

芯片概述

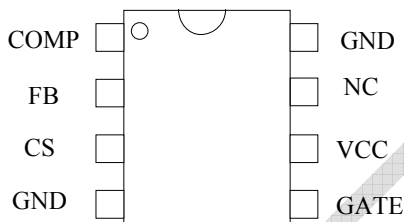
PL376X 是一系列隔离型原边控制 LED 驱动芯片，可以得到很高的功率因数和高精度的输出电流。

芯片内集成的 PFC 控制电路可以实现高精度的电流控制、优异的线电压和负载补偿。

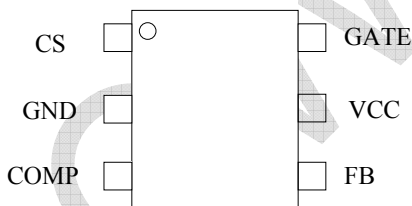
高度集成的 MOS 管可以减少系统元器件的数量，从而有效降低系统成本。

PL376X 提供 SOP8/SOT23-6/SOP7/DIP7 封装。

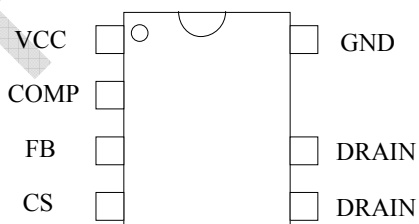
管脚分布图



PL3760



PL3761



PL3765/6/8/9

主要特性

- 去除次级反馈电路和光耦的原边控制调整
- 高精度电流输出
- 谷底导通实现低的开关损耗
- 可编程线电压补偿
- VCC输入过压/欠压保护
- LED开/短路保护
- 逐周期限流
- 高功率因数
- 过温保护

典型应用

- T8/T10 LED灯串
- 其他LED驱动



1 概要

PL376X 是一系列隔离型原边控制 LED 驱动芯片，可以得到很高的功率因数和高精度的输出电流。专利的电流控制方式可以实现精准的输出电流原边控制。同时，通过去除次级反馈电路和光耦，可以减少系统元器件的数量，从而有效降低系统成本。

极低的启动电流和静态工作电流可以有效降低功耗，从而实现很高的效率。

PL376 同时具有多种保护功能：LED 开/短保护、逐周期限流、VCC 欠压/过压保护和过温保护。

通过可编程线电压补偿电路可以实现全输入电压范围精确的电流调节。

通过内置 CS 前沿消隐消除信号毛刺可以减少外部元器件数量和系统成本。

PL3760 提供 SOP8 封装。

PL3761 提供 SOT23-6 封装。

PL3765 提供 SOP7 封装。

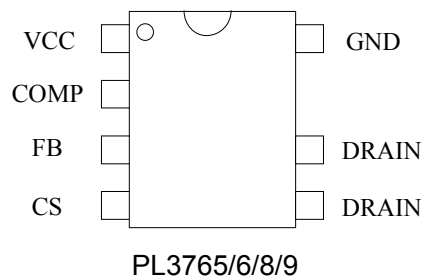
PL3766/8/9 提供 DIP7 封装。

2 特性

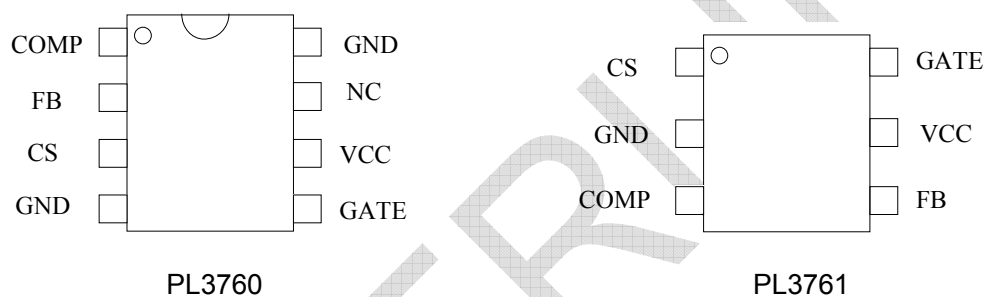
- 去除次级反馈电路和光耦的原边控制调整
- 高精度电流输出
- 谷底导通实现低的开关损耗
- 可编程线电压补偿
- VCC 输入过压/欠压保护
- 逐周期限流
- LED 开路/短路保护
- 高功率因数
- 过温保护

