

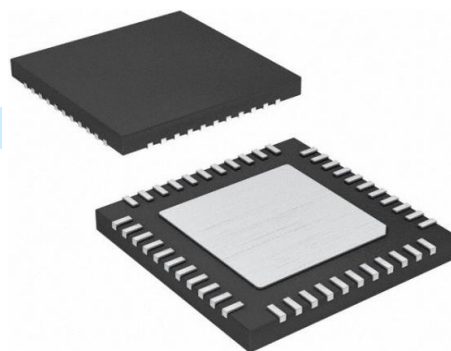
数码相机镜头电机驱动

产品简述

MS35009 是一款镜头驱动系统芯片，由于它的微步进特性，可以满足复杂，精致，低噪音的镜头驱动系统。微步进驱动功能控制模块集成在芯片中，可以极大降低 CPU 的功耗。另外，芯片集成了直流电机与音圈电机马达驱动，可以满足不同的镜头系统。

主要特点

- 内置 7 个通道的驱动模块，H 桥最大驱动电流 $\pm 0.8A$
- SPI 串行总线通信控制电机
- 负载电压范围：4.5V--5.5V
- QFN44 封装



QFN44

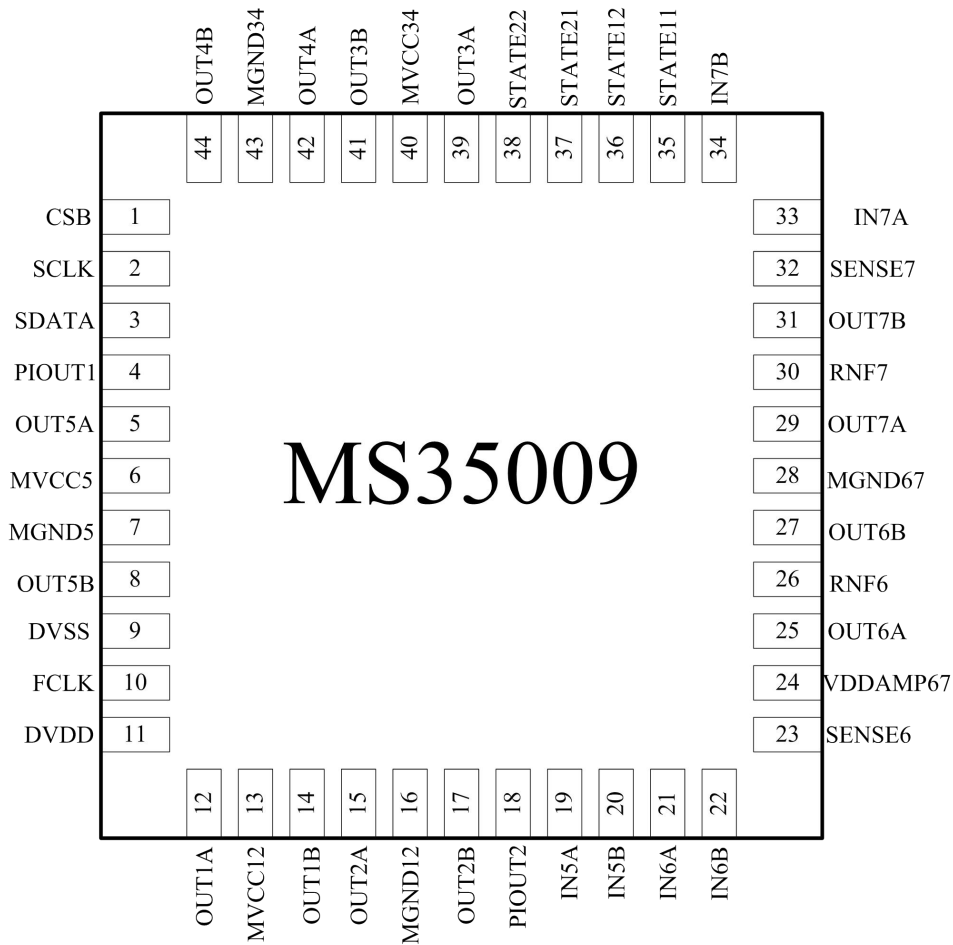
应用

- 数码像机

产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS35009	QFN44(0606X0.75-0.4)	MS35009

