

带PFC的镇流器控制IC

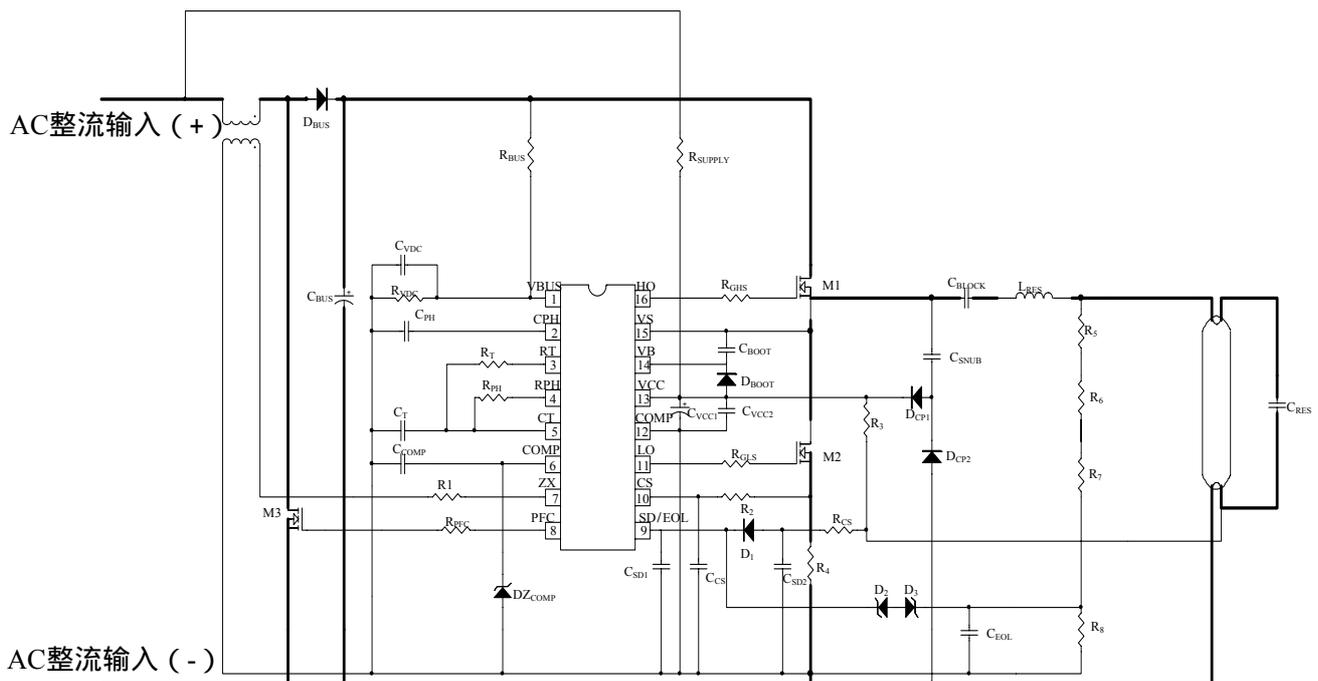
概述

IMP3266是一款全集成、全保护，可驱动所有类型荧光灯的600V电子镇流器控制芯片。PFC电路工作在临界导通模式下，可以实现高功率因数，低总谐波失真和直流总线电压调节。该款IMP3266的特性包括预热频率和运行频率可调，预热时间可调，死区时间可调，过流保护点可调以及可调的灯寿命保护。全面的保护功能诸如灯管启动失败保护，灯丝故障保护，寿命保护，直流总线欠压复位以及自动重启功能，均被包含在这款设计中。该款IMP3266有DIP16和SOP16两种封装。

特点

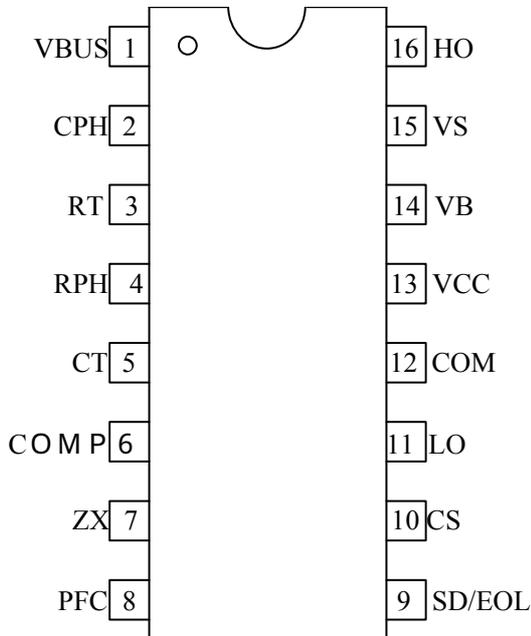
- 集成PFC，整流器和半桥驱动
- 临界导通模式升压型 PFC
- 无需PFC电流检测电阻
- 预热频率可调
- 预热时间可调
- 运行频率可调
- 过流点可调
- 寿命检测可调
- 可控死区时间
- 内部点火频率扫描
- 内部故障计数器
- 直流总线欠压复位
- 磁滞关断功能
- Vcc内置15.6V齐纳二极管
- 微功率启动 (150 μ A)
- 抗门锁和静电保护
- 提供无铅封装

典型应用



带PFC的镇流器控制IC

管脚分布



引脚功能

引脚	名称	描述
1	VBUS	直流总线电压检测输入
2	CPH	预热定时电容
3	RT	最小频率定时电阻
4	RPH	预热频率定时电阻
5	CT	振荡器定时电容
6	COMP	PFC 误差放大器补偿
7	ZX	PFC 电流过零检测
8	PFC	PFC 栅极驱动输出
9	SD/EOL	关断/灯寿检测
10	CS	电流检测输入
11	LO	低压侧栅极驱动输出
12	COM	IC电源及信号地
13	VCC	逻辑及低压侧供电电源
14	VB	高压侧栅极驱动浮动电源
15	VS	高压侧浮地
16	HO	高压侧栅极驱动输出

带PFC的镇流器控制IC

极限工作范围

极限工作范围是指当芯片超过所能承受的极限时，器件将可能损坏。所有电压值都是以公共端COM为参考点的绝对电压值。热阻和功率耗散均测试于平板条件和静止的空气流动条件下。

符号	定义	最小值	最大值	单位	
VB	高压侧浮动供电电源	-0.3	625	V	
VS	高压侧浮动地	VB-25	VB + 0.3		
VHO	高压侧浮动输出电压	VS-0.3	VB + 0.3		
VLO	低压侧输出电压	-0.3	VCC + 0.3		
VPFC	PFC 栅极驱动输出电压	-0.3	VCC + 0.3		
IOMAX	允许的最大输出电流 (HO, LO, PFC)	-500	500	mA	
VBUS	VBUS 引脚电压	-0.3	VCC + 0.3	V	
VCT	CT 引脚电压	-0.3	VCC + 0.3		
ICPH	CPH 引脚电流	-5	5	mA	
IRPH	RPH 引脚电流	-5	5		
VRPH	RPH 引脚电压	-0.3	VCC + 0.3	V	
IRT	RT 引脚电流	-5	5	mA	
VRT	RT 引脚电压	-0.3	VCC + 0.3	V	
VCS	电流检测引脚电压	-0.3	5.5		
ICS	电流检测引脚电流	-5	5	mA	
ISD/EOL	关断引脚电流	-5	5		
ICC	电源电流 (备注1)	-20	20		
IZX	PFC 电感电流，过零检测输入电流	-5	5		
ICOMP	PFC 误差补偿电流	-5	5		
dV/dt	允许的偏置电压的压摆率	-50	50	V/ns	
PD	封装功耗 @ TA ≤ +25°C	(16-引脚 DIP)	—	1.80	W
	PD = (TJMAX-TA)/RthJA	(16-引脚 SOP)	—	1.40	
RthJA	结到环境热阻	(16-引脚 DIP)	—	70	°C/W
		(16-引脚 SOP)	—	86	
TJ	结温	-55	150	°C	
TS	存储温度	-55	150		
TL	引脚温度 (锡焊, 10秒)	—	300		

