

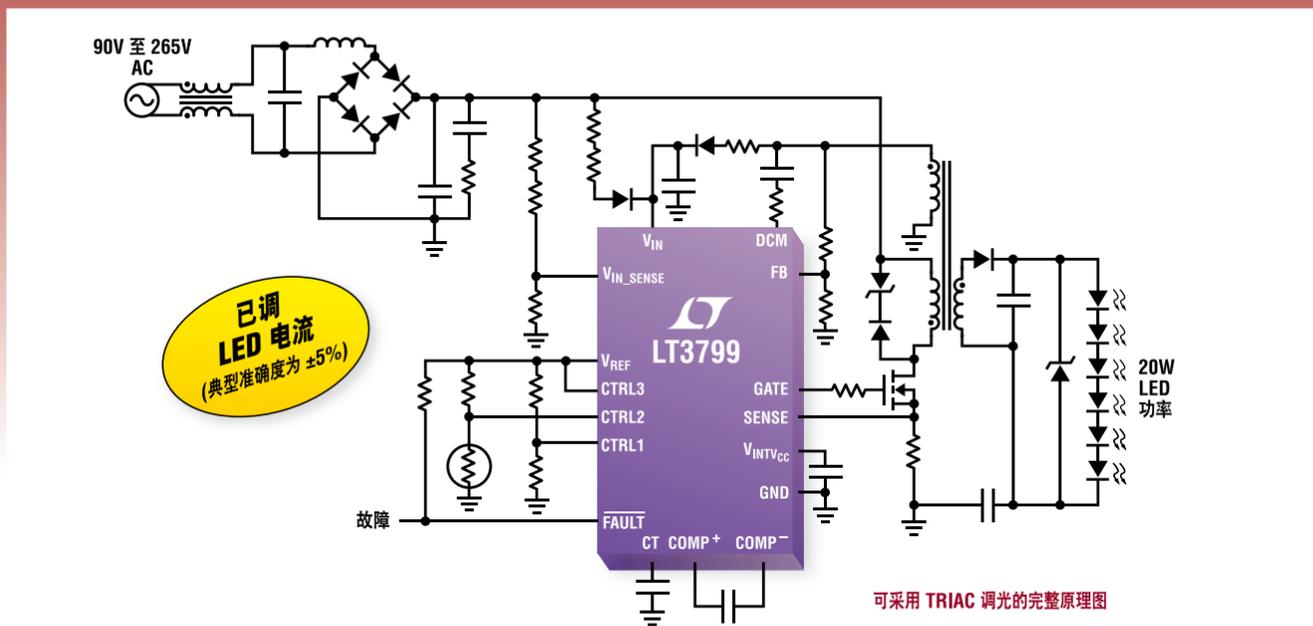


# 功率系统设计: 推动全球创新



特别报道: 汽车电子 (PG 33)

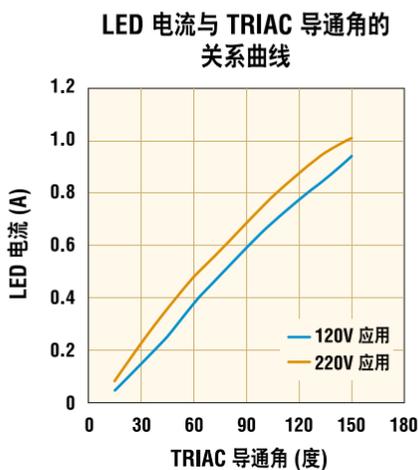
# 具备有源 PFC 功能的 隔离式 LED 电流控制



可采用 TRIAC 调光的完整原理图

## 可采用 TRIAC 进行调光的 LED 驱动器无需光耦合器

我们的 LT<sup>®</sup>3799 隔离式 LED 控制器具备有源功率因数校正 (PFC) 功能, 专为在 24V 至 480V+ 的宽输入范围内驱动 LED 而设计。该器件非常适合那些需要 4W 至 100W+ LED 功率的 LED 应用, 并且与标准的 TRIAC 壁式调光器相兼容。LT3799 的独特电流检测方案可将一个经过良好调节的电流输送至副端, 并无需采用光耦合器, 使其能够提供 ±5% 的 LED 电流准确度。这款器件还具有低谐波失真, 并可提供高达 90% 的效率。开路保护和短路 LED 保护确保了长期的可靠性, 而简单和紧凑的解决方案占板面积则能满足众多应用的需要。



### ▼ 查询详情

[www.linear.com.cn/product/LT3799](http://www.linear.com.cn/product/LT3799)

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



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

LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标签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 北京电话: (86)10-6801-1080 上海电话: (86)21-6375-9478  
 深圳电话: (86)755-8236-6088 武汉电话: (86)27-8665-9231 成都电话: (86)28-8555-9725

艾睿电子亚太有限公司 Arrow Asia Pac Ltd. [www.arrowasia.com](http://www.arrowasia.com)  
 香港电话: (852)2484-2484 北京电话: (86)10-8528-2030 上海电话: (86)21-2215-2000  
 深圳电话: (86)755-8836-7918



矽统科技有限公司 Cytech Technology Ltd. [www.cytech.com](http://www.cytech.com)  
 香港电话: (852)2375-8866 北京电话: (86)10-8260-7990 上海电话: (86)21-6440-1373  
 深圳电话: (86)755-2493-8811  
 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)3511-9911 北京电话: (86)10-8225-0019 上海电话: (86)21-6441-1811  
 深圳电话: (86)755-3398-2850  
 派普电子有限公司 Premier Electronics Limited [cn.element14.com](http://cn.element14.com)  
 北京电话: (86)10-6260-8088 上海电话: (86)21-6196-1388 深圳电话: (86)755-8305-4888

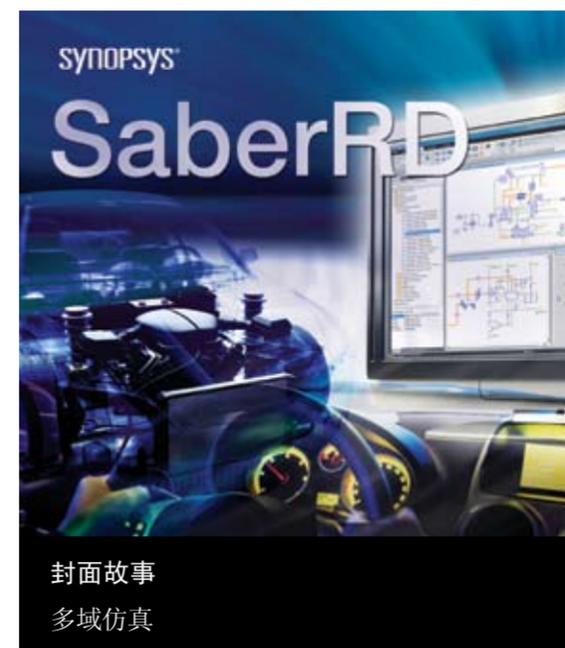


## 功率系统设计: 推动全球创新

[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
- 4 产品聚焦  
先进 MEMS 技术挑战极端环境应用
- 5 精英观点  
功率电子行业的好消息  
作者: Cliff Keys,  
主编, Power Systems Design
- 6 市场观察  
汽车工业演绎狂野西部  
作者: Alastair Hayfield, IMS Research
- 7 设计指南  
开关电源的频率响应 (四)  
作者: Ray Ridley 博士,  
Ridley Engineering
- 9 技术访谈  
PCIM Asia 为中国“绿色”节能助威  
作者: 刘洪, PSDC
- 16 创新研发人才这样打造  
作者: 刘洪, PSDC
- 18 封面故事  
作者: Thorsten Gerke, 业务发展经理  
Kurt Mueller 商业开发和咨询服务管理  
器, Synopsys
- 21 技术特写  
电源管理  
检测和管理电池电量的智能 MCU 固件算法  
作者: Youbok Lee,  
Microchip Technology
- 25 电源  
利用扩频时钟技术减少电磁干扰并改善信号完整性  
作者: Jeffrey Batchelor 和 Jimmy Ma,  
Silicon Labs
- 28 能效设计  
能源效率成为数据中心服务器的焦点  
作者: Arman Naghavi, IDT
- 34 特别报道:  
汽车电子  
转向汽车娱乐  
作者: Bill Boldt, 飞兆半导体
- 37 助推节省燃料  
作者: Bruce Haug, 高级产品市场工程师,  
凌力尔特公司
- 40 针对汽车应用的高能效解决方案  
作者: 安森美半导体



封面故事  
多域仿真



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)

- 43 保持凉爽  
作者: Volker Demuth, 产品经理, 赛米控
- 46 职业发展  
电动汽车充电站: 电源设计的一个新出路  
作者: David G. Morrison, How2Power
- 48 绿色视点  
助力打造更环保的世界  
作者: 刘洪, PSDC



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: 2011年7/8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

第七卷, 第四期



# 为物联网建设提速

近年来, 物联网概念深入人心, 物联网建设全面提速。作为物联网建设的重点和热门技术, ZigBee具有成本低、功耗低、可靠性高、扩展性高、网络自愈能力强等特点, 可为工业控制、智能电源、医疗电子、家庭与楼宇自动化等短距离无线传输带来无限可能。在这样的大背景下, 德州仪器模拟器件事业部业务拓展经理周翔会同北京星谷科技公司创始人范晨与媒体分享了该技术的最新发展趋势, 以及德州仪器ZigBee技术在具体领域的部署和使用情况。

德州仪器推出的首款针对远程应用全面优化的 IEEE 802.15.4 片上系统 CC2533, 不但能够以比其它同类器件更低的功耗及材料清单成本与更高的可靠性构建单芯片远程控制, 而且还可为家庭娱乐设备 (电视、机顶盒、蓝光播放器以及家庭影院等) 提供独特的解决方案。此外, 德州仪器还提供包含参照设计与范例应用的免费 RemoTI™ 协议栈, 可实施远程控制与目标控制器, 加速产品上市进程。CC2533 是业界首款专为 ZigBee RF4CE 芯片市场设计的器件, 其建立在此前推出的业界验证的 CC2530 片上系统基础之上。

德州仪器在 ZigBee RF4CE 标准开发中发挥了重要作用, 其低功耗 RF 软硬件系列产品将进一步促进 RF4CE 在新一代消费类电子产品中的渗透。随着消费者不断要求新的功能与创新, ZigBee RF4CE 将进一步促进技术发展, 为用户提供更好的独特家居体验。

作为业界领先的产品供应商和技术服务商, 北京星谷科技提供基于无线流媒体的各项产品与服务。星谷科技前瞻性的将标准化作为产品开发的基石, 坚持遵循并参与制订国际标准, 追求产品在产业链中的普遍适用性, 从而提供市场上最具竞争力的无线流媒体解决方案。

该公司推出的多个成功案例通过整合视频、语音、数据、3G 无线网络和无线传感器网络的力量, 正在推动无线流媒体业务的发展, 为用户提供更贴心, 更安全, 更便捷的服务。

全面创新无线网关应用内涵, 推出融合 3G、WLAN 和无线 ZIGBEE 传感技术于一体的物联网智慧网关 --VHOME200, 该产品集语音电话、无线上网、安防报警和智能控制于一体, 为用户提供一站式完整应用, 从而为移动运营商提供面向商铺和家庭市场的最具竞争优势的产品及运营解决方案。

数字家庭应用中的 ZigBee-IP 网关基于可扩展架构设计, 可不断扩展新外设, 例如 WIFI 数码相框, ZIGBEE 无线插座、ZIGBEE 万能遥控器、ZIGBEE 能量仪、ZIGBEE 血压计、ZIGBEE 体重计等。

刘洪  
功率系统设计主编

powersdc@126.com

## 罗杰斯公司在电力电子领域又一创新——融合母线与PCB科技

### RO-LINX® PowerCircuit™ 复合母线

- 3D造型能力
- 高电流
- 优化热性能
- 适用于大规模组装生产

The world runs better with Rogers.®



[www.rogerscorp.com/pds](http://www.rogerscorp.com/pds)

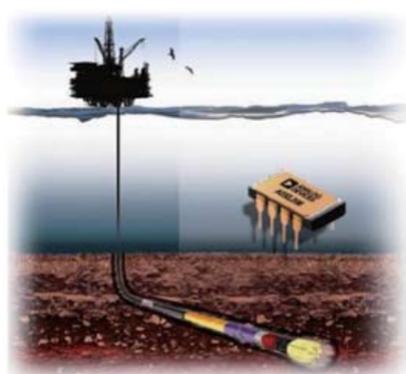
# 先进MEMS技术挑战极端环境应用

## 详解iMEMS双轴加速度计

Analog Devices, Inc. (ADI) 最近正式推出高精度、低功耗、提供信号调理的模拟电压输出的双轴 iMEMS<sup>®</sup> 加速度计 ADXL206。ADI 微机械产品线高级应用工程师赵延辉向媒体详细介绍了 iMEMS 双轴加速度计单芯片 ADXL206 的特点及其应用领域。

赵延辉介绍说, ADXL206 的测量程加速度测量范围为 ±5 g, 既能测量振动等动态加速度, 也能测量重力等静态加速度。保证的工作温度范围为 -40°C 至 +175°C, 具有出色的整体稳定性, 非常适合用于地质钻探工具和其它极端高温工业应用。ADI 公司的 MEMS 惯性传感器代表了高性能, 可以满足各种应用的一项或多项需求, 而不只是关注基本运动检测或新颖的功能, 如至关重要的系统性能参数; 增强安全或可靠性; 高精度测量和诊断; 极端工作环境。新器件具备在各种冲击、振动和高温等极端条件下, 保持灵敏度、噪声和零点精度等关键特性的能力; 提供极具价值且至关重要的系统性能改进, 从而实现提高效率、减少系统停机时间及其它可观的好处。

他表示: “我们没有使用额外的温度补偿电路, 而是采用创新的设计



ADXL206 iMEMS 加速度适用于极端环境应用。

技术来确保从内部实现高性能。因此, 它基本上不存在量化误差或其它非单调性, 温度迟滞非常低, 在 -40°C 至 +175°C 的整个温度范围内通常小于 2mg。这款产品再次彰显了 ADI 公司在高性能 MEMS 惯性传感器领域的领导地位。”

他说: “一方面, 设计师结合各种智能钻探系统, 以力求不断深入地, 另一方面, 又不得不在功耗、尺寸和空间要求与获得更多信息之间作出权衡。ADXL206 iMEMS 加速度计不仅是一款极为紧凑的解决方案, 而且大幅降低了功耗, 单轴功耗从 10mA 以上降至 0.5mA 以下。”

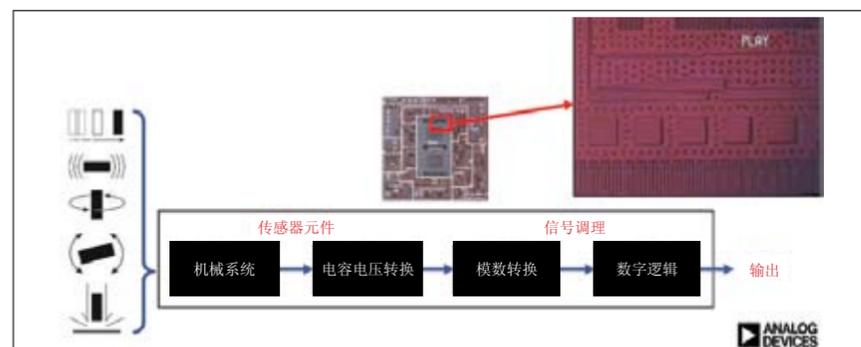
ADXL206 iMEMS 加速度计的典型噪底为 110µg/√Hz, 因而在倾斜检测应用中, 可以利用窄带宽 (<60Hz) 解析 1mg (0.06° 倾角) 以下的信号。根据应用需要, 可以选择 0.5Hz 至 2.5 kHz 范围内的带宽。ADXL206 提供 13 mm × 8mm × 2mm、8 引脚侧面钎焊陶瓷双列直插式封装 (SBDIP)。

ADXL206 iMEMS 加速度计主要特性包括: 温度范围: -40°C 至 +175°C; 分辨率: 1mg (60Hz); 低功耗: 700µA (VS = 5V, 典型值); 高零 g 偏移可重复性; 高灵敏度精度; 抗冲击能力: 3500 g。

ADI 公司之所以能够推出这种满足极端环境要求的器件, 完全依赖于其 20 余年 MEMS 和高性能信号处理的集成经验、40 余年的信号处理经验, 以及 20 余年的成熟 MEMS 经验。为了从 MEMS 内核获得更高的性能, 其传感器与信号处理结合在一起。这正是 ADI 公司的核心优势。

更多信息:

- 下载数据手册和查看产品页面: <http://www.analog.com/zh/pro523/adxl206>
- 申请样片: <http://www.analog.com/zh/pro523/adxl206>
- 了解有关 iMEMS 低 g 加速度计的更多信息: <http://www.analog.com/zh/pro523/lowg>
- 查找 ADI 公司关于 iMEMS 惯性传感器的应用笔记和技术文章: <http://www.analog.com/zh/pro523/mems>
- 观看产品视频: <http://www.tudou.com/programs/view/OjKzviVpA8A/>  
[www.analog.com/zh/index.html](http://www.analog.com/zh/index.html)



ADI 公司的核心优势。

# 功率电子行业的好消息

作者: Cliff Keys, 主编, Power Systems Design



我有幸与飞兆半导体高电压半导体技术副总裁托 Thomas Neyer 见面, 讨论了公司新的高电压研发中心。

在 Fairchild 工作之前, Thomas 曾在上海宏力半导体担任执行副总裁兼研发和晶圆厂运营主管, 对在亚洲建立的第一个差异化技术的晶圆厂做出了贡献。Thomas 拥有维也纳科技大学的物理学博士学位。

这对我来说是一次愉快的会面, 飞兆半导体介绍了新型高电压研发中心, 它将开发用于汽车和工业市场的创新产品。Thomas 现在正在评估公司令人振奋的新合资企业的合适地点。

Thomas 向我解释说, 使用低排放清洁能源的电动和混合动力电动汽车是飞兆半导体的重点, 公式有条件利用这个利润丰厚的市场。目前, 日本供应商在 HEV 市场的份额超过了 50%, 但战略分析家预测, 到 201 年电动车的市场需求分布将更加均匀。飞兆半导体的机会是巨大的。因此, 会对这个

研发中心进行投资。新中心的范围将包括: ? 器件和流程模拟? 设计和布局? 表征和测试实验室? 工艺集成和器件架构? 新材料和模块的开发。

新中心的范围将包括:

- 器件和流程模拟
- 设计和布局
- 表征和测试实验室
- 工艺集成和器件架构
- 新材料和模块的开发。

在初始阶段, 飞兆半导体目前正在建设这一鼓舞人心的团队, 扩大在慕尼黑的中心, 包括具有很高战略意义的基础和科学研究。

这个团队的使命将是为高电压应用推进飞兆半导体在功率技术和产品组合方面的行业领先地位, 目标是工业、汽车和消费市场。

新中心的启动团队将解决未来一代 IGBT 和 SuperJunction 器件概念, 利用先进的工艺和器件模拟技术建立飞兆半导体先进 6/8 英寸制造工厂新处理模块。因此, 将建立相应的晶圆级器件特征分析、建模专业知识和先

进的高功率封装技术。

中期目标是更努力开发宽带隙开关和整流器, 预计在高功率和高效率类型应用中将有大的市场份额。

值得注意的是, 为了抢占先机, 飞兆半导体最近收购了 TranSiC, 拥有了 IP 和 SiC 技术的专长。此外, 飞兆半导体正在评估几个 GaN 技术的项目, 在慕尼黑的研发中心将有助于成熟和商业化新的产品线。

当然, 这是飞兆半导体的好消息, 也是我们行业的好消息。

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

# 汽车工业演绎狂野西部



作者: Alastair Hayfield, 汽车和运输研究总监, IMS Research

难得有机会追溯到过去, 但是目前研究的电动汽车产业让我们回顾了进入19世纪晚期的一个引人入胜的情景, 当时, Diesel、Benz和其他厂商为下个世纪的汽车工业留下了不可磨灭的印记。

电动车早已不是什么新鲜事, 但像在早年一样, 它现在是一种“野性”的创新和探索, 只是时间有一个点不确定性。在实施方面有不同的选择——我们应该采用电池还是混合动力? 什么类型的混合? 充电也有不同的看法——交流? 直流? 快或慢? 大家都知道上述设计将是下一个看点。

那么, 过去可以告诉我们未来吗?

机会带来创新, 反之亦然。电动车, 无论是哪种类型 (IMS Research 预测 2021 年生产的 15% 轻型车辆将被“电到”, 2010 年仅为 1.5%), 车辆原始设备制造商、一级制造商和其他供应链中的供应商根据明确的而不断增长需求加入了电动车行列。

与“常规”内燃机汽车相比, 混合动力汽车和电动汽车的要求远远高于半导体内容, 最显著的是电池管理系统和用于驱动主电机的变频器。IMS Research 估计, 每辆电动汽车的动力传动系统的半导体内容将在 2021 年达到 600 美元以上。

IMS Research 预测, 到 2021 年, 电动汽车动

力传动系统的半导体机会将接近 100 亿美元。这一增长大部分是由功率分立器件推动的, 核心部件是电动车逆变器和 AC/DC 电源供应器。事实上, 预测 2021 年功率分立器件和模块的总销售额将在 80 亿美元以上。

电池管理系统是另一个领域, 半导体供应商都在“虎视眈眈”。锂离子电池技术为电动车车载电源建立了事实上的“标准”。稳定性不如镍氢, 锂离子电池需要更多的电池管理 (温度监控、电池平衡等), 从而增加了半导体内容。IMS Research 估计, 锂离子电池的半导体内容将是目前镍氢电池的五倍, 大部分来自电池组电压监测需要的 ASSP。

汽车 OEM 在内燃机设计方面有相当多的知识产权。混合动力汽车和电动汽车市场上也同样如此, 电动机控制理论是保持自主专门知识的方法之一。

控制高速电动机所需的许多专业知识可以在工业自动化或汽车行业发现。这些市场的玩家们正在把目光投向电动汽车市场, 尤其是“现成的”逆变器模块。不仅这些“模块”可以发挥自己的长处, 而且它们也给汽车原始设备制造商带来了机会, 通过外包电机控制设计可以减少研发成本。

汽车原始设备制造商作出了一个重大决定: 他们是单独设计电机控制, 以保留“引擎知识产权”, 还是与现有的专家合作, 以利用他们的经验优势呢? 我们拭目以待。

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

# 开关电源的频率响应 (四)

## 环路增益测量注入技术



作者: Ray Ridley 博士, Ridley Engineering

在这篇文章中, Ridley 博士延续了开关电源频率响应的话题, 详细说明了分析仪如何连接来测量一个电源或任何其他反馈系统的开环增益, 同时保持闭环和稳压。

### 电源环路增益

一个电源的环路测量总是应该做的事情。正如在以前的文章指出的, 需要专门的设备来隔离注入频率, 同时存在大量噪声时测量它们。环路测量需要一些技巧来实现, 但它为电源开发阶段, 以及最后生产装配的非常敏感测量提供了一个强大的设计指导。

图 2 显示了一个反馈环路开关电源。输出电压与参考进行了比较, 所不同的是通过反馈误差放大器进行放大。该误差放大器的输出信号所使用的 PWM 调制器设置电源开关的占空比。环路增益测量包括对功率级增益 (dB), 加上反馈补偿增益 (dB)。

图 2 显示了如何能用一个物理上断开的 (Broken) 环路和一个有偏移注入补偿进行概念上测量的方法。

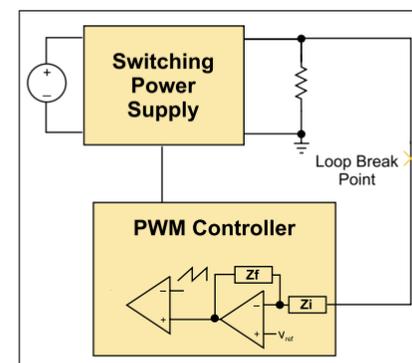


图 1: 反馈环路电源。

尝试用这种方法测量环路增益有两个问题。首先, 采用高增益反馈放大器, 系统要对注入信号施加完全合适的 dc 偏移来防止误差放大器饱和是不可能的。

其次, 根据整个频率范围内许多量级环路增益的变化, 采用此测量技术注入信号的大小也需要按相同的量改变, 以保持相对稳定。

### 用注入信号断开环

图 3 显示了我们如何克服高环路增益测量问题的方法。在该电路中, 从电源的输出端到误差放大器的反馈环路中插入了一个 20 欧姆的电阻。该电阻值不是很关键, 但它应低于补

偿网络的反馈电阻。

如图所示, 测试电压通过变压隔离器差分注入电阻两端。在被测量的环路范围内, 变压器应该有一个合理的平坦响应。这个值通常是从 10Hz 到超出开关频率。对于功率因数校正电路, 它可能需要低至 0.1Hz。10MHz 的高频段可能需要高频率转换器。

有了这种技术, 环路可保持关闭, 以稳压输出电压, 但电阻两端的电压有助于测量开环增益。实际上, 我们是在电子上断开了环路, 迫使两边电阻的环路输入和输出信号之间出现差异。环路只在注入频率时电子上开路 (electronically opened), 并在所有其它频率条件下保持闭环和稳压。

