

LED 灯的恒流驱动芯片介绍(下)

陈传虞

Introduction of Constant Current LED Driving ICs(II)

Chen Chuanyu

(续上期)

3 LED 恒流驱动芯片之二:原边控制的 PWM 控制器 OB2532

OB2532 是一种高性能的脱机 PWM 控制器,输出功率低于 15W,可以用作低功率的 AC/DC 充电器和适配器,如手机、数码相机的充电器,PC 机和电视的辅助电源。采用 SOT23-6 封装,有 6 条引脚。

由于反馈控制来自原边,不存在隔离问题,因而无需像 Viper12A/22A 那样,要用到光耦和稳压器 TL431(在图 3 中使用了光耦 H11AB17A 及双运放和基准电压 TSM103),线路连接比较简单。

3.1 驱动电路的特点

- (1) 全电压范围内有 $\pm 5\%$ 的恒流调整精度,输出电流可以调节,可以设定输出功率;
- (2) 在原边控制下的副边恒流控制;
- (3) 自适应的峰值电流控制;
- (4) 内部有对原边绕组的电感补偿;
- (5) 可以对恒流及恒压值进行调整;
- (6) 电源接通时有软启动功能;
- (7) 电流检测有前沿消隐功能(LEB),无需外接滤波电路;
- (8) 能逐周对电流进行限制;
- (9) VDD 有欠电压封锁功能,且有回差。

OB2532 同 Viper12A/22A 一样,也具有恒压(CV)及恒流(CC)输出特性,其特性可以用图 8 的矩形曲线表示。

在恒流(CC)控制下,输出功率可以通过 CS 脚外接电阻 R_s (也是 MOS 管的源极电阻)来调节;在恒压(CV)控制下,为达到高效和提高性能的目的,可以有多种工作模式。此外,由于内部有 1 个对电缆压降进

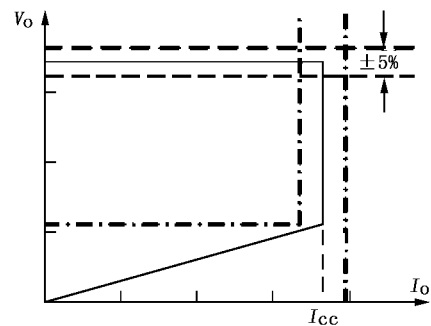


图 8 OB2532 的输出矩形特性

行补偿的线路,可以使负载具有很好的调整特性。

器件在恒流模式及大负载下,工作于脉频调制(PFM)方式,而在轻负载/中等负载下,则降低频率,并工作于脉宽调制(PWM)方式。

3.2 OB2532 的引脚符号及功能

它共有 6 条引脚,其名称及功能如下:

- (1) GND——地;
- (2) GATE——为图腾柱输出,用来驱动外接的 MOS 管;
- (3) CS——电流监测输入端,连到 MOS 管源极的检测电阻上;
- (4) INV——误差放大器 EA 的反相输入端,由变压器辅助绕组送来的反馈电压经电阻分压加于此端,它反映输出电压的大小,PWM 占空比取决于误差放大器 EA 的输出及 3 脚的电流监测信号;
- (5) COMP——EA 放大器的补偿端,接补偿电容,以使恒压输出保持稳定;
- (6) VDD——IC 的电源。

3.3 OB2532 的典型应用电路

OB2532 的典型应用电路如图 9 所示。输入交流电压经桥式整流、 L_1 、 C_1 、 C_2 滤波,直流电压加到变压

器的原边,再接到 MOS 管的漏极,变压器的辅助绕组 N_2 经 VD_5 整流、 C_3 滤波为 IC 提供电源(开始是由高压经电阻 R_1 、 R_2 降压提供),同时 N_2 还为反相端 INV 提供反馈电压。MOS 管的源极电阻 R_s 的检测电流信号加于 CS 脚,在这 2 种信号控制下对输入到 MOS 管的栅极驱动信号的脉冲宽度进行调整,以达到恒流

的目的。变压器的原边接有缓冲网络(或称阻尼网络),它是由 VD_6 、 R_5 、 C_5 组成的,接入 VD_6 可以使反峰电压通过二极管及电阻 R_5 消耗其能量,降低反峰电压,以免开关过程中在原边绕组 N_1 上出现的过高电压损坏功率 MOS 管。

