

具有 1/8 微步进、STEP/DIR 接口和智能调优技术的 35V、2.5A DRV8818A 步进电机驱动器

1 特性

- 为您提供
 - 简单的 STEP/DIR 接口
 - 最高 **1/8** 的微步进分度器
 - 可编程混合衰减、消隐和关断时间
- 8V 至 35V** 工作电源电压范围
- 智能调优、慢速和混合衰减选项
- 高电流容量：**2.5A** 满量程、**1.8A RMS**
- 低 $R_{DS(ON)}$ ：24V, 25°C 时为 $310m\Omega$ HS + LS
- 单独的逻辑电源电压 (V_{CC})
- 与以下器件引脚对引脚兼容：
 - DRV8818 : 35V, $370m\Omega$ HS+LS
 - DRV8811 : 38V, $1000m\Omega$ HS+LS
- 散热增强型表面贴装封装
- 保护特性
 - VM 欠压锁定 (UVLO)
 - 过流保护 (OCP)
 - 热关断 (TSD)
 - 分度器零位输出 (HOMEn)

2 应用

- 多功能打印机
- 纺织机、缝纫机
- 工厂自动化
- 机器人
- 体外诊断
- IP 或平移/倾斜网络摄像头

3 说明

DRV8818A 可为打印机、扫描仪以及其它自动化设备应用提供集成型步进电机驱动器解决方案。此器件具有两个 H 桥驱动器和微步进分度器逻辑电路，用于控制步进电机。

每个输出驱动器块包含被配置为全 H 桥的 N 沟道功率 MOSFET，以驱动电机绕组。

简单的 STEP/DIR 接口允许轻松连接控制器电路。模式引脚可实现全步进、半步进、四分之一步进或八分之一步进模式的电机配置。衰减模式和 PWM 关闭时间均可编程。

提供用于过流保护、短路保护、欠压闭锁和过热保护的内部关断功能。

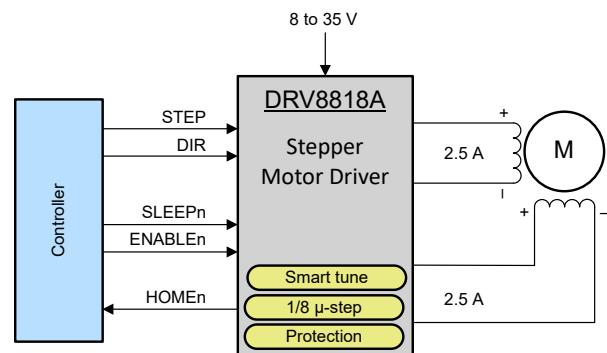
DRV8818A 采用 28 引脚 HTSSOP 封装，带有 PowerPAD™。

器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾	本体尺寸 (标称值)
DRV8818A	HTSSOP (28)	9.70mm x 6.04mm	9.70mm x 4.40mm

(1) 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。

(2) 封装尺寸 (长 x 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



简化版原理图



本资源的原文使用英文撰写。为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性	1	6.3 特性说明	12
2 应用	1	6.4 器件功能模式	19
3 说明	1	7 应用和实施	20
4 引脚配置和功能	3	7.1 应用信息	20
5 规格	5	7.2 典型应用	20
5.1 绝对最大额定值	5	7.3 电源相关建议	23
5.2 ESD 等级	5	7.4 布局	23
5.3 建议运行条件	5	8 器件和文档支持	27
5.4 热性能信息	5	8.1 接收文档更新通知	27
5.5 电气特性	6	8.2 支持资源	27
5.6 时序要求	8	8.3 商标	27
5.7 典型特性	9	8.4 静电放电警告	27
6 详细说明	10	8.5 术语表	27
6.1 概述	10	8.6 文档支持	27
6.2 功能方框图	11		

4 引脚配置和功能

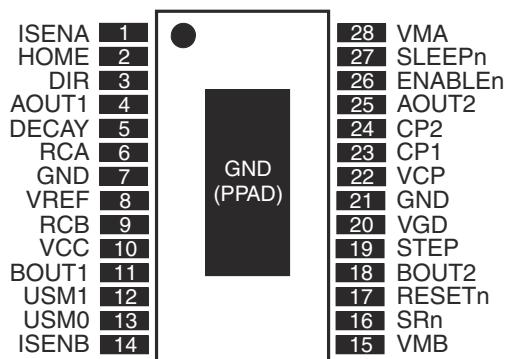


图 4-1. PWP 封装 (28 引脚 HTSSOP) , 顶视图

表 4-1. 引脚功能

引脚	类型 ⁽¹⁾	说明		
名称	编号			
电源和接地				
CP1	23	IO	电荷泵飞跨电容器	在 CP1 和 CP2 之间连接一个 $0.22 \mu F$ 电容器。
CP2	24	IO	电荷泵飞跨电容器	在 CP1 和 CP2 之间连接一个 $0.22 \mu F$ 电容器。
GND	7、21	—	器件接地	
VCC	10	—	逻辑电源电压	连接到 3V 至 5V 逻辑电源。使用 $0.1 \mu F$ 陶瓷电容器旁路至 GND。
VCP	22	IO	高侧栅极驱动电压	将 $0.22 \mu F$ 陶瓷电容器连接到 V_M 。
VGD	20	IO	低侧栅极驱动电压	使用 $0.22 \mu F$ 陶瓷电容器旁路至 GND。
VMA	28	—	桥接 A 电源	连接到电机电源 (8V 至 35V)。VMA 和 VMB 必须连接到同一电源。
VMB	15	—	电桥 B 电源	
控制				
DECAY	5	I	衰减模式选择	施加电压可设置衰减模式 — 有关详细信息 , 请参阅电机驱动器说明。使用 $0.1 \mu F$ 陶瓷电容器旁路至 GND。弱内部下拉电阻器。
DIR	3	I	方向输入	电平设置步进的方向。弱内部下拉电阻器。
ENABLEn	26	I	使能输入	逻辑高电平将禁用器件输出 ; 逻辑低电平则会启用输出。内部弱上拉至 VCC。
ISENA	1	—	桥接 A 接地/Isense	连接到桥接 A 的电流检测电阻
ISENB	14	—	桥接 B 接地/Isense	连接到桥接 B 的电流检测电阻
RCA	6	I	桥接 A 消隐和关断时间调节	将并联电阻器和电容器连接到 GND — 有关详细信息 , 请参阅电机驱动器说明。
RCB	9	I	桥接 B 消隐和关断时间调节	将并联电阻器和电容器连接到 GND — 有关详细信息 , 请参阅电机驱动器说明。
RESETn	17	I	复位输入	低电平有效复位输入可初始化分度器逻辑并禁用 H 桥输出。内部弱上拉至 VCC。
SLEEPn	27	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。弱内部下拉电阻器。
SRN	16	I	同步整流使能输入	低电平有效。当为低电平时 , 启用同步整流。弱内部下拉电阻器。
STEP	19	I	步进输入	上升沿会使分度器前进一步。弱内部下拉电阻器。
USM0	13	I	微步进模式 0	USM0 和 USM1 设置步进模式 — 全步、半步、四分之一步或每步八个微步。弱内部下拉电阻器。
USM1	12	I	微步进模式 1	USM0 和 USM1 设置步进模式 — 全步、半步、四分之一步或每步八个微步。弱内部下拉电阻器。
VREF	8	I	电流设置基准输入	绕组电流设置的基准电压

表 4-1. 引脚功能 (续)

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明	
名称	编号			
输出				
AOUT1	4	O	桥 A 输出 1	连接到双极步进电机绕组
AOUT2	25	O	桥 A 输出 2	正电流为 AOUT1→AOUT2
BOUT1	11	O	桥 B 输出 1	连接到双极步进电机绕组
BOUT2	18	O	桥 B 输出 2	正电流为 BOUT1→BOUT2
HOMEn	2	O	初始位置	处于步进表的初始状态时为逻辑低电平，在其他状态时为逻辑高电平

(1) 方向 : I = 输入、 O = 输出、 OZ = 三态输出、 OD = 开漏输出、 IO = 输入/输出

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)。(1) (2) (3)

		最小值	最大值	单位
电源电压	V_M	-0.3	35	V
电源电压	V_{CC}	-0.3	7	V
数字引脚电压		-0.5	7	V
输入电压	V_{REF}	0	V_{CC}	V
引脚电压	I_{SENSEx} (4)	-0.875	0.875	V
峰值电机驱动输出电流	$I_{O(peak)}$	受内部限制		A
持续总功率耗散	P_D	请参阅热性能信息		V
结温, T_J		-40	150	°C
贮存温度, T_{stg}		-65	150	°C

- (1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
- (2) 所有电压值都是以网络接地端为基准。
- (3) 必须遵循功率耗散和热限值。
- (4) 在小于 25ns 的情况下可接受 ±1V 的瞬变。

5.2 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，所有引脚(1)	±4000
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101，所有引脚(2)	±1000