3 管脚分布图

SOP7/DIP7 管脚图如下图所示



SOP8/SOT23-6 管脚图如下图所示



4 管脚描述

管脚名称	管脚说明
VCC	芯片电源
GND	芯片地
COMP	环路补偿点
FB	反馈信号采样端
CS	电流采样端，接采样电阻到地
DRAIN	高压功率管漏极
GATE	高压功率管栅极

5 最大额定值

Parameter	Symbol	Value	Unit
VCC 引脚最大钳位电流	I _{CC_MAX}	10	mA
环路补偿点	COMP	-0.3~6	V
辅助绕组的反馈端	FB	-0.3~6	V
电流采样端	CS	-0.3~6	V
功耗 (注 1)	P _{DMAX}	0.3	W
PN 结到环境的热阻	θ _{JA}	240	°C/W
工作结温范围	T _J	-40~150	°C
储存温度范围	T _S	-40~150	°C
ESD HBM (注 2)		2	KV

注释：最大极限值是指超出该工作范围，芯片有可能损坏。推荐工作范围是指在该范围内，器件功能正常，但并不完全保证满足个别性能指标。电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

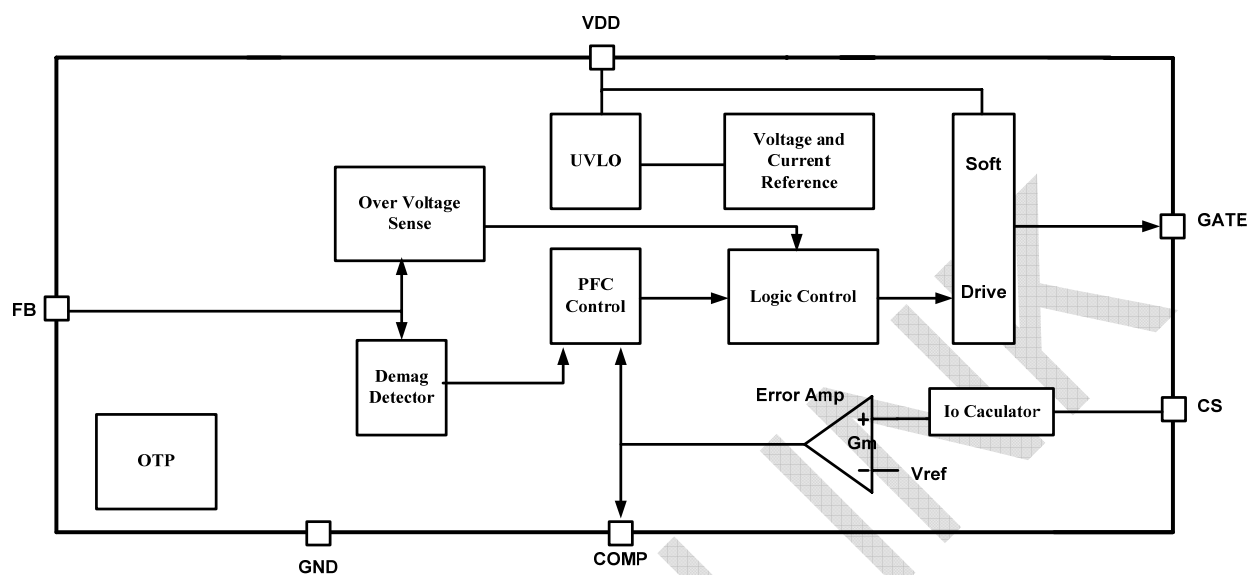
注 1：温度升高最大功耗一定会减小，这也是由 T_{JMAX}，θ_{JA}，和环境温度 T_A 所决定的。最大允许功耗为 P_{DMAX}=(T_{JMAX}-T_A)/θ_{JA} 或是极限范围给出的数字中比较低的那个值。

