

## 概述:

SIC986X系列产品包含SIC9863/SIC9864/SIC9866/SIC9867，是单级、带有源功率因数校正的高精度原边反馈LED恒流控制芯片，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的反激式隔离LED恒流电源。SIC986X系列产品集成有源功率因数校正电路，可以实现很高的功率因数和很低的总谐波失真。由于工作在电感电流临界连续模式，功率MOS管处于零电流开通状态，开关损耗得以减小，同时变压器的利用率也较高。

SIC986X系列产品工作于原边反馈模式，无需次级反馈电路，即可实现高精度输出恒流控制，节约了系统成本和体积，提高了系统的可靠性。SIC986X系列产品内部集成650V/700V功率MOSFET，只需要很少的外围器件，节约了系统成本和体积，提高了系统的可靠性。

SIC986X系列产品线电压调整率和负载调整率参数优异，同时线电压补偿系数还可以通过外部元件灵活调整。

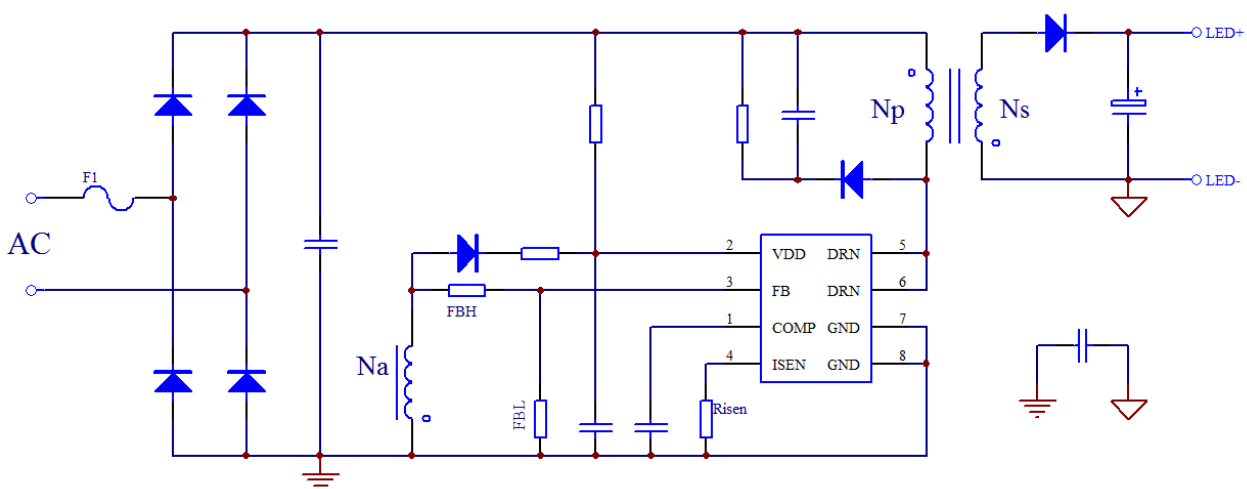
SIC986X系列产品内置多重保护功能来加强系统可靠性，包括LED开路保护、LED短路保护、芯片供电过压保护、欠压保护、电流采样电阻开路保护和逐周期限流等。所有的保护都具有自动重启功能。另外，SIC986X系列产品具有过热调节功能，在驱动电源过热时减小输出电流，以提高系统的可靠性。

SIC986X系列产品采用SOP-8/DIP-7封装。

## 特性:

- 单级、有源功率因数校正，高PF值，低THD
- 内置700V 高压功率MOSFET
- 原边反馈恒流控制，无需次级反馈电路
- $\pm 3\%$  LED 输出电流精度
- 优异的线电压调整率和负载调整率
- 电感电流临界连续模式
- 超低启动电流
- FB 反馈电阻值高，功耗低
- LED 开路/短路保护
- 电流采样电阻开路保护
- 逐周期原边电流限流
- 芯片供电过压/欠压保护
- 自动重启功能
- 过热调节功能

