

Y 786016

分类号 TM93

学校代号 10561

UDC 密级 公开

学 号 200135209211011

华南理工大学硕士学位论文

家用电器安全综合智能测试系统的研制

罗宇峰

指导教师: 胡跃明 教授

自动化科学与工程学院

副导师: 吕惠珍 高级工程师

广州市产品质量监督检验所

申请学位级别: 工程硕士 专业名称: 控制工程

论文提交日期: 2005. 3. 20 论文答辩日期: 2005. 4. 24

学位授予单位和日期: 华南理工大学

答辩委员会主席: 胥布工 教授

论文评阅人: 吴昕生 副教授

程韬波 研究员

摘要

家用电器的安全测试是每个家用电器的生产企业和检测单位都很关心和重视的事情。在家电生产企业，其产品出厂之前，均要进行几个重要项目的测试，一般包括电参数的测量、耐压测试、泄漏电流测试、接地电阻测量等，这几个项目均合格后，才能出厂。如果出现不合格项，就需要返工重新检查，消除安全隐患，避免出厂后造成消费者使用时发生触电等安全事故。目前，在家电制造企业和技术监督检测单位，对电器安全的检测所需要进行的几个项目大部分是采用几台单独的测量仪器进行测试，存在着人为因素影响大，劳动强度高，工作效率低等问题。而采用综合测试系统能提高生产效率，降低生产成本。目前国内普遍使用的综合测试系统是通过 PLC 进行控制的系统，其智能化程度不够高。

为提高家电安全检测的效率和智能化程度，本文结合相关学科领域的研究成果，将计算机控制技术，串行通讯技术领域相关的理论和技术应用到传统的家电检测领域，将几台单独的测试仪器组合成一套智能综合测试系统。比传统的综合测试系统在检测精度和智能化程度方面都有一定的提高，能完成 PLC 控制系统不能完成的数据记录和查询等功能。并通过计算机的控制，使系统对单三相电器均能测量，并利用三相电参数测量仪测量单相电器的电参数，利用单相泄漏电流仪测量三相电器的泄漏电流，对于那些需同时测量单三相电器的实验室可节省一台单相电参数测量仪和一台三相泄漏电流仪的费用。

文中分六大部分对本家电综合测试系统进行介绍，分别是：文献综述和家电安全测试主要项目介绍、本智能综合测试系统的组成及仪器选型、本系统与传统的综合测试系统的比较、计算机控制技术的应用、串行通信技术的应用。

最后通过基于 Windows 操作系统下的 Visual Basic 软件编程，为用户提供友好简洁的操作界面。通过在实际工作中的应用验证，采用本系统可提供生产效率，并且依靠计算机系统提供的功能，实现数据查询等以前 PLC 控制系统不能实现的功能，具有一定的工程实用价值。

关键词：家用电器；安全检测；智能化；计算机技术

ABSTRACT

The safety test of household electrical appliances has great concern for every manufacturer and testing authority. Testing of some important items must be undertaken to the newly made products, which includes electric parameters measurement, electric strength test, leakage current measurement and earthing resistance measurement. The products can't be put into market unless they've passed all the tests. If there is any nonconformity, the products have to be remade and rechecked to eliminate potential danger, which contributes to avoiding electric shock to the consumers. So far, the manufacturers and the quality supervision authorities carry out most of the tests with several separate measurement instruments, which has adverse problems of human error, heavy work and low efficiency. Introducing combined testing system can raise the production efficiency and lower the production cost. In our country, the combined testing system in common use, a system controlled through PLC, is not intelligent enough.

In view of promoting the testing efficiency and intelligent level, this paper applies the computer-control technique and serial communication technique to the traditional household electrical appliances testing field, combining the separate testing instruments into an intelligent multi-purpose testing system. This system, with its higher accuracy and intelligent level, is capable of performing data recording and inquiring duties, which can't be fulfilled through PLC control system. With computerized control, both single-phase and three-phase electrical appliances can be measured. Use is made of three-phase electric parameter measuring instrument to measure the electric parameters of single-phase electrical appliances and of single-phase leakage current instrument to measure the leakage current of three-phase electrical appliances. Thus the labs, where single-phase and three-phase electrical appliances are required to be measured simultaneously, can save the cost of a single-phase electric parameter measuring instrument and a three-phase leakage current measuring instrument.

The paper introduces the multi-purpose testing system in 6 parts: summary and introduce of main items of household electric appliances safety test, composition of the intelligent multi-purpose testing system and types of the selected instruments, comparison of the system to the traditional combined testing system, and application

of computer-control technique, and application of serial communication technique.

Finally, as the program is based on Visual Basic software under Windows, users are provided with a friendly and simple operating access. In its practical use, the system is proved to be capable of raising efficiency, performing data inquiring duties and thus have practical value in engineering.

Key words: electrical appliance; safety test; intelligence; computer technique

华南理工大学

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名：罗宇峰

日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权华南理工大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密，在_____年解密后适用本授权书。

本学位论文属于

不保密。

(请在以上相应方框内打“√”)

作者签名：罗宇峰

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

第一章 绪 论

1.1 课题研究的意义和目的

随着当代科学技术的迅速发展,各种电器、电子设备全面进入社会生活各个领域,成为社会文明进步的重要标志。在我国,人民生活水平不断提高,对家用电器的需求量越来越大。各类电器、电子设备在全国城乡得到迅速普及,给生产和生活带来极大方便。但各类电器、电子设备的广泛使用,带来了人身伤害事故的极大增加,给生命财产带来危害,触电伤亡和电气火灾是常见例子。因此,电器、电子设备的使用安全性成为决定产品质量各要素中的首要因素,安全标准成为最重要的技术标准之一。

防触电是所有安全标准中最基本也是最重要的内容,通常列为产品安全的首项。电气安全性能试验项目包括:耐电压试验、泄漏电流试验和接地电阻试验等。70年代末期起,专用于各类电子、电器产品电气安全性能试验的仪器迅速发展,形成了一个崭新的电子仪器门类。

目前家电生产企业和技术监督检验机构对家用电器产品的安全性检测均十分重视,它们在生产线和检测室里都会配备相应的仪器进行质量控制,通常检测的项目包括电参数检测、泄漏电流检测、耐压测试和接地电阻测试等。但目前安全检测仪器的智能化程度不够高,大部分企业停留在使用一台仪器检测一个项目,需要重复接线,对检验结果使用人手记录的状态,导致大量人力和时间的浪费。在生产线上表现为需要几个独立的工位来完成一台电器的安全检测。而现有的 PLC 控制的综合测试系统其测量精度较低,不能满足要求较高的实验室的要求,并且其智能化程度也较低。本设计通过将先进的计算机集成控制技术引入到传统的家电安全检测中,将几台性能优良的测量仪器集成为一个综合测试系统,可缩短电器安全检测所需的时间,节省人力和降低劳动强度,应用到生产线上,可将几个检测工位合并为一个。还可以同时实现单相和三相电器的检测。并且利用计算机的强大功能,实现数据的记录和查询等功能,极大地提高了家电安全检测的智能化程度。

1.2 文献综述

1.2.1 国家标准 GB4706.1-1998 简介

GB4706.1-1998《家用和类似用途电器的安全 第一部分:通用要求》是我国

对家用和类似用途电器在电气安全方面的通用要求，属于强制性标准。它等效采用国际电工委员会 IEC 335-1 (1991) 第 3 版《Safety of household and similar electrical appliances Part 1:General requirements》和其第 1 修正件 (1994)。该标准对家用电器所需要符合的安全要求作出了详细的规定。对于具体的产品，还会有对应的特殊要求，这些标准是 GB4706.2 等一系列几十个标准，这些标准均需与 GB4706.1 配合在一起使用。下面引述一下标准中与本设计有关的章节：

1.标准第 10 章“输入功率和电流”要求，“对器具在额定电压且正常工作温度下，其输入功率对其额定输入功率的偏差不应大于一定的偏差”。这一要求是为了考核一台电器其实际功率与其标称的功率的偏差值，如果这一偏差值超标，就会对使用者产生一定的误导，并有可能对配电路产生损坏。要对这一指标进行测量，要具备电参数测量仪。

2.第 13 章“工作温度下的泄漏电流和电气强度”和第 16 章“泄漏电流和电气强度”要求，器具的泄漏电流不应过大，而且它的电气强度应是足够的。这两章是要求电器的绝缘应该是良好的，其正常情况下对外的泄漏电流应该是很小的，同时还应能承受一定的意外高压，不产生绝缘失效。泄漏电流要通过泄漏电流仪进行测量，电气强度用耐压测试仪进行测量。

3.第 27 章“接地措施”中第 27.5 条要求“接地端子或接地触点与接地金属部件之间的连接，应具有低电阻，接地电阻值不应超过 0.1Ω ”。这一章是要求电器的接地电阻应是足够低的，当电器一旦发生漏电时，应能及时提供接地保护。接地电阻一般用接地电阻测试仪测量。

GB4706.1 标准的修订紧跟着 IEC 标准的变化，测量仪器的设计和生产与标准的要求是紧密联系在一起，一旦标准要求的检验项目和测试线路图有变化，仪器也必须马上更改，否则就会引起不必要的争议。例如，在 1992 年版的 GB4706.1 中有绝缘电阻的要求，生产企业和检测单位也必须具备绝缘电阻测试仪，市场上销售的电器安全综合测试系统也具有绝缘电阻测试功能，但 1998 版的标准已经取消了这一要求。还有对耐压测试仪的要求，1998 年版的标准对耐压装置的短路电流和跳闸电流做出了规定，而 GB4706.1-1992 则没有。所以以前的耐压测试仪跳闸电流通常只做到 20mA，但新标准则要求仪器要做到 100mA。如果不注意这些区别，在仪器的选择上就会出现失误。

1.2.2 电气安全性能试验仪器介绍

电气安全性能试验仪器的技术指标完全取决于安全标准的要求和规定，测试对象除各类家用电器、电子产品外，遍及一切电网供电或由指定的额定交直流供电的低压电器设备，这是电气安全性能试验仪器区别所有各类电子测量仪器的特点。因此，仪器的发展依赖于安全标准的发展。

下面，简单地介绍一下电气安全性能试验仪器：电参数测量仪、耐电压测试仪、泄漏电流测试仪和接地电阻测试仪。

一、电参数测量仪表

在家用电器产品检验中，按照产品标准规定通常要求测量的电量有：电流、电压、频率、功率、功率因数、电能等。在早期，对于上面提到的测试项目，需要用到各种类型的测量仪表，我们要配备电流表、电压表、功率表、功率因数表、频率表、电能表等一大堆仪表。而且这些早期的仪表通常还是指针式的仪表，读数既不准确又存在着较大的人为因数。

随着科学技术的高速发展，对电测量技术提出了高准确度、高灵敏度、速度快、可靠性高以及实现自动化测量等各种要求。同时，被测对象范围也不断扩大。由单一物理量扩展为多个物理量；由静态测量扩展为动态测量。对于这样的测量，前面介绍的模拟式指示仪表是难以完成的，数字化仪表正是适应这一要求而迅速发展起来的。

所谓数字仪表，就是能将被测的连续电量自动的变成断续电量，然后进行数字编码，并将测量结果以数字显示出来的电测仪表。

模拟法测量技术是被测的物理量与测量结果之间保持连续的函数关系。而数字化测量技术是将被测的连续物理量转化为量子化和离散化的物理量，然后以数字的形式进行编码、传输、存储、数据处理和数字显示或打印的一种测量方法。它的测量原理、方法和仪器结构等方面与传统的模拟式仪表是完全不同的。它具有测量速度快、准确度高、使用方便等优点。

带有微处理器或计算机的数字式智能仪器极大地提高了仪器的性能，例如利用微处理器的运算和逻辑判断功能，可以消除由于漂移、增益的变化和干扰等因素引起的误差，从而提高了测量的精度。

数字仪表能满足各类家用电器产品的检验要求，如试验室常用的数字电参数测量仪可以对产品的输入电压、输入电流、输入功率、功率因数、电能等电参数进行综合自动测量。

数字仪表的主要技术特点是：

- a. 准确度高。如高精度的数字电压表测量直流电压的准确度可达量程的0.001%或更高。数字频率计的准确度可以达到 1×10^{-9} 。
- b. 输入阻抗特别高，吸收被测功率极少。如高阻抗的数字电压表基本量程的输入阻抗可达 $25000M\Omega$ ，即使一般的数字电压表输入阻抗也高于 $1000M\Omega$ 。
- c. 灵敏度高。如积分式数字电压表的分辨率可达 $0.01\mu V$ 。
- d. 测量速度快。有些数字表的测量速度可达每秒钟几万到几十万次。
- e. 操作简单、方便、无读数误差。
- f. 测量过程自动化，可以自动判断极性、切换量程。带有微处理器的数字仪

表还有自动校零、自动校准、自诊断、非线性补偿、提供自动打印和数码输出等功能。

g.通过数字仪表的输出接口，可以方便地与计算机连接，把测量结果输送到计算机，以便作进一步的计算和控制。

二、耐压测试仪

耐电压强度也可称耐压强度、介电强度、介质强度。绝缘物质所能承受而不致遭到破坏的最高电场强度称耐电压强度。在试验中，被测样品在要求的试验电压作用之下达到规定的时间时，耐压测试仪自动或被动切断试验电压。一旦出现击穿电流超过设定的击穿（保护）电流，能够自动切断试验电压并发出声光报警，以确保被测样品不致损坏。它主要达到如下目的：

- 1) 检测绝缘耐受工作电压或过电压的能力；
- 2) 检查电气设备绝缘制造或检修质量；
- 3) 排除因原材料、加工或运输对绝缘的损伤，降低产品早期失效率；
- 4) 检验绝缘的电气间隙和爬电距离。

耐压测试仪是测量各种电器装置、绝缘材料和绝缘结构的耐电压能力的仪器，该仪器能调整输出需要的交流（或直流）试验电压和设定击穿（保护）电流。在试验中，样品在要求的试验电压作用之下达到规定时间时，耐电压测试仪自动或被动切断试验电压；一旦出现击穿，电流超过设定击穿（保护）电流，能够自动切断输出并同时报警，以确定样品能否承受规定的绝缘强度试验。它可以直观、准确、快速、可靠地测试各种被测对象的耐受电压、击穿电压、漏电流等电气安全性能指标，并能在 IEC 或国家安全标准规定的测试条件下，进行工频和直流等不同形式的介电性能试验。在国内外，此类仪器还有介质击穿装置、耐压试验器、电涌绝缘测试仪、高压试验器等不同的名称。

耐压测试仪的雏形—高压试验器的历史可以追溯到很久以前，但真正形成专门的基本安全试验仪器门类则是 70 年代后期，世界范围内大力推广安全标准之后。50 年代中期，初具定时控制及漏电流测试功能的典型产品如前苏联的 UPU-1 型介质击穿试验器，为全电子管电路，且量程单一，主要用于测试电工绝缘材料的抗电强度。70 年代后期，随着 IEC65 号公告的发布，日本菊水(KIKUSUI)公司发展了 TOS8000 系列耐压测试仪，采用晶体管及集成电路，技术文件明确表明其产品以满足 IEC、JIS、UL 等安全标准规定为目的。80 年代初，IEC664(1980)号公告首次颁布进行标准脉冲波耐压试验的新规定，瑞士 HAEFELY 公司立即发展了 P12 型冲击波耐压测试仪。由此可见，基本安全试验仪器的发展与安全标准的发展同步且不可分割。

整个 60 年代是我国耐压测试仪的初创时期。由于受技术、工艺、元器件等各种因素的限制，产品品种少，精度低，自身安全性能差，从厂家自我武装用以进

行产品或零部件耐压试验的简易试验器起步，少数品种经进一步完善后形成了商品。代表产品是 JC-4 介质击穿装置，但 70 年代耐压测试仪的研制和生产一直停滞不前，1970 年 JC-4 竟成为市场上唯一的耐压仪型号。

我国耐压测试仪转入大批量生产而形成安全试验仪器新门类始于 80 年代初。在各类国家安全标准全面制订并强制执行的大背景下，生产厂家迅速推出大批型号各异的新产品。现在，我国已形成的安全耐压试验仪器技术指标基本与国外相当。国内外安全耐压试验仪器性能比较见表 1-1:

表 1-1 国内外耐压试验仪器性能对照表

Table1-1 Performance comparison of domestic and foreign withstand voltage device

类型及技术指标	产地	中国	日本	中国台湾
单纯工频交流	输出电压范围及误差	CS2672B: 0~5kV, ±3%	TOS5050: 0~5kV, ±1.5%	GPT-605: 0~5kV, ±3%
	判定电流范围及误差	CS2672B: 0~100mA, ±3%	TOS5050: 0.1~110mA, ±5%	GPT-605: 0.5~100mA, ±3%
	最大功率输出	CS2672B: 750VA	TOS5050: 500VA	GPT-605: 500VA
交直流兼容	输出电压范围及误差	CS2672C: 0~5kV, ±3%	TOS5051: 0~5kV, ±1.5%	GPT625: 0~5kV, ±3%
	判定电流范围及误差	CS2672C: ±3% AC: 0~100mA DC: 0~20mA	TOS5051: ±5% AC: 0.1~110mA DC: 0.1~10mA	GPT625: ±3% AC: 0.5~100mA DC: 0.5~25mA
	最大功率输出	CS2672C: 750VA	TOS5051: 500VA	GPT625: 500VA

三、泄漏电流测试仪

泄漏电流是指在没有故障施加电压的情况下，电气中相互绝缘的金属零件之间，或带电零件与接地零件之间，通过其周围介质或绝缘表面所形成的电流称为泄漏电流。按照美国 UL 标准，泄漏电流是包括电容耦合电流在内的，能从家用电器可触及部分传导的电流。泄漏电流包括两部分，一部分是通过绝缘电阻的传导电流 I_1 ；另一部分是通过分布电容的位移电流 I_2 ，后者容抗为 $X_C=1/2\pi fC$ ，与电源频率成反比，分布电容电流随频率升高而增加，所以泄漏电流随电源频率升高而增加。例如：用可控硅供电，其谐波分量使泄漏电流增大。

若考核的是一个电路或一个系统的绝缘性能，则这个电流除了包括所有通过绝缘物质而流入大地（或电路外可导电部分）的电流外，还应包括通过电路或系统中的电容性器件（分布电容可视为电容性器件）而流入大地的电流。较长布线会形成较大的分布容量，增大泄漏电流，这一点在不接地的系统中应特别引起注意。

测量泄漏电流的原理与测量绝缘电阻基本相同，测量绝缘电阻实际上也是一

种泄漏电流，只不过是以电阻形式表示出来的。不过正规测量泄漏电流施加的是交流电压，因而，在泄漏电流的成分中包含了容性分量的电流。

在进行耐压测试时，为了保护试验设备和按规定的技术指标测试，也需要确定一个在不破坏被测设备（绝缘材料）的最高电场强度下允许流经被测设备（绝缘材料）最大电流值，这个电流通常也称为泄漏电流，但这个要领只是在上述特定场合下使用。

