

一、走线要求：

- 1、走线要在弯折处 0.5mm以上开始走线。
- 2、FPC金手指两边边缘为 0.5mm左右，并且把多余的部分要剪掉。最好是设计时在每边多加 1 个焊盘。
- 3、TCP, COF必须正反加保护胶带，若是 COG的必须加黑色胶带。
- 4、在空间允许的情况下尽量把 0402 的封装换成 0603 的封装。
- 5、将 Autocad 的 PCB冲模绘图档用 DXF格式转换导入，把所有线及字符放到 同一层，且用同一颜色，导入到 PCB中要保留所有重要信息（ Pin 脚的顺序号、固定的元器件位置、背光定位柱、露铜的位置），去掉不需要的内容，并且把 PCB冲模绘图定位到原点坐标点（ 0, 0）。
- 6、在 FPC需要弯折的区域最好不要有 通孔和 MARK点，以减少应力利于弯曲。
- 7、需要 ACF的区域反面要平整，不要有高低不平的图形存在。
- 8、线路最好在通孔处加上泪滴盘，折角处 有弧度拐弯 会更好。
- 9、由于要 SMT贴片，务必在线路上要有 光学点，具体位置放置在需要贴片的 区域对角位置，通常做直径 0.8-1.0mm 大小的焊盘。
- 10、为了保证 FPC的柔软性，在地线铺铜的时候，最好把大铜皮做成 0.2mm 以上的线宽线距的网络，同时也可以保证板子的平整性。
- 11、大铜皮和线路的间距最好保证在 0.2mm以上，以防止制作过程中的残余铜皮蚀刻不净。
- 12、走线不要走 锐角；不要走 环形线。
- 13、在 IC 的 Power/GND间放置 0.1uF 的去耦电容连接，走线尽量短。
- 14、将 FPC上未使用的部分设置为接地面。在板子的 四周多打一些 GND Via孔有利于接地屏蔽性能好。
- 15、一般情况下尽量少用 Via 孔并且（ Pad）与 Trace 之间间隙一般最小为 8mil。
- 16、走线方式：一般是走 135o，不要走 90o折线，减少 高频噪声发射。
- 17、元器件走线不要太靠边，线与板边最小为 10mil，元器件与板边最小为 0.6mm,铜泊间隙最小为 10mil。
- 18、Via 孔直径最小为 20mil，Hole 最小为 10mil，在空间允许的情况下可以尽量加大。
- 19、如果敷铜代替地线一定要注意整个地是否连通，避免有 弧铜。
- 20、对于 DC/DC的电路请参考供应商的资料。
- 21、线路板如果有 连接器和 BGA封装的零件，在线路板上应增加两个直径大于 0.5mm并带绿油避空的金属 PADS点（最好在对角上），作为 SMT用的对位点。
- 22、画原理图时要特别注意引脚网络的对应检查，包括空脚。
- 23、设定合理布板规则（ Design Rules），并使用 Verify Design) 检查是否有 短路、间距太小或预拉线等。

- 24、新建的元件封装应按照 1 : 1 的图纸比例打印出来和原元件进行对比。
- 25、正确的接口位或有定向的元件必须有正确的清晰的 Mark 点。
- 26、接口封装、IC 等的第一脚用不同于其他的焊盘外形，或在旁边（不被 IC 覆盖的位置）加白油圆点金属圆点表示。
- 27、特别要注意二极管和有极性电容的正负极以及可调电阻、三极管的各脚电气序号的正确性。
- 28、还有一些设计规则请参考模组 PCB设计规范如：线宽要求和元器件摆放要求以及丝印要求。
- 29、镂空的 FPC金手指 Pad的走线要拉长 0.5mm以上才能弯折走线。
- 30、FPC的 Pad与 PCB的 Pad在装配焊接时至少要多留出 0.3mm, 以防虚焊。

模组 PCB设计规范

一、走线要求：

- 1、走线不要走锐角；不要走环形线。
- 2、SPE+/SPE-, REC+/REC-走平行线要尽量短，SPE+/SPE- 和 REC+/REC-之间用地线隔开，MOTOR，SPE+/SPE-, REC+/REC-走线最小要 8MIL。
- 3、多个功能电路内一同工作，可能相互产生干扰时，要考虑单点经过电阻、电容或磁珠接地和单点经过电阻、电容或磁珠接电源。
- 4、数据线和 Power 线不能走在同一层，那样容易产生 EMI (Electro Magnetic Interference), 尽量分层走线。
- 5、Top 层和 Bottom 层尽量少走线，每层走线尽量均匀分布。
- 6、在 IC 的 Power/GND间放置 0.1uF 的去耦电容连接，走线尽量短。
- 7、不要在 PCB边缘安排重要的信号线，如时钟线和复位线等。
- 8、将 PCB上来使用的部分设置为接地面。在板子的四周多打一些 GND Via孔有利于接地屏蔽性能好。
- 9、一般情况下尽量少用 Via 孔并且 (Pad) 与 Trace 之间间隙一般最小为 8mil。
- 10、走线方式：一般是走 135o，不要走 90o折线，减少高频噪声发射。
- 11、元器件走线不要太靠边，线与板边最小为 10mil，元器件与板边最小为 0.6mm, 铜箔间隙为 10mil。
- 12、Via 孔直径最小为 20mil，Hole 最小为 10mil，在空间允许的情况下可以尽量加大。
- 13、尽可能缩短高频元器件之间的连线，设法减少它们的分布参数和相互间的电磁干扰，易受干扰的元器件不能相到靠的太近，输入和输出元件应尽量远离。

14、晶振是常见的一种高频信号源，可行的做法是控制信号的幅度，晶振外壳接地，对干扰信号进行屏蔽，采用特殊的滤波电路及器件等。

15、如果敷铜代替地线一定要注意整个地是否连通，避免有弧铜。

16、高速数字信号和敏感模拟信号走线尽量短。

17、高频信号走线应减少使用过孔连接，对高频信号走线应采用单一连续走线，避免出现从一点延伸出几段走线的情况，所有信号线走线一定要远离晶振电路。

18、对于 DC/DC 的电路请参考供应商的资料。

二、线宽要求：

1、一般情况下，VSS GND 10~20mil 左右，VDD VCC Reset、RS CS, CLOCK 线 8~12mil，VBAT 要比 VDD VCC Reset、RS CS, CLOCK 线更宽一些，数据线 4~8mil，一般看 PCB 板空间大小而定。

2、尽量加宽电源、地线宽度，它们的关系是：地线 > 电源线 > 信号线；输入和输出端用的导线应尽量避免相邻和平行，最好加线间地线，以免发生反馈耦合。

三、元器件摆放要求：

1、保护器件位置选择，一般越靠近被保护器件越好。

2、模拟器件和数字器件要分开，尽量远离。

3、放置器件时要考虑以后的焊接，不要太密集，一般最小为 0.6mm。

4、去耦电容尽量靠近器件的 VCC。

5、以每个功能电路的核心元件为中心，围绕它来进行布局，元器件应均匀整齐、紧凑地排列在 PCB 上，尽量减少和缩短各元器件之间的引线 and 连接。

6、元器件摆放时，电感一般尽量靠板边放，减少干扰。

7、背光处理：一般情况下都是靠板边放置。

四、丝印要求：

1、一般元器件的 Silk Screen 用的线宽最小为 6mil，字高度最小为 30mil。

2、有方向性的 Cap, Silk Screen 要加“+”，二极管要标出“+”、“-”极。

3、丝印要清楚、规则、整齐、丝印字符不能覆盖在焊盘或过孔上，同一层的丝印字符也不能相互重叠。

4、元件框用丝印层。型号和版本号可以用丝印层表示，但是在空间允许的情况下，型号也可以用铜箔标示。

1, 耦合, 有联系的意思。

2, 耦合元件, 尤其是指使 输入输出产生联系 的元件。

3, 去耦合元件, 指消除信号联系的元件。

4, 去耦合电容简称去耦电容。

5, 例如, 晶体管放大器发射极有一个自给偏压电阻, 它同时又使信号产生压降反馈到输入端形成了输入输出信号耦合, 这个电阻就是产生了耦合的元件, 如果在这个电阻两端并联一个电容, 由于适当容量的电容器对交流信号较小的阻抗 (这需要计算) 这样就减小了电阻产生的耦合效应, 故称此电容为去耦电容。

从电路来说, 总是存在 驱动的源 和被驱动的负载。如果负载电容比较大, 驱动电路要把电容充电、放电, 才能完成信号的跳变, 在上升沿比较陡峭的时候, 电流比较大, 这样驱动的电流就会吸收很大的电源电流, 由于电路中的电感, 电阻 (特别是芯片管脚上的电感, 会产生反弹) , 这种电流相对于正常情况来说实际上就是一种噪声, 会影响前级的正常工作。这就是耦合。

去耦电容就是起到一个 电池 的作用, 满足驱动电路电流的变化, 避免相互间的耦合干扰。

旁路电容实际也是去耦的, 只是旁路电容一般是指 高频旁路, 也就是给高频的开关噪声提供一条低阻抗泄放途径。高频旁路电容一般比较小, 根据谐振频率一般是 0.1u, 0.01u 等, 而去耦电容一般比较大, 是 10u 或者更大, 依据电路中分布参数, 以及驱动电流的变化大小来确定。

去耦和旁路都可以看作滤波。正如 ppxp 所说, 去耦电容相当于电池, 避免由于电流的突变而使电压下降, 相当于滤纹波。具体容值可以根据电流的大小、期望的纹波大小、作用时间的大小来计算。去耦电容一般都很大, 对更高频率的噪声, 基本无效。旁路电容就是针对高频来的, 也就是利用了电容的频率阻抗特性。电容一般都可以看成一个 RLC 串联模型。在某个频率, 会发生谐振, 此时电容的阻抗就等于其 ESR。如果看电容的频率阻抗曲线图, 就会发现一般都是一个 V 形的曲线。具体曲线与电容的介质有关, 所以选择旁路电容还要考虑电容的介质, 一个比较保险的方法就是多并几个电容。

去耦电容在集成电路电源和地之间的有两个作用: 一方面是 本集成电路的蓄能电容, 另一方面 旁路滤掉该器件的高频噪声。数字电路中典型的 去耦电容值是 0.1 μF 这个电容的分布电感的典型值是 5 μH 0.1 μF 的去耦电容有 5 μH 的分布电感, 它的并行共振频率大约在 7MHz 左右, 也就是说, 对于 10MHz 以下的噪声有较好的去耦效果, 对 40MHz 以上的噪声几乎不起作用。1 μF 10 μF 的电容, 并行共振频率在 20MHz 以上, 去除高频噪声的效果要好一些。每 10 片左右集成电路要加一片充放电电容, 或 1 个蓄能电容, 可选 10 μF 左右。最好不用电解电容, 电解电容是两层薄膜卷起来的, 这种卷起来的结构在高频时表现为电感。要使用钽电容或聚碳酸酯电容。去耦电容的选用并不严格, 可按 $C=1/F$, 即 10MHz 取 0.1 μF 100MHz 取 0.01 μF

虽然 PPXP 说的不错, 但是我还是要补充一点。

旁路是把输入信号中的干扰作为滤除对象, 而去耦是把输出信号的干扰作为滤除对象, 防止干扰信号返回电源。这应该是他们的本质区别, 不知道前面诸位仁兄为何不提这个。

所谓 '去耦' 的得名, 前面已经说的非常清楚;

所谓 '旁路', 就是给 高频噪声 一条低阻的释放途径。有点马其诺防线的意思。

(转)

数字地 仅仅表示 逻辑低电位的参考点, 不一定是零伏。而模拟地 却是 电压的参考点, 是零伏。电位不一定相等的电是不能短接的。那能不能举个比较具体点的例子, 我看到好多都把数字地和模拟地接在一起, 还有电源的 AVcc 和 DVcc 也接在一起。哪些时候需要分开接? 怎么接? 是两个地么? 还有磁珠是不是跟这个有关系? 能不能举个具体点的例子? 这方面的知识应该从哪里能找到呢? 能推荐本数或资料么? 小弟现处

在孤立无援的地步，老师忙开会，师哥师姐忙找工作，哎，请高手们拉小弟一把。

1. 一般电路接在一起没关系的，要注意最好是电源端单点接地，不要串在一起，可以给供数字电路的电源串上磁珠，每个数字电路电源输入端加 0.1uF 去偶电容。

可以看看电磁兼容性和可靠性设计方面的书。

关于电路中数字地、模拟地的问题我也看过很多资料，但还是有些不太清楚，请大家帮忙讨论讨论。

1. 数字地模拟地应该在板上分开，单点连接，究竟如何单点连接？是在电源入口处用导线将两个平面短接么？

2. 有些器件如 da，既有模拟电源，模拟地，也有数字电源数字地，那么是否将 da 放在跨模拟与数字区域的地方呢，在 da 下方将数字模拟地单点短接呢？也有建议将 da 芯片所有电源、地都接到模拟上的，小弟有些糊涂了。

3. 我看到有些设计并不分数字电源或模拟电源，只是划分模拟区域和数字区域，好象数字噪声通常只会影响到几倍线宽之内范围。

这么多种接法，有人能指点以下么？？

😁小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰.

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,还请各位大侠多多指点

😁小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰.

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,还请各位大侠多多指点

如何降低数字信号和模拟信号间的相互干扰呢？在设计之前必须了解电磁兼容 (EMC Electro Magnetic Compatibility) 的两个基本原则：第一个原则是尽可能减小电流环路的面积；第二个原则是系统只采用一个参考面。相反，如果系统存在两个参考面，就可能形成一个偶极天线(注：小型偶极天线的辐射大小与线的长度、流过的电流大小以及频率成正比)；而如果信号不能通过尽可能小的环路返回，就可能形成一个大的环状天线(注：小型环状天线的辐射大小与环路面积、流过环路的电流大小以及频率的平方成正比)。在设计中要尽可能避免这两种情况。

有人建议将混合信号电路板上的数字地和模拟地分割开，这样能够实现数字地和模拟地之间的隔离。尽管

这种方法可行，但是存在很多潜在的问题，在复杂的大型系统中问题尤其突出。最关键的问题是不能跨越分割间隙布线，一旦跨越了分割间隙布线，电磁辐射和信号串扰都会急剧增加。在 PCB 设计中最常见的问题就是信号线跨越分割地或电源而产生 EMI 问题。

我们采用上述分割方法，而且信号线跨越了两个地之间的间隙，信号电流的返回路径是什么呢？假定被分割的两个地 在某处连接在一起（通常情况下是在某个位置单点连接），在这种情况下，地电流将会形成一个大的环路。流经大环路的高频电流会产生辐射和很高的地电感，如果流过大环路的是低电平模拟电流，该电流很容易受到外部信号干扰。最糟糕的是当把分割地在电源处连接在一起时，将形成一个非常大的电流环路。另外，模拟地和数字地通过一个长导线连接在一起会构成偶极天线。

了解电流回流到地的路径和方式是优化混合信号电路板设计的关键。许多设计工程师仅仅考虑信号电流从哪儿流过，而忽略了电流的具体路径。如果必须对地线层进行分割，而且必须通过分割之间的间隙布线，可以先在被分割的地之间进行单点连接，形成两个地之间的连接桥，然后通过该连接桥布线。这样，在每一个信号线的下方都能够提供一个直接的电流回流路径，从而使形成的环路面积很小。

采用光隔离器件或变压器也能实现信号跨越分割间隙。对于前者，跨越分割间隙的是光信号；在采用变压器的情况下，跨越分割间隙的是磁场。还有一种可行的办法是采用差分信号：信号从一条线流入从另外一条信号线返回，这种情况下，不需要地作为回流路径。

要深入探讨数字信号对模拟信号的干扰必须先了解高频电流的特性。高频电流总是选择阻抗最小（电感最低），直接位于信号下方的路径，因此返回电流会流过邻近的电路层，而无论这个临近层是电源层还是地线层。在实际工作中一般倾向于使用统一地，而将 PCB 分区为模拟部分和数字部分。模拟信号在电路板所有层的模拟区内布线，而数字信号在数字电路区内布线。在这种情况下，数字信号返回电流不会流入到模拟信号的地。

只有将数字信号布线在电路板的模拟部分之上或者将模拟信号布线在电路板的数字部分之上时，才会出现数字信号对模拟信号的干扰。出现这种问题并不是因为没有分割地，真正的原因是数字信号的布线不适当。PCB 设计采用统一地，通过数字电路和模拟电路分区以及合适的信号布线，通常可以解决一些比较困难的布局布线问题，同时也不会产生因地分割带来的一些潜在的麻烦。在这种情况下，元器件的布局和分区就成为决定设计优劣的关键。如果布局布线合理，数字地电流将限制在电路板的数字部分，不会干扰模拟信号。对于这样的布线必须仔细地检查和核对，要保证百分之百遵守布线规则。否则，一条信号线走线不当就会彻底破坏一个本来非常不错的电路板。

