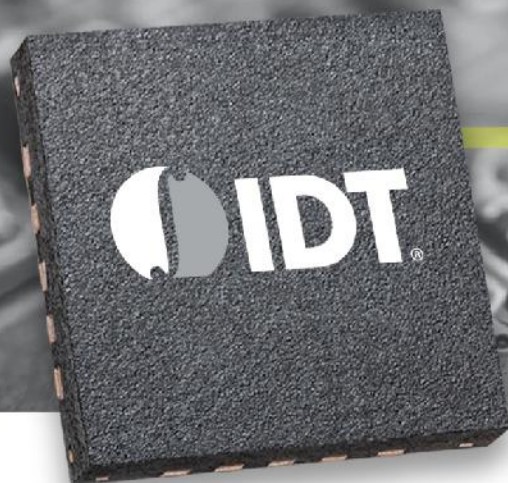




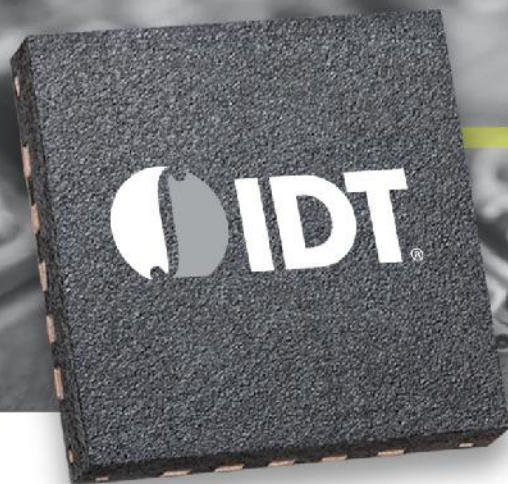
SYNCHRONIZATION

CONNECTIVITY

The Leader In Wireless Power

Wireless Power – A View From the Other Side of the Chasm

July 6th, 2017



SYNCHRONIZATION

CONNECTIVITY

Outline

- 市场前景 / 行业标准 / 生态圈 / 消费者
- 无线充电工作原理
- IDT公司 1-15瓦无线充电接受和发送方案
- 内容总结

全球无线充电市场高速增长预测



**2020年: 10亿只 接收端
4亿只 发送端**

**2025年: 20亿只 接收端
8亿只 发送端**

Source IHS: <https://www.wirelesspowerconsortium.com/blog/273/wireless-power-market-surges-as-usage-leaps-forward>

无线充电： 厚积薄发，迈向高速成长阶段



- **2016年近2亿只充电芯片发货. (source: I.H.S)**
- **25款以上手机，20款以上手表集成无线充电功能**
- **200多种兼容充电板，150多种无线充电手机套**
- **50多款汽车（截止2016）预装**
- **苹果公司2017年2月加入WPC Qi 联盟**

WPC Qi 标准胜出！



- 稳稳占据手机市场**95%**以上份额
- WPC规定 XY / Z 自由度至少 **5毫米**
- 厂家可以达到 **8-10毫米**自由度
- 充电功率规范：BPP5W，EPP：15W
- WPC提供测试认证和兼容性认证
- 全球有**250**多会员公司

苹果公司
加入 WPC board
2/14/2017

- Board Membership:
- Top Android Smartphone maker
 - Sole iOS Smartphone maker
 - Top IC vendors including IDT

无线充电生态圈



搜寻公共场所的无线充电设施



全球4千多公共场所提供无线充电，这个数字增长中....