管脚排列图



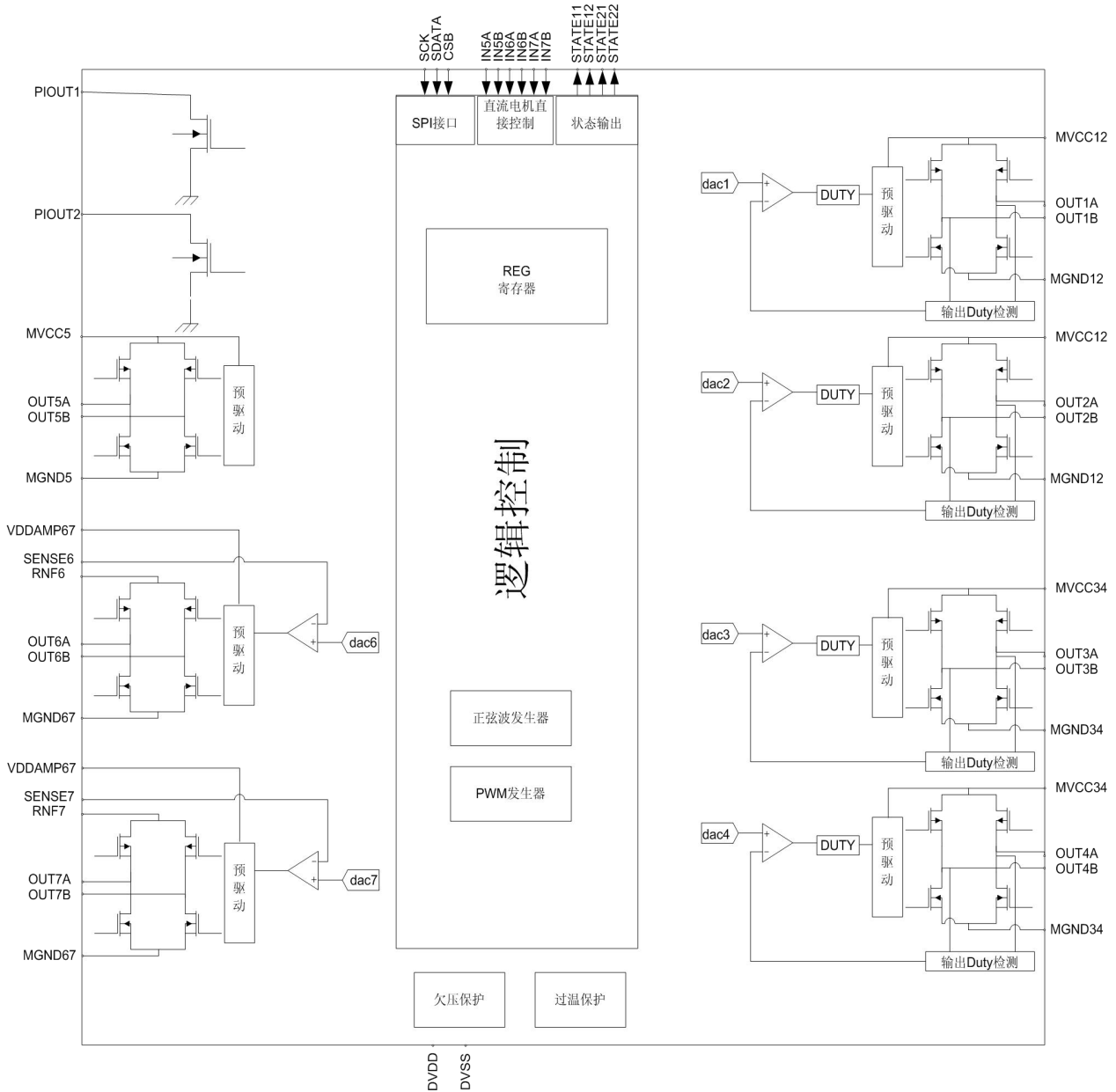
QFN44

管脚排列

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	CSB	I	SPI 片选输入
2	SCLK	I	SPI 时钟输入
3	SDATA	I	SPI 数据输入
4	PIOUT1	O	闪光灯开漏输出 1
5	OUT5A	O	通道 5 输出
6	MVCC5	POWER	通道 5 电源
7	MGND5	GND	通道 5 ‘地’
8	OUT5B	O	通道 5 输出
9	DVSS	GND	数字 ‘地’
10	FCLK	I	时钟基准
11	DVDD	POWER	3.3V 数字电源
12	OUT1A	O	通道 1 输出
13	MVCC12	POWER	通道 12 电源
14	OUT1B	O	通道 1 输出
15	OUT2A	O	通道 2 输出
16	MGND12	GND	通道 12 ‘地’
17	OUT2B	O	通道 2 输出
18	PIOUT2	O	闪光灯开漏输出 2
19	IN5A	I	通道 5 外部输入
20	IN5B	I	通道 5 外部输入
21	IN6A	I	通道 6 外部输入
22	IN6B	I	通道 6 外部输入
23	SENSE6	IO	通道 6 检测脚
24	VDDAMP67	POWER	通道 67 控制电源
25	OUT6A	O	通道 6 输出
26	RNF6	POWER	通道 6 电源
27	OUT6B	O	通道 6 输出
28	MGND67	GND	通道 67 ‘地’

29	OUT7A	O	通道 7 输出
30	RNF7	POWER	通道 7 电源
31	OUT7B	O	通道 7 输出
32	SENSE7	IO	通道 7 检测脚
33	IN7A	I	通道 7 外部输入
34	IN7B	I	通道 7 外部输入
35	STATE11	O	状态输出 11
36	STATE12	O	状态输出 12
37	STATE21	O	状态输出 21
38	STATE22	O	状态输出 22
39	OUT3A	O	通道 3 输出
40	MVCC34	POWER	通道 34 电源
41	OUT3B	O	通道 3 输出
42	OUT4A	O	通道 4 输出
43	MGND34	GND	通道 34 ‘地’
44	OUT4B	O	通道 4 输出

内部框图



MS35009 内部框图

极限参数

绝对最大额定值

注意：应用中任何情况下都不允许超过下表中的最大额定值

参 数	符 号	额 定 值	单 位	注
模拟，控制部分电源电压	DVDD	-0.3~+4.5	V	-
马达控制电源电压 1	MVCCA MVCCB	-0.3~+7.0	V	-
输入电压	VIN	-0.3~DVDD+0.3	V	-
工作环境温度	Topr	-40~+85	°C	-
存储温度	Tstg	-55~+125	°C	-
电机 H 桥驱动电流	I _{M1(1234)}	±0.5	A/ch	*1
电机 H 桥驱动电流	I _{M1(567)}	±0.8	A/ch	*2
直流电机驱动	I _{M1(E)}	±0.5	A/ch	-
ESD	HBM	大于±2k	V	-

注意项： *1： 第1， 2， 3， 4通道H桥的最大持续工作电流值

*2： 第5， 6， 7通道H桥的最大持续工作电流值

建议的工作范围

参 数	符 号	参 数 范 围			单 位	注
		最 小	标 准	最 大		
电源电压范围	DVDD	2.7	3	3.6	V	*1
	MVCC	2.7	5	5.5		
基准频率	Fclk	1		27.5	MHz	*2

