

文章编号:1673-0062(2011)03-050-04

# 基于 Labview 的 RGL 电源柜测量测试系统

赵 亮,刘 冲\*

(南华大学 电气工程学院,湖南 衡阳 421001)

**摘 要:**RGL 是核电站压水堆(PWR)中的重要系统,用于驱动控制棒提升或下插以实现核反应堆的中子平衡,保证核反应稳定、安全的运行.本文重点介绍了以 Labview 为核心的 RGL 电源柜测量测试系统的设计方案,工作原理,系统设计和功能调试.

**关键词:**RGL;电源柜;控制棒;Labview;测量测试

**中图分类号:**TP202      **文献标识码:**B

## Measurement and TestSystem for RGL PWE Cabinet Based on Labview

ZHAO Liang, LIU Chong\*

(School of Electric Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

**Abstract:**RGL(Rod Control Rod Position System) is a very important system in PWR, used to drive the rod to lift or insert in order to achieve reactor neutron balance and ensure stable and safety operation of nuclear reaction. This paper introduces the design scheme, working principle, system design and functions debugging of measurement and test system for RGL PWE cabinet based on Labview.

**key words:**RGL;PWE cabinet;rod;Labview;measurement and test

## 0 引 言

RGL(棒控棒位系统)通过控制电源柜给控制棒驱动线圈的输出电流来达到驱动控制棒运行的目的,所以输出电流就成为了判断电源柜是否正常工作的最重要的依据,因而对 RGL 电源柜输出电流的测量测试有着重要的意义.传统测量测试仪器存在维护费用高、功能单一、升级困难、仪器间配合较差等局限性,难以满足 RGL 电源柜多

通道同时测量、持续测量时间长、存储数据多和快速响应等测试要求.本系统由 Labview、电压传感器、数据采集卡等组成. Labview 作为当下自动测量和电子测试领域应用最为广泛的虚拟仪器软件,有着测量精度高、数据采集和处理能力强大、海量存储、开发周期短和成本低等优势,因此十分适合电源柜的测试工作.目前,系统主要用于阳江 1&2 号机组的 RGL 电源柜的测试,通过监视输出电流大小、纹波、过渡过程来监测设备的运行状

收稿日期:2011-08-25

作者简介:赵 亮(1985-),男,江苏南京人,南华大学电气工程学院硕士研究生.主要研究方向:控制系统设计,核测量论文与方法.\* 通讯作者.

态,此外还可以异常的情况下进行初步的故障分析和故障诊断.

## 1 系统工作原理

RGL 电源柜输出电流为 50 Hz 的交流电源经三相半波整流形成,纹波频率为 150 Hz. 为正确判断缺相、电流纹波太大等故障情况以及满足香浓采样定理,采样周期取小于 1 ms,对应采样频率为 2 kHz.

RGL 电源柜测量测试系统由上位机系统及

下位机系统共同组成,系统工作原理图如图 1 所示. 上位机系统包括服务器、内存反射卡及磁盘阵列等,内存反射卡保证上、下位机之间高速实时数据传输并且将数据通过磁盘阵列做高速流盘处理,上位机完成数据回放、信号复杂判断以及测试报告打印工作;下位机系统包括控制器、信号采集卡及内存反射卡等,霍尔传感器输出信号与麦克风信号经过信号转接机箱进行信号调理里后,进入多路数据采集卡并且下位机将信号进行初级判断,通过内存反射卡实时将数据向服务器上传.

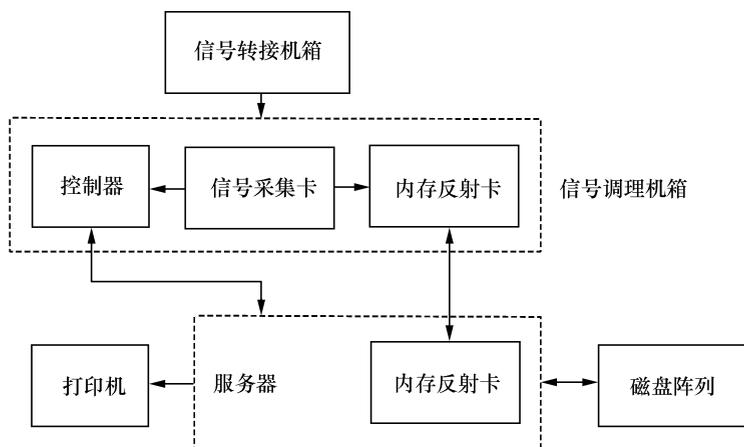


图 1 数据采集系统工作原理图

Fig.1 Function diagram of data acquisition system

为了保证系统长时间运行的稳定性,系统设计时考虑:1)下位机采用 PXI 硬件系统,操作系统为 LabVIEW - RT;2)上位机采用服务器硬件系统,操作系统为 Windows Server.

为了保证多路数据采集的完整性,系统设计时考虑:1)上下位机均配置内存反射卡,DMA 方式保证数据高速无损传输;2)上位机配置磁盘阵列,并行存储方式保证数据高速流盘.

