

简化信号链设计, 在小系统中实现高性能



William Cooper

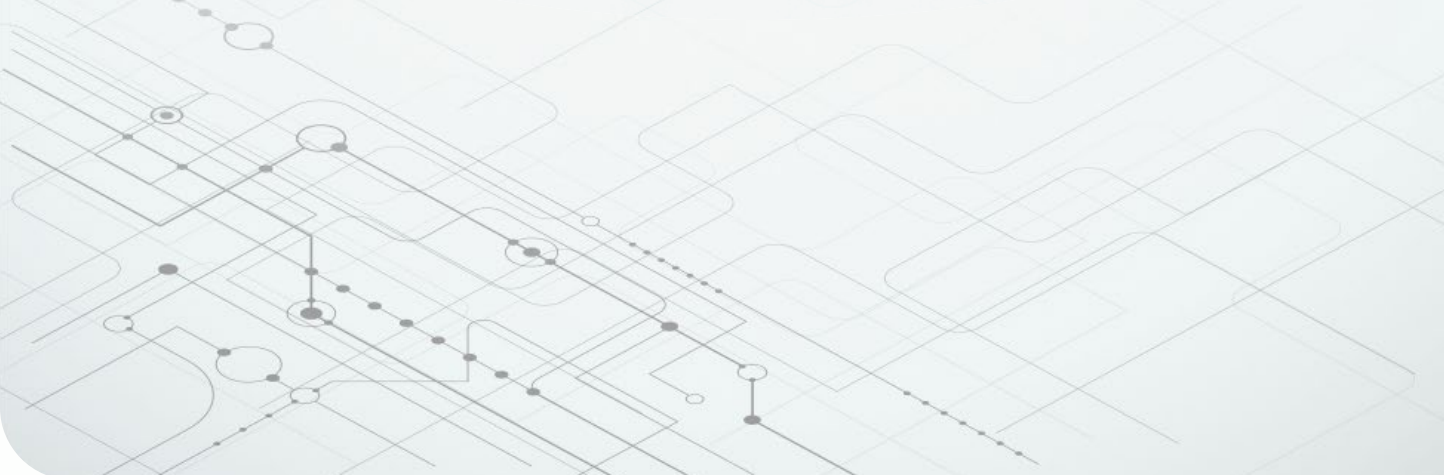
温度和湿度检测营销与应用经理
德州仪器 (TI)

Peter Semig

通用放大器产品线应用经理
德州仪器 (TI)

Ravi Singh

收发器接口营销经理
德州仪器 (TI)



对更小、更快和更实惠产品的追求增加了对更紧凑的解决方案和外形尺寸的需求。

工程师们正在不断努力,力求在环境感知、数据管理、能量收集、数据通信、运输以及电子产品和软件的许多其他方面突破限制。

以汽车行业为例,与前代型号相比,每种新车设计都包含了更多的电子产品和扩展功能集。要跟上这些趋势,提供汽车专用电子元件的公司必须相应调整产品组合。

为了满足对较小系统的需求,工程师可能会采用复杂的制造方法,并需要考虑电路板装配公差以及机器对器件放置方式和检查的要求,所有这些可能导致产生更高的生产成本。由于较小系统中印刷电路板 (PCB) 的密度会更大,这就增加了电路板布线/布局方面的设计难度。

内容概览

本文探讨了小型封装模拟产品如何帮助设计人员克服一些挑战,并提供了克服这些障碍的示例。

1 解决振动、温度和性能要求

将功能整合到小型封装器件中,可以获得显著的性能和成本效益。

2 克服原型设计挑战

替代尺寸可确保设计人员在设计中加入适应未来需求的技术,以应对某种封装类型不再可用的情形。

3 封装选项如何带来更大的设计灵活性

拥有更多封装选项,使设计人员可以在较小的封装中实现同等或更高的可靠性。

4 找到恰当的平衡

更小的封装不一定意味着会增加设计的难度或成本。

为了解决这些问题,本白皮书将探讨如何使用专门开发的模拟信号链产品来帮助工程师优化布板空间,同时又不牺牲其系统的功能、成本、简单性或可靠性。在某些情况下,这些产品甚至可以帮助提高性能。

