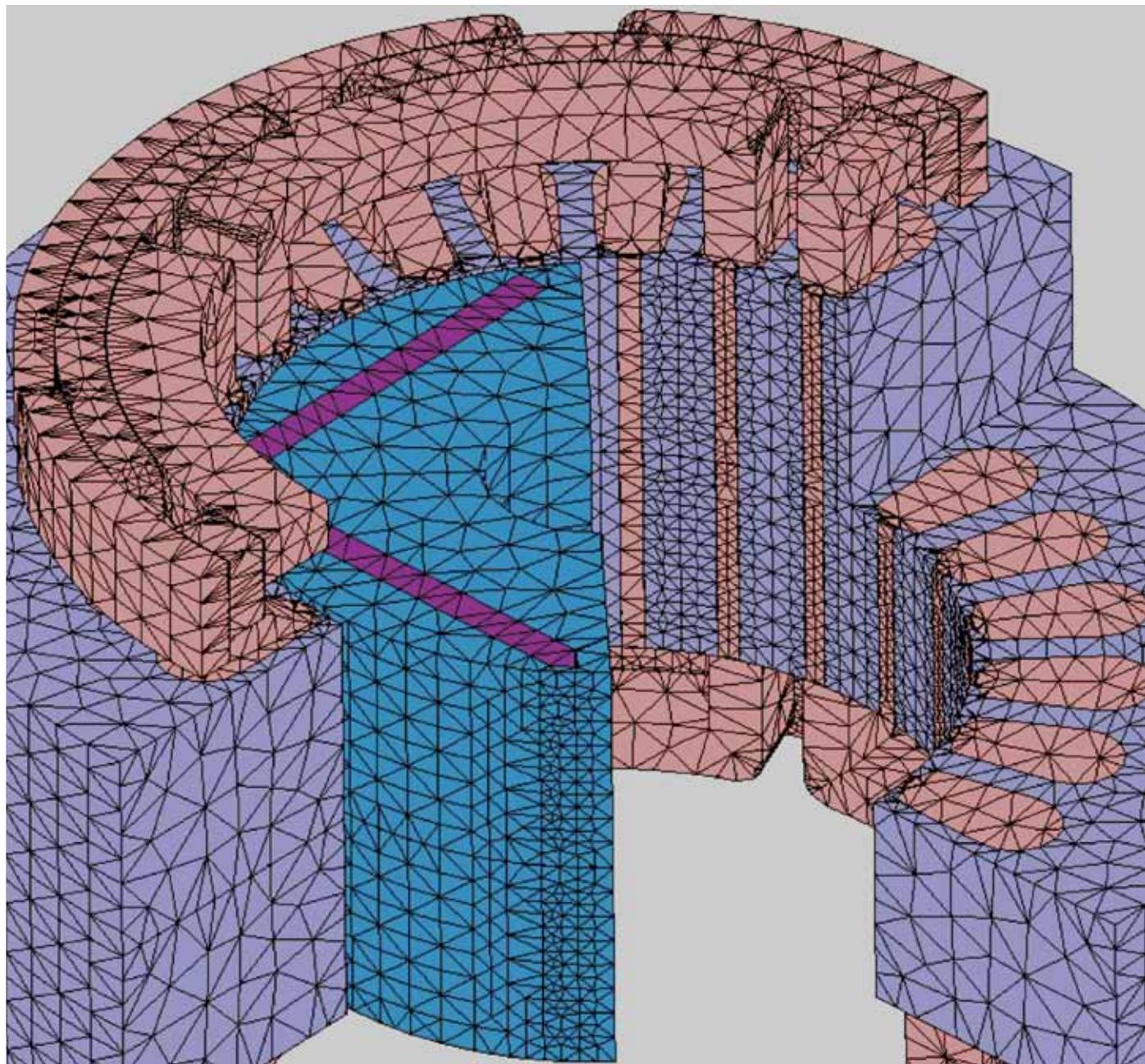




功率系统设计: 推动全球创新

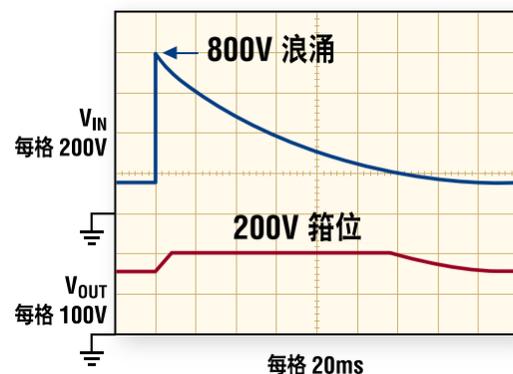
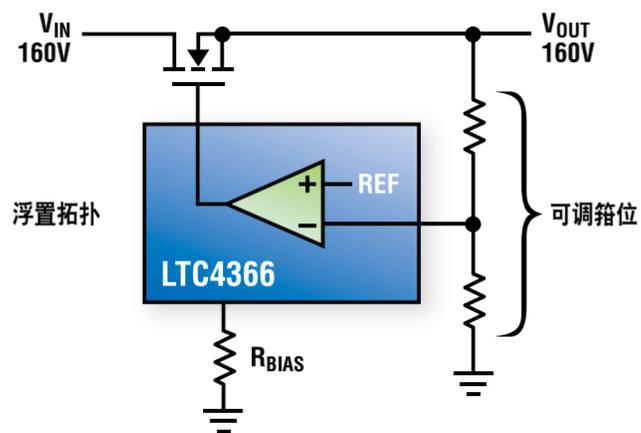


特别报道: 电网供电与维护 (PG33)





浪涌抑制器



没有限制的过压保护

在严酷的工业、汽车和军事应用中，系统在发生严重过压时必须能够可靠运作。LTC[®]4366 的可调浮置拓扑结构能处理极高电压；其最高工作电压仅受限于 MOSFET 额定规格。在高电压瞬变过程中，LTC4366 将输出箝位至一个用户定义的电压，如果故障持续，则故障定时器可确保 MOSFET 的安全停机。

过压和过流保护器件系列

器件型号	工作范围	V _{IN} (最大值)	反向保护	过流保护	备注	封装选项
LT [®] 4356	4V 至 80V	100V	-60V	有, <100V	具辅助放大器的浪涌抑制器	4mm x 3mm DFN, MSOP-10, SO-16
LTC4360	2.5V 至 5.5V	80V	有		过压保护控制器	SC70-8
LTC4361	2.5V 至 5.5V	80V	有	有	过压 / 过流保护控制器	2mm x 2mm DFN, TSOT-8
LTC4362	2.5V 至 5.5V	28V	有	1.5A	过压保护控制器	2mm x 3mm DFN
LT4363	4V 至 80V	100V	-60V	有, >100V	具电流限制功能的高压浪涌抑制器	4mm x 3mm DFN, MSOP-12, SO-16
LTC4365	2.5V 至 34V	60V	-40V		UV、OV 和反向电源保护控制器	3mm x 2mm DFN, TSOT-8
LTC4366	9V 至 >500V	无限制	有		浮置浪涌抑制器	3mm x 2mm DFN, TSOT-8

查询详情

www.linear.com.cn/product/LTC4366
免费样品：www.linear.com.cn



www.linear.com.cn/ad/4366

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
香港电话：(852) 2428-0303 深圳电话：(86) 755-2360-4866 上海电话：(86) 21-6375-9478 北京电话：(86) 10-6801-1080 成都电话：(86) 28-8555-9725 武汉电话：(86) 27-8665-9231 西安电话：(86) 29-6851-8978

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



科通集团 Comtech Group www.comtech.com.cn
香港电话：(852) 2730-1504 深圳电话：(86) 755-2698-8221 上海电话：(86) 21-5169-6680 北京电话：(86) 10-5172-6678
骏龙科技有限公司 Cylech Technology Ltd. www.cylech.com
香港电话：(852) 2375-8866 深圳电话：(86) 755-2693-5811 上海电话：(86) 21-6440-1373 北京电话：(86) 10-8260-7990
好利顺电子香港有限公司 Nu Horizons Electronics Asia Pte Ltd. www.nuhorizons.com
香港电话：(852) 3511-9911 深圳电话：(86) 755-3398-2850 上海电话：(86) 21-6441-1811 北京电话：(86) 10-8225-0019



功率系统设计: 推动全球创新

WWW.POWERSYSTEMSDESIGNCHINA.COM

请访问我们的在线内容、产业新闻、产品、专访和过往杂志。

2 刊首语

4 产品聚焦

小身材 大优势的有刷 DC 电机驱动

5 精英观点

White Space 和智能电网

作者：Alan Woolhouse

6 市场观察

最近北美的天气事件是否有助于智能电网的发展？

作者：Michael Markides, HIS

7 设计指南

输入阻抗测量

作者：Ray Ridley 博士, Ridley Engineering

技术访谈

演绎功率和移动技术的最新动向

作者：刘洪, PSDC

13 为电机控制、数字电源、太阳能和 LED 照明打造实时控制应用

作者：刘洪, PSDC

15 中国诸多应用将受益于凌力尔特 Dust Networks 无线传感器网络

作者：刘洪, PSDC

封面故事

17 改善电动马达的测试技术

作者：Nick Keel, 美国国家仪器公司；Frank Heidemann, SET GmbH

技术特写

19 电源

新颖的均流 IC 可轻松平衡两个电源
作者：Pinkesh Sachdev, 凌力尔特公司

23 电池充电

采用单片机的锂离子电池仿真电路
作者：Mark Pallones, Microchip Technology

26 电路保护

技术演进：适用于高压 DC 设备的 PPTC 消弧连接器
作者：Robert Cid, TE 电路保护部

29 电机控制

三菱电机第四代 DIIPM 新系列在地铁站台屏蔽门中的应用
作者：陆思清、宋高升, 三菱电机

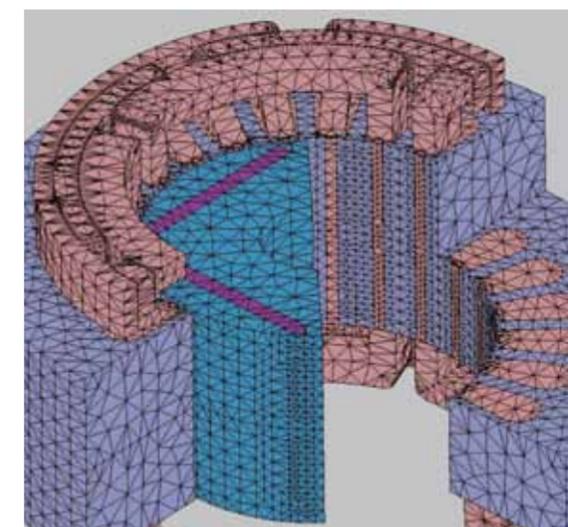
特别报道： 电网供电与维护

34 瞬态电压抑制器的失效机制

作者：Kent Walters, 美高森美公司

37 配合智能电表趋势的 PLC 技术及解决方案

作者：安森美半导体



封面故事

改善电动马达的测试技术



热点产品新闻、行业新闻及更多内容请访问网站：

www.powersystemsdesignchina.com

40 HVDC 电力电容器将能耗降到最低

作者：爱普科斯公司 -TDK 集团成员

43 国际整流器公司的最新功率 ASIC

作者：Tom Ribarich, 国际整流器公司

职业发展

46 储能系统带来的智能电网设计挑战

作者：David G. Morrison, How2Power.com

绿色视点

48 提高医疗设备质量与易用性

作者：刘洪, PSDC



功率系统设计: 推动全球创新

AGS Media Group

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

主编——功率系统设计中文版

刘洪
powersdc@126.com
电话: 010-68797916 13651220041

出版人

Jim Graham
jim.graham@powersystemsdesign.com

合作出版人

Julia Stocks
julia.stocks@powersystemsdesign.com

管理和制作

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

发行管理

circulation@powersystemsdesignchina.com
电话: 0755-82240466

广告价格、尺寸和文件要求可访问:
www.powersystemsdesignchina.com

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

版权所有: 2012年9/10月
ISSN: 1815-3453

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

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

第八卷, 第五期



无线充电技术初露锋芒

最近, 关于无线充电技术的报道不绝于耳。无线充电技术源于无线电力输送技术, 是利用磁共振在充电器与设备之间的空气中传输电荷, 线圈和电容器则在充电器与设备之间形成共振, 实现电能高效传输的技术。

刚刚看到英特尔公司已选择IDT开发一款基于共振技术的集成发送器和接收器芯片组, 用于英特尔的无线充电技术。IDT的无线充电IC将提供业界领先的尺寸和成本缩减, 同时简化产品开发和集成。与IDT一道, 英特尔公司致力于提供针对超极本、一体机 (AiO PC)、智能手机和独立充电器开发的验证参考设计。

IDT公司是一家拥有模拟和数字领域的优势技术, 并且运用这些模拟和数字优势技术为广大终端用户提供了大量优化的、丰富的、创新性的系统级解决方案的公司。它在计时、串行交换电路和传输接口电路方面位于全球市场的领先地位。在通信、计算和消费芯片市场, IDT发挥出模拟和系统设计的专长, 为客户提供各种应用广泛、性能优化的混合信号解决方案。

IDT公司在开发创新的和高集成的IDTP9030发送器和多模式IDTP9020接收器中的丰富经验证明了其在无线电源市场的领先地位。共振技术的进展将通过提供世界上最高集成度和全功能性的IC的支持继续获得成功。预计与英特尔公司的合作能使IDT在无线电源技术的扩展方面发挥重要作用。

未来, 人们将能够在包括键盘、鼠标、存储设备、照相机和智能手机这些设备在内的广泛生态系统内体验无线充电。英特尔与IDT的共同努力, 以及IDT独特的和已被证明的技术将必需的特性和功能集成在单片电路解决方案中可加速这个愿景的实现。客户和相关消费者已经提出了全部移动设备进行无线充电的体验, 合作的目标就是通过PC电源来满足这种需求。

据悉, IDT计划在年底推出共振接收器IC样品, 预计在2013年上半年推出发送器IC样品。有理由相信, 英特尔与IDT的合作将把无线充电技术向前推进一步。

刘洪
功率系统设计主编
powersdc@126.com

电子产品既要更好地工作, 又要安静无噪声。

全新Ripple Blocker™电源输出噪声衰减器



实现噪声敏感应用无与伦比的PSRR性能。

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

- 1kHz条件下80dB PSRR
- 5MHz条件下60dB PSRR

利用干净的系统电源提高系统整体性能。

- 更高RF传输信号强度
- 增加动态信号完整性

实现功能丰富的系统解决方案, 节省空间和成本。

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

理想应用:

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

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

MICREL
Innovation Through Technology®



©2012 Micrel, Inc. 保留所有权利。
Micrel、Innovation Through Technology和
Ripple Blocker是Micrel的商标。

www.micrel.com

扫描此代码, 以了解更多!

小身材 大优势的有刷DC电机驱动器

面向电池供电应用的业界最小型1.8A有刷DC电机驱动器

德州仪器 (TI) 宣布推出业界最小型1.8A有刷DC电机驱动器，进一步壮大其不断发展的低电压DRV8x电机驱动器产品阵营。德州仪器半导体事业部市场推广经理李志林向媒体介绍了这款名为DRV8837的产品特性和优势。

外形纤巧，功能繁多

李志林表示，与最接近的同类竞争产品相比，DRV8837的外形缩小75%，可实现更小巧、更时尚、更具创新性的系统设计。此外，与现有器件相比，它还将 $R_{DS(ON)}$ 降低50%，将睡眠电流降低75%，从而延长电池使用寿命，提高电池供电或低电压运动控制应用的散热性能。

DRV8837的主要特性与优势非常多，首先，它可以延长电池使用寿命，280毫欧低 $R_{DS(ON)}$ 与仅为35nA的超低睡眠电流可为玩具、智能气表或水表、电子锁、微型打印机以及摄像机等应用提高散热性能，延长了电池使用寿命；其次，它有助于提高性能：逻辑与电机的分开供电可提高启动及停止条件下电池供电应用的性能；而在宽/低电压工作范围，1.8V至11V宽泛工作电压支持多达6节碱性电池或2节锂离子电池组应用；另外，DRV8837有助于减少板级空间，微小型2毫米×2毫米WSON封装支持更小、更时尚的设计；高级片上保护包括过流、过温、贯通以及欠压保护可提高系统可靠性，降低设计复杂性。

加快电机应用开发

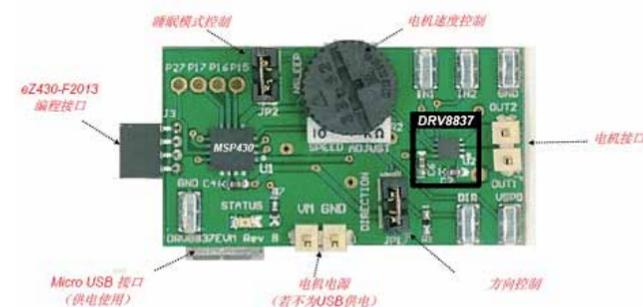
李志林还介绍了DRV8837的开发工具与支持，DRV8837评估板现已开始供货，其特性包括：板载速度、睡眠及方向控制；支持便捷评估/上电的微型USB连接；板载MSP430微控制器(MCU)可全面评估DRV8837的性能，为使用外部MCU提供更高的灵活性；重要控制及测试点的便捷访问。

李志林介绍说，DRV8x电机驱动器可实现直接投入运行，因为它集成了大量电机系统所需的功能块，如栅极驱动电路、MOSFET、保护电路以及电流调节电路等。



一颗SOT-23的三极管甚至比芯片还大

不要忘记产品安装工艺成本



DRV8x电机驱动器可实现便捷驱动各种步进、有刷DC以及无刷DC电机，能够充分满足打印机、视频安全监控、风扇、泵、阀门、电动工具、纺织机械、电子锁以及消费类电子产品等各种便携式及有线应用的需求。

助力电机发展

TI在电机驱动与控制方面拥有丰富的经验，推出了各种系列的模拟与微控制器产品以及综合而全面的工具、软件与支持，可提供高效高可靠的低成本电机解决方案。客户可获得具有最佳性能的理想解决方案，快速启动包括AC感应(ACIM)、有刷DC、无刷DC(BLDC)、PMSM以及步进在内的各种电机。

www.ti.com.cn

White Space 和智能电网

一些智能电网经济依赖于消费点的数据



作者: Alan Woolhouse

将智能添加到电力的分配和传输数据来自于家庭的消费。增加家庭中的通信可以实现更高的效率，可能受益于列入电力公司的数据循环。

M2M(机器对机器)是一个典型的用词不当。机器不能与其它机器交谈；相反，它们是与数据库或类似的东西交谈。例如，一个智能电表不能与另一个智能电表通信。相反，它会发送读数到数据库中，能源公司用它来计费和其他用途。

然而，也有一些应用人们可能会认为是真正的M2M，例如一个家庭自动调温器与加热锅炉的沟通。这是一种短距离的应用，而大部分方法都是基于一个专门的链接，这在目前几乎始终是两点之间的一条线。即使是无线，大多数人会认为使用短距离蓝牙或Wi-Fi技术。但是，令人信服的理由是，为什么使用远程技术(如失重, Weightless)是最好的。

我们的自然倾向是不合逻辑的



NeuNET是一家生产M2M通信White Space无线电系统的公司。

过一个广域网观察从温控器到锅炉的信号。漫长的旅程似乎是不必要的。这基于我们对周围移动物体的人类感知，而不是电子。信号走了几英里的开销，而不是几米那样微不足道。如果它是通过一个中央网络就会有很多优势。过程可在中央网络中应用智能。例如，如果气象预报预测气温不断升高，这个过程可能会延迟锅炉的激活。

业主可以在离家后访问读数，或许关注无人看管的家庭，防止度假期间突如其来的寒流。安装在家庭的多个恒温器能提供更好的整体温度评估。连接传感器和设备就简单多了，因为它可以使用像电脑或平板电脑的设备，而不是试图教锅炉它应该听一个新的温控器的指令。

除了在一个广域网上增加分布式智能和增值，发电和分销集团企业的增加价值使其能够建立更高的效率的业务，为消费者提供价格低廉的服务，对业主也有有直接有形技术优势。短距离技术(如蓝牙)事实上可能被证明在距离有各种各样的问题，通常可能需要家庭内部有独立的通信设备，如加热系统和恒温器或智能仪表等。虽然大多数家庭已经安装了IEEE 802.11网络，路由器ID和密码所做的更改可能使没有关注IT的人无法使用房子的重要部分功能，如加热。

这种潜在的薄弱环节是广大消费者所不能接受的。社区中失重网络存在产生了意想不到的好处。一旦建立了一个广域网，应用就远远超出了电源管理，要采用智能家居组合的其他元素，包括安全、消防安全、健康、远程医疗和便利。

长距离链路的缺点可能是数据传输成本，因为网络运营商要为传输数据买单。对于传输相对较少数据的传感器，这个成本其实是非常低的，远低于其他地方节省的燃料费用，如加热控制更有效率或更好地利用低价天然气。只是因为两个部分的应用关系紧密，我们不应该立即认为使用短距离无线解决方案将它们连接起来是最好的方法。

失重是专门针对M2M应用设计的一种新的无线标准(见www.weightless.org)。由于其独特的特点，它非常适合于智能电网和智能家居应用，已经引起了发电和配电机构，以及智能家居应用和设备开发厂商的注意。

因为成本低，它可以设计成更多的设备。低功耗意味着电池供电的应用可以运行多年，而无需维护或市电。最后，它具有优异的信号传输范围(几英里)、建筑物穿透特性，所以它可以可靠地在任何类型物产、具有挑战性的位置和地形中运行。

www.cambridgestartup.co.uk

最近北美的天气事件是否有助于智能电网的发展?



