

通用应用笔记

QPI系列

EMI控制是一个复杂的设计任务，它高度依赖于许多设计元素。像如同传导噪声的无源滤波器，传导噪声都需要有源波器都需要仔细布局 and 注意接地，以确保最高的性能。本应用笔记将介绍如何使用DC-DC转换器与QPI来解决噪声问题。推荐的PCB布局和外元件建议可帮助用户获得QPI系列的最佳性能；本文也介绍了测量技术和系统级建议。

设计人员应该知道，要选择EMI滤波器并符合其传导噪声，他们必须在适用EMI标准设置和规定的条件下测试他们产品中的滤波器。滤波器的选择或设计必须基于预滤波噪声的大小和所关注的频谱。一个产品的传导噪声曲线包括差模噪声和共模噪声。它可能还包括测量设置中取决于EUT屏蔽和布线筛查的辐射噪声。IEC（国际电工委员会）特别委员会的无线

电干扰规范CISPR16-2-1描述了测量传导干扰的方法。

在应用中滤波器的性能在很大程度上取决于输入母线和负载阻抗，不能仅从零偏置50Ω插入损耗数据来推断。最终噪声性能是滤波元件、设备接地和噪声源阻抗的复变函数，其幅度和相位在要测试的频率范围内变化。所介绍的采用QPI之前和之后的几个例子显示了QPI的性能。测量均采用图5中所示的测试设置和几个有代表性的DC-DC转换器。结果列于附录。

已提供的QPI评估板包括一个带螺钉接线端子的安装好的QPI，以方便在线测试。请浏览picorpower.com查看数据表和评估板详细信息。

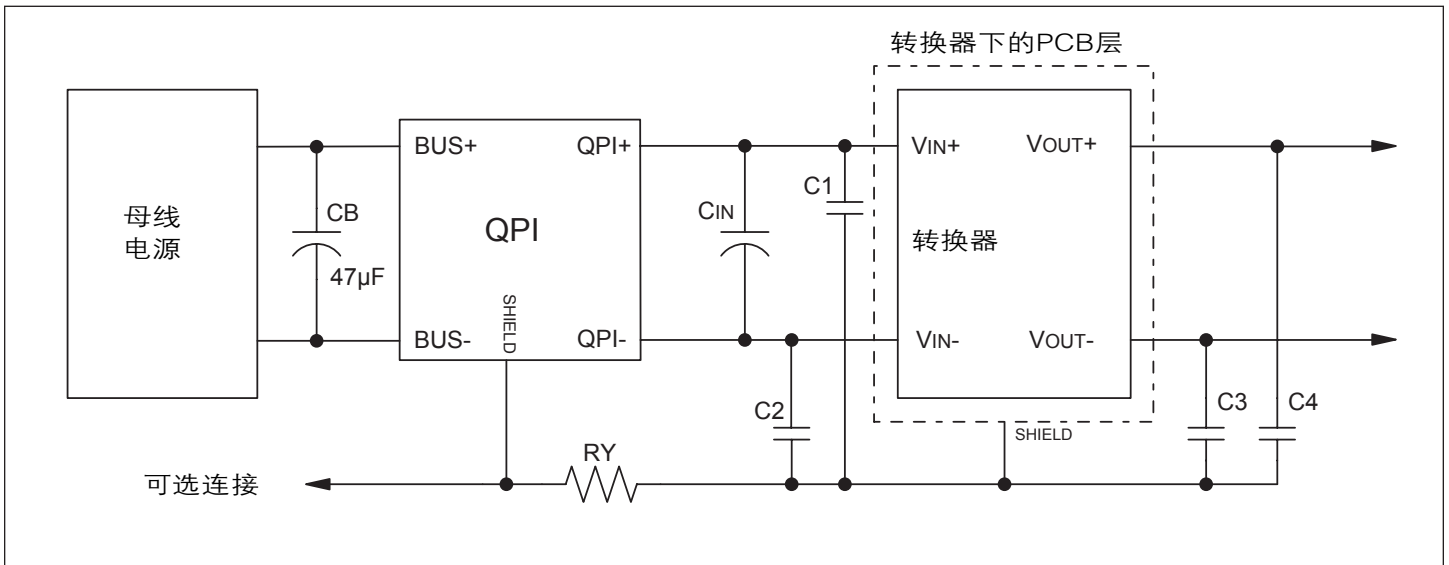


图1—推荐的QPI示意图。CIN和C1-C4的值应该是由转换器制造商推荐的值。如果制造商没有指定Y电容器，可使用4.7nF的值。Ry=10Ω，1/4W。布局和电路设计方面的考虑请阅读第3页的重要说明。

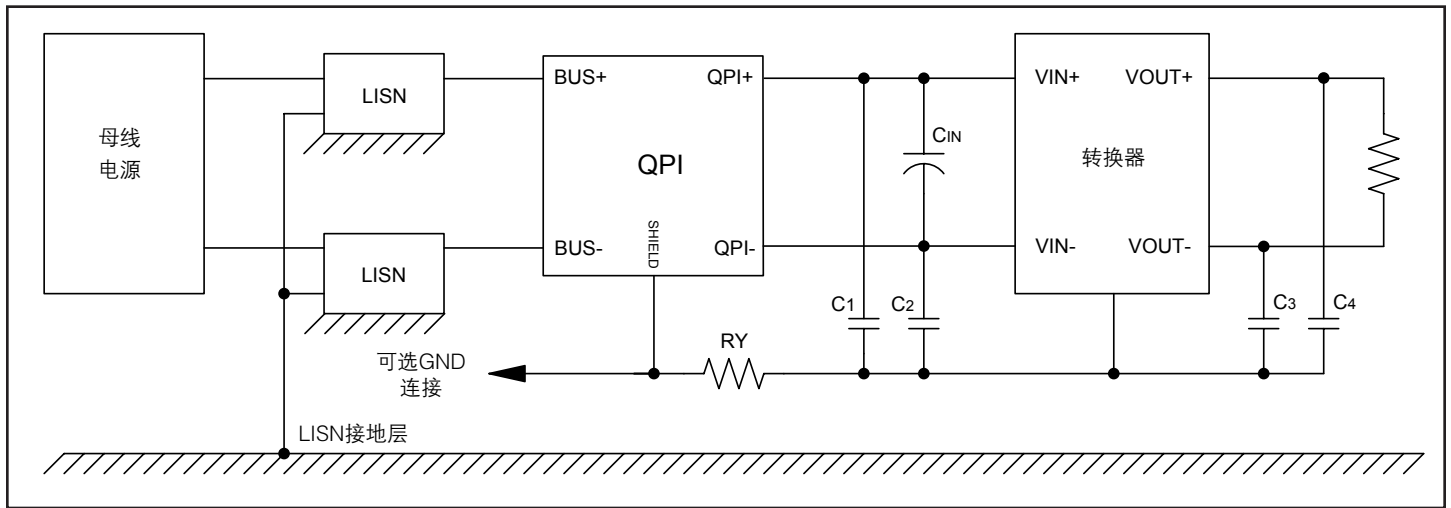


图5—频谱分析仪测试设置（QPI和转换器在LISN接地层5 mm以上）

大多数转换器制造商都规定了最小输入电容（ C_{in} ），以提供实现稳定运行的低输入源阻抗。推荐的大容值电解电容器在转换器的基本谐波频率不具有低阻抗。因此，具有良好高频特性的低容值电容器应该与电解输入电容器并联连接。即使是使用这种方法，一些差模AC电流也将从母线流出，引起母线线路的差模噪声电流。

