

基于 LabVIEW 的发电机转子试验实时监测系统的研制

李文芳*

(厦门大学物理与机电工程学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 针对电机转子试验的传统检测方法所存在的缺点, 利用具有网络技术的亚当模块 ADAM-5000/TCP 进行数据通信, 并结合相应的传感器、变送器等信号采集处理硬件, 组成硬件系统, 并利用美国国家仪器公司(NI)的虚拟仪器 LabVIEW 对系统上位机人机界面监测系统软件进行开发, 研制出一个基于虚拟仪器的转子试验实时监测系统, 实现了对电机试验多种工况量实时监测, 完成了阻抗试验和温升试验. 该系统投运结果表明, 试验系统运行可靠, 稳定地实现实时试验监测, 达到了规定的设计性能指标和其它要求.

关键词: LabVIEW; 转子; 阻抗试验; 温升试验; 监测

中图分类号: TP 393

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2010)05-0645-04

阻抗试验、温升试验等是发电机组性能试验和安装、启动或大修结束后, 启动时必须进行的一项试验, 对于试验过程中一些热工量的监测, 阻抗试验、温升试验等也都是必不可少的项目之一^[1-3]. 传统的试验方法是接入各种计量计测表, 通过人工读取数据的方法进行测试, 读数很不方便, 而且数据处理较繁琐, 更有读数表难以读准的弊端. 试验结束还要进行计算和曲线绘制, 工作量很大. 为解决以上所述存在的种种不足, 本文研制了一种基于虚拟仪器的实时监测转子试验系统.

1 系统结构

本系统硬件分为 2 个模块: 温度模块和电信号模块. 温度模块前端传感器主要采集电机在试验过程中的系统各种油温变化值. 采集模块采用智能温度巡检仪, 并通过 RS485/RS232 转换器与上位机进行半双工通信, 把采集到的各种温度值发送至上位机. 电信号模块前端传感器主要采集电机在超速过程中的各种参数, 如: 电压、电流、压力等值, 包括电机电压电流、绕组电压电流、转子电压电流、励磁电流、流量、压力、转速等, 采集模块采用亚当模块 ADAM-5000/TCP, 通过其以太网接口与上位机进行通信. 本系统结构如图 1 所示.

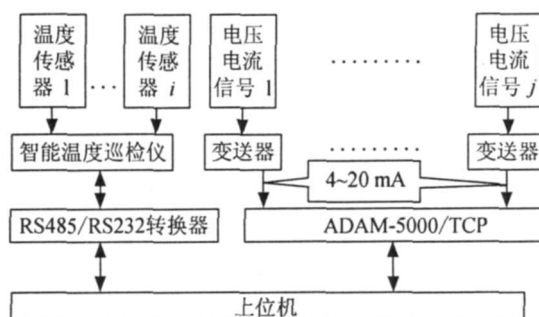


图 1 系统硬件结构示意图

Fig. 1 Hardware structure of the system

2 系统试验内容

本系统主要实现电机特性试验中 2 个试验, 即阻抗试验和温升试验, 并实时监视转子试验中的各热工量, 包括温度变化量、电流、电压、转速、压力、液位等^[4-6].

2.1 阻抗试验

测试发电机定子绕组和转子绕组的直流电阻的目的是为了检查线圈内部、端部、引线处的焊接质量以及连接点的接触情况, 实际上是检查这些接头的接触电阻是否有变化. 若接触电阻超过标准值, 则说明接触不良. 测转子绕组交流阻抗, 其目的是通过各个磁极绕组的交流阻抗比较, 发现交流阻抗很低的磁极绕组是否有匝间短路的可能性.

本系统采用亚当模块采集直接测量的信号是电压信号和电流信号, 通过直接获取的电压值和电流值再

收稿日期: 2009-07-10

基金项目: 福建省教育厅科研基金(JA08201)

* 现工作单位: 莆田学院电子信息工程系

E-mail: wenfangli@sina.com

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

计算出阻抗等参数. 而考虑到传感器及现场环境等因素影响, 在得到电压和电流信号的采样值后, 需要进行修正计算才能得到最终的实际电压和电流值. 根据电路原理, 直接由欧姆定律 $Z = U/I$ 得到试验阻抗. 在试验数据进行处理时, 根据最小二乘法原理, 把阻抗与转速进行曲线拟合, 以便于试验最终分析, 找出规律, 确定发电机组安全投产.