## 典型应用图



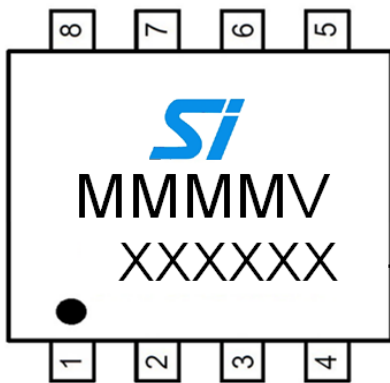
## 推荐工作范围

符号	参数条件	范围	单位
SIC9863 (SOP-8)	Vin=220±20%	<9	W
	Vin=85-264V	<5	
SIC9864 (SOP-8)	Vin=220±20%	20	
	Vin=85-264V	15	
SIC9866 (DIP-7)	Vin=220±20%	<18	
	Vin=85-264V	<12	
SIC9867 (DIP-7)	Vin=220±20%	<24	
	Vin=85-264V	<18	

## 订购信息

订购型号	封装	包装形式	打印
SIC9863/SIC9866	SOP-8	编带 4,000pcs/盘	Si 9863/9866 XXXXXX
SIC9866	DIP-7	条管 50pcs/条	Si SIC9866 XXXXXX
SIC9867	DIP-7	条管 50pcs/条	Si SIC9867 XXXXXX

## 引脚图



SOP-8 产品

- “Si” - 深爱公司产品徽标
- MMMM--产品型号(4位); V--产品版本号(1位, 可选)
- XXXXXX--批码(6位)



DIP-7 产品

- “Si” - 深爱公司产品徽标
- MMMM--产品型号(4位); V--产品版本号(1位, 可选)
- XXXXXX--批码(6位)

## 引脚说明:

引脚号	符号	功能
1	COMP	环路补偿点
2	VDD	芯片电源
3	FB	反馈信号采样端
4	ISEN	电流采样端, 接采样电阻到地
5、6	DRAIN	内部 MOSFET 的漏端
7、8	GND	芯片地

## 极限参数

项目	符号	参数范围	单位
电源电压	$V_{DD}$	-0.3~25	V
$V_{DD}$ 引脚最大钳位电流	$I_{CC\_MAX}$	5	mA
环路补偿点电压	$V_{COMP}$	-0.3~6	V
辅助绕组的反馈端电压	$V_{FB}$	-0.3~6	V
电流采样端电压	$V_{ISEN}$	-0.3~6	V
内部功率 MOSFET 漏极到源极的峰值电压	$V_{MOS-DS}$	-0.3~700	V
最大耗散功率( $T_a=25^{\circ}C$ )	$P_{tot}$	0.45@ SOP-8	W
		0.90@ DIP-7	
热阻结-环境	$R_{thj-a}$	145@ SOP-8	$^{\circ}C/W$
		80@ DIP-7	
工作结温范围	$T_J$	-40~150	$^{\circ}C$
存储温度范围	$T_{STG}$	-55~150	$^{\circ}C$
ESD		2,000	V

