

高亮度通用LED驱动器

产品概述

GK6010 是一个峰值电流开关型的高效 LED 驱动控制集成电路。它在输入电压从 8VDC 到 450VDC 范围内能有效驱动多个高亮度 LED。内部集成的宽范围输入 LDO 简化了外部电源的需求。该芯片能以最高达 100KHz 的固定频率驱动外部功率 MOSFET，其频率由外部电阻编程决定。为了保证亮度恒定并增强 LED 的可靠性，外部高亮 LED 串采用恒流方式控制，而不是恒压控制。其恒流值由外部取样电阻值决定，变化范围从几毫安到数百毫安。

GK6010使用了特殊高压隔离工艺，能经受高达450V的浪涌输入电压的冲击。其控制结构非常适合buck型LED驱动器，流经LED串的输出电流是可由外部控制电压设定，能调整在零和它的最大值范围之间的任何值。GK6010还提供一个低频的PWM调光功能，能接受一个外部达几千赫兹的控制信号在0-100%的占空比下进行调光。

主要特点

- 效率大于90%
- 输入电压范围8VDC—450VDC
- 单开关器件恒流驱动 LED
- 驱动电流从几毫安到数百毫安
- 内部集成8VDC—450VDC的高压LDO
- 能驱动从1个至数百个LED
- 具有恒频和恒关断工作模式
- 线性和PWM低频调光，EN使能
- LED负载短路/开路保护，
- 过温保护
- 极少的外部应用器件

应用领域

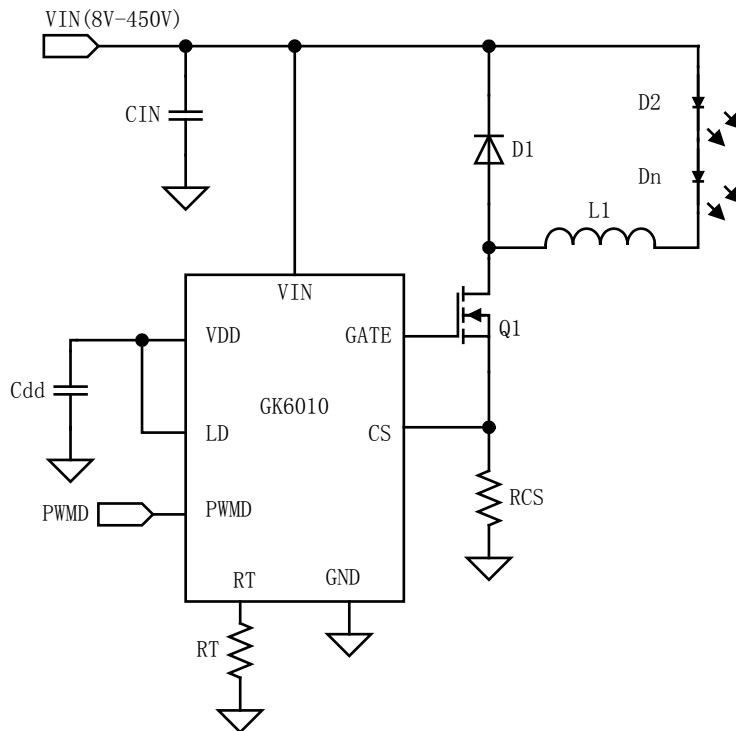
- AC/DC或DC/DC的LED驱动器
- 显示器背光LED驱动器
- 恒流源
- LED信号灯和装饰灯
- 汽车照明和信号灯

订购信息

封装形式	温度范围	订购编码	包 装	标 识
SOP-8	-40 °C to 85 °C	GK6010M	Tape and Reel	GK****X YXX
DIP-8	-40 °C to 85 °C	GK6010D	Tape	GK****X YXX

