

SCM1331A 40V 输入, 2A LED 驱动电源

特点

- 4.5V~40V 宽输入电压
- 开关频率 200kHz~1500kHz 可调
- 输出电流高达 2A
- 内部软启动
- 200mΩ 上管导通阻抗
- 4μA 关断电流
- 输出过流保护及芯片过温保护

应用范围

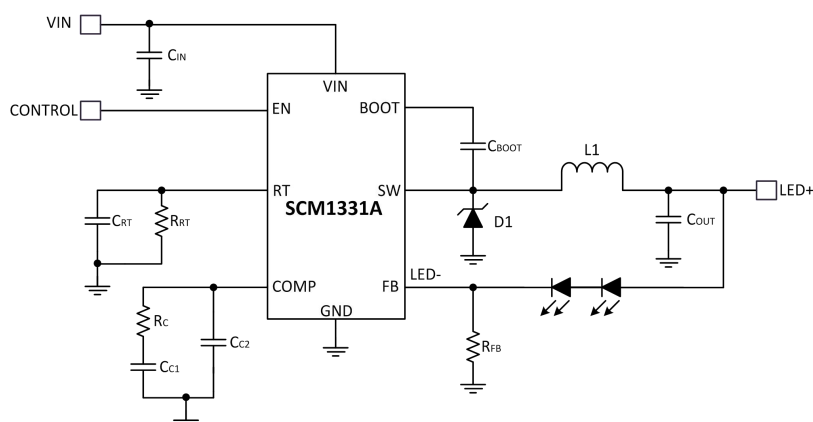
- 高压 LED
- 通用照明
- 恒流电源

功能描述

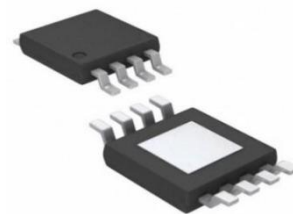
SCM1331A 是一款输出电流可达 2A 的 LED 驱动降压转换器芯片。该芯片具有 4.5V~40V 的宽输入电压范围，关断电流低至 4μA。采用电流模式控制，反馈电压为 0.2V，可提供快速瞬态响应，且利于环路补偿。开关频率为 200kHz~1500kHz（频率外部可调），因此仅需使用小型外围器件，即可实现低输出纹波电压。内部集成软启电路，有效减小外部器件数量。可通过 EN 引脚实现 PWM 调光。SCM1331A 可用于驱动单串或多串、单色或红外（IR）LED 阵列，可应用于多类型场景，例如摄像机中。

具有过温保护、短路保护功能，采用 eSOP-8 封装（4.9mm × 3.9mm × 1.4mm）。

典型应用电路

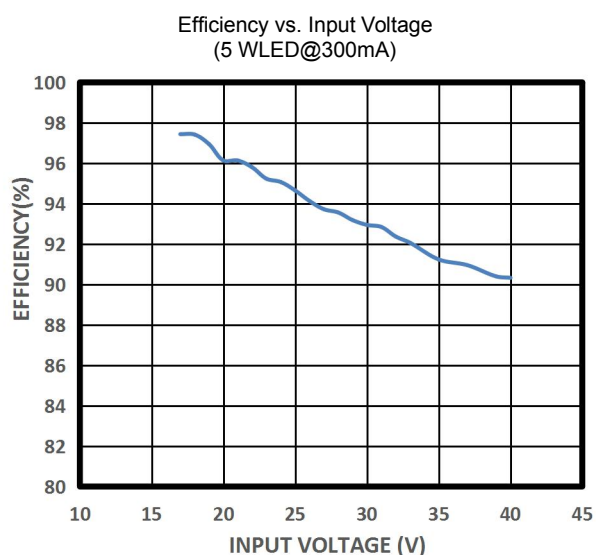


封装



产品封装：eSOP-8，丝印信息请见“订购信息”

