

是德科技 无线充电测试方案



Wu_hui@keyisght.com



Rucal_GENG@keyisght.com

是德科技(中国)有限公司

议 程

无线充电技术综述

无线充电测试的要求

是德科技的测试解决方案

问题与反馈

Iphone 8/8+ 兼容的无线充电器



iPhone 8 Qi Wireless Charging Speed

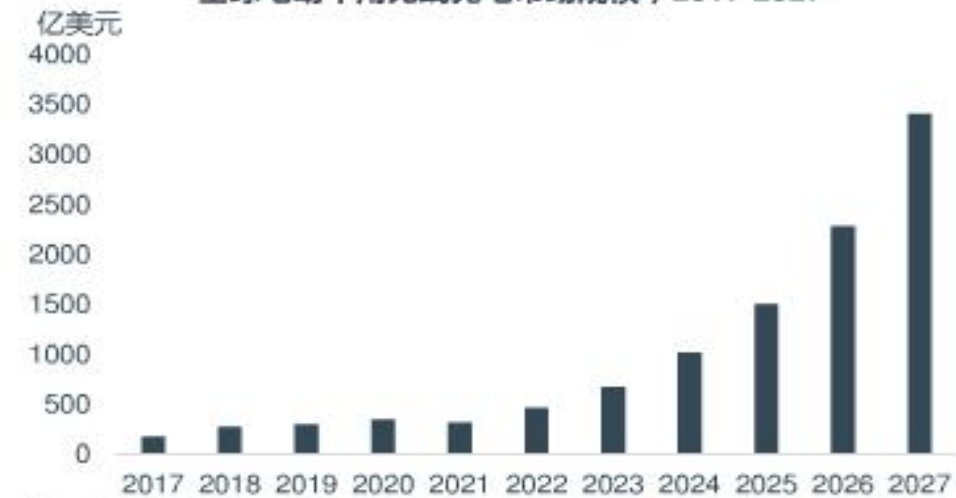


无线充电的应用与市场

大功率无线充电技术

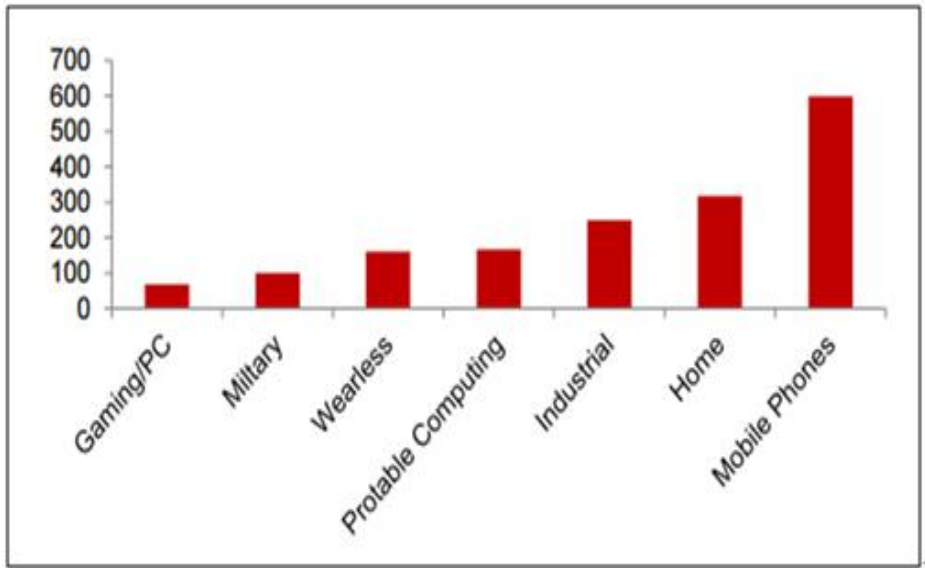
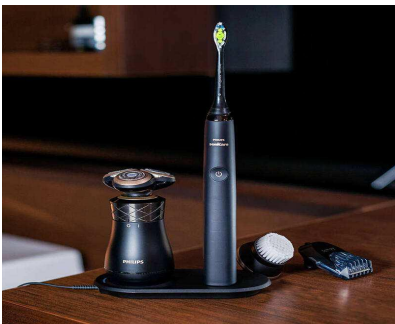


全球电动车用无线充电市场规模，2017-2027



数据来源：彭博社，SMM

小功率无线充电技术



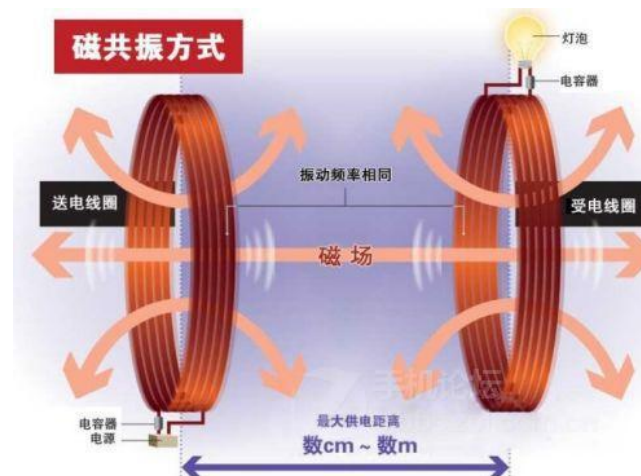
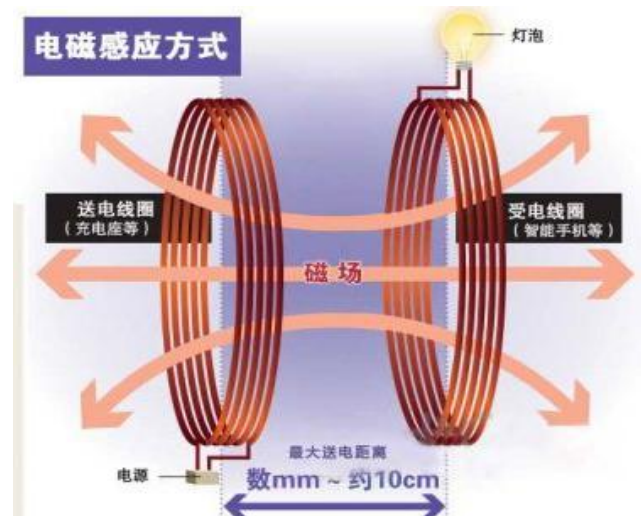
各种无线充电技术

— 主流无线充电技术

- 电磁感应技术
- 磁共振技术
- 无线传输技术

— 其他无线充电技术

- Wi-Po磁共振无线充电等

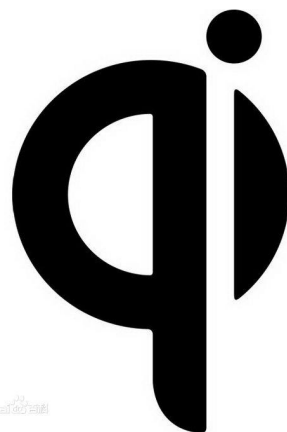


无线充电标准演进

Keysight is the full member

标准组织	WPC Wireless Power Consortium 	Merged in Jan, 2015 → AirFuel	
		PMA Power Matters Alliance 	A4WP Alliance for Wireless Power 
Logo	 (Qi 1.2.3)	 (Power 2.0)	 (Reze)
采用技术	Magnetic induction/ resonance	Magnetic induction	Magnetic resonance
频段	100 ~ 205 KHz / 80 ~ 300 kHz	205 ~ 300 KHz 277-357KHZ	6.78 MHz±15k
最大功率传输	15 W (Low) / 120 W(Medium) / 2 kW(High)	5 W	PTU-70 W; PRU-50W
最大距离	45 mm		50 mm
同时支持几路充电	Single		Multiple
发起人/公司	Philips, Texas Instruments, Logitech, Fulton, SANYO	IEEE, Powermac, P&G	QUALCOMM, Intel, SAMSUNG
成员	289 members	>195 members	

WPC-QI 标准成员



授权认证测试实验室

- [BV CPS ADT Korea LTD](#) Veritas Suwon, South Korea
- [China Academy of Telecommunication Research of MIIT \(CATR\)](#) Beijing, China
- [CETECOM](#) Essen, Germany
- [Intertek](#) Hong Kong
- [Korea Testing Certification \(KTC\)](#) Gunpo City, Korea
- [National Technical Systems \(NTS\)](#) Culver City CA, United States
- [Samsung Electronics](#) Suwon, Korea
- [Shenzhen Precise Testing Technology Co. \(PTL\)](#), Ltd. in Shenzhen, China
- [SGS](#) in Gunpo city, Korea and Taipei City, Taiwan
- [TÜV Rheinland](#) Seoul, Korea and Shenzhen, China
- [UL](#) Ise, Japan