标识说明：GK****X GK代表公司名称，****代表产品型号，X代表封装形式代码
YXX Y: 代表年份，XX:代表产品批次编号

典型应用



最大的允许额定值

参 数	数 值
Vin到GND	-0.5V to +470V
CS, LD, PWM_D, GATE到GND	-0.3Vto(VDD + 0.3V)
V _{Ddmax}	10.0V
连续的耗散功率(TA =+25° C) (备注1)	
8-Pin DIP (9mW/° C 在 +25° C以上时)	900mW
8-Pin SOP (6.3mW/° C 在 +25° C以上时)	630mW
工作环境温度	-40° C to +85° C
工作节温	+125° C
贮存环境温度	-65° C to +150° C

说明：最大允许额定值是指超过这些值可能会损坏器件。在这些条件之下是不利于功能运作的。

器件连续工作在最大允许额定值下可能影响器件的可靠性。所有的电压是参考的对器件接地端。

电气性能参数

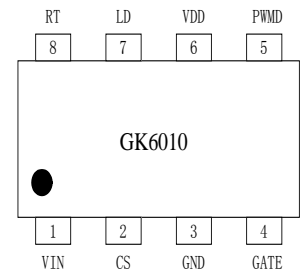
(除非另有注明, 参数的工作条件 TA= 25°C, Vin=12V)

代号	参数	最小	典型	最大	单位	条件
V _{inDC}	直流输入电压范围 ¹	8		450	V	直流输入电压
I _{inSD}	关机模式供电电流	-	0.5	1	mA	PWM_D引脚到GND, V _{IN} = 8V
V _{DD}	内部线性电源	5.0	5.5	6.0	V	V _{IN} = 8 - 450V, I _{DD(ext)} = 0, 引脚 Gate开路
V _{DDmax}	V _{DD} 最大电压(不建议长期在此电压工作)	-	-	10.0	V	当用外部电压直接供电给引脚V _{DD}
I _{DD(ext)}	V _{DD} 对外可提供的电流	-	-	1	mA	V _{IN} = 8 - 100V
UVLO	V _{DD} 欠压闭锁电压阈值	3.65	4.0	4.35	V	V _{IN} 上升
ΔUVLO	V _{DD} 欠压闭锁磁滞电压	-	500	-	mV	V _{IN} 下降
V _{EN(lo)}	PWM_D 引脚输入低电压	-	-	1.5	V	V _{IN} = 8 - 450V
V _{EN(hi)}	PWM_D 引脚输入高电压	2.4	-	-	V	V _{IN} = 8 - 450V
R _{EN}	PWM_D 引脚下拉电阻	50	100	150	kΩ	V _{EN} = 5V
V _{CS}	电流采样的阈值电压	225	250	275	mV	@TA = -40°C to +85°C
V _{GATE(hi)}	门极高电平输出电压	V _{DD} -0.3	-	V _{DD}	V	I _{OUT} = 10mA
V _{GATE(lo)}	门极低电平输出电压	0	-	0.3	V	I _{OUT} = -10mA
F _{osc}	振荡器频率	20	25	30	kHz	R _{OSC} = 1.00MΩ
		80	100	120		R _{OSC} = 226kΩ
D _{max}	最大 PWM 占空比	-	-	100	%	F _{PWM} = 25kHz, 在GATE, CS对GND.
V _{LD}	线性调光引脚的电压范围	0	-	250	mV	@TA = <85° C, V = 12V
TBLANK	电流采样的消隐间隔时间	150	215	280	ns	VCS=0.55VLD, VLD=VDD
t _{DELAY}	从 CS 到 GATE 输出 low 的延迟时间	-	-	300	ns	在 VIN=12V, VLD=0.15, VCS=0 to 0.22V 时的 TBLANK
t _{RISE}	GATE 输出上升时间	-	30	50	ns	C = 500pF
t _{FALL}	GATE 输出下降时间	-	30	50	ns	C = 500pF