在将 A/D 转换器的模拟地和数字地管脚连接在一起时，大多数的 A/D 转换器厂商会建议：将 AGND 和 DGND 管脚通过最短的引线连接到同一个低阻抗的地上（注：因为大多数 A/D 转换器芯片内部没有将模拟地和数字地连接在一起，必须通过外部管脚实现模拟和数字地的连接），任何与 DGND 连接的外部阻抗都会通过寄生电容将更多的数字噪声耦合到 IC 内部的模拟电路上。按照这个建议，需要把 A/D 转换器的 AGND 和 DGND 管脚都连接到模拟地上，但这种方法会产生诸如数字信号去耦电容的接地端应该接到模拟地还是数字地的问题。

如果系统仅有一个 A/D 转换器，上面的问题就很容易解决。将地分割开，在 A/D 转换器下面把模拟地和数字地部分连接在一起。采取该方法时，必须保证两个地之间的连接桥宽度与 IC 等宽，并且任何信号线都不能跨越分割间隙。

如果系统中 A/D 转换器较多，例如 10 个 A/D 转换器怎样连接呢？如果在每一个 A/D 转换器的下面都将模拟地和数字地连接在一起，则产生多点相连，模拟地和数字地之间的隔离就毫无意义。而如果不这样连接，就违反了厂商的要求。

最好的办法是开始时就用统一地。将统一的地分为模拟部分和数字部分。这样的布局布线既满足了 IC 器件厂商对模拟地和数字地管脚低阻抗连接的要求，同时又不会形成环路天线或偶极天线而产生 EMC 问题。

如果对混合信号 PCB 设计采用统一地的做法心存疑虑，可以采用地线层分割的方法对整个电路板布局布线，在设计时注意尽量使电路板在后边实验时易于用间距小于 1/2 英寸的跳线或 0 欧姆电阻将分割地连接在一起。注意分区和布线，确保在所有的层上没有数字信号线位于模拟部分之上，也没有任何模拟信号线位于数字部分之上。而且，任何信号线都不能跨越地间隙或是分割电源之间的间隙。要测试该电路板的功能和 EMC 性能，然后将两个地通过 0 欧姆电阻或跳线连接在一起，重新测试该电路板的功能和 EMC 性能。比较测试结果，会发现几乎在所有的情况下，统一地的方案在功能和 EMC 性能方面比分割地更优越。

分割地的方法还有用吗？

在以下三种情况可以用到这种方法：一些医疗设备要求在与病人连接的电路和系统之间的漏电流很低；一些工业过程控制设备的输出可能连接到噪声很大而且功率高的机电设备上；另外一种情况就是在 PCB 的布局受到特定限制时。

在混合信号 PCB 板上通常有独立的数字和模拟电源，能够而且应该采用分割电源面。但是紧邻电源层的信号线不能跨越电源之间的间隙，而所有跨越该间隙的信号线都必须位于紧邻大面积地的电路层上。在有些情况下，将模拟电源以 PCB 连接线而不是一个面来设计可以避免电源面的分割问题。

混合信号 PCB 设计是一个复杂的过程，设计过程要注意以下几点：

1. 将 PCB 分区为独立的 模拟部分和数字部分 。
2. 合适的元器件布局。
3. A/D 转换器跨分区放置。
4. 不要对地进行分割。在电路板的模拟部分和数字部分下面 敷设统一地 。
5. 在电路板的所有层中，数字信号只能在电路板的数字部分布线。
6. 在电路板的所有层中，模拟信号只能在电路板的模拟部分布线。
7. 实现 模拟和数字电源分割 。
8. 布线不能跨越 分割电源面之间的间隙。
9. 必须跨越分割电源之间间隙的信号线要位于紧邻大面积地的布线层上。
10. 分析返回地电流实际流过的路径和方式。
11. 采用正确的布线规则

什么是磁珠？有什么作用？（磁珠用来消除交流信号，电容用来消除直流信号）

2007-06-08 21:48

磁珠专用于 抑制信号线、电源线上的高频噪声和尖峰干扰 ，还具有吸收静电脉冲的能力。

磁珠是用来吸收超高频信号 ，象一些 RF 电路,PLL, 振荡电路，含超高频存储器电路（ DDR SDRAM,RAM等）都需要在电源输入部分加磁珠 ，而电感是一种蓄能元件 ，用在 LC 振荡电路，中低频的滤波电路等 ，其应用频率范围很少超过 50MHz

磁珠的功能主要是 消除存在于传输线结构（电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用的信号 ，而射频 RF 能量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（ EMI）。要消除这些不需要的信号能量 ，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器） ，该器件允许直流信号通过 ，而滤除交流信号。通常 高频信号为 30MHz 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由 软磁铁氧体材料组成 ，构成高体积电阻率的独石结构。 涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。 使用片式磁珠的好处： 小型化和轻量化 在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰 。 闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。 极好的磁屏蔽结构。 降低直 流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。 显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能量）。 在高频放大电路中消除寄生振荡。 有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。

要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：

- 1、不需要的信号的频率范围为多少；
- 2、噪声源是谁；
- 3、需要多大的噪声衰减；
- 4、环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）；
- 5、电路和负载阻抗是多少；
- 6、是否有空间在PCB板上放置磁珠；

前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $Z_{R22} fL()^{2+}=fL$ 来描述。通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。

片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影 响。使用片式磁珠和片式电感的原因：是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中需要使用片式电感。而需要消除不需要的EMI噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。片式磁珠和片式电感的应用场合：

片式电感：射频(RF)和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA(个人数字助理)，无线遥控系统以及低压供电模块等。

片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O输入/输出内部连接器(比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网)，射频(RF)电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机(VCR)，电视系统和手提电话中的EMI噪声抑止。

一、磁珠的原理

磁珠的主要原料为铁氧体。铁氧体是一种立方晶格结构的亚铁磁性材料。铁氧体材料为铁镁合金或铁镍合金，它的制造工艺和机械性能与陶瓷相似，颜色为灰黑色。电磁干扰滤波器中经常使用的一类磁芯就是铁氧体材料，许多厂商都提供专门用于电磁干扰抑制的铁氧体材料。这种材料的特点是高频损耗非常大，具有很高的导磁率，它可以是电感的线圈绕组之间在高频高阻的情况下产生的电容最小。对于抑制电磁干扰用的铁氧体，最重要的性能参数为磁导率 μ 和饱和磁通密度 B_s 。磁导率 μ 可以表示为复数，实数部分构成电感，虚数部分代表损耗，随着频率的增加而增加。因此，它的等效电路为由电感 L 和电阻 R 组成的串联电路， L 和 R 都是频率的函数。当导线穿过这种铁氧体磁芯时，所构成的电感阻抗在形式上是随着频率的升高而增加，但是在不同频率时其机理是完全不同的。

在低频段，阻抗由电感的感抗构成，低频时 R 很小，磁芯的磁导率较高，因此电感量较大， L 起主要作用，电磁干扰被反射而受到抑制，并且这时磁芯的损耗较小，整个器件是一个低损耗、高 Q 特性的电感，这种电感容易造成谐振因此在低频段，有时可能出现使用铁氧体磁珠后干扰增强的现象。

在高频段，阻抗由电阻成分构成，随着频率升高，磁芯的磁导率降低，导致电感的电感量减小，感抗成分减小但是，这时磁芯的损耗增加，电阻成分增加，导致总的阻抗增加，当高频信号通过铁氧体时，电磁干扰被吸收并转换成热能的形式耗散掉。

铁氧体抑制元件广泛应用于印制电路板、电源线和数据线上。如在印制板的电源线入口端加上铁氧体抑制元件，就可以滤除高频干扰。铁氧体磁环或磁珠专用于抑制信号线、电源线上的高频干扰和尖峰干扰，它也具有吸收静电放电脉冲干扰的能力。两个元件的数值大小与磁珠的长度成正比，而且磁珠的长度对抑制效果有明显影响，磁珠长度越长抑制效果越好。

二、磁珠和电感的区别

电感是储能元件，而磁珠是能量转换(消耗)器件。电感多用于电源滤波回路，侧重于抑止传导性干扰；磁珠多用于信号回路，主要用于EMI方面。磁珠用来吸收超高频信号，象一些RF电路，PLL，振荡电路，含超高频存储器电路(DDR,SDRAM,RAM等)都需要在电源输入部分加磁珠，而电感是一种储能元件，用在LC振荡电路、中低频的滤波电路等，其应用频率范围很少超过50MHz

1. 片式电感：在电子设备的PCB板电路中会大量使用感性元件和EMI滤波器元件。这些元件包括片式电感和片式磁珠，下面就这两种器件的特点进行描述并分析他们的普通应用场合以及特殊应用场合。表面贴装元件的好处在于小的封装尺寸和能够满足实际空间的要求。除了阻抗值，载流能力以及其他类似物理特性不同外，通孔接插件和表面贴装器件的其他性能特点基本相同。在需要使用片式电感的场合，要求电感实现以下两个基本功能：电路谐振和扼流电抗。谐振电路包括谐振发生电路，振荡电路，时钟电路，脉冲电路，波形发生电路等等。谐振电路还包括高 Q 带通滤波器电路。要使电路产生谐振，必须有电容和电感同时存在于电路中。在电感的两端存在寄生电容，这是由于器件两个电极之间的铁氧体本体相当于电容介质而产生的。在谐振电路中，电感必须具有高 Q ，窄的电感偏差，稳定的温度系数，才能达到谐振电路窄带，低的频率温度漂移的要求。高 Q 电路具有尖锐的谐振峰值。窄的电感偏置保证谐振频率偏差尽量小。稳定的温度系数保证谐振频率具有稳定的温度变化特性。标准的径向引出电感和轴向引出电

感以及片式电感的差异仅仅在于封装不一样。电感结构包括介质材料（通常为氧化铝陶瓷材料）上绕制线圈，或者空心线圈以及铁磁性材料上绕制线圈。在功率应用场合，作为扼流圈使用时，电感的主要参数是直流电阻（DCR），额定电流，和低Q值。当作为滤波器使用时，希望宽的带宽特性，因此，并不需要电感的高Q特性。低的DCR可以保证最小的电压降，DCR定义为元件在没有交流信号下的直流电阻。

2. 片式磁珠：片式磁珠的功能主要是消除存在于传输线结构（PCB电路）中的RF噪声，RF能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用信号，而射频RF能量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（EMI）。要消除这些不需要的信号能量，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器），该器件允许直流信号通过，而滤除交流信号。通常高频信号为30MHz以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由软磁铁氧体材料组成，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。使用片式磁珠的好处：
u 小型化和轻量化。在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰。
u 闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。
u 极好的磁屏蔽结构。降低直流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。

u 显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除RF能量）。在高频放大电路中消除寄生振荡。有效的工作在几个MHz到几百MHz的频率范围内。要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：
u 不需要的信号的频率范围为多少。
u 噪声源是谁。
u 需要多大的噪声衰减。
u 环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）。
u 电路和负载阻抗是多少。是否有空间在PCB板上放置磁珠。
u 前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $ZR22 fL()2+=fL$ 来描述。典型的阻抗曲线可参见磁珠的DATASHEET

通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影

u 使用片式磁珠和片式电感的原因：
u 是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中需要使用片式电感。而需要消除不需要的EMI噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。
u 片式磁珠和片式电感的应用场合：
u 片式电感：射频（RF）和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车电子，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA（个人数字助理），无线遥控系统以及低压供电模块等。
u 片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O输入/输出内部连接器（比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网），射频（RF）电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机（VCRS），电视系统和手提电话中的EMI噪声抑止。

三、磁珠的选用

1. 磁珠的单位是欧姆，而不是亨特，这一点要特别注意。因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的阻抗来标称的，阻抗的单位也是欧姆。磁珠的DATASHEET一般会提供频率和阻抗的特性曲线图，一般以100MHz为标准，比如1000R@100MHz意思就是在100MHz频率的时候磁珠的阻抗相当于600欧姆。

2. 普通滤波器是由无损耗的电抗元件构成的，它在线路中的作用是将阻带频率反射回信号源，所以这类滤波器又叫反射滤波器。当反射滤波器与信号源阻抗不匹配时，就会有一部分能量被反射回信号源，造成干扰电平的增强。为解决这一弊病，可在滤波器的进线上使用铁氧体磁环或磁珠套，利用磁环或磁珠对高频信号的涡流损耗，把高频成分转化为热损耗。因此磁环和磁珠实际上对高频成分起吸收作用，所以有时也称之为吸收滤波器。

不同的铁氧体抑制元件，有不同的最佳抑制频率范围。通常磁导率越高，抑制的频率就越低。此外，铁氧体的体积越大，抑制效果越好。在体积一定时，长而细的形状比短而粗的抑制效果好，内径越小抑制效果也越好。但在有直流或交流偏流的情况下，还存在铁氧体饱和的问题，抑制元件横截面越大，越不易饱和，可承受的偏流越大。EMI吸收磁环/磁珠抑制差模干扰时，通过它的电流值正比于其体积，两者失调造成饱和，降低了元件性能；抑制共模干扰时，将电源的两根线（正负）同时穿过一个磁环，有效信号为差模信号，EMI吸收磁环/磁珠对其没有任何影响，而对于共模信号则会表现出较大的电感量。磁环的使用中还有一个较好的方法是让穿过的磁环的导线反复绕几下，以增加电感量。可以根据它对电磁干扰的抑制原理，合理使用它的抑制作用。

铁氧体抑制元件应当安装在靠近干扰源的地方。对于输入/输出电路，应尽量靠近屏蔽壳的进出口处。对铁氧体磁环和磁珠构成的吸收滤波器，除了应选用高磁导率的有耗材料外，还要注意它的应用场合。它们在线路中对高频成分所呈现的电阻大约是十至几百，因此它在高阻抗电路中的作用并不明显，相反，在低阻抗电路（如功率分配、电源或射频电路）中使用将非常有效。

四、结论
由于铁氧体可以衰减较高频同时让较低频几乎无阻碍地通过，故在EMI控制中得到了广泛地应用。用于EMI吸收的磁环/磁珠可制成各种的形状，广泛应用于各种场合。如在PCB板上，可加在DC/DC模块、

数据线、电源线等处。它吸收所在线路上高频干扰信号，但却不会在系统中产生新的零极点，不会破坏系统的稳定性。它与电源滤波器配合使用，可很好的补充滤波器高频端性能的不足，改善系统中滤波特性。

磁珠

概念：

采用在高频段具有良好阻抗特性的铁氧体材料烧结而成，专用于抑制信号和尖峰干扰，还具有吸收静电脉冲的能力。

主要参数：

标称值：因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的阻抗来标称的，阻抗的单位也是欧姆。一般以 100MHz 为标准，比如 100MHz 的时候磁珠的阻抗为 600 欧姆。

额定电流：额定电流是指能保证电路正常工作允许通过电流。



采用在高频段具有良好阻抗特性、电源线上的高频噪声

生的阻抗来标称的，阻抗 2012B601，就是指在

电感与磁珠的区别：

有一匝以上的线圈习惯称为电感线圈，少于一匝（导线直通磁环）的线圈习惯称之为磁珠；

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件；

电感多用于电源滤波回路，磁珠多用于信号回路，用于 EMC(电磁兼容)对策；

磁珠主要用于抑制电磁辐射干扰，而电感用于这方面则侧重于抑制传导性干扰。两者都可用于处理 EMC、EMI 问题；

电感一般用于电路的匹配和信号质量的控制上。在模拟地和数字地结合的地方用磁珠。

磁珠有很高的电阻率和磁导率，他等效于电阻和电感串联，但电阻值和电感值都随频率变化。他比普通的电感有更好的高频滤波特性，在高频时呈现阻性，所以能在相当宽的频率范围内保持较高的阻抗，从而提高调频滤波效果。

作为电源滤波，可以使用电感。磁珠的电路符号就是电感但是型号上可以看出使用的是磁珠在电路功能上，

磁珠和电感是原理相同的，只是频率特性不同罢了

磁珠由氧磁体组成，电感器由磁心和线圈组成，磁珠把交流信号转化为热能，电感器把交流存储起来，缓慢的释放出去。

磁珠对高频信号才有较大阻碍作用，一般规格有 100 欧/100mMHZ，它在低频时电阻比电感小得多。

铁氧体磁珠 (Ferrite Bead) 是目前应用发展很快的一种抗干扰组件， 廉价、易用，滤除高频噪声效果显著。在电路中只要导线穿过它即可 (我用的都是象普通电阻模样的， 导线已穿过并胶合， 也有表面贴装的形式， 但很少见到卖的)。当导线中电流穿过时，铁氧体对低频电流几乎没有什么阻抗，而对较高频率的电流会产生较大衰减作用。高频电流在其中以热量形式散发，其等效电路为一个电感和一个电阻串联，两个组件的值都与磁珠的长度成比例。磁珠种类很多，制造商应提供技术指标说明，特别是磁珠的阻抗与频率关系的曲线。

有的磁珠上有多个孔洞，用导线穿过可增加组件阻抗 (穿过磁珠次数的平方)，不过在高频时所增加的抑制噪声能力不可能如预期的多，而用多串联几个磁珠的办法会好些。

铁氧体是磁性材料，会因通过电流过大而产生磁饱和，导磁率急剧下降。大电流滤波应采用结构上专门设计的磁珠，还要注意其散热措施。

铁氧体磁珠不仅可用于电源电路中滤除高频噪声 (可用于直流和交流输出)，还可广泛应用于其它电路，其体积可以做得很小。特别是在数字电路中，由于脉冲信号含有频率很高的高次谐波，也是电路高频辐射的主要根源，所以可在这种场合发挥磁珠的作用。

铁氧体磁珠还广泛应用于信号电缆的噪声滤除。

以常用于电源滤波的 HH-1H3216-500 为例，其型号各字段含义依次为：

HH 是其一个系列，主要用于电源滤波，用于信号线是 HB 系列；

1 表示一个组件封装了一个磁珠，若为 4 则是并排封装四个的；

H 表示组成物质，H、C、M 为中频应用 (50 - 200MHz)，

T 低频应用 (50MHz)，S 高频应用 (200MHz)；

3216 封装尺寸，长 3.2mm，宽 1.6mm，即 1206 封装；

500 阻抗 (一般为 100MHz 时)，50 ohm。

其产品参数主要有三项：

阻抗 [Z]@100MHz (ohm) : Typical 50, Minimum 37;

直流电阻 DC Resistance (m ohm): Maximum 20;

额定电流 Rated Current (mA): 2500.