注: 超过极限参数范围, 本产品的性能及可靠性将得不到保障, 实际使用中不得超过极限参数范围。

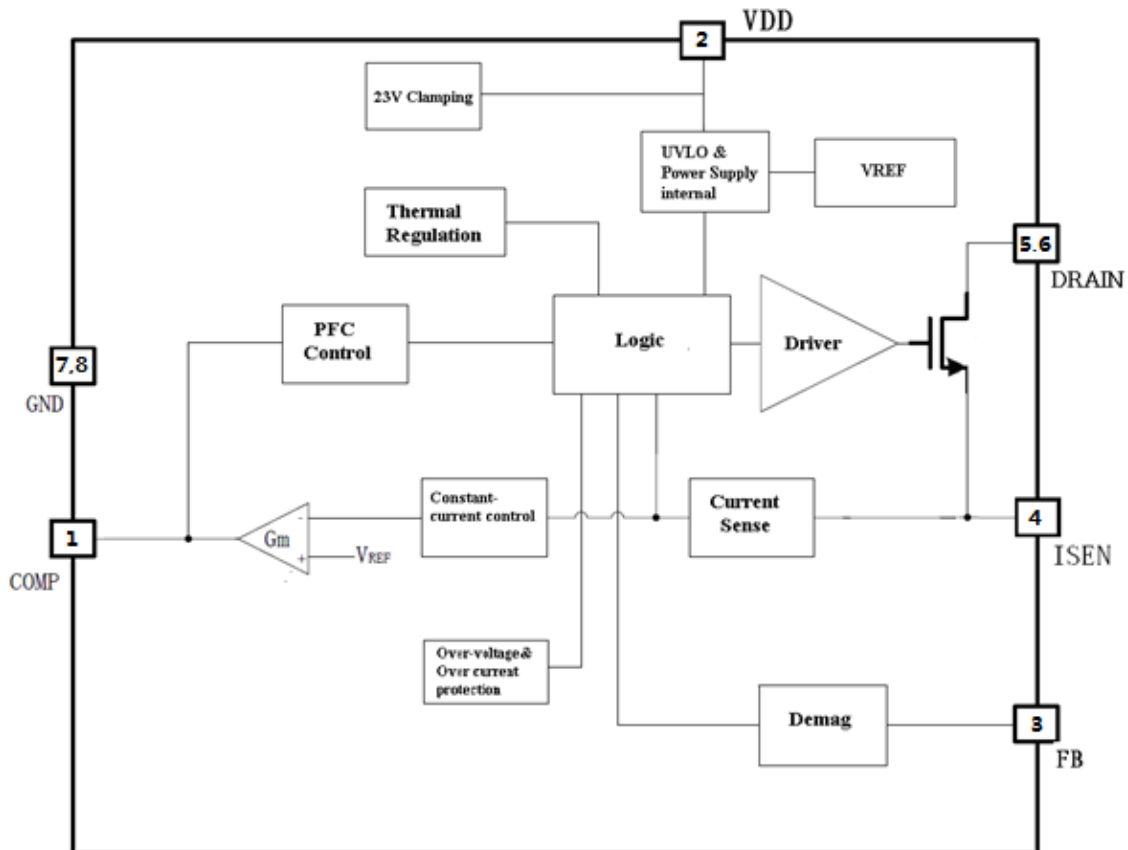
## 电气特性

无特别说明情况下 $V_{DD}=15V$ , $T_a=25^{\circ}C$						
符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{DD\_ON}$	$V_{DD}$ 启动电压	$V_{DD}$ 上升		16.7		V
$V_{DD\_UVLO}$	$V_{DD}$ 欠压保护阈值	$V_{DD}$ 下降		7.5		V
$V_{DD\_OVP}$	$V_{DD}$ 过压保护阈值			19		V
$V_{DD\_clamp}$	$V_{DD}$ 钳位电压			23		V
$I_{CC\_UVLO}$	$V_{DD}$ 关断电流	$V_{DD}$ 上升 $V_{DD}=V_{DD\_ON}-1V$		33	50	$\mu A$
$I_{CC}$	$V_{DD}$ 工作电流	$F_{OP}=10kHz$ $Load=100pF$		1	2	mA
$V_{FB\_FALL}$	FB 下降阈值电压	FB 下降		0.1		V
符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{FB\_HYS}$	FB 迟滞电压	FB 上升		0.08		V

