

RCS 测量系统数据采集设计

王 超 刘 林 薛明华
(北京航空航天大学 北京 100083)

摘 要: 本文介绍了雷达散射截面(RCS)测量系统的一种数据采集设计方案。针对工作在线性调频方式的 RCS 测试系统,给出了对所测目标的回波数据的采集方案,具体的硬件结构和工作流程。本设计主要采用数据采集卡,并用 FPGA 提供采集卡触发脉冲和信号源同步信号。采集参数可以通过计算机设置。还简单介绍够成测试系统的惠普 8350 信号源和 ADLINK 公司 DAQ2006 采集卡的功能,并给出了相应的参数设置的程序代码。实际测试表明本设计符合要求,最后给出了采集数据和 RCS 测试结果。

关键词: 雷达散射截面; 数据采集; FPGA

中图分类号: TP274

文献标识码: A

Data acquisition design of the RCS testing system

Wang Chao Liu Lin Xue Minghua
(Bei Hang University, Beijing 100083)

Abstract: This paper introduces a method of data acquisition applied in the RCS testing system. The method in data acquisition, hardware configuration and working flow of the RCS testing system that working under the chirp signal condition are proposed. The design mainly adopts the data acquisition board, and FPGA supplies the trigger pulse of the acquisition board and the synchronization signal of the signal source device. The data acquisition parameter can be configured through the computer. Besides, the paper also introduces the function of the signal source Of HP, the DAQ2006 date acquisition device of the ADLINK Technology Inc used in this system, and the code of the parameter setting is presented. The testing result shows the design is up to the standard, and at last the sampling data, the RCS results and the experiment conclusion are presented in detail.

Keywords: RCS; data acquisition; FPGA

1 RCS 测量系统原理

RCS 测量原理主要是(以一个点目标为例):

发射天线发射如下信号:

$$s_i(t) = E_i(t) \text{rect}(t/T) \sin(2\pi f_0 t + \pi K t^2) \quad (1)$$

接收天线收到径向距离为 R 处的点目标回波信号为:

$$s_r(t) = E_r(t) \text{rect}(t/T) \sin[2\pi f_0(t - \tau) + \pi K(t - \tau)^2] \quad (2)$$

该信号经放大后与相关本振混频产生差频信号:

$$s_c(t) = E_c(t) \text{rect}(t/T) \cos(2\pi f_0 t + \theta) \quad (3)$$

一般地,目标区有多个散射源,总回波信号是目标区所有散射信号的矢量和。所需要采集的数据就是这个中频信号。示意图如图 1 所示。

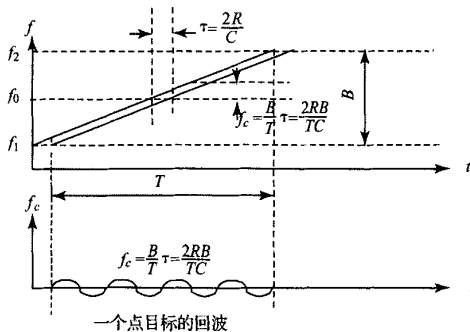


图 1 采集的中频信号示意图

2 数据采集硬件结构

信号源采用惠普公司的 8350,工作方式为线性扫频方式。采集卡使用 ADLINK 公司的 DAQ2006 采集卡。FPGA 提供采集卡触发脉冲和信号源同步信号,并控制相

应的射频单元,与计算机通过串口进行通信。在计算机上设置好信号源和采集卡,并通过 FPGA 同步二者工作,使得信号源做线形扫频时,采集卡开始工作,采得在一个扫频段内所需要的数据,并通过 PCI 总线将数据存放到计算机的内存中所开辟的缓冲区内,最后保存到外存。系统框图如图 2 所示:

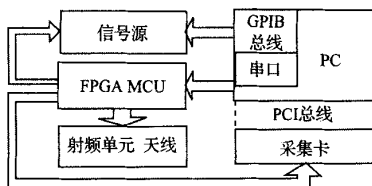


图 2 数据采集硬件系统框图

信号源采用惠普公司的 8350 信号源,以该系列的信号源作为信号源所构建的线形扫频系统可以提供快速的宽频带线形扫频测试性能。计算机通过 GPIB 总线对此信号源的工作方式进行设置。

采集卡 DAQ2006 最高采样率为 250 kS/s,可以同时进行 4 路的 A/D 转换,内置 512 字节的 FIFO,数据传输采用 PCI 总线技术。本采集系统需要使用 2 路模拟信号输入通道对 2 路信号进行采集。需要采集的模拟信号经过差分连接到采集卡的 CH0 和 CH1 对应的差分输入管脚上。因为本测量系统所要采集的差频信号频率一般不超过 30 kHz,所以采用 100 kHz 的采样率。由于设计上要求对所采集的数据组数以及时间等可以变化,所以采用由外部提供采集转化时钟的方式,这样使得后续数据处理比较方便。

