

# 基于 PC104 工控机的嵌入式直流监控装置的设计

杨公训<sup>1</sup>, 周春良<sup>1</sup>, 杨彦从<sup>1</sup>, 屈鹏宇<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学北京校区机电系, 北京 100083; 2. 中国农业大学, 北京 100083)

中图分类号: TP391.8 文献标识码: B

摘要: 在简要介绍 PC104 总线标准的基础上, 讨论了基于该标准的嵌入式变电站直流监控装置的软硬件设计。

关键词: 监控装置; 直流; 嵌入式; 工控机; PC104

## Design of an Embedded DC Control and Monitoring Device Based on the PC104 Industry Controller

YANG Gong-xun<sup>1</sup>, ZHOU Chun-liang<sup>1</sup>, YANG Yan-cong<sup>1</sup>, QU Peng-yu<sup>2</sup>

(1. Electric and Mechanical Department, CUMTB, Beijing 100083, China.

2. China Agriculture University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The paper briefly introduces the PC104 bus standard and presents the design of software and hardware of an embedded DC control and monitoring device which is used in transformer station.

**Key words:** control and monitoring device, DC, embedded, industry controller, PC104

## 1 引言

随着我国电力系统近几年的高速发展, 以及计

算机技术在各个领域的广泛和深入的应用, 电力系统的自动化程度也得到前所未有的迅猛发展。变电站是输电系统中的重要环节, 从安全、经济、高效的

## 3.2 控制方法二

灰份闭环排料控制原理框图如图 5 所示。第 1 个环路以调节器 1 为中心, 它依据检测到的快灰信号, 自动调节浮标的配重, 再经过调节器 2 和调节器 3 等构成的传统排料控制环节, 调整排料闸板的开度从而控制排料量, 以稳定可变配重的浮标床层的高度, 最终保证精煤产品灰份合格。

这种灰份闭环控制具有宽广的可调范围, 足够的调节力度和更好的调节精度, 缺点是需要改造现有浮标机构。

## 4 结语

实现灰份闭环排料控制, 关键的开发工作在于

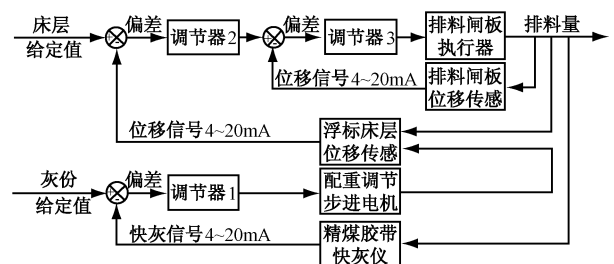


图 5 控制方法二

编排控制程序, 由于系统存在大的滞后时间, 既要保证调节控制的快速性, 又要保证其准确性, 需要研究不同于常规 PID 调节功能的特种调节过程。

收稿日期: 2001 - 12 - 30

作者简介: 刘建荣 (1962 - ), 男, 河南省平顶山市人, 选煤设计研究院高级工程师, 学士, 主要从事单机研发工作。

角度考虑,其传统的一次设备和二次设备已经不能满足现代电力发展的要求。变电站的保护、控制及信号系统统称为二次设备,并利用直流系统作为工作电源。直流电源装置可靠与否直接影响到供电系统的安全运行,而功能强弱则影响系统的良性运行和直流系统中蓄电池的使用。为此,很有必要研制和开发新一代直流系统的监控装置以取代和更新传统的变电站二次设备供电监控装置。

以往变电站测控系统的硬件中,主 CPU 一般都是使用单片机,如 80C196 之类,也有使用 PLC 作为主控单元的系统。随着嵌入式计算机的发展,由于其具有体积小、功耗低、可靠性高等优点而受到控制工程界的普遍重视。本文在简要介绍 PC104 标准的基础上,探讨了利用 PC104 研制直流系统监控装置,包括系统总体结构设计以及接口电路硬件和相应的软件设计。

## 2 PC104 标准简介

由于普通 PC 机在工业现场控制中存在着体积庞大、功耗高、可靠性差等缺点,1987 年有关厂家推出了 PC104 总线模块,该模块与 PC 总线系统在体系结构、软硬件方面完全兼容,同时采用了适于嵌入式应用的紧凑型栈接式结构。IEEE 根据 PC104 模块推出了“IEEE - P996.1 嵌入式 PC 模块标准”。

根据 IEEE 标准,PC104 总线设备和 PC 总线设备之间的主要差别为:

- (1) 模块尺寸小,仅为 90mm;
- (2) 无需机壳、面板或总线板,可做普通元件嵌入到其它模块或系统中使用;
- (3) PC104 模块之间采用纵向栈接和侧向插接的联接方式,将通常的边缘插接改为接触可靠的插针栈接,抗震动、冲击能力强、可靠性高,包括 64 针的 P1 和 40 针的 P2;
- (4) 单 +5V 供电,更低的功耗(典型为 1~2W/模块)和更小的总线驱动电流(要求 6mA)。

与 PC/AT 总线相比,PC104 模块的 64 针总线连接器 P1 的 63、64 引脚为新增加的地线,40 针总线连接器 P2 的 1、2、19、20 引脚为新增加的地线,其它与 PC/AT 总线完全兼容。

PC104 系统通常由多个不同功能的模块组成,如 CPU 模块、LCD、软驱模块、CRT、硬盘模块等。

这些模块通过总线连接器 P1、P2 连接,并利用标准的固定孔进行固定,形成栈接式的紧凑结构。

PC104 的出现为嵌入式应用提供了标准的系统平台,它具有 PC 开放式总线结构的特点,开发人员可以开发不同的功能板卡以适应不同现场功能要求和不同发展时期的现场设备要求,可以灵活地搭配组合为功能不同的监控装置。PC104 的硬件体系结构和软件开发都与 IBM PC 兼容,都为绝大部分开发人员所熟知,因此相对于 PLC、80C196 的特殊结构,PC104 的开发、维护和扩展都非常方便。

## 3 系统总体设计

在笔者开发的变电站直流系统监控装置中,主控计算机采用了深圳盛博科技公司生产的 PC104 总线 SCM/ SuperDx 嵌入式 CPU 模块。CPU 模块上包括有 Intel DX4CPU (100MHz)、4M DRAM 内存、1 个并口和 2 个 RS - 232 串口、2M 的电子硬盘等。另采用了盛博公司的 SEM/ LCDF 模块作为装置的液晶屏显示驱动,此模块支持多种单色 VGA 模式 LCD/ EL 显示驱动,此外包括有 2 个串口,1 个与 PC/ AT 兼容的软驱驱动器。

此系统将 PC104 模块作为“宏部件”来运用,即设计了一块基板,在其上面布上 PC104 总线,把 PC104 模块当作一块普通的应用功能板一样插在基板上,在此基板上再插上其它具体的功能板,如 I/O 模板、A/D 模板等,就构成了一个完整的应用系统。此方法的特点:它是在特定的 I/O 中插入嵌入式计算机(PC104 宏部件)而代替以往将 I/O 扩展板插入到计算机中的办法,它体现了嵌入式系统的设计方法。根据电力系统直流运行设备大部分都实行遥测、遥信的原则,在硬件方面,设计了信号量采集板和模拟量采集转换板,用于采集直流系统各种状态量;采用大尺寸液晶显示屏和薄膜小键盘作为人机接口。在软件方面实现对接口板的数据查询、报警及显示等功能。系统硬件总体结构如图 1 所示。

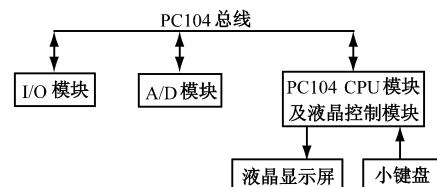


图 1 系统硬件总体结构图

## 4 硬件接口电路设计

进行 PC104 计算机的接口模板设计时,为了实现与系统总线的连接,模块应具备地址译码功能和数据总线缓冲功能。

### 4.1 地址译码电路设计

由于在此系统总线上插入了多块功能电路板,因此必须对每一块功能电路板设定不同的地址,为了方便系统的灵活配置,采用拨码开关的方式。如图 2 所示。

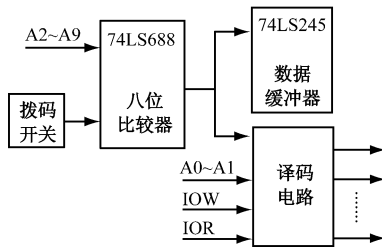


图 2 地址译码电路图

图 2 中, A0 ~ A9 为 PC104 总线的 10 位外部端口地址线; IOR、IOW 分别为系统总线的读、写选择信号线; 数据比较器的输出用来控制数据总线缓冲器的片选信号; 译码电路的输出用来控制具体电路板中的不同功能操作。