高精度 PSR APFC 隔离 LED 恒流驱动芯片

$V_{FB\_OVP}$	FB过压保护阈值			1.6		V
$T_{ON\_MAX}$	最大导通时间			25		uS
$T_{OFF\_MIN}$	最小关断时间			4.5		uS
$T_{OFF\_MAX}$	最大关断时间			100		uS
$V_{ISEN\_LI\_MIT}$	采样ISEN峰值电压限制			1.0		V
$T_{LEB\_ISEN}$	电流采样前沿消隐时间			350		ns
$T_{DELAY}$	芯片关断延迟			200		ns
$V_{REF}$	内部基准电压		194	200	206	mV
$V_{COMP\_LO}$	COMP下钳位电压			1.5		V
$V_{COMP}$	COMP线性工作范围		1.5		3.5	V
$V_{COMP\_OVP}$	COMP保护电压			3.6		
$I_{SOURCE\_MAX}$	最大驱动上拉电流			200		mA
$I_{SINK\_MAX}$	最大驱动下拉电流			600		mA
SIC9863	功率MOSFET导通电阻 $R_{DS(ON)}$	$V_{GS}=15V/ I_{DS}=0.5A$		4.5	5.0	$\Omega$
SIC9864				1.5	1.8	
SIC9866				2.80	3.20	
SIC9867				1.90	2.80	
SIC9863	功率MOSFET击穿电压	$V_{GS}=0/ I_{DS}=250\mu A$	650			V
SIC9866/ 9867	$BV_{DSS}$	$V_{GS}=0/ I_{DS}=250\mu A$	700			V
$I_{DSS}$	功率MOSFET漏电流	$V_{GS}=0/ V_{DS}=700V$			1	uA
$T_{REG}$	过热调节温度			150		$^{\circ}C$

功能框图



## 应用说明

### 功能说明：

SIC986X 系列产品是一款原边反馈单级有源功率因数校正 LED 恒流控制芯片，工作在电感电流临界连续模式，可以实现很高的功率因数、很低的总谐波失真和高效率。

### 启动：

在系统上电后，母线电压通过启动电阻给  $V_{DD}$  引脚的电容充电，当  $V_{DD}$  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 电压被快速上拉到1.5V。然后 SIC986X 系列产品开始输出脉冲信号，系统刚开始工作在10kHz 开关频率，COMP 电压从1.5V 开始逐渐上升，原边峰值电流随之上升，从而实现输出 LED 电流的软启动，有效防止输出电流过冲。当输出电压建立之后， $V_{DD}$  电压由辅助绕组供电，从而降低系统功耗。

### 恒流控制，输出电流设置：

SIC986X 系列产品工作于原边反馈模式，无需次级反馈电路，即可实现高精度输出恒流控制。LED 输出电流计算方法：

$$I_{OUT} \approx \frac{V_{REF}}{2 \times R_{ISEN}} \times \frac{N_P}{N_S}$$

其中，

$V_{REF}$  是内部基准电压，为200mV；

$N_P$  是变压器主级绕组的匝数；

$N_S$  是变压器次级绕组的匝数；

$R_{ISEN}$  是电流采样电阻的值。

### 反馈网络：

SIC986X 系列产品通过 FB 来检测输出电流过零的状态，FB 的下降阈值电压设置在0.1V，迟滞电压为0.08V。

FB 引脚也可以用来探测输出过压保护（OVP），阈值为1.6V。FB 的上下分压电阻比例可以设置为：

$$\frac{R_{FBL}}{R_{FBL} + R_{FBH}} = \frac{1.6V}{V_{OVP\_FB}} \times \frac{N_S}{N_A}$$

其中，

$R_{FBL}$  是反馈网络的下分压电阻；

$R_{FBH}$  是反馈网络的上分压电阻；

$V_{OVP\_FB}$  是输出电压过压保护设定点；

$N_S$  是变压器次级绕组的匝数；

$N_A$  是变压器辅助绕组的匝数；

为了提高系统效率，FB 上分压电阻可以设置在300KΩ 左右。同时，改变此电阻值可以对 LED 输出电流的线电压补偿进行微调。

### 过温调节功能：

SIC986X 系列产品具有过热调节功能，在驱动电源过热时逐渐减小输出电流，从而控制输出功率和温升，使电源温度保持在设定值，以提高系统的可靠性。芯片内部设定过热调节温度点为150℃。

