

基于虚拟仪器的发电机性能测试平台的设计^①

丁筱玲 赵立新 刘敏 李洁 (山东农业大学 机械与电子工程学院 山东 泰安 271000)

摘要: 旨在采用集 LabVIEW 开发软件、普通计算机、数据采集卡、传感器等于一体的虚拟仪器技术,对发电机主要性能参数进行数据采集和分析处理。论述了数据采集系统的硬件设计方案,提出发电机各类传感器信号采集的实现方法,完成传感器信号采集前端处理电路的设计,并根据课题的实际情况和经济适用的设计原则,选取合适的数据采集卡,最后利用美国 NI 公司的 LabVIEW 软件实现发动机各种传感器波形的采集和显示。利用 LabVIEW 开发的数据采集系统性能稳定,测试精度较高,界面友好,用户操作方便,充分体现了虚拟仪器的优点。

关键词: 测试平台; LabVIEW; 数据采集; 传感器; 虚拟仪器

Design of Generator Performance Testing Platform Based on Virtual Instrument

DING Xiao-Ling, ZHAO Li-Xin, LIU Min, LI Jie

(College of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong Agricultural University, Tai'an 271000, China)

Abstract: The purpose of this paper is to adopt Virtual instrument technology to collect and handle the alternator property parameter. It discusses the data acquisition system, introduces the method of the signal acquired of sensor in a realistic situation with an economical suitable principle, and selects the fitting and proper data acquisition card. Lastly, by using LabVIEW of the National Instruments Co, it acquires and displays wave forms of EFI engine sensors. The data acquisition system designed by LabVIEW has stable performance, high accuracy, and a user-friendly interface. It fully embodies the advantages of a virtual instrument.

Keywords: testing platform; LabVIEW; data acquisition; sensor; virtual instrument

1 引言

电能是现代社会最主要的能源之一,而发电机是将其他形式的能源转换成电能的最主要的机械设备,它的可靠运行是保障整个电力系统长期稳定运行的基础,在国民经济中起着重要作用。发电机的参数、特性与发电机本身的安全运行和系统的稳定运行有着直接关系。以往,在电机性能测试方面,常使用计算尺或计算器进行数据处理,图表曲线绘制靠手工在坐标纸上画,再通过曲线读取数据,由于图表粗糙,数据读

取分析往往不够准确^[1,2]。随着计算机的迅速发展,电机测试领域正起着深刻的变化。该文着手虚拟仪器概念,基于 LabVIEW 软件开发平台,在我国发电机性能测试技术领域进行一次研究创新性尝试。虚拟仪器的设计思想为提高测试效率、降低测试成本提供了有效的途径和方法。

2 系统设计方案

该项目研究基于 LabVIEW 软件开发平台,提出—

^① 收稿时间:2010-02-10;收到修改稿时间:2010-05-03

种对发电机的输出电流、输出电压及转速等性能进行测试的新技术方法。介绍发电机各类传感器信号采集的实现办法及数据采集系统的硬件设计方案，完成传感器信号采集前端处理电路的设计，最后利用数据采集卡和美国 NI 公司的 LabVIEW 软件实现发电机各种传感器波形的采集和显示。利用 LabVIEW 开发的数据采集系统，具有性能稳定，测试精度高，界面友好，用户操作方便等特点，充分体现了虚拟仪器相对传统仪器仪表的优势所在^[3,4]。系统框图如图 1 所示。

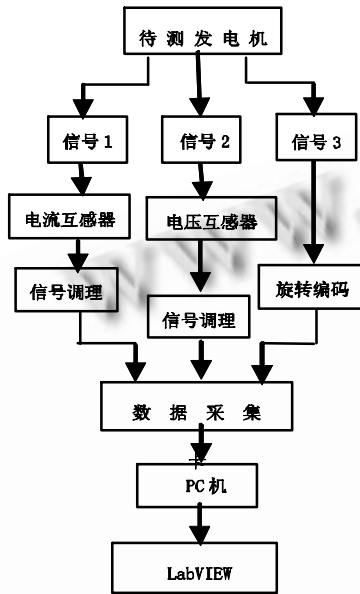


图 1 系统设计框图

3 测试平台硬件设计

3.1 测试样机的选择

根据测试目标，我们选择了 STC-5-2 三相交流同步发电机作为我们的测试样机，以作为一类电机的代表。该电机额定容量 6.3KVA，额定电流 9A，额定电压 400V/230V，额定转速 3000r/min，额定频率 50Hz，功率因数 0.8（滞后）。

