基于虚拟仪器技术泵站机组振动监测分析系统研究

丁 军，杨小令，储 训

（扬州大学水利与建筑工程学院，江苏 扬州 225009）

摘 要：虚拟仪器可以实现传统仪器的功能，使用灵活、易于升级、网络化，具有广阔的应用前景。介绍了虚拟仪器技术及其软件开发平台LabVIEW的功能、特点，阐述了虚拟仪器技术在泵站机组振动监测分析系统中的应用，给出了系统硬件和软件设计的思路。

关键词：虚拟仪器；泵站机组；振动监测

中图分类号：TB533.1 **文献标识码**：A **文章编号**：1005-6254(2004)01-0038-03

0 前言

随着南水北调东线工程的开工，一大批大、中型泵站机组将投入运行，其安全可靠性显得尤为重要。泵站机组工作安全可靠性包括机组工作扬程，进出口压力脉动、机组转动部件的振摆、机组支承部分的振动、水泵的空蚀性能以及机组内部不正常的噪声。上述问题都可表现不同形式的振动，对泵站机组振动状态实现监测分析就成为研究泵站机组安全可靠性的主要内容。但在现行的泵站机组监控系统中，尚未实施振动监测分析诊断，因此，研制和开发针对大中型泵站机组振动监测分析系统对南水北调调水工程的长期安全运行有着重大意义而且还有很广阔的应用前景。

1 虚拟仪器技术

1.1 虚拟仪器概念

虚拟仪器（Virtual Instrument，简称VI）起源于20世纪80年代末期，首先由美国国家仪器公司（National Instruments，简称NI）提出。虚拟仪器增强了用户在通用计算机上，配以功能化硬件设备，构建自己的仪器系统的能力。虚拟仪器是现代计算机技术和测控仪器技术深层次结合的产物，是计算机辅助测试（CAT）领域的一项主要技术。

所谓虚拟仪器，就是利用计算机的显示功能来模拟传统仪器的控制面板，以多种形式表达输出测量结果；利用计算机强大的软件功能实现信号数据的运算、分析和处理；利用I/O接口设备完成信号的采集、测量和调理，从而完成各种测试功能的一种计算机仪器系统。它充分体现了“仪器就是软件”的思想。虚拟仪器相对于传统仪器具有体积小、价格低、开放灵活、可移植性和可扩充性好等优点。

1.2 虚拟仪器软件开发平台LabVIEW简介

LabVIEW是由美国NI公司利用虚拟仪器技术面向计算机监控领域开发的软件开发平台。它是一种图形化的编程开发环境，具有传统语言的编程开发调试工具，可以开发出友好、逼真的用户界面，且信号处理功能强大，集成了与数据采集卡等硬件通讯的几乎全部功能。LabVIEW还包括丰富的用于数据采集、分析处理及数据存储的库函数以及满足各种实际应用需要的工具箱，可采用动态链接（DLL）技术将用户开发的虚拟仪器软件链接到其中，可采用对象链接嵌入（OLE）技术将其它虚拟仪器嵌入。

编制的LabVIEW程序均包括前面板（front panel）和流程图（block diagrams）两部分。前面板包括各种控件（controls）与显示对象（indicators），前面板是LabVIEW的图形用户界面，该界面集成了用户的输入与输出，而流程图包括内置于VI库中的函数（functions）和结构（structures）及与前面板上的控制对象、显示对象对应的连线端子（terminals），在流程图中进行编程，便可控制和操纵定义前面板上的输入输出功能。LabVIEW图形化编程的特点，就是将VI主要功能分解为多个基本的子功能VI，且可重用性强，从而节省了编程时间。

作者简介：丁 军（1979-），男，江苏东台人，硕士研究生，主要从事流体机械及工程研究。

2 基于LabVIEW的振动监测分析系统

2.1 系统硬件设计

传统的测试系统多采用电子测量仪器，其特点是功能单一、专用、灵活性不够等，大大制约了测试技术的发展。虚拟测试仪器以PC计算机为仪器统一硬件平台，将测试仪器的功能、面板及控件均以相应的软件实现，并以文件形式存储于PC机的软件库中，同时在计算机的总线槽内配以对应的、可实现数据交换的模块化硬件接口卡。

