

# MATLAB EXPO

6G 无线技术 –

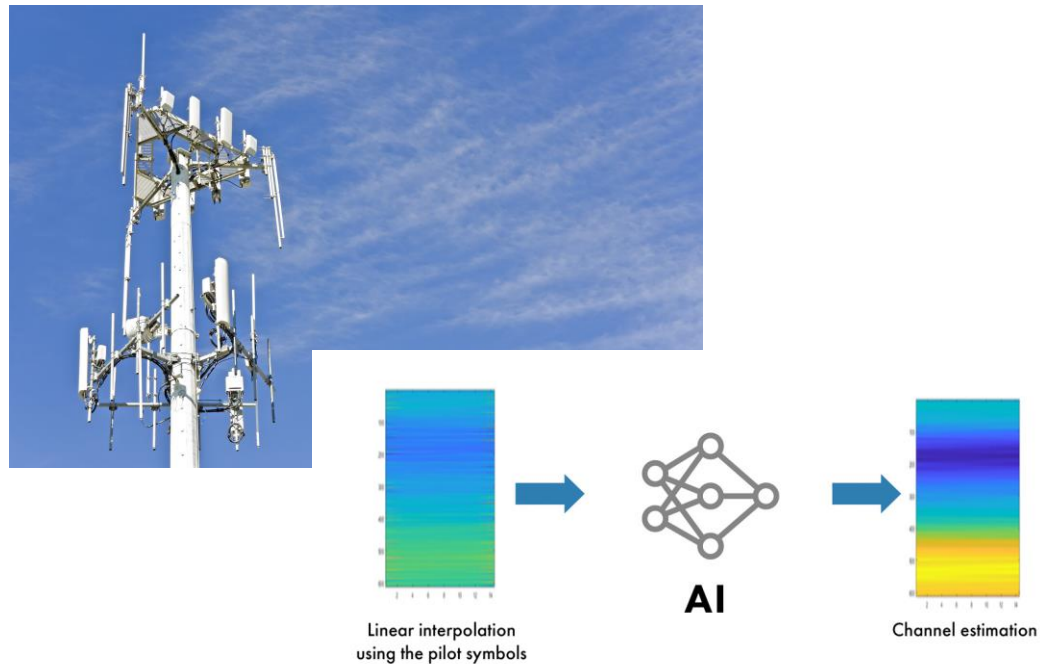
利用 MATLAB 加速您的研发

陈晓挺, MathWorks



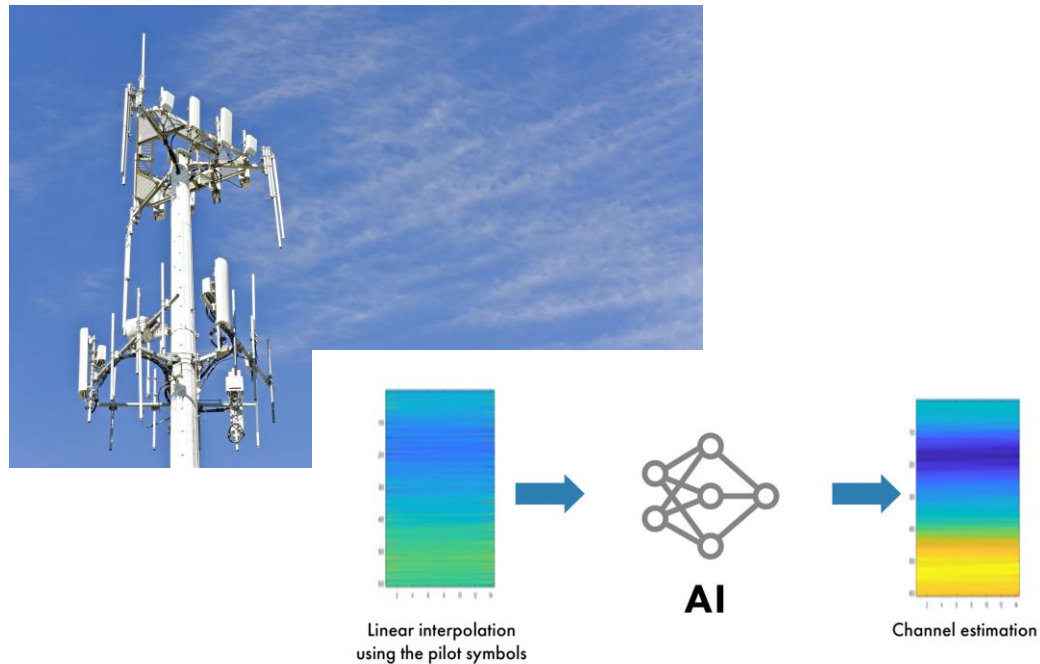
# 议程

- 6G 目标、要求和演进
- 6G使能技术
- 利用 MATLAB® 加速您的 6G 探索和设计

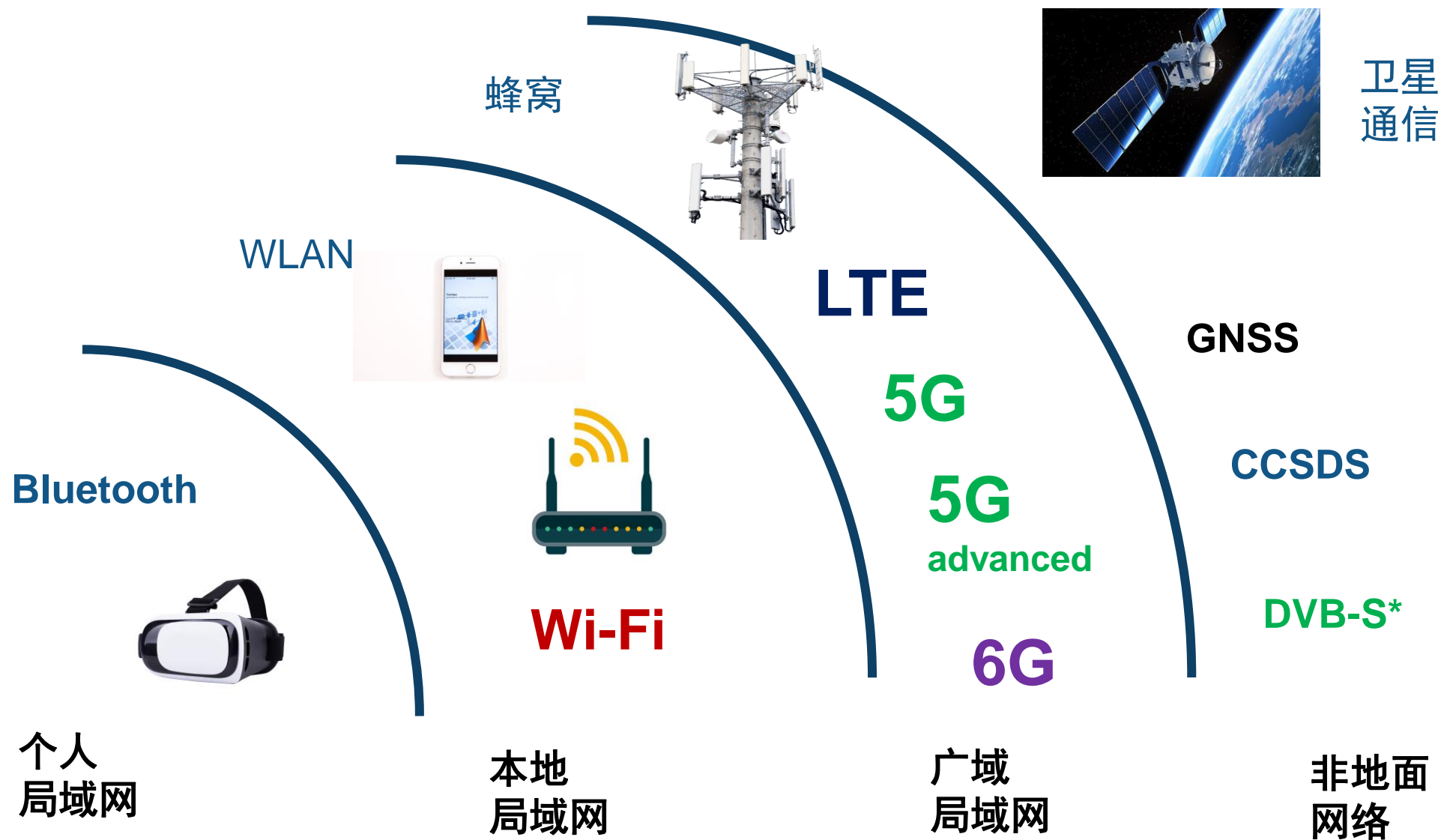


# 议程

- 6G 目标、要求和演进
- 6G使能技术
- 利用 MATLAB® 加速您的 6G 探索和设计



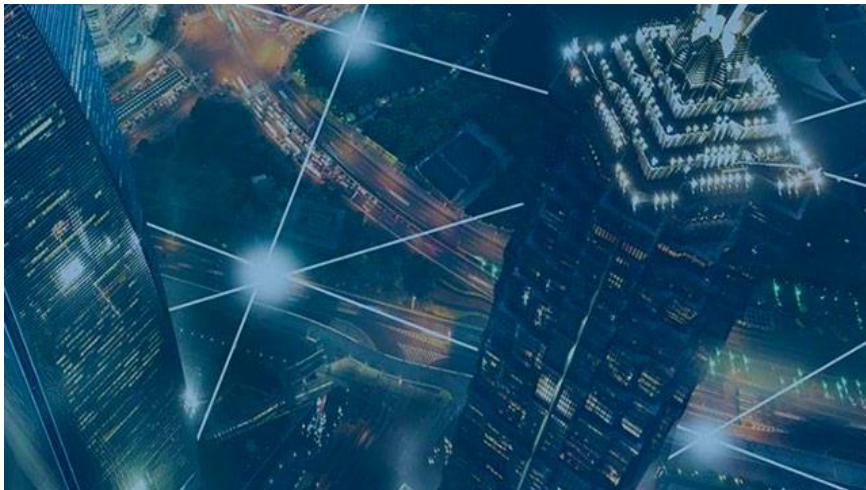
# 无线生态系统和无处不在的连接





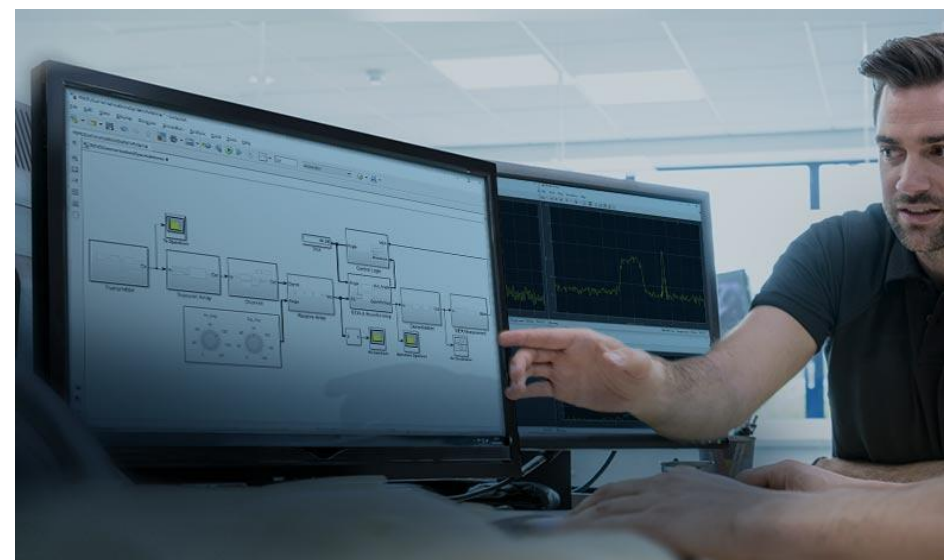
# 6G: 下一代无线系统

	2G	3G	4G	5G	6G
时间段	1990s	2000-2008	2008-2018	2018-Now	
技术	NA: D-AMPS EMEA: GSM, Edge, GPRS	NA: CDMA-2000 EMEA: UMTS, HSPA+	LTE, LTE-Advanced	5G, 5G-Advanced	?
最大 数据速率	9.6-437 kbits/s	1.92-84 Mbps	300 Mbps – 1 Gbps	20 Gbps	



## 6G研发：设定目标和要求

- 全球合作正在进行中
