

基于以太网及串口的数据采集模块设计

Design of Data Collection Module Based on Ethernet

笄月君 (镇江四洋电气工程有限公司, 江苏 镇江 212003)

摘要

将设计并实现一套多通道数据采集模块。该数据采集模块具有多种数据传输接口,可以实现不同方式传输数据。课题主要研究一款通用开关量报警板的设计开发过程,实现报警板从无到完整产品的设计开发。采用 STC11F32XE 增强型 51 系列单片机作为主控芯片,利用 Protel99SE 电路设计软件进行电路原理图和 PCB 的设计,使用 LabVIEW、Keil μ 2 等开发环境进行软件开发,通过 Modbus RTU 实现了报警板与西门子 S7-200 系列 PLC 以及西门子触摸屏的通信。

关键词: 以太网,数据采集,串口,嵌入式系统,ARM

Abstract

A set of multi-channel data collecting system is designed. It has varieties ways of data transmission. Data can be transferred to PC through different ways. The subject of an universal switch alarm board mainly study to design and development process of this system, and how to realize the alarm board to a complete product. This subject use STC11F32XE Enhanced 51 series MCU as the master chip, and the use of the Protel99SE circuit design software design schematic and PCB, use LabVIEW, Keil μ 2 development environment for software development, the alarm panel with Siemens S7-200 series PLC and Siemens touch screen communication via Modbus RTU.

Keywords: Ethernet, data collection device, serial ports, embedded system, ARM

由于经济发展诸多方面的需要,对于数据采集系统的性能要求越来越严格,也对数据采集模块提出了更高的要求。除了要求具有高性能、高精度、大数据量,还要求数据采集系统能适用于不同的实验环境。为了达到这个目标,该数据采集模块必须要小巧、便于携带、操作便捷方式多样、数据存储方式灵活、多种接口传输数据^[1-2],能提供更多的辅助信息以达到减少其他辅助设备的目的。为了配合研制出性能更高的数据采集系统设备,设计出这样一块数据采集模块是非常必要的。

1 系统概述

本系统实现的数据采集模块有 11 路数据采集通道,信号输入后先经过由模拟器件组成的信号调理电路,对信号进行放大、滤波、隔直等处理,处理后的信号再输入到 AD 芯片进行转换。采集模块的数据传输、存储和控制部分分别由 TLC2543 和 ARM 组成。ARM 是采集模块的核心部分^[3],主要与 TLC2543 进行通信,并开发有网口、RS485 接口等设备接口。ARM 与 PC 机的连接有两种方式:通过串口连接,实现近距离操作;通过网口连接,实现远程操作。此外,串口还可以实现一些扩展功能。

系统配有使用 VC++ 语言设计的显控软件,在 PC 机上实现人机交互,操作者可以通过显控软件对采集模块进行参数设定并控制工作的开始与结束。

本系统设计实现的数据采集模块具有以下特点:

1) 具有两种数据传输方式:通过串口连接实现近距离现场 PC 机操控;通过网口连接实现远程 PC 机操控^[3-4]。

2) 11 路数据采集通道:11 路 4~20mA 电流的输入,可以更改 AD627 的增益电阻实现其他模块,可以适应热电偶,电阻等信号的输入。

2 数据采集模块的硬件设计

2.1 硬件平台整体框架

本系统设计实现的数据采集板模块的硬件结构主要由三部

分构成:信号调理电路板、采集电路板、底板。硬件平台整体结构图如图 1 所示:其中信号调理电路板由信号调理电路、光耦隔离电路和 AD 构成,主要完成对输入信号进行放大、滤波等处理,把处理后的信号隔直后输入到 AD 芯片,AD 芯片通过底板与 ARM 相连;采集电路板由 ARM 核心板 STM32F103VC 及外围接口电路构成,主要完成对数据采集的控制、传输等工作^[5-7];底板主要是提供电路所需要的所有电源,把信号调理电路板和数据采集板进行连接^[8],并提供信号输入接口。

