

# MATLAB EXPO

超越芯片-MATLAB辅助加速原型系统面市

孟黎波 – [Libo.Meng@analog.com](mailto:Libo.Meng@analog.com)  
ADI



## ADI

- Intro

## 综合考量

- 加快芯片产品上市时间的影响要素：
- 关键路径 – Critical Path

## 应用举例

- 可行性分析举例 – 互干扰，人眼安全，散粒噪声
- 可行性分析举例 – 离散采样保持电路传输函数
- 设计辅助举例 – CT  $\Sigma$ - $\Delta$  ADC 数字滤波器设计

## 迭代优化

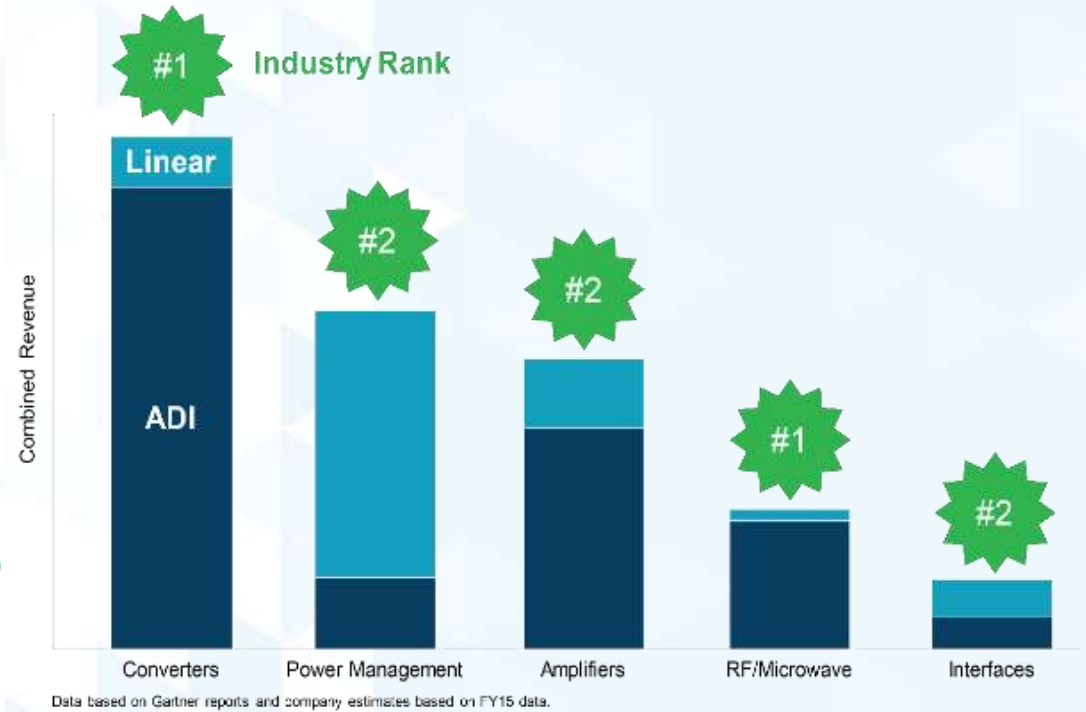
- 芯片性能分析及原型机系统
- 一站式带来的额外优势

## 体会分享

# ADI是一个承诺创新的公司

创立	1965
总部	马萨诸塞州诺伍德
员工	~15,000
国家/地区	20+
产品	~45,000 SKU
客户	125,000
上市	纳斯达克交易代码: <b>ADI</b> 标普500指数和纳斯达克100指数成份股
设计中心	全球45 (中国在北京、上海、杭州)
全球制造	美国马萨诸塞州、加利福尼亚州、 华盛顿、爱尔兰、菲律宾

获得4700余项专利，  
过去10年中研发投入达40亿美元。



# ADI希望做在现实与数字世界之间架起桥梁的领导者



检测



测量



连接



电源



解译



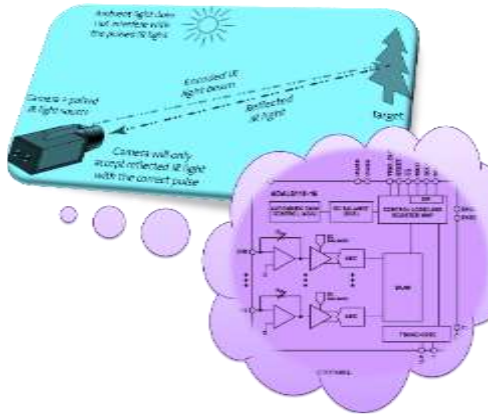
安全

# 综合考量

项目开始前对全局的宏观推演和对关键节点的洞察

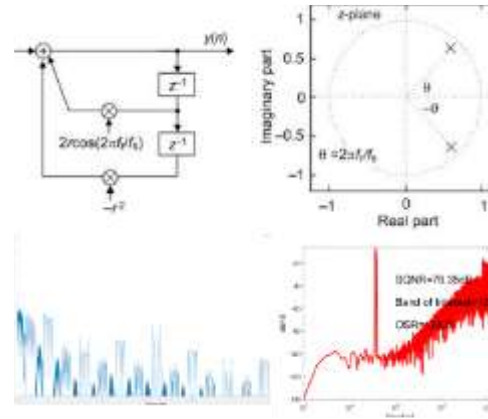
# 加快芯片产品上市时间的影响要素：

## 项目前期



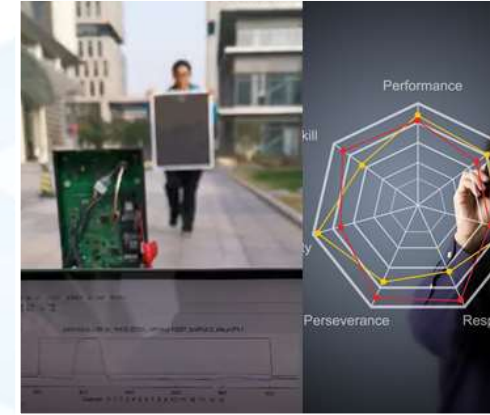
- 基于物理原理的可能性验证,
- 结合现有数模电路的可行性验证,

## 中期



- 设计指标甄选、
- 功能和性能验证,

## 后期



- 产品测试,
- 原型机系统联调,
- 实地性能分析
- 和深入的数据算法优化

# 关键路径 – Critical Path



选择MATLAB辅助设计

# 应用举例

ADAL6110-16, ADI首款LSP产品  
在各阶段的应用MATLAB辅助设计的案例

myanalog

16-Channel, LIDAR Signal Processor ✓ 预发布

## ADAL6110-16

概览
文档
设计资源
支持与讨论
样片申请及购买

英文数据手册 Rev. Sp0  
(产品技术资料帮助)