## 保护功能：

SIC986X系列产品内置多重保护功能，保证了系统可靠性。

当LED开路时，输出电压逐渐上升， $V_{DD}$ 电压也会跟随上升。当 $V_{DD}$ 电压升高到19V OVP阈值时，会触发保护逻辑并停止开关工作。如果有意外情况发生， $V_{DD}$ 电压仍继续上升，芯片内部有钳位电路，将 $V_{DD}$ 电压限制在23V，从而提高系统的可靠性。

当LED短路时，系统工作在10kHz低频。由于输出电压很低，辅助绕组无法给 $V_{DD}$ 供电，所以 $V_{DD}$ 电压逐渐下降直到欠压保护阈值。

系统进入保护状态后， $V_{DD}$ 电压开始下降，当 $V_{DD}$ 到达欠压保护阈值时，系统将重启。同时系统不断的检测系统状态，如果故障解除，系统会重新开始正常工作。

当输出短路或者变压器饱和时，ISEN 峰值电压将会比较高。当 ISEN 电压上升到内部限制值（1V）时，该开关周期马上停止。此逐周期限流功能可以保护功率 MOS 管、变压器和输出续流二极管。

## PCB 设计：

在设计 SIC986X 系列产品 PCB 板时，需要注意以下事项：

**旁路电容：** $V_{DD}$  的旁路电容需要紧靠芯片  $V_{DD}$  和 GND 引脚。

**地线：**电流采样电阻的功率地线尽可能粗，且要离芯片的地(SOP-8封装:PIN7&8, DIP-7封装: PIN7)尽量近，以保证电流采样的准确性，否则可能会影响输出电流的调整率。另外，信号地需要单独连接到芯片的地引脚。

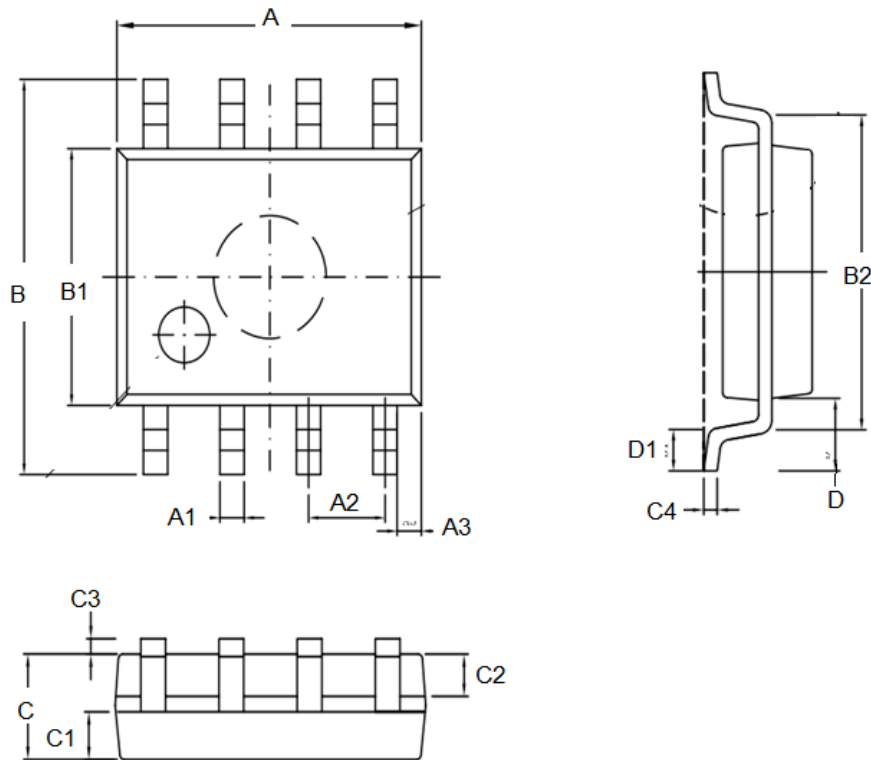
**功率环路的面积：**减小大电流环路的面积，如变压器主级、功率管及吸收网络的环路面积，以及变压器次级、次级二极管、输出电容的环路面积，以减小 EMI 辐射。

