

# 基于PFC与镇流器组合控制器L6585D的 荧光灯电子镇流器电路设计

王冬梅

(山东省临沂市环境监测站, 山东 临沂 276001)

**摘要:** L6585D是ST公司推出集PFC与半桥镇流器控制器于一身的组合IC。文中介绍了L6585D的结构与特点, 给出了基于L6585D的荧光灯电子镇流器的电路原理与设计方法。

**关键词:** L6585D; PFC/镇流器控制; 组合IC; PFC

## 0 引言

IE61000-3-2和GB17625.1-1998等标准对C类设备(照明设备)的电流谐波限制要求比对D类设备(如开关电源)更加严格。一些新的能效(即能源利用率)标准和能源法规也要求电子和电气设备要进一步提高功率因数。事实上, 对于25W以上电子镇流器, 都必须采用功率因数校正(PFC)措施已成为全球的强制性要求。

带有有源PFC的电子镇流器通常需用PFC控制器和半桥镇流器控制器两块IC。而意法半导体公司(ST)近期推出的L6585D则是一种集PFC与镇流器控制电路于同一芯片上的组合控制IC。利用L6585D设计高功率因数荧光灯电子镇流器, 与采用两块IC的传统解决方案相比, 其元器件数量可节省30%, 而且性能更好。

## 1 L6585D的主要特点及引脚功能

L6585D采用20引脚SO封装, 其引脚排列如图1所示。L6585D采用高压BCD工艺技术生产, 它在同一芯片上嵌入了PFC控制器、半桥控制器/驱动器和逻辑电路, 其内部结构框图如图2所示。各个引脚说明见表1所列。

L6585D与IR2166、IR2167等同类PFC/镇流器控制器相比, 它具有以下几个方面的特点:

(1) 先进和精密的逻辑电路与灯寿命(EOL)

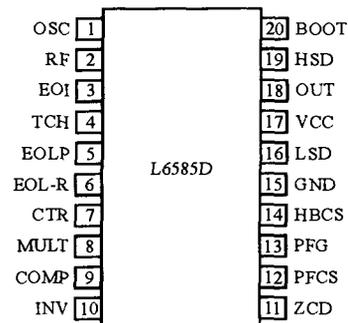


图1 L6585D的引脚排列

表1 L6585D的引脚说明

引脚号	名称	功能
1	OSC	该脚与地之间应连接一个半桥开关频率设置电容
2	RF	2 V参考电压输出
3	EOI	该脚上的电容结合 $R_{me}$ 可设置点火时间
4	TCH	外接RC并联网络到地, 以设置预热时间并介入保护
5	EOLP	外部接地电阻选择EOL传感方法和窗口比较器幅度
6	EOL-R	窗口比较器输入
7	CTR	PFC输出检测输入
8	MULT	整流输出检测信号经该脚输入到乘法器
9	COMP	该脚与脚INV之间连接误差放大器输出补偿电容
10	INV	误差放大器反相输入
11	ZCD	升压电感器退磁电流达零检测输入
12	PFCS	PFC级电流检测输入(至PWM比较器)
13	PFCG	PFC栅极驱动器输出
14	HBCS	两电平半桥电流检测输入
15	GND	地
16	LSD	半桥下部栅极驱动器输出
17	VCC	供电电压输入端
18	OUT	半桥上部栅极驱动器浮动参考
19	HSD	半桥上部栅极驱动器输出
20	BOOT	自举供电电压

