

## TMI85303 风机类三相无感 BLDC 驱动器

## 产品特征

- VBB 电源电压范围：4V~40V
- 超低功耗睡眠模式：15 $\mu$ A
- 最大输出电流：3A(峰值)
- 低  $R_{DS(ON)}$ :
  - 460m $\Omega$  HS + LS (12V 和 25 $^{\circ}$ C条件下)
- 基于 BEMF 检测的无感弦波/方波控制算法
- 输出 PWM 频率可调：24.5kHz/49kHz，支持抖频功能优化 EMI
- 支持 I<sup>2</sup>C 串口通信
- 支持两种启动方式：Align/OneCycle
- 支持顺逆风启动和正反转运行
- 内置 3.3V/20mA 线性稳压器
- 栅极驱动压摆率可调：100ns/150ns
- 集成完备的保护功能
  - VBB 欠/过压保护
  - 电荷泵欠压保护
  - OCP 过流保护
  - 锁定保护
  - 热关断(TSD)
- 电机状态反馈
  - 故障指示引脚(nFAULT)
  - 电机运行状态指示引脚(TEST)
  - 电机速度反馈输出引脚(FG)
- 封装尺寸
  - QFN5 $\times$ 5-28

## 应用

- 电信服务器及数据中心散热风扇
- 变频器散热风扇
- GPU/CPU 散热风扇
- 工业电机控制
- 汽车座椅通风风扇

## 产品概述

TMI85303 是 4V~40V，适用于 30W 以内的高集成度三相无感 BLDC 电机驱动器。在单硅片上集成无感弦波/方波控制算法、6 路 NMOS 三相桥式逆变电路及其门极驱动电路、辅助电源等无感速度闭环控制的功能模块。支持自动效率优化，无需电机参数即可实现电机效率的最优化。

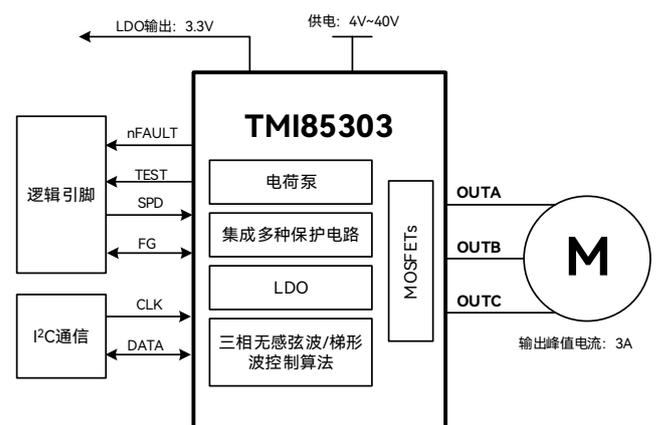
TMI85303 硬件化的控制算法整合了散热风机类应用的全部需求，通过少量参数配置满足多种应用场景的需求，极大的简化风机类控制方案的编程复杂度，并降低 PCB 面积和整体系统成本。

TMI85303 提供低功耗睡眠模式，以通过关断大量内部电路实现较低的静态电流消耗。提供多种内部保护功能，如 VBB 欠压锁定、VBB 过压保护、电荷泵欠压保护、OCL 限流保护、OCP 过流保护、热关断等硬件保护功能以及速度/超前角异常、锁定保护、重启选项等多种算法保护功能。

封装形式是 QFN5 $\times$ 5-28，外露焊盘可增强散热。

符合 RoHS 规范，引脚框架 100%无铅。

## 典型应用图



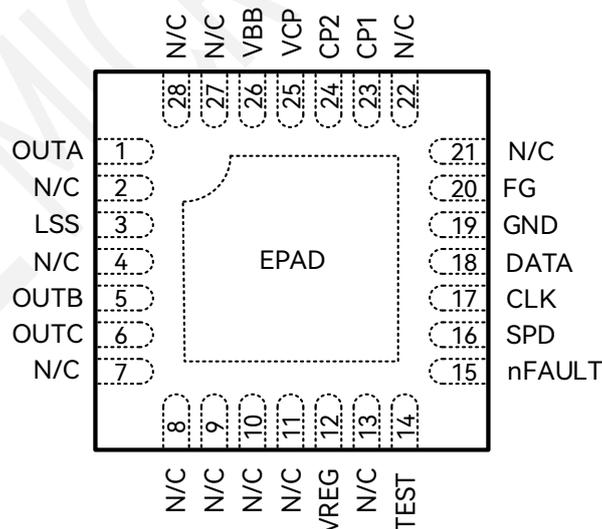
绝对最大额定值<sup>(1)</sup>

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	$V_{BB}$	-0.7	40	V
逻辑引脚输入电压(SPD、CLK)	$V_{IN}$	-0.3	6	V
逻辑引脚输出电压 (nFAULT、TEST、FG、DATA)	$V_O$	-0.3	6	V
输出电流(峰值)	$I_{OUT}$	-	3.6	A
输出电压(OUTx)	$V_{OUT}$	-	$V_{BB}+1$	V
VCP 引脚电压	$V_{VCP}$	$V_{BB}-0.3$	$V_{BB}+5.5$	V
CP1 引脚电压	$V_{CP1}$	-0.3	$V_{BB}+0.3$	V
CP2 引脚电压	$V_{CP2}$	$V_{BB}-0.3$	$V_{CP}+0.3$	V
最大 MTP 写入周期	$MTPV_{W(MAX)}$	-	1000	cycles
工作环境温度	$T_A$	-40	105	°C
结温温度 <sup>(2)</sup>	$T_J$	-40	150	°C
贮存温度	$T_{stg}$	-55	150	°C

(1) 绝对最大额定值是设备寿命可能受损的那些值。超过绝对最大额定值可能会造成永久性损坏。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备可靠性。

(2)  $T_J$ 由环境温度 $T_A$ 和功耗 $P_D$ 根据以下公式计算得出： $T_J = T_A + P_D \times \theta_{JA}$ 。任何环境温度下的最大允许连续功耗由 $P_{D(MAX)} = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$ 计算得出。

## 封装引脚



**QFN5×5-28**

**顶层丝印: T85303/XXXXX**

**T85303: 产品代码**

**XXXXX: 内部代码**

## 订单信息

产品型号	封装形式	丝印	数量/盘
TMI85303	QFN5×5-28	T85303 XXXXX	5000

TMI85303 产品满足无铅要求和 RoHS 标准。

## 引脚功能

引脚序号	引脚名称	描述
1	OUTA	A 相输出端。与电机直接连接。
3	LSS	三相逆变器桥低侧源极公共端。
5	OUTB	B 相输出端。与电机直接连接。
6	OUTC	C 相输出端。与电机直接连接。
12	VREG	参考电压输出。该引脚到 GND 连接 220nF/50V 陶瓷电容。
14	TEST	开环启动序列状态指示引脚。启动序列结束时引脚输出低电平。需外部上拉电阻。
15	nFAULT	故障指示引脚。检测到故障时引脚输出低电平。需外部上拉电阻。
16	SPD	速度指令输入端。
17	CLK	I <sup>2</sup> C 通信 clock 时钟引脚。
18	DATA	I <sup>2</sup> C 通信 data 数据引脚。
19	GND	地。
20	FG	速度反馈信号输出
23	CP1	电荷泵开关节点。在 CP1 和 CP2 之间连接 0.1μF 陶瓷电容。
24	CP2	
25	VCP	电荷泵输出。在 VCP 和 VBB 之间连接 0.1μF 陶瓷电容。
26	VBB	电源电压输入。该引脚到 GND 连接至少一个 22μF/50V 及以上电容和 0.1uF/50V 旁路电容。
/	PAD	地。将其与 PCB 系统地连接以保证散热。
2,4,7,8,9, 10,11,13,21, 22,27,28	N/C	没有连接。

