

基于IRS2153D与IRS2453D的 HID灯镇流器解决方案

毛兴武

(山东省临沂市电子研究所, 山东 临沂 276004)

摘要: 给出了由两片IRS2153D或单片IRS2453D自振荡驱动IC组成HID灯电子镇流器全桥变换器的具体方法, 并在简要介绍了IRS2153D的HID灯全桥驱动电路的基础上, 重点介绍了基于IRS2453D的HID灯电子镇流器电路设计方案。

关键词: IRS2153D/IRS2453D; 半桥/全桥驱动器; HID灯; 电子镇流器

0 引言

低压荧光灯电子镇流器经过20多年的发展, 其20 W以下的节能灯电子镇流器已在全球范围内完全取代了电感镇流器。而在20 W以上的荧光灯中, 电子镇流器也正逐步挤占着电感式镇流器的市场。特别是进入20世纪90年代后, 以高压钠灯和金属卤化物灯为代表的高强度放电 (HID) 灯电子镇流器就已崭露头角, 但其发展速度还比较迟缓。除了可靠性方面的问题之外, 150 W、尤其是400 W以上的HID灯电子镇流器与电感镇流器 (特别是节能型电感镇流器) 相比并不节能, 这已成为中大功率HID灯电子镇流器发展徘徊不前的主要因素。相比之下, 中小功率HID灯电子镇流器与电感镇流器相比, 还是节能的, 因而在市场上已占有一席之地。

HID灯电子镇流器和DC-AC逆变器大多采用全桥变换器拓扑结构。HID灯的触发启动电压达3-5 kV, 比荧光灯的点火电压高数倍。为防止声共振现象发生, 避免电弧不稳乃至熄弧, 通常要求HID灯在低频下工作, 并且低频范围一般选择在100-500 kHz。

HID灯电子镇流器全桥 (即H桥或双半桥) 变换器需采用专门的自振荡IC来驱动。IR公司生产的IRS2153D半桥驱动器IC和IRS2453D全桥驱动

器IC, 为设计HID灯电子镇流器提供了一个比较理想的解决方案。

1 基于IRS2153D的HID灯全桥变换器

IRS2153D是在IRS2153D基础上经改进的自振荡半桥驱动器集成电路。该芯片采用8引脚PDIP无铅封装, 在600 V的高压半桥驱动器的前端设置了与CMOS 555相类似的定时器。其电源电压VCC被内部15.4 V的齐纳二极管钳位, 输出占空比为50%, 死区时间为1.1 μ s, 驱动器输出源电流为180 mA, 灌电流为260 mA。此外, IRS2153D内置自举MOSFET, 因而无需在外部加设自举二极管。

由两块IRS2153D组成的HID灯全桥变换器电路如图1所示。其中, R_{ST} 是两块IC (IC_1 、 IC_2) 的启动电阻, C_{B1} 和 C_{B2} 是 IC_1 和 IC_2 的自举电容。 R_T 与 C_T 可决定 IC_1 和 IC_2 保持同步的振荡器频率, 其表达式为:

$$f_{osc} = \frac{1}{1.453R_T C_T}$$

通过选择 R_T 和 C_T 值, 可使 f_{osc} 值处在100-400 Hz的频率范围内。应当说明的是, 在选择 R_T 和 C_T 值时, 要求 $R_T > 1 k\Omega$, $C_T > 300 pF$ 。

由升压变压器 T_1 、电阻 R_1 、电容 C_2 和转换二极管 D_1 等可组成HID灯触发启动电路。这样, 在系统加电后, DC总线电压经 R_1 对 C_2 充电。当 C_2 上的电压达到 D_1 的击穿值时, D_1 导通, 电流流过 T_1

