

# □经验交流□

```
PAddr = &Addr;
nErr = AdsGetLocalAddress( PAddr );
if( nErr )
    MessageBox( " Error: AdsGetLocalAddress" );
PAddr ->port = 801; //建立连接,这是固定的客户端口(801)
(5) 读取 TwinCAT PLC 数据
用到三个函数:
AdsSyncReadWriteReq //取得对应的 PLC 变量的句柄
AdsSyncReadReq //根据句柄读取变量的值
AdsSyncWriteReq //根据句柄设定变量的值
```

## 4 应用实例

运用混合编程来实现对水位的控制。在 TwinCAT PLC 程序里定义输入输出变量:

```
PROGRAM MAIN
VAR_INPUT
Input1 AT%IW1;INT;//实际液位的采样
END_VAR
VAR_OUTPUT
Output1 AT%QW1;INT;// 阀门输出控制量
END_VAR
```

在 VC + + 里面定义相同的变量:

```
char Input1[ ] = { "MAIN. Input1" };
char Output1[ ] = { "MAIN. Output1" };
端口初始化,头文件的添加,按照上面的步骤进行就可以了,重要的是对数据的读写操作。
```

读取与 PLC 对应的数据:

```
void CPIDControlDlg::ReadData( char addr[ ],short& data)
{
```

```
    char temp[20];
    strcpy( temp,addr );
    nErr = dsSyncReadWriteReq( pAddr, ADSIGRP_SYM_
HNDBYNAME,0x0,sizeof( iHdlVar ),
    &iHdlVar,sizeof( temp ),temp );
    nErr = AdsSyncReadReq( pAddr, ADSIGRP_SYM_
VALBYHND,iHdlVar,sizeof( data ),&data );
}
```

将 PID 计算出的数送给 PLC:

```
void CPIDControlDlg::WriteData( char addr[ ], short
data)
{
```

```
    char temp[20];
    strcpy( temp,addr );
    nErr = dsSyncReadWriteReq( pAddr, ADSIGRP_SYM_
HNDBYNAME,0x0,sizeof( iHdlVar ),
    &iHdlVar,sizeof( temp ),temp );
    nErr = AdsSyncWriteReq( pAddr, ADSIGRP_SYM_VAL-
BYHND,iHdlVar,sizeof( data ),&data );
}
```

控制界面,实时曲线,PID 控制算法都由 VC + + 编写程序来实现,而对现场设备的实时数据的采集与实施控制则通过 TwinCAT 来进行控制。

实验运行的结果如图 1 所示。

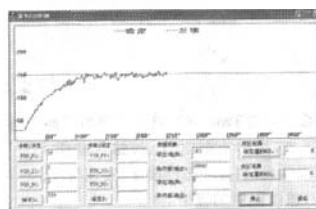


图 1 实验结果

## 5 小结

如何最大限度地利用现有软件开发平台,尤其是跨平台的综合运用,这将是工程技术人员值得思考的问题。充分高效地利用不同软件平台各自的优势,势必能有效缩短开发周期,提高系统性能,这对于工程项目的控制设计具有很大的帮助意义。本文针对一阶水位进行实时控制,对广大工程技术人员运用 TwinCAT PLC 结合 VC + + 开发提供了基本的办法,具有一定的帮助。□

### 参考文献

- [1] 王周益,刘继兴,柳长安. VC + + 与 MATLAB 混合编程研究及开发实例[J]. 计算机应用研究, 2006(5): 154 - 155.
- [2] 华中平,张立. TwinCAT 在电梯式立体车库中的应用[J]. 工业控制计算机, 2006(5): 6 - 8.
- [3] 德国倍福电气有限公司. TwinCAT PLC 编程手册[M]. 北京: 德国倍福电气有限公司北京代表处,2005.