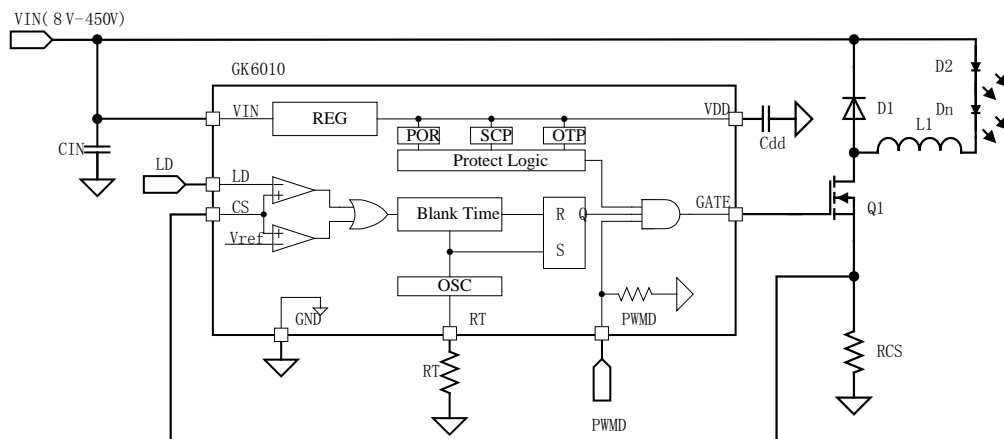
1. 同样受封装的耗散功率所限制, 以最低的为准。

封装引脚图

引脚	SOP8	功能描述
VIN	1	输入电压 8V to 450V DC
CS	2	LED 灯串的电流感测输入端
GND	3	芯片地
GATE	4	驱动外部 MOSFET 的栅极
PWM_D	5	低频 PWM 调光脚, 也是使能输入脚。内部集成 100KΩ 的下拉电阻到地
VDD	6	内部线性电源(一般是 6.0V)。能够向外部线路提供高达 1mA 的电流。当交流输入电压在整流时接近零交越时, 一个足够大的储能电容用来提供能量。
LD	7	线性调光器被用来改变电流感测比较器的电流阈值。
RT	8	频率振荡控制器。一个电阻连接在此引脚与地之间用来设定 PWM 的频率。



方框图&典型应用



基本原理

GK6010可控制包括隔离/非隔离,连续/非连续等类所有的转换器。当GATE端输出高电平驱动外部的功率MOSFET时,LED驱动器将储存到电感或变压器原边电感的输入能量,依赖不同的转换器类型,可能储能或者将部分能量直接□□LED串,□功 率MOSFET关断时,储存在磁性元件上的能量□□□LED串的驱动电流。(工作在Flyback模式)。

当VDD电压大于UVLO电压时,GATE端可以输出高电平。此时输出电流通□限制外部功率MOSFET的峰值电流的方式工作。外部电流采样电阻与功率MOSFET的源极串□,此采样电阻的电压反馈到GK6010的CS pin脚,当CS pin脚的电压超过峰值电流的设定的阈值电压时,GATE的驱动信号结束,功率管□□。峰值电流比较器的阈值电压在内部设定值为250mV,亦可通过LD pin在外部设定在0到250mV之间的任意值。当需要软启动时,在LD pin连接一个电容,从而允许电压按期望的速率上升,因此,确保LED的输出电流是逐渐上升的。

很明显,一个简单的无源功率因素校正□路,由3个二极管和2个电容组成,应用线路显示如图1。

AC/DC应用

GK6010是一个经济的可降□,升压,升降□的控制芯片,特别适合设计驱动多串LED或LED阵列。该芯片既适用于全球通用的AC交流输入,也适用于8—450V的直流输入。交流输入时,为提高功率因素,通过由EN61000-3-2 Class C所规定的照明设备的交流谐波的限制,在输入功率小于25W,可很容易的在线路中加入无源功率因素校正□路得以实现。GK6010可驱动上百个高亮度的LED串□或□串高亮度的LED,这些LED能被设计成一串或串并联结合的方式,GK6010通过调节恒流□可确保LED亮度和光□□延□□命。GK6010的特色是使能脚PWMD可采用脉宽调制(PWM)的方法调节LED亮度,同时兼作使能端,该端悬空时芯片无输出控制。GK6010也可通过LD端线性调压的方式连续调节LED的输出电流从而控制亮度(也叫线性调光)。