根据每种功能电路板的设计特点, 译码电路选择了不同的器件, 在 A/D 板中用的是 74LS138 译码器, 在 I/O 板中用的是 GAL 可编程器件。

### 4.2 数据总线缓冲器设计

为实现各个功能电路板与 PC104 数据总线的接口, 需要进行数据总线的缓冲器设计。在设计中, 采用 PC104 的 D0 ~ D7 作为系统的 8 位总线, 采用带三态输出的 74LS245 作为数据总线缓冲器。每个功能电路板上只用 1 片 74LS245 作为数据接口, 对于具有 24 路开入量的 I/O 板, 采用 3 片 74LS244 并接在 74LS245 上, 通过译码电路的输出控制信号来对 74LS244 进行片选。对于具有 32 路模入量的 A/D 板, 采用了 74LS273 与 74LS245 并接在数据总线上, 通过译码电路的控制信号控制 74LS273 的脉冲端, 在数据总线上给定对多路开关的通道选择。

## 5 系统软件设计

SCM/ SuperDx 嵌入式 CPU 模块上采用了固态

盘 (Solid State Disk : SSD), 通过其对固态盘的支持, 系统能够以半导体存储设备来代替通常使用的磁盘驱动器。采用固态盘可以大大提高系统的可靠性, 降低系统的功耗和成本。

本系统中, 根据固态盘的特点, 操作系统软件采用 DOS 6.22, 编程以 TurboC 2.0 作为开发环境。根据装置操作现场的特点, 设计了在西文 DOS 下, 全中文的菜单式界面, 利用装置上的小键盘, 对菜单中所列出的各种操作进行选择、确认。由于固态盘的空间有限, 所以设计了汉字模提取程序, 将所需的汉字模单独做成一个头文件与程序连接。对数据量的采集采用查询式读 I/O 端口的方法, 将数据量实时地显示在液晶屏上。

软件的主要流程如图 3 所示。

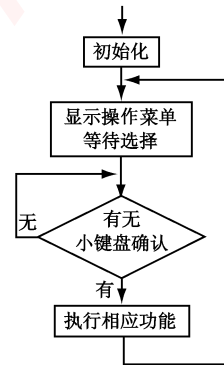


图 3 软件主要流程图

## 6 结论

此装置现已开发成功, 与现有的一些装置相比, 具有系统配置灵活、测控方便易扩展、调试整定简单、可以有效地对直流系统的运行做到自动监控和遥测、遥控等优点。装置的软件界面明了、简洁、美观。由于采用了大尺寸液晶显示屏和小键盘, 对于现场操作人员来说, 人机界面友好, 易于操作。但装置的总体功能还待进一步开发和完善。

# 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](#)
42. [基于 PCI Express 总线系统的热插拔设计](#)
43. [基于 RAID5 的磁盘阵列 Cache 的研究与实现](#)
44. [基于 PCI 总线的 MPEG2 码流播放卡驱动程序开发](#)
45. [基于磁盘阵列引擎的 RAID5 小写性能优化](#)
46. [基于 IEEE1588 的时钟同步技术研究](#)
47. [基于 Davinci 平台的 SD 卡读写优化](#)
48. [基于 PCI 总线的图像处理及传输系统的设计](#)
49. [串口和以太网通信技术在油液在线监测系统中的应用](#)
50. [USB30 数据传输协议分析及实现](#)
51. [IEEE 1588 协议在工业以太网中的实现](#)
52. [基于 USB30 的设备自定义请求实现方法](#)
53. [IEEE1588 协议在网络测控系统中的应用](#)
54. [USB30 物理层中弹性缓冲的设计与实现](#)
55. [USB30 的高速信息传输瓶颈研究](#)
56. [基于 IPv6 的 UDP 通信的实现](#)

## 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](#)
24. [WindML 工业平台下开发 S1d13506 驱动及显示功能的实现](#)
25. [WindML 中 Mesa 的应用](#)
26. [VxWorks 下图形用户界面开发中双缓冲技术应用](#)
27. [VxWorks 上的一种 GUI 系统的设计与实现](#)
28. [VxWorks 环境下 socket 的实现](#)
29. [VxWorks 的 WindML 图形界面程序的框架分析](#)
30. [VxWorks 实时操作系统及其在 PC104 下以太网编程的应用](#)
31. [实时操作系统任务调度策略的研究与设计](#)
32. [军事指挥系统中 VxWorks 下汉字显示技术](#)
33. [基于 VxWorks 实时控制系统中文交互界面开发平台](#)
34. [基于 VxWorks 操作系统的 WindML 图形操控界面实现方法](#)
35. [基于 GPU FPGA 芯片原型的 VxWorks 下驱动软件开发](#)
36. [VxWorks 下的多串口卡设计](#)
37. [VxWorks 内存管理机制的研究](#)

