

# 基于 ISA 卡天线自动测量系统

杨虎 张伟 毛钧杰 国防科学技术大学

**摘要** 随着计算机技术的不断发展，天线自动化测量系统成为天线测量领域的一个重要发展方向。文中介绍基于 ISA 卡的天线自动测量系统，实现对天线方向图的自动测量，并可计算出天线的基本特性参数，如 3dB 波束宽度等。

**关键词** 天线测量 数据采集卡 控制卡 delphi 软件

## Automatic Measurement System of Antenna Based on ISA Card

Yang Hu Zhang Wei Mao Junjie

**Abstract** With the unceasing development of computer technique, automatic measurement system of antenna becomes an important direction of antenna measurement region. In this article an automatic measurement system based on ISA card is introduced, which realizes automatic measurement of antenna's radiation pattern and can calculate the basic characteristic reference of the antenna, for example, 3dB beamwidth etc.

**Keywords** antenna measurement data collection card control card, delphi software

## 1 测量系统的硬件实现

**工作原理** 天线的方向图主要用来描述天线在远区的辐射特性。在满足天线互易定理条件下，都可将待测天线作为接收天线进行其方向图的测量。基于 ISA 卡的天线自动测量系统的原理框图如图 1 所示。其工作流程为：

首先，由信号源产生一个用 1kHz 方波调制的射频信号，通过频率计，测出发射信号的频率，再经衰减器调整发射信号的幅度，最终由发射天线向空间辐射电磁波。

其次，主控计算机通过控制卡发出控制指令，使得放在转台上的待测天线转动到一特定的角度；

最后，主控计算机发出接收指令，待测天线接收发射天线所发射的调制射频信号。接收信号先通过检波器检波出 1kHz 的低频信号，再经低噪声放大器和整流电路输出成直流信号，经数据采集卡将采集到的数据送入主控计算机，从而获得待测天线在不同角度时的接收电平值。通过归一化处理，即可得到天线的归一化方向图。

**数据采集和控制卡** 数据采集和控制卡主要

①译码电路 由 74LS138 等芯片来实现，选 0xd10 作为数据采集和控制卡板的地址。通过软件生成的控制程序，产生控制时序，完成流程控制。

②数据采集电路 主要用 AD574A 和 74LS123 等芯片来实现。AD574A 是分辨率达 12 位的快速逐次逼近式高精度模数转换芯片。74LS123 是双重可触发单稳态触发器，利用它生成一个稳定的振荡波形接到 AD574A 的 R/c 脚（5 脚），在上下跳沿读取转换结果和启动转换。工作时，先由译码电路选通 AD574 和 74LS123，开始采集数据，数据同步到达两片 74LS245 中。然后，按顺序选通两片 74LS245，从这两个缓冲器向 ISA 总线传递数据，最终存储到数据采集文件中。

③转台控制电路 转台的控制主要通过 Intel 8255A 和步进电机及其驱动电路来实现。Intel 8255A 是一种通用的 8 位并行可编程 I/O 接口芯片。步进电机采用三相六拍步进电机，根据其工作真值表可知对应的转动控制字为：2-6-4-12-8-10-2。工作时，由 ISA 总线的高位地址 A9~A2 经过译码电路产生 8255A 的片选信号 CS，低位地址 A0~A1 编码选取 8255A 的工作方式，从而将转动控制字经 ISA 总线的数据线由 8255A 输出到端口，再经脉冲功率放大器驱动步进电机工作，使转台转动。

**低噪声高增益放大器** 低噪声高增益放大器采用 OP27 等芯片实现。OP27 采用 8 条引线的双列直插式封装，具有低噪声、低漂移和高速的特点，是一种通用的运算放大器。它的放大倍数可由外接于芯片的电阻任意设定，本系统设定放大器的增益为 60dB。

用于控制转台转动和采样接收信号。它主要包含三个方面的内容：

## 2 测量系统的软件实现

天线自动测量系统的软件部分采用 Delphi 软件开发。它采用同 Windows 相类似的窗口式界面，具备天线测量、数据处理、文件管理、打印和联机帮助等功能，是一个界面简洁、操作简单易懂的软件。

天线自动测量系统软件包括主程序和若干子程序。

主程序用来生成主界面，并完成文件管理、打印和联机帮助等功能。子程序主要有以下 7 个部分组成：

- 电机转动子程序：实现待测天线的精确定位；
- 转台转动显示子程序：用动画方式显示当前转台的工作方式及待测天线的实时位置；
- 确定电轴子程序：将待测天线定位于自身的电轴位置；
- 定标子程序：在电轴位置上，改变发射天线的功率，对待测天线的接收电平采样，生成定标采样数据文件；
- 定标数据处理子程序：根据定标采样数据文件，利用高阶多项式插值，生成和显示定标曲线；

