

# 物联网连接照明以及家居自动化参考设计

陈雄基 Desmond Chan | 亚太区资深市场拓展经理 | March 2016



# 公司简介

## ← 全球混合信号半导体公司

← 成立于1996年；2000年上市（NASDAQ: SLAB）

← 总部设在美国得克萨斯州奥斯汀，员工超过1100名，在全球共有12个R&D部门

## ← 专注于创新与差异化

← 营收增长及盈利能力记录优良

← 无晶圆厂模式，输出品项设备超过六十亿，获得或正在申请的专利超过1,500多项



# Silicon Labs - Internet of Things (IoT)



## 感应

- 心率监视(HRM)
- 红外、环境和紫外线
- 接近、手势检测
- 温度和湿度



## 计算

- 32位ARM Cortex-M内核
- 8位8051内核
- 超低能耗
- 高集成度和功能性



## 连接

- ZigBee/Thread SoCs 软件
- Bluetooth和WiFi 模块
- Blue Gecko 解决方案
- Sub-GHz收发器和SoCs



## 工具

- Simplicity Studio开发平台
- 8/32位IDE
- 入门工具和开发套件
- 参考设计

# 会议时程与内容

## ← 初阶内容介绍

- ← IoT Solutions参考设计产品
- ← ZigBee和Thread技术概述、协议栈和产品
- ← 连接照明
- ← 家居自动化
- ← ZigBee网关和Thread边界路由器

## ← 进阶主题

- ← 参考设计评估步骤
- ← 从概念验证到产品开发
- ← 照明设计的实例
- ← 固件和硬件的修改步骤
- ← 工程测试和生产测试流程

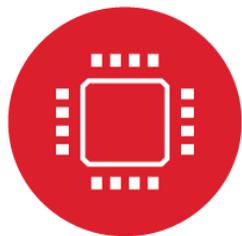
# Silicon Labs广泛的物联网产品组合



## 传感

### 传感器

温度  
湿度  
光  
生物测定



## 计算

### MCU

32-Bit EFM32™  
8-Bit EFM8™

### 接口

USB桥接



## 连接

### 无线

*Bluetooth*®  
*ZigBee*®  
Thread  
Wi-Fi™  
Sub-GHz  
私有通信协议



## 解决方案

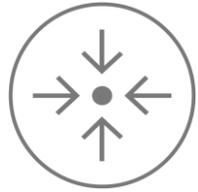
### 参考设计

家居自动化  
连结照明  
遥控器  
ZigBee网关 /  
Thread 边界路由器

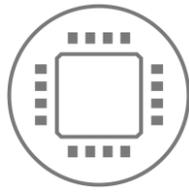
# IoT解决方案



解决方案



传感器



计算



电源管理



无线连接



云服务



- ← 我们的使命是开发出系统的解决方案，尽可能减少技术复杂度，降低开发成本，让客户产品更快上市
- ← 解决方案包括传感器、MCU计算、电源管理、无线连接、和云服务的实现

# IoT解决方案的产品

## 连接照明

- ← ZigBee HA 1.2固件 (可升级Thread)
- ← 模块
- ← 演示板



## 家居自动化

- ← 调光开关
- ← 接触传感器
- ← 智能插座
- ← PIR占有感应器



## 遥控器

- ← 惯性传感
- ← 语音传输
- ← RF4CE / 支持IR



## 网关

- ← ZigBee Wi-Fi / 以太网网关
- ← ZigBee虚拟网关
- ← Thread边界路由器



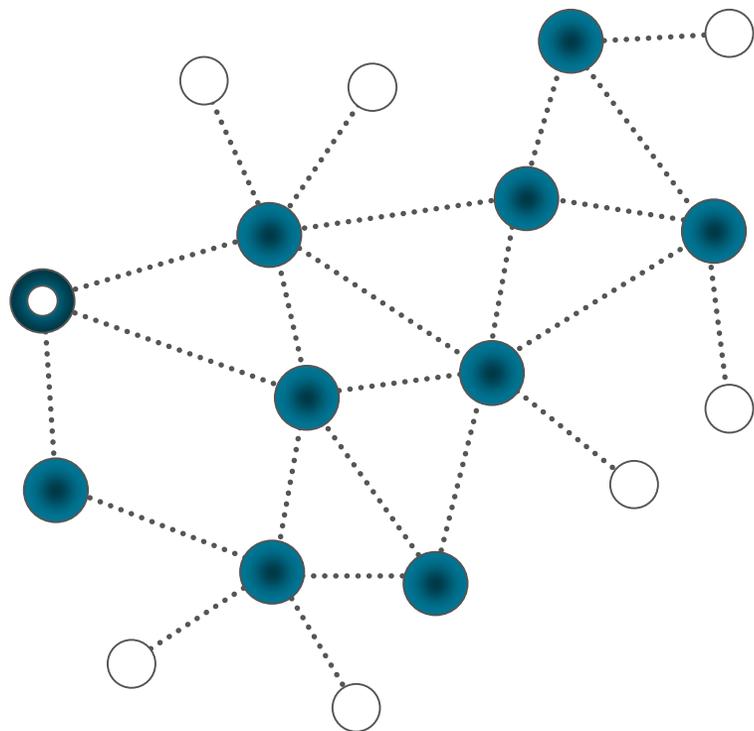
# ZigBee是什么？



技术名称	Wi-Fi™	Bluetooth™	ZigBee™ / Thread	Sub-GHz Proprietary
技术标准	802.11	802.15.1	802.15.4	Proprietary / 802.15.4g
网络架构	星状网络	星状网络	网状网络 (Mesh)	P2P / 星状网络
主要用途	Web、Email、视频	电缆取代	监测和控制	监测和控制
电池寿命(天数)	0.5–5	1–7	100 –1,000+	1000+
网络规模(节点)	32	7	100s to 1000s	10s to 100s
带宽(K bits/s)	11,000+	720	20–250	0.5–1000
距离 (米)	18–30+	1–10+	1–100+	1–7000+
优化焦点	速度	低价格、使用便利	可靠性、低功耗、低价格、规模调整	长距离、低功耗、低价格

- ← 安全、可靠和强大并具有自我修复能力的网状网络
- ← 包括标准的网络和应用层，使设备具有互操作性

# ZigBee网络



ZigBee 协调器 Coordinator (ZC)		✓ 网络特殊的路由器, (每款PAN只有一个协调器)
ZigBee 路由 Router (ZR)		✓ 路由器可作为邻近装置的路由装置 ✓ 但没有能力完成工作循环
ZigBee 终端 End Device (ZED)		✓ 不参与路由功能 ✓ 需要透过父母ZC/ZR节点参与网络 ✓ 可以周期性工作和休眠

