

微波自动测量系统的研究

杨坤平, 张元, 陈学堂, 陈得民

(河南工业大学 信息科学与工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要:文中介绍了微波自动测量系统的主要功能、特点。该系统采用计算机辅助测试(CAT)的方法对传统的微波测量线进行智能化、自动化和数字化改进,使之成为由PC机控制、数据采集、数据处理、过程和结果显示的微波CAT系统。该系统由测量线、步进电机、PC机、单片机和有关硬件组成,并在软件支持下工作。利用VisualC++ 6.0来设计控制程序。具有图文并茂、快速稳定、精度较高等特点。

关键词:微波测量;单片机;步进电机;CAT;A/D

中图分类号:TP274

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)02-0234-03

Study about Microwave Automeasurement System

YANG Kun-ping, ZHANG Yuan, CHEN Xue-tang, CHEN De-min

(College of Information Science and Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Introduces the microwave automeasurement system's main functions and characteristics. The intelligent, automatic, digital system is properly remade from traditional microwave measuring line based on computer aided test (CAT). Then it is a microwave CAT (computer aided test) system controlled by PC which can collect and process data, automatically measure, display results. The system consists of the measuring line, the stepping-motor, PC, single-chip microcomputer and the corresponding hardware, and operates with the help of the software which is based on VisualC++ 6.0. It has the characteristic of precision, speedy and stable display with introducing words.

Key words: microwave measure; single-chip microcomputer; stepping-motor; CAT; A/D

0 引言

随着计算机技术、微电子技术、软件技术以及网络技术的发展,微波测量逐渐向自动化、高精度发展,其应用也日益广泛与深入,新的测试理论、测试方法以及新的测试领域和仪器结构也不断涌现。

传统的微波测量系统包括信号源、频率计、驻波测量线和测量放大器。微波测量线用手动方式来测量负载在传输线上形成的驻波分布,确定驻波系数、驻波最小点位置,并用手工计算实验结果^[1]。这种方法耗时较长,且过程繁琐,测量精度受人为因素影响较大。针对传统微波测量系统中存在的问题和弊端,该系统在原来测量线的基础上配以PC机、单片机、步进电机、A/D转换接口卡、直流放大器等组成。系统的控制、

接口和数据的采集等都是由计算机自动完成^[2]。测量过程中,用单片机驱动步进电机来控制探头移动,并由单片机记录各点的测量数据,然后数据交由PC机进行相应的处理并绘图,整个工作过程通过人机对话的方式进行。测量过程直观、快速稳定、精度较高,为微波实际应用创造了良好的条件。

1 系统的总体设计

微波自动测量系统的组成如图1所示。主要由微波系统、标量网络分析仪^[3]及微机系统三部分组成。

1.1 微波系统

采用压控振荡器VCO为微波源,VCO产生的微波功率由耿氏管两端电压决定,而微波频率由变容二极管两端控制,自动测量时,控制电压由PC机系统通过D/A数据变换提供。为实现自动测量,用步进电机代替手动旋钮,在单片机控制下,步进电机带动探针沿开槽线移动,完成开槽波导内电场分布的检测^[4]。

1.2 微机系统

微机系统由PC机、A/D转换、单片机、串行接口

收稿日期:2008-05-23

基金项目:国家科技支撑计划课题(2006BAD08B01)

作者简介:杨坤平(1978-),女,河南平顶山人,硕士研究生,研究领域为模式识别与人工智能;张元,博士,教授,硕士生导师,享受国务院政府特殊津贴专家、河南省政府授予的“河南省优秀专家”,研究方向为模式识别与人工智能、智能自动化。

