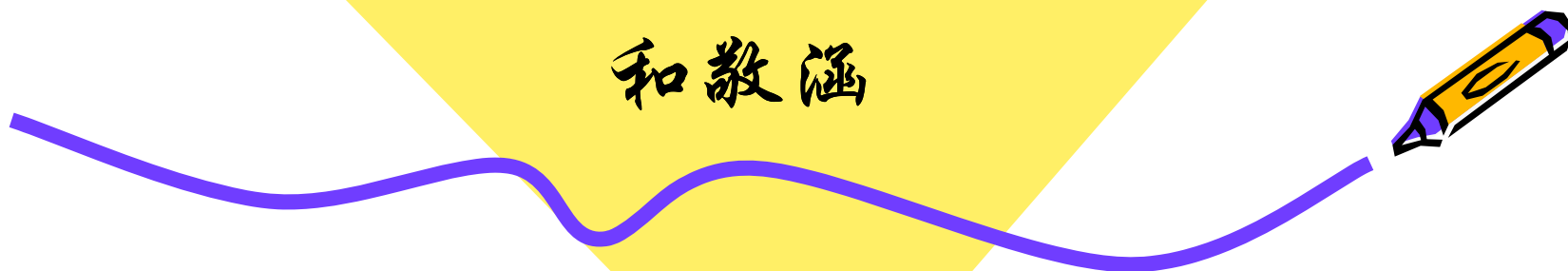


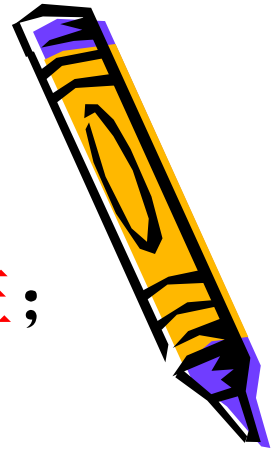


第五章 提高微机保护可靠性的措施

和敬涵

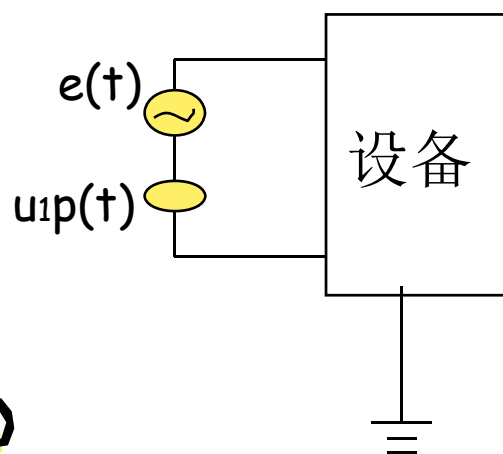


- 电力系统对继电保护的基本要求：
选择性、快速性、灵敏性、**可靠性**；
- 可靠性：包括不误动和不拒动；
- 微机保护可靠性的主要问题：
 - 抗干扰问题
 - 装置内部元件出现损坏时的对策；
- 特点：运行环境电磁干扰严重；
- 干扰对微机保护的影响：
 - “读”**、**“写”** 出错；读取指令出错，执行非预期指令，导致程序出格；

