



# 基于DSP的数字滤波的仿真和实现



## 今天的内容

- ✓ 数字滤波的基本原理
- ✓ 数字滤波的MATLAB仿真
- ✓ 基于DSP的数字滤波的软件实现
- ✓ 基于DSP的硬件系统
- ✓ 基于硬件系统的数字滤波实现

FAR  IGH T



# 第一部分

## 数字滤波的基本原理

FAR SIGHT

# 数字滤波器的设计

## 1 滤波器的应用对象

频率估计，去噪，信号处理

## 2 滤波器的设计要求

指标（理论和实际）

阶数，转折频率，纹波系数等

## 3 滤波器的设计

高级语言，汇编语言

## 4 滤波器的实现

软件调试，硬件调试

**FAR**  **IGHT**

## ✓ 滤波器的设计要求

设计滤波器对信号频率为100Hz, 250Hz, 270Hz的三正弦信号, 采样频率为600Hz, 要求滤去200Hz以上的信号成分。



远见品质

## 设计思路

**✓1. 低通滤波器**

**✓2. 不需要很高的阶数**

**FAR****IGHT**



远见品质

## 设计思路

- ✓ 1. 定指标
- ✓ 2. 确定滤波器的系数
- ✓ 3. 设计程序
- ✓ 4. 调试

FAR SIGHT

✓设计一个3阶低通切比雪夫滤波器将信号源中频率为200Hz以上的信号滤掉，留下频率为100Hz的信号频率，达到滤波的效果。





## 第二部分

# 数字滤波的MATLAB仿真

**FAR** **IGHT**

- ✓ 1. 在Matlab语言中确定滤波器的各种参数
- ✓ 2. 将Matlab语言转换成通用语言形式
- ✓ 3. CCS中编写实际模拟运行的程序，采用DSP语言（C54xx和C6x）
- ✓ 4. 在硬件系统中调试程序

- ✓ MATLAB由于具有数值计算功能、符号计算功能、数据可视化功能、建模仿真可视化功能使得在命题构思、模型建立、仿真研究、假想验证、数据可视化各个环节有着非凡的功能。
- ✓ 使用MATLAB中的Cheby1型函数。下面是在MATLAB中设计的低通IIR型切比雪夫滤波器程序

# MATLAB程序

```

✓ N=256;           数据点数
✓ fs=600;          采样频率
✓ dt=1/fs;
✓ for k=1:N;
✓   f1=100; f2=250; 信号频率
✓
   y(k)=sin(2*pi*f1*k*dt)+sin(2*pi*f2*k*dt)+0.5*sin(2*pi*(f2
   +20)*k*dt);
✓ end
✓ lp=200;           截止频率
✓ wn1=2*lp/fs;      函数的参数
✓ [z1,p1,k1] = CHEBY1(2,0.5,wn1);滤波器的极零点表示
✓ [b1,a1] = CHEBY1(2,0.5,wn1);滤波器的传递函数表示
✓ b1=b1/(8*1.0711); 将参数按比例缩小
✓ a1=a1/(8*1.0711); 为了DSP做准备, MATLAB中不需要
    
```

