

# 为EMI敏感和高速SERDES系统供电

凌力尔特公司 Afshin Odabaee, David Ng, Jim Yin

**摘要：**本文为EMI敏感和高速的SERDES系统供电提供了一种新的参考方案，即采用一个新的DC-DC微型模块，这一方案像线性稳压器一样简单，同时具备更多优越性。

**关键词：**EMI；DC-DC微型模块；低热耗散

## 开关稳压器噪声辐射

有两种类型的辐射：传导和辐射。传导依赖于连接一个产品的导线和走线，因此噪声局限于设计中的特定终端或连接器，在开发过程中，常常可以用良好的布局或滤波器设计相对较早地保证符合传导辐射的要求。

辐射则不同。电路板上所有携带动电流的东西都辐射出电磁场。电路板上的所有走线相当于天线，而所有铜平面都是谐振器。不同于纯正弦波或DC电压的任何信号都产生遍布信号频谱的噪声。即使进行了仔细设计，仍然不可能在系统测试之前知道辐射情况有多糟，而辐射测试直到设计基本完成才能正式进行。

那么设计工程师能做的是什么呢？一种方法是采用经过预先测试并已知具有低辐射的器件。使用这些“经过检验和认证”的器件可极大提高设计师成功的机会。

任何变化的电流或电压都会产生电磁(EM)形式的能量。这种能量在蜂窝电话、PC、医疗扫描仪、汽车、发送器、荧光灯以及电线等中以不同强度出现，且是在一定频率范围内定义的强度，强度随距离而变化。噪声这个名称尽管不是一个科学定义的术语，但是在EM能量干扰、中断或禁止其它电子器件和组件工作时，仍然用噪声来表示这种能量，它也被称为电磁干扰或EMI。

滤波器可通过衰减在某一频

率上或一个频率范围内的EMI强度来降低EMI。这种能量通过空间传播(辐射)的部分靠增加金属或磁屏蔽衰减。依赖于PCB走线(传导)的部分靠增加铁氧体珠和其它滤波器来控制。EMI不能消除，但可衰减到一个其它通信和数字组件可接受的水平。此外，几个监管机构实施了一些标准，以确保符合EMI要求。

## 超低噪声DC-DC稳压器

### 系统级封装

凌力尔特公司一个新的DC-DC微型模块( $\mu$ Module)稳压器系列通过在DC-DC稳压器电路这个源头衰减传导和辐射能量。一个DC-DC微型模块是一个完整的DC-DC系统级封装，它包括电感器、控制器IC、MOSFET(或开关组件)、输入和输出电容器以及补偿电路，这些组件搭建在一个基片上并装入一个密封的表面贴装塑料封装中，就

表1 两款新的超低噪声DC-DC微型模块稳压器

DC-DC 微型模块	V <sub>in</sub> 范围	V <sub>out</sub> 范围	I <sub>out</sub>	超低噪声资格		LGA封装(mm)
				EMI	SERDES、高速IO	
<b>窄电压范围</b>						
LTM4606	4.5V~28V	0.6V~5.5V	6A	CISPR 22 Class B	经过赛灵思公司检验，可用于RocketIO	引脚兼容 15x15x2.8
<b>宽电压范围</b>						
LTM4612	4.5V~36V	3.3V~15V	6A	CISPR 22 Class B	(不适用，因为 V <sub>OUT</sub> >3.3V)	

像一个IC一样。

这个系列已经过鉴定合格的EMI测试机构的评估，并通过了国际规范CISPR22的认证。换言之，这些产品经过检验和认证，可实现低噪声工作。

### 超低EMI DC-DC微型模块稳压器

一个开关稳压器的噪声主要由接通和断开时电流(和电压)的快速通断动作所引起。LTM4606和LTM4612作为完整的开关稳压器系统，用来实现低输入和输出噪声，同时提供开关稳压器电路的所有优点。表1给出其特性比较。LTM4612与LTM4606类似，但具有更大的输入和输出电压范围。