泄漏电流实际上就是电气线路或设备在没有故障和施加电压的作用下，流经绝缘部分的电流。因此，它是衡量电器绝缘性好坏的重要标志之一，也是产品安全性能的主要指标。

将泄漏电流限制在一个很小值，这对提高产品安全性能具有重要作用。泄漏电流测试仪用于测量电器的工作电源（或其他电源）通过绝缘或分布参数阻抗产生的与工作无关的泄漏电流，其输入阻抗模拟人体的阻抗。泄漏电流测试仪主要由阻抗变换、量程转换、交直流变换、放大、指示装置等组成。有的还具有过流保护、声光报警电路和试验电压调节装置，其指示装置分模拟式和数字式两种。

四、接地电阻测试仪

"接地电阻"这个名词是个定义并不十分明确的词。在有些标准中（如家用电器的安全标准中），它是指设备内部的接地电阻，而在有些标准中（如接地设计规范中），它是指整个接地装置的电阻。我们所讲的是指设备内部的接地电阻，也就是一般产品安全标准中所说的接地电阻（也有叫做接地阻抗的），它所反映的是设备的各处外露可导电部分与设备的总接地端子之间的电阻。一般标准中规定这个电阻不得大于 $0.1\ \Omega$ 。

接地电阻是指用电器的绝缘一旦失效时，电器外壳等易触及金属部件可能带电，需要有可靠的接地保护电器的使用者的安全，接地电阻是衡量电器接地保护可靠的重要指标。

接地电阻可用接地电阻测试仪来测量。由于接地电阻很小，正常一般在几十毫欧姆，因此，必须采用四端测量才能消除接触电阻，得到准确的测量结果。接地电阻测试仪是由测试电源、测试电路、指示器和报警电路组成。测试电源产生 25A （或 10A ）的交流测试电流，测试电路将被测电器取得的电压讯号通过放大、转换，由指示器显示，若所测接地电阻大于报警值（ $0.1\ \Omega$ 或 $0.2\ \Omega$ ），仪器发出声光报警。

随着科学技术的发展，各种安全标准的不断完善。电气安全测试仪器门类也随着发展更新，耐压测试仪从工频交流、直流，发展到标准波冲击耐压仪；泄漏电流测试仪从平均值整流发展到真有效值整流……等，使电气安全测试技术发展到一个新水平。

1.2.3 家用电器安全测试的现状和发展趋势

目前，在家用电器安全测试上通常有以下几种方式：

一、采用单机进行测量

目前大部分家电测试单位和家电生产企业对家用电器的安全测试是使用几台单机独立进行测试的。这是因为单台测试仪器经过几十年的发展，目前技术上已经很成熟，其本身具有丰富的功能，目前为完成单一功能而设计的仪器为了满足不同测试标准的需要，提供了较大的测量范围，用户可简单地通过仪器的前控制面板进行设定。而且单台的测试仪器本身具有良好的抗干扰性，每台机均有独立的机箱和抗干扰措施，故可靠性高。另外每个功能使用单独的测量仪器，一旦一台仪器出现故障，不会影响到其它仪器的使用。当标准要求有变化，测量仪器需要升级换代时，也不会影响到仪器的使用，只需要对这台仪器进行升级或更换。其缺点是需要占用较大的场地，每项测量需重复接线，在生产线上这种形式通常需要占用几道工序，耗费较大的人力和时间。

二、四合一（六合一）电器安全综合测试仪

这类测试仪器将几个测试功能集成在一台仪器里面，其优点是体积小、重量轻、自动化程度高，前几年曾经流行一时。但使用一段时间后，其缺点就暴露出来了，那就是其故障率较高，一旦其中一个功能模块出现问题，仪器必须送修，整台仪器就无法使用了，另外当标准要求有变时，因为其软件和硬件均已固化，用户可更改设定的参数很少，适用范围较窄，而且其升级很麻烦，使用单位不可能自己完成，所以通常是一个测试模块需要升级时，就导致整台仪器不能使用或者只能将某一个功能废弃掉。所以目前选用这种仪器的实验室已经很少了。

三、电器安全综合测试系统

这类综合测试系统目前一般由可编程序控制器 PLC 控制整个测试过程，通过公共逻辑控制器箱的控制，实现内置继电器、接触器阵列的切换，实现各参数分时测试。接好被测负载后，一次完成所有测试项目。并可分为自动测试和手动测试两种状态；自动状态：选择测试项目及设定好报警限值后，自动完成所选测试项目，各项目测试时间由机内 PLC 设定，用户如欲自定测试时间可在定货时预先申明。手动状态：手动逐项选择测试项目，各项目测试时间由用户掌握。因该类系统其采用的单个测量项目的测量仪表也是由这些成套设备厂自己生产的，这类公司对系统的设计比较熟悉，但对单台仪器的生产则比不上专业的仪器生产厂家，故其单台仪器的精度较低。而且这类系统的智能化程度也较低，不能实现数据的储存、查询等功能。但其具有操作简单、不占地方，如果机箱上装上脚轮，则其可移动性强，所以目前在生产企业较受欢迎，在生产线上，在出厂检测时，都有一定的应用。但对于要求较高的检测单位和较大型的生产企业，其精度和功能还

不能满足要求。

在日常的检验当中，我们有时需要同时检测一些单相和三相电器。检验机构通常会购买一套三相电器的测量仪器和一套单相电器的测量仪器。而实际上三相电参数测量仪可以测量单相电器的电参数，但需按照说明书改变接线，一般的检测人员因为觉得每次测量时需更换接线麻烦，更怕接错线导致烧表，宁愿配备一台三相电参数测量仪，一台单相电参数测量仪。而三相电器的泄漏电流测试则是需要通过对三相电源分别进行断相，测量断相时电器的泄漏电流，其泄漏电流值用单相泄漏电流仪也能测量，但在实际工作中因操作复杂，且断相时有一定的危险性，故测试机构通常会单独购买一台三相泄漏电流测试仪，其功能就是内置了自动断相测试功能。而对于耐压测试和接地电阻测试，则三相电器和单相电器是通用的。

本人目前开发研制的家用电器安全综合智能测试系统，选用一台三相电参数测量仪，一台单相泄漏电流测量仪，一台绝缘耐压测试仪，一台接地电阻测量仪，并将目前流行的计算机控制技术引入到系统中来，取代原来的 PLC 控制，用户只需要选择是单相测试还是三相测试，需要测试哪几个项目，启动后系统就会自动进入测试状态，按顺序启动所需用到的仪器进行测量。该系统的好处在于：

1) 将几台设备集中在一个整体式机箱中，可节约地方；

2) 用户只需进行一次接线，避免了重复接线及接错线的麻烦，大大节省了测试工作人员的工作时间和工作强度；

3) 可节省一台单相电参数测量仪和一台三相泄漏电流仪的费用。在测量时系统会根据用户的选择在单相或三相之间自动转换接线；

4) 选用具有通讯接口的设备，可实现设备与工控机之间的数据通讯，进一步可实现数据的储存、查询等功能。

目前本人研制的家用电器安全综合智能测试系统在单个测试功能上选用先进仪器生产厂家的仪器进行测试，功能丰富，可靠性高，中央控制选用工控机来提高智能化程度，其可靠性也很高，故整个系统的工作可靠性可以得到有效保证。另外当某一台仪器出现故障时，可将该部分单独送修，不影响其它部分的使用。当测试标准有变化，其中一台仪器需更换时，可单独进行更换，整套设备可以得到有效升级。所以，本课题研究的家用电器安全综合测试系统同时具备了单机测量和综合测试系统的优点，适应了目前家电检测自动化和智能化的发展趋势，具有一定的工程实用价值。

1.3 论文的主要工作及内容安排

本文主要由六部分构成：绪论、系统的组成及仪器的选型、与传统综合测试

系统的比较、计算机控制技术的应用、串行通信技术的应用和软件介绍。

第一章绪论概要地引述了国家标准对安全检测的要求，介绍了家电安全检测的重要意义及检测仪器的发展和现状，并简要介绍了电器安全综合测试系统的发展概况。

在第二章中着重介绍了本智能测试系统的构成思路以及选中的每台仪器的技术参数和特点。并绘制出系统的线路图，对线路图的工作原理给出详细的介绍。

第三章将本系统与目前市场上销售的国内一家著名仪器生产厂家生产的 PLC 控制的综合测试系统在功能和测量精度上进行比较，体现出本系统的先进性。

第四章介绍了计算机控制技术在本系统的应用，包括工业控制计算机的介绍、接口卡技术的应用和光电耦合抗干扰技术的应用。

第五章介绍了串行通讯技术在本系统中的应用。主要介绍了每台仪器的通讯协议以及仪器与计算机串行端口在硬件上的连接方式。

第六章介绍了本系统设计的应用程序的流程图和程序界面，体现了本系统利用计算机系统后提供的友好的人机界面及以前的 PLC 控制的综合测试系统所不具备的数据查询等功能。

1.4 本章小结

在本章中首先介绍了家用电器安全检测的重要意义，接下来介绍了国家标准对电器安全性的要求，并对电器安全检测使用到的仪器进行了介绍，指出了目前检测仪器的优点和缺点，提出了本智能测试系统的设计思路，最后说明了本课题的主要工作和论文在内容上的安排。

第二章 本智能综合测试系统的组成及仪器选型

本智能综合测试系统的功能和测量精度等方面在很大程度上取决于所选择的单台测量仪器，所以我们在仪器的选择方面需要做好选型的工作，保证选择的仪器在同类产品上具有先进的功能和精度，并完全符合国家标准的要求。

2.1 系统的构成

系统的构成图如下图：

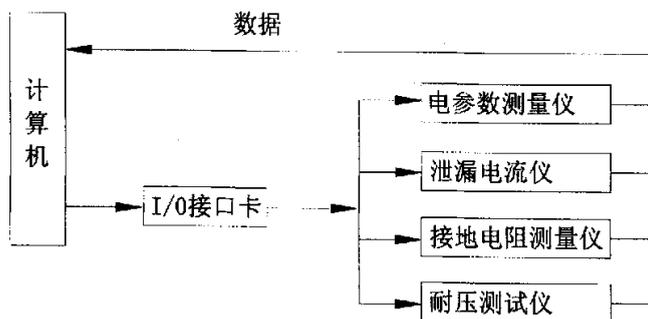


图 2-1 系统结构图

Figure2-1 system structure diagram

系统由图中所示的 4 台仪器组成，由计算机通过 I/O 接口卡进行中央控制，仪器与计算机之间的通信通过串行通信技术来实现。

系统能实现的基本功能：能对单相和三相电器的以下参数进行检测：电压、电流、功率、功率因数、电能累计、泄漏电流、接地电阻、耐压性能。

通过计算机的控制，应能实现以下功能：

(1)可选择本次测量所需要检测的项目，因为某个待测试的产品可能只需要测试其中的一项或几项，所以本综合测试系统应能由使用者选择测试项目。

(2)由用户选定待测试的产品是单相电器还是三相电器，系统能自动切换测试线路，无需手动接线。并通过接触器、继电器的转换，实现用三相电参数测量仪测量单、三相电器的电参数，用单相泄漏电流仪测量单、三相电器的泄漏电流。

(3)系统自动将各台仪器接入测试线路，然后通过串行端口将测得的数据收集到计算机中，最终统一显示出来。

(4)具备数据的储存和查询功能。

因为三相电参数测量仪可以测量单相电器的电参数，而单相泄漏电流仪可测量三相电器的泄漏电流，所以我们选择一台三相电参数测量仪、一台单相泄漏电流仪、一台耐压机和一台接地电阻测量仪。为了满足泄漏电流测量的需要，我们还要配备一台三相调压器和一台三相隔离变压器。

2.2 测量仪器的选型

在仪器的选择方面，必须以标准要求为依据，目前在市场上销售的仪器均号称符合 GB 4706.1-1998 标准的要求，但我们必须根据自己的检验需要仔细分析，从其中挑选出既符合标准，又适合工作需要的仪器。根据本人的工作经验，本系统用到的几台仪器国内均有生产厂家生产，仪器的精度和耐用性也可满足日常工作的要求，而进口仪器的价格则相对要高很多。所以仪器的选型主要在国产仪器

中选择。另外日常的检测当中，我们还有可能会碰到要按其它标准进行检测的样品，如按造美国标准或日本标准，所以在单机的功能选择上应尽可能选择那些测量范围大一些的型号。经过比较和选择后，选用了以下几台仪器：

2.2.1 电参数测量仪的选型

电参数测量仪器的选择，主要应考虑其量程和精度。根据本实验室所测量的电器的需要，选用青岛青智仪器有限公司 8905F 型数字电参数测量仪，该测量仪是一种利用单片机技术对信号进行分析处理的智能型仪表，它的工作原理是：被测量的电压、电流信号首先转换成较小的电压信号，送到高速模拟数字转换器，使之转换成单片机可以处理的数字量。单片机对采集到的数字量进行运算处理，并将最终计算的结果以数字的形式显示出来，或通过打印机打印出来，或以串行通讯形式将数据传送给其他设备。

该仪器具有以下优点：

- 1) 所测信号数值为真有效值。
- 2) 直接数字显示，无读数误差。
- 3) 对于波形失真的信号同样适用。
- 4) 用一台仪器可以测量多个参数。

数字电参数测量仪的测试对象为 45~65Hz 交流信号，具体技术参数如表 2-1。通过前面板按键的操作，可实现以下功能的选择：

- 1) “线路”键：用来改变各窗口显示参数所对应的相。每按动一次，相应的指示灯点亮。
- 2) “功能”键：用来改变各窗口的显示参数。每按动一次，相应的参数指示灯点亮。
- 3) “线制转换”键：用来确认接入仪表的接线方式。每按动一次，指示灯依

次点亮。

4) “电能启停”键：仪表“启动/停止”电能累计。电能“启/停”灯亮，表示仪表进入电能累计状态。电能“启/停”灯灭，表示仪表退出电能累计状态，电能累计停止。

5) “电能清零”键：清除电能累计结果。只有在停止累计电能状态下（电能“启/停”灯灭）才有效。

6) “线路同步”键：按动此键可以在不同的窗口显示相同相的不同参数。使 A、B、C 三个显示窗口分别显示同一相的电压、电流、功率。具体显示哪一相可以通过线路指示灯来判断。

表 2-1 8905F 型数字电参数测量仪技术参数表

Table 2-1 Technique parameters of 8905F digital electricity parameter measuring device

测量参数	测量范围	测量误差	分辨力	过载能力
电压	10.0~500V	$\pm(0.25\% \text{ 读数} + 0.25\% \text{ 量程})$	0.1V	600V
电流	0.030~40.00A	$\pm(0.25\% \text{ 读数} + 0.25\% \text{ 量程})$	<5A 0.001A $\geq 5A$ 0.01A	50A
有功功率	视电压电流量程而定	功率因数=1.0: $\pm(0.25\% \text{ 读数} + 0.25\% \text{ 量程})$ 功率因数=0.5: $\pm(0.5\% \text{ 读数} + 0.5\% \text{ 量程})$	<200W 0.1W <2000W 1W $\geq 2kW$ 10W	
功率因数	0.20~1.00	± 0.02	0.01	
频率	45~65Hz	$\pm 0.2 \text{ Hz}$	0.1 Hz	
电能	9999.9MW·h	功率因数=1.0: $\pm(0.25\% \text{ 读数} + 0.25\% \text{ 量程})$ 功率因数=0.5: $\pm(0.5\% \text{ 读数} + 0.5\% \text{ 量程})$	5 位数显示	
时间	1min~99h59min	$\pm 0.05\%$	1 分钟	

7) “功能同步”键：按动此键可以改变窗口的不同相序的相同参数。连续按动此键可以使 A、B、C 三个显示窗口分别显示 1、2、3 相的电压、电流或功率。

8) “锁定”键：用来锁定当前的显示值。当被测参数变化比较快时不易读数，可以按锁定键将数据锁定，此时按键上方的指示灯点亮，再按一下指示灯灭，解除锁定。

9) “设置”、“.”、“▲”、“▼”键：用来设定仪表的工作参数。“设置”键选择要修改的参数，“.”、“▲”、“▼”键修改相应参数的数值，设定参数的步骤及

相应的显示如下：

状态	显示窗口 A	显示窗口 C	备注
测量数据	设置参数	参数值	
↓操作“设置”键 设定电压倍率	UUUU	电压倍率	操作其它按键设置参数
↓操作“设置”键 设定电流倍率	AAAA	电流倍率	操作其它按键设置参数
↓操作“设置”键 设定电能累计时间	E--E	电能累计时间	操作其它按键设置参数
↓操作“设置”键 设定仪表的地址	ADDR	仪表的通讯地址	操作其它按键设置参数
↓操作“设置”键 设定仪表串行通讯波特率	BPS	串行通讯波特率	操作其它按键设置参数

2.2.2 泄漏电流仪的选型

选用青岛青智仪器有限公司 8780 型泄漏电流仪。该机是采用单片机与模数转换技术设计的智能型仪表。它利用单片机对模拟信号进行采样，并对采集到的数据进行运算处理，将计算结果以数字的形式显示出来。具有以下特点：

- 1.直观的数字显示及较高的测量精度，有效地避免读数误差。
- 2.真有效值，对失真的波形同样有较高的测量精度。
- 3.具有可选的串行通讯口，可以实现远程通讯。
- 4.具有电压、电流上下限报警功能，具有声光报警功能。
- 5.具有短路保护功能。
- 6.量程自动切换功能。

主要性能及技术参数如下表：

表 2-2 8780 型泄漏电流仪技术参数表

型号	8780
测量范围	电压 5~300V 电流 0.005~20.00mA
频率	45Hz~65Hz
显示周期	0.25 秒/次
误差	±(0.25%读数+0.25%量程)
显示方式	4 位有效数字
电源	AC220V ±15% 50Hz ±2%
参数设置	利用按键可设置时间、电流、电压报警上、下限、仪表地址、波特率

通过按仪器前面板上的“设置”按钮，可进入参数设定状态，选择要设置的参数，可实现以下功能设定：

- TIME 代表自动状态相线零线切换时间
- A _ _ _ 代表电流上限
- U _ _ _ 代表电压上限
- U _ _ _ 代表电压下限
- DELY 代表报警延迟次数
- Addr 代表仪表地址（有串行口此参数才有效）
- BPS 代表通讯波特率（有串行口此参数才有效）

2.2.3 接地电阻测试仪的选择

选用南京长盛仪器有限公司生产的 CS9950 型接地电阻测试仪。该机采用微电脑控制器输出电流的大小和输出电流的频率；该测试仪电流输出为恒流源输出，即在测试仪的测试范围内，输出电流的大小不随外接负载阻值的变化而变化，输出电流值为设置电流值；此接地电阻测试仪还具有开路报警功能，配备 PLC 所需的信号输入、输出接口，可方便地与 PLC 组成综合测试系统，本测试仪亦可选配 RS232 接口，能够准确地测量各种电机、电器、仪器仪表、家用电器等用电网供电的电气设备外壳易触及金属部件与其保护接地端子之间的电阻值。在购买时指定了配 RS232 接口的仪器。其主要技术指标如下表：

