

功能丰富的系统需要采用灵活、可配置的 20V 大电流 PMIC

作者: Steve Knoth, 高级产品营销经理

背景知识

随着技术不断进步, 所有电子系统中包含的功能内容数量不断增多, 可用空间却在不断减少。手机有触摸屏、手电筒、省电模式和精巧的摄像头。以前汽车仪表盘上只有基本的AM收音机和少量简易的仪表, 现在却装满了精密的仪器仪表、卫星收音机、蓝牙®、GPS和其他基于手机的网络连接、多彩车灯以及无数的USB接口。工业计算机包含条形码读码器、大屏幕、硬盘驱动器和发光键盘。医疗电子设备包含传感器、多强度闪光灯、仪表和省电模式。

不变的是对电源和功率的需求。随着便携式和系统电子功能不断增加, 它们对功率的需求也随之增加, 特别是在用到以下这些复杂的电子IC时:

- ▶ 图形处理单元(GPU)
- ▶ 现场可编程门阵列(FPGA)
- ▶ 微控制器和微处理器
- ▶ 可编程逻辑器件(PLD)
- ▶ 数字信号处理器(DSP)
- ▶ 专用集成电路(ASIC)
- ▶ 可编程逻辑器件(PLD)

这些复杂的数字器件需要高功率密度多电压轨电源, 这些电源具有高电流、低电压和快速瞬态响应特性。这些严格的要求和特定的高性能要求(如低噪音或数字控制)加在一起, 为电源设计人员提供先进的解决方案造成了不小的压力。在所有情况下, 电源设计人员也应保持同步跟上这些器件需求的演进。

功率系统设计挑战

现代电子系统设计人员面临着诸多挑战, 包括满足严格的空间要求、有限的工作温度范围和噪声规格。器件高度集成可以帮助节省PCB空间, 但需要高效的功率器件确保温度不会超限。

例如, 如今的汽车仪表盘中包含多种在较高环境温度下运行的电子系统, 所以温度监控和报告非常重要, 对于电源管理组件尤其如此。系统控制器可以对超温(OT)警报作出响应, 并采取缓解措施来防止系统过热, 例如关闭不太重要的功能或限制处理器、显示器和网络通信。

从电源角度来看, 即使是最基本的汽车仪表盘信息娱乐控制面板都需要多个不同电流的低压电源电轨(输出电平), 总电流只有几安培, 高级控制台需要的更多。传统上, 低压电轨一般是采用许多微型负载点(POL)分立式功率调节器IC产生, 或者, 采用高度集成的大型电源管理集成电路(PMIC)产生。许多PMIC通常具有超过需求更多的电压轨, 因此需要更大尺寸的电路, 而其中某些电轨的功率可能不足, 无法满足额外集成的目的。

另一个潜在设计挑战是需求蠕变, 或者产品规格的改变速度跟不上开发发展的速度, 例如输入和输出电压、输出电流的变化。需求蠕变会严重影响集成电路和相关分立式组件的选择。在最好的情况下, 如果系统规格在电路板布局确定之后发生变化, 则可以通过改换可调输出转换器上的电阻来调节电压。在最糟糕的情况下, 当更新之后的电流电平超过现有转换器的开关电流额定值时, 需要采用引脚排列不兼容的IC来更换多个IC。即使是最小的功能改变, 都可能要求重新进行IC、电路板或系统级别的认证, 出现成本增加、计划延迟的情况。

解决这些问题的方法, 是使用多输出的功率IC。相比纯粹的分立式、单输出或双输出IC, PMIC提供的输出更多, 占用的空间更少, 且需要的器件数也更少。这种电压调节器是一个多输出功率IC, 提供可配置的多个中等功率电轨, 且解决方案的尺寸小巧。理想情况下, 这种IC可以配置成输出各种电压和电流, 以适应开发过程中出现的电源需求变化, 避免重新认证, 并缩短产品的上市时间。此外, 它可以在高于5 V的输入电压下高效工作, 所以可以用于各种应用场合, 例如12 V至18 V的电压适配器。除此以外, 需要的特性还包括: 集成安全和监控特性、宽温度范围运行, 以及具备较高热性能的创新封装设计等。

灵活、可配置的20 V多输出功率IC

ADI的Power by Linear™ LTC3376是一款高度集成的通用电源管理解决方案，适用于需要多个低压供电轨的系统。该器件可配置为可从最高20 V的输入提供1至4个独立的调节输出，具备15种可行输出电流配置，总输出电流最高可达12 A；详情参见图1。这种灵活性使得LTC3376非常适合用于多种多通道应用，包括电信、工业、汽车和通信系统。

