

航空测试仪器中的 PC104 总线技术

杨军锋, 朱家海, 谢红星

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:小型化与便携是航空测试仪器设计所追求的目标。针对 PC104 总线系统具有体积小、结构紧凑等特点,在设计航空设备内场检查仪的测试电路时,采用了 PC104 总线技术的原理和方法,并从工程实践出发,成功地解决了总线冲突与抗干扰问题。设计的结果表明,该检查仪具有体积小、重量轻、测试准确等特点。

关键词:PC104 总线;伺服放大器;内场检查仪

中图分类号:V241.07 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)04-0013-04

PC104 总线系统是一种新型的计算机测控平台,它体积小、结构紧凑,并采用紧固堆叠方式安装。适合于制作高密度、小体积便携式测试仪器。PC104 总线系统的开发平台与现有的其他通用计算机系统完全相同,故现有的所有开发软件均可以使用,也可以使用通用计算机来开发测控系统的应用程序。总线定义与 ISA 总线相似,具体定义参见其技术说明书。

伺服放大器是航空设备的核心部件,其性能好坏直接影响着该设备的跟踪速度和控制精度。为保证该设备的正常工作,研制其检查测试装置是十分必要的。

1 系统设计

用 PC104 总线设计的检查仪结构如图 1 所示。

1.1 激励信号设计

1.1.1 精粗(接受同位器)信号设计

精粗信号是接受同位器输出的电压信号,该电压可在 0~55V 范围连续变化,功率为 3W。由此设计的 D/A 转换电路如图 2 所示,其输出电压为 0~60V。电路采用 12 位的 DAC1210 作为 D/A 转换单元,115 V 400 Hz 交流电经变压器降压、滤波、稳压后输出 6.3 V 的正弦交流电作为其基准电压信号。这个基准信号仅以变压器的输出作为同步信号,因此,在 115 V 交流电源电压变化达 40% 时它的电压大小都不会受到影响。精粗信号电压的设计精度为 0.2%,分辨率为:

$$\Delta = 1/4\ 095 \approx 0.024\% FS$$

即

$$\text{电压分辨率} = 60 \times 1\ 000 / 4\ 095 \approx 14.6\ \text{mV} < 15\ \text{mV}$$