备注1: 该款IC在VCC和COM端之间包含了一个齐纳稳压结构，额定稳压值为15.6V。请注意该电源引脚不能外加一个比在电气特性部分中指定的稳压值还要大的直流、低阻抗电源。

带PFC的镇流器控制IC

推荐工作条件

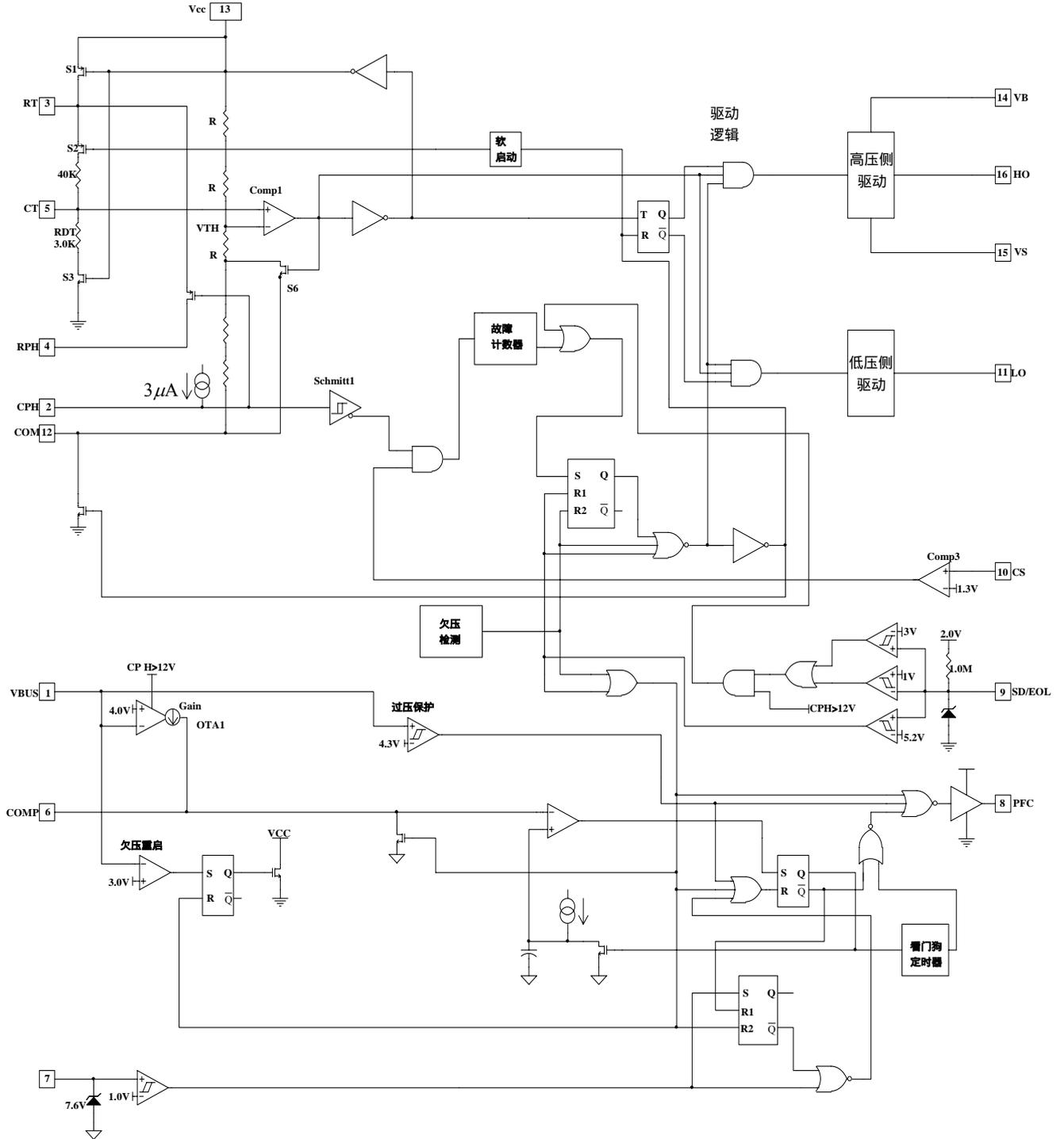
为使器件正常工作，请使用推荐的工作条件。

符号	定义	最小值	最大值	单位
VBS	高压侧浮动电源	VCC-0.7	VCLAMP	V
VS	高压侧浮动地	-1	600	
VCC	电源电压	VCCUV+	VCLAMP	
ICC	供电电流	备注2	10	mA
CT	CT 引脚电容	220	—	pF
ISD/EOL	关断管脚电流	-1	1	mA
ICS	电流检测引脚电流	-1	1	
IZX	过零检测引脚电流	-1	1	
TJ	结温度	-25	125	°C

备注2: VCC引脚应该供给足够的电流，以维持内部15.6V的稳压值。

带PFC的镇流器控制IC

内部结构框图



带PFC的镇流器控制IC

电气特性

VCC = VBS = VBIAS = 14V +/- 0.25V, VBUS = Open, RT = 39.0k, RPH = 100k, CT = 470 pF, VCPH = 0.0V, VSD = 0.0V, VCOMP = 0.0V, VCS = 0.0V, CLO = CHO = 1000pF, TA = 25°C, 除非特殊说明。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
PFC 误差放大器						
ICOMP SOURCE	误差放大器输出电流源	5	35	55	μA	VCPH = 14V VBUS = 3.5V
ICOMP SINK	误差放大器输出电流漏	-62	-30	-12		VCPH = 14V VBUS = 4.5V
VCOMP OH	误差放大器输出高电压	10.5	13.5	14.5	V	VBUS = 3V
VCOMP OL	误差放大器输出低电压	—	0.25	4		VBUS = 5V
PFC 直流总线调节						
VBUSOV	过压比较器门限电压	3.8	4.3	4.7	V	VCOMP = 4V
VBUSOV HYS	过压比较器磁滞电压	150	300	400	mV	VCOMP = 4V
VVBUS-REG	VBUS 内部参考电压	3.7	4.0	4.2	V	VCOMP = 4V
PFC 过零电流探测器						
VZX	ZX引脚比较器门限电压	1.1	1.65	2	V	VCOMP = 4V
VZXhys	ZX引脚比较器磁滞电压	75	300	800	mV	VCOMP = 4V
VZXclamp	ZX引脚齐纳电压	6.3	7.5	9.1	V	IZX = 5mA
PFC 看门狗						
tWD	看门狗工作周期	90	400	824	μs	ZX = 0V, VCOMP = 2V
振荡器特性						
fosc	振荡器频率	39	42	50	kHz	运行模式
		73	78	84		预热模式
D	振荡器占空比	—	50	—	%	
VCT+	CT峰值电压	6.8	8.4	10.7	V	VCC = 14V
VCT-	CT波谷电压	1.8	4.6	5.6		
VCTFLT	故障模式下CT引脚电压	—	0	—		
tDLO	LO 输出死区时间	0.7	1.0	1.5	μsec	CT = 470pF
tDHO	HO 输出死区时间	0.7	1.0	1.5		
镇流器控制预热特性						
ICPH	CPH引脚充电电流	2.6	3.2	4.6	μA	VCPH=5V,CT=0V, VBUS=0V
VCPHFLT	故障模式下CPH 引脚电压	—	0	—	mV	SD > 5.0V or CS > 1.3V
RPH 特性						
IRPHLK	RPH 引脚漏电流	—	0.1	—	μA	
VRPHFLT	故障模式下RPH 引脚电压	—	0	—	mV	SD > 5.0V or CS > 1.3V

