

NSC 560U 系列
数字式发电机保护装置
技术说明书

V4.00

南京南自四创电气有限公司

2022 年 7 月

*本说明书可能会被修改,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，也可能会发生事故引起伤害；
- 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，也可能会中断设备的运行，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：

- NSC560U 系列数字式发电机保护装置

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			
2	V4.00	修订版本	2022.7
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
2 装置硬件构成	3
2.1 交流输入模变换件 (AC)	3
2.2 主处理模件 (CPU)	3
2.3 人机对话模件 (MMI)	4
2.4 输出及信号模件 (TRIP)	5
2.5 电源模件 (POWER)	5
2.6 操作回路 (CZHL)	5
3 技术指标	6
3.1 运行环境	6
3.2 额定参数	6
3.3 装置技术参数	6
4 绝缘性能	7
4.1 绝缘电阻	7
4.2 介质强度	7
4.3 冲击电压	7
4.4 耐湿热性能	7
4.5 电磁兼容性能	7
4.6 机械性能	8
5 装置基本原理	9
5.1 发电机纵差保护	9
5.2 发电机定子接地保护	12
5.3 发电机过电压保护	14
5.4 发电机静稳失磁保护	14
5.5 发电机定时限负序过流保护 (转子表层过负荷保护)	18
5.6 发电机过负荷保护	18
5.7 发电机横差保护	19
5.8 发电机叠加直流式转子一点接地保护	20
5.9 发电机谐波序电压式转子两点接地保护	21
5.10 发电机交流励磁 (三相) 回路电流保护	22
5.11 发电机频率异常保护	22
5.12 发电机逆功率保护	23
5.13 发电机复合过流 (记忆过流) 保护	24
5.14 失磁保护原理 2: (选用保护)	26
5.15 发电机反时限不对称过负荷保护 (中小型机组非标配)	29
5.16 发电机反时限对称过负荷保护 (中小机组非标配)	32
5.17 非电量保护 (热工保护、灭磁联跳、励磁变温度)	35
6 定值清单	36
6.1 NSC561U 发电机主保护装置定值:	36
6.2 NSC562U 发电机后备保护定值:	38
7 附图	42

1 装置简介

NSC 560U 发电机保护装置专为中小型汽轮发电机、水轮发电机、燃气轮发电机等发电机机组设计，且能满足电厂自动化系统的要求。

1) 装置具有如下特点：

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. 最多 10 路用户可自定义名称的开入量接口。
3. 保护元件的出口方式可通过跳闸矩阵进行整定，方便用户选择要动作的继电器。
4. 自带操作回路，可自适应 0.5A~5A 开关跳合闸电流。
5. GPS 对时采用硬接点分脉冲对时方式或 B 码对时方式（订货时备注）。
6. 差动保护具有防止设备启动或区外故障时 TA 饱和导致差动保护误动的判据。
7. 有效、可靠的 PT 断线判据。
8. 100M 以太网通信接口，支持 IEC60870-5-103 规约。
9. 9 条故障录波，每条录波包含 1.9 秒的采样点和幅值录波，采样点录波最大包含 14 路模拟量（间隔为 1mS），幅值录波最大包含 40 个模拟量幅值和 32 个开关量（间隔为 5mS）。
10. 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。
11. 整机静态功耗低（约 6W），液晶模块采用新工艺，寿命大为提高。
12. 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。
13. 工作环境温度范围：-25℃~+55℃（液晶无模糊、迟钝现象）。

2) 完备的保护功能配置

保护装置 CPU 的保护功能配置表

功能	NSC561U	NSC562U
差动保护	√	
横差保护	√	
过压保护	√	
转子一点接地保护	√	
转子两点接地保护	√	
3I0 定子接地保护	√	
非电量保护	√	
失磁保护		√
复合电压闭锁过流保护		√
负序过流保护		√
定子接地保护		√
逆功率保护		√
低频保护		√
过频保护		√
过负荷保护		√
励磁变过流保护		√
TA、TV 断线保护		√
遥信	√	√
遥控	√	√
GPS 对时	√	√
防误闭锁	√	√
远方管理	√	√

2 装置硬件构成

为了在一套硬件系统上完成上述多种功能，同时考虑该装置的灵活性和适应性，我们对该装置进行了模块化设计。该装置由下列模块组成：

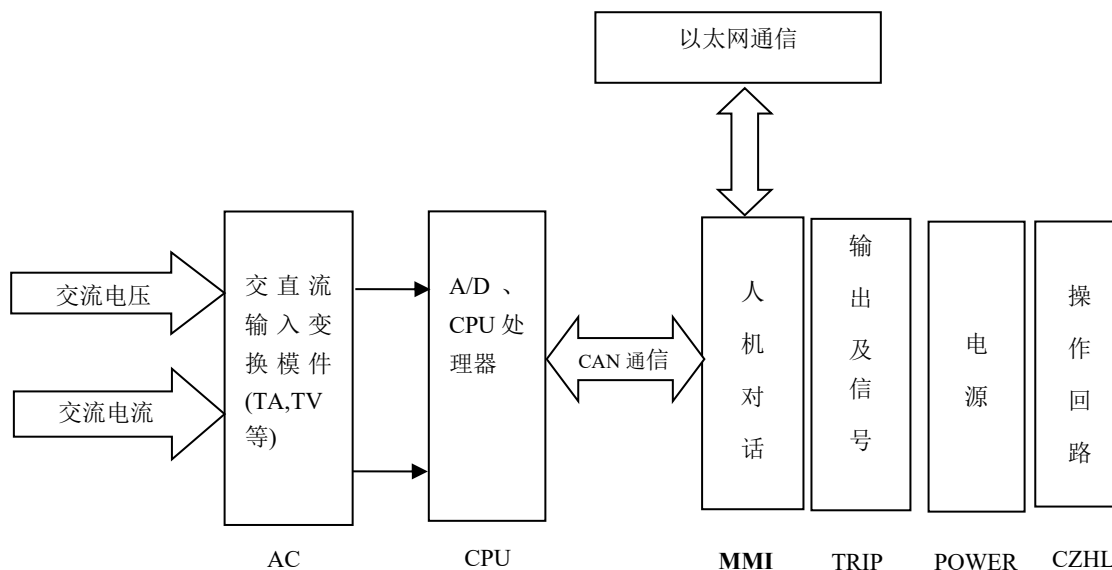


图 2-1 NSC 560U 发电机保护装置硬件简图

2.1 交流输入模变换件 (AC)

交流插件包括电压和电流输入部分，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，额定输入均为 100V。

电流输入原件有以下规格：

- a) 保护电流变换器：额定输入电流为 5A 或 1A，默认 5A，如用 1A，需在订货时说明；
- b) 测量电流变换器：额定输入电流为 5A 或 1A，默认 5A，如用 1A，需在订货时说明。

2.2 主处理模件 (CPU)

来自于交、直流输入模件变换后的各模拟量经低通滤波、带通滤波有源滤波器，可有效滤出通带内的信号，满足了不同频率信号的滤波要求，同时对基波量的衰减不到 1%，且各通道模拟量的衰减率及相移皆能达到很好的一致性。

主处理模件 (CPU) 由 A/D 转换、状态量输入、状态量输出（用于跳合闸脉冲输出、告警信号输出、闭锁继电器的开放及其它信号输出）、微处理器 CPU、RAM、ROM、FLASH RAM、EEPROM 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 RAM (32M 字节)，使得该 CPU 模件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 语言编制的程序，可使程序具有很强的可靠性、可移植性和可维护性。

各种与 CPU 有关的器件集中于一块插件上，各输入、输出状态量皆经光耦隔离。当本模件有器件出现异常，主处理器驱动闭锁继电器，切断状态量输出光耦输出侧的工作电源。当主处理器工作异常，辅助处理器驱动上述闭锁继电器。闭锁继电器的需掉电方能复归。双处理器相互监视，确保了装置工作的可靠

性。

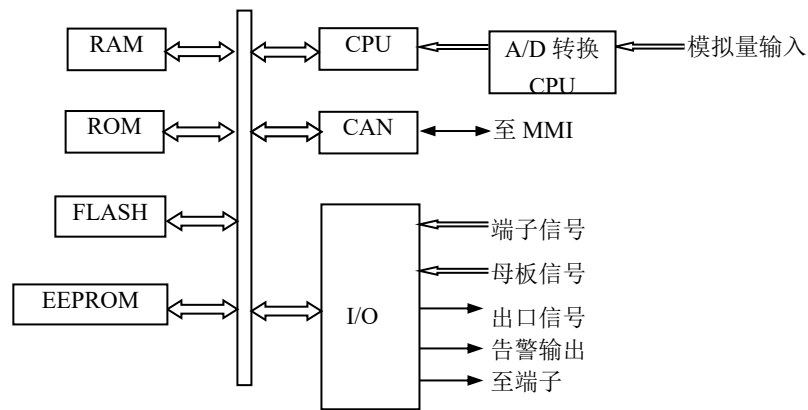


图 2-2 CPU 模块原理示意图

CPU 模块的端子主要用于接入该 CPU 所需的压板及专用输入、输出信号、位置信号等。

模/数转换 (A/D) 采用 16 位高精度、高稳定性、高速度、多通道并行转换器件，精确工作电流可达 0.04In，精确工作电压达 0.2V，提高测量精度及速度。各模拟量经低通滤波，可有效滤除高次谐波，而对基波量的衰减不到 1%，且各通道模拟量的衰减率及相移皆能达到很好的一致性。

2.3 人机对话模块 (MMI)

人机对话模块 (MMI) 安装于装置整面板后。该模块包括：微处理器 (32 位)，大容量 ROM (1M 字节)、RAM (1M 字节)、FLASH RAM (32M 字节)，EEPROM，状态量输入、输出，通信控制器件，时钟，大屏幕液晶显示器 (240×128)，全屏幕操作键盘，信号指示灯等。

本模块主要用于人机界面管理。主要功能为：键盘操作；管理液晶显示；打印；信号灯指示、与调试计算机、变电站监控系统或远方安全自动化装置通信；GPS 对时 (分脉冲对时) 以及与主 CPU 交换信息。