## ESD 等级

参数	描述	值		单位
		OUTx		
V <sub>ESD_HBM</sub>	人体放电模型 (HBM)	OUTx	±8000	V
		Other Pins	±2000	
V <sub>ESD_CMD</sub>	充电器件模型 (CDM)	±750		V

JEDEC specification JS-001

## 推荐工作条件

参数	符号	最小	最大	单位
电源电压范围	$V_{BB}$	4	40	V
速度指令输入范围(VSP)	$V_{SP}$	0	2.5	V
工作结温	$T_J$	-40	125	°C

## 热阻信息

参数	符号	最小	最大	单位
封装热阻(QFN)	$R_{\theta JA}$	-	40	°C/W

## 电特性参数

(如无特殊规定,  $V_{BB}=12V$ ,  $T_A=25^\circ C$ )

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
<b>电源参数</b>						
电源电压	$V_{BB}$		4	-	40	V
电源电流	$I_{BB}$	$V_{BB}=12V$ , 待机模式	-	10	15	mA
	$I_{BBS}$	$V_{BB}=34V$ , 低功耗模式	-	15	40	$\mu A$
参考电压	$V_{REG}$	$I=0mA\sim 20mA$ , $V_{BB}=6V\sim 40V$	3.15	3.3	3.45	V
电荷泵	$V_{CP}$	相对于 $V_{BB}$ , $V_{BB}=8V$	4.8	5.3	5.5	V
		相对于 $V_{BB}$ , $V_{BB}=4V$	3.7	3.9	-	V
<b>功率驱动参数</b>						
全桥驱动导通电阻 (HS+LS)	$R_{DSON}$	$I=1.5A$ , $T_J=25^\circ C$ , $V_{BB}=12V$	-	460	-	m $\Omega$
		$I=1.5A$ , $T_J=125^\circ C$ , $V_{BB}=12V$	-	690	790	m $\Omega$
		$I=1.5A$ , $T_J=25^\circ C$ , $V_{BB}=4V$	-	490	-	m $\Omega$
		$I=1.5A$ , $T_J=125^\circ C$ , $V_{BB}=4V$	-	710	900	m $\Omega$
导通内阻(HS)	$R_{DSON\_HS}$	$T_J=125^\circ C$ , $V_{BB}=12V$	-	360	-	m $\Omega$
导通内阻(LS)	$R_{DSON\_LS}$	$T_J=125^\circ C$ , $V_{BB}=12V$	-	330	-	m $\Omega$
电机 PWM 频率	$f_{PWM}$	$T_J=25^\circ C$	23.52	24.5	25.48	kHz
<b>速度控制参数</b>						
PWM 输入频率范围	$f_{P\_MIN}$		34	-	65000	Hz
输入占空比阈值	$CMD_{ON}$	相对于设定值	-0.5	-	0.5	%
	$CMD_{OFF}$	相对于设定值	-0.5	-	0.5	%
低功耗阈值	$V_{STBYTH}$		0.48	0.7	1.0	V
SPD 门限电压 (模拟输入)	$V_{SPDON}$	$CMD_{ON}=10\%$	200	220	240	mV
	$V_{SPDOFF}$	$CMD_{OFF}=8\%$	150	170	190	mV
SPD 最大钳位阈值	$V_{SPDMAX}$	模拟电压输入	-	2.50	-	V

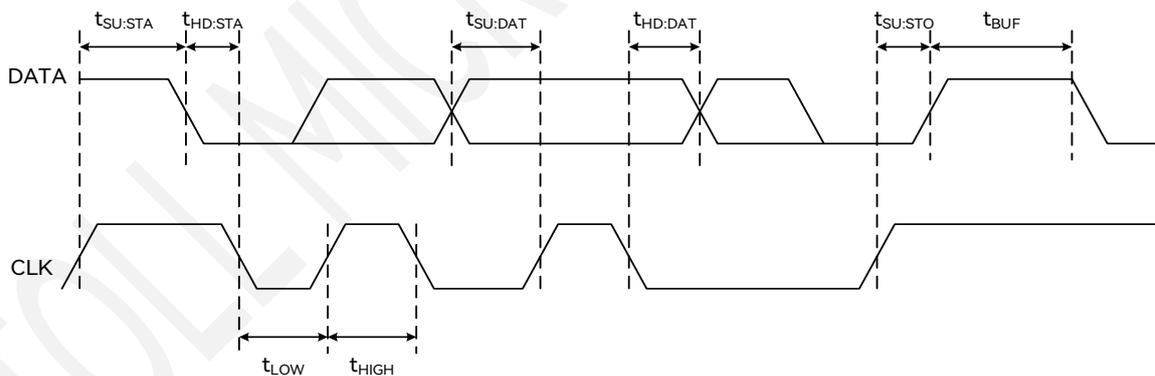
## 电特性参数(续)

(如无特殊规定,  $V_{BB}=12V$ ,  $T_a=25^{\circ}C$ )

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
SPD ADC 分辨率	$V_{SPDLSB}$	模拟电压输入	-	4.892	-	mV
ADC 采样率	$ADC_{ACC}$	$V_{BB}=12V$ , $V_{SPD}=0.2V\sim V_{SPDMAX}$	-10	-	10	LSB
转速调定点	$f_{SPD}$	占空比输入, $T_J=25^{\circ}C$	-5	-	5	%
<b>逻辑输入/输出参数</b>						
逻辑输入低电平	$V_{IL}$	PWM duty 输入	0	-	0.8	V
逻辑输入高电平	$V_{IH}$	PWM duty 输入	2	-	5.5	V
逻辑输入迟滞	$V_{HYS}$	PWM duty 输入	200	300	600	mV
逻辑输入电流 (SPD,FG)	$I_{IN}$	$V_{IN}=0V\sim 5.5V$	-5	<1	5	$\mu A$
输出饱和压降 (TEST,FG,nFAULT)	$V_{SAT}$	$I=5mA$	-	-	0.3	V
输出漏电流	$I_{OUT}$	$V=5.5V$	-	-	5	$\mu A$
<b>保护功能参数</b>						
锁定时间误差	$T_{err}$	相对于设定值	-5	-	5	%
限流保护点	$I_{OCL}$	$V_{BB}=8V$	2.5	3	3.5	A
过流保护点	$I_{OCP}$		3.94	7	-	A
VBB 欠压阈值	$V_{BBUVLO}$	UVLO=0, $V_{BB}$ 上行值	3.7	3.85	4	V
		UVLO=1, $V_{BB}$ 上行值	8.4	8.65	9.02	V
VBB 欠压迟滞	$V_{BBHYS}$	UVLO=0	160	300	480	mV
		UVLO=1	1.8	2	2.2	V
VBB 过压阈值	$V_{BBOV}$	VBBOV=0, $V_{BB}$ 上行值	18.2	19	19.8	V
		VBBOV=1, $V_{BB}$ 上行值	36.8	37.5	39.3	V
VBB 过压迟滞	$V_{BBOVHYS}$		1.5	2	2.5	V
VREG 欠压阈值	$V_{REGUVLO}$	$V_{REG}$ 上行值	2.9	3	3.15	V
VREG 欠压迟滞	$V_{REGHYS}$		150	250	350	mV
VREG 限流值	$I_{VREGOCL}$	$V_{BB}=12V$	30	65	120	mA
VCP 欠压阈值	$V_{CPUVLO}$	$V_{CP}$ 上行值	2.7	2.75	2.8	V
VCP 欠压迟滞	$V_{CPUVLOHYS}$		-	100	-	mV
热关断阈值 <sup>(1)</sup>	$T_{JTSD}$		150	165	180	$^{\circ}C$
热关断迟滞	$\Delta T_J$	过温恢复= $T_{JTSD}-\Delta T_J$	-	25	-	$^{\circ}C$

