



## 大功率 LED 灯升压恒流驱动控制器 QX5305

### 概述

QX5305 是一款高效率，稳定可靠的高亮度 LED 灯驱动控制 IC，内置高精度比较器，off-time 控制电路，恒流驱动控制电路等，特别适合大功率，多个高亮度 LED 灯串恒流驱动。

QX5305 采用固定 off-time 控制工作方式，其工作频率可高达 2.5MHz，可使外部电感和滤波电容、体积减少，效率提高。

在 DIM 脚加 PWM 信号，可调节 LED 灯的亮度。

通过调节外置的电阻，能控制高亮度 LED 灯的驱动电流，使 LED 灯亮度达到预期恒定亮度，流过高亮度 LED 灯的电流可从几毫安到 2 安培变化。

### 订货信息

#### QX5305X

**P:DIP-8**

**LG:SO-8**

### 特性

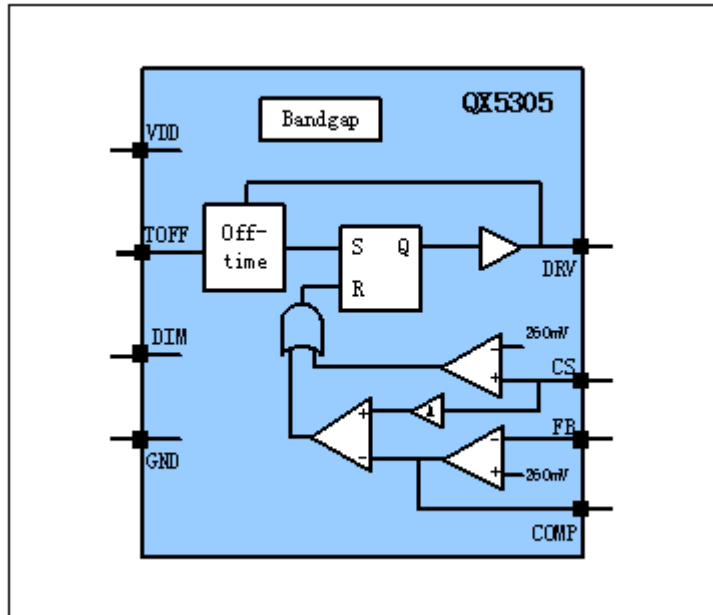
- 可编程驱动电流，最高可达 2A
- 高效率：最高达 95%
- 宽输入电压范围：2.5V~36V
- 高工作频率：2.5MHz
- 工作频率可调：500KHz~2.5MHz
- 驱动 LED 灯功能强：LED 灯串可从 1 个到几十个 LED 高亮度灯
- 亮度可调：通过 EN 端 PWM，调节 LED 灯亮度

### 应用范围

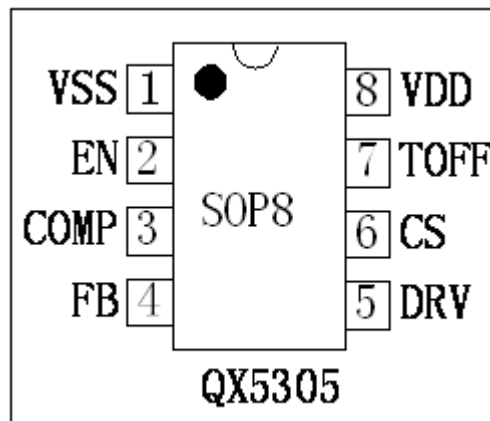
- 干电池供电 LED 灯串
- LED 灯杯
- RGB 大显示屏高亮度 LED 灯
- 平板显示器 LED 背光灯
- 恒流充电器控制
- 通用恒流源



方框图



管脚排列图



管脚定义:

管脚序号	管脚名称	功能描述
1	VSS	电源地
2	EN	芯片使能端
3	COMP	内部比较器补偿
4	FB	电压反馈端
5	DRV	外部 MOS 驱动端
6	CS	电流反馈检测脚
7	TOFF	关断时间设定
8	VDD	电源正(2V-6.5V)

