

基于 MPC850 的多功能通信管理器

刘晓川, 刘波, 严丽萍

(北海银河高科技产业股份有限公司, 广西 北海 536000)

摘要: 针对大量的各种通信接口、规约的智能装置、仪表需接入到变电站自动化系统的现状, 提出了基于 MPC850 通信微处理器和 VxWorks 实时嵌入式多任务操作系统的设计原则, 使通信管理器具备变电站自动化常用的以太网、CAN 总线、RS-232C/422/485 等通信接口, 同时还提供了 GPS 对时及一定数量的遥信、遥测和遥控量。本通信管理器适用于新建变电站自动化系统以及旧站自动化系统改造。

关键词: 变电站自动化; 通信管理器; 以太网; CAN 总线; RS-232C/422/485; MPC850; VxWorks

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)23-0060-04

0 引言

变电站作为电能传输的重要环节, 其在电网中的作用是不言而喻的。变电站自动化经过十多年快速发展, 其技术和装置已日趋成熟, 现已在各电压等级的变电站普遍应用, 自动化程度不断提高。据不完全统计, 全国目前 220 kV 变电站约有 1 800 多个, 实现无人值班的已超过 260 个; 110 kV 变电站约有 5 900 个, 实现无人值班的超过 3 400 个; 66 kV/35 kV 变电站约有 5 700 多个, 开展无人值班工作的约为 3 300 个^[1]。

随着自动化程度的不断提高, 变电站自动化系统中所涉及的微机化、智能化的装置和仪表 (IED) 越来越多, 如: 各类继电保护装置、测量控制装置、故障录波装置、电压无功控制装置 (VQC)、小电流接地选线装置、智能电能表等。不同厂家、不同时期提供的各类产品采用的通信接口各异 (以太网、CAN、RS-232/485/422、Lonworks 等), 采用的通信协议 (规约) 五花八门 (IEC60870-5-101/102/103/104、DL 451、DL/T 645、SC11081、DNP 3.0、Modbus 各种自定义和变形规约等)。这些都是现有或将来的变电站不可避免存在的问题, 即使按照 IEC61850 变电站通信网络和系统标准实施^[2], 完全符合 IEC 61850 国际标准的变电站自动化系统的普及还有相当长的路要走。

由于以太网通信方式信息量大、可靠性高, 目前在变电站自动化系统的应用日渐增多, 出现了一些用于不同接口的通信转换装置^[3], 作为变电站自动化系统通信的一种解决方案是可行的, 但人为地增加了一个环节, 通信的可靠性和实时性受到影响。

通信管理器作为电力系统自动化中的一个信息

通信枢纽, 主要用于各电压等级变电站、开闭所等自动化系统中, 并与远方调度进行通信连接。通信管理器负责收集间隔层各类设备、装置、单元的数据, 将其进行分析、处理、转发或将数据分类集中存储, 必要时进行通信规约转换。通信管理器应能高效、及时、安全、可靠地完成主站或子站与底层各类设备或设备间的数据信息指令的传递。在电力系统中起着连接上级调度和底层设备, 使得它们实现数据和信息交换的作用。

1 变电站自动化系统的通信结构

随着微处理器的运行速度不断提高、功能越来越强大, 加之嵌入式操作系统的应用, 使得不同的通信规约采用不同的通信接口都能直接接入通信管理器。在 IEC61850 中将变电站自动化系统分为三层: 变电站层、间隔层和过程层^[2], 在这里将通信管理器从变电站层分离出来, 形成通信层, 上一层为变电站层, 下一层为间隔层, 间隔层之下为过程层 (图中略去), 如图 1 所示。

2 对通信管理器的要求及设计原则

从上述的分析中可以看出, 通信管理器作为信息枢纽, 其设计原则应符合现行的变电站自动化系统的需求, 并考虑进一步的发展。

2.1 强大的数据吞吐和处理能力

通信管理器需要收集站内各种智能电子设备 (IED) 的大量的信息 (如遥信、遥测、电能、SOE、录波等), 向站内计算机监控管理系统和远方调度系统转发站内信息, 同时接收站内监控和远方调度的遥控、遥调和设置命令并执行或转发。为了不使通信管理器成为瓶颈, 硬件平台的设计极为重要。要

