

一种飞机输配电实验平台测控系统设计与实现

程政¹ 邱智² 郝世勇² 骆彬²

(1.南昌航空大学 南昌 330063;2.海军航空工程学院青岛校区 青岛 266041)

摘要:为完成某型飞机输配电实验平台的设计,按照标准化、模块化、通用化设计思想,采用基于PCI总线架构完成了实验平台测控系统硬件部分的设计,采用虚拟仪器设计思想并使用LabVIEW2010软件设计了测控系统软件部分,并对系统的功能进行了检测。整个系统较好地实现了数据采集与处理、参数测量与计算、开关量状态控制等功能,达到了对飞机输配电系统测试与控制的效果,实验验证结果表明,该测控系统具有应用简单、运行可靠、测量精度较高等特点,有效地提高了平台测试精度和控制效率。

关键词:测控;飞机输配电;实验平台

中图分类号: TP274 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

Design and realization of measurement and control system of the PTD experimental platform of an aircraft

Cheng Zheng¹ Qiu Zhi² Hao Shiyong² Luo Bin²

(1. Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China; 2. Naval Aeronautical Engineering Academy Qingdao Branch, Qingdao 266041, China)

Abstract: In order to design the PTD experimental platform of a aircraft, guided by the idea of standardization, modularity and generalization, The hardware of the measurement and control system of this experimental platform on the basis of PCI bus and devising the software of the system by the use of LabVIEW2010 version. Furthermore, The whole system is able to collect data, measure and calculate parameters and control switching values. The experimental test reveals that the measurement and control system has such good features as simple application, and stable and reliable operation, enhancing greatly the accuracy of platform test as well as the control efficiency.

Keywords: measurement and control; PTD of aircraft; experimental platform

1 引言

随着航空工业技术的不断发展,对飞机电气系统的要求越来越高^[1],输配电系统在飞机电气系统中重要性不断提高,大力开展飞机输配电系统的实践教学,提高院校学员对输配电系统的维护能力显得尤为必要。据调研,以往的输配电实验平台结构简单,功能单一,不能完全模拟飞机输配电系统的运行状态,例如,地面电源供电与机上供电的转换、机上供电与应急供电的转换和供电故障时的隔离等复杂状态,也就无法满足实践教学需求。因此,课题组开展了飞机输配电实验平台的设计工作,采用PCI总线架构和虚拟仪器技术设计开发了实验平台测控系统,它同输配电实验平台相结合,能够准确、直观地模拟飞机输配电系统在不同供电模式下的运行状态、供电模式的切换以及多种故障模式。

2 测控需求分析

飞机输配电实验平台需要模拟飞机供配电网的结构和飞机输配电系统的控制功能(通断、转换和保护),完成输配电系统动态特性的测量与分析以及输配电系统元器件的性能测试,因而测控系统需要采集左、右发电机三相电压(AC 200 V)、电流(交流0~100A),左、右静止变流器电压(AC 200 V),左、右交流应急汇流条三相电压(AC 200 V),地面电源三相电压(AC 200 V),1-3号整流装置输出电压(DC 50 V)、电流(直流0~250A),1-2号蓄电池电压(DC 50 V),直流应急汇流条电压(DC 50 V)。以上共需采集32路模拟量信号,其中交流电压17路,交流电流6路,直流电压6路,直流电流3路。

3 系统硬件设计

3.1 硬件组成

测控系统主要由工业控制计算机、信号调理板、PCI 模拟量数据采集卡、PCI 开关量 I/O 卡、继电器板和相应的传感器组成,系统的基本原理图如图 1 所示。

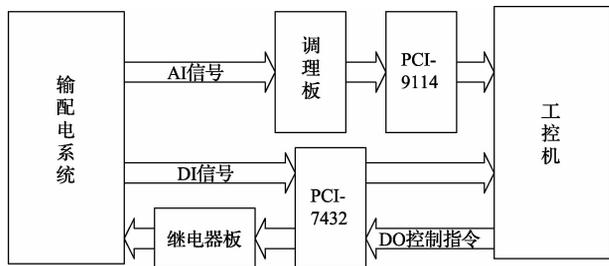


图 1 系统总体结构

测控系统通过对电压信号的采集,并将其接入信号调理板输入端,再由调理板输出端转接至采集板卡并接入计算机^[2],经过软件计算可以得到电压峰-峰值、有效值、频率、波峰系数、谐波含量等电参数^[3];采集的电流信号通过电流传感器直接转换,通过端子板转接至模拟量采集板卡接入计算机^[4]。此外,测控系统通过对输配电系统相关电参数的测量和数字量输入输出的控制,根据编写的程序逻辑就可以完成对输配电系统相关继电器、接触器的通断控制^[5],达到对输配电系统内部供电关系转换与控制的目的,从而完成供电转换特性(如“双发供电”转“单发供电”转换特性测试)、通断时间参数(交直流接触器通道时间参数测试)和断路器性能(如断路器过流阈值和断开时间参数测试)等测试项目。