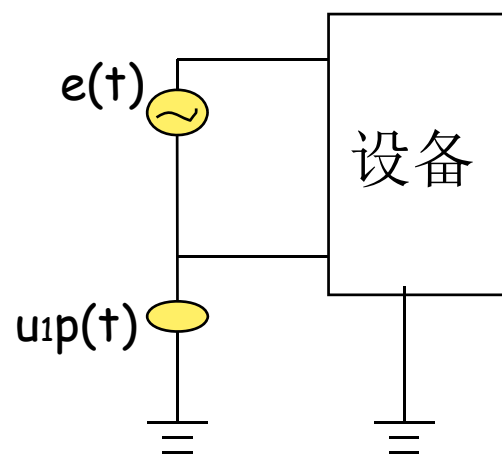


5-1 干扰来源及窜入微机弱电系统的途径

- 来源：干扰源主要是通过保护装置端子从外界引入的浪涌；
- 分类：干扰分共模和差模两种；



(a) 差模干扰



(b) 共模干扰



- 差模干扰

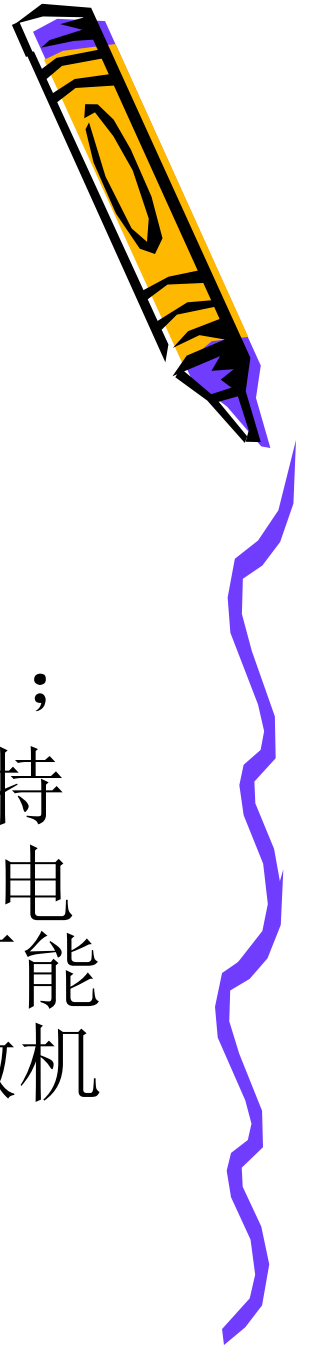
对微机保护的威胁一般不大，

模拟低通滤波器，吸收差模浪涌

- 共模干扰：

作用在装置对外引线端子和机壳之间；

由于共模浪涌频率高，前沿陡的特点使它可以顺利通过电路的各种分布电容而窜入弱电系统，而浪涌的幅度可能很大，微弱的耦合也可能足以造成微机工作出错。



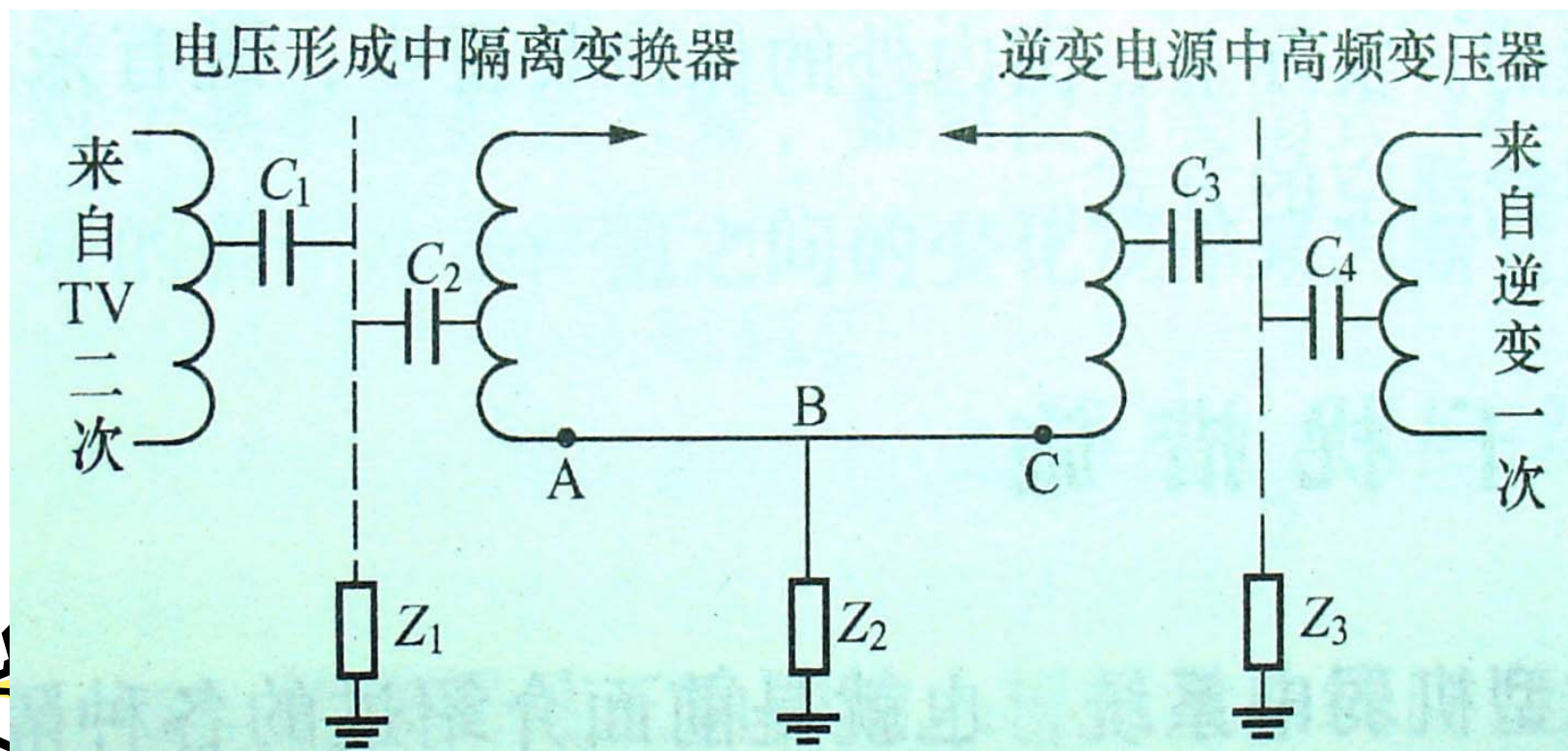
- 共模干扰的主要耦合途径：
微机保护的弱电电源线。

由于弱电电源线(一般是5V)及其零线之间都接有大容量的电容器，同时每个插件入口和每个芯片的电源线之间通常也都接有电容器，所以电源线之间对高频浪涌干扰可以认为是短路的，通过电源线传递的不是作用在两个电源线之间的干扰，而是作用在电源线和机壳之间的共模干扰。