I<sup>2</sup>C 相关参数(如无特殊规定, V<sub>BB</sub>=12V, T<sub>a</sub>=25°C)

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
逻辑输入低电平	V <sub>I2C_L</sub>		0	-	0.8	V
逻辑输出高电平	V <sub>I2C_H</sub>		2	-	5.5	V
逻辑电平迟滞	V <sub>I2C_HYS</sub>		200	300	600	mV
逻辑输入电流	I <sub>IN</sub>	V <sub>IN</sub> =0V~5.5V	-5	<1	5	μA
输出饱和压降	V <sub>I2C_OL</sub>	I=5mA	-	-	0.3	V
输出漏电流	I <sub>I2C_OL</sub>	V=5.5V	-	-	5	μA
时钟频率	f <sub>CLK</sub>		3	-	400	kHz
总线空闲时间	t <sub>BUF</sub>	开始和停止之间	1.3	-	-	μs
启动条件的保持时间	t <sub>HD:STA</sub>		0.6	-	-	μs
启动条件的设定时间	t <sub>SU:STA</sub>		0.6	-	-	μs
时钟低电平时间	t <sub>LOW</sub>		1.3	-	-	μs
时钟高电平时间	t <sub>HIGH</sub>		0.6	-	-	μs
数据设定时间	t <sub>SU:DAT</sub>		100	-	-	ns
数据保持时间	t <sub>HD:DAT</sub>		0	-	900	ns
停止条件的设定时间	t <sub>SU:STO</sub>		0.6	-	-	μs

I<sup>2</sup>C时序图图 1. I<sup>2</sup>C 时序要求

框图

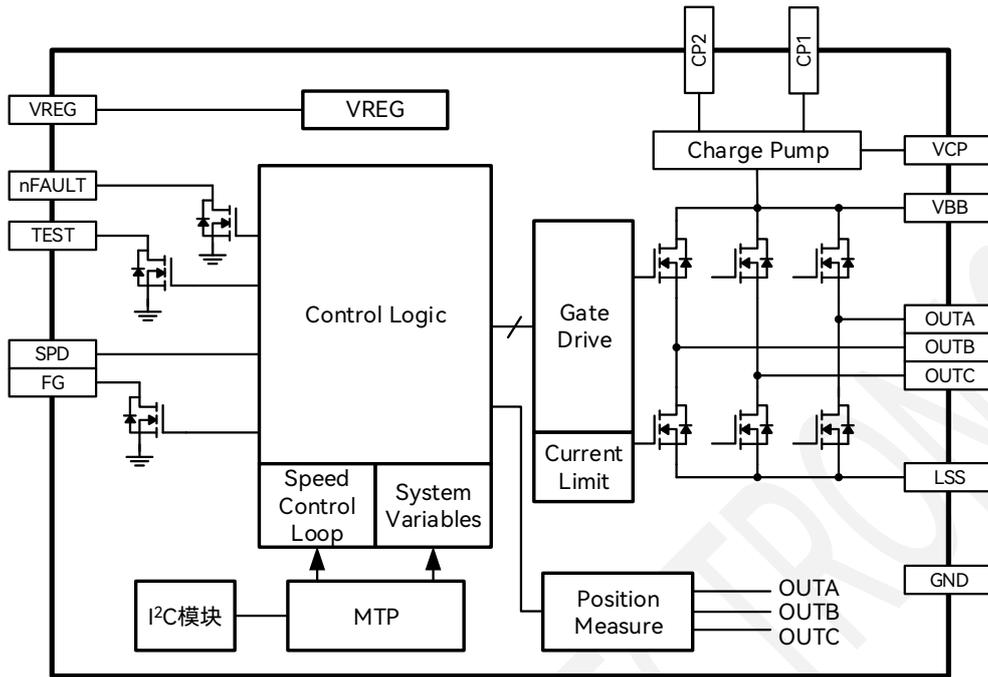


图 2. TMI85303 框图

## 功能说明

### 概述

TMI85303 最大工作电压范围 4V~40V，最大输出电流能力峰值为 3.0A，适用于 30W 以内的三相无感 BLDC 风机应用。高集成化速度闭环控制功能，具有静音、平稳、高效及可灵活配置速度曲线等优点。

TMI85303 提供低功耗睡眠模式，以通过关断大量内部电路实现较低的静态电流消耗。提供多种内部保护功能，如 VBB 欠压锁定、VBB 过压保护、电荷泵欠压保护、OCL 限流保护、OCP 过流保护、热关断等硬件保护功能以及速度/超前角异常、锁定保护、重启选项等多种算法保护功能。

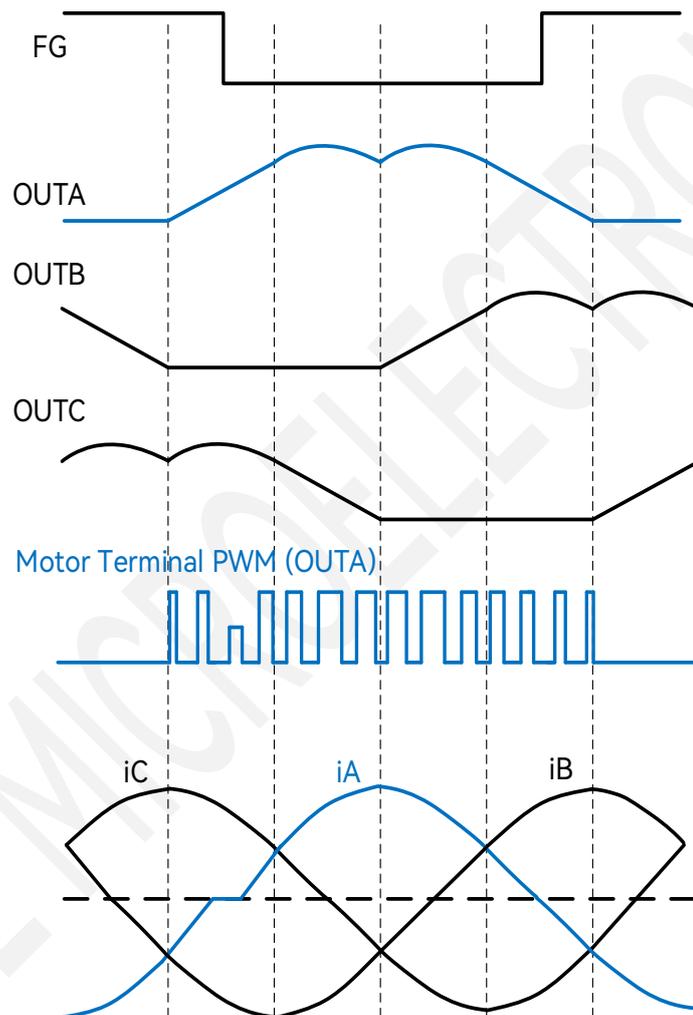


图 3. 正弦驱动序列

### 输入电压(VBB)

TMI85303 支持 VBB 引脚输入电压范围为 4V~40V，按照 12V 及以下和 24V 及以上的应用分为两个档位，可通过配置寄存器选择合适的工作电压范围，选择 22 $\mu$ F 或更高容值的去耦电容时应尽可能靠近 VBB 和 GND 引脚，以增加稳定性并防止外部噪声和功率浪涌电流。

