

无锡泰连芯科技有限公司

**TLX8837 型**

**低压 H 桥驱动器**

2024 年 06 月

# TLX8837 低压 H 桥驱动器

## 1 特点

- **H 桥电机驱动器**
  - 直流电机或其他负载
  - **DFN2X2-8: 高速+低速 250mΩ**
  - **SOP8: 高速+低速 320mΩ**
- **1.8A 最大驱动电流**
- 独立的电机和逻辑电源引脚:
  - 电机 **VM: 0 至 14V**
  - 逻辑 **VCC: 2.5V 至 7V**
- 低功耗睡眠模式, 睡眠电流典型值为 **0.1 μA**
- **VCC 欠压锁定**
- 过流保护
- 热关断保护
- 无铅封装: **DFN2X2-8、SOP8**

## 3 描述

TLX8837 是一款集成 H 桥驱动器, 专为直流电机和线圈双向转动而设计。通常用于小电流驱动, 如摄像头、智能锁、玩具、智能扫地机、电磁阀和其他低压或电池供电的运动控制应用。

TLX8837 可驱动一台直流电机或其他设备 (如螺线管), 提供高达 1.8A 的最大输出电流。输出驱动器块由配置为 H 桥的 N 通道功率 MOSFET 组成, 用于驱动电机绕组。内部电荷泵可产生所需的栅极驱动电压。

TLX8837 可在 0 至 14V 的电机电源电压和 2.5V 至 7V 的设备电源电压下工作。还提供过流保护、短路保护、欠压锁定和过温的内部关断功能。

质量等级: 军温级&N1级

### 设备信息<sup>(1)</sup>

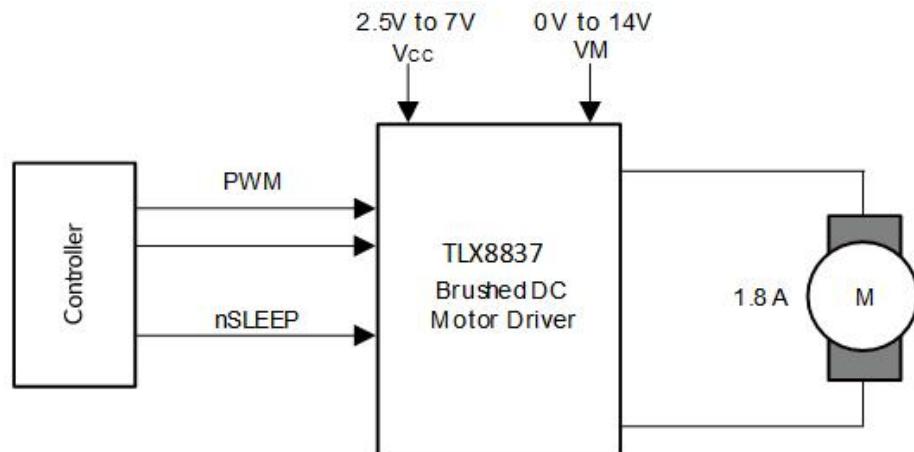
产品编号	封装	车身尺寸 (标称)
TLX8837	DFN2X2-8	2.00mm×2.00mm
	SOP8	4.90mm×3.90mm

(1) 如需了解所有可用封装, 请参阅数据表末尾的可订购附录。

## 2 应用

- 数码单反相机镜头
- 相机
- 机器人
- 消费品, 如玩具、智能锁
- 医疗设备

## 4 典型应用电路



## 目录

<b>1</b> 特点	2
<b>2</b> 应用	2
<b>3</b> 描述	2
<b>4</b> 典型应用电路	3
<b>5</b> 修订历史	5
<b>6</b> 封装/订购信息 <sup>(1)</sup>	6
<b>7</b> 引脚配置	7
引脚描述	7
<b>8</b> 规格	8
<b>8.1</b> 绝对最大额定值	8
<b>8.2</b> ESD 额定值	8
<b>8.3</b> 建议工作条件	8
<b>8.4</b> 电气特性	10
<b>8.5</b> 时间要求	11
<b>8.6</b> 典型特性	12
<b>9</b> 详细描述	13
<b>9.1</b> 概述	13
<b>9.2</b> 功能框图	13
<b>9.3</b> 特性描述	13
<b>9.3.1</b> 桥梁控制	13
<b>9.3.2</b> 睡眠模式	14
<b>9.3.3</b> 电源和输入引脚	14
<b>9.3.4</b> 保护电路	14
<b>9.3.5</b> VCC 欠压锁定	14
<b>9.3.6</b> 过流保护	14
<b>9.3.7</b> 热关断	14
<b>9.4</b> 设备功能模式	14
<b>10</b> 应用与实施	15
<b>10.1</b> 申请信息	15
<b>10.2</b> 典型应用	15
<b>10.3</b> 设计要求	15
<b>10.4</b> 详细设计流程	15
<b>10.4.1</b> 电机电压	15
<b>10.4.2</b> 低功耗操作	15
<b>11</b> 电源建议	16
<b>11.1</b> 大容量电容	16
<b>12</b> 布局	17
<b>12.1</b> 布局指南	17
<b>12.2</b> 布局示例	17
<b>12.3</b> 功率耗散	17
<b>13</b> 封装外形尺寸	18
<b>14</b> 卷带信息	20

## 5 修订历史

注意：以前修订的页码可能与当前版本的页码不同。

版本	更改日期	更改项目
A.0	2023/03/09	初始版本完成
A.1	2023/06/29	1. 更新VCC工作电压 2. 更新电气特性 3. 更新虚拟机工作电压
A.2	2023/08/23	1. 更新虚拟机工作电压 2. 更新电气特性 3. 更新典型特征
A.2.1	2024/02/23	修改包装命名