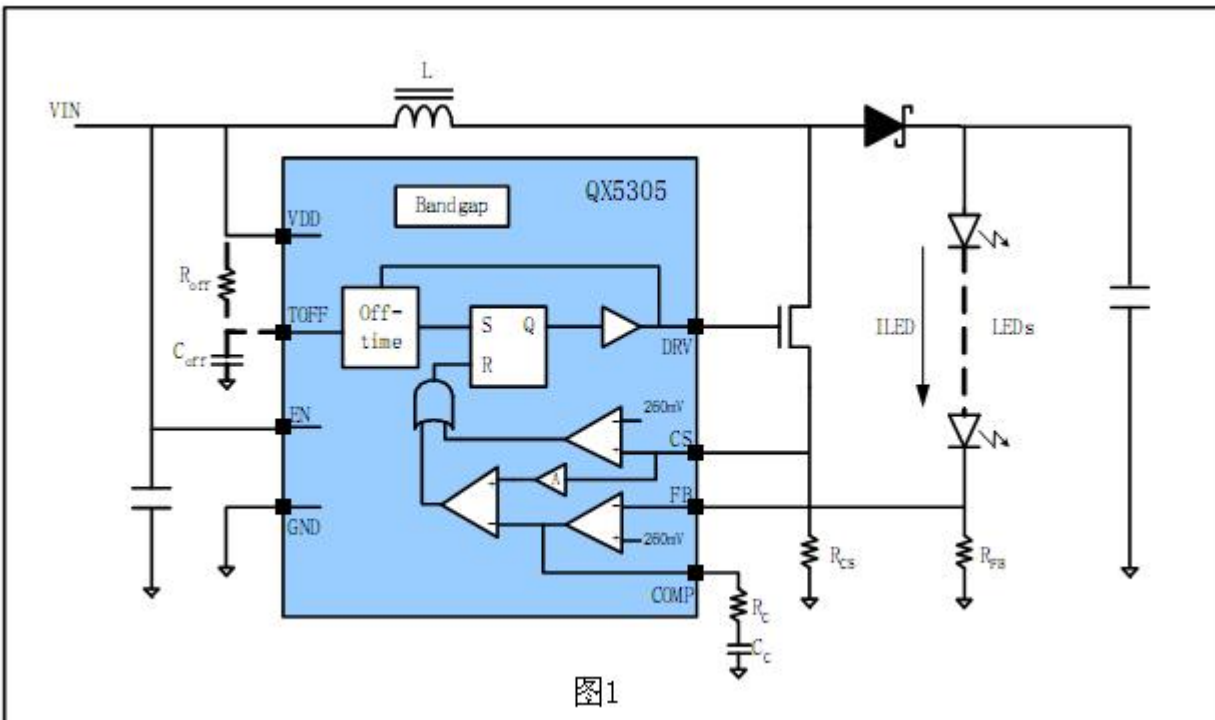
极限参数

参数	符号	描述	值	单位
电压	Vmax	VDD 脚电电压	8	V
	Vmin-max	EN, CS 和 FB 脚电压值	-0.3-VDD+0.3	V
温度	Tmin-max	工作温度范围	-20-85	°C
	Tstorage	存储温度范围	-40-165	°C
ESD	VESD	ESD 电压 (人体模式)	2000	V

主要电气性能和指标参数

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源电压	VDD		2.5		6.5	V
CS 脚反馈电压	V <sub>CS</sub>		250	260	270	mV
FB 脚反馈电压	V <sub>FB</sub>		250	260	270	mV
工作电流	IDD			0.5	1	mA
关断时间 (Toff 脚悬空)	T <sub>OFF0</sub>			640		ns
待机电流	IDDQ				1	uA
EN 脚逻辑高电平	V <sub>ENH</sub>		2.0			V
EN 脚逻辑低电平	V <sub>ENL</sub>				0.8	V
DRV 脚电压上升时间	T <sub>RISE</sub>	500pF 电容在 DRV 脚上时			50	ns
DRV 脚电压下降时间	T <sub>FALL</sub>	500pF 电容在 DRV 脚上时			50	ns

