

## 3.6A 刷式直流电机驱动器 (PWM 控制)

### 说明

OC8870 是一款刷式直流电机驱动器,适用于打印机、电器、工业设备以及其他小型机器。两个逻辑输入控制 H 桥驱动器,该驱动器由四个 N 沟道金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET) 组成,能够以高达3.6A的峰值电流双向控制电机。利用电流衰减模式,可通过对输入进行脉宽调制 (PWM) 来控制电机转速。如果将两个输入均置为低电平,则电机驱动器将进入低功耗休眠模式。

OC8870 具有集成电流调节功能,该功能基于模拟输入VREF以及ISEN引脚的电压(与流经外部感测电阻的电机电流成正比)。该器件能够将电流限制在某一已知水平,这可显著降低系统功耗要求,并且无需大容量电容来维持稳定电压,尤其是在电机启动和停转时。

该器件针对故障和短路问题提供了全面保护,包括欠压锁定 (UVLO)、过流保护 (OCP) 和过热保护 (TSD)。故障排除后,器件会自动恢复正常工作。

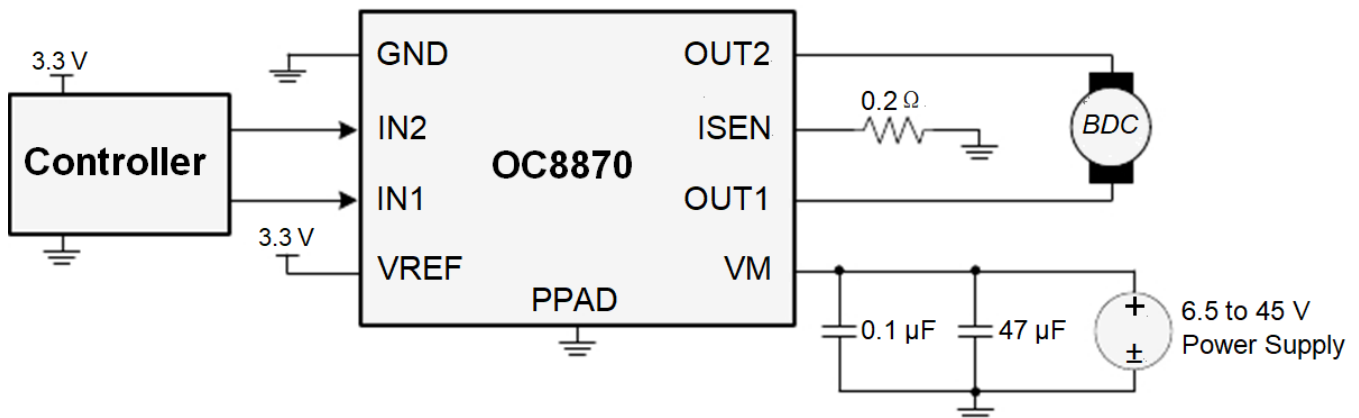
### 特性

- ◆ 独立的 H 桥电机
- ◆ – 驱动一个直流电机、一个步进电机的绕组或其他负载
- ◆ 6.5V 至 45V 宽工作电压范围
- ◆ 565mΩ (典型值) RDS(on) (HS + LS)
- ◆ 3.6A 峰值电流驱动能力
- ◆ 脉宽调制 (PWM) 控制接口
- ◆ 集成电流调节功能
- ◆ 低功耗休眠模式
- ◆ ESOP8 封装
- ◆ 集成保护特性
- ◆ – VM 欠压闭锁 (UVLO)
- ◆ – 过流保护 (OCP)
- ◆ – 热关断 (TSD)
- ◆ – 自动故障恢复

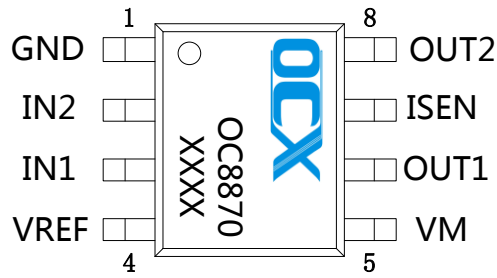
### 应用范围

- ◆ 打印机
- ◆ 电器
- ◆ 工业设备

### 典型应用电路图



## 封装及管脚分配



ESOP8

(散热片, 内置接 GND)

