

无线充电联盟标准和 TI 兼容解决方案介绍

作者：Bill Johns，德州仪器 (TI) 高级应用工程师

引言

无线充电技术在消费类市场表现出巨大的潜力。在不使用连线的情况下给电子设备充电不但可为便携式设备用户提供一种便利的解决方案，而且还让广大设计人员能够寻找到更具创新性的问题解决方法。许多电池供电型便携式设备均能受益于这种技术，从手机到电动汽车不一而足。

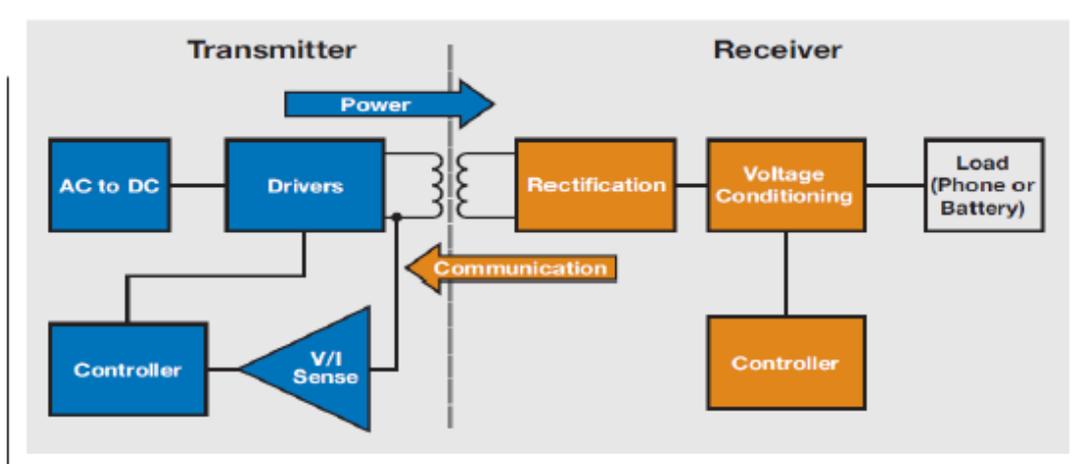
电感耦合方法可以实现高效和通用的无线充电。为了便于使用并且让设计人员和消费者都受益，无线充电联盟 (WPC) 制定出了一种标准 (请参见参考文献 1)，在供电设备 (电力发射器，充电站) 和用电设备 (电力接收器，便携式设备) 之间创建了互操作性。WPC 成立于 2008 年，由亚洲、欧洲和美国的各同行业公司组成，其中包括电子设备制造厂商和原始设备制造商 (OEM)。WPC 标准定义了电感耦合 (线圈结构) 的类型，以及低功耗无线设备所用的通信协议。在这种标准下工作的任何设备都可以与任何其他 WPC 兼容设备配对。这种方法的一个重要的好处是其利用这些线圈来实现电力发送器和电力接收器之间的通信。典型的应用图，请参见图 1。

无线充电 WPC 标准

WPC 标准下，无线传输的“低功耗”就是说功耗仅为 0~5W。达到这一标准范围的系统在两个平面线圈之间使用电感耦合来将电力从电力发送器传输给电力接收器。两个线圈之间的距离一般为 5mm。输出电压调节由一个全局数字控制环路负责，这时电力接收器会与电力发送器通信，并要求或多或少的功耗。该通信是一种通过反向散射调制从电力接收器到电力发送器的单向通信。在反向散射调制中，电力接收器线圈受到负载，从而改变电力发送器的电流消耗。我们对这些电流变化进行监控，并解调成两个设备协同工作所需的信息。

WPC 标准定义了系统的三个主要方面——提供电力的电力发送器、使用电力的电力接收器以及这两种设备之间的通信协议。下面，我们将详细介绍这三个方面。

图 1 典型无线充电功能结构图



电力发送器

电力传输方向始终是从电力发送器到电力接收器。电力发送器的关键电路是用于向电力接收器传输电力的一次线圈、驱动一次线圈的控制单元以及解调一次线圈电压或者电流的通信电路。我们对电力发送器设计的灵活性进行了限制，旨在向电力接收器提供一致的电力和电压电平。

电力接收器将自己作为电力发送器的一个兼容设备，同时也提供配置信息。一旦发射器开始电力传输，电力接收器就向电力发送器发送一些误差数据包，从而要求或多或少的电力。一旦接收到一个“终止电力”消息，或者如果 1.25 秒以上都没有接收到数据包，则电力发送器停止供电。没有电力传输时，电力发送器则进入低功耗待机模式。

WPC 规范允许使用固定和移动配置。单个固定线圈（称作类型 A1）为 TI 支持的解决方案。

电力发送器（其通常为一个平面用户将电力接收器放置在上面）连接至电源。符合 WPC 标准的设备线圈起到了一个 50% 占空比谐振半桥的作用，其输入为 19-VDC (± 1 V)。如果电力接收器需要或多或少的功率，则线圈频率会发生变化，但会保持在 110 到 205kHz 之间，具体取决于功率需求。

