

基于 DSP 的速率陀螺测试系统设计

Design of DSP-Based Rate Gyroscopes Test System

石志强 Shi Zhiqiang; 甘霖 Gan Lin; 李晶鑫 Li Jingxin

(军械工程学院, 石家庄 050003)

(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

摘要: 调炮速率是自行火炮的基本技术参数, 是火炮调试的重要技术依据。针对现有调炮速率测试方法存在的不足, 提出了设计一套采用数字化测量方式的测试系统。该测试系统基于 DSP 数字处理器, 采用速率陀螺仪作为速度传感器。通过实验得出: 本测试系统测量准确、使用方便、反应快、同步性好。

Abstract: The velocity of Gun rotated is the basic technique parameter for Self-propelled Gun, is also the important technical basis of gun debug. In order to overcome the low efficiency and low testing accuracy of testing method for gun rotated velocity, to design a new rate gyroscopes test system with digital measurement was put forward. The system based on DSP, used rate gyroscopes to be the rate sensor. Test results show that the test system possesses such advantages as high measuring accuracy, easy to use, faster in reaction and good synchronization.

关键词: 调炮速率; DSP 数字处理器; 测试系统

Key words: the velocity of Gun rotated; DSP; testing system

中图分类号: TP315

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2010)28-0147-02

0 引言

调炮速率是自行火炮的基本技术参数, 是火炮调试的技术依据。某自行突击炮火控系统调试技术规范、制导系统调试技术规范和最终验收技术规范规定了大量的调炮速率检测项目。当前, 部队和大修厂仍采用靶板和秒表测试调炮速率, 测试效率低、精度不高, 致使很多时候火炮的调炮速率都未能达到火炮战斗性能的最佳状态。为了使该炮的使用部队与大修厂提高调炮速率测试精度以及测试效率, 开发一套小型化便于携带并且采用数字化测试的高精度的调炮速率测试仪器, 是部队提高训练成效、提高火炮保养水平、以及准确把握火炮战斗性能的必要设备, 是大修厂提高火炮维修效率, 提高火炮维修质量的实用设备。

1 调炮速率测量简介

某轮式自行突击炮调炮速率的测量是由安装在炮塔内的炮塔角速度传感器完成的。炮塔角速度传感器是由齿轮传动机构、直流测速发电机和放大器组成。

在火炮进行自动调炮时, 炮塔角速度传感器的齿轮与车体上的齿圈相啮合, 随着炮塔的转动通过齿轮传动机构带动直流测速发电机转动, 产生直流电信号, 经过放大器调整后, 作为计算炮塔转动速率的依据。

其次, 在火炮的炮控系统中, 陀螺仪组, 用带减震性能的螺栓固定在摇架底部前方, 可随摇架高低起落和随炮塔方向上回转, 测量火炮偏离稳定位置的角度和角速度, 是产生高低和方向稳定信号和瞄准信号的装置。炮塔陀螺仪, 用以测量炮塔绕火炮耳轴振动角速度的大小和方向, 并将其转变成高低稳定的反馈信号并输送到放大器的高低向复合通道, 实现高低向的复合控制。车体陀螺仪, 用以测量火炮车体的炮塔旋转平面内震动角速度的大小和方向, 将其转变成方向稳定的反馈信号并送至放大器的水平向复合通道, 实现水平

向的复合控制。

以上提到的有关调炮速率的测试, 以及各种感应炮塔运动的传感器都为火炮的炮控系统及火控系统带来了诸多的参考量及控制信号, 这些信号对炮塔运动的控制都需要进行测试, 以保证火炮正常的战斗性能。

当前, 部队和大修厂却采用靶板和秒表测试调炮速率, 其大致过程为: 用瞄准镜瞄准靶板上的坐标格, 开始调炮的同时开始用秒表计时, 当调炮停止时, 同样停止计时。然后通过瞄准镜确定调炮后目标点在靶板上的位置, 通过数目标点在靶板上移动的距离, 通过换算, 除以时间后得到调炮速率。

可以看出, 火炮自身的各种传感器都是高精度, 高灵敏度的仪器设备, 其对炮塔运动的感应是非常敏锐的。而靶板与秒表配合的测试方法在测试精度上无法与传感器相提并论。所以设计一套高精度的火炮调炮速率测试系统是十分必要的。

2 基于 DSP 的速率陀螺测试系统设计

2.1 设计原理 速率陀螺作为火炮调炮时的速率传感器, 根据炮塔的移动速度速率陀螺产生不同幅值的正弦信号, 采集到的交流信号通过有源低通滤波电路将信号中的高频干扰信号滤除, 然后将较为纯净正弦交流信号接入一个由 A/D637 构成的有效值转换电路, 有效值转换电路输出与输入信号相同有效值的直流电压信号。经过分压后, 使直流信号的电压变化范围缩小为 DSP/A/D 采样的工作范围 0-3.3V。由 DSP 进行 A/D 采样, 经过 DSP 的数字化处理后, 将炮塔的移动速度通过测试系统的 LCD 显示器显示。