GK6010提供标准的8-pin SOP和DIP封装。在 $V_{IN} > 250V$ 的应用需求时,可以采取外部电阻降压的方式使用。

GK6010内部包含了一个高压线性电源,它向内部所有线路提供能量,也可以提供给外部低压电路。

调光

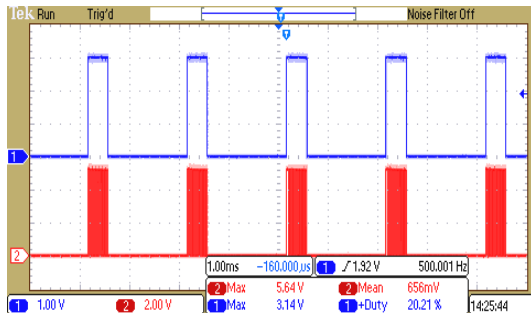
有两种方式可以实现调光,取决不同的应用,可以单独调节也可组合调节。第一种调光方式(叫线性调光)LED的输出电流峰值能被线性调节改变。第二种调光方式(叫PWM调光)通过改变输出电流的占空比来控制LED的亮度。

线性调光通过调节LD pin脚电压从0到250mV而实现,该控制电压优先于内部CS pin设定值250mV,从而输出电流可实现编程。例如,在VDD和地之间接一个电阻分压器,设定CS pin的控制电压。当分压器设定的控制电压超过250mV将不会改变输出电流。如希望更大的输出电流,可以选择一个更小的采样电阻。

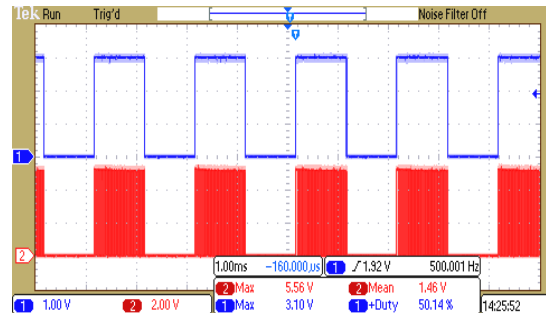
PWM调光通过外部PWM信号加在PWMD pin端而实现。该PWM信号可由微控制器或

由脉冲发生器按希望的 LED 的亮度以一定的占空比来实现。在此 PWM 方式下, 以该信号的高低转换来调节 LED 的电流。在此模式, LED 的电流处在这两种状态之一: 零或由采样电阻设定的正常电流。其最高电流由采样电阻来设定。GK6010 采用这种 PWM 控制方法, LED 灯的输出电流能在零到 100%之间调整。此 PWM 调光方法的精度仅仅取决于 GATE 的最小脉宽的限制, 即此频率的占空比的百分比。

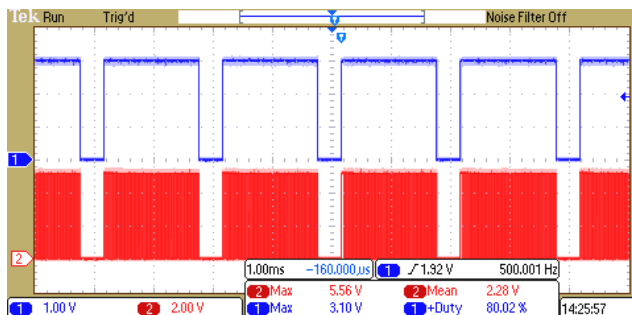
这里有一些由应用线路图 1, 给出的典型的波形阐明 PWM 调光方法如下。CH₁ 是给 PWM 脚的 PWM 信号和 CH₂ 是 MOSFET 的 GATE 驱动电压。



20% PWM Ratio at 500Hz Dimming



50% PWM Ratio at 500Hz Dimming



80% PWM Ratio at 500Hz Dimming

开路保护

当用降口型拓扑, LED 串和电感是串联连接的, 不需要任何的保护。

另外, 断开 LED 的连接就意味着没有开关交换和不能连续工作。然而, 在 buck-boost 或 Flyback 拓扑中, GK6010 可能聚积过多的电压在开关管和整流器二口管上可能造成口坏。在这种情况下, 当检测到过压条件时 GK6010 能够由 PMWD pin 下拉到地从而关断。

