

# 基于LTC3866超低 $R_{DC}$ 采样的高效高可靠电流模式开关电源

## Current Mode SPS of High Efficiency and High Reliability Based on LTC3866 Ultra-Low Sampling $R_{DC}$

文隽亿 供稿

中图分类号: TN86 文献标识码: B 文章编号: 1606-7517(2014)08-5-135

### 1 引言

在将电流模式开关电源与电压模式开关电源比较中, 人们发现电流模式开关电源有几项优势: 高可靠性, 具有快速、逐周期电流采样和保护的能力; 简单和可靠的环路补偿, 全部使用陶瓷电容器即能使输出稳定; 在大电流和多相 (Ployphase) 电源中容易实现准确的均流。在大电流电源的应用中, 来自电流采样组件中的功率损耗是一个令设计师们十分关注的问题, 为此, 采样组件的电阻值必须尽可能低。但问题是低电阻采样组件会使信噪比降低, 因此, 在大电流和高密度电源应用中, 开关抖动就成了问题。在采用凌力尔特公司的 LTC3866 模块时即可以解决这个问题。LTC3866 器件的电流采样电阻小于  $0.5m\Omega$ , 可建立可靠的电流模式开关电源。LTC3866 这款单相同步降压型控制器使用内置栅极驱动器驱动所有的 N 沟道电源 MOSFET 开关。LTC3866 模块采用了一种独特的架构, 可以提高电流采样信号的信噪比, 从而允许使用直流电阻 ( $R_{DC}$ ) 值非常低的功率电感器或者电阻值非常低的电流采样电阻器, 这样可以最大限度地提高大电流电源的使用效率, 这种特性也可降低在直流电阻  $R_{DC}$  很小的应用中所常见的开关抖动。

LTC3866 这款控制器具有 4.5V~38V 的宽输入电压范围; 运用精确度为 0.5% 的基准进行远端输出电压采样; 使用电感器的  $R_{DC}$  采样时, 提供可编程和温度补偿的电流限制; 短路软恢复时没有过冲; 芯片过热则自动停机。就其在电信系统、工业和医疗仪器场所以及直流配电系统中

的应用而言, LTC3866 模块为高效率、高功率密度和高可靠性解决方案的设计提供了方便。LTC3866 控制器采用低热阻 24 引线  $4mm \times 4mm$  QFN 和 24 引线裸露焊盘 FE 封装。

### 2 LTC3866控制器的主要特点

LTC3866 采用恒定频率峰值电流模式控制结构, 这样就可以确保限制逐周期峰值电流以及不同电源之间的均流。该器件尤其适用于低电压、大电流的电源设备中, 因为其独特的结构能够提高电流检测电路的信噪比。这也允许 LTC3866 以非常低的  $R_{CD}$  ( $1m\Omega$  或更低) 之电感器产生小的采样信号工作, 这在大电流电源中可以提高电源的工作效率。提高信噪比可以最大限度地减小由开关噪声引起的抖动, 但这也有可能使信号产生讹误。如果在 PCB 布局上做到精心合理, LTC3866 可以对低至  $0.2m\Omega$  的  $R_{CD}$  值采样。然而, 在这种特殊极端情况下, 应该额外考虑 PCB 布局设计和焊料电阻。

由图 1 所示可见, LTC3866 有两个正的采样引脚 (SNSD+ 和 SNSA+) 用来采集信号, 并在其内部对信号进行处理, 这在响应低电压采样信号时, 可使信噪比改善 14dB (5 倍)。电流的限制门限仍然是电感器峰值电流及其  $R_{DC}$  值的函数, 而且可以用  $I_{Lim}$  引脚以 5mV 的步进在 10mV 至 30mV 的范围内准确设定。在整个工作温度范围内, 器件至器件间的电流限制误差仅约 1mV。(图 1 注: 靠近 IC 放置  $C_1$  和  $C_2$ ; 靠近电感器放置  $R_1$  和  $R_2$ ;  $R_1 \cdot C_1 = 5(R_2 \cdot C_2)$ ; INDUCTOR——电感器)。



LTC3866 模块还具有精确的 0.6V 基准，而且其保证的容限为  $\pm 0.5\%$ ，这样就可以提供 0.6V 至 3.5V 的准确输出电压。LTC3866 差分远端的  $V_{out}$  采样放大器非常适合于低电压、大电流场合的应用。

