



INDUSTRIAL  
SUMMIT 2024

POWERING YOUR SUSTAINABLE INNOVATION



# 经济可靠的连接mCC-ST60

Danny Sheng



# 议程

1 概述

2 应用示例

3 产品系列

4 ST60A2产品概述

5 ST60A3产品概述

6 合作伙伴

7 生态系统和解决方案

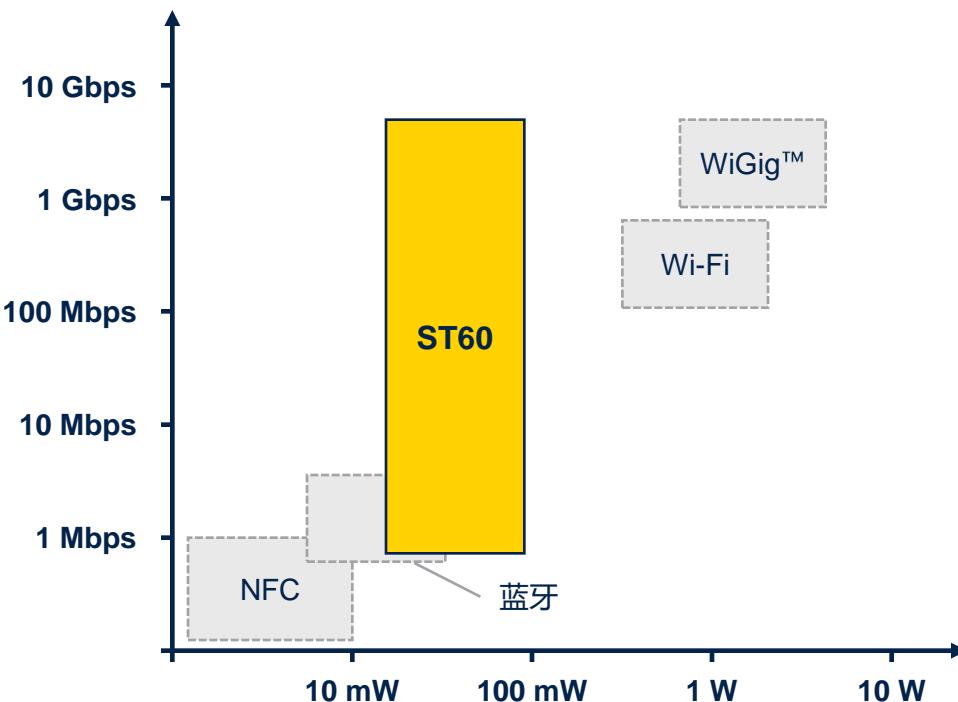
8 演示介绍



# 引入ST60 60 GHz非接触式连接

以极低功耗实现极速性能

业内最佳的每比特功耗  
Tx为8.9 pJ/bit, 而Rx为6.4 pJ/bit



速度可达6.25 Gbps



# ST60：全新的非接触式连接解决方案

高速、低功耗、短距离、点对点60 GHz RF链路



高达6 Gbps



小尺寸



超低功耗



-40°C - 105°C

- 取代电缆和旋转接头
- 无连接器解决方案
- 解决产品设计方面的挑战

- 不受湿度/粉尘/振动的影响
- 旋转支持
- 电气隔离
- 无磨损和撕裂
- 设备无连接器



电子用具



工厂自动化



机器人



附件和模块化设备（摄像头等）

### 低速率传输（最高480 Mbps）

自动化、调试和固件传输。安全且可靠的旋转

滑环/激光雷达应用



个人电子产品  
(对接/固件传输)