为了满足最低水平的Class B规范，传导EMI频率范围的差模电流应小于21 dB μ A。这相当于跨50 欧姆电阻55 dB μ V或562 μ V的rms电压。根据系统安装母线线路的长度有所不同。为了缓解这个变量的影响，建议使用CB（见图1）为QPI提供一个低源阻抗。这最大限度地减少了从转换器到QPI的输出反射瞬态负载期间的输入偏移。母线线路寄生电感和CB形成了针对差模噪声电流的额外滤波。

电源母线上的共模噪声被CISPR16-2-1定义为不对称电压。CISPR 16-2-1还描述了作为主要测量信号线和控制线的共模干扰。QPI旨在解决母线上的电源共模噪声问题。

共模噪声是由高dV/dt电场引起的，通常出现在初级开关、次级整流器和变压器寄生电容中。转换器中高水平的dI/dt引起的在转换器的功率磁性元件和寄生电感中，由于高水平的dI/dt所产生的磁B场和寄生电感也是共模噪声源。由这些高场产生的所有噪声电流都必须返回其源头。针对电场的最好做法是通

过一个共用屏蔽接地层用电容器提供一个返回路径，如图6和图7（C1-C4通常被称为“Y”电容器）。

重要注意事项：为了获得QPI及绝大多数转换器的最佳性能，至关重要的是通过RY将QPI屏蔽层（引脚5和6）连接到转换器EMI屏蔽层（C1-C4“Y”电容器的公共点），如图1和布局图7所示。CIN和C1-C4应该是转换器制造商推荐的值。如没有不推荐，则C1-C4使用4.7 nF电容器。如果EMI接地回路连接（机架或外壳）用在PCB的电源转换部分，它应该连接在QPI屏蔽层，如图1中的可选连接所示。直接将转换器的EMI屏蔽层连接到机架安全接地，可能会降低QPI衰减性能。

出于安全或其他因素，一些系统可能需要转换器正或负输入或输出“端子”连接到PE（保护接地）接地。当在这种情况下使用QPI时，这个“端子”必须连接到转换器下面创建的PCB布局转换器屏蔽层。由于该路径的电阻可能被限制在低电阻值，PE接地路径可能在故障状态下流过过大的电流，该路径的电阻可能被限制在低电阻值。为了满足电阻要求，又不降低滤波器性能，Ry可以用4.7 μ H额定值的电感器代替，在故障期间保持故障电流条件下的低功耗，直到保护装置熔断。

QPI操作

QPI产品是EMI滤波器，可在从150 kHz至30 MHz的EN55022范围提供传导噪声的有源共模衰减。QPI检测母线上流动的共模电流，并在屏蔽层引脚5和6上创建一个低阻抗，让噪声重新循环回到发生源。当采用如图1所示的连接时，控制回路将主动驱动屏蔽引脚，将母线线路中的共模电流降低至图2中接近共模电流比衰减曲线的值。

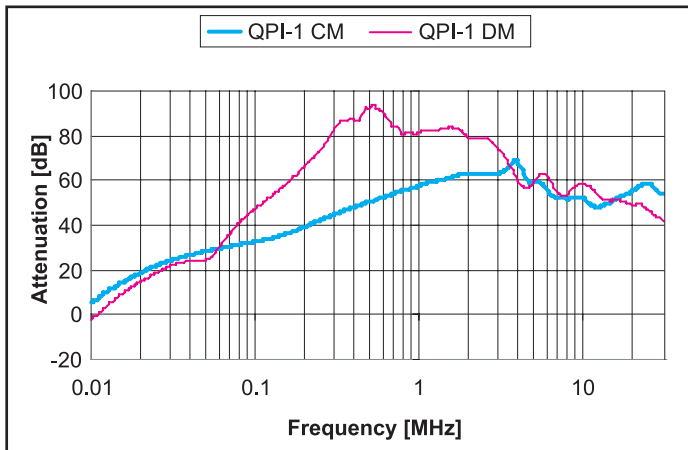


图2—显示共模衰减和差模衰减的插入损耗曲线。

图3和图4示出了DC母线之间的QPI-1-EVAL1板上插入QPI-1滤波器的效果，而图5示出了测试设置下的转换器输入。图4所得到的曲线示出了QPI-1可有效地减少所测预滤波器的总噪声谱，大大低于EN55022 Class B准峰值检测极限。

附录显示了在推荐的测试设置下，使用有行业标准转换器的QPI-1之前和之后噪声电压频谱曲线图的几个例子。

噪声及来源

设计的第一步是为满足传导干扰标准，设计的第一步是最大限度地减少噪声发生源。一个系统内的电源母线和参考接地测得的传导噪声源常常是由电源转换部分引起的，而来自其他来源的情况比较少，如数据I/O线或PWM风扇马达驱动器电路。

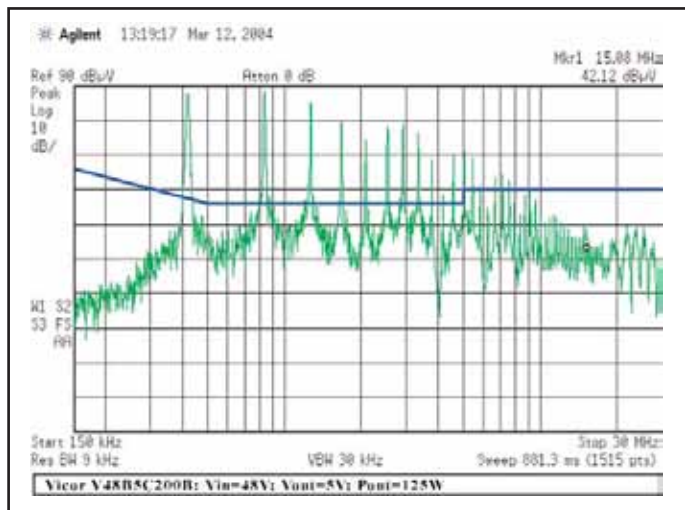


图3—没有滤波器的DC-DC转换器的传导EMI曲线。

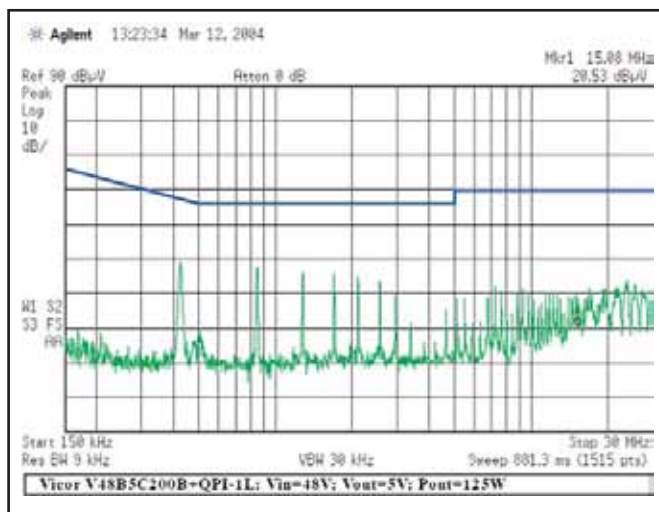


图4—有QPI的DC-DC转换器的传导EMI曲线。

利用砖型转换器，某些拓扑结构和制造商的产品产生的噪声比其他人少。转换器的基线噪声知识至关重要。接下来的步骤是最大限度地减小至电源的噪声源耦合路径。大多数DC-DC转换器制造商都推荐使用无源元件，并通过PCB板接地层屏蔽来去耦他们的产品。即使是最好的低噪声转换器通常也需要额外的滤波和去耦来通过符合性测试，尤其是EN55022 Class B限制。