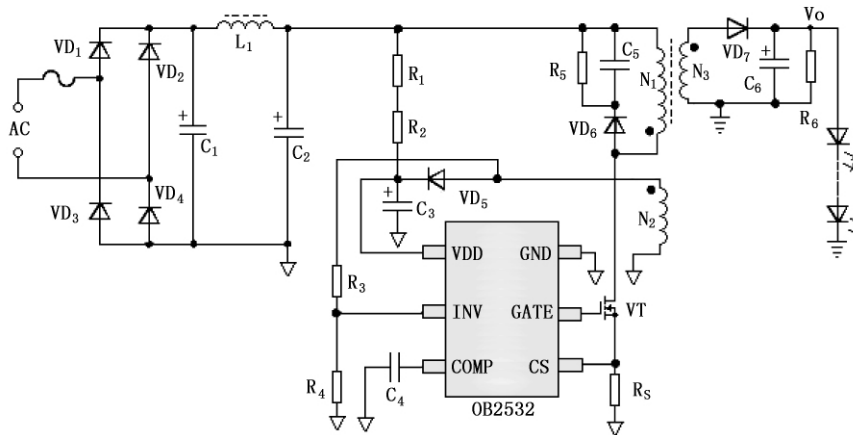


图 9 OB2532 的典型应用电路

变压器的次级绕组的降压电压,经二极管 VD_7 整流、 C_6 滤波,去驱动发光二极管 LED。

这个电路的优点是原边反馈控制,不用光耦和稳压源 TL431,比较简单,但需另接 MOS 管。可以驱动 10 只 LED,其效率及输出电流如表 3 和表 4 所列。

表 3 OB2532 典型应用电路的效率 单位: %

输入电压	7LED	8LED	9LED	10LED	EPS2.0/level5
115V/60Hz	80.9	81.5	82.3	82.7	76.6
230V/50Hz	82.1	82.9	84.8	85.5	

表 4 OB2532 典型应用电路输出电流精度 单位: mA

LED 数目	输入电压			
	90VAC	115VAC	220VAC	264VAC
10	333	333	333	332
9	333	334	333	333
8	333	333	334	334
7	334	334	336	337

4 LED 恒流驱动芯片之三:OB2535/6/8 系列

昂宝公司还推出一种类似 Viper12A/22A 的产品,内置 MOS 管,但仍然采用原边控制方案,不用光耦和 TL431,空间紧凑,适用于单电压输入系统,可以驱动 15W 以下的 LED。其具体的应用电路如图 10 所示。有关这个电路各个元件的说明不再给出,它同

图 9 基本上是相同的,读者不难弄清楚各个元件的作用。图 9 和图 10 最大的区别,不过是原来外接的 MOS 管换成内置的罢了。

5 LED 恒流驱动芯片之四:高功率因数的 PWM 控制器 SN03

SN03 也是昂宝公司的产品,它是一种高功率因数的 PWM 控制器,特别适用于照明领域,如用来驱动 LED 灯。

5.1 SN03 的特点

(1) SN03 基本上是一个功率因数校正电路,和功率因数校正器 L6561、L6562 一样,内部含有如模拟乘法器、零电流检测器(ZCD)、带有前沿消隐(LEB)的电流检测比较器、用来驱动功率 MOS 管的图腾柱输出等,也采用临界导通模式功率因数校正原理;

(2) 有很强的保护功能,如短路保护及过压保护,欠电压封锁,逐周电流限制,栅极驱动输出在内部有箝位,可以保护外接的 MOS 管等;

(3) VCC 的电源电压范围很宽,在 9.5 ~ 28V 的范围内都可工作;

(4) 无音频干扰;