注意项： *1： 使用中每个电源需要供电， 否则可能会触发欠压保护， 芯片停止工作。

*2： 选用不同的Fclk输入， 注意时钟寄存器的设置， 使芯片内部主时钟Fmain在24MHz附近

电气参数

MVCC=5V, DVDD=5V, DVSS=MGND=0

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

电流功耗：

参 数	符 号	测 试 条 件	最小值	典型值	最大值	单位
待机时电源电流 DVDD	ISSD	CDM_res=0	-	0.45	1.5	mA
待机时电源电流 MVCC	ISSVM	CDM_res=0	-	50	100	uA
工作时电源电流 DVDD	ICC2	IDDD	-	6	10	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
低电平输入电压	VIL		DVSS		0.3* DVDD	V
高电平输入电压	VIH		0.7* DVDD		DVDD	V
低电平输入电流	IIL	VIL=DVSS	0		10	uA
高电平输入电流	IIH	VIL=DVDD	0		10	uA
低电平输出电压	VOL	灌电流 $I_o=1\text{mA}$	DVSS		0.2* DVDD	V
高电平输出电压	VOH	拉电流 $I_o=-1\text{mA}$	0.8* DVDD		DVDD	V

电压型输出驱动（第 1, 2, 3, 4 通道）：

参 数	符 号	测 试 条 件	最小值	典型值	最大值	单位
导通电阻	Ron	$I_{out} = \pm 100\text{mA}$ ，上下臂 桥电阻之和	-	1.5	2	Ω
关断漏电流	Ioz		-10		10	uA
不同输出间的差分电压 精度差	Vdiff	差分电压寄存器设置 010- 1011	-5		+5	%

电流型输出驱动（第 5, 6, 7 通道）：

参 数	符 号	测 试 条 件	最小值	典型值	最大值	单位
导通电阻	Ron	Iout= ± 100mA，上下臂桥电阻之和	-	1.1	1.5	Ω
关断漏电流	Ioz		-10		10	uA
输出电流	IO	DAC 设置 1000-0000 RF 电阻 1 欧姆	180	200	210	mA

PI 输出：

参 数	符 号	测 试 条 件	最小值	典型值	最大值	单位
PI 输出电压	PIVO	灌电流 I _{IH} =30mA		0.16	0.50	V

过热保护：

参 数	符 号	测 试 条 件	最小值	典型值	最大值	单位
过热保护工作温度	Ttsd	-	-	157	-	℃
过热保护最大滞后误差	ΔTtsd	-	-	32	-	℃

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
DVDD Reset	Vrston	-	-	2.0	-	V
DVDD Reset 迟滞	Vrsthys	-	-	0.1	-	V

功能描述

a) 系统模块介绍

步进电机驱动（第 1 到 4 通道）

内置细分的 PWM 驱动模式，最多可以驱动两个步进电机。

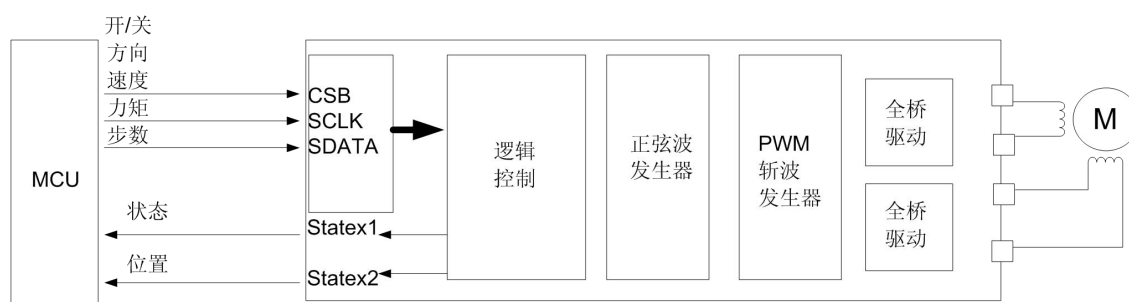
内置电压反馈的类似 D 类功放的驱动模式。

第 3, 4 通道可以做为独立的直流电机驱动或者音圈电机驱动。

步进电机通过设置相关的寄存器进行行为控制。可以选择 1024 的微细分模式，1-2 相位，2 相位模式。另外系统带指令缓存器，当电机在运转当前指令时，设置后面的指令，从而电机可以持续运转。