LTC3376具备4个独立的降压稳压器通道、8个可配置的1.5 A功率级、灵活的时序和故障监测功能，总可用输出电流为12 A，峰值降压效率为96%，在所有通道上的输出电压精度为±1%。每个通道可由独立的3 V至20 V输入电源供电，输出电压的范围最低可至0.4 V。相邻输出可通过单个共享电感并联排列，以简化电路。DC-DC转换器通过CFG0到CFG3引脚进行配置，由系统分配采用15种功率配置中的一种。无需采用外部BST电容，因为它们已被集成到封装中。

LTC3376的开关稳压器支持两种工作模式：突发工作模式(Burst Mode®)（默认的上电模式），可在轻载下提供更高效率，强制连续脉冲宽度调制(PWM)模式，可在轻载下提供更低噪声。开关稳压器从内部补偿，只需采用外部反馈电阻来设置输出电压。降压转换器提供输入限流（软启动，在启动期间限制浪涌电流）、差分输出检测和短路保护。该器件配有一个可编程、可同步的1 MHz至3 MHz振荡器，默认采用2 MHz开关频率。

在四个转换器全部启用的情况下，静态电流仅为42 μA。其他特性包括：四个电源良好引脚，指明启用的DC-DC转换器是否在指定目标输出的百分比内；电流监测器，从外部监测每个降压稳压器的负载；一个EXTV_{CC}引脚，用于改善效率；准确的RUN引脚阈值，以确定上电时序；一个裸片温度监测器输出（通过TEMP引脚上的模拟电压读取），显示外部裸片温度；以及超温功能，过载条件下裸片温度较高时禁用降压稳压器。

LTC3376采用紧凑的64引脚7 mm × 7 mm倒装引脚球栅阵列(BGA)封装。在-40°C至+125°C工作结温范围内，指定采用E和级。

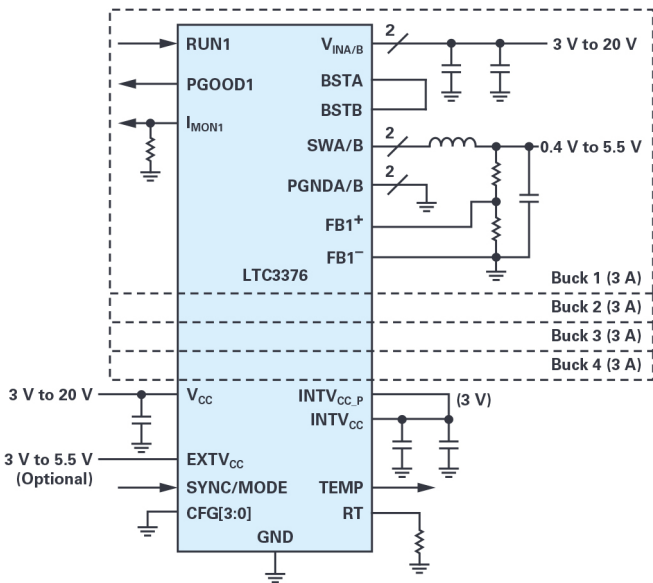


图1. LTC3376简化功能框图。

灵活性和可配置性

LTC3376本身具备的灵活性使其可以采用15种不同的输出配置：

- ▶ 单个电感，单个输出12 A降压，所有功率级在内部组合，产生最大的电流输出。
- ▶ 四种可能的双降压组合，两个电感，总输出电流总和为12 A。
- ▶ 五种三通道降压组合，每种三个电感，总电流12 A。
- ▶ 五种四通道降压配置，每种四个电感，总电流12 A（参见图2）。

查看表1，了解15种可能的输出配置的列表。设计期间要求发生变化时，这种灵活性可以实现轻松调整，从而继续使用LTC3376，无需再对新IC实施认证。

表1. LTC3376：15种12 A总电流输出配置示例

拓扑结构	输出电流组合
5种四通道降压	3 A, 3 A, 3 A, 3 A, 4.5 A, 3 A, 3 A, 1.5 A, 4.5 A, 4.5 A, 1.5 A, 1.5 A, 6 A, 1.5 A, 3 A, 1.5 A, 7.5 A, 1.5 A, 1.5 A, 1.5 A
5种三通道降压	3 A, 4.5 A, 4.5 A, 6 A, 3 A, 3 A, 4.5 A, 6 A, 1.5 A, 7.5 A, 3 A, 1.5 A, 9 A, 1.5 A, 1.5 A
4种双通道降压	6 A, 6 A, 7.5 A, 4.5 A, 9 A, 3 A, 10.5 A, 1.5 A
1种单通道降压	12 A