收稿日期:2007-05-11

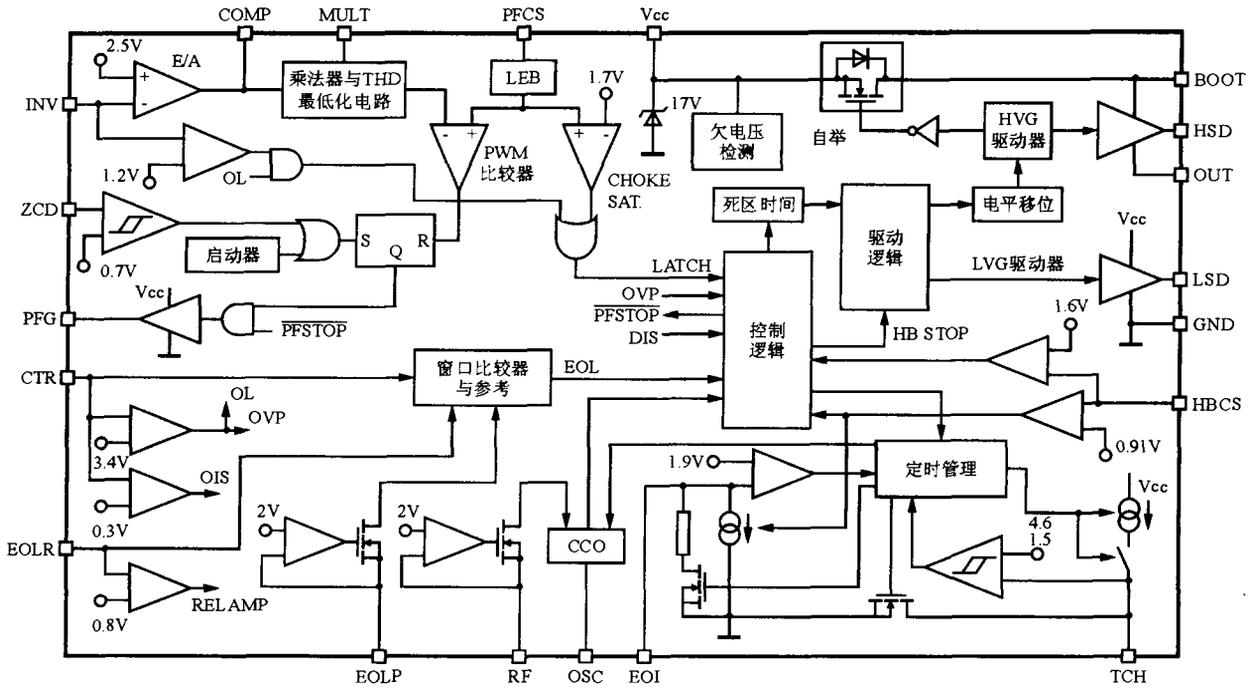


图2 L6585D内部结构框图

窗口比较器门限可编程相结合,使L6585D可与灯低压端接地和通过电容接地两种配置兼容;

- (2) 在灯点火期间可提供灯电压控制和限制;
- (3) 预热与点火持续时间及在预热、点火和运行模式的半桥开关频率均可独立设置和编程。
- (4) 可提供PFC过电压、过电流和反馈开路、半桥过电流及EOL保护;
- (5) L6585D中的PFC控制器工作于过渡模式(Transition Mode, TM),也就是临界导电模式(CRM)或边界导电模式(BCM),乘法器与总谐波