图 2 显示了一款以非常低的直流电阻  $R_{DC}$  完成采样的

图 3 所示为不同工作模式的效率与负载电流  $I_{Load}$  的关系曲线, 满负载时的效率高达 90.3%。与采用 1m 的采样电阻器和具有相同功率级设计的电源相比较, 这个设计的效率提高了 1.4%。在没有任何空气流动的情况下, 设备之热点 (底部 MOSFET) 的温度仅上升 39.6 (见图 4 所示)。在该图中, 环境温度大约是 23.8。(图 3 附注: EFFiciency——效率; Burst Mode operation——突发模式工作; Pulse-Skipping Mode——脉冲跳跃模式; CCM——连续电流模式)



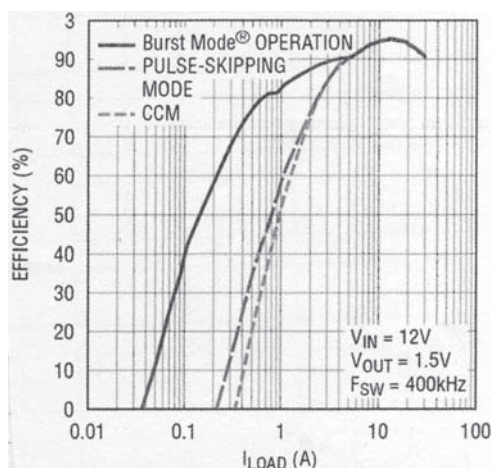


图3 以图2所示电路测得的效率

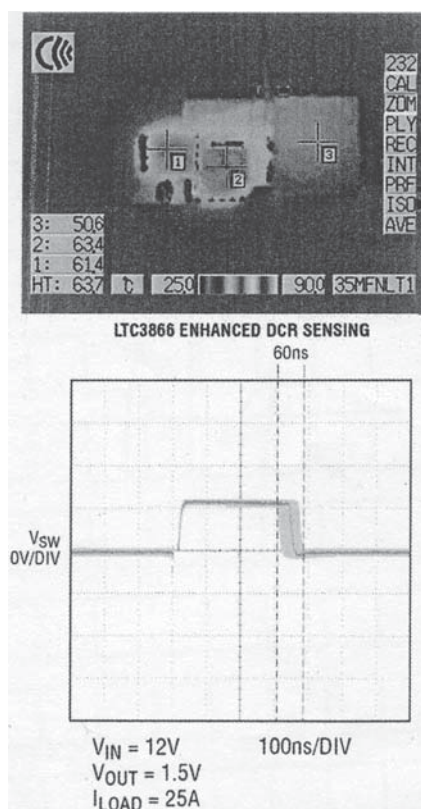


图4 以图2电路的热量测试

LTC3866 的另一个独特之处是短路软恢复。内部软恢复电路保证了在电源从短路情况恢复时没有过冲 (如图 6 所示)。

LTC3866 可以与一个电源构件一起使用, 以实现更紧凑的电源结构设计和非常大的输出电流。图 7 示出了一款由两个并联的 LTC3866+ 电源构件电路组成的两相、高效率、1.5V/80A 输出的电源。虽然该电源构件中电感器的直流电

