

12V、256 细分静音步进电机驱动器

主要特点

- 步进电机驱动，支持全步进到最高 256 微细分步进
- 静音、低振动
- I²C 串行总线通信控制
- 具有指令缓存功能，电机按照当前指令转动时，预存下一条指令
- 欠压保护、限流保护、过流保护、过温保护
- 待机保持电流可调节
- 内置系统时钟，省去外部时钟
- 省电休眠模式下电流<1μA
- eTSSOP16 封装

产品简述

MS35230TE 是一款 12V 静音步进电机驱动芯片，工作电压最大可以到 15V，输出 RMS 电流 1A。芯片内置 256 细分的微步进驱动技术，静音与低振动特性适合于各种精微控制系统。

芯片集成通用的 I²C 接口以及内部指令缓存器，使得控制电机运行得更加流畅。输入逻辑电平兼容 3.3V/5V 的标准工业接口。

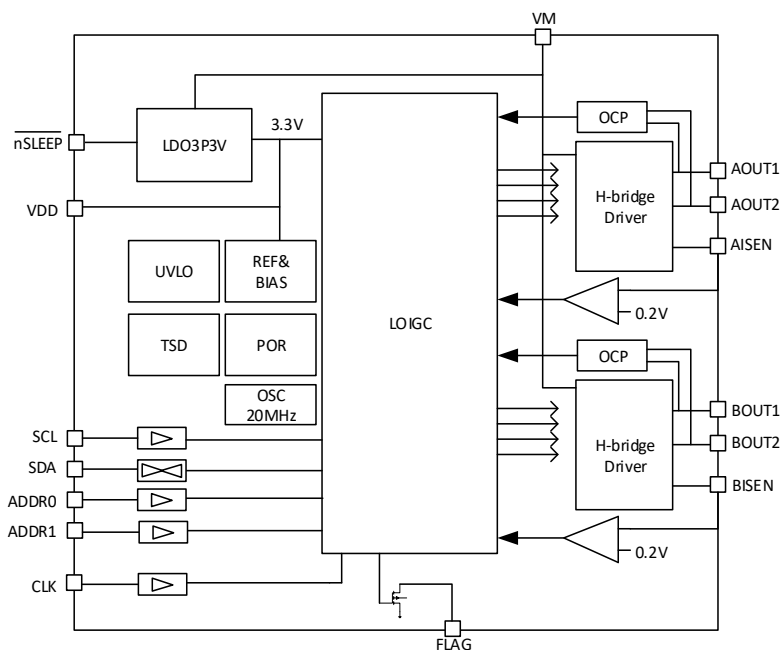
应用

- 机器人，精密工业设备
- 摇头机
- 监控摄像机
- 静音对焦系统

产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS35230TE	eTSSOP16	MS35230TE

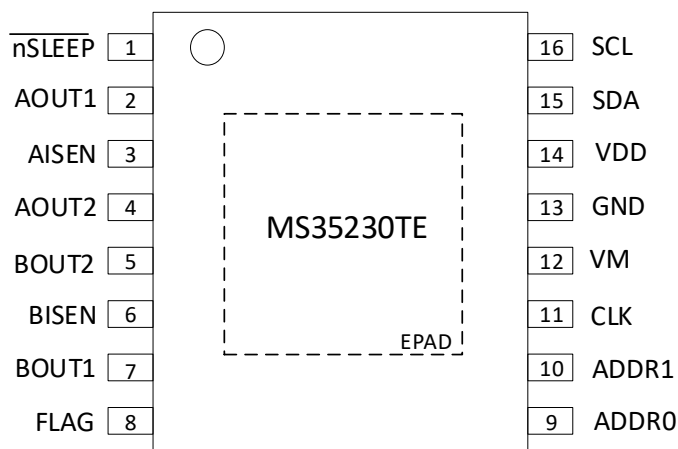
内部框图



目录

1. 主要特点	1
2. 产品简述	1
3. 应用	1
4. 产品规格分类	1
5. 内部框图	1
6. 目录	2
7. 管脚图	3
8. 管脚说明	3
9. 极限参数	4
10. 电气参数	5
10.1 电源工作范围	5
10.2 电流功耗	5
10.3 数字输入输出	5
10.4 H 桥驱动	5
10.5 电源电压监测电路	5
10.6 限流保护	5
10.7 过流保护	6
10.8 过温保护	6
11. 功能描述	7
11.1. I ² C 总线接口	7
11.2. 寄存器说明	8
11.3. 省电功能描述	16
11.4. 芯片的保护功能	16
11.5. 芯片的步数计数功能	16
11.6. 芯片的时钟	16
12. 典型应用图	17
13. 封装外形图	18
14. 印章与包装规范	19
15. 声明	20
16. MOS 电路操作注意事项	21

