

公交一卡通互联互通系统压力测试平台的研究*

杨燕¹ 程洪记²

(1. 广州城市职业学院 广州 510405; 2. 广东工业大学 广州 510006)

摘要: 在公共交通一卡通互联互通过程中,改造后的终端、IC卡与后台系统之间存在交易数据特殊性,结合三者联合压力测试的需求,设计高效率、参数可控的压力测试平台系统,在该平台上终端、IC卡与系统的软硬件性能、压力均可测试。同时,系统将测试功能扩展到终端读写错误率、IC卡读写距离、闪存及交易时间等测试项目。实际运行的效果证明,系统能较好的实现一卡通互联互通过程中压力测试等多项测试需求。

关键词: 公共交通;一卡通;互联互通;测试平台

中图分类号: TN98 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1020

Research on stress test platform for the interconnection system of bus IC card

Yang Yan¹ Cheng Hongji²

(1. Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China; 2. Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In the interconnection process of public transport IC card, the particularity of transaction data consist in reformed terminals, IC cards and background system. Combining with the demand of combined stress test, the high-efficiency and controllable parameters system is presented in this paper, in which the platform terminal, IC card, both the stress and the performance of software and hardware for the system can be test. Meanwhile, the test function of the system can expand to other test projects such as error rate of read and write for the terminals, distances of read and write for the IC card, flash memory and trading time. The effect of the actual operation shows that, in the process of interconnection of bus IC card, the system conforms to test requirements such as stress test and so on.

Keywords: public transport; IC card; interconnection system; test platform

1 引言

目前,国内城市在公共交通一卡通互联互通的过程中,由于没有一个相对应的完善的验证手段,且每个城市准备接入或正在接入互联互通平台的终端、IC卡、系统,在一定程度上存在不兼容现象^[1]。因此,需要一个多功能平台,用来检测改造后的终端、IC卡和系统之间的稳定性,检测接入互联互通平台的城市的的产品能否顺利运行,以及保证数据的完整性和安全性,最终提高城市接入互联互通平台的工作效率^[2]。

一卡通互连互通改造后,其终端、IC卡与后台系统之间存在交易数据的特殊性,使用传统软件自动化压力测试工具难以对其软硬件性能进行有效的测试。现有研究者

及相关文献,多数只关注其中一些参数或性能指标,往往缺少整体稳定性能的压力测试^[3]。本文结合三者之间的联合压力测试需求分析,提出一种高效率、参数可控的压力测试平台软硬件设计方案。该方案通过组建一套步进电机控制系统,配合相关的上位机软件,设计一个系统联合压力测试平台,通过收集大量的消费数据来测试终端、IC卡与系统软件之间的性能稳定性^[4]。此外,此平台在终端与IC卡改造、IC卡刷卡距离、终端数据存储容量、消费时间、终端读写错误率检测、大量消费数据的取得等测试方面也能发挥重大作用^[5]。

2 总体设计方案

系统压力测试平台的主要目的是产生大量的消费数

收稿日期:2015-07

* 基金项目:广东省自然科学基金(2014A030310380)、广州市科技计划2015年科学研究专项(一般项目)(201510010192)、广州市教育科学“十二五”规划2012年度(12A169)项目