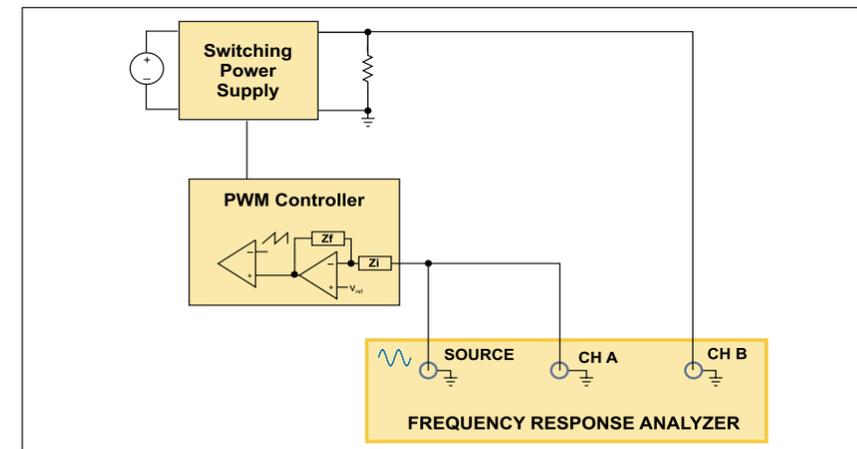


图 2: 有物理断开的环路增益测量。

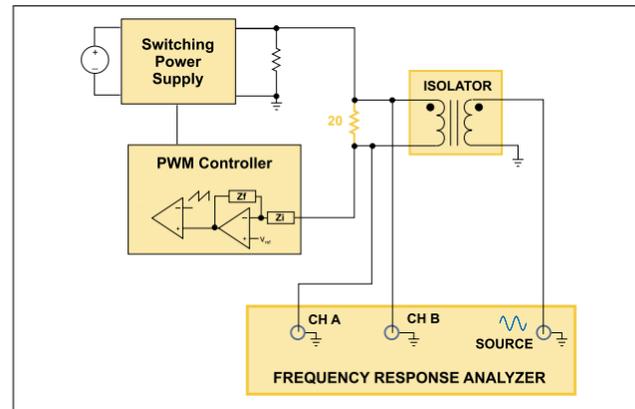
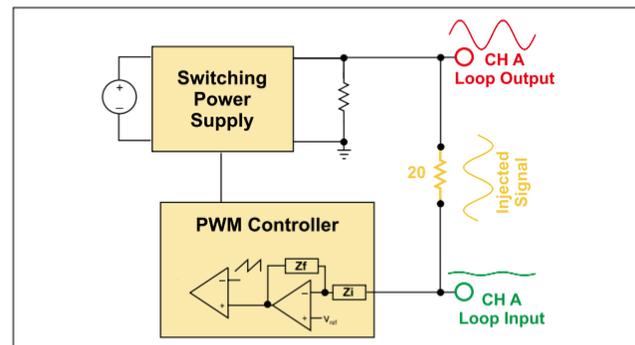


图 3: 有电子断开的开环增益测量。

图 4: 低频环路注入, 增益大于  $0\text{dB}$ 。

注入的信号是由频率响应分析仪设置的。但是, 是电源环路增益决定了输入和输出信号的大小。在任何时候, 输入和输出信号之间注入的信号都将是不同的。信号将被分布在对地注入电阻的两边, 取决于电源的环路增益。下面说明了这一点。

#### 不同频率的环路注入

图 4 显示了一个信号 (金色) 对  $20\ \Omega$  电阻的注入。由于在这个注入频率环路增益很高, 大多数注入信号出现在电源环路的输出端, 如红色波形显示。环路的输入以绿色显示, 由该频率的环路值进行了衰减, 而且这里看到了非常小的注入信号。在任何时候, 输入和输出信号的矢量和都将等于注入信号。这两个信号的相对相位由该频率环路增益的相位给出。

请注意图中所有信号。4-6 显示的是无噪声, 以更好说明环路注入的概念。在现实中, 所有这些信号都将处于噪声当中<sup>[1]</sup>。

图 5 显示了环路增益交叉频率附近频率的信号。任注入电阻两端的输入和输出信号现在大约相等, 它们之间的相移给出了交叉点的环路增益。

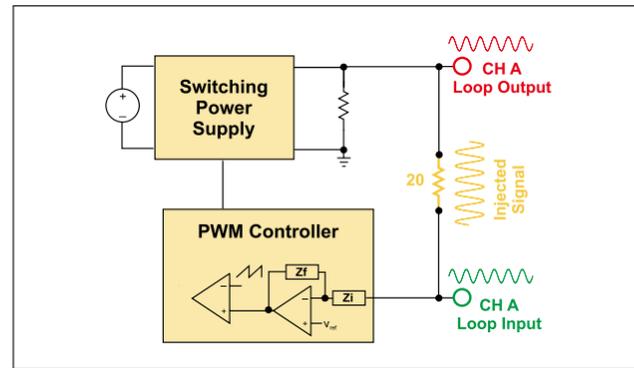
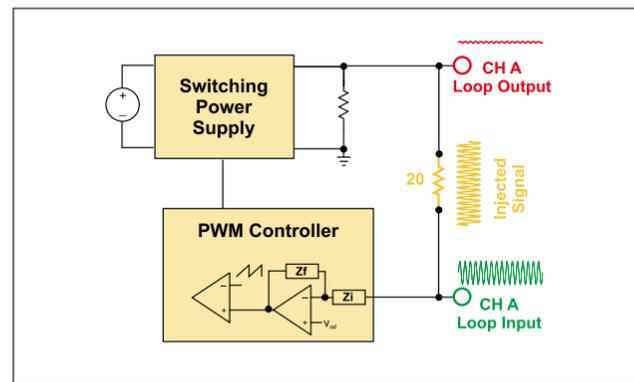
图 5: 中频环路增益约  $0\text{dB}$  的注入。图 6: 高频增益低于  $0\text{dB}$  的环路注入。

图 6 显示了超出环路增益交叉频率的高频率的信号。在这个频率, 输入信号较大, 输出信号较小, 但是矢量和仍等于注入频率。

在整个注入频率范围, 输出信号不能比注入信号更大。这解决了试图注入开环系统时遇到的第二个问题, 如图 2, 注入信号并不需要改变几个数量级, 以保持扰动信号的大小不变。在大多数情况下, 仍然需要随频率调整, 以获得最佳的测量。在本系列的下一篇文章中, 注入信号的大小测量及其对环路影响将考虑这个问题。

#### 结论

环路增益对所有开关电源都是重要的测量, 因为它要提供稳定的、闭环性能、长期耐用性控制, 以及电源构建涉及的许多敏感测量的重要信息。本文介绍了正确测量电源环路注入的行业标准技术。

#### 参考文献

- “开关电源频率响应, Parts 1-3”, 功率系统设计杂志, 设计技巧。http://www.powersystemsdesign.com  
www.ridleyengineering.com

# PCIM Asia 为中国“绿色”节能助威



作者: 刘洪, PSDC 主编

PCIM (电力转换与智能运动) 也成为了一项国际性的展览活动, 为来自电力电子产品及其驱动技术和变电质量应用界的广大专业人士提供了一个良好的交流平台, 使他们有机会领略电力电子产品和系统领域的最新研发成果。

PCIM 2011 亚洲电力电子展及会议 (PCIM Asia) 于 2011 年 6 月 21-23 日上海举行。与德国纽伦堡一年一度的 PCIM 欧洲展览会一样, 在中国, PCIM 也成为了一项国际性的展览活动, 为来自电力电子产品及其驱动技术和变电质量应用界的广大专业人士提供了一个良好的交流平台, 使他们有机会领略电力电子产品和系统领域的最新研发成果。会议与展览会的完美结合, 保证了展会的高质量要求,



PCIM Asia 剪彩仪式

从而也成为连接业界与科研成果的纽带,

而这这正是 PCIM Asia 的特色所在。

在 PCIM Asia 上, 记者走访了一些国际知名的厂商, 他们无不在为中国“绿色”节能应用呐喊助威, 展示了其最新的技术和产品。这些产品有的已经在中国的与功率相关的领域发挥巨大的作用, 一些新推出的产品也吸引了广大参观者驻足, 相信将在今后的中国“绿色”节能应用中大展身手。以下将介绍几家颇具实力的厂商展示的优势技术和特色产品。

## 三菱电机: 历程九十载, 演绎新技术

三菱电机携多款新产品参加了今年 PCIM 亚洲展 2011。在三菱电机机电 (上海) 有限公司的记者招待会上, 三菱电机功率半导体制作所所长西村隆司先生与媒体分享了当前的功率模块市场情况、日本大地震的影响、中国市场策略 (风力和太阳能、变频家电、混合动力汽车和纯电动汽车) 及三菱电机的发展大计。

#### 专攻功率器件, 成绩斐然

西村隆司先生首先介绍说, 三菱电机创立于 1921 年, 是全球知名的

综合性企业集团。在最新的《财富》500 强中榜上有名。作为一家技术主导型企业, 三菱电机拥有多项领先技术, 并凭强大的技术实力和良好的企业信誉在全球的电力设备、通信设备、工业自动化、电子元器件、家电等市场占据着重要的地位。



90 多年来, 三菱电机一直在功率

领域独树一帜。其功率器件始于 1956 年开发的高功率二极管, 后来又开发了大功率晶闸管、IGBT 专利、晶体管模块、GTO 等等; 1989 年, 三菱进入了 IGBT 模块时代, 至今已经开发出第六代 IGBT 模块; 也是在 1989 年, 三菱电机发明了 IPM (智能功率模块), 并于第二年大规模生产; 此后又开发了牵引用 HV-IPM、高性能变频器 ASIPM、牵引用有源钳位 MVIIPM、家用逆变器 H/A 及车用 DIIPM、车用 EVIPM、功率因数调整用 DIPFC™、1200V 的 DIIPM™、太阳能发电 PV-

IPM、集成碳化硅 FWD 的 DIPIPM™ 等。

三菱电机半导体产品在电机控制、电源和白色家电应用中帮助客户实现了变频、节能和环保需求。三菱电机机电（上海）有限公司更把弘扬国人智慧，开创机电新纪元视为责无旁贷的义务与使命，凭借优越的技术与创造力推动着产业的发展，促进了社会繁荣。

### 家电变频技术

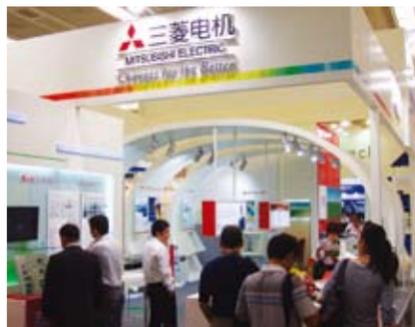
三菱电机一直致力开发新技术。在 PCIM 2011 亚洲展上，三菱电机向参观者介绍了其出色的家电变频技术，包括受业内欢迎的第 4 代 DIPIPM™（双列直插式智能功率模块）模块 PS219AX 系列和正在开发的第 5 代超小型 DIPIPM™，向参观者推介更低耗能、成本、和噪音的变频家电节能技术。

第 5 代超小型 DIPIPM™ 采用第 6 代全栅型 CSTBT™ 硅片，硅片结温最高可达 150℃，且模块内下桥臂控制芯片带有温度模拟量输出功能，可以更好的监控模块的温度，从而提高系统的可靠性。

去年推出的第 4 代 DIPIPM™ 模块 PS219AX 系列，为用户实现了“三低”，即更低耗能、成本、和噪音，因而备受推荐。它采用了全栅型 CST-BT™ 硅片，获得了优化的饱和压降与关断损耗的折衷关系，从而很好地降低变频设备的能量损耗。

近年来，为了节能和获得更好的性能，变频电机驱动系统已得到广泛应用，其电流应用由几百安培至几安培均一一具备。三菱电机在 1997 年最早推出压注模双列直插式智能功率模块（DIPIPM™），并在白色家电和工业电机变频驱动中得到广泛应用。

DIPIPM™ 作为变频家电功率转换部分的核心组件，它集成了功率器件及其驱动保护芯片，从而大大减少



电力损耗达到节能效果。以变频家电为例：变频空调比定速空调节电 20-30%；变频冰箱比常规冰箱节电 50% 左右；变频洗衣机比常规洗衣机节电 50% 左右，在节水方面，变频洗衣机比常规洗衣机节水 30-50% 左右。

### 先进的汽车用功率半导体模块

三菱电机向参观者介绍了汽车用 J 系列 EV-IPM 和 J 系列 EV T-PM，高性能、超可靠、低损耗的汽车用功率半导体模块吸引了广大观众。

受到近几年环保意识提高的影响，混合动力汽车和电动汽车等市场不断扩大。由于对汽车有着很高的安全性要求，因而对用于汽车马达驱动的功率半导体模块，也要求其具有超出普通工业用途的可靠性。

三菱电机引领业界之先，于 2004 年采用以硬质树脂封装功率半导体硅片的压注模封装技术，生产出可靠性高且无铅化的汽车用功率半导体模块。这次，三菱电机又推出了新的汽车用功率半导体模块 J 系列 EV-IPM 和 J 系列 EV T-PM。

J 系列 EV-IPM 采用第 5 代 LPT-CSTBT™ 硅片技术，模块内硅片上集成电流和温度传感器，杂散电感低。模块采用自 1997 年以来已成功量产的先进制造工艺，实施从模块材料到零件与生产履历的硅片级可追溯性管理，满足 ELV 汽车的安全规格。目前开发中的 J 系列 EV-IPM 产品的电流电压等级分别有：300A/600V、600A/600V、

150A/1200V 和 300A/1200V。

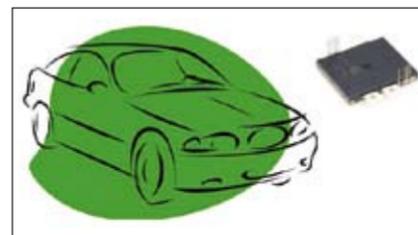
J 系列 EV T-PM 采用低损耗的第 5 代至第 6 代 LPT-CSTBT™ 硅片技术，模块内硅片上集成电流和温度传感器。模块内部构造不同于以往用铝电线连接功率半导体硅片和主端子，而是采用 DLB 构造，成功将主端子延长，使之直接与功率半导体硅片焊接。利用 DLB 构造提高了模块的可靠性。

### 推进新能源发电应用

三菱电机最新开发的 Smart-1 系列 IGBT 模块首度 PCIM 2011 亚洲展中亮相，连同其大受市场欢迎的 V1 系列 IPM、新型 PV-IPM 和新型 MPD 系列模块，向参观者展示其强大的变频工业技术，为客户提供面积更小、损耗更低、和容量更大的功率模块。

三菱电机的最新开发的 Smart-1 系列 IGBT 模块，采用第 6 代 CST-BT™ 硅片技术和自动压接装配技术。模块的饱和压降低，功率损耗低，且硅片结温可高达 175℃，硅片运行温度最高可达 150℃。

Smart-1 系列 IGBT 模块主要应用于工业变频电机驱动和伺服驱动，已开发出的模块电路拓扑有两种，一



J 系列 EV-IPM



V1 系列 IPM 模块



新型 PV-IPM



新型 MPD

种是集成整流、逆变、制动的 CIB (Converter Inverter Brake)，另一种是 6 合 1 模块。其中，CIB 模块的电流 / 电压等级有 15A 至 35A/1200V，6 合 1 模块的电流 / 电压等级有 25A 至 50A/1200V。

近年来为了更有效的利用能源，频率可调的变频器广泛使用于工业电机的驱动控制系统。变频器的输出部分普遍采用内置驱动电路、保护电路的功率半导体模块 IPM 来高速开关电流。因此需要损耗低、功率大且尺寸

小的 IPM。

三菱电机在 1998 年推出工业用 2 单元 V 系列 IPM。现在推出大功率电机用的低损耗小型 V1 系列 IPM，可用于 37kw 以上的变频器和 15kw 以上的伺服驱动器等。新的 V1 系列 IPM 把三菱电机早期的 2 单元 S 系列和 V 系列 IPM 统一成两种封装，采用 CST-BT™ 硅片具有低损耗的优点，最优化的集成在硅片上的温度传感器，功率循环能力较以前的产品相比得到显著提高。电压分别有 600V 和 1200V 两个等级，电流从 200A/1200V 到 800A/600V，产品丰富。V1 系列 IPM 使得变频器的功率损耗与老产品相比降低约 20% (PM300DV1A120 与 PM-300DVA120 相比较)。另外，V1 系列 IPM 在每一个硅片上都有温度传感器用于检测温度，与老产品 V 系列 IPM 相比，新的 V1 系列 IPM 的温度保护功能得到增强。

为了抑制地球暖化，现在极力推进利用自然能源的太阳能发电系统。住宅用的太阳能发电系统将太阳能电池板的直流电转换成交流电。由于调整电压的功率变换器安装在室内，所以需要功率变换器的尺寸尽可能的小。三菱电机推出的新封装型 PV-IPM 使得太阳能发电系统的功率变换器小型化得以实现。

该新型模块在燃料电池系统等功率变换器中也可以使用。新品的面积比以前的产品减小了约 30%，从而为功率变换器的小型化做出贡献。根

据内置功率硅片的数量可以将该系列产品分为 4 单元、5 单元和 6 单元共 3 种，其对应的电路拓扑结构分别为单相逆变电路、单相逆变加 1 个升压电路、单相逆变加 2 个升压电路。额定电流包括 50A 和 75A 两个电流等级。

为了减少二氧化碳排放，抑制地球暖化，现在极力推进风力发电、太阳能发电等利用自然能源的发电系统。近来，新能源发电系统已经达到兆瓦级的大规模，对应用于这些发电系统的功率变换装置的容量也比以前大幅提高。

三菱电机在 2002 年推出了额定电压为 1200V，额定电流为 1400A 的 2 单元 MPD 系列 IGBT 模块，它可用于兆瓦级的功率变换装置。今天，为了满足发电系统大容量化的需求，我们推出 New-MPD 系列的产品。除此以外，这种新品还适用于工业用大容量变频器、不间断电源 (UPS) 等装置。

New-MPD 系列 IGBT 模块针对大电流专用的内部结构采用专门的封装，并采用低损耗的第 6 代 IGBT 硅片，使得额定电流提升到原 MPD 系列的 1.5 倍以上。CM2500DY-24S 的额定电流为 2500A，是目前工业用 2 单元 IGBT 模块中电流最大的，从而使得利用自然能源发电的系统可以做到更大的容量。同时，为了提高水冷的冷却效率，模块内部的硅片布局空间保持较大余量。

[www.MitsubishiElectric-mesh.com](http://www.MitsubishiElectric-mesh.com)

## 英飞凌：应对功率器件挑战

在 PCIM Asia 2011 展上，英飞凌科技展出的一系列创新产品和解决方案生动地诠释了大会的宣传口号“高效之道 (Energy—the efficient way)”。这些产品和解决方案可确

保大幅降低电子设备和机器的能耗。该公司工业功率器件亚太区市场部高级经理马国伟专门向记者介绍了这些产品采用的先进技术，正是这些功率器件的发展推动了电力电子行业

的发展。出色性能助推降低能耗国际能源机构 (IEA) 预计，今后 20 年，全球能耗将增加 35% 以上。

以电力形式消耗的能源，占全球总能耗的三分之一左右。电力一般要经过远距离输送，这个过程往往会损耗大量电力。巧妙地利用功率半导体，能够最大限度地降低发电、输配电和电源转换等环节的电力损耗，从而消除这种能源损失。利用这种节能芯片还可以大大提高电子设备和机器的能效，以确保最大限度地节省能源。随着全球人口数量不断增长，节能的重要性日益凸显。从某种意义上讲，提高能效也是最大的能源来源之一。

作为全球领先的功率半导体供应商，英飞凌通过提供 IGBT（绝缘栅双极型晶体管）、CoolMOS™、OptiMOS™和碳化硅等产品，为降低全球

能耗作出了巨大贡献。诸如电视机、计算机、电源装置、游戏机、服务器、电机和机器等各类电子和电气设备纷纷使用了英飞凌的节能芯片。

马国伟表示：“利用英飞凌节能半导体解决方案，最多可将全球总能耗降低 25%。我们的产品的节能效果甚至超过了国际能效标准，因而能为我们的客户带来明显的竞争优势。”

### 六大新技术彰显功率优势

马国伟首先介绍了当今各种封装形式的 IGBT，许多应用都对功率器件提出了新的挑战，包括高功率密度、高效率 / 低损耗、可靠性和生产效率等。为了应用更高的功率器件要求，英飞凌科技开发了 600V/650V (IGBT4) 芯片技术。600V IGBT 主要应用是 220V 马达驱动、电源，以小功率为主；以及电动汽车、太阳能等功率大、追求高效率，对芯片技术有新要求的新兴应用。650V IGBT 主要为大电流、高杂散电感应用开发。此外，英飞凌的 1200V IGBT HighSpeed3 实现了一个新的里程碑，而 ThinQ!™ SiC 也开创了二极管的模块时代。

接着，马国伟介绍了英飞凌科技的六大新技术：三电平解决方案、太阳能解决方案、高功率密度模块、下一代模块技术、压接技术和预涂导热脂工艺。

### 三电平解决方案

三电平技术的主要应用包括中压马达驱动（3.3kVac-4.16kVac、兆瓦级）、不间断电源 / 太阳能（几千瓦至几十千瓦、数百千瓦）。英飞凌提供全

系列中小功率三电平模块产品。NPC1 EconoPACK™ 4、NPC2 EconoPACK™ 4 和 NPC1 EconoDUAL™ 3 都是采用三电平的模块产品。其中 NPC1 为 I-型电路，NPC2 为 T-型电路。

### 太阳能解决方案

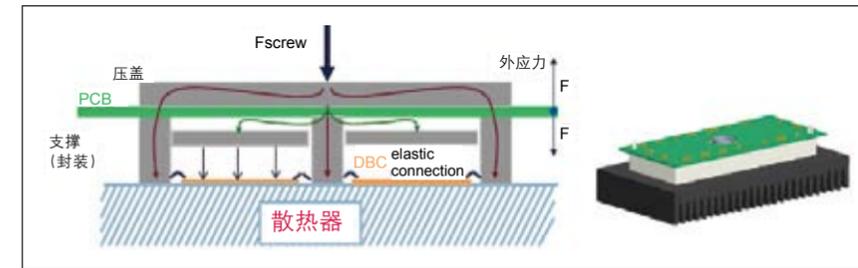
马国伟认为，就太阳能逆变器应用产品而言，混合使用 IGBT、MOS-FET 及 SiC 二极管功率器件可以达到最高效率及功率密度。英飞凌的太阳能解决方案包括单相太阳能逆变器逆变和升压 Booster 模块、太阳能逆变器升压 Booster 模块，以及太阳能逆变器三电平 -NPC2。

单相太阳能逆变器主要应用是太阳能逆变器，最大电压为 600V DC，最大效率 96-98%，输出功率约 3-5kW。太阳能逆变器升压 Booster 模块主要应用是太阳能逆变器，最大电压为 1000V DC，最大效率 98%，采用双路交替 MPPT，每个模块输出功率约 5/10kW。三电平 -NPC2 太阳能逆变器最大电压为 1000V DC，最大效率 98%，满足无功电流能力，可用于薄膜硅太阳能电池板，输出功率约 25kW。

### 铜连接线工艺



一个螺丝便可实现灵活快速的“焊接”和安装。



下一代简易安装压接式模块。

高功率密度模块需要采用一些先进的工艺技术，英飞凌的 FF600R12ME4 600A 1200V EconoDual3 就是这样的产品。马国伟介绍说，在同等条件下，铜连接线的导电能力比铝连接线高 50%，这也是一些高功率密度模块采用铜连接线的主要目的。

采用铜连接线的 EconoDUAL™ 3 600A 系列 k 实现最大输出电流能力 (600A)，降低了引线电阻，保证功率周次，满足风力发电、太阳能、电动汽车和马达驱动等需求

### 大功率密度及高温应用

马国伟表示，更长使用寿命、更高功率密度，以及允许使用新一代芯片的坚固的模块封装，这些正是开发新的功率模块所面临的主要挑战。新的应用领域提出了苛刻的电气和机械要求，例如城市公交车和货车等商用车辆的电动或混合动力驱动装置。这些车辆及所使用的器件，包括功率模块，必须承受很高的电应力和沉重的机械负荷（如撞击或震动），以及运行过程中温度的频繁变化。

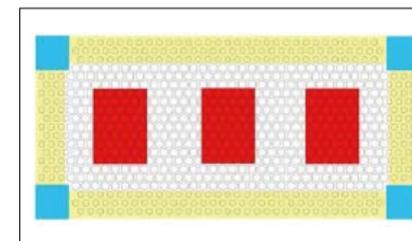
EconoPACK™ + D 系列正是专门针对风力发电及太阳能发电系统和工业传动装置提出的最高要求而打造的。EconoPACK™ + D 系列额定电流最高为 450A 的新一代 1200V 和 1700V 系列功率半导体模块。以业界享有盛誉的 EconoPACK™ + 平台为蓝本，该系列可满足诸如可再生能源系

统、商用机动车辆、电梯、工业驱动装置或电源等应用不断提高的要求。得益于诸如超声波焊接功率端子、优化基板结构或可靠的创新 PressFIT 压接管脚技术等不计其数的改进和创新，英飞凌新推出的这些模块，能够让客户设计出坚固高效、外形小巧的功率转换器。

