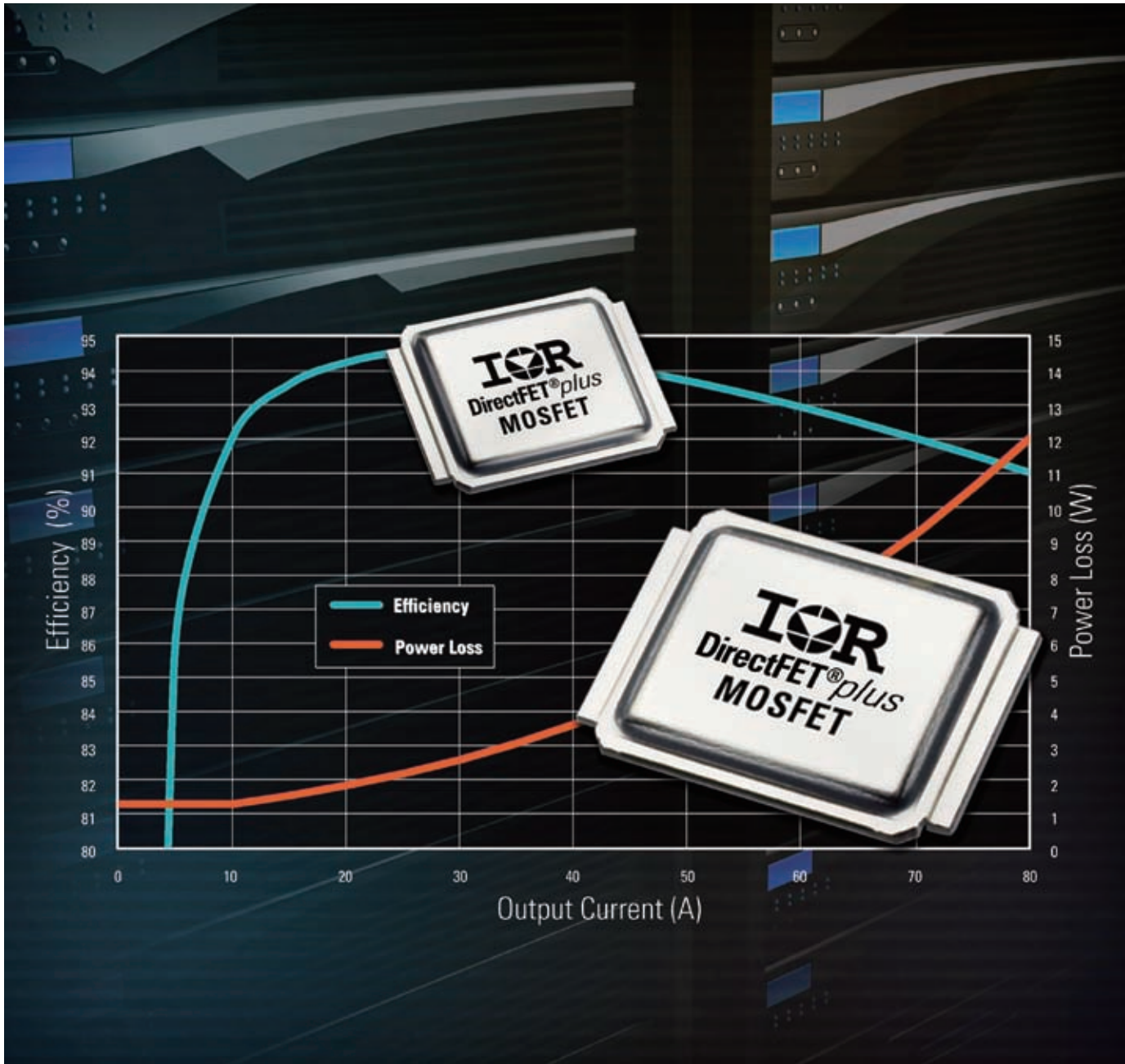




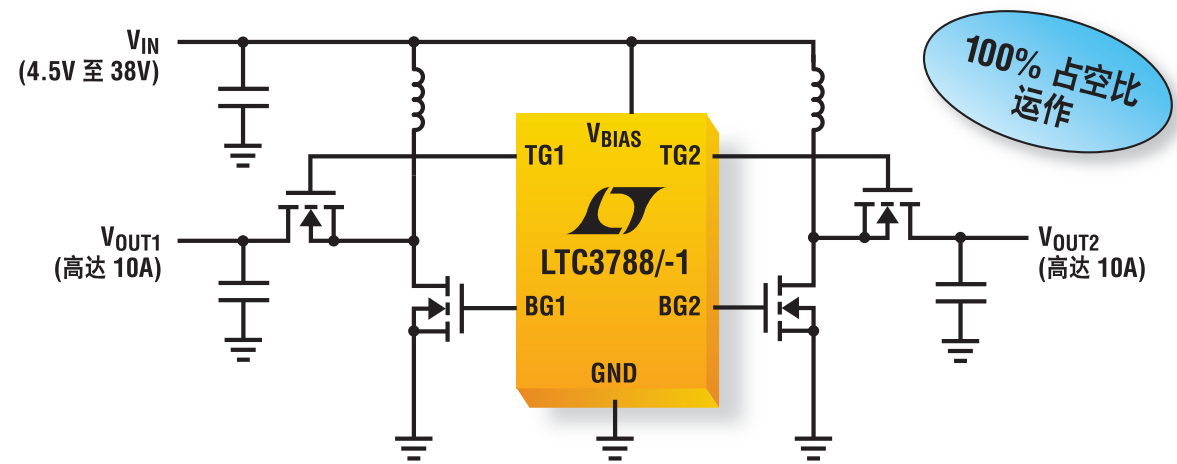
# 功率系统设计: 推动全球创新



特别报道: 能源效率 (PG 29)

# 高功率双通道 同步升压

全表面贴装 — 无散热器

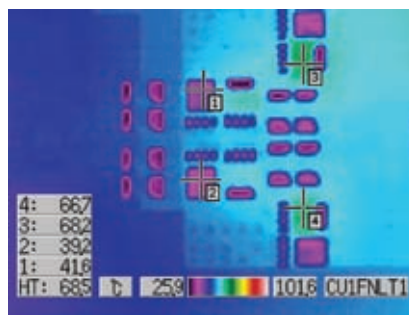


我们的 LTC<sup>®</sup>3788 是新一代双通道同步升压型控制器，具有为大电流电路（例如：燃油喷射系统和音频功率放大器）供电的性能和特点。其功能强大的片内 N 沟道 MOSFET 驱动器可为每个通道输送高达 10A 的连续输出电流（至高达 60V 电压），且效率超过 95%。LTC3788 的同步操作确保了超群的热性能，从而极大地简化结构的设计。

## 特点

- 输入电压：4.5V 至 38V  
- 启动之后可低至 2.5V
- 输出电压：高达 60V
- 极小的输入纹波
- 多相操作能力以提供较高的输出电流和低输入纹波
- 效率高达 97%
- 待机静态电流：125μA
- 强大的 1.5Ω 栅极驱动器
- R<sub>SENSE</sub> 或电感器 DCR 检测
- LTC3787：两相单通道输出

MOSFET 中的温升极小  
(无散热器或气流)



1、2、3 和 4 是顶端和底端 MOSFET  
VIN = 9V、VOUT = 12V、IOUT = 8A (96W)  
最大温升 = 43.7°C

## 查询详情

[www.linear.com.cn/3788](http://www.linear.com.cn/3788)  
免费样品：[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)



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

LT、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  
艾睿电子有限公司 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  
瀚宇电子有限公司 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



矽龙科技有限公司 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)755-2693-5811  
好利顺电子有限公司 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



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。

4 刊首语

6 产品聚焦

低噪声 16 通道恒流 LED 驱动器

8 精英观点

电源设计的效率趋势  
作者：Ralf Regenhold, 美国国家半导体

10 市场观察

能源效率创造新的机遇  
作者：Ash Sharma, IMS Research

11 设计指南

开关电源的频率响应  
作者：Ray Ridley 博士, Ridley Engineering

13 技术访谈

最新低成本浮点 Piccolo 推动低能耗实时控制应用开发  
作者：刘洪, PSDC

16 技术访谈

突破性改革传感器系统设计方案  
作者：刘洪, PSDC

封面故事

19 MOSFET 效率

作者：Omar Hassen 和 Vijay Viswanathan, 国际整流器公司

技术特写

23 电源

探讨适配器电源设计  
作者：Jason Sun, Fairchild Semiconductor

26 功率半导体和模块

无需额外传感器的芯片温度测量  
作者：Uwe Scheuermann, SEMIKRON

特别报道：  
能源效率

30 真正摆脱电网的束缚

作者：George H. Barbehenn, 凌力尔特公司

33 精确的初级侧检测控制器有助于优化工业系统电源

作者：Graham Proud, 英商康桥半导体

37 高效率的优化

作者：Len Crane, Coilcraft



封面故事

MOSFET 效率 (pg 19)



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)

40 二次热保护

作者：Guillemette Paour, 全球汽车市场经理, 泰科电子电路保护器件部

42 既节能又舒适

作者：Thomas Kimmer 和 Mark Thomas, Infineon

46 职业发展

新兴应用需要节能设计技能  
作者：David G. Morrison, How2Power

48 绿色视点

简易有道, 创新无限  
作者：刘洪, PSDC



# 放心选择, 个性化服务



体验各式各样的产品选择并可立即装运

超过440家全球值得信赖的  
供应商之认同经销商\*

**digikey.cn**  
4008 824 440

\*Digi-Key是所有供应商伙伴同的经销商。 每日添加新产品。 © 2011 Digi-Key Corporation, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA



Power Systems Design: Empowering Global Innovation

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

Visit us online for exclusive content; Industry News, Products, Reviews, and full PSD archives and back issues.

4 **ViewPoint**

6 **PowerLine**

Low-noise 16-channel Constant Current LED Driver

8 **PowerPlayer**

Efficiency Trends in Power Supply Design  
by Ralf Regenhold, National Semi

10 **MarketWatch**

Drive to Energy Efficiency Creates New Opportunities  
by Ash Sharma, IMS Research

11 **Design Tips**

Frequency Response of Switching Power Supplies

13 **TechTalk**

Gospel for Low-power Motor Control and Renewable Energy Applications  
by Liu Hong, PSDC

16 **TechTalk**

Sensor System Design Breakthrough  
by Liu Hong, PSDC

## COVER STORY

19 **MOSFET Efficiency**

by Omar Hassen and Vijay Viswanathan, IR

## TECHNICAL FEATURES

23 **Power Supplies**

Exploring Adapter Power Supply Design  
by Jason Sun, Fairchild Semiconductor, China

26 **Power Semiconductors and Modules**

Chip Temperature Measurement without Additional Sensors  
by Uwe Scheuermann, SEMIKRON

**Special Report:**  
**Energy Efficiency**

30 **True Grid Independence**

by George H. Barbehenn, Linear Technology

33 **Accurate Primary-side-sensing Controller Optimizes Industrial-system PSUs**

by Graham Proud, CamSemi

37 **High Efficiency Tuning**

by Len Crane, Coilcraft



**COVER STORY**  
Digital power Techniques Set New Standards for Flexibility (pg19)



Highlighted Products News, Industry News and more web-only content, to:  
[www.powersystemsdesignchina.com](http://www.powersystemsdesignchina.com)

40 **Secondary Thermal Protection**

by Guillemette Paour, Tyco

42 **Comfort with Conservation**

by Thomas Kimmer and Mark Thomas, Infineon

46 **Career Development**

Emerging Applications Need Energy-Saving Design Skills Most  
by David G. Morrison, How2Power

48 **GreenPage**

Shorten Design Cycles and Accelerate Time to Market  
by Liu Hong, 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

免费订阅申请可访问:  
www.powersystemsdesignchina.com

版权所有: 2011 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

第七卷, 第一期



# 为中文版电源设计工具喝彩

各种电子产品的电源设计一直是关乎产品功耗性能的关键, 特别是对那些不太精通电源设计的工程师。美国国家半导体公司最近推出了 SIMPLE SWITCHER 易电源全新设计工具, 为广大需要设计电源的工程师带来了福音。

易电源设计工具全部采用简体中文, 在全国范围内均可访问, 令国内工程师可以快速完成针对汽车电子系统、工业产品和通信设备等不同终端应用的电源系统设计。此外, 美国国家半导体也在全国设立了多个本地销售及技术支持网络, 为国内的电源系统设计工程师提供更全面的技术支持与服务。

易电源解决方案可以帮助国内的系统设计工程师解决复杂的电源系统设计问题, 这也是美国国家半导体公司一直致力于研发各类相关产品和工具的初衷。该公司更为国内工程师特别开设了电子邮件支持中心, 用中文解答工程师关于电路设计的各类技术问题, 从而让他们可以放心采用易电源产品, 轻松完成设计。

产品的相关介绍和技术资料如数据手册、应用注释、技术论文、参考设计、在线及离线设计工具及相关资源也均提供中文版本, 令国内工程师在熟悉的语言环境下可以安心使用上述设计工具。

在产品方面, 全新易电源设计工具提供总计超过 385 款的各类产品, 从上世纪九十年代的经典产品 LM2676 到新一代屡获大奖的电源模块均囊括其中。易电源系列产品阵容非常强大, 包括简单易用的电源模块、降压稳压器和控制器等, 为工程师带来更高的设计灵活性。

全新易电源设计工具让国内工程师可以轻松为开关电源解决方案构思一款高效率的系统设计, 并且在分秒之内迅速完成整个建模测试和优化过程。该设计工具的数据库中详列了 12,000 款国内供应商提供的无源元件产品资料, 国内的工程师可以通过链接访问美国国家半导体的本地设计支持中心寻求技术支持。此外, 工程师可以在线或离线使用该设计工具。

国内设计工程师现在可以联系包括安富利及富昌等在内的美国国家半导体国内分销商订购小批量 SIMPLE SWITCHER 易电源产品系列, 也可直接向美国国家半导体公司索取免费样品, 进行建模测试。

刘洪  
功率系统设计主编



powersdc@126.com



# 慕尼黑上海电子展

## 找到您想要的 慕尼黑上海电子展, 电子人的电子展

10th Anniversary 2002-2011

**国际LED技术创新论坛**

- 论坛主题: LED芯片, LED驱动/电源管理, LED背光源, LED照明, LED检测, LED封装

**国际先进汽车电子技术研讨会**

- 论坛主题: 动力总成系统电子控制技术, 智能交通系统, 总线技术, 新能源汽车, 安全与电子

**国际电力电子创新论坛**

- 论坛主题: 功率转换, 可再生能源发电, 变频技术, 电机驱动控制

汽车电子

医疗电子

电力电子

电子元件

集成电路

即刻登录 [www.e-p-china.com.cn](http://www.e-p-china.com.cn), 双重惊喜等着您!

- 万元奖金, 回馈产业!
- 高效工作, 快乐生活!



2011年3月15-17日  
上海新国际博览中心E1-E2馆

- 创新论坛
- 汽车电子
- 电力电子
- 医疗电子
- LED
- 连接器
- 线束加工
- 测试测量
- 绿色制造
- 技术专区
- 汽车电子
- 电力电子
- 集成电路
- LED
- 连接器
- 线束加工
- 焊接
- 综合器件

参展及参观热线: ■ (+86 21) 2020 5553 (上海) ■ (+86 755) 3335 8738 (深圳)



# 低噪声16通道恒流LED驱动器

满足大型视频显示屏需求

LED照明可以降低功耗意味着降低温室气体排放；能源的高成本意味着LED应用可节省运营成本；世界各地立法对低效率光源的禁令对LED不适用；没有健康和环境方面的顾虑；超长使用寿命与高可靠性可减少维护工作；高亮度LED的性能与成本优势还将不断提升。

目前，德州仪器（TI）宣布推出一款带4通道分组式延迟的串行控制16通道恒流LED驱动器TLC59282，它可以显著简化视频显示、留言板、娱乐照明和LED指示灯等LED显示应用的设计工作，具有大幅提高价格PCB的显示数据完整性的优势。

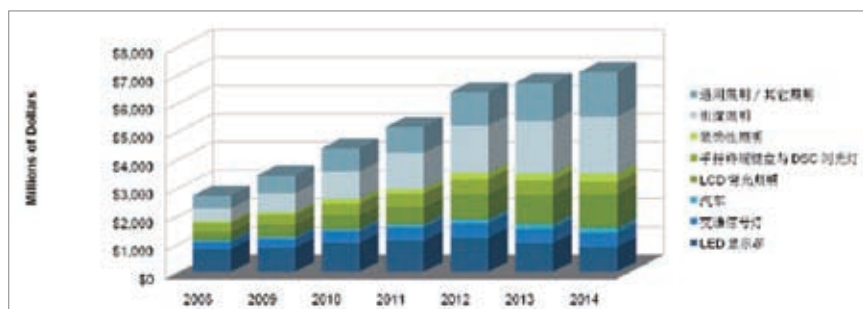


图1: 2008 - 2014年按应用划分的中国LED市场。

## 中国LED市场概览

由于中国政府的大力支持，以及LED日渐向LCD电视与通用照明等新型应用市场渗透，中国LED市场到2014年将达到71亿美元。中国是消费类产品的制造大国，LED市场非常多样化，涵盖LED显示屏、街道照明、通用照明、LCD背光照明、交通信号灯、手持终端键盘以及DSC闪光灯等应用。LCD背光照明市场将呈现强劲的增长势头，到2014年可达12亿美元。从中长期来看，通用照明市场预计将成为LED需求的强大推动因素。据估算，2010年该市场的出货量占总体LED市场的18.4%。

LED照明在绿色能源计划中的优势，可以降低功耗意味着降低温室气体排放；能源的高成本意味着LED应

用可节省运营成本；世界各地立法对低效率光源的禁令对LED不适用；没有健康和环境方面的顾虑；超长使用寿命与高可靠性可减少维护工作；高亮度LED的性能与成本优势还将不断提升。

## TLC59282 的特点和优势

TI在电源管理以及有线与无线通信技术方面拥有数十年的创新经验，可为满足当今LED照明设计需求提供业界领先的系列产品。TI不但拥有各种系列的电源管理器件、有线及无线接口、嵌入式处理器，以及专门满足照明市场需求的各种产品，而且还配套提供强大的本地与在线客户支持网络，从而可帮助客户加速照明设备的

创新。

这次推出的TLC59282是一个具有分组式通道延迟的16通道恒流LED驱动器。其优势包括：分组式通道延迟（4通道一组）可最大限度地降低同步开关噪声，并可实现简洁的PCB布线。通道间、芯片间电流匹配高，使得各串LED之间的亮度有效保持一致。最小30ns BLANK脉冲宽度可在多路复用应用中实现更高的刷新频率。与MicroBlock LED驱动器引脚兼容。

TLC59282可通过对LED输出开关进行摆动处理来最大限度降低同步开关噪声，从而进一步降低峰值开关电流瞬变以促进LED模块中低成本双层印刷电路板（PCB）的布线。如果采用传统的多通道LED驱动器，就



图2: TLC59282。

必须采用四层PCB布线来避免开关瞬变在输出消隐期间破坏串行数据通信路径。除了降低电磁噪声之外，TLC59282还支持极高的通道间与芯片间精确度，能够有效确保为每个LED串提供均匀电流。

TLC59282的主要特性及优势包括：输入电压范围：3.0V-5.5V；LED通道耐压高达17V；四通道分组

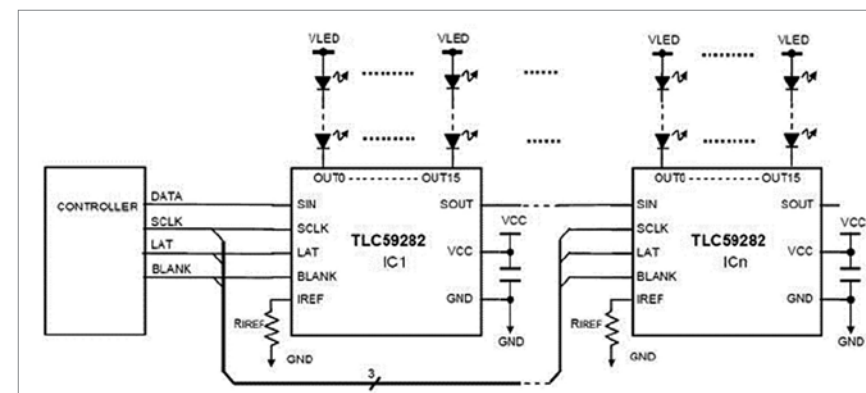


图3: TLC59282 典型应用电路。

延迟可最大限度地降低同步开关噪声；可级联的串行通信协议使显示处理器能在同一串行总线上控制多个LED驱动器。高精度电流匹配则有助于在多个LED串之间实现均匀的亮度；通道间的电流误差精度： $\pm 0.6\%$ （典型值）；芯片间的电流误差精度： $\pm 1\%$ （典型值）。30纳秒

BLANK脉冲可在多路复用应用中实现非常高的刷新率。

该器件现已开始供货，采用SSOP封装，详情可访问：[www.ti.com.cn/tlc59282-pr](http://www.ti.com.cn/tlc59282-pr)。TLC59282评估板可根据客户要求提供。

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

## 提高驱动效率?

## 当然可以。



法国ABB公司  
电流和电压传感器部  
电子邮件: [sensors.sales@fr.abb.com](mailto:sensors.sales@fr.abb.com)

ABB公司重视保护环境，这就是为什么我们集中我们的努力，为实现更高太阳能逆变器效率推出了最好的电流和电压传感器。

由于应用越来越紧凑，对扰动免疫越来越敏感，我们增强了免疫和动态响应方面的ESM范围。除了电流传感器，我们还提供用于太阳能逆变器应用的电压传感器VS。

利用这些产品，我们能够提供最清晰的信号，提升设备的性能。[www.abb.com](http://www.abb.com)

Power and productivity  
for a better world™ **ABB**



# 电源设计的效率趋势



作者: Ralf Regenhold, 电源管理技术营销经理, 美国国家半导体

30 年来电源设计有了许多改变。例如一个看似非常简单的设计任务: 利用典型的 24V 工业总线电压生成一个 5V/1A 稳压输出。30 年前当线性稳压器开始流行时, 因为高功耗, 该方法的根本不可能的。

变压器将用于生成尽可能接近所需负载电压的输出电压, 以减少电压降和LDO的功耗。整体效率只在40%范围内。更高的负载电流需求迫使工程师提高效率和改善热管理。他们开始使用开关式电源。

然后, 大约 20 年前, 引入了“易用性”降压稳压器设计概念和集成了开关和简单的设计方法的“SIMPLE SWITCHER®”品牌。这样可以通过消除变压器和大型散热片使整体解决方案尺寸急剧减小。使用上述设计实例, 第一个 LM257x 系列已经实现了 82% 的效率, 解决方案尺寸为 800mm<sup>2</sup>。

第二代 SIMPLE SWITCHER 代表了电源设计未来的趋势, 满足了顾客降低成本, 同时进一步提高效率到 84%, 缩小解决方案尺寸的需求。使用设计软件可以取代人工计算, 缩短了设计周期。

在随后的几年, 先进的硅技术进一步增加了开关频率, 导致电感和电容尺寸减小。较小总体规模尺寸已经实现, 但这引入了进一步的问题, 气流不足导致更高的工作温度, 从而降低了系统的使用寿命。为了避免这个问题, 需要进一步改进效率。

今天最新的趋势是在非常高的环境温度下实现最小的解决方案尺寸。此外, 负载电流要求也在不断增加。因此, 实际稳压器设计要效率最高和最大的集成。易于制造和布局必须满足可测性、机械强度和避免电磁辐射任何问题的要求。所有这些要求可通过今天的 SIMPLE SWITCHER 电源模块 (LMZ 系列) 来实现, 它可以实现 90% 的效率, 解决方案尺寸为 370mm<sup>2</sup>, 环境温度高达 110°C。

电源管理项目效率另一个方面是产品推向市场的时间。设计时间短可以降低开发成本, 提高高价值定制解决方案的灵活性, 更快实现新产品的创收。为了满足这一需要, 美国国家半导体推出了基于 Web 的设计工具 WEBENCH®, 它可在几秒钟内产生可靠的电源设计, 并根据设计要求进行分析和优化。

除了负载点稳压器效率的不断增加, 整个系统的电源管理正成为下一个重点。基于模块化概念的系统诸,



如刀片服务器、存储网络系统、路由器和交换机、电信或工厂自动化, 均受益于一个动态的、智能电源管理系统。没有加载的子系统可以关闭。因此其他子系统超载, 没有在最大功率效率运行, 需要从低负荷运行的子系统那里得到共享支持。在这里, 像 LM25066 的器件具有功率限制的热插拔控制能力, 同时可测量子系统的输入电压和电流, 提供一个真正的功率测量和温度测量。数字接口可以实时监控和控制这些参数。

经过超过 30 年的效率改善, 我们需要利用高效率器件从单芯片优化走向系统优化, 这些得到了最新的、高性能的设计工具复杂算法支持。  
[www.national.com](http://www.national.com)

## The 10th PCIM Asia Exhibition and Conference on Power Electronics, Intelligent Motion and Power Quality



[www.pcim-asia.com](http://www.pcim-asia.com)

PCIM Asia (Power Conversion, Intelligent Motion) is an international meeting ground for specialists in power electronics and its applications in drive technologies and power quality. The event offers a chance to see the latest developments in power electronics components and systems.

