

# 量度继电器可靠性试验装置研究

唐义良 河北工学院(300130)

## 前言

量度继电器的可靠性研究是一个非常重要的研究项目。文<sup>[1]</sup>及文<sup>[2]</sup>已根据对量度继电器深入的研究提出了量度继电器的可靠性特征量和可靠性的指标体系,文<sup>[3]</sup>提出了量度继电器的可靠性试验方法和抽样方案。本文则根据上述理论和试验方法研究,提出了以单片计算机 8051 CPU 为控制采集核心的量度继电器可靠性试验装置。

## 1 基本原理和试验方法

文<sup>[1]</sup>及文<sup>[2]</sup>已根据量度继电器的工作特点,提出了用如下的可靠性特征量去反映量度继电器的可靠性。

(1) 成功率 R:产品在规定的条件下,完成规定功能的概率或在规定条件下试验成功的概率。

(2) MTBF 或 MTTF

对于可修复产品为 MTBF(平均无故障工作时间);

对于不可修复产品为 MTTF(失效前平均工作时间)。

(3) 有效度 A:它是反映可以修复的量度继电器运行时的可靠性综合指标,在一定程度上还反映电力系统运行的可靠性。

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

MTTR:平均修复时间,即从发现失效到产品恢复到规定功能所需时间的平均值。

文<sup>[3]</sup>对量度继电器可靠性试验方法及抽样方案进行了深入研究,提出了上述可靠性特征量的试验方法及失效判据,并由此提出了对可靠性装置的具体技术要求,要求装置能实现多试品、多触点的巡回检测,能够根据试验要求提供量度继电器试验的交流电压和电流,并能进行增量控制;能够高精度检测闭合触点的接触压降以及断开触点的开路电压,由此判断试品是否失效,并进行数据处理,输出打印包括可靠性特征量的测定试验和可靠性特征量的验证试验的试验结果。

## 2 装置的技术性能

根据上述要求研制的量度继电器可靠性测试装置具有如下性能:

(1)可扩展的多路输出与输入

为满足对不同类型的量度继电器可靠性试验,对不同抽样试品数的一批试品多触点同时监测,本装置可根据试品数的多少确定插入通道极的数量,因此该装置可适用于不同生产厂家

对不同型号的量度继电器进行可靠性试验,具有通用性。

(2)闭合触点的接触压降检测;

(3)断开触点间的电压检测;

(4)吸合时间检测;

(5)释放时间检测;

(6)发生失效故障时,装置可以对出现的试品编号,失效发生的时间,失效模式进行记录并整理数据输出报警;

(7)试验操作频率可任意整定;

(8)试验的给定门限参数(如判断接触压降过大的门限电压,吸合时间的门限值,试验总次数等各种参数值)均可在试验过程中调整;

(9)完整的数据保护功能,意外断电后数据不丢失,电源恢复后不破坏已采集的数据,已进行的试验次数等数据也会连续计算下去;