设计好后的信号流程如图 1 所示。

其工作的基本流程为, 测试陀螺仪由车体自带的陀螺仪电源供电, 并且可以依靠固定在陀螺仪上的磁钢吸附于炮塔之上, 进行调炮速度的感应。信号处理与数字化测量集成在测试仪盒体内, 由电池供电, 完成测试工作。

2.2 硬件设计

硬件设计原理如图 2 所示。

作者简介: 石志强(1983-), 男, 山西太原人, 硕士研究生, 从事故障检测、信号处理的研究。

验课程的功能, 为单片机和 EDA 技术等课程提供了综合实验平台, 为高校培养创新性人才提供良好的实验条件和氛围。随着电子技术的发展以及 EDA 技术的不断深入发展, EDA 实验平台的开发也将日益完善。大规模可编程器件将被使用; 实验系统将向体积小、功耗小的便携式嵌入式系统发展。

参考文献:

- [1] 廖超平等著. EDA 技术与 VHDL 实用教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007:1.
- [2] 刘延飞等著. 开发 EDA 综合实验平台, 提高学生工程创新能力[J]. 实验室研究与探索, 2009, 26(8):63-64.
- [3] 范胜利. 一种基于模块的 EDA 教学实验系统[J]. 读与写杂志, 2009, 6

(11):102.

[4] 韩伟忠著. EDA, DSP 技术与通信实验装置的总体设计[J]. 金陵职业大学学报, 2002, 17(1):52-54.

[5] 孙旭等著. 单片机、DSP、EDA 的综合实验系统的设计[J]. 实验科学与技术, 2008, 6(6):55-57.

[6] 雷雪梅等著. EDA 教学实验箱的设计[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2004, 35(3):344-347.

[6] 刘建成等著. EDA 实验系统的设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(1):86-88.

[7] 史晓东等著. 数字系统 EDA 实验平台的应用及发展[J]. 实验室研究与探索, 2005, 24:78-81.

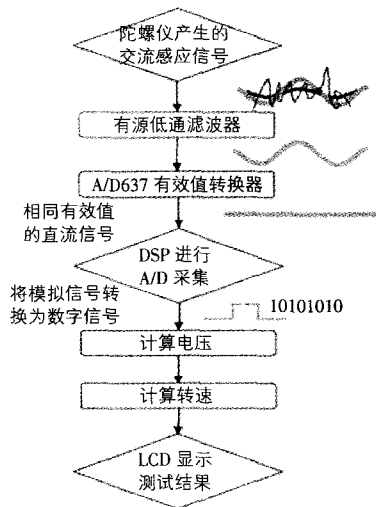


图1 测试系统信号流程

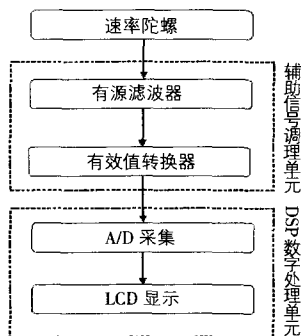


图2 硬件设计原理

2.2.1 有源低通滤波器 根据 LP-BP 变换思想, 通过对原型二阶 LP 滤波电路作简单的变换, 可以设计出单运放四阶 RC 有源带通滤波器。LP-BP 变换思想是将原型低通滤波器的 R 用 R 和 C 的串联, C 用 R 和 C 的并联即可实现。

2.2.2 A/D637 有效值转换器 为进行数字式测量, 需把交流电压的真有效值转换成相应的直流值, 这里采用美国 AT 公司的低价格真有效值一直流变换器 AD637。

以 AD736 为核心组成的真有效值变换电路如图 3 所示。

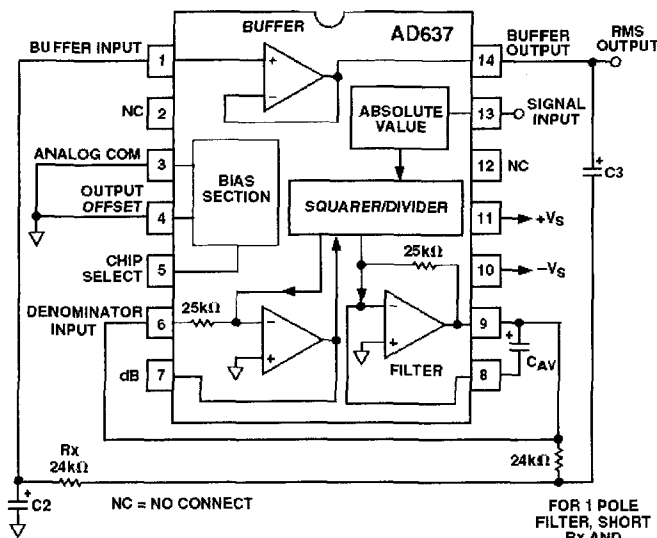


图3 带两级有源低通滤波器的 AD637 接法

AD637 的低通滤波电路 CAV 的选择对 AD637 的性能很重要。因为它既影响滤波功能, 同时也与测量时间常数有关, CAV 参数的选择对两者应互相兼顾, 有时则很难做到, 只能权衡兼顾, 使 AD637