### 高速率传输（最高6 Gbps）

以太网、视频、摄像头和机器人。安全且可靠的旋转

工业安全

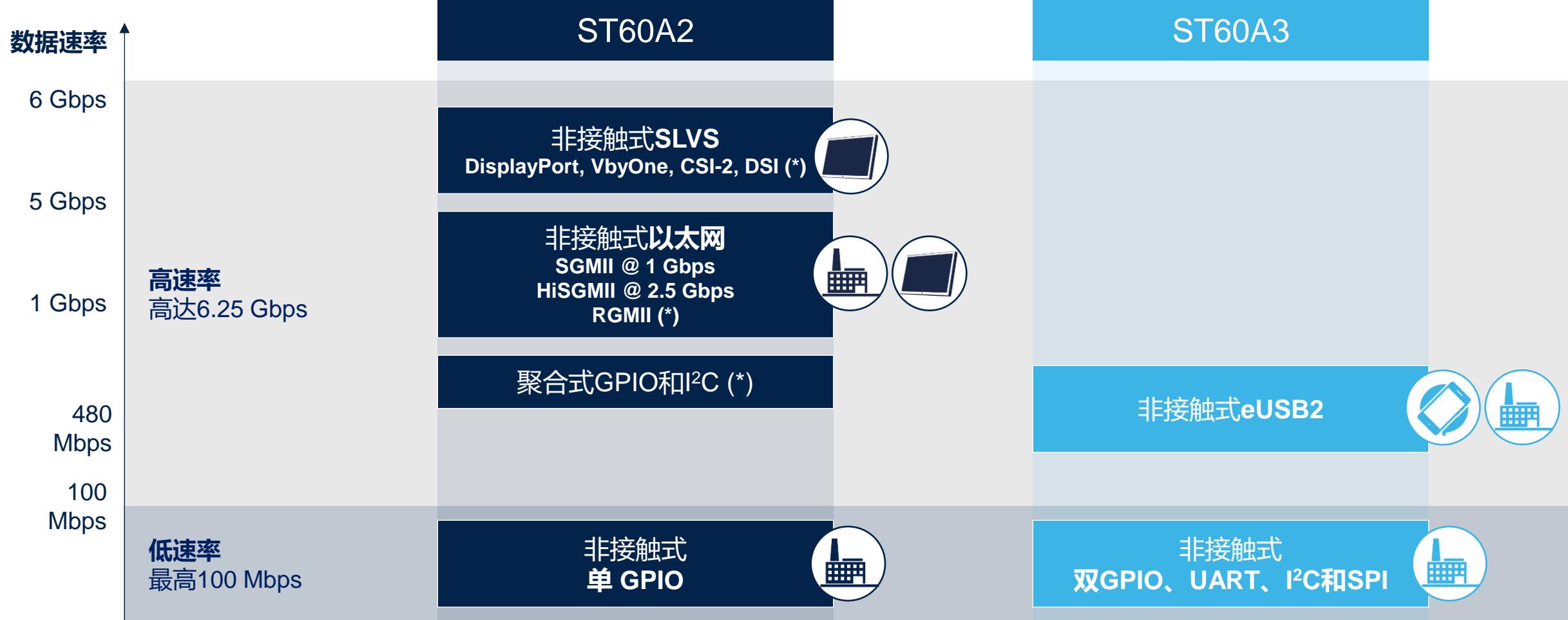


视讯墙





# ST60应用组合





# ST60 特性

特性	ST60A2G0	ST60A3H0	ST60A3H1
天线	<ul style="list-style-type: none"><li>外部天线</li><li>支持端射和宽边辐射模式的PCB贴片天线或定向SMT喇叭天线</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>外部天线</li><li>可提供多种解决方案（垂直、水平辐射），链路预算不超过36 dB</li><li>兼容H1内部天线</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>封装内天线（AiP）</li><li>宽边辐射，至多5 cm FSPL</li><li>最小尺寸，易于集成</li></ul>
低速率	<ul style="list-style-type: none"><li><b>GPIO</b>: 单个GPIO，最高100 Mbps</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>GPIO</b>: 最高6 Mbps，双CMOS I/O，LP和ULP模式，单电子和双向隧穿，</li><li><b>UART</b>: 最高6 Mbps，双CMOS I/O，LP和ULP模式</li><li><b>I<sup>2</sup>C</b>: 最高1 Mbps，标准模式，快速模式和超快速模式，双CMOS I/O</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><b>GPIO</b>: 最高6 Mbps，双CMOS I/O，LP和ULP模式，单电子和双向隧穿，</li><li><b>UART</b>: 最高6 Mbps，双CMOS I/O，LP和ULP模式</li><li><b>I<sup>2</sup>C</b>: 最高1 Mbps，标准模式，快速模式和超快速模式，双CMOS I/O</li></ul>
高速率	<b>HDR/FDR(SLVS)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>SLVS半双工 @ 6.25 Gbps (最大值)</li><li>SGMII @ 1.25 Gbps</li></ul>	<b>eUSB2</b> <ul style="list-style-type: none"><li>混合中继器</li><li>LS、FS和HS模式，最高480 Mbps</li><li>支持数种eUSB2配置</li></ul>	<b>eUSB2</b> <ul style="list-style-type: none"><li>混合中继器</li><li>LS、FS和HS模式，最高480 Mbps</li><li>支持数种eUSB2配置</li></ul>
封装	<ul style="list-style-type: none"><li>BGA 2.2 x 2.2 x 0.8 mm</li><li>0.4 mm间距</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>BGA 2.2 x 2.6 x 0.8 mm</li><li>0.4 mm间距</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>BGA 2.9 x 4.1 x 0.8 mm</li><li>0.4 mm间距</li><li>封装内天线</li></ul>
电源	<ul style="list-style-type: none"><li>VDD 1.8 V / 1.45 V<ul style="list-style-type: none"><li>SLVS @ 3.125 Gbps:<ul style="list-style-type: none"><li>Rx:30 mW</li><li>Tx:55 mW</li></ul></li><li>GPIO @ 100 Mbps:<ul style="list-style-type: none"><li>Rx: 17 mW</li><li>Tx: 46 mW</li></ul></li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>VDD:1.8 V / 1.2 V</li><li>eUSB2 HS Rx/Tx 隧穿 – 110/130 mW</li><li>UART Rx/Tx 隧穿 – 90 mW / 15 mW (ULP)</li><li>I<sup>2</sup>C 隧穿 – 90 mW</li><li>GPIO 隧穿 – 90 mW</li><li>低功率模式 – 120 <math>\mu</math>W</li><li>待机模式 – 27 <math>\mu</math>W</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>VDD:1.8 V</li><li>eUSB2 HS Rx/Tx 隧穿 – 110/130 mW</li><li>UART Rx/Tx 隧穿 – 90 mW / 15 mW (ULP)</li><li>I<sup>2</sup>C 隧穿 – 90 mW</li><li>GPIO 隧穿 – 90 mW</li><li>低功率模式 – 120 <math>\mu</math>W</li><li>待机模式 – 23 <math>\mu</math>W</li></ul>
温度范围	<ul style="list-style-type: none"><li>耗电装置: -20, +85°C</li><li>工业用: -40, +105°C</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>耗电装置: -20, +85 °C</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>耗电装置: -20, +85 °C</li></ul>

# ST60A2产品概述

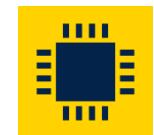


# ST60A2概述和主要优势

紧凑型解决方案，集成了完整的60 GHz RF收发器



高达6.25 Gbps的非接触式连接



成本优化BOM与小型封装  
灵活的天线配置



超低功率 – 55 mW Tx, 30 mW Rx\*



工业用温度范围 [-40, +105°C]

(\* ) FDR 3.125 Gbps中的典型功耗，带双电源



# ST60A2产品概述

## 完全集成的60 GHz V频段收发器

- 发送和接收路径
- 通过单一电源或双电源进行电源管理
- 通过I<sup>2</sup>C总线或硬件控制引脚进行配置

## 点对点无线链接

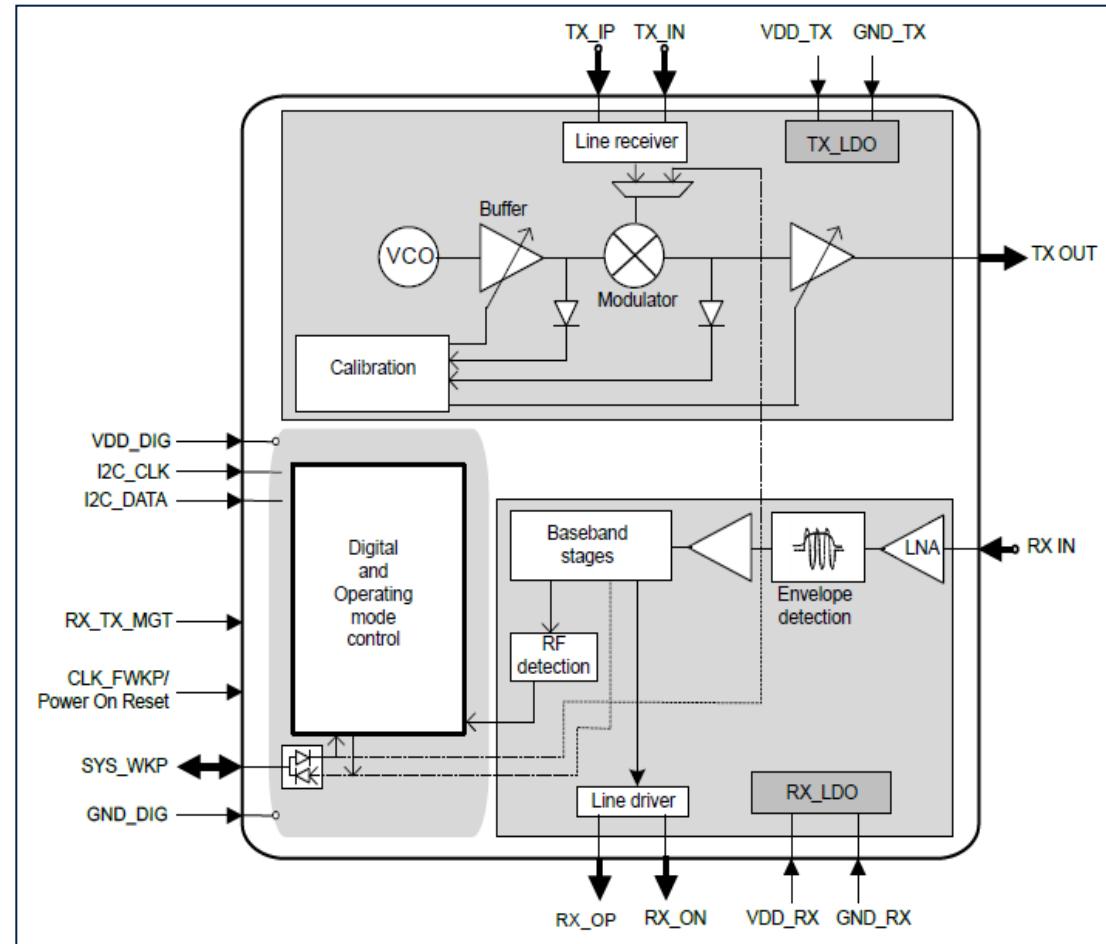
- 单端CMOS I/O，最高100 Mbps
- 差分模拟SLVS TX/RX端口最高支持6.25 Gbps
- 通过ASK调制实现半双工模式运行
- 28 dB总链路预算典型值 @ 5 Gbit/s

## 极低功耗

- Tx中55 mW, Rx中30 mW @ 3.125 Gbps (双电源)
- 在关闭模式下7.7 μW

## 极小外形尺寸和经优化的BOM

- VFBGA 2.2 mm x 2.2 mm x 0.8 mm, 25焊球, 0.4 mm间距
- 无需外部匹配网络和时钟参考

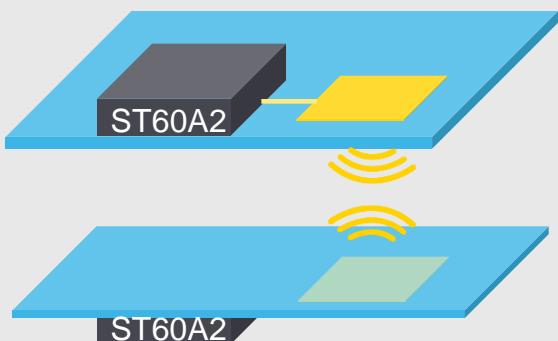




# ST60A2天线产品

水平、垂直和旋转连接，扩展中的天线产品生态系统

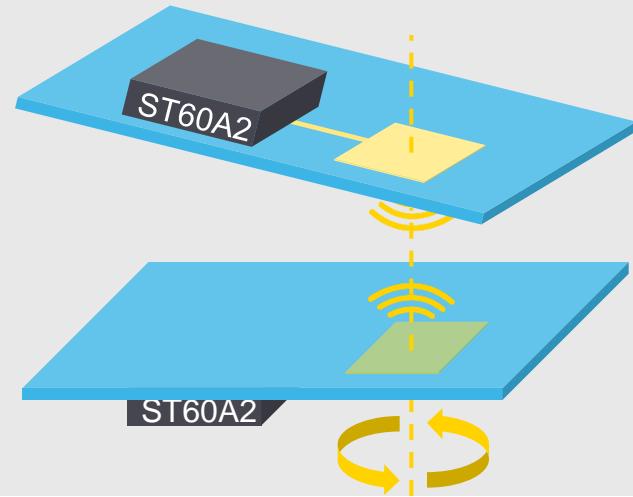
宽边辐射



端射辐射



可旋转





# ST60A2操作模式

## 全/高速率模式 (FDR/HDR)

- SLVS差分输入输出端口(TX/RX)
- 需要DC平衡数据8b/10b编码
- FDR模式：从1 Mbps到5 Gbps
- HDR模式：从500 Mbps到6.25 Gbps
- 典型接口：
  - LVDS (需求水平适应)
  - 1 Gbps以太网 (SGMII PHY)
  - 2.5 Gbps以太网 (Hi-SGMII PHY)



