

DS-28 型定时机构测试仪的研制

徐春辉

(电子与信息工程系)

摘 要 介绍了 DS-28 型定时机构测试仪的研制原理,提出了利用光电耦合器将幅值变化的开关信号转换为 TTL 电平信号的方法,设计了支持硬件及软件结构,并对测量误差进行了分析¹⁹。

关键词 定时机构;时序检测;电平转换;单片机

分类号 TP 274.4

0 引 言

DS-28 型定时机构是国产新型喷气式高级教练机上用于控制各起动附件,使之按照规定的时序动作,完成发动机起动过程的一个重要部件,对其工作的可靠性及精度有较高的要求¹⁹。除了在成品出厂及安装前要对其进行检验外,在装机使用中还要定期对其精度进行检测和调整¹⁹。目前,此项工作是通过外接数个电秒表及有关辅助电路来完成的,整个过程操作复杂、效率低下、人工计量、精度不高、容易误操作¹⁹。

为解决这些问题,研制了本文所叙述的测试仪¹⁹。该测试仪以 8031 单片机为核心,内配微型打印机¹⁹。只需将定时机构与本测试仪通过插头插座(XS)相连,在本测试仪上模拟飞机发动机起动的操作过程,即可完成对定时机构的精度检测及误差分析,并将检测结果打印输出,以便测试人员进行故障分析和精度调整¹⁹。

1 测试仪系统结构及工作原理

系统硬件电路包括如下几个部分:信号检测、转换及隔离电路;定时机构启动信号模拟电路;微处理机系统及通用外设¹⁹。

1.1 信号检测、转换及隔离电路

该部分电路及与定时机构的连接关系如图 1 所示¹⁹。

DS-28 型定时机构由恒速电机、凸轮机构、7 个微动开关及继电器控制电路组成¹⁹。在一个工作循环中各微动开关按照给定的时序通断,控制定时机构输出端发出相应的控制信号¹⁹。要求 S₁—S₇ 这 7 个微动开关的通断时序在 18V、24V 及 30V 这三种工作电压下均能满足要求¹⁹。为