## 6 封装/订购信息 <sup>(1)</sup>

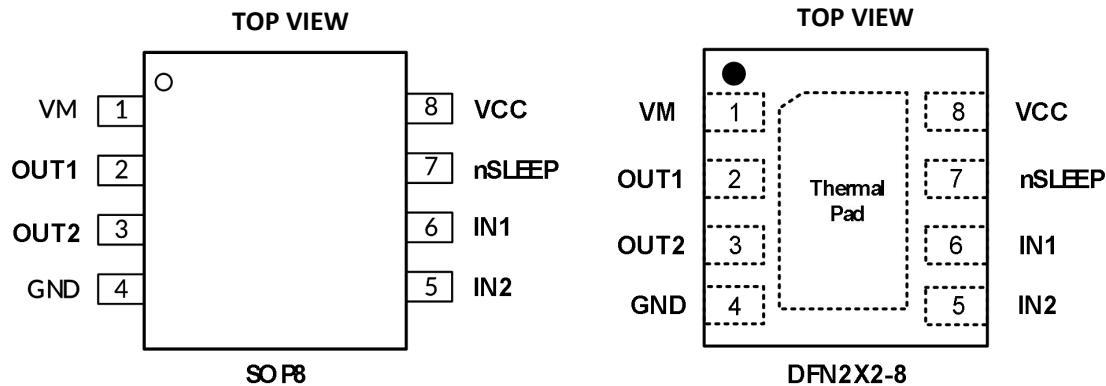
订购型号	温度等级	封装类型	MSL	质量等级
JTLX8837YTDE8	-55 °C ~+125 °C	DFN2X2-8	MSL1/3	N1/军温级
JTLX8837YK	-55 °C ~+125 °C	SOP8	MSL1/3	N1/军温级
TLX8837YTDE8	-40 °C ~+125 °C	DFN2X2-8	MSL1/3	工业级
TLX8837YK	-40 °C ~+125 °C	SOP8	MSL1/3	工业级

笔记：

(1) 此信息是指定器件的最新可用数据。此数据如有更改，恕不另行通知，亦不会修订本文档。如需此数据表的浏览器版本，请参阅右侧导航。

设备上可能有与批次追踪代码信息（包括数据代码和供应商代码）、徽标或环境类别相关的附加标记。

## 7 引脚配置



### 引脚描述

代码	引脚	I/O <sup>(1)</sup>	描述
	SOP8/DFN2X2-8		
VM	1	I	电机电源 使用额定为 VM 的 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器将此引脚旁路至 GND 引脚。
OUT1	2	O	电机输出
OUT2	3	O	将这些引脚连接到电机绕组。
GND	4	-	设备接地（此引脚必须接地。）
IN2	5	I	IN2 输入
IN1	6	I	IN1 输入
nSLEEP	7	I	睡眠模式输入。当此引脚处于逻辑低电平时，设备进入低功耗睡眠模式。当此引脚处于逻辑高电平时，设备正常运行。
VCC	8	I	逻辑电源 使用额定为 VCC 的 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容器将此引脚旁路至 GND 引脚。

(1) I = 输入, O = 输出。

## 8 规格

### 8.1 绝对最大额定值

在自然空气工作温度范围内（除非另有说明）<sup>(1)(2)</sup>

		最小值	最大值	单位
VM	电机电源电压 <sup>(3)</sup>	-0.3	16	V
VCC	逻辑电源电压	-0.3	7	
nSLEEP	控制引脚电压	-0.5	7	
IN1, IN2	控制引脚电压	-0.5	5.5	
OUT1, OUT2	峰值驱动电流	内部限制2.7A(典型值)		A
$\theta_{JA}$	封装热阻 <sup>(4)</sup>	DFN2X2-8	62	°C/W
		SOP8	110.88	
温度	交界处 $T_J$ <sup>(5)</sup>		-55	150
	储存温度		-55	150

- (1) 超出绝对最大额定值所列的应力可能会对器件造成永久性损坏。这些只是应力额定值，并不表示器件在这些条件下或超出建议工作条件所列的任何其他条件下能够正常工作。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。
- (2) 所有电压均相对于 GND 引脚。
- (3) 为了保护芯片，在任何工作条件下，VM 电压都不应超过 16V，并且应增加 VM 电容以抑制使用感性负载时的尖峰。
- (4) 封装热阻按照 JEDEC-51 计算。
- (5) 最大功耗是  $T_J(\text{MAX})$ 、 $R_{\theta JA}$  和  $T_A$  的函数。任何环境温度下允许的最大功耗为  $P_D = (T_J(\text{MAX}) - T_A) / R_{\theta JA}$ 。所有数字适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

### 8.2 ESD 额定值

以下 ESD 信息仅适用于在 ESD 保护区域内处理 ESD 敏感设备。

			数值	单位
$V_{(\text{ESD})}$	静电放电	人体模型 (HBM), MIL-STD-883K 方法 3015.9	±4000	V
		充电器件模型 (CDM), ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2018	±1500	
		机械模型 (MM), JEDEC22-A115C (2010)	±200	



#### ESD 敏感度警告

ESD 损坏的范围从轻微的性能下降到设备完全失效。精密集成电路更容易受到损坏，因为非常小的参数变化都可能导致设备不符合其公布的规格。

### 8.3 建议工作条件

在自然空气工作温度范围内（除非另有说明）<sup>(1)</sup>。

特征	代码	最小值	正常值	最大值	单位
电机电源电压	VM	0		14	V
逻辑电源电压	VCC	2.5		7	V
电机峰值电流	I <sub>OUT</sub>	0		1.8	A
外部施加的 PWM 频率	f <sub>PWM</sub>	0		250	KHz
逻辑电平输入电压	V <sub>LOGIC</sub>	-0.5		5.5	V

