



## 磁感应或磁共振, 哪个更适合于无线充电?

Magnetic Induction or Magnetic Resonance for Wireless Charging

■ Siamak Bastami IDT 科技模拟与电源事业部技术市场总监

**摘要:** 磁感应与磁共振是目前最主要的两种无线充电技术, 本文分析各种技术的优缺点。本文网络版地址: <http://www.eepw.com.cn/article/145521.htm>

**关键词:** 磁感应; 磁共振; 无线充电; IDT

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2013.6.006

无线电源技术领域近期的活动引起了一些思考, 采用什么样的解决方案才是理想的? 对于消费类市场, 磁感应(Magnetic Induction, 简称 MI)或磁共振(Magnetic Resonant, 简称 MR)

机和计算解决方案的基础设施中。未来的架构和解决方案中怎样运用无线电源技术, 上述应用将仅仅是一个开端。

关于无线电源技术的采用率及其

称(PMA)。这两个标准都相当成熟, 很多产品已经用在消费市场了。无线电源联盟(Alliance for Wireless Power, 简称 A4WP)是第一个基于磁共振技术的标准。应该提到的一点是, 英特尔的无线充电技术(Wireless Charging Technology)也是基于磁共振技术的, 其定位是超级本及其自身生态系统。Power by Proxy、Witricity等其他技术已经在工业和军工行业中得到应用, 现在也在向消费市场渗透。所有这些标准和解决方案都引起了一些疑问, 例如, 无线电源技术将向哪个方向发展? 采用哪些解决方案是理想的? 在我们能回答这些问题之前, 很重要的一点是, 要了解磁感应和磁共振技术的根本差别。基于这种了解以及应用/系统的要求, 才能为给定应用选择合适的解决方案。

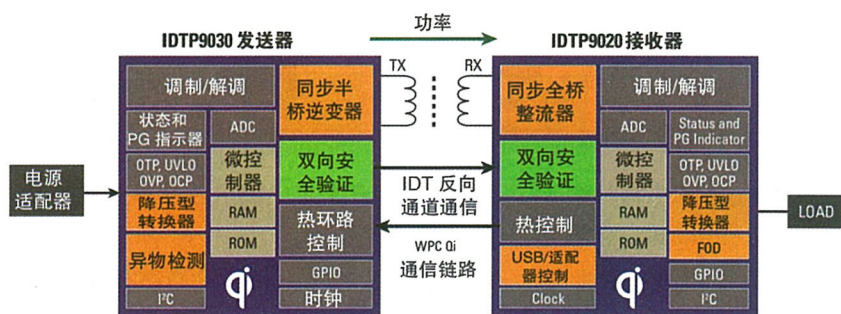


图1 无线充电器系统：发送器和接收器方框图

都是备选方案。无论消费市场朝哪个方向发展, 一个已知的事实是, 无线充电必将得到采用。未来两三年内我们将会看到, 在手机提供商的主要推动下, 无线充电将开始向手机生态系统市场渗透。拥有强大生态系统的计算领域将紧随其后, 使无线充电技术的采用进入下一个增长阶段。之后, 无线电源技术很有可能扩展到支持手

潜在的总体有效市场(Total Available Market, 简称TAM), 已经有很多调查报告和市场研究了。提供准确的市场信息是具有挑战性的, 因为采用率和技术选择是这些预测的关键参数。就磁感应技术而言, 主要有两个流行标准: 无线充电联盟(Wireless Power Consortium, 简称 WPC)和电源事务联盟(Power Matters Alliance, 简

### 移动设备

在消费市场中, 移动设备正在率先采用无线电源解决方案。随着 LTE 技术的采用、通信速度的提高和带宽的增大, 至少在未来几年内, 使得移动设备不会受到任何限制。便利性是促使移动设备在消费市场普及的关键因素之一。手机、平板电脑、媒体播放器、移动电视等不同的移动设备需



