

新型助听器无线充电解决方案

作者：Steve Knoth，ADI公司电源产品部高级产品市场工程师

一般而言，助听器是一种小型可穿戴电子设备，放大声音以帮助听力受损的人。过去20到30年以来，助听技术一直在不断改进。例如，与相对便宜的较旧式模拟电路型助听器相比，更加精细复杂和较新型的数字助听器可通过编程以对某些频率的放大多于其他频率。此外，数字助听器可以调整

以满足佩戴者个人的独特听力需求，可以适应某些听说环境，还能够设定为专注于来自特定方向的声音。这些功能使助听器比简单的声音放大解决方案复杂得多。

大约15%年龄在18岁及以上的美国成年人(约3750万人)表示有某种程度的听力问题(数据来源：NIDCD)。

过去，美国助听器销售总量每年平均增长3%到4%，2014年，美国助听器销量超过300万个(数据来源：NIH)。两种最流行的类型是耳背式(BTE)助听器和耳道式/耳内式(RIC/RITE)助听器。

就BTE或RIC/RITE型助听器而言，如今最常见的供电解决方案包括

电池类型			
参数	锌-空气	镍氢金属	锂离子
是否可充电	否	是	是
电池年度成本*	约16美元*	约8.50美元*	约8美元*
运行时间**	约7到10天**	约1.5天**	约2.5天**
运行时外形尺寸	p13	p675	CP1254
运行时电池体积	265mm ³	700mm ³	743mm ³
保存寿命	约3年	约3年	约5年
电路解决方案尺寸	0	90mm ³	133mm ³
优点	外形尺寸和体积最小，运行时间最长，直接连至ASIC，制造商易于设计	电路简单，非常安全，不用更换电池因而使用便利，目前仅有单IC解决方案，制造商的设计复杂性很低	运行时间很长，不用更换电池因而使用便利
缺点	每隔7到10天用户需更换一次电池，因而使用不便	运行时间最短	目前没有单IC解决方案，制造商的设计复杂性中等，电路尺寸最大，电感器产生EMI/噪声

* 假定锌-空气电池成本为0.30美元、镍氢金属电池为8.50美元、而锂离子电池为8美元

** 运行时计算假定使用表中列出尺寸的电池时负载为2.4mW

表1：助听器电池比较

使用小型非充电锌-空气(Zn-Air)主电池(0.9V至1.25V)。这种电池的化学组成有极高的体积能量密度，因此可提供很长的运行时间，外形尺寸很小。不过，锌-空气电池不能充电，每隔7到10天，用户就得更换电池。对于手指不灵巧、上了年纪的退休人士而言，频繁更换放在很小的外壳中的小型电池尤其成问题。

相比之下，锂离子电池提供可以接受的运行时间，加上还可以充电，因此不需要频繁更换。不过，目前市场上没有单IC电池充电解决方案。典型的助听器电子电路直接用单节锌-空气电池运行，而锂离子电池的输出电压大约是锌-空气电池的3倍。因此基于锂离子电池的解决方案需要电池充电器和降压型稳压器来提供合适的电压，以给助听器ASIC(专用集成电路)芯片供电。这种多IC解决方案尺寸相对较大，并产生开关噪声/EMI，这对敏感的音频电路而言可能是个问题。

用可充电镍氢金属(NiMH)电池供电是两全其美的解决方案。镍氢金属

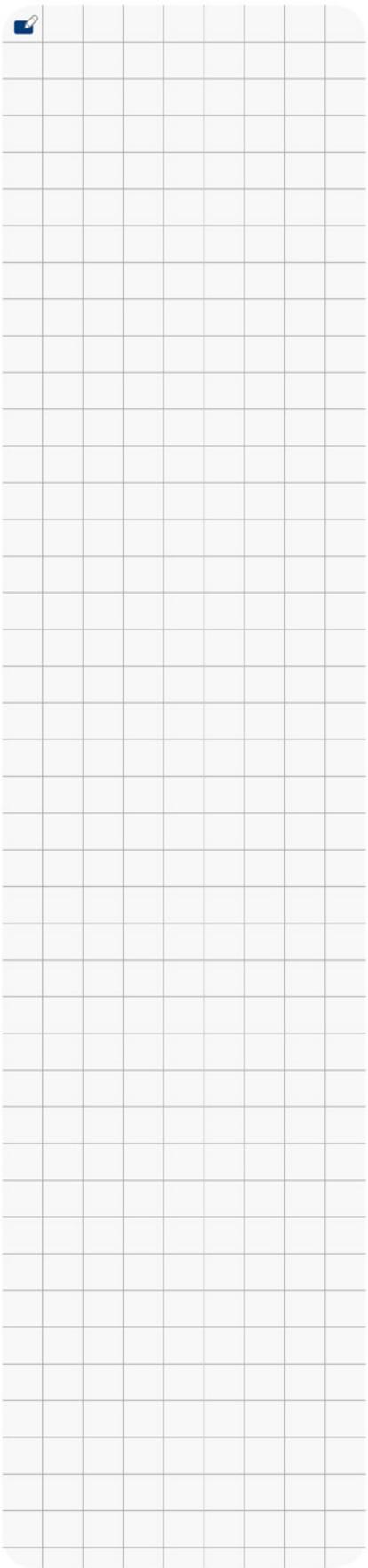
电池的电压输出几乎与锌-空气电池相同(因此无需增加降压型稳压器)，是可充电电池，而且外形尺寸与标准锌-空气电池相同，从而允许构成总体外形尺寸很小的助听器，因此是一种非常有吸引力的选择。