组成,用于开槽线内驻波场强值的采集,输出电压(扫频时)或固定电压(点频时)控制微波源频率及输出驱动信号控制步进电机等。

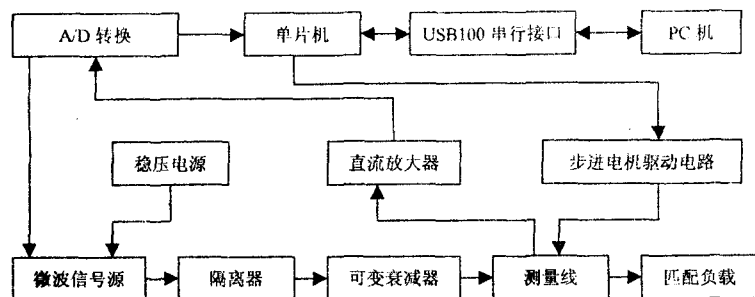


图1 微波自动测量系统

1.3 标量网络分析仪

该系统主要由稳压电源、直流放大电路、步进电机驱动电路几部分组成。

2 系统的硬件设计

2.1 直流放大器

微波测量系统中,从检波器输出的信号为微弱的直流电流信号,通常是微安数量级的,很难直接测量,所以必须经过稳定可靠的放大电路进行放大后进行A/D变换才可供计算机处理。系统中微弱信号放大器精度、稳定度的高低直接关系到整个系统性能的好坏,因此本系统中的放大电路采用二级运放组成,选用具有超低失调电压和超低漂移且是一种斩波稳零的7650集成运放承担第一级全部放大作用,具有高精度、低漂移、低噪声、超低失调电压且性价比比较高的集成运放OP77作为第二级放大构成整个直流放大器,选择OP77主要是因为第二级的漂移和失调电压对整个电路的作用大大降低,但其共模抑制比CMRR对整个电路的CMRR影响更大,OP77基本上能满足本系统的要求。

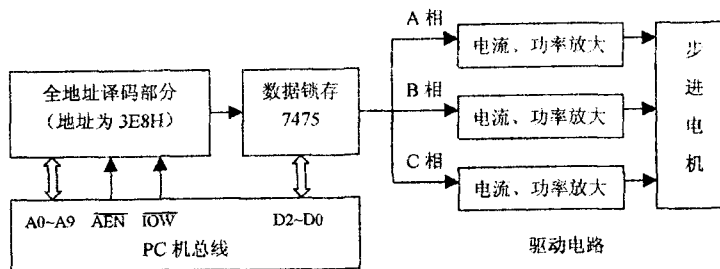
2.2 步进电机驱动电路的设计

步进电机是一种将脉冲转化为角位移或线位移的开环控制元件,即当步进驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度(称为“步距角”),它的旋转是以固定的角度一步一步运行的^[5,6]。

该系统选用三相(A、B、C)反应式步进电机,其电机驱动电路如图2所示。共有3路控制电路,每一路的驱动电路包括电流放大和功率放大两部分,分别对应步进电机的一相。工作方式采用三相6拍运行,即电机的通电方式为:正转A-AB-B-BC-C-CA-A;反转A-CA-C-BC-B-AB-A。通电相数变化一次,电机就向前运行一步,步距角为1.5°。它们对

应的驱动信号的16进制数依次是01H、03H、02H、06H、04H、05H。把这6个数字预先存入内存,即在内存中建立一个三相6拍环形分配表,不断地以6次一

循环送数,则电机就一步一步地运转起来,测量线探针便沿轴向水平移动。环形分配表共循环128次,每个循环电机运行6步,同时每运行一步A/D转换一次,共有768个16位数据存入PC机中。步进电机正向运行完毕,PC机即以相反方向查询环形分配表,则电机反向运转768步回到起始点。反向运转的过程中不启动A/D转换。



地址译码和驱动信号数据锁存接口电路

图2 步进电机驱动电路

2.3 A/D转换电路

本系统选用HY-6021型12位逐次逼近式A/D转换卡,主芯片为AD1674。芯片内有三态输出缓冲器,可直接与各种典型的8位或16位的微处理器相连,且能与CMOS及TTL电平兼容。为减少动态信号的孔径误差,设置了采样/保持电路。可将±5V范围内的模拟电压信号转换成12位数字量,分低8位、高4位2次输出。

2.4 USB100串行通讯模块

USB100是目前开发较为方便的USB接口产品,完全集成化的USB接口模块,满足USB1.1标准,不需要用户编写USB通讯驱动程序。同时,模块化的八位单片机总线接口,对USB接口的操作如同对外部存储器操作一样方便。其数据连线方式是通用的A类数据通用串行通信缆线,USB100通用串行总线模块采用功能模块固化封装方式。

USB100通信时序图如图3、图4所示。当单片机向PC发送数据时,首先由MCU检测到TXE管脚为低电平,然后将发送控制位WR置高电平,D口数据开始送到USB100的八位数据口,在超过50ns的时间后,发送控制位WR置位低电平,发送标志位TXE电平自动转为高,一次数据发送结束;在数据接受时,如果USB100模块接受到由PC机发送的数据,其接受标志位RXF会置位低电平,当MCU检测到RXF位为低时,将产生中断,中断服务程序将读取控制位RD置位