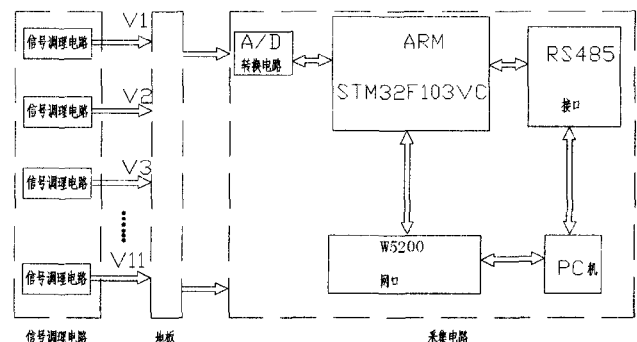


图 1 硬件平台整体结构图

2.2 信号调理电路板的设计

在数据采集系统中,由于信号的幅值范围比较广,这就要求数据采集系统能够针对不同的输入信号合理的设置增益,提高数据采集的精度,这也是信号调理电路的意义所在。本系统中,选择仪表放大器来作为信号调理电路的核心。

2.2.1 仪表放大器^[9]

仪表放大器是在有噪声的环境下放大小信号的器件,其本身所具有的低漂移、低功耗、高共模抑制比、宽电源供电范围及小体积等一系列优点,它利用的是差分小信号叠加在较大的共模信号

之上的特性,能够去除共模信号,而又同时将差分信号放大。

AD627 的基本电路见图 2 所示。其中 A1 与 V1、R5 构成了第一个反馈回路,通过该回路可在 Q1 上得到稳定的集电极电流(假设增益设定电阻此时不存在)。电阻 R1 和 R2 组成的反馈环可使 A1 的输出电压和反向端电压相等。通过 A2 可形成另一个几乎完全相同的反馈环,它可使 Q2 的电流和 Q1 相等,同时 A2 还可提供输出电压。当两个环平衡时,同向端到 VOUT 的增益为 5,A1 输出到 VOUT 的增益为 -4,A1 的反向端增益是 A2 增益的 1.25 倍。差动模式时的增益为 $1+R4/R5$,额定值为 $5^{[10]}$ 。

AD627 是通过电阻 RG 来设定增益的。增益 G 的设定可按如下式确定:

$$(G=5+200K\Omega/RG) \quad (1)$$

可以看出:AD627 的最小增益为 5(RG 无穷时),在其增益精确度为 0.05%~0.7% 时,应使用 0.1% 的外部增益设置电阻以避免全增益误差的较大衰减。另外,增益设置电阻 RG 的选择可以从标准设置电阻表中选取最接近的值。

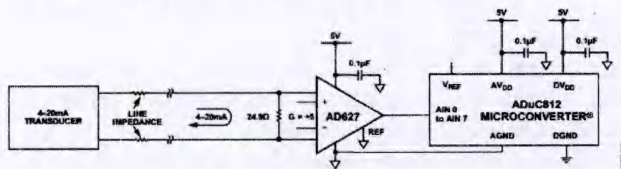


图 2 环路电流电路

2.2.2 硬件电路的设计与实现

关于 AD627 芯片,我们选取 4~20mA 电流环路电路作为电路设计我们的信号电路调程序。改变其中输出接口到我们所要的芯片,其余电路可不做更改,便可实现 4~20mA 电流的采集,如图 3 所示。

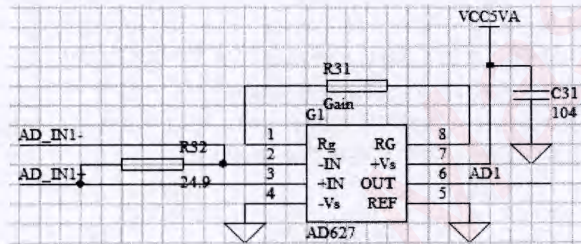


图 3 AD627 及外围电路原理图

为保险起见,所有元件选择全部按原典型电路选取,增益选择为 5,即图中 R31 开路,AD_IN1- 与 AD_IN1+ 表示有外界输入的 4~20mA 电流的接入端子,C31 选为 0.1μF,AD1 表示第一路的输出,接到 AD 转换电路。