在任何时候，如果 VBB 引脚上的电压低于欠压锁定阈值电压，系统都将自动停止芯片工作，H 桥中的所有 MOSFET 都将被禁用，直到 VBB 电压恢复到正常工作电压范围内。

## SPD引脚功能

SPD 是速度指令输入引脚。外部输入调速指令类型包括：PWM 输入、模拟电压输入，调速指令类型可通过 MTP 进行参数配置。SPD 引脚不允许短接到 GND。

选择模拟电压输入时，施加到 SPD 引脚上的电压信号，通过内部 9bit 的 A/D 转换器将该电压信号转为相应的速度指令。

$$\begin{aligned} \text{AppliedDuty}(\%) &= \text{Code} / 511 \\ \text{Code} &= V_{\text{IN}(\text{SPD})} / 4.892\text{mV} + 2 \times \text{code} \\ \text{code} &= [0 \dots 511] \end{aligned}$$

此外，TMI85303 也支持直接串口控制方式进行调速和速度曲线配置。

## FG引脚功能

FG 输出可反映电机正常运行时的转速。该引脚为开漏结构，需提供上拉电压。电机的电频率与 FG 输出频率不同。

$$\begin{aligned} f_{\text{ELEC}} &= f_{\text{FG}} \times \text{polepairs} / 2 \\ \text{rpm} &= f_{\text{ELEC}} \times 60 / \text{polepairs} \\ \text{rpm} &= 30 \times f_{\text{FG}} \end{aligned}$$

## TEST引脚功能

TEST 引脚为低电平时表示电机当前处于停止状态，TEST 引脚为高电平时表示内部控制模式处于开环启动阶段结束。该引脚为开漏结构，需提供上拉电压。

## nFAULT引脚功能

nFAULT 为故障指示引脚。当系统出现以下故障时该引脚被下拉为低电平：VBB 欠压、VBB 过压、VCP 欠压、转子锁定、OCP 和热关断(TSD)。该引脚为开漏结构，需提供上拉电压。

## 限流保护(OCL)

逐周期电流限制功能，当输出电流达到 OCL 限流值时，系统将关闭驱动电路脉冲信号，以防止电流进一步增加。保护机制与 OCP 一致。

## 过流保护(OCP)

基于 VDS 电压检测的过流保护，用于防止因电机线路短路、负载对电源短路或负载对 GND 短路等电流过应力因素导致的芯片失效。当流过任一 MOSFET 的电流超过  $I_{\text{OCP}}$  阈值时间大于  $t_{\text{OCP}}$  时，系统将关闭驱动电路脉冲信号以关闭电机输出，防止电流进一步增加。

TMI85303 可通过 MTP 配置寄存器 OCP\_OPT 位选择过流保护方式为 Latch 或 Retry。

## 压摆率

TMI85303 允许通过 MTP 配置寄存器 SLEW 位以调节电机输出摆率(dv/dt)。

SLEW		Nominal (ns)
MSB	LSB	
0	0	100
0	1	150

## 过压保护(OVP)

当电源电压超过设定的 OVP 阈值，系统将关闭所有电路输出。当寄存器 OVP\_OPT=1 时，系统将保持过压锁定时间为  $t_{LOCK}$ ，以允许电机各项参数下降到正常水平，在  $t_{LOCK}$  之后，若 VBB 电压已降到 VBB 过压保护迟滞水平以下，系统将自动重启已恢复正常操作。

VBBOV	VBBOV_DIS	OVP_OPT	OVPTH	OVP 行为	过压解除
x	1	1	输出正常。 $V_{BB} > V_{BBOV}$	无保护行为	/
0	x	0	19V	关闭输出， $V_{BB} > V_{BBOV}$	$V_{BB} < V_{BBOV} - V_{BBOVHYS}$
0	0	1	19V	锁定。锁定时长： $t_{LOCK}$ (Latch off)	
1	x	0	38V	关闭输出 $V_{BB} > V_{BBOV}$	
1	0	1	38V	锁定。锁定时长： $t_{LOCK}$ (Latch off)	

## 低功耗模式

超低功耗休眠模式和快速唤醒能力。当 SPD 引脚保持低电平时间在  $t_{LOCK}$  及以上，系统将进入低功耗模式。低功耗模式下将关闭所有电路，包括电荷泵、VREG，一旦 SPD 有高电平信号，TMI85303 立即退出低功耗模式被重新唤醒。

TMI85303 可通过 MTP 配置寄存器选择低功耗模式开启与否

## 转子锁定保护

当转子处于锁定状态时，TMI85303 将进入锁定保护状态，维持时间由寄存器 T\_LOCK 决定。锁定超时后重新正常启动。寄存器 NUM\_RETRY 限制锁定时间的数量，当超过该数量后将阻止系统重新尝试启动。如果需要在超过设定数量后恢复系统工作，必须关闭调速指令后再重新启动。锁定事件还包括热关断、OVP 或 OCP 事件。

## 热关断

TMI85303 可通过内部热监测电路保护自身免于过热受损。如果芯片内采样温度超过安全限制( $T_{JTS}$ )，H 桥中的所有 MOSFET 将被禁用，并触发锁定保护，当芯片温度下降到安全水平时后，允许正常重启顺序。

## MTP密码保护

TMI85303 具有 MTP 密码保护功能，防止回读寄存器参数信息。IC 产品将在无密码保护的状态下发货，密码保护顺序如下：

1. 设备供电；
2. 按正常 I<sup>2</sup>C 编程逻辑向 MTP 的寄存器 7 写入 16 位数字；
3. 16 位数字自定义，并记住这组数据；
4. 设备断电。

## 速度曲线配置

## 基于MAX\_SPEED和MIN\_SPEED的速度曲线设置

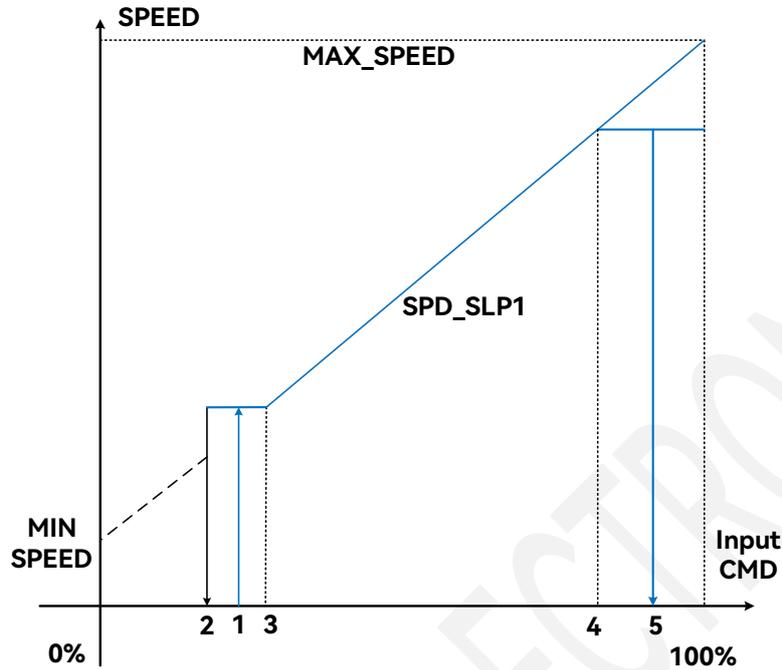


图 4. 基于 MAX\_SPEED 和 MIN\_SPEED 的速度曲线设置

1. 启动指令占空比门限(CMD\_ON)
2. 启动指令占空比滞环(CDM\_ONHYS)
3. 最小速度指令占空比限制(MIN\_DTYCLP)
4. 最大速度指令占空比限制(MAX\_DTYCLP)
5. 最大允许输入占空比(CMD\_DISTH)

