



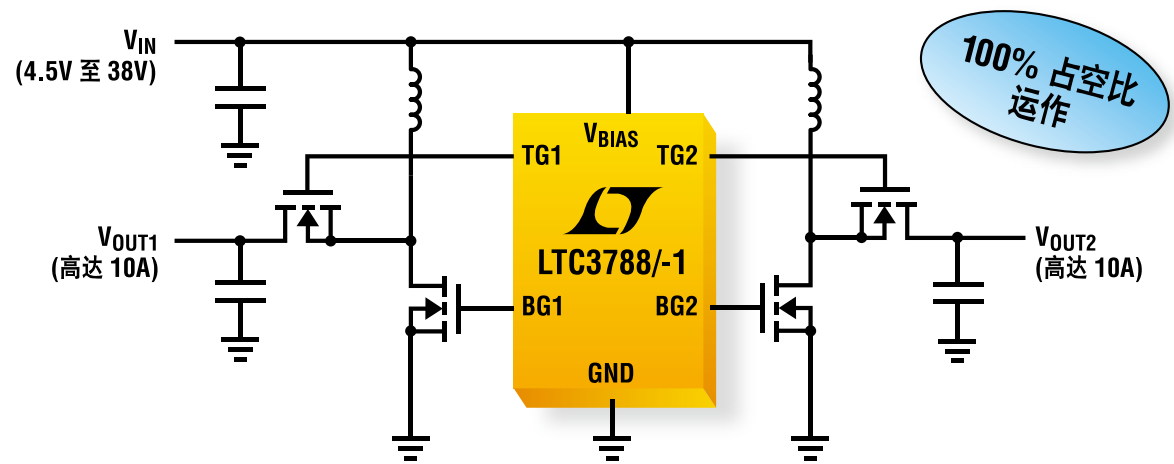
# 功率系统设计: 推动全球创新



特别报道: 数字电源 (PG 33)

# 高功率双通道 同步升压

全表面贴装 — 无散热器

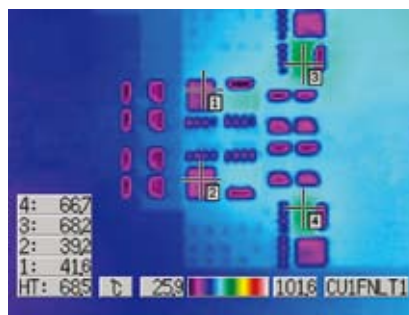


我们的 LTC<sup>®</sup>3788 是新一代双通道同步升压型控制器，具有为大电流电路（例如：燃油喷射系统和音频功率放大器）供电的性能和特点。其功能强大的片内 N 沟道 MOSFET 驱动器可为每个通道输送高达 10A 的连续输出电流（至高达 60V 电压），且效率超过 95%。LTC3788 的同步操作确保了超群的热性能，从而极大地简化结构的设计。

## 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  
V<sub>IN</sub> = 9V、V<sub>OUT</sub> = 12V、I<sub>OUT</sub> = 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/dcdc/solutions](http://www.linear.com.cn/dcdc/solutions)

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  
源盛电子有限公司 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



骏龙科技有限公司 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



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
- 5 产品聚焦  
最低功耗、高速与小尺寸的完美结合
- 6 精英观点  
Maxim 的数字电源优势  
作者：Cliff Keys，主编，Power Systems Design
- 7 市场观察  
数字电源对模拟 IC 市场的影响  
作者：Ryan Sanderson，电力和能源高级研究分析员，IMS Research
- 8 设计指南  
开关电源的频率响应 (二)  
作者：Ray Ridley 博士，总裁，Ridley Engineering
- 11 技术访谈  
帮助工程师应对模拟、RF 和混合信号系统复杂设计挑战  
作者：刘洪，PSDC
- 13 技术访谈  
慕尼黑上海电子展上的节能功率半导体产品和解决方案  
作者：刘洪，PSDC
- 19 封面故事  
数字电源系统管理  
作者：Bruce Haug，电源产品部高级产品市场工程师，凌力尔特公司
- 23 技术特写  
电源  
探讨适配器电源设计 (二)  
作者：Jason Sun，Fairchild Semiconductor
- 29 便携设备电源  
电量计在手持设备中的实现  
作者：闫子波，意法半导体
- 34 特别报道：  
嵌入式电源管理新方法：  
作者：Jason Tollefson，高级单片机构部产品营销经理，Microchip Technology
- 38 混合信号功率管理  
作者：Mike Brogley，市场推广经理，Microsemi 公司
- 42 电路板上 DC-DC 电源的自动控制  
作者：Randy Skinner，莱迪思半导体公司



封面故事  
数字电源系统管理



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)

- 45 职业发展  
数字电源控制影响许多层面的电源设计 (一)  
作者：David G. Morrison，编辑，How2Power
- 48 绿色视点  
易电源助系统设计师轻松应对电源设计挑战



# 让人赞叹的半导体选择



业内更多的半导体选择,  
请浏览 [www.digikey.cn](http://www.digikey.cn)!

超过 470 家供应商伙伴的授权经销商。\*

体验各式各样的产品选择并可立即装运

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

4008 824 440

\*Digi-Key是所有供应商伙伴认同的经销商。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

#### 5 PowerLine

Respond to Challenges in High Performance and Low Power Consumption

#### 6 PowerPlayer

Maxim's Digital Power Perfection  
by Cliff Keys, Power Systems Design

#### 7 MarketWatch

Will Digital Power Impact Analog IC Markets  
by Ryan Sanderson, IMS Research

#### 8 Design Tips

Frequency Response of Switching Power Supplies  
by Dr Ray Ridley, Ridley Engineering

#### 11 TechTalk

Response Analog, RF and Mixed Signal Design Challenges  
by Liu Hong, PSDC

#### 13 TechTalk

Energy-saving Power Semiconductor Products and Solutions on electronica China  
by Liu Hong, PSDC

#### COVER STORY

#### 19 Digital power system management

by Bruce Haug, Linear Technology

#### TECHNICAL FEATURES

#### 23 Power Supplies

Exploring Adapter Power Supply Design (二)  
by Jason Sun, Fairchild Semiconductor, China

#### 29 Power Semiconductors and Modules

Implementation of Electricity Meter in Handheld Device  
by Yan Zibo, STMicroelectronics

#### Special Report:

#### Digital power

#### 34 New Methods for Embedded Power Management

by Jason Tollefson, Microchip Technology

#### 38 Mixed Signal Power Management Design

by Mike Brogley, Microsemi



#### COVER STORY

Digital power system management



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

#### 42 Automated Control of Circuit Board DC-DC Power Supplies

by Randy Skinner, Lattice Semiconductor

#### 45 Career Development

Digital Power Control Impacts Power Design on Many Levels  
by David G. Morrison, How2Power

#### 48 GreenPage

Help System Designers to Address Power Supply Design Challenge  
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3/4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, 第二期



## 用最小封装实现最高功率密度和效率

近年来, 通信、工业的发展对电源设计推出了新的挑战, 性能与体积的兼顾也变得越来越大。电源架构的发展对整个电子行业具有举足轻重的影响。设计人员迫切需要更高能效、支持更高电流、更高功率密度、灵活控制的电源解决方案。德州仪器最近推出的15A与25A SWIFT™ 降压转换器以业界最小的封装实现了最高的功率密度与效率。

多年来, 德州仪器在电源与 MCU 解决方案领域一直处于领先地位。德州仪器的 DC/DC 转换器与控制器 +NexFET™ MOSFET 可为客户带来更多设计选择。简单易用的 25A 转换器集成 NexFET™ 技术, 效率比其它产品提高 5%, 开关速度提高了 1.5 倍。

集成 FET 的业界最小型、最高效率的降压转换器可为电信、网络以及其它应用提供高达 25A 的电流。25A, 14V 的 TPS56221 集成 NexFET MOSFET 且简单易用, 与 SWIFT 开关转换器同步, 可在 12V 输入至 1.3V 输出的高负载条件下, 同时实现超过 200W/in<sup>3</sup> 的功率密度以及超过 90% 的效率, 从而可在 500kHz 开关频率下提供高达 25A 的持续输出电流。最新 TPS56121 15A、14V 同步开关转换器与其它同类产品相比, 不但可在 5V 输入至 1.2V 输出下将效率提高 3%, 而且还可将开关速度提高 2 倍。

TPS56221 与 TPS56121 采用热增强型 5 毫米 x 6 毫米 QFN 封装, 尺寸比其它分立式解决方案小 30%, 仅为 315mm<sup>2</sup>。这两款器件是首批集成 NexFET 技术的产品, 可提高热性能、保护功能、效率以及可靠性。它们不但提供 300kHz、500kHz 以及 1MHz 三种可选频率以实现更高的设计灵活性, 而且还支持 4.5V 至 14V 的宽泛输入电压。

TPS56221 与 TPS56121 的主要特性与优势包括: 强电流与高效率: 4.5V 至 14V 输入电压时, 在 25A 与 15A 峰值负载电流下, 效率可超过 90%; 小尺寸与更高功率密度: 总体解决方案尺寸仅为 315mm<sup>2</sup>, 可将封装最大限度地缩小, 同时实现了超过 200W/in<sup>3</sup> 的功率密度。

板装电源通常有很多电路, 因而需要更高的功率密度与电源效率, 尤其是那些在更强电流下工作的系统。这两款新产品既将德州仪器 SWIFT 系列产品延伸至更强电流应用的领域, 又可帮助客户在功率密度、效率以及热管理方面有所突破, 从而为终端设备实现更低的功耗和更高的可靠性。

刘洪

功率系统设计主编

powersdc@126.com

## 低功耗、高速与小尺寸完美结合

德州仪器 16 位 1.25GSPS DAC 将功耗锐降 65%, 速度提升 25%, 适用于 3G、LTE、WiMAX 基站与中继器及软件定义无线电应用

德州仪器 (TI) 宣布推出业界最低功耗的 4 通道 16 位 DAC (数模转换器) DAC3484。该产品在 1.25GSPS 速率下比速度最接近的 4 通道 DAC 快 25%, 而每通道功耗仅为 250mW, 比性能最接近的同类竞争产品低 65%。此外, DAC3484 还比其它 4 通道 DAC 解决方案小 40%, 并支持高达 250MHz 的宽带功率放大器线性化。具有更高输入总线的 DAC34H84 或双通道 DAC3482 可支持高达 500MHz 的线性化带宽。了解更多详情或订购样片可访问 [www.ti.com.cn/dac3484-pr](http://www.ti.com.cn/dac3484-pr)。

TI 高性能模拟业务部高级副总裁 Steve Anderson 指出: “无线基站制造商面临的挑战是需不断推出既可确保低功耗, 又能突破带宽与性能限制的系统。DAC3484 及其两款关联 DAC 可帮助设计 3G、LTE 及 WiMAX 基站、宽带中继器以及软件定义无线电的客户优化系统, 以更小的封装实现低功耗。”

### 主要特性与优势

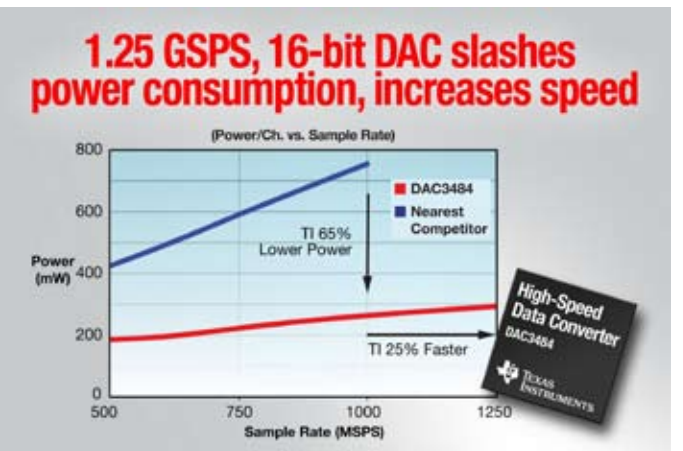
- 16 位交错式 1.25GSPS 输入可将 I/O 数量锐减一半, 从而可降低 FPGA 成本, 简化电路板布线;
- 9 毫米 x 9 毫米多行 QFN 封装可实现更高密度的主发送器与分集发送器;

- 低抖动 2x 至 32x 锁相环路无需外部低抖动时钟乘法器来匹配内插速率;
- 2x 至 16x 内插与两个独立 32 位 NCO (数控振荡器) 可降低 FPGA 的接口速率与成本, 并可为频率规划提供高度的灵活性;
- 连接直接上变频无线电的 TRF372017 等 IQ 调制器时, 系统校准的失调、增益、群延迟以及相位控制可大幅提升宽带信号的边带抑制。

### 工具与支持

评估板 (EVM) 已开始面市。DAC3484EVM、DAC3482EVM、包含 TRF370315 IQ 调制器与 TRF370315 IQ 调制器的 DAC34H84EVM 以及诸如 DC/DC 转换器与低噪声 LDO 等的 TI 电源管理器件可提供从比特到 RF 的完整原型设计与参考设计。此外, EVM 还兼容于可实现完整发送、接收与数字失真系统评估套件 GC-5330SEK, 并支持功率放大器线性化的参考设计。

此外, TSW3100 模式生成模块还具有高速双数据速率 LVDS (低电



压差分信号) 数据输出总线, 可在每比特 1.25GSPS 下提供 16 位数据。TSW3100 与 DAC3484EVM 相结合, 可在提供高灵活评估环境的同时, 便捷地生成数据模式。

同步提供的还有检验电路板信号完整性需求的 IBIS 模型。

### 供货情况与封装

采用 9 毫米 x 9 毫米多行 QFN 封装的 DAC3484 与 DAC3482 现已开始提供样片, 并将于 2011 年第 2 季度投入量产。

同步提供样片的还有采用 12 毫米 x 12 毫米 BGA 封装的 DAC34H84, 其也将于 2011 年第 2 季度投入量产。

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



# Maxim 的数字电源优势

## 新专利 InTune™ DC-DC 控制技术



作者: Cliff Keys, 主编, Power Systems Design

Maxim 利用其专利 InTune 技术大踏步进入了数字电源市场, 当然有可能成为数字电源解决方案的顶级供应商。在从欧洲回来的路上, 我有机会与 Maxim 企业管理总监 Jim Templeton 进行了交流。

**新** 技术采用了“预测而不是被动”的控制, 从而在保证稳定性的同时达到尽可能高的动态性能, 可以超越模拟的瞬态响应。

InTune™ 技术是基于“状态空间”或“模型预测”的控制, 而不是传统供应商使用的比例-积分-微分 (PID) 控制。

InTune 可自动校准基于测量参数的程序, 有助于电源内部数学模型的构建, 包括外部元件。其结果是开关电源达到尽可能高的动态性能, 同时保证稳定性。

此外, 这个信息有助于实现一些专有算法, 优化大范围工作条件的效率。InTune 技术比同类器件要求的偏置电流低了多达 5 倍, 进一步完善了网络、电信和服务器应用的整体效率。

Jim 解释说: “与竞争技术不同, InTune 不是一个迭代调整技术。它可以确定和解决今天的数字电源解决方案存在的几个限制, 不像基于 PID 的解决方案, InTune 环路提供了无缝的

大小信号响应, 无需在线性与非线性模式之间来回切换。这使得环路响应速度高达竞争对手的 10 倍, 而不需要任何用户设置阈值。事实上, InTune PWM 控制器甚至比其模拟等值器件更快。”

除了内部研发努力, 该公司已还收购了一家数字电源研发公司和著名的高校知识产权。

**该公司最近也获得了 Power-One 公司数字电源“DPT”专利技术的授权。凭借其最新的技术和收购, Maxim 计划利用其作为电源管理和控制 IC 顶尖供应商的地位, 成为头号数字电源解决方案供应商。**

IMS Research 高级市场研究分析师 Ryan Sanderson 说: “数字电源市场已经进入了客户认同的主流采用阶段。一些原始设备制造商报告说, 在一个 PCB 上他们现在有超过 40 个不同的电源。这些设计完全依赖模拟电源技

术不再实用。数字电源可以简化设计, 减少零部件, 并提供了灵活性。IMS 估计, 数字电源 IC 不到今天市场总数的 10%, 它将增长到 30%, 到 2016 年平均每年将达到超过 9 亿美元。”

台达电子工业股份有限公司研发总监 Wei Tang 说: “Maxim 的 InTune 技术代表了新一代的数字电源。通过提供所有工作条件最好的瞬态响应和提高效率的模式, InTune 技术使我们能够实现新的功能、灵活性, 并为我们的客户提供增强性能的电源。”

Maxim 正在构建一个完整的数字电源产品系列, 以配合其全面的模拟电源 IC 产品。第一个 InTune 芯片目前已提供样品给合作伙伴客户; 具体产品发布将在未来数月进行。

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

[www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)

# 数字电源对模拟 IC 市场的影响



作者: Ryan Sanderson, 电力和能源高级研究分析员, IMS Research

走过全球经济衰退的非常艰难时期, 2010 年是半导体制造商转机的一年, 许多报道说是看到了十年的最快发展。全球半导体产业增长超过 30%, 所有主要市场领域出现了复苏。现在进入了 2011 年第一季度, 2010 年见到的产能短缺似乎已经解决, 库存正在补充。

**现** 在关键的问题是市场的增长是否能够持续, 以及如何区分不同类型的半导体产品。数字电源似乎是一个在可预见的未来注定高增长的领域。但是, 这将会对现有的模拟市场产生多大影响还不清楚。

IMS Research 最近的分析表明, 2010 年全球电源管理和驱动 IC 市场增长超过 35%, 模拟和数字电源 IC 厂商兴高采烈。2010 年数字控制和转换 IC 市场增长速度更快 (约 50% 增长)。这是继 2009 年低个位数增长后出现的, 当时总的功率 IC 市场下降超过 14%。我们的长期数字控制和转换 IC 市场增长预测表明, 它将高于模拟功率 IC 市场平均 20% 以上。

**2010 年, 开关稳压器和控制器总市值为 45 亿美元, 数字控制器和转换器仍然只有不到 5%, 尽管其最近在增长。现有的**

**机会仍然主要限于基础设施和数据通信设备, 如高端服务器、路由器和基站, 所有都在 OEM 或板级, 虽然数字控制器渗透到电源越来越多。虽然随着更多的应用普及, 预计未来 5 年有强劲增长, 可推动数字功率集成电路市场接近 6 亿美元, 但到 2015 年预计数字控制和转换市场仍占不到开关稳压和控制市场的 10%。**

话虽如此, 对其他市场的全面影响并不清晰。例如, 我们最近还进行了一个商用电源内元件市场的详细分析。到 2015 年, 预计带有数字控制和 / 或管理电源的强劲增长, 将推动密切相关的元器件市场总额达到 10 亿美元。电源设计中的数字解决方案的好处之一是能够减少元件数量, 利

用 DSP 或微处理器经常更换现有功能。在大多数情况下, 这只是减少了所需的无源元件数量。然而, 越来越多的设计使用了功率因数校正 (PFC) 等功能的处理器, 取代了专用的 PFC 控制器 IC, 或驱动通常使用专用驱动 IC 的其它元件。在 2010 年交付的所有 PFC 电源中, 使用处理器取代专用 PFC 控制器 IC 的解决方案仅占 1%, 但预计在未来五年将会强劲增长。

因此, 似乎很清楚, 未来模拟功率 IC 技术有一个很大的威胁。已经有来自诸如 Volterra、Microchip 和安森美半导体和 Chil Semiconductor 的非主流模拟对手的激烈竞争。IMS Research 认为, 随着向数字化解决方案过渡的大趋势, 更多模拟行业巨头需要开发数码产品市场空间, 或接受会开始失去整体功率 IC 市场份额的事实。

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



# 开关电源的频率响应 (二)

## 噪声测试信号的提取



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课题。上个月的文章集中在电源宽带噪声的产生。本文介绍了如何利用频率响应分析仪从一个接一个的噪声提取出一个频率。这使我们能够履行我们的开关电源控制测量。

### 用于开关电源单频测量

这本杂志的设计技巧系列的前一篇文章<sup>[1]</sup>讨论了由开关电源产生的频率范围。切换工作时的高噪声是不可避免的, 转换器也必须严格控制存在的这个噪声。

这就提出了两个方面的挑战: 第一, 控制芯片必须在噪声和可预见设置的从一个周期到下一个周期的开关占空比下可靠运行。其次, 一旦控制回路关闭, 必须对电源进行测量, 以确保它始终是稳定的。

通过简单的锯齿斜坡和标准PWM控制器的参考技术, 模拟控制器可很好完成管理工作。一旦控制器工作正常, 我们可使用传统的波特图测量来评估性能和稳定性。

电源是模拟电子技术的少数几个领域之一, 仍然是传统的测量, 而不是单单取决于预测和建模。环路增益和稳定裕度可能极大地改变一个转换器的工作范围。当考虑线路、负载、温度变化和EMI滤波器时, 图1显示的变化范围可能存在于一个简单的降

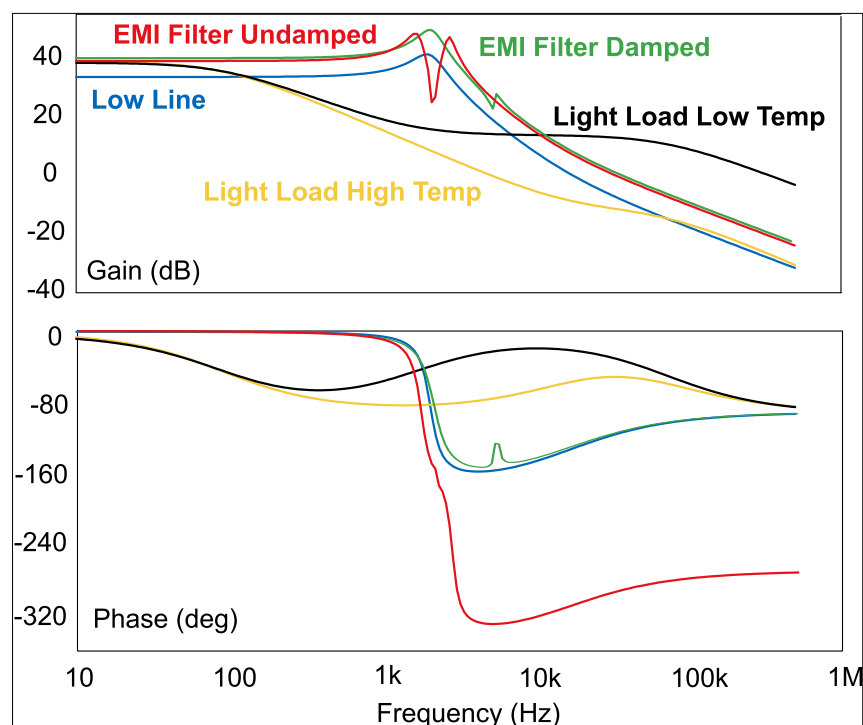


图1: 一个“简单”降压转换器随线路、负载、温度、EMI输入滤波器变化的波特图变化。

压转换器中。

这些曲线显示, 在转换器的增益和相位上出现了极端变化。然而, 假定该曲线为线性操作, 生成波特图的小信号电路模型。在现实世界中, 开

关电源可能存在没有得到很好模拟的工作区域, 甚至可能出现更多的变化。显然, 面对在这种极端行为, 电源的测量是确保控制回路设计坚固耐用的基本步骤。

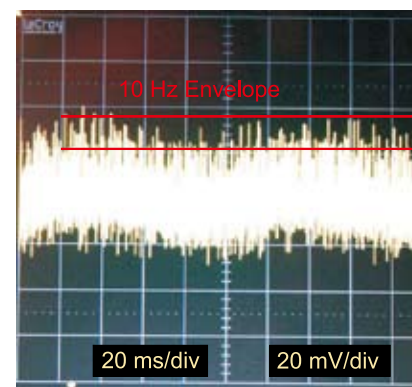


图2: 有信号和噪声的典型电源波形。这是用一台频率响应分析仪实现的。

图2显示了一个有注入信号的典型噪声电源的波形, 用于进行控制测量。这超出另了一种独特开关电源的要求——专用设备需要能够在存在开关噪声时提取注入波形。这是用一台频率响应分析仪

