

1 产品概述

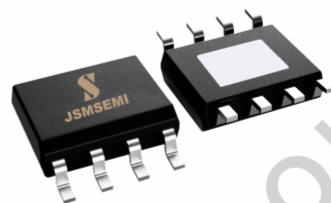
DRV8870DDAR 用于PWM 调速控制驱动直流电机，内部集成了H 桥驱动及控制电路，峰值输出电流5A，连续输出电流可达3.0A，最高工作电压45V。通过输入端IN1、IN2 输入PWM 控制信号，可控制直流电机的速度和方向。芯片内部同步调节电路可以降低PWM控制过程中的功耗。DRV8870DDAR具有超低功耗睡眠模式。芯片内部集成了过流保护、短路保护、欠压保护、过温保护等保护功能。DRV8870DDAR可用外部电阻限制驱动电流。芯片采用ESOP-8 封装，带有裸露散热焊盘，能有效对芯片散热，可以在-40℃至125℃温度内工作。

2 产品特性

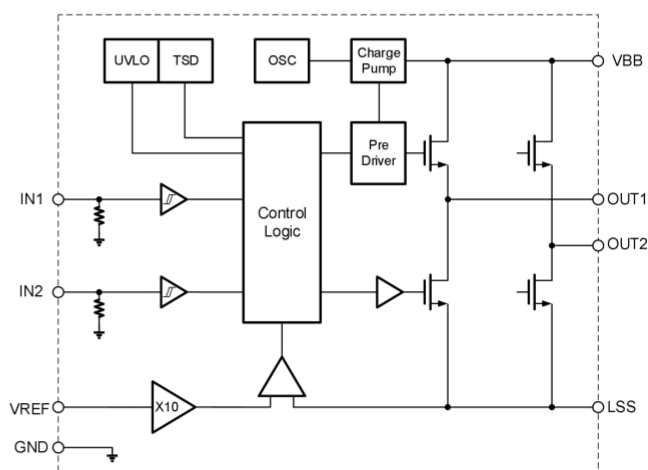
- 宽电源电压范围：8V~45V
- 低导通电阻：0.5Ω
- 低功耗待机模式
- 可调输出限流
- 集成同步调节功能
- 正转、反转、刹车和待机模式
- 5A 峰值驱动电流，3.0A 连续驱动电流电源欠压保护
- 过流保护
- 内置过温保护
- 内置桥路短路保护
- ESOP-8封装

3 应用范围

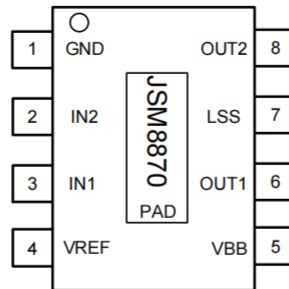
- 直流有刷电机
- 智能家居
- 工业设备
- 办公设备



简化示意图



4 引脚功能描述



引脚描述

编号	名称	功能
1	GND	地
2	IN2	输入信号 2
3	IN1	输入信号 1
4	VREF	模拟输入
5	VBB	电源
6	OUT1	H桥输出 1
7	LSS	限流调节输出
8	OUT2	H桥输出 2
	PAD	散热片，需与地相连

5 产品规格

5.1 极限工作范围

超过极限最大额定值可能造成器件永久性损坏，环境温度为 25℃

符号	定义	最小值	最大值	单位
V _{BB}	供电电源电压	-0.3	45	V
V _{SS}	限流输出电压	-0.5	0.5	
V _O	H桥输出电压	-2	40	
V _{IN}	逻辑输入电压	-0.3	6	
V _{REF}	模拟输入电压	-0.3	6	

5.2 ESD额定值

符号	定义	最小值	最大值	单位
ESD	人体放电模式	1.5	—	kV
	机器放电模式	500	—	V

5.3 额定功率

符号	定义	最小值	最大值	单位
P _D	封装功率 (TA ≤ 25℃)	—	0.625	W

5.4 热量信息

符号	定义	最小值	最大值	单位
R _{thJA}	热阻	—	200	℃/W
T _J	结温	—	150	℃
T _S	存储温度	-55	150	
T _L	引脚温度	—	300	