- 电源线传递共模干扰的方式和其零线是否接机壳有关

1. 电源零线直接接机壳

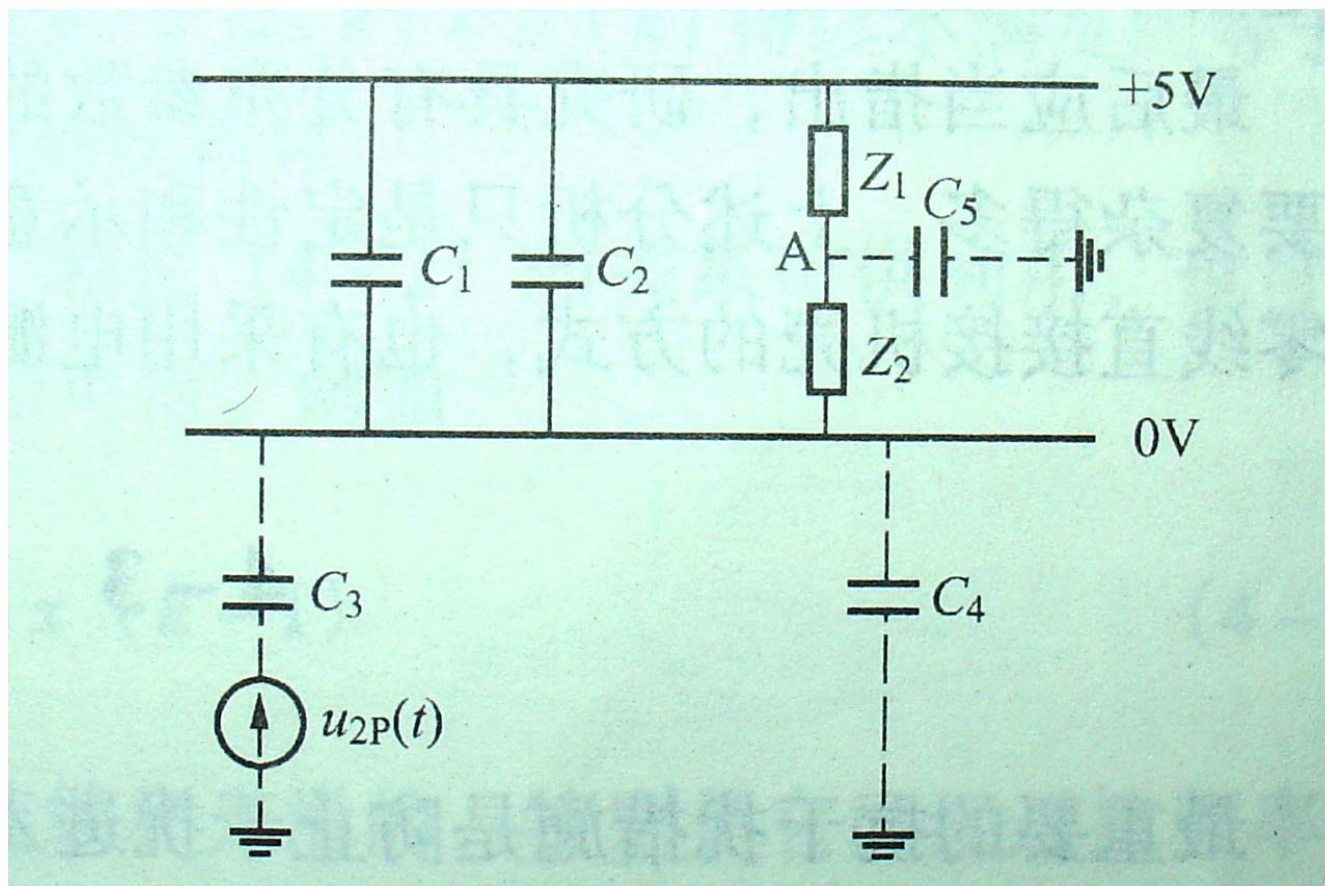


当从**TV**二次侧引入一个共模浪涌时，将有一个浪涌电流流过图中**A**点和**B**点间的电源零线线段，再通过**B**点进入机壳。

- **AB**线段对高频浪涌也同样具有不可避免的阻抗，浪涌电流流过这一线段时将造成电源零线的这两点之间电位不等。
- 保护装置各元件通常是分布在若干个插件上的，如果各插件的零伏电位不相等，必将导致**CPU**从另一个插件读或写时出



2. 电源零线浮空



微机电源的零线不连机壳，并且尽量减小电源线和机壳之间的分布电容，则由于干扰造成的流过电源线的浪涌电流可以大大减小。

？由此引出的问题：

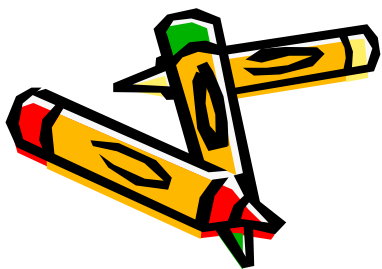
在干扰作用下微机电源和机壳之间的电位将浮动；



- 电源相对于机壳的电位浮动本身并无危害，但是如果电路中其他点同机壳之间有较强的分布电容，就将带来问题：

对于**A**点的电位，假定它和**+5V**和**0V**之间的阻抗分别为**Z1**和**Z2**，对机壳的分布电容较大为**C5**，显然在**Up**作用下**A**点相对于电源**0V**的电位将受到影响；

- 减小微机电路中其他部分同机壳之间的分布电容的方法



5—2 抗干扰措施

- 抗干扰的第一道防线:

防止干扰进入微机弱电系统, 采取各种隔离、屏蔽、合理布局和配线以及减弱电源线传递干扰等方法;

- 第二道防线:

如果干扰突破了第一道防线, 造成微机工作出错, 应能采取各种措施自动地纠正。



1. 对输入采样值的抗干扰纠错

(1) 三相电流和零序电流之间有：

$$i_a(t) + i_b(t) + i_c(t) = 3i_0(t)$$

$$u_a(t) + u_b(t) + u_c(t) = 3u_0(t)$$

所有模拟量都在同一时刻采样，对任一次采样应满足：

$$i_a(k) + i_b(k) + i_c(k) \approx 3i_0(k)$$

$$u_a(k) + u_b(k) + u_c(k) \approx 3u_0(k)$$

保存满足的采样值。

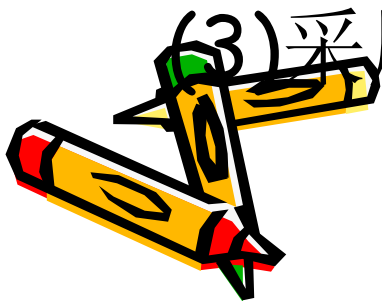


利用上式综合判别归纳：

- a、短时不成立，可能是干扰；
 - b、连续不成立，是数据采集系统硬件损坏；
 - c、电流成立，电压连续不成立，可能是TV断线；
- (2)可以从自身的若干次采样值之间的变化规律来判断它是否可信：

$$\frac{x(k) + x(k-2)}{2} = x(k-1)$$

(3)采用多重化采样



2、运算过程的校核纠偏

CPU在运算过程中可能因强大的干扰而导致运算出错

- (1) 重复计算，比较结果，或三取二表决；
- (2) 连续的两次计算利用不完全相同的原始数据，第二次将算法所依据的数据窗顺移一个采样值。例如算法要求的数据窗长度为 $N+1$ 点，第一次计算利用 $x(k)$, $x(k-1)$ $x(k-N)$ ，第二次则利用 $x(k+1)$, $x(k)$, $x(k+1-N)$ 再算；