- 目标？
- 更具包容性、沉浸式和可持续的无线连接
  - 优于 5G 的性能
  - 灵活性和扩展用例
  - 规模
  - 弥合数字鸿沟
- 要求？
  - 最大数据速率 ~ 100 Gbps ?
  - 最小延迟 ~ 0.1 毫秒 ?
  - 最大定位精度 ~ 1 mm ?



# 6G预计时间表和演进



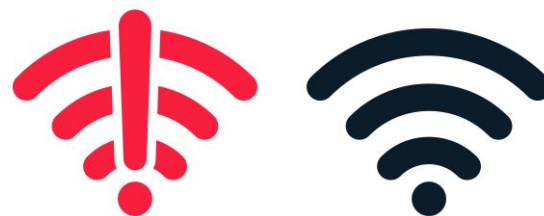
ITU –国际电信联盟  
IMT-2030 国际移动通信  
3GPP 第三代合作伙伴项目

## 6G 系统支持的新应用

- 虚拟和增强现实（VR/AR）
- 人工智能
- 互联汽车、工业和自动化
- 无处不在的无线覆盖
- 联合通信与传感
- 低功耗无线通信



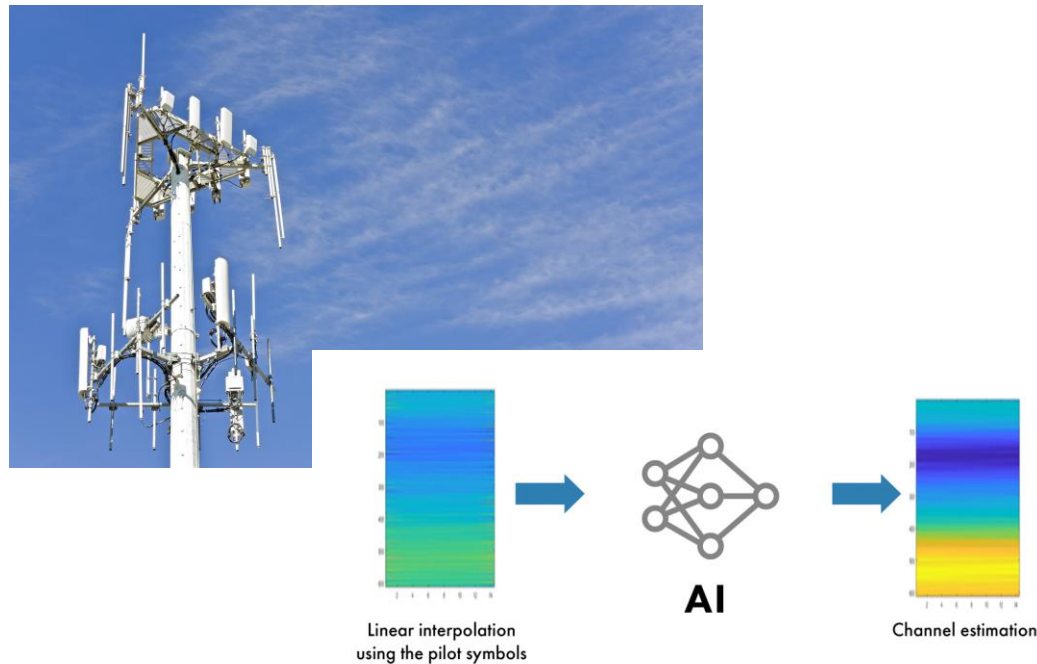
AI



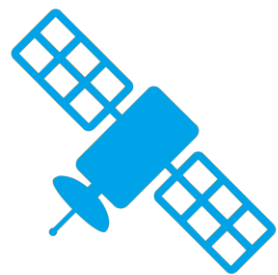


# 议程

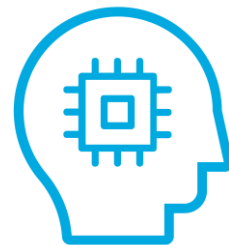
- 6G 目标、要求和演进
- 6G使能技术
- 利用 MATLAB® 加速您的 6G 探索和设计



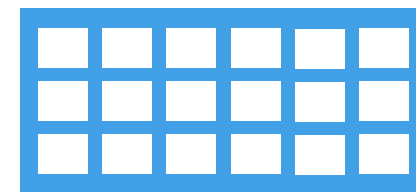
# 6G使能技术



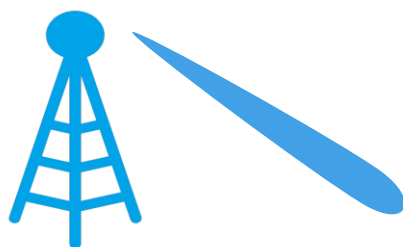
非地面网络 (NTN)



人工智能 (AI)



可重新配置的智能表面 (RIS)