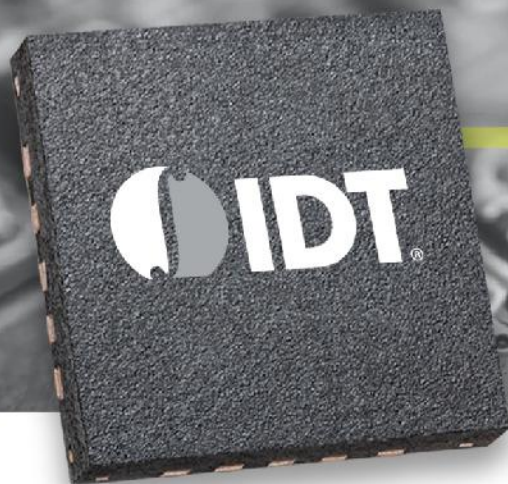


Images courtesy of Aircharge UK

汽车业看好手机无线充电



- 2016年有50多款汽车预装
- 免充电线插拔，安全方便
- 中国本土车厂积极布局2017
- 5W充电升级到10W和15W



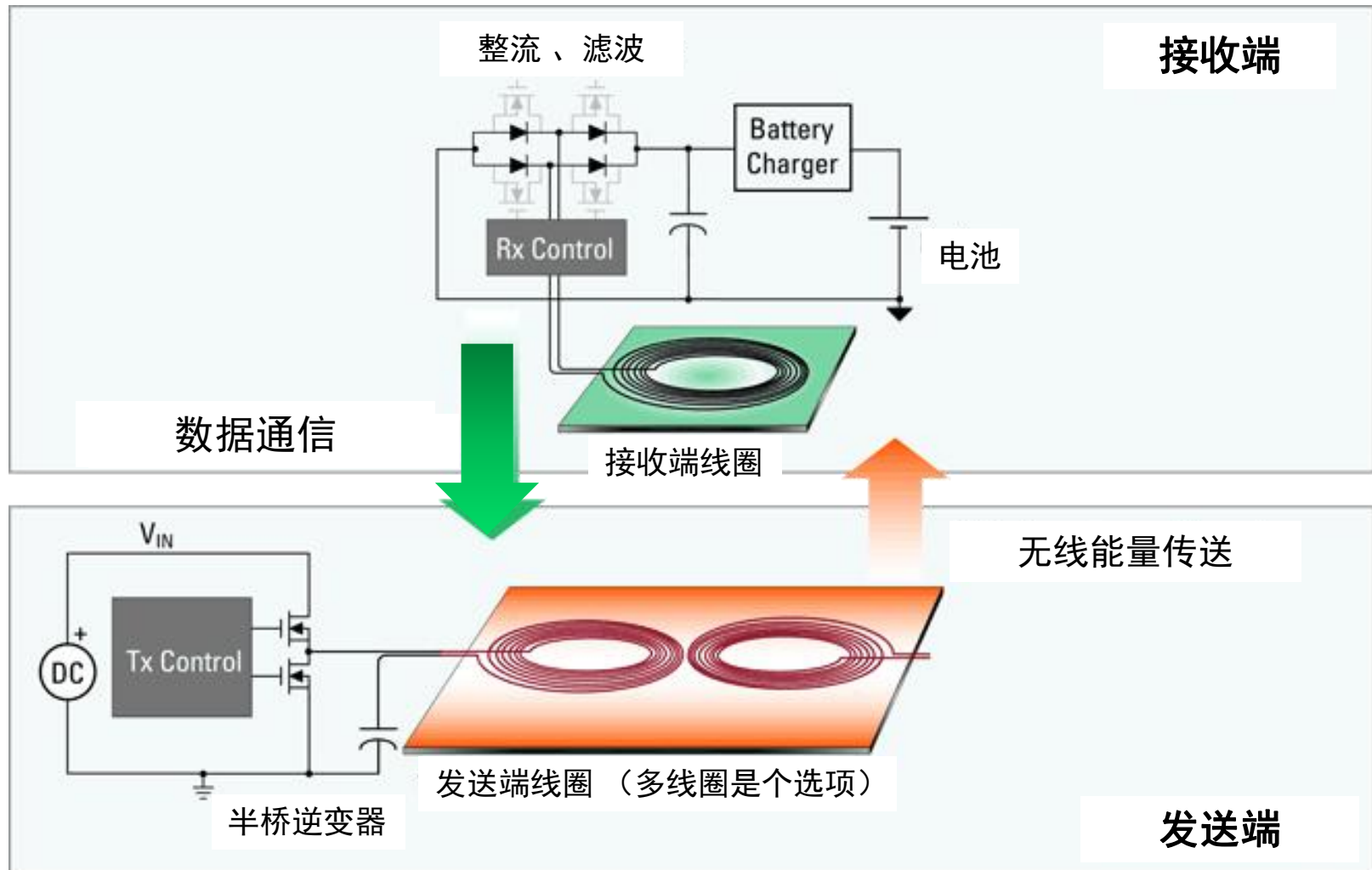
SYNCHRONIZATION

CONNECTIVITY

Outline

- 市场前景 / 行业标准 / 生态圈 / 消费者
- 无线充电工作原理
- IDT公司 1-15瓦无线充电接受和发送方案
- 内容总结

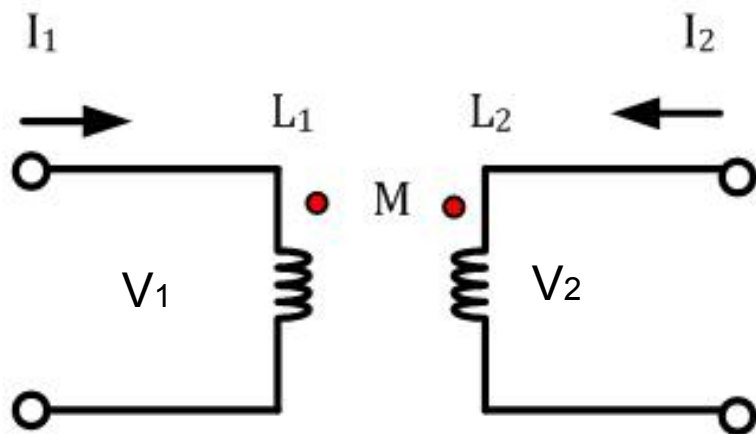
磁耦合充电 – 工作原理



空气芯变压器基本原理

电感耦合系数 k 值与互感相关

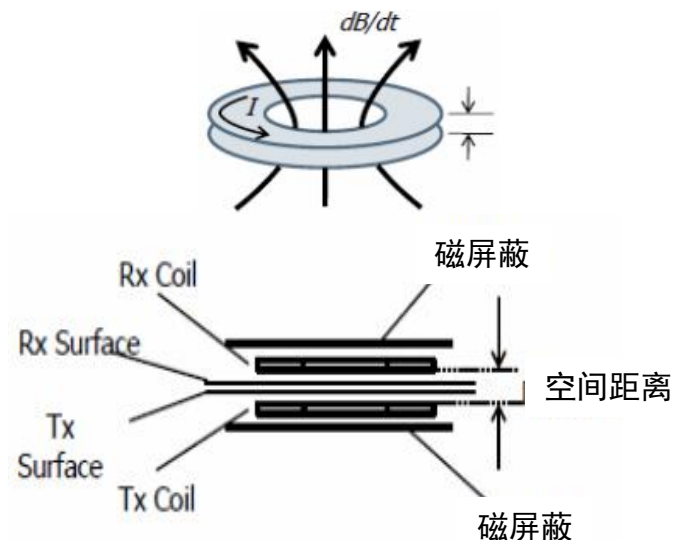
影响因素有：线圈匝数，屏蔽铁氧体面积和厚度，以及线圈之间的距离（对无线充电而言， k 理想值范围 0.5-0.8）



$$V_1 = L_1 \frac{dI_1}{dt} + M \frac{dI_2}{dt} = (j\omega L_1) I_1 + (j\omega M) I_2$$

$$V_2 = M \frac{dI_1}{dt} + L_2 \frac{dI_2}{dt} = (j\omega M) I_1 + (j\omega L_2) I_2$$

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

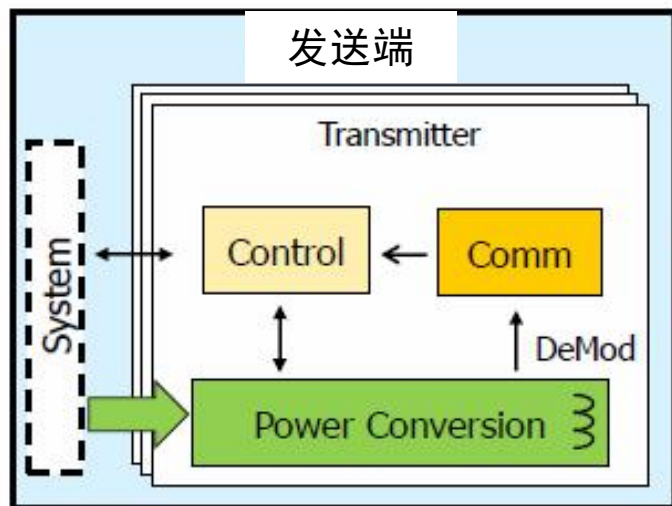


（节点电压计算公式：
时域计算， 频域计算）

无线充电系统

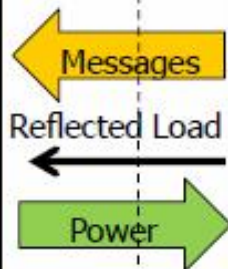
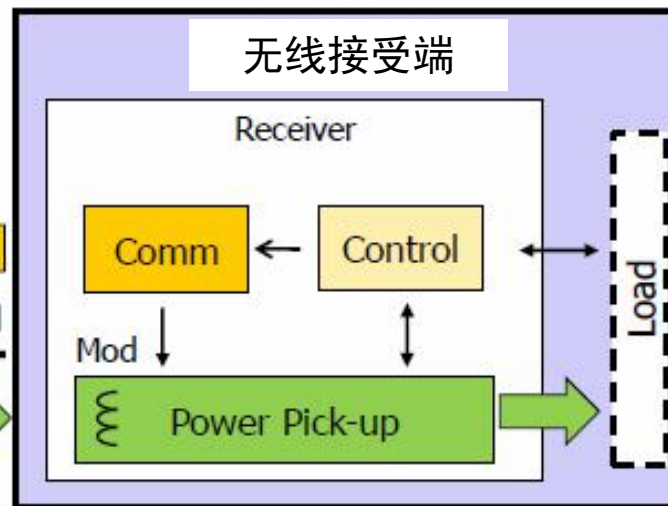
Transmitter (Tx)

- 驱动交流线圈，发送能量
- 解调出交流负载中的各种数字通信信息
- 根据无线接受端请求，调整对其输出功率水平

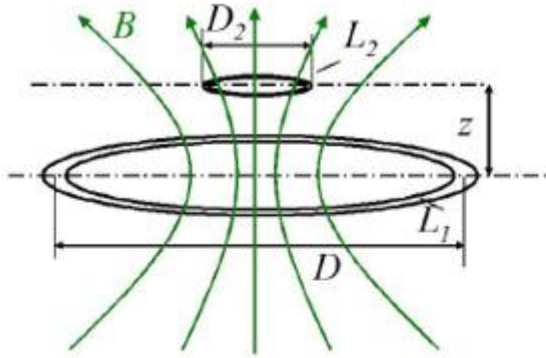


Receiver (Rx)