(10)中间继电器输出驱动系统对试品的磁系统线圈和触点无任何限制,既可驱动交流线圈也可驱动直流线圈。

### 3 硬件设计

量度继电器可靠性试验装置的原理框图如图 1 所示。

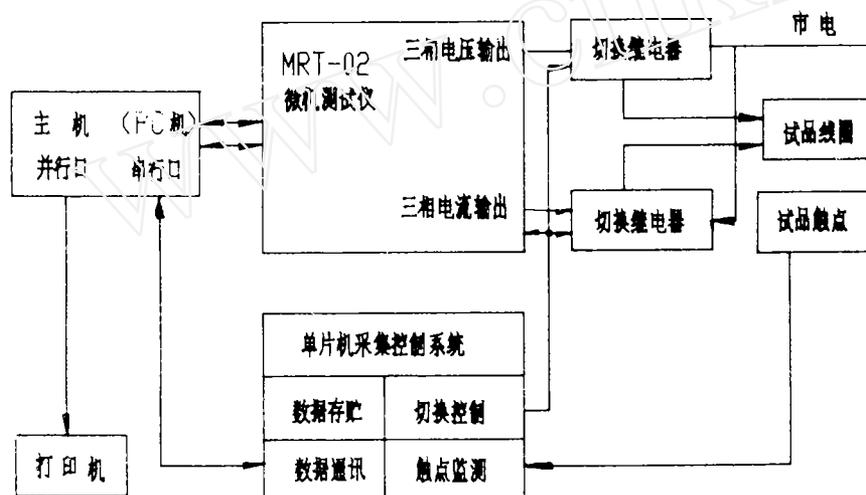


图 1 量度继电器可靠性试验装置原理框图

装置主要由 PC 机, MRT-02 微机测试仪和单片机控制采集系统组成。PC 机主要用于试验命令参数的发送接收,以及试验完成后进行数据分析和处理, MRT-02 微机测试仪根据 PC 机发出的试验命令参数输出对应试品所需的三相电压输出和三相电流输出,即根据试验激励条件输出给量度继电器相应的三相电压和三相电流。单片机控制采集系统则根据从 PC 机接收到的试验命令参数对试品进行检测,并将检测数据传回到 PC 机,如在试验过程中发现某个试品失效,则用对应该试品指示灯报警,指示该试品失效,下面重点叙述单片机控制采集系统

的硬件构成。

### 3.1 8051 CPU 中央处理单元

以单片计算机及外国芯片构成的计算机应用系统,是近年来计算机应用系统发展的新趋势。特别是以 8051 单片机为代表的高档 8 位单片机出现后,这种趋势得到了进一步推动,与通用 CPU 应用系统相比,系统测控功能强,可靠性高,成本低,量度继电器可靠性试验装置就是采用的以 8051CPU 为核心和单片机控制采集系统,配有 8K 的 EPROM 和 8K 的 RAM。EPROM 用以存放程序,而 RAM 则用于存放动态采集的数据以及与主机 PC 机通讯时数据缓冲。图 2 是单片机控制系统的硬件框图,该系统采用瑞士 tABB 公司的 46-BUS 工业控制总线,它采用标准的模块结构形式,在可靠性,可制作性和可维修性方面具有非常独特的优点,CPU 可对插在总线内的每块模板进行控制和信息采集,具有优良的可扩展性。

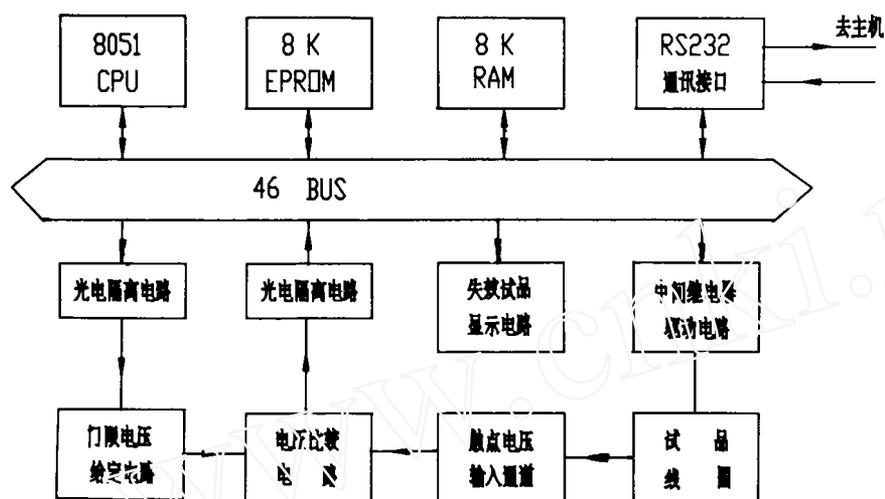


图 2 单片机控制采集系统硬件框图

### 3.2 门限电压给定电路

量度继电器的可靠性测试,对量度继电器闭合触点,主要是检测其接触压降是否超过极限值  $U_{jm}$ ,而对量度继电器断开触点,主要是检测其开路电压是否低于极限值  $U_{\alpha}$ ,根据上述两点,判断其触点是否失效。基于上述思想,量度继电器的可靠性检测并不要求测出闭合触点接触压降的实际值和断开触点的开路电压实际值,而只要求检测出是否超出极限值,即门限值,为此本装置设计了二路门限电压给定电路,具体由 AD 558 和 LF 357 构成,AD 558 是 8 位数模转换器,CPU 根据试验输入参数,通过这二路 D/A 转换电路输出对应的二个门限电压值  $U_{jm}$  和  $U_{\alpha}$ 。该电路经光耦合与 CPU 隔离。

