

嵌入式开关电源的 PCB 设计

PCB 辐射的电磁干扰会造成开关电源的工作不稳定，理解电源的工作原理、电路极限及性能要求，可使开关电源 PCB 设计最佳化。

Marty Brown
Fairchild Semiconductor

在任何开关电源设计中，PCB 板的物理设计都是最后一个环节，如果设计方法不当，PCB 可能会辐射过多的电磁干扰，造成电源工作不稳定。作为设计者，必须理解电路的物理工作原理，设计出高质量的 PCB。

开关电源中通常包含有高频信号，PCB 上任何印制线都可以起到天线的作用，印制线的长度和宽度会影响其阻抗和感抗，从而会影响到频率

响应。即使是通过直流信号的印制线也会从邻近的印制线耦合到射频信号并造成电路问题(甚至再次辐射出干扰信号)。

因此应将所有通过交流电流的印制线设计得尽可能短而宽，这意味着必须将所有连接到印制线和其他电源线的元器件放置得很近。

印制线的长度与其表现出的电感量和阻抗成正比，而宽度则与印制线

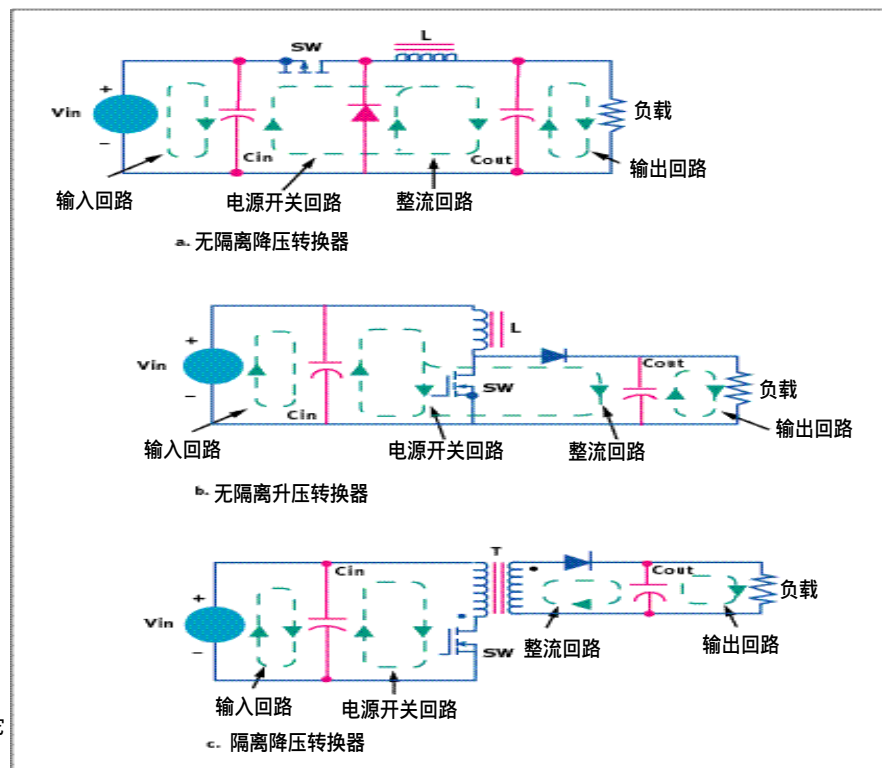


图1：三种主要的开关电源结构的电流回路，注意它们的区别。

► 高速设计的隐含问题

在高速电路板中常碰到的问题是特殊阻抗。不必求助于自动设计工具,可用“防御性设计”技术来进行补偿。

www.ee.asiansources.com/article_content.php3?article_id=8800013181

► 识别关键 PCB 工具

为满足日益增涨的设计复杂性,PCB 布局布线工具也在不断发展。根据设计来选择恰当的功能和特征,最大限度发挥软件的作用。

www.ee.asiansources.com/article_content.php3?article_id=8800009893

www.echina.asiansources.com

消除输出负载回路的直流能量。所以,输入和输出滤波电容的接线端十分重要,如果在输入/输出回路和电源开关/整流回路之间的连接无法与电容的接线端直接相连,交流能量将“流经”输入或输出滤波电容并辐射到环境中去。