与各 CPU 的通信采用 CAN 网通信，速率为 100Kbps，突破了装置内部通信的瓶颈，提高装置内部信息传送的速度。

当本装置接入变电站自动化系统时，以太网接口通信规约采用 IEC60870-5-103 规约。

人机对话模块 (MMI) 电路原理示意图见图 2-3

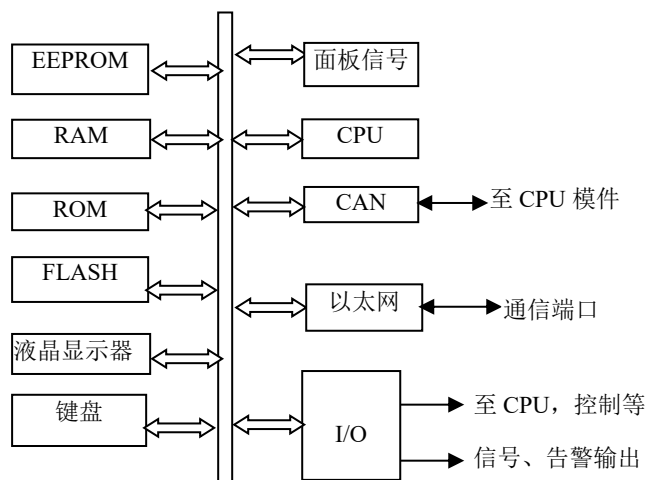


图 2-3 MMI 模块电原理示意图

2.4 输出及信号模件（TRIP）

本模件接口 CPU 模件发送来的命令，提供装置动作及告警信号，这些信号可以送至面板上的信号灯，也可送至中央信号装置。

2.5 电源模件（POWER）

本模件用来将变电站或发电厂内直流电源转换为本装置工作所需的电源。本模件输出一路+5V，用于 CPU 的工作电源；两路 24V 电压。各路电源相互独立，不共地。

POWER 模件原理图如下：

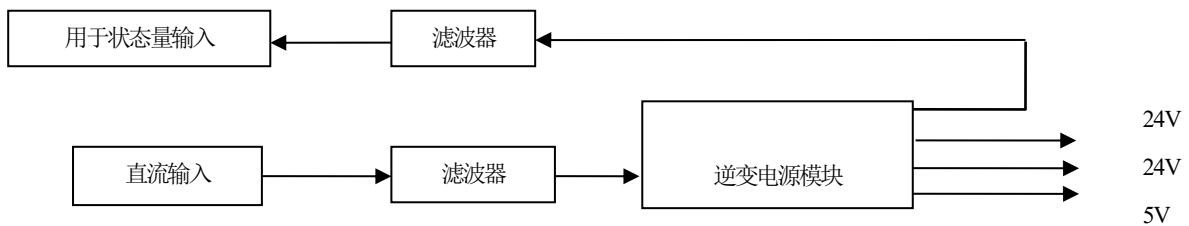


图 2-5 电源模件原理示意图

本装置在抗干扰能力上有充分考虑，故本装置组屏时，交、直流输入的抗干扰模件可以省略。

2.6 操作回路（CZHL）

本装置配备一套完整的操作回路，以实现断路器的操作功能。

本装置的操作回路设计中还考虑了弃用装置内部防跳回路而改用断路器自身防跳回路的方式，以满足部分用户的需要，订货时需注明是否取消防跳。

此外，CZHL 模件可选装为交流模式，即操作回路控制电源为 AC220V。在选装交流操作回路时，所有开入均默认使用 AC220V 电源，订货时需注明。

3 技术指标

3.1 运行环境

a) 工作温度：-25°C~+55°C。

存储温度：-40°C~+70°C，在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆转的变化，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：66~110kPa（相对海拔高度 2km 以下）

3.2 额定参数

1) 额定直流电压：220V/110V（订货注明）

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

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

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

3.3 装置技术参数

输入回路：每点 24V d.c. 2.4mA；

输出接点容量：30W（ $\tau=5\text{ms}$ ），220V d.c.或 0.5A d.c.。

出口时间：<20ms

装置交流电压回路在额定参数时每相 $\leq 0.2\text{VA}$

装置交流电流回路在额定参数时每相 $\leq 0.3\text{VA}$

电压、电流、功率：0.5 级

相位角测量误差 $\leq 1^\circ$

阻抗测量误差 $\leq 5\%$

4 绝缘性能

4.1 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 100M Ω ，符合 GB 14598.3-2006 标准要求。

4.2 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。

4.3 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 1.2/50 μ s 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。

4.4 耐湿热性能

符合 GB/T 2423.4 标准 高温+55 $^{\circ}$ C，低温+25 $^{\circ}$ C，相对湿度 95%，试验时间（12h+12h）的两个循环。

4.5 电磁兼容性能

4.5.1 静电放电抗干扰度

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

4.5.2 辐射电磁场抗干扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的辐射电磁场抗干扰度 A 级试验。

4.5.3 电快速瞬变/脉冲群抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的快速瞬变抗扰度 B 级试验。

4.5.4 浪涌（冲击）抗扰度

装置应能承受 GB/T 14598.26-2015 中规定的浪涌（冲击）抗扰度 B 级试验。

4.5.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

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

4.5.6 工频磁场抗扰度

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

4.5.7 脉冲磁场抗扰度

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

4.5.8 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。

4.5.9 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，装置不误动或拒动现象。

4.5.10 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。

4.6 机械性能

4.6.1 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。

4.6.2 冲击

装置应能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.2 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验。

4.6.3 碰撞

装置应能承受 GB/T 14537-1993 中 4.3 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验。

5 装置基本原理

5.1 发电机纵差保护

发电机差动可采用单相差动方式。单相差动方式：任一相差动保护动作即出口跳闸。这种方式一般另外配有 TA 断线检测功能。在 TA 断线时瞬时闭锁差动保护，且延时发 TA 断线信号。当保护制动电流大于拐点电流值，解除 TA 断线闭锁，即整定段 TA 断线不闭锁差动。

保护配有差流越限告警功能，可以选择差动保护是否经二次谐波制动（订货时注明）。

比率制动原理是传统保护原理在数字保护上的改进。它由二部分组成：无制动部分和比率制动部分。它具有较高的灵敏度和抗 TA 饱和的能力。

其动作方程是：

$$\begin{cases} |\dot{I}_N + \dot{I}_T| \geq K_S(I_{zd} - I_g) + I_q \\ |\dot{I}_N + \dot{I}_T| \geq I_q \end{cases}$$

$$I_{zd} = \{ |I_N| + |I_T| \} / 2$$

其中： I_g ：——曲线的拐点电流

I_q ：——曲线的启动电流

K_s ：——曲线的斜率

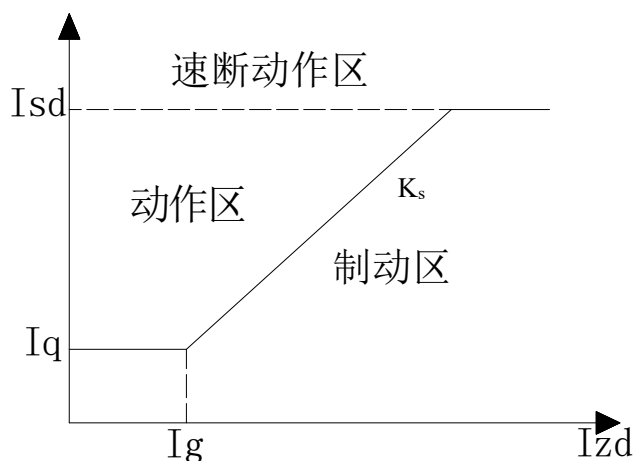


图 5-1 比率制动特性曲线

5.1.1 输入模拟量

发电机机端电流 I_{AT} 、 I_{BT} 、 I_{CT} 发电机中性点电流 I_{AN} 、 I_{BN} 、 I_{CN}

正方向以流入发电机为参考正方向

5.1.2 保护的逻辑

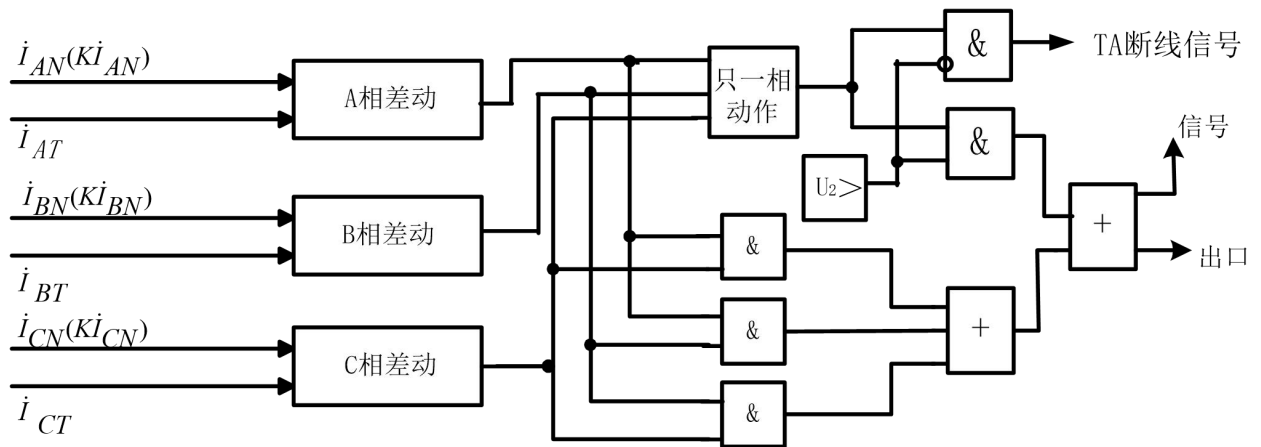


图 5-2 循环闭锁出口方式发电机纵差保护逻辑框图

5.1.3 TA 断线判别

对于循环闭锁出口方式，一相差动动作又无负序电压，即判定为 TA 断线。这是因为发电机中性点不直接接地，内部相间短路时一般都会二相差动或三相差动同时动作。

5.1.4 定值清单及整定原则

(a) 定值清单及控制字

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	速断定值	0~99.99	A	
2	差动定值	0~99.99	A	
3	比例差动拐点定值	0~99.99	A	
4	差动比例制动系数	0~10	/	
5	U2f解除断线闭锁	1~99.99	V	
6	差流越限定值	0~99.99	A	
7	差流超限延时定值	0~99.99	S	
控 制 字				
	置 1	置 0		
KG1.2	速断保护投入	速断保护退出		
KG1.4	CT断线不闭锁差动	CT断线闭锁差动		
KG1.5	差流超限告警投入	差流超限告警退出		

(b) 整定原则及取值建议

(1) 比例制动系数 K_z (曲线斜率)

K_z 应按躲过区外三相短路时产生的最大暂态不平衡差流来整定

通常, 对发电机差动 $K_z=0.3\sim 0.5$

(2) 差动启动电流 I_q

按躲过正常工况下最大不平衡差流来整定。不平衡差流产生的原因: 主要是差动保护两侧 TA 的变比误差, 保护装置中通道回路的调整误差。

一般 $I_q = (0.3\sim 0.4) I_e$

(3) 差动拐点电流 I_g

I_g 的大小, 决定保护开始产生制动作用的电流大小, 建议按躲过外部故障切除后的暂态过程中产生的最大不平衡差流整定。

一般 $I_g = (0.5\sim 0.8) I_e$

(4) 差动速断电流 I_s

对于发电机的差动速断, 其作用相当于差动高定值, 应按躲过区外三相短路时产生的最大不平衡差流来整定。为可靠, 建议 $I_s = (4\sim 8) I_e$

(5) 负序电压 U_2

解除循环闭锁的负序电压 (二次值, 按照线电压计算)。可取: $U_2 = (9\sim 12) V$ 。

(6) 发电机的额定电流 I_e

I_e 可按式计算

$$I_e = \frac{P_e}{\sqrt{3}U_{en_T} \cos \varphi}$$

式中

P_e 发电机额定功率, KW;

