

基于 PXI 总线的动力调谐陀螺仪通用检测系统设计

汪立新 杨建业 秦伟伟

(第二炮兵工程学院 西安 710025)

摘要: 为了实现动调陀螺仪的性能调试和参数的标定,设计了一套基于 PXI 总线的动调陀螺仪检测系统。系统由内嵌式 PXI 系统、可编程陀螺电源箱、控制操作箱、总电源箱、温度可控工装、转台、打印机等组成。采用通用设计技术,电源系统、转台控制系统、数据采集系统(采样电阻、滤波时间)通过编程可变,以满足不同类型动力调谐陀螺仪的测试需要;同时还设计了测量管理系统,可自动完成陀螺仪的数据采集、处理、管理和分析。实验表明,该系统设计合理,测量精度高,具有较好的通用性。

关键词: 通用测试系统; 动力调谐陀螺仪; PXI

中图分类号: TN256

文献标识码: A

Design of general-purpose detection system for dynamically tuned gyroscope based on PXI Bus

Wang Lixin Yang Jianye Qing Weiwei

(The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025)

Abstract: In order to realize the calibration and test of dynamically tuned gyroscope (DTG), general-purpose detection system of DTG based on PXI is designed. It is composed of built-in PXI, the programmable box of electrical source, the box of controlling, printer and so on. The technology of the general-purpose test is used to test the various kinds of gyroscopes. Meanwhile, test and management information system (MIS) of DTG is designed to carry out the auto test, management and the performance analysis of the test data. The experiment has proved its performance.

Keywords: general-purpose test system; dynamically tuned gyroscope; PXI

0 引言

动力调谐陀螺仪是航天运载系统的敏感测量元件,它测量航天运载系统的姿态角运动,通过弹载计算机,计算出坐标转换矩阵,为导航和制导计算提供基准,因此动调陀螺的性能直接影响其系统性能。为了提高动力调谐陀螺仪的性能,需要对其进行测试,标定其各误差系统,使用前进行装订补偿。然而不同的航天运载系统使用不同类型的动力调谐陀螺仪,为此,本文设计了基于 PXI 总线的通用检测系统,以实现对不同类型的动力调谐陀螺仪进行检测。

1 总体设计思想

检测设备采用机柜设计方案,由嵌入式 PXI 系统、陀螺电源箱、控制操作箱、总电源箱、温度可控工装、双轴伺服转台、打印机等组成。基于散热方面的考虑,陀螺马达电源、陀螺激磁电源、工装温控电源分开放置在不同的操作箱里,同时每个操作箱配备功率较大的风扇,从而可以延长了测试系统连续工作时间。该设备与转台相互配合

就能完成陀螺的检测任务。

为了满足不同类型陀螺仪的检测要求,系统采用了通用设计技术,其通用性主要表现在:电源系统、转台控制系统、数据采集系统(采样电阻、滤波时间)通过编程可变。根据通用设计要求,电源系统(马达电源和激磁电源)采用单片机控制技术,能编程控制输出。其中马达电源为三相交流电源,电压 0~25 V 可变、精度为 5%,频率 200~500 Hz 可变、精度为 0.1%。考虑到外界转台的不同,设计了两种工作方式:一种是转台由人工控制,另一种是转台由 PXI 控制。采样电阻的大小、滤波时间的长短和 X、Y 极性是可变的,从而可用于各种具有磁滞电机动调陀螺的调试工作。配合测试软件,该系统可以自动完成系统的巡回监测以及各个项目的测试、数据处理和管理。

