

HZ9920

大功率 LED 可调恒流驱动 IC

概述:

HZ9920 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。

HZ9920 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 EN 端加 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 1.5 安培变化。

特性:

- ※ 可编程 LED 驱动电流, 编程范围为 10mA 到 1.5A
- ※ 高效率: 90%
- ※ 输入电压范围: 2.5V~400V
- ※ 工作频率可调: 500KHz~2.5MHz
- ※ 驱动 LED 灯功能强: LED 灯串可从 1 个到几百个 LED 高亮度灯
- ※ 亮度可 PWM 可调: 通过 EN 端, 调节 LED 灯亮度
- ※ SOT-23-6 封装

产品应用:

+12V/24V 供电汽车 LED 灯杯, RGB 大显屏高亮度 LED 灯, 平板显示器 LED 背光灯, 交通警示 LED 灯, 通用恒流源

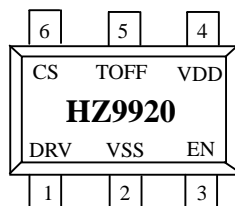
绝对最大值范围:

参数	符号	描述	值	单位
电压	V _{max}	VDD, LED, EN, DR CS 脚的最大电压	8	V
	V _{min-max}	LED 脚的电压范围	-0.3~VDD+0.3	V
电流	I _{LEDmax}	LED 脚的最大电流	500	mA
功率消耗	P _{SOT-89-5}	SOT-89-3 封装的最大功率消耗	0.5	W
温度	T _{min-max}	工作温度范围	-20~85	°C
	T _{storage}	存储温度范围	-40~165	°C
抗静电能力	VESD	ESD 抗静电电压 (人体模式)	2000	V

电子特性:

参数	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
输入电压	VDD		2.5		6	V
启动电压	V _{START}	I _{LOAD} =1mA, V _{IN} :0→2V			2.0	V
CS 脚反馈电压	V _{CS}		240	250	260	mV
工作频率	F		500	1200	2500	KHz
转换效率	η			84	95	%
空载电流	I _{IIN0}	V _{IN} =5V		20		uA
待机电流	I _{IINQ}	无负载, EN 脚低			1	uA
EN 脚逻辑高电平			0.4*V _{OUT}			V
EN 脚逻辑低电平					0.3	V

管脚排列：



管脚序号	管脚名称	描述
1	DRV	外部 MOS 驱动脚
2	VSS	电源负极
3	EN	芯片使能端
4	VDD	电源正极 (2.0~6.5V)
5	TOFF	关断时间设置脚
6	CS	输出电流检测反馈脚

管脚功能描述：

DRV 脚：当不用外接 MOS 管扩流扩压时，此脚悬空；当使用外部 MOS 管扩流扩压时，此脚接外部 MOS 管的门极。DRV 脚给外部的 MOS 管提供门极的驱动控制信号。

VSS 脚：电源地，接至电源的负极。

EN 脚：使能脚，高电平有效

VDD 脚：内部电路供电脚，当电源在 2.7V~6.0V 时，可以直接接到电源的正极，当高压应用时，把电源降至 5.1V，再接入此脚给 IC 供电，一般采用稳压二极管给 IC 供电，也可使用其它方法给 IC 供电，但有保证 VDD 脚有稳定的电源供给。