关于 STM32F103VC 芯片如图 4 电路用到的东西看起来很多,但并不复杂,除了标出的电源接入,外部晶振接入外,其实就四大块,第一个是 29 到 32 引脚,是 SPI 通信接入引脚,用来与 TLC2543 通信,负责采集数据。第二部分是串口通信部分,68、69、74、75 引脚,从此处送出的数据会经过 RS485 电路从串口给到上位机。第三块就是网口通讯部分,51~54 引脚也是 SPI 通信,55~57 是与 W5200 进行通信,数据经过网口给到上位机。最后是图中最上面一排引脚,主要是为了调试方便与 J-link 相连的。

2.2.3 AD 转换电路的设计与实现^[11]

AD 转换电路的核心为 TLC2543,其外围电路中的三端稳压二极管 TL431,具体实现电路如图 5 所示。

其中 AD1~AD11 为十一路模拟量的输入,来自于 AD627

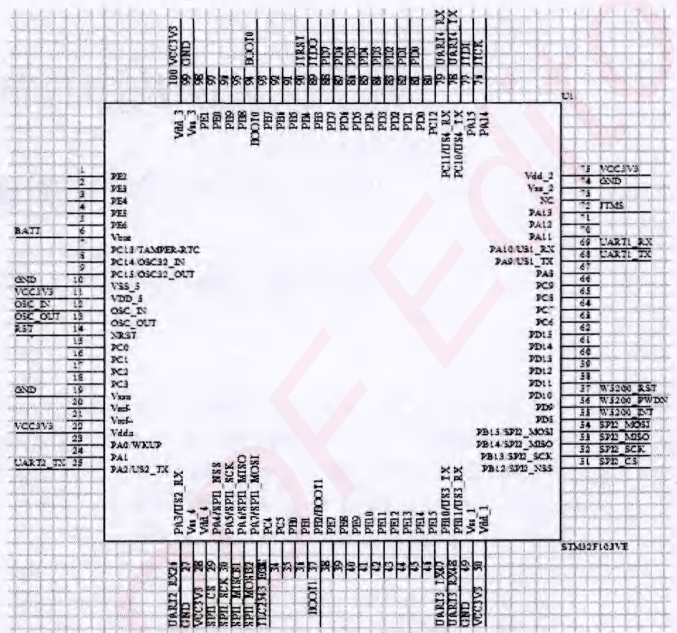


图 4 STM32F103VC 硬件电路设计

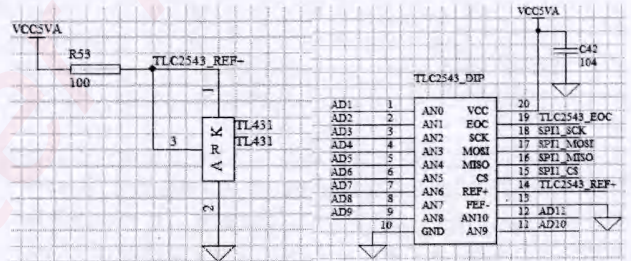


图 5 TLC2543 及外围电路

信号调理电路的输出,TLC2543_REF+ 是参考电压的正极,13 脚接地,这样就使 TLC2543_REF- 为零。15~18 引脚负责与 ARM 芯片通信。

2.2.4 MAX13488E 芯片与 RS-485 通信电路的实现

本系统选用两个 TLP521_1,作为输出隔离,输入端连到 ARM 芯片的串口输出,输出端给到 RS485 通信芯片 MAX13488E。设计出本系统的 RS-485 电路如图 6。

