



FTF 2016
TECHNOLOGY FORUM CHINA

射频烹饪架构和设计

固态射频烹饪系统的设计考虑因素

David Lester
恩智浦射频
FTF-HMB-N1996
2016年9月2日

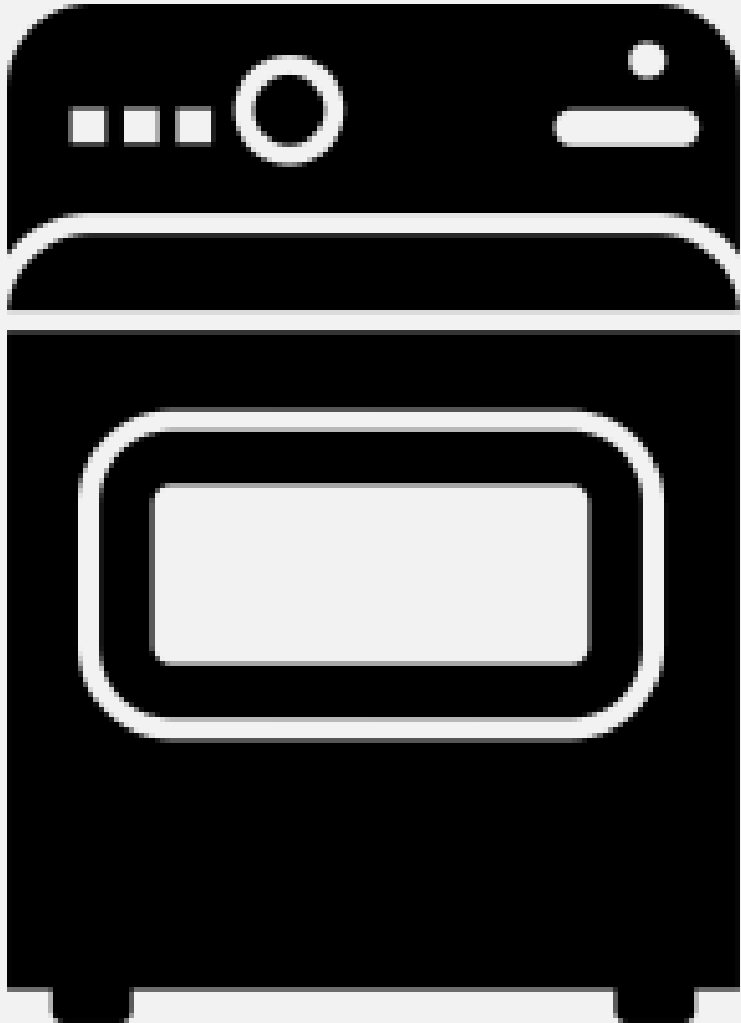


议程

- 为什么选择射频烹饪
- 系统要求
- 挑战
- 系统架构
- 射频设备
- 射频子系统架构
- 公开讨论和问题

为什么射频烹饪更好





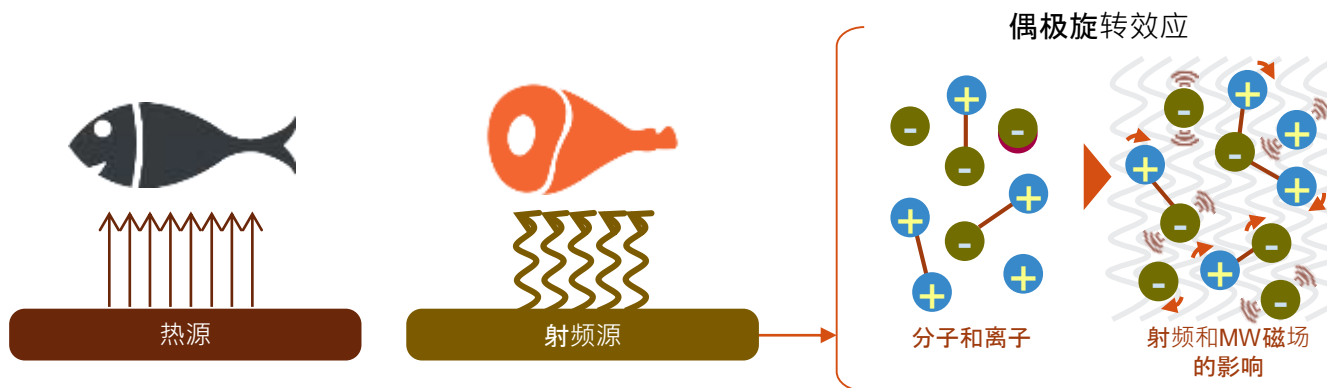
为什么射频烹饪更好

- 射频烹饪的优势是**快速和高品质**：
 - 射频烹饪已展现出高品质的烹饪效果，并且速度比传统热辐射或对流烤箱快。
 - 射频能量和分布的可控性可实现：
 - 一致的高品质烹饪结果
 - 烹饪过程自动化
 - 射频能量反馈系统可实时测量提供的能量
 - 在不断变化的条件下也能烹饪出一致的高品质结果
- 射频的其他优势
 - **部件寿命长**
 - 在电器的整个使用寿命内都能保持稳定性能
 - 减少维护
 - **减少干扰**
 - 在与蓝牙、wifi、zigbee等共享的频段中，占用带宽小于传统磁控管微波炉