目前常用的虚拟仪器系统有PC-DAQ系统、GPIB系统、VXI系统、PXI系统及串口系统。随着PC机性能，操作系统性能，以及数据采集卡的精度、速度和可靠性等性能的不断提高，基于PC-DAQ系统以其较高的性能价格比、灵活性成为测试系统的一个重要发展方向，并在科研、测试计量、工业测控等领域得到广泛应用。

本文介绍的系统采用PC总线方式，PC总线数据传输速率高，是数据采集板卡设计的主流。数据采集通过软件来控制整个DAQ系统，包括采集数据、分析数据、输出结果。基于虚拟仪器的振动监测分析诊断系统由传感器、信号调理器、相应的硬件和软件等部分组成，其基本结构框图如图1所示。现场信号通过传感器产生，经过调理处理，由数据采集卡将数据送入计算机，再由软件构成的各种测试分析系统对输入数据进行分析处理。

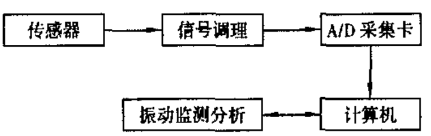

图1 振动监测分析系统基本结构图

2.2 系统软件设计

在虚拟仪器开发中，软件是系统开发的核心，软件使用美国NI公司的LabVIEW进行开发。泵站机组振动监测系统按功能分类如图2所示。

1）系统参数设置功能。用于对系统运行参数进行设置，主要包括：采样时间设置、轴心相对位置设置、事件报警设置、数据记录设置等，以满足不同机组、不同工况运行的需要。

2）在线监测分析功能。

①信号采集与回放功能。系统可实施在线采集水泵机组转子的振动信号，并可将采集的数据存入数据库文件。同时，可根据需要对采集的数据进行在线回放和离线回放。

②信号的频域分析功能。系统采集的信号所包含的频率成分反映了水泵机组转子的特征信息，对振动信号进行实时频谱分析，目的就是将构成信号的各种频率成分都分解开来，以便于振源的识别。如转子不对中振动信号的频率成分以1倍频分量为主，含有较为明显的2倍频分量；油膜振荡振动的主导频率为旋转频率的0.5倍频。

③信号的时域分析功能。系统可以显示实时数据随时间变化图，并能对图形的特征值进行计算和显示，包括峰值、峰—峰值、有效值、均方根值、方差等。

④轴心轨迹分析功能。通过电涡流传感器在同一平面互为垂直的两个方向采集的数据绘成轴心轨迹图，观察轨迹的重复性，判断机组运转稳定性。再根据不同平面的摆度绘制空间轴系图，可观测到大轴的运动轨迹和轴的变形情况，从而得知轴的受力情况，并对轴承磨损做出判断。

