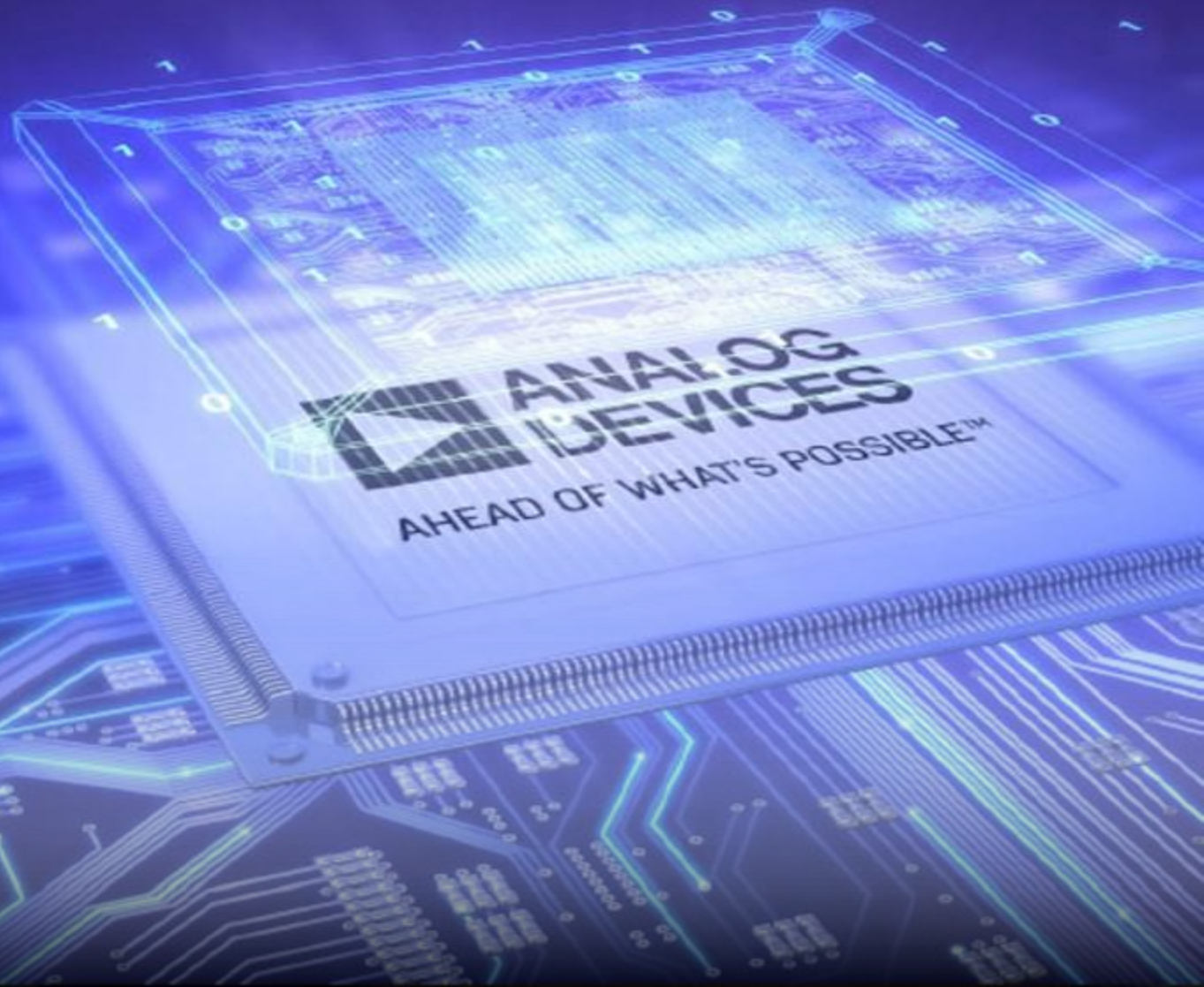




AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

# 无人系统电子解决方案的进步



# 民用无人机市场



业余爱好市场

高端消费电子

农业

搜索和救援

自拍无人机

视频生产

基础设施检查

能源检查

运动跟随

商业视觉

执法

送货

# 民用无人机市场挑战

针对业余爱好者的监管越来越严格

减少法律诉讼

视线之外的自主性

耐久性限制

整合到有人空域中

有效载荷开发

55磅以上的问题和法规

安全问题

经济因素





# 无人机主要子系统

控制/动作

通信

电源和推进

稳定



制导与导航

机身/健康状况

有效载荷

障碍检测/防撞

# 无人机主要子系统

控制/动作

通信

电源和推进

稳定



制导与导航

机身/健康状况

有效载荷

障碍检测/防撞