### 概览

优势和特点
产品详情

- 16-channel, LIDAR signal processor
- Frame rates up to 1.9 kHz at 50 MHz SPI clock
- Automatic gain control
- DC balance
- Ambient light cancellation
- Independent channel configurability
- Programmable timing controls

- Low power operation: <375 mA typical current consumption
- Low voltage supply: 1.8 V typical and 3.3 V typical
- Low data processing overhead
- 4-wire SPI
- 7 mm × 7 mm, 48-lead LFCSP

### 产品分类

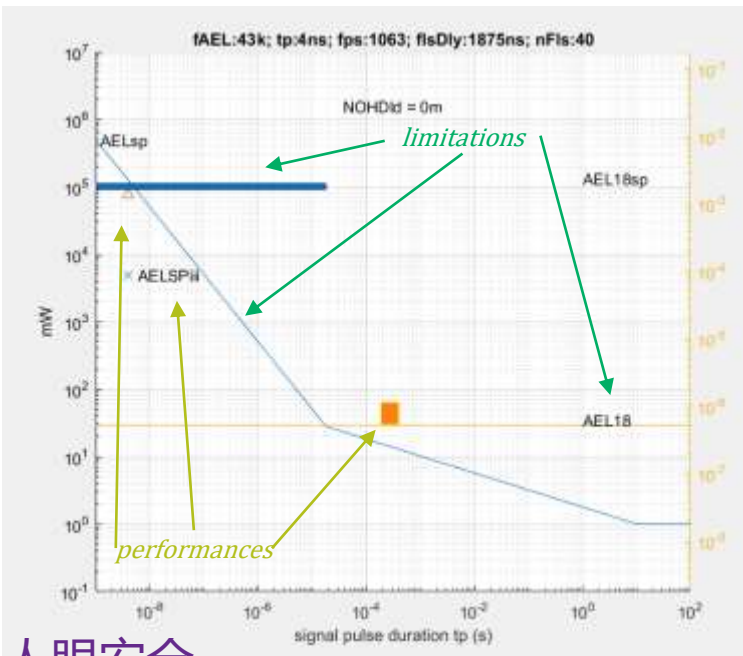
光通信和光学传感  
光学混合信号器件

### 领域

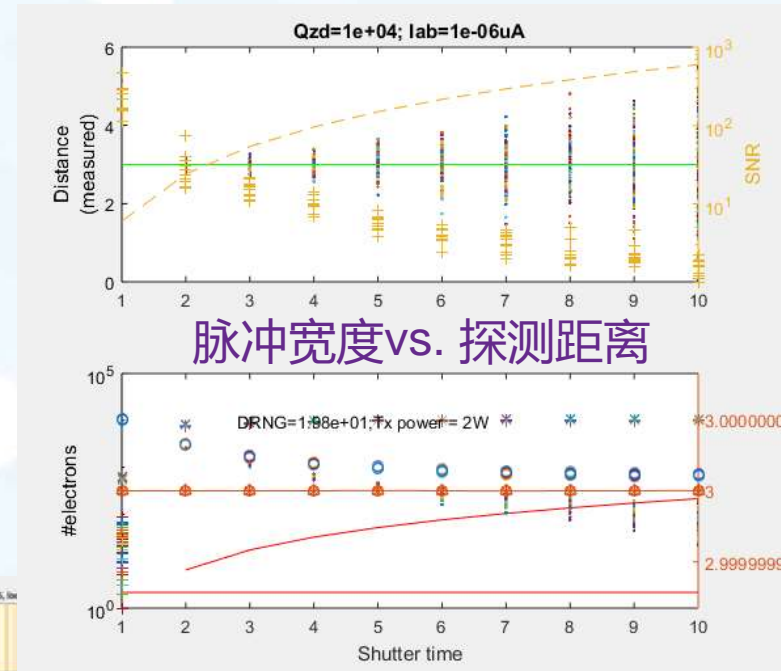
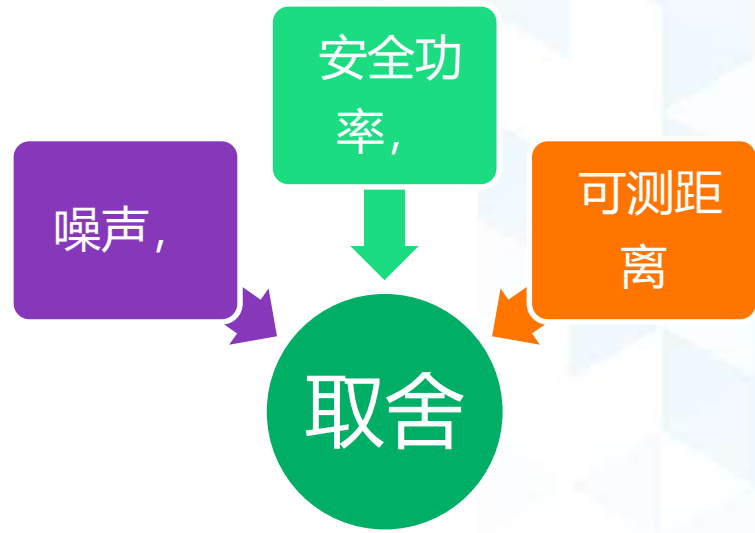
汽车  
自动驾驶车辆感知检测  
自动驾驶和ADAS  
LIDAR解决方案



