

混合信号系统接地揭秘之第二部分

作者：德州仪器 (TI) 模拟应用工程师 Sanjay Pithadia 和
高级模拟应用工程师 Shridhar More

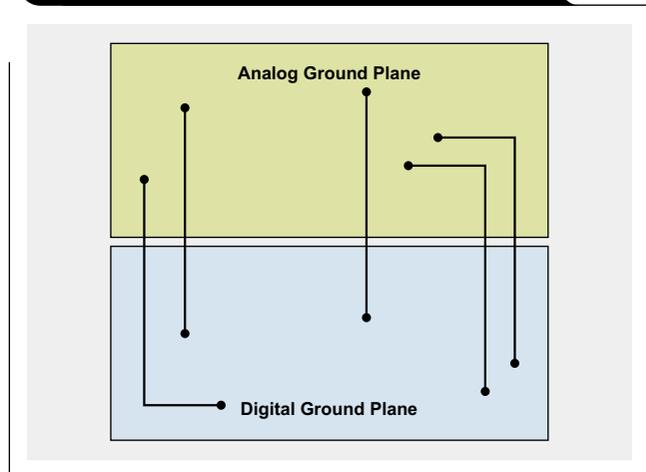
引言

本文是系列文章（共2部分）的第2部分。第1部分（见参考1）为你解释了一些典型专业术语和接地层，并介绍了分区方法。第2部分将讨论分割接地层的利弊。另外，文章还将解释多转换器和多板系统接地。

如果分割接地层并且线路穿过分割线（如图1所示），那么电流返回通路在哪里呢？假设两个层在某处连接（通过在一个单独点），则返回电流必在该大型环路内流动。大型环路内的高频电流产生辐射和高接地电感。大型环路内的低电平模拟电流易受干扰的影响。

如果两个层仅在电源处连接（图2），则返回电流被迫直接流回电源接地，这是一个真正的大型环路！另外，不幸的是，不同RF电势下使用长线缆连接的模拟和数字接地层，形成一个非常有效的偶极天线。首选使用一个持续接地层以避免这种长接地环路，但是如果使用分割接地层绝对必要并且线路穿过分割线，则各层应首先在一个位置连接，以形成一个返回电流的桥（图3）。对所有线路进行布局，让它们穿过该桥，直接在每条线路下面提供一条返回通路，从而产生一个非常小的环路面积。这种方法的典型应用是权衡何时使用高分辨率（ ≥ 20 -bit） Σ - Δ 模数转换器（ADC）。

