

本文引用格式: 魏伟,黄晓智,黄艺航,等.基于虚拟仪器的电源柜性能检测系统[J].自动化与信息工程,2022,43(5):45-49.

WEI Wei, HUANG Xiaozhi, HUANG Yihang, et al. Power cabinet performance testing system based on virtual instrument[J]. Automation & Information Engineering, 2022,43(5):45-49.

基于虚拟仪器的电源柜性能检测系统

魏伟¹ 黄晓智² 黄艺航² 程刚¹ 李光榆¹

(1.广州市紫晶通信科技有限公司, 广东 广州 510030

2.广东工业大学机电工程学院, 广东 广州 510006)

摘要: 移动通信基站电源柜是通信不间断的基本保证。电源柜出厂性能检测大多采用人工方式,检测速度慢、适应性差,无法满足不同品种规格的电源柜测试要求。利用计算机通信技术、嵌入式技术和电力通信设备测试技术构建基于虚拟仪器的电源柜性能检测系统,实现电源柜智能检测,有效解决了测试精度低、效率低、测试报告填写不规范、测试工具不可靠、测试服务升级扩展困难等问题。

关键词: 电源柜; 性能检测; 虚拟仪器

中图分类号: F407.67

文献标识码: B

文章编号: 1674-2605(2022)05-0009-05

DOI: 10.3969/j.issn.1674-2605.2022.05.009

Power Cabinet Performance Testing System Based on Virtual Instrument

WEI Wei¹ HUANG Xiaozhi² HUANG Yihang² CHENG Gang¹ LI Guangyu¹

(1. Guangzhou Zijing Communication Technology Co., Ltd. Guangzhou 510030, China

2. Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The power cabinet of mobile communication base station is the basic guarantee for uninterrupted communication. The ex factory performance testing of power supply cabinets is mostly conducted manually, which is slow in testing speed and poor in adaptability, and cannot meet the testing requirements of power supply cabinets of different varieties and specifications. Using computer communication technology, embedded technology and power communication equipment testing technology, a power cabinet performance testing system based on virtual instrument is built to realize intelligent testing of power cabinet, which effectively solves the problems of low testing accuracy, low efficiency, non-standard test report filling, unreliable testing tools, and difficulty in upgrading and expanding testing services.

Keywords: power cabinet; performance testing; virtual instrument

0 引言

随着移动通信基站数量增多,对通信电源柜的性能要求也不断提高。目前,基于常规仪器采用人工检测电源柜性能的方式,已经无法满足其规格、品种、产量发展的需求,且可扩展性差^[1];同时测试数据大多为纸质记录,不利于数据共享^[2]。

现有自动化检测技术主要针对数据采样方法进行研究,如通过光耦和隔离运放进行电压采样;利用霍尔互感器进行电流采样,以提高采样精度^[3];或针

对人机交互进行研究,如采集通信系统基站开关电源柜的数据,通过无线移动网络传送给远端管理人员,实时监控现场电源数据,减少通信系统损坏的几率^[4]。

本文利用虚拟仪器代替传统仪器人工检测电源柜性能,并设计适用于多规格电源柜的性能检测系统,实现远程自动化批量电源柜性能检测。

1 系统方案设计

基于虚拟仪器的电源柜性能检测系统主要包括基础层、应用数据层、应用支持层、应用管理层、展

现层，架构如图 1 所示。

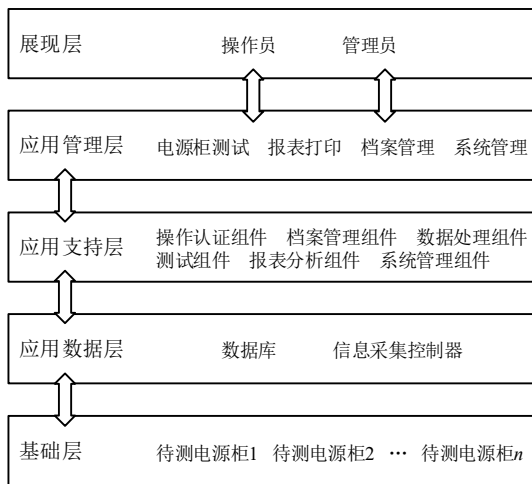


图 1 基于虚拟仪器的电源柜性能检测系统架构

基于虚拟仪器的电源柜性能检测系统由多个测试模块组成，每个测试模块支持独立部署、动态添加，可适用于不同规格的电源柜性能检测。该系统利用 LabVIEW 虚拟仪器采集电源柜参数。