使能控制

当 PMWD pin 连接到地时, GK6010 被关断。此时, GK6010 所消耗的静态电流小于 1mA。

短路保护

由于有消隐电路，MOSFET 存在一个最短开通时间。在 LED 灯串短路的情况下，电感会积聚起更大的电流。GK6010 内部采用了短路保护电路来保护功率管和 LED，最大限度地保护了昂贵的功率元件。

下面给出一个实际应用的例子，用来演示如何选择相关的器件

1. 设定输出电流

如图 1, 选择降压拓扑时, LED 中的平均电流, 有一个相关连的误差需要被计算进去。此误差是因为电感中的平均电流和峰值电流是不同的。

例如电感纹波电流的峰峰值是 45mA, 要得到 150mA 的 LED 电流, 该采样电阻应为:
 $250\text{mV} / (150\text{mA} + 0.5 * 0.3 * 150\text{mA}) = 1.45\Omega$ 。

2. 工作频率设定

振荡器的工作频率能被用一外部电阻 R_{osc} 在 25kHz 到 300kHz 之间设定:

$$F_{\text{osc}} = 25000 / (R[\text{k}\Omega] + 22) \text{ [kHz]}$$

3. 功率因数校正

当 LED 驱动器的输入功率不超过 25W 时, 为了通过标准 EN61000-3-2 Class C 的 AC 谐波的限制, 如图 1, 可以加一个简单的被动功率因数校正电路。

典型的应用电路图 1 表示怎样加入这个校正电路。一个由 3 个二极管和 2 个电容器的简单电路被加在 AC 整流输入的后面, 去改善输入电流的谐波失真, 达到功率因数大于 0.85。

4. 电感设计

在典型的应用电路图 1 里面, 可以从已知电感中, 计算得到的 LED 纹波电流的峰峰值。但在典型的应用, 这样的纹波电流被限制为正常的 LED 电流的 30%。在这个例子中, 正常电流 I_{LED} 是 150mA。

下一步是得出 LED 灯串上的压降。例如, 当灯串由 10 个高亮度的 LED 组成且每个二极管在它的额定电流下的正向压降为 3.0V, 则 LED 串的总电压 V_{LEDS} 是 30V。

可以知道正常的整流后的输入电压 $V_{\text{IN}} = 120\text{V} * 1.41 = 169\text{V}$, 由此可以决定开关的占空比: $D = V_{\text{LEDS}} / V_{\text{IN}} = 30 / 169 = 0.177$

然后, 给出开关频率, 在此例中 $f = 50\text{kHz}$, 这样需计算功率管 MOSFET 的导通时间:

$$T_{\text{ON}} = D / F_{\text{osc}} = 3.5 \text{ 微秒}$$

由这些必需的值, 可以计算出电感: $L = (V_{\text{IN}} - V_{\text{LEDS}}) * T_{\text{ON}} / (0.3 * I_{\text{LED}}) = 10.8\text{mH}$

5. 输入滤波电容

输入滤波电容应该能保持整个交流电压周期被整流后的电压高于 LED 串电压的 1.1 倍。

假定 15% 的相关电压的纹波穿过电容器，下面的公式给出此输入电容器的最小值：

$$C_{\text{MIN}} = I_{\text{LEDS}} * 0.06 / V_{\text{IN}}^2, C_{\text{MIN}} = 9.5 \mu\text{F}, \text{这里选用 } 10 \mu\text{F} / 250\text{V}。$$

在无源 PFC 电路中需要在输入端使用两个电容算出的 C_{MIN} 的电容串联。这两个电容中的每一个应为输入电压的 1/2 和容量的两倍，即 $20 \mu\text{F} / 125\text{V}$ 。

