

DRV8845: 采用智能调优技术的 38V、1.5A 四路 H 桥电机驱动器

1 特性

- 集成了四个 H 桥
- 可以驱动不同的配置 -
 - 两个步进电机
 - 四个有刷直流电机
 - 三个有刷直流电机
 - 一个步进电机和两个有刷直流电机
 - 一个步进电机和一个有刷直流电机
- **封装尺寸和软件兼容** 其他供应商提供的类似驱动器
- **4.5V 至 38V** 工作电源电压范围
- 低 $R_{DS(ON)}$: 24V、25°C 时为 **900mΩ** HS + LS
- 每个电桥具有 **1.5A** 满量程电流
- 业界通用 **PHASE/Ixx** 接口
- 同步整流
- 针对步进电机实现全步进、1/2 步进和 1/4 步进运行
- 针对直流电机实现正转、反转和滑行模式
- 智能调优衰减可实现平稳安静的运行
- 支持 **3.3V** 和 **5V** 逻辑输入
- 保护特性
 - VM 欠压锁定 (UVLO)
 - 电荷泵欠压 (CPUV)
 - 过流保护 (OCP)
 - 热关断 (OTSD)

2 应用

- IP 网络摄像机
- 有刷直流电机

- 打印机和扫描仪
- 医疗应用
- ATM、点钞机和 EPOS
- 办公和家庭自动化
- 大型和小型家用电器

3 说明

DRV8845 是适用于各种工业应用的四路全桥驱动器。该器件可用于驱动最多两个步进电机或最多四个有刷直流电机。每个全桥输出的额定电流高达 1.5A 和 38V。DRV8845 包括脉宽调制 (PWM) 电流调节器以及 2 位非线性 DAC (数模转换器)，可实现步进电机的全步长、半步长和四分之一步长模式控制以及直流电机的正转、反转和滑行模式控制。

PWM 电流调节器使用智能调优衰减模式来降低电机可闻噪声和振动，提高精度并降低功率耗散。提供了内部同步整流控制电路以改善 PWM 操作期间的功率耗散。

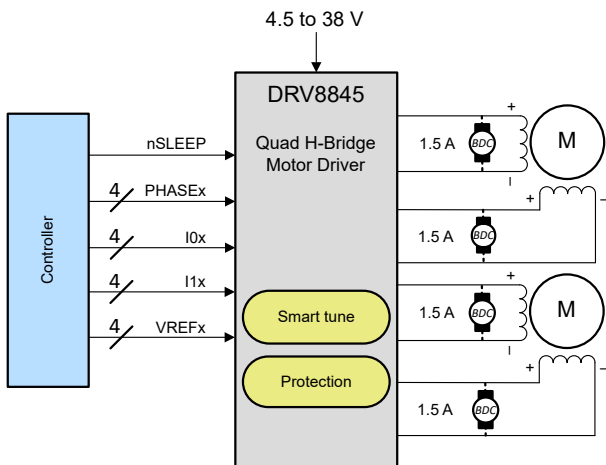
保护功能包具有迟滞功能的热关断 (OTSD)、欠压锁定 (UVLO) 和过流保护 (OCP)。不需要特殊的上电时序。

DRV8845 采用 6mm x 6mm 36 引脚 QFN 封装，具有裸露焊盘以增强热性能。

器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 (标称值)
DRV8845RHHR	四方扁平无引线 (QFN) (36)	6mm x 6mm

(1) 请参阅数据表末尾的可订购产品附录。



DRV8845 简化原理图



内容

1 特性.....	1	7.1 概述.....	11
2 应用.....	1	7.2 功能方框图.....	12
3 说明.....	1	7.3 特性说明.....	13
4 器件比较.....	3	7.4 器件功能模式.....	19
5 引脚配置和功能.....	4	8 应用和实施.....	21
6 规格.....	6	8.1 应用信息.....	21
6.1 绝对最大额定值.....	6	8.2 应用原理图.....	22
6.2 ESD 等级.....	6	8.3 应用曲线.....	23
6.3 建议运行条件.....	6	9 布局.....	25
6.4 热性能信息.....	6	9.1 布局指南.....	25
6.5 电气特性.....	7	9.2 大容量电容.....	25
6.6 典型工作特性.....	8	10 修订历史记录.....	26
7 详细说明.....	11	11 机械、封装和可订购信息.....	27

4 器件比较

表 4-1. 器件比较表

器件名称	驱动器直流电机	驱动步进电机	接口	微步进	电流检测
DRV8849	否	是	STEP/DIR	高达 1/256	内部检测
DRV8845	是	是	PHASE/Ixx	高达 1/4，可通过 VREF 引脚实现更高的微步进	检测电阻

5 引脚配置和功能

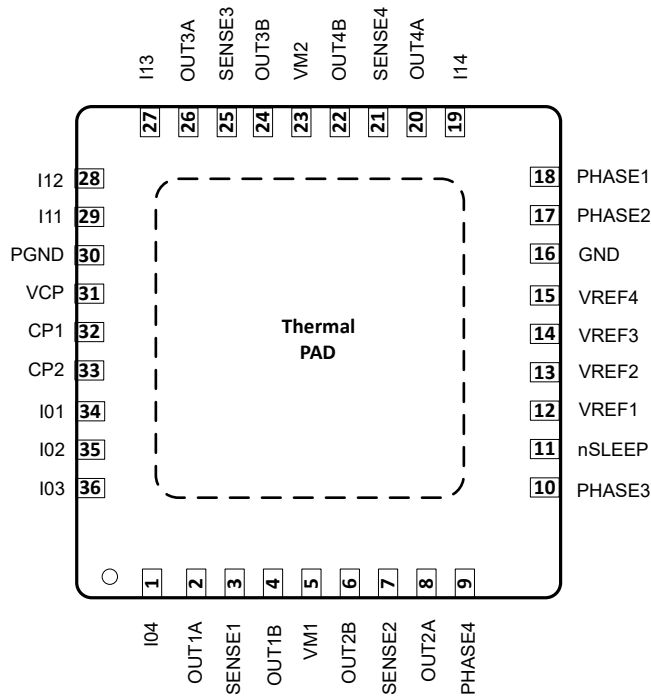


图 5-1. DRV8845 RHH 封装 36 引脚 QFN 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O ⁽¹⁾	说明
名称	QFN		
I04	1	I	H 桥 4 的控制输入
OUT1A	2	O	H 桥 1 输出 A
感应 1	3	O	H 桥 1 的检测电阻端子
OUT1B	4	O	H 桥 1 输出 B
VM1	5	P	电源电压。VM1 应连接至靠近器件的 VM2 引脚。
OUT2B	6	O	H 桥 2 输出 B
感应 2	7	O	H 桥 2 的检测电阻端子
OUT2A	8	O	H 桥 2 输出 A
PHASE4	9	I	H 桥 4 的控制输入。当 H 桥 3 和 H 桥 4 并联时，使该引脚保持断开状态。
PHASE3	10	I	H 桥 3 的控制输入。当 H 桥 3 和 4 并联时，PHASE3 用于控制组合 H 桥。
nSLEEP	11	I	睡眠模式输入。逻辑高电平用于启用器件；逻辑低电平用于进入低功耗睡眠模式；内部下拉电阻。
VREF1	12	I	用于设置 H 桥 1 中的满量程斩波电流的基准电压输入
VREF2	13	I	用于设置 H 桥 2 中的满量程斩波电流的基准电压输入
VREF3	14	I	用于设置 H 桥 3 中的满量程斩波电流的基准电压输入。当 H 桥 3 和 H 桥 4 并联时，VREF3 控制组合桥的电流。
VREF4	15	I	用于设置 H 桥 4 中的满量程斩波电流的基准电压输入。当 H 桥 3 和 H 桥 4 并联时，该引脚上的电压被忽略。
GND	16	G	模拟接地

表 5-1. 引脚功能 (续)

引脚		I/O ⁽¹⁾	说明
名称	QFN		
PHASE2	17	I	H 桥 2 的控制输入
PHASE1	18	I	H 桥 1 的控制输入
I14	19	I	H 桥 4 的控制输入
OUT4A	20	O	H 桥 4 输出 A
SENSE4	21	O	H 桥 4 的检测电阻端子
OUT4B	22	O	H 桥 4 输出 B
VM2	23	P	电源电压。VM2 应连接至靠近器件的 VM1 引脚。
OUT3B	24	O	H 桥 3 输出 B
感应 3	25	O	H 桥 3 的检测电阻端子
OUT3A	26	O	H 桥 3 输出 A
I13	27	I	H 桥 3 的控制输入。当 H 桥 3 和 4 并联时，I13 用于控制组合 H 桥。
I12	28	I	H 桥 2 的控制输入
I11	29	I	H 桥 1 的控制输入
PGND	30	G	电源接地
VCP	31	P	储能电容器端子
CP1	32	P	电荷泵电容器端子
CP2	33	P	电荷泵电容器端子
I01	34	I	H 桥 1 的控制输入
I02	35	I	H 桥 2 的控制输入
I03	36	I	H 桥 3 的控制输入。当 H 桥 3 和 4 并联时，I03 用于控制组合 H 桥。
PAD	-	-	用于增强热性能的外露焊盘。应焊接到 PCB 上。

(1) I = 输入，O = 输出，I/O = 输入或输出，G = 接地，P = 电源。

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内，且电压以 GND 为基准（除非另有说明）⁽¹⁾

	最小值	最大值	单位
电源电压 (VMx)	-0.3	40	V
电荷泵电压 (VCP、CP1)	-0.3	$V_{VM} + 7$	V
电荷泵负开关引脚 (CP2)	-0.3	V_{VM}	V
睡眠模式输入电压 (nSLEEP)	-0.3	5.75	V
控制输入电压	-0.3	5.75	V
SENSEx 引脚电压 (V_{SENSEx})	-0.5	0.5	V
1 μ s 以内的 SENSEx 引脚电压 (V_{SENSEx})	-2.5	2.5	V
基准输入引脚电压 (VREFx)	-0.3	5.75	V
连续相节点引脚电压 (OUTxA、OUTxB)	-1	$V_{VM} + 1$	V
瞬态 100ns 相节点引脚电压 (OUTxA、OUTxB)	-3	$V_{VM} + 3$	V
输出电流	0	1.5	A
工作环境温度, T_A	-40	125	°C
工作结温, T_J	-40	150	°C
贮存温度, T_{stg}	-65	150	°C

(1) 应力超出绝对最大额定值下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力等级，这并不表示器件在这些条件下以及在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

