

# Discussion on Wireless Charging Technology for Smartphone

Zhijia Gan Zhi Hu Cui Hu Mingkai Gan Wulin Zhu

Shenzhen Honglida Electronics Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

Wireless charging technology is a new technology that utilizes multiple methods such as electromagnetic induction, resonance, radio frequency, laser emission, and microwave radiation to transport energy in the atmosphere. With the rapid development of modern mobile communication technology, smart phones have been widely integrated into people's lives, and have had an increasing impact on people's lives. Wireless charging of smart phones has also become popular. The paper classifies and organizes the principle, origin, and development of wireless charging technology for smart phones. The paper focuses on the characteristics of various technologies and their solutions, and expounds in detail the current market situation, future development trends, and prospects for normalized applications in the field of smart phone wireless charging technology. At the same time, some new ideas are also proposed.

## Keywords

smartphone; wireless charging; wireless charging technology

## 智能手机无线充电技术浅谈

甘志华 胡芝 胡翠 甘明楷 朱武林

深圳市鸿立达电子有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

## 摘要

无线充电技术是利用电磁感应、共振、射频、激光发射和微波辐射等多种方式在大气中进行能量输送的一种新技术。随着现代移动通信技术的飞速发展, 智能手机已经广泛地融入人们的生活中, 对人们的生活产生了越来越大的影响, 智能手机的无线充电也已趋于普及。关于智能手机无线充电技术的原理、起源、发展, 论文进行了分类和整理。论文重点介绍了各种技术的特点及其解决问题, 并对当前智能手机无线充电技术领域市场状况、未来发展趋势和常态化应用的前景进行了详细的阐述, 同时也提出了一些新的思考。

## 关键词

智能手机; 无线充电; 无线充电技术

## 1 引言

无线充电技术是利用电磁感应、共振、射频、激光发射和微波辐射等多种方式在大气中进行能量输送的一种新技术。与常规的有线充电方法相比, 它无需使用充电器和电线, 因此它的安全和使用更加方便。随着现代科技的发展, 无线充电技术在电力转换效率和辐射降低等领域取得了巨大的突破。无线充电技术已经被广泛地用于家具、家电、电动车、医疗、航空等各个方面, 并且在将来还会有更多的发展空间。

由于电子通信技术的迅猛发展与全球化的普及, 智能手机已经逐渐成为日常工作和生活的必需品, 其使用范围也日益扩大。但是, 如果频繁给智能手机进行电源插拔的硬接触充电, 不仅会造成安全风险, 而且还会缩短充电设备和手

机电池的续航时间与使用寿命。在这种情况下, 智能手机的无线充电技术是一个巨大的发展机遇。

深圳市鸿立达电子有限公司致力提供高性能的安全产品和服务, 论文通过该公司在研发和生产过程中对无线充电技术的钻研认识, 将对智能手机无线充电技术进行深入的应用探讨。

## 2 智能手机无线充电技术发展历史及现状

手机无线充电技术是通过电磁感应, 在大气中进行能量传输, 因此其理论基础主要来自电磁感应, 并在此理论基础之上实现了能量传输与接收的分离。

早在 20 世纪 60 年代, 就有学者开始了对电磁辐射现象的研究, 而真正将电磁辐射技术应用到智能手机领域则是从 2001 年摩托罗拉的 Motorola 920 开始的。

目前, 无线充电技术已经成为一种发展趋势所在, 也是当前智能手机制造厂商们所重点研究的方向。随着智能手机无线充电器(无线充电底座)技术的不断进步和成熟, 各

【作者简介】甘志华(1981-), 男, 中国广西梧州人, 高级工程师, 从事产品开发与设计研究。

种品牌、型号、规格的手机产品纷纷出现在人们视线中。

当前市场上已经出现了多个品牌多款产品，各知名品牌均已推出了支持无线充电的智能手机。以苹果手机为例，自 iPhone8 开始，已采用了磁场感应技术实现无线充电功能，与此同时，其他众多厂商针对无线充电技术纷纷推出各自品牌下带有无线充电功能的智能手机产品。