证据：多种食物搭配



传统加热与射频烹饪对比



特性	对流炉	固态射频
渗透	外部→内部	渗透
温度控制	慢速, 热质量	实时·精确
选择性	否	是
感知	否	是
均匀加热	是	是
一致性	否	是
松脆化	是	否

软件定义烹饪：
智能、自适应

完整烹饪需要对流与射频源

挑战

挑战

- 性能

- 节能环保：

- 能效法规要求产品至少达到IEC60705规定的56%能效

- 成本

- 成本点适合主流电器市场

- 灵活性

- 满足工作台面和独立式电器的需求

- 便捷且高品质的烹饪

- 能够处理许多不同大小、类型的食物

- 即使菜单不同，也能同时烹饪不同的食物类型，具有分区烹饪功能

- 能够完全自动烹饪，无需用户介入

系统架构



已实现的架构

• 控制架构

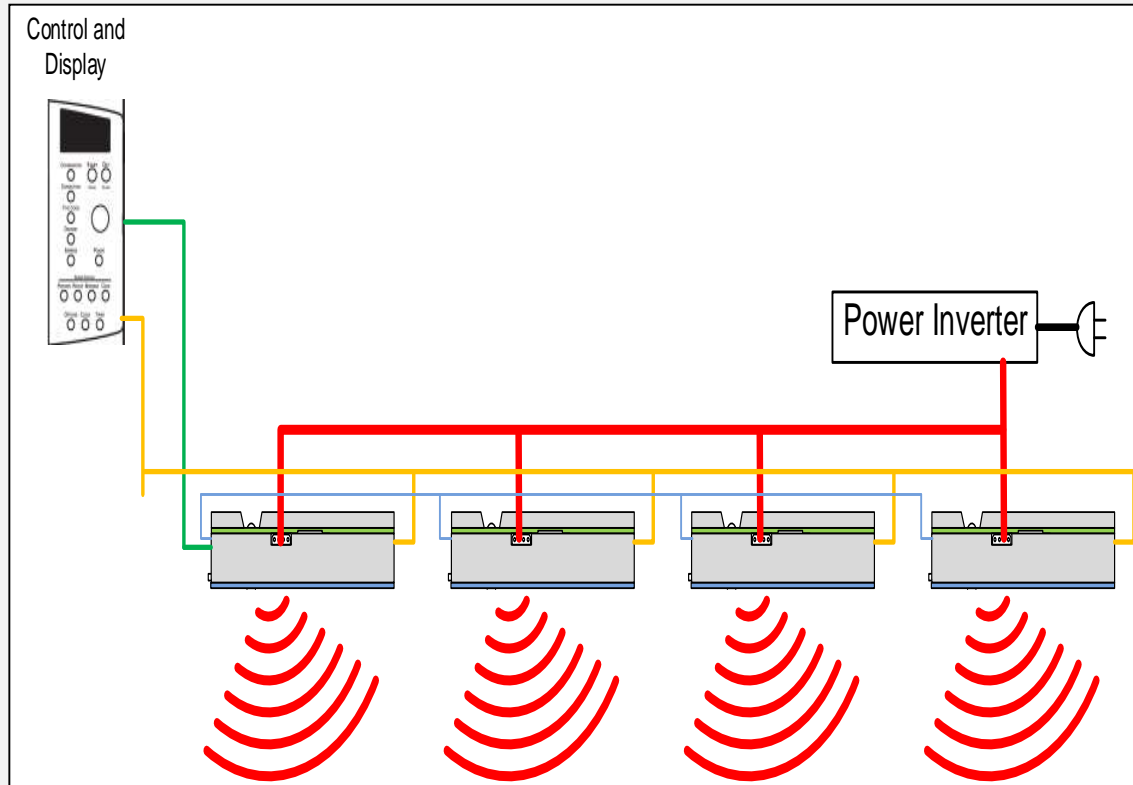
- 主从模式
- 半自主操作（可人工干预）
- 运行模式分类
 - 简单模式
 - 功率电平 + 开/关
 - 高级模式
 - 频率、功率电平、能量分布
 - 手动模式
 - 源1：功率电平、相位偏移、频率
 - 源2：功率电平、相位偏移、频率