借鉴汽车行业广泛采用的做法，EconoPACK™ + D 系列模块的控制管脚采用了极其可靠的 PressFIT 设计。用户可以直接将这种压接式管脚压入电路板，从而实现无焊无铅连接。但如果有必要，也可以将这种触点焊接到电路板上。因此，利用当前用于 EconoPACK™ + 模块的标准装配和焊接工艺，即可轻松处理全新推出的 D 系列模块。

### 压接技术

PressFIT 压接系列产品问世已经有几年了，其优势已逐渐为客户接受。PressFIT 模块安装技术的特点包括：简洁的安装流程，可减少了模块装配时间，安装在 PCB 的任意面，提高 PCB 密度。由于是可靠的冷焊接技



根据不同颜色显示预涂导热脂。

术，可实现低接触电阻，降低 FIT 率，实现 IGBT 模块的无铅化装配。这一技术已用于英飞凌的许多模块，如 PressFIT Econo 2/3 系列压接式模块、PressFIT EconoPack™ 4 系列压接式模块。英飞凌还在 PressFIT IGBT-Smart 1 系列压接式模块中采用了更新的技术，仅需拧紧一个螺丝，便可实现灵活和快速的“焊接”和安装，双层弹性塑壳能够抵消对 DCB 应力，保护 DCB，确保装配和使用过程中的可靠性。此外也实现了低接触电阻，降低了故障率。

英飞凌还在不断探索下一代简易安装压接式模块，开发了 Smart 2 系列，进一步演绎了坚固及灵活的封装外框概念。

### 预涂导热脂工艺

模块的功率密度越来越高，也导致了散热方面的问题。导热脂在高功率密度应用中可能出现的问题包括：模块与散热器的散热界面效果 (Rthch) 不确定；在高功率密度应用时，散热界面热阻 Rthch 轻微的变动对工作结温、可靠性及寿命影响巨大。

为此，英飞凌开发了预涂导热脂模块 TIM (Thermal Interface Module)

新技术。跟据模块内部布局——不同生产商的模块不同的图形来预涂导热脂。TIM 预涂导热脂模块采用独特的技术工艺，具有出色的模块与散热器的热阻，热阻长期稳定，不渗出、不干枯、不分离。

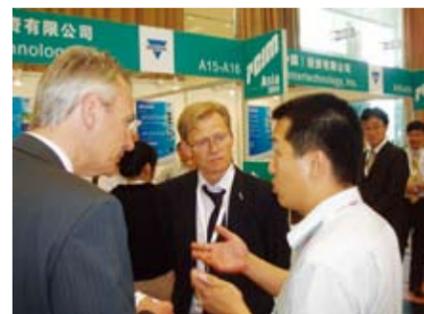
www.infineon.com

## Vishay: 创新让传统产品焕发青春风采

在PCIM Asia上, Vishay展示了业内领先的电容器、电阻和功率MOSFET器件。其中用于电力、风能太阳能的重点电容器产品, 与同类产品相比, 这些系列产品在性能、寿命、可靠性等方面具有明显的优势。Vishay ESTA功率电容器部门副总裁Paul Dax先生专门从国外赶来参加了展览, 向中国的工程师介绍牛角式和螺栓式功率铝电解电容器、低压金属化薄膜电容器, 以及用于功率电子和功率校正控制器的DC-link和交流滤波电容器。记者在现场采访了Paul Dax先生和Vishay无源组件、电容器部门市场部亚洲区资深总监刘双喜先生。

### 不断创新才能满足节能要求

Paul Dax先生告诉记者, 聚丙烯薄膜加金属薄膜是一种非常成熟的技术, 通过多年的研发, 在聚丙烯薄膜上直接镀上了金属层, 使得薄膜更薄, 电容的体积变得更小, 容量更高了。耐压更高, 可靠性、寿命更高。以前的大功率电容需要灌油作为绝缘和散热材料, 采用了干式技术, 用灌胶的方法, 延长了电容的寿命, 提高了可靠性, 也更加节能; 在散热器的外壳封装方面进行了沟槽处理, 使电容内部更加稳固可靠, 可防止振动。这些经过工艺技术不断创新而推出的产品将有助于推动中国的能源建设的快速



Vishay 高管与工程师交流

发展。他领导的部门生产的ESTA电容器可广泛用于机车、大型变频器、风能、太阳能等领域。

刘双喜先生表示, 中国发展非常快, 是Vishay最重要的市场, 中国的电容部门有专门的人员负责销售和售后服务和质量保证, 这是一些其他厂商所无法做到的。虽然无源组件相对于半导

体新品的技术门槛很低, 但是要真正做到让电容器节能、高效, 就必须不断创新, 而这并不是一件容易的事情。ESTA电容器适合各种节能应用

Vishay的电容器种类非常非常多, 几乎涵盖所有种类的电容器, 主要是在新型应用, 如混合动力汽车用的电容器; 风能、太阳能用的特殊需求的电容器。Vishay的电容器种类非常多, 有铝电容、薄膜电容、陶瓷电容。目前Vishay推广的主要是在太阳能、风能应用中使用的薄膜电容器, 主要是高电压、大容值的电容器, 还有可以与IGBT直接连接的吸收电容。

Paul Dax先生说, 风能太阳能是清洁能源, 各国都在大力提倡使用。Vishay的电容产品恰恰可以发挥巨大的作用。Vishay的三种电容——薄膜电容器可以用做高电压吸收应用, DC-LINK和DC-DC用在转换过程中起滤波储能作用。

小功率风能应用可以选择铝电容, 但是需要很多铝电容串并, 才能



Paul Dax先生



刘双喜先生

达到很大的容值, 实现高电压应用。铝电容是液体电容, 有寿命限制, 现在很多太阳能、风能产品最终用户对产品都有寿命的要求, 必须要达到15年。而铝电容有负极材料挥发, 无法达到15年的保质。更好的选择是薄膜电容, 因为是固体电容, 可以达到上述要求。由于薄膜电容器的介质材料的特点, 发热非常低; 也可以做到很高的纹波电容。薄膜电容器稳定性更好, 这也是液体电容和固体电容的差别。最后, 薄膜电容的滤波能力比铝电容要强很多倍。需要滤波好应用可以采用薄膜电容, 转换的效率更高。这也是目前风能、太阳能发展的应用趋势。

ESTA HDMKP电容器就是Vishay不久前推出的新容值和新封装形式的产品, 具有从900V至2700V(dc)的6种标准电压。其前一代产品的容值为40μF至1100μF, 新系列将容值扩展到了2235μF, 容值容差为±5%。HDMKP电容器针对不间断电源、风力发电机中的电源转换器, 以及用于牵引和工业驱动电源转换器中的直流和交流滤波及直流母线应用。这些电容器还可用于做磁化和焊接的脉冲放电电容器。

金属镀膜的HDMKP电容器的电流等级高达150A, 脉冲电流高达25kA, 自感小于70nH。除了具有低自感和高电流等级, HDMKP电容器在高频、低ESR条件下的损耗极低, 能够抵御冲击和振动造成的影响, 从而在恶劣环境中实现高可靠性和延长使用寿命。

不但增加了新的容值等级, 该系列电容器还新添了4种外形供用户选择。电容器的高度从105mm到260mm, 直径从84.4mm到116mm。器件采用无极性电解液, 利用底座上

集成的M12螺栓, 能够很轻松地进行安装。

HDMKP系列器件在整个额定电压范围内的工作温度为-40℃至+70℃, 在一半额定电压下的温度可达+100℃, 符合IEC 61071-1、EN 61071、IEC 68-2和IEC 61881标准。接头到接头的测试电压是额定直流电压的1.5倍, 持续时间为10秒。

### 丰富电容产品应用不断拓宽

刘双喜先生还介绍了Vishay丰富的电容器产品线在工业领域中的应用。其产品系列包括: 铝电容器(针对恶劣的应用环境的牛角端子和螺栓端子产品、耐高温产品); 薄膜电容器(用于工业电源的DC-Link电容器MKP1848/9、用于IGBT且可直接贴装的缓冲电容器BFC2386); 陶瓷电容器(用于照明和电源的VY1和VY2系列、用于工业电源的高压电容器);



Vishay展示的部分节能电容产品

钽电容器系列(模压贴片式产品、高可靠性高压涂层贴片式产品、技术领先的小型化大容值MAP系列、用于军工和医疗的新型高能以及用于石油钻井的高温液钽电容器); MLCC电容器系列(HV Arc系列和军用型号、满足核磁共振成像要求的无磁MLCC、用于移动设备的UHF贴片式天线), 等等。这些产品应用范围之宽令人目不暇给, 包括汽车电子(安全和引擎管理、电动和混合动力电池驱动器、

越野型多功能车); 工业电子(测量、电源管理、自动化、专业照明、风能和太阳能等可再生能源); 通信电子设备(基础设施和高端手机); 高端计算和消费类电子; 医疗电子(设备和植入式装置); 航空、军工和航天-高可靠性应用, 等等。

此次展会, Vishay还展示了用于功率转换的具有高功率耗散和宽阻值范围的厚膜功率电阻, 以及针对汽车应用的高工作温度及高额定电流的高电流热熔断器, Vishay还将展示其Draloric/Beyschlag薄膜刹车电阻。在用于功率转换的功率MOSFET方面, Vishay重点展示的产品包括业界最小的芯片级MOSFET、节省空间的PowerPAIR®器件、具有业内最低导通电阻的下一代40V至100V功率MOSFET, 以及用于高电流功率因数校正和AC/DC应用的高压超级器件。

www.vishay.com

## Vincotech 发布两款新产品

### 基于MNPC拓扑结构的大功率高效率模块

Vincotech发布基于3\*flowMNPC 4W低寄生电感平台的两款新产品。3\*flowMNPC 4W平台输出能力可以达到250kW, 产品主要用于三相光伏逆变器和UPS。模块内部使用了混合电压型中心点钳位三电平拓扑结构(MNPC), 非常适合于高频开关应用。

这款高效率大功率模块使用了Vincotech最新的超低寄生电感封装技术, 内部集成了三相三电平输出MNPC拓扑结构。MNPC拓扑可以减少输出电压纹波, 降低50%的滤波损耗和功率模块开关损耗。

在原来1200V/600A的基础上, Vincotech再次发布1200V/400A和1200V/300A两款新产品, 进一步丰富了产品线。它专有的低寄生电感设计以及内部集成的滤波电路进一步提高了输出开关

频率到20kHz, 非常适合于中大功率光伏逆变器和UPS的应用。

### 集成常开SiC JFET的光伏逆变器专用模块

Vincotech发布市场上第一款集成SemiSouth公司常开碳化硅(SiC) JFET芯片的光伏逆变器专用模块。模块使用了混合电压型中心点钳位拓扑结构(MNPC)和分离型双端子输出, 取得了超高的输出效率。

Vincotech发布了世界上第一款内部集成SemiSouth常开SiC JFETs芯片的光伏逆变器专用功率模块。新产品包含一个1200V的双升压电路模块(boost)和一个1200V MNPC拓扑结构的逆变模块, 封装为12mm高的flowo。模块支持最高输出30kW三相光伏逆变器。

关于升压模块flowBOOST o -10-PZ-12B2A025FN-M330Lo8Y的主要特点为:

- 双升压拓扑结构
- SemiSouth常开沟槽型碳化硅JFET
- SemiSouth碳化硅肖特基二极管
- 由于没有拖尾电流, 适合超高开关速度
- 模块内部集成滤波电容, 低寄生电感设计
- 免焊接管脚技术
- 紧凑的12mm高flowo封装
- 关于逆变模块flowMNPC o -10-PZ12NMA025FN-M340Fo8Y的主要特点为:
- MNPC拓扑结构(每个模块为1相)
- SemiSouth常开沟槽型碳化硅JFET
- 由于没有拖尾电流, 适合超高开关速度
- 分离型输出结构, 不会有桥臂直通风险
- 模块内部集成滤波电容, 低寄生电感设计
- 免焊接管脚技术
- 紧凑的12mm高flowo封装

www.vincotech.com

# 创新研发人才这样打造

——ADI 公司院士陈宝兴博士谈注重创新与人才培养



作者：刘洪，PSDC

日前，记者在北京见到了马上就要去上海参加PCIM 2011亚洲研讨会的ADI公司院士（ADI Fellow）陈宝兴博士。他在ADI公司从事分立器件集成化、数字隔离、电源隔离等领域的研究。

## 研究方向解决众多应用难题

此次 PCIM 上他发表的论文“隔离 Grid-Tied 光伏逆变器一体化”获得了最佳论文奖提名，内容大致是：出于对安全和业务问题的考虑，收获直流需要从带有光伏转换器的交流电网中隔离出来。传统的隔离解决方案，如光电耦合器，高温会加速电路板退化从而无法达到 25 年的担保。他的论文讨论了光伏逆变器隔离需求，以及如何利用微隔离变压器集成来提高系统的性能和可靠性，降低系统规模和本成本。他表示，十几年来，隔离技术领域一直没有新的突破，现在采用这一技术的产品已经占有 10% 以上的市场份额，广泛应用于工业自动化、医疗、电源等领域。

隔离器件是随着新兴领域对高温衰减、瞬变的更高要求而应运而生的，例如在汽车、太阳能逆变器应用中，

对环境的要求非常严格，器件经常受到高温的影响，过去使用的分立式器件往往无能为力，而集成的隔离器件更能发挥其优势。尤其是在电源方面，利用新技术，可以在更小的面积中集成更多的电源。从中可以看出，他对隔离技术有很深的造诣。



1997 至今在 ADI 工作的 14 年中，陈宝兴开创了应用微型变压器进行隔离信号和隔离电源的传输，获得了十六项美国发明专利，在 IEEE 大会文集和相关杂志上发表论文近十篇，获得了首批 ADI 重大专利奖，设计的产品赢得了包括美国电子产品、德国电子、法国金色电子、EDN 中国等主要电子产品杂志的年度产品或最佳产品奖，也曾多次在各种国际研讨会上作邀请报告或主持人。

## 注重人才培养造就精英人才

他是 ADI 公司获得创新研发人才 Fellow 的第一位也是目前唯一一位中

国人。谈到在 ADI 公司成长历程，陈宝兴深有感触。从公司角度来看，正是 ADI 更注重人才的培养独特性造就了他这样的 Fellow。

他介绍说，年轻人刚进公司，就会得到经验丰富的工程师的指点，帮助他把握发展方向，不断接触和体验新的东西。通过公司的培训，和有经验的人一起工作，开发新产品，公司形成了一个人才梯队。

在创新机制方面，ADI 没有中央研究院之类的设置，公司的每个业务部门都会发现新的技术，并在第一时间跟进，公司管理层对此是放手和鼓励的态度，部门中的每个技术工程师又都可以将个人专业与公司发展方向结合起来。各部门还充分与国家、科研机构 and 大学合作，研究一些最新的技术。

他说，ADI 涉足的技术领域非常广泛，只有各部门相互合作，才能达到最佳的效果。例如隔离技术开发出来以后，对整个公司的技术和产品都有极大的促进。公司的技术不仅是纵向发展，在横向方面也有非常的广度。

ADI 的员工不管在公司低位如何，有好的想法就会得到重用。之所以能够成为 Fellow，不是由公司总裁决定的，关键在于赢得公司团队的承认和尊敬，对公司技术发展方向有足够的的影响力。陈宝兴在自己的领域做得非常出色，领导的团队也对公司的发展做到了重要的贡献。面对技术上的风险，他可以得到公司广大工程师的信任和支持。

ADI 是一家工程推动的公司，每个人都有自己的专长，通过人与人、

部门与部门的精诚合作，发挥出各自的专长，使研发的技术和产品在市场竞争中脱颖而出，而在这一过程中，公司的管理层鼓励创新的态度至关重要。

## 注意拓宽视野

近年来，电子行业对人才的需求越来越大。人才、创新成为企业发展的重中之重。创新是知识经济的命脉，把握住创新就抓住了新世纪发展的关键，所以培养应用创新和另辟蹊径的创新人才是现实的选择。绝大部分的科研成果都是团队奋斗的结晶，因此要培养创新的复合型的人才，使之具有协作能力、组织能力和团队精神等现代科技人才必备的素质。

从陈宝兴的教育经历看，他先是获得了南京大学理论物理专业学士，在南京大学物理系攻读硕士；之后获得了美国密西根大学物理系硕士。为了丰富自己的知识，他又获得了美国密西根大学电子工程系线路和器件专业硕士和物理系博士。在物理学、电子工程线路和器件方面的造诣使他能够从容应对后来工作中的各种技术难题。

他认为，一个具备综合素质的人更容易成功，知识面广泛，会形成一个良性循环，更容易开发出结合多个技术学科的新产品。因此，想方设法拓宽自己的视野非常重要。

他说，虽然人们都在讲数字世界，但是也离不开模拟转换，数字技术越发展，对模拟技术要求越高，因此，对电子行业的工程师来说，积累这方面的经验尤为重要。他也告诫新加入工程师队伍的年轻人，一定要专注于自己的领域和自己的长处，不做自己不擅长的东西，了解自己优势。

## 人才储备是个长期课题

为支持中国电子行业后继人才的发展，国内外企业纷纷建立完备的人才机制，实行人才资本提升战略，加快各类人才的培养步伐，希望真正将人才的成长与企业的发展紧密结合起来。

事实上，人才储备是长期的，不是一年两年的事情。ADI 在中国一直在加大人才方面的投入，吸收和培养一些新人。ADI 为工程师提供了很多实践与创新的机会。其北京设计中心成立 10 年，工程师队伍已经从 2000 年的 26 人扩大到了现在的 55 人，造就了一个既年轻，又成熟的技术科研团队。另外，ADI 每年都举办大学创新设计竞赛，推出了 ADI 中国大学计划等长期战略规划，其目的在于培养更多的设计人才。

陈宝兴相信，随着中国工程师在 ADI 工作时间的增加，今后会有更多人发挥更大的作用，得到更多的认可。

[www.Analog.com/China](http://www.Analog.com/China)

# 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

# 多域仿真

## 汽车功率电子元件及系统

作者: Thorsten Gerke, 业务发展经理; Kurt Mueller 商业开发和咨询服务管理器, Synopsys

汽车功率电子元件加上整体电源管理和控制系统, 带来了新的电气系统设计的挑战。这些功率电子元件包括: 能量储存装置(如电池、超级电容器)、DC/DC转换器、逆变器及驱动器。

SaberRD是Synopsys®汽车产品组合的最新产品, 专为功率电子建模和仿真, 重点解决综合电力系统的设计和验证挑战。

组合的电力驱动系统给传统低压汽车电力网络带来了设计挑战。重量、空气动力学和发动机效率一直是汽车动力的重要消费大户。在当今复杂的汽车设计中, DC/DC转换器、电动机和驱动器的电热和电磁特性是整个汽车动力系统的重要部分。消费者需要提高燃料效率, 减少碳排放, 还需要创造性的各种功能。

建模和仿真物理系统的复杂性相当艰巨, 尤其是对从较少从事功率电子产品的人。因此, 工具开发人员都面临着一个微妙的平衡——使产品简单而使用直观, 因此, 即使新手也能迅速而有效地仿真, 而且有足够的能提供准确的仿真结果。SaberRD采用了现代集成开发环境(IDE), 可帮助用户创造从最初设计到最后分析和仿真结果。

该环境包括四个主要模块(见图1):

- 电路和系统设计, 将系统拓扑结构定义为相互关联的多域块示意图
- 建模和表征, 可快速、准确地开

发仿真模型, 包括功率半导体器件(IGBT、晶体管、二极管)、电气设备、控制块和各种热、磁和其他功能

- 仿真和测试程序, 直观地创建测试平台, 定义测试场景, 分析最坏情况
- 分析和报告, 记录测量和自动评估系统的鲁棒性和质量, 包括热学、电学和磁损耗、效率指标和统计分布

### 直观和灵活的建模

捕捉集成系统物理特性的关键是要有准确和相应的仿真模型。为了准

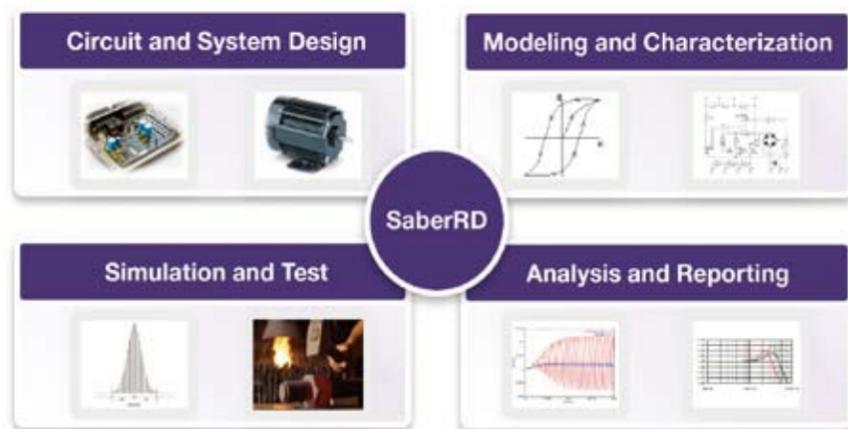


图1: SaberRD 环境的结构。

确量化电力驱动系统的效率, 最好的方法是在一个仿真环境中模拟系统。这个环境需要纳入重要的损耗机制, 如磁效应(饱和度、热依赖关系)、电效应(电-热耦合晶体管特性)、机械负荷, 以及控制算法。在汽车功率电子技术方面, 自加热特性和统计生产变化可能会引起不可预知的复杂的系统相互作用。

SaberRD用超过30,000个物理模型库满足了所有域的建模需求, 为创建或表征提供了各种图形工具。这些工具能够带来数据表特性或测量数据, 使用优化算法匹配组件特性的原型性能, 而不需要用户拥有建模方法

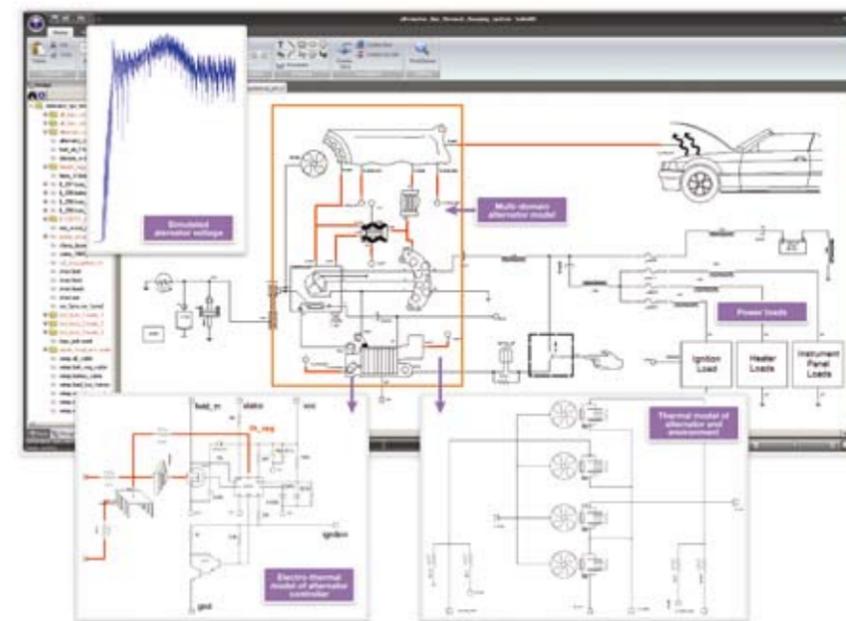


图2: 发电机的多域建模。

或编程语言方面的知识。对于那些需要额外灵活性和能力的人, SaberRD支持开放标准硬件描述语言(HDL), 包括VHDL-AMS和OpenMAST。

系统模型的另一个重要来源是有限元求解器、计算流体动力学求解器和电磁场求解器。功率半导体器件(IGBT、MOSFET和二极管)特性模型生成的仿真器(如Synopsys TCAD工具), 允许早期和准确计算混合动力和电动汽车DC/DC转换器和电机逆变器的损耗。

电磁场求解器的信号完整性分析S-元素提取, 可以实现物理层信号完整性验证, 包括CAN、LIN和FlexRay。此外, SaberRD帮助企业保护其在其现有模型库的投资, 提供了高度的灵活性。

图2显示了一个交流发电机充电系统的实例, 模拟了曲轴到转子、电热耦合主动电子(二极管)、热磁耦合的机器模型以及系统散热片、电气保护和电气网络负载的机械动力学。

用于建立交流发电机充电系统测试平台的仿真模型包括多域发电机

模型, 直接来自SaberRD现有的模型库, 或使用多个器件表征工具来创建。例如, 发电机调节器包含一个功率MOSFET, 它控制的是提供给转子绕组的电流。这种模式可以使用功率MOSFET SaberRD表征工具创建基于半导体数据表的信息。

该工具同时支持纯电动或耦合电热特性建模。此外, 晶体管周围的环境已被仿真, 使用热阻抗网络来代表了电路动态的热特性。发电机模型包括几个方面的影响, 如电、磁和机械动力学, 是汽车电网设计的关键。

