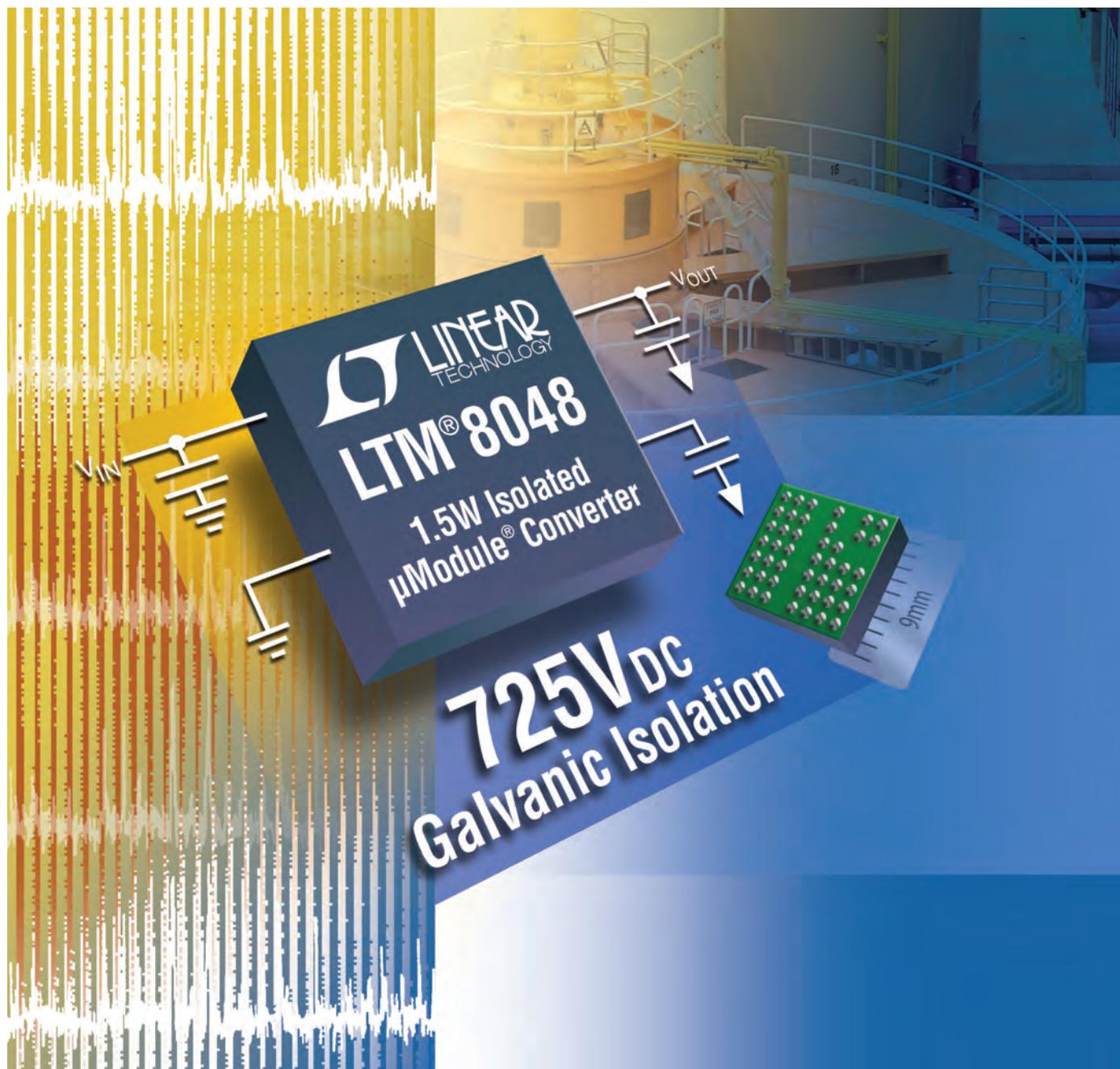


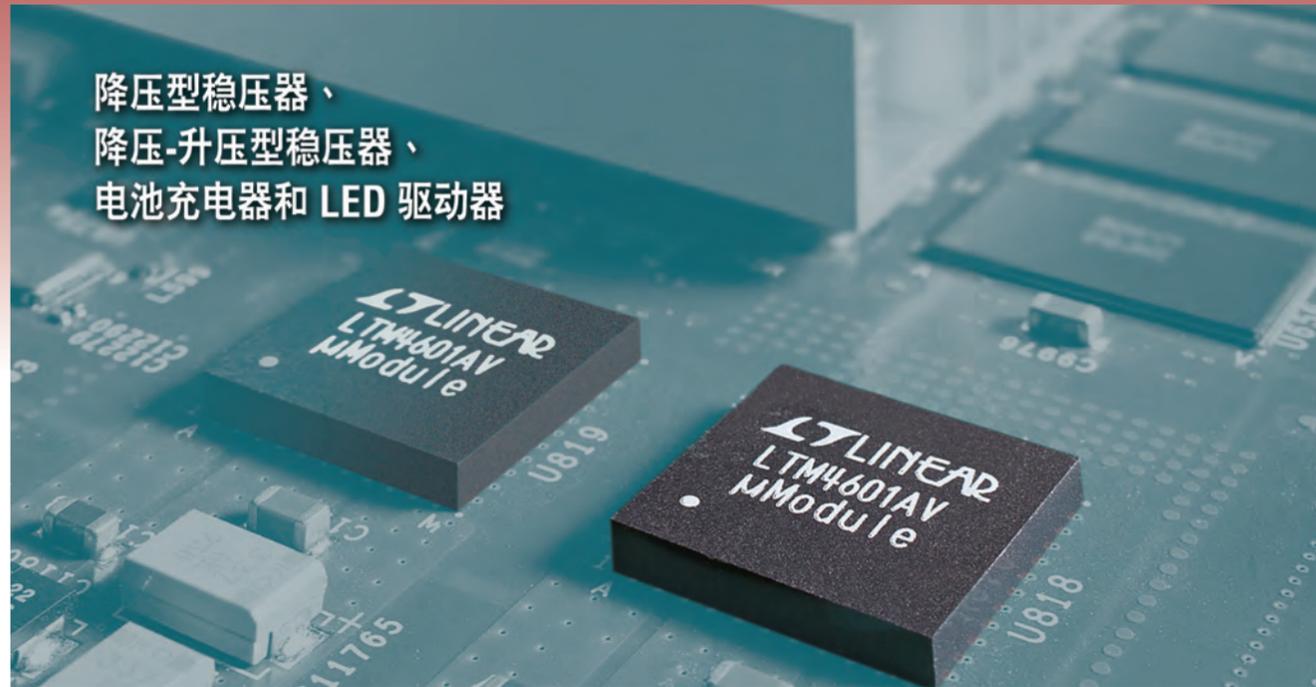


# 功率系统设计: 推动全球创新



# 1850 万次供电周期、零失效 μModule 电源产品

降压型稳压器、  
降压-升压型稳压器、  
电池充电器和 LED 驱动器



## 经过验证、简单且坚固

μModule® 电源产品的外形类似于表面贴装型 IC，是面向 DC/DC 负载点调节、LED 照明及电池充电的完整系统级封装解决方案。该系列拥有 40 多款产品，可满足众多的要求，包括了针对降压、降压-升压、负输出拓扑结构的 1.5V 至 60V 输入、0.6V 至 34V 和 100mA 至 15A 输出（多达 6 个输出）；用于 LED 驱动的电流感测器；以及依靠 36V 输入电源的多化学组成和多节电池充电。此外，有些器件还通过了 EN55022 Class B 标准的认证。

### 技术视频



[www.linear.com.cn/umodule/techclips](http://www.linear.com.cn/umodule/techclips)

### 可靠性报告



[www.linear.com.cn/umodule/reliability](http://www.linear.com.cn/umodule/reliability)

### 查询详情

[www.linear.com.cn/products/umodule](http://www.linear.com.cn/products/umodule)

免费样品：[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)



[www.linear.com.cn/umodulesolutions](http://www.linear.com.cn/umodulesolutions)

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linear 标签和 μModule 是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为各自拥有者的产权。

凌力尔特有限公司 Linear Technology Corporation Ltd. [www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)  
香港电话：(852) 2428-0303 深圳电话：(86) 755-8236-6088 上海电话：(86) 21-6375-9478  
北京电话：(86) 10-6801-1080 成都电话：(86) 28-8555-9725 武汉电话：(86) 27-8665-9231 西安电话：(86) 29-6851-8978  
艾睿电子亚太有限公司 Arrow Asia Pac Ltd. [components-asiapac.arrow.com](http://components-asiapac.arrow.com)  
香港电话：(852) 2484-2484 深圳电话：(86) 755-8836-7918 上海电话：(86) 21-2215-2000  
北京电话：(86) 10-8528-2030



科通集团 Comtech Group [www.comtech.com.cn](http://www.comtech.com.cn)  
香港电话：(852) 2730-1504 深圳电话：(86) 755-2698-8221 上海电话：(86) 21-5169-6680  
北京电话：(86) 10-5172-0678  
翱龙科技有限公司 Cytech Technology Ltd. [www.cytech.com](http://www.cytech.com)  
香港电话：(852) 2275-8806 深圳电话：(86) 755-2693-5811 上海电话：(86) 21-6440-1373  
北京电话：(86) 10-8260-7990  
好利顺电子香港有限公司 Nu Horizons Electronics Asia Pte Ltd. [www.nuhorizons.com](http://www.nuhorizons.com)  
香港电话：(852) 5511-9911 深圳电话：(86) 755-3398-2850 上海电话：(86) 21-6441-1811  
北京电话：(86) 10-8225-0019



## 功率系统设计：推动全球创新

[WWW.POWERSYSTEMSDESIGNCHINA.COM](http://WWW.POWERSYSTEMSDESIGNCHINA.COM)

请访问我们的在线内容、产业新闻、产品、专访和过往杂志。

### 2 刊首语

#### 产品聚焦

### 4 卓越性能挑战应用极限

### 6 精英观点

提高电源转换器的能源效率

作者：Stephen Oliver, Vicor 公司

### 7 市场观察

2011 年：功率器件行业一分为二的一年

作者：Ash Sharma, 研究总监, IMS Research  
半导体部研究总监, IMS Research

### 8 设计指南

开关电源的频率响应（第 7 部分）  
阶跃负载瞬态测试  
作者：Ray Ridley 博士,  
Ridley Engineering

#### 技术访谈

### 10 超低功耗、超高性能的 DSP 解决方案

作者：刘洪, PSDC

### 12 校园创意大赛演绎 MEMS 设计创新

作者：刘洪, PSDC

### 封面故事

### 14 隔离型 μModule 电源转换器

作者：Willie Chan, 高级产品市场工程师, 凌力尔特公司

#### 技术特写

### 18 电源管理

功率管理解决方案延长手机使用时间  
作者：Wayne Seto, 飞兆半导体公司

### 20 功率器件

可靠地使用 MOSFET 驱动器  
作者：Ray DiSilvestro, Microchip

### 23 电源

便携电子设备 LDO 稳压器的挑战及设计权衡  
作者：Eamonn Ahearne,  
安森美半导体

#### 特别报道：

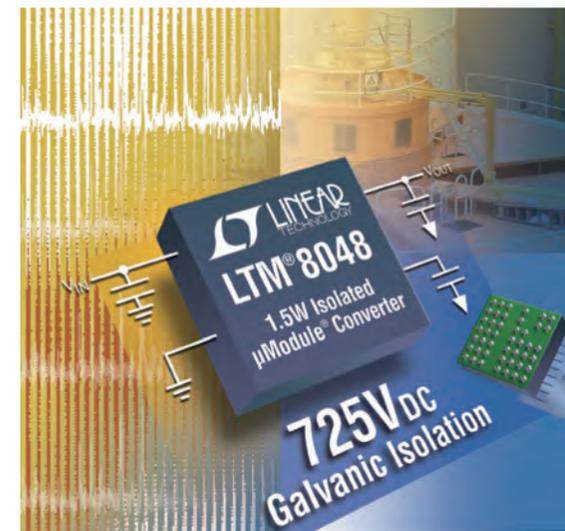
### 能源效率 / 测试与测量

### 28 经过优化的大功率逆变器

作者：Alan Tims, SEMIKRON Asia

### 31 电力网络必须改善并变得更智能

作者：Richard Newell, Microsemi



### 封面故事

能源效率



热点产品新闻、行业新闻及更多内容请访问网站：

[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

### 34 微型 DC/DC 变频器参与设计

作者：TDK-EPC 公司

### 36 开拓 LED 和太阳能测试新市场

作者：本刊根据 KLA-Tencor 首席营销官 Brian Trafas 博士演讲整理

### 38 职业发展

高速系统提出了许多功耗设计挑战  
作者：David G. Morrison, 编辑,  
How2Power.com

### 40 绿色视点

面向汽车电子的创新型 H-PSOF 封装

# 电子产品既要更好地工作，又要安静无噪声。

**PSD** CHINA  
功率系统设计: 推动全球创新

AGS Media Group  
中国广东省深圳市八卦三路541栋西3楼  
邮编: 518029  
info@powersystemsdesignchina.com  
www.powersystemsdesignchina.com

主编——功率系统设计中文版  
刘洪  
powersdc@126.com  
电话: 010-68797916 13651220041

出版人  
Jim Graham  
jim.graham@powersystemsdesign.com

合作出版人  
Julia Stocks  
julia.stocks@powersystemsdesign.com

管理和制作  
东亚广告有限公司  
地址: 中国广东省深圳市八卦三路541栋西3楼  
邮编: 518029  
电话: 0755-82244000

发行管理  
circulation@powersystemsdesignchina.com  
电话: 0755-82240466

广告价格、尺寸和文件要求可访问:  
[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

免费订阅申请可访问:  
[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

版权所有: 2012年1/2月  
ISSN: 1815-3453

AGS Media Group 和 Power Systems Design China (功率系统设计中文版) 对由于资料的差错或遗漏, 不论这样的差错是否源于疏忽、意外或省略, 都不对任何人承担任何责任。

请把新地址电邮到:  
circulation@powersystemsdesignchina.com

第八卷, 第一期



## 功率器件行业增长可期

首先在这里祝广大读者新春快乐!

前不久在美国拉斯维加斯拉开帷幕的2012国际消费电子产品展(CES)上, 来自世界各地的2500家企业参展, 约20000多个新品在展会上发布, 中国参展商占了整个参展商数量的六分之一, 并以众多高科技含量的首发产品吸引人们眼球。

在新的一年里, 我们面对着诸多的机遇和挑战。我们将一如既往为广大读者提供功率及半导体行业最新的技术和产品应用信息, 帮助您在激烈的竞争环境中使自己的产品在市场上脱颖而出。

本期杂志的封面故事介绍的是隔离型 $\mu$ Module电源转换器, 它可以改善信号测量准确度, 对于那些正在寻求725VDC隔离型DC/DC电源解决方案的设计工程师来说, 如今有了一款更加灵活和紧凑的可选产品。正是设计创新促成了紧凑型725VDC隔离式变压器的成功开发。

在市场观察栏目, IMS Research的分析师对2011年进行了回顾, 认为是功率器件行业一分为二的一年。2012年最有可能是半功率半导体市场两种截然不同半年的又一年, 开始于前6个月的弱势, 下半年则出现非常强的反弹——虽然全球经济前景又一次面临很大的不确定性。

不管怎样, 功率器件行业增长背后的根本因素仍然非常积极。现在, 几乎每一个最终行业都有关于能源效率和节约能源的要求, 这将有助于继续推动功率元件的投资和经济增长。因此, 增长不是简单地由消费者和商业支出的增加推动的, 而很可能超过其他元件市场的增长。制造商可能会经历一个困难和不可预测的2012年, 但应以两位数的增长而安慰, 预测在2013年增长将返回这个行业, 未来仍然是非常积极的。

刘洪  
功率系统设计主编

powersdc@126.com

### 全新Ripple Blocker™电源输出噪声衰减器



### 实现噪声敏感应用无与伦比的PSRR性能。

**Ripple Blocker (MIC94300/MIC94310)**  
可衰减任何电源设计的纹波电压。

- 1kHz条件下80dB PSRR
- 5MHz条件下60dB PSRR

利用干净的系统电源提高系统整体性能。

- 更高RF传输信号强度
- 增加动态信号完整性

实现功能丰富的系统解决方案, 节省空间和成本。

- 比分立式替代方案小63%的解决方案
- 0.8mm x 0.8mm 4焊球, WLCSP封装

#### 理想应用:

- ◆ 医疗成像应用
- ◆ 平板电脑/PC/笔记本电脑
- ◆ 摄像头、数码相机和摄像机
- ◆ 安全和监控摄像机
- ◆ 视频会议
- ◆ 条码扫描器
- ◆ 智能手机、相机和RF电源
- ◆ 全球定位系统 (GPS)
- ◆ 汽车和工业应用

欲了解更多信息, 请联系当地Micrel销售代表, 或访问Micrel网站: [www.micrel.com/ad/RippleBlocker/](http://www.micrel.com/ad/RippleBlocker/)



# 卓越性能挑战应用极限

## 战术级MEMS陀螺仪及MEMS IMU树立业界新标准

Analog Devices, Inc. (ADI) 最近正式全面推出了ADIS16136战术级iSensor®数字MEMS陀螺仪和第三代iSensor® MEMS IMU (惯性测量单元) ADIS16488, 在业内树立了新的标准。ADI的新技术提高了性能和可靠性, 简化了应用开发, 在复杂的平台稳定控制、制导/导航/追踪、无人驾驶车辆、应急响应导航、机器人、精密医疗仪器/其它仪器仪表领域大有用武之地。

### 战术级MEMS陀螺仪

赵延辉介绍说, ADI 战术级 MEMS 陀螺仪的典型零偏稳定性为 3.50/小时, 采用火柴盒大小的模块封装, 功耗低于 1 W, 重量仅 25 克。新款战术级 (零偏稳定性低于 100/小时) iSensor MEMS 陀螺仪, 无需用户配置就能产生精密准确的速率检测数据, 使得快速开发平台稳定控制、导航、机器人、医疗仪器仪表等对精度要求非常高的应用成为可能。

**ADIS16136:**  
精密单轴数字MEMS  
陀螺仪

**ADIS16488:**  
10自由度MEMS IMU



与昂贵的光纤陀螺仪相比, ADIS16136 MEMS 陀螺仪的稳定度和角度随机游走特性与之相当, 线性度则提高 2 倍, 启动时间快 30 倍, 功耗低 5 倍。更重要的是, ADIS16136 陀螺仪的尺寸非常小, 大约为 1 立方英寸, 重量仅有 25 克。相比于 10 立方英寸甚至更大的光纤陀螺仪, ADIS16136 可以说是体积非常的小, 这将有助于许多新应用实现精密角速率检测。

ADIS16136 iSensor 数字 MEMS 陀螺仪的更多特性实现了业界领先的 iMEMS® 技术与 ADI 公司成熟的信号调理技术的完美结合, 可提供优化的动态性能。ADIS16136 以最高 2048 SPS (每秒采样数) 的速率提供数据, 并提供一个均值/抽取滤波器结构, 以优化噪声与带宽的取舍。串行外设接口 (SPI) 和用户寄存器结构可让用户轻松访问配置控制和校准的传感器数据, 适合嵌入式处理器平台。每个器件均在整个温度范围内经过全面的校准, 具有器件特定的补偿公式, 无需额外测试或校准便可提供高度稳定的传感器输出。380 Hz 的宽带宽能为复杂的稳定应用带来显著的优势。新款陀螺仪采用

36mm×44mm×14mm 封装, 提供 4 个孔, 可轻松实现机械固定; 此外还提供一个标准 24 引脚、双排、1mm 间距连接器, 可与印刷电路板或电缆系统实现电气连接。工作温度范围为 -40°C 至 +85°C。