表 2-3 CS9950 型接地电阻测试仪技术参数表

Table 2-3 Technique parameters of CS9950 earthing resistance measuring device

电流设定	3.0A-30A
输出电流	3.0A-30A（恒流源输出） 分辨率：0.1A 准确度：±（1%的设定值+0.1A）
输出频率	50Hz/60Hz 可选
电阻设定	1-510mΩ 分辨率：0.1mΩ
电流表	3.0A-30.0A 分辨率：0.1A 准确度：±（2%的设定值+2个字）
电阻表	1-510mΩ 分辨率：0.1mΩ 准确度：±（2%+1mΩ）
测试时间设定	1-999.9s 0=continue 分辨率：0.1s 准确度：±5%

通过前面板的设置，可设定以下参数：

(1) 记忆组设定。按“设置”键，液晶显示器显示如下菜单：

Mode=	1
Range:	1 — 5

设置 M1—M5，按数字键即可；

(2) 测试电流设定

记忆组设置好以后，按“确认”键，进入电流设置菜单：

Current=	10.0A
Range:	3.0 — 30.0A

此菜单表示当前地电流设置值为 10A，电流设置范围为 3A—30A，设置电流值，按数字键即可。

(3) 电阻报警值设定

电流参数设置好以后，按“确认”键，测试仪进入电阻设置菜单：

Set Res.=	100.0m Ω
Range:	1-510m Ω

此菜单表示当前的电阻设置值为 100.0m Ω ，电阻的设置范围为：1—510m Ω ；设置电阻值，按数字键即可。

(4) 测试时间设定

电阻参数设置好以后，按“确认”键，测试仪进入测试时间设置菜单：

Timer=	010.0s
1.0-999.9s	0=cont

此菜单表示当前的测试时间设置值为 10s，测试时间的范围为：1—999.9s。如果测试时间设置为 0，则测试时，测试仪一直处于测试状态，直至按下“RESET”键或不合格报警；设置测试时间，按数字键即可。

(5) 测试电流频率设定

测试时间设置好以后，按“确认”键，测试仪进入输出电流频率设置菜单：

FREQ=	50Hz
[0]=50Hz	[1]=60Hz

此菜单表示当前的电流输出频率为 50Hz；按“0”键设置为 50Hz，按“1”键设置为 60Hz。

2.2.4 耐压测试仪的选择

在选择耐压测试仪时，有一个方面要特别注意，标准要求在进行耐压试验时，当试验电压 $U \leq 4000V$ 时，高压电源的跳闸电流 $I_r = 100mA$ 。所以就要求耐压测试仪的漏电流设定范围应不小于 100mA。而这一要求在 GB 4706.1-1992 这一旧版标准中是没有要求的。这就导致了目前市场上相当一部分耐压测试仪的漏电流设定范围还是停留在 20mA 的范围。

选用南京长盛仪器有限公司生产的 CS2672C 型全数显耐压测试仪。CS2672C 耐压机是在吸收、消化国际先进耐压测试仪的基础上，结合我国众多用户的实际使用情况加以提高、完善。其测试电压、漏电流、测试时间均为数字显示，属国内首创。它在原产品的基础上进一步改进了性能，漏电流设定范围从 0.1—100mA，可根据不同安全标准和用户不同需求连续任意设定，在时间测试方面一改原产品指示误差偏大的不足之处，由倒计时数字显示，使测试时间精度提高到 $\pm 1\%$ 以上，而且测试范围提高到 99s，功能更加丰富实用，并且可通过漏电流显示反映被测体漏电流的实际值和比较同类产品不同厂家产品中的耐压好坏程度。

CS2672C 型耐压测试仪技术规格如下表：

表 2-4：CS2672C 型耐压测试仪技术参数表

Table 2-4 Technique parameters of CS2672C withstand voltage measuring device

型号	CS2672C
电压测试范围 AC/DC(kV)	0-5 kV 精度 $\pm 3\% \pm 3$ 个字
漏电流测试范围 AC/DC(mA)	AC: 0.3-2/1-20/10-100 DC: 0.3-2/1-20 $\pm 3\% \pm 3$ 个字
报警值预置范围（连续 设定）AC/DC(mA)	AC: 0.3-2/1-20/10-100 DC: 0.3-2/1-20 $\pm 3\% \pm 3$ 个字
时间测试范围	1—99s(连续设定和手动) $\pm 1\%$
变压器容量	750VA
输出波形	50Hz, 正弦波

2.3 系统线路图

仪器选择好之后，主要的工作就是设计线路图，本系统的优点之一是单、三相电器均可测量，难点在于用单相泄漏电流仪测量三相电器的泄漏电流。根据标准要求，单相电器泄漏电流的测量电路图如图 2-2。

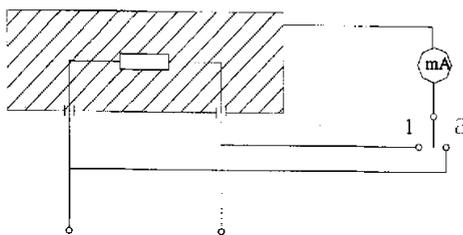


图 2-2 单相电器泄漏电流测量电路图

Figure2-2 measurement circuit of leakage current of single-phase electrical appliance

三相电器泄漏电流的测量电路图如图 2-3，将开关 a、b 和 c 拨到关闭位置来测量泄漏电流。然后，将开关 a、b 和 c 的每一个轮流打开，而其他二个开关仍处于关闭位置再进行重复测量，对只打算进行星形连接的器具，不连接中性线。

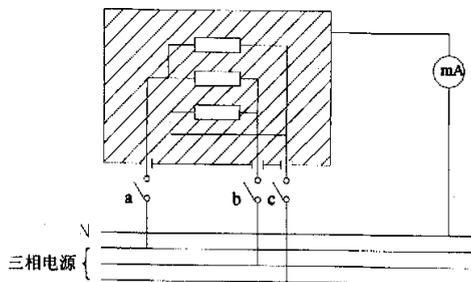


图 2-3 三相电器泄漏电流测量电路图

Figure2-3 measurement circuit of leakage current of three-phase electrical appliance

系统的线路图如图 2-4 所示:

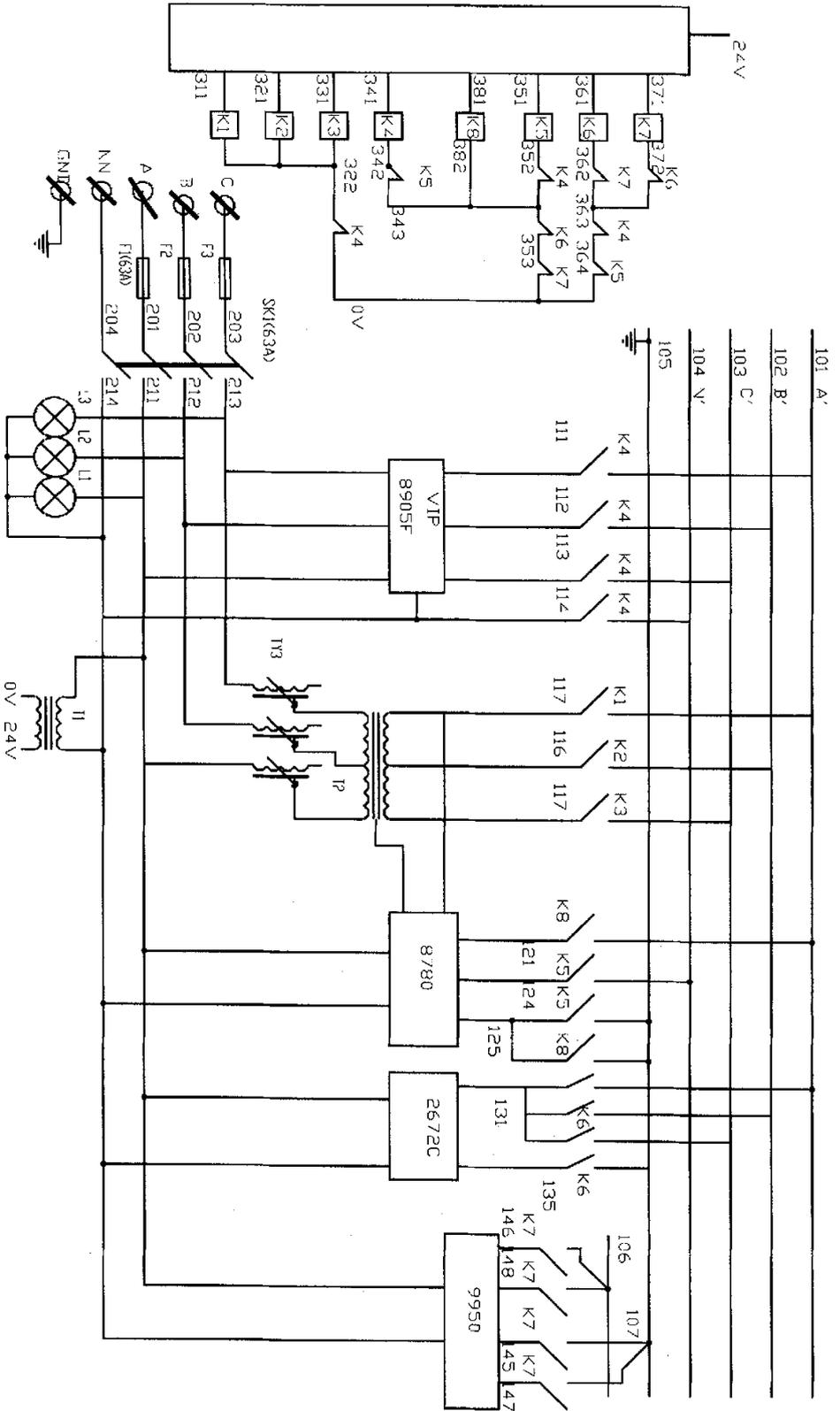


图 2-4 系统线路图
Figure 2-4 system circuit diagram

上图中：

VIP 8905F 代表 8905F 型三相电参数测量仪；

8780 代表 8780 型单相泄漏电流测量仪；

2672C 代表 2672C 型耐压测试仪；

9950 代表 9950 型接地电阻测量仪；

 ~  代表 K1~K8 交流接触器的线圈；

 ~  代表 K1~K8 交流接触器的常闭触头。

线路 A、B、C、NN、GND 为电源进线端；

线路 101(A')、102(B')、103(C')、104(N')、105() 为负载接线端。

单相电器固定接入到 A 相电源当中，即接入到 101、104、105 线路当中。

通过计算机程序的控制，当 K7 接通时 K4、K5、K6 断开，9950 型接地电阻测试仪连接到待测试电器的接地端子和电器的金属外壳，进行接地电阻的测试。

当 K6 接通时，K7、K4、K5 断开，2672C 型耐压测试仪接入到测试线路当中，将高压施加到待测电器的带电线路和外壳上。

当待测试电器是单相电器时，K5、K8 接通，K4、K6、K7 断开，8780 型泄漏电流仪接入到测试电路中，泄漏电流仪自动切换 L 和 N 线路测量泄漏电流值。

K4 接通时，K5、K6、K7 断开，8905F 型电参数测量仪接入到测试线路中，进行电参数的测量。

当待测电器是三相电器时，根据标准的要求，要按照图 2-3，将开关 a、b 和 c 拨到关闭位置来测量泄漏电流。然后，将开关 a、b 和 c 的每一个轮流打开，而其它二个开关仍处于关闭位置再进行重复测量。这项试验原来由人手来完成，既复杂又有一定的危险性，所以一般会多购买一台三相泄漏测试仪来测量。在本系统，通过计算机的控制，首先将 K1、K2、K3 和 K5 接通，测量 3 相均接通时的泄漏电流，然后分别断开 K1、K2 和 K3，测量 3 相分别断相时的泄漏电流。

同时，标准上要求，工作温度下的泄漏电流，要在以下工作状态下测量：电热器具以 1.15 倍的额定输入功率工作；电动器具和联合型器具以 1.06 倍的额定电压供电。所以在系统中配备了一台 20kVA 的三相调压器。另外，如果待测试电器没有通过隔离变压器供电，又没有将它放在绝缘垫上，那么测量值就偏小。因为部分泄漏电流直接经地而不经表头，影响测量准确度。所以在系统中还配备了一台 20kVA 的三相隔离变压器。同时，在对三相电器进行泄漏电流测量时，因为要断相进行测量，如果没有隔离变压器对其进行隔离，会对其他仪器和工控机造成较大的影响。

另外，电参数测量仪和泄漏电流测量仪接入电路后即可进入测量状态，但耐压测试仪和接地电阻测试仪需提供启动和复位信号，才能正常工作。单机测量

时是通过人手按动前面板上的“启动”和“复位”按钮来实现的。在本系统，通过 I/O 卡连接到两个小型继电器，分别并联到“启动”和“复位”按钮上，通过继电器的接通和断开，就可以控制仪器的工作了。

2.4 本章小结

本章首先介绍了系统的构成，然后对选用的每一台仪器的性能指标和功能进行了详尽的介绍，体现了单台测试仪器在功能和性能上的优势。最后给出了系统的线路图，对整个系统的工作原理给出了详细的说明。并着重分析了系统中用单相泄漏电流仪测量三相电器的泄漏电流的工作原理。

第三章 本系统与现有的 PLC 控制综合测试系统的比较

广州擎天实业有限公司是国内一家著名的制造测试仪器的厂家，其生产的电器安全综合测试系统也有较长的历史。现在以其中的一种主流型号 ST40 型家用电器综合测试系统来与本系统进行比较。

3.1 ST40 型通用安全测试装置系统简介

系统的基本功能如下：

① 采用抽屉式机箱；

② 各仪表单元用四位拔盘设定报警点；

③ 系统通过公共逻辑控制器箱的控制，实现内置继电器、接触器阵列的切换，将测试端口汇总输出，实现各参数分时测试。接好被测负载后，一次完成所有测试项目；

④ 整个系统的运行，只需在公共逻辑控制箱面板上操作；

⑤ 公共逻辑控制箱面板有两排指示灯，上排绿灯指示正在测试项目，下排红灯锁存指示测试不合格项目；

⑥ 系统由可编程序控制器 PLC 控制整个测试过程，分为自动测试和手动测试两种状态；自动状态：选择测试项目及设定好报警限后，自动完成所选测试项目，各项目测试时间由机内 PLC 设定，用户如欲自定测试时间需预先申明。手动状态：手动逐项选择测试项目，各项目测试时间由用户掌握。

⑦ 最多备有 12 种测试项目及仪表供选择，可按用户要求任意组合。

ST 系列通用安全测试装置部分可选的测试项目和仪表的技术参数如下：

1. 单相泄漏电流测试项目

① 测试仪表型号：XLD-5 型泄漏电流测试仪；

② 泄漏电流：测量范围 0.2mA~2mA~20mA，准确度：±(3%读数+2%满度)，可设定泄漏电流报警限，越限声光报警，手动量程切换；

③ 试验电压：监测范围 AC50V~250V，准确度：±(0.6%读数+0.4%满度)；

④ 4 位半数字表显示泄漏电流和试验电压；

⑤ 试验电压可通过 ST 系列装置内安装的调压器和隔离变压器调节，通用机型配置的调压器和隔离变压器功率为 2KW，可根据用户所测负载的需要配置适当功率的调压器及隔离变压器。

2. 三相泄漏电流测试项目

① 测试仪表型号：XLD-5D 型三相泄漏电流测试仪；

②泄漏电流：测量范围 $0.2\text{mA} \sim 2\text{mA} \sim 20\text{mA}$ 准确度： $\pm(3\% \text{读数} + 2\% \text{满度})$ ，可设定泄漏电流报警限，越限声光报警，手动量程切换；

③试验电压：监测范围 $\text{AC}50\text{V} \sim 250\text{V}$ (A相) 准确度： $\pm(0.6\% \text{读数} + 0.4\% \text{满度})$ ；

④4位半数字表显示泄漏电流和试验电压；

⑤试验电压可通过 ST 系列装置内安装的三相调压器调节，通用机型配置的调压器功率为 2kW /每相，可根据用户所测负载的需要配置适当功率的调压器。

3. 交流耐压试验

①测试仪表型号：ZNY-14 型交流耐压试验仪；

②试验电压： $0 \sim 5\text{KV}$ 50Hz ，指示准确度： $\pm(3\% \text{读数} + 2\% \text{满度})$ ，手动调节试验电压；

③动作电流： $2、5、10、20\text{mA}$ 可设定，准确度：设定值 $\pm 5\%$ ；

④试验时间： $1\text{s}、2\text{s}、60\text{s}$ ，准确度 $\pm 0.1\text{s}$ ；

⑤4位半数字表显示试验电压；

⑥高压变压器容量： 1kVA ；

⑦不合格自动切断高压，发出声光报警。

3. 接地电阻测试

①测试仪表型号：JDR-2 型接地电阻测试仪；

②接地电阻：测量范围 $0.05\Omega \sim 0.25\Omega$ ，准确度 $\pm(2\% \text{读数} + 2 \text{个字})$ ，可设定超限声光报警；

③试验电流：交流恒流 $25\text{A} \pm 1\%$ ；

④自动定时测试时间 ≤ 8 秒；

⑤四位半数字表显示接地电阻和试验电流。

4. 单相电压-电流-功率测试

①测试仪表型号：VIP1 型电压-电流-功率测试仪；

②电压： $0 \sim 250\text{V}$ 准确度 $\pm(0.3\% \text{读数} + 0.2\% \text{满度})$ ；电流： $0 \sim 2\text{A} \sim 20\text{A}$ 准确度 $\pm(0.3\% \text{读数} + 0.2\% \text{满度})$ ，手动量程切换；功率： $0 \sim 400\text{W} \sim 4\text{KW}$ 准确度 $\pm(0.3\% \text{读数} + 0.2\% \text{满度})$ ($\text{COS}\Phi: 0.8 \sim 1$)；

③4位半数字表显示电压、电流、功率；

④电流功率可用拨盘设定上、下限报警限，越限声光报警。

5. 三相电压-电流-功率测试

①测试仪表型号：三相 VIP1 型电压-电流-功率测试仪；

②电压： $0 \sim 250\text{V}$ 准确度 $\pm(0.3\% \text{读数} + 0.2\% \text{满度})$ 电流： $0 \sim 2\text{A} \sim 20\text{A}$ 准确度 $\pm(0.3\% \text{读数} + 0.2\% \text{满度})$ ，手动量程切换；功率： $0 \sim 2000\text{W} \sim 10\text{KW}$ 准确度 $\pm(0.3\% \text{读数} + 0.2\% \text{满度})$ ($\text{COS}\Phi: 0.8 \sim 1$)；

- ③4 位半数字表显示电压、电流、功率；
- ④电流功率可用拨盘设定上、下限报警，声光报警。

3.2 本系统和 ST40 型 PLC 控制系统的比较

由以上介绍可知，该系统的控制由可编程控制器实现，对单、三相电器的测量要通过更换测量仪器来实现，通用性较差，而且智能化程度不够高，不能实现对测试数据的记录、输出等功能。生产成套设备的这些厂家，其中的单台测量仪器通常也由他们自己生产，但是其生产的仪器通常在功能和精度上比不上专业的仪器生产厂家。例如上面举例的 ST40 型通用安全测试装置系统与我所选用的测量仪器在测量范围和测量精度方面的比较可见下表：