失真(THD)最佳化电路相结合,可在85~265V宽范围的AC线路电压和大负载范围内实现非常低的THD(可低于6%)。

## 2 基于L6585D的荧光灯电子镇流器电路

由L6585D组成的高功率因数荧光灯电子镇流器电路如图3所示。

### 2.1 PFC升压预变换电路

在图3中,有源PFC升压级电路被置于桥式整

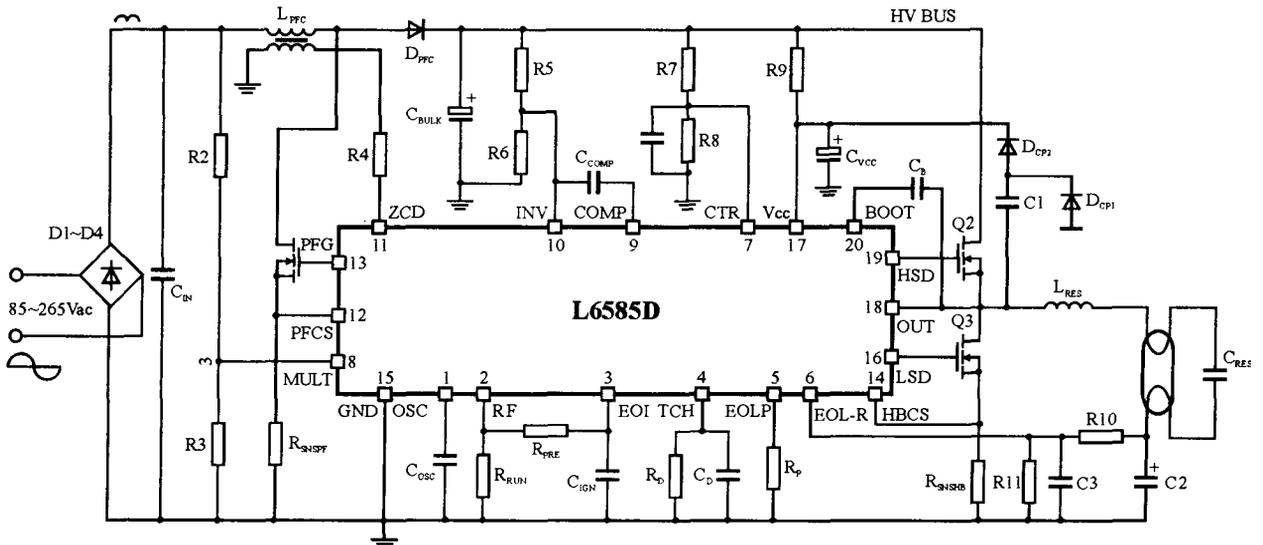


图3 采用L6585D的高功率因数荧光灯电子镇流器电路

流器 (D1~D4) 和 DC-AC 半桥逆变器之间。L6585D 的引脚7~13内部的PFC控制器和外部元件组成有源升压型PFC预变换器。 $C_{IN}$ 和 $C_{BULK}$ 分别是PFC级输入和输出电容,  $L_{PFC}$ 为升压电感,  $D_{PFC}$ 为升压二极管,  $Q_1$ 为PFC开关。

系统加电后, 全波桥式整流后的电压将通过IC引脚 $V_{CC}$ 上的启动电阻R9对电容 $C_{VCC}$ 充电。当 $C_{VCC}$ 上的电压被充到14.3 V时, IC被启动。当半桥电路开始工作后,  $C_1$ 、 $V_{CP1}$ 、 $V_{CP2}$ 和 $C_{VCC}$ 组成的电荷泵将为IC的 $V_{CC}$ 脚提供工作电流。

一旦PFC开关 $Q_1$ 进入开关状态,  $L_{PFC}$ 的辅助绕组便为IC的11脚提供零电流检测 (ZCD) 信号。R2和R3用作检测输入电压。在R3上的检测信号(约被缩小100倍的输入电压) 为PFC电流环路提供正弦参考。电阻分压器R5/R6用作检测PFC级输出DC总线高压 $V_{BUS}$  (通常为400 V), 感测信号经IC脚10输入到内部误差放大器和反馈开路比较器。电阻分压器R7/R8用作PFC输出过电压和反馈开路检测。 $Q_1$ 源检电阻 $R_{SNSPF}$ 为电流感测元件。当PFC级出现过电流并使IC脚12上的输入电压超过1.75 V时, IC截止。

通过 $L_{PFC}$ 的电流为高频三角波, 每个开关周期的峰值电感电流都与AC输入正弦波瞬时电压成正比。高频电流经输入电容 $C_{IN}$ 滤波 ( $C_{IN}<1 \mu F$ ) 后可得到50 Hz或60 Hz的正弦波平均输入电流, 该电流与AC电压输入同相位, 故可使系统呈纯电阻性, 从而实现功率因数校正, 并获得0.99以上的功率因数和远小于10%的THD。

## 2.2 半桥式镇流器电路设计

图4所示为振荡器、预热和点火电路。在IC

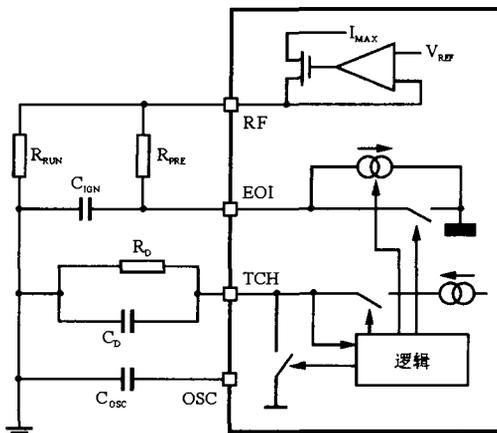


图4 振荡器、预热和点火电路

导通之后, 只要没有异常状态被检测, 振荡器将在预热频率 $f_{PRE}$ 上开始振荡,  $f_{PRE}$ 值由 $C_{OSC}$ 和 $R_{RUN}$ 与 $R_{PRE}$ 共同确定, 计算公式为:

$$f_{PRE} = \frac{1.41}{C_{OSC}(R_{RUN} \parallel R_{PRE})} = \frac{1.41(R_{RUN} + R_{PRE})}{C_{OSC}R_{RUN}R_{PRE}} \quad (1)$$