注 2：人体模型，100pF 电容通过 1.5KΩ 电阻放电。

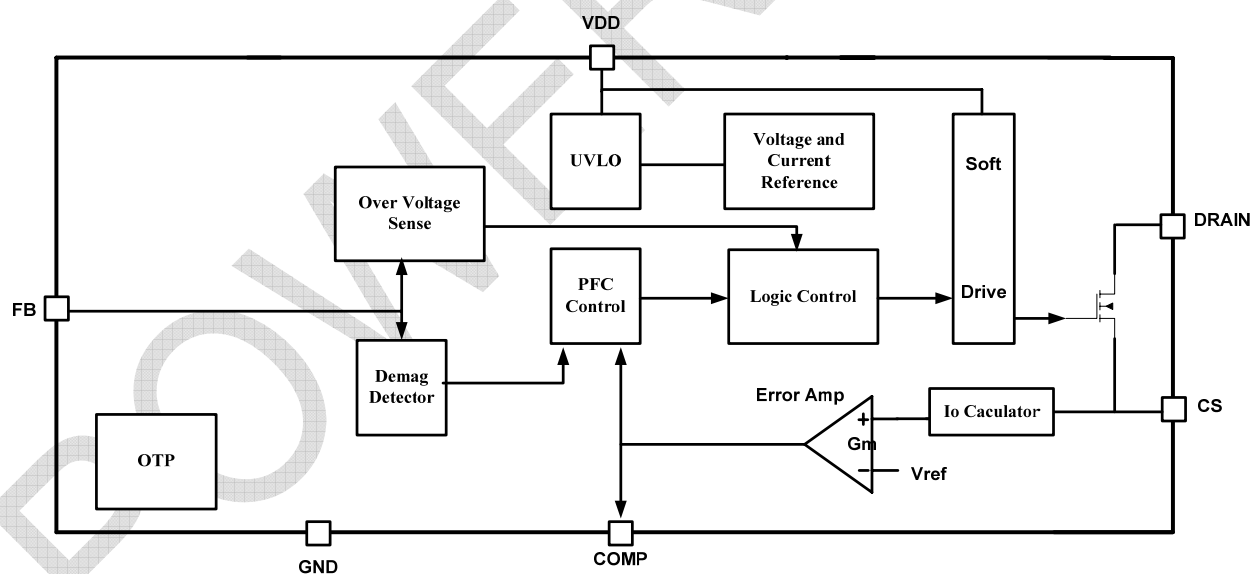
6 推荐工作条件

参数	最小	最大	单位
VCC 工作电压	10	20	V

7 结构框图



PL3760/1



PL3765/6/8/9

8 电气特性

(如无特殊说明，其测试条件为：VDD = 18V, TA = 25°C)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源电压						
VCC 启动电流	ICC_st	VCC=VCC_ON-1V		10	20	uA
VCC 启动电压	VCC_ON	VCC rise	16	19	21.5	V
VCC 欠压保护阈值	VCC_OFF	VCC_fall	5	7.5	9	V
VCC 钳位电压	VCC_OVP	VCC rise	22.5	25		
FB 反馈						
FB 过压保护阈值	VFB_OVP	2us delay after turn off	1.4	1.5	1.6	V
时序控制						
最大导通时间	Ton_max			24		us
最小导通时间	Ton_min			400		ns
最小关断时间	Toff_min			2		uS
最大关断时间	Toff_max			100		us
最大频率	Freq_max			120		KHz
电流采样						
前沿消隐时间	T_LEB			300		ns
OCP 传播延时	Td_OCP	从 OCP 比较器到栅极驱动输出		100		ns
CS 限流	Vth_OCP			1		V
误差比较						
内部基准电压	Vref		192	200	208	mV
EA 跨导	Gm			100		uS
驱动特性						
上升沿时间	Tr	Cload=1nF,10%-90%		90		ns
下降沿时间	Tf	Cload=1nF,10%-90%		70		ns
过温保护						
过温保护温度	TREG			150		°C
PL3760 (SOP8)						
工作电流	ICC_op	Freq=50kHz		0.8		mA
PL3761 (SOT23-6)						
工作电流	ICC_op	Freq=50kHz		0.8		mA
PL3765 (SOP7)						
工作电流	ICC_op	Freq=50kHz		1		mA
MOSFET 漏源击穿电压	BVdss		600			V
导通电阻	Rdson	Vgs=10V, Id=1A			5.5	Ω
PL3766 (DIP7)						
工作电流	ICC_op	Freq=50kHz		1		mA
MOSFET 漏源击穿电压	BVdss		600			V

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
导通电阻	Rdson	Vgs=10V, Id=1A			5.5	Ω
PL3768 (DIP7)						
工作电流	ICC_op	Freq=50kHz		1		mA
MOSFET 漏源击穿电压	BVdss		600			V
导通电阻	Rdson	Vgs=10V, Id=2A			0.94	Ω
PL3769(DIP7)						
工作电流	ICC_op	Freq=50kHz		1		mA
MOSFET 漏源击穿电压	BVdss		600			V
导通电阻	Rdson	Vgs=10V, Id=1A			2.6	Ω

