定值, F_{dDPset} 为待并侧低频定值, F_{dGPset} 为待并侧过频定值; ΔU_{set} 为合闸允许压差定值; $\Delta \varphi$ 为两侧相角差; $\Delta \varphi_{set}$ 为同频并网允许功角。

ΔU 的装置计算方法: 当控制字中“系统侧电压有效值”选择“57.74V”时 $U_{m100} = U_m \times 1.732$;

当控制字中“系统侧电压有效值”选择“100V”时 $U_{m100} = U_m$;

当控制字中“待并侧电压有效值”选择“57.74V”时 $U_{d100} = U_d \times 1.732$;

当控制字中“待并侧电压有效值”选择“100V”时 $U_{d100} = U_d$;

$$\Delta U = |U_{m100} - U_{d100}|;$$

U_{m100} 为系统侧输入电压转换为 100V 的电压值;

U_{d100} 为待并侧输入电压转换为 100V 的电压值;

4.2.3 无压并网

待并断路器的一侧或两侧没有电压，这种情况下同期装置也能完成合闸操作。

无论同期对象是机组型还是线路型，都有可能存在无压并网的情况。显然，无压合闸不再是标准的准同期过程，装置只需判断到断路器 DL 两侧的电压满足无压条件时，就会立即对 DL 发出合闸脉冲。