2.2 温升试验

温升是电机的一项重要性能技术指标. 电机的温升通常是通过测量其绕组的冷、热态电阻变化获得的, 其关键是对绕组热态电阻的精确测试^[1]. 根据温升试验的测试数据, 可以发现是否存在温度异常升高问题, 预防在运行中发电机温升过高所导致电机故障, 确定发电机的实际运行温度和发电机能否承受过载, 验证发电机是否适合现场使用工况.

温升试验的方法有很多种, 本系统采用电阻法确定转子绕组温度, 其电阻法温升试验是利用绕组的直流电阻在温度升高后会相应增大的关系来确定绕组的温度. 目前测试方法是切离电机电源后, 测得热电阻随时间下降的相关数据. 转子绕组的温度 T_2 由下式确定:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 235) - 235, \quad (1)$$

式中: R_2 为试验结束时的绕组电阻; R_1 为实际冷态时的绕组电阻; T_2 为试验结束时转子绕组的平均温度; T_1 为对应实际冷态测定 R_1 时的绕组温度.

因此, 系统试验时需要采集转子电压与转子电流, 其两者的比值即为 R_2 ; 而 R_1 是采用电桥或相关仪器进行测试的实际冷态时的转子绕组电阻.

3 系统软件设计^[6]

本系统的上位机监测软件采用虚拟仪器 LabVIEW 进行开发. LabVIEW 是由美国国家仪器公司 (NI) 开发的、优秀的图形化编程开发平台, 是目前应用范围最广、功能最强的虚拟仪器开发平台. 它是基于通用计算机平台, 使用户可以根据自己的需求定义和设计仪器的测量功能. 其实质是将可以完成传统仪器功能的硬件和计算机充分结合起来, 实现并扩展传统仪器的功能, 完成数据采集、分析和显示. 因此, 本文采用虚拟仪器技术来研制转子试验实时监测系统. 系统的程序流程图如图 2 所示.

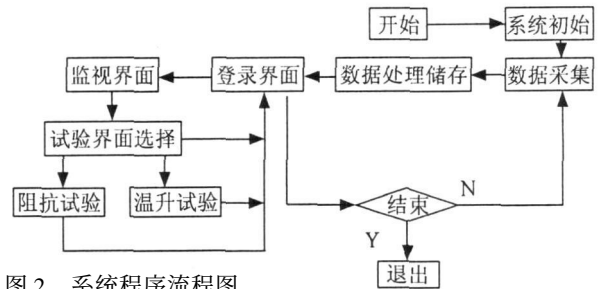


图 2 系统程序流程图

Fig. 2 Process flow diagram of the system

3.1 采集模块设计

本系统通过 LabVIEW 的 RS-232 串行通信子 VI 和 TCP 通信子 VI, 将温度巡检仪和亚当采集模块的测量数据采集到 PC 机, 经过数字信号分析处理后, 存入 LabVIEW 中设定的全局变量中, 以便于监视和在阻抗试验、温升试验中调用数据.

3.2 监测界面模块

本模块主要监测平时或试验过程中相关工况参数的变化. 通过实时读取采集模块中的全局变量, 经过相应的分析处理, 实时显示在界面上, 以便操作监测人员及时分析. 它包括监测所有的信息采集点, 各个部位的油温、流量、液位、压力、转速等参量, 并可以对各监测参量进行报警值设置, 若所监测值大于报警值即会报警提示操作监测人员. 其监测界面模块在试验过程如图 3 所示.

