

固态继电器寿命监测装置的研究

王 芳 河北工学院自动化系 (300130)

摘要 本文介绍了一种固态继电器寿命试验时的监测装置,论述了本装置的设计思想、设计原理和设计方法等内容。

本监测装置在连续运行 48 小时的寿命试验过程中,可对试品的饱和压降和漏电流是否越限进行监测,并可定时测量饱和压降的具体值。最后,本文对监测装置本身的可靠性,测量监测的准确性进行了分析,并得出了若干结论。

1 前言

提高电子产品的可靠性是提高电子工业水平的一个重要方面,直流固态继电器 (DC-SSR) 寿命监测仪是确定 DC-SSR 产品可靠性水平,了解产品失效模式的重要工具。因此,研究此装置具有重要意义。

固态继电器的寿命监测装置通过测量继电器的导通压降和断开漏电流是否越限来判断继电器的寿命。通过给继电器发送脉冲激励,使其不断地导通和截止。如在连续两个监测脉冲中被监测参数越限,我们认为此固态继电器的被监测参数发生了永久性故障。如在一个脉冲中被监测参数越限,而在上一个脉冲中没有越限,则认为固态继电器的被测参数发生了瞬时性故障。当固态继电器的永久性故障和瞬时性故障的累加次数超过了一定的给定值时,我们认为此固态继电器失效,断开此固态继电器的激励。据此固态继电器开始激励时间和断开激励时间可推算出此固态继电器的寿命。

本设计要求用阶跃函数电压循环激励固态继电器,其循环速率在 1~30Hz 范围内连续可调,电压幅值范围在 3~16V_{DC} 内连续可调。能同时监测 30 路试品,监测并记录每一试品故障时的动作次数、状态、故障类别,每一试品每周期监测时间不少于 50%。据负载电流大小设定监测水平。