- ← 任何来源的信息可以经路由传到任何目的地
- ← Multi-hop拓扑结构可扩展网络范围
- ← 高可靠性可经由多种途径实现

# ZigBee网络实例

Web浏览器



以太网/Wi-Fi  
路由器



LAN

LAN

WAN



Web浏览器

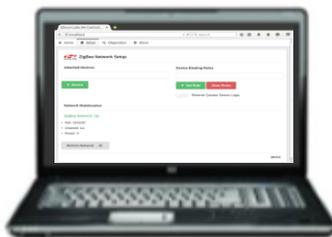


云服务器

ZigBee  
Wi-Fi/以太网  
网关



Local  
Wi-Fi



192.168.42.1  
direct connection server

连结照明



ZED

智能插座



ZED

接触传感器



调光开关



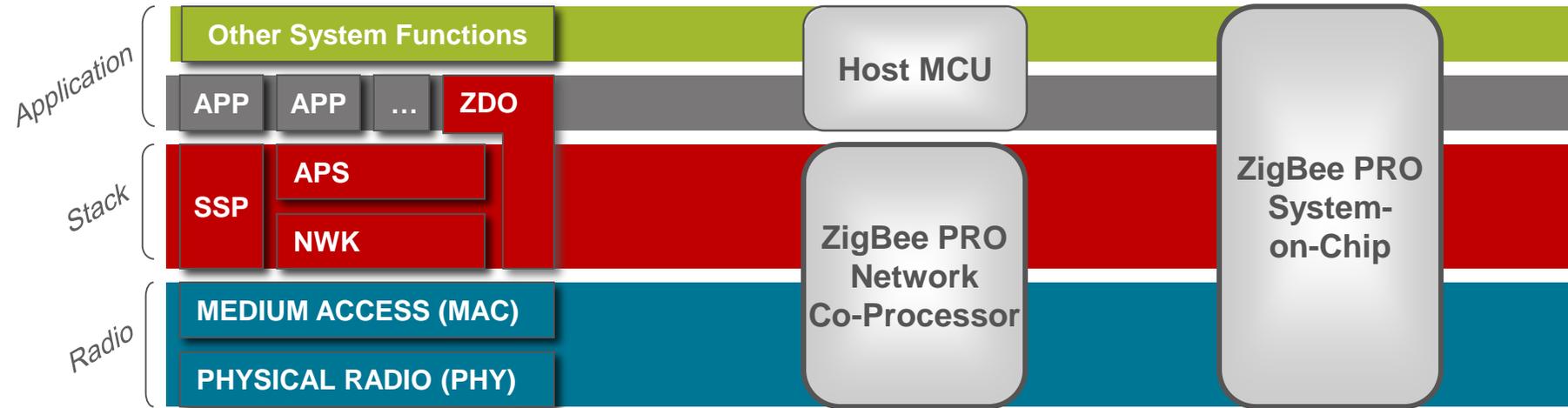
ZED

ZC

ZigBee

ZR

# Silicon Labs ZigBee PRO 协议栈架构



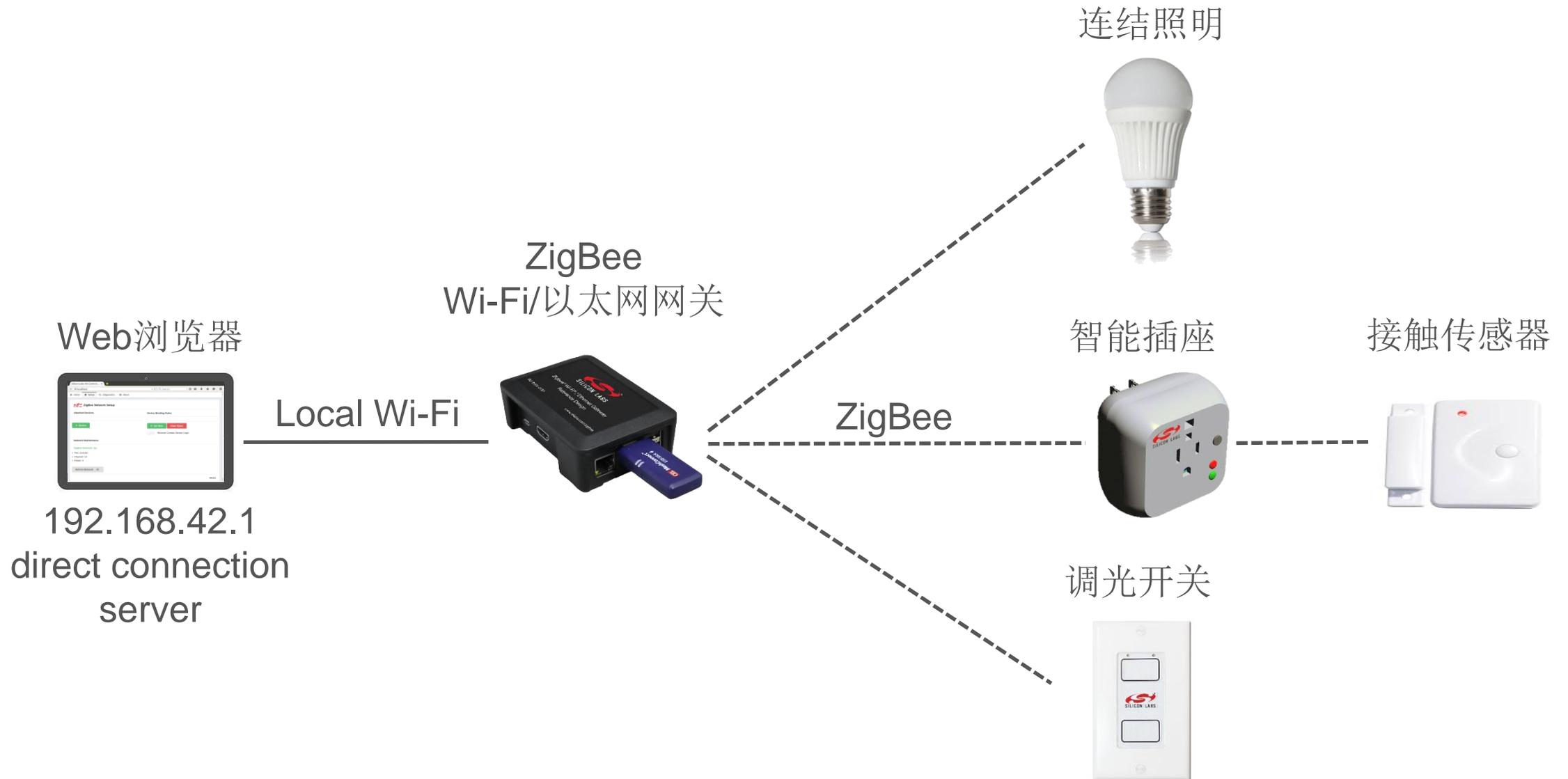
## ← ZigBee PRO Network Co-Processor (NCP)

- ← “网关”类型设备 - 包括机顶盒，智能仪表，家居显示器和恒温器
- ← ZigBee网络协议栈在EM35x上运行，客户应用在主机MCU上运行
  - ← NCP和主机应用程序之间使用EZSP SPI或UART协议来通信

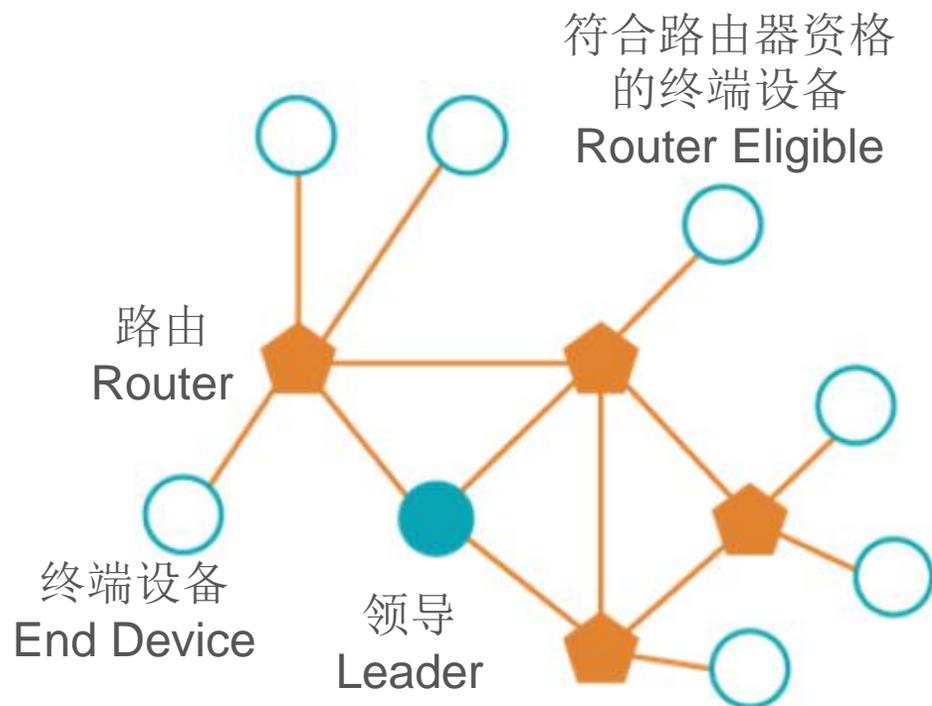
## ← ZigBee PRO系统芯片（SoC）

- ← 简易的“终端”设备 - 例如: 传感器，智能灯或智能电器中使用EM351/7模块
  - ← 智能插座或更复杂的设备中使用EM358x或EM359x
- ← ZigBee PRO协议栈，各类ZigBee应用Profiles及应用范例

# ZigBee网关和居家自动化演示视频



# Thread 网络



路由 (Router)		↙ 进行路由信息至它的近邻
领导者 (Leader)		↙ 在网络内负责决策
终端设备 (End Device)		↙ 连接至路由并通过父路由器传输

- ← 设备可加入成为符合路由资格的终端设备(Router Eligible)或终端设备(End Device):
  - ← 符合路由资格的终端设备: 如果需要的话能成为路由器, 网络上的第一个路由器可作为领导
    - ← 路由: 作为它近邻的路由器
    - ← 领导: 在网络内负责决策
  - ← 终端设备: 路线通过主体, 可以“待机”, 以减少电力消耗