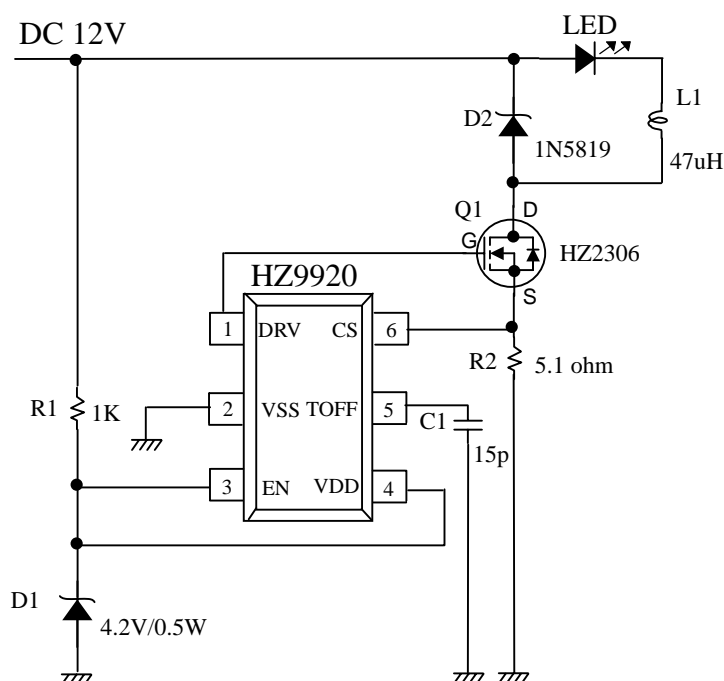
TOFF 脚：外部 MOS 管的关断时间设置脚，详细设置请参看应用指引。

CS 脚：此脚用于设定输出电流，在使用外接 MOS 管扩流扩压时，在 MOS 管的源极接一个电流设定电阻 R_{cs} 到地，在 MOS 管的源极和电阻 R_{cs} 连接处接到此脚。CS 内部设定基准电压是 250 毫伏，输出的电流就可以由下式算出：

$$I_{out} = 250mV / R_{cs}$$

只要选定 R_{cs} 的值，就可以确定输出的电流。

典型应用线路：



工作原理简述:

HZ9920 采用峰值电流检测和固定 OFF-TIME 控制方式。它和功率电感 L、LED、肖特基二极管、外部 MOSFET 管以及电流采样电阻 R_{CS} 共同构成一个自振荡的,连续电感电流模式的降压型恒流 LED 电路(参见图 1)。

VIN 上电时,流过功率电感 L 和 LED 的初始电流为零。这时候,电流采样电阻 RCS 的电流和压降 VCS 也为零,CS 引脚内比较器的输出使内部触发器输出为高,驱动外部功率 MOSFET 导通。电流以上升的模式从 VIN 通过功率电感 L、LED、功率 MOSFET 和电流采样电阻 RCS 流到地,与此同时一部分能量储存在功率电感里(参见图 2 中的 T_{ON} 部分);该电流在 RCS 上产生一个压降 VCS,当电流上升到使得 $VCS > 250mV$ 时,CS 比较器的输出使内部触发器输出变低,控制外部功率 MOSFET 关断;此时肖特基二极管导通,构成续流回路,储存在功率电感里的能量维持电流又以下降的模式继续流过 LED,功率电感 L 和肖特基二极管(参见图 2 中 T_{OFF} 部分);当预先设置的 T_{OFF} 时间间隔到达时,内部触发器再次输出为高,使功率 MOSFET 重新打开,电流再次以上升的模式流通。依次循环往复,使得 LED 上的电流得以连续而且保持稳定。电流上升、下降的斜率取决于 VIN、功率电感 L 的感值和 LED 的正向压降。

RCS 两端的电压降间接反映了输出电流的大小,HZ9920 根据此电压来不断调节外部功率 MOSFET 管导通的时间 T_{ON} ,即输出电流脉冲的宽度(也就是输入到功率电感 L 中的能量)。当输出电流下降时,功率 MOSFET 管导通的时间 T_{ON} 会加长,从而使得输入到功率电感 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。

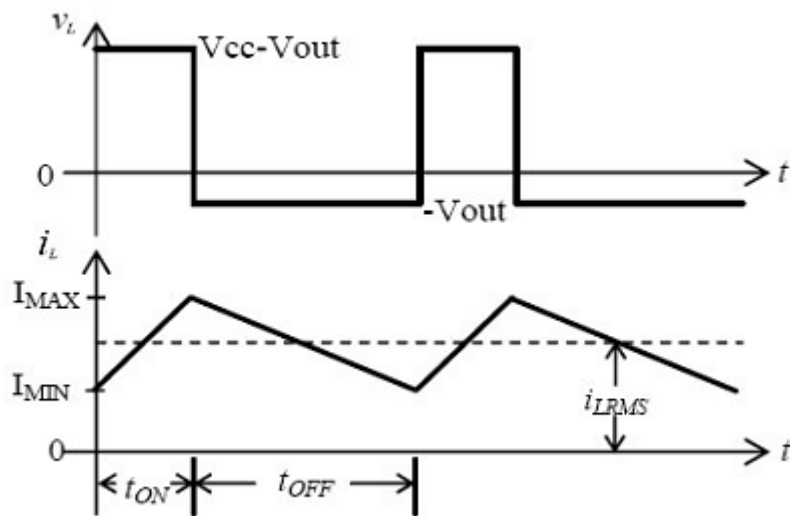


图 2. 连续电流模式下电感上的电压与电流波形

应用信息:

一、LED 电流的设定

正常情况下, 电路工作在连续电流模式下, LED 的电流波形如图 2 示。LED 的电流由 RCS 设定, RCS 阻值不同, 就可以设置不同的 LED 驱动电流。RCS 的估算公式如下:

$$R_{CS} = \frac{250mV}{I_L + 0.5\Delta I_L}$$

I_L 为通过 LED 灯的平均电流; $\Delta I_L = I_{MAX} - I_{MIN}$

通常, 纹波电流 ΔI_L 应小于 I_L 的 10%, 纹波电流的大小与功率电感的取值和输出驱动 LED 的数量有关。当纹波电流较大时, RCS 的数值会变小。

例如: $I_L = 350mA$, $\Delta I_L = 0.5 \times 35 = 17.5mA$, 则 $R_{CS} = 0.68 \Omega$

$I_L = 350mA$, $\Delta I_L = 0.5 \times 70 = 35 mA$, 则 $R_{CS} = 0.65 \Omega$

二、工作频率的设定

工作频率的高低, 是要根据实际使用情况来决定的。工作频率越高, 功率电感的数值可以越小, 电感的体积也趣小, 同时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。这点在高输入电压下工作时较为明显。因此, 建议在高于 80V 的工作条件下, HZ9920 的工作频率不宜超过 50KHZ。

HZ9920 采用固定 OFF-TIME 控制工作方式, 可通过外部电阻和电容设置 OFF-TIME 最小时间, 从而间接设定工作频率, 其工作频率可高达 2.5MHZ。
OFF-TIME 最小时间由接在 TOFF 脚的 ROSC 和 COSC 来设定, ROSC 上面接到 VDD 端, COSC 另一端接地。ROSC 阻值越小, 频率越高; COSC 越大, 工作频率越低。计算公式如下:

$$T_{OFF} = 0.51 \cdot \frac{100K\Omega \cdot R_{OFF}}{R_{OFF} + 100K\Omega} \cdot (C_{OFF} + 10pF)$$

上式中, TOFF 为 MOSFET 管断开时间 (OFF-TIME)

如 TOFF 脚不接电阻电容, 则

$$T_{OFF} = 0.51 \cdot 100K\Omega \cdot 10pF = 510ns$$

驱动电流的占空比约为: $D = V_{out} / V_{in}$ 。电路工作频率计算公式如下:

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

如 T_{OFF} 脚接 1000P 电容, $T_{OFF} = 51ms$, $D = 0.1$, 则电路工作频率 F 约为 19.6KHz。

三、功率电感 L 选择

功率电感 L 的选用原则是确保流过 LED 的纹波电流 ΔI_L 值，远小于流过 LED 的峰值电流值。HZ9920 电路在工作时，输入电源仅在 MOSFET 管导通 TON 期间直接对负载和功率电感提供能量，其余时间则由功率电感内储存的能量来维持负载电流。换句话说，功率电感是在 MOSFET 管导通时储能，MOSFET 管关闭时释放能量，负载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（如图 2）。纹波电流（ $\Delta I_L = I_{MAX} - I_{MIN}$ ）的上升下降斜率及幅度直接与电感上的电压和电感量有关，其关系如下：

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

TON 时： $V_L = V_{CC} - V_{DP} - V_{CS} - V_{LED}$ ；TOFF 时： $V_L = -V_{LED} - V_F$

纹波电流 ΔI_L 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：TON 时功率电感内储存的能量不足以在 TOFF 时释放来维持负载电流）。因而，不同的工作电压、负载、不同的电感组件参数，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，应该合理地选择功率电感保证电路工作于连续电流模式下。

当功率电感的电感量足够大时，即可保证电路不会出现非连续模式。同时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 ΔI_L 的计算如下：

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{L} \cdot T_{OFF}$$

为了使流过 LED 灯电流波动小于 ΔI_L ，电感值应满足：

$$L \geq \frac{V_{OUT}}{\Delta I_L} \cdot T_{OFF}$$

TOFF 在上一节中由 ROSC 和 COSC 来设定， ΔI_L 可取 I_L 的 10%。

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，HZ9920 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 50% 以上。同时在重负载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。综合以上考虑，如果要提高 HZ9920 驱动器的工作效率，就必需采用高频铁氧体材料，较粗的导线绕制的功率电感（一般来说意味着较大的磁性组件体积）。