工作温度	T <sub>A</sub>	-55		125	°C
------	----------------	-----	--	-----	----

(1) 必须遵守功率耗散和热限制。

## 8.4 电气特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$ , 除非另有说明, 否则高于建议的工作条件。<sup>(1)</sup>

代码	范围	测试条件	最小 <sup>(2)</sup>	典型 <sup>(3)</sup>	最大 <sup>(2)</sup>	单位
<b>电源 (VM、VCC)</b>						
VM	VM 工作电压		0		14	V
I <sub>VM</sub>	VM 工作电源电流	VM=5V, VCC=3V, No PWM		150	600	μA
		VM=5V, VCC=3V, 50kHz PWM		510	600	μA
I <sub>VMQ</sub>	VM 睡眠模式电源电流	VM=5V, VCC=3V, nSLEEP = 0		0.1	1	μA
VCC	VCC 工作电压		2.5		7	V
I <sub>VCC</sub>	VCC 工作电源电流	VM=5V, VCC=3V, No PWM		260	350	μA
		VM=5V, VCC=3V, 50kHz PWM		280	350	μA
I <sub>VCCQ</sub>	VCC 睡眠模式电源电流	VM=5V, VCC=3V, nSLEEP = 0		0.1	1	μA
<b>控制输入 (IN1、IN2、nSLEEP)</b>						
V <sub>IH</sub>	输入逻辑高电压上升阈值	nSLEEP	1.3			V
		IN1, IN2	0.7×VCC			V
V <sub>IL</sub>	输入逻辑低电压下降阈值	nSLEEP			0.8	V
		IN1, IN2			0.3×VCC	V
I <sub>IL</sub>	输入逻辑低电流	V <sub>IN</sub> =0V			1	μA
I <sub>IH</sub>	输入逻辑高电流	V <sub>IN</sub> =3.3V		30		μA
R <sub>PD</sub>	下拉阻力			100	110	kΩ
<b>电机驱动器输出 (OUT1、OUT2)</b>						
R <sub>DS(ON)</sub>	HS + LS FET 导通电阻 DFN2X2-8	VM=5V, VCC =3V, I <sub>O</sub> =0.8A, T <sub>J</sub> =25°C		250	500	mΩ
	HS + LS FET 导通电阻 SOP8	VM=5V, VCC =3V, I <sub>O</sub> =0.8A, T <sub>J</sub> =25°C		320	500	mΩ
I <sub>OFF</sub>	断态漏电流	VOUT = 0V	-200		200	nA
<b>保护电路</b>						
V <sub>UVLO</sub>	VCC 欠压锁定	VCC rising		2.2		V
		VCC falling		2.0		V
I <sub>OCP</sub>	过流保护跳闸水平	VM=5V, VCC =3V	2.05	2.7		A
t <sub>DEG</sub>	过流去尖峰时间	VM=5V, VCC =3V		1		μs
t <sub>RETRY</sub>	过流重试时间	VM=5V, VCC =3V		1.2		ms
T <sub>TSD</sub>	热关断温度	T <sub>J</sub> temperature		160		°C
T <sub>RES</sub>	热恢复温度			120		°C

笔记:

- (1) 电气表值仅适用于所示温度下的工厂测试条件。工厂测试条件导致设备自热非常有限。
- (2) 限值是在 25°C 下进行 100% 生产测试的。工作温度范围内的限值通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保。
- (3) 典型值代表特性测定时确定的最可能的参数标准。实际典型值可能随时间而变化, 也取决于应用和配置。

## 8.5 时间要求

$T_A=25^\circ\text{C}$ ,  $VM=5\text{V}$ ,  $VCC=3\text{V}$ ,  $OUT1$ 与 $OUT2$ 之间 $RL=20\Omega$ 。

数量	范围	测试条件	最小 <sup>(2)</sup>	典型 <sup>(3)</sup>	最大 <sup>(2)</sup>	单位
1	$t_1$	输出使能时间 $IN1$ 高且 $IN2$ 低至 $OUT1=0.97 \times VM$		285		ns
2	$t_2$	输出禁止时间 $IN1$ 低且 $IN2$ 低至 $OUT2=0.9 \times VM$		170		ns
3	$t_3$	延迟时间, $INx$ 高电平至 $OUTx$ 高电平 $IN1$ 低 $IN2$ 高至 $OUT2=0.5 \times VM$		125		ns
4	$t_4$	延迟时间, $INx$ 低至 $OUTx$ 低 $IN1$ 低 $IN2$ 低至 $OUT1=0.5 \times VM$		110		ns
5	$t_5$	输出上升时间 $OUT1=0.2 \times VM$ 至 $OUT1=0.8 \times VM$		165		ns
6	$t_6$	输出下降时间 $OUT2=0.8 \times VM$ 至 $OUT1=0.2 \times VM$		40		ns
唤醒	唤醒	唤醒时间, $nSLEEP$ 上升沿至部件激活		9		us