陀螺仪的标定测试主要是利用八位置力矩反馈法,通过陀螺仪在不同的位置敏感到重力和地速分量,联立方程,以求解各误差系统。

2 硬件设计

动调陀螺通用检测系统主要由以下部分组成:内嵌式

PXI系统、陀螺电源箱、控制操作箱、总电源箱、温度可控工装、双轴伺服转台、打印机等。连接关系如图1所示。

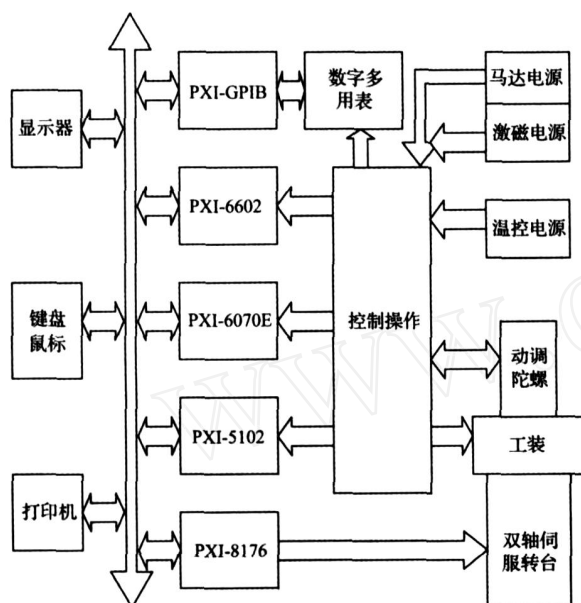


图1 动调陀螺通用测试系统连接图

2.1 内嵌式PXI系统

内嵌式PXI系统由以下模块组成:PXI机箱、PXI-8176模块、PXI-6070E模块、PXI-6602模块、PXI-5102模块、PXI-GPIB模块。其功能为:一是控制双轴伺服转台按预定程序转动;二是控制数字多用表工作,完成陀螺各参数采集、标定测试及相关试验任务;三是完成陀螺测试数据管理任务,即通过陀螺测试数据库,自动管理、查阅各种原始测试数据,并根据需要打印原始数据或测试结果。

高性能PXI控制器PXI-8176是整个自动测试系统的核心,它控制整个系统按预定程序正常运行。它通过RS232接口发送指令给转台,控制双轴伺服转台按预定程序转动。同时它还完成对采集到的数据进行数据处理和数据管理的任务。

PXI-6070E是一个完全可插拔高性能多功能模拟量、数字量和时间量测试模块。支持模拟量输入、模拟量输出、数字量输入输出和计数器输入输出等功能。它有16个模拟量输入通道,16个通道共用一个12位的模数转换器。在该系统中其功能为:一是采集陀螺 x 、 y 轴前放输出信号;二是巡回监视各种交直流信号(比如陀螺供电电源、温控系统加温电流信号),看其是否异常。

高速计数/计时器PXI-6602主要用于在速率标定时测量陀螺在转台上以各种速率转动一周所输出的脉冲数,为陀螺的速度标定提供原始数据。它有多种测量模式和产生模式,比如事件计数模式、时间测量模式、频率测量模式、译码器位置测量模式、脉冲产生模式、方波产生模式等。在本系统中它是用来测量陀螺输出的脉冲数,所以将测量模式设置为事件计数模式(外部触发信号为转台发出

的“开门脉冲”和“关门脉冲”)。数字示波器模块PXI-5102采集解调输出端口的信号,在面板上显示李沙育图形。PXI-GPIB模块的功能是将PXI与数字多用表连接起来。

2.2 陀螺电源箱

陀螺电源箱的主要功能是将220 V、50 Hz交流电转换成被测陀螺马达所需的三相交流电源,电源箱正面板上设有一个小键盘,可以对马达电源进行编程,输出各种型号动调陀螺马达所需的三相交流电。电压可编程范围为0~25 V,步长为1 V;频率可编程范围为200~600 Hz,步长为1 Hz。

2.3 控制操作箱

操作控制箱包括4部分:再平衡回路板、激磁电源板、 ± 15 V电源板、 ± 30 V电源板。再平衡回路板由前置放大器、带通滤波、交流放大、解调、校正网络、功率放大、直流低通等组成。激磁电源板的主要功能是将220 V、50 Hz交流电转换成5 V/7 V、8 kHz/16 kHz的单相交流电,为陀螺传感器提供激磁电源。 ± 15 V电源板和 ± 30 V电源板的功能是为两条力反馈回路提供电源。

通过操作控制箱,可以控制采样电阻的阻值大小、X极性和Y极性的正负,还可以完成力矩反馈回路的闭环控制和短路控制。通过操作控制箱上的数码显示管,可以监视陀螺测温电阻的阻值大小。

2.4 温度可控工装

温度对陀螺性能影响较大,为此设计了温控工装,确保陀螺工作在恒温条件下。工装的温控电路由测量电桥、直流前置放大器、三角波发生器、电压比较器、脉冲开关功率放大器组成。电桥上的热敏电阻能够敏感工装的温度变化,当工装温度变化时,电桥失去平衡,经运算放大器产生一个直流控制信号 u ,此电压和一个固定频率的三角波叠加,产生一个等幅的、占空比与 u 大小成正比例的方波脉冲序列,以它作为调制信号控制功率放大器工作于导通或截止状态。工装温控电压0~30 V可调,工装温度50~120 $^{\circ}\text{C}$ 可调,台体温度表显示当前工装温度,温度调节旋钮每调节两小格温度变化1 $^{\circ}\text{C}$,旋转一圈温度变化25 $^{\circ}\text{C}$ 。

3 软件设计

测试系统软件由系统设置、系统测试、数据管理等部分组成。其中系统设置包括:陀螺号、测试地点、测试时间、测试纬度、地球自转角速度、操作员等。系统测试包括:陀螺传感器电气零位的测量、陀螺轴向的对准、陀螺调谐频率测量、陀螺刚性中心精度的测量、八位置法测量陀螺漂移系数、陀螺X、Y轴不正交度 B 的测量、陀螺的速率标定、陀螺时间常数的测量等。数据管理包括:通过测试数据管理库,完成陀螺测试参数的自动存库、自动管理、陀螺仪累计工作时间计算、稳定性计算、各参数查询和打印输出等任务。