2 系统组成

2.1 应用管理层

应用管理层是客户使用的应用层，主要包括电源柜测试、报表打印、档案管理、系统管理等模块，结构图如图 2 所示。

1) 电源柜测试模块具有常见的交流配电柜、高频开关电源柜、直流配电柜等性能检测功能。利用传感器实时检测电源柜的电压、电流等重要参数。根据电源柜的相关测试标准，选择相应的测试规范。

2) 报表打印模块具有数据导出功能。报表来源于测试后的电源柜或档案，可生成纸质报表或 pdf 格式的电子报表。

3) 档案管理模块具有档案检索和档案导出功能。

4) 系统管理模块具有时间校准、版本信息、运行日志、用户管理、测试配置、报表配置及系统升级功能。

2.2 应用支持层

应用支持层由操作认证、测试、数据处理、报表

分析、系统管理、档案管理等组件组成。

1) 操作认证组件用于确认用户权限，主要分为管理员与操作员 2 种用户。

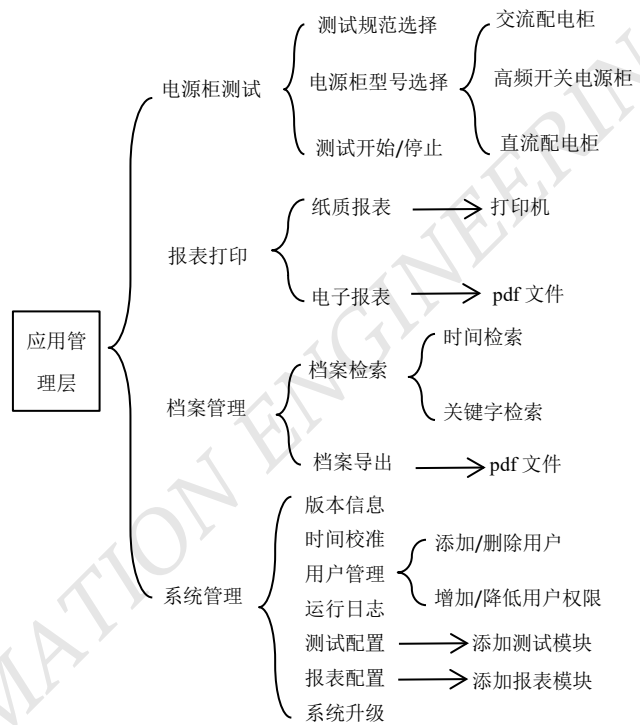


图 2 应用管理层结构图

2) 测试组件检测电源柜性能，包括选择测试规范、测试项目、在测电源柜数量、测试启动或停止等。

3) 数据处理组件具有数据存储、交换、添加、删除等功能。

4) 报表分析组件通过调用、分析处理数据库中的数据，生成表格化、图形化的数据报表，更直观地展现电源柜性能。

5) 系统管理组件具有系统信息管理功能，提高系统的可用性及安全性。

6) 档案管理组件可对电源柜性能数据检索或导出，工作流程如图 3 所示。

2.3 应用数据层

应用数据层采用虚拟仪器技术采集电源柜性能参数。虚拟仪器技术利用模块化硬件，结合软件完成测试任务。随着计算机技术的发展，虚拟仪器已经成为数据采集的主要工具之一^[5]，其打破传统仪器的概

念^[6]，配合计算机系统功能，结合相应的软硬件，替代传统测量仪器，实现工业自动化控制^[7]，相比传统仪器具有维修成本低、可重复利用、开放性强、配置灵活、用户自定义等特点^[8]。