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

5.3 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	标称值	最大值	单位
V_{VM}	电源电压范围	8	35		V
V_{CC}	逻辑电源电压	3	5.5		V
V_{REF}	基准电压 (V_{REF})	0	V_{CC}		V
R_X	R_X 电阻值	12	56	100	kΩ
C_X	C_X 电容值	470	680	1500	pF

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		DRV8818A	单位
		PWP (HTSSOP)	
		28 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	30.7	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	21.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	11.4	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	1.5	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	11.3	°C/W

热指标 ⁽¹⁾		DRV8818A	单位
		PWP (HTSSOP)	
		28 引脚	
$R_{\theta, JC(bot)}$	结至外壳(底部)热阻	3.6	°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。

5.5 电气特性

典型值为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 条件下的值。除非另有说明, 否则所有限值都是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					
I_{VM}	$V_M = 35\text{V}$, $f_{PWM} < 50\text{kHz}$	7	10	mA	
I_{VCC}	$f_{PWM} < 50\text{kHz}$	0.4	4	mA	
I_{VMQ}	$V_M = 35\text{V}$	3	20	μA	
I_{VCCQ}	$V_{CC} = 35\text{V}$	0.5	20	μA	
V_{UVLO}	V_M 欠压锁定电压	6.7	7.5	V	
	V_{CC} 欠压锁定电压	2.75	2.95		
VREF 输入/电流控制精度					
I_{REF}	$V_{REF} = 3.3\text{V}$	-3	3	μA	
ΔI_{CHOP}	斩波电流精度	-5	5	%	
		-10	10		
逻辑电平输入					
V_{IL}	输入低电压		0.3 $\times V_{CC}$	V	
V_{IH}	输入高电压		0.7 $\times V_{CC}$	V	
V_{HYS}	输入迟滞		300	mV	
I_{IL}	$V_{IN} = 0.3 \times V_{CC}$	-20	20	μA	
I_{IH}	$V_{IN} = 0.7 \times V_{CC}$, 除 SLEEPn 之外的所有控制引脚	-20	20	μA	
I_{IH_SLEEPn}	$SLEEPn$ 引脚上的输入高电流	-60	60	μA	
R_{PU}	上拉电阻	ENABLEn、RESETn	1	$\text{M}\Omega$	
R_{PD}	下拉电阻	DIR、STEP、USM1、USM0、SRn	1	$\text{M}\Omega$	
R_{PD_SLEEPn}	$SLEEPn$ 引脚上的下拉电阻	SLEEPn	100	$\text{k}\Omega$	
HomeN 输出					
V_{OL}	输出低电压	$I_O = 200 \mu\text{A}$	0.3 $\times V_{CC}$	V	
V_{OH}	输出高电压	$I_O = -200 \mu\text{A}$	0.7 $\times V_{CC}$	V	
衰减输入					
V_{IL}	输入低电平阈值电压	快速衰减模式	0.21 $\times V_{CC}$	V	
V_{IH}	输入高电平阈值电压	慢速衰减模式	0.6 $\times V_{CC}$	V	
H 桥 FET					
$R_{DS(onH)}$	高侧 MOSFET 导通电阻	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{VM} = 24\text{V}$, $I_O = 2.5\text{A}$	180	300	$\text{m}\Omega$
		$T_A = 85^\circ\text{C}$, $V_{VM} = 24\text{V}$, $I_O = 2.5\text{A}$	220		
		$T_A = 150^\circ\text{C}$, $V_{VM} = 24\text{V}$, $I_O = 2.5\text{A}$	280		
$R_{DS(onL)}$	低侧 MOSFET 导通电阻	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{VM} = 24\text{V}$, $I_O = 2.5\text{A}$	130	210	$\text{m}\Omega$
		$T_A = 85^\circ\text{C}$, $V_{VM} = 24\text{V}$, $I_O = 2.5\text{A}$	160		
		$T_A = 150^\circ\text{C}$, $V_{VM} = 24\text{V}$, $I_O = 2.5\text{A}$	190		
I_{LEAK}	禁用模式下输出到接地的漏电流	$V_{VM} = 35\text{V}$, OUTx = GND	4400	μA	

典型值为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 条件下的值。除非另有说明，否则所有限值都是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_{OFF}	PWM 关断时间	$R_x = 56\text{k}\Omega$, $C_x = 680\text{pF}$	31	40	49	μs
	智能调优动态衰减模式下的 PWM 关断时间	$R_{CA} = \text{GND}$, $R_{CB} = \text{GND}$		32		μs
		$R_{CA} = \text{GND}$, $R_{CB} = \text{高阻态}$		16		
t_{BLANK}	脉冲持续时间，STEP 高电平	$R_x = 56\text{k}\Omega$, $C_x = 680\text{pF}$	800	1000	1300	ns
t_{DT}	死区时间	$SR_N = 0$	50	475	800	ns
t_R	上升时间		10		80	ns
t_F	下降时间		10		80	ns
保护电路						
T_{TSD}	热关断温度	裸片温度	150	160	180	$^\circ\text{C}$
I_{OCP}	OCP 保护级别		3.5			A
t_{OCP}	OCP 抗尖峰脉冲时间			1.5		μs
t_{RETRY}	OCP 重试时间			800		μs

5.6 时序要求

		最小值	最大值	单位
f_{STEP}	步进频率		500	kHz
$t_{WH(STEP)}$	脉冲持续时间，STEP 高电平	1		μs
$t_{WL(STEP)}$	脉冲持续时间，STEP 低电平	1		μs
$t_{SU(STEP)}$	STEP 上升前的命令设置时间	200		ns
$t_{H(STEP)}$	STEP 上升后的命令保持时间	264		ns
t_{WAKE}	SLEEPn 高电平无效到接受 STEP 输入的唤醒时间		1	ms
t_{SLEEP}	SLEEPn 低电平有效到输出禁用的睡眠时间		5	μs
t_{ENABLE}	ENABLEn 高电平无效到输出启用的使能时间		20	μs
$t_{DISABLE}$	ENABLEn 低电平有效到输出禁用的禁用时间		20	μs
t_{RESETR}	RESETn 高电平无效到输出启用的复位释放时间		80	μs
t_{RESET}	RESETn 低电平有效到输出禁用的复位时间		7	μs