一般数字地和模拟地都是分开的。如果数字地和模拟地共地，将会对电路产生哪些不良影响呢？

1. 共地会使 数字电路 的高频分量对模拟电路造成干扰，对性能造成恶化。一般来说，用单点接地将数字地和模拟地连接。据我的经验，电源一定要分开，地如果不方便分开的话，也可以共地，除非是对模拟电路有很高的要求。
2. 这与工作原理有关，数字信号工作在开关状态，导通截至电压从低到高极短的时间内让电压从 0 到 5V



电流必须足够大，速度越高瞬间电流越大。因此在数字 IC 芯片的地端到电源会有瞬间大电流产生，而地线的敷铜截面是有限的。这样抬高了地线的电压。在数字地线上就会出现与开关频率相同的干扰脉冲。如果模拟芯片以这个地为参考，输出就不干净了，模拟芯片关心连续变化的信号。这样得到的结果就面目全非了，特别是在处理微弱信号时或 12 位以上的 A/D 变换的线路。模拟和数字地分开是必须的，在电源处再连接到一起。最好每个数字芯片接 0.1uF 电容，尽量靠近芯片电源脚和地。数字地的敷铜在许可的条件下尽量加大截面积。

要有什么元件有什么用途，什么功能，一般用在什么地方上，图文解说最好，有个视频解说那就更好！！

1、电阻 —<http://baike.baidu.com/view/3571.html>

演示 http://www.yuyicn.com/edu/2003/200306/20030627115949_115.shtml

<http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-7/200671715484214008.swf>

2、电容 —<http://baike.baidu.com/view/3686.html>

演示 <http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-7/20067161923816281.swf>

3、电感 —<http://baike.baidu.com/view/785.html>

电 感 动 画 演 示

<http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-7/200671619215617637.swf>

4、三极管 —<http://baike.baidu.com/view/3794.html>

<http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-9/20069715275565968.swf>

5、集成电路 —<http://baike.baidu.com/view/1355.html>

电容

电容是表征电容器容纳电荷的本领的物理量。我们把电容器的两极板间的电势差增加 1 伏所需的电量，叫做电容器的电容。

电容的符号是 C。在国际单位制里，电容的单位是法拉，简称法，符号是 F。一个电容器，如果带 1 库的电量时两级间的电势差是 1 伏，这个电容器的电容就是 1 法。

很多电子产品中，电容器都是必不可少的电子元器件，它在电子设备中充当整流器的平滑滤波、电源和退耦、交流信号的旁路、交直流电路的交流耦合等。由于电容器的类型和结构种类比较多，因此，使用者不仅需要了解各类电容器的性能指标和一般特性，而且还必须了解在给定用途下各种元件的优缺点、机械或环境的限制条件等。本文介绍电容器的主要参数及应用，可供读者选择电容器种类时用。

1、标称电容量 (CR)：电容器产品标出的电容量值。

云母和陶瓷介质电容器的电容量较低 (大约在 5000pF 以下);纸、塑料和一些陶瓷介质形式的电容量居中 (大约在 0005 μ F10 μ F);通常 电解电容器的容量较大。这是一个粗略的分类法。

2、类别温度范围：电容器设计所确定的能连续工作的环境温度范围，该范围取决于它相应类别的温度极限值，如上限类别温度、下限类别温度、额定温度 (可以连续施加额定电压的最高环境温度)等。

3、额定电压 (UR)：在下限类别温度和额定温度之间的任一温度下，可以连续施加在电容器上的最大直流电压或最大交流电压的有效值或脉冲电压的峰值。

电容器应用在高压场合时， 必须注意 电晕的影响。电晕是由于在 介质/电极层之间存在空隙而产生的， 它除了可以产生损坏设备的寄生信号外， 还会导致电容器介质击穿。在交流或脉动条件下， 电晕特别容易发生。对于所有的电容器，在使用中应保证 直流电压与交流峰值电压之和不超过直流电压额定值。

4、损耗角正切 (tg δ)：在规定频率的正弦电压下， 电容器的损耗功率 除以电容器的无功功率。这里需要解释一下，在实际应用中，电容器并不是一个纯电容，其内部还有 等效电阻，它的简化等效电路如下图所示。图中 C 为电容器的实际电容量， Rs 是电容器的 串联等效电阻，Rp 是介质的绝缘电阻， Ro 是介质的吸收等效电阻。对于电子设备来说，要求 Rs 愈小愈好，也就是说要求损耗功率小，其与电容的功率的夹角 δ 要小。

这个关系用下式来表达：
$$\text{tg } \delta = R_s / X_c = 2 \pi f \times C \times R_s$$
因此，在应用当中应注意选择这个参数，避免自身发热过大，以减少设备的失效性。

5、电容器的温度特性：通常是以 20 基准温度 的电容量与有关温度的电容量的百分比表示。

补充：

1、电容在电路中一般用 “C”加数字表示 (如 C13 表示编号为 13 的电容)。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。 电容的特性主要是隔直流通交流。

电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小， 电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。容抗 $X_C = 1 / 2 \pi f C$ (f 表示交流信号的频率， C 表示电容容量)电话机中常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法 3 种。电容的基本单位用法拉 (F) 表示，其它单位还有：毫法 (mF) 微法 (μ F) 纳法 (nF) 皮法 (pF)。其中：1 法拉=10³ 毫法=10⁶ 微法=10⁹ 纳法=10¹² 皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如 10 μ F/16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000 μ F 1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用 三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102 表示 10 \times 10²PF=1000PF 224 表示 22 \times 10⁴PF=0.22 μ F

3、电容容量误差表

符号 F G J K L M

允许误差 $\pm 1\%$ $\pm 2\%$ $\pm 5\%$ $\pm 10\%$ $\pm 15\%$ $\pm 20\%$

如：一瓷片电容为 104J 表示容量为 0.1 μ F、误差为 $\pm 5\%$ 。

6 使用寿命：电容器的使用寿命随温度的增加而减小。 主要原因是温度加速化学反应而使介质随时间退化。

7 绝缘电阻：由于温升引起电子活动增加，因此温度升高将使绝缘电阻降低。

电容器包括固定电容器和可变电容器两大类，其中固定电容器又可根据所使用的介质材料分为云母电容器、陶瓷电容器、纸 /塑料薄膜电容器、电解电容器和玻璃釉电容器等；可变电容器也可以是玻璃、空气或

陶瓷介质结构。以下附表列出了常见电容器的字母符号。

电容分类介绍

名称：聚酯（涤纶）电容（ CL ）

符号：

电容量：40p--4u

额定电压：63--630V

主要特点：小体积，大容量，耐热耐湿，稳定性差

应用：对稳定性和损耗要求不高的低频电路

名称：聚苯乙烯电容（ CB ）

符号：

电容量：10p--1u

额定电压：100V--30KV

主要特点：稳定，低损耗，体积较大

应用：对稳定性和损耗要求较高的电路

名称：聚丙烯电容（ CBB ）

符号：

电容量：1000p--10u

额定电压：63--2000V

主要特点：性能与聚苯相似但体积小，稳定性略差

应用：代替大部分聚苯或云母电容，用于要求较高的电路

名称：云母电容（ CY ）

符号：

电容量：10p--0.1u

额定电压：100V--7kV

主要特点：高稳定性，高可靠性，温度系数小

应用：高频振荡，脉冲等要求较高的电路

名称：高频瓷介电容（ CC ）

符号：

电容量：1--6800p

额定电压：63--500V

主要特点：高频损耗小，稳定性好

应用：高频电路

名称：低频瓷介电容（ CT ）

符号：

电容量：10p--4.7u

额定电压：50V--100V

主要特点：体积小，价廉，损耗大，稳定性差

应用：要求不高的低频电路

名称：玻璃釉电容（ CI ）

符号：

电容量：10p--0.1u

额定电压：63--400V

主要特点：稳定性较好，损耗小，耐高温（ 200 度 ）

应用：脉冲、耦合、旁路等电路

名称：铝电解电容

符号：

电容量：0.47--10000u

额定电压：6.3--450V

主要特点：体积小，容量大，损耗大，漏电大

应用：电源滤波，低频耦合，去耦，旁路等

名称：钽电解电容（CA）铌电解电容（CN）

符号：

电容量：0.1--1000u

额定电压：6.3--125V

主要特点：损耗、漏电小于铝电解电容

应用：在要求高的电路中代替铝电解电容

名称：空气介质可变电容器

符号：

可变电容量：100--1500p

主要特点：损耗小，效率高；可根据要求制成直线式、直线波长式、直线频率式及对数式等

应用：电子仪器，广播电视设备等

名称：薄膜介质可变电容器

符号：

可变电容量：15--550p

主要特点：体积小，重量轻；损耗比空气介质的大

应用：通讯，广播接收机等

名称：薄膜介质微调电容器

符号：

可变电容量：1--29p

主要特点：损耗较大，体积小

应用：收录机，电子仪器等电路作电路补偿

名称：陶瓷介质微调电容器

符号：

可变电容量：0.3--22p

主要特点：损耗较小，体积较小

应用：精密调谐的高频振荡回路

名称：独石电容

最大的缺点是温度系数很高，做振荡器的稳漂让人受不了，我们做的一个555振荡器，电容刚好在7805旁边，开机后，用示波器看频率，眼看着就慢慢变化，后来换成涤纶电容就好多了。

独石电容的特点：

电容量大、体积小、可靠性高、电容量稳定，耐高温耐湿性好等。

应用范围：

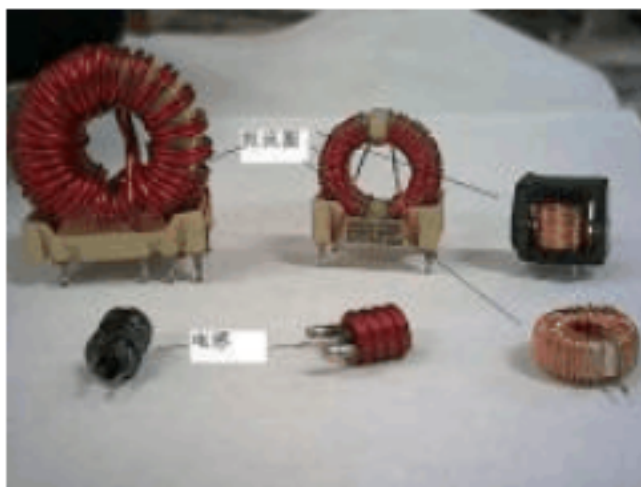
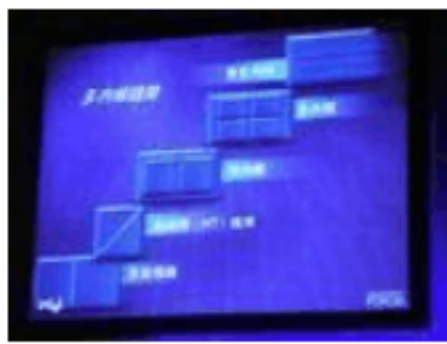
广泛应用于电子精密仪器。各种小型电子设备作谐振、耦合、滤波、旁路。

容量范围：

0.5PF--1UF

耐压：二倍额定电压。

里面说独石又叫多层瓷介电容，分两种类型，I型性能挺好，但容量小，一般小于0.2U，另一种叫II型，容量大，但性能一般。



就温漂而言：

独石为正温系数 +130 左右,CBB 为负温系数 -230,用适当比例并联使用 ,可使温漂降到很小 .

就价格而言：

钽,铌电容最贵 ,独石 ,CBB 较便宜 ,瓷片最低 ,但有种高频零温漂黑点瓷片稍贵 .云母电容 Q 值较高 ,也稍贵 .

开放分类：

电子元器件

参考资料：

1. <http://liuguo.net/Article/base/b/200701/905.html>

2. $C=Q/U$

本词条在以下词条中被提及：

计算机、摩尔定律、数字系统、数字电路、伏特、振荡器、雷切、厚膜电路、极间电容、低压电源、电子元件、阻抗、薄膜电路

电感

电感通俗一点一般就是指 螺线圈 ，他在通过变化的电流时，会产生一些与一般的导线不同的效应，所以另起一个名字叫电感

电感只能对非稳恒电流起作用，它的特点两端电压正比于通过他的电流的瞬时变化率（导数），比例系数就是它的“自感”

电感起作用的原因是它在通过非稳恒电流时产生变化的磁场，而这个磁场又会反过来影响电流，所以，这么说来，任何一个导体，只要它通过非稳恒电流，就会产生变化的磁场，就会反过来影响电流，所以任何导体都会有自感现象产生

在主板上可以看到很多铜线缠绕的线圈，这个线圈就叫电感，电感主要分为磁心电感和空心电感两种，磁心电感电感量大常用在滤波电路，空心电感电感量较小，常用于高频电路。

磁

摩尔定律

到底什么是 " 摩尔定律 " ？归纳起来，主要有以下三种 " 版本 " ：

- 1、集成电路芯片上所集成的电路的数目，每隔 18 个月就翻一番。
- 2、微处理器的性能每隔 18 个月提高一倍，而 价格下降一倍。
- 3、用一个美元所能买到的 电脑性能，每隔 18 个月翻两番。

以上几种说法中，以第一种说法最为普遍，第二、三两种说法涉及到价格因素，其实质是一样的。三种说法虽然各有千秋，但在一点上是共同的，即 " 翻番 " 的周期都是 18 个月，至于 " 翻一番 "（或两番）的是 " 集成电路芯片上所集成的 电路的数目 "，是整个 "计算机的性能"，还是 " 一个 美元所能买到的性能 " 就见仁见智了。

" 摩尔定律 " 的由来：

" 摩尔定律 " 的 " 始作俑者 " 是戈顿·摩尔，大名鼎鼎的芯片制造厂商 Intel 公司 的创始人之一。20 世纪 50 年代末至用年代初半导体制造业的高速发展，导致了 " 摩尔定律 " 的出台。

早在 1959 年，美国著名半导体厂商仙童公司 首先推出了平面型晶体管，紧接着于 1961 年又推出了平面型集成电路。这种平面型制造工艺是在 研磨得很平的硅片 上，采用一种所谓 " 光刻 " 技术来形成半导体电路的元器件，如 二极管、三极管、电阻 和 电容 等。只要 " 光刻 " 的精度不断提高，元器件的密度也会相应提高，从而具有极大的发展潜力。因此平面工艺被认为是 " 整个半导体工业键 "，也是摩尔定律问世的技术基础。

1965 年 4 月 19 日，时任仙童半导体公司研究开发实验室主任的摩尔应邀为 《电子学》杂志 35 周年专刊写了一篇观察评论报告，题目是：" 让集成电路填满更多的元件 "。摩尔应这家杂志的要求对未来十年间半导体元件工业的发展趋势作出预言。据他推算，到 1975 年，在面积仅为四分之一平方英寸的单块硅芯片上，将有可能密集 65000 个元件。他是根据器件的复杂性（电路密度提高而价格降低）和时间之间的线性关系作出这一推断的，他的原话是这样说的：" 最低元件价格下的复杂性每年大约增加一倍。可以确信，短期内这一增长率会继续保持。即便不是有所加快的话。而在更长时期内的增长率应是略有波动，尽管没有充分的理由来证明，这一增长率至少在未来十年内几乎维持为一个常数。 " 这就是后来被人称为 " 摩尔定律 " 的最初原型。