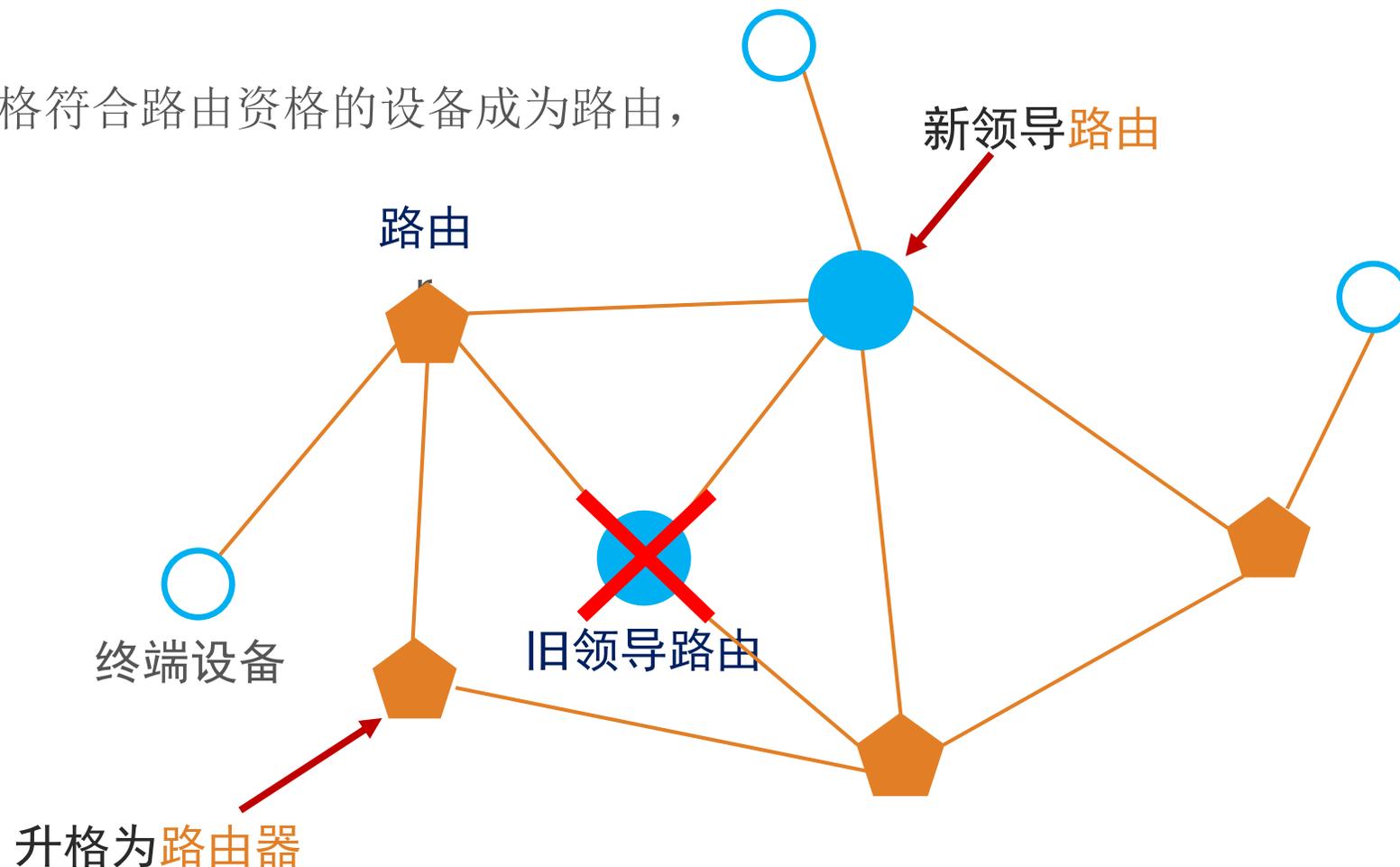
# Thread 坚固性：无单点故障

## ← 动态领导

← 如果领导路由失效了，另一台路由将接续领导

## ← 路由升格

← 如有需要，领导路由器可升格符合路由资格的设备成为路由，以提高网络连接能力

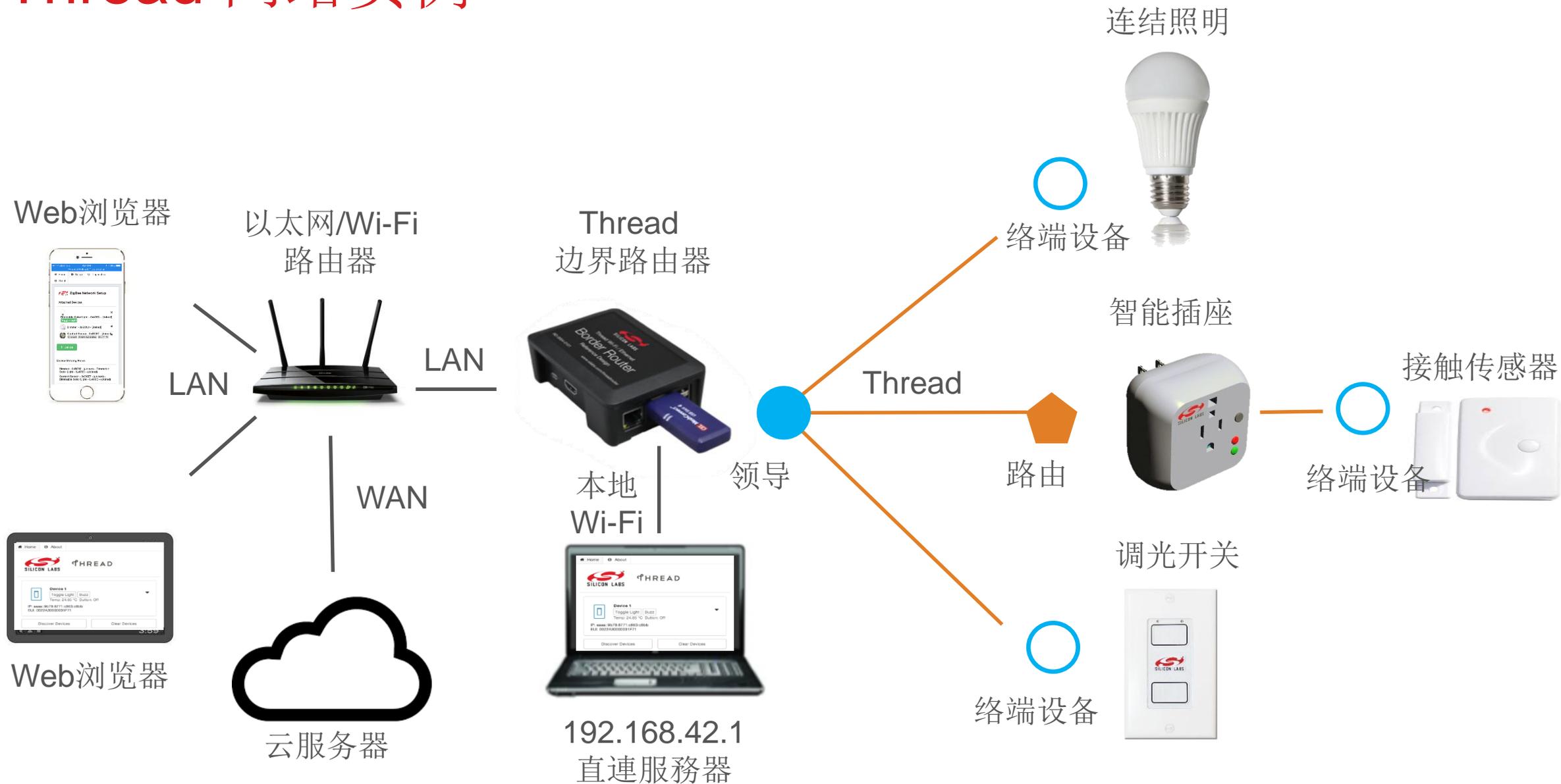


# Thread天然基于IP的信息传送功能

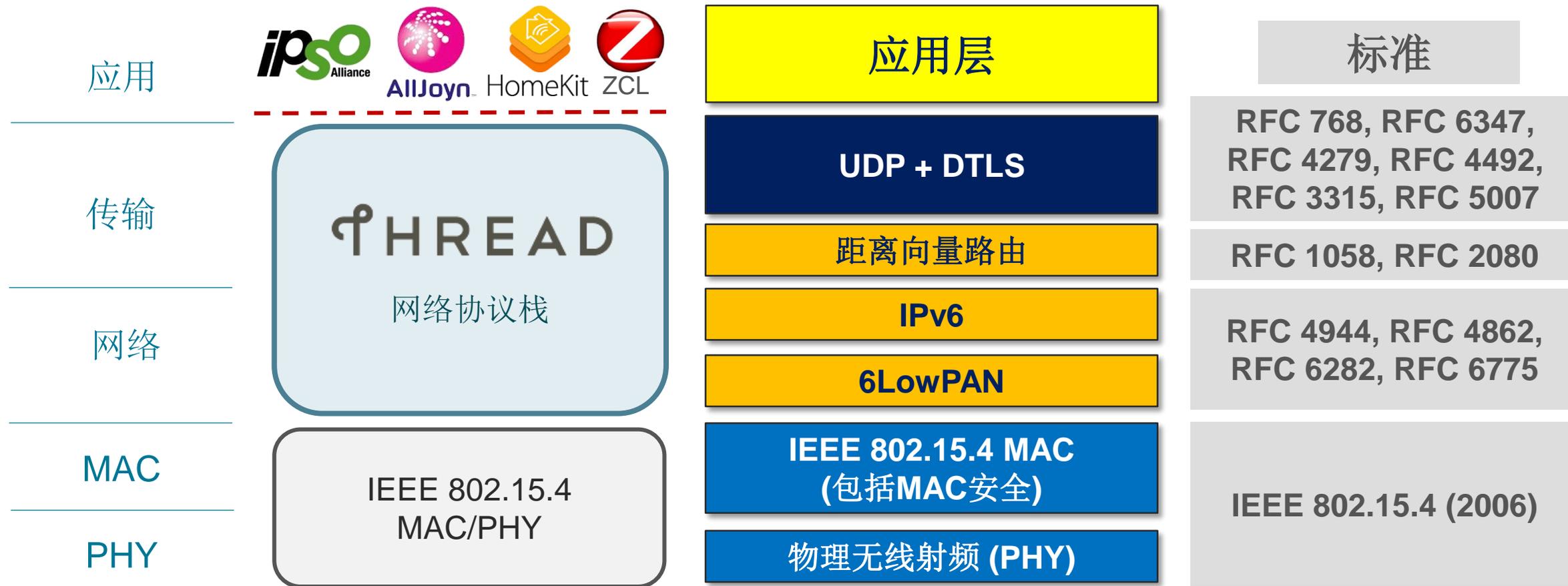
- ← Thread 提供天然的IP支持
- ← Thread网络的所有设备都有一个IPv6地址，并能够由家庭局域网（HAN）上的当地设备直接连接
- ← 使用Thread 边界路由器的IP路由器功能，所有Thread网络上的设备都可以脱网访问



