

## 低压 5V 多通道电机驱动器

### 产品简述

MS32007 是一款多通道电机驱动芯片，其中包含两路步进电机驱动，一路直流电机驱动；每个步进电机驱动通道的最大工作电流 1.0A；支持两相四线与四相五线步进电机。

芯片采用 I<sup>2</sup>C 的通信接口控制模式，兼容 1.8V/3.3V/5V 的标准工业接口。



QFN24

### 主要特点

- 双路步进电机驱动，整步进或 1/2 步进，最大工作电流 1A
- I<sup>2</sup>C 串行总线通信控制电机
- 指令缓存功能，电机按照当前指令转动时预存下一条指令
- 集成一个直流电机驱动，最大工作电流 1.1A
- 内置系统时钟，省去外部时钟需求
- QFN24 封装（背部散热片）

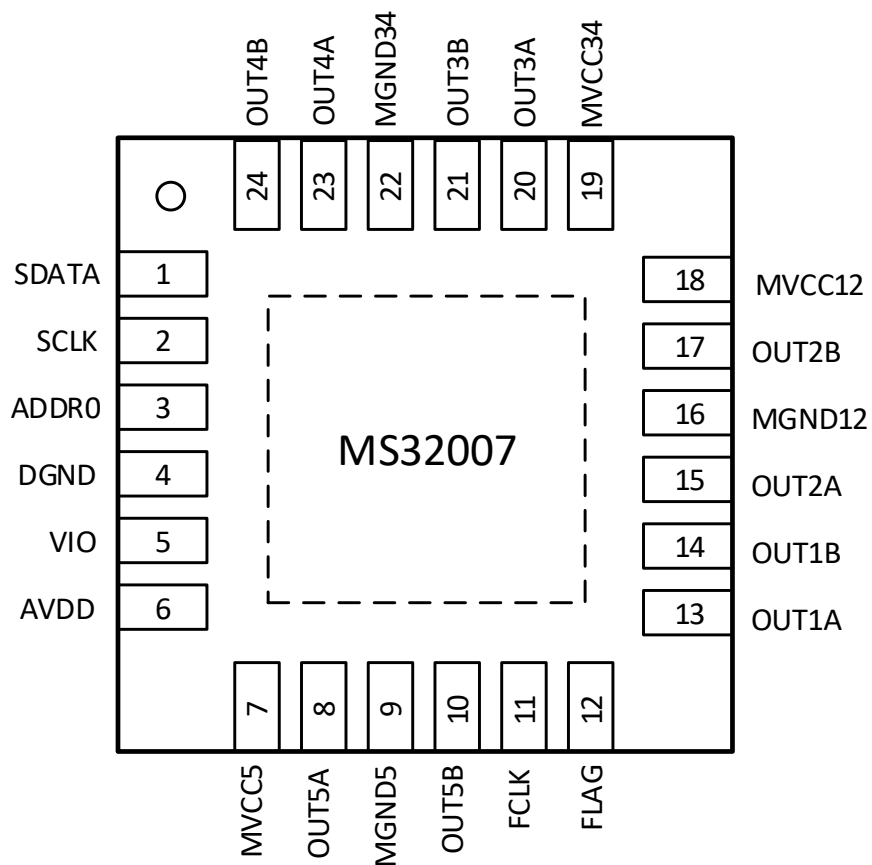
### 应用

- 机器人，精密工业设备
- 摇头机
- 监控摄像机
- 云台

### 产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS32007	QFN24	MS32007

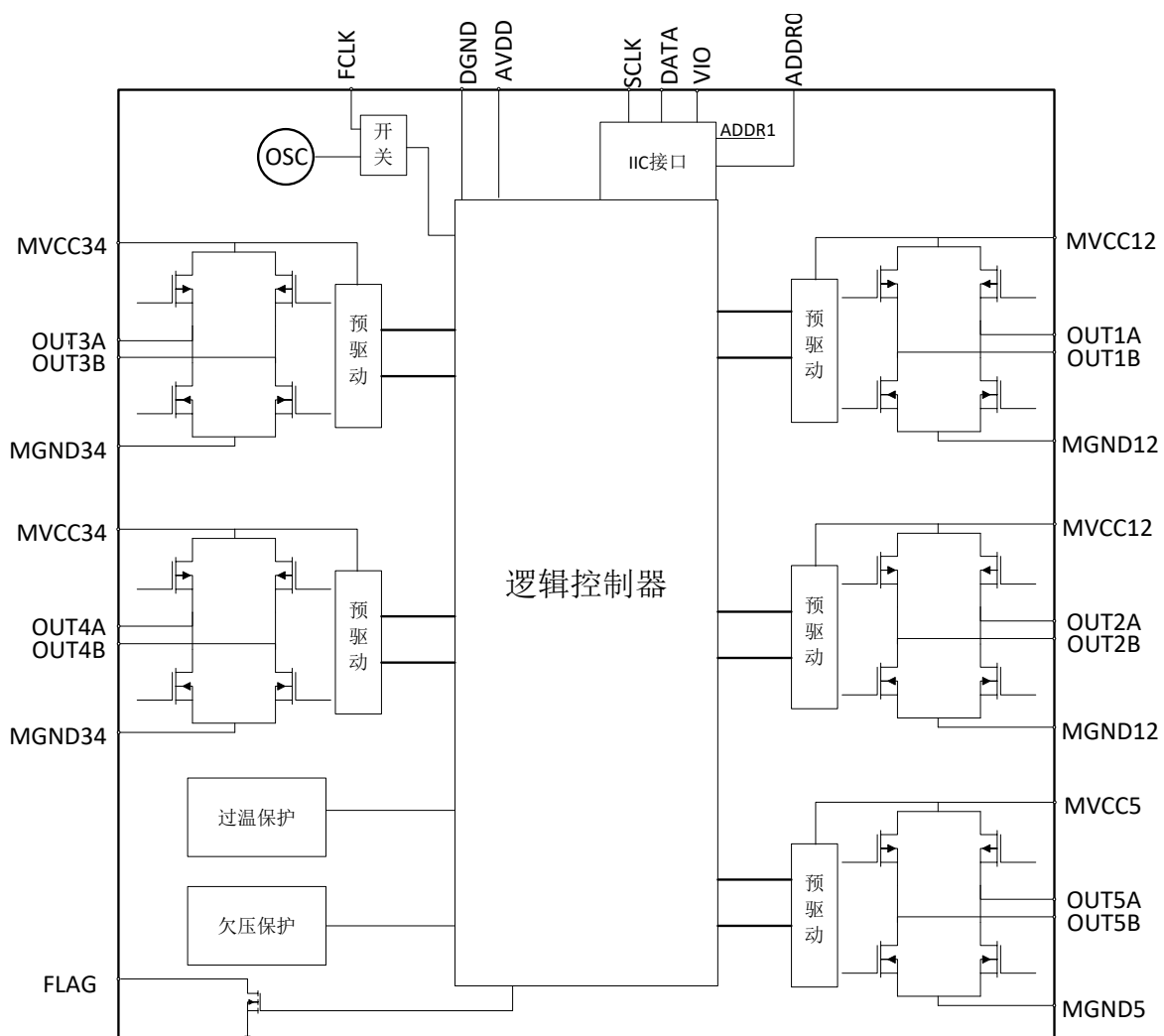
管脚图



## 管脚说明

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	SDATA	IO	I <sup>2</sup> C 总线数据线
2	SCLK	I	I <sup>2</sup> C 总线时钟线
3	ADDR0	I	I <sup>2</sup> C 地址 0
4	DGND	-	地
5	VIO	-	I <sup>2</sup> C 接口电源
6	AVDD	-	5V 逻辑电源
7	MVCC5	-	5V 直流电机通道功率电源
8	OUT5A	O	直流电机通道输出
9	MGND5	-	直流电机通道功率地
10	OUT5B	O	直流电机通道输出
