

微机保护中的常时监视功能

山东工业大学 高传宝

一 概述

众所周知，在现代电力系统中，继电保护装置万一发生不正确动作时，其造成的后果是很严重的，特别是由于主保护的失败，有可能导致系统稳定性的致命破坏。因此，提高保护装置动作的可靠性，将是一项十分主要的任务。

所谓保护装置的不正确动作，一般从其产生的影响和采取的措施，可分为如下两种，即：

- (1) 应该动作时而不动作(拒动作)。
- (2) 应该不动作时而动作(误动作)。

在以往的模拟保护装置中，为了提高其动作的可靠性，通常都各有用作发现可能发生拒动作的自动检查功能和用作发现可能发生误动作的常时监视功能，即一般通称为自动监视功能。而在微机保护中，提高其动作可靠性的基本方法，固然也可采用像模拟保护中所采取的措施。但是，由于微机保护的运算处理部分是以微机为中心构成的，可有效地灵活运用运算处理功能，利用微机本身的自检技术，就能对构成微机保护装置的大部分硬件是否完好进行检验，也就是说，在微机保护中，可利用微机的自检技术，基本上就能实施模拟保护中自动监视功能完全相同的作用。

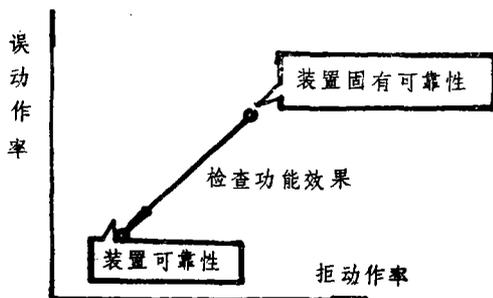


图1 微机保护中检查功能的效果

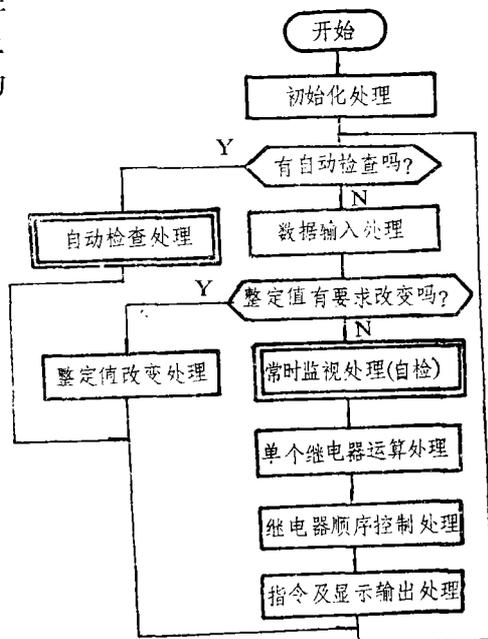


图2 在微机保护运算处理中，常时监视和自动检查处理的位置

通常我们把发现微机保护装置运行发生故障的功能通称为保护的检查功能。在这种检查功能中，一般把不中断保护功能进行检查的方式称之为常时监视；而把中断保护功能，并闭锁跳闸进行检查的方式称之为自动检查。由于微机保护有了检查功能，其动作可靠性将大大提高。如图1所示。

常时监视和自动检查在保护运算处理流程中的位置和处理时间如图2和图3所示。

微机保护，通常是由微机进行分时操作多重处理来实现保护功能所必要的全部运算处理。因此，就能有效地利用每个采样周期中保护运算处理所需时间之外的余裕时间，来实施常时监视处理。这样就不需要像模拟保护那样监视每一个继电器的输出，而可采用按保护装置硬件的组成部件分成几个单元（或状态）进行监视的常时监视方式。

