

A4950ELJTR-T-HX 40V/3.6A 直流有刷电机驱动芯片

描述

A4950ELJTR-T-HX 是一款高性能有刷直流电机驱动器，广泛适用于打印机、智能家居系统、工业自动化设备及其他机电一体化应用场景。该器件采用双路逻辑输入控制H桥架构，内部集成四个N沟道MOSFET功率开关，支持双向电机驱动，峰值输出电流可达3.6A。通过可配置的电流衰减模式，结合对逻辑输入端施加脉宽调制（PWM）信号，可实现对电机转速的精确、平滑调节；当两路逻辑输入同时置为低电平时，器件自动进入低功耗休眠模式，显著降低待机功耗。

A4950ELJTR-T-HX 集成了高精度电流调节功能：该功能基于外部参考电压VREF与ISEN引脚检测电压（后者与流经外接电流采样电阻的电机相电流成正比），可将相电流实时限制在预设阈值以内。该机制不仅有效抑制启动/制动过程中的浪涌电流，大幅降低系统对电源容量及储能电容的要求，亦有助于提升整体能效与供电稳定性。

该器件具备完善的系统级保护机制，涵盖欠压锁定（UVLO）、过流保护（OCP）及过热保护（OTP），可全面应对电源异常、负载短路及散热不良等典型故障工况，确保驱动系统长期可靠运行。封装为ESOP-8。

特性

- ★ 集成保护特性
 - VM 欠压锁定
 - 过流保护 (OCP)
 - 过流重启功能
 - 热关断(TSD)
 - 故障自恢复
- ★ 低功耗休眠模式
- ★ 独立的 H 桥驱动：
 - 驱动一个直流电机、步进电机的一个绕组或者其它负载
- ★ 集成电流调节功能
- ★ 3.6A 峰值电流驱动能力
- ★ PWM（脉宽调制）控制接口
- ★ 6.5V to 40V 宽工作电压范围
- ★ 520mΩ(典型值) $R_{DS(ON)}(HS+LS)$

应用

- ★ 扫地机
- ★ 打印机
- ★ 工业设备

典型应用电路

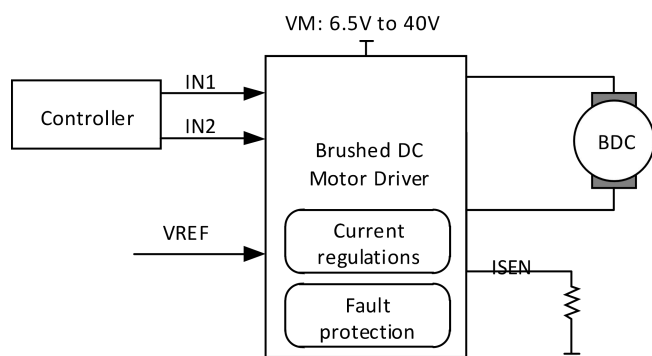


图 1 简化电路原题图

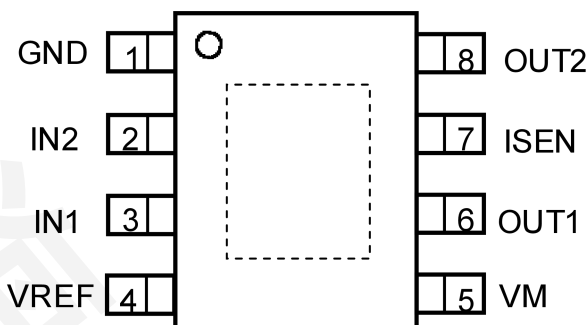


图 脚位图

管脚定义

管脚	名字	功能描述
1	GND	信号地，连接到板的公共地端
2	IN2	逻辑输入，控制 H 桥输出，内置 100K Ω 下拉电阻
3	IN1	逻辑输入，控制 H 桥输出，内置 100K Ω 下拉电阻
4	VREF	模拟输入. 施加 0.3-5V 参考电压
5	VM	6.5V to 40V 电压耐受。连接一个 0.1 μ F 旁路电容到地，以及大容量母线电容来保证电源的稳定性
6	OUT1	H 桥的输出 1。直接连接到电机或其他感应负载。
7	ISEN	大电流接地通路，如果需要使用电流调节功能，需要连接电流采样电阻（低阻，高功率电阻）到地；如果不用电流调节功能，直接将 ISEN 脚连接到地
8	OUT2	H 桥的输出 2。直接连接到电机或其他感应负载