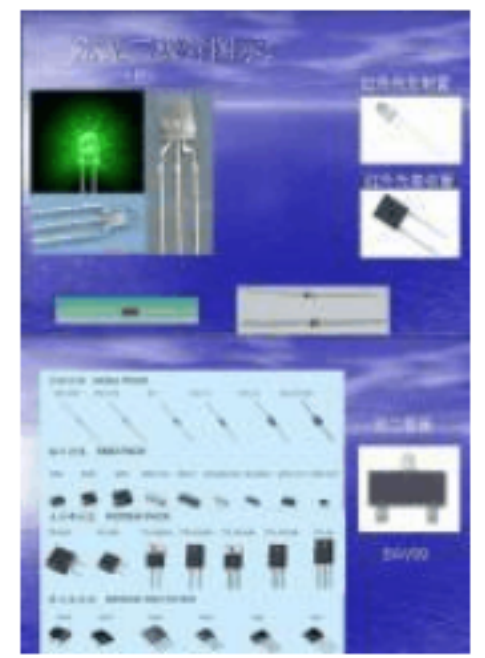
二极管

二极管的特性与应用

几乎在所有的电子电路中，都要用到 半导体 二极管，它在许多的电路中起着重要的作用，它是诞生最早的半导体器件之一，其应用也非常广泛。

二极管的工作原理

晶体二极管为一个由 p 型半导体和 n 型半导体形成的 p-n 结，在其界面处两侧形成空间电荷层，并建有自建电场。当不存在外加电压时，由于 p-n 结两边载流子浓度差引起的扩散电流和自建电场引起的漂移电流相等而处于电平衡状态。当外界有正向电压偏置时，外界电场和自建电场的互相抑消作用使载流子的扩散电流增加引起了正向电流。当外界有反向电压偏置时，外界电场和自建电场进一步加强，形成在一定反向电压范围内与反向偏置电压值无关的反向饱和电流 I_0 。当外加的反向电压高到一定程度时，p-n 结空间电荷层中的电场强度达到临界值产生载流子的倍增过程，产生大量电子空穴对，产生了数值很大的反向击穿电流，称为二极管的击穿现象。



二极管的类型

二极管种类有很多，按照所用的半导体材料，可分为锗二极管（Ge管）和硅二极管（Si管）。根据其不同用途，可分为检波二极管、整流二极管、稳压二极管、开关二极管等。按照管芯结构，又可分为点接触型二极管、面接触型二极管及平面型二极管。点接触型二极管是用一根很细的金属丝压在光洁的半导体晶片表面，通以脉冲电流，使触丝一端与晶片牢固地烧结在一起，形成一个“PN结”。由于是点接触，只允许通过较小的电流（不超过几十毫安），适用于高频小电流电路，如收音机的检波等。面接触型二极管的“PN结”面积较大，允许通过较大的电流（几安到几十安），主要用于把交流电变换成直流电的“整流”电路中。平面型二极管是一种特制的硅二极管，它不仅能通过较大的电流，而且性能稳定可靠，多用于开关、脉冲及高频电路中。

二极管的导电特性

二极管最重要的特性就是单方向导电性。在电路中，电流只能从二极管的正极流入，负极流出。下面通过简单的实验说明二极管的正向特性和反向特性。

1. 正向特性。

在电子电路中，将二极管的正极接在高电位端，负极接在低电位端，二极管就会导通，这种连接方式，称为正向偏置。必须说明，当加在二极管两端的正向电压很小时，二极管仍然不能导通，流过二极管的正向电流十分微弱。只有当正向电压达到某一数值（这一数值称为“门槛电压”，锗管约为 0.2V，硅管约为 0.6V）以后，二极管才能真正导通。导通后二极管两端的电压基本上保持不变（锗管约为 0.3V，硅管约为 0.7V），称为二极管的“正向压降”。

2. 反向特性。

在电子电路中，二极管的正极接在低电位端，负极接在高电位端，此时二极管中几乎没有电流流过，此时二极管处于截止状态，这种连接方式，称为反向偏置。二极管处于反向偏置时，仍然会有微弱的反向电流流过二极管，称为漏电流。当二极管两端的反向电压增大到某一数值，反向电流会急剧增大，二极管将失去单方向导电特性，这种状态称为二极管的击穿。

二极管的主要参数

用来表示二极管的性能好坏和适用范围的技术指标，称为二极管的参数。不同类型的二极管有不同的特性参数。对初学者而言，必须了解以下几个主要参数：

1、额定正向工作电流

是指二极管长期连续工作时允许通过的最大正向电流值。因为电流通过管子时会使管芯发热，温度上升，温度超过容许限度（硅管为 140 左右，锗管为 90 左右）时，就会使管芯过热而损坏。所以，二极管使用中不要超过二极管额定正向工作电流值。例如，常用的 IN4001 - 4007 型锗二极管的额定正向工作电流为 1A。

2、最高反向工作电压

😁小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰。

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,还请各位大侠多多指点

😁小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰。

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,还请各位大侠多多指点

如何降低数字信号和模拟信号间的相互干扰呢?在设计之前必须了解电磁兼容 (EMC Electro Magnetic Compatibility) 的两个基本原则:第一个原则是尽可能减小电流环路的面积;第二个原则是系统只采用一个参考面。相反,如果系统存在两个参考面,就可能形成一个偶极天线(注:小型偶极天线的辐射大小与线的长度、流过的电流大小以及频率成正比);而如果信号不能通过尽可能小的环路返回,就可能形成一个大的环状天线(注:小型环状天线的辐射大小与环路面积、流过环路的电流大小以及频率的平方成正比)。在设计中要尽可能避免这两种情况。

有人建议将混合信号电路板上的数字地和模拟地分割开,这样能实现数字地和模拟地之间的隔离。尽管这种方法可行,但是存在很多潜在的问题,在复杂的大型系统中问题尤其突出。最关键的问题是不能跨越分割间隙布线,一旦跨越了分割间隙布线,电磁辐射和信号串扰都会急剧增加。在 PCB 设计中最常见的问题就是信号线跨越分割地或电源而产生 EMI 问题。

我们采用上述分割方法,而且信号线跨越了两个地之间的间隙,信号电流的返回路径是什么呢?假定被分割的两个地 在某处连接在一起(通常情况下是在某个位置单点连接),在这种情况下,地电流将会形成一个大的环路。流经大环路的高频电流会产生辐射和很高的地电感,如果流过大环路的是低电平模拟电流,该电流很容易受到外部信号干扰。最糟糕的是当把分割地在电源处连接在一起时,将形成一个非常大的电流环路。另外,模拟地和数字地通过一个长导线连接在一起会构成偶极天线。

了解电流回流到地的路径和方式是优化混合信号电路板设计的关键。许多设计工程师仅仅考虑信号电流从哪儿流过,而忽略了电流的具体路径。如果必须对地线层进行分割,而且必须通过分割之间的间隙布线,可以先在被分割的地之间进行单点连接,形成两个地之间的连接桥,然后通过该连接桥布线。这样,在每一个信号线的下方都能够提供一个直接的电流回流路径,从而使形成的环路面积很小。

采用光隔离器件或变压器也能实现信号跨越分割间隙。对于前者,跨越分割间隙的是光信号;在采用变压器的情况下,跨越分割间隙的是磁场。还有一种可行的办法是采用差分信号:信号从一条线流入从另外

一条信号线返回，这种情况下，不需要地作为回流路径。

要深入探讨数字信号对模拟信号的干扰必须先了解 高频电流的特性。高频电流总是选择 阻抗最小 (电感最低)，直接位于 信号下方 的路径，因此返回电流会流过邻近的电路层， 而无论这个临近层是电源层还是地线层。在实际工作中一般倾向于使用统一地，而将 PCB 分区为模拟部分和数字部分。 模拟信号在电路板所有层的模拟区内布线，而数字信号在数字电路区内布线。 在这种情况下，数字信号返回电流不会流入到模拟信号的地。

只有将 数字信号布线在电路板的模拟部分之上或者将模拟信号布线在电路板的数字部分之上时， 才会出现数字信号对模拟信号的干扰。出现这种问题并不是因为没有分割地，真正的原因是数字信号的布线不适当。 PCB 设计采用统一地，通过数字电路和模拟电路分区以及合适的信号布线，通常可以解决一些比较困难的布局布线问题，同时也不会产生因地分割带来的一些潜在的麻烦。在这种情况下，元器件的布局和分区就成为决定设计优劣的关键。如果布局布线合理，数字地电流将限制在电路板的数字部分，不会干扰模拟信号。对于这样的布线必须仔细地检查和核对，要保证百分之百遵守 布线规则。否则，一条信号线走线不当就会彻底破坏一个本来非常不错的电路板。

在将 A/D 转换器的模拟地和数字地管脚连接在一起时，大多数的 A/D 转换器厂商会建议：将 AGND 和 DGND 管脚通过最短的引线连接到同一个低阻抗的地上 (注：因为大多数 A/D 转换器芯片内部没有将模拟地和数字地连接在一起，必须通过外部管脚实现模拟和数字地的连接)，任何与 DGND 连接的外部阻抗都会通过寄生电容将更多的数字噪声耦合到 IC 内部的模拟电路上。按照这个建议，需要把 A/D 转换器的 AGND 和 DGND 管脚都连接到模拟地上，但这种方法会产生诸如数字信号去耦电容的接地端应该接到模拟地还是数字地的问题。

如果系统仅有一个 A/D 转换器，上面的问题就很容易解决。将地分割开，在 A/D 转换器下面把模拟地和数字地部分连接在一起。采取该方法时，必须保证两个地之间的连接桥宽度与 IC 等宽，并且任何信号线都不能跨越分割间隙。

如果系统中 A/D 转换器较多，例如 10 个 A/D 转换器怎样连接呢？如果在每一个 A/D 转换器的下面都将模拟地和数字地连接在一起，则产生多点相连，模拟地和数字地之间的隔离就毫无意义。而如果不这样连接，就违反了厂商的要求。

最好的办法是开始时就用统一地。将统一的地分为模拟部分和数字部分。这样的布局布线既满足了 IC 器件厂商对模拟地和数字地管脚低阻抗连接的要求，同时又不会形成环路天线或偶极天线而产生 EMC 问题。

如果对混合信号 PCB 设计采用统一地的做法心存疑虑，可以采用地线层分割的方法对整个电路板布局布线，在设计时注意尽量使电路板在后边实验时易于用间距小于 1/2 英寸的跳线或 0 欧姆电阻将分割地连接在一起。注意分区和布线，确保在所有的层上没有数字信号线位于模拟部分之上，也没有任何模拟信号线位于数字部分之上。而且，任何信号线都不能跨越地间隙或是分割电源之间的间隙。要测试该电路板的功能和 EMC 性能，然后将两个地通过 0 欧姆电阻或跳线连接在一起，重新测试该电路板的功能和 EMC 性能。比较测试结果，会发现几乎在所有的情况下，统一地的方案在功能和 EMC 性能方面比分割地更优越。

分割地的方法还有用吗？

在以下三种情况可以用到这种方法：一些医疗设备要求在与病人连接的电路和系统之间的漏电流很低；一些工业过程控制设备的输出可能连接到噪声很大而且功率高的机电设备上；另外一种情况就是在 PCB 的布局受到特定限制时。

在混合信号 PCB 板上通常有独立的数字和模拟电源，能够而且应该采用分割电源面。但是紧邻电源层的信号线不能跨越电源之间的间隙，而所有跨越该间隙的信号线都必须位于紧邻大面积地的电路层上。在有些情况下，将模拟电源以 PCB 连接线而不是一个面来设计可以避免电源面的分割问题。

混合信号 PCB 设计是一个复杂的过程，设计过程要注意以下几点：

1. 将 PCB 分区为独立的 模拟部分和数字部分 。
2. 合适的元器件布局。
3. A/D 转换器跨分区放置。
4. 不要对地进行分割。在电路板的模拟部分和数字部分下面 敷设统一地 。
5. 在电路板的所有层中，数字信号只能在电路板的数字部分布线。
6. 在电路板的所有层中，模拟信号只能在电路板的模拟部分布线。
7. 实现 模拟和数字电源分割 。
8. 布线不能跨越 分割电源面之间的间隙。
9. 必须跨越分割电源之间间隙的信号线要位于紧邻大面积地的布线层上。
10. 分析返回地电流实际流过的路径和方式。
11. 采用正确的布线规则

什么是磁珠？有什么作用？（磁珠用来消除交流信号，电容用来消除直流信号）

2007-06-08 21:48

磁珠专用于 抑制信号线、电源线上的高频噪声和尖峰干扰 ，还具有吸收静电脉冲的能力。

磁珠是用来吸收超高频信号 ，象一些 RF 电路,PLL, 振荡电路，含超高频存储器电路（DDRSDRAM,RAMB等）都需要在电源输入部分加磁珠 ，而电感是一种蓄能元件 ，用在 LC 振荡电路，中低频的滤波电路等 ，其应用频率范围很少超过 50MHz

磁珠的功能主要是 消除存在于传输线结构（电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用信号 ，而射频 RF 能 量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（EMI）。要消除这些不需要的信号能量 ，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器） ，该器件允许直流信号通过，而滤除交流信号。通常 高频信号为 30MHz 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。片式磁珠由 软磁铁氧体材料组成 ，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。 使用片式磁珠的好 处： 小型化和轻量化 在射频噪声频率范围内具有高阻抗 ，消除传输线中的电磁干扰 。 闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。 极好的磁屏蔽结构。 降低直 流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。 显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能 量）。 在高频放大电路中消除寄生振荡。 有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。

要正确的选择磁珠 ，必须注意以下几点：

- 1、不需要的信号的频率范围为多少 ；
- 2、噪声源是谁 ；
- 3、需要多大的噪声衰减 ；
- 4、环境条件是什么（温度 ，直流电压，结构强度） ；
- 5、电路和负载阻抗是多少 ；
- 6、是否有空间在 PCB 板上放置磁珠 ；

前三条通过观察厂家提供的 阻抗频率曲线就可以判断 。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要 ，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $Z_{R22} = fL$ 来 描述。通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。

片式磁珠在过大的直流电压下 ，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高 ，或者外部磁场过大 ，磁珠的阻抗都会受到不利的影 响。 使用片式磁珠和片式电感的原因： 是使用片式磁珠还是片式电感主 要还在于应用。在谐振电路中需要使用片式电感。

而需要消除不需要的 EMI 噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。 片式磁珠和片式电感的应用场合：

片式电感： 射频（RF）和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDAs（个人数字助理），无线遥控系统以及低压供电模块等。

片式磁珠： 时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波 ，I/O 输入/输出内部连接器（比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网），射频（RF）电路和易受干扰的逻辑设备之间 ，供电电路中滤除高频

传导干扰，计算机，打印机，录像机（VCR），电视系统和手提电话中的 EMI 噪声抑制。

一、磁珠的原理

磁珠的主要原料为铁氧体。铁氧体是一种立方晶格结构的亚铁磁性材料。铁氧体材料为铁镁合金或铁镍合金，它的制造工艺和机械性能与陶瓷相似，颜色为灰黑色。电磁干扰滤波器中经常使用的一类磁芯就是铁氧体材料，许多厂商都提供专门用于电磁干扰抑制的铁氧体材料。这种材料的特点是高频损耗非常大，具有很高的导磁率，它可以是电感的线圈绕组之间在高频高阻的情况下产生的电容最小。对于抑制电磁干扰用的铁氧体，最重要的性能参数为磁导率 μ 和饱和磁通密度 B_s 。磁导率 μ 可以表示为复数，实数部分构成电感，虚数部分代表损耗，随着频率的增加而增加。因此，它的等效电路为由电感 L 和电阻 R 组成的串联电路， L 和 R 都是频率的函数。当导线穿过这种铁氧体磁芯时，所构成的电感阻抗在形式上是随着频率的升高而增加，但是在不同频率时其机理是完全不同的。

在低频段，阻抗由电感的感抗构成，低频时 R 很小，磁芯的磁导率较高，因此电感量较大， L 起主要作用，电磁干扰被反射而受到抑制，并且这时磁芯的损耗较小，整个器件是一个低损耗、高 Q 特性的电感，这种电感容易造成谐振因此在低频段，有时可能出现使用铁氧体磁珠后干扰增强的现象。

在高频段，阻抗由电阻成分构成，随着频率升高，磁芯的磁导率降低，导致电感的电感量减小，感抗成分减小，但是，这时磁芯的损耗增加，电阻成分增加，导致总的阻抗增加，当高频信号通过铁氧体时，电磁干扰被吸收并转换成热能的形式耗散掉。

铁氧体抑制元件广泛应用于印制电路板、电源线和数据线上。如在印制板的电源线入口端加上铁氧体抑制元件，就可以滤除高频干扰。铁氧体磁环或磁珠专用于抑制信号线、电源线上的高频干扰和尖峰干扰，它也具有吸收静电放电脉冲干扰的能力。两个元件的数值大小与磁珠的长度成正比，而且磁珠的长度对抑制效果有明显影响，磁珠长度越长抑制效果越好。