典型应用电路图



## 工作原理简述

QX5305 采用峰值电流检测和固定 off-time 控制方式。片内的 R-S 触发器分别由 off-time 定时器置位和 CS 比较器、FB 比较器复位，它控制外部 MOSFET 管并和功率电感 L、LED、肖特基二极管共同构成一个自振荡的，连续电感电流模式的升压型恒流 LED 驱动电路（参见图 1）。

除了固定 off-time 控制这点外，QX5305 的工作方式和普通的电流模式 PWM 控制型 DC/DC 升压电路非常相似。当工作在连续电流模式下时，流过功率电感的电流  $I_L$  如图 2 所示。

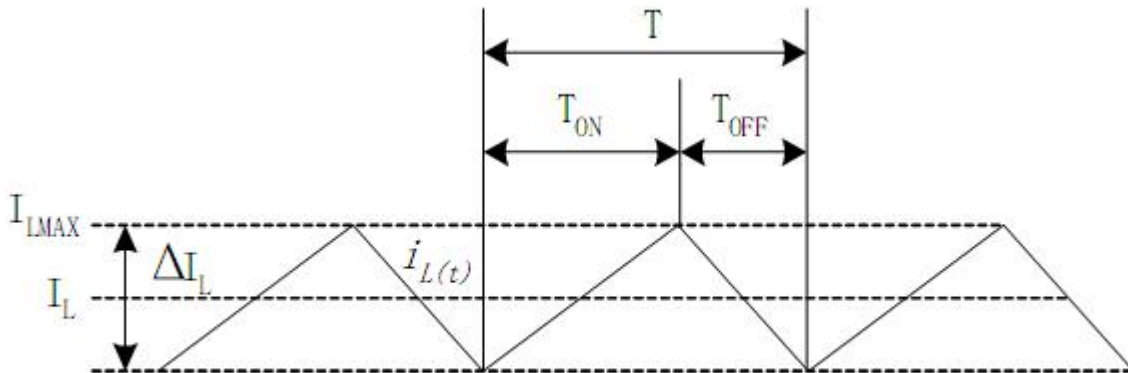


图 2

$V_{DD}$  上电时，off-time 定时器的输出置位内部触发器使输出为高，驱动外部功率 MOSFET 导通， $T_{ON}$  周期开始。这时候，流过功率电感 L 的初始电流为零，电流以上升的模式从  $V_{IN}$  通过功率电感 L、MOSFET 和电流采样电阻  $R_{CS}$  流到地。该电流将一部分能量储存在功率电感里并在  $R_{CS}$  上产生一个压降  $V_{CS}$ 。与此同时输出滤波电容对 LED 放电，该电流在  $R_{FB}$  上产生一个压降  $V_{FB}$ ， $V_{FB}$  被误差放大器放大。当电流上升到使得  $V_{CS} > 260mV$  或  $V_{FB} >$  误差放大器的输出电压时，CS 或 FB 比较器的输出复位内部触发器使得输出变低，控制外部功率 MOSFET 关断， $T_{ON}$  周期结束， $T_{OFF}$  周期开始。

$T_{OFF}$  周期内，储存在功率电感里的能量以反电势的形式与  $V_{IN}$  叠加后，通过肖特基二极管、LED、电流反馈电阻  $R_{FB}$  构成回路，电流呈下降的模式，与此同时输出滤波电容被充电。当预先设置的  $T_{OFF}$  时间间隔到达时，off-time 定时器的输出再次置位内部触发器使得输出为高，外部功率 MOSFET 重新导通， $T_{OFF}$  周期结束，开始新的  $T_{ON}$  周期，电流再次以上升的模式流通，同时输出电容对 LED 放电……。依次循环往复，使 LED 上的电流得以连续而且保持稳定。

