华中数控系统知识讲座
——电磁兼容性设计

第9讲　电源滤波及干扰抑制

武汉华中数控系统股份有限公司　(湖北　430223)　郑小年　柯万宇

滤波技术用来抑制沿导线传输的传导干扰，主要用于电源干扰和信号线干扰抑制。滤波器是由电感、电容、电阻或铁氧体器件构成的频率选择性网络，可以插入传输线中，抑制不需要的频率进行传播。

一、电源滤波器

电源滤波器的作用是双向的，它不仅可以阻止电网中的噪声进入设备，也可以抑制设备产生的噪声污染电网。

1. 电源线滤波器的结构

图1中 L_1 和 L_2 同时绕在一个磁芯上，这两个电感在电流的通过上是互补的，用来衰减共模干扰。C_X 被用来衰减差模干扰，C_Y 被用来衰减共模干扰。

注：C_Y 必须有较高的耐压值，C_Y 的容值还受到对滤波器所允许的漏电流大小的限制，一般 C_Y 选用 2.2nf/2 000V 的高压瓷片电容，C_X 选用 100nf/1 000V 的瓷片电容，R 选 1MΩ/1W 的金属膜电阻。

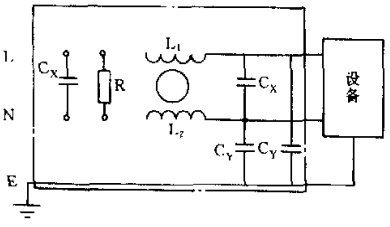


图1　典型的电源线滤波器

2. 滤波器的实际滤波效果

在实际运用的电源滤波器并非是一个理想的低通滤波器，滤波器的实际频率特性可由图2说明，从中可以看出，普通电源滤波器不能有效抑制快速瞬变脉冲干扰。

3. 电源滤波器设计要点

(1) 滤波器一般安装在机柜底部交流电线入口处，不能让输入交流电源线在机柜内绕行很长距离后再接滤波器，以免该线在机柜内辐射噪声。

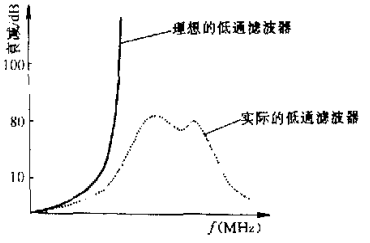


图2　滤波器的实际特性

(2) 如果电源进线必须经过熔断器和电源开关等器件后才能接到滤波器上，则这段线路应施加屏蔽措施。

(3) 滤波器金属机壳最好直接安装在金属机柜上，而且应与机柜的接地端子靠得越近越好。

(4) 滤波器的输入/输出线要分开布置，不能有平行走线，更不应该捆扎在一起，否则输入线中的噪声将不经过滤波器直接耦合到输出线上。

(5) 滤波器输出线最好采用双绞线，加强抗磁场干扰能力。

(6) 如果电源中高电压脉冲噪声比较多，则应选用能在更宽的频率上有较大衰减的电源滤波器，或者与铁氧体磁环线滤波器串联使用，取得好的滤波效果。

(7) 流过滤波器的电流不允许超过滤波器最大额定电流，否则由于电感器的磁芯产生饱合，从而使电感量大大降低，失去抑制作用。

二、吸收型滤波器及干扰抑制

吸收式滤波器由有耗器件构成，在阻带内吸收噪声的能量转化为热损耗，从而起到滤波效果。

1. 铁氧体吸收型滤波器结构

用于电磁噪声抑制的铁氧体是一种磁性材料，由铁、镍、锌氧化物混合而成，铁氧体一般做成中空型，导线穿过其中，当导线中的电流穿过铁氧体时低频电流几乎可无衰减地通过，但高频电流却会受到很大的损耗，转变成热量散发，所以铁氧体和穿过其中的导线即成为吸收型低通滤波器，能有效抑制快速瞬变脉冲串干扰。根据不同的使用场合，铁氧体滤波器可以做成多种形式，图 3 列出了常用的 10 种形式。