据^[6],因此如何控制终端与 IC 卡之间的快速交易成为系统设计的主要考虑点,结合系统设计的需求,考虑外设通信与交互操作等,本系统设计时以基于步进电机工控系统

配合一卡通后台清算系统为总体方案,系统压力测试平台总体结构如图 1 所示。

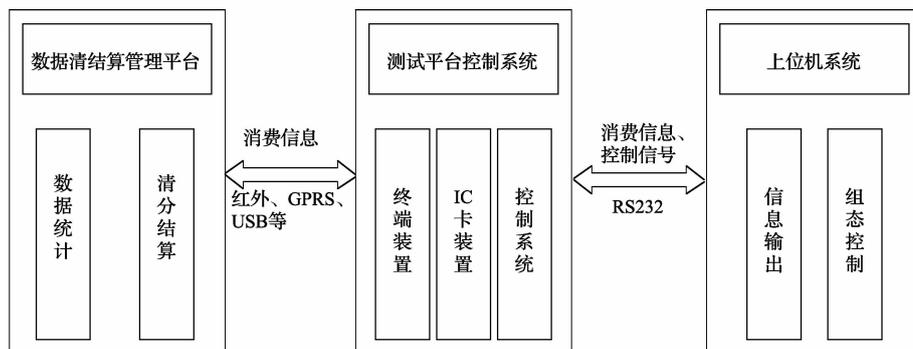


图 1 压力测试平台系统总体结构

由图 1 可知,系统压力测试平台主要由测试平台控制系统、上位机系统和数据清结算管理平台三大部分组成^[7]。控制系统通过上位机组态软件和文本器双重控制方式对终端和 IC 卡装置进行控制,除了得到大量消费数据外,还可间接检测 IC 卡刷卡距离、终端数据存储容量、消费时间、终端读写错误率等,终端通过串口将每笔消费信息传输至上位机显示,同时通过红外、GPRS、USB 等方式将数据传至后台管理系统进行清分结算后与理论值进行对比,从数据格式、完整性等方面进行比较,检测整个待测一卡通系统稳定性^[8]。

3 系统硬件结构设计

根据系统设计目标和总体设计方案要求,经过系统硬

件设计论证,最终确定系统平台硬件结构示意图如图 2 所示,根据该图可以大致得出测试平台的工作原理与工作过程^[9]。测试平台的工作过程为:通过上位机组态软件或嵌入测试平台的文本器控制步进电机的转动,进而控制插入 IC 卡的转盘转动状态,转盘可匀速或带角度暂停旋转,旋转角度或暂停时间可调,与之对应的安装终端的支架可通过控制装置中的链条调节终端与 IC 卡之间的距离,当终端与 IC 卡交易时,终端可通过串口将交易信息实时传输到上位机备查,同时根据终端类型可通过红外、GPRS、USB 等方式将交易信息传至后台系统进行清结算处理,将打包的清结算结果与上位机组态软件记录的数值理论值进行比较,检测终端、IC 卡与系统之间的稳定性。

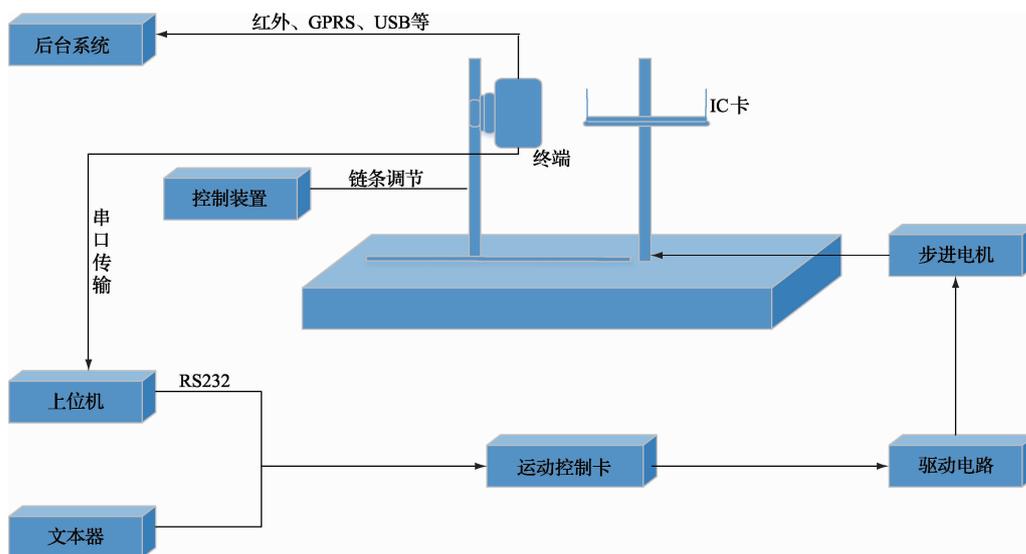


图 2 系统平台硬件结构示意图

3.1 平台控制结构设计

系统联合压力测试平台关键技术为终端与 IC 卡的运动控制以及终端与上位机之间信息的实时传输。如系统硬件结构图 2 所示,安装终端支架在平台上的移动通过一链条控制装置进行控制,平台中间开一缝隙,根据不同终端在与 IC 卡交易时对距离的需求,调节支架的位置后锁死。