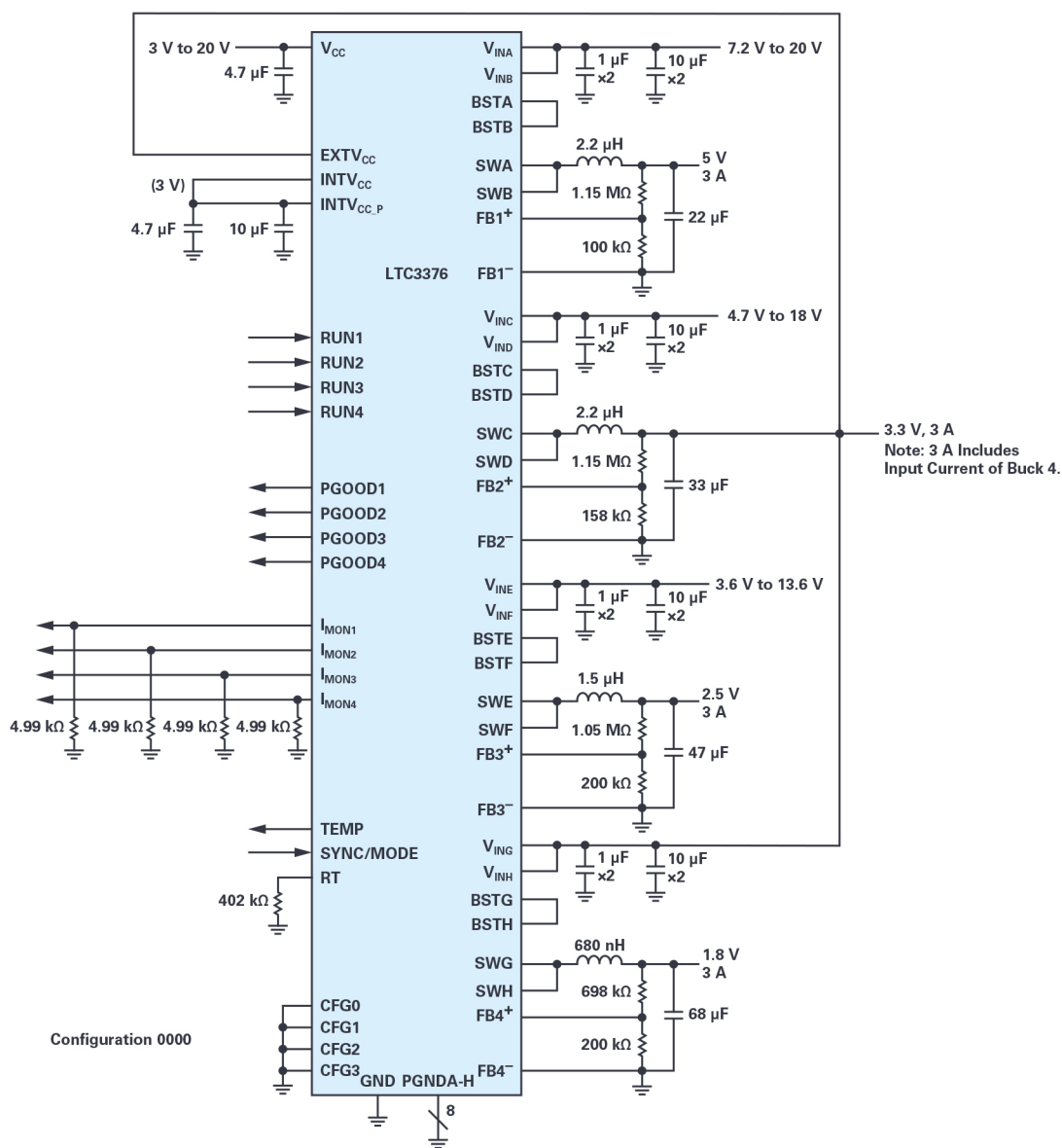


图2. 典型的四通道输出应用电路。

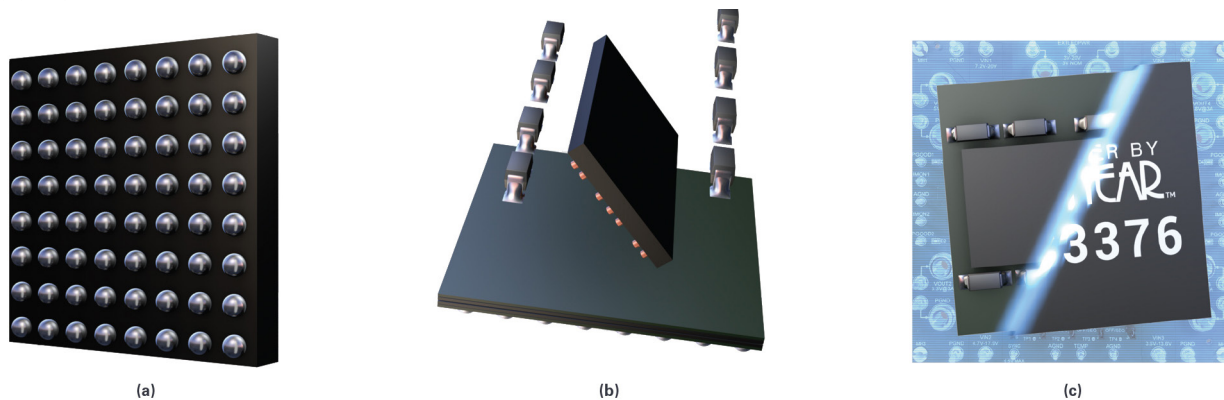


图3. LTC3376倒装封装(a)引脚球栅阵列, (b)铜柱在裸片下方以及(c)集成旁路电容。

出色的热设计和紧凑型解决方案

LTC3376通过在其紧凑的64引脚7 mm × 7 mm倒装引脚球栅阵列封装中组合采用多种封装技术, 提供一种紧凑、具备较高热效率的解决方案。封装的内部结构使用铜柱代替键合线, 内部

旁路电容和集成式衬底接地平面进一步提高EMI, 降低对PCB布局的敏感度, 从而简化设计并降低性能风险(参见图3了解详情)。此外, 裸片中的功率器件排列可以最大化热性能, 均衡分配功耗。