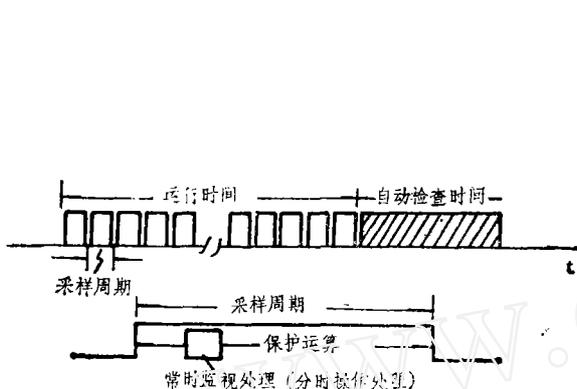


图3 常时监视和自动检查处理的时间图

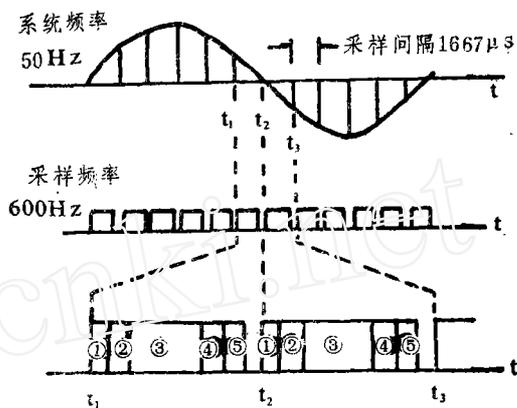


图4 每个采样周期中的运算处理①输入数据处理②常时监视处理③单个继电器运算处理（全部继电器）④顺序控制处理⑤指令及显示输出控制处理

2图所示的微机保护运算处理流程，大致由下列几部分组成，即①数据输入处理，②常时监视处理，③单个继电器运算处理（全部继电器），④顺序控制处理，⑤指令及显示输出控制处理。这些处理，在每个采样周期中都要重复进行，如图4所示。其中除了②部分之外，其他都和保护功能有直接关系。为判定保护动作，均需要高速处理。而对②部分的常时监视处理，由于对各个硬件单元无需像继电器那样高速处理，所以没有必要在一个采样周期中对全部硬件进行监视，而可像图5那样，把硬件分成几个单元（状态）进行分时操作处理，并可减轻微机运算处理的负担。每个采样周期中，常时监视处理的时间，并不一定如图5所示处在数据输入和继电器运算处理之间，而可定在任意时间。

一般由常时监视来判定保护装置发生故障的方法有两种：一种是常时监视仅有一次发现该部有故障现象作为检出条件，就可判定该部有故障；另一种是常时监视需连续几次（ n 为预先设定值）以上发现该部有故障现象作为检出条件，才可判定该部有故障。在实际使用中，则需对常时监视的具体对象和监视方法进行综合比较后，选择适当的判定方法。