**FB 引脚：**接到 FB 的分压电阻必须靠近 FB 引脚，且节点要远离变压器的动点，否则系统噪声容易误触发 FB OVP 保护功能。

## SOP8 封装机械尺寸 SOP8 MECHANICAL DATA

单位:毫米/UNIT: mm

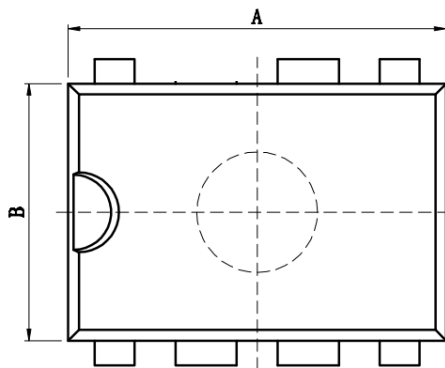
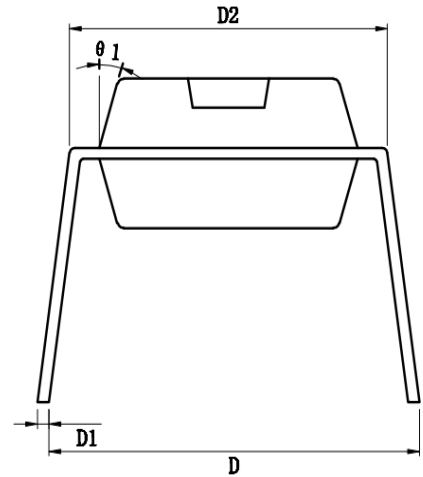
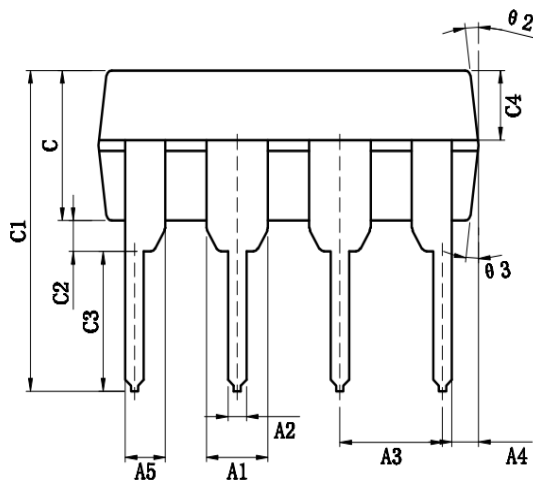
符号 SYMBOL	最小值 min	典型值 nom	最大值 max	符号 SYMBOL	最小值 min	典型值 nom	最大值 max
A	4.80		5.10	C	1.30		1.50
A1	0.37		0.47	C1	0.55		0.75
A2		1.27 TYP		C2	0.55		0.65
A3		0.41 TYP		C3	0.05		0.25
B	5.80		6.20	C4	0.19	0.20TYP	0.23
B1	3.80		4.00	D		1.05TYP	
B2		5.0TYP		D1	0.40		0.62