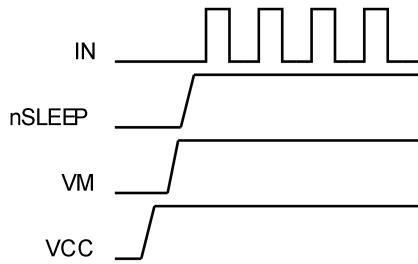


图 1. 上电顺序

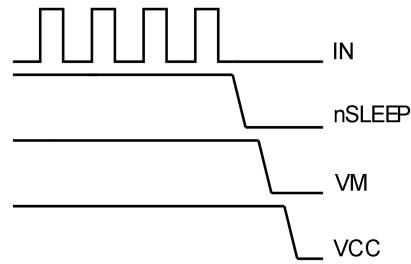


图 2. 断电顺序

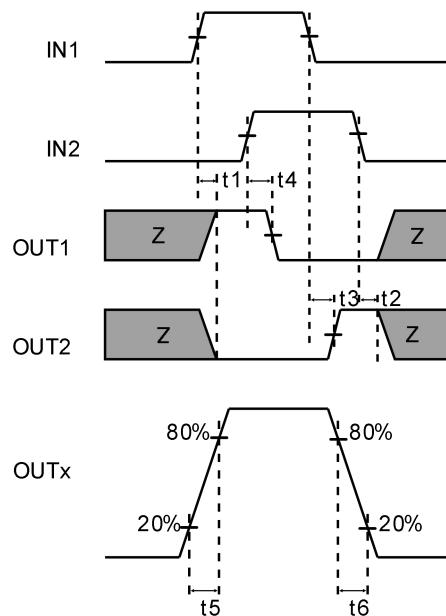


图 3. TLX8837 的输入和输出时序

## 8.6 典型特性

注意：本说明后面提供的图表是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

除非另有说明， $TA = +25^{\circ}\text{C}$ 。

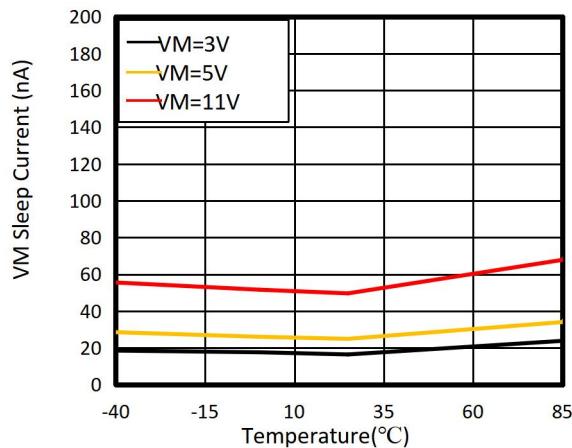


图 4.  $I_{VMQ}$  与温度

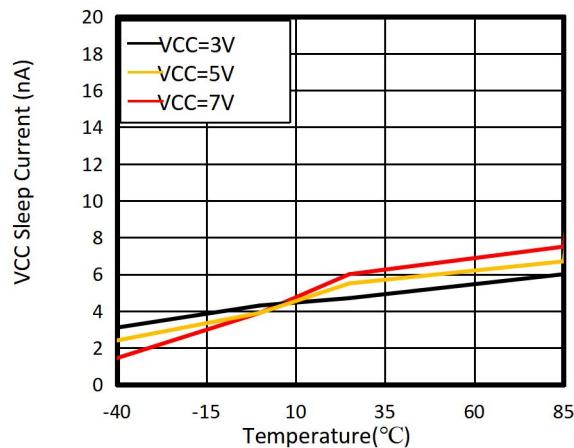


图 5.  $I_{VCCQ}$  与温度

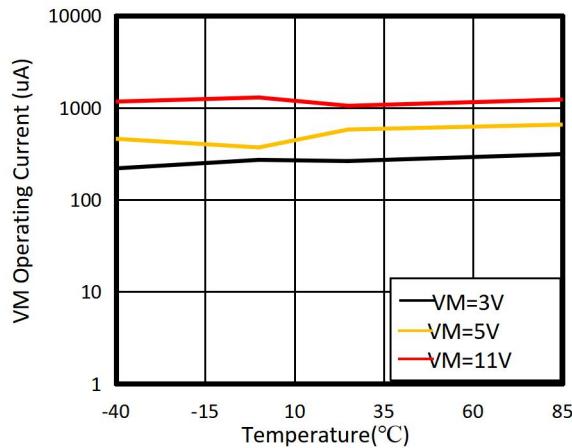


图 6.  $I_{VM}$  与温度 (50kHz PWM)

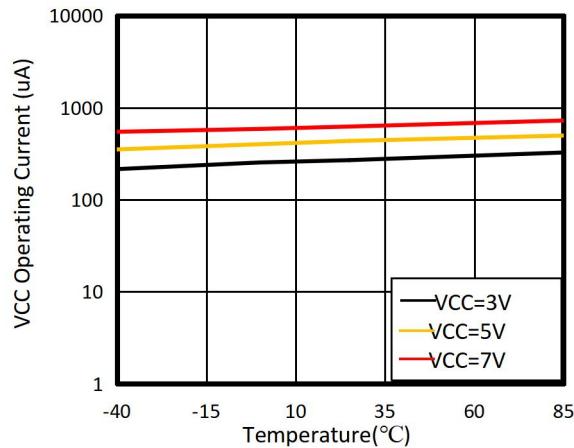


图 7.  $I_{VCC}$  与温度 (50kHz PWM)

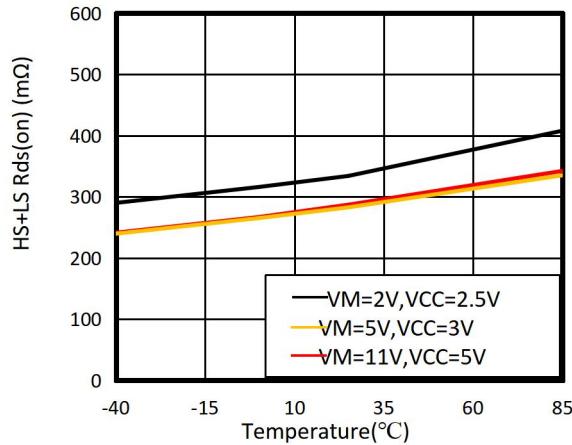


图 8.  $HS+LS R_{ds(on)}$  与温度

## 9 详细描述

### 9.1 概述

TLX8837 是一款 H 桥驱动器，可驱动一台直流电机或其他设备（如螺线管）。输出可通过 PWM 接口（IN1 和 IN2）进行控制。它包含低功耗睡眠模式，可使用 nSLEEP 引脚启用。

这些器件将必要的驱动器 FET 和 FET 控制电路集成到单个器件中，大大减少了电机驱动器系统的元件数量。此外，TLX8837 还增加了传统分立实现所不具备的保护功能：欠压锁定、过流保护和热关断。

