

大型数字阵列天线的软件化测试

郑恒

(中国电子科技集团第三十八研究所 安徽 合肥 230031)

[摘要]数字阵列由于其众多的优点使其在雷达、通讯领域都得到广泛的应用。但是阵列天线各种系统的误差，严重影响系统的性能。所以，阵列天线的校正测试十分重要。随着大型天线阵面的发展，成千上万的天线单元增大阵面测试的复杂度和工作量。而专门的测试系统一般开发成本极高，而且不具备通用性要求。虚拟仪器系统开发平台LabVIEW结合通用的数据采集仪器，通过软设计，编制具有友好人机交互界面的数据采集和监视VI（虚拟仪器），实现阵列天线测试过程中的通道监视、数据采集，最终完成数字天线阵列的测试工作。

[关键词]软件化测试 阵列天线

中图分类号：TN91 文献标识码：A 文章编号：1671-7597（2009）1010048-02

LabVIEW是实验室虚拟仪器集成环境（laboratory virtual instrument engineering workbench）的简称，是美国NI公司的创新软件产品，也是目前应用最广、发展最快、功能最强的图形化软件集成开发环境。LabVIEW作为软件化仪表在数据采集及控制、数据分析和显示等方面具有强大的功能，其支持的信号接口卡丰富，用户能够快捷方便地对各个输入数据参数进行即时设置和调试，程序运行结果也十分直观。数字天线阵列是天线和数字信号处理技术结合的产物，它具有工作方式灵活、抗干扰性能卓越和超角分辨等众多优点，因此其在军事和民用领域都得到了广泛的应用。一般阵列天线校正和波瓣测量需要采集大量的数据，进行多次循环计算，工作效率低且动用的仪器设备众多。

因此在数字阵列天线测试中，LabVIEW的优势十分明显，它可以实现对大量通道信号同时采集和实时监控、分析等工作，这样既节省了资源，也简化了测试过程提高了工作效率。

一、系统简介

在系统接收端，接收天线各单元通道将接收到的信号通过接收前端放大后，直接送到数字接收机和采集计算机。由数据采集卡对接收机输出的I/Q信号和天线方位等机械参数、触发信号进行采集和控制，并最终在终端控制计算机上计算出天线波瓣图，系统工作过程如图1。

在测试过程中，我们采用LabVIEW设计用户图形界面，负责通道监视和数据采集。LabVIEW中数据采集系统由采集硬件、硬件驱动程序和数据采集函数等组成。安装的硬件驱动程序包含了硬件可以接受的操作命令，在使用这些硬件之前，根据需要进行硬件和软件设置，以满足采样频率等方面的要求。在本系统中我们采用NI公司的PCI-6534采集卡，LabVIEW通过控制数据采集卡对接收机输出的I/Q信号以及其它机械参数等进行采集。在完成采集卡的设置后，我们就可以进行采集和通道监控等工作了。

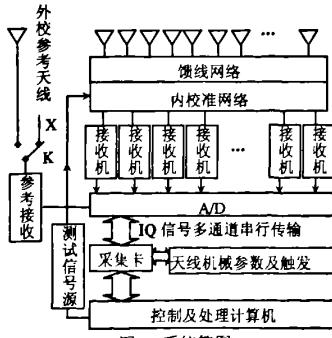


图1 系统简图

二、单元通道监视

由于整个系统由多个通道构成，为了保证在校正过程中各个通道处于正常工作状态，在校正开始前我们需要对通道进行检查。同时，由于本系统工作频带位于民用通信频带内，为了避免民用通信信号对校正过程的影

响我们还需要对外界电磁信号进行监视。因此，通道监视是确保校正顺利进行的重要一部。图2是通道监视VI的前面板界面，图3是通道监视VI的框图。在前面板（图2）中使用了Dialog Tab Control控件，使我们可以在多通道同时监控和单通道观测间切换。在该VI中，除了可以直观监视各个通道是否正常工作外，我们还可以测量、比较各个通道功率增益的差异并完成对通道时域信号幅度、IQ信号正交度等信息的监控。