• 硬件架构

- 250-300W独立式射频源
- 集成式功率测量系统
- 集成故障保护
- 宽松的供电质量要求
- 射频产生采用锁相环
- 主机接口和频率参考位于指定主模块中
 - 主从模块区别: 相同的硬件, 不同的软件

模块化、主从配置的优势

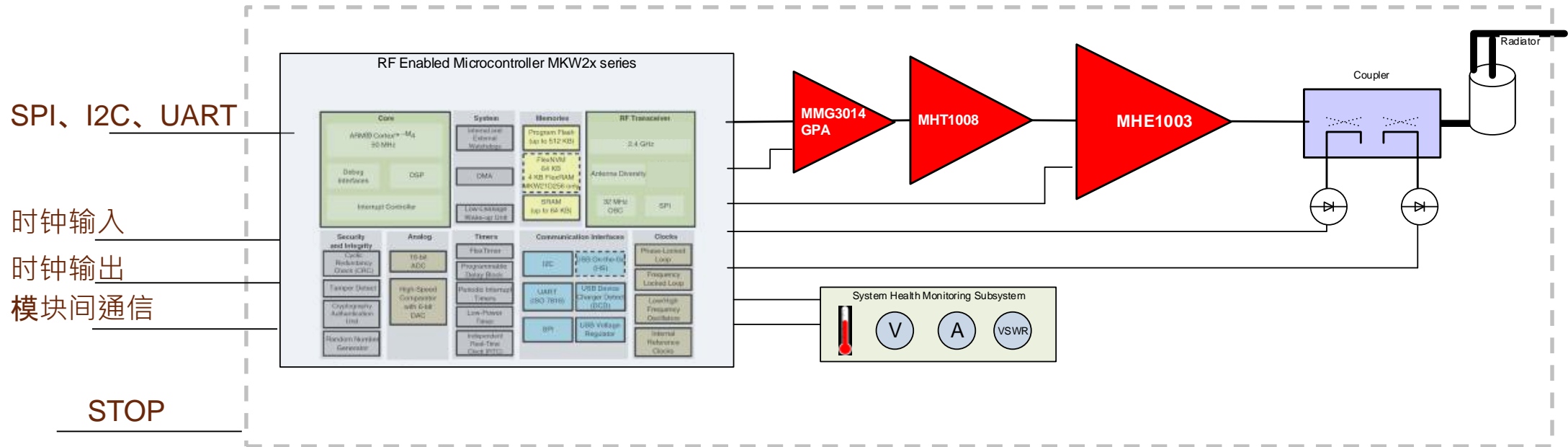
- 易于扩展
 - 易于扩展系统输出功率,范围为250W至1000W
 - 简化设计,单一电路来扩展功率、通道数和其他特性
- 可大批量生产
 - 针对大批量生产而设计
 - 家电级元器件成本结构
- 高度集成
 - 可实现小尺寸
 - 与现有电器控制和通信协议兼容



子系统、模块架构

框图

集成式250W射频烹饪模块



Module Block diagram



单通道烹饪模块 - 特性

- 成熟的全功能设计
- 220-250W IEC功率 @ 2.45GHz
- 24-32V @ 18A以下
- 60%的效率
- 可扩展1 - 4个模块(250W-1kW)
- 协调功率、相位和频率控制
- 综合检测包括：
 - 正向和反射功率
 - 电流和电压
 - 温度
- 基于硬件的监控和安全故障/关断
- 适合电器控制系统的灵活API接口
- 均匀、分散式的加热系统
- 通信接口 (I2C、SPI或UART)
- 腔体馈电
- 尺寸小巧