由于 IC 卡与终端之间交易时对位置的正对应性的特殊要求,要求对电机的旋转角度进行精确控制,依托步进电机的精确脉冲控制,设计一套步进电机驱动控制系统,电机与 IC 卡转盘的支架通过皮带齿轮进行连接,保证旋转角度的稳定性。终端与上位机信息的交流通过串口传输,保证了信息的实时性。

3.2 驱动控制电路设计

系统设计目标中要求系统工作时可提供匀速和带角度暂停两种模式供选择,由于 IC 卡与终端之间交易时对位置的正对应性的特殊的要求,当 IC 卡转盘安置 IC 卡选为 6 张时,则必须保证转盘旋转 60°暂停一下,即保证一圈刚好暂停 6 下且旋转角度和为 360°^[10]。基于此种特殊要求考虑,测试平台控制系统可由步进电机驱动控制系统组成^[11]。

为了实现测试时对 IC 卡转盘的精确控制,采用基于运动控制驱动器的步进电机控制系统,并借助 VC++ 编程实现控制程序的设计和加载,同时根据系统检测速度的要求等因素通过上位机组态软件界面或文本器实现电机运动状态的精确控制。步进电机驱动控制系统结构如图 3 所示。图 3 中,运动控制器接收来自上位机组态或文本

器的指令,驱动器实现对电机旋转状态的控制,从而实现 IC 卡装置的旋转,达到测试任务的目的。

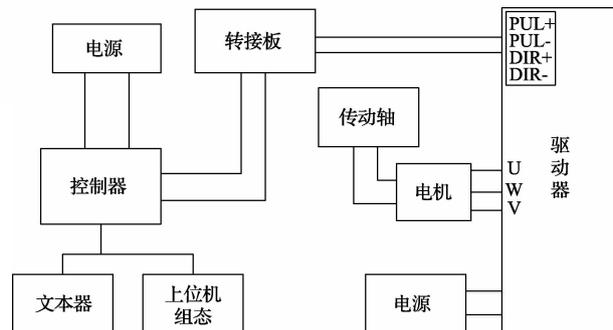


图 3 步进电机驱动控制系统结构

4 系统软件设计

4.1 控制参数配置

软件设计是整个系统的灵魂,是整个系统能否成功的关键。由于本测试平台主要由上位机进行控制,从多方面考虑,编程语言选择 Window 下的 VC++6.0。系统采用模块化的设计原则,电机控制程序的编辑加载与上位机控制分一为二,便于操作。针对应用需求的改变只需改动对应的地方,可节约大量的时间。电机控制参数配置通过上位机基于 Window 系统下的软件通过串口与控制器进行编辑和下载。通过电机控制参数配置软件根据需要的 workflows,编写控制逻辑和电机参数配置,下载到控制器,每次修改电机的控制参数和程序在此软件下载进行,实现的软件控制主界面如图 4 所示。



图 4 参数配置主界面

4.2 上位机组态软件设计

本控制系统中由于步进电机角距、驱动器与 IC 卡转盘转动需求等因素的影响,造成了电机旋转时参数程序

中产生浮点数,因此在上位机组态软件选择中选取了带浮点运算功能的嵌入式版昆仑组态软件。为了区分各项参数和功能,软件编程时定义结构体的各项参数

如下:

```

struct ZHUTAI
{
uchar PosWork; //电机位置号
uchar CodeBar [BAR_LEN]; //电机编码
uchar BarLength; //编码长度
uchar Finish; //编码信息完否
uchar InforDot; //正转开始信息
uchar InforFinish; //正转结束信息
uchar OK; //是否
int Forward; //旋转模式——正转
int Reversal; //旋转模式——反转
int Highspeed; //设置运转最大速度
int Lowspeed; //设置运转最小速度
uchar Longstop; //设置停止最长时间
uchar Smallstop; //设置停止最短时间
uchar Constantspeed; //是否匀速旋转
};
    
```