管脚图



管脚说明

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	nSLEEP	I	休眠脚，低电平有效
2	AOUT1	O	步进电机通道 A 输出 1
3	AISEN	-	功率地，外接 SENSE 电阻
4	AOUT2	O	步进电机通道 A 输出 2
5	BOUT2	O	步进电机通道 B 输出 2
6	BISEN	-	功率地，外接 SENSE 电阻
7	BOUT1	O	步进电机通道 B 输出 1
8	FLAG	O	异常或者中断输出
9	ADDR0	I	I ² C 芯片地址位
10	ADDR1	I	I ² C 芯片地址位
11	CLK	-	可选外部时钟输入
12	VM	-	12V 电源
13	GND	-	地
14	VDD	O	内置 3.3V 电源输出
15	SDA	IO	I ² C 总线数据线
16	SCL	I	I ² C 总线时钟线
-	EPAD	-	散热片，必须接地

极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。

参数	符号	额定值	单位
马达控制电源电压	V_M	-0.3 ~ +16	V
工作环境温度	T_A	-40 ~ +125	°C
存储温度	T_{STG}	-65 ~ +150	°C
步进电机驱动 H 桥驱动电流	I_M	± 1.0	A/ch
瞬时 H 桥驱动电流	$I_{M1(pluse1234)}$	± 1.4	A/ch
数字部分输入电压	V_{IN}	-0.3 ~ +6	V
FLAG 输出电压	V_{PWM}	-0.3 ~ +6.0	V
ESD (HBM)		±3000	V

电气参数

$V_M=12V$ 。注意：没有特别规定，环境温度为 $T_A=25^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ 。

电源工作范围

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VM 驱动电源范围	V_{MVCC}		4		15	V

电流功耗

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
待机电流	I_{CCNRST}	$\overline{nSLEEP}=1$, $cmd_nRST=0$	2.4	2.8	3.2	mA
工作电流	I_{CCOP}	$\overline{nSLEEP}=1$, $cmd_nRST=1$, 未加运转 pulse 信号	2.8	3.2	3.6	mA
睡眠电流	$I_{CCSTANDBY}$	$\overline{nSLEEP}=0$			1	μA

数字输入输出

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输入电压	$V_{IN(H)}$	SCLK,SDATA,ADDR0,OSC,FCLK	2			V
低电平输入电压	$V_{IN(L)}$	SCLK,SDATA,ADDR0,OSC,FCLK			1	V
FLAG 饱和电压	V_{PWM}	FLAG 为低，电流 5mA 时			200	mV
内置时钟频率	f_{OSC}		18.5	20	21.5	MHz

H 桥驱动

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
H 桥导通阻抗	R_{on1234}	$I_{OUT}=500mA$ ，上桥+下桥		1.0		Ω
H 桥漏电流	$I_{leak1234}$				1	μA

电源电压监测电路

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VM 欠压保护电压	V_{RSTON}	电压下降，输出关断		3.5		V
VM 欠压保护迟滞	V_{RSTHYS}			0.2		V

限流保护

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
限流保护电压	V_{LIM}	$xISEN$ 比较点电压		0.2		V
限流保护空白时间	t_{LIM}	限流保护空白时间		1.2		μs

过流保护

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出短路保护点	I_{OCP}		1.6			A
输出短路保护空白时间	$t_{OCPBLANK}$			2.5		μs
短路保护后高阻态持续时间	t_{OCPHZ}			12		ms

过温保护

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
过温保护温度	T_{TSD}	温度上升关断点		160		$^{\circ}C$
过温保护迟滞	ΔT_{TSD}	迟滞窗口		30		$^{\circ}C$

功能描述

MS35230TE 通过 I²C 总线去控制电机的转动。步进电机控制器可以选择全步进 1/256 的步进模式。

1. I²C 总线接口

芯片接口为 I²C，SDA 是一个双向数据线，SCL 是时钟输入。图 1 和 2 分别显示了一个写和一个读周期的信号时序。当时钟信号为高电平时，SDA 有一个下降沿作为起始条件；时钟信号为高电平时，SDA 的上升沿作为结束条件。SDA 的其它所有变化都发生在时钟信号为低电平时。

