

1.8A 有刷直流马达驱动芯片

特性

- 低待机电流: $<1\mu\text{A}$
- 宽电源范围: $2\sim 7\text{V}$
- 集成 PMOS/NMOS 功率管的单 H 桥, 低导通电阻:
 - ✓ 导通电阻 $(\text{HS}+\text{LS})R_{\text{on}}=0.5\Omega@800\text{mA}$
- 最大持续电流 1.8A, 峰值电流 2.5A
- 内部集成续流二极管
 - ✓ 无需外接续流二极管
- 集成具有热迟滞过热保护
- 输入引脚内置约 $150\text{k}\Omega$ 对地下拉电阻
- 宽工作温度范围 $-25\sim 85^{\circ}\text{C}$
- 超小型封装: SOT23-6L/SOP-8L

应用

- 遥控玩具飞机尾翼马达驱动
- 遥控玩具飞机舵机马达驱动
- 2-4 节 AA/AAA 干电池玩具马达驱动
- 单节锂电池供电的马达驱动

概述

LY1501 为一款专用于小型有刷直流电机控制的驱动芯片。该芯片采用 H 桥电路结构, 内置 P/N MOSFET 功率开关, 可为电机提供正转、反转、刹车以及待机四种控制模式。

该芯片具有宽工作电压范围, $2\text{V}\sim 7\text{V}$ 。在环境温度为 27°C , $\text{VDD}=6.5\text{V}$ 的情况下, 该芯片向电机负载提供持续电流高达 1.8A, 最大峰值电流高达 2.5A。

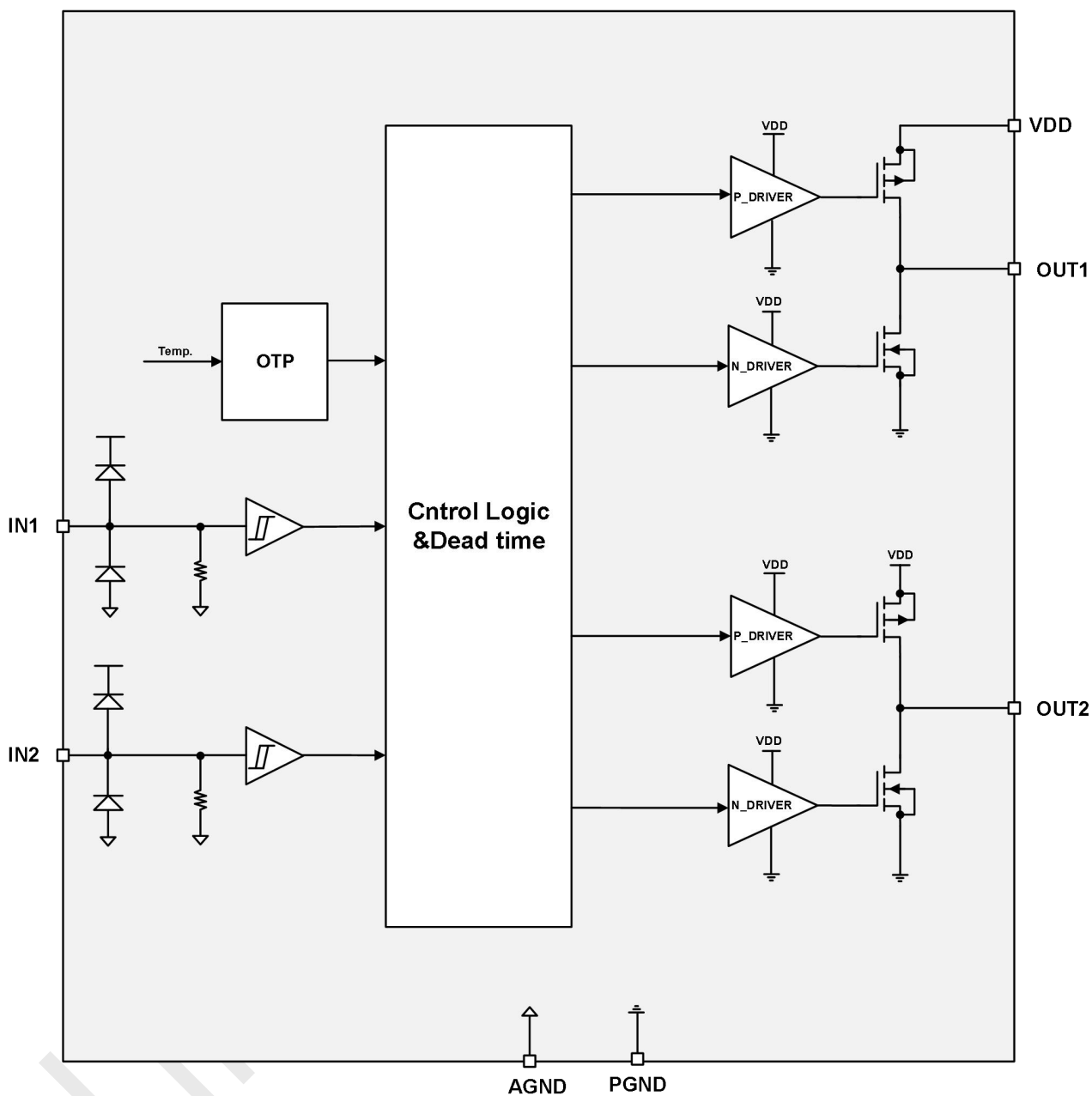
由于内部 MOS 的有限导通电阻, 当芯片向负载提供电流时, 芯片就会发热, 结温度升高。芯片结温度的上升与功率管导通电阻、输出电流大小、环境温度以及电路板的布局有密切关系。芯片内部集成了感知结温度异常的过温度保护电路, 能实时监控芯片结温度是否异常并提供保护。当结温度超过 150°C (典型值) 时, 芯片内部电路关闭功率管, 停止输出电流, 待结温度下降到 130°C 的安全温度后, 芯片再重新恢复工作并按照输入对功率管进行开关控制。该过温度保护可避免芯片因过温而烧毁, 同时可以避免因温度上升导致的封装塑料冒烟、起火等严重安全事故。

