

基于 ARM+FPGA 的嵌入式数控装置设计*

费继友 周 茉

(大连交通大学机械工程学院, 辽宁 大连 116028)

摘要:提出了一种基于 ARM 和 FPGA 的嵌入式数控装置设计。重点介绍了 ARM 与 FPGA 间接口设计, 基于 FPGA 的步进电动机控制器设计。该数控装置将 ARM 运行速度快、计算精度高和 FPGA 内部逻辑的在线可重构性等特点结合起来, 降低了数控装置硬件成本, 提高了资源利用率和实时性, 增强了数控装置的灵活性。

关键词:ARM 控制器 FPGA 动态配置 嵌入式数控装置

中图分类号:TP273 **文献标识码:**A

Design of Embedded CNC Device Based on ARM+FPGA

FEI Jiyu, ZHOU Mo

(School of Mechanical Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, CHN)

Abstract: A kind of embedded CNC device based on ARM and FPGA was proposed in this article. The core of the article is the interface design between ARM and FPGA and the design of step-motor controller based on FPGA. This CNC device combined ARM's high running speed and precision with the internal logic reconfigurable of FPGA, reduced hardware costs of CNC device, improved the resource utilization and enhanced the flexibility of the CNC device.

Keywords: ARM Controller; FPGA; Dynamic Configuration; Embedded CNC Device

自第一台数控机床问世以来, 数控系统经历了从硬件数控(NC)到计算机数控(CNC)的发展过程。硬件数控是指零件加工程序的输入、运算、插补及控制功能均由逻辑电路完成。计算机数控能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序, 并将其译码, 从而使机床动作并加工零件。计算机数控系统虽然减少了数控装置逻辑电路, 提高了数控装置的通用性和可靠性, 但存在资源浪费, 操作系统实时性差等问题^[1]。数控系统的开放性、模块化和重构设计是目前数控技术领域研究的热点, 目的是为了适应技术发展和便于用户开发自己的功能^[2]。

1 基于 ARM+FPGA 的数控装置组成与功能

基于 ARM+FPGA 的嵌入式可重构数控装置采用 Samsung 公司的 S3c2440 微控制器^[3], Xilinx 公司的 Xc3s400 芯片为核心进行设计。S3c2440 是基于 ARM920T 内核的微控制器, Xc3s400 是 40 万门 FPGA 芯片。基于 ARM+FPGA 的数控装置组成及在数控机

床中的位置如图 1 所示。

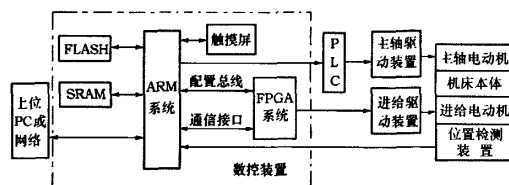


图1 基于ARM+FPGA的数控装置组成及在数控机床中的位置

ARM 作为数控装置的核心部件, 对从数据存储器件中读取或直接从上位 PC 或网络获得的零件加工代码和控制信息进行译码、运算、逻辑处理。FPGA 接收 ARM 计算、处理结果并按控制要求对进给电动机进行控制。

基于 FPGA 的步进电动机控制器产生控制进给电动机运转的脉冲序列, 经进给电动机驱动装置送机床进给电动机, 实现对坐标轴速度和位置的“轨迹控制”, 并与 PLC 的顺序控制配合, 完成零件加工任务。

* 国家自然科学基金项目(NO. 50676069)

上位 PC 用于复杂零件加工程序代码编制、仿真以及从车间调度层和车间管理层下载工艺数据等。PC 与 ARM 间采用串行总线或网络通信,当 ARM 与局域网或 Internet 连接时,可实现数控装置的网络化控制。

数控装置软件由操作系统软件和数控应用软件组成。为了提高数控装置的实时性,采用 Linux 嵌入式操作系统,数控应用软件采用 C 语言编程。

2 ARM 与 FPGA 接口设计

ARM 与 FPGA 通过配置总线,通信接口连接^[4],其结构如图 2 所示。配置总线用于实现 ARM 对 FPGA 的配置。通信接口用于 ARM 与 FPGA 之间数据和命令信息的传输。由于 ARM 没有单独的 I/O 寻址空间,将 FPGA 直接与 ARM 存储器总线连接,ARM 以访问存储器的方式访问 FPGA。ARM 对 FPGA 控制时仅需对其进行写操作,使 ARM 对进给电动机的控制变得简单方便。