表 3-1 本系统与 ST40 型系统测量范围精度的比较
Table 3-1 Measuring scope and accuracy comparison of ST40 system and my system

测试项目	ST40 型通用安全测试装置	本智能测试系统
电参数测量	电流：20A 0.3%读数+0.2%满度	电流：40A ±(0.25%读数+0.25%量程)
泄漏电流测量	测量范围 0.2mA~2mA~20mA 准确度： ±(3%读数+2%满度)	测量范围 0.005~20.00mA 精度：±(0.25%读数+0.25%量程)
接地电阻测量	测量范围 0.05Ω~0.25Ω，准确度± (2%读数+2 个字)	测量范围 0.001~0.51Ω 分辨率：0.1mΩ 准确度：±(2%+1mΩ)
耐压性能测量	动作电流：2、5、10、20mA 可设定 准确度：设定值±5%；	动作电流：AC:0.3-2/1-20/10-100mA DC: 0.3-2/1-20mA 准确度：(±3%±3 个字)

由上表可见，本智能测试系统在测量精度和测量范围上均比旧系统有较大的提高，并且在耐压性能测量时，旧系统还停留在动作电流最大设定值为 20mA 的水平，不能满足新标准的要求。而且本系统采用的单台测试仪器还可以通过前面板的设定来使用它们自带的功能，而旧式的综合测试系统其功能则比较单一。

本系统与旧系统功能比较见下表：

表 3-2 本系统与 ST40 型系统功能比较

Table 3-2 Function comparison of ST40 system and my system

比较项目	ST40 型通用安全测试装置	本智能测试系统
单、三相测试转换	通过更换仪表实现	通过软件实现
每个仪表可单独设定的功能	较单一	丰富
数据储存、查询功能	不具备	具备

3.3 本章小结

在本章，通过与目前市场上流行的一台 PLC 控制的电器安全性能综合测试系统在功能和性能上进行比较，体现了本系统采用的单台测量仪器在测量精度上的优势。同时，通过将计算机技术的引入，智能化程度有了一定的提高，体现在对单、三相电器的测试选择上由软件来实现，不需要象原来那样更换仪表；并可实现旧系统在数据的储存、查询等方面的不足。

第四章 计算机集成控制技术的应用

在本系统中,将采用计算机作为中央控制手段,将几台仪器集成为一个系统,考虑到整个系统放置在一个机箱内,电磁干扰等不利因素较多,工作环境较恶劣,所以不采用一般的计算机,而采用抗干扰能力强的工业控制计算机。并应用 I/O 接口卡技术来实现计算机对整个系统的控制。下面首先对工业控制计算机作一个简单的介绍。

4.1 工业控制计算机简介

4.1.1 工业控制计算机的组成

工业控制计算机包括硬件和软件两部分。硬件包括主机板(CPU、RAM、ROM)、内部总线和外部总线、人一机接口、系统支持板、磁盘系统、通信接口、输入输出通道。软件包括系统软件、支持软件和应用软件。

4.1.1.1 工业控制计算机的硬件组成

工业控制计算机的硬件组成结构如图 4-1 所示:

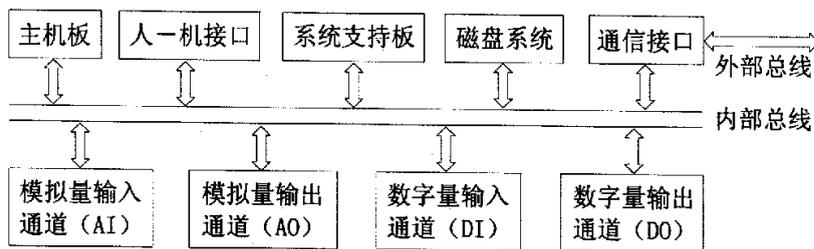


图 4-1 工业控制计算机的硬件组成结构

Figure4-1 hardware structure of industrial control computer

下面分别介绍各个组成部分:

1.主机板 主机板由中央处理器(CPU)和内存储器(RAM、ROM)等部件组成,它是工业控制机的核心。

2.内部总线和外部总线 内部总线是工业控制机内部各组成部分进行信息传送的公共通道,它是一组信号线的集合。常用的内部总线有 IBMPC 总线和 STD 总线。

外部总线是工业控制机与其他计算机和智能设备进行信息传送的公共通道。

常用的外部总线有 RS-232C 和 IEEE-488 通信总线。

3.人—机接口 人—机接口是人与计算机交流的一种外设。它由标准的 PC 键盘、显示器和打印机等组成。

4.系统支持板 工业控制机的系统支持板主要包括如下部分：

(1)监控定时器(俗称看门狗电路)。它的主要作用是当系统因干扰或软件故障出现异常时，看门狗电路可以使系统自动恢复运行，从而提高系统的可靠性。

(2)电源掉电检测。电源掉电检测的目的是为了检测到电源掉电以后，进行现场保护。

(3)保护重要数据的后备存储器。这些存储器通常采用带有后备电池的 SRAM、NOVRAM、EEPROM。它能在系统掉电后保证数据不丢失，用于在系统出现异常以及电源掉电等故障后保存重要数据。

(4)实时日历时钟。它主要是用于工业控制机自动记录某个控制是在何时发生的。常用的日历时钟芯片有 DS1216、DS1287 等。

(5)磁盘系统。磁盘系统有半导体虚拟磁盘以及通用的软磁盘和硬磁盘。

(6)通信接口。通信接口是工业控制机和其他计算机或智能外设的接口，常用的接口有 RS-232C 和 IEEE-488 接口。

(7)输入输出通道。输入输出通道是工业控制机和生产过程之间的信号传递和变换的连接通道。它包括模拟量输入(AI)通道、模拟量输出(AO)通道、数字量(或开关量)输入(DI)通道、数字量(或开关量)输出(DO)通道。它的作用有两个，其一是将生产过程的信号转换成主机能够接受的数据形式；其二是将主机输出的控制命令或数据，经转换后作为执行机构或电器开关的控制信号。

4.1.1.2 工业控制机的软件组成

工业控制机的软件系统包括系统软件、支持软件、应用软件三个部分。

1.系统软件 系统软件包括实时多任务操作系统、引导程序、调度执行程序等。除了使用实时多任务操作系统以外，也常常使用 MS-DOS 和 Windows 等操作系统。

2.支持软件 支持软件包括汇编语言、高级语言、编译程序、编辑程序、调试程序、诊断程序等。

3.应用软件 应用软件是系统设计人员针对某个生产过程现时编制的控制和管理程序。它包括过程输入程序、过程控制程序、过程输出程序、人—机接口程序、打印显示程序和控制程序等。

4.1.2 工业控制机的总线结构

工业控制机的一大特点是采用了总线结构。工业控制机的总线是一组信号线的集合，它定义了各引线的信号、电气、机械特性，使计算机内部各组成部分之

间以及不同的计算机之间建立起信号联系,进行信息传送和通信。总线是工业控制机的重要组成部分,它包括内部总线和外部总线。

4.1.2.1 内部总线

所谓内部总线,就是计算机内部功能模板之间进行通信的总线,它是构成完整的计算机系统的内部信息枢纽。内部总线主要有 PC 总线和 STD 总线,尽管这两种总线的数目不同,但按功能都可分为数据总线(DB)、地址总线(AB)、控制总线(CB)和电源总线 (PB)四个部分。采用内部模板总线结构时,模板上各插槽的相同引脚都连接在一起,组成计算机系统的各功能模板插入槽内,由总线完成系统内各模板之间的信息传送,从而构成完整的计算机系统。

4.1.2.2 外部总线

所谓外部总线是指计算机与计算机之间或计算机与其他智能设备之间进行通信的连接线,常用的外部总线有 IEEE-488 平行总线和 RS-232C 串行总线。

1.RS-232C 串行通信总线 RS-232C 是一种串行外部总线,是由美国电子工业协会 (EIA)制定的一种串行接口标准。RS 是英文“推荐标准”的缩写,232 为标识号,C 为修改次数。

RS-232C 总线规定了其通信距离不大于 15m,传送信号的速率不大于 20kbps,每个信号使用一根信号线,并共用一根信号地线。

2.IEEE-488 平行通信总线 IEEE-488 平行通信总线也称 GPIB(General Purpose Interface Bus)总线,由美国惠普公司于 20 世纪 60 年代中期开始研究和制定总线标准。1975 年,IEEE 以此为基础制定了 IEEE-488 标准接口总线标准。

IEEE-488 总线是一条无源的电缆线,它包括 16 条信号线和 9 条地线;系统中通过总线互连的设备不得超过 15 台;总线电缆长度不超过 20m;信号的传输速率一般为 500kbps,最大传输速率为 1Mbps,采用按位并行、字节串行、三线握手、双向异步的传输方式。

4.1.3 工业控制机的特点

(1)可靠性高、可维修性好。它能在规定的时间内运行而不发生故障,并且在发生故障时维修快、简单、方便。

(2)环境适应性强。工业控制机能够适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘等环境,并且有较强的抗电磁干扰能力。

(3)能够满足控制系统的实时性控制要求。

(4)具有完善的过程输入输出通道,能够满足生产过程的控制要求。

(5)具有丰富的工业控制软件,而且控制软件正向结构化、组态化方向发展。

(6)能够满足大多数生产过程的控制精度和运算速度要求。

4.2 接口卡技术的应用

4.2.1 微机接口技术概述

微机接口电路的作用是把微机系统与外部设备通过总线连接起来，构成不同用途、不同规模的应用系统。通常我们把实现这种功能的接口电路制作成具有某种标准接口界面的电路板，并称之为接口卡。

微机接口卡的设计包括硬件基本功能设计和功能模块化设计两部分。根据设计的目标和任务的要求来确定硬件的基本功能，接口设计涉及到的内容和主要应考虑的问题有：

- (1)微机特点(计算和控制能力、实时处理能力)。
- (2)被控设备的控制周期要求。
- (3)计算机总线特点(信号特征、时序、驱动能力等)。
- (4)根据程序大小和数据量来决定存储量。
- (5)设备需要人工干预的功能和形式。
- (6)对显示、记录设备的类型及输出方式的要求。
- (7)对模拟量输入输出信号的精度和传输速度的要求。
- (8)I / O 过程通道的类型、各类通道信号点数和路数。
- (9)抗干扰措施(屏蔽、接地、抗干扰元件及电路的方式)。
- (10)对故障诊断、报警支持电路的形式及要求。

对接口电路进行分析和设计时，通常的做法是：首先对接口两侧进行分析，在充分的需求分析的基础上，根据微机系统总线与 I/O 设备之间信号要求及时序进行相应的接口设计，通常设计接口时应对完成的功能所需的硬件和软件作统筹考虑，确定哪些功能由硬件完成，哪些功能由软件实现，两者之间做出合理的协调方案，在此基础上，合理地选用 I/O 接口芯片，进行硬件接口电路设计及连接。然后，根据硬件连接的情况，进行接口驱动软件的分析与设计。一般可分为以下步骤：

1.分析接口两侧的情况 接口是要对两个不同的设备或系统进行连接。通常接口的两侧中，一侧是 CPU 或微机系统，另一侧是外设。对微机系统一侧，应搞清楚是什么类型的系统总线，或者是什么类型的 CPU，以及系统总线提供的数据总线、地址总线的宽度和控制总线的逻辑定义(如有效电平、有效脉冲沿、信号方向、是否为三态信号等)；时序关系的特点及要求。由于数据总线和地址总线比较规整，不同的系统总线或 CPU 其变化不大。而控制总线，则因微机系统总线或 CPU 的类型不同，其信号线及有关时序的关系差别较大，因此，对控制信号线的逻辑定义与时序分析至关重要。

由于外设种类繁多,型号不一,所提供的信号线五花八门,其逻辑定义、时序关系、电平高低差异甚大,所以外设这一侧的情况更为复杂。一般来说,对外设一侧的分析重点应放在搞清有关外设的工作原理、性能特点及要连接的信号线的定义及时序;从而找出需要接口为它提供哪些信号和功能才能正常工作,它反馈给接口哪些状态信号来表明其工作进程,以达到与系统总线交换数据的目的。一般来说,不管外设如何复杂,只要将它们的工作原理及与接口相连接的信号线的特性分析清楚,对接口电路的分析与设计也就不难了。

2.实现系统总线与外设之间的信号转换 通常情况下系统总线与外设两侧的有关信号线直接连接是不行的。而是需要通过对接口两侧信号的分析,找出两者的差别之后,进行信号转换与改造,使之协调及匹配。经过转换后的信号线,在功能定义、逻辑关系和时序配合上,能同时满足接口两侧的要求。一般来说,在分析已有接口时,可以从两侧的原始信号出发去考察它们,用哪些接口电路及器件进行子信号转换,并把它们送到何处,从而搞清有关信号的来龙去脉。在设计接口电路时,不只是由设计者决定由何种元器件来实现信号的改造与转换,还要考虑到今后软件如何操作和配合。

3.合理选用接口芯片 随着微电子技术和集成电路技术的发展,通常可以采用下面几种方式进行接口电路的硬件设计:

(1)采用传统的中、小规模的标准 TTL CMOS 系列集成电路器件及传统的数字逻辑系统的设计方法进行接口电路设计。

(2)利用现有的各种用途的通用或专用的可编程大规模集成电路接口芯片,并结合少量的中、小规模 IC 进行接口电路设计。

(3)利用 PLD(Programmable Logic Device)器件等各类可编程逻辑芯片(如 GAL、EPLD、CPLD、FPGA 等),并借助 VHDL 或众多的 EDA 工具进行相应的接口设计,这是目前接口开发的一个趋势。

在接口电路设计中,往往不需要繁杂的电路参数计算,而是需要熟练地掌握和深入了解各类芯片的功能、特点、工作原理、时序关系、使用方法及编程技巧,以便根据设计要求和经济准则,合理选择芯片,把它们与微处理器或系统总线正确地连接,并编写相应的芯片初始化程序或驱动程序。采用集成接口芯片或 PLD 器件进行接口设计,可以使接口体积小,功能完善,可靠性高,易于扩充,应用灵活方便,而且推动了接口向智能化方向发展。所以,合理地选择接口芯片,在接口技术中起着重要的作用。

4.接口驱动程序分析与设计 硬件电路只提供了接口工作的基础,只有在驱动程序的控制下,接口才能发挥其作用。对于微机系统中的标准设备(如 CRT、Keyboard、Printer、HD、FD、串口、并口等),在 ROMBIOS(Basic Input Output System)中都有相应的功能块子程序供用户调用。但是对接口设计者,常常碰到的是一些

非标准设备，所以通常需要自己动手编制专用的接口驱动程序。因此，必须了解外设的工作原理和接口电路的硬件结构、才能正确编写相应的接口驱动程序。通常在接口电路设计时，一般采用模块化的设计方法。接口功能的模块化设计是把功能进行细化，使各功能模块具有相对比较单一的设计功能，因此物理实现比较容易，硬件设计的基本原则一般有如下几个方面：

(1)可靠性 高可靠性是任何系统设计的基本出发点之一。提高可靠性可由硬件、软件和硬软件结合三方面入手。在硬件设计中除了选择合理的硬件结构、性能稳定的元器件外，还要考虑线路设计、具体布线、元器件筛选及装配等一系列相应问题。衡量可靠性的指标一般用平均无故障时间来表示。平均无故障时间当然越高越好，但是这与费用成正比，所以应根据具体要求考虑。例如，不可停止的系统需要考虑采用备份；以便在一旦出现故障时可以立即投入备份保持工作不停。对短期故障可容忍时，则可对平均无故障时间放低要求。

(2)简单化 应使结构简单，硬件少，尽量少采用分立元件，可使硬件运行可靠性提高。不要单纯追求高性能和高水平，以免增加复杂性，而降低了可靠性。应提倡简单而可靠的设计思想。

(3)模块化 模块化的设计便于实现标准化，提高设计效率，易于调试与维护。图 4—2 所示为接口电路模块化设计简图。

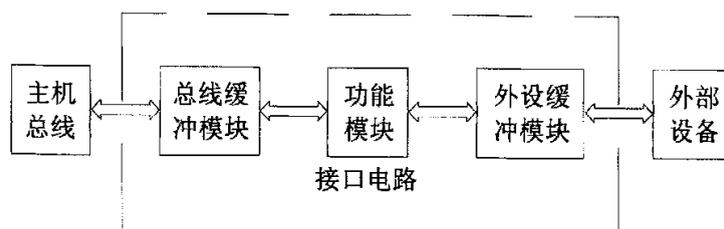


图 4-2 接口电路模块化设计简图

Figure4-2 modularization design of interface circuit

图中总线缓冲接口模块一般包括了接口中所用到的系统总线缓冲驱动器、I/O 端口地址译码电路和控制逻辑电路。

功能模块主要用来完成所要求的功能，如 D/A 接口中的 D/A 芯片及其支持电路，硬件中断等的有关控制逻辑电路。

外设缓冲接口模块可实现外设及其功率通道(输入信号调整通道和输出驱动通道)与功能模块电路间的缓冲与隔离，例如，有些接口中的外设状态寄存器，输入输出数据缓冲寄存器等，还有光电隔离器、滤波电路等。

4.2.2 本系统选用的 I/O 接口卡介绍

在本系统中，需要选用一个 I/O 接口卡，它的一侧与计算机相连，另一侧通过交流接触器阵列再与电参数测量仪等几台仪器相连，起到以下几个方面的作用：

1)由计算机通过接口卡控制交流接触器的吸合，使电参数测量仪等仪器按一定顺序自动接入测试线路。

2)电参数测量仪、泄漏电流仪一接入测试线路即可进入工作状态，但接地电阻仪和耐压测试仪则需要提供启动信号才能进入工作状态。而且这两台仪器还要提供复位信号才能停止工作。所以需要由接口卡提供这两台仪器的启动和复位控制功能。

3)耐压测试的合格与否，需通过对耐压机前面板上的报警灯亮起与否来进行判断，所以需要通过接口卡来对该信号进行采集。

根据以上几个方面的功能需求，采用了广州先河科技有限公司生产的 XH97A 型 I/O 接口卡：(图 4-3)

该卡是一块 ISA 总线的接口卡，在输入输出方面采用了两块可编程接口芯片 8255A。8255A 是一种通用的可编程并行 I/O 接口芯片，它具有三个 8 位并行 I/O 端口，可设定为三种不同的工作方式，使用灵活，是应用最广的并行 I/O 接口芯片。两个芯片总共可提供 48 个开关量控制，或 6 个 8 位并行口，通过 8255A 的编程控制可以使这 6 个口工作在输入或输出状态。本卡其中一个 8255A 芯片的 24 根输入、输出线经一个 37 芯 D 型插座连接到一块 I/O 隔离卡上(见图 4-4)。控制信号经过光电隔离后再对交流接触器和交流继电器进行控制，最终实现计算机对强电电路的控制。