非接触式千兆以太网桥(SLVS/HDR)

## 低速率模式 (LDR)

- 单端CMOS I/O：从9.6 kbps到100 Mbps
- 典型接口：UART, GPIO

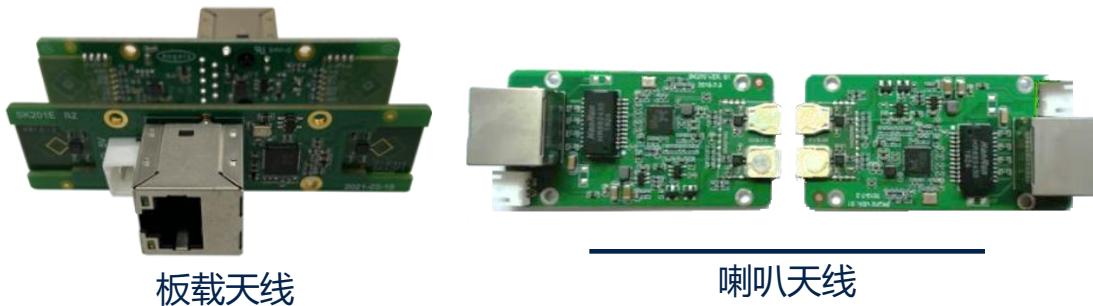


非接触式快速GPIO (GPIO/LDR)

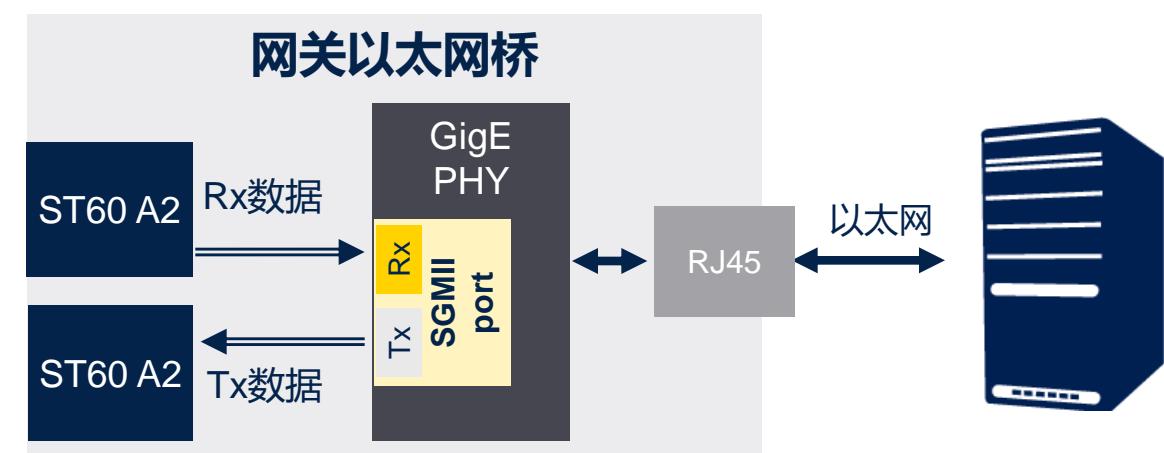
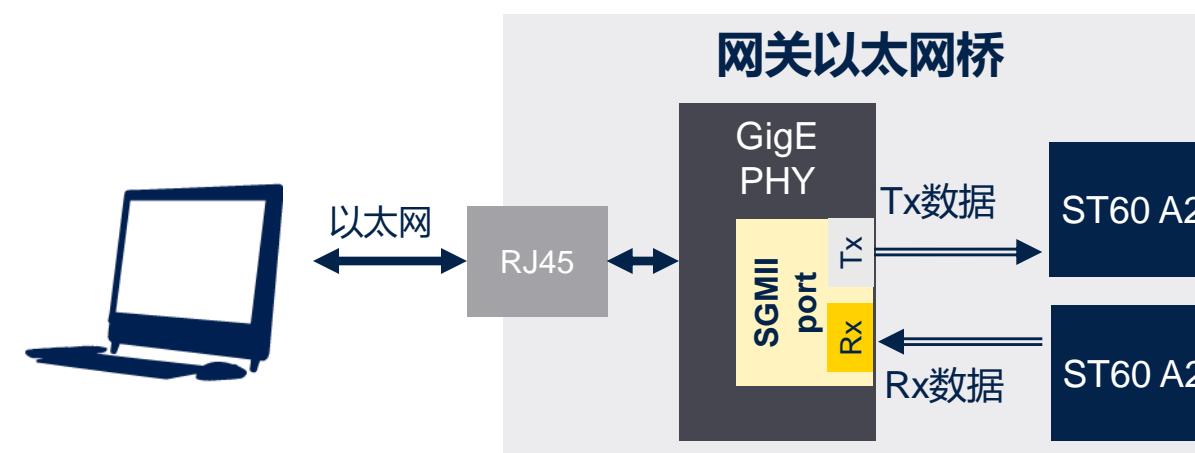


# ST60A2无接触式千兆以太网解决方案

垂直（板载天线）和水平（喇叭天线）发送



- 千兆以太网SGMII全双工
- 支持10、100或1000 Mbps
- 使用低延迟PHY时支持EtherCAT

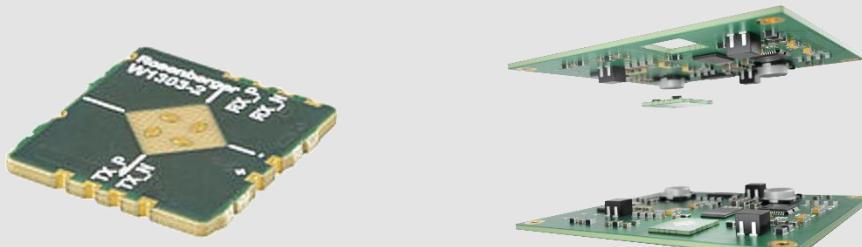


ST60合作伙伴产品页面: ST60A2G0 - 60 GHz RF收发器A2系列

# ST60A2合作伙伴

## Rosenberger

RoProxCon® - 模块上系统 (SoM)  
全双工



RoProxCon® - 数据  
(内联/适配器)



RoProxCon® - 混合  
(电源和数据)



