

# 固体动力装置试验测试方法

梁冬萍

(陕西动力机械设计研究所, 陕西 西安 710100)

**摘 要:** 针对固体动力装置试验任务要求, 根据试验台实际状况, 提出了计算机数据采集系统和示波器并行采集的方法, 对压力和推力传感器的现场校准方法进行了详细论述。试验结果证明试验测试方法可行。

**关键词:** 固体动力装置; 测试方法

中图分类号: V434

文献标识码: B

文章编号: (2005)01-0059-04

## The measuring method for solid power unit test

Liang Dongping

(Shaanxi Power Machine Design & Research Institute, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** In order to meet the request of solid power unit test, the author made an detailed presentation of site calibration of pressure and thrust sensors by the method of computer data acquisition system and ondoscope working simultaneously. The measuring method was proved to be feasible.

**Key words:** solid power unit; measuring method

### 1 引言

小型固体发动机和固体燃气发生器等固体动力装置的试验任务, 在试验中要求对压力、推力、转速、温度、时间等进行测量, 其中, 发动机室压、推力、燃烧时间是试验中的重要测量参数。根据现有试验台条件, 充分利用先进的测量手段

和工艺, 依据有关指导性技术文件, 在总结多年测试工作经验的基础上, 对该试验测试的工艺进行了改进, 并在多项试验中得到了成功应用和验证。

### 2 测试仪器的选择和准备

测量仪器和传感器配置如表 1 所示。在满足测

收稿日期: 2004-11-29; 修回日期: 2004-12-24。

作者简介: 梁冬萍 (1964—), 女, 高级工程师, 研究领域为发动机地面试验测试技术。

试准确度的条件下,也可选用其它型号的测量仪表和传感器,但需要作对比试验,一般不少于 3 发。

要求所有测试设备,均应在校验期内,且工作状态良好。

表 1 测试设备

Tab.1 Measurement equipments

序号	设 备 名 称	技 术 指 标
1	计算机数据采集系统	通道测量准确度: 0.2 级, 单通道采样速率>1000Hz
2	光线示波器	FCI-IV 振子, 固有频率 3000Hz, 工作频率 0~1200Hz, 灵敏度: 0.8mm/mA
3	动态应变仪	动态范围: 10~30kHz
4	力传感器	0~6000N, 频响: ms 级
5	压力传感器	0~30MPa, 频响: ms 级
6	电源	0~36V, 0.05%
7	标准压力计	二等, 0.05%
8	智能表	0.2%

### 3 现场校准

在测量前、后的最短时间内,在试车现场直接施加标准力,对包括传感器、推力架、液气导管在内的整个测量系统进行校准,以提高测量准确度。这就是现场校准,也称原位校准。这里说的测量系统包括传感器、放大器、激励电源、采

集系统、记录系统在内的整个测量系统。按如下图 1、图 2 所示连接系统,分别完成压力传感器和推力传感器的现场校准。

在现场校准和试验中,均采用了光线示波器和计算机数据采集系统两系统并采的测量方法,目的是实现数据的复测复记,同时光线示波器具备实时输出动态曲线的优点,使得试验结果很直观。

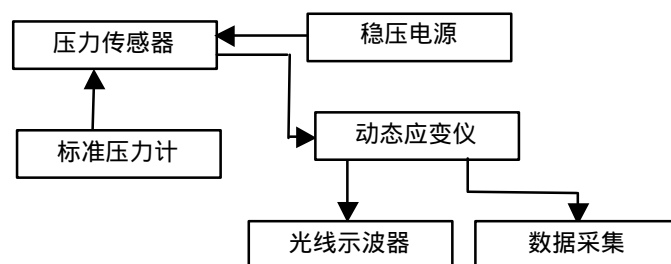


图 1 压力传感器现场校准连接示意图

Fig.1 Instrument connection for pressure sensor calibration

#### 3.1 传感器的选择

根据被测压力、推力的大小和频率特性,选择量程、频率响应合适的压力传感器、力传感器。通常被测量大小为传感器 2/3 量程为佳。传感器的频响应高于被测物理量频响一个数量级。用于现场校准的标准压力计准确度 0.05 级,压力表准确度不低于 0.5 级。