DC/DC 低压应用

降压型 (BUCK) 拓扑

当需要的 LED 灯串电压比输入电压低时，选用降压型转换器拓扑。在前面章节概略说明的降压型 LED 驱动器的设计步骤也能适用此拓扑 LED 驱动器的。然而，设计者必须注意的是输入电压必须维持高于 2 倍的 LED 灯串的正向电压降。这个限制是因为当 GK6010 作降压型转换器工作时，如果占空比大于 0.5，输出电流可能变得不稳定。输出电流本身在纹波的影响下会自激振荡。

升压降压型 (Buck-Boost) 拓扑

当 LED 灯串的正向电压降比输入电压高，相等或者低的时候，可以使用这个类型的转换器。升压降压反转型 (Buck-Boost) 的拓扑特适用于输入电压是 12V 的汽车电瓶和输出灯串电压 3 到 6 个高亮度 LED 时，此案例可能为尾部信号灯和刹车信号灯。当开关管导通时，来自输入端的电能首先储存在电感或者反激变压器中，然后能量在开关管关断时传递到输出端。当下一个周期到来时，如果储存在电感中的能量还没有释放完，表示转换器工作在连续传导模式，此变换器的输入输出电压关系式如下：

$$V_{\text{OUT}} = -V_{\text{IN}} * D / (1 - D)$$

输出电压可以比输入电压高，也可以比输入电压低，取决于占空比。

让我们讨论上述拓扑的一个实例，汽车 LED 驱动器。它需要驱动三个高亮度的 350mA 的 LED。众所周知，正常的输入电压 $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$ ，LED 灯串的电压 $V_{\text{LEDS}} = 9\text{V}$ ，这样，正常的占空比，可以计算出：

$$D = V_{\text{LEDS}} / (V_{\text{IN}} + V_{\text{LEDS}}) = 9 / (12 + 9) = 0.43$$

然后，需给出开关频率，在此例中假设 $F_{\text{osc}} = 50\text{KHz}$ 。此时，我们可以计算功率 MOSFET 的导通时间 T_{ON} ：

$$T_{\text{ON}} = D / F_{\text{osc}} = 8.6 \mu\text{s}$$

从而，我们可以给出电感的值：

$$L = V_{\text{IN}} * T_{\text{ON}} / (0.3 * I_{\text{led}}) = 0.98\text{mH}, \text{取 } 1\text{mH}$$

输出电容

同降压型拓扑不同的是，反转型 (Buck-Boost) 拓扑转换器需要一个输出滤波电容，在开关管导通时，输出电流中的电感电流被转移，仅有输出电容输送能量给 LED 灯串。为了平衡 LED

中的电流, 这个电容器的阻抗选择必须满足输出的纹波电流要求, 且低于LED灯串的阻抗 R_{OUT} 。如果我们假设此实例中 $R_{OUT}=3.0\Omega$, 为了减少纹波, 取纹波因子为 10, 这样需要选用等效串联阻抗 (ESR) 为 0.3Ω 的电容。为此, 可选一个SMT的钽电容。