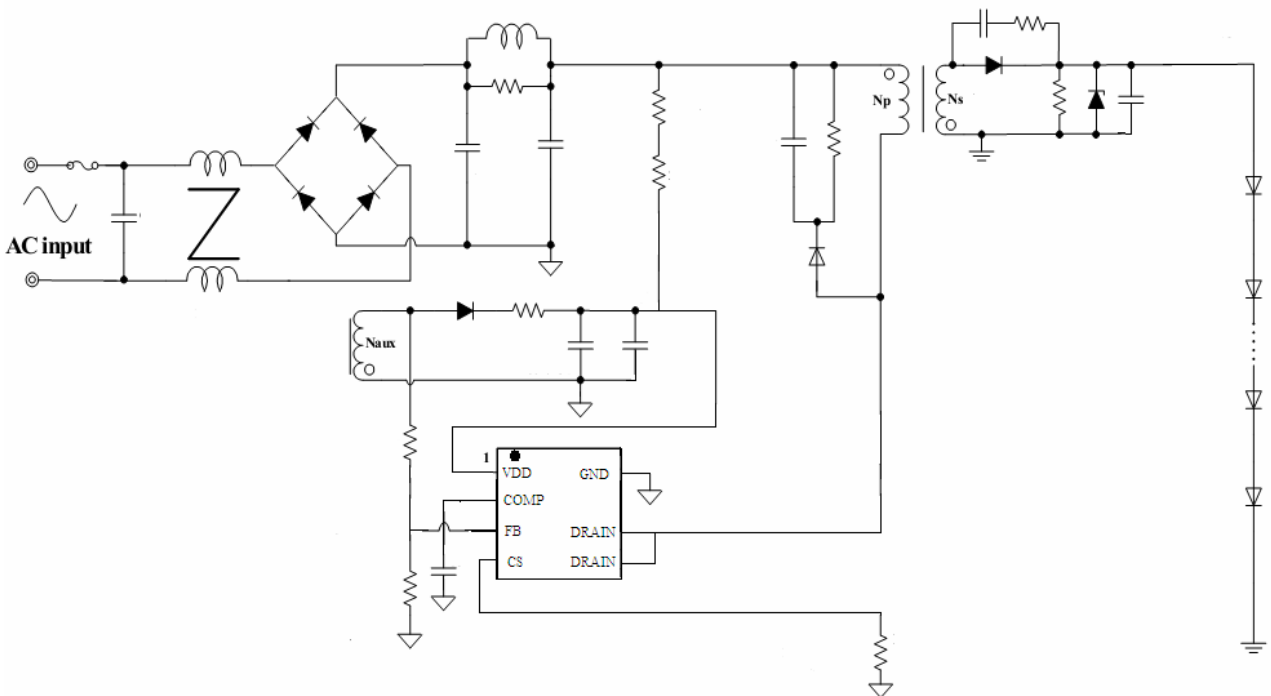


图-3 PL3765/6/8/9

应用说明

PL376X 是应用于 LED 驱动的一系列带 PFC 的隔离型恒流控制芯片。芯片采用原边控制，去除了光耦和次级反馈电路，降低了系统成本。

芯片工作在临界导通模式，控制电路结构简单，可以达到较高功率因数。

芯片采用谷底导通模式，有效降低开关损耗并改善 EMI 性能；低启动电流和静态工作电流可以有效降低待机功耗；最高工作频率限制在 120KHz。

PL376X 同时具有多种保护功能：LED 开/短保护、逐周期限流、VCC 欠/过压保护和过温保护等。

9.1 启动

在系统上电后，母线电压通过启动电阻给 VCC 引脚的电容充电，VCC 启动和欠压保护阈值电压分别是 19V 和 7.5V。

9.2 预充电快速启动

当VCC电压上升到启动阈值电压后，芯片内部控制电路开始工作，COMP电压被内部电路快速充电，且在被充至 V_{COMP_IC} 前，PWM模块不会输出PWM信号。如下图，这种设计可以减小启动时间。

通过选择不同 R_{COMP} 可以配置启动阶段不同的 V_{COMP_IC} 电压

$$V_{COMP_IC} = 1.6V - 1mA \times R_{COMP} \text{-----}(1)$$

V_{COMP_IC} 是COMP脚预充电电压。通常，为了实现高PF值和环路稳定，COMP脚需要连接大电容(推荐 $1\mu F \sim 2\mu F$)。更大的 R_{COMP} 可以为环路提供更大的相位裕度。当需要抑制高频干扰时，推荐可以并联一个小的陶瓷电容 ($10pF \sim 100pF$)。