⑤相位分析功能。主要分析各测量信号的波峰点的轴位方向，观察测量信号的相位随时间变化情况及不同测量信号之间的相位差。

⑥趋势分析功能。通过分析振动参数随时间的变化趋势，可以帮助运行人员很好地了解机组的运行状态及故障发展情况。

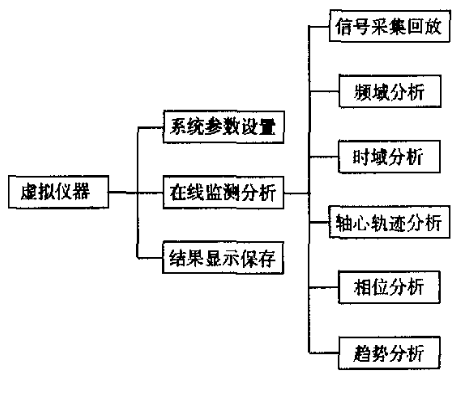

图2 振动监测分析软件功能图

3）结果显示保存功能。系统程序会实时显示监测量的值、各测点的波形图，并对超标的信号进行报警输出。用户也可以自己定义，对某一时间段的数据进行存储分析。

2.3 试验应用实例

在实验室轴流泵机组试验台上，利用虚拟振动监测分析系统，通过非接触式涡流传感器对水

泵转轴的运行状态进行监测分析。

从图 3 中的时域波形图可以看出，时域波形稳定，每转一周出现 2 个峰，没有大的加速度冲击现象。可初步断定机组存在不对中现象。通过幅值谱图可知，振动信号的频率成分以 1 倍频分量和 2 倍频分量为主，其中 2 倍频分量幅值很大，超过了 1 倍频分量，可以分析为电机与水泵的联轴节对中不良。停机后对联轴节测量发现，不对中超标。经重新对中后，开机运行正常 2 倍频分量已基本消失，如图 4 所示。

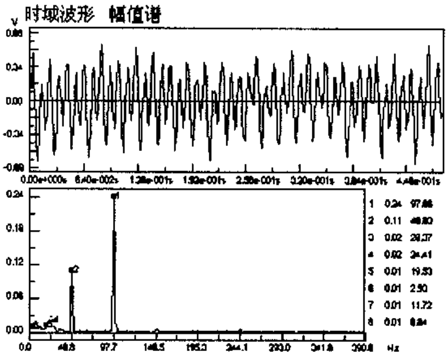

图3　水泵机组不对中引起的振动

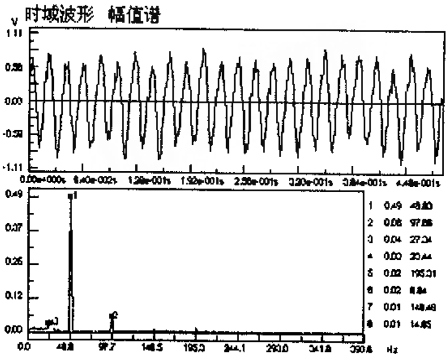

图4　水泵机组对中后的振动

3　结束语

虚拟仪器充分利用了计算机的存储、运算功能，通过软件实现数据的分析处理，比传统仪器以及以微处理为核心的智能仪器有更强大的数据分析能力。虚拟仪器技术用于泵站机组振动监测具有如下优势：①与传统仪器相比，系统开发周期短，投资少。②软件就是整个系统的核心，用户可根据实际需要开发仪器功能，系统易升级、可靠性好且扩展性强。③虚拟仪器技术与现代网络通讯技术联合，可实现系统振动监测的网络化。

振动监测分析系统与现有的监控系统相配合，对“无人值班(少人值守)”泵站运行机制的实施，机组的长期安全运行提供了可靠的保证。

参考文献：

[1]　储训，陈履. 大型泵站技术改造与对策[M]. 南京：河海大学出版社，2000.

[2]　杨乐平. LabVIEW程序设计与应用[M]. 北京：电子工业出版社，2001.

[3]　刘君华. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M]. 北京：电子工业出版社，2003.

[4]　张正松，等. 旋转机械振动监测与故障诊断[M]. 北京：机械工业出版社，1991.

[5]　牛明忠，等. 设备故障的振动识别方法与实例[M]. 北京：冶金工业出版社，1994.

Vibration Monitor and Analysis System for Pumping Station Based on Virtual Instrument Technology

DING Jun，YANG Xiao-ling，CHU Xun

(Water Conservancy and Architecture Institute, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu, 225009，China)

Abstract: Following the start of the south to north water transfer project, the safety and reliability of pumping station are given more and more attention. This paper introduces the virtual instrument technology, the function and characteristic of the software LabVIEW, the application to vibration monitor and analysis system for pumping station is studied in details, and the device idea of hardware and software is discussed. The virtual instrument can perform the functions of traditional instruments, and its application is flexible, easy to update and link up the networks, so the technology can be widely application in such an area.

Key words: Virtual instrument；Pumping station；Vibration monitor