

## 低DCR检测电流模式控制器比电压模式控制器有更多优势

Low DCR Sensing Current-Mode Controllers Provide Many Benefits over Their Voltage-Mode Counterparts

■ Bruce Haug 凌力尔特公司 高级产品市场工程师

**摘要:** 新一代微处理器和DSP需要以更低的工作电压提供更大的电流,因此电流检测元件的电阻需要尽可能小,以最大限度地降低电源传导损耗。然而,低电阻电流检测元件产生的斜坡电压较低,这在使用电流模式控制器时,不利于稳定运行。低斜坡电压导致采用电流模式控制方法的开关电源有显著抖动,在很多应用中,开关电源可能变得不稳定。因此,通常由电压模式控制器取而代之,尽管电压模式控制器也有不足之处,并可能出现可靠性问题。本文提出了一种新的电流模式双输出 DC/DC 降压型控制器,解决了此问题。本文网络版地址: <http://www.eepw.com.cn/article/245933.htm>

**关键词:** DCR; 电流模式; 电压模式; 电阻电流检测

DOI: 10.3969/j.issn.1005-5517.2014.4.011

### 背景

采用电流模式控制方法的开关电源与电压模式控制器相比有以下几项优势:

1. 可靠性更高,快速、逐周期电流检测适用于输出短路和过载保护。采用电压模式控制方法的电源对过流情况的响应较慢,在有些应用中可能导致故障。

2. 简单和可靠的反馈环路补偿,电源全部采用陶瓷输出电容器也可以稳定,有助于组成尺寸更小的解决方案。

3. 在大电流多相设计中易于实现准确的均流。

4. 更快的瞬态响应。

不过,就大电流输出(一般高于10A)而言,DCR (DC Resistance, 直

流电阻,即电感器的内阻)很小的电感器不能产生足够高的电压斜坡信号,不能使电流模式控制器在所有工作条件下都稳定。因此,电压模式控制器一直使用到现在。

凌力尔特新推出的 LTC3774 是一款电流模式双输出 DC/DC 降压型控制器,该器件能够检测非常低的斜坡电压,并保持好的稳定性。这款控制器提供真正的电流模式控制,可与 DC 电阻低于  $1\text{m}\Omega$  的电感器一起使用,并仍然保持稳定性。过去,当采用电流模式控制方式时,电感器的 DCR 必须远高于  $1\text{m}\Omega$ 。由于电感器中的功耗,所以这种较高的 DCR 限制了最大输出电流,其一般情况下低于 10A。

### 1 低 DCR 检测电流模式控制器

LTC3774 是一款电流模式双输出同步降压型 DC/DC 控制器,通过提高电流检测信号,允许使用 DC 电阻 (DCR) 非常小的功率电感器。可以使用 DCR 低至  $0.2\text{m}\Omega$  的功率电感器,以在大电流应用中,最大限度地提高转换器效率,使其高达 95%,并提高功率密度,降低输出纹波电压。这种全新 DCR 检测方法还能降低通常与小 DCR 电阻应用有关的开关抖动。DCR 温度补偿在很宽的温度范围内保持恒定和准确的限流门限。

LTC3774 与 Power Block、DrMOS 等外部功率链器件以及分立式 N 沟道 MOSFET 和有关的栅极驱动器一起使用,允许灵活的设计配置。LTC3774 在 4.5V 至 38V 输入电压范围内工作,产生 0.6V 至 3.5V 的固定输出电压。可以并联的相位多达 12 个,而且可以采用不同相的时钟,以最大限度地降低输入和输出滤波要求,满足非常高的电流要求(高达 360A)。

LTC3774 提供 200kHz 至 1.2MHz 可选固定工作频率,也可同步至一个外部时钟。双差分放大器对两个输出电压提供真正的远端输出电压检测。其可调电流限制可配置为适合非常低