3.2 信号调理

信号调理电路完成电压信号的衰减、滤波等功能,调理后的模拟信号送至 PCI 数据采集系统进行信号采样,可以通过 LabVIEW 软件的测量模块实时分析从输配电系统采集的电压、电流等稳态参数^[6],并可以根据相应通道的瞬态波形分析输入信号相位差、谐波含量、波峰系数等动态参数^[7];电流信号经过霍尔电流传感器输出为采集板卡可以

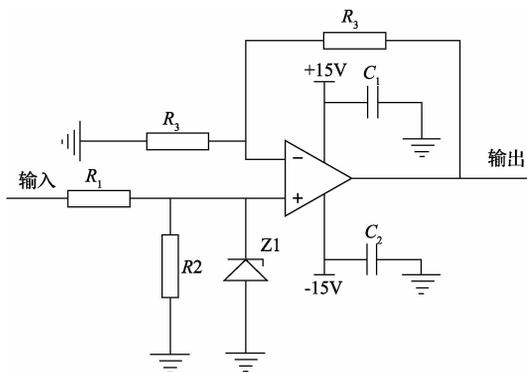


图 2 信号调理电路原理

处理的电压信号并直接传至采集卡^[8]。该测控系统根据输配电系统电参数的特点专门设计了电压信号调理电路板,调理电路原理图如图 2 所示。

3.3 信号采集

根据系统需求,测控系统选用凌华公司 PCI-9114A 模拟量数据采集卡,该卡有 32 路单端/16 路差分输入通道,其 ADC 分辨率为 16 位,采样率为 250 kS/s。由于测量通道较多,且输入信号符合以下条件:

- 1) 高电平信号(通常大于 1 V);
- 2) 电缆比较短(通常小于 5 m)且有合适的屏蔽;
- 3) 所有信号可以共享一个公共参考点。

故可以采用单端测试系统^[9]。为避免信号干扰,系统采用参考单端测试系统,所有通道负载均采用浮地连接,并将所有通道测试信号的负端全部接到板卡的 AGND 端。参考单端测试系统如图 3 所示。

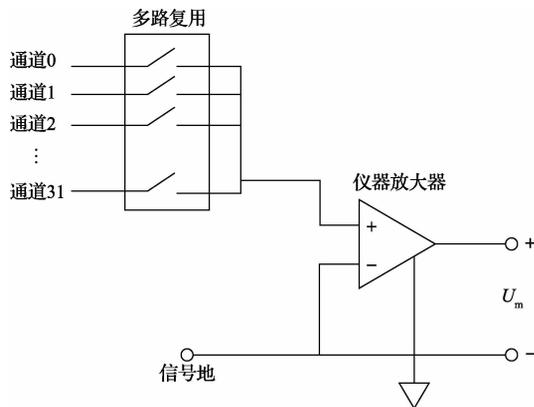


图 3 参考单端测试系统原理

3.4 数字量 I/O 控制

测控系统根据外界相关的通断动作和测量的相关电参数,按照编写的程序逻辑,通过对数字量 I/O 的控制完成对输配电系统内部供电关系的转换与控制。根据整个实验平台控制需求,选用凌华科技公司的 PCI-7432 数字 I/O 采集卡,该卡具有 32 通道隔离数字输入和 32 通道隔离数字输出,提供了高可靠的 2 500 V 隔离保护,完全满足了系统数字量输入输出的需求。由于 I/O 接口输出信号的驱动电流较小,系统另外选用了 2 块凌华科技 DIN-24R 继电器输出板用于控制输配电系统中继电器。

4 软件设计

测控系统软件部分采用 NI 公司的面向对象的图形化编程语言 LabVIEW2010 为平台构建的。LabVIEW 除了提供良好的人机交互界面开发工具外^[10],还提供了丰富的函数库,在测控领域大大缩短了工程开发周期^[11]。