### 3.3 电压比较电路

试品的每一个闭合触点的接触压降和断开触点的开路电压,分别经过集成电压比较器 LM 339 与门限电压给定电路输出的极限电压  $U_{jm}$  和  $U_{\alpha}$  比较,每个触点产生一个对应的比较输出电压,当该比较输出电压为高电平时,表明该触点失效,CPU 通过采集每个触点的比较电

压判断该触点是否失效,故为防止触点高电压大电流引入控制系统,设计了限幅钳位电路和光耦合隔离输入电路。

### 3.4 继电器输出驱动电路

为了在量度继电器可靠性试验中驱动试品继电器,本装置设计了一组中间继电器驱动。由于在试验中所有电压量度继电器试品的线圈是并联的,所有电流量度继电器试品的线圈是串联的,在试验切换电流量度继电器时,为防止电流回路开路,必须首先用另外一个中间继电器将试品线圈短接,然后才能断开试品线圈。由于电压和电流量度继电器是分时进行可靠性测试的,因此本装置中切换电压量度继电器试品的中间继电器要求具有三个转换触点,其中两个常开触点用于测试电压量度继电器时切换线圈电压,另一个常开触点用于测试电流量度继电器时在断开电流线圈之前首先短接线圈。

### 3.5 RS-232 通讯接口

由于单片机控制采集系统只是量度继电器可靠性试验装置的一个前端控制采集单元,它的所有命令均要通过串行接口接收,其采集的数据也由串行接口发送给主机,为此本装置设计了以 UA 1488 和 MC 1489 组成的标准 RS-232 串行接口,它可以和任何具备 RS-232 串行接口的主机相接,这就为本装置提供了广泛的应用前景。产品制造厂可以利用原有计算机和输出设备,只要配上相应的软件,利用本装置就可以实现产品的可靠性测试。

### 3.6 信号联接

本装置的设计充分考虑了产品制造厂和检验部门使用的方便性,所有线圈和触点信号均通过端子引入本装置,对外联接简单、明晰。

## 4 软件设计

由于本装置由主机(PC机),MRT-02 微机测试仪和单片机控制采集系统三部分组成,因此装置的软件也主要由三部分组成。

### 4.1 主机程序.

#### 4.1.1 系统初始化:

- (1)数据缓冲区初始化;
- (2)与 MRT-02 微机测试仪通讯,检查是否已联机;
- (3)与单片机控制采集系统通讯,检查是否已联机;
- (4)如通讯不成功,发出禁止试验信号;如通讯成功转入等待接收键盘输入状态。

#### 4.1.2 初始参数输入

(1)等待接收由操作人员通过键盘将初始数据,如操作的频率,动作次数,接触压降的门限值等参数输入至系统内存;

(2)输出打印所有初始参数,供操作人员核对。对于不合逻辑的输入,程序软件请求重新输入;

(3)向 MRT-02 微机测试仪和单片机控制采集系统发送初始参数和开始试验命令。

#### 4.1.3 接收失效数据

- (1)等待接收从单片机控制采集系统送回的失效数据存入接收数据缓冲区;
- (2)对数据进行分析处理后,向 MRT-02 微机测试仪发送新的试验命令参数;
- (3)将失效数据处理后的结果显示,打印。

注意,主机发送完初始命令参数后,一直处于等待接收单片机控制采集系统发送信息的状态。

#### 4.1.4 结束程序

- (1)等待从单片机控制采集系统接收试验完成信息和全部试验数据;
- (2)数据处理;
- (3)打印和显示详细的试验报告;
- (4)向 MRT-02 微机测试仪和单片机控制采集系统发出停机信号。

#### 4.2 MRT-02 微机测试仪程序

该程序主要是根据从主机接收的命令参数输出相应的三相电压和三相电流,在此不详细论述。

#### 4.3 单片机控制采集系统程序

##### 4.3.1 系统初始化

- (1)数据缓冲区初始化;
- (2)等待与主机通讯,如通讯成功,转入等待接收命令参数;