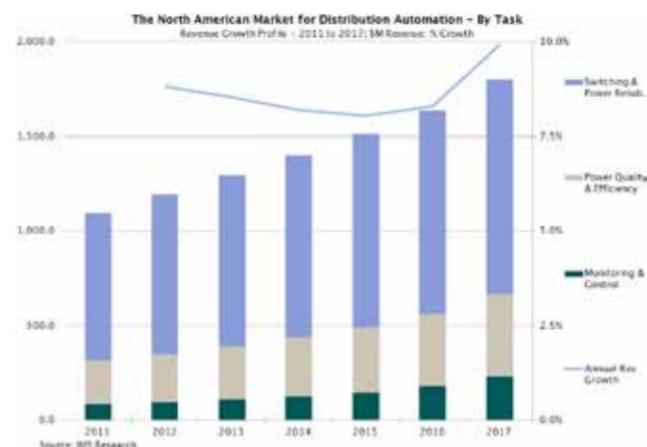
作者: Michael Markides, HIS

2012年6月下旬, 严重的风暴袭击了美国东部的部分地区, 使居民和企业一个星期以上没有电力供应 (<http://yhoo.it/RjpxAn>)。IMS Research 预测, 随着关键部分转向 FDIR (故障检测、隔离和恢复) 计划, 更多的可用的公共事业基金将投资于配电自动化设备及相关平台。

2012年6月下旬, 严重的风暴袭击了美国东部的部分地区, 使居民和企业一个星期以上没有电力供应 (<http://yhoo.it/RjpxAn>)。

在过去的几年中, 北美地区严重的天气事件似乎已经变得越来越普遍, 或至少越来越明显, 往往导致对电力公司恢复供电花费的时间太长的激烈批评。这个最新的停电事件在温度达到100°F以上的破纪录的热浪中让一些居民没有电力供应。

在北美, 架空线路存在一个重大的赔偿责任, 因为猛烈的急暴雨可能中断大型服务区域的供电。这留给电力公司一个烂摊子, 他们必须找到所有掉落的电线并恢复供电, 通常需要超出了手头可用的人力资源。



电力公司和居民都承认, 掉落的电线是不可避免的, 但是, 越来越多的居民表示出愤怒, 需要过多的时间才能恢复供电, 特别是在恶劣的天气条件下。

新的法规, 以及更多的了解和部署新的技术为的是减少停机时间。

IMS Research最近公布了最新的配电自动化市场年度市场研究, 突出显示了电网中压层新技术方面的电力公司投资。

IMS Research预测, 随着关键部分转向FDIR (故障检测、隔离和恢复) 计划, 更多的可用的公共事业基金将投资于配电自动化设备及相关平台。

自动开关、智能重合闸、加装开关控制模块和通信故障检测预计在全球范围内的销售都将增加, 可看到北美市场的销量最高。

关于作者

Michael Markides是HIS计量与能源管理组副总监。

www.ihs.com

输入阻抗测量



作者: Ray Ridley 博士, 总裁, Ridley Engineering

在本系列文章的第三部分, Ridley博士讨论了开关电源完整表征期间的第四个重要频率响应测量。测得的闭环输入阻抗是低频率下的一个负电阻。一个电源的输入阻抗因大多数实际测量的输入滤波器参数而复杂化了。

电源传递函数测量

有四种基本的传递函数描述了开关电源的小信号性能, 如下所示:

1. 环增益和相位——决定你的设计的稳定性和适应不同元件的可用余量。
2. 输出阻抗——确定输出调节、动态负载响应、复杂加载的易感性 (susceptibility)。
3. 音频易感性 (audiosusceptibility)——确定从输入到输出的噪声传输。
4. 输入阻抗——确定电源系统对输入滤波器或输入功率系统元件的灵敏度。

在本系列的前两篇文章中讨论了前三个参数: 环路增益、输出阻抗、音频易感性。我们强烈建议, 设计和构建的每一个开关电源都要进行所有这些测量。环路测量是必不可少的, 以保证整个使用寿命期间稳定的电源, 而输出阻抗给出了有关存在负载变化条件下的性能的综合信息。测得的音频易感性对显示从输入信号源到输出噪声的抑制是非常有用的。

输入阻抗测量给出了有关电源输入端的特性。它通常是航空航天行业要求的文档包。与音频易感性测量一样, 信号必须在高功率输入轨的顶部注入。一旦你设置你的测试设备到音频易感性测量, 输入阻抗测量的很简单的。

输入阻抗测量

输入阻抗测量可以预测电源将如何恰当整合到一个系统中。如果输入阻抗太低, 可能电压源的负载过重, 不利系统的交互。为了测量输入阻抗, 一个电压源必须与电源的输入端串联注入, 如图1所示。

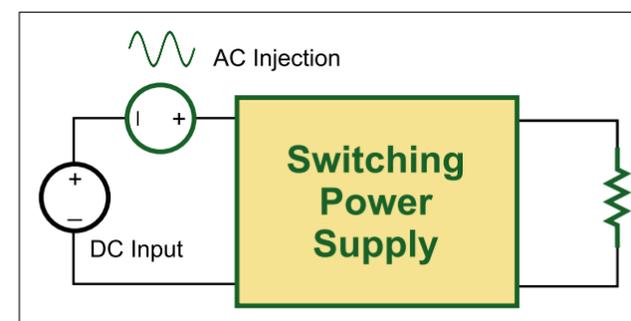


图1: 通过在电源的输入端子加入一个电压信号来测量输入阻抗, 并测量输入电压和输入电流扰动。

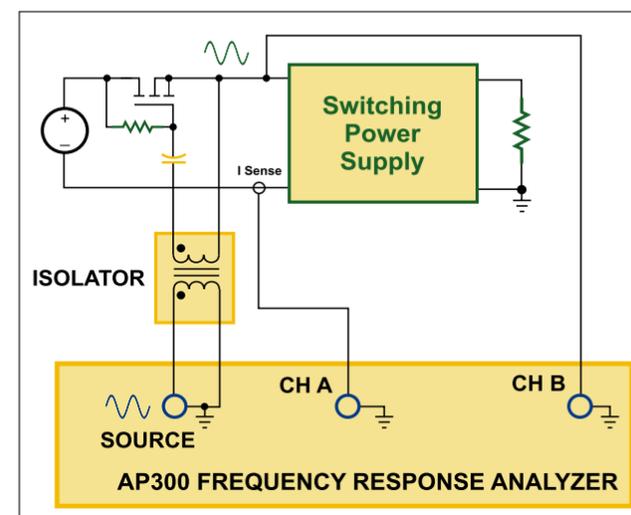


图2: 注入电压信号和测量输入阻抗的实际测试设置。

图2显示了如何使用一台频率响应分析仪和几个分立器件的实际实现过程。分析仪的输出被连接到宽带宽

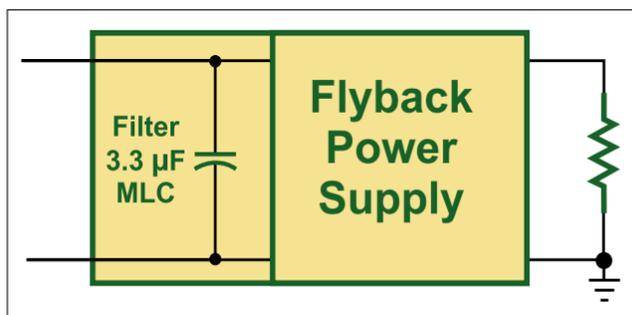


图 3: 有输入滤波电容的反激式转换器。在大多数情况下, 实际测量需要在阻抗测量中包括一些输入滤波器元件。

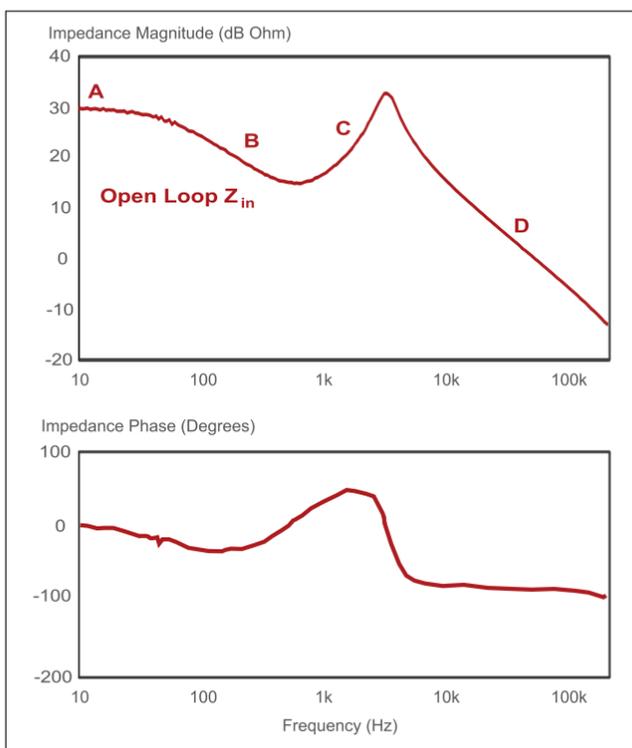


图 4: 开环反激式转换器的输入阻抗测量。

器, 然后 AC 耦合到作为电压跟随器挂接的 FET。FET 的大小和额定值可能会根据所述功率级别和被驱动的转换器的电压电平发生变化。这种注入技术比插入一个与输入源串联的高功率放大器更简单, 更符合成本效益, 并允许为大多数应用注入足够的信号。

此设置和音频易感性设置之间的唯一区别是, 发送到分析仪的信号是不同的。对于输入阻抗测量, 分析仪的 B 通道测量输入电压扰动, A 通道测量输入电流扰动。电流是用某种传感器测量的——无论是一个小型检测电阻、电流互感器, 还是有源探头。

Middlebrook 博士在其著名的输入滤波器互动论文中

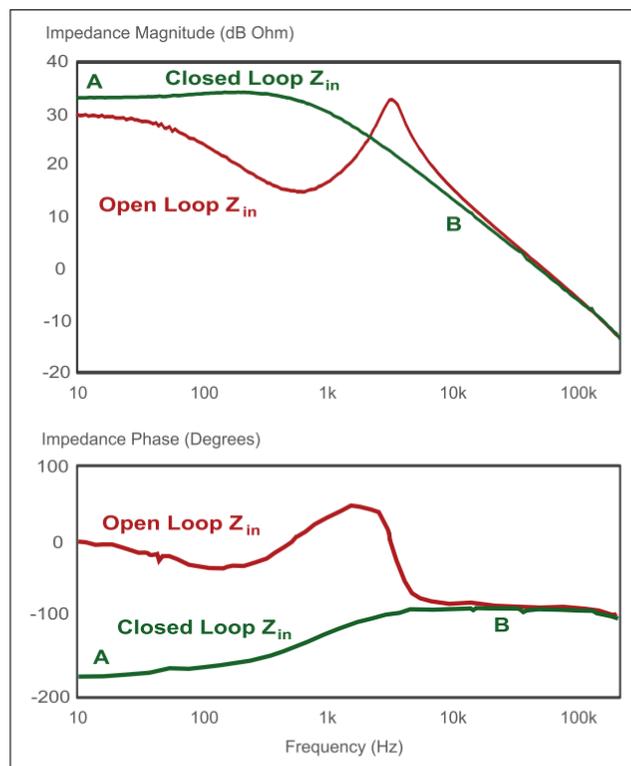


图 5: 闭环和开环反激式转换器的输入阻抗测量。

指出, 一个转换器的输入阻抗应该在开关单元输入条件下进行分析和测量。在这一点, 互动分析可以很好地运用来预测是否输入滤波器将影响控制环路。然而, 在大多数实际情况下, 输入阻抗测量包括一些或所有的与电源的输入阻抗并联的输入滤波器元件。这可能会导致与 Middlebrook 原来讨论不相关的虚假低测量范围。关于此主题的更多信息, 参见 [3]。

在关闭一个转换器的控制环路之前, 要测量电源的开环输入阻抗。这种测量的结果示于图 4。这个图有四条增益曲线渐近线。第一条 A 与转换器负载电阻成正比。请注意, 在这一点上的阻抗相位是零度, 表示一个正的电阻值。

在 100Hz 之前, 渐近线 B 来自于电源的输出电容, 而输入阻抗开始下降。这样继续下去直到电源的 LC 滤波器的谐振频率, 然后根据反激电感的值阻抗沿渐近线 C 爬升。

最终输入滤波电容器的阻抗变得比电感器的阻抗低, 因此最终阻抗跟随渐近线 D。注意, 输入阻抗相位的最终值为 -90 度, 对应于一个电容值。

开环输入阻抗是一个相当复杂的曲线, 即使只有一个电容器作为输入滤波器。随着测量中包含越来越复杂的

输入滤波器, 测量或预测阻抗的复杂性会增加。

图 5 示出了有控制闭环的相同转换器的输入阻抗。

图 5 的绿色曲线示出了转换器的闭环输入阻抗。在低频率, 沿渐近线 A, dc 值是由电源转换器的输出和输入电压确定的。你可以从绿色曲线看到, 现在阻抗有一个 -180° 的起始相位, 表示一个负电阻。这是所有恒功率开关电源的典型特性, 当开关电源输入滤波器耦合时, 可能出现稳定性问题。

这个闭环输入阻抗保持相对恒定, 直到输入滤波电容的阻抗变得低于起始负电阻。然后阻抗跟随渐近线 B, 以 90 度相位延迟, 如观察到的开环特性。

请注意, 在开环和闭环输入阻抗、以及音频易感性和输出阻抗的环路增益之间的简单关系是不一样的。对于这两个量, 开环特性被衰减到 1+T(s)。输入阻抗是不同的。当有显著环路增益时, 输入阻抗被转化成固定值的负电阻。如果没有任何输入滤波器元件, 输入阻抗在交叉频率之后随频率上升。然而, 在这个例子中可以看出, 输入阻抗被输入滤波电容器严重影响了。

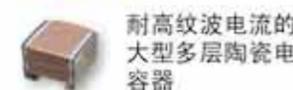
总结

本文讨论了电源输入阻抗的意义, 并展示了如何进行实际测量。大多数航空航天设计都要求电源输入阻抗测量, 以正确评估较大系统中集成电源的影响。在大多数情况下, 输入阻抗测量包括输入滤波器的阻抗, 以及 Middlebrook 的阻抗互动标准正确应用的复杂性。[3]。

参考文献

- Ridley Engineering Frequency Response Analyzer from AP Instruments, www.ridleyengineering.com/index.php/analyzer.html
- Ridley Engineering Design Center, www.ridleyengineering.com/index.php/design-center.html
- “Power Supply Design. Volume 1: Control”, by Dr. Raymond B. Ridley. Full-color textbook available at <http://www.ridleyengineering.com/index.php/books.html>. <http://www.ridleyengineering.com>

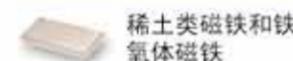
工业电子 的卓越解决方案



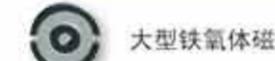
耐高频波电流的大型多层陶瓷电容器



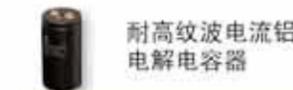
高可靠度的表面贴装功率电感器



稀土类磁铁和铁氧体磁铁



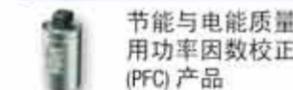
大型铁氧体磁芯



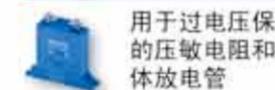
耐高频波电流铝电解电容器



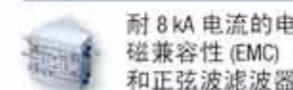
高电流共模扼流圈



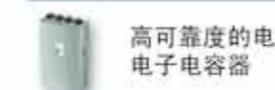
节能与电能质量用功率因数校正(PFC)产品



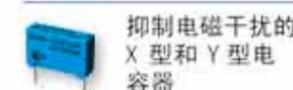
用于过电压保护的压敏电阻和气体放电管



耐 8 kA 电流的电磁兼容性(EMC)和正弦波滤波器



高可靠度的电力电子电容器



抑制电磁干扰的 X 型和 Y 型电容器

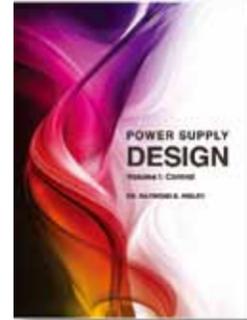


用于电源的高电流扼流圈

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

演绎功率和移动技术的最新动向



作者：刘洪，PSDC 主编

——飞兆半导体介绍公司在功率半导体和移动设备领域的最新发展与技术优势

日前，飞兆半导体在北京举办媒体交流培训活动，介绍飞兆半导体功率和移动技术的最新动向。中国区销售总监王剑、技术行销部高级经理曹巍和技术行销部工程师陈立烽分别介绍了公司的市场状况和优势以及电源、移动和客户的成功；新型功率负载开关系列；以及绿世界的功率应用。



的采用和手机销售。

王剑说，市场驱动力是技术，包括推动技术创新、集成和支持。而技术包括定制组件的性能、功能整合和封装；应用集成涵盖封装、SPM® 产品、多芯片、功能丰富的器件；解决方案支持充分利用了区域FAE和全球资源中心和卓越的供应链。这一切都是为了客户的成功。

功率市场的领导者

王剑表示，今天飞兆半导体已成为电源和模拟IP产品的领导者，是经过验证的电源和移动供应商，拥有创新组合、封装和工艺技术，以及能源效率和移动设计公认的专长。公司专注于客户的成功，具备业界领先的组织响应、积极建议、超越客户期望的能力。

飞兆半导体的功率产品采用最高的能源效率设计和领先的电源技术：PFC和PWM控制器、MOSFET、IGBT、负载开关、稳压器、运动控制、栅极驱动器、二极管和整流器、晶体管、电池管理、GFI控制器、照明集成电路、光电子、汽车IC等。

飞兆半导体是领先的移动产品增值合作伙伴，与客户紧密合作，提供独特的组件以实现个性化手机设计。公司提供优化的标准基带、电源、音频及配套部件，以及功率、模拟和混合信号定制芯片解决方案。值得信赖的技术支持和供应链可靠性，致力于为客户提高芯片组参考设计

新型功率负载开关

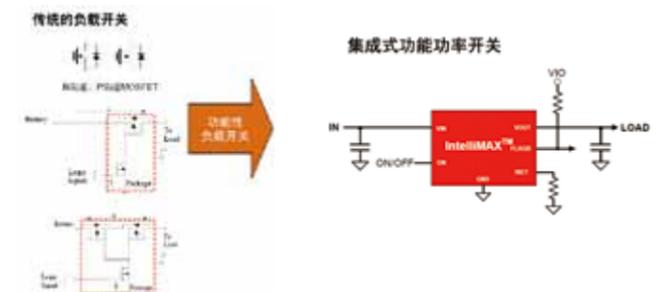
技术行销部高级经理曹巍介绍了公司的全新功率负载开关——IntelliMAX™ 智能负载开关。他首先分析了移动市场推动和成功因素，包括：由无线融合、更佳的用户体验、能效要求所推动；上市时间、功能差异化是客户关注的重点；移动IP、专有工程技术以及供应链是快速演进的市场的核心。

曹巍认为，要在移动市场成功，就要更快进入市场，如从概念变成芯片只需最短时间、地区性工程技术支持、出色的批量交付记录、全企业的承诺；差异化设计，如性能、专有技术、外形尺寸等特性，实现更好的用户体验。为了客户成功，飞兆半导体更加努力专注于自主管理的便携业务、销售人员、客户合作、供应链以及新技术投入。

他说，IntelliMAX™ 智能负载开关系列是集成式功能功率开关，带有保护与控制功能，在较小的外形尺寸中结



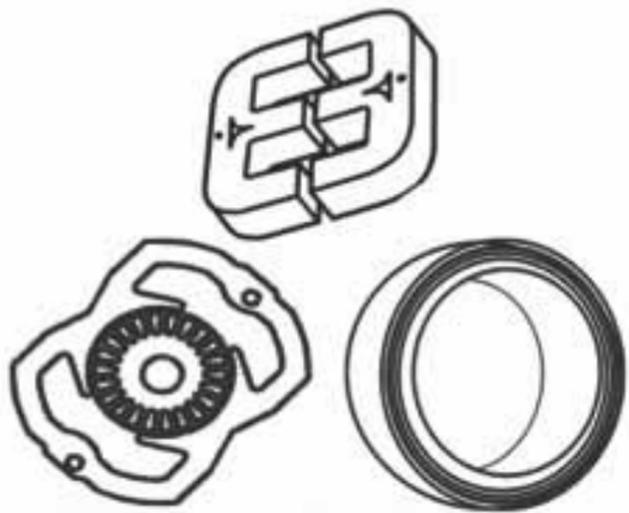
飞兆半导体的领先地位



C W I E M E

班加罗尔2012

印度班加罗尔国际展览中心
(印度最大的国际展览及会议设施)
2012年11月21日至23日



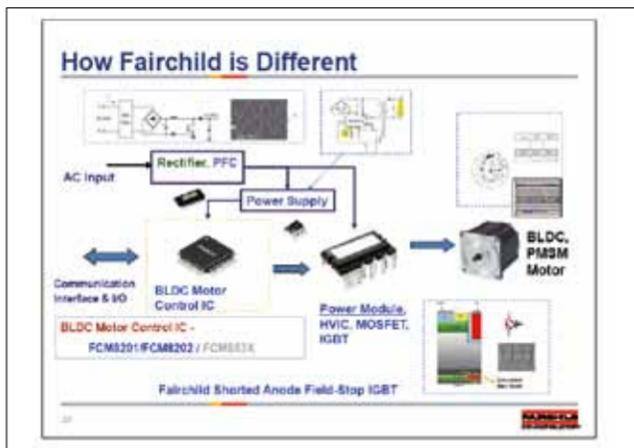
在别人之前抢先 获得你的展位



英国办公室: PO BOX 7683
Suminster Newton, Dorset, DT10 3BF, UK
电话: +44 (0) 1258 446280
邮件: marketing@coilwinding.e7even.com

美国办公室: 28W117, Countryview Drive,
Napeville, IL 60664, USA
电话: +1 630 355-0955 传真: +1 630 355-0956
邮件: cwimeusa@coilwindingexpo.com

www.coilwindingexpo.com



合了保护、控制IP, 以及故障监测功能, 可减小电路板空间和元件数目, 简化功率管理设计并加快上市速度, 实现可靠的系统性能。

负载开关有助于降低(待机)功耗, 采用压摆率控制, 减小浪涌电流, 实现过流保护和系统上电排序。使用负载开关可以解决系统设计的几大挑战: 压摆率控制系统挑战、过流限制系统挑战、热关断设计挑战、反向电流阻断(RCB)挑战、输出放电设计挑战、无缝电源转换挑战、低运作 VIN 设计挑战。

绿世界的功率应用

陈立烽的主要话题包括: LED照明、低功耗技术、工业电源、BLDC运动控制、汽车应用、新能源, 这些都有助于节能减排。他说, 一个绿色的世界需要有效率和高可靠性。飞兆半导体的功率解决方案涵盖了这些应用的方方面面。

飞兆半导体LED照明整体解决方案PSR反激式解决方案增值、非隔离型降压解决方案增值和解决方案销售工具。其中包括有PFC和集成MOSFET的非隔离降压方案、有PFC和集成MOSFET的单级PSR反激式方案、FLS3217/FLS3247评估板等。

在运动控制方面, 飞兆半导体也有全面的解决方案。

SPM[®] 器件是一个绿色智能解决方案, 集成了模拟、分立和封装技术, 具有节省空间的紧凑设计、容易满足效率和EMI法规、节省开发时间和缩短上市时间的优势, 有助于实现更高的效率、高质量和高可靠性。

在工业应用领域, 如太阳能、UPS等, 飞兆半导体有场终止IGBT、S-J MOSFET、光栅驱动器、SPM[®] 器件、HVIC等。这些都是高性能半导体器件, 可提供优化的能源效率, 帮助节能减排, 实现一个绿色的世界。

www.fairchildsemi.com

为电机控制、数字电源、太阳能和LED照明打造实时控制应用

——德州仪器发布32位MCU C2000™ 参考设计



作者: 刘洪, PSDC 主编

德州仪器C2000是专为实时控制量身打造的, 支持高性能集成外设的32位微控制器, 最近又提出了参考设计。日前, 德州仪器半导体事业部C2000业务拓展经理陈思儒和半导体事业部MCU业务拓展经理吴健鸿介绍了参考设计的细节和优势。

C2000 广泛适用实时控制应用

陈思儒表示, 其数学优化型内核可为设计人员提供能够提高系统效率、可靠性以及灵活性的方法。C2000 器件具有功能强大的集成型外设, 是理想的单芯片控制解决方案。C2000 开发工具策略及软件(controlSUITE)可创建开放式平台, 不但可最大限度地提高可用性, 同时还可最大限度地缩短开发时间。

他介绍说, C2000 适用于广泛的实时控制应用。TI 为设计人员提供了广泛的解决方案, 涉及数字电机控制, 可再生能源系统, 数字电源转换, 自适应照明系统, 汽车电子, PLC 等应用, 帮助设计人员解决所面临的任何设计难题。

加速微控制器项目开发进程

陈思儒称, C2000 可提供各种硬件平台, 以加速采用 TMS320C2000 微控制器的项目开发进程。从低成本 USB 型 controlSTICK 到用于太阳能、电机控制、照明和数字电源的全功能应用开发者平台, C2000 可提供一系列旨在帮助开发使客户更快推向市场的硬件开发工具。

controlSTICK 是独立的低成本 USB 驱动型工具, 它可以实现即时评估。借助板载仿真器、访问引脚和示例项目, 新用户只需几分钟的时间即可立即运行 C2000 器件, 并且无硬件故障。

用于 TMS320C2000 的 controlCARD 可在一个标准的引脚兼容型 DIM 插槽子卡中高度整合微控制器和所有必需的支持器件。controlCARD 具备插入式通用兼容接口, 用户仅需插入新的 controlCARD 即可快速试用我们应用开发套件中的各种 TMS320C2000 MCU。除 controlSTICK 平台以外的所有 TMS320C2000 开发者套件均采用 controlCARD。