此处包含的所有规格如有变更，恕不另行通知
除上述选项外，还有前置驱动器选项



模块性能

	发生器规格
频率范围	2400 -2500 MHz
频率调谐步长	0.5MHz
频率稳定性	+/-100ppm
功率输出	250W 以上 @ 50C
效率	60% 以上 @50C全功率
3:1VSWR输入功率	125W以上
VSWR处理	无限制
功率控制范围	2%至100%
功率控制分辨率	2%步长
相位控制范围	360度
相位控制分辨率	5度

	测量规格
射频正向功率	+/-1dB 2%分辨率
射频反射功率	+/-1dB 2%分辨率
VSWR/方向性	20dB
电压	0-50V 500mV 步进 +/- 500mV
电流	0-20A 250mA步进 +/- 250mA
温度分辨率	0-125C 5度步进 +/- 5度

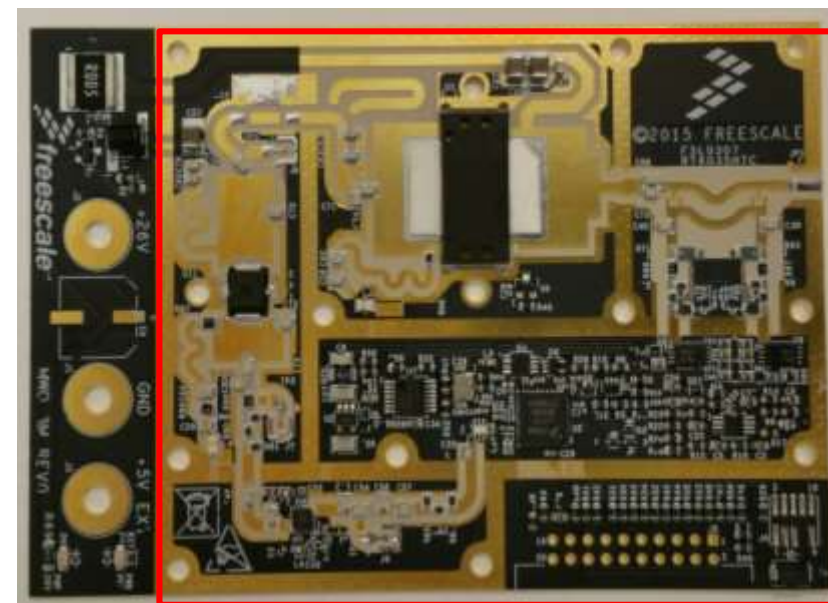
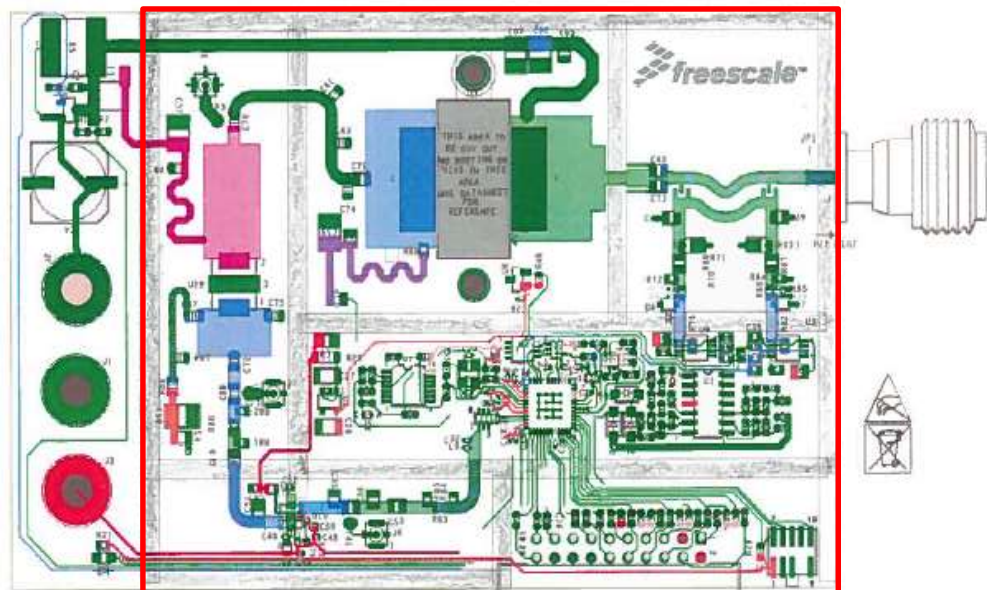
	系统规格
PA电压	32V以下
PA电压纹波	6V P-P 100/120Hz
控制段电压	5V
控制段电流	350mA
接口逻辑电平	3.3或5V CMOS
组合报警关闭线	5V, 最大100mA吸电流
公共时钟	32 MHz
模块间通信	8线