解决振动、温度和性能要求

在原理图和 PCB 设计中选择器件时需要考虑许多因素:半导体组件相关参数通常包括噪音、数据速率或响应以及功能。满足这些参数要求的组件通常具有多个封装,以针对不同环境使用情形(例如温度、振动和整体尺寸)提供多种选项。

这些选项如何影响器件成本?这取决于芯片,但与类似的封装备选方案相比,许多更小的组件在成本上差别不大。真正的成本差异可能出现在电路板的制造或装配中,但是通过整合功能来更大程度地减少信号链中的组件数量,可以实现成本节省和性能提升,其效果远大于使用较大的组件。本节讨论一些器件特定的示例。

如图 1 (请见下页) 所示,德州仪器 (TI) 的 [TLV9061](#) 运算放大器 (op amp) 具有超小外形无引线 (X2SON) 封装,其尺寸为小外形晶体管 (SOT) 封装尺寸的十分之一。使用这种尺寸的器件可以释放大量布板空间,从而可以减小整个解决方案的尺寸,实现大大节省 PCB 制造成本。根据所用板层数量的不同,节省的成



图 1. TLV9061 运算放大器采用 $0.80\text{mm} \times 0.80\text{mm}$ X2SON 封装。

本可能会呈指数级增长。有了额外的布板空间,系统中还可以加入更多功能,例如传感器或处理组件。

拥有较小封装选项的显著优势之一是可以更大程度地减少总体 PCB 和器件封装,从而为最终用户带来更好、更方便的应用体验。在《[采用业界超小型运算放大器设计微型麦克风电路](#)》这篇技术文章中详细介绍了 TLV9061 的 X2SON 封装在驻极体麦克风放大器电路中的应用示例。通常,麦克风放大器电路会非常紧凑,而运算放大器是电路板上最大、最昂贵的组件。在 TLV9061 示例中,运算放大器的尺寸缩小到了 0.64mm^2 ,从而使设计人员可以突破可穿戴麦克风的限制,最终以较小的尺寸提供更出色的用户体验。

[TCAN1044-Q1](#) 控制器局域网灵活数据速率 (CAN FD) 收发器等接口组件也可以节省空间。它采用 $2.9\text{mm} \times 2.8\text{mm}$ 八引脚小外形晶体管 (SOT) 封装,尺寸比标准 SOIC 封装小 72%。除了减小 CAN 接口设计的封装尺寸和降低成本,TCAN1044-Q1 的引线式封装还使组装过程中的自动光学检测更加容易,从而有助于简化制造流程。

同样,如图 2 所示,[HDC2010](#) 湿度和温度传感器采用 $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 晶圆芯片级封装 (WCSP),尺寸仅为其他传感器的几分之一,却能提供完整功能。这些封装尺寸小于行业平均水平,大大节省了 PCB 空间,并为设计人员提供了更多选择。



图 2. HDC2010 湿度和温度传感器采用 $1.5\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ WCSP 封装。

另外,具有更高精度和更高灵敏度的传感器现在封装在更小的尺寸中。这方面的一个例子可以在 [TMP61](#) 线性热敏电阻的 0402 和 0602 兼容封装选项中看到,如图 3 所示。这些封装选项具有 $\pm 1\%$ 电阻容差,与传统的负温度系数热敏电阻相比,在高温和低温下具有更高的灵敏度和精度。除了体积小之外,TMP61 的封装类型还具有更快的热传递和响应速度,这是因为其热质量更小且焊盘到引脚覆铜区最小。



图 3. TMP61 线性热敏电阻提供穿孔和表面贴装 0402 和 0603 尺寸选项。

在不牺牲性能和可靠性的情况下节省空间

隔离器会占用 PCB 的整个周边,以方便进行非板载连接。一些器件采用集成的增强隔离技术,使用二氧化硅屏障与其他功能(例如,RS-485 收发器、CAN 收发器、低压差动信令缓冲器、模数转换器、放大器和驱动器),节省了布板空间,而不会影响性能。