收稿日期: 2007-06-01

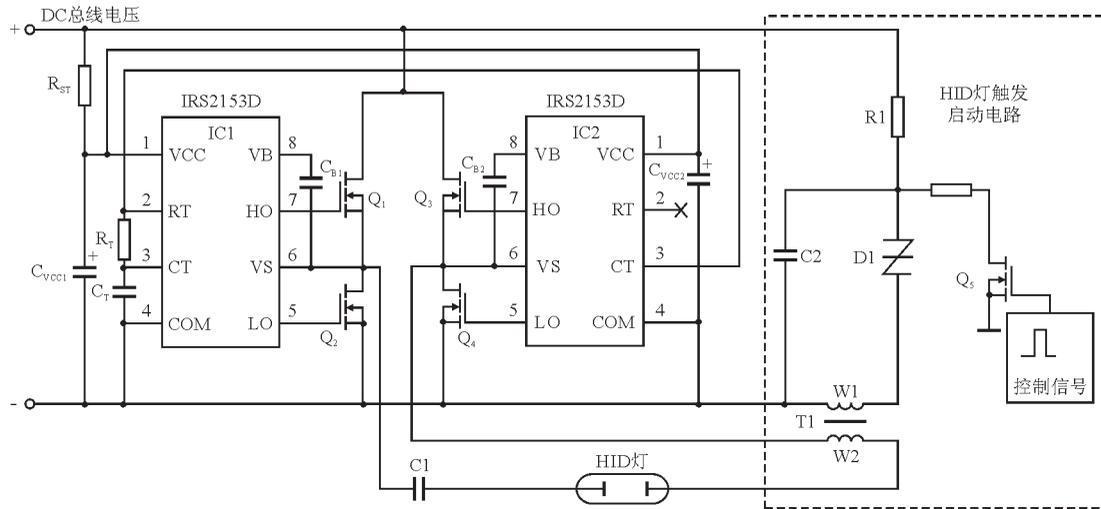


图1 基于IRS2153D的HID灯全桥变换器电路

初级绕组 W_1 ，在 T_1 次级绕组 W_2 上产生一个3 kV以上的高压来对HID灯进行点火。为防止重新点火，必须将 D_1 上的电压拉低到其击穿值以下。当 IC_1 和 IC_2 驱动功率开关 Q_1 和 Q_4 导通时，其电流流向为 $Q_1 \rightarrow C_1 \rightarrow \text{HID灯} \rightarrow W_2 \rightarrow Q_4$ ，此时 Q_2 和 Q_3 截止；而当 Q_2 和 Q_3 导通时， Q_1 和 Q_4 截止，此时的电流流向为 $Q_3 \rightarrow W_2 \rightarrow \text{HID灯} \rightarrow C_1 \rightarrow Q_2$ 。如此周而复始，便可在HID灯中通过低频交变电流。

2 基于IRS2453D的HID灯电子镇流器

IRS2453D是以IR2153D/IRS2153D为基础设计的一种自振荡全桥驱动器IC，该器件采用14脚PDIP（IRS2453DSPbF采用14脚SOIC）无铅封装，IRS2453的内部结构如图2所示。