### MEMS IMU

另一款产品是战术级 10 自由度 (DoF) 传感器, 在单封装中集成一个三轴陀螺仪、一个三轴加速度计、一个三轴磁力计和一个压力传感器。新款 MEMS IMU 提供最稳定、最完整的集成传感器套件, 支持高性能导航和平台稳定控制应用的严格要求。除了重要的战术级 (低于 100/小时) 零偏稳定性以外, 在重力加速度效应、温度系数和带宽等一般更重要的特性方面, ADIS16488 同样超过所有其它同类陀螺仪/IMU 产品, 改善最多可达 100 倍。此外, 在对线性加速度和振动加速度抑制方面, 新款 iSensor MEMS IMU 甚至超过传统军用级 IMU。每个器件均要经过独特而全面的工厂校准, 能够在最恶劣的环境下提供无与伦比的精度; 相对于典型的运动传感器开

发, 设计的复杂度、时间、成本和风险大大降低。

赵延辉表示: “工业、军用和医疗设备的设计工程师要求精度极高的运动检测和控制, 来支持稳定或导航应用。ADIS16488 战术级 IMU 提供的性能水平以前只有不限预算的设计才能获得。相比于传统高端 IMU, ADIS16488 在零偏稳定性和角度随机游走等关键指标的性能与之相当或更好, 而对振动校正、线性度和带宽等一般更重要的参数, ADIS16488 能够提供更优越的性能, 并且功耗仅为其 1/4, 成本仅为其 1/10。”

ADIS16488 iSensor 10 自由度 MEMS IMU 是一款完整的惯性测量系统, 实现了 ADI 公司高性能 iMEMS 技术与传感器信号处理技术的完美结合, 提供优化的 10 自由度动态性能。它完全自主工作, 包括所有嵌入式补偿, 通电后 500 ms 就能从 SPI 接口获得有效数据。所有校准均在工厂完成, 嵌入式滤波和其它诊断由 ADI Blackfin 处理器控制的可配置接口进行调整, 因而设计集成的大部分时间和风险得以消除。

[www.analog.com](http://www.analog.com)



ADI惯性MEMS: 性能和集成优势推动广泛应用

# 全新设计



North America : Europe : China

功率系统设计: 推动全球创新

[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

# 提高电源转换器的能源效率

作者：Stephen Oliver, Vicor 公司



从电信设备中的有损 DC 分配总线，到耗电大的数据中心服务器和新兴的航空航天系统，都在寻求进一步降低功率损耗，同时提高这些应用中的电源解决方案的整体效率。

**能**源效率对终端系统或各个行业的产品是成功的关键。这种对高效率、高效电源解决方案不断增加的渴求，正在成为现代系统的差异化因素。然而，实现高能源效率的目标需要创新战略。

虽然，传统AC-DC银箱（silver box）已演变成分布式电源架构，它进一步迁移到中间总线架构（IBA），广泛用于电信设备、服务器主板和航空航天系统，以提高效率，现在已经达到了很高的水平。当使用负载点（POL）（如低于1V的主板处理器电压）时，问题更为明显，事实上整体效率在下降。

转向更高的直流母线电压（48V或350/380V）了减少配电损失，但增加了一个额外的DC-DC转换级，在用同步降压稳压器为低POL电压供电之前，将中间电压降至12VDC，从而导致了更大尺寸和更低的转换效率。

为了克服高压配电总线的限制，欧

洲标准机构ETSI正在制定一个新的标准，±190VDC。最近的过渡是从380V DC母线电压到±190V，用于电信直流配电，以提升效率。但是，使用新的ETSI母线电压标准也需要额外的转换级，如图1所示。在这里，±190VDC转换为48VDC，然后使用IBC降低至9.6或12VDC。提高效率是微不足道的，同时它增加了更多的元件，以减少功率密度，并提高了解决方案的整体成本。

使用不同总线电压轨为系统主板上的各种POL电压供电不是解决现代和新兴系统的效率、空间和成本问题的答案。一个新的和创新战略需要推动功率转换效率提高到一个新的水平，同时用最低数量的转换级提高功率密度和降低元件成本。

Vicor以一种全面的方法和优化的结构结合了高效率功率元件。为此，公司开发了高效模块化构建块，称为VI芯片，可以用这样的比功率架构（FPA）来优化架构，消除传统高电压轨的缺点，包括新的ETSI标

准，用于电信设备、服务器和航天系统。从本质上讲，它可以提供前所未有的功率密度、效率和灵活性相结合的电源解决方案。

这种高效率、高密度和灵活性的独特组合为系统设计师提供明显的竞争优势。

[www.vicr.com](http://www.vicr.com)

# 2011年：功率器件行业一分为二的一年

作者：Ash Sharma, 研究总监, IMS Research



2011年肯定是一个有两个非常不同半年的年份。上半年当然是强劲的开始势头，2010年的复苏带来了建设性势头。全球经济仍然脆弱，但似乎有所改善，由美国和欧洲较好经济数据的支撑，提高了消费者信心。但2011年下半年，几个欧洲国家出现了偿还债务危机，威胁到欧元区生存，引发了越来越多的关注，再加上失业率上升和通货膨胀导致较弱的支出，这是非常不同的下半年。

**功**率元件公司肯定受到了这个动荡一年的影响。上半年功率半导体收入超过150亿美元；然而，这两个季度的收入有所下降。第三季度和第四季度通常是一年中厂家失望最大的季度，因为减少库存和拖延新订单的情况下，前景越来越黯淡。

尽管下半年疲软，2011年功率半导体行业仍然是积极的一年。功率分立器件收入较上年同期增长了3%，功率IC收入大致持平，而电源模块市场增长了近18%。IGBT和MOSFET是分立市场增长的主要驱动力。汽车、工业和照明市场在去年最有价值的市场中脱颖而出，尽管这可能会在2012年改变。IGBT产品也带动了大部分的电源模块在2011年的收入增长，并首次突破40亿美元。在电源模块市场，产销两旺的电机驱动器是其惊人增长

背后的关键因素。太阳能逆变器以前是电源模块重要的增长动力，2011年大大削弱了。太阳能产业以前出现了三位数的增长，现在面临着经济增长放缓，因为政府削减了安装激励，而制造商则蒙受了受供大于求和价格崩溃的影响。

2012年最有可能是半功率半导体市场两种截然不同半年的又一年，开始于前6个月的弱势，下半年则出现非常强的反弹——虽然全球经济前景又一次面临很大的不确定性。许多主要国家的政府仍面临着负担主权债务问题，其中许多国家看起来会陷入衰退。客户继续勒紧裤腰带，预计将是一个平缓的上半年。假设欧元区危机得到解决，而没有任何进一步的显著辐射，我们预测第三季度可恢复更强劲的增长，功率半导体季度收入

将增加80亿美元以上。然而，2012年的总增长预计只有5%，比历史结果低得多。

功率器件行业增长背后的根本因素仍然是非常积极。现在，几乎每一个最终行业都有关于能源效率和节约能源的要求，这将有助于继续推动功率元件的投资和经济增长。因此，增长不是简单地由消费者和商业支出的增加推动的，而很可能超过其他元件市场的增长。制造商可能会经历一个困难和不可预测的2012年，但应以两位数的增长而获得安慰，预测在2013年增长将返回到这个行业，未来仍然是非常积极的。新年快乐，预祝2012年成功！

[www.imsresearch.com](http://www.imsresearch.com)

# 开关电源的频率响应(第7部分) 阶跃负载瞬态测试



作者: Ray Ridley 博士, Ridley Engineering

在这篇文章中, Ray Ridley 博士继续探讨开关电源的频率响应测量的主题。第七部分讨论尝试使用阶跃负载测试来估计稳定性和设计控制环路的方法。

## 阶跃负载测试

在过去六个月的系列文章中, 已证明了频率响应测量的重要性。然而, 它仍然是一个事实, 即许多电源设计师没有对快速和可靠的设计所需的环路增益作适当的测量。原因不同——时间、知识不足, 或购买合适的设备预算不足。

许多业内人士声称, 他们可以看到只是阶跃负载瞬态响应必要的所有特征, 而根本没有必要进行环路测量。这种误解常常会导致昂贵的设计错误, 使产品开发遇到长和昂贵的延迟, 并出现现场的不稳定性。

在未来的两篇文章中, 我们将研究使用阶跃负载响应的方法, 看看它是如何不能保证适当的反馈补偿设计的。

## 电源瞬态响应

如果反馈环路的相位裕量不足, 这将导致在一个系统的传递函数出现极点。在许多课本中你都可以读到这个话题, 有关极点位置的系统相位裕量, 但这超出了本文的范围, 涉及的是数学问题。复极点也可以因欠阻尼系统导致, 即使不存在反馈。

图 1 显示了三个不同电源转换器的阶跃负载瞬态响应。图 1 显示的波形阻尼了不同幅度和频率的振荡。第一个转换器是电流模式控制的升压电源, 有 1.4kHz 的振荡。第二的转换器是电压模式控制的降压转换器, 具有 4kHz 的振荡响应, 第三个转换器是电流模式反激式, 5kHz 响应。

瞬态响应测试的支持者会立即告诉你, 这些转换器的每一个都有相位裕量不足问题。瞬态响应当然可以预测

这一点。在环路的交叉频率下, 我们甚至可以从振铃的持续时间提取实际的相位裕量估计, 或通过观察波形从阻尼系数中获得。不幸的是, 虽然瞬态响应为我们带来了一个数据点的环路增益 (odB, 或交叉点), 以及在该点的相位信息, 但不会告诉我们下一步该怎么做。

在前三个例子中, 每一个解决方案都可以使不同环

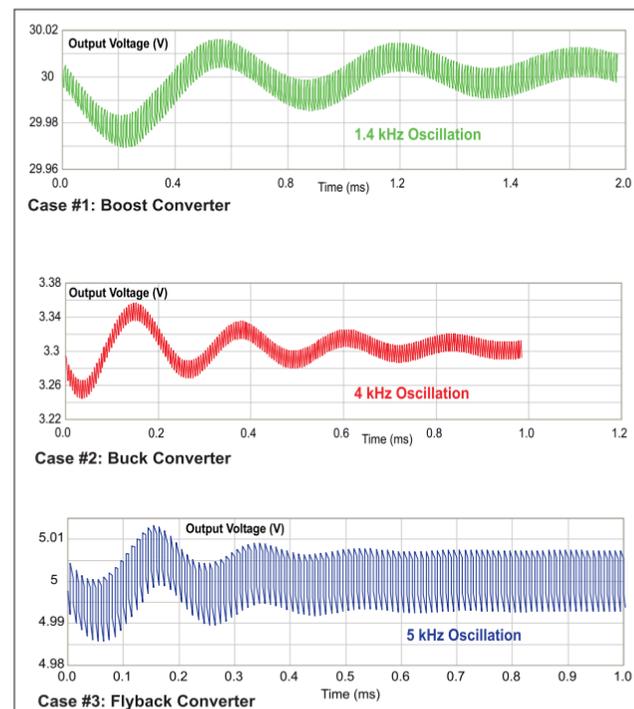


图 1: 三种不同转换器的瞬态负载响应。

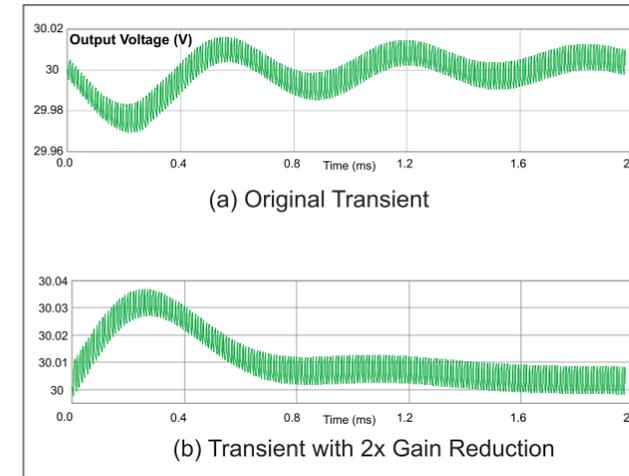


图 2: 瞬态负载响应升压转换器 (a) 之前, (b) 增益下降之后。

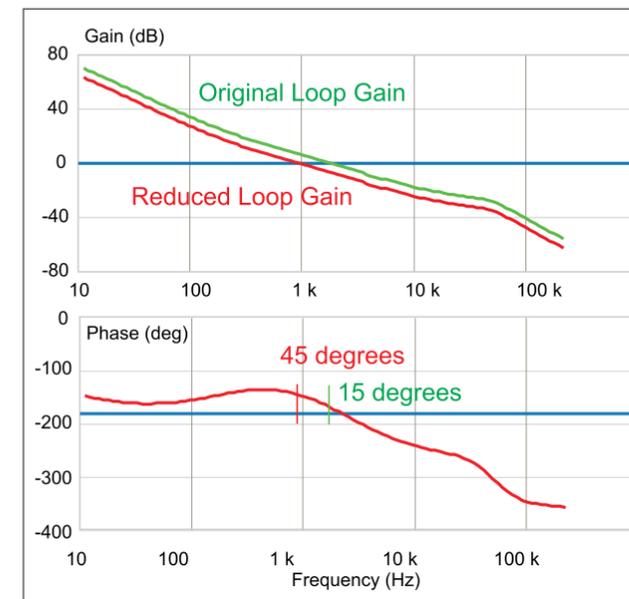


图 3: 升压转换器的环路增益和相位。

路稳定。虽然这三个响应是相似的, 但重新设计的环路策略是这些案例中的每一个都是不同的。

## 案例 1: 增益过大

在这篇文章中, 我们将看看瞬态响应测试可能的实际工作情况。每当我们看到振荡, 它是一种减少环路增益的常见方法, 都希望相位裕度提高, 足以稳定系统。

图 2a 显示了初步的瞬态响应, 有 1.4kHz 的振荡。环路增益减少了二分之一结果见图 2b 波形。对稳定的系统该增益下降是足够的。但我们怎么知道, 该系统已进行了优化? 有没有办法来评估, 而不直接看环路增益。

看看图 3 的环路增益, 可以使我们更深入地了解这个简单的例子。绿色曲线显示了原始增益, 红色曲线显示了下降的增益。交叉频率的相位裕度给我们带来了典型瞬态响应。在红色曲线看到较低和较高的频率, 我们可以看到环路接近最佳。在交叉之后, 增益以约 -20dB 的斜率均匀下降, 在同一时间相位下降很快。这是一个 RHP 零点系统的显示, 有一点我们可以做的是改变这个系统的补偿。

直接看看环路增益值是在我们得到的所有频率的全部信息, 而不仅仅是交叉频率。在这种情况下, 我们可以看到低于交叉频率的增益提高到一个较高的水平。在这些频率上提供了最佳的噪声抑制, 以及出色的 DC 调节输出电压。

## 磁绕组安排

对于这个转换器, 由于选择的绕组安排在磁性元件中, 可实现良好的交叉调节。图 5 显示了如何安排变压器的绕组。主电源输出在次级两侧, 偏置输出在绕组外。

这种安排的两个高功率辅助不是相互对称的, 这种效果可以在交叉调节数据中看到。图 4 的红色曲线比蓝色曲线负载更重。事实上, 这在关于耦合电感输出稳压的论文中很难找到, 原因很简单, 你不能写出轻负载时的输出行为方程。

只有这样, 才能知道你的转换器将如何在不同负载、输入电压和温度运行。有时需要添加一个小的固定负载来保持较轻负载时的输出。当看到耦合电感电源的小信号特征时, 我们将遇到分析预测性能的困难。

## 总结

阶跃负载测试可以带来信息的稳定性, 但没有直接指导如何纠正系统。在这篇文章中给出的第一个例子, 足够稳定的系统的简单的增益减少, 而环路增益的测量表明, 这是一种合理的方法。在下一篇文章中, 将介绍增益减少不能解决稳定性的问题, 以及阶跃负载测试可能无法解释如何进行适当的设计。

## 参考文献

1. "Frequency Response of Switching Power Supplies, Parts 1-6", Power Systems Design Magazine, Design Tips Archive. <http://www.powersystemsdesign.com>
2. "AP Instruments AP300 User Manual", <http://www.apinstruments.com/files/Model300.pdf>

# 超低功耗、超高性能的 DSP 解决方案



作者：刘洪，PSDC 主编

——德州仪器半导体技术(上海)公司通用 DSP 业务发展经理郑小龙演绎高性能计算超低功耗多核 DSP 新品

在 2011 年超级计算大会 (SC11) 上，德州仪器 (TI) 推出了一款全新 TMS320C66x 系列的最新产品 TMS320C6678 与 TMS320TCI6609 数字信号处理器 (DSP)，为开发人员带来业界性能最高、功耗最低的 DSP，这预示着全新高性能计算 (HPC) 时代的到来。德州仪器半导体技术(上海)公司通用 DSP 业务发展经理郑小龙日前与媒体分享了新产品的特点和优势。

郑小龙表示，TI 全新系列多核 DSP 提供每瓦出色的浮点运算性能以及极高的密度与集成度。加上各



郑小龙

种支持高速、低时延以及可实现互连连接的插槽等选项，TI DSP 是未来高性能高效率 HPC 系统的理想构建组块。

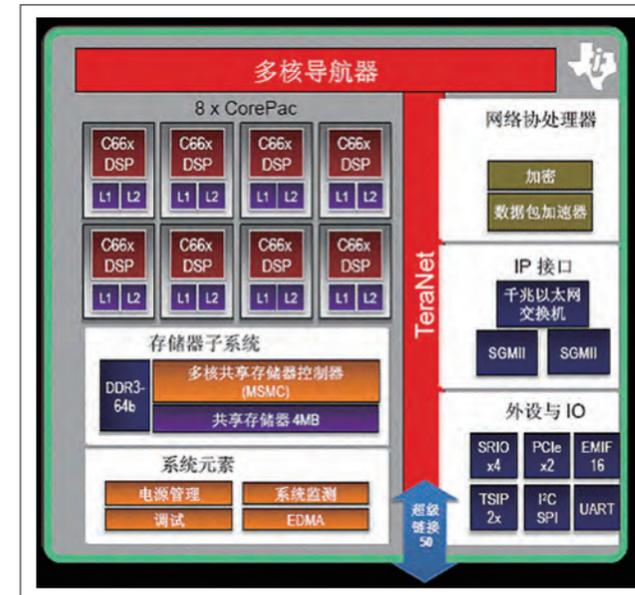
## 功能最强大的多核 DSP

DSPC-8681 PCIe 卡包含 4 个 C6678 多核 DSP，而更新版本的 PCIe 卡则将包含 8 个 C6678 多核 DSP (可实现 1 万亿次浮点运算) 或 4 个 TCI6609 多核 DSP (可实现 2 万亿次浮点运算)。C6678 是目前业界最高性能的量产多核

DSP，具有 8 个 1.25GHz DSP 内核，可在 10W 功耗下实现 160 GFLOP 的性能。TI 即将推出的 TCI6609 多核 DSP 将为开发人员带来 4 倍于 C6678 多核 DSP 的性能，可在 32W 功耗下实现 512GFLOP 的性能，从而不但可使 DSP 成为 HPC 的理想解决方案，而且还正改变着开发人员选择应用解决方案的方式。将于 2012 年提供样片的 TCI6609 代码兼容于 C6678 DSP，有助于开发人员重复使用现有软件，保护其对 TI 多核 DSP 的投资。

TI 基于 C66x KeyStone 的多核 DSP 支持 16 GFLOP/W 最高性能浮点 DSP 内核，其正在改变 HPC 开发人员满足性能、功耗及易用性等需求的方式。

TI KeyStone 多核架构是实现真正多核创新的平台，可为开发人员提供一系列稳健的高性能、低功耗多核器件。Keystone 架构可带来突破性性能，是 TI 最新 TMS320C66x DSP 开发的基础。KeyStone 不同于其它任何多核架构的特性在于，它能够为多核器件



中的每一个核提供全面的处理功能。基于 KeyStone 的器件针对高性能市场进行了优化，可充分满足无线基站、任务关键型应用、测试与自动化、医疗影像以及高性能计算等市场需求。