### 频率响应分析仪

频率响应分析仪是用来将正弦波注入电路, 并在两个不同的测量点以单一频率测试电路响应的测试设备, 为的是产生增益和相位响应。注入正弦波以低至0.1Hz直到转换器开关频率的频率进行扫频。

频率响应分析仪的作用是从噪声波形中提取非常小的测试信号(有时会低于1mV), 并比较其增益和相位。做到这一点的不是新技术, 在我们的领域已用了数十年。

图3显示了用于开关电源的分析仪结构框图。振荡

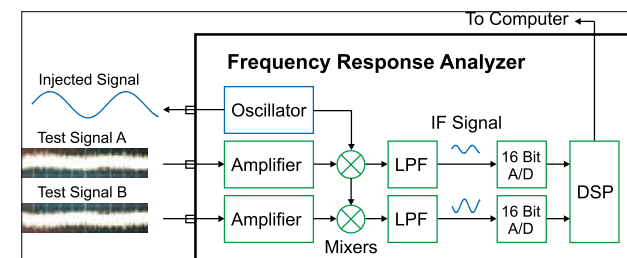


图3: 频率响应分析仪测试设备框图。

器发出一个测试信号, 注入到要测量的电路。(注入技术将在以后的文章中介绍。)两个分析仪用在输入通道, 连接到电路中的不同测试点。每个输入通道处理一个测试信号, 首先用模拟信号处理来消除噪声, 然后用数字信号处理。数字处理器的输出连接到计算机。频率响应分析仪的早期版本中使用模拟技术来创建波特图。

输入通道的模拟部分以类似无线电接收器的方式工作, 使用宽带放大器和外差技术的混频器和滤波器分离测试信号, 并将载波频率降低到容易测量的数量。通信理论告诉我们, 当以这种方式产生IF总线时, 增益和测试信号的相位可以被保存。

# 汽车电子 的卓越解决方案



- 高温多层陶瓷电容器
- 高震动稳性铝电解电容器和薄膜电容器
- 填充系数接近1的块状电容器(PCCTM)
- 节能型燃油喷射系统的压电执行器
- 用于CAN总线和FlexRay的共模滤波器
- 耐150°C高温的SMT功率电感器
- 省空间的电源变压器
- 电动车用高精度电流传感器
- TMPS用转发器线圈
- 自调式正温度系数(PTC)发热元件
- 定制的负温度系数(NTC)和正温度系数(PTC)热敏电阻
- 量程达25 bar的微型压力传感器
- 可以感应角度和速度的轮齿传感器
- 用于远程信息服务、遥控车门开关(RKE)和轮胎压力监控(TPMS)的声表面波(SAW)元件
- 静电防护(ESD)和瞬态保护用多层压敏电阻
- 用于氙气灯的火花间隙开关

www.tdk-epc.com





这经过 A/D 转换，数据传递给一个微处理器，然后到计算机进行进一步的数字滤波和降噪。结果可以给用户呈现一个传统波德图。

利用这些技术，获得的信噪比极值和动态范围可在 110 分贝以上。这对开关电源的可靠测量至关重要。该理论的进一步详情载于<sup>[2]</sup>。

这个过程不能因最近推出的现代“片上频率响应分析仪产品”而产品短路。造成这种情况的集成芯片既没有动态范围，有没有开关电源测量需要的噪声抑制能力，虽然它们在噪声水平和增益很低的线性、非开关电路条件下可能良好工作。

使用频率响应分析仪可以从噪声中提取单独的频率，而两个信号可以在增益和相位方面进行准确的比较。这有助于我们研究一个系统的控制特性和正确的反馈回路设计。

#### 总结

频率响应分析仪是一种高度专业化的工具，而且它

对快速高效地稳定电源至关重要。在接下来的两个系列文章中，将讨论和比较控制回路设计与逐级负载响应技术。

#### 参考文献

1. 功率系统设计杂志，设计技巧，2009年1月“开关电源的频率响应。” <http://www.powersystemsdesign.com>
2. <http://www.apinstruments.com/files/102Bman.pdf>。第 58 页，适用于开关电源的高性能仪器的频率响应分析仪功能框图。
3. [http://www.switchingpowermagazine.com/downloads/Measuring\\_Frequency\\_Response.pdf](http://www.switchingpowermagazine.com/downloads/Measuring_Frequency_Response.pdf)，频率响应分析仪技术。

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

# 帮助工程师应对模拟、RF 和混合信号系统复杂设计挑战



作者：刘洪，PSDC 主编

## ——ADI中国技术支持中心经理聂海霞女士解读实验室电路技术优势和应用领域

新春伊始，ADI公司隆重推出了最新的实验室电路（Circuits from the Lab™）参考电路产品，ADI中国技术支持中心经理聂海霞女士向媒体展示了实验室电路的领先优势以及创新成果，并介绍了实验室电路的技术优势和应用领域，以及ADI公司2011年的发展规划及市场前景。

聂海霞表示，今天，全世界的设计工程师都面对着更高的市场要求，必须在更短的时间内，以更少的反复试验，利用模拟、RF、电源和混合信号等专业领域层出不穷的技术来达到设计目标。这是一个前所未有的挑战。她告诉记者：“各地的客户都反映，他们的工作责任越来越重，涉及的系统和工程专业越来越广，产品上市压力越来越大。这表明，工程师们需要得到更好的帮助，而不是反复试验出错或未经验证的建议。为此，ADI公司应用工程师着手明确客户面临的电路设计挑战，并提供经过测试的解决方案。”

她说，ADI实验室电路系列旨在利用经过测试的参考电路，协助设计人员应对当今的相关设计挑战，轻松快捷地实现系统集成。此次推出的实验室电路参考电路可以帮助工程师及



聂海霞女士



工程师面对众多挑战

设计人员更加轻松便捷的解决在设计过程中遇到的模拟、RF 以及混合信号系统等方面的复杂挑战。此外，该参考电路可以实现系统的快速集成，并帮助工程师在包括测试数据、电路图、BOM 以及设备驱动等更广的范围实现时间和资源的节省。

ADI公司的实验室电路是经过测试的构建模块，内容全面，容易理解，有助于快速实现系统集成，现有 150 多种解决方案。为保证可靠、可重复的电路性能，实验室电路在测试数据、设计考虑和权衡因素、设计原则方面都进行了详细说明。并且，越来越多的电路还提供原理图、PCB（Gerber）布局文件、器件驱动和评估硬件。

实验室电路源于客户的实际需求，可以预测并解决一项设计变为实际产品时会遇到的具体问题，从而最大程度地缩短上市时间。业界一流的 ADI 公司技术支持团队负责确定哪些电路和最终应用对工程师最具挑战性。实验室电路适用于 ADI 众多产品和技术，横跨各种应用领域，包括工业自动化和仪器仪表系统。

#### 有关细节

所有实验室电路都包括电路笔记

## 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)

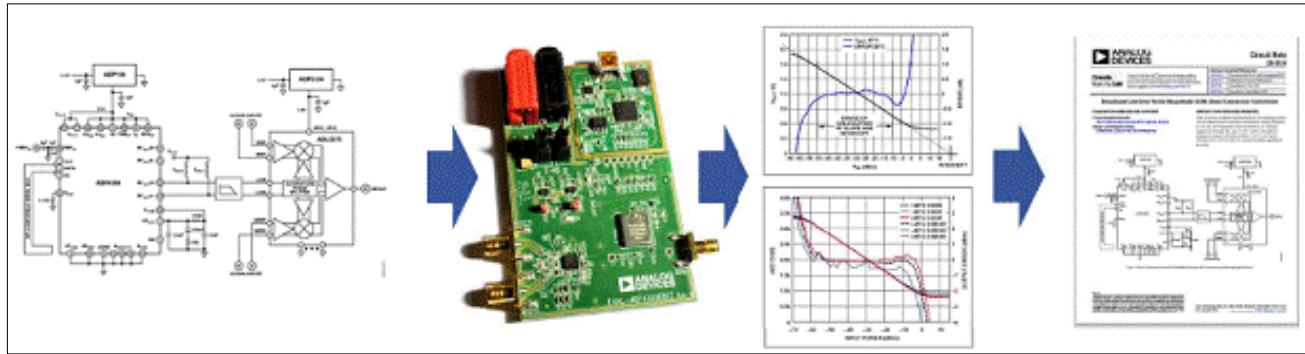
ABB公司重视保护环境，这就是为什么我们集中我们的努力，为实现更高太阳能逆变器效率推出了最好的电流和电压传感器。

由于应用越来越紧凑，对抗扰免疫越来越敏感，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**





实验室电路包括电路文档、测试数据、原理图、物料清单、布局文件、器件驱动

并提供测试数据，以帮助设计人员快速、准确地选择器件。许多电路还包含下列资源，所有这些能节省数天至数周的设计时间：

- 设计和集成文件：包括原理图、PCB、EDA 接口文件，以及按制造商和型号列出有源和无源器件的物料清单 (BOM)。
- 器件驱动：支持外部处理器通信和控制。
- 评估硬件：方便设计人员测试电路，了解其工作原理。

ADI 公司的实验室电路包括全面的测试基准配置和工作参数，有

助于工程师迅速重建、定制、集成相关电路设计。实验室电路的测试方案根据具体应用技术和最终用途而制定。测试方案预测模拟工程师的应用需求，并测试最相关的性能特征。欲了解更多信息，请致电中国技术支持中心：400 6100 006，及发送邮件至 china.support@analog.com。

ADI 公司的实验室电路（包括电路笔记、原理图、布局文件和器件驱动）可在以下网址免费下载 <http://www.analog.com/zh/circuits>。与电路配合使用的硬件，可通过 ADI 公司及其授权代理商订购。

用户可以根据电路类型搜索实验室电路，ADC 驱动器 <http://www.analog.com/zh/circuits/ADCs>；DAC 输出电路 <http://www.analog.com/zh/circuits/DACs>；隔离电路 <http://www.analog.com/zh/circuits/isolation>；RF/IF <http://www.analog.com/zh/circuits/RF/IF>

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

	ADC 驱动器	DAC 输出	RF/IF	隔离
通信	●	●	●	
过程控制	●	●	●	●
仪器仪表	●	●	●	●
电机控制	●	●		●
医疗保健	●	●	●	●

ADI 公司的实验室电路的应用分布

# 慕尼黑上海电子展上的节能功率半导体产品和解决方案



作者：刘洪，PSDC 主编

2011年3月15-17日，迎来了10周年庆典的慕尼黑上海电子展又在上海与广大行业观众见面了。10年来，该展会确立了在中国电子社群心目中“高端应用、技术制胜”的定位。全球480家集成电路、电子元件及电子生产设备的顶尖企业参展，规模达到了23,000平方米。

2011年3月15-17日，迎来了10周年庆典的慕尼黑上海电子展又在上海与广大行业观众见面了。10年来，该展会确立了在中国电子社群心目中“高端应用、技术制胜”的定位。全球480家集成电路、电子元件及电子生产设备的顶尖企业参展，规模达到了23,000平方米。专业观众达37,908名，比上届增加了18%。来自美国、欧洲、日本和中国内地及台湾的技术创新领袖，呈现了最新的解决方案，覆盖工业电子、汽车电子、电力电子、3C、LED、医疗电子、通信等核心领域。

慕尼黑上海电子展由 **electronica China** 和 **Productronica China** 组成，全面展示电子产业链，服务于快速增长的中国及亚太市场。今天，慕尼黑上海电子展已经发展成为行业内最具影响的综合性专业电子展览会。

**electronica China** 立足于电子元



夏明威

器件，针对电子行业的重点产品领域，包括集成电路（标准 IC、ASIC、设计自动化等），元器件（连接器、电阻、电容、电感、变压器、电路保护、二极管、继电器、开关、光电元件、微波器件、传感器等），嵌入式开发工具等。

**Productronica China** 着眼于电子生产设备，针对线束加工设备、SMT 设备、测试和测量设备、印制电路 PCB、焊接材料和设备、工具和其他电子生产制造服务。

记者在会上采访了多家在功率半导体领域的领先厂商，分享了他们在节能、环保、绿色理念引导下开发的各种产品和解决方案。

## Microsemi: 瞄准可再生能源应用

**Microsemi** 提供业界全面性的高技术产品系列，包括高性能模拟与射频器件、混合信号集成电路、FPGA 与可定制系统单芯片 (SoC)，以及完整的子系统，能够解决最关键的系统难题。服务的客户包括全球领先的国防、安全、航天、企业、商业，以及工业市场的领先系统生产商。

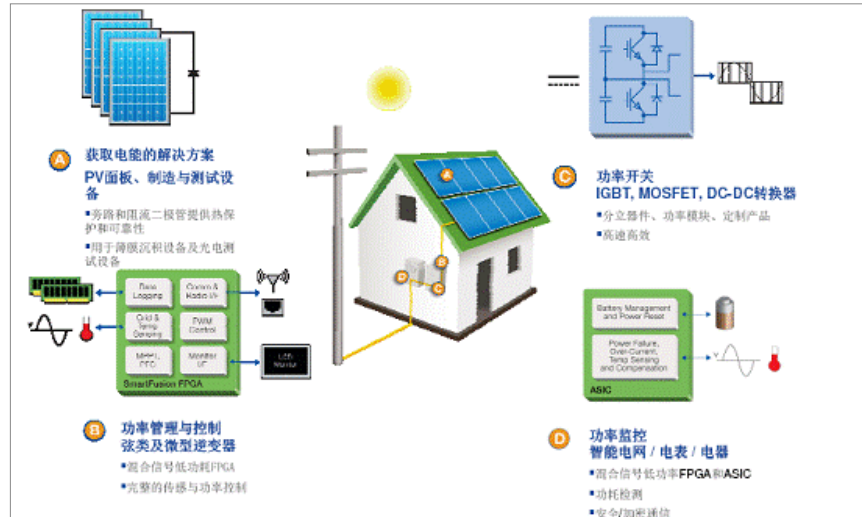


Microsemi 的技术专家在现场展示了广泛的集成电路应用技术与高端元器件，包括混合信号集成电路与分立半导体、射频器件、IGBT 产品和 MOSFET 产品。其中包括：Power MOS 8 高速、高压 (500-1200V)；大电流 N 沟道开关模式功率晶体管系列，瞄准包括太阳能逆变器、高性能 SMPS，以及如点焊机、电池充电器和感应加热设备等工业设备；Microsemi 功率产品部门的低 Vcesat IGBT 产品，可为广泛的高压大功率应用提供高质量的解决方案；采用 SmartFusion 智能混合信号 FPGA 的集成式精密与多轴电机控制解决方案。

Microsemi 中国区销售经理夏明威在接受采访时重点介绍了太阳能产品系列。公司的整个产品线，包括器件、模拟与 RF/ICS、SoC、子系统，在安全与国防、航天、企业与商业、工业领域均占有主导地位，满足这些领域的高可靠性要求。太阳能产品系列是 Microsemi 的第二大业务领域，在光伏行业有众多合作伙伴。公司的产品涵盖获取电能的解决方案 (PV 面板、制造与测试)；功率管理与控制 (微型逆变器)；功率开关 (IGBT、MOSFET、DC-DC 转换器)；功率监控 (智能电网、电表、电器)。

Microsemi 面向可再生能源应用的产品包括 SmartFusion™ 和 IGLOO® FPGA；模拟及混合信号器件如旁路二极管 / 开关、MOSFET、FRED 和 IGBT；DC-DC 转换器，以及脉宽调制 (PWM) 模块。这一种类丰富的产品系列能够在整个范围的光伏 (PV) 应用中实现高效、可靠且具有成本效益的解决方案，包括获取电能、功率管理、功率开关和功率监控。

夏明威表示：“由于光伏行业设计人员必须积极满足不断创新的需



求，同时应对太阳能行业的成本和性能压力，所以采用最新技术是至关重要的。Microsemi 公司提供从可编程器件和标准现货部件直到完全定制 ASIC 的全面的系列，因而成为与光伏应用设计人员共同实现技术和业务目标的战略合作伙伴。”

Microsemi 拥有数十年提供高可靠性的创新性器件的丰富经验，而且具备较长的产品供应期。后续的产品开发焦点是提高灵活性、安全性和成本效益，并为不断扩大的光伏应用设计社群提供全部所需部件和支持，从而将其设计快速带入市场。

Microsemi 的太阳能产品系列包括：

• 太阳能旁路二极管用于获取电能

LX2400 IDEAL™ 太阳能旁路器件采用 Microsemi 专利 CoolRUN™ 技术，在光伏模块应用中提供一个旁路通道。该器件具有业界最低的正向电压降，可在工作期间实现极低的发热和温升。LX2400 具有同级最佳的可靠性和稳健性，用于需要经由模块接线盒获得 10A 或更高电流的应用。

• SmartFusion 和 IGLOO FPGA 用于功率管理和控制

Microsemi SmartFusion 混合信号 FPGA 和 IGLOO 低功耗 FPGA 采用基于快闪技术的架构，是帮助逆变器设计人员实现效率最大化，以及在较小的占位面积中集成板级功能的理想选择。功能和算法包括更多数量的 PWM 状态机，最大功率点追踪 (MPPT) 和功率因数校正 (PFC) 等，可在嵌入式 32 位 ARM® Cortex™-M3 或逻辑门之内进行划分，以适合各种设计需求。

• IGBT, MOSFET, FRED 和 DC-DC 转换器用于功率监控

新型 600 V CoolMOS™ C6 器件采用第五代高电压超级结技术，实现极低的传导和开关损耗，可实现具有更高效率和功率密度水平的开关系统设计。

• FPGA 用于功率监控

SmartFusion 智能混合信号 FPGA 在单一 IC 平台上集成了模拟前端、嵌入式 ARM Cortex-M3 处理器和可编程逻辑资源。这一灵活性为设计人员提

供了开发低功耗的可适配平台的能力，能够精确地监控实时负载数据，同时满足多种安全连接性协议的要求。

www.microsemi.com

Molex: 继续推动中国快速扩展的电子市场创新

Molex 公司以 electronica China 展会为平台，彰显出其定位明确的中国业务策略所取得的卓越业绩。Molex 展示了在中国市场的长期投资与努力如何帮助其把握优越的产品制造商，满足中国乃至全球客户的近期和长期需求。

Molex 认为，中国市场对于 Molex 非常重要。近 30 年来，公司一直保持与中国客户的稳固的合作关系，伴随中国经济的迅猛发展共同成长。Molex 在中国进行了多项大型投资，目前在中国的员工数目已超过 2 万，这清楚表明 Molex 实践对这一地区的本土电子行业、客户和员工的承诺。

Molex 公司全球新产品开发经理 Ken Stead 特别介绍了其新版本 EXTreme Ten60Power™ 大电流连接器。这款最近荣获互连技术和组件类别 2011 DesignVision 大奖的下一代模块化系统在每英寸线性空间上可提供高达 260A 的电流，这是目前市场上薄型连接器所能达到的最高电流密度。

Ken Stead 表示：“这款产品采用了 Molex 最佳的功率和信号设计，能够满足市场对更小空间和更高功率的要求。EXTreme Ten60Power 在单个薄型连接器外壳中整合了功率和信号触点，以获得最大的电流 - 空间比。”

相比 Molex 原来的 24 个信号、3 排 (2.54mm x 2.54mm) 产品，这些 25 个信号、5 排 (2.00mm x 1.65mm) 模块的信号触点间距更小，适合于所有板对板连接应用。此外，这些新的



Ken Stead

HDS 模块备有焊尾 (solder tail) 和压配两种选项，进一步增加了客户的设计灵活性。EXTreme Ten60Power 模块提供 250V 或 600V 两种规格。两种型号均有 1 到 10 个片式电源连接器模块，每片为 60A UL/CSA 电流和 6 到 40 个信号。这种稳健的触点设计可用于 AC (7.50mm 电源线间距)、DC (5.50mm) 和信号。提供一系列模块选项，使得系统具有高度可配置性，包括：三种不同插配长度——末端装 (end-mount)、顶端装 (top-mount)，或侧面装导向模块；空闲电源位置；用于共面或正交设计的直角和垂直安装连接器。客户可以根据自己的要求来定制 EXTreme Ten60Power 模块，无模具成本，也不会延长交付时间。

Stead 补充道：“在新的架构和平台上解决功率问题是我们产品开发团队的主要关注焦点。模块化的 Ten60Power 系统整合了空间受限应用实现设计灵活性需要的所有特性，在这些关键应用中，电源和信号完整性对实现性能目标不可或缺。”

Molex EXTreme Ten60Power 连接器能

够满足 UL 1977 对热插拔应用额定中断电流的要求。EXTreme Power™ 包含 EXTreme Ten60Power、EXTreme LPHPower™ 和 EXTreme PowerMass™ 连接器系统，备有全面可供选择的电流密度、机械外壳、插配端子和配置选项。

此外，Molex 还在会上展出了可为工程师提供最佳的速度和设计灵活性的 Impact Orthogonal Direct 和 Impact Plus 85 欧姆背板连接器。Impact 产品能够满足市场对高速、高密度连接器的需求，并提供最佳的信号完整性和设计灵活性。

Molex 公司推出的 iPass+™ 产品系列的最新成员 iPass+ 高速通道 (HSC) CXP 可插拔铜缆和光纤互连系统，以单个组件支持 12 通道可插拔数据传输，数据速率高达 120Gbps。Molex 公司还宣布推出专门针对电信、数据网络、测试测量和医疗诊断设备等高密度应用而设计的 z-Quad 小尺寸可插式 (zQSFP+) 互连解决方案。

www.molex.com.cn

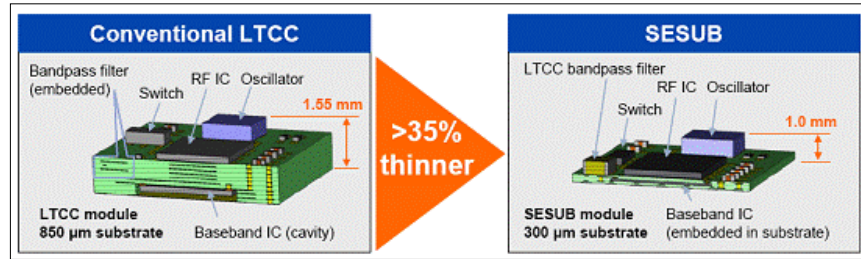
TDK-EPC: 服务铁路应用的产品与解决方案

2009 年生产电子元件的两大巨头日本 TDK 与德国爱普科斯合并，TDK 在消费电子和电子数据处理市场占有率



新版本 EXTreme Ten60Power™ 大电流连接器





SESUB——为低高度、高性能的新型 SIP 基板解决方案

重要地位，爱普科斯则擅长电信、汽车和工业电子的定制化解决方案。在 TDK-EPC 记者招待会上，该公司总裁兼 CEO Michael\_Pocsatko 介绍了 TDK 和爱普科斯电子元件业务合并后的一些新发展，包括技术协作、TDK-EPC 的创新和合作双方竞争能力的互补和增强。会上还展示了服务铁路应用的产品与解决方案，以及基于 SESUB（源自 TDK 的嵌入式硅基板）的划时代新型集成技术。



Michael\_Pocsatko

牵引变流器是牵引电机和供电网之间的电气设备，就像列车的心脏一样，它将电网电能转换为列车电机动能（VVVF）和列车供电（SIV）。在所有这些变流器中，都有一个中间直流回路模块，并需要配备大功率电力电容器。TDK-EPC 公司提供各种性能卓越的产品帮助中国扩展其高铁、大铁路和城市轨道交通服务。最近的成功案例是为 CRH3 高速列车提供高性能电力电容器。

针对不同的牵引应用，TDK-EPC 公司有完整的电力电容器解决方案：针对高速列车的 MKK 油浸电容 / MKP 电容，用于中间直流回路 DC-link、谐振电路和交流滤波模块；针对机车的 MKK 油浸电容 / 干式电容 / MKV 电容，分别用于中间直流回路 DC-link、谐振电路和吸收电容。