用于 TMS320C2000 的实验套件具备与 controlCARD 相兼容的扩



展基座, 能够轻松访问大部分的 controlCARD 引脚, 同时提供用于 TMS320C2000 微控制器的原型设计平台。

外设开发套件可帮助 TMS320C2000 用户和大学生轻松学习如何在 TMS320C2000 微控制器上使用所有高级外设。这些套件兼容 controlCARD, 具有的板载硬件和软件示例项目专用于在试验 TMS320C2000 MCU 上找到的外设。

为电机控制、数字电源、太阳能和 LED 照明等重要应用领域提供全面的参考和学习平台。专为具备应用知识且希望了解 TMS320C2000 如何改进目标应用的工程师而设计。该套件提供具有图形用户界面的快速入门指南(通常提供套件及其功能的简介)。了解更多高级开发、更多示例项目和用户指南(帮助用户了解运行和开发套件)。

参考设计案例易于使用

吴健鸿在介绍高电压电机控制和 PFC 开发者套件时表示, 高压 PFC 和电机控制开发者套件提供了简单的开放源码来评估高压环境下的 Piccolo 微处理器和 TI 模拟。单个 Piccolo MCU 可以控制功率因数校正(PFC)级和电机控制级。PFC 将线路电平 AC 输入(约 110 至约 240VAC)和输出升高至 700 瓦功率, 采用闭环控制调节。电机驱动器级可以从 PFC 或独立功率级驱动, 输入高达 400V, 输出高达

面向实时控制的 C2000 MCU



C2000 MCU 开发套件

<p>器件评估</p> <p>实验套件 可访问 controlCARD 引脚和原型设计板的扩展板</p> <p>开发学习套件 可提升与 C2000 器件相关的学习曲线</p> <p>C2000 LaunchPad 用于快速原型开发和实时控制设计的评估套件</p> <p>USB controlTICK 快速而简单的 USB 接口板用于数据记录</p> <p>controlCARD 这款特殊的子板可在应用开发和器件评估中用于 C2000 MCU 的实时控制。controlCARD 包含引脚重映射，从而可轻松地对不同的 C2000 MCU 进行实验。</p>	<p>应用开发套件</p> <p>数字电源和人机接口 通过提供实时应用示例，C2000 可提供专为加速和优化设计过程而设计的多种软件开发工具。</p> <p>器件清单</p> <ul style="list-style-type: none"> controlCARD + 相机 基于 Eclipse 的 CCS Studio IDE 配有实时应用的软件示例 电源和电机 <p>开发软件包</p> <ul style="list-style-type: none"> 原理图 (原理图、PDF 文件) 物料清单 (BOM) 免费使用最新的光学文件 提供所有关键信号的可定制脚本 DSM100 引脚映射器 在 controlSUITE™ 中免费使用 <p>controlSUITE™ C2000 器件开发者的软件、文档和资源的集中入口。</p>
---	--

1 千瓦功率。电机驱动器级能够驱动三种最常见的无刷电机，即 AC 感应电机、无刷直流电机和永久磁性同步电机。Piccolo 微处理器采用闭环、无传感器控制来控制各类电机。PFC 级和各类电机的套件随附完整的软件包。套件的软件和硬件全部是开放源码。电机软件主要针对各类电机的闭环控制，各类电机将由 TI 直接提供。

C2000™ 高电压移相全桥开发者套件设计用于向用户演示如何快速实施数字控制移相全桥拓扑 DC/DC 转换器。此设计还支持带斜率补偿的峰值电流模式控制，且无需外部电路。这是一个高电压套件，用于支持广泛用于终端设备设计的电压电平，为开发者提供使用多种控制方法进行试验的机会。此套件是初级侧 TMDSHVBLPFCKIT 和 TMDSHVFPFCKIT 的最佳配套器件，为功率因素校正的 AC 输入级到高效 DC/DC 输出级提供完整的评估平台。此 EVM 另外还具有板载 USB JTAG 仿真，从而无需外部 JTAG 仿真器。EVM 基于 controlCARD 平台，包含一个 F28027 controlCARD 和一个快速入门实验板 GUI。该套件还包含 ControlSUITE、32KB CCS V4 受限版本以及完整的

硬件和硬件文档。

C2000 Piccolo MCU LED 照明和通信套件使开发者能够开始进行照明和照明通信的数字控制的设计。凭借 Piccolo MCU 的电源、照明和通信数字控制，开发者可以快速开始智能照明设计。开发板具有高达 250W 的输出，可支持 6 串 LED 和 DALI、DMX512 及电力线通信 (PLC, 单独出售) 等可选智能通信。该集成电源是与 Piccolo MCU 相连的全交流电源，可控制高效隔离谐振 LLC DC/DC 电源拓扑。

在 controlSUITE、C2000 的 MCU 软件门户中，开发套件具有详细介绍数字电源、照明和通信控制的完整示例项目。从简单的开环设计到完整的闭环控制，对用户进行详细指导。通信软件示例具有同样的功能，详细介绍了常见照明通信协议软件的实施。通过附带的图形用户界面，用户能够快速开始用套件进行实验，然后再实现进一步的软件级别实验。所有套件的硬件和软件全部是开放源码并可通过 controlSUITE 免费提供。

电力线通信附加套件 (TMDSPCLMODA-P3X) 包括模拟前端插入式模块和能够使用 AC LED 照明和通信套件实现电力线通信的 Piccolo controlCARD。电力线调制解调器开发者套件 (TMDSPCLKIT-V3) 包括电力线调制解调器，用于使用 AC LED 照明和通信套件实现点对点 PLC 通信。

用于 C2000™ 微处理器的 controlSUITE™ 是一套全面的软件基础设施和软件工具集，以全面满足每个设计阶段对更加直观易用的软件的需求，旨在最大程度地缩短软件开发时间。与传统 MCU 产品不同，controlSUITE 软件可为简化评估、应用自适应、调试、测试以及重复使用提供必要的内容与内容管理。controlSUITE 软件除免费软件产品系列常见的简单演示之外，还可提供能够作为真正开发系统使用的全面开源项目——库与示例，实现诸如电机控制等应用。此外，全新安装程序还可消除版本与依赖性问题，使开发人员能够在集中区域获得完整的软件产品。

吴健鸿最后表示，C2000 具有丰富全面的软件生态系统，包括应用程序开发——系统范例、应用程序库；器件评估——基础程序库、标头文件和工程范例；以及调试与代码生成——第三方案程序库及仿真、CCS 集成开发环境。从通用型超低功耗 MSP430™ 微控制器 (MCU) 到 Stellaris® Cortex™-M MCU，再到实时控制 C2000™ MCU，乃至 Hercules™ 安全 MCU，TI 可为设计人员提供最广泛的各种微控制器解决方案。通过充分利用 TI 全面的软硬件工具、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。

www.ti.com.cn

中国诸多应用将受益于凌力尔特 Dust Networks 无线传感器网络



——凌力尔特公司 Dust Networks 产品系列总裁 Joy Weiss 解读超低功耗嵌入式无线传感器应用

作者：刘洪，PSDC 主编

去年12月，凌力尔特公司 (Linear Technology Corporation) 收购了领先的低功耗无线传感器网络 (WSN) 技术供应商 Dust Networks 公司。此次收购使凌力尔特能够提供完整的高性能无线传感器网络解决方案。Dust Networks 的低功耗无线电和软件技术补充了凌力尔特在工业设备、电源管理和能量收集技术方面的优势。

时隔一年，凌力尔特公司 Dust Networks 产品系列总裁 Joy Weiss 在北京宣布，其超低功耗嵌入式无线传感器产品正式进入中国市场。她向媒体介绍了这一技术的优势和应用案例。

先进技术覆盖广泛应用

Dust Networks 业经验证的低功耗无线传感器网络技术可将凌力尔特的产品组合扩展至工业过程控制、数据



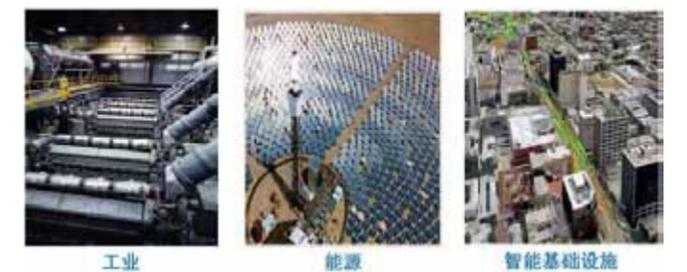
采集和能量收集这些重点增长领域。对那些在传统上一直是不切实际或不可行的物理参数测量应用中，Dust Networks 的超低功耗无线系统为凌力尔特的模拟和数字传感器接口 IC 及能量收集电源管理产品提供了有效的补充。

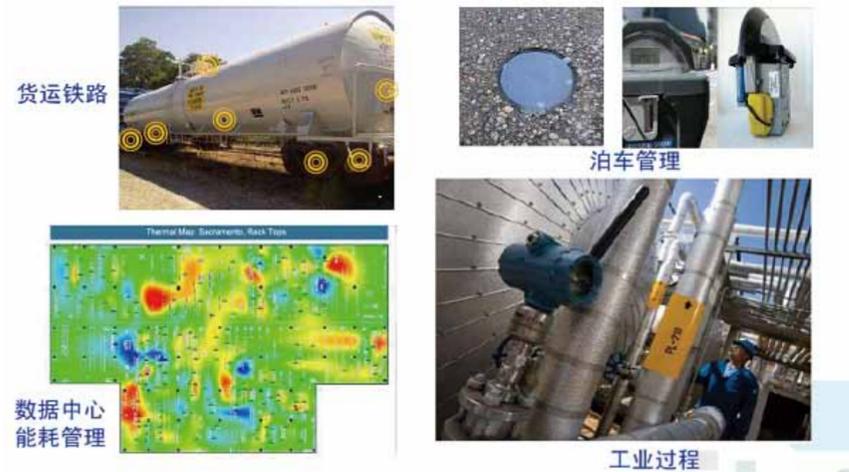
Joy Weiss 表示，Dust Networks 由美国伯克利大学教授 Kris Pister 博士创立，是一家引进风险投资的创业公司。目前已有超过 20,000 Dust Networks 无线传感器网络 (WSN) 部署在世界各地。

Dust Networks 提供了拥有最低功耗的无线电技术和最完整的网络软件，用以构建工业级无线传感器网络。通过将其与凌力尔特精准的低功耗传感器接口产品和无电池的能量收集技术相结合，公司如今能够提供业界最高性能的远程监测解决方案。

随着旨在实现远程数据采集的机器对机器 (M2M) 通信重要性之不断增加，低功耗无线感测逐渐成为一种适合众多终端市场的新兴解决方案，包括工业过程控制、楼宇自动化和数据中心能耗管理。

Dust Networks 率先推出 SmartMesh™ 网络，该网络由一个负责收集和转发数据的自成形网状节点(或“微尘”)与一个用于监视和管理网络性能并向主机应用程序发送数据的网络管理器组成。如今，该技术已成为众多创新网络标准的基础。Dust Networks 技术的特点是实现了低功耗、基于相关标准的射频技术、时间分集、频率分集和物理





分集的完美组合，可确保可靠性、可扩展性、无线电源灵活性及易用性。SmartMesh 网络中的所有微尘（甚至包括节点路径）均为可通过电池运行数年而设计，从而使需要通过低成本“即撕即贴”型安装的地方可准确地安放传感器，以实现最终的灵活性。

Dust Networks 的客户包括全球最大的工业过程自动化和控制供应商（例如：GE 和 Emerson），也有创新的节能环保公司（例如：Vigilent 和 Streetline etworks）。Dust Networks 的技术可应用于多种监视与控制的解决方案，包括数据中心能量管理、可再生资源、远程监测和交通运输等等。

强强联合提供各种解决方案

凌力尔特公司宣布其 Dust Networks SmartMesh™ 无线传感器网络 (WSN) 产品现已进入中国市场。Dust Networks 是一家超低功耗嵌入式无线传感器网络产品领先供应商，现为凌力尔特公司的一个业务部门。Dust Networks 开创了时间同步网络协议 (Time Synchronized Mesh Protocol)，为 WirelessHART 和 802.15.4e 标准奠定了基础。Dust Networks 是 WSN 领域公认的先驱，并且是企业 WirelessHART 技术的领先供应商。

Joy Weiss 说：“凌力尔特拥有遍

布中国各地的强大技术销售与支持团队，我们期待能为在中国那些寻找世界级无线传感器网络技术的 OEM 厂商提供所需的服务。除了 Dust Networks 的无线网络产品，凌力尔特还拥有诸如信号调理、能量收集以及电源管理等用于构建全无线传感器系统的广泛产品阵列。凌力尔特提供的技术能够帮助企业加速其无线传感器产品的开发。”

凌力尔特的 Dust Networks 部门提供了具有先进网络管理及全面安全特性的可靠、适应性强和可扩展的无线嵌入式产品。Dust Networks 产品建基于突破性的 Eterna 802.15.4 SoC 技术，具有超低的功耗，因而适用于依靠电池或能量收集的无线操作。通过与凌力尔特的 Dust Networks 产品相结合，就能将无线传感应用推广到任何可以收集数据的场合。

标准产品特性优异

Joy Weiss 介绍说，基于 Dust Networks 标准的产品包括：专为实现 IP 兼容性而设计的 SmartMesh IP™，基于 6LoWPAN 和 802.15.4e 标准。SmartMesh IP 解决方案得到广泛应用并具成本效益，即使在严酷和动态变化的射频 (RF) 环境中也可实现低功耗运作。

另一个是专为要求工作在极为苛刻的工业环境而设计的 SmartMesh WirelessHART 产品，对于此类环境来说，低功耗、可靠性、适应性以及可扩展性是十分关键的，因而使得这些产品非常适合普遍的工业应用以及特定的 WirelessHART 专属设计。SmartMesh WirelessHART 遵循 WirelessHART (IEC 62591) 标准，可提供同类产品中最低的功耗，并且是最为广泛使用的 WirelessHART 产品。

www.linear.com.cn

改善电动马达的测试技术

通过结合 FEA 和 FPGA 硬件、仿真模型，可以实现精确马达表述的非线性

作者：Nick Keel, NI VeriStand 产品经理，美国国家仪器公司；Frank Heidemann, CEO, SET GmbH

汽车行业越来越多地采用马达为嵌入式控制系统的开发和测试工程师带来了新的挑战。

电力驱动 ECU (电子控制单元) 控制算法必须比内燃机的动力总成 ECU 的运行速度更快。这些更高的速度使传统硬件在环 (HIL) 方法难以测试电动马达 ECU。工程师必须用较高的保真度来仿真马达，而 HIL 测试系统必须能够以 $1\mu s$ 的速度执行仿真模型，以充分表述马达的操作 (图 1)。

在开发和测试电动马达控制系统时，电力电子技术引进了另一项挑战。要测试电力电子器件，测试系统必须处理从 20 至 600V 的电压范围和超过 500A 的电流。

这些类型的测试通常都是用功率计实现的，而功率计可以提供的测试的覆盖范围有限。它们往往不能准确地表述车辆动态，需要增加一些必要的实地测试，以充分验证电动汽车动力总成。功率计能够处理高功率信号，而准确地仿真车辆动力学可减少功率计和现场测试数量，并缩短总体时间和降低测试成本。

用 FEA 进行马达仿真

在进行先进马达驱动实时仿真时，工程师面临的一个最大问题是如何实现模型精确度和仿真步长时间的适当组合。虽然简单常量参数 DQ 模式可能足以进行一些 HIL 测试，但增加模型精确度对于先进马达驱动器的设计往往是必要的。

高保真仿真也适用于通常汽车行业的高效率电动马达应用控制系统的性能优化。使用高保真 FEA (有限元分析) 模型，工程师可以仿真复杂的非理想行为，如齿槽扭矩和设计一个控制器来降低扭矩纹波。

同样，设计者可以仿真在高电流时马达电感的变化 (这极大地影响了马达产生的扭矩)，并相应测试控制器。低保真模型没有充分表述高电流下的齿槽扭矩、马达电

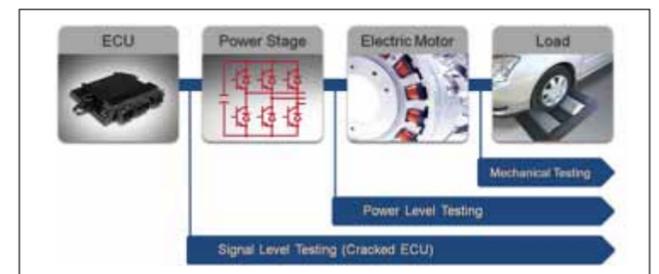


图 1：电动马达仿真的嵌入式软件验证每个阶段都有新的挑战，如高速处理和高功率信号测试。

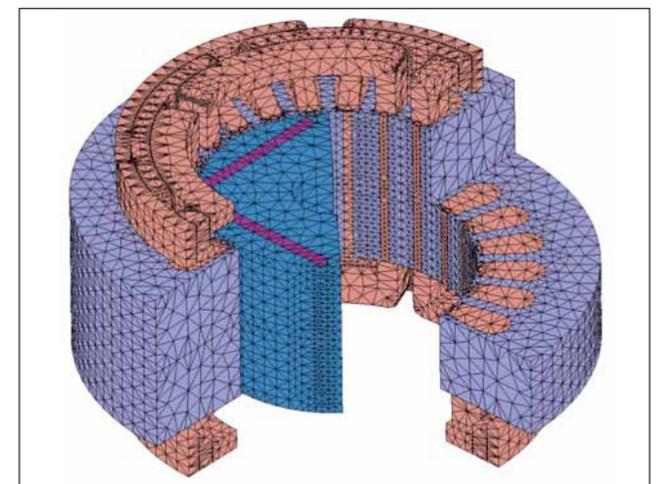


图 2：FEA 的高密度网格为 IPM (内部永久磁铁) 马达特性产生一个非常高保真度表述。

感，或仿真中的其他非线性。没有这些特性可降低 HIL 测试的有效性，这导致了更多的现场测试，增加了充分测试嵌入式控制软件的开发时间。

FEA 是用足够的保真度考虑电动马达中非线性的仿真方法 (图 2)，该方法提供了高度精确的马达模型。然而，

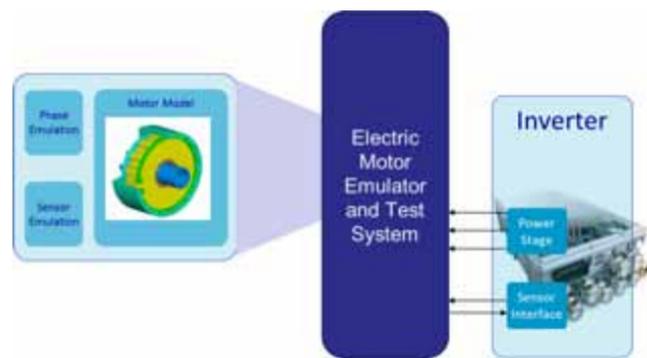


图3：在电马达仿真器测试系统中，仿真器从功率级输入高功率信号，表述系统的缺失组件动力。

从历史上看，高精度仿真已不限于纯软件实现，因为它往往需要时间来仿真一个几秒钟的实际操作。

要执行马达系统的 HIL 测试，仿真模型必须实时运行。高仿真模型需要简化运行在基于处理器的系统限制内，从而减少 HIL 测试的有效性。一个与处理器无关的、基于硬件的仿真对于实现电动马达 HIL 测试的闭环更新速率是必要的。

FPGA 利用输入到输出的低延迟提供了电动马达仿真和高速更新率必要的高速处理。然而，由于 FPGA 是硬件，只有有限的可用资源。

工程师必须经常简化电动马达模型，在这些资源限制的范围内进行操作，这降低了模型的精确度。要获得实时高保真度电动马达所需的仿真性能和精度，FPGA 必须足够大以包含电动马达的整个特性。

FPGA 技术的进步使人们有可能用 JMAG add-on for NI VeriStand 等工具实时执行 HIL 测试的马达高保真仿真。同时，图形化编程工具，如 LabVIEW FPGA，为 FPGA 开发提供了一个抽象工具链，缩短了创建高保真电动马达模型的开发时间。

高功率 HIL 测试

当信号电平测试为开发控制算法和评估 ECU 性能提供了很大价值，重要的是也验证了与系统相关的电力电子器件。功率计常见于功率电平测试，但它们不能准确地表述充分验证系统性能所需的高频率动态。

功率计测试的测试覆盖率不足迫使测试工程师进行大量的实地测试，这将导致减少测试覆盖范围和更高的总体测试成本。HIL 测试系统能够集成电力电子技术和车辆动力学仿真提供功率计测试中没有的测试覆盖。

在电动驱动测力计情况下，传动系统中原来的马达耦合到测试系统控制的另一个马达。此电动马达功率计

配置有一个包括测试高电压电源电子器件的电动驱动器控制器。

此过程中的问题在于，旋转测试系统本身就构成了一个有传动轴和负载机的传动系统，但它与最终能够工作的汽车的电动马达没有任何共同之处。这使得它几乎不可能以任何精度水平模拟车辆上的机械反馈和转动速度动力学。

这是一个严重的缺点，因为电动马达的速度并不总是与车辆速度耦合，特别是在混合动力驱动器中。在许多现实世界场景，也有齿轮脱开和没有驱动车轮的中间状态，这使电动马达没有任何负载。

测试系统不能重现旋转测试系统所产生的转动速度动力学，因为所涉及的惰性物质与未来的车辆太不一样了。这迫使工程师在道路测试车辆中测试 ECU。

一种逆变器的测试系统，或者电动马达仿真器，可弥补 HIL 测试系统和车辆现场测试(图3)之间的该间隙。该系统可以与关联逆变器相的高功率信号互动，它允许工程师在实验室中完全重现负载条件和环境条件，因为它们出现在现场条件下的驱动逆变器中。准确地仿真真实世界的条件的系统级测试可帮助测试工程师早在嵌入式软件开发过程中发现故障，从而降低了成本，减少开发周期，而产生更高质量的测试数据。

实践

实时高保真马达仿真使得它可以测试多种类型的瞬态故障条件，这对真实系统是很难或不切实际的。在过去，许多这些情况，如马达端子故障或 DC 和 AC 总线之间的故障，在标准 DQ 电动马达模型的 HIL 测试中几乎不可能实现。

通过结合高保真 FEA 和 FPGA 硬件，仿真模型可以包含针对精确马达表述的复杂非线性行为。来自运行 FPGA 模型的信号可以在完整测试所需的高 I/O 速率下连接到其他硬件。

在开发和测试混合动力驱动和电动马达的其他驱动器时，初期阶段的电动马达仿真器非常有用。工程师可以使用一个集成仿真器映射任何电动马达类型，就像表现动态转向速度操作中的相应物理马达那样。

仿真器还允许开发人员模拟尚未考虑控制器的现象，如马达谐波振动和消除控制工程的声学效果。该系统的运行就像一个物理运动，但没有任何运动部件。这意味着，工程师可以运行更广泛范围的测试，并收集更准确的数据，从而降低了花费的时间和现场测试，并产生更好的嵌入式软件。

www.ni.com

www.setgmbh.com

新颖的均流 IC 可轻松平衡两个电源

简单、精巧和紧凑的解决方案

作者：Pinkesh Sachdev，凌力尔特公司

LTC4370 采用了一种完全不同于任何其他控制器的电源负载均分方法，可简化设计，而且其可移植到各种不同类型的电源。固有的二极管特性可防止电源遭受反向电流，并保护系统免遭故障电源的损坏。LTC4370 为一个精细复杂的问题提供了简单、精巧和紧凑的解决方案。

“只许成功，不许失败”——对于当今那些始终保持正常运转的电气基础设施（电信网络、互联网和电网等）的设计师而言，这很可能是他们的座右铭。问题是，此类基础设施的构件（从不起眼的电容器到高度智能化的刀片服务器）其使用寿命都是有限的，而且它们的寿命终止常常会出现在您最担心、最不愿意的时刻。针对停机问题的常用解决方案是采用冗余结构，这是指在某个关键组件发生故障时随时可以接管并生效的后备系统。

