

## 基于 CPC I接口的视频采集卡的设计

于 兵, 张为公

(东南大学 仪器科学与工程学院, 江苏 南京 210096)

**摘要:**介绍了基于 CPC I接口的视频采集卡的软件和硬件设计,通过使用 SAA7111A 和 SAA7146A 的芯片套件完成了硬件设计,采用 WinDriver 和 Win32 的程序设计开发驱动程序,最终实现了在恶劣条件下能够使用的视频卡的设计。

**关键词:** CPC I 视频采集; SAA7111A; SAA7146A

**中图分类号:** TP334.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000 - 8829(2008)07 - 0020 - 03

### Design of Video Capture Card with CPC I Interface

YU Bing, ZHANG Wei-gong

(School of Instrument Science & Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** The hardware and software design of video capture card with CPC I interface is presented. SAA7111A and SAA7146A are used in the design of hardware, and WinDriver and the development of Win32 programme are adapted in the design of software. This card can work in the complicated environment.

**Key words:** CPC I; video capture; SAA7111A; SAA7146A

视频采集卡又叫视频捕捉卡,用它可以将视频信息数字化并将数字化的信息储存或播放出来。PCI总线是一种用于大容量数据传输的总线。考虑到视频采集的实时性需求和它极大的数据量,通常视频采集卡都采用 PCI作为传输接口。

但是 PCI接口由于其本身的特性适合于用在比较稳定、理想的环境中。在环境比较恶劣,尤其是在车载设备方面,PCI接口的视频采集装置往往由于 PCI接口本身的问题造成整个装置的失效或者物理损坏,这主要是由于 PCI接口不牢固,在恶劣环境下容易脱落、断裂造成的。为了提高接口的可靠性,可以采用 Compact PCI接口进行数据传输。以下主要介绍的是在 CPC I接口基础上的视频采集卡硬件和软件的设计。

### 1 硬件设计

#### 1.1 CPC I技术概述

CPC I技术标准<sup>[1]</sup>是由 PCMG于 1997年正式发布的,由 3项领先技术综合而成:

(1) PCI局部总线的电气特性 (PCI local bus specification, PCISIG)。

(2) 工业级欧卡封装结构和规格 (IEC 60297-3 and -4, Eurocard Specification; IEEE 1101.11, IEEE Standard for Additional Mechanical Specifications for Microcomputers Using IEEE 1101.1 Equipment Practice)。

(3) IEC 2 mm 高密度针孔连接器 (IEC - 61076 - 4 - 101, Specification for 2mm Connector Systems)。

CPC I规范定义了严格的设计规则,系统由金属外壳和前、后面板组成的整体导电以及 ESD 电路设计,使得 Compact PCI具有电磁辐射屏蔽和静电释放能力,表现出良好的电磁兼容性。CPC I规范在电气、逻辑和软件方面与 PCI标准完全兼容,是更加坚固耐用的 PCI版本。

#### 1.2 硬件方案设计

本设计的视频采集卡主要由下面几个部分组成:视频信号模/数转换、视频信号的简单处理(缩放、数据格式转换等)和 CPC I接口部分,如图 1所示。

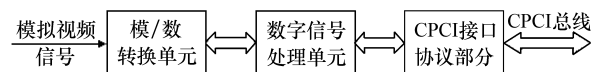


图 1 CPC I视频采集卡系统框图

关于数字信号处理单元和 CPC I协议单元部分一般有两种方案:一种是采用 FPGA 或者 CPLD 等可编程逻辑器件来实现,另一种是采用集成芯片来实现。前一种的优势在于开发人员的自主性较大,可根据实际情况对数字图像进行各种处理。而劣势在于开发的周期长,软硬件成本较高,不适用于低端的应用环境。在本系统中,视频采集卡只需要对数字视频信号进行透传即可,所以在数字信号处理单元和 CPC I协议部分采用集成芯片的方案。本设计采用的 Philips 公司的 SAA7146A<sup>[3]</sup>是一款应用较为广泛的视频口和 PCI总线的桥接芯片,在硬件上实现了可支持主从配置的 PCI总线接口,其吞吐量可达到 132 MB/s,支持两路 D1 (8bit, CCIR656)视频信号接口以及视频采集芯片的 I<sup>2</sup>C总线配置接口,另外芯片还可以支持灵活的视频处理功能,完全满足了本设计的需要。在模/数转换单元的选型上,采用的 Philips SAA7111A<sup>[2]</sup>是一款高度集成的视频输入处理芯片,它包含了 2个模拟处理环路,支持多种格式的视频输入,并可以自动检测 PAL 和 NTSC 格式的检测,支持 I<sup>2</sup>C接口的配置;输出

