

# 姿控发动机试验阀门电流信号 采集系统设计

蒋 瑜

(西安航天动力试验技术研究所, 陕西 西安 710100)

**摘 要:** 介绍了液体火箭姿控发动机阀门电流信号采集系统的设计要点、研制方法与主要开发过程。较详细阐述了高速数据采集系统应用软件开发及系统集成后的调试方法。该采集系统实现了多路液体火箭姿控发动机试车阀门电流信号的数字化测量。

**关键词:** 姿控发动机; 阀门; 数据采集; 软件

**中图分类号:** V432

**文献标识码:** A

**文章编号:** (2006) 06-0056-04

## Valve current signal acquisition system design for liquid attitude control rocket engine test

Jiang Yu

(Xi'an Aerospace Propulsion Test Technique Institute, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** This paper presents the critical design, researching method and procedure of acquisition system for valve current signal of liquid attitude control rocket engine. The author gives a detailed description about high-speed data gathering, applied software development and debugging method after system integration. This system improves the digital measurement of valve current signal in the test with its high-speed multi-channel parameter gathering technology.

**Key words:** attitude control engine; valve; data acquisition; software

### 1 引言

液体火箭姿控发动机试验中控制程序的调试、

记录原来依靠 SC-18 型光线示波器记录的控制信号输出回路中串接的取样电阻上的电压信号, 用人工判别的方法判断、检查、证实控制程序是否正确, 记录介质为紫外线感光纸。随着控制程序

收稿日期: 2006-03-21; 修回日期: 2006-04-25。

作者简介: 蒋瑜 (1973—), 男, 工程师, 研究领域为液体火箭发动机试验。

万方数据

越来越复杂, 试验过程越来越长, 质量要求越来越高, 这种模拟记录方式已不能适应发动机试验的需要, 主要表现在以下几方面:

(1) 人工判读易产生较大误差, 工作量大, 判读时间长, 影响试验进度;

(2) 只能定性地判断波形, 不能定量地测量阀门线圈通过电流的大小, 不利于分析问题和判别线圈电流是否正常。线圈电流的大小直接影响试验的成败;

(3) 判读精度低, 特别是短脉冲试验;

(4) 安全性差, 取样电阻变质将直接影响电磁阀的工作状态, 取样电阻和光线示波器两根连接线的任何一根和地接触或和其它取样电阻引出线相碰短路, 可导致电磁阀工作异常。系统连接方式存在安全隐患;

(5) 紫外线感光纸使用成本高, 消耗量大, 供货厂家处于停产状态, 供货周期不能保证。

因此, 研制一套安全可靠、操作简便、能够迅速检测姿控发动机试验控制程序和电磁阀线圈电流信号正确性的自动化测试系统, 替代现有的光线示波器模拟记录系统是非常必要的。

## 2 主要技术指标和软件功能

### 2.1 技术指标

通道容量: 模拟量单端输入 64 通道, 数字触发 1 通道;

模拟量输入电压: 0~5V;

A/D 转换器: 12 位 (含 1 位符号位);

程控增益为: 1、5、50、250;

采样率: 1500Hz/秒/通道;

电磁平衡电流传感器: 输入范围 0~5A, 输出 0~50mA。

### 2.2 软件功能

该系统软件主要实现以下功能: 实际试车程序波形显示, 时基为系统内部时钟, 幅值为电磁阀线圈电流值; 满足单元测试电磁阀、电爆管、自锁阀的电流信号; 具有综合测试程序的自动检查和历史数据的检查功能; 测试数据曲线可任意进行缩放、移动。

## 3 设计目标与关键技术

### 3.1 设计目标

阀门电流信号采集系统是为满足阀门参数测量要求而设计的, 要求通道容量大、采样速率高、测量精度高、系统稳定、可靠等。具体地讲, 应主要完成以下几方面的设计: 满足单元测试电磁阀、电爆管、自锁阀的电流信号测量; 满足综合测试程序的自动检查功能; 试车过程中对试车控制程序和电磁阀线圈工作电流进行全程监测和记录; 通道容量、采样速率、测量精度满足试车要求; 系统稳定、安全可靠、操作简便; 测试曲线显示直观、清晰。

