AN2155

PSoC® EMI 设计注意事项

作者： Dennis Seguine

相关项目：无

相关产品系列：所有 PSoC 1、PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 器件

软件版本：不适用

相关应用笔记：请点击此处。

要想获得本应用笔记的最新版本或相关项目文件，请访问 http://www.cypress.com/go/AN2155。

AN2155 介绍了如何设计符合 EMC 标准的基于 PSoC®阵列的系统，从而可轻松进行各种新设计，并提供更加强健且成本低的系统。

1 简介

所有电子设备都要符合特定的限制，以满足发射能量和抗扰性的要求。这些限制由美国联邦通信委员会（FCC）和其他国家的类似监管机构制定。这些规定有助于确保电子设备不会相互干扰，例如：在使用设备时，您的电脑不会对电视造成干扰；更严重的情况下，医院的 X 光机或通风设备不会破坏关键医疗监测仪进行的操作。

现代的高速数字电子设备能够生成诸多超高速信号，它们可能产生大量噪声。基本上，CMOS 模拟和数字电路的输入阻抗是极大的。这样会使它们对外部电场非常敏感。因此，需要采取合适的预防措施，以确保这两种电路在存有大量辐射和传导（干扰）能源的环境中能够正常工作。

本应用笔记概括了相关的基本规范，并且提供了安全性和兼容性设计的指南。

如果您尚不了解 PSoC 器件，请参考下面材料，以了解各个器件及其可用工具：

- AN75320 — PSoC 1 入门
- AN54181 — PSoC 3 入门
- AN79953 — PSoC 4 入门
- AN77759 — PSoC 5LP 入门

2 规范

在美国，计算器件根据 FCC 标准的 47 CFR 中第 15 部分的子部分 B“无意发射器”进行调节。而欧洲和其他地区则遵循 CENELEC 标准。对于发射，这些规定遵循 CISPR 标准（双标记为 EN xxxxx 标准）；对于抗干扰和安全能力，则遵循 IEC 标准（同样双标记为 EN xxxxx 标准）。

计算器件的通用发射规范为 EN 55022。该标准包含了辐射和传导发射的相关规范。在美国，医疗设备并非由 FCC 调节，而是受 FDA 规格限制。该规格包含了 EN 55011 要求（即欧洲医疗设备标准）。具有电机控制的设备要遵循 EN 55014 标准，而照明设备要满足 EN 50015 标准。这些规范对辐射和传导发射具有相同的基本性能限制。

EN 61000-4 中的某些章节指定了抗辐射和抗传导干扰（抗扰）的性能要求。该标准还涵盖了线路电压瞬态、ESD 以及安全事项。

电子工业中每一部分都有其自身的附加标准。例如，电表应遵循 EN 61036 标准，该电表调用了 EN 55022 标准中某些特殊性能的参数。电力线通讯设备遵循 EN 50065 标准，它包含了某些频带的有效电压，以及信号频率中谐波能量的限制。

3 发射

3.1 辐射发射

辐射发射主要表现在输入和输出上存在一系列的数字瞬变信号发生。数字输出的带宽应被最大可能的限制。PSoC 1 器件通过全局总线结构将 I/O 信号频率限制为 12 MHz。PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 器件通过一个可选的转换率将其 I/O 信号频率限制为 33 MHz。这种时钟限制是第一种抗辐射发射的方法。

各种 PSoC 器件（如 CY8C22xxx、CY8C24xxx、CY8C27xxx、CY8C3xxx、CY8C4xxx 和 CY8C5xxx）以及计划中将来所有新一代产品都能支持用于使能更慢的上升和下降时间的选项，从而限制数字输出上的谐波能量。该选项不适用上一代的器件，CY8C25xxx 和 CY8C26xxx。

电路板上高速走线的长度越短越好。如果该信号离开电路板后去驱动某个外部负载，那么该电路板应在芯片所在的位置安装一个串行终端电阻，以提供所需带宽限制。15-50 Ω 的电阻通常可以满足被用在高速走线上。请注意，处于逻辑 1 状态的数字输出（通过输出 P 通道上 FET 二极管的电阻 $R_{DS(ON)}$）直接连接到 V_{DD}。因此，V_{DD} 总线将直接被连接到该输出上；从而在 V_{DD} 总线上出现的任意高频率的噪声同时也会出现在该输出上。请注意，在 PSoC 芯片上需要使用一个耦合高频率的旁路电容连接在 V_{DD} 与 V_{SS} 间。旁路电容器走线的长度应尽量短，并且应该在可安装的位置上使用接地层和电源层。