### 3 智能手机无线充电技术原理

无线电源可以被释义为一种微型的绕组型变压器，当两个相邻的绕组中，一组进入了交流电，而另外一组则会产生一种感应电压，从而稳定电压，从而产生电能。该系统由以插口为基础的发射机与电子器件集成的接收机共同组成，在一定的距离内，可以自动地将电力传送到相应的接收机<sup>[1,2]</sup>。

#### 3.1 电磁感应技术

电磁感应技术是一种极为先进的技术，它的基本理论是，发射机和接收机都具有一个单独的绕组，发射机和电缆相连，产生电磁波，它的工作原理和变压器一样，都是用电磁波作为媒介。电磁感应无线充电技术的优点在于其输出的能量更大，可以达到几瓦，几十瓦，几百瓦，可以完全适应小型电力设备的充电需求；并且，它的传播范围很小，只有 1cm 左右；生产费用较少，技术发展较为完善；对环境的适应性更好，具有很好的穿透能力。然而，其缺点就在于，其充放电的能量利用率较差，难以适应高容量的设备，并且在较近的距离内进行无线通信。

#### 3.2 磁共振技术

磁共振无线充电技术与声波谐振的基本原则相似，即当一个音叉发出声音时，其他的音叉都会因振动的频率而发出同样的声音。当一个音叉被驱动时，它就会形成一个磁场，为其他的线圈提供电力。与电磁感应无线充电技术相比，这种技术可以利用谐振的方式提高其发射的射程。而磁感应型的无线充电器，可以高达数千瓦的功率，甚至可以进行一次多次地充电。然而，由于其自身的缺点，如充电转换效率低、电路复杂、维修费用高等问题，该技术并没有进行广泛的应用。

#### 3.3 电磁场耦合技术

电磁场耦合无线充电技术与其他技术相比差别较大，它是通过将两个不均匀偶极形成的磁场沿垂直方向进行电力输送，并具有很好的抗横向错移性能。电磁场耦合技术的传输功率一般在 1~10W，由于电极之间有空隙，因此不能进行高功率的电力输送。最大的传送范围是数公分，最佳的效率是 70%~80%，更适合在短时间内进行充电。由于装置的容量和能量的限制，这种技术使用得并不普遍<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 无线电波技术

无线电波技术的核心是将微波能转换为电能，从而使

电能通过无线方式进行传输。与其他的无线充电技术相比，它的硬件部分是由微波发送设备和接收机组成，通过捕获反射回来的电磁波来获取电能。可在 0.3~300GHz 范围内进行无线充电，并能在连续的波长范围内进行远程无线充电。但是，无线电波技术因其能量转化效率低下、生产费用高昂等原因，一直没有得到广泛应用。

### 3.5 智能手机无线充电技术的种类

智能手机的无线充电技术以电磁耦合技术、磁共振技术和电磁感应技术为主，但是电磁耦合技术、磁共振技术由于技术复杂、研制成本较高等原因，一直没有被广泛采用。电磁耦合技术所能支持的无线充电距离更远，充电自由度更高，产品体积更小，且在充电时手机电池温度升高，速度也明显更慢，但它的成本投入远高于电磁感应技术，在研究开发方面获取的支持力度很小，很难在手机无线充电技术市场上得到大规模的普及。磁场共振技术在超远距离无线充电及较大功率输出方面表现得更为优异，但转换频率不高，且存在一定的安全与健康问题。

电磁感应无线充电是目前传输转换效率最高的、性价比最高的手机无线充电方式，在成本投入、安全性能等方面都占据着重大优势，且可做到一个充电设备同时对应多个手机，它以电磁感应技术为传输电能的方式，在无线充电设备与充电手机之间形成变化的电磁场，通过电磁感应线圈将磁能转化为电能，在磁场与线圈中形成一定的电流与电压，以达到无形连接线的充电效果，并将电能传输至接收端的手机电池上，进而实现给手机充电的目的。