## 管脚定义

管脚号	管脚名	描述
1	GND	芯片地
2	IN2	逻辑控制输入。控制 H-桥输出状态, 内部接有下拉电阻到 GND
3	IN1	
4	VREF	模拟输入
5	VM	芯片电源
6	OUT1	输出通道 1
7	ISEN	采样电阻引脚
8	OUT2	输出通道 2
-	散热片	接地



**极限参数** (注1)

符号	描述	参数范围	单位
VM	功率电源	-0.3~50	V
IN1, IN2	逻辑控制输入	-0.3~7	V
VREF	模拟输入	-0.3~6	V
OUT1, OUT2	输出	-0.7~VM+0.7	V
ISEN	采样电压	-0.5~1	V
T <sub>J</sub>	结温度范围	-40~150	°C
T <sub>STG</sub>	存储温度范围	-65~150	°C
T <sub>SD</sub>	焊接温度范围(时间小于 30 秒)	240	°C
V <sub>ESD</sub>	静电耐压值 (人体模型)	2000	V

注1: 极限参数是指超过上表中规定的工作范围可能会导致器件损坏。而工作在以上极限条件下可能会影响器件的可靠性。

**推荐工作条件** (T<sub>A</sub>=25 °C)

符号	描述	参数范围	单位
VM	功率电源	6.5~45	V
V <sub>I</sub>	逻辑控制输入电压范围 (IN1, IN2)	0~5.5	V
VREF	模拟输入	0.3~5	V
f <sub>PWM</sub>	逻辑控制输入 PWM 频率(IN1, IN2)	0~100	KHz
I <sub>peak</sub>	输出峰值电流	0~3.6	A
T <sub>A</sub>	工作温度范围	-40~125	°C

### 3.6A 刷式直流电机驱动器 (PWM 控制)

电特性(除非特别说明, VM=24V, T<sub>A</sub>=25°C)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>电源电压</b>						
VM 工作电压	VM		6.5		45	V
VM 工作电流	I <sub>VM</sub>	VM=12V		3	10	mA
待机电流	I <sub>VM</sub> SLEEP	VM=12V			10	uA
启动时间	t <sub>on</sub>	VM>V <sub>UVLO</sub> with IN1orIN2 high		40	50	us
<b>逻辑控制输入 (IN1, IN2)</b>						
输入低电平	V <sub>IL</sub>				0.5	V
输入高电平	V <sub>IH</sub>		1.5			V
输入迟滞电压	V <sub>HYS</sub>			0.5		V
输入低电流	I <sub>IL</sub>	V <sub>IN</sub> =0V	-1		1	uA
输入高电流	I <sub>IH</sub>	V <sub>IN</sub> =3.3V		33	100	uA
输入内部下拉电阻	R <sub>PD</sub>	to GND		100		KΩ
输入防抖动延迟	t <sub>PD</sub>	INX to OUTX change		0.7	1	us
进入休眠时间	t <sub>sleep</sub>	IN1=IN2=low		1	1.5	ms
<b>马达驱动输出 (OUT1, OUT2)</b>						
高侧导通电阻	R <sub>ds(on)</sub>	VM=24V, I=1A, T <sub>A</sub> =25°C		307	360	mΩ
低侧导通电阻	R <sub>ds(on)</sub>	VM=24V, I=1A, T <sub>A</sub> =25°C		258	320	mΩ
死区时间	T <sub>dead</sub>			220		ns
体二极管电压	V <sub>d</sub>	I <sub>out</sub> =1A		0.8		V
<b>电流调节</b>						
采样增益	A <sub>v</sub>	V <sub>REF</sub> =2.5V	9.4	10	10.4	V/V
电流衰减时间	t <sub>OFF</sub>			25		us