U_e 发电机额定电压, KV;

n_T 差动 TA 变比;

$\cos \varphi$ 发电机的额定功率因数;

(7) 差动保护灵敏度校验

按有关技术规程, 发电机纵差动保护的灵敏度必须满足机端两相金属性短路时, 差动保护的灵敏系数

$$K_{sen} \geq 2$$

灵敏系数 K_{sen} 定义为机端两相金属性短路时, 短路电流与差动保护动作电流之比, K_{sen} 越大, 保护动作越灵敏, 可靠性越高。

数字式保护必须按规程要求进行灵敏度校验，因为只有 K_{sen} 满足要求，才能保证在内部故障时，故障电流中有各种非周期分量，有 TA 饱和影响，TA 暂态特性影响等等，保护可靠动作。

K_{sen} 与差动保护的整定值 K_z , I_q , I_g 都有关系，特别是 K_z 的影响最大。一般按本说明书的建议取值时， K_{sen} 能满足要求。

5.1.5 工程应用注意事项

TA 二次回路开路会引起高电压的危险，特别是大型发电机组。为此，建议采用 TA 断线不闭锁差动保护方案。

5.2 发电机定子接地保护

5.2.1 发电机零序电压式定子接地保护

基波零序电压式定子接地保护，保护范围为由机端至机内 90% 左右的定子绕组接地故障。可作小机组的定子接地保护。也可与三次谐波定子接地保护合用，组成大、中型发电机的 100% 定子接地。

3U0 保护构成原理：

保护接入 3U0 电压，取自发电机机端 TV 开口 Δ 绕组两端或取自发电机中性点单相 TV（消弧线圈）的二次。

动作方程 $3U_0 > 3U_{0g}$ ，式中 $3U_0$ 机端 TV 开口三角电压或中性点 TV（或消弧线圈）二次电压； $3U_{0g}$ 动作电压整定值。

5.2.2 逻辑框图

当零序电压式定子接地保护的输入电压取自机端 TV 开口三角绕组时，为确保 TV 一次断线时保护不误动，需引入 TV 断线闭锁。

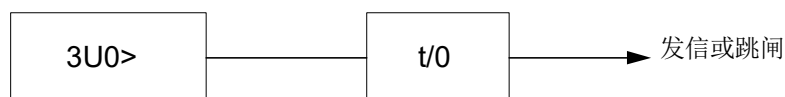


图 5-2-1 3U0 发电机定子接地保护出口逻辑框图

5.2.3 定值清单及整定原则

1) 定值清单

定 值 清 单			
序号	定值名称	单位	整定范围和说明
52	定子接地 3U0 定值	V	详见整定原则及设置建议
53	定子接地 3U0 延时	S	
控 制 字			
	置 1	置 0	
Kg2.0	TV 断线闭锁 3U0	TV 断线不闭锁 3U0	

2) 整定原则及设置建议

(a) 动作电压 $3U_{0g}$

在保护装置中，设置有性能良好的三次谐波滤过器，因此， $3U_{0g}$ 应按躲过正常运行时 TV 开口三角绕组或中性点单相 TV 可能出现的最大基波零序电压来整定。

当发电机定子引出线不是封闭式母线，而经穿墙套管引自室外时，可取 10~13V。

当发电机出线为封闭母线时，可取 5~10V。

(b) 动作延时

应大于主变高压侧接地短路时后备保护最长动作时间来整定。若简化计算，一般取 6~9 秒。

5.2.4 发电机零序电流式定子接地保护

零序电流式定子接地保护，适用于机端三相出线上套有零序电流互感器的小型发电机。该保护可单独作为发电机内部定子绕组的定子接地保护。

保护构成原理：

保护接入 $3I_0$ 电流，取自发电机机端三相出线上零序电流互感器的二次。

动作方程 $3I_0 > 3I_{0g}$ ，式中 $3I_0$ 机端三相出线上零序电流互感器的二次电流； $3I_{0g}$ 动作电压整定值。

5.2.5 逻辑框图

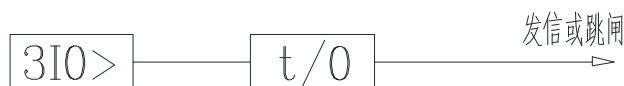


图 5-2-2 $3I_0$ 发电机定子接地保护出口逻辑框图

5.2.6 定值清单及整定原则

1) 定值清单

定 值 清 单			
序号	定值名称	单位	整定范围和说明
1	定子接地 $3I_0$ 定值	A	详见整定原则 及设置建议
2	定子 $3I_0$ 延时	S	
控 制 字			
	置 1	置 0	
KG1.6	$3I_0$ 定子接地投入	$3I_0$ 定子接地退出	

2) 整定原则及设置建议

关于零序电流动作值 $3I_{0g}$ 的整定，比较烦琐。主要原因是零序 TA 无变比，一次零序电流是通过 TA 的漏磁传到二次去。

为此，下达的整定值应为发电机一次的零序电流。其值应参照发电机的安全允许接地电流确定，例如 4A 或 3A。

当一次动作电流确定后，用长导线穿过零序 TA 通入单相电流进行校验。当通入电流等于一次整定动作电流时，观察界面上显示的毫安数，将该毫安数作为定值输入装置并固化。

保护的動作延时可取 6~9 秒。

5.3 发电机过电压保护

5.3.1 保护原理及逻辑框图

保护反映发电机机定子电压。其输入电压为机端 TV 二次相间电压 (U_{ab}, U_{bc}, U_{ca} 任一值大于过电压定值)，经延时动作切除发电机。其构成逻辑框图如下所示：

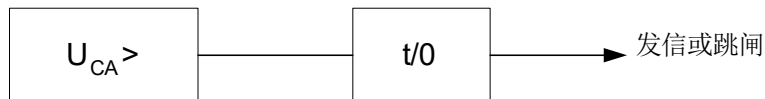


图 5-3 发电机过电压保护出口逻辑框图

5.3.2 定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	过电压定值	0~999.90	V	
2	过电压延时	0~99.99	S	

过电压保护的動作电压，应根据发电机类型，励磁方式，允许过电压的能力及定子绕组的绝缘状况来决定。一般整定参考下表

汽轮发电机	水轮发电机	可控硅励磁的水轮发电机
$U_g = (1.3 \sim 1.35)U_e$	$U_g = 1.5U_e$	$U_g = (1.3 \sim 1.4)U_e$

動作延時 t 可取 (0.3~0.5) S

5.4 发电机静稳失磁保护

正常运行时，若用阻抗复平面表示机端测量阻抗，则阻抗的轨迹在第一象限（滞相运行）或第四象限（进相运行）内。发电机失磁后，机端测量阻抗的轨迹将沿着等有功阻抗圆进入异步阻抗圆内。

5.4.1 构成原理

阻抗型失磁保护，通常由阻抗判据 ($Z_{g<}$)、转子低电压判据 ($V_{fd<}$)、系统低电压判据 ($U_{n<}$) 构成。

保护输入量有：机端三相电压、发电机三相电流、主变高压侧三相电压、转子直流电压。

(a)异步边界阻抗圆判据

失磁发电机的机端阻抗最终轨迹一定进入右图所示的小圆中，该圆称为异步边界阻抗圆，图中：

$$X_a = -\frac{X'_d * \frac{U_{gn}^2 * n_a}{S_{gn} * n_v}}{2}$$

$$X_b = -X_d * \frac{U_{gn}^2 * n_a}{S_{gn} * n_v}$$

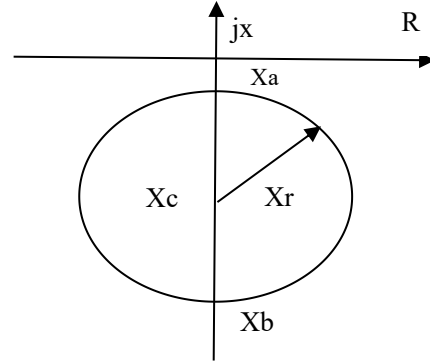


图 5-4-1 失磁阻抗圆

式中， X_d' 、 X_d 为发电机暂态电抗和同步电抗标么值； U_{gn} 、 S_{gn} 为发电机额定电压和额定视在功率； n_a 、 n_v 为电流互感器和电压互感器变比。因此，异步边界阻抗圆圆心定值为 $\frac{X_a + X_b}{2}$ ，半径定值为 $\frac{X_a - X_b}{2}$ 。

(b)转子低电压判据

由于转子低电压判据中动作电压与发电机有功有关，故又称 Vfd-P 判据。其动作方程为：

$$\begin{cases} Vfd < Vfdl & ; Vfd < Vfdl \\ Vfd < Kfd (P - Pt); Vfd > Vfdl \end{cases}$$

式中，Vfd——转子电压计算值

P——发电机的有功功率计算值；

S_n ——发电机二次额定视在功率

Vfdl、Kfd、Pt 保护整定值，见定值清单。

转子低电压动作特性如下：

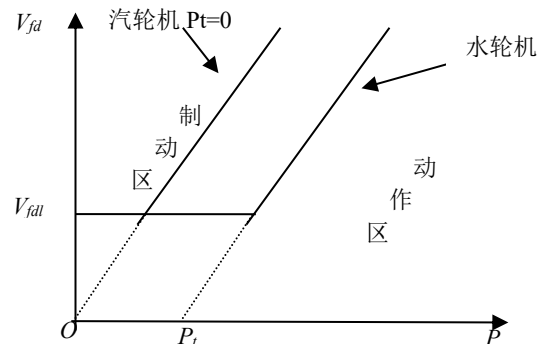


图 5-4-2 转子低电压动作特性

5.4.2 逻辑框图如下：

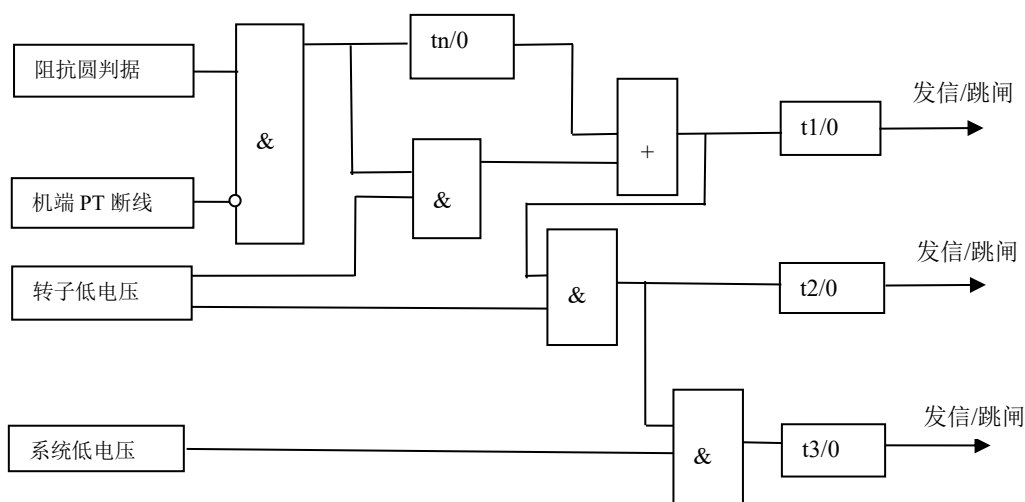


图 5-4-3 发电机失磁保护基本逻辑框图

t_n 是程序内部延时，固定取 1.5s

机端 PT 断线判据：无压门槛值 8V，有流门槛值 0.25A；

三相断线：三相无压且任一相有流。

一相或两项断线：（有负序电压 $>10V$ ）&&（正序电压 $>0.8 \times$ 负序电压值）&&（负序电流 $<0.25A$ ）&&（正序电流 $>0.25A$ ）