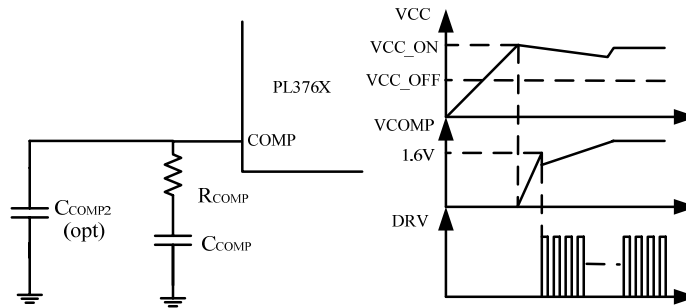


图-4 预充电启动电路

9.3 下电

母线电压关断后，母线电容放电。当辅助绕组无法为VCC供电时，VCC将下降。一旦VCC下降至VCC_OFF以下，芯片将停止工作， V_{COMP} 放电至0。

9.4 LED 恒流控制

原边控制通过去除次级反馈电路和光耦，可以减少系统元器件的数量，从而有效降低系统成本。

LED 输出电流计算方法：

$$I_{LED} [mA] = \frac{N}{2} \times \frac{200[mV]}{R_{cs} [\Omega]}$$

N 是原边和副边电感匝数比； R_{cs} 是电流采样电阻，连接 MOSFET 源端和地。

9.5 准谐振模式

外部功率管导通期间，输入电压加载在原边电感上，电感电流从0线性增加至 I_{pk} 。当功率管断开后，副边二极管导通，副边电感电流从峰值开始线性下降。当电流降至0后，寄生的原边电感和电容谐振令功率管源漏电压下降，并反映至辅助绕组端。过零检测电路检测FB低于-0.1V时，令功率管导通，确保了功率管处于谷底时导通。因此，几乎没有开关导通损耗和二极管反向恢复损耗，从而实现了较高的效率和EMI性能。

9.6 电流采样

芯片内部集成逐周期限流功能，通过功率管源极与地之间的电阻对电流采样。内部集成LEB电路，无需外部RC滤波。LEB期间，限流比较器不被使能，因此LEB期间无法关断外部功率管。

9.7 最大和最小导通时间

系统最小导通时间为 T_{on_min} (约 400ns)。最大导通时间约 24us。

9.8 最大频率限制

对于大部分控制模式，开关频率反比于输出功率。因此，当输出功率下降时，开关频率变高。PL376X 的最大频率限制在 120KHz 左右。

9.9 过压保护和开路保护

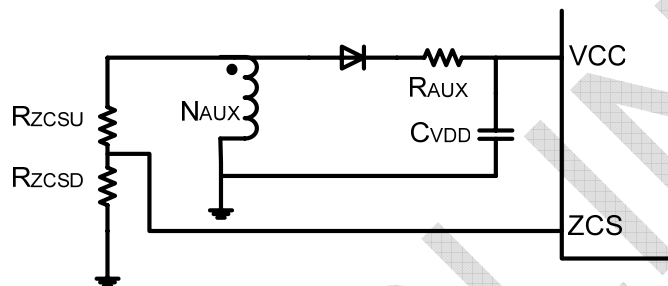


图-4 过压保护

输出电压通过辅助绕组和分压电阻串反馈至 FB 脚。FB 脚和 VCC 脚均有过压保护功能。当 VCC 电压超过 V_{CC_OVP} 或 FB 电压超过 V_{FB_OVP} 时，触发 OVP 保护。一旦 VCC 低于 V_{CC_OFF} ，芯片同样停止工作。假如过压状态一直存在，芯片将工作在“打嗝”模式。

辅助绕组匝数和反馈电阻比例与 OVP 功能关系如下。

$$V_{output_OVP} = V_{OVP} \times \frac{N_{AUX}}{N_S} \times \frac{R_{FBD}}{R_{FBD} + R_{FBU}} \quad \text{-----}(2)$$

V_{OVP} 是输出过压点；

R_{FBU} 和 R_{FBD} 组成分压电阻串；

9.10 LED 短路保护

辅助绕组电压与输出电压成比例，发生输出短路时，辅助绕组无法为 VCC 供电导致 VCC 下降。一旦 VCC 低于 V_{CC_OFF} ，芯片停止工作，并且再次被充电。假如一直处于短路模式，系统将工作在“打嗝”模式。