5.5 推荐工作范围

为了正确地操作，器件应当在以下推荐条件下使用。

符号	定义	最小值	最大值	单位
V _{BB}	供电电源电压	8	40	V
V _{SS}	限流输出电压	0	0.3	
V _O	H桥输出电压	0	40	
V _{IN}	逻辑输入电压	0	5	
V _{REF}	模拟输入电压	0	5	
T _A	环境温度	-40	125	℃

5.6 电气特性

无特殊说明的情况下, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{BB} = 24\text{V}$, $C_L = 1\text{nF}$ 。

符号	定义	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
常规参数						
R _{DS(on)}	上管+下管导通电阻	—	0.5	0.7	Ω	I _{OUT} =2.5A
I _{BBst}	待机电流	—	0.1	1	μA	
I _{BB}	工作电流	—	5	10	mA	f _{PWM} <30kHz
V _f	体二极管正向压降	—	—	1.5	V	I=2.5A
逻辑输入参数						
V _{IH}	正向逻辑输入阈值	2.0	—	—	V	
V _{IL}	负向逻辑输入阈值	—	—	0.8	V	
V _{IN(STANDBY)}	待机输入阈值	—	—	0.4	V	
I _{IN+}	高输入电流	—	100	—	μA	V _{IN} =5V
I _{IN-}	低输入电流	—	0	—	μA	V _{IN} =0V
R _{IN}	输入下拉电阻	—	40	—	kΩ	
V _{HYS}	输入回差	—	250	550	mV	
时序参数						
t _{DT}	死区时间	50	—	500	ns	
t _{BL}	限流检测屏蔽时间	2	3	4	μs	
t _{off}	电流超限关断时间	16	25	34	μs	
t _{st}	待机模式进入时间	—	1	1.5	ms	IN1 = IN2 < V _{IN(STANDBY)}
t _{pu}	上电延迟	—	—	30	μs	
A _V	限流放大倍数	9.5	—	10.5	V/V	V _{REF} / I _{SS} , V _{REF} = 5 V
		9	—	10	V/V	V _{REF} / I _{SS} , V _{REF} = 2.5 V
		8	—	10	V/V	V _{REF} / I _{SS} , V _{REF} = 1 V
保护参数						
V _{BBUV+}	正向欠压保护阈值	7	7.5	8	V	
V _{BBUVHYS}	欠压保护迟滞	—	0.5	—	V	
T _{SD}	过温保护阈值	—	160	—	°C	
T _{SDHYS}	过温保护迟滞	—	15	—	°C	