不管是几相断线，保护装置都报机端 PT 断线，并点相应信号灯。

系统 PT 断线判据：无对应电流引入。

三相断线：三相无压且任一相有流。

一相或两项断线：（有负序电压 $>10V$ ）&&（正序电压 $>0.8 \times$ 负序电压值）。

不管是几相断线，保护装置都报系统 TV 断线，并点相应信号灯。

5.4.3 定值清单及取值建议：

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	阻抗启动电流定值	0~99.99	A	
2	系统低电压定值	0~999.90	V	线电压
3	阻抗圆心-Xc	0~999.90	Ω	
4	阻抗半径 Xr	0~999.90	Ω	
5	转子低电压 Vfd	0~999.90	V	

6	转子电压修正系数	0~99.99	/	现场整定
8	反应功率 Pf	0~99.99	MW	
9	SC 延时 t1 定值	0~99.99	S	
10	SC 延时 t2 定值	0~99.99	S	
11	SC 延时 t3 定值	0~99.99	S	
控 制 字				
	置 1	置 0		
KG1.2	系统低电压判据投入	系统低电压判据退出		
KG1.11	断线闭锁失磁阻抗	断线开放失磁阻抗		

(1)系统低电压动作定值 U_{hl}

按发电机失磁后不破坏系统稳定来整定。通常

$$U_{hl} = (0.85 \sim 0.9)U_{he}$$

式中: U_{he} -----系统母线额定电压 (TV 二次值)。

(2)阻抗圆圆心 X_c

$$X_c = \frac{X_a + X_b}{2}$$

(3)阻抗圆半径 X_r

$$X_r = \frac{X_a - X_b}{2}$$

式中: X_a , X_b 见阻抗判据里的说明。

(4)转子低电压系数 K_{fd}

$$K_{fd} = 0.7 \frac{V_{fde}}{S_n}$$

(5)发电机反应功率 P_t (也称凸极功率)

$$P_t = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{X_{q\Sigma}} - \frac{1}{X_{d\Sigma}} \right) S_e$$

式中 $X_{d\Sigma} = X_d + X_s$, (标么值);

$X_{q\Sigma} = X_q + X_s$, (标么值);

X_d , X_q 发电机 d 轴和 q 轴的电抗标么值。

5.5 发电机定时限负序过流保护（转子表层过负荷保护）

5.5.1 保护原理及逻辑框图

保护接入发电机三相电流（TA 二次值）。当负序电流大于整定值时，负序电流保护动作，经延时切除发电机。

电流取自发电机中性点（或机端）TA。

保护的逻辑框图如下：

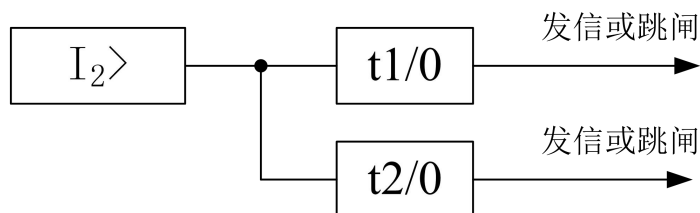


图 5-5 发电机负序过流保护出口逻辑框图

5.5.2 定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	负序过流定值	0~99.99	A	
2	负序过流延时 t1	0~99.99	S	
3	负序过流延时 t2	0~99.99	S	

定时限负序电流整定值 I_{2g} 的计算。按躲过发电机长期连续运行允许的负序电流计算，即

$$I_{2g} = K_{rel} \frac{I_{2.\infty}^*}{K_{re}} I_{g.n}$$

式中 K_{rel} 可靠系数，一般取 $K_{rel} = 1.05$

K_{re} 返回系数，（微机保护一般取 $K_{re} = 0.95$ ）

$I_{g.n}$ 发电机额定二次电流

动作时间：负序过流动作延时应与相邻设备不对称短路后备保护相配合。

5.6 发电机过负荷保护

5.6.1 保护原理及逻辑框图

保护反映发电机定子电流的大小，电流取自发电机中性点（或机端）TA 二次的某一相（如 B 相）电流，或者为三相电流。

出口方式：可发信或跳闸（订货时需注明），逻辑框图如下：

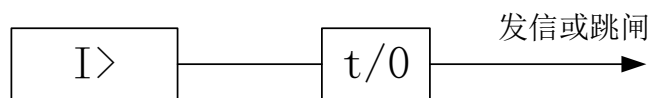


图 5-6 发电机过负荷保护出口逻辑框图

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	过负荷电流定值	0~99.99	A	
2	过负荷延时 T	0~99.99	S	

整定原则及取值建议：

过负荷电流整定值 I_g

按躲过发电机的额定电流来整定，即

$$I_g = K_{rel} I_e / 0.95$$

式中 K_{rel} 可靠系数，一般取 $K_{rel} = 1.05$

I_e 发电机额定电流（TA 二次值）

通常 I_g 取 $(1.05 \sim 1.1) I_e$

动作延时 t 通常 t 取 6~9 秒。

5.7 发电机横差保护

5.7.1 保护原理

发电机横差保护，时发电机定子绕组匝间短路（同分支匝间短路及同相不同分支之间的匝间短路）、线棒开焊的主保护，也能保护定子绕组相间短路。

(1) 构成原理：

发电机单元件横差保护的输入电流，为发电机两个中性点连线上的 TA 二次电流。

(2) 逻辑框图：

横差保护是发电机内部故障的主保护，动作应无延时。但考虑到在发电机转子绕组两点接地短路时发电机气隙磁场畸变可能致使保护误动，故在转子一点接地后，使横差保护带一延时动作。逻辑框图 5-7：

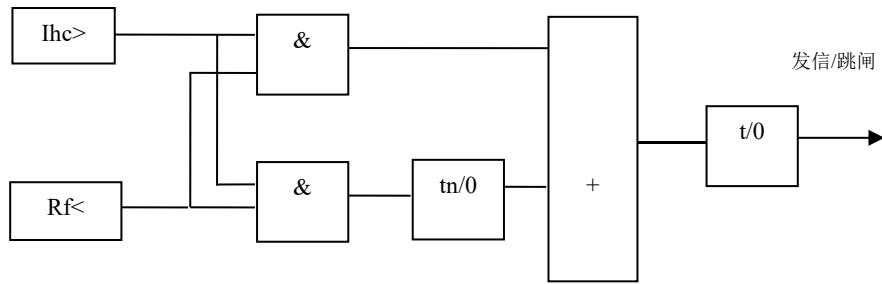


图 5-7 发电机单元横差保护出口逻辑框图

(3) 定值清单及整定原则

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	横差保护定值	0~99.99	A	
2	横差保护延时	0~99.99	S	

(a) 动作电流 I_g

在发电机横差保护中，有专用的滤过三次谐波的措施。因此，横差保护的動作電流，應按躲過系統內不對稱短路或發電機失磁失步時轉子偏心產生的最大不平衡電流。建議

$$I_g = (0.3 \sim 0.4) I_e \quad (I_e \text{ 發電機二次額定電流})$$

(b) 動作時間 t

與轉子兩點接地保護動作延時相配合，一般取 $t=0.5 \sim 1.0$ 秒

5.8 發電機疊加直流式轉子一點接地保護

5.8.1 保護原理及邏輯框圖

採用新型的疊加直流方法，疊加源電壓為 50V，內阻大於 50kΩ。利用微機智能化測量克服了傳統保護中繞組正負極靈敏度不均勻的缺點，能準確計算出轉子對地的絕緣電阻值，範圍可達 200 kΩ。轉子分布電容對測量無影響。電機起動過程中轉子無電壓時保護並不失去作用。

保護引入轉子負極與大軸接地線，可以發信或跳閘（訂貨時需註明）。

邏輯框圖 5-8：

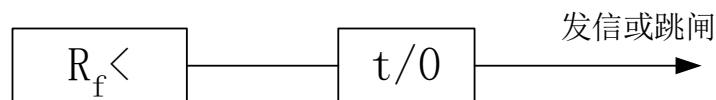


图 5-8 发电机转子一点接地保护出口逻辑框图

5.8.2 定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	转子一点接地 R _f	1~200	KΩ	
2	转子一点接地延时	0~99.99	S	

(1) 接地电阻 R_f: 当转子对地绝缘电阻大幅度降低时, 发出信号。R_f 取 (10~20) K 是适宜的。

(2) 动作时间 t: t 建议取 9 秒。

5.9 发电机谐波序电压式转子两点接地保护

5.9.1 保护原理

当发电机转子绕组两点接地时, 其气隙磁场将发生畸变, 在定子绕组中将产生二次谐波负序分量电势。转子两点接地保护即反映定子电压中二次谐波负序分量。

保护动作逻辑框图

在转子一点接地保护动作后, 自动投入转子两点接地保护。转子两点接地保护的逻辑框图 5-9:

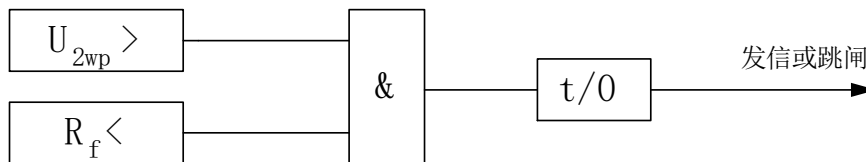


图 5-9 发电机转子两点接地保护出口逻辑框图

5.9.2 定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	转子两点接地 U _{2wg}	0~20	V	
2	转子两点接地延时	0~99.99	S	
控 制 字				
	置 1	置 0		
KG1.11	两点接地保护投入	两点接地保护退出		

二次谐波电压动作值可按下式整定:

$$U_{2wg} = K_{rel} U_{2w2He\delta}$$

式中 K_{rel} ——可靠系数, 取 8~10;