例如：交付给用户的高可用性计算机服务器通常配有两个相似的 DC 电源，用于给每块专用电路板供电。每个电源能独自承担整个负载的供电，而且两个电源通过电源二极管连接在一起实现二极管“或”，以构成单个 1+1 冗余电源。就是说，由电压较高的那个电源向负载输送功率，而另一个电源则处于待用状态。假如那个工作电源的电压由于故障或移除的原因而下降或消失，则曾经是具有较低电压的电源变成了较高电压电源，于是由它接管为负载供电的工作。二极管负责避免反向馈电及两个电源之间的交叉传导，同时保护系统免遭电源故障的损坏。

二极管“或”是一种简单的“赢家通吃”之系统，这里由电压最高的电源提供全部的负载电流。电压较低的电源则处于空闲状态，直到被调用为止。虽然易于实现，但 1+1 解决方案效率欠佳，有可能被更好地用于改善总体工作效率及寿命的资源白白浪费掉了。由所有电源共同均

分负载的供电效果要好得多，其优势如下：

- 如果各承担一半的负载，那么电源的寿命会有所延长，并有利于散播电源热量和减小电源组件上承受的热应力。电子产品关于寿命有这样一条经验法则：温度每下降 10°C，组件的故障率将减半。这对于提升可靠性是一项重大利好。
- 由于较低电压电源始终处于可供使用的状态，因此当切换至备用电源时却发现其早已悄无声息地发生了故障（这在简单的二极管“或”系统中是有可能出现的），这种情况并不令人感到意外。
- 在负载均分系统中，可以并联多个现有的小电源以构成一个较大的电源。
- 发生电源故障时的恢复动态特性更加平稳快速，因为电源变化属于“较多和较少”，而并非“关断和接通”。
- 由两个以一半容量运行的电源构成的 DC/DC 转换器比采用单个以接近满容量运行的电源具有更好的总体转换效率。

均流的方法

把多个电源的输出连接起来可使其均分一个公共负载电流。多个电源之间的负载电流分配取决于个别电源的输出电压以及至共同负载的电源通路电阻。这被称为“压降均分” (droop sharing)。为了避免电源反向馈电并使系统

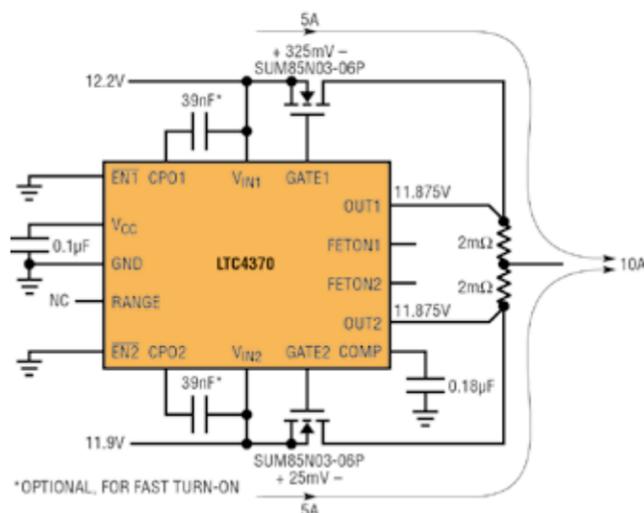


图 1: LTC4370 在两个二极管“或”12V 电源之间平衡一个 10A 负载电流。均流通过调节 MOSFET 电压降以补偿电源电压的失配来实现。

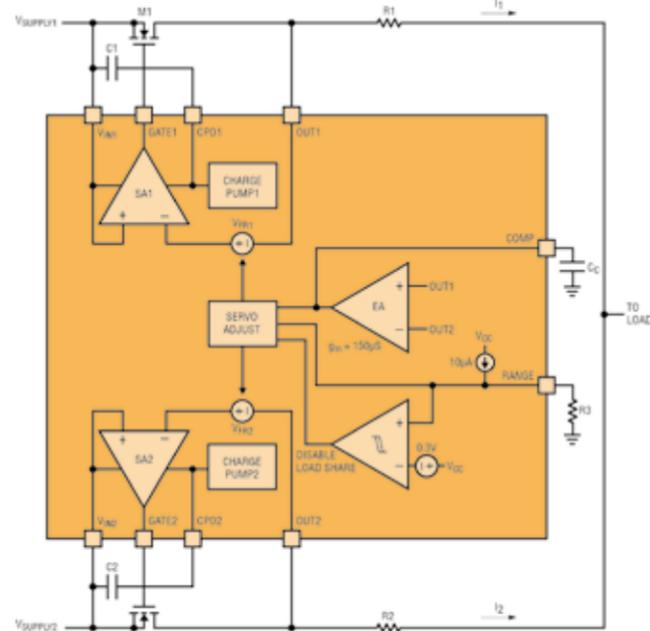


图 2: LTC4370 中与负载均分相关的内部组件。

与故障电源相隔离，可以采取与每个电源串联的方式插入二极管。当然，这个增加的二极管电压降会对负载均分的平衡产生影响。

压降均分虽然简单，但均分准确度的控制欠佳，而且串联二极管将产生电压和功率损耗。一种可控性更好的均流方式是监视电源电流，将之与每个电源需要提供的平均电流进行比较，然后调节电源电压（通过其微调引脚或反馈网络），直到电源电流与要求值相匹配为

止。这种方法需要布设至每个电源的导线（一根共享总线），以指示每个电源需要贡献的电流。均流环路补偿采用定制的设计方式，以适应电源环路动态特性。受控均流要求进行谨慎的设计，并可使用所有的电源（在某些系统中这是不可能的）。

本文介绍了一种新颖的均流方法，其可实现个别电源贡献电流的主动控制，但同时具有压降均分的简单性。在该系统中，用可调二极管替代了一般的二极管，这种二极管具有可通过调节以实现平衡均流的接通电压。此方法可获得优于压降均分的均分准确度，而且可调二极管用于实现均流所需消耗的功率极少，远远低于传统二极管的功率损耗。由于不需要共享总线，因此其可实现较简单和独立于电源的补偿和便携式设计。对于那些难以使用或无法使用其微调引脚和反馈网络的电源而言，这种方法是理想的选择。

均流控制器

LTC4370 运用了凌力尔特专有的可调二极管均流方法。该器件采用充当可调二极管的外部 N 沟道 MOSFET 实现了两个电源之间的负载平衡，这些二极管的接通电压可以调节，从而实现平衡均流。图 1 示出了 LTC4370 在两个 12V 电源之间均分一个 10A 负载的情形。

图 2 示出了影响负载均分的器件内部组件。误差放大器 EA 负责监视 OUT1 和 OUT2 引脚之间的差分电压。它设定两个伺服放大器（SA1 和 SA2，每个电源采用一个）的正向调节电压 V_{FR} 。伺服放大器调节外部 MOSFET 的栅极（因而包括其电阻）以使 MOSFET 两端的正向压降等于正向调节电压。误差放大器将较低电压电源上的 V_{FR} 设定为 25mV 的最小值。较高电压电源上的伺服被设定为“25mV + 两个电源电压的差”。这样，两个 OUT 引脚电压实现了均等。OUT1 = OUT2 意味着 $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$ 。于是，倘若 $R_1 = R_2$ 则 $I_1 = I_2$ 。可以采用对取值不同的检测电阻器进行简单的调整以形成“比例式”均流，即： $I_1 / I_2 = R_2 / R_1$ 。请注意，负载电压跟踪低于最低电源电压 25mV。

MOSFET 与伺服放大器一道起一个二极管的作用，此二极管的接通电压为正向调节电压。MOSFET 在其正向压降下降至低于调节电压时被关断。当 MOSFET 电流增加时，栅极电压上升以减小导通电阻，从而把正向压降保持在 V_{FR} 。这会发生在栅极电压高出电源电压达 12V 之前。电流的进一步上升将导致 MOSFET 两端的压降以 $I_{FET} \cdot R_{DS(ON)}$ 线性增加。

鉴于上述情况，当误差放大器设定了伺服放大器的正向调节电压时，其在功能上等同于调节（基于 MOSFET

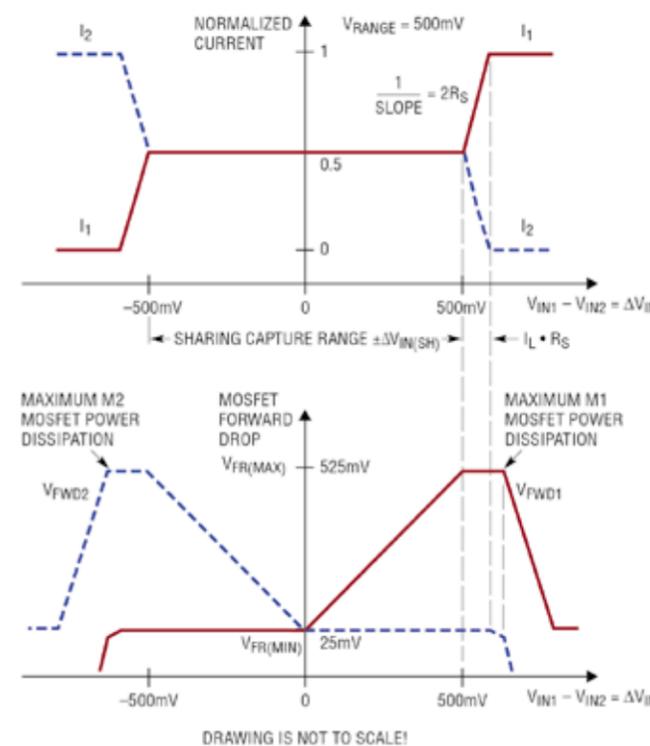


图 3: 当电源电压差异变化时，采用 LTC4370 的均流特性方法。

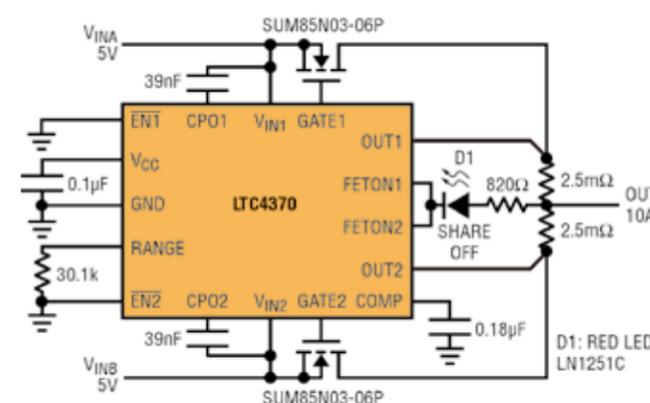


图 4: 带状态指示灯的 5V 二极管“或”负载均分。当任意 MOSFET 关断时，红光 LED D1 将点亮，表示均分出现中断。

的二极管的接通电压。调节范围从 25mV 的最小值至由 RANGE 引脚设定的最大值（见下文中的“设计考虑”）。

控制器能实现 0V 至 18V 电源的负载均分。当两个电源均低于 2.9V 时，需要在 VCC 引脚上连接一个 2.9V 至 6V 的外部电源，以为 LTC4370 供电。当出现反向电流时，MOSFET 的栅极将在 1µs 之内关断。对于一个大的正向压降，栅极也将在不到 1µs 的时间里接通。快速接通（这一

点对于低电压电源很重要）是利用集成型充电泵输出端上的一个储能电容器实现的。该电容器在器件上电时储存电荷，并在快速接通过程中输送 1.4A 的栅极上拉电流。

/EN1 和 /EN2 引脚可用于关断其各自的 MOSFET。需注意，电流仍会流过 MOSFET 的体二极管。当两个通道均关断时，器件的电流消耗降低至每个电源 80µA。FETON 输出负责指示各自的 MOSFET 是处于导通还是关断状态。

均流特性

图 3 示出了 LTC4370 采用可调二极管法时的均流特性。图 3 包含两幅曲线图，皆在 x 轴上具有电源电压差 $\Delta V_{IN} = V_{IN1} - V_{IN2}$ 。上方的曲线图示出了两个归一化至负载电流的电源电流；下方的曲线图则示出了 MOSFET 两端的正向电压降 V_{FWDx} 。当两个电源电压相等（ $\Delta V_{IN} = 0V$ ）时，电源电流相等，而且两个正向电压处于 25mV 的最小伺服电压。当 V_{IN1} 升至高于 V_{IN2} （ ΔV_{IN} 为正）， V_{FWD2} 保持在 25mV，而 V_{FWD1} 则精确地随着 ΔV_{IN} 而增加，以维持 $OUT1 = OUT2$ 。这反过来又使得 $I_1 = I_2 = 0.5 I_{LOAD}$ 。

对于由 RANGE 引脚设定的 V_{FWD} 之调节有一个上限。就图 3 中的例子而言，该限值为 525mV，由 RANGE 引脚设定在 500mV。一旦 V_{FWD1} 达到该限值，均流就将变得不平衡， V_{IN1} 的任何进一步上升都将把 $OUT1$ 推至高于 $OUT2$ 。

断点为 $V_{FR(MAX)} - V_{FR(MIN)}$ ，此时较高电压电源提供了较多的负载电流。当 $OUT1 - OUT2 = I_{LOAD} \cdot R_{SENSE}$ 时，全部负载电流转移至 I_1 。这是 MOSFET M1 中功率耗散最大的工作点，因为全部负载电流都从其中流过，产生了最大的正向压降。例如：一个 10A 负载电流在 MOSFET 中引起 5.3W（ $= 10A \cdot 525mV$ ）的功率耗散。如果 ΔV_{IN} 有任何进一步的上升，则控制器将使 M1 两端的正向压降减低至 25mV 的最小值。在未均分负载电流的情况下，对于大的 V_{IN} ，这可以最大限度地减少 MOSFET 中的功率耗散。对于负 ΔV_{IN} ，动作是对称的。

在本例中，均分捕获范围为 500mV，并且由 RANGE 引脚电压设定。凭借此范围，控制器能够共用具有一个 $\pm 250mV$ 容差的电源。这转化为：3.3V 电源的 $\pm 7.5\%$ 容差、5V 电源的 $\pm 5\%$ 容差、以及 12V 电源的 $\pm 2\%$ 容差。

设计考虑

以下是针对负载均分设计的一些高层次考虑因素。MOSFET 选择 — 理想的情况是，MOSFET 的 $R_{DS(ON)}$ 应足够小，这样控制器就能够在 MOSFET 中流过一半负载电流时在其两端维持 25mV 的最小正向调节电压。如果

$R_{DS(ON)}$ 较高，则会妨碍控制器调节 25mV。在此场合中，未调节压降为 $0.5I_L \cdot R_{DS(ON)}$ 。当该压降上升时，均分断点（现在由 $V_{FR(MAX)} - 0.5I_L \cdot R_{DS(ON)}$ 确定）将提前出现，导致捕获范围缩小。

由于 MOSFET 会耗散功率（在图 3 中高达 $I_L \cdot V_{FR(MAX)}$ ），因此应适当地选择其封装和散热器。减少 MOSFET 功率耗散的唯一办法是采用准确度更高的电源或者放弃均分范围。

RANGE 引脚 — RANGE 引脚负责设定应用的均分捕获范围，而这又取决于电源的准确度。比如：采用 $\pm 3\%$ 容差电源的 5V 系统将需要一个 $2.5V \cdot 3\%$ （即 300mV）的均分范围（较高的电源为 5.15V，而较低的则为 4.85V）。RANGE 引脚具有一个 $10\mu A$ 的精准内部上拉电流。在 RANGE 引脚上布设一个 30.1k 电阻器可将其电压设定为 301mV，此时控制器能够补偿 300mV 的电源压差（见图 4）。

把 RANGE 引脚置于开路状态（如图 1 所示）将提供 600mV 的最大可能均分范围。但是，当伺服电压接近二极管电压时，电流将会流过 MOSFET 的体二极管，从而引起均分损耗。把 RANGE 引脚连接至 V_{CC} 可停用负载均分功能，以将器件变为一个双通道理想二极管控制器。

补偿 — 负载均分环路利用连接在 COMP 引脚和地之间的单个电容器进行补偿。该电容器必须为 MOSFET 输入

（栅极）电容 C_{ISS} 的 50 倍。如果并未在使用快速栅极接通（未接入 CPO 电容器），则该电容器可以仅为 $10 \times C_{ISS}$ 。

检测电阻器 — 检测电阻器决定了负载均分准确度。准确度随着电阻器电压降的增加而有所改善。最大误差放大器失调为 2mV。因此，25mV 的检测电阻器压降将产生一个 4% 的均分误差。如果功率耗散指标的重要性高于准确度，则可减低检测电阻器的阻值。

结论

历史上，在电源之间平衡负载电流一直是个难题，这不禁让我们联想到走钢丝的惊险场景。当电源模块或砖型电源未提供内置支持时，有些设计人员将花费大量的时间设计良好受控的系统（并在电源类型改变时重新进行设计）；而其他的设计师则将勉强接受基于电阻的粗略型压降均分法。

LTC4370 采用了一种完全不同于任何其他控制器的电源负载均分方法。该器件可简化设计（特别是对于那些不适于实施执行中微调的电源），而且其可移植到各种不同类型的电源。固有的二极管特性可防止电源遭受反向电流，并保护系统免遭故障电源的损坏。LTC4370 为一个精细复杂的问题提供了简单、精巧和紧凑的解决方案。

www.linear.com.cn

采用单片机的锂离子电池仿真电路

推动锂离子电池的普及

作者：Mark Pallones，高级单片机架构部资深应用工程师，Microchip Technology

移动电话、笔记本电脑和PDA等电池供电的便携式消费类媒体设备的发展日新月异，复杂高级的功能不断融入到产品的小巧外形中，随之而来的是对电池电量的要求不断提高。因此，电池供电设备引发了对高能量密度电池的需求，进而推动了锂离子电池的普及。

锂离子电池特性

除了优异的能量密度之外，锂离子电池的自放电率也很低。这种优秀的自放电特性延长了电池的寿命，使得电池在投入使用之初几乎为满电量。此外，锂离子电池没有记忆效应，这意味着不需要定期进行彻底充放电便可保持容量。

除了这些有吸引力的特性外，锂离子电池也有一些缺点。例如，与其他化学电池相比，锂离子电池的内部电阻较高，不能用于高放电电流应用。锂离子电池还不能承受过度使用。过度充电可能导致电池快速分解，使电池性能永久性降低。这正是锂离子电池组采用内部保护电路的原因。该电路可防止锂离子电池在正常工作范围之外工作。但是，该保护电路应被视为最后一道防线，正常工作期间，电池充电器不应使用此电路。有关锂离子电池电压充电范围的详细说明，请参见图 1。

充电要求

正确地给锂离子电池充电涉及到某些充电算法和精度要求。为了说明此算法和精度，我们从电量深度耗尽的电池开始介绍。电量深度耗尽的电池两端的电压低于预充电电压阈值。该阈值通常是电池满充电电压的 67%。锂离子电池的满充电电压为 4.2V。在该预充电阶段，电池充电器应施加典型值最大为 0.1 C（快速充电电流的

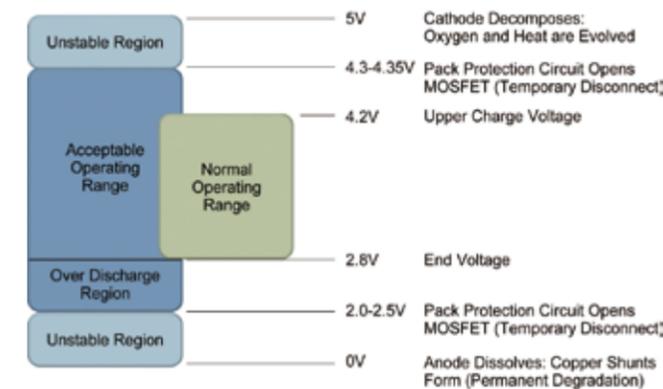


图1：锂离子电池电压范围

10%) 的恒流 (CC)，直至电池两端的电压达到其预充电电压阈值。这一定程度地恢复了电量深度耗尽的电池的电荷，并使其准备好进行接下来的快速充电操作。当电池仍处于预充电阶段时，强制施加快速充电电流很可能使电池进入不可逆的短路状态。

当电池两端的电压升至预充电电压阈值以上时，充电电流将从最初的低电流变为数值较高的恒流，以执行快速充电。锂离子电池的快速充电电流应小于 1.0C。应从电池制造商处获得建议的快速充电电流值，以免降低电池性能或缩短其使用寿命。快速充电阶段将持续至达到电池满充电电压为止。

快速充电结束后，开始恒压 (CV) 阶段。在此阶段，

全新设计



North America : Europe : China

功率系统设计：推动全球创新

电池充电器的输出电压保持在 4.2V，充电电流将减小。电池充电器的电压应保持稳定，其波动范围应小于 ±1%。电压小幅降低会导致容量大幅减少，电压小幅升高将缩短其使用寿命。不建议持续对锂离子电池进行涓流充电。当充电电流低于 0.07C 时，应终止充电。为避免电池因过度充电而损坏，这是非常重要的。图 2 显示了锂离子电池的典型充电曲线。

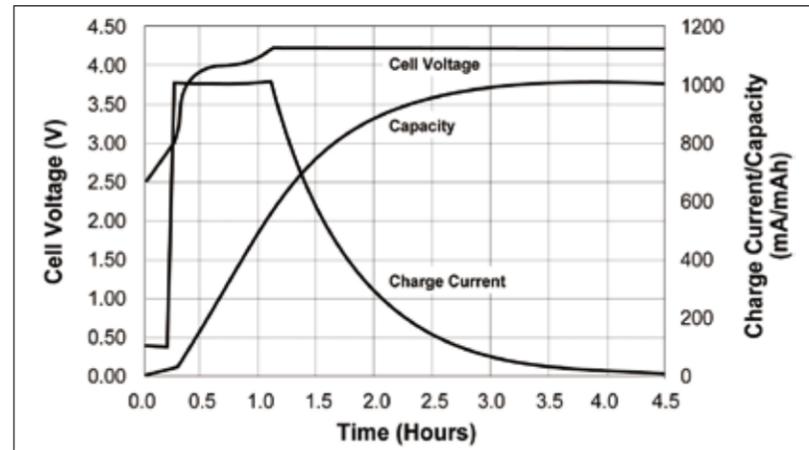


图2: 锂离子电池充电曲线

锂离子电池充电器的系统复杂且精确。必须了解锂离子电池的充电特性和应用要求才能设计出合适的电池充电器。此外，电池充电器应经过彻底的实际测试，以证明其性能和可靠性，这一点也同样重要。

选择负载

测试锂离子电池充电器最现实的方法是使用实际电池。但使用实际电池测试充电器很耗时，也不太方便。由于电池需要一定的充电时间，测试时间可能需要一个多小时。充电时间会根据充

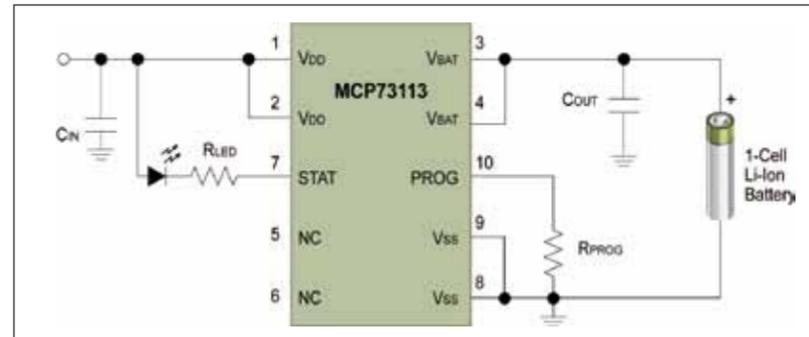


图3: 锂离子电池充电器

锂离子电池充电器

除了这些充电要求之外，高级锂离子电池充电器还采用特别功能来提高充电性能并确保电池安全。图 3 显示了高级锂离子电池充电器的示例。此充电器采用了 Microchip Technology 的 MCP73113 锂离子电池充电管理控制器。该充电管理控制器增加了安全定时器功能，可实现一种备用辅助安全控制。如果电池电压未达到预充电电压阈值，或电池电压未在指定时间内达到满充电电压，充电周期将终止。此功能非常重要，因为在电池电压不升高的情况下连续充电可能导致电池发热、爆炸或起火。除了此安全定时器，MCP73113 控制器还具有其他安全保护机制。包括热关断保护、输入过压保护、反向放电保护和电池短路保护。