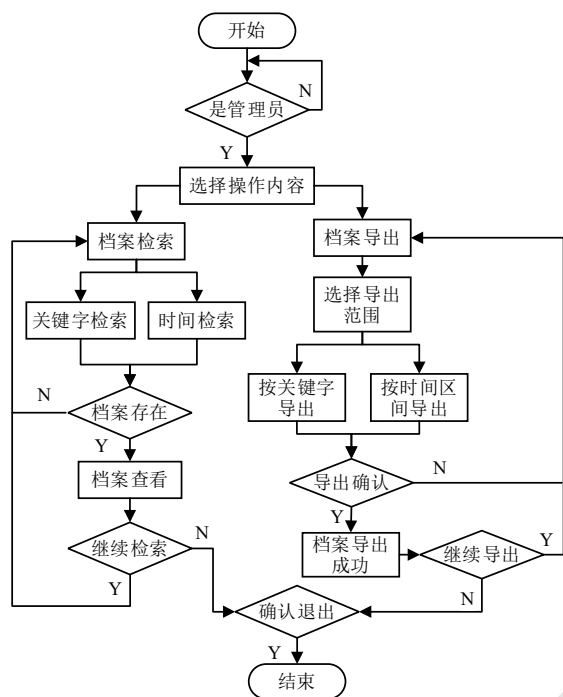


图3 档案管理组件工作流程图

采集的电源柜数据通过 PCI-1200 数据采集卡进行 A/D 转换后传送给 PC 机，数据传送过程如图 4 所示。

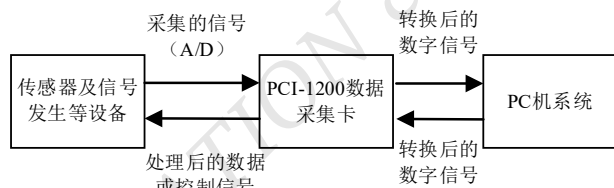


图4 数据传送过程图

应用数据层由信息采集控制器和数据库组成。虚拟仪器和应用数据层分别组成上、下位机结构。首先，信息采集控制器通过机械探针和电压、电流、脉冲传感器等采集待测电源柜数据；然后，采集的数据经 PCI-1200 数据采集卡转换后传给虚拟仪器组件；接着，通过虚拟仪器万用表、负载箱及钳流表等组件辅助工具对采集的数据进行处理；最后，数据库保存电源柜

性能参数。

数据库采用的 PCI-1200 卡具有数据采集、信号控制和输出等功能。PCI 局部总线接口技术具有高性能、线性突发传输、采用总线主控和同步操作、不受处理器限制和兼容性强的特点，将获取的电信号通过 A/D 转换为数字信号。

数据采集过程中，PCI-1200 数据采集卡采用的巡回扫描采集模式分为连续扫描和间隔扫描。间隔扫描采集模式使用 2 个计数器定时，其中一个用于采集间隔定时，另一个用于扫描间隔定时。外部定时间隔扫描示意图如图 5 所示。

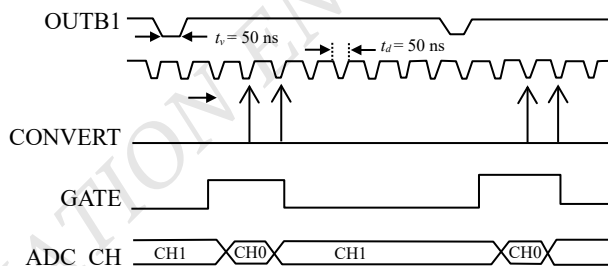


图5 外部定时间隔扫描图

数据采集时，先进行 DAQ 配置，运行 MAX 对 PCI-1200 数据采集卡进行通道配置，包括设置通道名、输入输出类型、测量类型（电压、电流、频率）、测量单位和范围、刻度模式、DAQ 设备及通道号等。

3 远程监控系统

为实时远程监控电源柜性能参数变化，需对程序进行 Web 发布。通过 LabVIEW 的远程面板技术，客户端计算机可远程操作服务器端计算机的 VI 前面板。在服务器端计算机编写程序，先通过 DAQ 设备完成数据采集，再通过设置将服务器前面板发布到客户端计算机，实现远程监控。目前有 2 种远程控制方式：一是基于 LabVIEW 环境，用 Connect to Remote Panels 工具链接远程面板；二是利用网页浏览器，操作 Remote Panels。本系统采用第二种方式。具体配置方法如下：

1) 网络配置，在软件菜单中选择“Tools-Options”，弹出的窗口中选择“Web Server”，启用远程前面板

功能，并定义 HTTP 端口，默认为 8 000，如果端口发生冲突，修改为其他值，其他配置为系统默认值；

2) 客户端访问设置，在“Web Server”设置中下拉找到“Browser Access”，选择 Allow Viewing and Controlling，设置客户端的访问权限，允许客户端查看并控制前面板；