电源开关和整流器的交流回路包含高幅梯形电流波形(图2)。这些波形中谐波成分很高,其频率远大于开关基频,这些交流电流的峰值幅度可高达持续输入/输出直流电流幅度的5倍,过渡时间通常约为50ns,这两个回路最容易产生电磁干扰。

设计者必须在电源中其它印制线布线之前先布好这些交流回路,每个回路的三种主要的元件(滤波电容、电源开关或整流器、电感或变压器)应彼此相邻地进行放置,调整元件位置使它们之间的电流路径尽可能短,图3显示出升压(或降压)转换器电源部分的布线情况。

这些回路中的印制线对转换器测量效率影响也最大。选择诸如DPAK或SO-8的封装形式,可在散热同时进行信号传输,Fairchild及其他供应商的产品可将散热和信号传输的功能组合在一起。

低的 C_{oss} (象FDS6690A)能减少尖峰脉冲的干扰。

主要的电流回路

每一个开关电源都有四个电流回路(如图1),回路之间保持相对独立,在一个良好布局的PCB,其重要性顺序如下:

1. 电源开关交流回路
2. 输出整流交流回路
3. 输入信号源电流回路
4. 输出负载电流回路

输入的信号源和输出负载电流回路通常不会出现问题,这些回路中的电流波形为大的直流电流和小的交流电流的叠加。这两个回路中通常需要特殊的滤波器防止交流噪声泄漏到周围环境中,输入及输出电流回路应分别只从滤波电容的接线端连接到电源。输入回路通过一个近似直流的电流对输入电容充电,但无法提供开关电源所需的高频电流脉冲。