## DIP-7 封装机械尺寸 DIP-7 MECHANICAL DATA

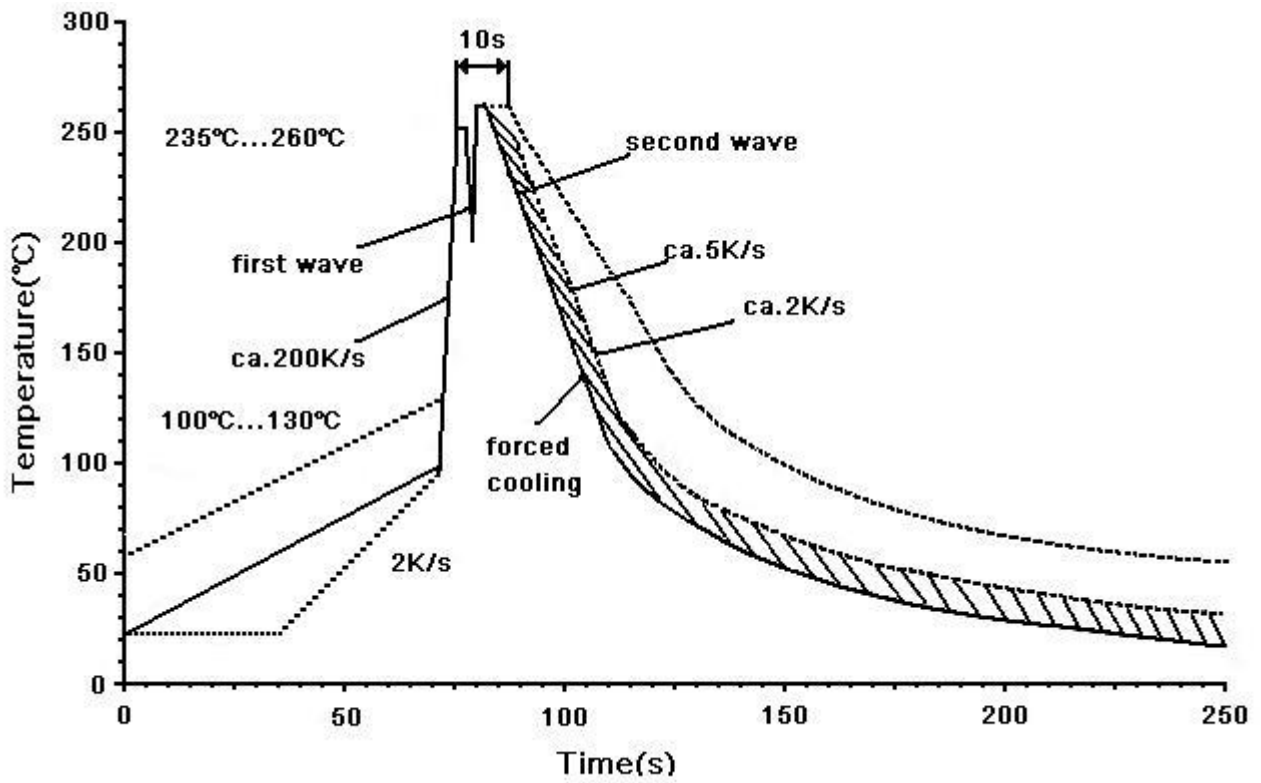
单位:毫米/UNIT: mm

符号 SYMBOL	最小值 min	典型值 nom	最大值 max	符号 SYMBOL	最小值 min	典型值 nom	最大值 max
A	9.00		9.20	C2		0.50TYP	
A1	1.474		1.574	C3	3.20		3.40
A2	0.41		0.51	C4	1.47		1.57
A3	2.44		2.64	D	8.20		8.80
A4		0.51TYP		D1	0.244		0.264
A5		0.99TYP		D2	7.62		7.87
B	6.10		6.30	θ1		17°TYP4	
C	3.20		3.40	θ2		10°TYP4	
C1	7.10		7.30	θ3		8°TYP	