6.2 ESD 等级

		值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	± 2000
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 ⁽¹⁾	± 500

(1) JEDEC 文件 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。JEDEC 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）

		最小值	最大值	单位
V_{VM}	可确保正常（直流）运行的电源电压范围	4.5	38	V
V_I	控制输入电压	0	5.5	V
V_{REFx}	基准电压 (VREFx)	0	1.5	V
T_A	工作环境温度	-40	125	°C
T_J	工作结温	-40	150	°C

6.4 热性能信息

	热指标	RHH	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻 ⁽¹⁾	29.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	19.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	11.6	°C/W

热指标		RHH	单位
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	0.3	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	11.6	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	4.1	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅 [半导体和 IC 封装热指标应用报告](#)。

6.5 电气特性

典型值都是在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{VM} = 24\text{V}$ 条件下的值。除非另有说明，否则所有限值都是在推荐工作条件下的限值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源 (VM)						
I _{VM}	VM 工作电源电流	nSLEEP = 1, I _{OUT} = 0mA, 输出开启, PWM = 50kHz, 直流 = 50%		9	14	mA
		nSLEEP = 1, 输出关闭		3.5	4.5	mA
		nSLEEP = 0		1.3	3	μ A
t _{SLEEP}	睡眠时间	nSLEEP = 0 以进入睡眠模式	120			μ s
t _{RESET}	nSLEEP 复位脉冲	nSLEEP 低电平至清除故障	20		40	μ s
t _{WAKE}	唤醒时间	nSLEEP = 1 至输出转换		0.62	0.8	ms
t _{ON}	导通时间	VM > UVLO 至输出转换		0.62	0.8	ms
电荷泵 (VCP、CP1、CP2)						
V _{VCP}	VCP 工作电压	V _{VM} > 6 V		V _{VM} + 5		V
f _(VCP)	电荷泵开关频率	V _{VM} > UVLO, nSLEEP = 1		380		kHz
逻辑电平输入						
V _{IL}	输入逻辑低电平电压		0		0.8	V
V _{IH}	输入逻辑高电平电压		2		5.5	V
V _{HYS}	输入逻辑迟滞		140	270	400	mV
I _{INL}	逻辑输入低电流	V _{IN} = 0V	-1		1	μ A
I _{INH}	逻辑输入高电流	V _{IN} = 5V			30	μ A
t _{PD}	传播延迟	PWM 更改为拉电流开启	300	600	900	ns
		PWM 更改为拉电流关闭	150		700	ns
		PWM 更改为灌电流开启	300	600	900	ns
		PWM 更改为灌电流关闭	150		700	ns
电机驱动器输出						
R _{DS(ONH)}	高侧 FET 导通电阻	T _J = 25°C, I _O = -1. 2A		450	550	mΩ
		T _J = 125°C、I _O = -1.2 A		700	850	mΩ
		T _J = 150°C、I _O = -1.2 A		780	950	mΩ
R _{DS(ONL)}	低侧 FET 导通电阻	T _J = 25°C、I _O = 1.2 A		450	550	mΩ
		T _J = 125°C、I _O = 1.2 A		700	850	mΩ
		T _J = 150°C、I _O = 1.2 A		780	950	mΩ
V _f	体二极管正向电压	I _O = ± 1.2A			1.2	V
I _{DSS}	输出泄漏	输出, V _{OUT} = 0 至 VM	-2		7	μ A
t _{SR}	输出上升/下降时间	VM = 24V, I _O = 1.2 A, 介于 10% 和 90% 之间		100		ns

典型值都是在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且 $V_{VM} = 24\text{V}$ 条件下的值。除非另有说明，否则所有限值都是在推荐工作条件下的限值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t _D	死区时间		90	425	600	ns
t _{BLANK}	电流检测消隐时间 ⁽¹⁾			1		μ s
PWM 电流控制 (VREFx)						
I _{VREFx}	VREFx 引脚基准输入电流	VREF = 1.5 V	-1		1	μ A
t _{OFF}	PWM 关断时间			16		μ s
Δ I _{TRIP}	电流跳变精度	V _{VREFx} = 1.5V，相电流 = 100%	-2		2	%
		V _{VREFx} = 1.5V，相电流 = 67%	-3		3	
		V _{VREFx} = 1.5V，相电流 = 33%	-7		7	
保护电路						
V _{MUVLO}	VM UVLO 阈值	VM 下降	4.1	4.25	4.35	V
		VM 上升	4.2	4.34	4.45	
V _{MUVLO,HYS}	VM UVLO 磁滞	上升至下降阈值		90		mV
V _{CPUV}	电荷泵欠压	VCP 下降		V _{VM} + 2		V
I _{OCP}	过流保护	流经任何 FET 的电流	2.5			A
t _{OCP}	过流抗尖峰时间			2.1		μ s
T _{OTSD}	热关断	内核温度 T _J	155	165	175	°C
T _{HYS_OTSD}	热关断迟滞	内核温度 T _J		20		°C

(1) 受设计保证。

6.6 典型工作特性

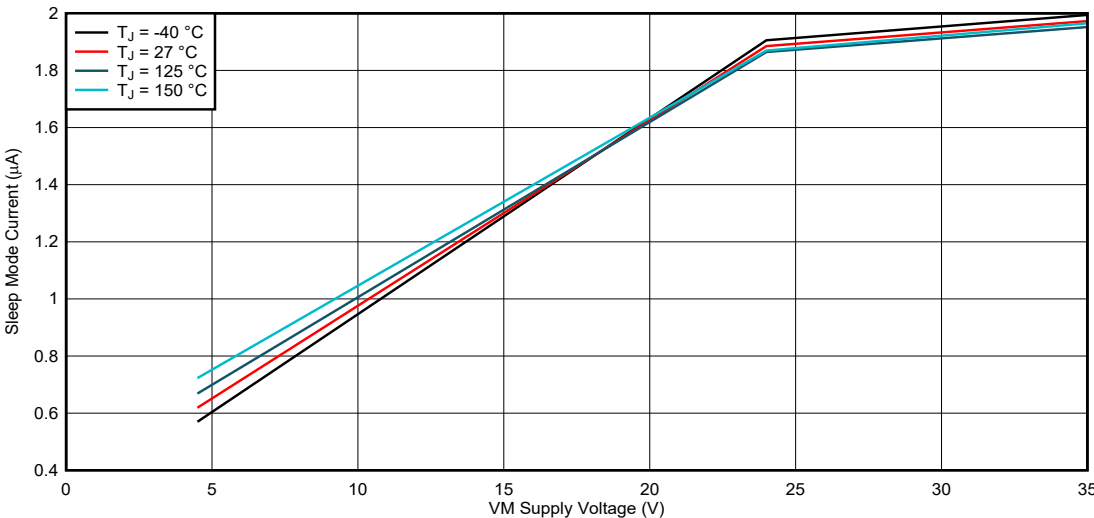


图 6-1. 睡眠模式电源电流

6.6 典型工作特性 (续)

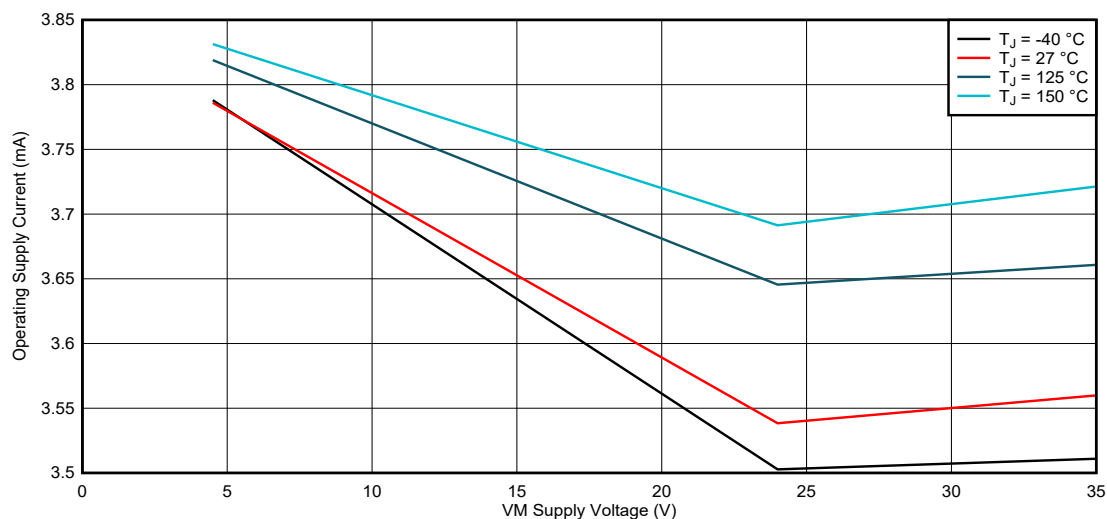


图 6-2. 输出关闭时的工作电源电流

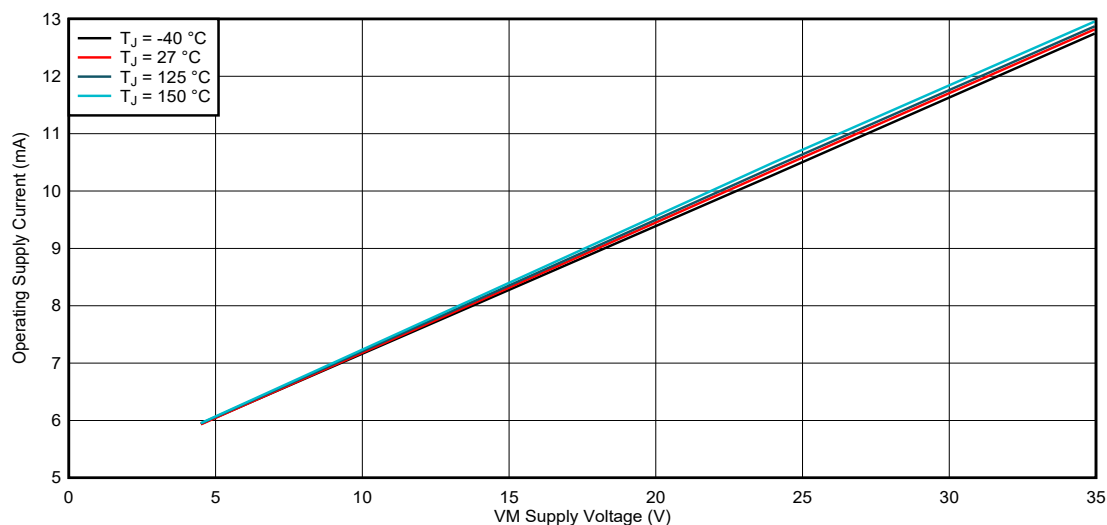


图 6-3. 输出开启时的工作电源电流

6.6 典型工作特性 (续)