由图2可知，IRS2453D的两个600 V高压半桥驱动器前端，同样设置了与工业标准CMOS 555

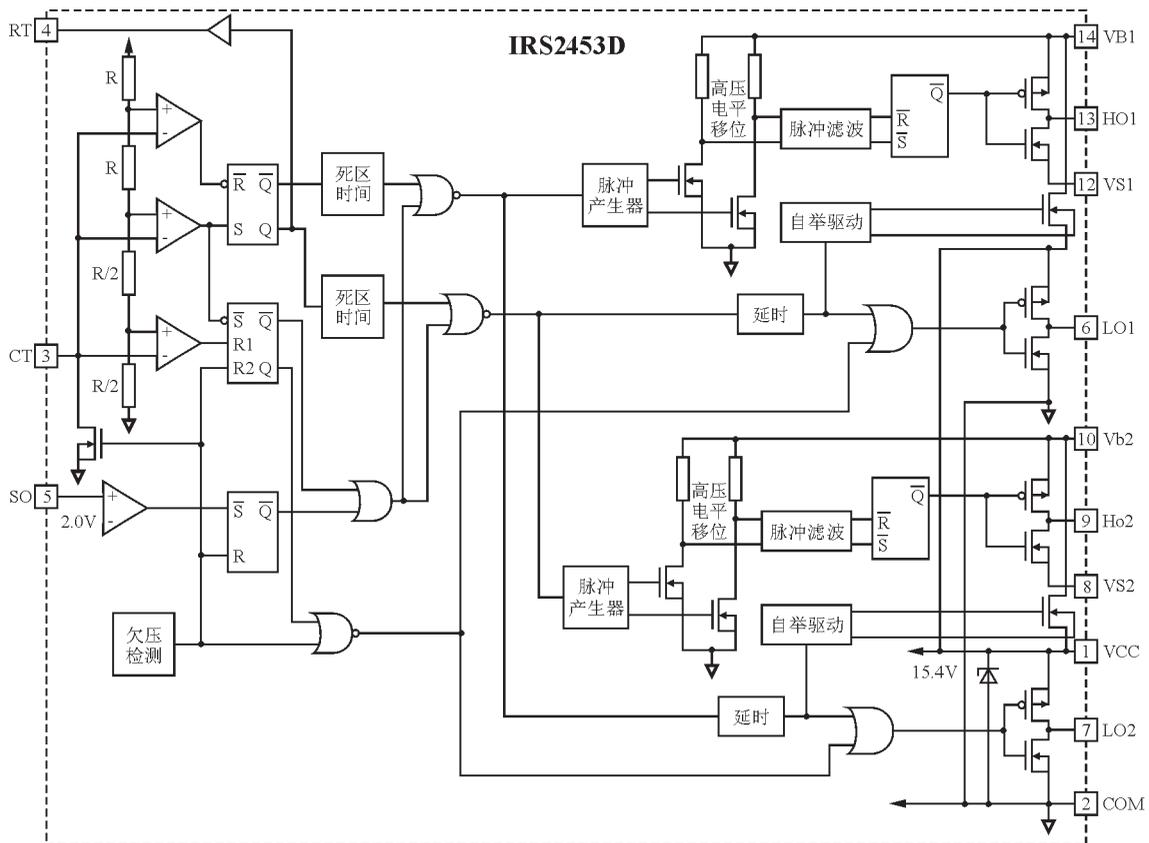


图2 IRS2453D的内部结构框图

定时器相似的电路。IRS2453D的内部死区时间为 $1\ \mu\text{s}$ ，栅极驱动器输出(源/灌)电流与IRS2153D相同，即 $180\ \text{mA}/260\ \text{mA}$ 。IRS2453D专门设置了一个关闭输入端(SD引脚)，锁存关闭门限为 $2\ \text{V}$ 。当引脚CT上的电压被外部电路拉低到 $V_{\text{off}}/6$ 以下时，IC必将进入非锁存关闭状态。

IRS2453D应用电路中的外部元件连接图如图3所示。图4所示是采用IRS2453D的HID灯电子镇流器系统电路简图。在以IRS2453D为中心的全桥变换器前端，插入了以IR1150为基础的有源升压型PFC变换器和采用IRS2117的DC-DC降压(buck)变换器(见图4(a))。IR1150是一种采用“单周期控制”专利技术并在连续导电模式(CCM)工作的新型PFC控制器。基于IR1150的升压PFC电路产生约 $380\ \text{V}$ 的DC输出电压，可在桥式整流器输入端产生正弦AC输入电流和接近于1的功率因数。

DC-DC降压变换器采用单路高端驱动器IRS2117驱动，控制信号从IRS2117的引脚2输入。降压变换器输出DC电压作为后级全桥转换器的DC总线电压(VBUS)。

基于IRS2453D的HID灯电子镇流器全桥输出级电路如图4(b)所示。全桥换向频率可通过IRS2453D脚3上的 C_T 和脚4上的 R_T 设定(即 $f=1/1.453R_T C_T$)。若选取 R_T 为 $390\ \text{k}$ ， C_T 为 $10\ \text{nF}$ ，则HID灯的工作频率为 $176\ \text{Hz}$ 。 T_1 、 DZ_1 、 R_1 、 C_1 和 Q_1 等用于组成HID灯点火电路。DC总线电压经 T_1 初级绕组 W_1 加至 DZ_1 。当在 Q_1 栅极施加一个驱动信号时， Q_1 导通， DZ_1 随之击穿导通，电流通过 T_1

的 W_1 绕组，可在次级绕组 W_2 上产生一个高压脉冲对HID灯点火。一旦HID灯被点亮， Q_1 将利用控制信号将 Q_1 关断，并使 DZ_1 截止，从而避免对HID灯的新点火。

在HID灯电子镇流器系统中还设置有保护电路。因而可在故障出现时，由全桥输出级通过故障反馈和IRS2453D的SD引脚将IRS2453D关闭，同时还可以关闭降压级中的IRS2117。系统控制推荐选用微控制器。

