

基于 PowerPC 和 DSP 的电能质量在线监测装置的研制

Development on Power Quality Online Monitoring Instrument Based on PowerPC and DSP

张逸¹, 何文花²

1(福建省电力有限公司电力科学研究院 福建 福州 350007 2; 福建省电力有限公司福州电业局 福建 福州 350009)

摘要 分析了大规模电能质量监测系统的功能需求; 研制了基于 PowerPC 和 DSP 的嵌入式电能质量在线监测装置; 介绍了装置的结构、总体硬件设计、PowerPC 系统和 DSP 系统的硬件设计。

关键词 电能质量; 在线监测装置; PowerPC; DSP; 嵌入式系统

Abstract: This paper analyzes the functional requirements of the large scale power quality monitoring systems. The online monitoring instrument based on PowerPC and DSP is developed and the structure, overall hardware design, PowerPC and DSP systems are introduced.

Key words: power quality; online monitoring instrument; PowerPC; DSP; embedded system

中图分类号 TM733

文献标志码 A

文章编号 1674-6104 2013 01-0031-03

引言

网络化的电能质量在线监测是电能质量管理的一个重要手段。目前, 国内已建成了省级电能质量在线监测系统以及针对电气化铁路、新能源和高耗能行业的专项监测系统^[1]。电能质量在线监测装置具备电能质量数据采集、计算和分析电能质量指标、存储和上传监测数据等功能, 是监测系统至关重要的部分。因此, 研制一种性价比高、运行稳定可靠的电能质量在线监测装置具有十分重要的现实意义。

国外电能质量在线监测装置虽然功能齐全、可靠性高, 但价格昂贵且售后服务无保障。国内电能质量在线监测装置主要分两类 ①基于虚拟仪器方式设计^[2-3]。该类检测装置功能丰富, 人机界面友好, 但成本高、体积大, 且使用硬盘、风扇等机械设备, 不能长期稳定运行, 一些省份的监测系统装置规范中已明确规定不得使用此类设备。②基于嵌入式技术设计。如, 基于 DSP (Digital Signal Processor^[4])、DSP 配合单片机^[5]或 DSP 结合 ARM (Advanced RISC Machines^[6-8])的设计方案。其中, 后者利用了 DSP 强大的数据处理功能和 ARM 优良的控制功能, 既能满足数据采集精度和处理速度的要求, 又能实现数据通信和显示等功能。

随着 IEC 61850 标准^[9]的应用和电子式互感器

的研发, 国内已建成了一定数量的数字化变电站。由于其利用光纤网络采集数据, 因而对电能质量在线检测装置的网络性能要求高。

本文研制了一种基于 PowerPC (Performance Optimization With Enhanced RISC Performance Computing) 和 DSP 的电能质量在线监测装置, 以下简称装置。利用 PowerPC 性能优良、整合度高以及强大的网络处理能力, 结合嵌入式 Vxworks 实时操作系统, 实现了对数字化变电站电能质量的实时监测, 并可满足构建大规模电能质量监测系统的需求。

1 功能需求分析

CPU (Central Processing Unit) 插件是研制的电能质量在线监测装置的核心插件。电能质量在线监测的主要功能均由 CPU 插件完成。CPU 插件的设计直接关系到系统功能以及性能能否满足预期要求。

1.1 监测

根据《GB/T 19682—2005 电能质量监测设备通用要求》和《GB/T 17626.30—2012 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法》, 装置应能监测电压短期变动、电压偏差、频率偏差、三相电压 电流 不平衡度及各序分量、谐波、间谐波、电压波动和闪变等电能质量参数, 并达到相应的性能要求。当监测参数越限时, 装置告警。装置每天为每个监测点

生成一个 PQDIF (Power Quality Data Interchange Format^[10]) 文件,其中包括暂态事件数据和一天内按 1 min 间隔保存的统计数据(最大值、最小值、平均值、概率 95 值、谐波应统计到 50 次)。

1.2 通信

由于各监测系统的通信条件存在差异,为适应不同的通信链路,装置应具有以 100 Mb/s 工业以太网为主,RS-232 或 RS-485 接口为辅的多种通信链路。同时,考虑通信链路的重要性,100 Mb/s 以太网通信链路应具有热后备,防止通信链路故障导致重要数据丢失。