传导噪声的两个分量是差模和共模。差模噪声是由输入差模电流的AC分量在电源母线上创建的，而该分量是由为母线电源供电的转换器的变化的输入电流引起的，母线电源提供输入电源。差模电流创建了CISPR16-2-1所定义的对称电压。

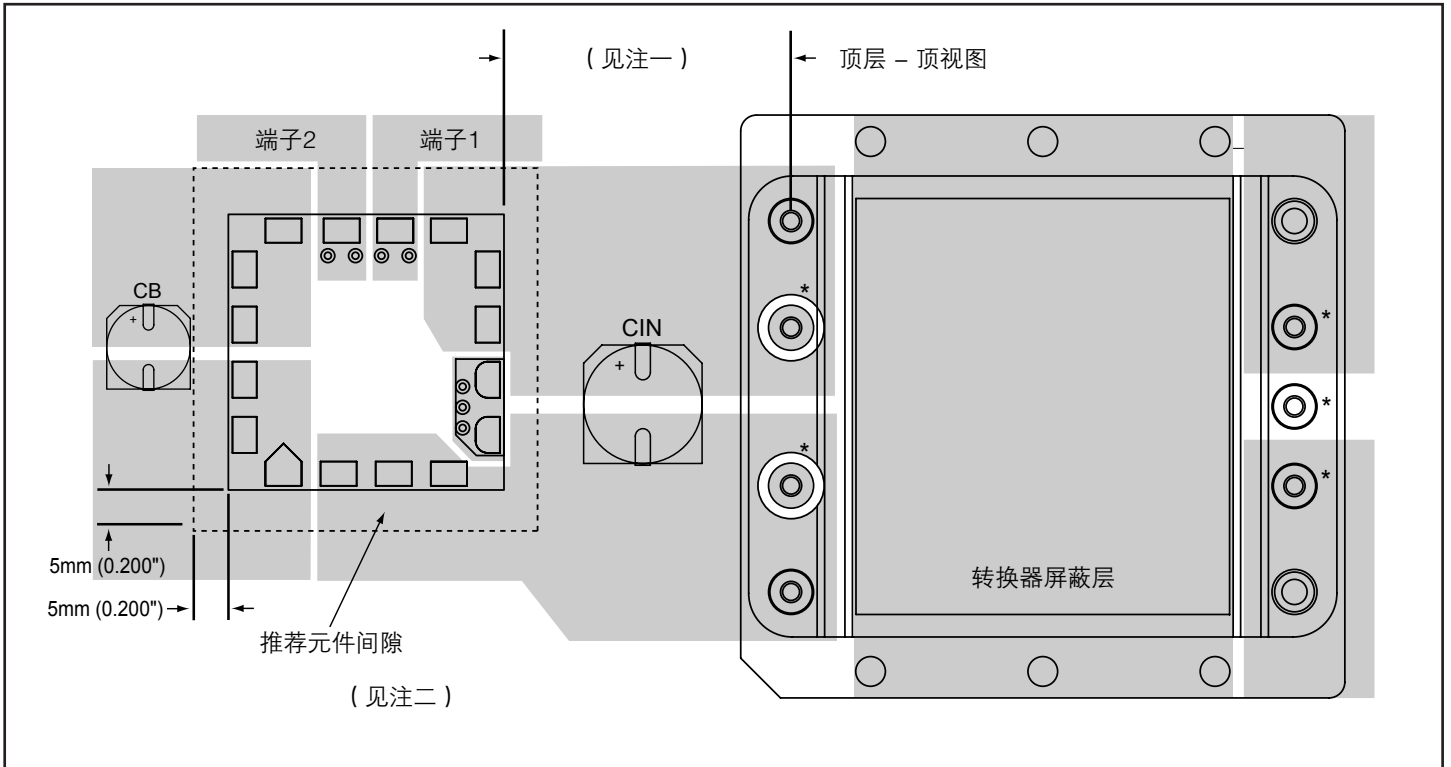


图6—为PCB的顶层推荐的布局。

注一：有些转换器的辐射能量可能经QPI到输入母线，使滤波器的降噪降级。为了尽量减少这种影响，在布局中QPI与转换器之间使用了最大可行距离。输入滤波器和任何大容量保持电容都应放置在这个区域。

注二：Hako的A1137型拆焊喷嘴和适当的温度控制器可以用于去除和重新焊接SIP封装。虚线所示SIP的周围间隙是使用这个工具的保留区。高于10mm (0.400") 的元件需要距SIP封装边缘15mm (0.600") 的间隙。