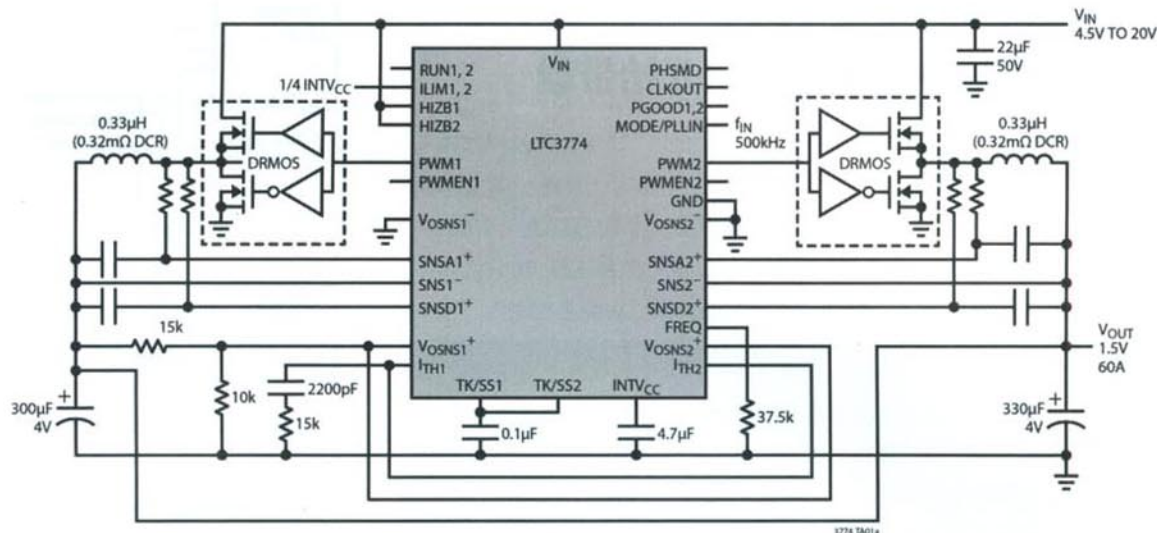


图1 LTC3774 典型应用原理图 (12VIN 至 1.5VOUT/60A)

的 10mV 至 30mV 检测电压, 以最大限度降低功耗。

## 2 典型应用

为在 DCR 值非常低的情况下使用, LTC3774 运用了全新方法进行设计和优化, 以将检测信号的噪声灵敏度降低 14dB。DCR 检测正变得日益流行, 因为这种方法不使用昂贵的电流检测电阻器, 而且能效更高, 尤其是在大电流应用中。然而, 随着 DCR 值降至低于 1mΩ, 信噪比会变得很低, 电流检测难以进行。LTC3774 采用专有方法解决了这个问题。大体上, 外部元件选择由负载要求主导, 从选择 DCR 和电感器值开始。接下来选择功率 MOSFET, 最后选择输入和输出电容器。

在图1所示的原理图中, LTC3774 与作为功率链器件的 DrMOS 一起使用。DrMOS 包括功率 MOSFET 和栅极驱动器, 这可以简化电路、减轻热设计负担并有助于构成更紧凑的解决方

案。这个电路以标称 12V 输入工作, 在电流高达 60A 时产生 1.5V 输出。使用一个 DCR=0.32mΩ 的电感器以最大限度地将效率提高到 90% 以上。

在低负载电流时, LTC3774 可以进入高效率突发模式 (Burst Mode\*)、恒定频率脉冲跳跃模式或强制连续传导模式。当配置为突发模式工作并在轻负载情况下, 转换器将突发产生几个脉冲, 以保持输出电容器上的充电电压。然后关断转换器, 进入休眠模式, 这时大多数内部电路都关断。输出电容器提供负载电流, 当输出电容器上的电压降至所设定的值时, 转换器重新启动, 从而提供更大的电流以补充充电电压。这种方式显著地提高了轻负载效率。

LTC3774 采用恒定频率峰值电流模式控制架构。这种架构在电源相位之间保证逐周期峰值电流限制和均流。该器件独特的架构提高了电流检测电路的信噪比, 因此尤其适用于低电压、大电流电源。信噪比的提高可

以最大限度地降低开关噪声引起的抖动, 这种抖动可能引起信号错误。与标准电流模式控制器相比, 该器件可将最严重的开关抖动降低 60%。

此外, LTC3774 包括两个电流检测引脚 (SNSD+ 和 SNSA+), 以采集并在内部处理斜坡信号, 针对低压检测信号提供 14dB 信噪比改进。限流门限是电感器峰值电流及其 DCR 值的函数, 可以在 10mV 至 30mV 内以 5mV 步进准确设定。在整个温度范围内, 器件至器件的限流误差仅为 1mV, 从而确保卓越的准确度。

在需要电感器 DCR 值或检测电阻器较大的应用中, 通过将 SNSD+ 引脚短接至地来禁止该引脚, LTC3774 可以像任何典型电流模式控制器一样配置。RC 滤波器可用来检测输出电感器信号。如果使用 RC 滤波器, 那么其时间常数  $R \cdot C$  可设定为等于输出电感器的  $L/DCR$ 。在这类应用中, 电流限制通常是规定电流检测值的 5 倍。E9V