二、磁珠和电感的区别

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件。电感多用于电源滤波回路，侧重于抑制传导性干扰；磁珠多用于信号回路，主要用于 EMI 方面。磁珠用来吸收超高频信号，象一些 RF 电路，PLL，振荡电路，含超高频存储器电路（DDR, SDRAM, RAMBUS）都需要在电源输入部分加磁珠，而电感是一种储能元件，用在 LC 振荡电路、中低频的滤波电路等，其应用频率范围很少超过 50MHz。

1. 片式电感：在电子设备的 PCB 板电路中会大量使用感性元件和 EMI 滤波器元件。这些元件包括片式电感和片式磁珠，下面就这两种器件的特点进行描述并分析他们的普通应用场合以及特殊应用场合。表面贴装元件的好处在于小的封装尺寸和能够满足实际空间的要求。除了阻抗值，载流能力以及其他类似物理特性不同外，通孔接插件和表面贴装器件的其他性能特点基本相同。在需要使用片式电感的场合，要求电感实现以下两个基本功能：电路谐振和扼流电抗。谐振电路包括谐振发生电路，振荡电路，时钟电路，脉冲电路，波形发生电路等等。谐振电路还包括高 Q 带通滤波器电路。要使电路产生谐振，必须有电容和电感同时存在于电路中。在电感的两端存在寄生电容，这是由于器件两个电极之间的铁氧体本体相当于电容介质而产生的。在谐振电路中，电感必须具有高 Q ，窄的电感偏差，稳定的温度系数，才能达到谐振电路窄带，低的频率温度漂移的要求。高 Q 电路具有尖锐的谐振峰值。窄的电感偏差保证谐振频率偏差尽量小。稳定的温度系数保证谐振频率具有稳定的温度变化特性。标准的径向引出电感和轴向引出电感以及片式电感的差异仅仅在于封装不一样。电感结构包括介质材料（通常为氧化铝陶瓷材料）上绕制线圈，或者空心线圈以及铁磁性材料上绕制线圈。在功率应用场合，作为扼流圈使用时，电感的主要参数是直流电阻（DCR），额定电流，和低 Q 值。当作为滤波器使用时，希望宽的带宽特性，因此，并不需要电感的高 Q 特性。低的 DCR 可以保证最小的电压降，DCR 定义为元件在没有交流信号下的直流电阻。

2. 片式磁珠：片式磁珠的功能主要是消除存在于传输线结构（PCB 电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用信号，而射频 RF 能量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（EMI）。要消除这些不需要的信号能量，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器），该器件允许直流信号通过，而滤除交流信号。通常高频信号为 30MHz 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由软磁铁氧体材料组成，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。使用片式磁珠的好处： μ 小型化和轻量化。在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰。闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。极好的磁屏蔽结构。降低直流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。

μ 显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能量）。在高频放大电路中消除寄生振荡。有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：不需要的信号的频率范围为多少。噪声源是谁。需要多大的噪声衰减。环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）。电路和负载阻抗是多少。是否有空间在 PCB 板上放置磁珠。前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就

可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $ZR22 fL()2+=fL$ 来描述。典型的阻抗曲线可参见磁珠的 DATASHEET

通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减量小的磁珠型号。片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影

u 使用片式磁珠和片式电感的原因：是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中使用片式电感。而需要消除不需要的 EMI 噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。片式磁珠和片式电感的应用场合：片式电感：射频 (RF) 和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车电子，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA(个人数字助理)，无线遥控系统以及低压供电模块等。片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O 输入/输出内部连接器(比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网)，射频 (RF) 电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机 (VCR)，电视系统和手提电话中的 EMI 噪声抑制。

三、磁珠的选用

1. 磁珠的单位是欧姆，而不是亨特，这一点要特别注意。因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的阻抗来标称的，阻抗的单位也是欧姆。磁珠的 DATASHEET 一般会提供频率和阻抗的特性曲线图，一般以 100MHz 为标准，比如 1000R@100MHz 意思就是在 100MHz 频率的时候磁珠的阻抗相当于 600 欧姆。

2. 普通滤波器是由无损耗的电抗元件构成的，它在线路中的作用是将阻带频率反射回信号源，所以这类滤波器又叫反射滤波器。当反射滤波器与信号源阻抗不匹配时，就会有一部分能量被反射回信号源，造成干扰电平的增强。为解决这一弊病，可在滤波器的进线上使用铁氧体磁环或磁珠套，利用磁环或磁珠对高频信号的涡流损耗，把高频成分转化为热损耗。因此磁环和磁珠实际上对高频成分起吸收作用，所以有时也称之为吸收滤波器。

不同的铁氧体抑制元件，有不同的最佳抑制频率范围。通常磁导率越高，抑制的频率就越低。此外，铁氧体的体积越大，抑制效果越好。在体积一定时，长而细的形状比短而粗的抑制效果好，内径越小抑制效果也越好。但在有直流或交流偏流的情况下，还存在铁氧体饱和的问题，抑制元件横截面越大，越不易饱和，可承受的偏流越大。EMI 吸收磁环/磁珠抑制差模干扰时，通过它的电流值正比于其体积，两者失调造成饱和，降低了元件性能；抑制共模干扰时，将电源的两根线(正负)同时穿过一个磁环，有效信号为差模信号，EMI 吸收磁环/磁珠对其没有任何影响，而对于共模信号则会表现出较大的电感量。磁环的使用中还有一个较好的方法是让穿过的磁环的导线反复绕几下，以增加电感量。可以根据它对电磁干扰的抑制原理，合理使用它的抑制作用。

铁氧体抑制元件应当安装在靠近干扰源的地方。对于输入/输出电路，应尽量靠近屏蔽壳的进出口处。对铁氧体磁环和磁珠构成的吸收滤波器，除了应选用高磁导率的有耗材料外，还要注意它的应用场合。它们在线路中对高频成分所呈现的电阻大约是十至几百，因此它在高阻抗电路中的作用并不明显，相反，在低阻抗电路(如功率分配、电源或射频电路)中使用将非常有效。

四、结论
由于铁氧体可以衰减较高频同时让较低频几乎无阻碍地通过，故在 EMI 控制中得到了广泛地应用。用于 EMI 吸收的磁环/磁珠可制成各种的形状，广泛应用于各种场合。如在 PCB 板上，可加在 DC/DC 模块、数据线、电源线等处。它吸收所在线路上高频干扰信号，但却不会在系统中产生新的零极点，不会破坏系统的稳定性。它与电源滤波器配合使用，可很好的补充滤波器高频端性能的不足，改善系统中滤波特性。

磁珠

概念：

采用在高频段具有良好阻抗特性的铁氧体材料烧结而成，专用于抑制信号线、电源线上的高频噪声和尖峰

干扰，还具有吸收静电脉冲的能力。

主要参数：

标称值：因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的单位也是欧姆。一般以 100MHz 为标准，比如 100MHz 的时候磁珠的阻抗为 600 欧姆。

额定电流：额定电流是指能保证电路正常工作允



许通过电流。生的阻抗来标称的，阻抗 2012B601，就是指在

许通过电流。

电感与磁珠的区别：

有一匝以上的线圈习惯称为电感线圈，少于一匝（导线直通磁环）的线圈习惯称之为磁珠；

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件；

电感多用于电源滤波回路，磁珠多用于信号回路，用于 EMC(电磁兼容)对策；

磁珠主要用于抑制电磁辐射干扰，而电感用于这方面则侧重于抑制传导性干扰。两者都可用于处理 EMC、EMI 问题；

电感一般用于电路的匹配和信号质量的控制上。在模拟地和数字地结合的地方用磁珠。

磁珠有很高的电阻率和磁导率，他等效于电阻和电感串联，但电阻值和电感值都随频率变化。他比普通的电感有更好的高频滤波特性，在高频时呈现阻性，所以能在相当宽的频率范围内保持较高的阻抗，从而提高调频滤波效果。

作为电源滤波，可以使用电感。磁珠的电路符号就是电感但是型号上可以看出使用的是磁珠在电路功能上，磁珠和电感是原理相同的，只是频率特性不同罢了

磁珠由氧磁体组成，电感器由磁心和线圈组成，磁珠把交流信号转化为热能，电感把交流存储起来，缓慢的释放出去。

磁珠对高频信号才有较大阻碍作用，一般规格有 100 欧/100mMHZ，它在低频时电阻比电感小得多。

铁氧体磁珠（Ferrite Bead）是目前应用发展很快的一种抗干扰组件，廉价、易用，滤除高频噪声效果显著。

在电路中只要导线穿过它即可（我用的都是象普通电阻模样的，导线已穿过并胶合，也有表面贴装的形式，但很少见到卖的）。当导线中电流穿过时，铁氧体对低频电流几乎没有什么阻抗，而对较高频率的电流会产生较大衰减作用。高频电流在其中以热量形式散发，其等效电路为一个电感和一个电阻串联，两个组件的值都与磁珠的长度成比例。磁珠种类很多，制造商应提供技术指标说明，特别是磁珠的阻抗与频率关系的曲线。

有的磁珠上有多个孔洞，用导线穿过可增加组件阻抗（穿过磁珠次数的平方），不过在高频时所增加的

抑制噪声能力不可能如预期的多，而用多串联几个磁珠的办法会好些。

铁氧体是磁性材料，会因通过电流过大而产生磁饱和，导磁率急剧下降。大电流滤波应采用结构上专门设计的磁珠，还要注意其散热措施。

铁氧体磁珠不仅可用于电源电路中滤除高频噪声（可用于直流和交流输出），还可广泛应用于其它电路，其体积可以做得很小。特别是在数字电路中，由于脉冲信号含有频率很高的高次谐波，也是电路高频辐射的主要根源，所以可在这种场合发挥磁珠的作用。

铁氧体磁珠还广泛应用于信号电缆的噪声滤除。

以常用于电源滤波的 HH-1H3216-500 为例，其型号各字段含义依次为：

HH 是其一个系列，主要用于电源滤波，用于信号线是 HB 系列；

1 表示一个组件封装了一个磁珠，若为 4 则是并排封装四个的；

H 表示组成物质，H、C、M 为中频应用（50 - 200MHz），

T 低频应用（50MHz），S 高频应用（200MHz）；

3216 封装尺寸，长 3.2mm，宽 1.6mm，即 1206 封装；

500 阻抗（一般为 100MHz 时），50 ohm。

其产品参数主要有三项：

阻抗 [Z]@100MHz (ohm) : Typical 50, Minimum 37;

直流电阻 DC Resistance (m ohm): Maximum 20;

额定电流 Rated Current (mA): 2500.

一般数字地和模拟地都是分开的。如果数字地和模拟地共地，将会对电路产生哪些不良影响呢？

1. 共地会使数字电路的高频分量对模拟电路造成干扰，对性能造成恶化。一般来说，用单点接地将数字地和模拟地连接。据我的经验，电源一定要分开，地如果不方便分开的话，也可以共地，除非是对模拟电路有很高的要求。
2. 这与工作原理有关，数字信号工作在开关状态，导通截至电压从低到极高短的时间内让电压从 0 到 5V 电流必须足够大，速度越高瞬间电流越大。因此在数字 IC 芯片的地端到电源会有瞬间大电流产生，而地线的敷铜截面是有限的。这样抬高了地线的电压。在数字地线上就会出现与开关频率相同的干扰脉冲。如果模拟芯片以这个地为参考，输出就不干净了，模拟芯片关心连续变化的信号。这样得到的结果就面目全非了，特别是在处理微弱信号时或 12 位以上的 A/D 变换的线路。模拟和数字地分开是必须的，在电源处再连接到一起。最好每个数字芯片接 0.1uF 电容，尽量靠近芯片电源脚和地。数字地的敷铜在许可的条件下尽量加大截面积。

要有什么元件有什么用途，什么功能，一般用在什么地方上，图文解说最好，有个视频解说那就更好！！

、电阻 —<http://baike.baidu.com/view/3571.html>

演示 http://www.yuyicn.com/edu/2003/200306/20030627115949_115.shtml

<http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-7/200671715484214008.swf>

2、电容 —<http://baike.baidu.com/view/3686.html>



演示 <http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-7/20067161923816281.swf>

3、电感 —<http://baike.baidu.com/view/785.html>

电 感 动 画 演 示

<http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-7/200671619215617637.swf>

4、三极管 —<http://baike.baidu.com/view/3794.html>

<http://movie.df169.com/flash/play.html?/flash/UploadFile/2006-9/20069715275565968.swf>

5、集成电路 —<http://baike.baidu.com/view/1355.html>

电容

电容是表征电容器容纳电荷的本领的物理量。我们把电容器的两极板间的 电势差 增加 1 伏所需的电量，叫做电容器的电容。

电容的符号是 C。在 国际单位制 里，电容的单位是 法拉，简称法，符号是 F。一个电容器，如果带 1 库的电量时两级间的电势差是 1 伏，这个电容器的电容就是 1 法。

很多电子产品中，电容器都是必不可少的电子元器件，它在电子设备中充当 整流器的平滑滤波、电源和退耦、交流信号的旁路、交直流电路的交流耦合等。由于电容器的类型和结构种类比较多，因此，使用者不仅需要了解各类电容器的性能指标和一般特性，而且还必须了解在给定用途下各种元件的优缺点、机械或环境的限制条件等。本文介绍电容器的主要参数及应用，可供读者选择电容器种类时用。

1、标称电容量 (CR)：电容器产品标出的电容量值。

云母和陶瓷介质电容器的电容量较低 (大约在 5000pF 以下);纸、塑料和一些陶瓷介质形式的电容量居中 (大约在 0005 μ F10 μ F);通常 电解电容器的容量较大。这是一个粗略的分类法。

2、类别温度范围：电容器设计所确定的能连续工作的环境温度范围，该范围取决于它相应类别的温度极限值，如上限类别温度、下限类别温度、额定温度 (可以连续施加额定电压的最高环境温度)等。

3、额定电压 (UR)：在下限类别温度和额定温度之间的任一温度下，可以连续施加在电容器上的最大直流电压或最大交流电压的有效值或脉冲电压的峰值。

电容器应用在高压场合时， 必须注意电晕的影响。电晕是由于在 介质/电极层之间存在空隙而产生的，它除了可以产生损坏设备的寄生信号外， 还会导致电容器介质击穿。在交流或脉动条件下， 电晕特别容易发生。对于所有的电容器，在使用中应保证 直流电压与交流峰值电压之和不超过直流电压额定值。

4、损耗角正切 ($\tan \delta$) : 在规定频率的正弦电压下，电容器的损耗功率除以电容器的无功功率。这里需要解释一下，在实际应用中，电容器并不是一个纯电容，其内部还有等效电阻，它的简化等效电路如下图所示。图中 C 为电容器的实际电容量， R_s 是电容器的串联等效电阻， R_p 是介质的绝缘电阻， R_o 是介质的吸收等效电阻。对于电子设备来说，要求 R_s 愈小愈好，也就是说要求损耗功率小，其与电容的功率的夹角要小。

这个关系用下式来表达： $\tan \delta = R_s / X_c = 2 \pi f \times C \times R_s$ 因此，在应用当中应注意选择这个参数，避免自身发热过大，以减少设备的失效性。

5、电容器的温度特性：通常是以 20 基准温度的电容量与有关温度的电容量的百分比表示。

补充：

1、电容在电路中一般用 “C”加数字表示（如 C13 表示编号为 13 的电容）。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。

电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。容抗 $X_C = 1 / (2 \pi f C)$ (f 表示交流信号的频率， C 表示电容量) 电话机中常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法 3 种。电容的基本单位用法拉 (F) 表示，其它单位还有：毫法 (mF)、微法 (uF)、纳法 (nF)、皮法 (pF)。其中：1 法拉=10³ 毫法=10⁶ 微法=10⁹ 纳法=10¹² 皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如 10 uF/16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000 uF 1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102 表示 10×10²PF=1000PF 224 表示 22×10⁴PF=0.22 uF

3、电容容量误差表

符号 F G J K L M

允许误差 ±1% ±2% ±5% ±10% ±15% ±20%

如：一瓷片电容为 104J 表示容量为 0.1 uF、误差为 ±5%。

6 使用寿命：电容器的使用寿命随温度的增加而减小。主要原因是温度加速化学反应而使介质随时间退化。

7 绝缘电阻：由于温升引起电子活动增加，因此温度升高将使绝缘电阻降低。

电容器包括固定电容器和可变电容器两大类，其中固定电容器又可根据所使用的介质材料分为云母电容器、陶瓷电容器、纸 / 塑料薄膜电容器、电解电容器和玻璃釉电容器等；可变电容器也可以是玻璃、空气或陶瓷介质结构。以下附表列出了常见电容器的字母符号。

电容分类介绍

名称：聚酯（涤纶）电容 (CL)

符号：

电容量：40p--4u

额定电压：63--630V

主要特点：小体积，大容量，耐热耐湿，稳定性差

应用：对稳定性和损耗要求不高的低频电路

名称：聚苯乙烯电容 (CB)