绝对最大额定值

参数	值		单位
	最小值	最大值	
电机最大电压(VM)	-0.3	45	V
逻辑输入电压(IN1, IN2)	-0.3	6	V
参考量输入(VREF)	-0.3	6	V
电机输出(OUT1, OUT2)	-0.7	VM+0.7	V
电流采样脚输入(ISEN)	-0.5	1	V
输出电流(100% 占空比)	0	3.5	A
运行结温	-40	150	°C
存储温度	-65	150	°C

ESD 等级

符号	参数	描述	数值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体模型 (HBM), 根据ANSI /ESDA/ JEDEC JS-001, 所有引脚 ⁽¹⁾	±2000	V
		带电器件模型 (CDM), 根据JEDEC 规范 JESD22-C101, 所有引脚 ⁽²⁾	±500	V

(1) JEDEC 文件JEP155 规定: 允许一个标准 ESD 控制过程中的安全生产为500V HBM。

(2) JEDEC 文件JEP157 规定: 允许一个标准 ESD 控制过程中的安全生产为250V CDM。

推荐工作条件

最大工作温度范围 (除非另有说明)

Items	Description	最小值	最大值	单位
V _M	电源电压范围	6.5	40	V
V _{REF}	V _{REF} 输入电压范围	0.3	5.5	V
V _I	逻辑输入信号电压范围(IN _x)	0	5.5	V
f _{PWM}	逻辑输入信号 PWM 频率	0	100	kHz
I _{PEAK}	峰值电流	0	3.6	A
T _J	运行的结温范围	-40	125	°C

热参数

符号	热特性	ESOP8	单位
R _{θJA}	结到环境的热阻	42	°C /W
R _{θJC(top)}	结对封装 (顶) 热阻	53	°C /W

电气特性

TA=25°C, 除非有其它的说明

参数	符号	测试状态	MIN	TYP	MAX	UNIT
供电电压(VM)						
VM 运行电压	V _M		6.5		40	V
VM 运行电流	I _{VM}	V _M = 24V		2	10	mA
VM 休眠电流	I _{VM_SLEEP}	V _M = 24V			15	μA
开通时间(Note 1)	t _{ON}	V _M > V _{UVLO} with IN1 or IN2 high		45		μs
逻辑电平输入(IN1, IN2)						
输入逻辑低电压	V _{IL}				0.5	V
输入逻辑高电压	V _{IH}		2			V
输入逻辑迟滞电压	V _{HYS}			0.2		V

输入逻辑低电流	I_{IL}	$V_{IN} = 0V$	-1		1	μA
输入逻辑高电流	I_{IH}	$V_{IN} = 3.3V$		33		μA
下拉电阻	R_{PD}	to GND		100		$k\Omega$
传输延时	t_{PD}	Inx H to OUTx H change		0.2		μs
		Inx L to OUTx L change		1.0		μs
休眠时间	t_{sleep}	Inputs low to sleep		1.2	2.0	ms
电机驱动输出(OUT1, OUT2)						
高侧场效应晶体管开通电阻	$R_{DS(ON)_{High}}$	$V_M = 24V, I = 1A,$ $f_{PWM} = 25kHz$		260	300	$m\Omega$
低侧场效应晶体管开通电阻	$R_{DS(ON)_{Low}}$	$V_M = 24V, I = 1A,$ $f_{PWM} = 25kHz$		260	300	$m\Omega$
输出死区时间	t_{DEAD}			200		ns
电流调节						
电流采样信号增益	A_V	$V_{REF} = 2.5V$	9.4	10	10.4	V/V
PWM 关断时间	t_{OFF}			30		μs
PWM 消隐时间	t_{BLANK}			3.2		μs
保护电路						
VM 欠压锁定	V_{UVLO_fall}	VM falls until UVLO triggers		5.8		V
	V_{UVLO_rise}	VM rises until operation recovers		6.0		V
VM 欠压点迟滞	V_{UV_HYS}	Rising to falling threshold		200		mV
过流保护点	I_{OCP}			4.2		A
过流保护延迟	t_{OCP}			2.5		μs
过流保护重启时间	t_{RETRY}			4		ms
热关断保护点	T_{SD}			170		$^{\circ}C$
热关断迟滞点	T_{HYS}			40		$^{\circ}C$