操作方法：首先把控制字和定值按照现场的实际情况设置完成后，在满足无压的条件且没有开入闭锁条件，装置就会执行无压并网操作。

无压并网逻辑图如下：

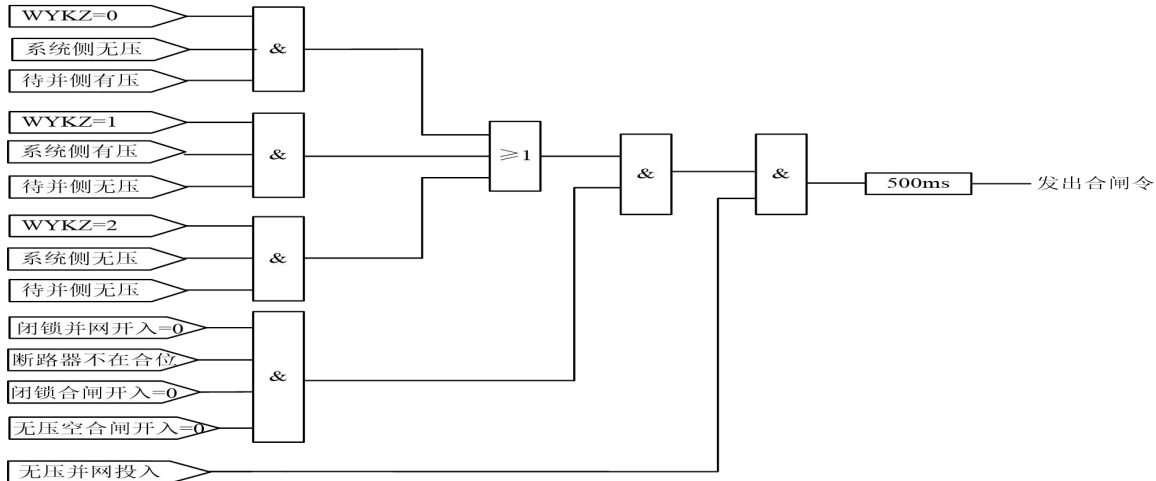


图 4

无压并网逻辑框图

说明:WYKZ=0 无压合闸选择系统侧无压，WYKZ=1 无压合闸选择待并侧无压，WYKZ=2 无压合闸选择两侧无压。

系统侧输入电压大于 70%Un 时，系统侧有压条件成立；当输入电压小于 10%Un 时，系统侧无压条件成立；

待并侧输入电压大于 70%Un 时，待并侧有压条件成立；当输入电压小于 10%Un 时，待并侧无压条件成立。

4.3 启动并网的操作方式

启动并网为开入操作并网。

4.3.1 开入操作并网

通过装置开入可以完成差频并网、同频并网、无压并网。

开入启动的时序如图：（以并列点 2 的差频并网启动为例）

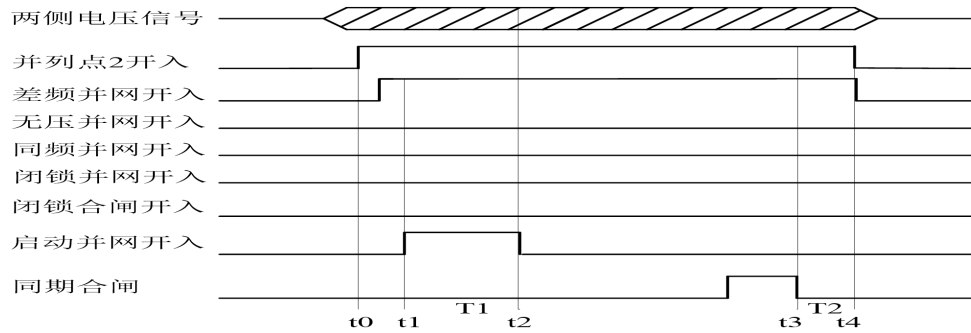


图 5 开入操作时序图

下面就介绍怎样通过开入控制装置完成并列点 2 的差频并网。

首先控制开入“差频并网”选择“投入”；

控制开入“并列点 2”CPU 插件端子 2 有效，其余 5 个并列点开入均无效；

控制开入“差频并网”DC 插件端子 1 有效，其余开入并网方式（同频并网、无压并网）开入均无效；

闭锁同期无效，断路器辅助触点开入表示断路器处在跳位；

“启动并网”开入“有效”然后再变为“无效”后，装置启动并网（“有效”保持时间不小于 300ms），“闭锁灯”熄灭；

当系统和待并侧电压、频率未出现低压、过压、低频、过频时“告警灯”熄灭；

当电压差和频率差满足定值要求时，装置控制断路器主触头在两侧相角差为 0 时闭合；

装置发完合闸脉冲后，控制“差频并网”开入无效 DC 插件端子 1，“并列点 2”开入无效（CPU 插件端子 2），并网完成。

注：1）“并列点 2”开入和“差频并网”开入在并网过程中应始终保持有效。

2）一旦装置进入同期并网过程，不能再有新的同期并网启动命令。

4.4 告警信息

4.4.1 与模拟量有关的告警

a) 系统侧过电压告警

当系统侧电压大于“系统侧过电压定值”时装置发“系统侧过电压告警”。

b) 系统侧低电压告警

当系统侧电压小于“系统侧低电压定值”时装置发“系统侧低电压告警”。

c) 待并侧过电压告警

当待并侧电压大于“待并侧过电压定值”时装置发“待并侧过电压告警”。

d) 待并侧低电压告警

当待并侧电压小于“待并侧低电压定值”时装置发“待并侧低电压告警”。

e) 系统侧过频告警

当系统侧频率大于“系统侧过频定值”时装置发“系统侧过频告警”。

f) 系统侧低频告警

当系统侧频率小于“系统侧低频定值”时装置发“系统侧低频告警”。

g) 待并侧过频告警

当待并侧频率大于“待并侧过频定值”时装置发“待并侧过频告警”。

h) 待并侧低频告警

当待并侧频率小于“待并侧低频定值”时装置发“待并侧低频告警”。

4.4.2 开入启动同期相关告警

以下告警只针对开入启动并网操作，当操作方法不正确时，装置发出告警信息，并自动取消此次并网，预告出口不动作，告警没有对应解除信息，按正确方法操作后，装置能够执行下一次的并网操作。