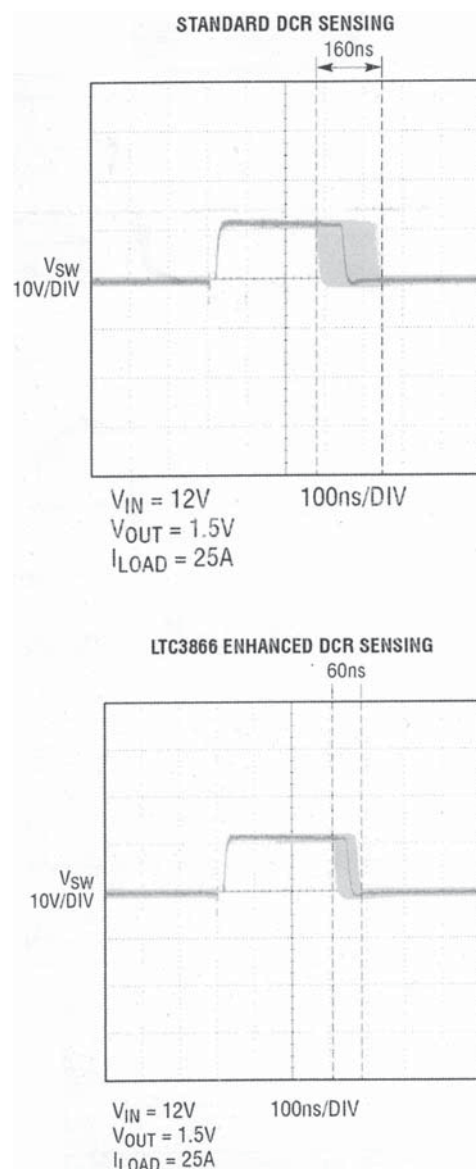


图5 在12V输入、1.5V、25A输出时, 对开关节点抖动的比较

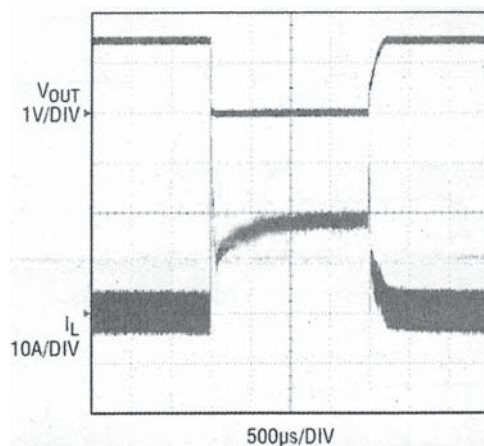


图6 短路测试的电流电压波形



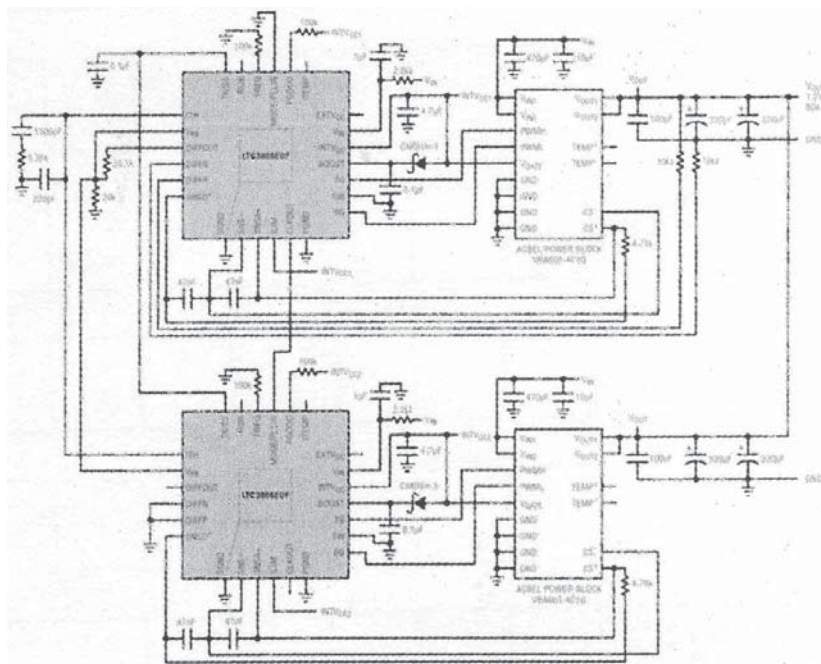


图7 基于并联的LTC3866和电源构件的高效率1.5V/80A电源

阻  $R_{DC}$  仅为 0.53m $\Omega$ ，但是，在直流和瞬态情况下的均流性能是十分出色的（请见图 8 所示）。在电感器的直流电阻值  $R_{CD}$  较高，或者使用电阻采样 ( $R_{sense}$ ) 时，通过停用 SNSD+ 引脚（将其短路到地）就可以像使用任何典型的电流模式控制器一样使用 LTC3866。 $R_{sense}$  电阻器或 RC 滤波器可以用来对输出电感器信号采样，或连接至 SNSA+ 引脚。如果使用了 RC 滤波器，其时间常数  $R \times C$  就设定为等于输出电感器的  $L/R_{DC}$ 。在这类应用中，电流限制 ( $V_{SENE}(Max)$ ) 是规定的  $I_{Lim}$  的 5 倍，SNSA+ 和 SNSD 的工作电压范围为 0V

至 5.25V。如果没有使用内部差分放大器，那么就可以产生 5V 输出电压（如图 9 所示）。热量测试显示，在满负荷且没有任何气流的情况下，电感器热点的温度大约为 57.3（请见图 10 所示），而其环境温度为 25。

