

智能灵活的大电流 DC/DC 控制器 简化通信系统中的电源

凌力尔特 (现隶属 Analog Devices 公司) 高级产品市场工程师 Bruce Haug

电信和数据通信系统中常见的下一代路由器和交换机的复杂性和可扩展性不断提高, 这给电源制造带来了压力, 因为人们需要提供智能灵活、可横跨多种平台扩展的高效率电源解决方案。系统设计师经常会需要几种基础架构变体, 以能够提供高、中、低端系统, 且每种系统都有一套不同的功能。可根据系统需要增设、移除或调整大小的器件类型实例包括: 内容可寻址存储器 (CAM)、三元内容可寻址存储器 (TCAM)、专用集成电路 (ASIC)、全定制硅芯片和现场可编程门阵列 (FPGA)。

CAM 通常被描述为与随机存取存储器 (RAM) 完全不同。如欲检索 RAM 中的数据, 操作系统必须提供数据所在的存储器地址。存储在 CAM 中的数据可通过执行对内容的查询来访问, 存储器检索可以找到数据的地址, 而且速度比 RAM 快得多。可以确定的是, 任何能够

以千兆位线速率转发以太网帧的交换器都使用 CAM 进行查找。在采用 RAM 的系统中, 操作系统将不得不记住存储所有内容的地址, 而当采用 CAM 时, 操作系统在单次操作中就能找到它所需要的东西。

TCAM 是一种特殊类型的高速存储器, 它在单个时钟周期中搜索其全部内容。“三元”这个术语指的是存储器使用三个不同的输入 (0、1 和 X) 来存储和查询数据的能力。“X”输入常常被称为“随意”或“通配符”状态, 它使得 TCAM 能够完成基于图形匹配的更广泛搜索, 这与二元 CAM 截然相反, 后者执行的是仅采用“0”和“1”的精确匹配搜索。路由器可在这类 TCAM 中存储其全部路由表, 从而可非常快速地查表。TCAM 提高了查表、数据包分类和数据包转发速度, 但是 TCAM 需要的功率大于 CAM。CAM 和 TCAM 都需要非常准确的设定点, 并有严格的电压瞬态要求, 这对电源系统设计师而言是非常具有挑战性的。

ASIC 是另一种可在路由器和交换器中使用的器件, 并且是一种针对某种特定用途定制的集成电路 (IC), 而不是面向通用应用。新式 ASIC 常常包含整个微处理器、内存块 (包括 ROM、RAM、EEPROM、闪存器) 和其他大型单元式部件。这样的 ASIC 通常被称为 SoC (片内系统), 而且此类 ASIC 会需要几百安培的电流和介于 0.8V 至 1.2V 范围内的内核工作电