(5) 用于驱动 LED 时,待机功耗低于 0.5W,且

PF > 0.95。

SN03 有 8 条引脚,引脚名称与 L6561 基本一样,

只是 1 脚的名称由 INV 改为 FB,其他各脚名称都一样,功能也不变。

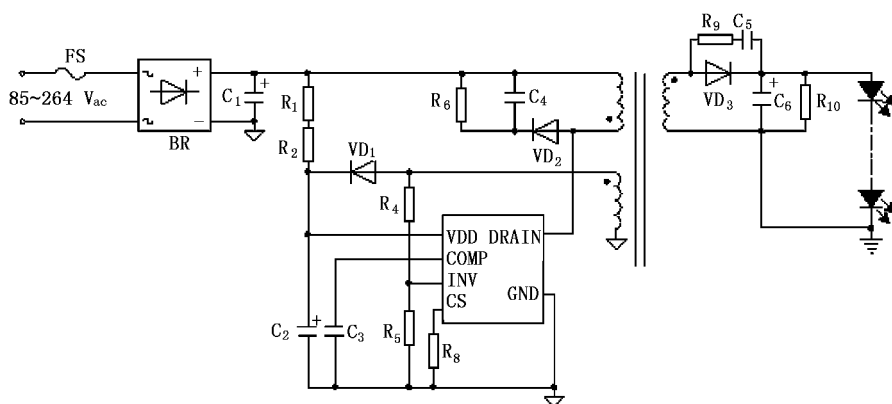


图 10 OB2535/6/8 系列的应用电路

5.2 用 SN03 驱动 LED 的实用电路

将 SN03 芯片用于驱动 LED 的方法其实很简单,不过将原来的升压电感做成变压器,利用副边的降压绕组的输出电压经整流、稳压、滤波去驱动 LED,如

图 11 所示。副边的输出电压和电流通过光耦和 TL431 反馈到 SN03 的 FB 脚,作为控制信号,改变脉冲宽度(PWM),控制输出电压和电流,从而达到输出电流恒流的目的。

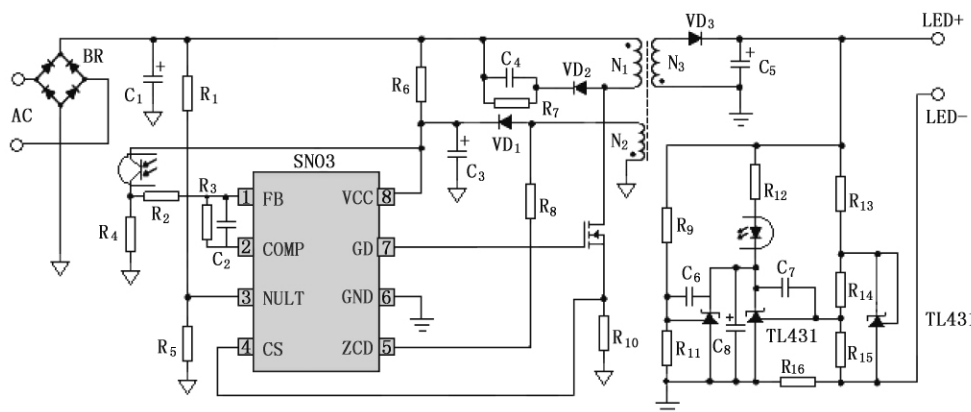


图 11 用 SN03 驱动 LED 的电路

电路的各部分元件作用如下:

(1) 输入交流电压经桥式整流电容 C_1 滤波,接变压器原边 N_1 ,然后与 MOS 管的漏极相接,这与前面图 9、图 10 是一样的。电容 C_4 、电阻 R_7 、二极管 VD_2 起阻尼(缓冲)的作用,消除开关过程中 N_1 绕组上过高的电压,以免损坏 MOS 管。辅助绕组 N_2 经 VD_1 整流、 C_3 滤波为 SN03 提供电源,同时经电阻 R_8 接 ZCD 脚,送去零电流检测信号。MOS 管源极电阻 R_{10} 上的电流信号送 CS 脚。这些连接方法和所起的作用与图 9、图 10 一样,触类旁通,读者不难理解。

(2) 输出 LED 灯电流及输出电压的反馈是通过

光耦及 TL431 进行的,为了说明它的工作原理,这里先介绍可调稳压器 TL431 的符号及使用方法。

TL431 有 2 种封装形式,一种是三脚直插式塑封,另一种是双列直插式塑封。三脚直插式的引脚排列如图 12(a)所示,其使用连线如图 12(b)所示。它像一个稳压值可调的稳压二极管,通过调节电阻 R_1 与 R_2 的比值,可以调节输出的稳定电压 $V_o = (1 + R_1/R_2)V_{REF}$,其中 V_{REF} 为 2.5V。