接口可以和 SAA7146A 无缝连接。

SAA7111A 的电路图如图 2 所示,视频模拟信号经过简单的滤波电路后接入 SAA7111A 的 AD1 信号脚,芯片的工作模式选择模式 0,即模拟信号经过 AD1 的模/数转换后输出分成两路分别进入亮度处理电路和色度处理电路,尔后在一定的时序下输出 CCIR656 码流。晶振选择 24.576 MHz 的频率。I2CSA 信号脚用来选择芯片 IC 地址,在本设计中该信号接低表示芯片的读写地址分别为 0x49h 和 0x48h。nFE1 信号是用来使能 YUV 总线上的数据,接低表示有效。而 CE 是芯片的使能脚,在本设计中让该信号恒有效。由于采用模式 0, VPO15 ~ VPO8 作为数据总线。

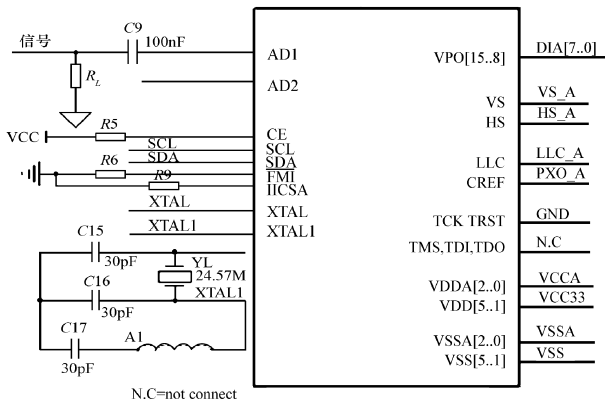


图 2 视频采集芯片的电路图

在 SAA7111A 内选定转换格式为 YUV = 4 2 2 的模式,传输的格式采用 CCIR656 的标准,即按照 U - Y - V - Y 的顺序传递 4 个字节。由于 SAA7146A 有和 SAA7111A 兼容的视频接口和高效的内部处理电路,可以不采用存储器,只需将解码器芯片和接口芯片相关接口连接就能够实现实时视频信号和高速采集和处理,简化了系统的设计。电路图如图 3 所示,SAA7111A 的 VPO8 ~ VPO15 作为数据线直接连接到 SAA7146A 的 D1\_A 口;一些同步和时钟信号,如 SAA7111A 的垂直同步信号 VS,水平同步参考信号 HS,时钟信号 LLC 和时钟参考输出 CREF,分别连到 SAA7146A 的 VS\_A, HS\_A, LLC\_A, PXQ\_A;对于配置信号,SAA7146A 的 IC 总线的信号线 SDA (数据线)和 SCL (时钟线)加上拉电阻直接连接到 SAA7111A 的总线信号线上,用于读写 SAA7111A 的内部寄存器,这样在编写驱动的时候直接对 SAA7146A 进行操作就可以了。SAA7146A 的 PC 端的信号加端接电阻后直接跟 CPC 接口的信号连接。

### 1.3 PCB 布板

在 PC 规范<sup>[4]</sup>中提到了信号用的反射波作用,所以驱动的信号只用了要求电压的一半,另一半靠反射来提升,这样信号线的长度就有要求。64 位卡的 32 位信号具备的最大连线长度是 1 500 mil (1 mil = 25.4 × 10<sup>-6</sup> m),64 位扩展信号的附加信号的连线长度最大为 2 000 mil,PCI clk 的长度为 2 500 mil ± 100 mil,长度不够的情况下走蛇形线来增加长度以符合标准。

一般 PC 规范推荐 PC 设备卡做 4 层板,实践证明 2 层板布线也可以满足性能需要。这样做需要仔细、系统的电源处理,电容去耦一般必不可少,对于电源线的布置,需要大面积覆地和总线形式的电源布置,如果 PCB 做成 4 层或更多,那么电源和地各占一层做成平面形式更好。至于去耦电容,通常在 PCB 板