a) 无并列点启动并网告警

开入“启动并网”有效但所有开入“并列点”均无效时，装置发“无并列点启动并网”，取消此次并网。

b) 多并列点启动并网告警

开入“启动并网”有效但开入并列点超过一个同时有效时，装置发“多并列点启动并网”，取消此次并网。

通过操作开入正常启动并网（差频、同频、无压并网）后，发合闸脉冲之前，装置检测到开入并列点超过 1 个有效时装置发“多并列点启动并网”，装置自动取消此次并网。

c) 开入选多种并网方式告警

开入“启动并网”有效但开入“差频并网”、“同频并网”、“无压并网”中超过一个同时有效时，装置发“开入选多种并网方式”，取消此次并网。

通过操作开入正常启动并网（差频、同频、无压并网）后，发合闸脉冲之前，装置检测到开入“差频并网”、“同频并网”、“无压并网”中超过一个同时有效时，装置发“开入选多种并网方式”，取消此次并网。

d) 开入未选并网方式告警

开入“启动并网”有效但开入“差频并网”、“同频并网”、“无压并网”均无效时，装置发“开入未选并网方式”，取消此次并网。

通过操作开入正常启动并网（差频、同频、无压并网）后，发合闸脉冲之前，装置检测到开入“差频并网”、“同频并网”、“无压并网”均无效时，装置发“开入未选并网方式”，取消此次并网。

e) 此点未投开入操作告警

开入选择并列点、开入选择并网方式、开入启动并网后，装置检测到对应并列点控制字中“开入操作并网”选择“退出”，装置发“此点未投开入操作”，取消此次并网。

4.4.3 所有启动并网操作相关告警

以下告警针对所有启动并网操作方式，当操作方法不正确时，装置发出告警信息，并自动取消此次并网，预告出口不动作，告警没有对应解除信息，按正确方法操作后，装置能够执行下一次的并网操作。

a) 此点未投差频并网告警

通过开入控制启动差频并网后，装置检测到对应并列点控制字中“差频并网”选择“退出”，装置发“此点未投差频并网”，取消此次并网。

b) 此点未投同频并网告警

通过开入启动同频并网后，装置检测到对应并列点控制字中“同频并网”选择“退出”，装置发“此点未投同频并网”，取消此次并网。

c) 此点未投无压并网告警

通过开入控制启动无压并网后，装置检测到对应并列点控制字中“无压并网”选择“退出”，装置发“此点未投无压并网”，取消此次并网。

d) 断路器合位启动并网告警

通过开入操作正常启动并网（差频、同频、无压并网）时，装置检测到断路器在合位，装置发“断路器合位启动并网”，取消此次并网。

通过开入控制操作正常启动并网（差频、同频、无压并网）后，发合闸脉冲之前，装置检测到断路器在合位，装置发“断路器合位启动并网”，取消此次并网。

4.4.4 运行并列点定值有隐患告警

无论通过开入、就地、通讯启动某并列点并网，装置都要检测如下条件：

$$2 \times 180 \times \Delta F_{set} \times T_{set} > \delta_{set}$$

式中： ΔF_{set} 为合闸允许频差整定值；

T_{set} 为导前时间整定值；

δ_{set} 为差频并网闭锁相角整定值；

当满足此条件时装置发出“运行并列点定值有隐患”信息，但不取消并网，仅供用户参考。

定值隐患的分析：在差频并网中电压条件满足并网要求，系统和待并侧的频差满足定值要求（但是频差值非常接近 ΔF_{set} ），这样在相角差等于 $2 \times 180 \times \Delta F_{set} \times T_{set}$ 时装置应当发出合闸脉冲，但因为

$2 \times 180 \times \Delta F_{set} \times T_{set} > \delta_{set}$ 即当前相角差大于“差频并网闭锁相角”定值，所以装置不能发出合闸脉冲。因此应当增加差频并网闭锁相角整定值或减小合闸允许频差整定值。