11	FCLK	I	24MHz 参考时钟输入，可以使用内部时钟
12	FLAG	O	FLAG 指示输出
13	OUT1A	O	步进电机通道 1 输出
14	OUT1B	O	步进电机通道 1 输出
15	OUT2A	O	步进电机通道 2 输出
16	MGND12	-	步进电机通道 1, 2 功率地
17	OUT2B	O	步进电机通道 2 输出
18	MVCC12	-	5V 步进电机通道 1, 2 功率电源
19	MVCC34	-	5V 步进电机通道 3, 4 功率电源
20	OUT3A	O	步进电机通道 3 输出
21	OUT3B	O	步进电机通道 3 输出
22	MGND34	-	步进电机通道 3, 4 功率地
23	OUT4A	O	步进电机通道 4 输出
24	OUT4B	O	步进电机通道 4 输出

内部框图



## 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	$V_{MVCC12}$ $V_{MVCC34}$ $V_{MVCC5}$	-0.3 ~ +6	V
接口，逻辑部分电源电压	$V_{AVDD}, V_{IO}$	-0.3 ~ +6	V
数字部分输入电压	$V_{IN}$	-0.3 ~ ( $V_{IO} + 0.3$ )	V
FLAG 输出电压	$V_{FLAG}$	-0.3 ~ +6	V
步进电机驱动 H 桥驱动电流	$I_{M1(1234)}$	± 1.0	A/ch
直流电机驱动 H 桥驱动电流	$I_{M1(5)}$	± 1.1	A/ch
步进电机驱动 H 桥峰值电流	$I_{M1(pluse1234)}$	± 1.2	A/ch
直流电机驱动 H 桥峰值电流	$I_{M2(pluse5)}$	± 1.2	A/ch
工作温度	$T_A$	-40 ~ +105	°C
存储温度	$T_{STG}$	-65 ~ +150	°C
ESD (HBM)	$V_{ESD}$	> ± 3k	V