##### 4.3.2 接收命令参数,并开始试验。

##### 4.3.3 线圈加电和断电,并判定试品有无失效产生;

- (1)判定所有应当闭合的触点接触压降是否过大;
- (2)判定所有应当打开的触点的开路电压是否过低;
- (3)判定每台试品的吸合时间和释放时间是否超过了规定值。

##### 4.3.4 数据处理

- (1)如无失效发生,则继续进行试验;
- (2)如有失效发生,则将失效触点的失效型式,失效的发生时间和失效触点的编号和失效试品编号以及其它失效相关数据存入数据缓冲区,并指示相应失效试品指示灯;
- (3)依据输入的初始参数,决定发生失效的试品是否继续试验下去或停止试验;
- (4)向主机发送失效相关信息。

注意,8051 CPU 除根据主机送来的命令参数控制试品进行可靠性试验以外,还回检测与主机通讯的 RS-232 接口,以便随时响应主机送来的各种新的命令参数。

##### 4.3.5 结束程序

- (1)在试验完成后,8051 CPU 将向主机发送试验完成信息和全部试验相关数据;
- (2)等待接收试验结束信息;
- (3)接收到试验结束信息后,重新初始化数据缓冲区;
- (4)等待接收新的试验命令参数。

(下转 33 页)

的控制,只有在 RS、R/W 脚电平有效且接受到 E 脚的下降沿触发信号,对 LCD 的读写操作才有效。这是 LCD 与一般外围接口芯片的主要区别。这也是 LCD 接口电路中所应特别重视的部分。因此,WXH-15 微机保护装置的 LCD 接口电路中,将 RS 和 R/W 脚接至 8256 I/O 芯片的 I/O 口线上,将 E 脚通过或非门电路分别接入 LCD 的片选线及读、写信号。通过这种接线来实现对 LCD 的读写操作接口,实践证明,这样的接线也给 LCD 的传送数据的编程带来方便。

#### 4 字符型 LCD 的软件编程

这里仅介绍 WXH-15 微机保护装置中 LCD 的初始化。字符型 LCD 本身具有内部复位电路,可进行上电复位,但考虑到应用需要,最好在软件中具有 LCD 的初始化程序。WXH-15 微机保护装置中 LCD 的初始化软件步骤主要分如下几步。

(1)上电时延时等待 $\geq 30\text{ms}$ 即可。

(2)LCD 的功能设置。将 LCD 送“功能设置”的指令。这一步包括指定 LCD 的数据长度,单或双行显示功能,以及字符的点阵图形方式。

(3)打开 LCD 的显示开关位。LCD 中有受软件指令控制的显示开关包括显示、光标的控制。

(4)LCD 的显示方式设置。这包括有设置地址计数器是增加或减小方式,及显示的移位功能。

(5)LCD 清除显示及光标复位。

另外,要注意的是 LCD 在显示字符或命令操作过程中,LCD 内部需要进行较为复杂的操作。因此,CPU 的执行速度比 LCD 快,CPU 每向 LCD 传送一条指令或字符代码前需要先查 LCD 的忙标志位。只有查到 LCD 内部操作已结束,忙标志(BF)为 0 时,才送下一条指令或字符代码。LCD 的传送字符代码或指令的过程,(在图 2 的接口电路的情况下)基本上与打印机处理方式一样,所以,本文不再赘述了。

#### 参考文献

- 1 陈粤初等. 单片机应用系统设计与实践北京航空航天大学出版社,1991 年
- 2 WXH-15x 微机线路保护装置产品说明书. 许继电气股份有限公司,1994 年

\*\*\*\*\*

(上接 77 页)

#### 参考文献

- 1 陆俭国. 量度继电器的可靠性特征量及可靠性指标体系. 继电器,1992. 3
- 2 韩天行等. 量度继电器可靠性指标体系. 继电器,1994. 3
- 3 陆俭国等. 量度继电器可靠性试验及抽样方案研究. 继电器,1994. 4
- 4 陆俭国. 电工产品可靠性,北京:机械工业出版社,1991