滤波电容主要起到一个宽带储能作用;类似地,输出滤波电容也用来储存来自输出整流器的高频能量,同时

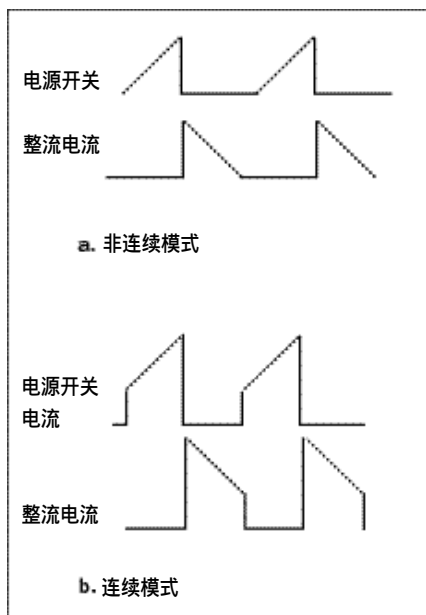


图2:两种基本PWM工作模式的电流波形产生比开关频率高很多的谐波电流波形。

的电感量和阻抗成反比。长度反映出印制线响应的波长,长度越长,印制线能发送和接收电磁波的频率越低,它就能辐射出更多的射频能量。

为电源开关或同步整流功能的设计选择合适的MOSFET也能有助于减少电磁干扰,当MOSFET器件断电时,

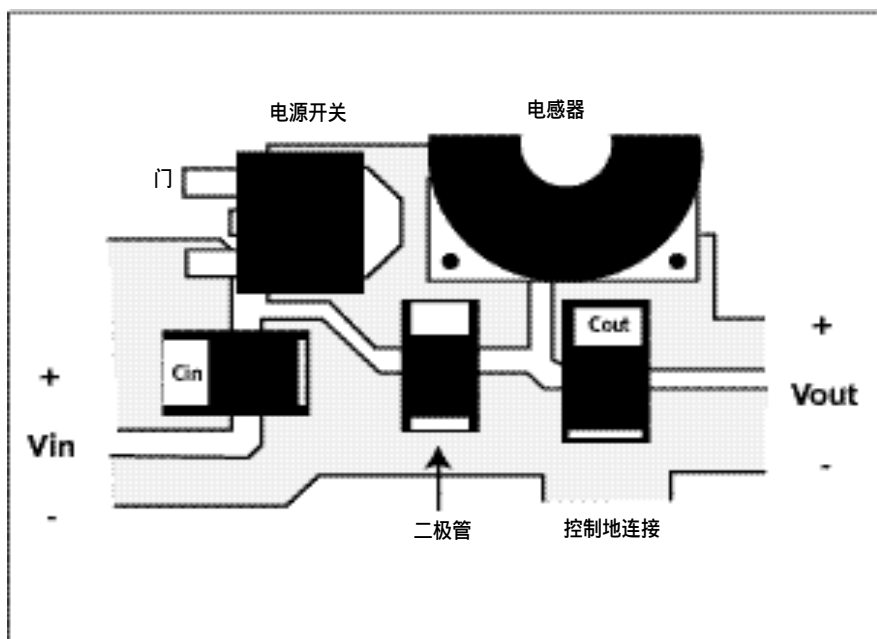


图3:升压(降压)变换器电源部分的布局示例,确保缩短电流路径的长度。

设计专栏

开关电源

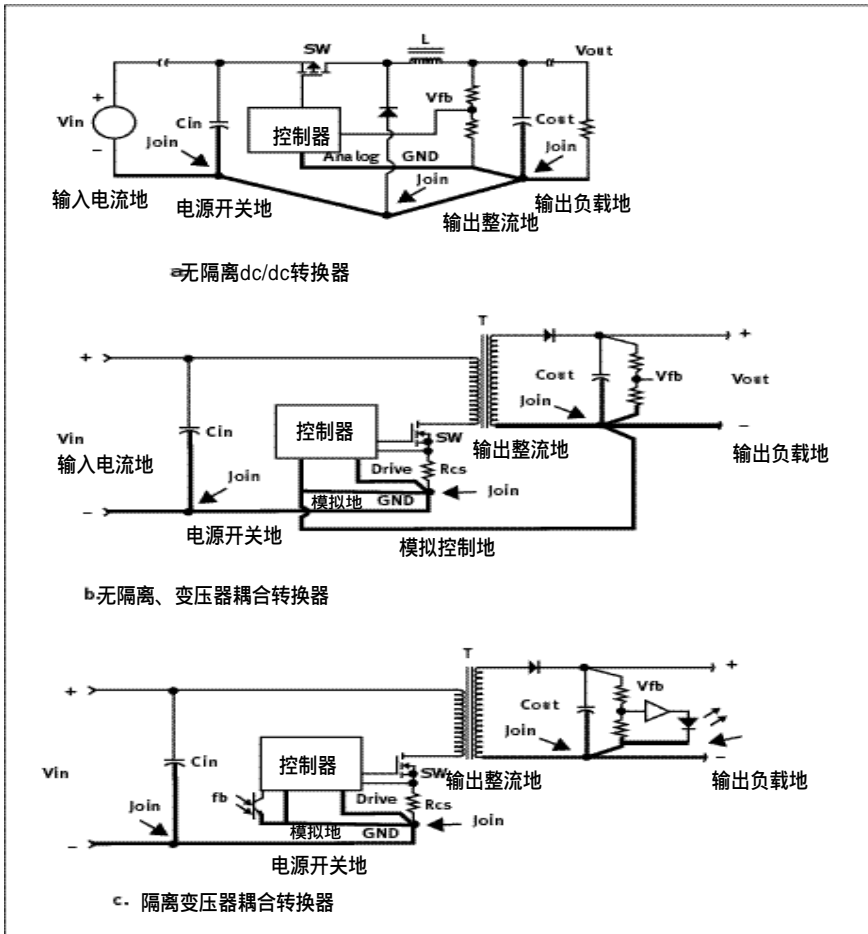


图4：三种主要的开关电源结构的接地方案。

接地很重要

接地是前面讨论的电流回路的底层支路，但作为电路的公共参考点却起着很重要的作用。因此，在布局中应仔细考虑接地线的放置，将各种接地混合会造成电源工作不稳定。设计时应确定已考虑了另外的“控制地”，它是连接到控制IC和所有相关的无源器件的接地点，并且极为敏感，因此只有在布放好其他交流回路后再放置它。