## 热阻

符号	参数值	单位
$R_{\theta JA}, T_A=25^{\circ}\text{C}$	41.13	°C/W
$R_{\theta JC}, T_A=25^{\circ}\text{C}$	21.48	°C/W
$R_{\theta JB}, T_A=25^{\circ}\text{C}$	17.26	°C/W
$\Phi_{JT}$	0.71	°C/W
$\Phi_{JB}$	16.42	°C/W

## 电气参数

$V_{MVCC12}=V_{MVCC34}=V_{MVCC5}=5V$ ,  $V_{AVDD}=5V$ ,  $V_{IO}=3.3V$ 。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
MVCCX 驱动电源范围	$V_{MVCC}$		1	5	5.5	V
AVDD 逻辑电源范围	$V_{AVDD}$		2.5	5	5.5	V
VIO 接口电源范围	$V_{IO}$		1.6		5.0	V

## 电流功耗

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
待机时电源 AVDD 电流	$I_{DDstandby}$	AVDD, CMD_RS=0		1.6		mA

## 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, FCLK	$0.7 \times V_{IO}$		$V_{IO} + 0.3$	V
低电平输入电压	$V_{IN(L)}$	SCLK, SDATA, ADDR0, FCLK	-0.3		$0.31 \times V_{IO}$	V
FCLK 时钟输入频率	$f_{CLK}$	外部时钟输入范围	4		40	MHz
OSC 内部时钟频率	$f_{OSC}$	内部振荡器的时钟	22.05	24.5	26.95	MHz
FLAG 饱和电压	$V_{FLAG}$	FLAG 为低，电流 5mA 时			200	mV

## 步进电机驱动（通道 1,2,3,4）（云台 XY 轴转向控制）

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		1.1		$\Omega$
输出漏电流	$I_{LEAK1234}$				0.8	$\mu A$

## 直流电机驱动（通道 5）(IR-CUT)

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	$R_{ON5}$	$I_{OUT5}=500mA$ ，上桥+下桥		0.9		$\Omega$
输出漏电流	$I_{LEAK5}$				0.7	$\mu A$

### 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		155		°C
过温保护迟滞	$\Delta T_{TSD}$	迟滞窗口		24		°C

### 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
欠压保护电压	$V_{RSTON}$	电压下降，输出关断		2.3		V
欠压保护迟滞	$V_{RSTHYS}$			0.2		V

## 功能描述

MS32007 总共集成了两路步进电机驱动器与一路直流电机驱动器，通过 I<sup>2</sup>C 总线去控制电机的转动。步进电机控制器可以选择整步进或者 1/2 步进的步进模式，系统上一般用来做小云台 X、Y 轴的运动控制。直流电机也是通过 I<sup>2</sup>C 设置内部的寄存器，来控制电机的正转、反转、刹车、自由旋转这四个状态，系统上可以用来做 IR-cut 的控制。

### 1. I<sup>2</sup>C 总线接口

芯片接口为 I<sup>2</sup>C，SDATA 是一个双向数据线，SCLK 是时钟输入。图 1 和图 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，SDATA 有一个下降沿作为起始条件；时钟信号为高电平时，SDATA 的上升沿作为结束条件。SDATA 的其它所有变化都发生在时钟信号为低电平时。

MS32007 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 MS32007。7 位地址的前 3 位是固定的 001，末 3 位为固定的 000，第 4 位地址由 ADDR0 管脚控制。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出现。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 MS32007 输出应答位，每一个传输的字节后微控制器发送应答位给 MS32007。

