

# 单片全桥式AutoResonant发送器IC简化无线充电设计

Eko Lisuwandi, 凌力尔特公司电源产品部设计部门负责人

电池在日常设备中的使用变得越来越普及了。在很多这类产品中, 充电连接器是难以或无法使用的。例如有些产品需要密封机壳, 以针对严酷环境保护敏感的电子组件, 以及允许便利地清洁或消毒。另一些产品可能是因为太小而容纳不下连接器, 而且如果电池供电应用包括移动或旋转部件, 那么在这类应用的产品中, 就不用再考虑有线充电的可能性了。在这类以及其他一些应用中, 无线充电很有用, 提高了可靠性和坚固性。

无线功率传送有很多方式。在不到几英寸的短距离上, 常用电容或电感耦合。本文讨论的是使用电感耦合的解决方案。

在典型的电感耦合无线功率传送系统中, AC磁场由发送线圈产生, 然后该磁场再在接收线圈中引起AC电流, 就像一个典型的变压器系统。变压器系统与无线功率传送系统的主要差别是, 在无线功率传送系统中, 用空气隙或其他非磁性材料构成的间隙隔离发送器和接收器。此外, 发送线圈和接收线圈之间的耦合在典型情况下是非常弱的。0.95至1的耦合在变压器系统中很常见, 但在无线功率传送系统中, 耦合系数则在0.8到低至0.05之间。

## 无线充电的基本原理

无线功率传送系统由两部分组成, 中间由空气隙隔开: 发送(Tx)电路, 包括一个发送线圈; 接收(Rx)电路, 包括一个接收线圈。

当设计无线功率传送电池充电系

统时, 主要参数是真正给电池增加能量的功率之大小。这一接收到的功率取决于很多因素, 包括:

- 发送功率的大小;
- 发送线圈和接收线圈之间的距离和对准度, 常常用两个线圈之间的耦合因数表示;
- 发送和接收组件的容限。

任何无线功率发送器设计的主要目标都是, 发送电路能够产生强大的磁场, 以确保在最差的功率传送条件下, 提供所需接收功率。但同样重要的是, 在最佳情况下, 要避免接收器过热以及电气压力过大。当输出功率要求较低, 耦合较强时, 这一点尤其重要。

## 用LTC4125实现简单但完整的发送器解决方案

发送器IC专为与凌力尔特产品库中多种不同电池充电器IC配套使用而设计, 这配套器件作为接收器, 例如LTC4120, 其为一款无线功率接收器和电池充电器IC。

LTC4125提供一个简单、强大和安全的无线功率发送器电路所需的全部功能。尤其是, 该器件能够按照接收器负载需求调节输出功率, 以及检测传导性异物的存在。

如之前提到的那样, 无线充电器系统中的发送器需要产生一个强大的磁场, 以确保在最差功率传送条件下, 提供所需接收功率。为了实现这个目标, LTC4125采用了凌力尔特公司专有的AutoResonant技术。

LTC4125 AutoResonant驱动

电路确保每个SW引脚的电压始终与进入该引脚的电流同相。当电流从SW1流向SW2时, 开关A和C接通, 开关D和B断开, 反之亦然。用这种方法逐周期锁定驱动频率, 可确保LTC4125始终以谐振频率驱动外部LC网络。这一点总是能够保证, 即使在连续地改变影响LC谐振电路谐振频率的变量时也不例外, 例如温度和附近接收器的反射阻抗。

运用这种技术, LTC4125连续调节集成全桥式开关电路的驱动频率, 以匹配串联LC网络的实际谐振频率。通过这种方式, 无需很高的DC输入电压, 也不需要精确度很高的LC值, LTC4125就能够在发送器线圈中高效地产生一个幅度很大的AC电流。

通过改变全桥式开关电路的占空比, LTC4125还调节串联LC网络波形的脉冲宽度。通过调高占空比, 串联LC网络产生更大的电流, 因此可向接收器负载提供更大的功率。

LTC4125周期性地扫描占空比, 以针对接收器负载情况找到最佳工作点。这种最佳功率点搜索在所有工作情况下都容许很大的空气隙和线圈之间较大的错位, 同时避免接收器电路过热和电气压力过大。扫描周期很容易用单个外部电容器设定。

图1所示系统能够容许相当大的线圈错位。当线圈错位显著时, LTC4125能够调节所产生的磁场强度, 以确保LTC4120接收全部充电电流。在图1所示系统中, 可以在长达12mm的距离上传送高达2W的功率。

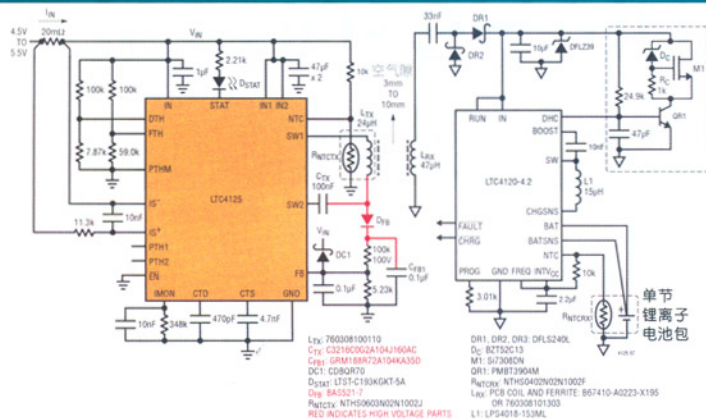


图1: 在一个把LTC4120-4.2作为接收器上的400mA单节锂离子电池充电器的无线功率系统中, LTC4125在103kHz驱动一个24μH发送线圈, 并采用1.3A输入电流门限, 119kHz频率限值及41.5℃发送线圈表面温度限值

## 传导性异物检测

就任何可行的无线功率传送电路而言, 另一个必不可少的特点是, 能够在发送线圈产生的磁场中检测传导性异物的存在。用来向接收器提供超过几百毫瓦功率的发送电路, 必须能够检测传导性异物的存在, 以防止在异物中形成涡流, 引起不希望出现的温度升高:

LTC4125的AutoResonant架构允许该IC以独特的方法检测传导性异物的存在。传导性异物会降低串联LC网络中的有效电感值。这导致AutoResonant驱动器提高集成全桥式电路的驱动频率。

图4(详见本刊网站)所示图形比较

了有和没有传导性异物存在时, 通过发送线圈所产生电压的频率。

LTC4125通过一个电阻分压器设定频率限制, 在AutoResonant驱动超过这一频率限制期间, 将驱动脉冲宽度减小到零。当LTC4125检测到传导性异物存在时, 就以这种方式停止传送功率。

请注意, 通过运用这种频率移动现象检测传导性异物的存在, 就可以直接在检测灵敏度与谐振电容器(C)及发送线圈电感(L)的组件容限之间做出权衡。就每个L和C值5%的典型初始容限而言, 这一频率限制可以设定为比预期的典型LC值形成的固有频率高10%, 以实现灵敏度合理的异物检测

和可靠的发送器电路设计。不过, 也可以使用更严格的1%容限组件, 同时频率限制设定为仅比预期的典型固有频率高3%, 以实现更高的检测灵敏度, 同时仍然保持设计的可靠坚固性。

## 功率变动的灵活性和性能

通过简单地改变电阻器和电容器的值, 同样的应用电路就可以与不同的接收器IC配对使用, 以实现更高瓦数的充电。

由于在发送电路上采用了高效率全桥式驱动器, 接收电路采用了高效率降压型开关拓扑, 所以可实现高达70%的总体系统效率。这个总体系统效率是用发送电路的DC输入和接收电路的电池输出计算得出的。请注意, 两个线圈的品质因数以及它们的耦合对系统的总体效率和对电路其余部分是同样重要的。

无需在发送器和接收器线圈之间进行任何直接通信, 就可实现LTC4125所有这些功能。这样一来, 就可以进行简单的应用设计, 涵盖高达5W的各种功率需求以及很多不同的实际线圈安排方式。图6(详见本刊网站)显示, 典型LTC4125应用电路的总体尺寸很小, 也很简单。如之前提到的那样, 大部分功能都可通过外部电阻器或电容器定制。EET