随着数字化变电站建设的推进,电能质量在线监测装置将成为一种重要的间隔层智能电子设备,需要从过程层合并单元获取符合 IEC 61850-9-2 标准并满足计算要求的电压、电流采样数据。在站控层,装置按 IEC 61850-7 标准建模,支持 IEC 61850-6 标准接口控制文件的上传、配置、下装和解析。同时,电能质量监测主站通信程序需要作为 IEC 61850 客户端,与装置通信时支持 IEC 61850-8-1 标准的、基于 TCP/IP 的 MMS (Manufacturing Message Specification) 制造报文规范服务。

1.3 记录存储

参照 GB/T 19682—2005、GB/T 17626.30—2012 以及部分省份对检测装置的技术要求,设定数据最小记录间隔为 3 s,并在 1~10 min 可调统计间隔内对该时段所有实时记录数据进行统计,得到分钟统计数据,并以此生成日报表或周报表。可见,装置记录的数据量极为庞大,一个完整的数据记录包为 3.6 kbytes。按分钟数据统计最大值、最小值、平均值及 95% 概率大值计算,一次分钟统计数据量达 14.4 kbytes。按一般分钟统计间隔 3 min 计算,一天的数据量为 6.912 Mbytes。考虑到通信链路中断的情况下,分钟统计数据不能实时上传,要求装置至少能保存一个星期的分钟统计数据且掉电不丢失,数据量就更大了。因此,装置须配备大容量存储设备,且保证数据掉电不丢失。

综上所述,采用单 CPU 难以同时满足复杂的计算及繁杂的事务管理,应采用多 CPU 结构,将计算及事务管理分散至不同的处理器,实行分布式并行处理。

2 装置总体结构

装置主要由 CPU 插件、交流插件、电源插件、硬件监视器接口 HMI 插件构成,如图 1 所示。

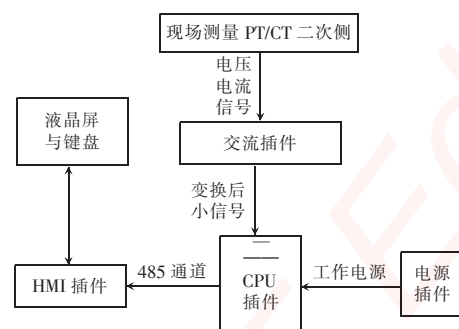


图 1 装置整体结构

现场测量的 PT/CT 二次侧电压、电流信号经交流插件,变换为电子电路可处理的小信号后,传入 CPU 插件进行处理。电源插件为 CPU 插件及 HMI 插件提供工作电源。HMI 插件主要处理面板显示及响应外部按键操作。HMI 插件与 CPU 插件通过 RS-485 接口交互数据。

装置采用继电保护的标准 6U 1/3 机箱,其良好的电磁屏蔽性能保证装置可在恶劣环境下可靠工作。插件式设计及背插式结构,极大地方便了装置的现场维护。装置中无旋转设备及机械设备,保证装置能在现场长期稳定运行。

3 硬件

3.1 总体设计

采用 PowerPC 及 DSP 为核心处理器,以 CPLD (Complex Programmable Logic Device) 实现外部逻辑。

DSP 计算能力强,但支持的网络接口少,无法满足测试装置对网络功能的要求。PowerPC 价格稍贵,但芯片整合度高、性能好、可选范围大、易升级,网络处理能力强且功耗低。因此,选择 PowerPC 结合 DSP 的方式设计测试装置。

PowerPC 主要用于分钟数据统计、以太网及串口通信管理、数据存储管理、参数越限管理等。DSP 主要用于数据的前端采集、数据的前级计算及处理、暂态事件的判别及录波前端处理等。PowerPC 和 DSP 之间通过双端口 RAM 交互数据,交互过程采用硬件中断方式以提高数据交换率。PowerPC 通过以太网接口接收 IEC 61850-9-2 数据帧,完成数据解析及处理后,又通过以太网接口与后台系统通信。核心硬件系统整体结构,如图 2 所示。

PPC852 是一款基于 PowerPC 内核的 RISC 处理器,其指令流水线结构较其它 RISC 处理器有一定优势,还拥有丰富的外围接口。TMS320VC5502 是一款高性能 DSP 处理器,具有 300 MHz 双 MAC 的

