

Based on PXI and SCXI of Test Platform for the Design of Washing Machines

WANG Chuan

Wuhan technical college, Wuhan, China

Abstract: In order to monitor the quality of washing machines, washing machine manufacturers must test the performance when operating parameters (such as temperature, vibration, etc.), thus improving the washing machine's structure. Using NI's PXI and SCXI modules for the hardware to Labview6i for the software platform, to build a washing machine's automated testing platform, the performance of the laundry process line test, and the measured data for analysis. Ultimately improving the washing machine according to measurement results to improve overall performance.

Keyword: washing machine labview PXI SCXI test

基于 PXI 和 SCXI 的洗衣机测试平台设计

王川

武汉职业技术学院电信工程学院, 武汉, 中国, 430074

摘要: 为了监测洗衣机的质量, 生产厂家必须测试洗衣机运转时的性能参数(如温度、振动等), 从而改进洗衣机的结构。采用NI公司PXI和SCXI模块为硬件, 以Labview6i为软件平台, 构建了洗衣机的自动测试平台, 对洗衣过程的性能进行测试, 并对所测数据进行分析。最终根据测试结果改进洗衣机, 提高整机性能。

关键词: 洗衣机 Labview PXI SCXI 测试

1 引言

目前, 高性能、低能耗、健康的高档滚筒洗衣机将逐渐成为市场发展主流。与传统的波轮洗衣机相比, 高端智能控制洗衣机有如下特点: 洗衣机能够根据衣物的重量、脏污程度以及织物类型, 自动给出最佳的洗涤强度、温度和最优化的洗涤水位和时间, 以最小的能耗实现衣物的最佳洗涤效果。其特有的手洗保护程序, 羊毛洗、真丝洗、内衣洗、易熨洗、防皱洗、大件洗等各种智能化的选择, 让洗衣变得简单轻松。

为了快速开发出这种带有高端智能控制功能的洗衣机, 我们对基于NI技术的洗衣机测试平台作了研究设计。在此平台上作了对洗衣机水位、水温和电机振动等信息的检测与测试。使用NI公司的LabVIEW软件, 配合PXI和SCXI模块, 构建一个能对洗衣机进行测试的系统。SCXI前置调理模块能很好地完成多路传感器信号同时输入、同时完成信号处理的任务, 为多传感器的同时使用提供了可能。

该测试平台包括以下组成部分: 热电偶、加速度传感器、水位传感器、转速传感器、噪声传感器、SCXI前置信号调理箱、PXI 模块化仪器和计算机。分别检测洗衣机的温度、振动、水位、电机转速和噪声等物

理量; SCXI 前置信号调理箱主要传感器的输出信号进行放大、隔离、滤波, 使之适应数模转换, 并给应变信号提供激励电压。PXI 模块则主要对SCXI 的输出信号进行数模转换, 并以LabVIEW 为平台完成数据采集、记录、分析、传输等功能。

2 测试平台总体设计

本测试平台的基本组成原理是: 利用SCXI模块的强大信号调理功能, 连接多路传感器, 并实现传感器信号的前置调理, 然后将信号送入PXI采集模块。PXI在LabVIEW的支持下完成数据的分析、观察、记录和传送等功能。其基本原理如图1所示。

3 传感器设计

3.1 水位传感器

洗衣机用水位传感器的工作原理是将水位高度的变化转换成传感器内部膜片上压力的变化, 从而导致传感器输出电感L的变化, 将水位传感器输出电感与外部电路组成LC振荡电路, 就可将电感的变化转换成振荡频率的变化, 不同的水位高度通过水位传感器可以产生不同的振荡频率, 最后通过检测振荡频率与水