作者简介:郑士富(1964—),副教授,主要从事控制理论与控制工程的研究;彭铭(1978—),在读硕士研究生,主要从事过程控制、模糊控制的研究。

收稿日期:2007 - 11 - 12

文章编号:1671 - 1041(2008)03 - 0110 - 03

# 基于 MATLAB 和单片机的数字滤波器的设计

郝宝根

(天津工业大学,天津 300160)

摘要:本文从 MATLAB 和单片机的角度,实现了数字低通滤波器的设计。本设计搭建了以单片机为核心的硬件电路,通过 MATLAB 工具箱来设计数字低通滤波器,得到滤波器的系数,而后在单片机中编写汇编程序,用 Proteus 实现信号的仿真。

关键词:FIR 滤波器;MATLAB;Proteus 仿真;单片机  
中图分类号:TP274 + .2 文献标识码:B

近些年,数字信息处理技术得到了快速发展。现如今,数字信号处理在通信与信息系统、信号与信息系统、自动控制、雷达、军事、航空航天、医疗和家用电器等众多领域得到了广泛的应用。在数字信号处理应用中,数字滤波器占有十分重要的地位并已获得广泛应用。其中有限脉冲响应(Finite Impulse Response)数字滤波器能够提供线性相位特性,经常应用于语音

和数据传输中。FIR 数字滤波器具有稳定性强、线性相位响应、精度高、实现结构简单以及噪声较容易控制等优点。<sup>[1]</sup> 本文设计的是一种 FIR I 型数字低通滤波器,可以用在心电监测系统中,滤除 150Hz 以上信号。

## 1 设计思路

本文要设计的滤波器是有限冲激响应的低通滤波器,采样频率是 1000Hz,通带频率 150Hz,截止频率是 200Hz,31 阶低通 FIR 滤波器。

数字滤波器的设计方法有很多种,本文利用 MATLAB 和高性能的单片机对数字滤波器进行了设计。利用 Matlab 的信号处理工具箱完成了滤波器的设计,并对其进行了频谱分析;然后在单片机中进行汇编语言的编程,调试成功后,利用 Proteus 实时动态仿真单片机,并实时地观测到仿真结果。图 1 为数字滤波器的原理框图。

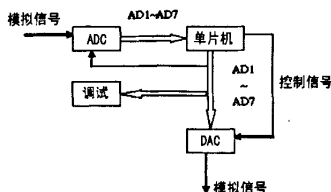


图1 原理框图

在图 1 中,各部分的作用及所采用的器件为:

(1)ADC: 将上一级的模拟信号转化为数字信号,送入下一级。

本次设计采用的器件是 ADC0808 数据采集器,它是一种 CMOS 类型的单片集成电路,包含一个 8 位的模拟到数字的转换器,8 通道的复用器和兼容的微控制器逻辑单元。这种 8 位的模拟/数字转换器运用连续的近似值来做转换。这个转换器采用阻抗断路器稳定比较器,将模拟电压输入值分为 256 个等级,此外还包含了一个连续近似值的寄存器。8 通道的复用器可以直接访问 8 个模拟信号端中的任何一个。复用器地址输入锁存、解码和 TTL 三态输出可以十分容易的提供微控制器的接口。<sup>[2]</sup>

(2)单片机:单片机从 ADC 获得数字信号,在单片机程序中实现 FIR 滤波器,对信号进行滤波,再将滤波后的结果输入 DAC。

本次设计中所采用的 CPU 为 ATMEL 公司生产的 8 位 FLASH 单片机系列中的 AT89C52。AT89C52 是一种低功耗/低电压、高性能的 8 位单片机,它是 ATMEL 公司在 AT89C51 的基础上,存储容量、定时器和中断能力等得到改进的型号。<sup>[3]</sup>

(3)DAC: 将从单片机得到的滤波后的数字信号,转变为模拟信号,送入下一级。

本次设计采用的是 DAC0808 数模转换器。<sup>[2]</sup>

## 2 用 MATLAB 设计 FIR 滤波器

用 MATLAB 设计 FIR 滤波器有很多方法,包括窗函数方法、多带方法、最小二乘法、任意响应法和余弦法等。本文采用的是窗函数法。窗函数法设计线性相位 FIR 滤波器步骤如下:

(1)确定数字滤波器的性能要求,临界频率( $\omega_c$ ),滤波器单位脉冲响应长度  $N$ 。

(2)根据性能指标的要求,合理选择单位脉冲响应  $h(n)$  的奇偶对称性,从而确定合理频率响应  $H_d(e^{j\omega})$  的幅频特性和相频特性。

(3)求理想单位脉冲响应  $h_d(n)$ ,在实际计算中,可对  $H_d$

( $e^{j\omega}$ ) 按  $M$  ( $M$  远大于  $N$ ) 点等距离采样,并对其求 IDFT 得到  $h_M(n)$ , $h_M(n)$  代替  $h_d(n)$ 。