## 2 系统设计

### 2.1 数据采集电路

由于电源柜输出电流较大,因此采用霍尔传感器将数据采集设备和被测系统进行电气隔离. 为了保证采集数据的精度和良好的响应速度,选用了 Honeywell 的 CSNA111 型电流霍尔传感器,因为采集卡为电压型,要通过一个精密电阻将电流采集转化为电压采集,数据采集电路原理图 2 所示.

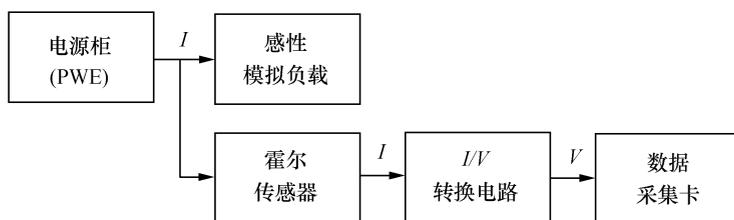


图 2 数据采集电路

Fig.2 Data acquisition circuit

## 2.2 数据采集系统硬件设计

硬件系统主要包含机柜、NI PXI - RT 信号采集机箱、上位机服务器、信号转接模块及传感器等部分。

本系统的核心硬件设备拥有强大的配置为系统的高效、快速、安全运行提供了强有力的保证。RT 控制器(NI PXI - 8108 RT): 内置 Intel T9400 酷睿 2 双核 2.53 GHz, 并配备 LabVIEW RT 实时操作系统可以部署 LabVIEW RT 及 LabWindows™/CVI RT 应用程序。

PXI 机箱(NI PXI - 1045): 各段总线之间的软件可编程触发路由, 内部 10 MHz 参考时钟的抖动 < 5 ps。

内存反射卡(PMC - 5565PIORC): 4 ~ 64 字节的动态的数据包; 单模光纤传输距离可达 10 km, 多模光纤传输距离可到 300 m; 最多可以有 256 个节点; 所有网络节点可以共享单节点内存写入内容; 高速、易用的光纤网络 (2.12 G 串

行波特率)。

信号采集卡(NI PXI - 6225): 16 位, 250 kS/s, 80 路模拟输入多功能数据采集卡(DAQ); NIST 校准认证书以及 70 多个信号调理选项; 2 路 16 位模拟输出 (833 kS/s); 关联 (Correlated) DIO (8 条时钟线, 1 MHz); 高达 24 路数字 I/O; 2 个 32 位计数器; 数字触发。

## 2.3 系统软件设计

主程序包含参数设置、权限管理、CRDM(控制棒驱动线圈)监测, CRDM 测试, 波形回放, 数据库及录播器模块, 模块间的关系和流程如图 3 所示。

## 3 功能调试

利用本系统对阳江 1&2 RGL 电源柜输出进行测量和监测, 可以同时采集电源柜对 12 个控制棒驱动线圈的输出电流, 系统的存储和播放模块对采集信息进行实时播放和保存, 控制棒提升和下插时的输出电流波形如图 4 所示。

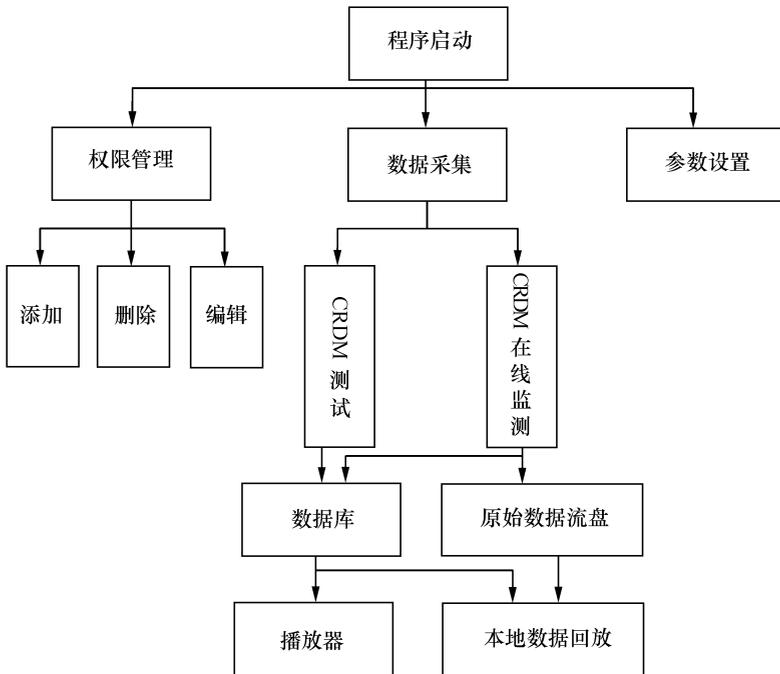


图 3 程序流程图

Fig. 3 Program flow diagram

图 4 波形与 RGL 电源柜理论电流输出波形相符, 说明了这套基于 Labview 的 RGL 电源柜测量测试系统能够正常工作; 本套测试系统的可以同时采集 15 路信号进行采集、分析和处理, 电压采