性能达到最佳效果。而本设计采取了两级低通滤波器就能很好地解决 CAV 参数选择的矛盾。

AD637 芯片采用±18V 电池组供电, 陀螺仪产生的信号由 13 引脚输入芯片, 经芯片转换后, 由 14 引脚输出相同有效值的直流信号。此直流信号经分压后, 便可供 DSPADC 模块直接采集。

2.3 软件设计 本系统采用 DSP 为核心处理器, 应用 CCS (CodeComposerStudio) 作为软件开发环境。CCS 是一个开放的、具有强大集成功能的开发环境, 也是一种针对标准 TMS320 调试的交互式方法。

本系统软件的主要工作是在前面介绍的硬件基础上, 实现直流电压信号测量的功能。程序包括主程序和中断服务程序, 主程序主要包括对各功能模块子程序的初始化、调用、信号处理、逻辑运算等, 还包括上电初始化等子程序。为了确保编程的思路清晰, 我们一般设计软件流程图来帮助编程, 如图 4 所示是该测量系统的主程序流程图。

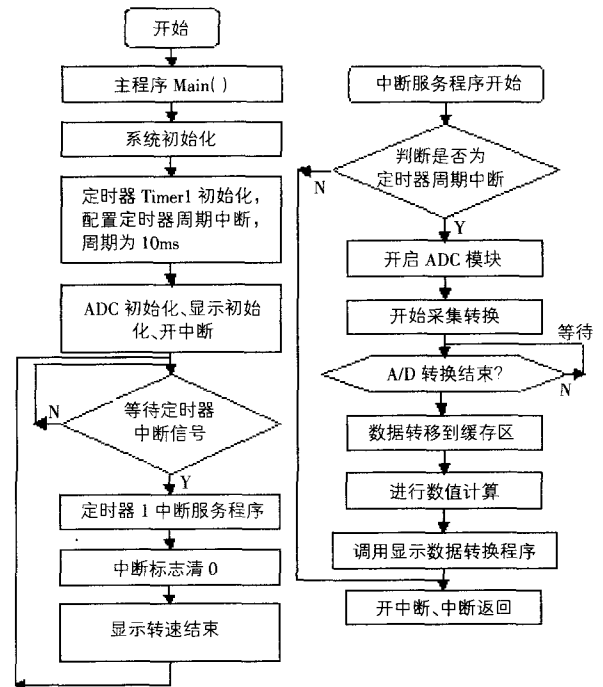


图4 主程序流程

系统上电后, 进入主程序, 初始化各个所用模块, 定时器周期中断为 10ms 产生一次中断信号。在中断服务程序中完成 A/D 采集以及数据的转移, 通过调用数据计算程序以及显示数据转换程序。显示出最后转速。

3 结束语

本文讨论的基于 DSP 的调炮速率测试系统是对我军现有装备作战能力和战场生存能力的一个提升。该装备具有体积小、重量轻、价格便宜、抗干扰能力强、通用性能良好和与综合检测设备共享信息资源的优点, 同时该测试系统经过简单的软件调整后可用于多种速度与转速的测试。通过几次在装备上的实验得出: 本测试系统测量准确、使用操作方便、反应快、同步性好。

参考文献:

- [1] 张卫宁. TMS320F28X 系列 DSP 的 CPU 与外设[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 184-249.
- [2] Intersil Corporation. CA3130, CA3130A Data Sheet [Z]. 1999. 13-24.
- [3] 谭颖琦, 范大鹏, 陶益. 基于线性光耦 HCNR200 的 DSP 采集电路设计与实现[J]. 电测与仪表, 2006, 43(6): 46-48.
- [4] 张宝生, 王念春. 基于非线性模拟光耦器件 HCNR200 的模拟量隔离板[J]. 仪表技术, 2005, (5): 59-60.
- [5] 雷雨, 陶永红. 数字化相位差测量算法的研究[M]. 西华大学学报(自然科学版), 2004, s1: 110-112.
- [6] 吴斌, 赵学增. 基于互相关技术的跨台区电力通信信号检测[J]. 计算机检测与控制, 2002, 10(7): 434-436.