控制地与其它接地相连的点是特殊非常特殊的(图4)，通常，连接点位于控制IC感应小电压的所有元件的公共端。这些连接点包括电流模式开关变换器中的电流敏感电阻的公共端和输出电阻分压器的地端，其作用是在敏感元件和对电压误差或电流放大灵敏的输

入之间建立低噪声的Kelvin连接。如果控制地连接到任何其它点，在那些额

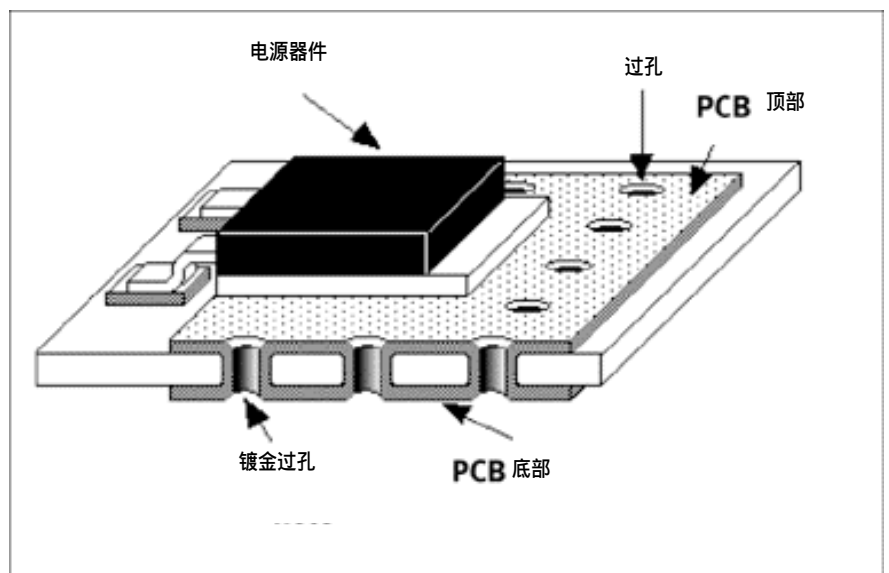


图5：增强PCB板的散热能力并减少其它印制线容性耦合的好方法。

外回路中产生的噪声会被叠加到控制信号上，反而会影响控制集成电路的工作。设计者要确保每一个大电流的接地点采用尽量短而宽的印制线，通常，滤波电容的公共端应是其它的接地点耦合到大电流的交流地的唯一连接点。

高压交流节点

每一个开关电源内有一个节点，与其它节点相比，它的交流电压最高，这一节点是出现在电源开关管漏极(或集电极)的交流节点。在非隔离的DC/DC变换器中，这一节点也可连接到电感及接到(或输出到)整流器；在隔离变压器的结构中，这一节点与变压器的线圈分开。它在电性能上仍表现为公共节点，但仅通过变压器反映，每一个要分别进行设计。

这一节点会出现不同的问题，它的交流电压可通过电容耦合到附近不同金属层的印制线上，并辐射出电磁干扰。然而，印制线通常还必须为电源开关管和整流器散热，特别是表面安装的电源。从电气角度来看，印制线应尽可能小，但从散热角度看则应大一些。在表面安装的设计中(图5)，有一个

好的折中方法,制作和底层PCB板相同的顶层PCB板,并通过许多孔(或过孔)连接在一起。

这项技术大大地减少了对其它印制线的容性耦合,但却成倍地增加了散热量和表面区域。

以一个SO8封装的N沟道功率MOSFET(诸如FDS6670A)为例,在上层仅有325 mm²的覆铜区域,与空气接触的热电阻是50°C/W,在PCB的底层加另一个相同的板并通过8个过孔连接在一起,热电阻降到39°C/W,因为在板子的另一侧不存在载有不同信号的金属线,电容的容量将下降一个数量级以上。

在过孔应用中,必须使其它信号和接地远离带有高电压的交流印制线和用来散热的部分。在离线的变换器中,接地线可能从这个节点耦合能量,并使其通过交流插头从产品中导出,这就产生了过多的传导电磁干扰。

并联滤波电容

电容经常并联使用以减少滤波电容的并联等效串联电阻(ESR),这一做法也使每一个电容能分流一部分波纹电流,以使每一个电容都能在其波纹电流的规范内正常工作。只有当电容间