6 功能描述

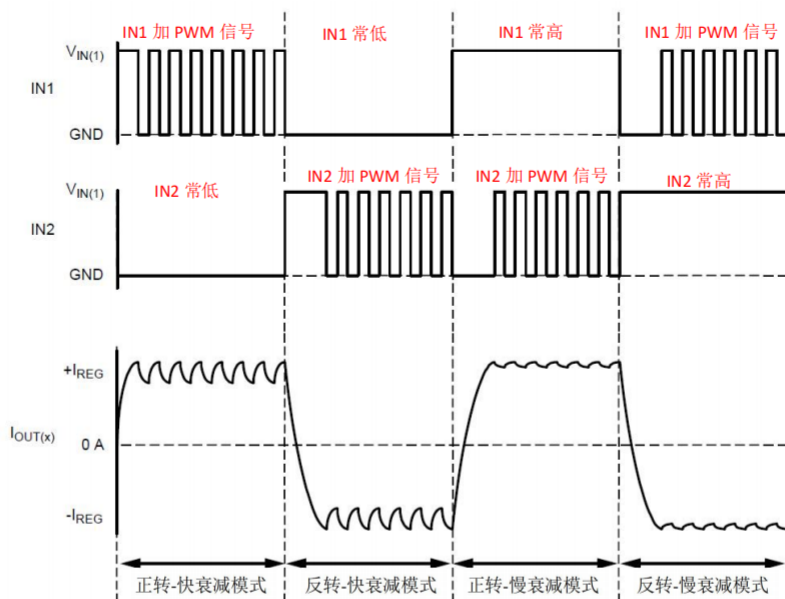


图 6-1 DRV8870DDAR输入输出时序波形

7 DRV8870DDAR说明

7.1 概览

DRV8870DDAR设计用于控制驱动直流电机，输出驱动 H 桥都由低阻抗 N 通道 DMOS 管组成，内部具有同调节，可减少自身功耗。全桥输出电流由固定关闭时间的脉宽调制(PWM)控制电路调节。IN1和IN2输入可以双线控制电桥。保护电路包括内部热保护关断、负载短路保护、欠压锁定保护等。当无输入信号时，芯片进入低功耗模式，功耗电流低于 10 μ A。

7.2 功能框图

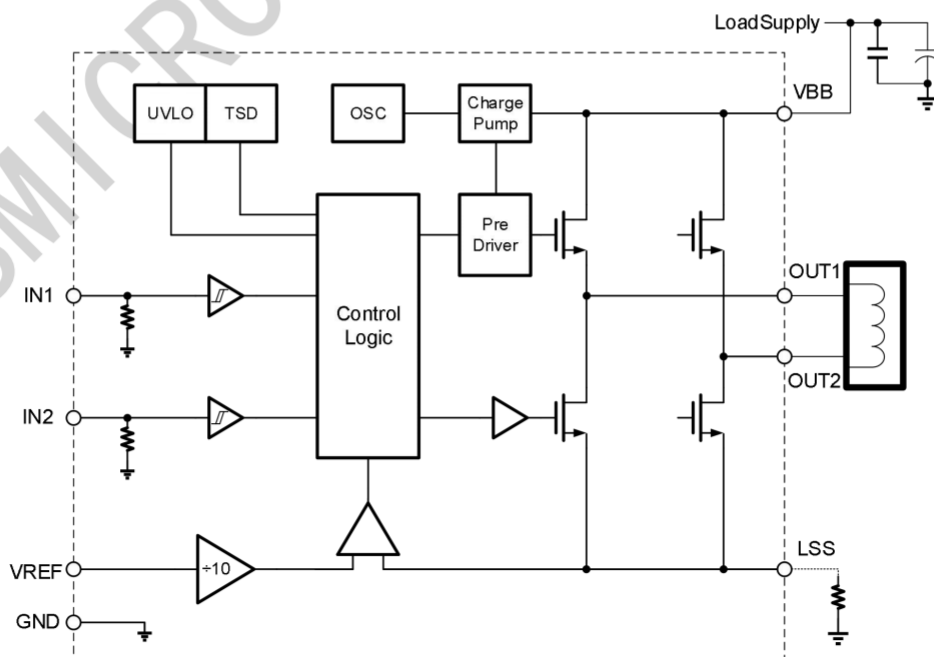


图 7-1 DRV8870DDAR功能框图

7.3 芯片工作逻辑

输入输出逻辑表

IN1	IN2	$10 \times V_{SS} > V_{REF}$	OUT1	OUT2	功能
L	H	FALSE	L	H	反转驱动
H	L	FALSE	H	L	正转驱动
L	H	TRUE	H/L	L	削幅（混合衰减），反转
H	L	TRUE	L	H/L	削幅（混合衰减），正转
H	H	FALSE	L	L	制动（慢衰减）
L	L	FALSE	Z	Z	滑行，保持 1ms 进入待机模式

注：H 代表高电平；L 代表低电平；Z 代表高阻

7.4 功能说明

DRV8870DDAR设计用于控制驱动直流电机。输出驱动 H 桥都由低阻抗 N 通道 DMOS 管组成，内部具有同步整流，可减少自身功耗。全桥输出电流由固定关闭时间的脉宽调制(PWM)控制电路调节。IN1 和 IN2 输入可以双线控制电桥。