太赫兹/亚太赫兹 通信



适用于 6G 的新波形

# 非地面网络 (NTN)

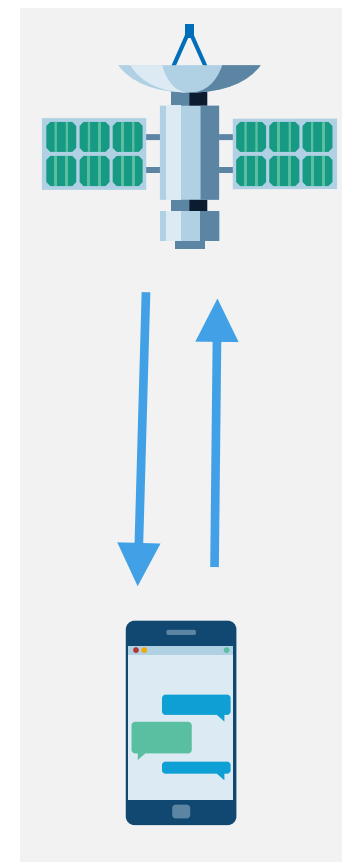
## WHAT IS NTN

- ❑ 卫星和商用无人机充当空中基站
- ❑ 补充和部分替代现有地面蜂窝网络的一部分

随时随地提供覆盖和服务

通过提供无处不在的连接  
来弥合数字鸿沟

实现自然灾害中的关键应用

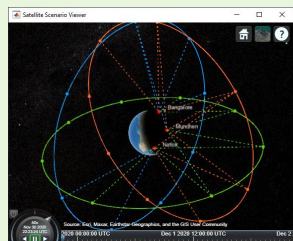


# NTN - MATLAB 如何提供帮助

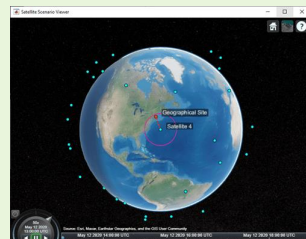
## 卫星和多域场景建模和可视化



多域方案  
(飞机对卫星通信)

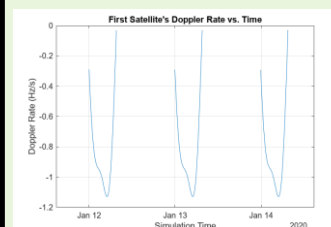


场景和星座  
可视化

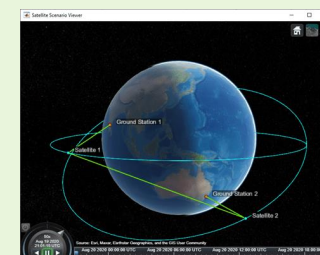


星座和地面站之间的  
访问分析

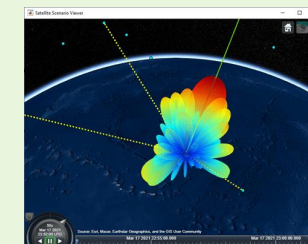
## 卫星、星座和地面站之间的链路分析



时延和  
多普勒分析

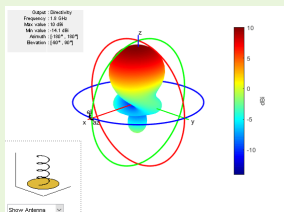


多跳通信链路

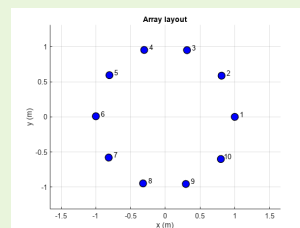


干扰分析

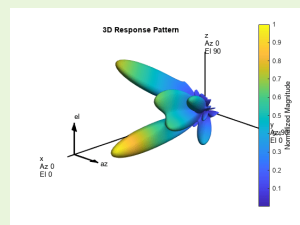
## 设计天线以满足波束宽度要求



设计天线元件

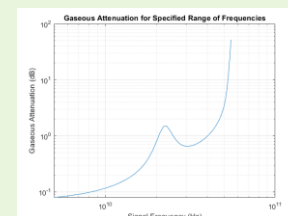


设计天线阵列

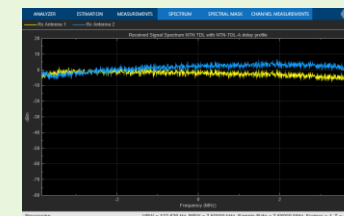


波束成形

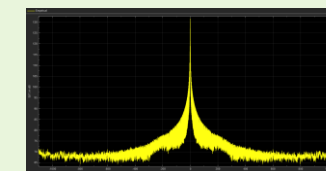
## 基于标准的传播和通道模型



ITU-R P.618  
传播模型



3GPP NTN  
衰落信道



ITU-R P.681-11 LMS



# 可重构的智能表面 (RIS)

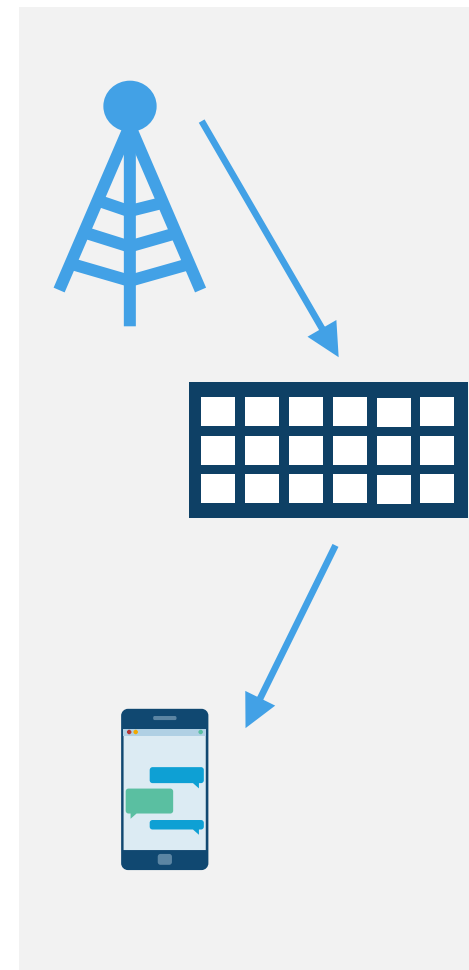
## WHAT IS RIS

- ❑ 被动影响信号相位的可调反射元件表面
- ❑ 提供对无线信道的主动控制

提供可靠的覆盖范围并消除传播阻塞

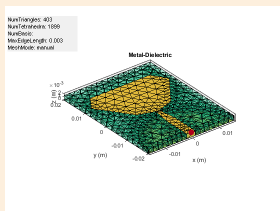
提高频谱和功耗效率

提供可控节点来提高定位精度

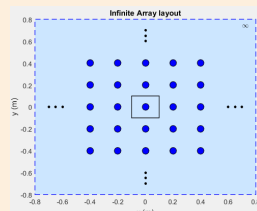


# RIS - MATLAB如何提供帮助

## 使用天线工具箱对反射表面进行建模

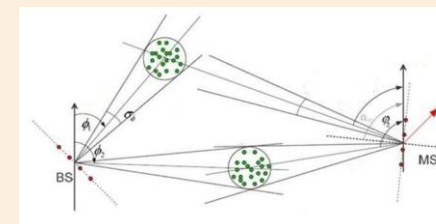


用于设计材料和表面的  
全波电磁求解器



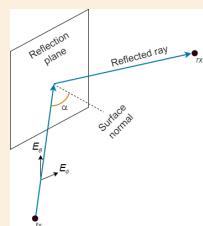
分析具有大量反射器  
的表面

## 模型散射 MIMO 信道



模型传播，  
包括时间延迟、增益、多普勒频移、相变和大气损失

## 使用射线追踪对反射进行建模



使用图像或 SBR 方法  
对反射进行精确建模



通过改变材质来操纵  
反射光线的相位

# 人工智能 (AI)

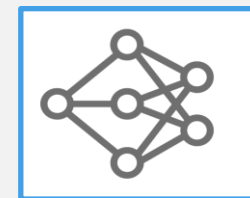
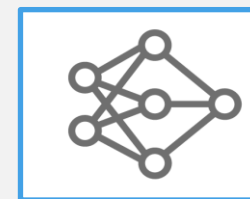
## 人工智能在无线领域的动机

