

北斗卫星系统在海洋工程中的应用

程绪红 焦永强

(上海达华测绘有限公司, 上海 200136)

摘要: 为适应海洋工程发展的需要, 研制了北斗卫星系统。阐述北斗卫星系统的定位、授时及短报文功能及其在航道工程中所要发挥的作用。分析海洋工程面临的问题。对北斗卫星系统对海洋工程施工未来的发展进行预测与展望, 提出北斗卫星系统在海洋工程中的应用方案, 为北斗技术在海洋工程中的应用拓展了思路与空间。

关键词: 港口 北斗卫星 海洋工程 短信功能 应用

Application of Beidou Satellite System in Marine Engineering

CHEN Xuhong JIAO Yongqiang

(Shanghai Dahua Survey & Drawing Co., Ltd., Shanghai, 200136 China)

Abstract: In order to meet the demands of development of ocean engineering, the Beidou satellite system is manufactured. The location of Beidou satellite system, function of time report and short message service, the role of it in channel engineering are stated. The problems of marine engineering it analyzed Forecasting and prospecting for the future of this satellite system and applying plan of it in ocean engineering are put forward, which develops thinking and space of application of Beidou satellite system in ocean engineering.

Key words: port Beidou satellite marine engineering function of short message service (SMS) application

近年来, 随着海上施工重大装备的不断投入, 对海上施工管理提出了更新和更高的要求, 其中精细化施工、实时远程监控, 成为近期以来作业能力和竞争能力提升的重点。

为了提升我国海洋工程的作业能力和国际竞争力, 不仅要求作业船舶大型化与装备现代化, 更为重要的是管理与服务的信息化和在此基础上作业智能化。这是海洋工程实践面临的新挑战。

由于海洋环境的特殊性, 海洋工程施工还面临着诸多难题, 但最为关键的技术制约, 就是海上远程通讯、实时数据传输、精准定位与实时监

控。这些技术问题, 是困扰海洋工程管理与服务信息化以及作业智能化的重要瓶颈。

北斗卫星系统的出现, 有助于实现海洋工程的全球化远程实时管理目标。本文通过对北斗系统在海洋工程施工及管理中的应用的分析与展望, 为海洋工程, 特别是航道工程的精度定位、远程信息传输与管理、精细化施工, 提供有效的解决方案。

1 北斗卫星系统的技术优势

1.1 北斗系统的主要功能

1) 定位(导航):快速确定用户所在点的地理位置,向用户及主管部门提供导航信息。

2) 通信:用户与用户、用户与中心控制系统之间,均可实行双向简短数字报文通信。

3) 授时:中心控制系统定时播发授时信息;为定时用户提供时延修正值。

北斗卫星特有的定位和短报文通信功能,已在汶川地震、舟曲特大泥石流抗灾活动中发挥了重要的作用;同时,还在海上潮位数据传输、船舶遇险定位救援等方面,发挥了较大的作用。其双向通讯及短报文发送接收功能,是北斗卫星定位系统最独特的优点。

1.2 北斗卫星系统与常用的 GPS 系统相比较,主要有以下优势。

优势一:双向通信。

GPS 是单向接收型定位系统,北斗卫星是双向通信型定位系统。“北斗”的短信通信功能是 GPS 所不具备的,而 GPS 只能用作自导航,却无法实现通信功能,不能满足日益增长的需求。

优势二:全息定位。

GPS 仅解决“我在哪里”的定位问题,而北斗卫星不仅仅解决“我在哪里”,还解决“你在这里”、“他在那里”定位问题。GPS 只具有接收功能,通过接收才知道位置;北斗用户终端具有收发功能,它的位置还可以传给关心你的人,适应更广泛的用户群与接收环境。

优势三:低价成本。

北斗导航系统卫星数量少、投资小、用户设备简便,北斗用户终端价格低廉,卫星通信服务费在全球最低;但美国 GPS 规模太大、造价太高,高昂的造价无疑加大使用成本,同时为解决“你、我、他在那里”的定位导航问题,必须付出更高昂的代价。

优势四:促进卫星导航。

北斗导航系统不排斥国内民用市场对 GPS 等的广泛使用。相反,在此基础上还将建立中国的卫星导航广域差分系统(CORS),可以使 GPS 等民用码接收机的定位精度,通过与北斗系统集成,由十米级修正到厘米级,从而有利于卫星导航系统更好地在民间应用。

2 海洋工程面临的主要问题

海洋工程的施工与船舶分不开,而对施工船舶的精准定位、远程控制管理,是确保海洋工程高效完成的关键。

海洋工程施工作业的特点:

1) 作业环境复杂,需要配套的辅助设备较多。

2) 距离岸基较远,信息传输与管控难度较高。

3) 没有精度较高的差分基站存在,精确的海上测量定位系统还有待完善与提高。

4) 海洋潮汐对海洋工程的施工质量、施工进度及施工安全有较大的影响,不可忽视。

海上工程船舶的施工作业,需要岸上数据中心或指挥中心提供实时准确的潮位、地形、精准位置等信息。同时,工程船舶上的数据采集系统,需要将施工信息实时传递到指挥中心,经过指挥中心的分析和专家决策后,再实时反馈给工程船舶以指导其施工作业。近年来,为了解决海洋工程中实时数据服务与调度指挥问题,实施了以公众手机网 GPRS/CDMA 技术和无线高频数传等技术为基础的船岸一体信息化网络建设。但是,由于海上缺少建立基站的物理和技术条件,这种基于 GPRS/CDMA 技术和无线高频数传技术的无线网络,覆盖范围限于近海,通信效果等离要求甚远,无法满足海洋工程向外拓展的要求。

目前,海洋工程,特别是航道工程,在施工中的问题主要反映在以下三个方面:

1) 基于北斗卫星系统的施工船舶管理与远程调度指挥。

2) 海洋工程实时数据服务,船舶施工信息的实时采集传输。

3) 沿海岛屿高精度 CORS 站建立和使用等。

3 基于北斗卫星系统的海洋工程实施方案与前景展望

面向海洋工程、海洋测绘、海洋资源调查等领域对定位导航、通信指挥和实时信息服务的迫切需求,以北斗导航卫星系统为核心,建立我国及毗邻国家和地区海洋潮位数据实时传输与服务平台与面向海洋工程船舶的北斗卫星调度指挥系统;建立陆海一体化的北斗 RNSS(Radio Navigation Satellite Service)/GPS 双模兼容型

CORS (Continuous Observation Reference System) 系统, 实现海上作业船舶高精度定位服务, 建立北斗卫星海洋工程服务中心, 显著提升我国海洋工程的数据服务、精准定位服务、通信指挥和智能化作业能力。

3.1 船舶作业管理和指挥调度技术

现代科技条件下的船舶精细化施工, 高度依赖信息化手段, 工程船舶每时每刻的船位、航速、航向、吃水、耙头深度、泥浆浓度、泥浆流速、船载干土方、主机转速、油耗等施工信息, 都有传感器进行采集。这些采集到的作业信息, 需要及时传输给中心平台进行分析、存储、显示等。除了实时的作业状况上报之外, 作业船舶按照固定格式每天上报施工、船机报表。

船舶作业管理和指挥调度分为两大部分, 一部分是船舶作业管理和指挥调度中心, 另一部分是作业船舶上建立相应的船用作业管理系统。船舶作业管理和指挥调度中心架构图如图 1 所示:

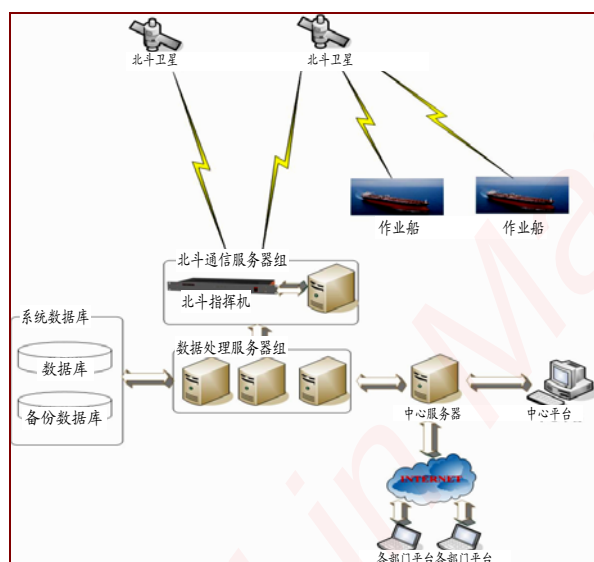


图 1 船舶作业管理和指挥调度中心架构

从图 1 可以看到, 作业船舶将信息打包加密后通过北斗卫星链路传输到中心。中心接收到后, 进行数据解析、分析和存储, 所有的信息和数据将统一管理存放在系统数据库中, 中心平台和各部门平台通过中心服务器实时获得作业船舶上传的各类信息, 结合系统数据库进行生产调度和业务管理, 同时, 平台可以向下属作业船舶发送控制指令和各种信息。

在施工船舶上, 通过安装在各个部位的传感器, 获取施工船舶船位、航速、航向、吃水、耙头深度、泥浆浓度、泥浆流速、船载干土方、主机转速、油耗等各种施工信息, 利用控制总线, 将这些传感信息发送到主控制服务器。主控制服务器进行分析处理后分成两路, 一路数据将利用北斗用户机进行发送, 另一路数据则通过 RJ 45, 传输到各台船用计算机上。各台船用计算机通过主控制服务器形成和北斗机的连接, 从而实现在施工船舶上内部网络链路和卫星链路的数据对接。