符号：

电容量：10p--1u

额定电压：100V--30KV

主要特点：稳定，低损耗，体积较大
应用：对稳定性和损耗要求较高的电路

名称：聚丙烯电容（CBB）

符号：

电容量：1000p--10u

额定电压：63--2000V

主要特点：性能与聚苯相似但体积小，稳定性略差

应用：代替大部分聚苯或云母电容，用于要求较高的电路

名称：云母电容（CY）

符号：

电容量：10p--0.1u

额定电压：100V--7kV

主要特点：高稳定性，高可靠性，温度系数小

应用：高频振荡，脉冲等要求较高的电路

名称：高频瓷介电容（CC）

符号：

电容量：1--6800p

额定电压：63--500V

主要特点：高频损耗小，稳定性好

应用：高频电路

名称：低频瓷介电容（CT）

符号：

电容量：10p--4.7u

额定电压：50V--100V

主要特点：体积小，价廉，损耗大，稳定性差

应用：要求不高的低频电路

名称：玻璃釉电容（CI）

符号：

电容量：10p--0.1u

额定电压：63--400V

主要特点：稳定性较好，损耗小，耐高温（200度）

应用：脉冲、耦合、旁路等电路

名称：铝电解电容

符号：

电容量：0.47--10000u

额定电压：6.3--450V

主要特点：体积小，容量大，损耗大，漏电大

应用：电源滤波，低频耦合，去耦，旁路等

名称：钽电解电容（CA）铌电解电容（CN）

符号：

电容量：0.1--1000u

额定电压：6.3--125V

主要特点：损耗、漏电小于铝电解电容

应用：在要求高的电路中代替铝电解电容

名称：空气介质可变电容器

符号：

可变电容量：100--1500p

主要特点：损耗小，效率高；可根据要求制成直线式、直线波长式、直线频率式及对数式等

应用：电子仪器，广播电视设备等

名称：薄膜介质可变电容器

符号：

可变电容量：15--550p

主要特点：体积小，重量轻；损耗比空气介质的

应用：通讯，广播接收机等

名称：薄膜介质微调电容器

符号：

可变电容量：1--29p

主要特点：损耗较大，体积小

应用：收录机，电子仪器等电路作电路补偿

名称：陶瓷介质微调电容器

符号：

可变电容量：0.3--22p

主要特点：损耗较小，体积较小

应用：精密调谐的高频振荡回路

名称：独石电容

最大的缺点是温度系数很高，做振荡器的稳漂让人受不了，我们做的一个555振荡器，电容刚好在7805旁边，开机后，用示波器看频率，眼看着就慢慢变化，后来换成涤纶电容就好多了。

独石电容的特点：

电容量大、体积小、可靠性高、电容量稳定，耐高温耐湿性好等。

应用范围：

广泛应用于电子精密仪器。各种小型电子设备作谐振、耦合、滤波、旁路。

容量范围：

0.5PF--1UF

耐压：二倍额定电压。

里面说独石又叫多层瓷介电容，分两种类型，I型性能挺好，但容量小，一般小于0.2U，另一种叫II型，容量大，但性能一般。

就温漂而言：

独石为正温系数 +130 左右，CBB 为负温系数 -230，用适当比例并联使用，可使温漂降到很小。

就价格而言：

钽，铌电容最贵，独石，CBB 较便宜，瓷片最低，但有种高频零温漂黑点瓷片稍贵。云母电容 Q 值较高，也稍贵。

😊小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰。

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,

还请各位大侠多多指点

😁小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1. 数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠, 一般用 R 做单位, 我一般选 10R), 主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰。
 2. 至于放在哪里, 这要看整个布局啦, 我一般用扩散形式 (即: 机子总有电源电路吧, 再没有总有电源输入吧, 这个地方一般也会有滤波电容器吧, 此电容器的地点就是中点. 模拟地的就直接扩散啦, 经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)
 3. 我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104, 这要看电源纹波系数啦,
- 还请各位大侠多多指点

如何降低数字信号和模拟信号间的相互干扰呢? 在设计之前必须了解电磁兼容 (EMC Electro Magnetic Compatibility) 的两个基本原则: 第一个原则是尽可能减小电流环路的面积; 第二个原则是系统只采用一个参考面。相反, 如果系统存在两个参考面, 就可能形成一个偶极天线 (注: 小型偶极天线的辐射大小与线的长度、流过的电流大小以及频率成正比); 而如果信号不能通过尽可能小的环路返回, 就可能形成一个大的环状天线 (注: 小型环状天线的辐射大小与环路面积、流过环路的电流大小以及频率的平方成正比)。在设计中要尽可能避免这两种情况。

有人建议将混合信号电路板上的数字地和模拟地分割开, 这样能够实现数字地和模拟地之间的隔离。尽管这种方法可行, 但是存在很多潜在的问题, 在复杂的大型系统中问题尤其突出。最关键的问题是不能跨越分割间隙布线, 一旦跨越了分割间隙布线, 电磁辐射和信号串扰都会急剧增加。在 PCB 设计中最常见的问题就是信号线跨越分割地或电源而产生 EMI 问题。

我们采用上述分割方法, 而且信号线跨越了两个地之间的间隙, 信号电流的返回路径是什么呢? 假定被分割的两个地 在某处连接在一起 (通常情况下是在某个位置单点连接), 在这种情况下, 地电流将会形成一个大的环路。流经大环路的高频电流会产生辐射和很高的地电感, 如果流过大环路的是低电平模拟电流, 该电流很容易受到外部信号干扰。最糟糕的是当把分割地 在电源处连接在一起时, 将形成一个非常大的电流环路。另外, 模拟地和数字地通过一个长导线连接在一起会构成偶极天线。

了解电流回流到地的路径和方式 是优化混合信号电路板设计的关键。许多设计工程师仅仅考虑信号电流从哪儿流过, 而忽略了电流的具体路径。如果必须对地线层进行分割, 而且必须通过分割之间的间隙布线, 可以先在被分割的地之间进行单点连接, 形成两个地之间的连接桥, 然后通过该连接桥布线。这样, 在每一个信号线的下方都能够提供一个直接的电流回流路径, 从而使形成的环路面积很小。

采用光隔离器件或变压器也能实现信号跨越分割间隙。对于前者, 跨越分割间隙的是光信号; 在采用变压器的情况下, 跨越分割间隙的是磁场。还有一种可行的办法是采用差分信号: 信号从一条线流入从另外一条信号线返回, 这种情况下, 不需要地作为回流路径。

要深入探讨数字信号对模拟信号的干扰必须先了解 高频电流的特性。高频电流总是选择 阻抗最小 (电感最低), 直接位于 信号下方 的路径, 因此返回电流会流过邻近的电路层, 而无论这个临近层是电源层还是地线层。在实际工作中一般倾向于使用统一地, 而将 PCB 分区为模拟部分和数字部分。模拟信号在电路板所有层的模拟区内布线, 而数字信号在数字电路区内布线。在这种情况下, 数字信号返回电流不会流入到模拟信号的地。

只有将 数字信号布线在电路板的模拟部分之上或者将模拟信号布线在电路板的数字部分之上时, 才会出现数字信号对模拟信号的干扰。出现这种问题并不是因为没有分割地, 真正的原因是数字信号的布线不适当。PCB 设计采用统一地, 通过数字电路和模拟电路分区以及合适的信号布线, 通常可以解决一些

比较困难的布局布线问题，同时也不会产生因地分割带来的一些潜在的麻烦。在这种情况下，元器件的布局 and 分区就成为决定设计优劣的关键。如果布局布线合理，数字地电流将限制在电路板的数字部分，不会干扰模拟信号。对于这样的布线必须仔细地检查和核对，要保证百分之百遵守 布线规则。否则，一条信号线走线不当就会彻底破坏一个本来非常不错的电路板。

在将 A/D 转换器的模拟地和数字地管脚连接在一起时，大多数的 A/D 转换器厂商会建议：将 AGND 和 DGND 管脚通过最短的引线连接到同一个低阻抗的地上（注：因为大多数 A/D 转换器芯片内部没有将模拟地和数字地连接在一起，必须通过外部管脚实现模拟和数字地的连接），任何与 DGND 连接的外部阻抗都会通过寄生电容将更多的数字噪声耦合到 IC 内部的模拟电路上。按照这个建议，需要把 A/D 转换器的 AGND 和 DGND 管脚都连接到模拟地上，但这种方法会产生诸如数字信号去耦电容的接地端应该接到模拟地还是数字地的问题。

如果系统仅有一个 A/D 转换器，上面的问题就很容易解决。将地分割开，在 A/D 转换器下面把模拟地和数字地部分连接在一起。采取该方法时，必须保证两个地之间的连接桥宽度与 IC 等宽，并且任何信号线都不能跨越分割间隙。

如果系统中 A/D 转换器较多，例如 10 个 A/D 转换器怎样连接呢？如果在每一个 A/D 转换器的下面都将模拟地和数字地连接在一起，则产生多点相连，模拟地和数字地之间的隔离就毫无意义。而如果不这样连接，就违反了厂商的要求。

最好的办法是开始时就用统一地。将统一的地分为模拟部分和数字部分。这样的布局布线既满足了 IC 器件厂商对模拟地和数字地管脚低阻抗连接的要求，同时又不会形成环路天线或偶极天线而产生 EMC 问题。

如果对混合信号 PCB 设计采用统一地的做法心存疑虑，可以采用地线层分割的方法对整个电路板布局布线，在设计时注意尽量使电路板在后边实验时易于用间距小于 1/2 英寸的跳线或 0 欧姆电阻将分割地连接在一起。注意分区和布线，确保在所有的层上没有数字信号线位于模拟部分之上，也没有任何模拟信号线位于数字部分之上。而且，任何信号线都不能跨越地间隙或是分割电源之间的间隙。要测试该电路板的功能和 EMC 性能，然后将两个地通过 0 欧姆电阻或跳线连接在一起，重新测试该电路板的功能和 EMC 性能。比较测试结果，会发现几乎在所有的情况下，统一地的方案在功能和 EMC 性能方面比分割地更优越。

分割地的方法还有用吗？

在以下三种情况可以用到这种方法：一些医疗设备要求在与病人连接的电路和系统之间的漏电流很低；一些工业过程控制设备的输出可能连接到噪声很大而且功率高的机电设备上；另外一种情况就是在 PCB 的布局受到特定限制时。

在混合信号 PCB 板上通常有独立的数字和模拟电源，能够而且应该采用分割电源面。但是紧邻电源层的信号线不能跨越电源之间的间隙，而所有跨越该间隙的信号线都必须位于紧邻大面积地的电路层上。在有些情况下，将模拟电源以 PCB 连接线而不是一个面来设计可以避免电源面的分割问题。

混合信号 PCB 设计是一个复杂的过程，设计过程要注意以下几点：

1. 将 PCB 分区为独立的 模拟部分和数字部分。
2. 合适的元器件布局。
3. A/D 转换器跨分区放置。
4. 不要对地进行分割。在电路板的模拟部分和数字部分下面 敷设统一地。
5. 在电路板的所有层中，数字信号只能在电路板的数字部分布线。
6. 在电路板的所有层中，模拟信号只能在电路板的模拟部分布线。
7. 实现 模拟和数字电源分割。
8. 布线不能跨越 分割电源面之间的间隙。

9.必须跨越分割电源之间间隙的信号线要位于紧邻大面积地的布线层上。

10.分析返回地电流实际流过的路径和方式。

11.采用正确的布线规则

什么是磁珠？有什么作用？（磁珠用来消除交流信号，电容用来消除直流信号）

2007-06-08 21:48

磁珠专用于抑制信号线、电源线上的高频噪声和尖峰干扰，还具有吸收静电脉冲的能力。

磁珠是用来吸收超高频信号，象一些 RF 电路,PLL, 振荡电路，含超高频存储器电路（DDR SDRAM,RAMBUS）等都需要在电源输入部分加磁珠，而电感是一种蓄能元件，用在 LC 振荡电路，中低频的滤波电路等，其应用频率范围很少超过 50MHz

磁珠的功能主要是消除存在于传输线结构（电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是有用的信号，而射频 RF 能量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（EMI）。要消除这些不需要的信号能量，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器），该器件允许直流信号通过，而滤除交流信号。通常高频信号为 30MHz 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由软磁铁氧体材料组成，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。使用片式磁珠的好处：小型化和轻量化 在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰。闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。极好的磁屏蔽结构。降低直流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能量）。在高频放大电路中消除寄生振荡。有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。

要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：

- 1、不需要的信号的频率范围为多少；
- 2、噪声源是谁；
- 3、需要多大的噪声衰减；
- 4、环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）；
- 5、电路和负载阻抗是多少；
- 6、是否有空间在 PCB 板上放置磁珠；

前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $ZR22 fL()2+:=fL$ 来描述。通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影响。使用片式磁珠和片式电感的原因：是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中需要使用片式电感。而需要消除不需要的 EMI 噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。片式磁珠和片式电感的应用场合：

片式电感：射频 (RF) 和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA（个人数字助理），无线遥控系统以及低压供电模块等。

片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O 输入/输出内部连接器（比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网），射频（RF）电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机（VCR），电视系统和手提电话中的 EMI 噪声抑制。

一、磁珠的原理

磁珠的主要原料为铁氧体。铁氧体是一种立方晶格结构的亚铁磁性材料。铁氧体材料为铁镁合金或铁镍合金，它的制造工艺和机械性能与陶瓷相似，颜色为灰黑色。电磁干扰滤波器中经常使用的一类磁芯就是铁氧体材料，许多厂商都提供专门用于电磁干扰抑制的铁氧体材料。这种材料的特点是高频损耗非常大，具有很高的导磁率，它可以是电感的线圈绕组之间在高频高阻的情况下产生的电容最小。对于抑制电磁干扰用的铁氧体，最重要的性能参数为磁导率 μ 和饱和磁通密度 B_s 。磁导率 μ 可以表示为复数，实数部分构成电感，虚数部分代表损耗，随着频率的增加而增加。因此，它的等效电路为由电感 L 和电阻 R 组成的串联电路， L 和 R 都是频率的函数。当导线穿过这种铁氧体磁芯时，所构成的电感阻抗在形式上是随着频率的升高而增加，但是在不同频率时其机理是完全不同的。

在低频段，阻抗由电感的感抗构成，低频时 R 很小，磁芯的磁导率较高，因此电感量较大， L 起主要作用，电磁干扰被反射而受到抑制，并且这时磁芯的损耗较小，整个器件是一个低损耗、高 Q 特性的电感，这种电感容易造成谐振因此在低频段，有时可能出现使用铁氧体磁珠后干扰增强的现象。

在高频段，阻抗由电阻成分构成，随着频率升高，磁芯的磁导率降低，导致电感的电感量减小，感抗成分减小。但是，这时磁芯的损耗增加，电阻成分增加，导致总的阻抗增加，当高频信号通过铁氧体时，电磁干扰被吸收并转换成热能的形式耗散掉。

铁氧体抑制元件广泛应用于印制电路板、电源线和数据线上。如在印制板的电源线入口端加上铁氧体抑制元件，就可以滤除高频干扰。铁氧体磁环或磁珠专用于抑制信号线、电源线上的高频干扰和尖峰干扰，它也具有吸收静电放电脉冲干扰的能力。两个元件的数值大小与磁珠的长度成正比，而且磁珠的长度对抑制效果有明显影响，磁珠长度越长抑制效果越好。

二、磁珠和电感的区别

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件。电感多用于电源滤波回路，侧重于抑止传导性干扰；磁珠多用于信号回路，主要用于 EMI 方面。磁珠用来吸收超高频信号，象一些 RF 电路，PLL，振荡电路，含超高频存储器电路（DDR,SDRAM,RAMBUS）都需要在电源输入部分加磁珠，而电感是一种储能元件，用在 LC 振荡电路、中低频的滤波电路等，其应用频率范围很少超过 50MHz。

1. 片式电感：在电子设备的 PCB 板电路中会大量使用感性元件和 EMI 滤波器元件。这些元件包括片式电感和片式磁珠，下面就这两种器件的特点进行描述并分析他们的普通应用场合以及特殊应用场合。表面贴装元件的好处在于小的封装尺寸和能够满足实际空间的要求。除了阻抗值，载流能力以及其他类似物理特性不同外，通孔接插件和表面贴装器件的其他性能特点基本相同。在需要使用片式电感的场合，要求电感实现以下两个基本功能：电路谐振和扼流电抗。谐振电路包括谐振发生电路，振荡电路，时钟电路，脉冲电路，波形发生电路等等。谐振电路还包括高 Q 带通滤波器电路。要使电路产生谐振，必须有电容和电感同时存在于电路中。在电感的两端存在寄生电容，这是由于器件两个电极之间的铁氧体本体相当于电容介质而产生的。在谐振电路中，电感必须具有高 Q ，窄的电感偏差，稳定的温度系数，才能达到谐振电路窄带，低的频率温度漂移的要求。高 Q 电路具有尖锐的谐振峰值。窄的电感偏置保证谐振频率偏差尽量小。稳定的温度系数保证谐振频率具有稳定的温度变化特性。标准的径向引出电感和轴向引出电感以及片式电感的差异仅仅在于封装不一样。电感结构包括介质材料（通常为氧化铝陶瓷材料）上绕制线圈，或者空心线圈以及铁磁性材料上绕制线圈。在功率应用场合，作为扼流圈使用时，电感的主要参数是直流电阻（DCR），额定电流，和低 Q 值。当作为滤波器使用时，希望宽的带宽特性，因此，并不需要电感的高 Q 特性。低的 DCR 可以保证最小的电压降，DCR 定义为元件在没有交流信号下的直流电阻。

