

# LabVIEW 在水电厂发电机组状态监测上的应用

**【摘要】** LabVIEW 结合了简单易用的图形式开发环境与强大的 G (图形化) 编程语言, 与测量紧密结合, 能让工程师与科学家们迅速开发出有关数据采集、分析及显示的解决方案。本文简单介绍了 LabVIEW 在水电厂发电机组状态监测系统中的应用。

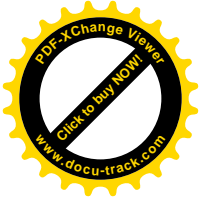
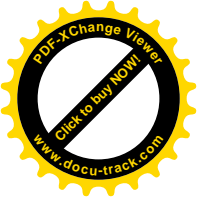
**【关键词】** LabVIEW 水电厂发电机组 状态监测 在线 虚拟仪器

随着水轮发电机组单机容量的不断增长, 对机组的检修、维修、运行、管理提出了更高的要求。一旦发生事故, 轻则影响机组的正常运行, 重则造成水轮发电机组损坏, 甚至影响电网的安全和稳定。目前国内大中型水电厂基本实现“无人值班, 少人值守”的管理模式, 因此加强水电厂发电机组的在线状态监测, 进行机组故障及时预测预报, 对于大中型水电厂发电机组安全运行具有重要的意义。反映水电厂发电机组运行状态的主要参数有温度、振动、摆度、定转子电流、电压等。温度和电量的监测一般由计算机监控系统提供, 而功能较为完善的在线状态监测系统却很少。近年来, 国外以 PC 微机为基础, 应用传感器对机组的状态进行监测分析的系统相继面世, 而国内也有不少单位开始研究开发机组状态监测系统。我们借鉴国内外相关产品的经验, 以工业 PC 机为主体, 以美国国家仪器公司的虚拟仪器开发平台 LabVIEW 为软件开发平台, 以信号处理分析软件为核心, 研制开发了水电厂的状态在线监测分析系统。

## 1、LabVIEW 简介

LabVIEW 是美国 NI (National Instrument) 公司推出的一个图形化软件, 是世界上目前最优秀的虚拟仪器软件开发平台。LabVIEW 又叫图形语言(G 语言), 被誉为“科学家和工程师”的语言, 它为不熟悉文本式语言编程的人们在开发虚拟仪器时提供了一个较为便捷、轻松的图形化设计环境。其最大的优势是在于测控系统的开发, 因为它不仅提供了几乎所有经典的信号处理函数和大量现代的高级信号分析工具, 而且 LabVIEW 程序还非常容易和各种数据采集硬件集成, 可以和多种主流的工业现场总线通讯以及与大多数通用标准的实时数据库链接。设计者利用 LabVIEW 可以像搭积木一样, 轻松组建一个测量系统以及构造自己的仪器面板, 而无需进行任何繁琐的程序代码的编写。也就是说, 用户只要熟悉测量系统的基本原理, 掌握数字信号处理的基本知识, 就能利用 LabVIEW 的丰富功能完成过去力所不及的各种复杂的在线测量和数据分析。

虚拟仪器的功能是随着计算机技术的发展而发展。它将传统仪器由硬件电路实现的数据分析处理与显示功能, 改由功能强大的计算机来执行; 并配置以获取调理信号为主要目的 I/O 接口设备 (如数据采集卡 DAQ 等); 在编制不同测量功能的软件对采集来得信号数据进行分析处理及显示。可见, 当硬件平台计算机和 I/O 接口设备确定后, 根据不同的测量原理, 编制不同的软件就可以实现不同



的测量功能，即软件是整个仪器的关键，所以有“软件就是仪器”的说法。从另外一个角度来看，就是用户需要什么样的仪器，就自己可在软件平台上“制造”什么样的仪器。这样，用户不必购买多台不同功能的新仪器，也不必购买价格昂贵的集多种功能于一身的传统仪器，更不必不断地购买新的仪器。甚至有人说虚拟仪器就是可以一个拎着的实验室。

## 2、系统的结构与特点

系统采用了新的层次概念，将整个系统分为监测（保护）系统、分析系统和网络发布系统三个子系统。各个层次子系统之间相互独立又相互辅助，形成了一个鲜明的体系结构。

### 2.1 系统结构开放，可扩展性强

当用户需要增加测点，只要增加相应的底层峰值检测模块和 A/D 卡，就可接入系统。工控软件用 NI LABVIEW 工具生成，具有良好的柔韧性。

### 2.2 监测（保护）系统

独立的监测（保护）系统，由传感器系统和监控器系统（包括 NI 采集卡、NI 模拟量输出卡、NI 开关量输出卡及其它硬件）组成。独立完成基本的峰峰值监测功能，从而大大降低了监测（保护）系统的成本。监控器系统将模拟量（4~20 mA）和开关量报警信号输出到机组 LCU，不依赖于上层分析系统。