9.11 过温保护

PL376X 集成过温保护功能。一旦超过过温点（一般是 150℃），芯片将停止工作。

9.12 线电压补偿

PL376X集成线电压补偿功能。由于CS采样和其他内部延时，输出电流随输入线电压增加而增加。因此，为了改善这种现象，导通期间，在CS端增加 ΔV_{cs_c} 作为线电压补偿。 ΔV_{cs_c} 可以通过 R_{FBU} 调节。

$$\Delta V_{cs_c} = V_{BUS} \times \frac{N_{AUX}}{N_p} \times \frac{1}{R_{FBU}} \times k \text{ -----(3)}$$

k是相关因数，由内部电路决定。 N_{AUX} 和 N_p 是辅助绕组和原边电感匝数。

线电压补偿主要与 R_{FBU} 相关， R_{FBU} 越小补偿越大。

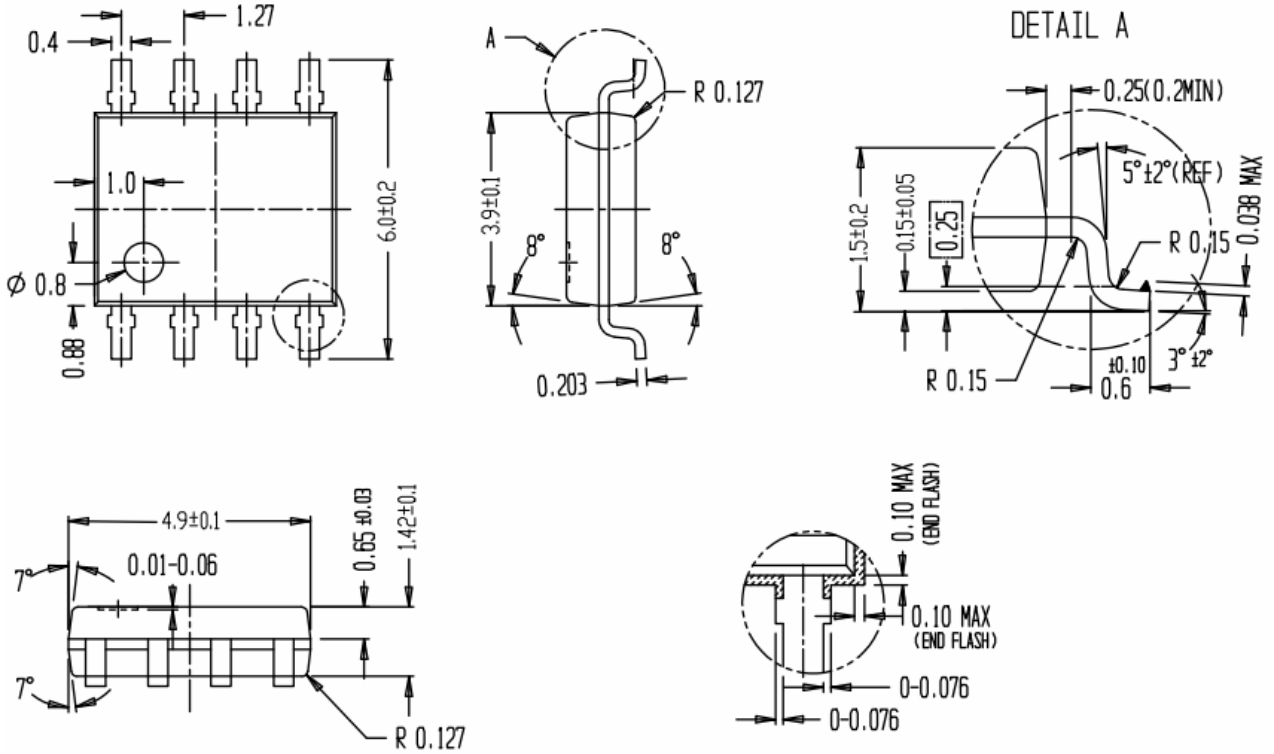
9.13 栅极驱动

PL376X的Gate脚驱动功率管，弱驱动导致高开关损耗，而强驱动导致高EMI。适当折中可以更容易控制损耗和系统EMI。内置的13V钳位电路可以保护功率管栅极受高压损害。