**FAR** **IGHT**

## MATLAB程序

✓ `yy1=filter(b1,a1,y);`

✓ `y=fft(y,N);`

✓ `pyy=y.*conj(y);`

✓ `f=(0:(N/2-1));`

✓ `figure(1);`

✓ `plot(f,pyy(1:N/2))`

✓ `y=fft(yy1,N);` 将滤波后数据做功率谱分析

✓ `pyy=y.*conj(y);`

✓ `f=(0:(N/2-1));`

✓ `figure(2);`

✓ `plot(f,pyy(1:N/2))`

滤波

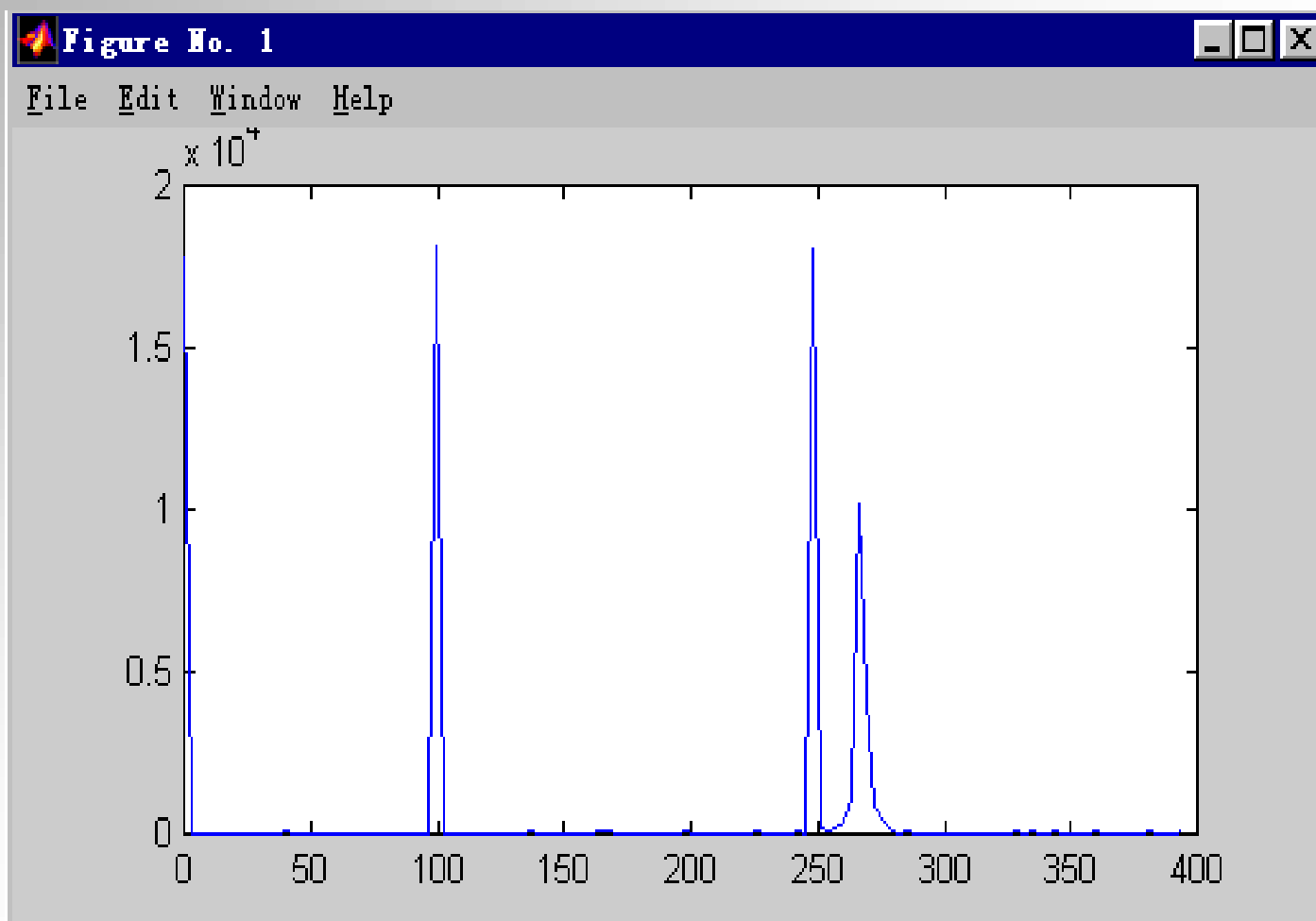
将信号做FFT变换

做功率谱分析

FAR  IGH T

远见品质

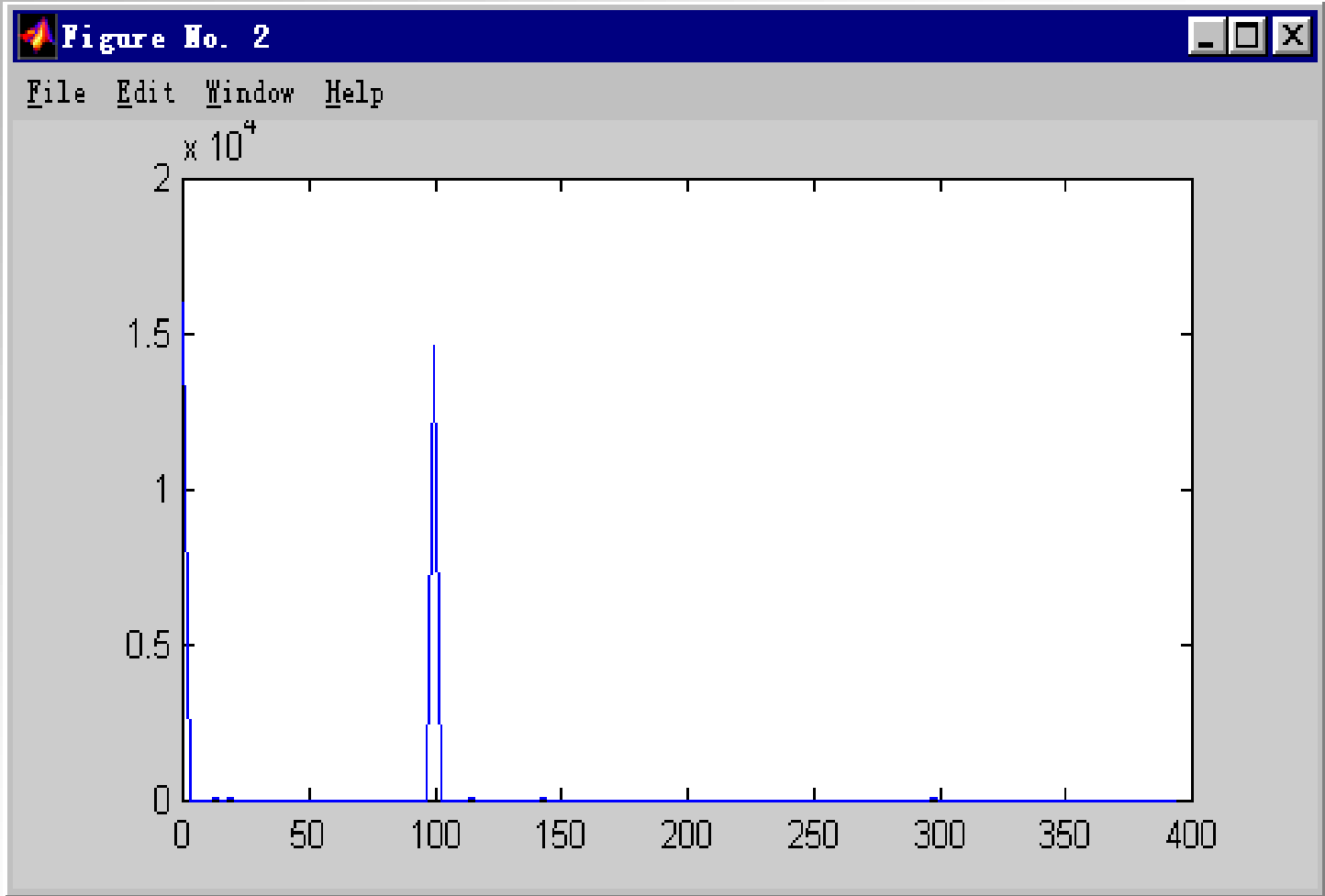
## 滤波前的信号



**FAR**IGHT

远见品质

## 滤波后的信号



**FAR** *S* **IGHT**



远见品质

✓ 滤波器设计的第一步，参数选择已经完成。

✓ 紧接着，做一些必要的程序转换

FAR SIGHT



- ✓ 将一些Matlab中的函数替换成简单的形式
- ✓ 将原来的filter函数去掉，自己编写一段函数，使其功能与filter函数的功能是等同的，为了方便程序从MATLAB的平台转换到DSP汇编的平台上。

✓  $Y = \text{FILTER}[B, A, X]$  是以  $B, A$  系数对  $X$  输入进行滤波，以得到输出  $Y$ ，它是由如下的数学表达式执行滤波功能，表达式如下：

$$\begin{aligned} \text{✓ } a(1)*y(n) = & b(1)*x(n) + b(2)*x(n-1) + \\ & + \dots + b(nb+1)*x(n-nb) \\ & - a(2)*y(n-1) - \dots - a(na+1)*y(n-na) \end{aligned}$$