June 21-23, 2011  
Shanghai International Convention Center

### PCIM 2011 Conference

Experts from around 15 countries will gather in Shanghai and bring you the latest technologies in power electronics industry.

We are pleased to let you meet our keynoters at PCIM conference:  
Alexander Lidow/ Efficient Power Conversion Corporation, USA  
Slobodan Cuk/ TESLACO, USA  
Dapeng Zheng/ Emerson Network Power Co. Ltd, China  
Liyi Li/ Harbin Institute of Technology, China

### PCIM 2011 Exhibition

#### Technologies Exhibited at PCIM Asia:

**Power Semiconductors:** IGBT, MOSFETs, Bipolar Transistors, Diodes, Thyristors, Power Modules and Power hybrids, Integrated Circuits and Optos, Digital ICs etc.

**Passive Components:** Capacitors, Thermistors, Varistors, Resistors

**Power Management:** AC-DC, DC-DC, System Power Supplies, Power Conditioners, three-phase, Voltage Stabilizers etc

**Thermal Management:** Heat Sinks, Water Cooling Systems, Fans, Thermal Shieldings, Thermostats etc.

and Test & Measurement, Servo Technology/Actuators and Intelligence in Motion as well

### PCIM Targeted Visitors:

#### From below industries:

Industrial Electronics, Automotive Engineering, Household Technology, Computer & Communication and Medical Electronics





# 能源效率创造新的机遇



作者: Ash Sharma, 研究主任, IMS Research

有些人可能认为电力电子行业的发展很缓慢。也许在过去这是真实的,但当你看到更好的能源效率和工业、工作场所和家庭节能取得了迅速进展,就会改变看法。

几年前,我写了关于能源效率的话题,强调了过去十年中节约能源的成就,回顾过去12个月回来,我可以看到,进步很小,但重要的步骤是已在迈向低碳环境的目标。

在过去2-3年,电力电子行业的供应商都在努力克服全球经济衰退,随后的2010年出现了迅速的恢复。但是,这段不稳定时期确实给供应商带来了机会,他们需要反应、重组和重新制定投资策略,几乎所有这些都与能源节约和效率有关,许多供应商越来越重视这些方面。

在行业中较重要的一些变化是去年的全电动车的兴起、“智能”家电的进步、新的太阳能装置的大量激增、持续转向更高效的照明,以及移动电话通用充电标准的出台。

几乎所有主要汽车制造商都已经宣布计划推出电动车。两家供应商,日产和通用汽车公司走得更远,分别在2010年发布了其Leaf和雪佛兰Volt车型,去年销售数量不小。如果这些车辆的数量如预期上升到每年数以百万计,这将创造巨大的发展机遇,无论是在动力传动系统及相关电池技术,以及支持这些车辆所需的充电基

础设施。

在拉斯维加斯一月份的消费电子展上,我们目睹了几个主要公司,包括LG和三星,宣布了推出“智能”设备的计划。这些产品不仅为消费者提供更多的功能,比如通过智能手机实现遥控功能,而且还旨在通过使用智能电表和Wi-Fi连接利用高峰电价的优势,减少能源消耗成本。这些宣布反映出一种对“连网家庭”的大趋势,这将使消费者在减少能源使用方面发挥更加积极的作用。

化石燃料和核技术将继续统治世界的能源发电,但进一步的步骤已在2010年提出,以增加可再生能源的比例。风电装机容量不断扩大,在新安装容量方面中国实际上已超过美国,说明中国的重要市场将在未来发挥作用。太阳能发电一直是风力发电的小兄弟,2010年也获得了井喷式增长。一年新安装容量约17GW,使总容量增加近一倍达到约35GW。德国的电力公司去年新安装的太阳能发电已达到国家峰值功率要求的20%。随着两个风能和太阳能容量的增加,为功率元件供应商带来了机会。电网在能源储存方面的推动、可再生能源发电的

加快带来了更进一步的重大机遇。

2010年将影响到消费者的另一个重大改变是欧盟委员会最近推出的“通用充电标准”。该标准是由最大的手机供应商支持的,旨在通过使用一个micro-USB协议减少所有新手机的充电器的浪费。这给该行业带来了一些变化,由于限制了充电容量和相关的电源组件,实际上可能减少电力电子元件的机会。

这几个例子只是说明与能源使用有关的电力行业一些最近的事态发展。其实2011年还有许多新的机遇摆在公司面前。

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

# 开关电源的频率响应

## 开关电源——超宽带电路



作者: Ray Ridley 博士, Ridley Engineering

在这篇文章中, Ridley博士将以3篇文章解释开关电源的频率响应。第一篇文章介绍了开关电源的频率范围,分析了频率响应的一些困难。

开关电源在电路设计、故障排除和制造方面都存在困难。造成这种情况的一些原因已在功率系统设计欧洲版[1]的文章中介绍了。还有另外一个基本问题与电源有关,即其遇到的电子元件比较特殊:它们产生的频率非常广泛。

在RF领域,有时它在多GHz范围容易出现极高的频率。在这些领域的工作的任何人都熟悉电路布局的关键参数、微波电路元件、匹配网络和其他专业。100kHz的开关电源似乎相对比较容易。

开关电源设计中遇到的主要挑战是极端的频率范围,必须加以考虑。图1显示了一个典型的开关电源频率波段。

图1有两个显著不同的区域。第一个区域涉及的频率高达开关频率的一半。这些都是转换器相关的控制频率,其控制回路响应系统中负载改变或输入电压改变等变化。

第二个区域是从开关频率。对于这些频率,电源就是一个噪声或EMI发生器。电源预计不会响应这些频率范围的控制刺激,而电源设计师的工作是抑制和管理高频噪声成分。

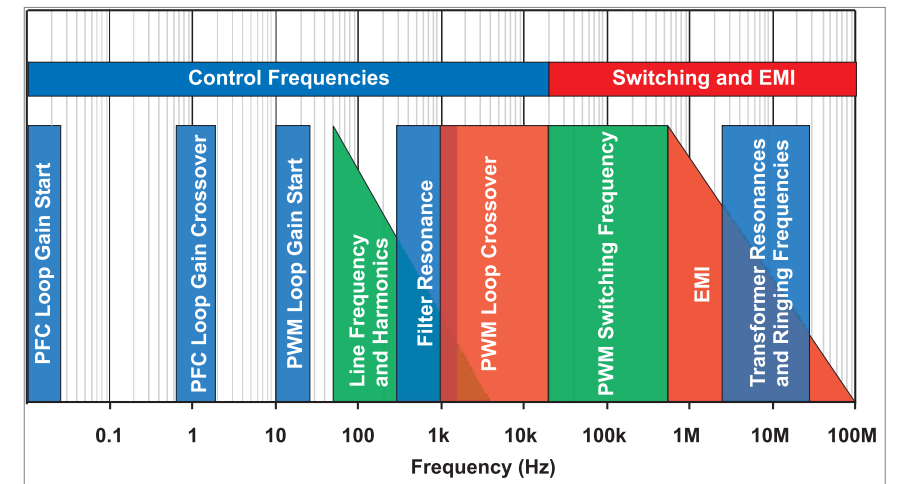


图1: 典型的开关电源频带

### 控制频率

控制电源的频率可以向下延伸低至0.01Hz,或高达几百kHz,取决于开关频率(通常在20kHz到2MHz范围。)

现在许多电源设计有两个电源转换级——一个开关功率因数校正电路(PFC),它形成AC输入电流波形,一个是开关的DC-DC电源,它隔离并稳压来自输入源的输出。

PFC电路的作用是像一个电阻负载那样实现系统输入,即使在输入端

有大型电容器在充电。要做到这一点,PFC电路的主要目的是使输入电流形成一个经整流的AC波形。(在这个电路之后,来自输出电容的反馈回路用来设置AC线路周期的平均电流水平。)

如果输入电流波形具有较低的失真,在单线路周期,设置电流水平的反馈信号必须保持基本不变。这意味着,PFC电路周围的回路必须缓慢——带宽可能不超过1Hz。这个PFC电路要求设置如图1的两个频



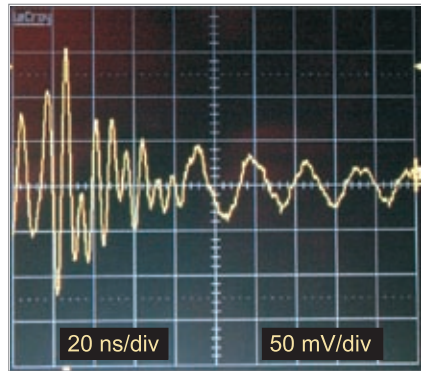


图 2a: 电源输出噪声为 20ns/div

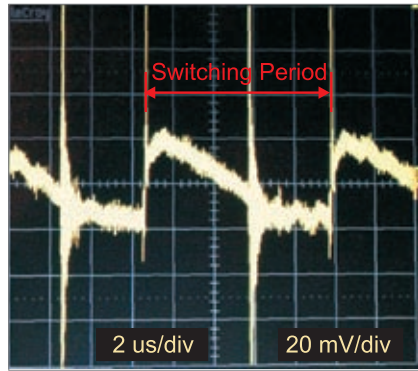


图 2b: 电源输出噪声为 2 μs/div

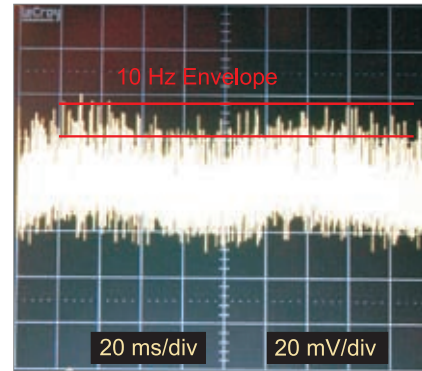


图 2c: 电源输出噪声 20ms/div

段——测量到的 PFC 闭环增益通常在 0.01Hz 到 10Hz 的范围内。

开关电源启动的回路增益 Bode 图通常是 10Hz。选择这个频率是因为它显著降低了 AC 输入线引起的噪声频率。AC 输入线因单个二极管整流器生成 50 或 60Hz 的噪声，桥式整流器为 100 或 120Hz。该电源的控制是为了防止来自电源输出的线频谱谐波。

开关电源的 LC 滤波器的谐振一般约比选择的开关频率低 100 倍。对于一个 100kHz 的电源，谐振一般为 1kHz。

转换器的闭环增益可以高达约十分之一开关频率 [2]，也许低至 100Hz。虽然实际交叉本身不是设计目标，提高交叉频率是改善性能而对元件做出重大改变的常用方法。回路增益测量继续高于交叉频率和高达开关频率，以验证系统的增益裕量。

### 噪声频率

电源的开关频率既是控制载体也是功率信息。它是一个噪声发生器，在到达系统的输出和输入线之前必须进行衰减。由于 PWM 转换器设计得尽可能高效，方波波形的上升和下降时间非常快。开关动作的快速沿可产生来自 10MHz 及以上开关频率的谐波。

由于磁性元件和结电容，突然切

换还可以激发电路谐振，而 EMI 频谱峰值可能在多 MHz 频率范围出现。

### 控制信号和噪声

开关电源的特殊挑战性是从 50Hz 到高达 100MHz 的噪声频率同时共存。当用示波器探测电路时，你必须使用许多不同的时基，以便看到你正在寻找的频率，并解决系统问题。

除了高性能示波器，还要有专业设备。频谱分析仪可用来检测构成一个完整波形的个别频率，并准确地显示非常低信号水平的程度，以验证符合 EMI。

在开关频率下，频率响应分析仪可用来产生一个低级别的正弦刺激，一次一个频率，并测量系统对单个刺激的响应。这必须在存在噪声时进行，噪声可能远远超出了测量的信号。此外，频率响应分析仪必须比较系统中的两个信号，无论是在其振幅和相位差方面。这将在本系列的下篇文章进一步讨论。

图 2 显示了电源波形遇到的挑战。图 2a 显示了一个反激式电源的输出电压，每格有 20ns 的设定时基。这个波形中可以观察到多个高频，频谱分析仪将需要隔离和测量它们。

图 2b 设置在 2 μs/div，显示噪声和开关频率谐波。请注意，高频噪声在波形幅度占主导地位。

图 2c 显示为 20ms/div，时基远离图 2a 达 60。图 2c 的波形可以看到低频率包络，但它是埋在转换器的开关噪声中。频率响应分析仪将测量该信号，以适当地获得控制幅度和相位信息。

### 总结

开关电源产生噪声，必须控制涵盖 10 个数量级范围内的频率响应。控制响应从 dc 到开关频率的一半，而产生自开关频率的噪声可高达 100MHz。电源设计者的主要挑战之一是分开噪声和信号，以便建立一个坚固稳定的系统。在接下来的几篇文章中，本专栏将进一步探讨这一进程的控制测量和设计问题。

### 参考文献

1. “设计技巧”，Ray Ridley 博士，功率系统设计杂志。
2. “环路增益分频点”，Ray Ridley 博士，[www.switchingpowermagazine.com/downloads/3Loop Gain Crossover Frequency.pdf](http://www.switchingpowermagazine.com/downloads/3Loop%20Gain%20Crossover%20Frequency.pdf)。

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

# 最新低成本浮点 Piccolo™ MCU 推动低能耗实时控制应用开发



作者：刘洪，PSDC

## 外设选项。

日前，德州仪器（TI）宣布推出最新低成本 TMS320F2806x Piccolo 浮点 MCU，可提供能平衡低成本 Piccolo 与高性能 Delfino™ 浮点微控制器（MCU）的性能。该公司半导体事业部 MCU 业务拓展经理吴健鸿和 C2000 业务拓展经理陈思儒与媒体分享了这些产品采用的先进技术和特点。

### 丰富的嵌入式产品线

吴健鸿首先介绍了 TI 这一产品线的情况。整个嵌入式产品线包括最低功耗的 16 位 MCU MSP430，适用于很多不同应用，包括电表和便携式应用。此外还有 C2000，包括再生能源应用。还有就是去年开始推出的 32 位 ARM 的核的 Stellaris® Cortex™ -M3，也是 MCU 中一个多用途的重要产品。此外，TI 还有一个 ARM Cortex-R 产品，叫做 TMS570，主要在高可靠性方面的应用。除了 MCU 产品，还有 MPU 产品，如 Cortex-A8 等是 Android 多核

德州仪器半导体事业部 MCU 业务拓展经理吴健鸿、C2000 业务拓展经理陈思儒解读用于可再生能源、PLC 与电机控制的 15 款新品，实现浮点内核、最新复杂数学单元以及控制导向型



吴健鸿

的产品。另外 TI 还有 DSP 和 5X 等产品。

吴健鸿表示，TI 的嵌入式产品在全球嵌入式市场中排名第二，第一名是瑞萨和 NEC 合并后占了 23%，此外还有很多竞争对手，TI 现在大概占 12%。在应用方面，TI 的产品可以应用到很多领域，很多的应用都可以用到 TI 的产品，包括摄像机、公共医疗、电脑、手机等；TI 最大的优势就是产品面很广，可以应用在

很多不同的地方。

TI 还有广泛系列的 MCU 与软件，从通用型超低功耗 MSP430 MCU 到基于 M3 的 32 位 MCU，乃至当前高性能实时控制 TMS320C2000 MCU，TI 可为设计人员提供最全面的微控制器解决方案。通过充分利用 TI 完整的软硬件工具、广泛的第三方产品以及技术支持，设计人员可加速产品的上市进程。

### 为可再生能源、PLC 与电机控制提供优选方案

陈思儒介绍了 C2000 产品的演变。TI 在 DSP 领域已经有 25 年的经验，C2000 产品线当时是为工业应用开发的。工业有一些对 DSP 的需求，例如数字电源、数字马达控制，另外还有一个新的方面，即再生能源的领域、车用的领域，都可使用 C2000 系列。

Piccolo MCU F2806X 是我们新的产品线。这个产品主要是为再生能源、PLC、马达控制提供浮点内核、





图 1: 15 款 C2000 Piccolo MCU 可为可再生能源、PLC 与电机控制提供浮点内核、最新复杂数学单元以及控制导向型外设选项。

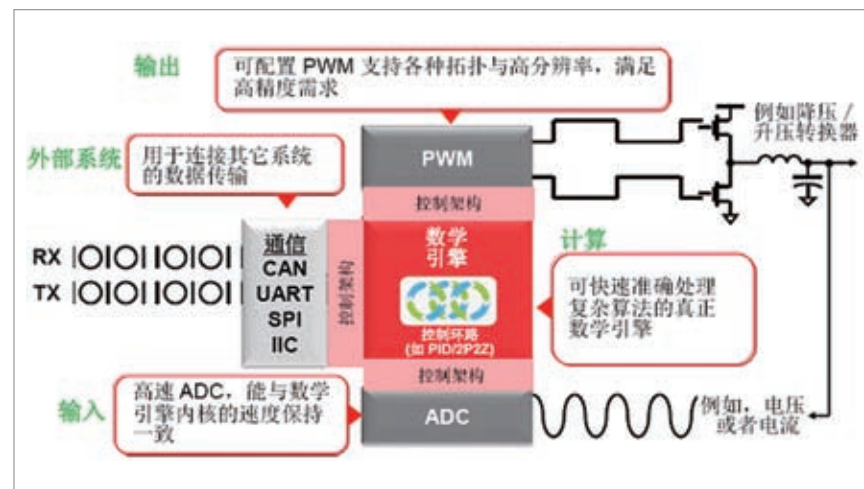


图 2: C2000 有助于实现实时控制。

最新复杂数学单元以及控制导向型外设选项。

在工业控制领域，技术越来越复杂，需要实时控制。反应的时间越来越短，需要马上根据外在世界的改变做出反应。实时控制涉及三个技术，包括快速把外面的信号转进来，通过中间的数学引擎进行运算，然后把更改的东西通过我们 PWM 送到外面去。TI C2000 做得又快、整合度又高。

他表示，最新 Piccolo MCU 源自 TI 超过 25 年的领先数字信号处理技术，可提供旨在简化编程、优化性能

的增强型数学引擎，从而可满足实时控制应用对集成通信的需求。低能耗电机控制与可再生能源应用的开发人员现在可采用单个 F2806x MCU 通过低成本方式执行控制环路、电力线通信 (PLC) 协议以及调制方案。此外，最新 F2806x MCU 还可提供更加丰富的连接及存储器选项，并具有 TI 高稳健工具与免费 controlSUITE™ 软件的支持，能够以 MCU 固有的高集成性与易用性实现性能平衡。TI C2000 为定点及浮点数学库、专用框架、优化控制块、基于模型的软件提供了实际

应用软件及套件。

### C2000 针对实时控制量身打造

陈思儒说，C2000 目前有两大产品线，一个是 Delfino，一个是 Piccolo，明显区别是高端和低端。从运算的速度来说，Piccolo 最高是 60，Delfino 是 300，运算量大于 5 倍，而且 Delfino 支持浮点运算。

C2000 系列的优点首先就是它能实现理想的效率，实现实时控制，运算速度提高了 33%。同时，它增加了浮点能力，就是多一个控制器，一个做整数，一个做小数。除此之外，还加了一个特别的运算器 VCU。在实现 PLC 应用时，可以解决电力线传输数据不稳的问题。为了这个应用，TI 特别加了新型加速处理器 VCU，运算多了 33%，可以支持浮点。

在周边部分多加了几个东西，第一个是 USB，在做平台开发或设计产品时，跟外面的连接更有弹性。C2000 系列还增加了 DMA 技术，以支持更高的速度。

与原本只有 DSP 相比，效率基本上可以提升 40%，甚至更多。因为可以支持浮点和复数运算，所以增加了很多数学运算指令，可以实现新功能的开发。如果客户本来就用 TI 的定点运算，有了这一颗芯片，浮点运算会非常简单，因为开放环境是固定的，指令是增加的，这个指令增加是因为浮点的增加，旧的指令都还在。做软件的开发也是非常省力。

由于采用了业界领先的外设与架构，包括 CAN、USB 等等，所以在与外界的连接方面，TI 做到了非常高的整合。这样做可以降低成本，设计比较精简，生产效率比较高，另外 PCB 板子也比较小。