MS35230TE 的通信中，在起始条件后，由 7 位芯片地址和 1 位读/写位（高为读，低为写）组成的第一个字节(ADDR)被发送到 MS35230TE。7 位地址的第 1 位、第 2 位由 ADDR1 和 ADDR0 的高低电平控制，末 5 位为固定的 10000。地址的第 8 位是读/写位。如果是一个【写】操作，接下来的一个字节包含寄存器地址指针(MAP)，用来选择的所要读或写的寄存器。如果是个【读】操作，将输出 MAP 所指的寄存器的内容。MAP 自动递增，寄存器的数据将会依次输出。每一个字节由一个应答位(ACK)分隔开。在每次输入字节读取后 MS35230TE 输出应答位，每一个传输的字节后微控制器发送应答位给 MS35230TE。

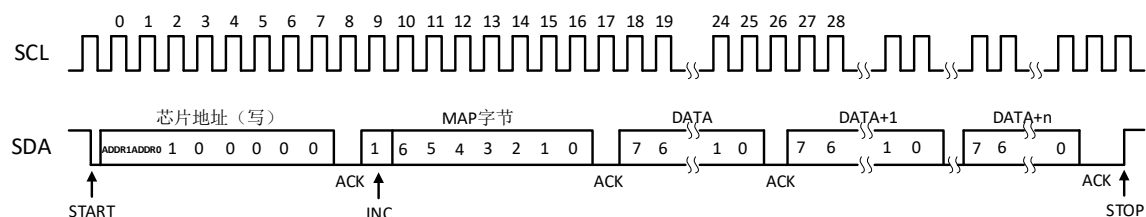


图 1. 控制端口时序，I²C 从模式写

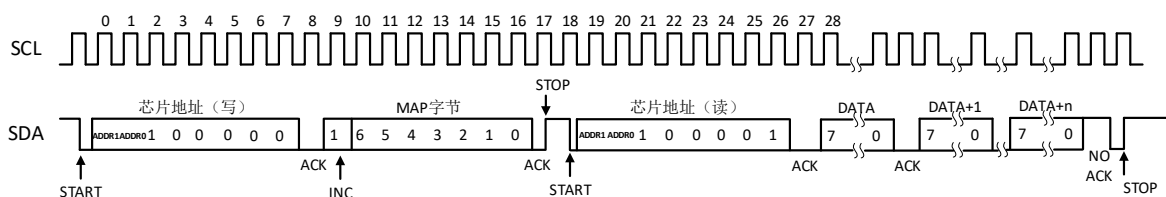


图 2. 控制端口时序，I²C 从模式读

注意读操作时不能设置 MAP，因此需要一个终止的写操作作为一个头码。如图 2 所示，在作为 MAP 的应答后发送一个停止条件，则写操作终止。

2. 寄存器说明

寄存器地址指针(MAP)。MAP 有 8 位字长，它包读和写的控制端口地址，在每个控制端口读或写完成后自增。MAP 位如图 1 或 2 所示。

寄存器表如下

Type	ADDR	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
全局配置	0H	motorType	0	pdEN	0	extClk	Fsw[1:0]		cmd_nRST
电机配置	1H	msMode[2:0]			forceStopPos[1:0]		0	0	rt
	2H	freq[7:0]							
	3H	freq[15:8]							
	4H	pulse[7:0]							
	5H	pulse[15:8]							
电机控制	6H	amp[7:0]							
	7H	ampHold[7:0]							
	8H	ampHoldDelay[7:0]							
	9H	ocpClr	Reserved	0	recordRev	motorRunning (RO)	cacheBusy (RO)	forceStop	confLoad
	AH	pulseRecord[7:0]							
	BH	pulseRecord[15:8]							

注：

1. 电机框图中的 LOGIC 部分，分为通信模块和功能模块。通信模块负责 I²C 通信，功能模块负责电机运行控制。
2. 在上电复位之后，通信和功能模块的寄存器都被置为初始态，0x07 初始值 0xFF，0x08 初始值 0x0F。
3. 通过 cmd_nRST 复位后，仅功能模块的寄存器被置为初始态，但是通信部分的寄存器并不会被复位。此时读取寄存器仍会读到之前的配置值。
4. 写入寄存器的数据在其所属地址（的数据）写入完成后确定。
5. msMode, rt, freq 和 pulse 寄存器有缓存寄存器，除这些之外的寄存器组则没有。
6. FLAG 管脚为开漏输出，上拉后默认输出高电平。当以下任一情况发生：
 - ① 一组配置运行结束。
 - ② 欠压事件发生。
 - ③ 过流事件发生。

