

文章编号: 1005-8451 (2007) 05-0029-03

## ZPW-2000A 轨道电路自动测试系统的软件设计

马沧海, 杨世武, 梁皖贵

(北京交通大学 电子信息工程学院, 北京 100044)

**摘要:** 针对目前铁路信号设备的特点, 采用LabVIEW的虚拟仪器图形开发环境, 设计一种针对铁路上常用的FSK信号的自动测试系统, 给出系统结构和原理, 既有效地缩短测试时间, 又达到很高的精度, 避免人工测试带来的误差。

**关键词:** 铁路信号; 自动测试系统; 轨道电路; 设计

**中图分类号:** U284.2:TP311.5 **文献标识码:** A

### Software design on Automatic Test System of ZPW-2000A track circuit

MA Cang-hai, YANG Shi-wu, LIANG Wan-gui

(School of Electronics and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** In view of trait of railway signal device, a kind of Automatic Testing System aimed at FSK signal was designed, which was based on PCI bus technology in the instrument field and adopted LabVIEW, a kind of graphic development environment for the virtual instrument. It was presented the architecture and principle of the System, which could not only efficiently reduce the testing time, but also reach the high precision and avoid errors by artificial test.

**Key words:** railway signal; Automatic Test System; track circuit; desing

本文介绍的系统是在基于PCI总线的基础上, 通过数据采集卡、数字I/O卡与计算机的通信, 对ZPW-2000A型轨道电路进行自动测试。LabVIEW是基于图形化编程G语言的开发环境, 它利用技术人员、科学家、工程师所熟悉的术语、图标和概念, 使用图形化的符号而不是文本式的语言来描述程序的行为, 从而使用户在较短的时间内开发出高效的应用程序。

## 1 ZPW-2000A轨道电路的原理及LabVIEW的特点

### 1.1 ZPW-2000A轨道电路的特点

ZPW-2000A轨道电路分为发送器和接收器。ZPW.F型无绝缘发送器适用于电化或非电化无绝缘移频自动闭塞区段及站内电码化, 向轨道电路发送高精度、高稳定的移频信息。

ZPW.J型无绝缘接收器适用于电化或非电化无绝缘移频自动闭塞区段。用来接收主轨道电路移频信号, 并配合与送电端相连接调谐区短小轨道电路

的检查条件, 动作轨道继电器。

ZPW-2000A轨道电路发送器发送的FSK移频信号共有8个载频、18个低频, 共有144种组合方式, 而且接收器又分为主机、并机、主轨道、小轨道, 测试项目非常繁多, 如果采用人工测试必会降低测试效率, 可见采用一种简单、高效的自动测试方式是很有必要的。

### 1.2 LabVIEW的特点

在软件方面, 采用专门面向虚拟仪器的图形软件编程平台LabVIEW, 它具有图形化的仪器编程环境, 提供了大量的显示和控制对象, 如表头、旋钮、图表等, 使用图标表示功能模块, 它们的连线表示各种功能模块间传递的数据流, 用户可在这上编辑直观明了的软面板和框图。并且它集成了功能强大的函数库, 从底层的PXI、VXI、GPIB、串口及数据采集卡的硬件控制子程序到600多个仪器驱动程序, 从基本的数字函数、字符串处理函数、数据运算函数、文件I/O函数到高级分析库(包括信号处理、窗函数、滤波器设计、线性代数、概率论与数理统计和曲线拟合等), 涵盖了仪器设计中几乎所有需要的函数。

收稿日期: 2006-09-22

作者简介: 马沧海, 在读硕士研究生; 杨世武, 副教授。

## 2 硬件结构

自动测试系统的组成: 数据采集卡PCI6040E、数字I/O卡PCI6503、继电器阵列、信号调理模块、电流传感器、标准FSK信号发生器、直流稳压电源和计算机。

## 3 软件设计

### 3.1 软件层次结构

系统的软件流程如图1所示。

### 3.2 对底层测量模块的分析

由于轨道电路的核心是FSK移频信号的发送和接收, 所以我们研究的重点是对FSK信号的采集和检测, 并使结果满足所需的精度。

#### 3.2.1 FSK信号的检测方法

在对信号的频域测量模块中, 本文使用了FFT-RMS测量方法, 还可以对它的峰值、能量谱进行分析, 为了防止频谱的泄漏, 加了Hanning窗。这样每循环一次就对采集的点作一次频谱分析。通过FFT分析后, 得到了信号的频域表示, 然后要根据信号的特点找到相应的值。这样就要对频谱进行处理, 在本系统中需要找到信号的低频、载频等信号在频域的测试指标。

根据FSK信号的特点, 它在时域中是2个不同频率的正弦波交替出现, 这2个频率为载频的上下边频, 它的频谱图为一个连续的波峰, 最高的一个波峰对应的横轴坐标为载频频率, 与之相邻的波峰的横轴坐标为一次偏频频率, 载频与一次偏频的差为低频频率。FSK信号的时域及频域图如图2所示。