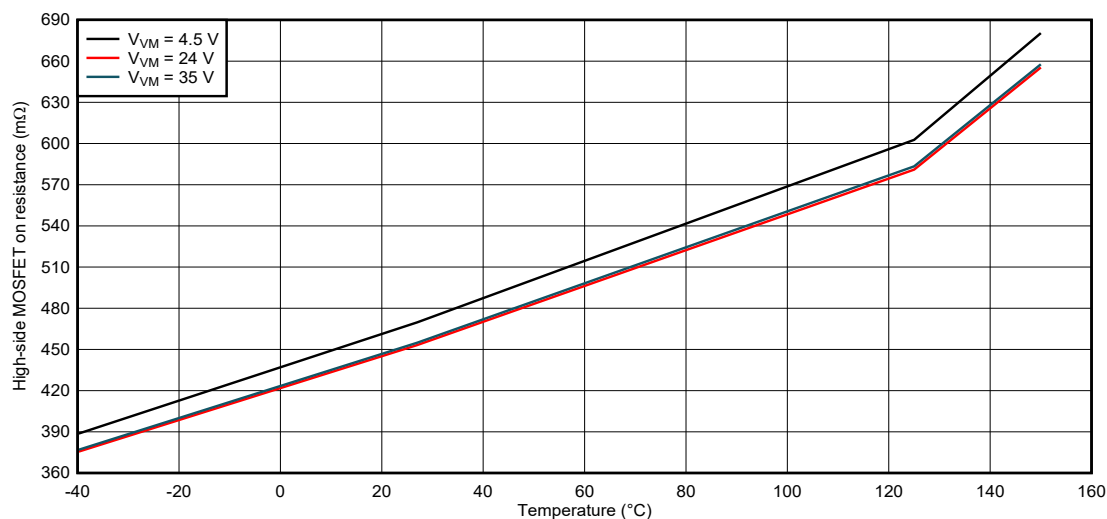


图 6-4. 高侧 FET 导通电阻

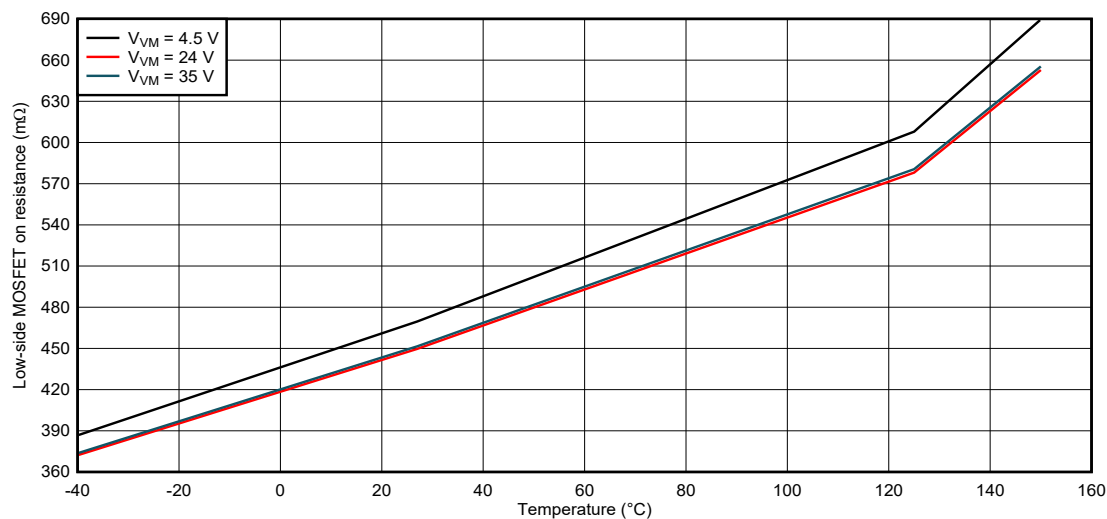


图 6-5. 低侧 FET 导通电阻

7 详细说明

7.1 概述

DRV8845 设计用于运行两个步进电机、最多四个直流电机，或者一个步进电机和一个或两个直流电机。该器件集成了四个 N 沟道功率 MOSFET H 桥。DRV8845 的封装尺寸和软件与其他供应商提供的类似四路 H 桥电机驱动器兼容。DRV8845 可以由介于 4.5V 和 38V 之间的电源电压供电。该器件能够提供高达 2.5A 的峰值电流或 1.5A 满量程输出电流。实际的满量程和均方根电流取决于环境温度、电源电压和 PCB 热性能。

每个输出全桥中的电流均通过脉宽调制 (PWM) 控制电路进行调节。每个全桥峰值电流由外部电流检测电阻 R_{SENSEx} 和基准电压 $VREFx$ 的值设置。

只需通过一个简单的 PHASE/I0/I1 接口，便可轻松连接到控制器电路。通过该接口，可以在全步进、半步进或四分之一步进模式下驱动步进电机。可以通过动态更改 $VREFx$ 引脚上的电压来对分辨率更高的步进模式进行编程。此外，DRV8845 支持以正转、反转和滑行模式驱动有刷直流电机。系统包括一个低功耗睡眠模式，以便在不驱动电机时省电。

7.2 功能方框图

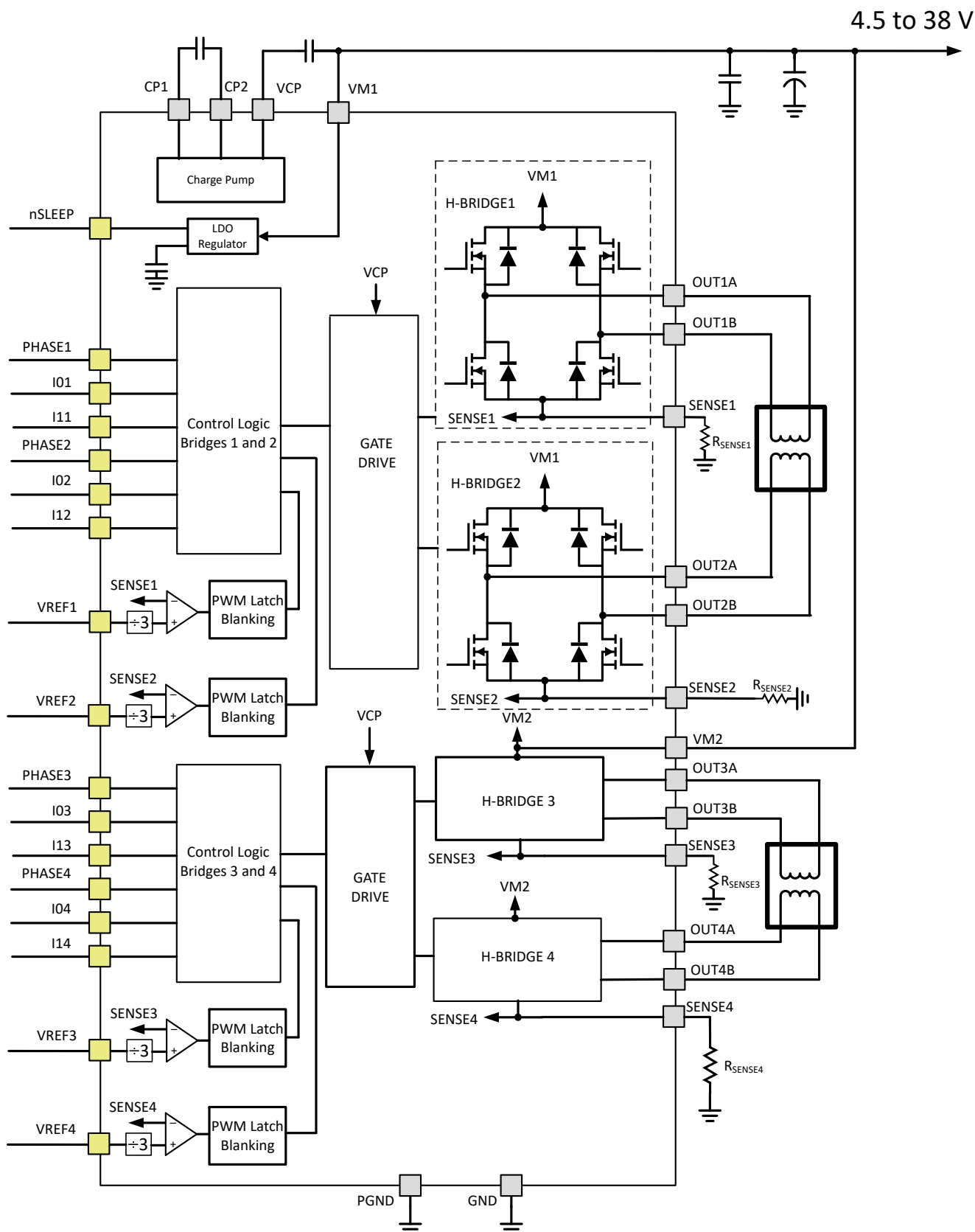


图 7-1. 功能方框图

7.3 特性说明

下表显示了驱动器外部组件的建议值。

表 7-1. 外部组件

组件	引脚 1	引脚 2	推荐
C _{VM1}	VM1	PGND	额定电压为 VM 的 X7R 0.01μF 陶瓷电容器
C _{VM2}	VM2	PGND	额定电压为 VM 的 X7R 0.01μF 陶瓷电容器
C _{VCP}	VCP	VM1	X7R0.22μF 16V 陶瓷电容器
C _{SW}	CP1	CP2	额定电压为 VM 的 X7R 0.022μF 陶瓷电容器
R _{REF1}	VREFx	VCC ⁽¹⁾	用于限制斩波电流的电阻。
R _{REF2}	VREFx	GND	
R _{SENSEx}	SENSEx	GND	有关详细信息，请参阅 PWM 电流控制 一节。

(1) VCC 不是该器件上的引脚，但 VCC 电源电压可用于设置 VREF 电压。

7.3.1 电机配置

四个 H 桥中的每一个都具有独立的 PWM 电流控制电路，从而使 DRV8845 能够驱动以下配置 -

- 两个步进电机
- 一个步进电机和两个 BDC 电机
- 四个 BDC 电机

此外，H 桥 3 和 H 桥 4 可以并联在一起。要启用该功能，PHASE4 必须在启动时或器件退出睡眠模式时保持断开状态。通过并联两个 H 桥，DRV8845 还支持另外两种配置 -