在通道监视VI的框图（图3）中，我们通过COM组件法在后台调用了MATLAB数学处理软件。它完成的主要任务是将采集卡输出的多个通道串行数据流按通道进行分组，并根据需要进行数制转换和数据分析等工作，这些功能加快了程序运行速度，提高了该VI数据处的能力和灵活性。

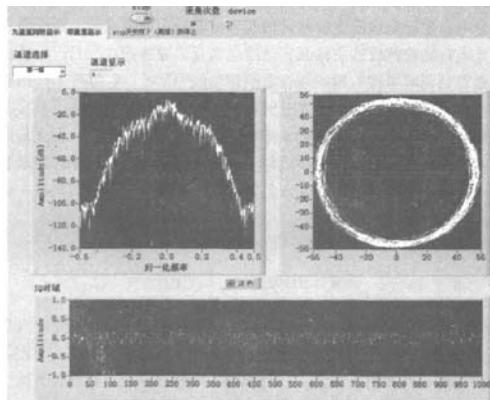


图2 通道监视前面板

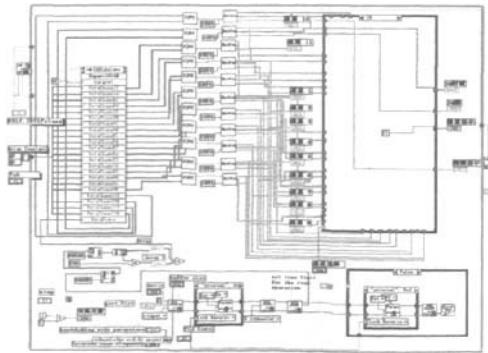


图3 通道监视框图

三、外校正数据采集

在确定各个通道都处于正常工作状态，并且没有外界电磁干扰的情况

下, 就可以开始进行外校正了。

(一) 天线方位数据采集子VI

为了完成外校正, 在数据采集过程中必须实时获取天线机械旋转的方位。这里我们通过串口来采集天线机械旋转的码盘值, 获得天线实时旋转方位。

其中的串口采用的是RS-232, D型口, 其中利用2、3和5三脚针脚, 一个是发送、一个是接收, 一个是接地。在Labview中采用的visa, 首先是进行串口设置, 设置串口号, 波特率, 其中特别注意的是要安装visa驱动包, 只有安装了这个驱动包, 串口才可以选择。

图4和图5是串口数据采集子VI及其框图中(串口采集部分)。配合定位仪测量结果, 通过该子VI我们可以获得天线机械旋转的实时码盘值、天线方位和法线方位。

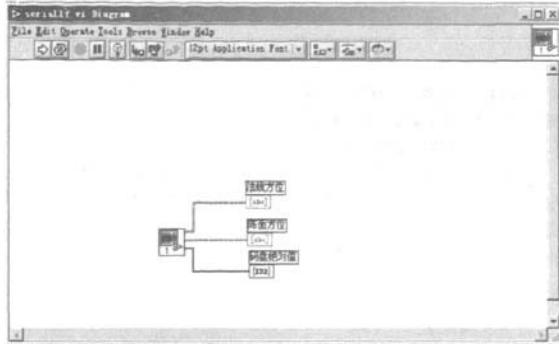


图4 串口数据采集子VI

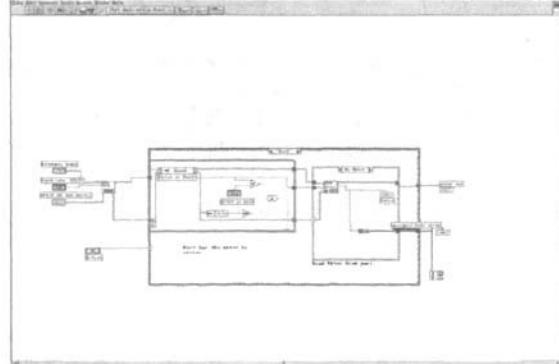


图5 串口数据采集子VI框图(串口采集部分)