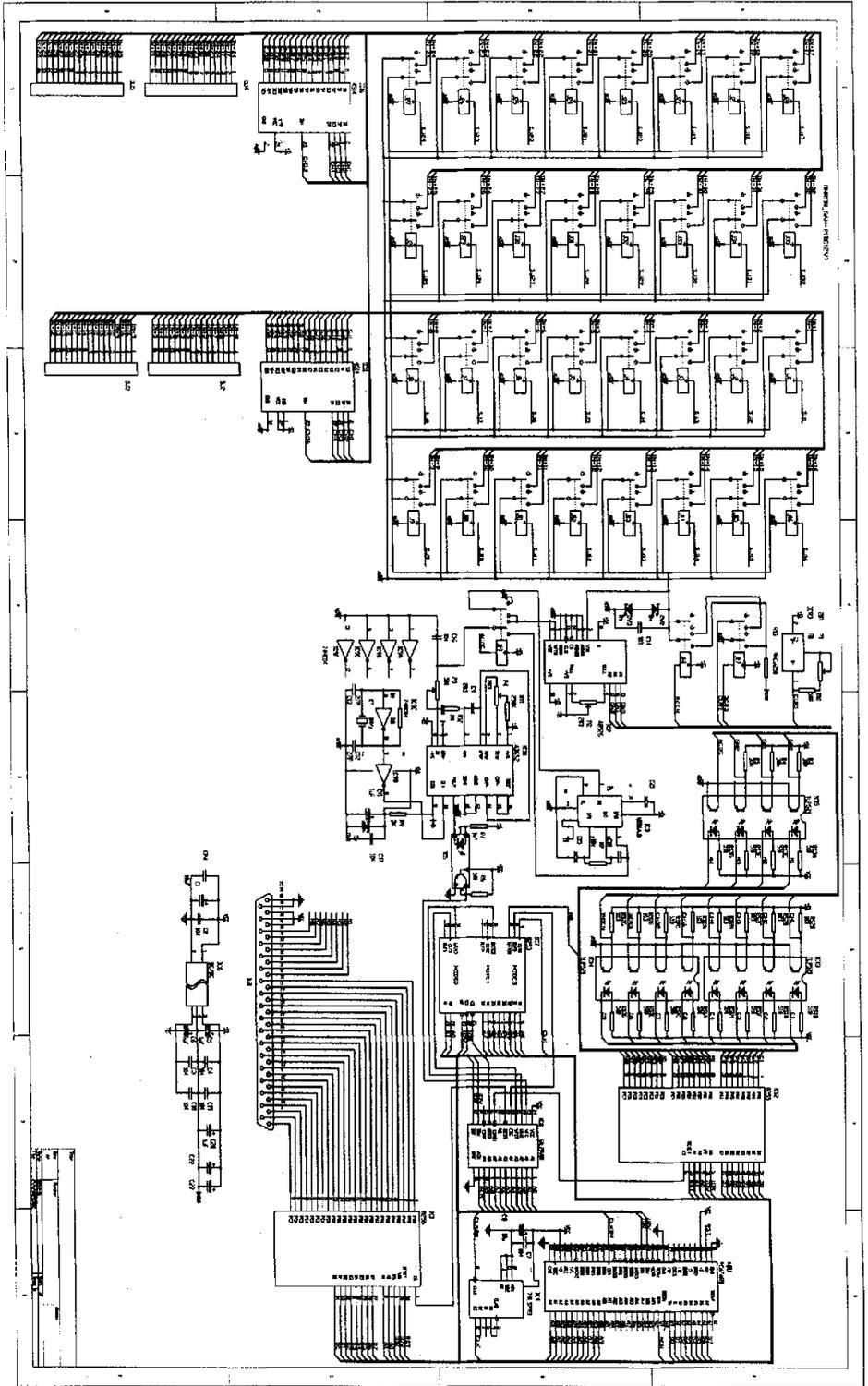


图 4-3 XH-97A 型 I/O 卡线路图
Figure 4-3 XH-97A I/O card circuit diagram

4.3 光电隔离抗干扰技术及其应用

在实际的电子电路系统中,不可避免地存在各种各样的干扰信号,若电路的抗干扰能力差将导致测量、控制准确性的降低,产生误动作,从而带来破坏性的后果。因此,若硬件上采用一些设计技术,破坏干扰信号进入测控系统的途径,可有效地提高系统的抗干扰能力。事实证明,采用隔离技术是一种简便且行之有效的办法。隔离技术是破坏干扰途径的抗干扰方法,硬件上常用光电耦合器件实现电→光→电的隔离,他能有效地破坏干扰源的进入,可靠地实现信号的隔离,并易构成各种功能状态。

4.3.1 光电耦合器件简介

光电耦合器件是把发光器件(如发光二极管)和光敏器件(如光敏三极管)组装在一起,通过光线实现耦合构成电—光和光—电的转换器件。

当电信号送入光电耦合器的输入端时,发光二极管通过电流而发光,光敏元件受到光照后产生电流,CE导通;当输入端无信号,发光二极管不亮,光敏三极管截止,CE不通。对于数字量,当输入为低电平“0”时,光敏三极管截止,输出为高电平“1”;当输入为高电平“1”时,光敏三极管饱和导通,输出为低电平“0”。若基极有引出线则可满足温度补偿、检测调制要求。这种光耦合器性能较好,价格便宜,因而应用广泛。

光电耦合器之所以在传输信号的同时能有效地抑制尖脉冲和各种噪声干扰,使通道上的信号噪声比大为提高,主要有以下几方面的原因:

(1)光电耦合器的输入阻抗很小,只有几百欧姆,而干扰源的阻抗较大,通常为 $10^5 \sim 10^6 \Omega$ 。据分压原理可知,即使干扰电压的幅度较大,但馈送到光电耦合器输入端的噪声电压会很小,只能形成很微弱的电流,由于没有足够的能量而不能使二极管发光,从而被抑制掉了。

(2)光电耦合器的输入回路与输出回路之间没有电气联系,也没有共地;之间的分布电容极小,而绝缘电阻又很大,因此回路一边的各种干扰噪声都很难通过光电耦合器馈送到另一边去,避免了共阻抗耦合的干扰信号的产生。

(3)光电耦合器可起到很好的安全保障作用,即使当外部设备出现故障,甚至输入信号线短接时,也不会损坏仪表。因为光耦合器件的输入回路和输出回路之间可以承受几千伏的高压。

(4)光电耦合器的响应速度极快,其响应延迟时间只有 $10 \mu\text{s}$ 左右,适于对响应速度要求很高的场合。

4.3.2 光电隔离技术的应用

1. 微机接口电路中的光电隔离 微机有多个输入端口,接收来自远处现场

设备传来的状态信号，微机对这些信号处理后，输出各种控制信号去执行相应的操作。在现场环境较恶劣时，会存在较大的噪声干扰，若这些干扰随输入信号一起进入微机系统，会使控制准确性降低，产生误动作。因而，可在微机的输入和输出端，用光耦作接口，对信号及噪声进行隔离。这一类电路主要应用在“ A/D 转换器”的数字信号输出，及由 CPU 发出的对前向通道的控制信号与模拟电路的接口处，从而实现在不同系统间信号通路相联的同时，在电气通路上相互隔离，并在此基础上实现将模拟电路和数字电路相互隔离，起到抑制交叉串扰的作用。

对于线性模拟电路通道，要求光电耦合器必须具有能够进行线性变换和传输的特性，或选择对管，采用互补电路以提高线性度，或用 V/P 变换后再用数字光耦进行隔离。

2. 功率驱动电路中的光电隔离 在微机控制系统中，大量应用的是开关量的控制，这些开关量一般经过微机的 I/O 输出，而 I/O 的驱动能力有限，一般不足以驱动一些电磁执行器件，需加接驱动接口电路，为避免微机受到干扰，须采取隔离措施。如晶闸管所在的主电路一般是交流强电回路，电压较高，电流较大，不易与微机直接相连，可应用光电耦合器将微机控制信号与晶闸管触发电路进行隔离。

在马达控制电路中，也可采用光耦来把控制电路和马达高压电路隔离开。马达靠 MOSFET 或 IGBT 功率管提供驱动电流，功率管的开关控制信号和大功率管之间需隔离放大级。在光耦隔离级—放大器级—大功率管的连接形式中，要求光耦具有高输出电压、高速和高共模抑制。

3. 远距离的隔离传送 在计算机应用系统中，由于测控系统与被测和被控设备之间不可避免地要进行长线传输，信号在传输过程中很易受到干扰，导致传输信号发生畸变或失真，另外，在通过较长电缆连接的相距较远的设备之间，常因设备间的地线电位差，导致地环路电流，对电路形成差模干扰电压。为确保长线传输的可靠性，可采用光电耦合隔离措施，将 2 个电路的电气连接隔开，切断可能形成的环路，使他们相互独立，提高电路系统的抗干扰性能。若传输线较长，现场干扰严重，可通过两级光电耦合器将长线完全“浮置”起来。

长线的“浮置”去掉了长线两端间的公共地线，不但有效消除了各电路的电流经公共地线时所产生噪声电压形成相互串扰，而且也有效地解决了长线驱动和阻抗匹配问题；同时，受控设备短路时，还能保护系统不受损害。

4. 过零检测电路中的光电隔离 零交叉，即过零检测，指交流电压过零点被自动检测进而产生驱动信号，使电子开关在此时刻开始开通。现代的零交叉技术已与光电耦合技术相结合。

4.3.3 使用光电耦合器所需要注意的问题

(1) 在光电耦合器的输入部分和输出部分必须分别采用独立的电源，若两端共用一个电源，则光电耦合器的隔离作用将失去意义。

(2) 当用光电耦合器来隔离输入输出通道时，必须对所有的信号(包括数字量信号、控制量信号、状态信号)全部隔离，使得被隔离的两边没有任何电气上的联系，否则这种隔离是没有意义的。

本系统要实现计算机通过 I/O 卡对大电流继电器的控制，还要从耐压测试仪上采集信号，为了避免干扰信号进入计算机，采用了图 4-4 所示的 I/O 光电隔离卡。控制信号由计算机内的 XH-97A 型 I/O 卡输入到本卡，信号经过光电隔离后，通过双向可控硅驱动交流接触器和继电器，实现对强电线路的控制。外界信号进入本卡后，经过光电隔离，再将信号输入到计算机内的 XH-97A 型 I/O 卡上，从而实现对所有的信号全部隔离，阻断了外界干扰信号进入计算机内部。

4.4 本章小结

本系统的核心就是将计算机技术引入到传统的家电检测行业当中，所以本章首先对工业控制计算机进行了系统的介绍，然后对计算机接口卡技术作了介绍，并给出了本系统采用的 I/O 接口卡线路图。并对光电隔离技术作了相应的介绍，给出了本系统采用的 I/O 光电隔离卡的线路图，从而在硬件上将计算机对强电电路上的交流接触器和继电器的控制原理作了完整的介绍。

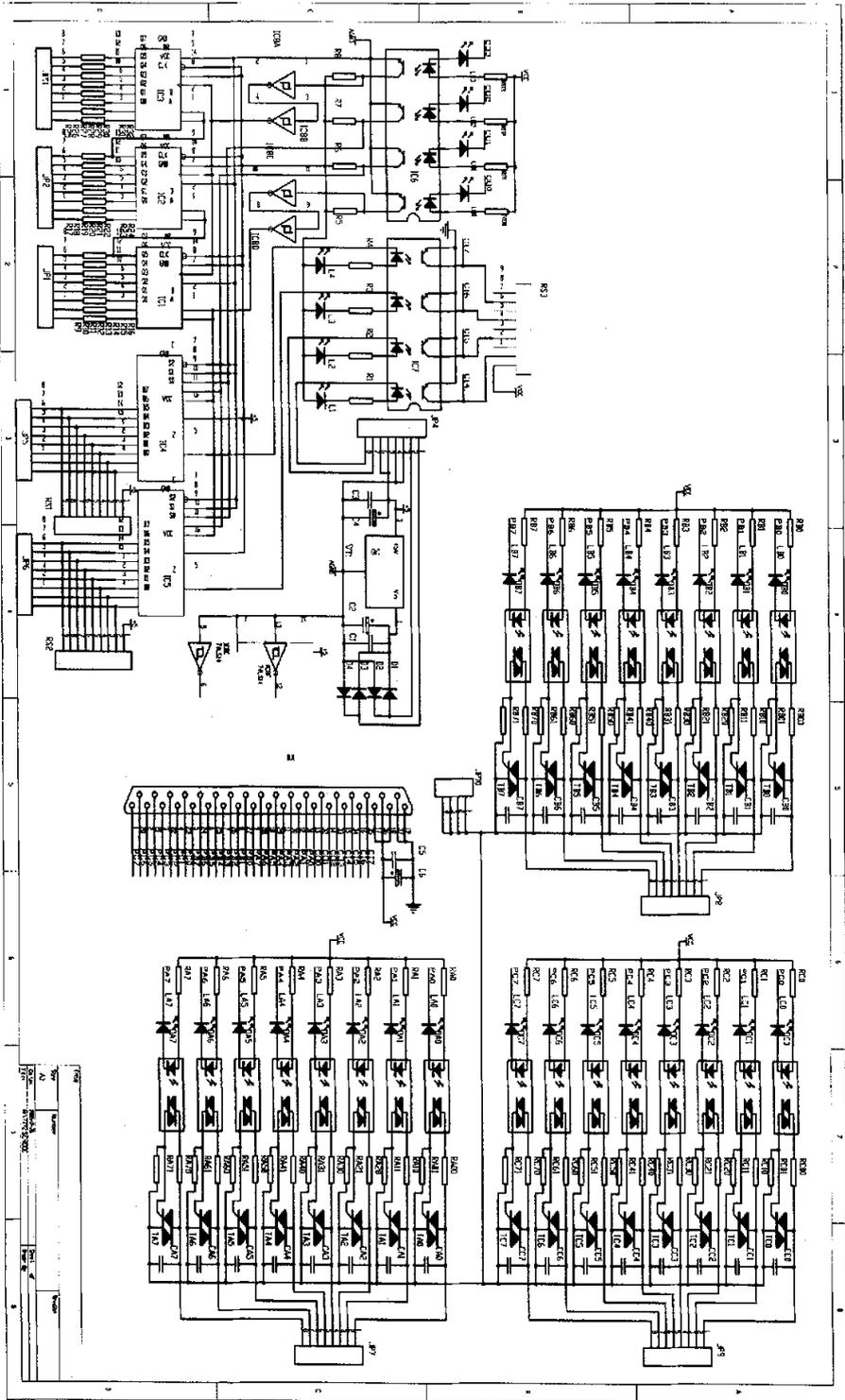


图 4-4 I/O 光电隔离卡线路图
Figure 4-4 I/O photoelectrical isolating card circuit diagram

第五章 串行通信技术的应用

本系统中计算机与仪器之间的数据通信是依靠串行通信技术来实现的，由于所选择的仪器是由不同的生产厂家生产的，所以要充分了解每一台仪器的通讯协议，才能正确地实现计算机与仪器之间的数据通信。

5.1 串行通信基础

5.1.1 串行通信与并行通信

在计算机和终端之间的数据传输通常是靠电缆或信道上的电流或电压变化实现的。如果一组比特在多条线上同时被传送，这种传输被称为并行的。并行数据传送的特点是：各数据位同时传送，传送速度快、效率高，多用在实时、快速的场合。并行传送的数据宽度可以是 1 位~128 位，甚至更宽。但是有多少数据位就需要多少根数据线，因此传送的成本高。在集成电路芯片的内部、同一插件板上各部件之间、同一机箱内各插件板之间的数据传送都是并行的。并行数据传送的距离通常小于 30m。

串行通信是数据通过一根传输线逐位传送。串行数据传送的特点是：数据传送按位顺序进行，最少只需要一根传输线即可完成，节省传输线。与并行通信相比，串行通信还有较为显著的优点：传输距离长，可达到数千公里；在长距离内串行数据传送速率会比并行数据传送速率快；串行通信的通信时钟频率容易提高；串行通信的抗干扰能力十分强，其信号间的互相干扰完全可以忽略。但是串行通信传送速度比并行通信传送速度慢，并行通信时间为 T ，则串行时间为 NT 。

5.1.2 RS-232 总线简介

RS-232 串行通信接口，它是计算机系统中最常见的标准接口，最常见的是 PC 机与 MODEM、PC 机与鼠标之间通过 RS-232C 接口连接，不仅如此，利用 RS-232C 接口还可以连接多种设备，它是连接数据通信设备（DCE）与数据终端设备（DTE）之间的串行通信标准总线。

标准的 RS-232C 接口有 25 条线，功能如表 5-1 所示。

从其引脚功能可以看出，标准的 RS-232C 接口引脚比较多，但是常用的只有 9 个，所以一般计算机上用 9 芯的 D 型插座，它和标准的 RS-232C 接口如下图所示：

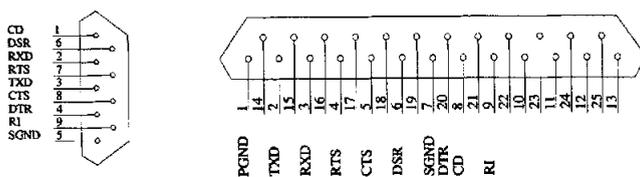


图 5-1 RS232C “D” 形接口

Figure 5-1 RS232C “D” shape adaptor

表 5-1 RS-232C 引脚功能表

Table 5-1 Bay-line function of RS-232C adaptor

引脚号	信号名称	说明	引脚号	信号名称	说明
1	PG	保护地	14	SBA	输出, 第二发送数据
2	TxD	输出, 发送数据	15	DB	发送码元定时 (DCE)
3	RxD	输入, 接受数据	16	SBB	输入, 第二接收数据
4	RTS	输出, 请求发送	17	DD	输出, 接收码元定时
5	CTS	输入, 允许发送	18	备用	
6	DSR	输入, 数据设备就绪	19	SCA	输出, 第二请求发送
7	SG	信号地	20	DTR	输出, 数据终端就绪
8	DCD	输入, 接收信号检出	21	CG	输出, 数据质量检出
9	备用		22	RI	输入, 振铃
10	备用		23	CH/CI	输入, 振铃
11	备用		24	DA	输出, 发送码元定时
12	SCF		25	备用	
13	SCB	输入, 第二接受信号检出			
		输入, 第二清除发送			

5.2 8905F 型三相电参数测量仪通讯协议

一、通讯波特率

通讯波特率可以由硬件在 1200、2400、4800、9600bps 间选择。仪表在出厂时已设定波特率 9600bps。

二、通讯地址

通讯地址 0~255 间选择。仪表在出厂时已设定某一固定地址, 并在标牌上给予标识。

三、通讯协议

数据输出采用 RS485/232 通讯, 具体内容如下:

1、通讯数据格式: 数据帧共 10 位, 1 个起始位、8 个数据位、1 个停止位。

2、命令说明：上位机发送：55(H)-Addr-Command-CS:

解释：

1) 上位机共发送 4 个字节，以上数据全部为 16 进制，单字节数据。

2) 55 为固定的头,Addr 为仪表的地址,Command 为命令,CS 为前三个字节的校验和的 256 的模,即 $CS=(55+Addr+Command) \text{ AND } FF(H)$ 。例如：主机发送：55, a6, 30, 2b,其中 55 为固定的头, a6 为仪表地址, 30 为命令码, 2b 为 $CS=(55+a6+30) \text{ AND } FF(H)=(12b) \text{ and } FF(H)=2b$ 。