电源线上加 10 μF 的电解电容或有电电容和 0.1 μF 的电容,去耦高频或者低频干扰,而芯片电源线与地线加 0.1 μF 去耦电容,PCI 信号是高频信号,所以对电源以及信号线的去耦比较严格,需要严格按照技术手册连接。

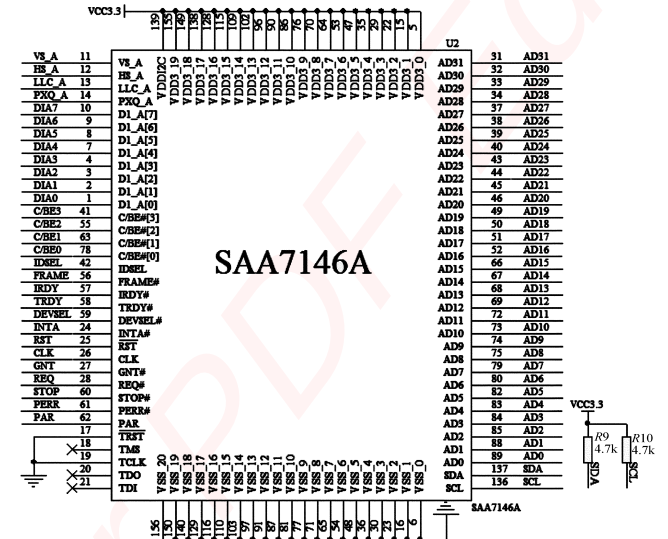


图 3 PC 接口芯片的电路图

另外,对于 CPC 的板卡,连接器和接口芯片之间的大部分信号都需要加 10 Ω 的电阻,以适应其特性。

## 2 软件设计

在开发过程中,选用了 W indriver<sup>[5]</sup>作为驱动程序的开发工具,驱动开发采用用户模式。对于 W indriver 下的开发方法可以参考文献 [5],这里主要介绍软件的配置以及底层的工作。

### 2.1 芯片工作模式

系统中主要的芯片为 SAA7146 和 SAA7111A。SAA7146 的配置是一个 PC 设备配置的标准过程,SAA7111 的配置是通过 PC 来访问 SAA7146 的 IC 总线控制器来实现的,实际上软件只需要对 SAA7146 操作。

SAA7146 的配置首先要通过 PCIB DS 来获取配置需要的参数,获取这些参数后可以通过 PC 的配置读写将视频卡的地址以及地址空间大小等进行配置;接着才可以对芯片的寄存器开始配置。在本设计中 DMA 和 RPS 是系统较为关键的部分。SAA7146 含有 3 个独立的 DMA 控制器,对应 3 个 FIFO。在设计中采用平面模式,相应的 DMA1 传输 Y 值, DMA2 传送 U 值, DMA3 传送 V 值。应用程序可以在收到视频传送完毕信号后将数据读走进而触发下一次传送,为了避免直接修改 DMA 寄存器而需要同步问题,系统将 DMA 控制寄存器的值重装入由 RPS 来实现。当 RPS 收到视频传输结束事件时,重新装入寄存器值并触发一次数据传输。

SAA7111 的配置较为简单,通过 PC 控制 SAA7146 的 IC 控制器,将视频输入模式设置为 0,输出格式设置为 CCIR656 等。

### 2.2 视频采集卡的软件流程

视频采集卡配置完成开始工作,视频采集卡通过 PCI 总线发起 DMA 写将数据写入主机的内存里,驱动程序此时对采集卡的工作不再干预,而是等待系统向它发送 DMA 数据完成的

阻塞。如图 4,在消息有效之前,程序处于阻塞状态。DMA传输完成的消息有效时,驱动程序将视频数据拷贝到另一块存储单元做进一步处理。应用程序和驱动程序分离于不同的进程,彼此通过消息来传递信号。如图 5,与驱动程序类似,应用程序不需要关心具体的底层细节,只是对一片缓存视频数据的缓冲区操作,当没有缓存数据有效的消息时,应用程序处于阻塞状态,当数据有效时,应用程序处理缓存里的视频数据,处理完毕,应用程序重新回到阻塞状态,周而复始。