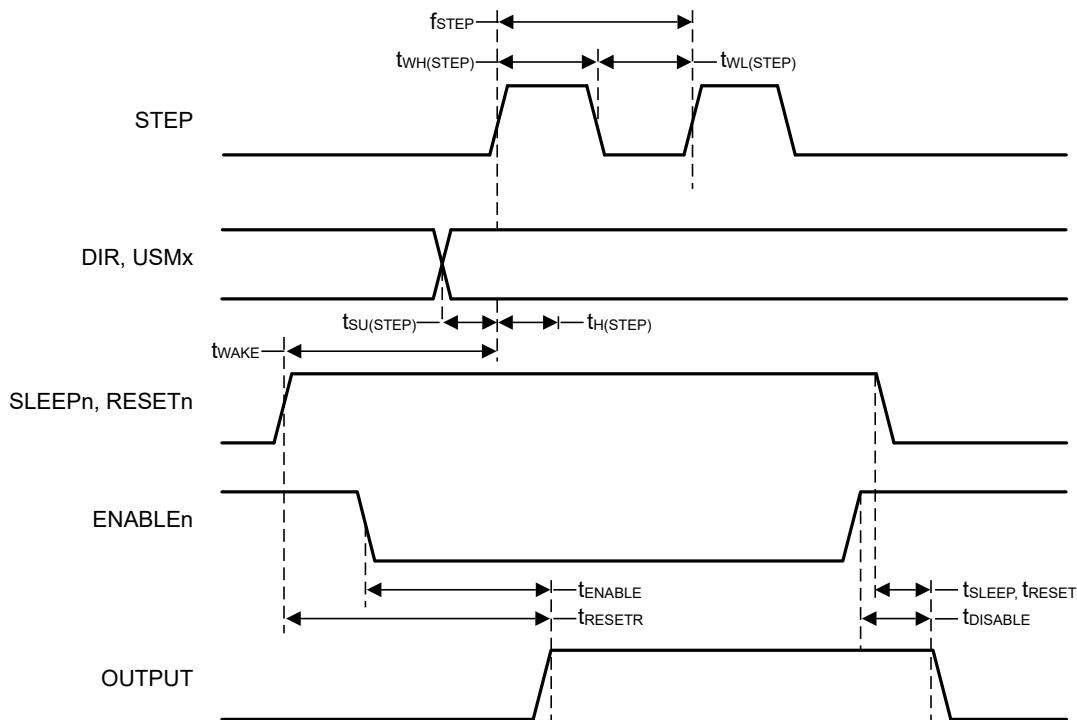


图 5-1. 时序图

5.7 典型特性

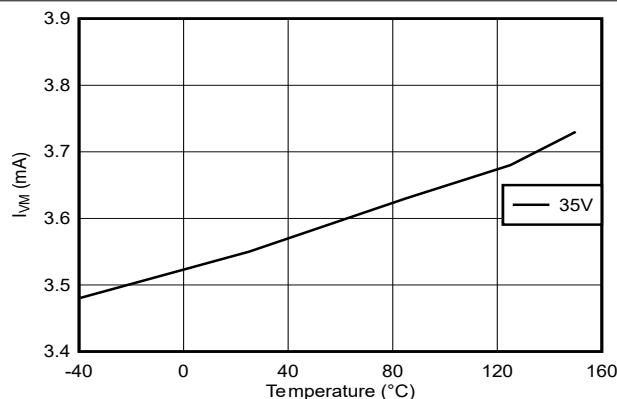


图 5-2. I_{VM} 与温度间的关系

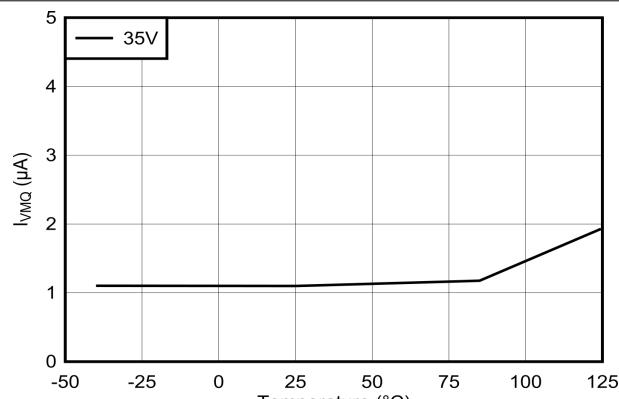


图 5-3. I_{VMQ} 与温度间的关系

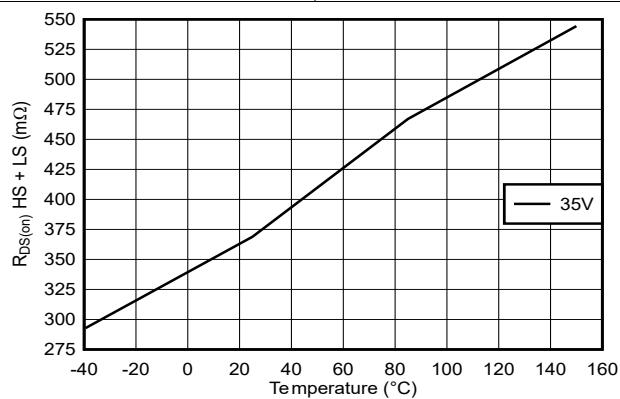


图 5-4. $R_{DS(ON)} HS + LS$ 与温度间的关系

6 详细说明

6.1 概述

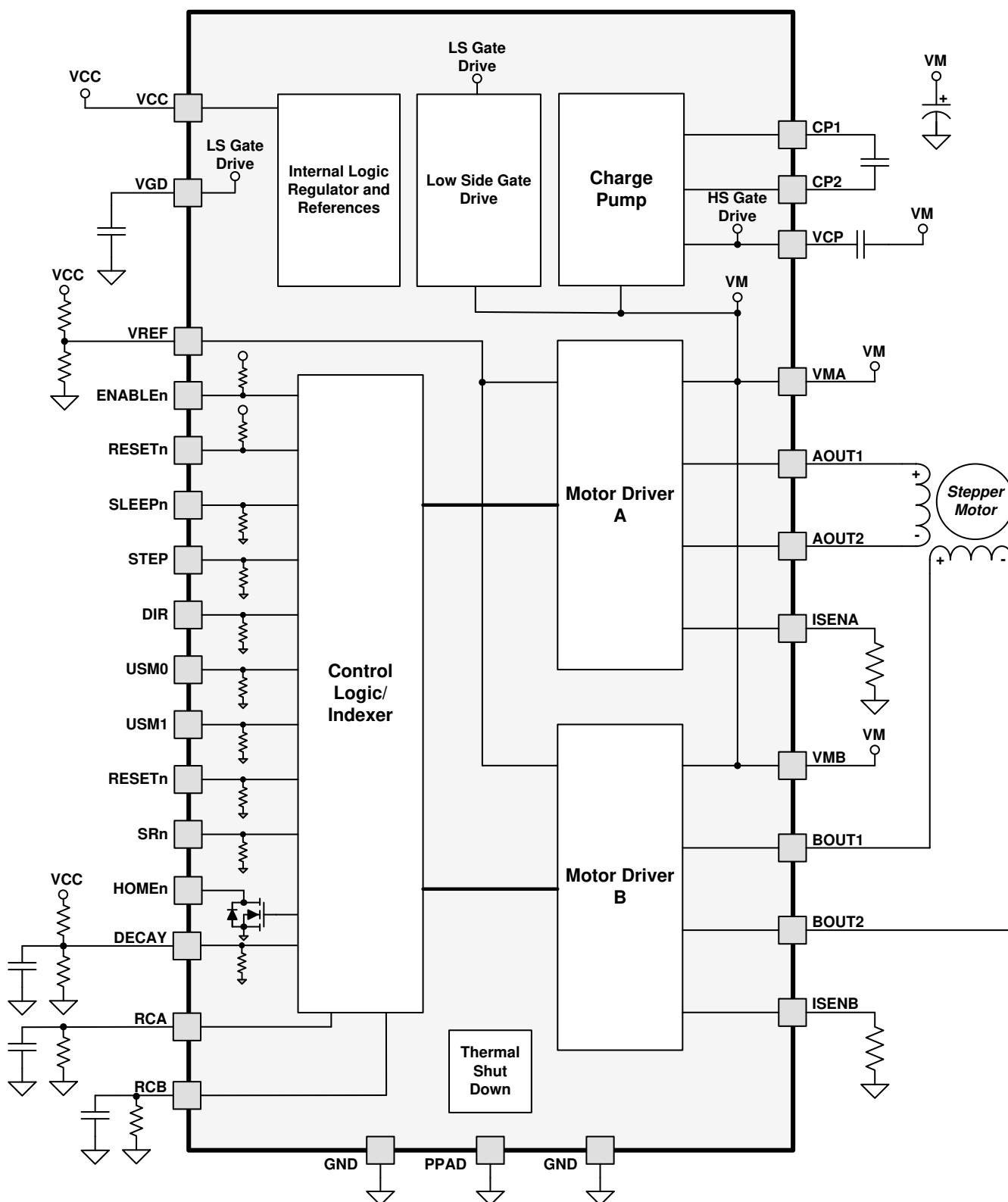
DRV8818A 是一款用于双极步进电机的高度可配置集成电机驱动器。该器件集成了两个 H 桥、电流检测和调节电路以及一个微步进分度器。DRV8818A 可使用 8V 至 35V 之间的电源电压供电，能够提供高达满量程 2.5A 的输出电流。

简单的 STEP/DIR 接口可实现与控制器的轻松连接。内部分度器可以执行高精度微步进，而无需控制器来管理电流调节环路。

电流调节高度可配置并具有四种衰减运行模式，可根据应用要求进行选择：快速衰减、慢速衰减、混合衰减和智能调优动态衰减。DRV8818A 还提供可配置的混合衰减、消隐和关闭时间，以适应各种电机。

该器件集成了低功耗休眠模式，可在系统空闲时最大限度降低功耗。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 PWM H 桥驱动器