#### 3.2 测试仪的选择

根据被测压力、推力的频率特性选择满足采样要求的测试仪。要求计算机数据采集系统单通道采样速率高于 1000Hz,数据实时存贮且具备足够的数据存贮空间。光线示波器选用 FCI-IV 振子,固有频率 3000Hz,工作频率 0~1200Hz,灵敏度: 0.8mm/mA,根据发动机试车时间确定示波器走纸

速度。

### 3.3 测试系统连接

按图 1、图 2 所示正确连接测试系统。仪表和

测试仪要求用专用测试电缆可靠连接，长电缆之间采用航空插头连接或焊接的方式。不许虚接或短路。

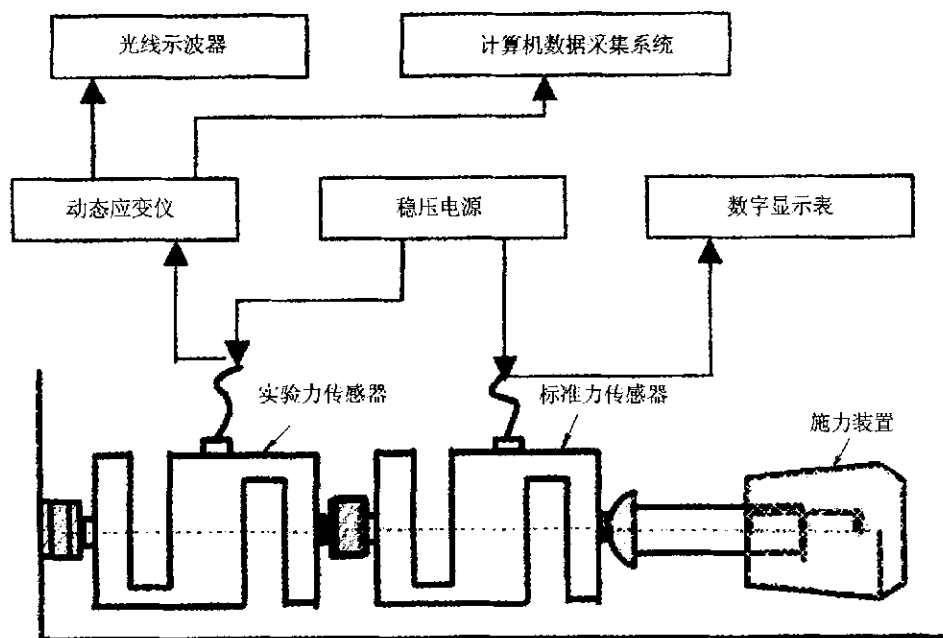


图 2 推力传感器现场校准连接示意图

Fig.2 Instrument connection for thrust sensor calibration

### 3.4 系统预热

系统连接完成后，按照测试仪电源、传感器激励电源、放大器电源的顺序依次给系统上电。预热时间不少于 30 分钟。

### 3.5 测试系统调试

打开计算机数据采集系统，进入采集软件的“现场标定”界面。打开动态应变仪，调电桥处于平衡状态。用标准压力计对传感器施加一定压力，同时启动计算机数据采集系统和光线示波器，对施力过程进行记录，并进行波形对比。调整示波器走纸速度，使波形满意为止。

### 3.6 现场校准方法

压力传感器采用标准压力计进行现场校准，如图 1 所示。推力传感器通过图 2 所示的施力装置对推力传感器进行现场校准。按传感器工作量程，进行标称值打标。标称点数根据具体情况确定，一般取 4~8 个等间隔标称点。标校不应少于 3 个正反程。注意加载、卸载应平稳进行，不要产

生冲击和碰撞。

在各标称点上，光线示波器记录相应的标定线，标定线要求线条平直清晰，线宽不大于 1mm，无振幅大于 2mm 的波动。注意及时注明标称物理量大小。数采同时采集压力  $P$ 、推力  $F$  相应的输出电信号。