## 稳联 SKRF

非接触式以太网和RF模块



## MAJA

半和全双工旋转模块设计服务



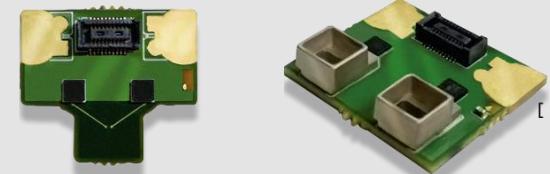
## Radiall

水平和垂直极化天线



## SENSORVIEW

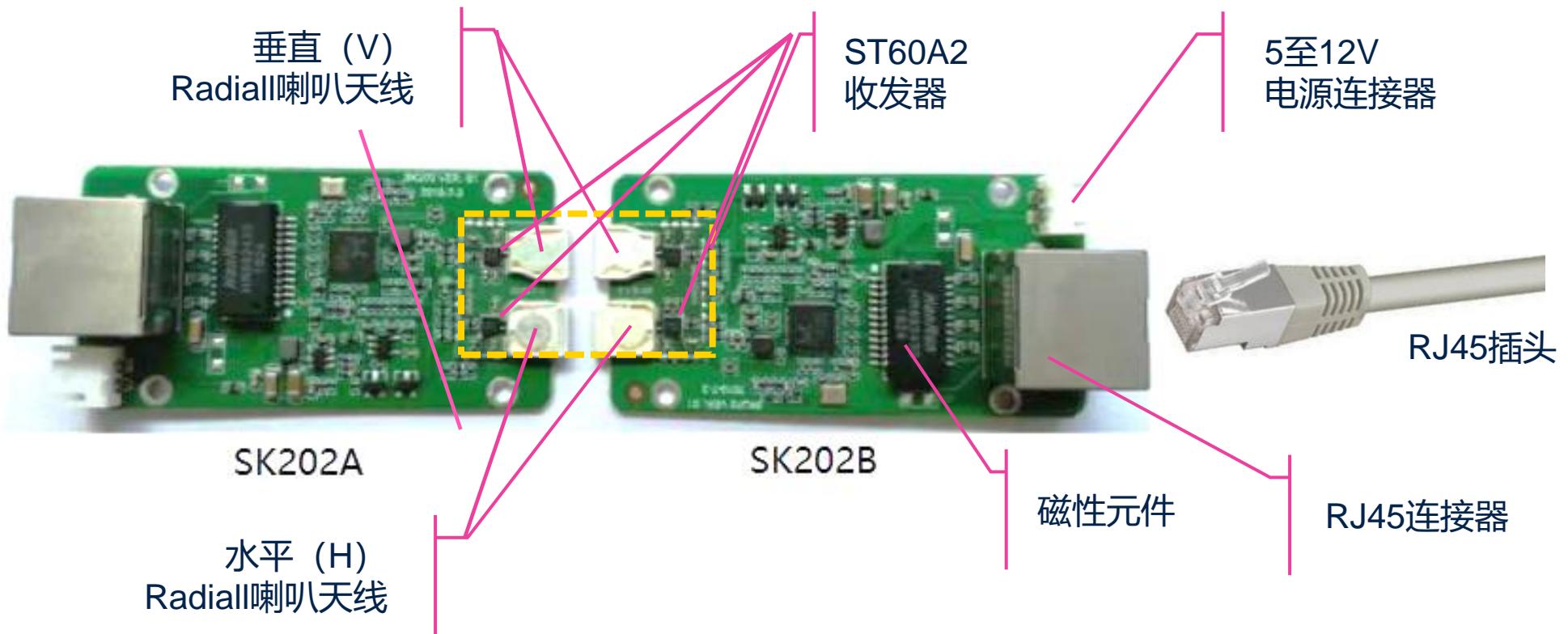
板载天线设计服务  
焊接模块





# 千兆以太网模块 SK202 喇叭天线

FCC CE



如需产品规格可点击[此处](#)

如需 **NOW** 提供的产品可点击[此处](#)

联系方式: sales@sk-rf.com

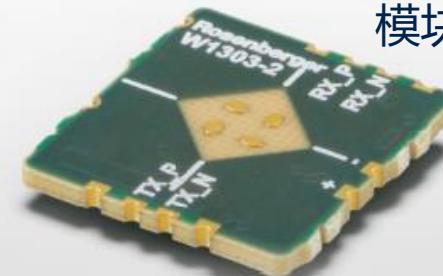


稳联  
SKRF

Radiall

# RoProxCon非接触式连接

混合  
无线电源



模块上系统 (SoM)

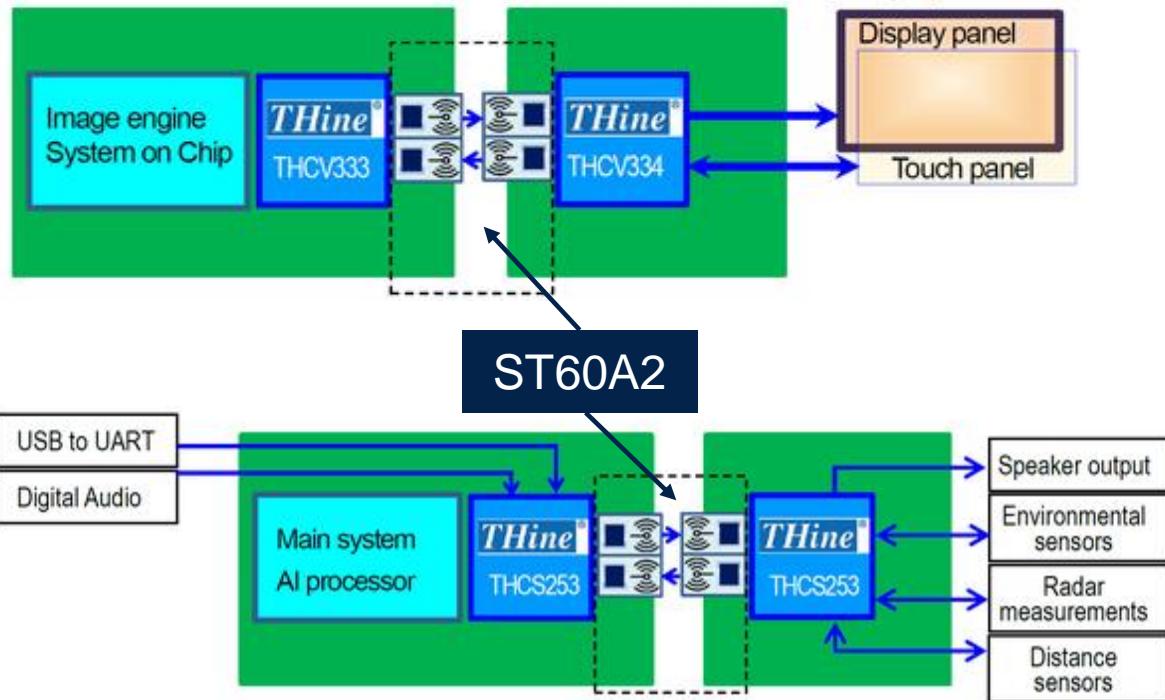
数据  
通过常用工业接口提供



# THine Electronics和ST60A2 非接触式连接解决方案

板间连接（去掉柔性线）和免连接器解决方案（防尘器件、器件同步和无缝对接）

Thine Electronics  
发布的[新闻稿](#)



## VbyOne可拆卸式触摸屏显示器

- 大型招牌模块的机械连接器更换
- 防水、防尘且抗振的器件

## 环境和雷达传感器的32路GPIO、UART和I<sup>2</sup>C控制的集合

- 无缝的设备间数据传输，无电缆和连接器
- 用于PC和游戏控制台的对接站

# ST60A3产品概述



# ST60A3产品组合

## ST60A3H1



非接触式eUSB2 | UART | I<sup>2</sup>C | GPIO

**封装内天线 (AiP)**

3 x 4 x 0.8 mm封装

## ST60A3H0



非接触式eUSB2 | UART | I<sup>2</sup>C | GPIO

**外部天线 – 可以旋转**

2.2 x 2.6 x 0.8 mm封装

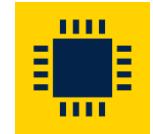


# ST60A3 概述

最高480 Mbps的非接触式连接的60 GHz V频带收发器



最高480 Mbps无线连接 (eUSB2)



小尺寸, 带集成天线 (ST60A3H1)  
灵活的天线配置 (ST60A3H0)



超低功耗

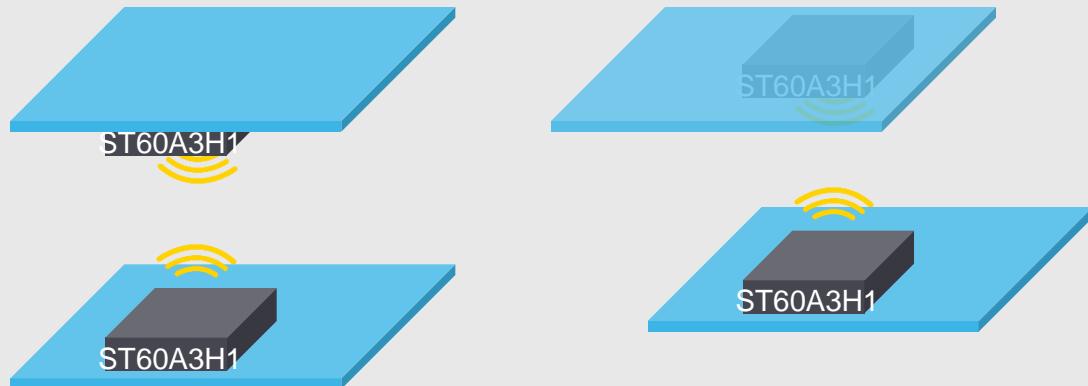


温度范围 [-20, +85°C]