(4)选择适当的窗函数  $w(n)$ ,根据  $h(n) = h_d(n) w(n)$  求所需设计的 FIR 滤波器单位脉冲响应。

(5)求  $H(e^{j\omega})$ ,分析其幅频特性,若不满足要求,可适当改变窗函数形式或长度  $N$ ,重复上述设计过程,直到得到满意的效果。

窗函数的傅氏变换  $W(e^{j\omega})$  的主瓣决定了  $H(e^{j\omega})$  在通带和阻带范围内波动幅度。<sup>[4]</sup> 图 2 为在 MATLAB 中设计数字低通滤波器的界面。

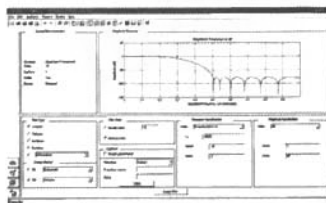


图2 FIR 滤波器的设计界面

FIR 滤波器的参数设置为:

(1)模块选择:本设计实现的是一个数字低通滤波器,故在 Filter Type 中选择 Lowpass,在 Design Method 中选择 FIR,由于本滤波器是利用窗函数设计的,故在 FIR 中选择 Window。

(2)归一化后的通带和阻带的设置:本次设计的滤波器是有限冲激响应的低通滤波器,采样频率是 1000Hz,通带频率 150Hz,截止频率是 200Hz,通带衰减是 1,阻带衰减为 60 的 31 阶低通 FIR 滤波器。根据条件,归一化后,通带  $w_{pass}$  为 0.15,阻带  $w_{stop}$  为 0.2。

## 3 程序流程图

本设计中单片机内部程序的总流程图如图 3 所示。

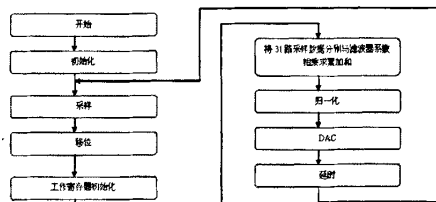


图3 总流程图

为使它能成功地完成预期的功能,采样部分和相乘累加和部分也分别设计了流程图,编写了程序。

## 4 Protues 仿真结果

本设计利用 Proteus 软件来仿真单片机的运行。Proteus 是一个可仿真和制板的软件,主要包含 ARES 和 ISIS 两个部份。ARES 的主要功能是制作 PCB 线路板。ISIS 的主要功能是制作原理图和仿真,ISIS 是目前比较流行的用于电路仿真软件,它不但支持模拟电路仿真,而且还能支持目前非常流行 PIC、51、AVR、ARM 等单片机及其外围电路的仿真。ISIS 最大的特点是可以实时动态仿真单片机实时观测到结果。<sup>[5]</sup> 本设计利用 Proteus 动态仿真单片机,可以实时看到仿真结果。

根据参数设置和流程图编写 FIR 低通滤波器程序,在 proteus 上进行仿真调试运行,利用观察窗口可以看到如图 4 的结果。

本设计是将 CH1 通道介入的输入信号进行滤波,滤波结果从 CH2 输出,从图中可以得出,输入信号的低频部分通过了滤波器,而高频部分则成功的被滤除掉,成功地实现了滤波。

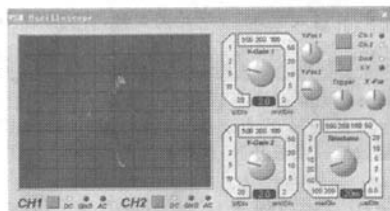


图4 proteus 仿真结果

## 5 结束语

本文通过运用 MATLAB 和单片机的相关知识,成功地实现了数字低通滤波器的设计。数字滤波器的优点在于精度高、可靠性高、灵活性高,便于大规模集成,很容易实现准确的线性相位的滤波器响应。随着大规模集成技术进一步发展,

它将更广泛的应用到各个领域中去。□

## 参考文献

- [1] 刘顺兰,吴杰编著. 数字信号处理. 西安:西安电子科技大学出版社,2003.
- [2] 徐建军. MCS-51 系列单片机应用及接口技术. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [3] 王幸之,钟爱琴,王雷,王闪. AT89 系列单片机原理与接口技术. 北京:航空航天大学出版社,2004.
- [4] 范影乐,杨胜天,李跃. MATLAB 仿真应用详解. 北京:人民邮电出版社,2001.
- [5] 王海文,周欢喜. 用 Proteus 实现 51 单片机的动态仿真调试. 科技经济市场,2007,(6)

