



深圳市恒创技术有限公司

EMC 器件知识分享

电磁兼容元器件介绍之磁珠应用 第十七期

磁珠应用分享

1. 磁珠介绍

片式磁珠全称为铁氧体磁珠（英文为 Ferrite Bead），片式磁珠的主要原料为铁氧体。它的等效电路为电感 L 和串联电路电阻 R 组成， L 和 R 都是频率的函数。当导线穿过这种铁氧体磁芯时，所构成的电感阻抗随着频率的升高而增加。

下面是磁珠的等效电路模型：

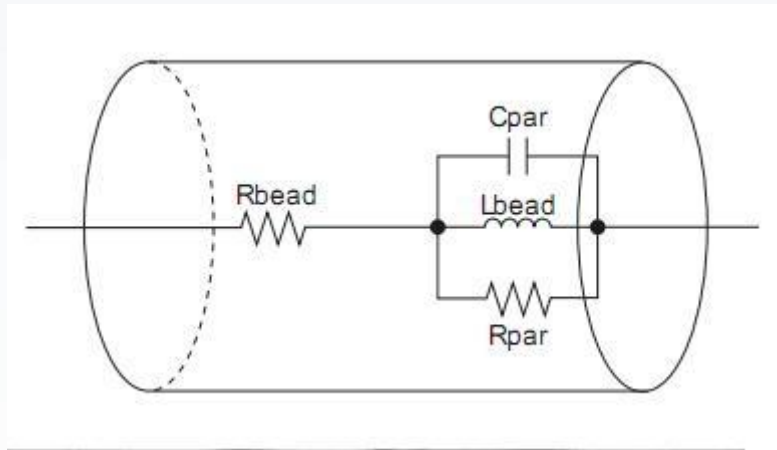


图 8 磁珠等效模型

R_{bead} 是磁珠的直流电阻；

L_{bead} 是磁珠的等效电感；

C_{par} 和 R_{par} 是并联电容和电阻。

在低频 C_{par} 开路， L_{bead} 短路，只有直流电阻 R_{bead} ，当频率增加时，阻抗 $j\omega L_{\text{bead}}$ 随着 L_{bead} 的增加线性增加，阻抗 $(1/j\omega C_{\text{par}})$ 随着 C_{par} 的减小而相反增长。磁珠的阻抗频率曲线图上升斜率主要由电感 L_{bead} 决定。在高频到达一定频率点时， C_{par} 的阻抗开始起主要作用，磁珠的阻抗开始减小。阻抗频率曲线的下降斜率主要由磁珠的寄生电容 C_{par} 决定。 R_{par} 对抑制品质因数(Q-factor)有作用， R_{par} 和 C_{par} 的值增长过大会增加磁珠的品质因素和减小磁珠的有效带宽。高品质因数(Q)可能导致电源输送网络瞬态频率响应出现不期望的抬升。

2. 磁珠的主要参数

在磁珠的实际选型使用过程中，着重关注磁珠以下几个方面电气参数：

- 1、Z(阻抗) [Z]@100MHz (欧姆)：

磁珠的阻抗是指在通过的电流下所有阻抗的总和，包括交流与直流分量。阻抗的直流部分仅仅是绕线的直流电阻，交流部分是电感电抗。下面的公式计算了一个理想电感在正弦交流信号下的电感电抗， $Z=XL=2\pi fL$ 。

L 的单位是亨利，频率的单位是赫兹。这个等式表明电感量越大或者频率越高则阻抗越大。集肤效应或磁芯损耗同样可以使电感的阻抗值增加。

2、DCR(直流电阻)

磁珠的直流电阻指在无交流信号下测得的电阻。在电感设计中，都要求使直流电阻尽可能的小。其单位是欧姆，通常标称为最大值。

3、I_{DC}(额定电流)