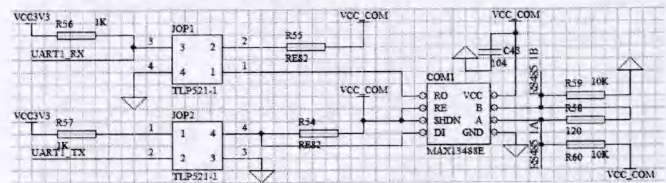


图 6 RS-485 电路的实现

电路由两个光耦引入从 ARM 接入的输出信号,后经过芯片 MAX13488E 后由 RS-485A 和 RS-485B 传向 PC 机进行显示^[12]。

2.2.5 W5200 芯片简介与硬件电路的实现

网口通信部分通信芯片 W5200,W5200 芯片是一种采用全硬件 TCP/IP 协议栈的嵌入式以太网控制器,它能使嵌入式系统通过 SPI(串行外设接口)接口轻松地连接到网络。设计出 W5200 及外围电路,包括与网口的连接电路如图 7 所示。

3 数据采集模块的软件设计

硬件电路设计完后,软件设计是必须的。先要分析系统对软件的要求,然后进行软件的总体的设计,包括程序的总体设计和

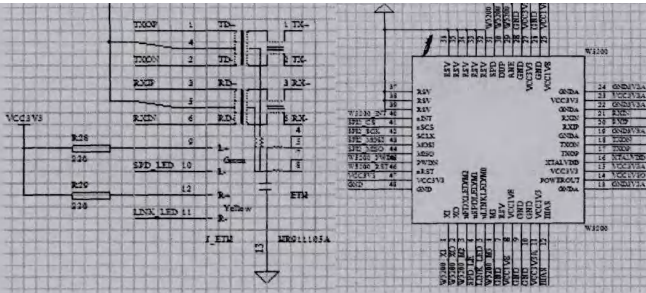


图7 W5200 外围电路的设计

对程序的模块化设计。图 8(分为接收与发送两部分)与图 9 简单列举了通信功能流程图^[12-13]。本文设计实现的数据采集模块的软件部分主要是 ARM 嵌入式程序。而一个完整的采集系统还要包括显控软件的设计。程序的全部功能在显控画面与调试过程中验证。

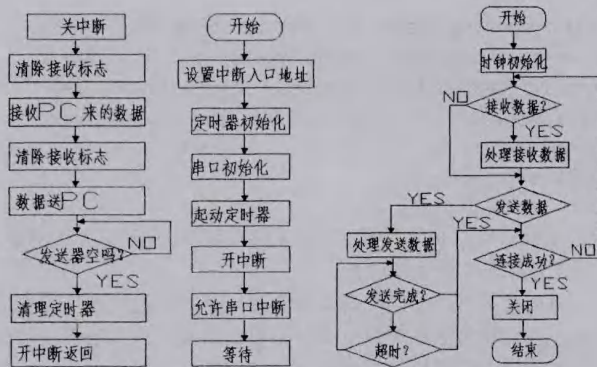


图8 串口流程图

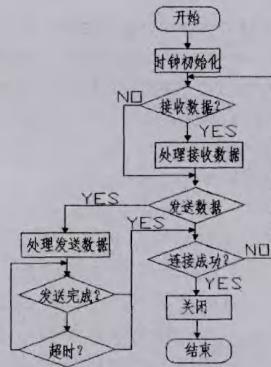


图9 以太网流程图

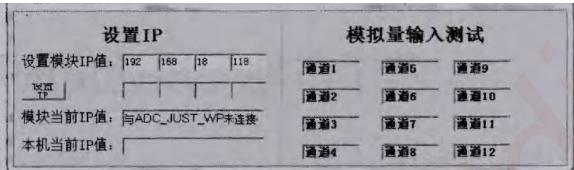


图11 以太网数据采集前面板(未联通)

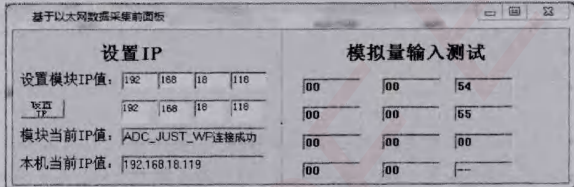


图12 以太网数据采集前面板(联通)