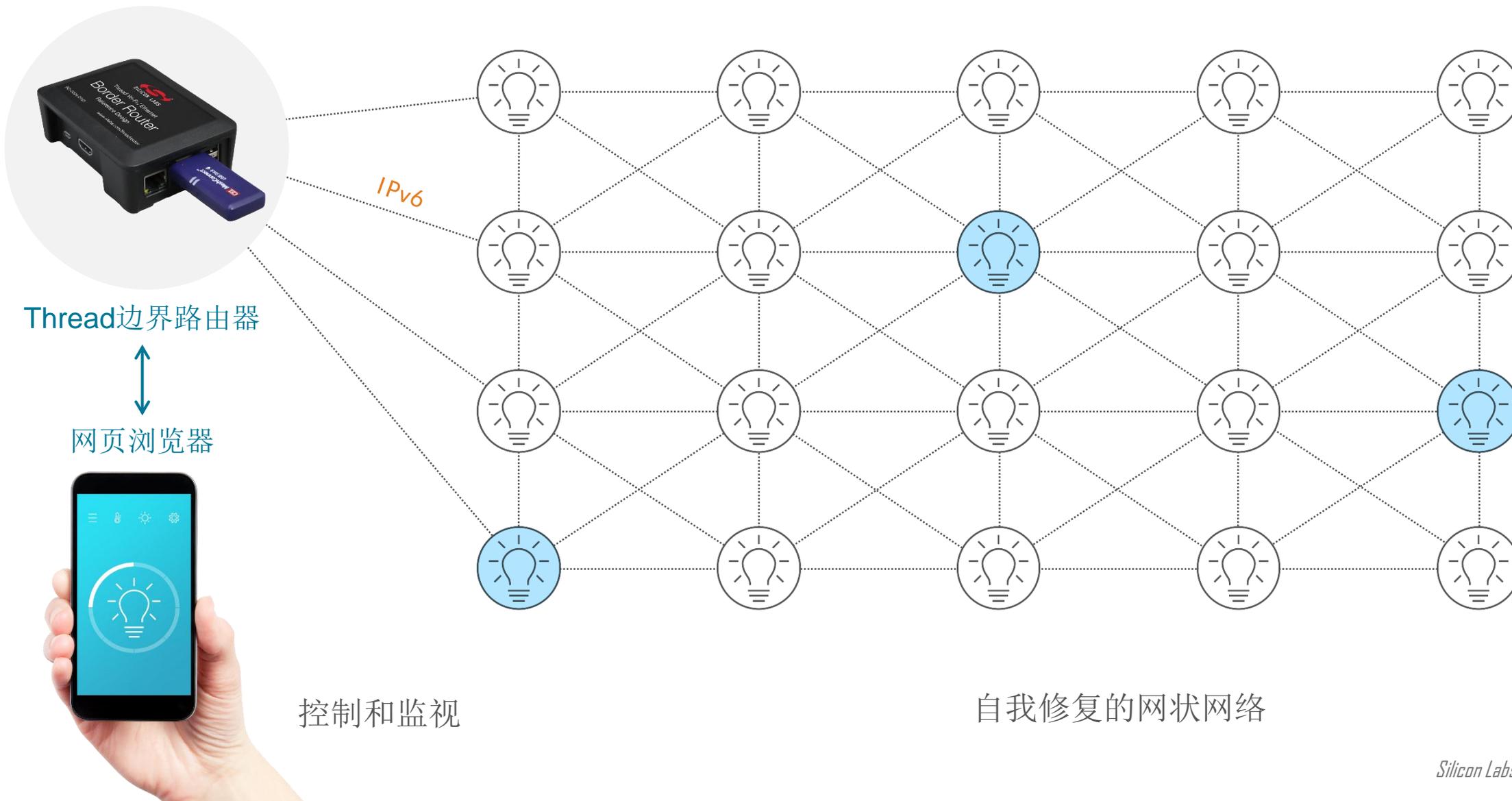
# Thread 网络实例



# Thread协议栈

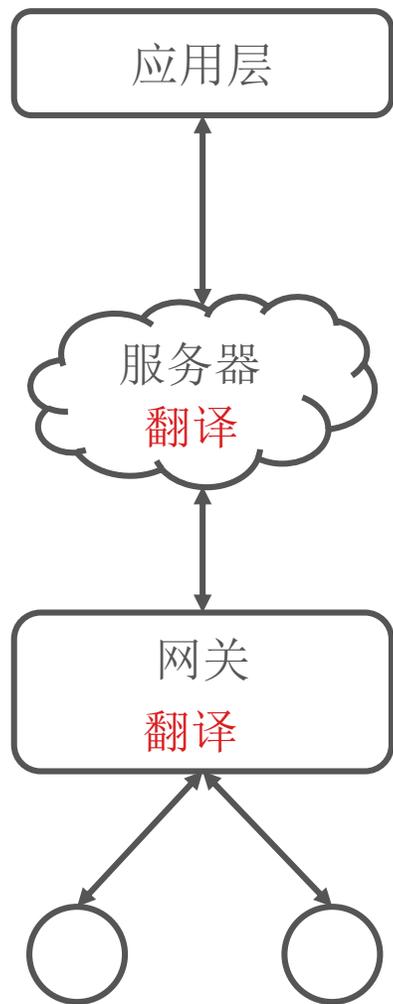


# Thread边界路由器和照明演示视频



# ZigBee网关 vs Thread 边界路由器

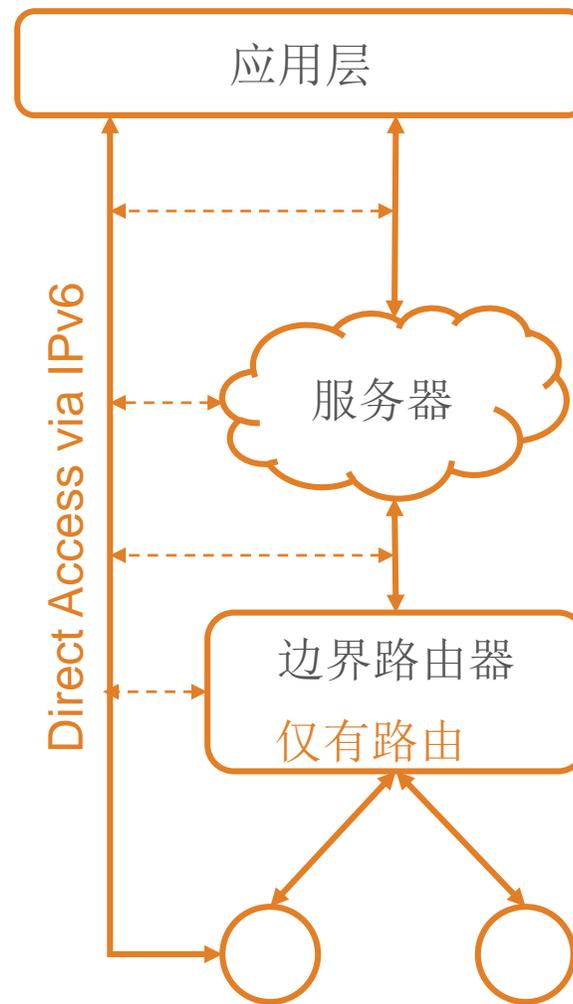
## ZigBee



应用程序指示服务器下达命令  
应用程序指示服务器询问命令  
服务器经由协议接收命令  
网关经由协议收到命令  
解读命令继电器  
设备收到命令  
设备发送命令

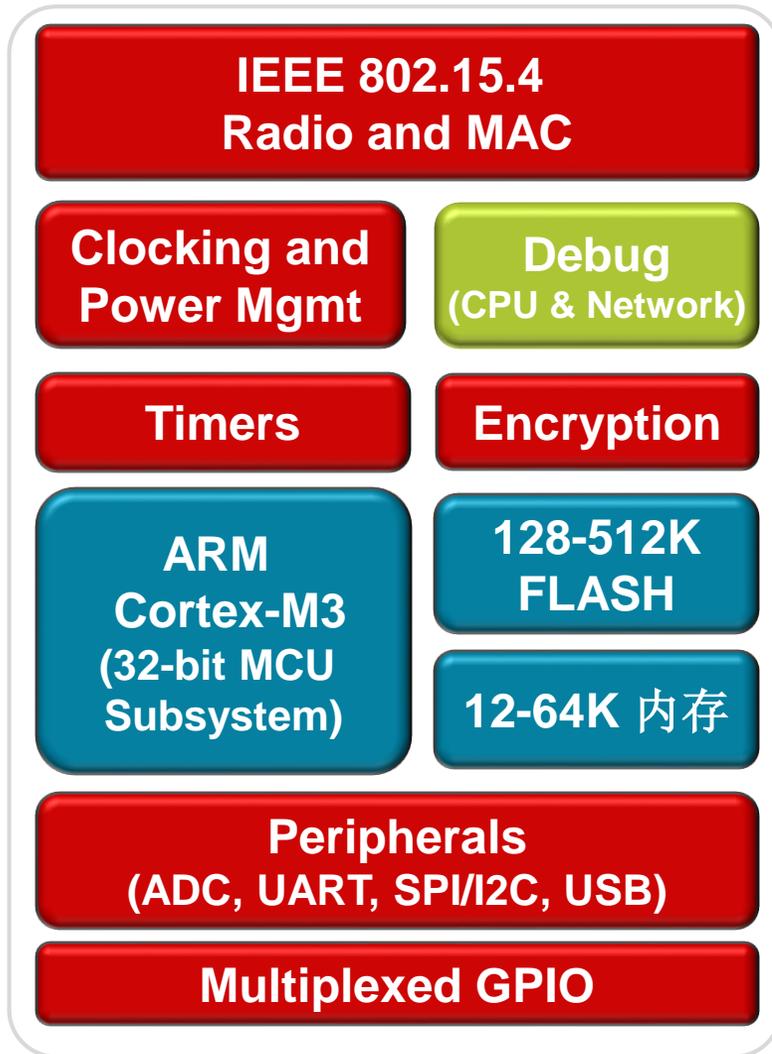
## Thread

应用程序直接经由IP  
指示装置



设备直接透过IP执行  
应用程序

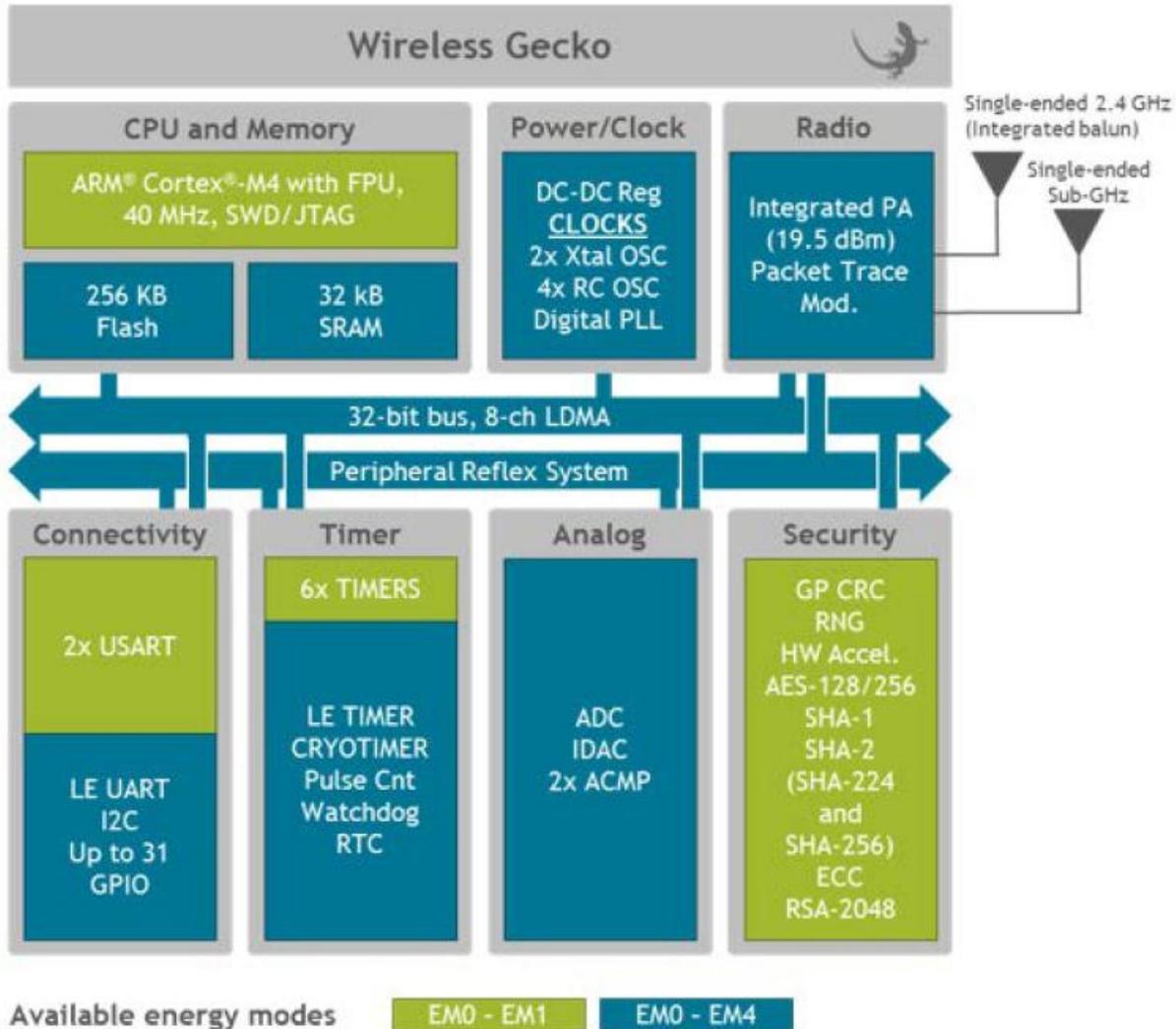
# Silicon Labs Em35x, Em358x SoC 芯片



*EM35x and EM358x SoCs*

- ← 业界领先的ARM Cortex-M3内核
  - ← 40 MHz 可运行ZigBee或Thread协议
  - ← 高达512 KB的闪存，64 KB的内存
- ← 优良的RF性能
  - ← 高达+8 dBm的输出功率
  - ← -102 dBm @ 250 kbps的灵敏度
- ← 先进的电源管理
  - ← 400 nA待机
  - ← 50 uC典型的通信突发
- ← 硬件加密
  - ← AES-128加速器网络和应用层
- ← 调试
  - ← 非侵入性的调试端口，允许每个数据包发送/接收的可追溯性

# Silicon Labs Wireless Gecko SoC 芯片



- ← ARM Cortex-M4 MCU
- ← 256 KB闪存/ 32kB RAM
- ← 多频带，多协议无线
- ← 超低功耗
  - ← 63uA/ MHz 执行，1.4uA待机
- ← 高集成度（+20 dBm的PA）
- ← 先进的安全性
- ← 丰富的外设
- ← 多种封装选项