DRV8818A 包含两个带有电流控制 PWM 电路的 H 桥电机驱动器和一个微步进分度器。电机控制电路的方框图如下所示。

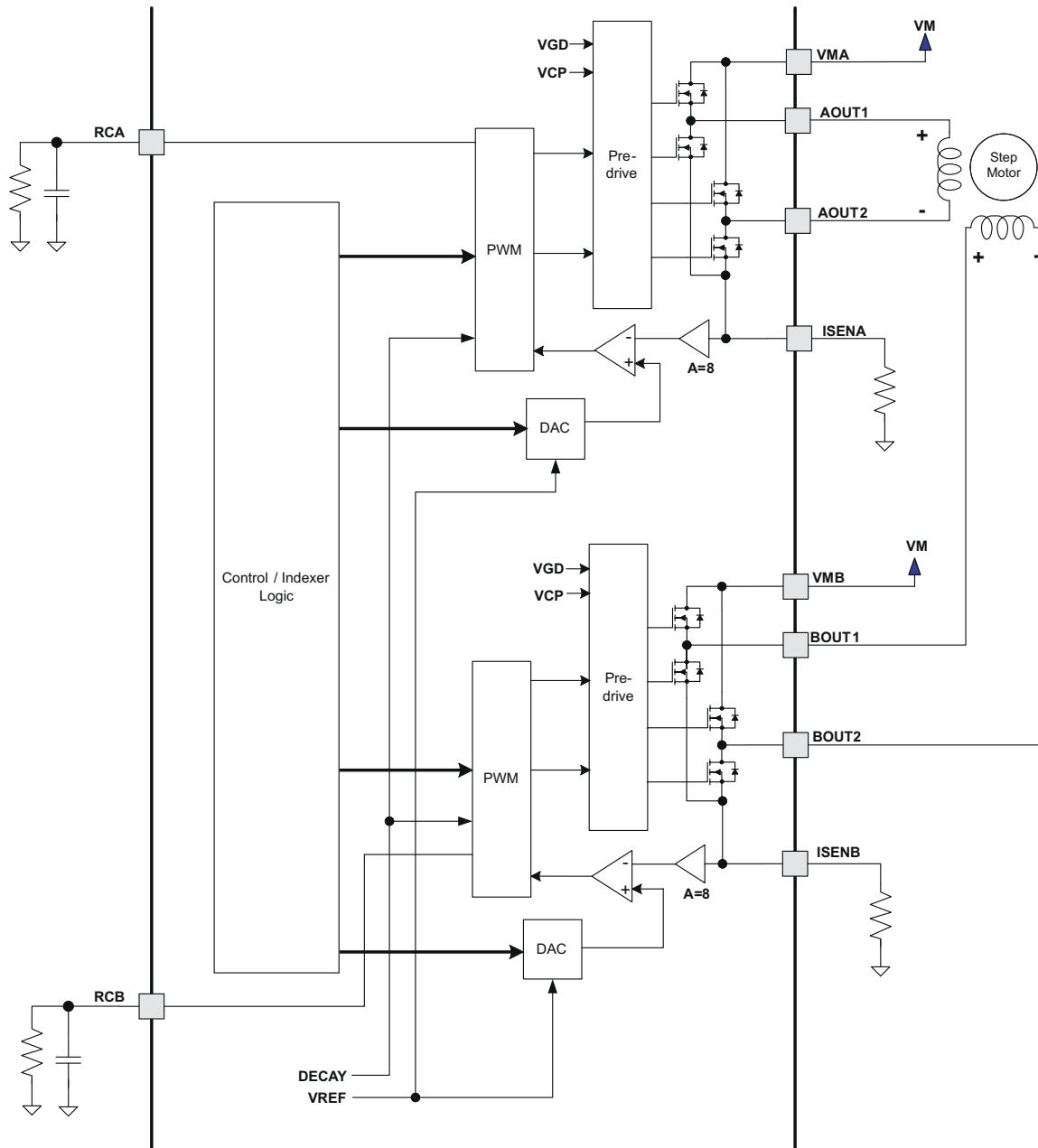


图 6-1. 电机控制电路

6.3.2 电流调节

PWM 斩波电流由比较器设置，比较器检测电阻两端的电压乘以 8 倍后与基准电压进行比较。基准电压从 VREF 引脚输入。满量程 (100%) 斩波电流的计算方法如下：

$$I_{CHOP} (A) = \frac{V_{VREF} (V)}{8 \times R_{SENSE} (\Omega)} \quad (1)$$

示例：

如果使用了 0.22Ω 检测电阻，且 VREFx 引脚为 3.3V，则满量程 (100%) 斩波电流为 $3.3V / (8 \times 0.22\Omega) = 1.875A$ 。

基准电压还可通过内部 DAC 进行调节，该 DAC 实现双极步进电机小数步进的扭矩控制，如 [节 6.3.4](#) 部分所述。

激活绕组后，流经绕组的电流会上升，直至达到上述斩波电流阈值，然后电流将在固定的关断时间内关断。关断时间由连接到 RCA (桥接 A) 和 RCB (桥接 B) 引脚的电阻器和电容器的值决定。关断时间的近似计算公式为：

$$t_{OFF} (\mu s) = R (\Omega) \times C (nF) \quad (2)$$

为避免绕组首次激活时瞬态电流出现误跳变，将在导通 FET 后立即使用消隐期，在此期间会忽略电流感应比较器的状态。消隐时间由连接到 RCx 引脚的电容器值决定，其近似计算公式为：

$$t_{BLANK} (ns) = 1400 (\Omega) \times C (nF) \quad (3)$$

请注意，在智能调优动态衰减模式下，RCA 引脚必须连接到 GND。请参阅 [表 6-2](#)，了解如何使用 RCB 引脚选择此模式下的关断时间。RCB 引脚左侧 Hi-Z 选择 $16 \mu s$ 的 t_{OFF} ，RCB 引脚逻辑高电平选择 $32 \mu s$ 。

6.3.3 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 PWM 电流斩波阈值。图 6-2 的项目 1 中展示了这种情况。所示的电流方向在下方步进表中表示正电流流动。

一旦达到斩波电流阈值，H 桥就可以在快速衰减、慢速衰减或智能调优动态衰减模式下运行。衰减模式设置在上电时或退出睡眠模式时被锁存。

表 6-1. 衰减模式设置

DECAY	RCA	衰减模式
0	$12k\Omega$ 至 $100k\Omega$	快速衰减
1	$12k\Omega$ 至 $100k\Omega$	慢速衰减
$0.21 \times V_{CC} < V_{DECAY} < 0.6 \times V_{CC}$	$12k\Omega$ 至 $100k\Omega$	混合衰减
X	GND	智能调优动态衰减

快速衰减模式

在快速衰减模式下，一旦达到 PWM 斩波电流电平，H 桥便会进行状态逆转，使绕组电流反向流动。如果启用同步整流 (SRn 引脚逻辑为低)，此时对侧的 FET 开启；当绕组电流接近零时，禁用该电桥，以防止出现反向流动的电流。如果 SRn 为高电平，则电流通过体二极管或外部肖特基二极管再循环。图 6-2 的项目 3 中展示了快速衰减模式。

慢速衰减模式

在慢速衰减模式下，通过启用该电桥的两个低侧 FET 来实现绕组电流的再循环。图 6-2 的项目 2 中展示了这种情况。

如果 SRN 为高电平，则仅通过体二极管或通过外部肖特基二极管再循环电流。在这种情况下，始终使用快速衰减。

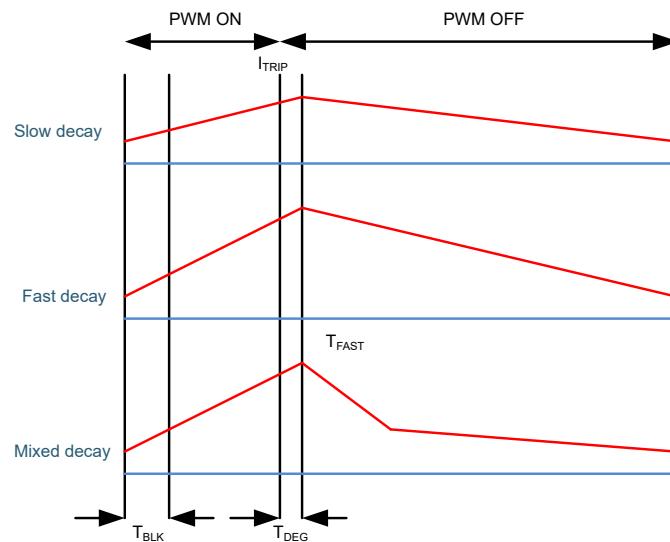
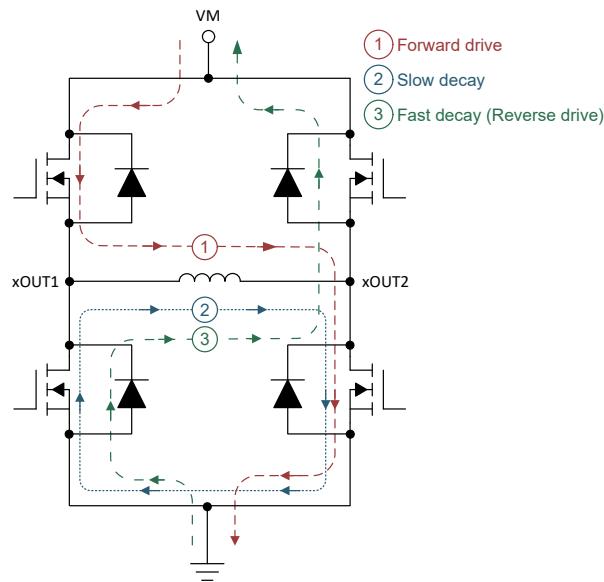


图 6-2. 衰减模式

混合衰减模式

DRV8818A 还支持混合衰减模式。混合衰减模式开始时为快速衰减，但过一会儿会切换到慢速衰减模式，持续固定的时间。

快速和混合衰减模式仅在通过绕组的电流减小时才有效；如果电流在增加，则始终使用慢速衰减。

使用哪种衰减模式由 **DECAY** 引脚上的电压选择。如果电压大于 $0.6 \times V_{CC}$ ，则始终使用慢速衰减模式。如果 **DECAY** 小于 $0.21 \times V_{CC}$ ，则当通过绕组的电流减小时，该器件将以快速衰减模式运行。如果电压介于这些电平之间，则启用混合衰减模式。

在混合衰减模式下，DECAY 引脚上的电压设置切换到慢速衰减模式的周期点。该时间可通过以下公式近似计算：

$$t_{FD} (\mu s) = R (\Omega) \times C (nF) \times \ln \left(\frac{0.6 \times V_{CC} (V)}{V_{DECAY} (V)} \right) \quad (4)$$