在某些应用中，锂离子电池必须留在充电器中以保持随时充电。在此设置中，充电器应持续对因电池自放电和内部保护电路的功耗而导致的少量放电进行补偿。涓流充电可对这种少量放电进行补偿，从而使电池保持满电。但是，锂离子电池充电器的涓流充电模式在满电时不可用。可使用自动再充电功能来代替涓流充电。如果电压降至再充电阈值以下，则会开始另一个充电周期，并再次向电池提供电流。

充电器采用的具体充电模式发生变化，即快速充电、慢速充电或是两者之间的某种模式。不管怎样，由于电池最大充电速率的限制，都无法加速充电过程。如果需要重复测试，则必须使电池完全放电，否则必须提供放电程度完全一致的电池。

为了简化测试过程，最好选择可以模拟锂离子电池充电特性的负载类型。电子负载常用于采用恒流模式（CCM）的电源测试，恒压模式（CVM）功能也可用于执行此任务。但是，具有此功能的电子负载通常很昂贵，并需要通过 GPIB 或 RS232 接口进行编程，尤其是在 CVM 下连续步进控制电压以及从 CVM 切换为 CCM 时。为了测试充电器的直流响应和动态稳定性，这些模拟电池动态特性的连续转换是非常重要的。否则，测试可能只会验证充电器本身的 V-I（电压-电流）限制。考虑到以上缺点，模拟锂离子电池的最佳选择是使用经济高效但却实用的专用锂离子电池仿真电路。

电池仿真电路

图 4 中的电路模拟了锂离子电池。该电路的主要元件是高性能 PIC18F87K90 单片机（MCU）。该 MCU 非常适

合于此类应用，因为它包含的外设足以设计灵活、实用且易用的锂离子电池仿真电路。配合用于检测电流和电压的晶体管 Q1 及电阻，该电路可以像电池一样拉电压和灌电流。

如前文所述，以恒定电流对锂离子电池充电时，电池两端的电压会持续增大，直至达到 4.2V。为了模拟锂离子电池的行为，MCU 会控制晶体管 Q1 灌入适量的电流并设置充电器输出

两端的充电电压。MCU 的片上高速比较器是用于控制 Q1 的中心器件。它用于将检测电阻 R1（R1 也可用来模拟锂离子电池的内部电阻）两端的电压与 CVREF 模块设置的给定参考电压进行比较。当 R1 两端的电压达到参考电压时，比较器输出会驱动 Q1 的基极，并根据需要翻转，以达到所需的基极电流。为了使充电电压在从一个充电阶段切换到另一个充电阶段时持续增加，片上模数转换器（ADC）模块会监视充电电压，并持续调整参考电压，直至充电电压达到 4.2V。

在监视充电电流和充电电压时，ADC 模块会对 R1 和 R3 两端的电压进行采样。这些采样电压也会由 ADC 模块以高精度进行转换。充电电压和电流显示在 LCD 上。这样，用户可监视充电电流是否正确地从预充电阶段切换到快速充电阶段。同样，用户可以监视充电电压在恒压阶段到充电终止期间是否在规定范围内。

如果需要在固定电压工作点测试充电器，则可以手动调节充电电压以观测充电电流。使用 MCU 的 CTMU 模块，可通过电容式触摸键盘设置所需充电电压。

某些测试需要定时，以验证电池充电器的一些功能。例如 MCP73113 充电管理控制器的安全定时器功能。该控制器的实时时钟 / 日历模块可用作定时器，以监视充电周期终止前经过的时间。

对于生产设置，可将 PIC18F87K90 MCU 的串行通信接口连接到计算机，以使用测试程序验证电池充电器。命令设置可包含在 MCU 的固件命令库中，从而为用户提供

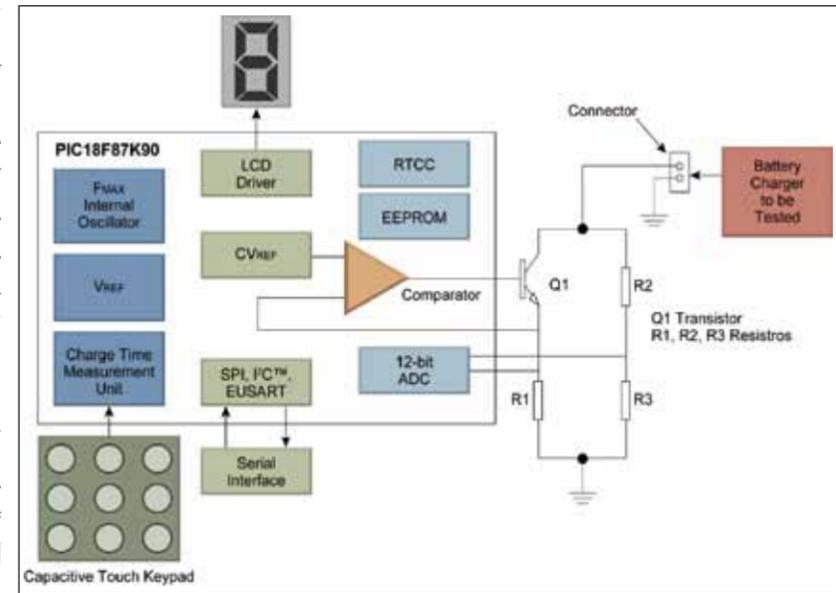


图4: 基于单片机的电池仿真电路的简化图

简单的测试程序开发方法。仿真电路也是用于对故障器件进行故障排除以诊断客户退货的强大工具。可手动设置电池仿真器电路，从而允许设计人员在调试器件时轻松重现故障情况。

这种锂离子电池仿真电路还可用于测试其他化学电池的充电器。然而，这样的仿真电路还是有一些局限性，

比如不能模拟电池的温度特性。如果某种化学电池的电池充电器需要检测电池的温度才能确定电池是否充满（例如 $\Delta T/dt$ 充电方法），则不能使用这种电池仿真电路进行测试。例如，如果某种镍氢（NiMh）电池充电器采用 $\Delta T/dt$ 充电方法，则不能使用这种电池仿真电路。相反，如果 NiMh 电池充电器采用涓流或 $\Delta V/dt$ 充电方法，则可将电池仿真电路配置为支持这种充电类型。

另一个限制因素是晶体管 Q1 的功耗。如果对于某些化学电池，充电器的最大输出功率超出了 Q1 的最大功率，则应使用输出功率更高的晶体管来代替 Q1，以支持测试。

可将多种配置保存到 PIC18F87K90 MCU 的内部 EEPROM 中。但是，在重新配置电池仿真电路之前，应先了解电池的首选充电方式以及充电电压 / 电流限制。有关电池选择的详细信息，请参见 <http://www.microchip.com/batteryguide>。

结论

锂离子电池充电器需要彻底的实际测试来证明其性能和可靠性。测试锂离子电池充电器最现实的方法是使用实际电池。但使用实际电池测试充电器很耗时，也不太方便。最佳替代方案是使用专用的电池仿真电路来模拟锂离子电池的充电特性。利用 PIC18F87K90 等 MCU，设计人员可创建实际、灵活和功能全面的锂离子电池仿真器电路，来进行快速简单的充电器测试。

www.microchip.com

技术演进：适用于高压 DC 设备的 PPTC 消弧连接器的保护各种应用

保护各种应用

作者：Robert Cid, 工程经理, TE 电路保护部

在更多的应用中和更大的功率水平下，实时DC电源与电气连接器及开关的连接和断开变得日益重要，新的互连技术的开发焦点是限制潜在的安全危险，并提升这种环境中的互连可靠性。

电动和混合动力汽车、光伏系统，以及高密度 IT 服务器群和电信中心等新型高压 DC (HVdc) 设备的兴起和增长，正在推动对新型连接器解决方案的需求。在过去十年，多项连接器技术取得了进步，应对着与在更高功率水平下进行的实时电力连接和中断等相关的挑战。

例如，用于电信市场的冗余热插拔电源过去是采用传统的连接器设计来开发的，包括牺牲的触点部分和充足的触点质量，以防止对设备造成灾难性损坏。但是，随着汽车市场转向 42VDC 系统，设计人员发现此类传统方法有不足之处。电弧 (Arc) 依然是不可避免的潜在损坏情况，而单一实时电力断开可能毁坏连接器。

TE 电路保护部最近开发了一项集成聚合物正温度系数 (PPTC) 器件和连接器的技术，在高压应用中实现消弧断开。

热插拔的危险

电信和网络行业是首批在系统设备中实施热插拔技术的行业之一，热插拔指的是插入或拨除一个适配器卡、插板或某些其它器件而无需首先切断系统电源。许多热插拔应用是很良性的，电路经特别设计以最大限度地减小电压尖峰和浪涌。可以在主线路路上使用极少的电力情况下来实现连接，然后激活电子器件和继电器以允许电力通过主线路。然而，许多 HVdc 应用设备易于受到在实时断开上形成的电弧等离子体的影响。

虽然，维修人员建立及严格遵守规范了在连接至危险线路电压的设备上进行实时连接和断开的步骤，但

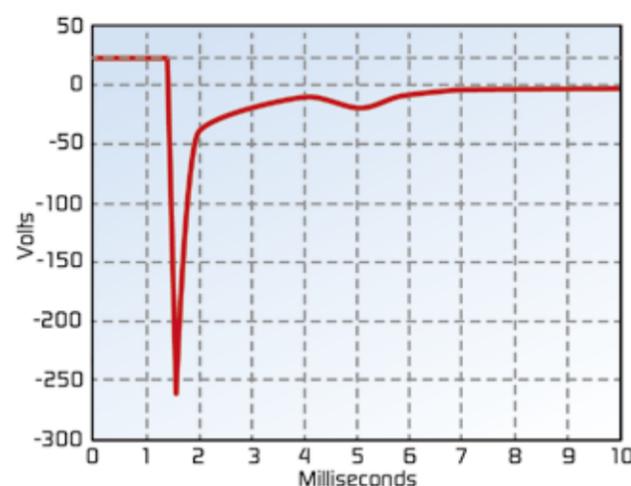


图1：在24Vdc感性电路中触点分开时产生大的电压尖峰

热插拔互连的开发工作主要集中于最大限度地减小安全危险，并维持系统可靠性。

尝试打开一个电感电路 (inductive circuit) 时通常会在两个触点之间形成电弧。带电电路中的电感用作“存储”电能的途径。在触点分开时，所存储的能量就释放出来，电流会暂时反向流动，随之而来的电压尖峰可能会比系统电压高出许多。

较低的电压通常不会跳过施加电压之前存在的间隙，而中断现有的电流通常生成一个低电压火花或电弧。由于触点是断开的，触点的少量小点成为了最后断开的部分。电流受限于这些小型热点导致后者发射电子；电离空气和金属蒸汽形成了等离子体，将加宽的间隙临时桥接起来。

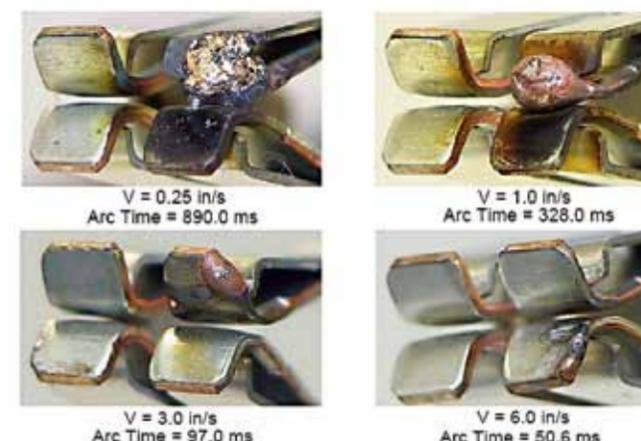


图2：在42V、60A下的分离速度和电弧时间测试

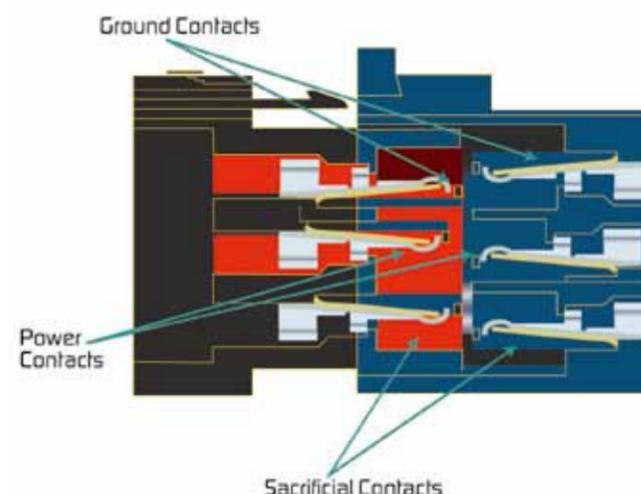


图3：HVdc连接器的插配次序

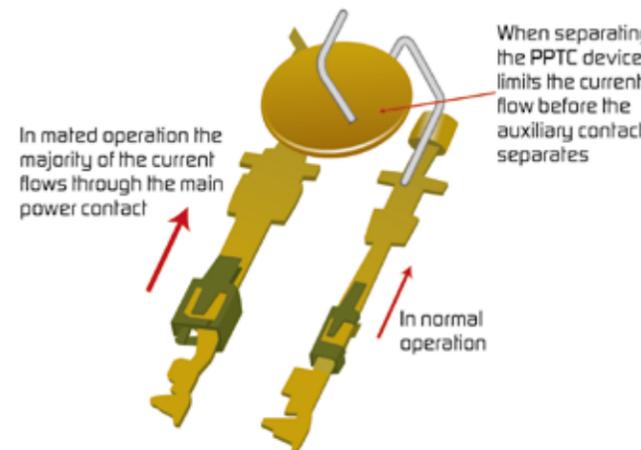


图4：PPTC器件在连接断开时的等离子电弧放电事件中帮助限制电流

如果电源和负载允许足够的电流流过，便可能形成一个自我维持的电弧。电弧一旦形成，可能会在电路断开之前扩

展至很大的长度。在实时断开中，如果两个连接触点之间建立的电压差足够大，可能会损坏触点。

图1所示为一个继电器在 24Vdc 下加电然后断开的测试。由线圈电感产生的电压尖峰是 -260V，这个电压实际上是断开的。

电弧两端的电压随着电流的增加而减小，电气设备中的意外电弧是很危险的，因为即便是生成一个小小的电弧，只要电流充足，电弧就会增长，可能导致对设备的损坏甚至引起火灾。可能导致在实际断开过程中连接器熔化的过程如下：

- 初始的低电阻逐渐增大，同时伴随正常接触力减小和触点电阻增加
- 这导致两个分开的触点之间出现熔化桥接
- 该桥接爆发性的气化，易于电离的金属蒸汽填满间隙

这些行为可能损坏触点镀层，如果有足够的电压，可以在间隙中形成一个导电的等离子区，如果持续下去，将使任何接近它的材料发生蒸发。如图2所示，快速的断开减小了电弧的效应。

新型消弧连接器技术

TE 电路保护部开发了一种有助于缓减等离子体电弧效应的新型 HVdc 连接器解决方案，如图3所示，首先使用接地触点来实现安全性，电力触点并联的冗余触点随后连接，而电源触点最后接上。连接器外壳设计还集成了加快插配次序平熄电弧的特性。

这款连接器还集成了一个用于消除电弧的可复位 PPTC 器件，由于连接断开，在连接器两端引起大的电压降落，可能导致大的等离子体电弧。如图4所示，通过将 PPTC 器件与连接器并联放置，当连接器分开时，电流将继续流动，直到 PPTC 器件温度升高并进入高阻抗状态，这限制了电流并有助于提供更安全的断开。

图5所示为在 550Vdc, 20A 测试条件下两个光伏连接器上的等离子体电弧效应，这个连接器包含了 PPTC 消弧器件，可以耐受测试并保持正常运作，而没有使用 PPTC 器件的连接器则发生损坏。

如何发挥作用

PPTC 电路保护器件广泛用于汽车、便携电子产品、多媒体、电信和数据通信应用，帮助保护设备避免过流和过热状况引起的损坏。PPTC 器件使用半结晶聚合物和导电性颗粒的合成物制造。在正常的温度下，导电性颗粒在聚合物形成低阻抗的网络。然而，如果温度升高到器件的



图5: 带或不带消弧器件的HVdc连接器上的等离子体电弧测试

开关温度 (T_{sw}) 以上, 无论是经过器件的大电流; 还是环境温度的升高所造成, 聚合物中的微晶体都会熔化并成为非晶体, 在晶体阶段的熔化期间体积会增加, 从而导致导

电性颗粒分开, 并带来较大的非线性器件电阻上升。

电阻通常以三个或更多的数量级增长, 所增加的电阻将故障状况下的流动电流减小到较低的稳定水平, 从而保护电路中的设备, 该器件将保持在门锁 (大电阻) 状态, 直到故障消除, 施加在电路上的电能去除 —— 这时导电合成物冷却, 重新结晶, PPTC 器件恢复到低电阻状态, 电路和受影响的设备恢复到正常工作状态。

TE 电路保护部以先前的技术为基础, 以 HVdc 连接器的形式对这项技术开发了新应用。实验室测试已经证实 PolySwitch™ PPTC 器件能够通过数千次 550Vdc、20A 条件循环测试, 而 TE 电路保护部正在开发适用于大电压应用的连接器产品。

总结

在更多的应用中和更大的功率水平下, 实时 DC 电源与电气连接器及开关的连接和断开变得日益重要, 新的互连技术的开发焦点是限制潜在的安全危险, 并提升这种环境中的互连可靠性。广泛用作过温和过电流保护器件的可复位 PPTC 器件, 现在则在 HVdc 连接器中用作消弧组件。

www.te.com.cn

三菱电机第四代DIPIPM™新系列在地铁站台屏蔽门中的应用

作者: 陆思清、宋高升, 三菱电机机电(上海)有限公司

本文介绍了一种新型地铁站台屏蔽门系统, 其中使用了三菱电机最新一代的DIPIPM™。本文详细三菱新系列DIPIPM™的特点, 系统拓扑, 控制原理。最后给出了系统的照片和测试波形。

第四代超小型DIPIPM™新系列的特点

第四代超小型DIPIPM™新系列是由三菱电机开发的。其主要应用领域为空调、洗衣机、冰箱和工业电机控制。DIPIPM™内置的驱动和保护电路可以简化了AC200V级小功率电机控制器的设计。

第四代超小型DIPIPM™新系列的内部电路由三相逆变桥和相应的控制IC组成。相较于现有产品 (PS2196*系列), 如图1所示, 新系列为上桥臂控制IC集成了自举二极管 (BSD: bootstrap diode)。

第四代超小型DIPIPM™使用了最新的绝缘散热膜, 在保证绝缘耐压的情况下, 降低模块热阻, 实现更快的热量发散。使得DIPIPM™封装和温升都比第3代DIPIPM™更小。此外PS219A*新系列为P侧驱动电源集成了自举二极管。使得PCB上器件数量和面积都可以相应减小。图2为PS219A3, 图3为PS219A3内部结构。

对比现有的PS2196*系列, PS219A*系列采用了最新的全栅型CSTBT技术, 实现了更低的损耗; 集成自举二极管减少了系统成本; 减少了HVIC的消耗电流; 缩短了最小死区

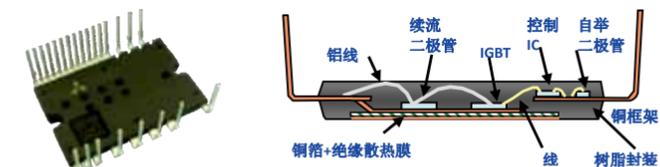


图2: PS219A3

图3: PS219A3内部结构

时间要求。

第四代超小型DIPIPM™新系列的保护功能

和现有的PS2196*系列一样, PS219A*系列集成了短路保护, 控制电源欠压保护和过温保护。

DIPIPM™采用外接短路电流检测电阻。模块内置IC中的内部保护电路通过比较检测电阻上的压降即CIN电压和短路饱和触发参考电压来检测短路电流, 并自动实现短路保护功能。短路保护动作时, 所有N侧IGBT的栅极驱动被中断并输出故障信号。为了避免DIPIPM由于开关噪声或恢复电流引起的误保护动作, 需要在CIN端子输入处设置RC滤波器 (时间常数: 1.5-2 μs)。另外, 检测电阻附近的接线应尽可能短。

DIPIPM™同时为P侧和N侧控制电源提供欠压保护, 但是仅对N侧的欠压保护有故障信号 (Fo) 输出。Fo信号在欠压状态下持续输出。

PS219A*-T系列模块通过检测LVIC的温升实现过温保护功能。当LVIC的温度超过过温保护触发温度时, 输出故障信号Fo, 且无论输入信号如何, 所有N侧IGBT硅片都被关断。

图1: PS219A3内部电路

全新设计



North America : Europe : China

功率系统设计: 推动全球创新

www.powersystemsdesignchina.com

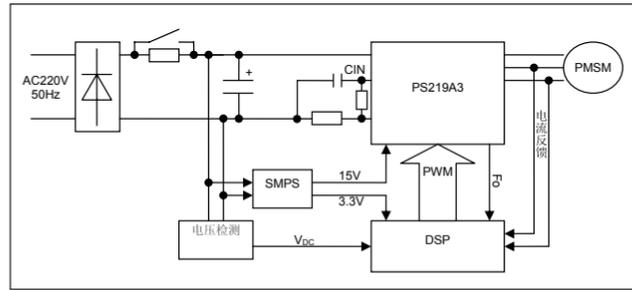


图4: 系统硬件框图

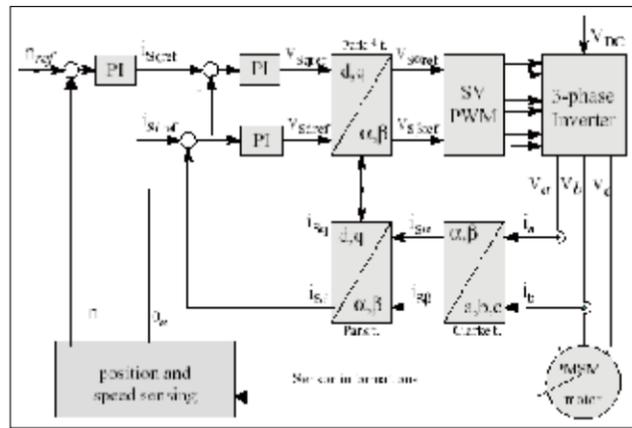


图5: 永磁同步电机控制框图

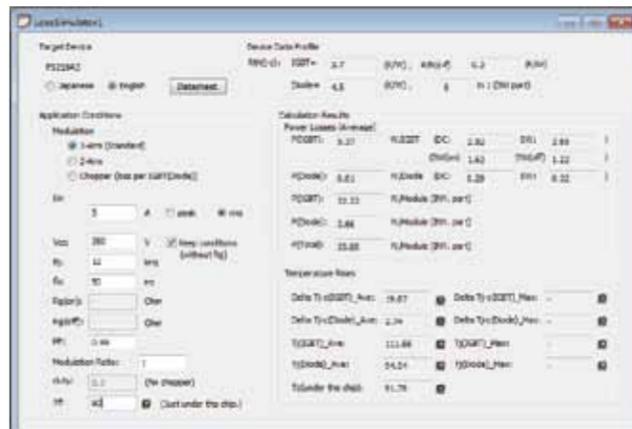


图6: 电机正常运行时仿真结果

系统构成及控制原理

图4为屏蔽门系统的硬件组成。采用了常见的220V交流输入和3相逆变桥拓扑。得益于DIIPMTM内置的控制IC，系统实现了无光耦化。除了DIIPMTM的驱动电路，我们还设计了母线电压检测电路，输出电流检测电路和散热器温度检测电路，并以此提供了欠压，过流和过热的保护。