## 4 智能手机无线充电技术的起源与发展

### 4.1 无线充电技术的起源

无线充电技术是当今世界最伟大的发明之一，尼古拉·特斯拉于 1990 年代首次在此基础上引入了一种新的理念，即无线充电技术。该技术于 2005 年更上一层楼。许树源博士发明了一种基于无线充电技术平台，它可以在不依赖电源的情况下，将多个充电器连接在一起，从而使其在不依赖电源的情况下，成为一种全新的技术。但是，由于技术不够完善，也没有经过进一步的改进，使得充电速度慢，电子设备容易产生热，成为制约其发展的重要障碍。

### 4.2 智能手机无线充电技术的发展

国外的科研院所比中国更早开始对手机的无线充电技术进行了深入的探索，美国率先开展了对手机的无线充电技术的试验，并于 2009 发布了第一款无线充电设备 PalmPre，该技术是基于 5V 和 1A 充电口的电磁感应无线充电技术，但无线充电实际应用范围只有 1cm<sup>[4]</sup>。之后，日本和韩国等手机制造商开始试验手机的无线充电技术，并在此基础上发布了多种技术。

## 5 无线充电装置研究

### 5.1 无线充电器系统

在无线充电装置运行时，电源的输入将经由全桥整流的交流市电转换成 DC 电流，或是直接由 DC 供电。经无线充电装置供电后，所产生的 DC 电流以 2M 有源晶振型逆变器转换成高频率的 AC 电流提供到一次线圈。在感应线圈的耦合能力的基础上，将二次绕组的输出信号转换成 DC 电流，从而达到对二次绕组的充电<sup>[5]</sup>。

### 5.2 无线充电技术连接

从技术发展的角度来看，无线充电技术是在射频识别技术的基础上发展起来的，它可以在不通过系统软件设施优化和改变的情况下，直接在手机上通过充电线圈、整流芯片即可进行充电工作。在这些设备中，具体的设置如下：第一，将充电线圈和芯片组合在一起，形成一个单独的元件。该装置可以大到硬币大小，最大的可以达到 38mm × 40mm，并采用铜的金属丝缠绕在一个线圈上。第二，围绕着智能电话的锂电池增加了一个线圈，即无线充电锂电池。它的优点是容易组装，但缺点也很明显，因为它是一种金属材料，会阻挡无线电波的渗透，从而降低充电器的使用率。第三，采用 LDS 电路技术，以智能手机外壳为基础打造辐射天线。最终，采用 FPC 制作出天线组件，该材质优点在于其柔软度高、重量轻、易于装配。

### 5.3 接收技术简介

无线充电接收技术的工作原理是：当充电线圈处于感应磁场中，通过感应线圈产生的涡流效应将电磁能量转化为电能。不同类型的无线充电接收技术都有其各自独特的特点和优势，如以下四种：

①感应式：它是由线圈和电源系统两部分组成，通常在手机充电时同时进行工作。

②空间隔离式：通过在手机内部布置一组金属屏蔽件来实现对发射区和发射功率的限制，从而避免产生电磁波对周围环境影响；这种技术也可以用在有电磁干扰的场所，如机房、办公室、飞机机舱等。

③非空间隔离式：这是最早出现的一种无线充电技术。

④谐振式：将能量转换过程中产生的电磁能直接转化为电能，这种模式又分为机械谐振和半导体谐振两种，目前应用较多的是后者。

## 6 智能手机无线充电技术与未来趋势

### 6.1 智能手机无线充电技术市场

目前市面上最流行的标准有 Qi、A4WP、iNPOFi 等，美国的 Qi 标准已经被大范围采用，所有的 Qi 标准都已经达到无线充电的合理化和安全化，任何带 Qi 标识的智能手机

和其他的电子产品，都可以通过普通的充电器来进行充电，这让无线充电更加方便。在这个人们已经离不开智能手机的时代，有了无线充电器，很多人就不用再为没有充电器而苦恼了，也不用再去找相应的数据线了。不过，这款产品的生产和维护费用要比一般的产品高很多，更多应用在高档智能手机上，因为不是直接充电，所以相比一般的直充充电器电量消耗较多，效能转换也较低。

### 6.2 手机无线充电未来趋势

移动通信技术领域在蓬勃发展的同时，仍面临着一些问题。尽管科学研究证明，通过电磁感应技术对移动电话进行充电，会产生更小的辐射，对身体没有任何伤害，但依然有不少人对此产生了怀疑和抗拒。而现在，智能手机的无线充电技术仍然是在表明手机充电不需要通过数据线进行连接，并不能给用户提供更好的体验。但是，无线充电技术是未来的发展方向，就好像是有线电话机和固定网一样，随着时间的推移，它会越来越普及，越来越便利。就目前来说，移动设备的充电技术有快速充电和无线充电，这两种技术都有各自的优势，其中，移动快充的充电速度要比 9W 以上的无线充电技术要好得多。

将来智能手机的无线充电技术有两大发展方向：功能扩展和多样化。一方面，无线充电技术在智能手机上的发展和完善，将会通过提供更大的电能提升无线充电的速度，并可为多种智能产品同时提供电力，这将成为一个潜在的发展趋势，如在公园、机场、车站等公共场所。另一方面，在未来，智能手机的充电技术将会从产品的外形上进行扩展，以凸显对用户最直接的需求，从而将消费者被动地接受转为主动有选择地使用，从而在移动设备的无线充电技术上获得巨大的发展空间。

## 7 结语

总之，作为一大现代化关键技术，无线充电技术不仅是科学技术发展的主要前提，还是推动电能资源合理利用的重要基础。无线充电技术具有其自身的独特优势，即便便捷性、安全性、可靠性、稳定性，在无线充电技术实现广泛应用时，势必会进一步推进社会经济的突破性变革发展。但是，就无线充电技术发展现状来看，未来还需要采取一定措施，切实解决标准问题，传输能效提升，成本缩减等等。相信在科研人员的不断探索下，无线充电技术会实现更广阔、更瞩目的发展。

总而言之，智能手机对人们的影响力与日俱增，人们对手机电池的续航能力与充电效率也有了更高的要求，手机无线充电技术已成为未来手机充电领域的重要发展趋势，并拥有庞大的市场需求。相关厂家应加快手机充电技术研发，提升手机无线充电技术的电能输出效率，增强无线充电技术

产品性能,并优化无线充电技术设备的产品外观。

因此,智能手机无线充电技术是一项重大的现代技术革新,它既是科技进步的先决条件,又是促进能源有效使用的一种多样化方式。随着移动电话对人类的影响越来越大,对电池容量和充电效率的需求也越来越高,无线充电技术已经是未来移动通信行业的一个新方向。随着无线技术的普及,无论便利性、稳定输出、安全可靠等方面的提高,都将推动智能手机市场的进一步发展。然而,在今后的发展过程中,仍有必要从根本上着手,从提高通信效率、降低能耗等方面着手。随着广大科技工作者的不懈努力,智能手机无线

充电技术必将取得更大的发展。

### 参考文献

- [1] 刘现伟.手机无线充电技术市场及未来趋势分析[J].电子世界,2020(9):65-66.
- [2] 冯思宇.移动电子设备激光无线充电技术研究[D].南京:南京航空航天大学,2020.
- [3] 毕建忠,叶天国.无线充电技术原理及应用浅析[J].电脑知识与技术,2019,15(27):219-220.
- [4] 杨文依.手机无线充电技术分析[J].电子测试,2019(18):118-119.
- [5] 程志远,李峥,吴龙飞,等.无线充电系统磁环条幅型磁耦合机构研究与优化[J].电气传动,2022,52(14):32-37.