图4所示为采用4 × 3 A、四通道降压稳压器（总输出电流12 A）的LTC3376完整解决方案。解决方案总尺寸紧凑小巧：有效面积仅为~1.5 cm × 2.9 cm ~< 4.4 cm²。

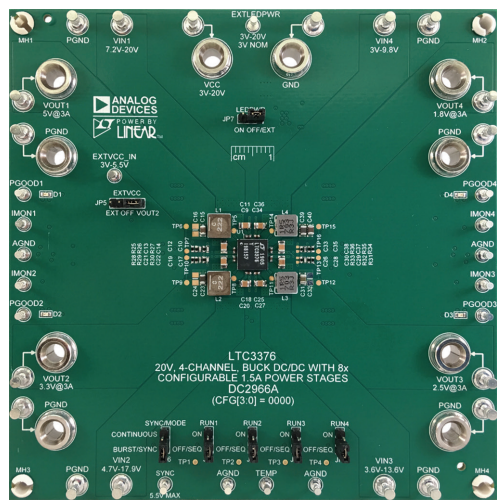


图4. LTC3376演示板，展示提供5 V、3.3 V、2.5 V和1.8 V输出的4 × 3 A降压解决方案。

额外的系统监测、安全和保护

除了可配置性外，LTC3376还具备多种安全特性，对由它供电的系统实施监测和保护。每个降压稳压器关联的PGOOD引脚会报告功率故障情况。每个降压稳压器都配有电流监测器，该监测器在IMON引脚上产生电流，电流的值与平均降压负载电流的值成比例。

为了防止LTC3376和其周围的组件遭受热损坏，LTC3376集成了超温功能。当LTC3376裸片的温度达到165°C（典型值）时，所有开启的降压开关稳压器关闭，并保持关闭状态，直至裸片温度降低至155°C（典型温度）。