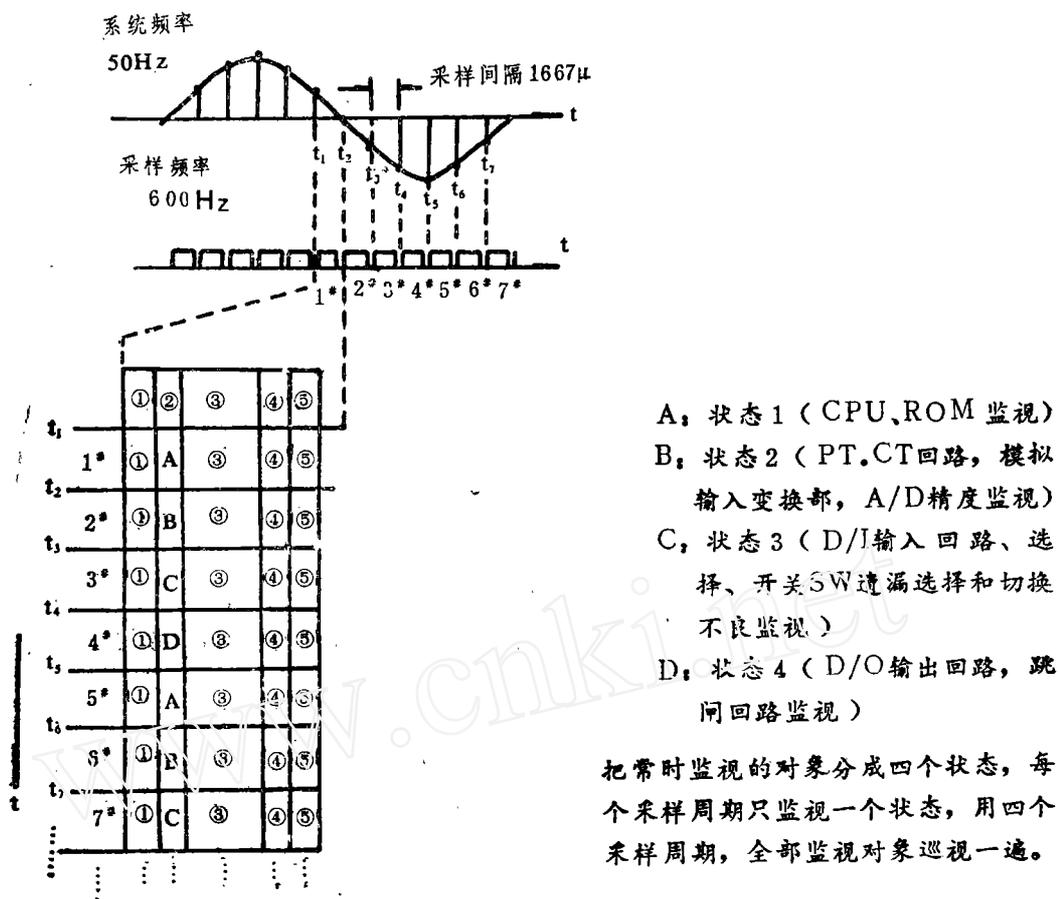


图5 常时监视的分时操作处理方法

二 常时监视的对象和实施方法

1. PT、CT回路监视。

这主要是检查PT、CT回路(包括电缆配线, 输入辅助变换器)发生断线或短路故障。一般根据输入量的接线方式不同, 可采用下列方法。

(1) 当输入量为三相交流信号时, 可采用监视三相平衡度或负序分量的方法。

(a) 三相平衡度监视法。

可按下式对三相电压(电流)的平衡度进行校验。

$$\text{即: } \max \{u_i\} - \alpha \min \{u_i\} > \beta \quad (1)$$

式中 $\{u_i\}$ ——A、B、C各相电压。

$\max \{u_i\}$ ——三相电压中最大值。

$\min \{u_i\}$ ——三相电压中最小值。

α, β ——设定常数, 一般取 $\alpha = 1.5$ $\beta = 10\%$

(b) 负序分量监视法。

由于系统正常运行时, 负序电压为零。所以可按下式来校验负序电压。即:

$$3\dot{U}_2 = \dot{U}_a + a^2\dot{U}_b + a\dot{U}_c > \varepsilon \quad (2)$$

式中 ε ——设定常数一般取 8%。

(2) 当输入量为两相交流信号时, 可采用校验两相平衡的方法。将两相输入信号 (如 U_a, U_b) 和基准值 (A、B) 进行比较, 即:

$$\left. \begin{array}{l} U_a > A \\ U_b < B \end{array} \right\} \quad (3)$$

式中 A、B ——设定常数, 且 $A > B$, 一般取 $A = 20\%$, $B = 5\%$ 。

上述三个判别式, 若能连续 (在设定时间之上) 满足, 就可检出, 判定该部已发生故障。

2. 模拟输入变换器部分监视

这主要检查模拟输入部分的滤波器回路, 采样保持器回路, 模拟多路开关回路, 模——数转换回路以及DMA回路, 存储器存取控制回路等发生的故障, 一般可采用下列方法。