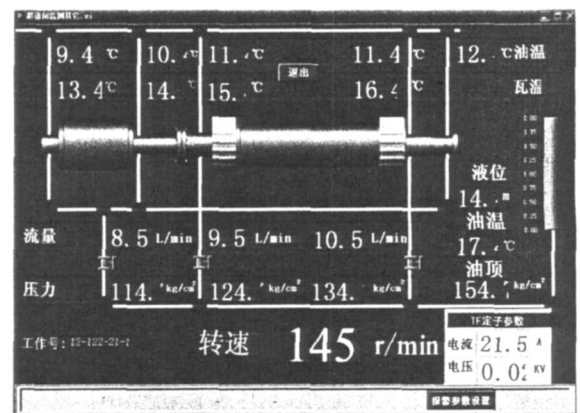


图 3 监测界面图

Fig. 3 Monitoring interface

3.3 阻抗试验

本试验设计实现时采用提供双向测试选择功能. 其双向测试, 是指按照预先设定的测试点, 先进行试验电压或电流由低到高的升压或升流测试(上升测试). 当升压或升流到设定的最大值时, 再进行试验电压或

电流由高到低的降压或降流测试(下降测试).直到试验电压或电流降到零时为止,试验结束.其模块在试验过程如图 4 所示.面板中主要有两个图形框,上面的显示转速上升时的转速-阻抗曲线,下面的显示转速下降时的转速-阻抗曲线,并实时显示各阻抗电压、电流、阻抗、转速.两图形框中都各有一个光标,用鼠标拖动或是单击光标移动器移动光标,当光标移动时显示值区就会自动显示当前光标的转速和相应的阻抗值.

3.4 温升试验

试验模块在试验过程如图 5 所示.温升试验面板中可以实时监视加热电压、加热电流、直流电阻、转子温度等参数.公式(1)的冷温度、冷电阻是由参数设置面板中设置的温度值和电阻值.为了满足方便试验监测和不同试验的需求,其参数设置面板监测界面的参数设计置均另外设计为可单击弹出功能,并且设置的参数将数据保存到数据库中,界面中显示新的冷温度和冷电阻.

本文试验的电机转子绕组水温采用埋入式温度计测量温升,对 $\cos \Phi$ 在 0.85, 0.90, 0.95 这 3 种情况下,某一电机在功率为 100~110 MW 区间每增加 2 MW 的各种工况下做了试验,对试验数据运用式(1)进行分析,转子绕组平均温升为 29.5 K,转子绕组内冷水最高温升为 22.8 K.可知转子绕组最高温升不超过 90 K,温升试验成功.

本系统还考虑到试验数据的二次查阅和比较,所以采用免费的数据库 Labsql 建立试验数据库,实现历史数据曲线分析,并最终报表输出,以便备案.

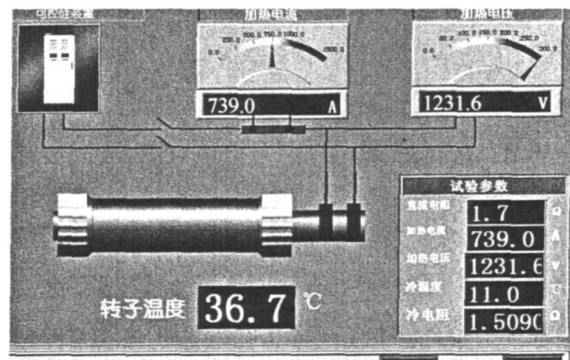


图 5 温升试验界面图

Fig. 5 The interface of temperature rise test

3.5 试验结果

试验运行转子试验实时监测系统,对样机进行升压阻抗试验,每达到所设置的某个测试点时,系统将该点的转速、阻抗进行拟合曲线,如图 4 所示.监测的试验数据如表 1 所示,由试验数据表明,所研制的转子试验实时监测系统能够正常用于转子试验测试.

4 结束语

本文利用虚拟仪器 LabVIEW,结合硬件条件,研制了一个基于虚拟仪器的转子试验实时监测系统,实现了对电机试验各工况量实时监测、阻抗试验和温升试验.本系统现已应用于某电机厂电机超速试验状态监测系统中.实践证明,该系统具有实时性好、稳定性高、界面简单、易于操作以及可扩展性强等优点.使用这个系统进行测试,大大简化了测试人员的工作程序,