### 9.2 功能框图

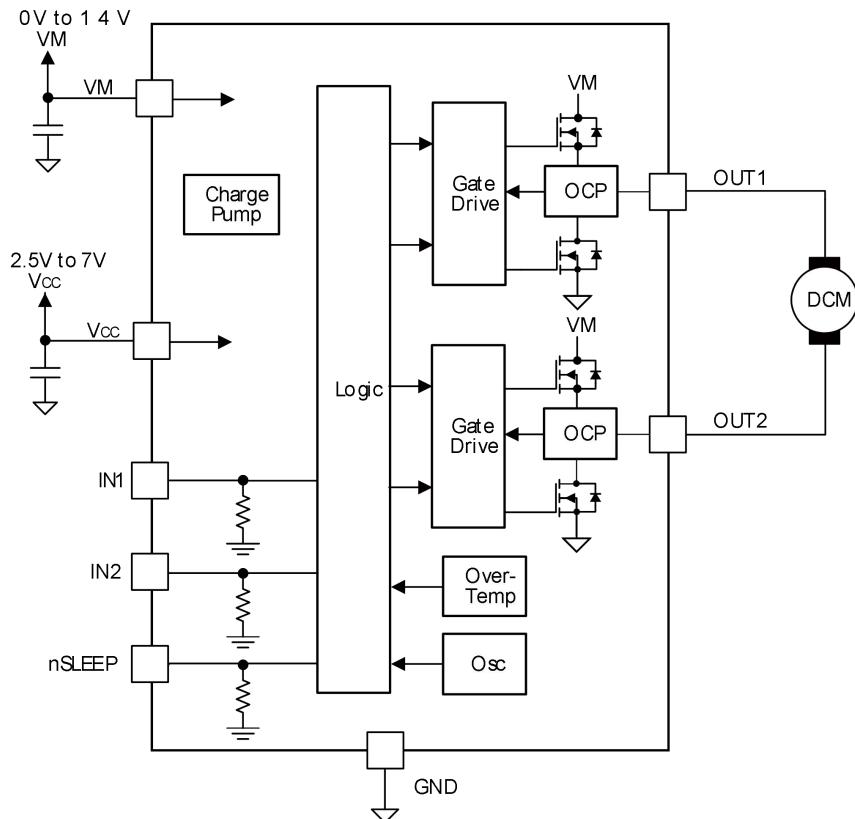


图 9.TLX8837 功能框图

### 9.3 特性描述

#### 9.3.1 桥梁控制

TLX8837 设备使用 PWM 输入接口（也称为 IN-IN 接口）进行控制。每个输出由相应的输入引脚控制。表 1 显示了 TLX8837 设备的逻辑。

表 1. TLX8837 设备逻辑

nSLEEP	IN1	IN2	OUT1	OUT2	FUNCTION (DC MOTOR)
0	X	X	Z	Z	Coast
1	0	0	Z	Z	Coast
1	0	1	L	H	Reverse
1	1	0	H	L	Forward
1	1	1	L	L	Brake

### 9.3.2 睡眠模式

如果 nSLEEP 引脚处于逻辑低状态，则 TLX8837 进入低功耗睡眠模式。在此状态下，所有不必要的内部电路均会断电。

### 9.3.3 电源和输入引脚

无论有无 VCC、VM 或两个电源，输入引脚均可在建议的工作条件下驱动。电源上不存在漏电流路径。每个输入引脚都有一个弱下拉电阻（约  $100\text{ k}\Omega$ ）接地。

VCC 和 VM 电源可以按任意顺序应用和移除。移除 VCC 电源后，设备进入低功耗状态，并从 VM 电源吸取极少的电流。如果电源电压介于 2.5V 和 7V 之间，则可以将 VCC 和 VM 引脚连接在一起。

VM 电压供应没有任何欠压锁定保护 (UVLO)，因此只要  $\text{VCC} > 2.2\text{ V}$ ，内部装置逻辑就保持活动状态，这意味着 VM 引脚电压可以降至 0V。然而，在低 VM 电压下无法充分驱动负载。

### 9.3.4 保护电路

TLX8837 具有全面的保护功能，可防止 VCC 欠压、过流和过温事件。

### 9.3.5 VCC 欠压锁定

如果 VCC 引脚上的电压在任何时候低于欠压锁定阈值电压，H 桥中的所有 FET 都会被禁用。当 VCC 引脚电压升至 UVLO 阈值以上时，操作将恢复。

### 9.3.6 过流保护

每个 FET 上的模拟电流限制电路通过移除栅极驱动来限制流过 FET 的电流。如果此模拟电流限制持续时间超过  $t_{DEG}$ ，则 H 桥中的所有 FET 均被禁用。 $t_{RETRY}$  过后，操作将自动恢复。在高端和低端 FET 上均检测到过流情况。VM 引脚、GND 或 OUT1 引脚与 OUT2 引脚之间的短路会导致过流情况。

### 9.3.7 热关断

如果芯片温度超过安全限值，H 桥中的所有 FET 都会被禁用。当芯片温度降至安全水平后，操作会自动恢复。

表 2. 故障行为

过错	健康) 状况	H 桥	恢复
VCC 欠压	$\text{VCC} < 2\text{V}$	已禁用	$\text{VCC} > 2.2\text{V}$
过电流	$\text{I}_{\text{OUT}} > 2.7\text{A} (\text{TYP})$	已禁用	$t_{\text{RETRY}} \text{ elapses}$
热关断	$T_j > 160^\circ\text{C} (\text{TYP})$	已禁用	$T_j < 120^\circ\text{C}$

### 9.4 设备功能模式

除非 nSLEEP 引脚变为逻辑低电平，否则 TLX8837 处于活动状态。在睡眠模式下，H 桥 FET 被禁用 Hi-Z。如果 nSLEEP 变为逻辑高电平，则 TLX8837 会自动退出睡眠模式。

在欠压锁定、过流和过温故障条件下，H 桥输出将被禁用。

表 3. 操作模式

模式	健康) 状况	H 桥
操作	nSLEEP pin=1	操作
睡眠模式	nSLEEP pin=0	已禁用
遇到故障	满足任何故障条件	已禁用

## 10 应用与实施

以下应用部分中的信息不属于 TLXIC 组件规范, TLXIC 不保证其准确性或完整性。TLXIC 的客户负责确定组件是否适合其用途。客户应验证和测试其设计实施以确认系统功能。