保护电路包括内部热保护关断，负载短路保护，或输出短路（到地面或电源）保护。欠压锁定保护通过保持输出关闭，直到驱动器达到足够的正常工作电压以防止损坏。

低功耗待机模式

当两个输入(INx)引脚处于低电平且持续时间超过 1 ms 时，器件进入低功耗待机模式。低功耗待机模式关闭大部分内部电路，包括电荷泵和稳压调节器。当 DRV8870DDAR退出待机模式时，需等待电荷泵升到稳定电压（最大延迟为 200 μ s），才能接收 PWM 命令。

内部 PWM 电流控制

芯片先打开对角上管 FET 和下管 FET 输出，电流通过电机绕组和可选的外部电流检测电阻 R_S 。当 R_S 上压降操过比较器设定门限值时，暂停 PWM 控制，自动关闭下管 FET 和上管 FET (开启混合衰减模式)，

V_{REF}

通过外部 R_S 和 V_{REF} 电压来设置最大限流值 $I_{TripMAX}(A)$ 。

$$I_{TripMAX} = \frac{V_{REF}}{10 \times R_S}$$

其中 V_{REF} 是 V_{REF} 引脚上的输入电压(V)， R_S 是 LSS 端上的传感电阻的电阻值(Ω)

过流保护

内部电流监视电路保护芯片不因输出短路而损坏。当检测到短路发生，IC 将锁定故障并禁用输出。故障锁存只能通过退出低功率待机模式（既先设 $IN0=0$ 、 $IN1=0$ 超过 1ms,再加 $INx=1$ ）清除或通过重起 V_{BB} 上电。在过流保护时，极限工作参数可能在 IC 锁定前被短时间超过。

自动关断

如果芯片（DIE）温度升高到大约 160°C，全桥输出将被关闭，直到内部温度下降 15°C(迟滞参数 T_{DShys})以上。内部欠压保护电路检测 V_{BB} 上电压，以防止在 V_{BB} 低于 $UVLO$ 阈值情况下开启输出驱动。

制动

IN1 和 IN2 同时输入逻辑高电平，芯片进入制动状态，OUT1 和 OUT2 都输出低电平，电机线圈电流进入慢衰减模式。或在检测到输出超过限定电流之后，桥使能削幅(Chop)动作，芯片也会暂短进入制动状态(见 PWM 控制真值表)。因为可以通过 DMOS 开关双向驱动电流，当使能削幅动作，这种通路设置有效地降低了电机产生的 BEMF。通路的最大电流可近似为 V_{BEMF} / R_L 。需要注意的是，在最糟的刹车情况（高速、高惯性负载）下，此电流不超过芯片的极限工作参数。

同步整流

当 PWM 关周期由内部的固定时间关周期 (t_{off}) 触发时, 负载电流将保持循环。同步整流控制在电流衰减期间打开电流通路上的 DMOSFET, 用低导通电阻 $R_{DS(on)}$ 的 DMOSFET 旁路其体二极管。这大大降低了芯片功耗。当检测到电流衰减为 0 时, 关闭同步整流以防止负载电流反转。图 7-2 示意正转时同步整流电流变化过程。

混合衰减

输出电流超限时, 芯片控制 H 桥以混合衰减模式调节驱动电流, 如图 7-3。当输出电流到达设定点 $I_{TripMAX}$ 时, 设备进入快速衰减模式, 持续 50% 的固定关闭时间 (t_{off})。之后设备在剩余的关闭时间切换到慢衰减模式, 如图 7-3(b)。在从快速衰变到缓慢衰变的过渡过程中, H 桥强制断开 t_{cop} , 防止上下管贯通。在这个“死区”期间, 同步整流是无效的, 器件只在快速衰减和缓慢衰减中工作。图 7-4 示意正转电流超限后混合衰减过程电流变化。

快衰减工作模式指 IN1 (或 IN2) 常为 0, IN2 (或 IN1) 输入 PWM 信号, PWM 占空比越大, 电机速度越快。芯片在驱动和滑行之间切换, 滑行时电机能量释放较慢, 因此 PWM 信号不能准确控制电机速度就, 且 PWM 信号频率不能太高, 否则电机起动不了。建议 PWM 信号频率低于 1kHz。