在开发环境方面，TI 有一个便宜的 USB 卡作为硬件部分，让大家可以比较方便购买来进行研发。软件的部

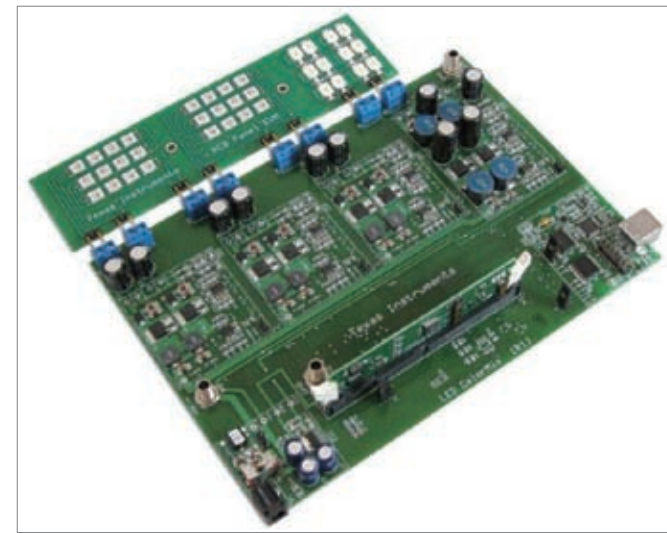


图 3: 最新多路彩色 LED DC/DC 套件。



图 4: F2806x Piccolo 浮点 MCU 框图。

分 TI 提供了 ControlSUITE，任何人到 TI 的网站都可以下载这个软件。它有很好的资料库，比如浮点运算的资料库都放在免费源代码中提供给客户。TI 针对不同的应用还开发出了专用的套件，比如用 DC/DC 做较高能量的路灯和照明，特别是 PLC 开发环境，为不同的环境设计了专用的套件，所以从客户的发展角度来看，可以用比较低的价钱拿到开发硬件，用免费的软件来支持。

以下是 F2806x Piccolo 浮点 MCU 的主要特性与优势：

- 尖端数学引擎包括 80 MHz 浮点 C28x™ 内核、最新维持比复杂数学单元 (VCU) 以及控制律加速器 (CLA) 选项；
- 浮点内核可大幅简化编程，改进与元语言工具的兼容性，与定点解决方案相比性能提升达 40%；
- 最新 VCU 复杂数学单元提供 75 条定制数学指令，可加速处理 PLC 等应用的通信算法，实现提升达 7 倍的因数；
- USB 2.0 全速 (主机和设备)、CAN 以及直接存储器存取

(DMA) 机制可实现更高的通信与吞吐量；

- 超过 15 款 MCU 可提供更大的存储器容量范围 (52 至 100KB RAM 与 128 至 256 KB 闪存)，以及 80 引脚与 100 引脚封装选项；
- 控制导向型外设包括业界最高分辨率的 PWM (150ps)、3 MSPS 12 位模数转换器 (ADC) 以及具有 3 个 10 位参考的模拟比较器；
- 低成本 F2806x controlSTICK 与模块化 controlCARD 可通过 TI 兼容型试验板与实际硬件应用开发工具简化评估工作；
- 免费 controlSUITE™ 软件包含提供源代码的应用与数学库以及详细文档，开发人员可便捷地全面发挥 F2806x 的特性；
- 代码兼容并可在整个 C2000 平台中扩展的 IQmath 库包含低成本 Piccolo 系列与高性能 Delfino 浮点系列。

最新 Piccolo F2806x 浮点 MCU 与样片已经供货。2011 年 2 月 14 日前通过 TI eStore 订购 F2806x controlSTICK 的前 1000 名顾客将获得促销优惠价。F2806x controlSTICK 可立即通过以下网站订购：[www.ti.com/f2806x-cs-pr-es](http://www.ti.com/f2806x-cs-pr-es)，并可立即通过 [www.ti.com/f2806x-ek-pr-es](http://www.ti.com/f2806x-ek-pr-es) 订购 F2806x 实验板套件。F2806x 实验板套件与 controlSTICK 均包含 Code Composer Studio™ 集成开发环境，没有编译器或存储器限制。F2806x controlCARD 可通过 [www.ti.com/f2806x-cc-pr-es](http://www.ti.com/f2806x-cc-pr-es) 进行订购。

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



# 突破性改革传感器系统设计方案



作者：刘洪，PSDC

美国国家半导体可配置传感器模拟前端电路简化设计流程，缩短产品上市时间。WEBENCH传感器模拟前端电路设计工具有助于系统设计工程师现通过硬件接口使用离线版设计工具进行设计和测试，从而缩短设计时间，加快建模评估。

目前传感器系统已被广泛用于各个主要行业，如临界监控系统，这类监测系统的体积越趋小巧，且要求更少的耗电量及更高的可靠性。美国国家半导体公司推出的两款可配置的传感器模拟前端（AFE）集成电路，采用该公司的独创技术，并获得多款全新设计工具的支持，令系统设计工程师可以使用各大厂商生产的各类传感器产品完成信号路径设计，将产品快速推向市场。

美国国家半导体精密信号路径产品部副总裁 James Ashe 和亚太区市场经理林伟山介绍了两款产品的特点和优势。James Ashe 表示：“基于传感器的系统的电路设计不仅耗时且极为复杂，还需要针对每个系统开发专用的设计。目前为止，很多工程师都要花费几星期甚至几个月的时间才能成功开发出一款定制的模拟传感器解决方案，但现在在美国国家半导体可以帮助他们以更快的速度将产品推向市场。”

林伟山介绍说，系统设计工程师只要采用这两款可配置的传感器模拟前端电路，即可利用 WEBENCH®



传感器模拟前端电路设计工具（WEBENCH® Sensor AFE Designer）完成传感器信号路径设计。换言之，工程师可以利用这套设计工具挑选传感器，进行设计，配置解决方案并将配置参数下载至传感器模拟前端电路。目前一个典型的传感器应用需要数块电路板及多达 25 颗元器件，而采用美国国家半导体的方案，则只需一颗芯片即可。同样，以往设计一个传感器系统，

需要几周甚至几个月的时间，而采用美国国家半导体的新产品和设计工具，设计时间则可缩短至几分钟。

美国国家半导体的两款全新传感器模拟前端芯片是可配置传感器模拟前端电路产品系列的头两款产品。这两款芯片各有特点，适用于不同的传感器系统，这些特点包括可编程的电流源、自选参考电压以及可调整的采样率。LMP91000 芯片是业界首款可

全面配置的低功耗恒电位仪，可在传感器与模拟 / 数字转换器（ADC）间提供一个高度集成的完整信号路径。LMP90100 芯片则是业界首款可真正连续校准背景信号并做出诊断的 24 位、多通道、低功耗传感器模拟前端电路，适用于高性能收发器及变频器系统。

美国国家半导体 WEBENCH 传感器模拟前端电路设计工具兼容多种技术规格，可以支持数百款温度、压力及化学传感器。其数据库涵盖了 Omega Engineering、Honeywell Sensing & Control、Tempco Electric Heater 及 All Sensors 等公司的众多传感器产品。

## LMP90100 芯片技术规格

美国国家半导体 LMP90100 芯片是业界首款可真正连续校准背景信号并做出诊断的 24 位、多通道、低功耗传感器模拟前端电路，适用于高性能收发器及变频器系统。美国国家半导体专利的背景信号校准技术可以有效消除随着时间及温度变化而出现的漂移，并在不干扰被测信号的基础上，确定偏移及增益误差。LMP90100 除了内置 24 位的 Sigma-delta ADC 外，还采用灵活的输入（多路复用器）配置，因此可以支持任意比例的差分或单端输入。每个传感器的信号增益（包括 1、2、4、8、16、32、64 和 128）、采样率及诊断参数均可编程，该芯片还提供两个匹配的驱动电流实现传感器的驱动。LMP90100 芯片的平均耗电低于平均值 0.7mA，在 -40°C 至 +125°C 的温度范围内可确保正常工作，上述特性令这款芯片理想用于温度收发器或 4mA 至 20mA 系统。

## LMP91000 芯片技术规格

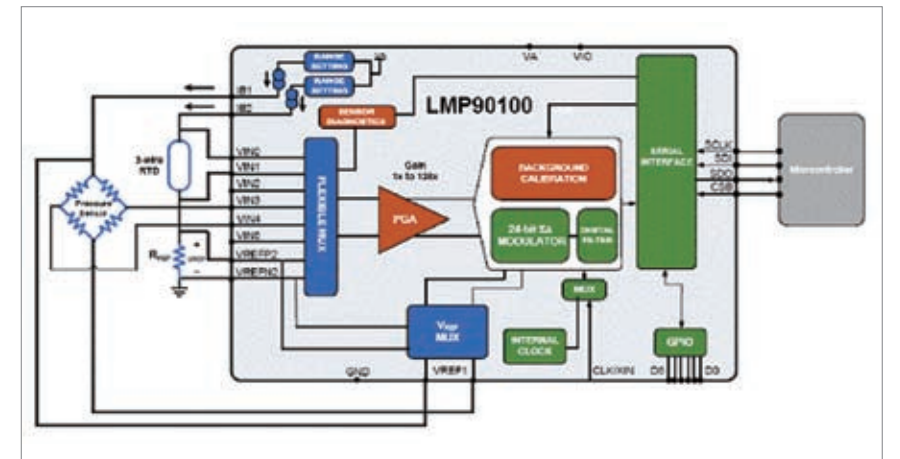
美国国家半导体 LMP91000 芯片是业界首款可全面配置的低功耗恒电



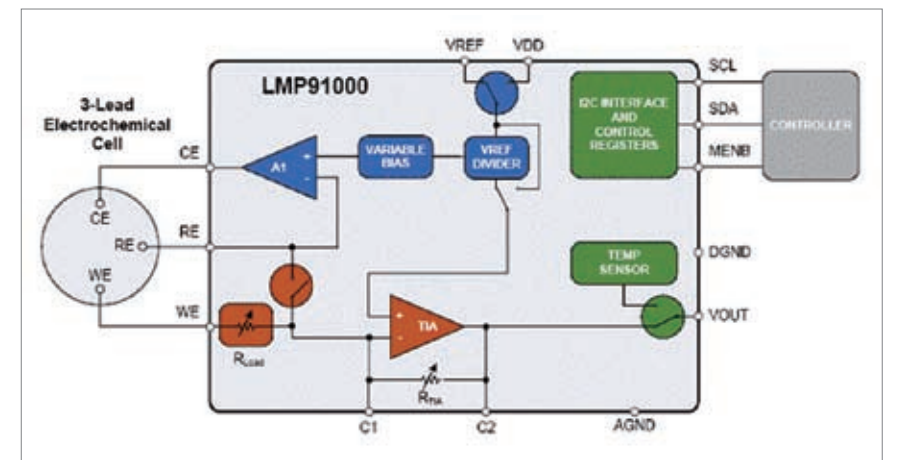
James Ashe



林伟山



LMP90100 应用框图：压力传感器及热电阻温度传感器



LMP91000 应用框图：有毒气体传感器

位仪，可在传感器与 ADC 间提供一个高度集成的完整信号路径。这款可配置的模拟前端电路适用于低功耗的化学物质及气体检测应用，如三极单-



# 工业电子的 卓越解决方案



- 耐高纹波电流铝电解电容器
- DC链路用MKP薄膜电容
- 节能与电能质量用功率因数校正(PFC)产品
- 容值达45μF的X2 EMI电容器
- 长寿命二芯堆积式多层陶瓷电容器
- 耐8000安电流的电磁兼容性(EMC)滤波器和正弦波滤波器
- 低损耗铁氧体材料
- 薄型贴片式功率电感器
- 高电流共模扼流圈
- 冲击电流限制用热敏电阻
- 温度测量与补偿用负温度系数(NTC)热敏电阻
- 过流保护用正温度系数(PTC)热敏电阻
- 高达25bar的微型压力传感器
- 过电压保护用压敏电阻
- 高级电表架构用声表面波(SAW)滤波器

气体传感器及双端氧气传感器等。LMP91000 芯片测量恒电位仪中的电流，其大小与测量气体的含量成正比。通过跨阻抗放大器，LMP91000 生成与这一电流成正比的输出电压，从而推算出气体含量。LMP91000 允许用户通过 I<sup>2</sup>C 兼容接口自行设置跨阻抗增益值，因此能够支持对含量介于 0.5nA/ppm 与 9.5nA/ppm 间的有毒气体作出灵敏反应。此外，LMP91000 的功耗极低，因此适用于电池供电系统以及 4mA 至 20mA 的收发器系统。这款芯片的恒电位仪电压和输出增益都可根据设计要求自行设置，这令工程师可以探测更多的气体种类，或者探测不同的气体浓度，并确保设备的总系统功耗可低至 10μA（平均值）。工程师也可通过 I<sup>2</sup>C 接口验证传感器性能，而内置的温度传感器则可提供附加输出，以进行温度监控。LMP91000 芯片的工作电压范围在 2.7V 至 5.5V 之间。

美国国家半导体 LMP90100 芯片采用 28 引脚 TSSOP 封装，采购以 1,000 颗为单位，单颗售价为 4.95 美元，现已批量供货。LMP91000 芯片采用 14 引脚 LLP 封装，采购以 1,000 颗为单位，单颗售价为 3.95 美元，同样已经批量供货。目前美国国家半导体正面向更高速率、更高性能的传感器系统开发多款传感器模拟前端电路，该公司也计划进军医疗设备等产品市场，预计这些新产品将于明年推出。如欲进一步查询有关美国国家半导体传感器模拟前端电路产品、WEBENCH 传感器模拟前端电路设计工具以及其他技术支持工具的资料，可浏览网页 <http://www.national.com/sensorAFE>。

## WEBENCH 传感器模拟前端电路设计工具

WEBENCH 传感器模拟前端电路设计工具是美国国家半导体屡获殊荣的 WEBENCH 系列网络设计工具的最新成员。系统设计工程师现可通过硬件接口使用离线版设计工具进行设计和测试，从而缩短设计时间，加快建模评估。工程师还可利用离线测试系统将设计的配置参数下载到传感器模拟前端电路，将传感器置入系统后，即可进行仿真测试。美国国家半导体已将整个操作过程制成视频，如欲观看可浏览网页 <http://bit.ly/AFE-video>。

如欲查询进一步的资料或订购相关样品及评估电路板，可浏览网页 <http://bit.ly/LMP90100>。如欲查询进一步的资料或订购相关样品及评估电路板，可浏览网页 <http://bit.ly/LMP91000>。

# MOSFET 效率

## 利用 DirectFET plus 提升芯片的驱动性能

作者：Omar Hassen，行政董事；Vijay Viswanathan，技术营销经理，国际整流器公

芯片性能的提升——包括改善导通电阻和实现更低栅级电阻（R<sub>g</sub>）的处理架构——与最佳的芯片技术相结合，以提高下一代功率MOSFET的效率、可靠性和热性能

**高** 能源价格和“绿色”倡议，如家电的能效标签使用的增加和针对电子产品的Energy Star 80 Plus 机制，都增加了对用以提高伺服器、笔记本、高端台式和其它计算机、数据中心和联网应用中的DC-DC转换效率的功率MOSFET的需求。与此同时，终端用户需要额外的功能、丰富的性能体验和更小的尺寸，从而要求器件可以支持更高的功率密度并提高稳定性。

到目前为止，在 MOSFET 封装和器件设计方面，我们已经取得了巨大的突破，以满足宽范围的各种需求。新一代的功率 MOSFET 将高性能封装技术与最新的芯片优势相结合，可以将功率转换提升一个等级，特别是对于那些要求更高频率操作的应用。在导通电阻 R<sub>DS(on)</sub> 与栅极电荷 Q<sub>g</sub> 方面得到进一步提高的同时，新型 MOSFET

处理架构降低了 MOSFET 栅极电阻并提高了电阻 / 有源区域 (R\*AA) 品质因数，进而在实现同步转换频率的进一步提升方面起到日益重要的作用。

### 优化的封装性能

自 20 世纪 90 年代初以首款 SO-8 功率 MOSFET 问世以来，已经出现了数代的表面安装型功率封装。目前已经开发出了双面制冷、大的金属引脚框和键合至裸片级电阻触点的技术，从而将结点到壳 (RTHj-c) 的热阻影响最小化并抵抗电子损耗机制，如无晶片封装电阻 (DFPR) 和寄生电感。成功的功率封装包括适用于小占位面积应用的 IR 的无引线功率 QFN (PQFN)。

在针对 MOSFET 设计的大多数有效封装中，最突出的便是国际整流器公司 (IR) 的 DirectFET<sup>®</sup>。特别值得

一提的是这种封装架构简易性，如果与 PQFN 这种替代封装相比较，具有更少的接口，从而使得 DirectFET 成为适用于各种应用的、具有吸引力的解决方案，在这些应用中可靠性是最主要的设计要求。最新一代的 IR DirectFET 封装技术通过将各种技术结合起来降低 RTHj-c 并将 DFPR 降低到一个与 MOSFET 芯片的 R<sub>DS(on)</sub> 没有显著差别的水平，提供接近于理想化的性能。DFPR，以及寄生电感，已经通过简化的架构得以成功降低，并将电流必经的材料数量最小化。图 1 的横截面图展示了 DirectFET 封装技术的特性，这些技术的结合有效的使得主要电子和热寄生效应最小化。

如图所示，MOSFET 芯片由一个与专有的钝化系统相连接的顶层金属构建而成。这就创建了芯片表面上，与栅极和源之间的大接触面。然后，

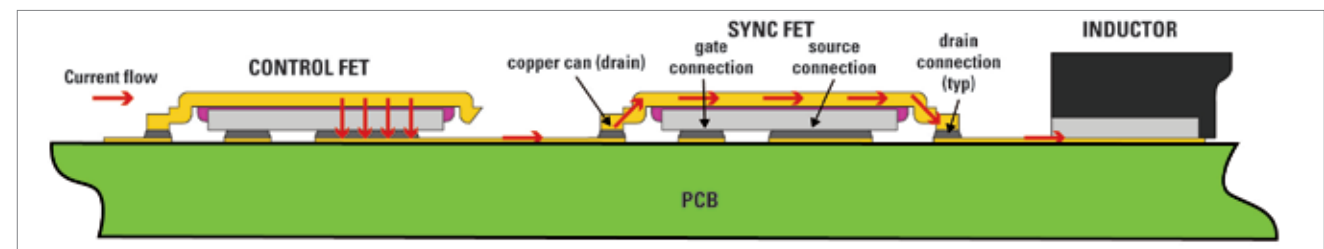


图 1: DirectFET 封装结构和实现。



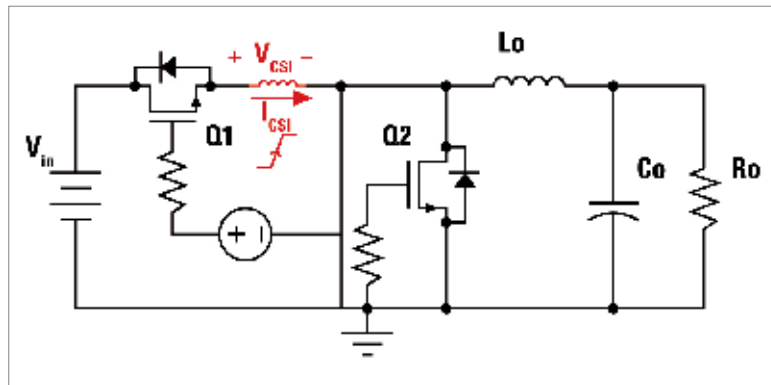


图 2a: 在上电状态上的电源电感的效果。

芯片被夹起，将终端带入与 PCB 的直接触点。这种架构不仅省去了传统的产生高封装阻抗的引线框和焊线，而且省去了寄生封装材料，这些材料与 DirectFET 封装中使用的材料相比，具有相对较高的热阻。

采用 DirectFET 封装有助于减少 PCB 本身的损耗和热生成。这一设计使得源和栅极盘与 PCB 之间的接触区域最大化，以实现最优的电子效率和热效率，而吸收（负载）电流的传导经过外壳而不是通过 PCB，省去了

PCB 轨道中  $I^2R$  损耗的影响。这就大大增强了总体的效率。同时，大的铜层吸收连接为散热提供了一个备选路径，并为外部散热提供了非常有效的散热接口。

另外，DirectFET 封装具有极低的源电感（ $L_s$ ），大的栅极和源终端还允许与驱动电路互联，在高电流路径中无需包括任何的 PCB 漏电感。这就产生了极好的高频转换性能，具有提升的开关特性和低电路转换损耗，如同同步降压转换器中的损耗。

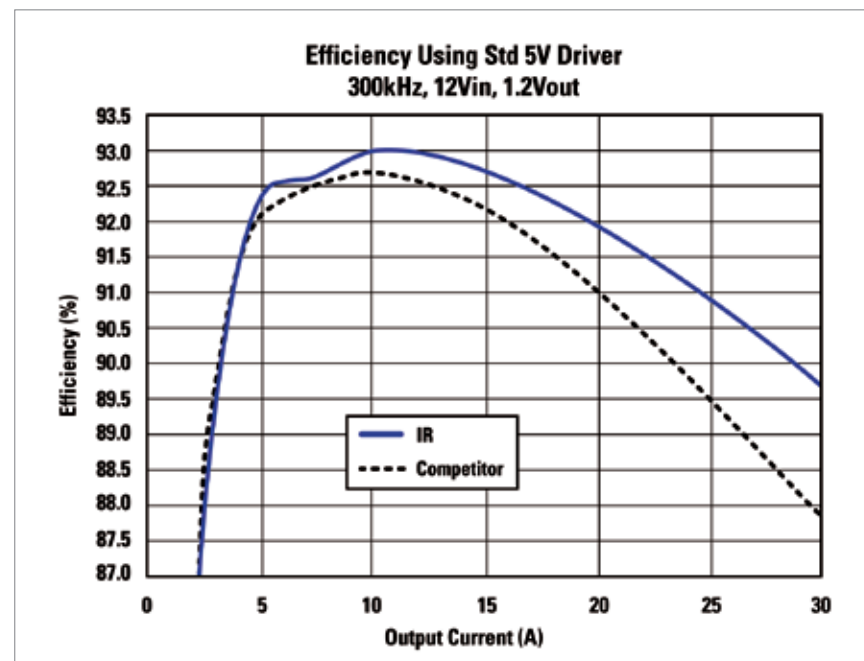
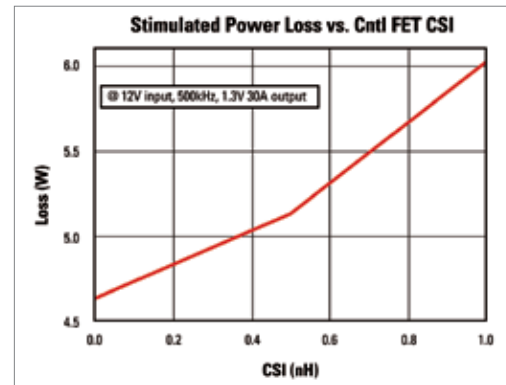


图 3: 通过降低 MOSFET Rg 而实现的效率提升。

图 2b:  $L_s$  在功耗方面的影响。

### 源电感和转换损耗

低的源电感通过将同步降压电路中的通用源阻抗的除偏差作用最小化，有助于降低在开关 ControlFET 过程中的转换损耗。为了强调利用 DirectFET 所达到的低源电感的优势，图 2 显示出了在转换一个同步降压转换器的 control FET 时， $L_s$  的效果。在上电时，随着栅级驱动电压的增长和 FET 的打开，在  $L_s$  上引发了压降。这个压降减少了  $V_{gs}$ ，因此接近了 MOSFET 的上电。这就增加了器件的上电时间，因此增加了开关损耗。

