

设计要点

高性能三相电源在整个负载范围内提供 65A 电流和高效率

设计要点 312

Wei Chen

引言

目前，笔记本电脑和其他移动应用中所使用的 CPU 吸取多于 30A 的电流，而在不久将来这一数字将可能达到 65A。对于这些重负载，需要采用高效电源以防止系统承受过大的热应力。有鉴于此，PolyPhase® 多相开关 DC/DC 转换器已经成为 CPU 电源的标准配置，因为它们在这些重负载条件下具有极高的效率。然而，对于在大多数时间处于睡眠或待机状态的便携式应用，轻负载条件下的效率也变得日益重要起来，保存能量以求最大限度地延长电池的运行时间同样是需要优先考虑的。不幸的是，传统的多相转换器尽管在重负载条件下性能出众，但却无法在轻负载状态下达到相似的效率水平。针对这一问题，凌特公司推出一个新的多相控制器系列解决方案，使得转换器的设计能够在整

个 CPU 负载范围内提供高效率。

不管是在重负载还是在轻负载，这些新型三相控制器（即 LTC®3730、LTC3731 和 LTC3732）都能高效地工作。这些新型控制器运用了逐级递减 (Stage Shedding™) 操作模式，旨在提高轻负载条件下的效率。与凌特公司的两相控制器一样，这些新型三相控制器在正和负输出轨上均提供了真正的遥测，以确保在高输出电流下的严格输出稳压，并在每个电流检测电阻器衬垫上提供开尔文 (Kelvin) 检测 (正和负)，即使在并联功率级布局不对称的情况下能实现精确的电流分配。所有控制器均采用了集成大电流 MOSFET 驱动器，以获得高达 600kHz 的开关频

LT、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

PolyPhase 是凌特公司的注册商标。

Stage Shedding 是凌特公司的商标。

Pentium 是 Intel Corporation 的注册商标。

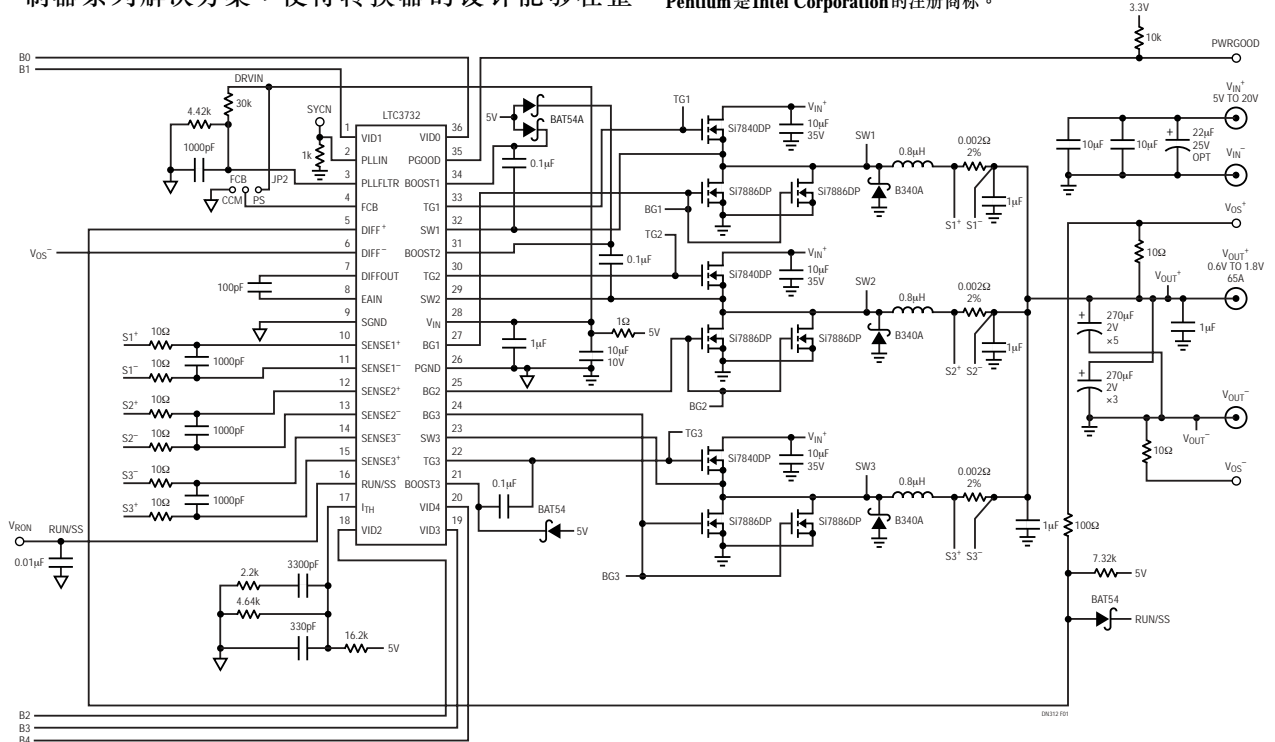


图1：一个三相 LTC3732 65A 电流 VRM9.x 电源的原理图

率，从而最大限度地减少整个电源的外形尺寸和元件数目。

LTC3731是一款可根据PHASMD引脚上的电平来生成一个30或60度相移时钟输出的通用型三相控制器。该功能允许将多个LTC3731并联起来以进行多达12相的操作。输出电压通过外部电阻器来设置。LTC3730是一款具5位VID输出设定的专用三相控制器，这与IMVP2和IMVP3相兼容。内部运算放大器可被用来针对不同的CPU工作模式进行失调电压设置。LTC3732是另一款采用5位VID输出设置并与Intel公司的VRM9.x规格相兼容的三相控制器。这三款控制器均采用节省空间的36引脚SSOP封装，而LTC3731还采用了外形小得多的热性能增强型5mm x 5mm QFN封装。