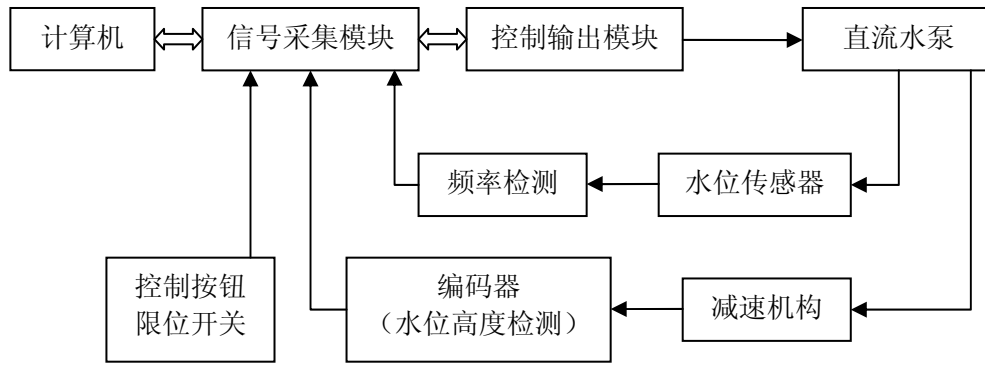


Figure 2. Schematic diagram of water level test
图 2. 水位测试原理框图

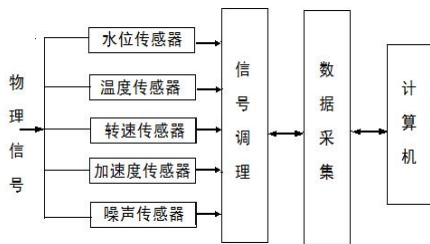


Figure 1. Schematic diagram of test platform
图 1. 测试平台原理框图

位高度的对应关系,就可实现水位传感器的质量检测。通过编码器实现水位高度变化的实时检测,频率的实时检测由高速计数器来完成。

测试系统要求能在不同的水位高度时,准确测量出由水位传感器组成的振荡电路的振荡频率,水位高度和振荡频率的测量精度要求较高,因此,对测试平台的要求较高。水位测试原理框图如图2所示。

3.2 温度传感器

本测试平台采用热电偶作为温度传感器,对水温进行测量。热电偶具有构造简单、适用温度范围广、使用方便、承受热、机械冲击能力强以及响应速度快等特点,可用于洗衣机振动冲击大的测试环境。

由于用以计算温度的热电偶标准热电势是在其冷端温度为0℃时测量的,而实际应用中,热电偶冷端温度往往不是0℃,受环境影响在-50℃~+50℃范围内变化,这种大幅度的环境温度变化使热电偶的测量产生巨大误差,因此需对热电偶进行冷端补偿。同样,传统仪表的冷端补偿电路也存在电路复杂、调试困难等缺点。

针对上述传统测温电路的缺点,可对简单模拟电路的输入、输出数据进行拟合,将拟合结果交给数据处理功能强大的计算机软件处理,就可以使电路的设计结构大大简化,并获得更高的检测精度。

热电偶的冷端温度补偿

在电极材料和冷端温度保持不变的情况下,热电偶的热电势为热端温度(热源温度)的单值函数。通常工作温度是由冷端为0℃时的标准热电势来反映,因此需要对非0℃的冷端进行温度补偿。其依据是中间温度定律:

已知热电偶的热端温度为T(℃),冷端温度为0℃时的热电势为E(标准电势)。如果:(1)该热端温度为Tn(环境温度),冷端温度为0℃时的热电势为E1(环境电势);(2)该热电偶的热端温度为T,冷端温度为Tn时的热电势为E2(现场电势)。那么:

$$E = E_1 + E_2$$

根据该定律,只要设法测出环境电势E1,并将其与热电偶测出的现场电势E2求和,即可计算出对应热源温度的标准热电势E,并由已知试验结果确定出热端温度T。

3.3 转速传感器

外配检测齿轮型电磁式转速传感器,通常是将传感器头靠近安装在旋转轴上检测齿轮的齿顶端,当旋转轴带着齿轮旋转时,传感器就会感应出与转速成比例的频率信号。因为传感器是由永久磁铁、线圈和U型磁钢、检测齿轮、内齿轮组成的,当磁性物体靠近U型磁钢时,线圈内的磁通量就会发生变化,在线圈两端建立起一个其频率与磁通量成比例变化的电压。磁通量随着频率而波动,作为传感器的转速信号被输出。

$$f = \text{转速}(\text{r/min}) \times \text{齿数} / 60(\text{Hz})$$

磁电式测速传感器装在电机主轴60等分的测速齿轮下,主轴每转一圈,传感器输出60个电脉冲信号,设主轴转速为n(r/min),脉冲频率为f(Hz),一分钟输出脉冲信号总数K=60n=60f,推出n=f。