此时，FLAG 管脚会输出一个宽度为 t 的低电平脉冲信号，可用于通知主控。脉冲宽度 t 计算如下：

$$T(\mu s)=127 \div f_{CLK}(MHz)$$

2.1 cmd_nRST

cmd_nRST 用于软件复位寄存器。

D0	状态
0	重置（初始态）
1	非重置态

注：

1. 置 0 时，功能模块 寄存器被置为初始态。在开始配置其他寄存器前需要首先将此位设置为 1。
2. 置 0 时，输出端口将呈高阻状态，同时部分内部模块将被关闭以降低待机功耗，实现‘指令省电’。

2.2 motorType

motorType 用于选择电机驱动类型。

D0	驱动类型
0	2 相 4 线（初始态）
1	4 相 5 线

2.3 extClk

extClk 用于配置使用外部时钟。

D0	时钟源
0	使用内部时钟（初始态）
1	使用从 CLK 引脚输入的外部时钟

2.4 pdEN (Power Driver Enable)

pdEN 用于开启桥驱。

D0	桥驱状态
0	关断（初始态）
1	使能

2.5 Fsw (Frequency Switch)

F_{sw} 用于选择步进电机开关频率。

$$f_{sw}(\text{kHz}) = 0.49 \times \text{SLOPE} \times f_{CLK}(\text{MHz})$$

上式中 f_{CLK} 为系统时钟频率，SLOPE 是一个计算参数，根据配置如下表。

D1...D0	SLOPE
00	4
01	8
10	13
11	20

2.6 msMode (Micro-step Mode)

msMode 用于设置电机的细分模式。

D2...D0	驱动模式
000	1/256 步进（初始态）
001	1/64 步进
010	1/32 步进
011	1/16 步进

D2...D0	驱动模式
100	1/8 步进
101	1/4 步进
110	1/2 步进
111	1/1 步进

注：变更工作模式时，请勿将 pulse 数设置为 0。

2.7 forceStopPos (Force Stop Position)

forceStopPos 用于控制发送 forceStop 指令后的停止位置。

D1...D0	电机状态
00	1-4 相 位置（初始态）
01	1-2 相 位置
10	2-相 位置
11	1-相 位置

注：

1. 以 1/2 步进运行时，forceStopPos [1:0] 设置 “00” 等效于 “01”。
2. 以 1/1 步进运行时，forceStopPos [1:0] 设置 “00” “01” “11” 等效于 “10”。

2.8 forceStop

forceStop 用于使电机立即停止。

D0	电机状态
0	正常运行（初始态）
1	立即停止于当前位置

发送 forceStop 指令后，pulse 运行寄存器和缓存寄存器将被清零，msMode, cycle, rt 的运行寄存器和缓存寄存器将保持。forceStop 置 1 期间发送 confLoad 无效。forceStop 重新置 0 后，可以直接发送 confLoad 使电机按原有设置运行，也可以重新发送 msMode, cycle, rt, pulse 等来更新设置。此时更新后的设置将在下一个 confLoad 发送后被应用。

2.9 cycle

cycle 用于设置电机运行的频率。

D15...D0	脉冲频率
< 0x007F	禁用（初始态为全 0）
0x00FF	fclk / (255 × 16)pps
~	~
0xFFFF	fclk / (65535 × 16)pps

注：1. 初始态仅在释放复位信号（上电复位或 cmd_nRST 指令复位）后存在，请勿将 Cycle 设置到禁用范围。

2. fclk 为提供给主逻辑的时钟频率，此处以外接时钟 24MHz 为例。

例：cycle = 0x02EE

脉冲频率 = $24\text{e}6 / (750 \times 16) = 2000[\text{pps}]$

2.10 rt

rt 用于设置电机运行方向。

D0	方向
0	CW （正转，初始态）
1	CCW （反转）

2.11 pulse

pulse 用于设置电机运行的 1/4 步进数。

D15...D0	1/4 步进数
0x0000	0
0x00FF	255
~	~
0xFFFF	65535

注：

- 1/2 步进时 D0 无效，1/1 步进时 D1...D0 无效。
- 电机移动量 = 被驱动电机的步距角 \times 步进分辨率 \times 1/4 步进数，MS35230TE 步进分辨率固定为 1/4。
示例：被驱动电机的步距角为 0.9° ，设置 pulse = 0x0640，电机运行 $0.9 \times 1/4 \times 1600 = 360^\circ$ 。