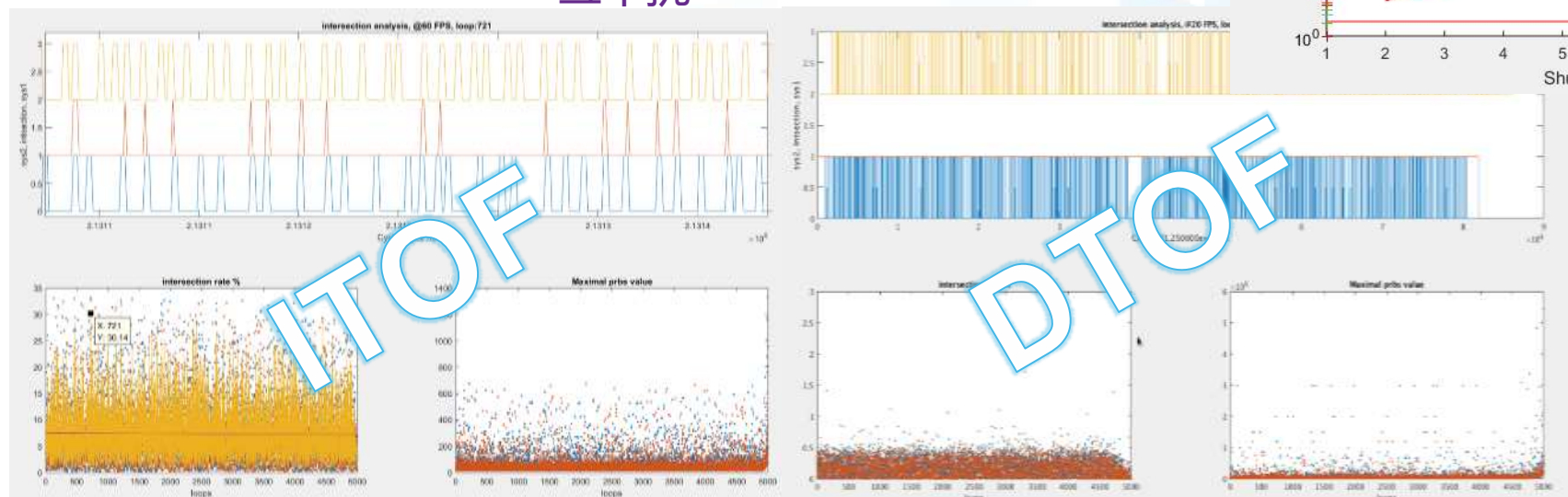
# 可行性分析举例 – 互干扰, 人眼安全, 散粒噪声



人眼安全



脉冲宽度 vs. 探测距离



互干扰 ITOF vs. DTOF

# 可行性分析举例 – 离散采样保持电路传输函数

分段电路建模

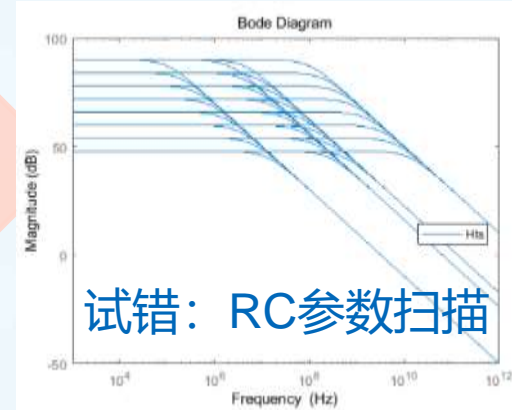
- 物理建模: 激光发射->光路传输->回波接收
- 器件建模: 光电转换->信号整形->幅/裕匹配