当在关断状态下，就会产生相反的效果，引起  $V_{gs}$  的升高。这就延长了关断时间，并且进一步的增长了开关损耗。图 2a 显示了  $L_s$  在功耗方面的影响。

DirectFET 封装，与 PCB 设计的最优化设计效果相结合，将这种效果最小化，从而实现提升的效率和更低的热耗散。与别的封装相比，其它的寄生电感也显著降低，有助于更快速的转换，以及更低的转换损耗。这些包括漏源电压 ( $L_{ds}$ ) 和栅级电感 ( $L_g$ )。由于栅极直接被焊接到了 PCB 上，因此  $L_g$  非常低。

下一代芯片支持业界领先的性能

很明显，DirectFET 技术已经在封装和 PCB 级两个方面实现了大量的

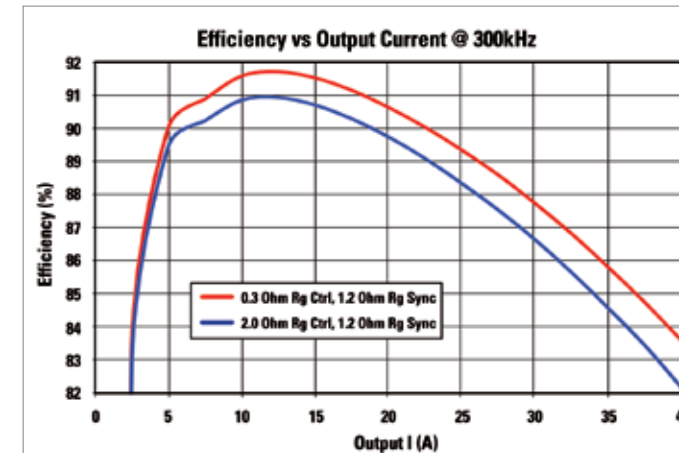


图 4: 在 300kHz 和 800kHz 下的效率量度。

性能提升。在 MOSFET 芯片级方面的提升更难实现；已经高度应用了工艺、架构和材料技术，而且众所周知，用于降低  $R_{DS(on)}$  以增强传导性能的已有技术将会提高栅极电荷 ( $Q_g$ )，导致更高的转换损耗。

同步拓扑的出现，提高了典型降压转换器的效率，MOSFET 厂商已经能够通过提供结合了单独优化用于 control FET 和 sync FET 循环的 MOSFET 芯片集的器件，将这些提升最大化。在这些芯片集中，control FET 最优用于将转换损耗最小化，而 sync FET 的特性是为低传导损耗排序。

$R_{DS(on)}$  和  $Q_g$  之间的权衡表现成为进一步提高 MOSFET 性能的障碍。提升主要集中在优化基于  $[R_{DS(on)} \times Q_g]$  的器件特性方面，作为功率 MOSFET 的主导 FOM。然而，最新的 DirectFET plus 系列器件采用新的芯片结构，不仅进一步降低了  $R_{DS(on)}$  和  $Q_g$ ，而且还提供了业界领先的  $R_{DS(on)} \times AA$  质量因数，同时降低了额外的参数，有助于降低功耗，即栅极阻抗 ( $R_g$ )。

### 栅极阻抗 ( $R_g$ ) 的影响

当研究在 300kHz 的频率以上，同步整流器中的 MOSFET 的性能时，IR 工程师发现，具有低  $R_g$  的器件提

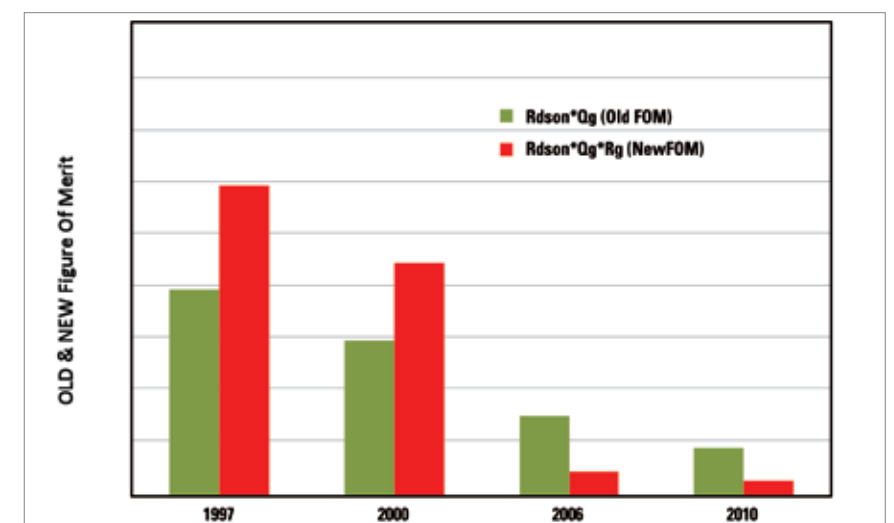
供了比竞争器件稍大的效率，很明显的实现了更好的 FOM。图 3 显示了来自两个具有 12V 输入和 1.2V 输出、转换频率为 300kHz，并采用标准的 5V 栅极驱动器的同步降压稳压器的效率量度。同时也显示了在每个设计中用于 FET 和 sync FET 的标准的 FOM 和  $[R_g \times Q_g]$  产品。尽管具有 35% 的更低的传统 FOM ( $R_{ds(on)} \times Q_g$ )，具有更高  $R_g \times Q_g$  的器件实现了更低的工作频率；

其中的偏差在于传统 FOM 并未被算入各种损耗机制的  $R_g$  影响上，其中包括 sync FET 上的  $C_{dv}/dt$ ，栅极

驱动器和空载时间。

作为一个实例展示，图 4 显示了随着工作频率从 300kHz 提高到 600kHz，降低的 control FET 的  $R_g$  如何对于效率具有巨大的影响。

降低  $R_g$  在防止 sync FET 的  $C_{dv}/dt$  感应导通方面也有效果。由于 control FET 的上电所引起的 sync FET 漏极电压的快速增长，可以产生这种假象的上电。快速增长的电压通过器件的  $C_{gd}$  电容（这个电容足以将 sync FET 打开），在 sync FET 栅级上引发电压峰值。尽管对于器件不会产生灾难性破坏，但是  $C_{dv}/dt$  引起的上电会

图 5: 与  $R_{DS(on)} \times Q_g$  和 FOM 相关的新的 MOSFET 性能进化。



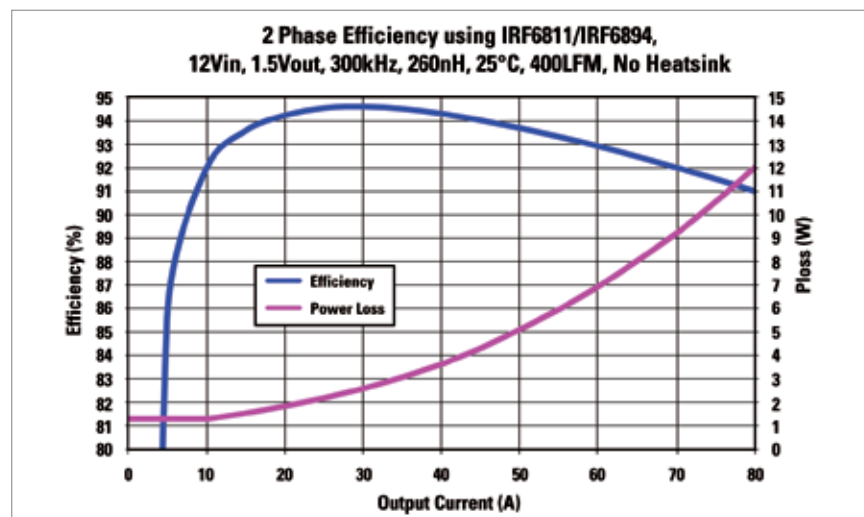


图 6: DirectFET plus 系列的性能潜力。

带来巨大的损耗，这种损耗大致与负载电流无关，因此在整个负载范围上削弱了效率。这种效果还损害到了转换器的可靠性。

典型地，要通过保证 sync FET 具有低栅漏电荷、 $Q_{gd}$  和低的电荷比 ( $Q_{gd}/Q_{gs1}$ ) 来避免  $C_{dv}/dt$  引致的上电。 $Q_{gs1}$  决定了使栅极从接到移至上电阈值所需的大量电荷。当漏电压上升到 15V 时， $Q_{gd}$  定义为  $C_{gd}$  电荷。一般而言，充电比接近于 1.0，则被认为足够低，可以消除  $C_{dv}/dt$  上电。然而，在电荷比中的典型降低可以影响到  $R_{DS(on)}$ 。更低的  $R_g$  有助于补偿更高的电荷比，允许保持低  $R_{DS(on)}$ ，而无需增加  $C_{dv}/dt$  的风险。

降低  $R_g$  更深层次的优势在于保护在整个芯片上保证了更平衡的 MOSFET 单元上电，我们所思考的是功率 MOSFET 包括大量的平行互联的单元。为单个的单元保证更加统一的上电特性可以避免暂时使一小部分单元至满负载电流。

### Rg 和驱动器选择

当转换器的设计者为 sync FET 和 control FET 选择适当的栅级驱动器时，低  $R_g$  就提高了设计自由并允

许选择更低成本的驱动器。基于相同的原因，即优化的 DirectFET 栅极互连降低了对于高强度栅极驱动器的依赖，栅极驱动器中的低阻抗也是需要达到的。采用一个低  $R_g$  MOSFET 允许设计者将栅极驱动输出电流的阻抗与 MOSFET 栅级电路的阻抗相匹配，从而在采用低成本、低功率栅极驱动器时，以保证稳定而持续的转换。

### Sync FET 的进一步优化

在 sync FET 上电过程中，在栅极电压达到其阈值的周期中，MOSFET 体二极管承载着大多数的负载电流。当栅极电压达到其阈值时，负载电流逐渐转移至 MOSFET 通道。将肖特基极管与 MOSFET 芯片相结合可以有效地将二极管在这种转换过程中的反向恢复损耗降至最低，因此有助于提高效率。在更高的操作频率下，通过采用集成了肖特基二极管的 sync FET 所取得的效率增益更大。通过下面的功耗的表达式，可以从数学的角度展示出这些，这个公式显示了  $Q_{rr}$  的影响和二极管导通损耗如何随着操作频率的升高而升高：

$$P_{loss} = (1-D) \cdot (I_{rms}^2 \cdot R_{DS(on)}) + (Q_g \cdot V_g \cdot f) + (Q_{oss} \cdot V_{in} \cdot f)/2 + (Q_{rr} \cdot V_{in} \cdot f)$$

$$+ (t_{DT} \cdot I_{out} \cdot f \cdot V_f)$$

### 器件设计和评估

只要考虑到器件的设计，MOSFET  $R_g$  可以显著降低到  $1\Omega$  以下，而在其它损耗相关的参数方面没有任何损失。

当为高频同步整流器选择 MOSFET 时，工程师现在还需要考虑到除了传统的  $R_{DS(on)} \times Q_g$  FOM 以外， $R_g$  在转换器效率方面的影响。图 5 描述了根据已经建立的 FOM 和修改的公式  $[R_{DS(on)} \times Q_g \times R_g]$ ，IR 的 DirectFET 功率 MOSFET 的进化。产品被认为是一个新的 FOM，未来可以指导高频同步整流器的设计。

### 结合后的长处

当与 DirectFET 封装技术相结合时，低  $R_g$  MOSFET 的效率优势得以进一步放大。由于更高的  $R_g$  将可能削减 DirectFET 的低栅极电感所产生的开关速度的优势，因此，当采用与 PQFN 等封装相对的 DirectFET 封装时，具有低  $R_g$  (小于  $0.5\Omega$ ) 的 MOSFET 将以更低的驱动以高频进行转换。这可以使工程师通过具有一个指定的强大的驱动器，来节约成本和功率。

IR 已经将这些技术结合到其最新的 DirectFET plus 系列 MOSFET 中，使得电源设计者可以继续提高同步转换器的效率，用于提高采用各种额定功率的消费类和专业设计中的同步转换器的效率。

图 6 显示了利用 IRF6811/IRF6894 DirectFET plus 芯片集构建，采用双相同步转换器达到的效率。当在 300kHz 的工作频率下，不带散热器的情况下，12V 至 1.5V 转换器达到 94.5% 的效率，指出设计者如何在 100W 电压范围的电源取得新的效率标准。

www.irf.com

# 探讨适配器电源设计 (一)

## 一个 120W 电源设计实例

作者: Jason Sun, Fairchild Semiconductor, China

本文主要阐述电源设计所需要注意的环节，如变压器的设计和文主要开关管的选择等等，再结合飞兆半导体公司的 FAN6921 芯片特性，用实例介绍其在 120W 功率范围内的应用成本和性能上的优势。

电源在我们的生活中已经无处不在，小到手机充电器，大到电脑，电视等等，其中电源都是这些产品必不可少的部分，也是涉及到电器安全的重要因素，政府部门也关注着电能的浪费问题，如能源之星就强制规定了电器的待机功耗和平均效率标准。可以这样讲，电源设计不仅仅要考虑到自身功能，也要顾及到整个生活环境。所以说安全和性能都是所有电器产品所必备的基本要求，而怎样设计出一个好的电源呢？就需要电源设计者不断地学习和研究，让设计出来的电源能承受住环境和使用的检验。

### 设计考虑

下面就谈谈电源设计时要考虑的因素，设计者拿到一个电源产品的设计需求时，大多会按图 1 所表示的顺序来考虑：

#### 1. 系统规格

首先要了解电源的规格，如电源输入电压条件，输出电压和电流规格，工作效率和输入电流谐波需求（简称 THD），还有产品的外型尺寸，安全

标准及使用环境等；

#### 2. 电源结构

根据规格要求选择合适的电源结构（常见有反激式，正激式，双管正激，半桥谐振式，全桥等；确认所选择的电源结构的成本是否可以满足要求，在满足电源设计规格的基础上，尽可能选用性价比高的方案，以提高产品竞争力；

选择合适电源的结构对初次进行设计的人可能会有些困难，一般设计者都会依据经验按电源的功率范围来选择几种常用到的拓扑结构，如小于 100W 的电源可选反激式结构，小于 300W 可选半桥谐振或正激，小于 500W 可以选择双管正激。大于 500W 可以用全桥。再依照所选的电路结构来选择主要芯片和变压器类型。控制芯片

设计者怎样从众多芯片里找出一个最合适的是非常重要的一步，大多芯片厂商都会对其芯片的应用范围做一个归类，设计者可以根据他们提供的索引来选择，通常大多设计者考虑到产品设计周期会比较乐意选择自己熟悉的芯片，这样虽然会加快设计时

间，但也会带来一定的局限性，因为半导体芯片厂商都在不遗余力地研发性价比更好的产品，以此来获得更多的市场占有率，比起早期的产品，新的电源芯片在性能上也有了很大的改善，不仅会提高芯片的保护功能，同时也尽量减少芯片外围元器件数量，以此来提高产品集成度和可靠性。所以说，如果设计者能在众多芯片中找到合适的方案来使用，不但能提高产品的综合性能，而且还可以提高成本的竞争力。

#### 3. 磁性元件

先计算出变压器的需求规格，可以用 AP 值来选择合适的变压器型号，变压器的种类也非常多，图 2 列出了几种常用的变压器磁芯形状，一般可以从如下几个方面选择：

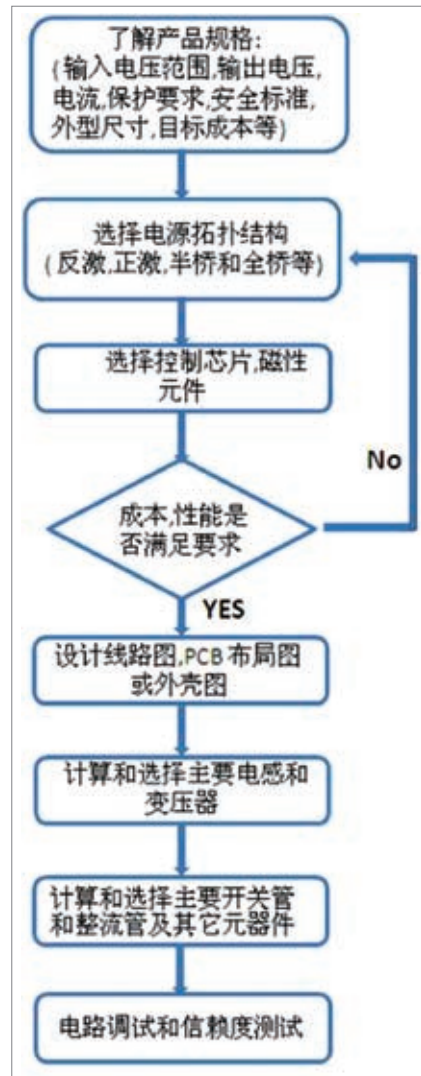
##### (1) 外型尺寸

尽量在变压器骨架目录里找出与设计要求相符的型号，如变压器的长，宽，高及脚位数和脚距离都要满足设计的要求；

##### (2) 磁性材质

可以根据电源工作频率和电感电流的类型来选择合适的材质，如工作





频率在 50kHz 左右和不连续电流时, 材质大多会选择铁氧体; 连续电流时, 电感需要有较小的电流纹波和小的磁滞曲线, 铁氧体会受到饱和条件的限制, 所以电感一般用磁饱和密度更高的磁芯, 如 Kool-mu、Powdered iron 等

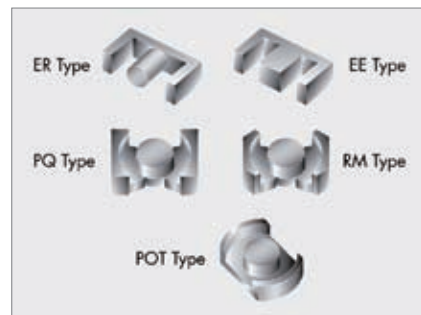


图 2

制, 所以电感一般用磁饱和密度更高的磁芯, 如 Kool-mu、Powdered iron 等

(3) 成本

变压器骨架型号的通用性, 通用性广, 价格就会便宜; 另一方面, 变压器用的绕线规格也有区别, 由于安全距离的考虑, 要用三层绝缘线的变压器成本会比用漆包线的成本高; 如 PQ, RM, POT 型的绕线空间比 ER, EE 型的小, 所以都要使用三层绝缘线才能满足安规要求;

(4) 性能

磁芯和绕线结合的面积越大, 漏磁就会越少, 像 PQ, RM, POT 型结构屏蔽会比 EE, ER 型好, 在漏感损耗和电磁干扰方面都要好一些。当然, 如谐振架构的电源就需要利用变压器的漏感, 所以在谐振的电路里, ER 型的使用比较多。后面的实例中会介绍断续式 PFC 的电感和准谐振 DC-DC 变压器的选择和计算;

4. 线路图和 PCB 设计

接下来就是考虑整个线路了: 主要考虑电磁干扰, 保护功能, 输出是多路时的调整率和时序问题; 线路图设计完成后, 再进行电路板布局, 布局时需要注意安全距离, 电磁干扰, 元件散热方式, 芯片反馈回路走线, 大电流回路和接地回路走线等问题, 因为线路板的布局能直接影响到产品的调试和性能。

5. 功率元件 (MOSFET 和整流管)

功率器件规格先由设计进行理论计算, 确定最大应力值, 再根据实际测试的结果来最终选定功率器件的电压和电流等规格的参数。

6. 电气性能调试

整个电源第一次装上元件后, 可以先按功能块来分别调试, 每部分功能都调试好后, 再合在一起测试性能。如 PFC 部分、DC-DC 部分、辅助电源、保护电路等。需要测试的内容有: 电源的输出电压调整率, 电压纹波, 电

源保护功能等, 检验电感是否饱和, 主要开关管的最大应力和温度是否有足够余量。

7. 安全验证

接下来, 就可进行产品安全方面的测试和验证了, 如电磁干扰测试, 温升测试 (主要开关管, 电感, 变压器, 电容的最大工作温度是否在其规格范围内) 产品安全性测试, 如雷击测试, 绝缘耐压测试, 电源老化实验, 抗静电测试等, 最后还要计算整个电源的平均失效时间等;

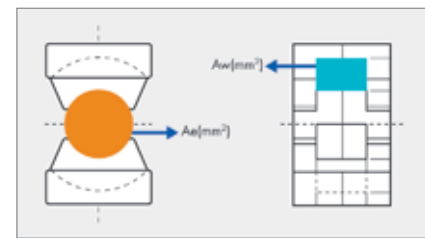


图 3

设计流程

1. 步骤 -1: 确定系统规格

通过以上的介绍后, 大家会对电源的设计步骤有了一个简单的了解。下面用一个 120W 的电源设计实例来进一步介绍设计过程, 电源需求规格如下表:

项目	规格
输入电压 (V <sub>in</sub> )	90-264V <sub>ac</sub>
输出功率 (P <sub>out</sub> )	120W
输出电压 (V <sub>out</sub> )	19V
输出电流 (I <sub>out</sub> )	6.3A
电压调整率	<5%
平均效率	>87%
功率因数 (PF)	>0.9
谐波	<15%
安规标准	IEC61000
保护要求	短路, 过压, 过功率, 过温
尺寸	150x50x30mm
散热方式	自然

2. 步骤 -2: 选择电源结构

电源功率范围选择可以选择反激或半桥结构, 如果成本压力大的话, 用反激式 DC-DC 的结构是不错的选择。

3. 步骤 -3: 选择 PFC 和 DC-DC 芯片

因为功率因数 (简称 PF) 的要求, 所以需要 PFC 芯片。120W 的电源非常适合采用电感电流临界工作模式, 可选用的芯片有很多。这里我们选用飞兆公司的 FAN6961 临界模式 PFC 芯片。

选择 DC-DC 控制芯片: 考虑到效率和电磁干扰及成本因素, 用准谐振结构来完成 DC-DC 转换, 可以选用飞兆的 FAN6300 准谐振芯片。

最近飞兆针对需要 PFC 的准谐振应用, 推出了集成度更高的芯片 FAN6921, 它集成了 FAN6961 和 FAN6300 的所有功能, 并增加了如输入欠压保护和过温保护, 高低压输入过功率补偿等功能。另外, 在平均效率和待机功耗方面都有不错的表现。FAN6921 的外围元件总数还要比前面提到的 PFC 芯片 FAN6961 和 DC-DC 芯片 FAN6300 分开式结构要少 20 个左右, 故在元件成本和性能方面都非常有优势。因此最终确定选用飞兆的 FAN6921。