- 接受交流能量，控制系统效率，传给下级充电管理芯片。
- 通过交流负载调制方式，提供数字信息给发送端，包括
 - 身份识别信息
 - 传递能量要求

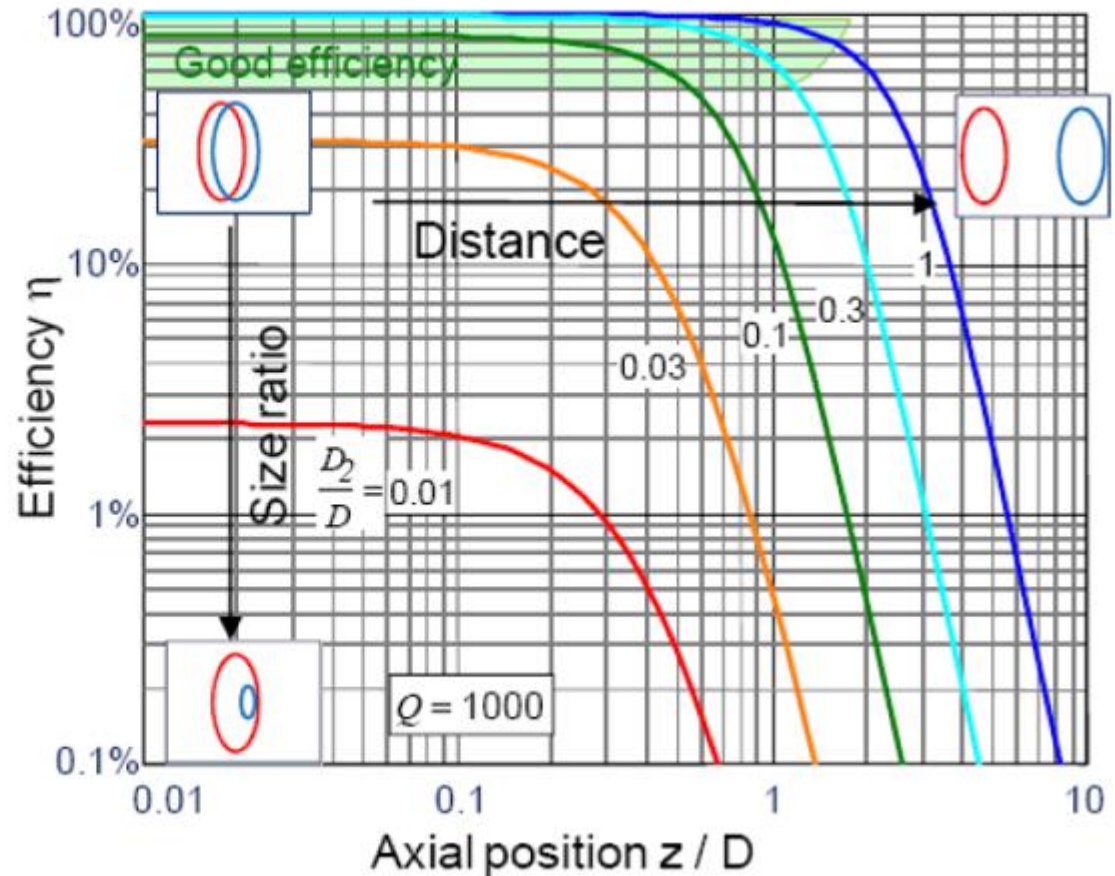


效率与线圈尺寸比例和间距的关系



发送 / 接受线圈耦合强弱:

- 两线圈的距离 (z)
- 线圈直径比例 (D_2 / D)
- 线圈错位大小



Reference: "Wireless Power for Mobile Devices" Eberhard Waffenschmidt

WPC 通讯信号的调制与解调

➤ Rx 接收端利用ASK调幅方式在负载上加载通讯信号

- 开 / 关电阻调制 (R_m)，或
- 开 / 关电容方式 (C_m)

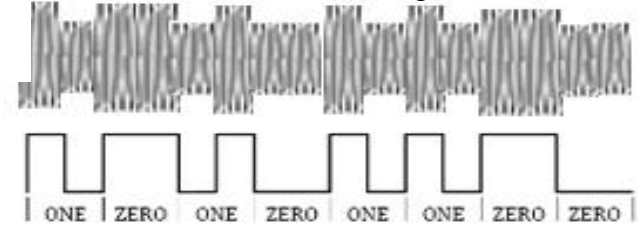
➤ Tx 发送端利用下面方式解调出信号内容

- 感应初级线圈电流幅值，或
- 感应初级线圈电压幅值

➤ 发送端利用FSK调频方式将通讯信号加载到线圈交流能量中，传送给接收端。接受端解调出通讯内容

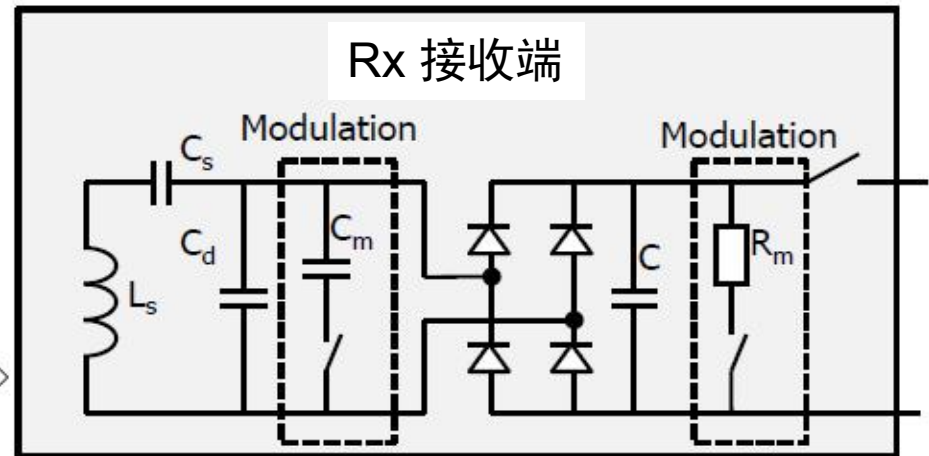
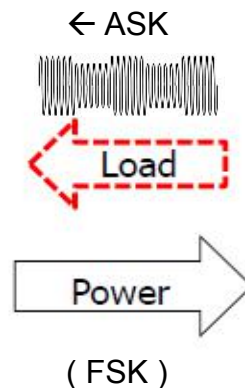
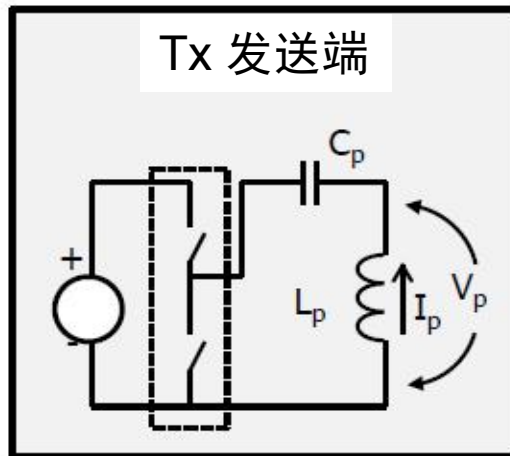
(ASK Rx → Tx)