(上接第 59 页)

考虑到可能有少量极大值的出现，为此设计了一个提供额外量化值的方法：当解码出来的值等于某一数时（标准中规定为 15），根据当前选用霍夫曼码表的额外比特数读入几个额外比特的数据。

霍夫曼解码输出的数据再进行非均匀反量化，反量化之后，重构值在进入合成滤波器组之前，要对 MS 或强度立体声模式或者两种模式进行处理。对于混合块和长块在做 IMDCT 之前要进行混叠信号的消除，即对数据进行重排。经过去除混叠之后的信号就要进行 IMDCT。 $\frac{n}{2}$  点的  $X_k$  变换成为  $n$  点的  $X_i$ 。IMDCT 的分析表达式为：

$$X_i = \sum_{k=0}^{\frac{n}{2}-1} X_k \cos\left[\frac{\pi}{2n}(2i+1+\frac{n}{2})(2K+1)\right]$$

其中， $0 \leq i \leq n-1$

对长块进行 18 点到 36 点的 IMDCT 变换，短块进行 3 个 6 点到 12 点的 IMDCT 变换，在将这 3 个长为 12 的输出矢量进行叠加，生成一个长为 36 的输出结果。

然后，子带合成滤波器将 32 个等频带宽内的频域信号反变换为时域信号，再通过 D/A 转换器得到原始

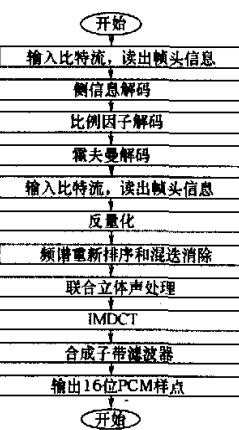


图 2 MP3 解码的流程图

● 测量子程序：设定测量范围和参数，对待测天线在各指定位置的接收电平采样，并结合测量位置值生成测量采样数据文件；

● 测量数据处理子程序：根据测量采样数据文件，形成归一化方向图数据文件，显示方向图和计算相关的电参数，如峰值电平、3dB 波束宽度和第一副瓣电平等。

在微波暗室条件下，采用两个 3 公分喇叭天线分别作为发射和接收天线，我们对上述的天线自动测量系统的各项功能进行了检验，试验结果证明该体系的天线自动测量系统完全工作正常。

### 参考文献

- 1 刘克成，宋学诚. 天线原理 [M]. 长沙：国防科技大学出版社，1989
- 2 林昌禄. 天线测量技术 [M]. 成都：成都电讯工程学院出版社，1987
- 3 吴小前，马亮. Delphi5 编程基础 [M]. 北京：清华大学出版社，2000

的音频信号，开始音频输出。

## 2 硬件系统设计

**系统框图** 系统的结构框架如图 3 所示：

其中 DSP 芯片采用高性能 DSP 芯片 TMS320C5402。这款廉价的 DSP 芯片速度可以达到 80 个 MIPS。但它片上的 RAM 和 ROM 都比较小，分别为 16K 和 4K。因此在实际的系统设计过程中应该对存储器进行外部的扩展，以满足应用的需要。USB 控制芯片采用全速 USB 控制芯片 CY7C64613 (EZ-USB FX)，该芯片遵从 USB1.1 规范，最高的传输速率可以达到 12Mbps。它将 8051 单片机内核、智能 USB 接口引擎 (SIE)、USB 收发模块、存储器、串行口等集成一起，从而减少芯片接口时序。系统存储空间的一些控制信号可以用这个芯片中的 8051 内核来软件实现，避免硬件设计的复杂性。

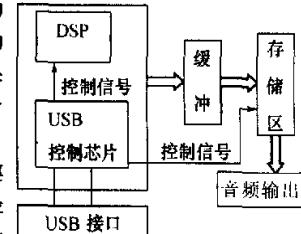


图 3

单片机内核、智能

USB 接口引擎 (SIE)、USB 收发模块、存储器、串行口等集成一起，从而减少芯片接口时序。系统存储空间的一些控制信号可以用这个芯片中的 8051 内核来软件实现，避免硬件设计的复杂性。

### 参考文献

- 1 Ken C. Pohlmann 著，苏菲译，孙景鳌审校. 数字音频原理与应用 [M]. 北京：电子工业出版社，2002
- 2 曹承涛. 基于 TMS320C5402 DSP 的数字音频系统的研究. 天津大学硕士学位论文，2002

## 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](http://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](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，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](http://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>