如果 $R_1 = 0$,即将 1、3 脚短接在一起,则输出电压就是固定的 V_{REF} 值。

输出电流在图 11 的电阻 R_{16} 产生压降,输出电压

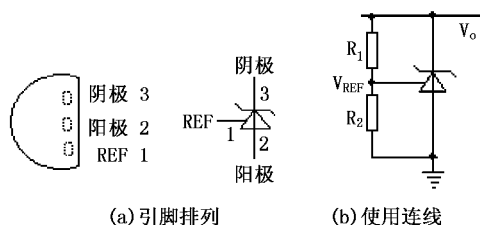


图 12 TL431 的引脚排列及使用

则通过 R_9 、 R_{11} 改变左边 TL431 的输出电压,两者都会使光耦的二极管电流发生改变,从而影响光耦三极管的电流,即改变反馈到 FB 脚的电流,最终改变栅极驱动输出的脉冲宽度,达到输出恒流的目的。

用 SN03 芯片驱动 LED 发光,可以输出 10 ~ 40W 功率,适合作台灯、住宅照明、花园照明等。

6 LED 恒流驱动芯片之五:准谐振回扫式 PWM 控制器 OB2203

准谐振 PWM 控制器 OB2203 是昂宝公司推出的另一种驱动 LED 芯片,输出功率较大。在正常的负载情况下,它工作于准谐振模式,为了满足 CISPR - 22 关于电磁兼容 (EMC) 的要求,其起始频率为 150kHz,而其最大开关频率则由 IC 内部限定为 130kHz。为了提高转换效率,在轻负载情况下,它工作于脉冲频率调制方式 (PFM),而当负载很小时,则工作于突发模式 (Burst Mode),以减少开关损耗,这样,它的待机损耗很小,而转换效率很高。IC 内部有一个 P 沟道 MOS 管,它可以根据负载情况,自动地将 PFC 级的电源关断或接通(在方框图中该 PMOS 管连到 VCC 与 PFCVCC 之间,控制它们的通断),使功率因数校正电路工作或不工作。

OB2203 具有很强的保护功能,如逐周电流限制(过流保护 OCP)、输出过压保护、 V_{CC} 欠电压封锁、 V_{CC} 箝位、栅极驱动箝位、过载保护、芯片过热关断(当芯片温度达到 140°C 时)、软启动以及最大开通时间限制(21 μ s)等。最大的输出源电流和灌电流可达 ± 1 A。

OB2203 的用途有:电源适配器、液晶 (LCD) 监视器、电视机、个人电脑、机顶盒的电源,驱动 LED 等。

6.1 OB2203 的引脚名称及功能

OB2203 共有 8 条引脚,各个引脚名称及功能如下:

(1) SS——多功能脚,在 SS 与 GND 脚间连接电容,可以设定软启动功能;另一个功能是将 SS 脚电压拉高到 3.8V 以上,可以作为锁存器的外部触发信号,将 IC 关断。

(2) FB——反馈输入脚,由输入此脚的电平及 3 脚的电流检测电平可确定 PWM 的占空比。根据此脚的电平,决定 IC 在以下 3 种模式中工作在哪一种模式:准谐振 (QR)、脉频调制 (PFM)、突发 (BM) 模式。

(3) CS——电流检测输入。

(4) GND——内部线路的地。

(5) GATE——图腾柱栅极驱动输出,用来驱动 MOS 管。

(6) VCC——IC 芯片电源。

(7) PFCVCC——此脚通过低阻抗的开关 (PMOS 管) 直接连到 VCC,在待机和启动时,开关断开,PFCVCC 是关闭的,一旦副绕组稳定后,PFCVCC 与 VCC 相连,为 PFC 提供电源。在有故障、无负载或轻负载时,开关断开,PFCVCC 是关闭的。在 PFCVCC 关闭时,PFC 部分不工作。

(8) DEM——变压器磁芯去磁的检测端,它也用作过电压保护 (OVP) 的输出。

6.2 OB2203 的工作说明

与普通固定开关频率的硬开关变换器相比,OB2203 准谐振回扫式变换器的特点是低电磁干扰 (EMI) 和高转换效率,有很好的保护功能,节能高效,很适合作脱机回扫式变换器使用。下面对它的特点及工作作一些说明。