不仅可以排除干扰造成的运算出错，也对原始数据进行了进一步的把关。



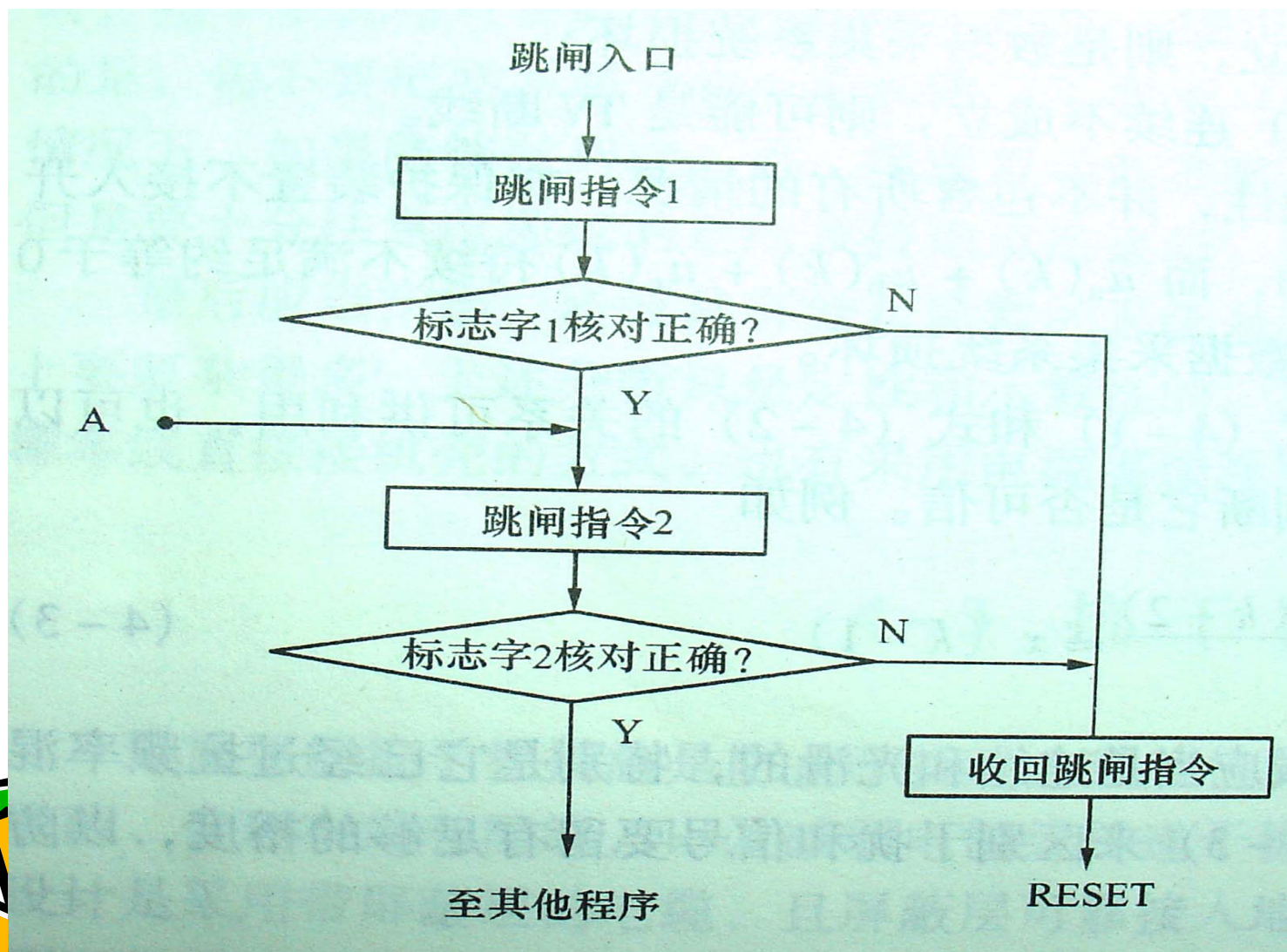
3. 出口的闭锁

(1) 设计出口跳闸回路的硬件时应当使该回路必须在连续执行几条指令后才能出口，不允许一条指令就出口。

如每一个开关量输出都通过一个与非门控制，要在与非门的两个输入端都满足条件时才驱动光电器件。