电机的运行状态指示 ACT，与电机转动位置信息 MO，可以通过 STATExx 脚读出。

控制框图如下：

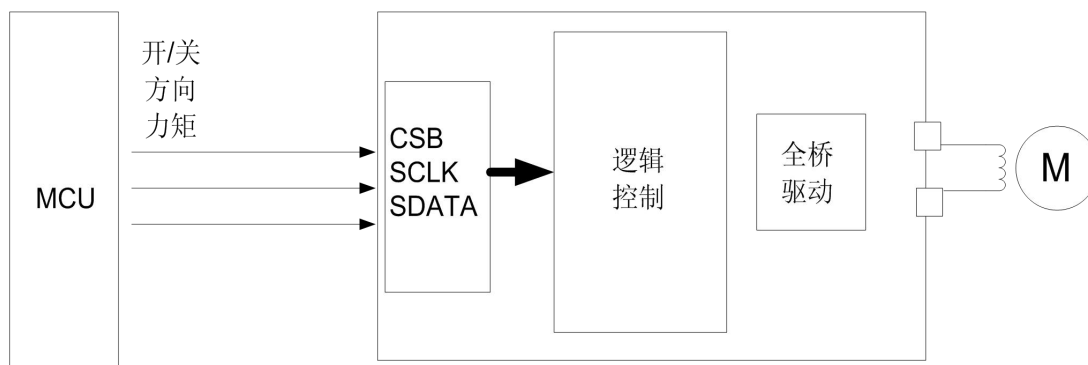


直流电机驱动（第 5 通道）

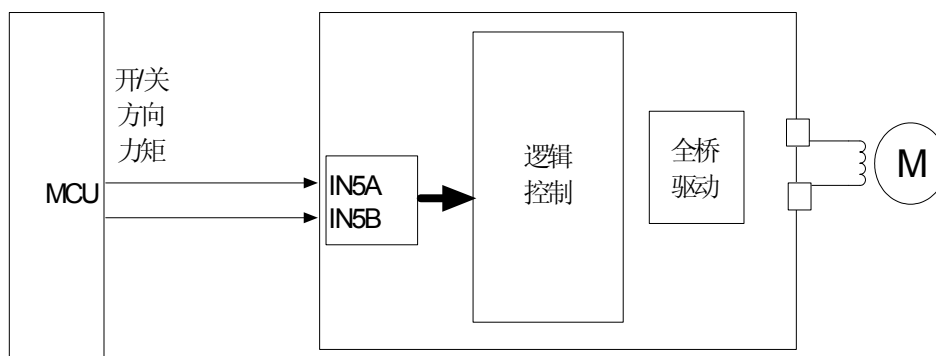
直流电机驱动是电压型的 PWM 斩波控制。

此电机驱动既可以通过 SPI 设置寄存器设置，同时由于外置了直接控制管脚，也可以通过外部的管脚控制，又或者可以两者结合的混合控制。

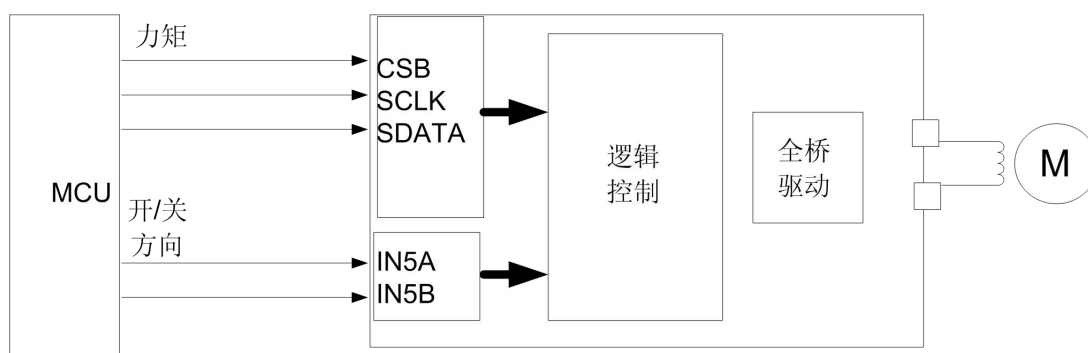
SPI 模式控制：



外部控制模式：



混合控制模式：



电流型直流驱动（第 6，7 通道）

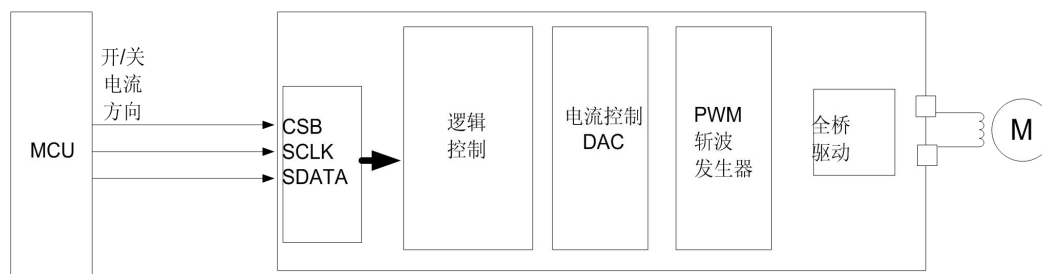
第 6，7 通道为电流型的输出驱动，内置恒电流模式的驱动器。

RNF 脚的电压与 RNF 脚的电阻关系，决定了电机的输出电流，内部集成了高精度的比较器来是电流稳定。

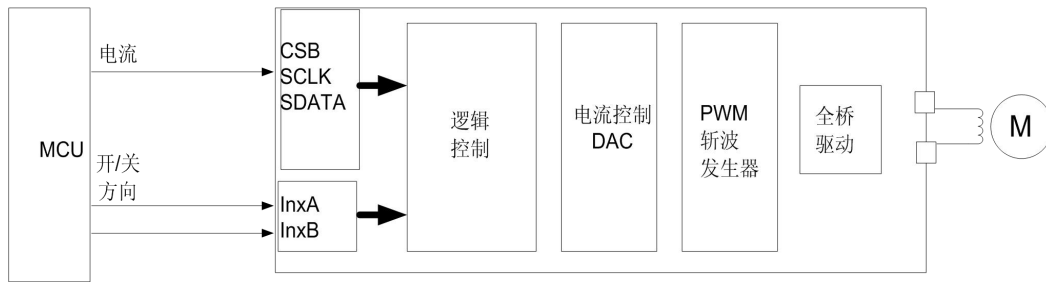
如果 RNF 脚存在寄生的电阻，将会影响电流的精度，需要特别注意。

电流型的驱动可以通过 SPI 来设置寄存器的方式控制，也可以与外部的输入脚混合控制

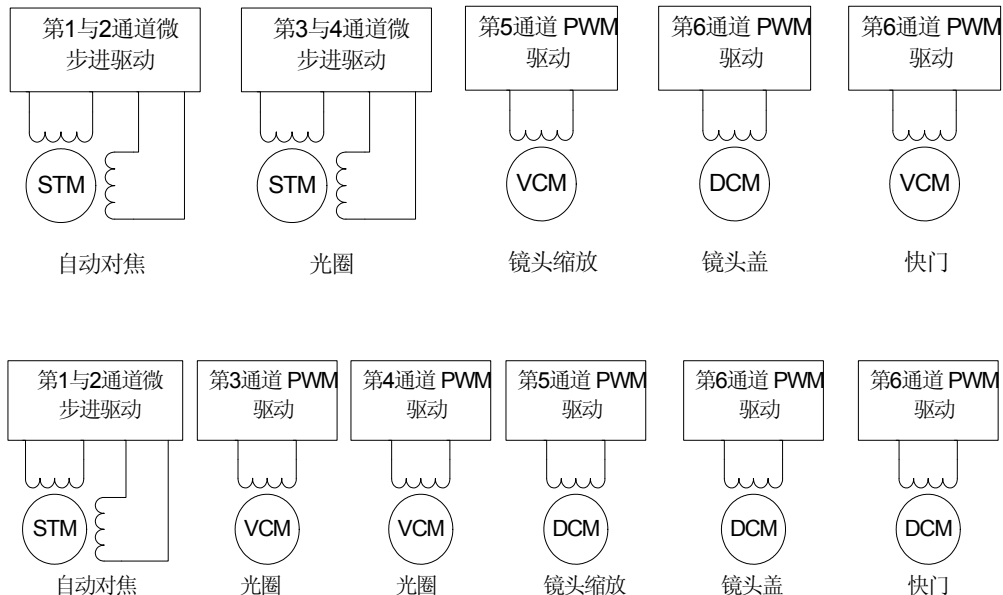
SPI 控制模式：通过 SPI 设置电流大小，状态和方向。



混合控制模式：通过 SPI 设置电流大小，INxA/B 控制输入的状态和方向。



b) 系统应用



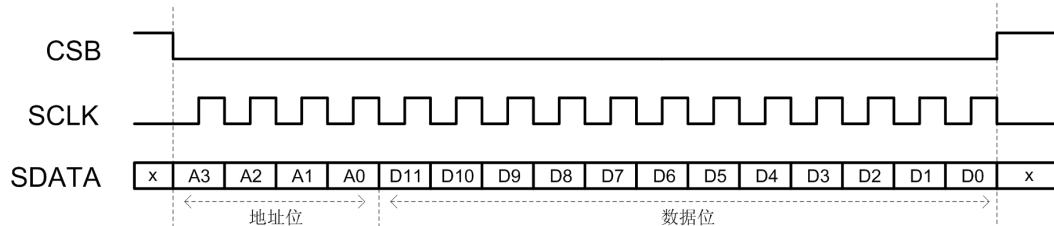
c) SPI 接口

3 线串行接口

控制命令由 16 位串行数据构成，从 CSB、SCLK 和 SDATA 引脚进入（高位先入）。最高 4 位为地址位，其余 12 位为数据位。

每 1 位由 SDATA 引脚进入的数据，在每个 SCLK 的上升沿被读取。

数据在 CSB 为低电平时写入有效，但不同寄存器的数据录入时刻有所区别（详见注释 4、5）



d)寄存器

寄存器表如下

地址位 [3:0]				数据位 [11:0]											
A3	A2	A1	A0	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	MODEA[1:0]		SelA[1:0]		0	Ach_different_output_voltage[6:0]						
0	0	0	1	0	0	0	0	Ach_Cycle[7:0]							
				0	0	1	0	Ach_Cycle[15:8]							
				0	1	0	0	0	0	A_PHMOD[4:0]					
				0	1	1	0	A_BEXC	0	0	A_BSL	A_AEXC	0	0	A_AS_L
0	0	1	0	1	1	0	0	0	APOS[1:0]	0	0	0	0	A_STOP	
1	0	0	0	EnA	RtA	Ach_Pulse[9:0]			Bch_different_output_voltage[6:0]						