## 简化了多核开发

TI 拥有一系列高稳健多核软件、工具以及低成本评估板 (EVM)，不但可简化开发，而且还可帮助开发人员进一步发挥 C66x 多核 DSP 的全部性能优势。设计人员可采用 TMDSEVM6678L 启动 C6678 多核 DSP 的开发。该 EVM 包含免费多核软件开发套件 (MCSDK)、Code Composer Studio™ 集成型开发环境 (IDE) 以及应用 / 演示代码套件，可帮助编程人员快速启动新平台开发。

此外，德州仪器还与德州大学奥斯汀分校联合推出了基于 TI 高性能多核 DSP 的线性代数库，为高性能计算设备开发人员带来更低功耗系统与更快应用开发的优势。双方成功将该校科学计算高密度线性代数库移植至 TI TMS320C6678 多核数字信号处理器 (DSP)，成为多内核创新的又一里程碑。该移植可带来所有 libflame 功能，能够为油气勘探、金融建模以及分子动力学等众多高性能计算 (HPC) 应用提供基本软件构件组块。这一成果不仅展示了 C6678 多核 DSP 可高效实施这些算法的基本特性，也展示了这些库移植至 TI DSP 的便捷性。TI C6678 DSP 具有业界领先的 16GFLOP/W 单精度性



能，加上 libflame 等优化软件库，可为 HPC 市场带来超低功耗解决方案。

## 满足高端应用要求

TI TMS320C6678 与 TMS320TCI6609 多核 DSP 非常适合诸如油气勘探、金融建模以及分子动力学等需要超高性能、低功耗以及简单可编程性的计算应用。TI 不但为 HPC 提供免费优化库，无需花费时间优化代码，便可更便捷地实现最高性能，而且还支持 C 与 OpenMP 等标准编程语言，因此开发人员可便捷地移植应用，充分发挥低功耗与高性能优势。

全球电信计算刀片及多核处理器平台制造商 Advantech 采用 C6678 多核 DSP 开发了 DSPC-8681 多媒体处理引擎 (MPE)，该款半长 PCIe 卡可在 50W 的极低功耗下实现超过 500GFLOP 的性能。除目前提供的 PCIe 卡之外，TI 和 Advantech 还将很快推出支持 1 至 2 万亿次浮点运算性能的全长卡，为 HPC 应用带来更高效更快速度的解决方案，实现业界转型。TI 优化型数学及影像库以及标准编程模型可帮助 HPC 开发人员快速便捷实现最高性能。

Advantech 业务开发助理副总裁 Eddie Lai 表示：“今年早些时候我们发布 DSPC-8681 以来，该产品已经在高强度计算雷达与医疗影像应用中得到早期市场采用。TI 最新系列多核开发工具的推出不但将显著加速 HPC 应用客户的评估，而且还将在超级计算领域全面发挥 C6678 多核 DSP 的潜力。”

www.ti.com.cn

# 校园创意大赛演绎 MEMS 设计创新

——解读意法半导体 iNEMO 大赛背后的故事。本次大赛充分展示了 iNEMO 系列产品在 MEMS 技术发展前沿的优势。据介绍，意法半导体开发蓝图的最高目标是提供 10 度自由度的单封装惯性测量器件。



作者：刘洪，PSDC 主编

日前，意法半导体在中国发起的首届 iNEMO 校园创意大赛决赛暨颁奖典礼在北京举行，经过为期四个月的大赛，近 200 名中国大学生和青年工程师提交了 57 份参赛作品。大赛评委从功能性、实用性、执行性、创新性、方案陈述和最终演示等方面对参赛作品进行严格评审。意法半导体在颁奖仪式上公布了大赛获胜者名单。清华大学的天空工场一队荣获 2011 年中国 iNEMO 校园创意大赛冠军。意法半导体大中华暨南亚区模拟及传感器事业部技术市场经理吴卫东先生与媒体分享了意法半导体 iNEMO 大赛背后的故事。

## 激发创意，学以致用

吴卫东介绍说，今年 7 月意法半导体在中国发起了首届 iNEMO 校园创意大赛，以意法半导体荣获殊荣的 iNEMO 智能多传感器技术为设计平台，汇聚了众多中国大学生和青年工程师，共同推广 MEMS（微机电系统）创新设计理念。最

终，共有 12 支队伍脱颖而出，参加了刚刚结束的创意大赛决赛。大赛目的是在全国大学生中推广 MEMS 设计创新，展示意法半导体独有的 iNEMO 评估开发工具。这套 MEMS 应用评估开发工具提供 10 个自由度的 MEMS 感应功能和 1 个 STM32 位微控制器。

大赛最主要的目的是激发同学们的创意。在比赛现场十几个团队展示了很多非常新颖的设计。他们通过自己的努力开发出以意法半导体 iNEMO 为平台的优秀设计。第二个目的是为学生提供学以致用的实践机会。

吴卫东表示，现在一些学校开了 iNEMO 或者微机电课程，有很好的基础，今后会有越来越多的学校考虑开设传感器、物联网、智能传感网等课程。他相信 MEMS 平台可以与学校方



面一拍即合。因为很多学生在看这个东西，正在找这个东西。另外一个吸引同学的是我们提供的 iNEMO。由于提供了一些基础固件，可以让学生拿到很容易上手。

很多大学对 iNEMO 很感兴趣，通过这样的大赛大家知道意法半导体在 iNEMO 技术方面已经有了很好的平台，今后会有越来越多的人应用 MEMS，推动整个市场发展。

## 获奖设计实至名归

本年度中国 iNEMO 校园创意大赛的冠军天空工场一队是由清华大学学生组成，他们的获奖项目“倾转四旋翼”采用 iNEMO 评估板和 10 个自由度控制飞行器的飞行姿态。该设计利用 STM32 微控制器和板载传感器，把飞行器旋翼从垂直驱动模式切换到水平驱动模式，使飞行器从直升机飞行模式转换成固定翼飞行模式。该团队达到了竞赛的全部要求，他们的四旋翼直升机设计证明传感器技术能够给电子设计带来实



用功能和改进效果。意法半导体向冠军团队颁发了人民币 20000 元奖金。除冠军外，评委还评选出两个一等奖、三个二等将和四个三等奖，每个获奖团队分别获得人民币 10,000 元、5,000 元和 2,000 元的奖金。

吴卫东认为，天空工场一队展示的独特且出色的设计品质证明 iNEMO 能够为电子工程创造带来无限机会。

## iNEMO 优势尽显

意法半导体的 iNEMO 有很强市场领先地位，产品线非常全，技术也非常先进。iNEMO 系列多传感器惯性测量单元把各种运动、磁性、压力和温度传感器与 32 位控制器整合在单封装内，配合专用软件，使游戏机、人机界面、机器人、便携导航设备和病患监测设备的功能和性能大幅提升。

基于意法半导体领先业界的丰富 MEMS 器件，iNEMO 系列模块整合 3 轴线性、角速度和磁性运动传感器和温度、气压 / 纬度读取功能，代表意法半导体的首批 10 度自由度的 IMU 产品。iNEMO 系列模块配备一个数据存储卡槽和各种有线 / 无线专用连接端口，包括 USB、ZigBee 或 GPS。

此前意法半导体的首款 iNEMO 模块 (STEVAL-MK1062V1) 集成六个不同的传感器和一个 32 位微控制器。在公司网站，意法半导体为客户提供 4.5x5cm 的 iNEMO 模块评估板，以及固件库、一个 PC 图形用户界面和一套多用途应用软件。

本次大赛也充分展示了 iNEMO 系列产品在 MEMS 技术发展前沿的优势。据介绍，意法半导体开发蓝图的最高目标是提供 10 度自由度的单封装惯性测量器件。

[www.st.com](http://www.st.com)

# 绿色能源的 卓越解决方案



- 耐高纹波电流的铝电解电容器
- 直流链路用金属化聚丙烯薄膜电容器
- 用于节能与电能质量的功率因数校正产品
- 用于电抗器的低损耗高饱和磁通密度铁氧体
- 耐 8000 安电流的电磁兼容性 (EMC) 和正弦波滤波器
- 电动车用电流传感器
- 薄型 SMT (表面贴装) 功率电感器
- 高电流共模扼流圈
- 浪涌限流热敏电阻
- 测温用负温度系数热敏电阻
- 过流保护用正温度系数热敏电阻
- 过压保护用压敏电阻
- 二片层叠的片式多层陶瓷电容器
- 用于高级电表架构的声表面波 (SAW) 滤波器

[www.tdk-epc.com](http://www.tdk-epc.com)

TDK-EPC 公司



# 隔离型 $\mu$ Module 电源转换器

## 改善了信号测量准确度

作者：Willie Chan，高级产品市场工程师，凌力尔特公司

对于那些正在寻求 725VDC 隔离型 DC/DC 电源解决方案的设计工程师来说，如今他们有了一款更加灵活和紧凑的可选产品。

对于因变化不定的电位所引起的接地平面中的扰动（常被称为接地环路）而言，正确实施的电流隔离是一种有效的防护举措。由于物理限制的原因，PCB 上的电气组件必需在不同的物理位置与接地平面相连。因此，当每个组件的接地平面连线与电路板的寄生元件共同作用时，就会产生大量的变动电位。诱发接地环路的另一个重要因素是由大电流电机、泵、开关稳压器和数字处理器所产生的传导 EMI，它们的特性是功率需求变化很快，电流常常达几十安培（图 1）。这些接地平面扰动会导致重大的测量误差。测量传感器所在位置的接地电位与 ADC 进行模拟信号至数字信号转换的位置之间的接地电位可能并不相同。于是，最终产生的数字信号会由于两个接地电位之间存在电压差而出现歪斜失真。虽然从理论上说可以在信号处理器上对此电压差施加补偿，然而，由于其邻近负载的电流消耗不断变化，因此该接地电位差的大小将随着时间的推移而改变。面对这种情况，实施补偿充其量也不过是一种令人倍感棘手的提议。再者，采用电流隔离还

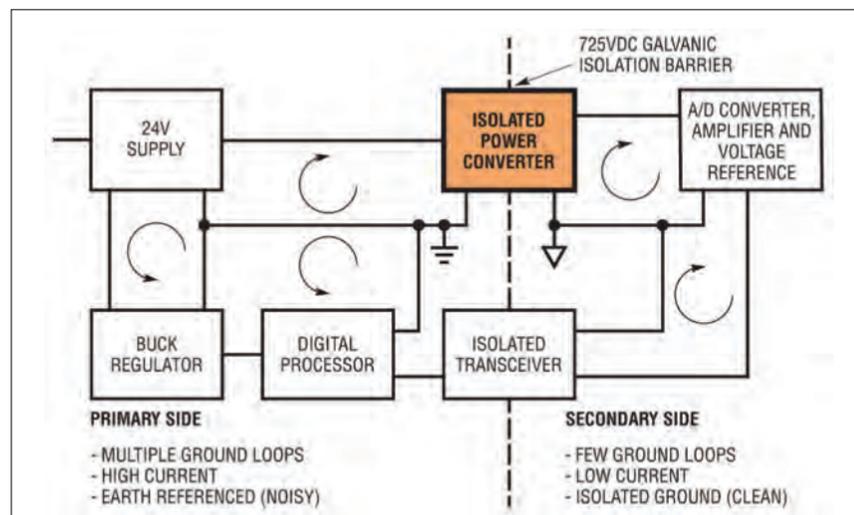


图 1：将敏感的数据转换器、放大器及基准的电源和地电压轨与其他大电流电源通路相隔离，可改善信号分辨率和可靠性。

可保护下游器件免遭可能具有破坏性的电源轨瞬变或短路事件的损坏。

### 电流隔离应用

将一个大型控制系统电路设计划分为若干较小的电流隔离分区，这是一种防范组件遭受电气过应力损坏之风险的巧妙策略。隔离势垒能够阻止任何带电粒子的传输，因此各分区之间的通信将采用其他的方法进行，例如：光、无线、电容性或磁性等方式。任何电源轨和 / 或接地扰动都可以轻而易举地损坏

由 ADC、放大器、电压基准和换能器组成的 5V 或更低电压的低功率传感器单元，这些组件的综合功耗常常低于 1W（具体数值取决于其性能）。作为一种预防措施，加进了 500VAC（约 710VDC）的电流隔离，以在短路故障导致输入电源电压超过组件的绝对最大额定电压的情况下对这些器件提供保护。假如发生此类故障，则其造成的损坏将被限制在整个控制系统的—个小的分区或部分之中。此外，还最大限度地抑制了接地扰动，有关内容将在下一节中讨论。这样，受损的分区就

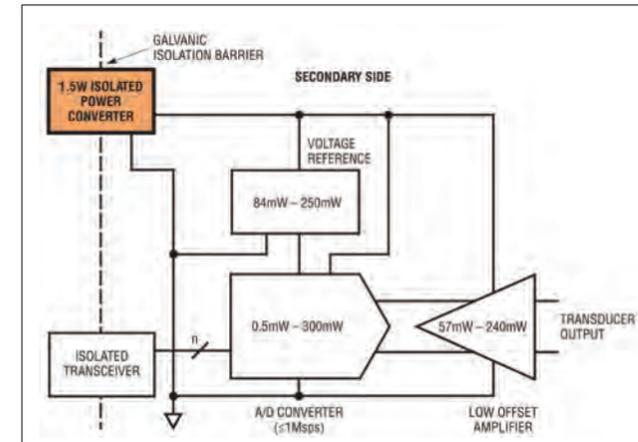


图 2：一个由放大器、ADC、换能器和基准组成的传感器单元中每个组件的功耗范围。总功耗低于 1W。

可以作为标准的“现成有售”替换单元进行备置或采购，从而省时省力地实现系统的全面恢复。

### 功率的正确平衡

通过在可提供一个较干净和更稳定地电位系统的噪声大电流和低电流部分之间建立一个电势垒，隔离型电源转换器能够保持信号准确度。特别地，输出功率低于 2W 的隔离型 DC/DC 转换器可为由一个放大器、ADC、换能器及电压基准组成的一个或更多的传感器单元提供充足的功率（图 2）。当隔离分区消耗的功率超过 2W 时，则有可能开始经受同样的接地环路问题，这首先要采取电流隔离。不仅如此，随着隔离分区复杂性的增加，其内部的附加导线和 PCB 印制线对于电噪声发生源（例如：来自邻近电子线路的辐射 EMI）变得愈发敏感。如果拥有一个由隔离势垒提供保护的稳定接地平面，传感器单元就能提供更加准确的读数，从而改善系统控制。甚至可以把准确度提高到允许利用较高分辨率 ADC 实现系统性能升级的地步。

### 传统隔离型转换器的局限性

500VAC（约 710VDC）隔离所采用的传统电源转换器支持工业和商业应用的能力有限。其中许多电源转换器的最大内部工作温度为 +85°C。把内部功率损失与封装热阻的影响考虑进去，当环境温度介于 +50°C 至 +65°C 之间时，传统转换器的输出功率可能就要开始降额使用了，所留的余量极小。虽然冷却系统可以提供一定的帮助，但又会带来其他的问题，涉及到成本、尺寸和可靠性（倘若风扇失灵）等诸多方面。其他的隔离型解决方案需要一个准确度为  $\pm 10\%$  的 12V 或

24V 输入，这与未调整电源或可用电压范围变化幅度达  $\pm 12\%$  至  $\pm 14\%$  的工业锂离子电池是不兼容的。虽然传统隔离型转换器可提供诸如 3.3V 和 5V 的常用固定输出电压，但对于外部 3.3V 或 5V 基准以及相似输出电压 LDO 后置稳压器的 0.1V 或更大的压差电压，它们均不具备任何与之相适应的灵活性。可通过实现后者（即 LDO 后置稳压器）来减小 A/D 转换器的输入电源纹波。随着控制系统变得日益复杂，需要采用额外的隔离传感器分区来支持数目更多的信号通道，以提供有关系统性能的深层信息。与此同时，由于板级空间十分有限，因而需要尺寸较小的解决方案（在较小的空间里集成更多的功能特性）。隔离型 DC/DC 电源转换器的新进展解决了上述问题。

传统隔离型转换器的局限性：

- +85°C 的最大内部工作温度限制了高温工业环境中的输出功率
- $\pm 10\%$  的输入电源准确度要求导致无法采用未调整电源或者在使用寿命期间电压变化幅度达  $\pm 14\%$  的电池来工作
- 在内部固定的输出电压不适应 3.3V / 5V 输出电压基准及 LDO 后置稳压器的压差电压

### 新型 500VAC（约 710VDC）隔离式转换器

应对上述局限性的一种解决方案是 LTM8048，这是一款 725VDC 隔离型  $\mu$ Module® 电源转换器。作为一款节省空间的 1.5W 输出解决方案，LTM8048 将电源开关、控制器、变压器和补偿电路内置于一个 9 x 11.25 x 4.92mm BGA 封装之中，只需极少的外部组件（图 3）。与传统的隔离型电源解决方案相比，这款转换器在工作温度、输入和输出电压范围等指标上有所改进。额定功率为 1.5W 的 LTM8048 保证能在高达 +125°C 的内部温度条件下运作，可更好地适应工业和商业应用的工作环境，例如：自然资源输送基础设施、涡轮、电池管理和安保设备。3.1V 至 32V 的宽输入电源电压范围允许 LTM8048 直接采用

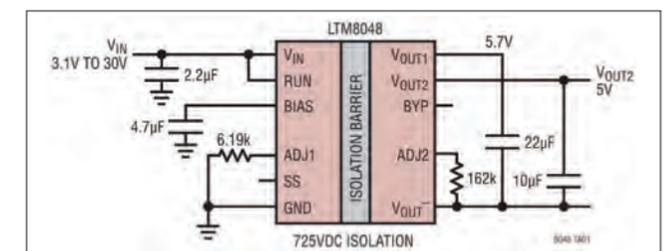


图 3：LTM8048 的典型应用

不太昂贵的未调整开关电源或各种各样的电池组来供电。而且，转换器的主端输入电压还可以高于、等于或低于副端上的期望输出电压。一个内部 LDO 负责提供介于 1.2V 至 12V 之间的任何输出电压，此电压可简单地通过在 LTM8048 的反馈引脚与副端地之间布设合适的电阻器进行调节。输出电压的纹波小于 1mV，可为 ADC 和模拟传感器提供一个稳定的电源轨，从而实现更加准确和可重复的测量。适合 500VAC (约 725VDC) 要求的内部 725VDC 电流隔离势垒经过了全面的生产测试，旨在提供有保证的电路保护。

## 结论

对于保护由 ADC 转换器、基准、放大器和换能器组成的低功率传感器单元及保持其准确度而言，隔离型电源被证实是一种行之有效方法，否则它们的性能将会受到不利的影响。利用传感器单元进行正确和可靠的数据采集对于控制系统的操作至关重要。在大多数场合，使用最新组件的整个传感器单元仅消耗不到 1W 的功率。尽管传统的低功率电流隔离型 DC/DC 转换器提供了值得信赖且有效的势垒，但它们在输入电压范围、输出电压范围、最大工作温度和尺寸等方面却存在不足。作为一种紧凑的表面贴装型解决方案，一款新的 1.5W  $\mu$  Module 隔离型转换器通过改进输入电压范围、输出电压范围和工作温度等指标拓展了应用的可能性。此外，所有的  $\mu$  Module 电源产品均凭借大量的可靠性测试提供支持，测试结果可在线查询。对于那些正在寻求 725VDC 隔离型 DC/DC 电源解决方案的设计工程师来说，如今他们有了一款更加灵

活和紧凑的可选产品。

[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)

## LTM8048 管窥

LTM8048 内置一个隔离型反激式控制器、电源开关、725VDC 隔离型变压器、适量的输入和输出电容、补偿功能电路和一个可支持高达 1.5W 输出功率的低输出纹波线性稳压器 (图 4)。控制器架构和电压反馈环路使 LTM8048 能在副端上产生一个高于、低于或等于输入电压的输出电压。