慢衰减工作模式指 IN1 (或 IN2) 常为 1, IN2 (或 IN1) 输入 PWM 信号, PWM 占空比越小, 电机速度越快。芯片在驱动和制动之间切换。推荐 PWM 信号频率为 10kHz~50kHz, 电机运行状态平稳连续, 噪声较小。

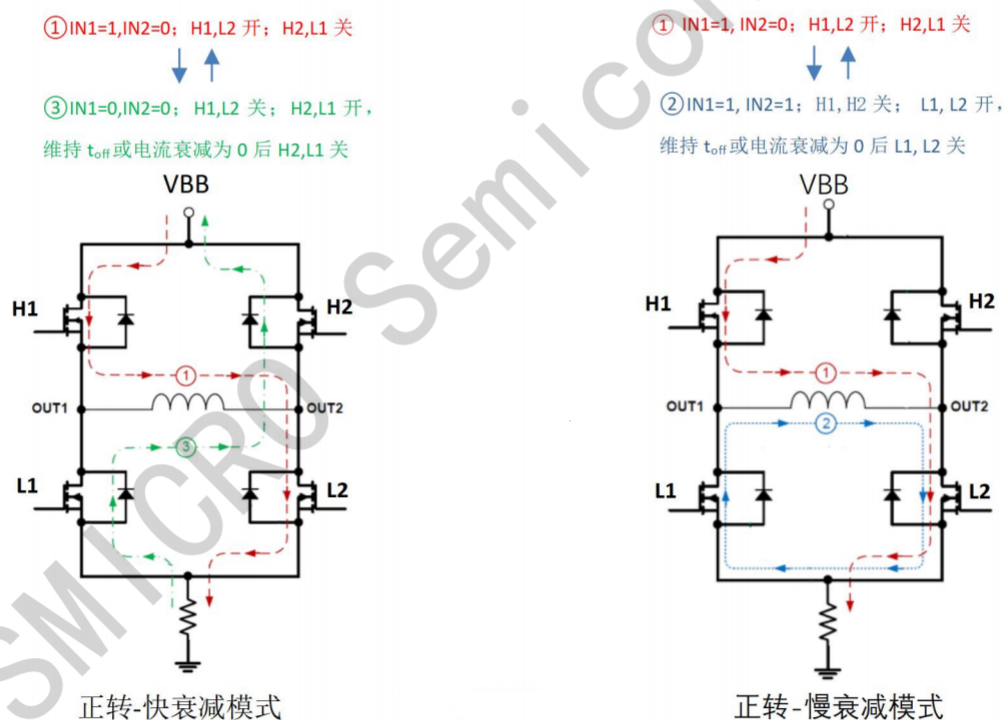


图7-2 同步整流电流（正转）

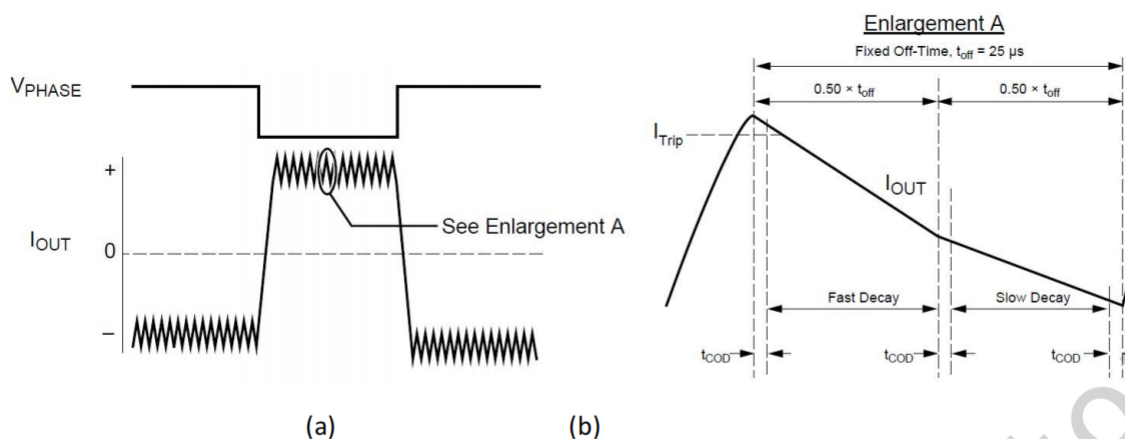


图 7-3 混合衰减模式削幅驱动电流

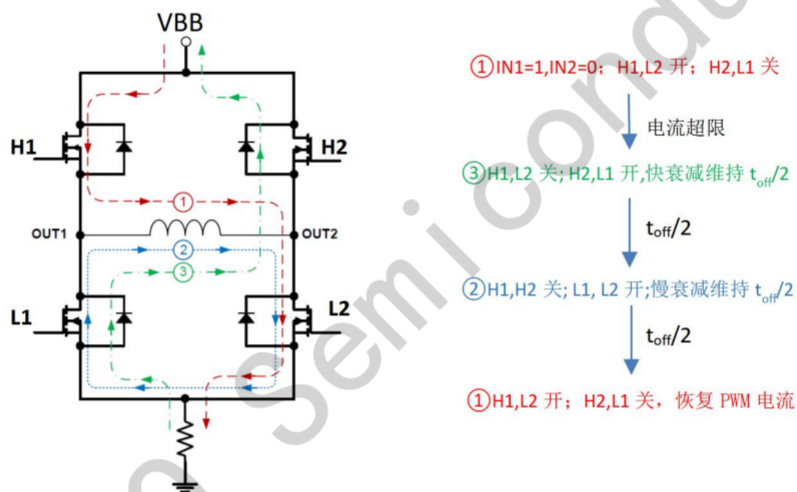