该芯片采用标准 SOP-8L/SOT23_6L 小型封装, 为对空间尺寸有严格要求的系统设计提供理想的选择。

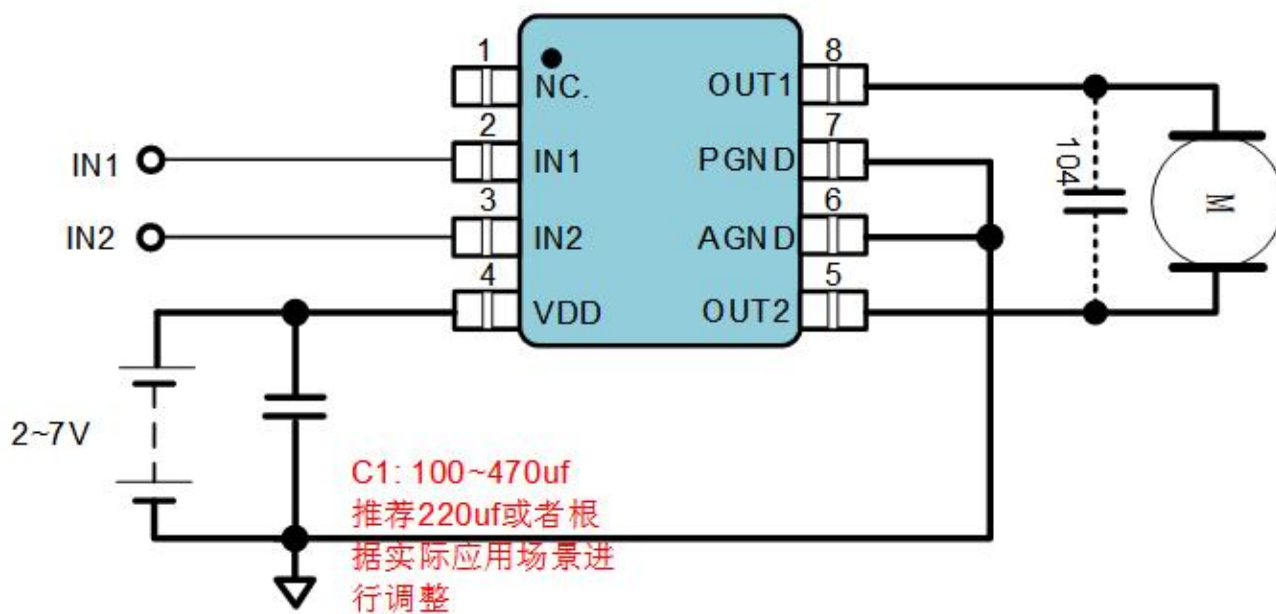
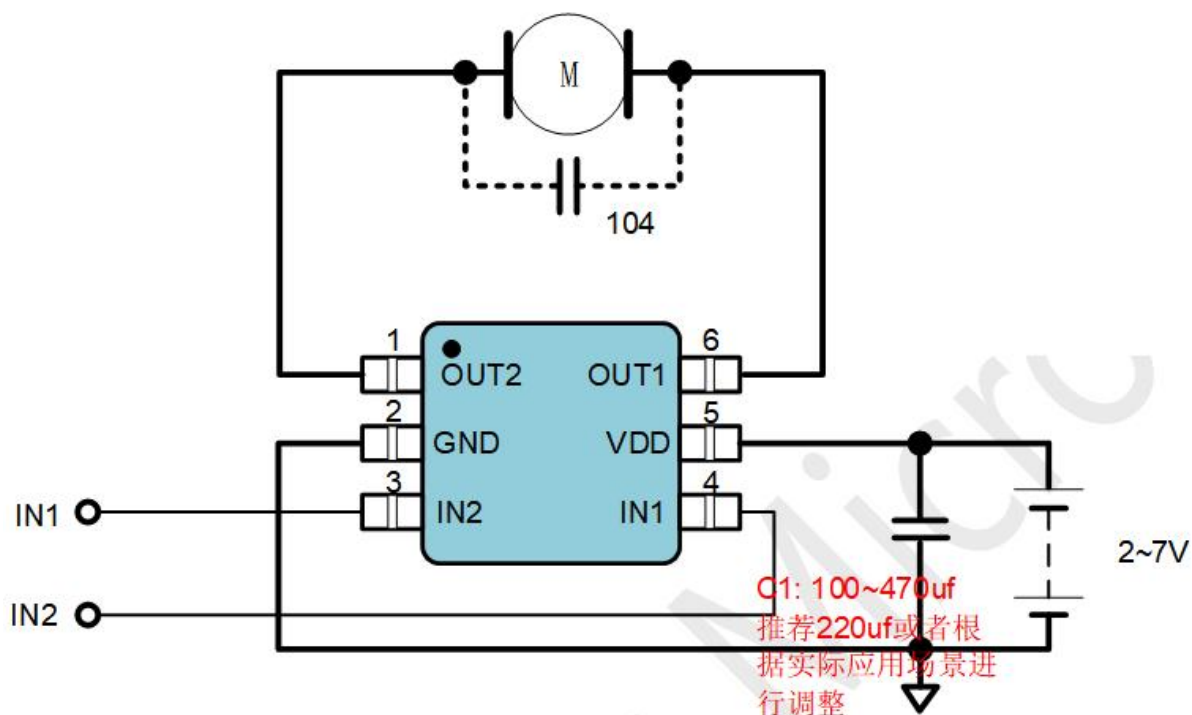
订购信息