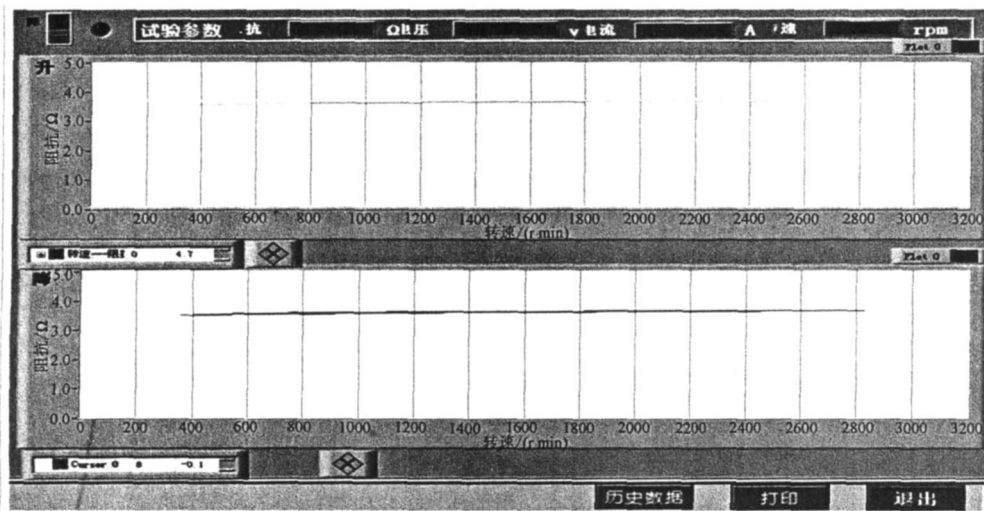


图 4 阻抗试验界面图

Fig. 4 The interface of impedance test

表 1 阻抗随转速变化的监测数据

Tab. 1 Impedance changes with the speed of the monitoring data

转速/(r·min ⁻¹)	阻抗/Ω	0~ 3200 r/min 阻抗变化率/%
400	4.58	< ±0.5
800	4.61	< ±0.5
1200	4.62	< ±0.5
1600	4.61	< ±0.5
2000	4.63	< ±0.5
2400	4.63	< ±0.5
2800	4.64	< ±0.5

降低了工作强度,从而提高了效率,因而在电机试验等领域,具有广阔的应用前景.

参考文献:

[1] 中国国家标准化管理委员会. GB T1032—2005 三相异步电机试验方法[S]. 北京: 标准出版社, 2006: 1~27.

[2] 中国国家标准化管理委员会. GB T1029—2005 三相同步电机试验方法[S]. 北京: 标准出版社, 2006: 16~18.

[3] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE 115-2009 Test procedures for synchronous machines Part 1: acceptance and performance testing Part 2: test procedures and parameter determination for dynamic analysis [M]. U SA: IEEE, 2009: 15~165.

[4] Barbero V, Grimaudo A, Motta A, et al. Fully integrated control for a rotor over speed testing facility [C]// Proceedings of the 2002 IEEE International Symposium. USA: IEEE, 2002: 565~572.

[5] McKinnon D J, Seyoum D, Grantham C. Investigation of parameter characteristics for induction machine analysis and control [C]// Second IEE International Conference on Power Electronics, Machines and Drives. UK: IEEE, 2004: 320~325.

[6] Angle II G, Ruth J, Smith J. Design of the facility for outdoor rotor testing [C]// Annual Forum Proceedings AHS International. USA: AHS, 2006: 1531~1535.

The Development of Real time Monitoring System of Generator Rotor Test Based on LabVIEW

LI Wen-fang*

(School of Physics and Mechanical & Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Against the defects of the traditional method of detecting for rotor test, the paper used Adam module ADAM-5000/TCP to realize data communications, combined with the corresponding sensors, transmitters and other signal acquisition and processing hardware to create the hardware system, and used the U. S. NI's LabVIEW virtual instrument to develop human machine interface for monitoring system software. It developed a real time monitoring system of rotor test based on virtual instrument. It has the real time monitoring of every operating point for motor test, impedance test and temperature rise test. The results that the system put into operation show that the pilot system runs reliably and stably, and achieves the required performance and design requirements.

Key words: LabVIEW; rotor; impedance test; temperature rise test; monitoring