混合衰减模式仅在通过绕组的电流减小时使用，而在电流增大时使用慢速衰减。

消隐、固定关断时间和混合衰减模式的运行如图 6-3 所示。

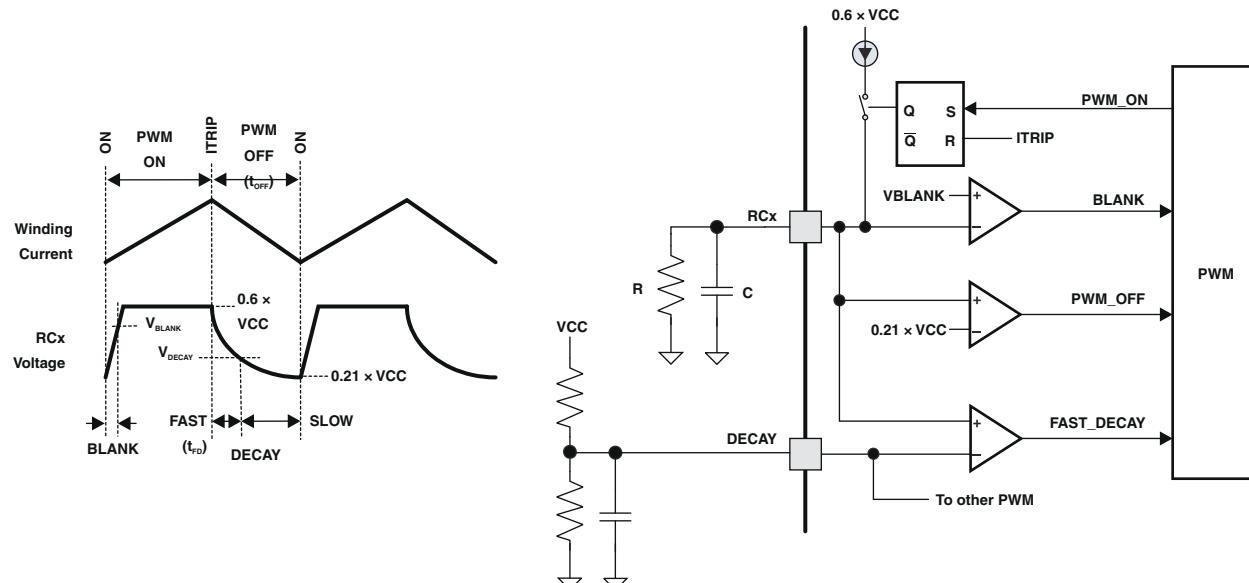


图 6-3. PWM

智能调优动态衰减

与传统的固定关断时间电流调节方案相比，智能调优动态衰减电流调节方案是一种先进的电流调节控制方法。智能调优电流调节有助于步进电机驱动器根据下列因素调整衰减方案：

- 电机绕组电阻和电感
- 电机老化效应
- 电动动态转速和负载
- 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 dl/dt

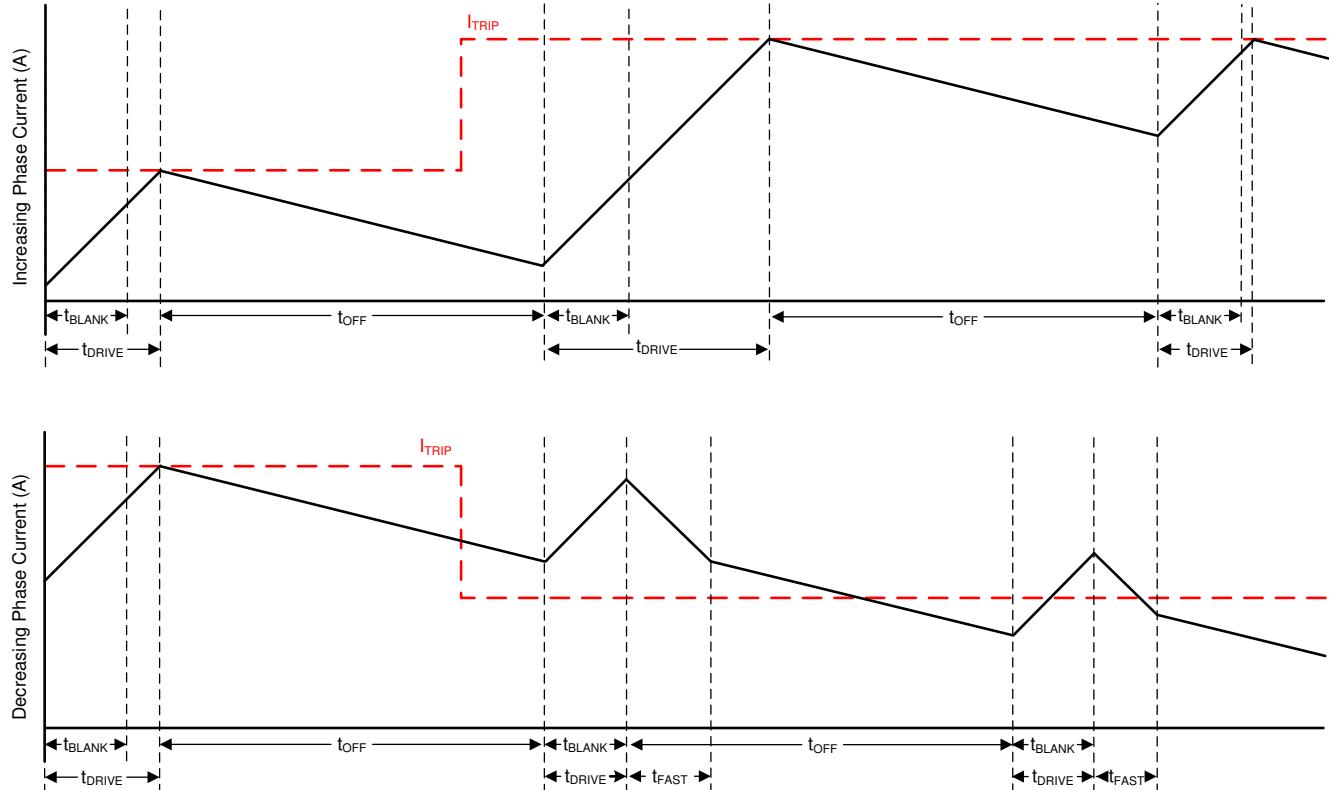


图 6-4. 智能调优动态衰减模式

智能调优动态衰减通过在慢速、混合和快速衰减之间自动配置衰减模式，大大简化了衰减模式选择。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。智能调优动态衰减最适用于需要实现最小电流纹波但希望在电流调节方案中保持固定频率的应用。

通过将 **RCA** 引脚连接到地 (**GND**) 来选择智能调优动态衰减模式。

在 **H** 桥接通电流 (驱动阶段开始) 后，电流检测比较器将在启用电流检测电路前被忽略一段时间 (t_{BLANK})。消隐时间还设定了 **PWM** 的最小驱动时间。消隐时间大约为 $1.25\mu s$ 。

衰减模式设置经由每个 **PWM** 周期进行迭代优化。如果电机电流超过目标跳变电平，则衰减模式在下一个周期变得更加激进 (提高快速衰减百分比) 以防止调节损失。如果必须长时间驱动才能达到目标跳变电平，则衰减模式在下一个周期变得不那么激进 (降低快速衰减百分比)，从而以更少的纹波实现更高效地运行。通过下降电流阶跃，智能调优动态衰减会自动切换到快速衰减，以便快速进入下一电流阶跃。

通过将 **RCB** 引脚设置为 **Hi-Z** 或接地，可以选择智能调优动态衰减模式下的关断时间 t_{OFF} ，如 [表 6-2](#) 所示。

表 6-2. 智能调优动态衰减模式下的关断时间设置

RCA	RCB	关断时间
GND	高阻态 (浮空)	16μs
GND	GND	32μs

6.3.4 细分分度器

DRV8818A 中的内置分度器逻辑支持几种不同的步进配置。USM1 和 USM0 引脚用于配置步进格式，如 **表 6-3** 所示：

表 6-3. 微步进选择位

USM1	USM0	步进模式
0	0	全步 (两相励磁)
0	1	1/2 步 (1-2 相励磁)
1	0	1/4 步 (W1-2 相励磁)
1	1	每步八个微步

表 6-4 显示了 USM1 和 USM0 不同设置下的相对电流和步进方向。在 STEP 输入的每个上升沿，分度器移动到表格中的下一个状态。方向按照 DIR 引脚为高电平进行显示；如果 DIR 引脚为低电平，则顺序相反。正电流是指进行驱动时从 xOUT1 引脚流向 xOUT2 引脚的电流。

