

基于 PCI Express 总线系统的热插拔设计

黄松

(武汉数字工程研究所 武汉 430074)

摘要 在高性能的服务器系统、实时的嵌入式系统等 RAS 特性要求较高的系统中,需要设计开发基于第三代 PCI Express 总线背板的高速数字电路板卡,并且这些板卡需要支持热插拔功能。基于 PCI Express 总线系统的热插拔设计实际上是硬件和软件的协同设计工作,特别是在设计中要严格遵守相关设计规范,才成使系统能够支持热插拔技术并能保证系统的 RAS 特性。

关键词 高速数字电路 热插拔 PCI Express 总线 RAS 特性

中图分类号 TP39

1 引言

目前在一些需要不间断连续工作的高速数字电路系统中,特别是在服务器、通信系统、网络服务系统等应用中,由于可靠性(reliability)、高可用性(availability)、适用性(Serviceability)的要求日益扩大,因此热插拔(Hot Swap)技术得到广泛应用,特别是在计算机、服务器系统中基于 PCI Express 等总线的热插拔。

随着技术的不断创新和发展,热插拔技术也相应成熟,但热插拔设计中功能性、可靠度等技术指标还取决于设计者对热插拔控制器及相关硬件的正确选择,以及软件系统的支持,才能实现并能保证系统的完整性和安全性。

随着新一代 I/O 互连技术(3GIO) PCI Express 总线在各种高可用性系统中的逐渐应用,开发设计人员已经将热插拔技术作为一项关键技术进行研究和设计。

2 热插拔技术概述

热插拔就是指在不关闭系统或电源的情况下替换、添加、升级、移除硬件设备。故系统中必须要事先准备好该设备的驱动程序,并留有该设备的所有资源,因此其硬件分配资源就要发生更新,这种资源分配由系统 BIOS 执行,并存放在其中的资源列表中,但设备的驱动程序可以不变。

总之,热插拔技术包含了支持热插拔的系统硬件、系统软件以及相关操作系统、驱动程序和用户接口等,其结构如图 1 所示。

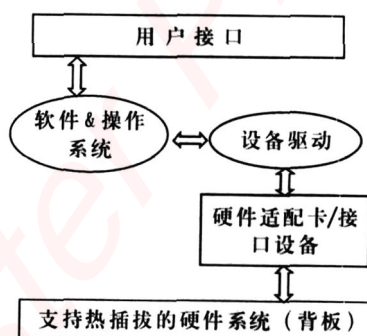


图 1 普通设备热插拔系统结构示意图

图 1 包含了支持热插拔技术的几个主要组成部分,其中操作系统在目前的主流版本中,例如 Windows NT4.0 之后的版本基本支持热插拔,设备驱动程序中也包含支持热插拔内容。而作为硬件

系统,主板必须带有支持热插拔的控制电路,即热插拔控制器。适配卡及外设接口应具备热插拔技术标准连接。

支持热插拔的系统硬件应包含热插拔控制器及相应插槽的电源管理电路,而热插拔控制器主要管理系统总线、电源、复位等。

3 热插拔电源控制硬件电路元件选择及设计

热插拔电路设计中一般有两种选择,一种是采用分立的 MOSFET 控制器解决方案,另一种是采用集成 IC 的设计方案。

在本设计中采用了后一种方案。在目前的微计算机系统中,在用到电源管理和热插拔的电路设计中,热插拔控制器得到了广大工程师的普遍运用。利用这些热插拔控制器,可以设计基于各种背板总线的插卡电路。

PCI Express 总线是第三代高速 I/O 总线,它也支持热插拔功能,其硬件组成包含了热插拔控制

逻辑和热插拔电源管理控制器两大部分。

(1) 热插拔电源管理电路设计

Intersil公司推出的热插拔电源控制器 ISL6161就应用于 PCI Express总线热插拔控制电路中。该控制器提供两种 PCI-E 电源, 12V 与 3.3V, 分别由两个外部 N 沟道晶体管 (N-Channel MOSFET) 进行控制并提供错误隔离。

ISL6161 热插拔电源控制器具有以下特性:

· 该控制器适用于 PCI-EXPRESS 总线热插

拔电路中;