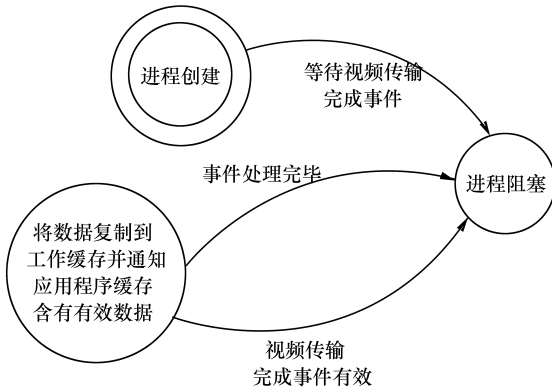


图 4 驱动状态机图

### 3 结束语

在测试中,基于 CPC 接口的视频采集卡结构牢固,能够适

应恶劣的环境,并且能够保证图像传输的实时性。因此,整个采集卡达到了预期目的,在开发成本较低、开发周期较短的情况下有很好的借鉴意义。

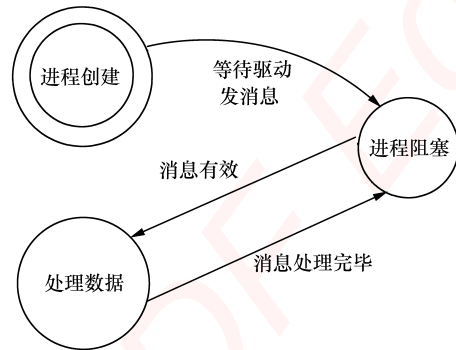


图 5 应用程序的状态机图

### 参考文献:

- [1] CompactPCI Specification P1CMG2.0 D3.0 [S]. September 24, 1999.
- [2] Philips Semiconductors DATA SHEET SAA7111 video input processor (VIP) [Z].
- [3] Philips Semiconductors Corporation Data sheet of SAA7146 multimedia bridge, high performance scaler and PCI circuit (SPCI) [Z].
- [4] PCI Local Bus Specification Revision 2.2 [S]. December 18, 1998.
- [5] WinDriver developer's guide [Z]. KRFTEch, Inc, 1999: 1 - 21.

(上接第 5 页)

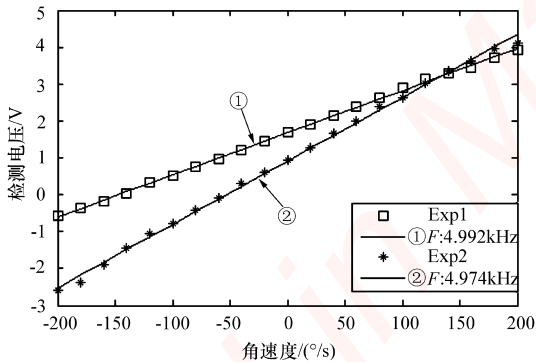


图 5 两组激励频率下测试结果

由于 MEMS 工艺等因素影响,陀螺的激励模态固有频率 (4.954 kHz) 和检测模态固有频率 (5.006 kHz),存在微小偏差。实验共进行两组测试,分别为激励频率 4.974 kHz 和 4.992 kHz,陀螺测量量程为  $\pm 200$   $^{\circ}/s$ 。激励频率为 4.974 kHz 时灵敏度较高为 33.5 mV/ $^{\circ}/s$ ,非线性度为 0.1%。实验中检测电路中已通过相位解调电路及后续处理电路中的零位调整部分去除上述分析的两种同频干扰信号。

另外,造成陀螺灵敏度不高的主要因素有:

陀螺两模态的固有频率偏差影响振动模态品质因数,影响了陀螺灵敏度,须通过结构、工艺改进改善,使两频率尽量一致。

实验测试在空气环境中进行,抽真空可明显减小阻尼影

响。

实验过程中周围电子设备工频电磁干扰,可通过金属封装有效解决。

激励信号频率的不同,造成陀螺激励模态振幅差异,电路相移差异,引起陀螺零位电压差异,改进方法同样需要对结构、工艺进一步改善。

### 4 结束语

同频干扰是由于陀螺结构存在微小非对称激励信号辐射到检测端引起的,本研究通过对振动环式微机械陀螺同频干扰的数学分析,确定采用相位解调降低刚度分量同频干扰和采用电路调零降低阻尼分量同频干扰。