(二) 通道数据采集VI

通道数据采集是测试过程中最基本也是最重要的一个环节, 它的前面板如图6。在数据采集VI中我们不但可以控制采集的起止还可以通过在前面板修改参数控制采集数据的长度, 从几十K到几十M都可以实现连续采集。

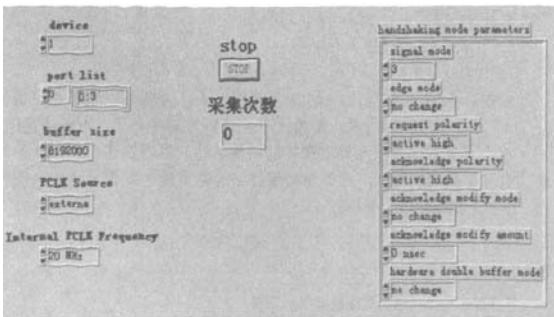


图6 数据采集VI

(三) 外校正数据采集VI

在有了串口数据采集子VI, 并结合数据采集VI, 通过合理控制数据采集长度, 我们就可以最终完成外校正数据采集。图7是外校正数据采集VI的前面板, 在这里我们可以指定外校正测试的频率和数据的存储路径, 并可以实时监视天线机械旋转的码盘值和天线的法向指向, 并根据实际需要随时停止数据的采集。图8是外校正数据采集VI的框图。

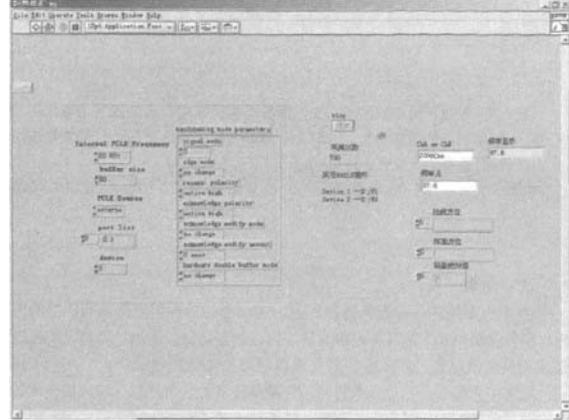


图7 外校正数据采集前面板

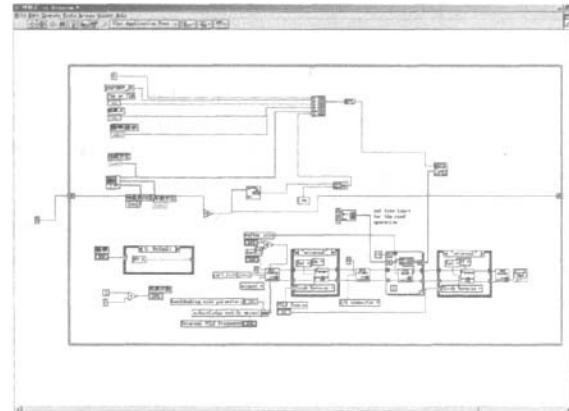


图8 外校正数据采集框图

四、结束语

通过以上几个主要程序和其它一些辅助程序, 我们完成了在天线测试过程中从通道监视到最后外校正数据采集一个完整的过程。本系统充分利用了LabVIEW在软件化测控编程、数据采集方面的优势, 提高了工作效率, 缩短了工作时间, 并经过了实践的验证。

参考文献:

- [1] Robert H. Bishop LabVIEW Student Edition 6i, 电子工业出版社, 2003.
- [2] 王禹林、熊振华、丁汉, LabVIEW与MATLAB的无缝集成, 计算机应用, 2006.
- [3] 裴峰、汪翠英, 利用COM技术的LabVIEW与MATLAB的无缝集成, 仪器仪表用户, 2005.
- [4] 向敬成、张明有, 雷达系统, 电子工业出版社, 2000.

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),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,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,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。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>