- 一个步进电机 (H 桥 1 和 2) 和一个 BDC 电机 (并联 H 桥 3、4)
- 三个 BDC 电机 (H 桥 1、H 桥 2、并联 H 桥 3 和 4)

每个 H 桥可提供高达 1.5A 的电流。并联时，组合 H 桥 3 和 4 可以提供高达 3A 的电流。确保 OUT3A 短接至 OUT4A，OUT3B 短接至 OUT4B，SENSE3 短接至 SENSE4 引脚。

7.3.2 步进电机控制逻辑

控制逻辑通过标准 I0、I1 和 PHASE 接口实现。该逻辑允许全步进、半步进和四分之一步进模式。每个电桥还有一个独立的 VREF 输入，因此可以通过动态更改 VREFx 引脚上的电压来对分辨率更高的步进模式进行编程。

PHASE 输入控制电流的方向，如表 7-2 所示 -

表 7-2. PHASE 真值表

PHASEx	OUTxA	OUTxB
L	L	H
H	H	低电平

I0x、I1x 输入控制流经输出的电流，如表 7-3 所示 -

表 7-3. I0x、I1x 真值表

I0x	I1x	输出电流
L	L	100%
高电平	低电平	67%
低电平	高电平	33%
高电平	H	0

表 7-4 展示了全步进、半步进和四分之一步进模式的步进时序表 -

表 7-4. 步进时序设置

全双工	1/2	1/4	相位 1 (%I _{TRIPMax})	I0x	I1x	PHASE	相位 2 (%I _{TRIPMax})	I0x	I1x	PHASE
	1	1	0	H	H	X	100	L	L	0
		2	33	低电平	H	1	100	L	L	0
1	2	3	100/67*	L/H*	L	1	100/67*	L/H*	L	0
		4	100	L	L	1	33	低电平	高电平	0
	3	5	100	L	L	1	0	H	H	X
		6	100	L	L	1	33	低电平	H	1
2	4	7	100/67*	L/H*	L	1	100/67*	L/H*	L	1
		8	33	低电平	H	1	100	L	L	1
	5	9	0	H	H	X	100	L	L	1
		10	33	低电平	高电平	0	100	L	L	1
3	6	11	100/67*	L/H*	L	0	100/67*	L/H*	L	1
		12	100	L	L	0	33	低电平	H	1
	7	13	100	L	L	0	0	H	H	X
		14	100	L	L	0	33	低电平	高电平	0
4	8	15	100/67*	L/H*	L	0	100/67*	L/H*	L	0
		16	33	低电平	高电平	0	100	L	L	0

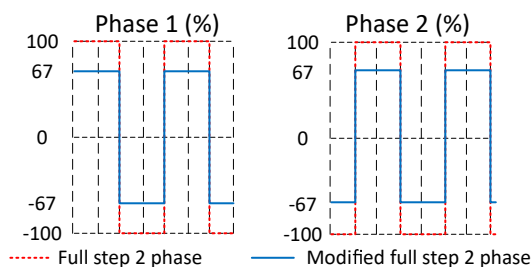


图 7-2. 全步进增量的步进时序

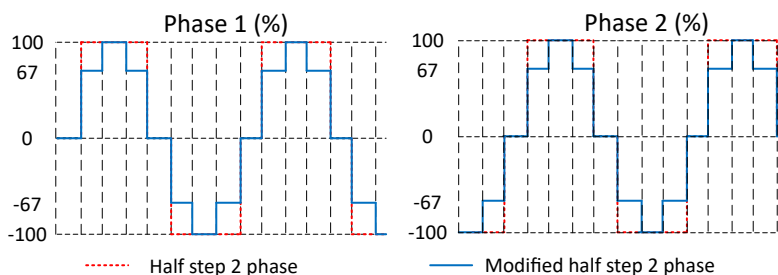


图 7-3. 半步进增量的步进时序

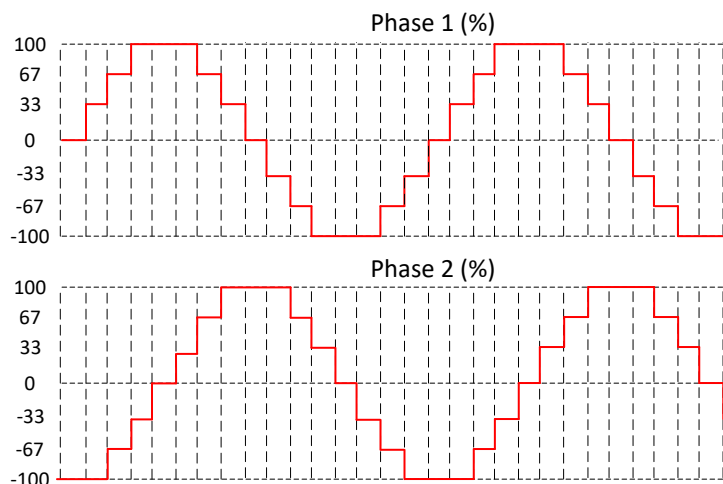


图 7-4. 四分之一步进增量的步进时序

7.3.3 直流电机控制

直流电机的控制是通过将 I0x 和 I1x 引脚连接在一起，并创建一个等效的“使能”功能来实现，最大电流是根据相应 VREF 引脚上的电压来定义。可以通过该使能信号或相应 PHASE 引脚上的 PWM 信号驱动直流电机。电机控制包括正转、反转和滑行。表 7-5 展示了真值表 -

表 7-5. 直流电机真值表

ENABLEx (I0x = I1x)	PHASEx	OUTxA	OUTxB	说明
H	X	高阻态	高阻态	滑行
L	L	L	H	取负
低电平	H	H	L	正激

当 H 桥 3 和 4 并联时，PHASE3、I03 和 I13 用于控制组合 H 桥。VREF3 单独控制组合 H 桥的电流，VREF4 引脚上的电压被忽略。

如节 7.3.1 所述，H 桥 3 和 H 桥 4 可以并联在一起，从而以高电流驱动单个直流电机。要启用该功能，请确保执行以下步骤 -

- PHASE4 必须在启动时或器件退出睡眠模式时保持断开状态。
- 还使 I04 和 I14 保持断开状态。组合 H 桥由 PHASE3、I03 和 I13 控制。
- 确保 OUT3A 短接至 OUT4A，OUT3B 短接至 OUT4B。
- 将 SENSE3 短接至 SENSE4 引脚。
- VREF3 电压单独控制组合 H 桥的 I_{TRIP} 。使 VREF4 保持断开状态。
- $I_{TRIPMax} = 2 \times VREF3 / (3 \times R_{SENSE})$ ，其中 R_{SENSE} 是连接在短接的 SENSE 引脚和接地之间的检测电阻。

每个 H 桥可提供高达 1.5A 的电流。并联时，组合 H 桥 3 和 4 可以提供高达 3A 的电流。

7.3.4 PWM 电流控制

每个 H 桥均由 PWM 电流控制电路控制，该电路将负载电流限制为所需的值 I_{TRIP} 。最初，启用一对对角线拉电流和灌电流 MOSFET 输出，电流流经电机绕组和 R_{SENSEx} 。当电流检测电阻上的电压等于 VREFx 引脚上的电压时，电流检测比较器会使 PWM 锁存器复位，从而关闭源极驱动器。

可以通过选择 R_{SENSEx} 和 VREFx 输入端的电压来设置电流限制的最大值，可以通过以下公式来近似计算跨导功能：

$$I_{TRIPMax} = VREF / (3 \times R_{SENSE})$$

当 H 桥 3 和 H 桥 4 并联，SENSE3 和 SENSE4 引脚短接在一起时，电流限制的最大值设置为：

$I_{TRIPMax} = 2 \times VREF3 / (3 \times R_{SENSE})$ ，其中 R_{SENSE} 是短接 SENSE 引脚的检测电阻。

每个电流阶跃是最大电流 $I_{TRIPMax}$ 的百分比。可以通过以下公式来近似计算每个阶跃的实际电流 I_{TRIP} ：

$$I_{TRIP} = (\% I_{TRIPMax} / 100) \times I_{TRIPMax}$$

其中 $\% I_{TRIPMax}$ 会在“步进时序表”表中给出。

务必确保不超过每个 SENSEx 引脚上 $\pm 500mV$ 的最大额定值。

7.3.5 电流调节和衰减模式

在 PWM 电流斩波期间，将启用 H 桥以驱动电流流过电机绕组，直至达到斩波电流阈值。图 7-5 的项目 1 中展示了这种情况。

一旦达到斩波电流阈值后，H 桥可在两种不同的状态下运行：快速衰减或慢速衰减。

- 在快速衰减模式下，一旦达到 PWM 斩波电流电平，H 桥便会通过导通对侧的 MOSFET 进行状态逆转，使绕组电流反向流动。由于绕组电流接近零，因此会禁用该电桥，以防止进一步出现反向流动的电流。图 7-5 的项目 3 中展示了快速衰减模式。
- 在慢速衰减模式下，通过启用 H 桥中的两个低侧 MOSFET 来实现绕组电流的再循环。图 7-5 的项目 2 中展示了这种情况。