## 阶梯曲线设置

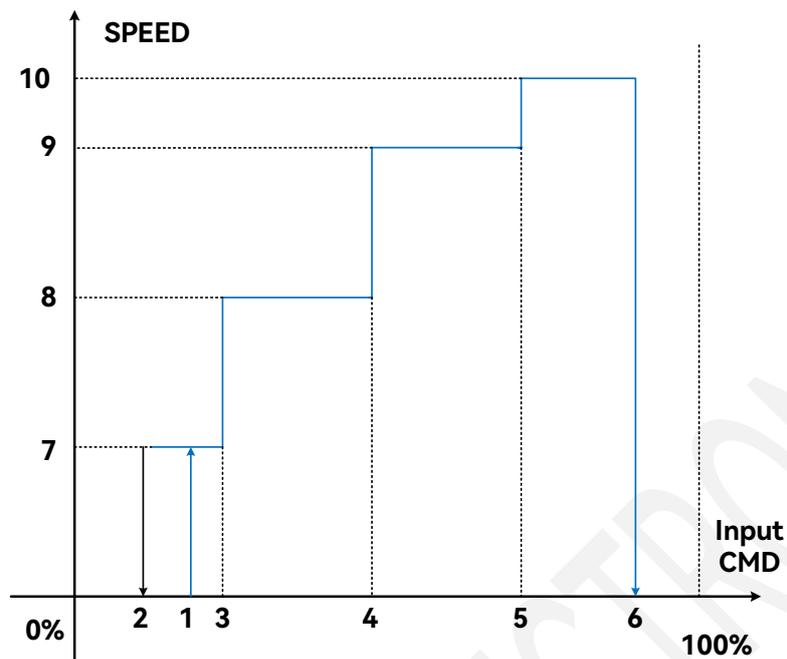


图 5. 阶梯曲线设置

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. 启动指令占空比门限(CMD_ON)    | 6. 最大允许输入占空比(CMD_DISTH) |
| 2. 启动指令占空比滞环(CDM_ONHYS) | 7. 第一级转速(SPEED1)        |
| 3. 第一级速度指令(DUTY1)       | 8. 第二级转速(SPEED2)        |
| 4. 第二级速度指令(DUTY2)       | 9. 第三级转速(SPEED3)        |
| 5. 第三级速度指令(DUTY3)       | 10. 第四级转速(SPEED4)       |

## 基于50%占空比的双向速度曲线设置

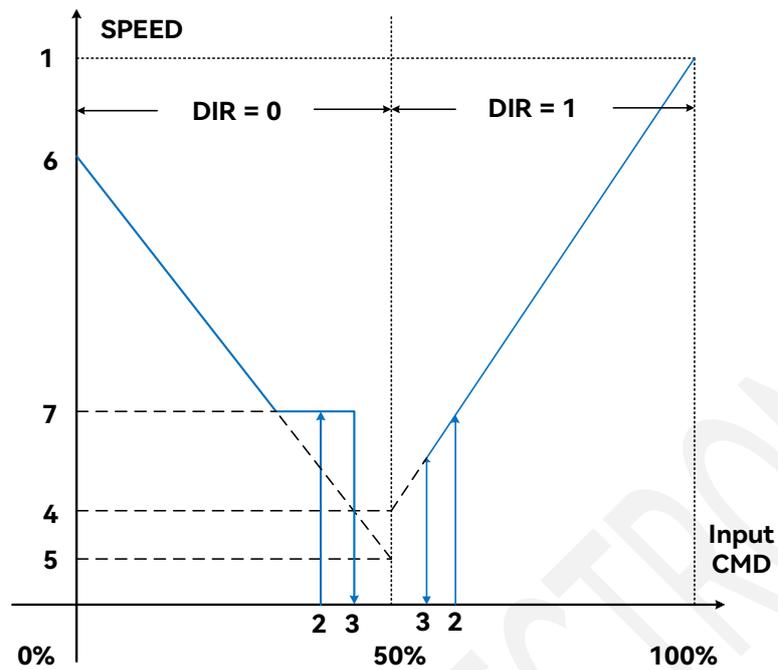


图 6. 基于 50%占空比的双向速度曲线设置

1. 最高转速 1(由曲线斜率和偏移量决定)
2. 启动指令占空比门限(CMD\_ON)
3. 启动指令占空比滞环(CDM\_ONHYS)
4. 最低转速设定(MIN\_SPEED)
5. 最低转速设定(MIN\_SPD2)
6. 最高转速 2(由曲线斜率和偏移量决定)
7. 占空比最小限制控制(MIN\_DTYCLP2)

## 直接串口控制<sup>(1)</sup>

TMI85303 支持直接串口控制，通过对寄存器数据编程实现速度曲线配置，此外，TMI85303 也将寄存器数据存储在 MTP 中，防止系统掉电后或电源电压波动导致数据丢失。

当使用直接串口控制时，调速指令由写入 165 寄存器的 9bit 数据所代替，9bit 数据将被转换为应用与电机绕组的 PWM 调制比，即占电源电压的有效百分比。

例如：

REG 地址[数据]：(十进制)

165[511]：占空比=100%

165[153]：占空比=153/511=30%

系统上电后，芯片默认以 100%调速指令运行。要使用串口控制模式，需在启动系统功能模块之前建立对内部寄存器的编程。直接串口控制实现顺序如下：

1. 设置 CLK 和 DATA 引脚电平为低；
2. 设备供电；
3. 用于参数设置的程序寄存器对应于每个 MTP 存储器位置；
  - a. REGADDR=64+MTPADDR；
  - b. 可编程寄存器地址 72 到 94 对应 MTP 地址 8 到 30；
  - c. 使用上位机集成配置文件有利于定义每个 MTP 地址的十六进制数据；
4. 165 寄存器写入非零数据，启动电机；

注(1): 外部调速功能模式与直接串口控制功能模式互斥，直接串口控制模式下将忽视 SPD 输入指令，且 FG 不再输出速度反馈指示信号。

## I<sup>2</sup>C通信

TMI85303 采用标准快速 I<sup>2</sup>C 通信接口对 MTP 进行编程和直接串口控制系统速度曲线的实现。I<sup>2</sup>C 串口可用于启动配置、故障回读、方向控制或输入控制指令。开始数据传输不需要特殊序列指令，如果电机正在运行，在尝试初始化到 I<sup>2</sup>C 模式时，DATA 数据线可能会被拉低，一旦接受到 I<sup>2</sup>C 指令，165 寄存器数据初始化为 0，电机将停止运行。