- 具有错误隔离功能;
- 带可编程电流校准级别和超时功能;
- 带 POWER GOOD (电源好) 及过流锁指示;
- 两级电流限制检测提供各种错误的快速相应;
- 开电保护。

以下为该集成电路在 PCI Express 总线中的应用设计, 如图 2 所示。

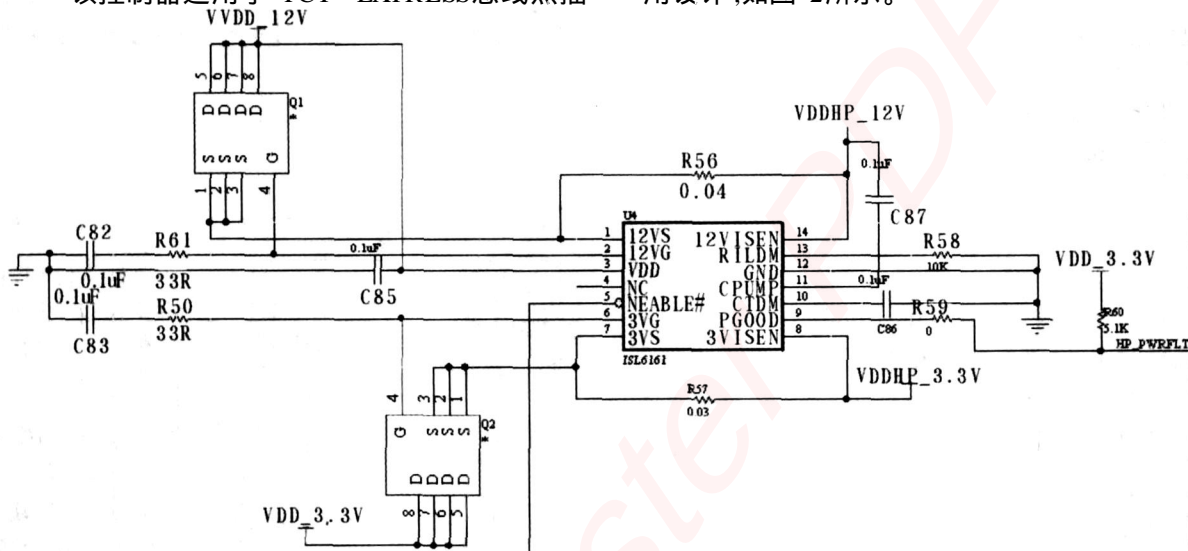


图 2 ISL6161 热插拔控制器典型电路图

上图中, Q1、Q2 为外部 N 沟道晶体管 (N-Channel MOSFET), 负责控制 12V、3.3V 的供电, 并起到了过流保护的作用。ENABLE# 为该控制器的复位控制信号, 在上升沿复位有效。图中的 C82、

Express 总线中, 并提供两槽电源控制, 并可提供过热关闭功能, 既可起到电流保护, 也可起到温度保护。

(2) 热插拔控制电路设计

目前, 热插拔控制器基本上集成在 PCI Express 根联体和交换器 (Switch) 中, 该部分与相应的电源管理控制器共同构成热插拔硬件电路部分。

图 3 为该设计的原理示意图。

在 PCI Express 热插拔设计中, 由于 PCI Express 是点到点通信, 所以每个插槽功能相对独立, 也可以认为每个插槽的热插拔功能也是个体特性, 热插拔电源管理控制器一般在系统板上, 提供插卡的电源管理和插拔管理。

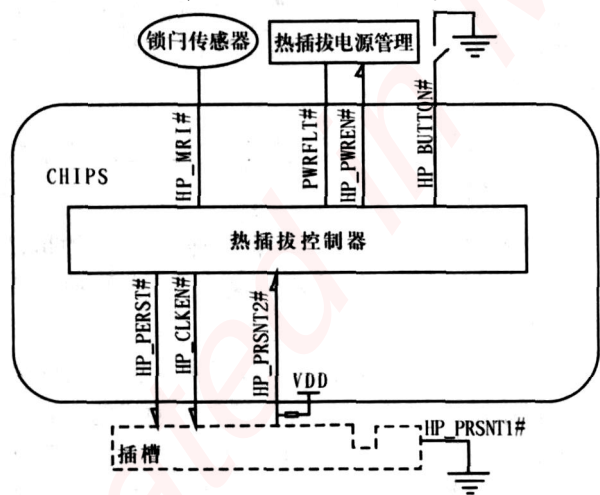


图 3 热插拔控制功能示意图

C83 产生可编程的电流斜坡来控制浪涌电流。该应用可用于 PCI-Express 总线、电源分配和控制、热插拔单元等电路中。另外还有如 MAXM 公司的典型热插拔控制器 MAX5946 芯片也可用于 PCI