在LabVIEW下,利用频谱分析函数于VI实现信号的快速傅立叶变换,求出信号频率。因为转速最大为2400r/min,即脉冲频率 f 最高不大于2400Hz,根据采样定理,设定采样率 $f_s=5000\text{Hz}$,采样时间取1s,则采样数 $N=5000$,频率分辨率 $\Delta f=f_s/N=5000/5000=1\text{Hz}$ 。转速的误差为0.042%,满足国标推荐仪器精度 $\pm 0.5\%$ 的要求。

这种传感器的特点是:构造简单、不要电源、体积小、不需维修保养、测量的可靠性高。

3.4 加速度传感器

加速度传感器主要测试振动体的振动加速度,机械振动测量中常用的压电式加速度传感器,它是某些材料受力后在其表面产生电荷的压电效应为转换原理的传感器,压电式加速度传感器输出的电荷量与物体振动加速度成比例,用适当的测试系统检测出电荷量,就实现了对振动加速度的测量。它有体积小,重量轻,灵敏度高和频率范围宽的优点,在振动测试中应用最为普遍。本平台的设计采用并联压电材料的压电传感器,适于选用电荷放大器,其电路特点是放大器输出电压

只与传感器产生的电荷输入量及放大器反馈电容有关,与构成电路的电缆形成的分布电容和信号频率无关,这一特性使电荷放大器的传输线路的分布电容不敏感,传输距离可达数百米。

电荷放大器

压电式传感器输出的电荷信号比较微弱,不能直接被数据采集卡采集,需要用信号放大器把较弱的电荷信号转化成较强的能被数据采集卡采集的电压信号。电荷放大器是一种输出电压与输入电荷量成正比的放大器,它的核心是一个具有电容负反馈、且输入阻抗及高增益的运算放大器。采用BC97型电荷放大器上还具有低通滤波器和能按传感器灵敏度调节放大倍数的适调放大器。

用加速度传感器进行拾振,将两个信号经电荷放大器放大后送入数据采集卡,通过软件设定采集条件控制采集,并将采集到的数据存储和进行各种分析。采集时设置采样通道为2个,采样频率为1000Hz,每次采集点数设为1024点,触发通道为0通道,触发电平为100mv,触发沿为默认的上升沿,预保留点数为20个。从测试结果上看,激励信号和响应信号反映的正是电机振动激励及响应信号应有的典型形状,系统程序运行良好,可靠性较高。

3.5 噪声传感器

为了减少环境噪音的影响,对洗衣机的噪音测量在噪音室内进行,噪音室内安装噪音探头,噪音室有

很好的隔音效果,洗衣机进口与出口用毛毡很好密封,噪音探头把噪音转换为电压。

本测试平台采用TZ-2KA型噪声传感器是一款宽声频范围、高声强动态范围、操作简便的声音传感器。该传感器体积小,重量轻,安装灵活,其声频测量范围覆盖了人耳所能听到的全部频率,测量的声强能量范围满足国家噪声管理标准中的全部要求。此外,该传感器输出为标准电压信号,便于与NI的数据采集组成精细的噪声测量系统。

4 测试平台硬件系统设计

PXI是1997年NI公司发布的一种全新的开放性、模块化仪器总线规范,是PCI在仪器领域的扩展(PXI eXtensions for Instrumentation)。它将CompactPCI规范定义的PCI总线技术发展成适合于试验、测量与数据采集场合应用的机械、电气和软件规范,从而形成了新的虚拟仪器体系结构。制订PXI规范的目的是为了将台式PC的性能价格比优势与PCI总线面向仪器领域的必要扩展完美地结合起来,形成一种主流的虚拟仪器测试平台。MXI-3技术是一种PCI总线之间的软硬件透明的高性能连接技术,不仅可以进行PXI/CompactPCI机箱之间的连接而且可以让主控计算机通过透明的软硬件连接实现对PXI系统的直接控制。MXI-3技术也提供了最高可达1.5Gb/s的串行数据连接。该测试平台采用具有PXI和MXI-3技术的NI公司产品建立测试系统,与使用传统的测试技术相比,不仅具有更高的性价比,而且使用也更加简便、灵活,特别是其信号调理模块具有完全的程序可控性,这些特点都为快速组建成本低廉、功能强大的测试平台提供了前提条件。