### I<sup>2</sup>C时序图

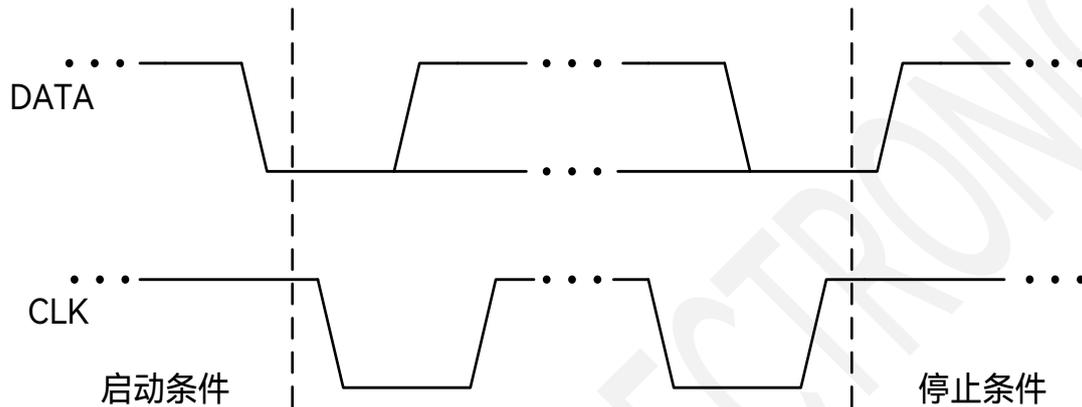


图 7. I<sup>2</sup>C 启动和停止条件

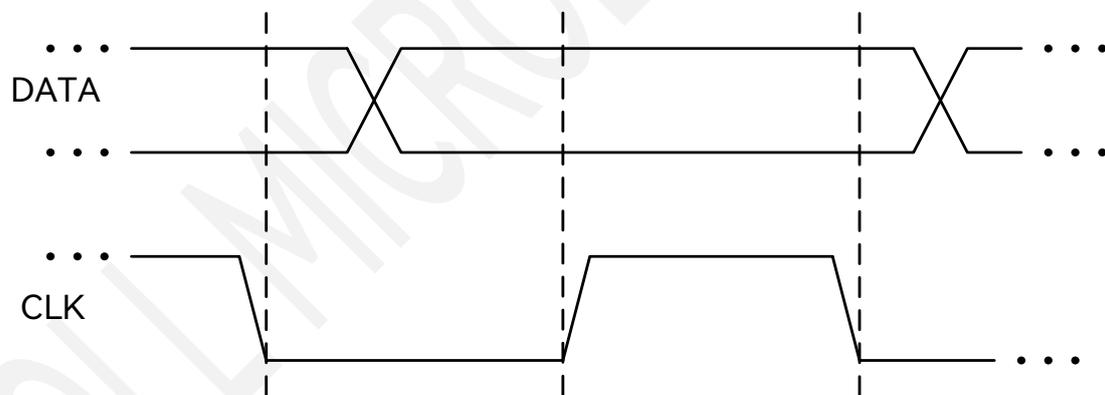


图 8. I<sup>2</sup>C 数据和时钟位同步

## 写命令

1. 启动条件;
2. I<sup>2</sup>C 从机地址(设备 ID)1010101, R/W 位=0;
3. 寄存器地址;
4. 2 个数据字节, MSB 优先;
5. 停止条件;

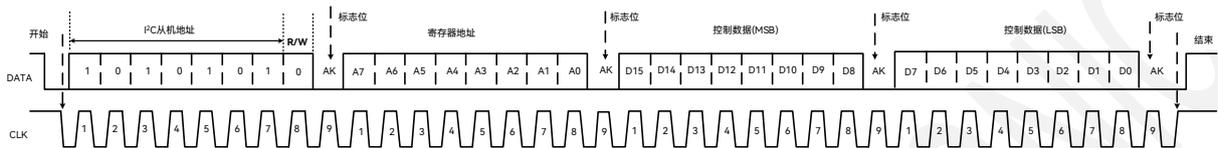


图 9. 写命令

## 读命令

1. 启动条件;
2. I<sup>2</sup>C 从机地址(设备 ID)1010101, R/W 位=0;
3. 待读取的寄存器地址;
4. 停止条件;
5. 启动设备;
6. 从机地址(设备 ID)1010101, R/W 位=1;
7. 读 2 字节数据;
8. 停止条件;

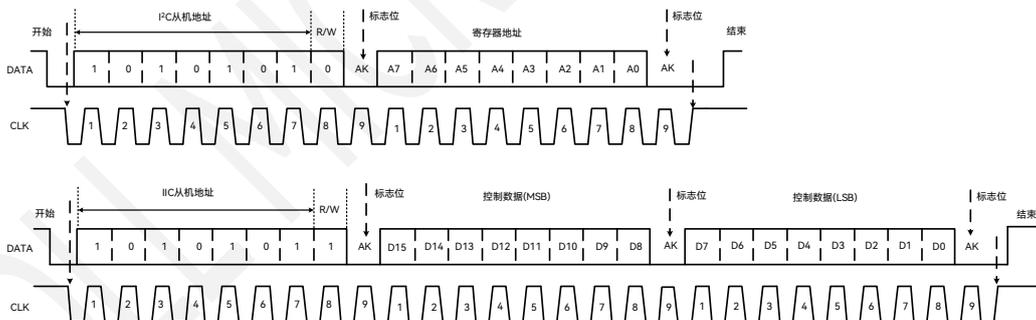


图 10. 读命令

## MTP编程

TM185303 MTP 数据由 32 个 16bit 字组成，以下寄存器对 MTP 进行编程。

表 1: MTP 控制-161 寄存器(MTP 编程控制)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	RD	WR	ERB	EN

位	名称	描述
0	EN	设置写入或擦除所需的 MTP 电压
1	ERB	设置字节擦除模式
2	WR	设置写模式
3	RD	设置读模式
15:4	N/A	整个编程过程中始终置 0

表 2: MTP 地址-162 寄存器(设置要修改的 MTP 地址)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MTP_ADDRESS				

位	名称	描述
4:0	MTP_ADDRESS	指定要修改的 MTP 地址
15:5	N/A	整个编程过程中始终置 0

表 3: MTP 数据输入-163 寄存器(设置 MTP 新要编程的数据)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MTP_DATAin															

位	名称	描述
15:0	MTP_DATAin	用于指定要更改的新 MTP 数据

表 4: 数据输出-164 寄存器(读操作)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MTP_DATAout															

位	名称	描述
15:0	MTP_DATAout	从寄存器 162 设定的地址中回读 MTP 数据

TMI85303 包含三个基本操作命令：读取、写入、擦除。写入数据之前需要先执行擦除。MTP 每个字的编程过程(写入或擦除)均需要 11ms，且每个字必须单独写入。

示例 1: MTP 地址 6 写入 100(0x64)

I <sup>2</sup> C 写入 REGADDR[数据]	命令
a. 162 [0x0006]	设置 MTP 需要擦除的地址
b. 161 [0x0003]	使能擦除操作和所需电压
c. 等待 11ms	需要 11ms 的高压脉冲实现擦除操作
d. 162 [0x0006]	设置 MTP 需要写入的地址
e. 163 [0x0064]	设置 MTP 需要写入的新数据(0x64)
f. 161 [0x0005]	使能写入操作和所需电压
g. 等待 11ms	需要 11ms 的高压脉冲实现写入操作