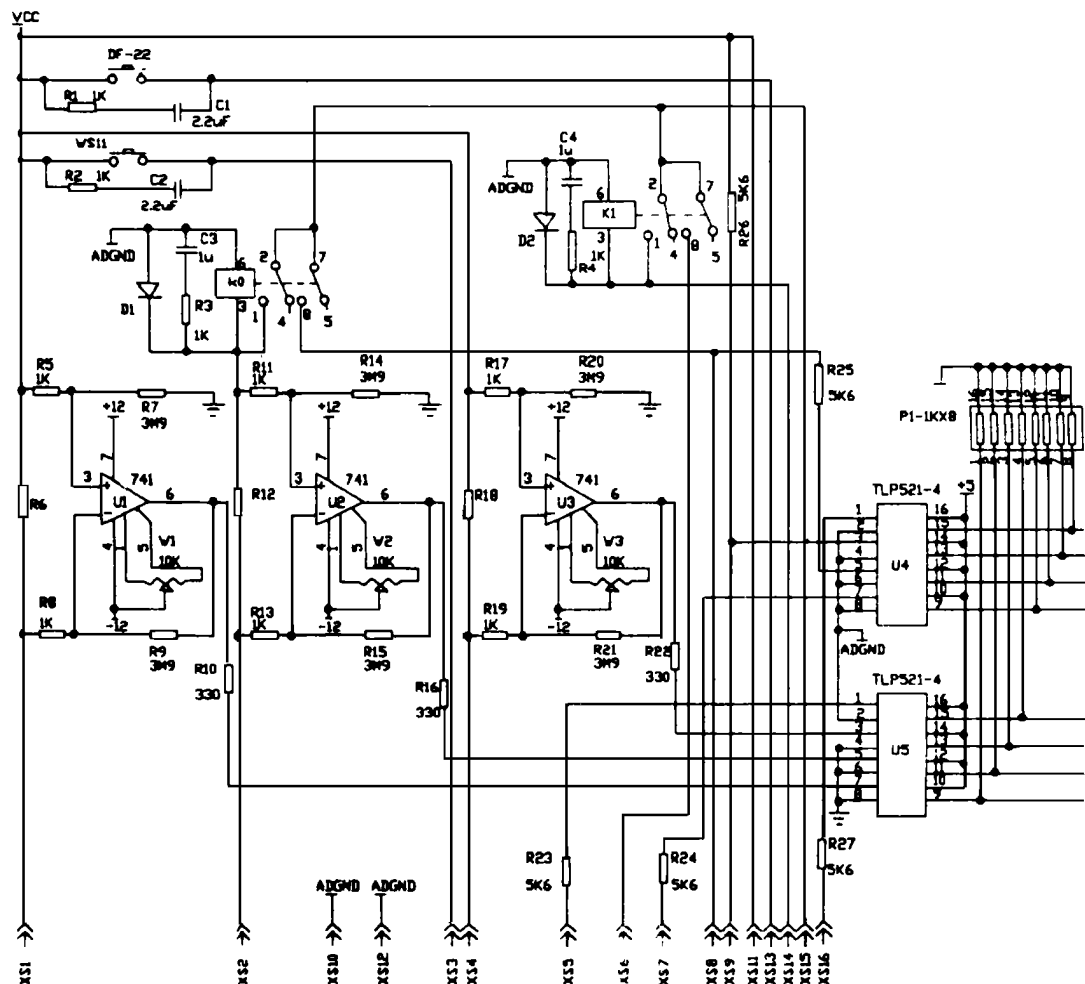


图1 系统信号处理电路原理图

保证能在飞机上进行原位测试,不可能打开机箱直接测试微动开关的动作时序,因此必须另避蹊径¹⁹。

分析定时机构发出的控制信号与微动开关通断状态的关系,可通过测试定时机构某些插头线上信号变化的时间来获得微动开关的动作时序¹⁹。具体而言,需要测试的是:(1) XS₁ 上有电流通过和再次断流的时刻;(2) XS₂ 上有电流通过的时刻;(3) XS₄ 上断流的时刻;(4) SX₅ 接通 V_{cc} 的时刻;(5) XS₇ 与 V_{cc} 断开的时刻;(6) XS₉ 与地线断开的时刻;(7) XS₁₆ 与 V_{cc} 接通的时刻及再次断电的时刻¹⁹。以上所有时间的计量均以 XS₈ 得电的时刻为基准¹⁹。

以上各插头线上有电流通过时,电流值的大小随定时机构工作电压 V_{cc} 的变化作相应变化,当 V_{cc} 为 18V~30V 时,相应的电流值为 75~125 mA¹⁹。

对于电流信号的检测,通常使用电流互感器或者霍尔式传感器,但根据本测试仪的具体情况,这里采用了更为简单、经济的方法:在电流通路上串联一个 0.01 Ω 的采样电阻(R₆、R₁₂、

R_{18}), 当回路接通时其上的电压降约为 1 mV , 如此一个微小的压降对定时机构的工作不会造成任何影响¹⁹. 再将此毫伏级的电压经过差动放大器放大到 4 V 左右¹⁹.

从本质上而言, 8031 单片机所能直接处理的只是 TTL 电平信号¹⁹. 为了将低电平为 0 V 或稍低, 高电平为幅值在一定范围内变化的开关信号转换为 TTL 电平, 可采用光电耦合器¹⁹. 以 TLP521 光电耦合器为例, 按图 1 所示的接法, 对于大于 -5 V 而小于 1.15 V 的输入信号, 在输出端得到的都是 0 V 的低电平; TLP521 的推荐最大正向输入电流是 25 mA , 当输入电流大于 3 mA 而小于 25 mA , 输出端将得到一个大于 3 V 而小于 5 V 的电压信号, 对于这样一个范围内的电压信号 8031 单片机都能够可靠地作为高电平处理¹⁹. 由此看出对于 TLP521 而言, 输入信号高电平的变化范围高达 833% , 即输入高压开关信号的高电平可以是低压开关信号高电平的 8.33 倍¹⁹. 具体到本测试仪而言, 只要适当选取限流电阻 R_{10} 、 R_{16} 、 R_{22} 、 R_{23} 、 R_{24} 、 R_{25} 、 R_{26} 、 R_{27} 的阻值, 即可将各开关信号转换为 TTL 电平, 送交 8031 的 P_1 口处理¹⁹.