图 1 数据转换器中的 AGND 和 DGND 引脚



通过分割层传输信号的其它方法是使用光隔离器（通过光）、变压器（通过磁场）或者一个真正的差动信号（信号沿一条线路传输，然后在另一条线路上返回，无需返回电流接地）。

一种更好的方法是“分区”。仅使用一个接地层始终为首选，把PCB划分为模拟部分和数字部分（参见图4b）。模拟信号必须安排在板的模拟部分，而数字信

图2在电源位置连接的分割层

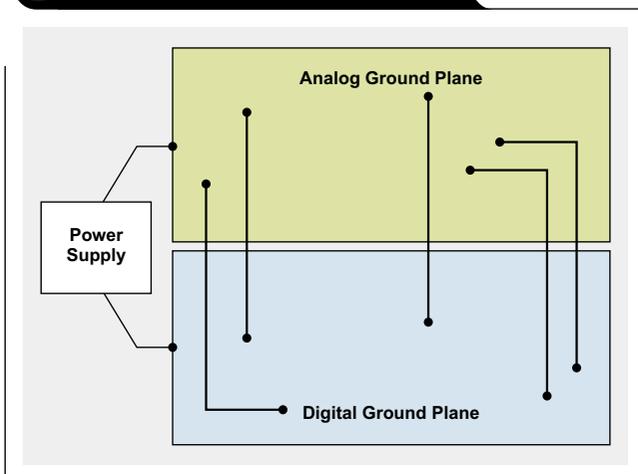


图3 线路接地层桥接

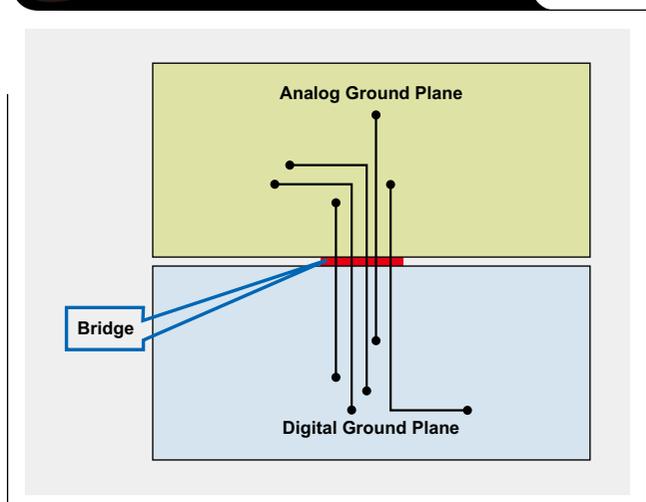
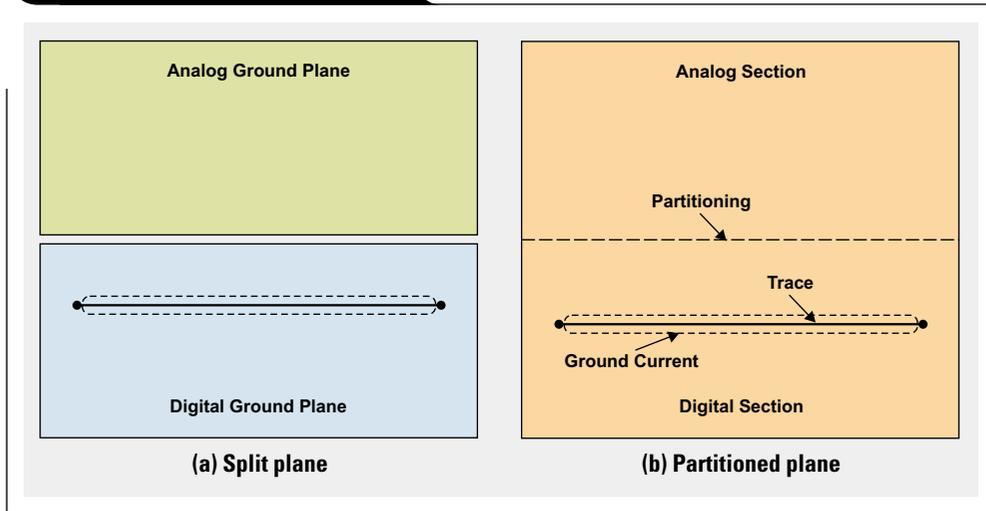


图4 接地层布局



号必须安排在板的数字部分，并且所有层上都有这两个部分。在这种情况下，数字返回电流不会存在于接地层的模拟部分，并且保持在数字信号线迹下面。图4比较了一个分割层和一个分区层。

分区方法存在的唯一问题是，当模拟信号错误地安排在板的数字部分（反之亦然）时则难以有效，如图5所示。因此，对于所有PCB布局而言，重点是使用一个单个接地层，把它划分为模拟和数字部分，然后运用信号安排原则。

在一块单独板上使用多个数据转换器时的接地

大多数数据转换器的产品说明书都说明了相对于单一PCB的接地方法，并且通常为制造厂商自己的评估板。一般而言，我们建议把PCB接地层分割为一个模拟层和一个数字层。我们还建议，把转换器的模拟接地（AGND）和数字接地（DGND）引脚放在一起，并且在同一个点连接模拟和数字接地层，如图6所示。最终，在混合信号器件处形成系统的星形接地点。正如第1部分文章介绍的那样，测量出与该特定点相关的电路所有电压，而不仅仅只是一些让测量探针跳动的未定义接地。