请注意，初始状态为 45°。在上电或器件复位时进入该状态。在此状态下，HomeN 输出引脚被驱动为低电平。在所有其他状态下，HomeN 引脚被驱动为逻辑高电平。

表 6-4. 细分分度器

全步 USM = 00	1/2 步 USM = 01	1/4 步 USM = 10	1/8 步 USM = 11	AOUTx 电流 (满量程百分比)	BOUTx 电流 (满量程百分比)	步进角度 (°)
	1	1	1	100	0	0
			2	98	20	11.325
		2	3	92	38	22.5
			4	83	56	33.75
1	2	3	5	71	71	45 (初始状态)
			6	56	83	56.25
		4	7	38	92	67.5
			8	20	98	78.75
	3	5	9	0	100	90
			10	-20	98	101.25
		6	11	-38	92	112.5
			12	-56	83	123.75
2	4	7	13	-71	71	135
			14	-83	56	146.25
		8	15	-92	38	157.5
			16	-98	20	168.75
	5	9	17	-100	0	180
			18	-98	-20	191.25
		10	19	-92	-38	202.5
			20	-83	-56	213.75
3	6	11	21	-71	-71	225
			22	-56	-83	236.25
		12	23	-38	-92	247.5
			24	-20	-98	258.75
	7	13	25	0	-100	270
			26	20	-98	281.25
		14	27	38	-92	292.5
			28	56	-83	303.75
4	8	15	29	71	-71	315
			30	83	-56	326.25
		16	31	92	-38	337.5
			32	98	-20	348.75

6.3.5 保护电路

6.3.5.1 过流保护 (OCP)

如果流经任何 FET 的电流超过预设的过流阈值，则 H 桥中的所有 FET 将被禁用大约 800μs，或者直到 ENABLEn 引脚变为无效高电平，然后恢复为低电平，或者电源被移除并重新施加。在两个方向上均检测到过流情况；即接地短路、电源短路或跨电机绕组短路都会导致过流关断。

请注意，过流保护不使用用于 PWM 电流控制的电流检测电路，并且与 Isense 电阻值或 VREF 电压无关。此外，如果发生过流事件，微步进分度器会复位至初始状态。

6.3.5.2 热关断 (TSD)

如果芯片温度超过安全限值，器件中的所有驱动器都会关断，并且分度器会复位至初始状态。裸片温度下降到安全水平后，将恢复运行。

6.3.5.3 欠压锁定 (UVLO)

每当 VM 或 VCC 引脚上的电压降至低于 VM 或 VCC 欠压锁定阈值电压时，器件中的所有电路都会被禁用，并且分度器将复位至初始状态。当 VM 和 VCC 电压均升至各自的 UVLO 阈值以上时，操作恢复。

6.4 器件功能模式

6.4.1 睡眠模式

当 SLEEPn 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，所有内部 MOSFET 都被禁用 (Hi-Z)，并且内部逻辑稳压器、电荷泵和内部时钟都被禁用。在 SLEEPn 引脚的下降沿之后，必须经过 t_{SLEEP} 时间，器件才能进入睡眠模式。如果 SLEEPn 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。

6.4.2 禁用模式

ENABLEn 引脚用于控制器件的输出。当 ENABLEn 为低电平时，输出 H 桥将启用。当 ENABLEn 为高电平时，H 桥被禁用，输出处于高阻抗状态。

请注意，当 ENABLEn 为高电平时，输入引脚和控制逻辑，包括分度器 (STEP 和 DIR 引脚) 仍然有效。

表 6-5. 启用或禁用输出驱动器的条件

SLEEPn	ENABLEn	H 桥
0	不限	禁用
1	1	禁用
1	0	启用

6.4.3 工作模式

当 VM 引脚上的电源电压超过欠压阈值 V_{UVLO} 、SLEEPn 引脚处于逻辑高电平状态且 t_{WAKE} 消失之后，器件将进入活动工作模式。在此模式下，H 桥、电荷泵和内部逻辑将被激活，器件将准备好接收输入。

在以下情况下启用该模式：

- SLEEPn 引脚为逻辑高电平
- ENABLEn 引脚为逻辑低电平
- RESETn 引脚为逻辑高电平
- 对于 V_M ， $V_M > V_{UVLO}$
- 对于 V_{CC} ， $V_{CC} > V_{UVLO}$

必须在经过 t_{WAKE} 时间之后，器件才能针对输入做好准备。

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规范，TI 不担保该信息的准确性和完整性。客户负责确定元件是否适合预期用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

7.1 应用信息

DRV8818A 用于控制双极步进电机。DRV8818A 还可用于驱动单极步进电机，如技术文章 [《通过简单的布线重新配置将单极步进电机作为双极步进电机驱动》](#) 和应用手册 [《如何使用 DRV8xxx 驱动单极步进电机》](#) 中所示。

7.2 典型应用

图 7-1 显示了 DRV8818A 的常见系统应用。

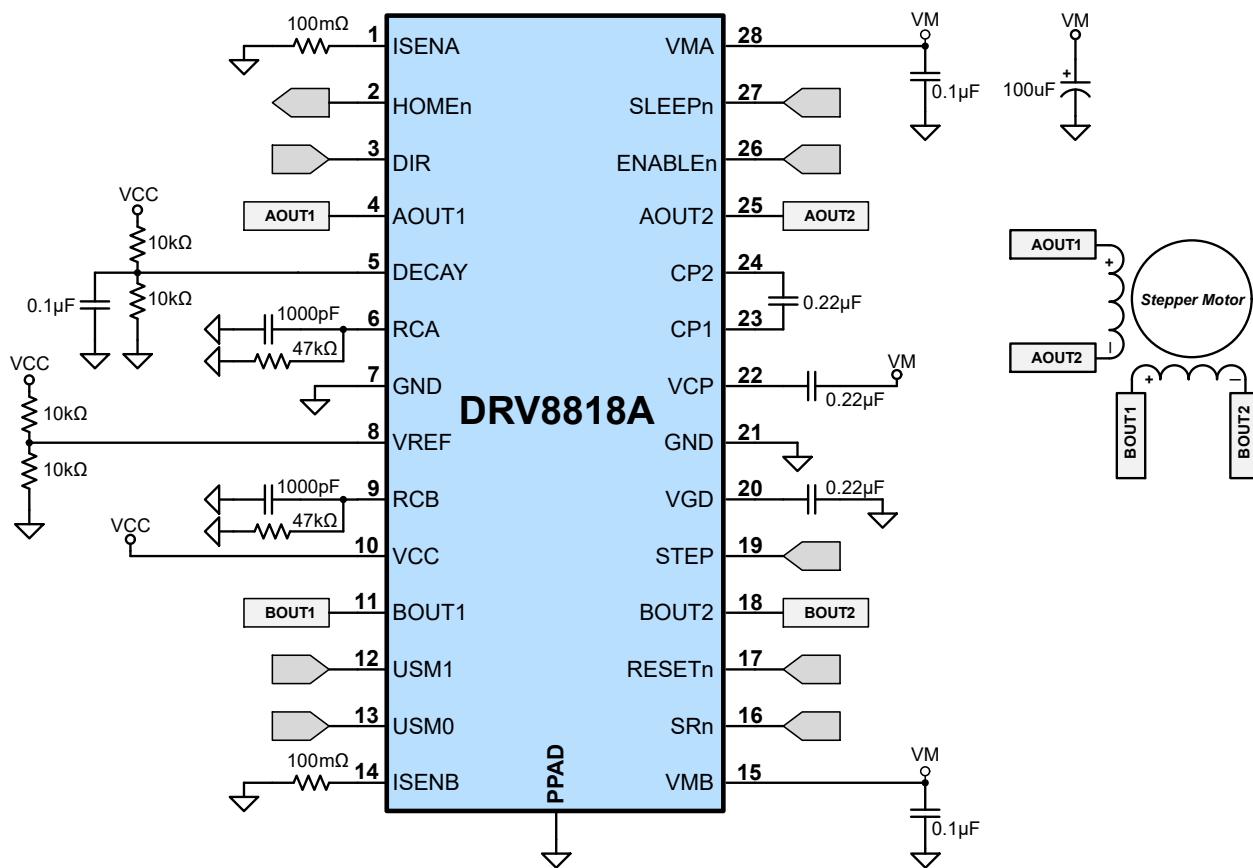


图 7-1. 典型应用原理图

7.2.1 设计要求

有关设计参数，请参阅 [表 7-1](#)。

表 7-1. 设计参数

设计参数	基准	示例值
电源电压	V _M	24V
电机绕组电阻	R _L	4.0Ω
电机绕组电感	I _L	3.7mH
电机全步进角	θ _{step}	1.8°/步进
目标微步进级别	n _m	1/8 步进
目标电机转速	v	120rpm
目标满量程电流	I _{FS}	1.25A

7.2.2 详细设计过程

7.2.2.1 步进电机转速

配置 DRV8818A 时，第一步需要确定所需的电机转速和微步进级别。如果目标应用需要恒定转速，则必须将频率为 f_{step} 的方波施加到 **STEP** 引脚。

