

是德科技

# 用 Keysight E4980A/AL 精密 LCR 表测试 无线充电系统中的线圈

## 应用指南

- 宽阻抗范围用来表征电感和质量因数
- 高精度 DCR 测量
- 制造环节快速测量
- 大量夹具可供选择

## 概述

智能终端上不断增加新功能，电池寿命成为用户最头痛的问题之一。相比便携式电源和电缆供电而言，无线充电技术因其方便性和多功能性获得了很大的关注，从而成为市场最佳解决方案之一。作为无线充电技术中一种最流行的应用，无线设备由于操作时间长，因而需要提供更好的充电性能。

本指南对 Keysight E4980A/AL 精密 LCR 表如何表征无线充电系统中最常用的组件——线圈进行了说明。



图 1. E4980A 精密 LCR 表

## 无线充电系统的线圈

当今在用的无线充电标准不只一种，但它们有一个共同的特点，就是一般都采用线圈（或基于线圈的共振器）来产生电磁场，以及进行能量传输。典型的无线充电系统由两部分组成：发射单元和接收单元，功率和能量传输可以通过电感耦合，在发射机和接收机之间实现（图 2）。通常情况下，发射线圈和驱动电路安装在充电座上，而接收线圈和相关电路则内置于需要充电的装置内，如智能电话等。功率传输效率是无线充电系统的关键指标。这个指标受许多因素影响，比如线圈之间的距离，电感寄生，线圈如何排列等。对单一的线圈而言，在大多数情况下，设计阶段需要最低的损耗（低 DCR）和寄生（高 Q）。发射机和接收机线圈的典型测试参数为  $L_s$ （串联电感）， $R_s$ （串联电阻）和 DCR（直流电阻）。基于 WPC 标准的线圈测试频率通常低于 1MHz。

E4980A/AL 精密 LCR 表是高达 2 MHz 的元器件的测量行业的标准解决方案。该仪表因其高精度度和可重复的测量、宽阻抗范围和高测量速度而广受元器件制造市场的青睐。

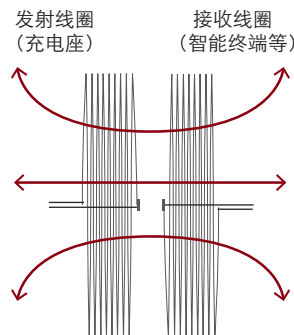


图 2. 无线充电系统

### 高精度的标准 DCR 测量

发射机线圈和接收机线圈的直流电阻会直接影响能量传输的电阻损耗,因此需要低 DCR(通常低到毫欧级)来确保高功率传输效率。

DCR (直流电阻) 测量是 E4980A/AL 精密 LCR 表的标配功能。E4980A/AL 能非常精确地测量低到毫欧级的 DCR 值。同时, E4980A/AL 支持低接触电阻夹具, 如 16047E 和夹具补偿功能。如果线圈的 DCR 是 100 毫欧, E4980A/AL 的 DCR 精度可达 5%, 意味着真值在大约 95 毫欧到 105 毫欧之间。这种精度是非常高的, 因为基于自动平衡电桥法的 LCR 表测量低 DCR 的难度很大。

### 宽阻抗范围用于测量电感和稳定的小 ESR

发射机和接收机线圈的电感通常在微亨  $\mu\text{H}$  范围, 测试在几十千赫兹的频率范围内进行。因此, 阻抗范围从几毫欧到几欧。E4980A/AL LCR 表具有优异的宽阻抗范围性能, 在 4 毫欧到 100 毫欧之间可保持 10% 以内的精度 (图 2), 特别适合于无线充电系统线圈的测量。