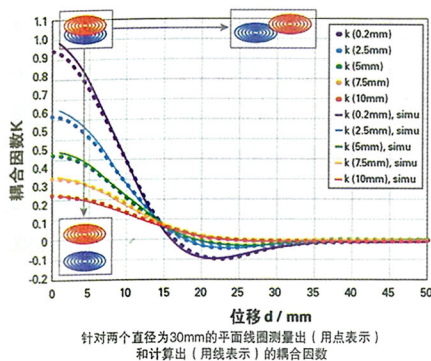


图2 位移耦合度

要不同接口连接器的各种适配器。为了给移动设备充电,人们却需要携带很多不同的连接器和适配器。拥有强大的支持性基础设施和生态系统的通用无线适配器,可以解决这些需求。在汽车、咖啡店、图书馆、餐馆、火车、飞机、办公室和会议室中提供无线充电,将满足人们所需的便利性。

每两三年,移动设备都会升级,以改善外观,提升性能和功能。这种升级迫使功率需求、连接器和接口改变,因此通常需要新的适配器。这种改变和升级迫使现有适配器遭到淘汰或丢弃,造成浪费。消除各种不同的适配器和连接方式,改用标准的无线充电,将有助于减少电子产品浪费,并提升移动设备的环保品质。

另一个重要因素是移动设备的技术升级,采用 1080P、3D 等显示技术就是一个很好的例子。移动设备会越来越多地采用高分辨率显示技术以提升所需性能,这类技术由具备多核 CPU 的高性能图形控制器所支持。越来越多的移动设备将会增加各种功能,例如集成 3D GPS 解决方案、高性能视频和音频技术、NFC 技术、便携式电视、高性能游戏等。这些功能和需求大部分会要求设备的电池提供更大的功率。

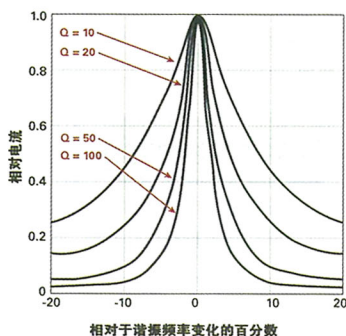


图3 Q 值百分数

移动设备的能源一般是  $\text{Li}^+$ /聚合物电池组,从几年前开始,这类电池组的能量密度就饱和了。为了增大电池容量、延长电池寿命,在  $\text{Li}^+$  的电池组领域,技术提高和转移开始向各种金属化方向发展,但是这些都无法跟上对电池组越来越高的功率需求。电池组的物理尺寸也必须很小,以满足移动设备的应用要求。但是单位体积的电池容量已经达到它的极限,解决方法或者是需要更大的电池容量,或者是更频繁地充电。在移动设备变得越来越小的同时,使用容量更大的电池会影响设备的尺寸和总体方案的成本。还应该提到的一点是,容量更大的电池需要更快速地充电,在保持电池生命周期和所需寿命的情况下,这可能导致电池发生化学方面的变化。对于这种情况,显而易见的解决方法似乎是更频繁地充电。

我们周围任何使用电力的地方都有采用无线电源技术的潜在可能。对于给定应用而言,磁感应或磁共振,哪一种更好?为了回答这个问题,我们需要回顾一下这两种技术各自的基本原理。

## 磁路

磁感应和磁共振这两种技术的架

构有很多相似之处。例如,二者都将磁场用作传送功率的桥梁。

在这两种技术中,电流被引入一个谐振电路,进而产生磁场来传送功率。磁路的规格对电磁场的形成有很大影响。利用电磁屏蔽和/或磁心的物理形状,可以抑制和/或引导磁通量。通过提高电磁屏蔽层的磁导率,可以改善通量密度和通量抑制。成本和厚度是选择合适的电磁屏蔽材料时考虑的关键因素。在电磁场中接收和发送线圈的对准度以及二者之间的距离决定功率传输的效率;接收和发送线圈分离越远,功率传送效率就越低。还有其他一些因素对能量传送效率有很大影响,包括谐振频率、发送与接收线圈尺寸之比、耦合因数、线圈阻抗、趋肤效应、AC 和 DC 组件以及线圈寄生参数。