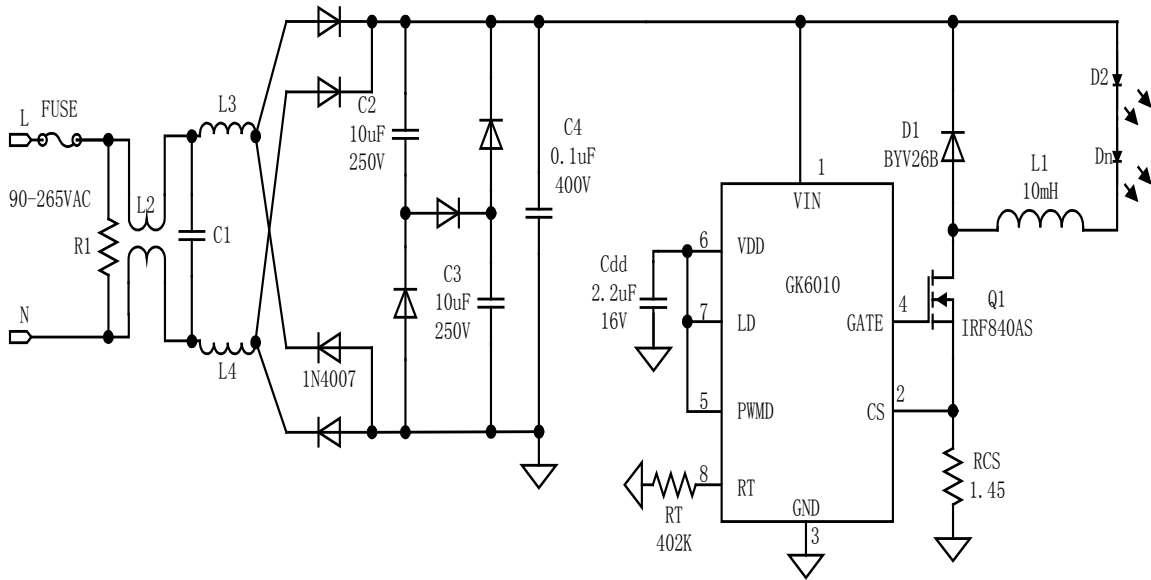


图 1: 典型应用线路 (220VAC)

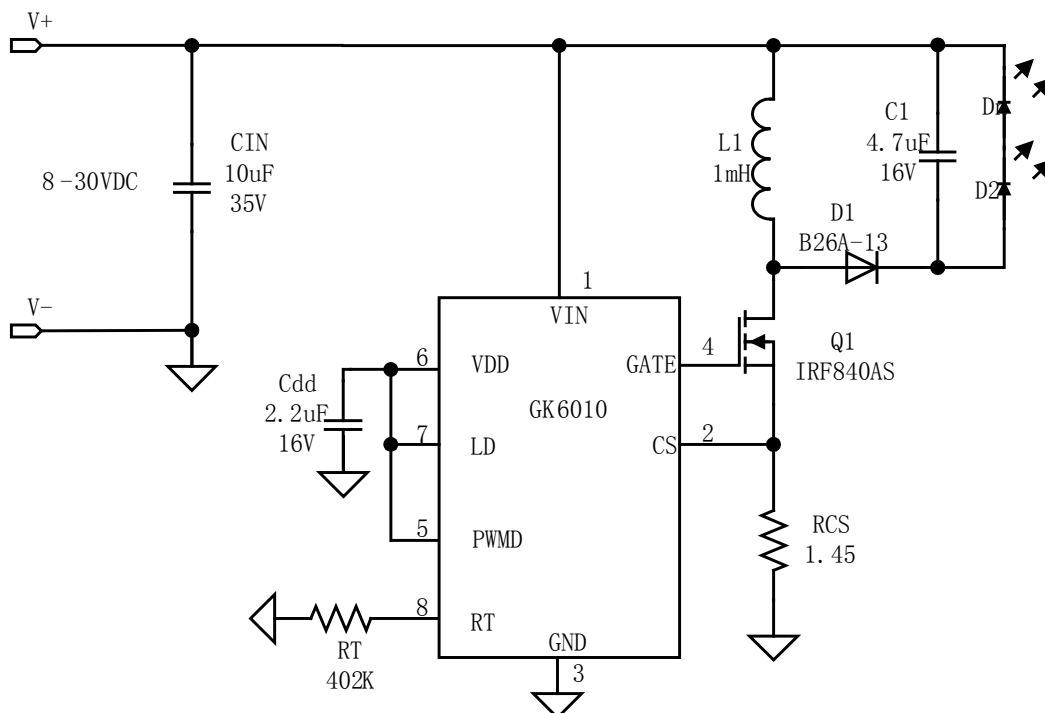
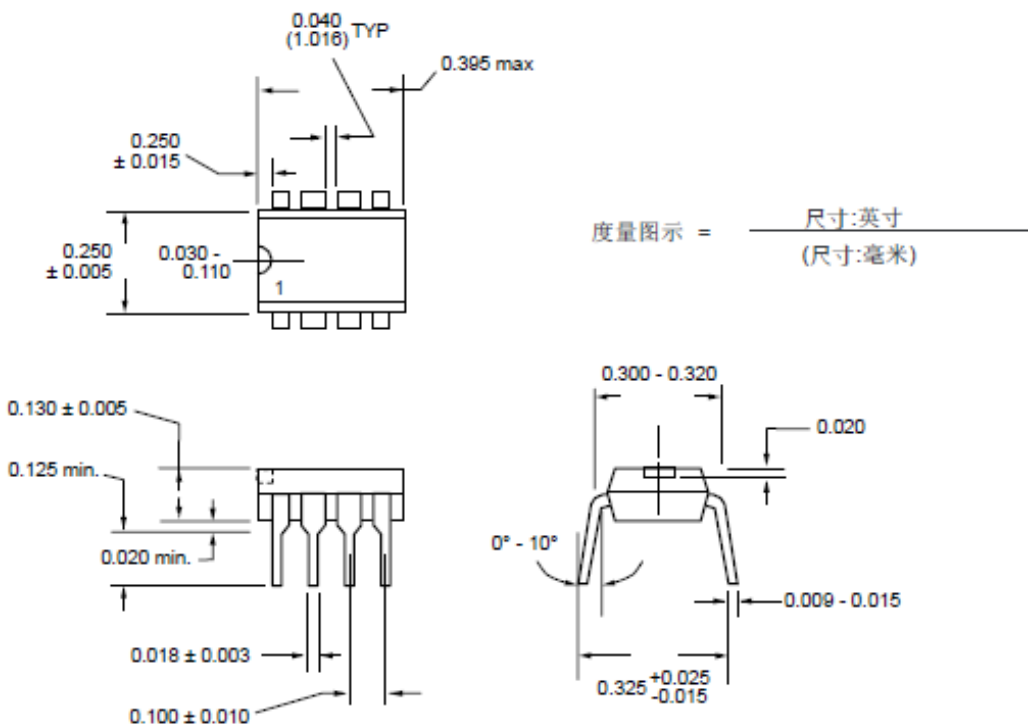