使用上位机组态软件的目的是便于实现对参数的修改和相关参数的实时监控反应,根据测试平台系统设计需求,提供了匀速和角度旋转两种模式选择,同时提供运转速度和当前坐标和总的转动圈数的实时显示,并可通过虚拟键盘手动输入,实现强制点动控制,在角度旋转模式中同时提供暂停时间参数的修改,以便于测试终端与 IC 卡的交易时间。程序运行的流程如图 5 所示。

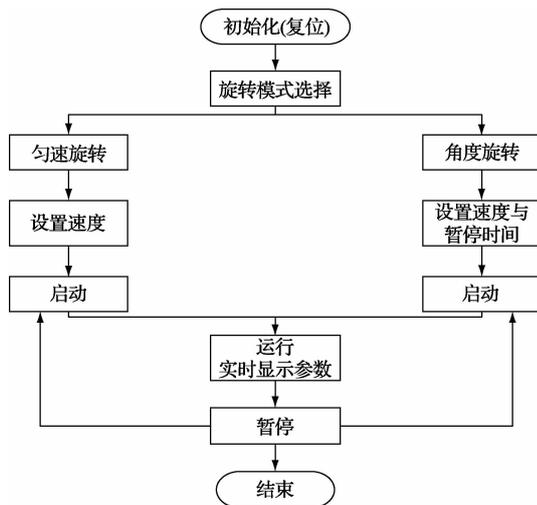


图 5 组态软件控制系统操作流程

5 系统运行及实验分析

系统采用模块化的设计原则,电机控制程序的编辑加载与上位机控制一分为二,便于实际操作,针对公共交通一卡通互联互通系统压力测试平台设计效果实物图及上位机控制界面分别如图 6 和 7 所示。



图 6 系统联合压力测试平台



图 7 上位机组态控制界面

系统压力测试平台的设计目的是用来检测改造后的终端、IC 卡和系统之间的稳定性,保证接入互联互通平台系统城市消费数据的完整与规范性,同时,针对互联互通平台清算后的数据结果与接入城市进行对账,保证消费数据的正确性。系统稳定性测试过程如下:

- 1) 设置终端相关技术参数,包括城市区域代码、线路、票价、黑名单、M1 和 CPU 钱包等的设置;
- 2) 选取有特点的 IC 卡,记下每张 IC 卡的物理逻辑卡号和充值金额等信息;
- 3) 在测试平台上调节合适的暂停时间和速度,保证 IC 卡与终端正常交易;
- 4) 测试平台测试结束,计算每张 IC 卡内金额及交易笔数,通过组态界面算出理想交易笔数,同时提取出终端汇总交易笔数,进行数值对比;
- 5) 通过后台数据库提取出本次测试详细交易信息,核对交易笔数和数据格式规范;
- 6) 通过后台清算管理平台对数据进行打包上传清算处理,提出处理结果数据,结合 IC 卡记录数据对数据规范、交易结果进行比对,针对出现的问题对终端和 IC 卡相关软硬件进行改进。

终端与上位机通过串口进行实时传输交易信息,以便查询错误,寻找原因,当终端、IC 卡与系统经过大量的不同类型的 IC 卡的交易数据的测试,数据格式、资金清算无误,则待接入互联互通平台城市通过系统压力测试已具备接入条件。

在系统压力测试平台上,通过设置好的各项参数,可以方便的获取的互联互通 IC 卡的相应测试频率值。如表 1 所示,在系统所设计的压力测试平台上,根据输入的参数可以得出 IC 卡谐振频率是不同的,对于不同 IC 卡谐振频率,测试设备的选取标准也是测量的重要因素。综上所述,虽然谐振频率作为 IC 卡的重要参数,因为测量方便、能够为产品质量验证提供较多参考信息,被业界广泛采用,但由于没有统一的测量标准,测试值受影响因素较多,导致了不同

环境下测量值大相径庭,各个单位检测验收标准的不统一,造成了 IC 卡谐振频率值的混乱。本文结合终端、IC 卡与后台系统之间的联合压力测试需求分析,设计出一种高效率、参数可控的压力测试平台系统,通过调节相应的控制参数,实现了终端、IC 卡与系统之间软硬件性能压力测试的同时,可将测试功能扩展到终端读写错误率、IC 卡读写距离、闪卡及交易时间等测试项目。