对于绝大多数数据采集和控制系统来说,信号调理是非常重要的。典型的系统一般都需要信号调理硬件,用于将原始信号以及传感器的输出接口到数据采集板或模块上。通过信号调理的各种功能,如信号的放大、隔离、滤波、多路转换以及直接变送器调理等,使得数据采集系统的可靠性及性能得到极大地改善。

基于PXI总线的系统架构系统结构是一个由信号采集与调理模块(SCXI-1531、SCXI-1530、SCXI-1126、SCXI-1303、SCXI-11102、SCB-100)、PXI数据采集卡(PXI-6070E、PXI-6071E)和PXI接口卡(PXI-8330,采用MXI-3技术)组成的数据实时采集系统。在这个系统中,由于采用了PXI和MXI-3总线技术,因此能够充分保证实时数据采样时的带宽要求。如图3所示。

SCXI(Signal Conditioning eXtensions for Instrumentation)系统是一个多用途、高性能的信号调

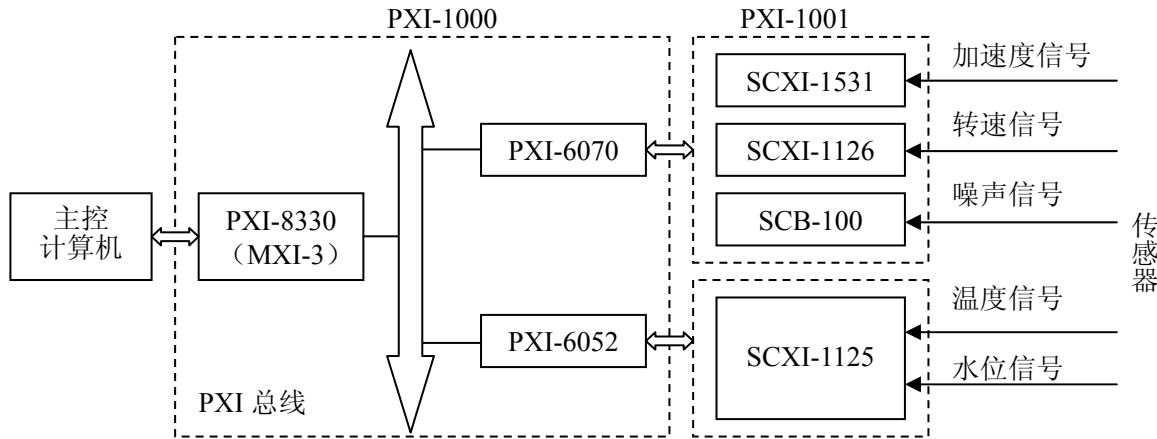


Figure 3. Hardware system structure
图 3. 硬件系统结构图

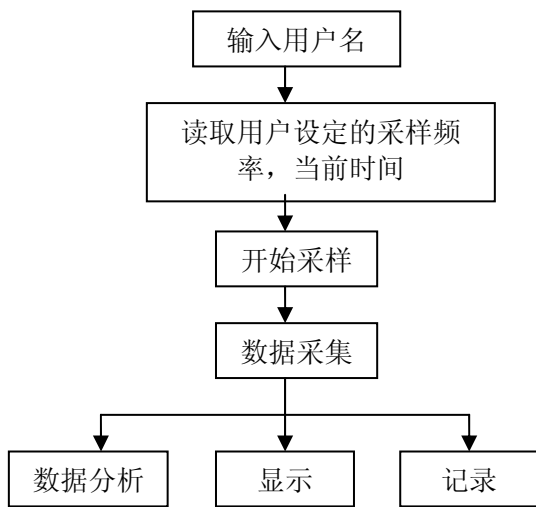


Figure 4. Software design flow
图 4. 软件设计流程图

理模块。适用于通道超过一定数量，封装条件恶劣、并且对信号调理的要求很高的应用系统。SCXI 可以用作插卡式数据采集板、PXI 模块的调理前端，还可以将它做为完整的远程数据采集系统。