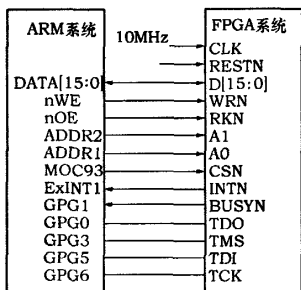


图2 ARM与FPGA的接口关系

基于 SRAM 的 FPGA 加电时需要配置来预备其功能,FPGA 的配置文件一般由片外专用的 EPROM 加载。这种配置在 FPGA 功能相对固定的情况下采用,为了提高数控装置的重构性,由 ARM 以 JTAG 的 ISP 方式对 FPGA 进行配置^[5]。

Xc3s400配置模式M2:M1:M0电平设置为0:0:1,利用 ARM 的 GPG0、GPC3、GPC5 和 GPG6 引脚分别连接 FPGA 芯片的 TDO、TMS、TDI 和 TCK。JTAG 驱动算法是 ARM 以 JTAG 模式配置 FPGA 的关键,算法调用 SVF 配置文件,解释其中的语法规则,生成严格的 TAP 总线时序^[6],驱动 ARM 通用 I/O 引脚实现对 FPGA 的配置。配置过程要求控制器的驱动电平不能低于 TAP 的工作电平,ARM 的驱动电平采用 3.3 V。

3 步进电动机控制器设计

四相步进电动机有 A、B 两组线圈。A、B 两组线

圈垂直摆放时电流方向的排列组合,最多可产生 8 种磁场方向(0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° 和 315°)。数控装置进给电动机控制器以对四相步进电动机的控制为例,采用 Verilog HDL 语言设计,用 ISE 7.1 仿真。

步进电动机控制器由接口模块^[7]、分频器模块、步进电动机时序产生模块等组成,其内部结构如图 3 所示。其中接口模块包括脉冲量初值寄存器,地址“00”;控制命令寄存器,地址“01”;分频系数寄存器,地址“11”。步进电动机时序产生模块包括移动和定位控制模块、电动机方向设定模块和步进电动机相位编码模块。

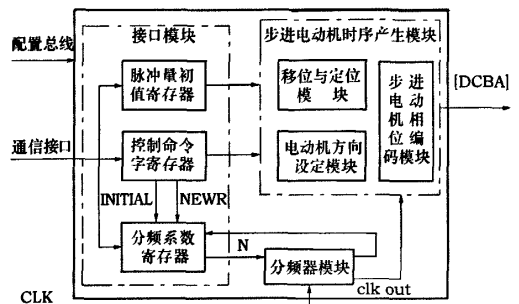


图3 步进电动机控制器内部结构

步进电动机控制器根据 ARM 每个插补周期计算出的步进脉冲数量,利用赋初值的方式送移动与定位控制模块进行定位控制。定位功能通过减法器实现,在每个 clk_out 脉冲上升沿,用步进脉冲数量减去不同激磁方式的步进数累加值。当差值小于设定的累减计数值时,说明步进电动机旋转到了预定角度,实现定位。

3.1 控制命令寄存器定义

控制命令寄存器由一个 8 位寄存器组成,其结构如图 4 所示^[8]。

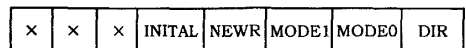


图4 8位寄存器组成

INITAL:当该位为 1 时,分频系数寄存器的数据直接写入分频器模块的分频寄存器[7:0],写入后由硬件置“0”。

NEWR:当对正在运行的控制器写入新的分频系数时,对该位置 1。在下一个分频器模块输出的 clk_out 时钟来到时,将分频系数寄存器中新的分频系数“N”写入分频寄存器,分频器模块便按新的分频系数

进行分频。

MODE[1:0]:步进电动机激励方式选择,用来控制步进电动机相位编码模块的输出状态。当目标角度是90°整数倍时,MODE[1:0]的值为“01”,表示采用一相激励方式,单四拍方式输出,四相位输出为(A-B-C-D);当目标角度是45°,135°,225°,315°整数倍时,MODE[1:0]的值为“10”,表示采用二相激励方式,双四拍输出,四相位输出为(AB-BC-CD-DA);否则MODE[1:0]的值为“11”,表示八拍方式输出,四相位输出为(A-AB-B-BC-C-CD-D-DA)。