那么，为什么需要无线充电器呢？答案很清楚：电池可充电，就无需频繁更换电池了，正如上面已经提到的那样，这对手指不灵巧的人是非常有利的。此外，甚至对那些手指仍然灵活的人而言，不用频繁更换电池也更方便。无线充电方法与镍氢金属电池相结合，可以提供一种坚固、便利的充电解决方案。这种解决方案使助听器能够实现密封和防水，减少了打开助听器的需求，同时还可保护助听器，因此提高了可靠性和寿命。

表1列出了上述3种类型电池各自的优缺点。

无线功率传输(WPT)

电感性WPT系统(如图1所示)由发送器电子电路、发送线圈、接收线圈和接



收器电子电路组成。接收到的功率取决于很多因素：发送功率、发送(Tx)线圈和接收(Rx)线圈(距离、对准度、物理特性、铁氧体等)、附近的无关金属物体以及组件容限。在无线功率传输系统中，功率是采用一个交变磁场来发送的。发送线圈中的AC电流产生一个磁场。当接收线圈被置于该磁场中时，在接收线圈中将感应一个AC电流。在接收线圈上感应的该AC电流是在发送器上施加的AC电流以及发送线圈和接收线圈之间的磁耦合的一个函数。可采用谐振来改善跨越空气间隙的功率传输距离，借助的方法是把一个谐振电容器连接至接收线圈，以产生一个调谐频率与发送线圈AC电流频率相同的LC谐振电路。

过去，建立一个WPT充电系统需要复杂的解决方案：电池充电器、降压型开关稳压器和WPT电路。这种复杂的解决方案往往尺寸很大，难以设计。

新的无线功率接收器和镍氢金属电池充电器

解决上述问题的无线功率接收器和充电器解决方案需要具备以下特点：

- 无线充电—无需频繁更换电池，允许构成密封、防水和更加坚固的助听器
- 单片式解决方案—小型集成式接收器和WPT电路都在一个IC之中
- 温度补偿充电—允许安全地给镍氢金属电池充电
- 锌-空气电池检测—助听器可以用镍氢金属电池或锌-空气电池供电。可充电镍氢金属电池在正常情况下使用，但用户也许有忘记给镍氢金属电池充电的时候，在这种紧急情况下，可以安全地插入不可充电的锌-空气电池，LTC4123确保不会给锌-空气电池充电(因此不会损坏锌-空气电池)。
- 极性反置检测—在电池方向插反

时停止充电

- 充电状态指示—用户可以知道何时给电池充电
- 充电安全定时器—针对电池提供安全保护
- 温度过高/过低检测—如果电池温度达到极端值，就暂停充电
- 尺寸很小的纤巧总体解决方案

为了满足这些具体的需求，ADI公司推出了LTC4123。该器件是一款30mW无线接收器，具面向镍氢金属电池的恒定电流/恒定电压线性充电器，例如Varta公司的PowerOne ACCU Plus系列电池。一个连接至LTC4123的外部LC谐振电路使得该IC能够以无线的方式从一个由发送线圈产生的交变磁场接收功率。集成的电源管理电路将耦合的AC电流转换成给电池充电所需的DC电流。用LTC4123进行无线充电允许产品是完全密封的，并且免除了不断地更换锌-空气主电池的需要。

不过，就需要灵活地用多种电池化学组成运行的产品而言，LTC4123的锌-空气电池检测功能允许相同的应用电路用可充电镍氢金属电池和锌-空气主电池互换运行。两种类型的电池都可以直接给助听器ASIC供电，而无需额外的电压转换。相比之下，除了给ASIC供电的无线电池充电功能，3.7V锂离子电池还需要一个降压型稳压器。

LTC4123对来自接收线圈的AC功率整流，还可以接受2.2V至5V输入，以给全功能恒定电流/恒定电压电池充电器供电。充电器的功能包括高达25mA的可编程充电电流、具±1%准确度的温度补偿1.5V单节电池充电电压、充电状态指示和一个内置的安全充电终止定时器。温度补偿的充电电压保护镍氢金属电池，并防止过度充电。当电池插入极性反置时，LTC4123防止充电，如果温度过

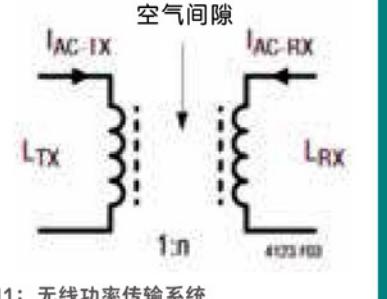


图1：无线功率传输系统

高或过低，就暂停充电。

LTC4123采用高度紧凑的扁平(0.75mm)6引线2mm×2mm DFN封装。该器件的E级版本在20°C至85°C温度范围内工作有保证。

用LTC4123实现无线功率传输

电感性无线功率传输系统由发送器电子电路、发送线圈、接收器电子电路和接收线圈组成。在这类系统中，LTC4123构成了接收器电子电路的基础。接收线圈可集成到接收器电子电路的印刷电路板(PCB)中。连至ACIN引脚的外部LC谐振电路允许该器件从发送线圈产生的交变磁场无线接收功率。LTC6990 TimerBlox压控晶体振荡器可用作发送器，如LTC4123数据表中所示。参见图2的典型应用原理图。参见图3、4和5的接收器/充电器和发送器演示电路板，以了解这个尺寸很小的纤巧解决方案。

架构优势

与基于锂离子电池+降压型稳压器的多芯片方法相比，LTC4123解决方案具有以下架构优势：

1. 单节可充电镍氢金属电池恰好可以天衣无缝地取代标准助听器应用的锌-空气主电池。
2. 就给定尺寸的电池而言，镍氢金属电池也许不能提供与锂离子电池解决方案同样长的运行时间，但是其运行时间对应用而言足够了。
3. 无需额外的降压型稳压器，因此减

图2：调谐在244kHz的无线、25mA、p675镍氢电池线性充电器

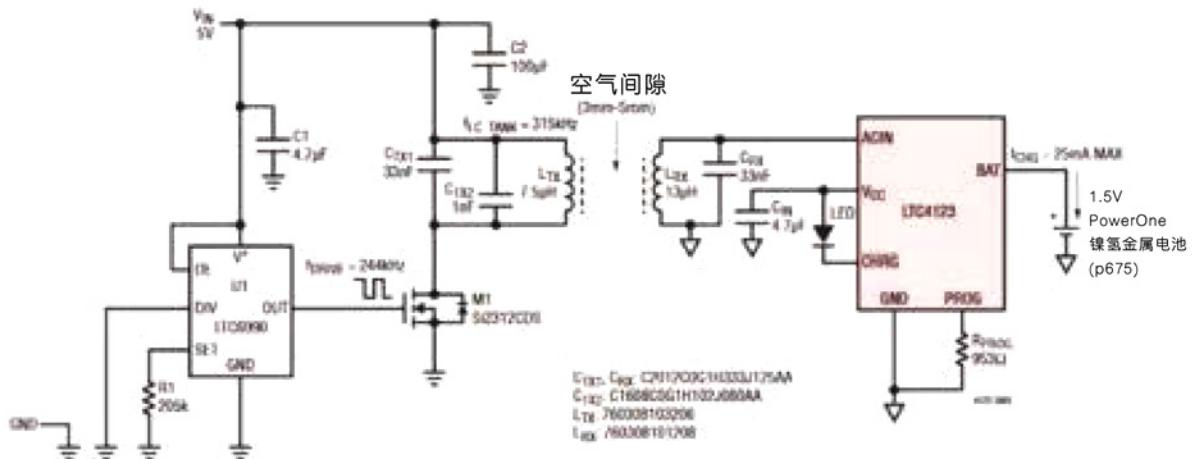


图2: LTC4123典型应用原理图

小了解决方案尺寸、降低了复杂性和成本，不用担心干扰音频质量的EMI/EMC开关频率噪声。

- 非常简便的单芯片无线充电解决方案以适用于镍氢金属电池化学组成。

结论

基于LTC4123的可充电镍氢金属电池供电解决方案为助听器设计师提供了出色的功能和易于实现性。镍氢金

属电池与锌-空气电池的电压输出几乎相同，是可充电的，外形尺寸与标准锌-空气电池几乎相同。LTC4123提供一套独特的功能，在对系统做出

很少改变的情况下，为助听器或其他可穿戴设备提供了无线可充电能力和广泛的保护功能。最后，手指灵巧性不再是更换电池的前提条件了！

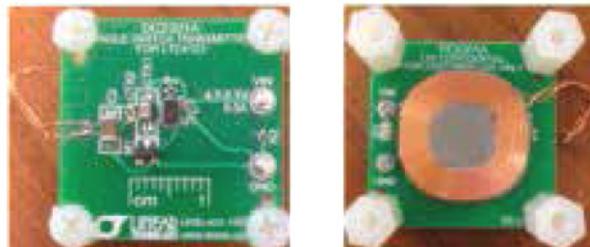


图4: 紧凑和简便的发送电路和发送线圈(发送器演示电路板的正面和反面)