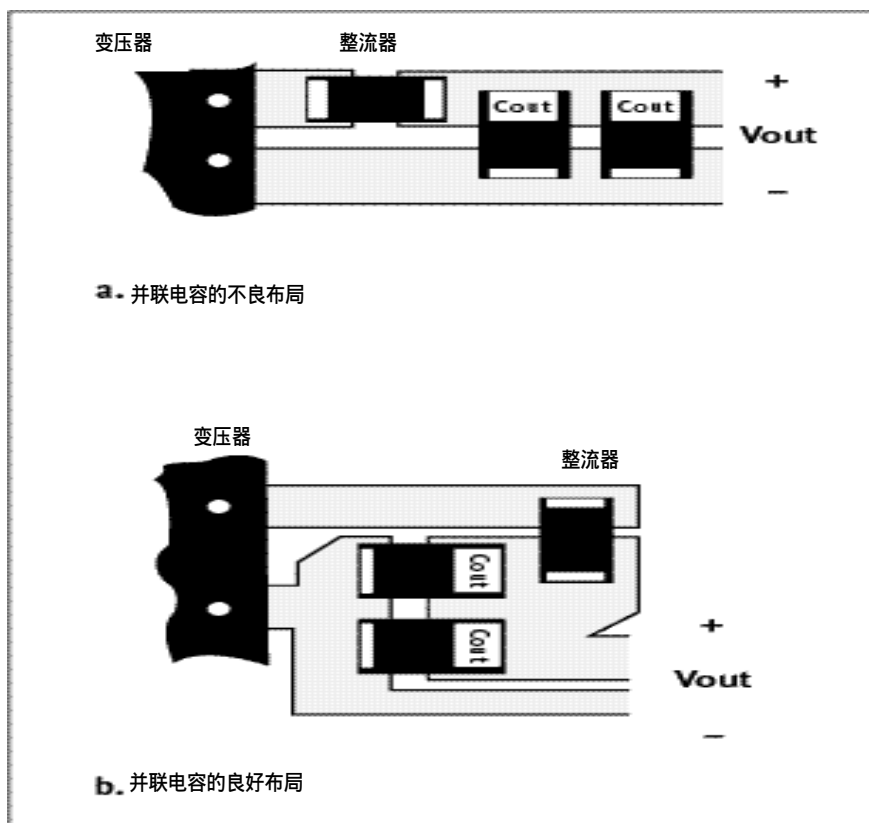


图6: 并联电容的正确放置是开关电源设计的关键之一。

的印制线阻抗及每个波纹电流源相同时,才会“平均分流”波纹电流,这就要求在整流器或电源开关管之间电容间的印制线必须等长且等宽。

按列放置电容并顺序连线非常美观(图6a),但这种布局会使距离电源开关或整流器最近的电容比其它电容器

承受更多的波纹电流,从而缩短该电容的使用寿命,图6b所示为并联电容的较好布线方法。●

如欲了解更多信息,请联系作者
Marty Brown.
E-mail: mjbrown@getnet.com
Fax: 1-480-614-8748

信息速递

及时收取自己
选定的信息
现在注册
修改个人资料

点击
此处

进入链接.....

点击信息速递进入链接,获取 e-mail 中的技术信息 — 完全免费!

信息速递与众不同:

- 即时发送 — 最新业界要闻,每日以e-mail快速专递!
- 满足需要 — 仅仅提供您感兴趣的信息!
- 简明扼要 — 点击链接,直接进入正文!
- 完全免费 — 信息速递为资深电子工程师竭诚服务!

浏览《电子工程专辑》网站,立即
注册信息速递:
www.eechina.asiansources.com

asian sources
www.eechina.asiansources.com

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



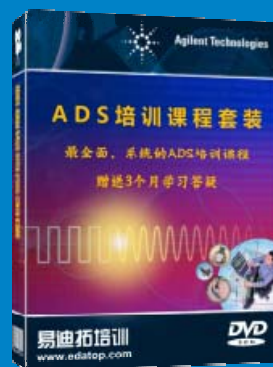
射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>