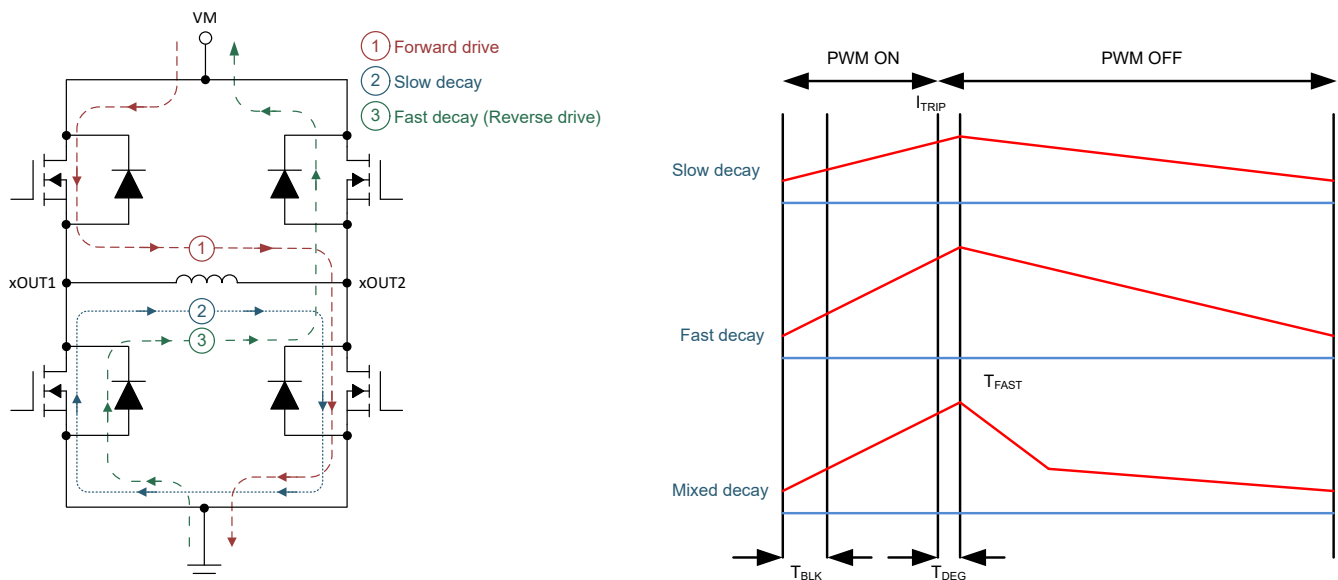


图 7-5. 衰减模式

DRV8845 具有用于电流控制的智能调优动态衰减模式。与传统的混合衰减模式相比，智能调优是先进的电流调节方案。智能调优可帮助步进电机驱动器根据下列运行因素的变化调整衰减方案：

- 电机绕组电阻和电感
- 电机老化
- 电机动态转速和负载
- 电机电源电压变化
- 步进上升和下降时的电机反电动势差
- 步进转换
- 低电流与高电流 di/dt

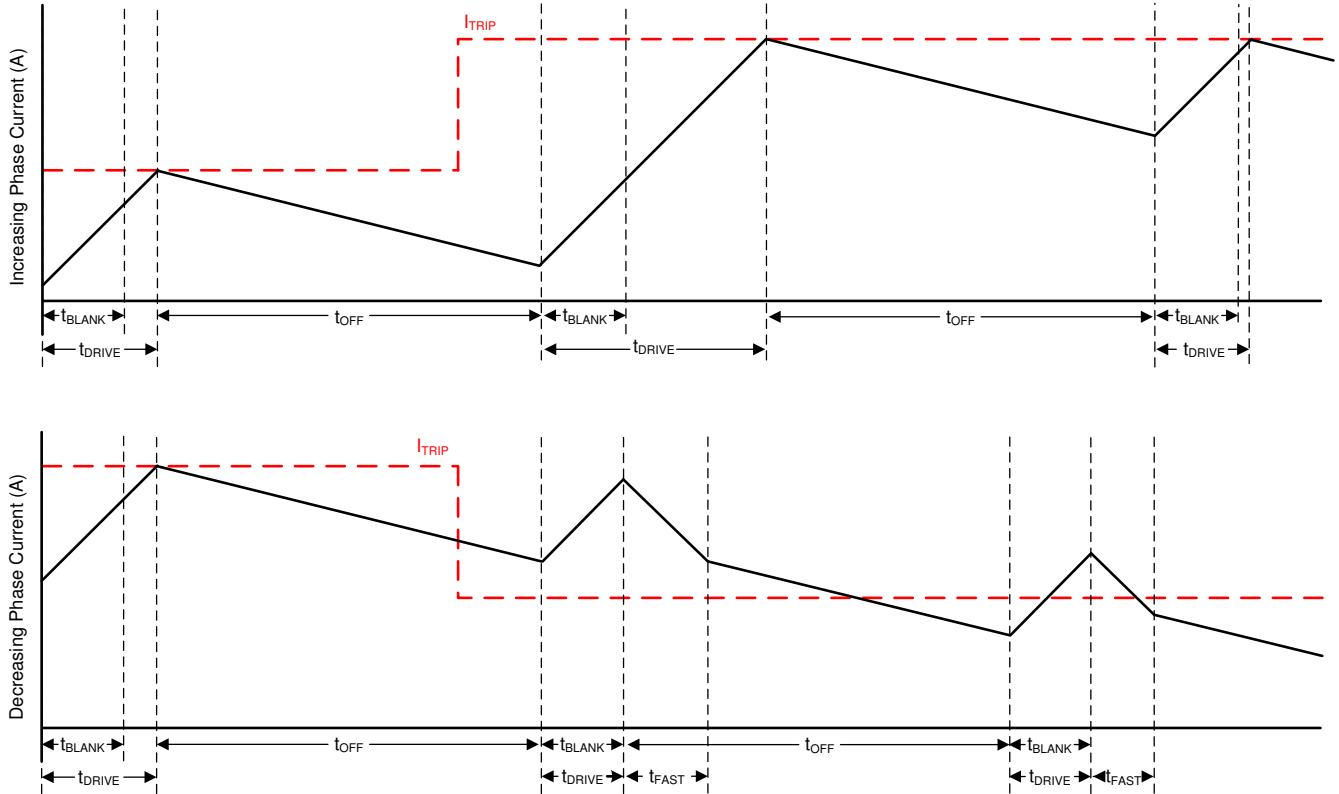


图 7-6. 智能调优动态衰减模式

智能调优动态衰减可动态调整总混合衰减时间中快速衰减的百分比。这通过自动确定理想混合衰减设置来消除对电机衰减调优的需求，从而实现更低纹波和卓越电机性能。

快速衰减百分比经由每个 PWM 周期进行迭代优化。如果电机电流超过目标 I_{TRIP} 电平，则混合衰减模式在下一个周期变得更加激进（通过增加快速衰减百分比），防止电流调节损失。如果必须长时间驱动才能达到目标 I_{TRIP} 电平，则衰减模式在下一个周期变得不那么激进（通过降低快速衰减百分比），从而以更少的纹波运行。在步进下降时，智能调优动态衰减会自动切换到快速衰减，以便快速进入下一步进。智能调优动态衰减以固定的 $16\ \mu s$ 关断时间运行。

7.3.6 消隐时间

当内部电流控制电路切换输出时，该功能会消隐电流检测比较器的输出。由于钳位二极管的反向恢复电流或与负载电容相关的开关瞬态，比较器输出被消隐以防止错误的过流检测情况。消隐时间 t_{BLANK} 大约为 $1\ \mu s$ 。

7.3.7 电荷泵

集成了一个电荷泵以提供高侧 N 沟道 MOSFET 栅极驱动电压。需要在 VM 和 VCP 引脚之间为电荷泵放置一个电容作为储能电容。此外，还需要在 CP1 和 CP2 引脚之间放置一个陶瓷电容器作为飞跨电容器。

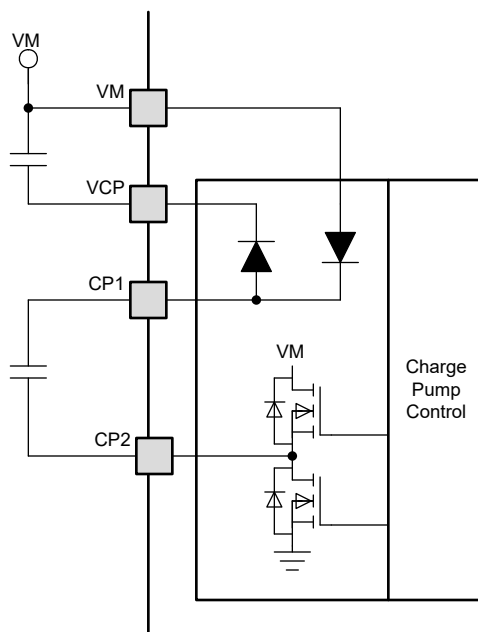


图 7-7. 电荷泵

7.3.8 逻辑电平引脚图

图 7-8 提供了逻辑电平引脚 PHASEx、I0x、I1x 和 nSLEEP 的输入结构。

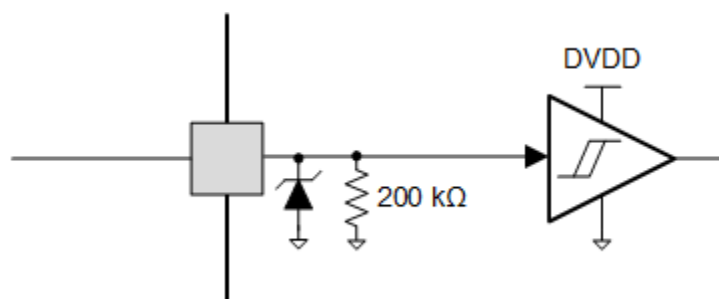


图 7-8. 逻辑电平输入引脚图

7.3.9 保护电路

该器件可完全防止电源欠压、电荷泵欠压、输出过流和器件过热事件。发生故障时，所有输出都被禁用，直到故障情况消除。上电时，欠压锁定 (UVLO) 电路会禁用驱动器。

7.3.9.1 VM 欠压锁定 (UVLO)

无论 VMx 引脚电压何时降至 UVLO 阈值电压以下，都会禁用所有输出。在这种情况下，电荷泵会被禁用。VM 欠压情况消失后，将恢复正常运行。

7.3.9.2 VCP 欠压锁定 (CPUV)

无论 VCP 引脚电压何时降至 CPUV 电压以下，都会禁用所有输出。在这种情况下，电荷泵将保持激活状态。VCP 欠压情况消失后，将恢复正常运行。

7.3.9.3 过流保护 (OCP)

如果发生输出短路，则每个 FET 上的模拟电流限制电路都将通过移除栅极驱动来限制流经 FET 的电流。如果电流限制的持续时间超过 t_{OCP} ，则会禁用所有 MOSFET。在这种情况下，电荷泵将保持激活状态。

一旦 OCP 条件消除，器件会在应用 nSLEEP 复位脉冲、VM 下电上电或 nSLEEP 循环后恢复正常运行。

7.3.9.4 热关断 (OTSD)

如果内核温度超过热关断限值 (T_{OTSD})，则会禁用所有 MOSFET。结温降至过热阈值限值减去迟滞 ($T_{OTSD} - T_{HYS_OTSD}$) 所得的值以下后，器件将恢复正常运行。

7.3.9.5 故障条件汇总

表 7-6. 故障条件汇总

故障	条件	H 桥	电荷泵	逻辑	恢复
VM 欠压 (UVLO)	$VM < V_{UVLO}$	禁用	禁用	复位 ($VM < 3.9V$)	自动: $VM > V_{UVLO}$
VCP 欠压 (CPUV)	$VCP < V_{CPUV}$	禁用	工作	工作	$VCP > V_{CPUV}$
过流 (OCP)	$I_{OUT} > I_{OCP}$	禁用	工作	工作	锁存
热关断 (OTSD)	$T_J > T_{OTSD}$	禁用	禁用	工作	自动: $T_J < T_{OTSD} - T_{HYS_OTSD}$

