

# 基于射频矢量网络分析仪的天线测试系统

郭荣斌、吴杰、王亚海

中国电子科技集团公司第四十一研究所 青岛 266555

**摘要：**本文介绍了两种以射频矢量网络分析仪为核心的天线测试系统，为射频天线远场方向图的测试提供了两种经济实用的测试系统。

**关键词：**射频一体化矢量网络分析仪，AV3619，AV3620，天线测试系统，方向图。

## 1、引言

天线是电子信息系统必不可少的重要组成部分，小到手机大到具有成千上万个辐射单元的相控阵雷达都离不开天线，天线测试技术已成为发展电子信息系统的核心技术之一。面对种类繁多、数量巨大射频天线，天线测试设备市场潜力不可估量，国外从事天线测试技术研究的厂家比较多，比较著名的有美国 MIT 和 Agilent 等公司，代表产品有 Agilent85301B 天线测量系统。国内中国电子科技集团公司第 41 研究所专门从事电子测量仪器研制和生产，该所以 AV3630 矢量网络分析仪为核心，开发研制了 AV3635 微波毫米波天线和 RCS 测试系统，该系统可以根据用户的测试要求和场地等实际情况组成“收发合置”“收发分置”等多种组合形式，具有极大灵活性和适应性，工作频率范围覆盖了 45MHz ~ 110GHz。但随着数字移动通信的飞速发展，需要系统组成相对简单、成本低价格便宜的天线自动测量系统。本文介绍了基于射频一体化矢量网络分析仪的天线测试系统的系统组成、工作原理、测试方法，最后给出了测试系统结果。

## 2、基于射频矢量网络分析仪的天线测试系统的组成

在数字通信、雷达、电子战装备的推动下，国产矢量网络分析仪已系列化、家族化，在有源和无源器件测试当中发挥了重要作用。由于射频矢量网络分析仪具有成本低价格便宜，测量灵敏度高等特点，是理想的频率变换和数据采集设备。在计算机的控制下，外配天线转台就可以组成简易天线测试系统。图 1 给出了以 AV3619 射频矢量网络分析仪为核心测试仪器的天线测试系统框图。该系统主要由矢量网络分析仪、天线转台及控制器、控制计算机及测量控制软件等四个部分组成。该系统组成相对简单，价格非常便宜，适应各种射频天线的测试，但由于矢量网络分析仪信号源输出功率有限，天线到仪器的距离不宜太长。AV3619 矢量网络分析仪设置为传输测量方式，主控计算机为整个测试系统的指挥控制中心，通过 GP-IB 接口控制转台和矢量网络分析仪协调工作。

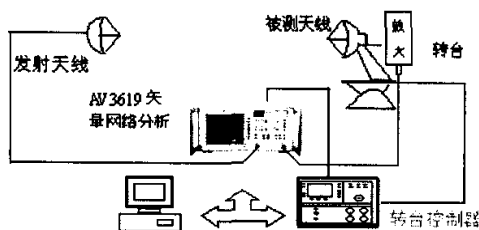


图 1: AV3619 天线测试系统

控制计算机上运行天线测量控制软件，自动生成人机对话界面。通过人机对话界面可以设置测量频率、信号源功率、扫描角度、测量点数等参数。开始测量时计算机首先控制天线转台控制器和矢量网络分析仪复位，然后进行频率响应校准。天线转台旋转与矢量网络分析仪数据采集必须保持同步，可以采用矢量网络分析仪外触发方式。在计算机控制下，转台控制器输出旋转脉冲给天线转台旋转，天线转台输出同步脉冲给矢量网络分析仪的外

触发端口，矢量网络分析仪每收到一个触发脉冲进行一次测量，测量点数与触发脉冲数相等。天线转台转过的角度和旋转脉冲的数量成正比关系，而矢量网络分析仪的测量点数与外触发脉冲有一一对应关系。计算机控制天线转台旋转的同时控制矢量网络分析仪均匀采样，并保持旋转和采样均匀同步。计算机通过 GP-IB 总线控制矢量网络分析仪并读取对应测量点的测量数据，将天线转台旋转的角度与矢量网络分析仪的测量值用直角坐标或极坐标的形式显示出来，就可以在计算机上获得被测天线的方向图。