有些隔离型控制器 IC 采用光隔离器或附加的变压器绕组来提供电压信息反馈。光隔离器电路会消耗输出功率，而附加的组件则将导致电源成本与物理尺寸的增加。除此之外，光隔离器还会由于动态响应有限、非线性度、组件与组件之间的偏差以及寿命老化等因素而带来麻烦。采用额外变压器绕组的电路会遇到变压器物理尺寸和成本增加的问题，而且动态响应性能常常不尽人意。与此不同，LTM8048 控制环路则是检查反射到变压器主端的开关电压，以确定副端电流接

近于零时的副端电压。这种新颖的调节方法使得 LTM8048 能够支持众多的副端输出电压，其选择简单地增设一个电阻器就能实现。

当内部开关接通时，一个开关周期开始。电感器电流将会增大，直至达到一个内部设定的电流限值为止。电源开关两端的电压上升至： $(\text{输出电压} \div \text{副端} - \text{主端变压器匝数比}) + \text{输入电压}$ 。当流过二极管的副端电流降至零时，电源开关引脚两端的电压降至  $V_{IN}$  以下。一个不连续导通模式 (DCM) 比较器检测到该事件并重新接通开关。因此，可以采用一个比隔离型转换器小的变压器，这个变压器始终工作于连续导通模式。

副端上的一个内部低输出纹波线性稳压器负责产生一个低纹波电源轨，以支持高准确度的 A/D 转换器和低失调放大器。当增设一个任选的  $0.01 \mu\text{F}$  基准旁路电容器时，输出电压纹波在 10Hz 至 100kHz 的频率范围内将减小至 1mVp-p 和  $20 \mu\text{VRMS}$  以下 (图 5)。此外，该基准旁路电容器还将改善稳压器的瞬态响应。整个温度范围内的输出电压准确度为  $\pm 2.5\%$ 。对线性稳压器提供了针对反向输入和反向输出电压的保护。

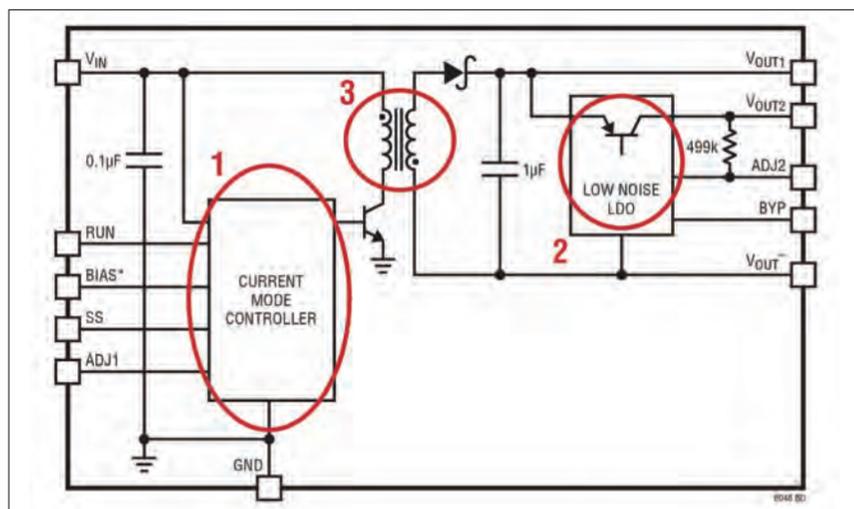


图 4：简化的方框图

设计创新促成了紧凑型 725VDC 隔离式变压器的成功开发，从而使得 LTM8048 隔离型  $\mu$  Module 转换器在结构上较之其他解决方案拥有显著的尺寸优势。为了更加放心，在生产中对该模块进行了 100% 的全面测试 (施加了两种极性的 725V 电压，持续时间各为 1s)。

为确保在最苛刻的条件下获得始终如一的性能，LTM8048 以严格的可靠性测试作为后盾，测试结果通过一份内容丰富的报告在线公布，至今为止尚未出现过故障。进行的可靠性测试包括工作寿命、温度循环、热冲击和电路板安装振动等等。LTM8048 的 BGA 封装非常适合在那些面向高振动环境的电子产品中使用。此外，每个 LTM8048 转换器还经受了极限工作温度下的大量生产测试，并特别谨慎地使 MP 等级器件的额定工作温度范围扩展为  $-55^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  (LTM8048MPY#PBF)。

## 简化的方框图要点

1. 具电压反馈环路的隔离型 DC/DC 控制器
2. 低噪声低输出纹波线性稳压器

3. 采用正向和反向极性对 725VDC 专有变压器进行了生产测试
4. 在高达  $-55^{\circ}\text{C}$  至  $125^{\circ}\text{C}$  的温度范围内进行生产测试，并提供了约 20 页的测试报告作为支持器件可靠性的佐证 [www.linear.com/8048](http://www.linear.com/8048)

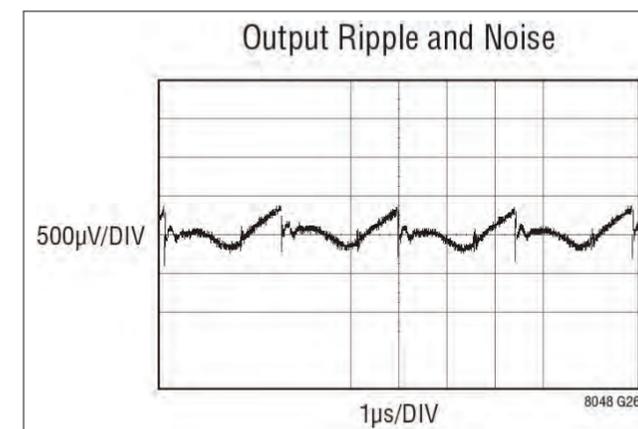


图 5：线性稳压器产生的输出纹波小于 1mVp-p，因而可提供一个干净的电源 ( $CBYP = 0.01 \mu\text{F}$ ,  $COUT = 10 \mu\text{F}$ )

# 全新设计

**PSD**  
功率系统设计：推动全球创新

North America : Europe : China

[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

# 功率管理解决方案

## 延长手机使用时间

作者：Wayne Seto, 飞兆半导体公司

这些设计都是从手机的用户体验和用户需求出发，因为用户真正关心的是，不要在关键时刻出现手机没电的尴尬局面，以及不必频繁地为手机充电。

电池没电或者经常需要充电，哪一种更令人烦恼？现今手机(特别是智能型手机)在世界各地迅速普及，一周七天，一天二十四小时，人们随时都保持着联机的状态。消费者似乎总是没完没了地进行语音通话、收发电子邮件、发送短信和上网，永不知足。可是所有这些手机功能都会消耗电池电量，眨眼之间，电池就只剩下一格电量了。如何才能延长手机的使用时间呢？当然，理论上只要使用较大的电池就能解决问题，但是用户总是希望手机越轻巧、越纤薄、越光滑越好，所以增大电池这个选择是用户所不能接受的。设计工程师不断研发提高功率管理性能的方法，并把焦点集中在对功耗影响最大的三个部份。在手机中，除基带处理器和射频收发器之外，最能消耗电量的三个部份分别是功率放大器(PA)、显示屏幕和应用/图像处理。为什么这三个部份会成为焦点呢？原因在于：现在人们往往同时通话和上网，这时，显示屏幕总是处于开启状态；此外，PA必须一直工作，以便向基站发射语音通话和数据；最后，要观看网络影片或进行其它应用，应用处理器也必须保持运行。

3G网络的PA在信号较弱时的功耗尤其大，因为它需要更大的输出功

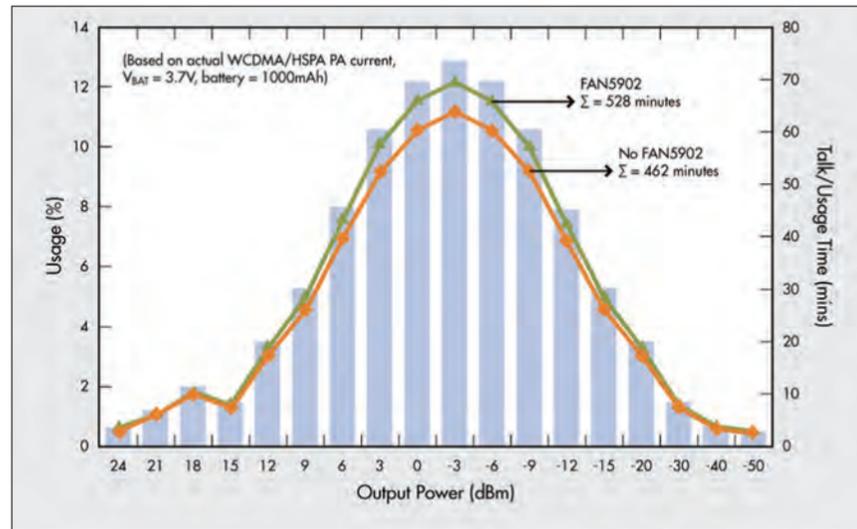


图1: 在采用 WCDMA信号调制和1000mAh锂离子电池的条件下，使用有FAN5902和不使用FAN5902的3G PA的通话时间分析。功率分布函数是DCG9，参见GSMA的“电池寿命测量技术，v4.7”白皮书。

率才能连接到基站，并保持线性度要求以确保3G信号的不失真。3G PA的耗电量与输出功率有关，输出功率越大，电池中的电流也就消耗的越多。当发射信号需要更大的输出功率，则消耗更多的电流。目前市面上有两种可降低PA耗电量的新技术：DC-DC转换器和包络跟踪(envelope tracking)。DC-DC转换器在智能型手机中的运用日益广泛，它的工作原理是把3G PA的电源电压步降至既能够满足所需输出功率级要求、同时又能大大降低耗电量的级别。采用这种解

决方案可带来双重好处——第一是延长通话/使用时间，第二则是减少散热。飞兆半导体的FAN5902就是专门针对3G PA而设计的一款附有旁路模式的800mA、6MHz 降压DC-DC转换器，可以降低功耗，延长连接/通话时间。

FAN5902与基带处理器和3G PA协同工作以降低耗电量。基带处理器会根据它从基站接收到的信息来设定PA的输出功率等级，然后再将之转换为FAN5902的控制电压，输出给PA。借着动态地调节PA的电源电压和电

表1

类型	参数	使用 FAN5902 (分钟)	不使用 FAN5902 (分钟)	提高	
				时间(分钟)	百分比
语音	采用3级PA 功率模式的Tx 时间	528	462	65	14%
	高功率模式下带PA的Tx 时间	495	291	205	70%
语音	采用3级PA 功率模式的Tx 时间	365	280	85	30%
	高功率模式下带PA的Tx 时间	361	224	137	61%

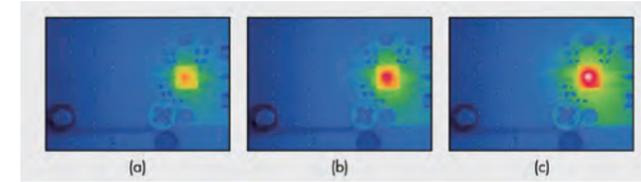


图2: POUT = 28dBm时的3G PA热量分析: (a) 带 FAN5902, VPA = 2.97V, (b) 只有PA, VBAT = 3.70V, (c) 只有 PA, 电池充电期间 VBAT = 4.20V

流，FAN5902能够延长至少15%的手机通话和数据使用时间。图1所示为DCG9功率分布函数下独立式3G PA和采用FAN5902的3G PA之间的性能比较。表1总结了不同条件下的性能。

除了延长通话时间之外，采用DC-DC转换器的解决方案还有助于降低散热量，从而可避免手机或USB适配器(Dongle)/数据卡过热。图2所示为使用FAN5902和不使用FAN5902的3G PA的热量分布图。

显示屏幕是在PA之后的第二大主要耗电部件，因为使用者无论是查询或搜寻联络信息、上网浏览、阅读电子邮件还是观赏移动电视/YouTube®影片，显示屏幕总是处于开启的状态。TFT LCD是目前主要的显示技术，而它需要白光LED来提供背光。这种趋势在尺寸较大的LCD显示屏幕市场比较明显，故意味着需要较多的白光LED来为显示屏幕提供有效的背光，也就意味着需要为LED和显示屏幕本身提供更大的电流。在高端手机和智能型手机中，同时采用动态背光控制(dynamic backlight control, DBC)和自动调光功能(auto luminous control, ALC)不仅可以使耗电量尽量减小，还能提升用户的视觉体验。ALC需要采用一个环境光传感器(ambient light sensor)来检测周围环境的光强度，并根据程序在LED驱动器或应用处理器中的算法来设定LED电流。

因此，LED电流会根据照明条件来设定。当四周环境很暗时，LED电流被设定为低，而阳光直射时就设定

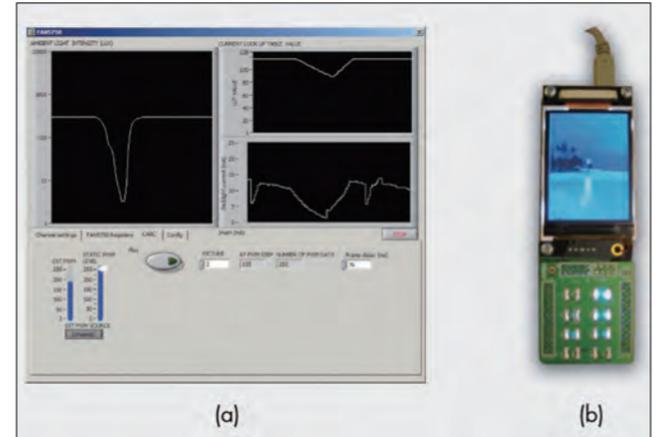


图3: (a) 没有采用ALC和DBC的屏幕显示 (b) 采用ALC和DBC功能的屏幕显示

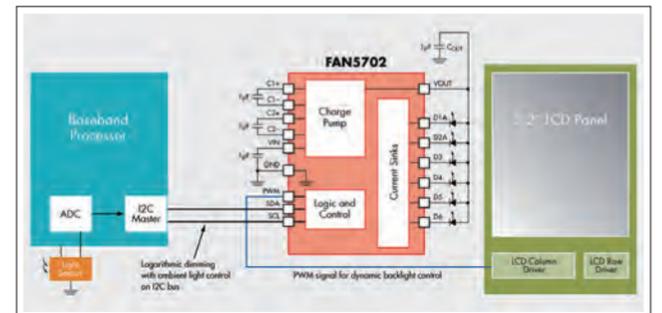


图4: 具有ALC和DBC功能的FAN5702的系统模块示意图。

为最大。另一方面，DBC技术可根据显示屏幕上的图像/影片内容来调节LED电流：若影片中某个场景的内容比较昏暗，这时LED电流也较低；若场景较明亮，则反之。DBC根据图像处理器或LCD驱动器IC发出的脉宽调制(PWM)信号对电流进行编程，并随显示的影片内容的变化而不断改变。图3(a)所示为飞兆半导体通过屏幕获取软件程序得到的ALC和DBC工作情况，用来展示环境光亮度级别(左图)和相应的LED电流。虽然不能充分说明，但由外部PWM的“蓝色显示棒”仍可看出DBC的作用，静态PWM级则随着图像或影片内容升高或降低。飞兆半导体评测工具套件的ALC和DBC展示图见图3(b)。

飞兆半导体的FAN5702是带I<sup>2</sup>C接口的180mA电荷泵LED驱动器，可由配置来提供ALC和DBC功能。环境光传感器与应用处理器或基带处理器连接，接收输入并根据外部照明条件的算法来确定适合的LED电流水平。这个数据经由I<sup>2</sup>C接口发送给FAN5702，再根据资料来设定LED电流。FAN5702的PWM/EN引脚针对PWM工作而编程，且与LCD驱动器IC连接，

# 可靠地使用 MOSFET 驱动器

## 避免电源超过规定的最大值

作者：Ray DiSilvestro，模拟和接口产品部资深产品营销经理，Microchip Technology

本文介绍了如何避免MOSFET驱动器过载。MOSFET驱动器在许多应用中用于驱动功率MOSFET器件的高输入电容。MOSFET驱动器在它们的工作规范内使用时非常可靠。然而，您仍须采取措施来控制电源线的瞬态事件和功耗，并防止器件死锁。

MOSFET在进行通断转换时，寄生电感在电源线上产生瞬态电流，而这些电流会造成电过载。必须选择适当的旁路电容并进行合理的PCB布线来保护驱动器不受转换期间瞬态电压的影响。适当的PCB布线是必要的，可最大程度地降低电源和地路径中的寄生电感。

### 模拟电源线瞬态事件

以下模拟过程涉及与封装电感、旁路电容寄生串联电感和印刷电路板走线电感相关的寄生电感。图1中的PCB走线电感原理图给出了电路中的MOSFET驱动器（3A峰值输出电流），提供的参数如下：

- L4—与接地引脚串联的寄生电感
- L5—与VDD引脚串联的寄生电感
- L1和L2——与旁路电容串联的寄生电感
- 电容C2（1nF）用于表示MOSFET
- L3—TC4423A器件到电源的电感

请注意，驱动器输出和C2（MOSFET）之间的电感未包括在该电路模型中，但通常会存在于常规实践中。另外，驱动器的位置应尽可能地靠近输出MOSFET。例如，假设图1中电路模型的特性参数如下：

- L4和L5—SOIC封装引线PCB走线电感 = 10 nH
- L1和L2—0805陶瓷电容PCB走线的串联电感 = 10 nH
- L3—从VDD引脚到为MOSFET驱动器供电的电源的PCB走线电感。请注意，本次模拟已忽略寄生串联电阻和输入/输出PCB电感，但它们事实上还是存在的。

模拟的结果如图2所示，它展示了寄生电感引起的电压过冲所造成的影响。

图2给出了模拟结果，其中显示了电源线（SUPPLY）

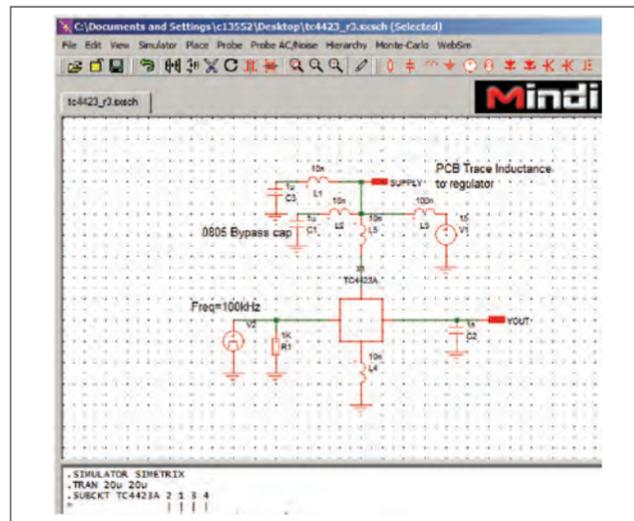


图1：寄生电感原理图

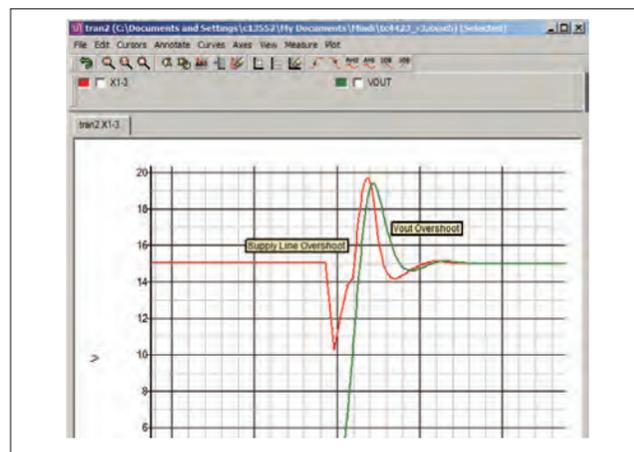


图2：电源线和VOUT过冲

过冲和VOUT（VOUT）过冲。过冲由寄生电感引起。必须小心以使过冲不超过器件的最大工作电压。

要最大程度地降低电源和地路径中的寄生电感，必须选择适当的旁路电容并完成相关的PCB布线以减小转换期间的瞬态电压。这些步骤可防止驱动器和电源线输出上的振铃。相应地，必须选择适当宽度的PCB走线来容纳所需的峰值电流。应直接在驱动器电源线与地之间连接一个低寄生和低ESR电容，以将转换期间的瞬态电压减小到安全级别。电路中的元器件应尽可能靠近驱动器放置以减小引线电感。VDD为MOSFET驱动器的偏置电源输入，并且具有一个旁路电容，用于为提供给负载的峰值电流提供本地低阻抗路径。