功能曲线



目录

1 首页.....1

1.1 特点及封装.....1

1.2 应用范围.....1

1.3 功能描述.....1

1.4 典型应用电路及功能曲线.....1

2 引脚封装及描述.....2

3 IC 相关参数.....3

3.1 极限制定值.....3

3.2 推荐工作参数.....3

3.3 电学特性.....3

3.4 热阻信息.....4

3.5 典型曲线.....4

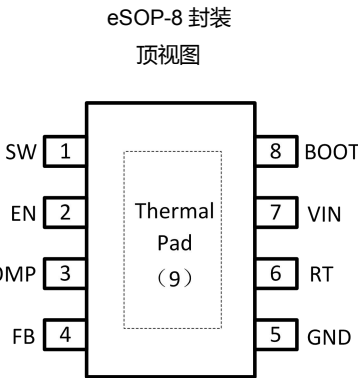
4 概述.....6

5 应用信息.....7

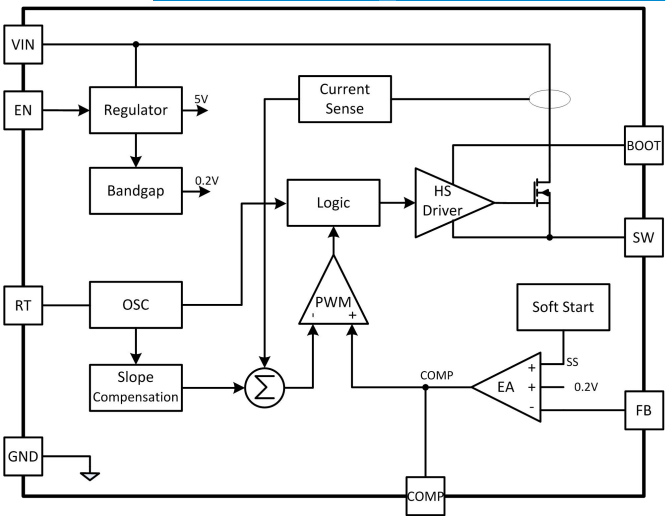
6 应用电路.....9

7 订购、封装及包装.....10

引脚封装



内部框图



引脚描述

编号	名称	I/O	描述
1	SW	O	开关输出。连接外部电感、二极管。
2	EN	I	芯片使能输入。高电平使能，悬空使能。
3	COMP	I	补偿输入，外接电阻、电容组成的补偿网络。
4	FB	I	反馈输入。外接 LED 二极管和电流采样电阻到地。
5	GND	G	芯片“地”引脚。
6	RT	I	芯片频率设置输入，外接电阻到地。
7	VIN	I	芯片供电电源输入。
8	BOOT	I	开关管栅极供电电源。BOOT 和 SW 间连接 0.1uF 电容。
9	Thermal PAD	G	芯片背板（散热），连接 PCB 地。

极限额定值

下列数据是在自然通风，正常工作温度范围内测得（除非另有说明）。

参数		最小值	最大值	单位
输入电压	VIN, EN to GND	-0.3	44	V
	BOOT to GND	-0.3	49	
	FB, COMP, RT to GND	-0.3	6	
输出电压	BOOT to SW		6	V
	SW to GND	-1	44	
工作结温范围	T _J	-40	150	°C
存储温度	T _{STG}	-55	150	
10 秒内，距离外壳 0.6mm 的引线温度			260	
潮湿敏感等级	MSL	MSL3		
静电放电（ESD）额定值	人体模型（HBM）	2		kV

注：若超出“最大额定值”表内列出的应力值，可能会对器件造成永久损坏。长时间工作在极限额定条件下，器件的可靠性有可能会受到影响。所有电压值都是以大地(GND)为参考基准。

推荐工作参数

若无特殊说明，下列参数都是在常温条件。

参数		最小值	最大值	单位
降压转换器	VIN	4.5	40	V
	BOOT		45	
	SW	-0.7	40	
	COMP	0	5	
	FB	0	5	
控制输入	EN	0	40	V
	RT	0	5	
工作结温范围	T _J	-40	125	°C

电学特性

若无特殊说明，下列参数都是在 T_A=+25°C，V_{IN}=12V，V_{EN}=V_{IN} 条件下测试。

符号	对应参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
芯片电源提供端（VIN 引脚）						
V _{IN}	输入电压范围		4.5		40	V
I _{SHDN}	芯片关断电流			4	10	μA
V _{UVLO}	欠压锁定阈值	上升			4.4	V
		迟滞		0.3		V
I _Q	静态电流	V _{FB} =300mV		130		μA
使能（EN 引脚）						
V _{EN}	使能阈值电压	上升			2.5	V
		下降	0.8			
I _{EN}	使能引脚电流	EN=0		1		μA
电压基准（FB 引脚）						
V _{FB}	反馈电压		188	200	212	mV
误差放大器（EA）						
A _{EA}	电压增益			400		V/V
G _{EA}	跨导	I _{COMP} =±3μA		430		μA/V
I _{EA}	灌入流出电流	V _{FB} =175mV/225mV		10		μA
功率管						
R _{DS(on)_H}	上管导通阻抗 ⁽¹⁾	VIN=12V，BOOT - SW =5V		200		mΩ
I _{LIMIT}	电流限制阈值	VIN=12V，T=25°C，Open Loop		3.2		A
频率特性						
f _{SW}	开关频率	RT=197KΩ，1%精度	400	500	600	kHz
t _{ON-MIN}	最小导通时间 ⁽¹⁾	VIN=12V，BOOT - SW =5V，I _{LOAD} =1A		102		ns
过热保护						
T _{SHUTDOWN}	过温关断阈值 ⁽¹⁾	上升		150		°C
T _{HYS}	迟滞温度 ⁽¹⁾			20		°C