表 1 压力测试平台获取的不同频率 IC 卡参数

测试厂商	卡类型	制卡厂	卡芯片	厂商测试频率	岭南通测试频率	差值
柯斯	广州普通卡	握奇	英飞凌	16.40	15.96	0.44
柯斯	江门观光卡	捷德	恩智浦	15.40	15.26	0.14
柯斯	韶关普通卡	复旦	复旦	14.90	14.64	0.26
柯斯	茂名老人卡	捷德	恩智浦	16.80	16.42	0.38
柯斯	江门普通卡	复旦	复旦	17.80	17.38	0.42
柯斯		M1 卡		15.80	15.28	0.22
握奇	广州普通卡	捷德	恩智浦	15.60	16.10	-0.50
握奇	广州普通卡	复旦	复旦	15.70	16.54	-0.84
握奇	江门普通卡	握奇	英飞凌	15.00	15.78	-0.78
捷德	广州普通卡	捷德	恩智浦	15.75	16.46	-0.71
捷德	惠州普通卡	复旦	复旦	14.05	14.60	-0.55
捷德	广州普通卡	握奇	英飞凌	14.95	15.68	-0.73

6 结论

针对公共交通一卡通互联互通工作中改造后的终端、IC 卡与后台系统之间相互测试困难的难题,设计了一套压力测试平台,解决了使用传统软件自动化压力测试工具难以对其软硬件性能进行有效测试的问题,从系统的总体方案设计到系统软硬件的设计和测试结果的分析等方面介绍了系统压力测试平台的设计与实现,测试平台上位机采用昆仑通态组态软件进行控制,采用 RS232 进行数据通信,实现了终端、IC 卡与系统之间软硬件性能压力测试的同时,将测试功能扩展到终端读写错误率、IC 卡读写距离、闪卡及交易时间等测试。实践证明,它较好的实现了系统压力测试平台的设计要求。

参考文献

[1] 金倩. 非接触式 IC 卡测试技术的研究与应用[D]. 西安:西安电子科技大学, 2010.
 [2] 张亦弛, 黄见明, 何昭. 基于相位谱测量的脉冲调制信号频域测量方法[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(11): 2508-2514.
 [3] 刘帅, 韦莉, 张逸成, 等. 耦合电感式新型交错 Boost 软开关变换器研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(12): 1340-1347.
 [4] 葛文启, 申晔, 林秋, 等. 关于非接触式智能 IC 卡谐振频率测量及使用的误区[J]. 中国集成电路, 2011, 20(10): 62-66.
 [5] 李存龙, 陈伟民, 章鹏, 等. 采用差频技术的正弦调制

型微波测距系统研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(1): 17-21.
 [6] 严婷婷, 张志鸿. 智能卡操作系统自动化测试方法的研究与实现[J]. 计算机应用与软件, 2013(5): 87-89.
 [7] 孙伟华, 何蔚, 邵轲, 等. 车辆电子标识超高频 RFID 测试标准研究[J]. 标准科学, 2013(9): 25-28.
 [8] 陈仁文, 任龙, 夏桦康, 等. 多方向宽频带压电式振动能量采集器研究进展[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(12): 2641-2652.
 [9] 靳钊, 庄奕琪, 乔丽萍, 等. 基于源牵引的射频识别芯片的阻抗及灵敏度测量[J]. 仪器仪表学报, 2010, 31(12): 2842-2847.
 [10] 刘禹, 朱智源, 关强, 等. 基于试验设计的 RFID 应用组合测试优化研究[J]. 自动化学报, 2010, 36(12): 1674-1680.
 [11] 刘峰, 邵晖, 李远朝, 等. 射频电路噪声系数的测量方法研究[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(12): 4-8, 20.

作者简介

杨燕, 1968 年出生, 硕士研究生, 讲师。主要研究方向为仪器与测试技术、嵌入式系统、自动控制技术。

程洪记, 1988 年出生, 硕士研究生。主要研究方向为嵌入式系统, 测量技术。

E-mail: 164331685@qq.com