### 避免功耗过大

计算所需应用的驱动器功耗对于确保安全工作很关键。超过最大允许功耗水平将使器件超过+125°C的最大允许工作结温。MOSFET驱动器中的总功耗由三个单独的功耗组成。这些功耗由以下活动产生：

- MOSFET的总栅极电容的充放电
- 当输出为高电平和低电平时消耗的MOSFET驱动器静态电流功耗
- MOSFET驱动器的内部直通电流

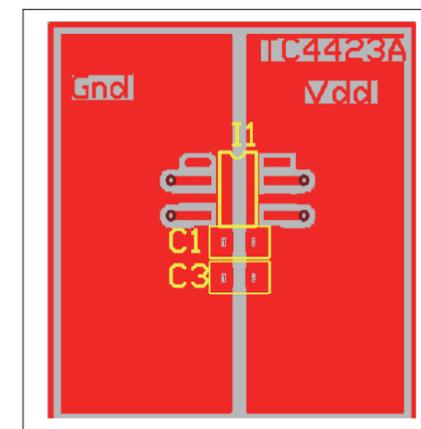


图3：印刷电路板布局（俯视图）——低寄生电感

### 计算充放电功耗

使用栅极电荷计算充放电功耗。特定VGS和VDS的栅极电荷通常可从相应的功率MOSFET驱动器数据手册获得。栅极电容的充放电功耗通过公式1计算。

$$P_C = C_G \times V_{DD}^2 \times F_{SW}$$

(or with gate charge capacitance  $C_G = Q_G \times V_{DD}$ )

Where:

- $P_C$  = Power dissipation due to charging and discharging the load
- $C_G$  = Total gate capacitance
- $Q_G$  = Total gate charge
- $V_{DD}$  = MOSFET driver supply voltage
- $F_{SW}$  = switching frequency

#### 公式1

如果给以上参数赋值如下：

$$Q_G = 100 \text{ nC}$$

$$V_{DD} = 15 \text{ V}$$

$$F_{SW} = 100 \text{ kHz}$$

那么：

$$P_C = (100 \text{ nC}) \times (15 \text{ V}) \times (100 \text{ kHz}) = 150 \text{ mW}$$

### 计算充放电功耗

使用栅极电荷计算充放电功耗。特定VGS和VDS的栅极电荷通常可从相应的功率MOSFET驱动器数据手册获得。栅极电容的充放电功耗通过公式1计算。

通过使用公式2计算静态电流引起的功耗。

$$P_Q = (I_{QH} \times D + I_{QL} \times (1-D)) \times V_{DD}$$

Where:

- $P_Q$  = Power dissipation due to the quiescent current draw
- $I_{QH}$  = Quiescent current draw with the input in high state
- $I_{QL}$  = Quiescent current draw with the input in low state
- $D$  = Duty Cycle
- $V_{DD}$  = MOSFET driver supply voltage

#### 公式2

如果给以上参数赋值如下：

$$I_{QH} = .5 \text{ mA}$$

$$I_{QL} = 50 \text{ } \mu\text{A}$$

$$D = 50\%$$

$$V_{DD} = 15 \text{ V}$$

那么：

$$P_Q = (0.5 \text{ mA} \times .5 + 50 \text{ } \mu\text{A} \times (1 - .5)) \times 15 \text{ V} = 4.125 \text{ mW}$$

### 计算直通电流功耗

通过交叉能耗（Crossover energy）计算直通电流功耗。相应的数据手册通常会提供交叉能耗值。通过使用公式3计算直通电流功耗。

$$P_S = CC \times F_{SW} \times V_{DD}$$

Where:

- $P_S$  = Power dissipation due to the shoot-through current
- $CC$  = Crossover energy constant
- $F_{SW}$  = Switching frequency
- $V_{DD}$  = MOSFET driver supply voltage

#### 公式3

如果给以上参数赋值如下：

$$V_{DD} = 15 \text{ V}$$

$$F_{SW} = 100 \text{ kHz}$$

$$CC = 47 \text{ nA/s}$$

那么：

$$P_S = (47 \text{ nA/s}) \times (100 \text{ kHz}) \times (15 \text{ V}) = 70.5 \text{ mW}$$

总功耗为：

$$P_T = P_C + P_Q + P_S = 150 \text{ mW} + 4.125 \text{ mW} + 70.5 \text{ mW} = 224.63 \text{ mW}$$

该值小于器件的最大功耗。

### 计算内部结温

内部结温升高量是应用的内部功耗和结点到环境热阻的函数。结点到环境热阻（ $R_{\theta JA}$ ）的测量依据源自JESD51-7[2]（用于测量小型表面贴封装热阻的EIA/JEDEC标准）。该标准描述了结点到环境热阻的测试方法

$$T_{J(RISE)} = P_{TQ(TAL)} \times R_{JA}$$

$$T_{J(RISE)} = 224.63 \text{ mW} \times 155.0 \text{ } ^\circ\text{C/Watt}l$$

$$T_{J(RISE)} = 34.82 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### 公式4

以及测试板规范。具体应用的实际热阻会随着许多因素而变化，如电路板上铜走线面积和各层的厚度。

估算内部结温时，要把计算得到的温度增加量与环境温度或温度变化相加。对于此示例，使用公式5计算最坏情况下的结温。

$$T_J = T_{JRISE} + T_{A(MAX)}$$

$$T_J = 74.72^\circ\text{C}$$

$$T_A = 40^\circ\text{C}$$

公式5

$$SOIC(155^\circ\text{C}/\text{Watt}) = R_{JA}$$

$$P_{D(MAX)} = T_{A(MAX)} - T_A / R_{JA}$$

$$P_{D(MAX)} = (125^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}) / 155^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$P_{D(MAX)} = 548\text{mW}$$

公式6

环境温度为 +40°C 时的最大封装功耗由公式6得到。

### 避免死锁

采用 CMOS 技术的晶体管可能会发生死锁，这是由于形成可控硅整流器 (SCR) 的寄生晶体管引起的。如果输入高于 VDD，寄生 SCR 就会导通并将 VDD 短路到地（通常会损坏 CMOS 器件）。可遵循下面的方法避免器件死锁：

- 适当的去耦 IC
- 驱动感性负载时使用二极管钳位输出
- 输入信号超过负电源轨或正电源轨时使用二极管钳位输入
- 在高电流应用中使用星形地（如果可能）

### 结论

避免电源超过规定的最大值。可安全施加于特定器件的最大电压值在相应的数据手册中提供。超过该电压可能导致内部结点电过载，

并损坏器件。另外，器件在接近最大值的条件下工作时可能会降低长期可靠性。注意，一旦应用，这个最大电压值将始终施加至器件，包括器件导通和关断的过程。电源线上的瞬变可能会产生触发模式。应谨慎确保电源未超过最大值。此外，还要避免输入 / 输出引脚电压超过任一电源线的值大于一个二极管压降。这种情况是由输入 / 输出线上的瞬态事件引起的。应谨慎确保电源未超过最大值。避免不正确的电源供电顺序。具有多个电源的器件的不正确电源供电顺序可导致器件死锁。在某些情况下（如数字电源在其他电源之前施加），有可能使器件电压超过最大值，从而导致器件死锁。为此，应谨慎以确保不超过最大值。

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

# 便携电子设备LDO稳压器的挑战及设计权衡

## ——设计下一代便携电子设备的有价值信息

作者：Eamonn Ahearne，稳压业务部市场拓展经理，安森美半导体

低压降（LDO）线性稳压器是一种重要元件，应用范围极广；便携设备（媒体播放器、数码相机、GPS系统、便携游戏机）及手机市场可能存在一些极严格的条件，要求将电池使用时间延至最长及将尺寸减至最小仅是滋生棘手挑战的多种因素中的两例。

一般情况下，尺寸问题已经藉使用芯片级封装（CSP）或凸块裸片（bump die）形式的稳压器得到解决。但散热及封装流程方面的挑战又由此而生。此外，构建LDO稳压器时，设计人员通常必须在电流消耗与噪声性能之间进行折衷：不利的是，便携产品既需要低功率消耗，又需要优异的纹波抑制及产生的噪声低。本文将详细探讨与在便携应用中使用LDO稳压器相关的这些挑战及不计其数的其它折衷问题，旨在为要设计下一代便携电子设备的设计工程师提供有价值的见解及信息。

### 针对便携消费类市场设计LDO

独立式线性稳压器在手机中一直都占据重要但也有点不被欣赏的位置，它们的典型作用是将射频（RF）部份与噪声相对较多的基带芯片组隔离开来。有关它们走向末路的传言多年来不绝于耳，与此相伴的臆断是完全集成式（all embracing）电源管理单元（PMU）将日益取代线性稳压器存在的必要性。然而，硬件功能像相机闪光、图像传感器、蓝牙模块等持续增加及变化，持续要求灵活（电压及电流选择方面快速变化），以及极低噪声影响（calming influence）（就电气层面而言），但仅有分立式LDO能够提供这样的低噪声。当今的智能型手机中，复杂的转轴（hinge）及滑动面板使用采用单个PMU为所有电源导轨供电的情形变得不具吸引力，结果是某些更复杂手机可能拥有多达5个分立LDO，为诸如触控面板、键盘、

图像传感器及RF电路等元件供电。

### 功耗与噪声折衷问题

设计人员在为手机选择LDO时渴求的两项最重要特征一直是LDO的动态性能及其尺寸。在LDO抑制外部噪声（电源抑制比PSRR规范中有对此有列明，其单位是dB）及避免产生内部噪声（通常以 $\mu\text{VRMS}$ 为单位）的能力方面，有趣的是回顾一下手机中使用的LDO在过去10年来的进步。早期产品是纯双极型元件，典型PSRR为45dB，

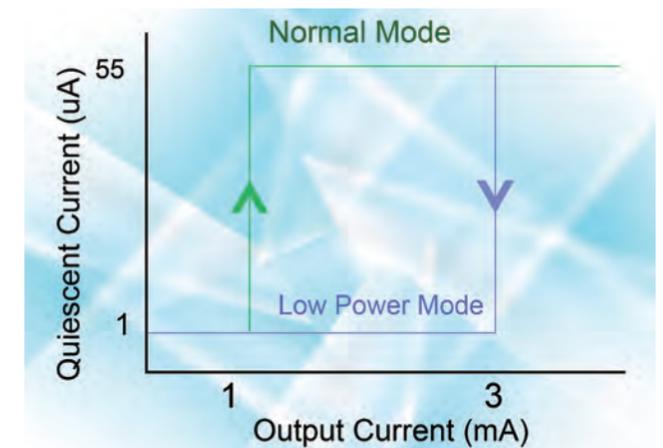


图1: 能在低功率模式与高性能模式之间切换的元件的推出，解决了动态性能与电流消耗之间折衷取舍的挑战。此类元件的一个典型范例是安森美半导体的NCP4587。

上接 19 页

后者根据显示屏上的图像/影片内容把PWM信号发送给FAN5702。图4所示为同时采用了ALC和DBC的FAN5702的系统模块示意图。手机显示屏采用ALC和DBC将有助于节省多达50%的功耗

第三大主要功耗部件是应用/图像处理器；如果显示屏是开启的，则该芯片组将全面运行。不过，它也并非总是一直处于满功率运行状态。例如，当芯片组以较低功率水平运行时，可以采用动态电压调节技术(DVS)。这是一种非常适合于手机及其它便携式电子产品的解决方案，因为其电源电压可被调降至更低的核心电压，并可以让芯片组在较低频率下工作，从而有助于降低耗电量。这一点可由下列的方程式来说明：

$$P \propto fV^2$$

这里，功率(P)与频率(f)和核心电压(V)的平方之乘积成正比。因此，处理器的频率越快，功耗越大。而随着核心电压减少，功耗会以平方的速度降低。

应用处理器可以采用FAN5365来供电，FAN5365是一款附带I<sup>2</sup>C接口的6MHz、800mA/1A步降式DC-DC转换器，能够提供最佳省电效果。I<sup>2</sup>C接口可用来以12.5mV的步长在0.75V到1.975V的范围内对电压进行动态编程，以满足芯片组的处理能力要求。当使用者观赏网上的影片时，FAN5365能够为应用处理器提供1.2V的核心电压，以获得最大的处理能力，而一旦影片短片结束，电压就会降至0.8V，进入较低电平工作状态。

目前有多种简单或复杂的技术，可以提高手机（尤其是智能型手机）的整体功率管理性能。通过在手机中整合分别针对PA、显示屏和处理器核心的一种或所有三种功率管理解决方案，就能够大幅地节省能源，延长手机工作时间。这些设计都是从手机的用户体验和出发点，因为用户真正关心的是，不要在关键时刻出现手机没电的尴尬局面，以及不必频繁地为手机充电。

[www.fairchildsemi.com/cn](http://www.fairchildsemi.com/cn)

噪声等级高于 $30\mu\text{VRMS}$ 。为了达到此噪声规范，LDO通常要求采用1颗旁路（bypass）电容连接至其内部电压参考，而此拓扑结构已经成为低噪声元件的标准。

双极产品逐渐被CMOS技术取代，配合了模拟产品的特定要求。早期CMOS产品规定在1kHz输入噪声时的PSRR为约50dB，噪声规范为 $30\mu\text{VRMS}$ 。CMOS产品在电流消耗方面胜过双极型产品——双极元件在满载时的典型电流消耗为 $850\mu\text{A}$ ，而CMOS元件规定的典型电流消耗值通常为140至 $155\mu\text{A}$ 。

BiCMOS技术引入后出现了大的进步，而BiCMOS可能仍然是无线领域低噪声LDO的基准。现在可以提供PSRR典型值75dB（@ 1kHz）及额定噪声低于 $10\mu\text{VRMS}$ 的产品规格。静态电流仍然是个问题，但在所有条件下的典型最大静态电流消耗为 $50\mu\text{A}$ 。仅供参考的是，市场上有数款静态电流为1至 $4\mu\text{A}$ 范围（空载条件下）的CMOS元件，但其噪声性能规格通常极差。

CMOS设计人员已经通过推出可在低功率模式（动态性能降低但能耗低）与高性能模式（动态性能佳，但代价是电流消耗更大）之间切换的元件，设法处理在动态性能与电流消耗之前进行折衷的问题。这两种模式既可以由用户来选择，也可以在输出负载极低时自动切换。安森美半导体提供的带自动低功率模式的LDO线性稳压器NCP4587就是一个典型示例，其性能如图1所示。

业界不断调配BiCMOS技术，以此推动模拟产品开发；而线宽更小、更先进的BiCMOS技术的出现，使设计人员尝试新的途径来应对挑战。例如，传统上用于LDO设计的带隙参考（bandgap reference）拘囿于始终处在工作状态，因而持续消耗电流。在某些产品中，它被存储了电荷、提供极精确参考但几乎没有电流消耗的栅极（gate）所取代（CAT8900是一项范例）。我们审视市场上目前正在提供样品的产品，可见噪声在 $10\mu\text{VRMS}$ 范围及静态电流在10至 $15\mu\text{A}$ 范围的产品将在2011年底量产，为挑选LDO的手机设计人员提供了噪声与功耗两个领域性能均极佳的选择。

### 尺寸不是问题

传统经验是提供尽可能最小的LDO尺寸，然后封装选择是芯片级封装（CSP）——也称作凸块（bump）封装。CSP元件的占位面积与实际裸片的尺寸相匹配，封装边缘与裸片之间不需要空间，从而能够使用线接合（wire bonding）。CSP的高度往往极低（通常高度约为 $0.6\text{mm}$ ），使其备受便携消费类产品制造商欢迎。许多客户知道其设计中使用CSP，并坚持一套额外的认证测试，

其中包括元件热循环测试及经受一系列专门定制了的跌落测试。探寻出凸块在工艺及尺寸方面的恰当组合从而通过规格认证极为费力，并已产生多种相当标准化的惯例。

CSP产品的裸片尺寸通常约为 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 。凸块尺寸已经标准化为约 $300\mu\text{m}$ ，凸块间距为 $0.5\text{mm}$ 。如今发布的大多数带有四五个凸块的CSP产品往往会沿习标准占位面积，有效地将占位面积限制为 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ ，相应的典型高度为 $0.6\text{mm}$ 。

CSP封装在尺寸方面最接近的竞争对手是DFN封装（也被Amkor命名为微引线框架（MLF）封装）。由于LDO设计所选择的工艺已过渡至 $0.25\mu\text{m}$ 或 $0.18\mu\text{m}$ ，裸片尺寸已经降低至裸片可以装入小至 $0.8\text{mm} \times 0.8\text{mm}$ 的封装，尽管需要公隙（clearance）。虽然早期DFN封装的高度约为 $1\text{mm}$ ，如今我们可以看到高度仅为 $0.4\text{mm}$ 的XDFN封装，比大多数CSP产品都薄得多。

使用小型DFN封装的制造商最少在使用两种接合途径（见图2）。第一种途径使用传统线接合，依赖的是小裸片几何尺寸，使裸片小到足够适配封装——例如，为了适配 $1.0\text{mm} \times 1.0\text{mm}$ 的封装，裸片尺寸不能远大于 $0.6\text{mm} \times 0.6\text{mm}$ ，具体取决于相关封装厂的规则有多严格。第二种途径使用标准倒装芯片（flip chip），利用的是铜柱（copper pillars）而非传统的锡焊凸块（solder bump）。铜柱在裸片上生长（grown），然后翻转过来，并藉铜柱附着在封装的铜引线框上。这种途径省除了线接合，配合更大的裸片尺寸——尺寸接

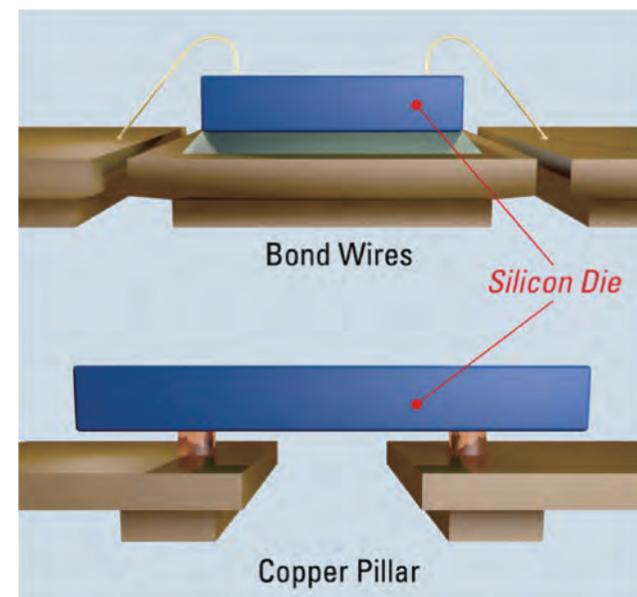


图2: 通过使用铜柱技术，更大的裸片能够装配进元件封装之中，优于使用线接合技术的传统途径。

近 $0.8\text{mm} \times 0.8\text{mm}$ 的裸片能够使用这种技术适应 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 的DFN封装。这在LDO输出电流的“甜蜜点”（sweet spot）已由 $150\text{mA}$ 转向 $200\text{mA}$ 的手机领域是一项重要差别。任何线性稳压器的裸片上的大多数空间都被输出功率元件占用，故能使用更大裸片尺寸来帮助功率耗散的任何技术都有用。