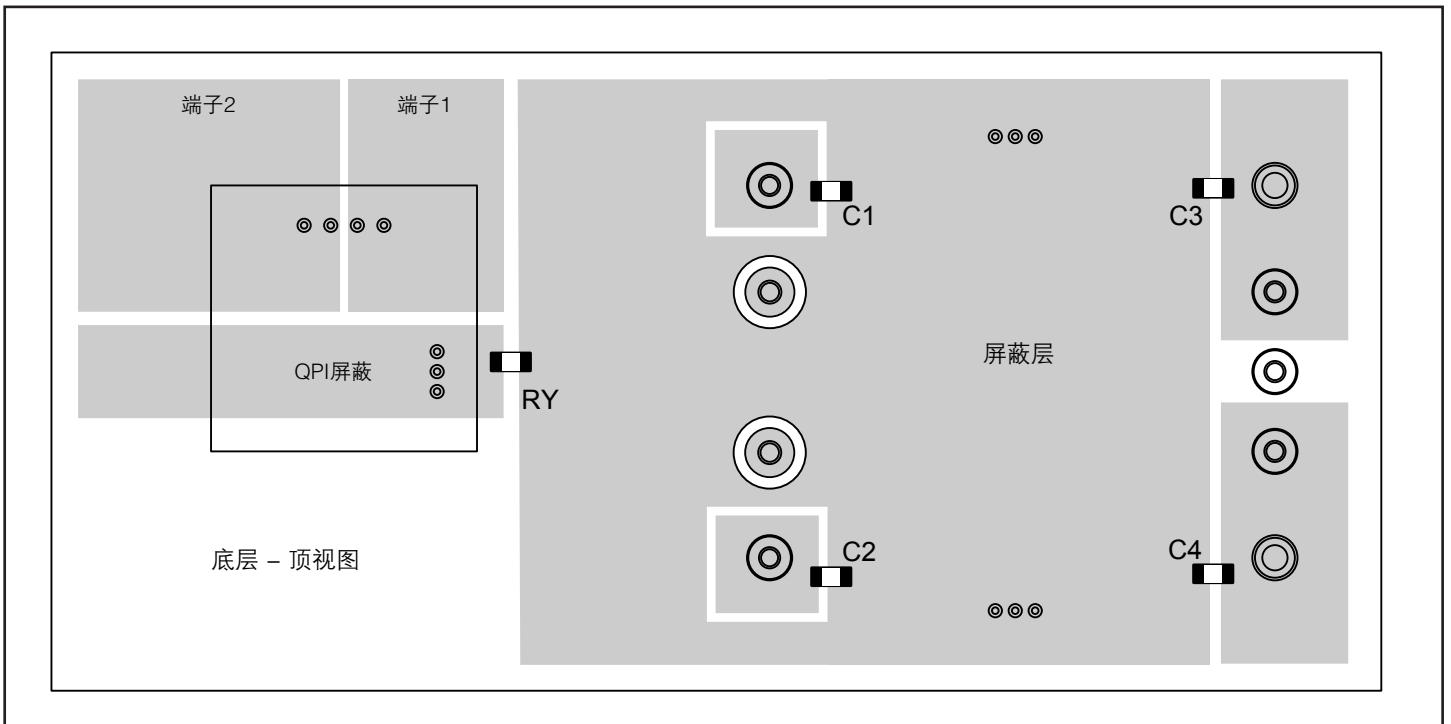


图7—针对PCB底层推荐的布局。注意RY的位置。

QPI是一个表面贴装产品，可以用于PCB安装的开放式框架和带有基板的转换器，也可以适用于嵌入式电源设计。如果需要底板/散热片，通常都要与所有转换器引脚隔离，可以作为转换器产生的高电场的连接板（coupling plate），并应该通过导电安装硬件连接到PCB屏蔽层，如图1所示。某些转换器有一个外壳引脚，应连接到PCB屏蔽层。

QPI系列产品具有48 Vdc输入，是Class I安全等级的器件，可提供从输入和输出到屏蔽层引脚的基本绝缘。电信系统中的电压被认为是TNV-2，符合UL60950第三版第3.6款，它被视为只需要基本绝缘的非危险电位。

对于Class I系统或产品，在从系统（EUT）的机架到接地点的安全接地连接中存在寄生电感。CISPR16-2-1描述了采用附件A3和A4中的AMN接地方式对传导噪声测量的影响。根据CISPR16-2-1对噪声测量的建议，噪声曲线是由连接到AMN/LISN参考地的EUT地与相同长度的作为母线线路的普通电缆呈现的，电缆长度大约为1米。

一些系统可能有安装在机架用来散热的转换器基板。如果一个系统与接地的底板构造在一起，在进行噪声测量时必须要小心。在噪声测量期间，如果机架设置在参考接地层，噪声会从机架耦合至接地层，影响测试结果的准确性。用一个直接短路到LISN参考接地的机架来测量噪声与CISPR 16-2-1的推荐有冲突。建议用户遵循CISPR，用1米电缆连接机架接地回到AMN/ LISN的参考接地。

开架式转换器的共模噪声不为零，会通过任何寄生电容路径接入系统的机架或外壳，并可能导致EMI兼容性故障。传导可通过安全返回路径发生，因此至关重要的是如图7所示集成屏蔽层和“Y”电容器，来创建一个本地低阻抗回路，最大限度地减少流回经由电源流回的共模电流。

如前所述，共模噪声电流不会没有通过屏蔽层和“Y”电容器返回到它的源头的共模电流，会耦合至连接到安全地的至任何相邻外壳或机架层的电容将连接到一个安全接地。噪声电流将通过bus+和bus-路径的低ac源阻抗流回到它的源头。系统接地线最终将连接在电源板或接地常见位置的接地点。它是安全的接地连接，可使得传导共模电流流动，即使它没有电连接到噪声源产生点。滤波器的用途，如作为一个分立式共模扼流

圈，是建立一个返回电源的高串联阻抗路径和/或为返回各自噪声源的噪声电流提供一个低阻抗返回路径。QPI内的有源滤波以这种方式工作。

一致性认证测试

对于认证一致性测试，线路阻抗稳定网络（LISN）的接地层提供返回路径。本笔记中所有测试都是使用50Ω/50μH Solar Electronics 8028-50-TS-24BNC型LISN执行的，如图5所示的测试电路。在认证一致性测试中，共模电流流过bus+和bus-的LISN的50欧姆测量路径，通过连接LISN至EUT的导线返回到其正在测试设备的源头。

CISPR22测试限值针对特定系统的超过规定频谱的总噪声。差模或共模噪声成分可导致认证合规性失败，通常都必须进行衰减来通过Class B限制。等级区分的细节没有包括在本笔记中，但是Class A本质上允许较高的噪声级，通常针对固定系统，而Class B针对的是一般消费和便携式应用。在针对个人数据通信板卡3.0的AdvancedTCA™ PICMG® 3.0要求中，固定系统的标准最近已提升至Class B传导噪声限值。

也有一些不同的检测技术影响用于通过/失败标准的限值。EN55022准峰值检测Class B限制是本笔记中的所有情形的极限线。显示在这个文件中的结果是用图5所示的测试配置获得的。频谱分析仪的采用了峰值检测选项而非准峰值代替，这样大大降低了分析仪的扫描时间。由于使用准峰值检测所引入的因素，该测量模式将通过这种检测方法引入的因数实现较低的测量振幅的测量幅值将偏低。