7.4 器件功能模式

7.4.1 睡眠模式 (nSLEEP = 0)

当 nSLEEP 引脚为低电平时，该器件将进入低功耗睡眠模式。在睡眠模式下，将会禁用所有内部 MOSFET 和电荷泵。必须在 nSLEEP 引脚上的下降沿之后再过去 t_{SLEEP} 时间后，器件才能进入睡眠模式。如果 nSLEEP 引脚变为高电平，该器件会自动退出睡眠模式。必须在经过 t_{WAKE} 时间之后，器件才能针对输入做好准备。

7.4.2 工作模式 (nSLEEP = 1)

当 nSLEEP 引脚为高电平且 $VM > UVLO$ 时，器件将进入运行模式。必须在经过 t_{WAKE} 时间之后，器件才能针对输入做好准备。

7.4.3 nSLEEP 复位脉冲

故障可通过快速 nSLEEP 脉冲清除。该脉冲的宽度必须在 $20\mu s$ 至 $40\mu s$ 之间。如果 nSLEEP 在 $40\mu s$ 至 $120\mu s$ 的时间内保持低电平，则会清除故障，但器件有可能会关断，也有可能不关断，如时序图中所示。该复位脉冲不影响电荷泵或其他功能块的状态。

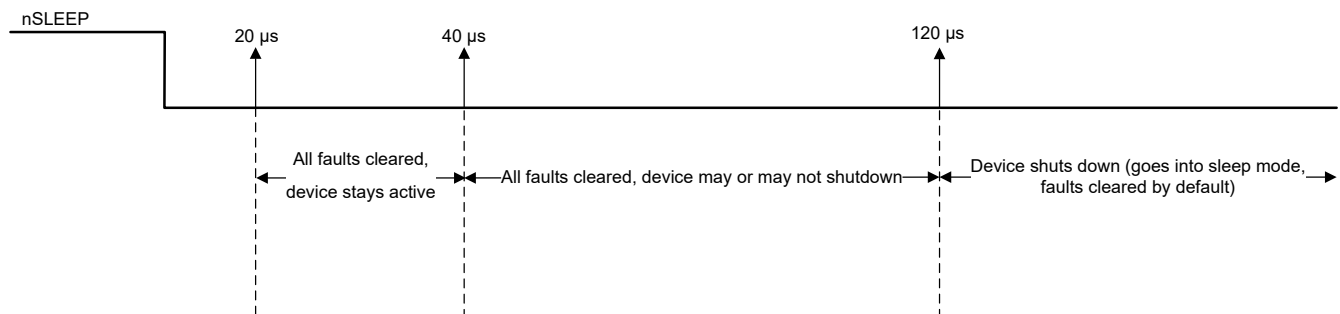


图 7-9. nSLEEP 复位脉冲

7.4.4 功能模式汇总

表 7-7 对功能模式进行了汇总。

表 7-7. 功能模式汇总

条件		配置	H 桥	电荷泵	逻辑
睡眠模式	4.5V < VM < 38 V	nSLEEP 引脚 = 0	禁用	禁用	禁用
工作	4.5V < VM < 38 V	nSLEEP 引脚 = 1	工作	工作	工作

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

8.1 应用信息

DRV8845 可以驱动具有以下配置的电机 -

- 两个步进电机
- 四个有刷直流电机
- 三个有刷直流电机
- 一个步进电机和两个有刷直流电机
- 一个步进电机和一个有刷直流电机

8.2 应用原理图

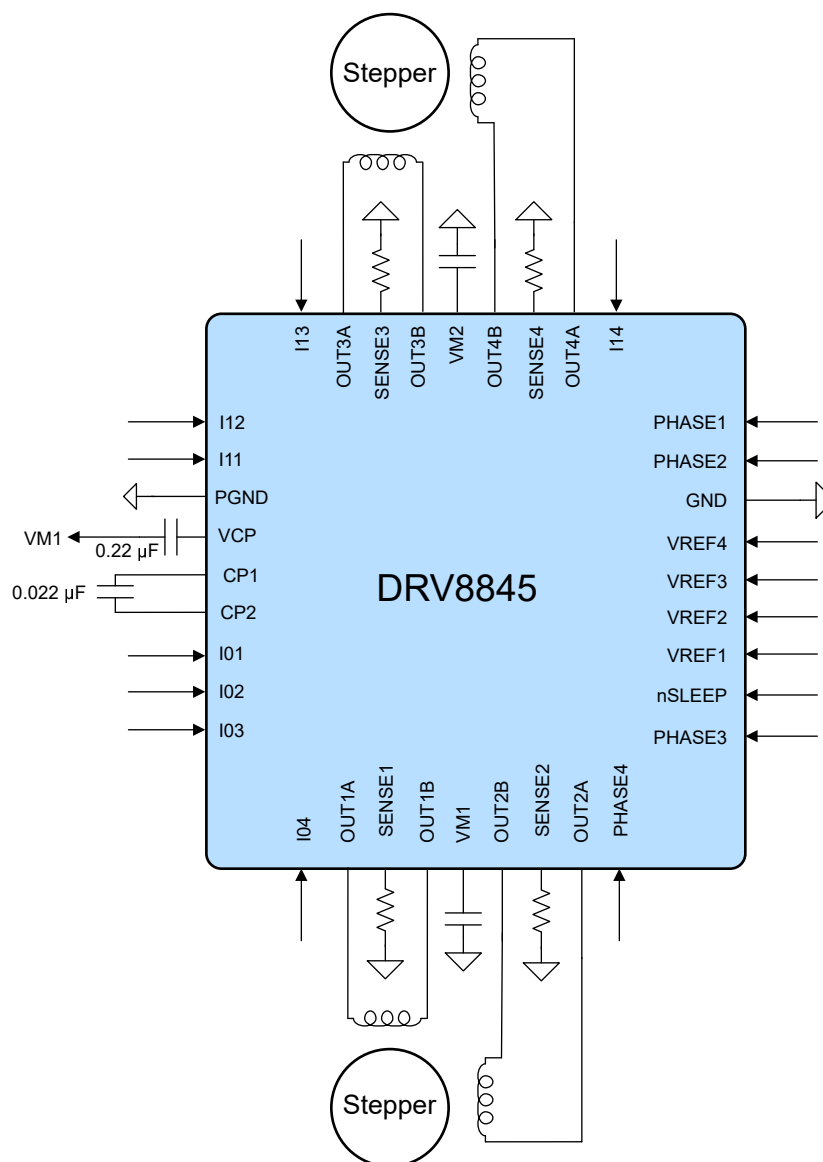


图 8-1. 驱动两个步进电机的应用原理图

8.3 应用曲线

CH3 = PHASE1,3 (5V/div) , CH6 = PHASE2,4 (5V/div) , CH1 = OUT1A (20V/div) , CH2 = OUT1B (20V/div) , CH7 = IOUT_1 (1A/div) , CH8 = IOUT_4 (1A/div)



图 8-2. 以全步进模式驱动两个步进电机

CH5 = IOUT_4 (1A/div) , CH6 = IOUT_3 (200mA/div) , CH7 = IOUT_1 (1A/div) , CH8 = IOUT_2 (1A/div) , VREF1,2,4 = 1.62V , VREF3 = 0.9V , RSENSE1 = RSENSE2 = RSENSE4 = 0.36 Ω , RSENSE3 = 0.2 Ω

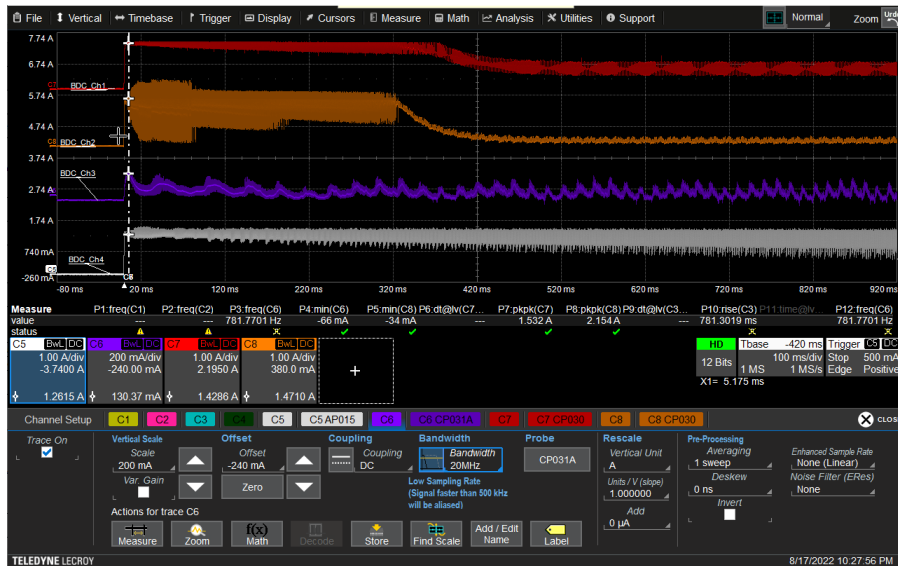


图 8-3. 驱动四个有刷直流电机

CH1 = I01 (10V/div) , CH2 = I11 (10V/div) , CH3 = PHASE1 (10V/div) , CH5 = IOUT_4 (BDC 2 , 2A/div) , CH6 = IOUT_3 (BDC 1 , 2A/div) , CH7 = IOUT_1 (步进电机 , 1A/div) , CH8 = IOUT_2 (步进电机 , 1A/div) , VREF1,2,4 = 1.62V , VREF3 = 0.9V , $R_{SENSE1} = R_{SENSE2} = R_{SENSE4} = 0.36\ \Omega$, $R_{SENSE3} = 0.2\ \Omega$