施工信息的实时、准确获取, 不但是施工人员作业的关键, 同时还是企业管理人员远程控制、进行决策的重要依据。

海洋工程信息的实时准确获取, 有利于建立起远程的专家监控、管理与指挥系统, 最大限度地优化泛海洋工程的作业方法, 降低作业成本、提高作业效率、及时避免并解决作业过程中的各种故障。北斗卫星定位导航系统的高精度定位和实时数据传输, 同时可为三维海洋测绘系统的建立、计算机技术和控制理论的发展及海洋工程的自动化、协调控制和优化创造最佳条件。海洋工程专家系统的架构如图 2 所示。

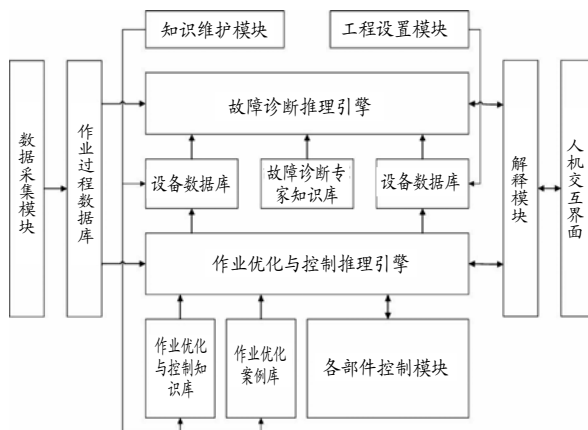


图 2 海洋工程专家系统架构

3.2 北斗卫星海洋工程实时数据服务技术

现代科技条件下的船舶精细化施工, 高度依赖信息化手段, 工程船舶施工状态需要实时传输至公司的施工状态分析处理数据库系统, 为实时掌握、分析船舶状况和效率与采用专家系统优化施工工艺打下基础。

海洋实时信息服务,是为作业船舶和服务用户提供各类海洋航行、作业、通信、导航、定位等相关服务。

1) 北斗潮位信息服务

潮位数据是航道疏浚维护施工、吹泥造田工程精细化施工的基础。随着船舶大型化的发展,施工范围离岸越来越远,潮位数据的实时传输越来越困难,采用北斗卫星通信,能很好地解决这个问题。利用北斗卫星远距离传输的特点,可以把整个中国沿海实时潮位数据都收集管理起来,包括东南亚、西亚等施工区域的潮位信息,从而实现疏浚领域的北斗潮位信息服务全覆盖,并建立基于 SOA 架构的数据发布服务系统,实现北斗潮位信息的全天候、全地域服务。

北斗潮位信息服务架构如图 3 所示:

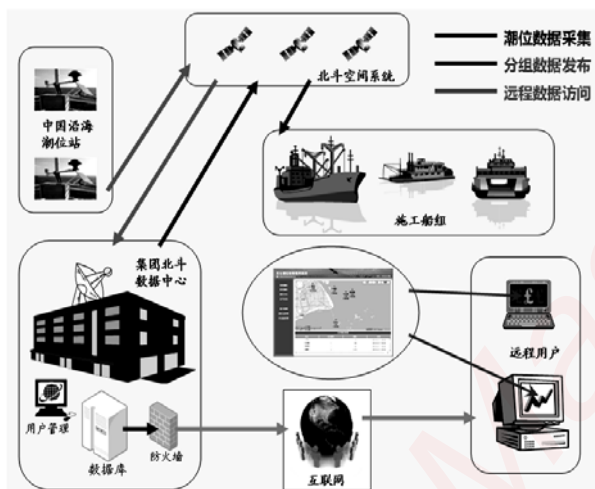


图 2 北斗潮位信息服务架构

2) 北斗定位导航服务

正在建设的北斗卫星导航系统空间段,将由 5 颗静止轨道卫星和 30 颗非静止轨道卫星组成,提供定位、测速和授时服务,定位精度达到 10m 以内,授时精度为 50 ns,测速精度为 0.2m/s。利用北斗系统,未来可以为船舶航行、运输、疏浚、工程等提供可靠的、有效的、高精度的定位和导航服务,而不再仅仅受到 GPS 系统的制约,扩展北斗的使用范围。

3) 北斗通信服务

相对于 GPS 系统,北斗具有的一个重要优势就是短报文通信能力,现在一台北斗用户机一次可传送 100 个字节的信息,这使得在海洋上实现

通信服务成为可能。

在北斗海洋工程信息服务平台中,通过卫星链路将作业船舶和中心连接起来,在中心通过网络和移动通信,将作业船舶进一步和陆上通信连接起来。北斗通信服务可以提供北斗手机短消息、北斗增值业务(如天气预报,实时潮位)等服务。