从制造商的角度而言，裸片尺寸减小带来的成本节省会被铜柱工艺的额外成本所抵消。从设计人员的角度而言，除了裸片尺寸，一个有意思的方面是散热：哪种途径能以最为有效的方式耗散LDO产生的热量？铜柱途径的支持者声称他们的途径在将热量从裸片表面上传送出去方面最为有效，但使用线接合途径的大多数封装都在封装下面集成了小型散热垫片，此垫片直接连接裸片衬底至印制电路板（PCB）上的散热片，提供了一种传散热量的方式。具体数量难以弄清，因为制造商往往标明热阻（thermal resistance）数值，但此数值仅在特定贴装条件下有效；但查阅已知使用铜柱途径的元件的数据表，显示 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 纤薄DFN 6引脚封装的结点热阻（ $\theta_{\text{JA}}$ ）为 $150^\circ\text{C/W}$ ，而更常见的采用 $1\text{mm} \times 1\text{mm}$ 纤

薄DFN 4封装的线接合产品标明的数值为 $181^\circ\text{C/W}$ 到 $250^\circ\text{C/W}$ 范围，具体取决于所使用的测试PCB。根据这种范围极窄的样品尺寸，铜柱途径为优势方，但优势并不明显。

由于在减小DFN封装尺寸方面有这些进展，使用CSP封装或是DFN封装的LDO的决策，可能很快会变为实际选择，而不是研断必要性。需要说明厚度为 $0.28\text{mm}$ 的超薄CSP封装已经引入，推测会用于封装高度问题极为重要的应用，或者实际上LDO会被内嵌在PCB中的应用。

### 结论

针对无线应用选择LDO通常涉及到不少决策：开始是在电流消耗与动态性能之间作出选择，然后是在以CSP封装（很可能要求某些额外认证测试、特殊制造技术或机械安全性能）实现尽可能最小占位面积或者是以传统封装占据更大占位面积之间作出选择。

[www.onsemi.cn](http://www.onsemi.cn)

# 全新设计

**PSD**  
功率系统设计：推动全球创新

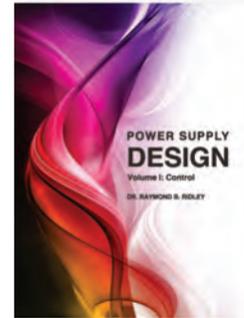
North America : Europe : China

[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

# 构建一个更好的电源

Ridley博士  
电源设计

第1卷：控制



## 引言摘录……

这是一本关于PWM转换器控制的书籍。其目的是指导读者在设计一个现代开关电源时消除一系列选择的困惑。这本书突出了介绍了DC-DC转换器遇到的主控制问题。

这本书可以与在网站下载的免费分析软件一起使用。该软件包含了三个主要系列转换器的所有方程，工作条件为CCM和DCM，使用电压模式或电流模式控制。

电源开发的严酷现实是，它们很少以预期的行为方式，或以模拟器的方式工作。因此，必须尽快构建硬件，然后进行测试和测量，尽可能快地发现问题。这本书的目的是帮助您获得通过关键信息更快发现其中的问题所在。

包含九个章节设计理念和解释的全彩色精装书包括以下内容：

- 九大技术
- 建模电源拓扑
- 电压模式补偿
- 电流模式控制建模
- 电流模式控制建模
- 频率响应测量
- 系统问题
- 输入滤波器互动
- 噪声问题

在我们的网站独家提供

[WWW.RIDLEYENGINEERING.COM](http://WWW.RIDLEYENGINEERING.COM)

Ridley Engineering, Inc. ~ 3547 53rd Avenue West, Suite 347 ~ Bradenton, FL 34210 ~ US ~ +1 941 538 6325 ~ 传真: +1 877 247 8595  
SARL Ridley Engineering Europe ~ Chemin de la Poterne ~ Monpazier 24540 ~ FR ~ +33 (0)5 53 27 87 20 ~ 传真: +33 (0)5 67 69 97 28  
邮箱: DRidley@ridleyengineering.com

特别报道：  
能源效率

**PSD** CHINA

功率系统设计：推动全球创新



内容包括：

经过优化的大功率逆变器……

28

电力网络必须改善并变得更具智能……

31

微型DC/DC 变频器参考设计……

34

开拓LED 和太阳能测试新市场……

36

# 经过优化的大功率逆变器

## 适用于可再生能源系统

作者：Alan Tims, Solutions Business Development Manager, SEMIKRON Asia

可再生能源市场正从全球金融危机中强劲反弹。先前延误或停工的项目已重新启动，许多新项目正在实施。这一高潮有力地掀起了整个供应链对可再生能源系统组件的需求，包括风力发电和光伏逆变器。

全球风能理事会 (GWEC) 预测未来4年总装机容量年均增长率为20.9%。这将使得到2014年风电总装机容量增加一倍以上，超过400GW。亚洲地区的增长前景尤其强烈，其中中国是2009年世界最大的风力发电市场，如今他们风力发电能力的累计基础仅次于美国，位居第二。同样，对于光伏发电，2010年预计到了40%的累计光伏装机容量的强劲增长。德国是最大的市场，而南欧、美国和亚洲的新市场也看到了良好的增长- 尤其是在亚洲，如果中国政府批准其国内光伏增长刺激计划，预计该计划设定到2020年实现30GW的装机目标。

### 逆变器拓扑趋势

赛米控方案解决中心在 2010 年直接目睹了该效应，标准可再生能源逆变器的订单量增长惊人，超过 300%，并且对新项目的开发有浓厚的兴趣。

赛米控方案解决中心在电力电子行业是独一无二的，因为它是唯一专注于电力电子组件和平台设计与制造的公司。赛米控及其各子公司将半导体、驱动器和其它主要器件集成为电力电子组件已超过 50 年。2003 年，赛米控将这些子公司合并，组建了赛米控方案解决中心组，目前包括八个方案解决中心，每大洲一个，其关键策略是直接为当地市场制造电力电子平台，提供解决方案和技术支持。

对于逆变器来说，清晰的功率拓扑结构趋势正在出现。其中，在风电行业，新的开发重点是使用全功率逆变器的永磁同步电机 (SG)。该配置能够提供更高的整体效率，可用风速范围更广，并且使逆变器能够适应有关发电设备对电网干扰行为的新规定。

额定功率已经统一，对于岸上系统，新项目的典型额定功率在 2MW 和 3MW 之间，主要使用水冷式逆变器，

采用双馈感应发电机 (DFIG) 和 SG 应用，风冷或水冷，功率最低点为 1.5MW。海上应用的功率稳定在 5-6MW，一些试点应用超过了这个级别。虽然对于海上系统转向中压 (MV) 是一个明确的趋势，但是许多新项目发展继续使用并联的低压 (LV) 逆变器。

在太阳能应用中，电网互联系统的功率技术趋势通常为每逆变器达 500kW，一些正在进行的新项目达到 1MW 以上。

风电和太阳能市场的成熟度加上强大的市场复苏，给逆变器供应商带来越来越大的压力，要提供已通过资格预审的、低技术风险并且足够灵活地被用于某个额定功率范围的现成标准逆变器。上市时间已成为主要的驱动力，用于可再生能源的逆变器已成为商品项目。

### 灵活的平台：从 450 kW 至 2.5 MW 以上

现在有了一个新的逆变器平台，可以使系统集成商随时获得一个易于使用的多功能变频器，以满足市场需求。用于可再生能源的 Semistack 是一个大功率三相逆变器的平台，它使用集成了散热器的 SKiiP 智能功率模块 (IPM)、电源模块、驱动和保护传感器 / 功能，并为可再生能源应用进行了优化。模块化的结构，SKiiP IPM 额定功率有多种选择，可选风冷或水冷以及能够将逆变器并联连接，使其可用于广泛的应用中，从约 450kW 到超过 250MW 的全功率系统，如那些用在 SG 风力发电应用中的系统。

逆变器的基本配置包括三个垂直机械安装的半桥相位单元。每个相位单元包含一个 SKiiP IPM 和冷却板或散热器，带有长寿命聚丙烯电容器的直流母线，交流连接和缓冲器。单独的相位单元通过一个低电感直流耦合连接在一起并安装在一个坚固的机械框架内。可通过直流母线将该逆变器组连接起来实现一个完整的四象限变换器，或者将逆变器

并联以获得更大的额定功率。

现有风冷和水冷两个版本可提供。两个版本都使用相同的整体机械结构进行配置。用户可在两个解决方案中进行选择，一个是通常用于太阳能应用及低功率双馈风力发电应用的简单风冷解决方案，另一个是通常用于较大 SG 风力发电应用的更大功率的水冷解决方案。

对于可再生能源，Semistack 的多功能性体现在以下应用的实现中。通过将两台风冷 Semistack 逆变器组合成一个四象限配置可以很容易地组成一个典型的 1.5MW 双馈系统。完整的逆变器可被装入 600mm 宽的机柜中。高度仅为 1200mm，使得整个组件可被装入标准的 2000mm



图 1：用于可再生能源的 Semistack 平台包含三个模块化半桥 (GB) 相位单元



图 2：使用水冷机箱，实现了最大的功率密度

机柜，并保留空间给其他设备。

同样，两台带有四托架 SKiiP 的水冷逆变器可以以同样的方式进行组合来配置一个高达 1.5MW 的全功率四象限 SG 应用。

水冷版本有两种机箱尺寸可供选择，采用水冷版本可以实现更大的额定功率。较大的 4 / 3 机箱可容纳四托架或三托架 SKiiP IPM。在四象限配置中，有可能将四托架和三托架组件组合在一起。这允许对 SKiiP 模块进行优化，因为对发电机侧逆变器的要求比电网侧的往往更严格。4 / 3 机箱可容纳两台逆变器并联的 1.5MW 或 2.5 MW 全功率应用。Semistack 拥有 10kVA/ 升的功率密度，与其最接近的竞争对手相比，至少有 20% 的优势。较小的 3 / 2 机箱采用三托架和两托架 SKiiP，用于较低功率的需求，通常用于逆变器额定功率为约为系统功率的 30% 的 DFIG 系统中，以及大功率的太阳能系统。

每个逆变器只需两个冷却回路水接头，因为内部并联了独立的冷却板以避免热堆积。用于出口和入口的两个快速连接器位于每个逆变器的底部以方便与外部冷却系统的连接。

### 功能设计

由于用于可再生能源的 Semistack 平台的功能设计，通过一个在组件之间耦合连接的低电感母线，组件可以在直流母线处很容易地连接在一起。这使得配置四象限应用以及并联逆变器以获取更大功率变得容易了。此外，通过使用另一种 Semistack 组件，可以添加一个制动斩波器。

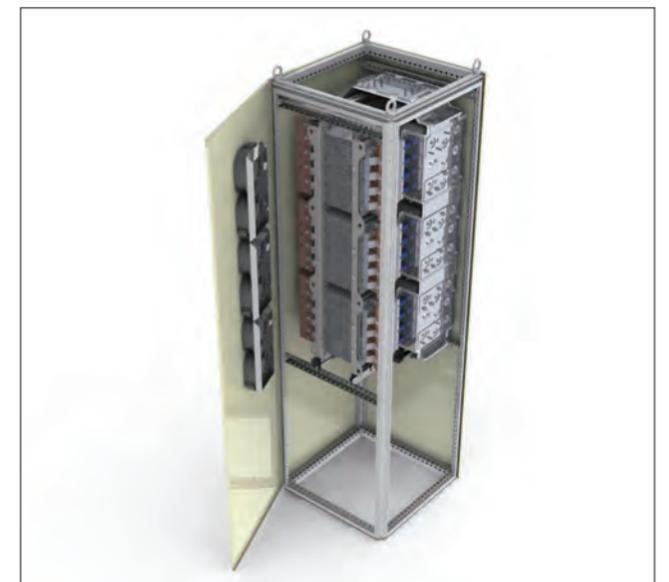


图 3：小巧的 4Q 1.5MW 风冷双馈配置节省机柜空间



图 4：水冷版本提供了两种机箱，4/3 机箱和 3/2 机箱



图 5：用于可再生能源的 Semistack 平台可以很容易地结合在一起，形成四个象限、更高功率的配置，如图 5 所示的 2.5MW 4Q SG 配置 3

这种灵活性使得系统集成商可以轻松地使用相同的组件构建一系列不同额定功率的产品。作为标准配置，提供一个简单的交流母线，以便于逆变器组件前部的电缆连接，或选购交流母线工具包，用于定位到每个逆变器组件底部的 AC 连接。

Semistack 的核心是 SKiiP3 智能功率模块。SKiiP 是目前市场上功率最大的 IPM，并且是风力发电市场中使用最为广泛的大功率模块。如今，全球风力发电机组中有超过 57GW 是由赛米控的设备驱动的。因此，选择用于可再生能源的 Semistack 对于风力发电应用来说很自然。

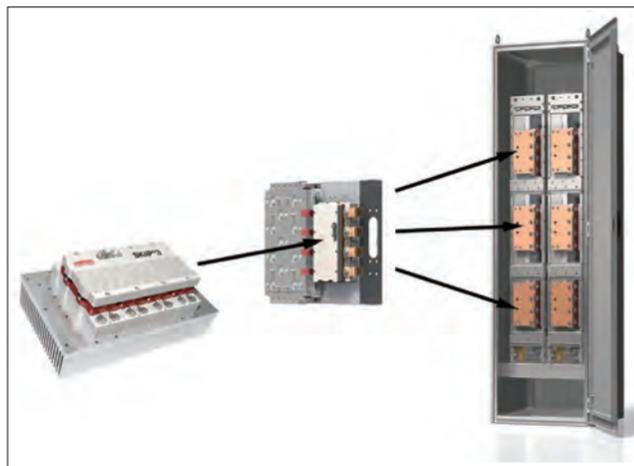


图 6：用于可再生能源的 Semistack 模块的核心是 SKiiP 智能功率模块，目前市场上最强大的 IPM。

### 完全合格

根据定义，赛米控方案解决中心平台是一个明确定义或认定的标准产品或系列标准产品。用于可再生能源的 Semistack，像其它方案解决中心平台一样，经过严格的资格审查程序。在这一过程中，Semistack 按照国际和内部标准进行一系列严格的测试，包括电、热、热循环、环境及冲击和振动。

此外，每个 SKiiP IPM 在其生产过程中经过完全测试。在生产过程中，每个完全组装的 Semistack 都会经历包括隔离、运行负载测试和短路测试的一整套测试。另外，对于要求更为严格的客户，有一个可选的烧机测试可供选择。对于连接电网的高价值发电设备来说，在长时间的使用中，可以最大限度地确保鲁棒性和可靠性。

### 对于可再生能源市场的好处

逆变器系统供应商可从能够外包一个用于可再生能源的 Semistack 标准产品中获益。系统供应商现在可以自由地选择合格的型号，无需在设计和制造资源方面进行昂贵的投资，并可以最小化技术风险。Semistack 产品系列的灵活性和功能设计为供应链增加了另一个维度，使系统供应商可以满足当今市场普遍存在的要求商品面市时间短的需求。

用于可再生能源的 Semistack 也不会过时，因为它兼容下一代 SKiiP IPM。Semistack 已准备好在利用新的第四代 SKiiP 技术优势，第四代 SKiiP 功率密度更高并且采用了新的数字驱动器。

[www.semikron.com](http://www.semikron.com)

# 电力网络必须改善并变得更具智能

## 关注智能电网的核心

作者：Richard Newell，战略营销产品计划与建构师，美高森美公司

使用以网络为基础的现代技术，就可能对任何能源消耗或生成的技术进行动态计价。能源设备上的传感器和软件能接收电力经销商发布的在线价目表，并根据预先设定的使用规则，作出响应。

能源管理者为了因应政府的法规，提高能源效率的要求，现今的能源基础设施必须进行全面的更新。未来所需要的是双向的智能电网，涵盖这些不同的能源生成和消费系统。因而，一种名为虚拟能源账户的新型态能源记账系统应运而生，用于处理个人、家庭或公司，所有的发电量和消费。虚拟能源账户使用网络技术，集成全部所需要的各种信息。服务器收集信息，针对每笔的能源交易，以确定能源是如何消耗和生成。

使用以网络为基础的现代技术，就可能对任何能源消耗或生成的技术进行动态计价。能源设备上的传感器和软件能接收电力经销商发布的在线价目表，并根据预先设定的使用规则，作出响应。

互联网连接与嵌入式控制的结合，将使智能电网更具有智能，彻底地改变能源是如何生成与消耗。

### 智能系统

GreenFire 系统包含这些有关能源

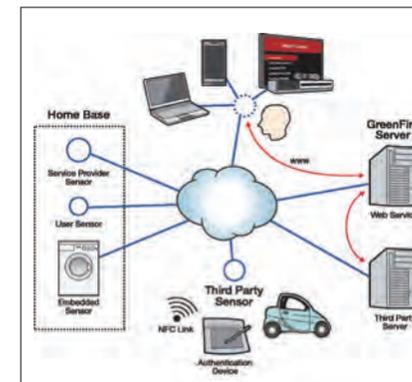


图 1：GreenFire 传感器架构

使用及计帐的新方法。GreenFire 系统由两个要件构成：传感器和服务器。传感器负责测量其所附着装置的功率流，和能源签名所使用的参数。它没有显示输出，但可透过网络协议（Internet Protocol, IP）和外界通讯。服务器则负责集成及组织来自许多不同的传感器的信息，让用户知道能源使用状况，和回报使用情况给服务供应商。

GreenFire 传感器的基本架构包括主要输入连接到一个传感器区块，将电源在线的电压和电流转换为低

电压讯号，以便由模数转换器数字化。输入可以是家庭设备的单相输入，或是工业应用的三相输入。

数字化之后，数字讯号由专属的数字讯号处理（DSP）算法来获得测量结果，若有需要，也可以同时取得能源签名参数。由此产生的数据由微控制器定期读取，做进一步的处理及将信息封包，以便回传服务器。

### 基于 SmartFusion 的 GreenFire 传感器设计

GreenFire 传感器硬件设计有多种可选择的技术。最合适的是基于 Microsemi 的 SmartFusion 系列的设计。

每个 SmartFusion 器件包含一个 ARM® Cortex™-M3 微控制器子系统，一个内建紧密结合的现场可编程门阵列（FPGA）和 SRAM 区块，和一个可编程模拟区块。透过结合三个主要的电子硬件，SmartFusion 能够提供把传感器放入插头和电器内部的高集成度。而安全性则是 SmartFusion 器

件设计和制造时，与生俱来的功能。

Cortex-M3 是 ARM 专门用于控制应用的处理器内核。它实现了版本 7 的 ARM 指令集，与所有使用 Thumb<sup>®</sup> 和 Thumb-2 指令的 ARM 处理器软件兼容，因此很容易将软件移植到同系列其他处理器中。该处理器采用哈佛 (Harvard) 架构，每 MHz 可以达到 1.25 Dhrystone MIPS 的执行速度，比许多微控制器厂商所提供的 ARM7TDMI™ 高出 30% 以上的效能。然而，比起旧架构，该内核每 MHz 的功耗降低了 30%。SmartFusion Cortex-M3 和 SRAM 的工作速度为 100 MHz，零等待时间。该处理器内核包含一个集成的向量式中断控制器 (NVIC)，具有低且可以预估延迟的中断特性。微控制器内核还包含一个内存保护单元 (MPU) 与八个可规划的内存区域，可以透过 (HQ: 通过) 硬件实施内存安全措施。