作者简介:郝宝根(1984-),男,天津工业大学本科生,主要研究方向:电子信息工程。

收稿日期:2008-01-28(8033)

文章编号:1671-1041(2008)03-0112-02

# 交直流大电流自动测量系统研制

苏 番

(92493 部队 89 分队,辽宁葫芦岛 125000)

摘要:本文介绍了采用双线圈补偿电流检测装置的交直流电流自动化测量系统。简述了其基本原理,分析了整套测量系统的测量不确定度,介绍了实现系统自动化测量系统的软件设计。系统的电流测量范围为 0~600A,测量不确定度为  $5 \times 10^{-4}$ 。

关键词:双线圈补偿;自动化测量系统;虚拟仪器技术

中图分类号:TB971 文献标识码:B

## 1 引言

各领域直流大电流设备不断增多,这些设备的电流量值覆盖几十安培乃至几百安培不等,对这些设备的量值进行准确测量十分重要。一些发达国家的国家计量机构和国外一些著名的校准实验室已经建立了比较全面的电流计量基准、标准体系。而我国目前直流大电流的计量能力无论从电流量值范围,还是从计量准确度来看都不能满足这些需要。因此,迫切需要研制大电流测试标准及检定系统。

## 2 测量原理

交直流电流自动化测量系统的设计思想是:利用计算机数字技术和模拟电子元件的最新发展和电流测试技术的新水平实现对 600A 电流的测试。

本系统原理框图如图 1 所示。

交直流电流检测装置采用双线圈补偿零磁通检测技术进行设计。电流检测装置的采样信号经过电子电路处理后,转换为与被测电流成线性关系的测试信号,经过高精度采样电路传给计算机上运行的测试软件构成 600A 电流的测量系统。

### 2.1 双线圈补偿电流检测装置的研制

为满足本课题的设计要求,需要电流传感器的指标达到万分之一,甚至更高。常用电阻传感器在 600A 电流时,热效应和温度影响太大,而霍尔传感器的长期稳定度只在千分之一左右,温度系数约万分之一,不能满足上述领域的使用要求。本系统利用新的零磁通检测技术,采用双探测线圈,构成了零磁通检测器,消除调制波在被测线圈上产生感应电流而影响被测电流的现象,在理想情况下,使得两线圈上的调制信

号在被测线圈上产生的感应电流大小相等、方向相反而抵消。

基于零磁通电流检测原理设计该双线圈电流检测装置,其原理图如图 2 所示。

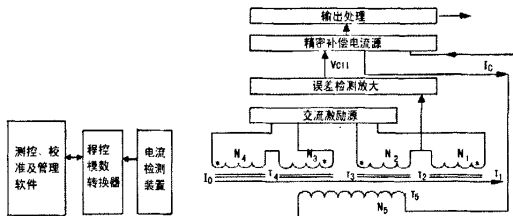


图1 系统原理框图

图2 电流检测装置的原理图

该双线圈电流检测装置主要由 4 只高导磁率、磁特性一致的磁环以及相应的处理单元电路组成。其中,  $I_c$  是由高精度参考电流源提供的;  $N_1 \sim N_4$  分别是绕在 4 只磁环上的激励绕组,  $N_5$  是绕在 4 只磁环上的补偿绕组。

该装置的基本原理由上面分析可知,交流激励源提供两组相位相差  $90^\circ$  的电压  $V(t)$  激励  $N_1 \sim N_4$ , 并维持磁芯  $T_1, T_2$  上产生磁通为零。当被测直流电流  $I_0$  流经探头时,在磁芯  $T_1, T_2$  上产生直流磁通,该磁通产生的误差,利用检波及误差处理后,转化为一直流误差电压信号  $V_{em}$ , 此信号经放大后控制精密补偿电流源产生补偿电流  $I_c$ , 反馈到补偿线圈  $N_5$ , 以抵消由  $I_0$  在磁芯  $T_1, T_2$  上产生的磁通,使直流磁通  $B_0 \rightarrow 0$ , 从而使检波及误差放大电路输出的误差信号减小,结果使  $I_0, I_c$  在磁芯  $T_1, T_2$  上产生的磁通量达到平衡,即:  $I_0 = N_5 \times I_c$ 。图 2 的输出处理单元将平衡后的补偿电流信号转换放大为与被测大电流成线性的电流信号,作为标准的反馈信号,本装置对应 0~600A 的被测电流产生 0~400mA 的反馈电流,解决了高精度大电流标准研制的一个关键性问题。