本系统对热电偶信号 (mV 级) 及水位信号等缓变信号进行调理。采用 SCXI-1125 模块对热电偶信号进行隔离放大和滤波，利用自带的热敏电阻和 IC 敏感器进行冷端补偿。对于温度、水位等只需要 1Hz 采样频率的缓变信号，先经过 NI SCXI-1303 模块进行信号调理，然后再送给 PXI-6052E 采集卡进行采集；

加速度传感器信号、转速信号和噪声信号分别用 SCXI-1531、SCXI-1126 和 SCB-100 进行调理，再送到 PXI-6070E 进行信号采集。PXI-6070E 是多功能 (16 路单端输入/8 路模拟输入，12 位分辨率，1.25M 采样率) 信号采集卡，可以满足常用的连续波和单点电压信号的采集，PXI-6070E 还用于控制器与 SCXI 机箱之间的

通讯。

5. 测试平台软件设计

测试平台软件采用 LabVIEW 6i 语言进行结构模块化设计。LabVIEW 是一个具有革命性的图形化开发环境，它内置信号采集、测量分析与数据显示功能，将广泛的数据采集、分析与显示功能集中在了同一个环境中。从数据采集到仪器控制，图像采集到运动控制，LabVIEW 都可以提供各种工具以迅速完成数据采集系统的开发。本软件设计主要有以下功能：

- 1) 用户可自定义系统界面的功能：测试平台实现了参数设置(如数据采集的采样通道数、连续采样的时间等)、系统自检、数据查询等自定义功能。
- 2) 数据采集功能：利用 LabVIEW 中提供的数据采集 PXI 模块以及 NI 公司提供的众多程序实例，快速实现在硬盘容量允许范围内连续采样和存储。
- 3) 数据处理功能：利用信号处理工具包对每个工况缓变参数的平均分析和速变参数进行时域波形分析。

程序流程图 4 所示。

6 结论

设计的基于 PXI 和 SCXI 的洗衣机测试平台实现了对洗衣机的水位、温度、振动、转速等性能数据进行采集、记录与分析。能监测洗衣机的品质，对洗衣机的改进性能、提高质量提供了真实的数据。本测试平台具有操作灵活、稳定性好，分析判断准确，极大的提高了自动化程度，满足了对洗衣机的性能测试要求，大幅度的降低了平台的开发、维护以及后期的升级成本，缩短了测试平台开发周期，提高了平台的稳定性和可靠性。

此外，还可随时根据被测产品的需要对平台进行

多种组合或系统更新，非常适合不同需求试验测试、技术研究和开发相关的数据采集控制系统。

References (参考文献)

- [1] Tim Erickson, Mark Wilson, Mike Rhodes, Don Foreman. An Intelligent wash process sensor. Reprinted from Scientific Honeyweller, Sensors Issue, 1996.
- [2] Tim Erickson. Turbidity sensing as a building block for smart appliances. IEEE Industry Applications Magazine, June, 1997, p31-36.
- [3] PXI and industrial computer (IPC) Comparison of [M]. United States National Instruments (NI) Ltd, 2002. PXI 与工业计算机（工控机）的比较 [M]. 美国国家仪器（NI）有限公司, 2002.
- [4] LabVIEW Measurements Manual [M]. National Instruments Corporation, 2000.
- [5] Yang Leping, Li Haitao, Xiao Xiangsheng. LabVIEW Program Design and Application [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2001.
杨乐平, 李海涛, 肖相生. LabVIEW程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [6] Computer-based test and measurement and automation applications [M]. 2005 Meritorious Paper bound volume. P6-22. 基于计算机的测试测量和自动化应用方案[M]. 2005年优秀论文合订本, P6-22.