带PFC的镇流器控制IC

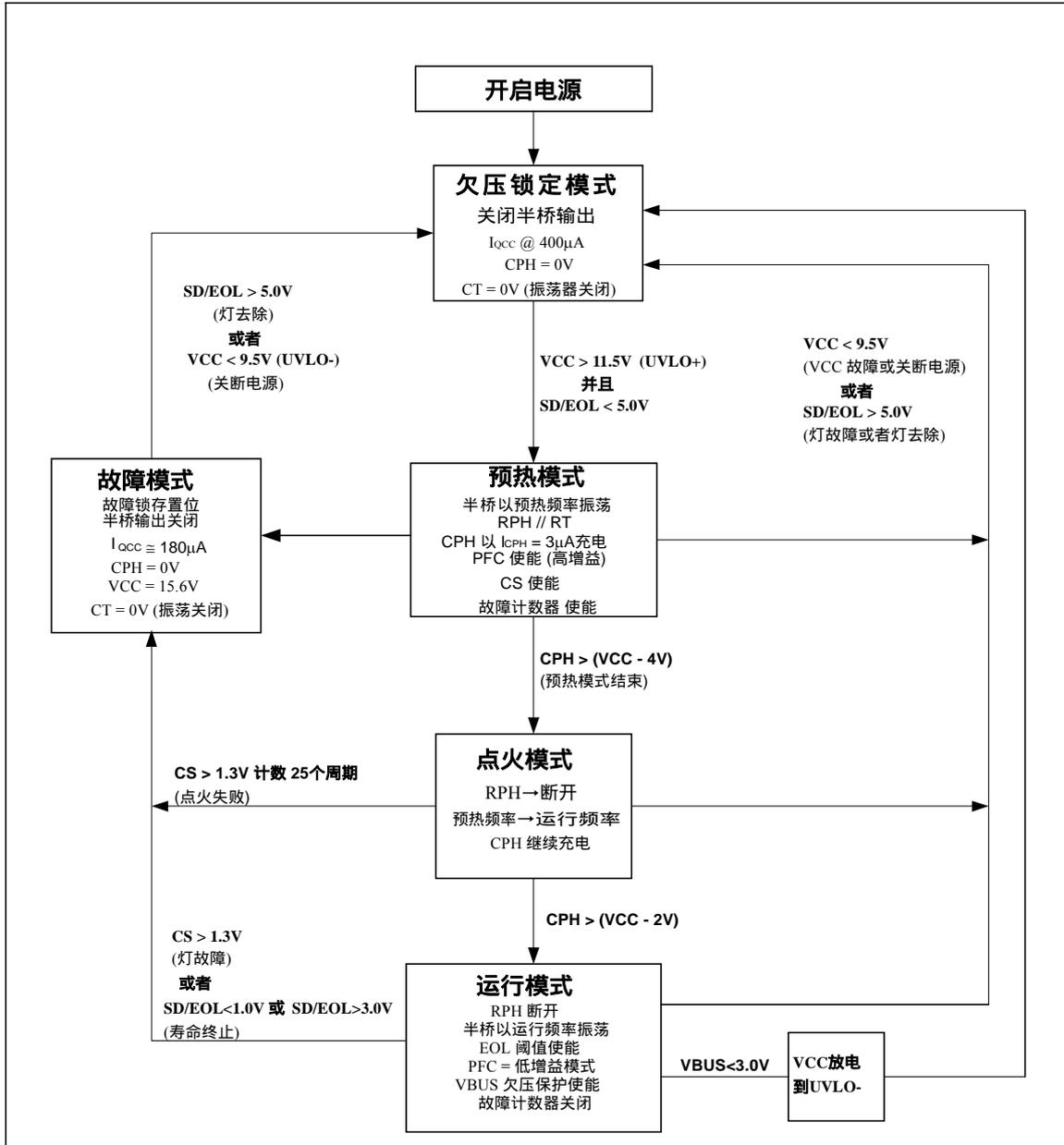
电气特性

VCC = VBS = VBIAS = 14V +/- 0.25V, VBUS = Open, RT = 39.0k, RPH = 100k, CT = 470 pF, VCPH = 0.0V, VSD = 0.0V, VCOMP = 0.0V, VCS = 0.0V, CLO = CHO = 1000pF, TA = 25°C, 除非特殊说明。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
RT 参数						
IRTLK	RT 脚漏电流	—	0.1	—	mA	CT = 10V
VRTFLT	故障模式下RT电压	—	0	—	mV	SD > 5.0V Or CS > 1.3V
保护电路特性						
VSDTH+	关断脚上升沿门限电压	4.5	5.2	5.6	V	
VSDHYS	关断脚5V门限磁滞电压	100	150	350	mV	
VSDEOL+	灯寿检测上升沿门限电压	2.4	3.0	3.6	V	VCPH > 12V
VSDEOL-	灯寿检测下降沿门限电压	0.7	1.0	1.6		
VCSTH+	过流检测门限电压	0.91	1.2	1.3		VCPH > 7.5V
#FAULT-	IC关断前连续过流故障周期数	25	75	90		VCPH > 7.5V, CYCLES CS > 1.3V
VBUSUV-	IC关断电压	2.6	3.0	3.3	V	
V _{CPH}	CPH脚灯寿检测使能阈值	10.3	12	13.2		
栅极驱动输出特性 (HO, LO 和 PFC 引脚)						
VOL	低电平输出电压	—	0	100	mV	I _o = 0
VOH	高电平输出电压	—	0	100		VBIAS - V _o , I _o = 0
Tr	开启上升沿	—	110	210	nsec	CHO = CLO = CPFC = 1nF
Tf	关断下降沿	—	55	160		
I ₀₊	HO, LO, PFC 灌电流	—	300	—	mA	
I ₀₋	HO, LO, PFC 拉电流	—	400	—		
电源特性						
VCCUV+	VCC电源欠压上升沿门限电压	10.0	11.5	12.5	V	VCC从0V开始上升
VCCUV-	VCC电源欠压下降沿门限电压	8.5	9.5	10.7		VCC从14V开始下降
VUVHYS	VCC电源欠压磁滞锁定	1.5	2.0	3.0		
IQCCUV	欠压锁定模式静态电流	145	170	290	μA	VCC = 8V
IQCC	VCC静态供电电流	—	2.3	4.0	mA	CT 与 COM相连 VCC = 14V
VCLAMP	VCC稳压值	14.3	15.6	17	V	ICC = 10mA
浮动电源特性						
IQBS0	VBS 静态供电电流	-1	0	5	μA	VHO = VS (CT = 0V)
IQBS1	VBS静态供电电流	5	30	70		VHO = VB (CT = 14V)
VBSMIN	HO功能所需最小的VBS电压	—	2.5	—	V	
ILK	浮动电源漏电流	—	—	50	μA	VB = VS = 600V

带PFC的镇流器控制IC

状态表



带PFC的镇流器控制IC

I. 镇流器部分功能描述

欠压锁定模式

欠压锁定模式为这样一种IC状态：VCC低于开启阈值。欲确认IC的各种模式，请参考本文第8页的状态表。IMP3266欠压锁定用于维持低于400 μ A的超低工作电流，从而确保在高低压侧驱动被激活前，IC能正常启动。图1显示了一个有效的利用启动电流和镇流器输出级电荷泵共同为IMP3266供电的例子(R_{SUPPLY} ， C_{VCC} ， D_{CP1} 和 D_{CP2})。