在每个 SmartFusion 器件中，有两个独立零等待状态的嵌入式 SRAM 区块，和一个针对使用者的嵌入式非易失性闪存大区块。标准硬件外设包括一个 10/100 Mbps Ethernet MAC, SPI、I2C 和 UART 串行埠各有两个，两个 32 位定时器和一个 32 位的看门狗定时器。所有芯片上内存、外设、和 FPGA 结构都用 5 层的 Advanced High-Speed Bus (AHB) 连接，总共有 5 个 master 和 7 个 slave。AHB 提供了三组 Advanced Peripheral Bus (APB) 桥接供速度较慢的外设使用，和一个 8 通道的直接内存访问 (direct memory access, DMA) 引擎。此多层总线最大的带宽为 16Gbps。

FPGA 架构是基于 Microsemi 的 ProASIC<sup>®</sup> 3 FPGA 架构，运行速度高达 350MHz。被选做 GreenFrie

传感器的 A2F200 器件具有 20 万个系统门。它可以实现约 4600 个正反器或其他逻辑，再加上它有八个紧密结合的 SRAM 区块，每个包含 4,608 个内存位，可组成不同的宽度，最高可达 18 位宽。因为他们都位于单一芯片上，FPGA 架构可以使用数个高带宽接口与 Cortex-M3 的子系统沟通。

SmartFusion cSoC 是以 flash 为基础的架构，不像其它大多数基于 SRAM 的 FPGA。这表示 SmartFusion 器件一旦经过编程，就可以保留其设定，即使在移除电源亦然，而且可实现上电即用，藉此可维持高集成度和占用较小的电路板空间。Flash 架构同时还有助于降低功耗：flash 单元本质上比 SRAM 单元更不漏电。

在 GreenFire 传感器中，FPGA 架构被用于实现某些 DSP 算法，如快速傅立叶变换 (FFT)。电力线的电压和电流通过芯片上的模数转换器进行采样与数字化。采样序列透过 FFT 来决定某些分量，如功率因数和谐波含量。在某些情况下，监测中的系统是否正常可以由分析出来的参数来判断，预先示警可以避免潜在的灾难性故障发生。在 FPGA 架构中执行 FFT 算法比在微控制器中执行，保留更多时间让微控制器进行控制的任务。此外，一个专属的硬件 FFT 控制器，比在通用微处理器架构上执行相同工作的软件更快，更省电。

模拟子系统包含其他降低处理器负载的单元，使其能够处理更复杂的条件设定。除了模拟输入输出电路，子系统包括一个独立的处理单元，称为模拟计算引擎 (ACE)，可管理所有模拟输入和输出的排序和补偿。它提供了专属的硬件可支持多达三个完全独立的采样回路，

模拟转换器输入或输出 (包括数字乘法器) 的数字前置或后置补偿，把模数转换的结果进行数字比较，简单的数字滤波功能，和状态过滤来避免因干扰导致的触发。

SmartFusion 器件具有多个模数的转换器区块。例如，A2F200 器件有两个 12 位，500 Ksps 的逐次逼近型模数转换器 (successive-approximation analog-to-digital converter, SAR ADC)，每个转换器同时集成了 16:1 多任务器和一个采样和保持电路。还有两个 sigma-delta 数模转换器做为模拟输出。8 个高速模数比较器让模拟端口更完整，提供多种方式来监测能源生成硬件和设备的状况是否正常。

### 硬件的可信任架构

GreenFire 传感器内的 SmartFusion 器件所具有的安全功能，让它提供了传感器硬件的可信任架构 (root of trust)。它会检查储存在用户可存取内存内，程序的签名，以确保程序代码没有被篡改。可信任架构可以用于检查伪造的系统，或是黑市所贩卖生产过多的硬件，这些可能被黑客利用来进入像 GreenFire 这种基于服务器的系统。

Flash 的运用，成为基于 SmartFusion 架构的 GreenFire 系统重要的安全基础。它可以保存芯片上用来建立安全网络通讯的加密密钥和证书。此外，需要用于设置和运行这些信道的启动码都可以保存在芯片内。在大多数的情况下，在集成电路层级要篡改数据比在电路板层级要困难许多。SmartFusion 内建的篡改检测电路，使入侵者的工作变得更加困难。

要进一步保护的重要程序代码的安全，SmartFusion 器件包含

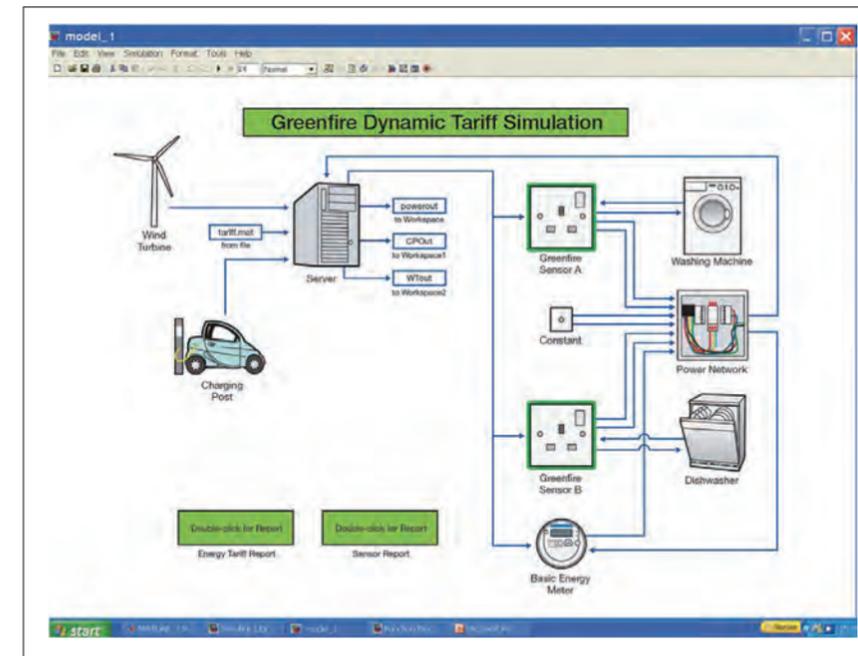


图 2：系统仿真一个使用智能型电表的家庭

一个专属的硬件加速解密引擎，可以安全地加载，使用 128 位加密密钥，通过先进加密标准 (Advanced Encryption Standard, AES) 加密过的新串流档案。

### 设计流程

通过与 SmartFusion 器件和 GreenFire 所使用的软硬件环境相符合的概念模型技术，可以进一步加快开发的速度。这使得基于微处理器的开发，可以在开始撰写程序代码前，就进行测试测量和分析功能的程序，以实现更好的设计。

GreenFire Workbench 使用 Mathworks 发行的 MATLAB<sup>®</sup> 和 Simulink<sup>®</sup> 工具来设计。图 2 显示了一个系统，仿真有两个工作中的电器，加上背景消费，和智能型电表的家庭。它还假设屋主拥有一辆电动车，同时运行一个基于风力发电机组的微型发电设施。

GreenFire Workbench 产生两个报告：一个显示每个传感器的

原始输出，允许存取能源使用的详细数据。第二个能源费用报告，显示了以下三项的费用：标准资费，GreenFire 费用 (根据可用的绿色低碳能源)，和当从充电站下载能源时产生的第三方费用。该报告还显示了能源，收入和碳的资产负债表。

一旦整个系统的设计完成，开发人员就可以决定如何在硬件和软件之间划分以达到最高效率。有几种可能的方法来开发嵌入式 FPGA 设计。首先，设计可以直接用文字描述的硬件描述语言 (hardware description language, HDL)，如 Verilog 或 VHDL。主要的链接库区块，如 FFT 或 GPIO，可由 Microsemi SoC 产品部网站获得；很多都是免费的。Microsemi 还提供了 Mentor Graphics<sup>®</sup> 的 ModelSim<sup>®</sup> Verilog 和 VHDL 仿真器，可以进行寄存器传输级 (register transfer level, RTL) 和门级 (后期合成) 的逻辑仿真。

另一种设计方法，特别适合于需

要大量 DSP 的设计，是使用 Simulink 和 Symphony<sup>®</sup> HLS AE DSP 区块链接库和生成工具插件。Microsemi FPGA 的用户可以免费使用 Synopsys 工具。它可以在 Simulink 内抓取和模拟参数化的区块图，并用于自动产生转化过后的 Verilog 或 VHDL，供下游合成工具使用。Synphony HLS AE 链接库包括许多数字讯号处理的基本功能，如底层的增益和加法器区块，和更高层次的区块，如 FFT 和 CORDIC 和 FIR 滤波器。

Microsemi 的 Libero<sup>®</sup> 集成设计环境 (Integrated Design Environment, IDE) SmartDesign 工具非常适合于添加更多的控制器外设，例如增加额外的 UART 接口。它允许以拖放的方式添加用户的设计到设计桌面上。该工具将自动连接主要的总线。

当 FPGA 的设计以一种或多种上述提到的方法产生 VHDL 或 Verilog 后，就可以使用 Synopsys Synplify Pro 编译程序来合成电路，将设计从 RTL 转换到门级。然后，利用 Libero IDE 的布局和布线工具来完成在某个特定器件上的实际电路制作，这包括时序收敛和功率分析。剩下的就是完成处理监测数据，让 GreenFire 系统使用的软件。

### 结论

为了应付政府奖励提升效率的政策，电力网络必须改善并变得更具智能。互联网技术再加上一个安全，高集成的硬件平台可以提供善用低碳能源，优化消费和降低消费者的成本所需的信息。基于 Microsemi SmartFusion cSoC 的 GreenFire 系统可以作为这种新的智能电网的基础。

www.smsemi.com

# 微型 DC/DC 变频器参考设计

## 实现最大效率

作者：TDK-EPC 公司

TDK-EPC同意法半导体一起开发出光电装置用微型直流变频器的参考设计。它能够极大地增加这些装置的效能

**单**一太阳能电池和通常包含串联的几个组件的整个光电装置的输出很大程度上是由入射光决定的。光照越强，组件的电流输出就越大。另一个确定输出的变量是太阳能电池的温度。其上升时，输出电压就下降。图1显示了这些相关性。

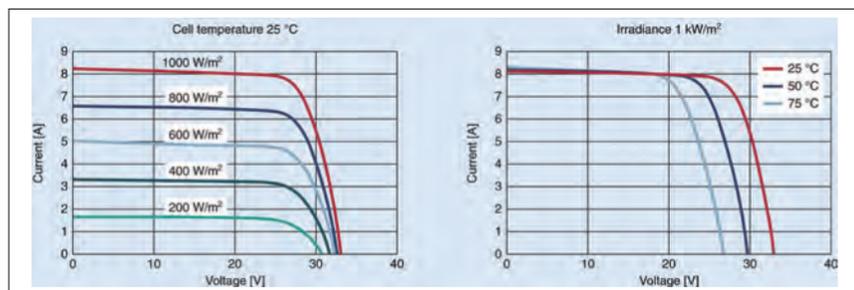


图1：光伏模块的电流和电压特性

光伏模块的输出可以根据投射光和温度剧烈地变化。

理想的操作点可以由每个这些特征得出。当产品输出电流和电压的乘积达到最大时会达到理想操作点。此最佳操作点也称为最大功率点（MPP）（图2）。

间节约设计能够适应单个光电组件的接线盒。组件内的每个单元线甚至可以由其中一个变频器操作。图3显示了微型变频器的电路图。

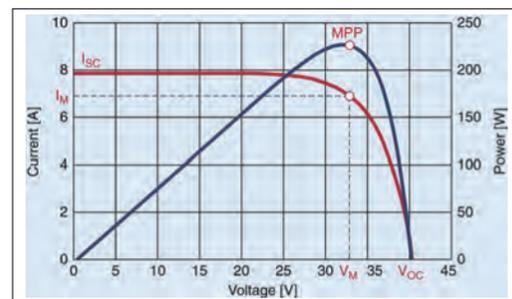


图2：理想的操作点

光伏组件的电流-电压特性（红色）和电源特性（蓝色）。产品的电流电压的乘积达到最大值时就会达到理想的最大功率点（MPP）。

变频器是在增压原理的基础上组合的，因此其输出电压超过了其输入电压。为了保持输入电流恒定不变，增加组件的效能，变频器是以4个内部升压线运行的，每个升压线都有一个MOSFET开关以及一个爱普科斯表贴功率电感（B82477G4473M000）。这些存储扼流圈的电感为47 μH，恒定额定电流为2.5A。尽管具有高性能，但是大小仅为12.8 × 12.8 × 8.0mm³。为了改善电路的电磁兼容（EMC），存储扼流圈配备磁屏蔽。在应用电路（图3）中可以清晰地看到这些元件。

元件	值	生产者	订购代码
C1, C2, C3, C4, C8	22 nF	东电化	C1608X7R1H223K
C11	1 μF	东电化	C1, C2, C3216X7R1H105K8
C9	220 pF	东电化	C1608C0G1H221J
C7	470 nF	东电化	C1608X7R1C474K
C6, C12, C13	4.7 μF	东电化	C3225X7R1H475K
L1, L2, L3, L4	47 μH	爱普科斯	B82477G4473M003
R1	2.7 MΩ	威世	D11/CRCW0603 1M 1%
R2	110 kΩ	干坤	RR0816R-114-DN-11
R3	4.3 MΩ	威世	D11/CRCW0603 4.3M 1%
R4	110 kΩ	干坤	RR0816R-114-DN-11
R5	1 kΩ	干坤	RR0816R-102-DN-11
D1, D2		意法半导体	STPS15L60B
D3		意法半导体	STPS160
J35		意法半导体	SPV1020

图3中涉及的电路图的MPPT直流变频器材料表

最先进的变频器中，最大功率点追踪器（MPPT）不断地通过控制处理器运算确定理想的操作点。这极大地降低了MPP对入射光和温度的依赖度。

只要所有的安装组件或单元线在同一条件下操作时，此方法是可以接受的。但是如果装置或其组件部分处于阴影部分，此方法不起作用，因为MPPT一直仅仅评估整个装置或单元线。因此会发生大量的功率损耗。

为了解决这个问题，意法半导体连同TDK-EPC已经开发了完整的MPPT的微型直流变频器。这些变频器的尺寸仅为78 × 47 × 13mm³，因此其空

MPPT微控制器主要负

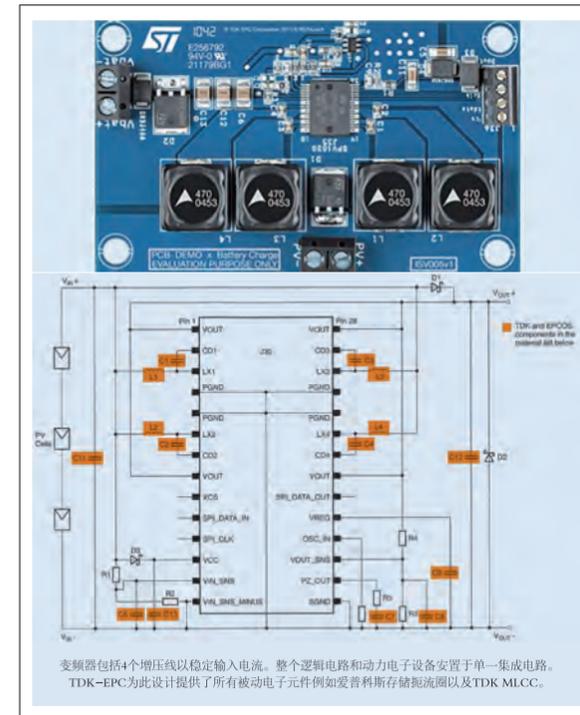


图3：带MPPT的微型变频器电路图

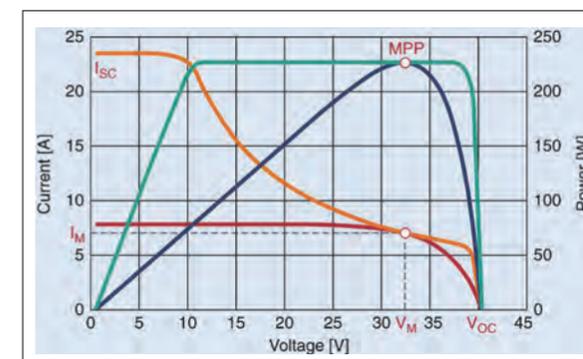


图4：配置变频器操作与不含变频器操作的特性

责驱动四个组件串。其运行时，相位偏移90°。这种分配使光伏模块保持高度恒定的电流负载。在逆变器输入和输出端（图3中所示的C11和C12）的滤波和缓冲电容器的额定值可以同时保持较小值。出于此原因，此处（表格）采用额定值在1和4.7 μF的TDK片式陶瓷电容器。陶瓷电容器所采用的技术确保其较之极性元件如钽电容器或铝电解电容器等外壳尺寸更小，同时具有长工作寿命和长时间稳定性。选择元件时，较长的工作寿命是一个决定性标准，因为逆变器安装在光伏组件接线盒内，很难进行维修或更换工作。

意法半导体单芯片解决方案不仅合并功率场效应晶体管和MPPT（最大功率点跟踪）控制器而且合并3个模拟数字转换器（ADC）。在变频器输入时，2个模拟数字转换器记录电压和电流。在这些数值的基础上微控制器计算最大功率点（MPP）。第三个模拟转换器监控输出，因为增压拓扑可以用来获取高输出电压。如果输出电压超过规定值，功率场效应晶体管开关会中断。然后组件电流直接通过4个存储扼流圈和去耦二极管流向负载。图4显示了使用变频器提升光电组件效能的潜在可能。在这种情况下，组件中3个单元线通过变频器运行。这就产生了电流和电压的红色特性以及功率和电压的绿色特性。同一组件在无变频器运行的情况下的特性（橙色和蓝色）也包括在图中，以资比较。

使用变频器对光伏组件产生宽的多的最大功率点（MPP）区域。对比发现，无变频器的操作产生仅有一个MPP（红色线路）的蓝色特性。

总之，使用MPPT变频器极大地增加单个光伏组件以及整个装置的效能。例如，在24V不同的输出值（图5）时可以产生超过97%的变频器的效能。

在电源和输出电压范围，联合的组件和变频器的效能仍然高于97%。

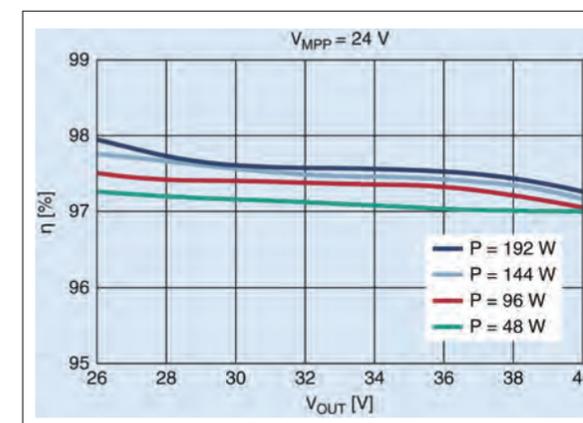


图5：根据输出电压的效能

## 仅仅一年内就有50个新的参考设计

TDK-EPC已经强化了对意法半导体（ST）在参考设计中的支持。最近，ST完成了去年的第50个联合参考设计的开发，主要是为电源。这些设计结合ST最先进的集成电路以及革新的TDK和爱普科斯产品。集成电路生产的主要设计挑战就是选择和认证最佳的被动元件，这是能量效率设计的决定性因素。意法半导体欧洲中东和非洲区能源效率市场开发高级经理乌利奇·基兴伯格解释道：“我们的客户了解采用了合格的高性能TDK和爱普科斯产品的参考设计会在无任何进一步的设计努力的情况下可靠地工作。”因此客户能够集中精力于他们自身的核心竞争力，与加快市场上时机以及减少开发成本同时进行。

www.epcos.com

# 巩固传统优势 拓展新兴市场

## 开拓 LED 和太阳能测试新市场

作者：本刊根据 KLA-Tencor 首席营销官 Brian Trafas 博士演讲整理

KLA-Tencor在太阳能方面有ICOS PVI电池和晶圆检测模块、FabVision太阳能电池良率管理软件和P系列表面形貌检测设备；在LED方面有Candela 8620缺陷检测和外延工艺控制、ICOS WI晶圆缺陷检测和Klarity LED晶圆缺陷分析等。这些充分证明了其在LED和太阳能领域的不遗余力。