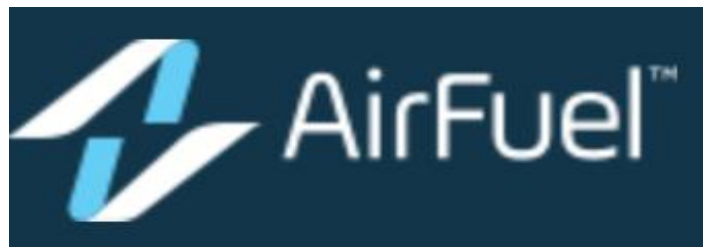
董事会成员



[Delphi Automotive Systems, LLC](#)
[Dena Corporation](#)
[Dongguan Aohai Technology Co., Ltd.](#)
[Dongguan Arun Industrial Co. Ltd.](#)
[DongGuan Kechenda Electronics Technology Co., Ltd.](#)
[Dongguan Kington Electronic Technology Co. Ltd.](#)
[Dongguan Superduper Group Co., Ltd.](#)
[DongYang E&P Inc.](#)
[Dyson Technology Ltd.](#)
[E & E Magnetic Products](#)
[E-Charging, Inc.](#)
[E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH](#)
[Eggtronic Engineering SRL](#)
[EGLO Leuchten GmbH](#)
[Elecom Co., Ltd.](#)
[Elitegroup Computer Systems Co. Ltd.](#)
[eMoMo Technology Co., Ltd.](#)
[ENE Technology, Inc.](#)
[ESI Cases & Accessories](#)
[ETRI \(Electronics and Telecommunications Research Institute of Korea\)](#)
[FIT - Future Information Technology](#)
[Flex](#)
[Focal Point, Inc.](#)
[Foryou Multimedia Electronics Co., Ltd.](#)
[Fullink Technology Co., Ltd.](#)
[Fulton Innovation](#)
[GTag Wireless \(Shenzhen\) Co. Ltd.](#)
[Generalplus Technology, Inc.](#)
[Gigastone Corporation](#)
[Google, Inc.](#)
[Gourmandise, Inc.](#)
[Group Dekko, Inc.](#)
[GuangZhou Smamao Electronics Technology Co., Ltd.](#)
[Gyeongbuk Technopark](#)
[Haier Group](#)
[Halo Microelectronics Co., Ltd.](#)
[Hama GmbH & Co. KG](#)
[Handholder Products, Inc.](#)
[Hangzhou Lin'An Technon Electronics Co., Ltd.](#)
[Hank Electronics Co., Ltd.](#)
[HCT Co., Ltd.](#)
[Hengdian Group DMEGC Magnetics](#)
[Shanghai Magway Magnetic Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Aodehong Electronic Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Canpow Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Canty Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Cheng Hui Da Electronics Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Chic Electrics Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Chipvision Microelectronics Co. Ltd.](#)
[Shenzhen Clever Bright IMP. & EXP. Co. Ltd.](#)
[Shenzhen Dak Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen DBK Electronics Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Digtec Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen DNS Industries Co., Ltd.](#)
[Shenzhen EPQI Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Funxim Innovation Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Future Charger Technology Co. Ltd.](#)
[Shenzhen Hello Tech Energy Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Itian Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Jastonal Electronic Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Kome Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Nillkin Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Opao Technologies Co Ltd.](#)
[Shenzhen Pilot Technology Co. Ltd.](#)
[Shenzhen Powerqi Technology Co. Ltd.](#)
[Shenzhen PYS Industrial Co., Ltd.](#)
[Shenzhen QXTC Electronic Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Relight Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Saitake Electronic Co., Ltd.](#)
[Shenzhen South Fortune Technology](#)
[Shenzhen Teela Wireless Device Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Topband Co., Ltd.](#)
[Shenzhen TXT Electronics Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Uniwins Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen VLG Wireless Technology Co., Ltd.](#)
[Shenzhen Xinkechuang Plastic Products Ltd.](#)

很多中国公司加入WPC

AirFuel 标准成员



Gill Electronics *

Duracell *

Energous Corporation *

Powermat Technologies *

Starbucks Corporation *

ON Semiconductor *

Qualcomm Technologies Incorporated Ltd (CSR) *

WiTricity Corporation *

Dell Inc. *

Samsung Electronics *

董事会成员



授权认证测试实验室

认证实验室

AirFuel谐振认证授权测试实验室是经过ISO 17025 ILAC审查、认可的一致性评估机构。现有认证的测试实验室包括：

- Telecommunication Technology Association (TTA)，韩国盆塘 (Bundang, Korea)
Kanghae Lee, kanghae@tta.or.kr, +82-31-724-0135
- DEKRA Testing and Certification, 美国弗吉尼亚州赫恩顿 (Herndon, Virginia & EE.UU.)
Vinayak Thotton, vinayak.thotton@dekra.com, +1-703-657-2026
Nasir Khan, nasir.khan@dekra.com, +1-703-657-2010

AirFuel感应认证授权测试实验室严格遵守ISO/IEC 17025严格规定的流程，且经营范围很广，从配件设备厂商到汽车制造商都可以前来进行产品认证。以下是AirFuel感应认证授权测试实验室：

- DEKRA Testing and Certification, S.A.U.
Diego Lebron, diego.lebron@dekra.com, +34-952-619-413，西班牙马拉加(Malaga, Spain)
James Pan, james.pan@dekra.com, +81-3-3279-0771，日本 (Japan)
- Underwriters Laboratories (UL)
Barbara Judge, Barbara.Judge@ul.com, +1-510-771-1104
James Hu, james.hu@ul.com, +886-2-7737-3117，中国台北 (Taipei)
- TUV Rheinland
Shawn Peng, shawn.peng@tuv.com, +86-755-8268-1156，中国深圳 (Shenzhen, China)
Jongshik Her, jongshik.her@kor.tuv.com, +82-2-860-9910，韩国首尔 (Seoul, Korea)
- Telecommunication Technology Association (TTA), 韩国盆塘

Design & Manufacturing

Compal Electronics, Inc.

KOMATECH Co., Ltd

Qisda Corporation

RFTech Co. Ltd.

RTTech Co., Ltd.

Salcomp PLC

Shenzhen Hongjzsheng Technology Co., LTD (MGE)

部分组织成员

Consumer Devices

(English) SHARP Corporation

Boeone Technology (Shenzhen) Co., Ltd.

Bose

Canon Inc.

Dell Inc. *

HTC Corporation

Huawei Technologies Co., LTD

Testing & Certification

Comarch, Inc.

DEKRA Testing and Certification, S.A.U.

Keysight Technologies

Technology

DAVACO Technologies

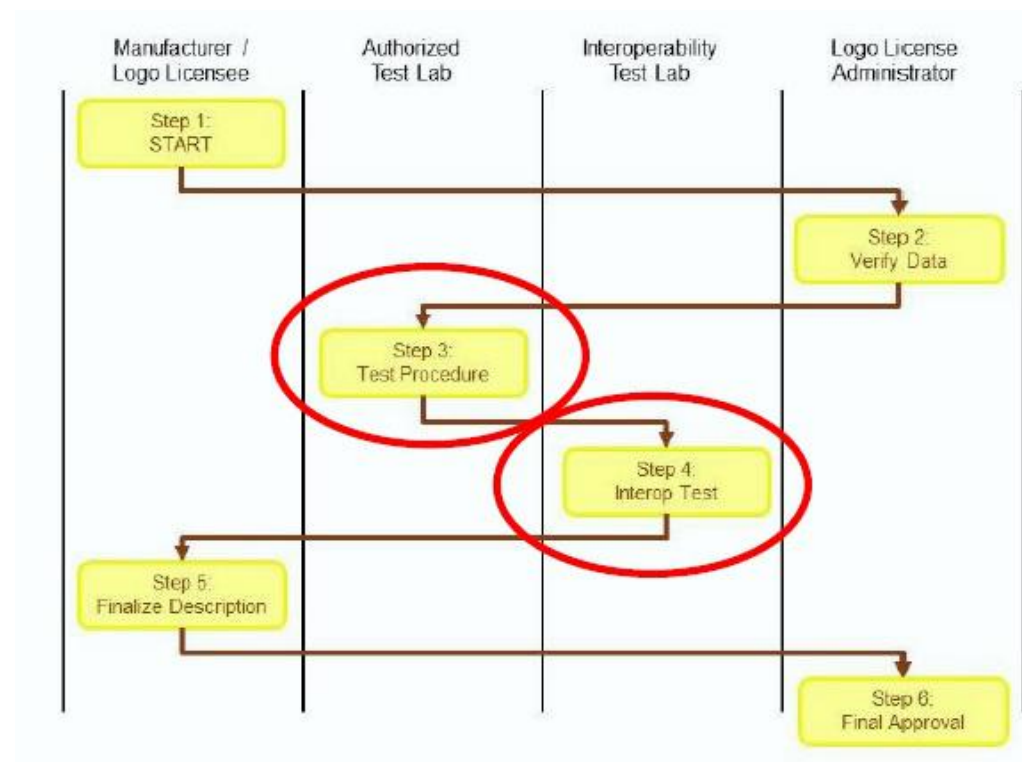
GaN Systems

Humavox Ltd.