光电耦合器的另一个重要作用是对输入信号进行光电隔离, 以防止高压大电流信号对微机系统造成破坏, 同时也可对尖峰脉冲及各种噪声干扰信号进行过滤¹⁹.

1.2 定时机构启动信号模拟电路

正常使用时, 在启动该定时机构之前, 飞行员必须先按下飞机上的 DF-22 按钮, 给定时机构发出一组控制信号, 使之做好启动前的准备工作, 然后再按下 WS11 按钮启动定时机构¹⁹. 在本测试仪中, 利用图 1 中的继电器 K_0 、 K_1 , 按钮 DF-22、WS11 组成的电路即可模拟此过程¹⁹.

1.3 微处理机系统及通用外设

微处理机采用 8031 单片机¹⁹. 系统扩充了 1 片 8155 作为外设接口芯片并提供 256 字节的 RAM¹⁹. 程序及数表等采用 8 K 字节的 EPROM 2764 存储¹⁹.

本系统利用 8155 的 PB 口外接 8 个发光二极管显示被测信号的状态变化; 利用 8155 PA 口作为 FD-NP16 型微型打印机的数据输出口, 另利用 $P_{3.0}$ 、 $P_{3.1}$ 、 $P_{3.2}$ 作为打印机控制线¹⁹. 具体电路原理图如图 2 所示¹⁹.

2 系统软件

单片机系统的重要功能是: 监测信号状态; 在信号状态发生有效变化时记录此时的时间值; 时间值处理与误差分析; 打印测试结果¹⁹. 为实现这些功能, 系统软件由主程序模块、数据处理与误差分析模块、打印模块组成¹⁹.

2.1 主程序模块

主程序流程图如图 3 所示¹⁹.

本模块的主要功能是监测信号状态、过滤干扰信号、消除触点抖动影响、记录信号有效变化时的时间值, 控制其它模块最终完成测试过程¹⁹. 在初始化中要做如下工作: 为需要记录的时间值各分配一个 3 字节的时间值记录器, 同时给每个时间值记录器分配一个位单元作为已记录时间标志, 来表示对应的时间值记录器是否已经记录过有效的时间值, 另外取两个 RAM 单元分别作为显示缓冲单元和 P_1 口状态寄存器; 将定时器 T_0 置于方式 2 下, 定时时间为 $500\text{ }\mu\text{s}$ (晶振为 6 MHz), 允许 T_0 按高优先级中断, 另设置一个 3 字节的时钟计数器, T_0 每中断一次在中断服务程序中就使时钟计数器加 1, 这样时钟计数器的记数值乘以 0.0005 即可得到实际

