

# 雷达频率源自动测试系统软件设计

宋吟龄

(中国电子科技集团公司第三十八研究所 合肥 230088)

**摘要:** 雷达频率源是现代雷达系统中非常重要的组成部分,主要介绍了雷达频率源自动测试系统软件设计方案,针对系统的硬件组成、测试原理、软件开发以及开发的关键技术进行了探讨。着重介绍了以 VB 软件为平台,基于 GPIB 和 LAN 口通信的自动测试系统软件设计技术。经过实际应用证明,该软件具有良好的通用性,自动化程度高,真正实现了仪表参数的自动设置、数据自动采集、测试结果自动存储等多项功能,减少人工干预,有效提高了雷达频率源测试效率和产品质量,充分满足雷达产品的测试需求。

**关键词:** 雷达频率源;自动测试;VB;GPIB;LAN

**中图分类号:** TP27 TN95 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 51099

## Design of the software for the radar frequency source automatic test system

Song Yinling

(China Electronics Technology Group Corporation No. 38 Research Institute, Hefei 230088, China)

**Abstract:** Radar frequency source is a very important part in the modern radar system. This paper mainly introduces the design scheme of the automatic test system software of the radar frequency source, composition for the hardware of the system, key technology; test principle, software development and the switch are discussed. Mainly introduces the VB software as the platform, and the automatic test system software design technology based on GPIB and LAN port communication. Through practical application, it has been proved that the software has good versatility, high degree of automation, really implement the instruments parameters automatically set, automatic data acquisition, automatic storage of the test results and many other functions, reduce the artificial interference, effectively improve the test efficiency of the radar frequency source and quality of products, fully meet the test requirements of the radar products.

**Keywords:** radar frequency source; automatic test; VB; GPIB; LAN

### 1 引言

雷达频率源是现代雷达系统中非常重要的组成部分,为接收机的本振信号、发射机的激励射频信号等提供所需要的时钟信号,可以说雷达频率源是现代雷达的心脏。而构成频率源的核心部件是频率综合器,作用是将一个或几个参考基准经过不同方式的组合得到一个或一系列输出信号<sup>[1]</sup>,其频率分配单元数量多,测试时涉及开关和通路切换,工作状态复杂,人工进行手动测试难度大、时间长,准确度也很难保证。基于这一原因,针对频率源的频率分配单元,设计雷达频率源自动测试系统软件,实现频率源

技术指标的自动测试。

### 2 硬件组成及测试原理<sup>[4]</sup>

雷达频率源自动测试系统主要由测试机柜和测试适配器组成,测试机柜包含信号源、频谱分析仪、程控电源等测试仪表,以及系统所需的连接电缆等。测试系统硬件组成如图 1 所示。

本系统中,信号经过测试适配器的功分、开关等进入频率源,产生相对应频率的信号,信号的幅度、频谱特性等是衡量频率源输出特性的关键,也是系统需要测试的技术指标。

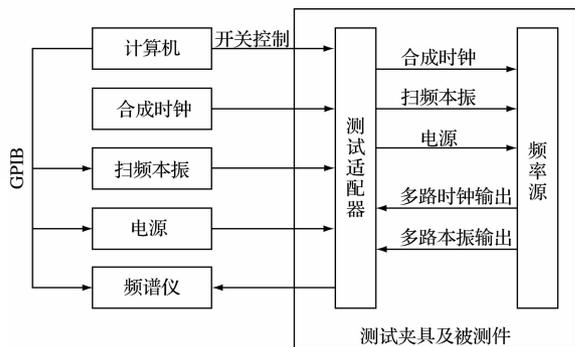


图1 测试系统硬件组成

如图1所示,合成时钟、扫频本振信号由信号源提供,程控电源对组件进行供电。频谱分析仪用于信号检测输出,完成信号幅度、频率等各项指标测试。计算机通过 GPIB 总线对测试仪表和适配器开关切换进行控制。测试适配器由转接微带板、控制电路以及单刀 11 掷开关组成,接收计算机的指令,完成对单刀 11 掷开关的控制,实现信号的通路切换。

在测试过程中,设计可靠灵活、适合批量使用的测试适配器,将被测件固定于测试夹具上,该夹具可完成外围电路与频率源频率分配单元封装间的输入和输出适配转换;其次,利用计算机软件控制仪表以及切换测试适配器开关,将频率源正常工作需要的信号和电源送至测试夹具对应的接口,通过计算机控制仪表进行频率扫描,频谱分析仪连接输出接口,利用软件读取测试结果。