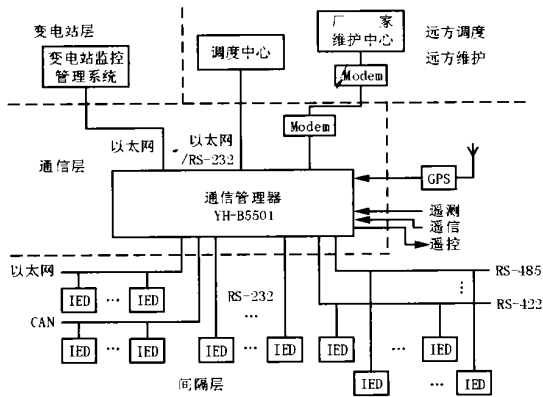


图 1 变电站自动化系统通信结构

Fig 1 Communication structure in substation automation systems

求选用处理能力强的 32 位的 CPU, 有足够的缓冲能力和中断处理能力, 以确保数据处理的实时性和完整性。另外, 根据不同的信息对实时性的要求不同设定不同的优先级进行处理, 如遥信信息的实时性最高, 其次是遥测信息和电能信息, 录波信息最低, 录波信息支持断续传输。

2.2 多种通信方式的接入能力

在变电站的间隔层中存在着许多不同类型的保护、测控、计量设备, 这些设备通常具有不同的通信接口、规约协议。通信接口通常为以太网、RS-232C、RS-422、RS-485、CAN 等, 要求通信管理器能够对所有这些设备的通信接口方式兼容。同时从设备的安装、调试、维护角度出发, 通信管理器与变电站中的 IED 应该能够方便地连接, 并根据实际需要能灵活地组建不同的网络拓扑结构。在 YH-B5501 通信管理器中提供了 3 路以太网口、16 路异步串行接口 (RS-232C/422/485 可设)、1 路 CAN 接口。

2.3 灵活的规约选取和添加

尽管各变电站自动化设备和系统的提供商对 IEC61850 标准的重视程度越来越高, 但国内目前变电站中的 IED 所使用的通信规约种类繁多。据不完全统计, 国内变电站中存在不同类型的通信规约有几十种, 加上各个厂家在标准规约基础上进行修改派生, 种类就更多。因此通信管理器必须在软件设计上做到模块化设计, 形成规约库, 便于规约的选取和添加。

2.4 可靠的系统时钟

在变电站中, 一旦发生故障, 必须要根据各种各样的变位信息、录波信息、电量信息对发生的事故进行分析 and 原因判断, 这时要求各个事故信息都是准确的, 并且它们的时间基准与系统保持一致。在变

电站中与时间有关的信息有: 遥信变位信息、保护动作信息、故障录波信息和电能信息。因此, 通信管理器必须为间隔层的每一个装置提供准确无误、统一的对时信息。在 YH-B5501 通信管理器中时钟信息来源有三个: GPS 对时、远方对时和本机对时, GPS 对时优先级最高, 远方对时次之, 本机对时最低。通信管理器按时钟源的优先级为间隔层设备提供对时信息。对时采用脉冲信号对时和 RS-485 对时两种接口方式提供。

2.5 人性化的人机接口

人机接口 (HMI) 是通信管理器一个重要的辅助功能。由于通信管理器需要处理的信息量很大, 因此在设计中应使 HMI 达到下列要求: 单屏信息量大; 信息查询、修改便捷; 信息分类合理、操作步骤少; 监视任一通道收、发数据, 缓冲区大小可设; 各通道、电源物理工作状态的指示。在 YH-B5501 通信管理器中采用了 320 × 240 的蓝色背光大液晶显示屏、19 键键盘, 并提供大量的指示灯用于各通信接口通信状态指示、各种电源指示、工作异常指示等。

2.6 简单的远动功能

通信管理器除了完成通信处理任务以外, 还可以增加一些遥信、遥测和遥控功能, 实现对一些公共信息的处理, 如事故报警、环境温度监控、电源监控等, 以更好地适应变电站监控的实际情况。在 YH-B5501 通信管理器中提供了 10 路 12 位直流模拟量的遥测、12 路遥信和 4 路遥控。

2.7 灵活的结构设计

要适应不同容量不同电压等级的变电站自动化系统, 灵活的通信管理器的结构设计对功能增减、维护、降低成本等方面尤为重要。在 YH-B5501 通信管理器中, 采用 19 4U 机箱背插式结构, 插件包括主板、电源、GPS、串口、遥信、遥测和遥控, 一块串口插件可实现 4 路 RS-232C/422/485。前面板为人机接口部分, 由 51 系列单片机完成对显示和键盘的管理, 与主板进行串行数据交换。

2.8 便捷的维护与升级

变电站自动化系统投运后, 随着电网建设的发展, 将会不断地有新的 IED 接入系统, 需要对通信管理器的系统配置进行修改、增加节点数、增加新规约。因此, 为了快速满足现场需求, 通信管理器应具备远程维护和升级的能力。

3 双机热备用工作方式

在部分 110 kV 变电站和 220 kV 及以上的变电

站中,为了保证通信数据处理的高可靠性,通常采用双通信管理器热备用切换运行模式,如图 2所示。

在双机热备用切换模式下,对于采用总线方式的通信网络,如以太网、CAN、RS-485、RS-422,两台通信管理器可以将其通信接口直接挂接在相应的通信网上,而采用 RS-232C接口的 IED则需要通过数字切换处理分别接入两台通信管理器的相应接口。