产品型号	封装形式	印字	数量/盘	说明
LY1501T	SOT23_6L	LY1501T	3000	
LY1501S	SOP_8L	LY1501S	4000	

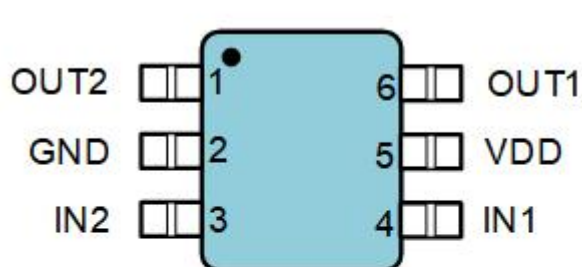
功能方框图



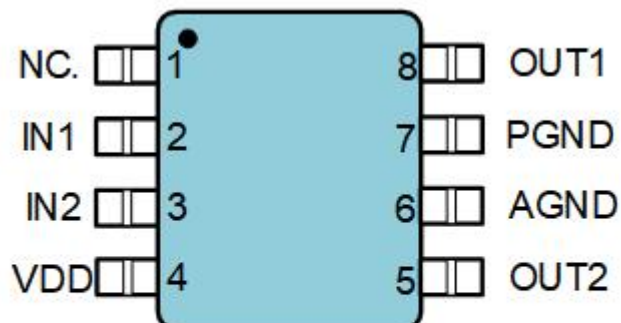
简单应用原理图



管脚信息



SOT23-6L



SOP-8L

LY1501T 管脚定义 (SOT23-6L)

管脚号	管脚名	描述
1	OUT2	反转驱动输出端。
2	GND	芯片地。
3	IN2	反转控制信号输入端。
4	IN1	正转控制信号输入端。
5	VDD	输入电源。
6	OUT1	正转驱动输出端。