若选择 $C_{OSC}=470 \text{ pF}$ ,  $R_{RUN}=47 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{PRE}=50 \text{ k}\Omega$ , 则:  $f_{PRE} \approx 123 \text{ kHz}$ 。

在灯丝预热期间, 从IC的脚TCH会流出一个34  $\mu A$ 的电流 $I_{CH}$ 以对电容 $C_D$ 充电。当 $C_D$ 上的电压达到4.63 V时,  $C_D$ 通过 $R_D$ 放电, 放电时间常数 $\tau=R_D C_D$ 。一旦 $C_D$ 上的电压降至1.52 V, 预热阶段便宣告完成。预热时间 $T_{PRE}$ 为:

$$T_{PRE} = 4.63 \frac{C_D}{I_{CH}} + R_D C_D \ln \frac{4.63}{1.52} \quad (2)$$

适当选取 $R_D$ 和 $C_D$ 的值, 可将预热时间设置在0.7~1.5 s的范围内。

预热阶段结束后, 电路将进入点火(即触发启动)阶段。点火时间 $T_{IGN}$ 可由式(3)确定:

$$T_{IGN} = 3C_{IGN}R_{PRE} \quad (3)$$

若选择 $C_{IGN}=0.68 \mu F$ , 由于 $R_{PRE}=50 \text{ k}\Omega$ , 因此有:  $T_{IGN} \approx 0.1 \text{ s}$ 。

在点火期间, 开关频率将从 $f_{PRE}$ 向运行频率 $f_{RUN}$ 下偏。当频率接近 $L_{RES}$ 和 $C_{RES}$ 组成的LC串联电路的固有频率时, 电路将发生谐振, 并在 $C_{RES}$ 上产生一个800~1 600 V的高压以使灯管击穿点亮。

一旦点灯成功, 电路将在频率 $f_{RUN}$ 上工作,  $f_{RUN}$ 仅由 $C_{OSC}$ 和 $R_{RUN}$ 的值确定, 其计算公式为:

$$f_{RUN} = \frac{1.4}{R_{RUN}C_{OSC}} \quad (4)$$

由于 $R_{RUN}=47 \text{ k}\Omega$ ,  $C_{OSC}=470 \text{ pF}$ , 因此有:  $f_{RUN} \approx 63 \text{ kHz}$ 。

半桥低端开关 $Q_2$ 的源极电阻 $R_{SNSHB}$ 可用来检测半桥过电流。IC引脚HBCS内部有两个门限分别是0.91 V和1.5 V的比较器。在运行模式, 如果半桥电流感测电压超过低门限电平(0.91 V), IC将升高开关频率使 $L_{RES}$ 阻抗增加, 从而使灯电流减小。在点火模式, 由于频率偏移可能会使IC引脚HBCS上的电压超过高门限电平(1.5 V), 所以, 该IC采用增加开关频率的方式来限制灯电压并阻止电路工作在谐振频率下。在运行模式, 若电流传感电压超过高门限, IC将进入故障锁存模式, 并关闭驱动器输出。

(下转第29页)

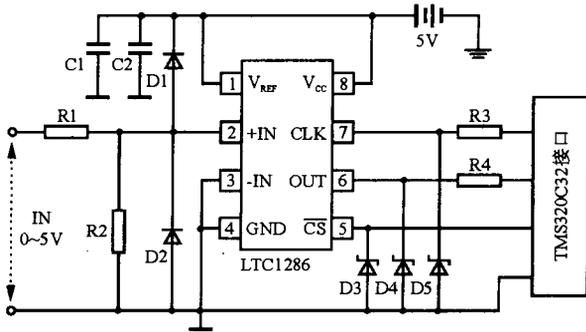


图3 A/D转换器LTC1286外围电路示意图

应考虑LTC1286的输入特性以及外接传感器调理电路的输出特性，其取值一般为33~100 kΩ，且应 $R_1=R_2$ 。二极管D1和D2构成输入双向限幅电路。三只4.7 V稳压管D3、D4、D5和两只限流电阻R3、R4组成LTC1286与DSP的直接连接电路。