Lenovo

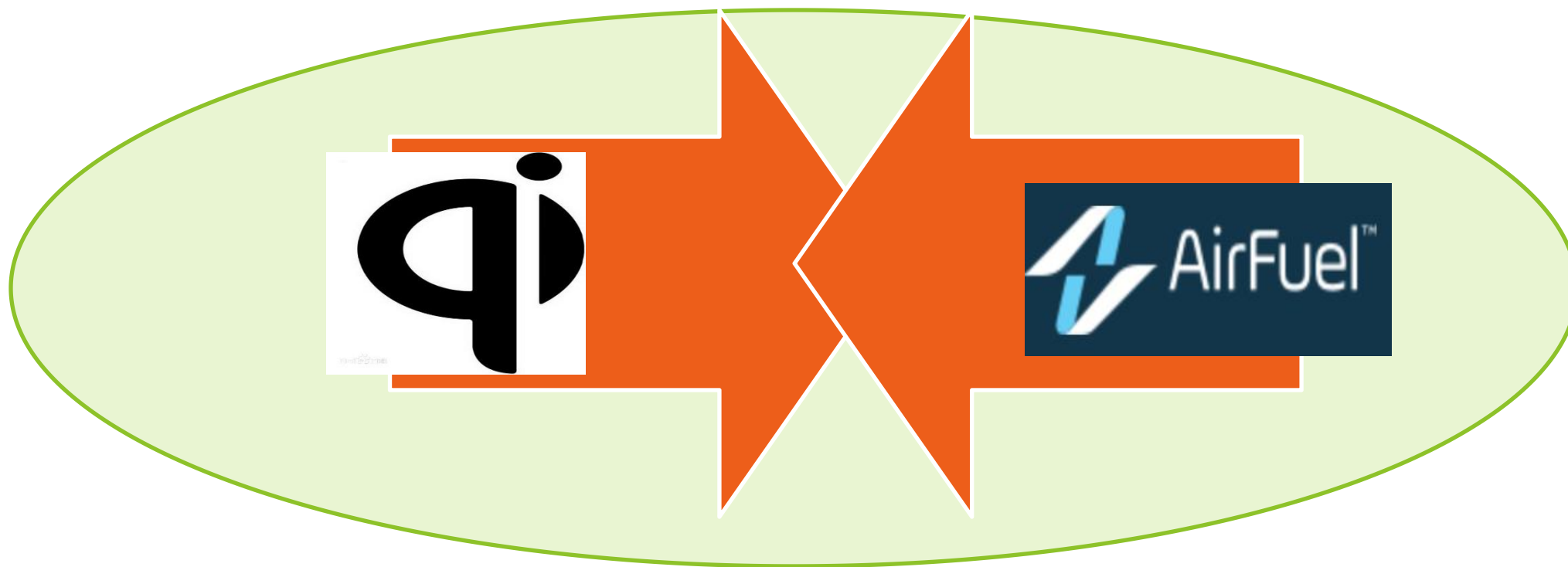
QI 标准无线充电产品的认证测试

- 必须先加入WPC组织
- 一致性测试和互操作测试缺一不可
- 必须是授权的测试认证实验室



QI 认证测试流程

无线充电标准会进一步融合???



非标无线充电产品

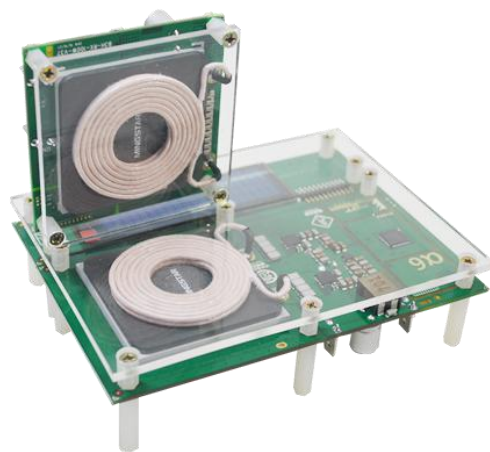
大功率无线充电技术



汽车无线充电



电动大巴无线充电



工业用**200W** 无线充电模组
支持最大传输功率：200W
输入电压：宽电压输入，输入电
压：24VDC $\pm$ 5%
系统工作频率：50-150KHz
工作距离：