10 封装图

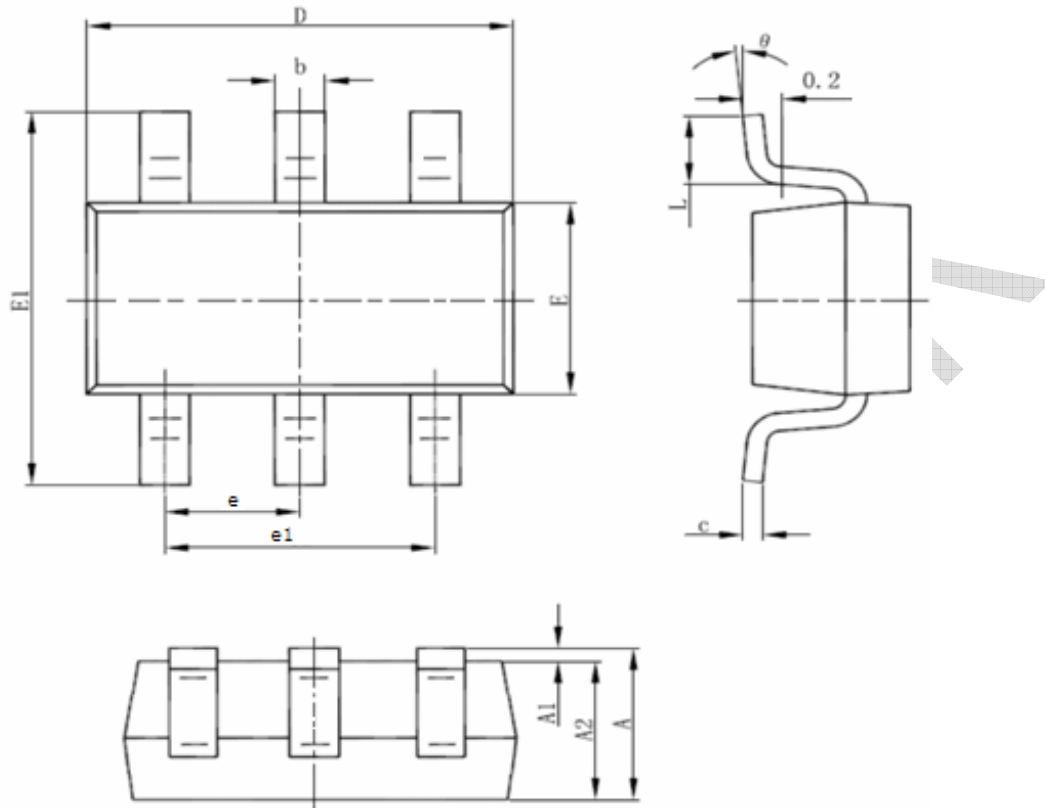
10.1 SOP8 封装

SOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



10.2 SOT23-6 封装

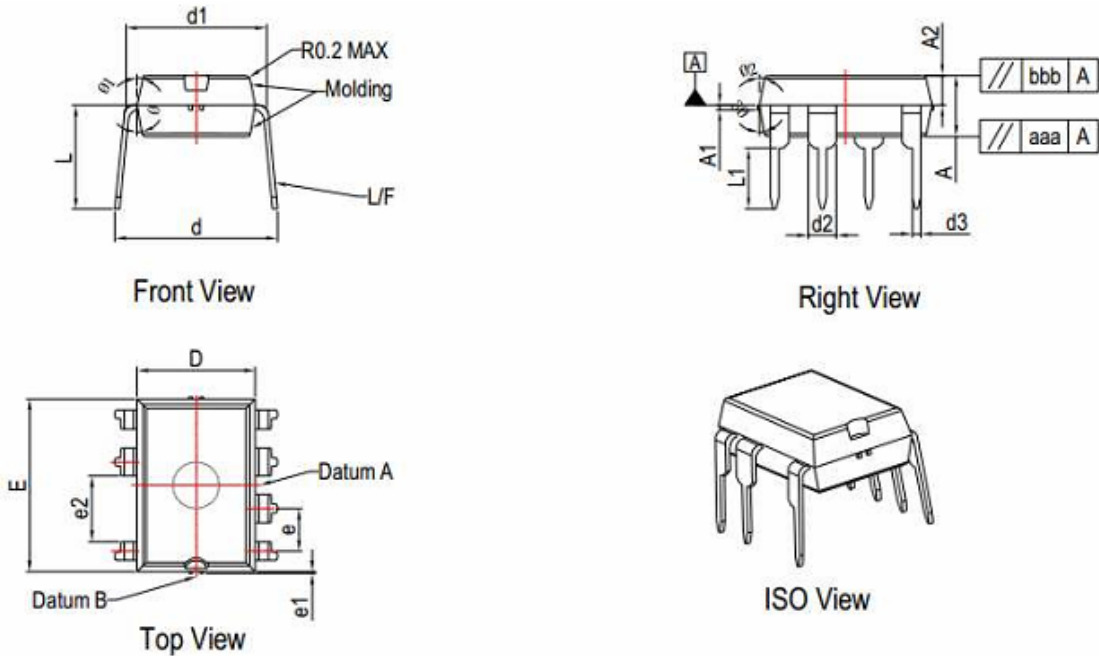
SOT23-6 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Ref.	Dimensions In Millimeters (mm)		Dimensions In Inches (inch)	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	1.050	1.250	0.041	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	1.050	1.150	0.041	0.045
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
e1	1.800	2.000	0.017	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