2.12 confLoad (Configure Load)

confLoad 用于使能电机开始运行。

D0	使能
0	无（初始态）
1	载入电机配置并运行（自清零）

注：

- “一组配置”定义为：pulse, msMode, cycle, rt 的寄存器组合。
置 1 后，经过一个系统时钟会被重新置 0。若电机静止，则按当前配置运行。若电机当前已在运行，则将电机配置送入缓存，当已有配置运行完成后被自动载入运行。

2.13 motorRunning(RO), cacheBusy(RO)

motorRuning, cacheBusy 用于指示电机当前是否存在运行指令和缓存被占用，只读。

D0	状态
0	无（初始态）
1	电机指令运行中/缓存占用中

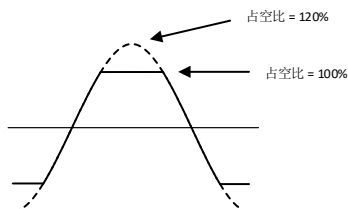
2.14 amp

amp 用于控制运行电流。

D7...D0	电流幅度
0x00	0%（初始态）
0x01	0.79%
...	...
0x7F	100%
...	...
0xBF	140%
0xC0~0xFF	140%

在对应寄存器写入完成后生效。通过改变 PWM 占空比，控制运行电流幅度。由于 PWM 中占空比不可能超过 100%，当配置电流幅度>100%时会有截顶。

示例：当配置 amp = 152，120%幅度时，目标电流的波形如下显示：



2.15 ampHold

ampHold 用于控制保持电流。

D7...D0	电流幅度
0x00	0%
0x01	0.79%
...	...
0x7F	100%
...	...
0xFF	200%（初始态）

当电机运行结束后，若运行电流配置值>保持电流配置值，则每 10ms 当前电流衰减 1 个单位，（amp 满幅值 127 单位）。若保持电流配置值>运行电流配置值，运行结束后电流不衰减。

2.16 ampHoldDelay

ampHoldDelay 用于控制运行结束后，切换至保持电流的等待时间。

D7...D0	等待时间
0x00	0ms
0x01	1ms
...	...
0x0F	15ms（初始态）
...	...
0xFF	255ms

注：运行结束指电机指令停止且缓存器内无缓存的配置。

2.17 ocpClr, otsClr

ocpClr 和 otsClr 分别用于清除过流事件缓存和过温事件缓存。

当发生过流事件或过温事件，可以从这两位寄存器中读取到【发生过】的记录，不代表一直在发生。向对应的标识位写 1，可将其置为 0。

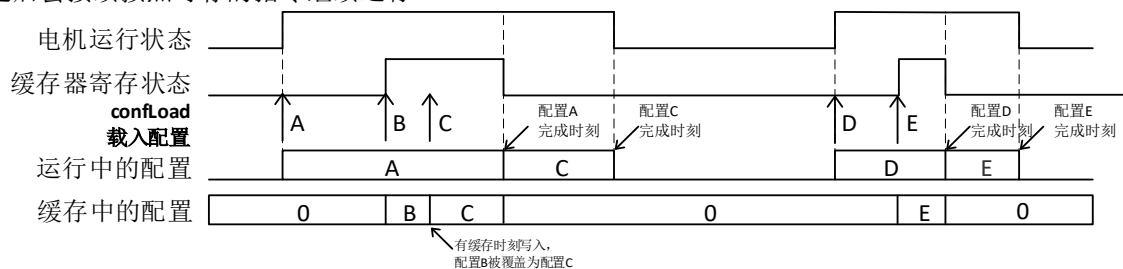
2.18 pulseRecord, recordRev

pulseRecord 用于记录已运行的 pulse 数，默认值为 0x0000。当 recordRev = 0（初始态），运行 rt = 0 的配置时正向记录（累加），rt = 1 时逆向记录（累减），记满 0xFFFF 后若继续累加则翻转为 0x0000，0x0000 后若继续累减则翻转为 0xffff。

recordRev 用于变更记录极性，recordRev = 1 时，rt = 0 为逆向记录，rt = 1 为正向记录。向 pulseRecord（0x0A, 0x0B 地址）直接写入可变更当前记录值，当前记录值在 0x0B 地址写入完成后变更（仅写入 0x0A 不会变更，但对 0x0A 地址的写入会被保持，在下次 0x0B 地址写入后生效）。在桥驱关闭时（pdEN = 0 或过流事件、过温事件发生时），不会记录运行的 pulse 数。