Note 1: t_{ON} 适用于初次上电及退出休眠模式

功能模块框图

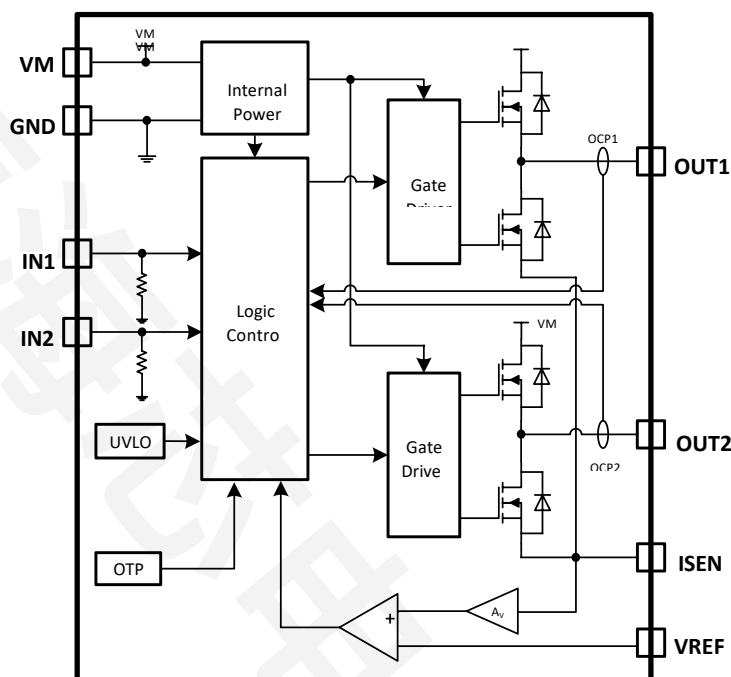


图3 功能框图

功能描述

概述

支持 6.5-40V 电压 3.6A 峰值电流应用，内置电流调节将电机电流限制到预定最大值，H 桥由两路逻辑输入控制，内置 N 沟道 MOSFET 的桥臂导通电阻为 0.52 欧（一个桥臂包含高边和底边的 MOS）。单电源输入的 VM 给器件和电机提供电源，器件内部集成充电泵，为器件内部的上桥 MOSFET 提供驱动，保证上桥的可靠开通。电机速度可通过 0-100KHz 的脉宽调制来实现。当两路输入均为低时，器件进入休眠模式。如果发生系统故障，完善的保护功能可以防止器件被损坏。

电桥控制

A4950ELJTR-T-HX 的输出由 4 个低内阻的 N-MOS 组成，用于驱动电机，MOSFET 的输出控制由两路输入 IN1 及 IN2 控制，其控制逻辑如下表 1：

表 1 H 桥控制逻辑

IN1	IN2	OUT1	OUT2	功能描述
0	0	High-Z	High-Z	滑行; H 关闭进入高阻态(1.2ms 后进入睡眠模式)
0	1	L	H	反转(电流从OUT2 →OUT1)
1	0	H	L	正转(电流从OUT1 →OUT2)
1	1	L	L	制动; 下桥进入慢衰减模式

输入电压可以设置为 100% 占空比驱动的静态电压,也可以设置为脉宽调制(PWM)来对电机进行调速。当使用 PWM 时,驱动和制动的开关状态通常效果更好。例如,以 50% 的占空比驱动电机在最高转速下正转,此时 $IN1 = 1$ 且 $IN2 = 0$, 在制动时 $IN1 = 1$ 且 $IN2 = 1$, 此时控制器进入慢衰模式。或者是使电机进入快速电流衰减的滑行模式($IN1 = 0$, $IN2 = 0$)。输入的控制信号要优先于 VM 电源。