注 1：设计保证。

参数 ⁽¹⁾		数值	单位
结到空气热阻	θ_{JA}	50	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
结到顶部的特征热阻	Ψ_{JT}	10	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

注 1：所有数据在自然通风下将器件直接焊接在 4 层 7.62cm x 7.62cm PCB 测得。

典型曲线

若无特殊说明，下列参数都是在 $T_A=+25^{\circ}\text{C}$ ， $V_{IN}=24\text{V}$ ， $L=47\mu\text{H}$ ， $f_{sw}=645\text{kHz}$ ， $I_{LED}=300\text{mA}$ ，5 WLED 串联条件下测试得。

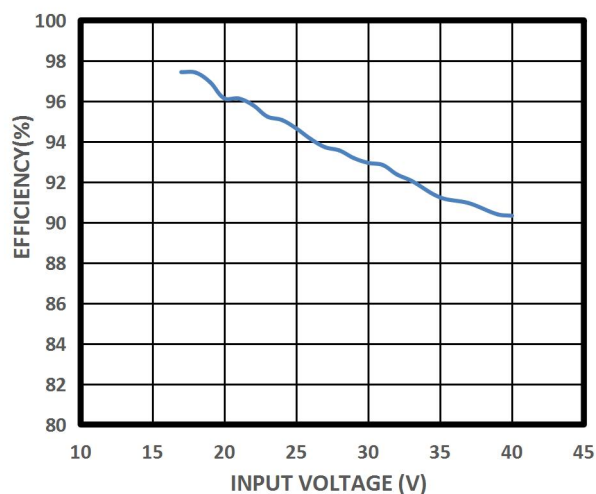


Figure 1. Efficiency VS. Input Voltage
(5 WLED@300mA)

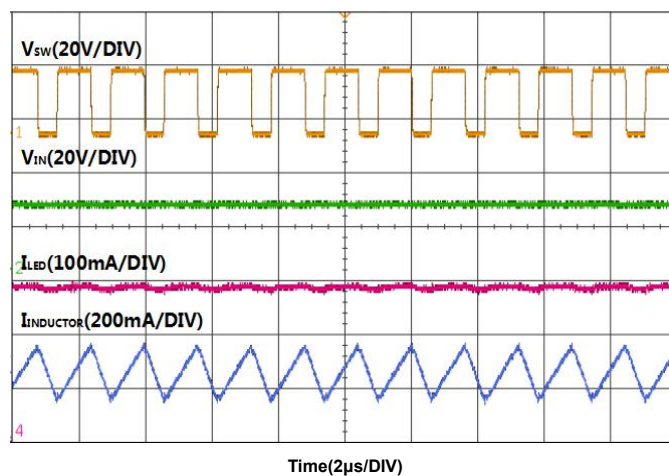


Figure 2. Steady State Operation
($V_{IN}=24\text{V}$, 5 WLED)

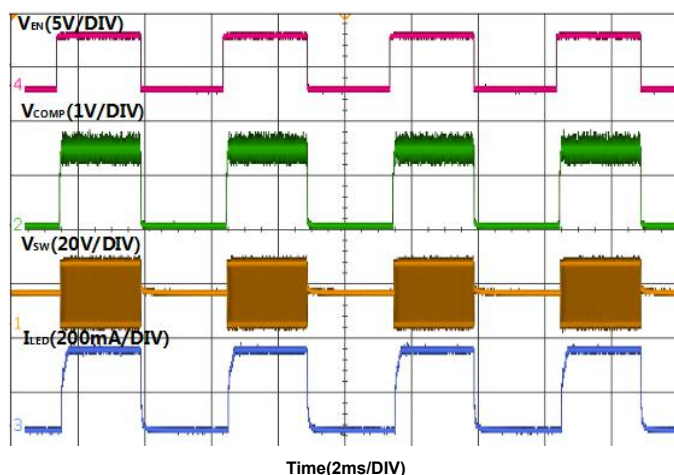


Figure 3. PWM Dimming
($V_{IN}=24\text{V}$, $f_{PWM}=200\text{Hz}$, $D_{PWM}=50\%$, 5WLED)