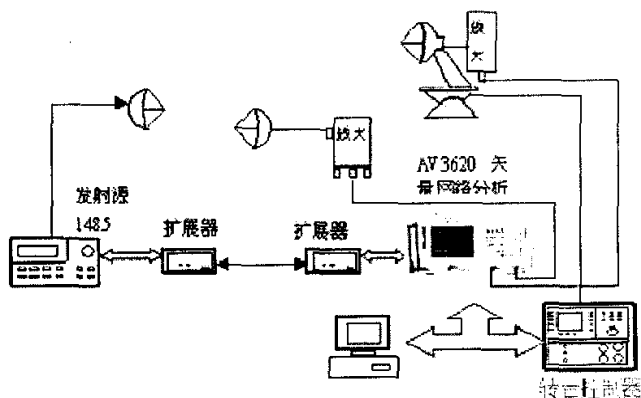


图 2 AV3620 天线测试系统

基于矢量网络分析仪的天线测试系统，关键问题是天线转台旋转和测量仪器之间、测量仪器与仪器之间的同步问题。图 1 采用旋转脉冲同步的方式，对 AV3620 高精度射频一体化矢网也是适用的，然而对于没有外触发功能的矢量网络分析仪或没有输出旋转脉冲的天线转台控制器，旋转脉冲同步方式就不适用。因此这里介绍采用 GPIB 总线的同步方式，图 2 给出了基于 AV3620 矢量网络分析仪的射频天线自动测试系统框图。该系统采用 AV3620 矢量网络分析仪为核心测试仪器，可以采用图 1 所示的测量方式用矢量网络分析仪内置信号源做测试信号，也可以外配信号源做测试信号源。图 2 所示采用外配信号源的方案，反射天线和接收天线之间的距离由于不受电缆损耗的限制可以远一点，带来的问题外配信号源与矢量网络分析仪之间同步问题。

主控计算机为整个测试系统的指挥控制中心，通过 GP-IB 接口控制天线转台、矢量网络分析仪和射频信号源协调工作。通过人机对话界面可以设置测量频率、信号源功率、扫描角度、测量点数等参数。利用 AV3620 矢量网络分析仪固定频率偏移测试功能，可以采用外部信号源提供测试信号。为实现同步锁相接收，增加参考天线测试通道，参考天线输出经放大器放大，送入矢量网络分析仪的 R 通道参与系统锁相。在计算机的控制下，软件实时查询转台角度，适时同步触发矢量网络分析仪采集数据。循环往复，采集数据并绘制方向图。

### 3、测试系统分析

为了拓展射频矢量网络分析仪的应用空间，41 所编制了图 1 和图 2 所示天线测试系统的测量控制软件，可以根据用户实际需求组成不同类型的天线测试系统。该天线测量控制软件可以 Windows 操作系统下运行，测量天线参数主要有频率范围、方向图、主瓣宽度、副瓣电平等。

基于 AV3619 射频矢量网络分析仪的天线测试系统，天线的测量频率范围覆盖：300kHz ~ 3 GHz，内置信号源输出功率：+9dBm，测量灵敏度：-95dBm，基于 AV3620 矢量网络分析仪的天线测试系统，测量频率范围覆盖：30kHz ~ 6GHz，内置信号源输出功率：+8dBm，外配信号源的输出功率：+10dBm，测量灵敏度：-95dBm，图 3、图 4 给出了以上两天线测试系统天线方向图计算机界面。