**3.6A 刷式直流电机驱动器 (PWM 控制)**

消隐时间	t <sub>BLANK</sub>			2		us
<b>保护机制</b>						
VM 欠压锁定	V <sub>UVLO</sub>	VM fall		6.1	6.4	V
		VM rise		6.3	6.5	V
UVLO 迟滞电压	V <sub>UV,HY</sub>		100	180		mV
过流峰值	I <sub>ocp</sub>		3.7	4.5	6.4	A
OCP 防抖动延迟	t <sub>ocp</sub>			1.5		us
过流重复周期	t <sub>RETRY</sub>			3		ms
过温阈值	T <sub>SD</sub>		150	175		°C
过温迟滞	T <sub>HYS</sub>			40		°C

## 模块功能描述

OC8870是一款刷式直流电机驱动器，VM单电源供电，内置电荷泵。两个逻辑输入控制H桥驱动器，该驱动器由四个N-MOS组成，能够以高达3.6A的峰值电流双向控制电机。该芯片利用电流衰减预置最大输出电流，能够将电流限制在某一已知水平。如果将两个输入均置为低电平，则电机驱动器将进入低功耗休眠模式。内部关断功能包含过流保护，短路保护，欠压锁定和过温保护。故障排除后，芯片自动恢复正常。

## H-桥控制

OC8870的H-桥由四个N-MOS组成来驱动输出大电流；通过输入信号IN1、IN2来控制H-桥的输出状态，如下表所示：

表 1 H-桥控制

IN1	IN2	OUT1	OUT2	说明
0	0	High-Z	High-Z	滑行，休眠
0	1	L	H	反转（电流 OUT2→OUT1）
1	0	H	L	正转（电流 OUT1→OUT2）
1	1	L	L	刹车

逻辑输入可以使用100%占空比的固定电压来控制，也可以使用PWM控制来达到调速功能。当用PWM波控制一个桥臂时，并且在驱动电流为关断时，由于电机的电感特性要求电流连续流通（此电流即为续流）。在续流阶段续流电流工作在慢衰减模式，电机的下臂是短路的。