低电平,MCU 的 D 口即从 USB100 的缓冲区读取 PC 机发送的数据,数据读取的时候,读取控制位 RD 的低电平最少要维持 50ns^[7]的时间。

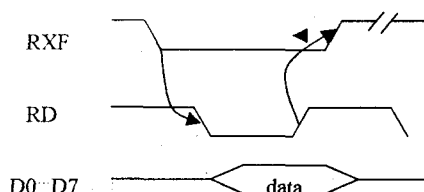


图 3 接收时序

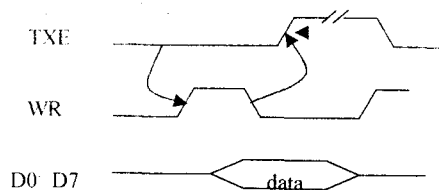


图 4 发送时序

3 系统的软件设计

应用软件是测量和控制系统的核心,本系统软件主要包括系统调整、系统定标、阻抗测量及结果输出几部分。其软件流程图如图 5 所示。

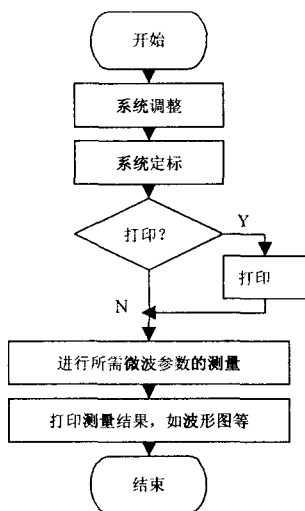


图 5 软件流程图

本测控软件系统的开发采用 VC++ 6.0,它将各种控制算法或某一特定功能的实现划分为各自相对独立,且可以反复调用的模块。这些模块功能很强,而且可以根据测控实际需要加以组合和扩展。在本系统软件中包括如下几个模块:系统的调整及定标模块、数据采集模块、数据处理模块、打印模块。

(1)系统的调整及定标模块。该模块完成探针穿伸度、调谐探头和晶体检波律定标等功能。根据手动调整原理进行软件的编制,其软件流程框图如图 6 所示。在系统调整和定标过程中,负载为短路器,形成纯

驻波分布。调整过程中按 PC 机提示进行操作,调节驻波波腹和波节,并对测量线控针调谐。当微波信号源工作频率改变时,或者随着晶体检波器工作温度的升高,需要对系统进行定标,由于采用步进电机控制测量线探针,克服了手动定标的繁琐性,在每次测量前最好都对系统进行调整 and 定标,以达到最好测量效果^[8]。

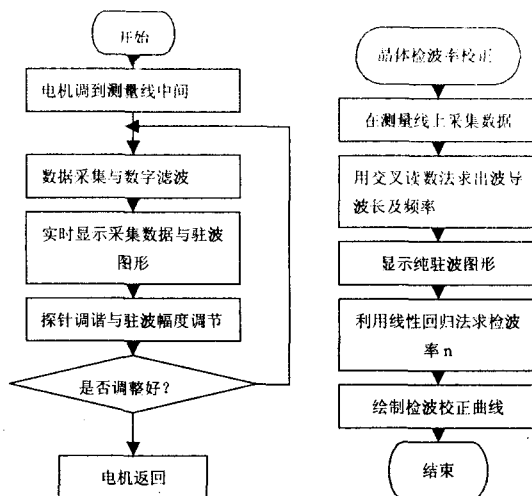


图 6 系统调整及系统定标流程图

(2)数据采集模块。数据采集是本系统的重要功能之一。主要实现数据的采集和步进电机的驱动及采集卡的初始化,用函数 ReadByte()和 WriteByte()对数据采集的端口进行读写^[9],实现 A/D 转换功能。可通过不同长度的延时(函数为 TimeDelay())得到不同频率的步进电机输入脉冲,从而得到多种步进速度。

(3)数据处理模块。该模块是对已采集的数据利用数学的方法进行适当的数值处理以得到理想的结果,使结果更加精确,这些数值计算的方法包括线性拟合、最小二乘法、数据平滑、交叉读数法、拉格朗日插值法等。

(4)打印模块。该模块主要实现在打印机上打印测量结果,包括晶体检波律校正曲线、纯驻波曲线、阻抗圆图、波导测量线上电压分布等。

4 结束语

该系统采用计算机辅助测试,将微波测量线测试程序化、自动化,这样不仅极大地提高了测试速度,而且提高了测试精度,全部过程采用人机对话的形式,图文并茂,交互性、可操作性强,是一种很好的微波自动测量系统,对微波的实际应用有较高的实用价值。

参考文献:

[1] 周清一.微波测量技术[M].北京:国防工业出版社,1964.