据也多,我们能从众多的数据中分析自己想要传出的数据是否在里边。图 13 所示给出了诸多次串口调试中数据最整齐的一次,里边读出的 0B0B 使我们想要的数。

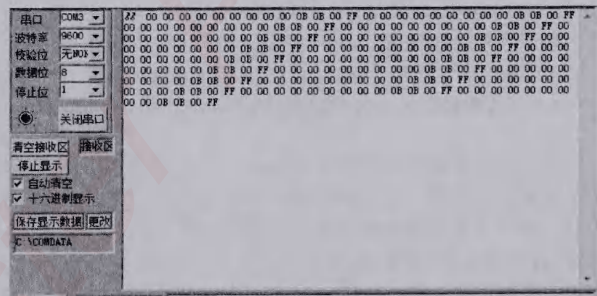


图13 串口调试

3.1 ARM 在整个系统中的作用

在系统设计的数据采集系统中,ARM 起着核心的作用,是控制整套系统的中枢环节。它的主要任务是控制 TLC2543 进行模数转换相关操作,通过网口和 RS-485 接口传输数据等等,其关系如图 10 所示。

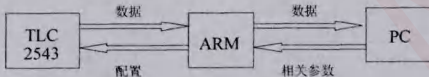


图10 ARM 与外围器件关系

ARM 与显控通过串口 RS-485 和网口建立通信,显控软件通过串口或网口给 ARM 下达参数和命令,ARM 通过网口给 PC 机传输数据,ARM 对 TLC2543 进行初始化等控制,TLC2543 向 ARM 传输数据;所以,ARM 在系统控制、数据传输上起着至关重要的作用。

3.2 显控画面

显控画面是使用 VC++ 语言设计的前面板,需要在此面板设定 IP,串口或网口通讯选择等等一些设置,如图 11 所示。当联机成功后,方框中会显示已设定的 IP 地址,数据会在通道中显示,本机地址也会自动读取。如图 12 所示。通道中显示“00”表示该路读取的数据为零,通道中显示“--”表示此通道没有信号接入,其余通道表示当前读取值。

4 串口和网口调试

4.1 串口调试

串口调试是最基本的调试方法,如果有数据上来,就能证明 ARM 是有应答的,当然串口有时连接时间长,本例中上来的数

4.2 网口调试

本系统中,网口是重点强调的传输功能,所以网口的调试显得尤为重要,它可以设置 IP 等,并进行数据的收发计数,先要设定本机 IP 地址,与目标站 IP 地址同在一个段内,选择端口数分别为 1004 和 2004,联通成功后会有红灯提示,然后就可以进行数据传输了。具体调试过程及设置如图 14 所示。

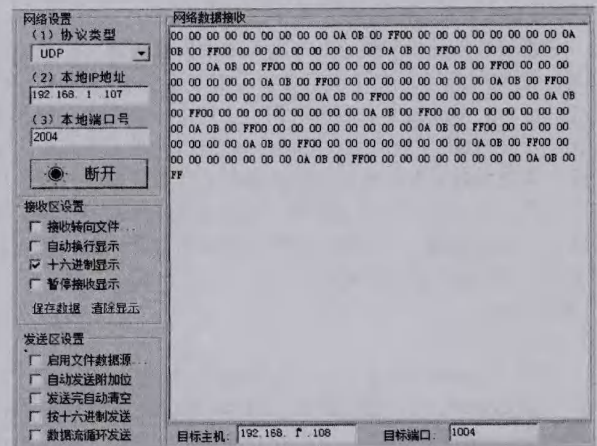


图14 网口调试

5 结束语

本文设计并实现了包括信号调理电路板、信号采集电路板、底板在内的数据采集模块的硬件电路;实现了 AD 芯片转换数

中,如果选择的信道相距较近,其发射频率有重叠就会产生邻频干扰。即便是采用发射频率不相重叠的信道,由于无线设备在发射频宽之外的信号强度不可能立刻降为0而是逐渐衰减,这样不同信道之间的信号频率依然会有重叠,产生邻频干扰。