表2. ADI的Power by Linear系列可配置四通道和八通道降压稳压器

	ADI/LTC	ADI/LTC	线性	线性	线性	线性
参数	LTC3376	LTC3374A	LTC3374	LTC3375	LTC3371	LTC3370
拓扑结构	四通道降压	八通道降压	八通道降压	八通道降压	四通道降压	四通道降压
通道数量	4	8	8	8 + 外部高压控制器	4	4
总输出电流	8 × 1.5 A = 12 A	8 × 1 A = 8 A	8 × 1 A = 8 A	8 × 1 A = 8 A	最高8 A	最高8 A
输出电压	$V_{OUT}: 0.4\text{ V至}0.83 \times V_{IN}$	$V_{OUT}: 0.8\text{ V至}V_{IN}$	$V_{OUT}: 0.8\text{ V至}V_{IN}$	$V_{OUT}: 0.425\text{ V至}V_{IN}$	$V_{OUT}: 0.8\text{ V至}V_{IN}$	$V_{OUT}: 0.8\text{ V至}V_{IN}$
配置	15	15	15	15	8	8
可并联的降压开关稳压器（单个电感）	是的，最多4个	是的，最多4个	是的，最多4个	是的，最多4个	是的，最多4个	是的，最多4个
输入电压	3 V至20 V	2.25 V至5.5 V	2.25 V至5.5 V	2.25 V至5.5 V	2.25 V至5.5 V DC-DC转换器， 2.7 V至5.5 V _{CC}	2.25 V至5.5 V DC-DC转换器， 2.7 V至5.5 V _{CC}
工作静态电流	28 μA（1通道）	63 μA（1通道）	63 μA（1通道）	68 μA（1通道）	68 μA（1通道）	63 μA（1通道）
频率/同步	1 MHz至3 MHz	1 MHz至3 MHz	1 MHz至3 MHz	1 MHz至3 MHz	1 MHz至3 MHz	1 MHz至3 MHz
I ² C/简单接口	简单	简单	简单	I ² C	简单	简单
封装(mm)	7 × 7 FC， 64引脚BGA	5 × 7， 38引脚QFN， 38引脚TSSOP-E	5 × 7， 38引脚QFN， 38引脚TSSOP-E	7 × 7， 48引脚QFN	5 × 7， 38引脚QFN， 38引脚TSSOP-E	5 × 5， 32引脚QFN

LTC3376还包含一个温度监测器：可通过对模拟TEMP引脚电压采样来读取裸片温度。通过TEMP引脚电压表示的温度T的计算公式如下：

$$T = (V_{TEMP}/10\text{ mV}) \times 1^{\circ}\text{C}$$

其中，V_{TEMP}是TEMP引脚上的电压。

可配置的降压稳压器系列

表2显示整个可配置的四通道和八通道降压稳压器系列，其中LTC3376是新产品。LTC3376具备最高的总输出电流（最高12 A）和最高的输入电压容量（最高20 V）。LTC3376具备最高的总输出电流（最高12 A）和最高的输入电压容量（最高20 V）。

观看产品视频，请访问analog.com/ltc3376。

结论

在技术进步的推动下，汽车信息娱乐、消费电子手持设备、工业设备和医疗设备等应用的功能性内容愈加丰富。在许多情况下，这些系统的输入电压都超过5 V，并由复杂的低电压、大电流数字IC供电，这些IC本身都有独特的功率需求。传统上，电压电轨和电流电平都由众多分立式功率调节器IC支持，或由尺寸相对较大、过度集成的电源管理集成电路或PMIC支持。两者都不具备灵活性，尺寸也不小巧。

采用单通道、四通道或八通道多输出功率IC来替换这些方案是一个明智的选择。LTC3376引脚可配置的PMIC就是新一代多输出功率IC的示例。它是一个20 V输入的数字可编程、高效率多输出功率电源IC，包含四个同步降压转换器和八个内部功率级（总I_{OUT}最高12 A），且输出电压低。由于可以采用多达15种不同的输出电流配置，所以系统设计人员可以利用其灵活性来消除功率模块系统变化和特性蠕变带来的影响。无需过早实施价格高昂的电路板或系统级认证，缩短产品上市时间，降低开发成本并减少升级时间和成本。

作者简介

Steve Knoth是ADI公司电源部的高级产品营销经理。他负责所有电源管理集成电路(PMIC)产品、低压差(LDO)稳压器、电池充电器、电荷泵、基于电荷泵的发光二极管驱动器、超级电容器充电器、低压单芯片开关稳压器和理想二极管器件。Steve从1990年起在Micro Power Systems和Micrel Semiconductor担任过多个营销和产品工程职位，之后于2004年加入ADI公司。他于1988年获得圣何塞州立大学电气工程学士学位，并于1995年获得该大学物理学硕士学位。2000年，Steve还获得了凤凰城大学技术管理硕士学位(MBA)。除了与孩子们一起享受美好时光之外，Steve还是一位狂热的音乐爱好者，并喜欢玩弹球/街机游戏或肌肉车，以及购买、出售、收藏古董玩具和电影/体育/汽车纪念品。联系方式：steve.knoth@analog.com。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn



如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客户服务和技术支持，请访问analog.com/cn/contact。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。请访问ez.analog.com/cn。

©2019 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。商标和注册商标属各自所有人所有。

“超越一切可能”是ADI公司的商标。

TA21693sc-10/19



超越一切可能™

ADI公司

请访问analog.com/cn