### 10.1 申请信息

TLX8837 是用于驱动一台直流电机或其他设备（如螺线管）的设备。可以使用以下设计程序来配置 TLX8837。

### 10.2 典型应用

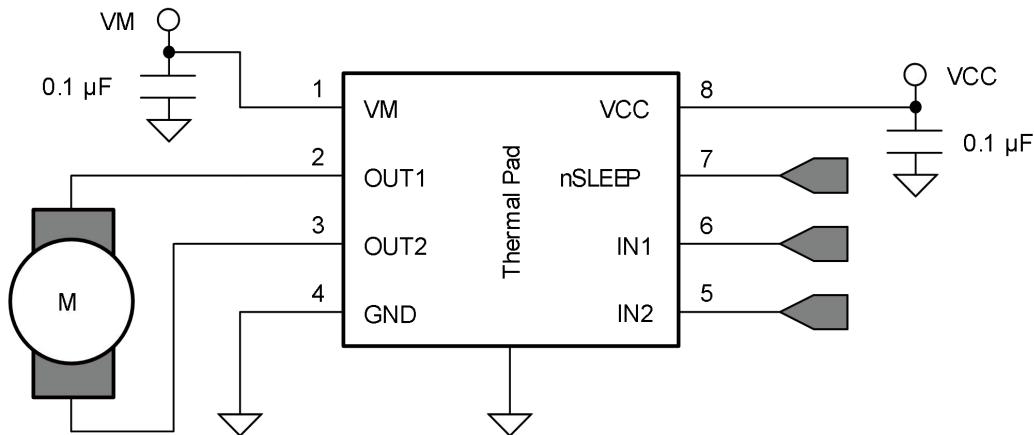


图 10. TLX8837 应用原理图

### 10.3 设计要求

表 4 列出了典型使用案例所需的参数。

表 4. 系统设计要求

设计参数	参考	示例值
电机电源电压	VM	9V
逻辑电源电压	VCC	3.3V
目标均方根电流	$I_{OUT}$	0.8A

### 10.4 详细设计流程

#### 10.4.1 电机电压

适当的电机电压取决于所选电机的额定值和所需的 RPM。在对功率 FET 施加相同 PWM 占空比的情况下, 较高的电压可使有刷直流电机旋转得更快。较高的电压还会增加通过感应电机绕组的电流变化率。

#### 10.4.2 低功耗操作

进入睡眠模式时, TLXIC 建议将所有输入设置为逻辑低电平以最大限度地降低系统功率。

## 11 电源建议

### 11.1 大容量电容

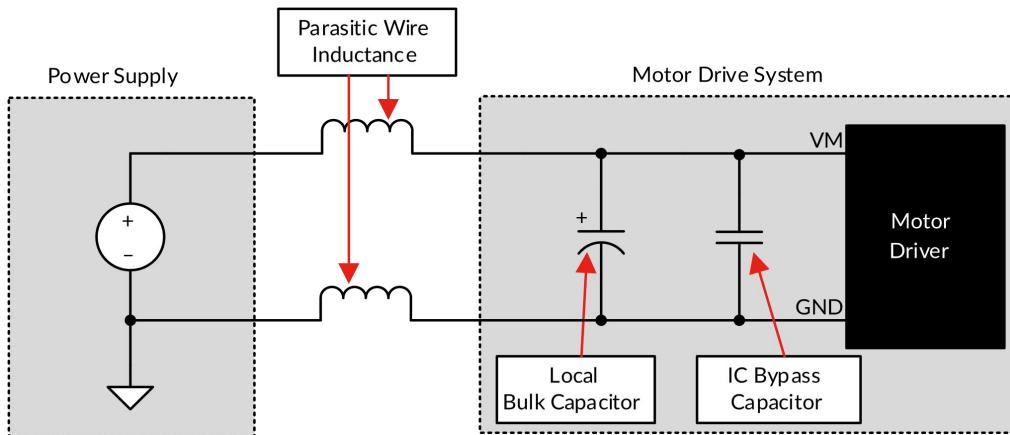
拥有适当的局部大容量电容是电机驱动系统设计中的一个重要因素。通常，拥有更多的大容量电容是有益的，而缺点是成本和物理尺寸增加。

所需的局部电容量取决于多种因素，包括：

- 电机系统所需的最高电流
- 电源电容和提供电流的能力
- 电源和电机系统之间的寄生电感量
- 可接受的电压纹波
- 所用电机的类型（有刷直流电机、无刷直流电机、步进电机）
- 电机制动方式

电源和电机驱动系统之间的电感限制了电源电流变化的速率。如果本地大容量电容太小，系统会通过电压变化来响应过大的电流需求或从电机中释放电流。当使用足够的大容量电容时，电机电压保持稳定，并且可以快速提供大电流。

数据表通常会提供推荐值，但需要进行系统级测试来确定适当大小的大容量电容器。



带外部电源的电机驱动系统示例设置

大容量电容器的额定电压应高于工作电压，为电机将能量传输到电源的情况提供裕度。

## 12 布局

### 12.1 布局指南

VM 和 VCC 引脚应使用低 ESR 陶瓷旁路电容器旁路至 GND，建议值为  $0.1\mu\text{F}$ ，适用于 VM 和 VCC。这些电容器应尽可能靠近 VM 和 VCC 引脚放置，并使用粗走线或接地平面连接到器件 GND 引脚。