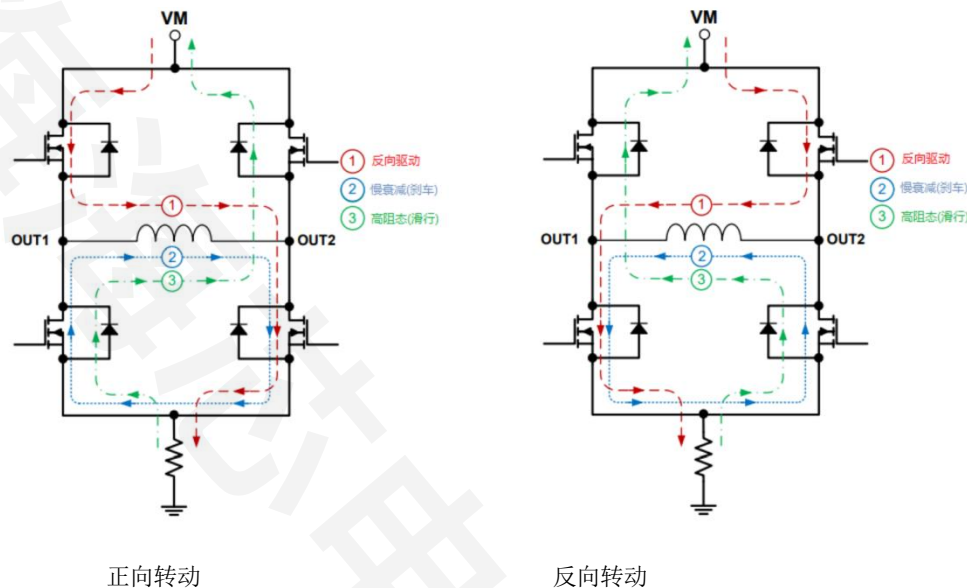


图4 H 桥控制方式

睡眠模式

当输入 $IN1/IN2$ 同时置低且时间满足 T_{sleep} (典型值为 1.2mS) 时, A4950ELJTR-T-HX 进入低功耗休眠模式,此时输出保持为 High-Z 状态且器件的 I_{msleep} 在 μA 级别。如果器件在输入 $IN1/IN2$ 在上电之前就保持为低, 器件会立即进入休眠模式。当 $IN1$ 或则和 $IN2$ 置高至少 5 μS 时, 器件会按照 45 μS 的 T_{on} 运行。

电流调整

A4950ELJTR-T-HX 中, 电机峰值电流的限制可以由模拟参考输入 V_{REF} 和 $ISEN$ 引脚上的外部检测电阻的电阻决定, 公式如下:

$$I_{TRIP} = \frac{V_{REF} (V)}{A_V \times R_{ISEN} (\Omega)} = \frac{V_{REF} (V)}{10 \times R_{ISEN} (\Omega)} \quad (1)$$

例如, 如果 $V_{REF} = 2.0V$ and a $R_{ISEN} = 0.2\Omega$, 无论负载多大, PWM 电流调节机制将限制电机电流到 1.0 A. 当出发到 I_{TRIP} 的阈值, H 桥通过使能两个下桥强制使感性负载进入慢衰减模式, 并且建立一个固定的关断时间, t_{OFF} (典型值为 30 μS)

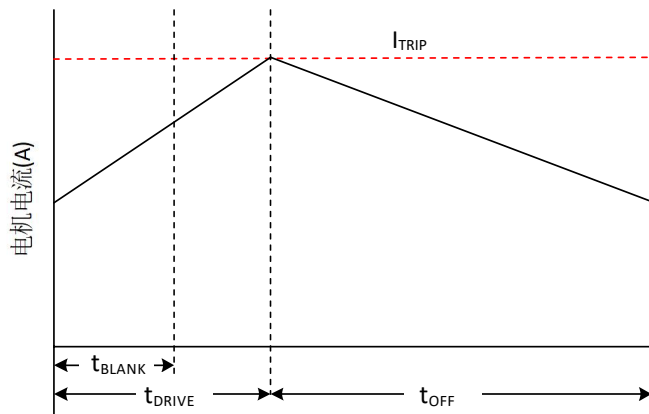


图5 电流调节时间周期

关断时间过后，根据输入信号 IN1/IN2 的状态，输出重新工作，电机线圈电流充电直到下一次 I_{TRIP} 发生，充电时间严重依赖于 VM 电压，Back-EMF(电机反电动势)及电机电感。

VM 欠压保护(UVLO)

只要 VM 引脚的电压跌落至欠压保护的阈值，H 桥的所有 N-MOS 将关闭，直到 VM 电压上升超过 UVLO 的阈值，器件恢复工作。

过流保护 (OCP)

如果输出电流值超过 OCP 的阈值 -I_{ocp}，且其时间长于 T_{ocp}，H 桥的所有 N-MOS 将关闭。

对于 A4950ELJTR-T-HX，经过恢复时间 T_{retry} 后，H 桥会根据输入信号的状态来重新使能工作。如果过流故障信号仍出现，则同样的循环保护及恢复；如无故障则器件正运行。

热关断 (TSD)

如果晶圆的温度超过芯片的安全极限，整个功率输出的 H 桥会被关断，当晶圆温度降至安全值，芯片自恢复运行。

表 2 保护类型描述

保护类型	触发条件	H 桥行为	恢复条件
VM 欠压保护 (UVLO)	$VM < V_{UVLO}$	关断	$VM > V_{UVLO}$
过流保护 (OCP)	$I_{OUT} > I_{OCP}$	关断	t_{RETRY}
过温保护 (TSD)	$T_J > 170^{\circ}\text{C}$	关断	$T_J < T_{SD} - T_{HYS}$