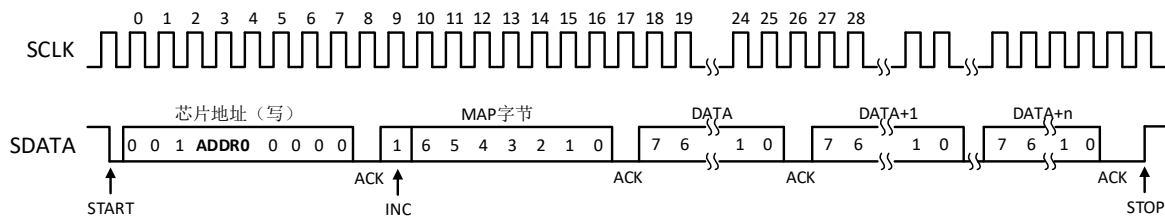


图 1. 控制端口时序，I<sup>2</sup>C 从模式写

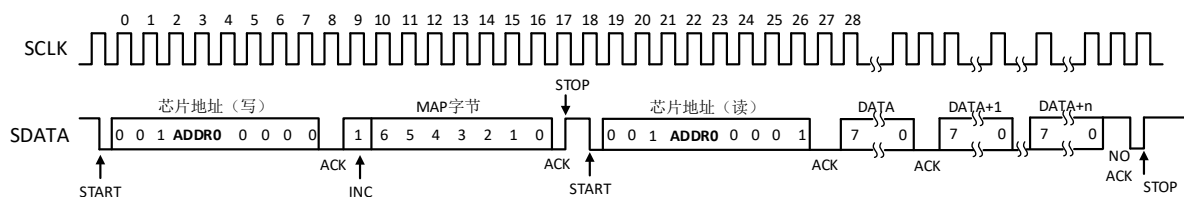


图 2. 控制端口时序，I<sup>2</sup>C 从模式读

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，它包括读和写的控制端口地址，另外还有一个自增控制位(MAP[7])。MAP[6:0]组成了可以读和写的地址，第 7 位(INC)决定在每个控制端口完成后 MAP[6:0]是否自增。如果 INC=0，MAP[6:0]在每个控制端口读或写完成后不会自增，如果 INC=1，MAP[6:0]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

ADDR	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
地址位	可写数据位[7:0]							
0H	Motor_Sel	MOTIONPLS	0	0	0	ASTOP	BSTOP	CMD_RS
1H	Ach_Cycle[7:0]							
2H	ModeA	0	Ach_Cycle[13:8]					
3H	Ach_Pulse[7:0]							
4H	EnA	RtA	0	0	0	Ach_Pulse[10:8]		
5H	Bch_Cycle[7:0]							
6H	ModeB	0	Bch_Cycle[13:8]					
7H	Bch_Pulse[7:0]							
8H	EnB	RtB	0	0	0	Bch_Pulse[10:8]		
9H	ASTART	BSTART	0	0	DC_Ct[1:0]		PWM_Chop[1:0]	
AH	PWM_io	PMW_Duty[6:0]						
FH	0	0	0	0	0	0	0	useInnerOSC
地址位	只读数据位[7:0]							
BH	Ach_MS	A_BUSY	OTP_err	AWORK	Ach_Steps[11:8]			
CH	Ach_Steps[7:0]							
DH	Bch_MS	B_BUSY	OTP_err	BWORK	Bch_Steps[11:8]			
EH	Bch_Steps[7:0]							

注：1. 寄存器表格中，A\_ 与 B\_ 分别对应 Ach 与 Bch。

2. Ach 被定义为步进电机通道 1ch 和 2ch，Bch 被定义为步进电机通道 3ch 和 4ch。

3. 在复位之后（包括上电复位和通过 CMD\_RS 寄存器复位），所有寄存器都被置为初始态，默认值均为 0。

4. 对于 Mode、Cycle、En 和 Rt 寄存器，写入的数据在 Pulse 寄存器被启用之前有效，在 Pulse 寄存器所在地址（的数据）写入完成之后确定。Mode、Cycle、En、Rt 和 Pulse 寄存器有缓存寄存器，除这些之外的寄存器组则没有。

5. 写入 STOP、PWM\_Chop、DC\_Ct 和 PWM\_Duty 寄存器的数据，在其所属地址（的数据）写入完成后确定。

## 2.1 CMD\_RS

CMD\_RS 用于重置寄存器。

D0	状态
0	重置（初始态）
1	非重置态

注：1. 置‘0’时，所有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，恒压驱动输出 1~5 ch 将被置为 HiZ。

## 2.2 Motor Sel

Motor Sel 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 Mode

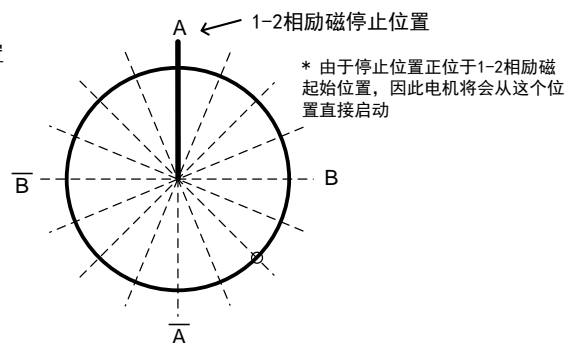
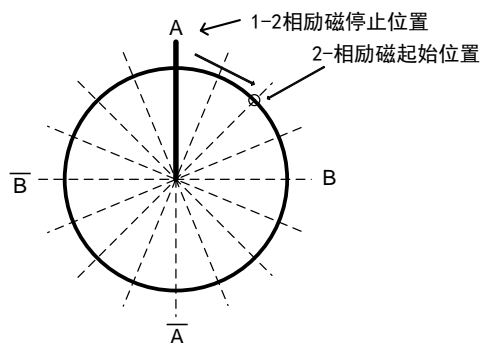
Mode 用于设置步进电机的工作模式。