4. 步骤 -4: 选择 PFC 电感和 DC-DC 变压器

考虑到产品尺寸不大, PFC 部分选择 RM 形状的磁芯, DC-DC 部分选 PQ 形状的磁芯, 这种两种形状的磁芯漏磁少, Ae 值和 Aw 值也比较大,

项目	规格
最小输出电压 (V <sub>o_min</sub> <sup>PFC</sup> )	240V
最大输出电压 (V <sub>o_max</sub> <sup>PFC</sup> )	400V
最小工作频率 (f <sub>sw_min</sub> <sup>PFC</sup> )	50kHz
最低工作效率 (η <sup>PFC</sup> )	0.94
最大输出功率 (P <sub>o_max</sub> <sup>PFC</sup> )	156W
最高功率因数 (PF)	0.99

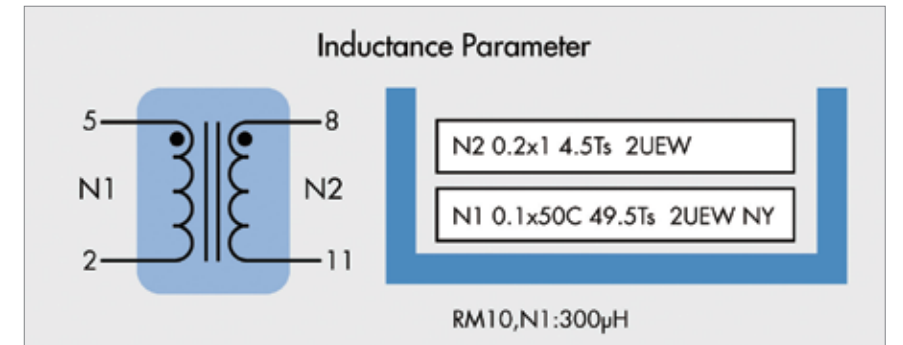


图 4

在效率和电磁辐射方面都有优势。

5. 步骤 -5: 设计 PFC 电感

计算功率因数校正 (PFC) 电感和直流转换 (DC-DC) 变压器规格及主要开关管整流管选择, 计算前, 需要预先设定几个 PFC 部分的参数:

(1) 计算 PFC 最小电感量

为了减少 PFC 在低压输入时的损耗, 可采用两段式 PFC。在 90-150Vac 时, PFC 输出电压设置为 240-260Vdc, 150-264Vac 时, 设置为 390-400Vdc。FAN6921 内部有集成这

个功能选项, 只需要调整 Pin1 管脚的电阻值, 就可以达到此功能。

(2) 计算峰值和均方根电流

(3) 计算 AP 值

I<sub>rms</sub>: 电感均方根电流; B<sub>max</sub>: 最大磁感应强度; Ko: 电感窗口有效使用系数; Jc: 电流密度系数, 根据计算的 AP 值在电感厂商目录里找满足尺寸和 AP 的型号, 本例选 RM10: Ae: 98mm<sup>2</sup>, Aw: 69.5mm<sup>2</sup>。

www.fairchildsemi.com/cn (未完待续)

$$L_{min}^{PFC} = \frac{\eta_{pfc} \cdot (\sqrt{2} \cdot V_{in\_min})^2 \cdot (V_{o\_min}^{PFC} - \sqrt{2} \cdot V_{in\_min})}{4 \cdot P_o^{PFC} \cdot V_{o\_min}^{PFC} \cdot f_{sw\_min}^{PFC}} = \frac{0.94 \cdot (\sqrt{2} \cdot 90)^2 \cdot (240 - \sqrt{2} \cdot 90)}{4 \cdot 156 \cdot 240 \cdot 50 \cdot 10^3} = 2.86 \cdot 10^{-4} [H] \quad 5(1)$$

$$I_{L\_PK}^{PFC} = \frac{4 \cdot P_{o\_max}^{PFC}}{\sqrt{2} \cdot V_{in\_min} \cdot \eta_{min}^{PFC}} = \frac{4 \cdot 156}{\sqrt{2} \cdot 90 \cdot 0.94} = 5.23 [A]$$

$$I_{Q\_rms} = I_{L\_pk} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{in\_min}}{9 \cdot \pi \cdot V_{o\_min}^{PFC}}} = 5.23 \cdot \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{in\_min}}{9 \cdot \pi \cdot V_{o\_min}^{PFC}}}$$

$$= 5.23 \cdot \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot 90}{9 \cdot \pi \cdot 260}} = 1.6 [A] \quad 5(2)$$

$$AP_{min}^{PFC} = \left[ \frac{L_{min}^{PFC} \cdot I_{L\_pk}^{PFC} \cdot I_{L\_rms}^{PFC}}{B_{max}^{PFC} \cdot K_o \cdot J_c} \right] \cdot 10^{-8} = \left[ \frac{2.86 \times 10^{-4} \times 5.23 \times 1.6}{0.3 \times 0.3 \times 6 \times 10^6} \right] = 5.97 \times 10^{-9} [m^4]$$

$$A_e \cdot A_w = 98 \times 10^{-6} \cdot 69.5 \times 10^{-6} = 6.811 \times 10^{-9} [m^4] \quad 5(3)$$



# 无需额外传感器的芯片温度测量

## 确定温度分布

作者: Uwe Scheuermann, 产品可靠性经理, SEMIKRON

热循环所带来的应力导致电力电子系统使用寿命有限。为了估算使用寿命, 需要知道给定工作条件下芯片内部发热量的准确信息。本文讨论如何在无需特别改装模块情况下确定温度分布。

设计电力电子系统时, 开发工程师们不仅需要考虑功能方面, 而且还要考虑预期使用寿命因素。然而, 为了估计系统的使用寿命, 需要知道系统在预期运行时间之外运行时所必须承受的热循环的准确数据。

一维热网络可以以足够的精度来模拟电力电子系统的热行为。通过向该网络提供特征功率损耗信息, 可以计算出温度分布或“任务历程”。从任务历程中提取热循环次数使得可以在一个适当的寿命模型基础上估算预期使用寿命。

每个工作点所产生的功率损耗可以相对容易地从数据表值中获得的, 同时, 确定正确的热等效电路更加困难。虽然很多功率模块的生产商以 Foster 等效电路的形式给出其模块的热电路参数, 该等效网络显然不能考虑用户特定的冷却条件。Foster 网络是一种并联电阻 / 电容对的串联电路, 是作为渐增式恒功率脉冲传递函数系统理论的成果。由于这种一维网络可以被解析计算, 因此一个任意功率脉冲序列的温度曲线可以很容易地得到。然而, 必须强调的是, 这种传递函数不能串联。

因此, 为了确保合适的热设计,

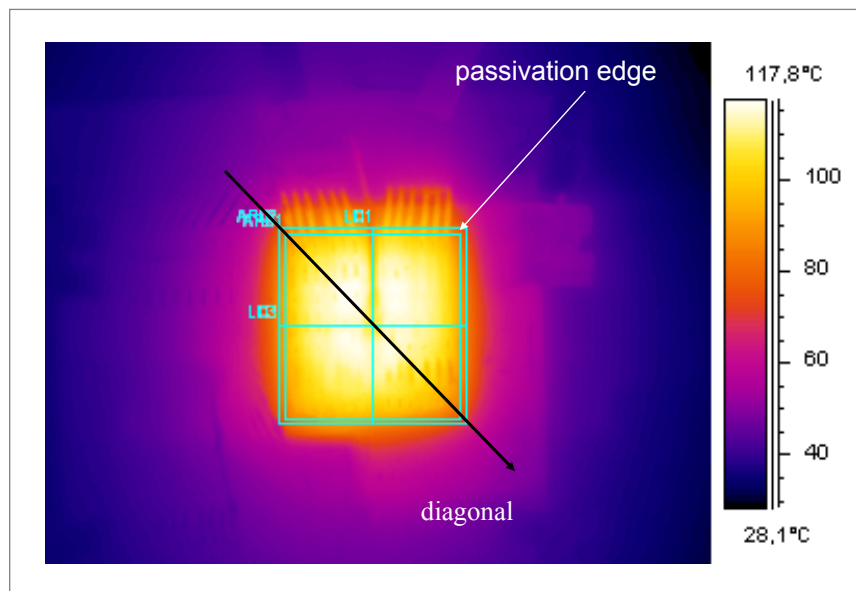


图 1: 电流 150A 的 Trench IGBT (SIGC158T120R3) SEMIX® 模块 (SEMiX703GB126D) 置于 9°C 的水冷散热器上的红外相机图像。

作为整体的系统 (包括模块、热接口、散热器和风扇) 的传递行为不得通过一个精确的热等效模型来仿真。为此, 芯片温度必须通过完整系统的时间分辨测量方式来确定。

使用外部温度传感器是有问题的, 原因在于模块中的电力电子芯片表面通常无法触及。因此, 使用与温度相关的芯片参数, 把芯片本身当作传感器是有利的。对于 IGBT 来说,

与温度相关的小感应电流正向压降是一个特别合适的方法, 因为如今普遍使用的组件具有几乎线性的负温度系数。对于 100mA 的恒定感应电流, 典型的温度相关性约为 -2mV/K。在进行测量前, 每个组件必须进行校准, 因为由于技术原因, 每批产品的温度系数存在差异。

一旦绘制出了校准曲线, 负载电流关断后的芯片温度可通过为组件提

供感应电流并测量电压降来确定。这个过程通常称为  $V_{CE}(T)$  方法。然而, 需要注意的是在进行温度测量之前, 组件首先必须达到电平衡状态。这被称为复合时间, 最先进 IGBT 的复合时间约为 50μs。因此, 关断后的温度测量可能少于 0.1ms。采用外部传感器几乎是不可能实现这样的时间分辨率。如果在负载脉冲关闭之前, IGBT 处于热平衡状态, 则可以在 100μs 至几秒钟之间测量出冷却曲线, 由此也可以派生出一个正确的 Foster 网络。

校准是通过在熔炉或加热板中均匀加热设备来进行的。然而, 在实际运行中, 功率芯片并不是被均匀加热, 显示出具有横向温度梯度 (图 1)。为了有效的冷却和大芯片尺寸, 这种非均匀加热可能会引起 40°C 及以上的温差。现在的问题是使用  $V_{CE}(T)$  方法确定的温度实际具有什么样的几何意义。

有一项研究更加密切地探讨了这个问题。对于图 1 所描述的情况, 图中 IGBT 加载了 273W 的恒定功耗, 采用  $V_{CE}(T)$  方法进行测量, 得到 108.5°C 的虚拟结温。为了说明几何术语下温度读数的意义, 生成了一个包含散热器的模块的三维模型。通过调整导热涂层的有效厚度及散热器和冷却水之间的热传递系数, 可获得对真实系统热行为的良好近似值。图 2 对比了通过芯片中心沿斜截面测量和模拟出的芯片温度。对功耗没有影响的栅极区和可以在测量观察到的由键合线所导致的芯片温度阴影, 在模拟中并没有予以考虑。

然而, 模拟中考虑到的是测量电流的分布。由于测量电流的负温度系数, 温度越高的芯片区域电流密度越大。与电流相关的平均温度读数为 108.9°C。从仿真中得到的与区域相关的温度分布平均值为 108.1°C。

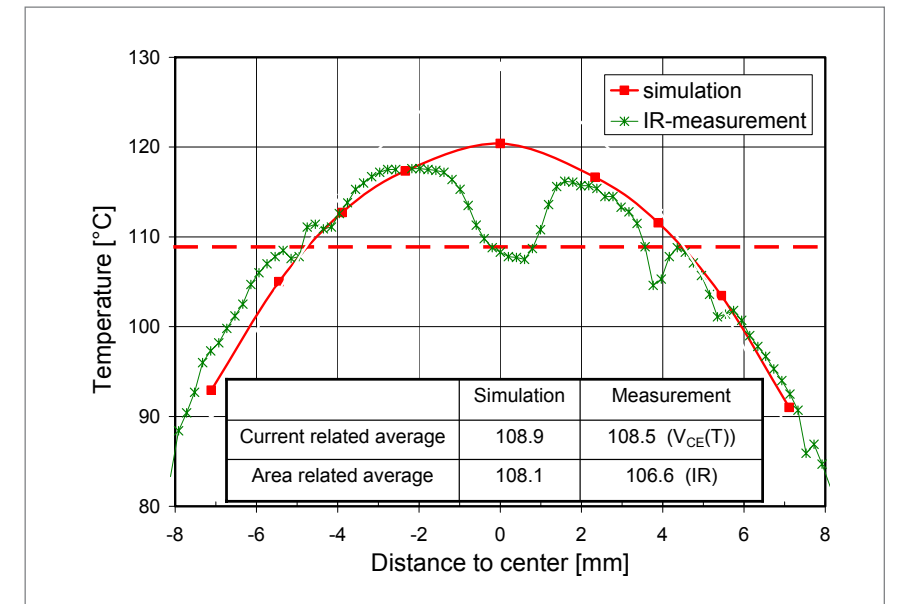


图 2: 从模拟中所获得的相应温度分布, 沿芯片对角线所拍摄红外照片的对比。此处也给出了对所有结果的一个概述。

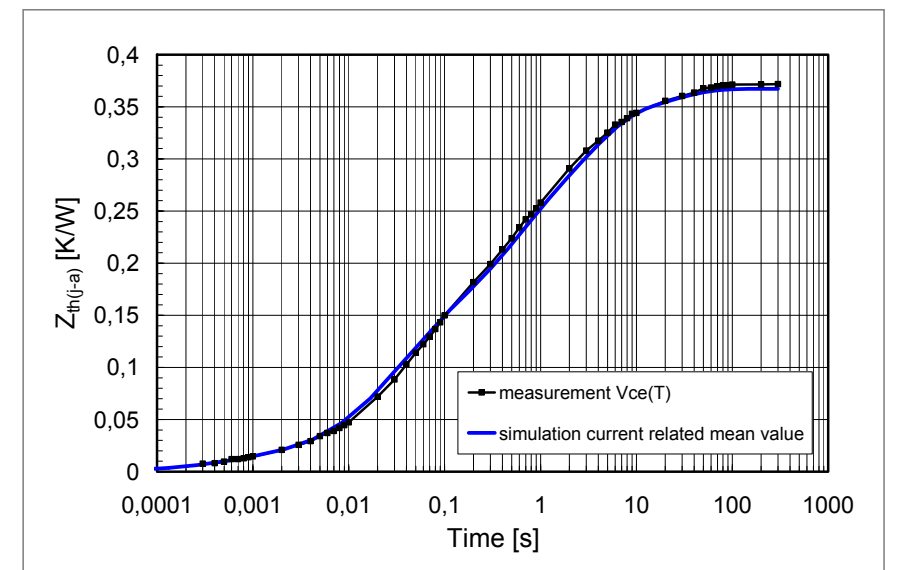


图 3: 由电流相关平均法模拟计算出的阻抗特性与采用  $V_{CE}(T)$  方法测量出的阻抗曲线几乎相同。

106.6°C 时, 由红外相机所得到的与区域相关的读数由于键合线所导致的阴影而显得略低。这些值与通过区域相关平均获得的温度值同时获得的事实表明  $V_{CE}(T)$  方法是一种为比较测量和仿真结果的理想步骤。

这些结果表明的  $V_{CE}(T)$  方法提供了一个与芯片内电流相关温度分布平均值相对应的虚拟结温。如图 3 所示, 还得到了瞬态热阻抗的正确描述。  
[www.semikron.com/internet/index.jsp?language=zh&sekId=111](http://www.semikron.com/internet/index.jsp?language=zh&sekId=111)



# 构建一个更好的电源

## 1 Ridley博士 天讲习班

电源控制

2011年  
2月16日: 美国加州圣何塞  
4月18日: 香港湾仔  
5月16日: 德国纽伦堡

在线注册电源控制理论与应用的为期一天的综合培训活动，旨在提升您的设计知识，在这一天结束时，赠送Power 4-5-6和Ridley博士关于电源设计的新书：

**Power 4-5-6控制电源设计软件**，Ridley博士编写  
电源控制权威专家的必备软件  
**电源设计**，Ridley博士著  
电源设计实际应用的权威书籍  
注册：[www.ridleyengineering.com](http://www.ridleyengineering.com)



## 议程：

**模拟电源**——介绍建模简史，并提供了一个非常简单的方法来分析PWM开关模式。将介绍每个主要拓扑结构的主要特性。讨论极点、零点，尤其是右半平面零点，对这个问题给出一个清楚的认识。

**电流模式控制**——电流模式控制用于绝大多数开关电源。Ridley博士提出了一个简单而准确的模型，为谐波振荡等转换器的各部分提供正确的传递函数。你会发现这个演讲的主题很有趣，并为你的电源提供了一个易于使用的模型。

**电源控制测量**——在这个数字化时代，电源仍然是使用传统的波德图技术设计和测量控制回路的少数领域之一。本专题将介绍正确设计和测量转换器的方法。本部分将包括环路增益和其他传递函数测量、插入技术和结果解释。

**多输出电源**——几乎所有电源都需要提供多个输出。然而，由于该专题的复杂性，以及现实匹配预测的难度，很少有文献讨论多输出转换器的分析。本课题将得到解决，确定可能出现的问题。

**电源滤波器设计**——几乎每个开关电源都增加了输入和输出滤波器，对系统稳定性造成明显的影响。Ridley博士将展示如何正确设计有适当稳定裕度的有效噪声衰减的输入和输出滤波器。

### 参加人员

任何设计从1W到100kW功率级开关电源的人都将极大受益于本次研讨会所提供的材料。它适合各个层面的设计师。高级设计人员将找到解决过去的设计中存在问题的洞察力，新的设计师将得到如何设计第一个电源的明确指导。

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：

真正摆脱电网的束缚……

30

精确的初级侧检测控制器……

33

高效率的优化……

37

二次热保护……

40

既节能又舒适……

42

[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](mailto:DRidley@ridleyengineering.com)



# 真正摆脱电网的束缚

## 面向无线传感器的坚固型能量收集系统

作者：George H. Barbehenn，高级应用工程师，凌力尔特公司

采用压电式能量收集电源以及带并联充电器的锂聚合物电池，能够在不采用主要电池的情况下解决供电问题。

无线传感器拥有一个新兴和规模巨大的潜在市场。在人们难以接近的地方、或者那些需要使用大量传感器（由于传感器数目过于庞大而难以轻松实现至数据网络的硬连接）的应用中，无线传感器均凭借其与众不同的特性而成为合适之选。在大多数场合中，利用主要电池来运行对于此类系统而言是不现实的。例如：肉类装运过程中负责监视其温度的传感器将必需采用一种防损害的方式来进

行安装。又如：安装于每种已调节空气源上的HVAC传感器将由于过于分散而可能使用电池。在这些应用中，能量收集技术能够在不采用主要电池的情况下解决供电问题。单靠能量收集常常无法产生连续运行传感器-发送器所需的足够功率——能量收集可产生约 1mW-10mW 的功率，而有源传感器-发送器组合的功率需求则有可能达到 100mW-250mW。在可能的情况下必须将收集

的能量存储起来以随时供传感器/发送器使用，而传感器/发送器的工作占空比一定不得超过系统的能量存储能力。同样，传感器/发送器有可能需要在未收集到能量的时候运作。最后，倘若存储的能量耗尽而系统即将停机，则系统或许必需首先执行内务处理工作。这可能包括一条停机消息、或者将信息存储于非易失性存储器中。因此，应当连续不断地测量可用的能量，这一点很重要。

### 完整的能量收集系统

图 1 示出了一款完整的系统实现方案，此方案采用了一个 LTC3588-1 能量收集器和降压型稳压器 IC、两个 LTC4071 并联电池充电器、两个 GM BATTERY GMB301009 8mAh 电池以及一个仿真传感器-发送器（被模拟为一个具 1% 占空比的 12.4mA 负载）。LTC3588-1 包含一个具非常低泄漏的桥式整流器，其输入位于 PZ1 和 PZ2，而输出则位于 V<sub>IN</sub> 和 GND。V<sub>IN</sub> 同时还是具有非常低静态电流的降压型稳压器的输入电源。降压型稳压器的输出电压由 D1 和 D0 设定为 3.3V。

LTC3588 由一个 Advanced Ceramics Incorporated PFCB-W14 压电式传感器来驱动，它能够产生 12mW

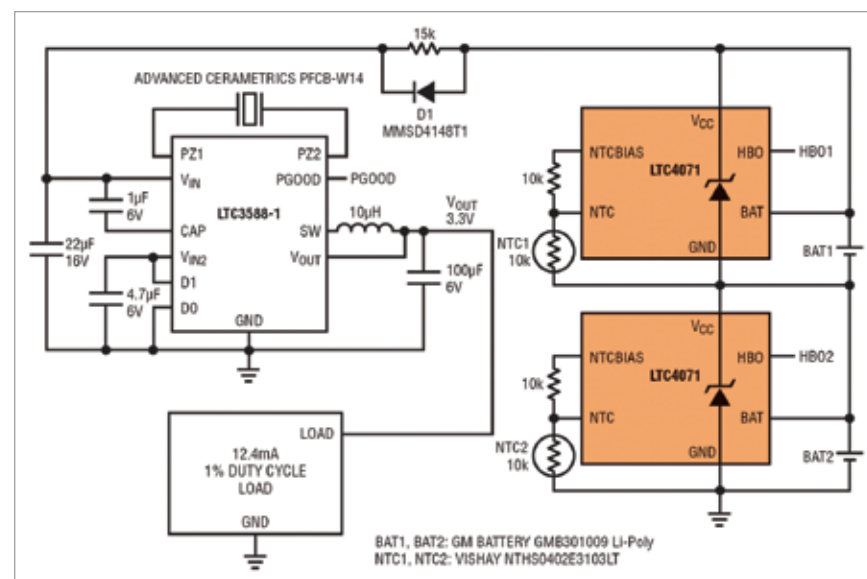


图 1：基于压电元件的完整能量收集系统不受电网的限制。该设计采用薄膜电池来积聚压电元件所收集的能量，并提供给一个以 1% 占空比运作的无线传感器发送器。

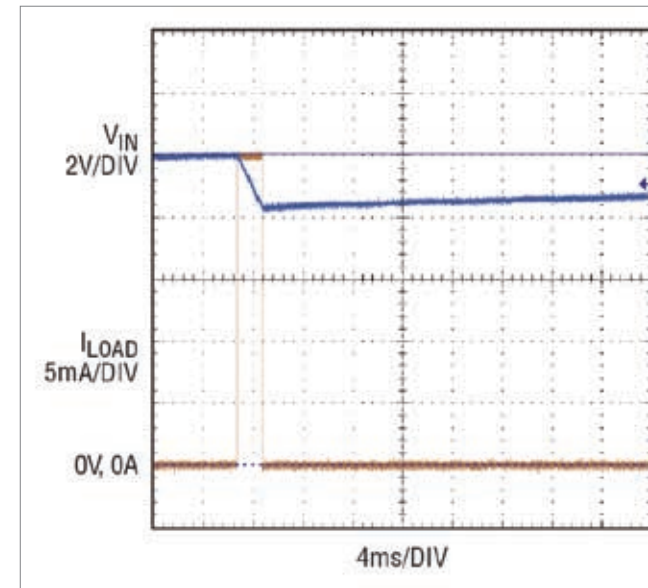


图 2：具传感器-发送器负载时的充电。

的最大功率。在我们的实现方案中，PFCB-W14 提供了大约 2mW 的功率。

LTC4071 是一款具可编程浮置电压和温度补偿功能的并联电池充电器。浮置电压设定为 4.1V，其容差为 ±1%，因而产生了一个 4.14V 的最大值——安全地低于电池容许的最大浮置电压。另外，LTC4071 还能通过 NTC 信号检测电池的温度，并在电池温度很高的情况下降低浮置电压以最大限度地延长电池的工作寿命。