LY1501S 管脚定义 (SOP-8L)

管脚号	管脚名	描述
1	NC.	未连接引脚。
2	IN1	正转控制信号输入端。
3	IN2	反转控制信号输入端。
4	VDD	输入电源。
5	OUT2	反转驱动输出端。
6	AGND	芯片信号地。
7	PGND	芯片功率地。
8	OUT1	正转驱动输出端。

极限参数

参数		最小值	最大值	单位
VDD		-0.3	7.5	V
OUT1、OUT2		-0.3	VDD+0.3	
IN1、IN2		-0.3	VDD+0.3	
最大持续输出电流	SOT23-6L	-	1.2	A
	SOP-8L	-	1.8	
输出峰值电流		-	2.5	
存储温度		-55	150	℃
最大功耗	SOT23-6L	-	0.6	W
	SOP-8L	-	1	W
封装热阻	SOT23-6L	Θ_{ja}	220	℃/W
	SOP-8L	Θ_{ja}	130	℃/W
引脚焊接温度（10S）		-	260	℃

注：任何超出极限参数范围的应力可能会造成芯片的损坏或者存在潜在的损坏。以上仅为芯片的极限参数，但并不表示芯片可以在超出**推荐工作条件**所示的应力下长期可靠地进行工作。

推荐工作条件

参数		最小值	最大值	单位
VDD		2	7	V
IN1、IN2		0	VDD	
OUT1 至 OUT2 持续输出电流①	SOT23-6L	0	±1.2	A
	SOP-8L	0	±1.8	
推荐工作环境温度		-25	85	℃

① 实际输出电流能力受实际功率耗散、封装热阻、PCB 布局以及内部过温保护影响。

电气特性

如无特殊说明, VDD=5V, Ta=25℃

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电源						
I _{DD_SDBY}	输入电源待机电流	IN1=IN2="L" 或悬空, 无负载	-	-	1	uA
I _{VDDQ}	输入电源电流	IN1="H"或 IN2="H", 无负载	-	130	300	
输入逻辑特性						
V _{IN+}	IN1,2 输入逻辑信号正向翻转阈值	IN1 或 IN2 上升	-	-	2.3	V
V _{IN-}	IN1,2 输入逻辑信号负向翻转阈值	IN1 或 IN2 下降	0.5	-	-	
R _{PDN}	逻辑输入端下拉电阻	-	-	150	-	KΩ
I _{IN+}	输入高电平时逻辑输入端电流	V _{IN1,2} =3V	-	20	-	uA
I _{IN-}	输入低电平时逻辑输入端电流	V _{IN1,2} =0V	-1	0	1	
驱动器特性						
R _{ON}	功率管导通电阻, PMOS+NMOS	对角输出电流 IO=±100mA	-	0.40	-	Ω
	功率管导通电阻, PMOS+NMOS	对角输出电流 IO=±800mA	-	0.50	-	
V _{F_P}	PMOS 体二极管正向电压	I _F =500mA		0.8	-	V
V _{F_N}	NMOS 体二极管正向电压	I _F =-500mA		0.75	-	
芯片过温度保护①						
T _{SD}	过温度保护点	温度上升	-	150	-	℃
T _{HYS.}	过温度保护迟滞温度	温度下降	-	30	-	
交流特性						
t _{d_on}	输入到同相输出开通延迟时间	OUT1 或 OUT2 到地接 10Ω负载, 50%*V _{IN1} 或 V _{IN2} 上升沿→10%*负载电流上升沿, 另一输入保持接地	-	90	-	ns
t _{d_off}	输入到同相输出关闭延迟时间	OUT1 或 OUT2 到地接 10Ω负载, 50%*V _{IN1} 或 V _{IN2} 下降沿→90%*负载电流下降沿, 另一输入保持接地	-	70	-	
t _{d_on_br}	输入到另一相输出开通延迟	OUT1 或 OUT2 到地接 10Ω负载, 50%*V _{IN1} 或 V _{IN2} 下降沿→10%*负载电流上升沿, 另一输入保持接 VDD	-	360	-	
t _{d_off_br}	输入到另一相输出关闭延迟	OUT1 或 OUT2 到地接 10Ω负载, 50%*V _{IN1} 或 V _{IN2} 上升沿→10%*负载电流下降沿, 另一输入保持接 VDD	-	70	-	

		一输入保持接 VDD			
t_r	输出电流上升时间	10 欧姆负载接地, 10%*负载电流 \rightarrow 90%*负载电流		170	-
t_f	输出电流下降时间	10 欧姆负载接地, 90%*负载电流 \rightarrow 10%*负载电流		40	-