1.1.2 稳定(测速负反馈)信号设计

按检查规程,在检查稳定电路时,只需加入 5V 直流电压。故系统设计时将 115V 400Hz 交流电经变压器

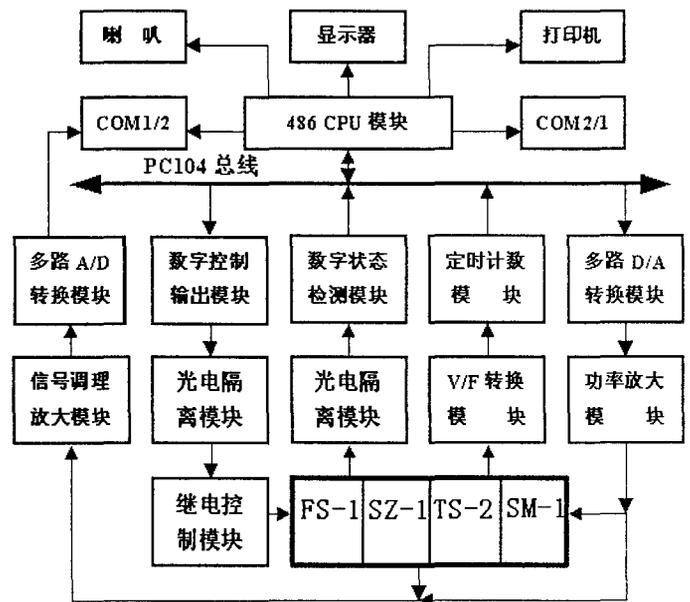


图 1 检查仪系统结构框图

降压后整流滤波,并用三端可调稳压器调成5V后提供给稳定电路。精度大于1%。

1.2 信号测量

1.2.1 信号调理和 A/D 转换

信号调理模块是一个 16 路的电压信号适配器,用以将其外部输入的不同幅值的电压信号调整到 10 V 范围内,以保证 A/D 转换精度。该模块是根据被测信号特点设计的专用模块。每个信号各有一个调理电路,共有六种类型的调理电路:第一,直流 27 V 和精粗信号调理使用电阻分压衰减,分压电阻选 0.02% 的精密电阻;第二,115 V 交流电源电压调理使用微型变压器降压,精度 1%;第三,微小共地电压信号使用反相放大器;第四,差分电压信号使用差分放大器。放大器使用通用精密运放放大器,电阻使用 0.02% 的精密电阻;第五,放大器的工作电流(AC115 V)使用电流互感器配以运放支持的 I/V 转换器,精度 1%;设备控制电流(直流)用精密电阻和放大器进行 I/V 转换,取样电阻选用 0.02% 精密电阻,采样精度大于 0.1%。输入信号通过信号调理模块接入以 8031 为控制核心的 A/D 转换模块(见图 3),A/D 转换器用 12 位的 AD574A。为了防止对 PC104 主机产生电磁干扰,将 A/D 转换和被测系统与控制核心 PC104 系统隔离,A/D 转换的结果采用光电隔离器以 RS232 串行方式与 PC104 总线系统进行数据交换。为保证准确测量和数据可靠传送,设计的通讯协议为:控制命令见表 1(表中 X 为 0~F);传送速率 9 600 Bit;数据返回以“01,02,03,04,05,06”为头和尾,测量数据两个字节,低字节在前,高字节在后,数据的每个字节之间以逗号隔开。为可靠接收 A/D 转换数据,接收程序专门为串行数据设备了 2 048 个字节的数据缓冲区,而且以中断方式接收数据。

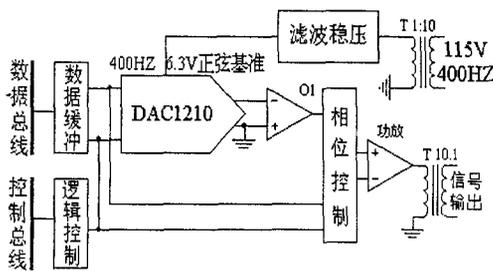


图 2 精粗信号产生原理框图

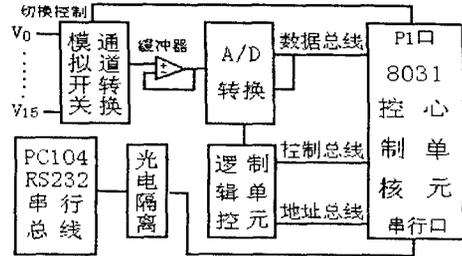


图 3 A/D 转换工作原理框图

表 1 控制命令及参数

主机控制命令	命令含义	主机控制命令	命令含义
4XH	第 X 通道连续测 128 个点	7XH	检测仪箱内温度
5XH	第 X 通道峰峰值	8XH	第 X 通道测量并计算有效值
6XH	第 X 通道单点测量	9XH	第 X 通道连续测量 640 个点

1.2.2 控制电流的测量

测量四个控制电流时,每次只允许向取样电阻接通一个电流通路。该处电压最小达 20 V,最高达 80 V,电流最大达 65 mA,不能选用电子模拟开关。因此,四个电流信号的测量通过一组相互交联的继电器分别接到取样电阻,将电压信号送信号调理模块进行放大。调理后的信号再送到 A/D 模块进行数据转换并传送到控制核心进行数据处理和结果显示。原理电路如图 4 所示。R5 和 R 的精度为 0.02%。

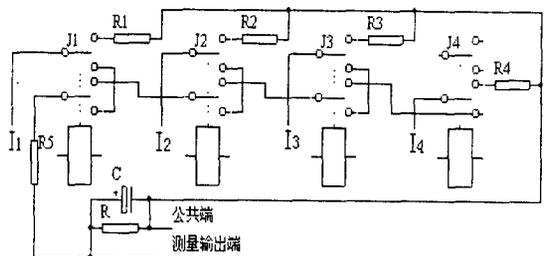


图 4 伺服放大器控制电流测量原理

1.2.3 串联电流的测量

四个串联电流信号是晶闸管输出的电流开关信号,其测量取样形式和精度同图 4 所示。由于此处与系统不共地,最高共额电压可达 175V 以上,为便于测量,这里取得的信号送 V/F 转换器,通过 V/F 转换器将电压信号转换成频率量,然后送入计数器,通过测量频率值而测量出串联电流的数值。频率测量使用 PC104 定时/计数器模板。数据采集用中断方式。

1.2.4 输入信号的测量

输入信号的测量通过信号调理模块送到A/D转换板进行测量,以保证准确输入信号。

1.2.5 检测结果显示

为减轻检查仪的体积和重量,显示器用10.4寸彩色平板液晶显示器。检测结果也能够从并行打印机接口打印输出或从RS232串行口输出到其他数字设备。

1.3 控制和状态检测

激励信号的加入、控制电流和串联电流的切换测量、电源控制等都是由控制继电器完成的。继电器控制需要数字开关量输出。本仪器中,为了减少开关切换时触点电磁放电对主机系统的干扰,开关控制由PC104DIO模板(程序设置为DO模式)输出数字量,通过光电隔离驱动继电器工作。DIO模块的核心器件是8255并行接口电路。