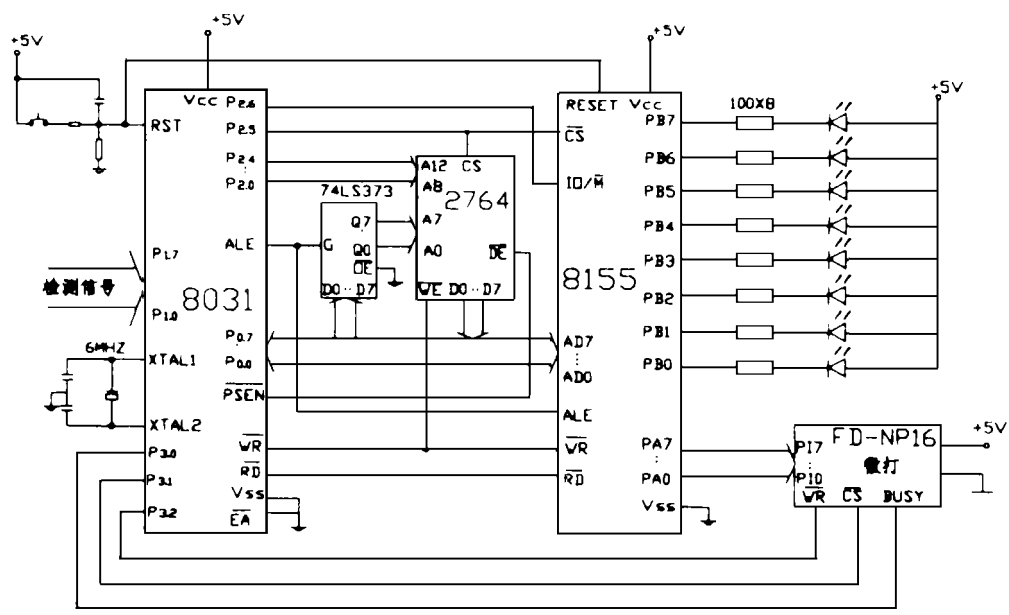


图 2 单片机接口电路原理图

时间的秒值;设置 8155 的 PA、PB 口皆为输出方式¹⁹。一个工作循环结束的判断依据是 P1.1 由高电平变化为低电平¹⁹。

2.2 数据处理与误差分析模块

将记录的各时间值与对应的标称值相减,即可得到相应的误差值,再将各误差值与对应的极限误差相比较即可得知该测试值是否超差¹⁹。

为消除量化误差和计算误差,在将以记数值表示的各值转化为以秒为单位的实际时间值时,采取循环累加的方式,循环一次加 0.000 5 s,循环次数由与时间相应的记数值控制¹⁹。

2.3 打印模块

打印程序按设定的格式打印出每个测试值、误差值及是否超差的结论¹⁹。报表格式数据存于 EPROM 中,填充数据为数据处理及误差分析的结果¹⁹。

3 误差分析

测量误差的来源主要包括 3 个方面¹⁹。首先,由于时钟计数器的分辨率为 500 μ s,由此带来的记时绝对误差最大为 $\delta = 500 \mu$ s,这是误差的主要来源;其次,由于对 P1 口状态的检测采用的是查询方式,由此可能造成的对 P1 口状态变化响应滞后的最大值为 $\delta = 40 \mu$ s;最后一个方面是系统时钟频率误差,由于系统时钟由高稳定度石英晶振所组成的电路提供,其相对误差小于 $1 \times 10^{-7} \%$,如此小的相对误差在几十秒的测试过程中是微不足道的¹⁹。

综合而言,该测试仪测量值误差的最大值为 $\delta = \delta + \delta = 0.54 \text{ ms}$,对于所测数据中的最小值 1.1 s 而言,测量的相对误差小于 0.05%¹⁹。