议 程

无线充电技术综述

无线充电测试的要求

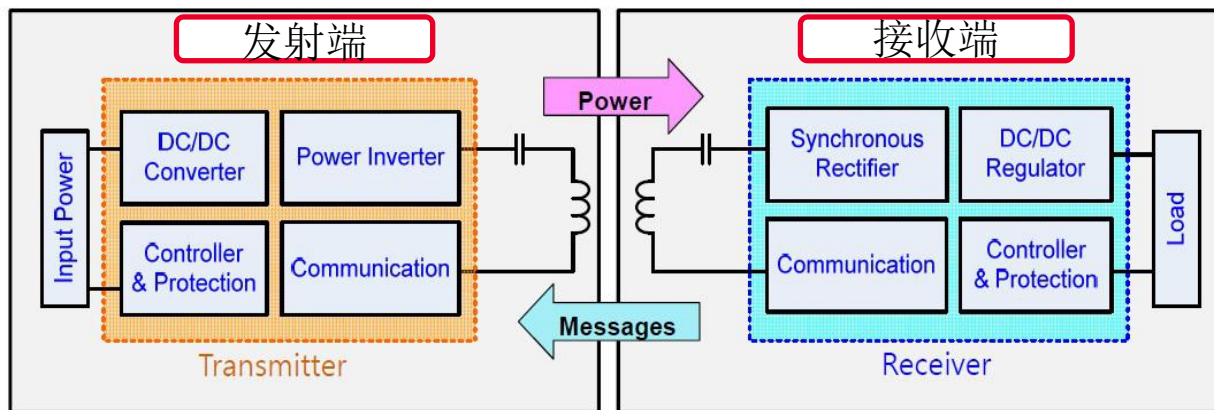
是德科技的测试解决方案

问题与反馈

无线充电系统组成与主要认证测试要求

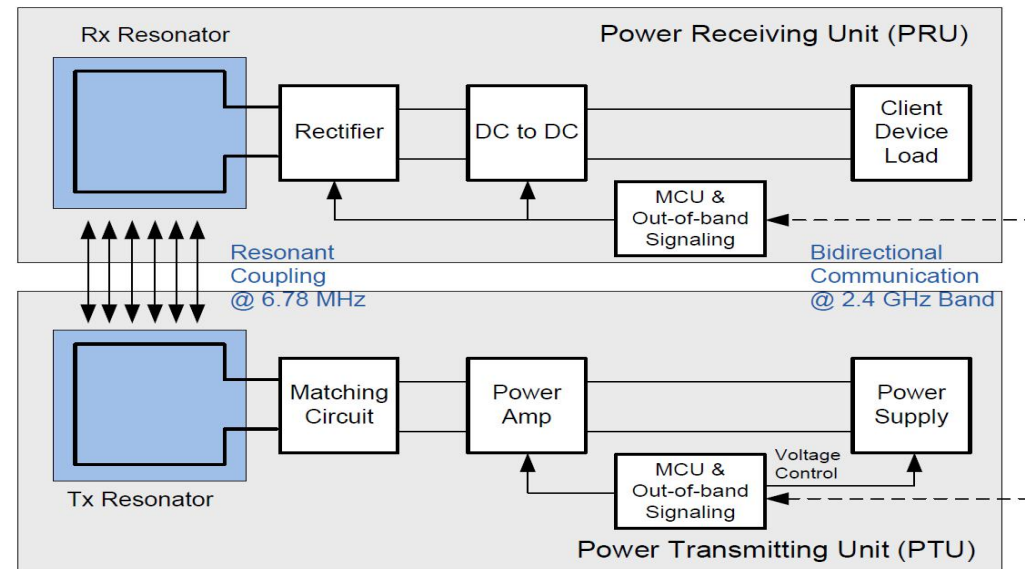
Qi 标准

- 功率/效率测试
- FOD（异物识别）功能验证
- 发热检测 (5.4)
- 状态/过程/时序测试

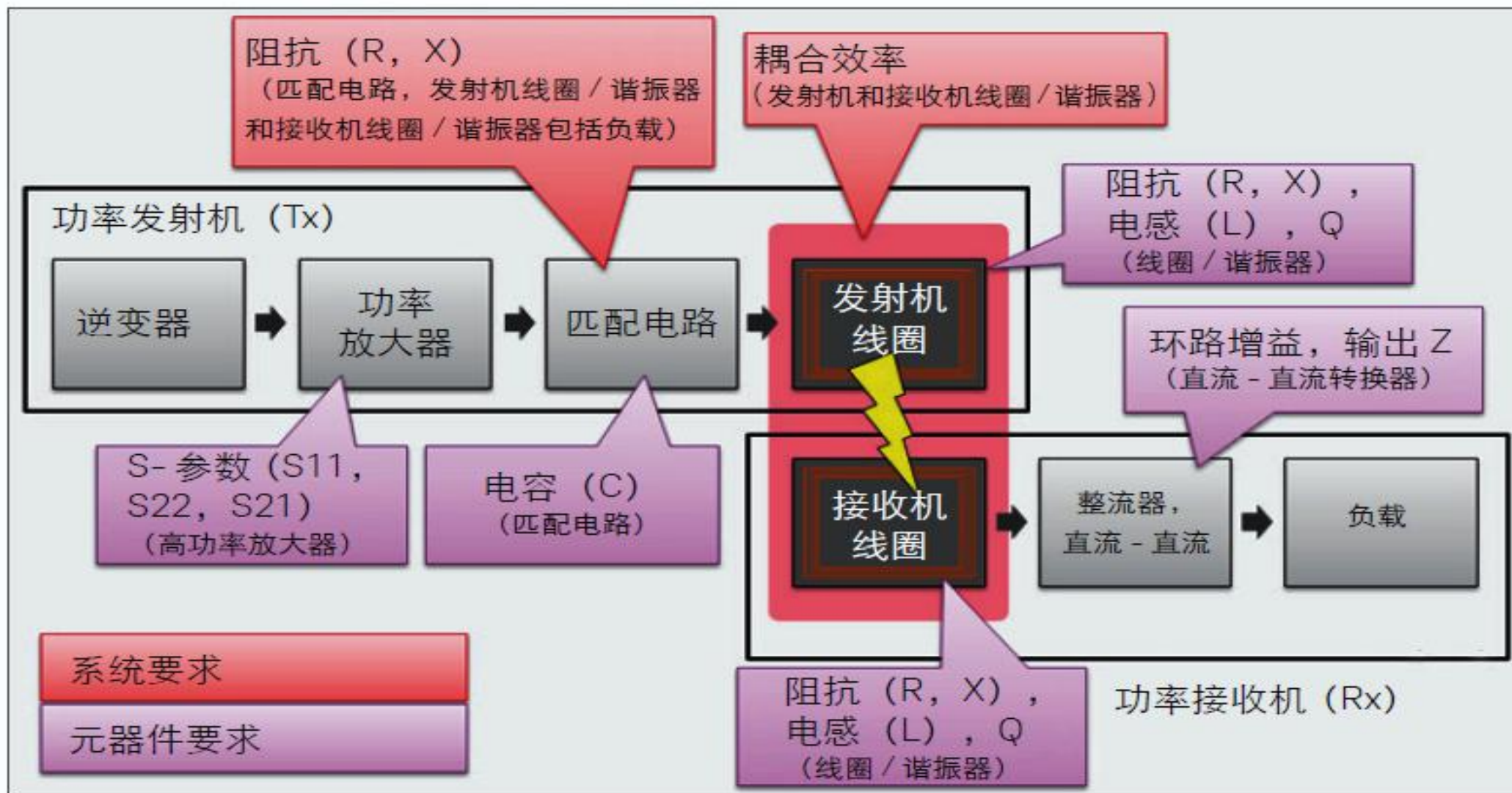


AirFuel A4WP标准

- 功率/效率测试 (RCE)
- BLE related test
- 发热检测
- 状态/过程/时序测试



无线充电系统的测试



议 程

无线充电技术综述

无线充电测试的挑战

是德科技的测试解决方案

问题与反馈

无线充电认证测试方案(AirFuel-A4WP推荐)

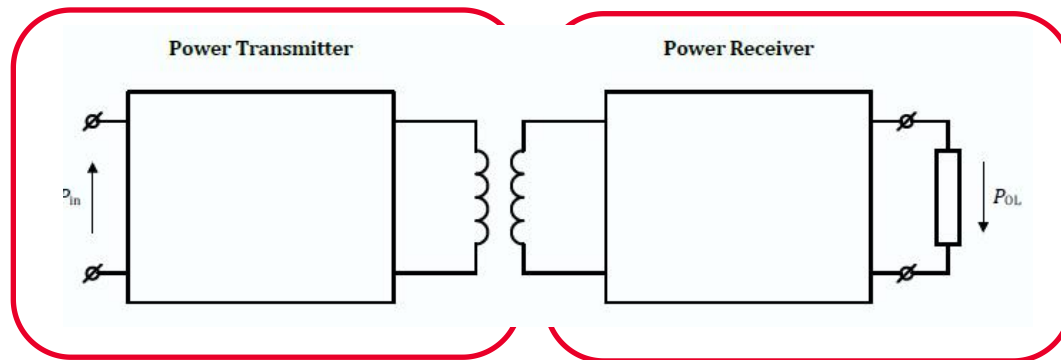
Keysight 设备	推荐型号	数量	RAT Ref.	备注
VNA	网络分析仪选用			
VNA For Compliance	低功率	高		
是	- E5072A/(245 or 285)/006 或 - E5071C/240 (需要手动校准)	E5072A/(245 or 285)/006		
否	- E5072A/(245 or 285)/006 or - E5061B/3L5/005/006 (LCR/VNA 一起) 或 - E5063A/205/006 (经济型) 或 - E5071C/240 (需要手动校准)		4.1.2 4.6.2	
衰减器	2x 8493A Coaxial 固定衰减器	2	4.6.2	
校准件	1x Ecal 85093C (stated in 4.1.2) 或 cal kit 85033E (stated in 4.6.2)	1	4.1.2 4.6.2	
线缆	2x 11500F or Z5623A-K20 (RG316 Cables, <3米长,SMA(m)) 7x 11500F or Z5623A-K20 (RG36 SMA Coax Cable)	2 7	4.1.2 4.6.2	共 9 根SMA(m) 线缆
函数发生器	1x 33510B (dual channel) 函数发生器	1	4.3.2	
数字万用表	1x U1270 DMM (推荐 U1273A OLED, 或 U1273AX, U1272A)	1	4.3.2 4.6.2	RAT/ResonatorCurrent
示波器	1x DSOX3014T (> 100 MHz 带宽 and 2 Giga Samples/s 分辨率) RCE 测试需要 D(M)SOX4024A或更高性能的示波器	1	4.3.2 4.6.2	4.3.2 需要更好的示波器, D(M)SOX4024A 或D(M)SOS054A 效率测试
交流探头	2x N2893A 100MHz/15A AC/DC Current Probe (至少 5 Amps RMS at 6.78 MHz, > 50 MHz 带宽)	2	4.6.2	
高压差 分探头	2x HV 差分探头 - N2790A, 100 MHz, 50:1/500:1, $\pm 1,400V$,	2	4.6.2	
De-skew 夹具	1x U1880A 功率测试 de-skew fixture	1	4.6.2	

无线充电电子系统与元器件测试设备

测试类别	被测件	测试要求	建议的测试仪表 (Keysight产品编号)
WPT 系统	耦合的线圈/谐振器	功率传输效率	矢量网络分析仪 (E5072A/E5063A/E5061B)
		阻抗匹配	
		系统运行条件下的阻抗匹配	
WPT 元器件	功率放大器	振幅	高功率网络分析仪(E5072A)
		相位	
		增益压缩	
	匹配电路	电容	低频-射频网络分析仪, 带阻抗测量功能 (E5061B-3L5, 配备选件 005)
		电感	
	单独的线圈/谐振器	Q 因子	
	直流-直流转换器	输出阻抗	
		环路增益	低频-射频网络分析仪 (E5061B-3L5)