2.3 外部干扰

来自地铁信号系统车地无线双向通信网络之外的干扰称为外部干扰。随着无线网络技术的快速发展和普及,各种无线网络设备得到了广泛使用,特别是各种手持无线路由器(主要用于将移动通信3G信号转换为Wi-Fi信号供无线终端使用,部分产品直接集成于3G手机中)开始大量出现。由于其发射频率正是地铁信号无线通信系统采用的2.4GHz,所以对地铁信号无线通信系统产生了极大干扰。根据深圳地铁集团发布的通告,深圳地铁信号系统受干扰的原因就是线路信号系统受到了乘客所使用的便携式3G无线路由器所产生的信号的干扰。

除了各种手持无线路由器,目前国内一些大的通信运营商也在大力建设公共无线网络,这些网络的建设无疑也会产生2.4GHz的信号,对地铁信号系统的无线通信产生干扰。

3 抗干扰措施

3.1 自身干扰解决措施

自身干扰由地铁信号无线通信系统自身引起,不可避免,但是通过一定的技术方法将其降低到可接受范围以内。

对于自身同频干扰,可以通过合理布设无线终端的位置以及合理设置无线终端的发射功率等方法来降低自身同频干扰。

对于自身邻频干扰,由于2.4GHz共有13个信道可供选择,应该尽可能选择频率范围没有重叠,相距较远的信道,如信道1、6、11就是3个没有任何重叠的信道。同时可以采取DSSS直序扩频、FHSS跳频扩频等各种技术方法来提高系统抵御邻频干扰的能力。

3.2 外部干扰解决措施

外部干扰由外部网络引起,可以通过实行一定的管理制度或选择其他非2.4GHz工作频段来规避。

一方面,地铁业主可以针对地铁沿线外部网络的实际情况,制定合理的约束管理制度,特别是对引入地铁的公共无线网络系统,应该在地铁项目建设初期就统一规划,制定抗干扰策略,并定期检查各公共无线网络的使用是否符合要求。同时加强乘客手持无线路由器的使用管理,号召乘客在乘坐地铁时尽量关

闭相关设备。

另一方面,外部干扰的根源在于地铁信号无线通信系统所采用的2.4GHz ISM频段的开放特性,由于其不需要授权许可,许多民用无线网络和民用无线产品都采用该频段作为工作频段,大量同频信号的聚集,必然会对地铁信号无线通信系统产生强烈的干扰。因此要想彻底解决外部干扰,需要规避2.4GHz ISM频段,选用其他频段作为工作频段。选择其他工作频段时有两种方法,方法一:仍然选择无需授权许可,但目前应用较少的ISM频段,如5.8GHz ISM频段。方法二:申请使用地铁信号无线通信专用频段,当然专用频段的使用也会带来诸如申请手续繁琐,授权使用费较高等不利因素。

4 结束语

1)地铁信号车地无线双向通信系统的自身干扰可以通过合理布设网络设备、运用DSSS、FHSS等多种技术手段来降低。在已开通的地铁线路中,这些技术得了广泛的应用,收到了较好的效果。

2)外部干扰的解决措施中,选用5.8GHz ISM频段的方法,仍然治标不治本。要想彻底排除外部干扰,建议申请使用专用频段,但这绝非信号供应商能够单独解决的问题,还需要我国政府在宏观层面统一规划和引导,需要地铁业主的大力支持。

3)地铁信号车地无线双向通信系统的外部干扰理论上可以采取规避2.4GHz ISM频段的方式来解决,但在其他频段的具体应用时,还会面临新频段的网络设备是否可靠、价格是否合理等一系列潜在的问题,其实际应用效果如何,还需要通过工程实践来进一步验证。