QFN48  
7x7 mm



QFN32  
5x5 mm

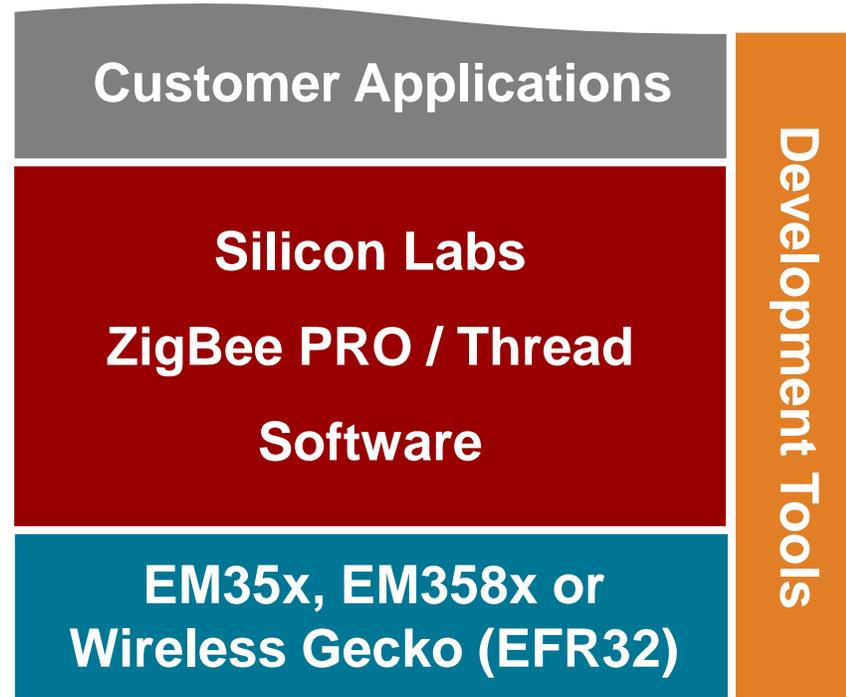


WLCSP  
~3x3 mm

# Silicon Labs的 ZigBee PRO 和 Thread 平台

完整、准备好的 *ZigBee HA1.2*  
和 *Thread* 认证 “模板应用”

最强大，可靠和全面的  
*ZigBee Pro* 和 *Thread*  
软件解决方案 - “黄金单元” 的  
*ZigBee/Thread* 认证测试



最集成和完整的开发环境

业界领先的性能，功耗和代码密度

# 容易上手和轻松地开发应用



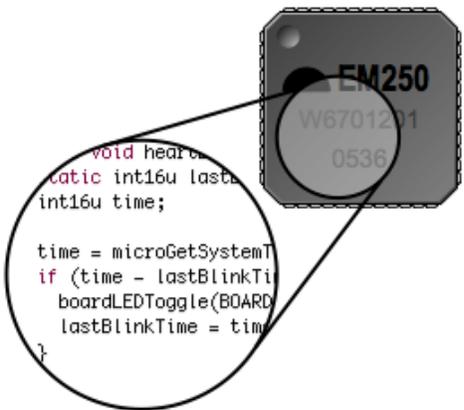
- 一体化的设计环境
- 功能丰富的开发和调试工具
- 网络和代码视图

## Ember桌面 / Simplicity Studio\*



- 连接IDE和节点之间的后端通道
- IDE具有图形可视化功能
- 多个调试器可同时侦测节点活动

## 网络调试器



- 芯片上的硬件端口
- 有时间戳记的实时信息
- 追踪数据包和监视/控制的应用程序

## 数据包追踪



- 包括IDE，调试器和开发板
- 支持ZigBee和Thread

## 开发套件

# 物联网解决方案产品

## 连结照明

- ← ZigBee HA 1.2 的固件可升级至**Thread**
- ← 模块参考设计
- ← 照明演示板



### ← 完整的硬件，固件和机械设计

← 原理图，PCB，BOM

← 双版本

← EM3585: 14mm x 29mm, 4 PWMs, 6 pins

← EM357: 20.35mm x 24mm, 4 PWMs, 12 pins

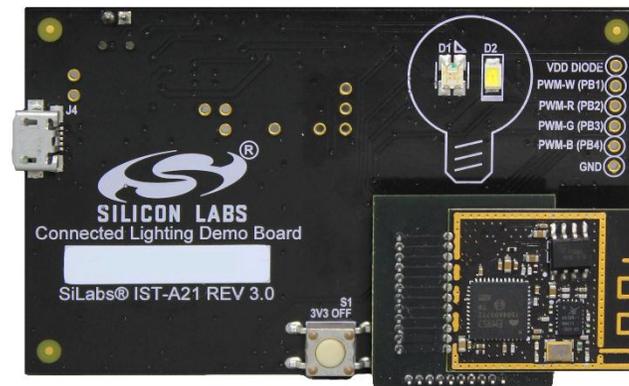
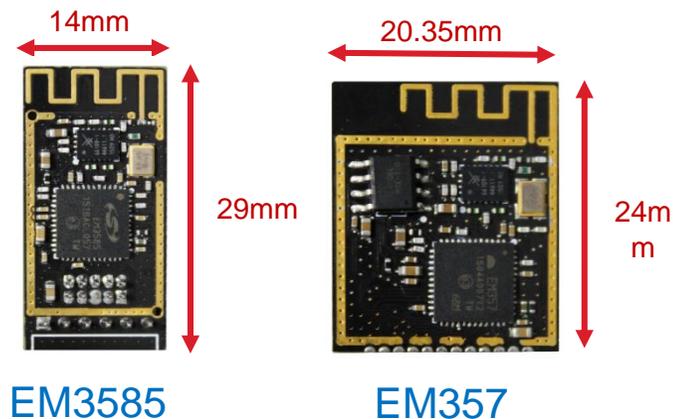
← **Wireless Gecko (EFR32): Upcoming...**

### ← 照明演示板

← 彩色 (RGB)，调颜色，调光

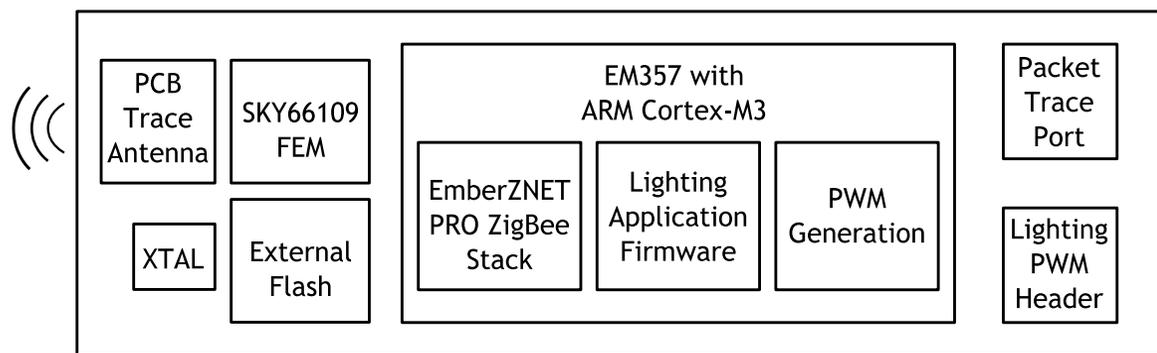
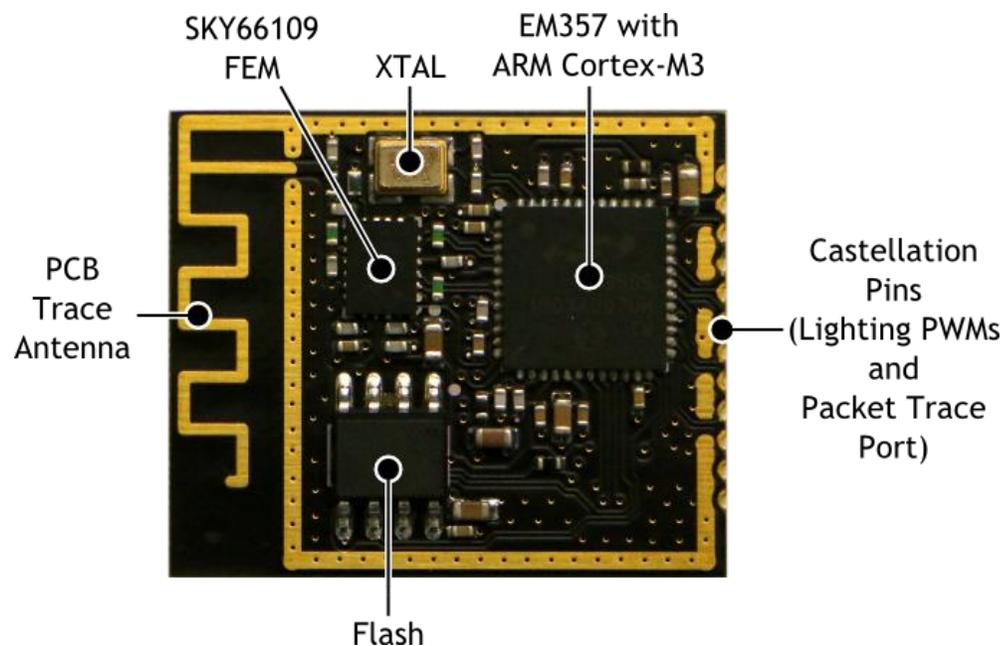
← 4层PCB与PCB天线

← Skyworks 66109 前端PA/LNA, +20dBm输出



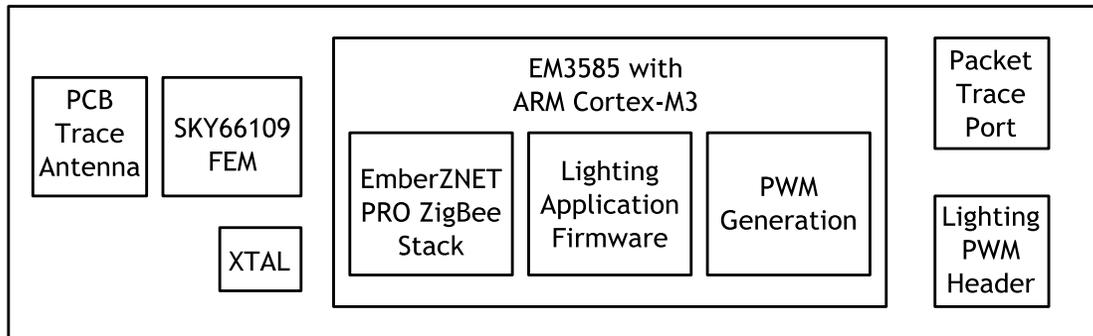
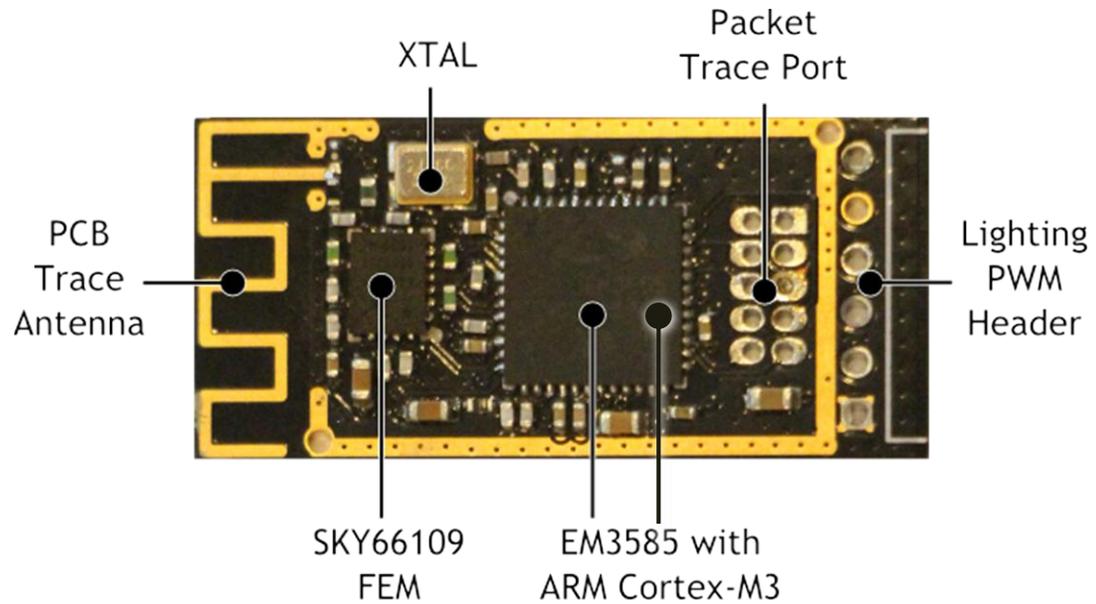
照明演示板