额定电流表征通过磁珠的直流电流的强度。

对于磁珠，额定电流以产品随外加电流在最大的额定环境温度中的最大表面温升来定义。额定电流取决于线圈损耗的耗散能力，而降低线圈损耗可以通过减小直流电阻来实现。因此，提高额定电流可以通过减小直流电阻或者增大产品尺寸来实现。

如 160808-XXX 系列，其产品参数如下

ORDERING CODE	Impedance (Ω)	Test Frequency (MHz)	DC Resistance (Ω)max	Rated Current (mA)max
-160808-170T	17±25%	100	0.1	600
-160808-190T	19±25%	100	0.1	600
-160808-280T	28±25%	100	0.2	300

3. 磁珠选型规则

在进行磁珠器件选型时，根据应用电路的类型，需要着重考虑如下几个因素：

1. 滤波电路特性

主要考虑需要进行滤波的电路信号最高工作频率、电路工作电流大小，因为磁珠有以下几类：

- 低速信号用磁珠线：一般用于信号频率低于 30MHz 的电路，以下是磁珠的阻抗曲线图：

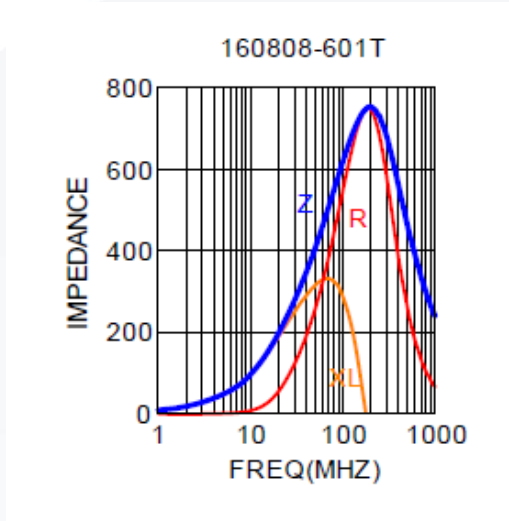


图 1 一般磁珠滤波曲线

- 高速信号用磁珠线：一般用于信号频率高于 30MHz 的电路，以下是磁珠的阻抗曲线图：

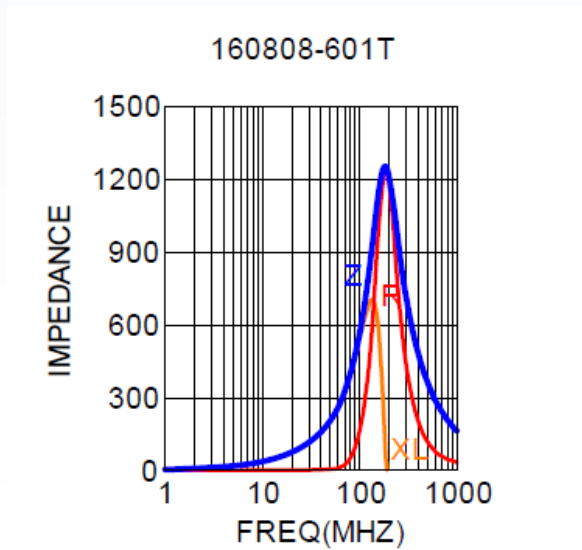


图 2 高速磁珠滤波曲线

- 大电流用磁珠：一般用于单板电源电路，主要用于 9A 以下的电源电路，以下是典型磁珠的阻抗曲线图：

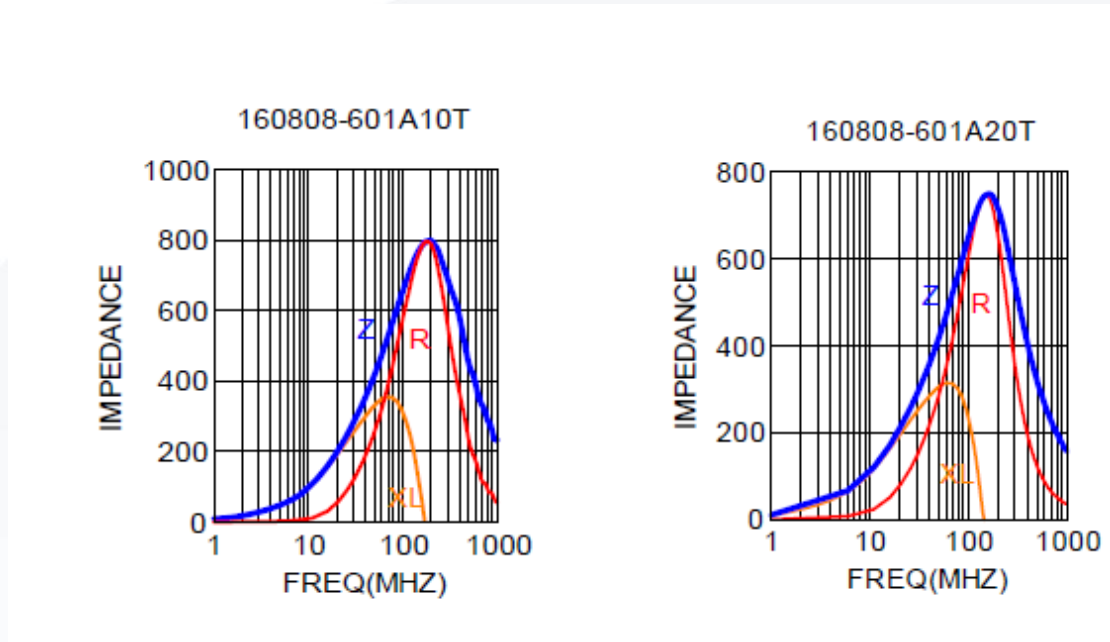


图 3 大电流磁珠滤波曲线

因此在一般信号电路、高速电路、电源电路所选择的磁珠种类有所区别，在实际选型时需要根据电路的种类来决定选择磁珠的种类。

2. 滤波电路信号工作频率