① 仅由设计保证,非 100%产品量产测试。

测试电路

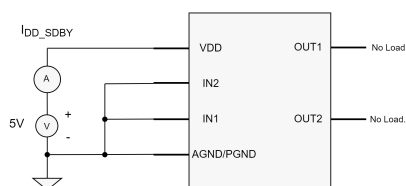


图1: 待机电流测试原理图

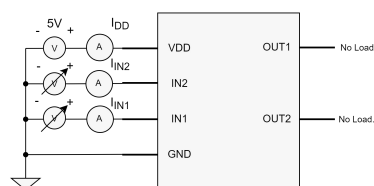


图2: 1) 输入电源静态电流测试、2) 输入翻转阈值、3) 输入引脚电流以及下拉电阻测试

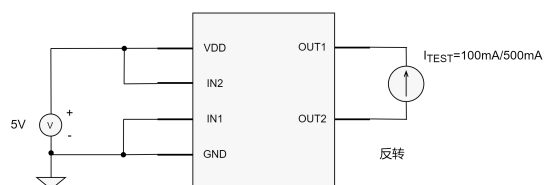
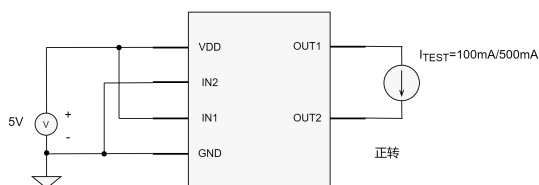


图3: 导通电阻测试

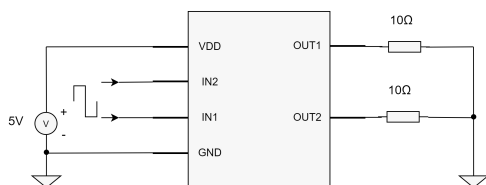


图4: 交流特性测试

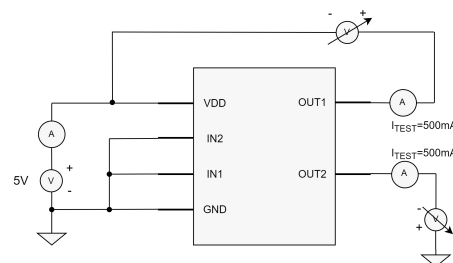
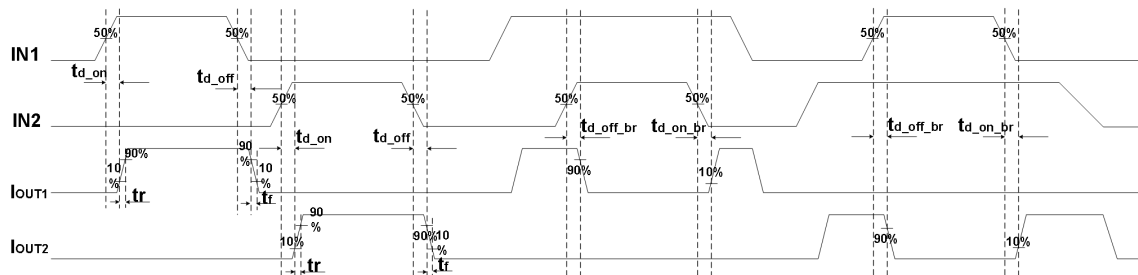


图5: 体二极管正向导通电压测试

注:

- 1) 导通电阻测试时需要将电压表靠近输出引脚和 VDD (GND) 引脚进行电压差测试(开尔文连接), 以减小 PCB 布线影响。
- 2) 交流参数定义



功能描述

LY1501 为一款专用于小型直流有刷电机控制的驱动芯片。该芯片采用 H 桥电路结构，内置 P/N MOSFET 功率开关，可为电机提供正转、反转、刹车以及待机四种控制模式。该芯片具有宽工作电压范围，2V~7V。在环境温度为 27℃，VDD=6.5V 的情况下，该芯片向电机负载提供持续电流高达 1.8A(SOP-8L)，最大峰值电流高达 2.5A。为了保证芯片安全工作，芯片内部集成了过温度保护。