LTC4071 能够在内部提供 50mA 的并联电流。然而，当电池低于浮置电压时，LTC4071 将仅从电池吸收约 600nA 的电流。

GM BATTERY GMB301009 电池具有 8mAh 的容量和 10Ω 左右的内部串联电阻。

仿真传感器-发送器的建模采用了 Microchip PIC18LF14K22 和 MRF24J40MA 2.4GHz IEEE 802.15.4 射频收发器模块。该射频芯片在发送和接收模式中的吸收电流分别为 23mA 和 18mA。此模型将之表示为一个 12.4mA、0.98% 占空比（2ms/204ms）负载，并利用一个自计时数字定时

器和一个负责 267Ω 电阻器开关切换的 MOS-FET 来设定。

### 操作模式

该系统具有两种操作模式：充电-发送和放电-发送。在充电-发送模式中，电池被充电而传感器-发送器提供一个 0.5% 占空比负载。在放电时，传感器-发

空比驱动传感器-发送器，而留出约 120μA 的电流供电池充电之用。GMB301009 电池的容量为 8mAh，因此它们可在 75 小时左右的时间里充满电。

### 放电 - 发送 (Discharging-Sending)

当 PFCB-W14 未输送功率时，V<sub>IN</sub> 上的电压下降至大约：

$$\frac{8.4 + 6.6}{2} = 7.5V$$

于是，反射负载电流计算公式变为：

$$I_{AVG} = \frac{12.4mA}{7.5V} \cdot 0.0098 + 15\mu A \cong 78\mu A$$

降压型稳压器的静态电流较高，这是因为它必须更加频繁地开关以从 7.5V 与 9.2V 进行调节。在 78μA 静态电流条件下，如果没有收集能量，则电池的放电时间大约为 115 小时。这表明电池的电荷存储容量 >8.95mAh。这些电池在全新时所存储的电荷可比额定值高出 12%。

一个更为严重的问题是：当电池完全放电时会发生什么？假如在电池的充电状态 (State of charge, SOC) 达到零之后继续从电池吸收电流且电池电压下降至 2.1V 以下，则电池将遭受永久性的损坏。所以，应用必须确保电池电压绝对不能降至该限值以下。为此，电池截止电压被设定为 2.7V 或 3.2V，以保证在断接电路投入使用之后电池中可保留一些能量。

仅仅停止发送器的运作或将负载断接将无法起到保护电池的作用，因为 LTC4071 吸收约 600nA 的静态电流。虽然这一静态电流非常之低，但包括 LTC3588-1 在内的总负载则接近 2μA。一个完全放电的电池在其电压下降至足以损坏电池之前将只能提供约 100μA 的电流。

### 充电 - 发送 (Charging-Sending)

当处于运行状态时，PFCB-W14 输送的平均功率约为 9.2V × 180μA ≈ 1.7mW。可用的电流必须对电池进行充电并负责运作用于驱动仿真传感器-发送器的降压型稳压器。运行中的传感器-发送器在大约 1% 的时间里吸取 12.4mA × 3.3V ≈ 41mW 的功率（即 0.41mW 左右的平均功率），因而留出了一些电流用于给电池充电。考虑到 LTC3588 降压型稳压器的效率为 85%，当平均 V<sub>IN</sub> 为 9.2V（见图 2）、降压型稳压器静态电流为 8μA 时，在未对电池充电情况下系统所消耗的平均电流为：

$$I_{AVG} = \frac{I_{SENSOR}}{V_{IN(AVG)}} \cdot DUTYCYCLE + I_{O(BUCK)}$$

$$I_{AVG} = \frac{12.4mA}{9.2V} \cdot 0.0098 + 8\mu A \cong 60\mu A$$

收集的能量能够以 0.5% 的占







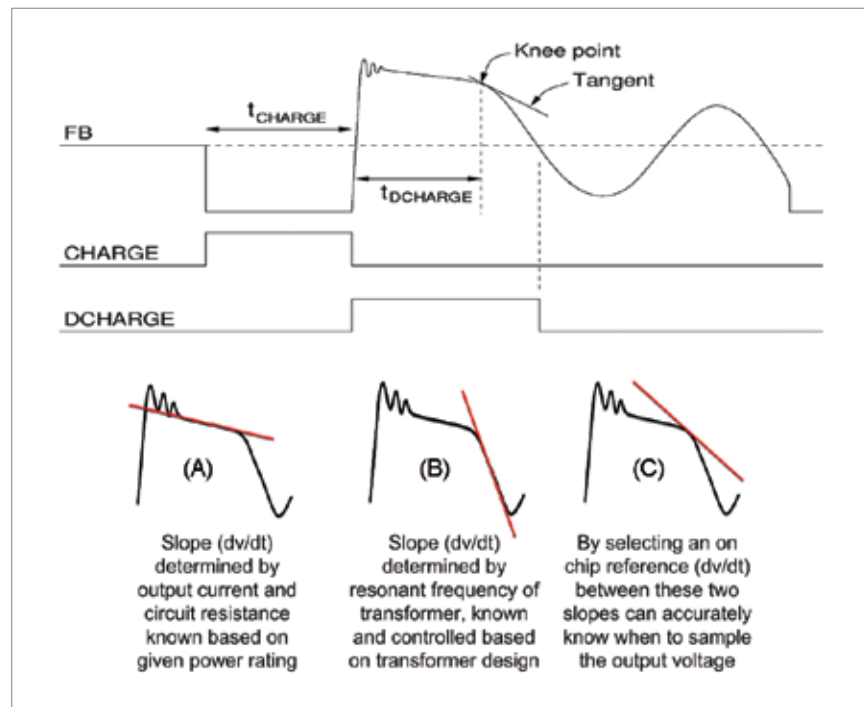


图 2：准确确定放电波形的拐点，大幅提高稳压精度。

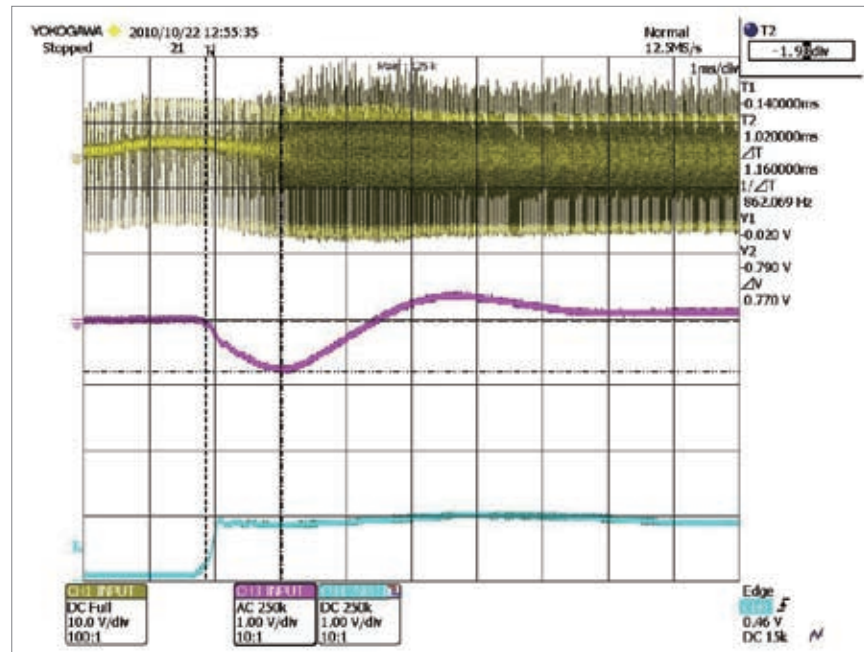


图 4：一些额外的组件可以使 C2163 的无负载功耗降低近一半。

抗 (spread emission) 的一定程度的自然频率抖动，这种“软”开关技术解决了 EMI 问题，最大限度地减少了传导干扰的滤波需求。

在开机时，电流通过高压电阻 Rht 从高压 dc 输入轨流出，为 C2163 供电，使其进入初始化模式。然后，控制器发出几个时钟周期，通

过 Q1/Qe 开关主初级绕组。这导致了辅助绕组的电位，工作电流开始通过整流器 Daux 流动。内部分流稳压器可以稳压芯片供电，器件进入运行模式，通过定标电阻 Rfb1 及 Rfb2 和耦合电容 Cfb 施加回馈。网络 Rosc 和 Cosc 设置最大振荡频率，满载为 40kHz 和 66kHz 之间。

Cosc 值还决定了 C2163 的积分电缆补偿 (integral cable compensation) 水平，可根据设计最低为 1% 的设置自动实现针对负载电缆、印制线或输出滤波电感电阻的一系列电源 (PSU)。电阻 RCS 设置逐脉冲 (pulse-by-pulse) 电流控制的范围和标称过流点。检验表明，芯片的 CS 电流检测引脚上的电压相对芯片接地脚为负，可增测更精准的电流点。

这个基本电路的输出范围提供了跨度为 3 至 24VDC 的电压水平，以及高达约 18W 的 0.5 至 5A 的功率水平。能源之星 EPS 2.0 的运行效率要求更高——这体现在其最近的 IEMP Level V 中——至少 2% 的误差和低于 100mW 的空载功率水平，这是一个低于这个基准测试规范要求三倍的因子。重要的是，稍微修改一下电路就可以提高输出功率水平，并降低空载功耗，使拓扑架构的潜在应用更加灵活，有助于通过设计工作的折旧和合理化的存货保有量来降低成本。

智能检测可以提高性能，降低成本。这种反驰式架构的实现体现了多种功能，有利于优化其性能，同时降低制造成本。例如，传统上都需要一个光耦回馈参考电压，以满足商用集成电路所需的 5% 或更高的稳压率；没有这个稳压，一个典型的初级侧检测控制器就会具有相当大的负载电流依赖性，并可能只能维持 ±10 至 ±15% 的稳压精度。

相比之下，采用专有的混合信号技术的 C2163 更容易达到 ±5%，这

有助于准确确定芯片的耗电量，以保持对电路工作范围的稳压（在实践中，假设负载电阻补偿最小，就可以实现 ±2% 的稳压）。如果应用需要恒流模式操作，该芯片也能够维持 ±7% 的电流稳压。此功能也可以用来作为恒压应用的负载限流，以保护故障条件下的电源和负载。值得注意的是，在许多工业应用中，电路拓扑架构都具有较高的抗单一故障情况的能力，如果芯片检测到不适当的外部条件，将通过进入“断续”模式来保护负载。这个动作可以在单个组件出现故障时限制输出电压和电流。

C2163 稳压性能的关键在于控制器可以检测能量传输阶段斜率的切线，以发现拐点的能力，如图 2 所示。在次级绕组电流的拐点下降到零时，电阻电压降也为零，从而允许精确的电压采样。该电路的输出电流和电路电阻由设计和初始 dV/dT 斜率设置已经知道，如 (A) 所示。同样，第二个斜率 (B) 也是已知的，是变压器的谐振频率的函数，这又是由设计决定的。那么，当输出电压进行采样时，片上参考 dV/dT 斜率 (C) 使我们能够准确地进行评估。

Cfb 提供的 ac 耦合允许芯片对整个波形进行采样，而不仅仅是寻找拐点和零交叉点。这使芯片可以实现电源欠压锁定、电源过电压保护，并在去饱和期间保护功率晶体管。其它改进包括消除瞬变的先进抑制功能。在充电的开始阶段瞬变出现在电流检测波形当中，它可能会破坏芯片的初级电流测量。

### 降低空载功耗

无需使用光耦回馈式或线性稳压器不仅可以节省空间和成本，而且还提高了可靠性，同时降低了功耗。在无负载测量条件下功耗特别重要。显然，工业应用不大可能降低无负载水

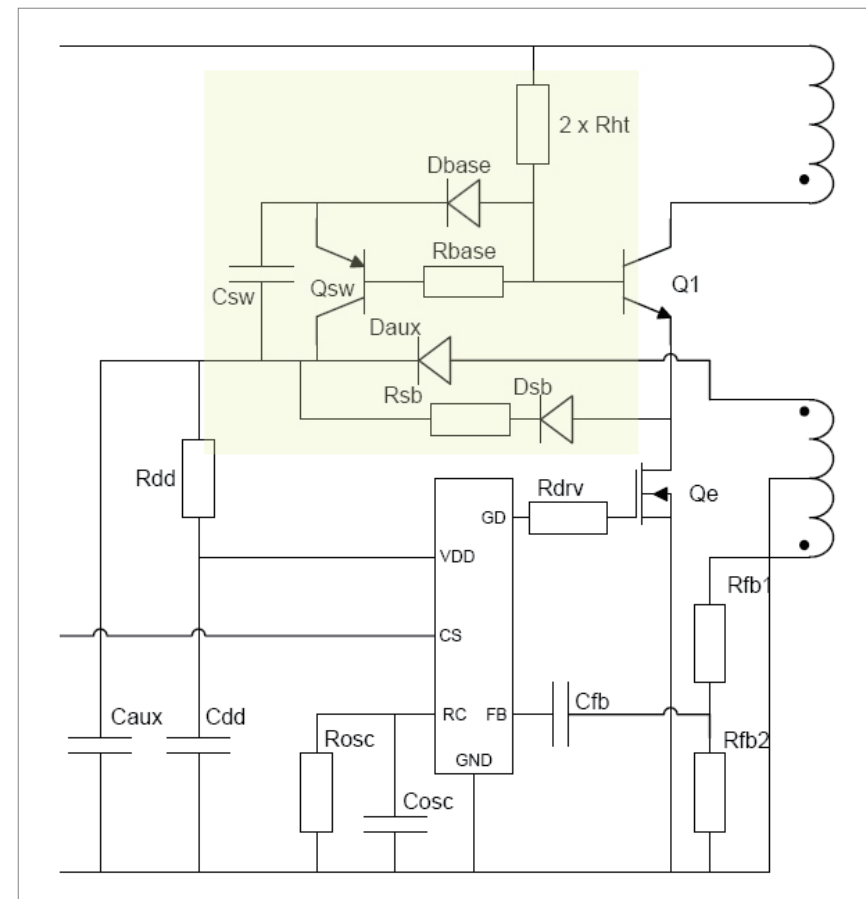


图 3：迅速从 5% 到 100% 恢复的负载阶跃及良好的控制。

平的待机电流消耗，但是对电源设计人员来说，无负载条件仍然是一个有用的基准。特别是，一个控制器从空载电流恢复到满载电流阶跃 (current step) 的能力是对该电路动态能力的极大考验，在从浅待机水平 (light standby-level) 负载切换到正常工作电流时，设计人员可以期待更好的性能。

图 1 中的基本电路通过在轻负载条件下最小化 PWM 波形的导通时间和频率，实现了 < 100mW 的空载指标，但是初级侧检测使我们有必要定期进行脉冲输出，以获得回馈信息。在这些“雷达回波”脉冲的频率和持续时间、对输出电流需求瞬时上升的响应速度，以及功耗之间获得一种平衡是必不可少的。在这里，切线检测技术也非常有用，因为它有助于控

制器在卸载操作期间尽量减少启动时间。

对应用设计人员来说，对正常负载电流阶跃的低功耗响应成为了输出互连系统的电阻、出现在输出端的保持 (hold-up) 电容值，以及控制器的内部环路恢复特性的函数。这最后一个项取决于 C2163 的最低空载频率，它是由芯片内的电源网络设置的——控制器没有固有的最低工作频率。

图 3 显示了一个代表 50 mA 至 1 A 的负载恢复顺序，其中蓝色曲线是负载阶跃，黄色轨迹是控制器的开关波形，紫色轨迹是输出轨。这些曲线来自于一个 12 V/1 A 的通用输入设计。一些额外的组件可以减少 < 100mW 的空载功耗，图 1 达到了 50 至 60mW 的典型值，“超级自举



(super-bootstrap)”电路(专利申请中)如图4所示。在这里, Rht 的值约为图1所示的十倍, 但它提供给 Q1 基极的电流随着由此产生的发射极电流被放大, 该电流经 Dsb 和 Rsb 为 Caux 和 Cdd 充电。该技术大大降低了 Rht 的静态功耗和空载功耗。一旦电路开始开关, 由于来自辅助绕组的充电, Caux 的电压水平可保持 Dsb 反向偏置, 并防止任何 Rht 引起的 Q1 电流流向 Caux。

### 输出功率的考虑

假设使用了适当的支持组件, 该电路的最大输出功率主要取决于 Q1/Qe 可以处理的电流。在实践中, 因为利用了 C2163 的工作特性, 处理的电流达到了约 18W。对于高达 12W 左右的级别, 涉及大约 1.5 A 峰值开关

电流的应用, FJE3303 是 Q1 的首选方案, 而 Qe 几乎可以是所有额定值为 20V 或更高额定值的 MOSFET; 这些器件要具有逻辑电平驱动兼容性, 导通电阻在 0.5Ω 以下。随着输出功率水平上升到 30W, 电源开关必须处理大约 4 A 的峰值电流, 就必须使用一个导通电阻 (RDSon) 值约为 0.070Ω 的电阻, 以尽量减少损耗。现在, 推荐的双极晶体管是一个 MJE13005G, 而设计人员需要确保器件上的电压不超过其反向偏压安全工作区 (safe-area-of-operation) 范围。这通常需要考虑在变压器的初级绕组上使用一个简单的缓冲绕组。

每个电源设计人员都知道, 满足 EMC 要求通常需要多次电路布局和反复选择滤波组件。以下常规的做法可以使布局紧密围绕 C2163, 最大限度

地减少带来电磁辐射的环路, 而芯片的软开关和频率抖动特别有助于降低传导干扰, 减少滤波网络组件的数值。与往常一样, 滤波电路的选择取决于输出功率水平, 对于 12W 的设计, 可在作为出发点的电容值等于 15μF 的 Cim1 和 Cin2 之间使用一个 330μH 的电感 Lfilt, 见图1。

其它有助于限制 EMI 的组件包括 MOSFET 的栅极驱动电阻 Rdrv 和输出整流缓冲网络、Csnub 和 Rsnub。变压器架构也很重要, 采用 C2163 有几种可能在易于构建和电气性能之间达到最佳的平衡。为了帮助设计人员, 康桥半导体提供了广泛的应用支持, 包括用于 12W 和 18W 电源的参考设计和评估板。

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

# 高效率的优化

## 为优化电感做出更好的选择

作者: Len Crane, 技术市场总监, Coilcraft

优化电源转换器意味着选择正确的电感器。选择一个电感器是一个相当简单的命题, 考虑的参数相对较少。然而, 对电感性能和规格的扎实理解是达到新水平的功率效率, 又不牺牲其他属性的关键。在这里, 我们讨论两个关键参数的含义: DCR和饱和电流。

为了选择一个电感, 要考虑平均及峰值电感电流规格, 以及它们之间的区别。例如, 低电压连续模式降压转换器很可能有一个大的直流电流伴随相当小的纹波, 在峰值电流和平均电流之间的差异很小。相反, 在非连续模式转换器中, 峰均值比可以更大。由于一个电感不适合所有情况, 设计者必须能够获得适当详细的规格, 做出对应用正确的选择。优化 DCR 意味着优化平均电流设计, 而 Isat 是指优化的峰值电流。这就导致了一个重要的问题: 哪个平衡是正确的——更好的 DCR 还是更好的 Isat? 对于连续运行的低电压降压转换器, DCR 很可能是最重要的, 而对于非连续模式和过电流条件的情况, 强调 Isat 可能更合适。

### DCR

有一些细微之处来处理这个看似简单的参数。DCR 一般用来作为传导损耗的衡量标准, 所述的  $P = I^2R$ 。但是, 让我们看一看这个方程的组成部分。I 是时间平均电流。降压稳压器

电流很可能有一个带有相当小三角形纹波电流的直流分量, 在这种情况下, 平均电流是这个波形的 RMS 值, 该值介于上述 DC 值和三角峰之间。非连续电流拓扑结构的平均电流与时间成正比。

DCR 是该电源方程的第二部分, 似乎很简单——对测量技术并不特别敏感, 不是依赖于频率等。但也有几件事情需要考虑。首先, 尽管 DCR 与

频率无关, 但它有一个基于导线类型的温度依赖性。对于典型的退火铜线, 温度依赖性相当线性, 电阻温度系数约为 .00393/°C, 任何温度 T 的相对电阻可以通过比较 20°C 的电阻来计算:  $DCR = DCR_{20}[1 + .00393(T-20)]$ 。利用这个等式的 DCR 降额曲线 [图1] 可以用铜线圈构造任何电感。一个有用的经验法则是记住每 15°C DCR 约改变 10%。