3.2 互感器的选择

测量用电流互感器有一般用途和特殊用途两类。根据选择原则，这里采用 TA21 系列微型电流互感器作为电流测试设备。该系列互感器用于将交流电流信号精确变换为低电平的交流电流或电压信号，适合基于微处理器的电子电路^[5]。参照 STC-5-2 三相交流同步发电机技术参数，选取 TA21A 输入/输出电流变比为 10A/10mA，则原副线圈理论输入/输出值为

9A/9mA。本次设计所选取的数据采集卡为 16 路单端模拟量输入，信号幅值范围为 -5V ~ +5V。为实现互感器与数据采集卡之间的匹配，需要在电流互感器副线圈并联一电阻，根据欧姆定律，有： $R = 5V/9mA = 556 \Omega$ 。为防止互感器出现饱和，致使输出波形发生畸变，实际选取电阻为 500Ω，其接线图如图 2 所示。

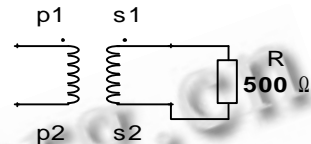


图 2 TA21A 接线图

可以验证，当电流互感器副线圈并联的电阻 $R=500\Omega$ 时，R 两端电压为：

$$U = 9mA \times 500\Omega = 4.5V < 5V$$

所以，能够避免互感器发生饱和现象。

3.3 电压互感器的选择

选用电压互感器时应根据测量仪表的要求，结合实际情况选择，其准确等级应与测量仪表的准确等级相适应。根据这一原则，该设计选用 TV 系列电流型电压互感器作为电压测量设备。TV 系列电流型电压互感器用于将高电平的交流电压信号精确变换为低电平的交流电压信号，适用于基于微处理器的电子电路^[6]。TV31 系列电流型电压互感器实际上是初、次级匝比为 1:1 的电流互感器，使用时输入电压不能直接施加于初级绕组，需串入限流电阻 R 将电压信号转换为 mA 级电流信号，本次选取 TV31 输入/输出电流变比为 2mA/2mA。为实现互感器与数据采集卡之间的匹配，需要分别在电压互感器原副线圈各自串联、并联一个电阻，根据欧姆定律，有：

$$R1 = 230V/2mA = 115 k\Omega$$

$$R2 = 5V/2mA = 2.5 k\Omega$$

为防止互感器出现饱和，致使输出波形发生畸变，实际选取 R1 为 120kΩ，其接线图如图 3 所示。

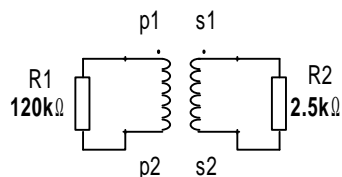


图 3 TV31 接线图

可以验证,当电压互感器原线圈并联的电阻 $R_1=120k\Omega$ 时,流经原线圈的电流大小为:

$$I=230V/120k\Omega\approx 1.917mA < 2mA$$

同样,流经副线圈的电流大小为 $1.917mA$, R_2 两端电压为:

$$U=1.917mA \times 2.5k\Omega \approx 4.79V < 5V$$

所以,能够避免互感器发生饱和现象。

3.4 旋转编码器的选择

旋转编码器是集光电技术于一体的速度位移传感器。当旋转编码器轴带动光栅盘旋转时,经发光元件发出的光被光栅盘狭缝切割成断续光线,并被接收元件接收产生初始信号,该信号经后继电路处理后,输出脉冲或代码信号。其特点是体积小、重量轻、品种多、功能全、频响高、分辨能力高、力矩小、耗能低、性能稳定可靠、使用寿命长等。该设计采用的是欧姆龙增量型旋转编码器 E6A2-CS3C,此编码器由一个中心有轴的光电码盘,上有环形通、暗的刻线,由光电发射和接收器件读取,获得四组正弦波信号 A、B、C、D,每个信号相差 90° 度相位差(相对于一个周期为 360° 度),将 C、D 信号反向,叠加在 A、B 两相上,可增强稳定信号;另外,每转输出一个 Z 相脉冲以代表零参考位。由于 A、B 两相相差 90° 度,可通过比较二者相位的前后,判别编码器的正转与反转;而通过零位脉冲,可获得编码器的零参考位^[7]。E6A2-CS3C 编码器的性能指标如表 3 所示^[8]。