发电机的核心也是考虑到了动态热效应, 以反映供应电流对发电机的能力的影响。为了做到这一点, 该核心配备了热网络模型, 包括空气偏差(如冷却)影响。为了构造一个逼真的电子消费和供应环境, SaberRD标准模型库增加了汽车用的额外部件: 锂离子电池、线缆, 并配置了电源负载模型。

消费负载模型纳入了的负载突降情况, 可以是直接使用模型库或用负载建模工具建模。此功能允许用户

以图形方式定义载荷和配置不同特性(如循环切换)模型。从这里许多重要的系统仿真可以进行验证, 优化谐振负载特性、负载突降和瞬态抑制保护。

它可以分析重要的过错行为, 如二极管连接短路或开路、励磁绕组发电机短路。该系统模型也考虑了电池充电和放电的动态行为。

发电机供电能力受电枢轴转速以及机械摩擦损耗、发电机组件阻尼和热特性的影响。所有这些都可以考虑使用SaberRD仿真和建模解决方案。汽车平台的优化再也不能过于简化, 或忽视了电力系统的影响, 包括尺寸、质量、安装、性能和成本。

连接TCAD器件仿真工具的SaberRD为混合动力和全电动汽车应用提供了另一个重要的机会: 共同优化器件(IGBT、MOSFET和二极管)和逆变器、DC/DC转换器等)。不是依靠现有功率器件的重新封装, 然后利用电路技术来弥补器件的性能不足, 二是现在就可以执行虚拟器件迭代, 并在足够短的时间内产生精确的电路级模型。针对不同的应用、不同器件的特点, 这些都可能影响电路的整体效率。

了解应用需要, 并能够创建精确的电路仿真模型, 允许功率半导体公司更迅速地开发出专为汽车功率电子技术而设计的差异化解决方案。此功能中增加了在TCAD环境中提取的2-D和3-D几何尺寸和材料数据的功能, 然后为系统仿真快速生成一个等效热阻抗网络, 解决了混合动力和电动汽车设计的最关键环节。

### 模型供应链的支持

今天, 复杂的电气系统是由许多不同公司设计、开发和制造的部件和子系统组成。为了了解系统的特性, 重要的是在不同层次的供应链之间有

共同语言，通过它来沟通系统物理内容的要求、性能和异常操作特性。

作为提供部件和子系统方面的专家，供应商通常有最好装备的仿真模型，可准确地反映真实的硬件性能。此外，他们有最直接的性能测量和模型验证所需的测试数据。

子系统或系统集成商的需求必须在每个供应商的能力和保护自己知识产权方面求得平衡，但仍要提供便携模型使子系统和系统级集成和测试可以在一个仿真环境中进行。

Saber 工具已成功用于功率电子系统的设计、验证和大型飞机的原始设备制造商。典型飞机动力系统涉及不同电压总线（115AC、230AC、28VDC、5VDC），由固定或可变频率发生器（400Hz、380Hz-800 Hz）来驱动，其中包括许多有源功率因数校正（PFC）电路和内部的 DC/DC 转换器。系统的稳定性是关键，特别是由于负 DC/DC 转换器的负载增量电阻。

这些系统比汽车系统大和复杂，但混合动力和电动传动系统电源架构有许多共同之处。SaberRD 模型和仿真技术建立在多年在航空航天应用的使用基础之上，可以很容易地用于混合动力和纯电动汽车动力系统。

Saber 的多域建模能力和强大的开关电源系统仿真算法能力使 Saber 技术成为了首选方案。SaberRD 支持行业标准 HDL（如 IEEE VHDL-AMS 加密标准）的标准加密机制。SaberRD 的分析、后处理和报表生成能力实现了明确的规范和验证定义及简单机制。

另一个复杂性是，供应链内不同的公司使用不同的工具和 / 或语言（HDL 编程语言或其他数据，如 IBIS 或 Touchstone 标准）来模拟组件的物理特性。图 3 说明了 SaberRD 支持各种可用来源的物理特性建模语言和格式的范围。

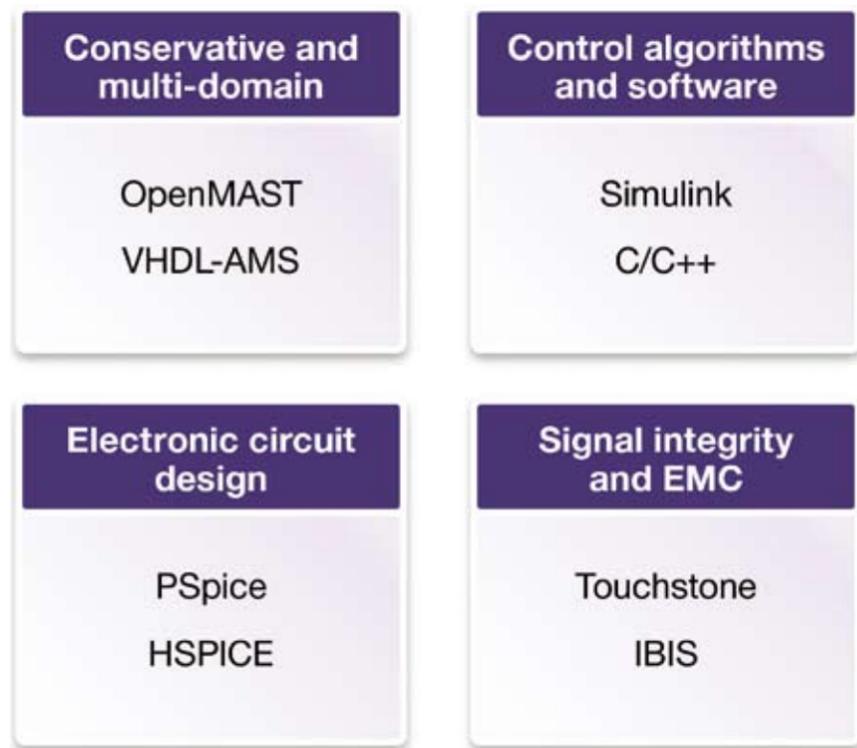


图 3: SaberRD 的模型格式。

多领域物理系统的仿真是唯一一个整体系统设计、验证和生产混合动力和电动汽车功率电子系统所必需的工具链。

SaberRD 支持各种重要的集成，使这类系统可以数字化建模和仿真，包括：

- 通过协同仿真与流行数字逻辑仿真器的数字验证
- 嵌入算法 / 软件协同仿真和模型的设计和验证，如 MathWorks Simulink 和其他工具
- 嵌入式控制系统的验证，运行在虚拟 ECU 的 Synopsys 虚拟原型解决方案
- 流行的 PCB 设计环境的集成仿真电子电路板级验证
- 集成到 Saber 线束和其他第三方设计环境的电线和布线验证
- 采用 Synopsys TCAD 器件仿真产品的新一代功率半导体模型

复杂的功率电子技术要求在考虑严格的重量、性能和成本的同时，实现汽车电气系统的集成优化。电气系统影响热、机械和磁特性，需要准确地了解可行的汽车发展趋势和可行的系统级权衡。功率系统的控制软件还需要验证系统稳定性的物理典型性，以及正常 / 异常运行的全方位控制算法。

混合动力和电动汽车系统正在融入越来越多复杂的电子器件。在软件、硬件和系统级的优化是必要的。SaberRD 提供了一个统一的环境、模型库和建模工具和知识产权保护，可以实现多域仿真环境中的早期的虚拟集成，适合初学者和专家使用。

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

# 检测和管理电池电量的智能 MCU 固件算法

## 实时监控和高效电量管理

作者：Youbok Lee 博士，模拟和接口产品部技术主任工程师，Microchip Technology

本文将介绍一种智能的电池供电管理算法，可实时准确地同时监视电压和电流。

实时监控和高效电量管理是当今电池供电应用的重要问题。本文将介绍一种智能的电池供电管理算法，该算法将用到智能 MCU 固件、分立式 18 位  $\Delta \Sigma$  ADC 以及线性电池充电器。可实时准确地同时监视电压和电流。通过管理电池的使用情况来准确跟踪已使用和剩余的电量。该算法能以较低的成本更灵活地设计应用中的电池检测、充电和管理。

### 简介

电池电量测量包括放电和充电电流的实时测量。放电电流是从电池流出的电流，而充电电流是流入电池的电流。通过跟踪随时间变化的放电和充电电流来计算已使用和剩余的电量。已使用的电量通过随时间累计的总放电电流来确定。剩余电量等于电池充满电时的电量减去已使用的电量。

可以使用 ADC 来测量电池电压和电流。电池电压通过 ADC 直接测量，而电流通过电流传感器间接测量。电流传感器具有一个电阻元件，当电流通过电流传感器时，它将产生压降。通过 ADC 测量此电压，然后使用已知

的电阻值计算电流。

系统设计人员必须意识到电流传感器两端的压降会减少给定系统运行时电池所能提供的最大电量。因此，应使用电阻值尽可能小的电流传感器。这样，电流传感器两端的压降将变得非常弱。因此，高分辨率 ADC 或具有内部可编程增益放大器（PGA）的高分辨率 ADC 为首选。

当今的集成和分立式电池电量测量设备包括 ADC、电池充电和控制逻辑电路。这些设备的功能仍在不断完善，以满足一般应用的要求。这些设备通常使用位分辨率相对较低（通常低于 15 位）的内部 ADC。因此，如果使用电阻值较小的电流传感器，这

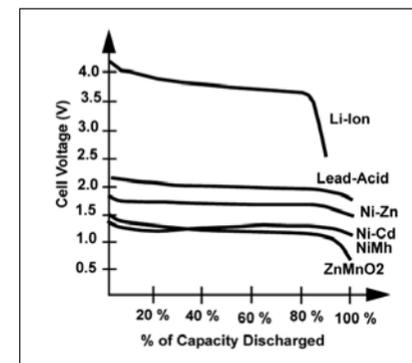


图 1: 电池放电特性。

些设备可能产生不准确的测量结果。

某些设计人员不使用集成式电量测量设备，而是使用 MCU 固件来创建自己的电量测量算法。在这种情况下，使用设计人员选择的分立式 ADC 测量电流和电压，MCU 固件算法则用于跟踪和控制电池电量。这种方法提供了灵活的解决方案，可以更智能地以较高精度管理电池电量。根据应用和预算，系统设计人员可以进行权衡。某些简单应用仅需要跟踪电压变化，这需要最少的预算和资源。相反，某些应用需要更复杂的电量测量功能。本文将讨论的是使用分立式 ADC、电池充电器和 MCU 的电池电量测量算法。

### 了解电池充电和放电特性

电池放电行为因参数而异，如电池化学性能、负载电流、温度和老化情况。图 1 显示了不同电池化学性能的电池放电曲线。一般电池的放电曲线几乎是平的，直到其到达满量程的大约 80% 处。经过此点后，曲线急剧下降。

电池的内部化学反应主要受电压和温度影响。温度下限由电解质的冻结温度决定。大多数电池在 -40°C 以

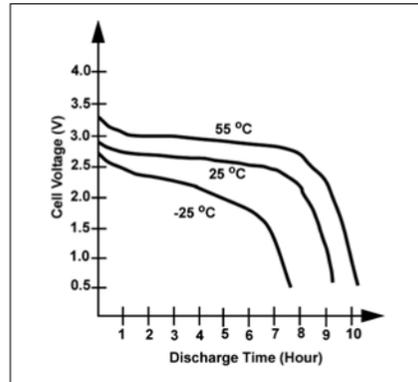


图2: 锂离子电池放电特性与温度的关系。

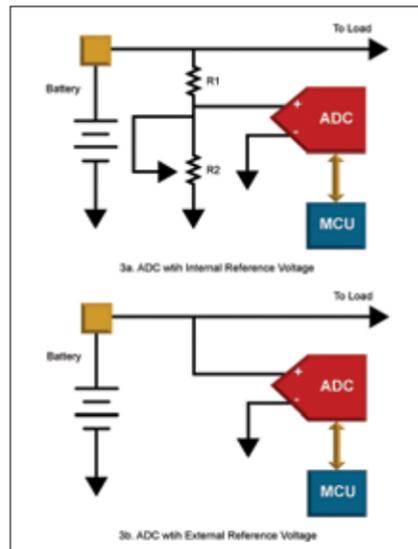


图3: 使用ADC测量电池电压的电路图。

下无法工作。电池在较高温度下性能较好，因为化学反应过程在较高温度下会加速进行。但是，无用化学反应的速率也会增加，而导致电池寿命缩短。在极高温下，活跃的化学物质可能会发生分解并毁坏电池。

图2显示了随温度变化的电池放电曲线。如图1和图2中所示，精确的电池电量管理需要监视电流、电压和温度。但为简单起见，本文中并未监视温度。

### 电池电压和电流管理

使用ADC管理电池电压

图3显示了使用ADC管理电池

电压的示例。一个单端输入连接到电池电压。在图3(a)中，R1和R2用作分压器，将输入电压限制为低于ADC的参考电压。分压器按如下方式修改ADC输入电压：

$$V_{IN} = \text{Battery Voltage} \cdot \frac{R2}{(R1 + R2)} \quad (1)$$

分压器的总串联电阻（R1 + R2）选择为大约1MΩ，这样因分压器产生的漏电流可以忽略不计。由于分压器将输入电压按比例缩小，因此必须将ADC输出代码乘以分压器比率的倒数来计算电池电压。

$$V_{\text{Measured}} = \text{ADC Output Codes} \cdot \text{LSB} \cdot \frac{(R1 + R2)}{R2} \cdot \frac{1}{\text{PGA}} \quad (2)$$

其中

$$\text{LSB} = \frac{\text{Reference Voltage}}{2^{N-1}} \quad (3)$$

N = ADC位分辨率，PGA = ADC的内部可编程增益设置（如果已应用）。

$$\text{LSB of 18-Bit ADC (MCP3421)} = \frac{\text{Reference Voltage}}{2^{N-1}} = \frac{2.048 \text{ V}}{2^{17}} = 15.625 \mu\text{V} \quad (4)$$

如果电池电压范围小于ADC的参考电压，则可以使用图3(b)。电池电压可以直接连接到ADC输入引脚，无需使用分压器。

图4显示了3.7V锂聚合物电池(3.7V, 170mAh)的电池放电曲线示例。该曲线表明电池电压呈线性降低，直到其达到满量程的大约80%处。由于电池放电特性在曲线急剧下降点之前非常线性，因此仅测量电池电压是估

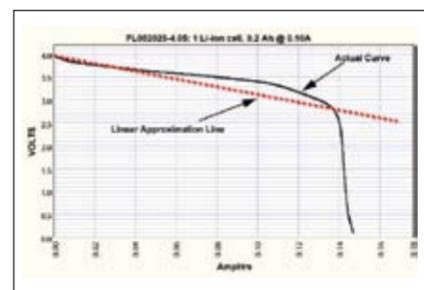


图4: 3.7V 锂聚合物电池的电池电压放电曲线。

计电池电流状态的备选低成本方法。尽管此方法不会提供电池电量状况的真实读数，但由于实施简单，因此广泛应用于成本敏感型应用。

### 电池放电和充电电流测量

图5显示了测量放电和充电电流的示例。ADC差分输入引脚连接到电流传感器两端并测量电压。然后，MCU使用测得的电压和已知的电流传感器电阻来计算电流。

在放电模式下，电流方向是从电池经电流传感器元件到负载。

这将在VIN+ 输入引脚提供相对于VIN- 引脚的正电压。在充电模式下，极性将发生转换，因为电流将反向流动（电流流入电池）。通过检查ADC输出代码的符号位可轻松识别电流方向。ADC的符号位由最高有效位（MSB）表示。

选择电流传感器时，考虑到ADC的性能，必须谨慎选择传感器的电阻值。通常来说，电阻越小越好。但是，传感器两端的电压必须足够高，以便通过ADC进行测量。只要输入电压大于ADC每一位（LSB）所代表的电压值，ADC就可以产生输出代码。但实际上，系统需要大量输出代码（多个LSB）来实现可靠测量。

假设有10mA电流流过10mΩ电流传感器，电流传感器两端的压降变为100μV。这将使18位MCP3421 ADC生成6.4个输出代码（=100μV/

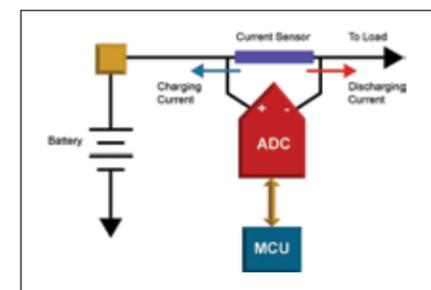


图5: 使用ADC测量放电和充电电流的电路图。

表1: ADC位分辨率与电流的测量分辨率\*

ADC参数	LSB大小	测量分辨率 (步长) (R=电流传感器的电阻值)		
		R=1mΩ	R=10mΩ	R=100mΩ
8位	16mV	16A	1.6A	0.16A
10位	4mV	4A	400mA	40mA
12位	1mV	1A	100mA	10mA
14位	250μV	0.25A	25mA	0.25mA
16位	62.5μV	62.5mA	6.25mA	0.625mA
18位	15.625μV	15.625mA	1.5625mA	0.15625mA

\*注意ADC的参考电压 = 2.048V，输入 = 差分

LSB)。MCP3421 ADC具有片内PGA。通过将内部PGA的增益设置为8，在ADC进行转换前，输入(100μV)将在内部提升到800μV。这将产生51LSB或生成51个输出代码，这对于测量来说已足够。

表1汇总了在电阻分别为1mΩ、10mΩ和100mΩ的电流传感器两端

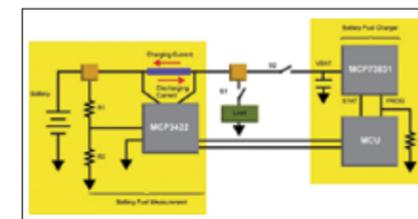


图6: 电池电量管理系统。

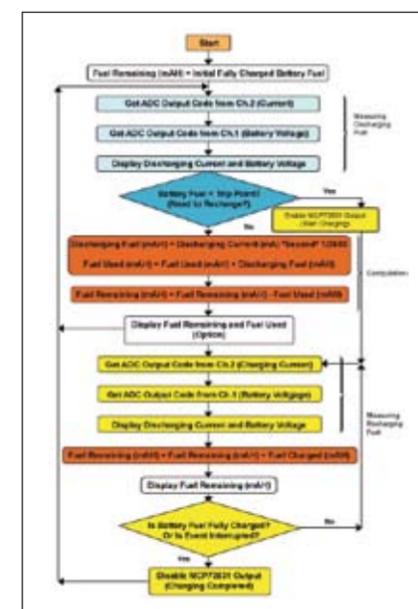


图7: 电池电量测量算法流程图。

产生1LSB的电压时，MCP3421 ADC的位分辨率、LSB和电流幅值。例如，要通过18位ADC获得1LSB的电压，则对于1mΩ的传感器，需要15.625mA的电流；对于10mΩ的传感器，需要1.5625mA的电流；对于100mΩ的传感器，则需要0.15625mA的电流。这意味着使用18位ADC和电阻为1mΩ的传感器时需要的测量分辨率(1LSB)为15.625mA。如果每步要测量小于15.625mA的电流，则系统需要电阻大于1mΩ的传感器。本示例表明，在使用电阻较低的电流传感器时，需要较高的分辨率。此外，还可以选择具有内部PGA的ADC。

使用分立式ADC和电池充电器件的电池电量管理算法

通过测量电流传感器两端的电压和电流来跟踪已使用和剩余的电量。以较短的时间间隔定期测量电流，然后随时间累计。已使用的总电量是随时间测得的放电电流总和。剩余电量是电池充满电时的电量与已使用的电量之差。MCU固件可以帮助计算这些参数。已使用和剩余的电量通过以下公式计算：

$$\text{Fuel Used (mAh)} = \sum_{n=1}^N \text{Discharging Current (mA)} \cdot \frac{\Delta \text{Second (n)}}{3600} \quad (5)$$

$$\text{Fuel Remaining (mAh)} = \text{Battery Full Capacity (mAh)} - \text{Fuel Used (mAh)} \quad (6)$$

以上计算通过MCU固件实现。

图6显示了用于评估的电池电量

表2: MCP3422 ADC特性汇总

位分辨率	18位 (用户可以选择18、16、14或12位选项)
差分输入通道数	2
内部可编程增益放大器	X1、x2、x4或x8 (可由用户选择)
积分非线性误差 (典型值)	满量程范围的10PPM
失调误差 (典型值)	15μV
内部参考电压	2.048V
输出噪声 (典型值)	1.5μVrms
增益误差 (典型值)	满量程范围的0.05%
接口	I2CTM

管理系统图的示例。该系统包括电量跟踪和充电功能。MCP3422是具有内部PGA的双通道18位ΔΣ ADC。表2显示了MCP3422 ADC的主要特性。

MCP73831是单节锂离子/锂聚合物电池充电器。在正常放电模式下，开关S1导通，S2关断。放电电流从电池通过电流传感器流向负载。在充电模式下，S1关断，S2导通。充电电流从MCP73831通过电流传感器流向电池。当电池电量减少到某个跳变点时，MCU可自动对电池再次充电（当系统连接到外部电源时进行充电）。MCU控制再充电控制引脚（PROG）来开始或停止对电池充电。MCU还会监视再充电状态（STATUS引脚）。

MCP3422可同时测量电池电压和电流。在本例中，这些参数每秒测量一次。电流传感器的电阻为10mΩ。所有电流都通过此电流传感

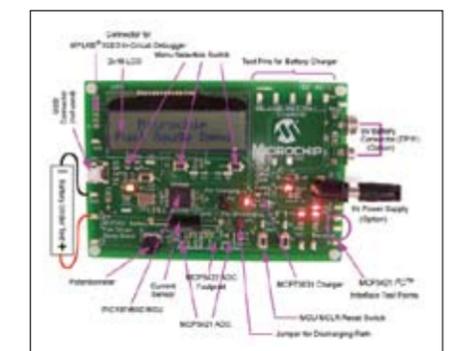


图8: Microchip Technology Inc. 的电池电量测量演示板。(部件编号: MCP-3421DM-BFG)

器。通过将内部 PGA 的增益设置为 8，MCP3422 器件可以测量低至  $1.953\mu\text{V}$  的输入电压。MCU 固件将跟踪流经电流传感器的电流，并计算已使用和剩余的电量。

当放电电流为  $15\text{mA}$  时， $10\text{m}\Omega$  电流传感器两端的压降为：

$$V = 15\text{mA} \cdot 0.01\Omega = 150\mu\text{V} \quad (7)$$

当 ADC 的 PGA 增益设置为 8 时，转换前的输入电压将为  $1.2\text{mV}$  ( $= 150\mu\text{V} \cdot 8$ )。

分辨率为 18 位的有用 ADC 输出代码的总数为：

$$\frac{1.2\text{mV}}{\text{LSB}(=15.625\mu\text{V})} = 77 \text{ Counts} \quad (8)$$

本例展示了通过  $10\text{m}\Omega$  电流传感器测量  $15\text{mA}$  电流的方法和过程。在 18 位 ADC 的总共 131072 个计数中，只有 77 个可用于计算。这些可用的

输出代码仍以跟踪流经传感器的电流。误差会随分辨率的降低而大幅增加。例如，16 位 ADC 只有 19 个输出计数可用，14 位 ADC 只有 4.8 个计数可用，而 12 位 ADC 只有 1.2 个计数可用。考虑到 ADC 的性能误差参数，这些输出计数过少，不足以进行可靠测量。这意味着如果电池电量测量使用电阻较低的电流传感器，则需要较高的分辨率才能避免明显的测量误差。ADC 的分辨率和电流传感器类型的选择还取决于应用所关注的电流幅值范围以及允许的测量误差范围。

图 7 显示了 MCU 固件算法的流程图。图 8 展示了用于演示算法功能的部件。MCU 固件算法专为 PIC18F4550MCU 编写。本例所用电池为 Powerizer 生产的  $3.7\text{V}/170\text{mA}$  锂离子 / 锂聚合物可充电电池（部件编

号：PL052025，网站 <http://www.batteryspace.com>）。

### 结论

基于 MCU 固件的电池电量管理算法使用高性能分立式 ADC 和电池充电器，为应用提供了高精度和灵活性。该算法实现简单，并且总成本并不高于当今市场上的分立式电量计量设备。根据电池类型和系统设计预算，设计人员可以在测量方法和元件选择方面进行各种权衡。此方法的精度在很大程度上受 ADC 性能、电流传感器和分压器的元件容差以及电池老化的影响。在负载电流相对稳定的条件下，此处的演示所产生的测量误差接近于 5%。

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

# 利用扩频时钟技术减少电磁干扰并改善信号完整性

作者：Jeffrey Batchelor，应用工程部经理；Jimmy Ma 高级应用工程师，Silicon Labs

电磁干扰（EMI）曾经是装置设计人员处理高速信号时的特别关注点，现在已经不仅仅局限于少数高端应用。随着半导体技术不断创新，低成本、高性能的片上系统（SoC）、微控制器（MCU）、处理器、数字信号处理器（DSP）、特殊应用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）以及模拟/数字转换器（ADC）已经面市。然而，用于驱动这些集成电路（IC）的高速时钟信号将产生更多的 EMI，这给消费电子、企业、通信以及嵌入装置的设计人员带来了更多挑战。