正常工作情况下，电感电流上升、下降的斜率与  $V_{IN}$ 、功率电感 L 的感值和 LED 的正向压降相关。 $V_{CS}$  间接反映了电感的峰值电流，也代表了峰值功率，而  $V_{FB}$  间接反映了输出电流的大小。QX5305 根据  $V_{FB}$  来不断调节外部功率 MOSFET 管导通的时间  $T_{ON}$ ，即输出电流的脉冲宽度（也就是输入到功率电感 L 中的能量增加，导致流过负载的输出电流变大，反之则反。如此闭环调节使得输出电流能够得到恒定。



## 应用指引

### 1) LED 电流的设定

LED 的电流由  $R_{FB}$  设定， $R_{FB}$  阻值不同，就可以设置不同的 LED 驱动电流。 $R_{FB}$  的估算公式如下：

$$R_{FB}=260mV/I_o$$

$I_o$  为驱动 LED 灯的电流。

### 2) 峰值功率的限定

限定峰值功率可以减小上电时的冲击电流，并且在电路异常时可以起到保护作用。峰值功率由  $R_{CS}$  设定， $R_{CS}$  的计算公式如下：

$$R_{CS}=260mV/I_o * K \quad K=0.7 * V_{IN}/V_o \quad \text{也即：} R_{CS}=R_{FB} * 0.7 * V_{IN}/V_o$$

$I_o$  为驱动 LED 灯的电流； $V_o$  为输出电压，即所有串联 LED 正向电压的总和。

### 3) 工作频率的确定

QX5305 采用固定 off-time 控制工作方式，其工作频率为  $F=1/(T_{OFF}+T_{ON})$

其中  $T_{ON}$  时间与功率电感的感值和输入输出的电压差相关，而  $T_{OFF}$  的 off-time 时间由片内的 off-time 定时器和片外的  $T_{OFF}$  管脚的  $R_{OFF}$ 、 $C_{OFF}$  决定。因此可通过外部电阻和电容设置最小  $T_{OFF}$  时间，从而间接设定工作频率，

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1-D}{T_{OFF}}$$

其中点空比约为  $D \approx (V_{OUT}-V_{IN})/V_{OUT}$ ，而  $T_{OFF}$  计算公式如下：

$$T_{OFF} = 0.51 \cdot \frac{100K\Omega \cdot R_{OFF}}{R_{OFF} + 100K\Omega} \cdot (C_{OFF} + 12pF)$$

这里  $100K\Omega$  电阻和  $12pF$  电容是芯片内部集成的参数，当  $T_{OFF}$  管脚悬空时：

$$T_{OFF} = 0.51 * 100K\Omega * 12pF = 612nS$$

在  $T_{OFF}$  管脚上单独接  $R_{OFF}$  电阻可以提搞工作频率，而单独接  $C_{OFF}$  则可以降低工作频率。例如：当  $T_{OFF}$  脚接  $470pF$  电容时， $T_{OFF} \approx 24.6\mu S$ ，如果  $D=0.1$ ，则电路工作频率  $F$  约为  $36.6KHz$ 。

工作频率的高低，是要根据实际使用情况来决定的。工作频率高，功率电感的数值可以越小，电感的体积也越小，同时也有利于选用低容值小体积的输入输出滤波电容。但是较高的工作频率会导致 MOSFET 管和肖特基二极管的开关损耗增加，发热加剧，导致电路的效率下降。这点在高输出电压下工作时较为明显。因此，如果在高于  $80V$  的工作条件下，建议 QX5305 的工作频率不宜超过

80KHz。

#### 4) 功率电感 L 选择

功率电感 L 的选用原则，一是确保流过 LED 的电流是连续的并且纹波电流  $\Delta I$  值远小于流过 LED 的电流值，其次是保证其工作时不会出现磁饱和现象。