电感的等效串联电阻 (ESR) 也需小而稳定, 以满足低功耗要求。E4980A/AL 为 ESR 测量提供了出色的测量稳定性 (图 3)。

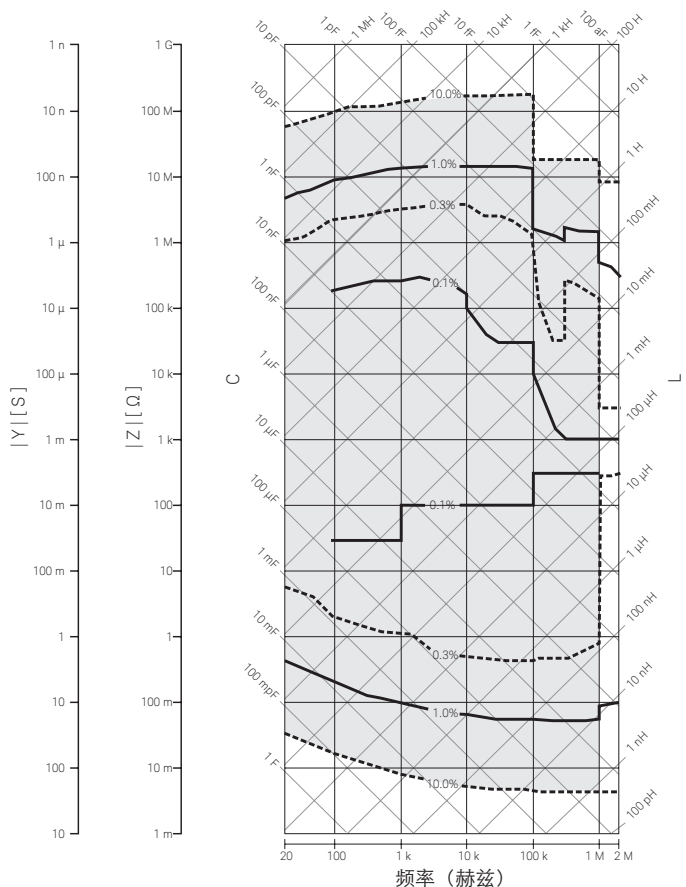


图 2. 10% 阻抗测量精度范围 (测试信号 1Vrms, MED 模式, 电缆 0 米)

被测件 1 毫欧, 频率 100 千赫兹, 参数 R-X  
 测试信号 10 V (E4980A),  
 20 V (4234A)

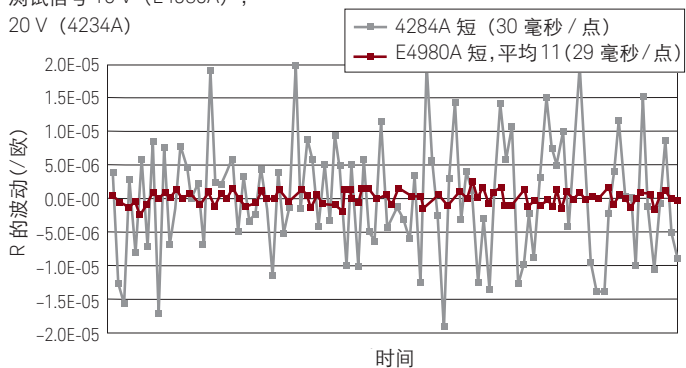


图 3. 低阻抗评估 (E4980A, 1 毫欧 100K 赫兹)

## 快速测量，提高产品良率

制造业主要关心的是提高产量，降低测试成本。E4980A/AL 具有快速测量功能，提高了设计和制造的测量效率。E4980A 的测量速度如下：

- 短 (SHORT) 模式下，1 兆赫兹每点 5.6 毫秒
- 中 (MED) 模式下，1 兆赫兹每点 88 毫秒
- 长 (LONG) 模式下，1 兆赫兹每点 220 毫秒

## 大量测试夹具满足测试需求

E4980A/AL 可搭配二十多种夹具，来满足从材料到 SMD 元器件的各种评估需求。16047 系列引线式夹具是测量低 DCR 和 ESR 引线式线圈的最佳夹具。此外，E4980A/AL 内置的补偿功能最大限度地减少了测试夹具的影响。

## E4980A 和 E4980AL 产品对比

是德科技提供基于 E4980 平台的多频率选件，来满足客户的应用需求和预算。E4980A 和 E4980AL 的主要产品规格见下表：

	E4980AL	E4980A
频率	20 Hz 至 300 kHz / 500 kHz / 1 MHz	20 Hz 至 2 MHz
测试信号电平	0 至 2 Vrms / 0 至 20 mArms	0 至 2 Vrms 或 20 Vrms (001选件) / 0 至 20 mArms 或 100 mArms (001 选件)
自动电平控制 (ALC)	是	是
直流偏移能力	内置1.5V, 2V	1.5 V, 2 V 或 $\pm 40$ V (选件 001)
可编程列表扫描	201 点	201 点
远程控制	GPIB, LAN, USB	GPIB, LAN, USB
接口选择	无	机械手 (选件 201) / 扫描器 (选件 301)
参数	阻抗, DCR	阻抗, DCR
控制命令	兼容E4980A/4284A	兼容 E4980A/4284A
基本精度	短 0.1%	短 0.1% 中/长 0.05%
中/长 0.05%	短 0.1%	100 Hz 下100ms, 1 kHz 下20ms, 短模式 1 MHz 下5.6ms
中/长 0.05%	内部/U盘	内部/U盘
测量时间模式	100 Hz 下 149 ms, 1 kHz 下 26 ms, 短模式 1 MHz 下 12 ms	100 Hz 下100 ms, 1 kHz 下 20 ms, 短模式 1 MHz 下 5.6 ms
存储设备	内部/U盘	内部/U盘
电缆长度	0, 1, 2, 4 m	0, 1, 2, 4 m
尺寸 (毫米)	370 (宽) x 105 (高) x 390 (深)	370 (宽) x 105 (高) x 390 (深)
重量	5.3 kg	5.3 kg