D0	驱动模式
0	2 相励磁   整步进（初始态）
1	1-2 相励磁   1/2 步进

注：1. 变更工作模式时，请勿将 Pulse 数设置为‘0’。

2. 设置完 2-相 / 1-2 相励磁模式之后，模式变化导致起始运行位置的变化如下：

设置前	→	设置后	设置变化后的起始运行位置
1-2 相	→	1-2 相	从停止位置启动
1-2 相	→	2-相	从停止起的下一个 2-相位置启动
2-相	→	1-2 相	从停止位置启动
2-相	→	2-相	从停止位置启动



当电机被设置为反转时(Rt=1)，电机旋转方向与图中演示相反。

## 2.4 MOTIONPLS

MOTIONPLS 用于选择 FLAG 端口的输出。

D0	FLAG 输出信号
0	运行状态指示（初始态）
1	PWM 输出

注：1. 运行状态指示：当 A/B 通道一组指令运行结束（电机停止），或是 A/B 通道的缓存器由寄存变空时（缓存被载入），FLAG 管脚会输出一个脉宽  $128/fclk$  的脉冲信号，可用于通知主控。

示例： $fclk = 24[\text{MHz}]$ ，则脉冲信号脉宽  $= 128 / 24 = 5.3[\mu\text{s}]$

2. PWM 输出：若 PWM\_io 设置为 ‘1’，则 FLAG 管脚输出由 PWM\_Chop 和 PWM\_Duty 控制的 PWM 信号；若设置为 ‘0’，则 PWM 信号被应用于直流电机通道，FLAG 管脚输出恒 ‘0’。

3. fclk 为提供给主逻辑的时钟频率。

## 2.5 STOP

STOP 用于强制中断，使电机立即停止于当前细分下能够停留的位置。

D0	电机状态
0	正常运行（初始态）
1	即停止于当前细分下能够停留的位置

STOP 置 ‘1’ 后，Pulse 运行寄存器和缓存寄存器将被清零，Mode、Cycle、Rt、En 保持。

STOP 置 ‘1’ 时，START 信号无效。当 STOP 置 ‘0’ 后，直接发送 START 信号会使电机按原有设置运行。也可以重新发送 Mode、Cycle、Rt、En 等来更新设置，更新后的设置将在 START 信号发送后立即生效。

## 2.6 Cycle

Cycle 用于设置电机运行的频率。

D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	脉冲频率
00_0000_0000_0000 ~ 00_0000_0001_1111														禁用（初始态为全 0）
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	$fclk / (32 \times 4 \times 32) \text{pps}$
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	$fclk / (33 \times 4 \times 32) \text{pps}$
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	$fclk / (34 \times 4 \times 32) \text{pps}$
~														~
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	$fclk / (16382 \times 4 \times 32) \text{pps}$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$fclk / (16383 \times 4 \times 32) \text{pps}$

注：1. 指定的 Cycle 对 1-2 相和 2-相励磁模式均有效。

2. 初始态仅在释放复位信号后存在，请勿将 Cycle 设置到禁用范围。

3. fclk 为提供给主逻辑的时钟频率。

例：输入数据 = 14'b00\_0010\_1110\_1110, fclk = 24[MHz]

脉冲频率 = 24[MHz] / (750 × 4 × 32) = 250 [pps] = 31.25[Hz]

## 2.7 En

En 用于驱动使能控制。

D0	输出驱动状态
0	关闭（初始态）
1	开启

即使 En 被设置为 ‘0’，内部逻辑仍会运行，只是当前通道的输出变为 HiZ。

## 2.8 Rt

Rt 用于设置脉冲旋转方向。

D0	方向
0	CW（正转，初始态）
1	CCW（反转）

## 2.9 Pulse

Pulse 用于设置步数。

D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	步数
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0（初始态）
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1（整步进）   0.5（1/2 步进）
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1023（整步进上限）   511.5（1/2 步进）
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1023（整步进）   1023.5（1/2 步进上限）

注：1. 励磁模式由 Mode 寄存器设置。

2. 步数 = Pulse 数 × 驱动模式步进数。整步进时 D10 无效。

示例：ModeA = 1 (1-2 相励磁，1/2 步进)，pulse = 11'b011\_1110\_1000，步数 = 1000 × 1/2 = 500。

## 2.10 START

START 用于使能电机开始运行。

D0	使能
0	无（初始态）
1	A/B 对应通道运行（自清零）

可视为 A/B 通道运行指令的启动脉冲，设置 ‘1’ 后，经过一个 SCLK 会被重新置 ‘0’。若电机当前已在运行，则将发送 START 命令时的设置（Pulse、Cycle 等）送入缓存。若此时 xSTOP 被置 ‘1’，则写入对应通道的 START 信号无效。

