

# RF IC 自动测试方案设计

吴正平, 贡树青, 于清清, 吴功臣, 张伟伟  
(南京三江学院 电子信息工程学院, 江苏 南京 210012)

**摘要:** 为解决射频芯片设计企业对射频芯片自能测试的要求, 在比较分析了国内外射频自动测试方案和标准的基础上, 提出了基于 LabVIEW 的 GUI 风格软件平台, 通过 GPIB 总线接口与测试仪器进行通信、控制和数据采集的射频芯片自动测试方案。以上位机软件为核心, 通过虚拟仪器技术控制各测试仪器进行协调工作, 完成芯片的参数设置、数据采集和报表分析等工作, 本套系统完全实现了射频芯片测试的自动化, 节省了大量的测试时间。

**关键词:** 射频系统; LabVIEW; 自动化

中图分类号: TN407

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)22-0083-02

## Automatic test program design of the RF IC

Wu Zhengping, Gong Shuqing, Yu Qingqing, Wu Gongchen, Zhang Weiwei  
(College of Electronics and Information Engineering, Nanjing Sanjiang University, Nanjing 210012, China)

**Abstract:** To solve the self-energy radio frequency chip testing requirements of RF chip design companies, In this paper, based on a comparative analysis of domestic and international radio frequency automatic test programs and standards, we proposed LabVIEW-based GUI style software platform, one RF chip automatic test program through the GPIB bus interface with test equipment, communication, control and data acquisition. As the core of the software, coordinated by the virtual instrument technology to control test equipment, completed parameter settings, data collection and reporting analysis of the chip. This system fully realize the RF chip test automation, saved a lot of test time.

**Key words:** RF system; LabVIEW; automation

当今半导体行业发展迅猛, 相互的竞争异常激烈。在这样的环境下, 缩短产品研发周期, 提高产品质量则成为各家芯片设计公司比拼的重点。当前越来越复杂的系统要求对每个器件的把握度更高, 换言之就是更多更详细的测试项, 更宽更广的测试覆盖面。

为了满足行业对测试越来越苛刻的要求, 自动测试系统则成为非常急迫的需求。常规的自动测试设备价值几十万美金, 带有射频测试能力的机台则是更加昂贵, 中小型的设计公司显然无法负担如此昂贵的设备。利用实验室已有的设备完成自动测试功能, 则成为解决问题最好的方式。

### 1 硬件设计

实验室常用的射频测试仪器有频谱分析仪<sup>[1]</sup>、信号源<sup>[2]</sup>、网络分析仪<sup>[3]</sup>几种。下面对这几种射频测试设备进行简单的介绍。频谱分析仪是研究电信号频谱

结构的仪器, 用于信号失真度、调制度、谱纯度、频率稳定性和交调失真度等信号参数的测量, 是一种多用途的电子测量仪器。信号发生器是指产生所需参数的电测试信号的仪器。射频信号源输出频率较高, 体积较大, 输出最大功率一般在 15 dBm 以下, 用来向被测器件提供激励。网络分析仪可直接测量有源或无源、可逆或不可逆的双口和单口网络的复数散射参数, 并以扫频方式给出各散射参数的幅度、相位频率特性。目前大多数芯片需要通过 SPI、I<sup>2</sup>C 等串行协议对其内部寄存器进行配置, 为此特别设计了一个转接电路用来将 LPT 的几根信号线引出, 用以模拟 SPI、I<sup>2</sup>C 等信号。

如图 1 所示, 装有自动测试系统的计算机通过 GPIB 总线与测试设备相连, 每台连接在 GPIB 总线上的设备都需要有确定的 GPIB 地址(此地址可以进入仪器中设置), 以方便计算机分别进行控制。

## 应用奇葩

Example of Application

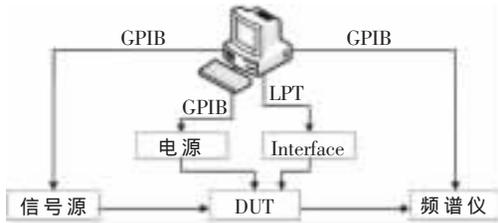


图1 射频芯片自动测试系统硬件连接

## 2 软件设计

## 2.1 开发环境

为加快自动测试程序的开发时间，选用NI公司的LabVIEW进行开发<sup>[4]</sup>。LabVIEW使用直观的图形化编程语言编写程序，可缩短测试开发时间，在LabVIEW图形化开发环境中，无需编写文本代码，可以使用拖放图形化图标开发测试软件。直观流程图表示以易于开发、维护和理解的形式现实代码。LabVIEW使用免费的仪器驱动程序快速为任何仪器实现自动化，仪器驱动程序网络(IDNet)社区包含适用于几乎任何仪器的数千个免费LabVIEW仪器驱动程序。

## 2.2 软件架构

自动测试程序采用状态机架构完成。状态机架构为LabVIEW中使用最频繁的程序架构之一；一般R&D给出的Test Flow本身就是一种状态机。测试状态机中包含各测试项目，按照Test Flow给出的要求进行状态跳转。本测试系统整体测试架构如图2所示。