### 2.3 分析系统

独立的分析系统，采用世界著名的美国国家仪器公司（NI）的高效能采集卡和开放式专业软件开发平台（LabVIEW 专业开发包），利用软件平台提供的高效分析库，在软件平台上快速搭建而成的。此平台是一种图形化、搭积木式的开发方式，由于频谱分析、数字滤波、小波变换等功能均作为一种控件的形式提供，所以，现场工程师无须学习复杂的数字信号处理和数学理论，同样可以参与进一步的系统开发，不断地将自己的实践经验融入到系统中去。

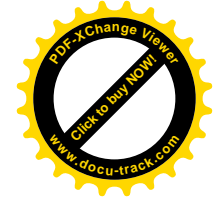
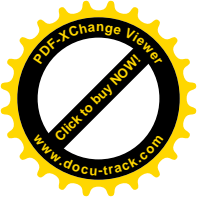
### 2.4 网络发布系统

独立的网络发布系统，利用 NI 公司的 LabVIEW 专业开发包提供的网络发布功能将分析系统的数据和分析结果在工厂现有的网络和将来组建的网络上发布，并可建立网络共享的数据库。另外，系统还提供了 RS232 串口和 RS485 网络接口和驱动模块，为未来系统多种网络的接入提供了解决方案。

## 3 软件特点

### 3.1 虚拟分析仪器

NI LabVIEW 开发平台提供了丰富的虚拟分析仪器库，囊括了各种各样的数学模型和算法，包括频谱分析（FFT）、数字滤波、小波变换、开窗功能等等，仅仅通过鼠标的点击和拖动来完成过去复杂的数字信号处理和数学计算。



### 3.2 网络发布

通过网络发布程序包可以将测量数据和分析结果在网络上发布，为应用程序系统的网络可视化提供有力的技术支持。

### 3.3 二次开发

NI LabVIEW 开发平台是一种开放式的平台系统，用户可以根据自己的需要对标准的虚拟仪器库进行修改和扩充。因此，此开发平台可适用于各种应用场合的功能扩充。应用软件在 NI LabVIEW 图形界面开发系统下生成，NI LabVIEW 直观的流程图编程风格使得工程师们可以快速创建符合自己特定要求的应用程序，不管他以往有没有过编程经验。NI LabVIEW 正是这样一个革命性的工具，它为工程师们提供的帮助就好像电子表格（EXCEL）软件简化财务会计们繁重的工作量一样。而且，与硬件设备的紧密集成使它更简单地实现测量和控制自动化，同时能充分利用工业控制计算机的分析、显示和网络连接功能。随着测量和控制应用领域对系统性能和灵活性要求的不断提高，软件的设计功能也日渐重要。NI LabVIEW6.0 拥有其最佳性能，可以使企业大大缩短开发时间并提高每个工程师的工作效率。配备了这样强有力的武器，使得工程师们可以专注于他们应用系统的开发而非花大量的时间去迎合操作系统的升级或网络的转移等变化，从而实现工程资源的有效利用。用户专业技术人员使用 NI LABVIEW 工具，只需具备数字信号处理基本知识，无需编写复杂的数学计算程序就可重新构建软件系统，使系统更适应现场要求，并可不断升级。由于美国国家仪器公司（NI）的 NI LabVIEW 开发平台已经成为一种国际标准的平台，世界各大生产厂商都为自己的采集设备提供 NI LabVIEW 驱动程序。所以，使用 NI LabVIEW 开发平台相当于拥有了一个世界级的生产工厂。

NI LabVIEW 开发平台提供了丰富的虚拟仪器（VI Library）库，为应用系统提供了积木式的开发环境。应用系统需要的每一种功能都是一种虚拟仪器，相当于一块砖或一个预制件，应用系统则是用这样的砖或预制件建造起来的雄伟建筑。

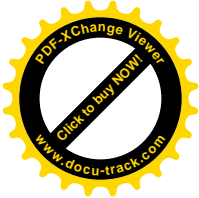
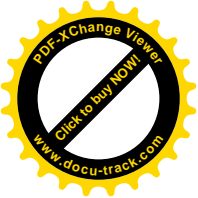
### 3.4 分析系统的新特点