图5 错误安排的数字信号线迹

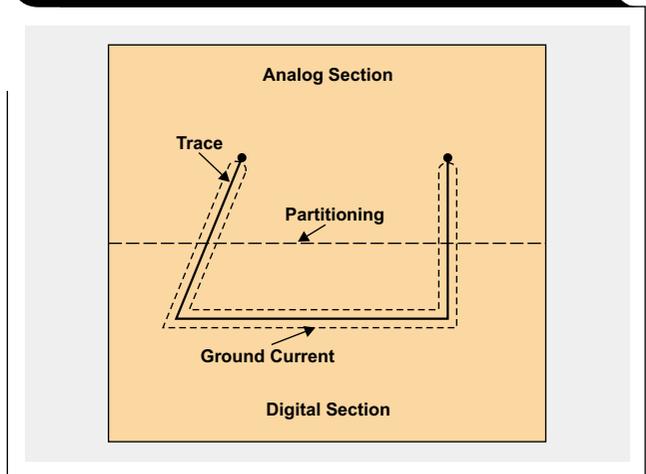
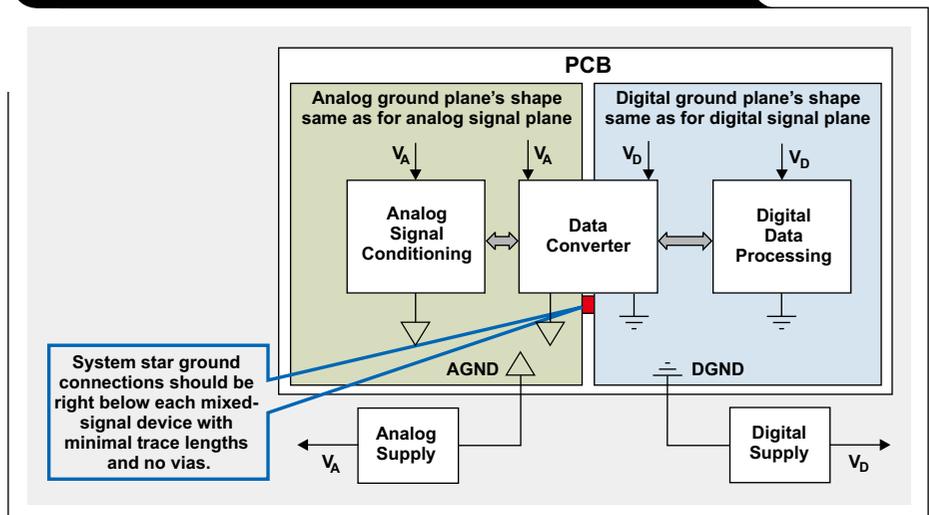


图6单块PCB上的接地混合信号器件



所有有噪数字电流均通过数字电源流至数字接地层，然后再返回至数字电源，以此来隔离于电路板的敏感模拟部分。模拟和数字接地层在数据转换器处交汇在一起时，形成系统的星形接地点。这种方法在使用单独PCB和单个数据转换器的简易系统中一般有效，但是它并不是很适合于多卡和多转换器系统。如果不同PCB上有几个数据转换器，这种方法便无效，因为模拟和数字接地系统在PCB上每个转换器处都交汇在一起，形成许多接地环路。

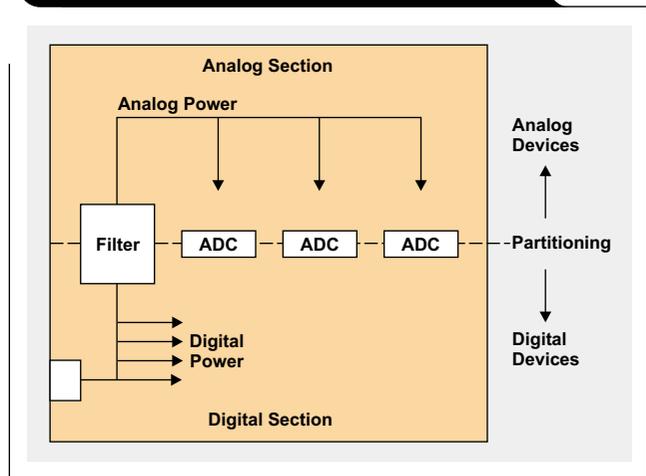
假设一个设计人员正在使用一块拥有3个DAC和2个ADC的8层PCB。为了最小化噪声，模拟和数字接地层应固定连接在所有ADC和数模转换器（DAC）芯片下面。AGND和DGND引脚应相互连接，并且连接模拟接地层，同时模拟和数字接地层应单独连接回电源。电源应进入数字分区电路板，并直接给数字电路供电，然后经过滤波或者调节以后给模拟电路供电。这样，应仅把数字接地层连接回电源。图7显示了经过分区的模拟和数字接地层，以及多数据转换器PCB的电源连接。

多卡混合信号系统

设计人员开始把单卡接地概念应用于多卡系统，这增加了人们对于混合信号接地的困惑。在一些不同PCB上具有数个数据转换器的系统内，模拟和数字接地层在几个点连接，带来形成接地环路的可能性，并且使单点星形接地系统无法实现。