4.5 电压和频率的调节

电压和频率的调节只针对差频并网，对于同频和无压并网装置不进行电压和频率调节。

调频、调压功能用户可根据现场实际情况，在对应并列点控制字中分别选择投入或退出，投入时装置执行调频、调压功能，退出时装置不执行调频、调压功能。

差频并网过程可以简单地认为：电压差 ΔU 和频率差 ΔF 在允许范围内寻找相角差 $\Delta\varphi=0$ 的过程。为了使待并侧与系统侧尽快实现并网，通常情况下，根据电压差 ΔU 和频率差 ΔF 实际大小，需要对待并网的发电机主动进行电压 U ，频率 F 调节，以便尽快使电压差 ΔU 和频率差 ΔF 满足给定的要求，进而实现差频并网。因此，电压 U 和频率 F 的调节也是同期装置应具备的重要功能。

差频并网中满足同频（频率差小于 0.05Hz ）不同相条件时装置发出一系列加速冲击脉冲，及时消除这种状态便于快速并网。

4.6 导前时间

准同期的三个条件是压差、频差、相角差。压差和频差的存在将导致并网瞬间并列点两侧会出现一定无功功率和有功功率的交换，不论是发电机对系统，或系统对系统并网对这种功率交换都有相当承受力。因此，并网过程中为了实现快速并网，不必对压差和频差的整定值限制太严，以免影响并网速度。但发电机并网时角差的存在将会导致机组的损伤，甚至会诱发后果更为严重的次同步谐振（扭振）。因此一个好的同期装置应确保在相差为零时完成并网。

在差频并网时，特别是发电机对系统并网时，发电机组的转速在调速器的作用下不断在变化，因此发电机对系统的频差不是常数，而是包含有一阶、二阶或更高阶的导数。加之并列点断路器还有一个固有的合闸时间 t_k ，同期装置必须在零相差出现前的 t_k 时发出合闸命令，才能确保在相角差 $\Delta\varphi=0^\circ$ 时实现并网。

或者说同期装置应在 $\Delta\varphi=0^\circ$ 到来前提前一个角度差 φ_k 发出合闸命令， φ_k 与断路器合闸时间 t_k 、频差 F_s 、

频差的一阶导数 $\frac{dF_s}{dt}$ 及频差的二阶导数 $\frac{d^2F_s}{dt^2}$ 等有关。其数学表达式为：

$$\varphi_k = F_s t_k + \frac{1}{2} \frac{dF_s}{dt} t_k^2 + \frac{1}{6} \frac{d^2 F_s}{dt^2} t_k^3 \dots\dots$$

同期装置在并网过程中需不断快速求解该方程，获取当前的理想提前合闸角 φ_k 。并不断快速测量当前并列点断路器两侧的实际相差 $\Delta\varphi$ ，当 $\Delta\varphi=\varphi_k$ 时装置发出合闸命令，实现精确并网。

4.7 转角变的处理

由于电力系统中有大量的 Y/Δ 接线组别的变压器在运行，而这种变压器原边和副边之间的同名相电压存在 30° 的相角差，因此，在发电机变压器组高压侧断路器并网时如同期电压取自其高、低压侧 PT 二次侧相同接线方式的同名相，则须将其中一侧二次电压转角 30°，过去一般利用转角变压器来实现此功能；第二种方法是采用高、低压侧 PT 二次侧取用不同接线方式的电压。因此，为了简化同期系统接线，NSC 511U 微机自动准同期装置支持自动转角补偿功能。

如图：G 是一台发电机，它的出口断路器 DL 两侧的电压分别来自待并侧的 PT_g 和母线侧的 PT_s，在 DL 与发电机之间有一台升压变压器 B，B 的接线方式为 Y/Δ-11（以系统侧电压为基准，规定为 12 点位置，显然待并侧电压为 11 点）。

这种 Y/Δ-11 接线，造成了变压器的高低电压侧电压矢量图并不重叠，而是相差 30°，如果 PT_g 或 PT_s 的接线未对这个 30° 的差值进行纠正，也没有使用外部转角变压器进行转角，必然接入到同期装置中的 PT_g 和 PT_s 电压也相差了 30°。