无线充电效率测试

- 系统级效率,即整个充电器效率
- 功率发射部分的系统效率
- 功率接收部分的系统效率
- 线圈的耦合效率



$$\eta_{\text{system}} = \frac{P_{OL}}{P_{in}}$$

推荐最小系统效率（Baseline power profile）

Test Power Receiver	Load [Ω]	Minimum System Efficiency [%]
TPR#1A	3.5	55
TPR#1B	8.7	65
TPR#1C	10	50
TPR#1D	75	25
TPR#1E	5	55

推荐最小系统效率（extended power profile）

Test Power Receiver	Volume I Power Transmitter (5 W)		Volume II Power Transmitter (15 W)	
	Load [Ω]	Minimum System Efficiency [%]	Load [Ω]	Minimum System Efficiency [%]
TPR#1A	3.5	55	3.5	55
TPR#1B	8.7	65	8.7	65
TPR#1C	10	50	10	50
TPR#1D	75	25	75	25
TPR#1E	5	55	5	55
TPR#MP1A	67	65	42	65
TPR#MP1B*	128(8V)	65	96	70
TPR#MP1C*	5(5V)	65	12	75

无线充电效率测试 Resonator Coupling Efficiency (RCE)

PRU Category

PRU	P _{RX_OUT_MAX} '	Example Applications
Category 1	TBD	BT Headset
Category 2	3.5 W	Feature Phone
Category 3	6.5 W	Smart Phone
Category 4	13 W	Tablet, Phablet
Category 5	25 W	Small Form Factor Laptop
Category 6	37.5 W	Regular Laptop
Category 7	50 W	

PTU Classification

	P _{TX_IN_MAX} '	Minimum Category Support Requirements	Minimum Value for Max Number of Devices Supported
Class 1	2 W	1 x Category 1	1 x Category 1
Class 2	10 W	1 x Category 3	2x Category 2
Class 3	16 W	1 x Category 4	2x Category 3
Class 4	33 W	1 x Category 5	3x Category 3
Class 5	50 W	1 x Category 6	4x Category 3
Class 6	70 W	1 x Category 7	5x Category 3

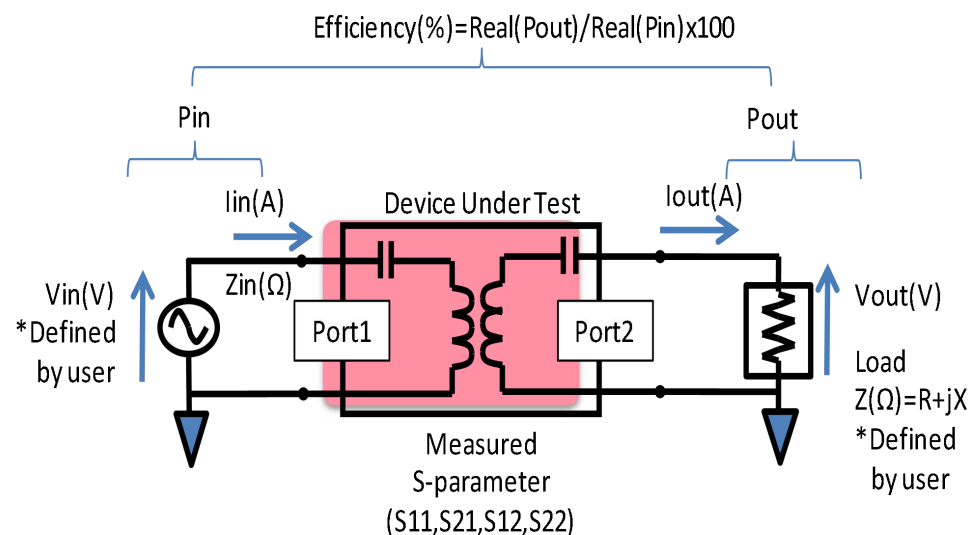
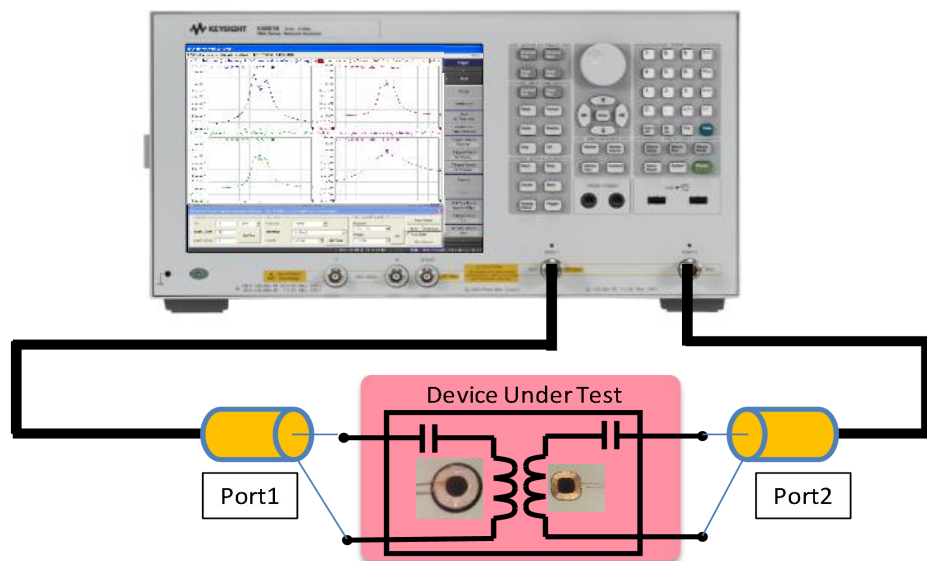
	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4	Category 5	Category 6	Category 7
Class 1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Class 2	N/A	74% (-1.3)	74% (-1.3)	N/A	N/A	N/A	N/A
Class 3	N/A	74% (-1.3)	74% (-1.3)	76% (-1.2)	N/A	N/A	N/A
Class 4	N/A	50% (-3)	65% (-1.9)	73% (-1.4)	76% (-1.2)	N/A	N/A
Class 5	N/A	40% (-4)	60% (-2.2)	63% (-2)	73% (-1.4)	76% (-1.2)	N/A
Class 6	N/A	30% (-5.2)	50% (-3)	54% (-2.7)	63% (-2)	73% (-1.4)	76% (-1.2)

Minimum RCE (percent and dB) between PRU and PTU

Option 006 Wireless Power Transfer 分析

– 选件 006 Wireless Power Transfer (WPT) 分析软件

- 支持 **E5072A/E5061B/E5063A** ENA 系列网络分析仪，基于**Win7** 操作系统
- 基于**S参数**的测试，显示 WPT相关参数

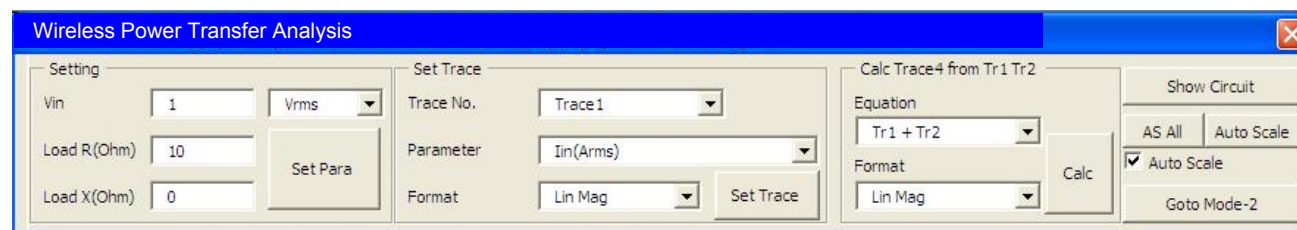
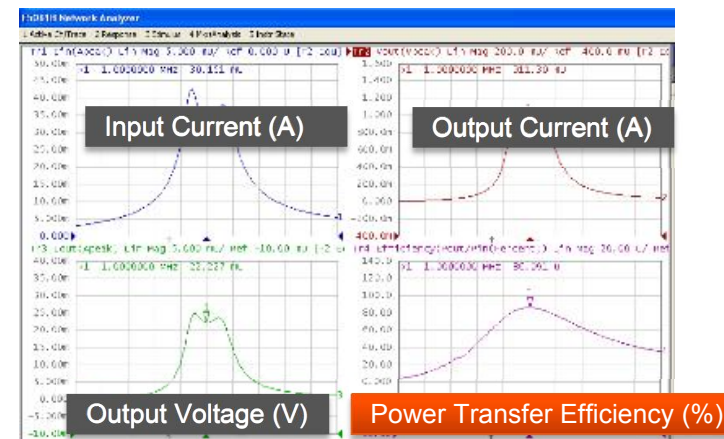