- ❑ 人工智能在其他应用领域 (图像处理、NLP) 的成功
- ❑ 硬件和计算能力的进步

使用数据驱动方法与基于模型的方法  
提高性能

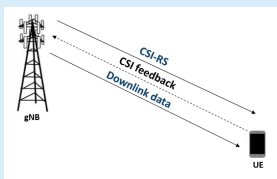
AI降低算法复杂性

促进网络和设备运营的联合优化

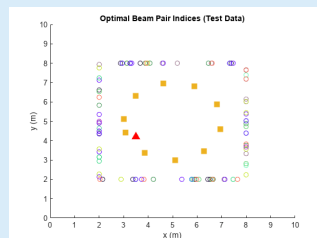


# 面向 6G 的 AI – MATLAB 如何提供帮助

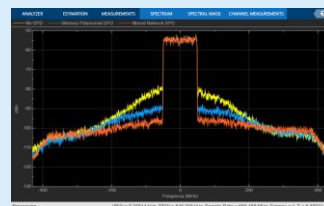
## 适用于无线的即用型 AI 工作流程



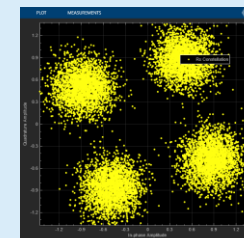
CSI反馈  
借助 Autoencoders



用于波束选择的  
神经网络

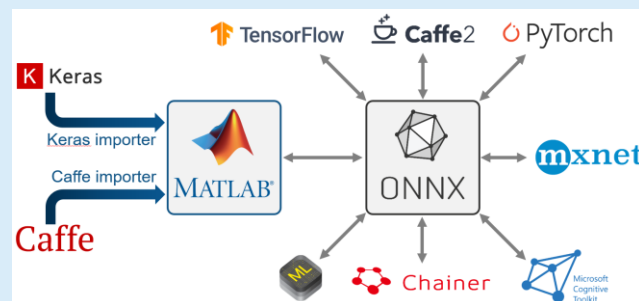


用于数字预失真的  
神经网络

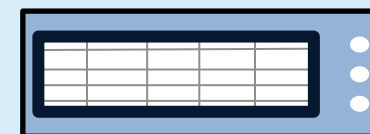


带自动编码器的  
端到端通信系统

## 与Python和其他框架的互操作和交换模型



## 捕获空中信号以训练 AI 模型



测试和测量设备



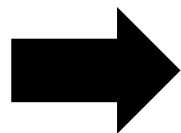
软件定义无线电



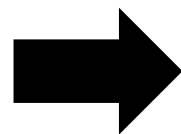
# 太赫兹/亚太赫兹

## 6G中太赫兹的动机

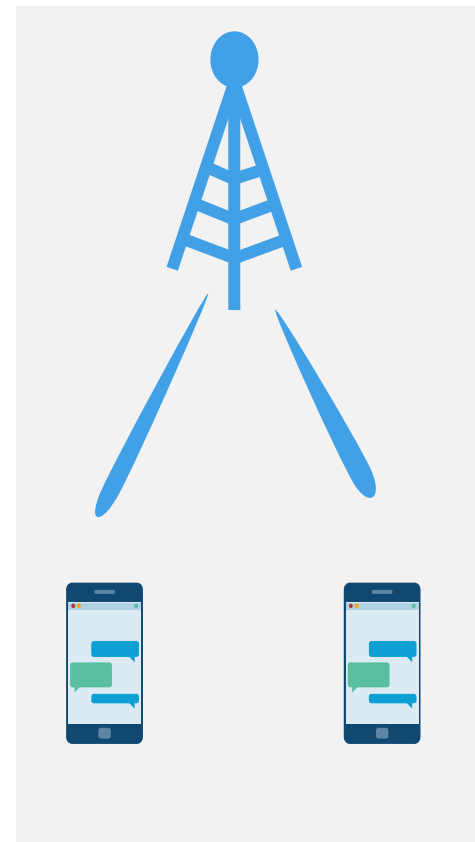
- ❑ 数据流量需求空前增加
- ❑ 现有sub 6GHz 频谱的稀缺性



支持高达数百Gbps的极高带宽

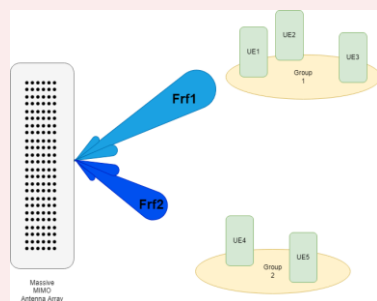


实现超精确定位

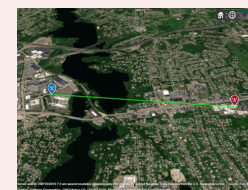


# 太赫兹/亚太赫兹 - MATLAB 如何提供帮助

对大规模 MIMO 和混合波束成形进行建模  
以应对太赫兹的大衰减



使用射线追踪的高频环境损失精确模型

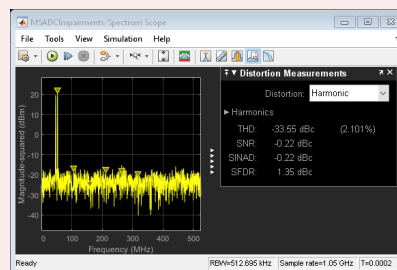


建模由于气体、雨、雾引起的地形和大气损失

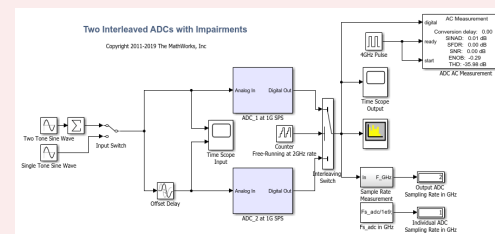


建模由反射、折射和衍射引起的损失

探索实现极高数据速率的数据转换器架构



分析有损伤的ADC：  
量化、饱和、非线性、抖动



设计和评估 ADC 架构

# 适用于 6G 的新波形

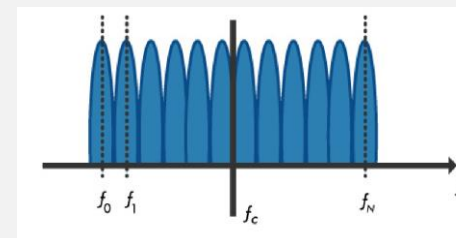
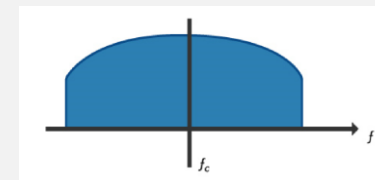
## 新波形的动机