# ST60A3H1 概述

最高480 Mbit/s的短距离非接触式连接的60 GHz V频带收发器，封装中有线极化天线



支持旋转，组合了线和圆极化天线

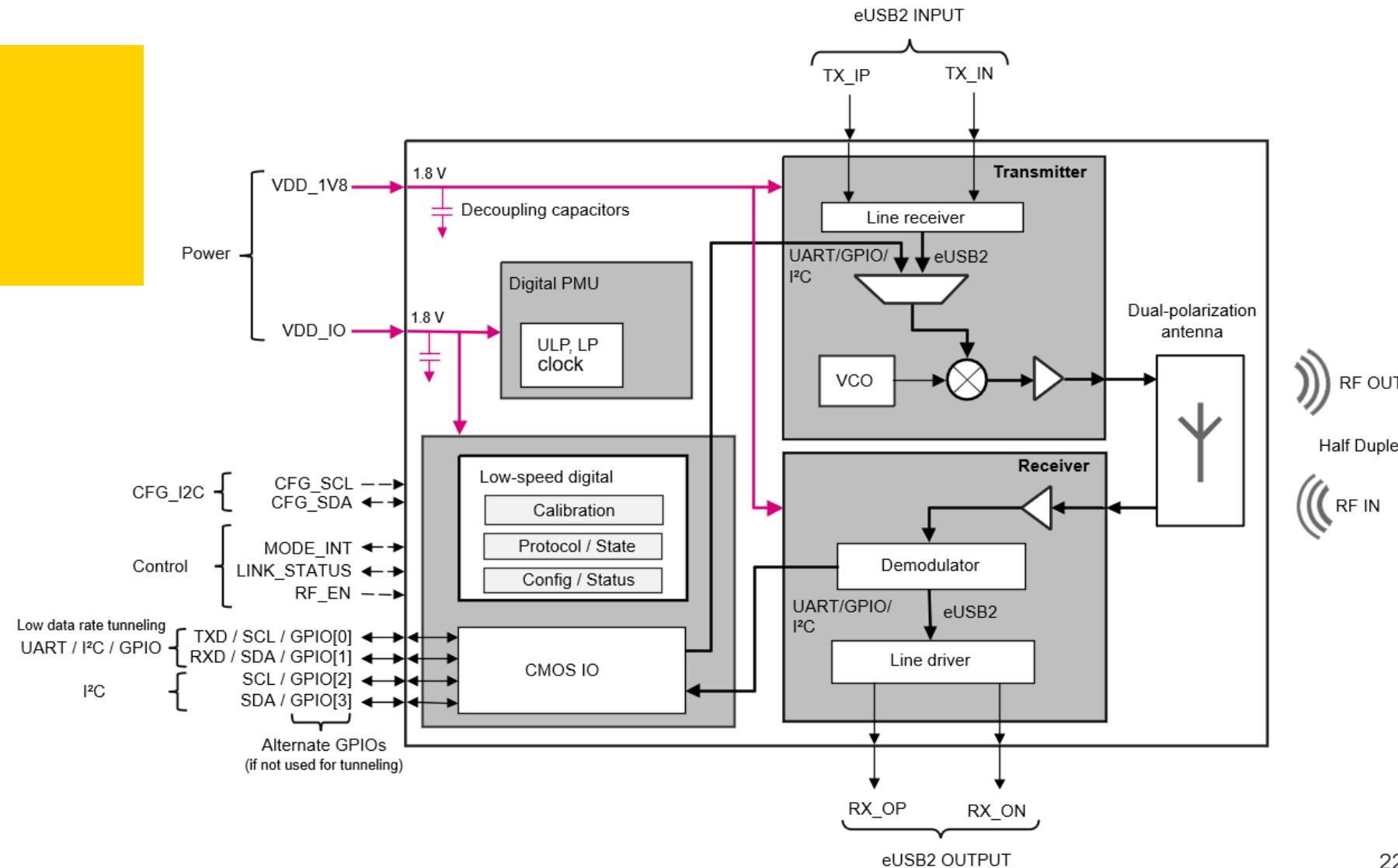
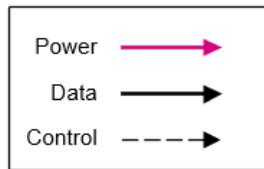
- 完整RF收发器和线极化天线（AiP），以半双工模式工作
- 42 dB典型总链路预算，自由空间传播损耗达至5 cm
- eUSB2、UART、GPIO或I<sup>2</sup>C射频隧道
- 1.8 V单电源
- 低功耗（使用1.8 V单电源时的典型值）：
  - eUSB2 Rx / Tx – 110 / 130 mW
  - UART / GPIO / I<sup>2</sup>C – 90 mW
  - 待机 – 23 µW
- 无外部匹配网络和时钟参考，优化了物料成本
- 封装：VFBGA 2.9 mm x 4.1 mm x 0.8 mm



# ST60A3H1框图

## 完全集成的60 GHz V频段收发器：

- 发送和接收路径
- 数字控制
- 电源管理
- 采用宽边辐射技术的集成天线

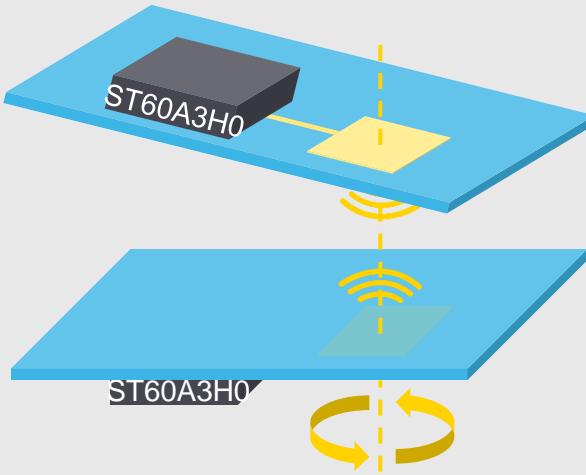


# ST60A3H0 概述

最高480 Mbit/s的短距离非接触式连接的60 GHz V频带收发器，将与外部天线或波导配合使用



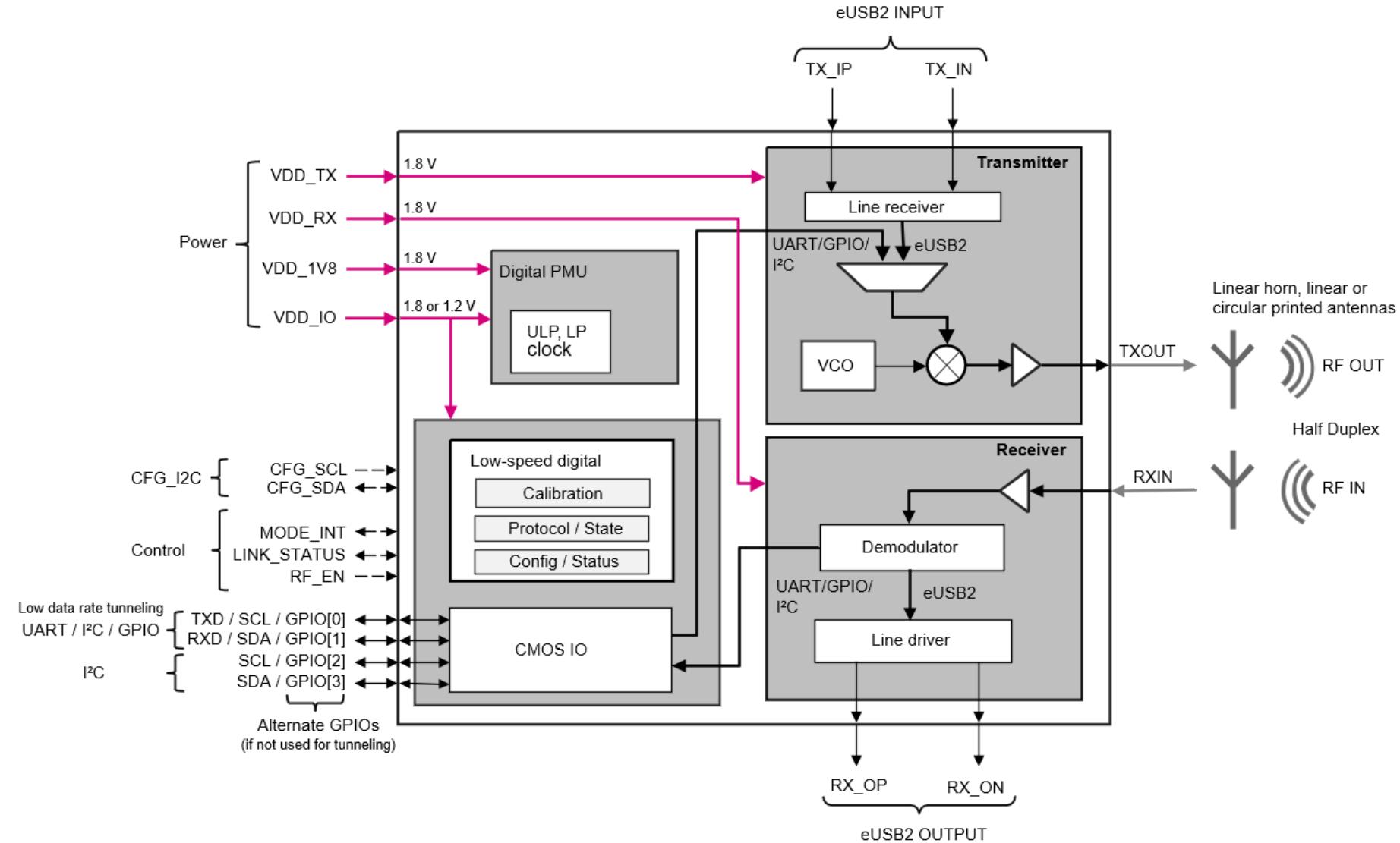
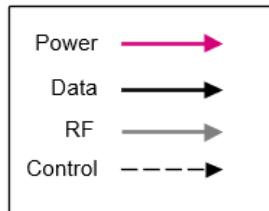
宽边辐射，板载贴片天线。  
旋转（若天线之一为圆极化）