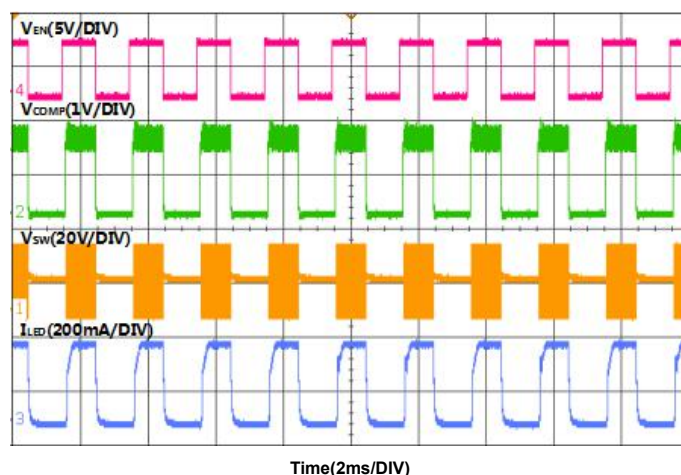


Figure 4. PWM Dimming
($V_{IN}=24\text{V}$, $f_{PWM}=500\text{Hz}$, $D_{PWM}=50\%$, 5WLED)

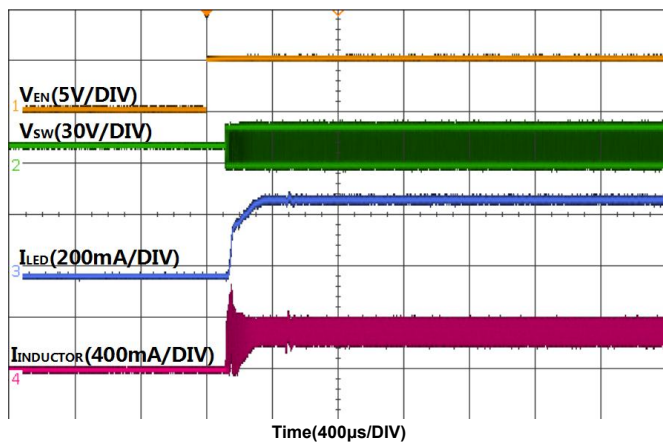


Figure 5. EN Start Up
($V_{IN}=24V$, 5 WLED)

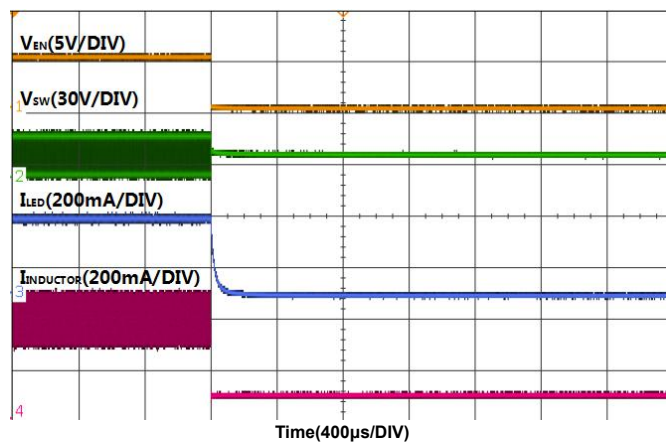


Figure 6. EN Shutdown
($V_{IN}=24V$, 5 WLED)

概述

SCM1331A 是一款最高输入 40V，开关管导通阻抗 200mΩ（典型值），最大输出电流 2A 的 LED 驱动非同步降压转换器。芯片具有轻载超低静态电流，在使能关断时电流仅 4μA。

SCM1331A 采用固定工作频率、电流模式实现。具有外部补偿调节功能，大大提高了应用灵活性。集成 5V 内部稳压电源及二极管，为外部自举电容充电；具有自举电容电压欠压检测功能，当欠压发生后，可以关闭上管，续流二极管导通，自举电容充电。由于具有自举电压刷新功能，芯片可以工作在超大占空比状态。芯片具有开关频率调节功能，通过选择不同的外接电阻，设置工作频率在 200kHz~1500kHz 范围。

芯片还集成了各种保护功能，包括电源欠压保护、峰值电流保护、短路保护、过温保护功能。

PWM 模式

SCM1331A 采用峰值电流模式，输出电压通过 FB 引脚采样，与内部基准经过误差放大器（EA）控制 COMP 端电压。在正常工作状态下，振荡器时钟信号控制内部的主开关在每个周期导通，电源通过主开关向外部电感输出电流，电感电流线性增加。在此期间，芯片对电感电流进行采样，当峰值电流达到门限时，控制主开关管关断，同时续流二极管导通，电感电流开始线性减小，直至电感电流为零或者下一个时钟周期到来。