无线功率传输分析软件

Mode-1 and Mode-2

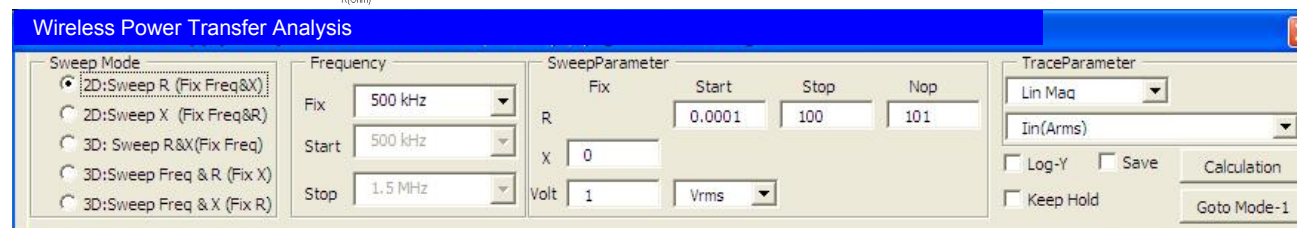
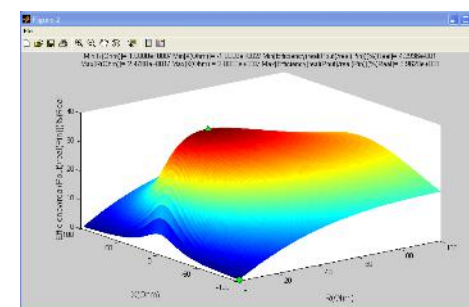
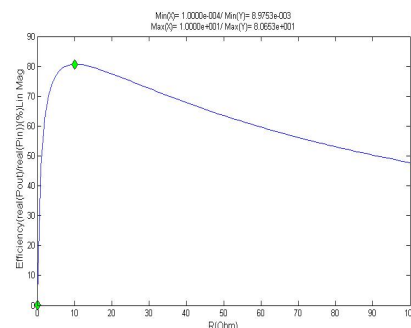
模式-1: 实时效率分析

- 实时现实功率传输效率的测试结果.
- 用户可自定义源电压和负载阻抗



模式-2: 2D/3D 仿真

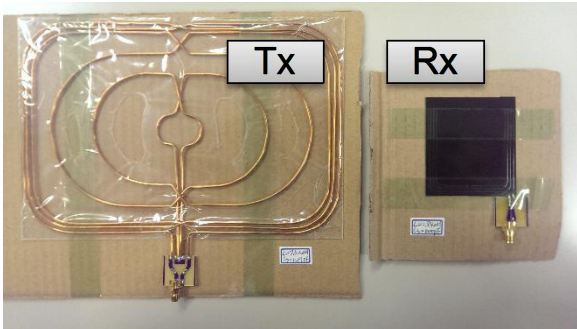
- 通过扫描1个或两个参数显示二维或3维的仿真结果
 - R
 - X
 - Frequency
- 对研发团队研究负载阻抗对功率传输效率的影响



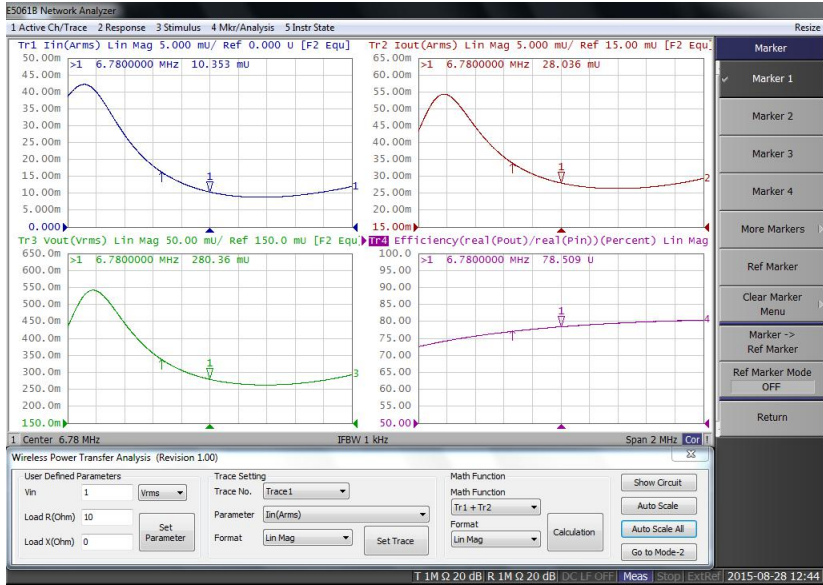
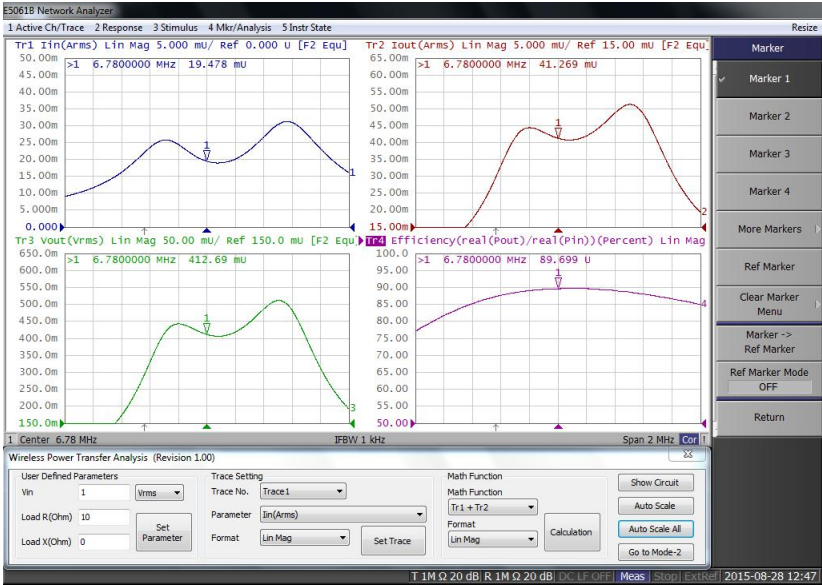
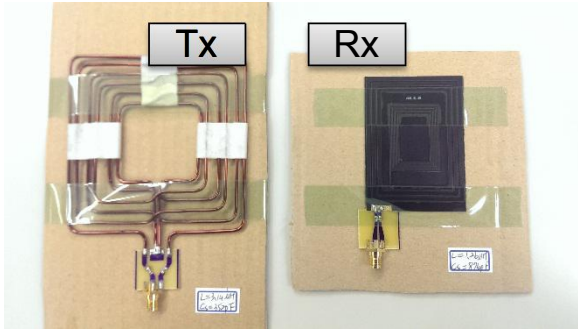
实际的测试结果示例

Freq: Center=6.78MHz, Span=2MHz
IFBW=1kHz, NOP=1601

A4WP (a)