遗憾的是，EMI 问题并不仅仅局限于时钟，诸如数据总线、连接件和网络接口等使用数据传输和高速信号的装置也会产生有害的 EMI。同时 EMI 也是数字电源所关注的问题，这些电源通过采用高频开关提升效率。随着产品的更新换代，情况就变得越来越糟，时钟速度的提升和电源电压的降低，降低了产品的整体噪声容限。如果对此置之不理，这些高频信号及其谐波（见图 1）产生的峰值能量将会超过 FCC 规范 A 类和 B 类第 15 部分中有关 EMI 的限制，同时也会延迟产品上市时间。这些问题，连同更短设计周期、批量生产市场对成本敏感性的增长以及更短的产品生命周期，所有这些使得开发人员在有限时间内开发出高质量的产品面临诸多挑战。

### 电磁干扰（EMI）

任何在电场内移动或变化的电荷都会产生电磁辐射，辐射强度与速度和变化大小成正比。有时电磁波发射是有意而为之，例如当通过手机天线传输数据时；但许多数字系统如 PC、PDA、智能手机、打印机和扫描仪会产生有害的辐射，从而干扰附近的电路。在这些系统内部，周期性时钟信号是 EMI 辐射的主要来源。

基本正弦频率的基频和基频的奇倍频（例如谐波）构成方波。谐波频率决定辐射频谱的频率，同时驱动大小决定带宽或每个谐波的辐射强度。因此，EMI 辐射随着边沿速度（上升和下降时间）和驱动大小的提升而增加。

屏蔽是广泛采用的防止 EMI 产生的好方法，可以把

EMI 抑制在系统内部，使用接地屏蔽完全或部分覆盖辐射点。在有较强辐射的系统中，屏蔽是一种非常有效的方法。对于许多系统而言，尤其是便携式和手持式产品，屏蔽或许是降低 EMI 辐射最理想的方法。然而屏蔽不仅增加了系统体积、重量和成本（这些因素在许多应用中有严格要求），同时也大大增加了劳动力成本。

减少时钟和定时信号产生 EMI 辐射的另一种广泛采用的方法是，使用低通滤波器消除其产生的高次谐波。具体来说，采用这种方法可以降低信号升降时间，从而减少 EMI 辐射。但是这一技术在高速系统中通常是不可行的，因为通过滤波来降低升降时间的同时也会降低关键的建立 - 保持时间容限，增加信号过冲、下冲和振铃数量，同时也会增加时钟对其他干扰源的敏感性，所有这些都对抖动性能造成影响。

滤波的另外一个主要问题是它不是系统级的，仅产生有限的局部影响。这就意味着，即使已经降低了系统中的某个节点的辐射，而其他节点的辐射并不会降低。因此，辐射总体降低可能会很小，如要解决所有 EMI 辐射源问题，需要有更好的技术。

### 扩频时钟技术

虽然 EMI 产生的基本原理相对容易理解，但由于不易预测的模型和复杂的参数，精确模拟整个系统是困难、耗时且容易出错的。与其尝试调整现有 EMI 到可接受水平，

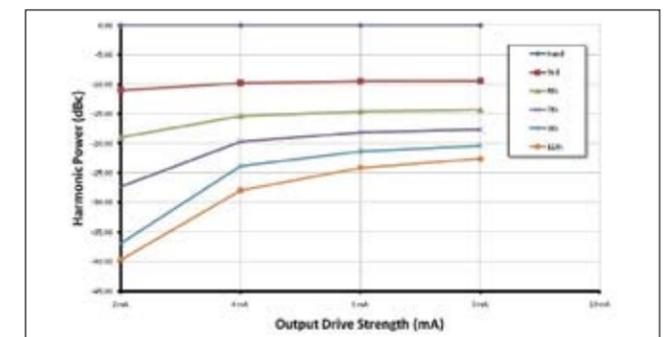


图 1: 10MHz 下载波和谐波功率与输出驱动强度的对比。

# 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)

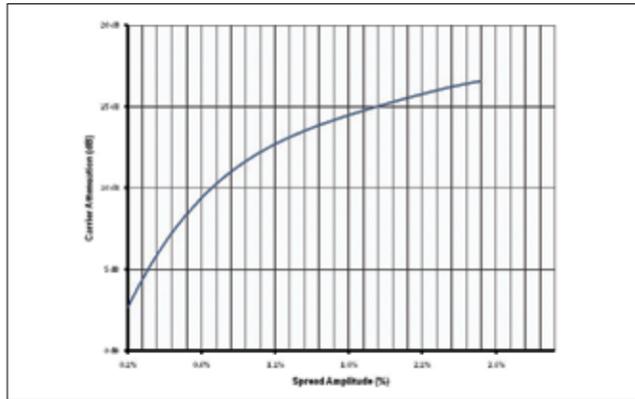


图 2: SSCG 时钟在任意单一频率下降低 EMI。

倒不如在一开始就采用最有效的设计策略确保减少 EMI 的引入。另外，从源头上消除 EMI 意味着在整个系统中而不仅仅是在放置滤波器的局部产生更好的信号完整性。

控制并降低 EMI 的最有效的方法之一是采用扩频时钟发生器 (SSCG) 技术。扩频技术不是保持一个固定频率，而是使用低频率信号调制系统时钟，产生一个具有边带谱波的频谱。通过把窄带时钟调制为更宽的频谱，基频和谐波的峰值频谱能量可同时得到降低（见图 2）。调制频率 (FM) 通常在 30-33 kHz 之间，即可足够大的扩展能量到音频带上，也可足够小的避免在系统中产生定时和跟踪问题。

从本质上来说，SSCG 时钟 IC 通过线性增加或降低时钟频率而增大了可控抖动。然而尽管扩频信号内总的辐射能量与未调制的信号相同，但是由于频谱被分散到更多频率上，频谱分量的强度相对较低。因此，开发人员能够把 EMI 降低到所需的水平。此外，SSCG 技术在降低 EMI 的同时并没有降低时钟信号质量，可以从测试周期抖动和周期间抖动得出这一结论（见图 3）。

我们假设使用 32kHz 非线性频率调制 66.666MHz 的系统时钟。由于该调制是以系统时钟频率为中心（本例中为 66.666 MHz），因此被称为中心扩频调制。使用 ±1.5% 频率调制限制的相同时钟所产生的 EMI 减少量（与未调制系统时钟相比），可通过基频和三次谐波展示。更改配置可了解 EMI 是如何被消减的，例如对于基频和三次谐波来说，采用三角配置的 ±1.5% 中心展频与 66.666MHz 相同时钟上产生的相对 EMI 减少量是不同的。

与其它降低 EMI 的方法相比，扩频时钟发生器能够使整个系统的 EMI 大幅降低。具体而言，因为所有时钟和定时信号来源于同一个被调制的 SSCG 时钟，调制比例相同（包括总线和连接件），因此 SSCG 技术降低了整个系统的 EMI，而不仅在局部电路。对于大多数应用来说，在初期设计阶段给系统选择扩频时钟，可免去后期因需要降

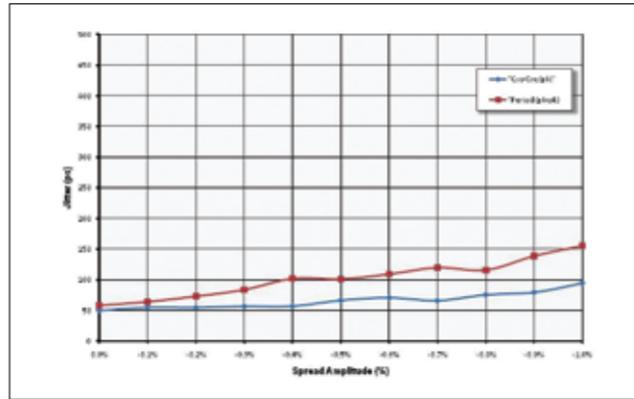


图 3: SSCG 时钟使周期和周期间抖动最小。

低 EMI 而采取的补救措施。

### 可编程扩频

为系统调整固定功能的时钟发生器通常需要匹配的模拟元器件。与其更换不同的模拟元器件以便优化匹配系统和降低 EMI，倒不如选择可编程时钟发生器，通过简单配置不同时钟参数即可优化定制时钟输出，并匹配所需的应用性能(见表 1)。这种方法消除了手动调谐系统所需的复杂计算，简化了开发过程。可编程时钟元器件也可以轻松快捷的适应设计中影响时序参数的变化，降低开发人员的设计风险。

时钟信号完整性的关键因素之一是电路板走线和驱动负载到时钟驱动器的阻抗匹配。阻抗匹配能确保时钟信号不受驱动时钟信号的过冲或下冲以及振铃所造成的影响。可编程时钟可以实现这一目标，通过调整各个时钟输出驱动器的阻抗大小，确保与不同负载阻抗大小的优化配置。可编程时钟驱动强度允许开发人员分别为每个输出进行负载阻抗匹配，以获取相匹配的阻抗大小，基于系统测算出的实际大小优化信号完整性。此外，在可接受的信号完整性限度内，可编程驱动电平可以用于控制时钟信号上升和下降时间，在可接受的信号完整性限制下降低速度。通过降低信号的总体高频谐波含量，进一步降低 EMI 辐射。

灵活的可编程时钟频率调制也简化了电磁兼容性测试。由于频率调制可以变化（例如，Silicon Labs SL15100 SSCG 时钟 IC 的频率调制范围是 0%-5%），因此在设计和测试过程中，可以轻而易举地进行兼容性测试。这种可编程能力使得在设计阶段早期即可进行验证反馈，消除了设计后期修改所需的成本，避免了产品设计延迟，大大缩短了产品上市时间。

辐射在可接受的范围内、且产品满足 EMC 要求的系统开发人员也能够从扩频时钟发生器的使用中获益。例如，许多大批量生产的消费产品，例如喷墨 / 多功能打印机或

表 1: Silicon Labs SL15100 SSCG 可编程时钟参数

可编程参数	范围	分辨率
输出-输出斜率	-160 - +160psec	20psec
输出驱动强度	20 - 100ohm	20ohm
输出上升/下降时间 (15pF 时钟)	0.3 - 4.2psec	0.3nsec
占空比	-3% - +3%	1%
频率	1 - 200MHz	2ppm
扩频幅度	0% - 5%	0.05%
扩频调制	16 - 128kHz	1kHz

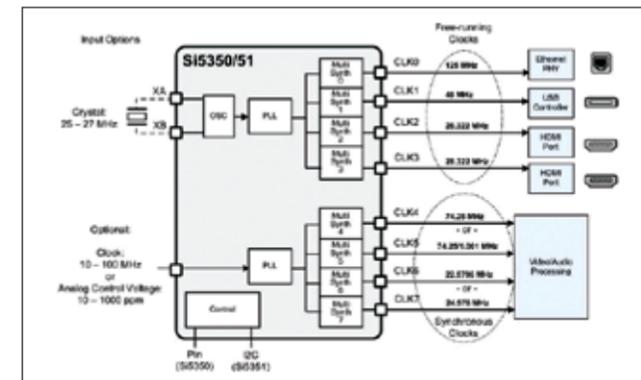


图 4: Silicon Labs Si5350/51 可编程通用时钟 IC。

掌上电脑采用多层电路板增加信号容差。如果将 SSCG 时钟应用于此类设计，通常能够降低辐射水平，甚至能够采用更少层数电路板实现系统，从而大大节约成本。

### 时钟选型

系统开发人员可在多种为 EMI 消减而优化的通用、低压 CMOS 时钟 IC 中进行选型。例如，Silicon Labs 的 Si5350/51 时钟 IC（见图 4）可编程时钟解决方案，支持最多 8 路输出，频率范围最大 150MHz，适用于大批量和对成本敏感的应用，例如数码相机、打印机、显卡、机顶盒、HDTV（高清电视）和家庭网关等。这些时钟元器件通常具有较低功耗（26mA 内核功耗），与其他时钟技术相比较少的电路板空间（4.0mm x 4.0mm 封装尺寸），而且每个输出频率支持独立的 SSC(频谱扩展控制)控制(即开/关)。

可为特定互连标准而优化的时钟发生器也是可选择的，例如 PCI Express 时钟 IC。有两类可选产品：固定功能时钟以及工厂定制时钟，这些元器件符合 PCI Express Gen1、Gen2、Gen3 标准，适用于消费类、服务器、存储、医疗和测试装置等应用中。PCI Express 时钟也支持 PCI Express 标准规定的 SSC。

同时，开发人员也可以选择特别针对处理器的时钟

发生器。例如，x86 低功耗替代时钟为基于 x86 的嵌入式应用提供低功耗下运行。这些应用包括存储、刀片式服务器、机顶盒、医疗、测试装置以及家庭和工业自动化应用等。由于针对基于 x86 应用进行了优化，因此所提供的集成特性消除了多种板级元器件，例如外部电阻和电平转换器，从而降低了系统成本。

同时，开发人员应意识到，在整个系统中分配时钟信号时，时钟分配元器件可用于减少 EMI。这些时钟分配元器件能够追踪频谱扩展，能够传输它到各分布时钟上。诸如零延时 LVCMOS 和 PIC Express 扇出缓冲器等元器件适用于服务器、路由器和交换机；同时温度控制的 XO (TCXO) 扇出缓冲器适用于智能手机、平板电脑和其他便携式系统，提供优秀的频率控制解决方案。

许多 EMI 消减措施和定时特性可以集成到 SSCG（扩频时钟发生器）元器件来获取更高性能。一些时钟支持多路输出，大多数时钟具有可选频谱扩展时钟功能的多路 PLL（锁相环），开发人员可集成关键元器件，例如缓冲器和电平转换器。例如，Silicon Labs 的 SL15100 时钟 IC 具有一个 PLL 时钟倍频器、内置频率分频器和开关电路，提供两路输出；而 SL28PCLe30 元器件功能更多，最多可提供 9 路输出。基于一阶晶体（first-order crystal）的多输出时钟，每个时钟都有各自的可编程范围，无需多种不同的晶体或晶体振荡器，因此，大幅降低了 BOM 成本，缩小了电路板尺寸。对于便携式装置，使用可编程的 SSCG 时钟 IC 与传统时钟拓扑相比可改善功耗，延长电池寿命。

对于大批量应用市场来说，开发人员可以创建定制配置的时钟元器件去优化抖动性能、功能及成本。例如，为了加快设计进程，Silicon Labs 提供基于 Web 的在线 ClockBuilder 工具 (www.silabs.com/ClockBuilder)，时钟产品选择和元器件配置的一气呵成，并且无论有没有 SSC 都允许客户为不同应用特制的时钟产品。

### 小结

评估及模拟 EMI 辐射是个相当复杂的过程。通过简单的调整布局、上升 / 下降时间，以及采用扩频时钟技术，无需复杂的分析和模拟，开发人员就可以将辐射功率降低到满足大多数应用需要的水平。

SSCG 时钟 IC 在源头上消除 EMI，提供了一种具有成本效益的管理 EMI 方法。SSCG 元器件具有高集成度和灵活的定时参数，能够简化系统设计、消除了许多高成本的分立元器件，同时提升了性能、最大限度地降低了电路板面积、缩短了产品上市时间。

www.silabs.com

# 能源效率

进行全面调节，达到节能目的

作者: Arman Naghavi, 副总裁兼模拟与电源事业部总经理, IDT

每年，世界各地安装800多万台服务器。估计服务器系统的年度总能消耗大约会超过600亿千瓦。当数据中心的设施管理人员考虑他们机构的发展需求和成本时，在决定最为有效以及最具成本效益系统的过程中，服务器的能耗将是一个需要考虑的关键因素。

信息技术（IT）数据中心电力消耗的显著增长为企业开发具有能源效率的产品方面创造了极好的机会。数据中心的电力消耗每年正在以16%的速度增长。在云计算、社交网络、多媒体以及公用计算服务需求日益增长的驱动下，政府和商业机构每年将投入大约80亿美元（美国），用于数据中心的供电和数据中心的冷却。服务器系统以及数据中心的冷却

消耗了其中的大部分电力。

这些服务器的传统电源结构正在达到其能源效率的技术极限。某些提高能源效率的方法需要对整个数据中心的电源基础设施进行重新设计、改造，以降低电能的消耗。这种解决方案并不可行，因为数据中心的建筑物和基础设施的重新设计、改造可轻易地花费掉千万美元。

IDT 等公司则通过专注于服务器

系统的总功效来解决这一问题，无需大规模改造数据中心基础设施或建筑物。这就是 IDT 的高效服务器电源架构，即 CoolRAC（RAC 是一个谐振交流的缩写）。该技术可以使数据中心极大地降低了服务器的功耗。

服务器总能源效率的测量是从交流电的输入开始，穿过服务器机架，一直到主板上的处理器。一般的服务器平台结构具有总量为 80% 的功率转换效率并通常会使用高成本的元器件。这意味着，大约 20% 消耗的电能作为废热而简单地损失掉了。IDT 的 CoolRAC 技术可提高功率转换的效率超过 90%。由此，降低了无用功率的损失并减少了相应冷却的要求。由于 CoolRAC 技术利用现有的数据中心电力基础设施，因此可非常容易地将其改型安装在现有的数据中心的，而无须进行费用不菲的建筑物改造工作。

数据中心电力的使用正在成为设施管理人员日益关注的焦点。这些管理人员力求提高数据处理能力并同时

以 0.10 美元 / 千瓦电费的保守估计，在直接节省电力费用方面，它这相当于每年可节省 80 万美元以上。此外，IDT 的 CoolRAC 技术为扩大数据中心的计算能力提供了便利。

IDT 的 CoolRAC 解决方案采用标准的输入电源（3 相、220/480V 交流）和高频交流电（HF AC）配电。以下讨论了这一技术的优点及其面临的挑战，并阐述了电源配电效率的改善以及与现有技术比较的详细情况。本文以样机演示的方式给出了试验结果并概述了这一技术在研发过程中的各个步骤。

## 高频交流电配电的 CoolRAC 技术概念

为了使整个系统的功效在最大程度上产生效果，第一个步骤是要解决的点负载（POL）转换器的功效问题。在今天的数据中心电源结构中，反向转换器已被证明是最为简单、最为有效、最具经济效益的 POL 转换器布局技术。然而，现代数字式集成电路（IC）负载需要 POL 转换器提供输出电压接近 1V 的直流电。其结果是，一台 12V 直流电输入电压反向转换器具有较高的转化率，因此这样转换器不可能实现 1V 直流电输出的高效率。表 1 和表 2 通过对在特定阶段不同数据中心电源结构能源效率和功率损失的比较，说明了提高 POL 功效的重要性。

为了降低转换率并由此增加 POL 的功效，必须降低 POL 输入总线的电压。除了从 12V 至 5V 降低各步骤中输入总线电压以外，图 1 说明在没有发生其它变化的情况下，POL 功效有了极大的提高。

通过采用具有低电压等级的硅芯片开关可进一步提高转换器的功效。在类似的成本费用下，使用较低等级的装置甚至可提供高于表 1 中给出的功效。这是因为每个硅芯片面积的价格较低或换言之，每个硅芯片面积的漏极-源极电阻 (Rdson) 较小。同样，根据不同的应用需求，在高功效不是问题的关键所在，但与 12V 输入总线比较，仍然需要显著地提高效率的情况下，客户可以选择节省硅芯片的成本。

鉴于降低如 CPU、GPU、ASIC 和存储器等现代数字式集成电路的输入电源电压的行业发展趋势，降低高效 POL 转换器的 POL 输入电压已经势在必行。对于今天的各种工业应用情况来讲，5V 直流电 POL 输入总线电压似乎是用于服务器系统的最佳选择。这种低输入电压大大降低了电压的转换率，提高了电源的功率。此外，在现今的市场上，很容易买到 5V 额定功率的元器件。图 1 中给出的 5V 直流电至 1.2V 直流电背板转换器 96% 的峰值效率已经过采用 30V 额定值硅芯片开关予以了证明并可通过使用 12V 额定装置得到了进一步的提高。

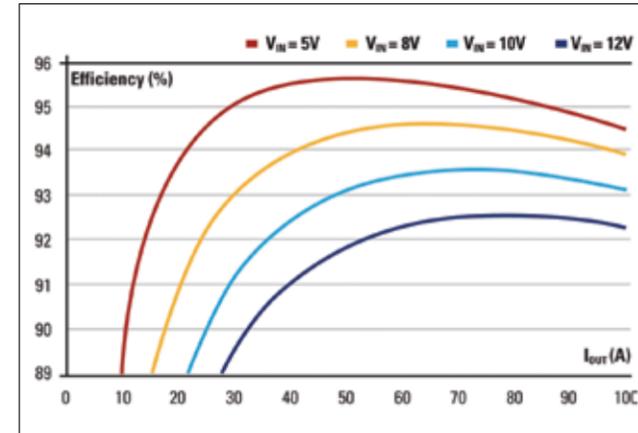


图 1: 在不同的输入电压下，POL 反向转换器的功效。

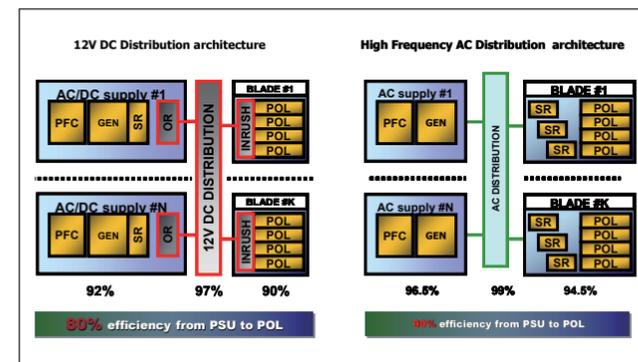


图 2: 传统的 12V 直流电配电结构与新建议的高频交流电配电结构。

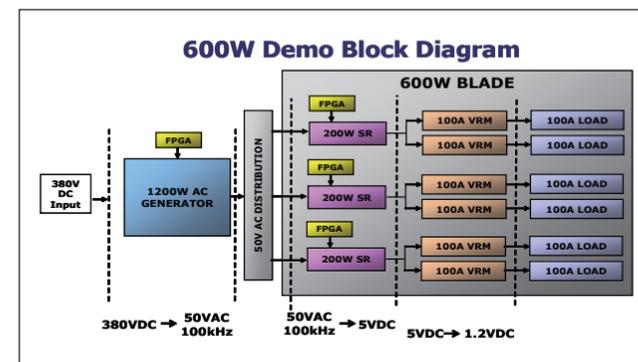


图 3: 600W “效率验证” 演示框图。

降低成本，以及最大程度地减少碳排放，打造“绿色”数据中心。拥有多个处理器和最小的停机时间的机架式计算服务器的能源消耗通常占据了数据中心 70% 以上的能耗。例如，一个配备有 50,000 台服务器的大型数据中心可消耗掉超过 12 兆瓦的电能。通过使用 IDT 的 CoolRAC 技术提高服务器的功效，可成功地直接节省超过 1 兆瓦的电能。

表 1

电源结构	效率/阶段				
	PSU	背板	中间总线转换器	POL	总计
12V 直流电	92.0%	97.0%	不适用	89.0%	79.4%
带有单独 POL 的 48V 直流电	93.0%	99.0%	不适用	87.0%	80.1%
带有中间总线转换器的 48V 直流电	93.0%	99.0%	97.0%	89.0%	79.5%

表 2

电源结构	损失%/阶段				
	PSU	背板	中间总线转换器	POL	总计
12V 直流电	38.9%	13.4%	n/a	47.7%	100.0%
带有单独 POL 的 48V 直流电	35.2%	4.7%	n/a	60.1%	100.0%
带有中间总线转换器的 48V 直流电	34.1%	4.5%	13.5%	47.9%	100.0%

然而，向 POL 提供较低电压的输入电源增加了配电介质的损失，使得 5V 直流电配电系统在大多数情况下不切实际。需要对包括昂贵的连接器、背板印刷电路板和汇流条在内进行先进的背板布局，以对高端服务器系统的传统 12V 直流电配电结构实现适度的 2% 功率损耗。改变配电电压至 5V，功率损耗将增加 5 倍以上。

IDT 的 CoolRAC 技术以最为有效的能源方式向 POL 提供低电压的电力，解决了最大化 POL 转换器（规定低电压配电）的效率与最小化电源配电系统（规定高电压配电）中的损失之间在基本原理方面存在的冲突问题。

图 2 给出了最为流行的 12V 直流电配电结构与 IDT 的 CoolRAC 解决方案之间的比较情况。本文给出了向 K 计算装置提供电力，具有 N 个前端电源装置 (PSU) 的冗余系统。

显然，以上两种配电结构具有相同数量的电能转换阶段。通过简单地从前端 PSU 向叶片主板移动同步整流器 (SR)，可合理地使用高配电电压（例如 50V 峰值 - 峰值）。由此，最大限度地减少了配电介质的损失。由变压器匝数比定义的交流电配电电压量值具有很大的伸缩性并可具有不同电能水平的服务器系统提供最佳、且可以升级的解决方案。

显然，与传统的直流电配电系统比较，冗余的高频交流电配电结构给设计者带来了更多的挑战；例如，发电机的同步和电流的部分需要具有诸如电源冗余可进行热交换的特性。这就是为什么市场没有广泛接受高频交流电配电概念的主要原因。有些服务器的销售商发布了有关在服务器平台上进行高频交流电配电的消息，但是在服务器平台上还没有采用冗余结构。