本同期装置允许接入的 PT_g 和 PT_s 电压不重叠，通过转角补偿的设置，装置会自动会将这个不重叠的 PT_g 和 PT_s 电压进行转角，使其重叠。

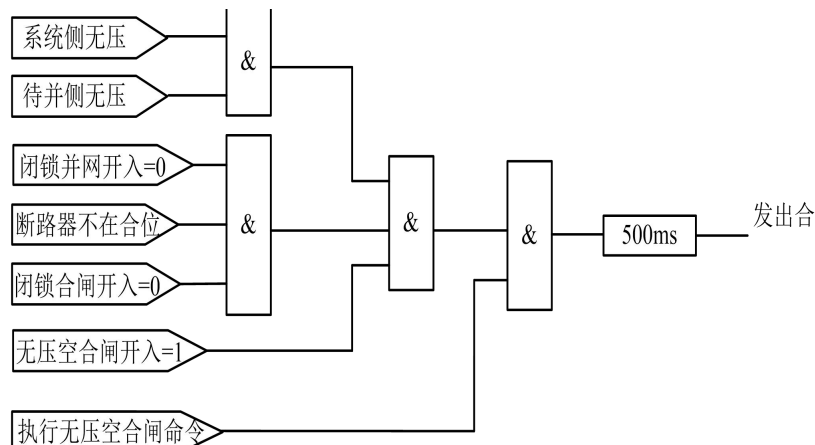


图 6 含有转角变的系统图和 PT 电压相量图

本同期装置的转角值可以设置为下列 3 个值：超前 30°、0°、滞后 30°。不需要转角时，取 0°。

转角的确定：以系统侧电压为基准（12 点位置），如果待并侧电压为 11 点方向，取超前 30°；如果待并侧电压为 1 点方向，取滞后 30°。

发电机通过断路器 DL 经 Y/Δ-11 变压器并列，由相量关系得到同期电压（发电机侧取 U_{ac} 时）见下表，当变压器接线为 Y/Δ-1 时，同期电压（发电机侧取 U_{ab} 时）见下表。

发电机经 Y/Δ-11 接线变压器与电网并列

表 2 Y/Δ-11 , Y/Δ-1 接线变压器高压侧同期时的同期电压

变压器接线	PTg (待并侧)	PTs (系统侧)	移相角度(系统侧应转角)	说明
Y/Δ-11		PTs 相电压 	0°	一侧线电压，另一侧相电压
		PTs 线电压 	超前 30°	两侧均线电压
Y/Δ-1		PTs 相电压 	0°	一侧线电压，另一侧相电压
		PTs 线电压 	滞后 30°	两侧均线电压

注：在设置完毕后一定要在现场通过相应的测试，进一步确认设置无误。

4.8 准同期应用中需要注意的几个问题

4.8.1 ΔFset、Tset 与“差频并网闭锁相角”定值的关系

$$2 \times 180 \times \Delta F_{set} \times T_{set} < \text{“差频并网闭锁相角”定值}$$

式中： ΔFset 为合闸允许频差整定值（单位为 Hz）；

Tset 为导前时间整定值（单位为 s）；

例如： ΔFset = 0.3Hz, Tset = 200ms, 则 $2 \times 180 \times 0.3 \times 0.2 = 21.6$ 度，因此“差频并网闭锁相角”定值不能小于 21.6 度。

4.8.2 合闸回路应用同步闭锁继电器时应当注意的问题

合闸回路中串同步闭锁继电器时，“差频并网闭锁相角”定值一定不能大于同步闭锁继电器闭锁角度定值。因为（如下图）当闭锁继电器的闭锁角 ϕ_1 大于由导前时间 t 计算得到的导前角 ϕ_2 时，合闸令在断路器两侧的相角差等于 ϕ_2 的时候，就可以发出，经过断路器导前时间 t ，断路器在两侧相角差为零的时刻闭合；当闭锁继电器的闭锁角 ϕ_1' 小于由导前时间 t 计算得到的导前角 ϕ_2' 时，合闸令在断路器两侧的相角差等于 ϕ_2' 的时候，就无法发出，只有在闭锁继电器打开闭锁时，即两侧的相角差等于 ϕ_1' 的时候，合闸令才可以真正发出去，这样经过断路器导前时间 t ，断路器闭合的时刻，两侧的相角差就不为零，而是等于 $\Delta\phi$ 。