图 7-4 电流超限后混合衰减过程(正转)

8 应用信息

8.1 典型应用电路

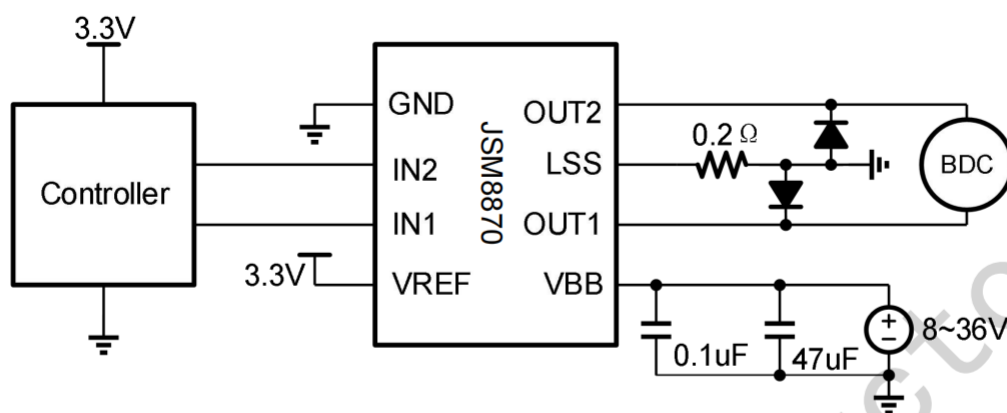


图 8-1 典型应用电路图

8.2 PCB布局

电流采样脚（LSS）

为了使用 PWM 电流控制，在 LSS 引脚和接地之间放置一个低阻值电阻 R_s ，用于电流采样。为了最大限度地减少地线网络电阻性压降影响 R_s 电流采样， R_s 应该有一个独立的连线到星形接地点，如图 8-2，连线需尽量短，因为 PCB 地线网电阻对低阻值电阻的影响比较大，必须加以考虑。