周期性分析

- 信号/噪声传输环路分析
- 基于重复采保的递归分析

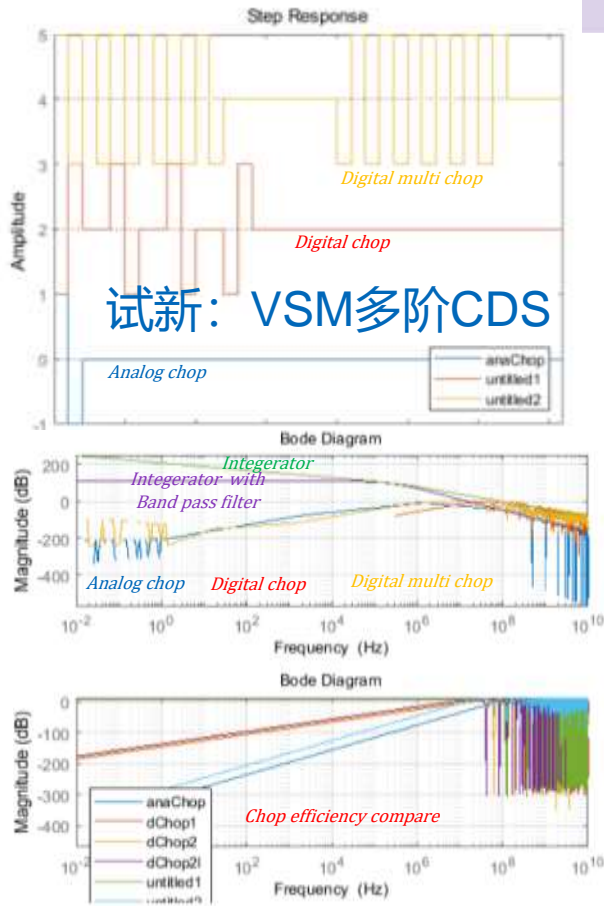
迭代

- 试错
- 试新
- 思考



综合迭代  
一键复现全链路性能, 方便扫描式尝试

Key point: 可变采保电路模型  
Sample ~ = 短积分加权



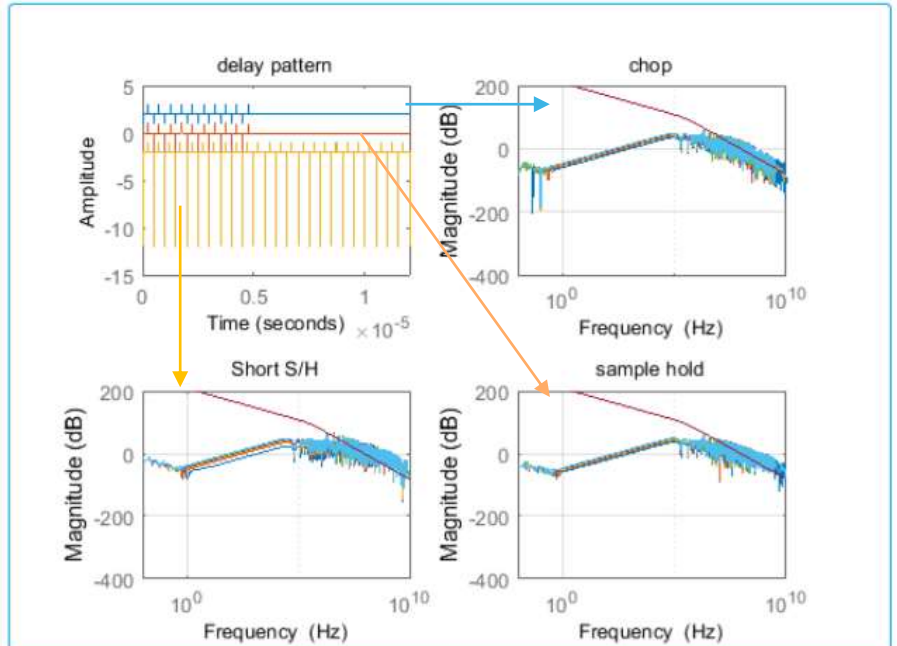
```
Lidar
Tbin = 20;
Tf1s = 250;
T1 = 1e-11;
Tsha = 25;
Tk = 10;

Hsha = ((-1+0(T1))/T1); %-----
Hsys = (1-Hsha);
Dx = arrayfun(@(x) (-1+0(1) +0(x-1)-0(x))*mitFls(10 ,Tf1s), Tsha+[1:20:100, 10]);
Dx1 = arrayfun(@(x) (Hsha +0(x-1)-0(x))*mitFls(10 ,Tf1s), Tsha+[1:20:100, 10]);
Dx2 = arrayfun(@(x) (Hsha +0(x-1)-0(x))*mitFls(10 ,Tf1s), Tsha+[1:20:100, 10]);

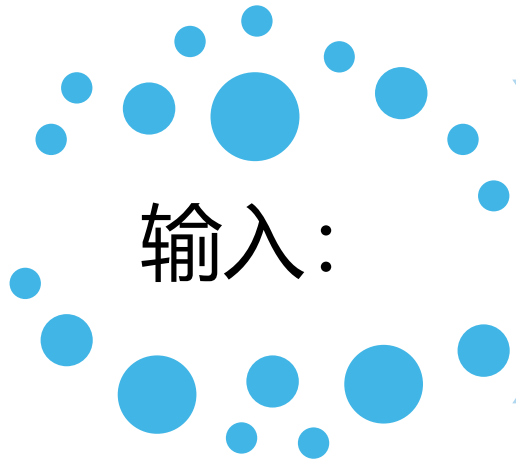
Fxx = cellfun(@(x) Hsys*x, [Dx, Dx1, Dx2], 'UniformOutput', false);
Fx = Fx(1:end/3);
Fx1 = Fx(end/3+1:end*2/3);
Fx2 = Fx(end*2/3+1:end);

figure(5);
h5a = subplot(2,2,1);
stepplot(Dx(end)+2, Dx1(end)-2, Dx2(end)-2, 0:Tp/20:3000*2*Tp); title('delay pattern');
h5b = subplot(2,2,2); h51 = bodeplot(Fx(1:end), Htia*Hint); title('chop');
h5c = subplot(2,2,4); h52 = bodeplot(Fx1(1:end), Htia*Hint); title('sample hold');
h5d = subplot(2,2,3); h53 = bodeplot(Fx2(1:end), Htia*Hint); title('Short S/H');
%figure(6); h6 = bodeplot(Fx1(1:end));

arrayfun(@(x) setoptions(x, 'FreqUnits', 'Hz', 'Xlim',[1e-2,1e10], 'Ylim', [-400, 200],
%arrayfun(@(x) legend(x, 'show', 'Location', 'southwest'), [h5a,h5b,h5c, h5d]);
```



# 设计辅助举例 – CT $\Sigma$ - $\Delta$ ADC数字滤波器设计



输入:

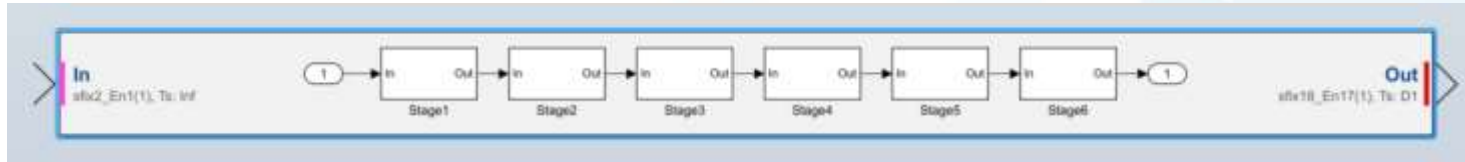
处理单元:  
MATLAB  
dflt.dffir

输出: 半带  
滤波器系数

验证:

- 系统需求指标-OSR,
- 采样带宽,
- 过渡带宽,
- 通带纹波,
- 阻带抑制,
- 量化截位数组

- MATLAB fvttool 对浮点和量化后滤波器的仿真波特图
- Perl生成RTL后仿真波特图对比

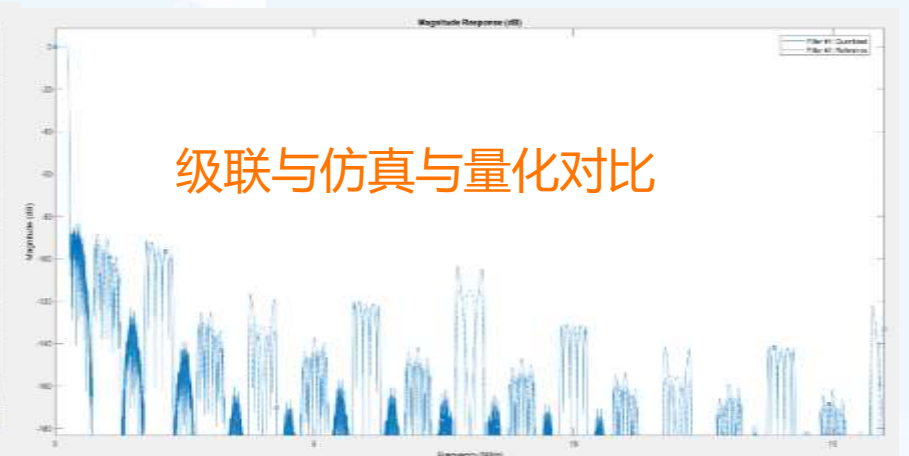
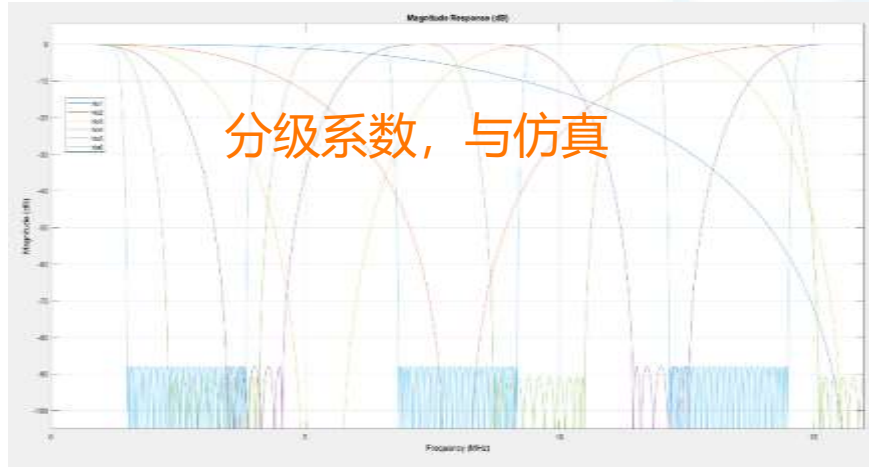


# 设计辅助举例 – CT $\Sigma$ - $\Delta$ ADC数字滤波器设计

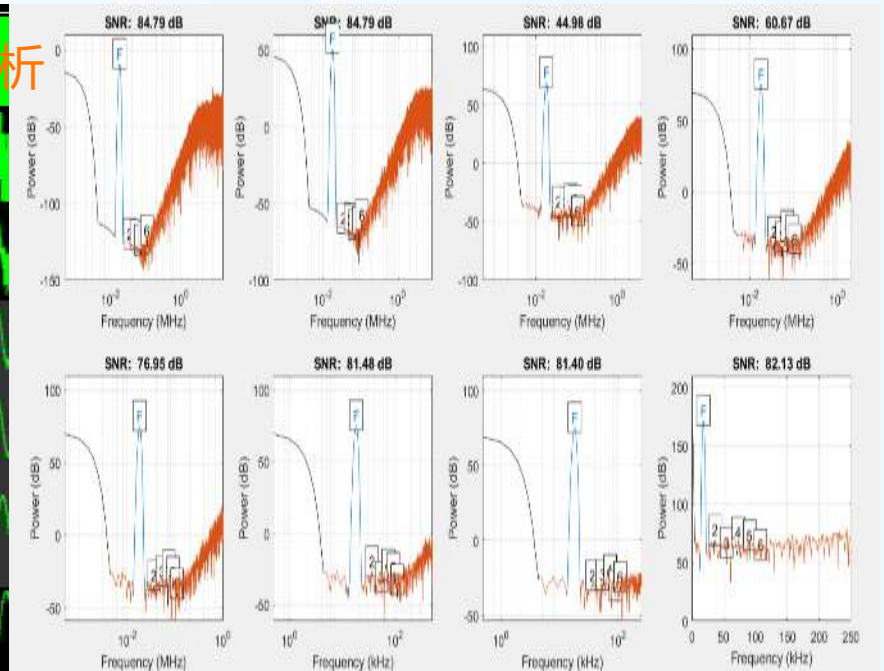
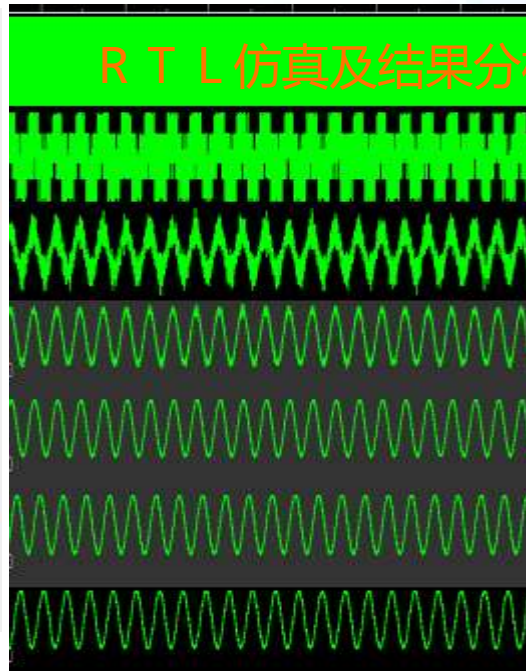
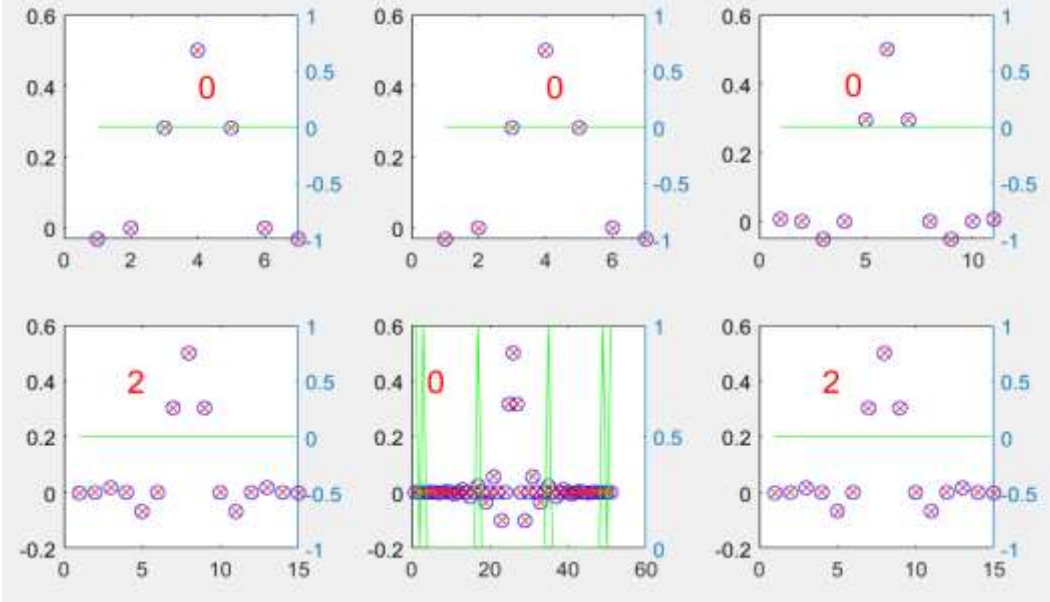
## Target Spec