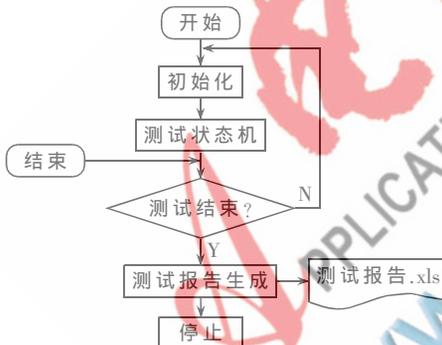


图2 测试软件流程图

## 2.3 功能模块介绍

衡量一款射频芯片的性能，一般要从如下指标着手：Gain、P1dB、IP3、Noise Figure，变频芯片还要考量Phase Noise。利用LabVIEW开发的最大的优势就是不需要编写底层的驱动程序，在下载仪器对应的驱动程序后，只需要直接调用成熟的VI来控制仪器做出相应动作，即可完成单项测试。图3所示为P1dB自动测试程序使用PID自动逼近算法，自动调整输入功率使输出功率逼近非饱和时增益减一，此算法自动根据当前测试结果调整下次输入功率数值以达到无人干预情况下完成预期增益输出，大大节省了测试时间。

## 2.4 测试界面及测试结果

图4所示即为软件的测试解密以及一批次芯片测

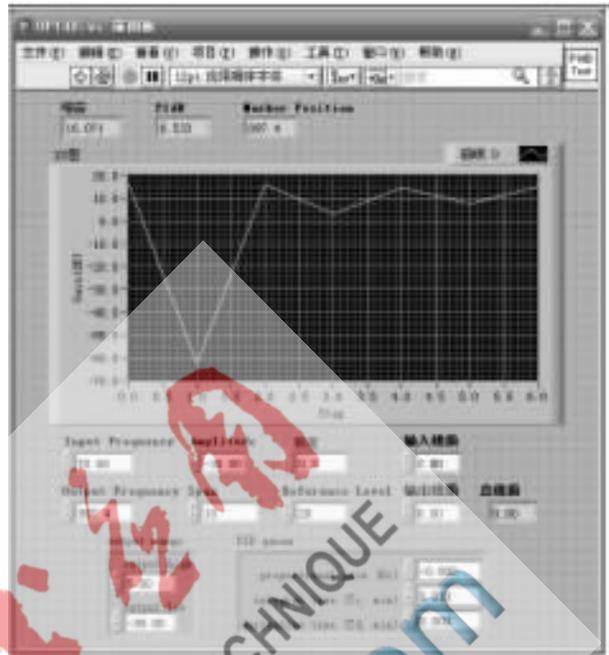


图3 P1dB子VI测试界面

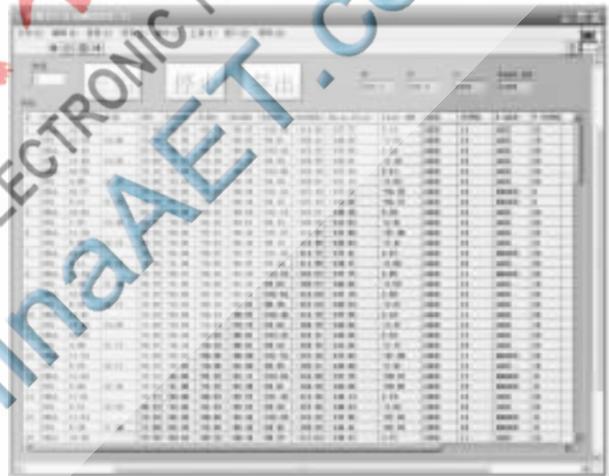


图4 自动测试系统控制界面

试的数据。测试设备为安捷伦信号源E4438C及频谱仪E4440A，测试项目包括增益、1 dB压缩点、IM3、噪声系数、相位噪声等。点击“开始”后，系统会自动对芯片进行测试，实时显示测试结果，芯片有失效项目时系统会自动提示，芯片通过测试会通知操作员更换DUT。测试结束后可点击“导出”将测试页面中的数据导入至Excel表格中便于分析统计。

自动测试系统是指能对DUT自动进行测量、故障诊断、数据处理、存储、传输，并以适当方式显示或输出测试结果的系统。它把计算机技术、虚拟仪器技术、信息技术和数据库管理技术结合在一起，形成了功能强大的测试平台，为现代复杂电子设备的测试和维修提供了强有力的工具。

参考文献

[1] Agilent Technologies. User's and programmer's reference

- volume 1 core spectrum analyzer functions[S].2010.
- [2] Agilent Technologies. Agilent E8257D/67D and E8663D PSG signal generators add option UNY(Enhanced Ultra-Low Phase Noise)[S].2012.
- [3] Agilent Technologies. Agilent network analyzer selection guide[S].2011.

- [4] 谷卓,李书芳,曹珂.HF 频段 RFID 射频自动测试系统设计[J].电子测量技术,2009,32(10):1-4.

(收稿日期:2012-07-18)

作者简介:

吴正平,男,1982年生,学士,主要研究方向:电子与通信。