4 实验及结论

利用该检测设备对动力调谐陀螺仪2个通道进行四位位置标定测试,测试结果如表1所示。可以看出,测量精度达 10^{-6} ,完全满足动力调谐陀螺仪的检测要求(10^{-4})。

动力调谐陀螺仪检测系统采用通用设计技术,电源系

统可编程输出,以适应不同类型的动力调谐陀螺仪。数据采集采用目前较先进的PXI总线组建,测试软件由Lab Windows/CVI开发,具有较好的先进性和实用性。实践证明:系统设计合理、通用化好,能检测多种型号的动力调谐陀螺仪,具有较好的实用价值。

表1 动力调谐陀螺仪四位位置标定测试数据

		通道 I			
		位置一	位置二	位置三	位置四
第1次	20 060 509	-1.850 854 E-03	-3.253 556 E-03	-1.212 886 E-03	1.925 633 E-04
第2次	20 060 510	-1.853 562 E-03	-3.256 203 E-03	-1.215 034 E-03	1.867 988 E-04
第3次	20 060 511	-1.857 472 E-03	-3.248 501 E-03	-1.204 331 E-03	1.892 223 E-04
第4次	20 060 512	-1.861 621 E-03	-3.252 952 E-03	-1.209 892 E-03	1.853 608 E-04
第5次	20 060 513	-1.861 268 E-03	-3.254 111 E-03	-1.210 548 E-03	1.842 916 E-04
第6次	20 060 514	-1.863 037 E-03	-3.257 38 E-03	-1.214 290 E-03	1.806 996 E-04
结果	均值	-1.857 969 E-03	-3.253 783 E-03	-1.211 164 E-03	1.864 894 E-04
	标准差	4.902 991 E-06	3.083 599 E-06	3.908 986 E-06	4.100 794 E-06

		通道 II			
		位置一	位置二	位置三	位置四
第1次	20 060 509	1.835 724 E-03	-1.819 126 E-04	-1.610 805 E-03	4.054 308 E-04
第2次	20 060 510	1.829 004 E-03	-1.869 174 E-04	-1.611 858 E-03	4.154 089 E-04
第3次	20 060 511	1.825 285 E-03	-1.938 008 E-04	-1.606 899 E-03	4.181 896 E-04
第4次	20 060 512	1.825 489 E-03	-1.934 089 E-04	-1.610 134 E-03	4.115 732 E-04
第5次	20 060 513	1.827 191 E-03	-1.916 801 E-04	-1.609 730 E-03	4.116 683 E-04
第6次	20 060 514	1.822 605 E-03	-1.981 498 E-04	-1.615 084 E-03	4.063 509 E-04
结果	均值	1.827 55 E-03	-1.909 783 E-04	-1.610 752 E-03	4.114 369 E-04
	标准差	4.536 258 E-06	5.735 416 E-06	2.693 124 E-06	4.967 673 E-06

动力调谐陀螺仪检测系统采用通用设计技术,电源系统可编程输出,以适应不同类型的动力调谐陀螺仪。数据采集采用目前较先进的PXI总线组建,测试软件由Lab Windows/CVI开发,具有较好的先进性和实用性。实践证明:系统设计合理、通用化好,能检测多种型号的动力调谐陀螺仪,具有较好的实用价值。

参考文献

- [1] 周百令. 动力调谐陀螺仪设计与制造[M]. 南京:东南大学出版社,2002.
- [2] 林示涛. 动力调谐陀螺仪[M]. 北京:国防工业出版社,1982.
- [3] 钱小静. 多陀螺自动化测试系统研究[J]. 导弹与航天运载技术,1994(3):46-49.
- [4] 邹达明. 动力调谐陀螺仪漂移测试与建模研究[D]. 哈

尔滨:哈尔滨工业大学,2004.

- [5] DAQPad-6070E Multifunction I/O Boards for FireWire Bus Computers User Manual [Z]. 1999,7:1-2.
- [6] 6601/6602 High-Speed Counter /Timer for PCI or PXI Bus Systems User Manual [Z]. 1999,1:22.
- [7] 汪立新,马呈广,李建红. 加速度计自动化测试[J]. 电子测量技术,2005(3):47-48.
- [8] 梅硕基. 惯性仪器测试与数据分析[M]. 西安:西北工业大学出版社,1991.

作者简介

汪立新,1966年出生,副教授,主要研究方向为惯性系统及测试。

E-mail:wlxxian@sina.com