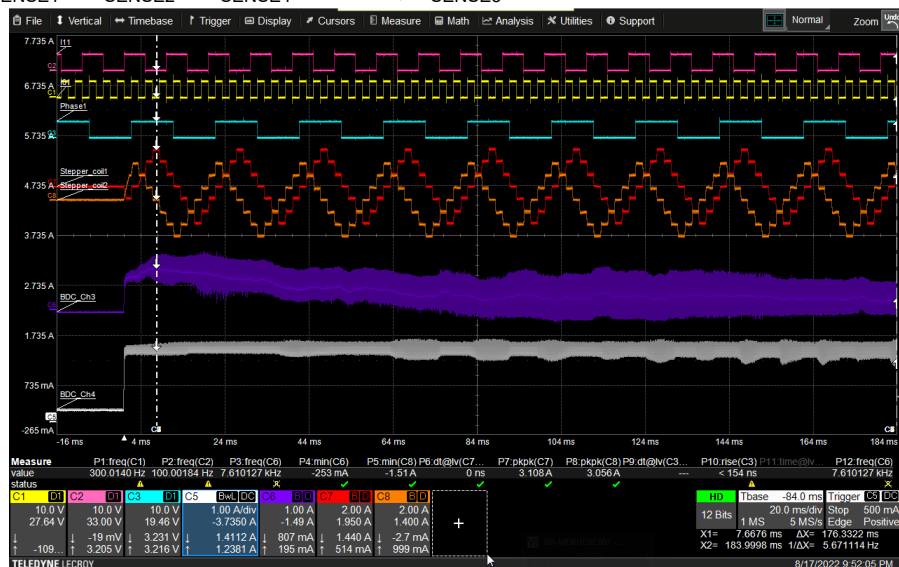


图 8-4. 驱动一个步进电机 (采用四分之一步进模式) 和两个有刷直流电机

9 布局

- 必须在 CP1 和 CP2 引脚之间放置一个低 ESR 陶瓷电容器。建议使用一个电容值为 0.022μF、额定电压为 VM 的电容器。将此组件尽可能靠近引脚放置。
- 必须在 VM 和 VCP 引脚之间放置一个低 ESR 陶瓷电容器。建议使用一个电容值为 0.22μF、额定电压为 16V 的电容器。将此组件尽可能靠近引脚放置。
- 必须将该器件直接焊接到 PCB 上。应将散热焊盘直接焊接到 PCB 上的外露表面。应使用散热过孔将热量传递到 PCB 的其他层。
- 务必在非常靠近器件的位置设置一个低阻抗单点接地端。将外露焊盘和接地平面直接连接到器件接地端下方。
- 输入电容器应尽量靠近器件电源引脚放置。陶瓷电容器应该比大容量电容器更靠近引脚。
- 检测电阻应具有阻抗极低的接地路径。SENSEx 引脚应具有连接至检测电阻的极短引线以及直接连接至器件下方接地端的极宽、低阻抗引线。确保检测引脚上的最大电压不超过 +/- 500mV。

9.1 布局指南

遵循 DRV8845 EVM 的布局示例。可以从 [DRV8845EVM](#) 产品文件夹中下载设计文件。

9.2 大容量电容

配备合适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。使用更多的大容量电容通常是有益的，但缺点是增加了成本和物理尺寸。

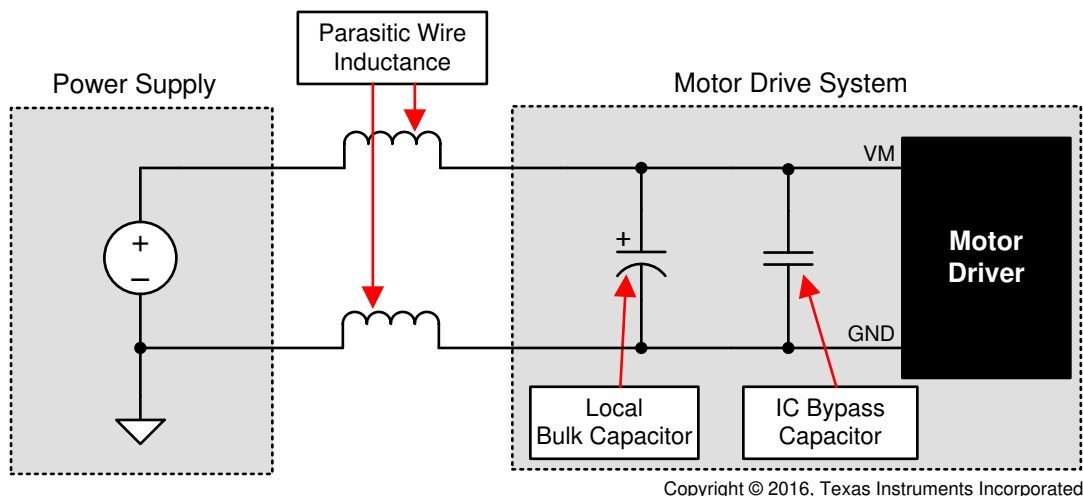
所需的局部电容数量取决于多种因素，包括：

- 电机系统所需的最高电流
- 电源的电容和拉电流的能力
- 电源和电机系统之间的寄生电感量
- 可接受的电压纹波
- 使用的电机类型（有刷直流、无刷直流、步进电机）
- 电机制动方法

电源和电机驱动系统之间的电感会限制电源的电流变化速率。如果局部大容量电容太小，系统将以电压变化的方式对电机中的电流不足或过剩电流作出响应。当使用足够多的大容量电容时，电机电压保持稳定，可以快速提供大电流。

数据表通常会给出建议值，但需要进行系统级测试来确定大小适中的大容量电容。

大容量电容的额定电压应高于工作电压，以便在电机向电源传递能量时提供裕度。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 9-1. 带外部电源的电机驱动系统示例设置

10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (May 2023) to Revision A (December 2023)	Page
• 更新了“电流调节和衰减模式”部分.....	16

11 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
DRV8845RHHR	Active	Production	VQFN (RHH) 36	4000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	DRV8845
DRV8845RHHR.A	Active	Production	VQFN (RHH) 36	4000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	DRV8845

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

GENERIC PACKAGE VIEW

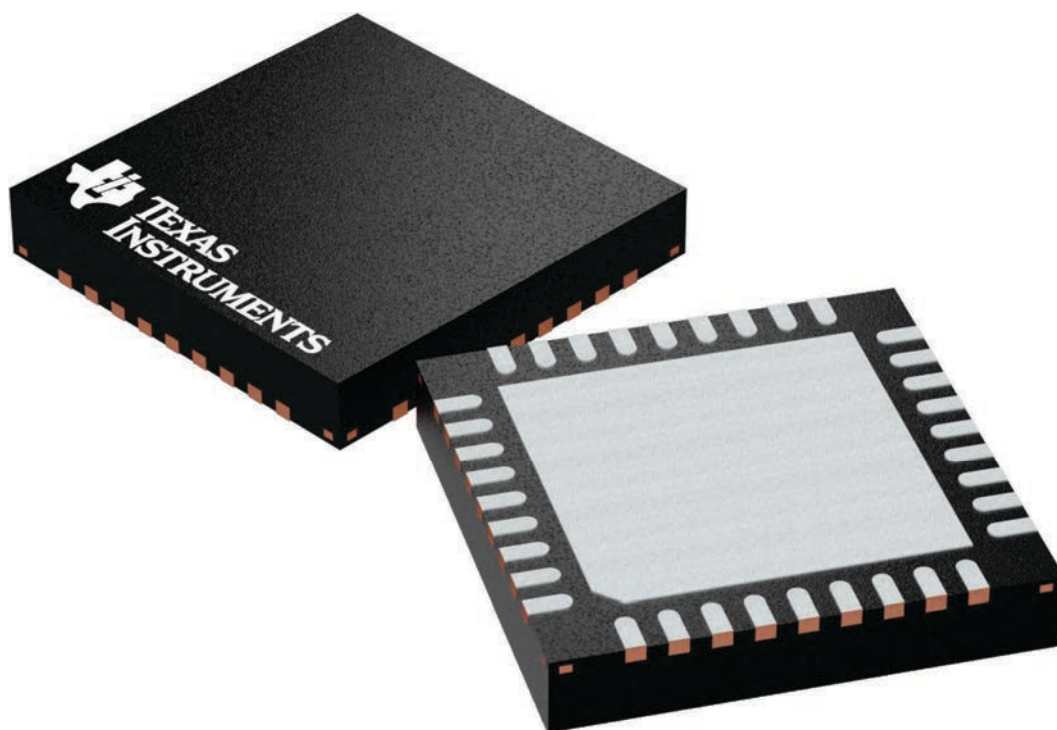
RHH 36

VQFN - 1 mm max height

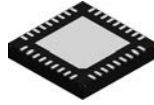
6 x 6, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

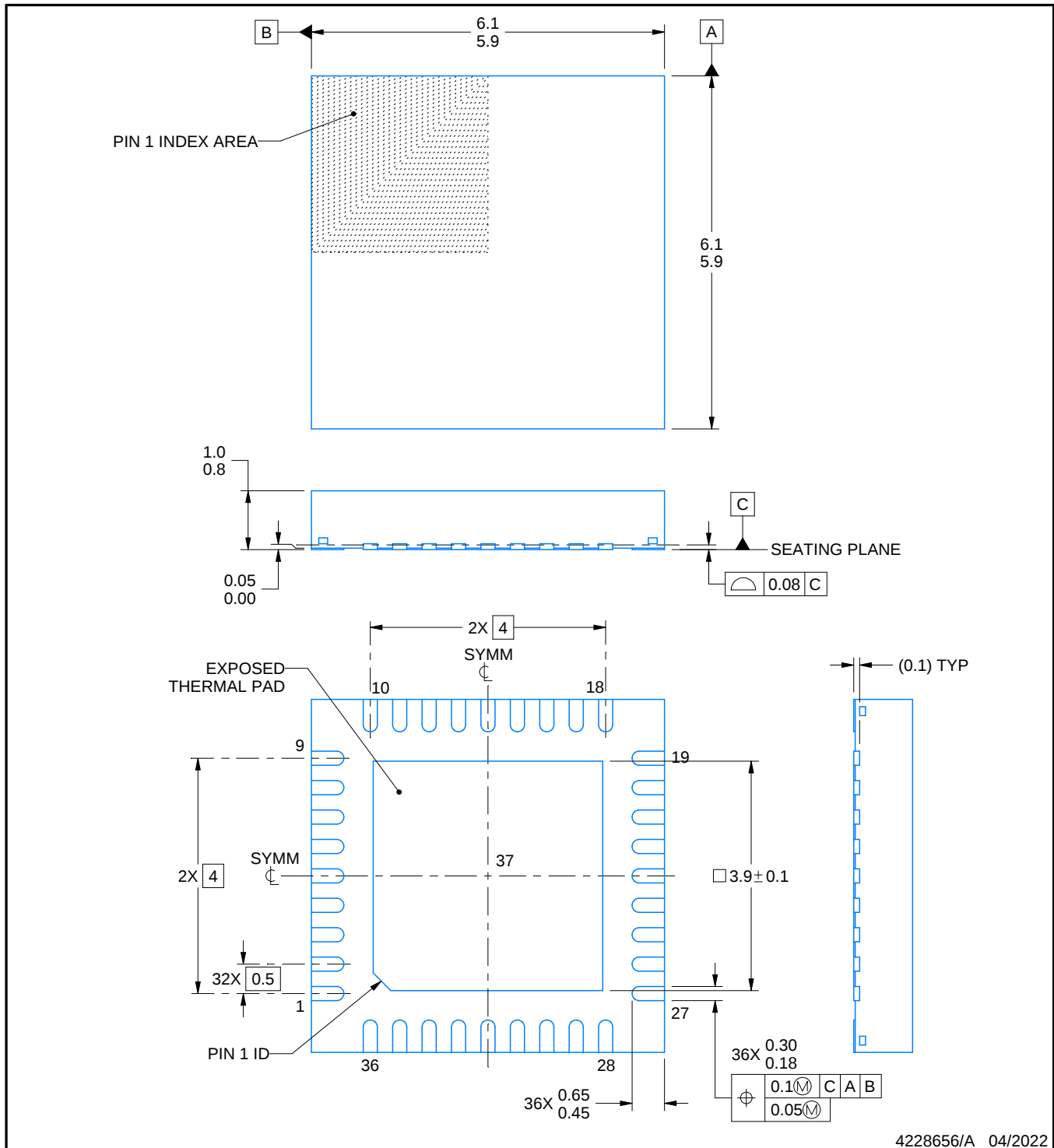
This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4225440/A