# 连接照明模块的功能 – EM357



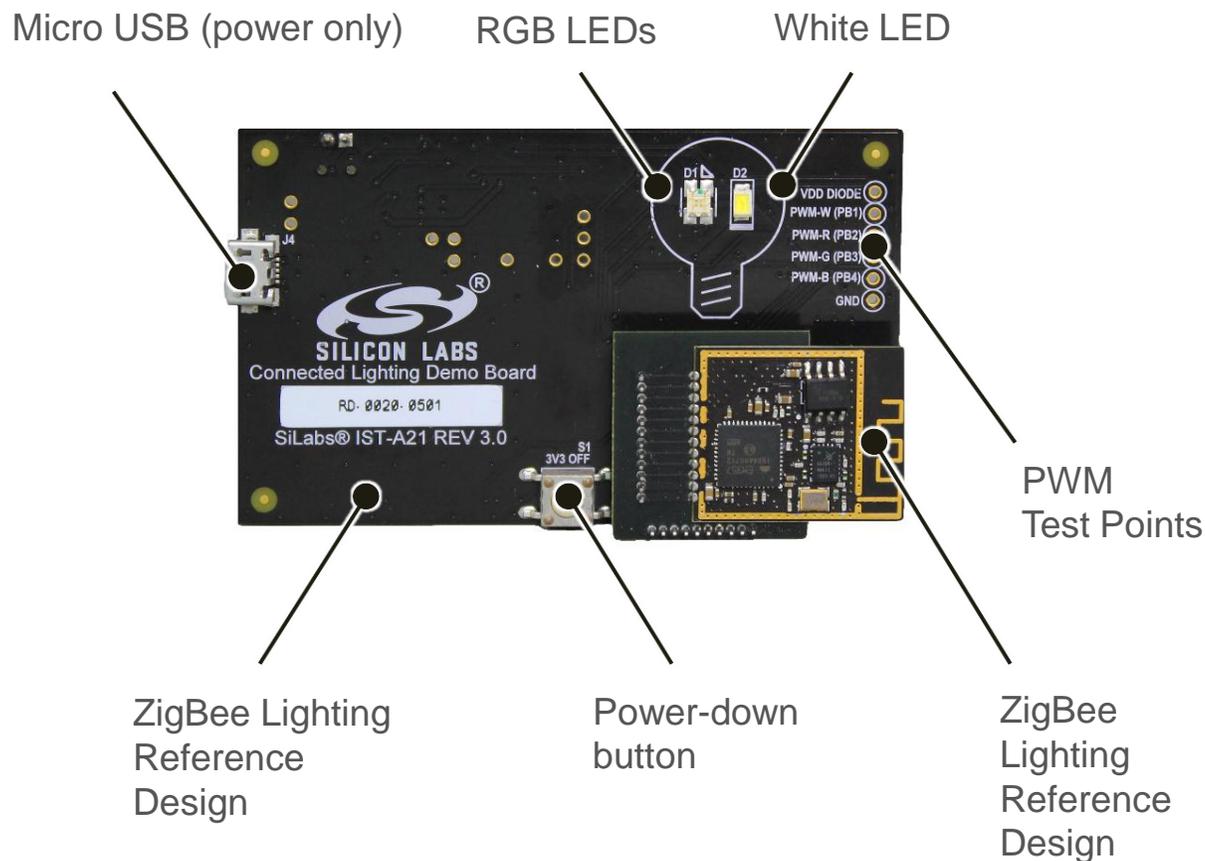
- ← SKY66019功率放大器 (PA)
- ← 所有元器件均位于0.062寸四层PCB板的单面
- ← BOM通过-40°C~125°C的温度测试
- ← 12引脚的0.050寸蝶头具有VDD, GND, 4 PWM输出, JTAG以及数据包追踪引脚
- ← EM35732位 ARM Cortex-M3, 具有192KB 闪存和 12KB 内存
- ← 套件订单号: RD-0020-0601

# 连接照明模块的功能 – EM3585



- ← SKY66019功率放大器 (PA)
- ← 所有元器件均位于0.062寸四层PCB板的单面
- ← BOM通过-40°C~125°C的温度测试
- ← 6引脚的 0.050寸板头具有VDD, GND和四路PWM引脚
- ← EM357 32位 ARM Cortex-M3, 具有512KB闪存和 32KB 内存
- ← 可升级Thread
- ← 套件订单号: RD-0035-0601

# 连接照明演示板



- ← 基板可兼容EM357和EM3585两种连照明模块
- ← 预编程且随时可进行演示
- ← 4个LED可显示红色，蓝色，绿色和白色照明
- ← 提供硬件设计文件
- ← 购买ZigBee开发套件（EM35x-DEV）包含ZigBee软件
- ← 厂商建议零售价: US\$49

# 连接的照明固件功能

- ← ZigBee HA 1.2 预认证
- ← 和 ZigBee HA 1.2 网关具有互操作性
- ← 参考设计预先烧写好固件程序
- ← 支持OTA固件更新
- ← 支持的功能
  - ← 调光灯固件
    - ← 开/关/调光，由一路PWM输出控制的LED照明
  - ← 色温灯固件
    - ← 开/关/调光，色温控制，高、低色温专用的独立PWM输出
  - ← RGB彩色灯固件
    - ← 开/关/调光，色彩控制，具有三路独立PWM的红、绿和蓝色的LED照明

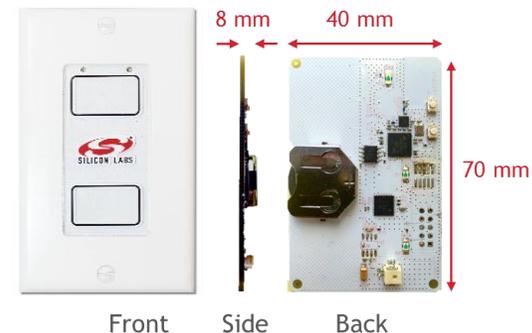
# IoT解决方案产品

## 家居自动化

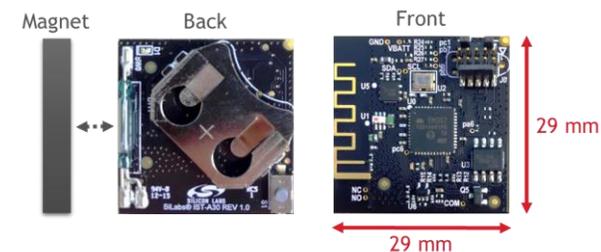
- ← 调光开关
- ← 接触传感器
- ← 智能插座
- ← PIR 占用传感器



- ← 完整的硬件，固件和机械设计
  - ← 基于EM358x 或 Wireless Gecko SoC
  - ← 支持ZigBee和OTA固件更新
  - ← 可升级**Thread**
- ← 调光开关功能
  - ← 6个电容式传感垫，支持手势控制
  - ← 纤薄外形可在墙面安装
  - ← 长达3年的电池寿命
- ← 接触传感器特性
  - ← 外形尺寸极小，CR2032电池
  - ← 簧片开关/霍尔效应(Hall Effect)传感器选项
  - ← 长达5年的电池寿命
- ← 智能插座特点(即将到来)
  - ← 电流测量
  - ← 负载检测
  - ← 温度和环境光传感器