### 2.11 PMW\_Chop

PMW\_Chop 用于设置 PWM 斩波频率。

D1	D0	斩波频率
0	0	$f_{chop} = f_{clk} / 128$ （初始态）
0	1	$f_{chop} = f_{clk} / 256$
1	0	$f_{chop} = f_{clk} / 512$
1	1	$f_{chop} = f_{clk} / 1024$

注：fclk 为提供给主逻辑的时钟频率。

### 2.12 DC\_Ct

DC\_Ct 用于设置直流电机驱动状态。

D1	D0	驱动状态
0	0	HiZ（初始态）
0	1	正转
1	0	反转
1	1	刹车

### 2.13 PWM\_Duty

PWM\_Duty 用于设置 PWM 占空比。

D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	PWM 占空比
0	0	0	0	0	0	0	$1/128 \times 100\%$ （初始态）
0	0	0	0	0	0	1	$2/128 \times 100\%$
~							~
1	1	1	1	1	1	1	$128/128 \times 100\%$

注：相比数字处理精度，开启/关闭 输出驱动通道的时间对 PWM 占空比的值有着更为重要的影响。为了避免这种情况，请务必谨慎设置占空比的值。

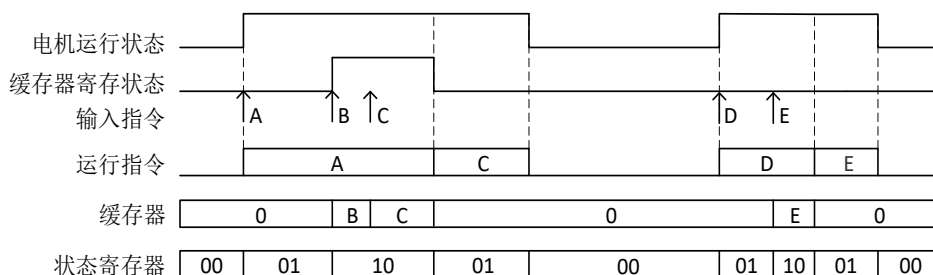
### 2.14 PWM\_io

PWM\_io 用于设置 FLAG 输出信号模式。

D0	FLAG 脚状态
0	由 FLAG 引脚直接输出（初始态）
1	用于直流电机驱动，此时 FLAG 引脚不输出

### 2.15 缓存功能

此大规模集成电路拥有 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被寄存的指令继续运行。



步进电机的运行指令(Mode、Cycle、Rt、Pulse)在 Pulse 寄存器所在地址（的数据）写入完成之后确定。当前指令运行时，再次输入的数据会暂存于 Cache 寄存器，在当前指令完成后被接续。Cache 中已经寄存数据时仍可接收新输入的数据，新输入的数据会覆盖原有数据。

### 3. 只读寄存器

可由 BH~EH 地址读取到的运行状态如下：

xch\_MS，细分模式：‘0’-整步进，‘1’-半步进；

x\_BUSY，当前通道的缓存寄存器是否寄存了指令：‘0’-无，‘1’-已寄存；

OTP\_err，芯片是否过温保护：‘0’-正常，‘1’-过温保护；

xWORK，当前通道的电机是否在运行：‘0’-停止，‘1’-运行中；

xch\_Steps，单方向累计运行的半步数，如果当前通道转向变换则清零，记满则保持最大计数。

示例：{BH,CH} = 10011111\_11111111，Ach 当前细分为半步进，当前通道的缓存寄存器没有寄存指令，芯片没有被过温保护，当前通道的电机正在运行，单方向已累计走了 4095 个半步（或以上，因为记满后停止计数并保持最大计数）。

### 4. 内置时钟

可由 useInnerOSC 配置使用外部或内部时钟。

D0	时钟源
0	由 FCLK 引脚输入（初始态）
1	使用内置 24.5MHz 时钟

使用内部时钟时，FCLK 接 GND。

### 时序表 1

输入：V<sub>IO</sub>=3.3V，V<sub>AVDD</sub> = 5V，C<sub>L</sub> = 20pF

参数	符号	最小值	最大值	单位
SCL 时钟频率	f <sub>scl</sub>		400	kHz
RST 上升沿到起始	t <sub>irs</sub>	500		μs
转换期间总线空闲时间	t <sub>buf</sub>	4.7		μs
起始条件保持时间（第一个时钟脉冲前）	t <sub>hdst</sub>	4.0		μs
时钟低电平时间	t <sub>low</sub>	4.7		μs