逐级递减操作

在大电流应用中，一般选用低 $R_{DS(ON)}$ MOSFET以最大限度地减少在满载的导通损耗。然而，在轻负载条件下，这些MOSFET所具有的高栅极电荷和寄生电容常常会引发与栅极驱动和开关操作有关的功率损耗。而且，在轻负载条件下，电感器的磁芯损耗在电感器的总功率损耗中居首要地位。由于开关损耗、栅极驱动损耗和电感器磁芯损耗并不随负载电流的下降而减少，因而导致轻负载时的效率劣化。

另一个导致轻负载低效率的原因是并联级之间的循环电流。在一个多相同步降压型转换器中，当处于轻负载状态时，每个同步降压级中的电感器电流会因为同步整流的原因而发生反向。在一个实际的多相设计中，由于检测电阻器中的容差以及控制器内并联通道间的细小差异，使电流分配误差始终存在。并联级之间的任何电流分配误差都会形成引发额外功率损耗的循环电流。

为了减少轻负载下的这些功率损耗，逐级递减操作只将一个通道保持在工作状态，而把所有其他的通道全部关断，从而彻底消除了循环电流。不仅如此，该操作模式还消除了未使用通道的栅极驱动损

耗、MOSFET开关损耗和电感器磁芯损耗。结果，轻负载条件下的效率大为提高，而且，由于控制器保持了基本的稳压环路，因此，逐级递减操作对输出稳压的准确度没有影响。

用于Pentium®4 CPU的三相高效VRM9.x电源

图1示出了一个用于Pentium 4微处理器的三相VRM9.x电源。它使用LTC3732来驱动九个采用小外形PowerPak SO-8封装的MOSFET，以获得高达65A的输出电流。为了提供更大的输出电流，只需简单地采用较低 $R_{DS(ON)}$ MOSFET和更高额定电流的电感器即可。R3和R4实现了一种无损活动电压设置(AVP)技术，以最大限度地减少输出电容器的外形尺寸。如欲了解更多有关AVP的详细技术信息，请参见LTC1736数据表或设计要点224 (Design Note 224)。图2示出了不同负载条件下的效率测量结果。输入为12V，输出电压为1.4V，开关频率为450kHz。图2同时给出了逐级递减操作被使能以及采用传统多相操作时的效率测量结果。如该曲线图所示，逐级递减操作显著提高了轻负载($\leq 10A$)的效率。例如，在1%满载(0.6A)时，逐级递减操作使效率提高了25%以上。

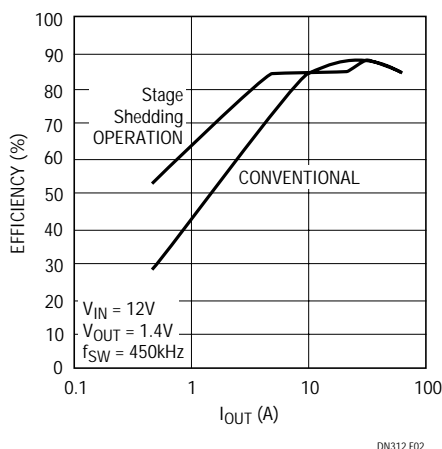


图5：效率测量结果(逐级递减操作与传统操作的比较)。负载范围为0.6A至65A

产品手册下载

<http://www.linear.com.cn/go/dnLTC3730>

<http://www.linear.com.cn/go/dnLTC3731>

<http://www.linear.com.cn/go/dnLTC3732>

如要获得更多有关控制器的资料，请与我们的销售部或当地分销商联络，也可浏览我们的网址：
www.linear.com.cn 或电邮到 info@linear-tech.com.hk

凌特有限公司
Linear Technology Corporation Ltd.
www.linear.com.cn
香港办事处
电话：(852)2428-0303
传真：(852)2348-0885
上海办事处
电话：(021)6375-9478
传真：(021)6375-9479
北京办事处
电话：(010)6801-1080
传真：(010)6805-4030

骏龙科技有限公司
Cytech Technology Ltd.
www.cytech.com
香港电话：(852)2375-8866 传真：(852)2375-7700
北京电话：(010)8268-4280 传真：(010)8268-4277
上海电话：(021)6440-1373 传真：(021)6440-0166
深圳电话：(0755)8386-7431 传真：(0755)8386-7954
南京电话：(025)481-0877 传真：(025)480-8023
成都电话：(028)8652-7116 传真：(028)8652-7556
西安电话：(029)837-8918 传真：(029)837-8919
武汉电话：(027)8736-0546 传真：(027)8736-0547
厦门电话：(0592)563-8488 传真：(0592)563-7169

裕利·香港科汇(亚太)有限公司裕利分部
Unique-A Division of Memec (Asia Pacific) Ltd.
www.unique-ap.com
unique-ltc@memec-asiapacific.com
香港电话：(852)2410-2778 传真：(852)2370-3247
北京电话：(010)8519-1866 传真：(010)8519-1865
上海电话：(021)6317-8226 传真：(021)6317-3446
深圳电话：(0755)8366-4329 传真：(0755)8366-4330
成都电话：(028)8652-8252 传真：(028)8652-8253
武汉电话：(027)8732-2646 传真：(027)8732-2729
西安电话：(029)822-9180 传真：(029)825-8595
厦门电话：(0592)516-4701 传真：(0592)516-4702
青岛电话：(0532)582-1322 传真：(0532)583-8372

dn312f 0603 34K • PRINTED IN CHINA

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003