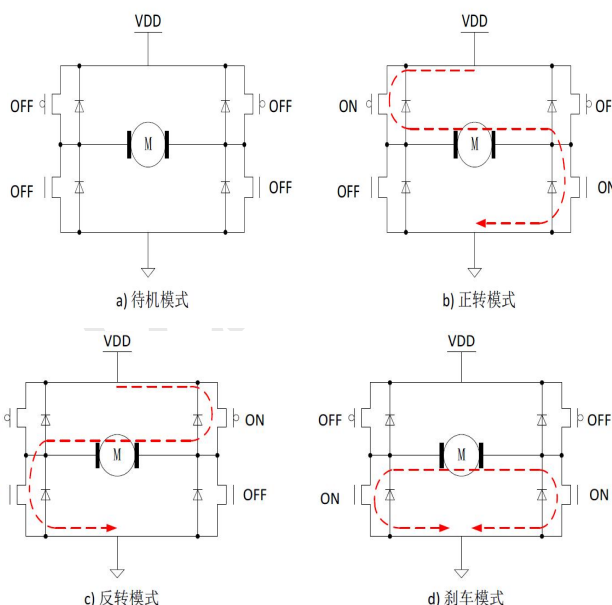
该芯片采用标准 SOP-8L/SOT23-6L 小型封装，为对空间尺寸有严格要求的系统设计提供理想的选择。

输入逻辑控制

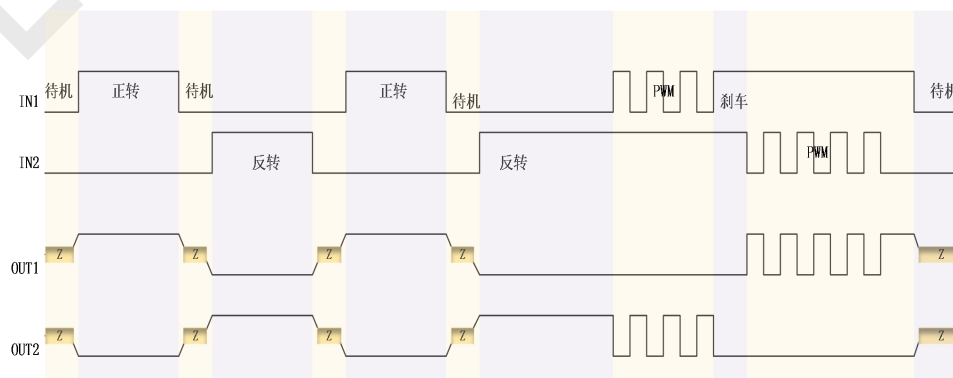
通过输入信号 IN1 和 IN2 可对电机进行如正转、反转、刹车以及待机四种模式控制。

控制真值表如下：

IN1	IN2		OUT1	OUT2	控制模式
0	0		Z	Z	待机(a)
1	0		1	0	正转(b)
0	1		0	1	反转(c)
1	1		0	0	刹车(d)



典型驱动波形：



防止功率管穿通电路

在全桥驱动电路中，同一半桥的高边PMOS 功率管和低边NMOS 功率管共同导通的状态称为功率管穿通状态。功率管穿通会导致电源至地的瞬态大电流，该电流会引起额外的功耗损失，极端情况下会烧毁芯片。通过内置死区时间，可避免功率管穿通。典型的死区时间为100ns。

过温度保护

由于内部 MOS 的有限导通电阻，当芯片向负载提供电流时，芯片就会发热，结温度升高。该温度上升与功率管导通电阻、输出电流大小、环境温度以及电路板的布局有密切关系。芯片内部集成了感知结温度异常的过温度保护电路，能实时监控芯片温度异常并提供保护。当结温度超过 150℃（典型值）时，芯片内部电路关闭功率管，停止输出电流，待结温度下降到 130℃的安全温度后，芯片再重新恢复工作并按照输入对功率管进行开关控制。该过温度保护可避免芯片因过温而烧毁，同时可以避免因温度上升导致的封装塑料冒烟、起火等严重安全事故。