RHH0036H**PACKAGE OUTLINE****VQFN - 1 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



4228656/A 04/2022

NOTES:

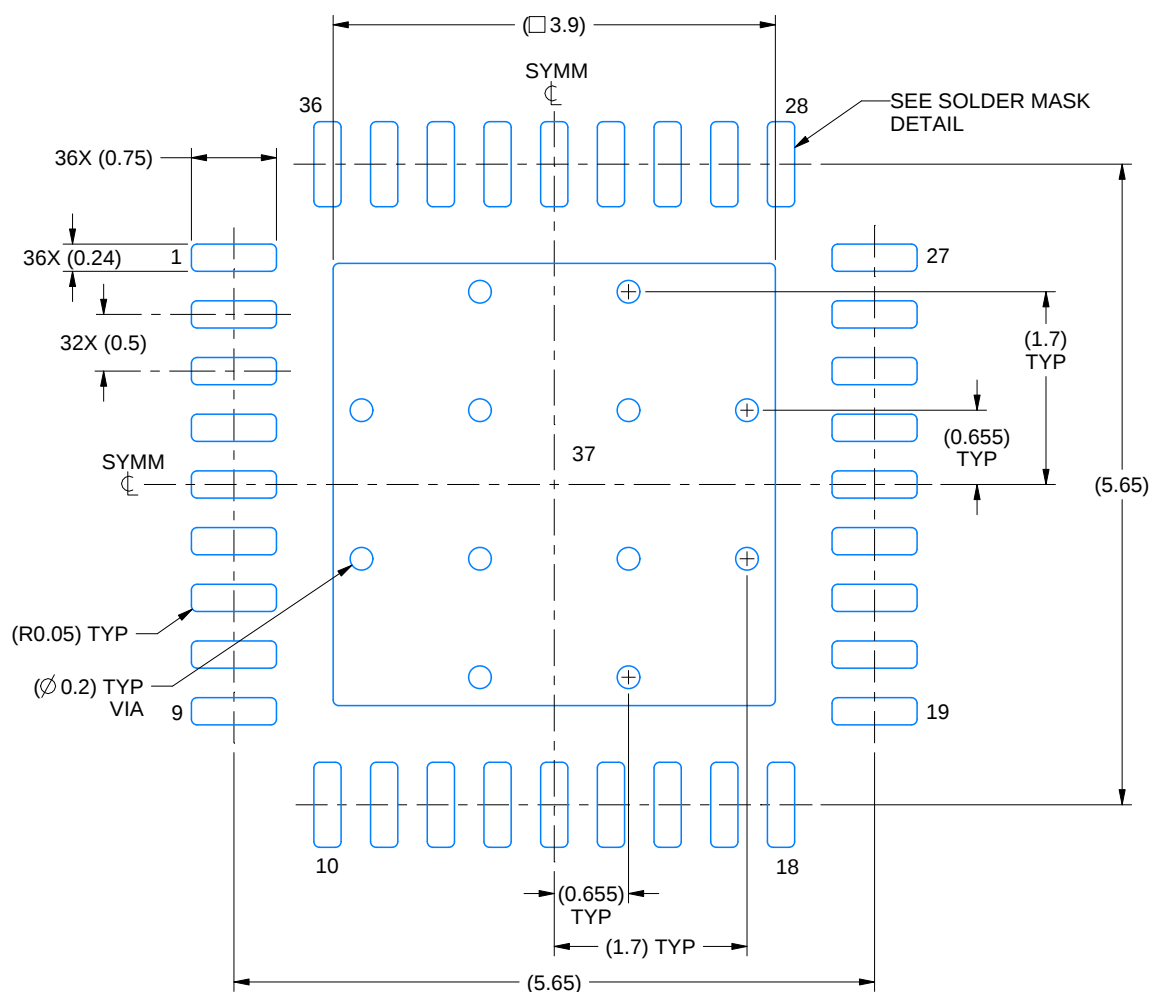
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

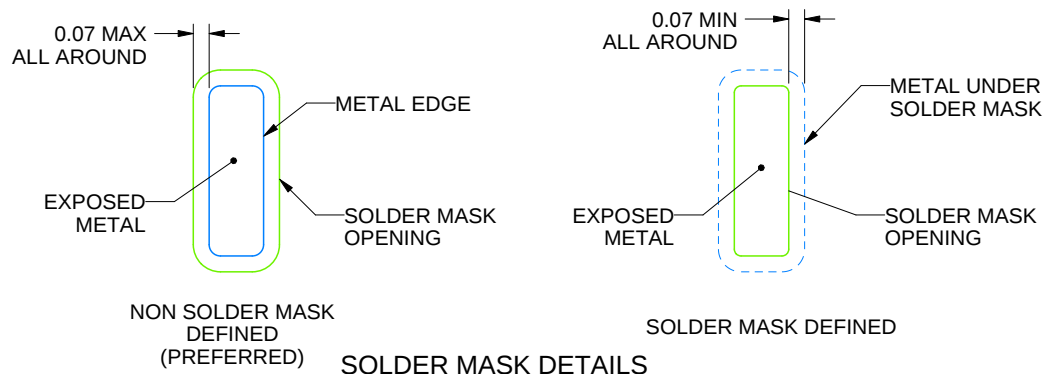
RHH0036H

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X



4228656/A 04/2022

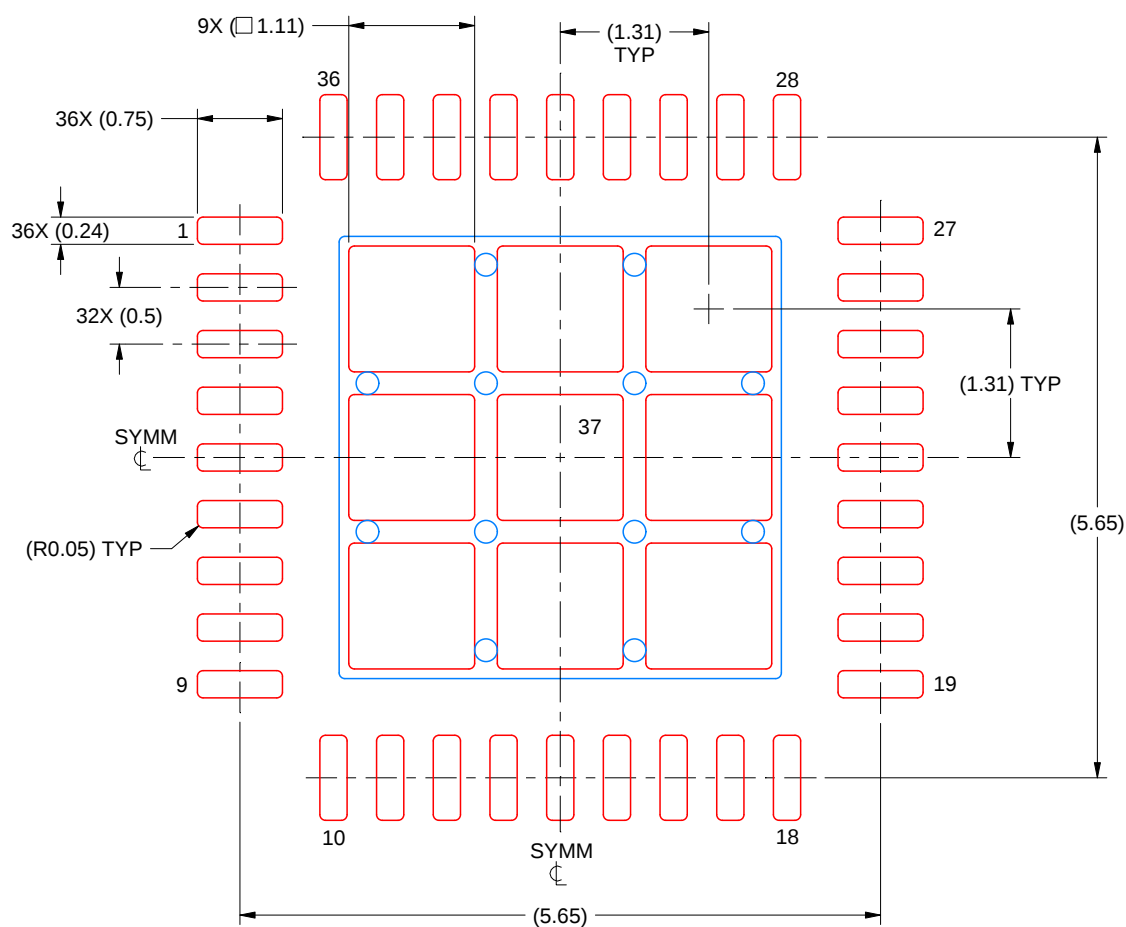
NOTES: (continued)

- This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
- Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

RHH0036H

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL
SCALE: 15X

EXPOSED PAD 37
73% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4228656/A 04/2022

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月