在这两款产品的输入端上集成了一个输入高频电感器，以衰减输入噪声。为了进一步衰减低输出噪声，这两款器件内部都安装了用于MOSFET和噪声消除网络的优化栅极驱动器，以减轻噪声耦合。

### 辐射EMI噪声测试结果

LTM4606和LTM4612集成了一种功能，以最大限度地降低辐射EMI噪声。输入Π型滤波器可以减轻从该器件耦合到主输入总线的噪声，因此减轻了影响其它电路系统的风险。它还限制传导噪声环路。在欧洲，容许的电磁辐射一般由EN55022定义。另一个常用规范是CISPR22，它来自国际机构Comite International Special des Perturbations Radioelectriques。结果显示，新的DC-DC微型模块稳压器具有比CISPR22 ClassB(准峰

值)辐射限制低超过 $12\text{dB}\mu\text{V}$ 的裕度，如图1所示。

### 一种用于高速SERDES和FPGA I/O的干净高效的电源

尽管线性稳压器仍然是在FPGA和ASIC中为I/O线路供电的可行而简单的解决方案，但随着以非常高速率(在有些情况下超过8Gbps和高达10Gbps)工作的

SERDES(串行器-解串器)的推出，线性稳压器不得不提供比过去更大的功率。在提供大输出功率的同时，线性稳压器要耗散更多热量。其结果是，器件变得更热，而热量管理可能变得昂贵、具有挑战性并常常变得不切实际。

另外，因为线性稳压器的电源抑制比(PSRR)在100kHz以上会大幅降低，所以线性稳压器在从高

频率(MHz)	天线极性	EUT方位角(度)	天线高度(cm)	未校正幅度(dB $\mu\text{V}$ )	ACT(dB $\mu\text{V}$ )	前置放大器增益(dB)	CRL(dB)	DCF(dB)	校正幅度(dB $\mu\text{V}$ )	限值(dB $\mu\text{V}$ )	裕度(dB)	基准
134.31	H	354	364	1.3	11.428	0	1.532	0	14.26	30	-15.74	
119.98	V	184	110	3.5	12.694	0	1.456	0	17.65	30	-12.35	
160.02	H	0	354	0.5	10.499	0	1.793	0	12.792	30	-17.204	
174.37	H	0	100	1.2	9.614	0	1.944	0	12.782	30	-17.218	
224.28	V	0	100	-1.87	10.586	0	2.044	0	15.76	30	-29.34	
263.83	H	0	371	-4.72	12.6	0	2.385	0	10.365	37	-36.735	

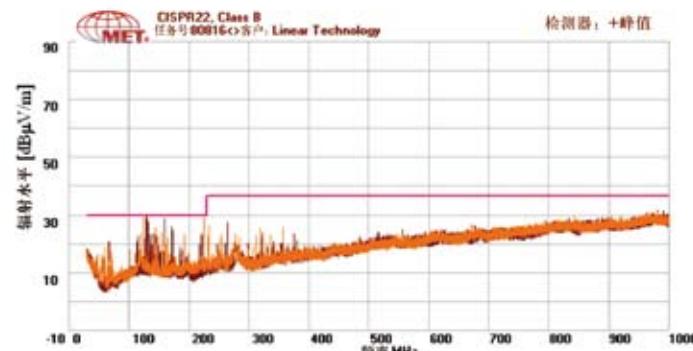


图1 低噪声 LTM4606 微型模块于  $12\text{V}_{\text{IN}}$  至  $2.5\text{V}_{\text{OUT}}/6\text{A}$  的峰值扫描结果

