

飞行器分离速度测试系统*

宋先 周建平 单小强 刘大泉 张海联

(国防科技大学航天技术系 长沙 410073)

摘要 介绍一种新型的分离体速度测试系统。用反射条纹光电技术将位移量变换为电信号, 高速实时写计算机内存采集数据, 测试结果现场打印, 该系统具有测试精度高, 操作方便, 应用面广等特点。

关键词 飞行器, 分离速度, 反射条纹光电技术, 实时写内存, 光电传感器

分类号 V525

The Vehicle's Departure Velocity Measurement System

Song Xiancun Zhou Jianping Shan Xiaoqiang Liu Daquan Zhang Hailian

(Department of Aerospace Technology, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract The paper introduces a new type of velocity measurement system. In this system, the displacement can be changed into electronic signals with reflective stripe optoelectronic technology for the first time, the data are collected by writing the computer's memory directly and timely. The measurement results can be printed immediately. The system can provide highly accurate measurement and is easy to operate. It can be used widely.

Key words vehicle, departure velocity, the reflectice strip optoelectronic technology, writing the memory timely, optoelectronic sensor

飞行器的轨道舱、返回舱及推进剂箱的分离速度, 是设计航天器的主要参数之一。为保证飞行的成功, 地面分离模拟试验必不可少, 而国内没有适合于精确测量这种分离的仪器, 故迫切需要研制出一种高精度测量分离的仪器。

舱箱间的分离速度测量, 不同于一般的速度测量。从接触方式上讲, 该测量应非接触的, 分离时除了线位移, 还可能有角位移, 测量的是空间体的速度。从相关方式上讲, 分离速度是分离体的相对速度, 分离体中没有一方静止, 分离初期沿导管是线位移, 尔后则是分离体的空间运动, 倍受关注的是初期位移。

1 测试方案的选择

所测试目标为两舱体分离速度。在两舱体的分离过程中, 初期是沿导向管相背运动, 可认为是线位移。两舱的运动离开导向管后, 受解锁器力非均匀的影响, 可能成为空间运动, 但被关注的还是线位移。根据测试要求, 我们对诸多的测试方法进行了认真的分析和试验, 筛选过电磁速度传感器, 多普勒效应测速, 空间滤波器测速, 光栅测速, 磁栅测速, CCD-激光测速方法, 这些方法有的并不是本身的测量精度不高, 而是都有局限性, 不适合舱箱分离测速。综合诸类测速传感器的优点, 我们提出了反射条纹光电测速法。这种方法很适合舱箱分离的速度测量, 是大型运动体速度测量的理想方法。

2 反射条纹光电测速原理

利用被测物对投光器辐射出来的光线所产生的反射的有无或强弱来检测运动体, 运动体与时间有对应关系。运动的距离一定, 时间可测出, 即运动体的速度就计算出来了。见图1, 在一张白纸上, 印上亮暗宽度相同的条纹, 如白纸上每隔2mm 画出2mm 宽黑线, 即制作出亮暗相同栅线, 将栅线粘贴在运动体上, 栅线的对面约70mm 处安装光电探头或称光电传感器, 反射来的亮暗条纹信号由光电传感器接

* 1998年6月3日收稿

第一作者: 宋先, 男, 1954年生, 高级工程师

受并变为电信号, 电信号进行放大, 脉冲整形, 滤波后通过模拟多路转换开关, 经 A/D 变换, 送计算机进行处理, 最后打印出测速结果。

3 系统的构造

飞行器分离速度测试系统主要由光电传感器, 测速仪, 六通道高速 A/D 采集器, 586 微机, 打印机, 传感器支撑架及系统软件等组成。系统软件备有两套, 即 Turbo Pascal 6.0 在 DOS 6.22 下运行和 Visual c++ 1.52 在 Windows 3.2 下运行。两套软件的功能十分完善。人机界面好, 操作简便, 系统的构造见示意图 2。