~ 100KHz AC Coil Voltage on Tx,

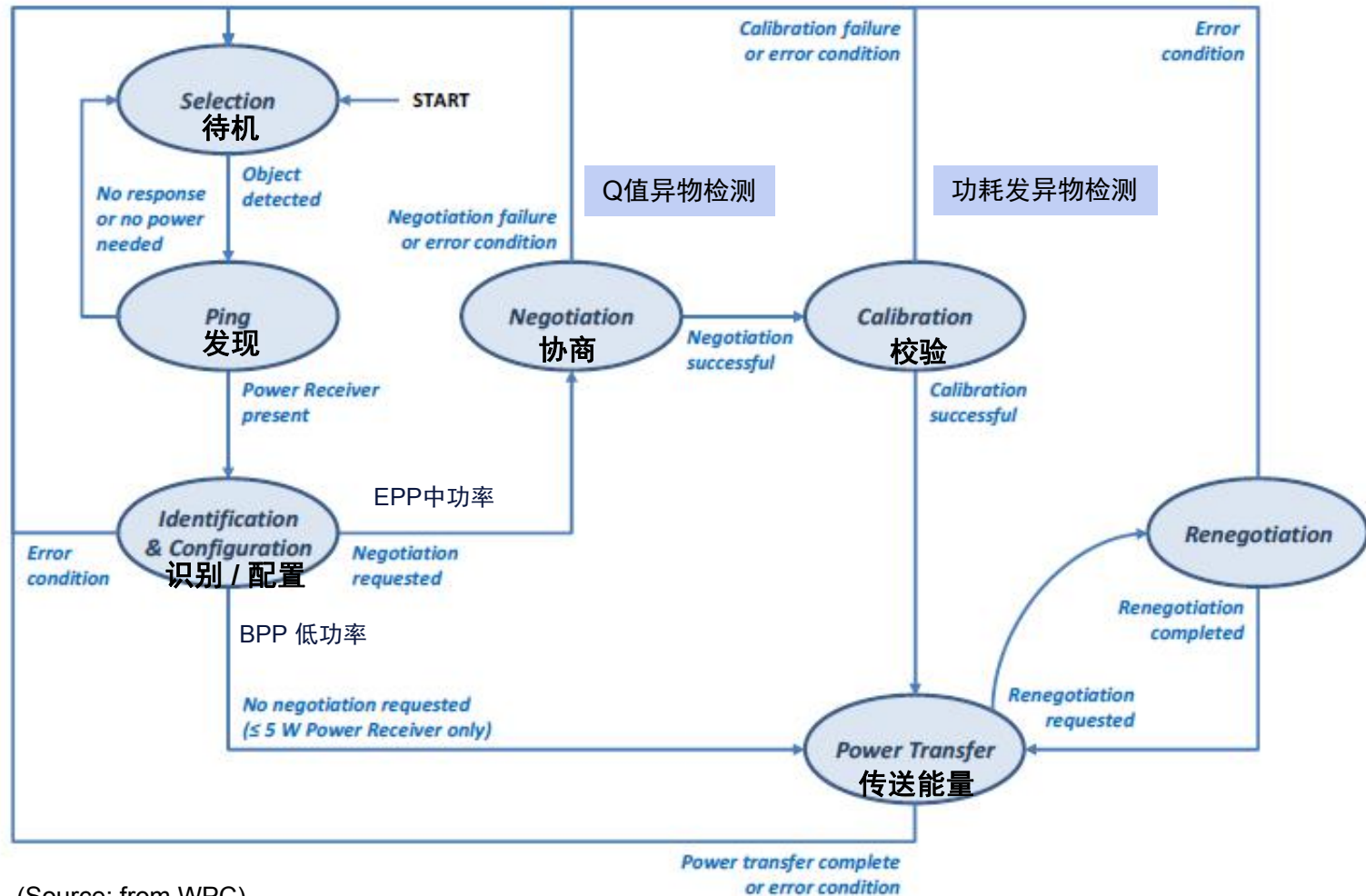


通讯信号频率2千赫兹

信号强度范围10毫伏-800毫伏

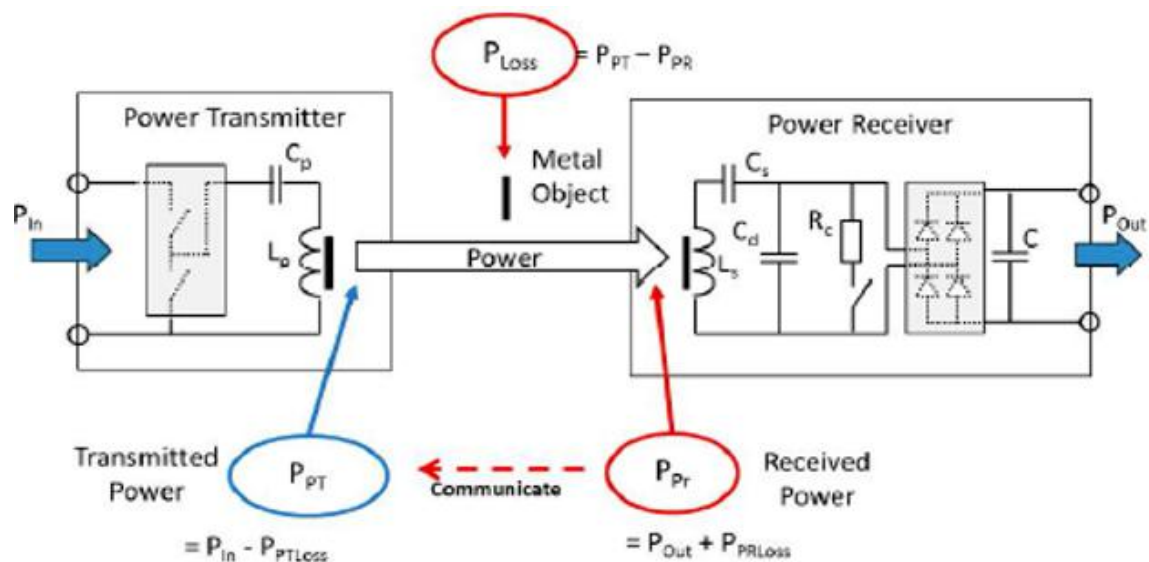


WPC 充电启动，和功率传输协议流程

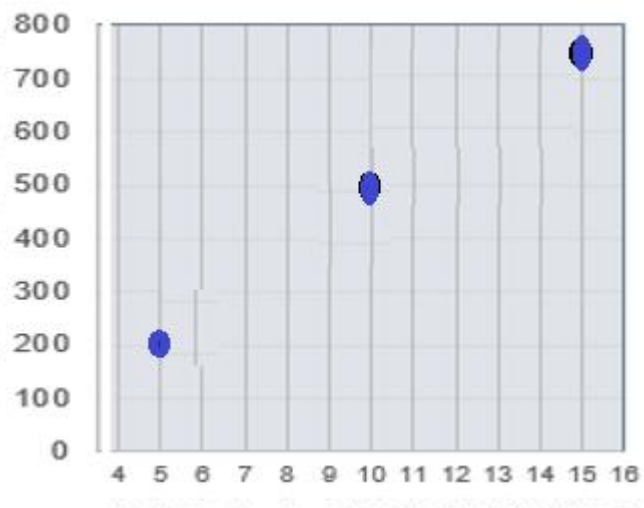


(Source: from WPC)

能量传送过程中，利用功耗计算法检测金属异物存在



mW 功耗阈值



输出功率 (W)

金属异物检测：硬币或其他金属物件

异物判定方法：

- 接收端计算其线圈接收功率 P_{Pr} ，报告给发送端。发送端可以算出两线圈之间的功耗。当它、大于阈值时，视同金属异物存在，安全起见发送端停止能量传送。
- WPC对5W以上有金属异物检测规定，对3W以下并无要求。3W以下一般不需要开通FOD功能

软件辅助设计工具:

Yellow cell is the measured parameters
Blue cell is the calculated parameters
Green cell is the system basic specs
Orange cell is the designed resonant specs

Step 1: Basic system specs

Power	5	W
Tx Vin	5	V
Rx Vout	5	V

Step 2: Tx coil and Rx coil measurement

Tx	P9038-R	
Lp_Open	7.922	uH
Rp_Open	0.170	ohms
LP_Short	5.480	uH
Rx	P9025AC-R	
Ls_Open	9.300	uH
Rs_Open	0.420	ohms
Ls_Short	6.430	uH
Coupling Coefficient	0.5552076	
Coupling Check	OK	