轻载模式

SCM1331A 轻载下采用 SKIP 模式工作，SKIP 是一种自适应轻载工作模式，系统通过实时监测 COMP 引脚电平来控制功率管是否 SKIP 工作，从而在轻载时通过增加输出纹波达到节省内部功耗目的。

使能及内部电源变换

芯片外接引脚 EN 的电压大于 2.5V 时，内部电压转换电路正常工作，为芯片内部低压电路供电，然后内部主开关管开始正常工作，输出电压，芯片进入正常工作状态。EN 引脚电压为 0 时，芯片关断，关断电流约 4μA。EN 引脚内部有上拉电流，当其浮空时芯片处于使能状态。EN 引脚最高电压不能超过 40V。

自举功能

SCM1331A 内部集成自举供电电源，通过 BOOT 和 SW 引脚之间的自举电容提供上管驱动电压，上管关断时续流二极管导通，自举电容充电。芯片具有自举电容欠压检测功能，当欠压发生时，可以关断上管。

电流限制

SCM1331A 采用峰值电流控制模式实现，内部 COMP 电压逐周期控制上管关断。每个周期内开关管电流和 COMP 电压进行比较，当开关管峰值电流上升至 COMP 电压时，控制上管关断。在限流状态时，输出电压被拉低，误差放大器将 COMP 端电位拉高，达到内部箝位电压，最终达到逐周期限制开关管电流目的。

外部补偿

为了使用简单的环路补偿方式和实现较快的瞬态响应，SCM1331A 采用电流模控制。环路的补偿通过 COMP 引脚实现。COMP 引脚为误差放大器（EA）的输出。通过在 COMP 引脚串/并联电阻和电容，产生零、极点，从而实现环路的稳定。误差放大器（EA）的输出阻抗为：

$$R_{EA} = A_{VEA} / G_{EA}$$

其中误差放大器（EA）电压增益 $A_{VEA}=400V/V(\text{typ})$ ，跨导 $G_{EA}=430\mu A/V(\text{typ})$ 。

开关频率

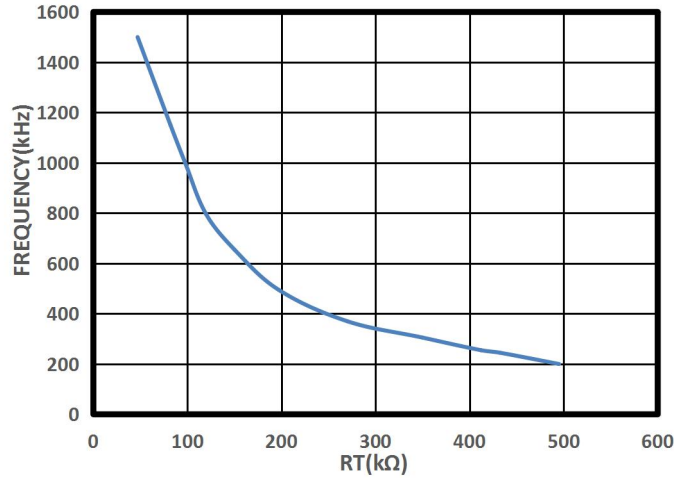
SCM1331A 芯片的开关频率可以通过 RT 引脚与 GND 引脚之间的 R_T 电阻设定。RT 引脚可以浮空，此时开关频率为 500kHz(typ)。RT 引脚不能短路到 GND。

热关断

芯片内部具备过温保护关断功能，当芯片自身结温超过 150°C 时，芯片关闭；待芯片温度降低到 130°C 后再重新启动。

开关频率设置

SCM1331A 具有外部频率设置功能，通过选择外接 R_T 电阻来调整工作频率，电阻及频率对应如下图所示。



典型电阻及频率对应如下表所示。

R_T (kΩ)	f_{sw} (kHz)
495	200
270	370
197	500
150	645
98	1000
47	1500

LED 电流设置

LED 电流通过外部采样电阻 R_{FB} 设置（参看典型应用图）， R_{FB} 电阻接在 FB 引脚和 GND 之间。

$$I_{LED} = \frac{V_{FB}}{R_{FB}}$$

例如：需要 700mA 的 LED 电流，可以设置 R_{FB} 为 286mΩ。

电感选择

在功率管开关后，电感可以给负载提供稳定的电流。选择大的电感可以减小电流纹波和输出电压纹波；但是大的电感有尺寸大、等效串联电阻大、饱和电流低的缺点。通常我们选择电感电流峰-峰值为最大工作电流的 30%，这样可以保证最差的负载条件下，电感不会饱和。电感值的计算如下：

$$L1 = \frac{V_{OUT}}{f_s \times \Delta I_L} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