3.5 数据采集卡的选择

数据采集(DAQ),是指从传感器和其它待测设备等模拟和数字被测单元中自动采集非电量或者电量信号,送到上位机中进行分析、处理。它基于计算机或者其他专用测试平台的测量软硬件产品来实现灵活的、用户自定义的测量系统。一般从数据传输可靠和速度角度考虑,宜选用 PCI 总线接口方式,其次根据测试精度确定输入输出指标。模拟量采样有高精度和高速率两个方向,如果对测量系统的要求很高,可以将二者结合起来,选择高速率和高精度数据采集卡^[9]。根据测试工作情况及采集精度要求,该设计采用研华的 PCI-1711L 型总线数据采集卡。

3.6 计算机主要配置

本课题所选用的主机为研祥 EVOC 工控机,主要参数如表 1 所示^[10]。在软件设计期间,基本电路设计及仿真等各项工作都能顺利地完成。

表 1 研祥 EVOC 参数

硬件名称	基本性能参数
CPU	IPC810 CPU1.8GHz
内存	512MB
硬盘	160G
扩展插槽	2PCI、1PCI Express x1
机箱	ATX 机箱
电源	180W

4 测试平台的软件设计

虚拟仪器技术的关键是软件,软件是建立现代化测试系统的核心。该项目的软件设计工作主要包括两方面:一是建立由 LabVIEW8.5 图形程序语言来完成的虚拟仪器,利用该语言在信号采集、处理等方面的强大功能,编写模块化程序,建立美观形象的人机界面;二是调试并完成交流发电机测试程序,利用 LabVIEW8.5 程序对各传感器信号进行采集,从而实现对交流发电机的输出电流、输出电压、转速等参数的实时采集、显示及存储^[11]。

4.1 测试平台前面板设计

根据上述 DAQmx 数据采集程序各个功能模块,结合本测试平台所要测试参数具体表现方式,本次设计的交流发电机性能测试平台软件的程序前面板主要由控制、指示和装饰构成。主程序前面板设计如图 4 所示。

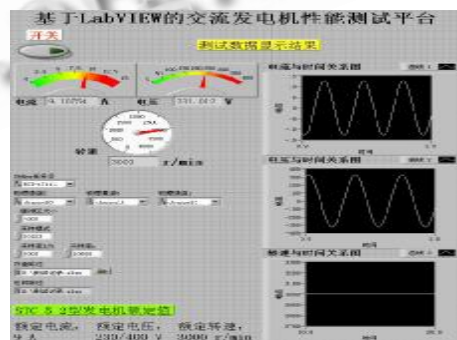


图 4 前面板设计图

图 4 前面板设计图显示的是该测试平台在运行一段时间后,实际的测试数据显示结果。从图中可以看出电流、电压与时间的关系图是正弦波形,其波形峰值符合实际。从仪表区可以读出:交流电流有效值为 $9.10754A$,交流电压有效值为 $231.012V$,发电机

转速为 3000r/min。与前面板图中标示的发电机额定值对比, 所测数据在允许的误差范围之内。

4.2 测试平台框图程序设计

与前面板设计图对应的还有后面板程序框图, 测试程序的框图程序由数据采集、信号处理与显示、数据存储几部分组成。本次设计的发电机性能测试平台基于 LabVIEW8.5 的实时数据采集系统, LabVIEW8.5 的 DAQmx 程序包括模拟输入、模拟输出、计数器操作或者数字输入、输出等; 信号处理是在一个 While 循环结构中完成的, 本次设计用到的信号处理函数主要包括巴特沃斯滤波器函数、基本平均直流-均方根函数; 数据存储采用写电子表格文件函数, 电子表格软件有更强大的计算功能, 它可以将采集到的数据信息送到指定路径的电子表格中去。主程序的框图程序设计如图 5 所示。