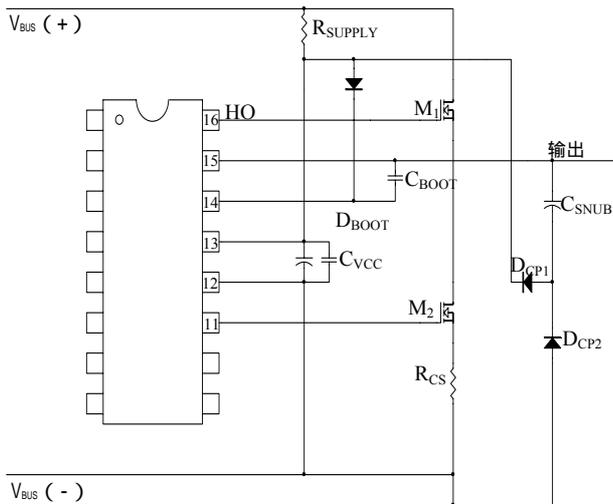


图1：启动和供电电路。

通过启动电阻 (R_{SUPPLY}) 的电流一部分作为启动电流流入IC，其余给启动电容 (C_{VCC}) 充电。此电阻可决定启动镇流器的交流输入电压阈值。一旦VCC引脚电容电压达到启动门限，且SD引脚电压低于5.0V，则IC开始工作，HO、LO开始振荡，此时，由于IC工作电流增大，电容开始放电(图2)。

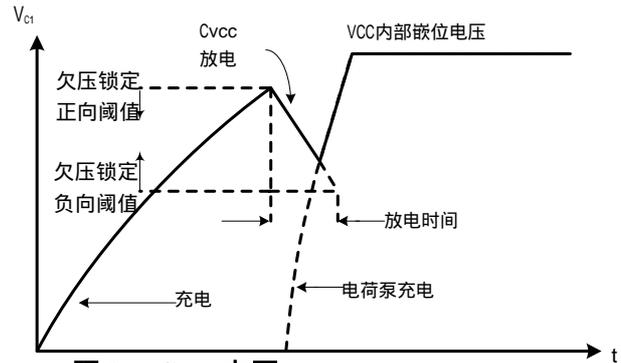


图2：Cvcc 电压。

在放电周期，电荷泵产生的整流电流来给电容充电，使VCC电压高于IC关断门限电压。电荷泵和IC内置15.6V稳压管决定供电电压。启动电容和缓冲电容要有足够的容量，能提供足够的电流满足镇流器所有工作模式下的需要。自举二极管(DBOOT)和供电电容(CBOOT)提供高压侧驱动电路的工作电压。为了在HO接收到第一个脉冲前就给高压侧供电，驱动输出的第一个脉冲来自LO引脚。在欠压锁定模式中，驱动器的高低压输出侧HO和LO都是低电平，引脚CT内部接至COM来关断振荡器，引脚CPH内部接至COM来复位预热时间。

预热模式

预热模式被定义为灯管灯丝被加热到合适的发射温度。这是延长灯管寿命和降低触发电压所必需的步骤。当VCC超过UVLO+门限时IMP3266进入预热模式。HO和LO开始以50%的占空比以预热频率振荡，死区时间由外部定时电容和内部死区时间电阻RDT决定。引脚CPH和引脚COM断开，3 μ A电流源(图3)给CPH脚外接的预热定时电容线性充电。

带PFC的镇流器控制IC

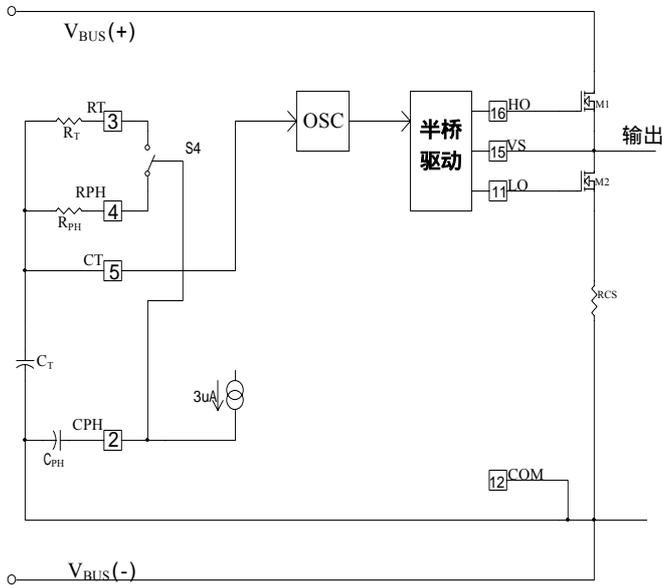


图3：预热电路。

CS引脚的过流保护在预热期间被屏蔽。预热频率由并联电阻 R_T 和 R_{PH} ，以及定时电容 C_T 决定。 C_T 在 $1/3V_{CC}$ 电压和 $3/5V_{CC}$ 电压之间充放电。 V_{CC} 通过与MOSFET S1内部相连的并联电阻 R_T 和 R_{PH} 对 C_T 进行充电。 C_T 从 $1/3 V_{CC}$ 充电到 $3/5 V_{CC}$ 的时间就是对应的栅极输出驱动HO或LO的开通时间。一旦 C_T 超过 $3/5V_{CC}$ ，MOSFET关断， R_T 与 R_{PH} 和 V_{CC} 断开。然后 C_T 通过内部电阻 R_{DT} 以指数形式放电，此电阻通过MOSFET S3与COM相连。 C_T 从 $3/5V_{CC}$ 到 $1/3V_{CC}$ 的放电时间是栅极输出驱动器HO和LO的死区时间。选择 C_T 和 R_{DT} 可确定死区时间。一旦 C_T 放电降至 $1/3 V_{CC}$ ，MOSFET S3关断， R_{DT} 与COM断开，MOSFET S1开启，再次连接 R_T 和 R_{PH} 至 V_{CC} 。工作频率保持预热频率直到CPH引脚上的电压超过预热模式阈值电压，启动过流保护和故障计数器。

峰值点火电流不能超过输出级MOSFETs的允许最大电流范围。当CS上的电压超过内部的1.3V门限，内部故障计数器开始记录过电流，如果过电流次数超过25次，IC进入故障模式，输出驱动HO、LO、PFC都锁定为低电平。

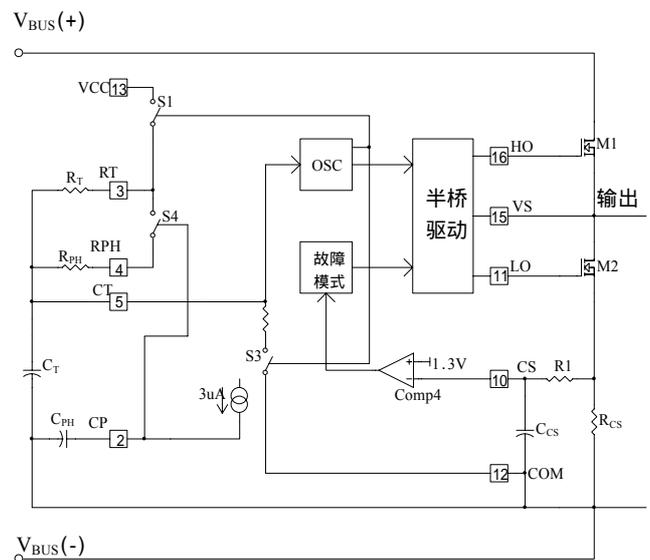


图4：点火电路。

带PFC的镇流器控制IC

点火模式

点火模式定义为建立触发灯管所需的高电压状态。当管脚CPH上的电压超过10V，IMP3266进入触发模式。

引脚CPH内部连到一个PMOS(S4)的栅极(见图4)，而PMOS(S4)连接引脚RPH和引脚RT。当引脚CPH超过10V，S4的VGS电压开始低于其开启阈值电压。当引脚CPH继续向VCC上升时，开关S4渐渐关断。这样就使电阻RPH平滑地从RT上断开，因此使工作频率平滑地由预热频率向点火频率过渡，再最终变化到运行频率。管脚CS的过流保护功能可以在点火失败或灯丝开路时保护镇流器。引脚CS上的电压由流经外部电流检测电阻RCS的低压侧半桥MOSFET电流来确定。所以RCS决定了镇流器可提供的最大峰值电流(以及最大点火电压)。如果过流脉冲数超过25，IC将会进入故障模式，栅极输出驱动HO，LO和PFC将会被锁定为低电平。