$U_{2w2He\delta}$ ——发电机额定工况下测得最大的二次谐波负序电压, 一般为 0.1~0.2。

动作延时 t: 可取 0.5~1.0 秒, 以防外部故障暂态过程中保护误动。

5.10 发电机交流励磁（三相）回路电流保护

5.10.1 保护原理及逻辑框图

保护反映励磁交流回路电流大小。

出口方式：可发信或跳闸。

逻辑框图如下：

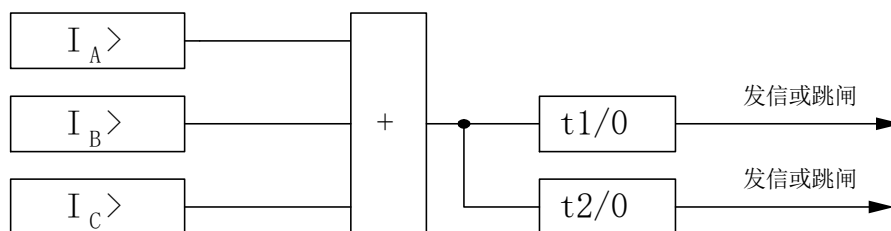


图 5-10 发电机交流励磁(三相)回路过流保护出口逻辑框图

5.10.2 定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	励磁变速断定值	0~100	A	
2	励磁变过流定值	0~100	A	
3	励磁变过流延时	0~100	S	

5.11 发电机频率异常保护

汽轮机叶片有自己的自振频率。并网运行的发电机，当系统频率异常时，汽轮机叶片可能产生共振，从而使叶片发生疲劳，长久下去可能损坏汽轮机的叶片。

发电机频率异常保护，是保护汽轮机安全的。

5.11.1 构成原理及逻辑框图

保护接入机端 TV（或系统端 TV），反应发电机低频或过频,配置一段一时限。过频保护需判有流。逻辑框图如下：

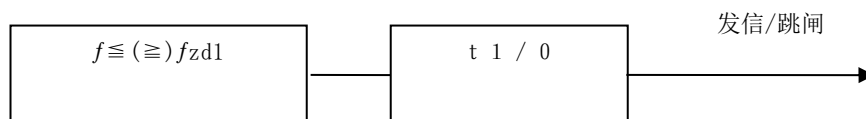


图 5-11 频率保护逻辑框图

5.11.2 定值清单及取值建议

目前，电力系统中的装机容量越来越大，各系统之间的联系越来越紧密。长期低频或者过频运行的可能性几乎为零。因此，当频率异常保护作用于切除发电机时，其频率及出口时间应与低频减载或者高周切机装置配合。

频率的取值及出口时间，应根据汽轮机制造厂提供的数据乘以可靠系数进行整定。

工程应用时，根据实际需要选择过频保护或者低频保护。

5.12 发电机逆功率保护

并网运行的汽轮发电机，在主汽门关闭后，便作为同步电动机运行。但从电网中吸收有功，拖着汽轮机旋转。由于汽缸中充满蒸汽，它与汽轮机叶片磨擦产生热，使汽轮机叶片过热。长期运行，损坏汽轮机叶片。

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	低电压闭锁频率	0~100	V	线电压
2	低频定值	45~55	Hz	
3	频率滑差闭锁定值	0~100	Hz/s	
4	低频保护延时定值	0~100	S	
控 制 字				
	置 1	置 0		
KG1.7	频率：机端电压	频率：系统电压		

构成原理及逻辑框图

逆功率保护的输入量为机端 TV 二次三相电压及发电机 TA 二次三相电流。当发电机吸收有功功率时动作。出口方式：可发信或跳闸

逻辑框图 5-12：

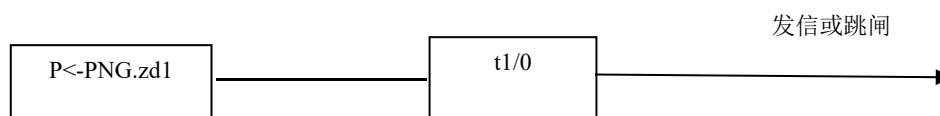


图 5-12 逆功率保护逻辑框图

定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序 号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	逆功率保护-P 定值	0~100	MW	
2	逆功率延时定值	0~100	S	
控 制 字				
	置 1	置 0		
KG1.6	PT 断线闭锁逆功率	PT 断线开放逆功率		

(1) 功率动作整定值

应保证汽轮机主汽门关闭后逆功率保护能可靠动作。通常

$$P_{NG \text{ .zd}} = -(5\% \sim 10\%) P_e, \quad (P_e \text{ 发电机二次额定功率})$$

(2) 动作延时定值

逆功率保护出口延时，应按汽轮机叶片运行过热时间的条件来整定。

5.13 发电机复合过流（记忆过流）保护

发电机复压过流保护主要作为发电机相间短路的后备保护。当发电机为自并励方式时，过流元件应有电流记忆功能。

5.13.1 构成原理及逻辑框图

发电机复压过流保护的输入量为机端 TV 二次电压及发电机 TA 二次三相电流。

逻辑框图如下：

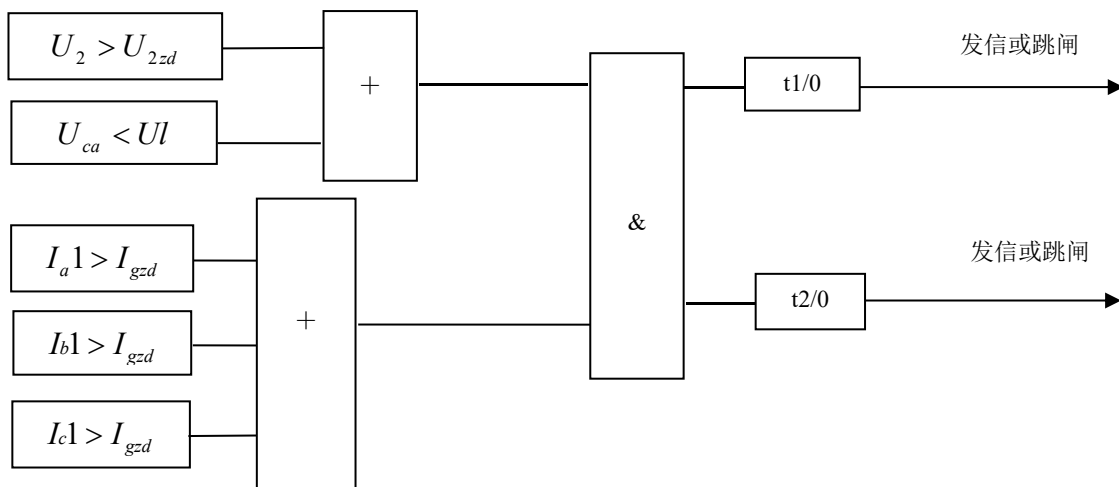


图 5-13-1 发电机复合电压过流 1 保护逻辑框图

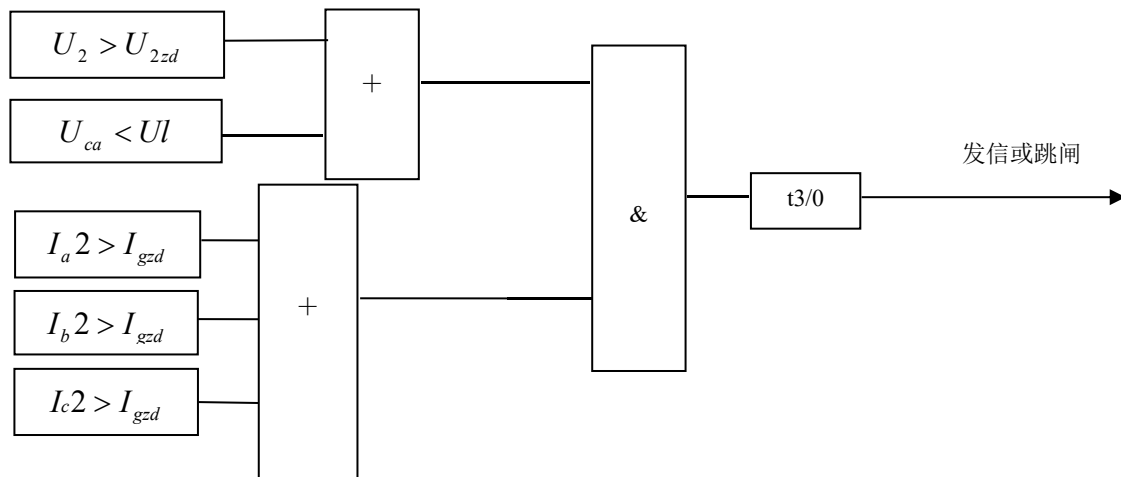


图 5-13-2 发电机复合电压过流 2 保护逻辑图

5.13.2 定值清单及取值建议

定 值 清 单				
序号	定值名称	整定范围	单位	说明
1	低电压定值	0.2~999.90	V	
2	负序电压定值	0.2~999.90	V	
3	过电流定值 1	0~99.99	A	
4	复压过流延时 t1	0~99.99	S	
5	复压过流延时 t2	0~99.99	S	
6	过电流定值 2	0~99.99	A	
7	复压过流延时 t3	0~99.99	S	
控 制 字				
	置 1	置 0		
KG1.3	复合电压投入	复合电压退出		
KG1.12	PT 断线闭锁复压	PT 断线不闭锁复压		

(1) 过流定值 I_g

动作电流 I_g 应按躲过正常运行时发电机的额定电流来整定。即

$$I_g = K_{rel} I_e / 0.95$$

式中： K_{rel} 可靠系数，取 1.2；

I_e 发电机额定电流（TA 二次值）

(2) 低电压定值 U_{zd}

低电压定值 U_{zd} ，按躲过发电机正常运行时可能出现的最低电压整定。通常

$$U_{zd} = (0.7 \sim 0.75)U_e \quad (U_e \text{ 发电机额定电压, TV 二次值})。$$

(3) 负序电压定值 U_{2g}

躲过正常运行时发电机机端最大负序电压，通常

U_{2g} 取发电机额定电压的 8%~10%。

(4) 动作延时定值

保护的動作延时，应与相邻元件后备保护的動作时间相配合整定。

5.14 失磁保护原理 2: (选用保护)

5.14.1 保护原理

发电机励磁降低到不允许值的标志是逆无功和定子过电流同时出现。逆无功原理失磁保护则是根据这一特点构成的。除逆无功和定子过流判据之外，保护还引入系统低电压元件和机端低电压元件来判断失磁对系统和厂用电的影响，引入负序电压元件来消除短路等其它非失磁工况对保护的影响。