此处包含的所有规格如有变更，恕不另行通知



原型电路布局



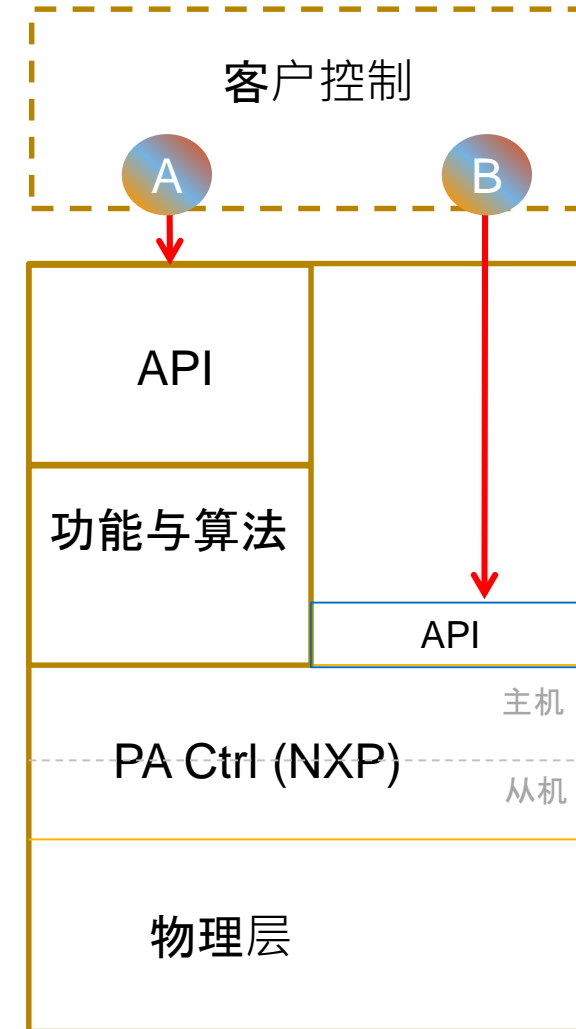
软件/API概述

物理

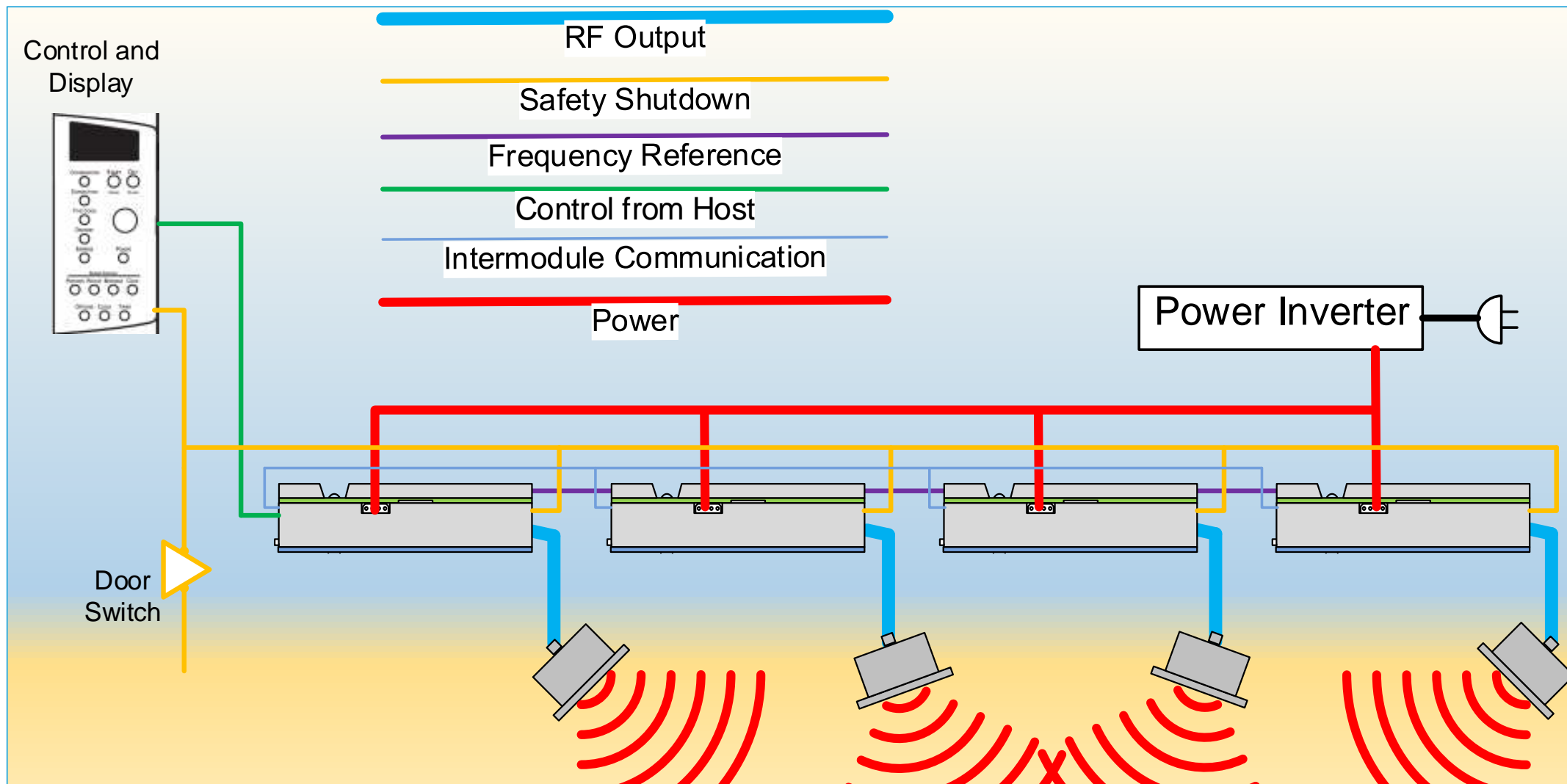
- 3.3V CMOS逻辑电平
- UART可达115k波特
- I2C可达400K bps
- SPI可达1Mbps