3 结束语

采用IRS2153D自振荡半桥驱动器和IRS2453D自振荡全桥驱动器设计的HID灯电子镇流器全桥变换器，是目前比较理想的解决方案。相比之下，利用IRS2453D替代两片IRS2153D更为简便。图4所示的带PFC的HID灯电子镇流器系统组成，是目前人们普遍接受的设计方案。与IRS2453D全桥驱动器IC相近的器件还有UBA2030、UBA2032和UBA2033等。这几种全桥驱动器除可用于HID照明系统之外，还可用作电机驱动。IRS2453D变换器与UBA2030/UBA2032/UBA2033一样，其适应的负载功率在 $175\ \text{W}$ 以下，且其负载功率范围在 $35\ \text{W}$ 与 $70\ \text{W}$ 之间时，效果最佳。

参考文献

- [1] International Rectifier. IRS2153D(s)PbF Self-oscillating Half-Bridge Driver IC[Z],2006.

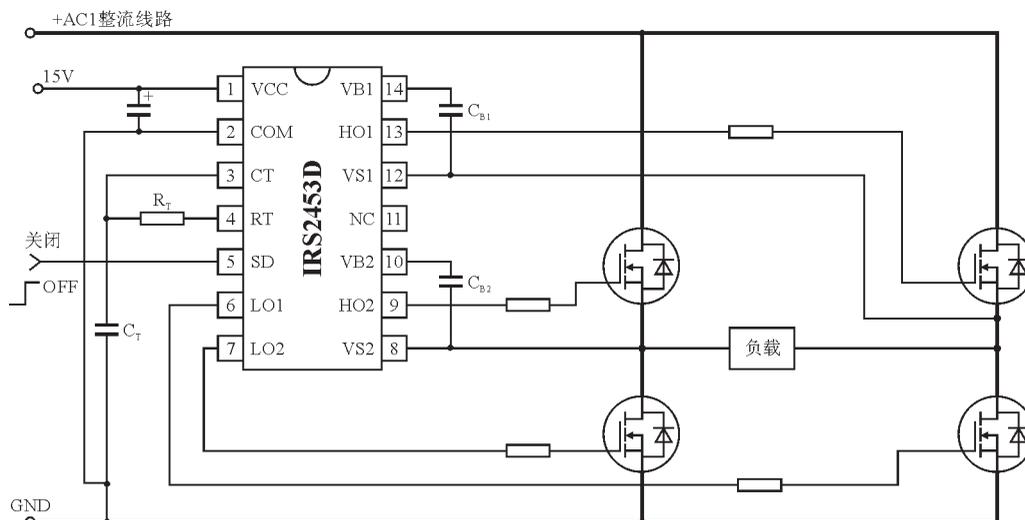
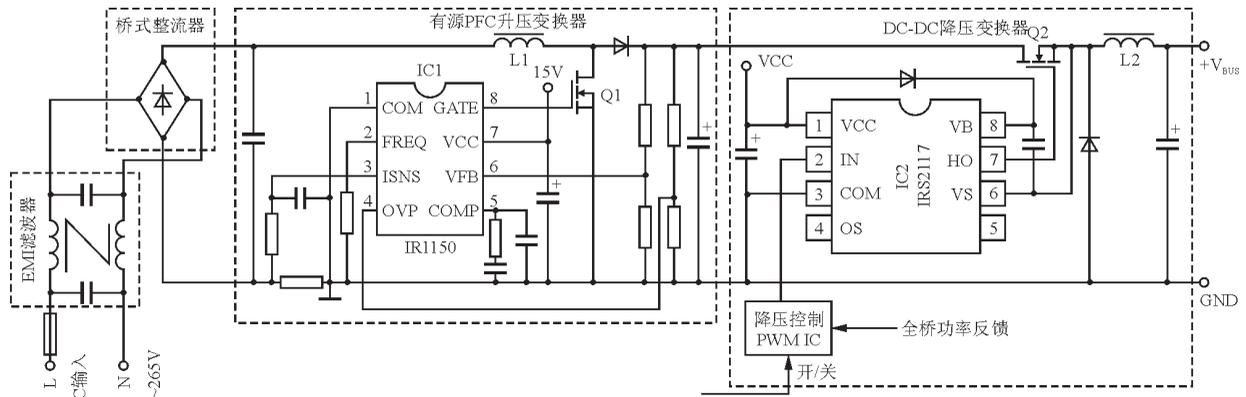
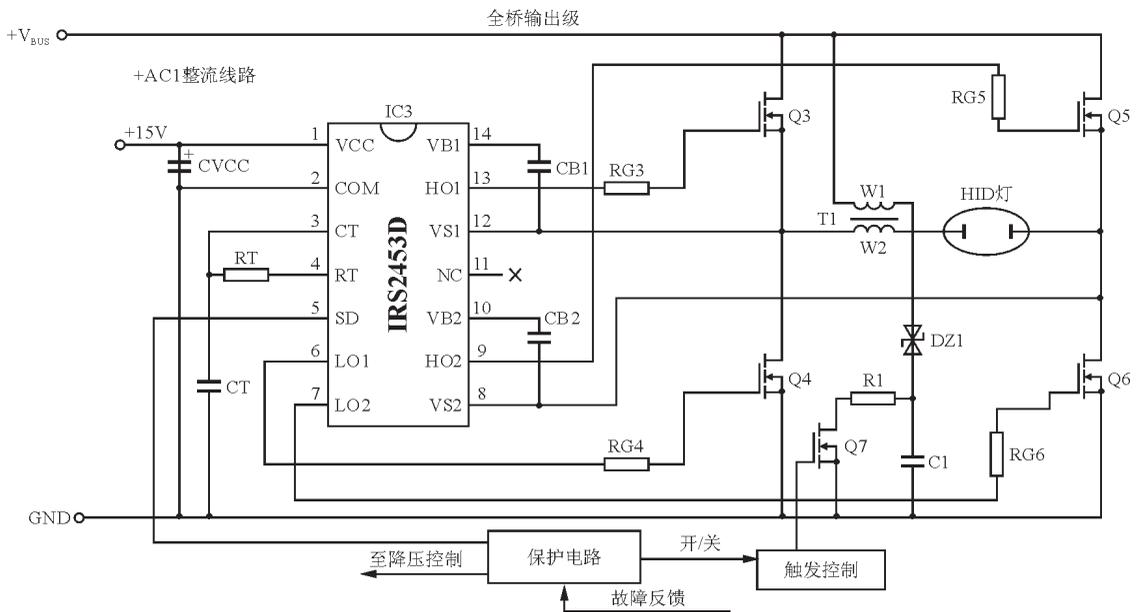