运行模式

一旦点火成功，镇流器进入运行模式。运行模式定义为灯弧已经建立，灯管以指定功率工作时IC所处的状态。运行模式的振荡频率由定时电阻RT和定时电容CT决定。一旦引起半桥发生硬开关，诸如发生灯丝开路或更换灯管等现象时，电流检测电阻RCS上的电压将超过内部1.3V门限，IC进入故障模式，栅极输出驱动HO，LO和PFC将会被锁定为低电平。

直流总线欠压复位

如果直流总线在线电压不足或过载时下降至太低，灯管的输出级频率会接近或低于谐振频率，这样会造成半桥电路硬开关，损坏半桥电路的开关管或者直流总线下降太多而使灯熄灭。为了预防这一点，VBUS引脚设定了一个3.0V的欠压锁定门限电压。如果VBUS引脚上的电压下降到3.0V以下，VCC将会被放电到UVLO-门限以下，所有驱动输出将被锁定为低电平。

对于一个合适的镇流器设计来说，PFC部分应使直流电压在交流输入电压下降到镇流器额定最小输入电压以下时才下降(见PFC部分)。如果设计正确，VBUS引脚电压低至3.0V门限时，镇流器会立即关断。当交流输入电压回升到最小额定值，连接到VCC的启动电阻(R_{SUPPLY})将使VCC超过UVLO+，使镇流器再次开通。

R_{SUPPLY}应该选择在最小额定输入电压时能够开通镇流器。因此PFC应该设计成当交流输入电压低于最小额定电压时，直流电压才会下降，这个磁滞将使镇流器明确地开通和关断。

带PFC的镇流器控制IC

CS 和 EOL 故障模式 (FAULT)

在 IC 运行模式中，当SD/EOL 引脚上的电压超过3V或低于1V时，IC进入故障模式，所有栅极输出驱动HO，LO和PFC都锁存至低电平。CPH放电至COM，使预热时间复位，CT放电至COM，振荡器被禁止。为了退出故障模式，VCC 必须下降至低于 UVLO-以下，或者引脚SD必须拉升至5.2V以上。这两种方式都可以使 IC 进入欠压锁定模式，一旦 V C C 电压重新大于开通门限，同时 S D 低于 5 V ， I C 将进入预热模式开始振荡。在预热和点火模式下，电流检测功能只在检测到 2 5 次CS引脚大于1.3V后才使IC进入故障模式。这些过电流信号必须是在LO开通期间发生。在运行模式中，CS 引脚检测到一个高于1.3V的脉冲就会使IC进入故障模式。

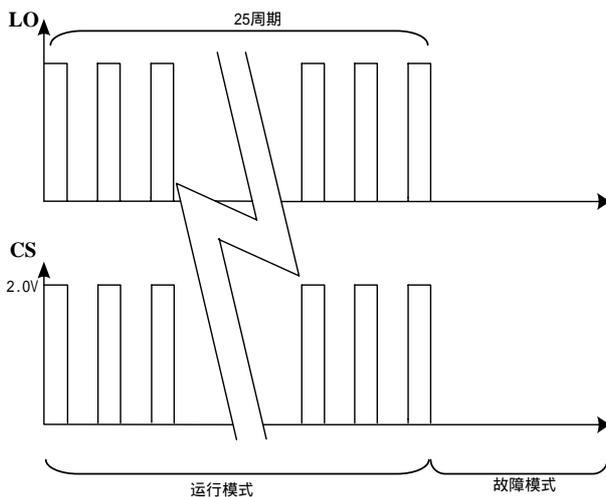


图 5: 预热和点火模式中的故障计数。

II. PFC功能介绍

在大多数镇流器中，必须使得电路对于交流输入电压而言是纯阻性负载。电路是否为纯阻性，以电路中输入电压和输入电流之间的相位以及输入电流的波形形状是否与输入电压的正弦波相一致来衡量。输入电流和输入电压之间相角的余弦定义为功率因数(PF)，输入电流波形的形状和输入电压波形的形状的一致性定义为总谐波失真(THD)。功率因数1.0(最大值)代表零相移，THD为0%表示纯正弦波(没有失真)。因此，电路最好拥有高PF值和低THD值。为了达到此目的，IMP3266包含有一个有源功率因数校正电路(PFC)，针对交流输入电压，产生一个与之对应的交流输入电流。IMP3266实现的控制方法为工作于临界导通模式的升压型变换器。这意味着在PFC MOSFET的每个开关周期，电路一直等到电感电流放电到零时，才再次开通PFC MOSFET。PFC MOSFET的开关频率(>10KHz)远大于电网输入频率(50到60Hz)。

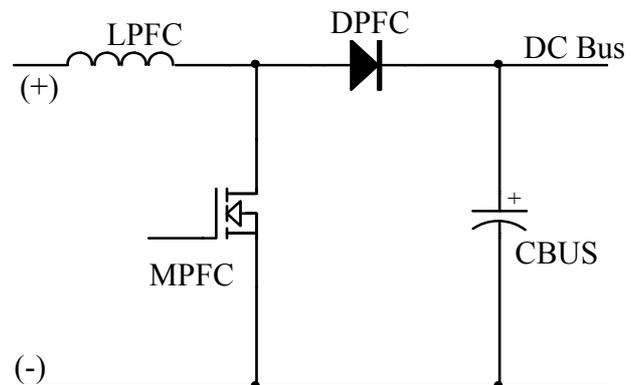


图6: 升压型PFC电路。

带PFC的镇流器控制IC

当开关管 MPFC 开通，电感 LPFC 接到整流输出的 + 和 - 端，导致 LPFC 的电流线性增加。当 MPFC 关断时，LPFC 连接于整流输入的 + 端和直流总线电容 CBUS (通过二极管 DPFC)，LPFC 存储的电流流向 CBUS。随着 MPFC 以非常高的频率开启和关断，CBUS 上的电压被充电至一个特定的电压。IMP3266 的反馈回路通过连续监测直流总线电压和相应地调节 MPFC 的开通时间，将电压调整至一个固定的值。直流总线电压上升，则开通时间减小，直流总线电压下降，则开通时间增加。这个负反馈控制是低响应速度和低环路增益的，因此电感平均电流平滑地跟随低频电网电压，从而实现高功率因数和低总谐波失真。在多个电网电压周期内，MPFC 开通时间固定 (随后讨论其它调制)。因为开通时间固定关断时间由电感电流释放到零决定，结果是系统的频率自由变化，连续地从交流电压过零附近的高频到交流电压达到峰值时的较低频率变化 (图 7)。

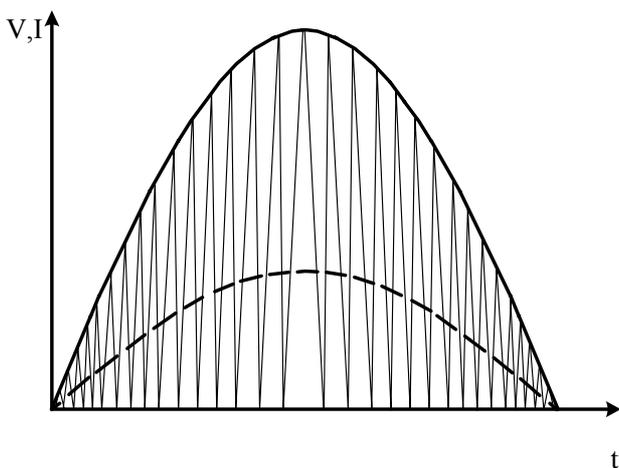


图7: 在输入电压的半个周期内，正弦输入电压 (实线)，三角状的电感电流和光滑的正弦输入电流 (虚线)。

当交流输入电压较低 (过零附近)，电感电流升到一个较小的值，那么放电就较快，所以开关频率高。当交流电压较高 (峰值附近)，电感电流升到一个较高的值，放电时间也会较长，开关频率也会较低。三角形的 PFC 电感电流经过 EMI 滤波器产生正弦交流电流。