逻辑

- **简单命令***
 - 主机编程量最少，操作最简单
 - 无需从主机实时操作（1s、10s更新速率）
 - 设定系统功率，1-100%
 - 读取电压、电流、功率、最差VSWR.....
 - 从预编程列表中运行配方“x”
- **高级命令***
 - 支持完整算法开发
 - 需要通过主机进行实时交互（最大延迟100ms）
 - 设定单元n的相位
 - 设定单元n的功率
 - 读取VSWR单元n
 - 设定VSWR折返限制



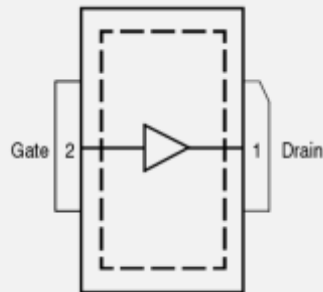
互连详情



RF器件：成功的关键



MHT1004N - 300W 单管射频放大器



10 x 20.5mm

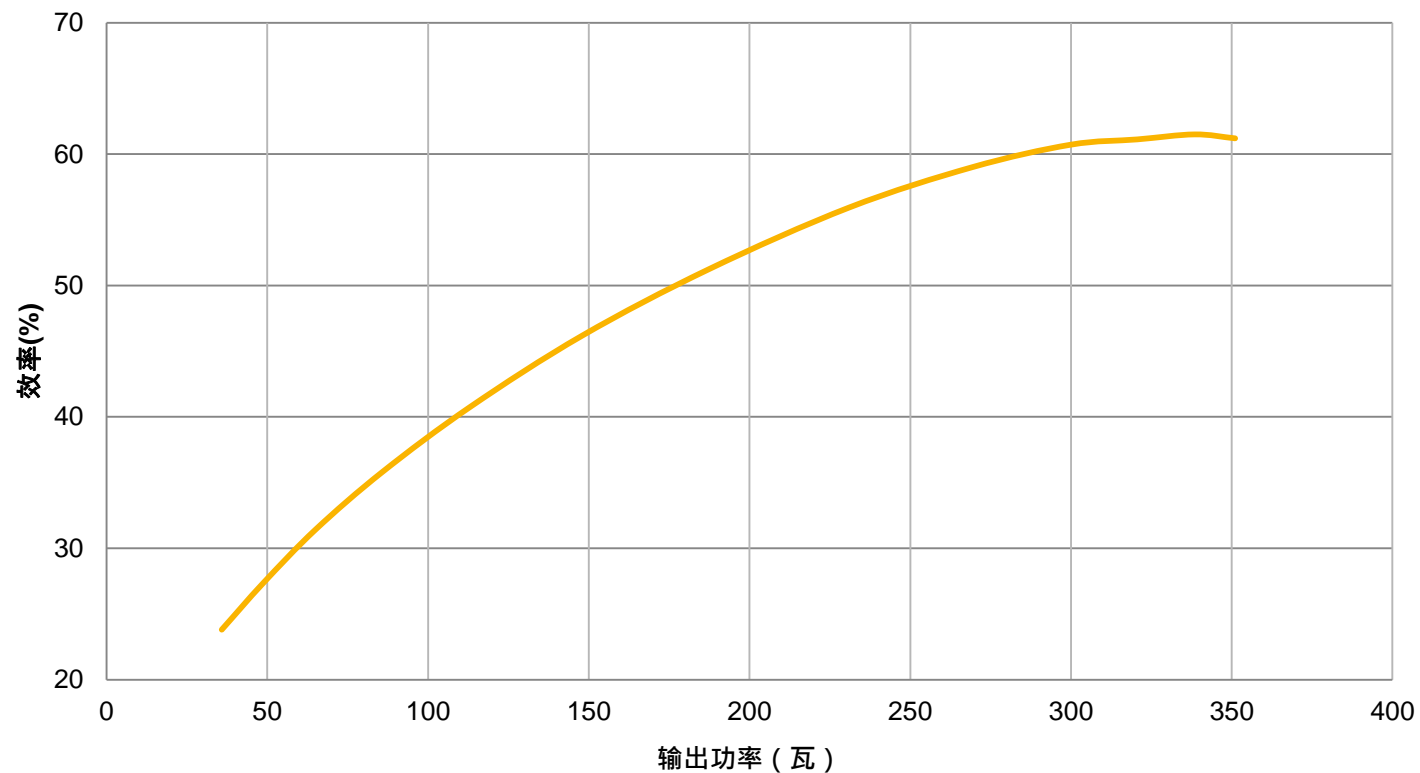
量产

- 300W CW @ 2.45GHz
- 28 - 32V运行
- 63%整体效率
- 实现全功率需要15dB增益, $P_{in} \approx 10W$
- 高性价比塑料封装
- 封装:SMT或开槽式安装选项
- 集成式ESD保护
- 热性能出色
 - 优于陶瓷封装
 - 支持更高的安全功率电平
- 已量产