目前，全球众多牵引变流器设备厂商都在基于爱普科斯性能卓越的电力电容器开发其系统平台，其中包括

ABB、阿尔斯通、庞巴迪、西门子和 GE，以及中国本土企业如铁科院、中国北车 / 中国南车等。

TDK-EPC 的铁路业务相当成功，尤其是在中国。成功案例包括上海的磁悬浮列车、基于西门子 Velaro 平台的 CRH3 高速列车、基于阿尔斯通平台的 CRH5 动车组、基于西门子和阿尔斯通平台的货运机车，以及基于西门子、阿尔斯通和 ABB 平台的地铁车辆等等。

TDK-EPC 还为推出了一款基于 SESUB（源自 TDK 的嵌入式硅基板）的划时代新型集成技术。与以往的技术相比，SESUB 不仅可集成被动电子元件，如电容器、电感器、压敏电阻器或 SAW 和 BAW 滤波器，而且能集成半导体。

SESUB 允许高度集成的专用集成电路（ASIC）与含有大量细微输入输出线的控制器芯片直接嵌入基板层。

无法嵌入基板的零件可安装在多层基板的顶部。通过此方法，模块和系统级封装（SIP）可实现更为细小的尺寸：其嵌入高度可减少约 35%，如从 1.55 毫米减至 1.0 毫米以下。这是由厚度仅为 300 微米的超薄多层基板来实现。互联结构和通道的内部尺寸均不超过 40 微米。爱普科斯的新一代导向声波（GBAW）滤波器技术能进一步减小未来模块的嵌入高度。

SESUB 也可明显减少新型模块的底面积：由于集成了半导体元件，模块的底面积可减少 40% 以上，相比分立解决方案，可减少 70%。该产品同样具有良好的电磁兼容性（EMC）以及优越的热性能。

[www.tdk.co.jp](http://www.tdk.co.jp)

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

### Vicor：电源转换推陈出新

作为电源转换技术的先驱，Vicor 在展会上介绍了最新发布的 VI BRICK™ 封装 IBCo48 系列中转母线模块。这模块的功率密度比市面上的产品高一倍，功耗少一半。模块以 1/8 砖标准封装，可替代市面上 1/8 砖及 1/4 砖 5:1 及 4:1 中转母线模块。目前推出的产品有 300W 及 500W 型号、9.6V 或 12V 输出、48V 标称输入、电压范围 38-55V。

IBCo48 系列可兼容市面 1/8 砖及 1/4 砖中转母线模块引脚。由于 IBCo48 系列以 Vicor 公司专利的正弦振幅转换技术为核心，其操作原理与市面上的中转母线模块不同，性能表现更为卓越。

新的 VI BRICK 中转母线模块采用零电流及零电压开关为核心技术，与广为高端客户所接受的 V.I 芯片的核心技术一样，令 IBCo48 系列的开关频率较市面上的中转母线模块快 10

倍，瞬变反应时间从 200 微秒缩短至 20 微秒。减省大电容。模块的功率密度和效率非常高，让 OEM 厂商可提升产品性能，赢得相对优势。应用范围包括计算机、数据存储、网络及以太网供电等。

Vicor 工程师表示：“自 1980 年代打破常规把“砖式”模块的概念带到市场，Vicor 一直把部份收入投入在技术研发上。目的是解放固有技术的框框，从新发见改变现有功率元件架构的意念和技术。Vicor 推出这条生产线是针对目前元件供应短缺的中转母线应用，把性能出众的 V.I 芯片技术重新包装成市场惯用的砖式尺寸，供应需求。”

Vicor 最新发布的 PFM™ VI BRICK™ 模块是一个带功率因素校正的隔离式 AC-DC 转换器。它采用 Adaptive Cell™ 架构，令模块在整个全球通用输入电压范围稳定地维持在高效率水平。PFM™ 模块在 48V（SELV）输出时最大功率是 300W，高度只有 9.5mm。

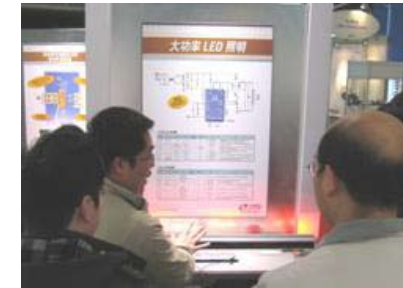
另一款产品是 PFM™ VI BRICK™，其工作原理与低工作频率的 AC-DC 前端不同，后者用 PFC 升压，再用 DC-DC 转换降压。PFM™ VI BRICK™ 采用高频率的软开关技术，把隔离、变压及功率因素校正同一个层级内完成。PFM™ VI BRICK™ 非常纤薄，把电源系统从笨重的架构释放出来。

[www.vicor-china.com](http://www.vicor-china.com)

### 凌力尔特公司：聚焦汽车节能应用

凌力尔特（Linear Technology）在会上展出了各种与汽车节能应用有关的产品和解决方案。其应用工程师做了详细的介绍。

LTC6803 是面向混合动力 / 电动汽车（HEV）、电动汽车（EV）以及其他高压、高性能电池系统的第二代



凌力尔特的工程师在介绍应用方案

高压电池监视器。该器件 LTC6803 是一款完整的电池测量 IC，包含一个 12 位 ADC、一个精确的电压基准、一个高压输入多路复用器和一个串行接口。每个 LTC6803 都能测量多达 12 个串联连接的独立电池单元。该器件的专有设计使多个 LTC6803 能串联叠置，而无需光耦合器或隔离器，从而允许对长串串联连接电池中的每一节电池进行精确的电压监视。LTC6803 是继 2008 年 9 月推出的 LTC6802 之后新面市的产品，LTC6802 已证明有良好的发展轨迹，而 LTC6803 与其具有相同的功能和引出脚配置，并在性能方面实现了诸多提升。LTC6803 满足了精确高性能电池组的最新需求。在严酷的汽车环境中，它能确保准确、安全、可靠和无误差地工作。

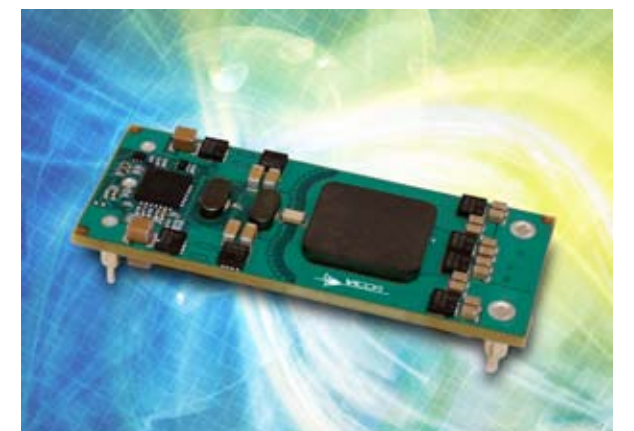
LTC6803 的设计超越了汽车和工业应用对环境、可靠性和安全性的要求。该器件的技术规格针对 -40℃ 至 125℃ 的工作温度范围全面拟订。它专为符合 ISO26262（ASIL）标准的系统而设计，而且，一组完整的自测试可确保不会发生延迟故障的情况。为了符合该标准，LTC6803 内置了一个冗余电压基准、丰富

的逻辑测试电路、导线开路检测能力和一个看门狗定时器，以实现故障安全设计。

振荡器 LTC6992 是 TimerBlox 硅按时器件系列的最新成员。LTC6992 针对 3.81kHz 至 1MHz 的输出频率供给简单和精确的脉冲宽度调制（PWM）功能。该器件的频率可用 1 至 3 个电阻器设定，具有承诺低于 1.7% 的频率偏差。除此之外，频率可以经过自力的节制电压来动态地节制。输出脉冲宽度（占空比）简单地用 1 个 0V 至 1V 的模拟消息节制。LTC6992 在加电后 500us 以内供给无干扰和首周期精确的启动。

完整的三路输出 DC/DC 微型模块（uModule®）稳压器系统 LTM4615 采用紧凑的 15mm x 15mm 2.8mm 表面贴装封装，含有两个 4A 开关模式稳压器和一个 1.5A 非常低压差（VL-DOTM）线性稳压器。两个开关稳压器的每一个输出电压都是可调于 0.8V 至 5V，而第三个输出则可调于 0.4V 至 2.6V，从而使其非常适用于为新一代更低电压多轨 65nm 和 45nm 数字 IC 供电。

隔离式 LED 控制器 LT3799 针对从 90VAC 至 265VAC 的通用输入范围驱动 LED 而设计，具备主动功率因子的



VI BRICK™封装 IBCo48 中转母线模块



校正 (PFC), 并相容于标准 TRIAC 嵌壁式 (in-wall) 调光器。LT3799 独特的电流传感方案提供了至二次侧的良好稳压电流, 而无需使用光耦合器, 不仅可降低成本, 还提高了可靠性。其单级功率 PFC 稳压器的设计只需最少的外部元件, 且散热加强型 MSOP-16E 封装更为 off-line LED 应用确保简单而精小的 layout 面积。

单片双输出降压型开关稳压器 LT3692 可提供每通道高达 3.5A 的连续输出电流。LT3692 在 3V 至 36V 的输入电压范围内工作, 并具有 60V 瞬态保护, 使其可理想地用于汽车应用中负载突降和冷车发动的情况。每通道独立的输入、停机、反馈、软启动、限流和比较器引脚简化了复杂的电源跟踪 / 排序要求。LT3692 的用户可编程开关频率为 250kHz 至 2.25MHz, 使设计师能够优化效率, 同时避开了关键噪声敏感频段。

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

### 安森美半导体: 高效方案推动中国汽车产业升级

在汽车电子主题馆, 安森美半导体展出了针对汽车电子领域的一系列高性能和高效解决方案, 包括汽车空调方案、车载娱乐方案、汽车照明方案、车载网络方案、汽车发动机管理系统方案及热门的汽车 LED 照明方案等。

安森美半导体服务汽车电子领域的一系列高性能及高效产品及方案, 包括发动机管理系统、供暖通风空调 (HVAC)、汽车网络通讯、车载信息娱乐系统及电源、汽车照明及 LED 照明等, 其中的信息娱乐系统来自自己成为安森美半导体成员公司三洋半导体的最新解决方案。

为了更好地服务中国汽车市场和

客户, 安森美半导体在上海成立了新的解决方案工程中心 (SEC), 进一步扩展了其全球解决方案工程中心网络。该中心的建立将推动新的汽车相关产品开发, 并将通过提供现场技术专长来增强公司的本地化服务能力。

安森美半导体汽车方案市场营销总监 Herve Branquart 在接受记者采



Herve Branquart 接受记者采访

访时表示, 2010 年, 中国汽车销售增长 32%, 创造了销量达 1,806 万辆的新纪录。这一纪录确立了中国成为世界最大、最重要的汽车市场的地位, 而中国市场对世界领先的技术专长和本地化产品及服务也有着强劲的需求。

他说: “我们预计中国汽车电子制造行业在未来 5 年的年平均增长率将轻松超过 20%。在上海建立一个专注于汽车的解决方案工程中心进一步体现了安森美半导体对中国业务发展的承诺, 加强了安森美半导体与亚太区关键汽车客户的关系。像安森美半导体其它 7 个解决方案工程中心一样, 上海的汽车解决方案工程中心是对客户的未来及他们下一代产品线成功的直接投资。通过让技术专家更靠近客户, 我们能够更有效地通过我们的解决方案, 结合双方的专长共同解决平台问题。”

上海汽车解决方案工程中心将侧重于为供暖通风空调 (HVAC)、动力系统、安全、信息娱乐和汽车照明等多种汽车应用开发先进的高效解决方案。它将通过开发平台和本地产品支持为在亚太地区设计并制造电子汽车子系统的客户提供更好的服务。该中心将配备本地区汽车电子制造商需要的所有必备资源, 充分利用安森美

半导体的丰富电源管理经验。该汽车解决方案工程中心将支持并补充安森美现有的销售组织, 在同一办公地点办公。

Herve Branquart 还介绍了安森美半导体的各种汽车节能解决方案, 并就有关节省燃料、LED 车灯、电动汽车应用等具体问题与记者进行了深入的探讨。

Herve Branquart 最后表示: “中国是全球最大的汽车市场, 这推动和刺激了中国汽车电子行业的快速发展。如今, 越来越多的制造商亟需全球领先的专知及本地化的产品和服务, 我们在中国设立汽车解决方案工程中心恰逢其时, 可扩展我们在亚太地区的汽车解决方案业务覆盖。上海汽车解决方案工程中心将与我们区域乃至全球的汽车应用和系统专家密切合作, 为亚太的汽车客户提供高效的电源解决方案, 帮助他们推出新产品, 并创造收入。”

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

# 数字电源系统管理

## 降低了数据中心的功耗

作者: Bruce Haug, 电源产品部高级产品市场工程师, 凌力尔特公司

具有数字管理功能的 DC/DC 转换器将使得设计人员能够开发出“绿色”电源系统, 此类电源系统可满足目标性能、且能够通过重新编排工作流程并将某些任务转移至那些工作量不足的服务器 (从而可将其他的服务器关断) 来确定何时降低总功耗。

好 几年以来, 许多公司都对数字电源进行了大肆的宣传, 有的公司认为: 数字电源包括数字功能和一个带电源的通信链路。另有一些公司则表示: 数字电源是一种具有一颗采用数字脉宽调制 (PWM) 内置芯片的状态机。还有一些厂家指出: 数字电源包括一个运行某种算法 (该算法用于补偿控制环路) 的通用型数字信号处理器 (DSP), 而且仅仅依靠一根串行总线并不能提供数字电源解决方案。甚至有其他公司认为: 数字电源具有一个带状态机或 DSP 的数字 PWM 环路。所有这些描述都可以说是令人大惑不解、无所适从, 而且部分此类方法并不能产生优良的性能。

但是, 在数字电源设计正确的情况下, 它就能够降低数据中心的功耗、缩短产品的面市时间、拥有卓越的稳定性和瞬态响应性能、并提高总体系统的可靠性 (比如在网络设备中)。

网络设备的系统设计师正面临着提升其系统的数据吞吐量和性能并增

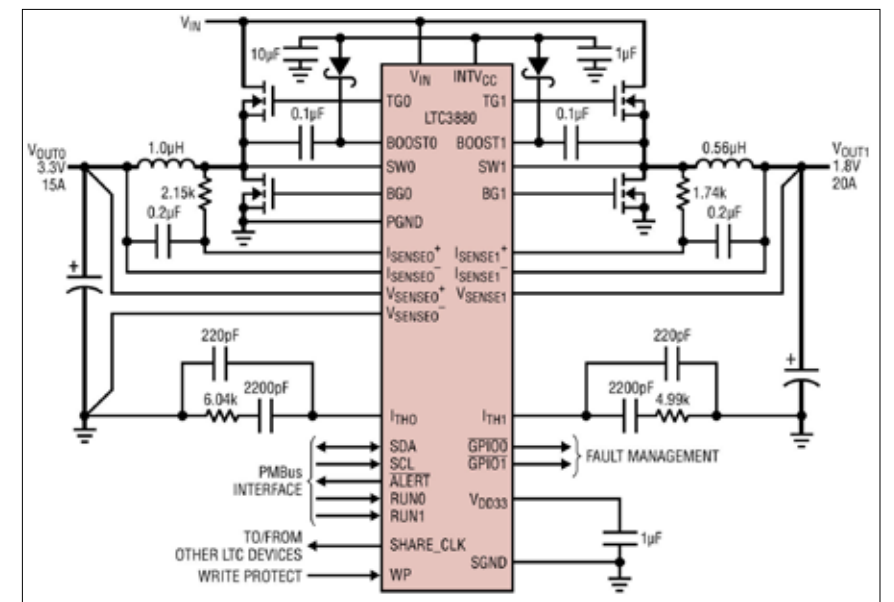


图 1: 具有两个大电流输出的应用原理图 (采用 LTC3880)

加功能及特点的压力。与此同时, 如何减少系统的总功耗也是其必需应对的难题。在数据中心里, 人们所面临的挑战是需要通过重新编排工作流程并将某些任务转移至那些工作量不足的服务器 (从而可将其他的服务器关断) 来降低总功耗。为了满足这些需

求, 了解终端用户设备的功耗是非常重要的。正确设计的数字电源管理系统能够为用户提供功耗数据, 这样就可以做出灵活的能量管理决策。

在当今的新式电子系统中, 稳压器的状态或许是所剩的最后一个“盲点”, 因为一般情况下它们不具备对



关键的操作参数进行直接配置或远程监视的方法。对于可靠运作而言,检测稳压器输出电压的时间漂移或过热状况并据此采取相应的行动可以说是至关重要的。设计精良的数字电源系统管理(DPSM)方案能够监视稳压器的性能并汇报其运行状况,以在其超出规格范围甚至发生故障之前采取纠正措施。

如欲把 DPSM 用于稳压器和电源设计,则要求工程师仔细查看一条学习曲线,以了解怎样通过计算机上的图形用户界面(GUI)来完成此类器件的编程和连接。这包括学习新的程序设计软件,而且每家提供数字电源器件的公司都有其独特的软件包。因此,应选择一家拥有经过缜密思考和用户友好型软件包及 GUI 的公司,这一点很重要。此外,他们还应拥有一支信誉卓著的技术支持员工队伍,这支队伍具备在此类电源的设计过程中为客户提供帮助所需的各种能力。

### 多轨板级电源系统

大多数嵌入式系统均通过一块 48V 背板来供电。一般将该电压降压至一个较低的中间总线电压(通常为 12V 至 3.3V),以为系统内部的电路板支架供电。然而,这些电路板上的子电路或 IC 需要在低于 1V 至 3.3V 的电压范围以及数十 mA 至数百 A 的电流范围内运作。因此,为了将中间总线电压降压至子电路或 IC 所需的期望电压,负载点(POL)DC/DC 转换器是必不可少的。这些电源轨具有严格的排序、电压准确度、裕度调节和监控要求。

在数据通信、电信或存储系统中有可能存在多达 20 个 POL 电压轨,

系统设计师需要一种按照其输出电压、排序和最大可容许电流来管理这些电压轨的简单方法。某些处理器要求其 I/O 电压在其内核电压之前上升,而有些 DSP 则要求其内核电压先于其 I/O 电压上升。断电排序也是不可或缺的。设计人员需要一种简便易行的调整方法以优化系统性能并存储用于每个 DC/DC 转换器的特定配置,从而达到简化设计工作的目的。

为了避免昂贵 ASIC 遭受过压情况的可能性,高速比较器必须监视每个电源轨的电压,并在某个电源轨超出其规定的安全操作限值范围时立即采取保护措施。在数字电源系统中,可以在发生故障时通过 PMBus 报警线路通知主机,并可将有关系的电源轨关断以对诸如 ASIC 等受电器件实施保护。实现这种保护水平需要比较好的准确度以及大约数十  $\mu\text{s}$  的响应时间。

凌力尔特公司近期推出的 LTC<sup>®</sup>3880/-1 提供了高度准确的数字电源系统管理,并利用其高分辨率可编程性及快速遥测回读实现了实时控制以及关键负载点转换器功能的监视。该器件是一款双通道输出、高效率同步降压型 DC/DC 控制器,具有基于 I<sup>2</sup>C 的 PMBus 接口以及 100 多条命令和板载 EEPROM。LTC3880/-1 兼有同类最佳的模拟开关稳压控制器性能和精准混合信号数据转换,可极其方便地实现电源系统的设计和管理,该器件得到了具有易用型图形用户界面(GUI)的 LTpowerPlay™ 软件开发系统支持。图 1 示出了典型的 LTC3880 应用原理图。

LTC3880/-1 可调节两个独立的输出,或配置为两相单输出。多达 6 相可以交错和并联,以在多个 IC 之间实现准确的均流,从而最大限度地为

大电流或多输出应用降低输入和输出滤波要求。一个板载差分放大器提供了真正的远端输出电压采样。集成栅极驱动器可从范围为 4.5V 至 24V 的输入电压来驱动全 N 沟道功率 MOSFET,而且在整个工作温度范围内,在输出电流高达每相 30A 时,该器件可产生准确度为  $\pm 0.50\%$  并高达 5.5V 的输出电压。LTC3880/-1 还可与电源模组和 DR MOS 器件一起使用。跨多个芯片的准确定时和基于事件的排序允许优化复杂和多轨系统的上电和断电。LTC3880 具有一个用于控制器和栅极驱动电源的内置 LDO,而 LTC3880-1 则允许用外部偏置电压实现最高效率。这两款器件都采用耐热性能增强型 6mm x 6mm QFN-40 封装。

### 用于数字电源系统管理的控制接口

PMBus 命令语言专为满足大型多轨系统的需要而开发,是一种采用完全定义的命令语言的开放标准电源管理协议,可简化与功率转换器、电源管理器件及系统主处理器的通信。除了一组精确定义的标准命令之外,符合 PMBus 标准的器件还能够执行

可编程控制分辨率/准确度		
参数	LTC3880/-1	同类竞争替代方案
V <sub>OUT</sub> 命令	13位, $\pm 0.5\%$	6位, $\pm 3\%$
V <sub>IN</sub> 监控器	8位, $\pm 2\%$	6位, $\pm 3\%$
OV和UV监控器	8位, $\pm 2\%$	6位, $\pm 3\%$
电流限值	3位, $\pm 5\text{mV}$	2位
遥测回读分辨率/准确度		
参数	LTC3880/-1	同类竞争替代方案
V <sub>OUT</sub> 读数	15位, $\pm 0.5\%$	12位
输出电流	15位, $\pm 1\%$	12位
V <sub>IN</sub> 读数	15位, $\pm 2\%$	12位
输入电流	$\pm 0.3\%$	(不适用)

表 1: 某些 LTC3880/-1 可编程参数以及遥测回读能力和准确度

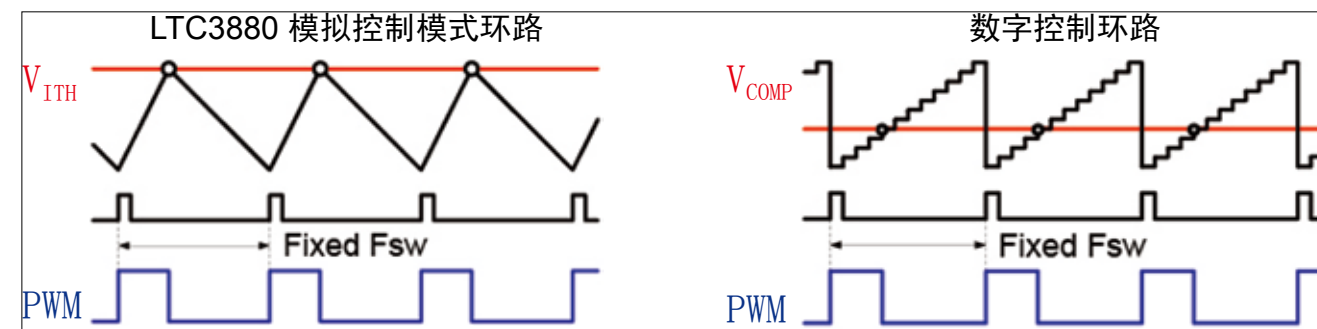


图 2: LTC3880 的模拟控制模式与数字控制模式的比较

其特有的专用命令,以提供一种对 POLDC/DC 转换器进行编程和监视的创新型方法。该协议通过业界标准的 SMBus 串行接口来执行,并实现了功率转换产品的编程、控制和实时监视。命令语言和数据格式标准化可实现简单的固件开发,从而加快了产品的面市进程。如需了解更多信息,请登录 <http://pmbus.org> 网站查询。