## 障碍检测/防撞

声呐/声波

广域照明（闪光灯）

LIDAR/扫描雷达

基于像素

双目视觉

无源/红外

雷达



## 障碍检测/防撞 - 雷达优势

能够很好地穿透雾、小颗粒  
和雨水

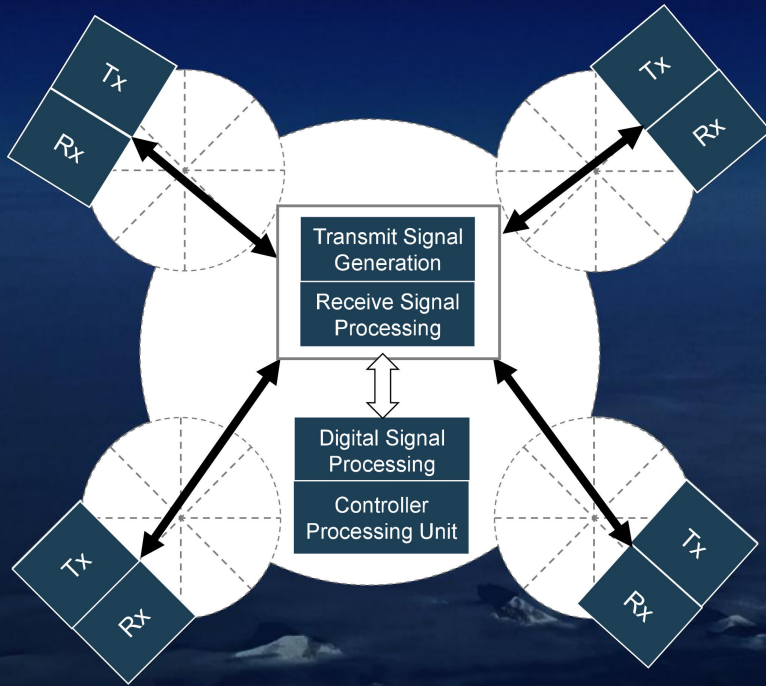
更广的范围和一致的分辨率

低功耗、小尺寸和小封装

灵活的安装和天线配置/防撞  
和高度计

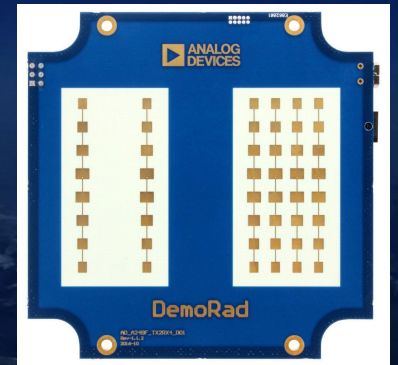
雷达

# 雷达



## 技术解决方案

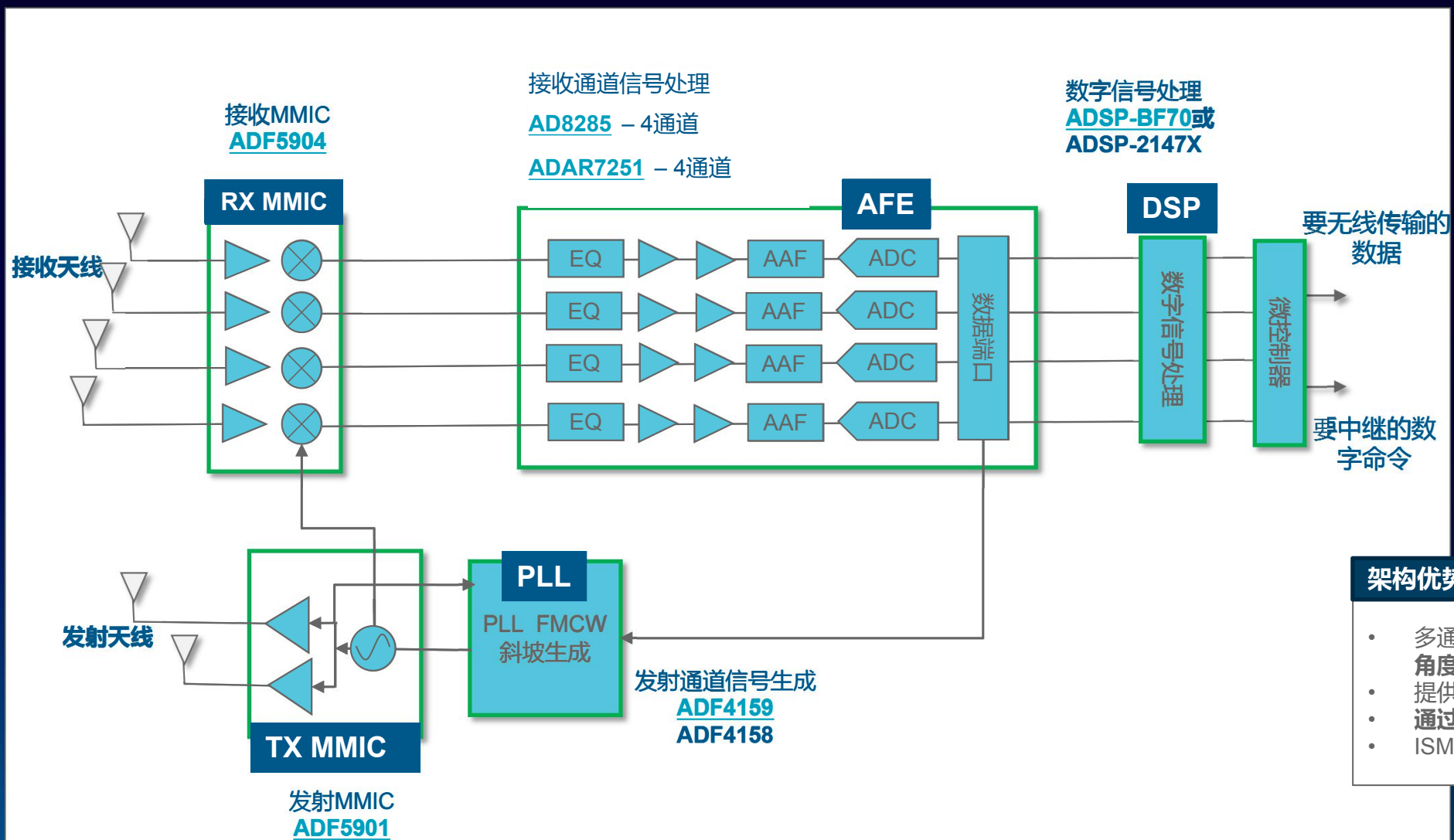
- 包括DSP和基带解决方案的完整雷达信号链解决方案
- 24GHz ISM多通道FMCW雷达
  - ADF5901 ( 2个发射通道 ) + ADF5904 ( 4个接收通道 )
  - ADF4158/9 (FMCW PLL)带FMCW斜坡生成功能
  - ADAR7251/AD8285 4通道低/高速12/14位ADC信号调理
  - ADSP-BF70X数字信号处理器
- 支持数字波束成形的多通道系统：
  - 更宽的视野
  - 最佳角度分辨率
  - 多对象检测和跟踪
- 独立的低噪声发射和接收功能
- 集成RF功率检波器以支持自测
- 集成温度传感器以减少器件并支持温度校准





# 完整的24GHz多通道雷达解决方案

完整的RF信号链解决方案和立即可用的软件



## ADI价值

- 完整信号链解决方案
  - 模拟前端
  - 混合信号解决方案
  - 数字基带
  - 软件算法
- 对象检测的**灵敏度提高2倍**
- **检测范围扩大1.5倍**, 提升自动对焦无人机导航的速度
- **功耗更低**, 降低无人机有效载荷和电池需求

## 架构优势

- 多通道架构支持: 波束成形以实现**更好的视野和角度分辨率**
- 提供**空间灵活性**
- **通过集成简化设计架构**
- ISM频段支持全球不受限制的广泛应用