集范围为 -10 V 到 +10 V, 利用传感器的线性系数和软件修正可正确显示采集信号的大小; 经理论计算和实验证明系统的测量精度为 2%, 响应时间为毫秒级。

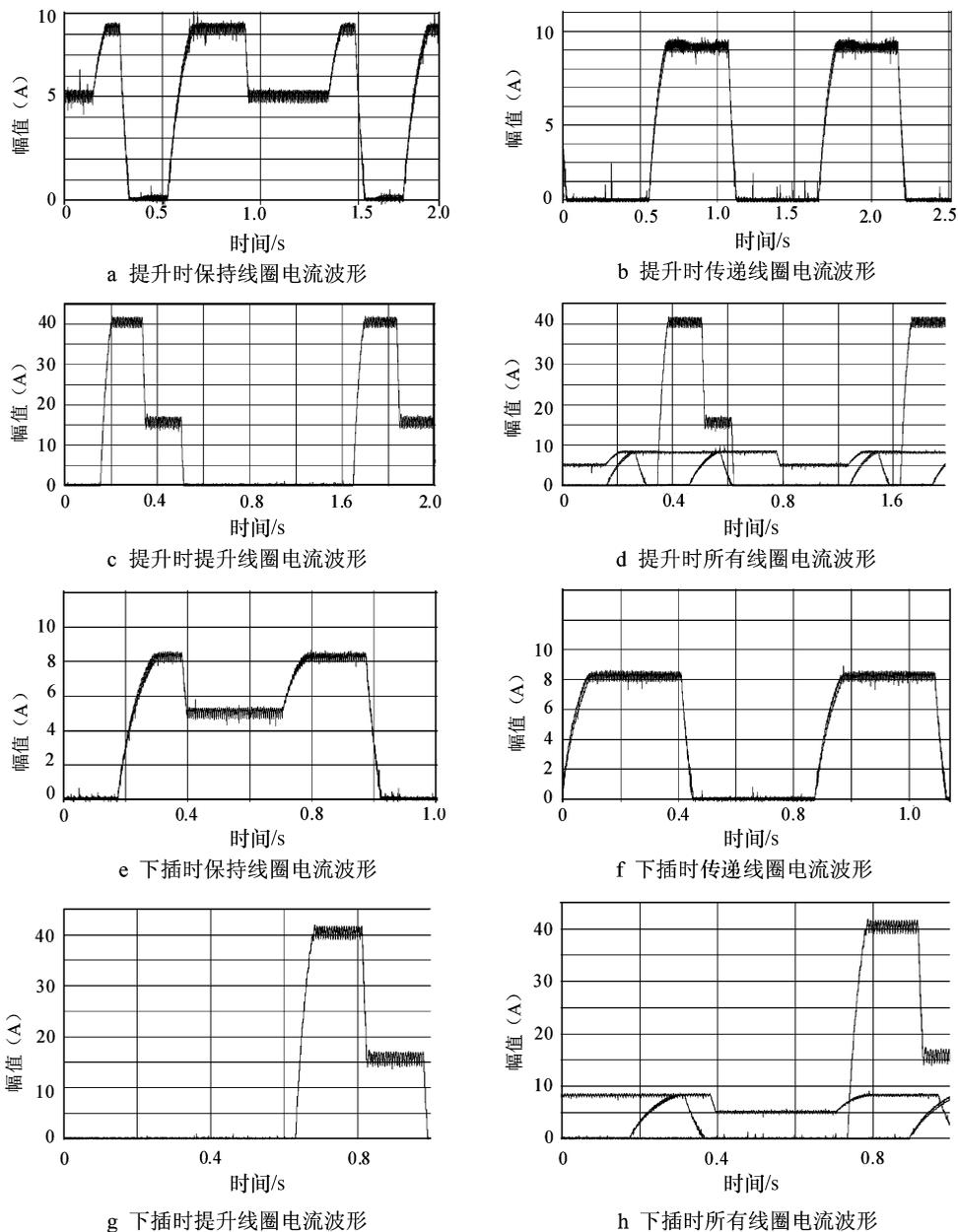


图 4 电源柜输出电流波形

Fig.4 PWE output current waveform

## 4 结束语

本系统可以用于 RGL 电源柜出厂前的功能调试,还可以作为 RGL 电源柜的辅助设备,在电源柜运行的时候实时监测电源柜的工作状态;而且当电源柜技术更新时,此系统也能迅速升级并与其相匹配.因此,这套测试系统有着广泛的应用前景.

### 参考文献:

[1] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW8.20 程序设计[M]. 北京:

清华大学出版社,2007.

[2] 陆绮荣. 电子测量技术[M]. 北京:电子工业出版社,2003.

[3] 冯俊婷,黄晓津,张良驹. 核反应堆功率调节系统控制特性研究[M]. 北京:原子能科学技术,2006.

[4] 刘君华. 虚拟仪器图形化编程语音 Labview 教程[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2001.

[5] 黄清锋,王碧玉. 基于 Labview 和 PCI6514 传动机构控制系统设计[J]. 微计算机信息,2006,22(36): 25-27.