IMP3266 的 PFC 控制电路 (图 8) 只需要四个引脚: VBUS, COMP, ZX 和 PFC。VBUS 引脚检测直流总线电压 (通过一个外接的电阻分压器)，COMP 引脚调节 MPFC 的开通时间和反馈环路速度，ZX 引脚监测电感电流何时过零 (通过 PFC 电感的二次侧绕组)，PFC 引脚是 MPFC 的低压侧栅极驱动输出。

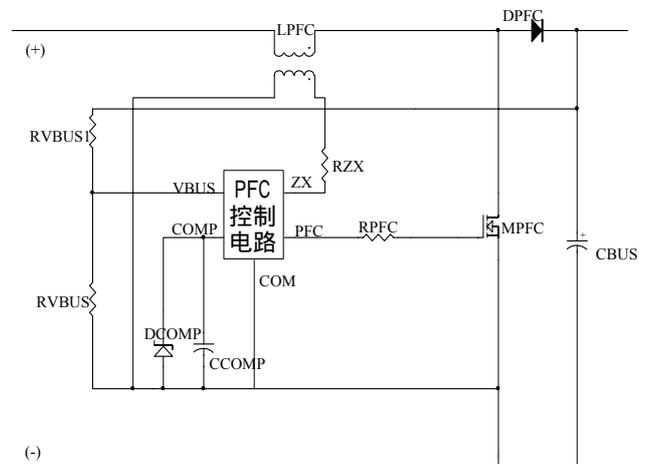


图8: IMP3266 简要的 PFC 控制电路。

带PFC的镇流器控制IC

为实现直流总线电压的调整(图9), VBUS脚以内部4V的电压参考来调节。反馈回路是一个跨导运算放大器(OTA), 其灌或拉电流流向外部COMP引脚的电容。COMP引脚上的最终电压决定了内部定时电容(C1)的充电阈值, 从而决定了MPFC的开通时间。在镇流器部分的预热和点火模式中, OTA增益被设成很高以便为直流总线快速充电。当VBUS引脚上的电压超过3V时, 增益被设置为较低的水平, 从而减少电压过冲。当VBUS引脚上的电压超过4V, 增益再次被设成一个很高的水平来减小点火模式期间可能发生的直流总线瞬时突变电压。在运行模式期间, 增益调整至一个较低的水平, 从而获得高的功率因数和低的总谐波失真。

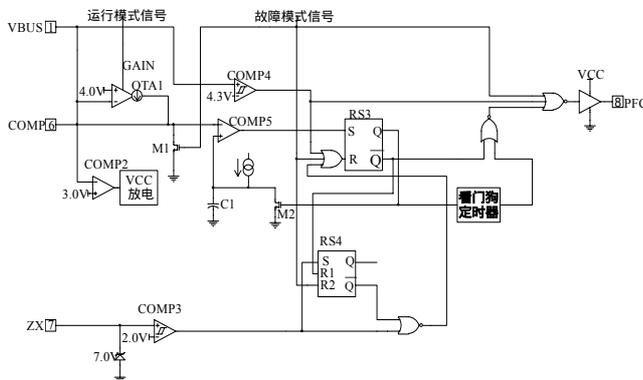


图9: IMP3266 详细的PFC 控制电路。

MPFC的关断时间取决于LPFC放电到零的时间。由连接到ZX引脚的LPFC二次侧绕组检测零电流。一个超过电路内部2V阈值的上升沿的到来是关断时间的开始信号。当LPFC放电至零时, 标志着关断时间的结束, 此时ZX引脚上将会出现低于1.7V的下降沿脉冲, MPFC再次开启(图10)。此过程自动周期地重复, 直到镇流器出现故障而关闭PFC功能(故障模式), 诸如直流总线的过压或欠压模式, 或者ZX引脚没有检测到下降沿的到来。如果ZX引脚没有下降沿, MPFC将会保持关断, 直到看门狗定时器强迫MPFC开通, 而开通时间由COMP引脚上的电压决定。看门狗的脉冲每400μs为周期不确定地发生, 直到ZX脚出现正确的上升沿和下降沿信号, PFC重新开始正常地工作。

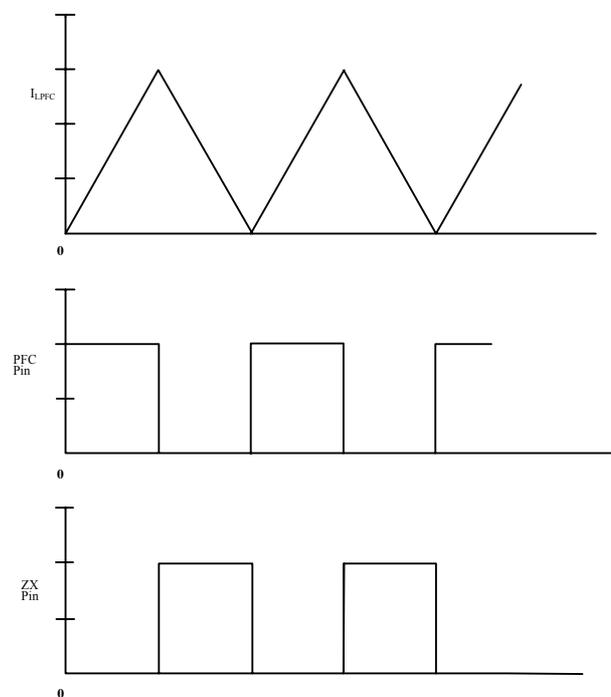


图10: LPFC电流, PFC 引脚和ZX引脚时序图。

带PFC的镇流器控制IC

开通时间调制

在整个输入电压周期内，MPFC上的固定开通时间所产生电感峰值电流波形，会自然而然地跟随输入电压的正弦波形。平滑的平均输入电流和输入电压同相，有非常高的功率因数。但是其电流总谐波失真(THD)以及高阶谐波仍然较大。大多数情况下，这都是由于输入电压在过零点附近，输入电流的交越失真引起的。为了得到较低的谐波，以满足国际标准和市场要求，PFC控制部分增加了一个辅助开通时间调制电路。当输入电压在过零附近，这个电路动态地增加了MPFC的开通时间(图11)。这样产生的LPFC峰值电流，也即平滑的平均输入电流，在输入电压过零附近略微增加。这使输入电流的交越失真减小到一个较低的水平，从而减小了总谐波失真，并降低高阶谐波。

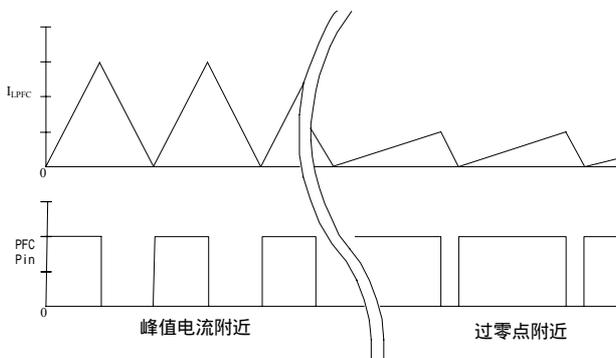


图11: 过零时的开通时间调制。

过压保护 (OVP)

如果直流总线过压使VBUS脚的电压超过内部4.3V阈值，PFC的输出会关闭(置为逻辑低电平)。当直流总线电压再次下降使VBUS引脚降至内部4V阈值电压以下时，看门狗脉冲将强加给PFC引脚，使PFC恢复正常工作。

欠压复位 (UVR)