## 6 软件设计

软件部分的主要任务是完成数据采集、把数据读取到数据存储单元、以及数据的分析、处理和输出。数据采集模块上电后，首要的是要完成初始化工作，然后按照控制命令字设定采样频率（在变压器保护中我们设定为1 800 Hz）并开设一个软件定时器中断。接着再选择多路模拟开关中的一路输入到A/D转换器并启动A/D转换器。转换完成后再向DSP发出中断请求信号，并转入中断服务子程序，读取数据，然后对数据进行分析

(上接第26页)

荧光灯下端灯丝与IC脚6之间连接的 $R_{10}$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $R_{11}$ （见图3）可组成灯寿终（EOL）检测电路。IC引脚EOLP上的电阻 $R_{EOLP}$ 用作编程EOL窗口比较器，它既可以选择EOL感测方法，也可以选择窗口比较器幅度。 $R_{EOLP}$ 的4种可能配置见表2所列。

表2 引脚EOLP的配置表

$R_{EOLP}$	参考电压	半窗口幅值( $V_{w2}$ )
$R_{EOLP} > 620 \text{ k}\Omega$	固定在 $V_{REF}(2.5 \text{ V})$	$\pm 750 \text{ mV}$
$220 \text{ k}\Omega = R_{EOLP} = 270 \text{ k}\Omega$	跟随 $V_{CTR}$	$\pm 200 \text{ mV}$
$75 \text{ k}\Omega = R_{EOLP} = 91 \text{ k}\Omega$	固定在 $V_{REF}(2.5 \text{ V})$	$\pm 200 \text{ mV}$
$22 \text{ k}\Omega = R_{EOLP} = 27 \text{ k}\Omega$	跟随 $V_{CTR}$	$\pm 750 \text{ mV}$

选择感测模式时，窗口比较器的中心不是固定在2.5 V，就是在与PFC输出电压成正比的CTR脚电压 $V_{CTR}$ 处。其半幅值为750 mV或200 mV。

灯寿终或灯未连接等情况出现时，L6585D均

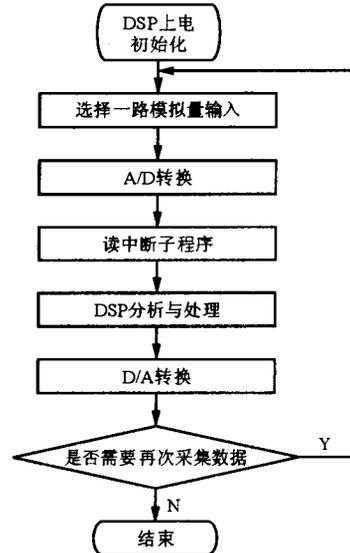


图4 主程序流程示意图

和处理，最后将计算结果送D/A转换器，以使用输出电流或电压信号去控制执行机构的动作。其主程序流程图如图4所示。

## 7 结束语

本文在模块化设计的基础上开发了以TMS320C32处理器为硬件核心的电力变压器微机继电保护装置。从本文的硬件电路结构可以看出，DSP与适当的A/D转换器的采用为实时信号的快速采集及高速运算提供了一种可靠、强大的硬件保障。

能对电路提供保护。

## 3 结束语

L6585D是一种集PFC和镇流器控制器于同一芯片上的新型控制IC。L6585D为设计高功率因数低谐波失真荧光灯电子镇流器提供了单芯片解决方案。其全方位的保护功能和可编程参数有效提高了电子镇流器的可靠性和设计灵活性。

### 参考文献

- [1] SCS-THOMSON Microelectronics Corporation. L6585D Combo IC for PFC and ballast control [Z]. 2006(8).
- [2] 毛兴武, 视大卫. 电子照明用新型集成电路与元器件及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006(5).