3) Web 发布工具，选择电源柜性能检测 VI 程序，有内嵌、快照和显示器 3 种模式，采用内嵌方式，客户端可在网页实时查看子面板数据，实现与前面板同样的控制功能。

完成 Web 配置后，生成浏览 Web 网页的 URL 地址。在远程监控系统中，服务器端先运行 VI 程序前面板，再在客户端浏览器中输入 URL 地址，即可远程监控电源柜性能参数。

4 系统故障预警及测试数据分析

4.1 故障预警

本电源柜检测系统的待检测区域装有重力传感器和机器摄像头，通过电源开路电压、电流参数，可判断该区域电源柜是否在位或接线是否存在问题。当电源柜不在位或接线有问题时，电压、电流参数出现异常，生成错误参数报告。如果接线出现问题，系统还会提示相应接口位置。

4.2 电源柜性能检测流程

电源柜性能检测内容如表 1 所示。

表 1 电源柜性能检测内容

测试项目	交流电压/V	交流电流/A	频率/Hz	温度/℃
检测范围	0~500	0~600	47.5~52.5	0~50
误差要求	2%	2%	2%	5%
精度/级	0.5	0.5		1

电源柜性能检测主要包括交流三相输入电压、输入电流、频率和温度等。本系统所用传感器及其测量精度满足各参数所需的误差范围要求。

电源柜性能检测流程如图 6 所示。

1) 检测到至少一台电源柜进入待检测区域时，获取重力传感器和机器摄像头检测的电源柜信息；

2) 电源柜在位或接线正常时，选择相应电源柜

品牌及电源柜类型；

3) 选择相关测试规范；

4) 根据预设的测试项目（输入电压、输入电流、频率等）对电源柜进行检测；

5) 如需同时测试多台电源柜性能，只需继续添加选项并如上述步骤创建测试任务即可，系统支持最多 8 台电源柜同时检测；

6) 信息采集控制器利用机械探针和电压、电流、脉冲传感器读取待测电源柜状态，若测试通过，生成该电源柜的电子报表并存储，否则报告错误号，等待测试人员修正，再重复以上步骤复测。

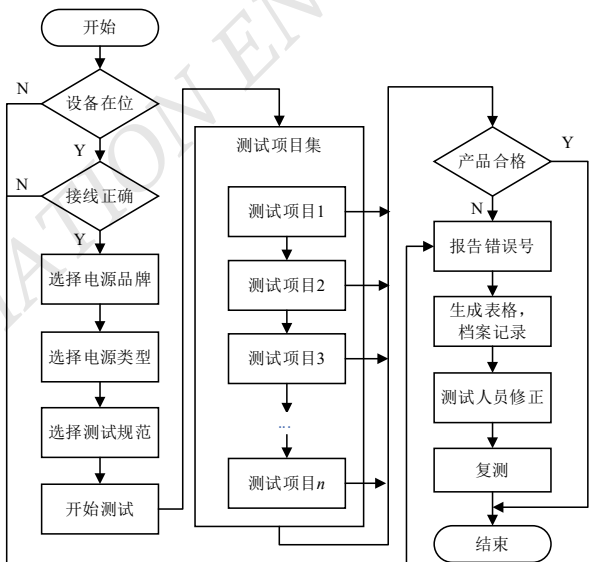


图 6 电源柜性能检测流程图

本系统对复测流程进行优化，在对同一电源柜进行复测时，不需要再次选择测试标准及相关测试规范，系统自动进入检测流程，提高复检效率。

4.3 电源柜参数分析处理

系统将 LabVIEW 提供的数据采集功能与数学分析功能相结合，对采集的数据进行整合，对待测电源柜性能参数和标准过检电源柜参数进行线性拟合；对合格和不合格的电源柜分类，并自动对不合格的电源柜执行复测程序。

5 结语

本系统采用虚拟仪器技术、嵌入式技术等将传统

人工检测转换为计算机辅助检测,同时实现远程监控电源柜性能参数的功能,为企业提供高效率、高可靠性、易管理、自动化检测的电源柜性能检测管理系统,可满足企业对电源柜性能测试动态扩展的需求。

参考文献

- [1] 程祥瑞.基于虚拟仪器的无线检定系统[J].中国计量,2021(8):109-110.
- [2] 郭强,郑丽娟,余桂华,等.箱式变电站出厂试验智能化测试管理系统设计[J].华电技术,2021,43(1):24-30.
- [3] 李光华,周俊青.电源屏模块的检测方法及检测设备:

CN101482588 [P].2009-07-15.