2.19 缓存功能

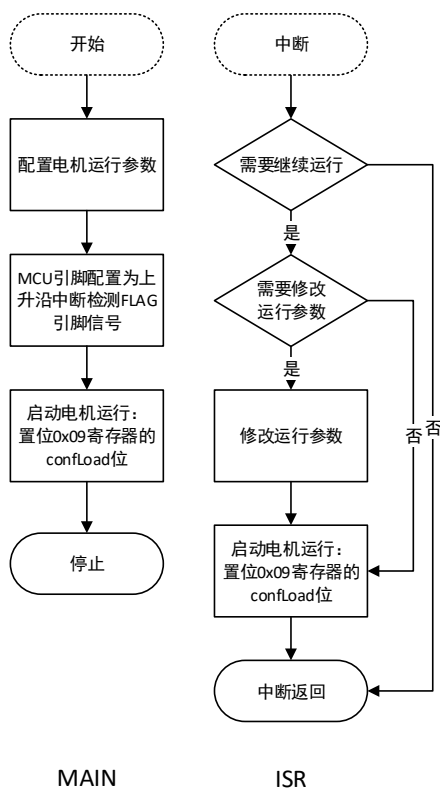
MS35230TE 拥有 1 组 Cache 寄存器，可在电机正在运行时暂时寄存输入的指令，电机执行完当前任务之后会接续按照寄存的指令继续运行。



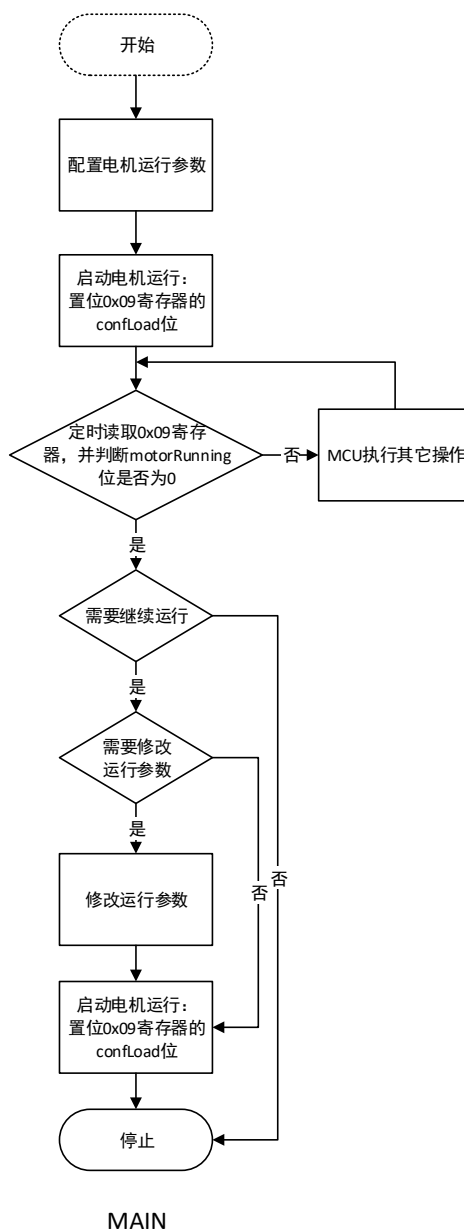
步进电机的运行指令(msMode, cycle, rt, pulse)在 confLoad 写入后确定。当前指令运行时，再次载入的配置会暂存于 Cache 寄存器，在当前指令完成后被接续。Cache 中已经寄存配置时仍可接收后载入的配置，新输入的配置会覆盖原有配置。

在写入 confLoad 时，需要避免配置载入时刻与上一配置完成时刻同时发生。建议通过中断检测 FLAG 引脚或者寄存器读取 motorRunning 位，待电机停止运行时，再对 confLoad 写 1 载入。如实际应用中，确实需要提前对 confLoad 进行操作，那么需要确保在电机运行结束前完成操作。