### 参考文献:

- [1] Ayazi F, Najafi K A HARPSS polysilicon vibrating ring gyroscope [J]. IEEE Journal of Microelectromechanical System, 2001, 10 (6).
- [2] 李万玉,阮爱武.关于提取微陀螺输入角速度的研究 [J]. 传感器技术, 1999, 18 (2): 10 - 13.
- [3] 李锦明. 电容式微机械陀螺仪设计 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [4] Hopkin ID, Townsend C F K V vibrating structure gyroscope [P]. United States Patent, US5932804.
- [5] Putty M W. A micromachined vibrating ring gyroscope [D]. Michigan University, 1995.
- [6] Thomson W T. Theory of vibration with applications [M]. Nelson Thomas Ltd, 1988: 21 - 23.
- [7] Horowitz R, LI Yunfeng, Park S Mechatronics of electrostatic microactuators and micro-gyroscopes [J]. IEEE Advanced Motion Control, 2000, (4).

# 嵌入式资源免费下载

## 总线协议:

1. [基于 PCIe 驱动程序的数据传输卡 DMA 传输](#)
2. [基于 PCIe 总线协议的设备驱动开发](#)
3. [CANopen 协议介绍](#)
4. [基于 PXI 总线 RS422 数据通信卡 WDM 驱动程序设计](#)
5. [FPGA 实现 PCIe 总线 DMA 设计](#)
6. [PCI Express 协议实现与验证](#)
7. [VPX 总线技术及其实现](#)
8. [基于 Xilinx FPGA 的 PCIE 接口实现](#)
9. [基于 PCI 总线的 GPS 授时卡设计](#)
10. [基于 CPCI 标准的 6U 信号处理平台的设计](#)
11. [USB30 电路保护](#)
12. [USB30 协议分析与框架设计](#)
13. [USB 30 中的 CRC 校验原理及实现](#)
14. [基于 CPLD 的 UART 设计](#)
15. [IPMI 在 VPX 系统中的应用与设计](#)
16. [基于 CPCI 总线的 PMC 载板设计](#)
17. [基于 VPX 总线的工件台运动控制系统研究与开发](#)
18. [PCI Express 流控机制的研究与实现](#)
19. [UART16C554 的设计](#)
20. [基于 VPX 的高性能计算机设计](#)
21. [基于 CAN 总线技术的嵌入式网关设计](#)
22. [Visual C 串行通讯控件使用方法与技巧的研究](#)
23. [IEEE1588 精密时钟同步关键技术研究](#)
24. [GPS 信号发生器射频模块的一种实现方案](#)

## VxWorks:

1. [基于 VxWorks 的多任务程序设计](#)
2. [基于 VxWorks 的数据采集存储装置设计](#)
3. [Flash 文件系统分析及其在 VxWorks 中的实现](#)
4. [VxWorks 多任务编程中的异常研究](#)



5. [VxWorks 应用技巧两例](#)
6. [一种基于 VxWorks 的飞行仿真实时管理系统](#)
7. [在 VxWorks 系统中使用 TrueType 字库](#)
8. [基于 FreeType 的 VxWorks 中文显示方案](#)
9. [基于 Tilcon 的 VxWorks 简单动画开发](#)
10. [基于 Tilcon 的某武器显控系统界面设计](#)
11. [基于 Tilcon 的综合导航信息处理装置界面设计](#)
12. [VxWorks 的内存配置和管理](#)
13. [基于 VxWorks 系统的 PCI 配置与应用](#)
14. [基于 MPC8270 的 VxWorks BSP 的移植](#)
15. [Bootrom 功能改进经验谈](#)
16. [基于 VxWorks 嵌入式系统的中文平台研究与实现](#)
17. [VxBus 的 A429 接口驱动](#)
18. [基于 VxBus 和 MPC8569E 千兆网驱动开发和实现](#)
19. [一种基于 vxBus 的 PPC 与 FPGA 高速互联的驱动设计方法](#)
20. [基于 VxBus 的设备驱动开发](#)
21. [基于 VxBus 的驱动程序架构分析](#)