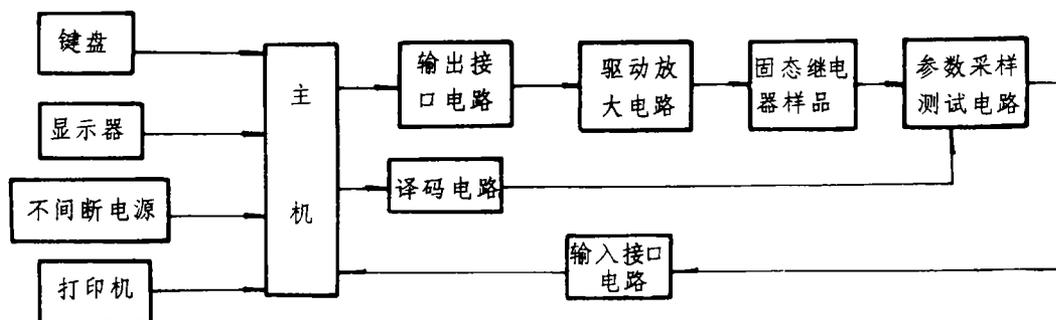


图 1 测试原理图

2 硬件设计

2.1 硬件测试原理

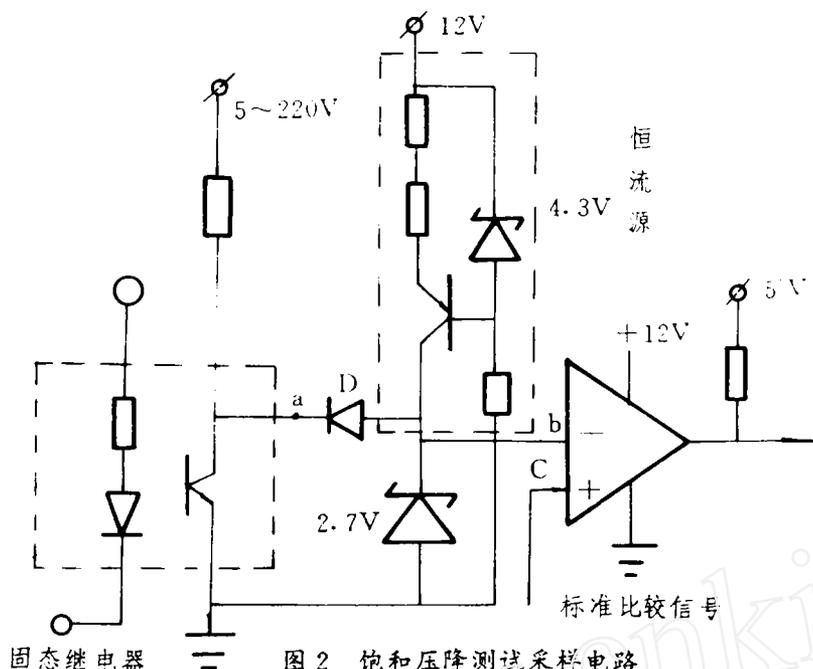
本装置以 286 微机为主机，配以适当的外围电路组成。电路框图如图 1 所示。

2.2 硬件电路设计

为实现本装置的设计功能，设置了被监测参数测试电路、驱动电路、输入接口电路、输出接口电路和译码电路，下面就几个电路的原理予以说明。

(1) 被监测参数的采样测试电路

本电路功能是采入被测参数值与标准参数信号比较，获得一个比较信息。本电路可分为漏电流和饱和压降两个部分，饱和压降部分如图 2 所示。



其工作原理为：当激励脉冲为高电平时，试品导通，a 端对地的电压即为饱和压降，此电压经二极管加到比较器一端。二极管作用是防止试品截止时产生的高电压冲击比较器，损坏器件。稳流源作用是给二极管提供恒定电流使其电压值恒定，从而保证测量准确。从图 2 可看出，比较器 b 端的电压等于试品饱和压降和二极管 D 的压降之和。若 $U_b \geq U_c$ ，则比较器输出低电平，而 $U_b < U_c$ 时比较器输出高电平。

漏电流部分与饱和压降部分基本相同，区别在于漏电流部分加了一级放大。由于固态继电器的漏电流信号的范围较宽——几微安~几十毫安，使得测量比较困难，加放大后提高了测试精度。放大器的放大倍数定为 10，放大器应采用性能较高的芯片。

(2) 输入、输出接口电路

输入部分的功能是将采样测试信息输入计算机。比较信息经触发器锁存并输出到三态门，计算机通过打开此三态门获取信息，从而判断参数是否越限。

输出部分的功能是 (1) 由计算机给出八位数的标准值，经 D/A 转换器得到比较的标准电压，送给比较器。(2) 由微机内部的 I/O 板经驱动器发出脉冲激励。微机 I/O 口被预置为输出状态。电压可调范围 $1.5 \sim 32V_{DC}$ 。

3 软件设计

为实现本装置的设计要求，我们采用了汇编语言与 QB 高级语言进行了混合编程。

3.1 QB 高级语言程序

QB 的程序功能为：菜单输入参数，运算汇编语言程序所需各参数，读写磁盘参数，测试结果显示、打印等。其框图如图 3 所示。

表 1 所示为参数输入菜单，各符号意义依次为：激励频率 1~30Hz 内可调，占空比 0.1~0.9 范围内连续可调，试品负载电流范围 0.04~100A，漏电流监测水平占负载电流的比例 0.01%~1%，饱和压降监测水平范围 0.2~1.5V。允许的总故障次数在 1~255 之间可选，测试路数 1~30 路可选，运行总次数在 1~540 万次之间，试品工作电压在 5~220V 之间。

表 1 菜单输入表

F (Hz)	Q	I (A)	KI	UT (V)	SN	N	ΣN (TM)	U (V)
1~30	0.1~0.9	0.04~100	0.01~1%	0.2~1.5	1~255	1~30	1~540	5~220

表 2 为某试品故障时屏显内容。表 2 可理解为：在 8098 次测试时，2 号试品发生了饱和压降的永久性故障，测试值为 2.00V。故障模式一栏中“I”表示漏电流故障，“U”表示饱和压降故障。故障类型栏中的“P”表示永久性故障，“I”表示瞬时性故障。