1	0	0	1	MODEB[1:0]		SelB[1:0]		0	Bch_Cycle[7:0]						
				0	0	0	0	Bch_Cycle[15:8]							
				0	1	0	0	0	0	B_PHMOD[4:0]					
				0	1	1	0	B_BEXC	0	0	B_BSL	B_AEXC	0	0	B_AS_L
				1	0	0	0	0	0	3_Chop[1:0]		0	0	4_Chop[1:0]	
				1	0	1	3_PWM_Ct[1:0]		3ch_PWM_Duty[6:0]						
				1	1	0	4_PWM_Ct[1:0]		4ch_PWM_Duty[6:0]						
1	1	1	1	0	0	0	BPOS[1:0]	0	0	0	0	B_STOP			
1	0	1	0	EnB	RtB	Bch_Pulse[9:0]									
1	1	0	0	0	0	Chopping[1:0]	CacheM	0	0	lssel	P_CTRL	CLK_DIV[2:0]			
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PI_CTRL1	PI_CTRL2	
				0	0	1	0	0	0	0	5_Sel[1:0]		5_Chop[1:0]		
				0	1	0	5_PMW_Ct[1:0]		5ch_PMW_Duty[6:0]						
1	1	1	0	0	0	0	0	Current driver reference voltage adjustment6 (DAC6 output value) [7:0]							
				0	1	0	0	7ch_S	0	7_PMW_Ct[1:0]	6ch_S	0	6_PMW_Ct[1:0]		
				1	0	0	Current driver reference voltage adjustment7 (DAC7 output value) [7:0]								
1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	CMD_RS	

(注释 1) 寄存器表中, A_ 与 B_ 分别对应于 Ach 和 Bch

(注释 2) Ach 被定义为由 1ch 和 2ch 驱动输出, Bch 被定义为由 3ch 和 4ch 输出

(注释 3) 在复位 (resetting) 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。

(注释 4) 对于 Mode, different_output_voltage, Cycle, En 和 Rt 寄存器, 写入的数据在 Pulse 寄存器写入之前等待, 在 Pulse 寄存器数据写入完成后的 CSB 信号上升沿被应用。且 Mode, different_output_voltage, Cycle, En, Rt 和 Pulse 寄存器有缓存寄存器, 除这些之外的寄存器则没有。

(注释 5) 对于 POS, STOP, Chop, PWM_Ct 和 PWM_duty 寄存器, 写入的数据在数据写入完成后的 CSB 信号上升沿被应用, 除这些之外的寄存器的写入数据在第 16 个 SCLK 信号上升沿被应用。

