

基于 PXI 总线的 SAR 天线平台测试模块

Test Module based on PXI Bus for antenna Platform of SAR

■ 中科院电子所 吴广州 张平

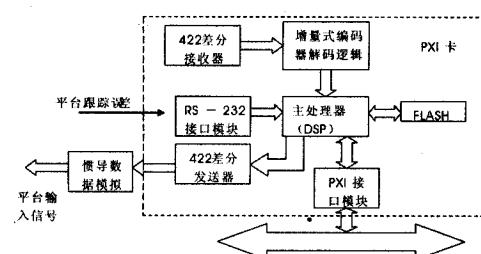
摘要：PXI 总线技术是一种全新的、模块化的仪器总线规范，本文重点介绍了基于 PXI 总线的一种天线平台测试模块的组成，并详细描述了该模块的 PXI 总线接口部分、DSP 主机程序、底层 Windows 驱动程序等。该模块结构先进、测试精度高，作为 SAR 天线稳定平台测试系统的核心模块，在分析评价平台伺服性能时起重要作用。

关键词 PXI 总线；平台测试；DSP；驱动程序

SAR(specific absorption rate, 电磁波吸收比值) 天线平台从机载惯性导航设备获得飞机的即时偏流角、俯仰角、滚动角数据，利用这些数据控制天线平台的运动，使平台在方向位保持与飞行地速方向一致，在俯仰和滚动方向保持水平。天线平台的跟踪性能的好坏，将直接影响 SAR 的成像质量，所以有必要对天线平台的伺服性能进行测试。

本文介绍了一种基于 PXI 总线技术的 SAR 天线稳定平台测试模块。该测试模块是 SAR 天线平台自动测试系统的主要子系统，主要完成仿真转台位置信号解码及输出、平台跟踪误差信号采集以及信号分析处理等功能。

▼ 图 1 PXI 插卡的结
构



PXI 总线技术简介

PXI 总线技术是 NI 发布的一种全新的开放性、模块化的仪器总线规范，是 PCI 总线在仪器领域的扩展。它将 CompactPCI 规范

定义的 PCI 总线技术发展成适合于试验、测量与数据采集场合应用的机械、电气和软件规范。PXI 总线与台式 PCI 规范具有完全相同的性能，是在 PCI 总线内核技术上增加了成熟的技术规范和要求形成的。它通过增加用于多板同步的触发总线和参考时钟、用于进行精确定时的星形触发总线以及用于相邻模块间高速通讯的局部总线来满足试验和测量用户的要求。PXI 规范在 CompactPCI 机械规范中增加了环境测试和主动冷却要求，以保证多厂商产品的互操作性和系统的易集成性。它定义 Microsoft Windows NT 和 Windows 95 为标准软件框架，并要求所有的仪器模块都必须带有按 VISA 规范编写的 Win32 设备驱动程序，使 PXI 成为一种系统级规范，保证系统的易于集成与使用，从而进一步降低最终用户的开发费用。

测试模块的结构

作为基于 Windows 平台的 PXI 总线测试卡，该仪器模块包括 PXI 插卡和主机驱动程序软件两部分。PXI 插卡负责测试数据的处理，主机驱动程序负责通信。

PXI 插卡的结构

PXI 插卡从功能上分为增量式编码器解码模块、RS-232 接口模块、DSP 主处理器以及 PXI 总线接口三部分，该测试卡的结构如图 1 所示。增量式编码器解码模块与 422 差分接收器配合，用于天线仿真转台两轴位置数据的解码；DSP 主处理器完成测试数据的处理，PXI 接口模块

主要完成PCI总线信号到本地总线的转换接口。RS-232接口模块接受PSD(光敏位置探测器)的串行输出信号,PSD在测试系统中用于探测天线平台的跟踪仿真转台运动的误差。

