



# 基于开关转换器的高速ADC供电解决方案(下)

High-speed ADC Power Supply Solution Based on the Switch Converter

刘先锋 秦小虎 德州仪器公司

## DC/DC转换器布板注意事项

良好的PCB板设计会极大程度地减小整板噪声问题，如何设计好的PCB通常是困扰设计者的最大的难题，本文建议设计者能够掌握如下关键点。

1、紧凑型设计原则，设计者必须尽可能地把电感、芯片、开关管紧凑地放在一起，因为松散的布局会使得功

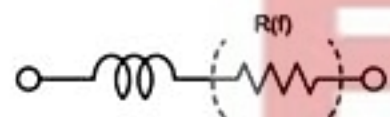
和开关管的铜线尽可能地使用覆铜方式连接，这样做的目的是减小铜箔的ESL值，在高频状态下，ESL会等效成一个电感，引发过高的电压过冲，造成严重的dv/dt。

2、PCB板板层应尽量使用多层板结构，在多层板结构中通常有完整的地层和电源层，完整的平面层可等效成电容的极板，也就是可有效地吸收噪音，而且

最重要的是完整的地层可以简化模拟地和数字地设计，设计者可以把数字地模拟地都连入这个地层。

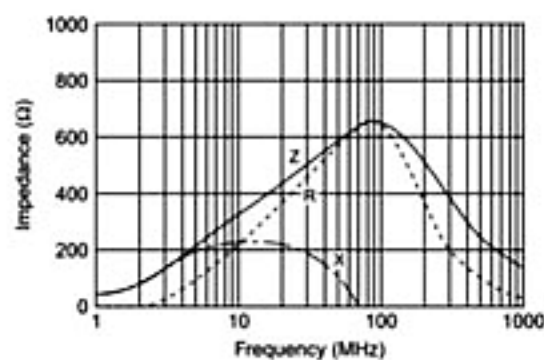
3、要使用带有屏蔽功能的电感，因为电感工作时会产生变动的磁场，而变动的磁场必然产生一个变动的电场，这就相当于一个天线，对外辐射噪音；而屏蔽的电感会将磁场局限在电感内部，从而极大减少对外界的辐射，有利于降低整板噪声的辐射量。

4、电源去耦，为高速ADC供电时，应同时采用大的低ESR的陶瓷或钽电容作为电源去耦电容和局部（ADC引脚处）低ESR的陶瓷电容的组合。大去耦电容存储电荷对电源层和局部去耦电容充电，局部去耦电容则提供ADC所需的高频电流。对于局部去耦，一般建议为每个电源引脚提供一个去耦电容，并且应尽可能靠近ADC电源引脚放置。



高频时磁珠的等效电路

Impedance - Frequency Characteristics (typical)



R: Real Part (Resistive Portion) X: Imaginary Part (Inductive Portion)

阻抗的组成

图8 磁珠的等效电路和阻抗组成图

F Typical Impedance Characteristics:

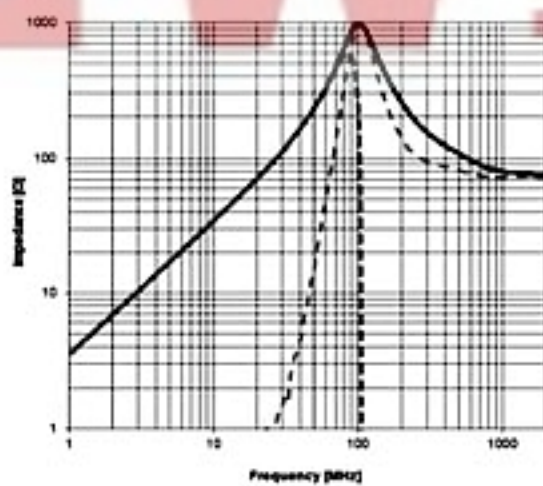
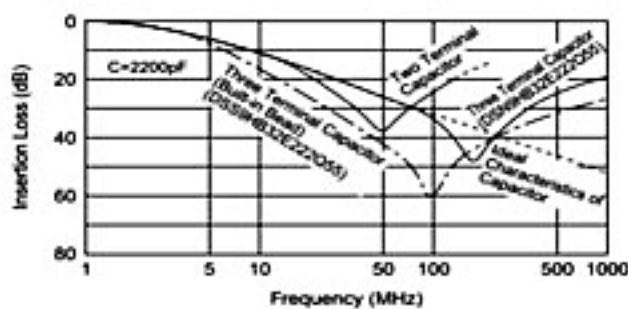
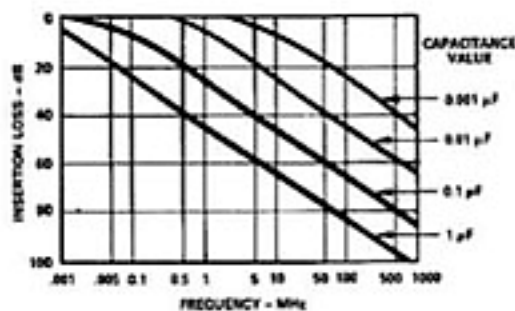