端射辐射  
SMT喇叭天线

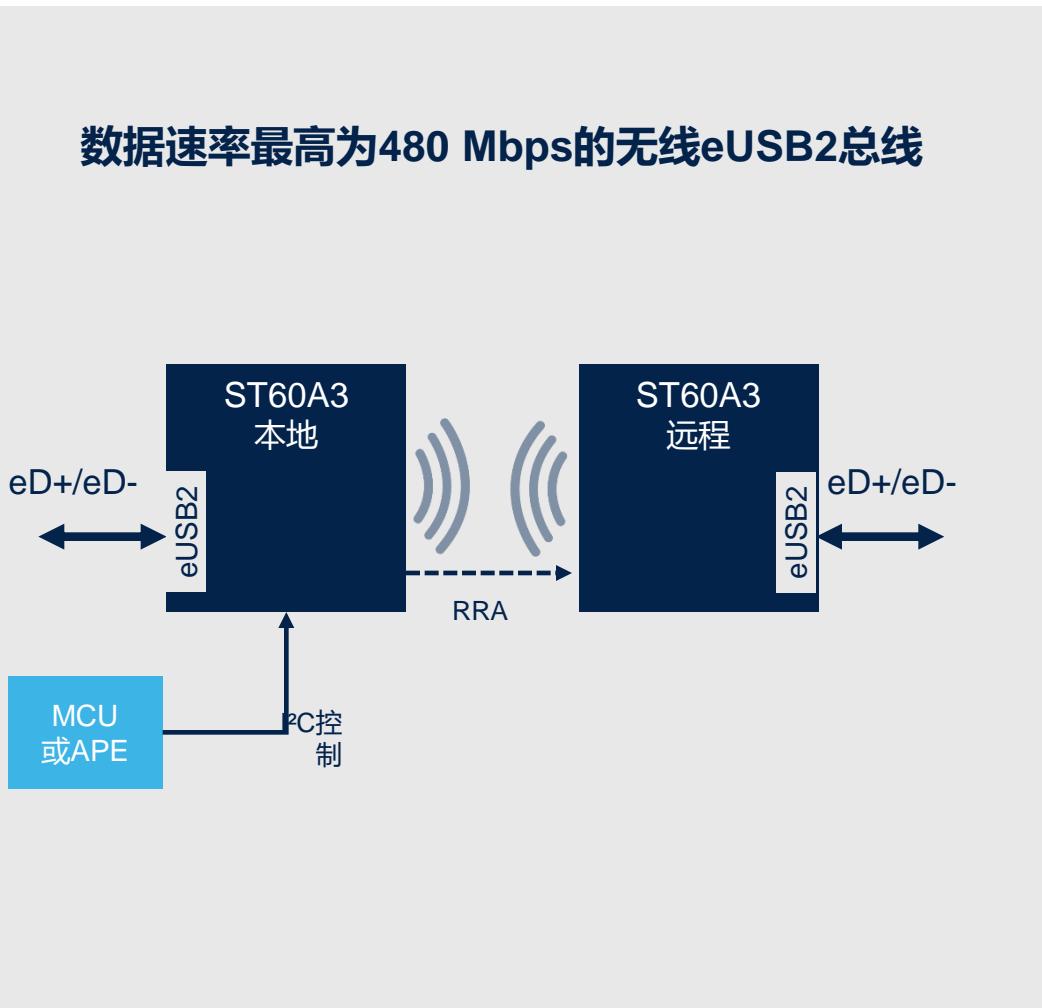


- 完整RF收发器，以半双工模式工作
- 34 dB总链路预算（典型值）
- eUSB2、UART、GPIO或I<sup>2</sup>C射频隧道
- 1.8 V单电源和1.8 V（模拟/RF）与1.2 V（数字/GPIO）双电源
- 低功耗（使用1.8 V单电源时的典型值）：
  - eUSB2 Rx / Tx – 110 / 130 mW
  - UART / GPIO / I<sup>2</sup>C – 90 mW
  - 待机 – 23 μW
- 无外部匹配网络和时钟参考，优化了物料成本
- 封装：VFBGA 2.2 mm x 2.6 mm x 0.8 mm





# ST60A3功能概述



## 完全集成的收发器

- I<sup>2</sup>C配置总线和硬件控制引脚配置并管理ST60A3的转换。
- 无需外部天线，已集成到封装中。

## 能效表现

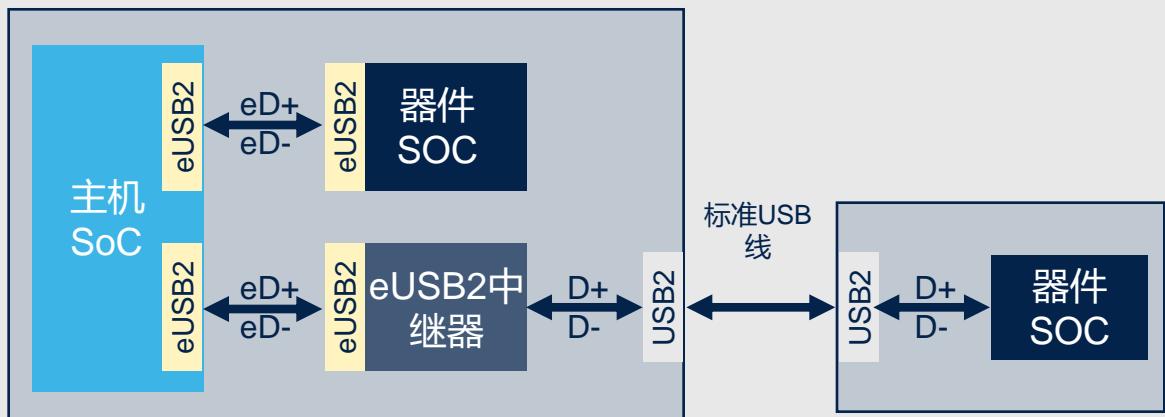
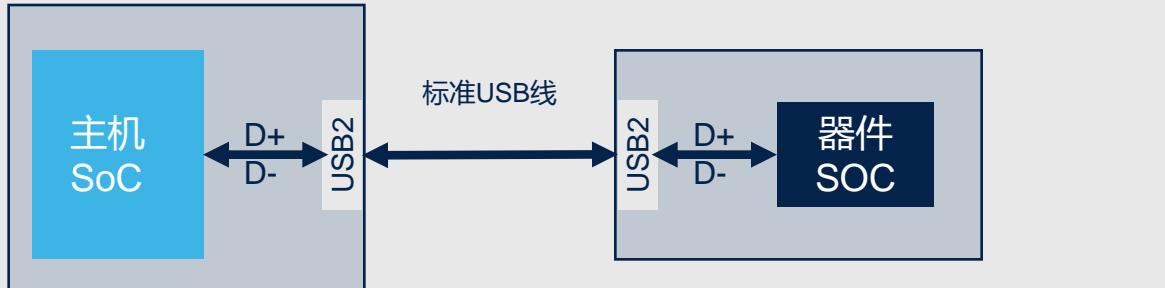
- 在待机模式下RF被禁用。功耗为几μW。
- 在RF被启用后，两个ST60A3芯片均进入发现状态。远程功耗为几μW。
- 在检测到对方时，建立RF链路，两个器件进入低功率模式。功耗不超过100 μW。

## 应用内部的简单集成

- 在低功率模式下，通过I<sup>2</sup>C配置本地ST60A3。
- 远程ST60A3可通过I<sup>2</sup>C配置，或者通过远程寄存器访问（RRA，通过RF链路访问）进行无线配置。
- 发给本地设备的I<sup>2</sup>C指令在需要的隧穿模式（eUSB2、UART、I<sup>2</sup>C或GPIO）下设置ST60A3对。