### 2.2 程控模数转换器

双线圈补偿电流检测装置产生的模拟信号经高精度程控模数转换器实时采集,送入计算机进行数据处理存储。

# 基于MATLAB和单片机的数字滤波器的设计

作者: [郝宝根](#)  
作者单位: [天津工业大学, 天津, 300160](#)  
刊名: [仪器仪表用户](#)  
英文刊名: [INSTRUMENTATION CUSTOMER](#)  
年, 卷(期): 2008, 15(3)  
引用次数: 1次

## 参考文献(5条)

1. [刘顺兰, 吴杰](#) [数字信号处理](#) 2003
2. [徐建军](#) [MCS-51系列单片机应用及接口技术](#) 2003
3. [王幸之, 钟爱琴, 王雷, 王闪](#) [AT89系列单片机原理与接口技术](#) 2004
4. [范影乐, 杨胜天, 李铁](#) [MATLAB仿真应用详解](#) 2001
5. [王文海, 周欢喜](#) [用Proteus实现51单片机的动态仿真调试](#)[期刊论文]-[科技经济市场](#) 2007(6)

## 相似文献(10条)

1. 学位论文 [王君安](#) [软件无线电中FIR滤波器的Matlab设计及FPGA实现](#) 2006

软件无线电作为一种新的无线通信概念和体制,近年来随着3G标准的提出,日益受到国内外相关通信厂商的重视。尤其是基于软件无线电和智能天线技术的TD-SCDMA作为通信史上第一个“中国标准”,有望扭转多年来我国移动通信制造业的被动局面,是实现信息产业腾飞的一个绝佳机会。软件无线电使得通信体制具有很好的通用性、灵活性和可配置性,并使系统互联和升级变得容易。本文以软件无线电中的FIR滤波器为线索,贯穿了信号重构、多抽样率信号处理、积分梳状滤波器等理论分析,重点阐释了FIR滤波器的设计方法及滤波器的FPGA实现等技术问题。本文首先针对软件无线电中的多抽样率信号处理理论进行了讨论和分析。讨论了软件无线电中如何实现整数倍抽取、整数倍内插、分数倍抽样率变换,并分析了网络结构的等效变换、多相滤波及积分梳状滤波器的设计理论。紧接着重点阐述了软件无线电中FIR滤波器的设计理论,包括窗函数法、频率抽样法及等纹波法。分析了各种设计方法所能达到的性能指标及优缺点,并结合工程实例给出了相关的Matlab程序。并对FIR滤波器结构的选择及系数字长的确定等问题进行了分析。此外,也介绍了在Matlab进行辅助设计时一些常用函数和命令的用法。本文选用FPGA来实现中频软件无线电, FPGA与参数化ASIC、DSP比较有很多优势,它不但在功耗、体积、成本方面优于参数化ASIC、DSP,而且处理效率高、现场可编程性能良好。不同于DSP的单流处理方式, FPGA是多流并行处理,这种处理方式使FPGA能完成DSP难以实现的许多功能。在简单介绍了FPGA的一般原理,以及FPGA设计中的关键技术和在信号处理中的设计原则以后,重点介绍了FIR滤波器的FPGA实现方法。提出了分布式算法、加法器网络法以及分段FIFO等实现方法。最后,提出了一种QuartusII与MATLAB联合仿真的方法。此方法能够直观的检验滤波器的滤波效果,提高设计效率。并结合工程实例详尽的介绍了FIR滤波器的设计开发流程。

2. 期刊论文 [梁静](#) [数字FIR滤波器的MATLAB设计和仿真](#) -[现代机械](#)2003(6)

本文介绍了数字滤波器的设计基础及用频率取样法设计FIR滤波器的方法,运用MATLAB语言实现了低通滤波器的设计以及用Simulink仿真实现其具体结构。

3. 期刊论文 [杨大柱](#) [MATLAB环境下FIR滤波器的设计与仿真](#) -[电子技术应用](#)2006, 32(9)

数字滤波技术是数字信号处理的一个重要组成部分,滤波器的设计是信号处理的核心问题之一。根据FIR滤波器的原理,提出了FIR滤波器的窗函数设计法,并对常用的几种窗函数进行了比较,给出了在MATLAB环境下,用窗函数法设计FIR滤波器的过程和设计实例。仿真结果表明,设计的FIR滤波器的各项性能指标均达到了指定要求,设计过程简便易行。该方法为快速、高效地设计FIR滤波器提供了一个可靠而有效的途径。