LTC3880/-1 可编程控制参数包括输出电压、裕度调节、电流限值、输入和输出监控限值、上电排序和跟踪、

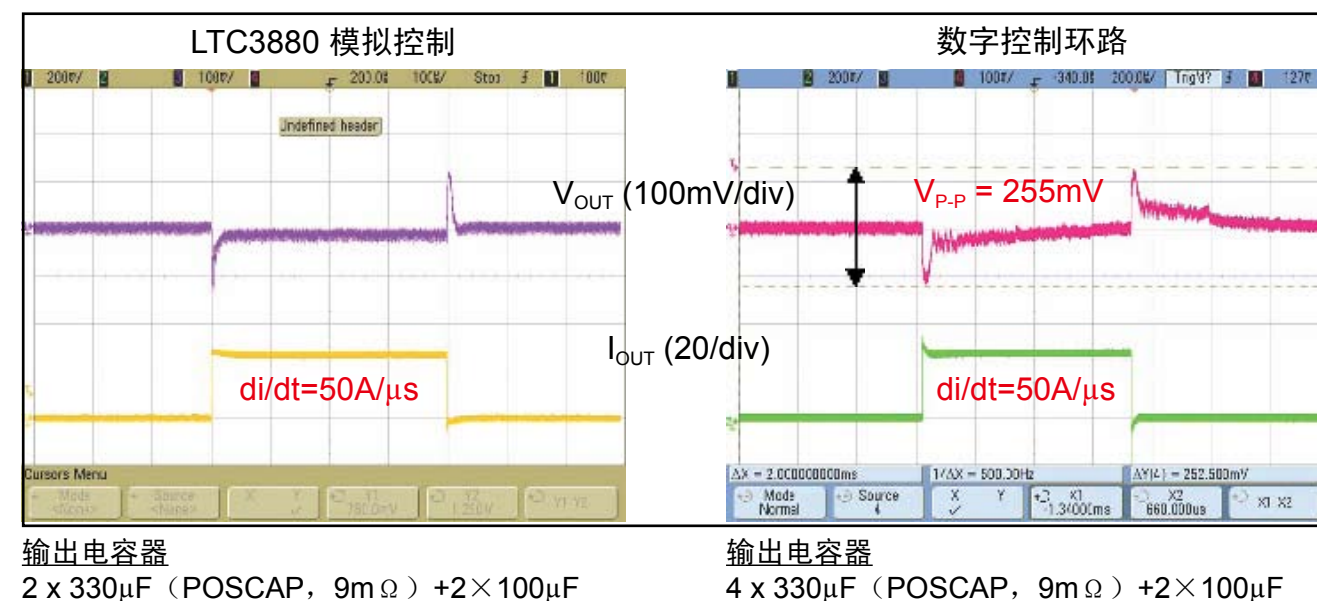
开关频率、识别及可追溯性数据。片内精准数据转换器和 EEPROM 允许收集稳压器配置设定值和遥测变量值,包括输入和输出电压及电流、占空比、温度以及故障记录,并对这些设定值和变量进行非易失性存储。下面的表 1 罗列了可采用 LTC3880/-1 进行编程的一些参数、其高分辨率、遥测回读能力和替代解决方案。

LTC3880/-1 的配置可以很容易地通过器件的 I<sup>2</sup>C 串行接口保存到内部 EEPROM 中。由于配置存储在芯片上,

所以该控制器可以自主上电,而不会增加主处理器的负担。输出电压、开关频率、相位和器件地址的缺省设置可以选择通过外部电阻分压器进行配置。多种设计可以非常容易地在固件中校准和配置,以为一系列应用优化单个硬件设计。

### 模拟控制环路

LTC3880/-1 是一款适合众多功能(例如:输出电压、电流限制设定点和排序等等)的数字式可编程 DC/DC



输出电容器  
2 x 330 $\mu\text{F}$  (POSCAP, 9m $\Omega$ ) + 2 x 100 $\mu\text{F}$

输出电容器  
4 x 330 $\mu\text{F}$  (POSCAP, 9m $\Omega$ ) + 2 x 100 $\mu\text{F}$

图 3: 25A 阶跃时模拟控制环路和数字控制环路的瞬态响应比较(对于一个工作频率为 400kHz 的 12V<sub>IN</sub> 至 1.2V<sub>OUT</sub> DC/DC 转换器)



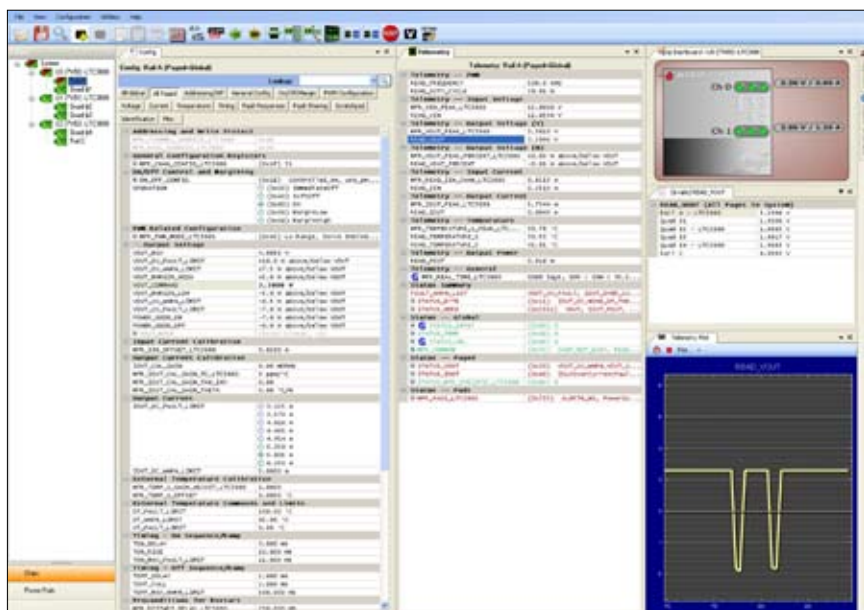


图 4: LTpowerPlay 的 GUI 截屏图

控制器，但它具有一个旨在实现最佳环路稳定性和瞬态响应的模拟反馈控制环路，而没有数字控制环路的量化效应。

图 2 示出了采用模拟反馈控制环路和数字反馈控制环路时，控制器 IC 内部不同的斜坡曲线。模拟环路具有一个平滑的斜坡，而数字环路则类似于一个阶跃函数——这会引发稳定性问题、减缓瞬态响应速度、并在某些应用中导致需要增加输出电容，而且，数字环路的量化效应将造成输出纹波增大。

LTC3880 的模拟控制环路的优点之一是它能够采用比数字控制环路替代方案小 50% 的输出电容，而且稳定性更佳（实现稳定所需的时间较短）。此外，数字控制瞬态响应在稳定之前还会出现振荡，这是由于量化效应及其 ADC 分辨率的局限性所造成的。图 3 示出模拟控制环路与数字控制环路的瞬态响应之比较。

此外，因 ADC、数字补偿器和数

字 PWM 而产生的数字控制环路量化效应还将给输出纹波增加额外的电压（取决于 ADC 的分辨率和环路设计）。与此相反，模拟控制环路则不存在这种额外的输出纹波电压。

#### 编程 LTpowerPlay 软件和 GUI

LTC3880 得到了具有易用型图形用户界面 (GUI) 的 LTpowerPlay 软件开发系统的支持。图 4 中给出的 GUI 截屏图示出了多项功能的控制方法，例如：输出电压、保护限值、接通 / 关断斜坡以及少量的波形（包括多个电源轨的排序及遥测曲线）。这款强大的 GUI 软件可从凌力尔特公司的网站免费下载，并能与其他的凌力尔特转换器和监控器件配合工作，以轻松快捷地开发多电压轨系统。

#### 结论

数字电源的主要优点之一是具备预知电源系统故障并启动保护性措施的潜力，这得益于实时遥测数据的

提供。也许最重要的一点是：具有数字管理功能的 DC/DC 转换器将使得设计人员能够开发出“绿色”电源系统，此类电源系统可满足目标性能、且能够通过重新编排工作流程并将某些任务转移至那些工作量不足的服务器（从而可将其他的服务器关断）来确定何时降低总功耗。由于在负载点、电路板、支架、甚至安装级上的能源使用量极少，因而有助于降低基础设施成本以及产品生命周期中的总拥有成本。

数字电源系统管理的另一个优点是能够减低设计成本和加快产品的上市速度。通过采用一种具直观的 GUI 集成开发环境，可以高效地开发复杂的多轨系统。此类系统还通过利用 GUI（而不是焊接装配）进行调整而简化了在线测试 (ICT) 和电路板调试。

关于数字电源的定义及其优点，如今的情况变得让人迷惑不解。因此，数字电源的潜在用户有必要就其希望实现的目标以及数字电源系统管理的优点是否适合其产品和客户而做好调查。他们必需确定自己所选择的公司拥有高性能的模拟器件、广受欢迎且易于使用的软件包、以及一支受过良好教育、愿意为客户提供所需帮助的技术支持队伍。幸运的是，这样的公司是存在的。

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

# 探讨适配器电源设计 (二)

## 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。

$$N_{\min}^{PFC} = \frac{L_{\min}^{PFC} \cdot I_{L\_pk}^{PFC}}{B_{\max}^{PFC} \cdot A_{e\_rm10}} \cdot 10^6 = \frac{2.86 \times 10^{-4} \cdot 5.23}{0.3 \cdot 98} = 50.8 \Rightarrow 50 [T_s] \quad (4)$$

5. 步骤 -5: 设计 PFC 电感

(4) 计算最小圈数

(5) 计算辅助绕组圈数

$$N_{aux} = \frac{V_{zcd} \cdot 1.2}{V_{o\_max}^{PFC} - \sqrt{2} \cdot V_{in\_max}} \cdot N_{\min}^{PFC} = \frac{2.3 \cdot 1.2}{400 - \sqrt{2} \cdot 264} \times 50 = 5.26 \Rightarrow 5 [T_s] \quad (5)$$

最后完成的 PFC 电感参数如图 4:

(6) 计算输出电容

$V_{o\_min2}$ : 最低保持电压,  $T_{hold}$  输出保持时间;

(7) 选择 MOFET 和整流管

依据 MOFET 的最大电流和电压，故选择飞兆产品 SupreMOS: FCFP-16N60NT, 16A, 600V,  $R_{ds\_on}$ : 0.17  $\Omega$ ,  $I_D=10A$  ( $T_{ac}=100^\circ C$ ), 损耗计算如下:

整流管选择 FDHo8H60S; 损耗计算如下:

$$P_D = \frac{P_o^{PFC}}{V_{o\_min}^{PFC}} \cdot V_f = \frac{166}{240} \times 2.1 = 1.37 [W]$$

6. 步骤 -6: 设计 DC-DC 变压器

(1) 确定初级 MOSFET 和次级二极管最大应力电压

根据 PFC 输出的最大电压 400V 和输出电压 19V, 先选定初级 MOSFET 的额定电压为 650V 和次级整流二极管的电压为 100V, 故由此计算出  $V_{Q\_max}$  和  $V_{D\_max}$ :

本例中 MOSFET 和次级整流管的电压余量选用 0.9, 如果需要大的

$$C_{out\_min}^{PFC} \geq \frac{2 \cdot P_o^{PFC} \cdot t_{hold}}{(V_{o\_min}^{PFC} - V_{o\_min2}^{PFC})^2 \cdot \eta_{\min}^{PFC}} \cdot 10^3 \geq \frac{2 \cdot 145 \cdot 10}{(260 - 100)^2 \cdot 0.94} \cdot 10^3 \geq 120 [\mu F] \quad (6)$$

$$P_Q^{PFC} = P_{on} + P_{off} + P_{discharge} = I_{Q\_rms}^2 \cdot R_{ds\_on} + \frac{1}{6} \cdot V_{o\_min}^{PFC} \cdot t_f \cdot f_{sw\_min} + \frac{4}{3} \cdot C_{oss} \cdot V_{o\_min}^2 \cdot f_{sw\_min} \\ = 1.6^2 \times 0.17 + \frac{1}{6} \times 240 \times 20 \times 10^{-9} \times 40 \cdot 10^3 + \frac{4}{3} \cdot 70 \cdot 10^{-12} \times 240^2 \times 40 \times 10^3 = 1.04 [W] \quad (7)$$

$$V_{Q\_max} = V_{Q\_spec} \cdot K_{Q\_derating} - V_{spike} = 650 \cdot 0.9 - 70 = 515 [V] \\ V_{D\_max} = V_{D\_spec} \cdot K_{D\_derating} = 100 \cdot 0.9 = 90 [V] \quad (1) - 1$$

$$V_{RO} = \frac{D_{on\_max}}{1 - D_{on\_max}} \cdot V_{o\_min}^{PFC} \Rightarrow D_{on\_max} = \frac{V_{RO}}{V_{RO} + V_{o\_min}^{PFC}} \cdot (1 - f_{sw\_min} \cdot T_f) \\ = \frac{115}{115 + 260} \cdot (1 - 55 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6}) = 0.31 \quad (1) - 2$$

$$V_{RO} = V_{Q\_max} - V_{o\_max}^{PFC} = 515 - 400 = 115 [V] \quad (2)$$



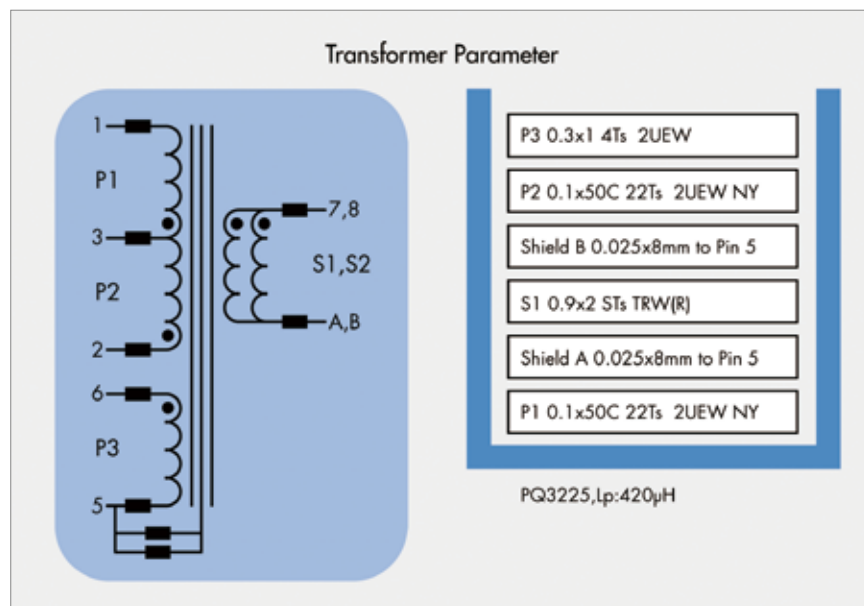


图 5

$$L_p = \frac{(V_{o\_min}^{PFC} \cdot D_{max})^2}{2 \cdot P_{o\_dc} \cdot f_{sw\_min} \cdot K_{RF} \cdot \eta} = \frac{(240 \times 0.31)^2}{2 \times 120 \times 55 \times 10^3 \times 1 \times 0.92} = 455 \times 10^{-6} [H]$$

$$I_{ds\_pk} = \frac{V_{o\_min}^{PFC} \cdot D_{max}}{L_p \cdot f_{sw\_min}} = \frac{240 \times 0.31}{4.55 \times 10^{-4} \cdot 55 \times 10^3} = 2.97 [A]$$

$$I_{ds\_rms} = I_{ds\_pk} \cdot \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{in\_min}}{9 \cdot \pi \cdot V_{o\_min}^{PFC}}} = 3.023 \times \sqrt{\frac{1}{6} - \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot 90}{9 \cdot \pi \cdot 260}} = 0.954 [A]$$

6 (3)

$$AP_{dc} = \frac{2 \cdot L_p \cdot I_{Q\_pk}^{dc} \cdot I_{Q\_rms}^{dc} \cdot K_{RF}}{J_c \cdot K_0 \cdot B_{max}} = \frac{2 \times 4.55 \times 10^{-4} \times 2.97 \times 0.95}{4 \times 10^6 \times 0.3 \times 0.3} = 4.78 \times 10^{-9} [m^4]$$

$$A_e \cdot A_w = 114 \times 10^{-6} \times 161 \times 10^{-6} = 1.835 \times 10^{-8} [m^4]$$

6 (4)

$$N_{p\_min} = \frac{L_p \cdot I_{Q\_pk}^{dc}}{B_{max} \cdot A_{e\_PQ3225}} = \frac{4.55 \times 10^{-4} \times 2.97}{0.3 \times 161 \times 10^{-6}} = 28 [Ts]$$

6 (5)

$$n = \frac{V_{RO}}{V_o + V_f} = \frac{115}{19 + 0.4} = 5.9 \Rightarrow 6$$

$$N_s = \frac{N_{p\_min}}{n} = \frac{28}{6} = 4.66 \Rightarrow 5 [Ts]$$

6 (6)

余量，可以将K设为0.8或其他合适的值。不同的值会影响到MOSFET和次级整流管的最大耐压规格。

(2) 确定反射电压 (VRO) 和最大占空比 (D<sub>on\_max</sub>)

本例是用到了准谐振结构，还需要增加MOSFET的下跌时间 (T<sub>f</sub>) 本例先预定为1μs，使MOSFET的开通电压到最低值，减少开关损耗和EMI干扰。

(3) 计算主电感，初级最大电流，有效值电流：

(4) 计算AP值，确定磁芯

根据计算的AP值选PQ3225：

Ae: 114mm<sup>2</sup>, Aw: 161mm<sup>2</sup>。

(5) 计算变压器原边最小圈数

(6) 计算初次级圈数比和次级线圈数  
根据ns和n，可以重新换算出初级圈数：

$N_p = N_s \cdot n = 5 \times 6 = 30 [Ts] \geq N_{p\_min}$   
最后完成的变压器参数见图5：

(7) 选择原边主晶体管和副边整流管

依据前面计算的MOSFET的最大电流选用飞兆的UniFET系列：

FDPF15N65, Rds\_on=0.44Ω, ID=9.5 (T<sub>ac</sub>=100℃)，

选择次级侧整流管：

考虑到整机效率，本实例选用飞兆同步整流芯片FSR510（见图6），它有集成了同步整流芯片和同步MOSFET（Rds\_on: 9mohm, Vf: 100V），周围原件只有4个，性能也非常不错。

7. 设计线路图

最后，设计出的整个线路图如下图7：

8. 性能测试

(1) 效率和调整率

工作效率如下图8：从图中可以看到，整个电源的平均效率在全电压范围内都有87%以上；

输出电压调整率如图8，输出电压的输入电压和输出电流变化的调整

# 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。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

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



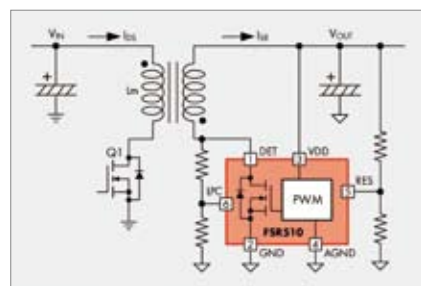


图 6

率可以在 2% 范围内。

(2) 功率因数和谐波

如图 9, PF 值在输入电压范围内都在 0.9 以上, 输入谐波电流 THD 小于 15% 以下, 所以功因数的性能非常不错。

(3) 待机测试

输出空载时的待机功耗测试如图 10, 满足能源之星 3.0 要求: (50>W>250W, Pin<0.5W)。

(4) 电压应力测试

如图 11, 开关管的最大电流和电压都在规格范围内。

设计笔记

实际调试整个电源时, 需要特别注意 FAN6921 几个管脚功能的设置和同步整流信号的开关时序控制:

1. PFC 输出电压设置

PFC 输出电压设置: R23, R27, R39 组成分压电路 (见图 7), 给 Pin3 INV 管脚提供电压信号, 让 PFC 输出维持到第一个电压如 240V, Pin1 Range 是设置 PFC 输出的另一个电压 400V, 原理是输入电压升高时, Pin13 VIN 管脚上的电压也会上升, 当高于 2.1V 时, Range 管脚会被拉低, 这样 R34 和 R39 形成并联, PFC 输出电压也就随之升高了。如果只需要单独 400V 的输出电压, 直接取消 Range 脚上 R34, 另外 R39 需要调整到 R34 和 R39 并联时的数值, 两个电压的计算公式如下:

2. PFC 欠压保护设置

PFC 欠压保护设置 (Brown

$$I_{sd\_pk} = I_{Q\_pk}^{dc} \cdot n = 2.97 \times 6 = 17.82 [A]$$

$$I_{sd\_rms} = I_{Q\_rms}^{dc} \cdot \sqrt{\frac{1-D_{max}}{D_{max}}} = 3.023 \times \sqrt{\frac{0.95-0.31}{0.31}} = 8.55 [A]$$

6 (7)

$$V_{o1} = 2.5 \cdot \left[ \frac{R23+R27}{R39} + 1 \right] = 2.5 \times \left[ \frac{10 \times 10^5 + 10 \times 10^5}{21 \times 10^3} + 1 \right] = 241 [V]$$

$$V_{o2} = 2.5 \cdot \left[ \frac{R23+R27}{R39 \cdot R34} + 1 \right] = 2.5 \times \left[ \frac{10 \times 10^5 + 10 \times 10^5}{21 \times 10^3 \times 31 \times 10^3} + 1 \right] = 400 [V]$$

1. PFC 输出电压设置

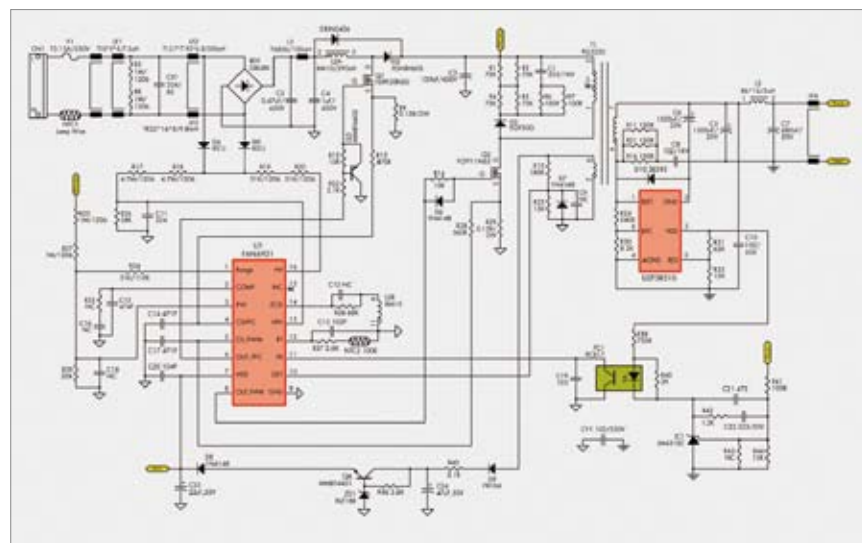


图 7

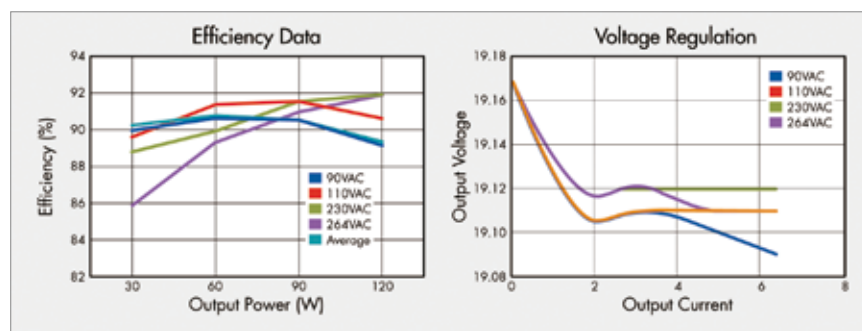


图 8

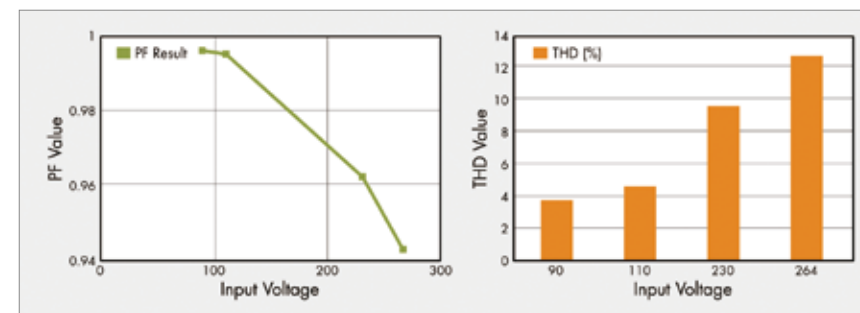


图 9

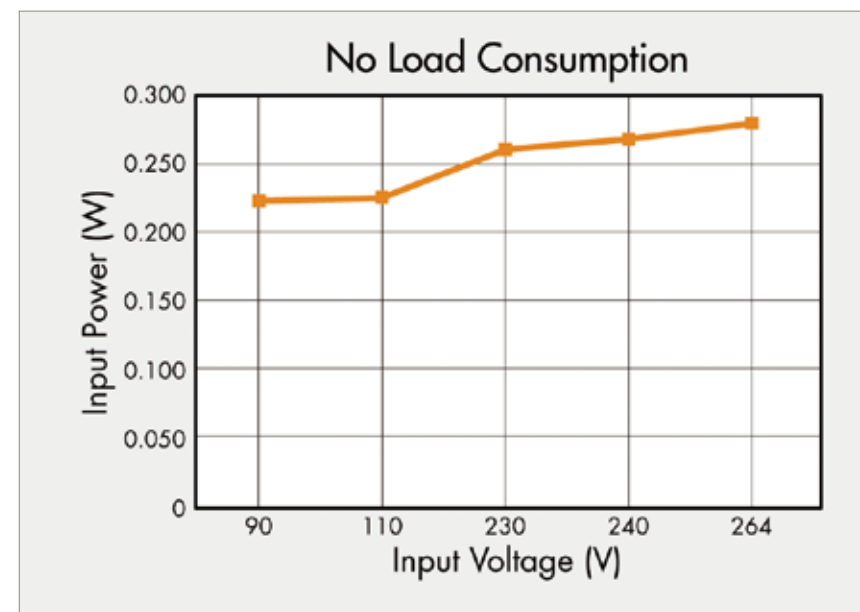


图 10

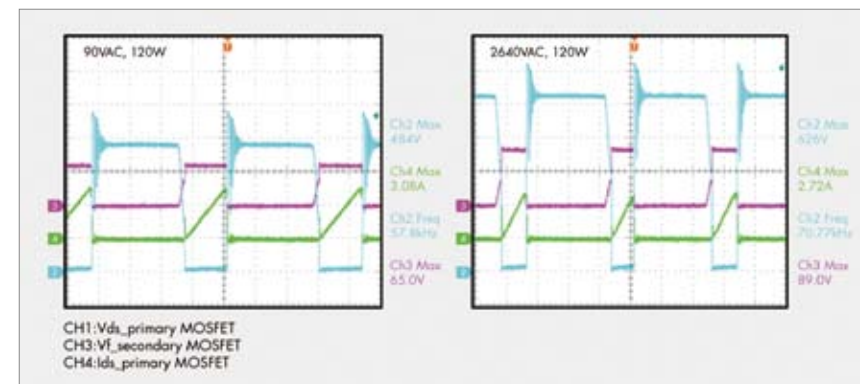


图 11

out): 当输入电压降低时, Pin13 VIN 管脚上的电压也随之降低, 低于 1V 时, 芯片让 VDD 进入打嗝模式, PFC 和 PWM 同时停止工作, 直到 VDD 电压重新建立和 VIN 管脚电压高于 1V, 芯片才重新正常工作; 第一次上电调试时, 可以先把 PWM 的开关管 Q2 取掉, 单独让 PFC 工作正常后, 再装上 Q2 调试 PWM 部分:

3. Pin10 (DET) 功能设置

FAN6961 的 Pin10 DET 管脚有三个功能:

(1). 开关管的谷底检测功能, DET 管脚上电压低于 0.7V 时, 才提供导通的信号, 实现低电压导通功能;

(2). 过压保护功能, DET 管脚高于 2.5V 时, IC 进入锁死保护, 保护后需要关掉电源才能重新启动, 建议 DET 管脚的正常工作电压设置到 2V 左右;

(3). 高低压过功率补偿功能, DET 管脚检测 R15 提供的电流信号 Idet, 输入电压越高, 电流 Idet 就越大, 过功率保护点的限制电压就越低。所以, 调整 DET 管脚的上偏电阻 R15 的数值, 可以让 PWM 芯片在 240V 和 400V 输入时, 过功率保护点保持相同数值。

4. 过温保护设置

Pin12 RT 管脚有两种保护功能:

(1) 使用热敏电阻时, 当管脚电压低于 0.8V 时, 持续 10ms 后, 芯片才进入锁死保护; 使用外部元件保护时, 如用光耦控制此脚;

(2) 使用外部元件保护时, 如用光耦控制此脚, 当管脚电压低于 0.5V 时, 100us 后马上进入锁死保护。

5. 同步整流

DC-DC 调试时, 可以先用一个肖特基二极管替代同步整流芯片, 避免由不合理的参数设置而损坏 DC-DC 芯片和开关管, DC-DC 调试好后, 再调试同步整流。如图 12, 调试时先断开同步芯片的 Pin1 DET 管脚, 外接一个



5V 直流电压，此目的是预先检测同步芯片是否正常工作，再依照 DET 脚上的波形与初级开关管（MOSFET）的波形，调整 R1、R2、R3、R4 的数值，确保同步 MOSFET 和初级 MOSFET 同时导通，但关断要比初级 MOSFET 提前 2us 左右，详细应用可以参考飞兆公司提供的参考资料 AN-6085。

### 6. 圈数比设置

最后讨论一下反激式 DC-DC 变

压器的初次级匝数比 n，n 值的改变对整个设计的变化如下：

计算  $U_{RO}$  时也可看出，n 变大，反射电压  $U_{RO}$  会上升，原边 MOSFET 的最大电压  $V_{ds\_max}$  也会升高，但副边整流管的最大电压  $V_{sd\_max}$  会下降，所以 n 值要在原边 MOSFET 和副边整流管的最大电压间做一个合适的选择。像前面计算时，先确定了原副边元件的电压规格，再定匝数比 n，根据计

算出的电流数值，来选择合适的原边 MOSFET 和副边整流管电流规格。

图 13 比较了几种 MOSFET 在性能和成本间的差异（数据取自飞兆网站，仅供参考）。可以看出 13A/600V 和 16A/600V 的价格和性能都非常接近，而 13A/800V 相比 12A/600V，不仅价格要高，而且在  $R_{ds\_on}$  性能上，反而要差，所以最好是先定好主要开关管的电压规格，再选其电流规格，尽量不要选用高的电压规格；当然，副边整流管电压规格与电源的输出电压有一定关系，当输出电压很高时，副边整流管的电压规格就要选高一些。

### 总结

经过上面的介绍，电源从设计前的材料选型到模型组装和测试，再经过老化和安规实验室的验证后，设计就全部完成了。当然，考虑到不同的使用环境，还要对电源做更多的环境实验和性能验证，以确保所提供的电源产品更加可靠和安全。

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

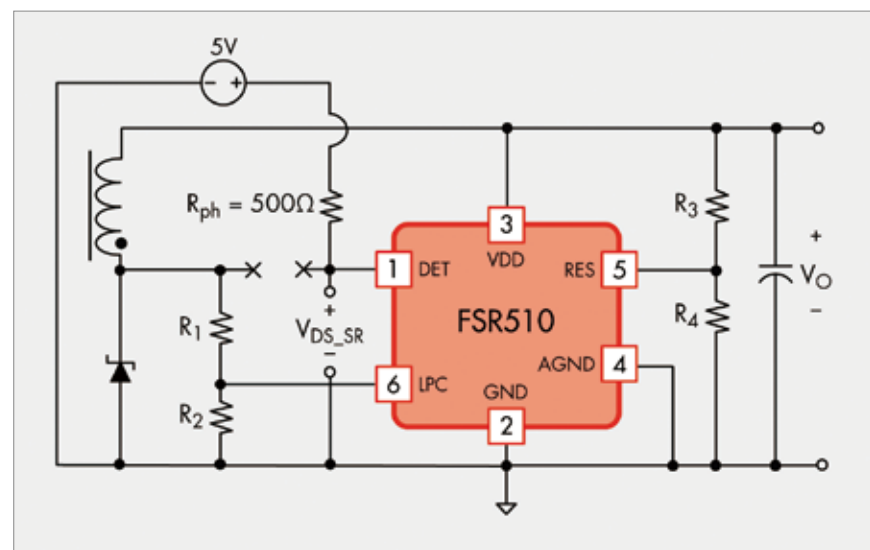


图 12

$$n \uparrow \Rightarrow U_{RO} \uparrow \Rightarrow V_{ds\_max} \uparrow \Rightarrow V_{sd\_max} \downarrow \Rightarrow D_{on\_max} \uparrow \Rightarrow L \uparrow \Rightarrow I_{ds\_max} \downarrow \Rightarrow I_{sd\_max} \downarrow$$

### 6. 圈数比设置



图 13

# 电量计在手持设备中的实现

## 给用户以更好的使用体验

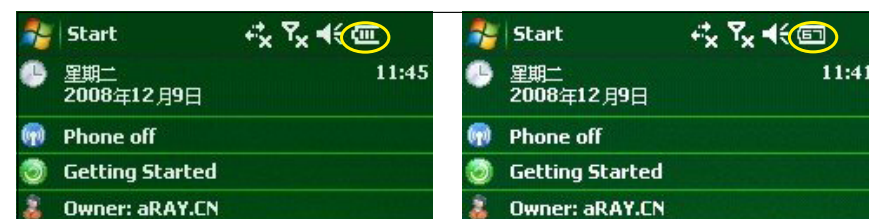
作者：闫子波，意法半导体

本文结合锂电池充放电特性，详细介绍和比较了三种锂电池电量的计算方法：电压估算法、模型查表法和电流检测法，分析了系统侧电量计量和电池侧计量的优缺点。实验证明，电流检测法具有更高的精度和稳定性，并且能消除由于电池老化带来的测量误差，更适合应用在电池组中或手持设备的主电路板中。

**锂** 电池具有高存储能量、寿命长、重量轻和无记忆效应等优点，已经在现行便携式设备中得到了广泛的使用，尤其是在手机、多媒体播放器、GPS终端等消费类电子设备中。这些设备不但单纯地只是支持单一的通讯功能，还支持流媒体播放和高速的无线发送和接收等等功能。随着越来越多功能的加入且要获得更长单次充电的使用时间，便携式设备中锂电池的容量也不断地增大，以智能手机为例，主流的电池容量已经 800mAH 增长到现在 1500mAH，并且还有继续增长的趋势。

随着大容量电池的使用，如果设备能够精确地了解电池的电量，不仅能够很好地保护了电池，防止其过放电，同时也能够让用户精确地知道剩余电量来估算所能使用的时间，及时地保存重要数据。因此，在 PMP 和 GPS 中，电量计不断加入到设备中，并且电量计也在智能手机中得到了应用，尤其是在一些 Windows Mobile 操作系统的智能手机中，如图 1 所示，电池电量的显示已由原来的柱状图变为了数字显示。

本文介绍和比较三种不同电



(a) 柱状图电量显示

(b) 数字精确电量显示

图 1: Windows Mobile 手机中电量计量

量计的实现方法，并且以意法半导体的 STC3100 电池监控 IC 为例，在其 Demo 实现了 1% 精度的电池精度计量。

### 电量计的实现方法和分类

据统计，现行设备中有三种电量计，分别是：

直接电池电压监控方法，也就是说，电池电量的估计是通过简单地监控电池的电压得来的，尽管该方法精度较低和缺乏对电池的有效保护，但其简单易行，所以在现行的设备中得到最广泛的应用。然而锂电池本身特有的放电特性，如图 2 所示。不难从中发现，电池的电量与其电压不是一个线性的关系，这种非线性导致电压直接检测方法的不准确性，电量测量精度超过 20%。电池电量只能用分段

式显示，如图 1.a 所示，无法用数字显示精确的电池电量。手机用户经常发现，在手机显示还有两格电的时候，电池的电量下降得非常快，也就是因为这时候电池已经进入 Phase3。

电池建模方法，根据锂电池的放电曲线，建立一个数据表，每测量一个电压值，根据该电压去表中查出所对应的电量。该方法有效地提高电量的测量精度，可以达到 5%，且简单易用，无需做电池的初次预估，但是该数据表的建立是一个复杂的过程，尤其是考虑到电池的温度、自放电、老化等因素的影响，并且对不同容量或类型的电池的兼容性也是一个问题。该表需要结合温度和电池寿命等因素进行修正，才能得到较高的测量精度。

库仑计，如图 3 所示，在电池



的正极或者负极串入一个电流检测电阻，一旦有电流流入或者流出电池时，就会在电阻的两端产生电压  $V_{sense}$ ，通过检测  $V_{sense}$  就可以计算出流过电池的电流。该电流与时间做积分就是变化的电量，因此其可以精确跟踪电池的电量变化，精度可达 1%。尽管库仑计存在电池初次预估的问题，且电流电阻的精度直接影响了电量的精度。但是配合电池电压和温度的监控，一些软件算法可以较好地减小锂初次电量预估、电池老化、电流检测电阻精度等等因素对测量结果的影响。该方法在现行的设备和电池组中得到最为广泛的应用，下文以意法半导体带库仑计的电池监控芯片 STC3100 为例，详细介绍该方法实现高精度的电量计量。

电量计按其位置来分，可以分为两种：电池侧电量计和系统侧电量计。电池侧电量计解释电量计量芯片直接设计在电池组中，电量计芯片永远检测一个电池，能够实时检测电池的充放电、自放电和自身老化等等，即使电池未被使用时，这些电池参数在实时地检测。该种电量比较精确，但是成本较高，电池接口复杂，系统对电池的兼容性较差。

而系统侧电量计是指电量计设计在系统侧而不是在电池组里，这样可以避免电池组的重新设计，减小的电池的管脚，系统可以兼容更多的电池。并且便携式设备要求电池体积越来越小，而容量越来越大，在系统侧实现电量计比在电池中实现更为简单便捷。但是，系统侧的电量计需要更为复杂的软件算法，解决电池的初次预估的问题、兼容不同特性电池的问题等等。

### STC3100 介绍和设计注意事项

STC3100 是意法半导体带库仑计的电池监控芯片，它能够监控电池的电压、温度、和电流，集成一个可编

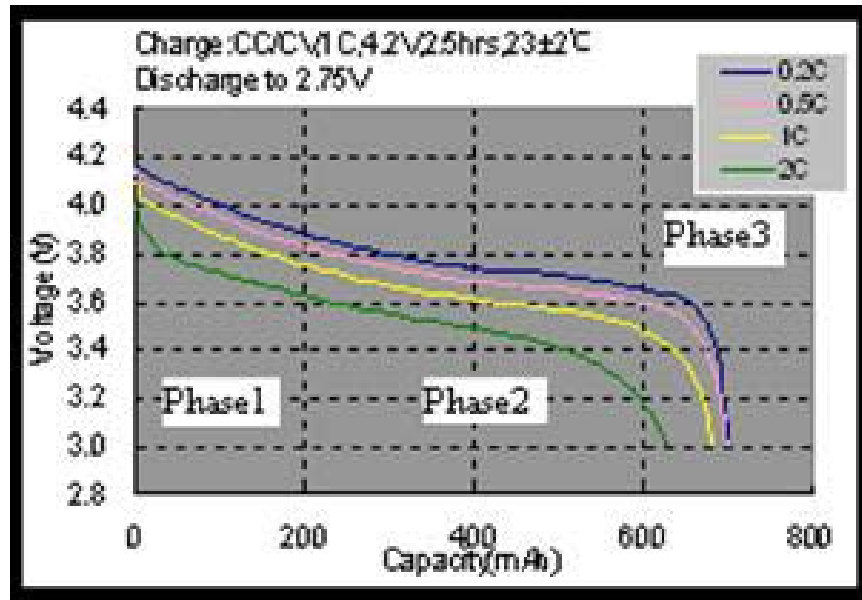


图 2: 锂电池放电曲线

程的 12 ~ 14 位的 ADC，硬件积分器用于库仑计功能的计算，所测电流最大可达 2.5A，积分器可以用 7000mAh 的电池，分辨率可达 0.2mAh。其内部框图如图 4 所示。

STC3100 带有一个 I2C 接口与处理器端进行通讯，并且集成了 32bytes 的 RAM，用于存储电池的电量或其他特性信息。GPIO 管脚可以用来作为电池低压报警使用，其应用框图如图 5 所示。

STC3100 中的库仑计需要一个 32.768kHz 的时钟，用于作为计算电量的时基，其精度直接影响电量的计

算精度。STC3100 支持内部和外部的时钟，外部时钟优先的原则，并且能够自动检测是否存在外部时钟源，也可以通过设置寄存器设置成强制使用外部时钟源。如图 6 所示，如果用内部时钟，一个 200kohm 0.1% 的电阻连接与 Rosc 管脚和地之间，内部时钟精度在其供电电压和工作温度范围内为 2.5%。为得到更高的精度，只能采用外部输入高精度时钟源的方式。

电流采样电阻  $R_{cg}$  是用采集流入或流出电池的电流，由于 ADC 采样的限制，该电阻的压降不能超过

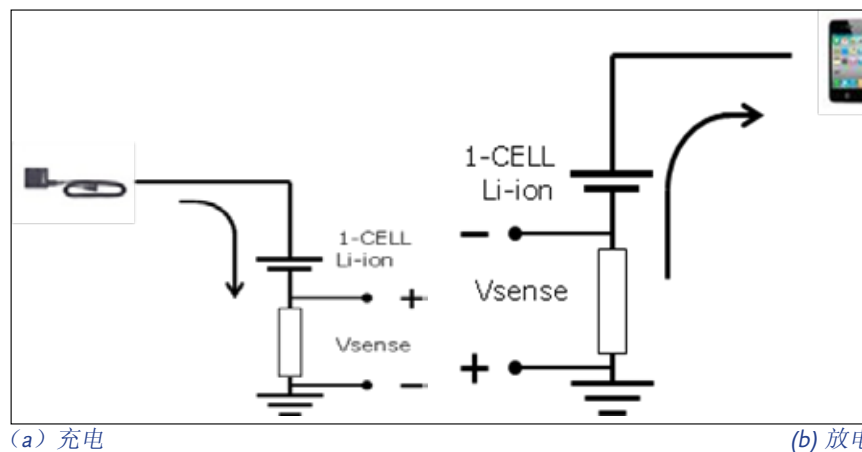


图 3: 电池充放电示意

+/-80mV，所以，该阻值由应用中最大的峰值电流决定，如式一。如果峰值电流为 2A，那么该阻值可以选择 33mohm。

$$R_{cg} (\text{Ohm}) \leq 0.08A \quad (1)$$

电流电阻上的电压经 ADC 采样后放置于 REG\_CURRET (06H 和 07H) 寄存器中，而 ADC 的 LSB 是 11.7uV，这样就可以按式二计算实际流过的电流值：

$$I(\text{mA}) = \text{REG\_CURRET} \times 11.7 \quad (2)$$

同时，STC3100 会把  $R_{cg}$  两端的电压值与采样周期相乘后放入 28 位的累加器中，其中的高 16 位会放入 REG\_CHARGE (02h 和 03h) 寄存器中，其实际的电量可以按式三计算。

$$\text{Charge (mA.h)} = 6.70 \times \text{REG\_CHARGE} / R_{cg} \quad (3)$$

STC3100 自身的供电管脚 Vcc 和电池电压检测管脚 Vin 是分开的，如图 7 所示，这样很容易可以在电压检测管脚加入  $R_2$  (1kohm) 和  $C_2$  (47nF~220nF) 组成的 ESD 保护和滤波电路，而电阻  $R_1$  (150ohm) 和齐纳二极管  $D_1$  (5.6V) 组成对 Vcc 的 ESD 保护电路，从而不会影响对电池电压的检测精度。电池电压和温度经 ADC 采样后分别放于 REG\_VOLTAGE 和 REG\_TEMPERATURE 寄存器中，按照式三和式四可以分别计算出电池的实际电压和温度值。

$$V_{bat}(\text{mV}) = \text{REG\_VOLTAGE} \times 2.44 \quad (4)$$

$$V_{tem}(1) = \text{REG\_TEMPERATURE} \times 0.125 \quad (5)$$

STC3100 的 GND 管脚要用一个 PCB 走线连接与电阻的地端，确保所

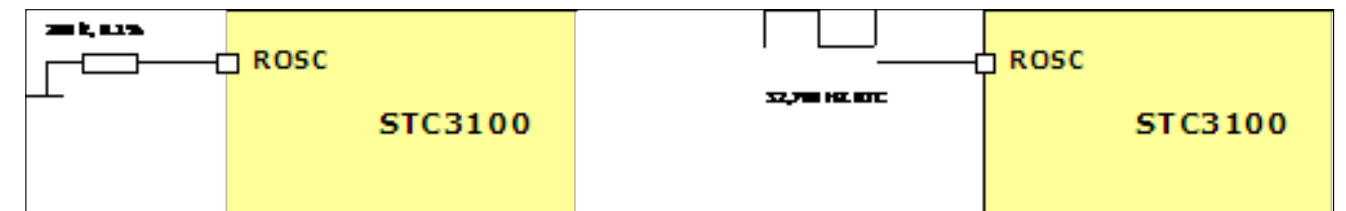


图 6: STC3100 的两种时钟源

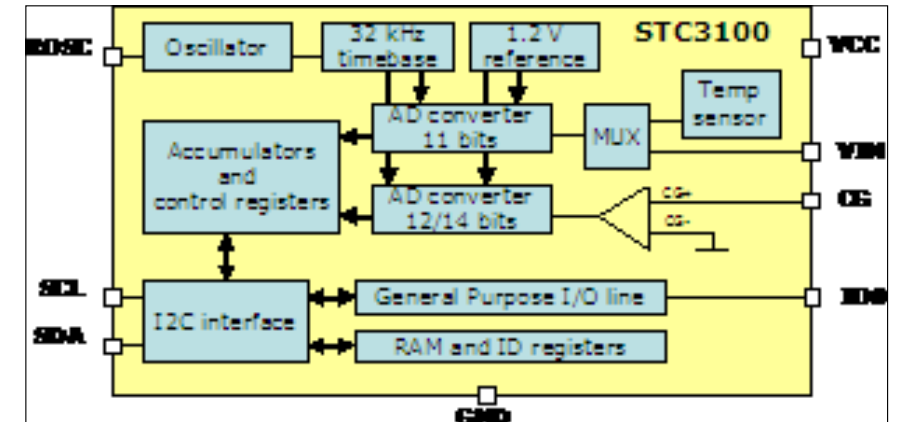


图 4: STC3100 内部框图

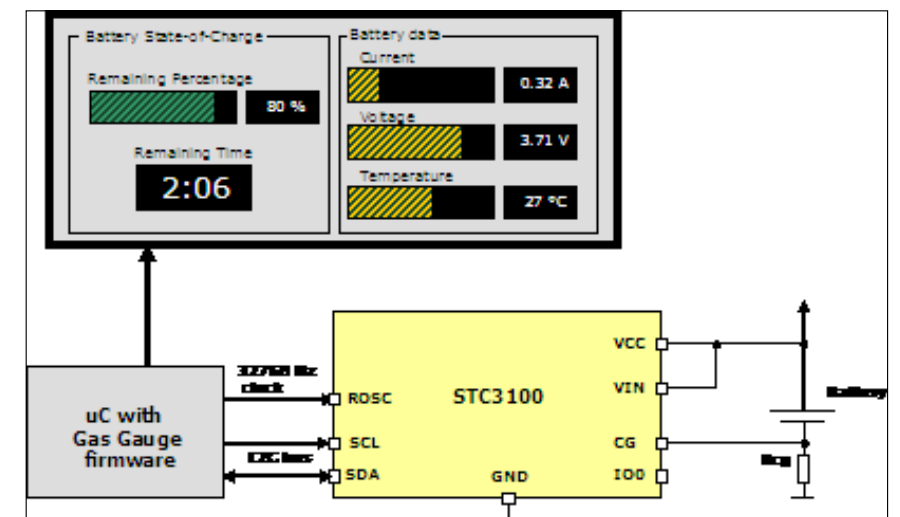


图 5: STC3100 电量计量框图

有的电流都是流过该电阻的，避免产生电流的检测误差。

### 软件设计与验证

STC3100 寄存器中可以直接读出电量的变化值、电池电压、电流、温度等数据，系统处理器需要在上电时，配置 STC3100 的寄存器，启动其电量

计数功能，如果是第一次上电，需要通过检测的电池电压进行电池容量的初次预估。完成初次预估后就可以进行实时的电池电量的实时计算，软件的流程如图 8 所示。

电池的容量会随温度、充放电次数和使用时间的长短变化而变化，因此，为得到精确的电池电量，仅仅获得



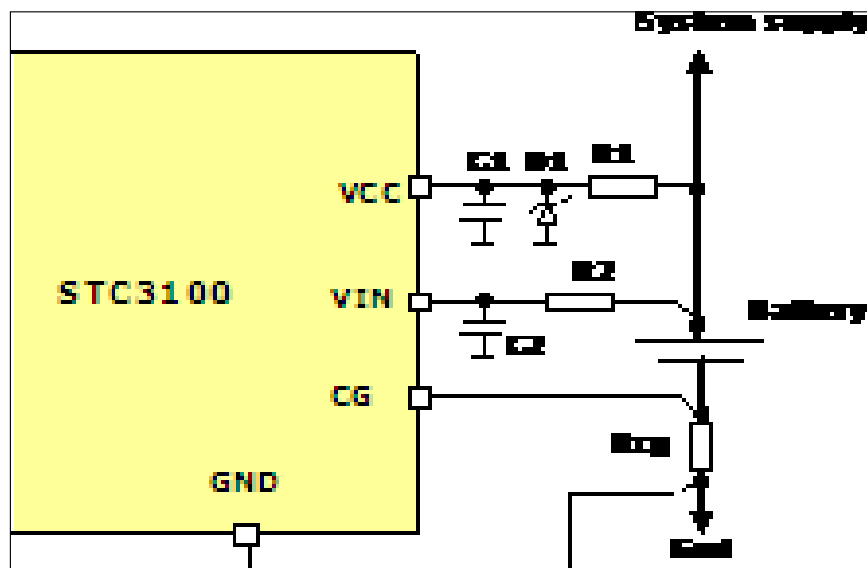


图 7: STC3100 的电源管脚和电池电压监控管脚

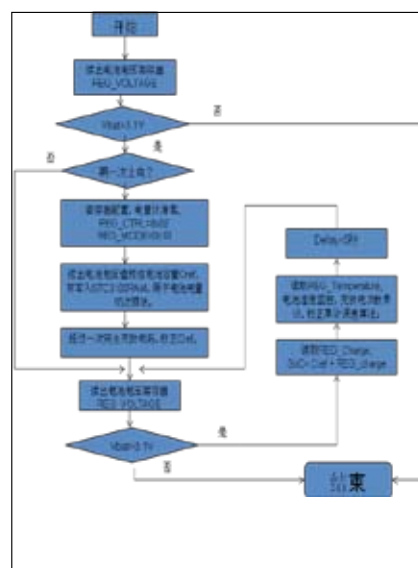


图 8: 软件流程框图

电池电压、电流是不够的，还要考虑温度、电池老化、电流检测电阻精度等因素造成的累计误差，因此，建议在使用中定期一次电池的完全的充放电过程，进行消除累计误差，不断保持电量的精度。上述软件在 STC3100 的 demo 板 (STEVAL-ISB0011V1) 进行了验证，如图 9 所示。该 Demo 板使用 STM32 进行软件处理，其上电池的充电芯片是具有 800mA 充电能力的 STC4054，16\*2 矩阵的液晶 LCD 可是实时显示电池的容量、电压、电流和温度等参数，同时支持通过 USB 接口和 PC 通讯的功能，能够把电池的信息上传给上位机。