中断检测方式



查询方式



时序表 1

参数	符号	最小值	最大值	单位
SCL 时钟频率	f_{scl}		400	kHz
转换期间总线空闲时间	t_{buf}	4.7		μs
起始条件保持时间（第一个时钟脉冲前）	t_{hdst}	4.0		μs
时钟低电平时间	t_{low}	4.7		μs
时钟高电平时间	t_{high}	4.0		μs
重复起始条件的建立时间	t_{sust}	4.7		μs
SCL 下降沿到 SDA 的保持时间（注）	t_{hdd}	10		ns
SDA 到 SCL 上升沿的建立时间	t_{sud}	250		ns
SCL 和 SDA 的上升时间	t_{rc}, t_{rd}		1000	ns
SCL 和 SDA 的下降时间	t_{fc}, t_{fd}		300	ns
结束条件的建立时间	t_{susp}	4.7		μs
SCL 下降沿到应答的延时	t_{ack}	300	1000	ns

注：数据必须保持足够的时间来桥接 SCL 上的转换时间 t_{fc} 。

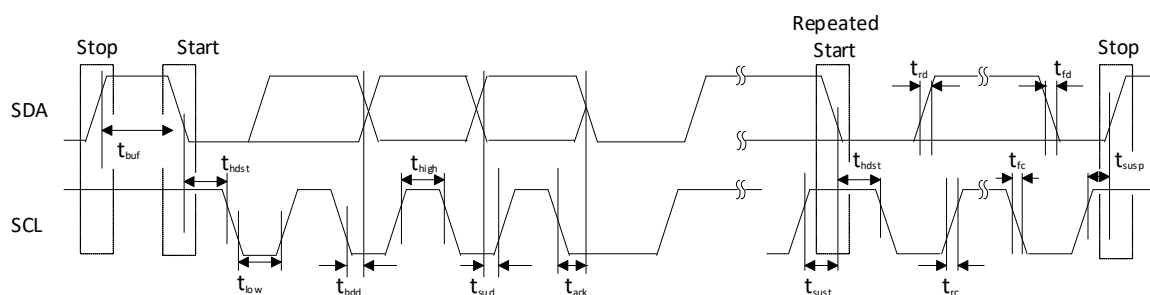


图 3. I²C 模式时序

3. 省电功能描述

MS35230TE 具有三种省电模式来降低功耗。

省电模式	功能描述
$\overline{\text{nSLEEP}}$ 管脚模式	通过外部的 $\overline{\text{nSLEEP}}$ 管脚置低电平或开路，实现全芯片关闭以省电，此模式下电流小于 $1\mu\text{A}$ 。
cmd_nRST 指令模式	cmd_nRST 置 0 时，关闭驱动等模块，只预留内部的通信模块与部分电源管理模块。
电机静止自动省电	电机在静止时超过一段时间(ampHoldDelay)，如 15ms 后，芯片电流会自动衰减到一个设定的电流值(ampHold)；上电默认 ampHold 的值比较大，所以这个功能初始化是关闭的，若使用这个功能的客户需要设定 ampHold 的值。

4. 芯片的保护功能

MS35230TE 芯片集成多重保护：欠压保护、限流保护、过流保护、过温保护。

保护模式	功能描述
欠压保护	芯片电源电压低于 3.5V，芯片会进入欠压保护，芯片会关断输出
限流保护	芯片 xISEN 外接一个功率电阻 Rsen 到 GND，推荐值 0.2Ω ；芯片工作时，当检测到 xISEN 上电压超过 0.2V，即电流 1A 时，当前 H 桥控制会加入一个固定的电流衰减态，衰减时间持续一个 PWM 开关周期(Fsw)。 限流模式使得当前通道的工作电流限制在 $I_{\text{lim}} = 0.2/R_{\text{sen}}$ 。
过流保护	芯片对每一个输出功率管设计了过流保护，任何一个功率管电流超过过流保护点，且超过 $2.5\mu\text{s}$ 时间，当前 H 桥关闭成 Z 态，此 Z 态持续 12ms 后，芯片恢复工作。芯片发生过流保护，会记录在寄存器 9H<7>里面。
过温保护	芯片温度超过 160°C 时，芯片会关断输出，步数寄存器会停止计数，直到温度降到 130°C 后，恢复工作。