- ❑ 新引入的频段需要新的波形
- ❑ 补偿硬件限制所需的适应性波形

提高频谱和功率效率

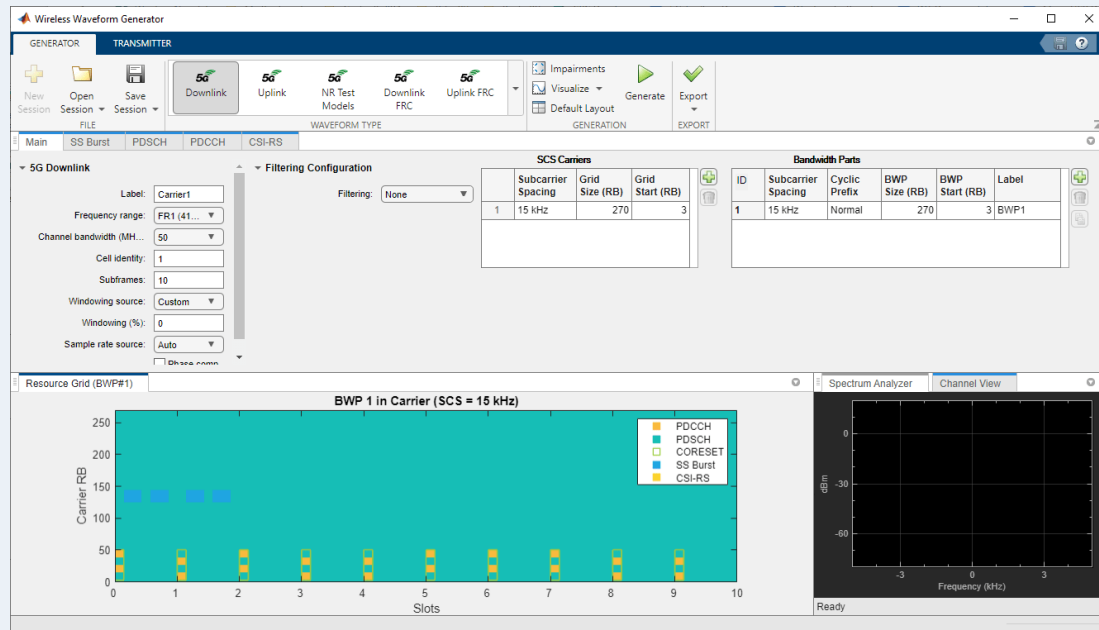
提高覆盖范围并支持高通量

支持新的用例：  
定位、感知、物理层安全



# 6G 波形设计 - MATLAB 如何提供帮助

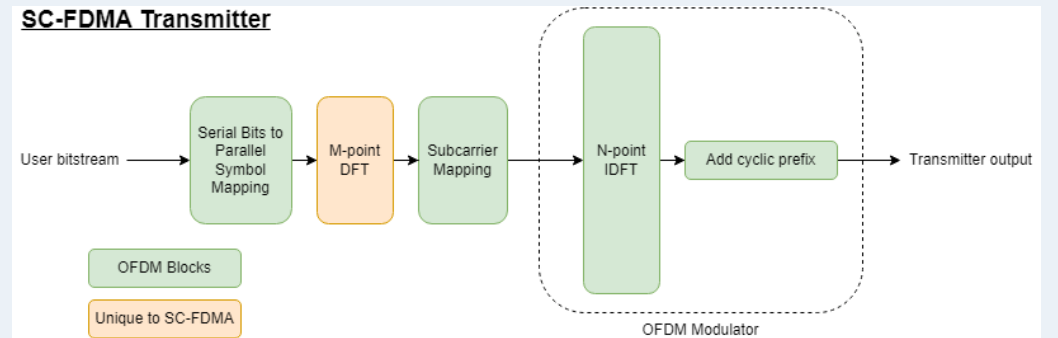
自定义和构建现有 5G 波形，探索 6G 的新波形



5G 波形发生器应用

探索 SC-FDMA 与 OFDM 的比较

## SC-FDMA Transmitter

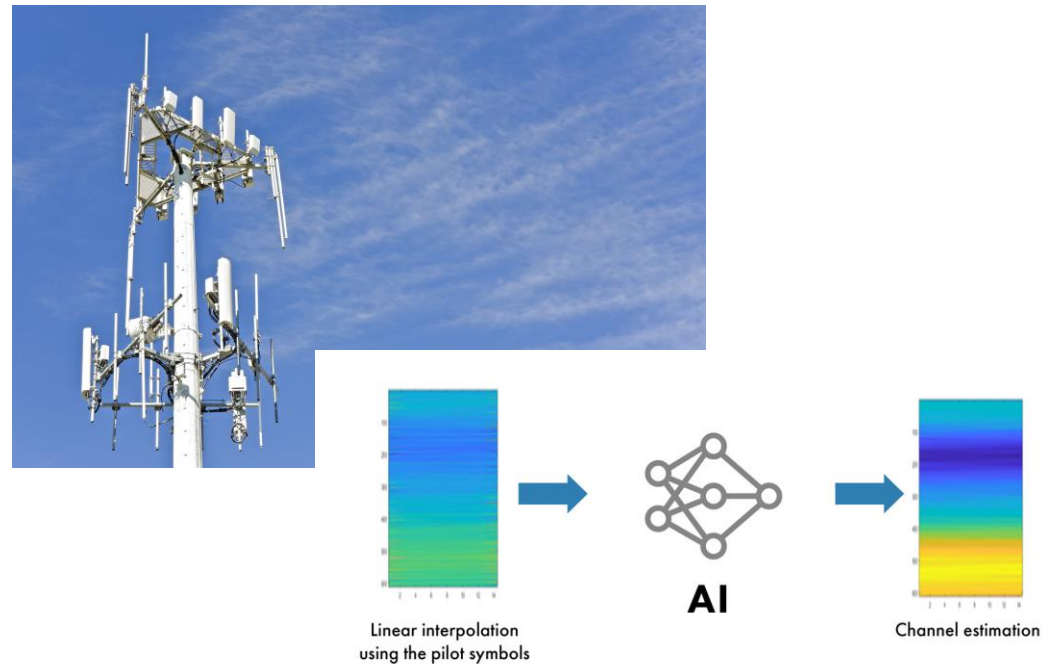


用于设计和测试 OFDM 和 SC-FDMA 系统的功能和模块



# 议程

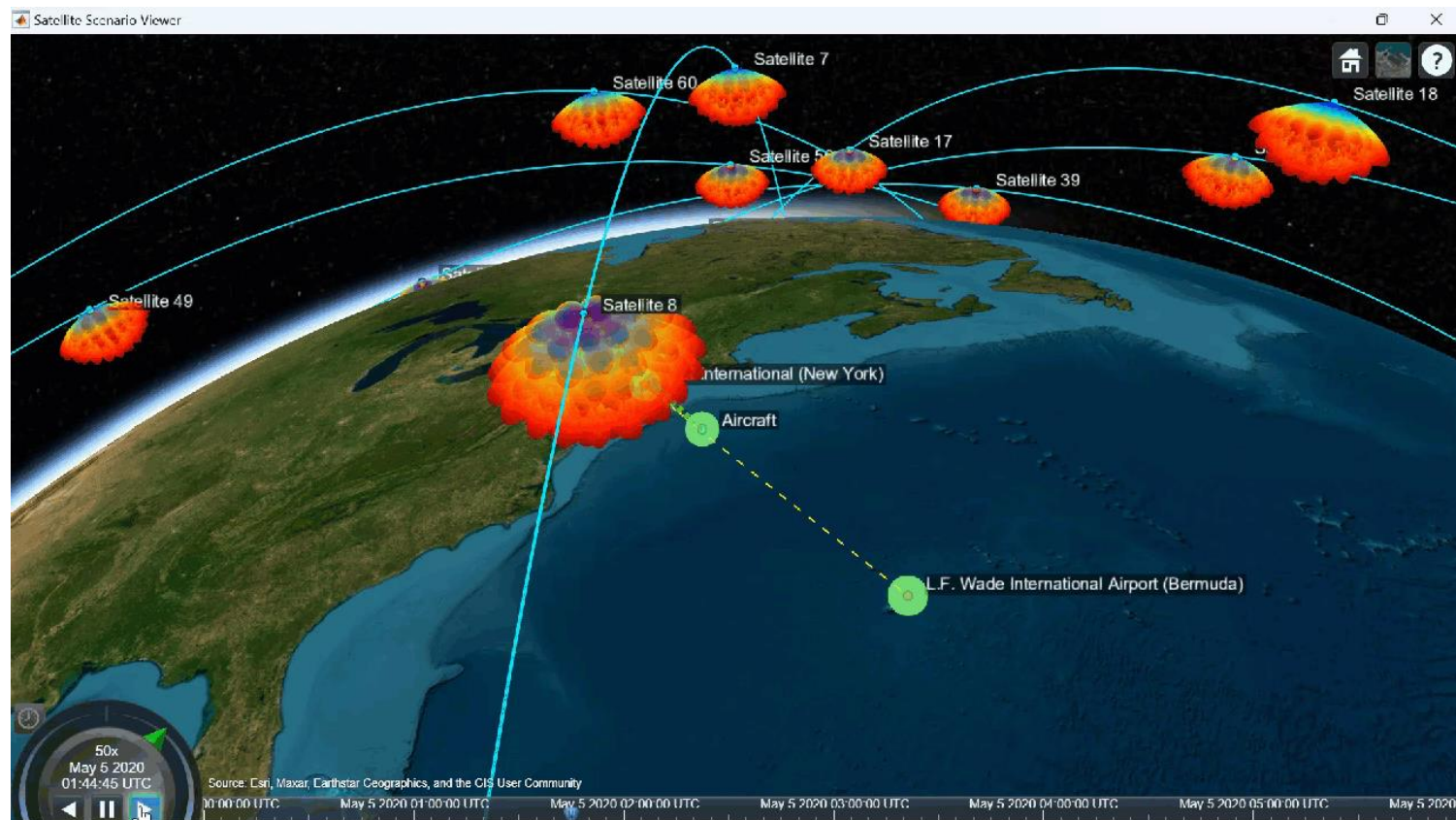
- 6G 目标、要求和演进
- 6G使能技术
- 利用 MATLAB® 加速您的 6G 探索和设计