调光开关

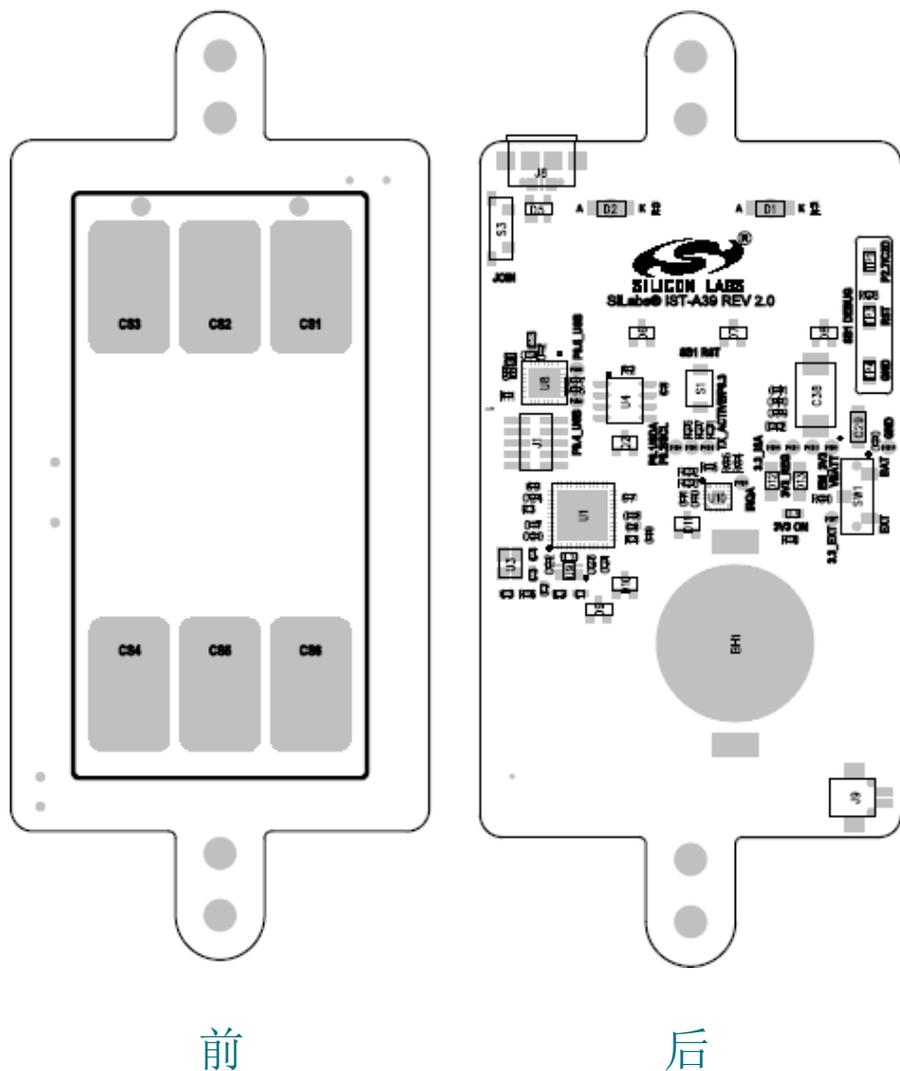


接触传感器



智能插座

# 电容式传感调光开关的硬件

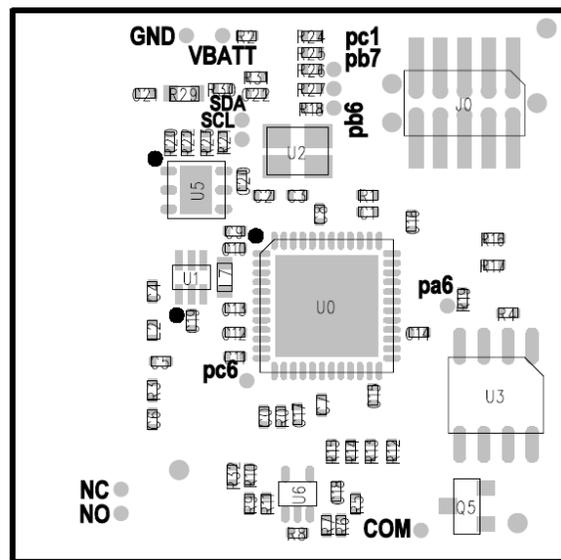


- ← EM3587 32位 ARM Cortex-M3, 具有 512KB 闪存和 64KB 内存
- ← 可升级Thread
- ← EFM8SB1 电容式传感单片机
- ← 集成的PCB天线
- ← 网络连接按钮
- ← BOM通过0°C~55°C的温度测试
- ← 高达+8dBm的发射功率
- ← 预认证的FCC Part 15
- ← 提供硬件设计文件
- ← 套件订单号: RD-0039-0201
- ← 厂商建议零售价: US\$29

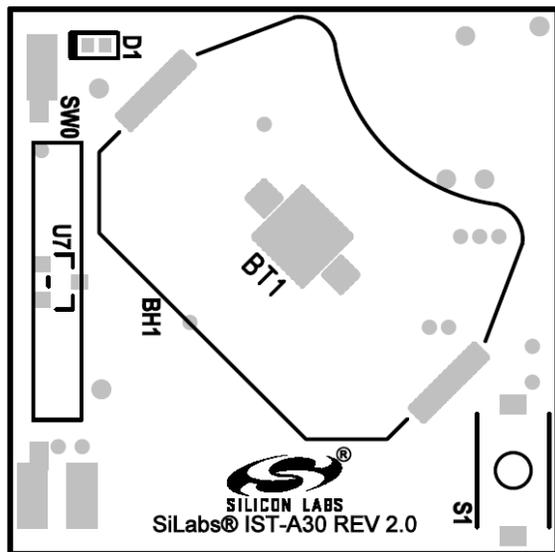
# 电容式传感调光开关的固件

- ← ZigBee HA 1.2预认证
- ← 和 ZigBee HA 1.2 网关具有互操作性
- ← 固件预编程的参考设计
- ← 支持OTA固件更新
- ← 支持功能
  - ← 集群(Clusters): 基本, 功率配置, 识别, 开/关, 调整控制, OTA升级, 故障诊断
  - ← 包括六个电容式传感垫, 可点触、按住和拨动等的手势动作
- ← 购买ZigBee开发套件 (EM35x-DEV) 包含ZigBee软件

# 接触传感器硬件



前



后

- ← EM3587 32位 ARM Cortex-M3, 具有 512KB 闪存和 64KB 内存
- ← Thread 可升级
- ← Si7053温度传感器
- ← 双簧开关和一个Hall效应传感器选项
- ← 集成的PCB天线
- ← BOM合格温度从0 to 55 °C
- ← 高达+8dBm的发射功率
- ← 预认证的FCC Part 15
- ← 套件订单号: RD-0030-0201
- ← 厂商建议零售价: US\$39

# 接触传感器硬件

- ← ZigBee HA 1.2预认证
- ← 和 ZigBee HA 1.2 网关具有互操作性
- ← 参考设计预先烧写好固件程序
- ← 支持OTA固件更新
- ← 支持的功能
  - ← 集群(Clusters)：基本、能源配置、识别、**警报**、**温度**、OTA升级、故障诊断
  - ← Form A或Form C簧片开关或霍尔效应(Hall Effect)传感器的配置
- ← 购买ZigBee开发套件（EM35x-DEV）包含ZigBee软件

# IoT解决方案产品

## 网关

- ← Zigbee Wi-Fi / 以太网网关
- ← ZigBee USB虚拟网关
- ← Thread边界路由器



- ← 共享的Web服务器和浏览器
  - ← 开箱即用的快速系统演示
  - ← 可控制和监测的ZigBee终端设备
  - ← 支持Silicon Labs的参考设计
  - ← 支持ZigBee HA 1.2设备
- ← Zigbee Wi-Fi / 以太网网关
  - ← 是Thread边界路由器的通用平台
  - ← 网关开发的最佳起点
  - ← 在嵌入式Linux计算机中运行
- ← ZigBee USB虚拟网关
  - ← 最好的参考设计评价
  - ← 在Windows或OS X的Linux虚拟机中运行



Web 用户接口

# ZigBee网关套件和软件

- ← Zigbee Wi-Fi/以太网网关
  - ← Raspberry Pi 2 + EM3588 Dongle + Wi-Fi
  - ← Raspbian Linux (based on Debian)
  - ← 可移植到其他嵌入式Linux系统
  - ← 套件订单号: RD-0001-0201, 厂商建议零售价 \$149
- ← ZigBee USB虚拟网关
  - ← EM3588 ZigBee dongle
  - ← Ubuntu Linux
  - ← 套件订单号: RD-0002-0201, 厂商建议零售价 \$49
- ← 软件
  - ← 网络服务器和浏览器源代码包含在网关套件中
  - ← ZigBee软件和源代码包含在购买的ZigBee开发套件(EM35x-DEV)中



ZigBee Wi-Fi/Ethernet Gateway



ZigBee USB Virtual Gateway

# 参考设计的取得

Market	Product	Features	OPN	Availability
	 Lighting designs	Color (RGB), color-tunable and dimming, small form-factor, HA1.2, +20 dBm output	RD-0020-0601 RD-0035-0601	Launch: Nov'15
	 Contact sensor	Small form factor, reed switch/hall sensor option, up to 5yr battery life	RD-0030-0201	Launch: Nov'15
	 Dimmer switch	Switch-plate form factor; built-in capacitive touch; gesture control, up to 3yr battery life	RD-0039-0201	Launch: Nov'15
	 Smart outlet	Current measurement, load detect, temperature and proximity sensors	TBA	Alpha: 2Q '16
	  Wi-Fi/Ethernet gateway /Thread Boarder Router	Out-of-box demo, Linux portable software, simplified firmware development, mobile application	RD-0001-0201 RD-0004-0201	Launch: Nov'15
	 USB virtual gateway	Ubuntu Linux virtual machine can run on Windows or OS X	RD-0002-0201	Launch: Nov'15