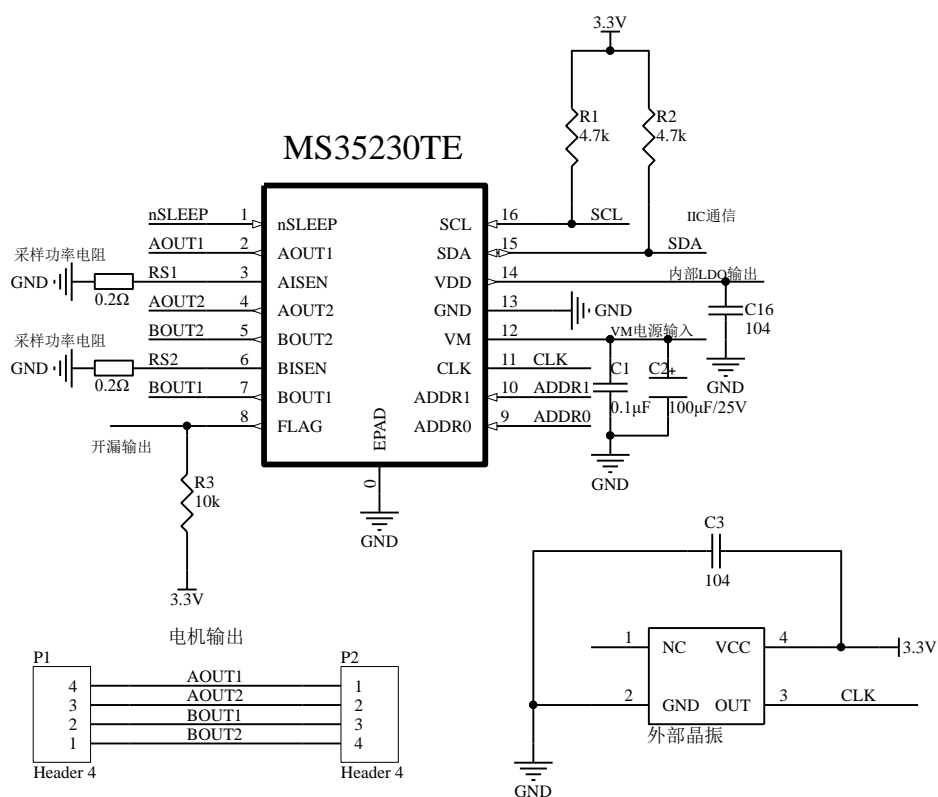
5. 芯片的步数计数功能

芯片内置一个计数器，当正转时增量计数，反转时减量计数，客户可以通过读此计数器的值来确定位置。也可以通过比较此计数器与实际发送的值，来计算由于欠压、过流、过温等异常导致的丢步。详情见寄存器 pulseRecord、recordRev 的描述。

6. 芯片的时钟

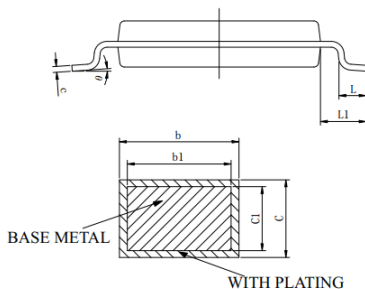
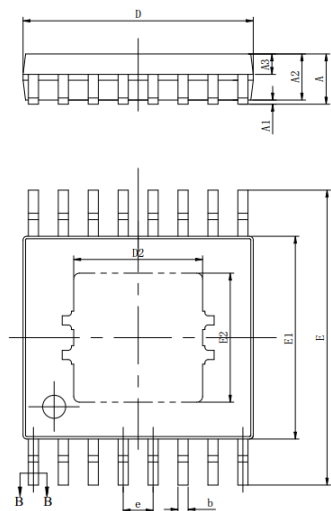
芯片内置集成一个 OSC 时钟振荡器，频率为 20MHz。此时钟的波动范围约 $\pm 3\%$ 。

典型应用图



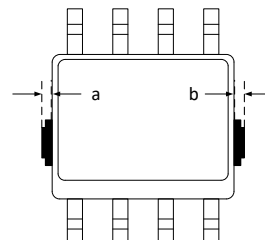
封装外形图

eTSSOP16



注：在封装尺寸外，允许 a、b 同时有最大 0.15mm 的废胶尺寸。

示意图如下：以 SOP8 封装为例。



符号	尺寸（毫米）		
	最小	典型	最大
A	-	-	1.20
A1	0.00	-	0.15
A2	0.90	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	-	0.28
b1	0.19	0.22	0.25
c	0.13	-	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	4.90	5.00	5.10
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
D2	2.80REF		
E2	2.10REF		
e	0.65BSC		
L	0.45	-	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0	-	8°

印章与包装规范

1. 印章内容介绍



产品型号：MS35230TE
生产批号：XXXXXXX

2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

3. 包装规范说明

型号	封装形式	只/卷	卷/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS35230TE	eTSSOP16	3000	1	3000	8	24000

声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！



MOS电路操作注意事项

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号
高新软件园 9 号楼 701 室



[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)