- [4] 唐毅,曹亮,刘明宇,等.具有电源监控设备的通信系统基站用开关电源柜:CN210534295U[P].2020-05-15.
- [5] 邢耀文,高伟,邓召文.基于虚拟仪器的发动机检测系统开发[J].拖拉机与农用运输车,2021,48(5):49-52+64.
- [6] 孙建.虚拟仪器技术在汽车性能测试中的应用[J].时代汽车,2021(24):13-14.
- [7] 许绍华,张宏斌,吴志东,等.基于虚拟仪器的机械振动测试系统设计[J].齐齐哈尔大学学报(自然科学版),2022,38(3):16-20.
- [8] 苏雨晴,周银锋,王子驰,等.基于虚拟仪器的新型微电网运行智能控制系统设计[J].电子设计工程,2022,30(5):154-158.

作者简介:

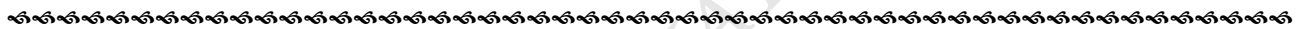
魏伟,男,1981年生,本科,总工程师,主要研究方向:智能制造。E-mail: weiw@zijingkeji.com

黄晓智,男,1999年生,研究生,主要研究方向:智能制造。

黄艺航,男,1999年生,研究生,主要研究方向:智能制造。

程刚,男,1988年生,本科,工程师,主要研究方向:智能制造。

李光榆,男,1992年生,本科,工程师,主要研究方向:智能制造。



(上接第22页)

- [3] 胡建军,马龙,刘凯彤,等.开孔型折流板太阳能空气集热器参数优化[J].农业工程学报,2016,32(14):227-231.
- [4] 李文辉.凹凸板太阳能空气集热器的研究[D].郑州:郑州大学,2015.
- [5] 李晓琳,庄卫东.蛇形双流道平板式太阳能空气集热器的设计与试验[J].黑龙江八一农垦大学学报,2017,29(4):94-98,118.
- [6] 徐建军,陈炳德,王小军.窄缝流道内的流动与换热机理及关键问题[J].核动力工程,2008,29(3):9-13.
- [7] SHAH R K, LONDON A L. Laminar flow forced convection in ducts: a source book for compact heat exchanger analytical data[M]. New York: Academic Press, 1978.
- [8] STEINKE M E, KANDLIKAR S G. Single-phase liquid friction factors in microchannels[J]. International Journal of Thermal Sciences, 2006,45(11):1073-1083.

- [9] HRNJAK P, TU X. Single phase pressure drop in microchannels[J]. International Journal of Heat and Fluid Flow, 2006,28(1):2-14.
- [10] 徐建军,陈炳德,王小军,等.矩形窄缝流道内窄边附近流场的实验研究和数值模拟[J].水动力学研究与进展(A 辑),2006,21(6):770-775.
- [11] 幸奠川,阎昌琪,曹夏昕,等.矩形窄缝通道内单相水流动特性研究[J].原子能科学技术,2011,45(11):1312-1316.
- [12] 幸奠川,阎昌琪,王畅,等.矩形通道高宽比对单相层流特性的影响[J].力学学报,2013,45(3):331-336.
- [13] 马臻,袁惠新,孙磊磊,等.矩形微通道截面高宽比对流动压降的影响[J].液压与气动,2009(1):17-19.
- [14] 王亮,满意.太阳能平板空气集热器长宽比的数值模拟研究[J].山东建筑大学学报,2018,33(3):44-49.
- [15] 徐国想,邓先和,许兴友,等.换热器传热强化性能评价方法[J].淮海工学院学报,2005(2):42-44.

作者简介:

黄阔,男,1982年生,博士,高级工程师,主要研究方向:能源计量及节能。E-mail:huangkuo2006@126.com

陈国宇,男,1990年生,博士,高级工程师,主要研究方向:能源计量及节能。

郑桂兴,男,1985年生,硕士,高级工程师,主要研究方向:节能。

黄允生,男,1987年生,本科,工程师,主要研究方向:节能。