# 同时模拟飞机和卫星

## R2023a

- 将飞机轨迹定义为航点
- 将轨迹导入星历数据
- 将万向节、发射器、接收器连接到飞机上
- 执行与飞机的访问和链接分析
- 技术可扩展到其他设备

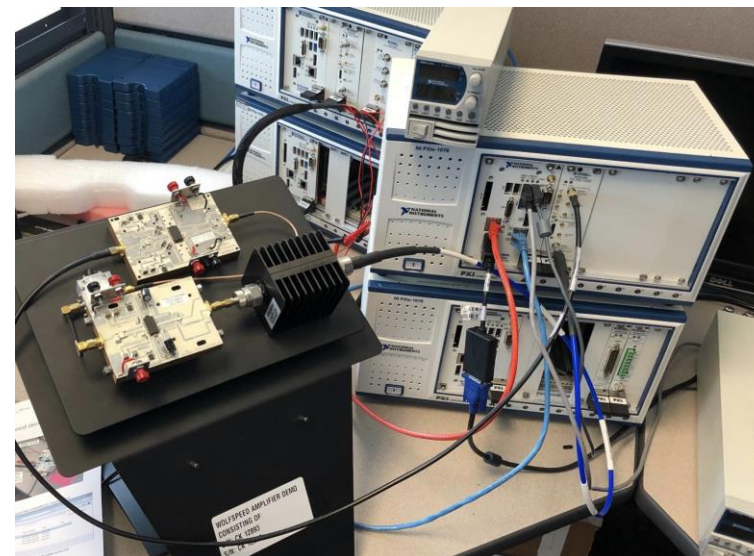
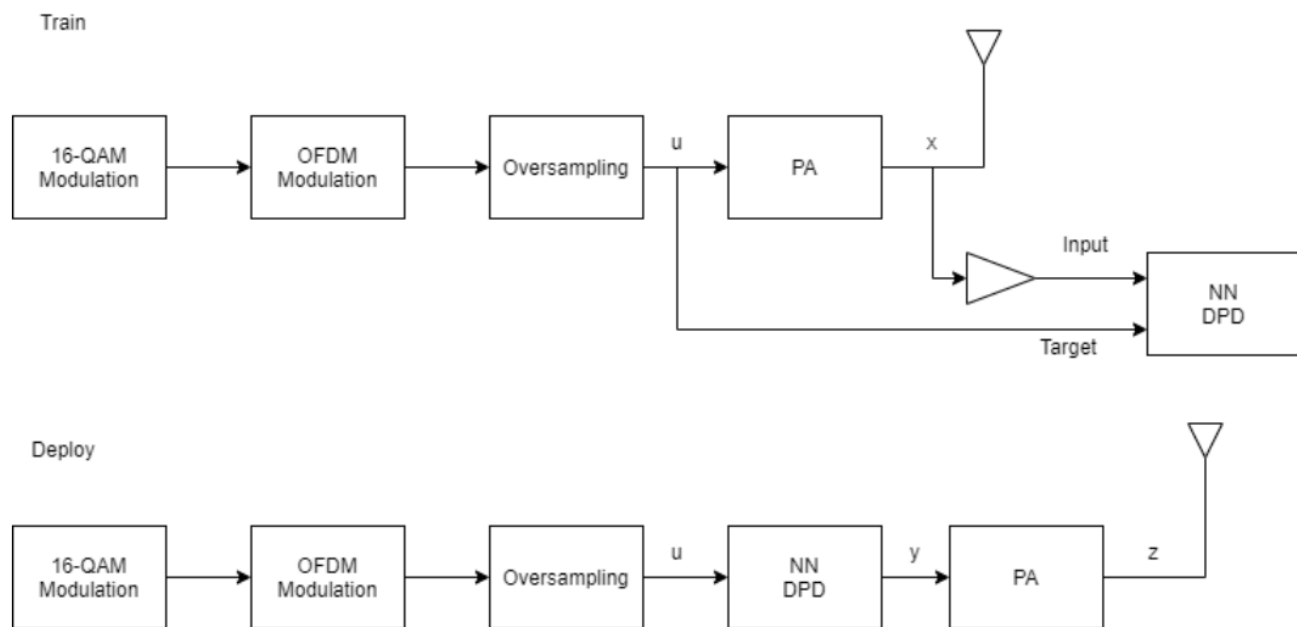


[Aircraft-to-Satellite Communication for ADS-B Out - MATLAB & Simulink - MathWorks 中国](#)

# 培训和部署用于数字预失真的 AI

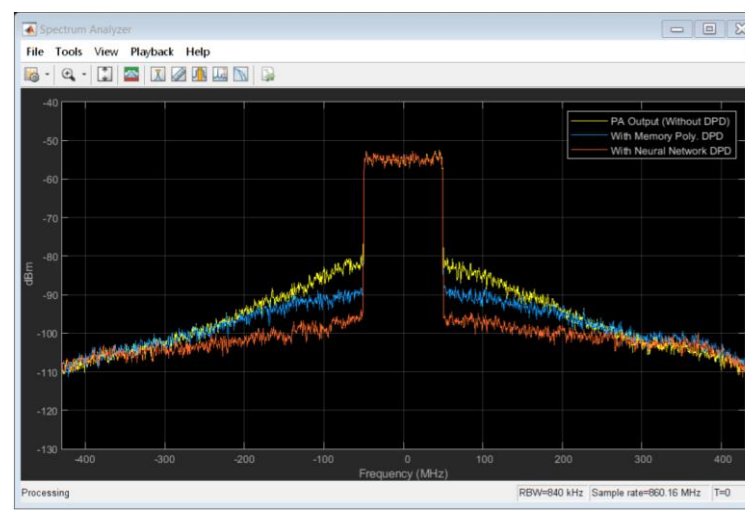
HDL Neural Network Design for Digital Predistorter -  
MATLAB & Simulink - MathWorks 中国

R2023a



## 工作流程

- 使用测试仪器硬件从真实PA收集数据，或表征PA特性并使用模型进行仿真
- 使用真实 PA 数据或仿真数据训练神经网络
- 使用硬件和真实数据测试网络
- 满意后，修剪和量化网络
- 以 FPGA 为目标并部署HDL算法

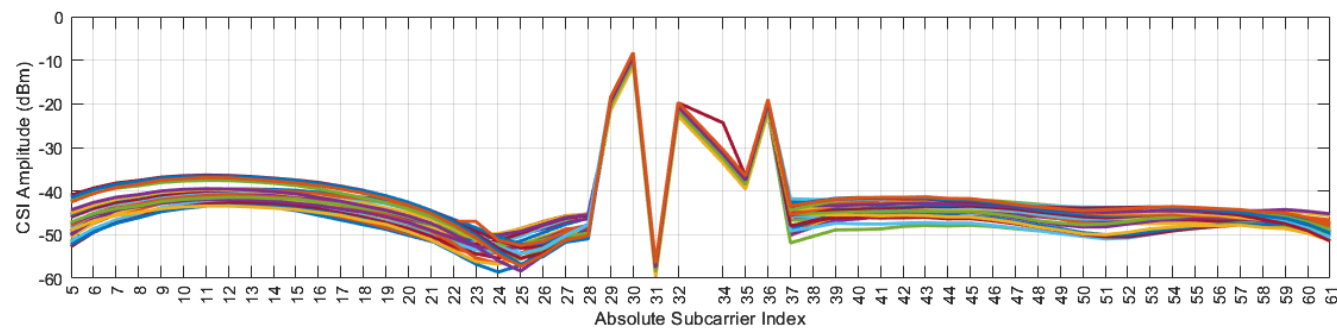
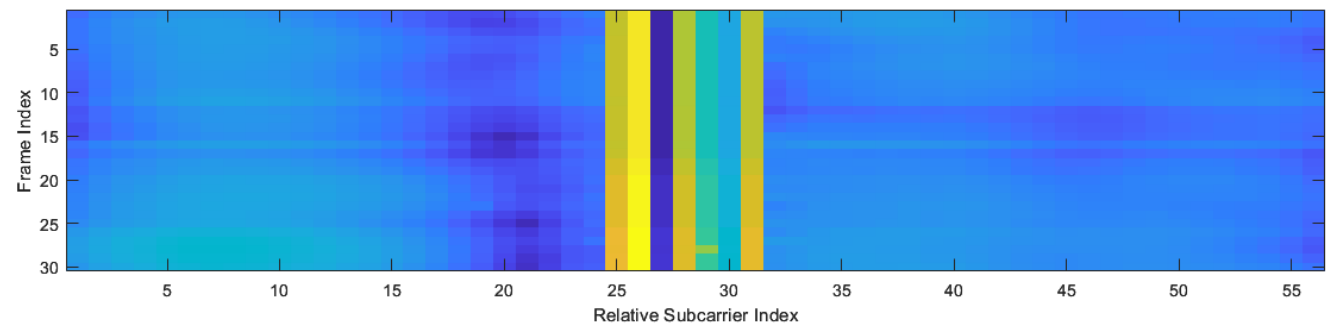
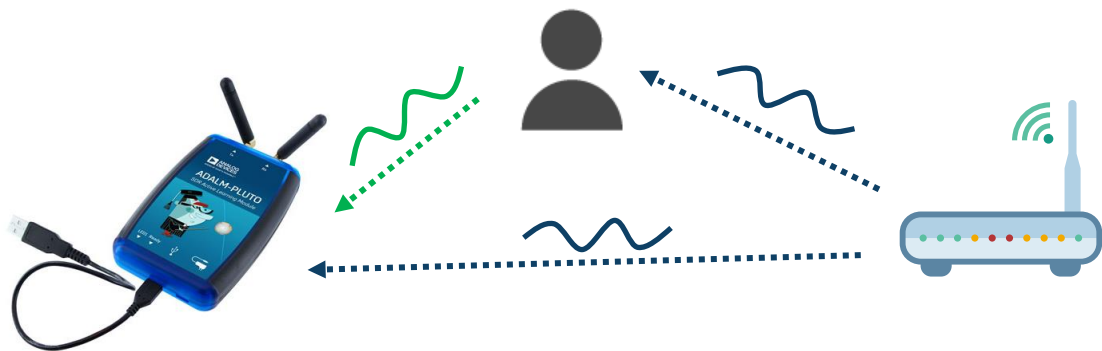