3) Addr 为仪表地址可随便在仪表中设置, 假如仪表地址设置为 3, 则发送的数据为：55,3,30,88(数据均为 16 进制)

仪表回送：

aa-Addr-30-V0-V1-V2-V3-I0-I1-I2-I3-P0-P1-P2-P3--Pf0-Pf1-Pf2-Pf3- Hz0-Hz1-Hz2-Hz3-CS

解释：

1) 以上数据均为 16 进制。

2) 电压、电流、功率、频率及功率因数均为浮点数, 发送时转换为四个单字节数据(低字节在前, 高字节在后), 主机接收到该数据时, 再转换为浮点数。

3) aah 为固定的头, Addr 为仪表地址, 30h 为命令码, V0-V1-V2-V3 为电压浮点数转换为四字节的的数据, V0 为低字节, V3 为高字节, 同样, I0~I3 为电流, P0~P3 为功率, Pf0~Pf3 为功率因数, Hz0~Hz3 为频率。CS 为固定头 aa~Hz3 的 和的 256 的模, 即： $CS=(aa+Addr+30+V0+\dots+Pf0+Pf1+Pf2+Pf3)$ 。

4) 电压、电流、功率、频率、功率因数转换的例子：

电压=123.56V,发送：V0-V1-V2-V3=b8-1e-f7-42

电流=13.34A,发送的格式为 I0-I1-I2-I3=A4-70-55-41

频率=50.15hz,发送：为 Hz0-Hz1-Hz2-Hz3=9a-99-48-42

功率和功率因数转换的格式一样, 即浮点数转换为四字节数据。

四、通讯命令及回送数据。

30H 取第一相电参数命令码

31H 取第二相电参数命令码

32H 取第三相电参数命令码

33H 取合计电参数命令码

34H 取所有电参数命令码

35H 设置仪表进入三相三线制(两元件法)

36H 设置仪表进入三相四线制

37H 设置仪表进入 3V3A

38H 设置仪表进入一相三线制

3AH 设置电压变比

3BH 设置电流变比

3CH 设置电能累积时间

3DH 设置锁定

3EH 解除锁定

40H 停止累计电能

41H 启动累计电能

42H 电能复位

43H 召测电能

44H 召测线制

4AH 召测电压变比

4BH 召测电流变比

4CH 召测电能累积时间

下面分别介绍回送的具体格式：

(1)、主机发 55H+地址码+命令码 30H+校验和

仪表回送：aaH+地址码+命令码 (30H) +数据 (V1+I1+P1+PF1+FREQ1) +校验和。

(每个参数 4 个字节；共回送 $5 \times 4 + 4 = 24$ 个字节)

其中：V1 表示电压值；I1 表示电流值；P1 表示功率值；PF1 表示功率因数
值；FREQ 表示频率值。

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (42H) +校验和。

当命令码改为：31H、32H、33H，回送格式同 30H，但是取回的数据为第 2、
3 及 Σ 相的参数

(2) 主机发 55H+地址码+命令码 (34H) +校验和 (取所有电参数)

仪表回送：aaH+地址码+命令码 (34H) +数据 (V1、I1、P1、PF1、V2、I2、
P2、PF2、V3、I3、P3、PF3、 ΣV 、 ΣI 、 $\Sigma P3$ 、 $\Sigma PF3$ 、 $\Sigma FREQ3$) +校验和。

(每个参数 3 个字节；共回送 $17 \times 4 + 4 = 68$ 个字节)

(3) 主机发 55H+地址码+命令码 (35H) +校验和

仪表进入三相三线测量方式。

仪表回送 aaH+ 地址码+ 命令码 (35H) +校验和

(4) 主机发 55H+ 地址码+ 命令码 (36H) +校验和

仪表进入三相四线测量方式。

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (36H) +校验和

(5) 主机发 55H+地址码+命令码 (40H) +校验和

仪表进入停止累计电能。

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (40H) +校验和

(6) 主机发 55H+地址码+命令码 (41H) +校验和
仪表进入启动累计电能。

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (41H) +校验和

(7)、主机发 55H+地址码+命令码 (42H) +校验和
仪表进入复位电能。

(8) 主机发 55H+地址码+命令码 (43H) +校验和
仪表进入召测电能和累计时间。

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (43H) +E+T+校验和
(共 $2 \times 4 + 4 = 12$ 字节)

(9) 主机发 55H+地址码+命令码 (4AH) +校验和
仪表召测电压变比

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (4AH) +电压变比 PT (4 字节浮点数) +校验和

(10) 主机发 55H+地址码+命令码 (4BH) +校验和
仪表召测电压变比

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (4BH) +电流变比 CT (4 字节浮点数) +校验和

(11) 主机发 55H+地址码+命令码 (3AH) +电压变比 PT (4 字节浮点数) +校验和

仪表设置电压变比

仪表回送 aaH+地址码+命令码 (3AH) +校验和

(12) 主机发 55H+ 地址码+ 命令码 (3BH) +电流变比 CT (4 字节浮点数) +校验和

仪表设置电流变比

仪表回送 aaH+ 地址码+ 命令码 (3BH) + 校验和

(13) 主机发 55H+ 地址码+ 命令码 (44H) +线制 (1 个字节) +校验和
召测线制

仪表回送 aaH+ 地址码+ 命令码 (44H) + 校验和

五、计算机与仪表通讯连接方式：(三线连接)

仪器接口 2 脚——PC 机串口 3 脚

3 脚——PC 机串口 2 脚

5 脚——PC 机串口 5 脚

5.3 8780 型泄漏电流测量仪通讯协议

一、通讯字节格式：

8 位数据位，1 位停止位，无校验，先传低位，后传高位，位传送方式与微机一样，先传低位，后传高位。

二、通讯帧格式：

上位机发送格式：55— Address —Command—CS

其中：

1) 帧起始符 55H：标志一帧信息的开始，其值为 55H=01010101B

2) 仪表地址 Address：仪表的通讯地址，单字节，范围为 0~255

3) 命令码 Command：单字节数据，仪表根据此命令回送相应的数据。

4) 校验码 CS：从帧起始符到校验码之前的所有字节的二进制的算术和的 256 的模，即 $CS=(55+Address+Command) \text{ AND } FF(H)$

仪表回送格式：AA—Address —Command—Data—CS

其中：

1) 帧起始符 AAH：标志一帧信息的开始，其值为 AAH=10101010B

2) 仪表地址、命令码、校验码与上位机发送的定义一致

3) 数据域：仪表根据相应的命令回送的数据，其字节数根据仪表类型及命令的不同而不同。仪表回送的每个量为四字节的浮点数，低字节在前，高字节在后，所以数据域 Data 的字节个数为 4 的倍数。

三、通讯波特率

300~9600bps，由用户自己设置，初始化为：地址=0，波特率=300。

四、通讯命令及仪表回送数据

1) 通讯命令码：仪表命令码为 10H——读取电参数命令码。

2) 通讯具体格式：读取电参数命令（10H）：

主机发送：55H+Address+10H+CS

8780 仪表回送：AAH+Address+10H+数据（V，I，LN，0，0）+CS（LN 相线、零线标志，4 个字节，LN=1.0 表示回送的电流为相线电流；LN=0.0 表示回送的电流为零线电流。0 表示回送 4 个字节的 0。）

每个参数 4 个字节，回送 5 个参数，共回送 $5 \times 4 + 4 = 24$ 个字节。

五、计算机与仪表通讯连接方式：（三线连接）

仪器接口 2 脚——PC 机串口 3 脚

3 脚——PC 机串口 2 脚

5 脚——PC 机串口 5 脚

5.4 9950 型接地电阻测量仪通讯协议

一、数据帧格式：

一帧数据为 16 字节，一次发送一帧数据，不足一帧在数据之后补 0。

三、通讯波特率：9600bps。

四、通讯命令及仪表回送数据：

(1) 接地地址（地址帧）：33H

(2) 建立连接

计算机发送：0AAH+11H+校验和

仪器忙应答：0AAH+15H+校验和

仪器连接好应答：0AAH+12H+校验和

(3) 断开连接

计算机发送：0AAH+13H+校验和

仪器应答：0AAH+14H+校验和

(4) 测试组、频率设置值查询：

计算机发送：0B4+校验和

仪器应答：0B4H+测试组 BCD+频率 BCD+校验和

如：若测试组为第 1 组，频率为 50Hz，则仪器应答为 0B4H+01H+50H+05H；
若频率为 60Hz，则仪器应答为 0B4H+01H+60H+15H。

(5) 电流设置值查询：

计算机发送：0B1H+校验和

仪器应答：0B1H+电压 BCD+校验和

如：若电流值为 10.0A，小数点用 10(0AH)表示，则仪器应答为
0B1H+10H+0A0H+61H。

(6) 电阻设置值查询：

计算机发送：0B2H+校验和

仪器应答：0B2H+电阻 BCD+校验和

如：若电阻报警值为 200.0m Ω ，则仪器应答为 B2H+02H+00H+0A0H+54H。

(7) 时间设置值查询：

计算机发送：0B5H+校验和

仪器应答：0B5H+测试时间+校验和

如：测试时间为 7.0s，其中小数点为 10 (0AH)，则仪器应答为
0B5H+00H+07H+0A0H+5CH。

(8) 测试组、频率参数设置值：

计算机发送：0A4H+测试组 BCD+频率 BCD+校验和

仪器应答：0A4H+校验和

如：若测试组为第 2 组，频率为 50Hz，将其转换成 BCD 码，则计算机发送 0A4H+02H+50H+0F6H。

(9)电流设置值：

计算机发送：0A1H+电流 BCD+校验和

仪器应答：0A1H+校验和

如：若电流值为 10.0A，将其转换成 BCD 码，则计算机发送 0A1H+10H+0A0H+51H。

(10)电阻参数设置值：

计算机发送：0A2H+电阻 BCD+校验和

仪器应答：0A2H+校验和

如：若电阻上限为 100.0mΩ，将其转换成 BCD 码，则计算机发送为 0A2H+01H+00H+0A0H+43H。

(11)时间参数设置值：

计算机发送：0A5H+测试时间+校验和

仪器应答：0A5H+校验和

如：若测试时间为 5.0s，则计算机发送为 0A5H+00H+05H+0A0H+4AH

(12)启动（测试）：

计算机发送：0A7H+11H+校验和

仪器应答：0A7H+12H+校验和

(13)停止测试：

计算机发送：0A7H+13H+校验和

仪器应答：0A7H+14H+校验和

(14)测试值查询：

计算机发送：0A9H+校验和

仪器应答：0A9H+电流 BCD+电阻 BCD+时间 BCD+标志+校验和

标志：=0（测试）

=1（合格，停止测试）

=2（越限，不合格，停止测试）

=3（开路，不合格，停止测试）

如：测试电流为 10.0A，电阻为 100.0mΩ，时间为 4.0s。当仪器正处于测试状态，（仪器面板测试灯闪烁），则仪器应答为 0A9H+10H+0A0H+01H+00H+0A0H+00H+04H+0A0H+00H+9EH。

当仪器正处于合格状态，（仪器面板合格灯亮），则仪器应答为 0A9H+10H+0A0H+01H+00H+0A0H+00H+04H+0A0H+01H+9FH。

(15)仪器接受错误发送：0CCH+0CCH。

五、计算机与仪表的通讯连接方式：

仪器接口：2脚——PC机串口3脚

3脚——PC机串口2脚

5脚——PC机串口5脚

5.5 系统中计算机与仪表通讯端口的连接

本系统采用的计算机有两个DB9座串行端口，而需要与计算机进行数据通讯的设备有三台：电参数测量仪、泄漏电流测量仪和接地电阻测量仪，这三台仪器上的串行端口均是DB9座串行端口，通过上面的介绍，三台仪器的端口都是2、3、5脚是有用的端脚，并且均是接到计算机串行端口的3、2、5脚上。设计上将电参数测量仪的串行端口连接到计算机的com2上，再通过一个双向继电器将泄漏电流测量仪和接地电阻测量仪的串行端口连接到com1，继电器的三个动触头常接在三个静触头上，将泄漏电流测量仪串行端口的三根线连接到计算机com1上，当测量接地电阻时，向继电器通电，三个动触头接向另三个静触头上，将接地电阻测量仪串行端口的三根线连接到计算机com1。接线图如下图：

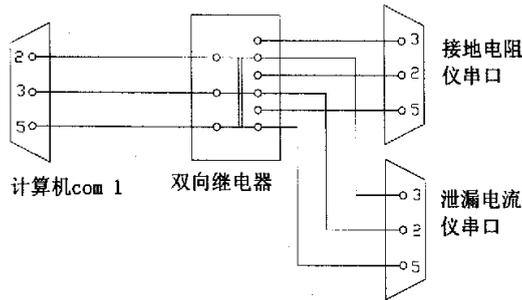


图 5-2 计算机与仪器串口接线图

Figure5-2 serial interface connection of computer and instrument

5.6 本章小结

本章中，首先对串行通信技术作了一个概要的介绍，然后重点介绍了每台仪器与计算机之间的通讯协议，通讯协议是计算机与每台仪器之间进行数据传送的技术关键，是后面程序设计的基础。最后给出了计算机与仪器串口在硬件上的连接。

第六章 程序设计

本系统程序在 Windows 平台上用 Visual Basic 编写,VB 是十分优秀的可视化开发环境,其中,提供了 MSComm 通信控件。通信控件是 PC 机通过串行端口与其他设备实现轻松连接的通用工具。通过使用 MSComm 通信控件,可以简单高效地实现设备之间的通信,从而使编程效率大大提高,也减少了因编程不当导致系统不稳定。

6.1 MSComm 通信控件简介

6.1.1 MSComm 控件的属性介绍

MSComm 控件的属性很多,下面对其作详细的说明。

1.CommPort 属性

用于设置并返回通信端口号,Windows 将会用此串口和外界通信。CommPort 属性值用 1、2、3...表示串口 COM1、COM2、COM3...,它的取值范围是 1~16,默认值是 1。

2.Setting 属性

该属性用来设置或返回通信参数,属性值用字符串表示,主要设定波特率、奇偶校验、数据位、停止位等 4 个参数。组成格式如下:“BBBB, P, D, S”。

BBBB 表示波特率,P 是奇偶校验,D 是数据位位数,S 是停止位数。默认值是“9600, n, 8, 1”,表示传输速率 9600bps,无奇偶校验,8 位数据位,1 位停止位。只有通信双方的 Settings 属性值都一样,通信连接才能有效。

3.PortOpen 属性

该属性用来打开或者关闭端口。使用串口之前,应该先打开端口,当应用程序执行完毕后,如果不关闭端口,MSComm 将自动关闭串口。把端口属性设为 True 打开端口,把端口属性设为 False 关闭端口。

4. HandShaking 属性

此属性用来设置或者返回硬件握手协议,即个人计算机与通信设备之间为了控制流速而约定的内部协议。

5.Input 属性

该属性表示从接收缓冲区移走一串字符,将缓冲区中收到的数据读入变量,属性值为 Variant 型变量。当 InputMode 属性值是 0 (文本模式)时,变量中含有 String 型数据;当 InputMode 属性值是 1 (二进制模式)时,变量中含有 Byte 型

数组数据。

6.OutPut 属性

此属性用于向发送缓冲区中写数据流，属性值为 Variant 型变量。在传输文本数据时，应将 String 型数据放入 Variant 型变量；传输二进制数据时，应将 Byte 型数据放入 Variant 型变量。

7.InputLen 属性

此属性用于设置或返回接收缓冲区内用 Input 属性命令读入的字节个数。若取 0，则 Input 属性读取整个缓冲区中的内容。

8.InputMode 属性

此属性用于设置或返回接收数据的类型。若该值为 0，则用 Input 属性接收文本型数据；取值为 1，则用 Input 属性接收二进制数据。

9.InBufferSize 属性

该属性用于设置或返回输入缓冲区的大小，缺省值为 1024 字节。

10.InBufferCount 属性

该属性用于返回输入缓冲区内等待读取的字节个数，可通过设置该属性为 0 来清除接收缓冲区。

11. OutBufferCount 属性

该属性用于设置或返回发送缓冲区大小，值为 Integer 型，表示传输缓冲区的字节数，缺省值为 512 字节。

12. OutBufferSizeCounter 属性

该属性用于返回发送缓冲区内等待发送的字符数，可用来清空缓冲区。

13.Sthreshold 属性

该属性是一个阈值，当输出缓冲区内字节个数小于该值后就产生 OnComm 事件，并且 CommEvent 属性会被设定为 ComEvSend。如果该值为 0（默认值），则数据传输事件不会产生 OnComm 事件。

14. Rthreshold 属性

该属性是一个阈值，当接收缓冲区内字节个数达到或超过该值后就产生 OnComm 事件，并且 CommEvent 属性会被设定为 ComEvReceive。如果该值为 0（默认值），则数据传输事件不会产生 OnComm 事件。

15.CommEvent 属性

如果在通信过程中发生错误或事件，将会引发 OnComm 事件并且改变其属性值。CommEvent 属性代码反映错误或事件类型，在通信程序的设计中可根据该属性值来执行不同的操作。

16.DTREnable 属性

该属性确定在通信时是否使 Data Terminal Ready(DTR)线有效。当 DTREnable

设定为 True 时, 如果端口打开, DTR 线被设定为高; 当端口关闭时, DTR 线被设定为低。当 DTREnable 设定为 False 时, DTR 线总为低。

17. RTSEnable 属性

该属性确定是否使 Request To Send(RTS)线有效。当 RTSEnable 设定为 True 时, 如果端口打开, RTS 线被设定为高; 当端口关闭时, RTS 线被设定为低。

18. EOFEnable 属性

该属性若设置为 TRUE, 则当输入中出现 EOF, 停止输入并产生 OnComm 事件。

19. CDHolding 属性

该属性可以通过查询 Carrier Detect(CD)线的状态确定当前是否有传输。当 CDHolding 属性设定成 True 时, CD 线被设定为低。

20. CTSHolding 属性

该属性确定是否可通过查询 Clear to send(CTS)线的状态发送数据。当 CTSHolding 属性设定为 True 时, CTS 线被设定为高; 当 CTSHolding 属性设定为 False 时, CTS 线被设定为低。

21. DSRHolding 属性

该属性确定 Data Set Ready(DSR)线的状态。当 DSRHolding 属性设定为 True 时, DSR 线被设定为高; 当 CTSHolding 属性设定为 False 时, DSR 线被设定为低。

6.1.2 利用 MSComm 控件的通信步骤

通常按照下面的步骤来使用 VB 的 MSComm 控件进行通信控制。

- (1) 加入通信部件, 即 MSComm 对象。
- (2) 设定通信端口号码, 即 Commport 属性。
- (3) 设定通信协议, 即 HandShaking 属性。
- (4) 设定传输速度等参数, 即 Settings 属性。
- (5) 设定其他参数, 必要时再加上其他的属性设定。
- (6) 开启通信端口, 即将 PortOpen 属性设为 TRUE。
- (7) 送出字符串或读入字符串, 即使用 Input 或 Output 属性。
- (8) 使用完 MSComm 通信对象后, 将通信端口关闭。