## 程序变换

✓ 可以编写一个for循环来实现上面的表达式，在上面程序中去掉`yy1=filter(b1,a1,y)`，加入如下程序：

✓ `yy1(1)=0;`

✓ `yy1(2)=0;`

✓ `b(1)=0.0625; b(2)=0.1250; b(3)=0.0625;`

✓ `a(1)=0.1167; a(2)=0.1033; a(3)=0.0448;`

✓ `n=254;`

✓ `for i=1:n`

✓ `yy1(i+2)=0.5*y(i+2)+y(i+1)+0.5*y(i)-`  
✓ `0.83*yy1(i+1)-0.36*yy1(i);`

✓ `end`

**FAR****IGHT**



## 第三部分

# 基于DSP的数字滤波的软件实现

**FAR****IGHT**

## ✓ 1. 待滤波数据的产生

```
.global inputdata  
inputdata .word 21315
```

## ✓ 2. 初始化数据的输入

```
b1 .set 1456H ; b1=0.1589  
b2 .set 3D07H ; b2=0.4768
```

## ✓ 3. 滤波器程序

远见品质

## C54xx滤波器代码

```
✓ STM #DATA_SIZE,BRC
✓ RPTB filter_end-1
✓ MVDD *ORIGIN+,*INPUT
✓ RPT #K_B-1-1
✓ MAR *INPUT-0%
✓ MPY *INPUT+0%,#b4,B
✓ LD B,A
✓ MPY *INPUT+0%,#b3,B
✓ ADD B,A
✓ MPY *INPUT+0%,#b2,B
✓ ADD B,A
✓ MPY *INPUT+0%,#b1,B
✓ ADD B,A
✓ MPY *FILTER+0%,#a3,B
✓ ADD B,A
✓ MPY *FILTER+0%,#a2,B
✓ ADD B,A
✓ MPY *FILTER+0%,#a1,B
✓ ADD B,A
✓ STH A,*FILTER-0%
✓ STH A,*OUTPUT+
✓ MAR *FILTER-0%
✓ filter_end : NOP
```

```
; 设置块循环计数器
; 头3个值直接通过
; b1,b2,b3, b4的个数
; 调整输入到相应位置
; B=b4*x(i)
; B=b3*x(i+1)
; B=b2*x(i+2)
; B=b1*x(i+3)
; y(x+3)=A
; B=y(i)*a3
; A=A+B
; B=y(i+1)*a2
; A=A+B
; B=y(i+2)*a1
; y(x+3)=A+B
; 为下一次滤波保存数据
; 输出数据到OUTPUT的下一个单元
; 调整滤波器到相应位置
```

**FAR**  **IGHT**

远见品质

## C6x滤波器代码

```
✓ FILTER_LOOP:
✓     LDW  *ORIGIN++,A4           ; 第1个源数据送到A4
✓     LDW  *ORIGIN++,A5           ; 第2个源数据送到A5
✓     LDW  *ORIGIN++,A6           ; 第3个源数据送到A6
✓     LDW  *ORIGIN--(8),A7        ; 第4个源数据送到A7, 修改指针到第2个源数据, 为下一次滤波作准备
✓
✓     LDW  *OUTPUT++,A8           ; 第1个输出数据送到A8
✓     LDW  *OUTPUT++,A9           ; 第2个输出数据送到A9
✓     LDW  *OUTPUT++,A10          ; 第3个输出数据送到A10
✓     MPY  A4,coffb4,B9           ; 开始做滤波的乘法, 并将结果累加
✓     MPY  A5,coffb3,B10
✓     MV   B9,A0
✓     ADD  B10,A0,A0
✓     MPY  A6,coffb2,B9
✓     MPY  A7,coffb1,B10
✓     ADD  B9,A0,A0
✓     ADD  B10,A0,A0
✓     MPY  A8,coffa3,B9
✓     MPY  A9,coffa2,B10
✓     ADD  B9,A0,A0
✓     ADD  B10,A0,A0
✓     MPY  A10,coffa1,B9
✓ [B0] B   FILTER_LOOP           ; 判断是否完成252个数据的滤波
✓     ADD  B9,A0,A0               ; 此时A0为一次滤波的结果
✓     SHR  A0,16,A0              ; 将A0右移16为, 取其高16位
✓     STW  A0,*OUTPUT--(8)        ; 将滤波结果送到输出数据, 并将输出数据指针调整到下一个滤波位置
✓ [B0] SUB  B0,1,B0
```