下面以如图所示的保护出口逻辑框图，来说明逆无功式失磁保护的原理构成。

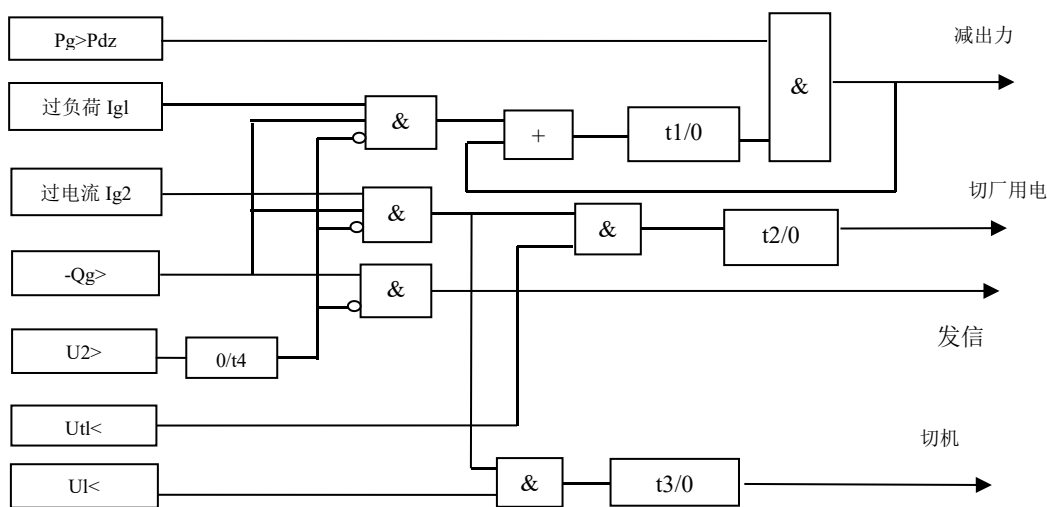


图 5-14 逆无功失磁保护基本逻辑框图

当发电机无功倒流同时又定子过流时，过负荷元件、过电流元件和逆无功元件同时动作，此时若负序电压元件动作，则说明逆无功和过电流不是由于失磁引起的，将“与 1”和“与 2”闭锁，保护不动作。若负序电压元件不动作，说明发电机已经失磁，此时装置应发什么指令，还要由其它条件决定：

a) 若系统电压降到整定值以下，表明失磁影响系统运行的稳定性，此时“与 5”开放，经延时发切机命令。

b) 若发电机机端电压降到整定值以下，表明失磁影响厂用电，此时“与 4”开放，经延时发切换厂用电命令。

c) 在发电机失磁，定子电流达到过负荷值时，先进行减有功。为了消除由于定子电流摆动而延缓减有功的速度，当 t_1 动作之后，立刻反馈一信号给“或 1”，使得减有功连续进行，直到有功减到定值以下为止。

d) 当发电机空载或在很小的负载下失磁，发电机的定子电流可能小于定值，但无功一定进相，此时装置只发“进相”信号。

e) 发电机失磁后有以下特征：

1. 发电机失磁后，有功功率基本不变。但引起定子过电流，定子电压降低。

2. 发电机失磁后，无功很快进相，以后始终为负值。

3. 对汽轮发电机，在发电机失磁后且不影响系统稳定的情况下，可维持一定的有功功率（40% P_e ）无励磁运行一段时间，因此在判断出发电机失磁后，保护总是先发出减出力命令，迅速将有功降到整定值以下，当失磁引起机端或系统电压低时，保护可动作于发切机命令或延时跳闸。

5.14.2 特点

逆无功原理发电机低励失磁保护具有以下几个特点：

a) 在发电机失磁之后，必然会出现逆无功和定子过电流（发电机空载或负载很小的情况下失磁除外）。根据这一特点构成的失磁判据，具有比较明确的物理概念。此外通过对失磁过程的分析可以发现，发电机失磁之后无功很快从正值变为负值（逆无功出现在功角小于 90° 时），并且在整个失磁过程中，无功始终为负值。因此，利用逆无功判据可以较快较好地检测出失磁。

b) 逆无功原理失磁保护无需使用转子电压判据作为低励失磁的辅助判据，这在一定程度上简化了保护的环节，提高了保护的可靠性。此外，由于采取了负序电压闭锁等辅助措施，保护在短路，振荡，长线充电等非失磁工况下不会误动。

c) 对于汽轮发电机，在发电机失磁后且不影响系统稳定的情况下，可以维持一定的有功功率（例如 40% 的额定功率）无励磁运行一段时间。因此在判断出发电机失磁之后，保护总是先发出减有功令，迅速将有功降到整定值以下。当失磁引起机端或系统电压降低时，保护可动作于发切机命令或延时跳闸。

5.14.3 逆无功原理失磁保护定值清单

定值名称	范围	单位	说明
动作功率 P _g	0.1~999.9	MW	
过负荷 I _{g1}	0.1~99.99	A	
过电流 I _{g2}	0.1~99.99	A	
逆无功 Q _g	0.1~999.9	MVar	
机端低电压 U _{tl}	0.1~100	V	
系统低电压 U _l	0.1~100	V	
负序电压 U ₂	0.1~100	V	
动作延时 t ₁ ,t ₂ ,t ₃	0.1~99.99	S	

5.14.4 保护定值的整定计算

(1) 系统低电压动作定值 U_l

按发电机失磁后不破坏系统稳定及躲过正常运行时发电厂系统母线上最低电压来整定。通常

$$U_l = (0.85 \sim 0.9) U_{he}$$

式中 U_{he} -----发电厂系统母线额定电压（TV 二次值）

(2) 机端低电压动作定值 U_{tl}

按照以下两个条件来整定：躲过强行励磁启动电压及不破坏厂用电的安全。一般

$$U_{tl} = 0.8 U_e$$

式中 U_e -----发电机额定电压（TV 二次值）

(3) 逆无功定值 Q_g（为负值）

为提高失磁保护动作的可靠性及快速性，一般

$$Q_g = (-5\% \sim -8\%) Q_e \quad (Q_e \text{ -----发电机额定无功功率（二次值）})$$

(4) 过负荷动作值 I_{g1}

一般 $I_{g1} = (1.05 \sim 1.1) I_e$ (I_e -----发电机二次额定电流)

(5) 过负荷动作值 I_{g2}

按躲过过负荷电流来整定。一般取

$$I_{g2} = (1.1 \sim 1.2) I_e$$

(6) 负序电压动作定值 U₂

为提高保护躲过不正常运行方式的能力，U₂ 可按照发电厂出线（与系统连接的线路）末端发生两相短路时装置安装处的最小负序电压来整定。一般

$$U_2 = (0.08 \sim 0.12) U_e$$

(7) 有功功率动作值 P_g

按照发电机允许无励磁运行一段时间（约 15 分钟）的条件来整定，一般

$P_g = (0.4 \sim 0.5) P_e$ (P_e ----- 发电机额定有功功率（二次值）)

(8) 动作延时 t_1, t_2, t_3

保护减载延时 t_1 ，切换厂用延时 t_2 及切机延时 t_3 均取 $(0.6 \sim 0.8) S$ 。

(9) 动作延时 t_4

为使保护能可靠躲过系统故障切除后的摇摆过程， t_4 可取 $6 \sim 8S$ 。

5.15 发电机反时限不对称过负荷保护（中小型机组非标配）

发电机反时限不对称过负荷保护，适用于大型内冷式汽轮发电机。是发电机的转子过热保护，也叫转子表层过热保护。

5.15.1 构成原理

保护反应发电机定子电流中的负序分量。其输入电流为发电机 TA 二次三相电流。保护由定时限和反时限二部分构成。

(a) 动作方程

定时限部分

$$I_2 > I_{2g1} \dots\dots\dots (5-15-1)$$

反时限部分

$$(I_2^2 - K_2) t > K_1 \dots\dots\dots (5-15-2)$$

式中

I_2, I_2^* ----- 发电机负序电流及其标幺值（以发电机额定电流为基准值）；

t ----- 反时限保护的動作延时；

I_{2g1}, K_1, K_2 ----- 保护整定值，见反时限不对称过负荷保护定值表 5-15。

(b) 动作特性

当发电机负序电流大于定时限动作整定值时，经延时发信号；大于反时限启动电流值时，保护按反时限作用于切除发电机。

保护的时限特性曲线由三部分构成：上限短延时、反时限及下限长延时。其特性曲线如图 5-15-1 所示。

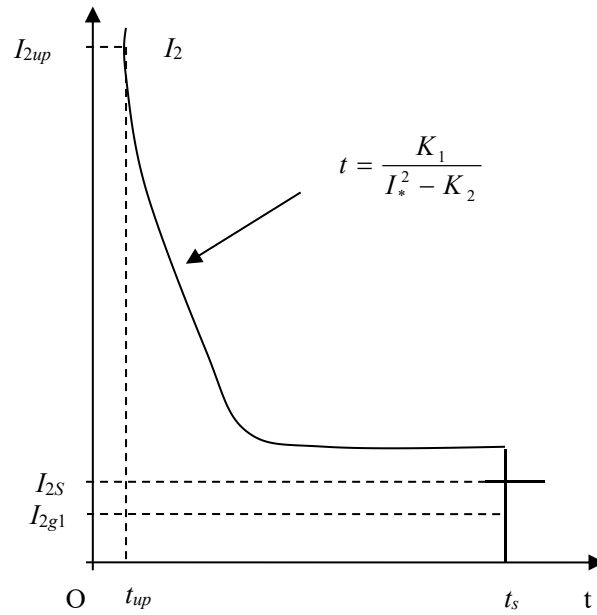


图 5-15-1 反时限不对称过负荷保护动作特性

图中： I_{2s} 、 t_s 、 I_{2up} 、 t_{up} -----保护整定值。

5.15.2 逻辑框图

发电机反时限不对称过负荷保护的逻辑框图如图 5-15-2 所示。

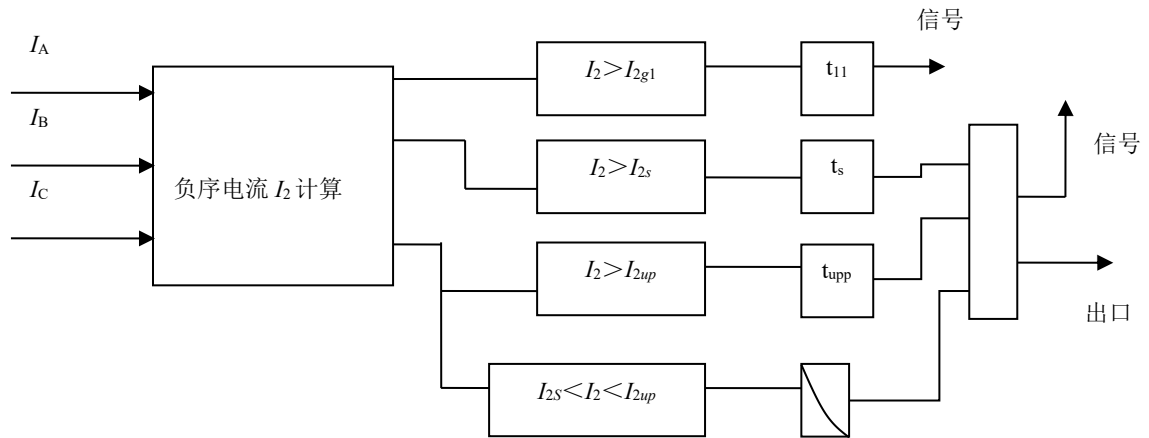


图 5-15-2 发电机反时限负序过负荷保护逻辑框图

5.15.3 定值清单及定值说明

(a) 定值清单，见表 5-15

表 5-15 反时限对称过负荷保护定值清单

名称	范围	单位	说明
动作电流 I_{2gl}	0.1~60	A	
延时 t_{11}	0.1~100	S	
下限电流 I_{2s}	0.1~60	A	
下限长延时 t_s	0.1~5000	S	
上限电流 I_{2up}	0.1~80	A	
上限时间 t_{up}	0.1~100	S	
热值系数 K_1	1~50	/	
散热系数 K_2	0~2	/	
额定电流 $I_e(IN)$	0.1~8	A	

