

某涡喷发动机防喘盒检测仪的研制

李文峰, 王永生, 吴昌英

(西北工业大学 电子工程系, 陕西 西安 710072)

摘要: 某涡喷发动机防喘盒检测仪用于该型发动机防喘盒检修时的内部电路故障检测和整机性能调试。该仪器的检测原理为: 检测仪模拟发动机, 当防喘系统工作时, 向防喘盒发出激励信号。通过接收、检测、分析和判断防喘盒产生的响应信号, 来达到检测防喘盒的目的。本文介绍了该仪器的硬件组成、软件方案、工作过程以及电磁兼容方面的设计等。

关键词: 航空、航天推进系统; 涡喷发动机; 防喘盒; 检测仪

中图分类号: V233. 95

文献标识码: A

A Testing Instrument for the Box Against Pant of Some Turbojet Engine

LI Wen-feng, WANG Yong-sheng, WU Chang-ying

(Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: A testing instrument is described for the box against pant of some turbojet engine used for checking the breakdown within the electric circuit and for adjusting the whole machine functions, while the box against pant is being examined. Some stimulating signals, which are similar to that of the engines, are sent to the box against pant by the testing instrument, then some respondent signals are produced by the box. We receive, check and analyze these respondent signals in order to judge whether the box against pant runs in right order. This paper introduces the system function, the constitution, the working principle and its working process.

Key words: aerospace propulsion system; turbojet engine; box against pant; testing instrument

1 引言

某涡喷发动机防喘盒是为了防止机载导弹发射时高温燃气进入发动机时引起发动机喘振、过热和熄火停车而设计的。防喘系统工作时, 电气系统完成下述各项工作:

(1) 在条件满足时, 对发动机防喘执行机构发出脉冲切油信号。

(2) 输出电压信号, 使发动机主点火系统补氧 12 s。

(3) 输出电压信号, 使主燃烧室点火系统点火 12 s。

(4) 当发动机处于加力状态时, 对发动机加力燃烧室点火 12 s。

(5) 发动机处于“一次”或“二次加力”状态时, 对发动机状态及喷口锁定 12 s。

2 检测仪设计方案

2.1 检测仪检测原理

此检测仪用于某涡喷发动机防喘盒检修时的

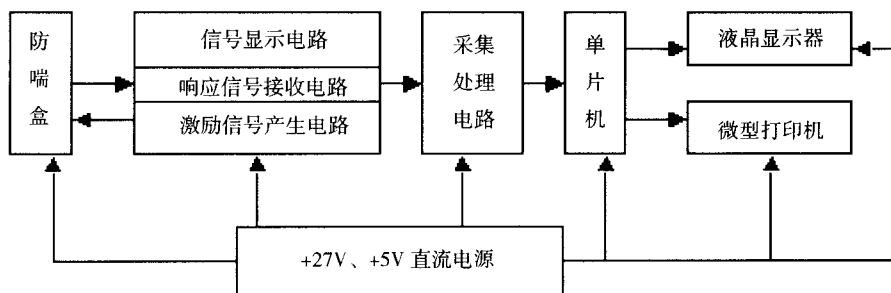


图 1 检测仪原理框图

Fig. 1 The elemental picture of the testing instrument

内部电路故障检测和整机性能调试。设计目标首先是满足维修指南所包括的所有相关测试项目,同时着重考虑故障的定位精度,通过对不同的电气节点施加合适的激励,应用电子测试和计算机技术采集分析电路的响应信号,通过故障诊断算法,以做到电路故障的自动诊断和定位,从而降低人工检测和人工故障判读的工作量,提高修理速度和质量。

一般而言,电路的信号输入和信号输出的关系是一一对应的,因此电路输出节点(或中间输出节点)与输入节点的信号波形存在一一对应关系。如果电路工作正常,当输入一定时,实际的输出应与理论一致;如果测试结果显示不一致或超出所允许的误差范围,说明电路存在故障。因此可以根据所测到的各电路输出(响应),经过一系列的故障算法,判断故障的性质,找出故障发生的部件。

2.2 检测仪硬件组成

检测仪的研制工作分成硬件和软件设计两个部分。图 1 所示为检测仪的原理框图。激励信号产生电路负责对防喘盒各电路单元产生相应的激励信号。响应信号接收电路接收从防喘盒反馈来的信息。单片机通过采集处理电路所采集到的数据来判断故障的性质和故障发生的位置。