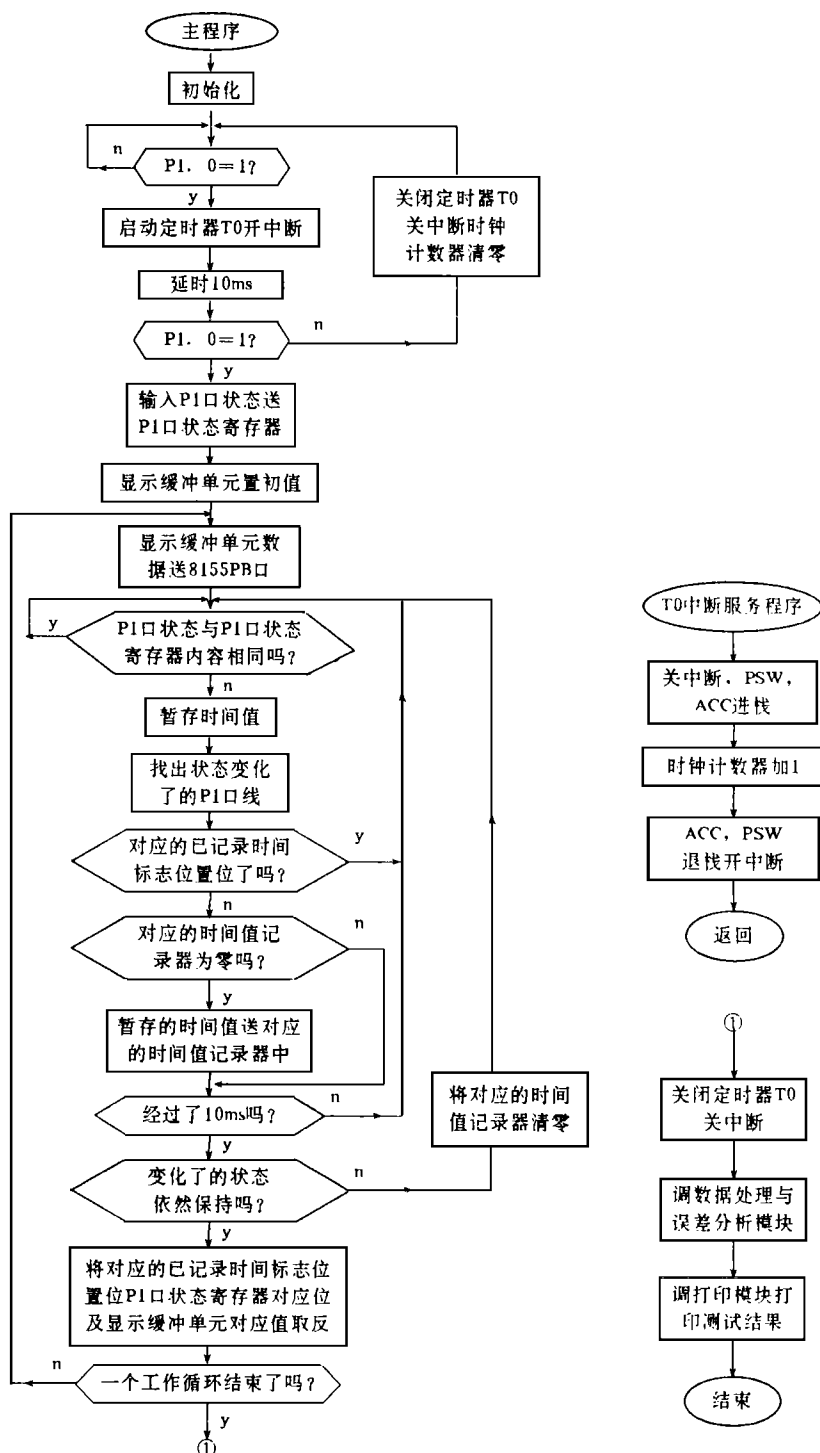


图3 主程序流程图

4 结束语

本文设计并研制的测试仪, 结构合理、性能优良、体积小、重量轻、操作简便、工作可靠, 所采用的元器件均是市场上通用的, 成本低廉, 经有关单位试用获得一致好评, 并于 1996 年 6 月在南昌飞机制造公司通过了由空军装备技术部组织的鉴定¹⁹。

参 考 文 献

- 1 吕俊芳¹⁹传感器接口与检测仪电路¹⁹北京:北京航空航天大学出版社, 1994, 6~43
- 2 中国光学、光电子行业协会光电器件专业协会¹⁹国内外半导体光电器件实用手册¹⁹北京:电子工业出版社, 1992, 741~835
- 3 何立民¹⁹单片机应用系统设计¹⁹北京:北京航空航天大学出版社, 1990, 24~53
- 4 沈德金等¹⁹MCS-51 系列单片机接口电路与应用程序实例¹⁹北京:北京航空航天大学出版社, 1990, 26~50
- 5 李华¹⁹MCS-51 系列单片机实用接口技术¹⁹北京:北京航空航天大学出版社, 1993, 243~252

Development of Mearsuring Set for DS-28 Timing Mechanism

Xu Chunhui

(Electronic and Information Engineering Department)

Abstract The developing fundamentals of mearsuring set for DS-28 timing mechanism is introduced in this paper. The method of transforming singal from differnt level into TTL level by using optoisolator is proposed. The support measuring hardware and software are designed. Finally, the measuring errors have been analyzed.

Key words timeing mechanism; sequence test; level transform; microcontroller