DIR:步进电动机的方向控制,DIR=0为正转,DIR=1为反转。

3.2 分频器模块设计与仿真

分频器是对进给电动机实现控制的关键,其分频系数由分频寄存器提供。基准时钟CLK被分频器模块分频后,输出clk_out作为步进电动机相位编码模块的时钟,每个clk_out脉冲到来时,产生一次相位转换,步进电动机运行一个步距角。通过改变脉冲的个数可控制角位移量,达到定位目的。调节脉冲频率可控制电动机转动的速度,达到调节运动速度的目的。

分频器模块端口定义如下:

```
module fepin(CLR,CLK,clk_out,N);
```

```
input CLK,CLR;
```

```
input [7:0] N;
```

```
output clk_out.
```

分频器模块仿真结果如图5所示。

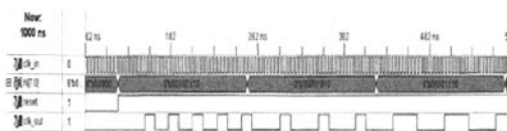


图5 分频器模块仿真结果

3.3 方向设定模块设计与仿真

方向设定模块通过将控制命令字寄存器DIR的状态转化为电平信号,实现对方向的设定。方向设定模块同时完成步进电动机在正转、反转时所需的初值与累加/减值的设定,并通过加/减计数器实现。

方向设定模块加/减计数器端口定义如下:

```
module counter (clk_out,CLR,DIR,Q);
```

```
input clk_out,CLR,DIR;
```

```
output [2:0] Q.
```

方向设定电路模块仿真结果如图6所示。

从计数器模块的仿真结构图中可以看出,当复位信号CLR=0时,复位系统,Q=0。当CLR=1时,每当

时钟脉冲clk_out的上升沿到来时,若DIR=1,则进行减法计数,输出Q减1;若DIR=0,则进行加法计数,输出Q加1。

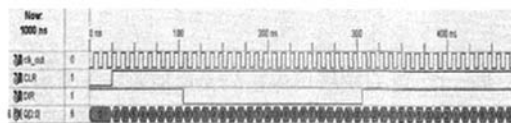


图6 方向设定电路仿真结果

3.4 相位编码模块设计与仿真

步进电动机相位编码模块的功能是将计数模块的数值经过编码,再输出给DCBA,实现对进给电动机的控制。相位编码模块的功能通过译码器实现。

译码器端口定义如下:

```
module decoder (MODE,IN,DCBA);
```

```
input [2:0] IN;
```

```
input MODE;
```

```
output [3:0] DCBA.
```

相位编码模块仿真结果如图7所示。

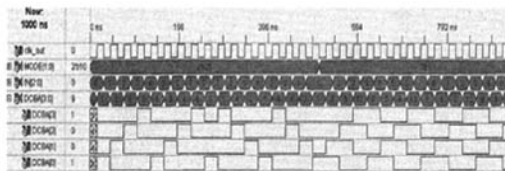


图7 相位编码模块仿真结果

4 结语

基于ARM+FPGA的嵌入式数控装置以ARM替代CNC系统中的计算机平台,以FPGA替代CNC系统的外围硬件逻辑电路,并采用Linux嵌入式操作系统。具有配置灵活,实时性强,体积小,稳定性好和性能价格比高等特点,应用前景广。

参考文献

- [1]孙恺,王田苗,魏洪兴.基于ARM的嵌入式可重构数控系统的设计与实现[J].机床与液压,2003,31(6):116-117.
- [2]朱高峰,张艳蕾.数控系统的可重构性设计[J].制造技术与机床,2008(5):36-38.
- [3]田家林,陈利学,寇向辉.基于ARM与FPGA的嵌入式数控系统设计[J].机床与液压,2007,35(2):93-94.
- [4]阎华松,王娜.基于Linux嵌入式数控机床控制系统设计[J].制造技术与机床,2007(12):33-34.
- [5]葛立明,范多旺,陈光武.基于ARM的FPGA加载配置实现[J].微计算机信息,2007,23(1/2):244.
- [6]武文权,杨根庆.基于ARM微控制器配置FPGA的实现[J].计算机应用,2004,24(8):156-157.