如果您正在使用 CapSense®（PSoC 的电容式触摸感应特性），请参见 AN64846 — CapSense 入门，以了解 EMI 的注意事项。

3.2 传导发射

传导发射是由相对低频 FR 传入电源系统的功能引起的。在 PSoC 器件的电源引脚上需要放置各个高频旁路电容和一个大容量旁路电容，从而满足 PSoC 器件附近的大型瞬态负载的要求，这样可有效阻止 PSoC 芯片去耦现象以及它从电源系统中直接获取的负载。

开关电源瞬变干扰并不是在某个 PSoC 芯片上的问题，但是它代表了大部分的传导发射。有两种标准设计方式可以降低这种噪声：一是在输入电源接口上使用差分和公用模式电感；二是使用高压电容将 AC 线和 AC 中性线接地。

4 敏感性

4.1 辐射敏感性

电能会影响系统测量的结果，并且可能影响处理器内核的运行。在印刷电路板范围内，该电能将通过各个引脚影响 PSoC 芯片。然而，辐射能量直接干预该芯片的可能性非常少。

合理的电路板布局以及良好的 PSoC 项目设计是防止辐射能量干扰的好办法。请按照下面步骤进行操作：

1. 最小化传入到芯片的信号源的源阻抗（若可以）。
2. 最小化输入信号走线的环路大小。
3. 在可设置的位置上使用接地层。
4. 将未使用的输出端设置为强驱动数字输出，并将逻辑状态设置为 0。

4.2 传导敏感性

通过驱动 PSoC 芯片的电源超出范围，电能会影响系统测量的结果，并干扰处理器内核的运行。在公用模式和差分模式下，可以使用各种扼流圈以及瞬态电压抑制器（如金属氧化物变阻器：MOV）来保护电线输入。

更多有关信息，请参见下面的应用笔记：

- AN57821 — PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 混合信号的电路板布局注意事项
- AN80994 — PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP EMC 的最佳实践及建议

5 EMI 测试

辐射发射测量最先是在一个消声室内进行的，这样可以生成一系列不固定的频率。然后，将测试设备转移到测试场地内一个开放的区域。只有在 EUT 方位角和天线高度上进行辐射发射测试才能检测到辐射发射的最大级别。这便要求使用转盘和天线定位器来调整天线的高度，并将其方向从横向改为纵向。

传导发射测量必须在 150 kHz 到 30 MHz 的频率范围内进行，从而确定由器件的电源输入端传导出的对地无线电噪声的电压，这些输入端直接被（或通过单独的变压器或供电源）连接到一个公共电网。通常使用普通的电源线或者类似于电源线并具有电子或各种屏蔽特性的线缆对设备进行测试。

辐射抗扰性测试是在一个屏蔽且够大的消声室内进行的，这样便于存放整个测试系统并能够充分控制整个电磁场的强度。测试的系统所处环境要保持具有相同的电磁场强度。

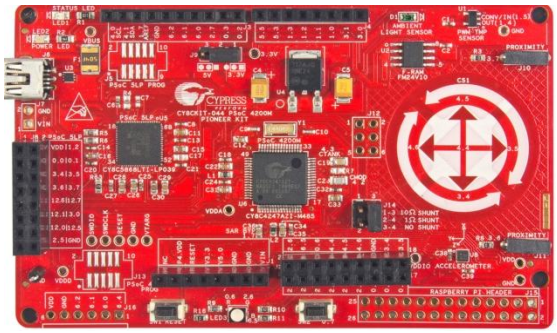
频率步进和电源要求在各个相关标准中进行了说明。需要控制测试系统的输出，从而防止传入干扰。

通过将 RF 信号传输到外部电源以及带有夹具的信号线缆上，可进行传导抗扰性测试。 在此情况下，电源和信号线缆作为被动一方接收天线网所发送的信号。

6 设计示例

赛普拉斯的各种开发套件都是通过了所需 EMI 测试的 PSoC 设计示例。图 1 显示的是 CY8CKIT-044 PSoC 4 M 系列的 Pioneer 套件。