图1 简化的 LTC7851 原理图, 提供单个 0.95V/160A 输出

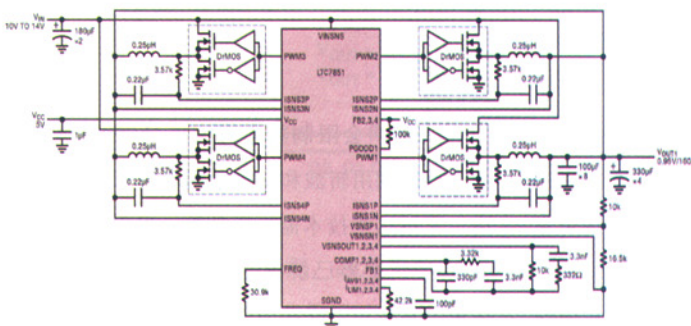


图2 LTC7851 效率曲线, 12V 至 0.95V 单输出, 160A 电流

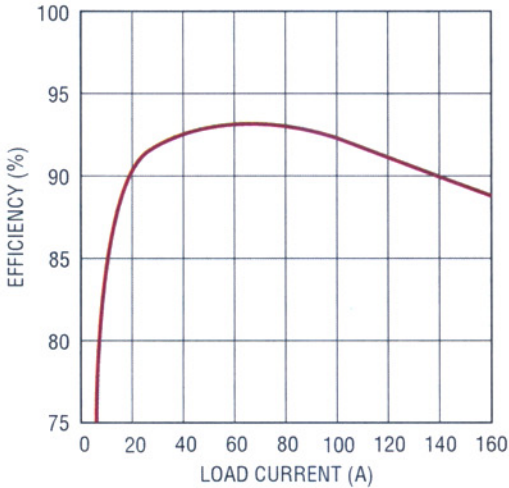
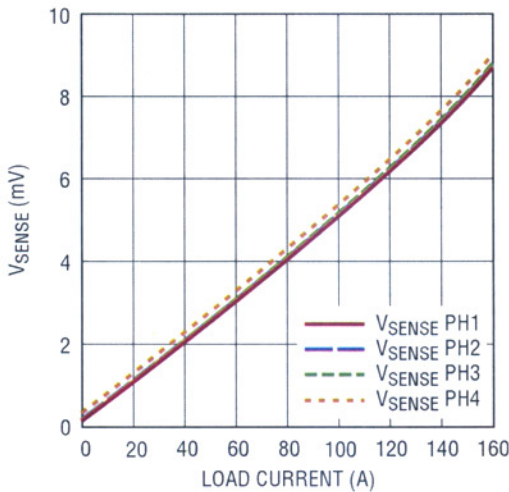


图3 单一 0.95V/160A 输出时 4 个相位的电流均衡



压。就像使用TCAM和CAM时一样，设定点准确度和瞬态响应对这类解决方案的总体性能至关重要。对电源设计师而言，解决方案尺寸和出色的电流控制也是关键要求。

FPGA 是另一种用在电信和数据通信系统中的器件，是一种可编程集成电路。FPGA用在专用系统设计中，允许用户定制微处理器以满足各自的需求。这类器件有几个电压输入，满足其内核功率需求可能需要超过100A 的电流。

可扩展性

分配给特定交换机或路由器多少CAM和

TCAM，取决于网络公司怎样定位其产品，即定位成低、中还是高端系统。越昂贵的系统通常就会有越充足的CAM和TCAM，以支持最高速度、最快查表和最大吞吐量。然而，有些客户不想购买高端路由器，除非这些客户能够证明，多出的购买费用是合理的。因此，需要提供具有不同功能水平和价格的多种平台，所以，如果有一种DC/DC转换器能够横跨不同功率水平和输出数量而扩展以支持多种平台，就会非常便利了。

现有解决方案通常采用多相设计，但是仅提供一个或两个输出。如果有超过两个大电流负载，用户就需要使用多个控制器，这增大了解决方案尺寸、设计复杂性和成本。此外，有些现有电源解决方案需要专门的、与标准DrMOS或电源构件器件不兼容的功率链路器件。凌力尔特公司提供的一种新的DC/DC控制器解决了这些问题，既允许横跨需要两个大电流输出的多种平台实现可扩展性，又允许实现密集的多输出负载点解决方案。

具可扩展性的智能 IC 解决方案

凌力尔特的LTC7851/-1是一款多相同步电压模式降压型控制器，使用户能够灵活地选择一个、两个、3个或4个输出，并可视外部组件选择的不同而不同，每输出提供高达40A电流。所有4相可以合并，以向内核电源提供160A电流，或者提供4个独立的输出，以支持系统电源以及ASIC和各种不同的I/O电源轨。在功率链路器件方面，LTC7851/-1可以与DrMOS、电源构件以及分立式N沟道MOSFET加上有关栅极驱动器一起使用，从而能够实现灵活的设计配置。用两个IC时，多达8个相位可以并联并异相定时，这对于超过260A的非常大的电流需求而言，可以最大限度降低输入和输出滤波要求。用3个IC时，使用一个外部时钟芯片，例如LTC6902，多达12个相位就能够以30度相位差实现异相定时。