### 3.2 关键技术

#### 3.2.1 数据接口

软件编制过程中, 在调用采集板软件提供的函数库 DASDEC32.BAS 中的函数时无法将采集板正常驱动。经调试发现是由于动态连接库 DASSHL.DLL 错误, 导致系统无法正常工作。由于此采集板开发平台是在 WINDOWS 平台下, 而 WINDOWS 驱动程序没有提供 32 位驱动, 缺少动态连接库 DASSHL32.DLL, 因此采用第三方软件提供的驱动程序解决了此问题。

#### 3.2.2 通道容量大采集速率高

由于试验要求通道容量大, 采集速率高, 在满足通道数的情况下提高采集速率, 采用 DMA 方式进行数据传输, 节省系统资源, 64 路数据循环采集, 周期为 128ns, 满足试验要求。

#### 3.2.3 应用软件设计

由于软件提供的函数定义的缓冲区只有 32kbyte, 假设试验时间为 1000 秒, 采样速率为 1000 点/秒/通道, 数据存储量为  $64 \times 1000 \times 1000 \times 2 = 128\text{Mbyte}$ , 无法在一次试验中存储所有数据。经多种方法试验, 决定采用实时存盘的方法, 缓冲区数据满后, 后面的数据即覆盖已存的数据, 需要及时把数据缓冲区的数据读出并存储, 即每隔 10ms 访问 1 次定义的数据缓冲区 tmpBuf(), 判断此时的数据量 dwCount。如果 dwCount 大于当前存储量 nCurCycleSaveNum,  $\text{dwCount} - \text{nCur}$

CycleSaveNum 写入文件；如果 dwCount 小于当前存储量 nCurCycleSaveNum，则意味着 tmpBuf（）已满，tmpBuf（）+ dwCount 写入文件。在写入文件时利用了 API 函数，加快了数据存储速度。在数据显示方面利用了内存复制及相关技术实现了曲线显示移动等功能。

3.2.4 信号的调理

电磁阀线圈的通电是以脉冲方式进行的，其通电和断电瞬间产生的反向电动势很大，产生的电流波形很差，而且输入端对地电压高于采集卡输入级要求的对地电压。由于控制输出信号不允

许通过降压、限幅、箝位的方式进行匹配，必须采用隔离方式进行信号匹配，因此采用了电磁平衡电流传感器，将信号调理，再进入采集卡输入端进行采集。即使本系统发生故障，也不会对控制系统带来任何影响。

4 系统组成

4.1 系统硬件组成

图 1 所示为液体火箭姿控发动机阀门电流信号采集系统的结构框图。

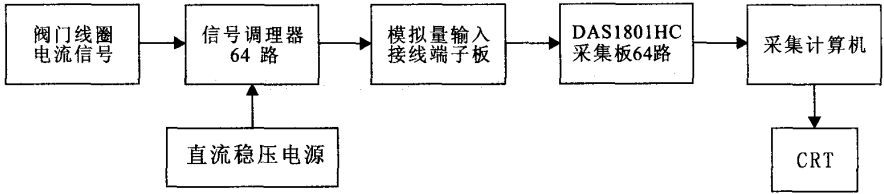


图 1 姿控发动机阀门电流信号采集系统结构框图

Fig.1 Schematic diagram of data acquisition system for valves of attitude control engine

该系统主要由计算机、数据采集板、信号调理器、直流稳压电源组成：

(1) 计算机：采用原有的计算机 PII350CPU，华硕主板配有 4 个 ISA 插槽，并为机箱内数据采集板提供电源；

(2) 数据采集板：采用原有闲置 KEITHLEY DAS-1801HC 采集板，可直接安装在计算机扩展槽上，12 位 AD，模拟量输入通道单端 64 路/差动 32 路（由于采用互感器，本系统采用单端输入方式），程控增益为 1、5、50、250；

