

笔记本电脑无线电源的 DIY 制作

- **笔记本电脑无线电源面临的问题**

笔记本电脑的有线电源通常为 20V/3A 左右。对于一般常见的开关电源来说，加上一些损耗，这个电源的贮备功率要求在 70W 以上，这是一个瓶颈值。在这个有线电源的功率接近极限值的情况下，要用无线电源来实现与有线电源相同的供电和充电功能，无疑是一个极大的技术挑战，将面临以下多方面的技术问题：

1. 功率问题
2. 效率问题
3. 涡流问题
4. EMC 问题
5. 结构问题

无线供电与有线供电在物理上的主要区别是：无线供电不与用电器有物理上的连接，如果把有线供电的变压器耦合看作一个封闭系统，那么无线供电必须是一个开放式系统，即能量不是通过变压器磁芯来耦合，而是以电磁波辐射的方式由发射端经过一段距离后传到接收端，因此损耗比有线电源大得多，效率也低得多，更为麻烦的是随之而来的涡流问题、EMI 和 EMC 问题就显得十分突出——在这样强大功率的磁场下，涡流可能会导致笔记本电脑内部的元件尤其是芯片类（包括 CPU）严重发热，甚至损坏；同时，由于巨大的电磁辐射，可能会对笔记本电脑本身、电源网络以及周边环境造成严重干扰，甚至威胁。另外，笔记本电脑是一个集成度很高的便携式产品，内部空间极为有限，因此，要求无线电源必须重量轻、体积小，才有可能嵌入笔记本电脑内部。

图 1



点磁共振芯片介绍

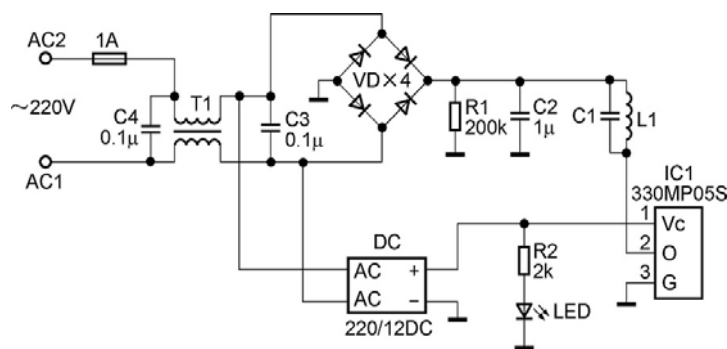
所幸的是，芯片VOX330MP05S和VOX20K3A使笔记本电脑的无线供电成为可能。这是一对基于电磁共振的专用大功率发射和大功率接收IC，具有较高的发射和接收效率，其外观见图 1。

- VOX330MP05S是一块 3 脚封装（与TO-220 相当）的电磁共振专用发射芯片，具有高达 100W的发射能力，而体积只有 22mm×12mm×9.5mm，它的第 1 脚为电源端，工作电压 9~12V，3 脚为地，2 脚为输出端，IC内建振荡器、电压比较器、功率限幅器、推动电路和功率输出管，其输出端可承受 1000V以上的高压脉冲，非常适用于高压驱动的应用。图 2 就是利用 220V~整流后给电磁共振回路供电的一个实例。

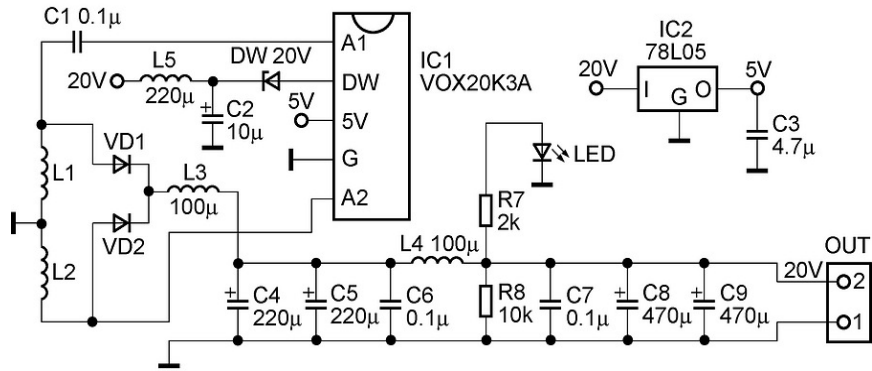
图中C4、T1 和C3 组成滤波网络，串联于电网与发射电路之间，作用是用于吸收发射电路中的谐波反馈到电网上，也可以防止电网上的浪涌电压对发射电路的影响。4 个二极管和C2 为整流、滤波电路，直接将 220V~的市电整流得到一个约 300V的直流电压，这个电压经L1 和C1 组成的并联谐振回路加到VOX330MP05S的输出端，图中DC为一个 12V/100mA的电源转换模块，为IC1 提供工作电压。