其中 V_{OUT} 为输出电压， V_{IN} 为输入电压， f_s 为开关频率， ΔI_L 为电感电流峰-峰值。

电感峰值电流计算如下，需要保证电感在此电流时不会饱和。

$$I_{LP} = I_{LED} + \frac{V_{OUT}}{2 \times f_s \times L1} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

输入电容

降压转换器的输入电流是非连续的，因此需要电容对输入进行稳压。选用低 ESR 电容可以减小芯片的输入噪声和干扰，比如陶瓷电容、钽电容或者低 ESR 电解电容。输入电容选择需要大于 10μF，X7R 或者 X5R 电容，而且在 PCB 布局时需要尽量靠近芯片 VIN 引脚，以便达到更好的效果。

输出电容

输出电容会影响输出直流电压，还会影响环路稳定性。选择低 ESR 电容可以获得更好的输出纹波效果。推荐选择容值 4.7μF、等效串联电阻 (ESR) 小的陶瓷电容，可以获得最佳的纹波、瞬态效果。

输出电压纹波估算如下：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{8 \times f_s^2 \times L1 \times C_{OUT}} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)$$

补偿器件选择

SCM1331A 采用电流模式实现，容易补偿且可以获得好的瞬态响应效果。系统通过 COMP 引脚补偿，COMP 为内部误差放大器输出。串联电阻电容网络可以获得一个零点和极点来补偿系统。环路直流增益计算如下：

$$A_{VDC} = R_{FB} \times G_{CS} \times A_{VEA}$$

A_{VEA} 为内部误差放大器增益，典型值 400V/V； G_{CS} 为电流采样跨导，典型值为 6.8A/V； R_{FB} 为电流采样电阻。

系统有两个重要的极点，一是由补偿电容和误差放大器输出阻抗组成的极点；另一个是由输出电容和 LED 等效阻抗组成的极点。

$$f_{P1} = \frac{1}{2\pi \times C_{C1} \times R_{EA}}$$

$$f_{P2} = \frac{1}{2\pi \times C_{OUT} \times R_{LED}}$$

其中 C_{C1} 为 COMP 引脚补偿电容， $R_{EA} = A_{VEA}/G_{EA}$ 为误差放大器输出阻抗； $R_{LED} = \Delta V_{OUT}/\Delta I_{LED}$ 为 LED 交流等效电阻。

系统主要零点由补偿电容 C_{C1} 和补偿电阻 R_C 组成。

$$f_{Z1} = \frac{1}{2\pi \times C_{C1} \times R_C}$$

系统次零点由输出电容和输出电容等效串联电阻组成。

$$f_{ESR} = \frac{1}{2\pi \times C_{OUT} \times R_{ESR}}$$

对于次零点可能造成的系统不稳定，可以通过增加电容 C_{C2} 来补偿，补偿得到的极点位置如下：

$$f_{P3} = \frac{1}{2\pi \times C_{C2} \times R_C}$$

补偿设计的目的是获得好的环路稳定性，足够的环路相位裕度和合适的环路带宽可以得到好的瞬态响应。环路带宽过低会引起线性瞬态响应和负载瞬态响应速度慢，但是过高的环路带宽会造成系统不稳定，因此合适的补偿及环路设计是非常重要的，通常我们设置环路带宽为工作频率的 1/10，可以据此来优化补偿器件参数。

1. 选择补偿电阻 R_C 来设置环路带宽

$$R_C = \frac{2\pi \times C_{OUT} \times R_{LED} \times f_C}{R_{FB} \times G_{EA} \times G_{CS}}$$

其中 f_C 为期望的环路带宽。

2. 选择补偿电容 C_{C1} 来获得期望的环路相位裕度，通过如下参数设置可以在 1/4 环路带宽内获得足够的相位裕度：

$$C_{C1} > \frac{4}{2\pi \times R_C \times f_C}$$

3. 通过设置 C_{C2} 来抵消输出电容等效串联电阻 (ESR) 引起的第三零点对环路的影响，此 ESR 零点需要小于 1/2 环路带宽：

$$\frac{1}{2\pi \times C_{OUT} \times R_{ESR}} < \frac{f_s}{2}$$

C_{C2} 设置如下：

$$C_{C2} = \frac{C_{OUT} \times R_{ESR}}{R_C}$$

续流二极管

在功率管关断时，二极管用来作为续流管，为电感提供持续电流。选择肖特基二极管可以大大减小正向导通损耗，从而提高效率。二极管的反向击穿电压需要大于最大输入电压（瞬态过冲电压），平均电流能力需要大于最大负载电流。