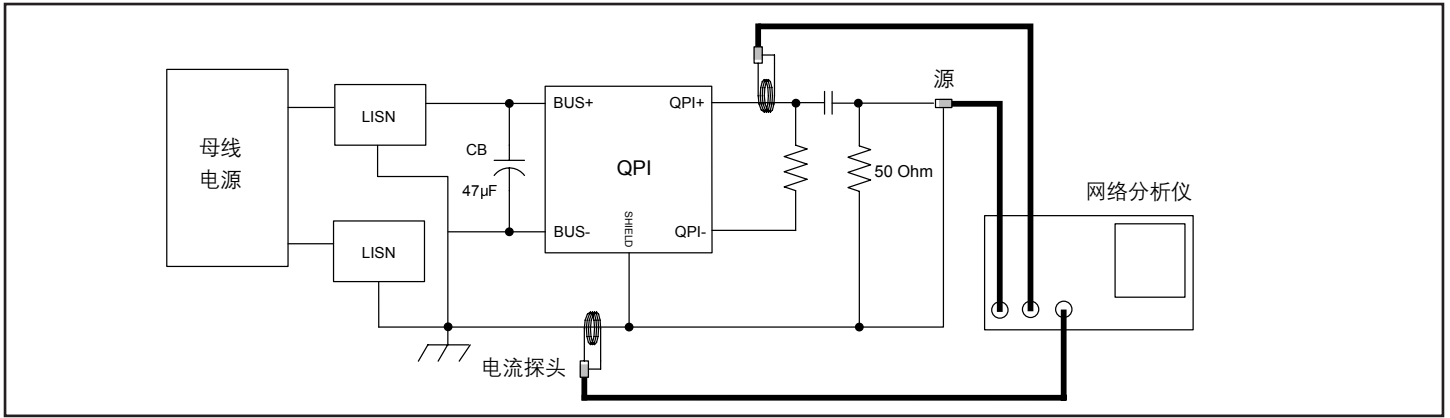


图8—共模衰减测量设置

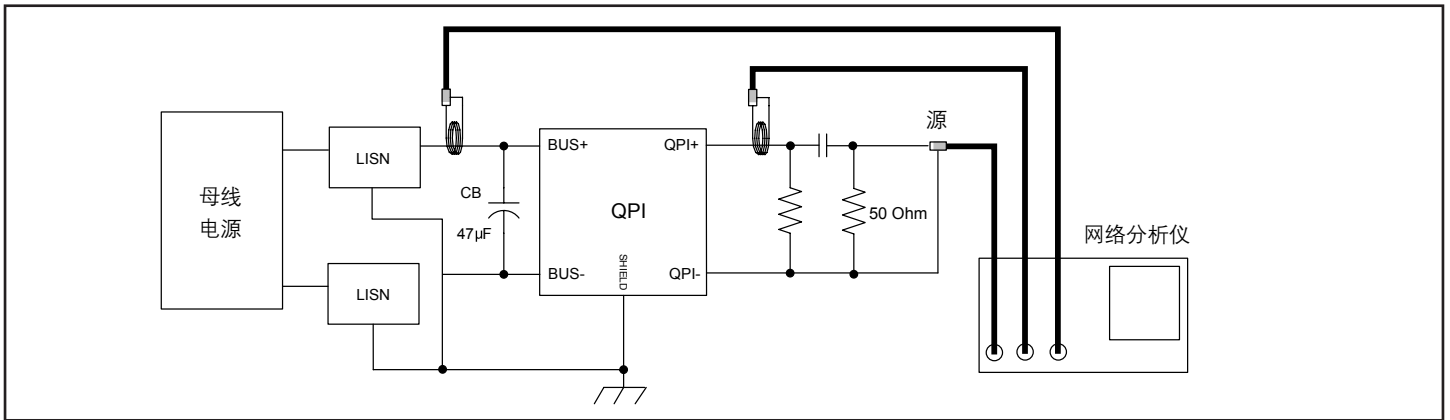


图9—差模衰减测量设置

QPI表征

本笔记中的两种测量方法被用来提供QPI表征数据。第一种方法是根据CISPR16-2-1用一台网络分析仪测量将输入电流注入滤波输出注入电流和滤波器输出电流的小信号正弦电流比。数据表示为以分贝为单位的衰减率与频率之比。由于产品的性质，所有测量均施加正常偏置。标称偏置适用于所有测量。第二种方法是在正常工作的转换器前插入QPI滤波器前后用插入QPI滤波器后，使用一台有运行转换器的频谱分析仪来测量绝对噪声电压电平。

所有测试均以CISPR16-2-1定义的150 kHz至30 MHz频率范围的AMN（人工电源网络）来执行。AMN也被称为LISN网络（线路阻抗稳定网络）。

数据表中的衰减曲线和图2中的实例是由一台分别接入差模和共模路径的差分网络分析仪信号源产生的。它们显示了传导频段上以dB为单位的输入至输出电流的比率。图8和图9是用来进行测量的测试电路。衰减曲线是用一个正弦小信号源来复现制实际应用测试的条件下用一个小信号正弦信号源测量的。

它测量注入rms电流与母线rms电流的比率，类似于用于表征无源滤波器解决方案的50 Ω插入损耗测试。最终，QPI必须在系统中进行测试，以确定产品或系统是否符合要求。

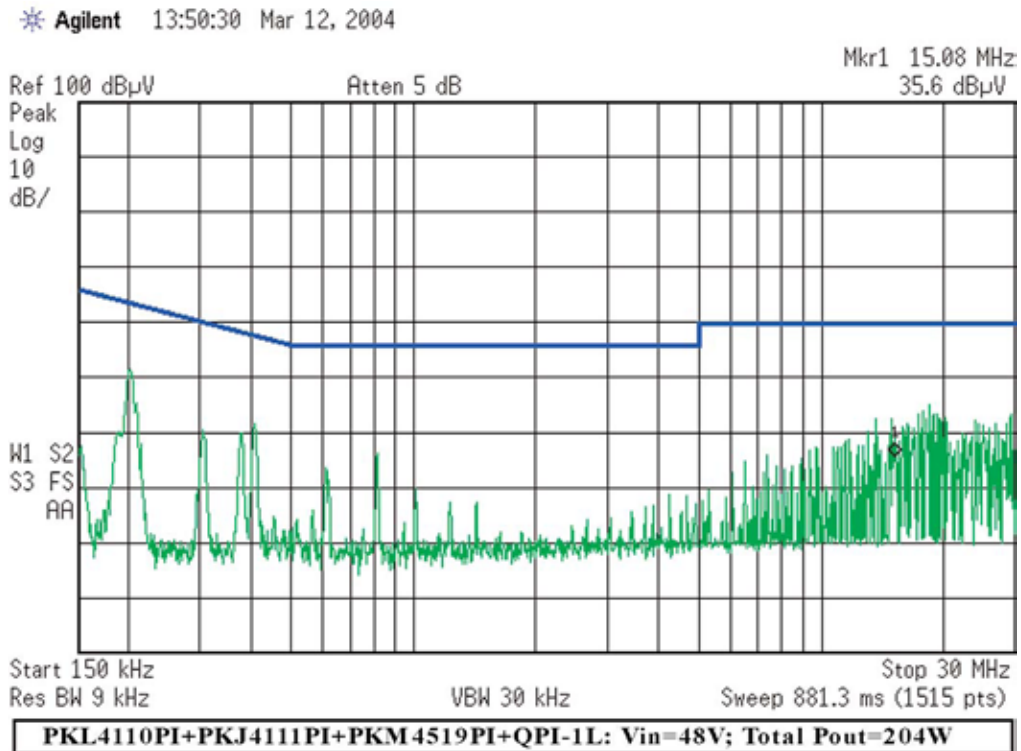
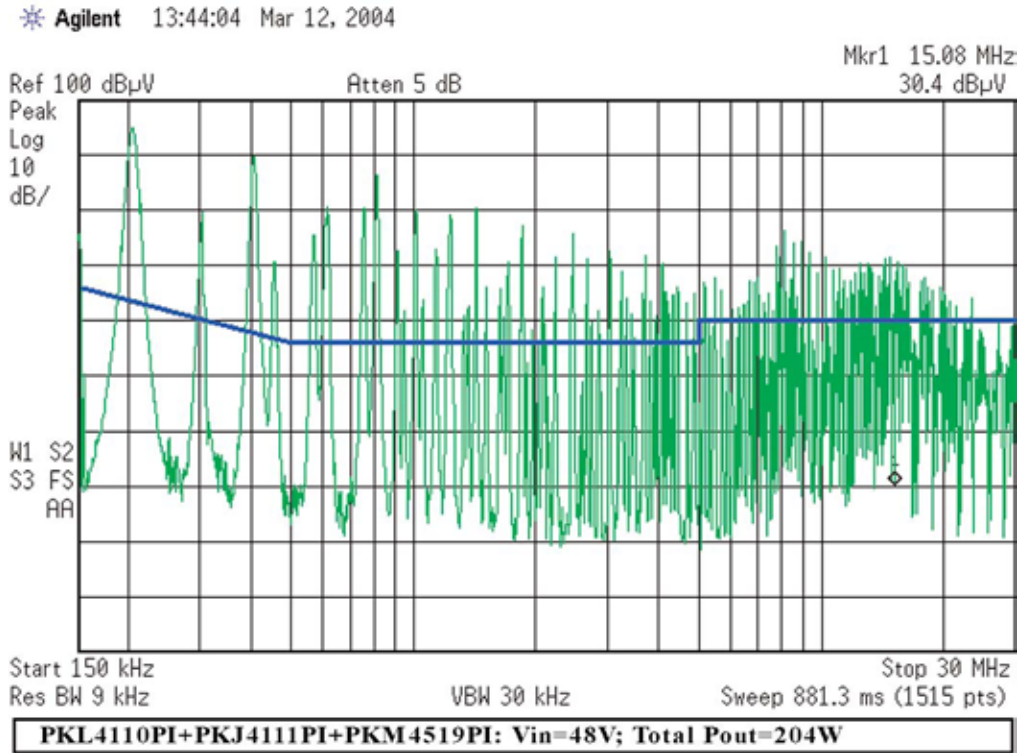
布局注意事项