## Linux:

1. [Linux 程序设计第三版及源代码](#)
2. [NAND FLASH 文件系统的设计与实现](#)
3. [多通道串行通信设备的 Linux 驱动程序实现](#)
4. [Zsh 开发指南-数组](#)
5. [常用 GDB 命令中文速览](#)
6. [嵌入式 C 进阶之道](#)
7. [Linux 串口编程实例](#)
8. [基于 Yocto Project 的嵌入式应用设计](#)
9. [Android 应用的反编译](#)
10. [基于 Android 行为的加密应用系统研究](#)
11. [嵌入式 Linux 系统移植步步通](#)
12. [嵌入式 C++ 语言精华文章集锦](#)
13. [基于 Linux 的高性能服务器端的设计与研究](#)
14. [S3C6410 移植 Android 内核](#)
15. [Android 开发指南中文版](#)
16. [图解 Linux 操作系统架构设计与实现原理（第二版）](#)
17. [如何在 Ubuntu 和 Linux Mint 下轻松升级 Linux 内核](#)
18. [Android 简单 mp3 播放器源码](#)
19. [嵌入式 Linux 系统实时性的研究](#)

20. [Android 嵌入式系统架构及内核浅析](#)
21. [基于嵌入式 Linux 操作系统内核实时性的改进方法研究](#)

## Windows CE:

1. [Windows CE.NET 下 YAFFS 文件系统 NAND Flash 驱动程序设计](#)
2. [Windows CE 的 CAN 总线驱动程序设计](#)
3. [基于 Windows CE.NET 的 ADC 驱动程序实现与应用的研究](#)
4. [基于 Windows CE.NET 平台的串行通信实现](#)
5. [基于 Windows CE.NET 下的 GPRS 模块的研究与开发](#)
6. [win2k 下 NTFS 分区用 ntldr 加载进 dos 源代码](#)
7. [Windows 下的 USB 设备驱动程序开发](#)
8. [WinCE 的大容量程控数据传输解决方案设计](#)
9. [WinCE6.0 安装开发详解](#)
10. [DOS 下仿 Windows 的自带计算器程序 C 源码](#)
11. [G726 局域网语音通话程序和源代码](#)
12. [WinCE 主板加载第三方驱动程序的方法](#)
13. [WinCE 下的注册表编辑程序和源代码](#)
14. [WinCE 串口通信源代码](#)
15. [WINCE 的 SD 卡程序\[可实现读写的源码\]](#)
16. [基于 WinCE 的 BootLoader 研究](#)

## PowerPC:

1. [Freescale MPC8536 开发板原理图](#)
2. [基于 MPC8548E 的固件设计](#)
3. [基于 MPC8548E 的嵌入式数据处理系统设计](#)
4. [基于 PowerPC 嵌入式网络通信平台的实现](#)
5. [PowerPC 在车辆显控系统中的应用](#)
6. [基于 PowerPC 的单板计算机的设计](#)
7. [用 PowerPC860 实现 FPGA 配置](#)
8. [基于 MPC8247 嵌入式电力交换系统的设计与实现](#)
9. [基于设备树的 MPC8247 嵌入式 Linux 系统开发](#)

## ARM:

1. [基于 DiskOnChip 2000 的驱动程序设计及应用](#)
2. [基于 ARM 体系的 PC-104 总线设计](#)
3. [基于 ARM 的嵌入式系统中断处理机制研究](#)
4. [设计 ARM 的中断处理](#)
5. [基于 ARM 的数据采集系统并行总线的驱动设计](#)
6. [S3C2410 下的 TFT LCD 驱动源码](#)
7. [STM32 SD 卡移植 FATFS 文件系统源码](#)
8. [STM32 ADC 多通道源码](#)
9. [ARM Linux 在 EP7312 上的移植](#)
10. [ARM 经典 300 问](#)
11. [基于 S5PV210 的频谱监测设备嵌入式系统设计与实现](#)
12. [Uboot 中 start.S 源码的指令级的详尽解析](#)
13. [基于 ARM9 的嵌入式 Zigbee 网关设计与实现](#)

## Hardware:

1. [DSP 电源的典型设计](#)
2. [高频脉冲电源设计](#)
3. [电源的综合保护设计](#)
4. [任意波形电源的设计](#)
5. [高速 PCB 信号完整性分析及应用](#)
6. [DM642 高速图像采集系统的电磁干扰设计](#)
7. [使用 COMExpress Nano 工控板实现 IP 调度设备](#)
8. [基于 COM Express 架构的数据记录仪的设计与实现](#)
9. [基于 COM Express 的信号系统逻辑运算单元设计](#)
10. [基于 COM Express 的回波预处理模块设计](#)