热关断

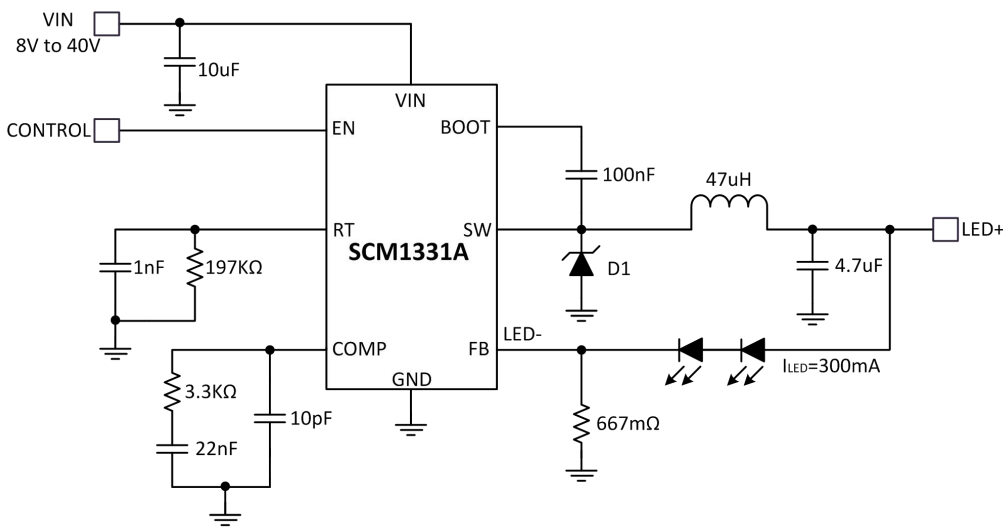
为了避免芯片过热关断，需要根据不同的应用进行热分析。原则上需要保证最大内部功耗不超过最大结温要求：

$$P_{L(MAX)} = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$$

$T_{J(MAX)}$ 为最大允许结温， T_A 为环境温度， θ_{JA} 为结到环境的热阻。

应用电路

典型应用电路

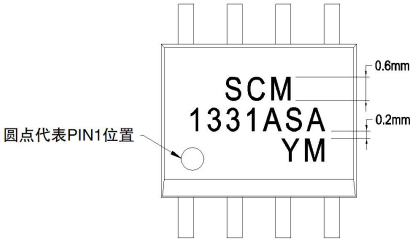


产品型号	封装	引脚数	丝印	包装
SCM1331ASA	eSOP-8	8	SCM1331ASA YM	3k/盘

产品型号与丝印说明

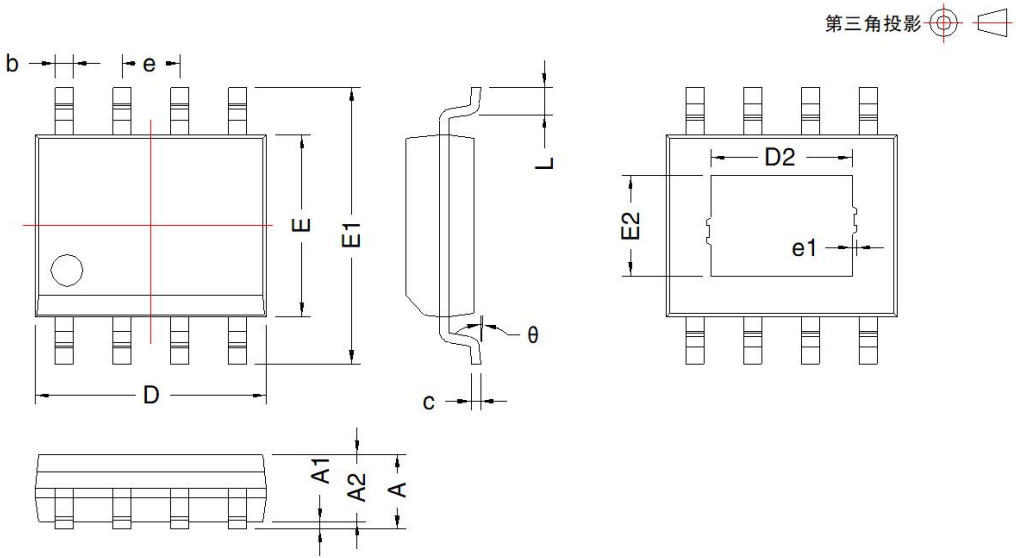
SCM1331ASA :

- (1) SCM1331, 产品代码。
- (2) A, 版本代码。
- (3) S, 封装代码; S : eSOP-8 封装。
- (4) A, 温度等级代码; C : 0℃-70℃, I : -40℃-85℃, A : -40℃-125℃, M : -55℃-125℃。
- (5) YM : 产品溯源代码。