在选择磁珠进行滤波的时候，必须清楚所滤波电路信号的工作频率，并且磁珠在信号工作频率范围内的阻抗小于信号正常工作时能够接受的最大插入阻抗值。一般情况下，在信号工作频率小于 50MHz 时，正常接受的阻抗为 100MHz 阻抗在 50 欧姆以内、在 50MHz 以上时的信号频率工作时，能够接受的最大阻抗为 100MHz 阻抗在 33 欧姆以内。

3. 磁珠阻抗选择

在满足滤波电路正常工作的情况下，磁珠阻抗值原则上越大，其滤波插入损耗越大，滤波特性越好。

4. 选型注意事项

磁珠在应用选型过程中需要注意以下几个方面：

- 1、磁珠降额设计考虑：一般磁珠应用在信号线上，通流量降额需要满足至少 30%要求，即 100mA 电流的电路，磁珠额定通流量需要达到 150mA。对于电源电路，并且电源电流波动比较大的，电流降额需要满足 50%，即 0.5A 电流的电路，磁珠额定通流量需要达到 1A。

- 2、产品所使用环境温度条件：在选择磁珠的时候还需要明确产品所使用环境对于器件温度范围是否有特殊要求，一般民用器件需要满足 $-25^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，工业级应用环境需要满足 $-40^{\circ}\text{C}\sim 105^{\circ}\text{C}$ ，军用器件需要满足 $-55^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ 。
- 3、电感是储能元件，而磁珠是能量消耗器件。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。

5. 应用举例

磁珠主要应用于低速信号电路工作频率 30MHz 以下、低压电源电路和高速信号电路工作频率在 30MHz 以上，针对不同工作频率和工作电流的电路，磁珠选择侧重点有所不同。