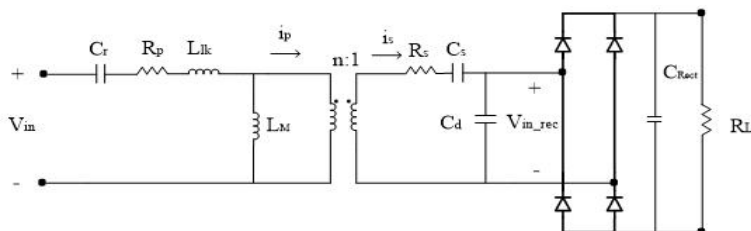
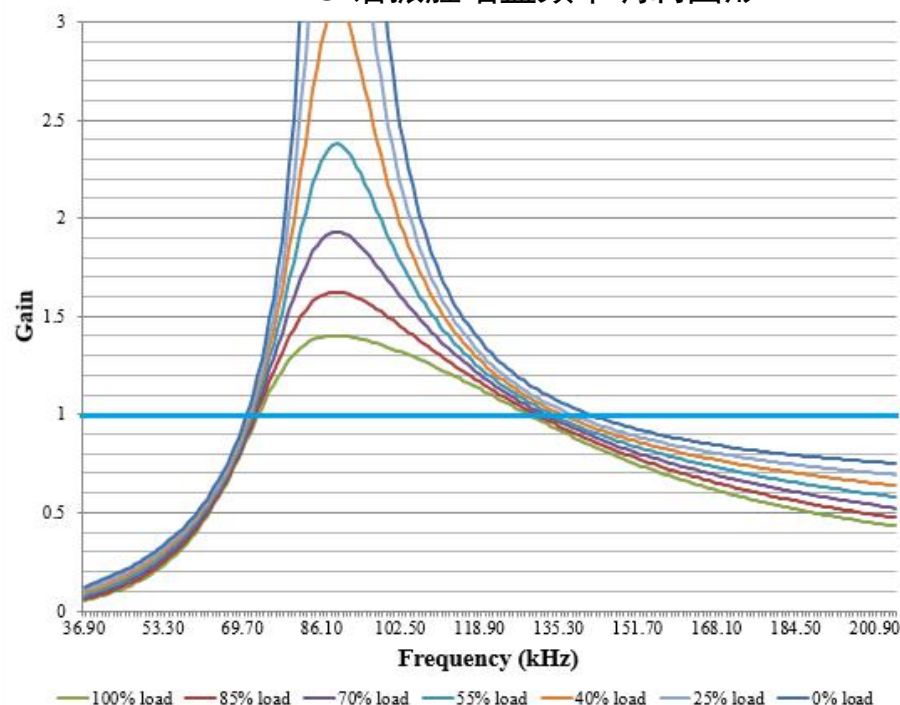
Step 3: Resonant frequency calculation

Tx Resonant Frequency	100.000	kHz
Rx Resonant Frequency	220.000	kHz
Calculated Tx Cr	319.74622	nF
Calculated Rx Cs	56.27454	nF

Step 4: Select and fine tune resonant capacitors

Tx Cr	400.000	nF	Customized	400.000	nF
Rx Cs	400.000	nF	Customized	400.000	nF
Rx Cd	1.800	nF	Customized	1.800	nF
Rx Vect_CAP	22.000	uF	Customized	22.000	uF

LLC 谐振腔增益频率调制图形



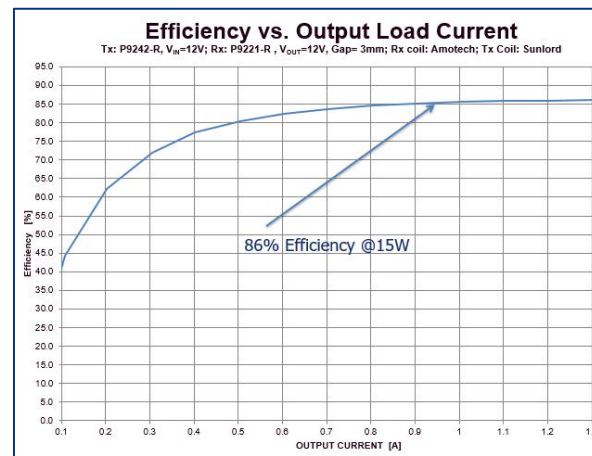
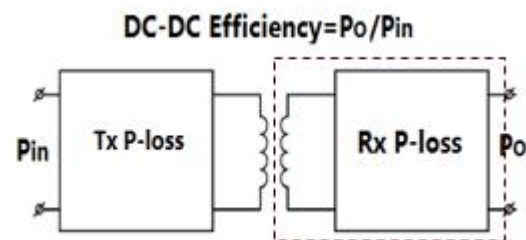
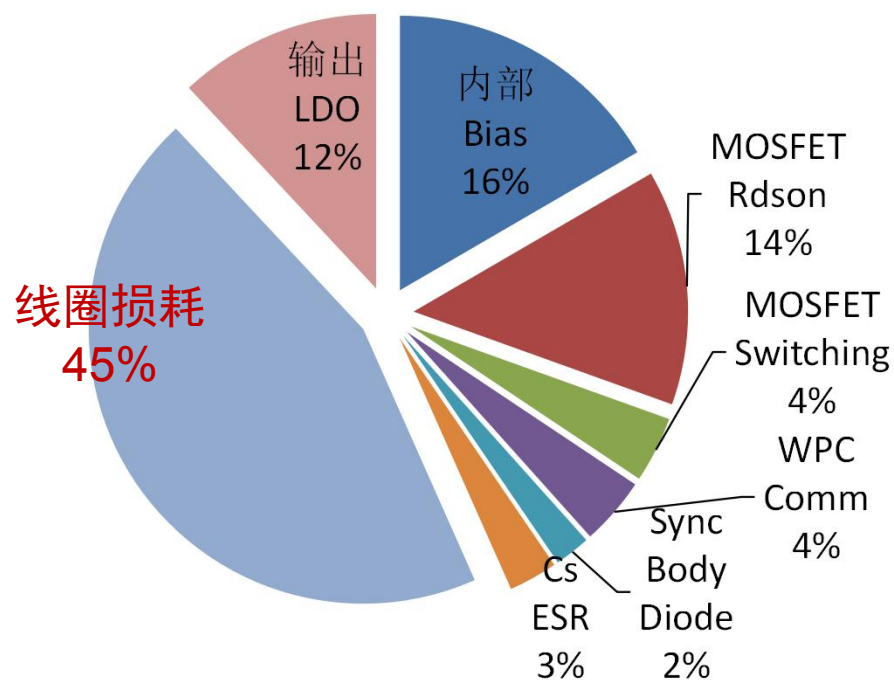
选定电感后，测量实际电路获得互感漏感值。

填写不同电容值，直到获得想要的波形。

Y轴：电压增益： $V_{out}/V_{in}=5V/5V=1$ 。不同曲线=不同负载。举例：负载跳变时频率微调即可稳定输出电压

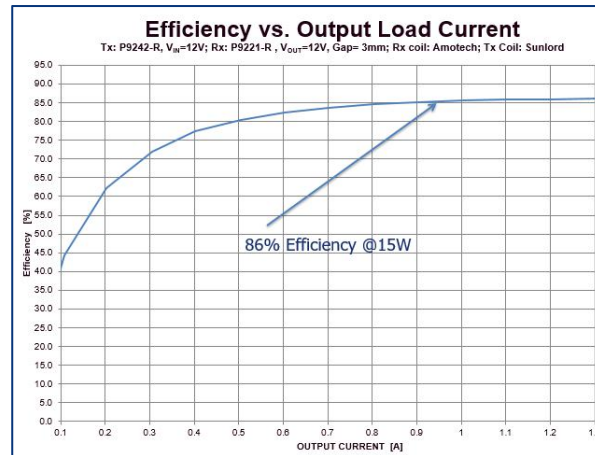
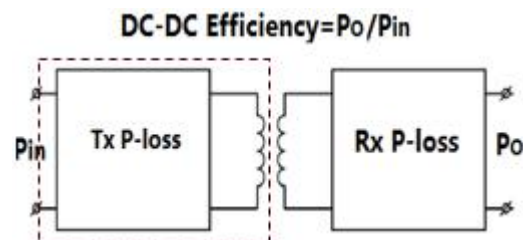
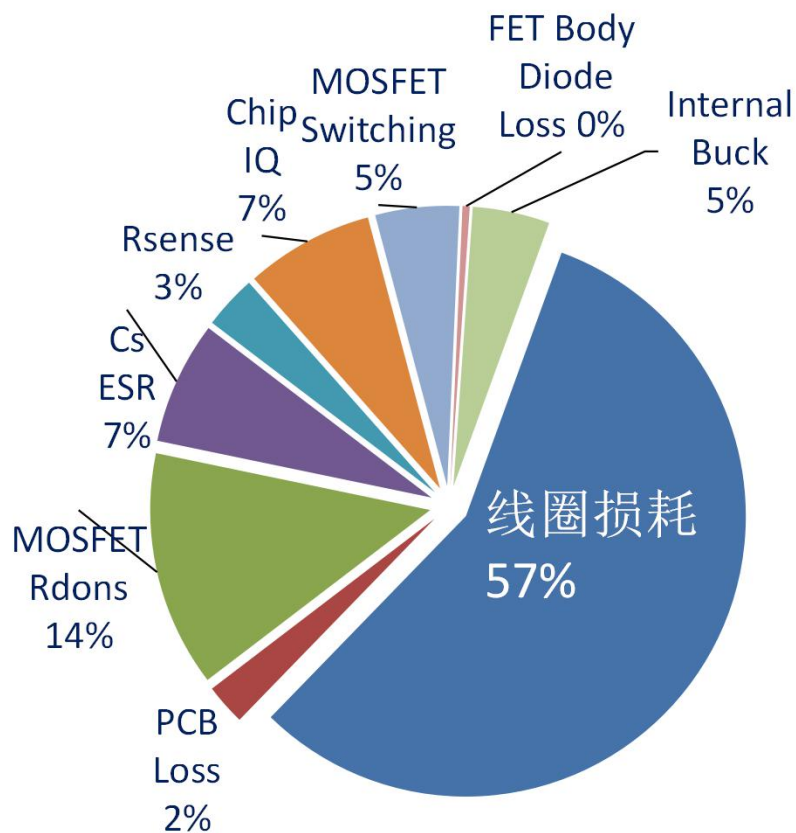
接收端损耗分布