PSD串行输出信号的读取

测试系统采用PSD处理电路通过标准异步串口每5ms发送一帧数据,用TI TMS320VC5510作为主处理器,满足了数据存储空间的要求(内部有多达176KB RAM),但它只有用于同步通信的 McBSP,不能直接实现异步串行通信,需要配合DSP的DMA通道通过软件实现异步通信。将PSD发送的每一个字节作为一帧数据,以起始位的下降沿作为帧同步信号,采用过采样的方法,将每一位(包括起始位)作为一个16位Word,停止位仅采8位WORD。将一个字节通过DMA通道缓冲到固定缓冲区,当一帧数据(10个WORD)全部采完之后,发送DMA中断通知DSP进行处理。对于串行通信普遍存在的开机错位乱码现象,通过对特殊位的判断进行丢弃处理。

增量式编码器解码模块设计

该测试模块需要从天线平台测试仿真转台接受平台的位置信息,在各类运动控制系统中,常采用增量式光电编码器作为反馈检测元件,其输出为相差90度的A、B两相信号以及周期脉冲复位信号Z,A、B两相信号相差的正负决定运动的正反方向,A、B两相信号的脉冲输出计数决定位置运动的大小,Z为过零复位脉冲。整个解码逻辑设计如图2所示,由于该测试系统采用的仿真转台的位置信息有方位、横滚两个方向,需要两组解码器分别解码两个方向的位置信息。

主处理器的工作流程

DSP是该测试卡的关键部件,担负着数据处理、存储、模拟惯导数据产生以及与上位机通信等任务。DSP以PSD发送数据为时间基准,接收到PSD每隔5ms发来的数据并存储后,首先通过EMIF(Extern Memory Interface,外部存储器接口)从增量式编码器解码模块中读取计数器的计数值,经比例运算转换成两个16位

角度量后,存储并通过EMIF接口发送给外部的惯导数据模拟模块,转换成惯导输出的自整角机信号发送给稳定平台。为了保证连续记录数据,数据存储在DSP的DARAM(Dual -Access RAM, 双口RAM)中,并采用乒乓式的存储(即有两个存储区,当其中一个存储区满之后,通过PXI总线向上位机发中断,然后开始向另一个存储区写入数据)。我们设定每个存储区存储1000组数据(每组包括电控转台方位、横滚姿态以及平台在这两个方向上的跟踪误差4个数据),故每个存储区包括4000Words。

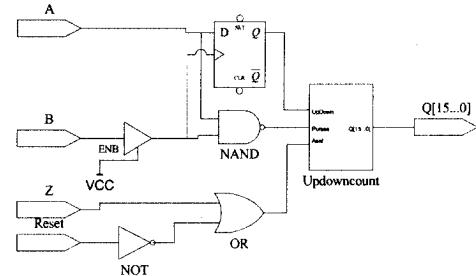
PXI总线接口硬件设计

本测试卡使用DSP的16位EHPI(Enhanced Host-Port Interface,增强主机接口)与PCI 9030芯片的Local总线相连,EHPI可以通过DMA控制器在不干扰DSP系统正常工作的情况下读取DSP内部DARAM,内部SARAM(Single - Access RAM, 单口RAM)以及部分CEO片选的外部存储空间,多达1MB。这样上层计算机既可以访问PXI总线在DSP内部存储区获取所需要的测试数据,而不至于影响DSP的正常工作。

PXI总线接口驱动程序

该测试模块工作在Windows 2000操作系统中,需要开发相应的WDM驱动程序,该驱动程序主要完成访问PCI 9030配置空间、访问DSP内存空间以及中断处理、应用程序与驱动程序的通信3个功能。DSP采用两个存储区进行乒乓式的存储,当一个存储区内的数据准备好之后就通过PXI总线向计算机发出中断,驱动程序处理中断,并读取该DSP存储区中的数据。

考虑到采用面向对象的驱动程序框架,简化驱动程序的开发过程,这里选用基于Windows DDK作为底层支持的DriverWorks作为驱动程序的开发平台,其中的DriverWizard向导工具在VC环境中可以建立驱动程序的框架,这里主要