## 4 小结

在小型的 4mm × 4mm、24 引脚 QFN 封装中，LTC3866 提供了丰富的多种功能。作为电流模式控制的独特和超低  $R_{DC}$  电流采样，使得 LTC3866 模块非常适用于具有高效率 and

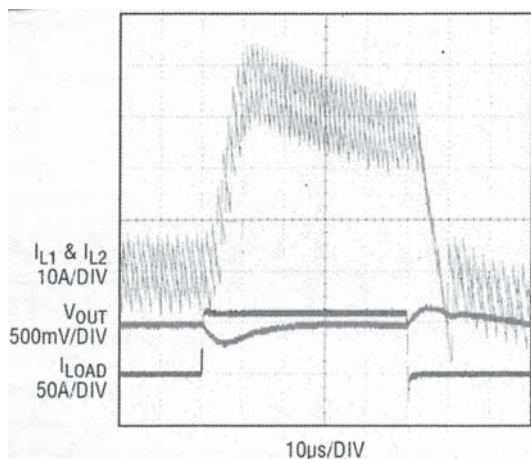


图8 在图7中1.5V/80A电源的均流性能

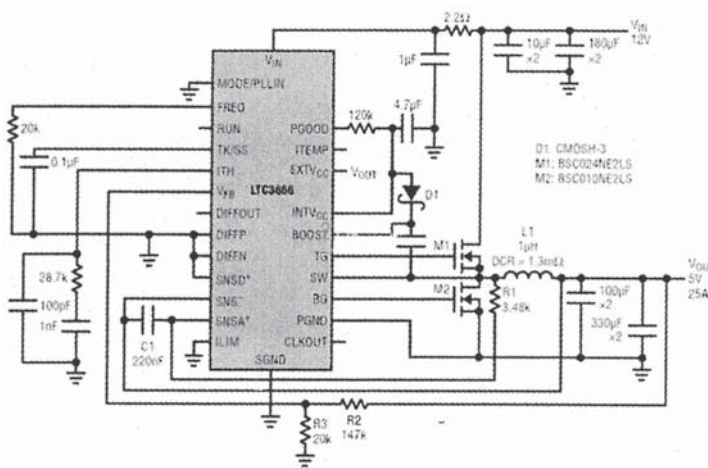


图9 12V输入、5V、25A输出的高效率电源电路

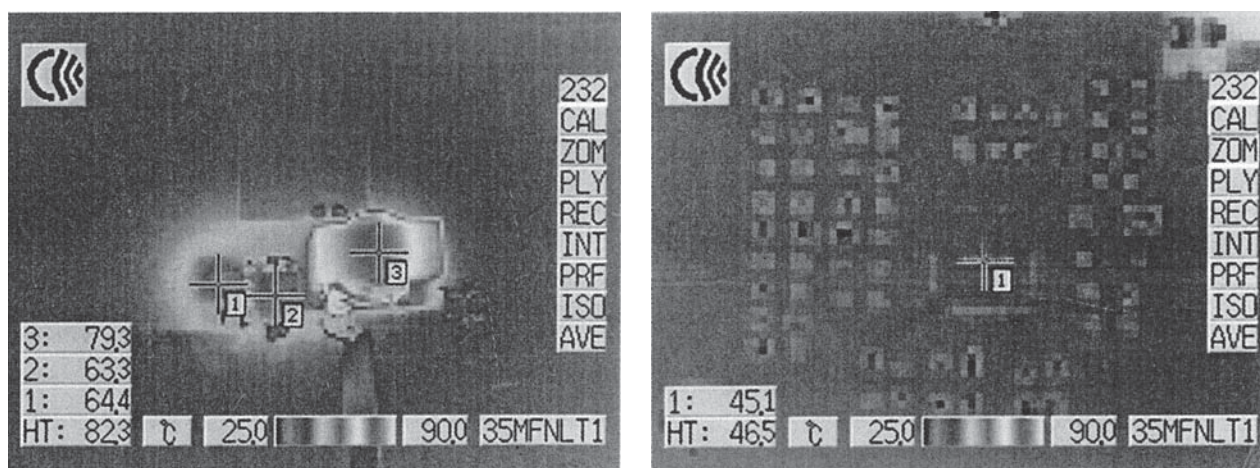


图10 由图电源电路的热量测试

高可靠度的低压大电流场合应用。跟踪能力、强大的内置驱动器、多芯片工作和外部同步功能等都是这种芯片的特色。

LTC3866 非常适用于电脑和电信系统、工业仪器和医疗仪器以及直流配电系统。