随着  $x$ 、 $y$  和  $z$  分离度以及发送和接收线圈之间比例角的增大,损耗和效率将受到极大的影响。

在 WPC 规范中,接收器线圈相对于发送器线圈的位置有一些具体要求,以应对效率问题。这要求用户对齐线圈,以最大限度地增大两个线圈之间的耦合因数。在采用磁共振技术的情况下,自由定位以及能在磁场场中放置一个或多个设备的能力给用户带来的更多便利。但是,用户需要知道这种情况对传送效率的影响,因为耦合设备之间的距离增大了。

根据要求,包括成本和尺寸的考量,一个或多个线圈的解决方案都可以用于磁感应和磁共振这两种技术。

采用基于 WPC 和 PMA 的磁感应技术时,可以在很宽的频率范围内传送功率。用来传送功率的谐振频率是

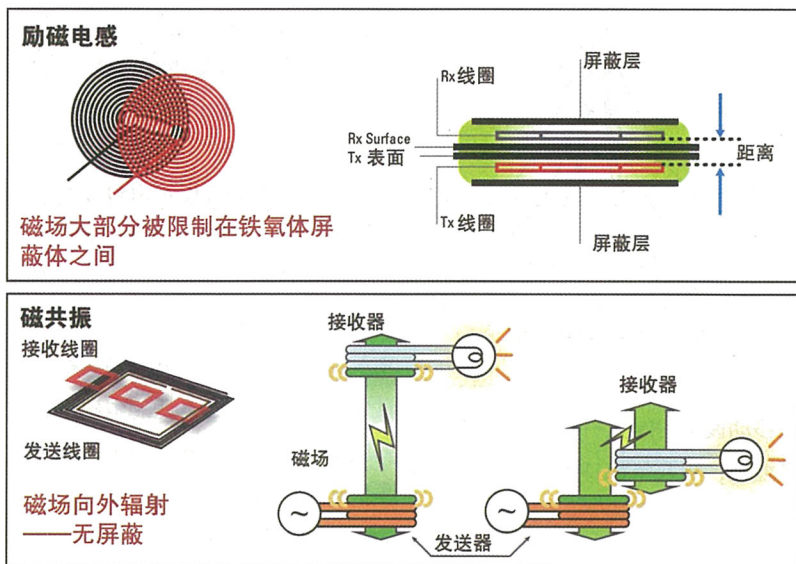


图4 磁场

基于负载阻抗进行选择的。由于这种变化, 所以与磁共振解决方案相比, 磁感应解决方案的  $Q$  值相对较低。只有在选定频率和负载阻抗情况下, 才能实现最佳效率。

采用磁共振技术时, 由于功率仅通过特定谐振频率传送, 所以  $Q$  值较大, 而且要求在发送器和接收器中有匹配得非常紧密的谐振阻抗网络。

无论是采用磁共振技术还是磁感应技术, 匹配网络参数的变化都需要严格控制, 因为这种变化会直接影响所传送的功率。

在 WPC 1.1 中, 谐振频率可以在 100kHz 至 205kHz 的宽范围内选择。这种情形与 PMA 规范类似, 在 PMA 中, 频率范围为 277kHz 至 357kHz。不过, 不久前频率范围已经改变了, 现在频率范围取决于输入电源电压。这些解决方案的典型  $Q$  值在 30 至 50 范围内。在基于 A4WP 的解决方案中, 由于频率是固定的, 谐振频率和接收器与发送器之间的阻抗网络需要

合理紧密的匹配。典型情况下, 与磁感应解决方案相比, 磁共振解决方案需要更高的  $Q$  值(50 至 100)。

## 电源管理

开发高性能电源管理架构对磁共振和磁感应解决方案的成功实现有很大影响。在发送器方面, 为了把电流引入谐振电路, 进行了 DC 到 AC 转换。在磁感应技术中, 用半桥式或全桥式转换器实现这种转换, 而在磁共振技术中, 电流是通过功率放大器引入的。功率放大器架构和归类可能随频率、待机电流、效率、尺寸、成本以及应用集成要求的不同而变化。在进行这类转换时, 需要仔细考虑如何减少门极、开关、传导、偏置、体二极管等损耗, 以及如何减少寄生参数, 例如外部元器件的等效串联电阻(ESR)和等效串联电感(ESL)。对于开发高性能的集成解决方案, 这些都是关键的挑战。