基于 Solidworks 建立轴承标准件库方法的探究

姜玉珍

(苏州工业职业技术学院,江苏 苏州 215104)

摘要:针对机械设计中的大量使用标准件的问题,从建立轴承库入手,利用 Solidworks 软件环境进行轴承的建模,并对常用的几种建模方法进行了分析和探讨,提出了一种简便、实用的建模方法。在此基础上建立了轴承标准件库,并论述了标准件库在工程设计中的应用价值。

关键词:常用的建模方法 装配特征建模法 库的建立 库的应用

中图分类号: TH133.3 **文献标识码:** A

Research of Establishing Bearing-standard-library Based on Solidworks

JIANG Yuzhen

(Suzhou Institute of Industrial Technology, Suzhou 215104, CHN)

Abstract: To solve the problem of largely using standard component in mechanical design, the paper proposes a simple and practical method of bearing modeling based on Solidworks environment, and the paper analyses and discusses several other common modeling methods. The paper expatiates the establishment of bearing-standard-library based on the method and the application value in engineering development.

Keywords: Common Method of Modeling; Assembly-feature-modeling Method; Establishment of Library; Application of Library

Solidworks^[1]是一个基于特征、参数化的实体造型系统,具有强大的实体建模功能,同时也提供了二次开发的环境和开放的数据结构。随着机械产品的不断更新,产品的设计日趋频繁,在机械设计过程中,常涉及大量的标准件和通用件,如螺钉、螺母、垫圈、轴承等,这些元件将在设计时反复地在装配体的不同位置被选用,而且规格大小各不相同,如果能够建立一个标准件或通用件的模型库,设计者在选择某规格的标准件时,可方便地从库中取出,然后插入到装配体的指定位置,将大大简化设计工作,提高设计效率。但 SolidWorks 并没有提供符合我国国家标准的标准件、通用件库,在此背景下本文对 SolidWorks 进行了二次开发,通过建模创建符合我国国家标准的轴承库。

1 目前常用建模方法

建立标准件库,首要问题是建模方法选择。而目

前常用的两种建模方法中都存在一定程度的不足。现以轴承为例,介绍常用的建模方法如下:

1.1 单个零件建模的优缺点

将轴承的内圈、外圈、滚动体等按一个零件建模。优点是建模简单,通过对草图中除内圈直径、外圈直径、轴环宽度以外的次要尺寸添加相应的关系,只需输入几个关键尺寸,扩充配置十分方便,以满足装配要求。而此方法在处理图中的剖面线时较复杂,如在 Solidworks^[2]中因组成轴承的各个零件是同一个实体,默认剖面线相同,因而需手工修改,不能使用自动剖面线,且 Solidworks 不允许有实体不连续,需对草图略作处理以避免建模错误。

1.2 零件组件建模的优缺点

建立组成轴承的内圈、外圈、滚动体,保持架的零件组,并建立相应的系列零件设计表,再将上述零件组装在一起。通过在装配中建立不同的配置,组合出各

[7] 黄志文. 一种基于 FPGA 的步进电动机接口电路设计[J]. 微电动机, 2009, 42(5): 82-83.

[8] 陈汝倬. 基于 FPGA 的步进电动机控制器设计[J]. 科技信息, 2009(8): 85-86.

第一作者: 费继友, 男, 1964 年生, 教授, 博士后,

从事测控技术的研究。

(编辑 孙德茂) (收稿日期: 2010-04-10)

文章编号: 101217

如果您想发表对本文的看法, 请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。

基于ARM+FPGA的嵌入式数控装置设计

作者: [费继友](#), [周荣](#), [FEI Jiyou](#), [ZHOU Mo](#)
 作者单位: [大连交通大学机械工程学院, 辽宁, 大连, 116028](#)
 刊名: [制造技术与机床](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [MANUFACTURING TECHNOLOGY & MACHINE TOOL](#)
 年, 卷(期): 2010, (12)
 被引用次数: 0次

参考文献(8条)