# eUSB2 简介



## 什么是eUSB2?

- USB Forum 2018年首次发布的嵌入式USB2规范
- eUSB2提供与传统USB2相同的速率，用1/1.2V信号取代3.3 V信号。

## eUSB2为什么重要?

在先进SoC上维持传统3.3 V USB2即复杂又昂贵。在7 nm芯片中仍然可行，在5 nm芯片中则非常复杂。

eUSB2可用于低压芯片间通信或用于通过中继器提供完全合规的USB2.0接口

- 本机模式提供板上芯片间通信，并且I/O电压更低，同时协议层的功率效率仍然符合USB2
- 中继器模式支持通过单独的eUSB2中继器连接标准主机或设备



# 用于非接触式连接的ST60 可穿戴设备示例



## 工厂测试和售后服务

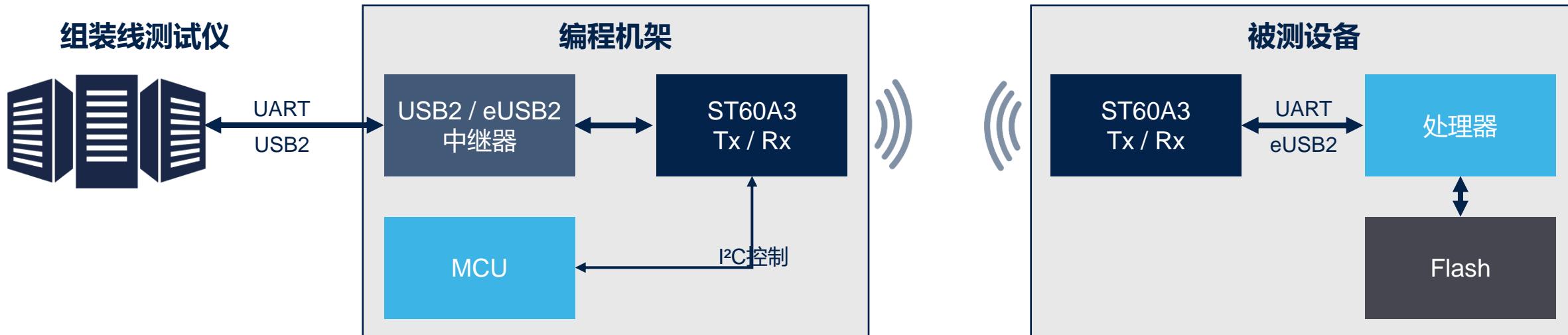
- 无需配对
- 更高FOTA速度
- 与连接器磨损和撕裂相比提高了可靠性
- 简单连接即可进行外壳组装前后的软件加载和测试
- 生产吞吐率更高

## 智能对接

- 无接口且完全防水的雨衣式设计
- 即时同步，无需配对
- 完全兼容无线充电
- 480 Mbps eUSB2数据传输（图片、数据）
- 高安全性



# 工厂测试



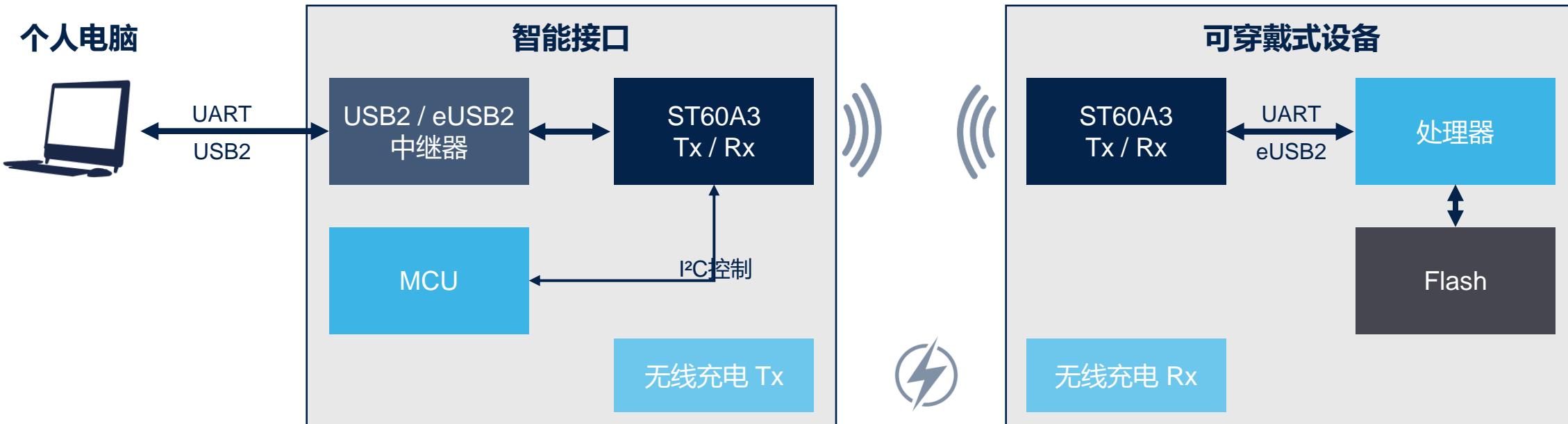
## 使用ST60A3 USB2或UART模式实现

- 器件的无线控制：自动检测配对器件（DUT），远程寄存器访问，DUT的远程启动
- 无线测试软件上传（通过eUSB2 @ 480 Mbps）
- 无线固件闪存（通过eUSB2 @ 480 Mbps）
- Pogo引脚和连接器的移除，使器件完全防水