### 12.2 布局示例

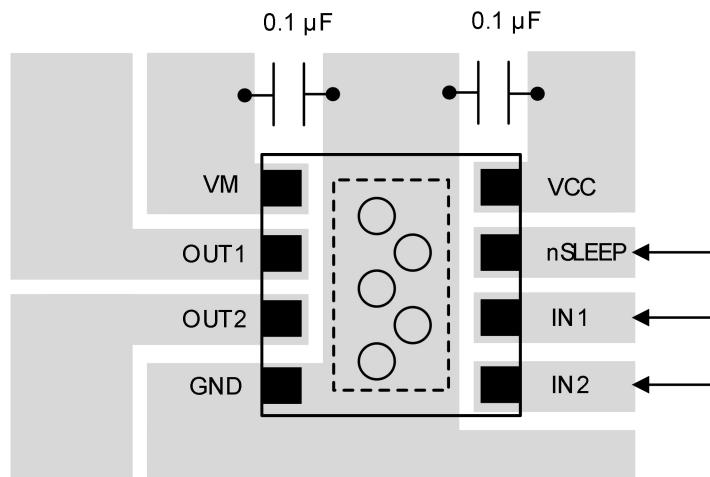


图 12. 简化布局示例

### 12.3 功率耗散

$R_{DS(on)}$  中的功耗决定。使用公式 1 估算运行步进电机时的平均功耗。

$$P_{TOT} = R_{DS(on)} \times (I_{OUT(RMS)})^2 \quad (1)$$

在哪里

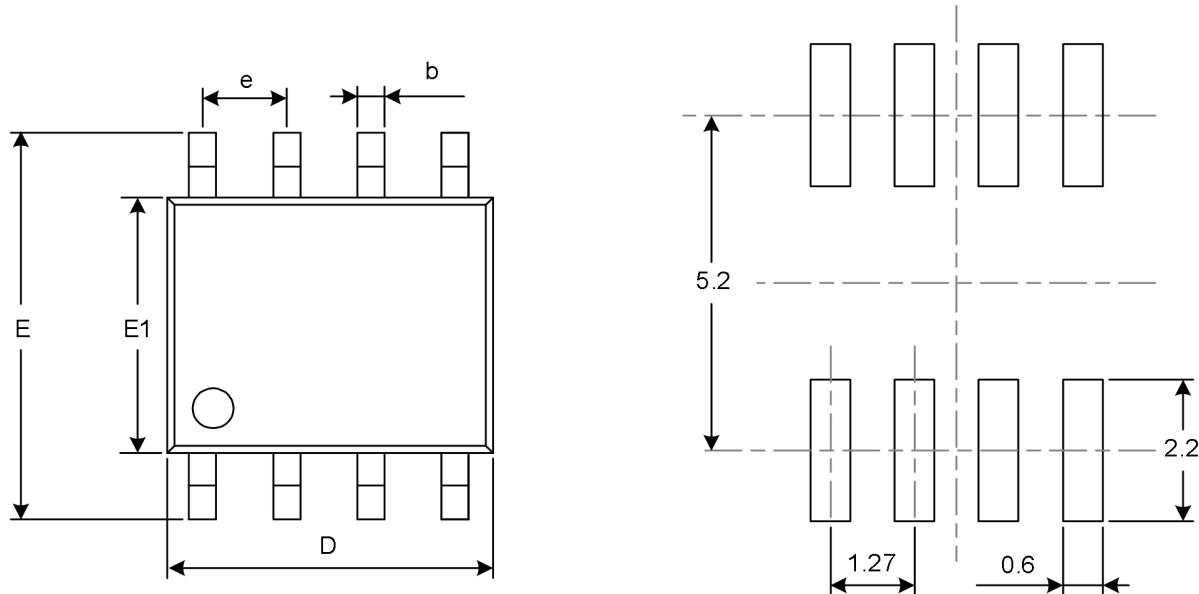
- $P_{TOT}$  是总功率耗散
- $R_{DS(on)}$  是 HS FET 加上 LS FET 的电阻
- $I_{OUT(RMS)}$  是提供给负载的均方根或直流输出电流

设备中可耗散的最大功率取决于环境温度和散热。

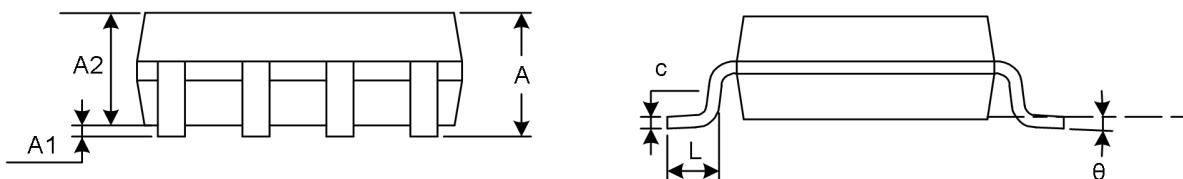
**注意：**  $R_{DS(on)}$  的值随温度升高而升高，因此随着器件加热，功率耗散也会升高。

TLX8837 具有热关断保护功能。如果芯片温度超过约  $160^\circ\text{C}$ ，则设备将被禁用，直到温度降至安全水平。设备进入热关断的任何趋势都表明功率耗散过多、散热不足或环境温度过高。

## 13 封装外形尺寸

SOP8<sup>(3)</sup>

RECOMMENDED LAND PATTERN (Unit: mm)