驱动器功耗

芯片内部驱动器功率MOSFET的导通电阻是影响芯片功耗的主要因素，其他静态电流产生的静态功耗被忽略不计。驱动器功耗的计算公式为：

$$P_D = I_M^2 * R_{ON} \quad (1)$$

其中 I_M 表示流过电机负载电流， R_{ON} 表示H桥对角线功率MOSFET 的总导通电阻。

注意：功率MOSFET 的导通电阻随着温度的升高而升高，在计算驱动器的最大持续输出电流以及功耗时必须考虑导通电阻的温度特性。

驱动器最大持续功耗

该芯片内置过温保护电路，因此当驱动器耗散功率过大时，内部保护电路将进入热关断保护状态。在热关断保护状态下，马达将无法正常工作。驱动器最大持续功耗的计算公式为：

$$P_{D_MAX} = (150^\circ\text{C} - T_A) / \theta_{JA} \quad (2)$$

其中150℃为芯片内部设定热关断保护温度点， T_A 为芯片工作的环境温度(℃)， θ_{JA} 为芯片的结到环境的热阻(单位℃/W)。

注意：驱动器的最大持续功耗与环境温度、封装形式以及散热设计等因素有关。

驱动器最大持续输出电流

根据驱动器功耗以及驱动器最大持续功耗可计算出驱动器的最大持续输出电流。根据①和②式，最大可持续电流计算公式为：

$$I_{M_MAX} = \sqrt{(150 - T_A) / (\theta_{JA} * R_{ON_T})} \quad (3)$$

其中的 R_{ON_T} 为考虑温度特性后的功率MOSFET 导通内阻。

注意：驱动器的最大持续输出电流与环境温度、封装形式、散热设计以及功率MOSFET 的导通电阻等因素有关。

马达内阻选择

由于驱动器内部功率MOSFET有限的导通电阻，驱动器的最大持续输出电流有限。如果驱动器所驱动马达内阻极小，其堵转电流超过驱动器所能承受的最大持续输出电流太多，则很容易导致马达驱动电路进入过热保护状态，玩具车在跑动或者反复前进、后退时将出现抖动现象。在进行马达驱动芯片选型时，必须考虑马达的内阻。

应用指南

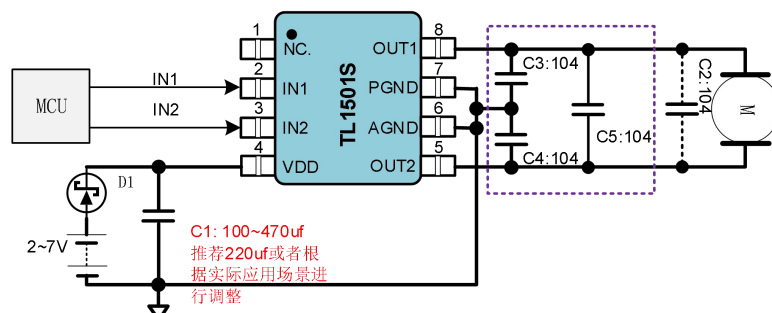


图1：典型遥控车玩具马达驱动电路

1、防止电池反接

将芯片的电源VDD与地线GND反接到电池的负极和正极，由于GND到VDD的二极管导通，将会有非常大的电流流过该两个引脚。很有可能会将导致芯片损坏，甚至导致封装塑料冒烟。为了防止电池反接的可能性，可在芯片的VDD和电池正极串联一个功率肖特基二极管。功率肖特基二极管的最大持续电流能力必须大于马达堵转的持续电流，否则肖特基二极管会因为过热而损坏。并且功率肖特基二极管的正向压降尽可能低，降低正向压降对可用电源电压的影响。另外，功率肖特基二极管的反向击穿电压必须大于最高电源电压，如果反向击穿电压过小，当电池反接时，会击穿肖特基二极管造成损坏。

2、芯片电源VDD对地去耦电容(C1)以及输出端电压尖峰处理

芯片电源VDD对地去耦电容C1(参考图1)主要有两个作用：1)、吸收马达线圈向电源释放的能量，稳定电源电压，避免电路因为过压而击穿；2)、在马达起动或者快速正转、反转切换的瞬间，马达需要瞬间大电流才能迅速启动。由于电池的响应速度以及连接引线较长，往往不能立即输出瞬态大电流，此时需要依靠靠近马达驱动电路附近的储能电容释放出瞬态大电流。根据电容的储能特性，电容容值越大，相同时间内的电压波动越小，因此在高压、大电流的应用条件下建议电容C1 取值大于100uF，建议根据具体的应用选择电容值，但是该电容C1 取值至少需要47uF。具体根据实际应用选择，电容的类型不限制，可以是瓷片电容也可以是电解电容。

特别注意事项：

1) 对于普通遥控车玩具，推荐C1为 $\geq 220\mu\text{F}$ 容值。当电源电压大于6.5V时，建议C1为 $\geq 470\mu\text{F}$ 。C1电容必须尽可能靠近芯片引脚。

2) 芯片输出端OUT1和OUT2分别到地的电容C3和C4、OUT1和OUT2之间的电容C5，为输出电压尖峰抑制电容，推荐值为100nf。这些电容可有效防止因电机堵转后过热保护或者快速正反切换导致的电压尖峰损坏输出端现象。以上C3~C5电容可做如下方案选择：一种方案为仅保留C3和C4，不使用C5；另一种方案为仅保留C5。以上电容尽可能靠近芯片引脚。