4 PCI Express 总线热插拔控制器逻辑接口描述

由于 PCI Express 总线是点到点的连结方式, 所以每个 PCI Express 插槽 (Slot) 都可由单独的热插拔控制器进行控制, 在 PCI Express 规范和相关机械电器规范中详细定义了热插拔所需要的接口以及寄存器功能。

热插拔控制器特性包含:

(1)在插入或取出 PCI Express板卡时系统不用关电;

(2)支持板卡存在 (In present)和手动操作置留门 MRL (Manually Operated Retention Latch)传感器信号;

(3)包含电源指示器和警告指示器信号;

(4)警告按钮开关。

(5)电源错误检测和错误板卡隔离;

(6)电源使能开关。

热插拔事务能产生系统中断 (消息)或者电源管理事务中断,比如在警告按钮按下、电源错误检测到错误、卡存在状态改变以及 MRL 传感器状态改变时热插拔控制器都可以产生系统中断通知系统。

4.1 热插拔外部信号接口

热插拔控制器逻辑信号接口如图 4所示。

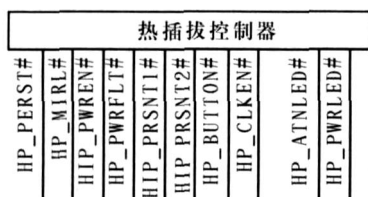


图 4 热插拔控制器信号接口示意图

传感器的输出信号;

HP_PWREN#:控制热插拔电源控制器的使能输出信号;

HP_PWRFLT#:向热插拔控制逻辑通知检测电源故障输入信号;

HP_PRSENT1#:接地;

HP_PRSENT2#:检测板卡是否在插槽上的输入信号;

HP_BUTTON#:请求进行热插拔操作手动按钮,输入信号;

HP_CLKEN#:向插槽传递参考时钟的输出信号;

HP_ATNLED#和 HP_PWRLED#:警告指示器和电源指示器输出信号。

4.2 热插拔控制器寄存器接口

PCI Express功能寄存器中包含了热插拔的配置、功能、命令、状态以及事件 (中断)等内容,如图 5所示。

插槽功能寄存器反映了该 PCI Express端口的特性,可通过该寄存器设置各种指示器和警告按钮,如警告指示器、电源指示器、MRL 传感器等是否应用。它还提供了插槽功率限制位来限制板卡所消耗的功率。

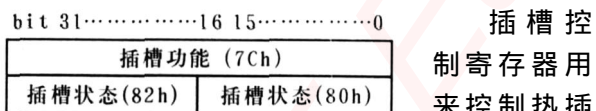


图 5 PCI Express热插拔功能寄存器组

软件启用不同的热插拔功能并控制热插拔操作。

插槽状态寄存器用来监视插槽上板卡的各种事件状态,并向系统报告这些状态,如板卡存在检测、MRL 传感器状态、警告按钮按下状态等。

在此要提到一个概念,即热插拔消息 (Message),当 PCI Express插卡或者刀片安装在系统中时,热插拔消息有其固定的格式信息,如图 6所示。

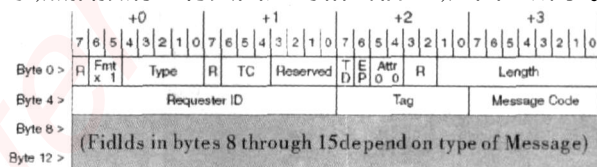


图 6 消息格式头信息

5 设计体会及结束语

未来热插拔技术的发展将会促使微计算机系统的结构朝着模块化的方向发展,基于总线的如 PCI-E等,基于外部设备的如大规模存储设备、基于 Rapid I/O的外部接口等,大量的部件都是可以通过热插拔的方式进行在线更换的。通过一些热插拔电路的设计,使微计算机总线电路更加安全、可靠、易操作。