(d-1) Mode[1:0] 用于设置电机的驱动模式

地址 - Ach: 0000 Bch: 1000

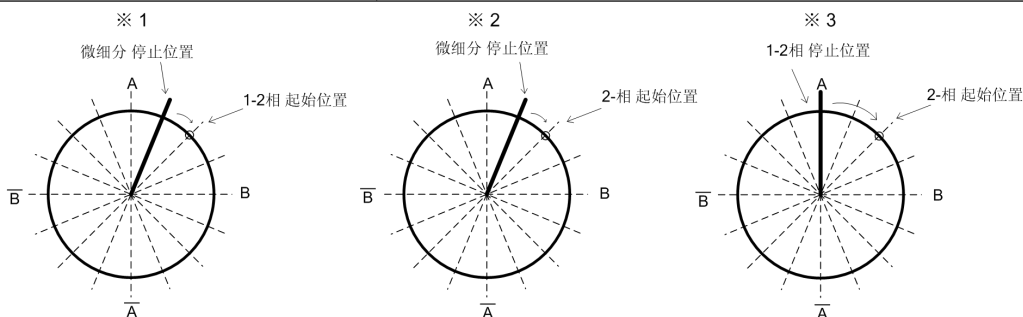
D1	D0	驱动模式
0	0	微细分 (初始状态)
0	1	2-相励磁
1	0	1-2 相励磁
1	1	多用途驱动

(注释 1) 变更工作模式时, 请勿将 Pulse 数设置为 0

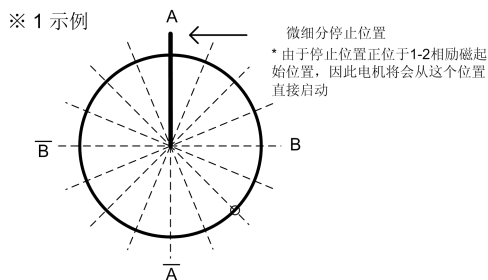
(注释 2) 多用途驱动模式仅对 B 通道设置有效, 对 A 通道设置则无效

(注释 3) 设置完 微细分 / 2-相励磁 / 1-2 相励磁 模式之后, 由于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
微细分	→	微细分	从停止位置启动
微细分	→	1-2 相	从停止起的下一个 1-2 相 位置启动 *1
微细分	→	2-相	从停止起的下一个 2-相 位置启动 *2
1-2 相	→	微细分	从停止位置启动
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 *3
2-相	→	微细分	从停止位置启动
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
- 不同模式的驱动频率 (operation frequency) 取决于设置的脉冲频率 (对 Cycle 寄存器的设置)
- 对于 ※1 ※2 ※3 三种情况, 如果停止位置正好位于设置后模式的起始位置, 则同样由停止位置直接启动

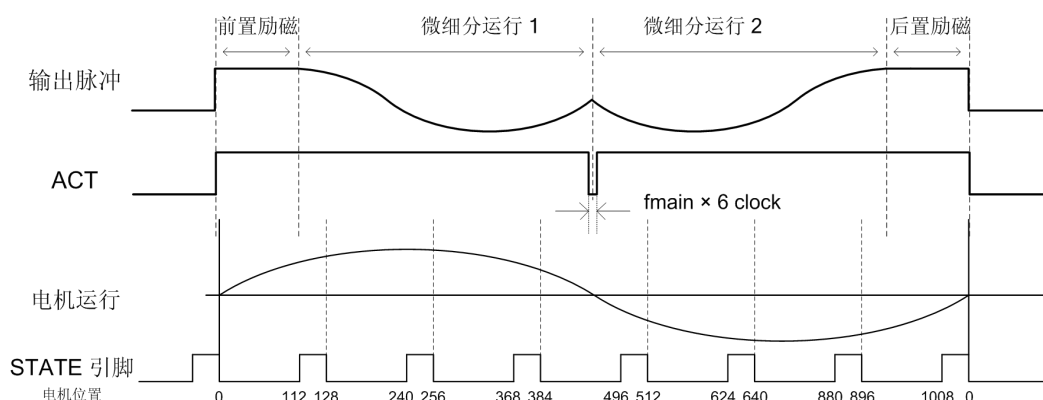


(d-2) Sel[1:0] 用于设置 STATEx1 和 STATEx2 引脚的输出状态

地址 - Ach: 0000 Bch: 1000

D1	D0	STATEx1 输出状态	STATEx1 输出状态
0	0	ACT 输出 (初始状态)	MO 输出 (初始状态)
0	1	MO 输出	BUSY 输出
1	0	BUSY 输出	ACT 输出
1	1	MO & ACT 输出	BUSY 输出

- (1) ACT 输出: 用于显示电机驱动运行状态
 STATE 输出 高电平 表示电机驱动 正在 运行
 STATE 输出 低电平 表示电机驱动 停止 运行



* 电机位置代表 1 个周期被分为 1024 份时所占的份数

- (2) MO 输出: 用于同步显示电机的运行状态 (以 1-2 相激励模式输出, 两个下降沿的间隔代表转子走过半步)
 (3) BUSY 输出: 用于显示寄存器是否被占用
 STATE 输出 高电平 表示寄存器 满
 STATE 输出 低电平 表示寄存器 可写
 (4) MO & ACT 输出: 将 ACT 与 MO 状态进行 与逻辑 输出

(d-3) different_output_voltage[6:0]: 用于设置 OUTxA 与 OUTxB 引脚的之间的电压差

地址 - Ach: 0000 Bch: 1000

D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	different_output_voltage
0	0	0	0	0	0	0	$(DVDD \times 2) / 128 \times 0$ (初始状态)
0	0	0	0	0	0	1	$DVDD \times 2) / 128 \times 1$
~							
1	1	1	1	1	1	0	$DVDD \times 2) / 128 \times 126$
1	1	1	1	1	1	1	$DVDD \times 2) / 128 \times 127$

(注释) 电压差可以高于 MVCC 电压 (这取决于 DVDD 和 MVCC 的关系)

(d-4-1) Cycle 用于设置电机运行的脉冲频率

地址 - Ach: 0001 Bch: 1001

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	脉冲频率
0000 0000_0000_0000 ~ 0000_0000_0111_1111																禁用 (初始态)
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	$f_{main}/(128 \times 32)$ pps
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	$f_{main}/(132 \times 32)$ pps
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	$f_{main}/(136 \times 32)$ pps
~																~
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	$f_{main}/(65528 \times 32)$ pps
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	$f_{main}/(65532 \times 32)$ pps

