

采用 DPA-Switch™ 的 DC-DC 正激变换器

陈军安

(美国帕沃英蒂格盛有限公司, 上海 200041)

摘要 介绍了用于简化 DC-DC 转换电路设计和生产的新产品 DPA-Switch™。给出了简化的设计步骤和有关参数的估算, 并列举了小功率直流变换电路。

关键词 变换器; 集成电路/电源模块

中图分类号: TM46 文献标识码: A 文章编号: 1000-100X(2003)04-0079-02

DC-DC Forward Converter Design Using DPA-switch™

CHEN Jun-an

(Power Integrations Inc., Shanghai 200041, China)

Abstract The article introduces a new integrated power IC, presents a design method for forward converter and gives a simply circuit of 30 W DC-DC converter using DPA425 with synchronous rectification.

Key words DC converter; integrated circuit/supply module

1 引言

通信系统绝大多数采用分布式方法为每个芯片电源供电。分布到每个单板上安装中小功率工业标准砖形电源内部的主电路多数采用单端正激式变换器。为实现系统的高可靠性和各种功能、保护特性及小体积、轻重量、高效率的特点, 电源模块的工艺设计已变得越来越复杂和费时。DPA-Switch™ 是一种用于简化 DC-DC 变换器设计和高集成度单片 IC。介绍了 DPA-Switch™ 的特点及选用原则, 给出 DC-DC 正激变换器的设计步骤。

2 DPA-Switch™ 的基本电路及特点

DPA-Switch™ 采用了 200 V CMOS 半导体工艺, 并采用结隔离技术集成功率 MOSFET 和高频 PWM 控制器。在这个单片集成电路上, 集成了各种故障检测、保护和控制电路。它可用于正激、反激和升、降压电路拓扑。DPA-Switch™ 技术采用的是已被业界证实的批量生产 IC 技术。图 1 示出 DPA-Switch™ 构成的基本单端正激电路^[1]。该电路比分立 MOSFET 电路少用 20 到 50 个元件。DPA-Switch™ 控制端 C 的电流可以改变 DPA-Switch™ 的占空比。电压检测端 L 为用户控制过压 OV, 欠压 UV, 同步和开/关控制使用; 限流端 X 可以控制它的限流点和开/关功能; 源极端 S 与铜基座相连; 选频端 F 可以选择 300 kHz 或 400 kHz 工作; 漏极端 D 的工作电压范围是 16 ~ 75 V。表 1 给出

DPA-Switch™ 的性能, 以及比分立式正激变换电路节省的元器件数量, 同时还给出了系统的改进情况。DPA-Switch™ 是利用 MOSFET 的导通电阻 $R_{DS(on)}$ 来检测和控制流过它的电流的, 这与分立 MOSFET 有不同的作用。

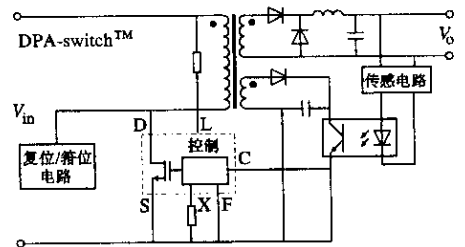


图 1 基本单端正激电路

表 1 DPA-Switch™ 的性能

功能	最少用元件数 (只)	优点
精确的过压/欠压 (OV/UV)	5	① 不受温度影响, 稳定; ② 单电阻获 30 ~ 36 V 启动电压。
热保护	4	① 直接采样 MOSFET 结温; ② 保护滞环/自动再启动。
电流采样 $R_{DS(on)}$	6	① 不要功率低感电阻, 不要电流传感器; ② 有温度补偿特性和最小容差。
固定精确的开关频率	3	① 容差小, 温度稳定; ② 300 kHz, 400 kHz 可选择。
自馈电启动	4	① 集成了高压启动; ② 内装软启动。
源极连接底座	-	① 散热片联结到 S 极; ② EMI 小。
电压模式控制	5	① $D_x > 50\%$; ② 无须斜率补偿。

3 设计 DC-DC 正激变换器的步骤

(1) 依据设计说明书和电路中所有器件可靠的启动电压, 选定最小输入电压 V_{MIN} 。

定稿日期 2003-04-09

作者简介 陈军安(1957-), 男, 高级工程师, 研究方向为电源系统的开发。

万方数据

(2) 用最大占空比 $D_{MAX} \approx 70\%$ 计算变压器变比:

$$\frac{n_s}{n_p} = \frac{V_O + V_D}{(V_{MIN} - V_{DS})D_{MAX}R} \quad (1)$$

式中 V_D ——输出整流器件的正向压降

V_O ——输出电压

V_{DS} ——DPA-Switch™的正向压降

R ——考虑各种杂散损耗的因素, $R=0.95 \sim 0.99$

n_p, n_s ——初、次级匝数

(3) 在最大输入电压 V_{MAX} 下确定输出电感, 用以保证电流连续性。假设电感峰-峰值纹波电流 ΔI 为最大负载电流的 15%~20%, 则估算输出电感:

$$L_O = \frac{[(V_{MAX} - V_{DS})\frac{n_s}{n_p} - V_D - V_O]D_{MAX}V_{MIN}}{V_{MAX}f_s\Delta I} \quad (2)$$