1. 孙恺, 王田苗, 魏洪兴. 基于ARM的嵌入式可重构数控系统的设计与实现[J]. 机床与液压, 2003, 31(6): 116-117.
2. 朱高峰, 张艳蕾. 数控系统的可重构性设计[J]. 制造技术与机床, 2008(5): 36-38.
3. 田家林, 陈利学, 寇向辉. 基于ARM与FPGA的嵌入式数控系统设计[J]. 机床与液压, 2007, 35(2): 93-94.
4. 闵华松, 王娜. 基于Linux嵌入式数控机床控制系统设计[J]. 制造技术与机床, 2007(12): 33-34.
5. 葛立明, 范多旺, 陈光武. 基于ARM的FPGA加载配置实现[J]. 微计算机信息, 2007, 23(1/2): 244.
6. 武文权, 杨根庆. 基于ARM微控制器配置FPGA的实现[J]. 计算机应用, 2004, 24(8): 156-157.
7. 黄志文. 一种基于FPGA的步进电动机接口电路设计[J]. 微电动机, 2009, 42(5): 82-83.
8. 陈汝倬. 基于FPGA的步进电动机控制器设计[J]. 科技信息, 2009(8): 85-86.

相似文献(7条)

1. 学位论文 [宋舰艇](#) 可控程数字存储示波器的设计 2008

随着电子测试技术的不断发展, 测试技术正向自动化、智能化、数字化和网络化的方向发展。其中, 数字存储示波器作为现场测试技术的重要工具而被广泛使用于各个测试领域。目前, 国外在数字存储示波器领域的技术已经比较成熟, 并且占领了绝大部分的国内市场份额。而国内的数字存储示波器的研制尚处于起步阶段, 因此自主研制数字存储示波器成为必要。

本文主要讨论基于FPGA+RM的结构方案的数字存储示波器系统设计。本设计总体结构上分为数据采集系统和数据处理系统两部分。数据采集系统是整个系统的核心部分, 它完成由模拟信号到数字信号的转换, 即模拟信号经调理通道后进入A/D转换成数字量, 再将这些数字量存入缓存器RAM。数据处理系统是以ARM处理器为中心的运算处理单元, 主要完成读入缓存器RAM中的采集数据, 并进行计算处理, 最后送去显示。

本文主要工作包括:

1. 数据采集系统设计。数据采集系统是示波器的核心部分, 它完成由模拟信号到数字信号的转换。包括前级衰减放大电路完成信号的调理, 将输入信号变成可以直接被A/D转换器接收的信号, 再由A/D转换器转换成数字量, 最后将数字量存入PAM中。
2. ARM控制器系统设计。ARM微处理器是数据处理系统的核心部分, 它作为前端数据处理系统模块和后端LCD显示模块的衔接, 在系统中起着重要的作用。其主要任务有: 将前端采集的数据恢复成波形显示在液晶显示器上; 响应键盘的中断, 分析键语, 进而改变液晶显示器上波形和菜单的显示; 给前端的采集模块发控制信号, 控制数据采集的速度; 还负责通过串行通讯接口和上位机通信。
3. LCD显示控制电路设计。采用S3C44BOX内置的LCD控制器, 驱动256级色彩的彩色LCD显示屏, 具有320×240点阵的分辨率。LCD控制器使用专用的LCDDMA, 把要显示的数据信息输入显存, 在不用CPU参与的情况下, 自动传输显存的视频数据到LCD控制器。
4. 串行通讯接口设计。采用S3C44BOX的UART接口, 通过MAX3232串行异步收发器, 实现与PC机的RS232接口通讯。

本系统是ARM+FPGA的系统架构, 基于共享存储器的结构设计。一方面系统同时具有了ARM处理器的低功耗和FPGA的灵活性的特点, 另一方面, 基于共享存储器的结构, 使我们从高速A/D转换器过来的数据直接存储到系统的内存中, 使数据采集的效率大幅度的提高。本设计在开发低价的, 性能指标相对较高的数字存储示波器产品方面, 做了一个有益的尝试, 为进一步的研究打下了基础。

2. 期刊论文 [杨开全](#), [叶志锋](#), [万云](#), [YANG Kai-quan](#), [YE Zhi-feng](#), [WAN Yun](#) 基于ARM微控制器的FPGA配置及应用 - 测试技术 2007, 26(7)

微控制器在某些工程应用中经常需要对FPGA进行灵活的配置, 采用常规的EPROM配置FPGA很难满足这一要求。提出一种基于ARM芯片的FPGA动态配置方案, 将FPGA的配置文件存储在ARM芯片的内部Flash中, 从而充分利用了ARM片内资源, 实现了FPGA上电动态配置, 使得FPGA功能可以在线灵活更新。该方案已成功应用于航空发动机转速测量中, 实现了对航空发动机转速的精确实时测量。