3.1 光电传感器

反射纹条光电传感器是专为测速研制的, 采用新的聚焦技术, 远距受光技术, 在大于 70mm 的位置上, 光斑仍然很好, 且聚焦范围大于

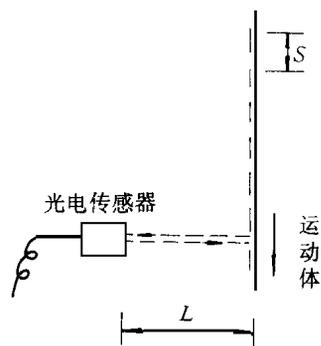


图1 反射纹条光电测速原理

Fig.1 System of optoelectricity velocity measurement with reflective stripe

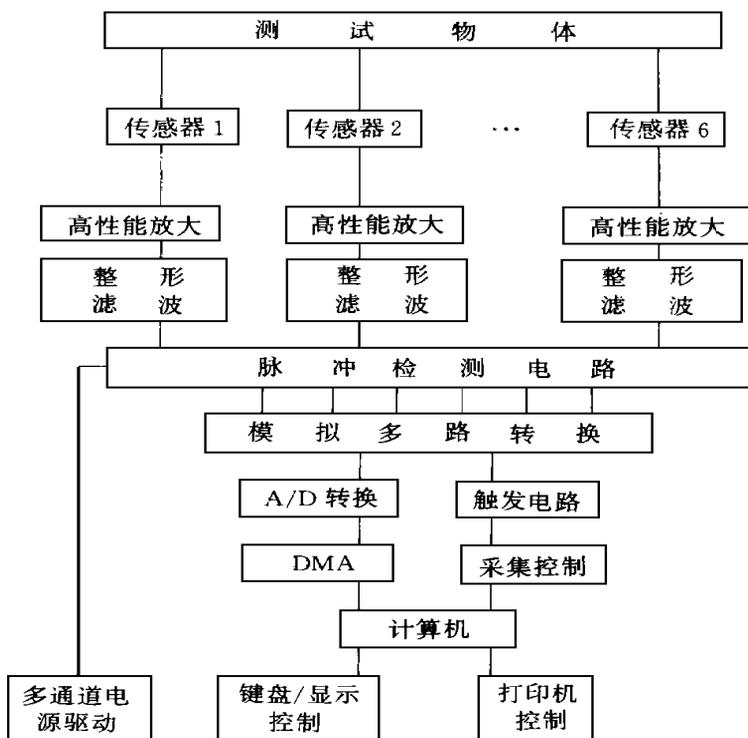


图2 系统构造示意图

Fig.2 Sketch map of system configuration

30mm, 不仅聚焦距离远, 范围宽, 而且受光锥角达 30°。这是窄缝衍射技术与扩散受光技术的高度结合的效应, 使传感器做到了完善的境地。为使微弱的受光信号不被干扰, 整个外壳与引线组成一个完整的屏蔽网, 使采集的光信号就是干净的有用的。

3.2 高性能放大器

高性能放大电路使微小的脉冲信号得到稳定放大, 低漂移和低噪声, 内部设置基准电压抑制外部电压漂移。前置放大的输入阻抗高, 用好的屏蔽方式使交流感应等影响最小, 为消除进入输入级的高频噪声和尖峰信号的噪声。插入适合的滤波器, 为提高增益, 在次级同时插入低通滤波。利用大振幅的调制和连接复数调整电路, 以达到最佳效果。

3.3 六通道高速 A/D 采集器

自行设计制作的一种高性能, 高速实时采集器, 采用新型的现场可编程门阵列 FPGA 技术, 应用于海量容量的测量、分析、采集。它的优点有: (1) 支持长时间的连续数据采样; (2) 采样数据可以实

时进入 PC 机内存: (3) 多通道模拟输入切换。输入信号由六路多路转换器输入到 A/D 转换器, 转换数据在定时器的控制下按设置的采样通道顺序连续地写进 PC 机内存。该采集器采样频率达 1M Hz。

3.4 系统的软件设计

软件系统数据采集部分用 Turbo Pascal 6.0, 另一套是 Visual C++ 1.52。运用两套软件的目的是扩大采集器的应用范围。若不用系统的微机, 在别的机器上如 486 也能工作。菜单的设置 Pascal 与 C++ 功能一样, 形式不同。初始数据尽可能输入简单, 菜单选择灵活, 具有好的容错功能。对于每一个通道, 可选择不同的栅线尺寸, 根据实际需要, 应用合适的栅线宽度。采样的时间长度 0.1-10s 任意选择。键盘操作采集, 按回车键给触发信号采集。随即计算机开始采集工作。没有有效信号, 不作有效数据存储, 待有效信号开始触发, 数据开始记录。6 个通道任一通道触发有效。连续采集数据, 直接写入计算机内存。

系统测试的数据, 从采集到处理, 每个通道是独立的, 相互没有牵连。系统六通道可同时工作, 可记录六个不同位置的分离速度。系统采集数据时六通道的任一通道运动后开始记录有效数据, 其它通道随时运动随时记录, 也就是说, 在测试分离舱箱时, 由于解锁装置不完全同步, 测速系统也能将布点的运动先后, 速度的大小记录下来。

4 系统的特点

(1) 系统测试分离速度具有好的实用性。能测试飞行器分离速度, 还可测试运动物体的线速度。测试方便可靠, 精度高, 适用于工程项目, 也可应用于科学研究的测试。

(2) 系统具有良好的实时性。测试两舱箱分离速度, 要进行大量的准备, 测试过程就一瞬间, 分离试验做完, 分离速度当场显示和打印出来。

(3) 系统具有多点监测性。可实现多点测量。即同时测六个点。在欲测两分离段上, 由于其分离舱直径比较大, 加上十多个分离火工栓存在不完全同步的可能。测试一点处的分离速度未免太少, 应布置几个点监测, 这才使测试可靠, 提高置信度。

(4) 非接触传感器, 使用简单。在分离舱体上无需附加重的质量, 仅在欲测点用胶水贴一层栅线纸。传感器支承用自带支架, 不接触分离舱体, 测试布置简单, 工作量少, 易装易卸。

(5) 一次性投资, 无需每次测试消耗, 可多次使用, 每次使用不需其它辅助器材。测试时不像高速摄影机需胶片及其冲印。

(6) 测试独立, 采集的原始信号互不影响, 即使是某个测点有问题, 也不牵连其它通道。若某传感器或某通道出故障, 只需更换或维修某部分, 故障易查易排。

参考文献

- 1 张学福. 传感器应用及其电路精选. 北京: 电子工业出版社, 1993
- 2 程方斌等. VISUAL C++ 实用大全. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995
- 3 王旭等译. MICROSOFT WINDOWS 3.1 程序员参考大全. 北京: 清华大学出版社, 1993