(b) 整定原则说明及取值建议

(1) 定时限整定值 I_{2gl} 及 t_{11}

电流整定值 I_{2gl} 按发电机长期允许的负序电流 $I_{2\infty}$ 来整定。即

$$I_{2gl} = K_{rel} \frac{I_{2\infty}}{0.95}$$

式中 K_{rel} -----可靠系数，取 1.2；

$I_{2\infty}$ -----发电机长期运行允许的负序电流。

通常 I_{2gl} 取 (8~10) % I_e 。

动作时间 t_{11} ，一般取 6~9 秒。

(2) 反时限下限启动电流 I_{2s} 及延时 t_s

反时限下限启动电流 I_{2s} ，可按定时限动作电流的 1.05~1.1 倍来整定，动作时间 t_s 一般取 300~600S。

另外，在确定动作延时 t_s 时，还应将下限动作电流代入式 (5-15-2) 中进行校验。实际动作时间应小于计算值。

(3) 反时限上限电流 I_{2up} 及延时 t_{up}

上限动作电流 I_{2up} ，应按发电厂主变高压侧母线上发生两相短路时发电机所提供的负序电流的 1.05 倍来整定。而上限动作时间 t_{up} 应按与电厂高压母线出线纵联保护或距离保护 I 段的动作延时配合来整定。

通常 t_{up} 取 0.3~0.5S。

(4) 热值系数 K_1 及散热系数 K_2

热值系数 K_1 ，应按发电机制造厂家提供的转子表层允许的负序过负荷能力确定。若无厂家提供的数据，可按发电机的容量取值。

对于容量为 200~300MW 的内冷式汽轮发电机，可取 $K_1=8\sim 10$ （通常取 $K_1=10$ ）

对于容量为 300~600MW 的汽轮发电机， $K_1=6\sim 8$

容量越大， K_1 取值应越小

散热系数 K_2 ，根据发电机的长期允许负序电流能力来确定。通常 K_2 值不大于 0.01。

5.16 发电机反时限对称过负荷保护(中小机组非标配)

发电机反时限对称过负荷保护，是发电机定子的过热保护，主要用于内冷式大型汽轮发电机。

5.16.1 构成原理

保护反映发电机定子电流的大小，其输入电流同发电机定时限过负荷及过电流保护，即可为发电机 TA 二次某一相电流，或者为三相电流。该保护由定时限和反时限两部分构成。

(a) 动作方程

定时限部分

$$I > I_g \quad \dots\dots\dots (5-16-1)$$

反时限部分

$$(I_*^2 - K_2)t > K_1 \quad \dots\dots\dots (5-16-2)$$

式中

I 、 I_* ----- 发电机电流及其标么值（以发电机额定电流为基准值）；

t ----- 反时限保护的动作延时；

I_g 、 K_1 、 K_2 ----- 保护整定值，见反时限对称过负荷保护定值表 5-16。

(b) 动作特性

当发电机的电流大于定时限动作整定值时，经延时发信号；而大于反时限启动电流值时，保护的动作时间与电流大小成反比，出口作用于解列或程序跳闸。

保护的时限特性曲线由三部分构成：上限短延时、反时限及下限长延时。其特性曲线如图 5-16-1 所示。

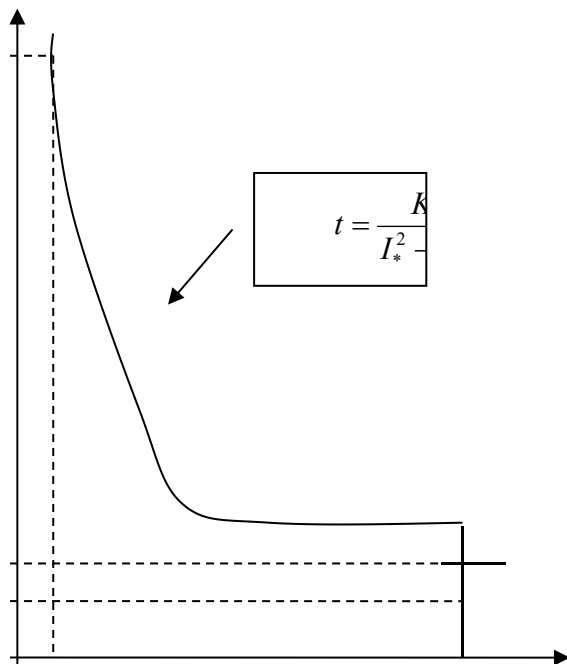


图 5-16-1 发电机反时限对称过负荷保护动作特性

5.16.2 逻辑框图

发电机反时限对称过负荷保护的逻辑框图如图 5-16-2 所示。

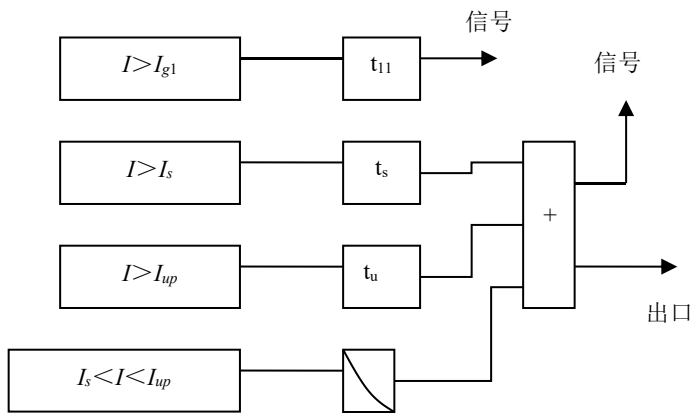


图 5-16-2 发电机反时限对称过负荷保护逻辑框图

5.16.3 定值清单及取值建议

(a) 定值清单，见表 5-16。

表 5-16 反时限对称过负荷保护定值清单

定值名称	整定范围	单位	说明
动作电流 I_{g1}	0.1~60	A	
延时 t_{11}	0.1~100	S	

定值名称	整定范围	单位	说明
下限电流 I_s Is	0.1~60	A	
下限长延时 ts	0.1~5000	S	
上限电流 Iup	0.1~80	A	
上限时间 tup	0.1~100	S	
热值系数 K1	1~50	/	
散热系数 K2	0~2	/	
额定电流 Ie(IN)	0.1~8	A	

(b) 整定原则及取值建议

(1) 定时限整定值 Ig1

按躲过发电机的额定电流来整定，即

$$I_{g1} = K_{rel} I_e / 0.95$$

式中 Krel -----可靠系数取 1.05；

Ie -----发电机额定电流（TA 二次值）。

通常 Ig1 取（1.05~1.1）Ie。

(2) 定时限动作延时 t11

通常 t11 取 6~9 秒。

(3) 反时限下限启动电流 Is

按与过负荷保护动作电流相配合整定。Is 可取 1.15Ie

(4) 反时限下限长延时 ts

按照发电机允许过负荷能力曲线上 1.15Ie 对应时间的 0.8~0.9 倍来整定。通常 ts 取 300~600S

(5) 反时限上限电流 Iup

按照发电厂高压母线三相短路时发电机提供的短路电流来整定。一般为其 1.05 倍。

(6) 反时限上限动作延时 tup

上限动作延时应按与发电厂高压母线出线的纵联保护或距离 I 段保护动作时间相配合来整定。一般

$$tup = (0.3 \sim 0.5) S$$

(7) 热值系数 K1 及散热系数 K2

整定方法：在发电机允许过负荷能力曲线的中间部位取二个点，将该两点对应的电流值及时间值分别代入式 6-21-2 得到具有两个未知数 K1 及 K2 的二元一次方程组。联立解方程，便得到 K1 及 K2 之值。也可由电机制造厂家直接提供。

散热系数 K2 之值一般为 1~1.1 之间。

5.17 非电量保护（热工保护、灭磁联跳、励磁变温度）

本装置的非电量保护，瞬时出口不经过 CPU 直接驱动出口；但经 CPU 发信。

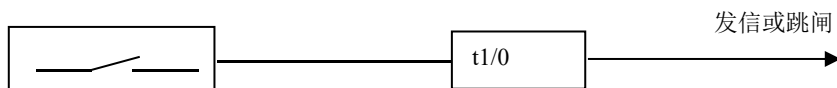


图 5-17 非电量保护逻辑框图

6 定值清单

6.1 NSC561U 发电机主保护装置定值:

序号	整定值名称	整定值	单位	最小值	最大值
1	控制字一	0000		0000	FFFF
2	控制字二	0000		0000	FFFF
3	速断定值	50.00	A	0.00	99.99
4	差动定值	20.20	A	0.00	99.99
5	比例差动拐点定值	5.00	A	0.00	99.99
6	差动比例制动系数	0.400		0.000	9.999
7	U2f解除断线闭锁	5.0	V	0.0	999.9
8	差流越限定值	5.00	A	0.00	99.99
9	差流越限延时定值	10.00	S	0.00	99.99
10	差动出口方式	00FF		0000	00FF
11	横差保护定值	10.00	A	0.00	99.99
12	横差保护延时	10.00	S	0.00	99.99
13	横差出口方式	00FF		0000	00FF
14	过电压定值	120.0	V	0.0	999.9
15	过电压延时定值	10.00	S	0.00	99.99
16	过压出口方式	00FF		0000	00FF
17	转子一点接地 Rf	5.0	KΩ	0.0	999.9
18	转子一点接地延时	10.00	S	0.00	99.99
19	转子二点接地 U2w	50.0	V	0.0	999.9
20	转子二点接地延时	10.00	S	0.00	99.9
21	两点接地出口方式	00FF		0000	00FF
22	定子接地 3I0 定值	10.00	A	0.00	99.99
23	定子 3I0 延时	10.00	S	0.00	99.99
24	定子接地出口方式	00FF		0000	00FF
25	热工延时定值	10.00	S	0.00	99.99
26	热工出口方式	00FF		0000	00FF
27	灭磁联跳延时定值	10.00	S	0.00	99.99
28	灭磁联跳出口方式	00FF		0000	00FF
29	励磁变温度高延时定值	10.00	S	0.00	99.99
30	温度高出口方式	00FF		0000	00FF
31	电流比例系数	0.100		0.000	9.999
32	电压比例系数	0.120		0.000	9.999