高目标电机启动速度会导致电机无法旋转。确保电机可以支持目标转速或实施加速曲线以使电机加速。

对于所需的电机转速 (v)、微步进级别 (n_m) 和电机全步进角 (θ_{step})，

$$f_{step}(\mu\text{steps / second}) = \frac{\sqrt{\left(\frac{\text{rotations}}{\text{minute}}\right) \times 360 \left(\frac{\text{°}}{\text{rotation}}\right) \times n_m \left(\frac{\mu\text{steps}}{\text{step}}\right)}}{60 \left(\frac{\text{seconds}}{\text{minute}}\right) \times \theta_{step} \left(\frac{\text{°}}{\text{step}}\right)} \quad (5)$$

$$f_{step}(\mu\text{steps / second}) = \frac{120 \left(\frac{\text{rotations}}{\text{minute}}\right) \times 360 \left(\frac{\text{°}}{\text{rotation}}\right) \times 8 \left(\frac{\mu\text{steps}}{\text{step}}\right)}{60 \left(\frac{\text{seconds}}{\text{minute}}\right) \times 1.8 \left(\frac{\text{°}}{\text{step}}\right)} \quad (6)$$

θ_{step} 的值载于步进电机数据表中或印于电机上。

对于 DRV8818A，微步进级别由 **USMx** 引脚设置。更高的细分会带来更平滑的电机运动和更轻的可闻噪声，但会增加开关损耗，且需要更高的 f_{step} 才能实现相同的电机转速。

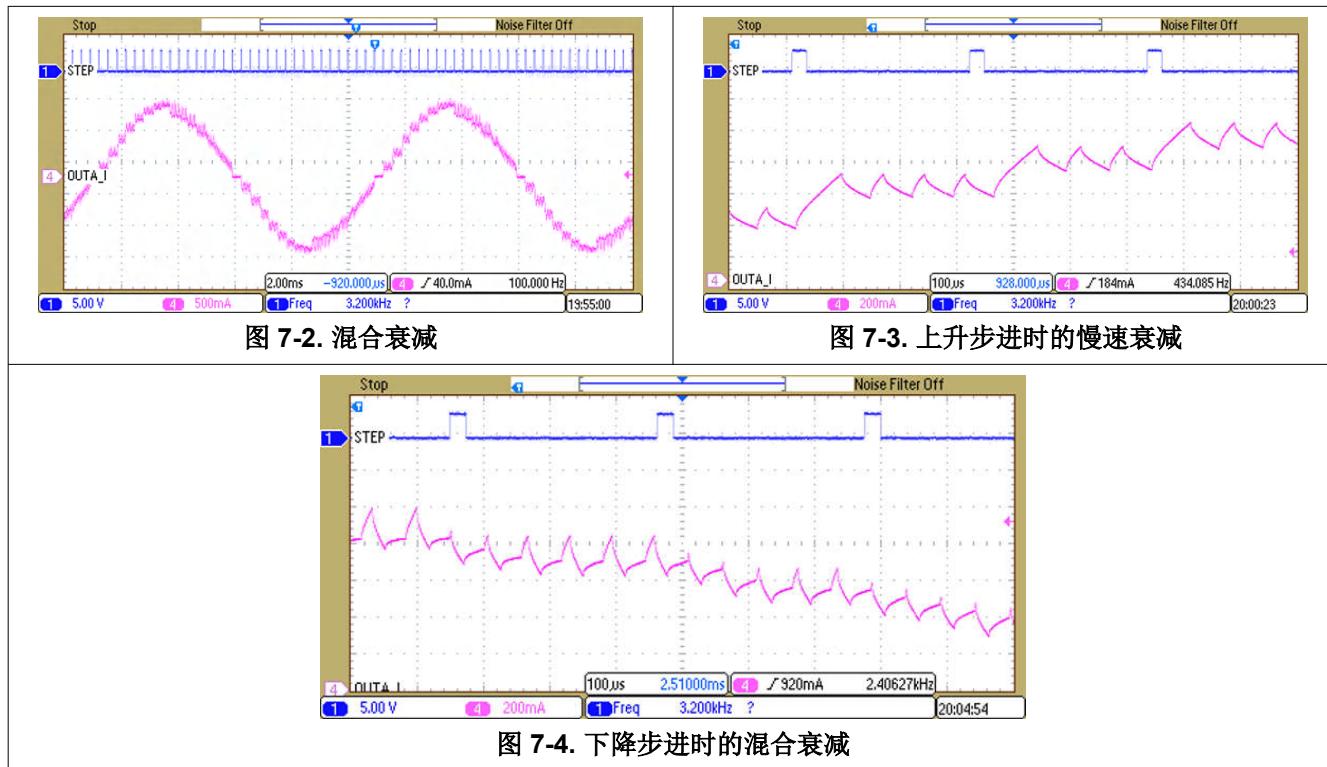
7.2.2.2 电流调节 VREF 和 RSENSE

在步进电机中，设定的满量程电流 (I_{FS}) 是通过任一绕组的最大电流。该值大小取决于 VREF 模拟电压和感测电阻值 (R_{SENSE})。在步进期间，I_{FS} 定义了最大电流步进的电流斩波阈值 (IITRIP)。DRV8818A 的增益设置为 8V/V。

$$I_{FS}(A) = \frac{VREF(V)}{A_V \times R_{SENSE}(\Omega)} = \frac{VREF(V)}{8 \times R_{SENSE}(\Omega)} \quad (7)$$

要使用 0.1Ω 的 R_{SENSE} 实现 I_{FS} = 1.25A，请将 VREF 设置为 1.56V。

7.2.3 应用曲线



7.3 电源相关建议

7.3.1 大容量电容

合适的局部大容量电容是电机驱动系统设计中的一项重要因素。使用更多的大容量电容通常是有益的，但缺点在于这会增加成本和物理尺寸。电机驱动器附近的大容量电容器充当本地电荷库，用于消除电机电流变化。

经验丰富的工程师通常使用有关大容量电容的通用指导原则来选择电容值。一个指导原则是每瓦电机功率应使用至少 $1 \mu F$ 到 $4 \mu F$ 的电容。例如，按照这个指导原则，从 12V 电源消耗 10A 电流的电机具有 120W 的功率，因此应使用 $120 \mu F$ 到 $480 \mu F$ 的大容量电容。

大容量电容的额定电压必须高于工作电压，以便在电机向电源传递能量时提供裕度。

为在电流转换期间（例如电机启动、负载扭矩变化或 PWM 运行）提供恒定的电机电源电压，需要较大的大容量电容。稳定供电所需电容的工作估算对于降低电路板电子器件的复杂性、成本和尺寸至关重要。我们可以按照通用指导原则，根据预期的负载电流变化和允许的电机电源电压变化确定合适的电容器大小。

$$C_{BULK} > k \times \Delta I_{MOTOR} \times T_{PWM} / \Delta V_{SUPPLY} \quad (8)$$

其中：

C_{BULK} 是负载电容

k 是此类应用中典型电容器 ESR 的比例因子；根据使用 DRV8718-Q1EVM 获得的实验室测量结果， $k \approx 3$ 在这些情况下是实际可行的。

ΔI_{MOTOR} 是电机电流的预期变化，即 $i_{max} - i_{min}$

T_{PWM} 是 PWM 周期，它是 PWM 频率的倒数

ΔV_{SUPPLY} 是允许的电机电源电压变化

图 7-5 绘制了多个数据点并应用了此通用指导原则，表明一致性相对良好。

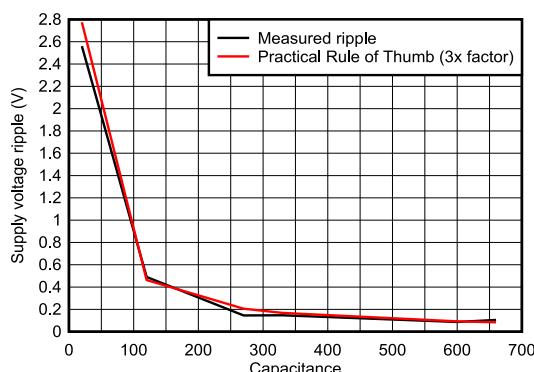


图 7-5. 测量结果和 3 倍通用指导值（考虑了电解电容器的实际非零 ESR 值）

有关更多信息，请参阅应用手册《适用于直流电机驱动应用的大容量电容器尺寸》。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

使用推荐值为 $0.1 \mu F$ 、额定电压为 VM 的低 ESR 陶瓷旁路电容将 VMA 和 VMB 引脚旁路至 GND。为了获得最佳效果，将该电容器尽可能靠近 VMA 和 VMB 引脚放置，并通过较宽的引线或通过接地平面与器件 GND 引脚连接。

使用适当的大容量电容器将 VMA 和 VMB 引脚旁路至 GND。该组件通常是电解电容器，最好放置在靠近 DRV8818A 的位置。更多有关大容量电容器选型的信息，请参阅 节 7.3.1。

必须在 CP1 和 CP2 引脚之间放置一个低 ESR 陶瓷电容器。TI 建议使用额定电压为 VM 的 0.22 μ F 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。TI 建议使用额定电压为 16V 的 0.22 μ F 电容器。将此组件尽可能靠近引脚放置。