## 总结

Keysight E4980A/AL 精密 LCR 表是行业标准的 LCR 表，能进行高精度、可重复的高速测量。它是测试无线充电系统线圈的理想测量平台。具有高 DCR 的测量精度和低 ESR 测量能力的直流电阻测量功能可以提升设计和制造的测试质量和生产率。

## 相关文献

Keysight E4980A 手册, 5989-4235EN

Keysight E4980AL 手册, 5991-2305EN

Keysight E4980A/AL 技术资料, 5989-4435EN

Keysight LCR 表, 阻抗分析仪和测试夹具选型指南, 5952-1430

是德科技阻抗测量手册, 5950-3000

## 网络资源

[www.keysight.com/find/e4980a](http://www.keysight.com/find/e4980a)

[www.keysight.com/find/e4980al](http://www.keysight.com/find/e4980al)

[www.keysight.com/find/impedance](http://www.keysight.com/find/impedance)

**myKeysight** [www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)  
个性化视图为您提供最适合自己的信息！



**3 年保修**  
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的 3 年保修服务完美结合，从另一途径帮助您实现业务目标：增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。



[www.keysight.com/go/quality](http://www.keysight.com/go/quality)  
Keysight Technologies, Inc.  
DEKRA Certified ISO 9001:2008  
Quality Management System

**Keysight Infoline** [www.keysight.com/find/service](http://www.keysight.com/find/service)  
Keysight's insight to best in class information management. Free access to your Keysight equipment company reports and e-library.

**Keysight Channel Partners**  
[www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)  
Get the best of both worlds: Keysight's measurement expertise and product breadth, combined with channel partner convenience.

[www.keysight.com/find/e4980a](http://www.keysight.com/find/e4980a)  
[www.keysight.com/find/e4980al](http://www.keysight.com/find/e4980al)  
[www.keysight.com/find/impedance](http://www.keysight.com/find/impedance)

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息，请与是德科技联系。如欲获得完整的产品列表，请访问：[www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

**是德科技客户服务热线**  
热线电话: 800-810-0189、400-810-0189  
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863  
电子邮件: [tm\\_asia@keysight.com](mailto:tm_asia@keysight.com)

**是德科技(中国)有限公司**  
北京市朝阳区望京北路 3 号是德科技大厦  
电话: 86 010 64396888  
传真: 86 010 64390156  
邮编: 100102

**是德科技(成都)有限公司**  
成都市高新区南部园区天府四街 116 号  
电话: 86 28 83108888  
传真: 86 28 85330931  
邮编: 610041

**是德科技香港有限公司**  
香港北角电器道 169 号康宏汇 25 楼  
电话: 852 31977777  
传真: 852 25069233

**上海分公司**  
上海市虹口区四川北路 1350 号  
利通广场 19 楼  
电话: 86 21 26102888  
传真: 86 21 26102688  
邮编: 200080

**深圳分公司**  
深圳市福田区福华一路 6 号  
免税商务大厦裙楼东 3 层 3B-8 单元  
电话: 86 755 83079588  
传真: 86 755 82763181  
邮编: 518048

**广州分公司**  
广州市天河区黄埔大道西 76 号  
富力盈隆广场 1307 室  
电话: 86 20 38390680  
传真: 86 20 38390712  
邮编: 510623

**西安办事处**  
西安市碑林区南关正街 88 号  
长安国际大厦 D 座 501  
电话: 86 29 88861357  
传真: 86 29 88861355  
邮编: 710068

**南京办事处**  
南京市鼓楼区汉中路 2 号  
金陵饭店亚太商务楼 8 层  
电话: 86 25 66102588  
传真: 86 25 66102641  
邮编: 210005

**苏州办事处**  
苏州市工业园区苏华路一号  
世纪金融大厦 1611 室  
电话: 86 512 62532023  
传真: 86 512 62887307  
邮编: 215021

**武汉办事处**  
武汉市武昌区中南路 99 号  
武汉保利广场 18 楼 A 座  
电话: 86 27 87119188  
传真: 86 27 87119177  
邮编: 430071

**上海MSD办事处**  
上海市虹口区欧阳路 196 号  
26 号楼一楼 J+H 单元  
电话: 86 21 26102888  
传真: 86 21 26102688  
邮编: 200083