→支持组装器件的测试和固件上传，效率高于蓝牙和Wi-Fi



# 智能对接



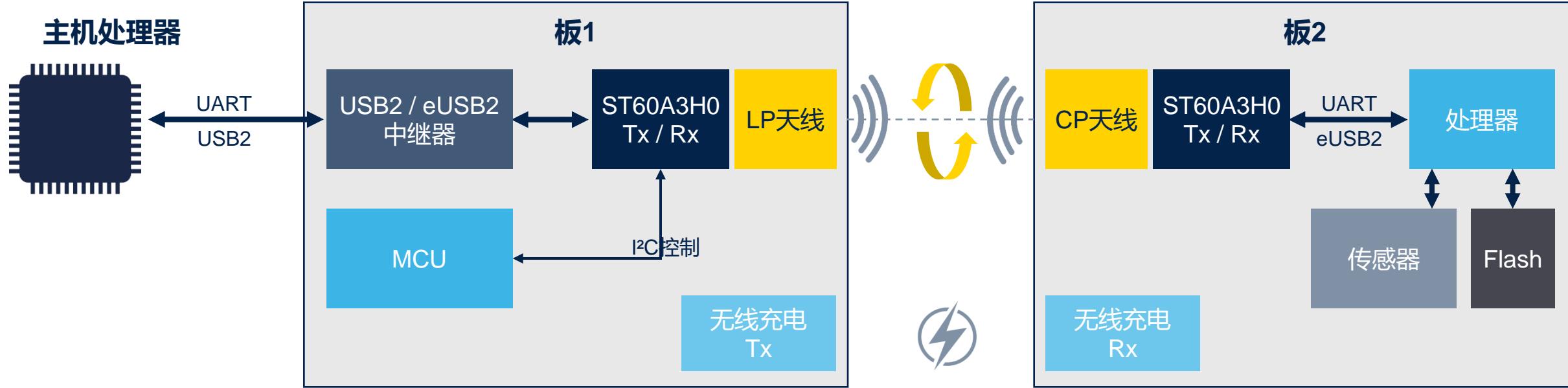
## 使用ST60A3 USB2或UART模式实现

- 器件的无线控制
- 闪存内容（例如图片）的无线下载
- 无线固件更新

→允许与PC进行非接触式数据同步，无需任何连接器，速率显著高于Wi-Fi和蓝牙



# 通过旋转提供板间连接

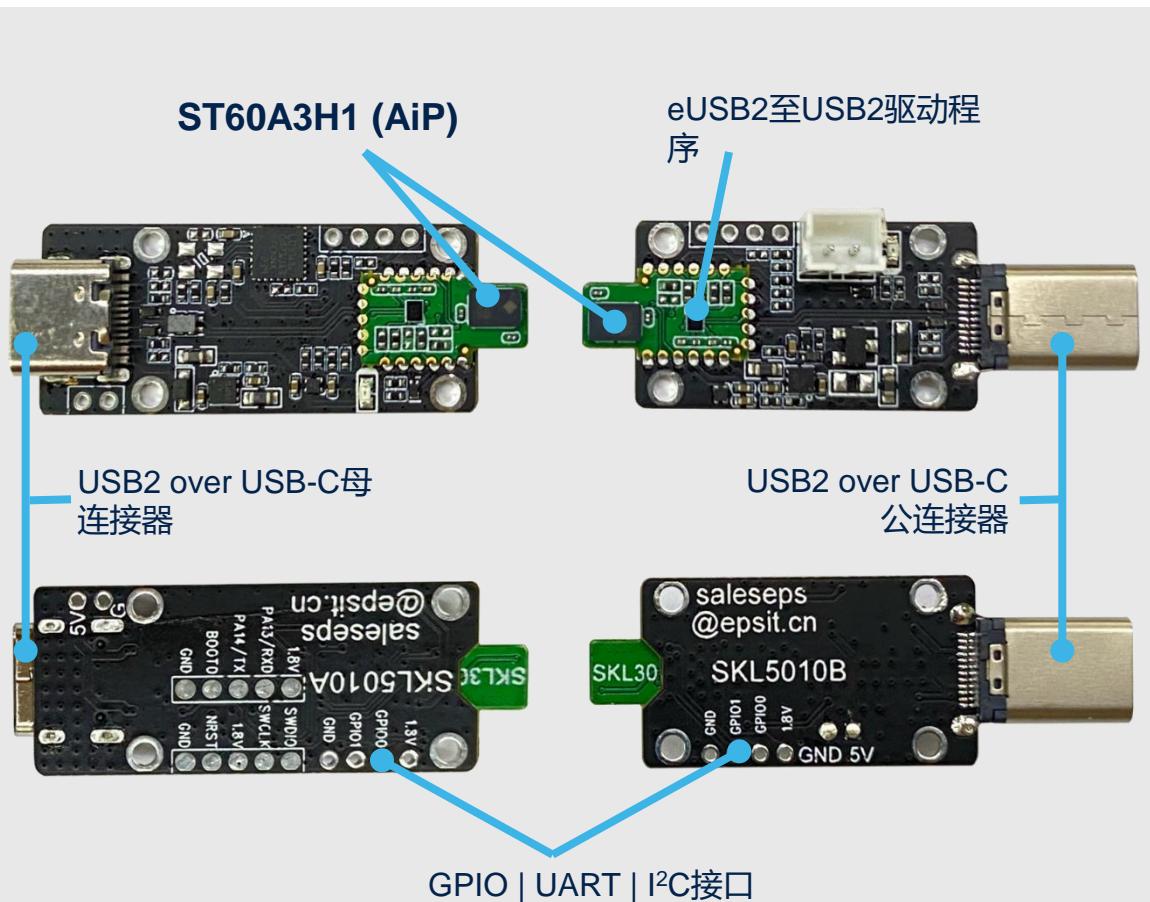


## 支持USB2或UART/LDR模式的非接触式板间连接

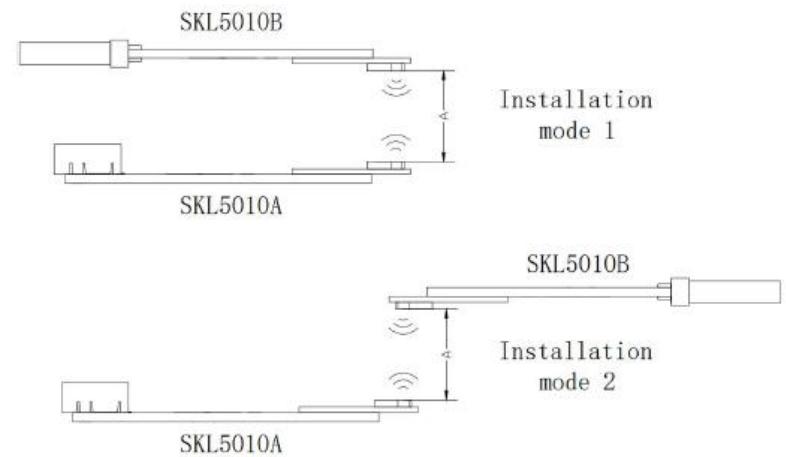
- 兼容无线充电
- 支持旋转，组合了ST60A3H0与外部线（LP）和圆（CP）极化天线或波导解决方案
- 取代了滑环、旋转接头或Wi-Fi链路，提供更高可靠性、更短延迟和更低功耗



# 来自SK-RF的SKL5010套件 FCC和ETSI认证



- 采用ST60A3H1的60 GHz V频带收发器
- 最高480 Mb/s的USB2.0短距离非接触式连接
- 支持低速模式下的UART/GPIO/I<sup>2</sup>C数据传输
- 半双工、完整RF收发器和集成天线
- USB Type-C接口输入
- 成对使用 (SKL5010A和B)



如需产品规格可点击[此处](#)

如需 **Nuvoton** 提供的产品可点击[此处](#)

联系方式: [sales@sk-rf.com](mailto:sales@sk-rf.com)

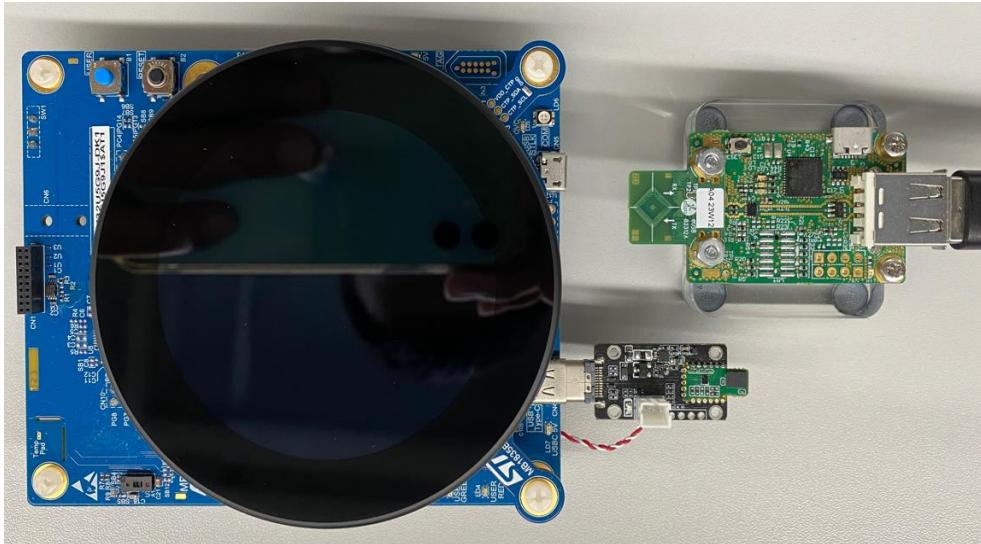


稳联  
SK-RF



# ST60现场演示

# 用于STM32智能手表平台的非接触式FOTA



## 用于STM32智能手表平台的非接触式FOTA

- 用于智能手表应用的STM32U5超低功率平台
- 通过DFU完成STM32U5的非接触式闪存
- eUSB2隧穿，数据速率最高为480 Mbps
- 通过ST60 RRA远程控制DUT

## ST60A3 特性

- 支持480 Mbps – eUSB2
- 小尺寸 – BGA 2.9 x 4.1 x 0.8 mm<sup>3</sup> (AiP)
- 低功率 – 110/130 mW (Rx/Tx) eUSB2
- 支持 - AiP或外部天线
- 消费品温度: -20°C至85°C

## 尺寸

- 20 x 20 x 10 cm + 笔记本电脑

ST部件: [ST60A3](#)

# ST60 MIPI混合滑环



## 无线CSI混合滑环摄像头

- 非接触式无线CSI接口：4路，800 Mbps/路
- 支持4k @ 30Hz视频分辨率
- 无压缩和零延迟视频传输
- 0-250 rpm
- 支持通过ST60实现高数据吞吐率
- 支持15路低速GPIO，包括供电和接地

## ST60A2 特性

- 高速 - 6.25 Gbps SLVS
- 小尺寸 - BGA 2.2 x 2.2 x 0.8 mm<sup>3</sup>
- 低功率 - 44/27 mW Tx/Rx @ 5 Gbps
- 灵活的天线 - 支持圆极化
- 工业温度范围: -40°C至105°C

## 尺寸

- 35 x 35 x 50 cm + 显示器 (或TV)



ST部件: [ST60A2](#)



工业峰会  
资料下载中心



能以激励子网站



# Our technology starts with You



了解更多信息，请访问[www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - 保留所有权利。

ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他国家的商标或注册商标。若需意法半导体商标的更多信息，请参考[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)。

其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。