图2: GK6010极性反转型驱动器—驱动3到8个, 350mA高亮度 (HB) LEDs ($V_{IN}=8 - 30V$)

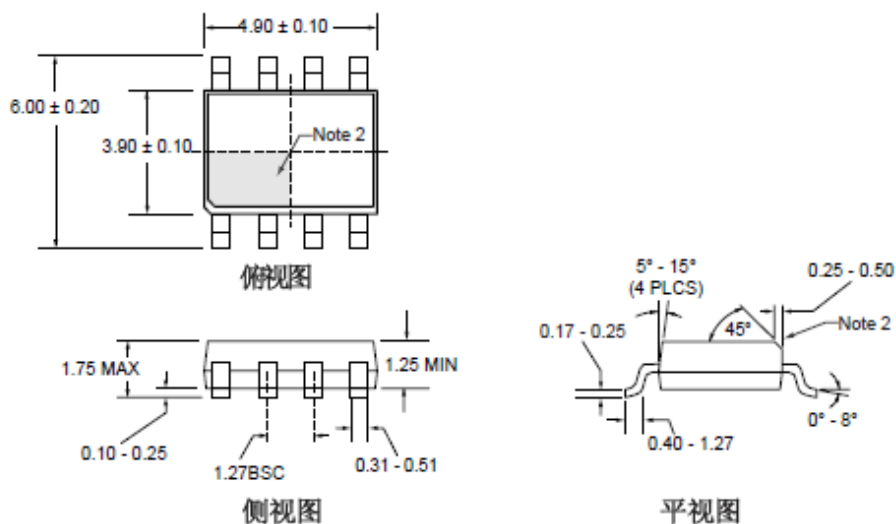
封装信息

DIP8



订单编码 GK6010D

SOP8



备注:

1. 所有的尺寸单位是毫米. 角度单位是度.
2. 如果边角处没斜切面,那么一个 pin 1 标识符一定在指示区域内.

订单编码 GK6010M