(1) 零序分量监视法。

(a) 当输入量为 Δ 接线方式时, 由于系统正常运行时, 三相线电压之和为零 ($\dot{U}_{ab} + \dot{U}_{bc} + \dot{U}_{ca} = 0$)。因此, 可用下式来校验零序分量, 即:

$$\dot{U}_{ab} + \dot{U}_{bc} + \dot{U}_{ca} > \varepsilon \quad (4)$$

式中 ε ——设定精度常数, 一般取 8~15%。

(b) 当输入量为 γ 接线方式时, 由于系统正常运行时, 三相相电压之和为零 ($\dot{U}_a + \dot{U}_b + \dot{U}_c = 0$)。因此, 可用下式来校验零序分量, 即:

$$U_a + U_b + U_c > \varepsilon \quad (5)$$

式中 ε ——设定精度常数, 一般取 10~20%

上述 (4) (5) 式若能连续 (在设定时间以上) 满足, 就可检出, 判定该回路已发生故障。

(2) Z 校验法

对输入三相电压, 电流等多个模拟量信号时, 可用“校验信号”对主要模拟输入回路进行监视。其“校验信号”由下式组成, 即:

$$i_{\text{校}} = i_a + i_b + i_c \quad (6)$$

实施方法如图6所示。把三相输入模拟量进行相加所得信号作为“校验信号”($i_{\Sigma} = i_{\Sigma}$)，然后把 i_{Σ} 变换成数字量，由CPU对各相输入量之和与“校验信号”进行数字量比较，若(6)式连续(在设定时间以上)不满足，就检出，判定输入回路有故障。一般灵敏度取10%。

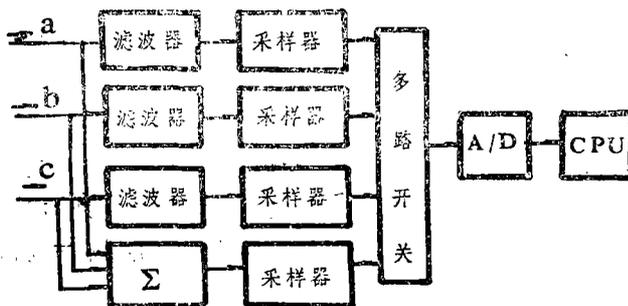


图6 Z校验监视法

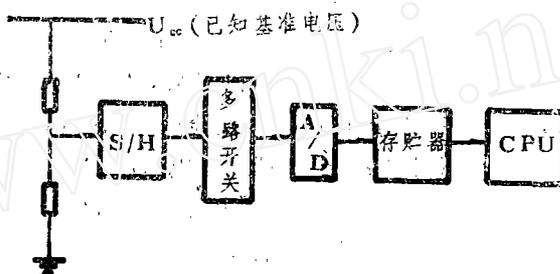


图7 A/D精度监视方法

(3) A/D精度监视法

如图7所示，在采样保持器(S/H)输入端，常时加入高精度直流基准电压 U_{∞} ，由CPU对输入的基准电压进行校验，即A/D特性校验，一般灵敏度取2~10%。

3. 输入接口电路(D/I)监视。

对保护装置特别重要的输入信号，可采用双重输入接口电路引入CPU，由软件处理来校验两个输入信号的一致性，如图8所示。

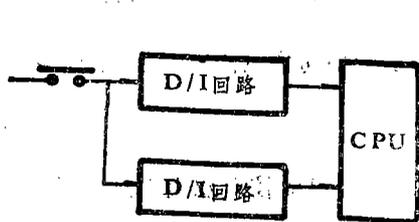


图8 D/I输入回路监视方法

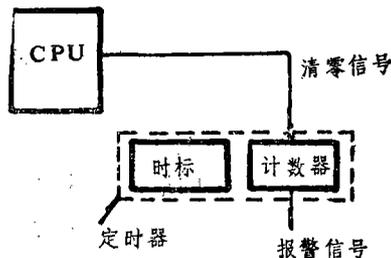


图9 定时监视器

4. 运算处理部 (CPU) 功能监视。

(1) 定时器监视法: 如图9所示, 由CPU在每个程序运算结束时向设置在外部的定时器发出清零信号, 若定时器的计数器发生持续 (设定时间之上) 停止或暴走, 则就检出, 判定CPU发生故障。

(2) 已知固定程序运算法。

将预先存入只读存储器 (ROM) 中的专用程序 (PGM) 进行运算, 根据其运算结果是否正确, 来判定CPU工作是否正常。

5. 存储器监视法。

(1) 总数校验法: 这是监视ROM全部地址内容的一种方法。由于程序存储器 (ROM) 每个地址中存储内容是固定的, 因此, 可把每个地址中存储内容看作一个数值, 只要每个地址中的内容不发生错误, 则其全部地址中的数值相加总数就等于预定值, 若不等就检出, 判定有故障。