2.3 检测仪软件方案

软件包括数据采集,故障算法,故障诊断专家系统,控制输出文字显示及打印等。单片机选 89C52。液晶显示器 LCD 选图形点阵势液晶显示器 MG12864-1, 64×128 点阵^[1]。打印机为面板式微型打印机 $\mu P-A$ ^[2]。其中单片机的数据采集模块是整个软件的基础。单片机与液晶显示器之间、单片机与微型打印机之间的初始化问题是软件部分的前提。液晶显示器和微型打印机作为输出终端

是为了提供一个较为友善的人机界面。故障诊断专家系统可以直接指出故障的确切位置,有利于针对性地排除故障。

3 检测仪工作过程

3.1 检查仪激励响应信号

在本方案中,检测对象为某涡喷发动机防喘盒内部各通道电路及其外部接头。所以“输入”是指激励信号从检测仪输入到通道电路板或防喘盒的插头;“输出”是指通道电路板或防喘盒的插头信号输出到检测仪。由检测仪发出的主要激励信号和从防喘盒电路输出的主要响应信号如表 1、表 2 所示。

3.2 检测工作过程

以下以左中导弹发射(左发动机防喘)为例说明通道检测所要用到的输入/输出信号,以及这些信号的产生、采集和通道电路故障的诊断方法。

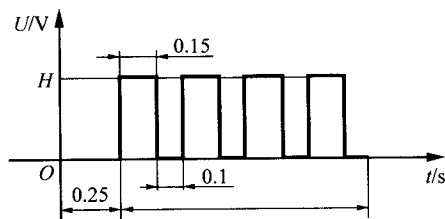


图 2 防喘切油脉冲电信号

Fig. 2 The electrical impulse signals for cutting fuel and preventing pant

按照飞机武器发射控制系统的设计,接通电源,左右发防喘开始工作,左右发防喘工作指示灯亮→选择正常(或应急)状态,副油路常压(或超压)状态,左发加力(或非加力)状态,左发二次加

表 1 检测仪主要激励信号

Table 1 The main stimulant signals of the testing instrument

引脚号	信号类型	范围	意 义	检测仪的信号产生方法	备注
P20	开关信号	5/0 V	左中导弹发射信号	按钮及电平产生模块	
P20	开关信号	5/0 V	右中导弹发射信号	按钮及电平产生模块	
P20	开关信号	5/0 V	左内导弹发射信号	按钮及电平产生模块	
P20	开关信号	5/0 V	右内导弹发射信号	按钮及电平产生模块	
P20	开关信号	5/0 V	左右内导弹发射信号	按钮及电平产生模块	
P16	开关信号	5/0 V	应急发射信号	按钮及电平产生模块	
P10	开关信号	0/27 V	左中导弹离架信号	电平产生模块	对应按钮
P11	开关信号	0/27 V	右中导弹离架信号	电平产生模块	按下 2~
P14	开关信号	0/27 V	左内导弹离架信号	电平产生模块	3 s 后,
P15	开关信号	0/27 V	右内导弹离架信号	电平产生模块	导弹离架
P30	开关信号	0/27 V	副油路超压信号	开关及电平产生模块	
P3	开关信号	0/27 V	正常发射状态	双位开关及电平产生模块	
P19	开关信号	0/27 V	应急发射状态	双位开关及电平产生模块	

表 1 防喘盒主要响应信号

Table 2 The main respondent signals of the box against pant

引脚号	信号类型	范围	意 义	检测仪的信号测试方法	备注
P4	开关信号	27/0 V	左右发空中 点火锁定	光电隔离输入,4 位二进 制同步加计数,进单片机	12 s
P17	0/27 V 脉冲频率	4 Hz	左发切油	光电隔离输入,斯密特整 形后 4 位计数,进单片机	4 个脉冲
P6	开关信号	27/0 V	左发加力点火	光电隔离输入,4 位二进 制同步加计数,进单片机	12 s
P21/P27	开关信号	27/0 V	锁定左发二 次加力状态	光电隔离输入,4 位二进 制同步加计数,进单片机	12 s
P18	0/27 V 脉冲频率	4 Hz	右发切油	光电隔离输入,斯密特整 形后 4 位计数,进单片机	4 个脉冲
P8	开关信号	27/0 V	右发加力点火	光电隔离输入,4 位二进 制同步加计数,进单片机	12 s
P22/P28	开关信号	27/0 V	锁定右发二 次加力状态	光电隔离输入,4 位二进 制同步加计数,进单片机	12 s