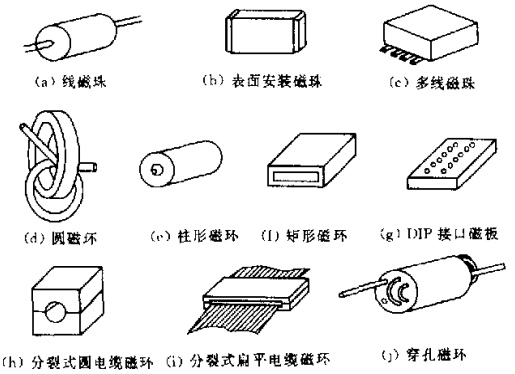


图 3　各种铁氧体磁环

2. 铁氧体磁环构成线噪声滤波器设计要点

(1) 电缆或导线应与环内径密贴，不要留太大的空隙，这样导线上电流产生的磁通可基本上都集中在磁环内，从而增加滤波效果。

(2) 铁氧体磁环套在交流电源线和直流电源线上，用于抑制快速瞬变脉冲串干扰。

(3) 应将导线以同样方向和圈数绕在磁环上，绕的圈数越多，滤波效果越好，一般在强电设备（伺服驱动器、变频器）的输入侧一般为 4～5 圈。电线太粗时，可以用两个以上的磁环，使总圈数达到 4～5 圈，但输出侧的圈数必须在 4 以下。见图 4。

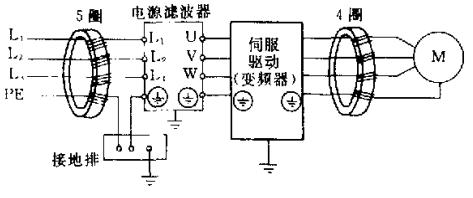


图 4　伺服驱动器或变频器滤波电路

注：图中电源滤波器只允许用在伺服驱动器（或变频器）的输入侧，而不允许用在输出侧。图中的接地线也可不绕在磁环上，在某些场合，地线不绕在磁环上的滤波效果更佳，见图 5。

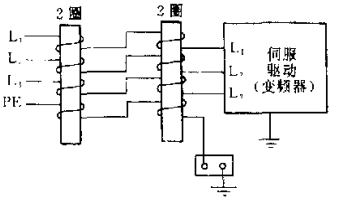


图 5　使用两个磁环串联

(4) 磁环与电源滤波器串联使用，则构成 EMC 滤波器，滤波效果更佳。

(5) 在用磁环抑制直流电源和信号线共模噪声电流时，最好把正负电源线对或正负信号线对都穿过磁环，这样磁环就不易产生饱合，见图 6。

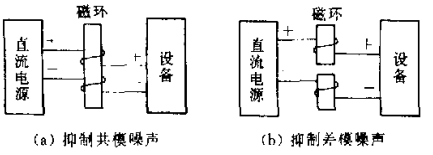


图 6　直流电源滤波电路

(6) 如果使用磁珠或磁环的线路负载阻抗很高，则磁环很可能起不到作用，因为磁环的阻抗在几百兆赫时也只有几百欧，因此磁环比较适用于低阻抗电路。如果能在磁环后再并联电容组成类似 L－C 滤波器，则会大大降低负载阻抗，从而增加滤波效果，见图 7。

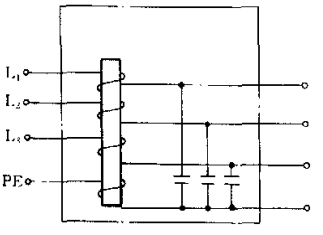


图 7　典型交流电源瞬变脉冲干扰抑制电路

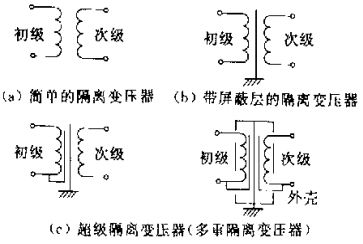
三、电源隔离变压器及干扰抑制

隔离变压器是一种用得相当广泛的电源线抗干扰措施，它最基本的作用是实现电路与电路之间的电气隔离，从而解决地线环路电流带来的设备与设备之间的干扰，同时，隔离变压器对于抗共模干扰也有一定作用，隔离变压器对瞬变脉冲串和雷击浪