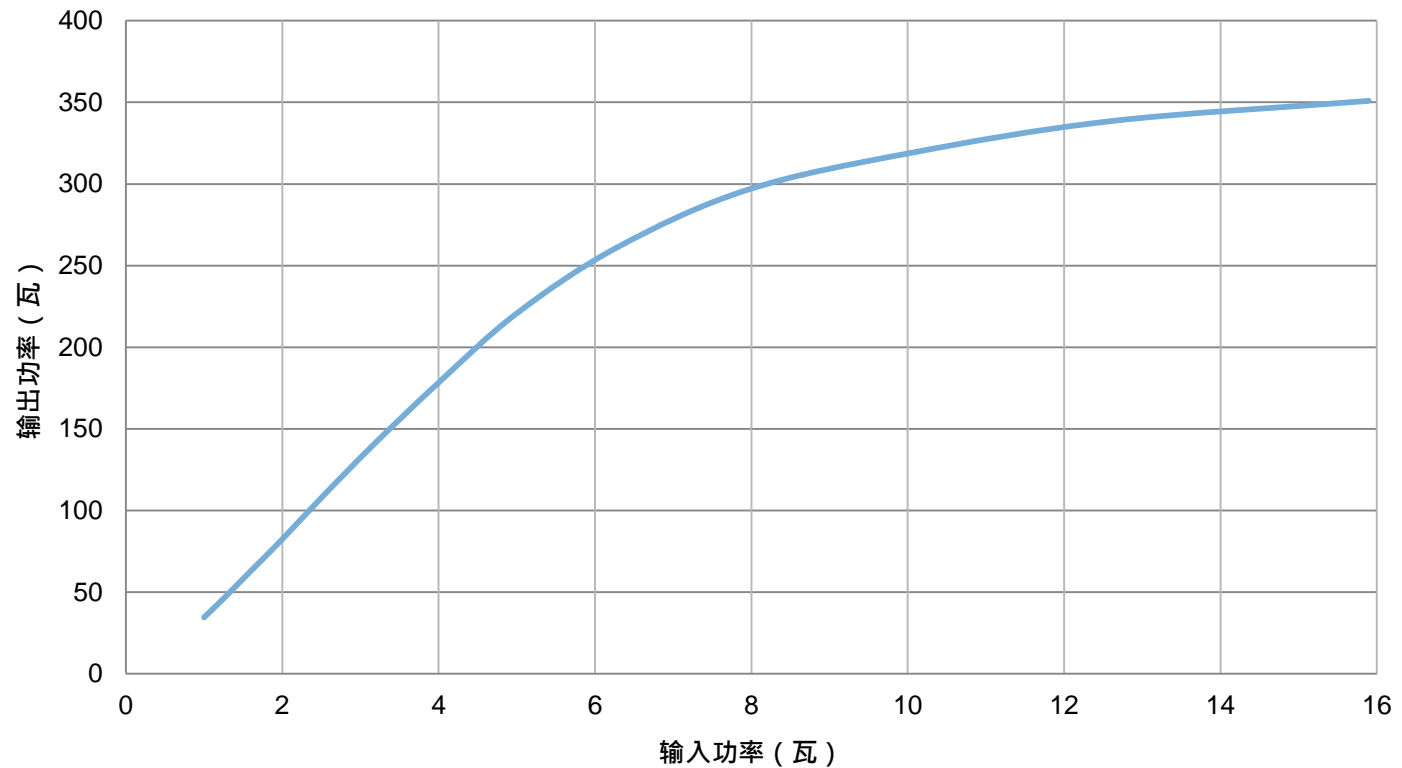
MHT1004效率与功率

MHT1004N $f=2450\text{MHz}$, $V_{dd}=32\text{V}$



MHT1004 Pin与Pout

MHT1004N $f=2450\text{MHz}$, $V_{dd}=32\text{V}$



设计示例：恩智浦智能烤箱理念

- 组合空气热循环与射频加热
- 在线连接，物联网
- 实现高品质烹饪性能和设计灵活性



更多信息

- 敬请参加我们的其他会议：
 - FTF-HMB-N1994 *确定固态RF烹饪电器中的最佳烹饪腔配置*
 - FTF-HMB-N1995 *午餐分享会：便携式RF加热应用的设计挑战*
 - FTF-HMB-N1996 *高性能固态RF烹饪的设计考虑因素*
- 欢迎观看我们在技术实验室中的演示
 - 位于“智能生活”和“智能城市”之间
- 欢迎访问我们的网站：WWW.NXP.COM/RFCooking



SECURE CONNECTIONS
FOR A SMARTER WORLD

版权声明

恩智浦、恩智浦徽标、恩智浦“智慧生活，安全连结”、CoolFlux、EMBRACE、GREENCHIP、HITAG、I2C BUS、ICODE、JCOP、LIFE VIBES、MIFARE、MIFARE Classic、MIFARE DESFire、MIFARE Plus、MIFARE Flex、MANTIS、MIFARE ULTRALIGHT、MIFARE4MOBILE、MIGLO、NTAG、ROADLINK、SMARTLX、SMARTMX、STARPLUG、TOPFET、TrenchMOS、UCODE、飞思卡尔、飞思卡尔徽标、AltiVec、C 