控制/动作

通信

电源和推进

稳定



制导与导航

机身/健康状况

有效载荷

障碍检测/防撞

## 通信 - 收发器技术

发送高清视频/实时成像

抗干扰/抗阻塞和欺骗 - 捷变

位置报告/飞行协调 - 空对空和  
空对地



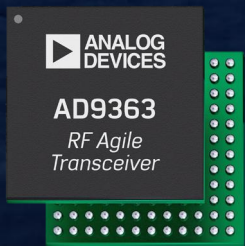
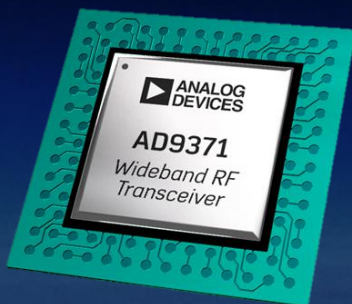
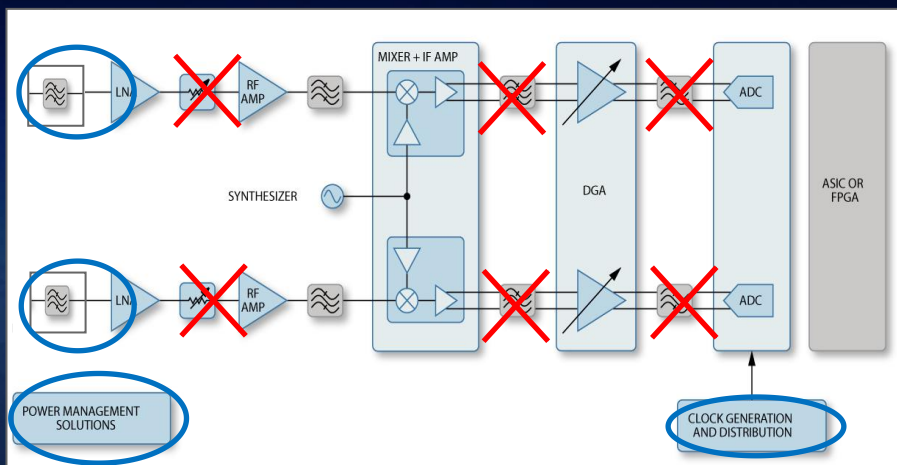
根据任务和地区灵活分配频谱