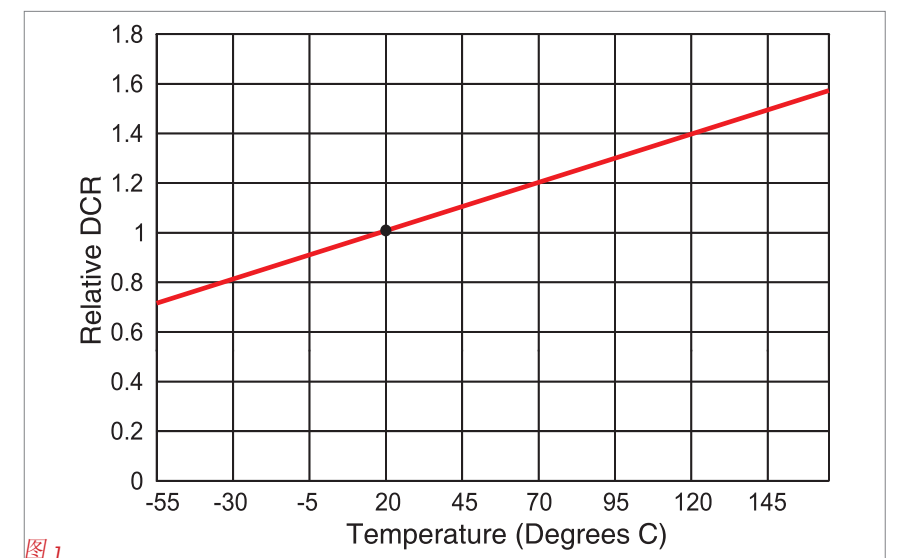


图1

# 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)



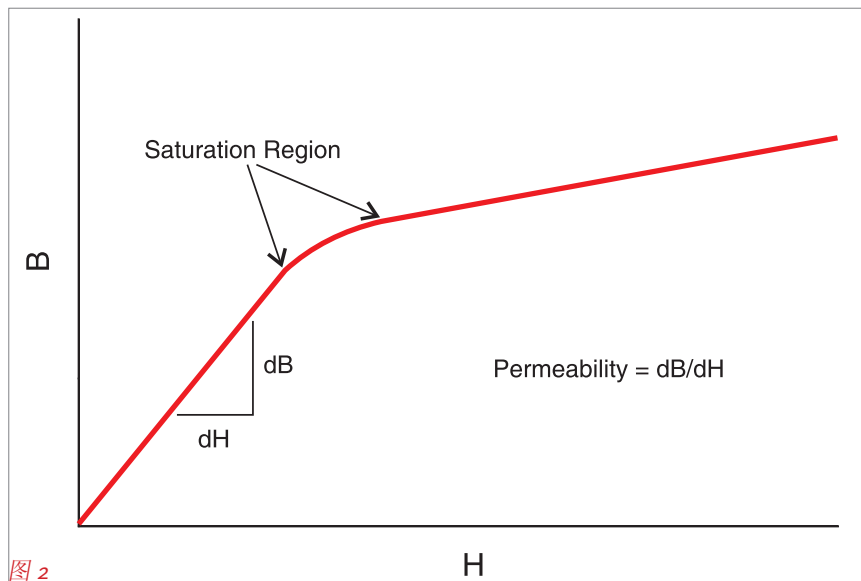


图 2

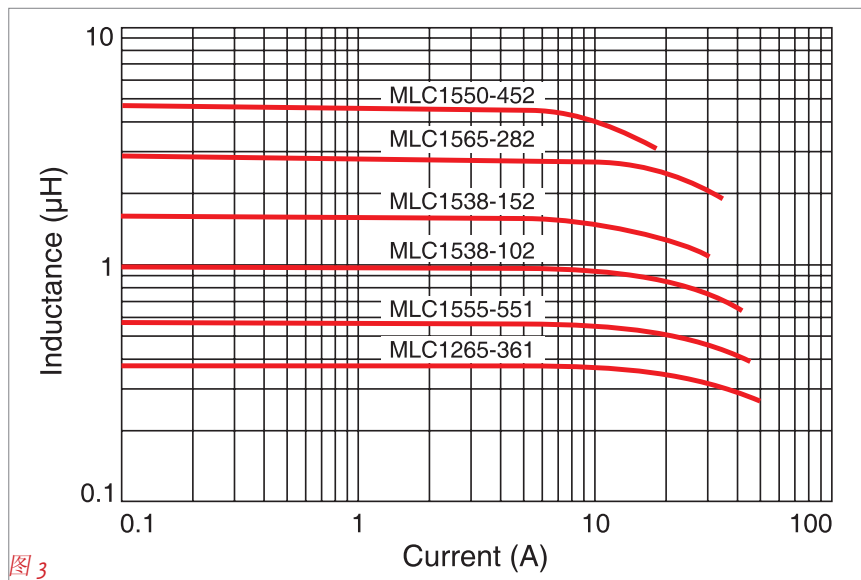


图 3

DCR 改进。这可以通过小匝数或每匝（铁芯截面积）较小长度的来减少绕组长度实现。匝数和铁芯截面积与磁通密度成反比； $\Delta B = (E \Delta T \times 10^8) / NA$ ，因此，可通过降低或减少匝数或铁芯面积，使铁芯达到较低电流的饱和磁通密度，并降低电感的额定  $I_{sat}$  来降低 DCR。一个设计任务的重要组成部分是获得优化 DCR 和优化  $I_{sat}$  两者之间的平衡。

### $I_{sat}$

$I_{sat}$  考虑的是如何定义饱和。它可以方便地作为电感下降百分比来定义饱和。例如，10% 电感下降的定义非常保守，确保了从零电流到额定  $I_{sat}$  的很小的电感变化。经常可以看到定义为 20% 或 30% 电感下降的电感，如果设计可以容忍的电感范围更广，这是有益的。

这种简单定义的电感饱和对元件对元件的比较相当有用，但因为额定  $I_{sat}$  直接关系到电感的大小，远离沿饱和曲线运行有助于选择一个体积更小的电感器。因此需要更多的信息来选择最优化的电感尺寸和性能。

考虑由饱和引起的电感下降的物理性质。

磁导率（core permeability）和电感高与 B-H 曲线成正比，因此，当电流（ $\alpha H$ ）变得足够大时，磁通密度达到了铁芯的饱和磁通限制（ $B_{sat}$ ），B-H 曲线的斜率增量下降，电感也是如此。重要的是要注意选择一个电感，当  $B_{sat}$  达到零，磁导率和电感不立即下降为零。B-H 曲线的弯曲是一个区域，而不是一个点。

从这个讨论可以看到，数据手册上所列的  $I_{sat}$  是主要信息，不应被视为一个固定的额定值或限制。事实上，超过了一个功率电感的饱和限制不会引起电感损坏。建立一个  $I_{sat}$  号码允许进行有意义的比较，但往往这个数

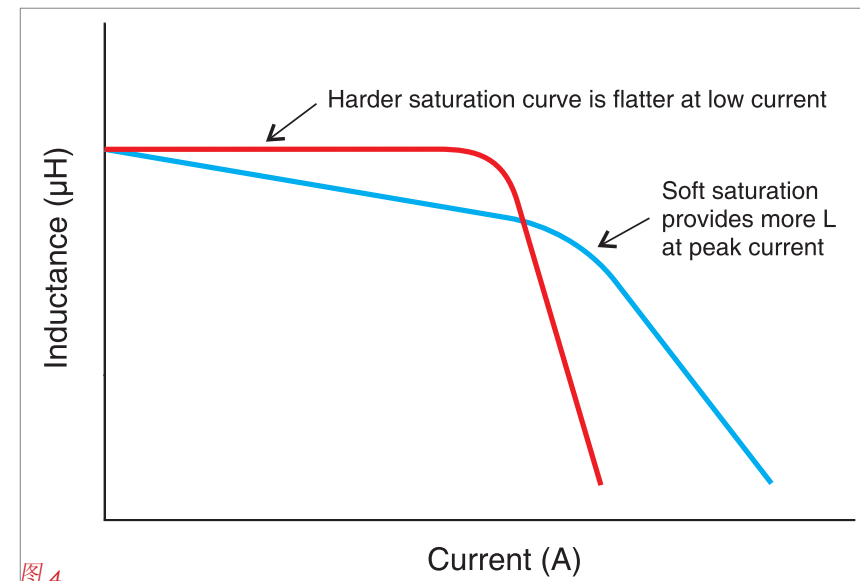


图 4

字变成了事实上的限制。

由于没有完全饱和点的定义由单一的描述，设计人员应参阅李曲线得

到的饱和特性最全面的了解。一个典型的功率电感系列曲线 [图 3] 显示的 L 比我更全面地了解了当前广泛的特点。

不同的铁芯材料、铁芯形状和间隙都对饱和曲线形状有影响，因此具有相同  $I_{sat}$  “额定值”的电感器其实可能有相当不同的饱和特性。有些电感器迅速饱和，另一些饱和的“较慢”。在较低的电流条件下，在牺牲电感稳定性前提下，较慢的饱和为峰值电流提供了更多的电感。图 4 说明了不同电感器之间可能存在的差异。

### 总结

可以预料的是，要满足现在和未来的电源转换器应用的需求需要各种类型的电感器。对于任何特定的参数优化，最终导致了另一种妥协。更深入地了解 DCR 电感的关键参数和  $I_{sat}$  有助于设计人员做出最适合每个应用的尺寸和性能需求的选择。

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



# 二次热保护

## 防止汽车和工业电源系统的热失控损坏

作者：Guillemette Paour，全球汽车市场经理，泰科电子电路保护器件部

对于可在恶劣环境中工作的电子产品不断增长的需求，如引擎盖下的汽车系统和坚固耐用的工业应用刺激了对新材料和更有效功率元件的发展。

**高**功率、高温应用对功率电子系统有更高的要求，当功率场效应晶体管（powerFET）、电容、电阻或集成电路（IC）因长期暴露于恶劣的环境中出现故障时，就会产生潜在的严重散热问题。

用更均匀地散布热量的热设计技术提高功率器件的性能，并结合新的散热片材料是有效增强散热管理的解决方案。然而，目前许多设计师仍在依靠二次保护帮助防止因功率器件故障或腐蚀引起的热失控事件。

最常用的方法是使用温度保险丝/热切断（TCO）或热敏开关。这些器件都为设计师的 AC 和 DC 应用提供了广泛和特定温度的活化特性，但它们在电路板组装过程中存在挑战。因为越来越多的印刷电路板（PCB）只使用表面贴装元件，采用通孔器件可能意味着特殊的安装程序和额外的成本和复杂性。此外，标准器件可能无法提供的坚固性和汽车应用所需的可靠性，而汽车环境完全合格的元件经过全面测试，可以满足严格的冲击和振动规格，并提供适当的 DC 额定值。

为了满足强大可靠的表面贴装器

件要求，预防热损伤导致的功率电子元件的故障，泰科电子最近推出了回流焊热保护（RTP）器件。二次热保护器件可用于替代冗余 powerFET、继电器和通常在汽车和工业电子设计中使用的重型散热片。

### 恶劣环境中的 PowerFET 故障

在恶劣的汽车环境，powerFET 经常受到极端温度变化和热机械应力。间歇短路、冷作业环境、高电弧或噪声短路，以及感性负载短路和多次短路，可能随着时间的推移使器件疲劳，并导致其开路、短路或电阻模式故障。

虽然 powerFET 日益强大，如果超出额定值可能很快出现故障。如果一个 powerFET 的最大工作电压超标，它将雪崩击穿。如果瞬态过电压能载高于额定雪崩能量水平，该器件将出现故障；造成破坏性的热事件，可能会导致冒烟、起火或脱焊。

汽车 powerFET 已被证明更容易产生疲劳和故障。当比较不同时期的 powerFET 故障率时，汽车应用的恶劣环境使用的器件表现出更大的 ppm 故障率。



虽然 powerFET 可能通过初步测试，但它证明，由于器件在一定条件下，随机弱点可能会导致现场故障。即使在 powerFET 在指定的工作状态的情况下，不同电阻值的随机和不可预测电阻短路也有报道。电阻模式故障要特别关注，不仅对 powerFET 而且是在 PCB 上。只要 10W 就可能产生超过 180°C 的局部热点，远高于典型印刷电路板 135°C 的玻璃化转变温度，损坏电路板的环氧树脂结构并导致热事件。

图 1 描述了这样一个场景：一个故障的 powerFET 可能不会产生硬件短路过流条件，但相反，一个电阻短路可通过 I<sup>2</sup>R 加热产生不安全的温度。在这种情况下产生的电流可能无法熔断标准保险丝，并停止 PCB 上

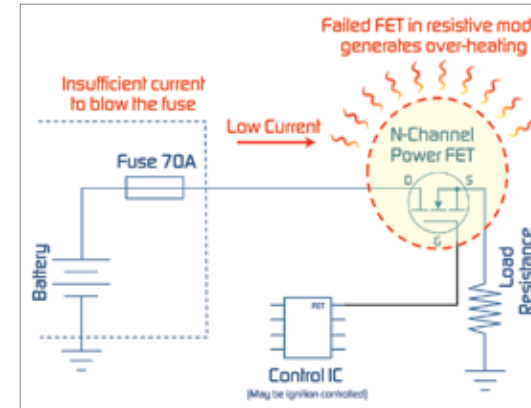


图 1：电阻模式 PowerFET 故障可能导致不安全的过热情况。

的热失控。

### 回流热保护解决方案

如果电源元件故障或板过热缺陷产生 RTP 器件不安全的情况，它在 200°C 开路（工作温度高于正常值，但低于无铅（Pb）无铅焊料回流温度），将中断电流，有助于防止可能导致致命损坏的热失控的情况。

如图 2 所示，当 RTP 器件位于靠近 FET 的串联电源线时，它会跟踪 FET 的温度，并在一个缓慢的热失控状态可能产生不良的电路板热状态之前使电路开路。

### 防止冷却风扇模块因热失控造成的损坏

冷却风扇模块（CFM）是车辆工作原理

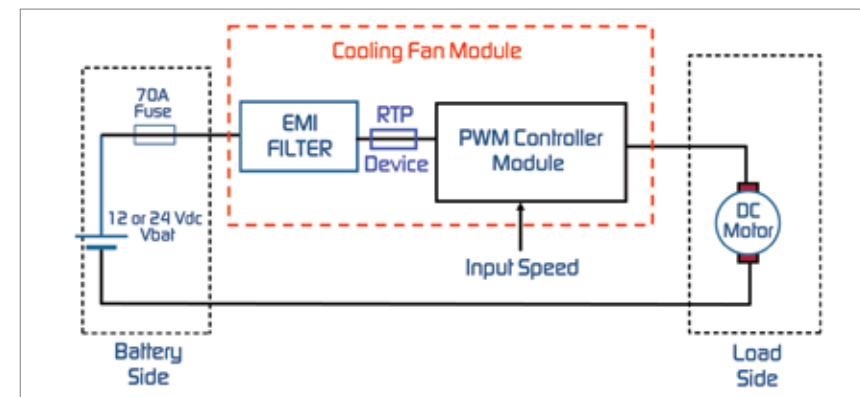


图 3：CFM 应用中的 RTP 器件布局框图。

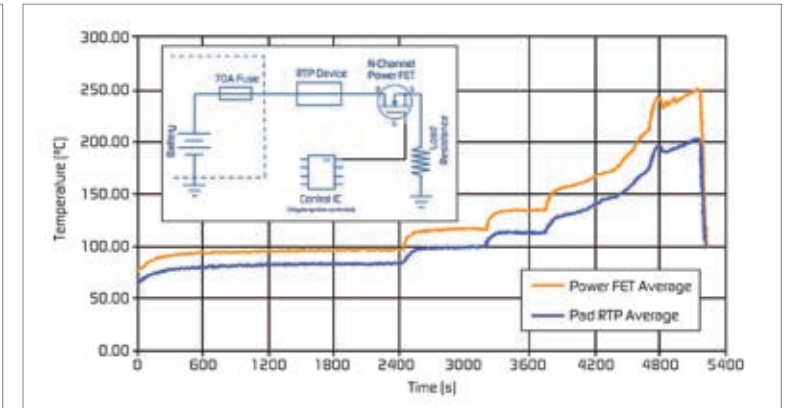


图 2：在缓慢的热失控条件下，RTP200 器件可跟踪 powerFET 温度，直到电路在 200°C 时开路。

HVAC 和发动机冷却系统的基本元素，有助于冷却发动机，防止特定条件下潜在的过热，如炎热天气、陡坡驾驶。图 3 显示了一个 CFM 应用中 RTP 器件的位置。CFM 模块通常放在引擎盖下，会经历比在车厢中更为极端的温度变化。这种热应力可能加快 powerFET 疲劳，导致早期失效。引擎盖下的元件也可能会接触到“流动攻击”，导致 PCB 上的腐蚀和局部热点。

通常情况下，CFM 不包括微控制器，在一定条件下可用于车载诊断和 powerFET 自动启动关断信号。因此，不可使用防止 powerFET 故障的软件办法，必须有二次保护，使从热失控不会导致危险的热事件。

RTP 器件的 200°C 开路温度有助于防止假激活和提高系统的可靠性，因为它是大多数正常运作的电子器件正常工作范围以上的一个值，但却低于典型无铅焊料的熔点。因此，如果周围的元件在其目标温度范围内工作，该器件就不会开路，但它会在一个元件失去焊料之前开路，带来更多的潜在短路风险。

为了使其在 200°C 时开路，RTP 器件采用了一次性电子布防（arming）程序变得热敏感。在布防之前，它可以承受三次无铅焊回流步骤而不开路。电子定时布防是用户决定的，并且可以在系统上电或测试过程中自动实现。

### 总结

RTP 器件有助于防止由故障 FET、电容、集成电路、电阻器及可能破裂或腐蚀的其他功率元件引起的热失控损坏。该器件的热灵敏度很有利，因为在某些情况下故障的电源元件可能无法在过流条件下产生全短路，而可能引起电阻短路，这不能由传统的保险丝导致开路。这种类型的事件实际上可能减少负载电流，但仍可以导致热失控条件。RTP 器件有助于防止全短路和电阻短路情况造成的损坏。

www.circuitprotection.com



# 既节能又舒适

## 面向空调系统的最新逆变 IGBT 技术

作者：Thomas Kimmer, IGBT 应用工程负责人，英飞凌公司

Mark Thomas, IGBT 产品营销经理，英飞凌公司

当今世界对于能源的需求快速增长，其中的很大一部分来自在不同气候带运行的空调系统。利用低成本高性能功率电子变频驱动，可大幅度降低能耗。

### 变频器功率电子设备的需求日益增长

对这些系统需求的增长促进了高效系统的采用，而高效系统只能通过利用现代化功率半导体器件实现。终端用户的节能需求以及政府号召空调系统的压缩机和风扇采用先进解决方案的计划推动了功率电子需求的增长。功率电子设备的使用是洗衣机、冰箱、冷冻装置和干燥器行业的一大趋势，许多白色家电将受益于变频器的使用。白色家电厂商掀起的变

频浪潮将能够降低家电产品的能耗，使其能效能够超越通常的 A++ 等能效级别的要求。市场上每年在能效方面表现最佳的产品或者能效超出 A 级能效要求 40% 的产品可加贴“A-40%”标签的新战略，使部分产品从竞争中脱颖而出。

英飞凌针对空调系统的功率电子设备提供多种节能芯片。为了使工程师能够尽快采用我们的设备，我们开发出一种能以最少材料实现压缩机和风扇高效可靠控制的参考设计（如

图 1 所示）。该参考设计分为变频器部分和控制部分，分别通过两个不同的印刷电路板实现。这使用户能够进行不同控制器的互换和采用现有的控制解决方案。

该参考设计采用业界标准的磁场定向控制方法，以单支路解决方案降低能耗和提高舒适性。空调系统中采用感应电机非常普遍，但是它们通常以恒速运行。由于简单易用，因此经常采用低效的机械转换级。永磁同步电机的使用不仅缩小了系统尺寸，而

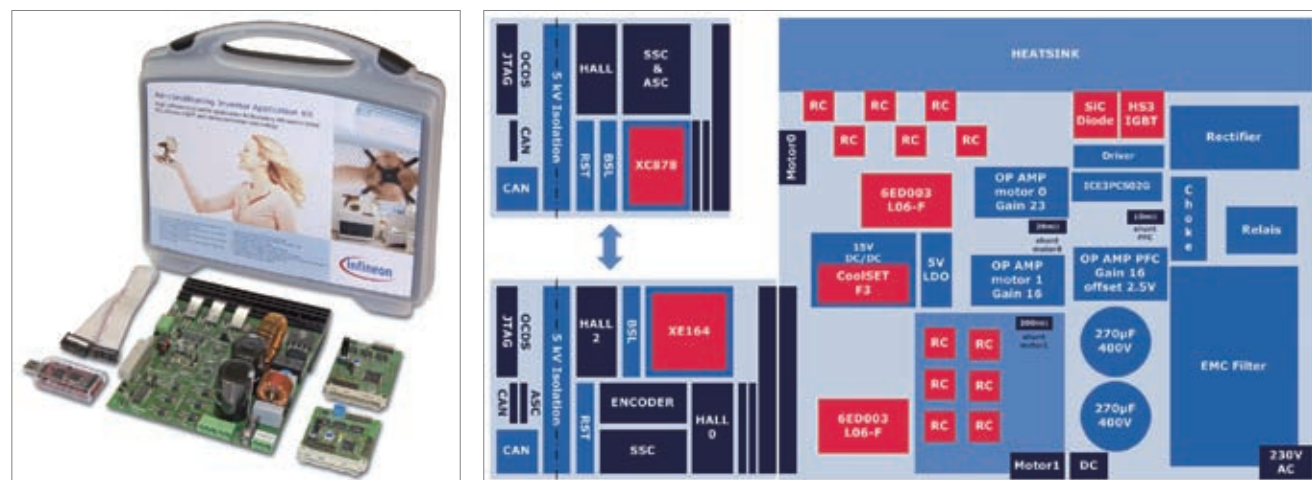


图 1：面向空调系统的应用参考设计。

# CPS EXPO 2011 中国电源展

## 第十七届中国国际电源展览会 The 17<sup>th</sup> China International Power Supply Exhibition

同期举行：2011中国电源学会技术年会  
2011中国电源行业发展峰会

时间：2011年6月23-25日 地点：深圳会展中心

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

### 展品范围：

- ◆电源整机：开关电源、UPS、通信电源、模块电源、电源管理系统、逆变电源、稳压器、适配器及各类特种、专用电源
- ◆配套产品：电子变压器、电源管理IC、传感器、电容器、IGBT、MOSFET、保护器、连接器、散热器、胶、外壳、电磁兼容/老化测试设备等



## 展会+技术年会+行业峰会 三大行业盛会同期举行 电源界年度盛大聚会

# meeting.21dianyuan.com



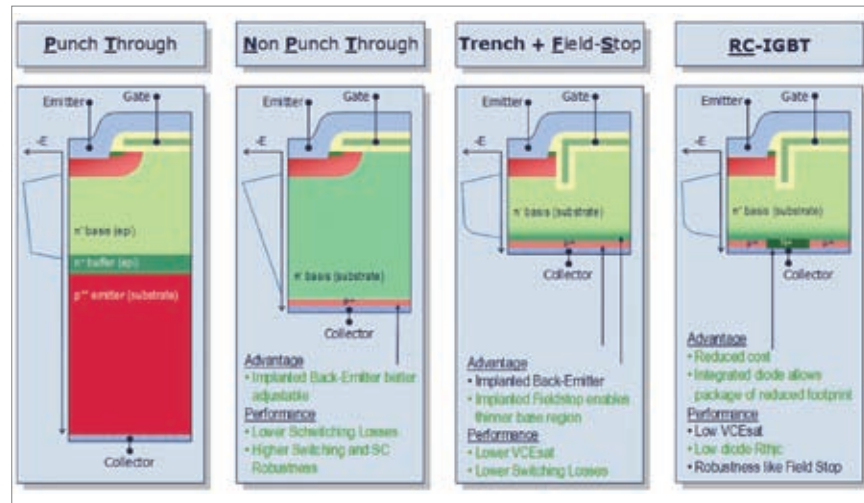


图 2: IGBT 发展而来的垂直结构。

且还降低了噪音，提高了效率。

### 空调系统的创新半导体

目前的趋势是功率电子设备以分立器件的形式应用于特定的应用中。过去，由于设计程序和生产工艺方面可以得以简化，电机变频器更多地采用模块化设计。由于采购战略的多元化和能够灵活选择不同的半导体，目前的趋势发生了逆转——以分立器件来降低成本。微控制器、驱动器和功率半导体能够根据所需配置进行排布。但是，不仅最佳器件的选择是个问题，而且还必须考虑热设计和生产设施。为了帮助我们的客户实现该项

工艺，我们推出了“空调变频器套件”，指导工程师实现低成本系统设计。通过一个 PCB 可对 1.2kW 的压缩机和 200W 的风扇进行控制。该电路板能够使用 100V 和 230V 的电源，实现电机变频器和 PFC 控制：8 位微控制器 (XC-878) 用于控制 PFC 和一台电机，16 位微控制器 (XE-164) 用于控制两台电机和 PFC。