3) 并联于OUT1和OUT2之间虚线连接的电容C2表示为电机两端并联电容,不需要独立在PCB电路板上添加。

3、驱动器输出对地短路、输出端短（对角线短路）、电源短路

在正常工作时，驱动器H桥输出端与地线发生短路或者两个输出端相互短路或者对电源发生短路时，驱动器输出端会流过非常大的电流，产生极大的功耗，会触发芯片内部的过热保护电路并关闭驱动输出以保护芯片不烧毁。在电池电压比较高时，驱动器输出对地短路或者对电源短路时导致驱动器功率管处于高电压、大电流状态，此时驱动器消耗非常大的瞬态功耗。尽管驱动器功率管由于高功耗已产生危险

的高温，但由于器件的安全工作区限制以及硅材料具有的热阻特性限制，导致该高温无法快速扩散到过热保护电路的温度检测元件。因此过热保护电路无法及时关断驱动器输出而造成芯片烧毁。使用时应避免发生输出对地或者对电源短路的情况。测试时加入限流措施可避免发生此类损坏事件。

4、马达堵转

在正常工作模式情况下，如负载马达出现堵转并且堵转电流超过电路的最大持续电流，电路将进入过温保护模式以防止芯片损坏。但如果堵转电流远大于电路允许的最大峰值电流($>2.5A@VDD=6.5V$)，电路较容易损坏。LY1501 应用于遥控玩具车前轮转向驱动时，只能应用在堵转电流小于 $1.8A(SOP-8L)$ 的应用场合，如果超过 $1.8A$ ，LY1501 容易进入过热保护状态，影响正常玩具操控。

5、峰值电流大大超过额定值

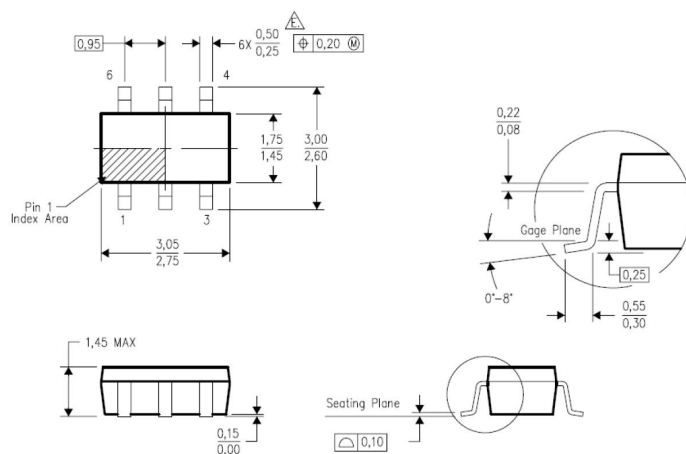
实际应用中如果马达的峰值电流大大超过芯片允许的最大峰值电流时($>2.5A@VDD=6.5V$)，也会造成电路烧毁。

6、静电防护

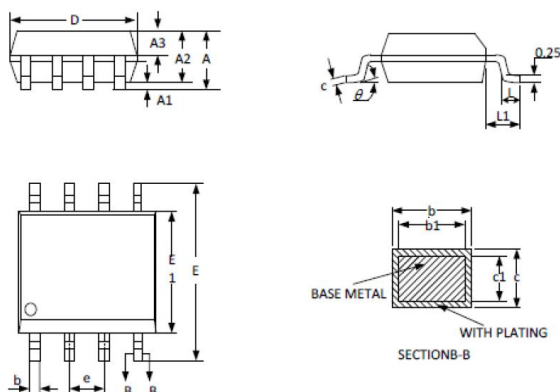
电路的输入/输出端口采用了CMOS 器件设计，对静电放电敏感。虽然设计有静电防护电路，但在运输、包装、加工、储存过程中应该采取防静电措施，尤其是在生产过程中应重点考虑防静电。

封装信息

SOT23_6L



SOP8_8L



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.77
A1	0.08	0.18	0.28
A2	1.20	1.40	1.60
A3	0.55	0.65	0.75
b	0.39	—	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.21	—	0.26
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.70	4.90	5.10
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	1.27BSC		
L	0.50	0.65	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	—	8°

注：本公司有权对该产品提供的规格进行更新、升级和优化，客户在试产或下订单之前请与本公司销售人员获取最新的产品规格书。