## 指标

- OSR=64;
- Fs= 32e6; %smapy freq (mclk): 32MHz
- Fc = Fs/OSR/2; % Cutoff frequency: 250KHz
- TWrt0 = 8\*OSR; % Transition\_Width/Cutoff\_Frequency: 512
- TW = Fs/TWrt0; % Transition width: 62.5KHz
- Ap = 1e-2; % Maximum passband ripple: 0.01 dB
- Ast= 80; % Minimum stopband attenuation: 80 dB
- Fp = Fc-TW/2; % passband left: 218.75KHz
- Fst= Fc+TW/2; % stopband right: 281.25KHz



## 量化系数分析和微调



# 迭代优化

在学习中进步，产品实测性能与预期目标对比分析优化

# 芯片性能分析及原型机系统



# 芯片性能分析及原型机系统

Figure 1

File Edit View Insert Tools Desktop Window

2	gpioCfg	0FAA	tstModR...	0000
3	CH2	230	channels	[0.15]
4	CH3	230	nCap	[1:100]
5	CH4	230	onoff	11111
6	CH5	230	GTgain	0B80
7	CH6	220	tiaRTrim	1440
8	CH7	230	SHACLR	0
9	CH8	255	nFLS	1
10	CH9	255	dlyBtmFL	1000
11	CH10	255	flVldDly	1C
12	CH11	255	skipHood	0
13	CH12	255	timClIR0	9011
14	CH13	255	regAdr	E2 E1
15	CH14	255	regVal	A800 3100
16	CH15	255	agcCtl	801C
17	AGC	FFFF	DCB	FFFF
18	dlyFrm	F000	ChipV	