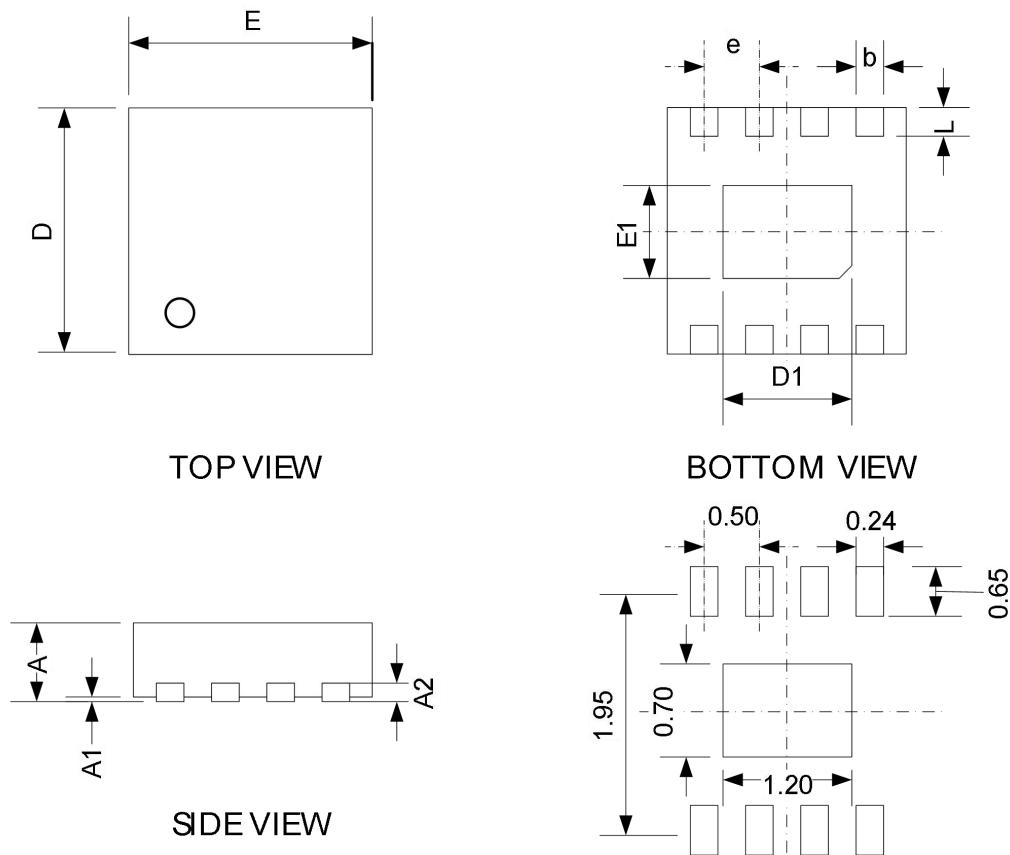


代码	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A <sup>(1)</sup>	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D <sup>(1)</sup>	4.800	5.000	0.189	0.197
e	1.270 (BSC) <sup>(2)</sup>		0.050 (BSC) <sup>(2)</sup>	
E	5.800	6.200	0.228	0.244
E1 <sup>(1)</sup>	3.800	4.000	0.150	0.157
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

笔记:

1. 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。
2. BSC (中心间基本间距)，“基本”间距是名义上的。
3. 本图纸如有变更，恕不另行通知。

## DFN2 X2-8 (2)



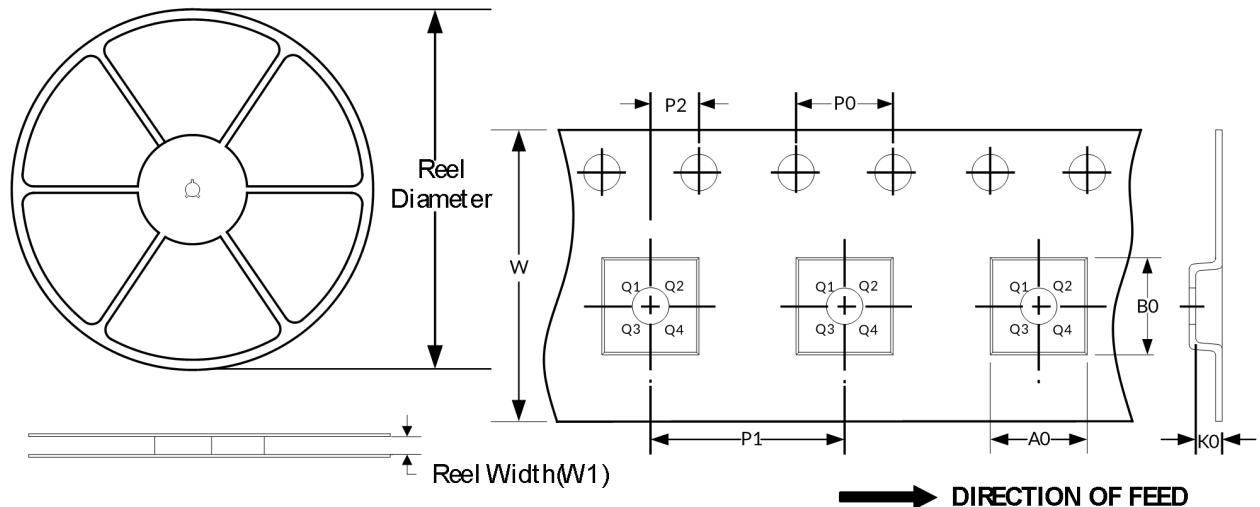
代码	尺寸 (毫米)		尺寸 (英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A <sup>(1)</sup>	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A2	0.203(TYP)		0.008(TYP)	
b	0.180	0.300	0.007	0.012
D <sup>(1)</sup>	1.900	2.100	0.075	0.083
D1	1.100	1.300	0.043	0.051
E <sup>(1)</sup>	1.900	2.100	0.075	0.083
E1	0.600	0.800	0.024	0.031
e	0.500(TYP)		0.020(TYP)	
L	0.250	0.450	0.010	0.018

笔记:

1. 不包括每侧最大 0.075 毫米的塑料或金属突起。
2. 本图纸如有变更, 恕不另行通知。

## 14 卷带信息

### 卷轴尺寸 胶带尺寸



注：图片仅供参考，请以实物为准。

### 卷带包装关键参数表

封装类型	卷轴直径	卷轴宽度 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	脚 1 象限
SOP8	13"	12.4	6.40	5.40	2.10	4.0	8.0	2.0	12.0	Q1
DFN2X2-8	7"	9.5	2.30	2.30	1.10	4.0	4.0	2.0	8.0	Q2

笔记：

- 所有尺寸均为标称尺寸。
- 不包括每侧最大 0.15 毫米的塑料或金属突起。