6.2.1 启动电流小

OB2203 通电后, V_{CC} 可以很快上升到开启阈值,即便采用高阻值的启动电阻,也能保证 IC 可靠地启动,又能减少功耗。例如可采用 2M Ω 、1/8W 电阻和 V_{CC} 电容,就可以启动 IC。

6.2.2 工作电流很小

OB2203 的工作电流很小,只有 3mA。而在无负载或轻负载下,又能工作于扩展的突发模式 (Extended Burst Mode),所以它的效率是很高的,可达 88% 左右。

6.2.3 多种工作模式

OB2203 的工作模式有 3 种,根据 FB 脚的电压 V_{FB} 而改变,如图 13 所示。因为电压 V_{FB} 反映了线电

压和负载变化的情况。

(1) 在正常的工作情况下 ($V_{FB} > V_{th2}$)

IC 工作于准谐振状态 (QR)。频率随线电压和负载情况而变, 当达到限定的 130kHz 频率时, 系统工作于断续导通模式 (DCM)。应当优化系统的设计, 使得在全电压范围和满负载的情况下, 电路可以工作在指定的频率范围内。

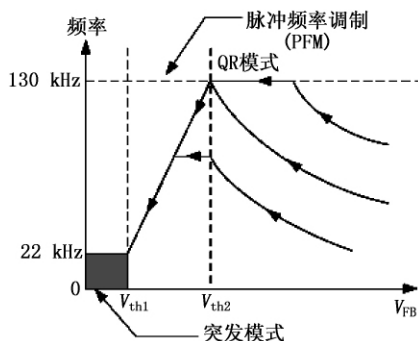


图 13 OB2203 的 3 种工作模式与 FB 脚电压的关系

(2) 在轻负载情况下 ($V_{th1} < V_{FB} < V_{th2}$)

此时, 系统工作于脉冲频率调制 (PFM) 模式, 以提高 IC 的功率转换效率。在 PFM 模式, 开关周期的

开通时间是固定的, 并根据负载情况调整其工作频率。一般, 在回扫式变换器中, 负载减少导致 FB 脚电压下降, 控制器监控 FB 脚的电压, 改变系统的频率。但在 PFM 模式下, 仍保留其“波谷开关”特性 (Valley switching characteristic), 即在负载减轻时, 系统自动地跳过一些波谷, 从而降低其开关频率。在这样的情况下, 自动地实现频率的匀滑下降, 以达到很高的功率转换效率。

(3) 在零负载及很轻负载情况下 ($V_{FB} < V_{th1}$)

在这种情况下, 系统工作于“扩展的突发模式”, 此时, FB 的电压低于突发模式的阈值电平 V_{th1} , 只在 VCC 电压低于某一预定电平或 FB 脚输入为有效电平时, 栅极驱动才有输出, 使 MOS 管导通, 其它情况下, 驱动输出为低电平, 以减少 MOS 管的开关损耗, 并最大限度地降低待机功耗。在“扩展的突发模式”下, 开关频率降为固定的 22kHz, 以消除可能存在的音频噪声。