器件功能

A4950ELJTR-T-HX 可以在多种模式下用以驱动有刷电机。

有电流调节的 PWM 控制

该原理利用器件的功能来实现。I_{TRIP} 的设定值应该高于正常运行的电流，并且保证足够的裕量以保证电机启动所需的时间，但要低到器件电流自限定的阈值。电机的速度由其中一个输入信号的占空比所控制，此时另外一路输入信号是静止的。通常在关闭时间使用刹车或缓慢衰减

无电流调节的 PWM 控制

如果不需要电流调节功能，ISEN pin 脚直接接 PCB 的参考地，VREF 的电压保证在 0.3V to 5 V，给定 VREF 高电压能更好的保证抗噪裕量。这种模式下能提供到芯片的最大峰值电流-3.6A 保持在几百毫秒（取决于 PCB 散热及环境温度）。如果电流超过 3.6A，器件可能会进入过流保护(OCP)或者过温保护(TSD)。如果发生上述保护，器件自关断，等待4mS 后自恢复。

静态输入下的电流调节

IN1 和 IN2 引脚可以设置为 100%的高和低占空比驱动，I_{TRIP} 可以用来控制电机的电流，速度和扭矩能力。

VM 控制

在一些系统中，可以通过改变 VM 电压来调整电机速度。

应用信息

应用于直流有刷类的A4950ELJTR-T-HX 典型应用电路:

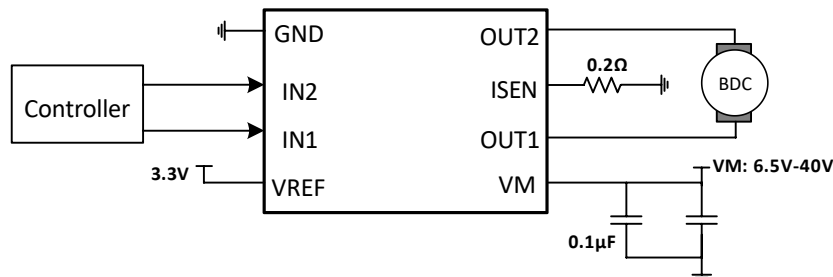
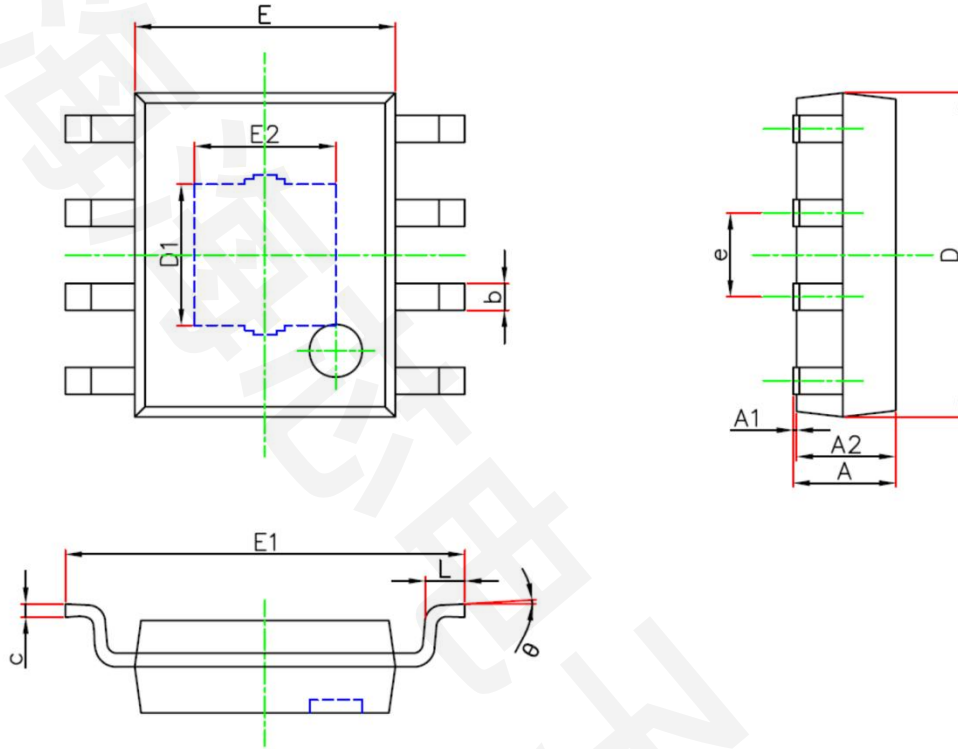


图 6 典型的应用电路

封装信息

ESOP8 (150mil)



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.300	1.700	0.051	0.067
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
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	4.700	5.100	0.185	0.201
D1	2.034	2.234	0.080	0.088
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
E2	2.034	2.234	0.080	0.088
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°