图3 IRS2453D的典型工作电路



(a) 升压型PFC和降压变换器电路



(b) 基于IRS2453D的全桥逆变电路

图4 采用IRS2453D自振荡全桥驱动器IC的HID灯电子镇流器系统

- [2] International Rectifier. IRS2453D(s)PbF Self-oscillating Full-Bridge Driver IC[Z],2006.
[3] IR公司.简化照明灯驱动削减元件数据[Z].http://www.

- irf.com/lighting,2006.
[4] 周虎,郭育华,倪雨,黄波.200 W金卤灯电子镇流器设计[J].光源与照明,2007 (1).

(上接第9页)

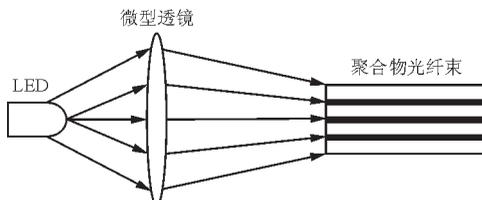


图5 聚合物光纤束与LED的耦合示意图
要保持聚合物光纤束的端面平齐和光滑,端面面积应当微小于光斑的面积。然后采用固定装置让三者保持相对稳定,再采用隔光装置将七个耦合光源LED隔开,以防止不同LED发出的光产生互相串扰。

3 结束语

经过改进后的LED数码管可以杜绝在易燃易爆场所使用时存在的电气安全隐患。它在两个方面达到了光电隔离:第一,LED数码管的译码集成电路与光纤端面点阵数码显示界面在空间上的光电隔离;第二,光纤端面点阵数码显示界面在发光机理上的光电隔离。经过这种方法改进过的LED数码管可以安全地应用于煤炭、石油、化工、冶金、纺织、制药等行业,亦可以用于水下,因而具有很大的发展潜力。