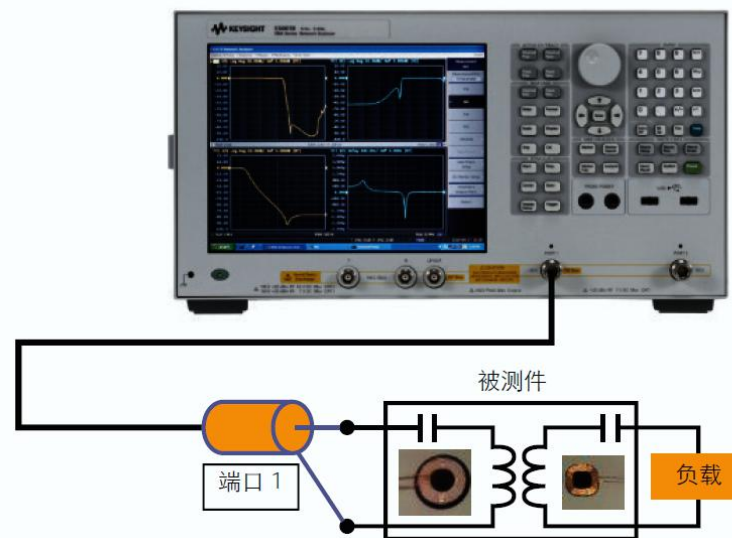
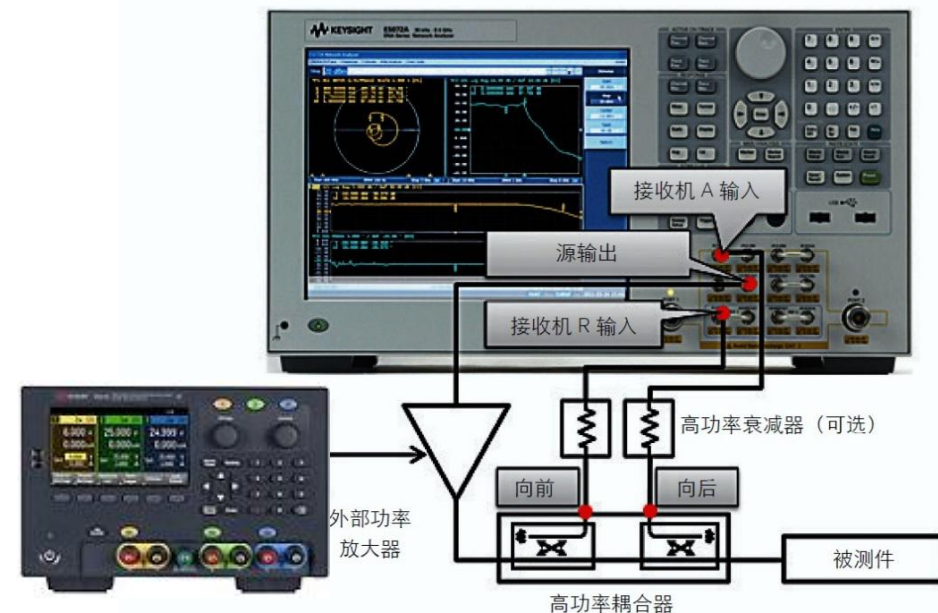
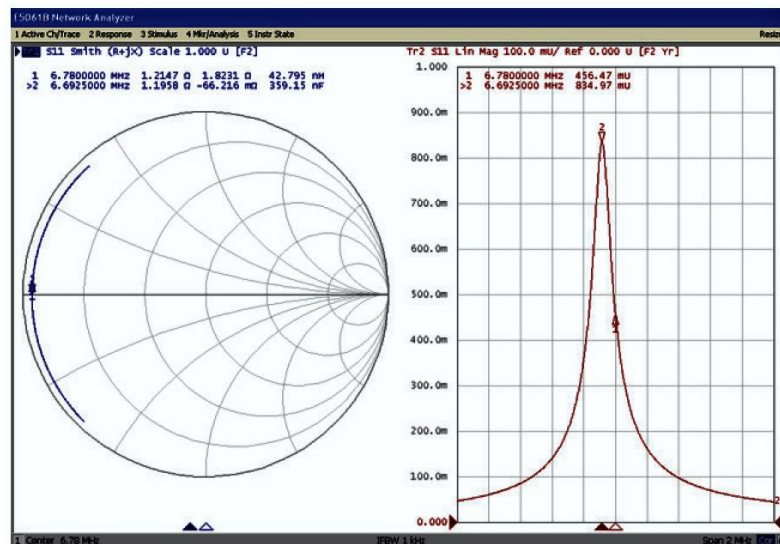


A4WP (b)



阻抗的匹配测试

- 静态条件下
- 系统运行时（高功率时）

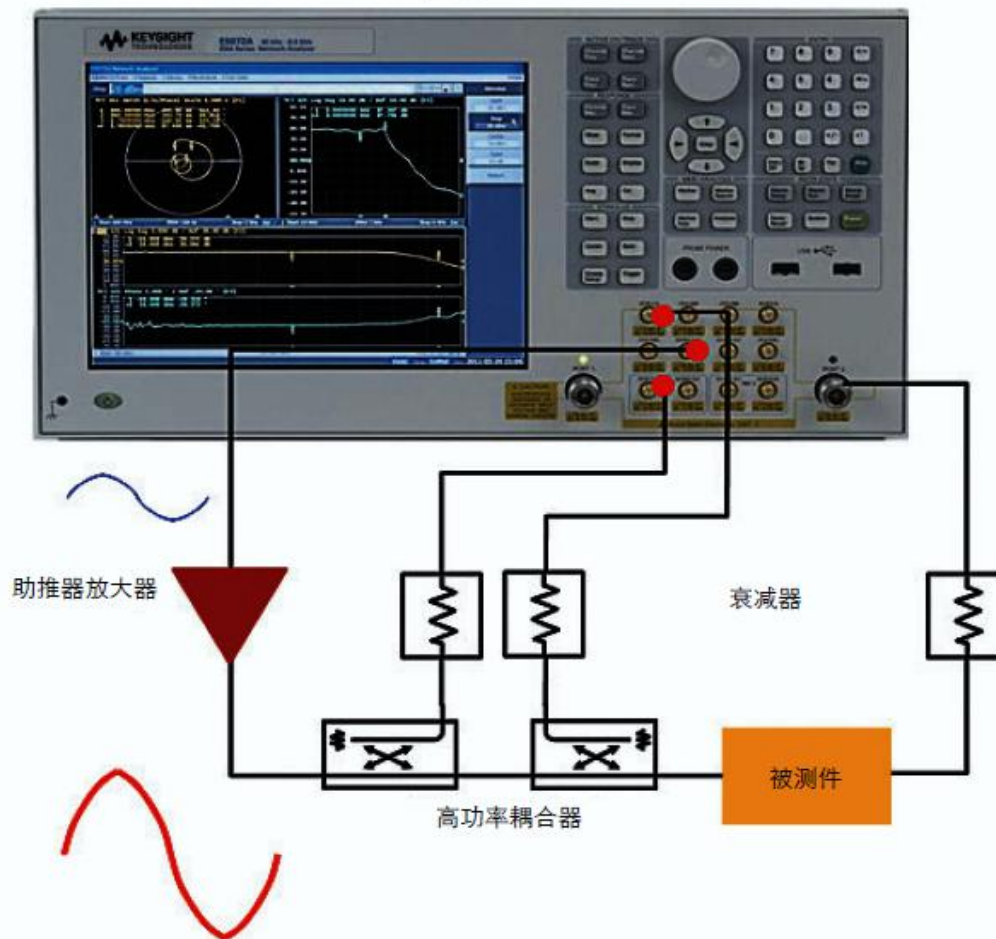


功率放大器的测试



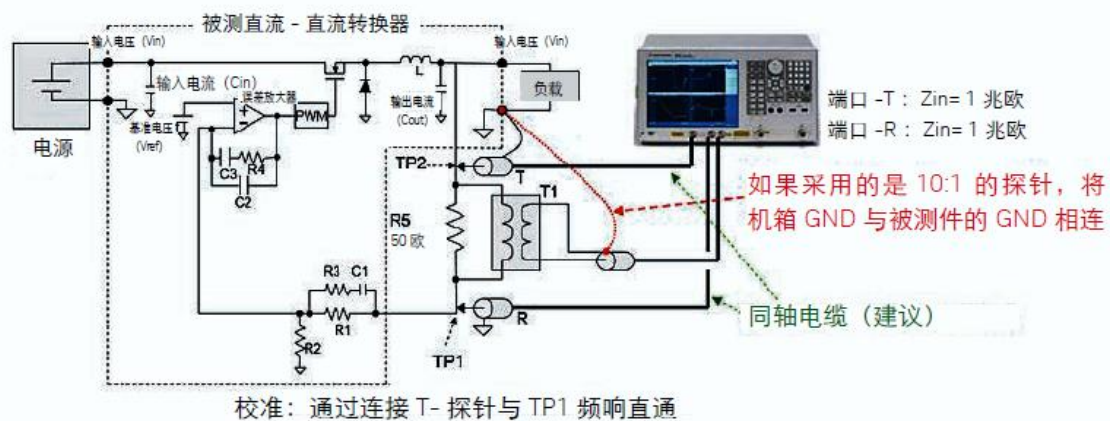
利用 Keysight E5072A 网络分析仪中的放大器测量向导进行扫描增益压缩测量的示例