从控制器到无人机的命令和控制  
链路很鲁棒 => 超视线飞行

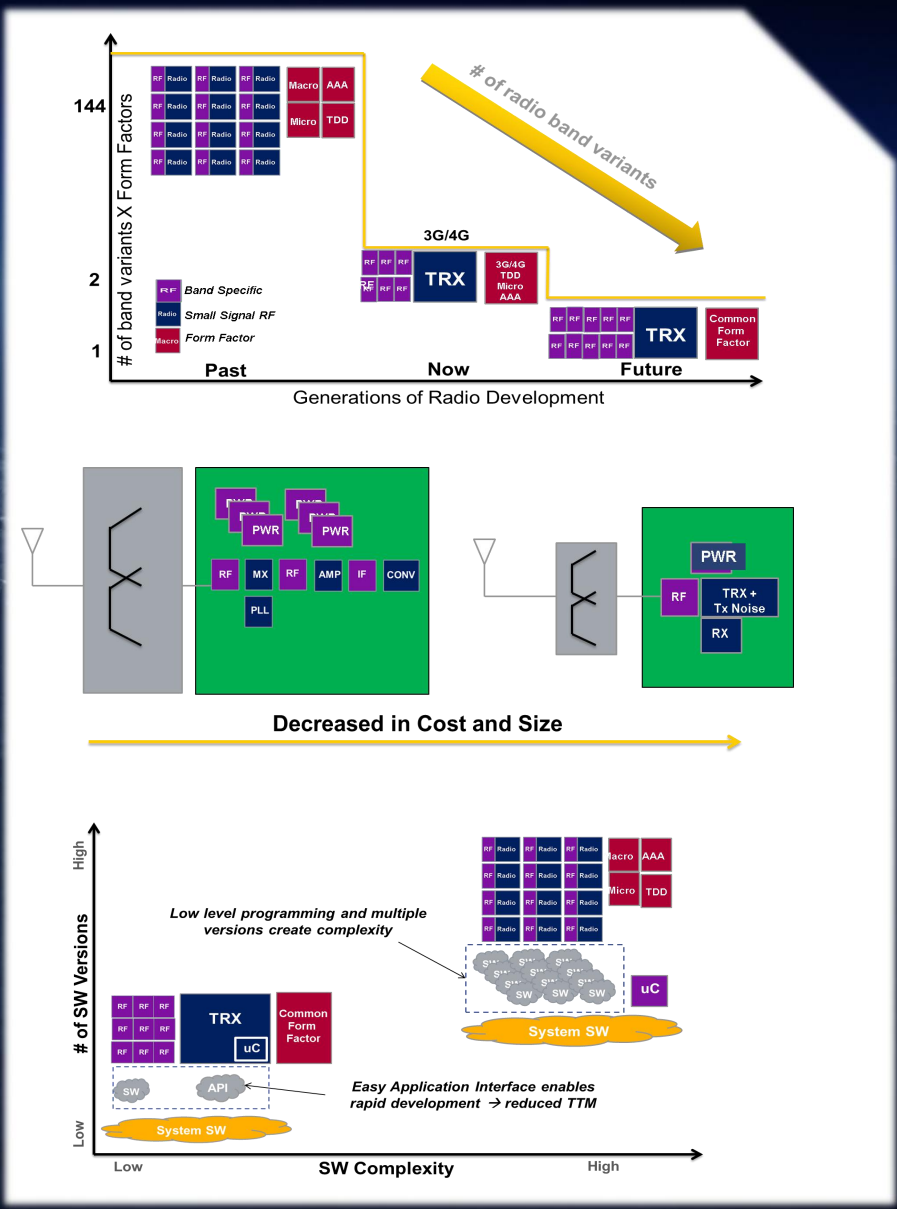
省电、互操作性和更广的范围