大的设备，这样可以给用户以更好的使用体验。意法半导体的 STC3100 是用于在系统侧的电池电量监控芯片，可以精确地监控电池电压、电流、温度，并且实时输出电池电量，减轻了系统的工作量，并且它本身具有较小的功

耗，比较适合便携式设备的应用。  
[www.stmicroelectronics.com.cn](http://www.stmicroelectronics.com.cn)

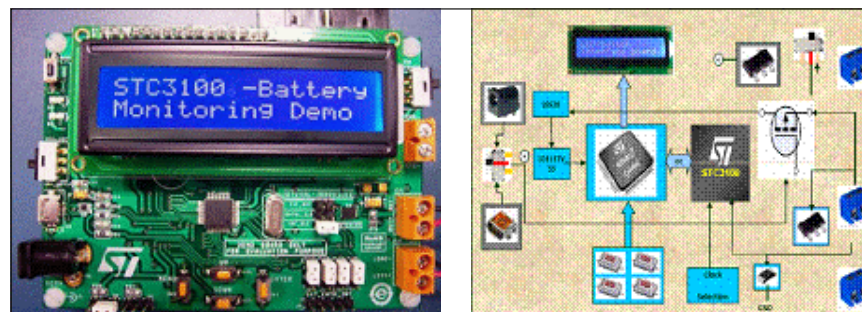


图 9: STC3100 Demo 板

该实验采用 1800mAh 的电池，型号是 ( )，实时监控数据如图 10 所示，其中包括了电池电压、温度、电流、剩余电量、电池容量和 STC3100 芯片的 ID 号。并且我们分别对 STC3100 施加外部和内部的 32K 时钟，测试结果证明，采用外部时钟测量结果更为准确。

### 结论

现在便携式设备集成越来越多的功能，精确的电量计可以用于提示用户剩余的使用时间，甚至可以在电池低电量时，可以提示用户关闭耗电较

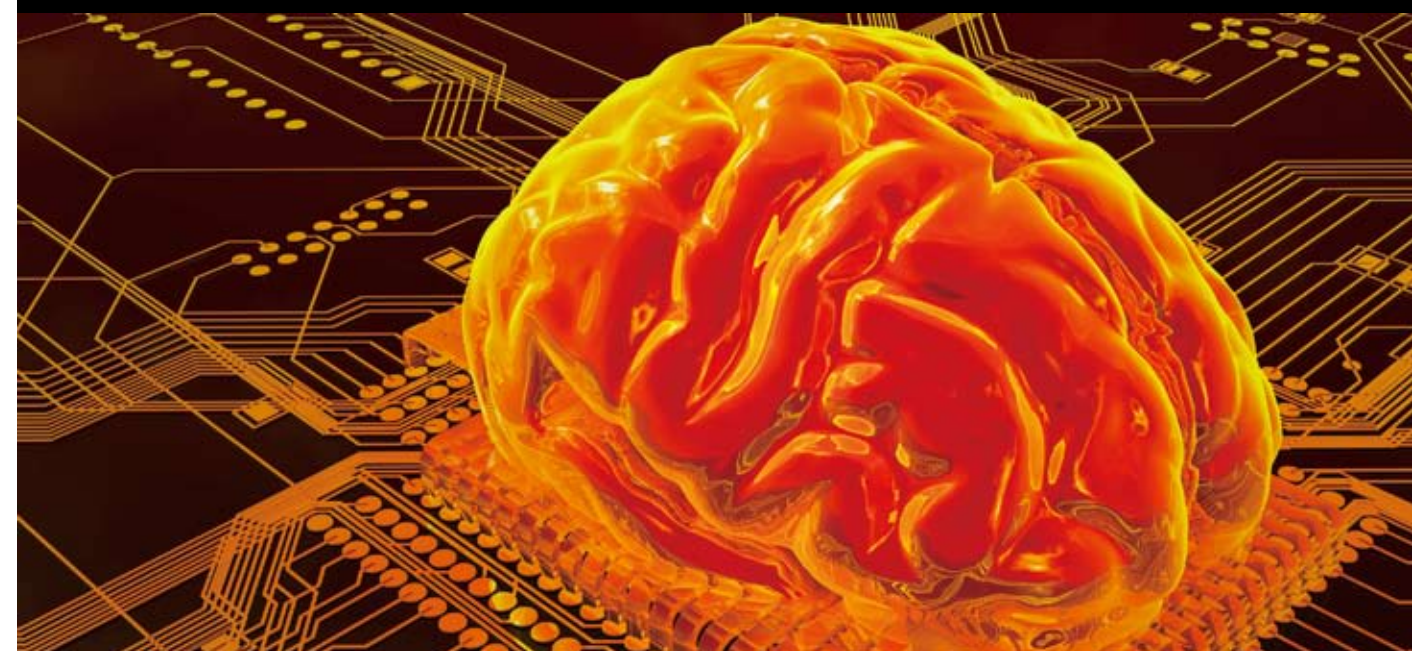
STMICROELECTRONICS	
----- (STEVAL-ISB0011V1) STC3100 BATTERY MONITORING DEMO -----	
VOLTAGE (V)	: 3.9430
TEMPERATURE (C)	: 25.875
CURRENT (mA)	: -56.496
CURRENT CAPACITY (mAh)	: 1361.8
ACTUAL CAPACITY (mAh)	: 1817.9
CURRENT CAPACITY (%)	: 74.952
DEVICE ID (HEX)	: 0110F048A0000004

图 10: 电池监控数据

## 特别报道: 数字电源

# PSD

功率系统设计: 推动全球创新



内容包括:

嵌入式电源管理新方法.....

34

混合信号功率管理.....

38

板上DC-DC电源的自动控制.....

42



# 嵌入式电源管理新方法：

## 实现超低功耗

作者：Jason Tollefson, 高级单片机架构部产品营销经理, Microchip Technology

在基于 MCU 的应用中，将深度休眠模式与新型的低电流监控电路相结合，已成为一种显著延长电池寿命的可行方法。通过精心设计唤醒电路和关闭 MCU 费电部分的电源，供应商已克服了由于工艺尺寸缩小而产生的高泄漏电流，实现比以前低 80% 的电流。

随着越来越多的电子设备采用电池供电，节约电池电能变得极为重要。近来，单片机 (MCU) 制造商采用了一些新的节能方法，通过实现各种电子“开关”来控制功耗。通过关闭芯片一些部件的电源，可以显著地节约电能。此外，电压监控电路

也有了改进，可在消耗极少电池电能的情况下连续工作。本文将探讨这些新兴技术，并提供一些关于何时和如何使用它们的见解。

### 仅仅休眠并不够

在基于单片机的应用中，降低功

耗的传统做法是将 MCU 置为休眠模式。这种方法多年来一直行之有效；但是，现在有几种趋势相互汇集，让这种解决方案显现不足。

近年来，随着采用工艺上更先进（因而泄漏电流更大）的节点，MCU 中的复杂性大大增加。与此同时，市场也开始青睐于可连续工作 10-20 年的电池供电应用，例如，公用仪表、烟雾探测器，以及与绿色环保运动相关的产品；有一点变得非常明显，就是传统的休眠模式经常显现不足。现在需要的是超低功耗。

### 应对趋势

近来，制造商在他们的单片机中新增了一些节能模式，用以抵消复杂性日益上升和工艺尺寸更小所产生的不利影响。这些模式称为 LPM5、待机、STOP2 或深度休眠。为了便于讨论，在此将它们统称为“深度休眠”。在最顶层，实现深度休眠的方法都一样。其基本原理是使用嵌入式软件控制的开关来关闭一些重要区域的电源。通过将芯片一些区域中的晶体管关断，可以消除晶体管泄漏电流，并显著地延长电池的寿命。图 2 说明了



图 1: PIC24F16KA XLP 系列是采用深度休眠技术 MCU 的一个示例

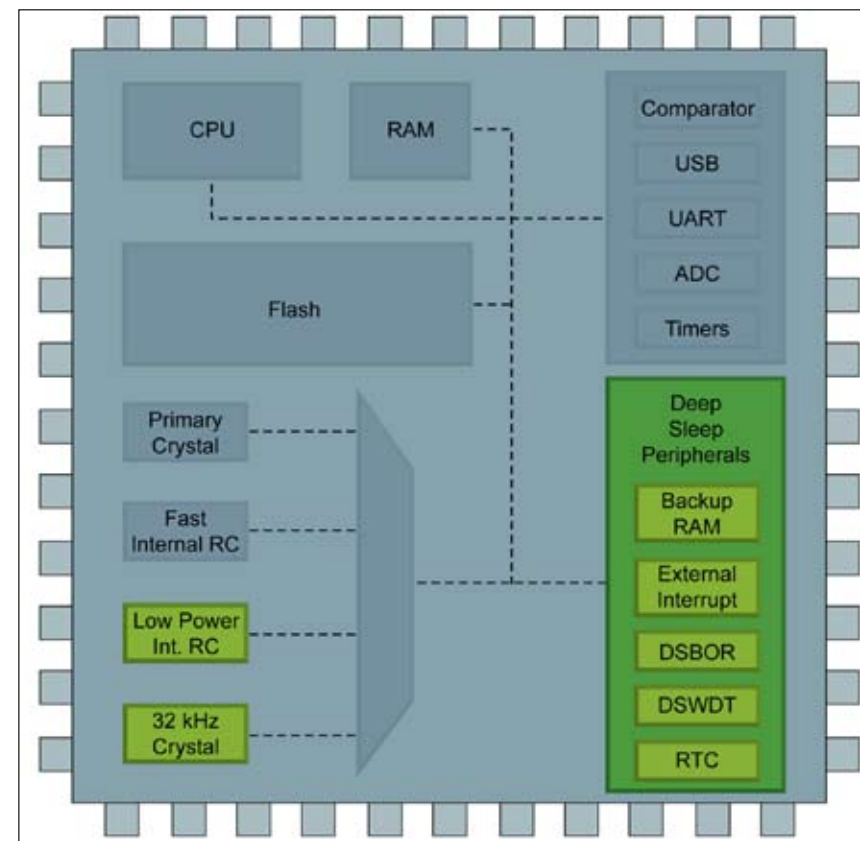


图 2: 深度休眠模式下使能的电路（绿色部分开启）

在处于深度休眠模式时通常使能哪些电路——以灰色显示的所有电路均断电。深度休眠产生的改善程度会因不同制造商而异，但通常可以降低 80% 的休眠电流。实际上，在处于深度休眠模式时，一些 MCU 现在可以实现低至 20nA 的电流。通过将低电流与低自放电速率电池相结合，深度休眠可以将应用的寿命延长数年。

### 深度休眠与休眠的利弊权衡

虽然深度休眠可显著降低电流消耗，但通常伴随着这样的问题，即深度休眠模式的启动时间较长。从标准休眠模式唤醒需要 1-10μs，而从深度休眠模式唤醒可能会需要 300μs-3ms，具体取决于制造商。唤醒时间延长是因为上电序列需要这段时间才能正常终止，并且片上稳压器需要时间稳定。由于关断了芯片一些部件的电源，所

以退出深度休眠模式时的行为非常类似于上电复位。

大多数实现深度休眠的方式都会关闭 RAM、外设寄存器和 I/O 的电源，因此从深度休眠恢复时不仅需要上电延时，还会有一些额外的时间。这一点截然不同于标准休眠模式；对于标准休眠模式，代码将正好从先前停止位置开始执行。对于深度休眠模式，则必须从非易失性存储器源（例如闪存或 EEPROM）中恢复程序现场信息。一些制造商甚至提供了很小的“备份”RAM 区域，这些区域在深度休眠模式下不会掉电。由于该恢复步骤需要执行一些代码，所以使用深度休眠模式需要额外的功耗。

因此，使用深度休眠需要权衡的因素就是它的唤醒时间较长，并且需要一些电流来恢复代码停止执行前的状态。

但好消息是，虽然需要权衡利弊，还是有许多应用可以受益于深度休眠模式。通过一个简单的计算（见公式 1），可以了解何时使用深度休眠和何时不使用深度休眠。

### 公式 1:

$$T_{be} = ((T_{init} \cdot I_{por} \cdot I_{por}) / (I_{pds} - I_{pdd}))$$

$T_{be}$  = 休眠模式电量等于深度休眠模式电量的损益平衡时间  
 $T_{init}$  = 恢复完全供电工作的初始化时间  
 $I_{dd}$  = 运行模式期间消耗的电流  
 $T_{por}$  = 上电复位需要的时间  
 $I_{por}$  = 上电复位电流（包括稳压器稳定电容电流，如果有）  
 $I_{pds}$  = 休眠模式下的静态电流  
 $I_{pdd}$  = 深度休眠模式下的静态电流

(Microchip 提供: 应用笔记 AN1267)

该公式对休眠和深度休眠模式下的电量进行建模。损益平衡时间 ( $T_{be}$ ) 是每种模式电量相等的时间点。超出  $T_{be}$  时，深度休眠将可以提供最大的益处。下面的示例 1 说明了该技术。

### 示例 1:

假设有一个具有以下深度休眠模式特性的 MCU:

初始化执行时间	=	
$T_{init}$	=	200μs
执行期间的电流	=	
$I_{dd}$	=	400μA
上电复位时间	=	
$T_{por}$	=	600μs
POR 时的电流	=	
$I_{por}$	=	30mA*
休眠模式下的电流	=	
$I_{pds}$	=	3.5μA
深度休眠模式下的电流	=	



$I_{pdds} = 28nA$   
 $I_{30mA}$  包括稳压器稳定电容的电流

$$T_{be} = T_{pd} = \left( (T_{init} \cdot I_{dd}) + (T_{por} \cdot I_{por}) \right) / (I_{pds} - I_{pdds}) \\ = \left( (200\mu s \cdot 400\mu A) + (600\mu s \cdot 30mA) \right) / (3.5\mu A - 28nA) = 5.2 \text{ 秒}$$

所以在  $T_{be}$  等于 5.2 秒时，处于深度休眠模式的时间长于 5.2 秒的应用将可以获益。

### 从深度休眠唤醒

我们已经了解了深度休眠如何将功耗降至极低水平（低至 20nA）而延长电池寿命。但现在的问题是，“如果关断了芯片大部分区域的电源，将如何进行唤醒？”

对于传统的休眠模式，可以使用各种方式来进行唤醒。它们包括中断、定时器、通信接收、ADC 转换结束和电源电压变化等。这些唤醒源都非常有用。幸运的是，MCU 制造商也在深度休眠模式中提供了这其中的许多唤醒功能。

深度休眠模式下可用的唤醒源包括：中断、复位引脚、上电复位、实时时钟闹钟、看门狗定时器和欠压检测。您可能会注意到，其中缺少了通过通信接收唤醒和 ADC 转换结束唤醒的方式。由于不会为器件的这些部分供电，所以深度休眠模式下不支持这些唤醒功能。可采用的唤醒源很多，不同制造商实现的唤醒源可能不同，因此有一点很重要，就是检查具体器件系列中包含了哪些功能。

例如，一些供应商只支持通过将 RESET 引脚置为有效来退出深度休眠。这非常适合于具有一个“开启”按钮，无需消耗额外电流的应用。通过按下按钮，应用可以从深度休眠唤醒、恢复状态，并准备好运行。这是诸如温度计和手持设备之类应用的理想选择。这种唤醒方式的另一种用途是延长电池供电产品的保存期，方法是在

运送时让产品处于深度休眠状态。

对于更完整的系统实现，一些供应商还增加了实时时钟和日历功能，从而提供更多的灵活性。所增加的这些功能可以让应用实现自治，并且只会增加低至 500nA 的深度休眠电流。无需等待按钮按下，时钟的闹钟功能就可以唤醒设备。对于诸如烟雾探测器（必须每分钟唤醒 2-3 次来对空气质量进行采样）或电池供电的传感器（每天仅唤醒数次来发送数据）之类的应用，这非常重要。

通过使用深度休眠唤醒功能满足应用的需求，可以显著地延长电池寿命。

### 应用安全性

使用深度休眠的目的是延长电池供电应用的寿命。通过使用具有深度休眠模式的新型 MCU，可以实现这一目标。但是，随着电池电量的消耗，在接近电池使用寿命终点时，工作失常的风险将会增加。

解决这个问题传统的做法是使用监控电路，例如使用欠压复位（Brown-out Reset, BOR）电路和看门狗定时器（Watchdog Timer, WDT）。欠压电路可以检测电池输出是否对于安全工作太低，并强制应用处于安全状态。看门狗定时器可以提供类似的保护功能来防止代码错误执行，即防止 MCU 尝试在不安全的电压 / 频率区域执行。这些电路的主要缺点是它们需要消耗高达 5-50μA 的电流。因此，这些传统解决方案不再适用于新型深度休眠模式。

近来，市场上出现了具有一系列新型的低电流 BOR 和 WDT 电路的 MCU，这些电路专门针对深度休眠模式而设计。

有时它们称为深度休眠 BOR（Deep Sleep BOR, DSBOR）或零功耗 BOR，这些欠压电路的精度较低，但优点是消耗的电流极低——最低可至 45nA。这种能力不仅对于电池寿命结束时的保护非常重要，而且对于由

于电池盒弯曲（电池供电系统的一个常见问题）而发生瞬间断电的情况也非常重要。低电流 BOR 的实现会因供应商而异，因为一些器件会关闭它，而一些器件则是永久开启它。并不是具有深度休眠功能 MCU 的所有制造商都提供 BOR；因此再次重申，请仔细检查 MCU 是否满足您应用的需求，这一点非常重要。

类似于 BOR，具有深度休眠功能 MCU 中的看门狗定时器电流也有所减少。尽管 WDT 电路的耗流仅为 400nA，却只有少数供应商提供 WDT 唤醒深度休眠的功能。

得益于这些发展，在处于深度休眠时，现在可以保持为这两种监控电路同时供电，因为它们相加的电流消耗最低可至 445nA——比上一代 MCU 低 99%。现在，根据上面的公式 1，采用两种监控电路时的损益平衡时间（ $T_{be}$ ）仅为 5.9 秒。因此，对于休眠时间超过 6 秒的众多应用，这些新型监控电路的低电流消耗有助于实现更安全的应用。

在基于 MCU 的应用中，将深度休眠模式与新型的低电流监控电路相结合，已成为一种显著延长电池寿命的可行方法。通过精心设计唤醒电路和关闭 MCU 耗电部分的电源，供应商已克服了由于工艺尺寸缩小而产生的高泄漏电流，实现比以前低 80% 的电流。只需简单地了解功耗损益平衡点，就可以成功地将深度休眠应用于一系列要求超低功耗的应用。这对于要研发下一代便携式装置的无数设计人员来说是一个天大的好消息，因为这意味着电池供电产品可以减少浪费，实现更强的安全性和更多的功能。

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

# 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



# 混合信号功率管理

## 提供出色的功率管理解决方案

作者：Mike Brogley，市场推广经理，Microsemi 公司

### 混合信号FPGA图形化设计配置方法连接模拟与数字电路

#### 功率管理目前存在的挑战

器件如果能够实现低功耗、低冷却要求、高效功率管理和系统监控，就有助于提高总体系统效率。随着全球日益关注能源短缺与自然资源的高效使用问题，小尺寸高能效的产品自然具有真正的竞争优势。系统设计人员在考虑最佳工具、实践和方法的选择时，需要解决数字与模拟，以及软件与电路之间的划分，而这成为了系统级功率管理所面临的挑战。美高森美公司（Microsemi）开发的一种创新性方法可以解决这些问题，消除障碍，实现跨越软硬件、模拟和数字领域的用户可配置混合信号功率管理技术，而且全部无需对FPGA电路进行重新编程，就可以改变各种功能。

上电顺序的管理、板上功率调节器的监控和微调、部分或全部系统断电的有条件调用，以及断电顺序管理，常常是利用分立式器件组合来实现的功能。但标准器件因其通道数目固定、电压范围有限、数字输入/输出(I/O)能力有限，所以极少能够完全满足不同的特定要求。可是设计人员又往往不愿意考虑采用定制功率管理解决方案，因为这样的解决方案会延长设计时间，增加设计成本，并且必须经过系统化验证。这种风险规避必然导致设计折衷，比如降低功能组合性能以匹配可用器件的能力，或者是选择超

出设计要求的部件，即使这将给性能、板上占位面积和价格带来不良影响。而随着集成了业界标准嵌入式微控制器的混合信号 FPGA 器件的问世，上述问题已大为缓解，不过，又有新的挑战随之产生。

#### 各领域设计人员的不同需求

在评估这些挑战和设计解决方案时，对设计人员的实际需求进行分析是十分重要的。为便于说明，下面列出了三大类设计人员的需求：

第一类是经验丰富的 FPGA 设计人员，他们擅长于 RTL 设计，通晓

FPGA 设计流程，但对模拟设计十分陌生，面对软件/固件开发及集成深感棘手。这些设计人员青睐 FPGA 的灵活性与功能定制性多于 ASSP 的即时可用性，故会针对整个设计和验证周期进行计划。但随着系统复杂性的增加，他们现在开始关注模拟领域功率管理功能性的要求。