## 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 CC++ 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](#)
33. [LINUX ARM 下的 USB 驱动开发](#)
34. [Linux 下基于 I2C 协议的 RTC 驱动开发](#)
35. [嵌入式下 Linux 系统设备驱动程序的开发](#)
36. [基于嵌入式 Linux 的 SD 卡驱动程序的设计与实现](#)
37. [Linux 系统中进程调度策略](#)
38. [嵌入式 Linux 实时性方法](#)
39. [基于实时 Linux 计算机联锁系统实时性分析与改进](#)
40. [基于嵌入式 Linux 下的 USB30 驱动程序开发方法研究](#)
41. [Android 手机应用开发之音乐资源播放器](#)
42. [Linux 下以太网的 IPv6 隧道技术的实现](#)
43. [Research and design of mobile learning platform based on Android](#)
44. [基于 linux 和 Qt 的串口通信调试器调的设计及应用](#)

## 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](#)
- [19. 基于 WinCE 的嵌入式图像采集系统设计](#)
- [20. 基于 ARM 与 WinCE 的掌纹鉴别系统](#)
- [21. DCOM 协议在网络冗余环境下的应用](#)
- [22. Windows XP Embedded 在变电站通信管理机中的应用](#)
- [23. XPE 在多功能显控台上的开发与应用](#)

## 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](#)
- [14. PowerPC 平台引导加载程序的移植](#)
- [15. 基于 PowerPC 嵌入式内核的多串口通信扩展设计](#)
- [16. 基于 PowerPC 的多网口系统抗干扰设计](#)
- [17. 基于 MPC860T 与 VxWorks 的图形界面设计](#)



18. [基于 MPC8260 处理器的 PPMC 系统](#)
19. [基于 PowerPC 的控制器研究与设计](#)
20. [基于 PowerPC 的模拟量输入接口扩展](#)
21. [基于 PowerPC 的车载通信系统设计](#)

## 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](#)
22. [ARM CortexM3 处理器故障的分析与处理](#)
23. [ARM 微处理器启动和调试浅析](#)
24. [基于 ARM 系统下映像文件的执行与中断运行机制的实现](#)
25. [中断调用方式的 ARM 二次开发接口设计](#)
26. [ARM11 嵌入式系统 Linux 下 LCD 的驱动设计](#)
27. [Uboot 在 S3C2440 上的移植](#)
28. [基于 ARM11 的嵌入式无线视频终端的设计](#)
29. [基于 S3C6410 的 Uboot 分析与移植](#)
30. [基于 ARM 嵌入式系统的高保真无损音乐播放器设计](#)

## 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 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](#)
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](#)
16. [基于 UEFI 的 Application 和 Driver 的分析与开发](#)
17. [基于 UEFI 的可信 BIOS 研究与实现](#)
18. [基于 UEFI 的国产计算机平台 BIOS 研究](#)
19. [基于 UEFI 的安全模块设计分析](#)
20. [基于 FPGA Nios II 的等精度频率计设计](#)
21. [基于 FPGA 的 SOPC 设计](#)
22. [基于 SOPC 基本信号产生器的设计与实现](#)
23. [基于龙芯平台的 PMON 研究与开发](#)
24. [基于 X86 平台的嵌入式 BIOS 可配置设计](#)
25. [基于龙芯 2F 架构的 PMON 分析与优化](#)
26. [CPU 与 GPU 之间接口电路的设计与实现](#)
27. [基于龙芯 1A 平台的 PMON 源码编译和启动分析](#)

## Programming:

1. [计算机软件基础数据结构 - 算法](#)
2. [高级数据结构对算法的优化](#)
3. [零基础学算法](#)

RT Embedded <http://www.kontronn.com>

4. [Linux 环境下基于 TCP 的 Socket 编程浅析](#)
5. [Linux 环境下基于 UDP 的 socket 编程浅析](#)
6. [基于 Socket 的网络编程技术及其实现](#)
7. [数据结构考题 - 第 1 章 绪论](#)