(2) 读/写校验法: 这是监视RAM的一种方法。把已知数逐次写入RAM每个地址中, 然后读出, 校验其数据是否有错。

6. 输出接口电路 (D/O) 监视。

对输出接口电路 (D/O) 的监视, 一般可采用两种方法: 一种是双重核对法, 即对一些重要指令的输出回路, 设置两套输出接口回路 (D/O), 用外设来校验两套 D/O 的输出是否一致。另一种是输出信号读入校验法, 如图10所示。将跳闸回路一类特别重要的输出信号, 可通过该回路的出口辅助继电器 (AUX R_F) 的触点信号, 经 D/I 电路反馈到 CPU 中, 由 CPU 校验输出信号和出口触点信号是否一致, 若 (连续) 大于设定时间) 不一致, 就检出, 判定该回路有故障。

7. 跳闸回路监视法。

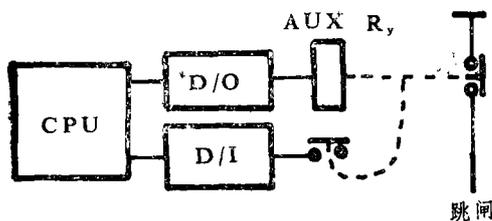


图10 输出信号读入校验法

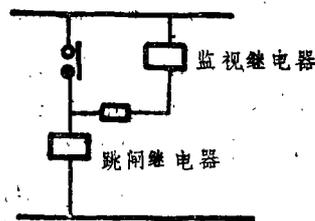


图11 跳闸回路监视法

如图11所示, 常时间跳闸线圈通入很小电流 (小于最小动作电流), 以监视跳闸线圈发生断线现象。

8. 整定值监视法。

把存储整定值的地址双重化, 当整定值变更时, 由CPU自动校对双重地址中的整定值是否一致, 若不一致, 则瞬时检出。

9. 选择开关SW监视法。

如对重合闸条件选择开关SW的遗漏选择或多重选择等进行监视, 又如对自动/手动

检查切换开关，在接收到自动检查起动信号时，切换开关仍处在手动起动位置而忘记复归进行监视。

10. 电源监视法。

这主要是对电源回路中D/D变换器的输出进行监视。可采用附加硬件来检测其输出是否发生过电压、欠电压或过电流现象。若持续（设定时间以上）发生过电压，欠电压，就检出；若过电流则瞬时检出，判定电源回路有故障。

由于采取了上述各种常时监视方式，微机保护中大部分部件发生的故障现象都能被检出，但对模拟输入回路（输入辅助变换器，模拟滤波器，采样保持器，模拟多路开关，模/数变换器等）及跳闸回路的拒动故障，有时可能发现不了，只能依赖自动检查功能来发现。

必须指出：微机保护中的常时监视，是由微机进行的。因此，常时监视结果的正确性将在很大程度上取决于微机本身。目前，随着LSI技术的发展，微机本身工作可靠性虽然是很很高的，但在微机保护中，仍需把微机本身可靠性优先于其他回路进行校验，无疑将更加有助于常时监视处理的正确性。