# 通信 – 宽屏捷变RF收发器技术

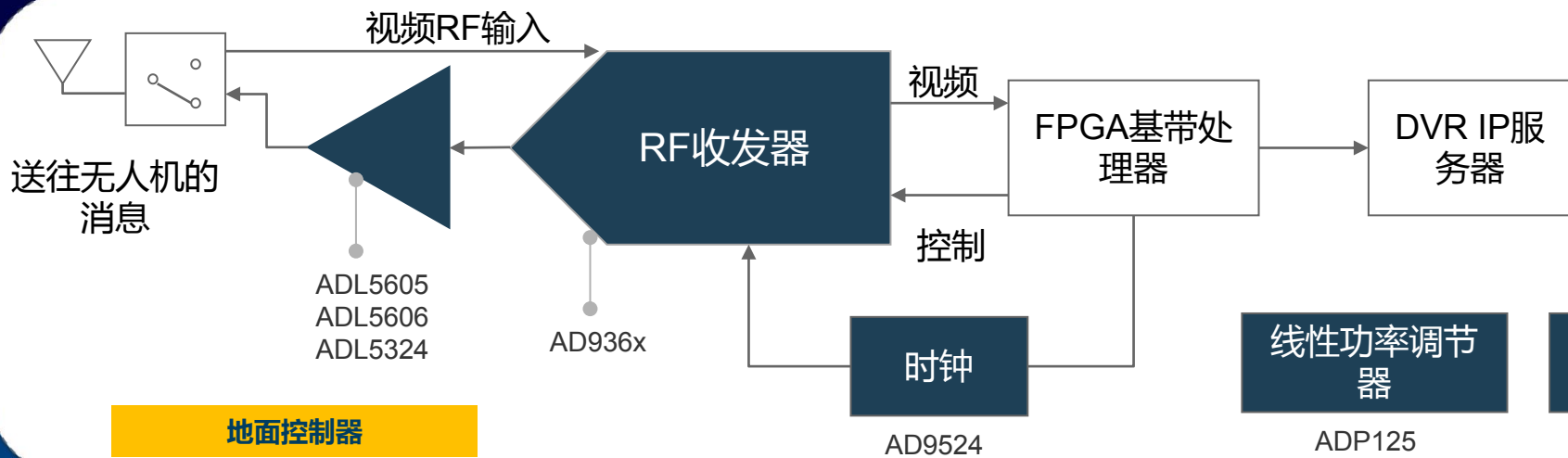
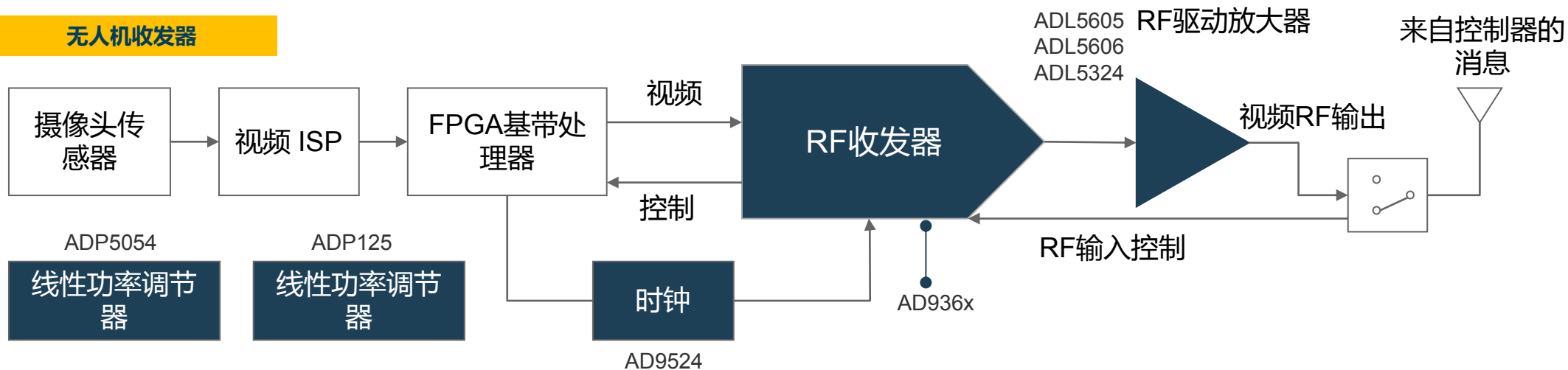