当使用PWM控制时，典型应用是让电机工作在正转（或者反转）和刹车模式。在滑行/休眠模式电机电流工作在快衰减模式，电流通过N-MOS的体二极管流向VM。

下图显示了在不同驱动和衰减模式下的电流通路。

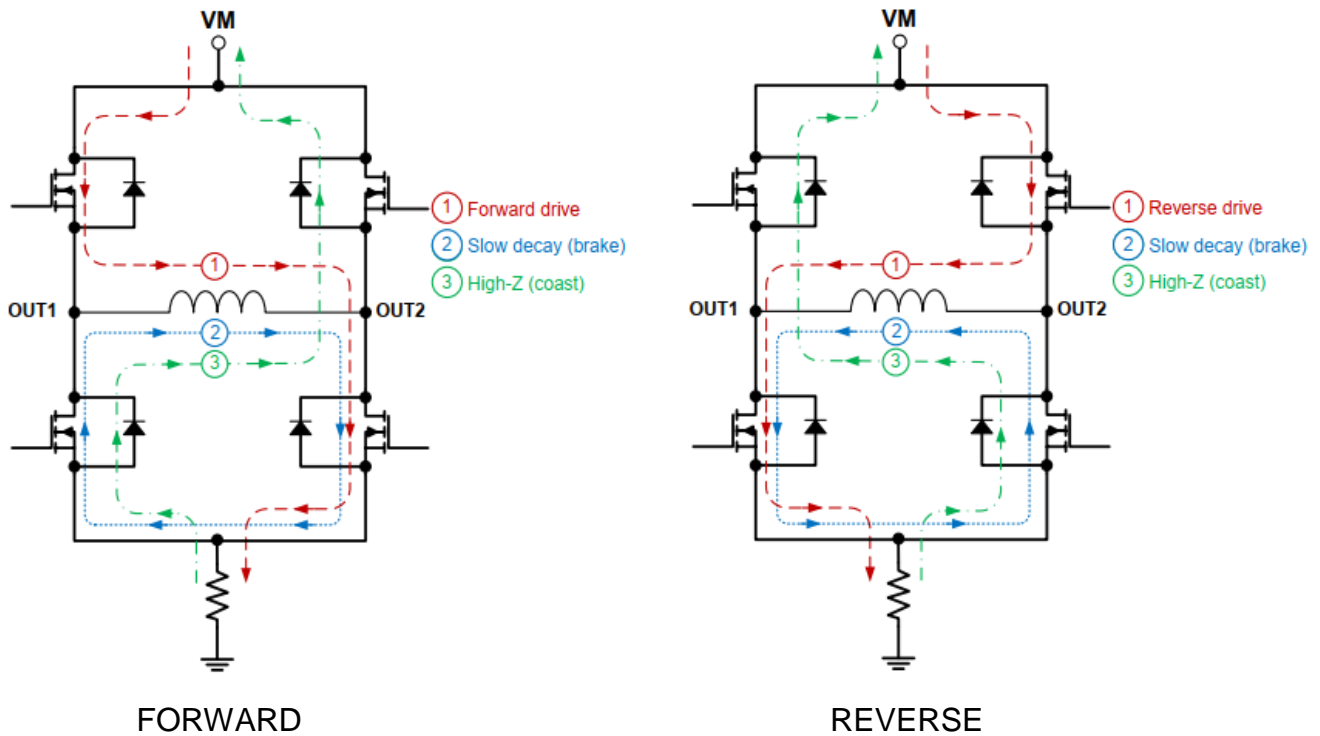


图 1. H-Bridge 电流

## 休眠模式

当IN1和IN2同时保持低电平时间为 $t_{SLEEP}$ (典型值: 1ms), OC8870进入低待机电流休眠模式。在休眠模式输出维持高阻态。当芯片重启后检测到IN1和IN2仍同时保持低电平, 则维持休眠模式; 直到检测到IN1或者IN2为高并且维持时间大于5 $\mu s$ , 则芯片在50 $\mu s$ 后启动正常工作。

## 电流调节

通过固定频率的PWM电流整流器, 流过电机驱动桥臂的电流是被限制的或者是被控制的。在DC电机应用中, 电流控制功能作用于限制开启电流和停转电流。

当一个H-桥被使能, 流过相应桥臂的电流以一个斜率上升, 此斜率由直流电压VM和电机的电感值决定。当电流达到设定阈值, 驱动器会关闭此电流, H-桥进入电流衰减模式, 电流衰减模式固定维持时间为25 $\mu s$ 。电流衰减模式结束后, H-桥的相应桥臂上的电流上升, 下一个储能周期开始。在储能阶段, 检测到相应桥臂上的电流后要经过2 $\mu s$ 的消隐时间后才能使能, 以防止出现误操作。此消隐时间决定了在操作电流衰减时的最小PWM时间。

OC8870通过模拟输入电压VREF和外置采样电阻(接ISEN)来调节能限制输出峰值电流。计算公式如下所示:



## 3.6A 刷式直流电机驱动器 (PWM 控制)

$$I_{\text{TRIP}}(\text{A}) = \frac{V_{\text{REF}}(\text{V})}{A_V * R_{\text{SENSE}}(\Omega)} = \frac{V_{\text{REF}}(\text{V})}{10 * R_{\text{SENSE}}(\Omega)}$$