通常在步骤(5)以前在设计环境的属性窗口中设定 MSComm 控制, 也可以在程序中以程序语法做设定。在步骤(6)以后的设定以及使用只能在程序中使用 VB 的相关语法设定。

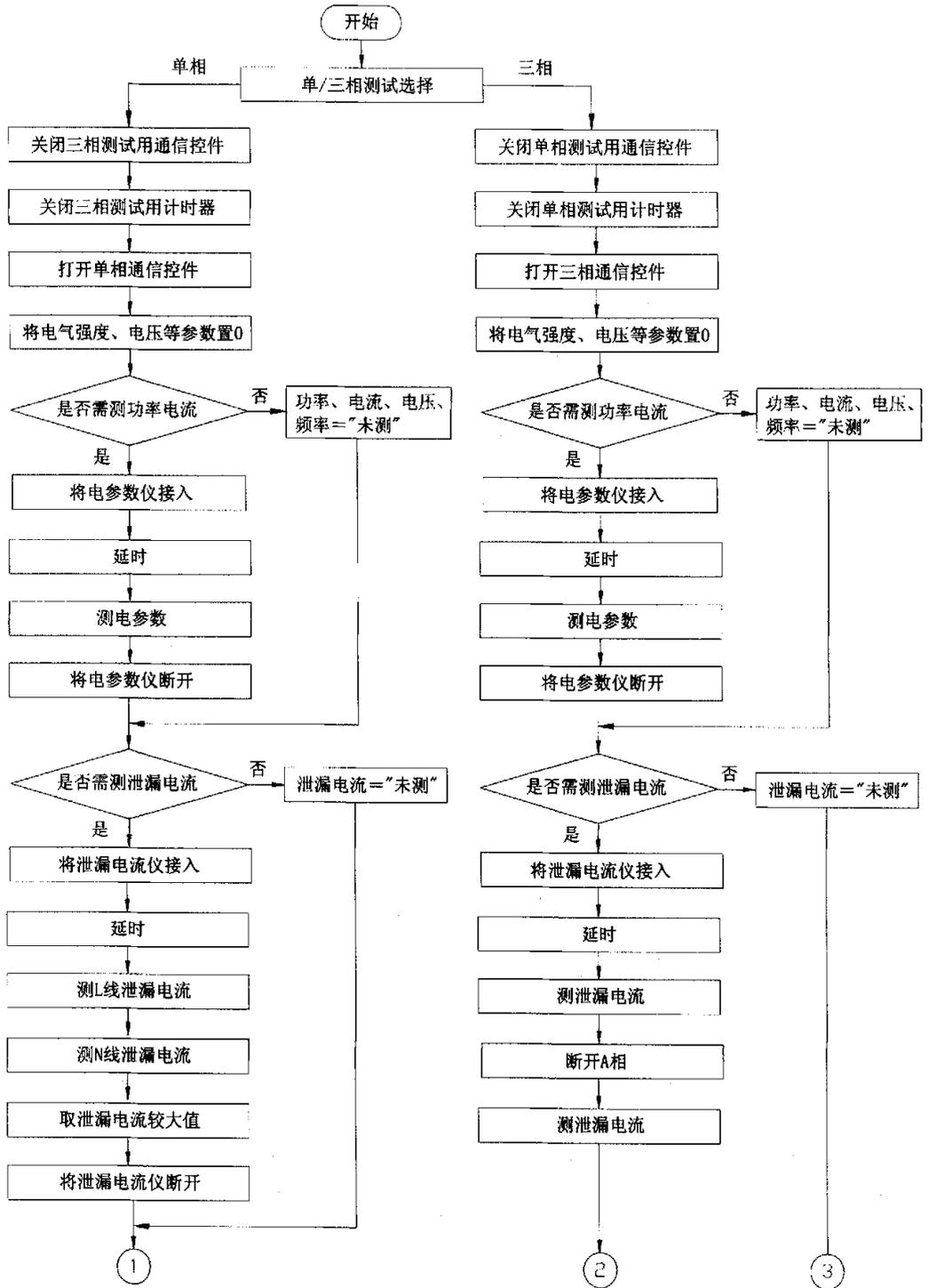
下面是计算机向 8905F 型电参数测量仪发送指令, 要求仪器回送所有电参数的程序:

```
With FrmMain.MSComm2
Send(0) = &H55
Send(1) = &H1
Send(2) = &H34
Send(3) = &H8A
.Settings = "9600,n,8,1"
.InputMode = comInputModeBinary
.DTREnable = True
.RTSEnable = True
RThreshold = 0
SThreshold = 0
EOFEnable = True
InputLen = 0
Output = Send
End With
```

由该段程序可以看出应用了 MSComm 控件后，程序非常简单明了。计算机从仪器读取数据后，再根据通讯数据帧的格式进行数据转换，就完成了计算机与仪器通讯的全过程了。

6.2 主程序流程图

主程序的流程图如下图：



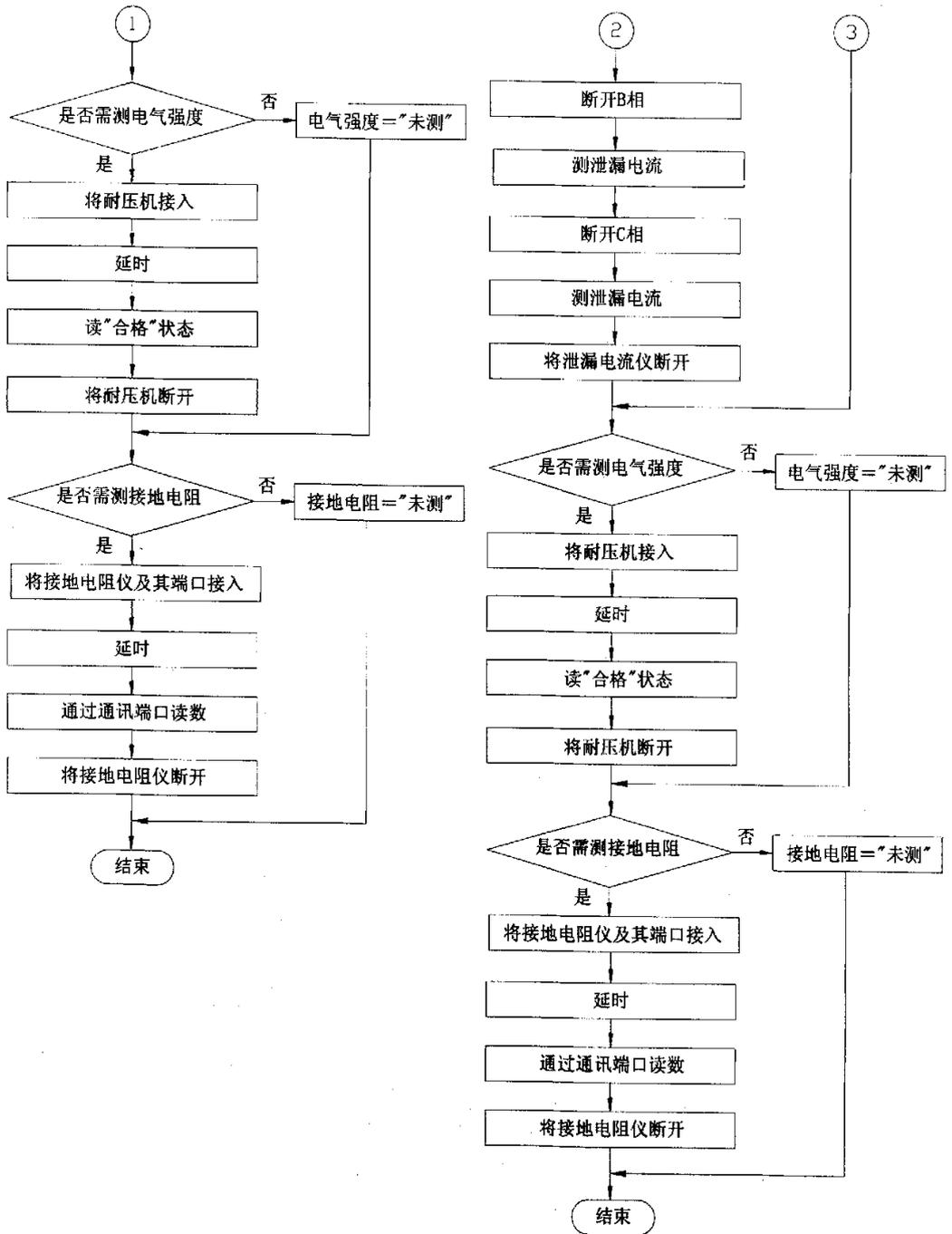


图 6-1 主程序流程图
Figure 6-1 Main program flow chart

6.3 程序运行界面介绍

程序运行后出现的主窗口如下图：

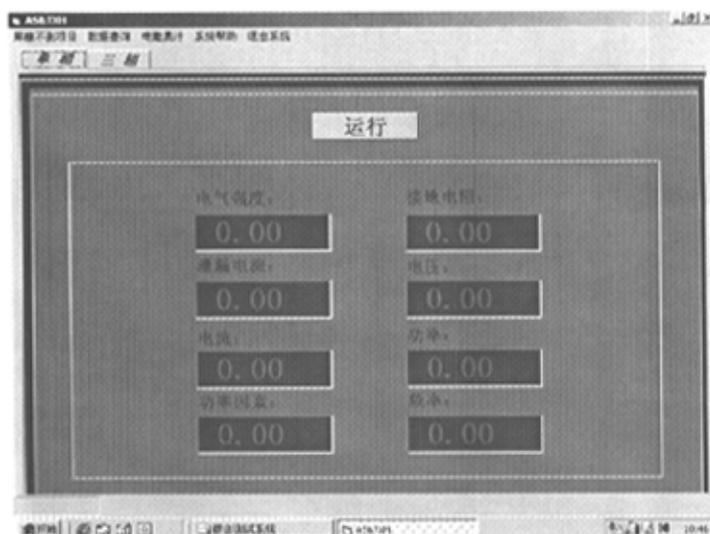


图 6-2 程序运行主界面图

Figure 6-2 Main interface of program running

当选择三相测试时，主窗口如下图：

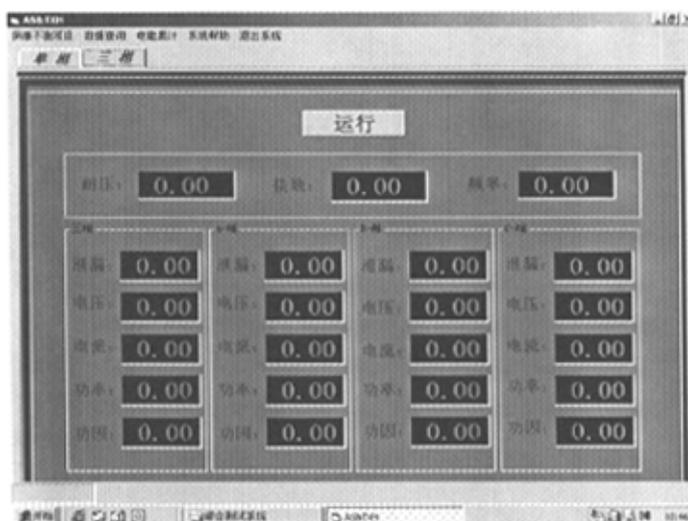


图 6-3 选择三相测试时的主界面图

Figure 6-3 Main interface of testing three-phase circuit

程序菜单中提供了“屏蔽不测试项”的功能，可由用户选择当次测试哪些项目，当用户只想测量部分项目时，可以轻松地完成设置，其界面图如下图：

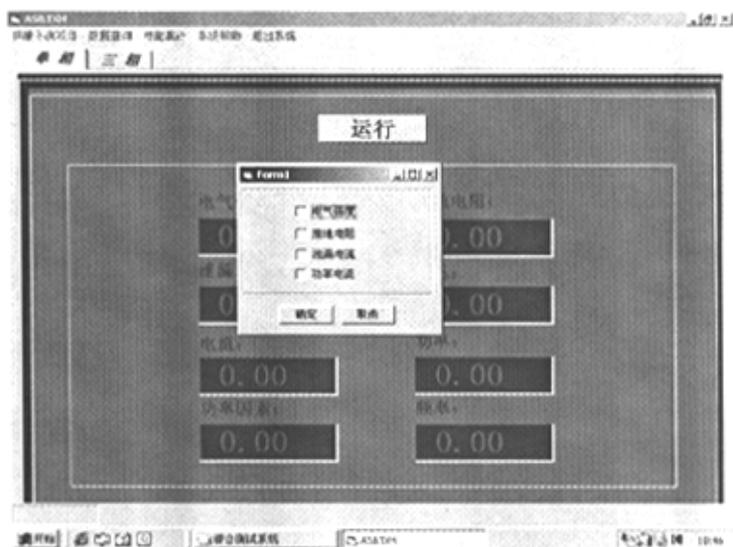


图 6-4 屏蔽不测试项的界面图

Figure 6-4 Interface of shielding untested item

菜单中还提供了“电能累计”的功能，其界面图如下图：

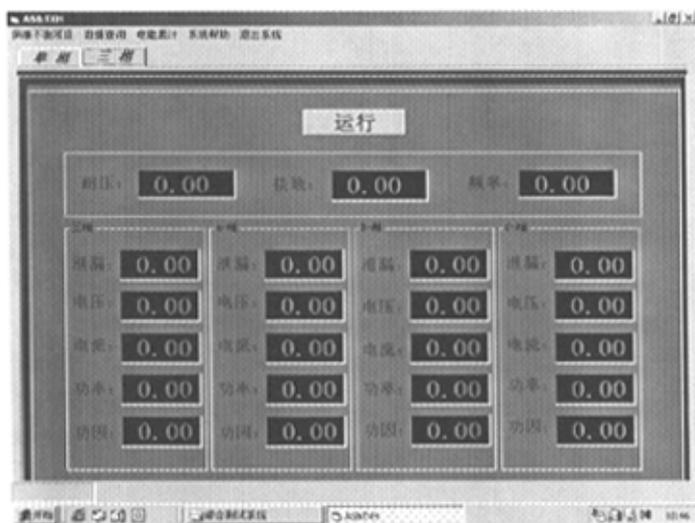


图 6-5 电能累计功能界面图

Figure 6-5 Interface of function for electrical energy accumulate

菜单中还提供了“数据查询”的界面图，如下图所示：

相位	地址	电压	电流	功率	功率因数	频率	日期	时间	
三相	05	079	228.79	795	195.22	99	99.05	2004-11-23	11:28:42
三相	04	079	228.12	792	192.22	99	99.05	2004-11-23	11:28:17
三相	03	085	228.13	787	193.44	99	99.06	2004-11-23	11:42:34
三相	单相	088	228.18	782	194.25	99	99.04	2004-11-23	11:42:14
三相	02	072	228.21	742	192.23	99	99.04	2004-11-23	11:38:52
三相	01	274	228.21	758	193.22	99	99.04	2004-11-23	11:38:28
三相	00	302	228.18	752	192.53	99	99.04	2004-11-23	11:11:51
三相	04	079	228.17	771	192.30	99	99.04	2004-11-23	11:34:30
三相	05	077	228.19	752	192.45	99	99.04	2004-11-23	11:37:59
三相	05	077	228.12	797	193.24	99	99.04	2004-11-23	11:41:26
三相	06	067	228.12	784	192.99	99	99.24	2004-11-23	11:41:40
三相	06	066	228.13	783	192.26	99	99.24	2004-11-23	11:42:22
三相	07	077	228.14	783	194.79	99	99.24	2004-11-23	11:42:54
三相	08	084	228.25	784	194.89	99	99.01	2004-11-23	11:42:27
三相	08	083	228.12	782	192.31	99	99.01	2004-11-23	11:52:52
三相	07	079	228.17	742	192.25	99	99.99	2004-11-23	11:35:14
三相	07	075	228.24	748	192.87	99	99.99	2004-11-23	11:35:49
三相	05	080	228.26	772	194.99	99	99.99	2004-11-23	11:35:47
三相	05	075	228.6	78	194.25	99	99.99	2004-11-23	11:40:38
三相	04	072	228.62	794	195.23	99	99.99	2004-11-23	11:43:48
三相	07	062	228.42	792	194.39	99	99.82	2004-11-23	11:46:36
三相	07	062	228.44	786	193.25	99	99.83	2004-11-23	11:49:47
三相	07	068	228.25	795	195.26	99	99.86	2004-11-23	11:52:06
三相	07	063	228.32	784	193.59	99	99.86	2004-11-23	11:53:11
三相	07	058	228.32	752	192.41	99	99.86	2004-11-23	11:53:42
三相	07	065	228.29	771	194.27	99	99.87	2004-11-23	11:59:47

图 6-6 数据查询的界面图
Figure 6-6 Interface of data inquire

用户只需要输入想要查询的时间，按查询键就可以看到这一时间段的所有数据。并且这些数据是储存在一个数据库文件“Testdata.mdb”内，如果用户还想进一步进行查询和统计，可用数据库程序打开这一文件再进行相应的操作。这一功能是以以前 PLC 控制系统所不具备的功能，利用计算机的先进功能，实现检测的自动化和智能化是家电检测行业的一个发展趋势。

7.4 本章小结

本章对系统的程序用到的 Visual Basic 中的 MSComm 控件作了详细的介绍，给出了程序的流程图，并给出了程序运行时的各个界面图，体现了程序友好的界面。计算机在各行各业的应用越来越广泛，本系统也在这方面作了尝试，通过计算机技术的运用，达到了提高智能化程度的目的。

结 论

本课题将计算机控制技术、串行通信技术应用到传统的家用电器安全检测中来。研究了用国内先进仪器生产厂家生产的仪器组合成智能综合测试系统的具体方案，完成了应用软件的设计。基本框架为：单台测量仪器完成各个测试功能，由计算机通过 I/O 接口卡进行中央控制，计算机与仪器之间的数据通信通过串行通信技术来实现。

本课题所取得的结论和成果为：

1. 本综合智能测试系统将几台独立的测试仪器组合成一套系统，由计算机控制，一次完成几个项目的测试，避免了重复接线的麻烦，节省了一定的人力和物力，提高了工作效率。应用在生产线上，可将几个测试工位合并成一个。

2. 现有的 PLC 控制的综合测试系统，为了满足成套性的要求，选用自己生产的测量仪器，其量程和精度都不够高。本系统单个测量仪器选用国内先进生产厂家的仪器，提高了综合测试系统的量程和精度，并保留了每一台仪器本身丰富的功能。使得本综合测试系统能满足绝大部分实验室和家电生产企业日常检测的需要。

3. 可同时完成单、三相电器的检测，并实现了用三相电参数测量仪测量单相电器的电参数，用单相泄漏电流仪测量三相电器的泄漏电流，可为实验室节省一台单相电参数测量仪和一台三相泄漏电流仪的费用。

4. 通过计算机技术的应用及编写相应的应用软件，提高了系统的智能化程度，为用户提供了友好简洁的使用界面，实现了现有的 PLC 控制综合测试系统不具备的数据储存、查询等功能。

本综合智能系统目前已投入运行有三个多月的时间，在实际工作中运行稳定，经与单台仪器的测量结果进行比较，经计算机采集的测量数据与仪器的测量数据完全一致。并在日常工作中起到了节省测试时间，减轻工作强度的作用。