3. 学位论文 [陆世晨](#) 基于FPGA的高清视频编解码系统控制模块设计 2008

在航空航天, 遥感测量, 安全防护以及家用影视娱乐等领域, 要求能及时保存清晰度的视频信号供后期分析、处理、研究和欣赏。因此, 研究一套处理速度快, 性能可靠, 使用方便, 符合行业相关规范的高清视频编解码系统是十分必要的。

本文首先介绍了高清视频的发展历史。并就当前相关领域的发展阐述了高清视频编解码系统的设计思路, 提出了可行的系统设计方案。基于H.264的高清视频编解码系统对处理器的要求非常高, 一般的DSP和通用处理器难以达到性能要求。本系统选择富士通公司最新的专用视频编解码芯片MB86H51, 实时编解码分辨率达到1080p的高清视频。芯片具有压缩率高, 功耗低, 体积小等优点。系统的控制设备由三块FPGA芯片和ARM控制器共同完成。FPGA芯片分别负责视频输入输出, 码流输入输出和主编解码芯片的控制。ARM作为上层人机交互的控制器, 向系统使用者提供操作界面, 并与主控FPGA相连。方案实现了高清视频的输入, 实时编码和码流存储输出等功能于一体, 能够编码1080p的高清视频并存储在硬盘中。系统开发的工作难点在于FPGA的程序设计与调试工作。其次, 详细介绍了FPGA在系统中的功能实现, 使用的方法和程序设计。使用VHDL语言编程实现I2C总线接口和接口控制功能, 利用stratix系列FPGA内置的M4K快速存储单元实现128K的命令存储ROM, 并对设计元件模块化, 方便今后的功能扩展。编程实现了PIO模式的硬盘读写和SDRAM接口控制功能, 实现高速的数据存储功能。利用时序状态机编程实现主芯片编解码控制功能, 完成编解码命令的发送和状态读取, 并对设计思路, 调试结果和FPGA资源使用情况进行分析。着重介绍设计中用到的最新芯片及其工作方式, 分析设计过程中使用的最新技术和方法。有很强的实用价值。最后, 论文对系统就不同的使用情况提出了可供改进的方案, 并对与高清视频相关的关键技术作了分析和展望。

4. 学位论文 [刘伍丰](#) CSR控制系统的大规模多级分布式数据交互系统 2009

CSR控制系统是一个庞大的网络分布式控制系统, 它是由许多子系统组成。大规模多级分布式数据交互系统是CSR控制系统中的核心。它是实现CSR实

流多能量级连调的核心，它涉及整个CSR控制系统的传输以及数据结构的定义。大规模多级分布式数据交互系统的开发是基于螺旋模型，采用螺旋模型进行开发能最优化实现CSR控制系统的需求以及各开发阶段具有很大的设计灵活性。该大规模多级分布式数据交互系统完全实现了采集数据的上行和控制数据的下行，系统通过网页实现对控制数据的录入以及对采集数据的实时显示。CSR所有数据都存储于Oracle数据库系统，数据库系统是一个三级分布式数据库系统，这样能均衡各前端服务器的资源与性能。前端服务器COM组件通过TCP/IP与ARM控制器和多功能控制器进行数据上行下行的数据交互，以及通过PCI接口实现与各FPGA板卡进行数据交互。

论文论述了对大规模多级分布式数据交互系统、网页系统、Oracle数据库系统、COM组件库、PCI驱动程序以及各软件系统的设计实现。对大规模多级分布式数据交互系统主要从系统的结构、各级硬件设计和各级软件系统的设计这几个方面进行论述；网页系统主要描述了该系统是基于MVC框架模型的开发设计并介绍了JavaBean与Oracle数据库系统的数据交互；Oracle数据库系统主要从二级Oracle数据库的自动实时更新，和各触发器系统这几方面进行论述；又从各COM接口的功能方法进行对COM组件库的全面论述；PCI驱动程序的设计开发是与各FPGA板卡的数据交互的必要条件。大规模多级分布式数据交互系统的软件开发都采用了螺旋模型对其进行开发。本文的工作是CSR控制系统中的核心部分，具有重要的意义，同时也给同行研究工作提供了重要的参考。