三 常时监视的处理流程

微机保护运算处理的整个流程如前图2所示。图中常时监视的典型处理流程如图12所示。

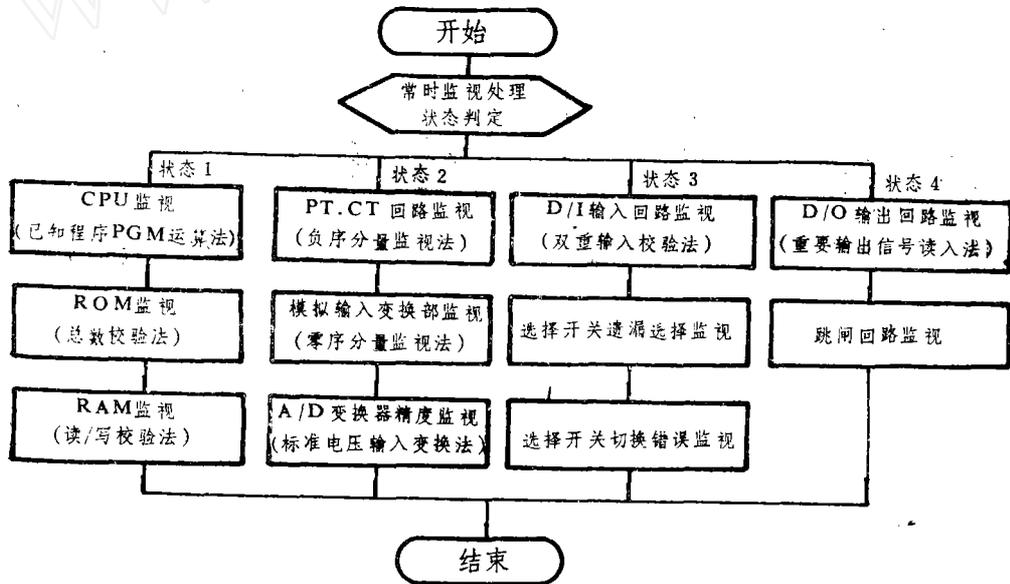


图12 微机保护中常时监视典型处理流程

在图12中，把常时监视的全部对象分成四个状态，保护在一个采样周期的运算过程中，将依次执行一个状态。而每一个状态又可分成2~3个子状态，若某一个子状态的常时监视发现有故障，就记录在该部件的故障表格中，同时对照该部件在以前采样周期中监视的故障履历，进行校验。若故障次数连续超过了设定值，则可判定该部件已发生故障，立即自起动该部件相应的故障指示灯，并发出跳闸闭锁等每个监视部件各自规定的相应处理指令。若故障次数没有连续超过设定次数，则将该部件的故障输出清零，待这个采样周期中的常时监视处理结束后，转向保护运算的下一个过程。如图12中状态1的第三个子状态是对RAM监视，状态2中的第三个子状态是对A/D变换器精度监视，它们的处理流程概况分别如图13和图14所示。

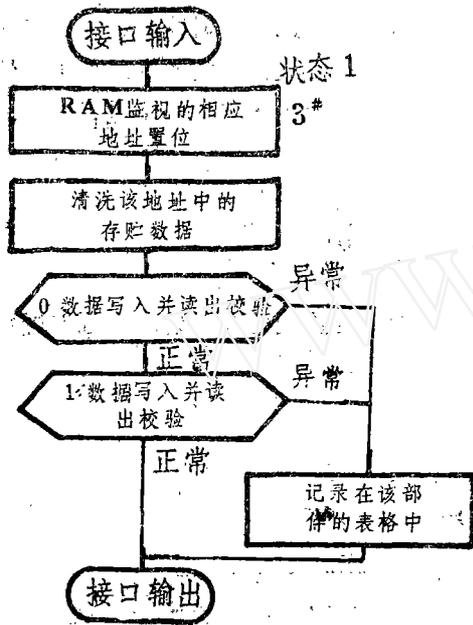


图13 随机存储器RAM监视流程图

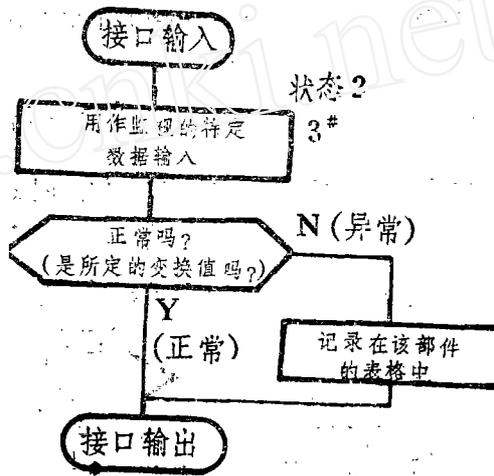


图14 A/D变换器精度监视流程图