参考文献

- [1]朱光文.地铁信号系统中车-地无线通信传输的抗干扰研究[J].铁道标准设计,2012(8):112-115
- [2]邱鹏,李亮.关于CBTC系统无线通信抗干扰技术的研究[J].现代城市轨道交通,2009(6):52-55
- [3]邵春海.基于通信的轨道交通列车运行控制系统[J].现代城市轨道交通,2007(2):9-12
- [4]陶伟.列车运行控制系统车地无线通信的频段选择[J].城市轨道交通研究,2012(4):40-43
- [5]刘洪武,郑俊飞,杨国为,等.基于WLAN的轨道交通通信系统的数据中转方法[J].计算机系统应用,2012(4):229-233

[收稿日期:2013.5.9]

(上接第59页)

据控制、Flash存取数据控制、与ARM进行数据传输等功能;设计了ARM对ENC28J60的驱动程序和应用程序,实现了与TLC2543数据传输功能。开发了网口和RS-485口,实现了PC机与数据采集模块的数据交互功能;设计了显控程序的前面板,提出了人机交互功能的要求。该数据采集模块在一些船舶控制台上应用后得到了船东的认可。

参考文献

- [1]甘刚.Linux/UNIX网络编程[M].北京:中国水利水电出版社,2008:12
- [2]鸟哥.鸟哥的Linux私房菜基础学习篇[M].王世江,改编.3版.北京:人民邮电出版社,2010:19-21
- [3]夏晴,夏扬,郑伟建.基于ARM的远程数据采集系统[J].工业控制计算机,2008,21(3)
- [4]黄万志,陈永煌.基于嵌入式Linux的远程数据采集系统[J].现代电子技术,2007(4)
- [5]朱鹏飞.嵌入式的USB数据采集系统[J].微机计算机信息,2009(8)

- [6]范胜利.基于USB2.0的高速数据采集系统[J].安徽电子信息职业技术学院学报,2007(2)
- [7]梁志毅.基于ARMLinux的高速数据采集模块[D].北京:北京交通大学,2006
- [8]陈平,欧阳斌林.基于ARM的数据采集系统的设计[J].东北农业大学学报,2008,39(4):99-101
- [9]张甜甜,王文军,陈辉.线性光耦HCNR201在模拟电压测量中的应用[J].可编程控制器与工厂自动化,2009(9)
- [10]Micropower, Single- and Dual-Supply, Rail-to-Rail Instrumentation Amplifier, AD627. 5-17
- [11]TLC2543-EP 12-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH SERIAL CONTROL AND 11 ANALOG INPUTS, SGLS125 - JULY 2002. 12-23
- [12]Half-Duplex RS-485-/RS-422-Compatible Transceiver with AutoDirection Control
- [13]TCP Application notefor W5200 Version1.0.3-21

[收稿日期:2013.6.17]

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](#)
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](#)
65. [具有 MVB 接口的输入输出设备的分析](#)
66. [基于 STM32 的 GSM 模块综合应用](#)
67. [基于 ARM7 的 MVB CAN 网关设计](#)
68. [机车车辆的 MVB CAN 总线网关设计](#)
69. [智能变电站冗余网络中 IEEE1588 协议的应用](#)
70. [CAN 总线的浅析 CANopen 协议](#)
71. [基于 CANopen 协议实现多电机系统实时控制](#)
72. [以太网时钟同步协议的研究](#)
73. [基于 CANopen 的列车通信网络实现研究](#)
74. [基于 SJA1000 的 CAN 总线智能控制系统设计](#)
75. [基于 CANopen 的运动控制单元的设计](#)
76. [基于 STM32F107VC 的 IEEE 1588 精密时钟同步分析与实现](#)

77. [分布式控制系统精确时钟同步技术](#)
78. [基于 IEEE 1588 的时钟同步技术在分布式系统中应用](#)
79. [基于 SJA1000 的 CAN 总线通讯模块的实现](#)
80. [嵌入式设备的精确时钟同步技术的研究与实现](#)
81. [基于 SJA1000 的 CAN 网桥设计](#)
82. [基于 CAN 总线分布式温室监控系统的设计与实现](#)
83. [基于 DSP 的 CANopen 通讯协议的实现](#)