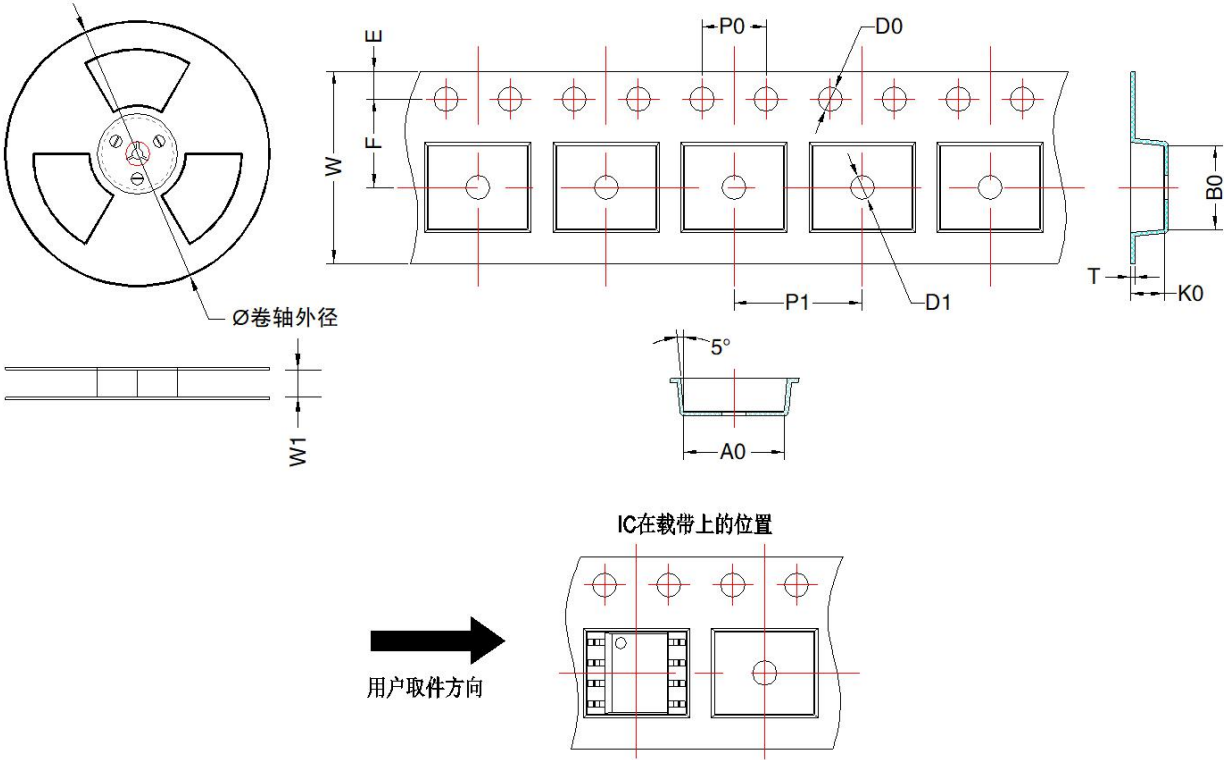


- 注:
- 1、字体: Arial;
 - 2、字符尺寸: 高度0.6mm, 字符间距0.1mm, 行间距0.2mm。

封装信息



ESOP-8				
标识	尺寸(mm)		尺寸(inch)	
	Min	Max	Min	Max
A	—	1.65	—	0.065
A1	0.05	0.15	0.002	0.006
A2	1.30	1.50	0.051	0.059
D	4.80	5.00	0.189	0.197
E	3.80	4.00	0.150	0.157
E1	5.80	6.20	0.228	0.244
L	0.50	0.80	0.020	0.031
b	0.39	0.47	0.015	0.019
e	1.27TYP		0.05TYP	
c	0.20	0.24	0.008	0.009
θ	0°	8°	0°	8°
D2	2.09		0.082	
E2	2.09		0.082	
e1	0.16		0.006	



器件型号	封装类型	MPQ	卷轴外径 (mm)	卷轴宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	T (mm)	W (mm)	E (mm)	F (mm)	P1 (mm)	P0 (mm)	D0 (mm)	D1 (mm)
SCM1331ASA	ESOP-8	3000	330.0	12.4	6.5 ± 0.2	5.45 ± 0.2	2.0 ± 0.2	0.3 ± 0.05	12.0 ± 0.3	1.75 ± 0.1	5.5 ± 0.1	8.0 ± 0.1	4.0 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.5 ± 0.1

广州金升阳科技有限公司

地址：广东省广州市黄埔区科学城科学大道科汇发展中心科汇一街 5 号

电话：86-20-38601850

传真：86-20-38601272

E-mail: info@mornsun.cn