多年来，专家们早已了解了高频交流电配电布局结构的优点。但是，由于在控制多个并联交流电发电机和对同步整流器实施高效、可靠的控制算法方面存在的挑战，高频交流电配电布局的实施尚不具备可行性。然而，由于近来如 IDT 在模拟数字转换和数字控制技术方面取得的进展，使得这样的布局结构正在对市场产生着吸引力。

根据交流电和直流电电流之间在基本原理上的差异，与直流电配电比较，除了有效功弥散的元器件以外，高频交流电配电的其它优点展现出了使用无效功元器件进行调整的可能性。通过在所描述的 CoolRAC 结构中使用谐振布局结构产生了在不需要使用 OR-ing 和涌入电流控制电路的情况下，存在着提供热态插拔和冗余容量的可能性。

当然，所有这些优点仅在开发出新的数字和模拟算法并在新的控制集成电路中执行这些算法，使得这种新型的交流电配电结构可行并符合成本效益之后，方可实现。

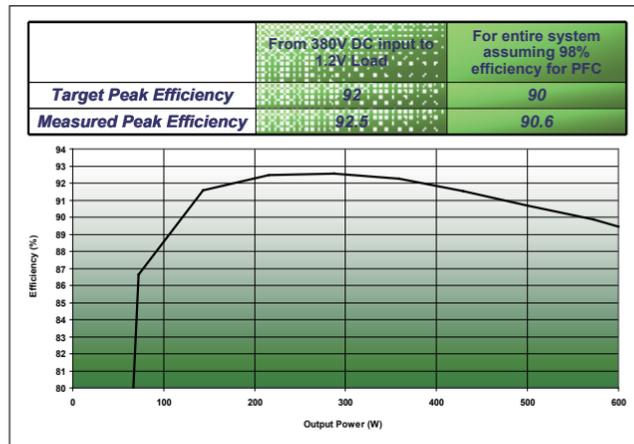


图 4: 验证的高频交流电配电系统功效。

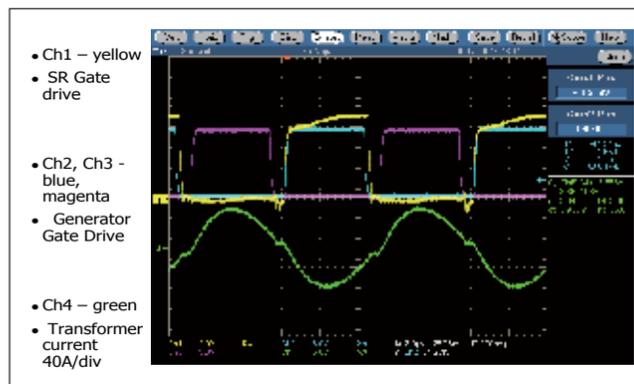


图 5: 满负荷下高频交流电的波形。

### 效率演示试验结果的验证

为了验证高频交流电配电布局结构具有可行性并在功效方面有所提高，IDT 建成并成功地评估了由一台 1200W 交流发电机、三台 200W SR 和六台 100W POL 构成的实验测试装置。图 3 和图 4 分别给出了测试装置框图和所论证的功效结果。

出于对功效研究验证的考虑，我们从 380V 直流电输入至 1.2V 直流电 POL 输出测量了功率因子校正 (PFC) 的效率。我们采用附着在每一个单元上的现场可编程门阵列 (FPGA) 派生卡执行数字算法，控制一台 1200W 交流发电机和若干台 200W SR (如图 3 中 FPGA 所示)。今后，IDT 公司开发的专有集成电路将取代每一个控制卡。针对性的系统总功效目标设定为峰值的 90% (如上图 2 中的计算所示)。我们假设 PFC 为 98% 的功效，计算出其余的系统功效目标净空值从 380V 直流电 PFC 输出至 1.2V 直流电 POL 输出电压为 92%。

测量到的峰值功效为 92.5%；它超出了预期值 0.5%

并由此得出通过使用 IDT 的技术，可以成功地实现 90.5% 整个高频交流电配电系统峰值功效的结论。与传统的 12V 直流电配电比较，IDT 的 CoolRAC 结构可以提高效率超过 10% (参见表 3)。

高频交流电源配电和计算信号之间的电磁干扰不是本研究的科目。但是，因为所建议的能源迁移结构的共振特性，观察到的电流和电压波形显示出其边缘非常平滑。如图 5 所示，对于一个范围宽泛的负载来讲，交流电总线电流的波形为正弦波，且没有包含对计算信号产生干扰的频谱。当然，在以系统水平进行信号完整性的研究期间，应对可能的电磁干扰问题进行进一步的研究。

### 目前开发的状况

根据功效演示验证显示的结果，IDT 正在进行着下一个阶段：一个 3 千瓦 × N 个冗余高频交流电电源配电服务器机架的开发工作。以下给出了目标性的参数：

- 交流电源装置 (PSU) -PFC+ 发电机
- 输入：480V 交流 -3 相 4 线制输入
- 输出：3000W-100kHz 的 50V 交流
- 功率因子校正：0.99PF (最小)
- 功效：满负载下，97.5% 功效
- 平行：可以 N+1 冗余的运行方式进行操作
- 共用：至少 10%
- 形状因素：长度：15-18 英寸，宽度：4.0 英寸，高度：2.0 英寸
- 冷却方式：强制性风冷
- 同步整流器 (SR)：

表 3

电源结构	效率/阶段				
	供电箱	背板	IBC	POL	总计
12V 直流电传统的配电	92.0%	97.0%	不适用	89.0%	79.4%
CoolRAC 100KHz 50Vp/p 高频交流电配电	96.7%	99.0%	98.5%	96.0%	90.5%

- 输入：50V 交流
- 输出：3 个选项：100W、5V 直流；200W、5V 直流；300W、5V 直流
- 功效：98% 功效
- 冷却方式：强制性风冷

本项验证将完成以下任务：

- 同步共振整流器 (SR) 的控制
- 通常使用的自驱动 SR 控制方案无法得到最佳功效。其中，有两个问题需要解决：对交流电输入电压门驱动同步性以及防止电能从输出电容器迁移至交流电总线。
- 交流发电机的同步性

为了可以并联连接多台交流电发电机，要求发电机的时钟最好在不增加信号线的情况下，具有精确的同步性。

- 交流发电机电流的共用
- 发电机的准方形波输出信号不匹配可能会导致产生极大的均衡电流。由此，可能出现潜在的功耗损失或失败的情况。需要使用有效和耐用的控制系统。
- 带有快速瞬态响应和最小化波纹的 PFC 阶段控制器

传统的双回路 PFC 控制器在馈电速度和功率因子之间存在着基本原理上的冲突。由于 coolRAC 方法具有一个未经调整的第二阶段，传统的控制器不能提供最佳性能。需要采用一个具有不会产生功率因子退化的快速负载瞬态响应控制方案。

### 结论

为了满足计算能力不断增长的需求，对数据中心电力的要求正在与日俱增。因为服务器是数据中心电能消

耗的最大部分，所以提高服务器的功效对节省电力、减少冷却需求和降低成本将产生重大的影响。

IDT 的 CoolRAC 中间总线结构为服务器的电源提供了一种解决方案。该解决方案在无需大规模重新设计、改造数据中心的情况下，可极大地提高功效并减少产生的废热，由此节省了电能。这一解决方案在使用目前可以采购得到的电源电路元器件的同时，从电源至 1.2V 直流电负载，成功地达到了 90% 整个系统的功效。如用于 POL 转换器 1.2V 额定值 MOSFET，硅芯片装置的进一步改善将使得功效产生更大的改善，甚至达到整个系统功效的更高水平。

IDT 的新型配电布局结构可以一个极具成本效益的方式得到实现。在商业化的数量方面，其实现的成本会低于传统的直流电配电结构。该解决方案在简化整个服务器机架电源配电的同时，将维持、甚至会减少元器件的使用量。系统的制造成本以及系统的成本与性能比均将会得到极大地提高。此外，在机架之外，无须发生额外的费用：无须改造或调整设施的布局、电源系统或数据中心的 HVAC 资源。

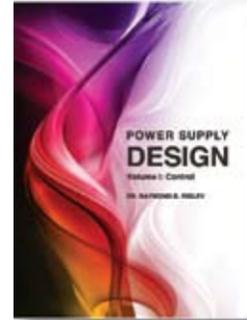
这种配电结构同时有利于其今后进行进一步的提高。由于控制机理的关键要素是采用先进的硅集成电路予以实现，该配电布局结构为数据中心充分利用硅芯片加工成本和性能不断取得的进展，进行全面的调节，达到节省电能的目的，创造了机会。对于采用传统的直流电配电结构的数据中心来讲，该方案在电源管理的优点来之不易。

www.idt.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：  
汽车电子

**PSD** CHINA

功率系统设计：推动全球创新



内容包括：

转向汽车娱乐……

34

助推节省燃料……

37

针对汽车应用的高能效解决方案……

40

保持凉爽……

43

# 转向汽车娱乐

## 需要视频开关阵列

作者：Bill Boldt，信号路径产品高级业务发展经理，飞兆半导体公司

所有汽车制造商都在关注有利可图的汽车音频附件售后市场，这些企业打算一步一步提升至新的水平，未来发展潜力无限。

GPS/导航系统、智能电话、DVD、CD、MP3、蓝牙、卫星收音机、大功率立体声放大器、扬声器、语音控制，以及互联网都可以在一个地方汇集起来：汽车。汽车制造商现在意识到：汽车是最新的移动技术平台，消费者会因看中车载娱乐（ICE）媒体控制系统而选中一款车型而放弃另一款车型。所以，汽车制造商正在投入巨资，将其未来成功押注在ICE系统上。许多新功能正在获得汽车网络的支持，但是，已经行驶在道路上的车辆该怎么办呢？幸好，集成电路（IC）产品能够让车载系统以售后配件市场的方式运作。一种可让ICE系统成为可能的关键IC被称作视频开关阵列（video switch matrices），它起着虚拟胶粘作用，可对用于不同系统的各种电子信号进行切换，并在车内环境中实现路由。飞兆半导体公司能够提供此类器件，下面以示例方式简要描述这些器件。

哪种平台已经成为最尖端、最贴心的个人电子环境？汽车。一家知名汽车企业的高级管理人员这样解释，汽车企业正在将汽车变换成一个功能强大的智能电话，可让驾驶人员携带到各处，进行定制，并与其数字世界互动。汽车是一个能够将GPS/导航系统、智能电话、DVD、CD、MP3、蓝牙、卫星收音机、大功率立体声放

大器、扬声器、语音控制以及互联网全部汇集起来，并且可以进行互动的场所。作为互连型汽车发展趋势的度量标准，某备受业界重视的市场研究机构预测：到2016年将有超过6000万辆汽车可以接入互联网（目前，能够接入互联网的汽车还不到100万辆）。

在汽车内将这些不同的电子产品综合成为一体的是媒体控制系统。这类系统不仅正在成为汽车的标准功能，而且根据消费电子和汽车行业研究人员分析，它们也正在成为人们选中某款车型的一个主要原因。随着汽车企业将更多的电子产品和功能快速引入市场，该强劲的发展趋势正在加速，这些汽车企业已经认识到必须缩短设计周期，以期更加接近消费电子

行业的设计周期。如今，电子部分是汽车买家的关键性区分因素，正在成为预先计划而非事后想法。但是，一个非常关键的问题浮现出来：在没有车载控制系统和语音控制功能的情况下，事实上使用蜂窝电话等消费电子产品会严重影响驾驶安全。任何人在驾驶时拨打电话，或者更糟糕地试图使用文本功能（谁没有过呢？），都会了解这样一个事实：驾驶和拨打电话真的不能同时进行。所以怎样做才能以安全的方式同时驾驶和拨打电话？

一个重要汽车制造企业首席执行官简要概述了解决方案，他指出，车载控制系统能够使用户在驾驶过程中从使用小小电话造成的混乱和危险中解放出来。不论是汽车还是电话（以及其它电子产品），汽车正在转换成

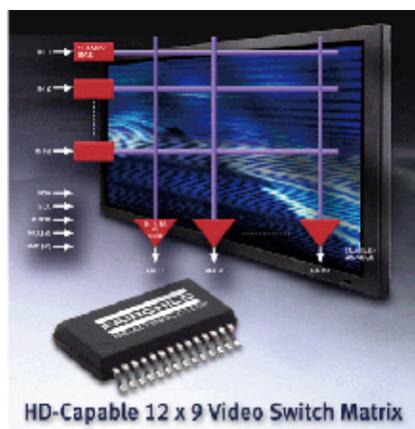


图1：用于汽车视频系统的12x9开关阵列。

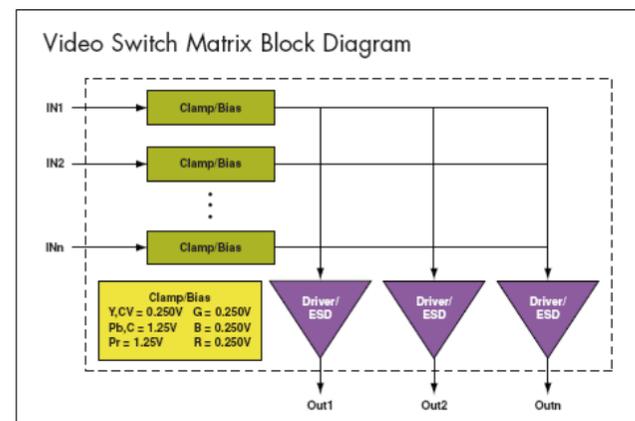


图2：视频开关阵列结构图。

为一种最新的电子平台：一个高度集成、易于使用并且与其它平台明显不同的平台。此外，这一混合的汽车/消费电子平台正在迅速发展成为一种系统开发人员的生态系统，这些开发人员将为用户带来如今甚至无法想象的体验。

如今已经出现并将在汽车中采用的一系列电子功能包括：多人游戏、实时交通和道路状况更新等基于位置服务的GPS、针对维护状态、性能以及生态环保的车辆监控、车辆和人员安全、与住宅控制/安全系统的连接、与位置相关的社交网络机会。这一功能清单为应用程序开发人员和服务提供商带来了创造营收的机会，将不断推动汽车平台向前发展。

为了保证汽车和消费产品之间的兼容性，已经采用了开放源代码软件方式。软件能够使用智能电话作为到达移动车辆的信息通道，来提供基于云计算的服务。通过领先汽车和软件企业的协作，这项功能已经获得了支持，随着汽车消费产品开发生态系统涌现出更多的服务项目，这一趋势将会进一步加强。

虽然这听起来在某种程度上会使一些人感到困惑，但是每天从世界各地的电话用户那里收集到有关交通流量的巨量信息（在电话用户不知晓的情况下）。实时挖掘这类数据仓库，并为驾驶期间的用户提供个性化交通状况报告。随着汽车从一处行驶到另一处，可以实时完成社交网络，以便确定朋友或者活动以及事件的位置。

近场通信（NFC）等其它创新技术正在蜂拥进入汽车驾驶室。NFC能够将里程数、燃油水平、轮胎压力、驾驶者身份、紧急通信、工作状态、位置信息、维护时间表等信息交换至智能电话。一家主要美国汽车设备企业正在使用RFID标签设计一款密钥卡，可让NFC电话能够从汽车接收信息。

从实际角度出发，为了控制和管理车载娱乐（ICE）

系统，必须在已经安装的各种产品之间进行选择。这意味着需要在车内切换和路由的电子信号日益增多。

许多高端豪华车型内建有非常先进的娱乐网络，每年都有更多的车型采用车载网络。一种网络被称作媒体导向系统传输（MOST）。MOST可以起到多媒体主干的作用，并且能够在驾驶室内传输高速信号。新一代MOST甚至能够运行蓝光视频（1080p 高清信号），并提供无静电干扰音频。这样的汽车网络已经进入高端豪华车型，并正在加速发展。但是低端车型或者已经在道路上行驶车该怎么办呢？

幸好，目前提供的集成电路（IC）产品能够以售后市场配件方式实现娱乐系统的安装和过渡。视频交叉点开关或者视频开关阵列是实现这些功能的IC。广泛用于ICE应用的集成电路视频开关阵列产品的很好示例有飞兆半导体的FMS6501和FMS6502器件。这些视频开关阵列在一个器件内集成了模拟开关、输入箝位、偏置电路以及电缆驱动器，实现高效空间利用且可靠耐用的设计。相比分立元件解决方案，这些IC将空间利用率提高了50%。FMS6501提供12个输入，每个输入都能够切换至9个输出中的任何一个，而FMS6502则提供8个输入，可以切换至6个输出。

这些IC支持标准型（SD）、增强型（ED）以及高分辨率型（HD）视频信号，同样支持1080p HD。FMS6501提供可选的6、7、8或9dB增益集成电缆驱动器，能够驱动双视频负载，FMS6502则提供0和6dB增益驱动器。它们采用I2C接口进行控制并且直接驱动75欧姆电缆，同时提供在ICE系统中十分重要的静电保护功能。图2是视频开关阵列结构图，其中解释了箝位、偏置、视频驱动器和ESD保护模块以及交叉点阵列。

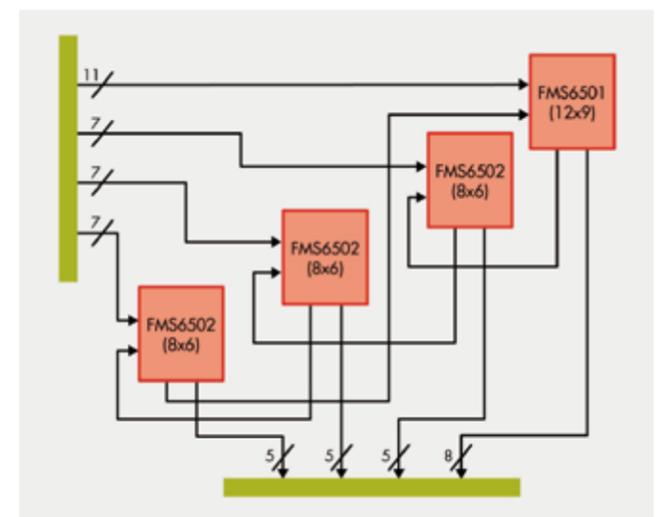


图3：4个FMS6502器件级联组成一个32x32阵列。

同步脉冲顶部箝位 (sync-tip clamp) 或者偏置选项能够以同步或不同步方式来处理视频信号。不用的输出被禁止, 以便降低功耗, 简单的寻址方案能够实现多个开关阵列器件的级联, 以期满足更大型开关阵列要求。图 3 所示为 4 个 FMS6502 级联组成一个 32 x 32 阵列的示例。可以根据特殊要求轻易创建其它配置。

借助车辆内建视频功能以及方便的级联选项, 使用开关 IC 可以设计出具有多种配置的 ICE 系统。它们可被视为虚拟胶粘的一部分, 将 ICE 系统组织在一起, 并且能够将独特的系统适应于许多不同的汽车平台。

汽车、蜂窝手机以及消费电子企业正在非常积极地协作, 为汽车/消费组合平台提供丰富的产品和解决方

案, 因此零部件制造商面临使用正确的 IC 来应对挑战的压力。例如, 某领先手机企业正在与两家车载音频领域的重量级企业就一款系统进行合作, 该系统使用标准接口将智能电话与 ICE 系统连接, 实现全系统交互性, 最终将使用一块大触摸屏来进行访问。这些创新型 ICE 系统的新需求将推动 IC 制造厂商开发新的有趣产品以满足市场需求。

另一项有趣合作是在超现代城市微型小车的欧洲创建企业和具有象征意义的美国扬声器/电子公司之间进行的, 目标是创建包括先进车载 DVD 系统和其它设备的 ICE 系统。这类先进系统需要视频开关阵列、视频处理器、大功率音频放大器、视频滤波驱动器创新 IC 元件, 以及许多其它

IC 产品。新系统及供应商厂商数量将会继续扩展。这说明了为什么某著名市场研究机构预测用于 ICE 系统的电子元件将每年增长 7%, 到 2012 年超过 500 亿美元。

目前, 所有汽车制造商都在关注有利可图的汽车音频附件售后市场, 这些企业打算一步一步提升至新的水平, 未来发展潜力无限。第一步是提供车载连通性解决方案, 控制数个单独的消费产品, 然后, 在标准成熟且系统开发商支持得到发展之际, 再将它们连接成网络。在每一个步骤中, IC 元件制造厂商都将提供如视频开关阵列等基本 IC 产品, 帮助实现这种新型汽车/消费产品平台。

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

# 助推节省燃料

## 汽车启动/停止电子系统

作者: Bruce Haug, 高级产品市场工程师, 凌力尔特公司

许多汽车制造商设计了一种节省汽车燃料的巧妙方法, 就是运用了被称为“启动/停止”系统的新概念。该系统在汽车处于停顿状态或空档位置时将自动关闭引擎, 并在驾驶者再次踩压离合器踏板时立即重新启动引擎。

自动启动/停止功能可在汽车每次完全停稳时关闭引擎, 并自动重新发动引擎, 因而有助于减少燃料消耗及尾气排放。与未装备此类系统的汽车相比, 在城市交通环境中其耗油量的节省幅度可高达 8%。还有一个额外的好处就是能够降低其二氧化碳排放量。

原理很简单: 如果引擎不运转, 就不会消耗燃料。当不需要引擎工作时, 自动启动/停止系统功能将自动关闭引擎。在交通拥堵或者甚至在走走停停的交通状况下, 只需将汽车置于空档位置并把脚从离合器上移开就将启动此项功能。信息显示器上的一条“启动/停止”消息将表示“引擎已被关闭”。如欲重新发动引擎, 则踩下离合器、挂档, 汽车将马上快速恢复工作状态, 即刻就能继续行驶。

自动启动/停止功能并不会影响驾驶的舒适性和安全性。比如, 在引擎达到某个理想的运行温度之前, 该功能不会被启动。这一原则同样适用于以下情形: 空调尚未将车厢调节至期望的温度、电池尚未充电或驾驶者转动了方向盘。

自动启动/停止功能由一个监视来自所有相关传感器之数据的中央控

制单元负责协调, 包括起动电机和交流发电机。出于舒适性或安全性的需要, 该控制单元还可自动重新发动引擎。例如: 倘若车辆开始行驶、电池

电荷量降至过低的水平或挡风玻璃上形成了冷凝水。此外, 大多数系统还能够区别出短暂停顿与旅程终止之间的差别。如果驾驶者的座椅安全带松

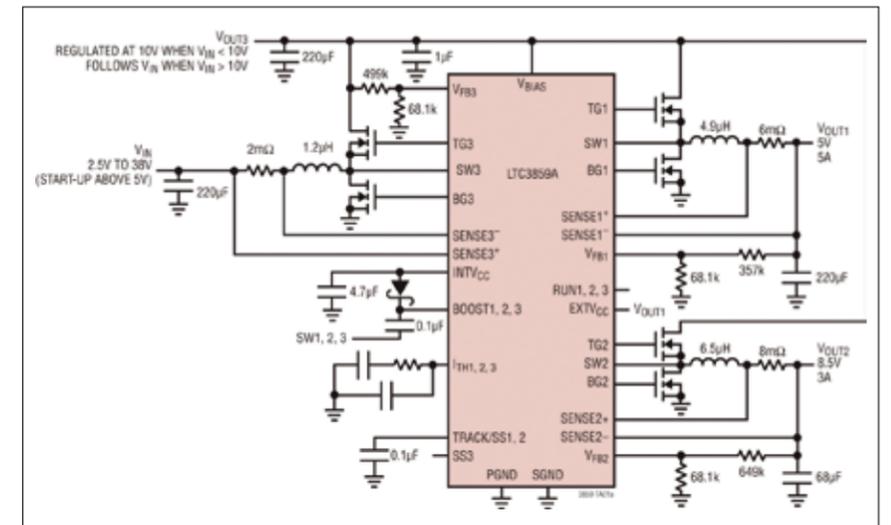


图 1: 典型的 LTC3859A 启动/停止应用电路原理图。

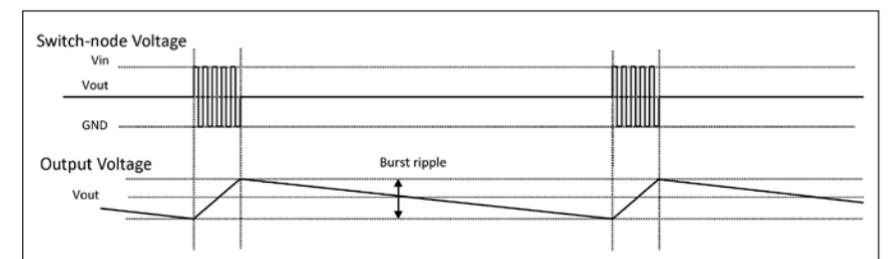


图 2: LTC3859A 的突发模式操作电压线图。

# 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)

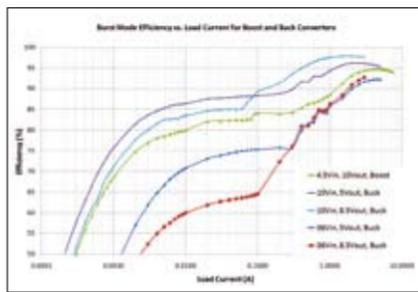


图3: LTC3859A效率与负载电流的关系曲线 (针对不同的转换器部分)。

地将输入电压直接传送到降压型转换器，从而最大限度地降低了功率损失。图1示出了LTC3859A的原理图，当电池电压降至10V以下时，由同步升压型转换器向同步降压型转换器提供10V电压。除了为两个降压型转换器供电之外（本例为5V/5A和8.5V/3A），升压型转换器还可被用作“第三输出”，能够提供一个额外的2A输出。