参数	符号	最小值	最大值	单位
时钟高电平时间	$t_{\text{high}}$	4.0		$\mu\text{s}$
重复起始条件的建立时间	$t_{\text{sust}}$	4.7		$\mu\text{s}$
SCL 下降沿到 SDA 的保持时间（注）	$t_{\text{hdd}}$	10		ns
SDA 到 SCL 上升沿的建立时间	$t_{\text{sud}}$	250		ns
SCL 和 SDA 的上升时间	$t_{\text{rc}}, t_{\text{rd}}$		1000	ns
SCL 和 SDA 的下降时间	$t_{\text{fc}}, t_{\text{fd}}$		300	ns
结束条件的建立时间	$t_{\text{susp}}$	4.7		$\mu\text{s}$
SCL 下降沿到应答的延时 @SDA 上拉电阻 4.7k $\Omega$	$t_{\text{ack}}$	120	1000	ns

注：数据必须保持足够的时间来桥接 SCL 上的转换时间  $t_{\text{fc}}$ 。

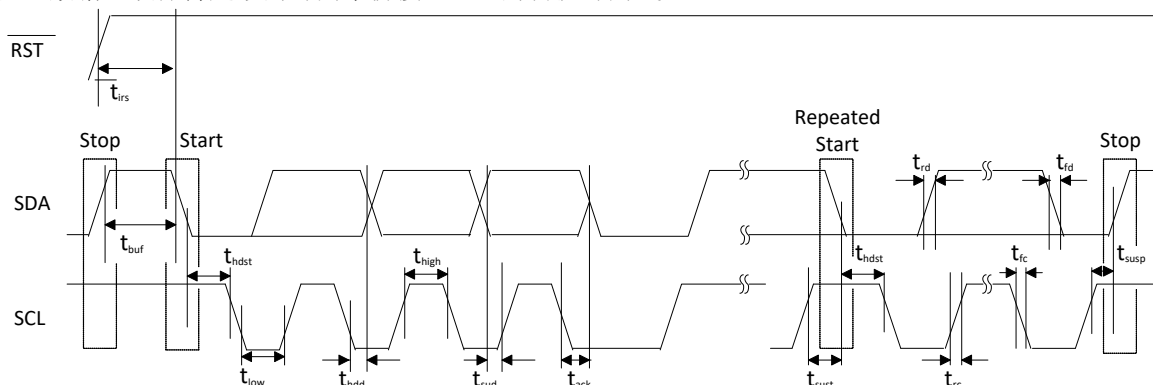
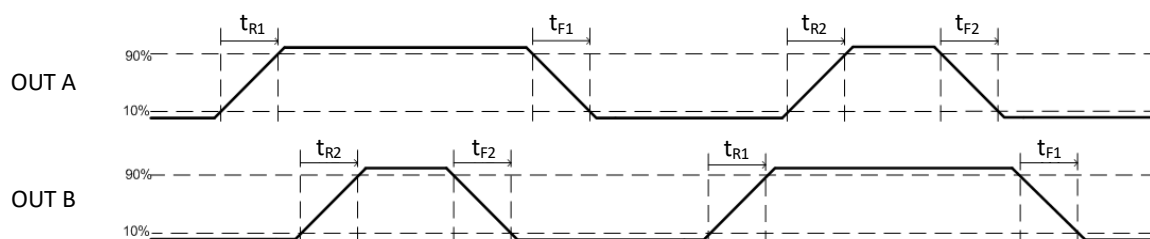