状态量共有6个,伺服放大器粗信号输入为小信号(精)状态、伺服放大器粗信号输入为大信号(粗)状态、四个串联电流有无状态。精粗状态由放大器内继电器节点发出,是机械无源开关信号,将其加电并经光电隔率以TTL电平送PC104DI。四个串联电流是 $<35\text{ mA}$ 的直流电流,通过将两个光耦并联(分流,降低单个光耦的功耗)正向串入各电流电路来提取各电路电流的有无状态。光耦输出TTL电平送PC104DI。用DIO模块通过程序设置为DI。根据本仪器的实际情况,状态检测采用查询方式。

1.4 系统软、硬件环境

本检测仪采用PC104/66 MHz,486CPU、板内配置有Disk On Chip电子盘、并行接口、串行接口、VGA及LCD接口等。操作平台为WIN32/NT,软件开发环境为BC31。

2 抗干扰和避免总线冲突设计

2.1 抗干扰设计

计算机系统是数字系统,工程上抗干扰设计是必须的。根据美制192型数字万用表的设计特点,在本仪器中我们主要采取了以下措施:

- 第一,计算机控制系统与被测电路完全电隔离,如A/D转换、V/F及隔离测频、DIO隔离输入/输出等;
- 第二,对交流电源和干扰源进行电磁屏蔽,减轻干扰源的电磁辐射;
- 第三,被测信号用双绞屏蔽导线传送,降低电磁干扰的影响;
- 第四,模拟信号地严格一点接地,减小地线干扰;
- 第五,结构布局按类别组合,降低交叉干扰。

通过实施这些抗干扰措施,仪器在使用中满足了设计要求。

2.2 避免总线冲突设计

避免总线冲突主要是要解决读写控制与外部中断、数据传送之间的时序问题,一般要从程序和硬件的结合上解决。硬件中,中断源要尽量的少,采用中断和查询相结合的方法。程序中,除了实时操作必须使用中断外,其他尽量使用查询方式。响应中断请求进入中断服务程序时,尽量关闭其他中断。在本仪器中,A/D转换数据通过RS232传送的中断与定时/计数器的中断不在同一时期出现。因此,关掉一个中断并不影响另一个工作,也不会发生总线冲突。

3 测试结果

当交流电压119.0 V,直流电压26.3 V,信号电压0.0 V时测试结果显示见表2。

本检查仪与老检查仪对设备检查所得结论相同。但是,通过12位A/D测量的电压和电流精度可达10 Bit以上,通过V/F转换后用计数器测量的电量精度可达9 Bit以上,包括传送、适配变换等环节,每一个参数的测量精度都比原仪器高1~3个精度等级。

表2 静流和静流差测试结果比较

	静 流	静 流 差	标 准 值
垂 顺	26.60	0.28	静流 20~30
直 逆	-26.88		
水 顺	27.73	-0.68	静流差 < 0.5
平 逆	-27.05		

mA

4 结束语

用 PC104 总线系统开发的某航空设备内场检查仪 SMM-6 代替了原来的五种老仪器,重量约 18 kg, 体积约 0.065m³。而原五种老仪器的总重量大于 40 kg, 总体积约 0.15 m³。精度指标比原仪器提高了 1~3 个精度等级, 系统测试自动化, 检测时间比原来缩短 50% 以上。该系统增加了制表打印功能, 并可以利用 PC104 的 RS232 串行通讯接口与其他数字系统进行数据交换。SMM-6 的开发研制表明, 用 PC104 总线系统作为航空地面检测仪器的测控平台, 可使仪器结构紧凑坚固, 体积重量大大减小。而且采用通用计算机开发, 使得开发简单、方便、快捷, 缩短开发周期。

参考文献:

- [1] 邹逢兴. 微型计算机硬件技术及应用基础[M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 1997.
 [2] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990.

PC104 Bus Technology in the Aeronautic Testing Instruments

YANG Jun-feng, ZHU Jia-hai, XIE Hong-xing
 (The Engineering Institute, AFEU., Xi'an 710038, China)

Abstract: Miniaturization and portability are the targets in the design of the aeronautic testing instruments. For the advantages of PC104 bus system such as its small volume and compact structure, the principles and the method of PC104 bus technology are applied during the design for testing circuit in an in-field testing instrument of an aeronautic equipment. And the problems such as anti-jamming and the bus conflict are solved successfully in the engineering practice. The design results show that the designed testing instrument has the strong points of small volume, lightweight and exact testing result.

Key words: PC104 bus; service amplifier; in-field testing instrument