(注释 1) 指定的 Cycle 对 1-相 和 2-相励 磁模式均有效

(注释 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

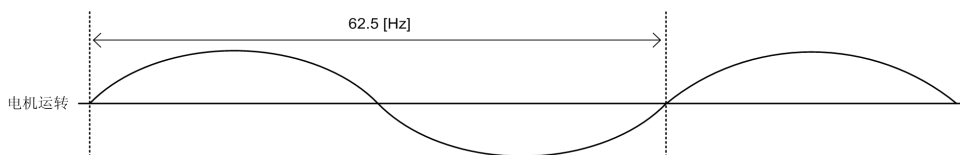
(注释 3) “fmain” 为提供给主逻辑的时钟频率

(注释 4) 最低 2 位 (D1、D0) 禁用 (保持为 “00”)

例: 输入数据 = 16' b0000_0101_1101_1100, fclk = 4[MHz], P_CTRL = 1' b1,

CLK_DIV = 3' b100(×6)

脉冲频率 = $4[\text{MHz}] \times 6 / (1500 \times 32)$
 = 500[pps] = 62.5[Hz]

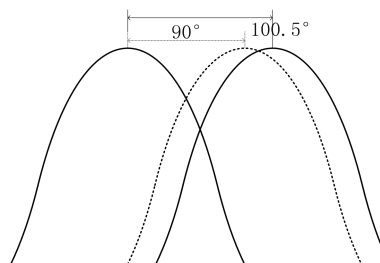


(d-4-2) PHMOD 用于电流相位矫正

A 通道的电机和 B 通道电机电流的相位差分别由 A_PHMOD[4:0]和 B_PHMOD[4:0]调节。初始相位差默认为 90°。1 个矫正单位为 0.7°，同时数据可以取正反偏差 (将输入值视为补码, 最高位为符号位)

PHMOD	矫正相位偏移值
00000	0°
00001	+0.70° (45/64)
01111	+10.50° (675/64)
10000	0°
10001	-0.70°
11111	-10.50°
矫正单位	$360^\circ / 512 \approx 0.70^\circ$

例: 如图, 若实际相位差为 100.5°, 则使用 PHMOD 01111 来矫正



步进电机线圈之间的相位差一般为 90°。但是因为电机的不同或者工艺偏差, 相位差也会偏移出 90°。因此, 即使驱动波形电流的相位差 90°, 但是电机本身不是相差 90°, 也会产生转矩纹

波,噪声还是存在的。此设置主要是减少由于电机变化时产生的转矩纹波。

(d-5-1) BEXC、AEXC 用于设置是否启用前置励磁和后置励磁

地址 - Ach: 0001 Bch: 1001

D0	运行状态
0	关闭 (初始状态)
1	启用

(注释 1) BEXC: 前置励磁 (Before) AEXC: 后置励磁 (After)

(注释 2) 在寄存器 En 从 0 置为 1 后, 前置励磁被启用

(注释 3) 在寄存器 En 从 1 置为 0 后, 后置励磁被启用

(d-5-2) BSL, ASL 用于设置前置励磁和后置励磁的时长

地址 - Ach: 0001 Bch: 1001

D0	励磁时长
0	$(1/f_{main}) \times 120,000$ (初始态)
1	$(1/f_{main}) \times 240,000$

(注释) BSL: 前置励磁时长 (Before) ASL: 后置励磁时长 (After)

(例) $f_{clk} = 4[\text{MHz}]$, $P_CTRL = 1'b1$, $CLK_DIV = 3'b100(\times 6)$, $BSL = 1'b1$

$f_{main} = 4[\text{MHz}] \times 6 = 24[\text{MHz}]$

前置励磁时长 = $(1/24[\text{MHz}]) \times 240,000 = 10[\text{msec}]$

(d-6-1) POS[1:0] 用于设置强制中断后的停止位置

地址 - Ach: 0001 Bch: 1001

D1	D0	停止位置
0	0	微细分位置 (初始态)
0	1	1-2 相 位置
1	0	2-相 位置
1	1	1-相 位置

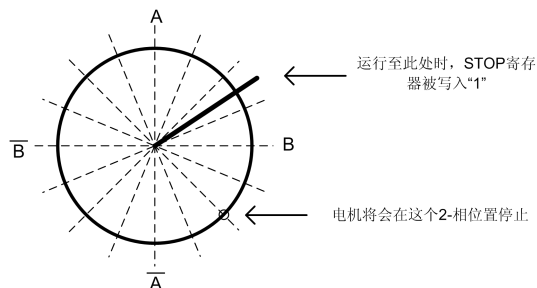
(注释 1) 以 1-2 相励磁模式运行时, POS[1:0] 设置 “00” 等效于 “01”

(注释 2) 以 2-相励磁模式运行时, POS[1:0] 设置 “00” “01” “11” 等效于 “10”

(d-6-2) STOP 用于强制中断, 使电机停止于下一个设置的停止位置

地址 - Ach: 0001 Bch: 1001

例: $Rt = 0$, $POS = 10$,



寄存器	执行状态	缓存器 1	缓存器 2
Mode	保持	清除	清除
different output voltage	保持	清除	清除
Cycle	保持	清除	清除
En	保持	清除	清除
Rt	保持	清除	清除
Pulse	清除	清除	清除
STOP	保持	-	-

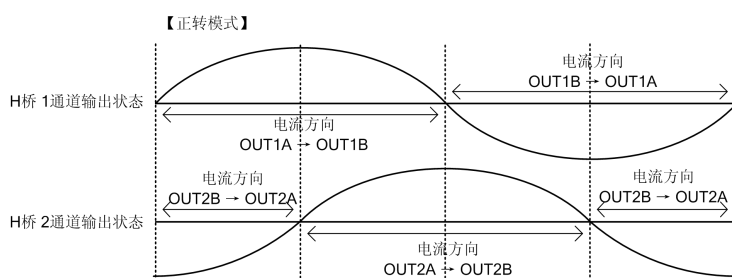
(d-7) En 用于设置电机驱动的使能 (0: HiZ / 1: ON)