4) 基于北斗卫星的海洋测绘系统

海洋测绘主要包括在海洋范围内布设大地控制网,进行海洋重力测量。在此基础上进行水下地形测量,测绘水下地形图,测定海洋大地水准面。有了水下地形测量的数据和水下地形图,就可以构建大地水准面,这使得作业船舶有了基准的数据基础,从而更好地进行疏浚作业。

利用北斗定位功能和数据传输功能,就可以精确地把水下地形的位置和深度,以及大地水准面数据直接传输到中心,并利用三维地理信息系统进行实时建模,构建大地水准面和水下地形图。

在北斗定位的基础上,利用 CORS 服务,提供达到亚米级甚至厘米级的定位精度和大地水准面高程,同时利用准确的潮位信息,可以更加精确地进行定位和测量水下地形,从而建立作业水域准确的水下作业地形图。这将为海上疏浚作业带来不可估量的社会意义和实际经济效益。

3.3 基于北斗卫星系统的沿海 CORS 站建立技术

目前,城市 VRS 网的建立已经很成熟,能够提供实时厘米级的位置和高程服务,但在沿海还是空白。随着国家海洋战略的展开,工程范围也越来越远离海岸,高精度的工程测绘和为施工船舶提供实时的高精度的位置 and 高度服务的需求日益迫切。海上潮位站架设困难、密度有限,靠内插获得的潮位往往误差很大,难以满足 ± 5 cm 的测量及施工精度要求。如果能在沿海岛屿建立几个基于北斗卫星系统的 CORS 站,与近岸的城市 GPS—CORS 站组网,就能建立沿海 VRS 网,满足高精度测绘和施工的要求。

这里要求 GPS—CORS 站能够每秒钟传输一次数据。还需要几台能够每秒钟传输一次数据、差分数据发布专用北斗卫星发射机。

例如长江口区域需要在鸡骨礁、大戢山建立采用卫星通信的 GPS—CORS 站,与沿岸上海及江

对航运业的企业竞争、行业监管、政策法规、国家战略以及上海国际航运中心建设的影响,进而合理稳妥地推进营业税转征增值税的工作。

参考文献

- [1] 苏东水. 产业经济学(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社 2005(8).
- [2] 张颖华、孔詠炜、邓彦龙. 港航产业成长与国际航运中心建设关联研究[J]. 华东经济

管理, 2011(2).

- [3] 孙德红. 国家增值税改革对港口企业的影响[J]. 中国港口, 2011(9).
- [4] 王珏磊. 浅析营业税改征增值税对交通运输业的影响[J]. 大经贸, 2012(1).
- [5] 詹玲. 浅析营业税改征增值税对交通运输业的影响[J]. 大观周刊, 2012(17).

苏的 GPS—CORS 站组网, 就可以建立 VRS 服务网, 海上手机网不能很好覆盖, 可以采用 2 台北斗播发 VRS 差分信号, 一台虚拟在牛皮礁位置, 一台虚拟在北潮中位置, 这样就能实现长江口区域的 VRS 服务。这样可大大提高 VRS 技术的海上应用范围, 有效提高海洋工程施工定位的精度, 满足海上一些重要工程的高精度定位要求。

构想中的海上 VRS 网如图 4 所示。



图 4 构想中的长江口区域高精度三维 VRS 网

随着北斗卫星系统不断发展完善, 带给人们的不单单是施工及管理上的便利, 它的许多功能将与人们的生活息息相关, 遍及交通、医疗、救灾、智能调度、工程远程管理等各个方面, 将发挥更大的作用。北斗卫星系统将成为人们生活工作的重要组成部分, 在高效、经济、环保中创造

更多的财富。

4 结束语

北斗卫星系统自身的优势, 决定了其在海洋工程中的使用范围大大超越 GPS, 其双向通讯功能、短报文功能, 为海洋工程的管理与信息传输提供了最有效的手段。随着北斗卫星系统覆盖范围的延伸, 其使用范围也将更加广泛, 它是实现工程远程监控的重要手段。

北斗卫星系统在海洋工程中的应用, 解决了特殊环境下的精确定位问题、实时通讯问题及远程控制问题, 有效地拓展了工程作业的空间与时间。随着北斗卫星系统的不断发展, 将大大促进海洋工程、海洋测绘与勘察及海洋通讯技术的发展, 前景非常广阔。

参考文献

- [1] 李大志, 陈金春等. 北斗短报文通信应用接口设计, 第 2 届中国导航学术年会, 2011.5.
- [2] 王玉华, 赵学民, 刘艳武等. 北斗卫星通信功能在水文自动测报系统中的应用, 水文, 2003.5.
- [3] 宓伟杰, 焦永强, 任齐等. 北斗潮位信息服务系统解决方案的研究, 第 2 届中国导航学术年会. 2011.5.

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

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](#)

Programming:

1. [计算机软件基础数据结构 - 算法](#)