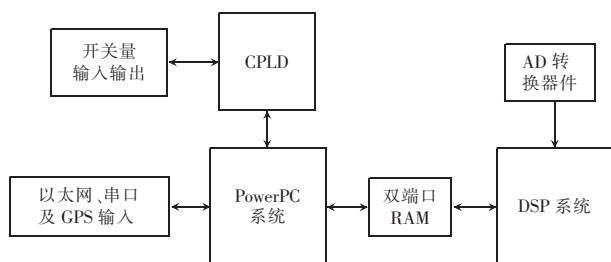


图2 核心硬件系统整体结构

强大功能及高速、大容量数据处理能力,且带有 SDRAM 控制器,方便外部扩展价格低廉的大容量 SDRAM 以实现数据缓冲,片外总线频率最高可达 100 MHz,与外设交换数据较快。据此,处理器以 PPC852 为主、TMS320VC5502 为辅,搭建装置的核心硬件处理系统。

3.2 PowerPC 系统

依据功能需求及 Power PC 系统的功能分配,Power PC 系统除基本配置的 SDRAM 及程序 FLASH 外,还要配置开关量输入输出接口,以实现被测参数越限后的告警。由图 2 可知,开关量输出由 CPLD 驱动外部光耦继电器,实现空节点的输出。Power PC 以总线方式读写 CPLD 片内 D 触发器,实现开关量输出。

为提供两路互为热备用的 100 Mb/s 工业以太网通信链路,用 PPC852 的 MII 接口扩展一 HUB 芯片,引出两个对外以太网接口。当其中一个通信接口因外部链路故障而中断时,另一通信接口通过备用链路仍可完成数据通信。

针对部分地区无以太网通信链路的情况,通过 PPC852 的 SCC 口扩展一串行通信链路。可根据现场情况,跳线选择 RS-232 或 RS-485 接口。

为满足大量数据存储且掉电不丢失的要求,需扩展大容量存储设备。目前的通用存储设备,硬盘频繁操作很难保证 12 年的使用寿命。NAND FLASH 具有价格低廉、存储容量大的优点,但可靠性较低。为保证数据存储可靠,以 XOR FLASH 作为数据在装置层的存储介质,提供一存储卡,可扩展 64 ~ 128 Mbytes XOR FLASH 作为数据备用存储。

装置软件采用嵌入式 Vxworks 实时操作系统。软件设计部分主要包括主程序线程、通信线程、输入输出及显示线程等,各线程在操作系统的调度下并行执行。

3.3 DSP 系统

DSP 系统用于模拟量采集和数据的前端处理。根据对目前市场上常用 AD 转换器件的调研,采用高性能 ADS8365、ADS8365 芯片,其通过差分方式

输入 6 通道同步转换 16 位 AD 转换器。差分方式输入具有良好的共模噪音抑制效果,并可解决输入信号偶次波失真的问题。经评估,其性能可满足要求。

为防止被监测系统频率变化导致频谱泄漏,采样过程根据 DSP 检测模拟通道的电压频率实时调整采样率,实现频率跟踪。

DSP 完成数据的采集及前级处理后,将数据写入双端口 RAM,并触发 PowerPC 外部中断,PowerPC 响应该中断并接收数据。

4 结论

本文提出的全嵌入式系统构成的电能质量在线监测装置,利用 PowerPC 实现通信管理、数据存储管理、人机界面及系统控制等功能,通过 DSP 实现数据采集和处理、快速计算各项电能质量指标等功能,结合嵌入式操作系统,提高了系统的可靠性,实现了数字化变电站的电能质量实时监测。