4.1 模拟量采集与处理

在 DAQ-LVIEW PnP 驱动程序安装完成后可以在 LabVIEW 环境中直接调用 PLV AI CONFIG、PLV AI

START、PLV AI READ、PLV AI CLEAR 等函数,在程序框图中按照需求用流程化的编程模式完成程序编写,并封装成单个通道的模拟量采集子函数,便于 32 个通道分别调用。

模拟量信号在采集和传输的过程中可能会出现外界强干扰等情况的发生,有可能会出现误差较大的数据点或者丢失采样点。这些奇异点会对测量结果造成极大影响,因而在软件设计中采用一阶差分法在进行数据处理之前将这些奇异点用一个合适的值替代。

4.2 数字量 I/O 控制

数字量输入输出的控制可以调用 PLV Read from Digital Port.vi 和 PLV Write to Digital Port.vi 等函数,根据流程图化的编程模式完成程序编写就可以分别控制每个通道的开关状态。程序编写完成之后再将程序封装成子 VI,便于每个通道调用。这样,根据对应通道的开关量控制,就可以完成对应继电器的通断控制,完成了输配电系统电能输出、分配、转换和保护等功能。

5 运行结果

该测控系统与实验平台集成联调后,针对交流电压、电流,直流电压、电流以及开关量的 I/O 控制进行了测试,电气参数测试结果如表 1 所示。从测试结果看,测控系统准确地采集了交直流电气参数并完成了开关量 I/O 的控制,达到了设计指标。

表 1 电气参数测试结果

测试参数	测试项目	标准源输出	测试结果
直流参数	直流稳态电压	28.5V	28.6V
	A 相稳态电压	115.0V	115.0V
交流参数	B 相稳态电压	115.0V	114.9V
	C 相稳态电压	115.0V	114.9V
	总谐波含量	—	0.04
	波峰系数	—	1.41
	频率	400.0Hz	399.9Hz
I/O 控制	接通	1	1
	断开	0	0

6 结 论

测控系统在 PCI 架构的硬件基础上,采用虚拟仪器技术完成数据的采集与处理、参数测量与计算、开关量状态控

制;整个实验平台以测控系统为依托,上位机软件系统根据采集的数据经过运算处理,能够实时监控电源的品质(电压、频率和相序),当电源供电品质不合格或设备发生故障时,通过测控系统能够完成故障的切除与应急电源设备的切换。实验结果证明该测控系统稳定可靠、精度较高、扩展性好,在工程中具有较好的应用价值。

参考文献

- [1] 张晓斌,程玺菱,雷涛. 基于 PXI 总线的飞机供电测试系统设计[J]. 计算机测量与控制,2011,19(5):1024-1029.
- [2] 夏国清,冯建朝,任仁良. 基于虚拟仪器的航空逆变电源输出特性测量研究[J]. 仪器仪表学报,2010,31(11):2255-2560.
- [3] 杨光,杨波. 无人机电气配电主控制盒自动测试系统的研制[J]. 测控技术,2009,28(4):35-38.
- [4] 司剑飞,郝世男,战祥新,等. 飞机地面电源供电品质在线测试系统设计[J]. 电子测量技术,2012,35(7):116-118,128.
- [5] 梁海泉,谢维达,赵洋,等. 超级电容器动态特性虚拟测试平台设计[J]. 仪器仪表学报,2012,33(6):1210-1217.
- [6] 陈福彬,柴海莉,高晶敏. 基于 LabVIEW 的自动化测试平台设计[J]. 国外电子测量技术,2012,31(11):9-14.
- [7] 杨菊. 一种基于虚拟仪器的飞机直流供电系统模拟设备设计[J]. 电讯技术,2013,53(5):667-671.
- [8] 朱岩,付巍,吴疆. 基于 LabVIEW 的程控交流电源控制系统[J]. 测控技术,2012,31(7):96-99.
- [9] 王智,徐植坚,杨茂涛. 电力系统二次侧弱电设备的接地[J]. 电测与仪表,2009,46(9A):52-54.
- [10] 包贵浩,苏东林,戴飞,等. 飞机油量表电磁兼容半实物仿真预测平台设计[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(2):152-158.
- [11] 陈双江,李世平,郑堂. 基于 LabVIEW 的数字电压表设计[J]. 电子测量技术,2013,36(1):80-90.

作者简介

程政,1992 年出生,硕士研究生。主要研究方向为航空电气测试与控制、计算机测控。
E-mail:13305424800@163.com