3 数据采集系统软件设计和工作流程

PC 机软件采用 VC++ 进行设计。系统工作流程图如图 3:

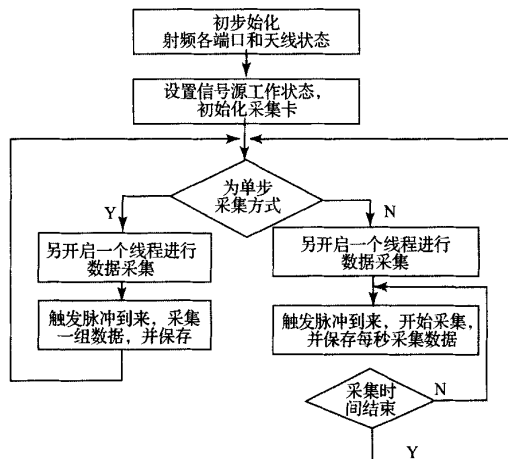


图 3 数据采集系统工作流程

通过计算机对系统参数设置完成以后,便开启一个采集线程准备进行采集。FPGA 采样得到外部触发脉冲后,根据采集的方式,触发信号源开始工作,同时提供采集卡的采集脉冲。信号源必须在采集 1 组信号的时间内,完成对一个频带的扫频工作。如果是单步采集方式,采集完一组信号保存到外部存储器后便返回,等待下次工作。如果是自动测量方式,测量的时间是可选的,并且每秒的采集组数是可选的,每组固定采集 1 600 个采样点采样率为 100 kHz,每组就需要 16 ms,这正是信号源扫描完 1 个带宽(如 C 波段 4~8 GHz)的工作时间,加上信号源回扫时间 7 ms,根据设计需要 1 s 的采样组数不超过 10 组,1 s 内的全部采集在前 400 ms 以内就可以完成。

(1)对信号源的设置:

信号源为惠普 8350 信号源。计算机通过 GPIB 总线和 8350 相连接,通过软件方式对信号源做出相应的设置。主要是调用惠普公司提供的函数库。

同样,可以设置信号源的工作频率,扫频时间,触发方式。典型的在 C 波段的测试情况下的应用是设置信号源的工作频率为 4~8 GHz,扫频时间为 16 ms,触发方式为外触发。

(2)对采集卡的设置:

举出几个本测试系统中设置采集卡的重要函数:

D2K_AI_Config(CardNum, ConfigCtrl, TrigCtrl, 0, 0, 0, 1);其中,ConfigCtrl = DAQ2K_AI_ADCONVSRC_AFI0;

TrigCtrl = DAQ2K_AI_TRGMOD_POST

ConfigCtrl 是设置 A/D 转化时钟的来源,设为 DAQ2K_AI_ADCONVSRC_AFI0 是指 A/D 转化时钟是使用外部时钟,从采集卡的 AF0 脚输入。1 个转化脉冲产生促使 1 次采集转化。采集卡的数据采集时钟来源被设置为外部转化时钟方式,采集率和采集数据量以及所需要传送到内存缓冲区的数据都是由该时钟进行控制。D2K_AI_ContReadMultiChannels(CardNum, NumOfChan, ChanArray, usBufferID, lScanCount, nScanIntrv, 0, ASYNCH_OP);

其中设置 NumOfChan = 2 采用双通道进行采样。lScanCount = 1 600 为每组的采样点数。

4 采样数据和实验结论

4.1 采样数据的提取

由于采样为双通道,一次转化传送完成后,便依次在内存区存放 2 个数据。采集完 1 组,分别提取奇偶数据,以 2 个文件的方式存放到外存中。如果是自动测量方式,测量所要求的全部采集完成的最大数据量为几百兆,在整个自动测量过程中开辟 1 个缓冲区是不现实的,所以只需要在内存中开辟 1 个能容纳 1 s 采集数据量的缓冲区,而在每秒空闲不采集数据的后半段时间内打开外存中存放该