# 先进主题-到达终点线

- ← 参考设计评价
- ← 概念证明
- ← 固件修改
- ← 硬件修改
- ← 工程试验
- ← 制造试验



# 参考设计评估

## ← 共通性

- ← 网络行为，如加入/离开
- ← RF性能如涵盖距离范围

## ← 网关

- ← 用于评估其他的参考设计
- ← 源代码可供学习

## ← 照明演示板

- ← PWM引脚分配和PWM频率调整
- ← 颜色和亮度校准曲线

## ← 接触传感器

- ← 监测开/关事件及温度
- ← 功率消耗

## ← 电容式传感调光开关

- ← 用户照明控制
- ← 功率消耗



# 概念的证明

## ← 照明演示板

- ← PWM输出可以直接连接到光引擎驱动的阶段

- ← 从ZigBee网关进行控制

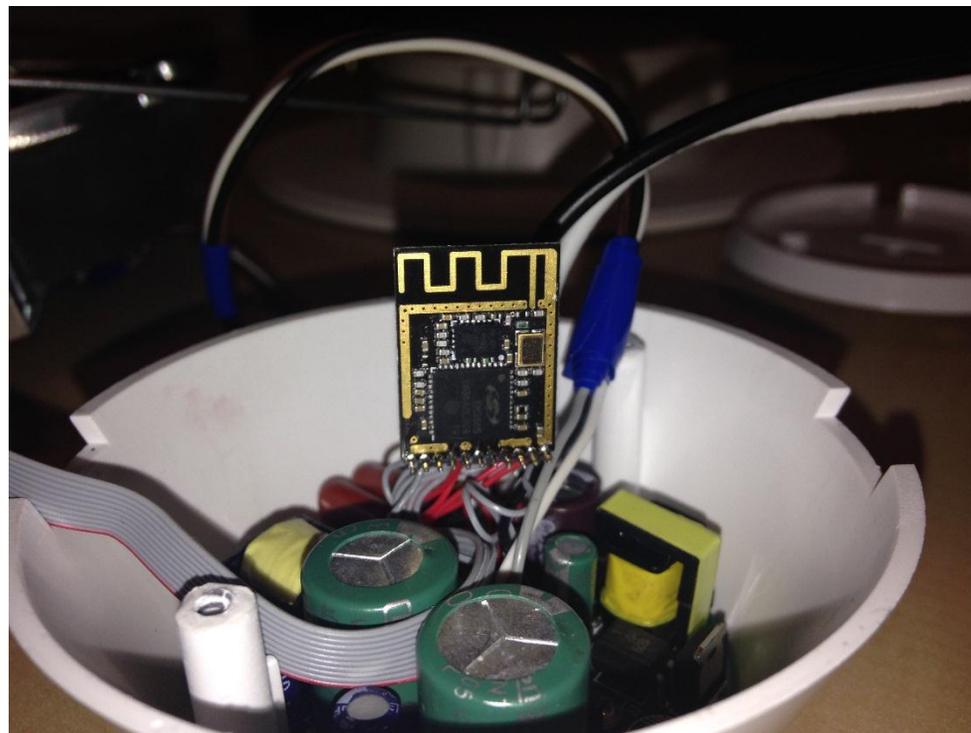
## ← 接触传感器

- ← 从ZigBee网关修改温度报告比率配置

- ← 改变簧片开关的配置

## ← 电容式传感调光开关

- ← 试制另类用户界面



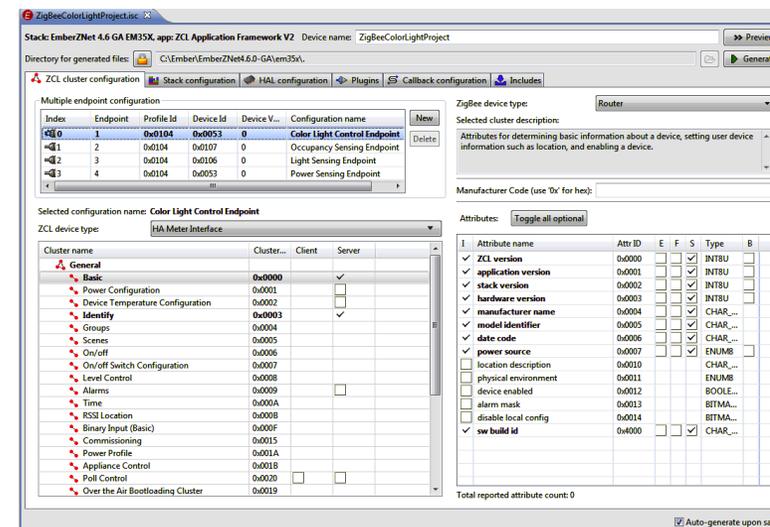
证明概念

# 固件的修正

- ← 需要EM35x DEV ZigBee开发套件
- ← AppBuilder 选项（基本）
  - ← 启用/禁用ZigBee集群(Clusters)/功能
- ← Header 文件修改（基本）
  - ← PWM引脚分配，启动状态，频率
  - ← 功率等级，加入/离开状态的机械参数
- ← ZigBee 插件（中级）
  - ← 改变现有的状态或接口行为
  - ← 添加更多的功能
- ← EFM8SB1 MCU（中级）
  - ← 改变用户的界面行为
- ← Silicon Labs可提供设计服务



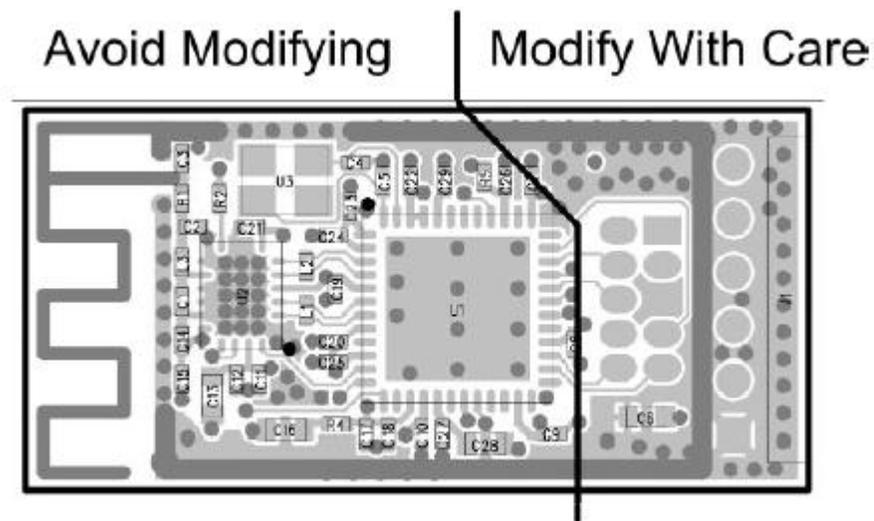
EM35x-DEV ZigBee Development Kit



AppBuilder

# 硬件的修改

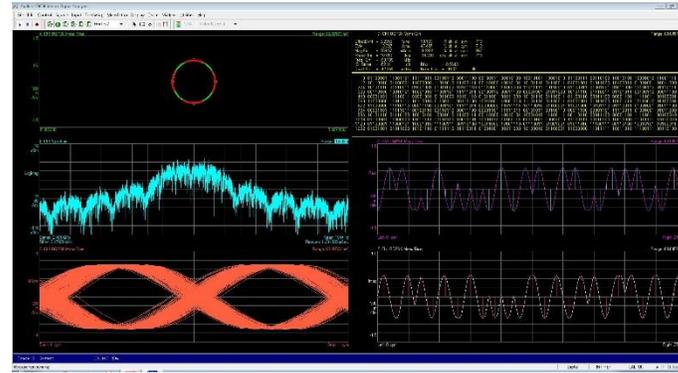
- ← 改变PCB板外形以符合机械要求
- ← 将参考设计安装进塑料外壳中
- ← 更改可选的元器件
- ← 移动可动的元器件或引线，以适应机械特性
- ← 移动可动的元器件或引线，以适应不同的PCB设计规范
- ← Silicon Labs可提供设计服务



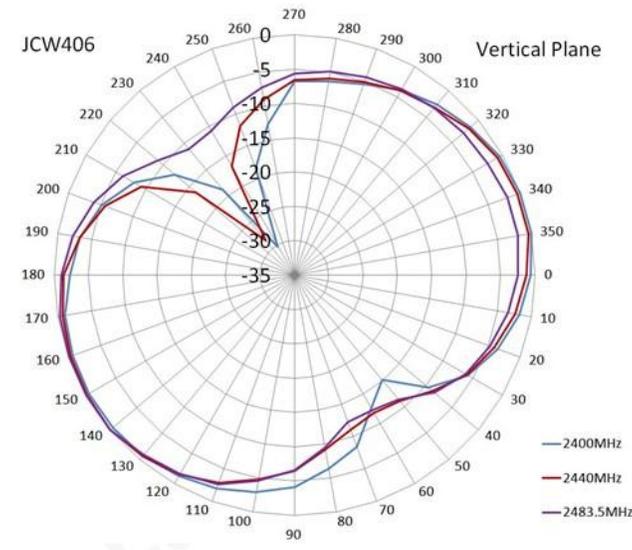
**Example Modification Guideline**

# 工程测试

- ← 误差矢量幅度 (EVM)
  - ← 衡量如开关电源干扰对性能退化造成的影响
- ← 功率
  - ← 难以准确测量
  - ← 依据用户指南查看测试程序
- ← 热 (适用于照明)
- ← 天线辐射方向图
- ← FCC、CE / Anatel
  - ← 经由认证实验室测试的最终产品
  - ← 所有的设计都有FCC/CE的预认证
- ← HA 1.2
  - ← 经由认证实验室测试的最终产品
  - ← 所有的设计都有HA1.2的预认证



EVM



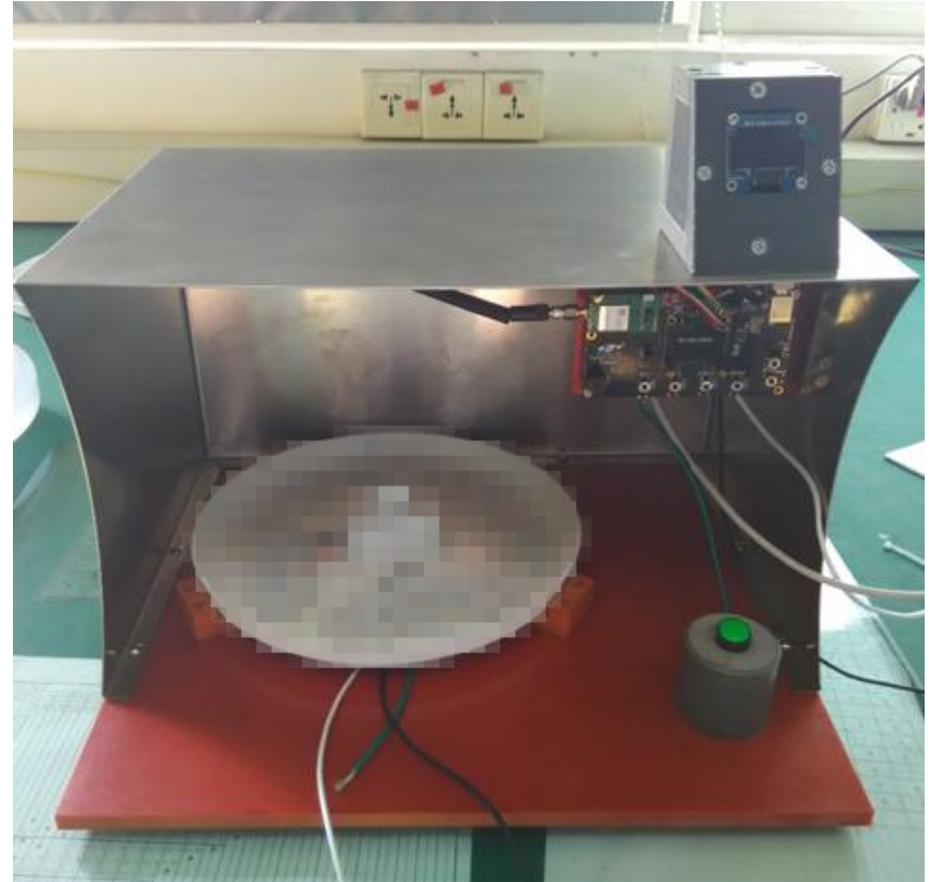
Antenna Radiation Pattern



Thermal

# 制造测试

- ← 经由OTA进行最后的测试
  - ← 此要克服对RF干扰的挑战
- ← Silicon Labs公司可提供低成本的测试解决方案
  - ← 可配置的发射功率和外部RF衰减器可克服干扰问题且无需屏蔽盒
  - ← 天线，显示，按钮和LEDs可安装在外部，以配合测试夹具的需求
  - ← 多语言接口
- ← Silicon Labs也可介绍测试服务



ZigBee Lighting Tester

# 资源和更多信息



About ▾ Products ▾ Applications ▾ Community & Support ▾

Silicon Labs » Products » Wireless » ZigBee



- 🔍 Find Products Fast
  - Cross-Reference Search
- 🔧 Get Support & Tools
  - Software
  - Development Tools
  - Reference Designs**
  - Documentation

请访问[www.silabs.com/ZigBee](http://www.silabs.com/ZigBee) ↘ 选择参考设计

# 下一步

- ← 请访问 [www.silabs.com/ZigBee](http://www.silabs.com/ZigBee)
- ← 订购参考设计，查看相关文档，测试，并建立一个产品原型
- ← 如需要更改固件，请订购开发包并要求软件培训
- ← 如果需要更改硬件，请查阅硬件修改指南
- ← 如果需要工程或制造支持，请联系我们
- ← 告诉我们关于您的应用程序
  - ← 请向Silicon Labs或分销商的代表人员询问
  - ← 告诉我们如何与您联系
- ← 我们会在这里协助您