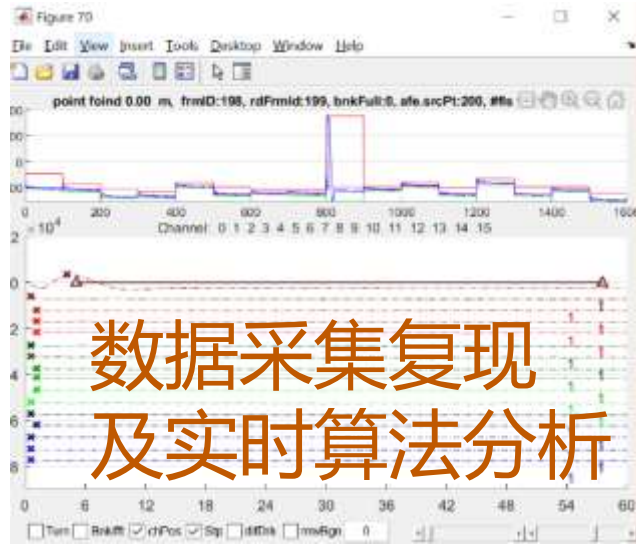
# GUI

Initialize Lidar  hold  ena...    
 4ns

LED/chgDLL  plotBnk  rstBnk

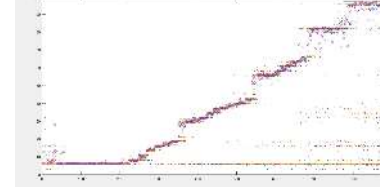
Calib Kernal

dbg  Batch   Cam



## 芯片性能评测-设计目标 验收

Discontinuity -> lock loop flaw



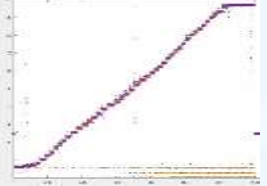
第一版 数据

Far end SNR drop => gain gap and Algo improv



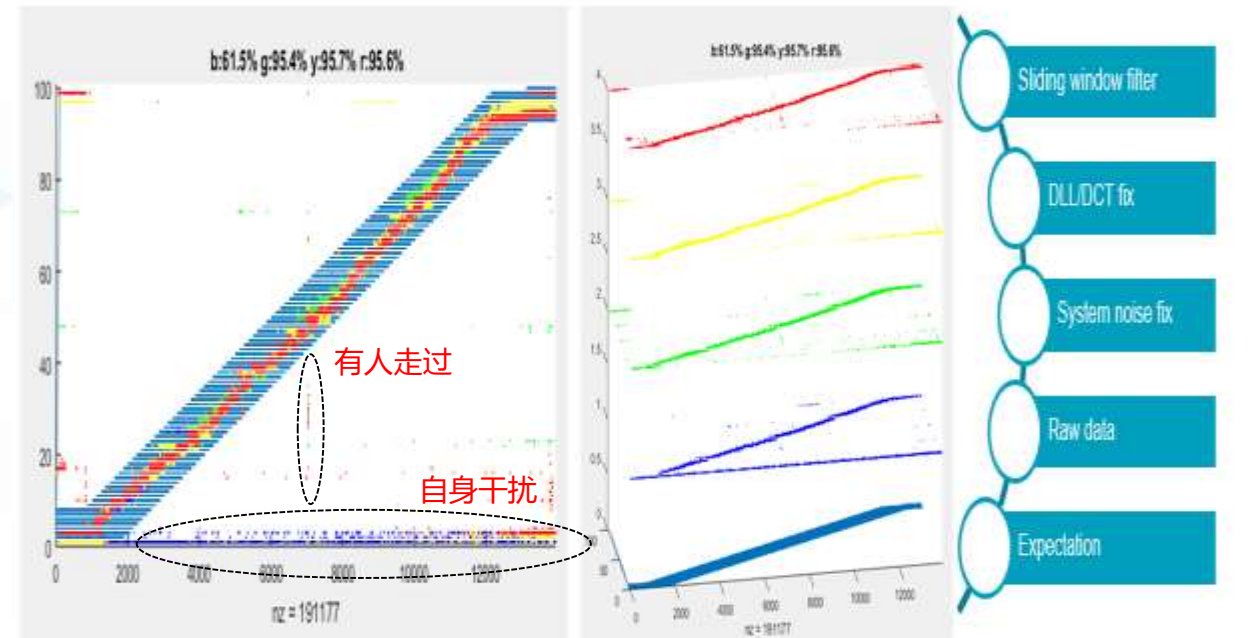
Respin 改进

Much better



三版流片数据

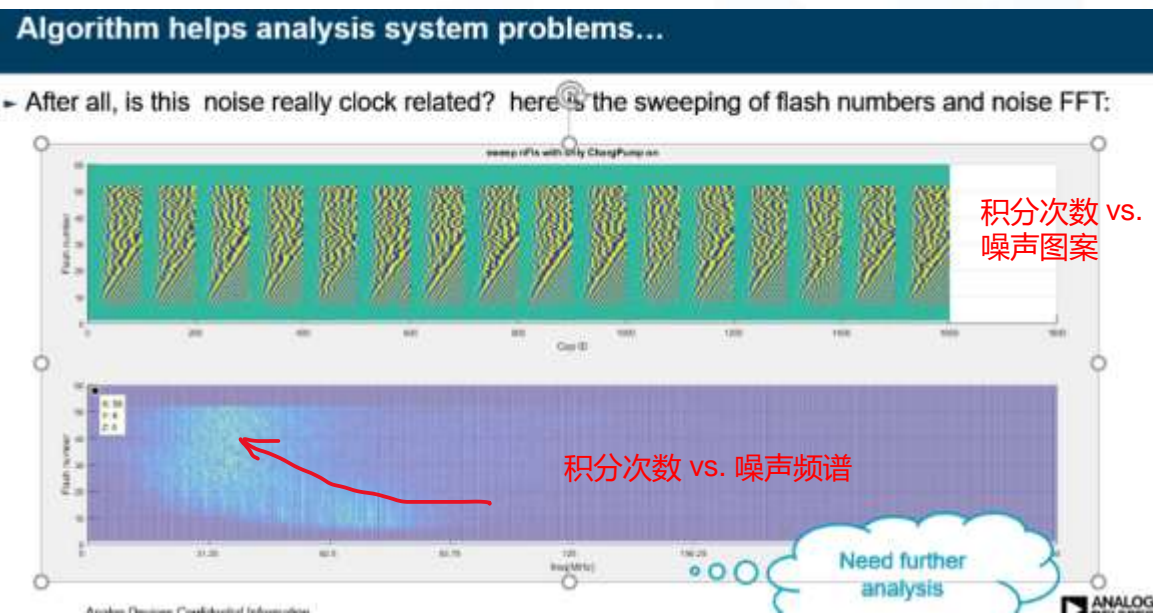
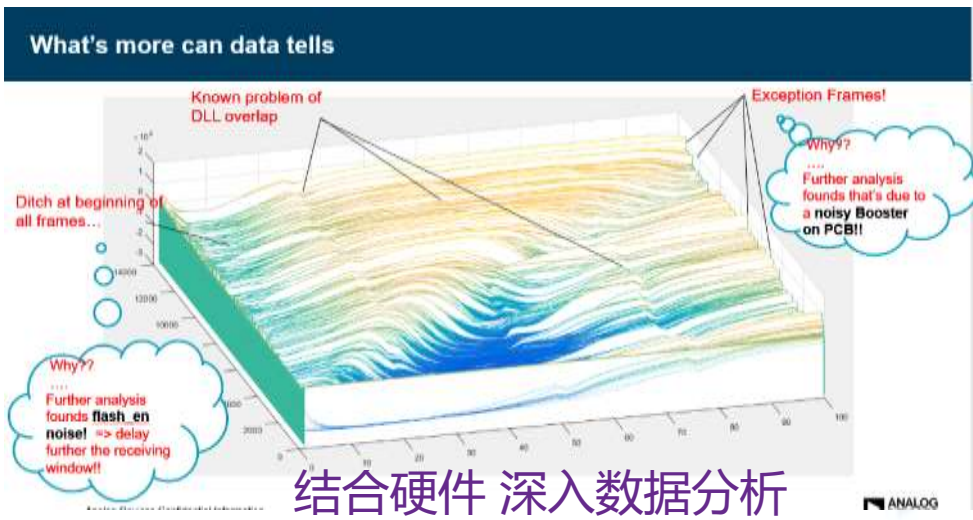
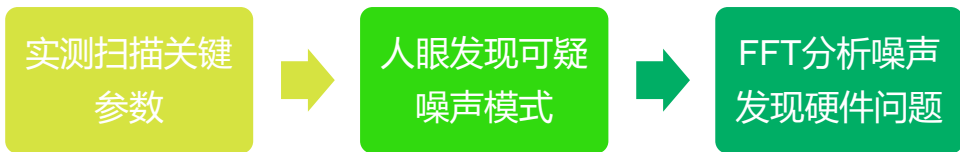
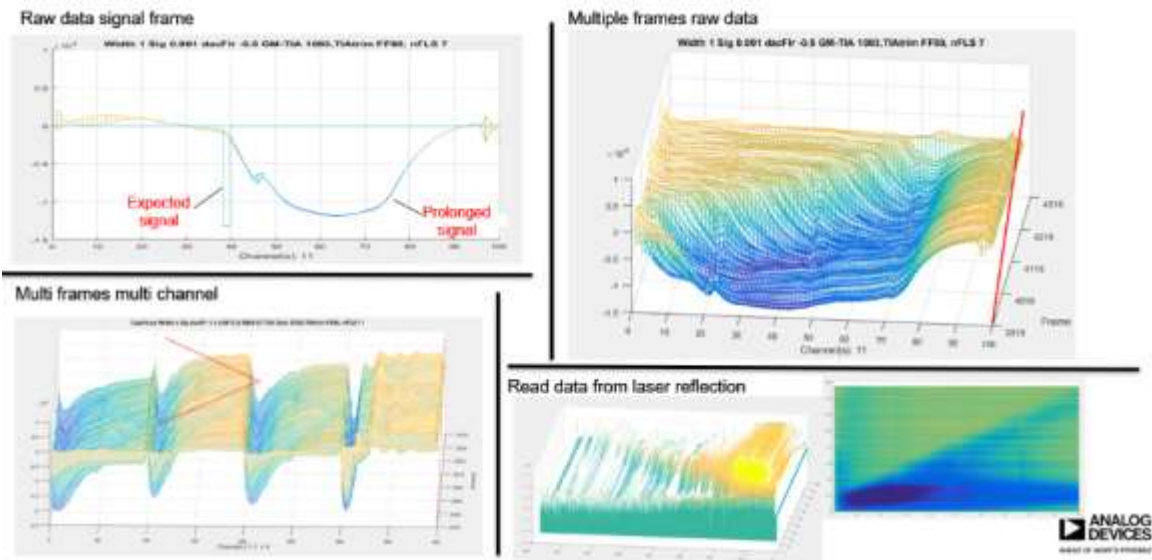
## 多算法比较