当使用QPI布局电路板时，QPI的功耗必须予以考虑。Therm 1和Therm 2引脚提供一个从QPI带走热量的端子路径，它们不应该电连接到任何其他点。为了实现数据表中结到外壳的额定值，双面PCB的焊盘区域应等于图6和图7所示的推荐布局外形尺寸。每个这些焊盘（land）的面积都应该大约为1.0平方英寸，铜箔厚度为的1盎司铜。

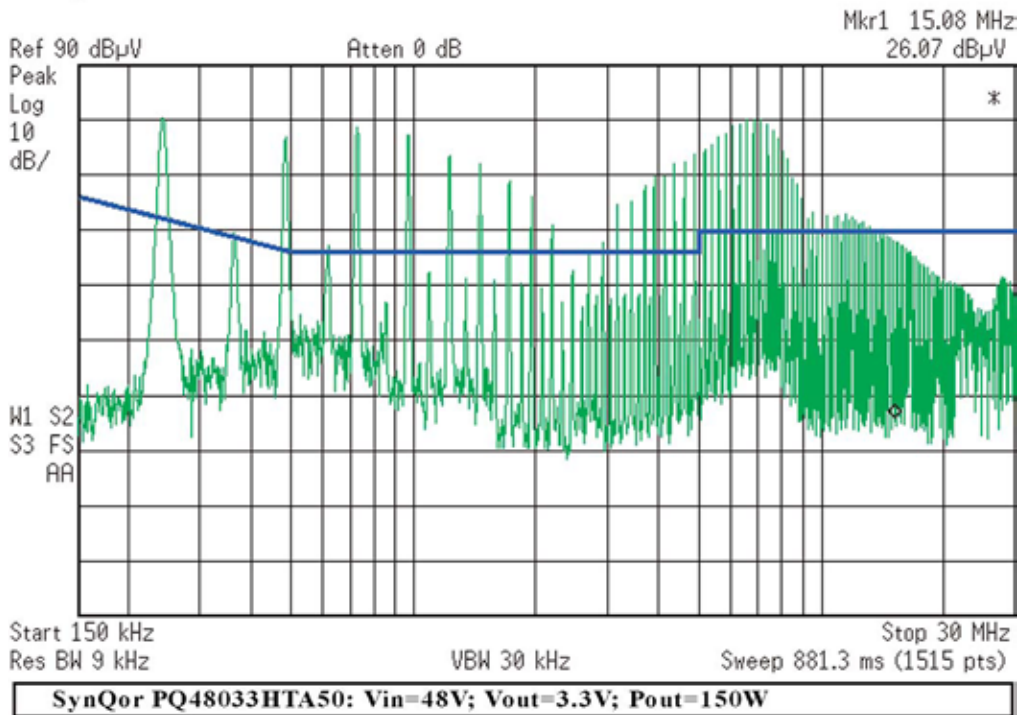
端子通孔应用来为Therm 1和Therm 2铜焊盘提供一个到底层的导热路径。如果在全系统功率负载和气流下PCB温度超过60°C，应该观察注意各自相应产品的电流降额曲线。温度降额曲线参见产品数据表。在屏蔽焊盘和相邻焊盘的安全接地路径采用1.3 mm的最小间距，以保持耐压等级。

附录：多个转换器采用不用滤波而采用QPI-1EVAL1板测试前后的测试结果更多转换器。
 多个爱立信转换器：

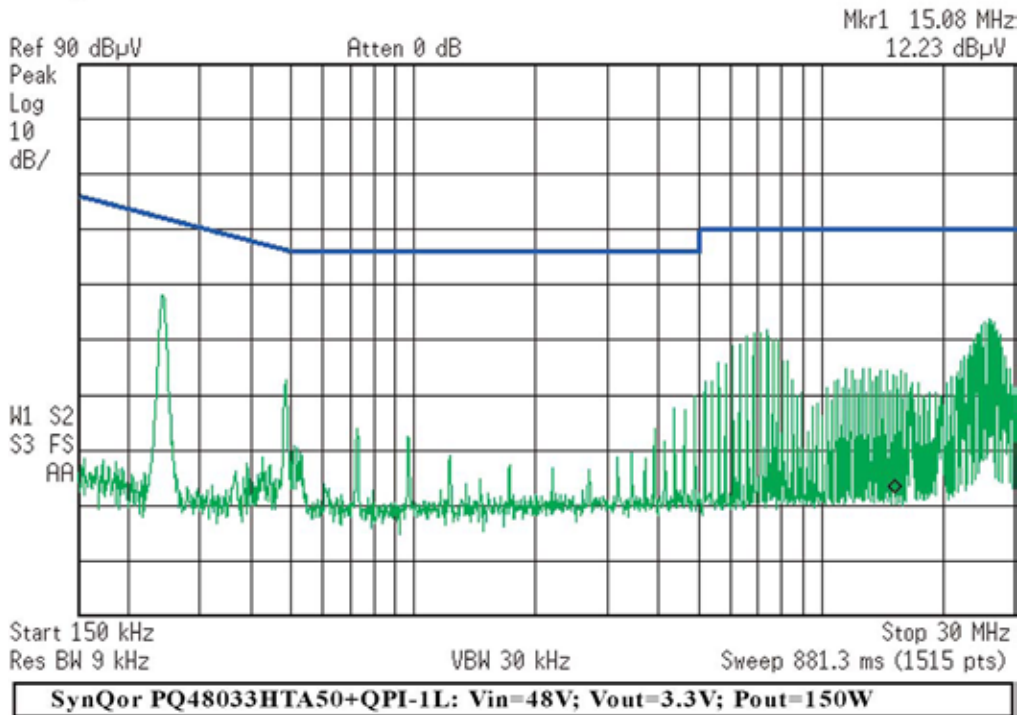
转换器	输出电压	Lout 最大值	开关频率	施加负载
PKL4110PI	3.3 V	50 A	150 kHz	29.7 A 98 W
PKJ4111PI	5.0 V	20 A	200 kHz	15.0 A 75 W
PKM4519PI	2.5 V	20 A	150 kHz	12.5 A 31 W