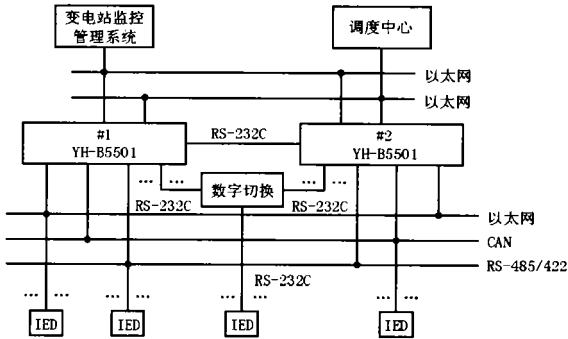


图 2 双通信管理器热备用切换模式

Fig 2 Switching mode of two communication managers

为了使两台运行的通信管理器的软件一致,主机和备机不采用默认方式,而是由建立的握手信息随机确定主、备机。通信管理器在上电或复位后要要进行装置的初始化和自检处理,两机通过互连的 RS-232C 建立握手信息。当确认主、备工作状态冲突时,两机经毫秒级随机延时后再确定各自的工作状态。为确保握手信号的可靠性,还可以用通信管理器提供的遥信量和遥控量交叉互连,作为辅助的握手信号。主机的工作方式与单机一样,备机则只接收数据而不发送数据。备机的实时数据与主机保持一致,一旦主机检测到自身有故障,通过握手信息传递,备机转换为主机工作状态,原主机退为备机。通信管理器的工作状态和自诊断信息均可在 HMI 上查询。

4 硬件结构

通信管理器以 Motorola 公司推出的 32 位高性能嵌入式微处理器 MPC850 为核心, MPC850 集成了嵌入式 PowerPC 核和一个为通信使用的专门的 RISC 的通信处理器模块 (CPM),在 50 MHz 主频下指令执行 66 MIPS^[4]。在此基础上进行各项功能扩展,形成如图 3 所示的硬件结构图。

程序和系统设置参数存储在 8 M 字节 Flash 中,加载的程序、参数和实时数据存放在 16 M 字节的 SDRAM 中。用 4 片 TL16C554 扩展 16 路异步串行接口,通过跳线实现 RS-232C、RS-422、RS-485 三种工作方式。用 2 片 CS8900A 扩展 2 路以太网口,

加上 MPC850 内部提供的 1 路,共计 3 路,可分别用于间隔层、变电站层和远方调度的以太网通信。CAN 通信接口由 MPC850 内部提供。用 TLC2543 通过 SPI 与 MPC850 接口,实现 10 路 12 位直流模拟量的采集,量程 0 ~ +5 V、-5 ~ +5 V 或 4 ~ 20 mA 可设。人机界面 (HMI) 由 51 系列单片机 AT89S53 完成液晶和键盘的控制,与 MPC850 通过各自内部提供的异步串口进行数据交换。复位电路中设有硬件 Watchdog,与内部软件 Watchdog 配合,提高了软件故障的恢复能力。

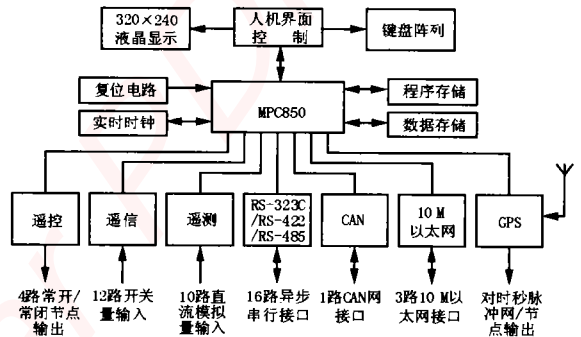


图 3 通信管理器硬件结构框图

Fig 3 Block diagram of hardware structure of communication manager

5 软件结构

通信管理器采用 VxWorks 嵌入式实时操作系统 (RTOS),其提供的多任务机制对任务的控制采用优先级抢占 (Preemptive Priority Scheduling) 和轮转调度 (Round - Robin Scheduling) 机制,充分保证了可靠的实时性,使同样的硬件配置能满足更强的实时性要求,为应用的开发留下更大的余地^[5]。

5.1 软件框架

通信管理器软件结构框图如图 4 所示。

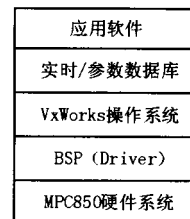


图 4 通信管理器软件结构框图

Fig 4 Block diagram of software structure of communication manager

在 MPC850 硬件系统的基础上,将各驱动程序 (如以太网、CAN、串口、Flash 存储器等) 封装在 BSP (Board Support Package) 中,使 VxWorks 操作系统能