5、CodeTEST、CodeWarrior、ColdFire、ColdFire+、C Ware、高效解决方案徽标、Kinetis、Layerscape、MagniV、mobileGT、PEG、PowerQUICC、Processor Expert、QorIQ、QorIQ Qonverge、Ready Play、SafeAssure、SafeAssure徽标、StarCore、Symphony、VortiQa、Vybrid、Airfast、BeeKit、BeeStack、CoreNet、Flexis、MXC、Platform in a Package、QUICC Engine、SMARTMOS、Tower、TurboLink和UMEMS是NXP B.V.的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。ARM、AMBA、ARM Powered、Artisan、Cortex、Jazelle、Keil、SecurCore、Thumb、TrustZone和 μ Vision是ARM Limited（或其子公司）在欧盟和/或其他地区的注册商标。ARM7、ARM9、ARM11、big.LITTLE、CoreLink、CoreSight、DesignStart、Mali、mbed、NEON、POP、Sensinode、Socrates、ULINK和Versatile是ARM Limited（或其子公司）在欧盟和/或其他地区的商标。保留所有权利。Oracle和Java是Oracle和/或其关联公司的注册商标。Power Architecture和Power.org文字标记、Power和Power.org徽标及相关标记是Power.org的授权商标和服务标记。© 2015–2016 NXP B.V.