图9 伍尔特磁珠的实际曲线



(a) 理想电容和实际的电容的插入损耗图例

图10 电容的插损图



(b) 理想电容容量与插入损耗的关系图

率环路过长，而产生类似天线效应，将开关噪声辐射到周边器件中，同时产生严重的噪声问题；连接功率电感

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

## DC-DC输出滤波器设计考虑

### 磁珠的设计考虑

#### 工作原理



表2 不同供电模式下ADS58C20EVM的电流测试结果

Setup	Input Current and Voltage	Output Current and Voltage	Power Efficiency
DC/DC	284mA, 5V	619mA, 1.976V	86.10%
LDO	623mA, 5V	612mA, 1.882V	37.00%

金，这种材料的特点是高频损耗非常大，具有很高的导磁率，它可以使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。铁氧体材料通常应用于高频情况，因为在低频时它们主要呈现电感特性，使得损耗很小。在高频情况下，它们主要呈现电抗特性并且随频率改变。

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和饱和磁通密度。磁导率可以表示为复数，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，即用公式来表示复数阻抗 $Z=R+jXL$ ；因此它的等效电路为由电感L和电阻R组成的串联电路，电感L和电阻R都是频率的函数，所以公式应修改为： $Z=R(f)+jXL$ 。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，但是在高频和低频段工作时表现出的特性不太一样。

在高频段，阻抗主要由电阻成分主导，随着频率的升高，磁芯的磁导率降低，导致电感的电感量减小，感抗成分减小，但是此时磁芯的损耗增加，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消耗掉（磁材的涡流损耗）。在低频段，阻抗主要由电感的感抗构成，低频时R很小，磁芯的磁导率较高，因此电感量较大，电感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、高品质因素Q特性的电感，这种电感容易造成谐振，因此在低频段时可能会出现使用铁氧体磁珠后干扰增强的现象。

#### 设计实例

有上述可以得出高频噪音可以有效地被磁珠衰减，以热量的形式被消耗，但是超过磁珠的截止频率以后，磁珠的滤波能力会下降，因为它的阻抗会下降，所以需要知道所要滤除噪声频段的最高频率以及磁珠所能支持的最高频段。以伍尔特磁珠74279252为例，首先需要确定所要滤出的噪声频段，比如在10MHz~100MHz以内的噪声是我们想要滤除的频段，那么就需要选择在此频段时具有相对较高的阻抗磁珠，可以从它的阻抗图中读出

此值：大约在40Ω~1kΩ之间。

#### 穿心电容的设计考虑

##### 工作原理

对于理想的电容来说，它的插入损耗如图10(a)所示，即随着容量增加它的插入损耗会逐步增加，但是对于实际电容来说并不是如此，这是因为实际电容是由：理想电容+寄生电感（ESL）+寄生电阻（ESR）构成，因此实际电容和它的寄生ESL形成了LC的串联谐振，