数据采集系统根据信号变化规律，用最小二乘法拟合出  $P = f(v)$  和  $F = f(v)$  函数，并以此结果完成计算机测量通道配置。

推力传感器标校时应特别注意传感器的安装，要求传感器与产品轴线一致，并与挡板垂直。在标定和试验时，通常需要给传感器施加一定的预紧力来保证同心度。测量值为被测推力和预紧力之和。

### 3.7 现场校准的有效期

现场校准后传感器的安装状态和测试系统的各参数不允许变动，校准有效时间为 12 小时。如果需要变动，必须重新进行现场校准，直到试

验结束。

## 4 试验过程

### 4.1 传感器安装

将标定好的压力传感器安装到发动机的测压嘴上, 保证测压引压管尽可能短, 一般不超过 150mm, 并在引压管内灌入油膏, 灌油时应尽量

将气泡排出。推力传感器标定完成后, 状态不能改变, 确保预紧力合适, 安装牢固。推力架、传感器的轴线对中, 并与推力挡板垂直。

### 4.2 测试系统连接

如图 3 所示连接测试系统。为方便分析试验数据, 将点火器的电流信号作为两套独立测量系统的时间基准信号, 并同时记录该信号。

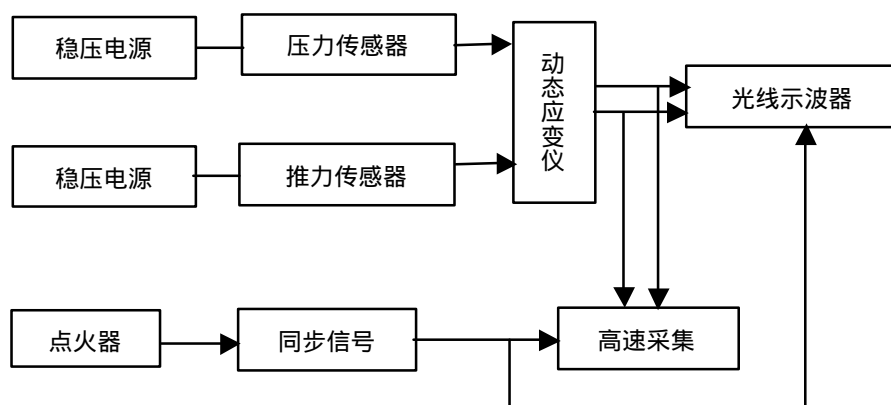


图 3 测试系统连接示意图

Fig.3 Instrument connection for measuring system

### 4.3 试验

在同步信号发出前, 启动光线示波器和高速数据采集系统。同步信号终止后, 停止光线示波器和高速数据采集系统, 即同步信号为高电平时的数据为有效数据。记录停止后, 要及时对采集数据及示波曲线做好试车台次、工况、时间等的记录。试验中要严格保持测试与标定条件一致, 不管任何原因使标定参数发生变动, 必须重新标定, 方可继续试验。

完成数据的浏览、波形回放、局部放大、波形测量、打印等。根据任务书要求, 统计出平均室压、最大室压、平均推力、燃烧时间等。打印压力和推力的动态过程曲线。

两套测量系统的数据分析结果一致的情况下, 以计算机数据采集系统的记录数据作为归档试验报告。

## 5 数据处理

如果整个测试系统工作正常, 光线示波器和高速数据采集系统测量的压力和推力的动态过程曲线形状应该相似。

光线示波曲线的数据处理是通过对标定线、压力和推力的动态过程曲线的测量和计算求得试验结果。处理方法参考《固体火箭发动机静止试验法》中的“数据处理”部分。测量量具准确度不低于 0.02mm, 并应定期检定。

计算机数据采集系统采用专用数据处理软件

## 6 结论

根据试验台实际状况, 结合多年测量经验所确定的固体动力装置试验测试方法, 应用了先进的计算机测量技术, 对测试系统实施全系统现场校准以及复测复记的数据安全冗余度设计, 提高了数据测量的准确性和可靠性、保证了数据的安全记录。该试验方法已经成功应用于火药起动机、点火导管、固体动力装置等试验中, 并取得了满意效果。

(编辑: 陈红霞)