为了实现更高的效率和功率密度，本系统中使用了

永磁同步电机（PMSM）。控制策略为目前广泛使用的电流闭环矢量控制算法。

矢量控制的基本理念通过建立定子电流矢量坐标，将电流向量解耦为两个互相垂直的向量。一个为转矩电流，另一个为励磁电流。我们可以通过这两个电流来控制电机的输出转矩。图5为永磁同步电机矢量控制框图。将实际速度（n）和速度参考（nref）的误差输入到速度调节器，输出转矩电流参考（iSqref）。将定子电流从静止坐标系下通过Clarke变换和Park变换到旋转坐标系下的励磁电流（iSd）和转矩电流（iSq）。根据旋转坐标系下的转矩电流误差和励磁电流误差，电流调节器输出控制电压（VSα ref, VSβ ref）。通过Clarke逆变换和Park逆变换可以将控制电压（VSα ref, VSβ ref）转换回到静止坐标系，从而通过SPWM控制逆变桥。

在此系统中，电流反馈被用来反馈负载状况，使转矩信号iq*跟上负载变化，可以像控制直流电机一样控制永磁同步电机。编码器反馈反映电机实际的运行速度和位置，提高了系统的动态响应性能。

可靠性和寿命估算

作为地铁站台屏蔽门系统的核心器件，客户非常关心DIIPMTM本身的使用寿命。

我们使用三菱电机提供的免费仿真软件，计算了正常运行时和堵转运行时的结温变化。

正常运行

正常运行时，DIIPMTM的最恶劣运行工况：母线电压=350V，额定电流=1.5Arms，加速时最大电流=5Arms，开关频率=12kHz，功率因数=0.99，散热器温度=90℃。根据图6的仿真结果，IGBT平均结温（111.66℃）和二极管平均结温（94.54℃）在三菱电机建议的结温范围（-20℃-125℃）之内。

根据图8的功率循环寿命曲线，在IGBT结温变化19.84℃的情况下，IGBT的功率循环寿命将超过1000万次。

以一套屏蔽门系统工作20年计算，其运行次数为420万左右：

20年 * 365天 * 24小时 * 60分钟 * 4次（2次开门，2次关门） ≈ 420万

所以PS219A3的运行寿命将超过20年，系统拥有足够的余量。

电机堵转运行

电机堵转是一个非常考验功率器件能力的运行工况。



图7: 电机堵转情况下仿真结果

在本系统中，如果发生堵转，DSP将限制输出电流峰值在3A以下，最长10秒。堵转时，DIIPMTM的最恶劣运行工况如下：

母线电压=350V，电流峰值=3A，开关频率=12kHz，占空比=0.3，散热器温度=90℃

根据图7的仿真结果，IGBT最大结温（109.97℃）和二极管最大结温（104.81℃）在三菱电机建议的结温范围（-20℃-125℃）之内。所以系统是安全的。

DIIPMTM的PCB布线的注意事项

不良设计举例	可能导致的故障举例
功率GND和控制GND布线重叠	由功率GND流过的不连续大电流的di/dt和布线电感产生的浪涌会转移到控制GND线上，引起控制GND电位波动，进而导致基于控制GND的输入控制信号发生变化，最终导致桥臂短路的发生。
存在GND的环路	GND环路中会产生杂散电流，同样会引起控制地电位和输入信号电平的变化，从而导致桥臂短路的发生。
N和N1之间布线过长	布线长则寄生电感大，IGBT开关动作时的di/dt就会产生浪涌电压，可能引起以下故障。 • VS电位（输出端的电位）过低，导致HVIC误动作。 • LVIC因浪涌电压而损坏。
无电容和齐纳二极管，或者电容与齐纳二极管接的位置没有靠近DIIPM引脚	控制IC的过电压引起故障或损坏。
P侧驱动电源布线与输入信号线靠近或平行	相互干扰噪声很容易通过其布线间的寄生电容进入DIIPM，DIIPM就因获得错误的控制信号而导致桥臂短路。

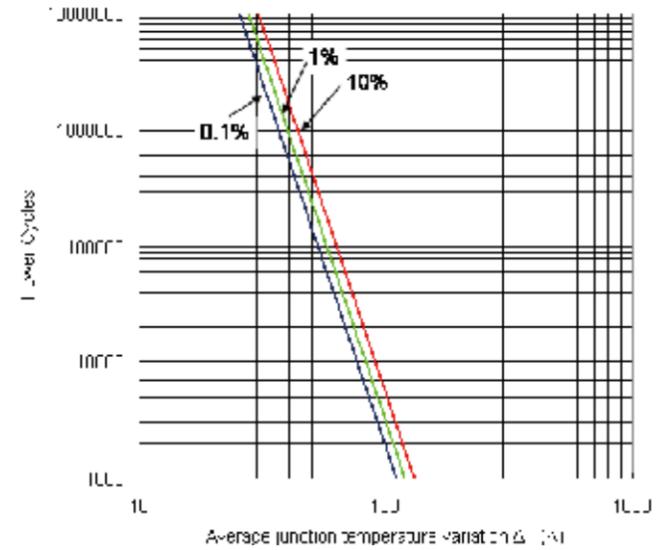


图8: 第四代超小型DIIPMTM新系列功率循环寿命曲线

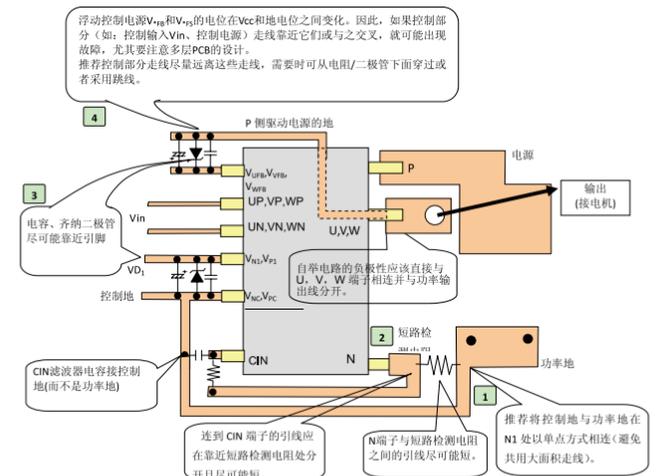


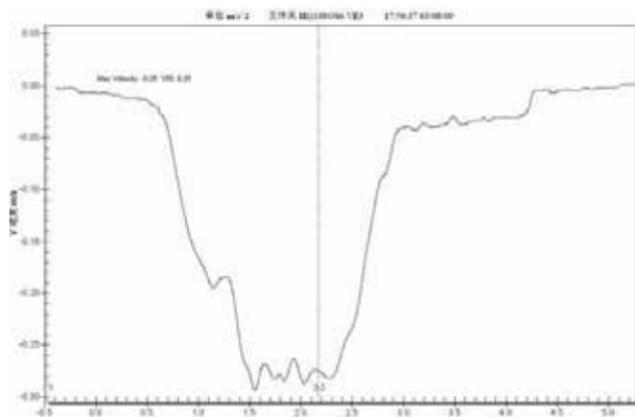
图9: DIIPMTM布线注意事项



图10: 控制板外观
PCB设计不良可能导致的故障

样机及测试结果

图10为地铁站台屏蔽门系统控制板外观。PS219A3在



散热器下方。

图11为右侧屏蔽门关门时的速度/时间曲线。根据该曲线，门的最大速度为290mm/s，最后100mm的速度为30 mm/s。通常情况下门重量大约是50kg。则在最大速度时，门的动能小于10J；在最后100mm处，门的动能小于

1J。该动能符合相关的国家标准。

结论

PS219A3自身的CSTBTM硅片技术进一步降低了系统损耗。最小1μs的死区时间，同时也减少了EMC噪声。PS219A3自身的保护功能，为屏蔽门系统提供了更高的可靠性。通过精确的系统设计，功率模块可以为屏蔽门系统提供20年以上的工作寿命。通过优化PCB走线，在避免了噪声对控制电路干扰的同时，也为DIIPMTM创造了一个良好的工作环境。

参考文献

1. 梁小广，内置BSD的第四代超小型DIIPMTM新系列
 2. 三菱电机，第四代超小型DIIPMTM新系列应用手册
- www.mitsubishielectric-mesh.com

特别报道： 电网供电与维护

PSD CHINA
功率系统设计：推动全球创新



全_新_设计



North America : Europe : China

功率系统设计：推动全球创新

www.powersystemsdesignchina.com

内容包括：

瞬态电压抑制器的失效机制……

34

配合智能电表趋势的PLC技术及解决方案……

37

HVDC电力电容器将能耗降到最低……

40

国际整流器公司的最新功率ASIC……

43

瞬态电压抑制器的失效机制

有助于减少失效模式

作者：Kent Walters，技术总监，美高森美公司

在大多数应用中，预期的瞬态风险在用于航空电子设备的 RTCA DO-160 规范中，或者 IEC-1000-4-2、IEC-1000-4-4 和 IEC-1000-4-5 等国际标准中有着明确的定义和说明，这里确定了开路瞬态电压 (V_{OC}) 和短路电流 (I_{SC})。

根据这些数值，可以得出峰值脉冲电流 (I_{pp}) 和峰值脉冲功率 (P_{pp})，用于正确地选择瞬态电压抑制器 (TVS)，从而确保充足的浪涌能力。然而，在某些应用中，由于各种可能的瞬态事件的总体特性模糊不清，用于量化瞬态事件和其来源所需的上述信息仍然并不明确。

这在最后还会产生其它问题，例如是在过应力情况下，硅 p-n 结 TVS 器件存在着何种失效机制。因为 TVS 作为并联分流路径，位于敏感的负载之前，以便在任何高电压瞬态风险损坏其所要保护的负载之前，改变高电压瞬态的方向至接地，因而这个问题变得很重要。注意：如果在电压方面正确选择 TVS，显然，在很低的待机电流 (I_D) 下，电路或空载电压会低于或等于其额定反向关断电压 (V_{WM})，直至出现较高的瞬态电压，驱动器件短暂进入其雪崩击穿区。

在 JESD210 等 IEC 或 JEDEC 标准中，硅 p-n TVS 器件还被定义为“ABD”或雪崩击穿二极管瞬态电压抑制器。当雪崩击穿发生时，硅 p-n 结器件在受保护的负载前将 I_{pp} 传导至地，产生通常为 1ms 或更少的短时瞬态短路 I_{pp} 。在此短暂事件期间，TVS 器件将电压箝制在一个安全的电平 (V_C)。这种现象会在 p-n 结上引起显著的功率 (P_{pp}) 消耗和发热。对于随机的再次发生的暂态事件，这个现象会在 TVS 额定值范围内不确定地重复发生，但在下一次事件发生前，应该有足够的时间使器件冷却。快速重复的浪涌会引起累积发热效应，它通常超出 TVS 器件的正常额定值范围。硅 p-n 结 TVS 器件和金属氧化物压敏电阻 (MOV) 不同，在经过许多再次发生的随机浪涌事件（虽然在其最大额定值范围内）后，性能会随时间而下降。

当个别过大的浪涌超出 TVS 的额定值时，这些器件

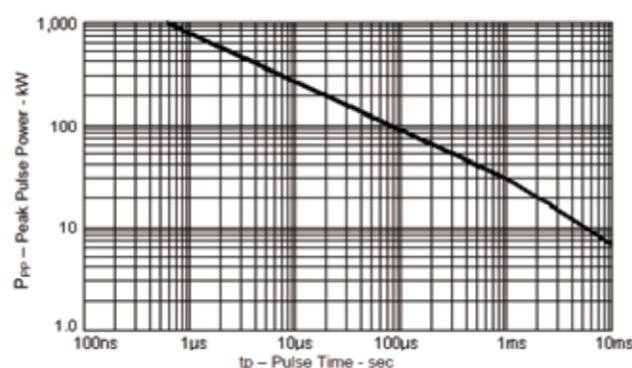


FIGURE 1
Peak Pulse Power vs. Pulse Time

图 1：峰值脉冲功率对脉冲时间

就会失效，就如任何其它半导体元件超出其额定值那样。对于 TVS 来说，这主要包含了过大的 P_{pp} 和 / 或 I_{pp} 。基本形式的失效机制归因于硅元件的有源 p-n 结内的过热。这还依赖于瞬态风险的脉宽，这里对于较长的脉宽，TVS 的 P_{pp} 能力以可预见的方式逐渐下降，通常遵循一直已获公认的 Wunsch-Bell 曲线。

超出 TVS 峰值脉冲功率额定值

图 1 是在大多数美高森美数据表中都可以找到 P_{pp} 对比脉冲时间的特性曲线，它是一条在对数坐标图上的负斜率直线。在大多数器件类型中，它通常显示为最长 1ms（有时更长）的瞬态。脉宽每增加两个数位 ($\times 100$)，这些图表中的 P_{pp} 负斜率则减小一个数位 ($\times 10$)，以数学术语表示， P_{pp} 与脉宽的平方根成反比。

不考虑脉冲的持续时间，这种关系用于评估 TVS 和

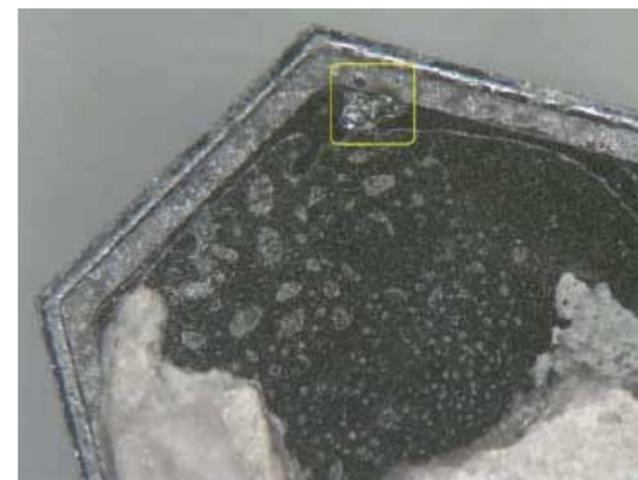


图 2：热点失效模式

其最大 P_{pp} 能力，这与失效前相对稳定升高的 p-n 结温相关联。在浪涌期间，这些 p-n 结温可以暂时达到 275°C 而不会损坏器件。图 1 中所示是在 1ms 和 25°C 条件下额定功率为 30kW 的一个 TVS 器件示例。对于更高的器件或环境温度， P_{pp} 能力也会降低，如大多数 TVS 数据表中所示。

相同特性也显示在其它美高森美 TVS 产品数据表中，这里较低 P_{pp} 额定值的器件将显示相同的负斜率，除了在纵坐标 (P_{pp}) 轴上位于较低的位置。假如采用 10/1000 μs 作参考，在 1ms 处的交叉点将符合其在 25°C 时的 P_{pp} 额定值。这是行业标识双指数脉冲的方法，该脉冲上升到峰值的时间为 10 μs 和下降到 50% 衰减点的时间为 1000 μs 。

TVS 失效机制

有了上述背景知识，我们可以更好地描述具体的失效机制，就是在浪涌事件期间，当 p-n 结温开始超出安全工作范围，使 TVS 超出它们的 P_{pp} 额定值时的情形。浪涌超出规定的 P_{pp} 额定值的程度还可能表明失效模式及其严重性。

热点和电气短路

在绝大多数情况下，当出现过应力时，TVS 将以短路或性能严重下降的方式失效。对于许多应用，这一直是首选的失效模式，因为器件将会保护剩余的敏感电路，避免更严重的瞬态风险，这是由于 TVS 器件“电短路”分流路径在被保护负载之前连接至地，直至更换器件为止。

在瞬态超出器件的额定值期间，因为 p-n 结温快速上升，最终迫使器件进入到它的“本征”区域，这里它不再作为半导体来工作，而是改变为电阻。这发生在热产生的电子空穴对在高温下的浓度接近或超过 TVS 器件的本底 p

或 n 掺杂度时，因而牺牲了 p-n 结的半导体特性。这首先将发生在较高电压 TVS 器件中，该器件具有较低的本底掺杂浓度，以便获得更高的雪崩击穿电压，如同在二极管器件设计中整个半导体物理学所指出的。当在很高的 p-n 结温下发生时，TVS 器件的电压特性曲线开始崩塌，因为在瞬态事件期间，泄漏电流过大，并且热击穿快速发生。此 TVS 电压特性的崩塌还可能包含高“后续电流”通过器件的可能性，取决于所在电路的工作电压和负载线特性。此快速失效模式通常在 p-n 结的某个地方形成了“热点”，并且产生永久损坏，并在有源芯片元件上到处都有局部的硅熔化区。该特性具有很大的破坏性，在物理分析中非常明显，如图 2 所示。

这里所描述的局部熔化区是由硅与相邻的欧姆接触金属化或焊接材料相结合形成合金，导致了在硅芯片上高传导“管道”区。它还可能导致热应力从热点区向外扩散，从而产生微裂纹。虽然在有源硅芯片中，这些二次裂纹将会导致泄漏电流增加和电压性能下降，但主要的失效机制仍然是热点本身。

在瞬态电气过应力 (EOS) 期间，这个非常快速的突变事件还解释了为什么出现浪涌过应力时，只有极少数（若有的话）仅出现轻微的性能下降。它或者由于热击穿而明显地失效，或者仍然完好。所描述的性能下降模式（如果没有短路）就是 TVS 硅内部元件仅支持最小电压值，而且泄漏电流非常大，阻抗则减小到数欧姆或更小。

在其它过大 dc 电压或电流（功率）的应用方案中，TVS 器件将进入持续击穿状态，情形类似于齐纳二极管。假如 dc 功率过大，如果在 TVS 保护的线路上没有按设计那样熔断，它最终还将会过热。在这一段时间内，击穿电压将再次上升，因为对于 VZ 或 VBR 来说，雪崩击穿具有正温度系数，如同齐纳二极管。连续应用的功率发热量（和电压上升）也取决于器件的散热。如先前提到的在浪涌期间，由于类似的高 p-n 结温，最高电压可能会短暂地接近 V_C 。这主要是由于雪崩击穿的正温度系数。在器件失效前，它还可以充当并联调节器来保护负载，防止电压过高。然而，此类持续发热无法令人满意，而且最终还会回流到最靠近 p-n 结的内部焊接处（若可以的话），而 p-n 结随着外加功率和时间会产生显著的能量（发热）。倘若芯片元件内的过热再次产生局部热点，最终将导致由焊点回流产生的短路路径，它或者在 p-n 结周围，或者穿过 p-n 结。

接触不良和电气开路

在大多数 TVS 在电路中的分流保护位置时的应用中，接触不良或电气开路不是应有的 EOS 失效模式，因为这

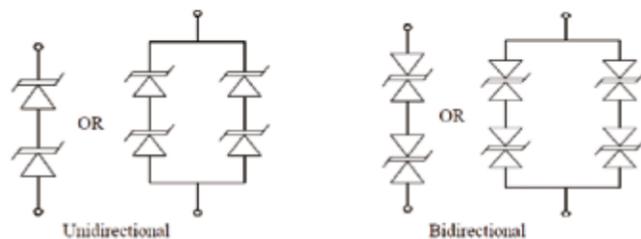


图3 保守 TVS 电路设计

会将敏感负载暴露于随后的瞬态风险中。TVS 位置的电气开路还会使其难以验证出了什么错误，直到随后的浪涌发生，这便可能损坏需要保护的电路。然而，对于某些严重形式的 EOS，这种失效模式会随 TVS 器件发生。针对那些异常情况，下面将进一步描述可能的失效模式，以及如何使它们的发生机率最小化（如果该类型的失效模式是不应有的话）。

避免电气开路

在一些需要避免电路中的 TVS 位置上出现电气开路故障的应用中，封装端或散热器的附着方面需要适当的防范措施。这避免了它们在浪涌事件或持续功率过载的情况下发生持续的积热，进而发生击穿或者熔化的风险。假如 TVS 的失效没有完全短路并且仍然必须持续消耗显著的功率并有非常大的后续电流，会出现更长时间的存热。如果在电路中只有极小的电源电阻（比如电源母线），这会构成一个问题。由于这些原因，可以在电路中放置熔断器来避免 PCB 迹线过热或 TVS 器件严重退化，其在低电阻状态下仍然可能在消耗功率，但不会完全短路。

当严重的过应力导致开路时，使用双插头玻璃体结构的 TVS 设计会断成两半。当严重的瞬态功率增加并大大超过器件额定值时，此类失效机制的概率也会增加。在这类由严重瞬态引起的实例中，当芯片快速发热达到极限时，没有内部应变消除机制，嵌入的芯片也在很快地在两个由玻璃体包裹的插头间膨胀。在这种情况下，在有源芯片元件的位置上，玻璃体最终断为两半。为避免这些类型的失效，针对 TVS 超出预期的风险水平要求，在 P_{pp} 方面进行保守的选择，将会最大限度地减少这些严重失效，包括考虑对 P_{pp} 进行温度降额。

在包含了内部丝焊的小型 TVS 阵列设计中，这些内部丝焊仅仅用于非常短的 $8/20\mu s$ 或更短的瞬态，比如 ESD 保护。当显著超出 P_{pp} 额定值时，还可能其它的失效模式。在这些较小设计器件中，位于芯片和封装引线框之间用的内部丝焊会发生熔断。由于这些原因，在较高额定 P_{pp} 的 TVS 中，不会使用细小的个别内部丝焊，代之以

直接焊接到有源 TVS 元件上的大型引线或引线框触片。对于那些需要使用较大的 TVS 裸片或芯片的混合应用，则建议使用多个丝焊。另外，还可以使用金属圆片，在引线键合到圆片之前，将其粘接到芯片的顶侧。这充当了覆盖整个芯片表面的“电流分散器”（而不是在丝焊下出现大浪涌电流集中）。圆片还可以充当散热器用于短暂瞬态，实现更有效率的应用。

尽管有着保护器件免受各种已知瞬态风险的设计防范措施，但某些瞬态事件由于其本身的特别性质而被间接提及。这可以是带有充足能量的极端瞬态事件，比如是极为贴近的雷击，或是邻近的重度感性负载开关，甚至是极端 P_{pp} 能级引起电气开路，造成 TVS 器件在它们的最薄弱点处蒸发。不过相比其它失效机制，这种类型的事件非常少有的。

保守的 TVS 设计选项

在卫星等非常保守的设计应用中，任何失效都会构成严重后果，因而常常要使用冗余电路。根据相同原理，TVS 也许可以采用这类方式，其中任何单一部件的失效都不会显著影响应用。例如，两个 TVS 器件也许可以串联置于那些区域，那里任何一个 TVS 器件的两倍 V_c 仍然足以保护 TVS 后面的敏感负载，并且一个器件的工作关断电压 (V_{wm}) 仍然能够满足正常工作需要。如果串联中的任何一个 TVS 器件发生电气短路或严重退化，串联中的其余器件仍可提供保护功能。如前所述，在其正常工作模式下，一个 TVS 器件仅在极低的泄漏电流和 V_{wm} 下闲置，直至高压瞬态驱使其进入雪崩击穿。选择更高的 V_{wm} 电压将不是问题，除非 V_c 过高，超出了需要的敏感负载保护要求。这包括由两个串联的 TVS 器件所产生的作用。然而，在许多应用中，被保护的敏感负载不允许电压超出太多。

在那些情况下，任何一个 TVS 器件出现异常电气开路可能是令人担忧的，那么 TVS 器件的两个引线以并联方式连接，代表着总计为四 (4) 个 TVS 器件。如此配置 TVS 还可以增加 P_{pp} 能力，用于保守设计。这些保守应用方法还可以用于单向或双向 TVS 器件，如以下图 3 所示。

总结来说，TVS 器件的主要失效模式是器件性能严重下降，使电压崩塌或发生电气短路。然而，还有其它的失效模式，取决于电气过应力的严重性。使用保守的方法，例如选择具有高余量 P_{pp} 额定值的 TVS 器件，有助于减少这些不应该出现的失效模式。

www.smsemi.com

配合智能电表趋势的 PLC 技术及解决方案

演绎先进技术特点及应用优势

作者：安森美半导体

安森美半导体最新推出的 NCN49597 PLC 调制解调器系统级芯片 (SoC)，使用了诸如 ARM Cortex 等经证明的技术，使得应用方案既没有风险且简便易用，是智能电表等应用的理想选择。