# 使用无线传感进行存在检测

R2023a

使用 Wi-Fi 信道状态信息检测房间中是否有人

- 使用 SDR 和 WLAN 工具箱捕获 Wi-Fi 信标 CSI 以创建移动或不移动的数据集或使用下载的第三方数据集
- 训练深度神经网络以对存在进行分类



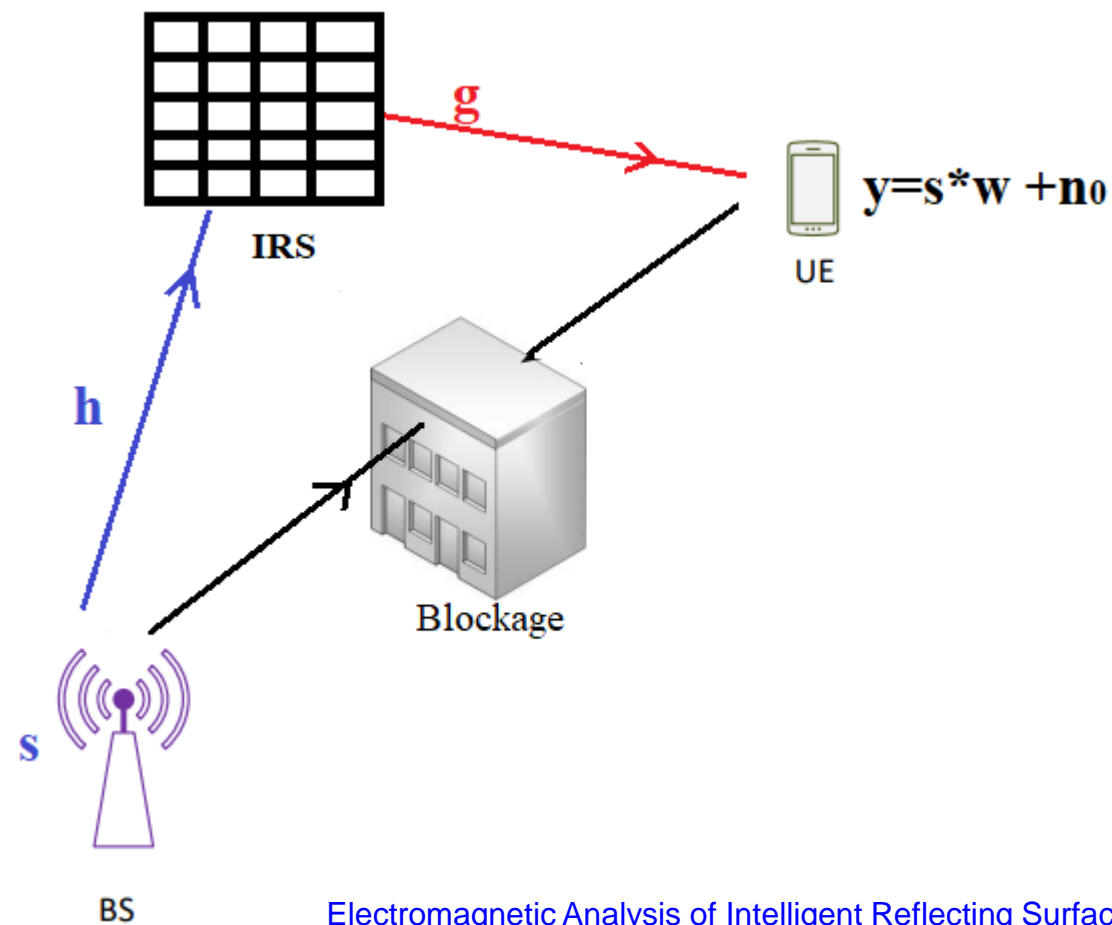
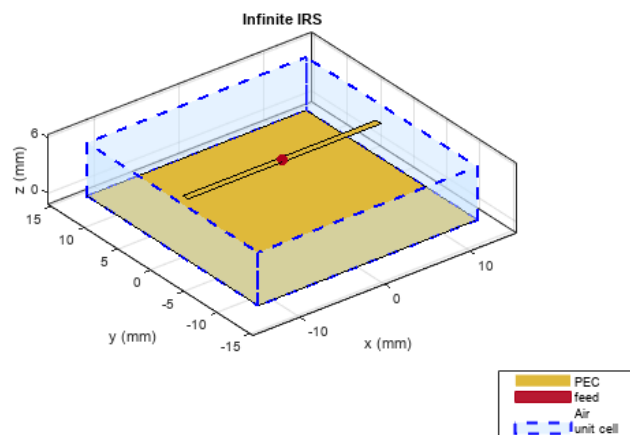
[Detect Human Presence Using WLAN Signals and Deep Learning - MATLAB & Simulink - MathWorks 中国](#)



# 智能反射面电磁分析

使用全波电磁仿真对 IRS 的响应进行建模

- 创建和可视化无限IRS
- 指定方向和极化
- 可视化反射特性



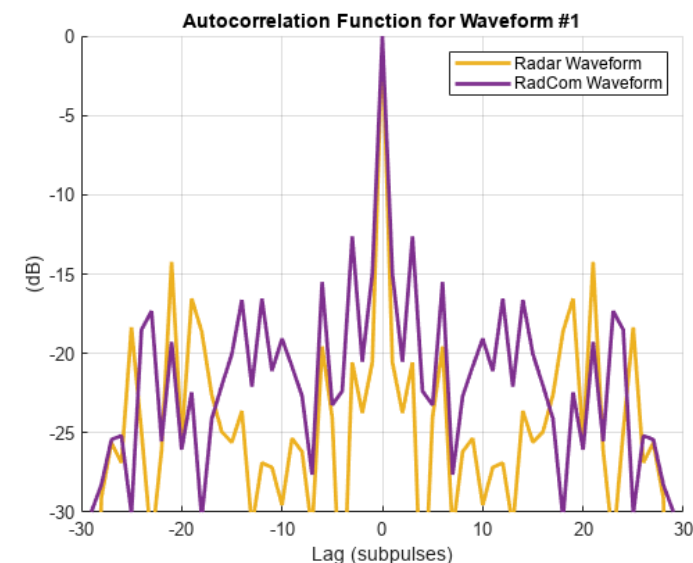
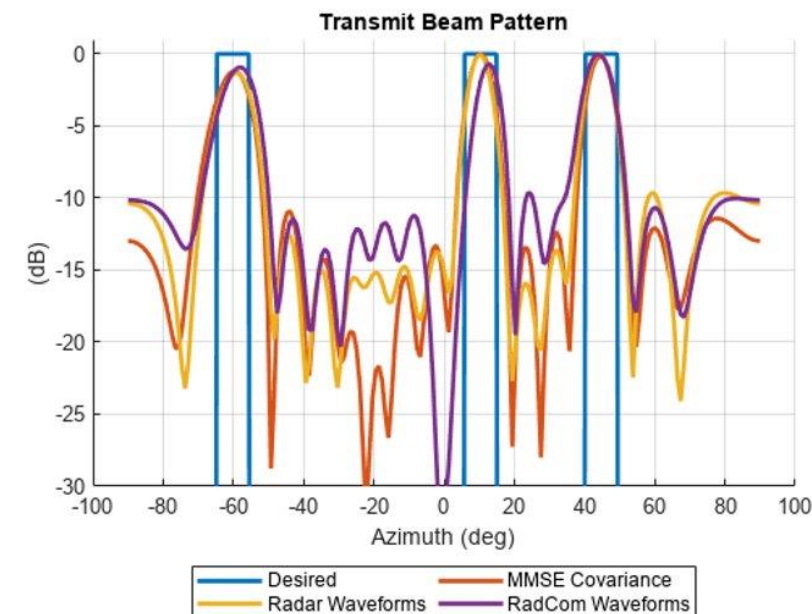
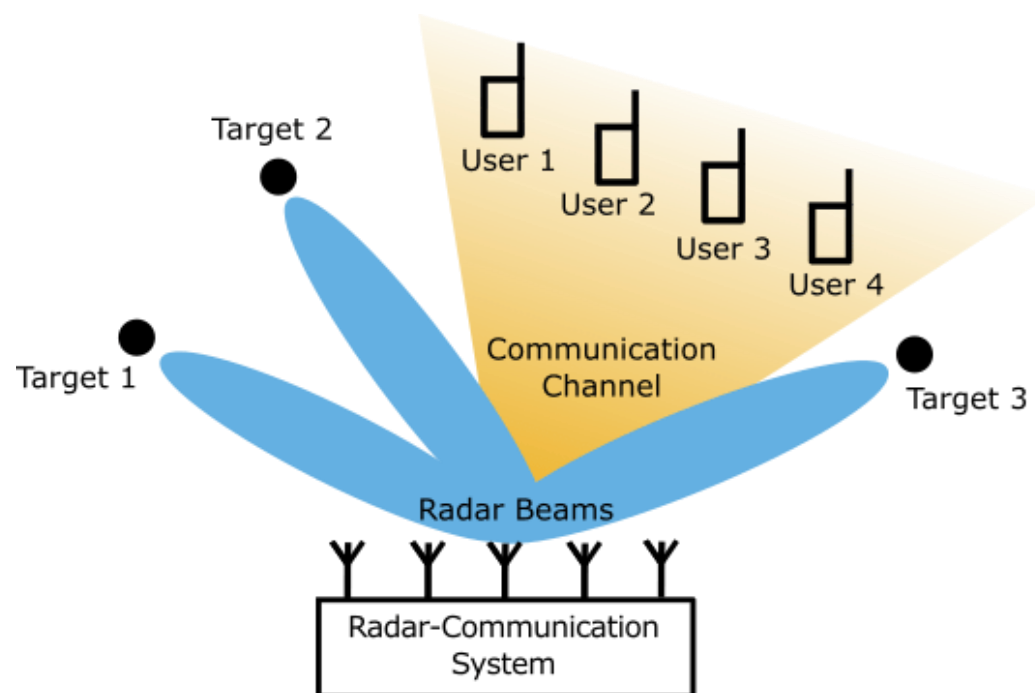
[Electromagnetic Analysis of Intelligent Reflecting Surface - MATLAB & Simulink - MathWorks 中国](#)