■ 电源电路接口典型应用

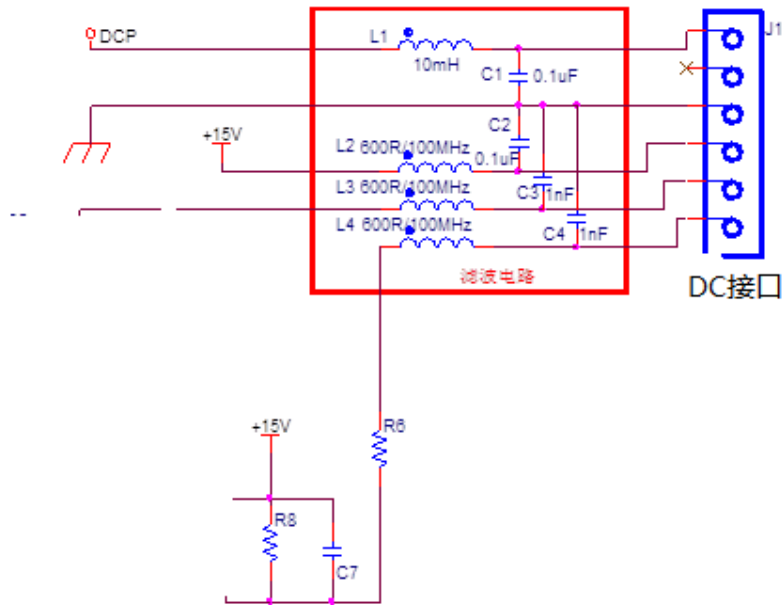


图 4 电源滤波电路典型应用设计

应用说明：

- 1、以上电路 L2、L3、L4 磁珠如果电流超过 500mA 需要选用大电流磁珠，一般可以降额 60%，考虑选择 1A 磁珠，由于直流电源电路无工作频率，磁珠的阻抗可以选择尽可能大，一般典型值选择 100MHz 增加时阻抗 300 欧姆至 600 欧姆；
- 2、如果电源电路的电流在 mA 级，那么可以选择普通信号线磁珠可以代替大电流磁珠来使用，降低器件成本；
- 3、大电流磁珠主要应用在电源转换电路后的电源输出，用于防止芯片干扰通过电源管脚输

出到其他共电源的电路上去。在满足通流量和封装的情况下，可以选择 100MHz 阻抗尽可能高的磁珠，一般典型值选择 100MHz 阻抗 300 欧姆至 600 欧姆。

■ 一般信号输入/输出典型应用

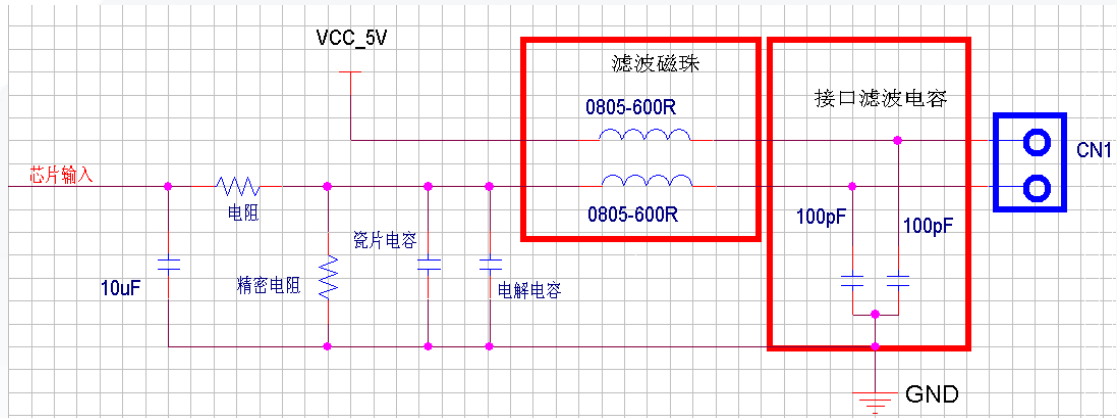


图 5 室内感温包典型应用原理设计

应用说明：低速信号线一般选择普通信号线使用的磁珠，普通信号电路产生的干扰频率一般在几十 MHz 至几百 MHz，在满足电路正常工作的前提下，可以选择 100MHz 阻抗高的磁珠，一般典型值选择 100MHz 阻抗 300 欧姆至 600 欧姆。