参考文献

- [1] 张逸,杨洪耕,叶茂清,等. 3G 技术在电能质量监测系统中的应用[J]. 电力系统保护与控制. 电力系统保护与控制, 2012, 40(17): 139-144.
- [2] 黄旭,田立军,秦英林,等. 基于 LabVIEW 的电能质量综合监测及故障录波系统[J]. 电力自动化设备. 2009, 29(1): 120-123.
- [3] 廖芳宇. 电气化铁路电能质量信息管理系统设计[D]. 成都: 西南交通大学硕士学位论文, 2009.
- [4] 熊静,吴在军,胡敏强. 基于 TMS320C6713 的新型多功能电能质量分析仪设计[J]. 电力自动化设备. 2006, 26(5): 79-83.
- [5] 王宝安,蒋平,高亮,等. 基于 DSP 技术的电能质量监测仪研制[J]. 电力自动化设备. 2003, 23(4): 56-58.
- [6] 董浩,郎兵. 基于智能电网的电能质量监测装置的设计[J]. 仪表技术. 2011, 5(2): 27-30.
- [7] 刘伟明,陈建元. 嵌入式电能质量监测装置的设计与实现[J]. 电子测量技术. 2008, 31(1): 164-167.
- [8] 张桂芳. 电能质量监测装置的研究[D]. 北京: 北京交通大学硕士学位论文, 2010.
- [9] IEC. IEC 61850 Communication Networks and Systems in Substations[S], 2004.
- [10] 张逸,杨洪耕,林瑞星,等. 电能质量数据交换格式文件通用解析方案[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(1): 86-91.

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](#)
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](#)
57. [一种基于 IPv6 的流媒体传送方案研究与实现](#)
58. [基于 IPv4-IPv6 双栈的 MODBUS-TCP 协议实现](#)
59. [RS485CAN 网关设计与实现](#)
60. [MVB 周期信息的实时调度](#)
61. [RS485 和 PROFINET 网关设计](#)
62. [基于 IPv6 的 Socket 通信的实现](#)
63. [MVB 网络重复器的设计](#)
64. [一种新型 MVB 通信板的探究](#)

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](#)
38. [T9 输入法在 Tilcon 下的实现](#)
39. [基于 VxWorks 的 WindML 图形界面开发方法](#)
40. [基于 Tilcon 的 IO 控制板可视化测试软件的设计和实现](#)
41. [基于 VxWorks 的通信服务器实时多任务软件设计](#)
42. [基于 VXWORKS 的 RS485MVB 网关的设计与实现](#)

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](#)
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](#)
45. [在 Linux 平台上基于 QT 的动态图像采集系统的设计](#)
46. [基于 Android 平台的医护查房系统的研究与设计](#)
47. [基于 Android 平台的软件自动化监控工具的设计开发](#)
48. [基于 Android 的视频软硬解码及渲染的对比研究与实现](#)
49. [基于 Android 移动设备的加速度传感器技术研究](#)
50. [基于 Android 系统振动测试仪研究](#)
51. [基于缓存竞争优化的 Linux 进程调度策略](#)

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](#)
24. [基于 Windows XP Embedded 的 LKJ2000 仿真系统设计与实现](#)
25. [虚拟仪器的 Windows XP Embedded 操作系统开发](#)
26. [基于 EVC 的嵌入式导航电子地图设计](#)
27. [基于 XPEmbedded 的警务区 SMS 指挥平台的设计与实现](#)

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](#)
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](#)
22. [基于 PowerPC 的嵌入式系统中通用 I/O 口的扩展方法](#)
23. [基于 PowerPC440GP 型微控制器的嵌入式系统设计与研究](#)
24. [基于双 PowerPC 7447A 处理器的嵌入式系统硬件设计](#)
25. [基于 PowerPC603e 通用处理模块的设计与实现](#)
26. [嵌入式微机 MPC555 驻留片内监控器的开发与实现](#)

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](#)
31. [UBoot 在 Mini6410 上的移植](#)
32. [基于 ARM11 的嵌入式 Linux NAND FLASH 模拟 U 盘挂载分析与实现](#)
33. [基于 ARM11 的电源完整性分析](#)
34. [基于 ARM S3C6410 的 uboot 分析与移植](#)
35. [基于 S5PC100 移动视频监控终端的设计与实现](#)

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](#)
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](#)
28. [基于 PC104 工控机的嵌入式直流监控装置的设计](#)
29. [GPGPU 技术研究与实现](#)
30. [GPU 实现的高速 FIR 数字滤波算法](#)
31. [一种基于 CPUGPU 异构计算的混合编程模型](#)
32. [面向 OpenCL 模型的 GPU 性能优化](#)
33. [基于 GPU 的 FDTD 算法](#)

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](#)
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](#)
8. [数据结构考题 - 第 2 章 线性表](#)
9. [数据结构考题 - 第 2 章 线性表 - 答案](#)