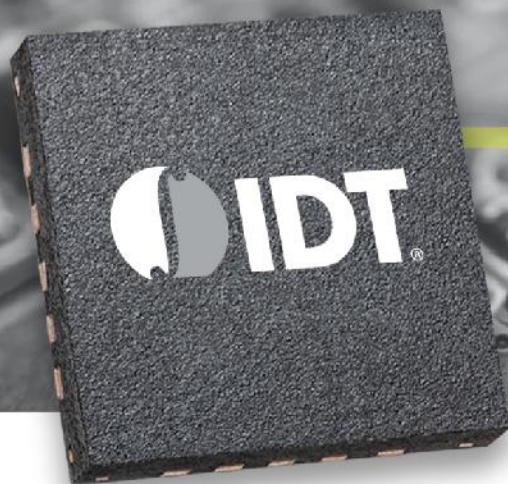
Tx-Vin=12V, Rx-Vout=12V, Rx-Iout=1.2A



发送端损耗分布

Tx-Vin=12V, Rx-Vout=12V, Rx-Iout=1.2A





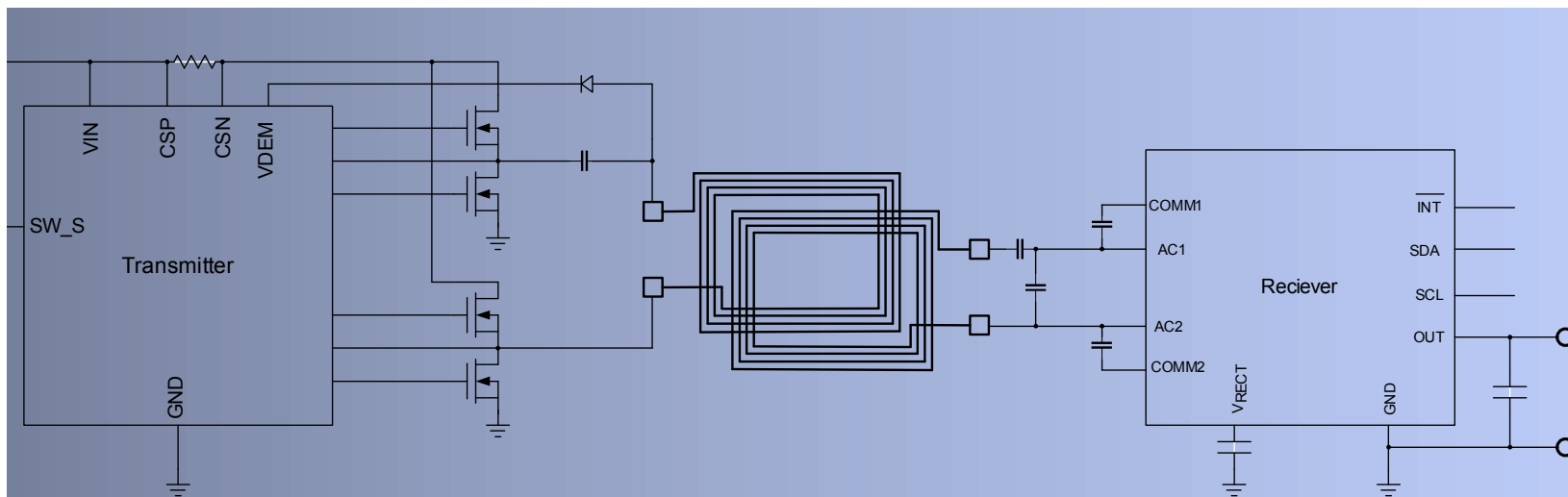
SYNCHRONIZATION

CONNECTIVITY

Outline

- ❑ 市场前景 / 行业标准 / 生态圈 / 消费者
- ❑ 无线充电工作原理
- ❑ IDT公司 1-15瓦无线充电接受和发送方案
- ❑ 内容总结

IDT 公司 SoC (System-on-Chip) 技术



发送端

- 基于ARM M0 微处理器的解决方案
- WPC/PMA/专有协议
- 高集成度单颗芯片
- 双向通讯
- 内存编程: OTP 或外挂闪存
- 方案面积小型化

接收端

- 基于ARM M0 微处理器的解决方案
- WPC BPP/EPP, 专有协议, PMA, 6.78MHz
- 高效率整流桥和LDO
- 内存编程: OTP 或 MTP
- 过压保护无需外挂电容
- 方案面积小型化

无线充电参考设计方案

- 可帮助众多客户简化研发，缩短设计周期，尽早发布产品

1-3W 方案



- 穿戴，智能手表
- 健康监护
- 健身跟踪
- 手持医疗设备
- 各种耳机
- 玩具和各种其他配件

5W 方案



- 家庭，办公室，家具用无线发送端
- 汽车后装
- PC 周边设备
- 手持医疗设备
- 无线音响

15W 方案

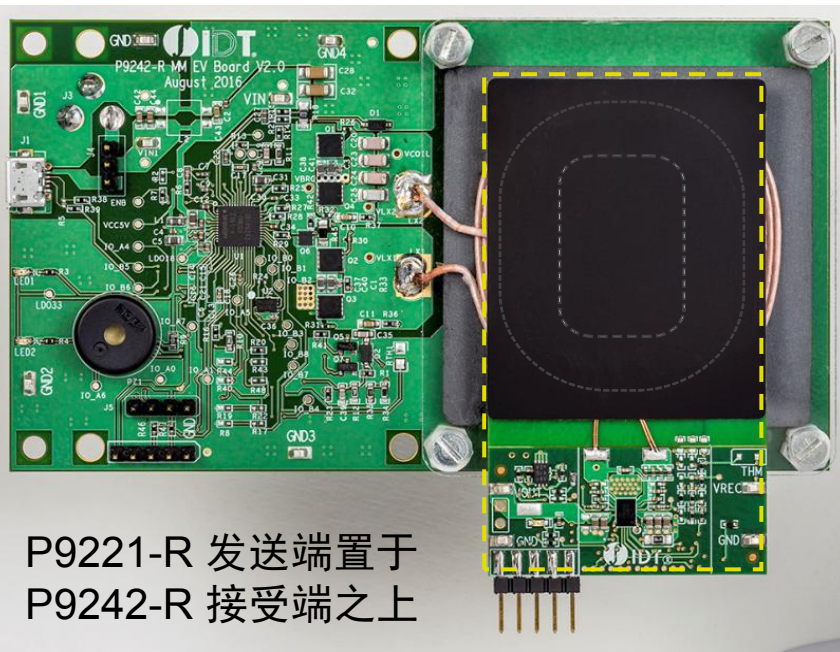


- 家庭，办公室，家具用无线发送端
- 无线快充
- 平板电脑
- PC 周边设备

15W 设计套件 - 适合各种应用

特性:

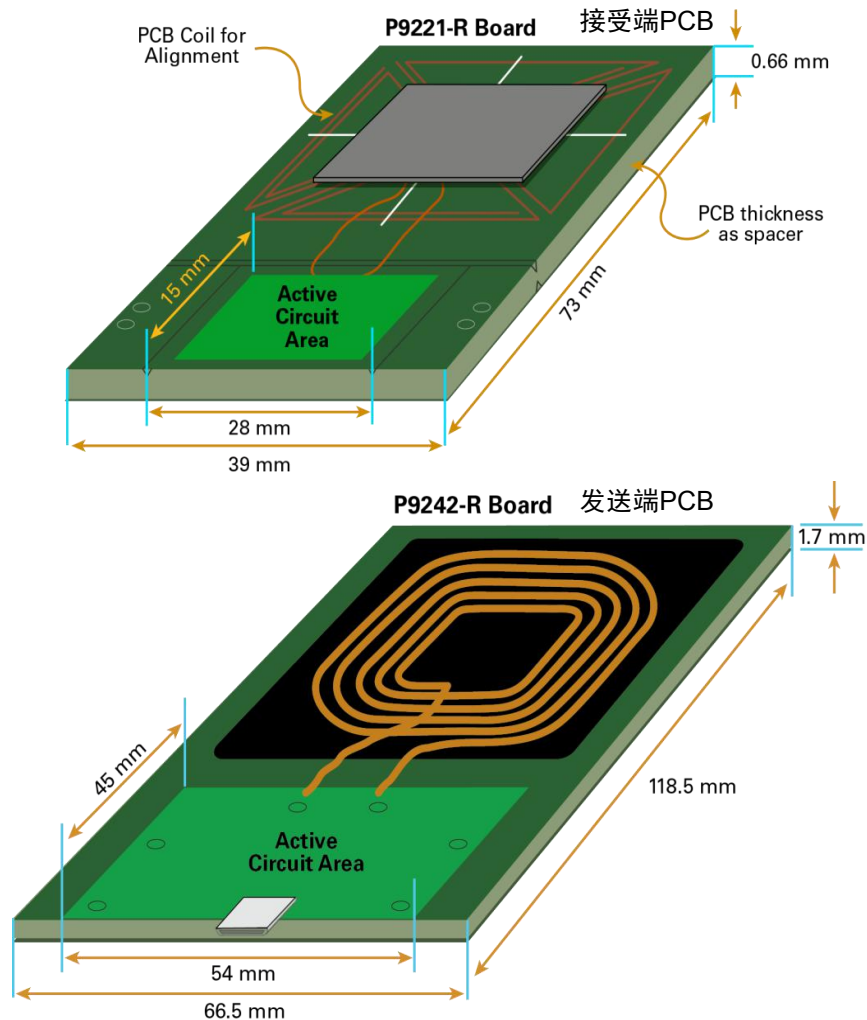
- 完整的15W接受和发送端方案
- WPC-1.2.2 认证
- 发送端配置 MP-A2 线圈
 - $V_{IN}=12V$
- BOM 成本低, 器件数量少
- 高达 87% DC to DC 效率
 - P9242-R: $V_{IN}=12V$
 - P9221-R: $V_{OUT}=12V$ & $I_{OUT}=1.25A$
- LED 指示灯 & 声音提示
 - 提示充电状态
- 线圈、线路板可折下, 方便用户直接使用
- 提供各种参数库, 方便用户设计



P9221-R 发送端置于
P9242-R 接受端之上

Status	Released
Availability	Now
Production	Released

设计套件 – 线圈 & 线路板

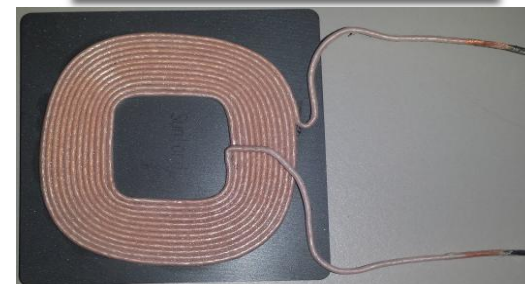


Receiver Coil



Manf.	Part #	Inductance
AmoTech	ASC-504060E00-S00	8.2 μ H

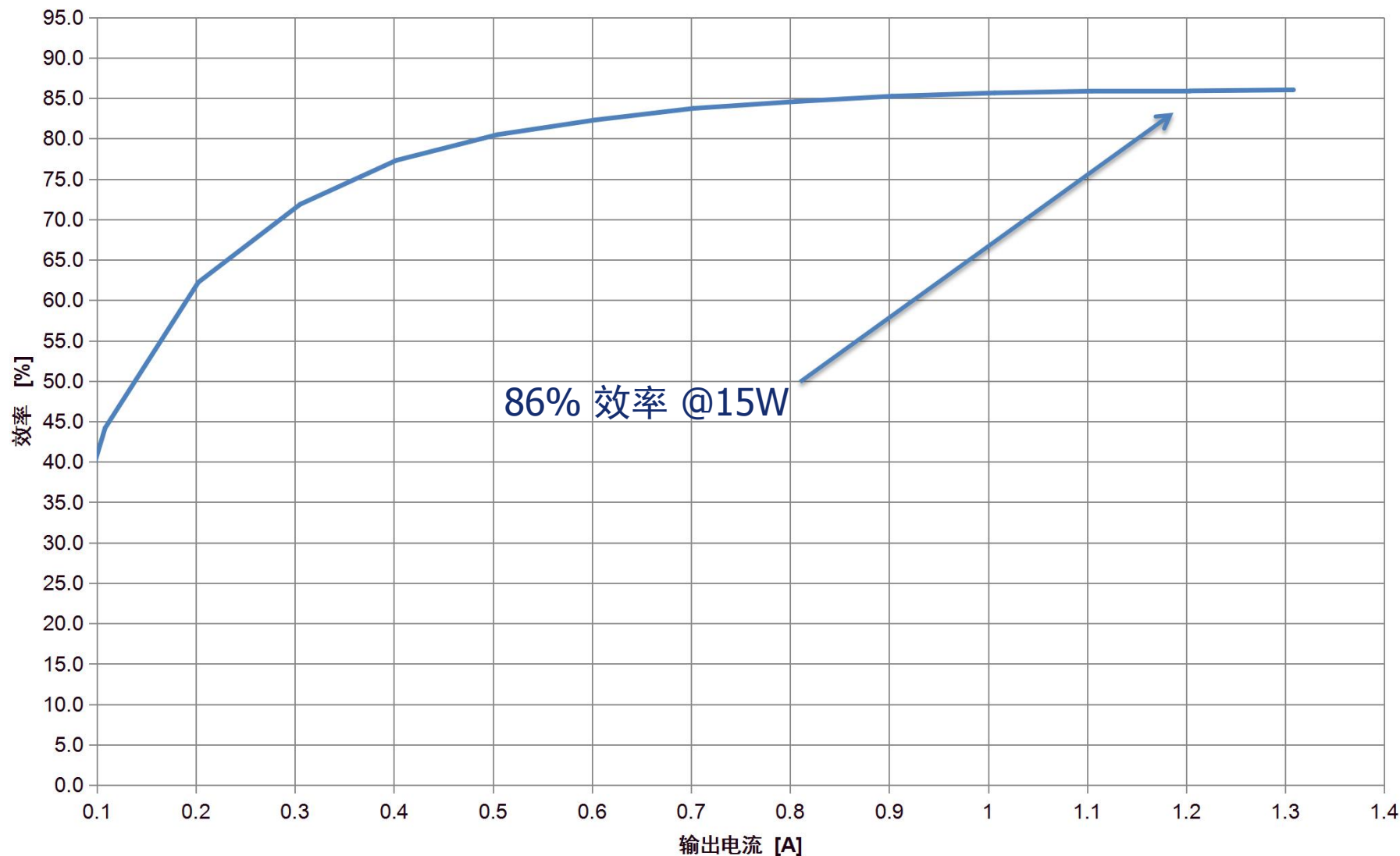
Transmitter Coil



Manf.	Part #	Inductance
Sunlord	SWA53N53H30C11B	10 μ H

效率与输出负载电流关系曲线

Tx: P9242-R, $V_{IN}=12V$; Rx: P9221-R, $V_{OUT}=12V$, Gap= 3mm; Rx coil: Amotech; Tx Coil: Sunlord