6.3 OB2203 的典型应用电路

OB2203 的典型应用电路如图 14 所示。

这个电路的前面部分是用 OB6563 (相当于

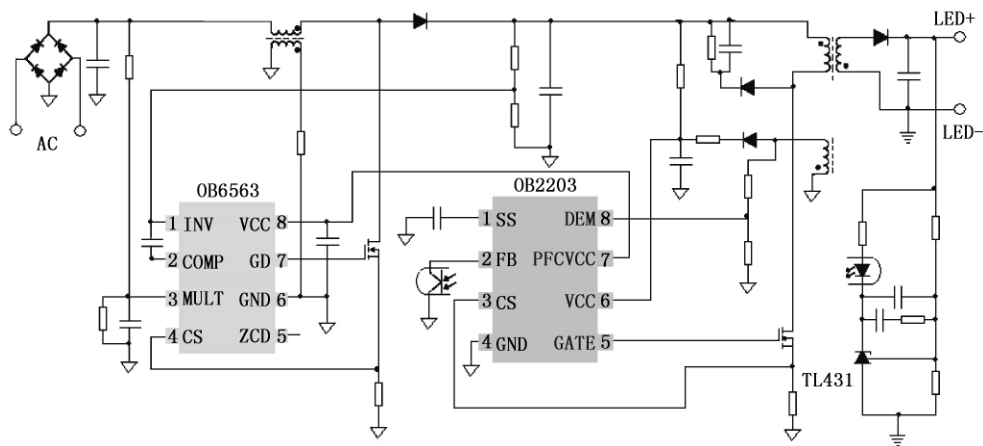


图 14 用 OB6563 + OB2203 组成的 40W 以上的 LED 驱动电路

L6563) 提高功率因数, 输出稳定的直流电源, 为 OB2203 提供直流电压, 与一般的功率因数校正电路的工作原理一样, 不再赘述。后面部分是由 OB2203 提供恒流来驱动 LED, 反馈控制来自副边绕组电压的整流输出通过光耦和 TL431, 去控制 FB 脚的电流, 保证输出恒压恒流。电路的工作原理和前面的 Viper12A/22A 差不多, 读者也不难理解。

这个电路的性能指标如下:

- (1) 输出功率 90W, 19V/4.73A;
- (2) 待机功耗在 264VAC 下为 0.28W;
- (3) 平均效率 88.3% (90~260VAC);
- (4) 轻载时, 关闭 PFC 部分以节省待机功耗;
- (5) PF 值为 0.984 (230VAC 满载时);
- (6) 输出稳定, OVP 小 ($\Delta V_{OVP}/V_{OVP}$ 小于 5%)。

6.4 采用 OB6663 来驱动 40W 以上的 LED

昂宝公司还生产另一种芯片 OB6663,它实际上是将 OB6563 和 OB2203 合二为一,做成一块芯片,这

样连线更简单,占用面积更少,使用起来更方便。电路的具体形式如图 15 所示,从原理上讲它和图 14 毫无二致,性能上也无差别。有关它的说明,不再赘述。

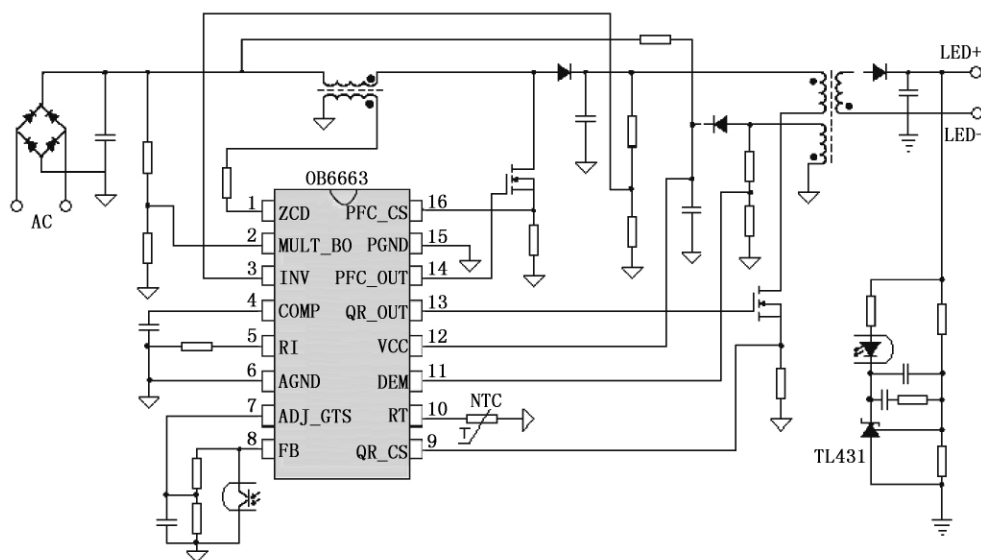


图 15 用 OB6663 驱动 40W 以上的 LED 灯

7 结束语

本文主要讨论了交流电驱动的大功率白光 LED 用芯片和实用电路。目前 LED 大量在移动电话、数码相机、个人数字助理、便携式媒体播放器等装置中作为小尺寸 LCD 显示屏的背光照明光源使用,取代

不够环保的 CCFL,由于在这类装置中一般都使用可充电电池提供的低压电源供电,该类 LED 光源所用的芯片及其实用电路与本文介绍的完全不同,属于另一范畴,在这里未能涉及,准备在另一篇文章中专门加以介绍。