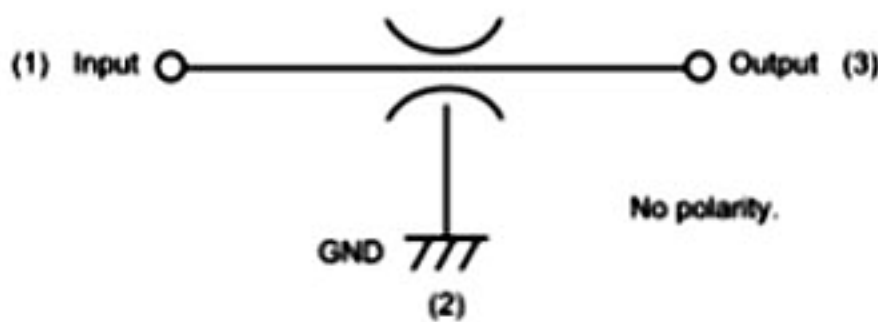


图11 穿心电容原理框图

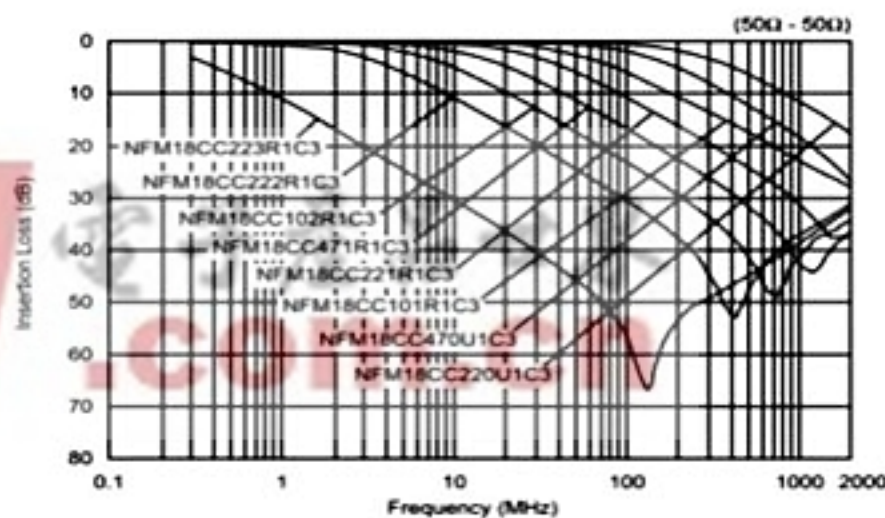


图12 村田穿心电容的实际插损图

当频率超过谐振频率后，谐振频率为 $f_0=1/(2\pi\sqrt{LC})$ ，式中：L为等效电感；C为实际电容；当频率小于 $f_0$ 时，呈现为电容；频率大于 $f_0$ 时，呈现为电感。所以，电容器更像是一个带阻滤波器，而不是一个低通滤波器。电容的ESL和ESR是由电容的构造和所用介质材料决定的，与电容容量无关。对于高频的抑制能力并不会因为更换大容量的同类型电容而增强。更大容量的同类型电容器的阻抗在频率低于 $f_0$ 时，比小容量电容器的阻抗小，但是，当频率大于 $f_0$ 时，ESL决定了二者的阻抗没有差别。可见，为了改进高频滤波特性，必须使用具有较低ESL的电容器。使用三端电容带来的优势是：ESL可以降低得更低，因此对于高频的抑制能力更强；如图10(b)所示，三端电容的插入损耗高于普通两端的电容，而且大容量的三端电容比低容量的三端电容的插入损耗更高。

#### 穿心电容的构成

下转41





LIN通信速度为19.2k波特，足以支持颜色变化和照明场景，且不会对驾驶员和乘客产生明显影响。

最近，一些汽车制造商正考虑将具有自动寻址功能的LIN通信用于此类应用。有多种已知的自动寻址方法，每种方法都有各自的优缺点（见图2）。所有方法的相同点是，与标准LIN通信相比，增加了硅的成本。但是，这种附加成本会降低OEM和1级供应商的物流成本。