参考文献

- [1] Suzanne Nee 高速数字通信系统热插拔电路元件选择策略 [C]. 电子工程专辑, 2004, 2
- [2] Intersil Corporation ISL6161 Data Sheet [DB/OL]. www.intersil.com
- [3] Linear Technology Corporation LTC4240 Data Sheet [DB/OL]. www.linear-tech.com
- [4] PCI Standard Hot - Plug Controller and Subsystem Specification, Rev 1. 0
- [5] PCI Express Base Specification Revision 1. 0

Design of Hot - swap in System Based PCIExpress

by *Huang Song*

Abstract In high performance server systems and embedded system with real time, and so on, in these systems which need RAS characteristic, high speed PCB of PCIExpress bus motherboard - based design & research are used. Furthermore, these circuit cards may support hot - swap. The design of hot - swap based PCIExpress bus requires hardware design cooperate with software design, the designer must follow correlative specifications, then the systems support hot - swap and guarantee RAS characteristic.

Key words high speed digital circuit, hot - swap, PCIExpress bus, RAS (Page: 161)

Design of Oscillator Based on RF Transistor Working on Its Characteristic Frequency

by *Song Xiaozhong*

Abstract The paper puts forward the design methods of oscillator based on the RF transistor which work at the characteristic frequency. The simulation of the RF oscillating circuits was made by using Orcad/Pspice, the rationality and feasibility of the circuit design was certificated. As is shown from the experiment, the RF oscillating circuits has been proved to have many advantages such as the good initial oscillations and the stable working performances.

Key words RF oscillatory circuit, characteristic frequency, RF transistor (Page: 164)

Design of Novel High - accuracy Digital Oscillator

by *Ding Chao*

Abstract Some usual oscillator circuits are introduced and compared in this paper. A novel high - accuracy RC oscillator based on the theory of the available RC oscillator is discussed and improved. This circuit is designed in the basis UMC 0.6 μ m 30 BCD process, its performance have been verified by Hspice simulation reach the expectancy of low power and high - accuracy and.

Key words RC - oscillator, high - accuracy, bias reference voltage, comparator (Page: 167)

A New XML - based Digital Library System that Support Version Management and Historical Queries

by *Zhao Rui*

Abstract XML has become widely accepted for both representation and exchange of data over the Internet. And XQuery as a standard query language is very helpful for searching and querying XML data. These entirely make digital libraries possible also make it too easy to revise documents and publish new versions. Thus version management and historical queries have become a critical issue characterized by significant new challenges and opportunities. In this paper we propose a new XML - based digital library system that supports version man-

agement and historical queries.

Key words XML, XQuery, version management, digital library system (Page: 170)

Application of BP Neural Net Classifier in the Signature Verification System

by *Wang Linjuan*

Abstract It introduces the design of BP neural net classifier basing on statistic feature vectors in signature verification system, and improves the learning algorithm of it to quicken the convergent velocity of train. It fixes on the weights of the net using both tectonic forgery signatures and reality signatures, and solves the problem well done that the lack of forgery signatures by people baffles the application of BP neural net classifier. The result of experimentation indicates the designed BP neural net classifier gains a satisfying rate of verification in signature verification system.

Key words signature verification, BP neural net, changed length of step, forgery signatures (Page: 173)

Design and Implement of Linux Teaching & Examination System

by *Cheng Wuduan*

Abstract The article introduces the methods that using virtual PC software, establishes a independent Linux network academic environment based on routine Windows operating system, create a Linux teaching system that is upper in Windows multi - media network teaching platform, and further to develop an intellectualized Linux examination online system.

Key words virtual PC, multi - media, examination online, script (Page: 176)

Optimal Ordering Decision for Two Substitutable Products in Single - period Problem

by *Zhou Jiangtao*

Abstract Inventory management of substitutable products has become the major concern in the circle of management. This paper develops a model for single - period two - product substitution problem, it presents the sufficient conditions for the objective function to be concave and submodular, then we obtain the optimal condition for order quantity, which is similar to the solution of the newsvendor model.