▲ 图2 解码逻辑设计

介绍一些驱动程序中的几个功能模块。

(1) 访问 9030 配置空间。在生成驱动程序框架的时候已为 9030 的配置寄存器声明了所需的存储器映射资源，产生一个 KMemoryRange 类实例 m_MemoryRange，这个类在驱动程序初始化时获得 9030 硬件寄存器配置空间的地址范围，这样就可以使用该实例的 inb 和 outb 分别实现对硬件寄存器的读写操作。

(2) 访问 DSP 内存空间以及中断处理，即对 DSP 存储区进行读写操作。在生成驱动程序框架的时候已为 9030 的局部总线空间申明了所需的存储器映射资源，产生一个 KMemoryRange 类实例 m_LocalAddSpace0，这个类在驱动程序初始化的时候获得 9030 的局部总线地址空间的系统地址范围；同时驱动程序也产生一个 KDeferredCall 类的实例 m_DpcFor_Irq，用于调用中断延迟处理程序 DpcFor_Irq()。当测试卡产生中断时，驱动程序捕获中断，作相应处理之后通过 m_DpcFor_Irq 调用 DpcFor_Irq()。在 DpcFor_Irq() 中，通过 m_LocalAddSpace0 的 inb 和 outb 对 DSP 存储区进行读写操作。把读到的数据存放在事先申请的系统缓冲区（这里只涉及到读操作）。

(3) 应用程序和驱动程序的通信。首先应用程序通过操作系统提供的 API 函数调用驱动程序的读写例程 Read()（这里只涉及到读操作）。由 Read() 例程中调用 StartIo() 对读请求进行排队，

以避免读写操作冲突。由 StartIo() 调用 SerialRead() 例程进行具体的读操作，即把事先申请的系统缓冲区中的数据转移到用户缓冲区，完成所要求的读操作。

结语

作为机载 SAR 天线平台自动化测试系统的核心，该模块以主流的仪器总线 PXI 总线为载体，保证了测试系统的稳定性和工业级要求，通过标准串行接口读取平台伺服系统的响应（误差），实现了对平台静态跟踪误差的测试和动态响应的实时数据采集。这些关键技术是该自动化测试系统实现设计功能的基础，同时也使该模块不仅具有独立于测试系统的通用性，而且具有对不同类型机载 SAR 稳定平台的通用性。实际测试证明，该模块实现了预定的功能，能够可靠的工作。

参考文献

1. 张澄波. “合成孔径雷达的原理、系统分析及应用”. 科学出版社, 1989
2. ”PXI Specification”, PXI System Alliance, 2000.8
3. ”PCI 9030 Data Book”, PLX Technology, 2002
4. 武安河.” Windows 2000/XP WDM 设备驱动程序开发(第2版)“, 电子工业出版社 2005.5

搜索 PXI, 电子产品世界网站有 56 篇相关文章。



如多媒体杂志、数字音频广播、游戏等等。平台还可以扩展支持视频点播节目和电视的交互式等应用。

结语

本文介绍的 DMB-TH 地面传输数字电视机顶盒解决方案，主芯片均为国产芯片，就标准清晰度的机顶盒而言，其成本低于使用国外芯片的系统方案，有利于地面传输数字电视在我国的普及推广。目前该方案已经通过实验室和车载环境的测试，固定及移动状态下的接收性能稳定良好，可以用于普通用户、车载系统等。

搜索机顶盒, 电子产品世界网站有 41 篇相关文章。

参考文献

1. 余兆明, 余智编, ’数字电视原理‘, 人民邮电出版社, 2004.4
2. [美]Jean J.Labrosse著,邵贝贝等译, ’嵌入式实时操作系统 μC/OS II (第 2 版)‘, 北京航空航天大学出版社, 2003.5
3. 北京海尔集成电路设计有限公司,’海尔 Hi2011e 用户手册‘, 2005.7
4. DMB-TH Demodulator ASIC LGS-8813-A1 "Halo" Product Specifications, March 2005 Revision 5.0

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>