示例 2: 读取 MTP 地址 6 数据

I <sup>2</sup> C 写入 REGADDR[数据]	命令
a. 6[I <sup>2</sup> C 读]	设置 MTP 需要读取寄存器的地址

## MTP映射

ADDR	REG	Bits	名称	描述	默认配置	默认值
0	64	15:0	Reserved	Reserved	N/A	
1	65	15:0	Reserved	Reserved	N/A	
2	66	15:0	Reserved	Reserved	N/A	
3	67	15:0	Reserved	Reserved	N/A	
4	68	15:0	USERCODE	User Code	N/A	
5	69	15:0	Reserved	Reserved	N/A	
6	70	15:0	IDCODE	For user	N/A	
7	71	15:0	PASSWORD	password	N/A	
8	72	3:0	MAX_DTYCLP	Range=100% to 76.5%, LSB=1.56%	100%	0
		9:4	MIN_DTYCLP	Range=0% to 50%, LSB=0.8%	0%	0
		13:10	CMD_DISTH	Range=100% to 78.2%, LSB=1.56% CMD_DISTH(%)1=100%-(code-1)x1.56%	Disabled	0
		15:14	CMD_DISHYS	0.8%/1.6%/2.4%/3.2%	0.8%	0
9	73	8:0	DMD_STRT	Range=0 to VBB_RNG, LSB=VBB_RNG/511	1.41V	38
		15:9	DMD_POST	Range=0 to 100%, LSB=0.8%	87.4%	111
10	74	7:0	T_COAST	Coast time for brake or shift	3 seconds	30
		15:8	OPNLP_MAXSPD	Max speed limit for open loop mode	15104 rpm	59
11	75	7:0	STRT_ACCELT	Range=0 to 10.2 seconds, LSB=40ms	760ms	19
		15:8	STRT_ACCEL	Range=0 to 99.6Hz/s, LSB=0.41	37.5Hz/s	96
12	76	7:0	CMD_ON	Range=0 to 100%, LSB=0.4%	9.8%	25
		10:8	CMD_ONHYS	Range=0.6 to 6.1%, LSB=0.8%	2.9%	3
13	77	3:0	RAMPUP_L	Range=3.8 to 63.8ms/count, LSB=4.0	23.8 ms/count	5
		7:4	RAMPUP_H	Range=2.0 to 32ms/count, LSB=2.0	5.8 ms/count	2
		11:8	RAMPDOWN_L	Range=3.8 to 63.8ms/count, LSB=4.0	27.8 ms/count	6
		15:12	RAMPDOWN_H	Range=3.8 to 63.8 ms/count, LSB=4.0	27.8 ms/count	6
14	78	6:0	SPDLP_KP	Closed Loop Kp	16	16
		7	PIGAIN_SEL	0=low Speed, 1=high Speed	0	0
		15:8	SPDLP_KI	Closed Loop	12	12
15	79	7:0	MAX_ELECF	Maximum Electrical Frequency	509Hz	24
		15:8	T_LOCK	Range=0 to 25.4seconds, 255=latch off	5 seconds	50
16	80	13:0	SPD_SLP1	Calculated Slope of Speed Curve	10000 rpm Maxspeed	1252
17	81	11:0	MIN_SPEED	Range=0 to 4095rpm, LSB=1rpm	0 rpm	0
		15:12	TRAP_DTY	Duty to switch to trap drive, LSB=6.25%	Sine Only	0

## MTP映射(续)

ADDR	REG	Bits	名称	描述	默认配置	默认值
18	82	0	SPD_CL_EN	Speed Control Mode: 0=Open Loop, 1=Closed Loop	Open	0
		1	DIR	0=A→C→B, 1=A→B→C	A→C→B	0
		2	VBBUVLO	0=Low (3.85V), 1=High (8.65V)	High	1
		3	SPD_SEL	Speed Control Select: 0=PWM Duty, 1=Analog	PWM Duty	0
		6:4	POLEPAIRS	Pole Pairs=POLEPAIRS+1	2 Pole Pairs	1
		8:7	T_ALIGN	0:3=500ms/1s/1.5s/ 2s	1 seconds	1
		9	OVP_OPT	0=disable, 1=lock detect	Lock Detect	1
		10	SLEW_SEL	Output dv/dt select: 0=100ns, 1=150ns	100 ns	0
		11	Reserved	Reserved, Must set to 0	N/A	0
		13:12	BEMFHYS_SEL	Bemf Hys Level for Startup: 0:3=200mV/40mV/80mV/120mV	40 mV	1
		14	INIT_WINDOW	Initial Value of Window: 0=28°, 1=21°	21 degrees	1
		15	OCP_OPT	0=Reset after Tlock, 1=After PWM on/off	Tlock	0
19	83	0	STBY_DIS	Standby Mode:0=Enable, 1=Disable	Disabled	1
		1	PWMSEL	Motor PWM Selection: 0=24.5kHz, 1=49kHz	24.5kHz	0
		2	DTY_FREQ	0: Low Fred input (34Hz ~ 1.95KHz), 1: High Fred input (765 Hz ~ 65KHz)	Low	0
		4:3	T_BEMFIL	Time Filter	4 μs	0
		5	EN_TCOMP	Temperature Compensation: 0=Disable, 1=Enable	Disabled	0
		6	BRK_MODE2	0=Resynchronize, 1=brake until stop	Resynchronize	0
		7	T_POSTCOAST	0=500ms, 1=100ms	500 ms	0
		9:8	T_DITH	Dither time (ms per step)	1.3	0
		11:10	STP_DITH	Dither number of steps	8	0
		12	DITH_EN	0=Disabled, 1=Enable dither function	Disabled	0
		13	VBBOV_DIS	0=Enable, 1=Disable	Enabled	0
		14	VBBOV	0=19V, 1=38V	19V	0
		15	VBB_RNG	0=19V, 1=38V	19V	0
20	84	0	CMD_INV	0=Normal, 1=Invert	Normal	0
		1	Reserved	Reserved,must set to 1	1	1
		2	STAIR_EN	1=Enable Staircase,0=Disable Staircase	Disabled	0
		3	DIR50	Direction change based on 50% duty: 0=Disable, 1=Enable	Disabled	0
		4	BRK_MODE1	0=coast, 1=Brake	Coast	0
		6:5	STRT_MODE	0=Align, 1=One cycle	One cycle	1
		7	DECAY_SEL	0=Slow Decay, 1=Fast Decay	Slow	0
		8	Reserved	Reserved, must set to 1	Set to 1	1
		14:9	DUTY3	Range=1.37% to 100%, LSB=1.56%	60.86%	38

## MTP映射(续)

ADDR	REG	Bits	名称	描述	默认配置	默认值
21	85	7:0	SPEED1	Range=0 to 8160rpm, LSB=32rpm	2016 rpm	63
		15:8	SPEED2	Range=0 to 8160rpm, LSB=32rpm	3008 rpm	94
22	86	7:0	SPEED3	Range=0 to 8160rpm, LSB=32rpm	4000 rpm	125
		15:8	SPEED4	Range=0 to 8160rpm, LSB=32rpm	4992 rpm	156
23	87	5:0	DUTY1	Range=1.37 to 100%, LSB=1.56%	20.16%	12
		7:6	Reserved	Reserved, must set to 0	0	0
		13:8	DUTY2	Range=1.37 to 100%, LSB=1.56%	40.15%	25
24	88	11:0	MIN_SPD2	Range=0 to 4095, res=1 rpm(DIR50 mode)	0	0
		15:12	NUM_RETRY	Number of retry attempts when rotor locked(0=function disabled)	Disabled	0
25	89	13:0	SPD_SLP2	Calculated Slope of Speed Curve (DIR50 and dual slope mode)	10000 rpm Maxspeed	1252
26	90	5:0	MIN_DTYCLP2	Range=0 to 50%, LSB=0.8%(DIR50)	0	0
		13:6	SLPSWDTY	Slope Switch Duty for dual slope mode	Disabled	0
27	91	14:0	SLPSWRPM	Slope Switch rpm for dual slope mode	0	0
28	92	15:0	Reserved	Locked	N/A	N/A
29	93	7:0	Reserved	Reserved, must set to 0	0	0
		15:8	OneCycle_Freq	Frequency for One cycle startup Mode	1 Hz	16
30	94	15:0	Reserved	Reserved, must set to 0	0	0
31	95	15:0	Reserved	Locked	N/A	N/A