如应用简介《[如何隔离 RS-485 以实现小尺寸和超高可靠性](#)》中所述,设计人员使用光耦合器在具有较大接地电势差的节点之间进行通信。这些电路通常包括一个收发器、两个用于接收/发送的光耦合器、一个用于方向控制的低速光耦合器(使用一个额外的施密特触发器以清除慢速边沿)、两个用于光耦合器 LED 的缓冲器、一些用于偏置的电阻器以及一些旁路电容器。所有这些组件不仅占用了大量的电路板面积,而且还暴露出边沿敏感型接触点,并可能引发潜在的可靠性问题,例如电感耦合和干扰。在 [ISO1500](#) 收发器内集成电容式隔离技术,如图 4 (请见下页) 所示,可实现性能、可靠性和空间节省。

克服原型设计挑战

新一代器件中的创新有时会导致旧一代器件过时,这使得设计工程师必须在初始产品设计中加入面向未来的技术。此外,设计人员正在尝试通过利用更实惠替代方案来优化尺寸和封装,以尽可能降低系统成

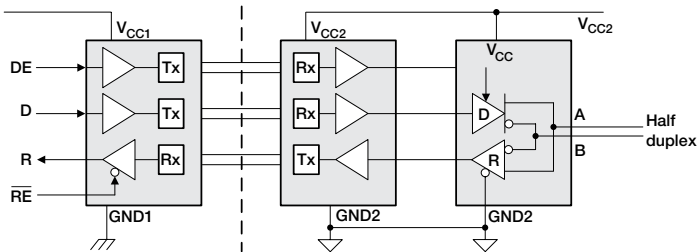


图 4. 在 $4.90\text{mm} \times 3.9\text{mm}$ 16 引脚紧缩小外形封装 (SS016) 中包含集成式电隔离栅的 ISO1500 隔离式 RS-485 收发器的功能框图。

本。因此，一些设计人员从战略上选择了具有通用尺寸的组件，以便在需要时可以直接替换。

例如，如果一种封装类型变得不可用或有更实惠的替代方案，则替代尺寸（如下一页的图 5 中所示）可以帮助设计人员采购引脚对引脚兼容组件作为替代方案。如果一个封装变得过时或成本更高，唯一需要的更改就是更新物料清单。

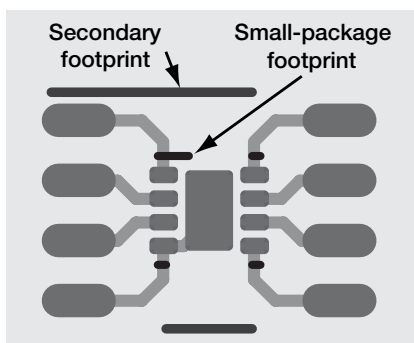


图 5. PCB 布局的替代解决方案示例

TI 的评估模块 (EVM) 和工具集为设计人员提供了一种体验布局、尺寸和性能优势的方法。例如，[TLV9001 评估板](#) 可以很容易地配置为反相、同相和差动放大器，同时在较小的尺寸下实现高性能，如图 6 中所示。设计人员可以使用其他评估模块（例如，TI 的[通用自制 \(DIY\) 放大器电路 EVM](#)、[双通道通用 DIY 放大器电路 EVM](#) 或 [Small-Amp-DIP-EVM](#)）以多种封装和配置评估运算放大器。