R2023a

# 双功能 MIMO通信雷达一体化(RadCom)的波形设计

合成一组波形以同时具备雷达和通信功能

- 合成一组雷达波形，沿感兴趣目标的方向形成多个发射波束
- 将通信符号嵌入到合成的雷达波形中，使多用户干扰和发射波束方向图中的失真最小化





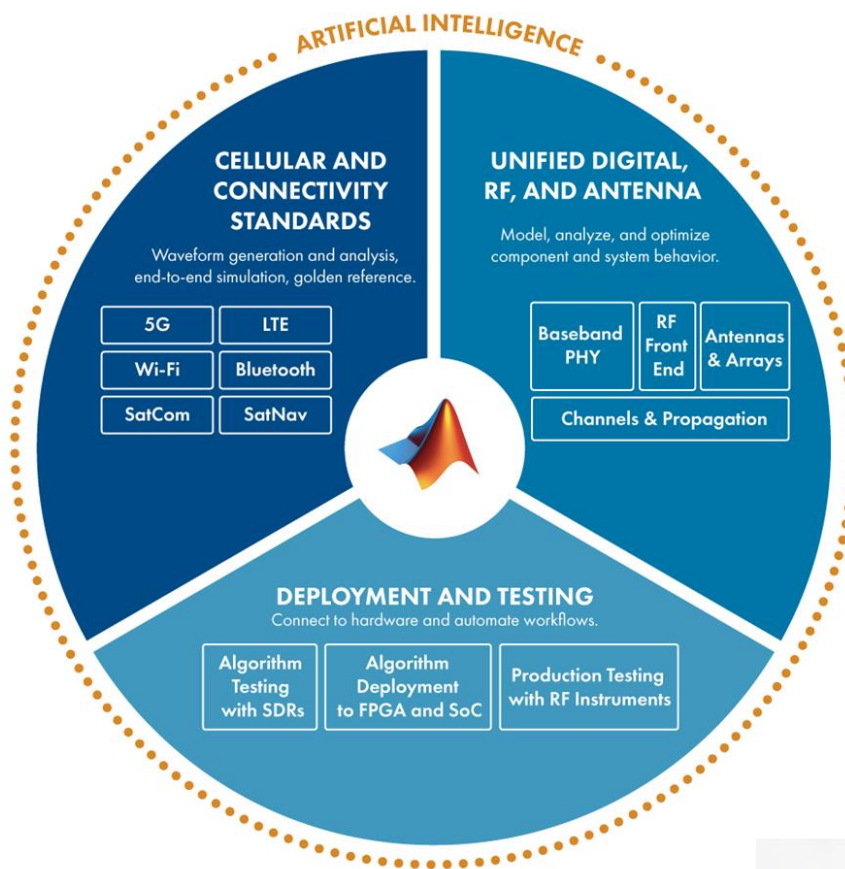
# MATLAB 可加快 6G 设计探索和研究

开放可编辑、可自定义的 MATLAB 函数中的算法

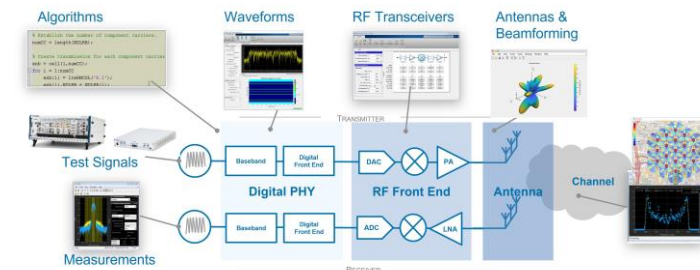
```

% Encode the DL-SCH transport blocks
codedTrBlock = encodeDLSCH(pdsch.Modulation,pdsch.NLayers,...
    pdschIndicesInfo.G,hargProcesses(hargProcIdx).RV,hargProcIdx-1);

% PDSCH modulation and precoding
pdschSymbols = nrPDSCH(codedTrBlock,pdsch.Modulation,pdsch.NLayers,gnb
pdschSymbols = pdschSymbols*wtX;
    
```



联合优化6G系统的数字、射频和天线



通过硬件连接进行连续且简便的原型设计和测试



# How to Learn More

## 无线通信解决方案页面

[mathworks.com/solutions/wireless-communications.html](https://mathworks.com/solutions/wireless-communications.html)

## 无线通信产品页面

[mathworks.com/products/](https://mathworks.com/products/)

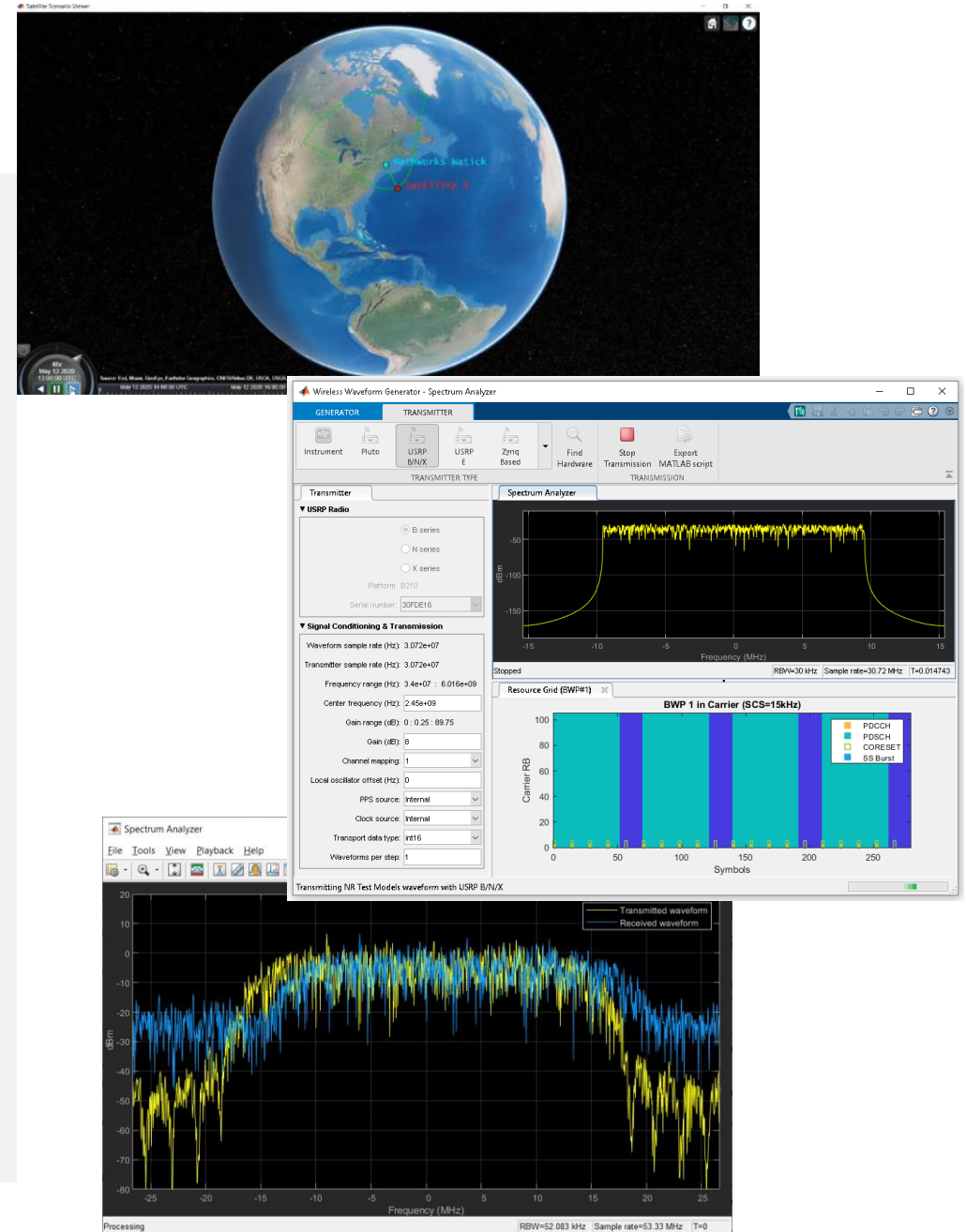
5G, WLAN, Satellite-communications

## 无线通信研讨会

Satellite Communications (NTN)

AI for Wireless

5G Training Course



# MATLAB EXPO

Thank you



© 2023 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [mathworks.com/trademarks](https://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.