■ 高速信号输入/输出典型应用

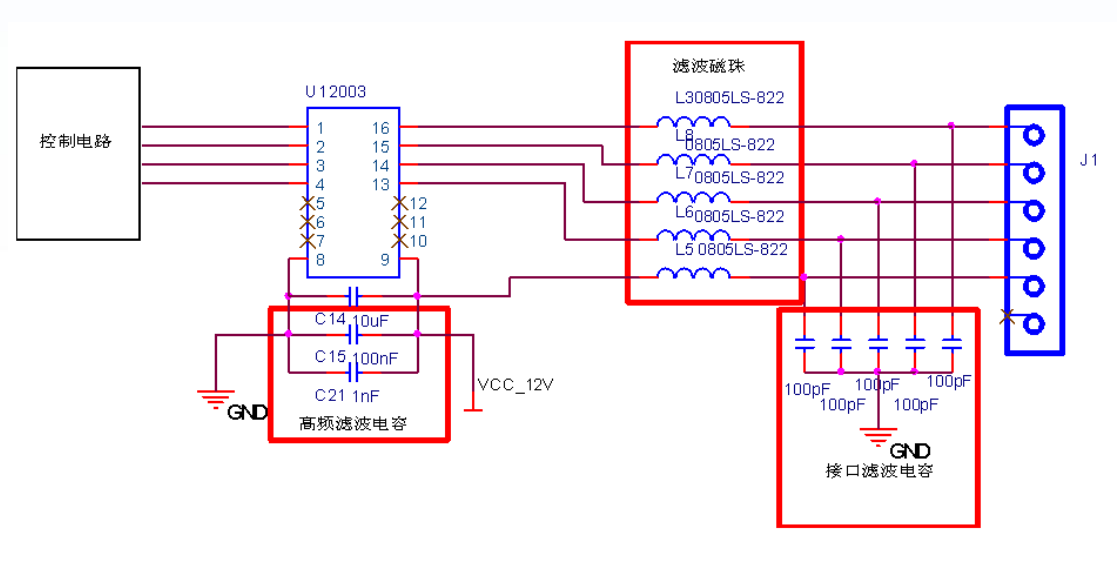


图 6 信号接口典型应用设计

应用说明：高速信号线需要使用高速信号线专用磁珠，比如高速时钟电路、高速总线电路、高速地址线等，此磁珠特点是在高速信号工作频段时阻抗比较低，在高频时阻抗比较高，具有对高频良好的滤波特性，一般主要滤波频段在上百 MHz 至 1GHz，在满足电路正常工作的前提下，可以选择高频阻抗高的磁珠，一般典型值选择 100MHz 阻抗 50 欧姆至 100 欧姆，

但是几百 MHz 阻抗相对比较高。

6. 批量生产品质控制

针对器件在生产批量品质控制这块，主要从以下几个方面进行控制：

1. 100MHz 阻抗值：可以按照一定的测试环境条件进行测量，检查 100MHz 阻抗值是否在产品规格书标称的范围内，一般阻抗在器件标称值 $\pm 25\%$ 以内，测试环境条件是指采用固定的测试仪器，仪器通常选择安捷伦 4287A；
2. 尺寸外观：采用游标卡尺等测试工具对元器件的外观尺寸进行检查，看是否符合规格书标称范围；
3. 抽样百分比率：一般对于体积比较小，每次采购数量比较大的贴片器件，抽样率一般为万分之五，对于体积比较大，每次采购数量比较小的器件，抽样率一般为千分之五；
- 2、供应商送货自检报告：品质部可要求供应商每批货物提供出厂检验报告，并且详细列出其测试环境和条件，以便保证每批货物做到供应商在工厂做到抽检合格。

感谢您对恒创技术的支持，敬请期待第 18 期

如需预定请发邮件至 hanker@hc-emc.com