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](#)
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](#)
43. [实时操作系统 VxWorks 在微机保护中的应用](#)
44. [基于 VxWorks 的多任务程序设计及通信管理](#)
45. [基于 Tilcon 的 VxWorks 图形界面开发技术](#)
46. [嵌入式图形系统 Tilcon 及应用研究](#)
47. [基于 VxWorks 的数据采集与重演软件的图形界面的设计与实现](#)
48. [基于嵌入式的 Tilcon 用户图形界面设计与开发](#)
49. [基于 Tilcon 的交互式多页面的设计](#)
50. [基于 Tilcon 的嵌入式系统人机界面开发技术](#)
51. [基于 Tilcon 的指控系统多任务人机交互软件设计](#)
52. [基于 Tilcon 航海标绘台界面设计](#)
53. [基于 Tornado 和 Tilcon 的嵌入式 GIS 图形编辑软件的开发](#)
54. [VxWorks 环境下内存文件系统的应用](#)
55. [VxWorks 下的多重定时器设计](#)
56. [Freescale 的 MPC8641D 的 VxWorks BSP](#)
57. [VxWorks 实验五\[时间片轮转调度\]](#)
58. [解决 VmWare 下下载大型工程.out 出现 WTX Error 0x100de 的问题](#)
- 59.

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](#)
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](#)
28. [基于 XPE 的数字残币兑换工具开发](#)
29. [Windows CENET 下 ADC 驱动开发设计](#)
30. [Windows CE 下 USB 设备流驱动开发与设计](#)
31. [Windows 驱动程序设计](#)

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 IO 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](#)
27. [基于 PowerPC 和 DSP 的电能质量在线监测装置的研制](#)
28. [基于 PowerPC 架构多核处理器嵌入式系统硬件设计](#)
29. [基于 PowerPC 的多屏系统设计](#)
30. [基于 PowerPC 的嵌入式 SMP 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](#)
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 技术研究与发展](#)
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](#)
34. [基于 GPU 的瑕疵检测](#)
35. [基于 GPU 通用计算的分析与研究](#)
36. [面向 OpenCL 架构的 GPGPU 量化性能模型](#)
37. [基于 OpenCL 的图像积分图算法优化研究](#)
38. [基于 OpenCL 的均值平移算法在多个众核平台的性能优化研究](#)
39. [基于 OpenCL 的异构系统并行编程](#)
40. [嵌入式系统中热备份双机切换技术研究](#)

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](#)
10. [基于小波变换与偏微分方程的图像分解及边缘检测](#)
11. [基于图像能量的布匹瑕疵检测方法](#)
12. [基于 OpenCL 的拉普拉斯图像增强算法优化研究](#)
13. [异构平台上基于 OpenCL 的 FFT 实现与优化](#)
14. [数据结构考题 - 第 4 章 串](#)
15. [数据结构考题 - 第 4 章 串答案](#)
- 16.

FPGA / CPLD:

1. [一种基于并行处理器的快速车道线检测系统及 FPGA 实现](#)
2. [基于 FPGA 和 DSP 的 DBF 实现](#)
3. [高速浮点运算单元的 FPGA 实现](#)
4. [DLMS 算法的脉动阵结构设计及 FPGA 实现](#)
5. [一种基于 FPGA 的 3DES 加密算法实现](#)
6. [可编程 FIR 滤波器的 FPGA 实现](#)
7. [基于 FPGA 的 AES 加密算法的高速实现](#)
8. [基于 FPGA 的精确时钟同步方法](#)
9. [应用分布式算法在 FPGA 平台实现 FIR 低通滤波器](#)
10. [流水线技术在用 FPGA 实现高速 DSP 运算中的应用](#)
11. [基于 FPGA 的 CAN 总线通信节点设计](#)
12. [基于 FPGA 的高速时钟数据恢复电路的实现](#)
13. [基于 FPGA 的高阶高速 FIR 滤波器设计与实现](#)
14. [基于 FPGA 高效实现 FIR 滤波器的研究](#)
- 15.