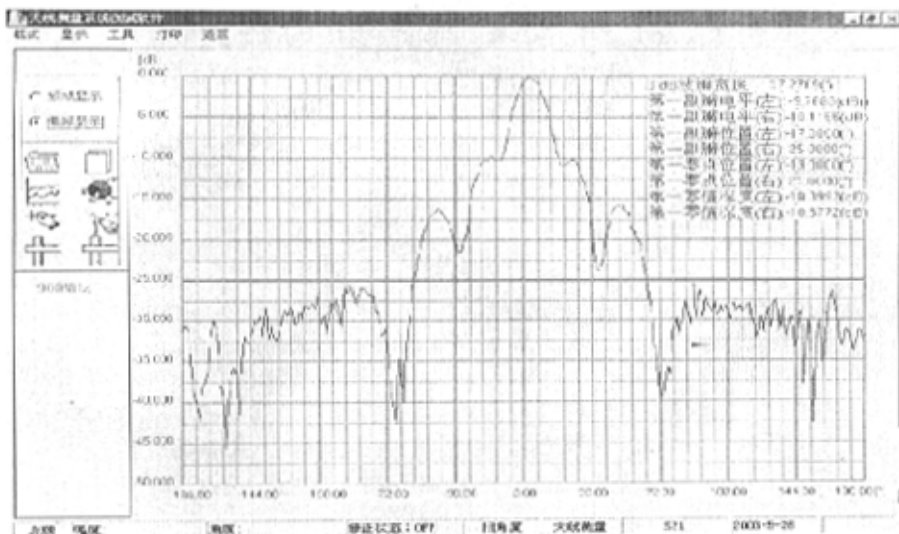


图 3 矢量网络分析仪天线测试系统测量的方向图

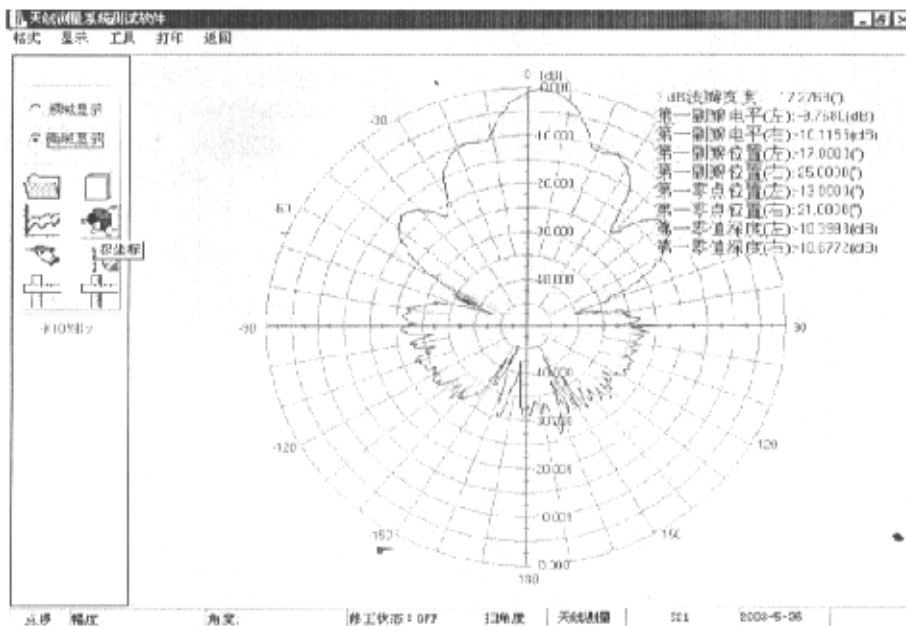


图 4 矢量网络分析仪的天线测试系统测量的方向图

#### 4、总结

在以上两方案中，方案一比较经济，适用于近距离测量，是近似的远场测量。方案二

成本略高一些，但测试精度高，配置也比较灵活。另外在天线方向图测量中也可以使用信号源和频谱仪组成的网络测量方案，但该系统不像网络分析仪能直接获得天线的反射特性如阻抗、驻波比、回损等指标，因此总成本将高于前面方案，这里就不在介绍。

## 5、参考文献

[1]Agilent 85301B Antenna Measurement Systems

[2]天线原理 魏文元 官德明 陈必森 西安电子科技大学出版社

## 微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



### 微波射频测量仪器操作培训课程合集

搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

### 矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



### 示波器使用操作培训课程套装

示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>