### 3 系统软件设计开发

雷达频率源自动测试系统中,仪器状态设置、开关通道切换、数据采集及数据分析等模块均采用在 Visual Basic6.0 下开发的测控软件实现。

#### 3.1 Visual Basic 6.0 语言及应用程序的基本特点<sup>[2]</sup>

Visual Basic6.0 是 Microsoft 公司推出的一个可视化、面向对象且基于事件驱动的集成开发环境,可用于开发 Windows 环境下的各种应用程序。在 Visual Basic 环境下,使用 Windows 部的应用程序接口(API)函数,以及动态链接库(DLL)、动态数据交换(DDE)、对象的链接与嵌入(OLE)、开放式数据访问(ODBC)等技术,可以高效、快速地开发出 Windows 环境下功能强大、图形界面丰富的应用软件系统。

#### 3.2 软件模块设计介绍<sup>[3]</sup>

雷达频率源自动测试系统软件采用模块化的开发模式,每个模块实现独立的系统功能,软件主要包括仪器驱动、测试设置与初始化、数据通信、自动测试、数据采集、数据分析与存储 6 大模块,功能结构流程如图 2 所示。

1) 仪器驱动模块:包括测试仪表、程控电源控制以及测试适配器开关切换等功能在内的标准仪器状态控制。

2) 测试设置与初始化模块:针对待测组件进行测试设置,并对测试状态进行设备初始化。

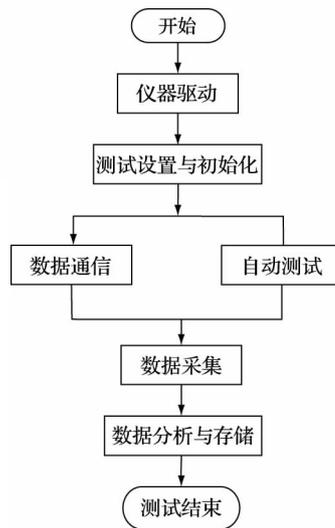


图2 功能结构流程

3) 数据通信模块:实现计算机与测试网络的数据通信(包括网口通信和 GPIB 总线数据通信)。

4) 自动测试模块:按照测试流程控制仪表状态,切换开关通道,对不同频点进行进行测试。

5) 数据采集模块:通过 GPIB 总线采集仪表测试数据,通过网络通信采集开关高低电平状态。

6) 数据分析与存储模块:系统采集的测试数据进行报表填写、指标判定、误差计算,最终实现 Excel 格式的测试报表输出。

### 4 软件开发的关键技术

#### 4.1 仪器驱动与仪器数据采集<sup>[5-10]</sup>

SCPI (standard commands for programmable instruments)是为测量仪器设计的工业标准,凡是兼容 SCPI 的各种仪器执行相同任务时,所使用的 SCPI 命令是相同的。VISA(virtual instruments software achitecture)库是标准的 I/O函数库,它驻留于计算机系统中,用来处理仪器与控制程序之间的通信,是计算机与仪器之间的软件层连接,VISA库为用户提供了简捷的函数库来实现对仪器的控制。仪器驱动程序则可以简化仪器编程的复杂性和提供对仪器的编程访问,里面封装了复杂的仪器编程细节<sup>[4]</sup>。

本软件采用 Agilent 公司的 IO 库(Agilent IO Libraries Suite),它建立了仪器与 PC 之间的通信通道,具有自动安装、自动配置接口以及识别仪器等功能,能够将 VB 编写的程序转换为能够被程控仪器识别的标准命令 SCPI,从而使仪器发生相应的动作。具体实现的模块函数代码如下:

```

1)启动 VISA 库,对资源管理器初始化
Public SpectrumMG As Visa Comlib.ResourceManage
Public Spectrum As Visa ComLib.Formatted
2)设置仪器 GPIB 地址,打开仪器驱动
SpectrumAdrs = "GPIB0.::18.::INSTR"
Set Spectrum.IO = SpectrumMG.Open(SpectrumAdrs)
    
```

仪器数据采集是测试软件的关键组成,主要包括向仪器发送控制命令和从仪器读取测试数据,本例中采用 Write-String 和 Read-String 函数来实现。具体实现的模块函数代码如下:

```
Spectrum. WriteString "FREQ;CENT 10MHz"
Spectrum. WriteString ":TRAC;DATA? TRACE1"
Result = Spectrum. ReadString
```