电力接收器

电力接收器通常为一种便携式设备。电力接收器的关键电路是用于从电力发送器接收电力的次级线圈、用于将 AC 转换为 DC 的整流电路、用于将未稳压 DC 转换为经过稳压的 DC 的电源调节电路以及用于将信号调制到次级线圈的通信电路。电力接收器负责其身份认证和电源要求的所有通信，因为电力发送器只是一个“收听者”。

尽管为了让其符合 WPC 标准我们对电力发送器的设计进行了限制，但设计电力接收器时却可以有更多的自由。我们可以调节电力接收器的线圈尺寸，以满足设备的体积要求。利用 5-V、500-mA 输出的 70% 典型效率，我们对电力接收器的线圈电压进行全波整流。由于两个设备之间的通信是单向的，因此 WPC 选

择电力接收器作为“述说者”。电感电能传输通过耦合一次到次级线圈的磁场工作。非耦合磁力线围绕一次线圈旋转，且只要磁力线不耦合寄生负载其便不会出现损耗（例如：金属的涡流损耗等）。

通信协议

通信协议包括模拟和数字声脉冲 (pinging)；身份识别和配置以及电力传输。电力接收器放置在电力发送器上面时出现的典型启动顺序如下：

- 1、来自电力发送器的模拟 ping 检测到对象的存在。
- 2、来自电力发送器的数字 ping 为模拟 ping 的加长版，并让电力接收器有时间回复一个信号强度包。如果该信息强度包有效，则电力发送器会让线圈保持通电并进行下一步骤。
- 3、身份识别和配置阶段期间，电力接收器会发送一些数据包，对其进行身份识别，并向电力发送器提供配置和设置信息。
- 4、在电力传输阶段，电力接收器向电力发送器发送控制误差包，以增加或者减少电力。正常运行期间，每隔约 250ms 便发送这些包，而在大信号变化期间会每隔 32ms 发送一次。另外，在正常运行期间，电力发送器会每隔 5 秒钟便发送一次电力包。
- 5、为了终止电力传输，电力接收器会发送一条“终止充电”消息，或者 1.25 秒时长内都不进行通信。两种事件中的任何一个都会让电力发送器进入低功耗状态。

TI 的 WPC 兼容解决方案

TI 是 WPC 的创始会员之一，并在制定稳健的无线充电规范方面起到了积极的作用。TI 利用三种新开发的 IC 同时为电力接收器和电力发送器提供可靠的解决方案。电力接收器使用 MSP430bq1010 和 bq25046 器件。电力发送器基于 bq500110，其支持 A1 型（单线圈）结构。接收器和发射器 IC 均能够与其他 WPC 兼容解决方案通用。

电力接收器中的 MSP430bq1010 处理所有逻辑功能和通信。板上模数转换器监控进入 bq25046 的电压电平以及从 bq25046 流出的电流电平。bq25046 向 MSP430bq1010 提供负载电流信息，之后其使用这一信息来控制电力发送器的工作点。bq25046 拥有一个为 MSP430bq1010 和逻辑电路供电的低电流 3.3-V 低压降调节器 (LDO)，而一个更大的 5.0-V LDO 能够向主输出提供高达 1A 的电流。

电力发送器解决方案通过 bq500110 实现。这种器件对来自电力接收器的串行数据进行解调和解码。控制电路首先确认电力接收器实际为一种 WPC 兼容设备，然后对电力发送器进行相应的配置。

TI 的 BQTESLA100LP EVM 套件将单独的发送器和接收器设计组合到一个包括了机械封装的一个套件中。该套件既可用于 IC 评估也可以用作设计实例。WPC 已确认这些电力发送器和接收器解决方案符合 1.0 版规范。无需使用软件来操作 EVM，其仅需要一个 19-V 输入。在高达 1A 电流条件下，EVM 套件的输出为 5V。发送器 EVM 包括多个 LED 选项，用于直观指示电力发送器状

态。另外，两个蜂鸣器选项提供电力传输开始的声音提示。

结论

WPC 标准是一整套让制造厂商相信其组件可以与其他为电感电力传输而设计的各种 WPC 认证组件协调工作的指导原则，从而开发大量的解决方案。

参考文献

如欲了解本文的更多详情，可以登录 www.ti.com/lit/litnumber（用下列 TI 文献编号代替 litnumber），下载 Acrobat® Reader® 文档。

文献名称 文献编号

1、无线充电联盟。《系统描述无线电力传输》，Vol. 1, 第 1 部分, Version 1.0[在线]。网 址 :

<http://www.wirelesspowerconsortium.com/downloads/wireless-power-specificationpart-1.html>

2、《无线电力发送器管理器》，bq500110 产品说明书 slusae0

3、《针对无线电源应用的 1.1A、单输入 5-V 电源 IC》，bq25046 产品说明书.. slusa83

4、《无线接收机侧通信与无线电源电力监控 IC》,MSP430bq1010 产品说明书 slas696

5、bq500110EVM-688 评估板用户指南..... slvu429a

6、bq25046EVM-687 评估板用户指南..... slvu420