例如：假如使用了一个0.15Ω 的电阻，参考电压为3.3V，则OC8870将电机的峰值电流设定电流为2.2A。

注意：假如电流控制功能不需要使用，ISEN管脚需直接接地。

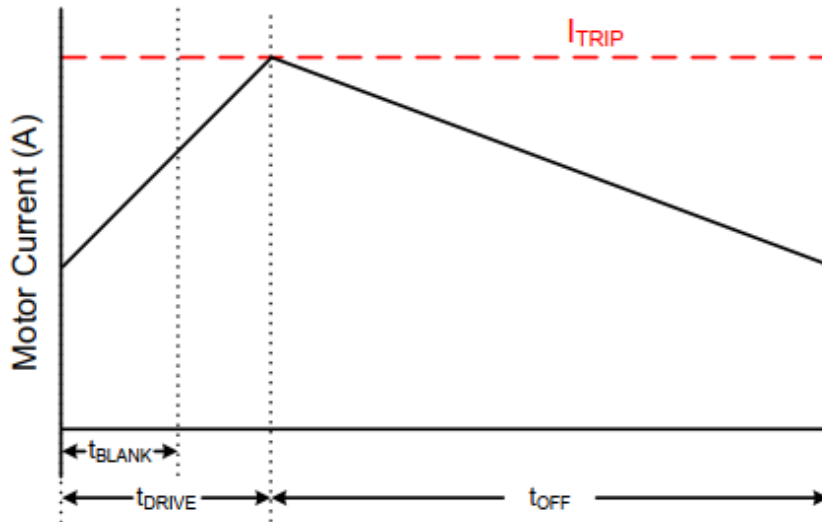


图 2. 电流调节周期时序

## 死区时间

当输出由高电平转变成低电平，或者由低电平转变为高电平，死区时间的存在是为了防止上下管同时导通。在死区时间内，输出为高阻态。当需要在输出上测量死区时间，需要根据相应管脚当时的电流方向来测量。如果电流是流出此管脚，此时输出端电压是低于地电平一个二极管压降；如果电流是流入此管脚，此时输出端电压是高于电源电压VM一个二极管压降。此二极管压降为H-桥NMOS的体二极管。

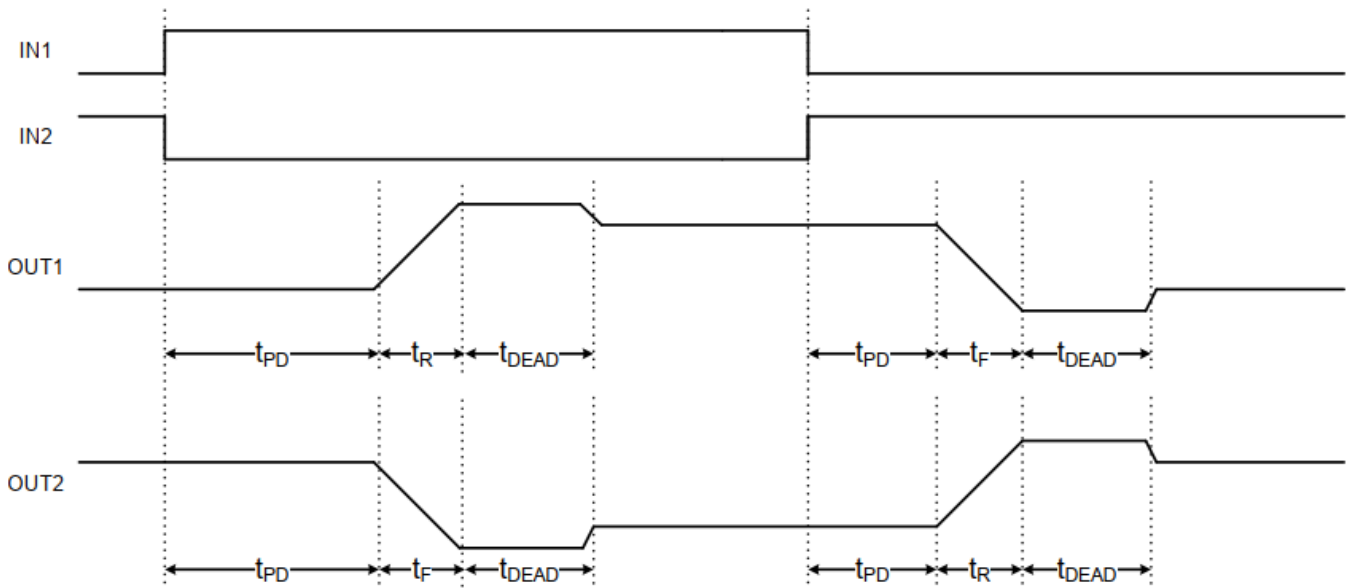


图 3. 死区时间

## 保护机制

OC8870集成了过流保护，过温保护和VM欠压保护。

### VM欠压锁定保护（UVLO）

在任何时刻，如果检测到VM电压降低到低于设定欠压锁定阈值，关闭H-桥，并且芯片内部大部分功能模块被关闭。当检测到VM电压上升到脱离UVLO的设定阈值时，所有功能自动恢复。