尽管从总体来讲，系统已经比现有的 PLC 控制的综合测试系统在测量精度和智能化方面有了一定的提高，但还有以下几个值得注意和改进的地方：

1. 系统投入运行的时间还不长，其稳定性和耐用性还有待进一步检验，进一步完善后希望能通过产品鉴定。

2. 在程序设计上，由于时间关系，人性化的设计还不够，程序基本上都固化了，可由用户设定的参数和输入的信息很少。如果用户想要更改某个参数，例如：耐压测试的时间等，需由专业人员进行更改。下一步要在程序中增加“参数设置”菜单，可由用户自行设置参数，进一步提高程序的智能化程度。

由于本课题的设计思路在目前是一条有别于以往的综合测试系统的思路，可作为目前采用单机进行测试的实验室提高测试智能化的一个参考。但肯定也还存在着一些不足之处，希望以后从事这方面研究的同学和同志能给予批评和指正。

参考文献

- [1] 国家质量技术监督局发布. GB 4706.1-1998 家用和类似用途电器的安全第一部分:通用要求. 北京:中国标准出版社, 1999: 13~44
- [2] 吴国平等. 家用电器检验技术. 北京:中国标准出版社, 2000: 9~78
- [3] 杨其华等. 电器产品质量检验. 北京:中国计量出版社, 1998: 18~74
- [4] 刘挺. IEC60335-1(GB4706.1)第四版标准中关于测试方法及设备变化的探讨. 家电科技. 2004, (2-3): 159
- [5] 陆俭国. 电器试验技术与试验方法. 北京:机械工业出版社, 1995
- [6] 席宏卓. 产品质量检验技术. 北京:中国计量出版社, 1992
- [7] 陈守仁. 自动检测技术及仪表. 北京:机械工业出版社, 1989
- [8] 许士英. 家用电器技术. 北京:机械工业出版社, 1994
- [9] 刘福中. 家用电器测试. 北京:轻工业出版社, 1987
- [10] 刘景昌. 日用电器维修与测试技术. 郑州:河南科学技术出版社, 1993
- [11] 杨劲松、张涛. 计算机工业控制. 北京:中国电力出版社, 2003: 1~10
- [12] 张常年等. 计算机通信与工业控制. 北京:化学工业出版社, 2002
- [13] 余人杰等. 计算机控制技术. 西安:西安交通大学出版社, 1994
- [14] 李恩林、陈斌生. 微机接口技术 300 例. 北京:机械工业出版社, 2003: 64~125
- [15] 何克忠、李伟. 计算机控制系统. 北京:清华大学出版社, 1998: 386~405
- [16] 戴梅萼、史嘉权. 微型计算机技术及应用. 第2版. 北京:清华大学出版社, 1996: 127~174
- [17] 胡清涛. 模拟量光电隔离电路. 电工技术杂志. 1996.5: 20~21
- [18] 李刚、刘巍. 光电隔离并行通讯接口. 数据采集与处理. 1996, 3: 237~239
- [19] 李震宇. 带光电隔离 I/O 功能板的设计. 电气自动化. 1994, 1: 68~69
- [20] 谢子清. 光电隔离抗干扰技术及应用. 现代电子技术. 2003, (13): 33~34, 37
- [21] 王林、史延东. 通用 PC 总线光电隔离 I/O 长原理及应用. 测控技术. 1993, (3): 31-32

- [22] 韩伟、唐海波. 光电隔离法提高抗干扰能力浅谈. 电子技术应用. 1992, 10: 45~46
- [23] 姜会超等. 多路绝缘电阻自动检测仪设计. 计算机测量与控制. 2003, (8): 635
- [24] 黄河. 微机系统 I/O 总线的光电隔离. 微型机与应用. 1991, 5: 36~38
- [25] 马玉春、宋瀚涛. 串行通信协议的研究及应用. 计算机应用研究. 2004, 21, 228-229,232
- [26] 王雅静. 仪器串口通信及检测功能的实现. 电气时代. 2004, (1), 94
- [27] 田学锋、周予滨. 计算机通信与 RS-232 接口实用指南. 北京: 电子工业出版社, 1995
- [28] 潘新民. 计算机通信技术. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [29] 李肇庆、韩涛. 串行端口技术. 北京: 国防工业出版社, 2004: 105~112
- [30] 范逸之. RS-232/485 串行通信. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [31] 赵新民、王玲, 基于串口通信下的智能仪器和 PC 机之间的数据通信, 机械与电子, 2004,(4), 75-76
- [32] 范逸之、陈立元. Visual Basic 与 RS-232 串行通信控制. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [33] 范逸之. 利用 Visual Basic 实现串并行通信技术. 北京: 清华大学出版社, 2001
- [34] 郑宏. 基于 VB6.0 的计算机串行通信软件设计及应用实例. 工业控制计算机. 2004, 17, 56-57
- [35] International Electrotechnical Commission. IEC60335-1:2001 Safety of household and similar electrical appliances General requirements. IEC,2001
- [36] UL 710 Exhaust Hoods for Commercial Cooking Equipment. Underwriters Laboratories Ins,2003
- [37] John Jansen. Smart Solution. Appliance Manufacturer. 2004, (52): 37-38
- [38] JAMES . RICHARDS . Finding and Using electrical safety testing Resources. Compliance Engineering. 2004,(XXI): 162-164
- [39] Mark Healey. Low voltage directive electrical safety testing. Electrical equipment. 2001,(1): 14~16,19
- [40] New Australian Standard to improve the safety of electrical test equipment. The Global Standard. 2004, (2): 15
- [41] Vitale, Pat. On the road to global product safety approval. Evaluation

Engineering. 1999, (5): 3

[42] V V Killedar, A A Surve . Design and construction of simple I/O card for IBM PC, Indian Journal of Pure & Applied Physics, 1999, 7:(572-576)

[43] ZHAO Ying-qian, CHEN Min, HOU Yong-hong. Application of serial Port in Industrial Computer System. Transactions of Tianjin University. Vol.8,No.2, 2002: 125-128

[44] Yokogawa Electric Corporation. Hardware configuration and function manual. YOKOGAWA, 1999

在学期间发表与学位论文内容相关的学术论文

序号	作者（全体作者，按顺序排列）	题 目	发表或投稿刊物名称、级别	发表的卷期、年月、页码	相当于学位论文的哪一部分（章、节）	被索引情况

致 谢

本课题所作的研究工作是在胡跃明教授和吕惠珍高级工程师的热心指导和关怀下完成的。胡跃明老师在课题的选定和整个设计的工作思路上给予了很大的指导和帮助，而吕惠珍高级工程师则在整个研制过程当中不断给予指导和帮助，正是由于他们的悉心指导，才使得我的整个设计能够得以顺利完成，在此，表示衷心的感谢。还要感谢我们的班主任陈灼明老师，感谢陈老师三年来对我们的关心和帮助。

另外，在设计过程中，得到了广州市先河科技有限公司的大力协助，提供了该公司生产的 XH-97A 型 I/O 接口卡及 I/O 光电隔离卡，并帮助本人购买和制造了系统所需用到的各种零配件，使我的整个工作能够顺利地进行。而广州市迪吉多仪器有限公司则在仪器的选型方面给予了很多的意见和建议，并帮助本人向仪器生产厂家索取了仪器的通讯协议和其它资料，在论文的顺利完成中起了重要的作用，在此表示诚挚的感谢。

最后，感谢我所在的实验室的同事在论文完成的过程中给予我的关心和帮助。

作者: [罗宇峰](#)
学位授予单位: [华南理工大学](#)

参考文献(44条)

1. [GB 4706.1-1998. 家用和类似用途电器的安全第一部分:通用要求](#) 1999
2. [吴国平. 家用电器检验技术](#) 2000
3. [杨其华. 电器产品质量检验](#) 1998
4. [刘挺. IEC60335-1\(GB4706.1\) 第四版标准中关于测试方法及设备变化的探讨](#)[期刊论文]-[家电科技](#) 2004(2)
5. [陆俭国. 电器试验技术与试验方法](#) 1995
6. [席宏卓. 产品质量检验技术](#) 1992
7. [陈守仁. 自动检测技术及仪表](#) 1989
8. [许士英. 家用电器技术](#) 1994
9. [刘福中. 家用电器测试](#) 1987
10. [刘景昌. 日用电器维修与测试技术](#) 1993
11. [杨劲松, 张涛. 计算机工业控制](#) 2003
12. [张常年. 计算机通信与工业控制](#) 2002
13. [余人杰. 计算机控制技术](#) 1994
14. [李恩林, 陈斌生. 微机接口技术300例](#) 2003
15. [何克忠, 李伟. 计算机控制系统](#) 1998
16. [戴梅萼, 史嘉权. 微型计算机技术及应用](#) 1996
17. [胡清涛. 模拟量光电隔离电路](#) 1996(05)
18. [李刚, 刘巍. 光电隔离并行通讯接口](#) 1996(03)
19. [李震宇. 带光电隔离I/O功能板的设计](#) 1994(01)
20. [谢子青. 光电隔离抗干扰技术及应用](#)[期刊论文]-[现代电子技术](#) 2003(13)
21. [王林, 史延东. 通用PC总线光电隔离I/O长原理及应用](#) 1993(03)
22. [韩伟, 唐海波. 光电隔离法提高抗干扰能力浅谈](#) 1992(10)
23. [娄会超, 戴新生, 万少松. 多路绝缘电阻自动检测仪设计](#)[期刊论文]-[计算机测量与控制](#) 2003(8)
24. [黄河. 微机系统I/O总线的光电隔离](#) 1991(05)
25. [马玉春, 宋瀚涛. 串行通信协议的研究及应用](#)[期刊论文]-[计算机应用研究](#) 2004(4)
26. [王雅静. 仪器串口通信及检测功能的实现](#)[期刊论文]-[电气时代](#) 2004(1)
27. [田学锋, 周予滨. 计算机通信与RS-232接口实用指南](#) 1995
28. [潘新民. 计算机通信技术](#) 2002
29. [李肇庆, 韩涛. 串行端口技术](#) 2004
30. [范逸之. RS-232/485串行通信](#) 2002
31. [赵新民, 王玲. 基于串口通信下的智能仪器和PC机之间的数据通信](#)[期刊论文]-[机械与电子](#) 2004(4)
32. [范逸之, 陈立元. Visual Basic与RS-232串行通信控制](#) 2002
33. [范逸之, 陈立元, 孙德萱. 利用Visual Basic实现串并行通讯技术](#) 2001

34. [郑宏 基于VB6.0的计算机串行通信软件设计及应用实例](#)[期刊论文]-[工业控制计算机](#) 2004(3)
35. [International Electrotechnical Commission IEC 60335-1:2001.Safety of household and similar electrical appliances General requirements](#) 2001
36. [UL 710 Exhaust Hoods for Commercial Cooking Equipment](#) 2003
37. [John Jansen Smart Solution](#) 2004(52)
38. [JAMES RICHARDS Finding and Using electrical safety testing Resources](#) 2004(X XI)
39. [Mark Healey Low voltage directive electrical safety testing](#) 2001(01)
40. [New Australian Standard to improve the safety of electrical test equipment](#) 2004(02)
41. [Vitale Pat On the road to global product safety approval](#) 1999(05)
42. [V V Killedar.A A Surve Design and construction of simple I/O card for IBM PC](#) 1999(07)
43. [ZHAO Ying-qian.CHEN Min.HOU Yong-hong Application of serial Port in Industrial Computer System](#) 2002(02)
44. [Yokogawa Electric Corporation Hardware configuration and function manual](#) 1999

相似文献(10条)

1. 会议论文 [姜继周.方敏 安全检测中的耐漏电起痕试验](#) 2008
漏起痕试验是家用电器安全试验中一项重要的材料试验,由于影响其准确性的因素很多,因此要保证严格按照标准要求,考虑各方面的因素,保证试验的准确性和可重复性。本文介绍了漏起痕试验的原理以及试验时应注意的各种因素。
2. 期刊论文 [颜合永 对家用电器耐压试验的两点要求 -中国标准化2001,""\(3\)](#)
电器在正常使用中绝缘结构既要承受电网额定电压的长期作用,又要经受电路中经常产生的各种过电压和短时冲击电压为了验证电器能在实际电路中长期使用而不致发生绝缘被击穿或出现闪络等事故,以避免危及人身安全,验证方法通常采用冲击耐压试验和工频耐压试验。而目前家用电器安全标准GB4706.1-1998<家用和类似用途电器的安全第一部分:通用要求>没有冲击耐压试验,只有工频耐压试验(以下简称耐压试验),而且把耐压试验作为家用电器安全检测中最基本的试验之一,所有家用电器产品都有这个试验项目。因此结合本人工作实践,对家用电器耐压试验的设备要求和标准要求提出两点看法。
3. 期刊论文 [张立 浅析家用电器倒虹吸现象原理及防止措施 -日用电器2009,""\(3\)](#)
本文根据家电安规标准的要求,对直接连接到饮用水供水系统的家电产品中倒虹吸现象原理进行了分析,并对空气间隙、管路断路器、动态倒流防止器和带有低压区的倒流防止器等常见防倒虹吸现象所采用结构和装置的工作原理及其特性验证、选择和安装使用须知等进行了介绍。
4. 期刊论文 [李华耀 一种正弦交流恒流源的研制 -电机电器技术1999,""\(1\)](#)
1 前言
在家用电器的安全检测中,接地电阻的测量是必测项。
5. 期刊论文 [赵琪林.Zhao Qi-lin 对耐电压测试仪技术指标的要求 -家用电器科技1998,""\(6\)](#)
耐电压测试仪是对电气设备和绝缘材料抗电强度进行检测和试验的设备,是一种广泛使用的安全检测仪器。它的质量直接影响安全检测结果,对人身、设备及财产安全十分重要。本文结合JJG795-92<耐电压测试仪国家计量检定规程>,谈谈耐电压测试仪主要技术指标的特性及要求,以便在电气安全检测中正确选择和使用。
6. 期刊论文 [中国质量认证中心\(CQC\)产品认证二部 关于检测中实际遇到的几个问题的结论 -家电科技2009,""\(1\)](#)
编者按:2008年,中国质量认证中心(CQC)产品认证二部组织部分强制性产品认证检测实验室在CQC总部召开了家电产品认证检测技术讨论会。CQC、广州威凯检测技术研究所、中国家用电器检测所、广州电气安全检测所、浙江方圆检测集团和浙江立德产品技术有限公司派员参加了会议。会议就几个检测中实际遇到的问题展开讨论并达成共识。
7. 期刊论文 [赵家瑞 关于电器产品检测不确定度相关问题的探讨\(三\) -家电科技2004,""\(12\)](#)
(本文的前两部分分别刊登在本刊2004年7期和10期上)
7小结
最后,本文根据前面两节阐述的结论或原则,将家用电器产品的安全检测项目进行分析(详见下表),以提供技术人员参考。
8. 期刊论文 [张立.张磊 对电气产品非功能性热表面的认识与防护 -家电科技2009,""\(15\)](#)
1引言
一些电器产品在工作时,其表面温度较高,如电炉的烹饪区域或电熨斗的熨烫底板等,其表面温度可达200-300℃,甚至更高,实际使用中用户都能对此类表面予以注意,此类表面可定义为功能性热表面,即为了实现产品功能而必需的高热表面。
9. 学位论文 [莫家铿 电动类产品绕组温升测量方法的研究](#) 2007
随着我国改革开放的不断深入,我国的家电制造业取得了飞速的发展,“九五”期间,我国家电产品进出口数额一直遥遥领先其他产业。
家用电器作为人们日常生活中经常使用的产品,种类日益增多。功能不断推陈出新,而安全性始终是家用电器最基本的要求。国际上名目繁多的安全认证,家用电器安全标准的不断更新,各国政府实施的一系列技术法规,都反映了国际社会对家用电器安全性能的高度重视。
我国目前只是家用电器的生产大国而不是技术强国,离拥有核心技术,自主知识产权的家电生产技术强国还有相当差距,优势主要来自劳动力低廉和政策优惠,而且这种相对的优势十分有限。我国企业要想达到技术壁垒所规定的标准,必须以大幅提高出口产品的成本为代价,这就使国内家电参与国际市场竞争的价格优势不复存在。我国要及早起步,大力促进技术升级。深入研究检测方法和手段,提高检测技术成为当务之急。
提高和加强对家电产品的检测技术,显得越来越重要。随着科技和人类生活的进步,电动类家电产品的应用越来越广泛,而电动类产品的绕组温升测量

是必须进行的安全检测项目。精确而且操作简易的检测方法能提高该类产品的检测效率,能使检测人员更快更准确地完成检测。

传统的绕组温升检测方法,不仅需要较多的人力,而且获取的数据准确性不高,整个测试过程显得非常紧张和艰难,在最后输出报表时还不能完全满足实际工作需要。

改进后的绕组温升测量方法,依然利用QJ84数字直流电桥来测量绕组的电阻,但在数据的采集和传送上利用单片机来代替人工繁重的工作,能使所需人力大大降低,数据准确性大大提高,而且整个测试过程是非常简单和高效,再加上对计算软件的改进,使得输出的报表能完全满足实际工作的需要。

本文对我国家电行业的现状进行了简述,对家电产品的安全检测技术进行了简述,并对电动类产品绕组温升测量要求进行了分析,提出了对绕组温升测量的改进方案,并对改进方案中使用的通讯模块进行详细的应用分析。

10. 期刊论文 蒋锷林 电涌试验仪的设计 -电声技术2000,“(11)

根据IEC 65和中国国标《电网电源供电的家用和类似一般用途的电子及有关设备的安全要求》(GB889888)的规定,对广播声音或图像的无线电接收设备、放大器、电子乐器、音响系统等市电供电的家用电器设备及无线电元件等进行电涌冲击(仿雷击)试验是以上设备的安全检测的很重要的内容。它是维护、提高家电产品安全可靠性的必不可少的重要手段。以下将分别介绍一种电涌试验仪的主要技术特性、工作原理及具体电路的设计方法。

1主要技术特性

按国标规定:被试件应能经受充电到10 kV的1 nF电容器,以每分钟12次的最大速率进行50次放电冲击试验。

- (1)直流高压电压:10 kV \pm 3%
- (2)充放电电容器的电容量:1 nF
- (3)高压电容器的放电速率:12次/分
- (4)放电次数:50次

2工作原理

该机主要由保证功率容量的10 kV直流高压发生器,1 nF高压电容器的高压充放电开关、电容器放电次数计数器及控制电路和低压直流稳压电源所组成。其测试原理框图如图1所示。

10 kV直流高压发生器主要是产生一定功率容量的10 kV直流高压。按IEC65及国标推荐的图1进行试验时,它通过15 M Ω 的高压电阻器对充放电试验的转储电容器C(1 000 pF)进行充电,然后电容器C将充得的高压对待测件放电,其充放电周期为每分钟12次,总放电次数为50次。高压开关的动作周期及次数由控制和计数电路来完成。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y786016.aspx

授权使用: 上海海事大学(wf1shyxy), 授权号: 19c34ef4-7e08-4f4a-b583-9e03009ca49c

下载时间: 2010年10月2日