- 零中频消除固定滤波器/简化系统
- 通过数字算法减少杂散和谐波
- 高性能简化前端滤波器，缩减尺寸和功耗
- 通用架构支持高达6GHz的频段
- 更宽的带宽 => 适应未来的设计
- 更高集成度 => 更少器件
- 降低软件复杂性



# 无人机空对地示例 – 完整解决方案

## 无人机收发器



## 地面控制器

稳定

控制/动作

通信

电源和推进

稳定



制导与导航

机身/健康状况

有效载荷

障碍检测/防撞



## 稳定

更长的飞行时间需要长期的陀螺仪和位置稳定性

自主性推动ADAHRS和稳定系统的性能提升

更高的航速和机身性能要求更高精度的高度反馈

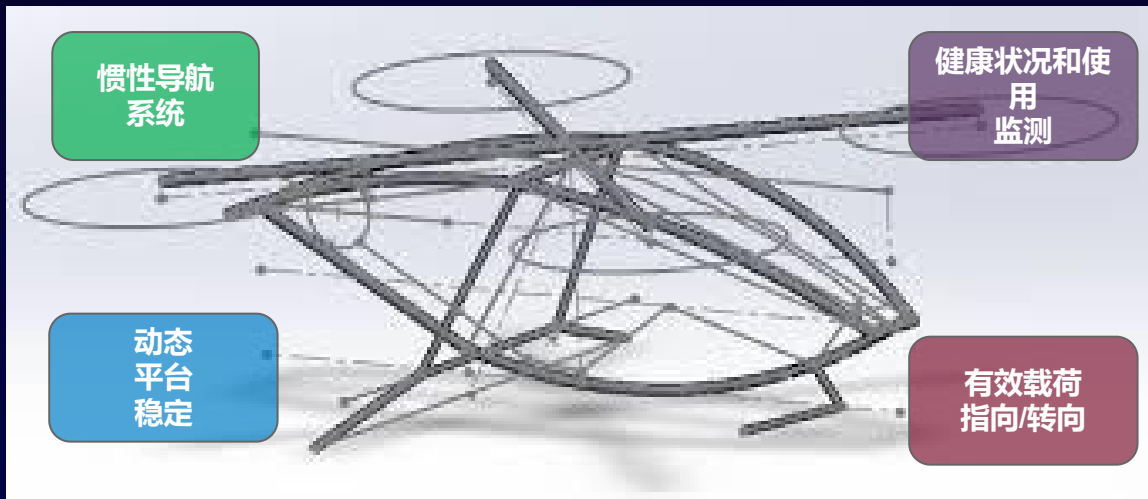


高端无人机可能需要经验证的适应GNSS环境的能力

高级有效载荷和任务促使稳定性和指向精度提高

调度可靠性和一致性能需要长期可重复的系统

# 稳定 – 高精度和稳定性的惯性测量单元



**稳定**

- ▶ 最多6自由度
- ▶ 抗振
- ▶ 低噪声

**导航**

- ▶ 最多10自由度
- ▶ 抗振
- ▶ 低漂移

**指向**

- ▶ 最多6自由度
- ▶ 抗振
- ▶ 高分辨率

**HUMS**

- ▶ 最多3自由度
- ▶ 振动检测
- ▶ 超低噪声、宽范围/带宽

传感器融合

- ▶ 信号调理与处理
- ▶ 可靠性和鲁棒性
- ▶ 认证路径



# 稳定 – 高精度和稳定性的惯性测量单元

## 主要决策标准 / 性能规格

### 传感器融合 – 自由度

- 6自由度 – 3轴陀螺仪和加速度计
- 9自由度 – 增加3轴磁力计
- 10自由度 – 增加气压计

### 全温度校准

- 整个温度范围内都具备高性能
- 内部根据温度自行调整

### 精密

- 动态范围 – 度/秒和g
- 全带宽范围内噪声都很低
- 时序和处理

### 可重复性

- 始终如一的性能
- 存储期间的性能降低幅度极小

### 漂移测量

- 漂移更小 – 度/时
- 速率随机游动极小

### 抗振

- 在飞行应用中至关重要
- 线性g抑制





# ADI惯性测量单元 – ADIS16490 iSensor

- 战术级IMU
- 宽带宽范围内超低噪声
- 很高的抗冲击性和抗振性
- 全工作温度范围内校准

## 陀螺仪 – 3轴

- 角向随机游动：0.09 °/√hr
- 噪声：2 mdps/√Hz
- 运动中偏置：1.8 °/hr

## 加速度计 – 3轴

- 速度随机游动：0.008 m/s/√hr
- 噪声：16 μg/√Hz
- 运动中偏置：3.6 μg

## 抗振

- 线性g抑制：0.005 %/g

## 灵敏度温度系数

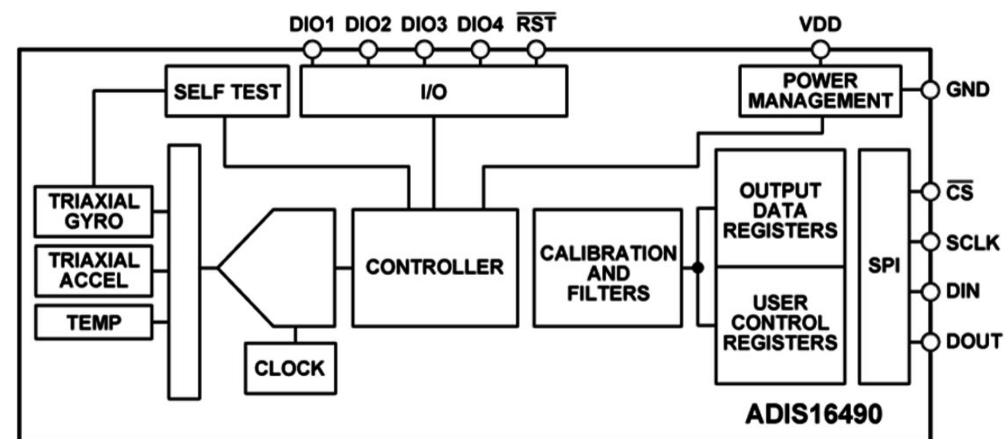
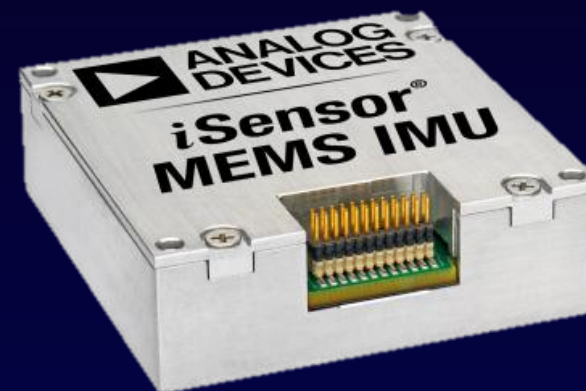
- 陀螺仪：+/- 24 ppm/°C
- 加速度计：+/- 16 ppm/°C

## 对齐

- 轴到轴：0.05°
- 轴到框架：0.25°

## 带宽：480Hz陀螺仪； 750Hz加速度计

## 尺寸：47x44x14mm



谢谢观看！

- ADI中国地区技术支持热线：4006 100 006
- ADI中国地区技术支持信箱：[china.support@analog.com](mailto:china.support@analog.com)
- ADI样片申请网址：<http://www.analog.com/zh/sample>