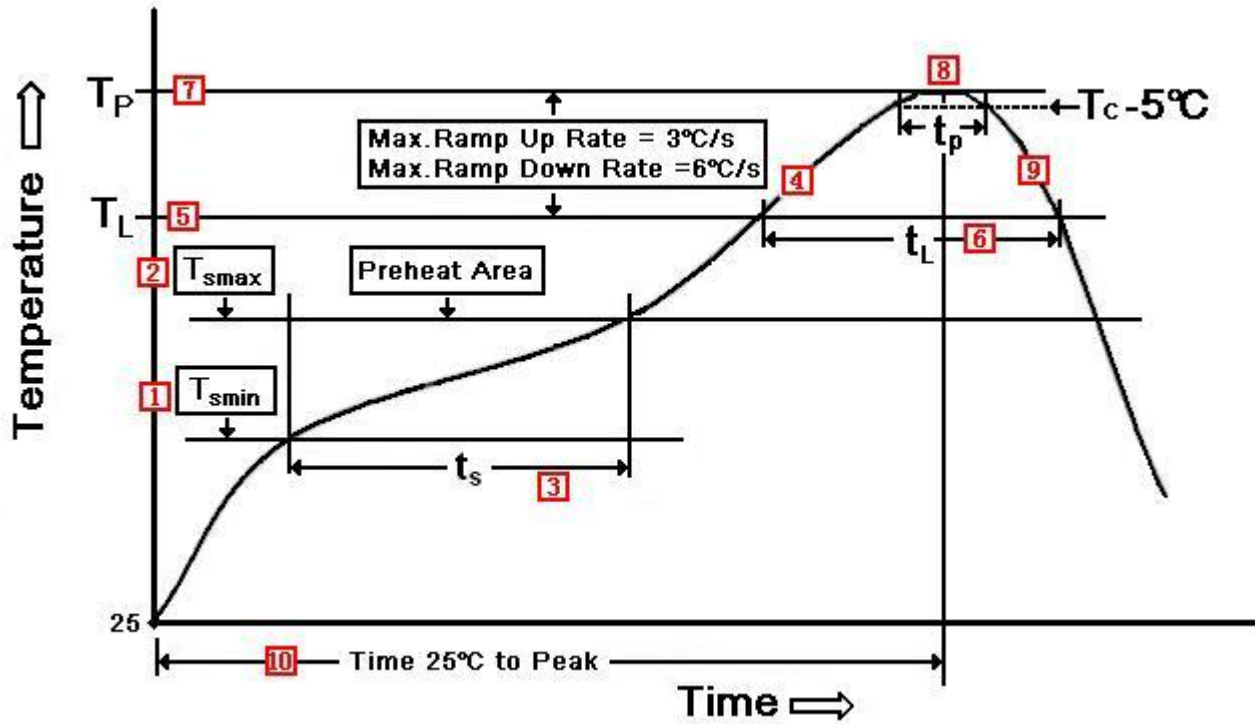




### 波峰焊指引曲线



## 回流焊指引曲线



下表为回流焊具体数值:

序号	符号	项目	范围
R. 1	T <sub>smin</sub>	预加热最小温度	150°C
R. 2	T <sub>smax</sub>	预加热最大温度	200°C
R. 3	t <sub>s</sub>	预热区加热时间 (T <sub>smin</sub> to T <sub>smax</sub> )	120sec
R. 4	Dt/dt up	平均上升速率 (T <sub>smax</sub> to T <sub>p</sub> )	3°C/sec max
R. 5	T <sub>L</sub>	回流温度	217°C
R. 6	t <sub>L</sub>	回流区间内持续时间	Min. 90sec
R. 7	T <sub>p</sub>	峰值温度	245°C-250°C
R. 8	t <sub>p</sub>	熔断点时间	Min. 30sec
R. 9	dT/dt down	平均下降速率 (T <sub>p</sub> to T <sub>smax</sub> )	6°C/sec max
R. 10	T <sub>peak</sub>	从 25°C 上升至峰值温度所需时间	8 min max



高精度 PSR APFC 隔离 LED 恒流驱动芯片

修订历史

版本号	修订时间	修订内容
2.3	2018-3-7	增加波峰焊与回流焊的相关信息