QX5305 电路在工作时，输入电源在 MOSFET 管导通  $T_{ON}$  期间直接对功率电感提供能量，其于时间则由电源与功率电感内储存的能量来维持 LED 电流。换句话说，功率电感在 MOSFET 管导通时储能，MOSFET 管关闭时释放能量，电感及 LED 上的电流方向始终是不变的。功率电感的充放电在输出电流上形成锯齿状纹波电流（见图 2）。纹波电流（ $\Delta I = I_{MAX} - I_{LIN}$ ）的上升下降斜率及幅值直接与电感上的电压和电感量相关，其关系如下式：

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{v_L}{L}$$

$T_{ON}$  时： $V_L = V_{IN} - V_{DP} - V_{CS}$ ； $T_{OFF}$  时： $V_L = -V_{IN} + V_{LED} + V_F$

纹波电流  $\Delta I$  的大小与功率电感的电感量成反比例，当纹波电流过大时，将导致输出电流的断续（此时可以理解为： $T_{ON}$  时功率电感内储存的能量不足以在  $T_{OFF}$  时释放来维持负载电流）。因而，一定的工作电压、负载下，不同的电感元件参数，流过负载的电流会出现连续模式和非连续两种模式。

在驱动 LED 的情况下，为保持 LED 电流的恒定，不希望出现非连续模式。因此，在工作电压、负载一定的情况下，必须合理地选择功率电感数值以保证电路工作于连续模式下。

当功率电感的电感量足够大时，一般可保证电流不会出现非连续模式。同时较大的电感量也使得流过负载的电流脉动分量较小，有利于延长 LED 的寿命。

通常可根据以下公式估算出保证连续模式工作的最小电感量，然后在条件许可的情况下，尽可能地采用较大的电感量值。

在 off-time 期，流过 LED 灯的  $\Delta I_L$  计算如下：

$$\Delta I_L = T_{OFF} * (V_{OUT} - V_{IN}) / L$$

为了使流过 LED 灯电流波动小于  $\Delta I_L$ ，电感值应满足：

$$L \geq T_{OFF} * (V_{OUT} - V_{IN}) / \Delta I_L$$

$T_{OFF}$  在上一节中由  $R_{OFF}$  和  $C_{OFF}$  来设定， $\Delta I_L$  可取  $I_L$  的十分之一。

通常，当输入、输出电压的压差较大或者输出功率较大时，需要加大功率电感的值，反之，可以用较小的功率电感值。一般取值约在几百微亨到十几毫亨，视实际应用而定。



另外不可忽视的一个问题是，QX5305 工作时流过功率电感的峰值电流通常可高达安培级以上，所选用的功率电感必须具有足够的 DC 工作电流容量，否则电感会发生磁饱和，造成电路的效率大大下降，甚至电路不能正常稳定工作。一般情况下，要求功率电感的饱和电流必须大于最大输出电流的 1.5 倍以上。同时在大电流条件下功率电感本身的内阻（ESR）也不可忽视，它会极大地影响转换效率。所以，在确定了电感量以后，如果希望提高 QX5305 驱动器的工作效率，在体积允许的情况下，可选用较大的磁性元件及较粗的导线绕制的功率电感。

### 5) MOSFET 管的选用

首先要考虑 MOSFET 的耐压，一般要求 MOSFET 的耐压高于最大输出的电压 1.5 倍以上。其次，根据驱动 LED 灯电流的大小，选择 MOSFET 的  $I_{DS}$  最大电流。一般情况下，应选用 MOSFET 的  $I_{DS}$  最大电流是 LED 灯驱动电流的 3 倍以上。另外 MOSFET 的内阻要尽可能小； $R_{DS}$  越小，在 MOSFET 管上面的功率越小，电路的工作效率就越高。

另外，高电压应用时，由于高耐压的 MOSFET 管完全导通所需的驱动电压  $V_{GS}$  也比较高（可能会高于 QX5305 的输出驱动电平），为此应该选择  $V_{GS}$  低于 5V 的型号。