此外，并联时，LTC7851/-1的内部辅助电流均分环路在各个相位之间平分电流，从而能够

图 4 图 1 所示电路在 40A 阶跃负载时的瞬态响应

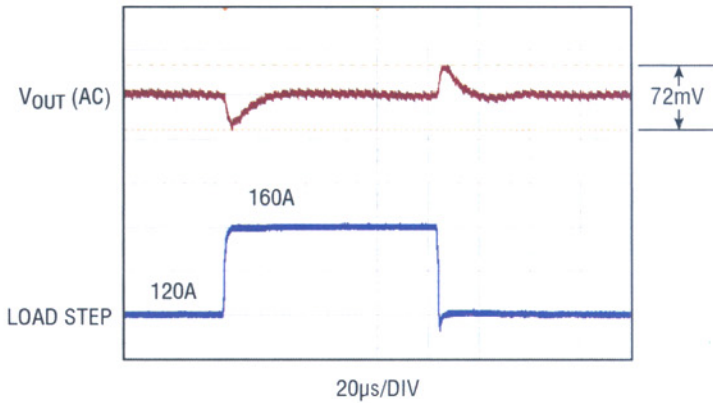
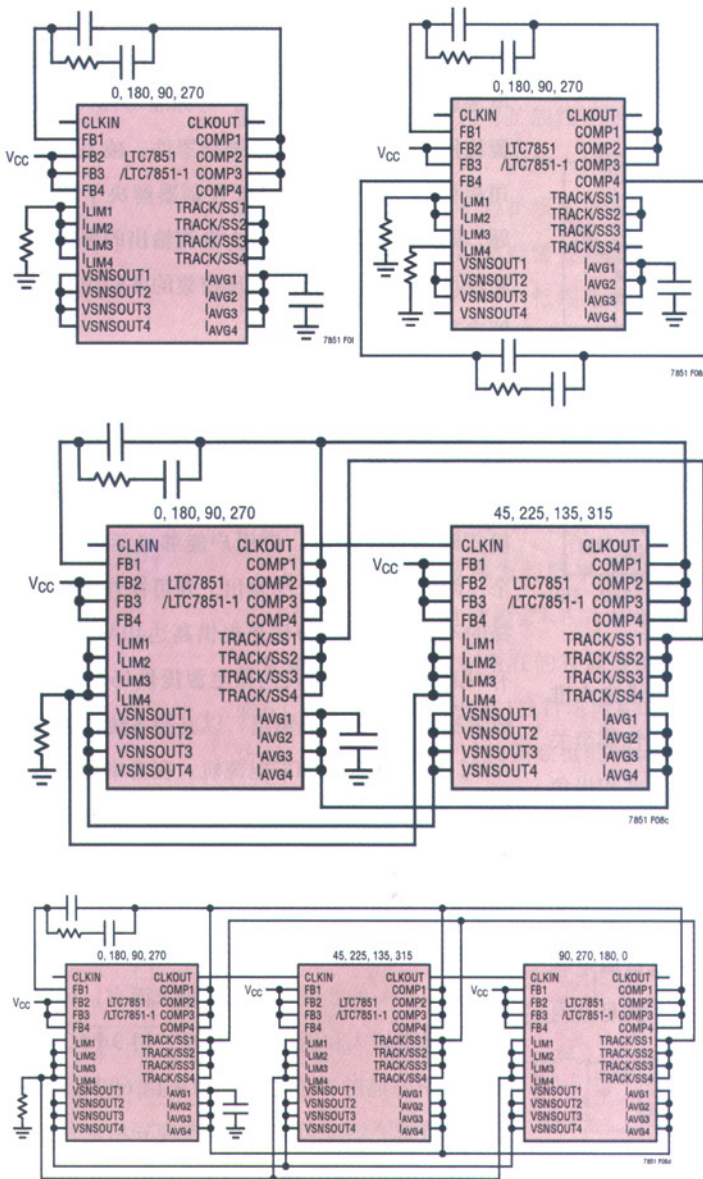


图 5 LTC7851 多相配置



在稳定状态和发生瞬态事件时，横跨多个 IC 在相位之间实现准确的电流均分。这不仅减轻了一个通道携带太大负载电流的问题，还减轻了热量设计负担。该器件用 3V 至 5.5V 的 VCC 电源电压运行，设计为用 3V 至 27V 的输入电压实现降压转换。它产生 1 至 4 个 0.6V 至 5V 的独立输出电压。该器件的电压模式控制架构允许 250kHz 至 2.25MHz 的可选固定工作频率，或者可以同步至一个相同范围的外部时钟。输出电流通过监视输出电感器 (DCR) 两端的电压降来检测，以实现最高效率，或者通过使用一个低阻值的检测电阻器来检测。内置差分放大器面向所有输出提供真正的远端输出电压检测，以实现高准确度调节。