## 状态寄存器映射

REG	Bits	R/W	功能	描述
165	[8:0]	R/W	速度指令输入	Duty(%)=code/511
128	[8:0]	R	应用占空比	应用于电机绕组的实际速度指令
138	[7:0]	R	采样温度	Temp(°C)=3+(CODE-133)/2
140	[15:0]	R	实际转速读取	1 code=1 rpm
144	[15:0]	R/W	启动失败次数	写入 0 或重新上电即可清除
145	[15:0]	R/W	尝试启动次数	写入 0 或重新上电即可清除
147	<b>[9:0]</b>	<b>硬件故障检测</b>		
	0	R	A 相低侧电流异常	
	1	R	B 相低侧电流异常	
	2	R	C 相低侧电流异常	
	3	R	A 相高侧电流异常	
	4	R	B 相高侧电流异常	
	5	R	C 相高侧电流异常	
	6	R	过温	
	7	R	电荷泵欠压	
	8	R	VBB 欠压	
9	R	VBB 过压		
148	<b>[15:0]</b>	<b>算法故障检测</b>		
	0/3/5	R	电机失步	
	1	R	转速过低异常	
	2	R	转速过高异常	
	4	R	加速度异常	
	6	R	最大相位超前角异常	
	14:7	R	保留	
15	W	清除	写入 1, 清除锁定故障	

典型应用电路

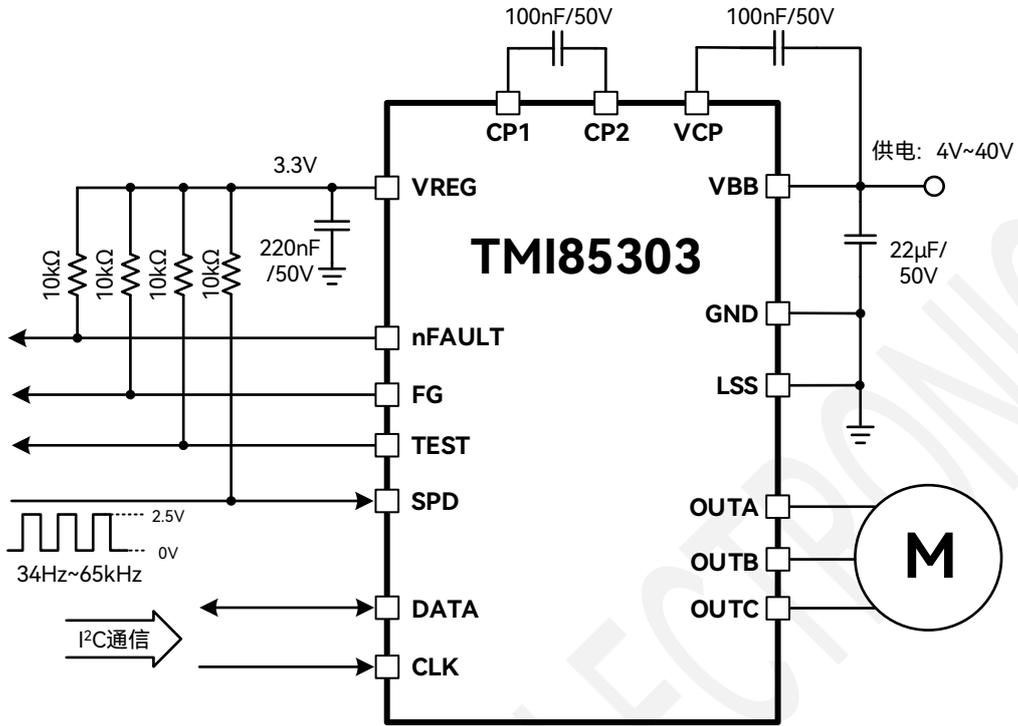
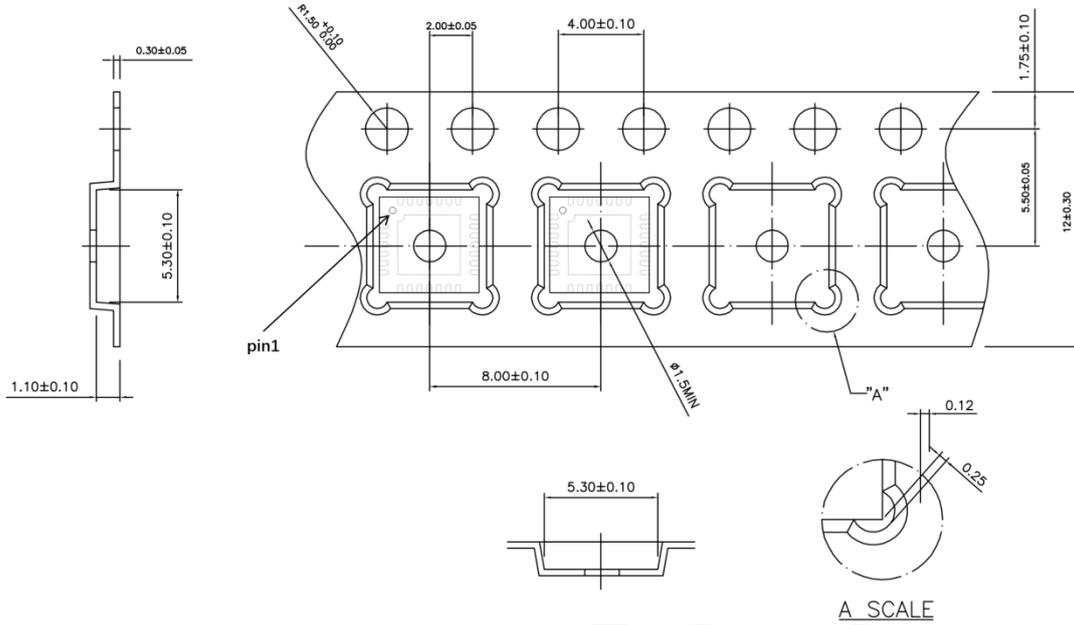


图 11. TMI85303 典型应用电路



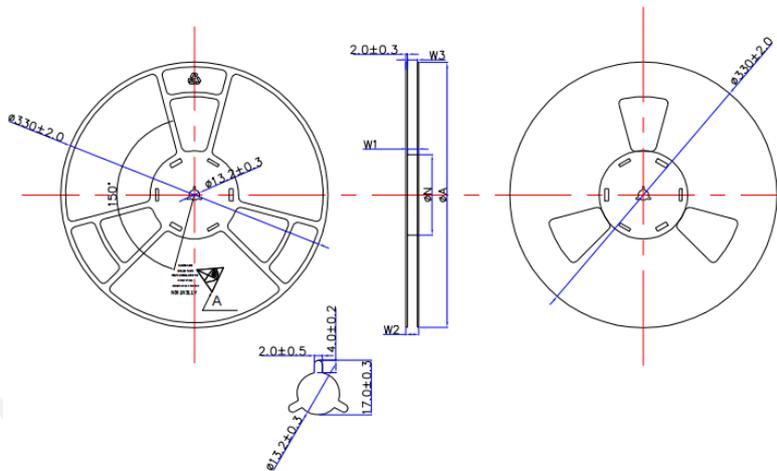
包装尺寸

编带尺寸: QFN5x5-28



单位: 毫米

卷盘尺寸: QFN5x5-28



单位: 毫米

Ø A	Ø N	W1(+2/0)	W2(Max)
330±2.0	100±1.0	12.4	18.4

注释:

- 1) 所有尺寸均以毫米为单位。
- 2) 每卷单位数量为 5000。
- 3) MSL 级别为 3 级。

## 重要通知

本文档仅提供产品信息。拓尔微电子股份有限公司保留对其产品进行更正、修改、增强、改进和其他更改以及随时停止任何产品的权利，恕不另行通知。

拓尔微电子股份有限公司不对除完全包含在产品中的电路之外的任何电路的使用负责。不暗示任何电路专利许可。

拓尔微电子股份有限公司保留所有权利

<http://www.toll-semi.com>