除了常规的表格、棒图、数字滤波、频谱分析、趋势分析、轴心轨迹、阶比分析和故障分析等功能之外，系统还增加了一些新的分析特性。

#### I 抗干扰

**高频干扰：**系统采用模拟滤波和数字滤波可以有效地控制信号的通频带，剔除信号中无用的高频成分，使分析系统可以对真实的振动和摆度信号进行分析。

**共模干扰：**系统通过差分输入和软件差分的方法有效地抑制了共模干扰。由于传感器安装分散和传输距离远，即便使用屏蔽信号电缆，外界宽带噪声无可避免地通过探头和传输电缆耦合到系统中来，用常规的模拟滤波和数字滤波是无法



有效地抑制通频带内的干扰信号。而这类干扰信号的特点是信号线上与信号地线上的干扰成分相同，所以通过差分输入和软件差分的方法可以有效地抑制共模干扰。

### I 角谱分析

分析系统可选择外部脉冲触发的方式来实现等间隔采样，使采样与转动频率无关，而只与角度有关，即大轴不论以什么速度旋转，旋转一周的采样数都是相同的。引入此概念为启、停机过程中的振动分析提供了可靠的保证。

### I 映射曲线

分析系统为用户提供了灵活的数据映射功能，用户可以任意指定参数的映射关系，显示、存储和打印这些参数的映射曲线，为人工对照分析提供方便。例如，不同的负荷、不同的导叶开度、不同的水头、不同的尾水位一个点或多个点的振动/摆度的映射关系。

### I 数据库功能（按工况自动数据管理）

分析系统为用户提供灵活的映射功能的同时，还建立了特征数据库和各种实时数据库，提供了自动数据管理功能，自动按工况分类存储特征数据，便于工况趋势数据的积累和分析，为预测检修和综合状态检修数据库的建立提供有力的基础。

### I 录波

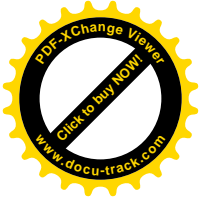
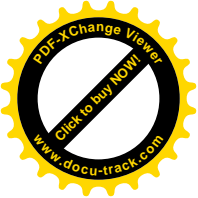
由于采用高效能的数据采集卡，分析系统可以对振动摆度气隙数据和工况参数数据进行高速同步录波（1.25MS/S），同时由于卡上缓存技术和工业一体化工作站中配置了大容量硬盘（40G），录波的时间只受硬盘剩余空间的限制。因此，高速的、长时间（三十分钟、以至六十分钟）的录波功能是本系统的一个突出的特色。

### I 可扩充软件模块

**甩负荷试验：**由于系统为机组的工况参数提供了 16 路以上的输入通道，机组的转速、蜗壳压力、尾水管压力脉动、接力器推杆行程/导叶开度、负荷（有功功率）等信号均可以直接实时地输入到监测系统中来。系统通过简单的分析和公式接点（由 LabVIEW 提供）就可以直接计算甩负荷过程中的转速上升率、蜗壳水压的上升率、接力器推杆行程/导叶开度关闭的拐点以及关闭速率等等。

**盘车功能：**不需要另安装传感器，分析系统可以直接捆绑盘车试验分析程序。分析系统可自动按等间隔采样脉冲对大轴的位置进行采样，将采样结果直接传递给盘车试验分析程序。盘车实验分析程序通过曲线拟合的方法计算出摆度的最大方位（相位）和峰峰值，同时显示出拟合的曲线。（曲线拟合算法在 NI LabVIEW 的扩充功能中提供支持库）。





动平衡计算：不需要另安装传感器，分析系统可以直接捆绑动平衡试验分析程序。分析系统通过键相信号具备跟踪采样和跟踪滤波的功能，将测量结果和分析结果直接传递给动平衡试验分析程序。动平衡试验分析程序是一个通用的利用影响系数法编制成的转子动平衡程序。它利用转子在加试重前后的振动信号的振幅和相位变化来计算出影响系数，然后通过此影响系数计算出需加的平衡重量和相位，按相应的相位在转子上加计算出的平衡重量就可以降低振动幅值。对于同一台机组，转子的影响系数应该是不变的，计算出的影响系数可以用于以后的动平衡，转子动平衡程序可以用于多测量点和多平衡平面的动平衡。对水电厂发电机组的动平衡试验，测量点可以是上导和下导的摆度，也可以是上机架/下机架的振动。

使用虚拟仪器开发平台 LabVIEW 开发的水轮发电机组状态监测系统具有开发周期短、操作方便、性价比高、可扩展性强等优点。LabVIEW 将系统的数据采集与处理、分析与储存集于一体，能迅速有效地把水电厂机组的各种状态信息整理成资料和图形，为状态监测提供决策支持。其丰富的软件、硬件功能能够满足水电机组在线监测保护和现场工况的具体要求。

作者:姜先军

单位:哈尔滨新利德电站设备有限公司