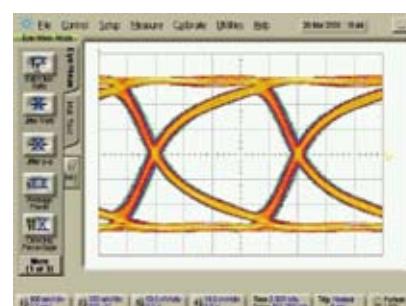


图2 眼图扫描显示，采用新的超低噪声微型模块稳压器所引入的失真可被忽略

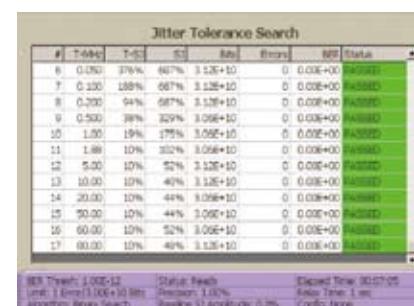


图3 LTM4606通过了赛灵思公司的抖动容限测试

表2 超低噪声DC-DC微型模块稳压器为 RocketIO 供电时显示卓越结果—LTM器件与低压差稳压器(LDO)比较

	电源纹波 (mVpp)		TJ(ps)	抖动容限(UI)	抖动容限(UI)	眼图扫描结果(UI)
	1.0V	1.2V		20 MHz	80 MHz	6CH 平均
LDO (LTC3026)	7.0	3.0	58.3	0.44	0.53	0.44
LTM8023 (2A)	6.4	1.8	57.6	0.44	0.46	0.44
LTM4604 (4A)	7.1	1.8	57.0	0.47	0.47	0.44
LTM4606 (6A)	6.2	3.9	57.5	0.44	0.48	0.44
LTM4616 (2x8A)	6.2	1.9	57.0	0.41	0.47	0.44

频开关稳压器(如500kHz)中滤除噪声方面是无效的。由此，铁氧体珠和Π型滤波器被加入到线性稳压器中，以降低高频噪声。

诸如新的低噪声微型模块稳压器系列等经仔细设计的开关稳压器解决方案，不仅能以只相当于线性稳压器一小部分的热耗散就提供同样的输出功率，还实现了非常低的噪声性能，因此可用于FPGA或ASIC系统中的高速收发器。

将DC-DC微型模块噪声性能转换成抖动和眼图扫描结果：DC-DC微型模块系列经过赛灵思公司检验，适用于RocketIO。

用这个超低噪声DC-DC稳压器系列实现噪声降低已经显示了极好的结果。目前，经过几次测试，这些结果已经转换到了数字域。根据赛灵思公司设置的试验，可以得出几个结论。

#### 眼图扫描

用来测量收发器眼图张开度的眼图扫描结果显示了良好的质量。如图2所示，眼图张开度保证这个DC-DC微型模块稳压器系列提供

大电流(能提供高达6A的电流)，而且不会降低眼图质量。

#### 抖动测试

收发器的性能取决于发送器产生的抖动和接收器的抖动容限。包括LTM4606在内的4个产品都显示了相当于线性稳压器且在有些情况下比线性稳压器还好的值。换句话说，微型模块对抖动的影响可忽略不计，参见图3与表2。

#### 纹波

系统设计师用于高速I/O电源的另一个测量指标是电源纹波。更低的纹波是首选。表2还显示了每个DC-DC微型模块在1.0V和1.2V的输出纹波。与线性稳压器(LTC3026)的纹波相比，结果有时更好。

#### 结语

结合超低EMI、低热耗散和紧凑外形的DC-DC解决方案像线性稳压器一样简单，适用于高速I/O和SERDES。

一个创新性DC-DC微型模块稳压器系列已经设计出来，用于在

高速数据传输中关注EMI和/或最低BER的噪声敏感电子系统。这些器件已经通过获得认证可进行EMI评估的测试实验室测试。此外，这个产品系列的一个子集在高速收发器系统上经过测试，以评估其对抖动的影响。

由于如下原因，这些微型模块稳压器能以高效率、紧凑型封装和类似线性稳压器的简单设计提供超低噪声性能：屏蔽的电感器；仔细的布局；片上滤波器；受控MOSFET栅极驱动；低输入和输出纹波；采用表面贴装封装的完整DC-DC电路。

这个DC-DC微型模块稳压器系列可让所有关注噪声的系统设计师放心使用。EAW