LTC7851-1 类似于 LTC7851，但电流检测放大器增益更低，非常适合使用 DrMOS、具内部电流检测的功率链路应用。每个相位的其他特点包括电流监视、可调电流限制、可编程软启动或跟踪以及单独的电源良好信号。该器件在 -20°C 至 +85°C 的工作温度范围内保持 ±0.75% 的输出电压准确度，采用 58 引线 5mm x 9mm QFN 封装。另外还应该认识到，就满足如今的定制芯片和 ASIC 的瞬态响应要求而言，一个良好设计的准确基准可以极大地减少所需大容量输出电容器的数量。以下图 1 显示了一个简化的原理图，该电路用 DrMOS 作为功率链路器件，将 10V 至 14V 输入转换成 0.95V/160A 输出。

效率

图 2 中的 LTC7851 效率曲线可作为图 1 原理电路的效率曲线示例，这时 12V 输入电压降压至 0.95V，输出电流高达 160A。可以实现高达 94% 的效率。

电流均衡

当多个 LTC7851-1 通道并联以驱动一个共用负载时，准确的输出电流均分是实现最佳性

能和效率所必不可少的。否则，如果一级提供的电流大于另一级，那么两级之间的温度就会不同，这就有可能导致更大的开关RDS(ON)、更低的效率和更大的 RMS 纹波。在多相设计中，甚至很少量的失配也可能极大地降低总体可用功率。

就单输出多相应用而言，LTC7851/-1包含一个辅助电流均分环路，在该环路中，每个周期都对电感器电流采样。主控制器的电流检测放大器输出在IAVG引脚上进行平均。从IAVG到GND连接一个小型电容器（典型值为100pF），该电容器存储对应于主控制器瞬态平均电流的电压。主控制器相位和从属控制器相位的IAVG引脚连到一起，每个从属控制器相位对其电流与主控制器电流之差进行积分。在每个相位之内，按比例求取积分器输出和系统误差放大器电压（COMP）之和，从而可调节该相位的占空比以均分所有电流。当多个IC以菊花链方式连接时，所有IAVG引脚连到一起，从而导致电流出现几个百分点的失衡。凭借LTC7851严格的电流均分规格，设计师将能够从如今的DrMOS器件中抽取最大输出电流。

图3显示了4个相位中每一个的电感器电流检测电压随负载电流的变化，以及在整个负载范围内这些相位之间怎样良好均衡。

瞬态响应和电压前馈补偿

LTC7851的内置误差放大器是真正的运算放大器，具大带宽、高DC增益、低失调和低输出阻抗。结合使用高开关频率和低电感值电感器时，其带宽允许对补偿网络进行优化，以实现很高的控制环路交叉频率和出色的阶跃负载瞬态响应。此外，LTC7851采用一种前馈校正方案实现了出色的电压瞬态响应性能，该方案可即时调整占空比以补偿输入电压的变化，从而显著地降低了输出过冲和下冲。这个电路还增加了一个优势，即能够使DC环路增益不受输入电压影响。图4显示，在40A负载阶跃、12V输入电压时，

仅产生72mV峰至峰值输出电压干扰。

多相运行

多达12个相位能够以菊花链方式连接，且相互之间同时异相运行。多相电源降低了输入和输出电容器的纹波电流，与单相位解决方案相比，这可显著降低EMI和滤波要求。RMS输入纹波电流除以所用相位总数，有效纹波频率乘以所用相位总数。输出纹波幅度也降低了，降低数值等于所用相位总数。图5显示，连接多个器件以实现3、4、8或12相位运行非常容易。

LTC7851/-1用于单输出、多相应用时，必须通过将其FB引脚连至VCC，禁止从属控制器的误差放大器。所有电流限制都应该仅用一个连至SGND的电阻器设定到相同的值。CLKOUT信号可以连至后一个LTC7851/-1级的CLKIN引脚，以使整个系统的频率和相位保持一致。

结论

随着路由器和交换机设计变得越来越复杂，电源系统设计师现在能够用可横跨多个平台扩展的单一DC/DC控制器，建立功率水平不同的多个设计。使用LTC7851/-1时，能够选择1到12个相位，每相电流高达40A，在功率链路中可使用DrMOS或电源构件，这使LTC7851/-1能够为要求最苛刻的通信和网络产品提供一种高度灵活的智能解决方案。