当今很多国家都已采用或即将部署智能电表系统，并采用自动远程集抄方式。目前备受关注的是法国 ERDF 的 Linky 电表项目。欧盟最大的电力配电网运营商、法国电力集团 (EDF) 的子公司——法国电网输电公司 (ERDF) 已经启动了一个涉及总数目 3,500 万只电表的项目。从 2012 年至 2017 年，该项目将把法国国内的传统电表统一更换成新型的 Linky 智能电表。这类智能电表通信采用了扩频的频移键控 (S-FSK) 电力线载波 (PLC) 技术。

安森美半导体在电表领域积累了十多年的丰富经验，为这一重要且快速增长的智能电表市场提供通用及稳定的方案，包括最新推出的 PLC 调制解调器系统级芯片 (SoC)，可广泛用于智能电表、远程控制/家居显示屏 (IHD)、太阳能逆变器、智能插座及智能街道照明等应用。

安森美半导体的 PLC 调制解调器技术特点及优势

安森美半导体在电力线载波调制解调器领域拥有 10 年的在传统及分体式电表抄表的应用及 400 多万片量产验证经验。此前先后推出了 AMIS-30585 和 AMIS-49587 PLC S-FSK 调制解调器方案，这两款均支持采用 24 MHz 时钟的 ARM7TDMI 内核，支持的载波速率分别为 1,200bps 和 2,400bps，支持欧洲电工标准化委员会 (CENELEC) 频段，分别是 A (9-95 kHz) 和 A, B (9-125kHz) 频段。

以 AMIS-49587 PLC 调制解调器为例，它提供高集成度、符合 IEC61334-5-1 标准的低功耗 PLC 方案，用于智能电

表系统自动读表及管理、街道照明控制、智能电力插头 (power plug) 和建筑物自动化等应用。AMIS-49587 提供集成单芯片方案，帮助简化设计、降低开发及应用成本，并加速上市进程。它基于 ARM7TDMI 处理器内核，同时内嵌了物理层和 (MAC) 层。而大多数竞争方案需要复杂的嵌入式软件来执行与 AMIS-49587 相同的功能。它具有自动中继器 (repeater) 功能，进一步提高通信可靠性，通信成功率比其它可选及现有方案更高。AMIS49587 藉板载低抖动锁相环 (PLL) 与交流主电源 (mains) 信号同步，内嵌的滤波器提供优异的白噪声 (white noise) 及窄带干扰抑制性能。AMIS-49587 具备高集成度和内嵌协议处理，设计人员无需涉及 PHY 和 MAC 协定传输细节问题。这器件能够帮助节省多达 50% 的软件开发耗费，从而加快上市时间，降低总成本。

AMIS-49587 是一体式方案，支持 PLC 现场部署要求的 3 种不同模式：MASTER (集中器)、SLAVE (电表) 和 SPY (给测试人员的原始数据)。本地微控制器 (MCU) 至 PLC 调制解调器进行串行通信，它是半双工，标准不归零 (NRZ) 格式，8 个数据位 1 个停止位，可设定波特率 (4,800、9,600、19,200 和 38,400 波特)、3.3 V 额定供电电压 (通信引脚电平容限为 5 V)。

这种 PLC 调制解调器具有许多优势。例如，片上实现物理层 (PHY) 和媒体访问控制器 (MAC) 层，重点在于应用层能在不到一个季度的时间内开发出全套互操作 PLC

PLC Modems/Power Line Driver

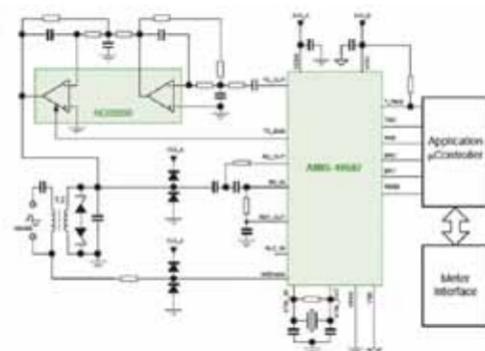


图1: PLC调制解调器AMIS-49587及PLC线路驱动器NCS5650应用电路图



图2: PLC模块系统图

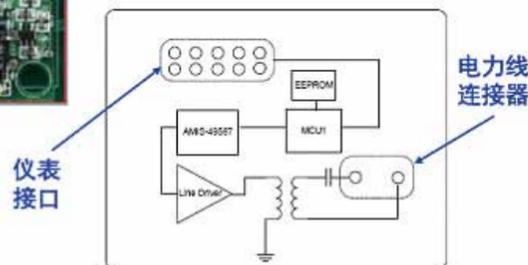


图3: PLC模块

方案，因此方案更安全、上市速度更快。此外，安森美半导体在此领域积累的现场10年、400万片量产验证了该方案的可靠性。同时，自动应用可信值/中继提供了通信可靠性的保证。由于包含16位分辨率的模拟前端，它也具有

极优的噪声免疫性，免受不同类型噪声影响。

这种PLC调制解调器的优势包括：组网方式灵活，方便维护；采用易用/藉串行接口配置；同时兼容单相和多相；该方案比基于数字信号处理器（DSP）的方案能耗更低。

图（1）中方案的核心是PLC调制解调器，AMIS-49587。为了增大发送信号功率Line Driver NCS5650把信号滤波放大后，通过变压器将S-FSK信号耦合到到电网上。NCS5650的电流驱动能力高达2A，其双级运放结构只需要几个阻容器件就可以配置成4阶低通滤波器，滤除掉载波频率以上的高频谐波，防止其进入配电网。高阶滤波器的设置是为了满足欧盟严格的电力线信号注入标准的要求，比如EN 50065。

FSK的接收是将变压器耦合过来的信号经过49587内部运放组成的滤波器进行高通滤波，滤除50Hz信号后，再在内部进行FSK解调，以还原成数字信号。IEC 61334-5-1的系统需要50Hz过零信号同步，49587有过零检测引脚对50Hz进行检测。如果系统对隔离有严格要求，50Hz检测信号可以增加光电耦合器进行隔离。

安森美半导体最新多载波PLC调制解调器NCN49597概览

NCN49597是安森美半导体新系列PLC调制解调器的最新产品，集成了低功耗32位ARM Cortex Mo处理器及高精度模拟前端，可以支持多种协议。该器件基于双4,800波特扩频型频移键控通道技术，优化了能效和性能，同时提供极佳的强固性及可靠性，使其能在最严格的环境下工作。

NCN49597完全符合现行的IEC61334-5-1标准，同时与其前身AMIS49587保持引脚对引脚及功能兼容性，从AMIS-49587可以很容易地升级至NCN49597。新器件增加了多种创新特性，如现场可编程（32kB空间）、双载波、自动位同步（Auto Bit Sync），

以提升通信稳定性，简化应用及使用。

NCN49597支持多种协议，符合欧洲电工标准化委员会（CENELEC）A至D（9-148.5kHz）频段的可编程载波频率，速度更高，更稳定。这器件能够采用50 Hz或60 Hz的交流（AC）电压及直流（DC）电压工作，增大了其应用范围。它可以直接驱动LCD液晶屏，具有更高信噪比和更宽的载波频段。NCN49597多载波技术采用并行的两个S-FSK载波通道，每个通道都有两组载波，波特率可达4800 bps；每个通道内的载波可以互相穿插。

安森美半导体PLC调制解调器技术支持

安森美半导体为PLC调制解调器提供全面的技术支持。评估套件AMIS-49587EVK包含2个PLC调制解调器，用于客户端与服务器之间配置通信；套件包含的开源图形用户界面（GUI）可用于配置端到端通信。软件支持的PC工具包括可以用来测试和评估载波通信的PLC终端工具；工

具使用C#开发，有可以在Linux平台上运行的版本。为了提高客户的开发速度，安森美半导体还提供PLC模块系统（图2）和PLC模块产品（图3）。

结论

安森美半导体服务于PLC智能电表领域已有十多年的经验，先后推出了AMIS-30585和AMIS-49587等经过验证的PLC调制解调器产品及NCS5650 PLC线路驱动器，这些产品具有先进的技术特点及应用优势。安森美半导体最新推出的NCN49597 PLC调制解调器系统级芯片（SoC），使用了诸如ARM Cortex等经证明的技术，使得应用方案既没有风险且简便易用，是智能电表等应用的理想选择。安森美半导体同时提供包括评估套件、软件、PLC模块系统及PLC模块产品等在内的技术支持，帮助客户加快产品开发及上市进程。

www.onsemi.cn

全新设计



North America : Europe : China

功率系统设计：推动全球创新

www.powersystemsdesignchina.com

HVDC电力电容器将能耗降到最低

电力传输的未来属于低损耗的高压直流输电

毫无疑问，该技术有诸多优势。爱普科斯电力电容器是维持高效 HVDC 系统稳定性的必然之选。

作者：爱普科斯公司-TDK集团成员

自上世纪七十年代以来，一种更为高效的技术已经可以取代之之前广泛应用的三相输电技术，即高压直流输电（HVDC）。

高今高压直流输电技术可分为两种：传统HVDC输电和多电平VSC（电压源换流器）HVDC输电。同时，HVDC技术已经在越来越多的电力传输项目中应用。与传统三相技术相比，HVDC不仅可以减少电力的输送损失（尤其是长距离输电），还可以在许多方面节约成本，例如输电线路的安装，因为HVDC输电技术对于材料的需求量也更低。

三相技术已到极限

使用频率为50或60Hz的三相技术进行电力传输已经有数十年的历史。而且，该技术目前已经接近极限——尽管其仍有个别优势：该技术的主要优点是变压简单，适用多种电压水平，可以联接超长距离的线路。此外，即使是很高的交流电压，仍可以简单的实现开关操作，而不会产生电弧，同时，异步电动机还可以使用直流电流直接供电。

然而，三相输电网络存在一个关键的缺点：相对高的损耗率。电缆有限的导电性会导致电阻损耗，而该损耗还会因为交流输电时发生的趋肤效应而进一步扩大：电流只会流过导体的外部，因此并非线路的整个横截面都可以用来输电。这是该技术一大劣势，尤其对于横截面大的线路更是如此。当使用更加昂贵的互连网络时，也存在同样的问题。

此外，由于寄生电感和电容，PFC损耗也会在交流系统中出现，而且变压器电感会使损耗更加严重。根据线路的长度和寄生效应的影响程度，最多可损耗百分之十的电

能。此外，在不同频率（例如50和60Hz）下运行的交流网络无法直接耦合。

HVDC让损耗减半，且仅需两条线路

为了克服三相输电技术的许多缺点，世界上越来越多的电力公司已经开始使用HVDC输电。其最大的优点是极低的电力损耗——每1000km线路只损耗百分之三。与之相比，交流系统每1000km的电力损耗可达百分之六。因此，以输送4000MW电能为例，使用HVDC可以避免120MW的电力损失。

HVDC技术的另一个优点是需要的线路较少。三相输电系统需要至少三条线路。为了确保可靠性，往往还会运行两个冗余系统，每个系统包含至少三条并联的输电线路。与之相对，HVDC仅需要两条线路。最重要的是，高架输电线路必须使用电线杆和悬臂，而HVDC占用的地面面积更小，也就是说，成本可以大大减少。对于地下和海底线路也同样如此，较少的HVDC线路占用相对少的面积，同样也会减少成本。而且，地下和海底电缆如果使用三相输电技术，由于相对高的寄生电容，输电距离不能超过50km。

爱普科斯电力电容器为关键元件

HVDC技术变得可行，主要应归功于电力半导体的发展。这种半导体拥有相对高的介电强度（可达几百kV），可以在输电的前端进行整流，并在后端（供电网

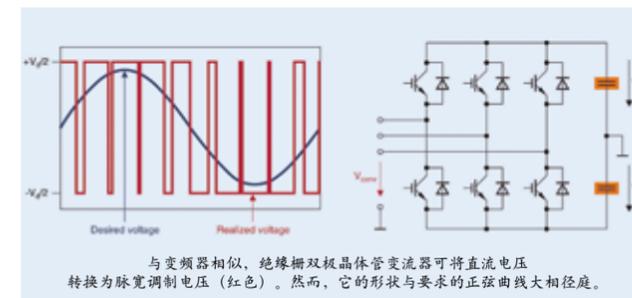


图1：两电平VSC HVDC变流器的拓扑结构



图2：装有爱普科斯电力电容器的传统HVDC输电线路

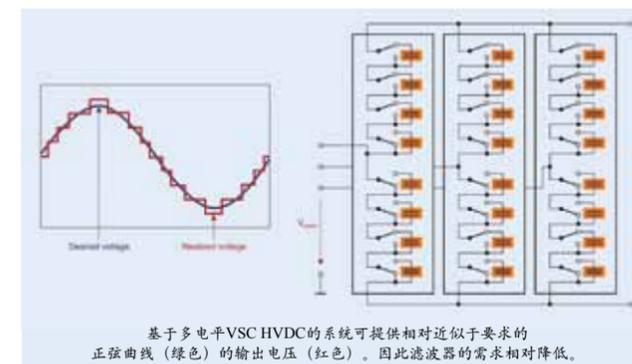


图3：多电平VSC HVDC系统的结构图

络的馈电点）进行逆变。一开始使用的是晶闸管，但随后逐渐被串联的绝缘栅双极晶体管（IGBT）所取代，因为它提供更好的可控性。除上述半导体元件外，爱普科斯电力电容器在HVDC系统中还扮演着至关重要的角色。

传统HVDC技术

传统HVDC技术在输电线路的前端使用六极整流器。这里需要电力电容器来防止晶闸管遭受过高的电压：在此情况下，该电力电容器称为吸收电容器。

爱普科斯的电力电容器产品B25990T5165A000是吸收电容的最佳选择。其容值可达1.6μF，电压可达5100Vac。由于使用传统MKV技术制造，电容器卷绕中包含一张双面金属化纸。纸的夹层中使用聚丙烯膜作为电

介质。

对于使用类似电气参数的新项目，则采用容值为1.4、1.6、2.0、2.4和4μF的MKK（金属化塑料电容器）技术。在此情况下，直接对聚丙烯电介质进行金属化。这些电容器是不含油的。爱普科斯MKK电容器尤其适用于两电平VSC HVDC系统。图1为其拓扑结构。

截至目前，世界上有三十多个项目已经或正在使用传统HVDC技术进行输电，总输电量超过100GW（见图2）。平均来说，一个传统HVDC系统需要好几百个电容器。

由于电网系统在亚洲的迅速扩张，专家预测，至2020年的装机容量可能会增加约350GW。传统HVDC系统的主要应用为低损耗长距离电力传输，例如连接市区和郊区水力发电厂的线路。该技术的另一个应用为连接在不同频率运行的网络，例如50和60Hz。

传统HVDC技术拥有相对简单的设计，但它也有两个主要缺点。第一，脉宽调制需要在输出侧使用若干个滤波器，因此，使用较少线路的成本优势会被部分抵消。第二，基于晶闸管技术的系统只能将电力半导体打开，但无法关闭，因此无法实现频率和电压的主动网络控制。

新的多电平VSC HVDC输电方案

多电平VSC HVDC技术的开发使电网的链接可随意切换（见图3）。

基于IGBT模块技术的最大优势在于对换流阀的主动控制。为达到此目的，在HVDC线路末端的正负极之间应安装包含爱普科斯电力电容器的电容分压器，并由IGBT模块进行开关控制。这样，便可以生成与要求的正弦曲线十分接近的输出电压波形。与传统HVDC技术相比，换流阀输出所需的滤波器数量显著减少。图4显示了6个模块。

使用容性分压器则需要使用更多的电力电容器；对于新型VSC系统来说，每个项目需要至少5000个电容器。但反过来说，对换流阀输出进行滤波的成本却大大减少了，同时更重要的是：可以更好的对网络链路进行控制，从而满足在新能源输送项目中的关键前提。与传统HVDC技术相比，多电平VSC HVDC系统是自发性的，也就是说，它们可以调整和稳定网络频率和电压。

多电平VSC HVDC使用的MKK电力电容器

爱普科斯干式MKK电力电容器专为多电平VSC HVDC输电系统开发，可提供2000至10000μF之间电容量，且设计电压可达直流3000V。根据型号的不同，电流承载能力也可以达到700A。低等效串联电阻（ESR）也是减少损耗的关键。

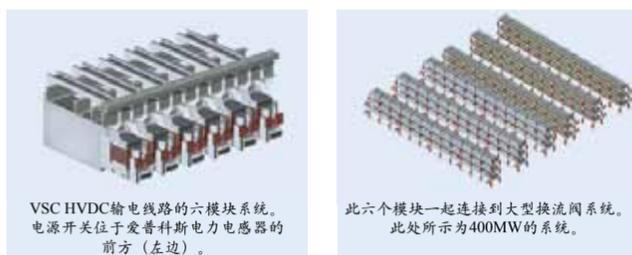


图4：多电平VSC HVDC输电线路的模块系统

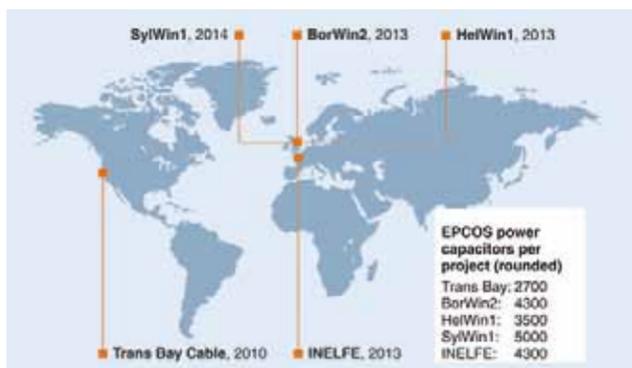


图5：使用爱普科斯电力电容器的多电平VSC HVDC项目

爱普科斯电容的额定阻值在 $0.2m\Omega$ 以下。由于是串连在多电平VSC系统中，要注意严格限制其额定值的误差，以避免在个别模块中发生的电压浪涌。在整个使用寿命中，爱普科斯电容器的容差不会超过其初始电容量的3%。

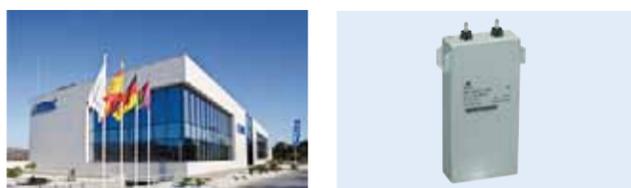
成功的客户项目

多电平VSC HVDC系统使用的爱普科斯电力电容器已经在西门子公司的几个重要项目中获得了认可。首个项目为2010年的跨海湾（Transbay）项目，使用多电平VSC HVDC输电链路跨越整个旧金山湾。而联接位于北海的风力发电场的BorWin2和HelWin1项目将在2013年启动。同时，许多项目已经成功完成，包括连接Sylt西海岛屿一侧70公里处的风力发电场SylWin1项目。该项目可输送860MW的电量，这是截止到目前离岸链路的最高输电量。

在联接距离海岸50公里或以上的离岸风力发电场方面，多电平VSC HVDC的竞争力已经获得越来越多的认可。

爱普科斯电力电容器还将在INELFE（法国西班牙电力互连）项目中使用，西门子在此项目中采用了VSC HVDC技术。在此跨欧洲大陆的电网链路中，将以 $\pm 320kV$ 的电压输送2000MW的电力。这条长达65km的线路将使用地下电缆，其中一部分将经过底里牛斯山隧道。

爱普科斯电力电容器在全球的分布



位于西班牙马拉加的全新电力电容器制造和研发中心 MKK电力电容器

新建成的电容器开发和制造厂位于西班牙的马拉加市，生产面积达6000 m^2 。该厂拥有建筑面积达1500 m^2 的独立研发大楼。原厂已有数十年历史，目前正处于转型期。在未来的一两年内，马拉加的所有业务均将转到新厂。

专注绿色能源

该厂主要生产针对不同应用领域的爱普科斯电力电容器，如风力发电和太阳能发电，以及使用HVDC系统进行的高效能源传输系统等。此外，新型多电平VSC HVDC技术所使用的电容器也将在马拉加的新厂生产。

在亚洲扩展生产能力

亚洲也有生产爱普科斯电力电容器的工厂。位于印度纳西克的工厂正计划扩大生产规模，尤其是HVDC应用中使用的电容器。此外，位于中国安徽宁国市的合资工厂爱普科斯飞达工厂已经具备生产电力电容器的基本技术。未来，该厂将直接为持续增长的中国国内市场提供HVDC项目使用的电容器。



www.epcos.com

国际整流器公司的最新功率 ASIC

适合多种应用

作者：Tom Ribarich，节能产品部经理，国际整流器公司

国际整流器公司（IR）的最新功率ASIC提供了涉及不同应用的多种创新型、高性价比解决方案。这些包括功率因数校正（PFC）、同步整流器、AD/DC电源和通用照明设备。

每一种应用都要求具有特定的性能和功能，这对于定义其各自的ASIC至关重要，并且必须在符合其效率和成本目标的情况下满足所有这些要求。本文探讨了其中的一些应用，讨论了其具体要求并展示了最新的功率IC解决方案。

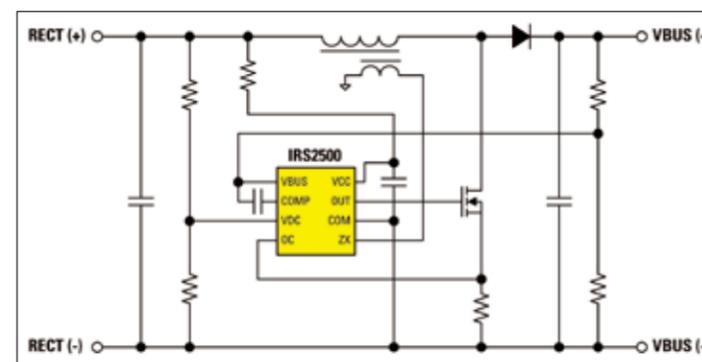


图2：升压PFC应用图

用于决定系统的不同操作模式；还有计时器，用于对不同的模式或故障状态进行计时。而且，设计为了满足目前所有不断增加的、对于电源的需求，可能会需要高压启动电路等用于降低待机损耗或频率抖动，进而降低EMI的附加电路。

ASIC 简介

术语ASIC是指专用集成电路。它与通用集成电路不同，主要设计用于控制一个专门的电路拓扑。典型地，ASIC会尽可能多的集成所需要的功能，从而减少元件数量，对整个系统在尺寸和成本方面加以优化。ASIC（图1）的基本模块包括：一个UVLO模块，以保证所有的IC电路可以正确启动并保持在适当状态；一个电压和/或电池参考模块；一个振荡器；用于生成给定的开关频率和占空比；一个放大器，用于对电压、电流或功率等特定系统参数进行反馈；一个或多个门驱动电路，用于对外部功率器件进行开或关操作；多个故障检测电路，用于保护IC和系统避免不同的故障条件（空载、短路、过压、过流、过温）；一个状态机，

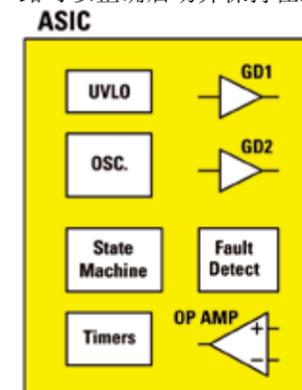


图1：典型的ASIC功能方块图

功率因数校正（PFC）

功率因数校正（PFC）是一项在过去十年里一直倍受关注的性能要求。很长一段时间里，欧洲都要求在大于25W的功率级上采用PFC。在美国，其“能源之星”计划的最新标准迫使计算机电源的最小功率水平降至75W，而固态照明则降至5W。目前，PFC成为几乎所有采用交流电源设备的考虑因素。采用升压转换器的有源PFC几乎已经全部实现，其中升压转换器直接布置在全桥整流器输出之后。而对于升压转换器的控制则采用这样一种方式：即电感有效值电流与交流电压同步，并且与交流输入电压有相同的形状。这就使得整个电路负载表现为阻性。这对于将主电源所提供的峰值电流最小化意义重大。国际整流器公司（IR）的新型功率因数控制IC，IRS2500，实现了对于升压电路（图2）的完全控制。IRS2500将PFC MOSFET进行开或关，以这种方式生成一个三角形的升压电感器电流，其峰值自动遵循全波整流输出电压的形状。然后，在输出时，利用EMI滤波器，使得这些电流的“三角形”变