式中 f_s ——DPA-Switch™开关频率

(4) 利用式 (3) 计算变压器次级匝数, 再估算初级匝数, 使变压器磁芯的 B_M 工作在 1 000~1 500 GS 范围。

$$B_M = \frac{\frac{n_s}{n_p}D_{MAX}(V_{MIN} - V_{DS})10^8}{f_sA_e n_s} \quad (3)$$

式中 A_e ——变压器磁芯有效面积

(5) 选择 DPA-Switch™的两个主要方面:

① 考虑峰值电流的通流能力。根据变压器变比和输出电感峰值电流, 估算变压器初级峰值电流:

$$I_D \approx \frac{I_{OMAX}n_s}{n_p} \quad (4)$$

选择 $I_D > 1.1$ 倍的变压器初级电流。

② 根据式 (5) 估算导通功耗:

$$P_D \approx \frac{I_{OMAX}^2 n_s^2 R_{DS(on)MAX} D_{MAX}}{n_p^2} \quad (5)$$

加上开关损耗后, 根据器件的总损耗在 DPA-Switch™数据表的功率表中选出恰当的器件。

(6) 选择限流端 X 的电阻 R_{IL} , 调试后, 再由实测电流整定 R_{IL} 。

(7) 选择吸收电路和变压器复位电路。RC 复位电路适用于 40 W 以下的正激变换器, LC 谐振吸收适用于 40 W 以上的 DC-DC 高效率变换器。

(8) 选择偏置供电方法。可选择在输出电感和功率变压器上产生偏置电压的方法。它们都需用在最小负载时和最低输入电压下, 最低的偏置电压输出为 8 V。为了稳定控制端 C 的电流, 必须串入一个小阻值电阻。当在低电压下应用且输入电压范围为 2:1 时, 直接输入降压供电也是一种简洁方法。

(9) 选择功率变压器和电感磁芯的考虑。由于 DPA-Switch™工作在 300 kHz 或 400 kHz 的开关频率下, 所以磁材的高频磁导率不应有较大的衰减。

4 高效正激式 30 W DC-DC 变换器

图 2 示出按上述步骤, 采用 DPA425R 和同步整流设计的简洁高效 DC-DC 变换器。输入电压范围 36~72 V (2:1), 48 V 时效率达 90%, DPA-Switch™工作在 300 kHz。该电路借助于 C_8 和 C_9 及 V_{R1} 实现了半无损嵌位。

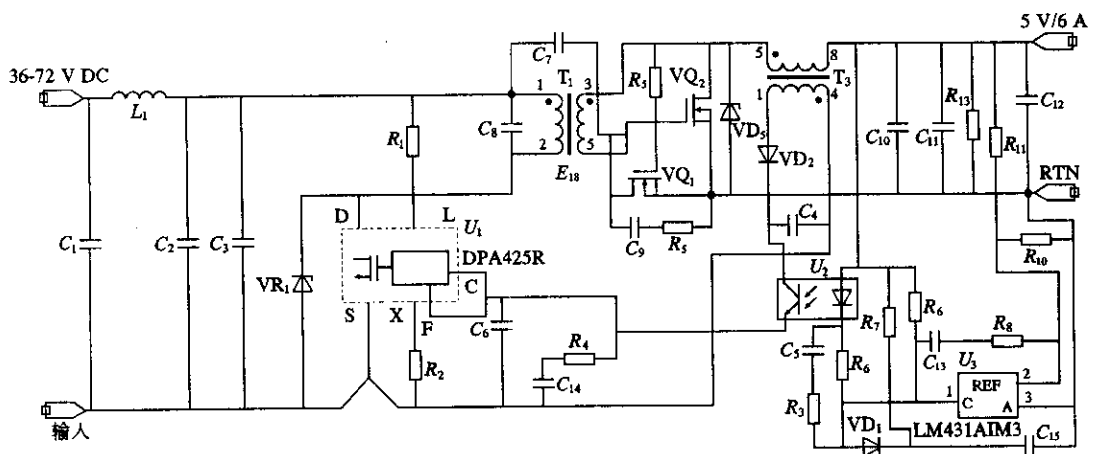


图 2 交叉自驱动同步整流 30 W DC-DC 变换器

5 结论

采用 DPA-Switch™设计 DC-DC 正激变换器使电路拓扑简单, 新一代 IC 简化了复杂的控制和保护电路设计, 可以设计符合工业标准的高效率低电磁辐射的 DC-DC 变换器。另外, 也可用于通信用户板

上安装电源的设计。由实践可知, DPA-Switch™满足了产品设计周期越来越短的要求。

参考文献:

[1] PI AN31. DPA-Switch DC-DC Forward Converter Design Guid[Z]. PI AN31 2002. 6.