PowerPAD 必须牢固地连接至与系统 GND 连接的铜平面。为了获得最佳性能，请使用大面积覆铜以利于 DRV8818A 散热。有关电机驱动器的热管理、布线技术、电容器放置和接地优化的更多信息，请参阅 [应用手册 — 电机驱动器电路板布局的最佳实践](#)。

7.4.1.1 散热器

PowerPAD™ 封装通过外露焊盘去除器件的热量。为了确保正常运行，该焊盘必须热接至 PCB 上的覆铜区域以实现散热。在带有接地层的多层 PCB 上，可以通过增加一些过孔将散热垫连接到接地层来实现这一点。在没有内部平面的 PCB 上，可以在 PCB 的任一侧增加覆铜区域以实现散热。如果覆铜区域位于 PCB 与器件相反的一侧，则使用热过孔来传递顶层和底层之间的热量。

有关如何设计 PCB 的详细信息，请参阅 TI 应用报告 [SLMA002 — 《PowerPAD™ 热增强型封装》](#) 和 TI 应用简报 [SLMA004 — 《PowerPAD™ 速成》](#)，详情请访问 www.ti.com。

一般来说，提供的覆铜区域面积越大，消耗的功率就越多。

7.4.2 布局示例

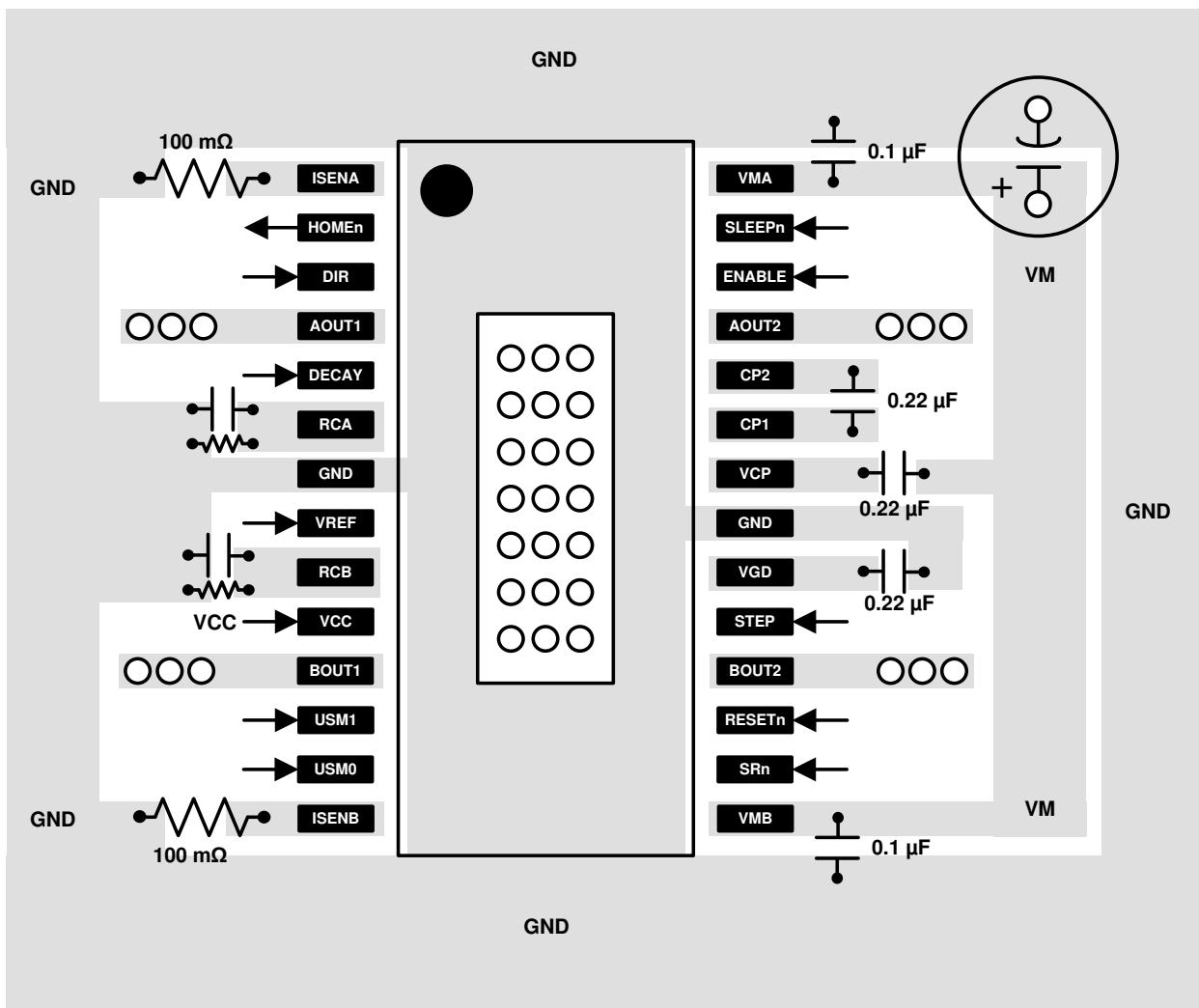


图 7-6. 原理图布局示例

7.4.3 散热注意事项

如前所述，DRV8818A 具有热关断 (TSD) 功能。如果芯片温度超过约 150°C，该器件将被禁用，直到温度降至安全水平。

如果该器件有任何进入热关断状态的倾向，则说明功耗过大、散热不足或环境温度过高。

7.4.3.1 功率耗散

DRV8818A 中的功率耗散主要由输出 FET 电阻或 $R_{DS(ON)}$ 中耗散的功率决定。运行步进电机时的平均功耗可以通过以下公式大致估算：

$$P_{TOT} = 4 \times r_{DS(on)} \times (I_{OUT(RMS)})^2 \quad (9)$$

其中

- P_{TOT} 是总功率耗散。
- $R_{DS(ON)}$ 是每个 FET 的电阻。
- $I_{OUT(RMS)}$ 是施加到每个绕组的 RMS 输出电流。

$I_{OUT(RMS)}$ 约等于满量程输出电流设置值的 0.7 倍。因数 4 来自两个电机绕组，在任何时刻，每个绕组有两个 FET 导通绕组电流（一个高侧和一个低侧）。

DRV8818A 中可耗散的最大功率取决于环境温度和散热。数据表中的热耗散额定值表可用于估算典型 PCB 结构的温升。

请注意， $R_{DS(ON)}$ 随温度升高而增加，因此随着器件发热，功率耗散也会增大。在确定散热器尺寸时，必须考虑到这一点。

8 器件和文档支持

8.1 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.2 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

8.3 商标

PowerPAD™ and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

《PowerPAD™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.4 静电放电警告

 静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.5 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

8.6 文档支持

8.6.1 相关文档

1. 如何减少步进电机中的可闻噪音，[SLVAES8](#)
2. 智能调优如何调节步进电机中的电流，[SLYY099A](#)
3. 电机驱动器电路板布局最佳实践，[SLVA959B](#)
4. 如何提高步进电机的运动平滑度和精度，[SLOA293A](#)
5. 如何使用DRV8xxx 驱动单极步进电机，[SLOA312](#)
6. PowerPAD™ 散热增强型封装，[SLMA002](#)
7. PowerPAD™ 速成，[SLMA004](#)
8. 电流再循环和衰减模式，[SLVA321](#)
9. 计算电机驱动器功率耗散，[SLVA504](#)
10. 了解电机驱动器电流额定值，[SLVA505](#)

机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。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)
PDRV8818APWPR	Active	Preproduction	HTSSOP (PWP) 28	2500 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 85	

⁽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

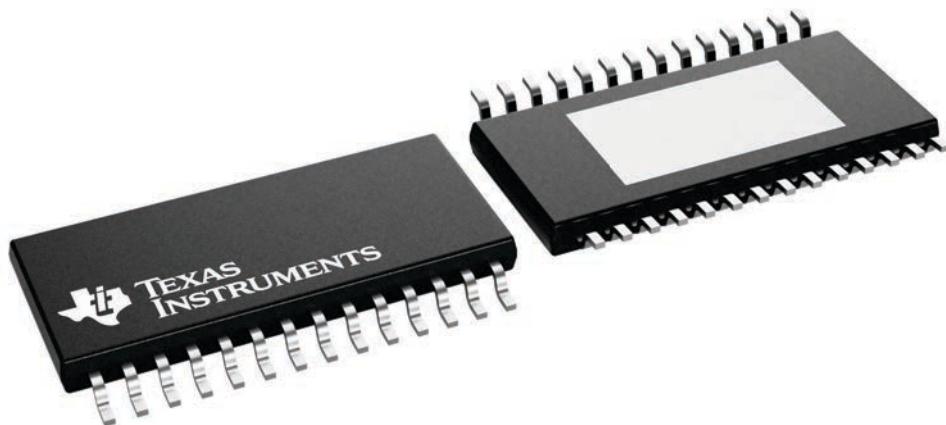
PWP 28

4.4 x 9.7, 0.65 mm pitch

PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE

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



4224765/B

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出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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月