# 一站式带来的额外优势



大量实测数据对比分析发现硬件电路改进方向





# 体会分享

芯片研发改进过程中学习使用MATLAB工具的个人偏好

# 体会分享

## 风格:

强计算器

完成已知可计算部分,让人专注于解决'未知'的问题

能用 arrayfun/cellfun 绝不用 for loop

消灭一切重复性劳动

标量->矩阵, 简化代码=优化思路=降低bug or 创新

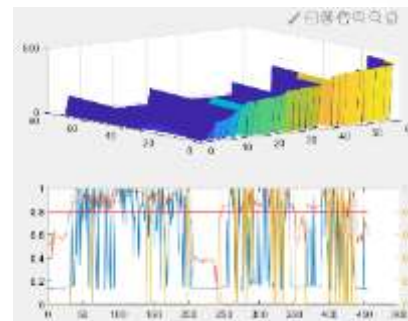
发挥最强人工智能

人类视觉是最强人工智能

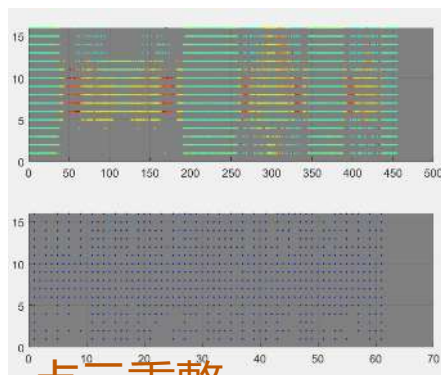
图形化界面有助于把数据合适的呈现给人脑

真人工智能分析发现线索

快速调整、尝试逼近研发目标

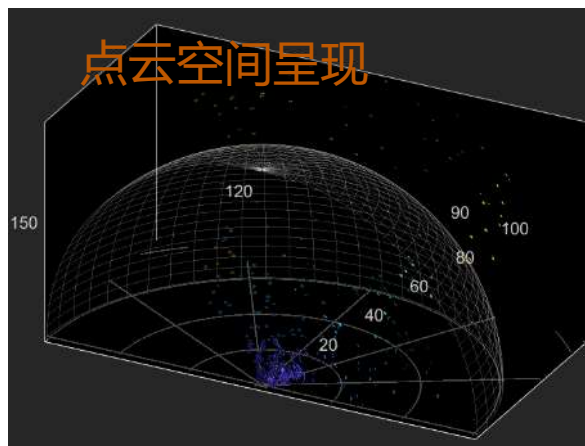
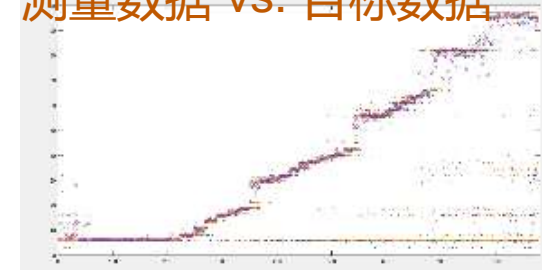


专利: 角度数据挖掘

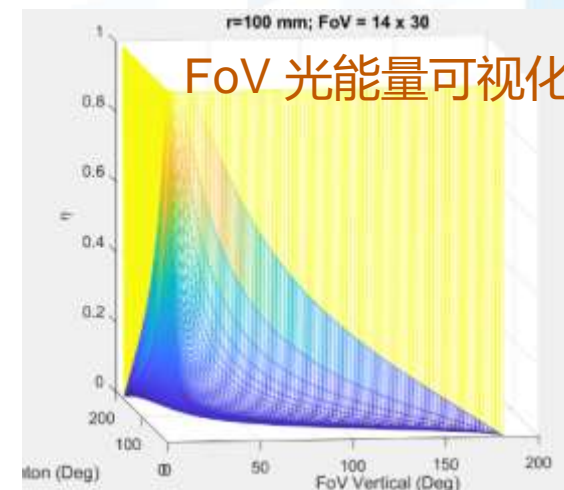


点云重整

测量数据 vs. 目标数据



点云空间呈现



FoV 光能量可视化

# 谢谢