Key words newsvendor problem, substitution inventory (Page: 180)

Application of Project in the Enterprise

by *Wang Qina*

Abstract The Project Management Theory is a hot point in management area in recent years. In this paper, we will give an example for discussing the application of project management in our institute and a work process of compiling a good project plan.

Key words Project Management, EPM, Task, Resource (Page: 185)

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](#)
25. [基于 CPCI 接口的视频采集卡的设计](#)
26. [基于 VPX 的 3U 信号处理平台的设计](#)
27. [基于 PCI Express 总线 1394b 网络传输系统 WDM 驱动设计](#)
28. [AT89C52 单片机与 ARINC429 航空总线接口设计](#)
29. [基于 CPCI 总线多 DSP 系统的高速主机接口设计](#)
30. [总线协议中的 CRC 及其在 SATA 通信技术中的应用](#)
31. [基于 FPGA 的 SATA 硬盘加解密控制器设计](#)
32. [Modbus 协议在串口通讯中的研究及应用](#)
33. [高可用的磁盘阵列 Cache 的设计和实现](#)
34. [RAID 阵列中高速 Cache 管理的优化](#)

35. [一种新的基于 RAID 的 CACHE 技术研究与实现](#)
36. [基于 PCIE-104 总线的高速数据接口设计](#)
37. [基于 VPX 标准的 RapidIO 交换和 Flash 存储模块设计](#)
38. [北斗卫星系统在海洋工程中的应用](#)
39. [北斗卫星系统在远洋船舶上应用的研究](#)
40. [基于 CPCI 总线的红外实时信号处理系统](#)
41. [硬件实现 RAID 与软件实现 RAID 的比较](#)

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](#)
22. [基于 VxBus 的高速数据采集卡驱动程序开发](#)
23. [Vxworks 下的冗余 CAN 通讯模块设计](#)

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](#)
22. [Linux TCP IP 协议详解](#)
23. [Linux 桌面环境下内存去重技术的研究与实现](#)
24. [掌握 Android 7.0 新增特性 Quick Settings](#)
25. [Android 应用逆向分析方法研究](#)
26. [Android 操作系统的课程教学](#)
27. [Android 智能手机操作系统的研究](#)
28. [Android 英文朗读功能的实现](#)
29. [基于 Yocto 订制嵌入式 Linux 发行版](#)
30. [基于嵌入式 Linux 的网络设备驱动设计与实现](#)
31. [如何高效学习嵌入式](#)
32. [基于 Android 平台的 GPS 定位系统的设计与实现](#)

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](#)
17. [Windows CE 环境下无线网卡的自动安装](#)
18. [基于 Windows CE 的可视电话的研究与实现](#)

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](#)
10. [基于 MPC8313E 嵌入式系统 UBoot 的移植](#)
11. [基于 PowerPC 处理器 SMP 系统的 UBoot 移植](#)
12. [基于 PowerPC 双核处理器嵌入式系统 UBoot 移植](#)
13. [基于 PowerPC 的雷达通用处理机设计](#)

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](#)
- [14. 基于 S3C6410 处理器的嵌入式 Linux 系统移植](#)
- [15. CortexA8 平台的 \$\mu\$ C-OS II 及 LwIP 协议栈的移植与实现](#)
- [16. 基于 ARM 的嵌入式 Linux 无线网卡设备驱动设计](#)
- [17. ARM S3C2440 Linux ADC 驱动](#)
- [18. ARM S3C2440 Linux 触摸屏驱动](#)
- [19. Linux 和 Cortex-A8 的视频处理及数字微波传输系统设计](#)
- [20. Nand Flash 启动模式下的 Uboot 移植](#)
- [21. 基于 ARM 处理器的 UART 设计](#)

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 COM Express 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](#)
- [11. 基于 X86 平台的简单多任务内核的分析与实现](#)
- [12. 基于 UEFI Shell 的 PreOS Application 的开发与研究](#)
- [13. 基于 UEFI 固件的恶意代码防范技术研究](#)
- [14. MIPS 架构计算机平台的支持固件研究](#)
- [15. 基于 UEFI 固件的攻击验证技术研究](#)

Programming:

1. [计算机软件基础数据结构 - 算法](#)