图 6. I<sup>2</sup>C 模式时序

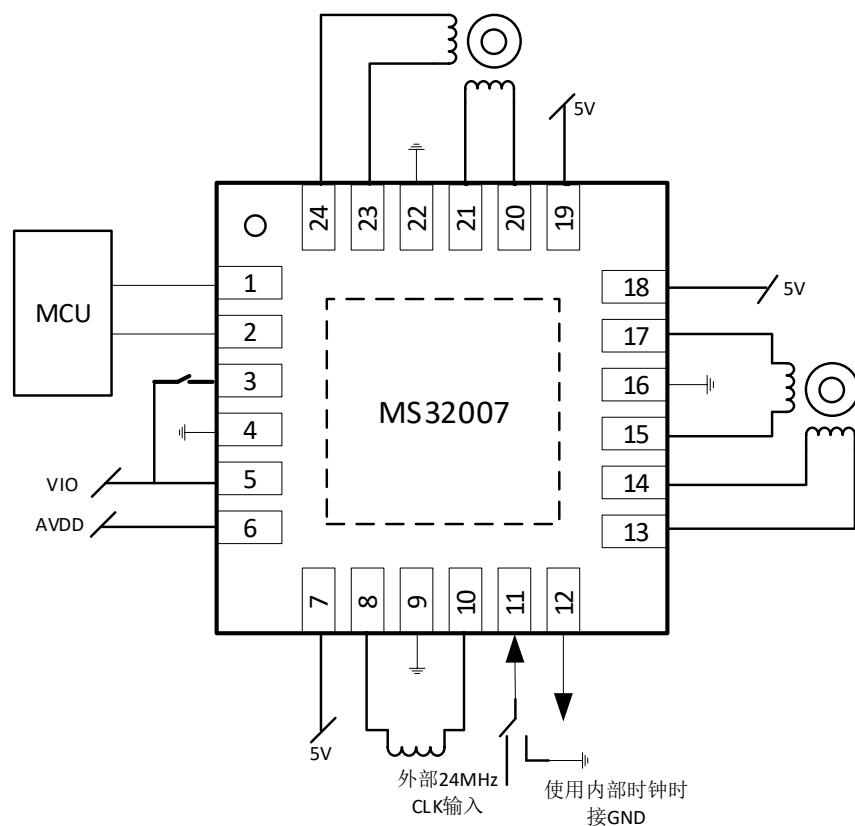
## 时序表 2

默认测试条件为室温 25°C， $V_{\text{IO}} = 3.3\text{V}$ ， $V_{\text{AVDD}} = 5\text{V}$ ， $V_{\text{MVCC}} = 5\text{V}$ ，负载电阻 16 $\Omega$ 。

参数	符号	规格
<1 ~ 5ch 恒压输出模块>		
上升时间 1	$t_{\text{R1}}$	0.4 $\mu\text{s}$
上升时间 2	$t_{\text{R2}}$	0.4 $\mu\text{s}$
下降时间 1	$t_{\text{F1}}$	0.01 $\mu\text{s}$
下降时间 2	$t_{\text{F2}}$	0.01 $\mu\text{s}$



### 典型应用图



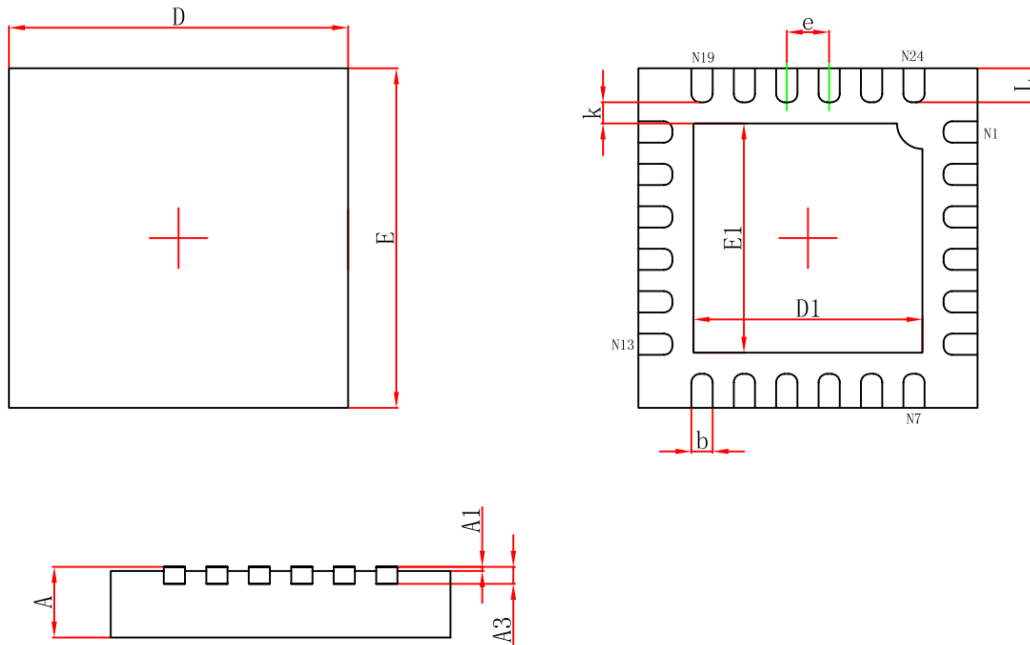
注：1. MS32007 具有背部散热片，大功率应用时必须接地。

2. 所有的电压电路范围不要超过极限值。



# 封装外形图

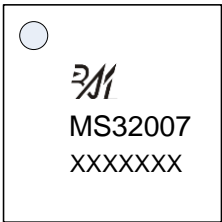
## QFN24



符号	尺寸（毫米）		尺寸（英寸）	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	3.900	4.100	0.154	0.161
E	3.900	4.100	0.154	0.161
D1	2.600	2.800	0.102	0.110
E1	2.600	2.800	0.102	0.110
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
b	0.180	0.300	0.007	0.012
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.300	0.500	0.012	0.020

印章与包装规范

1. 印章内容介绍



产品型号：MS32007

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	颗/卷	卷/盒	颗/盒	盒/箱	颗/箱
MS32007	QFN24	4000	1	4000	8	32000

## 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)