运行在这样的硬件环境。VxWorks完成内存、中断、任务等的管理。数据库中包括实时数据库和参数数据库,实时数据库存放通信实时接收和自身采集的数据,参数数据库存放接入的IED整定参数和自身系统设置参数。应用软件包括完成通信(以太网、CAN、串口)、“三遥”、时钟、显示、组态等特定任务的应用软件。

5.2 实时数据库

根据通信管理器的特点,可将实时数据传递分为三个阶段:收/发数据缓冲、节点数据和实时数据库,如图5所示。

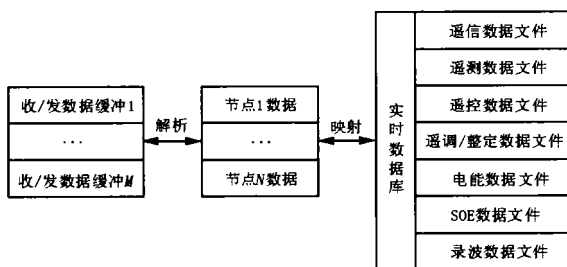


图5 实时数据库

Fig 5 Real time database

收/发数据缓冲由底层驱动程序完成,缓冲区的数量由通信接口的数量决定,本系统最大配置为20个。节点数据区中所谓的“节点”是指与通信管理器通信的各类通信节点,可以是直接接入通信管理器的装置、当地监控系统、远方调度系统以及转发站。收/发数据与节点数据通过通信规约解析完成数据转换。实时数据按数据类型分为7类:遥信数据文件、遥测数据文件、遥控数据文件、遥调/整定数据文件、电能数据文件、SOE数据文件和录波数据文件,形成实时数据库。节点数据与实时数据库通过站、设备、类型等索引表实现实时数据的映射。在通信管理器中应用软件变化最多的部分是通信规约,采用如图5所示的结构,可以使通信规约与实时数据库相对独立,形成规约库,保证了系统运行的稳定性。

6 结语

通信管理器是变电站自动化系统中最重要的信息枢纽,其功能是否强大、合理、稳定、可靠,直接影响到变电站自动化系统的整体性能。在某一变电站中运行的YH-B5501通信管理器,通过以太网、RS-485和RS-232成功接入了200余台IED(包括保护装置、测控装置、故障录波器、电能表等),现场运行状况良好。表明所设计的通信管理器完全满足现有的变电站自动化系统的要求。

参考文献:

- [1] 石俊杰,孟碧波,顾锦文. 电网调度自动化专业综述[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(8): 1-5.
SHI Jun-jie, MENG Bi-bo, GU Jin-wen. An Overview on the Power Network Dispatching Automation Specialty[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(8): 1-5.
- [2] IEC 61850, Communication Networks and System in Substations[S].
- [3] 郑建勇,吴在军,胡敏强,等. 一种能实现异种网络互联的通信控制器[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(12): 55-58.
ZHENG Jian-yong, WU Zai-jun, HU Min-qiang, et al. A Communication Controller for Heterogeneous Network Interconnection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(12): 55-58.
- [4] MPC850 Integrated Communications Microprocessor User's Manual[Z]. Motorola, Inc, 1998.
- [5] VxWorks Programmer's Guide Wind River Systems[Z]. 1999.

收稿日期: 2005-03-23; 修回日期: 2005-04-18

作者简介:

刘晓川(1965-),男,教授,从事电力系统调度自动化及厂站计算机监控工作; E-mail: lxc@vip.163.com

刘波(1979-),男,工程师,从事电力系统厂站通信监控工作;

严丽萍(1979-),女,工程师,从事电力系统厂站通信监控工作。

A MPC850-based communication manager with powerful functions

LU Xiao-chuan, LU Bo, YAN Liping

(Beihai Yinhe Hi-tech Industrial Co., Ltd, Beihai 536000, China)

Abstract: Facing the situation of abundant IEDs with various communication interfaces and protocols joined in substation automation systems, this paper proposes the design principles based on MPC850 and VxWorks. This design makes the communication manager provide communication interfaces usually used in substation automation, such as Ethernet, CAN bus, RS-232C/422/485, and also provide GPS and some teleindication, telemetering and telecommand. The communication manager is applied in new and old substation automation systems.

Key words: substation automation; communication manager; Ethernet; CAN bus; RS-232C/422/485; MPC850; VxWorks

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](#)
84. [基于 PCI9656 控制芯片的高速网卡 DMA 设计](#)
85. [基于以太网及串口的数据采集模块设计](#)

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 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](#)
52. [Linux 基于 W83697 和 W83977 的 UART 串口驱动开发文档](#)

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](#)
32. [基于 Windows CE 的 GPS 应用](#)
33. [基于 Windows CE 下大像素图像分块显示算法的研究](#)
34. [基于 Windows CE 的数控软件开发与实现](#)

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 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](#)

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

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.