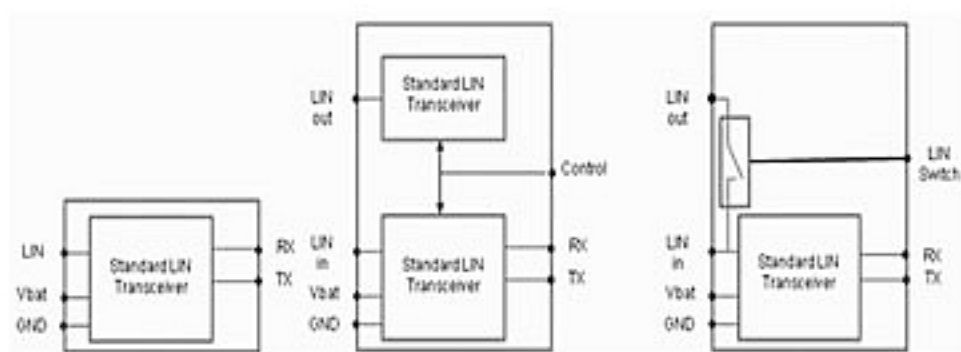


图2 带自动寻址和不带自动寻址的LIN收发器的框图

### 寻址空间限制

典型的车内照明应用会受到非常大的空间限制。灯节点嵌入在开关、杯架、门把手、仪表板、座位、阅读灯、脚踏区域和顶部控制台中。电子设备的可用空间通常被压缩到10 mm x 20 mm或更少，这推动了SSOP、QFN和DFN等小型封装解决方案的应用。在这种环境下，对于低功率耗散和扩展工作温度范围为-40℃到125℃的半导体器件，需要对环境温度和自身发热进行仔细的热量管理。通常情况下，节点连接到端子30，因此需要非常低的待机电流，要远低于100 μA。

Microchip的车内环境照明模块参考设计演示了

基于单片机的RGB LED器件控制。该模块可由主体控制器通过LIN总线进行远程控制。这些模块以非常紧凑的10mm × 20 mm的电路板形式提供，并包含PIC16F1829LIN解决方案，其中包括LIN收发器、稳压器、8位PIC单片机和RGB LED。LIN命令由模块解释，以控制颜色混合（16,383种颜色）和亮度（1023个级别）。

工具包配有四个模块，它们在LIN或J2602网络中可分配为照明区。这些模块还可以与Microchip的LIN串行分

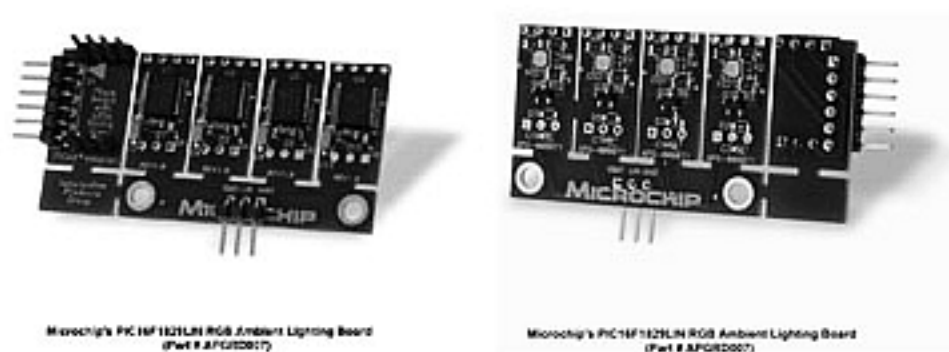


图3 Microchip的PIC16F1829LIN RGB环境照明板（部件编号APGRD007）

析器（部件编号APGDT001）配合使用，以便开箱即可快速创建有效的LIN RGB网络。

基于单片机的解决方案提供了未来基于RGB LIN的车内照明应用所需的灵活性和集成功能。精心考虑的系统架构设计允许使用低成本8位单片机，而不会降低性能。这使得OEM可在大批量畅销车型中提供彩色车内照明，从而提高产品的价值定位并增强驾驶的舒适感和安全性。接近传感和电容式触摸开关等附加功能可通过PIC单片机轻松实现，且几乎不需要任何额外成本，从而可进一步增加系统价值。[27]

### 上接60

通常穿心电容是由输入、输出、公共地三个端口组成，如图11所示，这样的形式的优点是，噪声会不得不先经过电容体，然后经过公共地，将噪声旁路到地回路中，最后将干净的电流、电压送到负载侧，因此对于噪声的滤除能力要远远好过普通的去耦电容。

#### 设计实例

一般来说描述穿心电容的滤波能力使用它的插入损耗曲线来表示，设计者还需要考虑所要滤除的噪声频率范围必须在电容的自谐振点范围以内（图12所示的拐点频率），使得穿心电容工作在“电容区”。比如要滤除

10MHz到150MHz的噪声，以村田的NFM18CC223R1C3为例（电容容量22nF），可以看出它的插入损耗在150MHz时是65dB左右，利用这条曲线设计者会很方便地选取到合适的电容。

### 结论

系统对效率的要求越来越高，如何将高速模数转换器的电源架构转换到高效率的DC/DC是一个很大的问题。本文通过详细分析，论证了在仔细设计的情况下是可以直接使用DC/DC转换器为高速ADC供电而不会照成性能损失的。最后通过大量测试结果证明了我们的推论。[27]