**FAR****IGHT**

- ✓ 1. 待滤波数据的产生
- ✓ 2. 初始化数据的输入
- ✓ 3. 滤波器程序
- ✓ 4. 编写相关文件
- ✓ 5. 查看运行结果





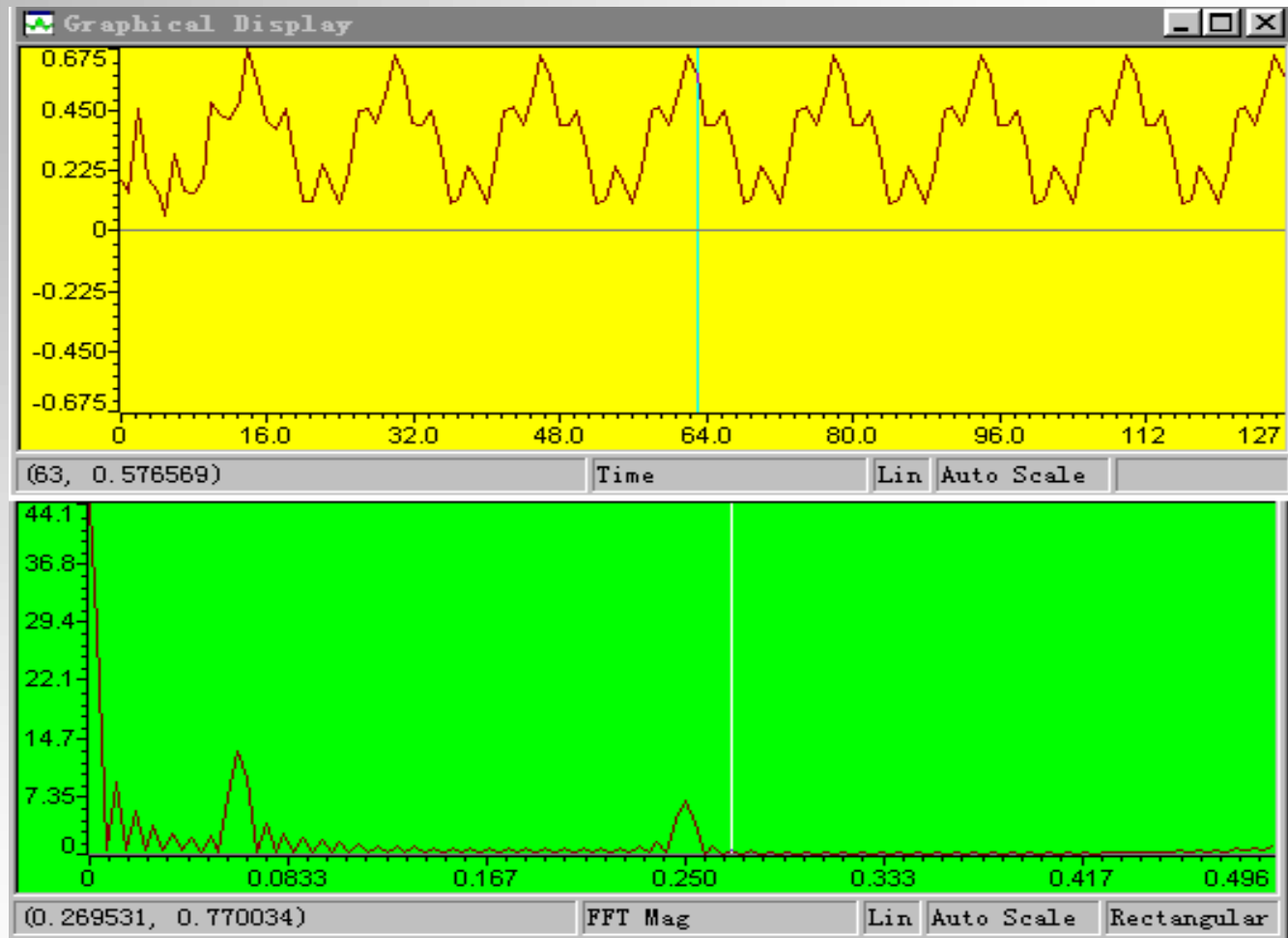
软件编程

✓ 利用CCS的图像功能

FAR SIGHT

远见品质

## 软件编程



**FAR**  **IGHT**



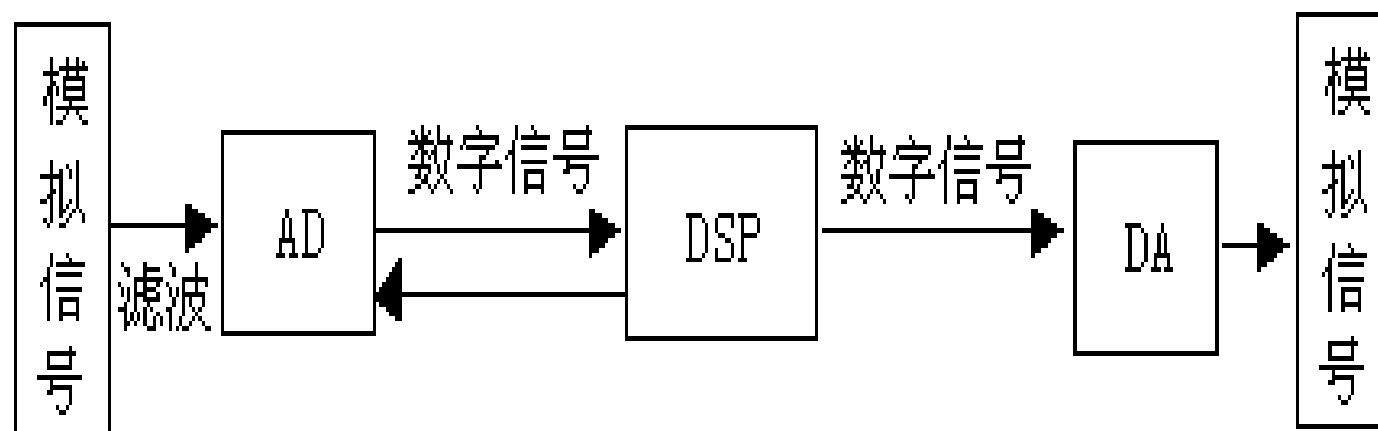
## 第四部分

### 基于DSP的数字滤波的硬件系统

**FAR****IGHT**

远见品质

## 硬件组成



**FAR***S***IGHT**



## 第五部分

### 基于DSP的数字滤波的硬件实现

**FAR***S***IGHT**



远见品质

## 硬件实现

采样频率的选取，

过采样（过饱和），欠采样

抽取滤波器，插值滤波器

FAR SIGHT



远见品质

## 硬件实现

✓ 计算时间的要求

✓ 线性相位的要求

FAR SIGHT



远见品质

## 其他滤波器

- ✓ 自适应滤波器的设计
- ✓ 自适应陷波器的设计
- ✓ 卡尔曼滤波器的设计
- ✓ 小波滤波器的设计
- ✓ 混沌滤波器的设计

FAR SIGHT





远见品质

## 华清远见DSP相关培训课程

- ✓ DSP开发高级项目实战班
- ✓ C5000DSP系统开发培训班
- ✓ C6000DSP系统开发培训班
- ✓ DSP/FPGA信号处理系统设计班
- ✓ 视频压缩技术与MPEG标准班

**FAR****IGHT**

远见品质

让我们一起讨论！



FAR SIGHT



FAR SIGHT

The success's road

[www.farsight.com.cn](http://www.farsight.com.cn)

谢谢！