4. 期刊论文 [潘永才, 王子旭, 游治, 黄汉华, 傅俊菁](#) [数字FIR滤波器的MATLAB设计](#) -[半导体技术](#)2001, 26(8)

介绍了数字滤波器的设计基础和利用窗函数设计FIR滤波器的方法,运用MATLAB语言实现了带阻和低通FIR滤波器的设计与仿真。

5. 期刊论文 [陈长秀, 樊建海](#) [基于Matlab的FIR滤波器的设计](#) -[总裁](#)2008(8)

传统的数字滤波器设计主要依靠理论公式推导,得出相关参数,而对利用这些参数设计的滤波器的真实效果没有感性认识,从而无法对参数进行进一步优化。针对上述情况,提出了一种使用Matlab实现FIR(有限冲击响应)滤波器的设计方案,结合实例介绍了滤波器的设计流程,给出了设计步骤的一般步骤。此方法便于优化设计参数,提高设计效率和成功率。

6. 期刊论文 [李寿柏, 胡业林, LI Shou-Bai, HU Ye-Lin](#) [MATLAB在FIR滤波器设计中的应用](#) -[机电工程技术](#)

2007, 36(12)

数字滤波器作为数字信号处理的基本组成构件,如何设计滤波器在数字信号处理中有着重要意义。本文根据FIR滤波器的原理,提出了在MATLAB环境下采用等波纹最佳一致逼近法(Parks-McClellan最优法)的FIR滤波器的设计。文中给出了设计实例,仿真结果表明设计的各项性能指标均达到了指定要求,设计过程简便易行。

7. 期刊论文 [范晓东, 蔡德林, 桂岳, 梁本仁](#) [32阶FIR滤波器的FPGA实现](#) -[现代电子技术](#)2009(21)

阐述了有限冲击响应(FIR)低通滤波器的窗函数设计方法,利用并行分布式算法在现场可编程门阵列上实现了32阶FIR低通滤波器。采用Altera公司中Stratix系列芯片内部的ROM实现了一种基于查找表结构的FIR数字滤波器,从而将卷积运算变换成一种查表后的加法运算,提高了运算速度,节省了逻辑单元。仿真结果表面,基于并行分布式算法的FIR滤波器最大处理速度可以达到200 MHz。

8. 期刊论文 [王永安, 宋志安, 李佳](#) [基于Matlab的数字FIR滤波器设计](#) -[山东科技大学学报\(自然科学版\)](#)2004, 23(4)

介绍了有限冲击响应数字滤波器的设计和利用窗函数设计FIR滤波器的方法,以及运用Matlab语言实现低通FIR滤波器的设计。

9. 期刊论文 [杜德, 李小文, DU De, LI Xiao-wen](#) [TD-SCDMA中FIR滤波器的DSP实现](#) -[通信技术](#)2008, 41(9)

文中首先说明了TD-SCDMA标准中对FIR滤波器的性能要求。同时以TD-SCDMA中的FIR滤波器为例,说明了数字滤波器的基本原理,讨论了如何应用MATLAB进行数字滤波器的设计,以及数字滤波器的DSP实现的基本思想,在实现过程中与MATLAB的结合。针对TI公司TM320C55X系列芯片进行汇编语言设计,平衡了设计精度和存储空间的要求,具有占用存储空间少,运行速度快的优点,更好地适应实时滤波的场合。

10. 期刊论文 [陶国彬](#). [张秀艳](#). [任玉霞](#). [TAO Guo-bin](#). [ZHANG Xiu-yan](#). [REN Yu-xia](#) [FIR滤波器的等波纹最优化设计](#) - [大庆石油学院学报](#)2007, 31 (6)

介绍一种基于MATLAB的数字FIR滤波器设计方法—切比雪夫等波纹逼近法. 比较了窗函数设计法、频率采样设计法和切比雪夫等波纹逼近法在设计数字FIR滤波器中的性能差异. 应用MATLAB进行仿真实验, 证明了切比雪夫等波纹逼近法的可行性与优越性.

#### 引证文献(1条)

1. [何兴华](#) [数字程控滤波器的设计](#)[期刊论文]-[安庆师范学院学报（自然科学版）](#) 2009 (1)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_yqbyh200803065.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_yqbyh200803065.aspx)

下载时间: 2010年1月2日