得平滑，从而制造出一个与交流输入电压相匹配的、持续的交流电流。这种控制被认为是临界导通模式，当电感器电流放电至零电量时，其中的 PFC MOSFET 在每个开关循环时打开。IRS2500 还包括一个用于直流总线电压的反馈回路并持续的实时调节着 PFC MOSFET，以保持直流总线被调节到一个精确的固定级别（典型值为 400V）。

同步整流 (SR)

当采用 MOSFET 而不是二极管对交流输出电流进行校正时，同步整流 (SR) 因其在效率方面的巨大收益，这些年来受到了广泛的欢迎。

IR11682 是 IR 同步整流产品系列中的

最新成员。这款 IC 在变压器的次级侧上驱动两个 SR MOSFET (图 3)。IR11682 通过感应每个 SR MOSFET 上的漏极-源极电压，利用了 IR 的 200V HVIC 技术优势。这个 IC 采用 IR 的专利型 SmartRectifier™ 技术来检测这一电压何时达到零并且再次打开 MOSFET。通过允许所有的电流流经 MOSFET 通道而不是体二极管，这种控制方式对于将导通损耗最小化至关重要。IR11682 包括一些附加的功能，如抗击穿保护和空载检测功能，从而使这种方法更加强劲而可靠。

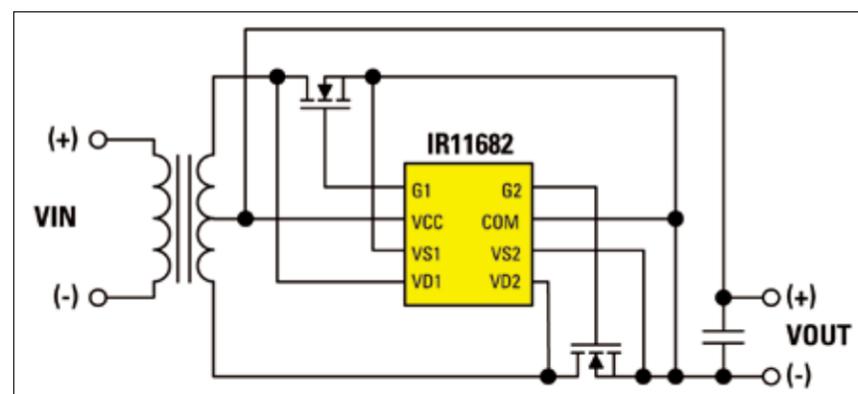


图3: 同步整流应用图

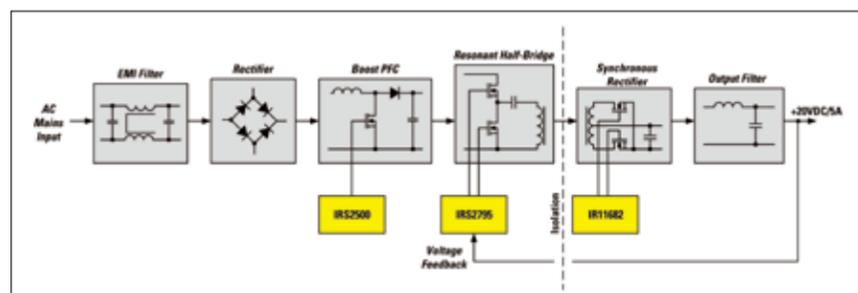


图4: AC/DC电源适配器方框图

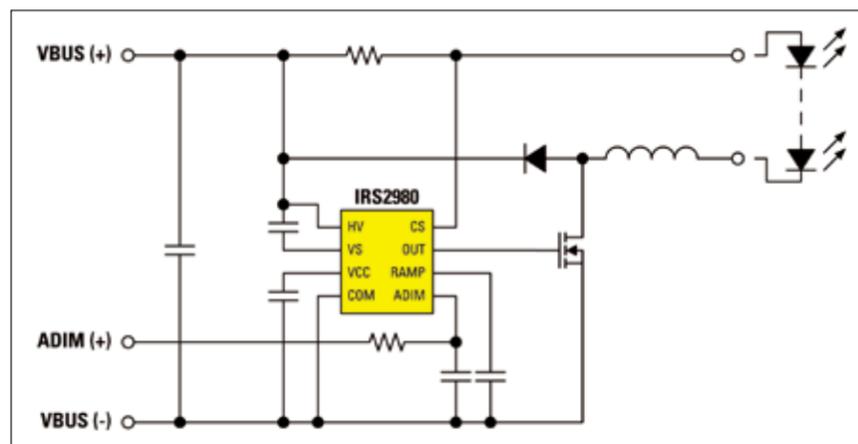


图5: 降压LED应用图

AC/DC 电源

AC/DC 电源应用对于系统和 IC 两者的要求不断变化。这些要求包括高效率、低待机损耗、功率因数校正、宽输入/输出范围、电隔离、高精度、高频率和低 EMI。对于功率电子产业而言，要在满足所有这些要求的同时，实现更小的尺寸和更低的成本始终是一项巨大的挑战。国际整流器公司 (IR) 的一些最新 ASIC，IRS2500、IRS2795 和 IR11682 都有助于满足这些要求。一个适用于 100W 适配器应用的、典型的 AC/DC 转换器包括 (图 4) 位于前端的一个有源升压 PFC 转换器，以产生一个正弦输入电流和一个调制的直流总线电压，用于将高频交流电压转换为直流输出电压。IRS2500 用于在临界导通模式中控制升压 PFC 转换器。IRS2500 为高功率因数保持了一个正弦开关的交流输入电源，并且还保持直流总线电压调节到一个恒定的水平。IRS2795 用于控制谐振半桥电路，特别是，它还包括一个适用于高压半桥、整合了高端和低端驱动电路的高频振荡器。IRS2795 利用 IR 的 600V HVIC 技术发挥所需的高压电平位移功能，以驱动高端半桥 MOSFET 的门。然后，在输出端，IR11682 用于控制两个 SR MOSFET 进行同步整流。

LED 照明

除了需要一个持续的电流输出而非持续电压输出外，LED 应用与 AC/DC 应用非常相似。而且，根据终端照明系统的要求，它们可能需要或者不需要进行绝缘处理。由于终端应用可能要求许多不同的 LED 输出配置，因此 LED 呈现出其在电源设计方面的独有挑战。其中包括以单串连接或以数个并行串连接的各种数量的 LED。而且现在市场上有各种具有不同额定电流的 LED 产品 (100mA, 350mA, 700mA, 1A 等)，因此一个具有良好设计的电源应该全部能够满足。国际整流器公司 (IR) 的最新 LEDrivIR™ IC 用于控制一个非绝缘型离线降压转换器 (图 5)。这款 ASIC 包括一些同样利用 IR 公司 600V HVIC 技术实现的非常新颖的功能。在这个电路布置中，LED 连接着直流总线电压和降压电感器，因此感应到的 LED 电流可能会有所不同。然而，IRS2980 可以直接感应 LED 电流并且在内部将这些信息提供给低端控制电路。

然后，降压控制电路控制着降压 MOSFET 的开和关的时间，以保持 LED 电流和负载变化过程中位于一个固定的窗口内。所有这些特性结合起来，使其理想用于小尺寸，低成本应用，如在消费类应用中取代固态白炽灯。

结论

这些不同应用中的每种应用都表现出一系列的独特要求，及各自的 ASIC 需要面对的挑战。重要一点是，所有这些要求在开发阶段都要尽可能早的定义出来。这就有助于降低电流受阻或系统功能不能正确执行的风险，从而加快了问市的时间。而且，只有关于这些负载的深层知识和与其终端应用的紧密联系将能够巩固其定义和每个 ASIC 的最终性能。当然，这将能够每款 ASIC 设计和为市场所应用的成功率最大化。

www.irf.com

全新设计



North America : Europe : China

功率系统设计：推动全球创新

www.powersystemsdesignchina.com

储能系统带来的智能电网设计挑战



作者：David G. Morrison，编辑，How2Power.com

希望能够让电池充电更方便，许多移动设备制造商正在转向无线电源技术。

可再生能源系统（如太阳能电池板和风力发电场）为公用电网提供了新的发电来源，以满足日益增长的能源需求。然而，这些系统本身并不支持电网运行的各种干扰和波动。这就是储能系统（ESS）的问题。通常基于电池的储能系统有能力将有效或无功功率注入到电网，或反过来从电网吸收有效或无功功率，作为稳定电网和补偿任何电压或频率变化的一种手段。预计这样的系统将在智能电网的发展中发挥重要作用。现在创业资本正在流入产业，拟议的法例对投资税收抵免预示对并网ESS寄予了厚望。

电力电子器件是这些系统中提供双向电源转换和管理电池和电网之间能量流的组成部分。在某些应用中，功率电子器件还可以处理功率转换和其他能量源（如太阳能电池阵列和电动车辆）和负载之间的能量流。因此，储能系统的电源系统设计相当复杂（参见下图）。

为并网储能开发的电源系统也有兆瓦级功率级别，以及极高的可靠性和安全性要求。此外，这些电源系统还有额外的要求，因为它们与电网连接，并要满足一定的公用事业行业标准，这有时是与储能系统的设计目标冲突的。因此，电网互连要求带来了开发储能电源系统的电力电子工程师的若干挑战。具体而言，连接ESS到电网的变压器相关设计，以及电网对某些故障情况的系统响应都有一定困难。

最近，我与Dynapower公司的高级工程经理Kyle B. Clark讨论了这些设计挑战，该公司开发储能系统的电源转换器。Clark解释了为什么这些挑战会影响在这个行业工作的PE工程师，并讨论了将影响ESS先进电源系统设计的有关技术。Clark也分享了他有助于PE工程师适合在这个行业工作的技能和经验类型的想法。

独特的设计挑战

大型变压器是并网储能系统的一个关键因素。在系统的一端，有一个dc能量源，通常是一个电池，然后将其连接到电源转换设备。这通常包括逆变器/ac-dc转换器（即双向电源转换器）。该电源转换器通过一个大型线频率变压器连接到电网。电网公司希望这是一个常规的、充油型配电变压器，类似标准2-MVA变压器，它提供到工业园区或馈线线路的分配。电网公司青睐这种类型的变压器主要是



图：复杂、高瓦数的电源系统，像Dynapower公司的多端口50kW逆变器，可提供电池、太阳能电池板、车载充电器之间的电源转换和能量流管理，这是并网储能应用的核心。

因为这是他们习惯使用的。然而，它的特点不利于储能应用，因为需要更多的脉冲变压器。

Clark介绍了如何优化不同于配电变压器的储能系统变压器。“这将是一个较小和成本更低、热容量更小的变压器，但它有能力在非常高的峰值功率下工作——在电源变压器和脉冲变压器之间的交叉点，”Clark说。

电力电子工程师面对优化系统性能的变压器设计挑战，而且要与电网公司及其他行业合作定义新标准（如变压器），以使电网公司可以大规模指定和批准采用。例如IEEE C57定义了配电变压器，但由于这些规范不匹配ESS的要求，需要开发一个新的标准。正如Clark解释的，一个满足IEEE C57的变压器本质上是不匹配储能系统的。“这对长时间常数散热将是过度设计，而对短时间常数过载它会设计不足”。

除了变压器设计和规格，有关这些系统与电网互联的ESS设计也有一个根本性的挑战。

“在互连储能系统中有一个很大的障碍，因为电网公司认为它们是负载或产生源。如果并网储能系统的看法完全不同，例如，小型太阳能光伏发电系统，它们就会强加IEEE 1547在并网储能系统上，”Clark说。此标准要求折衷稳定电网中的储能系统的性能。

“举个例子，如果电网的频率和电压开始下降，在某些情况下，发电设施最糟糕的事情是要做跳线（jump off line），因为它只会恶化这一问题。但是，如果你视它是一个小型太阳能电场，那么，当低于1547电压保护阈值时，你的任务是跳线，”Clark解释说，储能系统应该有不同的行为以支撑电网。

“并网储能系统要做的最好的事情是开始注入大量电容VAR。这将有助于稳定电网。所以这对并网储能系统是一个很大的机会，当有电网扰动时，可通过注入VAR提供电网支持。这就要求工程不仅要做到这一点——使你的整个电源系统与自己抗争——而且电网公司能够明白，不合同一类别的太阳能电池阵列、风力发电场或任何针对这个问题的发生源。这真是一个属于它自己的特性，因为它可以在两个方向上提供可控的有功和无功。”同样，这里工程师面临的挑战同时涉及电力电子器件的设计，以及与电网公司的合作建立相应的行业标准。

新技术的潜在影响

预计未来许多技术的发展可提高储能系统的性能。

在拓扑结构方面，预期会脱离三足式（three-legged）标准PWM控制功率转换。“我认为当我们走向高电压储能的多层、多电平逆变器时，有趣的发展正在到来，这样我

们就可以更有效地运作，”Clark说。

同时，随着其他高功率应用的到来，基于宽带隙材料的新的电源开关应该改变游戏规则。“碳化硅革命即将到来。我们正在接触到第一个商用碳化硅开关。我们正在两到三倍频率下降低成本，提高效率，大幅降低谐波，我们正在以相同的或较小的损耗进行切换。Clark说，“这将是一场伟大的革命。”

Clark描述的“混合系统”的发展也将有改善。“将会出现有非常快速元件的系统。我们将要合并和混合IGBT系统与基于晶闸管的系统，以得到100兆瓦的电源转换，同时仍保持小功率IGBT系统的动态四象限运行。所以混合电力电子系统会使我们获得多兆瓦级的储能。”

要了解有助于并网储能应用的电力电子工程师更多类型的工程经验，请参阅“寻找合适的工程师”这篇文章的在线版本。对于更多有关Dynapower的信息，请参阅<http://www.dynapower.com/>。

作者简介

除了写这个职业培训专栏，David G. Morrison还在建筑物称为How2Power.com的电力电子门户。如果你正在寻找老旧的东西，不要访问这个网站。如果你喜欢发现免费的技术资源，可以帮助你开发电源系统、元件或工具，你一定要来这里。此外，如果你喜欢令人讨厌的弹出式广告，或注册后才能查看所有的好材料，也不要访问How2Power.com。How2Power.com旨在使设计工程师的头脑敏捷，所以它不提供以上的功能。订阅网站快速音乐游览和每月通讯、观看视频请访问www.how2power.com和<http://www.how2power.com/newsletters/>。

www.how2power.com

提高医疗设备质量与易用性

——德州仪器中国区高性能模拟产品业务发展经理宋浩然解读首款体重计及体成分测量模拟前端



作者：刘洪，PSDC

日前，德州仪器宣布推出业界首款全面集成型模拟前端，可进行体重及体成分测量。德州仪器中国区高性能模拟产品业务发展经理宋浩然与媒体分享了该器件的优势及TI在医疗保健变革中的进展。

首款简单易用的高精度低功耗前端

宋浩然介绍说，AFE4300 是一款简单易用的高精度低功耗前端解决方案，可帮助工程师设计出包括身体成分测量仪、身体阻抗分析仪以及阻抗测量设备的重量测量计，与现有复杂的多芯片解决方案相比，可加速产品上市进程。

谈到 AFE4300 的主要特性与优势，宋浩然表示，易用性可加速产品上市进程，AFE4300 把针对重量测量与身体组成成分测量的两个独立的信号链前端整合至单一器件中，无需专业技术，便可快速为称重应用增加身体成分测量功能；在高精度方面，AFE4300 的四极测量技术可消除电极阻抗对准确度的影响。此外，该器件

的 3 个 BCM 通道可在手到手、脚到脚甚至从手到脚的整个身体间实现分段阻抗分析 (BIA)，提高整体测量精度。该器件还提供使用生物阻抗光谱 (BIS) 准确测量细胞外液 (ECW) 和细胞内液 (ICW) 的选项；还有一点很重要，就是低功耗，AFE4300 功耗低于 1mA，电源电压范围在 2V 至 3.6V 之间，可延长电池使用寿命。

AFE4300 集成了两个独立的信号链，一个针对重量测量，另一个针对身体成分分析，二者之间采用 16 位 860sps 模数转换器 (ADC) 进行多路复用。该器件的 3 个 BCM 通道可在人体四肢间进行分段阻抗分析 (BIA)，全面了解身体组成成分。

丰富的工具与支持和资讯

宋浩然说，设计人员可立即体验 AFE4300EVM-PDK (性能演示套件) 的强大功能。PDK 支持三个四极复合阻抗测量值，提供板载负载单元与阻抗仿真模块，以及相关 USB 电源与 PC 应用连接的功能，并包含包括虚拟示波器、柱状图以及 PC 应用快速傅里叶变换 (FFT) 在内的内建分析工具。

客户要进一步了解适用于消费类医疗应用的 AFE4300 以及其它 TI 产品，可以在 www.ti.com.cn/product/cn/afe4300 下载产品说明书，订购样片；在 www.ti.com.cn/tool/cn/afe4300evm-pdk 订购 AFE4300 EVM PDK；在 www.ti.com/afe4300video-pr-en

pr-en 观看视频，了解有关 AFE4300 的更多详情；在 www.ti.com.cn/consumermedical 可查看 TI 各种消费类医疗及家庭医疗保健应用的技术及产品信息，包括心率与健身监控系统、血糖及其它诊断仪、血压监测仪以及数字体温计等，或下载 TI 消费类医疗指南；在 www.ti.com.cn/medical 可了解有关 TI 医疗应用全系列产品的更多详情。

提供优质的医疗组件

TI 始终致力于为未来医疗保健的变革发展技术，提高医疗设备的质量与易用性。TI 推出了种类齐全的模拟与嵌入式处理产品，从构建块到完整的半导体解决方案，一应俱全；而且还配合了精深的系统知识、全球支持基础设施、高级工艺技术以及医疗行业的参与。

TI 正致力于帮助创新型医疗电子产品实现更高的灵活性与易用性，并降低成本。TI 在无线通信、消费类电子、汽车以及航空等众多市场领域拥有丰富的经验，可帮助工程师从容应对日益提高的要求，帮助他们不断提高设备速度与精度、降低功耗与尺寸，并确保医疗市场需要的高质量与高可靠性标准。

在互联网上，
是否有一个杂志网站
帮助您探索技术资源的迷宫？



... 了解您所在领域的专家？

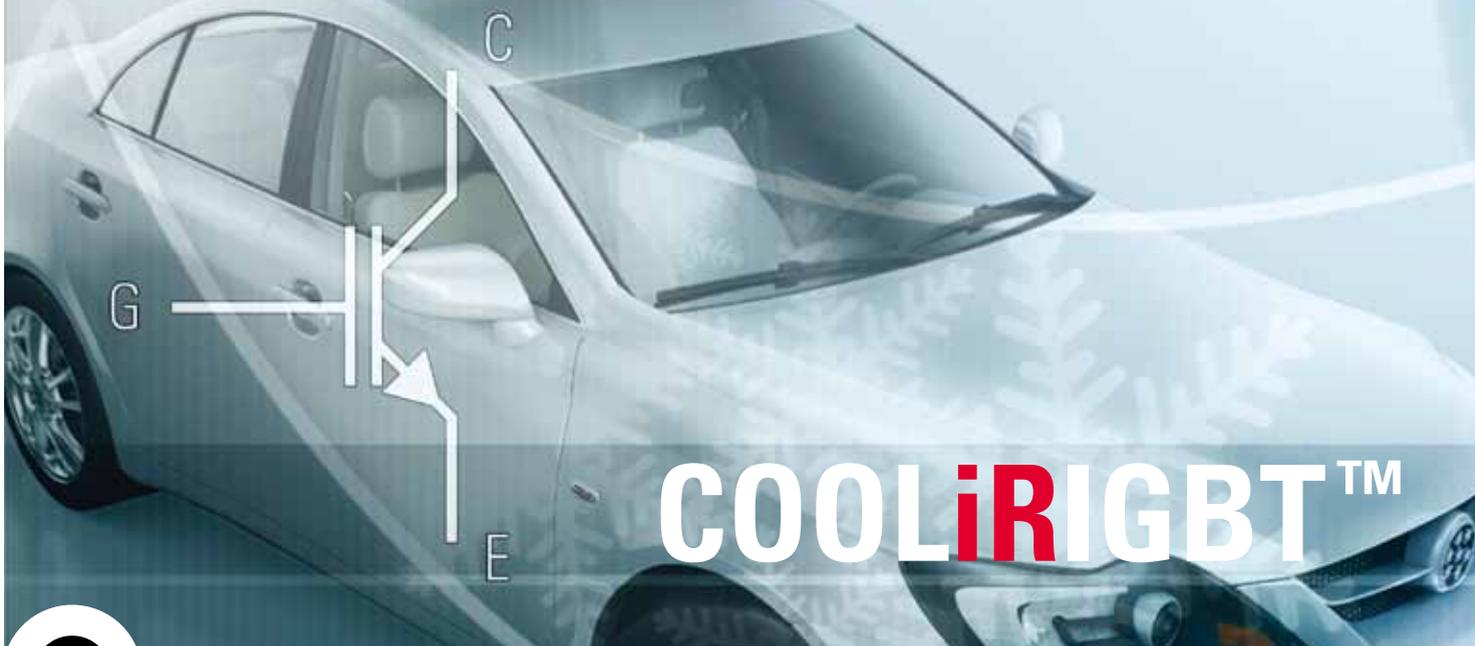
... 为您提供宝贵的职业机会？

而且是免费的资源？

请浏览

WWW.HOW2POWER.COM



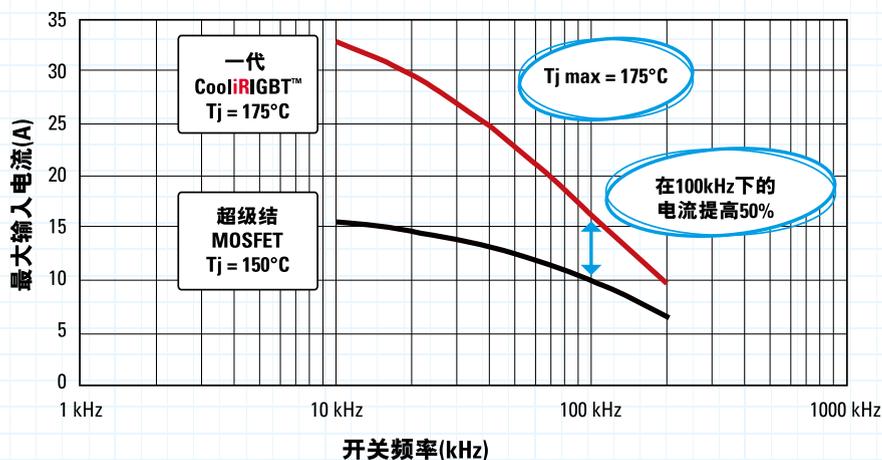


COOLiRIGBT™

一代汽车COOLiRIGBT™

超快速开关，强劲的600V高频IGBT

CooliRIGBT™ offers 50% higher current than super junction MOSFETs



一代COOLiRIGBT™设计用于广泛的快速开关应用，主要面向电动汽车(EV)和混合动力汽车(HEV)，其中包括板上DC-DC转换器和电池充电器。

特性

- 最高200kHz的开关频率
- 具有 > 5μs 额定短路保护电流的 600V 额定器件
- 低 $V_{CE(on)}$
- 正向 $V_{CE(on)}$ 温度系数，使其适用于并联应用
- 方形反向偏压安全工作区
- 符合汽车级标准
- T_j 的最大值达到 175°C
- 强劲的性能
- 专为汽车应用而设计并首创达到 OPDM 的生产工艺

www.irf.com

www.irf.com.cn

	超级结 MOSFET	一代 COOLiRIGBT™
T _j 最大值	150°C	175°C
工艺性	复杂	简单
开关频率	高	高
大电流下的损耗	高	低

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。

International
IR Rectifier
THE POWER MANAGEMENT LEADER