在初始化时这些与非门的两个输入端都被置成相反的状态。

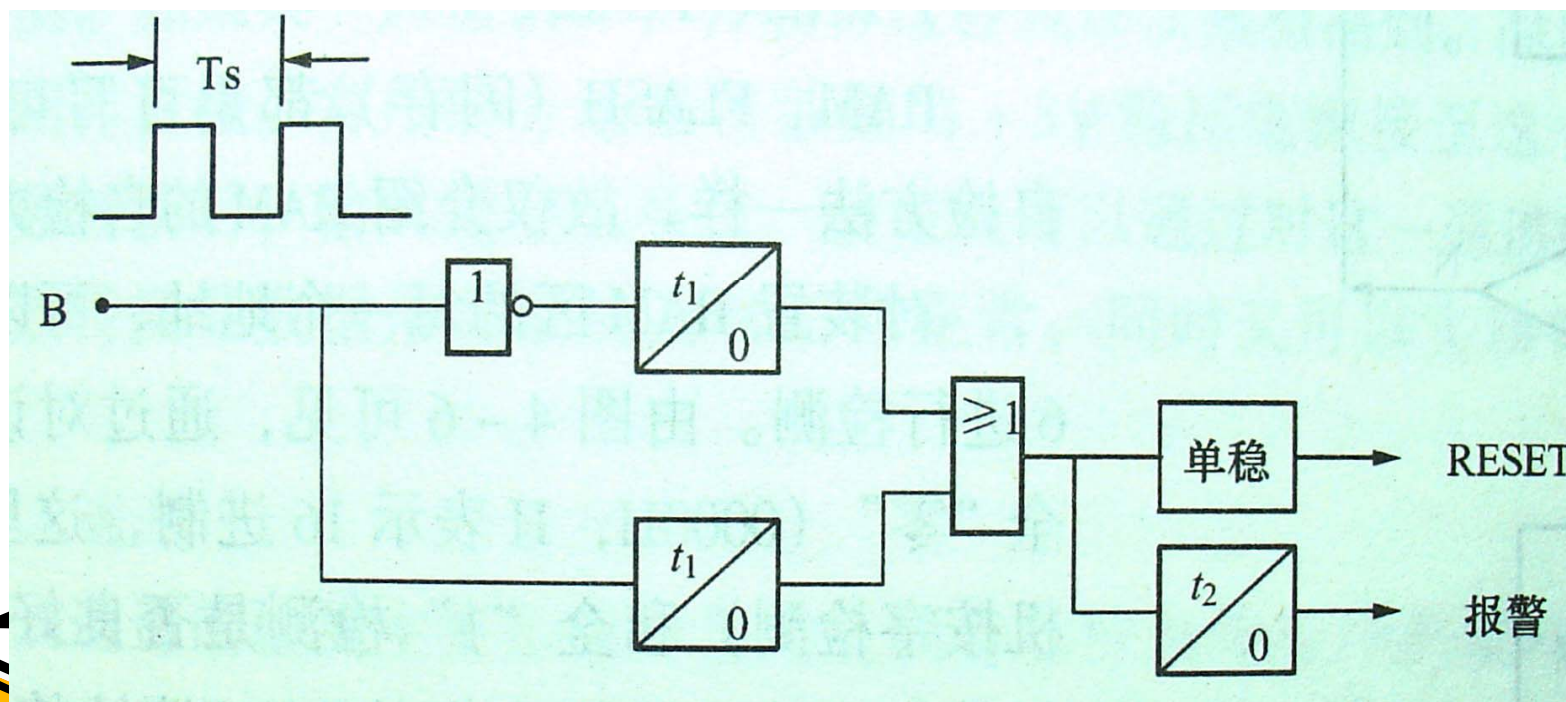


(2) 跳闸程序的闭锁



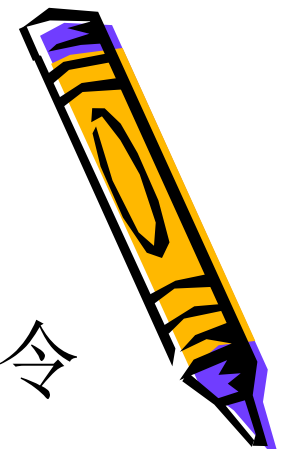
4. 程序出格的自恢复 (Watch Dog)