10.3 DIP7 封装

DIP7 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS

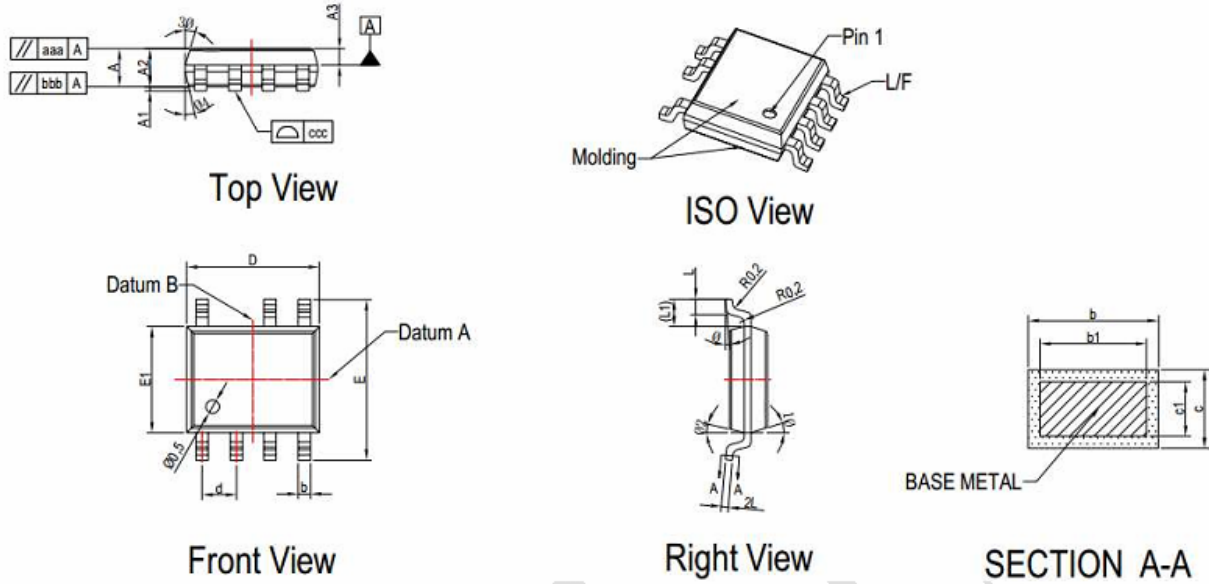


Dimensional References unit:mm

Ref.	MIN	NOM	MAX	Ref.	MIN	NOM	MAX
A	3.224	3.274	3.324	e	2.54 BSC		
A1	0.254 BSC			e1	/	/	0.1
A2	1.54	1.59	1.64	e2	3.556 BSC		
D	6.33	6.38	6.43	L	5.57 REF		
d	8.42	8.72	9.02	L1	3.0	3.3	3.6
d1	7.32	7.62	7.92	ϕ	9°	10°	11°
d2	1.524 BSC			$\phi 1$	11°	12°	13°
d3	0.457 BSC			$\phi 2$	11°	12°	13°
E	9.2	9.25	9.3	$\phi 3$	9°	10°	11°
aaa	0.10			bbb	0.10		

10.4 SOP7 封装

SOP7 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Dimensional References

unit:mm

Ref.	MIN	NOM	MAX	Ref.	MIN	NOM	MAX
A	1.35	1.55	1.75	E1	3.8	3.9	4.0
A1	0.10	0.15	0.25	L	0.45	0.60	0.80
A2	1.25	1.40	1.65	L1	1.04 REF		
A3	0.5	0.6	0.7	L2	0.25 BSC		
b	0.38	/	0.51	R	0.07	/	/
b1	0.37	0.42	0.47	R1	0.07	/	/
c	0.17	/	0.25	Φ	0°	/	8°
c1	0.17	0.20	0.23	$\Phi 1$	15°	17°	19°
D	4.8	4.9	5.0	$\Phi 2$	11°	13°	15°
d	1.27 BSC			$\Phi 3$	15°	17°	19°
E	5.8	6.0	6.2	$\Phi 4$	11°	13°	15°
aaa	0.10			bbb	0.10		
ccc	0.10						

11 注意事项

聚元有权在任何时刻修改其产品信息，恕不另行通知；客户在下订单前应确保产品信息的及时更新和完整性。