四、MOSFET 管的选用

首先要考虑 MOSFET 的耐压，在 220V 交流供电情况下，一般要求 MOSFET 的耐压高于 600V。其次，根据驱动 LED 灯电流的大小，选择 MOSFET 的 IDS 最大电流。

通常应选用 MOSFET 的 IDS 最大电流是 LED 灯驱动电流的 5 倍以上。另外 MOSFET 的内阻要小；RDS 应小于 0.5 欧以下，RDS 越小，损耗在 MOSFET 管上的功率越小，电路的工作效率就越高。另外，高输入电压应用时，由于高耐压的 MOSFET 管完全导通所需的驱动电压 VGS 也比较高（可能会高于 HZ9920 的输出驱动电平），为了解决这个矛盾，可参照图 3 应用电路图，采用双 MOS 管的源级驱动方式。

五、LED 灯亮度调节

LED 灯的亮度调节，可由以下二种方法：

第一种方法是通过改变 RCS 的电阻，RCS 的电阻越小，LED 灯的亮度越高，RCS 电阻越大，亮度越低。

第二种方法是在 HZ9920 的 EN 端加 PWM 信号调光，PWM 信号可由 CPU 产生，也可由其它脉冲信号源产生，改变 PWM 控制信号的占空比可控制 LED 灯的电流从 0 到正常最大电流状态，PWM 控制信号的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 的频率可从几十 Hz 到几千 KHz。

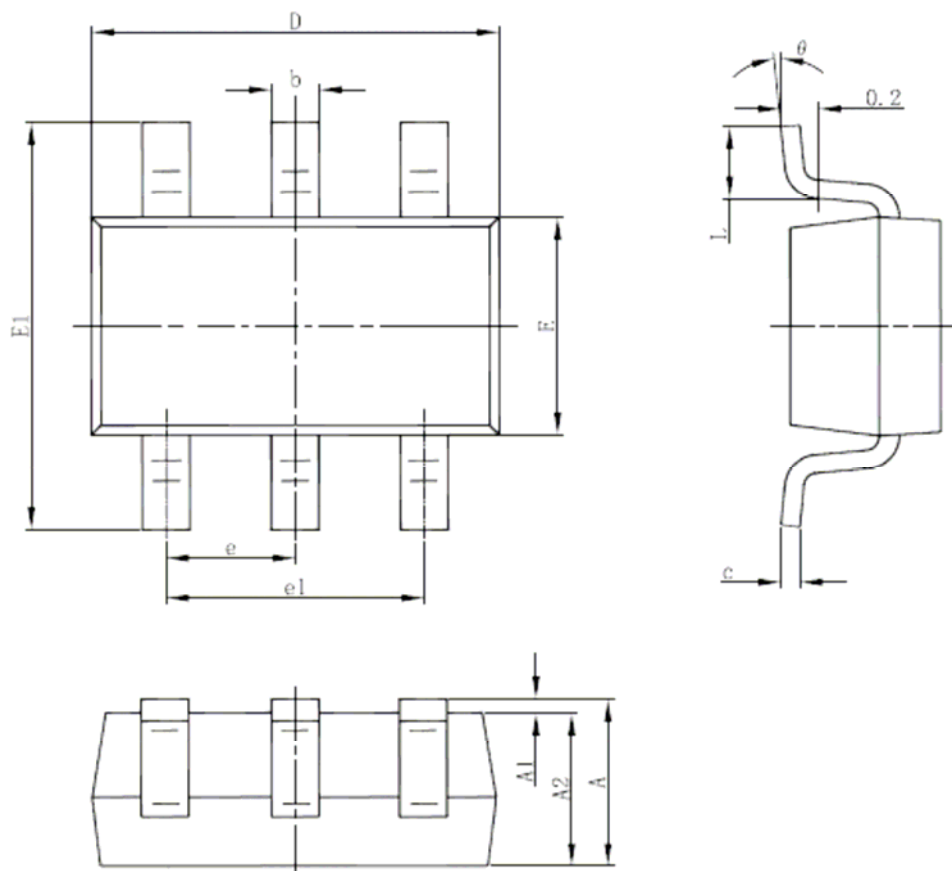
六、EN 使能端

在 EN 端接（低电平）地时，HZ9920 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，HZ9920 处于工作状态，此时空载工作电流约为 200uA。

EN 端可接受 PWM 信号调光信号，完成调光功能。

封装:

SOT-23-6L PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	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	0.071	0.079
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°