当输入电压下降，中断或较低时，PFC反馈环路使MPFC的开通时间增加，以保持直流电压不变。当开通时间增加太多时，LPFC的峰值电流将会超过其饱和极限。LPFC将会饱和，从而产生非常高的峰值电流和 di/dt 。为了防止发生此类情况，可以在COMP脚加一个齐纳管DCOMP来限制COMP脚的最高电压，从而限制最大开通时间(图8)。随着输入电压减小，COMP引脚电压也即开通时间最终都会受到限制。PFC不再能提供足够的电流以维持特定负载功率下的直流总线电压，直流总线电压开始下降。输入电压的进一步下降将使VBUS引脚电压下降到内部3V阈值电压以下(图9)。当此类情况发生，VCC通过内部放电降至UVLO-，IMP3266进入欠压锁定模式，PFC和镇流器部分功能关闭(见状态图)。VCC的启动电阻和微功率启动电流，决定了输入电压的开通点。这个值的设定应该使镇流器的开通输入电压高于欠压关断电压。合适的选择VCC启动电阻和COMP引脚上齐纳管，才能正确设置镇流器的开启和关断阈值输入电压。阈值点设置正确，VBUS引脚电压下降到3V以下时，镇流器关闭，而在较高输入电压时再次启动(磁滞)，这是由于VCC的启动电阻给VCC充电的缘故。这个磁滞电压将使镇流器正确地复位，使得当直流总线电压很低时，灯不会出现出现闪烁、直流总线电压跳动或二次点火。

带PFC的镇流器控制IC

PFC 过流保护 (可选)

假如快速的开启/关断中断了输入总线电压或者在点火模式中，直流总线电压可能会降至瞬时输入整流电压。出现以上情况时，PFC的电感电流和PFC的MOSFET电流可能会升至一个很高的水平，导致PFC的电感饱和，PFC的MOSFET也可能损坏。在输入总线电压快速的开启/关断中，当输入总线电压关断时，直流总线电压会下降。由于VCC仍然大于UVLO-，IC将继续工作，并提升COMP引脚电压，来提升PFC的MOSFET开通时间，其原因是直流总线电压下降。当输入总线电压再次快速恢复时（在VCC降至UVLO-之前），对于给定的总线电压，PFC的MOSFET开通时间太长，导致较高的PFC电感电流和MOSFET电流，使电感饱和，损坏PFC的MOSFET。在灯点火时，直流总线可能降至交流整流电压，导致电流能直接从整流桥输出端导出，通过PFC的电感和二极管，到达直流总线电容。这样最终导致了PFC电感中的低频偏置电流。由于过零检测只能检测到高频的过零电感电流，在每个周期中，电感电流达到零之前，PFC的MOSFET将会再次开启。这会导致PFC工作于连续导通模式，并且总的高频和低频电流分量能够使PFC的电感饱和，毁坏PFC的MOSFET。

为了防止这些情况，一个电流检测电阻接到MOSFET管的源级和地之间，一个二极管(D4)从电流检测电阻的顶端连接到VBUS引脚(图12)。

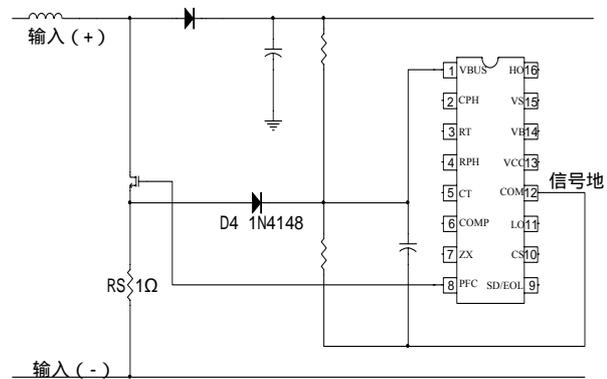


图12：外接过流保护电路。

如果大电流出现，电流检测电阻上的电压将会超过VBUS引脚上的4.3V过压保护阈值，PFC的MOSFET将会安全地关断以限制电流。看门狗定时器像平常一样重启 PFC。必须正确地选择电流检测电阻，使得在整个输入电压范围和负载范围的正常工作条件下，过流保护不会被错误地触发。一个功率为1W的电流检测电阻，设定过流保护的峰值电流为5A左右。

输入电压及负载对镇流器工作性能的影响取决于PFC电感的饱和度、PFC MOSFET的选择、直流总线电容值、由DZCOMP限定的最大开通时间以及在点火模式下，当直流总线电压下降时，VCC下降到UVCC-的速度（在运行模式前，VBUS脚的3V重启动功能不会被触发）。基于以上原因，镇流器设计人员需要对这些主要关断波形及点火波形仔细测试，来确定最终功能设计的健壮性，以及决定是否需要外加的过流检测功能电路。

带PFC的镇流器控制IC

镇流器设计公式

注意：由于IC、元件公差以及由于内部比较器响应时间而导致振荡频率误差，下面等式中的结果和实验测量略有不同。

步骤1: 设置死区时间

栅极输出驱动级HO和LO之间的死区时间由定时电容CT和内部死区电容RDT来调节。死区时间是电容CT从3/5VCC到1/3VCC的放电时间，由下式给出：

$$t_{DT} = C_T \cdot 1475 \quad [\text{Seconds}](1)$$

or

$$C_T = \frac{t_{DT}}{1475} \quad [\text{Farads}](2)$$

步骤2：设置运行频率

最终的运行频率是由定时电阻RT和定时电容CT决定的。电容CT从1/3VCC到3/5VCC的充电时间决定了栅极输出驱动器HO和LO的开通时间。所以运行频率由下式给出：

$$f_{RUN} = \frac{1}{2 \cdot C_T (0.51 \cdot R_T + 1475)} \quad [\text{Hertz}](3)$$

or

$$R_T = \frac{1}{1.02 \cdot C_T \cdot f_{RUN}} - 2892 \quad [\text{Ohms}](4)$$

步骤3: 设置预热频率

预热频率受RT、RPH和CT调节。预热期间，两个电阻内部并联连接，所以预热频率由下式给出：

$$f_{PH} = \frac{1}{2 \cdot C_T \cdot \left(\frac{0.51 \cdot R_T \cdot R_{PH}}{R_T + R_{PH}} + 1475 \right)} \quad [\text{Hertz}](5)$$

or

$$R_{PH} = \frac{\left(\frac{1}{1.02 \cdot C_T \cdot f_{PH}} - 2892 \right) \cdot R_T}{R_T - \left(\frac{1}{1.02 \cdot C_T \cdot f_{PH}} - 2892 \right)} \quad [\text{Ohms}](6)$$

步骤 4: 设置预热时间

预热时间定义为CPH脚电容充电至10V的时间。内部一个3μA电流源流出CPH脚。所以预热时间由下式给出：

$$t_{PH} = C_{PH} \cdot 3.33e6 \quad [\text{Seconds}](7)$$

or

$$C_{PH} = t_{PH} \cdot 0.3e-6 \quad [\text{Farads}](8)$$

带PFC的镇流器控制IC

步骤 5: 设置最大点火电流

最大点火电流由外部RCS电阻和内部1.3V阈值电压共同决定。这个阈值电压确定了镇流器的过流保护点。在点火期间，当频率向谐振频率扫描，然而灯未被点燃时，可能超过该过流保护点。最大点火电流由下式给出：

$$I_{IGN} = \frac{1.3}{R_{CS}} \quad [\text{Amps Peak}](9)$$

or

$$R_{CS} = \frac{1.3}{I_{IGN}} \quad [\text{Ohms}](10)$$

带PFC的镇流器控制IC

PFC 设计公式

步骤1: 计算 PFC 电感值:

$$L_{PFC} = \frac{(VBUS - \sqrt{2} \cdot VAC_{MIN}) \cdot VAC_{MIN}^2 \cdot \eta}{2 \cdot f_{MIN} \cdot P_{OUT} \cdot VBUS} \quad [\text{Henries}](1)$$

其中:

VAC_{MIN} = 最小交流电压输入有效值

$VBUS$ = 直流总线电压

η = PFC 效率(典型值为 0.95)

f_{MIN} = 输入最小交流电压时最小PFC开关频率

P_{OUT} = 镇流器输出功率

步骤2: 计算 PFC 电感峰值电流:

$$i_{PK} = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot P_{OUT}}{VAC_{MIN} \cdot \eta} \quad [\text{Amps Peak}](2)$$