VOX20K3A 是一块五脚厚膜封装电路，尺寸为 33mm×30mm×6.3mm，内部集中了电磁共振所需要的相位检测、电压检测、电流检测、功率校正等功能，其应用的工作原理见图 3。

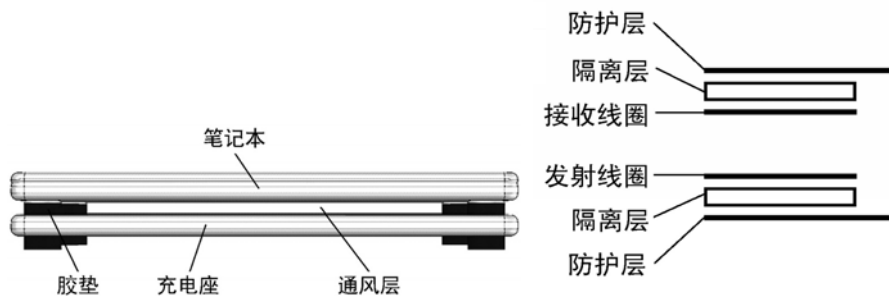
VOX20K3A需要提供一个 5V的工作电压，工作电流约 30mA，可由LM78L05 提供，2 脚上的硅稳压管决定了整个电源的输出电压，关系为： $V_{out} = DW + 1.2V$ ，因此，不同的稳压管将得到不同的输出电压，但稳压管必须在 9~24V之间选择。A1 和A2 分别为补偿输入和输出端，C1 为输入电容，L1 和L2 为两个串联的接收线圈，也可以用一个线圈代替，VD1 和VD2 为整流管，选用快速管或肖特基管，电流大于 3A即可。L3、L4 及C4~C9 为滤波电路，用于减少纹波，稳定电压。



发射电路 图 2



接收电路 图 3



发射和接收的层次关系 底座与笔记本电脑的关系 图 5 图 4

笔记本电脑无线电源的规划

无线电源可以免除电源线频繁插拔的麻烦，也可以随时给笔记本电脑电池充电，为使用者带来方便。但要使用无线电源，必须解决上面提及的多方问题。

1.空间结构问题

笔记本电脑在使用中，有一定的发热，尤其是在夏天，发热更为明显，不少使用者均为之配上一个底座，以帮助散热。

无线电源分为两部分，发射部分可以装在底座上，接收部分置于笔记本电脑内部，中间有通风层以便空气对流，结构分布见图 4。

笔记本电脑内部结构是很充实的，根本没有空间来放置无线电源的接收电路，因此，若要实用，必须通过工程设计来调整笔记本电脑的内部结构，但作为实验，可以作如下调整：将笔记本电脑的光驱取出，将无线电源的接收部分置于光驱的位置。

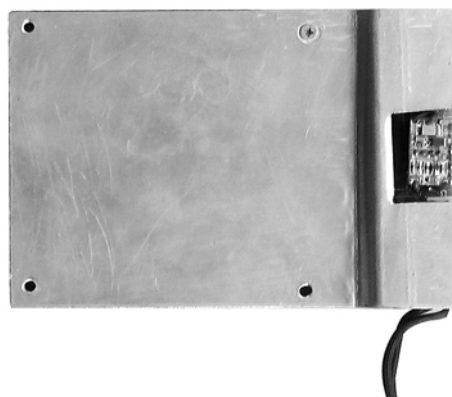
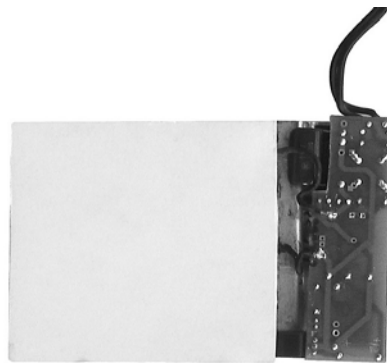
2.涡流的解决方法

当大面积的金属（电和热的良导体）置于电磁波中，就会产生涡流而发热，电磁炉就是利用这个原理做成的。在笔记本电脑中，是绝对不允许这种情况存在的。笔记本电脑中的高密度电路，特别是 CPU 等内部有许多回路，若将它们置于电磁场中，无异于一块大面积金属，势必发热严重！如何解决它？

要消除涡流，关键是不能让 CPU 等高密度器件工作于电磁场中，因此必须在接收线圈的上方增加一层隔离层，阻止电磁波进一步往上面传播，隔离层可以用反波材料，要求有一定的厚度，如图 5 所示。防护层可以是金属片，以吸收经过隔离层后的剩余电磁波，当然它会因此发热，所以隔离层的品质不仅影响发热，也严重影响电源的整体效率。防护层兼做散热片，所有发热元件全部用散热胶贴于上面。

EMI 和 EMC 解决方法 3.