2. 片式磁珠：片式磁珠的功能主要是消除存在于传输线结构（PCB 电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用的信号，而射频 RF 能量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（EMI）。要消除这些不需要的信号能量，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器），该器件允许直流信号通过，而滤除交流信号。通常高频信号为 30MHz 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由软磁铁氧体材料组成，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。使用片式磁珠的好处： μ 小型化和轻量化。在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰。闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。极好的磁屏蔽结构。降低直流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。

μ 显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能量）。在高频放大电路中消除寄生振荡。有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：不需要的信号的频率范围为多少。噪声源是谁。需要多大的噪声衰减。环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）。电路和负载阻抗是多少。是否有空间在 PCB 板上放置磁珠。前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $ZR22 fL()2+:=fL$ 来描述。典型的阻抗曲线可参见磁珠的 DATASHEET

通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影

μ 使用片式磁珠和片式电感的原因：是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中需要使用片式电感。而需要消除不需要的 EMI 噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。片式磁珠和片式电感的应用场合：片式电感：射频（RF）和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车电子，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA（个人数字助理），无线遥控系统以及低压供电模块等。片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O 输入/输出内部连接器（比如串口，并口，键盘，鼠

标，长途电信，本地局域网），射频（RF）电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机（VCR），电视系统和手提电话中的EMI噪声抑制。

三、磁珠的选用

1. 磁珠的单位是欧姆，而不是亨特，这一点要特别注意。因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的阻抗来标称的，阻抗的单位也是欧姆。磁珠的DATASHEET一般会提供频率和阻抗的特性曲线图，一般以100MHz为标准，比如1000R@100MHz意思就是在100MHz频率的时候磁珠的阻抗相当于600欧姆。

2. 普通滤波器是由无损耗的电抗元件构成的，它在线路中的作用是将阻带频率反射回信号源，所以这类滤波器又叫反射滤波器。当反射滤波器与信号源阻抗不匹配时，就会有一部分能量被反射回信号源，造成干扰电平的增强。为解决这一弊病，可在滤波器的进线上使用铁氧体磁环或磁珠套，利用磁环或磁珠对高频信号的涡流损耗，把高频成分转化为热损耗。因此磁环和磁珠实际上对高频成分起吸收作用，所以有时也称之为吸收滤波器。

不同的铁氧体抑制元件，有不同的最佳抑制频率范围。通常磁导率越高，抑制的频率就越低。此外，铁氧体的体积越大，抑制效果越好。在体积一定时，长而细的形状比短而粗的抑制效果好，内径越小抑制效果也越好。但在有直流或交流偏流的情况下，还存在铁氧体饱和的问题，抑制元件横截面越大，越不易饱和，可承受的偏流越大。EMI吸收磁环/磁珠抑制差模干扰时，通过它的电流值正比于其体积，两者失调造成饱和，降低了元件性能；抑制共模干扰时，将电源的两根线（正负）同时穿过一个磁环，有效信号为差模信号，EMI吸收磁环/磁珠对其没有任何影响，而对于共模信号则会表现出较大的电感量。磁环的使用中还有一个较好的方法是让穿过的磁环的导线反复绕几下，以增加电感量。可以根据它对电磁干扰的抑制原理，合理使用它的抑制作用。

铁氧体抑制元件应当安装在靠近干扰源的地方。对于输入/输出电路，应尽量靠近屏蔽壳的进、出口处。对铁氧体磁环和磁珠构成的吸收滤波器，除了应选用高磁导率的有耗材料外，还要注意它的应用场合。它们在线路中对高频成分所呈现的电阻大约是十至几百，因此它在高阻抗电路中的作用并不明显，相反，在低阻抗电路（如功率分配、电源或射频电路）中使用将非常有效。

四、结论
由于铁氧体可以衰减较高频同时让较低频几乎无阻碍地通过，故在EMI控制中得到了广泛地应用。用于EMI吸收的磁环/磁珠可制成各种的形状，广泛应用于各种场合。如在PCB板上，可加在DC/DC模块、数据线、电源线等处。它吸收所在线路上高频干扰信号，但却不会在系统中产生新的零极点，不会破坏系统的稳定性。它与电源滤波器配合使用，可很好的补充滤波器高频端性能的不足，改善系统中滤波特性。

磁珠

概念：

采用在高频段具有良好阻抗特性的铁氧体材料烧结而成，专用于抑制信号和尖峰干扰，还具有吸收静电脉冲的能力。

主要参数：

标称值：因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的阻抗来标称的，阻抗的单位也是欧姆。一般以100MHz为标准，比如1000R@100MHz，就是指在100MHz的时候磁珠的阻抗为600欧姆。

额定电流：额定电流是指能保证电路正常工作允许通过电流。



采用在高频段具有良好阻抗特性、电源线上的高频噪声

生的阻抗来标称的，阻抗2012B601，就是指在

电感与磁珠的区别：

有一匝以上的线圈习惯称为电感线圈，少于一匝（导线直通磁环）的线圈习惯称之为磁珠；

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件；

电感多用于电源滤波回路，磁珠多用于信号回路，用于 EMC(电磁兼容)对策；

磁珠主要用于抑制电磁辐射干扰，而电感用于这方面则侧重于抑制传导性干扰。两者都可用于处理 EMC、EMI 问题；

电感一般用于电路的匹配和信号质量的控制上。在模拟地和数字地结合的地方用磁珠。

磁珠有很高的电阻率和磁导率，他等效于电阻和电感串联，但电阻值和电感值都随频率变化。他比普通的电感有更好的高频滤波特性，在高频时呈现阻性，所以能在相当宽的频率范围内保持较高的阻抗，从而提高调频滤波效果。

作为电源滤波，可以使用电感。磁珠的电路符号就是电感但是型号上可以看出使用的是磁珠在电路功能上，磁珠和电感是原理相同的，只是频率特性不同罢了

磁珠由氧磁体组成，电感由磁心和线圈组成，磁珠把交流信号转化为热能，电感把交流存储起来，缓慢的释放出去。

磁珠对高频信号才有较大阻碍作用，一般规格有 100 欧/100mMHZ，它在低频时电阻比电感小得多。

铁氧体磁珠 (Ferrite Bead) 是目前应用发展很快的一种抗干扰组件，廉价、易用，滤除高频噪声效果显著。在电路中只要导线穿过它即可（我用的都是象普通电阻模样的，导线已穿过并胶合，也有表面贴装的形式，但很少见到卖的）。当导线中电流穿过时，铁氧体对低频电流几乎没有什么阻抗，而对较高频率的电流会产生较大衰减作用。高频电流在其中以热量形式散发，其等效电路为一个电感和一个电阻串联，两个组件的值都与磁珠的长度成比例。磁珠种类很多，制造商应提供技术指标说明，特别是磁珠的阻抗与频率关系的曲线。

有的磁珠上有多个孔洞，用导线穿过可增加组件阻抗（穿过磁珠次数的平方），不过在高频时所增加的抑制噪声能力不可能如预期的多，而用多串联几个磁珠的办法会好些。

铁氧体是磁性材料，会因通过电流过大而产生磁饱和，导磁率急剧下降。大电流滤波应采用结构上专门设计的磁珠，还要注意其散热措施。

铁氧体磁珠不仅可用于电源电路中滤除高频噪声（可用于直流和交流输出），还可广泛应用于其它电路，其体积可以做得很小。特别是在数字电路中，由于脉冲信号含有频率很高的高次谐波，也是电路高频辐射的主要根源，所以可在这种场合发挥磁珠的作用。

铁氧体磁珠还广泛应用于信号电缆的噪声滤除。

以常用于电源滤波的 HH-1H3216-500 为例，其型号各字段含义依次为：

HH 是其一个系列，主要用于电源滤波，用于信号线是 HB 系列；

1 表示一个组件封装了一个磁珠，若为 4 则是并排封装四个的；

H 表示组成物质，H、C、M 为中频应用（50 - 200MHz），

T 低频应用（50MHz），S 高频应用（200MHz）；

3216 封装尺寸，长 3.2mm，宽 1.6mm，即 1206 封装；

500 阻抗（一般为 100MHz 时），50 ohm。

其产品参数主要有三项：

阻抗[Z]@100MHz (ohm) : Typical 50, Minimum 37;

直流电阻 DC Resistance (m ohm): Maximum 20;

额定电流 Rated Current (mA): 2500.

一般数字地和模拟地都是分开的。如果数字地和模拟地共地，将会对电路产生哪些不良影响呢？

1. 共地会使数字电路的高频分量对模拟电路造成干扰，对性能造成恶化。一般来说，用单点接地将数字地和模拟地连接。据我的经验，电源一定要分开，地如果不方便分开的话，也可以共地，除非是对模拟电路有很高的要求。

😊小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰.

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,还请各位大侠多多指点

😊小弟献丑啦

我个人习惯是这样的：

1,数字地与模拟地用 BEAD(即磁珠,一般用 R 做单位,我一般选 10R),主要用于平衡两地阻抗及防止相互间的串扰.

2.至于放在哪里,这要看整个布局啦,我一般用扩散形式(即:机子总有电源电路吧,再没有总有电源输入吧,这个地方一般也会有滤波电容器吧,此电容器的地点就是中点.模拟地的就直接扩散啦,经一个 BEAD 就扩散为数字地啦)

3.我还有一个习惯就是在器件的数字地端最近的地方放一个 103 或 104,这要看电源纹波系数啦,还请各位大侠多多指点

如何降低数字信号和模拟信号间的相互干扰呢？在设计之前必须了解电磁兼容 (EMC Electro Magnetic Compatibility) 的两个基本原则：第一个原则是尽可能减小电流环路的面积；第二个原则是系统只采用一个参考面。相反，如果系统存在两个参考面，就可能形成一个偶极天线（注：小型偶极天线的辐射大小与

线的长度、流过的电流大小以及频率成正比)；而如果信号不能通过尽可能小的环路返回，就可能形成一个大的环状天线（注：小型环状天线的辐射大小与环路面积、流过环路的电流大小以及频率的平方成正比）。在设计中要尽可能避免这两种情况。

有人建议将混合信号电路板上的数字地和模拟地分割开，这样能实现数字地和模拟地之间的隔离。尽管这种方法可行，但是存在很多潜在的问题，在复杂的大型系统中问题尤其突出。最关键的问题是不能跨越分割间隙布线，一旦跨越了分割间隙布线，电磁辐射和信号串扰都会急剧增加。在 PCB 设计中最常见的问题就是信号线跨越分割地或电源而产生 EMI 问题。

我们采用上述分割方法，而且信号线跨越了两个地之间的间隙，信号电流的返回路径是什么呢？假定被分割的两个地 在某处连接在一起（通常情况下是在某个位置单点连接），在这种情况下，地电流将会形成一个大的环路。流经大环路的高频电流会产生辐射和很高的地电感，如果流过大环路的是低电平模拟电流，该电流很容易受到外部信号干扰。最糟糕的是当把分割地在电源处连接在一起时，将形成一个非常大的电流环路。另外，模拟地和数字地通过一个长导线连接在一起会构成偶极天线。

了解电流回流到地的路径和方式是优化混合信号电路板设计的关键。许多设计工程师仅仅考虑信号电流从哪儿流过，而忽略了电流的具体路径。如果必须对地线层进行分割，而且必须通过分割之间的间隙布线，可以先在被分割的地之间进行单点连接，形成两个地之间的连接桥，然后通过该连接桥布线。这样，在每一个信号线的下方都能够提供一个直接的电流回流路径，从而使形成的环路面积很小。

采用光隔离器件或变压器也能实现信号跨越分割间隙。对于前者，跨越分割间隙的是光信号；在采用变压器的情况下，跨越分割间隙的是磁场。还有一种可行的办法是采用差分信号：信号从一条线流入从另外一条信号线返回，这种情况下，不需要地作为回流路径。

要深入探讨数字信号对模拟信号的干扰必须先了解高频电流的特性。高频电流总是选择阻抗最小（电感最低），直接位于信号下方的路径，因此返回电流会流过邻近的电路层，而无论这个临近层是电源层还是地线层。在实际工作中一般倾向于使用统一地，而将 PCB 分区为模拟部分和数字部分。模拟信号在电路板所有层的模拟区内布线，而数字信号在数字电路区内布线。在这种情况下，数字信号返回电流不会流入到模拟信号的地。

只有将数字信号布线在电路板的模拟部分之上或者将模拟信号布线在电路板的数字部分之上时，才会出现数字信号对模拟信号的干扰。出现这种问题并不是因为没有分割地，真正的原因是数字信号的布线不适当。PCB 设计采用统一地，通过数字电路和模拟电路分区以及合适的信号布线，通常可以解决一些比较困难的布局布线问题，同时也不会产生因地分割带来的一些潜在的麻烦。在这种情况下，元器件的布局和分区就成为决定设计优劣的关键。如果布局布线合理，数字地电流将限制在电路板的数字部分，不会干扰模拟信号。对于这样的布线必须仔细地检查和核对，要保证百分之百遵守布线规则。否则，一条信号线走线不当就会彻底破坏一个本来非常不错的电路板。

在将 A/D 转换器的模拟地和数字地管脚连接在一起时，大多数的 A/D 转换器厂商会建议：将 AGND 和 DGND 管脚通过最短的引线连接到同一个低阻抗的地上（注：因为大多数 A/D 转换器芯片内部没有将模拟地和数字地连接在一起，必须通过外部管脚实现模拟和数字地的连接），任何与 DGND 连接的外部阻抗都会通过寄生电容将更多的数字噪声耦合到 IC 内部的模拟电路上。按照这个建议，需要把 A/D 转换器的 AGND 和 DGND 管脚都连接到模拟地上，但这种方法会产生诸如数字信号去耦电容的接地端应该接到模拟地还是数字地的问题。

如果系统仅有一个 A/D 转换器，上面的问题就很容易解决。将地分割开，在 A/D 转换器下面把模拟地和数字地部分连接在一起。采取该方法时，必须保证两个地之间的连接桥宽度与 IC 等宽，并且任何信号线都不能跨越分割间隙。

如果系统中 A/D 转换器较多，例如 10 个 A/D 转换器怎样连接呢？如果在每一个 A/D 转换器的下面都将模拟地和数字地连接在一起，则产生多点相连，模拟地和数字地之间的隔离就毫无意义。而如果不这样连接，就违反了厂商的要求。

最好的办法是开始时就用统一地。将统一的地分为模拟部分和数字部分。这样的布局布线既满足了 IC 器件厂商对模拟地和数字地管脚低阻抗连接的要求，同时又不会形成环路天线或偶极天线而产生 EMC 问题。

如果对混合信号 PCB 设计采用统一地的做法心存疑虑，可以采用地线层分割的方法对整个电路板布局布线，在设计时注意尽量使电路板在后边实验时易于用间距小于 1/2 英寸的跳线或 0 欧姆电阻将分割地连接在一起。注意分区和布线，确保在所有的层上没有数字信号线位于模拟部分之上，也没有任何模拟信号线位于数字部分之上。而且，任何信号线都不能跨越地间隙或是分割电源之间的间隙。要测试该电路板的功能和 EMC 性能，然后将两个地通过 0 欧姆电阻或跳线连接在一起，重新测试该电路板的功能和 EMC 性能。比较测试结果，会发现几乎在所有的情况下，统一地的方案在功能和 EMC 性能方面比分割地更优越。

分割地的方法还有用吗？

在以下三种情况可以用到这种方法：一些医疗设备要求在与病人连接的电路和系统之间的漏电流很低；一些工业过程控制设备的输出可能连接到噪声很大而且功率高的机电设备上；另外一种情况就是在 PCB 的布局受到特定限制时。

在混合信号 PCB 板上通常有独立的数字和模拟电源，能够而且应该采用分割电源面。但是紧邻电源层的信号线不能跨越电源之间的间隙，而所有跨越该间隙的信号线都必须位于紧邻大面积地的电路层上。在有些情况下，将模拟电源以 PCB 连接线而不是一个面来设计可以避免电源面的分割问题。