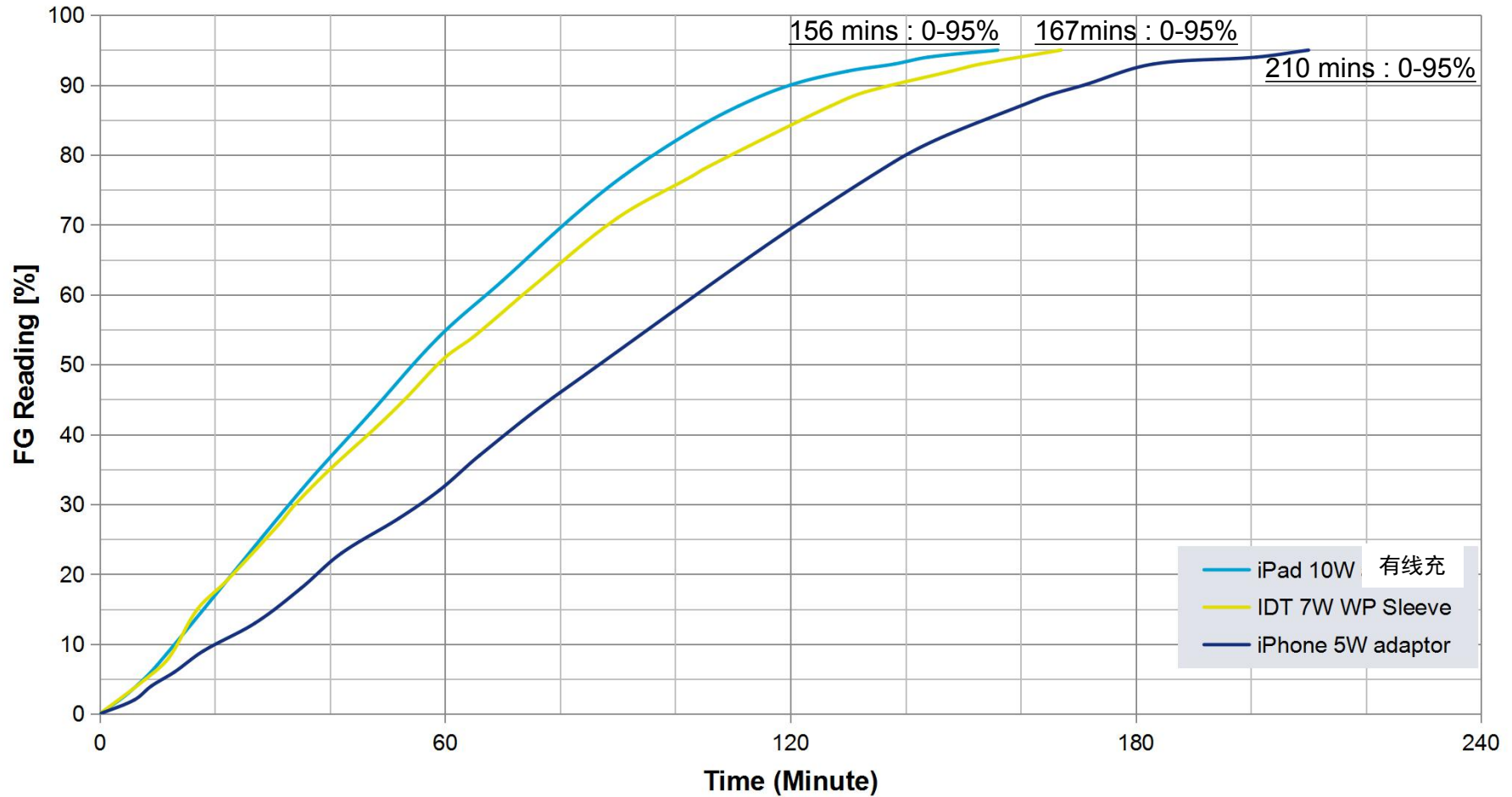
IDT公司有多种无线充电手机套 & 充电板参考设计



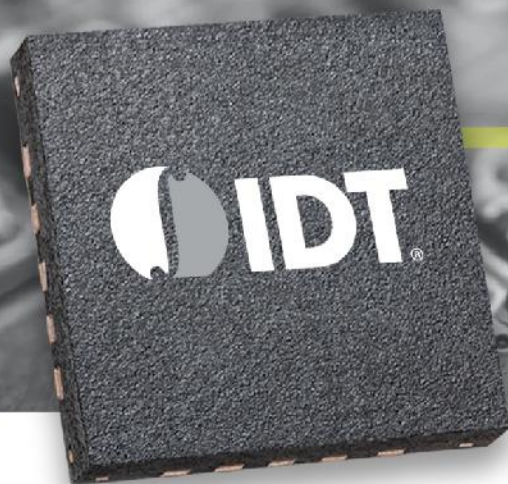
特性

- 支持各种快充规程
 - 对专有规程，利用第三方规程解释 IC
 - 5V 启动，升9V实现快充
 - 通过USB口，输入9V/1.67A (15W)
- 无线充电发送，接收端
 - 接收，发送都支持最新的 WPC 1.2.3
 - 接受端功率: 8W/10W/15W
 - 接受，发送端都有过热保护
 - 接受端: 过压保护，过流
 - 发送端: 输入限流保护
 - 即放即冲，无需用户下载任何APP
- IDT 交钥匙方案
 - 接受端: 一个PCB设计，适应不同手机
 - IC芯片一个软体版本，只需调整外挂电阻阻值即可实现不同功能

iPhone 6+ 充电时间对比



- In this case, IDT 7W WP sleeve provides 4.8V/1.50A charging capability



SYNCHRONIZATION

CONNECTIVITY

Outline

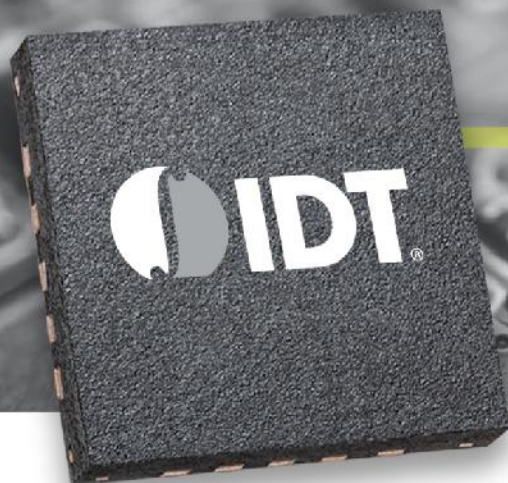
- 市场前景 / 行业标准 / 生态圈 / 消费者
- 无线充电工作原理
- IDT公司 1-15瓦无线充电接受和发送方案
- 内容总结

内容总结

- 无线充电市场已进入高速增长期，潜力巨大
- IDT 公司是您最好的伙伴, 因为
 - 接受端/发送端同时获得WPC1.2.3 认证: 5W & 15W
 - 数年支持手机大厂集成无线充电和海量出货的经验.
 - 提供各种参考设计，支持手机和各种其他应用场合
 - 有业界最强大的本地和总部技术团队



IDT 引领全球无线充电市场 - 超过 70% 市场占有率



SYNCHRONIZATION

CONNECTIVITY

Thank You

Analog Mixed Signal Product
Leadership in Growth Markets