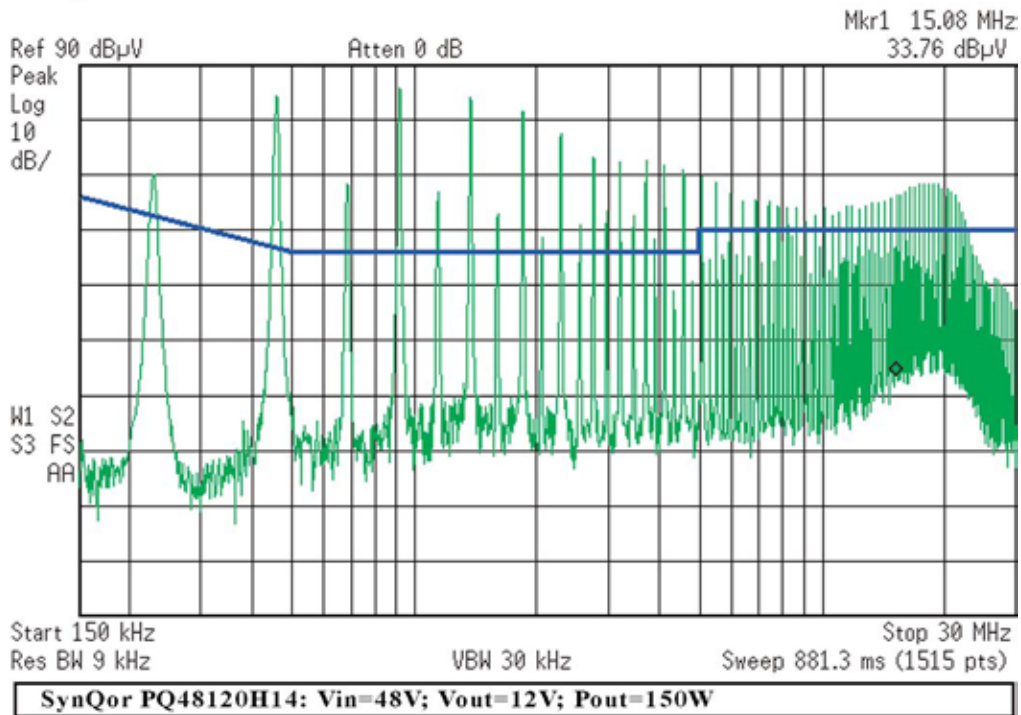
* Agilent 14:24:34 Mar 12, 2004



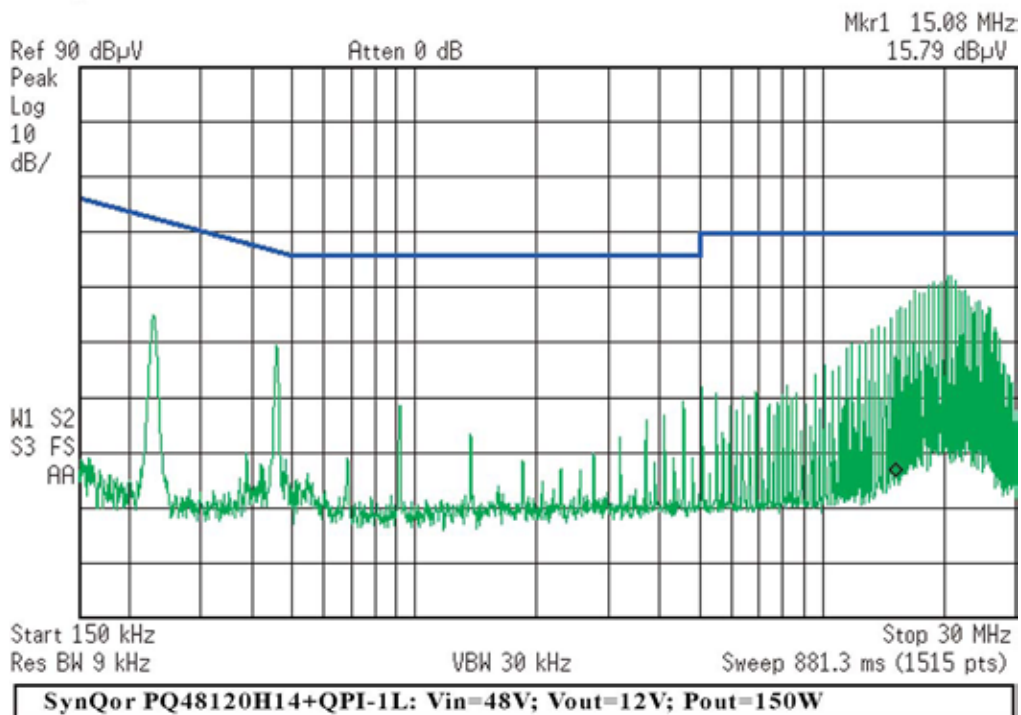
* Agilent 14:29:33 Mar 12, 2004



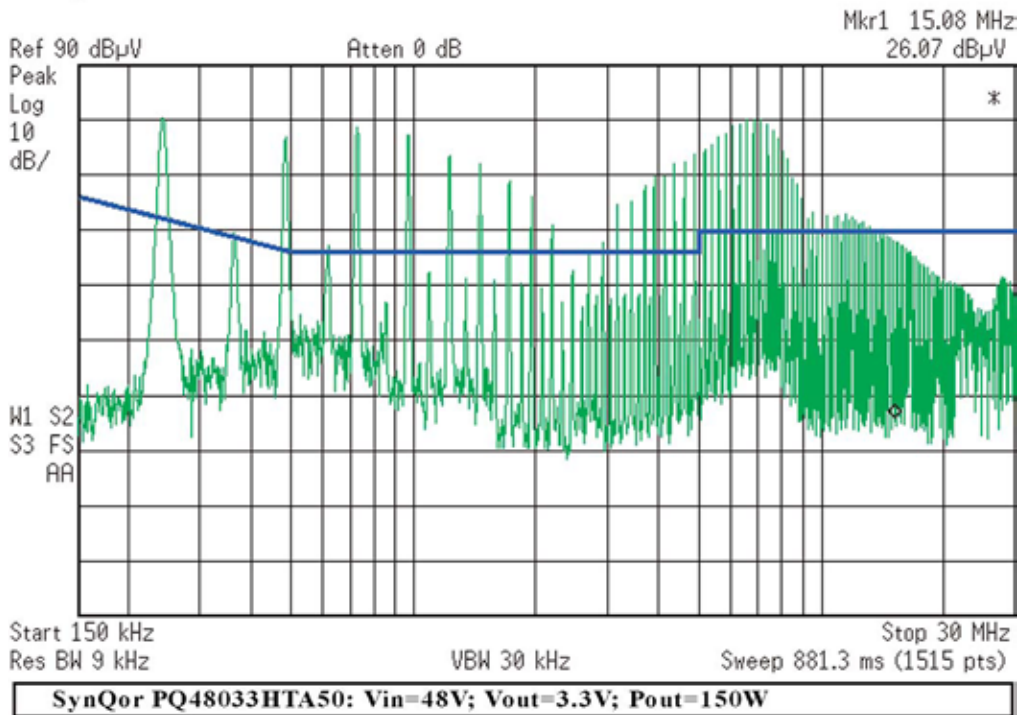
* Agilent 15:09:14 Mar 12, 2004



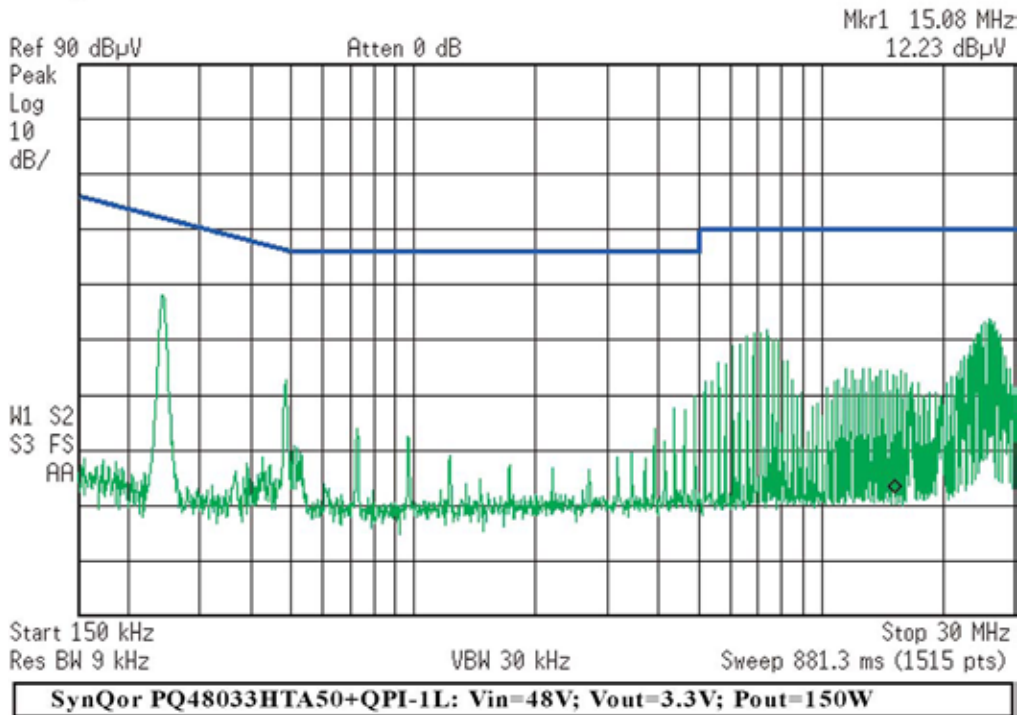
* Agilent 15:05:02 Mar 12, 2004



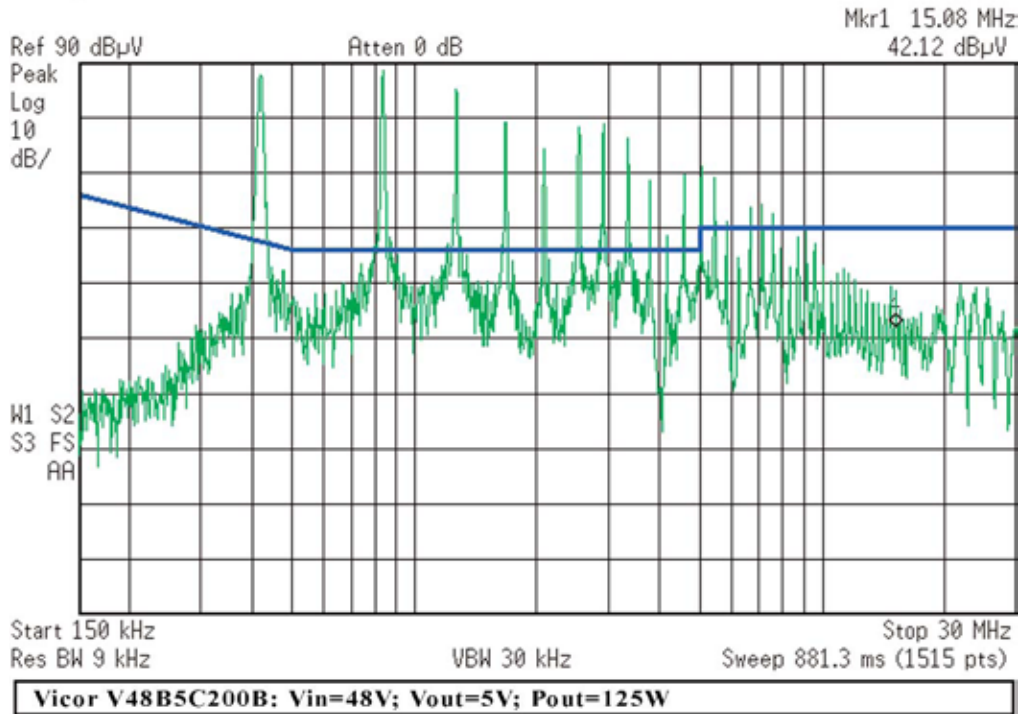
* Agilent 14:24:34 Mar 12, 2004