涌干扰能起到很好的抑制作用。

1. 隔离变压器的类型

隔离变压器的类型有：简单的隔离变压器、带屏蔽层的隔离变压器、超级隔离变压器，见图 8。



(a) 简单的隔离变压器 (b) 带屏蔽层的隔离变压器

(c) 超级隔离变压器(多重隔离变压器)

图 8 隔离变压器

2. 隔离变压器设计要点

(1) 一般系统中选用带屏蔽的隔离变压器，特殊场合才选用超级隔离变压器。

(2) 屏蔽层必须接地，屏蔽层的连接线必须粗短而直接，否则在高频时的共模干扰抑制效果将变差。

(3) 隔离变压器初级进线与次级出线要分开布置，不能平行走线，更不能捆在一起，次级出线最好选用双绞线，加强抗磁场干扰能力。

(4) 隔离变压器对雷击浪涌高压脉冲具有良好的抑制作用，交流电源变压器加上浪涌抑制器件后就变成防雷变压器。

图 9 中避雷器即气体放电管，浪涌吸收器用压敏电阻，变压器带有屏蔽层，次级侧的电容器可进一步抑制浪涌中的残留共模噪声。

(5) 与磁环等配合使用，可以有效地抑制快速瞬变脉冲串干扰。

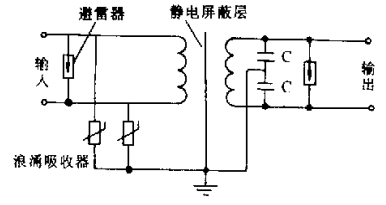


图 9 防雷变压器

四、电源干扰其他抑制措施

(1) 对于电网电压较长时间的欠电压、过电压和电压波动则需要安装交流稳压器给机床数控系统供电，见图 10。

(2) 感性负载抑制瞬态噪声：系统中的感性负载如继电器、接触器、电磁阀、电机等在关断时会产生强烈的脉冲噪声，影响其他电路的正常工作，必须在感性负载处加吸收电路抑制瞬态噪声，其吸收电路的接线法如图 11 所示。

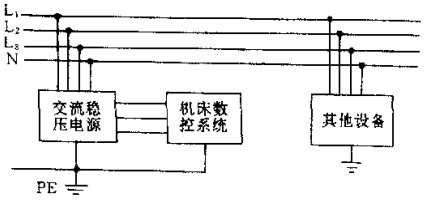
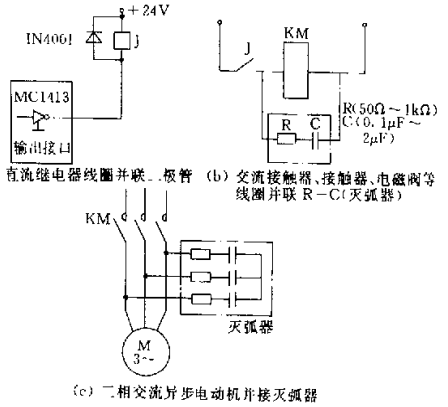


图 10 采用交流稳压器供电

注：根据不同要求，感性负载两端也可并联电阻、压敏电阻、稳压管等吸收回路，但 R－C 吸收回路具有很好的抑制作用，推荐采用 R－C(灭弧器)进行吸收，灭弧器应尽量靠近感性负载进行安装。



(a) 直流继电器线圈并联二极管 (b) 交流接触器、接触器、电磁阀等线圈并联 R－C(灭弧器)

(c) 二相交流异步电动机并接灭弧器

图 11 感性负载并联吸收器件

(待续)(收稿日期：20030620)

信息

《高速切削技术及应用》重印发行

机械工业出版社出版的《高速切削技术及应用》是我国高速加工方面的第一本专著。该书出版之后，很快受到读者的欢迎，目前已经重印。重印时，编者根据目前高速切削技术的发展及有关专家、读者的宝贵意见，又进行了较大的补充和改进。

该书从实用出发，对不同类型高速机床的结构特点、高速电主轴系统、高速进给系统、高速数控系统、高速刀具及其与机床的接口技术、高速加工工艺等关键技术做了比较全面的分析研究，并介绍了具有国际先进水平的一些著名厂商的产品及应用实例，最后对我国开发高速机床及选购高速加工设备提出了若干意见和建议。本书定价 33.6 元（含邮费），有需要者，请与本刊读者服务部联系。