程序出格，**CPU**已不再按预定的程序工作，采用专门的硬件电路来检测程序出格，并实现自动恢复正常。



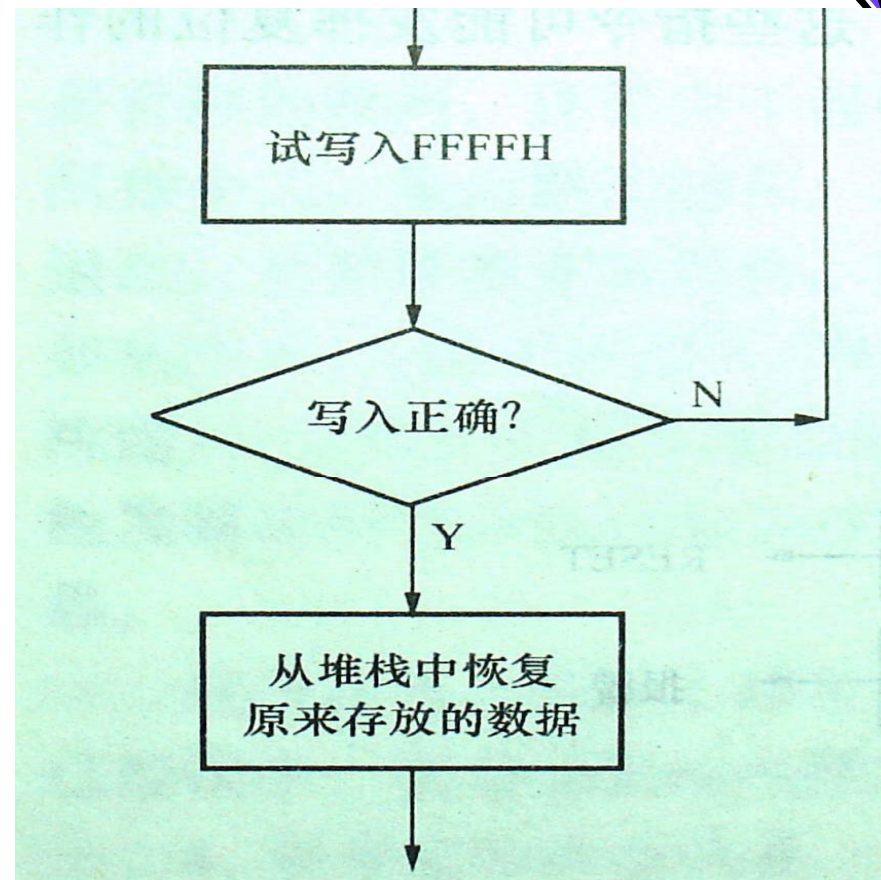
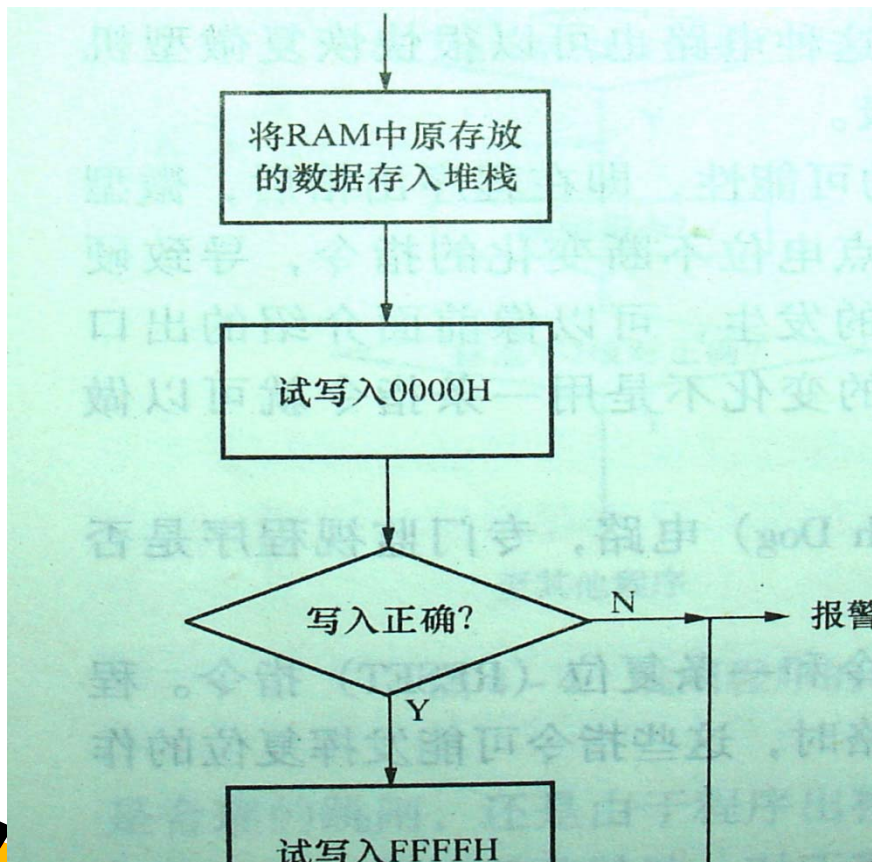
5、设置软件陷阱