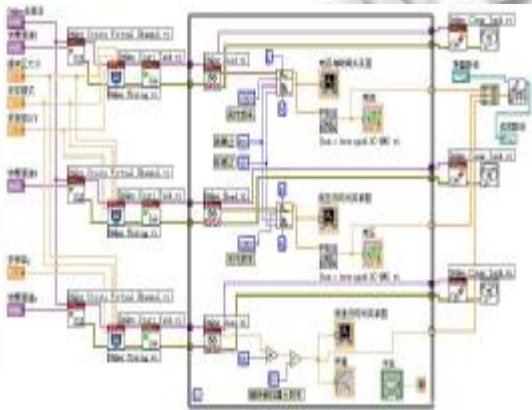


图 5 框图程序设计图

5 测试平台应用及分析

该测试平台设计完成后, 曾在山东省泰安市第一汽车制造厂、特种车辆厂、电机厂等多个相关企业进行推广试用, 反馈效果良好, 但同时也发现一定的不足, 例如: 作为本文主要研究对象的 STC-5-2 三相交流同步发电机本身并不十分完善, 其中部分试验项目只是对交流发电机适用; 该设计中采用国产数据采集卡, 在采样率、采样定时等方面要逊色于 NI 公司的产品, 这在一定程度上影响了测量精度; 软件设计方面, 只实现了信号采集和显示功能, 以后可以增加一些信号分析的相关应用。随着对 LabVIEW 应用知识的进一步学习以及在相关领域研究的进一步拓展和深入, 相信该测试平台的各项性能将会逐步得到提升, 并在实践过程中渐渐趋于完善。

6 结语

该测试平台的设计将虚拟技术与实验室现有条件接合起来, 主要针对交流发电机的电流、电压、转速进行定时或不定时的故障检测, 以保障发电机运行的安全有效。目前该测试系统经测试现场动态验证, 虽已取得较好效果, 但今后仍有需要进一步改进的地方, 譬如: 采用更加精确的高性能数据采集卡(如 NI 公司的 DAQ 卡)和传感器等硬件, 以提高其性能及采集精度, 获取更好的分析效果; 故障诊断功能方面, 可增加实时监测、报警功能等; 在智能测试功能方面尚有待进一步探讨和研究; 另外, 网络化亦将是测试系统发展的大势所趋, 在网络化仪器中, 虚拟仪器, 外部设备, 被测对象, 以及远程数据库等资源将被实现资源共享, 共同完成数据采集, 远程监控, 故障诊断, 报警, 测试等任务。基于网络的远程监控测试平台将是该系统又一发展方向。

参考文献

- 1 淄博博山博特电机有限公司. <http://www.btdj.china315.com/web/b/2004/3/11/btdj/index.htm>
- 2 淄博元星电子有限公司. <http://www.yuanxing.net/chinese/index.asp>
- 3 魏宏波. 基于 LabVIEW 的发电机组监控系统的设计. 自动化技术与应用, 2007, 26(10): 91-93.
- 4 张起超. 基于虚拟仪器的电机转速检测系统. 襄樊学院学报, 2006, 27(5): 80-83.
- 5 张振欣, 李振元. 智能型发电机组综合性能测试仪. 仪器仪表标准化与计量, 2003, 3: 26-28.
- 6 陈锦威, 史步海. 基于 LabVIEW 的船用发电机特性试验测试系统. 工业控制计算机, 2007, 20(3): 81-82.
- 7 欧姆龙工业自动化网站. http://www.fa.omron.com.cn/productselector/sku.jsp?item_code=E6A21030F
- 8 刘光军. 基于 LabVIEW 的感应电机转速转矩测量系统[硕士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- 9 马明建等. 数据采集与处理技术. 西安: 西安交通大学出版社, 2005. 20-35.
- 10 Advantech 研华. <http://www.advantech.com.cn/products/search.aspx?keyword=pci-17111>.
- 11 赵冬梅. 基于 LabVIEW 的电机实验系统的研究[硕士学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2005.