最小化多卡系统内接地阻抗的最佳方法是，把一个母板PCB用作两个卡之间互连的底层。这样便可为底板提供一个连续的接地层。PCB连接器至少有30%到

图7 多ADC的PCB电源与接地

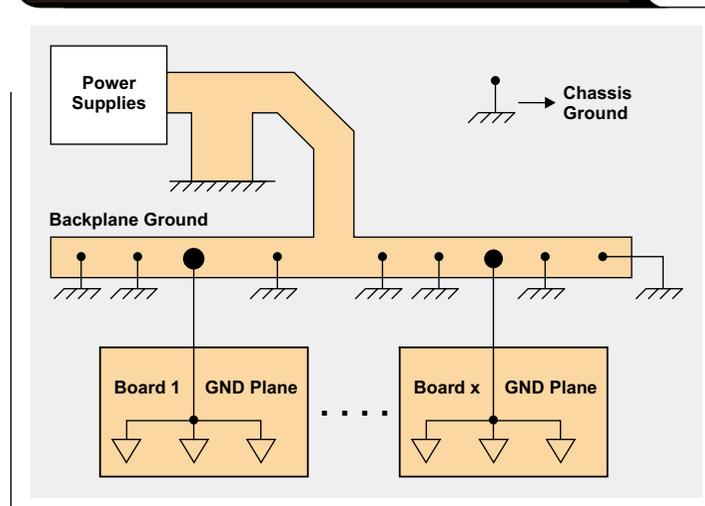


40%的引脚用于接地。这些引脚应连接底层母板的接地层。完成整个系统接地方案，共有两种可能性：

1. 底层的接地层在无数个点连接底板接地，让各种接地电流返回通路四散。它一般指的是多点接地系统（图8）。
2. 接地层连接至单个星形接地点（通常在电源处）。

第一种方法常常用于全数字系统，但也可用于混合信号系统，前提条件是数字电路的接地电流足够低，并且散布于一个较大的面积上。

图8 多卡系统的接地方案



PCB、底层和最终的底板都维持低接地阻抗。但是，接地连接金属片底板的电气触点应具有良好的状态，这一点很关键。它要求自动攻丝金属片螺钉或者咬式垫圈。阳极氧化铝用于底板材料时需特别小心，因为其表面会起到一个隔离器的作用。

第二种方法即单点星形接地，通常用于具有单独模拟和数字接地系统的高速混合信号系统。

参考文献

- 1、《混合信号系统接地揭秘之第1部分》，作者：Sanjay Pithadia和Shridhar More，刊发于《模拟应用杂志》（2013年第1季度），网址：www.ti.com/slyt499-aaj
- 2、《混合信号PCB的分区与布局》，作者H.W. Ott，刊发于2001年6月《印制电路板设计》第8-11页。

- 3、《模数转换器接地方法对系统性能的影响》，刊发于《应用简报》，网址：www.ti.com/sbaa052-aaj
- 4、《铁氧体磁珠》，刊发于2000年10月12日《EDN》博客，作者：Howard Johnson。

相关网站

数据转换器：

www.ti.com/dc-aaj

精密数据转换器接地举例，请访问：

www.ti.com/e2egrounding-aaj

订阅《模拟应用杂志》，请访问：

www.ti.com/subscribe-aaj



WEBENCH® 设计中心: 易于使用且可提供定制结果的设计工具。
PowerLab™ 参考设计库, 包含了近千个适用于所有应用的参考设计。
电源在线培训课程

www.ti.com.cn/webench
www.ti.com.cn/powerlab
www.ti.com.cn/powertraining

WEBENCH® Designer

Power **FPGA/μP** Sensors LED

Enter your power supply requirements:

Min	Max
Vin 14.0 V	22.0 V
Vout 3.3 V	Iout 2.0 A
Ambient Temp 30 °C	

Multiple Loads **Power Architect** Single Output **Start Design**

WEBENCH® Designer My Designs

最小	最大
输入电压 14.0 V	22.0 V
输出电压 3.3 V	输出电流 2.0 A
环境温度 30 °C	

SIMPLE SWITCHER®
开始设计 ▶



从通讯、计算机、消费类电子到汽车、工业, 从能源、医疗到安防、航空航天, TI推出一系列创新、完整、独特的制胜解决方案, 给您带来前所未有的技术支持体验。 <http://www.ti.com.cn/www/more/>



德州仪器在线技术支持社区

www.deyisupport.com

中国产品信息中心 免费热线:

800-820-8682

TI新浪微博



e.weibo.com/tisemi

热门产品

- | | |
|-----------|--|
| TPS92075 | 具有自适应基准的非隔离式、相位可调光、降压 PFC LED 驱动器 |
| BQ24195 | 具有 5.1V 1A/2.1A 同步升压运行的由 I2C 控制的 2.5A/4.5A 单电池 |
| LM3447 | 相位调光、初级侧电源调整的准谐振反激式控制器 |
| LM34917 | 具有智能电流限制的超小型 33V、1.25A 恒准时降压开关稳压器 |
| ADS1298 | 具有集成 ECG 前端的 8 通道 24 位模数转换器 |
| SN65HVD82 | 针对要求严格的工业类应用的稳健耐用的驱动器和发送器 |
| LM22670 | 具有同步或可调节开关频率的 3A SIMPLE SWITCHER、降压电压稳压器 |
| ISO1050 | 电镀隔离的隔离式 CAN 收发器 |

了解更多, 请搜索以下产品型号:

TPS92075



重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2013 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司