表 2 故障时屏显表

Sample (#)	Time (N)	Trou Mode (I/U)	Trou Style (P/I)	Volt value (V)
2	8098	U	P	2.00

表 3 所示为打印时表格

表 3 DC-SSR 寿命监测仪的原始记录

产品类型	测试路数	测试日期	预期寿命时间 (万次)	工作频率 (Hz)	被控电压 (V)
	5	1993. 4. 14	1	15	
产品类型	负载比	允许故障次数	正常工作电压 (V)	正常工作电流 (A)	
	0.9%	4	28	30	
产品类型	饱和压降门槛值 (V)	漏电流门槛值 (mA)	环境温度 ℃	湿度	
	1.5	28			
产品类型	故障路号	故障时间 (N)	故障模式 (I/U)	故障类型 (P/I)	电压值 (V)
	2	8098	V	P	2.00

3.2 汇编程序

利用汇编语言实时性较强的特点，完成定时监测功能。主要包括定时中断、周期检测采样状态和逐次逼近测试值等程序。

(1) 定时中断程序

本程序功能是修改主机的定时中断时间，满足测试需要。框图如后面图 4 所示。

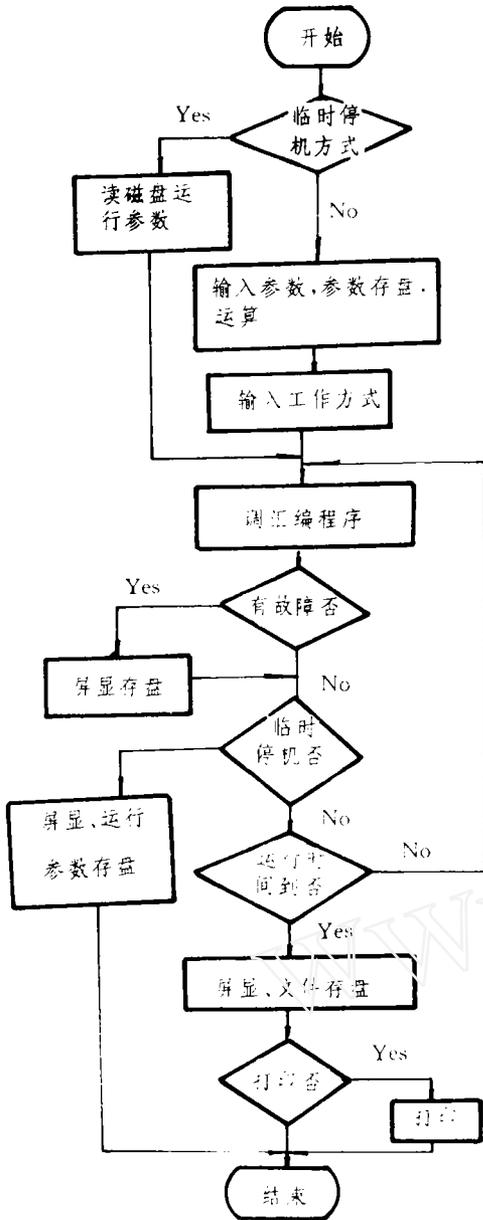


图 3 QB 语言程序框图

(2) 检测测试状态程序

本程序主要完成的功能是向试品发脉冲激励，判断参数的测试状态，显示测试次数等。如图 5 所示。

调用本程序后，首先检测一下退出标志位，确定上一次的测试状态后转入相应部分执行相应程序。高电平期间主要完成显示测试次数，发电压的标准值信号，延时等待一段时间（芯片正常工作所需）后，采入状态信息，调状态判断子程序检测试品有无故障。如试品发生故障，则退到 QB 程序进行显示。如无故障，则等待低电平时间到来，然后进行同样处理。在