日前，KLA-Tencor首席营销官 Brian Trafas博士在上海发布新产品时接受了记者采访，回顾了公司近年来的成就，并根据对市场的分析畅谈了未来的发展策略，表示太阳能和LED领域的业务对公司未来业务的增长至关重要。

### 消费电子推动半导体产业增长

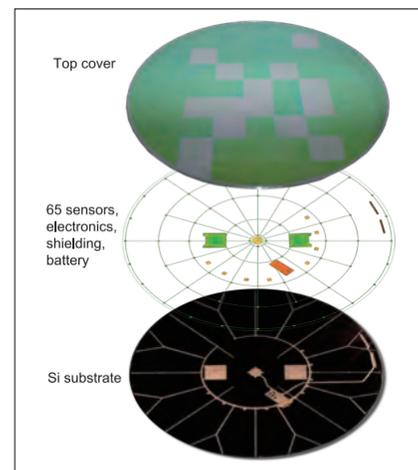
Brian Trafas 博士认为，消费电子产品驱动着半导体产业的增长。今天，手机已成为人类历史上最大的平台，平板电脑和更轻的移动计算迎来了高增长率，视频内容、社会化媒体、照片、娱乐和购物都在推动云计算的增长。消费者需要更快、更便宜、更小、电池寿命更长的设备。这些就是电子产业价值链的利益所在。

他表示，估计 2011 电子设备收入约为 148.5 亿美元，半导体为 3000 亿美元，半导体资本支出 61.8 亿美元，晶圆厂设备为 345 亿美元，而工艺监控设备为 39 亿美元。KLA-Tencor 利益自己的全球经验、可以信赖的性能、未来的 R & D 投资为其核心市场客户提供了全方位的支持。

### 新产品应运而生

最近，KLA-Tencor 推出了其先进的无线温度监控晶圆 SensArray 系列的新产品。该系列产品可以按照时间对现场温度进行监控，以捕捉工艺环境对生产晶圆的影响，这有助于集成电路（IC）制造商改善其固定设备的投资回报（ROI）。

通过与领先的集成电路制造商及原始设备制造商（OEM）协作开发，EtchTemp™ -SE（ET-SE）、ScannerTemp™ 和 WetTemp™ -LP



利用 65 个传感器监控晶圆温度

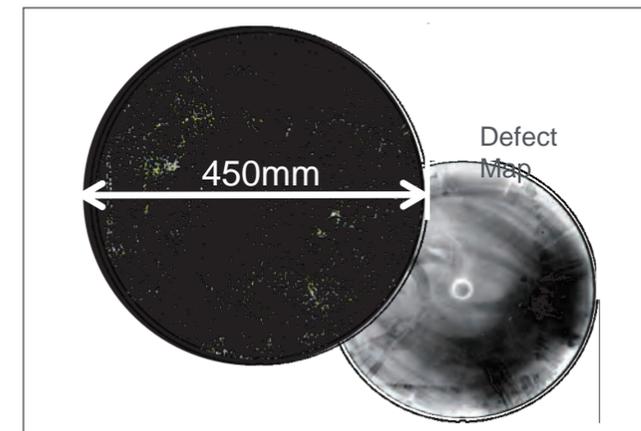
产品让客户能够在真正工艺条件下对整个晶圆表面的温度信息进行监控。先进的半导体制造工艺对温度更加敏感，因此，监控温度变化已成为半导体生产中一个愈加关键的要素。

工艺与设备工程师在以下几个方面使用 SensArray 热量信息：晶圆表面温度监控是制造设备性能的重要指标。该信息帮助集成电路制造商确保设备正常运行，让他们能够增加设备的无故障运行时间，并降低机台维护成本和拥有成本；多个设备组之间的温度变化是机台检验中的关键参数，从而可以更有效地提高产能；追踪温度变化数据能够加快对工艺偏移的根源分析，并侦测未来可能偏移的趋势。

Brian Trafas 博士表示：“KLA-Tencor 的 SensArray 产品让客户能够大幅增加关键制造设备的无故障运行时间，并改善工艺的一致性。目前客户已投资至少 40 亿美元到 32 纳米晶圆生产线，通过 KLA-Tencor 的无线温度监控这类的产品，能够更快地提升产能并更

高效地使用资本，让集成电路制造商能够提高其投资回报。”

他还介绍了最近一段时间推出的一些新产品。例如，作为业界领先的 EtchTemp 产品补充的 EtchTemp-SE（ET-SE）。ET-SE 可在硅蚀刻制程期间进行温度晶圆监控，以比其他方法更高的信噪比提供温度监控数据。ScannerTemp 允许对干式与浸没式光刻系统进行高度精确的温度监控，其叠层对准性能对热变化高度敏感。它采用平面标准厚度晶圆格式，可以在 20-24°C 的工作范围内提供 0.03°C 的传感器对传感器温度范围，实现以前无法获得的温度监控。新的 WetTemp-LP 在设计上兼容要求这种标准厚度晶圆波形因数的单晶圆和成批湿清洗系统 WetTemp-LP 集成了多个温度传感器，能够提供丰富的空间数据，让用户能够提高产能，并改善湿清洗系统的匹配。



450 毫米晶圆需要更高的检测能力



Surfscan SP3 已实现 450 毫米能力

KLA-Tencor 还推出了 BaseStation 300Z，这是采用智能型前开式标准晶圆盒（Front Opening Universal Pod，简称 FOUP）的存储解决方案，为客户提供了干净且方便的环境，用于 EtchTemp（介电层蚀刻）、EtchTemp-SE（硅蚀刻）、ScannerTemp 和 WetTemp-LP 晶圆的存储、装载和数据传输。

### 拓展新兴领域

自 1976 年以来，KLA-Tencor 就在良率推进方面领先全球市场，包括晶圆、光罩、服务 / 应用。伴随 LED 和太阳能等新兴应用的兴起，公司将继续加大对不断增长的新兴市场的关注和整合收购。

Brian Trafas 博士表示，利用新兴市场的良率管理知识，KLA-Tencor 已把中国 LED 和太阳能市场作为其重点领域。他认为，中国的太阳能公司将占据全球 70% 左右的晶圆产量，到 2015 年可实现 80% 的 C-Si 电池产量。预计到 2015 年中国 LED 衬底和外延公司将分别增长到全球能力的 60% 和 45%。

为此，KLA-Tencor 推出了一系列工艺监控产品组合。在太阳能方面有 ICOS PVI 电池和晶圆检测模块、FabVision 太阳能电池良率管理软件和 P 系列表面形貌检测设备；在 LED 方面有 Candela 8620 缺陷检测和外延工艺控制、ICOS WI 晶圆缺陷检测和 Klarity LED 晶圆缺陷分析等。这些技术和设备的推出充分证明了 KLA-Tencor 在 LED 和太阳能领域的不遗余力。

### 工艺监控是 450 毫米成功的关键

谈到未来几年后可能出现的 450 毫米晶圆的量产，Brian Trafas 博士认为，只有高产量才能抵消昂贵的生产成本，每片晶圆芯片密度将显著增加，在晶圆的边缘会有大量的 die。因此，450 毫米良率的挑战在于边缘缺陷、设备 / 工艺的均匀性及负载效应、晶圆几何效应、严格的工艺窗口 / 设计规则 + 过程 + 晶圆几何。

Brian Trafas 博士称，KLA-Tencor 已拥有了使 450 毫米获得成功的关键技术储备，例如 Surfscan SP3 就具备了裸晶圆和毯覆层薄膜（Blanket Film）检查和表面质量能力。针对 2Xnm 节点的 DUV 感光度和高达 3.5 倍的吞吐量增益，可以将晶圆尺寸延展至 450 毫米，适用于研发或试生产，有助于实现 2Xnm 节点的衬底和芯片制造。

www.kla-tencor.com

# 高速系统提出了许多功耗设计挑战

作者：David G. Morrison，编辑，How2Power.com



电源系统设计也影响了许多应用端技术的进步和变化。

我最近采访了Steve Sandler，讨论了电源设计者需要考虑供电时的RF和高速数字电路的有关问题。作为AEI系统的总工程师，Sandler具有电源和射频系统设计和分析的丰富专业知识。Sandler也是Picotest的董事总经理，该公司专门从事精密测试和测量设备开发，关注电源和射频系统的测试和测量。

由于问题广泛，Sandler归纳了电源设计师从事的射频或高速数字应用考虑的前10名单：

1) 在射频和数字设计中，负载可以非常迅速地改变。Sandler说：“在某些情况下，电源需要在一个时钟周期从满载过渡到空载，或从空载到满载，它可能小于5纳秒，新的FPGA甚至更快。”这将导致显著的信号完整性问题，引发了对电容ESL等寄生效应的关注。

2) 数字和射频设计中经常使用非常复杂的滤波器、稳压器。Sandler建议，这些滤波器可能是必要的，重要的是设计人员了解稳定性和输出阻抗及其影响。在许多情况下，这些滤波器包括射频“珠”，呈现出直流偏置依赖电感，还可以降低稳定性和阻抗。

3) 这些系统大多采用了分布式电源架构，这意味着，一些稳压器连接到电源。Sandler说：“这种配置受稳压器PSRR、串扰的影响，并通过稳压器的反向传输，”串扰是建立在共同电源的一个稳压器反向传输的结果。

4) 低相位裕度（在寿命尽头 $<30^\circ$ 度）不只是一个数字。在 $45^\circ$ 度以下的裕度，PSRR性能、反向传输、动态调节和输出阻抗都会退化。他说，因此，设计者必须满足最低寿命尽头的相位裕度。

5) 虽然线性稳压器经常替代低噪声开关稳压器，Sandler指出，低压差稳压器（LDO），尤其是在较低的

频率，一般噪声很大。“低噪声放大器（LNA）和高速时钟一般不能忍受噪声或很差的电源抑制比（PSRR）。”

6) Sandler还指出，线性稳压器可产生另一个问题。“我们经常发现线性稳压器有多个odB增益穿越，最高在兆赫到几十兆赫，”他说。“这通常是由于电容器与稳压器的距离和钽电容关联的ESL。”另一个电容相关的问题是：PSRR往往因一个输入电容而退化，Sandler表示。

7) 线性稳压器的带宽是另一个考虑，Sandler说，它“一般取决于负载。低相位调节可导致振铃和振铃的调节负载变化。最终的效果是同步幅度和频率调制电源电压。

8) 对于设计师考虑的板级寄生，Sandler提供了需要注意的以下几点。“射频稳压器往往需要评估印刷电路板寄生。通常PCB电容将导致PSRR和其他敏感特性的结果。”

9) 如前所述，射频系统供电测试问题需要特别注意。“最好是测量系统内的电源系统的性能，”Sandler解释说：“精心设置的几个测试点和相应的信号注入器有助于这些测量。”以这种方式测量，包括印刷电路板和元件的寄生效应，以及运行的实际负荷电流和阻抗的影响。电子负载往往会干扰测量，因为它们可能具有电容性。

10) 另一个测试相关的问题出现在电源系统的相位裕度评估。据Sandler说，设计者需要记住，“尽可能评估一个固定稳压器或不允许访问控制回路的稳压器的相位裕度。”这可以使用输出阻抗和群时延测量实现。

这十点决不是电源设计考虑的详尽的清单，而是在努力建立一个有效的高速电源系统的一个起点。牢记这些问题，工程师们就可能避免一些问题，保证项目开发或努力实现系统的性能。

[www.how2power.com](http://www.how2power.com)



## 第十八届中国国际电源展览会 The 18<sup>th</sup> China International Power Supply Society

北京站 2012年5月9-11日 北京展览馆	深圳站 2012年6月20-22日 深圳会展中心	上海站 2012年11月6-10日 上海新国际博览中心
------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------

- ❖ 多地区覆盖：北京、深圳、上海
- ❖ 多目标行业：新能源、LED、自动化、军工制造、电动汽车、环保
- ❖ 全球营销推广：52个精选境外展会

### 电源行业一站式展会宣传平台



深圳站特别推出：电源配套产品采购洽谈会及LED驱动、光伏逆变器、功率器件、电源生产设备四大主题专区

#### 同期活动：

北京站 中国国际国防电子展览会 军品电源技术研讨会	深圳站 电源配套产品订货会、第二届中国电源技术年会 华南自动化展、中国国际电池技术展览会	上海站 中国国际工业博览会 新能源暨绿色电源技术研讨会
---------------------------------	--	-----------------------------------

#### 海外展会：

中国电源学会另精选50余场海外合作展会，助力电源企业拓展国际市场。详情资料请与我会联系索取。

主办单位：中国电源学会  
 承办单位：天津市中源通展览服务有限公司  
 协办单位：《电源资讯》杂志 世纪电源网 21dianyuan.com  
 咨询电话：022-27680796  
 021-24200688 0755-28285637 010-69525295

[meeting.21dianyuan.com](http://meeting.21dianyuan.com)

# 面向汽车电子的创新型 H-PSOF 封装

设立大电流承受能力和高能效的新标准



作者：刘洪，PSDC

英飞凌科技股份有限公司近日推出一种创新型封装技术，为纯电动汽车和混合动力汽车等要求苛刻的汽车电子应用带来更大的电流承受能力和更高效率。新推出的TO封装符合JEDEC标准H-PSOF（散热型塑料小外形扁平引线）。首批推出的采用H-PSOF封装技术的产品是40V OptiMOS™ T2功率晶体管，它们的漏极电流高达300A，导通电阻（RDS(on)）低至0.76毫欧。

性能更高的功率电子元器件，可帮助汽车系统设计人员达到更高的强制性的汽车燃油效率标准，同时满足苛刻的总体排放要求。为达到这些标准，需要采用电流承受能力超过200A，导通电阻低于1毫欧的功率MOSFET，以降低传输损耗并提高总体效率。迄今为止，汽车市场尚未推出满足这些需求的MOSFET。

通过推出H-PSOF封装技

术，英飞凌设立了一个新的里程碑，可提供漏极电流高达300A，导通电阻低至0.76毫欧的40V功率MOSFET。此外，相比通常用于同类汽车应用的标准D2PAK封装（TO-263）而言，H-PSOF封装的尺寸更小，高度更低。H-PSOF封装的面积比目前的D2PAK小20%左右，高度几乎是D2PAK的一半。

英飞凌科技股份有限公司汽车电子事业部总裁Jochen Hanebeck表示：“通过开发创新型H-PSOF封装，加上其深厚的汽车系统专业知识，英飞凌进一步增强了其在汽车和电力电子领域的技术领先优势。这一面向大电流MOSFET的全新封装，能够让我们的汽车系统供应商客户设计出能效和可靠性更高的汽车电子



产品，从而达到汽车油耗和排放的需求。”

H-PSOF封装可帮助汽车电子制造商更好地服务于大电流应用市场。这些应用包括混合动力电动汽

车的电池管理、电动助力转向（EPS）、汽车发电机，以及其它可提高燃油效率和降低排放的大负载应用。美国市场研究公司Strategy Analytics在最近发布的一份研究报告中指出，一个快速增长的应用领域是汽车EPS和启停系统。预计到2016年，该市场的销量将从2011年的4700万套增至1.1亿套以上，年均复合增长率约为19%。

开发H-PSOF封装的主要目标是降低封装电阻，并在具备较大电流承受能力的D2PAK的基础之上，进一步提高封装的电流承受能力。

H-PSOF封装还具备组装和制造上的优势。其特殊的设计可确保良好的可焊性，从而实现可靠的焊接。此外，组装和制造厂还能利用自动光学检测（AOI）设备控制焊接引线，而AOI是表面贴装工艺（SMT）生产线中常有的一部分。

采用H-PSOF封装的首款产品是IPLU300No4S4-R7，它是英飞凌40V OptiMOS T2汽车级功率晶体管产品家族的一员。该家族是节能增效、二氧化碳减排和电力传动应用的全球标杆性产品。IPLU300No4S4-R7的连续漏极电流（ID）为300A，导通电阻（RDS(on)）为0.76mΩ。英飞凌采用H-PSOF封装的器件符合AEC-Q101标准。公司还计划推出更多采用H-PSOF封装的40V和30V汽车级MOSFET。

在互联网上，  
是否有一个杂志网站  
帮助您探索技术资源的迷宫？



... 了解您所在领域的专家？

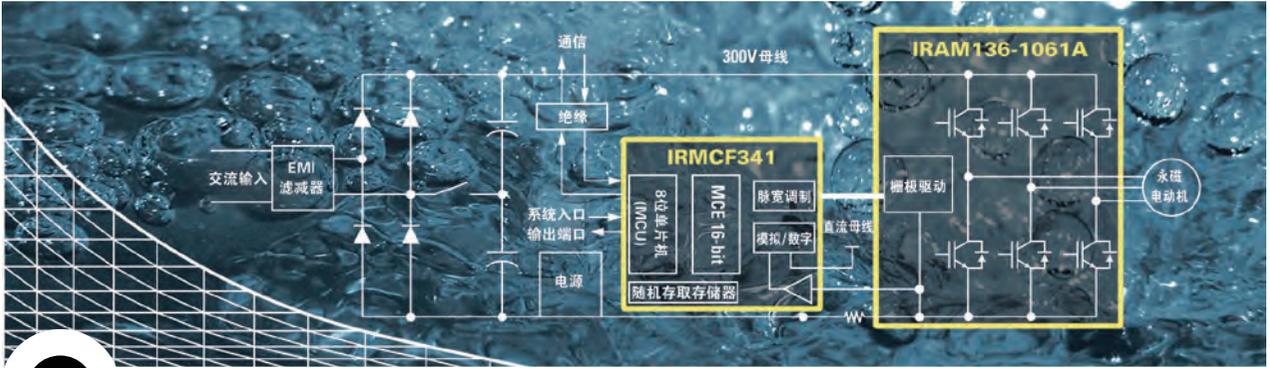
... 为您提供宝贵的职业机会？

而且是免费的资源？

# 请浏览

WWW.HOW2POWER.COM





# 用于直驱洗衣机的简单的无传感器控制

简化设计、提高效率和缩短产品设计周期

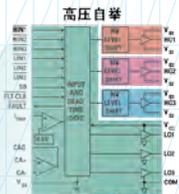
## 数字

- 运动控制引擎 (Motion Control Engine™) 省却了霍尔效应传感器
- 集成微控制器用于应用层面上的软件开发
- 无需编程、简单方便的图形模块编辑



## 模拟

- 模拟信号引擎 (Analog Signal Engine™) 集成了所有用于单电流分流器的信号调整和转换电路
- 行业领先的高压技术

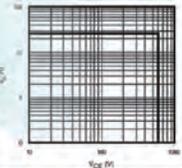


## 功率

- 使用3相单片栅极驱动集成电路，与高效率Trench型IGBT匹配
- 绝缘金属基片技术，减小电磁干扰(EMI)
- 替代超过20个分立元件



矩形反向安全工作区(SOA)



# iMOTION™



国际整流器公司(IR)的iMOTION简化了滚筒式和波轮式洗衣机的可变速电机控制设计，它可以改进洗涤过程、并且能将能源消耗减少达70%。有了iMOTION设计平台，你可以设计具有以下特性的系统：

- 在几天内对电动机进行评估，而不是用几周的时间
- 在没有增加系统成本的前提下提高运行效率
- 帮助你满足紧迫的设计进度要求

为实现行业领先的电机控制选择iMOTION设计平台

[www.irf.com](http://www.irf.com)  
[www.irf.com.cn](http://www.irf.com.cn)



如有任何查询，请利用IR网上[客户关系管理]回执与我们联系。  
网址：[www.irf.com.cn/contact](http://www.irf.com.cn/contact)。

IR的iMOTION(代表智能运动控制)、Motion Control Engine和Analog Signal Engine是国际整流器公司的商标。

International  
**IR Rectifier**  
THE POWER MANAGEMENT LEADER