第二类是熟练掌握嵌入式处理器知识和 C/C++/Java 软件设计流程的嵌入式系统设计人员。他们熟悉大多数 MCU 中提供的混合信号模块，因此对模拟设计有一定的了解，但对 RTL 却不甚了了。他们熟知整个软件设计周

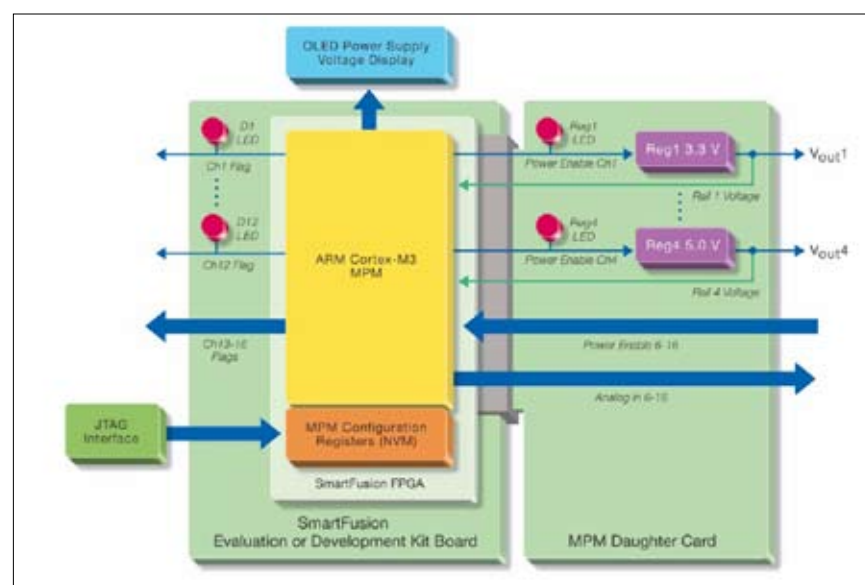


图 1: MPM 设计实例

期，包括验证和调试，对 FPGA 设计却一片茫然，而临时学习又可能影响项目进度，这就使得他们把 FPGA 设计排除在选择范围之外。

第三类是模拟和 PCB 设计人员，他们对模拟领域的各种工具和设计流程了如指掌，不过以往没有必要也没有理由去深入研究 FPGA/RTL 或软件设计领域。模拟设计人员视 FPGA 和软件开发周期为影响进度之雷区，因此，倘若模拟设计十分复杂，他们往往会复用成熟的设计组件以提高项目重大事件的可预测性。这些设计人员期望硬件上电即行，故对提议的任何基于 FPGA 的解决方案都心存疑惑，因为他们清楚传统的 SRAM FPGA 在每一次上电时必须经过重新编程才能工作。他们也了解 SRAM FPGA 对单事件翻转 (SEU) 极为敏感，因此存在功能可靠性问题。

#### 一种解决方案：图形化设计方法

为了解决上述三类设计人员的问题，Microsemi 开发了一种新型的专用设计工具，我们称之为图形化设计配置方法。这种新方法把基本电路设计与功能性配置分离开来，并利用一个图形化用户界面 (GUI) 工具，在一个已编程的、高度可靠的非易失性快闪 FPGA 器件中配置和定义专用功能性。

在开发针对 FPGA 设计流程的各种图形化用户配置工具方面，Microsemi 公司 SoC 产品部门的前身爱特公司 (Actel) 一直是业界领导厂商，Libero® 集成设计环境 (IDE) 流程包含了一系列有利于简化 FPGA 设计过程的图形化界面工具。比如，其中的 SmartDesign 可自动执行 IP 核设计及集成；SmartPower 可评估和优化设计，以实现电源的最佳利用；而 PLL 配置器界面利用一个 GUI 来配置内部 IP 模块以实现集成式锁相环功能性。

#### 混合信号功率管理器 (MPM)

这种新型的图形化设计配置方法的首个应用是混合信号功率管理器 (MPM)。

#### MPM 功能性

MPM 是一种用户可配置的功率管理工具，其充分利用 Microsemi 混合信号 FPGA 的独特性能来提供灵活的功率管理。通过加载片上非易失性存储器 (NVM) 中的数值，再利用一个独立的 GUI 应用程序就可以配置 MPM 功能性，无需对 Fusion® FPGA 器件中的任何编程电路进行改动，因此功能性方面的改变不需要对 FPGA 进行重新仿真或重新编程。利用 MPM 图形化配置工具，设计人员可以为多达 24 个被管理的电源轨设定电源轨电压阈值、配置功率管理时序、排序、定义标识，以及设置条件功能性。用户可以利用 GUI，快速修改和重新加载这些设置值，从而快速验证功能硬件的所有选项、设置和排序配置。MPM 还具有超越传统分立式器件的特性，包括以 peek/poke 经由 I2c 接口访问持续的时间戳数据和事件记录、利

用板上或远程传感器监控温度，以及利用脉宽调制对多达 8 个被管理的电源轨进行闭环电压微调。

#### 数字输出及输入

所有数字输出都可利用 MPM 图形化配置工具来定义。这就允许任何条件下的数字状态标记或板上外部监控功能状态的输出。每个电源轨的用户可定义电压阈值可通过逻辑结合 (如 AND 或 OR 逻辑)，产生自定义状态或正常数字信号，以驱动显示器 LED 或切换板上资源，比如声音警报发射器或冷却风扇。这些信号还可以布线到板外发送到机架级监控资源，实现机架管理，了解当前状况、系统状态和警报信息。类似地，大量可用的数字输入允许板外或板上信号 (包括机架级管理信号) 被集成到 MPM 功能性中，并触发功率管理操作，比如控制各个电源轨或系统关断，所有这些都利用 GUI 工具进行配置。

#### 其它特性

MPM 集成有闭环电压微调功能，其在调节器上利用脉宽调制技术来支

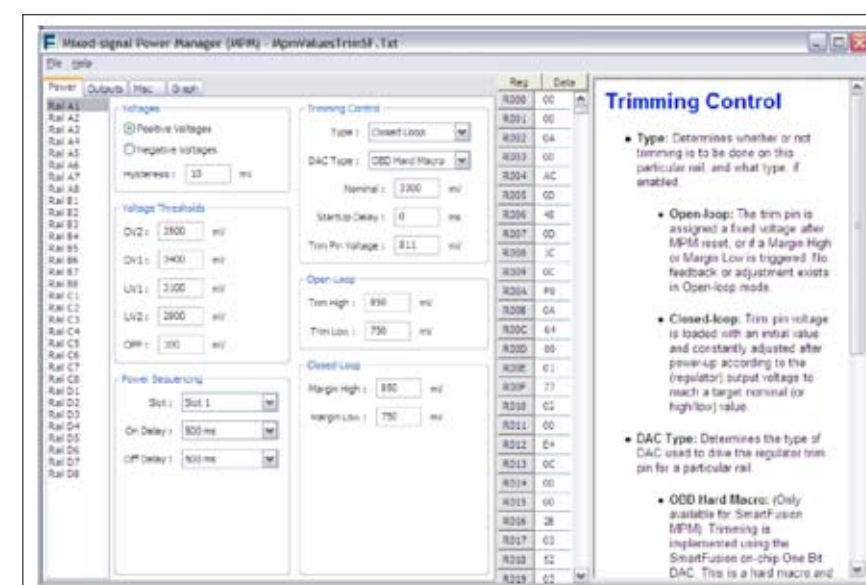


图 2: MPM 设置——电源轨 A1



持电压微调信号。通过连续监控输出电压，并将之校正到设定值，MPM 控制的调节器可保持非常精确的电压值——而且当微调信号达到极限值时，可配置阈值设置能够触发警报或电源轨关断。可配置的灵活的电压微调功能还可以支持制造测试，无需专用的测试设备——这种微调功能使得电源轨按照命令达到低和高范围，从而降低测试成本。

MPM 还采用集成式温度监控整合了片上或远程热感测功能。通过集成热监控、电压监控、电压微调（包括制造测试）、广泛的信令、组合式标记产生，以及大量的数字输入功能，MPM 可以提供一个解决功率管理挑战的非常出色的解决方案。

### 支持 MPM 的系列产品

MPM 带有一个图形化配置工具，其允许设计人员在 Fusion — 混合信号 FPGA 中（现在还可在带有 ARM® 32-位 Cortex™-M3 处理器的 SmartFusion 智能化混合信号 FPGA 中）执行定制化功率管理性能，全部都无需打开 Libero IDE 设计工具套件即可执行。

### MPM 的优点

MPM 采用的图形化设计配置方法可提供多项优势。其一是减少总体部件数目。MPM 能够以单个 Fusion FPGA（在单芯片中集成了功率管理功能性）取代多个分立式器件。利用 SmartFusion，集成度进一步提高，功率管理、100MHz ARM 处理器、10/100 以太网 MAC 等部件统统都被整合在一个低功耗、高可靠性的器件中。在实际设计中，若集成复杂的模数转换和功率管理功能，总体材料清单成本（BOM）可降低 50% 到 75%。总体部件数目的减少直接有利于成本的节省，还能减少组装成本，降低总体热负荷和总体功耗，同时提高板级

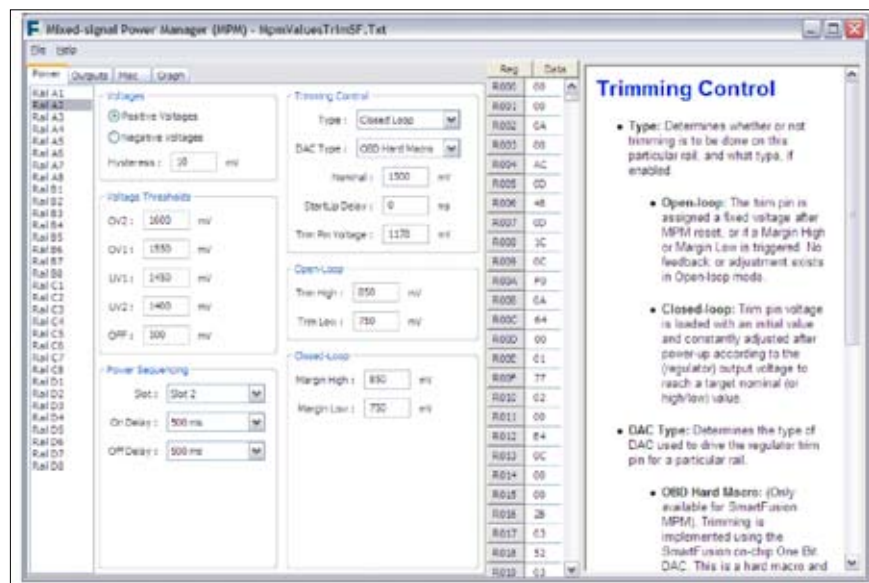


图 3: MPM 设置—电源轨 A2

可靠性。

MPM 还有助于电路板设计的简化。电路板设计人员总是面临着布局和版图问题的挑战，尤其是在板上整合元件同时涉及到数字和模拟领域时。通过减少总体部件数目，电路板的复杂性降低，PCB 层数减少，总体设计及组装成本被减至最小，同时，利用 MPM 图形化配置工具提供的可配置能力，灵活性又得以提高。

由于总体部件数目减少，单点故障消除，系统可靠性进而提高。Microsemi 快闪 FPGA 具备固有的高可靠性。随着正常运行时间关键型应用对系统可靠性要求的提高，设计人员越来越多地认识到地面电子应用产品中高可靠性器件的重要性。

功耗和热负荷性能也随总体部件数目的减少而得到改进。Microsemi 的固有低功耗特性器件，比如 Fusion，能够降低功耗，实现耗能影响最小、能量使用效率最高的产品设计。

虽然图形化设计配置方法具有上述诸多优点，但设计人员仍然可能选择采用传统 FPGA 设计流程来扩展系统功能性。设计人员可以利用 Libero IDE 和

Microsemi 的大量 IP 核产品组合来增加功能性，以实现定制化设计。通过为 Libero IDE 中的 FPGA 结构添加功能性模块，前面描述的 MPM 演示设计能够利用可配置状态标记与附加的组合式逻辑单元来构建复杂的片上管理资源。这种灵活性也有益于嵌入式设计人员，他们能够增加可运行在 100 MHz Cortex-M3 处理器上的自定义代码。对模拟设计人员来说，结合可编程模拟能力，整合了 MPM 的设计能够执行运行在 ARM Cortex-M3 处理器上的网络服务器应用程序，经由 10/100 以太网 IP 提供状态网页，集成板上和板外 SPI 与 I2C 传感器器件数据，以及运行定制通信算法，与运行在远程 PC 上的管理应用程序进行状态数据包通信，并通过 RMII Ethernet 接收命令。可用 IP 中包括了 Microsemi 的 50 多个附加 IP 核，以及由 IP 合作伙伴提供的大量 IP 核。利用 Microsemi 的 MPM 图形化 SmartDesign 工具，数字设计人员很容易创建出复杂的系统级设计，同时仍然保留利用 MPM 图形化用户配置工具重新配置功率管理功能性的简单便利性。嵌入式设计人

员能够利用 SoftConsole 软件设计环境，或者是 Keil™或 IAR Systems® 提供的软件工具流程，把嵌入式软件项目与 Microsemi 固件产品中的驱动程序集成在一起，创建出可执行的代码，然后利用内置调试器支持功能对其软件进行全面调试。

### 参考设计

MPM 支持多达 22 个通道，为了便于说明其功能性，这里只给出一个简单的实例，其中，利用 MPM 来控制两个额定工作电压 +1.5V 与 +3.3V 的外部调节器，三个数字输出信号可用于板上 LED 和板外状态显示（图 1）。

### 功率界面

MPM GUI 工具的界面是表格式（tab-based）的。其功率界面（Power tab）用于设置额定电压、滞后电压、阈值电压，以及安排上电顺序时隙和上电 / 断电顺序延时。各调节器及其相关电源轨能以指定的延时被安排在同一时隙中，或者是安排在不同的时隙中，有效地按时序上电和断电。默认时隙顺序是当前时隙保持激活，直到该时隙中最后的调节器超过 UV1 阈值。在这种情况下，设置值如下（图 2）：

- 额定电压：3.3V (3300mV)
- 滞后电压：10mV
- 无过滤 / 平均
- 过压 2 阈值 (OV2)：3.5V
- 过压 1 阈值 (OV1)：3.4V
- 欠压 1 阈值 (UV1)：3.1V
- 欠压 2 阈值 (UV2)：2.8V
- 关断阈值 (OFF)：100mV
- 电源轨 1 / 调节器 1 被安排到
- 时隙 1 中，其开 / 关延时 500ms
- 微调类型设置为闭环，采用 OBD Hard Macro DAC Type
- 闭环裕量高：850mV

• 闭环裕量低：750mV  
电源轨 A2（调节器 2）的设置同上，假设其为 1.5V 调节器（图 3）。

- 额定电压：1.5V
- 滞后电压：10mV
- 无平均
- OV2 阈值：1.6V
- OV1 阈值：1.55V
- UV1 阈值：1.45V
- UV2 阈值：1.4V
- OFF 阈值：100mV
- 电源轨 A2 / 调节器 2 被安排到
- 时隙 2 中，其开 / 关延时 500ms
- 微调类型设置为闭环，采用 OBD Hard Macro DAC Type
- 闭环裕量高：850mV
- 闭环裕量低：750mV

功率界面还包含了开环配置或闭环电压微调功能。微调的目的是通过驱动调节器的 trim 或 adjust 或 feedback 引脚，对调节器或电源的输出电压进行微调（小于输出电压的 10%）。有两种主要的微调模式：开环和闭环。

在开环微调中，SmartFusion MPM 控制调节器的反馈，当馈入低通滤波器（如 RC 网络）时，产生脉宽调制（PWM）信号（作用相当于数模转换器（DAC））。利用开环微调，用户可以通过驱动该信号对调节器的输出电压予以微调。

开环微调是一种被动模式。它不是连续运行；反馈（feedback）引脚上的值从不被调节。SmartFusion MPM 在系统初始化时设置反馈引脚值，并始终保持不变，直到复位或电源重启。而在闭环微调模式中，MPM 不断检查调节器的输出电压，主动对调节器的反馈电压进行调节，驱动调节器设置输出电压目标值。

闭环微调则是一种主动模式。它连续工作，执行一种线性比较算法，根据实际电源轨电压与目标电源轨电

压之间的差异，每周以单位步长微调输出电压。

MPM GUI 允许调节器通过与调制器微调引脚相连接的脉宽调制器输出进行微调。在正常工作期间，其会产生一个校正信号，以补偿调节器输出电压相对额定电压的任何变化。

开环模式中微调输出的一个用处是制造测试，其时它可以用于驱动调节器的输出至板上电路测试所需的高或低电压。MPM 利用图 3 所示的 Trim High 和 Trim Low 设置来支持这一功能。在参考设计中，这些开环校正是静态的，但用户可以进行定制，经由外部信号，并利用现有的 FPGA 结构来定义和发送信号，最终触发高或低驱动设置。在闭环模式中，MPM 微调功能在调节器微调引脚上产生一个校正信号，使电源轨保持在设定电压下。如果微调引脚达到最大或最小电压值，MPM 产生 MARGIN-HIGH 或 MARGIN-LOW 信号，表明微调 PWM 输出达到全范围，不能再对调节器输出电压做任何进一步调节校正。

需注意，屏幕帮助是情景敏感的（context-sensitive），取决于 GUI 的活动区域。

www.microsemi.com (未完待续)



# 板上 DC-DC 电源的自动控制

## 集成电源和电路板管理功能

作者：Randy Skinner，莱迪思半导体公司

广泛使用的电源管理控制集成电路能够使用商用DC-DC和LDO电源，提供精密的电压性能。此外，一旦电源在控制环境中，通过I2C控制就可实现电源裕度测试技术。

现代微处理器、FPGA和其它复杂的集成电路需要精确的电源电压，事实上，通常要求比商用低压差稳压器（LDO）和DC到DC电源的公差更精确。市面上有更精确的电源电压，但是价格昂贵。具有成本效益的替代方案是使用一个单独的电源管理集成电路，同时对一个或更多的电源进行调节。用一个控制信号来动态地连续不断调整电源的输出电压被称为闭环微调。

一旦电源可调，可实现其他方面的好处。例如，针对在一个范围内电源电压值的可靠运行，可以对电路板进行测试。这就被称为电压裕度。由于元件老化，环境温度变化或电源负载电流的波动会发生漂移，可调节的电压值可用于模拟电源电压的预期精度。

### 电压裕度

电压裕度测试是确保在其工作时及输入电源工作范围之内电路板能够正常工作。对电路板还要做其他的裕度测试，如温度，时序和噪音。

例如，如果一个电源输入的允许公差为±10%，当输入电压在其最高裕度（额定电压+10%）值，以及当

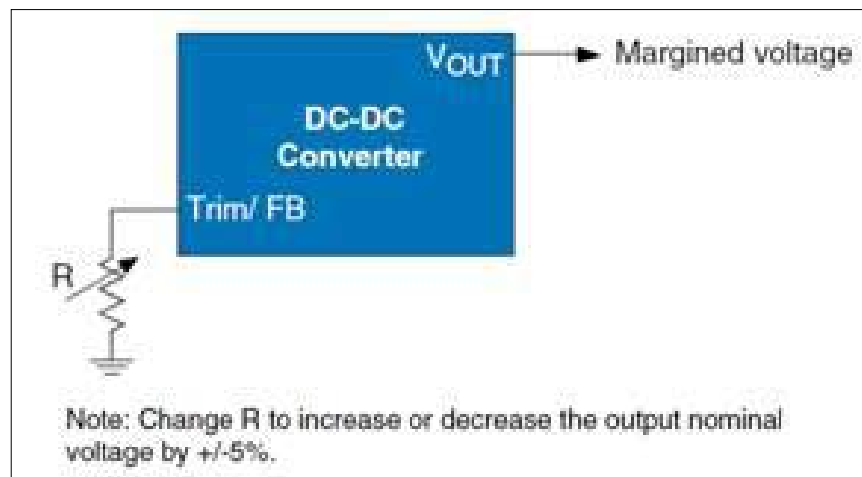


图1：通过改变连接到 Trim/FB 节点的电阻调整电源的裕度

在其最低裕度（额定电压-10%）值时，电压裕度测试确保电路板正常工作。如果电路板有一些安装在板上的电源，那么裕度测试还应包括各个独立的电源。

通常在电路板调试期间对裕度进行测试。在某些情况下，在批准生产电路板之前，质量与可靠性部门会对裕度指标有要求。

### 电压裕度实现

图1展示了一个电阻连接到其内部微调/反馈节点的DC-DC转换器。这个电阻值通常决定了DC-DC转换器

的额定输出电压值，并在电源数据手册中做了说明。

DC-DC转换器通常要求用标准电阻值来设置输出电压到标准值，例如3.3V、2.5V、1.5V。为了改变额定工作电压±5%的输出电压，针对每一个DC-DC转换器，设计人员使用电位器进行调整，或采用一系列标准电阻值的并联组合。对所有的电路板，必须用手动的方式实现电阻的变化，并在室内进行测试。由于延迟和成本增加，通常裕度测试不在生产环境中进行。然而，如果能够实现自动化，它将成为验证电路板可靠运行的有力工具。

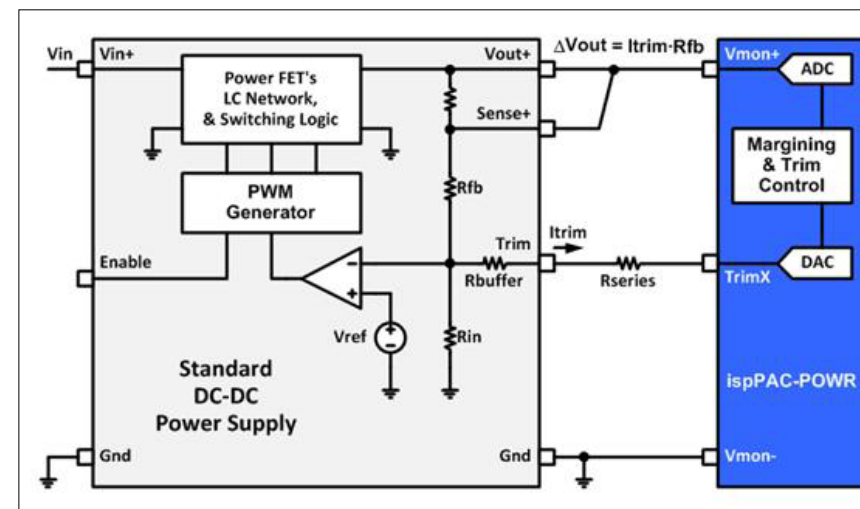


图2：通过改变连接到 Trim/FB 节点的电阻调整电源的裕度

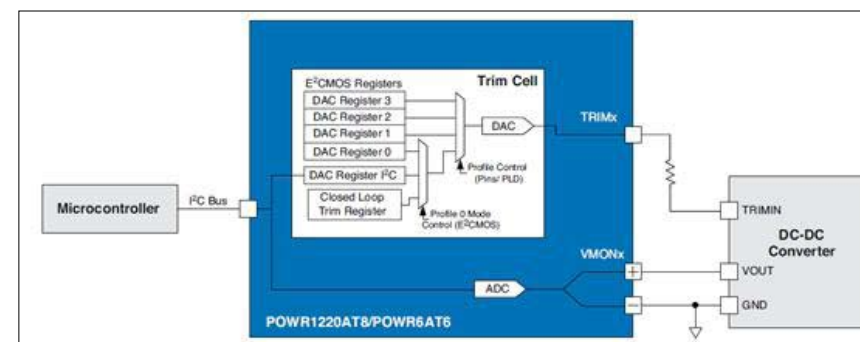


图3：使用微控制器实现闭环微调和裕度

### 需要电源微调的应用

对于使用需要低电源电压（1.2V或更低），大电流（5A或以上）的集成电路的电路板，需要进行微调。

例如，一个1.2V的DC-DC转换器应保证在所有下列情况下有最大±5%（±60mV）的变化：

- 空载到满载的平均电流变化
- 输出电压纹波
- 在不同的平均电流情况下，集成电路要求的动态功耗
- 在制造过程中元器件的公差

一般来说，要安全满足所有上述条件下的电压器件规范，DC-DC转换器要求有2%或更好的初始工作电压精度。这些高精度，低电压电源通

常较为昂贵，需要用高精度电阻来设置电压。

另外一种选择是使用外部微调机制，可以提高传统的成本较低的DC-DC转换器的精度。下一节介绍使用莱迪思半导体公司电源管理集成电路实施微调。Maxim、TI和Analog Devices公司也提供类似的产品。在这里用莱迪思半导体公司的产品来解释微调和裕度的基本原理。