### 6) EN 使能端

在 EN 端接（低电平）地时，QX5305 处于休眠状态，此时，工作电流小于 10uA，自耗电非常小，当 EN 端为高电平时，QX5305 处于工作状态，此时空载工作电流约为 200uA。

### 7) LED 灯亮度调节

LED 灯的亮度调节，可由以下二种方法：

第一种方法是模拟调光，通过改变  $R_{FB}$  的电阻。 $R_{FB}$  的电阻越小，LED 灯的亮度越高， $R_{FB}$  电阻越大，亮度越小。

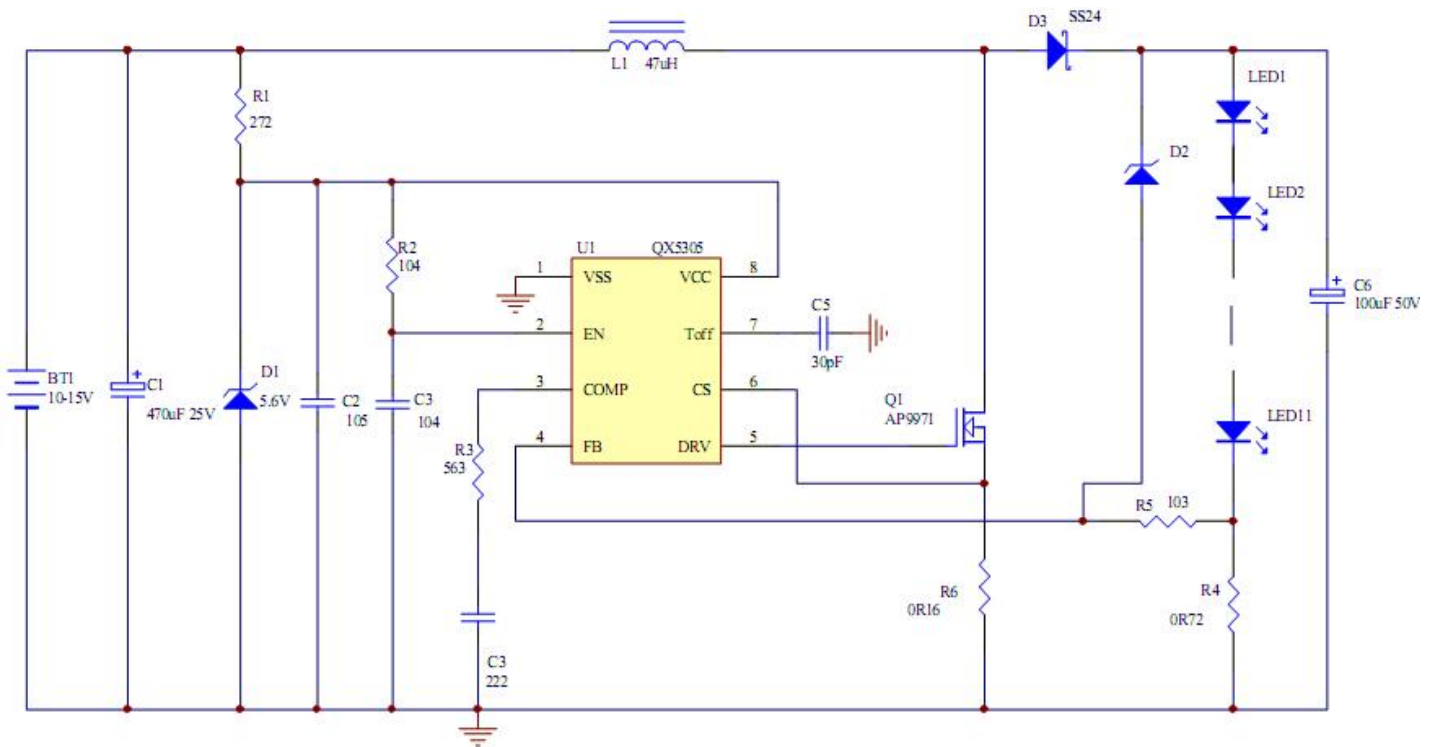
第二种方法是在 QX5305 的 EN 端加 PWM 控制信号调光方式，PWM 信号可由 CPU 产生，也可由其它脉冲信号产生，PWM 信号可控制通过 LED 灯的电流从 0 变到正常最大电流状态。PWM 占空比越大亮度越亮，即可使 LED 灯从全暗变为全亮。利用 PWM 控制 LED 的亮度，非常方便和灵活，是最常用的调光方法，PWM 的频率可从 100Hz 到 10KHz，电平应满足 TTL 或 CMOS 标准。