### 过流保护（OCP）

在H-桥的每一个FET上都设置有一个模拟电流限制电路，此电路限制流过FET的最大电流，从而限制门驱动。如果检测到电流大于设定的最大电流并且电流维持时间大于 $t_{OCP}$ ，则关闭H-桥，H-桥固定关闭时间为 $t_{RETRY}$ 。经过 $t_{RETRY}$ 时间后通过检测INx状态来决定H-桥工作状态，如果检测到OCP则重复上述这个现象；如果没有检测到OCP，则驱动器恢复正常工作。

H桥上臂和下臂的OCP是独立检测。OUT对地短路，OUT对VM短路，和OUT之间短路，都会造成过流关闭。注意，过流保护不使用PWM电流控制的电流检测电路，所以过流保护功能不作用于ISEN电阻。

### 过温保护（TSD）

如果结温超过安全限制阈值，H桥的FET关闭。一旦结温降到一个安全水平，所有操作会自动恢复正常。

## 版图注意事项

PCB板上应覆设大块的散热片，地线的连接应有很宽的地线覆线。为了优化电路的电特性和热参数性能，芯片应该直接紧贴在散热片上。

对电机电源VM，应该连接不小于47uF的电解电容对地耦合，电容应尽可能的靠近器件摆放。

为了避免因为高速dv/dt变换引起的电容耦合问题，驱动电路输出端电路覆线应远离逻辑控制输入端的覆线。逻辑控制端的引线应采用低阻抗的走线以降低热阻引起的噪声。

## 地线设置

一个位于器件下的星状发散的地线覆设，将是一个优化的设计。在覆设的地线下方增加一个铜散热片会更好的优化电路性能。

## 电流取样设置

为了减小因为地线上的寄生电阻引起的误差，马达电流的取样电阻 $R_{SENSE}$ 接地的地线要单独设置，减小其他因素引起的误差。单独的地线最终要连接到星状分布的地线总线上，该连线要尽可能的短，对小阻值的 $R_{SENSE}$ ，由于 $R_{SENSE}$ 上的压降 $V=I_{TRIP} * R_{SENSE}$ 为0.3V，PCB上的连线压降与0.2V的电压将显得不可忽视，这一点要考虑进去。

PCB尽量避免使用测试转接插座，测试插座的连接电阻可能会改变 $R_{sense}$ 的大小，对电路造成误差。 $R_{SENSE}$ 值的选择遵循公式：

$$R_{SENSE} = 0.3 / I_{TRIP \max}$$

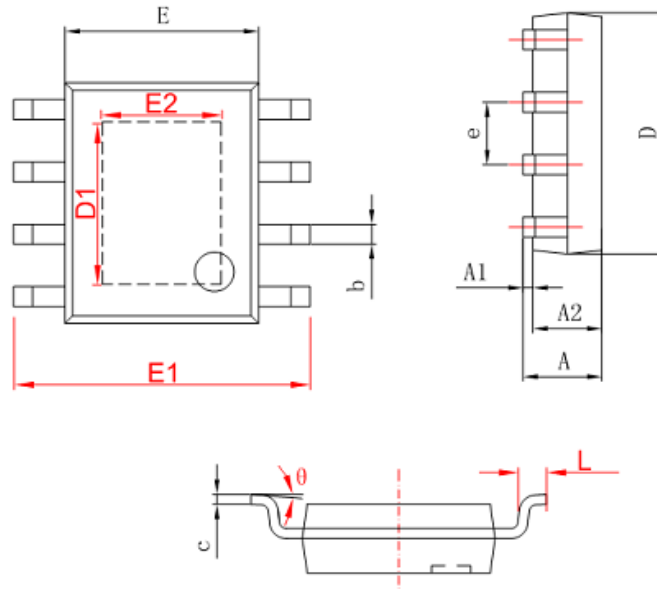
## 热保护

当内部电路结温超过175℃时，过温模块开始工作，关断内部所有驱动电路。过温保护电路只保护电路温度过高产生的问题，而不应对输出短路的情况产生影响。热关断的迟滞阈值为40℃。

## 封装信息

## ESOP8 封装参数

- SOP-8/PP



字符	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.050	0.150	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
D1	3.202	3.402	0.126	0.134
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.313	2.513	0.091	0.099
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°