混合信号 PCB 设计是一个复杂的过程，设计过程要注意以下几点：

1. 将 PCB 分区为独立的 模拟部分和数字部分 。
2. 合适的元器件布局。
3. A/D 转换器跨分区放置。
4. 不要对地进行分割。在电路板的模拟部分和数字部分下面 敷设统一地 。
5. 在电路板的所有层中，数字信号只能在电路板的数字部分布线。
6. 在电路板的所有层中，模拟信号只能在电路板的模拟部分布线。
7. 实现 模拟和数字电源分割 。
8. 布线不能跨越 分割电源面之间的间隙。
9. 必须跨越分割电源之间间隙的信号线要位于紧邻大面积地的布线层上。
10. 分析返回地电流实际流过的路径和方式。
11. 采用正确的布线规则

什么是磁珠？有什么作用？（磁珠用来消除交流信号，电容用来消除直流信号）

2007-06-08 21:48

磁珠专用于 抑制信号线、电源线上的高频噪声和尖峰干扰 ，还具有吸收静电脉冲的能力。

磁珠是用来吸收超高频信号 ，象一些 RF 电路, PLL, 振荡电路，含超高频存储器电路（ DDR SDRAM, RAMBUS 等）都需要在电源输入部分加磁珠 ，而电感是一种蓄能元件 ，用在 LC 振荡电路，中低频的滤波电路等 ，其应用频率范围很少超过 50MHZ

磁珠的功能主要是 消除存在于传输线结构（电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用信号 ，而射频 RF 能 量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（ EMI）。要消除这些不需要的信号能量 ，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器） ，该器件允许直流信号通过 ，而滤除交流信号。通常 高频信号为 30MHZ 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由软磁铁氧体材料组成，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。使用片式磁珠的好处：小型化和轻量化。在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰。闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。极好的磁屏蔽结构。降低直流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能量）。在高频放大电路中消除寄生振荡。有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。

要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：

- 1、不需要的信号的频率范围为多少；
- 2、噪声源是谁；
- 3、需要多大的噪声衰减；
- 4、环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）；
- 5、电路和负载阻抗是多少；
- 6、是否有空间在 PCB 板上放置磁珠；

前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $Z_{R22} = fL + j\omega L$ 来描述。通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影

响。使用片式磁珠和片式电感的原因：是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中需要使用片式电感。而需要消除不需要的 EMI 噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。片式磁珠和片式电感的应用场合：

片式电感：射频（RF）和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA 个人数字助理），无线遥控系统以及低压供电模块等。

片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O 输入/输出内部连接器（比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网），射频（RF）电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机（VCR），电视系统和手提电话中的 EMI 噪声抑止。

一、磁珠的原理

磁珠的主要原料为铁氧体。铁氧体是一种立方晶格结构的亚铁磁性材料。铁氧体材料为铁镁合金或铁镍合金，它的制造工艺和机械性能与陶瓷相似，颜色为灰黑色。电磁干扰滤波器中经常使用的一类磁芯就是铁氧体材料，许多厂商都提供专门用于电磁干扰抑制的铁氧体材料。这种材料的特点是高频损耗非常大，具有很高的导磁率，它可以是电感的线圈绕组之间在高频高阻的情况下产生的电容最小。对于抑制电磁干扰用的铁氧体，最重要的性能参数为磁导率 μ 和饱和磁通密度 B_s 。磁导率 μ 可以表示为复数，实数部分构成电感，虚数部分代表损耗，随着频率的增加而增加。因此，它的等效电路为由电感 L 和电阻 R 组成的串联电路， L 和 R 都是频率的函数。当导线穿过这种铁氧体磁芯时，所构成的电感阻抗在形式上是随着频率的升高而增加，但是在不同频率时其机理是完全不同的。

在低频段，阻抗由电感的感抗构成，低频时 R 很小，磁芯的磁导率较高，因此电感量较大， L 起主要作用，电磁干扰被反射而受到抑制，并且这时磁芯的损耗较小，整个器件是一个低损耗、高 Q 特性的电感，这种电感容易造成谐振因此在低频段，有时可能出现使用铁氧体磁珠后干扰增强的现象。

在高频段，阻抗由电阻成分构成，随着频率升高，磁芯的磁导率降低，导致电感的电感量减小，感抗成分减小，但是，这时磁芯的损耗增加，电阻成分增加，导致总的阻抗增加，当高频信号通过铁氧体时，电磁干扰被吸收并转换成热能的形式耗散掉。

铁氧体抑制元件广泛应用于印制电路板、电源线和数据线上。如在印制板的电源线入口端加上铁氧体抑制元件，就可以滤除高频干扰。铁氧体磁环或磁珠专用于抑制信号线、电源线上的高频干扰和尖峰干扰，它也具有吸收静电放电脉冲干扰的能力。两个元件的数值大小与磁珠的长度成正比，而且磁珠的长度对抑制效果有明显影响，磁珠长度越长抑制效果越好。

二、磁珠和电感的区别

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件。电感多用于电源滤波回路，侧重于抑止传导性干扰；磁珠多用于信号回路，主要用于 EMI 方面。磁珠用来吸收超高频信号，象一些 RF 电路，PLL，振荡电路，含超高频存储器电路（DDR, SDRAM, RAMBUS）都需要在电源输入部分加磁珠，而电感是一种储能元件，用在 LC 振荡电路、中低频的滤波电路等，其应用频率范围很少超过 50MHz。

1. 片式电感：在电子设备的 PCB 板电路中会大量使用感性元件和 EMI 滤波器元件。这些元件包括片式电感和片式磁珠，下面就这两种器件的特点进行描述并分析他们的普通应用场合以及特殊应用场合。表面贴装元件的好处在于小的封装尺寸和能够满足实际空间的要求。除了阻抗值，载流能力以及其他类似物理特性不同外，通孔接插件和表面贴装器件的其他性能特点基本相同。在需要使用片式电感的场合，要求电感实现以下两个基本功能：电路谐振和扼流电抗。谐振电路包括谐振发生电路，振荡电路，

时钟电路，脉冲电路，波形发生电路等等。谐振电路还包括高 Q 带通滤波器电路。要使电路产生谐振，必须有电容和电感同时存在于电路中。在电感的两端存在寄生电容，这是由于器件两个电极之间的铁氧体本体相当于电容介质而产生的。在谐振电路中，电感必须具有高 Q，窄的电感偏差，稳定的温度系数，才能达到谐振电路窄带，低的频率温度漂移的要求。高 Q 电路具有尖锐的谐振峰值。窄的电感偏置保证谐振频率偏差尽量小。稳定的温度系数保证谐振频率具有稳定的温度变化特性。标准的径向引出电感和轴向引出电感的差异仅仅在于封装不一样。电感结构包括介质材料（通常为氧化铝陶瓷材料）上绕制线圈，或者空心线圈以及铁磁性材料上绕制线圈。在功率应用场合，作为扼流圈使用时，电感的主要参数是直流电阻（DCR），额定电流，和低 Q 值。当作为滤波器使用时，希望宽的带宽特性，因此，并不需要电感的高 Q 特性。低的 DCR 可以保证最小的电压降，DCR 定义为元件在没有交流信号下的直流电阻。

2. 片式磁珠：片式磁珠的功能主要是消除存在于传输线结构（PCB 电路）中的 RF 噪声，RF 能量是叠加在直流传输电平上的交流正弦波成分，直流成分是需要有用信号，而射频 RF 能量却是无用的电磁干扰沿着线路传输和辐射（EMI）。要消除这些不需要的信号能量，使用片式磁珠扮演高频电阻的角色（衰减器），该器件允许直流信号通过，而滤除交流信号。通常高频信号为 30MHz 以上，然而，低频信号也会受到片式磁珠的影响。

片式磁珠由软磁铁氧体材料组成，构成高体积电阻率的独石结构。涡流损耗同铁氧体材料的电阻率成反比。涡流损耗随信号频率的平方成正比。使用片式磁珠的好处：u 小型化和轻量化。在射频噪声频率范围内具有高阻抗，消除传输线中的电磁干扰。闭合磁路结构，更好地消除信号的串绕。极好的磁屏蔽结构。降低直流电阻，以免对有用信号产生过大的衰减。

u 显著的高频特性和阻抗特性（更好的消除 RF 能量）。在高频放大电路中消除寄生振荡。有效的工作在几个 MHz 到几百 MHz 的频率范围内。要正确的选择磁珠，必须注意以下几点：不需要的信号的频率范围为多少。噪声源是谁。需要多大的噪声衰减。环境条件是什么（温度，直流电压，结构强度）。电路和负载阻抗是多少。是否有空间在 PCB 板上放置磁珠。前三条通过观察厂家提供的阻抗频率曲线就可以判断。在阻抗曲线中三条曲线都非常重要，即电阻，感抗和总阻抗。总阻抗通过 $Z_{R22} fL()^{2+} = fL$ 来描述。典型的阻抗曲线可参见磁珠的 DATASHEET

通过这一曲线，选择在希望衰减噪声的频率范围内具有最大阻抗而在低频和直流下信号衰减尽量小的磁珠型号。片式磁珠在过大的直流电压下，阻抗特性会受到影响，另外，如果工作温升过高，或者外部磁场过大，磁珠的阻抗都会受到不利的影响。

u 使用片式磁珠和片式电感的原因：是使用片式磁珠还是片式电感主要还在于应用。在谐振电路中使用片式电感。而需要消除不需要的 EMI 噪声时，使用片式磁珠是最佳的选择。片式磁珠和片式电感的应用场合：片式电感：射频（RF）和无线通讯，信息技术设备，雷达检波器，汽车电子，蜂窝电话，寻呼机，音频设备，PDA（个人数字助理），无线遥控系统以及低压供电模块等。片式磁珠：时钟发生电路，模拟电路和数字电路之间的滤波，I/O 输入/输出内部连接器（比如串口，并口，键盘，鼠标，长途电信，本地局域网），射频（RF）电路和易受干扰的逻辑设备之间，供电电路中滤除高频传导干扰，计算机，打印机，录像机（VCR），电视系统和手提电话中的 EMI 噪声抑止。

三、磁珠的选用

1. 磁珠的单位是欧姆，而不是亨特，这一点要特别注意。因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的阻抗来标称的，阻抗的单位也是欧姆。磁珠的 DATASHEET 一般会提供频率和阻抗的特性曲线图，一般以 100MHz 为标准，比如 1000R @ 100MHz 意思就是在 100MHz 频率的时候磁珠的阻抗相当于 600 欧姆。

2. 普通滤波器是由无损耗的电抗元件构成的，它在线路中的作用是将阻带频率反射回信号源，所以这类滤波器又叫反射滤波器。当反射滤波器与信号源阻抗不匹配时，就会有一部分能量被反射回信号源，造成干扰电平的增强。为解决这一弊病，可在滤波器的进线上使用铁氧体磁环或磁珠套，利用磁环或磁珠对高频信号的涡流损耗，把高频成分转化为热损耗。因此磁环和磁珠实际上对高频成分起吸收作用，所以有时也称之为吸收滤波器。

不同的铁氧体抑制元件，有不同的最佳抑制频率范围。通常磁导率越高，抑制的频率就越低。此外，铁氧体的体积越大，抑制效果越好。在体积一定时，长而细的形状比短而粗的抑制效果好，内径越小抑制效果也越好。但在有直流或交流偏流的情况下，还存在铁氧体饱和的问题，抑制元件横截面越大，越不易饱和，可承受的偏流越大。EMI 吸收磁环/磁珠抑制差模干扰时，通过它的电流值正比于其体积，两者失调造成饱和，降低了元件性能；抑制共模干扰时，将电源的两根线（正负）同时穿过一个磁环，有效信号为差模信号，EMI 吸收磁环/磁珠对其没有任何影响，而对于共模信号则会表现出较大的电感量。磁环的使用中还有一个较好的方法是让穿过的磁环的导线反复绕几下，以增加电感量。可以根据它对电磁干扰的抑制原理，合理使用它的抑制作用。

铁氧体抑制元件应当安装在靠近干扰源的地方。对于输入/输出电路，应尽量靠近屏蔽壳的进、

出口处。对铁氧体磁环和磁珠构成的吸收滤波器，除了应选用高磁导率的有耗材料外，还要注意它的应用场合。它们在线路中对高频成分所呈现的电阻大约是十至几百，因此它在高阻抗电路中的作用并不明显，相反，在低阻抗电路（如功率分配、电源或射频电路）中使用将非常有效。四、结论

由于铁氧体可以衰减较高频同时让较低频几乎无阻碍地通过，故在 EMI 控制中得到了广泛地应用。用于 EMI 吸收的磁环 / 磁珠可制成各种的形状，广泛应用于各种场合。如在 PCB 板上，可加在 DC/DC 模块、数据线、电源线等处。它吸收所在线路上高频干扰信号，但却不会在系统中产生新的零极点，不会破坏系统的稳定性。它与电源滤波器配合使用，可很好的补充滤波器高频端性能的不足，改善系统中滤波特性。

磁珠

概念：

抗特性的铁氧体材料烧结而成，专用于抑制信号和尖峰干扰，还具有吸收静电脉冲的能力。

主要参数：

标称值：因为磁珠的单位是按照它在某一频率产生的单位也是欧姆。一般以 100MHz 为标准，比如 100MHz 的时候磁珠的阻抗为 600 欧姆。

额定电流：额定电流是指能保证电路正常工作允许通过电流。



采用在高频段具有良好阻抗、电源线上的高频噪声

生的阻抗来标称的，阻抗 2012B601，就是指在

电感与磁珠的区别：

有一匝以上的线圈习惯称为电感线圈，少于一匝（导线直通磁环）的线圈习惯称之为磁珠；

电感是储能元件，而磁珠是能量转换（消耗）器件；

电感多用于电源滤波回路，磁珠多用于信号回路，用于 EMC(电磁兼容)对策；

磁珠主要用于抑制电磁辐射干扰，而电感用于这方面则侧重于抑制传导性干扰。两者都可用于处理 EMC、EMI 问题；

电感一般用于电路的匹配和信号质量的控制上。在模拟地和数字地结合的地方用磁珠。

磁珠有很高的电阻率和磁导率，他等效于电阻和电感串联，但电阻值和电感值都随频率变化。他比普通

的电感有更好的 高频滤波特性 ，在高频时呈现阻性，所以能在相当宽的频率范围内保持较高的阻抗，从而提高调频滤波效果。

作为电源滤波，可以使用电感。磁珠的电路符号就是电感但是型号上可以看出使用的是磁珠在电路功能上，磁珠和电感是原理相同的，只是频率特性不同罢了

磁珠由氧磁体组成，电感由磁心和线圈组成，磁珠把交流信号转化为热能，电感把交流存储起来，缓慢的释放出去。

磁珠对高频信号才有较大阻碍作用，一般规格有 100 欧/100mMHZ，它在低频时电阻比电感小得多。

铁氧体磁珠 (Ferrite Bead) 是目前应用发展很快的一种抗干扰组件， 廉价、易用，滤除高频噪声效果显著。在电路中只要导线穿过它即可（我用的都是象普通电阻模样的， 导线已穿过并胶合， 也有表面贴装的形式，但很少见到卖的）。当导线中电流穿过时，铁氧体对低频电流几乎没有什么阻抗，而对较高频率的电流会产生较大衰减作用。高频电流在其中以热量形式散发，其等效电路为一个电感和一个电阻串联，两个组件的值都与磁珠的长度成比例。磁珠种类很多，制造商应提供技术指标说明，特别是磁珠的阻抗与频率关系的曲线。

有的磁珠上有多个孔洞，用导线穿过可增加组件阻抗（穿过磁珠次数的平方），不过在高频时所增加的抑制噪声能力不可能如预期的多，而用多串联几个磁珠的办法会好些。

铁氧体是磁性材料，会因通过电流过大而产生磁饱和，导磁率急剧下降。大电流滤波应采用结构上专门设计的磁珠，还要注意其散热措施。

铁氧体磁珠不仅可用于电源电路中滤除高频噪声（可用于直流和交流输出），还可广泛应用于其它电路，其体积可以做得很小。特别是在数字电路中，由于脉冲信号含有频率很高的高次谐波，也是电路高频辐射的主要根源，所以可在这种场合发挥磁珠的作用。

铁氧体磁珠还广泛应用于信号电缆的噪声滤除。

以常用于电源滤波的 HH-1H3216-500 为例，其型号各字段含义依次为：

HH 是其一个系列，主要用于电源滤波，用于信号线是 HB 系列；

1 表示一个组件封装了一个磁珠，若为 4 则是并排封装四个的；

H 表示组成物质，H、C、M 为中频应用（50 - 200MHz），

T 低频应用（50MHz），S 高频应用（200MHz）；

3216 封装尺寸，长 3.2mm，宽 1.6mm，即 1206 封装；

500 阻抗（一般为 100MHz 时），50 ohm。

其产品参数主要有三项：

阻抗 [Z]@100MHz (ohm) : Typical 50, Minimum 37;

直流电阻 DC Resistance (m ohm): Maximum 20;

额定电流 Rated Current (mA): 2500.

一般数字地和模拟地都是分开的。如果数字地和模拟地共地，将会对电路产生哪些不良影响呢？