采样数据的文件,将内存缓冲区的数据追加保存到该文件中。

4.2 实验结论

本系统工作状态良好,所采集数据符合要求,测试结果经过验证符合理论计算。

图4为实际测得的RCS为-15dbm球在C波段的一组后向散射数据和根据该数据计算得到的该-15dbm球在C波段的经过定标RCS。

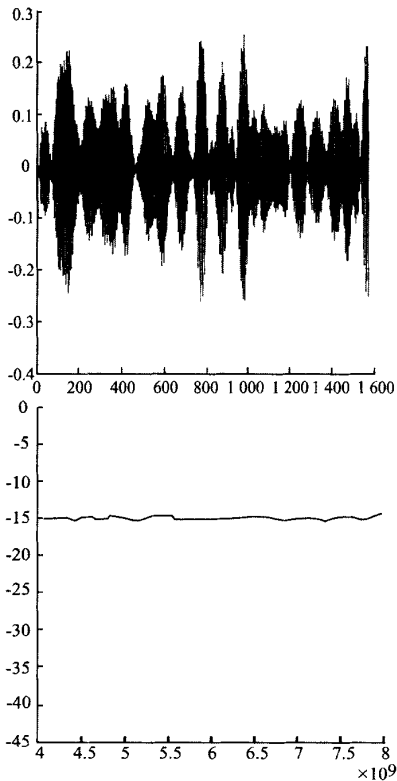


图4 实际测得的经过定标的RCS

参考文献

- [1] 杨武军,赵京城,刘林,等.目标散射测量及成像系统软件设计及算法[J].电子测量技术,2004(3):57-58.
- [2] ADLINK Technology Inc. Manual Rev. 1. 20 [Z]. 2002.
- [3] DEAN L, MENSA. High resolution radar imaging[J]. Artech House, 1981.
- [4] 彭刚,梁沂,田进军,等. HRR 脉间变频外场 RCS 测试设备的简化设计[J]. 现代雷达,2005,27(7):11-13.
- [5] 伍遗枫. 基于 VC++6.0 的 GPIB 仪器控制程序的设计[J]. 计量与测试技术,2004(7):26-27,30.
- [6] 欧青立,曾照福. 基于 PCI 总线数据采集系统设计[J]. 电子测量技术,2002(1):1-4.
- [7] 李伟,樊锐. Win2000 下高速数据采集[J]. 电子测量技术,2002(4):44-46.
- [8] 裴喜龙,童莉. 基于 PCI 总线的高速数据采集卡系统设计与实现[J]. 微机计算机信息,2006(07S):129-131.
- [9] 杨虎,张伟,毛钧杰. 基于 ISA 卡天线自动测量系统[J]. 电子测量技术,2004(1):60-61.

作者简介

王超,男,北京航空航天大学电子信息工程学院微波与电磁场专业在读硕士研究生,主要研究方向为电磁散射测量和微波毫米波成像。

E-mail:chao0567@163.com

(上接第80页)

- [5] 田晓焱,种兰祥,张首军,等. 用户自定义虚拟函数信号发生器的设计与实现[J]. 电子测量技术,29(3):53-58.
- [6] 张伟东,袁昊,周荫清,等. 基于虚拟仪器的电子测量系统[J]. 电子测量技术,2006,29(4):44-45.
- [7] 马国强,徐苏珊,吴金勇,等. 脚本虚拟仪器[J]. 电子测量技术,2005,28(1):43-44.
- [8] 敬军. 虚拟仪器面板设计[J]. 电子测量技术,2005,28(6):52-54.
- [9] 陈冠玲,汪敏生,张华平. 基于虚拟仪器发动机测试系统[J]. 电子测量技术,2004,27(6):87-88.

- [10] 陈冠玲,汪敏生,王亚飞. 基于虚拟仪器功率测试分析系统[J]. 电子测量技术,2003,26(5):39-40.

作者简介



方昌始,男,1950年出生,浙江宁波市人,华南理工大学自动化教学实验中心主任,高级工程师,主要研究方向为电力电子、电气传动及检测技术。

E-mail:Joshua_fanghua@126.com

雷达散射截面 (RCS) 分析培训课程

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, 致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养, 是国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地。客户遍布中兴通讯、研通高频、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。

雷达散射截面 (Radar Cross Section, 简称 RCS) 是雷达隐身技术中最关键的概念, 也是电磁理论研究的重要课题, 使用 HFSS 软件可以很方便的分析计算各种目标物体的 RCS。

由易迪拓培训推出的《HFSS 雷达散射截面分析培训课程套装》是从零讲起, 系统地向您讲授如何使用 HFSS 软件进行雷达散射截面分析的全过程。该套视频课程由专家讲授, 边操作边讲解, 直观易学。

HFSS 雷达散射截面分析培训课程套装



套装包含两门视频培训课程, 其中: 《两周学会 HFSS》培训课程是作为 HFSS 的入门培训课程, 帮助您在最短的时间内迅速熟悉、掌握 HFSS 的实际操作和工程应用; 《HFSS 雷达散射截面(RCS)分析》培训课程是专门讲授如何使用 HFSS 来分析计算雷达散射截面, 包括雷达散射截面、单站 RCS、双站 RCS 等的定义, 实例讲解使用 HFSS 分析单站 RCS、双站 RCS 和宽频 RCS 的相关设置和实际操作等。视频课程, 专家讲授, 从零讲起, 直观易学...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/130.html>

更多培训课程:

- **HFSS 培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/>

- **CST 培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/>

- **天线设计培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/>