控制字一 定义：

	0	1
KG1.0	CT 额定电流为 1A	CT 额定电流为 5A
KG1.1	TV 额定电压 100V	TV 额定电压 57.7V
KG1.2	速断保护退出	速断保护投入
KG1.3	备用	备用
KG1.4	CT 断线闭锁差动	CT 断线不闭锁差动
KG1.5	差流越限告警退出	差流越限告警投入
KG1.6	3I0 定子接地退出	3I0 定子接地投入
KG1.7	备用	备用
KG1.8	TV 断线检测退出	TV 断线检测投入
KG1.9	备用	备用
KG1.10	备用	备用
KG1.11	两点接地保护退出	两点接地保护投入
KG1.12	退出热工保护	投入热工保护
KG1.13	退出灭磁联跳	投入灭磁联跳
KG1.14	退出 LCB 温度高	投入 LCB 温度高
KG1.15	备用	备用

NSC 561U 发电机主保护装置软压板清单：

压板名称	对应功能
差 动	差动保护功能投退
横 差	横差保护功能投退
过压保护	过压保护功能投退
转子一点接地	转子一点接地保护功能投退
转子两点接地	转子两点接地保护功能投退
3I0 定子接地	3I0 定子接地保护功能投退
非电量保护	非电量保护功能投退

需要的功能必须将软压板投入，不采用的功能将相应软压板退出即可。

6.2 NSC562U 发电机后备保护定值:

序号	整定值名称	整定值	单位	最小值	最大值
1	控制字一	0000		0000	FFFF
2	控制字二	0000		0000	FFFF
3	阻抗启动电流定值	1.00	A	0.00	99.99
4	系统低电压定值	80.0	V	0.0	999.9
5	阻抗圆圆心-Xc	10.00	Ω	0.00	99.99
6	阻抗半径 Rc	8.00	Ω	0.00	99.99
7	转子低电压 Vfd	30.0	V	0.0	999.9
8	转子低电压系数 Kd	10.00		0.00	99.99
9	反应功率 Pf	0.00	MW	0.00	99.99
10	SC 延时 t1 定值	5.00	S	0.00	99.99
11	失磁 t1 出口方式	00FF		0000	00FF
12	SC 延时 t2 定值	6.00	S	0.00	99.99
13	失磁 t2 出口方式	00FF		0000	00FF
14	SC 延时 t3 定值	8.00	S	0.00	99.99
15	失磁 t3 出口方式	00FF		0000	00FF
16	低电压定值	80.0	V	0.0	999.9
17	负序电压定值	6.0	V	0.0	999.9
18	过流定值 1	5.00	A	0.00	99.99
19	复压过流延时 t1	2.00	S	0.00	99.99
20	复流 t1 出口方式	00FF		0000	00FF
21	复压过流延时 t2	3.00	S	0.00	99.99
22	复流 t2 出口方式	00FF		0000	00FF
23	过流定值 2	6.00	A	0.00	99.99
24	复压过流延时 t3	5.00	S	0.00	99.99
25	复流 t3 出口方式	00FF		0000	00FF
26	负序过流定值	2.00	A	0.00	99.99
27	负序过流延时 t1	5.00	S	0.00	99.99
28	负序 t1 出口方式	00FF		0000	00FF
29	负序过流延时 t2	6.00	S	0.00	99.99
30	负序 t2 出口方式	00FF		0000	00FF
31	逆功率保护-P 定值	10.00	MW	0.00	99.99

序号	整定值名称	整定值	单位	最小值	最大值
32	逆功率延时	5.00	S	0.00	99.99
33	逆功率出口方式	00FF		0000	00FF
34	低电压闭锁频率	60.0	V	0.0	999.9
35	低频定值	49.50	Hz	0.00	55.00
36	频率滑差闭锁定值	15.00	Hz/s	0.00	99.99
37	低频保护延时定值	5.00	S	0.00	99.99
38	低频出口方式	00FF		0000	00FF
39	过频定值	50.50	Hz	0.00	55.00
40	过频保护延时定值	5.00	S	0.00	99.99
41	过频出口方式	00FF		0000	00FF
42	定子接地 3U ₀ 定值	10.0	V	0.0	999.9
43	定子接地 3U ₀ 延时	8.00	S	0.00	99.99
44	定子 3U ₀ 出口方式	00FF		0000	00FF
45	励磁变速断定值	8.00	A	0.00	99.99
46	励磁变过流定值	5.00	A	0.00	99.99
47	励磁变过流延时	6.00	S	0.00	99.99
48	励磁变过负荷定值	5.00	A	0.00	99.99
49	励磁变出口方式	00FF		0000	00FF
50	过负荷电流定值	5.00	A	0.00	99.99
51	过负荷延时 T	10.00	S	0.00	99.99
52	电流比例系数	0.100		0.000	9.999
53	电压比例系数	2.200		0.000	9.999

控制字一 定义:

	0	1
KG1.0	CT 额定电流为 1A	CT 额定电流为 5A
KG1.1	PT 额定电压 100V	PT 额定电压为 57.7V
KG1.2	系统低电压判据退	系统低电压判据投
KG1.3	复合电压退出	复合电压投入
KG1.4	备用	备用
KG1.5	备用	备用
KG1.6	PT 断线开放逆功率	PT 断线闭锁逆功率
KG1.7	频率: 系统电压	频率: 机端电压

KG1.8	备用	备用
KG1.9	备用	备用
KG1.10	备用	备用
KG1.11	断线开放失磁阻抗	断线闭锁失磁阻抗
KG1.12	TV 断线不闭锁复压	TV 断线闭锁复压
KG1.13	发电机过负荷退出	发电机过负荷投入
KG1.14	机组功率反相输出	机组功率正相输出
KG1.15	UI 求和自检退出	UI 求和自检投入

控制字二说明：

	0	1
KG2.0	TV 断线不闭锁 3U0	TV 断线闭锁 3U0
KG2.1	备用	备用
KG2.2	备用	备用
KG2.3	备用	备用
KG2.4	备用	备用
KG2.5	备用	备用
KG2.6	备用	备用
KG2.7	备用	备用
KG2.8	备用	备用
KG2.9	备用	备用
KG2.10	备用	备用
KG2.11	备用	备用
KG2.12	备用	备用
KG2.13	备用	备用
KG2.14	备用	备用
KG2.15	备用	备用

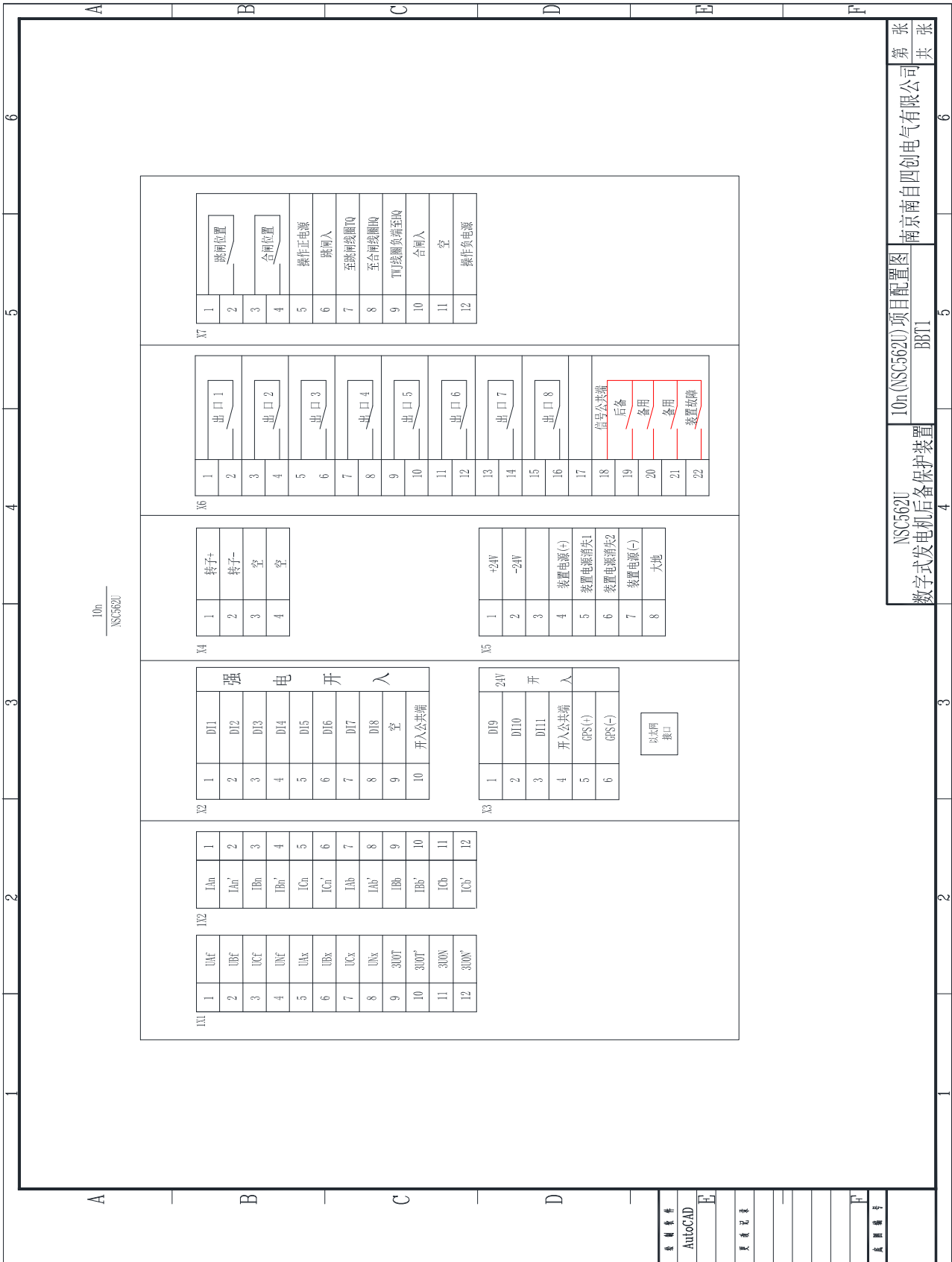
NSC 562U 发电机后备保护装置软压板清单：

压板名称	对应功能
失 磁	失磁保护功能投退
复压过流	复压过流保护功能投退
负序过流	负序过流保护功能投退
定子接地	定子接地保护功能投退
逆功率	逆功率保护功能投退
低频保护	低频保护功能投退

过频保护	过频保护功能投退
过负荷	过负荷保护功能投退
励磁变过流	励磁变过流保护功能投退
备用压板	备用

需要的功能必须将软压板投入，不采用的功能将相应软压板退出即可。

NSC562U 发电机后备保护装置背板图:



数字式发电机后备保护装置
 NSC562U
 10h (NSC562U) 项目配置图
 BPTI
 南京南自四创电气有限公司
 共 6 张 第 5 张

NSC560U 系列发电机保护装置开口尺寸图:

