

微距离无线充电器电路图设计

1 引言

无线电技术用于通信，已经在全世界流行了近一百年。从当初的无线电广播和无线电报，发展到现在的卫星和微波通信，以及普及到全球几乎每一个人的移动通信、无线网络、GPS 等。无线通信极大地改变了人们的生产和生活方式，没有无线通信，信息化社会的目标是不可议的。然而，无线通信传送的都是微弱的信息,而不是功率较大的/能量。因此许多使用极为方便的便携式的移动产 品，都要不定期地连接电网进行充电，也因此不得不留下各种插口和连接电缆。这就很难实现具有防水性能的密封工艺，而且这种个性化的线缆使得不同产品的充电器很难通用。如果彻底去掉这些尾巴,移动终端设备就可以获得真正的自由。也易于实现密封和防水。这个目标必须要求能量也像信息一样实现无线传输。

能量的传送和信号的传输要求显然不同，后者要求其内容的完整和真实，不太要求效率，而前者要求的是功率和效率。虽然能量的无线传送的想法早已有之，但因为一直无法突破效率这个瓶颈，使它一直不能进入实用领域。

目前，这个瓶颈仍然没有实质性的突破。但是如果对传输距离没有严格要求（不跟无线通信比），比如在数 cm（本文称微距）的范围内，其传输效率就很容易提高到 满意的程度。如果能用比较简单的设备实现微距条件下的无线传能，并形成商业化的推广应用，当今社会随处可见的移动电子设备将有可能面临一次新的变革。

2 工作原理

将直流电转换成高频交流电，然后通过没有任何有有线连接的原、副线圈之间的互感耦合实现电能的无线馈送。基本方案如图1所示。

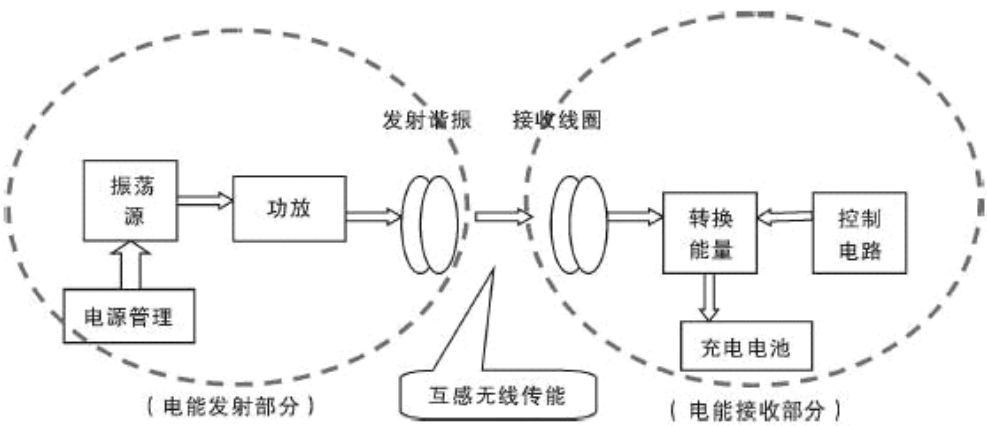


图 1 无线电能传输装置方案示意图

www.cndzz.com

本无线充电器由电能发送电路和电能接收与充电控制电路两部分构成。

2.1 电能发送部分

如图2,无线电能发送单元的供电电源有两种: 220V 交流和24V 直流(如汽车电源),由继电器 J 选择。按照交流优先的原则,图中继电器 J 的常闭触点与直流(电池 BT1)连接。正常情况下 S3处于接通状态。

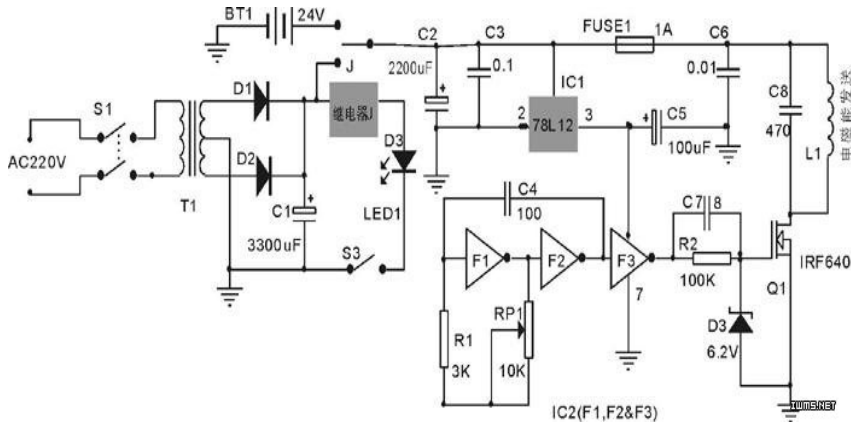


图2无线电能发送单元电路图

当电池充满(略大于4.15V)时, IC3的反相输入端2略高于4.15V。运放便输出低电位, 此时Q4截止, 恒流管Q5因完全得不到偏流而截止, 因而停止充电。同时运放输出的低电位经R8使Q3导通, 点亮LED3作为充满状态指示。

两种充电模式由R6、R7决定。这个非序列值可以在E24序列电阻的标称值为918的电阻中找到, 就用918的也行。

如果作为产品设计, 这部分电路应当尽可能微型化(电流表电压表只是在实验品中调试时用, 产品中不需要), 最好成为电池的附属电路。

3 主要元器件选择

电源变压器 T1: 5VA18V,这里利用现有的双18V 的, 经整流滤波后得到约24V 的直流

继电器 J: DC24V,经测量其可靠吸合电流为13mA

保险管 FUSE: 快速反应的1A

可调电阻 RP1和 RP2: 用精密可调的

谐振电容 C8: 瓷介电容耐压不小于63V

整流桥 D5-D8: 用高频开关管1N4148

精密电压源: TL431

运放 IC3: OPA335,TI 公司的轨对轨精密单运放

晶体管 Q3、Q4和 Q5: 要求漏电流小于0.1uA,放大倍数大于200,图中已标型号

发光管 LED2: 普亮(红), 正向VA 特性尽可能陡直(动态电阻小, 稳压特性好)

发送线圈 L1: 用U1mm 的漆包线在U66mm 的圆柱体(易拉罐正好)上密绕20匝, 用502

胶适当粘接，脱胎成桶形线圈

接收线圈 L2：用 U0.4mm 的漆包线在同样的圆柱体上密绕20匝，脱胎后整理成密圈形然后粘接固定。这是为了使接收单元尽可能薄型化

4 调试要点

在发送单元的 FUSE1回路上串入电流表，以保持监测。按以下顺序调试。

4.1 调工作频率

调 PR1使 F1-F2产生的方波频率与 C8L1的谐振频率一致。此时电流表的读数最小，接收线圈 L2所得的感应电压最大，暂不接被充电池 BT2。

4.2 调基准电压

保持 L1与 L2相距2cm 并同轴，此时 C5两端的直流电压应当有18-20V。

调 RP2使其两端电压为4.15V,这就是锂离子电池的充电终止电压。改变 L1与 L2的间距，在 0-6cm 之间基准电压应当恒定为4.15V。

任何一项调试必须在保证其他条件不变的情况下进行。

4.3 调充电控制

增大 L1与 L2的间距（约55mm），使 C5两端的直流电压降为8V。或者关掉发送单元，在 C5两端接上8V 的实验电源。

在运放输出高电位的情况下，将 R10换成5M 的电位器，由大往小调，在能保证 Q4完全饱和的情况下，对其电阻的最大值取3/4,成为调定的 R10。这是为了即保证控制可靠，又要尽可能省电。

4.4 调充满显示

在运放输出高电位时，保证 Q3截止（LED3不亮）的前提下，R5取最大。

在运放输出低电位时，在 LED3中串入电流表，调 R8使电流表读数为0.5mA,此时 LED3有足够的亮度（方法同4-3,目的同4-3）。

这样，接收单元的充电控制电路总耗电不到2mA。其中 R4支路有1mA 左右，Q3和 Q4有0.5mA（Q3和 Q4不会同时导通），IC2耗电更小（小于0.01mA）。

5 性能测试

应保证 L1与 L2附近没有其他金属或磁介质。

5.1 耦合性能

在接收单元空载（不接被充电池）情况下，保持 L1与 L2同轴，改变 L1-L2间距，测量接收单元 C5两端电压 DCV。

在5cm 内, 充电控制电路能保证准确可靠的工作, 6cm 仍可充电。

L1 L2间距	0cm	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm	6cm
DCV	23.3V	21.4V	19.8V	15.3V	12.6V	8.76V	5.87V

5.2 充电控制

保持 L1 与 L2 同轴并固定于相距2cm,接上待充电池, 并接上电压表。

断开 SW,电流表读数为10mA,此为慢充电工作方式; 接通 SW,电流表读数为30mA,此为快充电工作方式。

当充电使电压表读数达到4.15V 时, LED3熄且 LED2亮, 同时电流表读数为零, 表明电池 BT2已被充满并自动停止充电, 并且显示这一状态。

测试时, 被充电池可用一只20000uF 电容代替, 以缩短充电时间便于测试。

5.3 换能效率

仍保持 L1 与 L2 同轴相距2cm,充电器分别工作于快充、慢充和停充, 测量。

	负载 电流	接收器 电 压	负载 功率	发射 电流	发射消 耗功率	效率
快充	31.6mA	16.8V	0.53W	0.16A	3.84W	14.3%
慢充	11.6mA	18.2V	0.21W	0.11A	2.64W	9.1%
停充	1.63mA	19.8V	0.03W	0.04A	0.96W	4.2%

5.4 电源切换

断开 S1,继电器复位, 由直流电源 BT1供电; 接通 S1,继电器吸合, 由交流电源供电, 此时 BT1被断开。

两种供电方式对以上测试结果完全相同。

S3用于两种供电方式的人工切换或强行用直流, 一般处于接通状态。

6 结语

作为可行性探索实验的样机, 本设计仅针对100mAh 左右的小容量锂离子电池和锂聚合物电池, 适用于 MP3、MP4和蓝牙耳机等袖珍式数码产品。将它推广到大容量电池, 并不存在原则性的障碍。当然, 从实验室的样机到市场中的产品, 可能还有比较漫长和艰难的工作, 如电磁辐射的泄漏问题, 成本控制与产品工艺, 以及市场切入与消费启动等。