Keysight E5072A

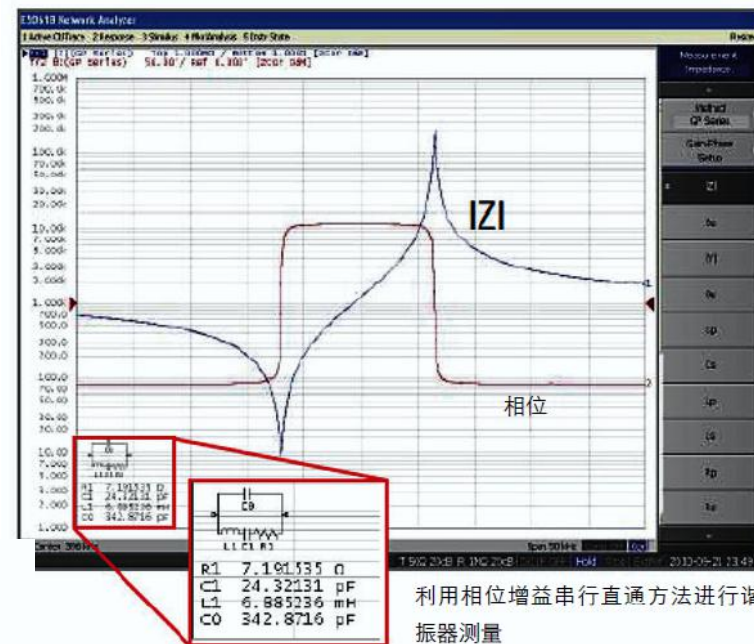


其他元器件测试

- 线圈/ 谐振器/ 匹配电路测量
- DC-DC转换器测试



注入式变压器: North Hills 0017CC

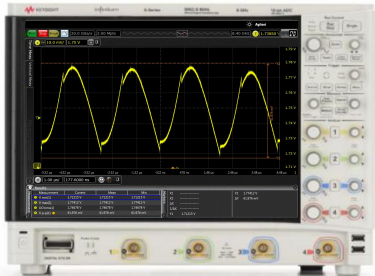


E5061B

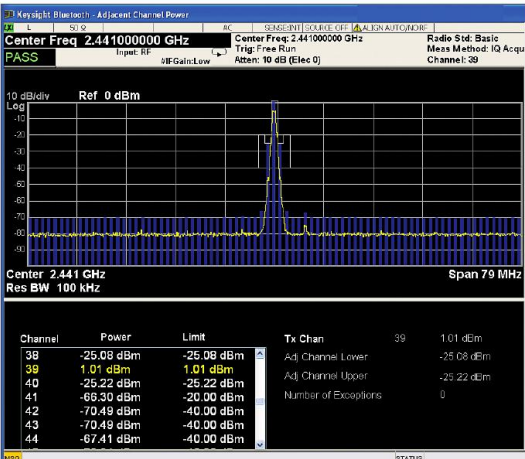
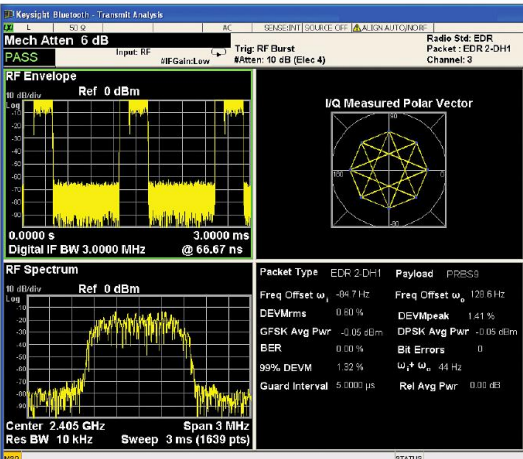
是德科技无线充电测试解决方案



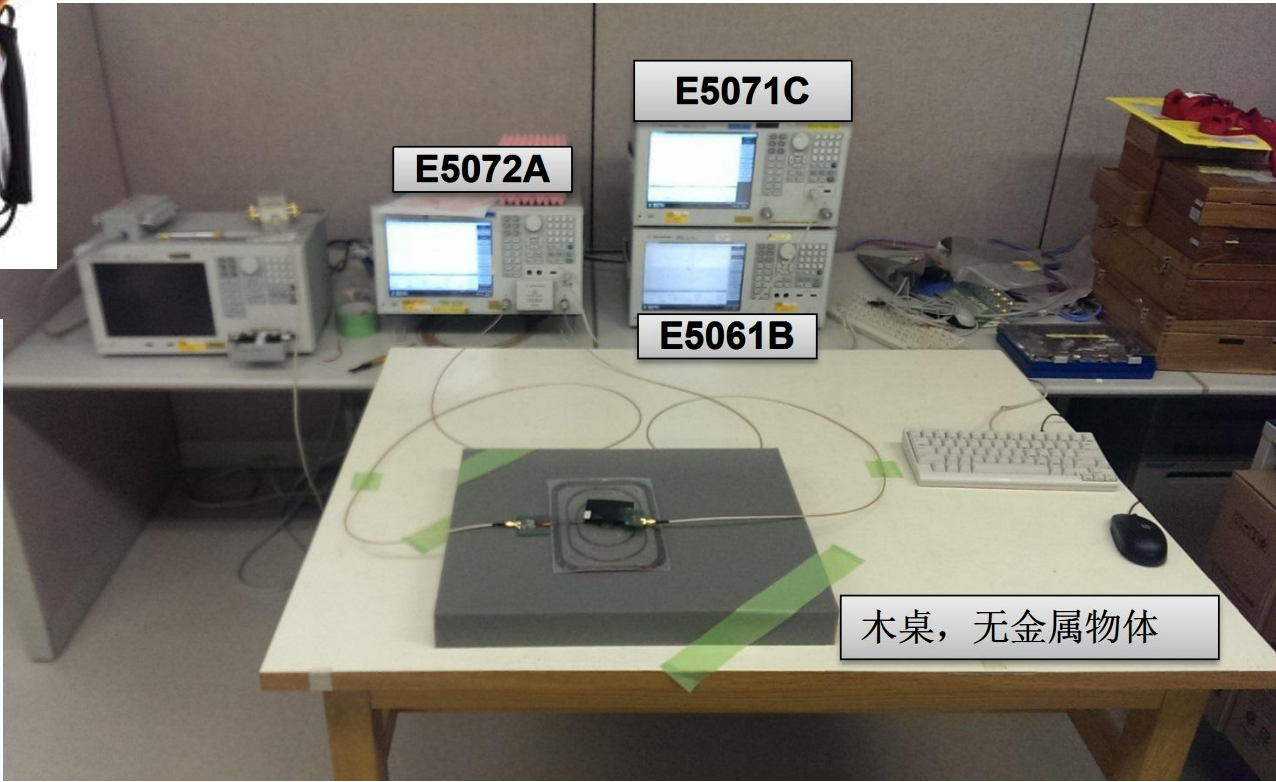
N6705C



InfiniiVision & Infiniium S-Series Oscilloscopes



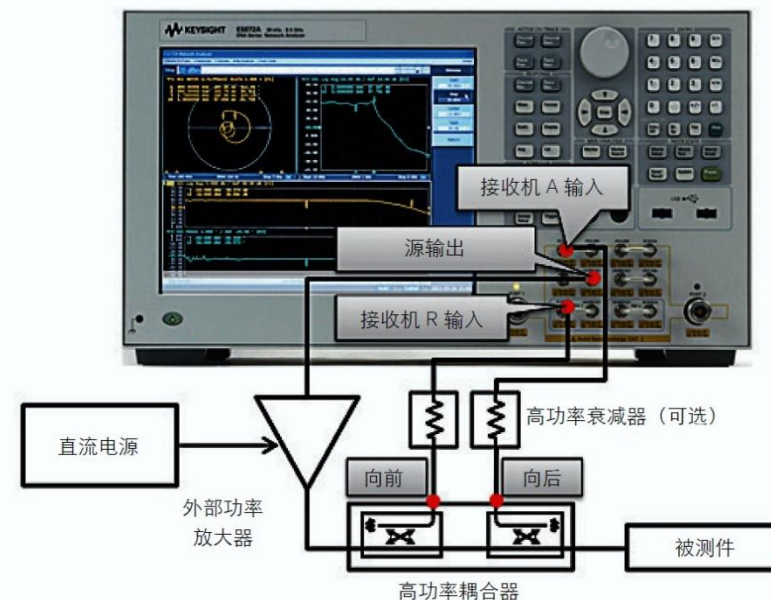
蓝牙测试



是德科技，帮你应对无线充电测试的挑战！

了解更多是德科技无线充电信息，请登录

<http://www.keysight.com/find/ENA-WPT>



Thank You !