### 微调和裕度——工作原理

针对模拟DC-DC转换器，下面的图2展示了莱迪思Power Manager II器件实现微调和裕度功能。

在图2的上半部分是一个提供电

源到其负载的DC-DC转换器。输出电压由反馈电路中使用的组件来决定。通过使用差分传感输入（Vmon+和Vmon-），右面的Power Manager II使用片上ADC测量DC-DC的输出电压。通过其片上的DAC增加或减少微调电压，Power Manager II可以增加或减少DC-DC转换器的输出电压，从而改变加到DC-DC转换器反馈节点的电流。

在Power Manager II控制电路中的设定寄存器保存负载所需的电压值。利用其片上ADC，每隔580us Power Manager II器件测量负载电压。ADC的数字输出与设定寄存器中的内容进行比较。如果负载的电压较高，DAC的内容递减，从而降低了加到DC-DC转换器的反馈节点的电压。如果负载电压较低，DAC的内容递增，加更高的电压到节点。这就是所谓的闭环微调机制。

可以中断闭环微调，直接通过I2C总线载入DAC寄存器至Power Manager II。此方法用于实现裕度。外部微处理器直接加载预先选定的DAC值到Power Manager II，这将改变输出电压，比如±5%。使用Power Manager II的ADC转换器，该微处理器还可以测量DC-DC转换器的输出电压，并根据需要上下调整输出电压以实施闭环裕度。在一块电路板上，通常有不同类型的电源提供各种电压。这些独立的电源需要不同的电流注入到他们的反馈节点。这就需要为每种类型DC-DC转换器有独特的电阻网络，连接在Power Manager II和DC-DC转换器的反馈节点之间。

### 使用微控制器的闭环微调和闭环裕度

图3展示了用微控制器对闭环微调和闭环裕度的配置。这里通过I2C总线使用片上ADC，微控制器定期测量DC-DC



转换器的输出电压。根据 DC-DC 转换器的电压，然后微控制器通过算法计算新的 DAC 值，并通过 I2C 接口加载新的 DAC 码。

通过 I2C 总线和使用 Power Manager II 中的 profile 0，完全实现了基于微控制器的裕度。要实现闭环裕度，微控制器通过 I2C 载入起始 DAC 编码到 DAC 寄存器，并等待 ADC 的电压稳定。根据稳定电压值，微控制器递增或递减 DAC 编码。这种方法可以准确设置和控制裕度电压。

### 采用 PAC-Designer 软件设计微调和裕度网络

确定所需电阻器的拓扑结构包括寻找一个解决方案，用于若干节点方

程和理解 DC-DC 转换器的放大器结构的误差。此外，该设计可迭代，直到这个解决方案给出标准的电阻值。

莱迪思的 PAC-Designer 软件可自动确定电阻器的拓扑结构，同时在电阻网络中使用标准电阻。欲了解电源管理器件接口至各种类型的电源的详细情况，以及 PAC-Designer 设计软件如何简化了这一任务，请访问 [www.latticesemi.com](http://www.latticesemi.com)。莱迪思应用文章 AN6074 Power Manager II 器件的微调输出接口到 DC-DC 转换器，是阐述更多细节的一个很好的参考文献。

### 总结

广泛使用的电源管理控制集成电路，例如莱迪思半导体公司 (Power

Manager II 和 Platform Manager 产品系列) 的产品能够使用商用 DC-DC 和 LDO 电源，提供精密的电压性能。此外，一旦电源在控制环境中，通过 I2C 控制就可实现电源裕度测试技术。

可以有 1 个到 6 个电源，它们来自多个厂商。莱迪思提供了具有多达八个微调输出的两个电源和电路板管理器件的系列。在同一莱迪思器件中也集成了其他电源和电路板的管理功能，如电源定序和监测、监测功能、复位产生，热插拔等。

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

## 紧凑型电动机运行电容器

体积较传统电容器小约 44%；安全级别为 Po 和 P2 的产品均可提供，已经 UL 认证。

TDK-EPC 为 TDK 集团分公司，现推出 EPCOS (爱普科斯) MotorCap™ DM 系列高度紧凑型电动机运行电容器。该系列产品可节省大量空间，应用了新型封装技术，其中电容器芯子的封装直接采用注塑成型，从而明显减小了电容器尺寸：目前介于 24 x 43 mm 与 29 x 43 mm (直径 x 长度) 之间。与传统电容器相比，这相当于减少了多达 44% 的体积。另外，MotorCap™ DM 系列型号还有了密封式外壳。

15μF 交流电压为 250V 和电容值为 1.2 - 6μF 交流电压为 450V 而设计。在温度范围为 -25 - +85℃ 时，其使用寿命为



10,000 小时。目前，Motor-Cap™ DM 系列所有型号产品安全级别为 Po 和

P2，并已通过 UL 认证。其电容芯子为自愈型，电容器采用速插接式端子 (B32318A、B32358A) 或接线端子 (B32317A、B32357A)。

新型电容器适用于家用电器，比如洗衣机、洗碗机、冰箱以及压缩机、空调、泵及遮蓬的驱动，也可用作 UPS 设备的输出滤波器。

### 主要应用

家用电器、压缩机、空调与 UPS 设备。

### 主要性能与特点

- 紧凑型尺寸：24 x 43 mm 与 29 x 43 mm (直径 x 长度)
- 安全级别：Po 与 P2

• 自愈式

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

# 数字电源控制影响许多层面的电源设计 (一)



作者：David G. Morrison, 编辑，How2Power

数字电源控制已被越来越多的应用采用，适合更广泛的功率级别，甚至过去在成本方面存在障碍的大批量应用。虽然数字电源设计的数量仍然不多，但它改变了功率器件、电源和电源系统的设计。因此，设计这些产品所需的各种技能也在发生变化。

随着数字电源控制、电源和电源系统设计一般分为两大阵营。高度可编程的方法是围绕数字信号处理器 (DSP) 和数字信号控制器 (DSC) 来建立设计。另一种是使用专用电源控制器围绕状态机的方法，它可以运行特定的电源转换功能的控制算法，如一个多相降压转换器。DSP/DSC 方法往往要在更高的功率级别和更广泛的电源功能中应用。状态机的方法目前正应用于大批量、电路板装电源的应用。

在本文的第一部分，我们将看看数字电源控制器 IC 对电源设计所需技能和经验的影响。下一期，我们将看看 DSC 和 DSP 对工程要求的影响。

### 广泛的应用

很多人都写过数字电源控制的好处，如何使设计人员优化效率，减少元件数量和成本，改善瞬态响应，获得设计的灵活性，等等。正如 Microchip 高性能微控制器部产品营销经理

Bill Hutchings 所说，这些好处促使数字电源控制应用于各种各样的电源转换应用。

Hutchings 说：“数字电源控制正在用于传统电源产品，如 AC-DC 电源和 DC-DC 转换器，以及不间断电源。它也广泛用于太阳能和风能逆变器控制的可再生能源。”他的公司提供用于数字电源应用的 DSC。

虽然一些数字电源应用是新的，但别人早已开发出来。爱立信市场营销和通信电源模块总监 Patrick Le Fevre 指出，2003 年以来 UPS 行业一直在使用基于 DSP 的控制。此外，2005 年左右，信息和通信技术 (ICT) 行业 OEM 也一直在使用各种形式的数字电源控制，包括隔离式和非隔离式 DC-DC 转换器。

### 芯片设计需要团队方法

蔓延到各种应用的数字控制正在改变电源 IC、电源和电源系统设计人员工作的方法。首先，让我们看看一

个芯片设计的例子。

David Williams 是 CHiL Semiconductor 的系统工程总监，该公司提供用于多相降压转换器的数字化电源控制器。据 Williams 说，从模拟到数字控制的过渡意味着设计控制器需要一种更加团队的方式。“你不会是一个孤独的 IC 设计者，来开发一个 3542 这样的模拟控制器，你有一个设计师团队，一部分人做模拟部分，另一部分人做数字部分，还有一部分人 (系统设计师) 把这些整合在一起。Williams 说：“最后，我们还需要创建图形用户界面 (GUI)，帮助客户 (电源设计师) 连接并进行 VR PWM 控制器的编程。”

虽然一个数字控制器设计提供了新的性能和功能，但工作的核心怎样使一个模拟芯片数字化。“不用 PWM 斜率，你必须进行数字比较以决定如何创建 PWM 脉冲宽度。不用 Rs 和 Cs 做反馈循环，你必须得到 PID 系数来修改错误电压的数字值，以帮助确



定脉冲宽度。但它本质上是同一类型的架构，“Williams 解释说。

虽然模拟部分工作的设计者有模拟电路设计背景，而写状态机代码的数字设计师也有不同的经历。在 CHiL，这些工程师以前是电信 IC 设计师，对滤波器和寄存器有透彻的了解。Williams 说：“电信设计师从事 A-D、处理信号、滤波等工作。”这样的背景有助于数字设计人员转换为系统设计师所需的控制模块输入和输出要求。

### GUI 简化电源设计，但数字知识也有帮助

上面的例子不仅说明了数字电源控制器 IC 需要集体努力，而且还说明了在功率 IC 世界也需要技术上的专业化。Embedded Power Labs 总裁兼首席工程师 Bob White 解释说，虽然这些数字电源 IC 的设计过程很复杂，但这里的目标是消除应用中电源和电源

系统的数字电源控制复杂性。

White 说：“大多数电源工程师将永远不会写代码或做 Z 变换来实现数字控制回路。他们将使用 TI 或 Intersil 公司的 IC 来实现数字控制回路。不过，他们将通过电脑与这些 IC 连接。随着时间的推移，我认为设计将直接移植到数字化设计，特别是越来越多的工程师现在还在学习。”

行业中的其他人对电源或电源系统级数字控制回路的也有类似的观点。Patrick Le Fevre 说：“如果你正在开发一个低级别的产品，如控制器 IC，你只需要使用 Z 域优化控制回路。在电源社区，也许只有 10% 至 15% 需要有这样高的编码知识。如果你在设计板上电源解决方案，你并不需要达到这个水平，你可以简单地使用半导体供应商提供的 GUI，在屏幕上做整个仿真，然后运行该器件。”

然而，Bob White 补充了关于 GUI 的一个警告。“虽然大多数电源

工程师可能不会写代码或编程 DSC 和 FPGA，但他们想知道 GUI 下是什么。所以，我认为电源工程师需要知道离散时间设计的基本知识。他们必须了解与采样、延迟、有限字长的影响等相关问题，熟悉连续时间 / 离散时间转换、所使用的基本算法和数字 PWM 技术。这也意味着，IC 制造商将不得不弄清楚如何教育他们的客户掌握一些开发技巧。”

### 作者简介

David G. Morriso 是 How2Power.com 的编辑，该网站旨在加速电源设计的信息搜索。Morriso 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)

## 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



Tel: 86-10-65331960/61 Fax: 86-10-65331959 Web: [www.pcim-asia.com](http://www.pcim-asia.com)



# 易电源助系统设计师轻松应对电源设计挑战

简单易用，效率更高



作者：刘洪，PSDC

美国国家半导体SIMPLE SWITCHER®易电源系列的中文品牌面世不久，就又推出了12款全新易电源电源模块，这些模块是市场上首批可输出高达10A的输出电流，并符合CISPR 22（B类）标准有关辐射和传导性电磁干扰方面相关规定的电源产品，适用于工业产品和通信网络基础设施建设等应用。

## 均流和频率同步全新特性

该系列电源模块添加了均流和频率同步两大全新特性。工程师只要在其设计内并行连接多个易电源电源模块，便可为大电流中间电源轨和FPGA应用提供高达60A的输出电流。此外，该系列电源模块设有同步引脚，确保不同模块能以同一频率操作，从而抑制敏感系统的开关噪声。

LeCroy公司是一家示波器、协议分析仪以及相关测试与测量解决方案的领先供应商。该公司硬件工程技术经理 Peter Algert 表示：“美国国家半导体 LMZ23605 模块的电磁干扰极低，解决了开关噪声的干扰问题，令我们的产品相较于同类产品具有更强的竞

争优势。LMZ23605 模块不但解决了噪声问题，同时，其采用了单面裸焊盘封装，更易焊接，并实现更好的散热。”

全新易电源电源模块均与同系列的其他产品引脚兼容。集成的隔离电感器，令美国国家半导体 10A 的电源模块在即使没有气流散热的条件下，仍可工作在 70 摄氏度的环境温度下。由于该系列电源模块符合 CISPR22（B类）标准有关辐射和传导性电磁干扰的相关规定，因此工程师可以轻松完成 PCB 的设计工作。

## 简单易用，效率更高

美国国家半导体 12 款全新电源模块不但简单易用，而且效率可媲美同步开关稳压器，但其电路设计则如线性稳压器般简单，无需加设外部电感器，也没有通常设计开关稳压器所需面对的复杂的线路布局问题。此外，每款电源模块均设有高精度使能及软启动引脚。

全新易电源电源模块共有 12 个不同型号，其中 6 款产品适用于 6V 至 36V 输入电压范围，能提供可调的高精度输出电压，电压范围介于 0.8V 与 6V 之间。LMZ13608 与 LMZ13610 可分别输出高达 8A 与 10A 的输出电流。LMZ23608 与 LMZ23610 除了可以提供同样大小的输出电流外，还具有频率同步和均流特性。LMZ23603 与 LMZ23605 可分别实现高达 3A 与 5A 的输出电流，并具有频率同步功能。

该系列电源模块的其余 6 款产品则适用于 6V 至 20V 输入电压范围，

能提供可调的高精度输出电压，电压范围介于 0.8V 与 6V 之间。LMZ12008 与 LMZ12010 可分别实现高达 8A 与 10A 的输出电流。LMZ22008 与 LMZ22010 除了可以提供同样大小的输出电流外，还具有频率同步和均流特性。LMZ22003 与 LMZ22005 可分别实现高达 3A 与 5A 的输出电流，并具有频率同步功能。

美国国家半导体该系列电源模块均采用符合 RoHS 标准的 TO-PMOD 封装，底部为裸焊盘，全部已批量供货。可输出高达 5A 电流的电源模块采用 7 引脚封装，大小仅为 10.16mm x 13.77mm x 4.57mm。输出电流超过 5A 的电源模块则采用 11 引脚封装，大小仅为 15mm x 17.8mm x 5.9mm。

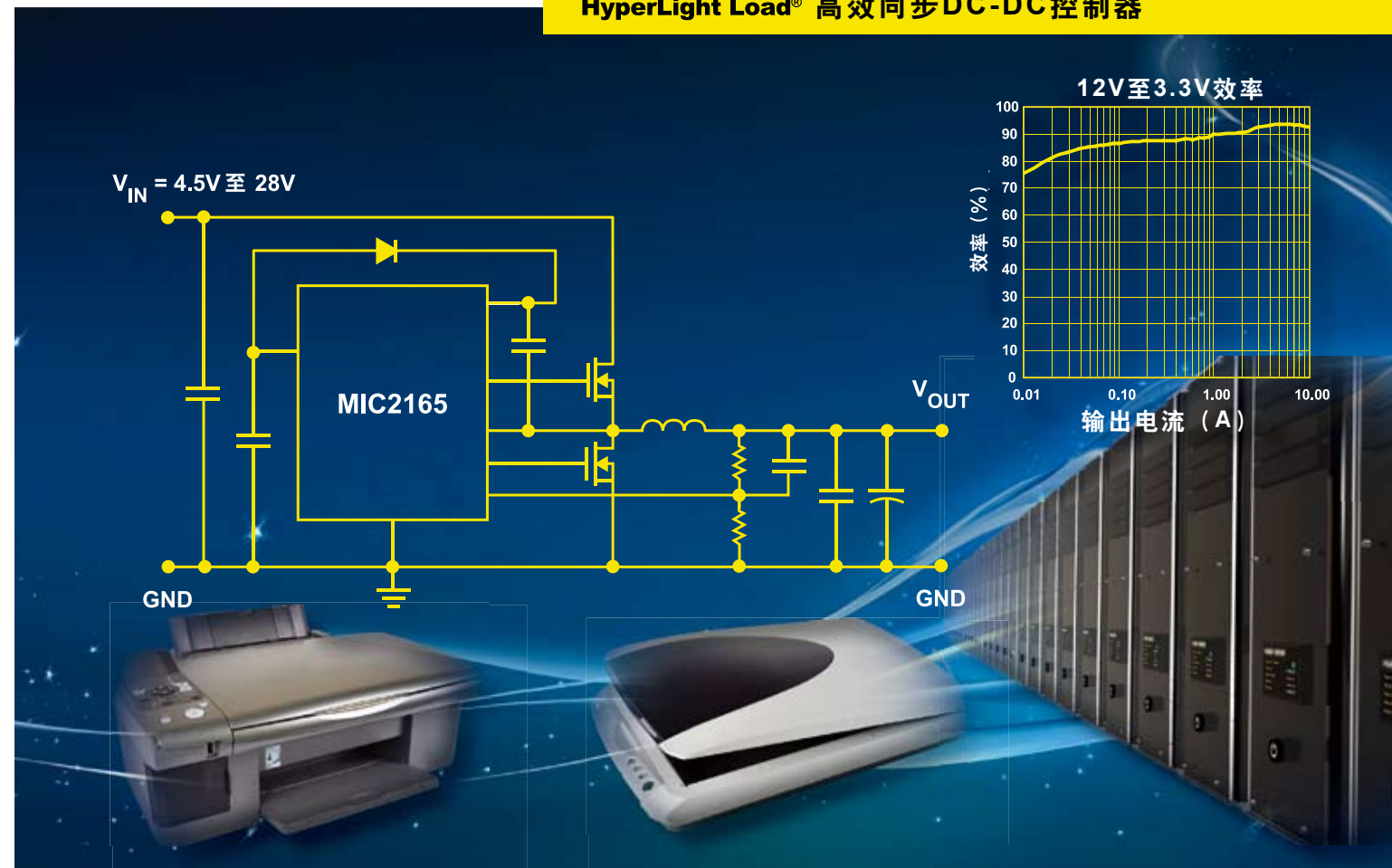
该系列电源模块可以满足提供简单易用的设计，以及应对电源系统日益复杂挑战的要求，加快产品上市时间，使产品在市场上脱颖而出。

## 易电源系列产品简介

屡次获奖的易电源系列产品于上世纪 90 年代初推出，目前共包括超过 385 款简单易用的电源模块、稳压器和控制器。该系列产品适用于 3V 至 75V 的输入电压范围，全部引脚兼容，并可获美国国家半导体 WEBENCH Power Designer、WEBENCH Visualizer 和 WEBENCH FPGA Power Architect 等设计及建模工具所提供的全面支持。有关美国国家半导体易电源系列产品的资讯，可浏览网页 <http://www.national.com/switcher/cn>

# 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)。

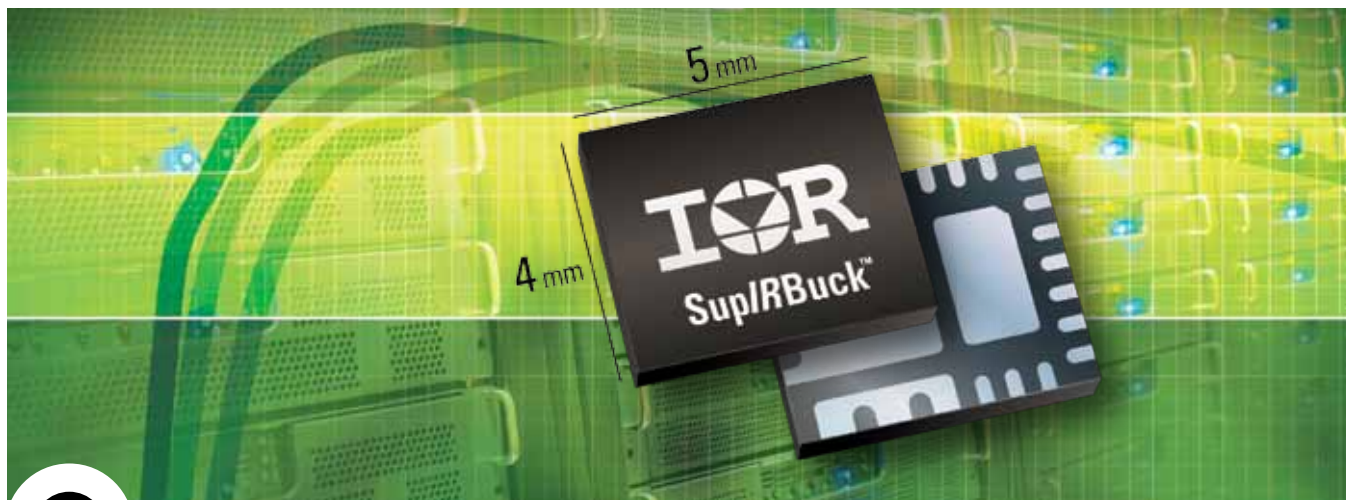
## 理想应用：

- ◆ 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

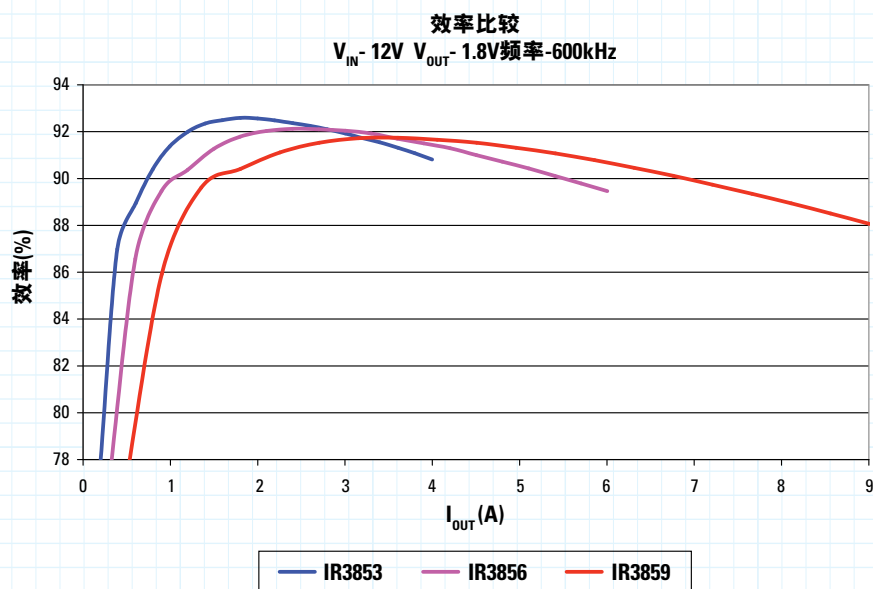






# 4x5mm系列将Sup/REBuck™的 占位面积缩减33%，电流最高达9A

Sup/REBuck™集成型稳压器为您的POL设计节约能量、空间和系统成本



### 特性

- 支持4A、6A和9A电流的引脚兼容型解决方案
- 在整个负载范围上领先的效率等级
- 易于在板上实现丰富的特性和保护
- 1.5V至21V的宽输入电压范围
- 集成型控制器、自举二极管、控制器FET和同步FETKY
- 可编程频率高达1.5MHz
- 公差为±1%精确度的0.7V参考电压

利用IR的在线设计工具着手您的设计，敬请登

[mypower.irf.com/Sup/REBuck](http://mypower.irf.com/Sup/REBuck)

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

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

### 规格

产品型号	$I_{OUT}$ (A)	参考设计
IR3853M	4	IRDC3853
IR3856M	6	IRDC3856
IR3859M	9	IRDC3859

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)