#### 4.2 网络数据通信与采集

系统中测试适配器的开关切换是通过计算机的网口控制,软件配置好网络端口后,根据适配器的通信协议,与适配器进行网络数据通信,包括开关初始化、开关控制以及开关状态数据采集等,都是通过 VB 6.0 Winsock 控件来进行的。具体实现的代码如下:

```
1)配置通信目标 IP 地址
Winsock.RemoteHost = "192.168.1.100"
2)配置通信目标端口号 Winsock.RemotePort = 3000
3)配置本地通信端口号 Winsock.LocalPort = 1000
4)设置通信使用 UDP 握手方式
Winsock.Protocol = sckUDPProtocol
5)Winsock 绑定 Winsock.Bind
```

配置完成后即可与测试适配器开关进行互相之间的通信,使用 SendData 和 GetData 2 个函数进行数据收发,在使用结束或程序停止时要使用 Close 函数解除 Winsock 的绑定,释放资源。

#### 4.3 数据处理与存储部分

数据处理和存储部分是测试结果最终输出的关键,主要处理计算机采集到的各种数据,并以固定的格式进行存储,方便用户的查看、打印等操作。本软件采用 Excel 表格进行数据处理与存储。数据采集后,通过程序调用并打开 Excel 表格,将处理后的数据显示并保存起来。创建 Excel 对象的具体步骤如下:

```
1)获取程序目录下的模板文件地址
FileAddress = App.Path & "\File.xls"
2)创建 Excel 应用类
Set ex = Create Object ("Excel. Application")
3)激活工作簿 Set exbook = Nothing
4)激活工作表 Set exsheet = Nothing
5)打开模板文件
Set exbook = ex.Workbooks.Open(FileAddress)
```

数据的存储操作是通过 CommonDialog 控件来实现的,操作简单快捷,可以由用户自行选择存储的路径和文件名。

### 5 系统测试结果

该测试软件经过了严格的手动和自动测试量值比较,并通过了长时间的实测考验,大量的工程实践验证了该自动测试系统达到了很高的测量精度和很好的测量稳定性。

选取某单元 10 MHz 输出功率进行手动和自动测试比较,结果如表 1 所示,自动测试与手动测试数据误差小

于 0.1,满足技术指标要求。

表 1 手动和自动测试数据比较

测试参数	频率 10 MHz 输出功率/dB
手动测试	-2.35
自动测试	-2.38
误差	-0.03

### 6 结论

以 VB6.0 为软件平台,利用 GPIB 接口技术和网络通信技术,实现了雷达频率源自动测试系统软件设计,该软件在我所雷达频率源测试中已经实际使用,可以在半小时内完成一套频率源的指标测试,解决了系统功率、频率、检测电平等指标的测试难题,该软件可以完成多频点、多参数的测量工作,真正实现了仪表参数的自动设置、数据自动采集、测试结果自动存储等多项功能,减少人工干预,有效地提高了生产效率和产品质量。

#### 参考文献

- [1] 赵建国. X 波段雷达频率源技术研究[D]. 南京:南京理工大学,2009.
- [2] 王英,李平. 基于 VB 语言开发的学生成绩管理系统[J]. 电脑开发与应用,2010, 23(6):48-49.
- [3] 崔红梅,麻硕士,裴喜春,等. 基于 LabWindows CVI 的虚拟测试平台研究与开发[J]. 计量技术,2007, 26(11):24-26.
- [4] 蔡晓波. 基于 GPIB 的雷达接收机自动测试系统[J]. 现代雷达,2011,33(9):69-71.
- [5] 赵立威,钟圣芳. 基于虚拟仪器的电磁频谱自动测量系统[J]. 电子测量技术,2013,36(3):76-80.
- [6] 唐赣. 虚拟仪器平台实验设计与实践[J]. 国外电子测量技术,2013,32(11):77-80.
- [7] 许兰兰. 使用 Winsock 控件编写 UDP 应用程序[J]. 电脑知识与技术,2009,5(21):5721-5722.
- [8] 宋冬冬,马玉泉,林红举. 基于 GA-SVM 的多总线自动化测试系统故障诊断优化研究[J]. 电子测量与仪器学报,2013,27(2):162-166.
- [9] 刘昕,方卫. 基于 Test on Demand 平台的弹上电缆自动测试系统的研制与设计实现[J]. 仪器仪表学报,2013,34(增刊1):67-71.
- [10] 叶川,陈强,刘晓勇. 基于多种仪器总线多通道示波器校准系统[J]. 国外电子测量技术,2011,30(7):77-80.

#### 作者简介

宋吟龄,1983 年出生,本科,主要研究方向为计量与测试技术等。