在采用 B6 全桥配置的空调变频器中，IGBT 是首选的功率半导体，因为它具有高功率密度和反并联二极管的良好换向性能。目前最新的 IGBT TRENCHSTOP™ 技术在所有频率级别都取代了传统非穿通型和穿通型

IGBT，能够大大改善功率损耗、EMC 性能和成本效益。

通常，变频器中使用的 IGBT 采用双芯封装。英飞凌的新型逆导驱动技术将二极管芯片集成在 IGBT 中（如图 2 所示）。

单片集成最多可比普通双芯片解决方案的尺寸减小 40%。如果相同电流级别采用更小的封装，这将使其应用得到普及。典型的 TO-220 或 TO-263 (D<sup>2</sup>-PAK) 能够被更小的 TO-251 (I-PAK) 或 TO-252 (D-PAK) 取代，这不但减小了 PCB 的占板空间，而且还降低了成本，节省了空间。该参考设计为压缩机采用 15A SMD 器件，为风扇采用采用 4A SMD 器件。通常这些变频级采用 5kHz - 16kHz 的频率，因为更高的开关频率将会影响性能，对于压缩机而言，应采用 5kHz 的频率，对于风扇而言，应采用 16kHz 的频率。如果这些变频器用于实际环境中，压缩机的开关频率可以根据功率和噪音限制相应地提高。逆导驱动技术提供了非常低的传导损耗 (Vcesat) 和开关损耗 (Ets)，以及非常软的开关行为，从而降低了 EMC。

最新的高速第三代技术使 IGBT 技术帮助 PFC 系统实行了高速开关功能。使用 IGBT 更换平面式 MOSFET 可进一步降低成本，使厂商更容易做出在系统中使用有源 PFC 的决策。再加上最新的采用 ThinQ! 技术的 SiC 二极管，在传统的 67 kHz 升压 PFC 系统可使效率达到 97% 以上。如果选择使用更低的开关频率，例如 40kHz，标准硅基二极管可以是正确的选择，这些基于英飞凌射极控制技术的功率二极管能够进一步降低功率设备的成本，但也增大了无源元件的尺寸。在板 PFC 功能可采用两种方式实现：在板 PFC IC (ICE3PCS02G) 可根据需要快速提供功能，PFC 功能还可由微控制器提供。

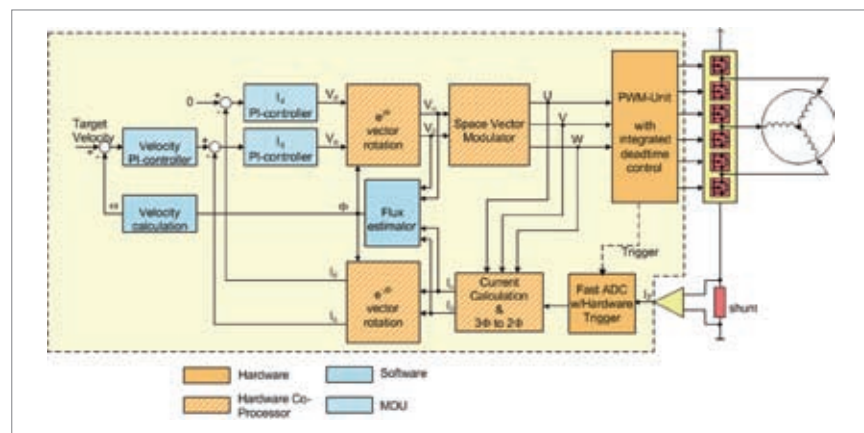


图 3: 空调系统磁场定向控制框图。

### 优化控制算法

对于同步电机的开环控制而言，使用霍尔元件或反电动势感测技术实现梯形或阻塞换向可产生噪音——尤其在低速环境下，此外还限制了最大速度。由于具有低转矩脉动的正弦电流和宽速度范围（如图 3 所示），磁场定向控制(FOC)可提高总的系统效率。为了快速启动，评估套件中包括全部工具链。采用单路反馈环的两台逆变器都可实现磁场定向控制。

### 空调系统的热概念

消除功率半导体的耗散损失是系统设计的关键问题。如果采用插入式封装技术 (THT)，可相对容易地消除耗散损失。对于 THT 技术而言，散热片通过导热膜与 IGBT 隔离，并

夹在元件上。该技术的热传递非常高效，然而技术生产成本非常高。THT 元件可采用表面贴装器件 (SMD) 替代，它们通常更容易融入生产工艺，无需人工干预。功率半导体可通过不同的方法与散热片连接在一起。最简洁的方法是使用 IMS 材料（绝缘金属基板），对于这种方法而言，铝被用作导热材料，其导热性能远远好于标准 FR4 材料。在白色家电领域，由于成本较高，这些材料并没有得到广泛采用。为了改善 SMD 元件的散热性，英飞凌建议采用带有散热孔的两层 FR4 PCB。采用 200μm 的通孔，就可以实现 IGBT 引线框与散热片的良好热耦合。这些在电路板的制造过程中通过铜电解几乎可以完成，为纯铜嵌入工艺提供了良好的替代方法。由于不再发生 SMD 封装流淌焊料的情况，

通孔可以分布在 IGBT 引线框的表面。另外还可以采用较大的通孔。英飞凌建议将通孔排列在引线框的外侧。多种自粘胶导热片可作为 PCB 和散热片之间的隔离层。

### 结论和展望

最新的功率半导体技术不但提高了空调变频器的效率，而且还降低了系统成本。1kW 以上的变频器拓扑采用小型 SMD D-PAK，为提高功率密度提供了新的可能性。目前正在开发中的新 IGBT 将使这些器件能够在 16kHz 以上的频率条件下用于所有功率范围，从而提高变频器的舒适性。这些再加上性能强大的微控制器和驱动 IC，将大大减少所用物料，并且提高系统的可靠性并降低成本。

[www.infineon.com/aircon](http://www.infineon.com/aircon)

# 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)



# 新兴应用需要节能设计技能



作者: David G. Morrison, 编辑, How2Power

现在, 随着能源效率成为了一个整个社会迫切关注的问题, 电力电子工程师在设计高效电源和电源系统的作用方面更加重要了。

虽然这个角色的意义可能还没有被广大市民认识到, 在某些行业, 对电力电子工程师的节能技术特别重视。为了评估电力电子工程师的设计技巧可能会有最大的需求, 我曾问了电源和功率半导体产业的若干高层管理人员, 哪些应用或行业对能源效率有最大的需求, 哪些需求可转化为电力电子工程师潜力巨大的机会。

以下是他们的一些答复。虽然这些答案并不代表该行业的全面调查, 但其中供应商对某些行业发展趋势的共识有可能帮助工程师了解现在和未来新兴应用对能源效率的要求如何可能转化为就业机会。

## 效率是数据中心和消费产品的关键

哪些应用在能源效率方面有最大的需求? 在业界, 最频繁的答案是数据中心和 / 或它们的服务器。Micro-Tech Consultants 的一位电源行业分析师 Mohan Mankikar 断言, 提高能源效率的重大关注的是这一应用领域。Mankikar 指出, 这是推动该领域提高能源效率需求的几个因素。Mankikar 说: “数据中心是能源 / 电力大户, 所以即使是在效率上略有增加就意味着巨大的节省。”

Mankikar 还指出, 政府的能源效

率职责和服务器制造商的行动是能源效率如此重要另一个原因。Mankikar 说: 美国政府通过环境保护署 (EPA) “要求政府的服务器和数据中心节约能源, 目前正在向私人服务器和数据中心扩展。同时, 如惠普、升阳、IBM、英特尔、谷歌等服务器制造商都在主动创造这种环保能源效率方面发挥积极作用。”

在功率半导体产业, 节能碳化硅 (SiC) 及氮化镓 (GaN) 功率器件供应商也将数据中心及服务器作为能源效率的关键市场。Efficient Power Conversion (EPC) 首席执行官 Alex Lidow 就将服务器和路由器列入了要求能源效率的清单。

“由于高成本的服务器运行需求越来越多的阵列, 服务器 / 路由器受到了很多关注。这种费用使服务器的能源消耗 (MIPS/瓦) 成为服务器制造商的主要设计标准之一,” Lidow 说。

便携式和消费电子产品是另一个常常被视为具有能源效率很大需求的应用领域。Mankikar 解释说: “虽然电力消耗非常小, 特别是在待机状态下, 但因为有着数以亿计的设备正在使用 (笔记本电脑电源、手机和相机充电器、液晶电视), 整体能源使用量相当大。国家和公用事业公司正在推动对更高效节能产品, 因为普通消费

者并不关心, 每小时多 20 瓦不会增加太多电费。”

## 太阳能需要提高效率的工程师

因此, 如果服务器和便携式电子产品是需要能源效率的最大应用, 这些行业在电力电子工程师可以有最大的影响, 并对他们的技能需求最大, 我看未必。

这些行业的原始设备制造商都趋于外包电源设计, 将 AC-DC 电源和适配器设计交给电源制造商, DC-DC 转换设计交给 IC 制造商, 他们提供芯片组解决方案、参考设计, 甚至完全定制的 DC-DC 转换器设计。

虽然能源效率要求可能会影响功率半导体和电源业电力电子专业技术的需求, 这些成熟的产业都是服务于具有广泛要求的一系列应用, 其中包括但不限于高效率。换句话说, 能源效率要求和电力电子工程师的机会之间的联系不那么清楚。

那么, 高能源效率需求是否意味着可转化为电力电子工程师最大需求吗? 碳化硅制品生产厂家 Semi-South Laboratories 的销售副总裁 Dan Schwob 认为是太阳能发电。

Schwob 说: “太阳能市场是绝对关注能源效率的关键行业, 特别是太阳能逆变器。特别是在欧洲, 太阳能

产业对电力电子工程师有一个非常高的需求。在太阳能之后, UPS 和 IT/电信电源也十分注重提高效率。”

Michael O'Neill 是 Cree 的业务开发工程师, 他表达了类似的观点: “我们需要提高效率的两个最大的业务部门是太阳能和服务器电源。”

请注意, 当 Schwob 和 O' Neill 指的是服务器电源公司提供的效率, 他们是从一个组件供应商的角度来说的, 因为他们的公司提供这些应用中使用的 SiC 肖特基二极管。在电源行业的角度来看可能会有所不同。

EPC 的 Alex Lidow 同时也指出, 为太阳能和风力发电开发能源效率产品具有重要意义, 需要电力电子工程师设计这些产品。在谈到最大需求应用的能源效率时, Lidow 指出六个具

体领域, 其排名基于相关电源管理设备市场的规模:

1. 服务器 / 路由器
2. 便携式电子产品
3. 白色家电
4. 替代能源发电 (太阳能和风力发电)
5. 照明
6. 交通运输

不过, 当被问及这些应用领域中哪些代表了电力电子工程师的最大机会时, Lidow 没有按照上述排名。

Lidow 说: “替代能源和运输这两个领域的电源管理工程师最直接影响最终产品的价值, 因此可获得长期的最高薪水, 因为这些新兴终端市场依靠有效的电源管理。”

Lidow 说: “在所有列出的其他

领域, 电源管理将以可衡量的方式提高系统性能, 但只能部分地影响最终产品在市场上取得成功。例如, 你可以卖一台有点低效的电机驱动的洗衣机, 但你不能轻易购买一台低效的太阳能电池板和风力涡轮机。同样, 低效率的电动车将不利于从基于石油的车辆过渡到电动汽车。”

Lidow 说, 另一个使这些行业成为电力工程师有利可图的因素是应用中还许多技术难题要解决。“这些终端市场在技术上不太成熟, 所以电源设计人员具有创新新材料和知识产权的巨大空间。”

[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)



# 简易有道，创新无限

帮助设计人员缩短设计周期，加快上市进程。



作者：刘洪，PSDC

在过去的一年间，美国国家半导体公司秉持着“简易设计”理念，因应市场的需求推出了不同的产品和技术，帮助客户大幅缩短设计周期，加快产品的上市进程。通过引领简易设计浪潮，美国国家半导体充分满足客户所需，在高能耗领域表现出众并实现了出色的市场业绩。

凭借领先的高性能模拟技术，先进的制造与封装工艺，美国国家半导体先后推出多款创新型低功耗高性能的模拟系统解决方案，其 SIMPLE SWITCHER 高效电源模块、稳压器及控制器产品系列，以易用的封装、超强的散热能力，大幅简化了电源系统设计，并在市场上大获成功。迄今为止，SIMPLE SWITCHER 系列累计销量已超过 15 亿颗。该系列产品得到了屡获大奖的 WEBENCH 设计工具的全面支持，更为用户提供了全方位的解决方案，进一步缩减用户设计时间，帮助用户抢占市场。

WEBENCH 网络设计工具突显了美国国家半导体“简易设计”理念，让工程师可借助相关的工具在短短几秒钟之内即可轻松完成系统设计。目前，全新拓展的 WEBENCH 网

络设计工具包括 WEBENCH® FPGA Power Architect 电源结构设计工具、WEBENCH LED Architect 设计工具与 WEBENCH Sensor AFE Designer 传感器模拟前端电路网上设计工具。这些工具大幅节省了 FPGA 电源系统、LED 照明系统与精密传感器系统的设计时间，令工程师实现了最快的设计选择。展望 2011 年，美国国家半导体将继续贯彻其“简易设计”理念，帮助客户缩短研发进程，加速产品上市。通过推出面向各个细分市场的创新型低能耗、高效率的产品和方案，继续领航模拟与电源市场。

随着 3G/4G 时代的到来，消费者对于便携式产品的性能要求日益增长，除了清晰的画面质量与纤薄的外型外，更要有优质的语音通话质量，愉悦的多媒体体验及更长的电池待机时间。美国国家半导体将以其独创的自适应射频功率调整技术、电源管理技术与电磁辐射抑制技术等，不断推出各种能效更高、体积更小的解决方案，帮助便携式系统实现更高性能与更长寿命。

智能手机等便携式系统的市场快速发展，印证了世界各国的通信联系愈加频繁，对于通信网络基建设备的需求因而与日俱增，而一套优质高效的电源管理方案自然成为关注焦点。为此，美国国家半导体率先推出业界首款可支持电源管理总线 (PMBus) 系统监控、保护及控制的集成电路。未来，美国国家半导体将继续以高灵敏度的射频接收器系列与各类系统电源管理方案为通信网络基建设备提供

各种高效产品系列。

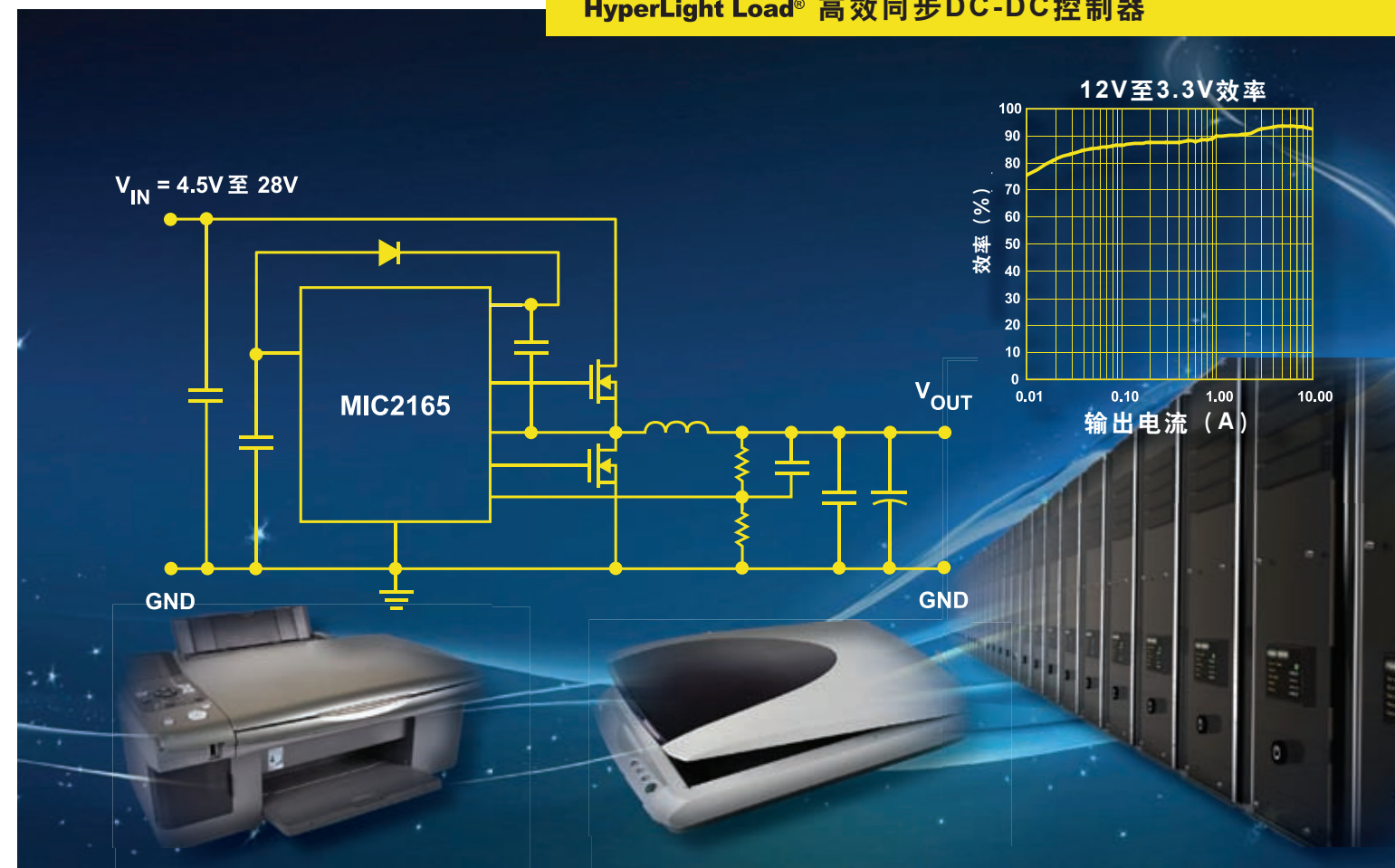
此外，在汽车电子领域，美国国家半导体也一直不断开发创新技术以解决汽车电子系统的供电问题。继 2008 年推出业内首款 100V 电流模式降压控制器，及 2009 年再推首款适用于极宽电压范围的降压 / 升压转换器之后，美国国家半导体在 2010 年会推出易用的高集成度电源模块，并凭借辅助驾驶系统的芯片组进一步确保了行车安全。

而在绿色节能的浪潮下，LED 照明市场获得快速发展，美国国家半导体以其高性能的 LED 驱动器产品系列，充分赢得了市场的青睐。而未来，无论是筒灯、户外照明系统或是 LED 灯泡各个领域，美国国家半导体均将以其先进的高性能产品系列，继续提升 LED 能效，满足用户所需。

美国国家半导体亚太区总裁兼董事总经理林肇基先生表示：“一直以来，美国国家半导体都高度重视中国市场，并致力于为中国客户提供最优质的服务。如何帮助中国客户在激烈的市场竞争中脱颖而出，是美国国家半导体‘简易设计’计划的初衷所在。为此，美国国家半导体将继续坚持‘简易设计’理念，协助中国工程师在最短的时间内开发出世界级的创新产品，更好地节约能源，保护地球并改善人们的生活质量。过去的一年间，合作伙伴的不懈支持与客户一直以来的信赖是我们创新的源泉，在此深表谢意。在新的一年里，我们将与中国的合作伙伴及客户继续携手合作，再创辉煌。”  
[www.powersystemdesignchina.com](http://www.powersystemdesignchina.com)

# 实现更高标准的低待机功耗

## HyperLight Load® 高效同步 DC-DC 控制器



**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

**MICREL**  
Innovation Through Technology®

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

© 2011 Micrel, Inc. 保留所有权利。  
Any Capacitor 是 Micrel, Inc. 的注册商标。  
Micrel、Innovation Through Technology 和 HyperLight Load 是 Micrel, Inc. 的注册商标。



条件

总线电压  
封装要求  
电流  
频率  
短路

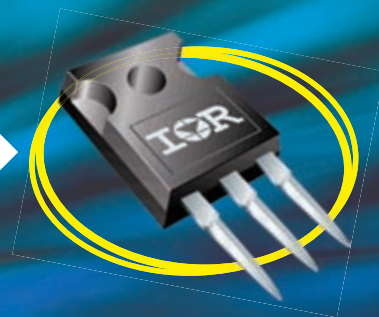


**IR**

在线IGBT  
选择工具



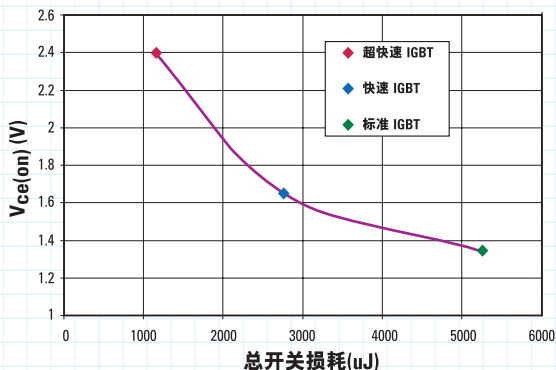
优化的IGBT



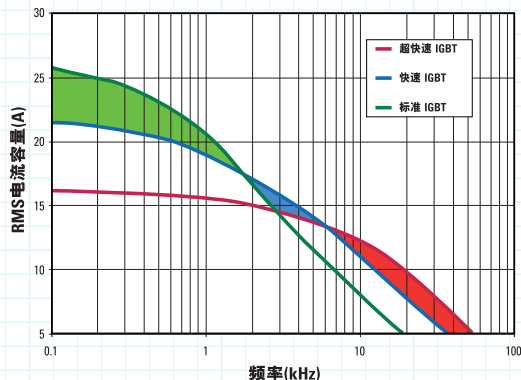
<http://mypower.irf.com/IGBT>

# 利用IR的在线选择工具 简化IGBT的选择

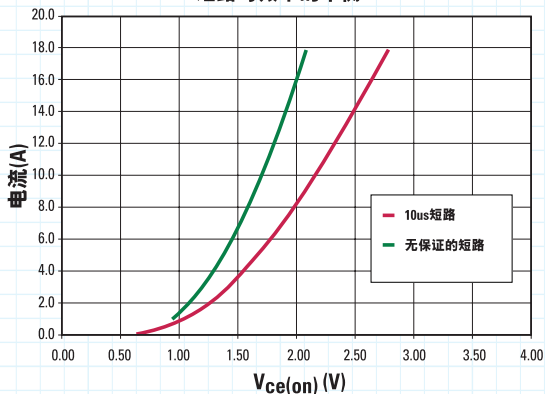
传导损耗与开关损耗的平衡



速度平衡



短路与效率的平衡



- 使用应用条件
- 计算传导损耗
- 计算开关损耗
- 提供MSRP来显示设计选择的相关成本

<http://mypower.irf.com/IGBT>

[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  
**IR** Rectifier  
THE POWER MANAGEMENT LEADER