LTC3859A是采用全N沟道MOSFET的低静态电流、电流模式控制、三路输出同步DC/DC控制器。启动时，LTC3859A在4.5V至38V的输入电压范围内工作，并在启动后保持工作直到低至2.5V为止。两个降压型控制器（通道1和2）180°异相运作，并能产生0.8V至24V的输出电压，非常适合给导航、信息娱乐系统、处理器和存储器供电。升压型控制器（通道3）与通道1同相运行，且能产生高达60V的输出电压。用于每个通道的强大的1.1Ω内置栅极驱动器最大限度地降低了MOSFET开关损耗。工作频率可以设置在50kHz至900kHz的范围内，或者利用内部锁相环同步至一个频率范围为75kHz至850kHz的外部时钟。LTC3859A不同于LTC3859之处是其在INTV<sub>CC</sub>引脚上布设了一个内部箝位电路。该箝位电路提供了一种故障安全方式，可在用户由于疏忽而使用了一个漏电的肖特基限幅二极管时避免INTV<sub>CC</sub>引脚承受过大的电压。

### 一款新型解决方案

幸运的是，凌力尔特公司推出了一款三路输出DC/DC控制器LTC3859A，该器件将一个同步升压型控制器和两个同步降压型控制器集成在单个封装之中。同步升压型转换器输出向降压型转换器馈电以保持一个足够高的电压，从而避免那些需要4V以上工作电压的电子系统在引擎重新启动的过程中发生复位。此外，当从汽车电池至升压型转换器的输入电压高于其编程输出电压时，它将在100%的占空比条件下运行，并简单

管时避免INTV<sub>CC</sub>引脚承受过大的电压。该器件的其他特点包括用于IC电源和栅极驱动的内置LDO、可编程软启动、电源良好信号和外部V<sub>CC</sub>控制。V<sub>REF</sub>准确度在-40℃至85℃的工作温度范围内为±1%，LTC3859A采用38引脚SSOP封装或38引脚5mmx7mm QFN封装。

延长电池的工作时间 对于任何在系统其余部分关闭的情况下需要一根“始终保持接通”的电源总线的电池供电型系统而言，节省电池能量都是必须的。这种状态通常被称为“睡眠”、“待机”或“空闲”模式，只要求系统具有非常低的静态电流。在有可能包括诸多电气电路的汽车应用中，为节省电池能量而要求实现低静态电流显得特别重要。在待机模式中，此类系统的总电流消耗必需尽可能低；而且，随着汽车的运行越来越多地依赖电子系统，汽车制造商所面临的节省电池能量的压力在持续地增加。在睡眠模式中（升压型转换器和两个降压型转换器中的一个处于接通状态），LTC3859A仅吸收区区75μA的电流。当所有三个通道均接通并处于睡眠模式时，LTC3859A的吸收电流只有100μA，从而显著地延长了空

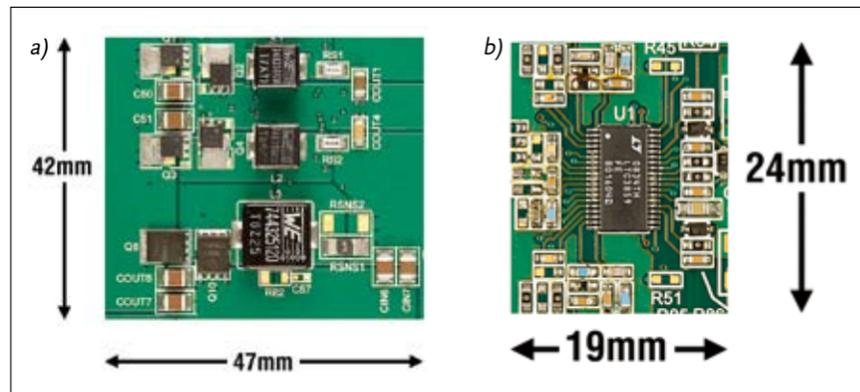


图4: LTC3859A演示电路板的尺寸和布局 (a) 顶面 (b) 底面。

闲模式中电池的工作时间。这是通过将器件配置为进入高效率的突发模式(Burst Mode<sup>®</sup>)操作状态来实现的，在此操作模式中，LTC3859A向输出电容器输送简短的电流脉冲，随后是一个睡眠周期，此时仅由输出电容器将输出功率传递至负载。图2示出了说明其工作原理的概念性时序图。

突发模式输出纹波与负载无关，唯一将会变化的是睡眠间隔的长度。在睡眠模式中，大部分内部电路都被关闭，只有用于实现快速响应的关键电路除外，从而进一步减小了其静态电流。当输出电压的降幅足够大时，睡眠信号电平走低，控制器通过接通顶端的外部MOSFET恢复标准的突发模式操作。另一方面，也存在这样的情况，用户希望器件在轻负载电流条件下工作于强制连续模式或恒定频率脉冲跳跃模式。这两种模式的配置均很容易，它们的静态电流较高而峰至峰输出纹波则较低。

### 负载突降 / 效率 / 解决方案尺寸

“负载突降”这一术语指的是启动电机被关闭之后所发生的感应冲击。对于一个汽车用12V铅酸电池系统来说，此浪涌电压一般被箝位于36V(最大值)。该浪涌要求控制器、MOSFET及关联的组件能在箝位电压下工作。这些较高电压器件(例如：40VMOSFET)会导致效率下降，必须谨慎地将这种不良影响降至最低。当采用图1中的电路时，每个电压轨的效率高于92%(如图3所示)。为清楚起见，分别示出了每个降压和升压部分的效率。此外，图4还示出了这款电路的布局和尺寸，其中最高的部件达4.8mm。

启动和关断 LTC3859A的三个通道可采用RUN1、RUN2和RUN3引脚单独关断。

把这些引脚中的任一个拉至1.2V以下都将关断用于对应通道的主控制环路。而把所有三个引脚全部拉至0.7V以下将停用所有的控制器和大多数的内部电路，包括内置的LDO。在这种状态下，LTC3859A仅吸收8μA的静态电流。

### 软启动或跟踪

两个降压型控制器的TRACK/SS1和TRACK/SS2引脚可用于调节软启动接通时间或在启动期间对两个或更多的电源进行“重合”或“比例式”跟踪。这些关联曲线示于图5，并同时在主电源与从电源的TRACK/SS引脚之间布设了一个电阻分压器。

### 保护功能

LTC3859A可配置成利用DCR(电感器电阻)或一个检测电阻器来检测输出电流。至于选择两种电流检测方案当中的哪一种，在很大程度上取决于成本、功耗和准确度的综合

### 结论

可节省燃料的汽车启动/停止系统在今后的几年里将继续发展。对于车载信息娱乐及导航系统的供电，以及需要高达甚至超过5V电压以实现正确运作的磁盘驱动器的供电，必须谨慎从事。此类系统在输入电压因引擎重新启动而降至稳压范围之外时会发生复位。LTC3859A提供了一款解决方案，它可利用其内置的同步升压型控制器将电池电压提升一个安全的工作电平。LTC3859A将一个同步升压型控制器与两个同步降压型控制器整合在一起，非常适合于给众多的汽车电子设备供电，可在引擎重新启动时保持针对所有输出电压的稳压作用。

### www.linear.com.cn

平衡。DCR日益受到欢迎，原因是其可省去昂贵的电流检测电阻器且效率较高，尤其是在大电流应用中。LTC3859A拥有用于降压通道的电流折返功能，以在输出短路至地时帮助限制负载电流。内置比较器负责监视降压输出电压，并在输出大于其标称输出电压的10%时指示出现了过压情况。当检测到这种状况时，顶端MOSFET关断而底端MOSFET接通，直到过压状态被清除为止。只要过压状态持续存在，底端MOSFET就将连续保持接通。如果输出电压回归至一个安全的电平，则自动恢复正常操作。

### 在较高的温度条件下，或者内部功耗导致芯片内部产生过量的自发热时，过热停机电路将关断LTC3859A。当结温超过大约170℃时，过热保护电路将停用内置的偏置LDO，从而导致偏置电源降至0V并以一种有序的方式有效地关断整个LTC3859A。一旦结温回落至155℃左右，LDO将重新接通。

图5: LTC3859A输出电压跟踪: (a) 重合跟踪 (b) 比例式跟踪。

### www.linear.com.cn

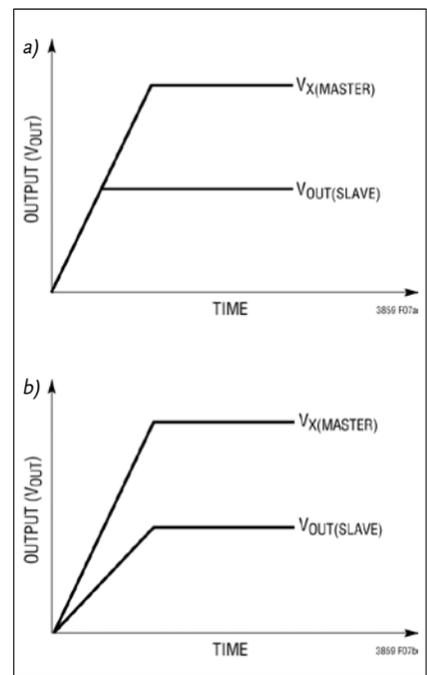


图5: LTC3859A输出电压跟踪: (a) 重合跟踪 (b) 比例式跟踪。

# 针对汽车应用的高能效解决方案

## 推动中国新能源汽车产品开发进程

作者：安森美半导体

身为全球领先的高性能、高可靠性硅解决方案供应商，安森美半导体制定了完整的汽车解决方案战略，旨在帮助客户实现车身、HVAC、动力系统、安全、信息娱乐和LED照明的节能应用。

当今，随着西方汽车市场需求的复苏以及发展中经济体车辆数目的持续增长使燃料消耗和污染不断增加，政府和制造商都在积极探索改善燃油经济性以节约能源、减少排放的途径，汽车中越来越多的电子功能也使半导体元件在车辆中的比重不断激增。面对环保和丰富消费者体验的双重挑战，半导体制造商正在利用其技术专长开发各种符合汽车规范的解决方案。

### 汽车应用的挑战

汽车电子市场一直是半导体工业的重要应用领域之一，今天的汽车已不再只是一种交通工具，对安全、舒适和多种功能的需求使电子产品在整车中的成本比例不断上升。最近几年，中国汽车市场连续两位数的强劲增长势头更引起了半导体厂商的关注。

但是，汽车应用使用的器件与普通工业应用要求不同，更加难以满足。由于汽车应用的特殊性，其中的电子产品对于整车的安全和可靠性影响很大，因此对电子元件制造商来说，一方面要在产品的设计和制造等方面更加注重可靠性等指标的认证，另一方面也需要供应商在零部件的筛选等环节严格把关，保证配套产品符合可靠性和性能等方面的要求。

### 安森美半导体的高能效汽车半导体解决方案

汽车是安森美半导体的关键应用市场之一，广泛的产品包括电源管理、保护、处理、信号调节及控制等。这些用于汽车的器件均通过了AEC认证及生产器件批准程序(PPAP)，确保了安森美半导体的元件符合设计规范，客户也可以达到期望的质量水平。安森美半导体对汽车市场的承诺不仅是交付产品，而是确保制造和质量符合业界对可靠性和坚固性的要求。2009年，安森美半导体交付

了超过29亿颗芯片，缺陷率不到120ppb(十亿分之一)。

安森美半导体拥有40多年为汽车电子系统提供产品的悠久历史和丰富经验，拥有宽广阵容的强固及创新的高能效集成器件，有助于减少排放，节省燃油，改善照明、安全、连接和信息娱乐供电系统。现就车载网络、汽车照明及引擎管理和动力总成三方面的方案作介绍。

#### 1. 车载网络方案

车载网络(IVN)应用需要尽可能地降低成本及减小占用的空间，同时提升系统的稳定性和长期可靠性，因此需要提高元器件的集成度。安森美半导体的IVN器件非常多，包括用于本地互连网络(LIN)和控制器局域网(CAN)的各种收发器。例如，安森美半导体的NCV7420集成了线性稳压器及LIN收发器，有效地节省PCB板空间，又可为MCU单独供电，有效抑制其它模块对MCU电源的干扰。

又例如安森美半导体针对IVN应用的单线LIN收发器AMIS-30600，可以作为协议控制器和物理总线之间的接口，特别适合驱动汽车和工业应用中的LIN系统总线，也可用于标准ISO9141系统。为了减少电流消耗，

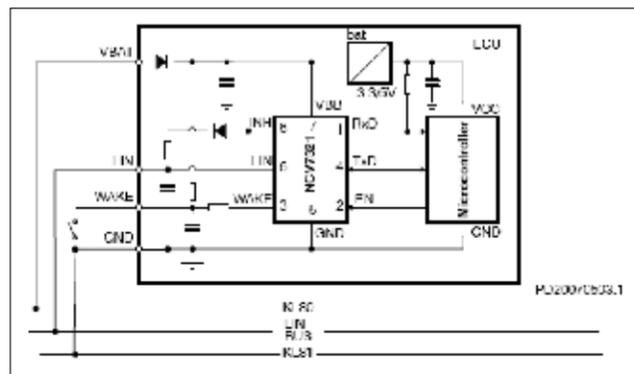


图1: 基于安森美半导体 NCV7321 的典型 LIN 电路。

AMIS-30600 提供了待机模式。该收发器采用 I2T100 技术，将高压模拟电路和数字功能集成在同一个芯片上，通过故障情况的无限短路保护功能，为满足当前的 IVN 要求提供了一种超安全的解决方案。

最近，安森美半导体推出了一款功能丰富的本地 LIN 收发器 NCV7321。它可在低数据率 IVN 应用中作为 LIN 协议控制器与物理总线之间的接口。NCV7321 具备极佳的电磁兼容性(EMC)，以及高达 13kV 的强固系统级静电放电(ESD)性能，不需要外部 ESD 元件，功耗也更低，非常适合汽车应用的严苛环境。

NCV7321 采用安森美半导体创新的 I3T 技术及智能电源技术，使高压及敏感的数字技术能够共存于同一芯片。它符合 LINv2.1 和 J2602 规范，具备与 AMIS-30600 相同的功能，但引脚输出不同，为客户提供了符合现有 LIN 收发器的替代产品。该器件采用高密度、节省空间的 SOIC-8 封装，典型应用包括多种车身电子功能和舒适功能应用，如遥控车门开锁接收器、车窗和遮阳罩升降器、报警器、电动视镜及座椅调节器，以及电子转向锁和轮胎监测电子控制单元(ECU)等其它功能。

NCV7321 的突出特点是最大限度满足了汽车的省电目标，休眠模式下的电流消耗仅为 10μA。其它关键特性包括热关闭、模糊短路保护及 45V 负载突降保护。图1显示了基于 NCV7321 LIN 收发器的典型电路。值得一提的是，该器件支持 -45V 至 45V 的电压范围，可承受额定 5kV 的 ESD 脉冲，提供了强大的保护功能。

LIN 总线以低速率(最高 20kBaud)传送控制设备的数据，如车门锁、后视镜、汽车座椅和天窗等对时间要求不严格的功能。LIN 总线协议的每个节点只使用单线，最大限度降低了布线成本。安森美半导体提供的产品符合美国(SAE J2602-2)和欧洲(LIN 物理层规范修订版 2.1)标准。NCV7321 为世界领先汽车供应商将 LIN 融入汽车提供了新的选择。这种具有更低功耗和系统成本的 LIN 收发器对各种现有及未来的汽车应用极具吸引力。

此外，安森美半导体还提供独立的 CAN 收发器，其最新一代产品 NCV7340 代表了业界领先的电磁性能(ESD 和 EMI)。这些器件在设计上采用了 I3T 技术，提供了故障率以 ppb 为单位衡量的高可靠、高品质元件。

#### 2. 汽车照明方案

如今，消费者都希望汽车照明系统能提供越来越丰富的功能，这就要采用具备优异稳流性能的高集成度解决方案。安森美半导体为汽车照明应用提供标准产品和定制器件。

安森美半导体的全功能高强度放电(HID)(或氙灯)专用集成电路有助于改善前灯系统的性能。相对于传统的

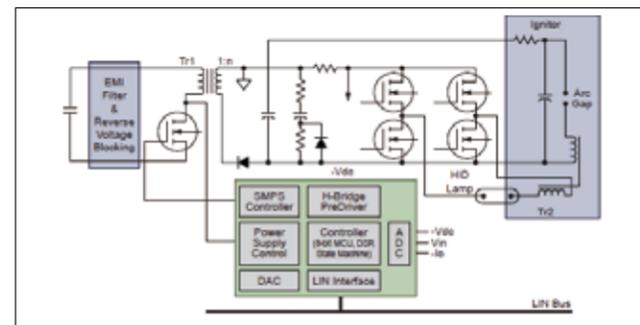


图2: 安森美半导体的全功能 HID 专用集成电路框图。

卤素灯，HID 改善了显色性，降低了功耗，使用寿命更长，光输出更高。为了支持其先进的功能，需要高效率的 HID 大灯镇流器和复杂的控制电路。安森美半导体的 HID 灯控制系统是采用 8 位微控制器或专用状态机的混合模拟/数字解决方案，它集成了 DC-DC 控制器，具备全面的诊断功能(过压、欠压、温度传感器、续航时间计数器)、各种通信接口(LIN、SPI)，支持 35 W(D1/D2/D3/D4)和 25 W(D5)灯。图2为该专用集成电路的框图。

其汽车照明用集成线性电流稳流及控制器 NCV7680 可以单芯片为组合尾灯供电，提供更佳的性能和更高的能效，且占位面积比市场上的方案更小。该器件包含 8 个线性可编程恒流源，适用于汽车固态组合尾灯(RCL)的稳流和控制，支持高达每通道 75mA 的发光二极管(LED)驱动电流。

NCV7680 集成了众多功能，支持两个亮度等级，一级用于停车，另一级用于尾部照明。如果需要，也可使用可选的脉宽调制(PWM)控制。系统设计人员只需使用一个外部电阻设定输出电流(整体设定点)。另外，针对要求大电流的设计，可选的外部镇流器场效应晶体管(FET)可以根据设计所需的高电流进行功率分配。延迟的功率极限降低了在过电压状态下的驱动电流。这对于没有外部 FET 的低电流应用来说十分重要。

该器件的典型应用包括组合尾灯、日间行车灯(DRL)、雾灯、中央高位刹车灯(CHMSL)阵列、转向信号灯和其他外部调制应用、液晶显示器(LCD)背光、照明模块等。与分立方案相比，该器件可更好地匹配 LED 输出，易于识别故障。

安森美半导体还在开发 NCV786xx 电源镇流器及双 LED 驱动器产品平台，以应用于先进的 LED 前照灯系统。该产品平台的开发是为了满足驱动高达 60 V 电压的多串 LED、以 PWM 调光维持色温及控制平均电流的系统级要求，使设计人员能够以一颗系统级芯片器件控制远光灯及近光灯、日间行车灯、转向指示灯及雾灯。该平台能够与

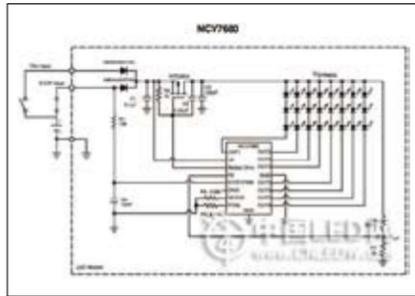


图3: NCV7680 刹车灯应用框图。  
外部微控制器（MCU）通信，在上电后改变工作参数、检测 LED 短路及提供先进的系统诊断功能。该系列的第一款产品 NCV78663 将在 2011 年投放市场。

### 3. 引擎管理及动力总成方案

目前，全球大约有 80% 的引擎是汽油引擎。汽油引擎都采用直接喷射和涡轮增压，以提高简单和经济型引擎的效率。汽油引擎未来仍是世界各地的主导力量，不过柴油引擎在欧洲已大约达到 40% 的普及度，并在北美地区也有增长的潜力。

汽车电子器件有助于通过引擎的控制、检测和驱动来提高效率。精心控制的关键部件（如喷油器和气门）可达到最高效率。为了提高控制能力，需要对燃烧室压力进行实时测量和处理，可减少汽油引擎 30% 的燃料消耗。

安森美半导体为汽油引擎、bi/flexfuel 和柴油引擎开发了各种定制和标准产品，范围覆盖从点火控制的供气 和 供气到排气后处理子系统的众多应用。这些产品组合包括：电感式角度传感器接口、压力传感器接口、爆震和轮速检测电路、油 /urea 和气流接口、车载网络组件、油门执行器驱动器和前置驱动器、电磁和压电燃料喷射系统、火花点火、风机、泵和液

压控制。燃油喷射系统用来测量每个气缸的燃料数量和时序。完全集成的多点（MPI）汽油引擎管理系统仍然是目前最流行的解决方案。然而，汽油直喷系统已出现强劲增长。为满足新的需

求，安森美半导体推出的动力总成方案涵盖传输控制和位置检测、发动机控制、油门控制、油位传感器、空气流量监测、气门控制、燃油喷射控制等应用。

### 总结

身为全球领先的高性能、高可靠性硅解决方案供应商，安森美半导体制定了完整的汽车解决方案战略，旨在为越来越多的汽车客户提供基于 ASIC、ASSP 和分立式元件的全面解决方案，帮助客户实现车身、HVAC、动力系统、安全、信息娱乐和 LED 照明的节能应用。为了支持中国这个全球最大的汽车市场，安森美半导体还在上海设立了汽车解决方案工程中心，通过本地专业技术支持深入了解和解决客户的问题，提供参考设计和演示板，帮助客户优化系统成本和性能，推动中国新汽车产品的开发进程。

www.onsemi.cn

# 保持凉爽

## 用于混合动力和电动汽车的功率模

作者：Volker Demuth，产品经理，Semikron

在混合动力和电动汽车动力系统中，电源逆变器外部的环境温度波动相当大。由此产生的非均匀温度分布限制了功率转换器的输出功率并缩短了它的使用寿命。因此，必须采取措施确保混合动力和电动汽车中所用的功率模块能满足典型的应用需求，如能够承受超过 300 万次活跃的热循环。对于混合动力和电动汽车的未来发展，半导体技术的可靠性是在衡量其质量的一项重要因素。

目前，正在投入使用的功率模块中有 4% 是在汽车应用中。未来几年，这个市场预计将每年增长 20%，令人印象深刻。应用可能性是巨大的，用于混合动力和电力驱动的逆变器已经可以在货车、巴士和农用车以及汽车和赛车应用中见到其踪影。由于不同的应用领域有着不同的需求，所有情况下的主要关注点是功率模块开发可靠的封装技术。如今最普遍的封装解决方案是有基板和无基板的焊接模块，以及最近采用烧结技术的无基板模块。这些封装技术有着不同的优点和缺点，这就是为什么使用寿命设计要求就混合动力和电动汽车应用的要求评估这些技术。例如在冷却水循环下，变化的环境温度是被动热循环的原因。此外，功率半导体中产生的功率损耗产生短暂的（5-20s） $T=40^{\circ}\text{C}-60^{\circ}\text{C}$  的温升。这里，功率半导体被从  $70^{\circ}\text{C}$  的冷却水温度加热到超过  $110^{\circ}\text{C}-130^{\circ}\text{C}$ ，之后它们又回

落到冷却水温度。由于所使用的材料有着不同的热膨胀系数，因此每一次的温度变化都会导致机械应力的产生。这是导致焊接和键合连接中材料疲劳的原因，并最终导致组件出现故障。

### 避免焊接连接

在采用压接技术的无基板模块中，有几种途径可用于提高模块的可靠性。通过不断避免焊接连接，焊接接

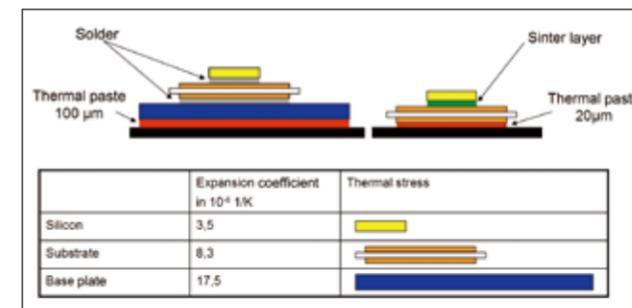


图1: 有基板 SKiM 模块（左）和无基板无焊接 SKiM 模块（右）的剖面图。焊点的去除消除了焊料疲劳，这一功率模块中常见的故障机制。基板的去除也消除了大部分的热应力。