## 典型应用电路

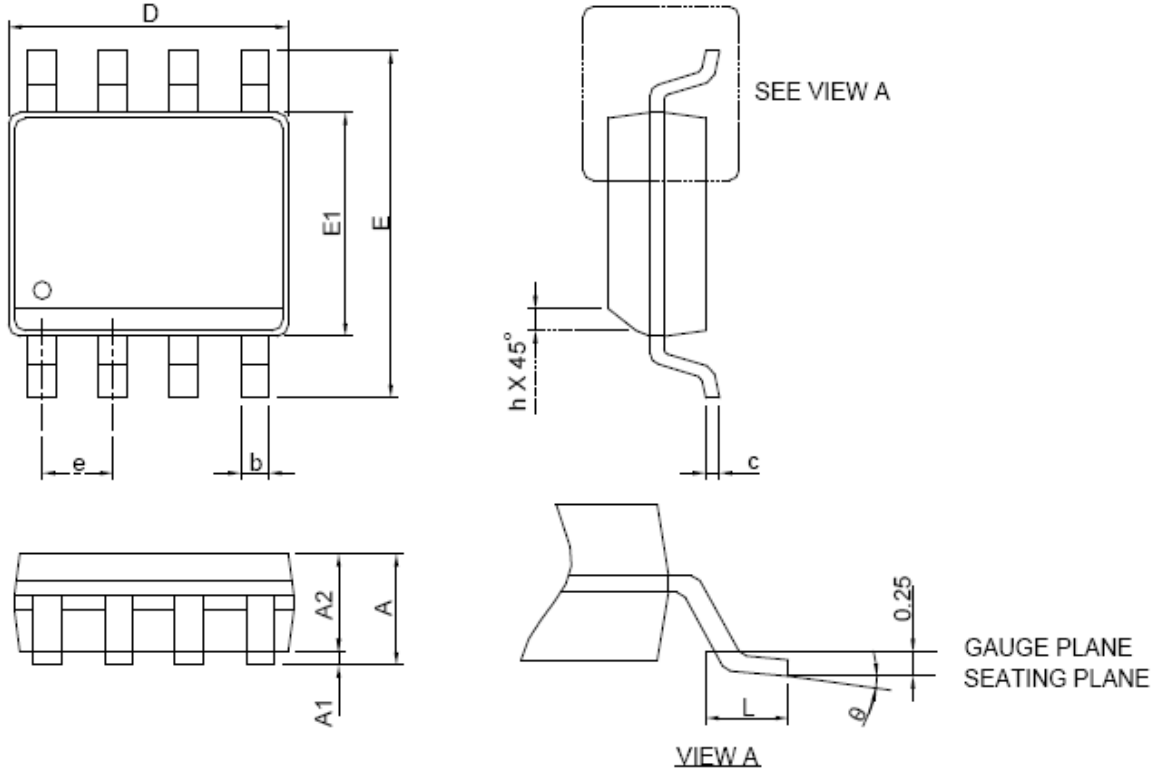
QX5305 特别适合多节电池或低压供电的大功率 LED 照明应用，图 3 所示为用于太阳能路灯的驱动电路实例。该电路工作于典型的 Boost 方式，输入电压通用 D1 稳压后给 IC 供电。改变 R4 可以调节输出电流大小，而改变 R6 可以设定最大峰值功率。图中 D2、R5 是输出开路保护电路，D2 的电压值一般选为正常输出电压的 1.1 到 1.2 倍。