EMI主要有两方面，即传导干扰和辐射干扰，图 2 中的C4、T1 和C3 可以很好地消除前者。至于后者，也可在发射线圈的下方，增加隔离层和防护层，以最大限度地减少电磁波的对外辐射。当然，接收电路的品质，特别是材料的品质，是减少电磁辐射、提高效率的关键，而PCB的质量与线圈的品质在减少二次谐振和谐振辐射方面起着重要的作用。



发射板（仰视） 发射板（俯视） 图 7 图 6

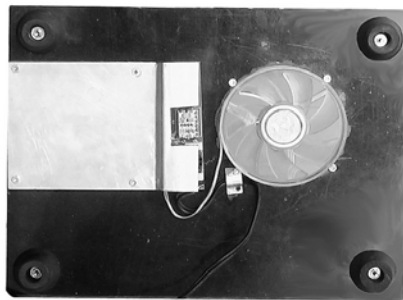
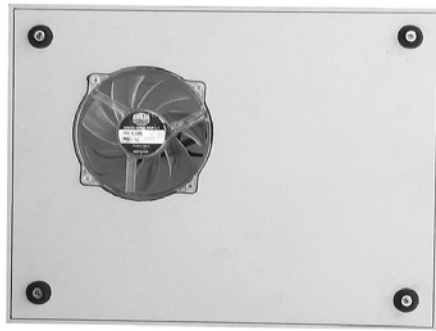
- 笔记本电脑无线电源的制作

1.发射器和底座的制作

发射器主要由发射线路板和发射线圈板两部分组成。

发射线圈板共有 4 层，从上到下分别是：表面绝缘防护层、线圈层、隔离层和底面金属防护层，每一层之间均用胶粘剂贴牢。发射线圈板的大小约为 10cm 见方，但底部的金属隔离层必须长些，为 13cm 左右，多出的面积主要用于安装发射芯片 VOX330MP05S 并作为芯片的散热器。

发射线路板上的 DC 模块选用体积小的 AC/DC，AC220V 输入，12V/200mA 输出即可，这个电源除了为发射芯片提供 20~30mA 工作电流，也是外接风扇的电源。发射芯片必须卧装，以便全面贴在散热片上，即底面金属防护层上，如图 6 和图 7 所示。



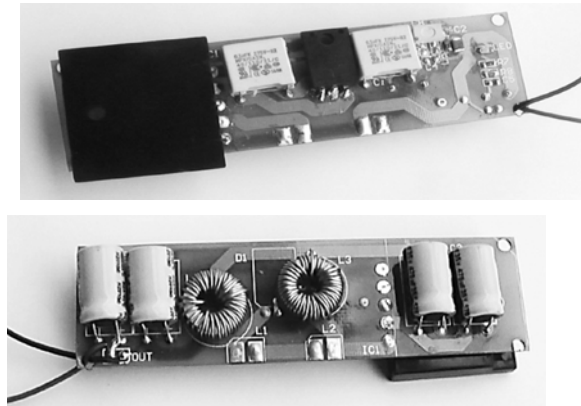
发射底座（仰视） 发射底座（俯视） 图 9 图 8

取一块塑料板，大小与笔记本电脑相当，在对应于光驱的位置，用螺丝将发射板固定于下方，在靠近发射板的附近挖一个孔，用于安装风扇。当然还得装上 4 个胶质脚垫，同时别忘了将电源线的输入端固定，以免使用中脱落或断裂而导致事故，如图 8 和图 9 所示。

2.接收器的制作

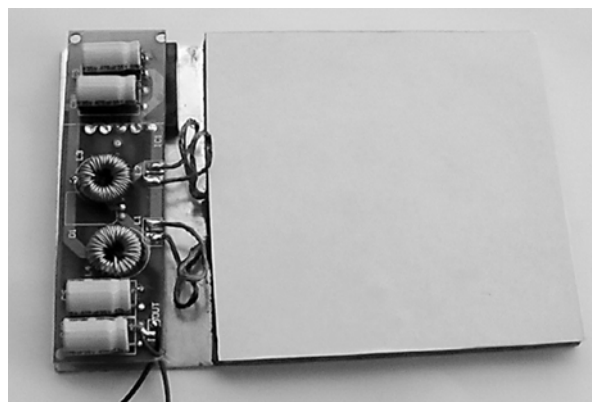
接收器也由接收线路板和接收线圈板两部分组成。

接收线路板的尺寸约为 10cm×3cm，板上有几个元器件必须安装在散热器上，即整流管 VD1、VD2 和接收芯片 VOX20K3A。如图 10 和图 11 所示。



接收线路板（俯视） 接收线路板（仰视） 图 11 图 10

接收线圈板的结构与发射线圈板相同，也分为 4 层，但排列方向刚好相反，从上到下分别是：顶面金属防护层、隔离层、线圈层和表面绝缘防护层。金属防护层也用作散热片，几个易热的元件紧贴其上，见图 12。



接收板（俯视） 图 12