可直接在 R_s 两端采样电压，不建议在 GND 引脚加入采样电阻，当选择电阻的阻值时，确保最大负载时 LSS 引脚电压不要超过最大电压 ± 500 mV。在过流保护发生期间，可能会在短时间内超过此最大电压。

地线

星形接地点应尽可能靠近 DRV8870DDAR。芯片腹部的散热片正下方的铜接地平面为星形接地点提供了很好的位置。裸露的散热片可以在此连接到 PCB 地平面。

布局布线

PCB 应该有一个厚的接地平面。为了获得最佳的电气和热性能，DRV8870DDAR 必须直接焊接到 PCB 板上。在 DRV8870DDAR 封装的底部是一个裸露的散热片，提供了一个增强散热的路径。散热片必须直接焊接到 PCB 上的裸露铜平面，以实现最佳的热传导。导热通孔是用来将热量传递到 PCB 的其他层。建议 PCB 顶层和底层加大散热焊盘开窗面积；保持散热焊盘到电路板上其他区域的铜平面是连续的；如果这些平面被中断，热量的排出路径就会收缩，从而增加热阻。

输入电容 C2 影响瞬间带载能力，避免尖峰，推荐值 100μF/50V 以上，C1 和 C2 均需靠近 VBB 引脚摆放；推荐 PCB 散热焊盘使用直径为 20mil、孔尺寸为 8mil 的散热过孔，减小热阻大电流路径 OUT1, OUT2, LSS, VBB 等尽量增大线宽。

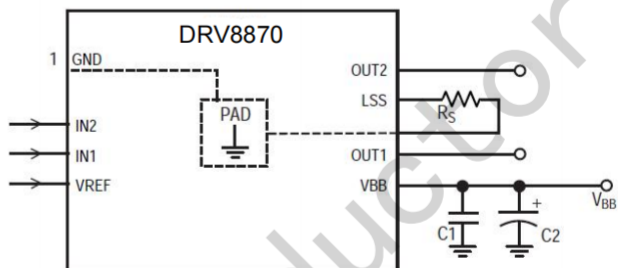
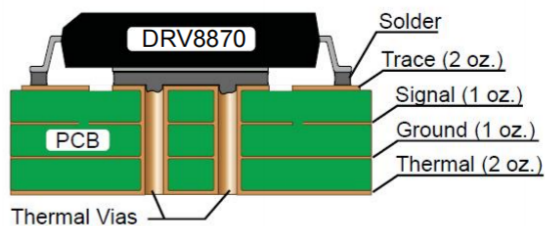
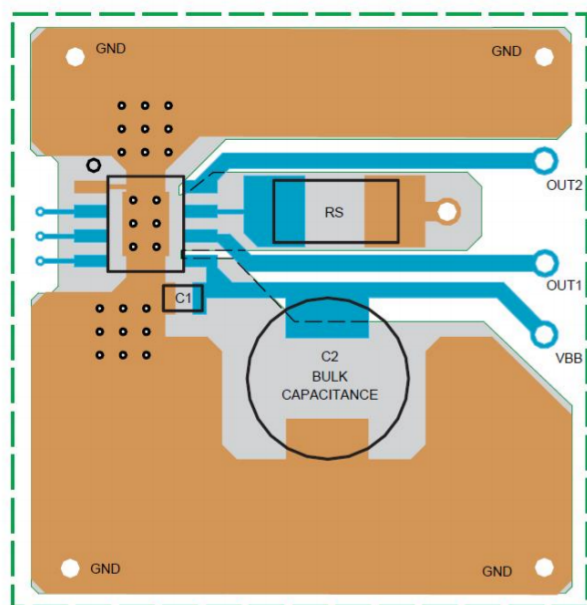


图8-2 布局布线

元器件表

	名称	值	单位	描述
1	R_S	0.25(for $V_{REF}=5V, I_{OUT}=2A$)	Ω	2512, 1W, 1% or better, carbon film chip resistor
2	C1	0.22	μF	X5R minimum, 50V or greater
3	C2	100	μF	Electrolytic, 50V or greater

9 封装信息

ESOP-8 Package Dimensions