本文核心及创新点：1. 创造性地提出了大规模多级分布式数据交互系统软件工程。2. 三级分布式数据库系统的自动实时更新。3. 采用web+Oracle+COM+PCI+ARM+FPGA+DSP的多级数据传输。4. 设计并实现虚拟加速器。

从现场调试运行和验收的情况来看，大规模多级分布式数据交互系统不论从结构设计，还是软硬件设计开发都达到了设计要求。

5. 学位论文 徐杨 同步加速器磁场电源控制系统的优化研究 2008

CSR控制系统是一个基于网络的分布式控制系统，它是由许多分控制系统组成。磁场电源控制系统是CSR控制系统中很重要的一部分，它是一个波形发生、数据采集系统。所有依赖波形控制的系统都可以由它来控制。波形的参数由物理学家根据实验需要计算得出。因为加速器所有的运行状态都被电源所控制，所以控制系统的直接控制对象就是磁场电源。在整个控制系统中最重要的就是控制波形的同步和波形的精度，这是同步加速器控制系统的关键所在。波形的同步由同步时序系统控制，这是CSR成功运行的决定条件。数据的采集、电源状态的监测由数据采集模块CPLD负责完成，与前端ARM控制器结合，形成数据的上行通道。采集到的数据均存放在中央控制室的数据库中，以供参考、后期分析及应用。

论文论述了对CSR磁场电源控制系统、时序系统和软件系统的设计实现及优化改进。对磁场电源控制系统，主要从系统的结构、I/O部件的硬件设计和软件设计这几个方面进行论述；对时序系统，论述了设计原理和控制系统同步的方法及过程；对软件系统，主要描述各类硬件驱动设计、大容量存储驱动的实现和三级数据库的设计实现。本文的工作在CSR控制系统中具有很重要的意义，同时也对于类似问题的解决提供了重要的参考价值。

核心及创新点：(1) 采用ARM+DSP+FPGA+CPLD的控制方式；(2) 采用三级数据库的设计思想，并在ARM上实现嵌入式数据库；(3) 同步时序系统

从测试及验收结果来看，作者对控制系统的优化不仅在硬件结构上，还是在软件设计实现上都达到了设计要求。

6. 会议论文 杨开全, 叶志锋, 万云 基于ARM微控制器的FPGA配置及应用 2006

针对工程应用中FPGA灵活配置的需求，采用通常的EPROM配置FPGA就显得十分困难。本文提出一种基于ARM芯片的FPGA动态配置方案，将FPGA的配置文件存储在ARM芯片内部Flash中，充分利用ARM片内资源，从而实现FPGA上电动态配置，使得FPGA功能可在线灵活更新，最后将该方案应用到航空发动机转速测量中，实现了对航空发动机转速的精确实时测量。

7. 学位论文 裴培 车载系统中MIL-STD-1553B总线接口的设计 2007

现代汽车由于装备了大量的电子设备来满足排放，安全等要求，若采用常规点对点的方式，势必造成导线数量不断增加。为了减少车身线束，使用基于系统总线方式可以有效地将各个控制系统连接成为一个综合的系统，可以使汽车性能得到大幅度提高。MIL-STD-1553B作为国际广泛采用的多路数据总线标准，具有可靠性高、速度快、双冗余等特点。MIL-STD-1553B在航空等许多军事领域被广泛使用并已逐渐进入非军事应用领域，将MIL-STD-1553B网络融合到车电、车通系统中成为该综合系统的一部分，可以使汽车系统性能进一步提高。

针对此背景，本文在研究MIL-STD-1553B总线协议的基础上，提出了MIL-STD-1553B总线接口控制器的总体设计方案。根据项目要求，本文完成了以下工作：

(1) 阐述MIL-STD-1553B总体设计与组成。

(2) 利用FPGA和VHDL语言实现曼彻斯特码编码、解码技术以及MIL-STD-1553B基本逻辑接口。

(3) 根据MIL-STD-1553B网络协议，利用ARM控制器编程，实现数据储存和总线协议，并满足远程终端、总线控制器、总线监视器的接口要求。

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zzjsyj201012018.aspx

授权使用：北京交通大学(北京交通大学)，授权号：b0b8f4a7-c04e-4d5c-b483-9ec900b4226f

下载时间：2011年4月18日