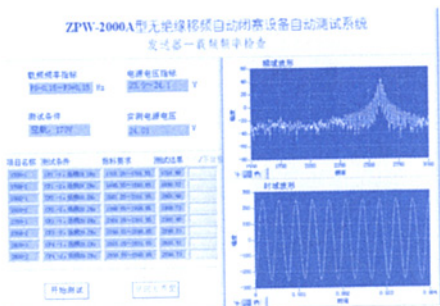


图2 检测FSK信号的用户界面

因此, 不仅需要找到频域信号的峰值, 而且还要找到幅度为第2大的峰值。为此可采用peak detector.vi, 它的作用是找到输入信号的位置、幅度等信息, 可用波峰测量法或波谷测量法。在频域分析中, 它跟频率值成正比, 如果为时域分析, 相应它记录的为时间信息。

对应关系式如下:

$$\text{Time Locations}[i] = t0 + dt * \text{Locations}[i] \quad (1)$$

$$\text{Frequency Locations}[i] = f0 + df * \text{Locations}[i] \quad (2)$$

$$\Delta f = \frac{f}{N}, \text{ 其中, } f0=0.$$

#### 3.2.2 提高频域检测精度的方法

因为信号的分辨率为采样率除以采样的点数, 因此, 如果要提高频域检测的精度, 可以减少采样率, 在采集模块中设置, 但采样率一定要大于被采样信号的最大信号的2倍。当然也可以增大为N, 即读取的采样点数来提高频域检测的精度。但这样做, 要影响缓冲大小的设置, 缓冲大小的设置必须要大于读取点数, 所以基本不是这样来提高检测的精度。但在ZPW-2000A的各项指标里, 低频的精度要达到0.03 Hz, 因此, 必须提高系统分析的精度, 才能得到相对精确的分析结果。通过提高分析的次数, 对分析结果求和并取其平均值这样就可以得到

分辨率为:  $\Delta f = \frac{f}{nN}$ 。由上可知系统得频域的最高

分辨率为:  $\Delta f = \frac{f}{nN}$ , 这在程序中可以通过增大循环采集的次数n来提高测试结果的精度。

在本系统中, 通过对峰值位置信息的线性变化复现它的实际频率。在得到峰值个数、峰值幅值及峰值的位置信息后, 根据要检测的指标, 对输出进行相应的处理。比如: 载频指标的检测, 由于得到很多的峰值幅值, 而载频是它们中最大的峰值。对数组求它的最大值在数组中的序号, 然后根据序号找到相应的峰值位置, 再对峰值进行线性变化。在

本系统中这种线性变化为:  $f_x = \frac{X_{loc}}{fN}$ , 通过线性变化后, 就能得到载频指标, 同理, 对载频的序号减一, 就得到它的次峰值, 同样对次峰值做线性变化。两值相减就能得到FSK低频的指标。

#### 3.2.3 测试系统的误差分析及报表生成

为检测本算法的误差范围及精度, 可采用HP公司的33120A任意波形发生器产生一个ZPW-2000A轨

文章编号: 1005-8451 (2007) 05-0031-03

洛阳车务段基础技术文电管理系统的设计与实现

张浩民, 周世峰, 王宏伟, 温智华  
(郑州铁路局 洛阳车务段, 洛阳 471002)

摘要: 利用ASP和ADO技术开发的网站技术文电管理系统, 实现网站基础技术文电的动态管理, 使得对信息的管理更加及时、高效, 提高工作效率。同时对系统的开发原理、系统的功能特点和设计方案进行介绍。

关键词: ASP; ADO; 技术文电; 管理; 数据库  
中图分类号: TP39 文献标识码: A

Design and implementation of Basis Technology File and Telegraphs Management System in Luoyang Train Operation Depot

ZHANG Hao-min, ZHOU Shi-feng, WANG Hong-wei, WEN Zhi-hua  
(Luoyang Train Operation Depot of Zhengzhou Railway Administration, Luoyang 471002, China)

Abstract: The Basis Technology Files and Telegraphs Management System was developed by means of ASP technology, it was implemented the dynamic management of website technology originality technology files and telegraphs. The administration being able to be used to information was especially timely, high-effect, had improved availability. It was introduced the principle systematic development, systematic function, the characteristic.

Key words: ASP; ADO; technology files and telegraph; management; database

随着铁路信息化的发展, 越来越多的铁路站段

建立了自己的WWW网站, 通过网站可以展示自己的企业形象, 发布最新动态, 部门之间进行交流和沟通, 与合作伙伴建立联系等。其中文电管理系统

收稿日期: 2007-01-04  
作者简介: 张浩民, 工程师; 周世峰, 工程师。

道电路专用的标准FSK信号, 载频1701.4 Hz, 低频10.3 Hz, 频偏11 Hz, 通过数据采集卡将信号采入计算机, 通过本程序测得载频为1701.40 Hz, 低频为10.29 Hz, 误差范围分别在 $\pm 0.15$  Hz及 $\pm 0.03$  Hz内。

通过本测试系统生成的报表如图3所示。

4 结束语

ZPW-2000A无绝缘轨道电路已在我国铁路上得到广泛应用, 而对它的准确、快速测试也成为保障铁路信号设备安全性的重要要求。本文结合现场测试的条件, 使用NI的软硬件产品, 成功地建立了一个综合测试环境下的轨道电路自动测试系统, 极大提高了现场测试人员的工作效率, 同时也是一种简洁、高效、相对低成本的测试平台。

参考文献:

[1] 杨乐平, 李海涛, 赵勇. LabVIEW高级程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.  
[2] National Instruments Corporation. LabVIEW User Manual[M]. July 2000 Edition.  
[3] 费锡康. 无绝缘轨道电路原理及分析[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1993.



图3 生成报表界面