在跳转指令后，加若干条空操作指令
和一条复位（**RESET**）指令。



5-3 自动检测

1. RAM和FLASH



2. 程序和定值

- 累加和；
- 循环冗余码(**CRC**)方法；

3. 数据采集系统

检测对象主要是采样保持器，模拟量多路开关和模数转换器。可以专设一路采样通道用作自检。将装置的**+5V**稳压电源接至这一路采样通道，经过多路开关和模数转换后输入微机系统。**CPU**可以通过对这一通道的数值的监视来检测多路开关、模数转换等工作是否正常，同时又可以实现对稳压电源的监视(超限报警)。

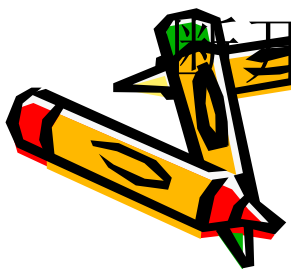


4. 开关量输入通道

主要是指对各光电耦合器件及传送开关量的并行接口的检测。

- 对于由人工操作的各种转换开关，例如工作方式切换等，可以通过监视来检查。

比如在没有人操作而是由于开关量输入回路有元件损坏使微机感觉到开关量输入有变化时，它可以发出呼唤信号，并打印出变化前后的开关量情况，以供核对。如果工作人员操作而微机没有响应，或打印出的信息核对有误，即可判断开关量输入通道有问题。



- 对于外部继电器或自动装置的接点，
例如外部其他保护的出口接点，经过开关量输入给微机综合重合闸装置，在这种情况下既要考虑开关量输入回路误导通时的误跳闸，又要考虑开关量输入回路失灵未能被及时发现而造成拒动的问题。

为防止拒动，对于重要的开关量输入通道可以采用双重化，在必要时还可以设置三重化，结果由三取二表决。



5. 开关量输出回路

自检功能应当设置在最高优先权级的中断服务程序中，或者先屏蔽中断再检测，否则如在CPU发出驱动信号后被中断打断，不能及时收回驱动命令，从而导致继电器误吸合。

以上五个部分包括了硬件全部元器件的绝大部分，其中任一元件损坏都能被自检发现并可打印出准确的故障部位和发出中央和本地告警信号，此外在必要时可根据故障部位闭锁保护。



其它抗干扰措施:

- 多重化和容错技术

继电保护系统，正常时没有输出，采用多重化不一定要用完全一样的装置多重化，可以将不同的保护原理的软件合理地分配在两套或多套一样的、独立的微机硬件系统中。这样分担后对每一套硬件的速度要求可以降低，从而可以采用更简单而可靠的CPU。



- 电磁兼容**EMC(Electromagnetic Compatibility)**

国际电工委员会（**IEC**）对电磁兼容的定义：

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

它包含两方面的内容：

- （1）设备或系统在电磁环境中应该能够承受电磁干扰，并保证正常工作；
- （2）设备或系统不应该产生严重的电磁干扰；

电磁干扰的产生三个因素：**干扰源，传播途径，受干扰的系统。**



微机保护：对外产生的干扰相对较小；

重点研究承受使用环境中电磁干扰的能力，检验的标准主要是进行**IEC61000—4**系列抗扰度试验。

- 1、静电放电抗扰性试验；
- 2、射频电磁场辐射抗扰性试验；
- 3、电快速瞬变脉冲群抗扰性试验；
- 4、浪涌抗扰性试验；
- 5、对射频场感应的传导骚扰的抗扰性试验



- 6、工频磁场抗扰性试验
- 7、脉冲磁场抗扰性试验
- 8、阻尼振荡磁场抗扰性试验
- 9、振荡波抗扰性试验