根据输入电压的要求和设计架

构, 工艺的选择对优化集成解决方案有很大影响。在系统中有多个控制环路, 整个控制环路的稳定性对高性能解决方案总体的成功有很大影响。在磁感应和磁共振技术中, 通过有效的电源管理, 可以实现相似的性能和效率。

## 通信

为了功率的成功传送, 发送器需要识别正确耦合的接收器。在 WPC 和 PMA 解决方案中, 发送器周期性地发出测试信号, 以搜索接收器。识别出接收器以后, 就进行功率传送。这类解决方案采用固定频率调制进行通信。其他一些通信方法有幅度、功率、电流和脉冲宽度调制(PWM)。如果发送和接收之间的匹配网络能够容许较宽范围的频率变化, 那么所有这些调制方法都可以使用。

在 A4WP 磁共振解决方案中, 发送和接收匹配网络是严格匹配的, 所以不能采用频率调制。不过, 如果负载是固定的, 那么就有可能采用幅度调制。如果不影响接收器的性能, 那么就可以采用功率和电流调制。在移动应用中, 由于负载基于功能要求而变化, 所以基于上述调制方案开发解决方案是有挑战性的, 而且很可能在大小和成本上都不够实惠。A4WP 选择蓝牙或 ZigBee 作为标准通信方法。使用这些方法很便利, 因为它们已经存在于移动解决方案之中了。此外, 对于发送器而言, 通过识别不同的接收器向多个设备传送功率也很便利。还有一些其他的类似方法可用来实现同样的目的。





通信也用来提供功率传送状态信息，例如异物检测(FOD)、耦合状态甚至可能是对齐指导信息(AGI)。电磁场中的金属等异物，由于其材料的导电性，可以引起温度上升。不管采用什么技术，都有可能出现这种问题。

为了最大限度地提高磁感应技术的效率，有必要准确检测发送和接收端的电压和电流。其他功能，例如负载反射效应、电流感应以及调制和解调的定时及其在闭环环路系统中的影响，对于保持系统的稳定性，确保通信的成功，是至关重要的。其他挑战，例如满足美国“加州环境协会(California Environmental Association, 简称CEA)以及美国联邦通信委员会

(FCC)第15章和第18章等法规的要求，也会影响系统的总体效率。

合乎情理的结论是，就具体应用而言，最佳解决方案要根据所要求的功能和性能而定。如果要求在X、Y和Z方向自由定位或多设备充电能力，那么磁共振可能是首选解决方案。如果要求高效率并严格遵守法规，那么符合WPC要求的解决方案也许是最佳选择。不过，毫无疑问的是，能无缝识别基于磁感应或磁共振的耦合设备并能有效和高效传送功率的多模式解决方案，将是这些应用的理想解决方案。

IDT和高通公司已经开展合作，支持IDT开发基于高通的WiPower技术的，面向消费类电子产品的集成电

路。此款IC的设计满足了高通公司新的近距离磁共振无线充电解决方案的要求。这些解决方案能使消费电子产品的充电不受空间上的限制，例如手机以及其他电池供电/低功率的直接充电设备等。IDT的磁共振解决方案系列正在扩展，基于英特尔超级本生态系统的无线充电技术，开发了接收器和发送器解决方案。IDT还与英特尔合作开发了无线充电技术芯片(Wireless Charging Technology Chips)。英特尔选定IDT为其开发基于它的无线磁共振充电技术的集成发送器和接收器芯片组。英特尔与IDT的共同目标是，针对超级本、一体化(AiO)PC、智能手机和独立充电器，提供有效的参考设计。 **IBV**