图 1. CY8CKIT-044



欲了解更多相关信息，您可以从 CY8CKIT-044 网址上下载该套件的设计文件。

图 2 和图 3 显示的是该套件在 30 MHz 到 1 GHz 的频率范围内的辐射发射。

图 2. 使用纵向天线测量到的频谱图

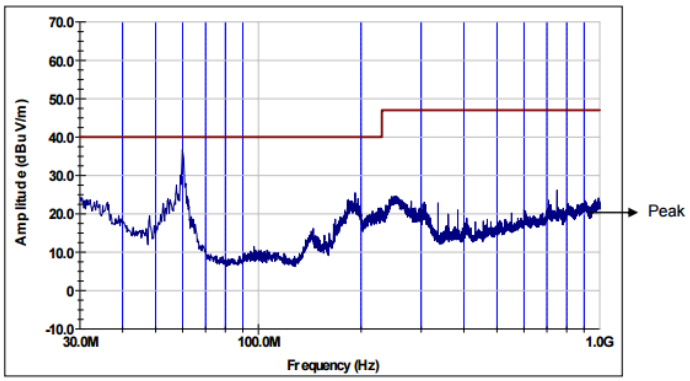
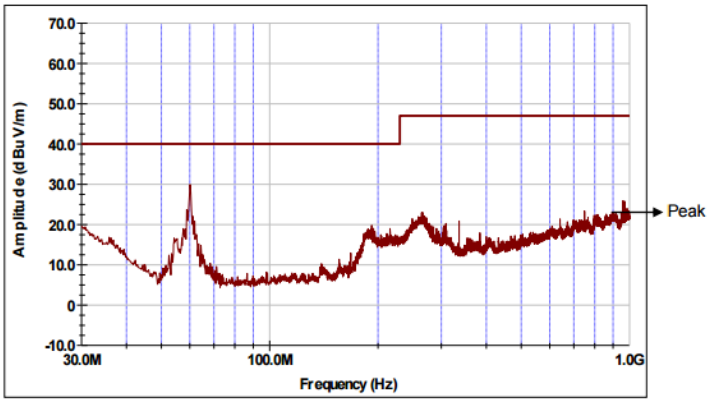


图 3. 使用横向天线测量到的谱图



7 总结

针对电磁发射和抗扰性的设计是一个系统级主题。本应用笔记涵盖了设计过程中一些通用的注意事项。另外，还介绍了辐射和传导发射以及抗扰性的测试方法。

8 相关应用笔记

- AN75320 — PSoC 1 入门
- AN54181 — PSoC 3 入门
- AN79953 — PSoC 4 入门
- AN77759 — PSoC 5LP 入门
- AN57821 — PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 混合信号的电路板布局注意事项
- AN80994 — PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP EMC 最佳实践及建议

9 设计参考源

针对 EMC 注意事项的设计是一项主要并需要尽力推广的主题。下面列出了作者引用最多的参考源：

- Henry Ott，*电子系统中的降低噪声技术*，第二版。John Wiley & Sons 出版社。
- David Terrell 和 R. Kenneth Keenan，*符合干扰规格的数字设计：EMI 抑制的实用手册*。Newnes 出版社。
- William D. Kimmel 和 Daryl D. Gerke，*医疗设备的电磁兼容性：设计员和安装员指南*。IEEE Press 出版社。

关于作者

姓名： Dennis Seguine。

职务： MTS 应用工程师

文档修订记录

文档标题： AN2155 — PSoC® EMI 设计注意事项

文档编号： 002-03848

版本	ECN	原始变更	提交日期	变更说明
**	4980425	NBWB	10/27/2015	本文档版本号为 Rev**，译自英文版 001-35343 Rev*C。
*A	5815678	AESATMP9	07/13/2017	更新徽标和版权。

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司具有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。要想查找离您最近的办事处，请访问赛普拉斯办公所在地。

产品

ARM® Cortex® 微控制器	cypress.com/arm
汽车级产品	cypress.com/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/clocks
接口	cypress.com/interface
物联网	cypress.com/iot
存储器	cypress.com/memory
微控制器	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
电源管理 IC	cypress.com/pmic
触摸感应	cypress.com/touch
USB 控制器	cypress.com/usb
无线连接	cypress.com/wireless

PSoC®解决方案

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP | PSoC 6

赛普拉斯开发者社区

论坛 | WICED IoT 论坛 | 项目 | 视频 | 博客 | 培训 | 组件

技术支持

cypress.com/go/support

此处引用的所有其他商标或注册商标归其各自所有者所有。

Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

赛普拉斯半导体公司，2007-2017 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，WICED，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。