注: PFC电感在峰值电流时不应饱和,在整个确定的镇流器工作温度范围内设计电感时,应该充分考虑合适的磁芯尺寸和空气气隙。

步骤3: 计算导通时间:

$$t_{ON_{MAX}} = \frac{2 \cdot P_{OUT} \cdot L_{PFC}}{VAC_{MIN}^2 \cdot \eta} \quad [\text{Seconds}](3)$$

步骤4: 计算最大补偿电压:

$$V_{COMP_{MAX}} = \frac{t_{ON_{MAX}}}{0.9E-6} \quad [\text{Volts}](4)$$

步骤5: 选择稳压管DCOMP的值:

$$D_{COMP} \text{ zener voltage} \approx V_{COMP_{MAX}} \quad [\text{Volts}](5)$$

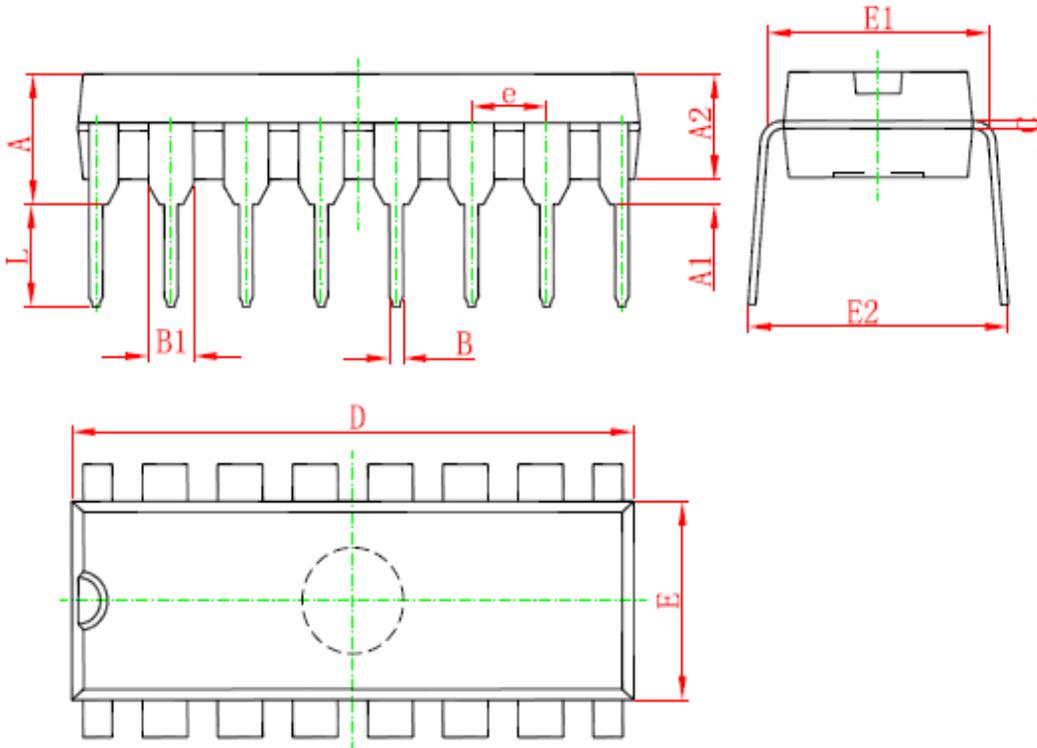
步骤6: 计算启动电阻Rsupply的值:

$$R_{SUPPLY} = \frac{VAC_{MIN_{PK}} + 10}{IQCCUV} \quad [\text{Ohms}](6)$$

带PFC的镇流器控制IC

封装信息

DIP - 16

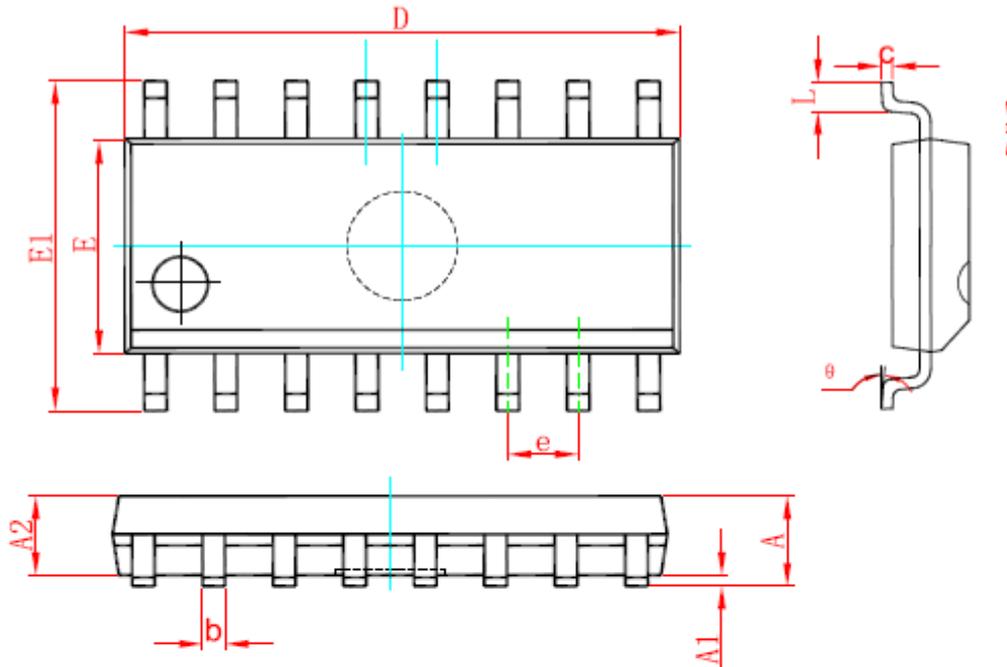


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524 (BSC)		0.060 (BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540 (BSC)		0.100 (BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354

带PFC的镇流器控制IC

封装信息

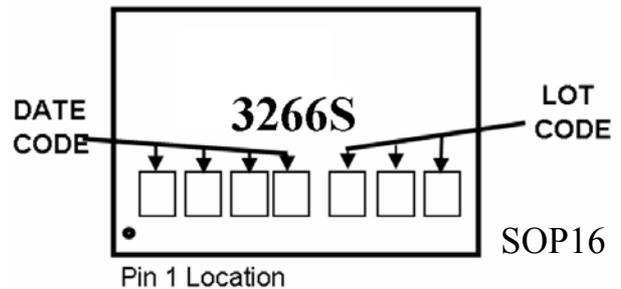
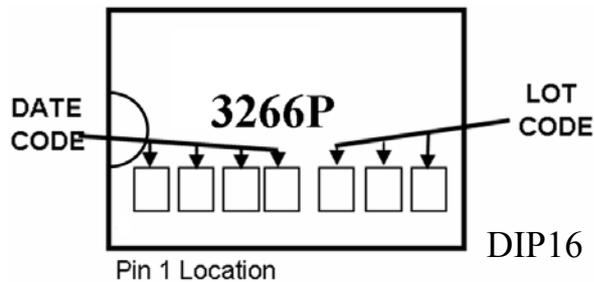
SOP - 16



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

带PFC的镇流器控制IC

标识信息



产品订购信息

订购信息	封装
IMP3266EPA	DIP16
IMP3266ESA	SOP16



ISO 9001 Registered

Daily Silver IMP Microelectronics Co.,Ltd
 7 keda Road ,Hi-Tech Park,
 NingBo,Zhejiang,P.R.C
 Post Code:315040
 Tel:(086)-574-87906358
 Fax:(086)-574-87908866
 Email:sales@ds-imp.com.cn
<http://www.ds-imp.com.cn>

Revision: B
 Issue Date: 19th.Oct.2012
 Type: Product

The IMP logo is a registered trademark of Daily Silver IMP.
 All other company and product names are trademarks of their respective owners