(下转第 239 页)

状向外展开效果……);AfterEffect 属性返回对象的播放后效果(0 表示不变暗,1 表示自动隐藏);SoundEffect 指动画播放时的声音效果,AdvanceMode 属性指动画的前进模式(1 表示单击鼠标,2 表示前一事件几秒后播放);AdvanceTime 属性返回指定形状自动播放动画的延迟时间,以秒计;AnimationOrder 属性返回对象的动画次序。

3 VB.NET 中对 PowerPoint 对象自动评价的实现

Office 软件提供了强大的编程接口技术,使用户可以通过程序控制软件的任何一部分操作^[3~5]。利用 COM 技术将 Office 文档嵌入,再对 Office 文档对象进行分析,从中获取所需的各种对象属性信息,再调入数据库中每个知识点或操作步骤的正确答案,比较其对错来实现操作试题的自动评价。

具体步骤如下:

1)在 VB.NET 中实现对 PowerPoint 应用程序的控制,必须首先在该项目的“引用”对话框中添加对 Microsoft.Office.Interop.Powerpoint 的引用。

2)创建一个新的 Application,声明一个 PowerPoint 演示文稿的变量。

```
Dim pptapp As New PowerPoint.Application '声明一个 PowerPoint 演示文稿的变量
```

```
pptapp = CreateObject("powerpoint.application") '创建一个新的 Application
```

```
pptapp.Visible = True '显示运行界面
```

3) 打开指定的文件,假设需要打开的文件的位置为 PPTFile pptapp.Presentations.Open(PPTFile)。

4) 根据试题要求展开对有关知识点试题操作结果的评价,示例程序段代码如下:

示例 1:判断演示文稿的作者是否为“张三”

```
if pptapp.ActivePresentation.BuiltInDocumentProperties(3).value = "张三" then
```

```
Score = Score + 1 end if
```

示例 2:判断将第 2 张幻灯片的切换效果是否为“阶梯状向左下展开”

```
If pptapp.Slides(2).SlideShowTransition.EntryEffect = ppEffectStripsDownLeft then
```

```
Score = Score + 1
```

```
end if
```

5)评价完毕,退出 PowerPoint 应用程序,并释放对象变量。

```
pptapp.Quit()
```

```
pptapp = Nothing
```

4 结束语

如何实现对计算机考试结果的自动分析和评价,一直是计算机考试自动测评的一个难题。文中开发的 PowerPoint 操作自动评价模块已于 2007 年 11 月起应用于湖南省普通高等学校非计算机专业学生计算机应用水平等级考试,已有 10 万人次考生应用,根据对回收的答题和评价结果的抽样分析,系统能够准确地评价考生的操作结果,达到了设计要求。

参考文献:

- [1] 何克抗,许 骏.计算机辅助评价(CAA)研究的新进展—技能性非客观题的评价[J].开放教育研究,2005(4):78-79.
- [2] 朱本城,王凤林.Visual Basic.NET 2005 全程指南[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [3] Microsoft 公司.MSDN 技术资源库:Visual Studio 2005 和 Office 开发[EB/OL].2007. <http://msdn.microsoft.com/zh-cn/library/default.aspx>.
- [4] 孙波傅.用户操作序列分析在 Office 技能测评中的应用[J].计算机技术,2004(3):66-68.
- [5] 曲守宁,董吉文,程涛远.计算机基础考试系统中 Office 操作自动评阅的研究[J].济南大学学报:自然科学版,2003(3):77-79.

(上接第 236 页)

- [2] 张春青.微波计算机辅助测量系统及阻抗参数的测量[J].济南大学学报:自然科学版,2001,15(4):355-356.
- [3] Ekinge R B. A New Method of Synthesizing Matched Broad-Band TEM-Mode Three Ports[J]. IEEE Trans. Microwave Theory Tech, 1971, 19(1):81-88.
- [4] Svensson S. A wattmeter standard for the audio frequencies range[J]. IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, 1998, 48(2):431-433.
- [5] 许鸿亮.电工技术[M].上海:上海交通大学出版社,1992.

- [6] 功率步进电动机的驱动编写组.功率步进电动机的驱动[M].北京:机械工业出版社,1984.
- [7] 刘和平.P 工 C16F87X 单片机实用技术与接口技术——汇编语言及其应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [8] 刘立国,陈永刚.微波测量线 CAT 系统的设计[J].计算机测量与控制,2002,10(6):366-368.
- [9] 黄维通.Visual C++ 面向对象与可视化程序设计[M].第 2 版.北京:清华大学出版社,2003.