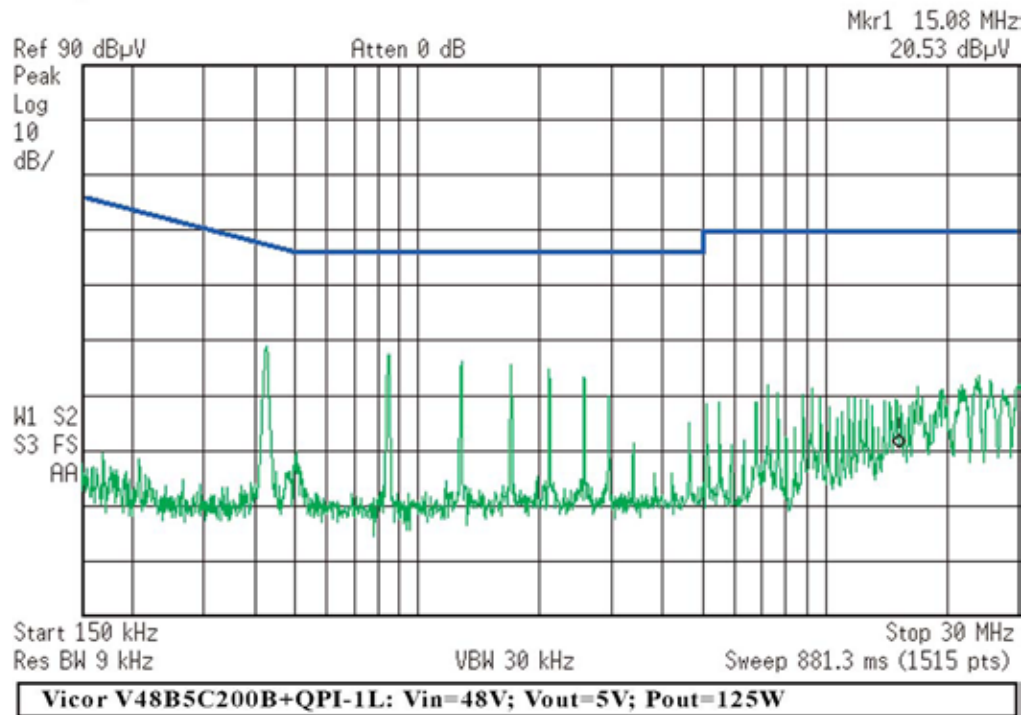
* Agilent 14:29:33 Mar 12, 2004



* Agilent 13:19:17 Mar 12, 2004



* Agilent 13:23:34 Mar 12, 2004



Vicor全面的电源解决方案产品线包括高密度AC-DC和DC-DC模块及配套元件、完全可配置AC-DC和DC-DC电源，以及完整的定制电源系统。

Vicor提供的信息被认为是准确和可靠的。但是，Vicor对其使用不承担任何责任。对于Vicor的专利或专利权，并未以暗示或其他方式提供许可。Vicor的元件不适用于以下应用，如生命支持系统，其中的失效或故障可能导致人身伤害或死亡。所有销售均受Vicor可根据要求提供的销售条款和条件的约束。

产品规格如有变更，恕不另行通知。