力(或非二次加力)状态,左发二次加力状态指示
灯亮→按一下整机复位按钮,计数器清零,液晶显
示器 LCD 复位→按压左中导弹发射按钮,左中导
弹发射信号灯亮→经大约 2 s,左中导弹离架,左

中导弹离架信号信号灯亮→左右发空中点火锁
定,正常情况下左右发空中点火锁定指示灯持续
亮约 12 s;4 位二进制同步加计数器开始计数,数
据输出到单片机→再经约 0.25 s,左发切油,正常

防喘切油脉冲电信号如图 2 所示, 1 s 内 4 个脉冲, 左发切油指示灯闪亮约 1 s; 信号经斯密特整形后进 4 位计数器, 输出数据进单片机→同时左发加力点火工作, 正常时左发加力点火指示灯亮越 12 s; 4 位二进制同步加计数器工作, 数据进单片机→再同时左发锁定二次加力状态正常下持续约 10 s, 锁定左发二次加力状态指示灯亮 10 s; 信号经 4 位二进制同步加计数器后进单片机→单片机对各路信号进行采集、存储、计算、比较、诊断、输出结果至液晶显示器 LCD 和微型打印机; 如果防喘盒内部各通道电路有故障, 亦将诊断结果输出。至此防喘盒和检测仪完成一次工作周期。

根据电路原理, 可分析出每部分电路的输入输出电压之间的关系, 对于逻辑电路可得到每个电气节点的逻辑关系(或信号的波形及相位), 图 2 所示的防喘切油脉冲电信号波形直观地反映了 P17 左发切油输出节点与时间的关系(包括幅值和相位), 对于这样的逻辑电路, 在实际故障检测中, 可以通过对各输入接点分别加逻辑电平, 同时检测对应的输出。如果实际输出出现异常, 利用故障诊断专家系统可以判别出故障出现的位置(或部件)。

3.3 检测仪电磁兼容设计

从防喘盒出来的信号是通过内部继电器给出的。因此不可避免的会出现很强的毛刺和抖动现象, 同时这些毛刺也会影响单片机输出, 引起输出跳变。从硬件上考虑防喘盒和单片机采用光电隔离, 以有效地抑制来自防喘盒的内部毛刺; 同时增加斯密特触发器防抖。复位和中断是非常敏感的信号, 若受到干扰, 其危害性非常严重。电源的大幅度波动, 大电流信号的串入, 尖脉冲的耦合都有

可能触发复位和中断。为防止走飞, 还增加了看门狗电路。从软件上考虑加入了软件防抖设计。有些 I/O 口要在工作时一直有效, 但外部噪声容易对其产生影响。因此, 在程序中采用定期刷新 I/O 口的数据寄存器以及时纠正噪声影响。在读取端口值时, 采用多次读入法, 若出现有不同的值则重新读取^[3]。

在 PCB 板设计时, 有意加宽了电源线和地线的走线宽度。PCB 走线均采用圆弧倒角, 减少信号在传输中的衰减。集成块电源输入端跨接较大的电解电容, 部分输入端配置小的去耦电容。此外, 对从防喘盒出来的响应信号采用了屏蔽电缆。

4 结 论

该检测仪的设计采用大规模集成电路和单片机技术, 因而集成度高、功能全面、可靠性好, 试验时不需连接其它辅助设备(如电源箱、低频信号发生器、电子计数器等); 目前已经过修理厂二百二十几次防喘盒防喘检测试验, 实际使用效果良好, 检测仪未出现任何故障, 防喘盒故障漏检次数为零。证明了硬件电路和软件部分的正确可靠性, 降低了人工检测和人工故障判读的工作量, 提高了修理某涡喷发动机防喘盒的速度和质量。

参考文献:

- [1] Truly 公司. MG12864-1 图形点阵液晶显示器模块原理与应用手册[R]. 西安: Truly 公司, 1998. 1—32.
- [2] 北京微达电子技术有限责任公司. μ P-A 面板式微型打印机使用说明书[R]. 北京: 北京微达电子技术有限责任公司, 2001. 1—19.
- [3] 黄遵熹. 单片机原理接口与应用[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 1997. 58—96.