(3) 信号调理器：采用电磁平衡电流传感器，输入范围 0~5A，输出 0~50mA；

(4) 直流稳压电源：为电流传感器提供电源±12V。

4.2 系统软件组成

本数据采集系统的应用软件是在 Windows ME 操作系统下，采用 Visual Basic6.0 编写的。实时采集过程可靠、画面生成质量高。系统流程

见图 2。

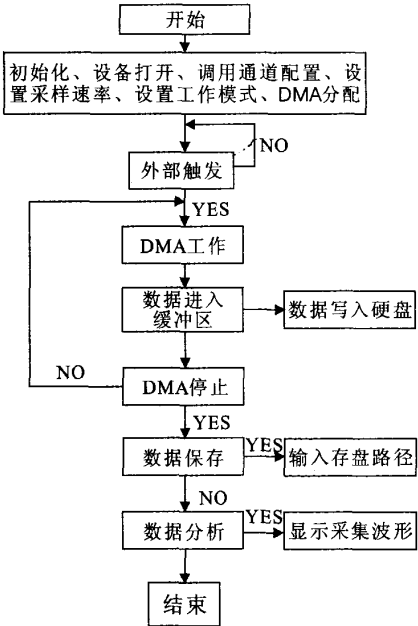


图 2 采集程序主程序流程图

Fig.2 Flow chart of acquisition process

系统软件主要由信号采集程序、数据转换处理程序组等部分组成。

信号采集程序完成实时采集数据、实时存盘、计时等功能。本程序操作简便,控制程序自动触发采集程序,在界面上显示采集板工作状态、数据采集等情况。试验停止时,程序询问保存数据,保存路径等信息。

数据转换处理程序对采集数据原码计算成物理量,以数值和曲线的方式显示,操作界面直观明了,曲线模仿示波器,并采用一键操作,功能十分完善,具有对曲线进行缩放、移动、查询阀门通电时间及电压幅值等功能。

## 5 系统调试

系统调试的单通道试验方法为:单通道加标准电压 0~5V,查看输入值。

多通道试验方法如下:

(1) 输入信号加标准信号源,按不同频率,不同幅值进行采样,采样后的数据处理以数值和曲线的方式显示,对两种波形进行分析比较;

(2) 与控制系统连接,控制台连接模拟负

载,对控制回路信号进行采集;

(3) 进行热试车测试,本系统先后经过了多次热试车考验,并与示波器胶卷进行对比,结果显示系统精度高、分析方便。

## 6 结论

研制的液体火箭姿控发动机阀门电流信号采集系统经过多次热试车考验,完全达到了设计要求。系统功能完善、测量精度高、性能稳定可靠、操作简便。本系统在采集板上实现了多通道同时高速采集、数据实时存储、数据曲线快速显示等功能,硬件设计和软件开发均满足发动机试验的需要。

### 参考文献:

- [1] 王兴晶. Visual Basic 6.0 开发与实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [2] 李鹤轩. 电子技术基础教程 [M]. 北京: 学术书刊出版社, 1994.

(编辑: 陈红霞)

## 致 谢

《火箭推进》2006 年度的工作业已完成。《火箭推进》编辑部感谢所有作者给予的支持与厚爱,感谢以下审稿专家付出的辛勤劳动:

陈建华	陈 炜	陈新红	陈祖奎	董锡鉴	杜天恩	符全军	郭国长
高建平	葛李虎	韩先伟	贺崇森	洪锡东	黄道琼	黄智勇	李 斌
李红丽	李护林	李小明	李 平	李伟民	林 革	刘红斌	刘红军
刘可望	刘 迅	刘站国	吕奇伟	宁建华	覃业文	史 超	孙宏明
谭松林	王亚平	王衍方	吴宝元	夏开红	肖明杰	谢新超	许湘君
轩 红	杨宝娥	袁洪滨	张恩昭	张宝琨	张斌章	张敏贵	赵万明
朱明策	周 军	朱 伟	张蒙正				