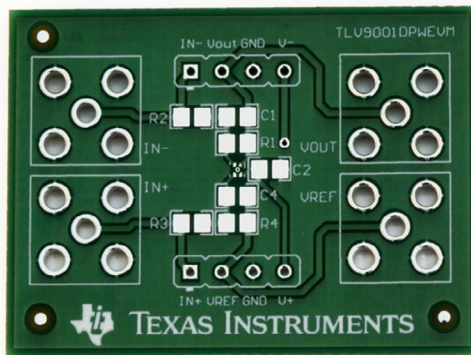


图 6. TLV9001 EVM 预先装配了 TLV9001。

封装选项如何带来更大的设计灵活性

拥有更多封装选项，使设计人员可以在较小的封装中实现同等或更高的可靠性。由于担心振动会影响焊接可靠性，汽车设计师历来一直不愿使用无引线组件，例如四方扁平无引线 (QFN) 封装。他们通常选择引线式组件，这些组件较大，但更容易通过光学检查。

集成电路 (IC) 制造商正在不断努力，为数种汽车专用组件提供紧凑型封装，同时保持引线式特性。例如，基于 SOT 的封装提供了可靠的引脚到焊盘焊接点，同时也使制造过程中的检查更加容易。[TMP709-Q1](#) 汽车温度开关采用 SOT-23 封装，而以前，大多数情况下仅采用无引线封装或其他无引线的专有封装。此外，所提供的无引线封装由更大、更多引脚的封装组成。

电压基准是信号链应用中使用的另一种提供高精度和稳定参考电压的常见 IC，使设计人员可以优化信号链性能。由于电压基准通常仅需要三到五个引脚（输入、输出、接地和备用的噪声修整或使能引脚），许多这种器件采用业界通用 SOT-23-3 和 TO-92 封装，这使得它们非常易于使用。而对于极小型设计，数据转换器中常见的一些 TI 串联电压基准产品（例如，[REF2025](#)、[REF3325](#) 或 [REF3425](#)）甚至采用更小的 SC70-3、SOT-23 或 QFN 封装。同样，比较器中常见的并联电压基准（例如，[LM4040](#) 或 [LM4050-N-Q1](#)）采用小型 SC70-3 和 SC70-5 封装，而 [ATL431](#) 作为业界超小的并联电压基准，能够让工程师在不牺牲解决方案尺寸的情况下优化信号链性能。

找到恰当的平衡

因为相关的布局策略可能会增加复杂性和成本,许多 PCB 设计人员一想到要过渡到更小的封装和更密集的 PCB 就退缩了。可以选择更小的封装并不意味着会增加设计的难度或成本。但是,在电路板复杂程度类似的情况下,采用较小组件仍可以降低 PCB 的总体成本。此外,如果设计人员与 PCB 供应商一起合作优化工作板/板料尺寸、层数选项、焊盘间距功能以及通孔/轨迹尺寸成本点,他们可能会发现,由于制造过程中某些方面的限制,采用较小封装的产品可以以较低的价格生产出易于制造的板。

结论

采用更小的封装可以节省空间和成本,而不会牺牲性能或 PCB 布局简单性。它们还可以帮助设计人员满足环境和应用特定的需求。TI 提供评估工具和[在线支持论坛](#)来帮助客户迁移到更小的封装类型,使设计人员可以在不牺牲性能、成本或可靠性的情况下,获得较小的信号链组件尺寸所带来的好处。

其它资源

放大器

- [小型封装放大器的替代选项](#)
- [采取系列优先的方法来选择运算放大器](#)
- [采用业界超小型运算放大器设计微型麦克风电路](#)

传感

- [采用小型传感器推动行业创新](#)

隔离/接口

- [如何隔离 RS-485 以实现小尺寸和超高可靠性](#)
- [在不影响性能或占用空间的情况下隔离您的 CAN 系统](#)

隔离/数字隔离器

- [小尺寸并不意味着在实现信号隔离时会降低性能](#)

包装

- [使用 TI X2SON 封装进行设计和制造](#)

其他

- [TI 的微型器件为工程师带来巨大创新的 5 种方式](#)

重要声明: 本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。TI 建议用户在下订单前查阅最新最全面的产品与服务信息。TI 对应用帮助、客户应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不承担任何责任。发布有关任何其他公司产品或服务的信息并不构成 TI 批准、担保或认可这些信息。

所有商标均为其各自所有者所有。

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

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 © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司