该电路也可推广用于 LED 路灯、LED 洗墙灯、装饰灯等。



外型尺寸和封装信息

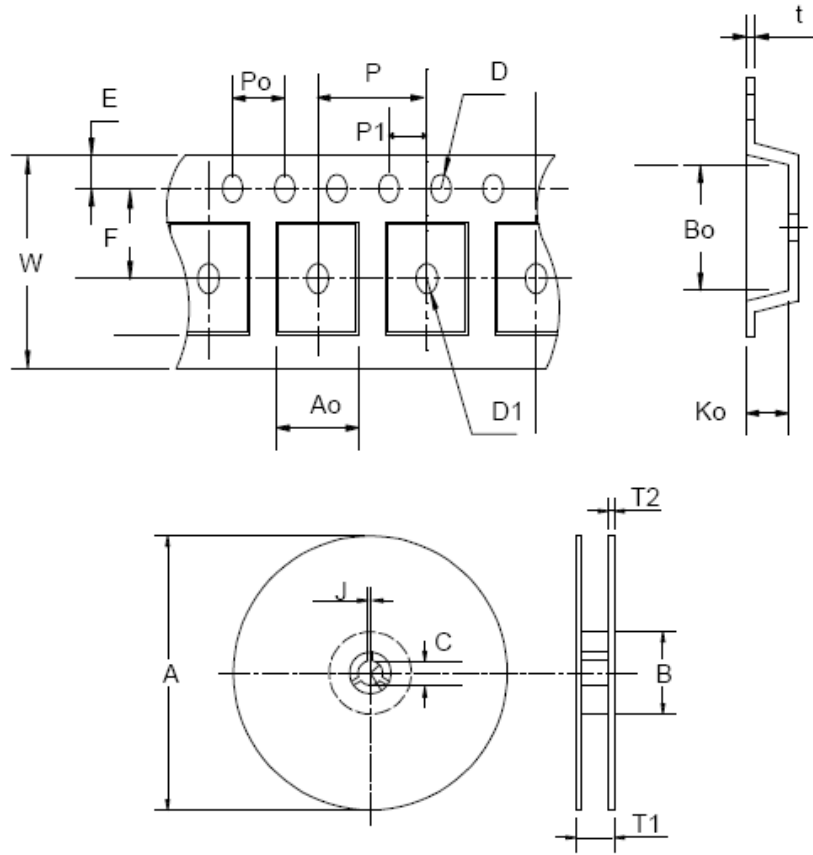
SOP-8



SYMBOL	SOP-8			
	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A		1.75		0.069
A1	0.10	0.25	0.004	0.010
A2	1.25		0.049	
b	0.31	0.51	0.012	0.020
c	0.17	0.25	0.007	0.010
D	4.90 BSC		0.193 BSC	
E	6.00 BSC		0.236 BSC	
E1	3.90 BSC		0.154 BSC	
e	1.00 BSC		0.050 BSC	
h	0.25	0.50	0.010	0.020
L	0.40	1.27	0.016	0.050
$\theta$	0°	8°	0°	8°



包装尺寸



Application	A	B	C	J	T1	T2	W	P	E
SOP-8	330±1	62 ± 1.5	12.75 + 0.15	2 + 0.5	12.4 +0.2	2± 0.2	12 + 0.3 - 0.1	8± 0.1	1.75± 0.1
	F	D	D1	Po	P1	Ao	Bo	Ko	t
	5.5 ± 0.1	1.55±0.1	1.55+ 0.25	4.0 ± 0.1	2.0 ± 0.1	6.4 ± 0.1	5.2± 0.1	2.1± 0.1	0.3±0.013

(mm)

包装

封装类型	包装单位	每卷数量
SOP-8	带/卷	2000PCS