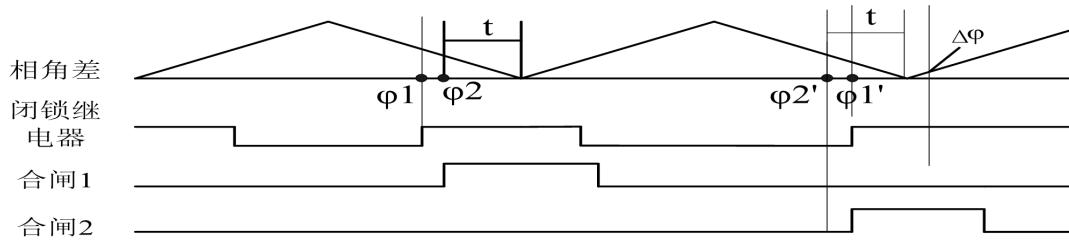


图 7 合闸回路中存在同步闭锁继电器

5 定值及整定说明

5.1 NSC 511U 微机自动准同期装置的整定值清单及说明

序号	定值名称	范围	单位	备注
1	控制字一	0000~FFFF	无	参见控制字说明
2	控制字二	0000~FFFF	无	参见控制字说明
3	同期复归时间	0.0~300.0	s	
4	合闸脉冲导前时间	20~999.9	ms	
5	合闸输出脉宽	0.00~99.99	s	
6	同频调频脉宽	5.0~9999	ms	
7	固有相角差	0.00~99.99	°	
8	同频并网允许功角	0.00~99.99	°	
9	允许电压差定值	0.0~999.9	V	
10	允许频率差定值	0.00~99.99	Hz	
11	调频间隔周期	50~9999	ms	
12	调频脉冲宽度	50~990	ms	
13	调压间隔周期	50~9999	ms	
14	调压脉冲宽度	50~990	ms	
15	待并侧过压定值	0.0~999.9	V	
16	待并侧低压定值	0.0~999.9	V	
17	系统侧过压定值	0.0~999.9	V	
18	系统侧低压定值	0.0~999.9	V	
19	待并侧过频定值	0.00~99.99	Hz	
20	待并侧低频定值	0.00~99.99	Hz	
21	系统侧过频定值	0.00~99.99	Hz	
22	系统侧低频定值	0.00~99.99	Hz	
23	准同期加速度闭锁	0.00~10.00	Hz/s	
24	导前角闭锁定值	0.00~90.00	°	

控制字 1 定义：

位	置 0 时的含义	置 1 时的含义
15	同频时调频：加速	同频时调频：减速
11~14	无	
10	无压侧选择见下方说明	
9		
8	自动调频退出	自动调频投入
7	自动调压退出	自动调压投入
6	系统转角选择	
5		
4	环并合闸禁止	环并合闸允许
3	单侧无压禁止合闸	单侧无压允许合闸
2	待并侧 $U_e=57.7V$	待并侧 $U_e=100V$
1	系统侧 $U_e=57.7V$	系统侧 $U_e=100V$
0	备用	备用

系统转角选择说明：

位 6	位 5	系统转角选择
0	0	系统转角超前 30°
0	1	系统转角超前 0°
1	0	系统转角滞后 30°
1	1	备用

无压侧选择说明：

位 10	位 9	无压侧选择
0	0	系统无压
0	1	待并侧无压
1	0	两侧均无压
1	1	备用

5.2 NSC 511U 微机自动准同期装置的软压板清单及说明

压板名称	对应功能
同期压板	同期功能投退

6 附图

图 1: NSC 511U 微机自动准同期装置背板端子图:

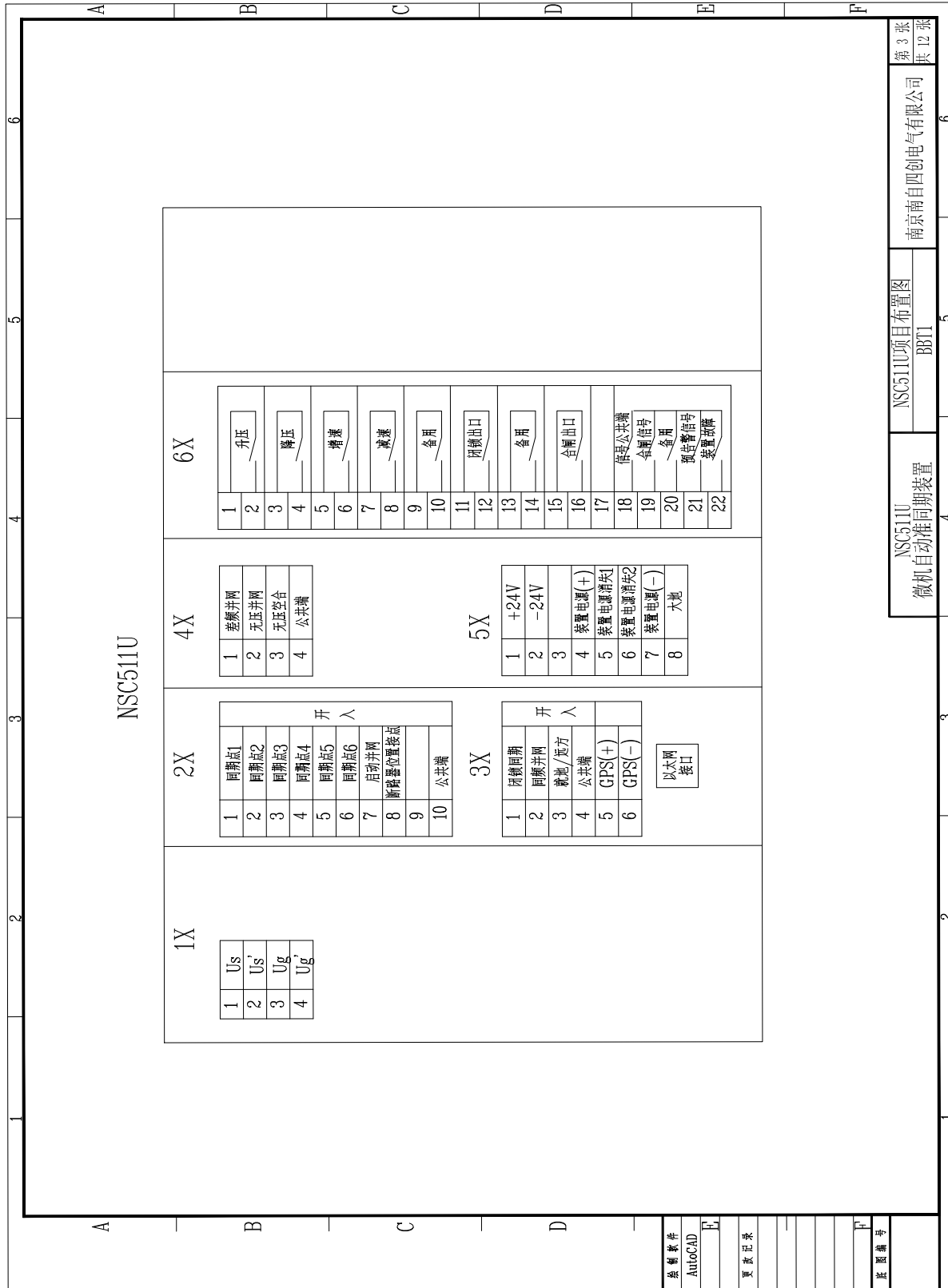


图 2 : NSC 511U 微机自动准同期装置开孔尺寸图