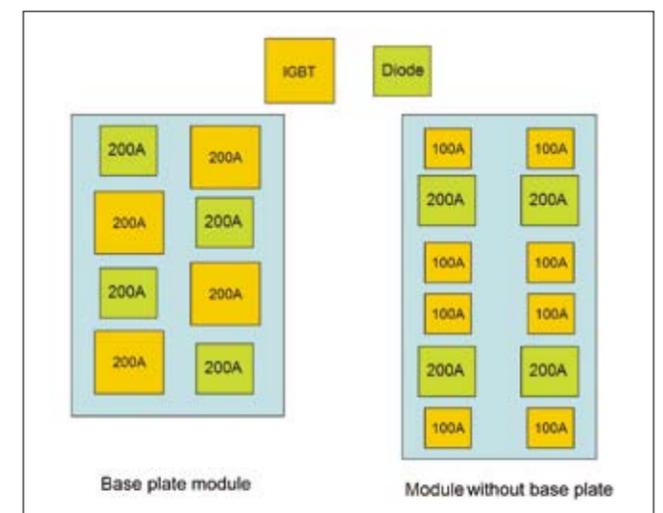


图2: 带有 4 个 200A IGBT 和 2 个 200A 续流二极管的有基板模块的芯片布局。相比之下，带有 8 个 100A IGBT 和 2 个续流二极管的无基板 SKiM 模块的布局为优化热分布和散热采用了面积较大的 DBC 陶瓷基板。

# 全新设计



North America : Europe : China

功率系统设计: 推动全球创新

www.powersystemsdesignchina.com

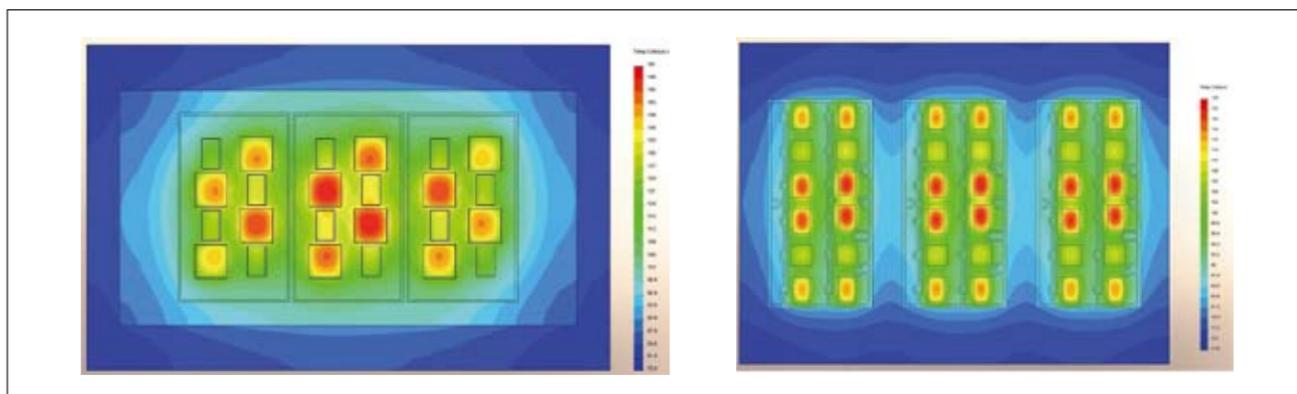


图3：有基板模块（左）和无基板模块（SKiM，右）的温度分布。负载条件：电池电压=350V、输出电流=250A、输出电压=220V、输出频率=50Hz、开关频率=12kHz，相位角  $\cos\Phi=0.85$ ，冷却介质温度=70℃。

劳——这一功率模块的主要故障机理——是可以完全消除的。这里，芯片和绝缘 DBC 陶瓷基板上的焊接连接被一个高度稳定的烧结层所取代，采用压接技术进行导电连接。去除基板有许多好处：首先，可以减小模块与散热器之间导热涂层的厚度。导热涂层是功率模块中影响总热阻的主要因素之一，这就是为什么要用尽可能薄的导热涂层的原因。在有基板模块中，需要一个 75-150 $\mu\text{m}$  厚的导热涂层以弥补基板的弯曲。在无基板模块中，要主要需要处理的问题是如何对散热片和 DBC 陶瓷基板表面的粗糙度进行补偿，这就是为什么一个 20-30 $\mu\text{m}$  厚的导热涂层是足够的。去除基板意味着去掉了导致热应力的主要因素。

40℃/125℃的加速被动热冲击测试表明，温度传导应力被有效地被减少了，可靠性大大增加：在无基板烧结模块情况下，可能的热冲击次数增加了 15 倍。去除焊接互连和基板的进一步优势在于，有基板模块中，焊接 DBC 基板的面积应减小到最低限度以减少焊点材料的疲劳；这

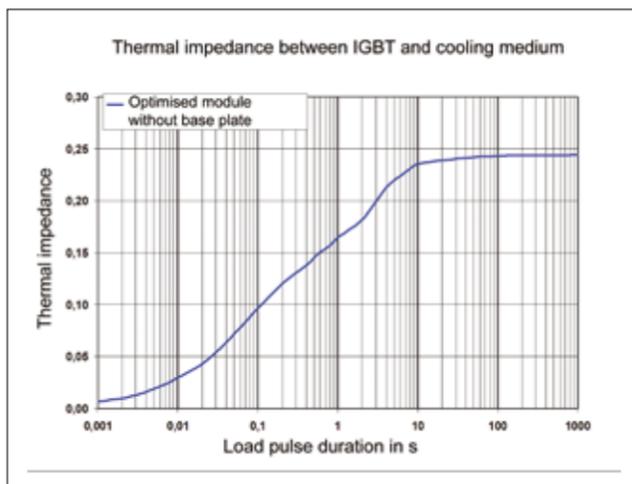


图4：IGBT 和冷却介质之间的时变热阻。

里，基板的高导热确保了所需的热传播。相比之下，设计无基板模块时，DBC 基板的面积就可以更大了。

### 优化热分布

下文着眼于三相 400A、600V 逆变器模块中 IGBT 和续流二极管的定位。在有基板模块情况下，每个半导体开关用了两个 200A 的 IGBT 和两个 200A 的续流二极管。因此，一个完整相包括四个 IGBT 和四个续流二极管。用于无基板模块的优化排列是每个开关有四个 100A 的 IGBT 和两个 200A 的续流二极管（每相有八个 IGBT 和四个续流二极管）。这意味着，无基板三相模块的基区面积比有基板模块的约大 10% 左右。

逆变器运行时，产生导通和开关损耗，这意味着功率半导体成为一个本地热源。在三维有限元计算的帮助下，可以计算出任何给定运行状态下逆变器模块和散热器中的热传播。例如，当混合动力或电动车辆加速时，大部

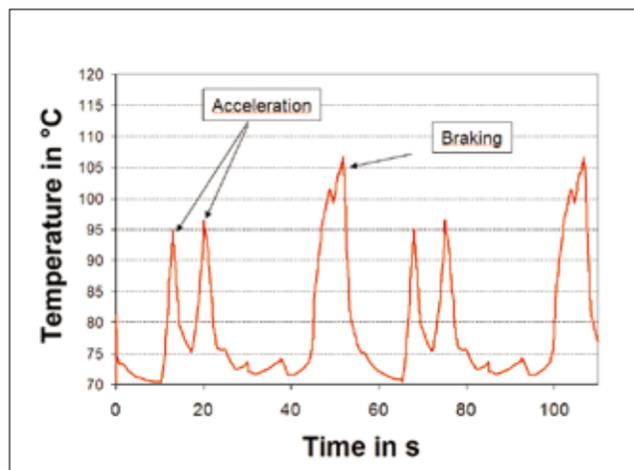


图5：混合动力汽车运行期间的 IGBT 温度曲线。

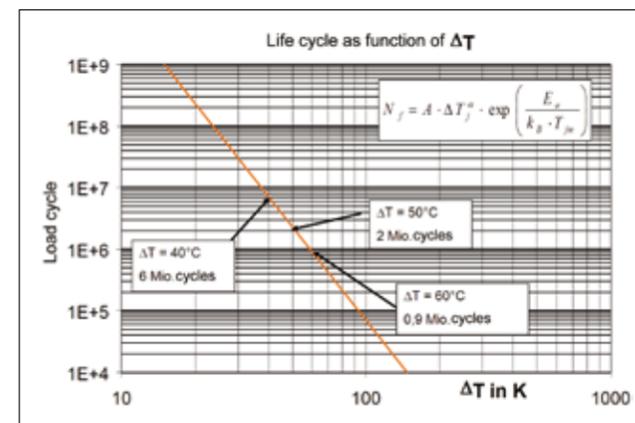


图6：功率模块中寿命周期与负载循环的关系曲线。均匀的温度分布是必须的。10℃的温升使负载循环数降低 3 倍，20℃的温升能够使使用寿命缩短 6 倍。

分功率损失是产生在 IGBT 上的，而续流二极管承受较低的负载。

这就是为什么在热成像图中，IGBT 的位置呈现为一个强烈的热源。在有基板模块情况下，热量集中在三相配置的中心。由于半导体紧密的定位和相间的短距离，IGBT 的温度在这一点是最高的。虽然在此运行状态下，续流二极管只承受中等的负载，IGBT 导致模块中心的续流二极管显著升温。相比之下，逆变器模块边缘的二极管温度要低 15℃。尽管有底板，逆变器模块边缘区域的功率半导体模块的温度要远远低于模块中心的，最终导致三相的非均匀热分布：中间相 IGBT 的平均热负载几乎比边上两相的 IGBT 的平均温度高 10℃。IGBT 温度的最高值和最低值相差超过 20℃。中间相限制了整个逆变器模块的可用功率。这会有两个后果：一方面，不得不选择冷却条件和负载，这样中心 DBC 基板的温度不至于过高；另一方面，温度传导的损伤机理对中间相有较强的影响。这意味着为逆变器功率电路的设计工程师应始终把中间相的温度因素包括进去。

在无基板 SKiM 模块中，热分布要均匀得多：这里，IGBT 的位置也呈现为一个强烈的热源。然而，由于热损耗分布在几个位置上，DCB 基板之间的距离更大，拥有更多的空间用于散热。所产生的损耗可有效地消散，减少 IGBT 和二极管之间的相互加热。最佳散热也确保在不同相上的均匀负载分布：功率逆变器三相间的 IGBT 和二极管温度是均匀的，所有三相的 IGBT 平均温度几乎是相同的。IGBT 之间的最大温差不超过 10℃。负载分布均匀，使可用的制冷功率得到最佳利用，从而有利于整个系统的设计。除此之外，每个绝缘 DBC 陶瓷基板上的温度传感器允许每相单独评估，提供了额外的对运行温度进行控制

的可能性。

### 温度与使用寿命

对于运行中逆变器的实际热负载，时变负载必须加以考虑。混合动力或电动汽车实际运行过程中，出现不同的负载状态：车辆加速过程中，IGBT 处于特别高的负载下，而减速过程中，进行能量回收，电机的电池重新充电，这时续流二极管处于最大负载下。为了描述逆变器模块的时变升温，也必须研究功率模块在 0.1s - 30s 负载循环下的行为。对于两种配置，IGBT 的时变热阻都按照负载脉冲的宽度增加（见图 4）。热量开始从功率半导体沿着散热器的方向流动、扩散，导致整个模块升温。如果负载脉冲持续时间超过 30s，模块将被充分加热，热阻不再增加。

时变热阻值现在可用来计算运行过程中半导体开关和阀上的热负载。要做到这一点，现实的负载周期，正如实际应用中会出现的那样，被用来模拟典型负载状态和负载脉冲宽度。让我们以混合动力汽车驱动周期为例。在最初的启动和加速阶段，能量来自电池并送入电机。在这些加速度阶段，输出功率可达到 60kW。IGBT 的温度按照逆变器的输出升高到 95℃。在恒速阶段只需很少的逆变功率，半导体的温度再次下降。在减速阶段，目标尽可能多地回收能量并反馈给电池。此时，IGBT 和二极管的功耗大致相同，而热量耗散正处于最高值，IGBT 的温度达到近 110℃。

IGBT 的最大温升  $\Delta T = 40^\circ\text{C}$ 。从模块使用寿命方面来说，这相当于 600 万次负载循环（见图 6）。可以看出，均匀的温度分布对于逆变器使用寿命和设计来说是多么的重要，如果温度再升高 10℃ -  $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ ，可能的负载循环次数将降低 3 倍至 200 万次。为便于使用寿命设计和半导体的最佳利用，损耗的均匀分布是绝对必要的。

### 总结

总而言之，无基板烧结模块提供一系列增强混合动力和电动汽车逆变器模块可靠性的可能性。由基板所导致的焊接和膨胀不利因素被消除了。优化了的布局保证了运行期间整个功率半导体很大程度上温度均匀分布。这意味着，在预期使用寿命计算中可以平等地考虑三相，从而便于逆变器的设计。逆变器的可靠性得到了明显的改善，即使是在相当大的主动和被动温度波动下。许多不同的无基板烧结模块应用证实了这一点，例如电动汽车和公用车辆中的动力系统以及诸如赛车这样要求苛刻的应用。

www.semikron.com

# 电动汽车充电站：电源设计的一个新出路

作者：David G. Morrison, 编辑，How2Power.com

预计未来几年，随着电动车越来越多为消费者接受，也带来了广泛的电源管理要求，发展这些插电式汽车已经开始为汽车、电力电子技术行业的工程师创造了许多机会。

然而，插电式混合动力电动车（PHEV）和电动车（EV）的到来标志着一个新的产业，它正在建设能源管理所需的基础设施以支持这些车辆。本文着眼于这一基础设施的一个组成部分——电动车充电站，以及如何开发有关技术的挑战、可能为电力电子工程师创造出许多新的机遇。

万众期待的 PHEV 汽 EV 已经在全球汽车市场到来，市场分析师预测未来几年这些“插电式”车辆的销售将迅速崛起。Pike Research 认为，到 2015 年插电式车辆的年销量将从去年的几千辆增长到超过 100 万辆（图 1）。虽然这些数字代表的比例并不大，当未来的发展仍有潜在的优势。

为了支持插电式车的推出，正在发展包括电动汽车充电站的加油站（图 2）。这些充电站称为电动车供电设备或 EVSE，以满足各自不同的功能、性能、耐用性和价格要求。在性能方面，EVSE 的一个重要区别是为电动汽车电池充电的速度。

充电时间在很大程度上取决于适用 EVSE 的标准。例如，在北美，美国汽车工程师学会（SAE）制定了 J-1772 标准，它定义了 Level 1 是利用

传统 120 伏交流电源插座，Level 2 是 208-240VAC 充电，如常用在某些家电的电源。在欧洲，IEC 61851 定义了根据 Mode 1 和 Mode 2 规范充电的形式。

通常电动汽车可以提供 Level 1 的能力，但 Level 2 充电器可以更快充电。

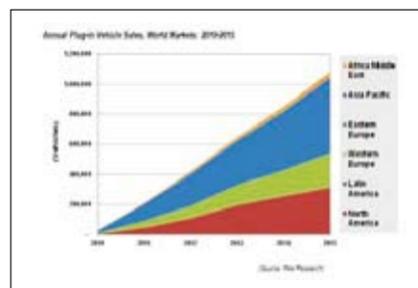


图 1: 预测 2015 年插电式混合动力电动汽车在北美、西欧和亚太地区的强劲增长将超过 100 万辆。（来源：Pike Research）

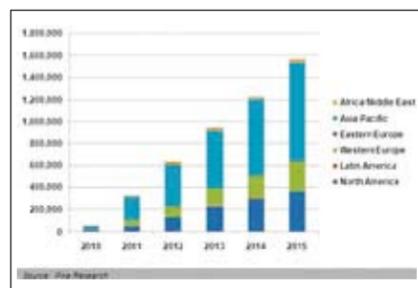


图 2: 在全球市场，预测电动汽车充电站每年将与插电式车的销售速度同步上升。（来源：Pike Research）

GE 北美 EVSE 产品线经理 Dan Ciarcia 解释说，Level 2 EVSE 可电动车电池充电，所需时间不到 Level 1 EVSE 的三分之一 E。

然后，还有所谓的 Level 3 充电器，可以在更少的时间为电动汽车电池充电。Pike Research 市场分析师 John Gartner 称，Level 3 包括直流快速充电，如日本汽车制造商定义的 CHAdeMO 标准。CHAdeMO 兼容 DC 快速充电器可以使日产 Leaf 的 24 千瓦时电池在 30 分钟充电 80%。

虽然一些 EVSE 厂家支持 ChAdeMO，但尚未得到美国汽车制造商支持。在美国，SAE 说正在发展直流快速充电，预计不会兼容 ChAdeMO 标准。因此，有可能会出现两个快速充电标准。

这种情况在欧洲模糊不清。虽然并非所有欧洲汽车制造商都支持 ChAdeMO。

目前，CHAdeMO 和其他多种建议的快速充电标准正在争取欧洲接受，法国、德国和意大利的个别汽车制造商也在推动自己的国家规范。过多标准在满足多样化的需求的同时，无疑将增加 EVSE 产品开发的负担。

然而，标准的竞争被认为是直流快速充电技术在电动汽车在市场上取得成功的关键，因为它填补了一个传统内燃发动机汽车空白。直流快速充电器产品是电力电子工程师最大的设计挑战和机会。

在谈快速充电器设计面临的一些具体问题之前，让我们考虑一些 Level 和 2 EVSE 开发的问题。

## EVSE 设计挑战

虽然电动车的供电设备和电动汽车充电站往往交替使用，这可能有点误导，因为实际上电池充电器通常在车内。

Ciarcia 说：“作为 EVSE 供应商，我们负责为车辆提供电力。车辆是真正的主人，决定了它要多少能源，并通过与我们的充电站的通信来请求。”

施耐德电气北美电动车业务主管 Mike Calise 解释说：“产品需要提供电动车所需的安全可靠的电力，需要

的是真正的配电产品。”

这种底层的配电技术是成熟的，如元件、接触器、连接器、熔断器、接地故障断路器（GFIS）等。然而，鉴于目前 Level 2 充电器特别是直流快速充电器，UL 标准的要求和用户安全仍然是功耗设计的挑战。

Calise 说：“虽然行业不提倡，一个孩子应该能够在暴雨中拿起充电器插头插入电车辆，也是 100% 安全。”因此，实施接地故障中断、浪涌抑制和热管理成为主要的电源设计挑战。

他认为，“最终，人们感兴趣的是用有线或无线控制开/关电路。例如，比方说，你可以在夜间和清晨给汽车充电，但我们不希望繁忙时间充电，因为这时负载率最高。所以，你有时间元件和遥控开关元件，让电力以某些给定的时间序列切换开启或关闭，或者你支配的电力，并允许它以较低速率充电。”

随着越来越多的 EVSE 部署，能

源管理方面的问题比比皆是，电力公司和充电站业主要解决负载平衡问题。这将不仅包括管理的能量传递到 EV 以压低充电成本，最终还涉及车辆到电网的电力输送。另外，还有使用可再生能源系统为 EVSE 充电的问题，以及与电网相关的能源管理问题。所有这些先进的能源管理能力将涉及智能电网的功能，应该为电力电子工程师创建了进一步的机会。

## 作者简介

David G. Morrison 是 How2Power.com 的编辑，该网站旨在加速电源设计的信息搜索。Morrison 也是 How2Power Today 的编辑，它是报道电力电子行业的电源转换设计技术、新的电源组件和职业机会的免费每月通信。订阅电子报请访问 [www.how2power.com/newsletters/](http://www.how2power.com/newsletters/)。

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

# 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)

# 助力打造更环保的世界

德州仪器 Concerto™ 双核微控制器适用于高效电机控制、可再生能源和智能电网



作者：刘洪，PSDC

德州仪器推出新型C2000™ Concerto双核微控制器系列，可帮助开发人员设计出环保性能与连接能力更佳的应用。德州仪器半导体事业部C2000业务拓展经理陈思儒在介绍该产品时表示，基于C28x和ARM® Cortex™-M3内核的新型32位微控制器可实现实时控制及13倍的性能提升和品质始终如一的高级连接，尤其适用于各种环保应用。

陈思儒介绍说，这种新型32位微控制器将德州仪器的具有同类领先性能的C28x内核及控制外设与ARM Cortex-M3内核及连接外设组合起来，以提供一种分区明确的架构，可在单个具有成本效益的器件中支持实时控制和高级连接。为方便其使用，德州仪器利用一种直观的软件架构以及controlSUITE™ 软件中的应用及连接库对该产品提供支持。该系列具有多种安全及保护特性并在整个C2000平台上实现了代码兼容性，在诸如智能电机控制、

可再生能源、智能电网、数字电源和电动汽车等绿色环保应用中实现扩展性和代码重复使用。

### 环保型应用要求更高

陈思儒认为，环保型应用对实时控制MCU有着很高的要求，只有这样才能执行精确、高效型功率转换所必需的复杂算法，而这正是高效电机控制、可再生能源和智能电网技术的基本要素。但是，要想将效率提升至可实现大幅节能的新水平，此类应用还必须能够建立连接，以实现远程数据的共享、诊断、监测和控制。Concerto微控制器可使开发人员只需单个微控制器就能够完成实时控制及连接，从而不必像惯常那样在最优性能与高级连接之间进行权衡取舍。

Concerto F28M35x系列微控制器的特性与优势恰恰符合环保型应用的要求：

- 实时控制子系统基于德州仪器具有浮点及Viterbi复杂数学单元的C28x内核，可提供13倍于现有微

控制器的性能和业界领先的控制外设，利用这些外设就可以设计出最可靠最高效的绿色应用；

- 基于Cortex-M3的稳健主机通信子系统及连接外设，如以太网、USB On-The-Go、双通道CAN及多个串行通信接口；
- C28x和Cortex-M3内核分别提供了适合150/75MHz、100/100MHz或60/60MHz的选项，可针对不同应用进行性能修整；
- 安全及保护特性，包括高达1MB的闪存和具有纠错能力的132KB RAM、CAN和中断寄存器上的奇偶校验、功能冗余及锁定保护；
- 免费的交钥匙型应用及连接软件库，包括以太网和USB（数字电源、电机控制和可再生能源库将于2011年第三季度提供）；
- 简单开发环境支持对每个子系统的单独设置，加快设计进程；
- 拥有旨在满足特定的智能电网应用要求的专用器件发展路线图，如智能电表和集中器。

### 快速启动开发工作

新型Concerto F28M35x实验套件包括一个F28M35x controlCARD和扩展坞，可使开发人员轻松开始评估及开发工作。模块化的controlCARD与C2000专用开发套件具有硬件兼容性，而可对基于该套件的开发提供进一步支持的软件将于今年晚些时候推出。



重建嵌入式控制，打造更环保世界

# 实现更高标准的低待机功耗

## HyperLight Load® 高效同步DC-DC控制器

$V_{IN} = 4.5V \text{ 至 } 28V$

$V_{OUT}$

GND

12V至3.3V效率

效率 (%)

输出电流 (A)

**最**大限度减少待机功耗是当今计算、消费和通信应用的迫切需要。Micrel的MIC2165采用专利的HyperLight Load® 技术，通过提供高效率的轻负载/待机操作做到了这一点。

MIC2165具有Any Capacitor™ 稳定性，可保持从零到高ESR的稳定性。这有助于设计过程的灵活性；无需再担心最后一分钟的设计变更造成稳定性问题。

欲了解更多信息，请联系当地销售代表或访问Micrel网站：

[www.micrel.com/ad/mic2165](http://www.micrel.com/ad/mic2165)。

### 理想应用：

- ◆ 机顶盒
- ◆ 服务器
- ◆ 计算机外围设备
- ◆ 调制解调器和路由器
- ◆ 处理器内核供电

器件号	开关频率	封装	引线处理
MIC2165YMME	600kHz	ePAD-MSOP-10	无铅





# 提供真正的功率

紧凑型、强大的CCM PFC，功率为75W至4kW+

PFC控制IC	
产品型号	说明
IR1152	固定66KHz开关频率，具有欠压保护和双OVP保护功能
IR1153	固定22KHz开关频率，具有欠压保护和双OVP保护功能
IR1155	可调开关频率和可编程的OVP保护功能

μPFC系列控制器IC完全改变了对于PFC解决方案的传统看法。IR115x采用“带复位功能的单周期控制”技术，实现了高性能的连续导通模式(CCM)PFC，具有简易性和断续电流模式(DCM)的低元件数量。

## 特性

- 小型、简易的强大解决方案
- 快速问市
- 符合能耗标准(1W, Blue Angel, Energy Star)
- 无需AC线电压感应
- 0.999功率因数
- 22kHz或66kHz的开关频率，或者可对频率值进行编程
- 平均电流模式控制
- 逐周期峰值电流限制系统保护

适用大功率系统的600V PFC IGBT				
产品型号	电路	$I_c @ 100C$ (A)	$V_{CE(on)}$ (最大值) (V)	封装
IRGB20B60PD1	Co-Pack	22	2.35	TO-220AB
IRGP20B60PD		22	2.35	TO-247AC
IRGP35B60PD		35	2.15	TO-247AC
IRGP50B60PD1		45	2.35	TO-247AC
IRG4(B/IB)C20W	分立式	6.5	2.6	TO-220AB; TO-220 FullPak
IRG4(B/IB/P)C30W		12	2.7	TO-220AB; TO-220 FullPak; TO-247AC
IRG4(B/P)C40W		20	2.5	TO-262; TO-220AB; TO-247AC
IRG4PC50W		27	2.3	TO-247AC
IRGP4069		35	1.85	TO-247AC
IRGP4063		48	2.14	TO-247AC
IRGP4066		90	2.1	TO-247AC

[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)。

International  
**IRF** Rectifier  
THE POWER MANAGEMENT LEADER