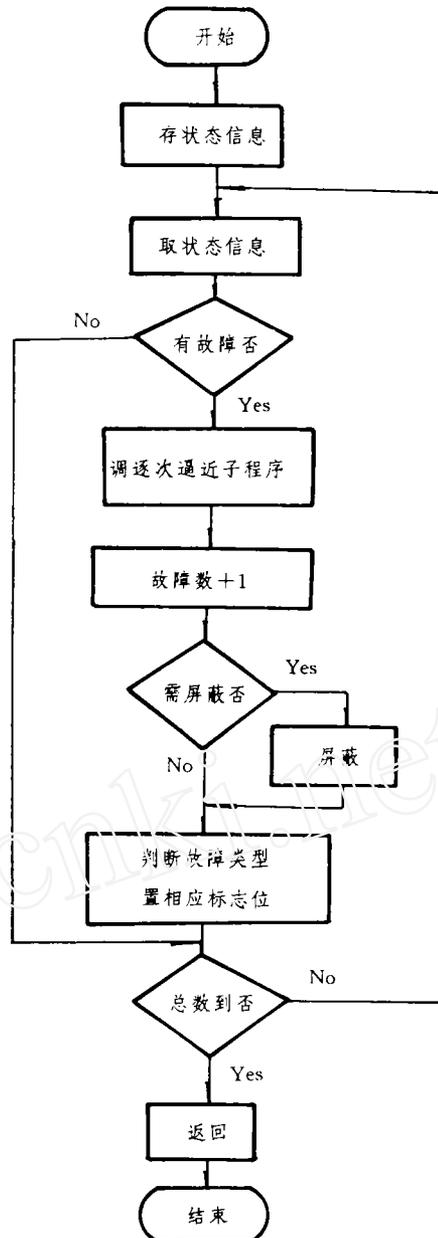


图 6 状态检测子程序框图

4 结论

根据本装置连续运行 48 小时的试验结果, 本装置具有如下特点:

(1) 装置的先进性

由于软、硬件均采用模块化设计, 便于检查装置及程序的故障; 参数测量和监测的准确度较高; 磁盘记录测试结果便于保存、存档; 屏幕显示运行结果, 便于观察, 实验中可监测试品的动作时间与测量参数值; 有手动与自动切换功能; 装置的抗干扰性强。

(2) 较高的可靠性

286 微机性能较好, 扩充灵活; 外围电路采用模块式小板结构, 有较好的可靠性、可制作性及维修性; 软件采用模块式设计, 可靠性高。

(3) 高功能价格比

可同时监测 30 路试品, 装置造价低。

(4) 较广泛的适用性

由于本装置对固态继电器饱和压降和漏电流监测范围较宽, 所以可用于监测的固态继电器种类较多。

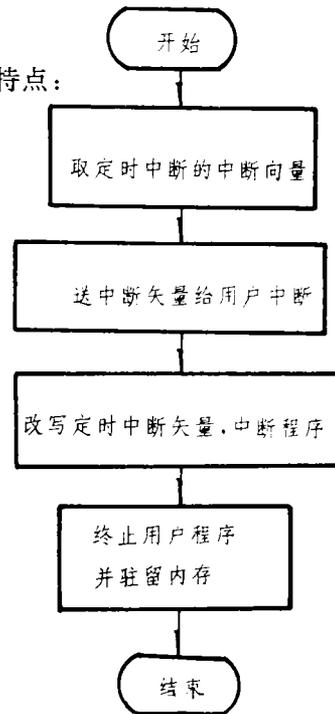


图 4 定时中断程序框图

参考文献

- 1 陆俭国. 低压电器可靠性技术. 机械工业出版社, 1986
- 2 胡昌寿. 可靠性工程—设计、试验、分析、管理. 宇航出版社, 1989
- 3 王士元、吴芝芳. IBM PC/XT (长城 0520) 接口技术及其应用, 南开大学出版社, 1990.
- 4 刘炳文. Quick BASIC 程序设计. 电子工业出版社, 1991