地址 - Ach: 0010 Bch: 1010

(注释 1) 即使 En 被设置为“0”，对 Pulse 寄存器写入数据后，内部逻辑脉冲仍会计数

(d-8) Rt 用于设置脉冲旋转方向 (0: CW (正转) / 1: CCW (反转))

地址 - Ach: 0010 Bch: 1010



(注释 1) 以上电流波形为典型的 1 通道、2 通道驱动输出

(d-9) Pulse 用于设置脉冲数

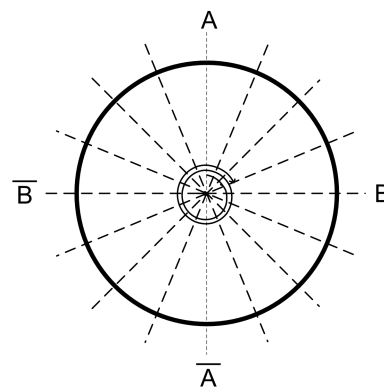
D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	脉冲数
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$0 \times (360/16)^\circ$ (初始状态)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	$1 \times (360/16)^\circ$
~											~
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	$1022 \times (360/16)^\circ$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$1023 \times (360/16)^\circ$

(注释1) 当选择2-相模式时, 脉冲数以 90° 为间隔, D9~D2 设置有效, D1 和 D0 设置无效 (视为 00); 当选择1-2相模式时, 脉冲数以 45° 为间隔, D9~D1 设置有效, D0 设置无效 (视为 0)

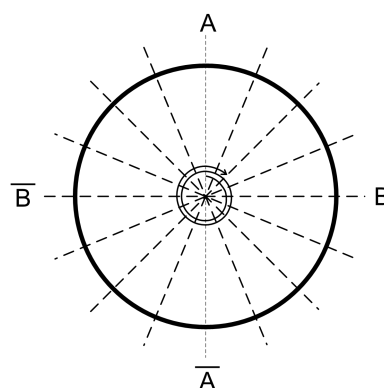
(注释2) 激励模式由 Mode 寄存器设置

(例)

- (1) 微细分模式, 寄存器输入 = $10' b00_0010_0011$
 脉冲数 = $35 \times 22.5^\circ = 787.5^\circ$
 = 2 cycle + 3/16 cycle

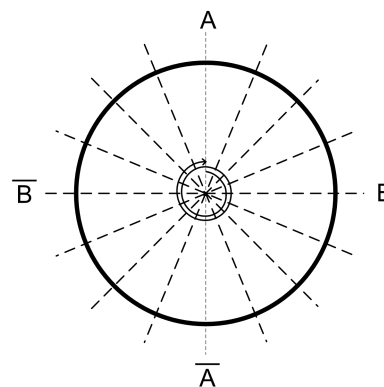


- (2) 1-2 相励磁模式, 寄存器输入 = $10' b00_0010_0010$
 脉冲数 = $34 \times 22.5^\circ = 765^\circ$
 = 2 cycle + 1/8 cycle



* 此模式中 Pulse[9:0] 的 D0 位寄存器设置无效

- (3) 2-相励磁模式, 寄存器输入 = $10' b00_0010_0000$
 脉冲数 = $32 \times 22.5^\circ = 720^\circ$
 = 2 cycle



* 2-相励磁模式模式中 Pulse[9:0] 的 D1 和 D0 位寄存器设置无效

(d-10) Chopping[1:0] 用于设置 PWM 斩波频率

地址 - 1100

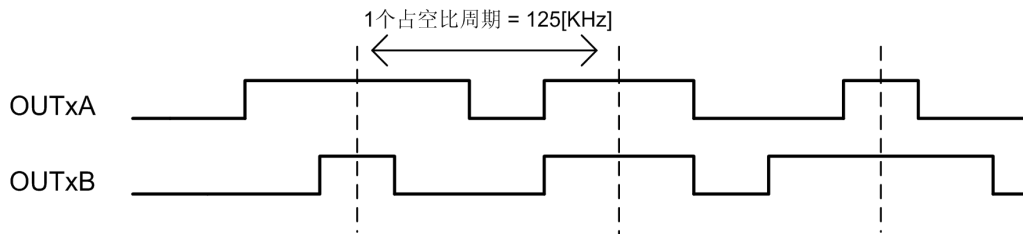
D1	D0	斩波频率
0	0	禁用 (初始状态)
0	1	$f_{main}/(4 \times 32)$ Hz
1	0	$f_{main}/(5 \times 32)$ Hz
1	1	$f_{main}/(6 \times 32)$ Hz

(注释 1) “fmain” 为提供给主逻辑的时钟频率

(注释 2) Chopping 的设置对 A、B、C 通道都有效

(注释 3) 设置后的斩波频率需要大于 120[KHz]

(例) Chopping[1:0] = 2' b11, $f_{clk} = 4[\text{MHz}]$, P_CTRL = 1' b1,
 CLK_DIV = 3' b100 ($\times 6$)
 斩波频率 = $4[\text{MHz}] \times 6 / (6 \times 32) = 125[\text{KHz}]$



(d-11) 3ch / 4ch 多用途驱动模式 (ModeB[1:0] = 2' b11) 和 5ch 驱动内部控制

Chop 寄存器 (地址 - 1001) : 用于设置 PWM 斩波频率

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

(注释 1) “fmain” 为提供给主逻辑的时钟频率

(注释 2) Chop 寄存器与 微细分模式下的 PWM 斩波频率 无关

PWM_Ct 寄存器 (地址 - 1001) : 用于设置驱动状态

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

PWM_Duty 寄存器 (地址 - 1001) : 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	0	$127/128 \times 100\%$
1	1	1	1	1	1	1	$128/128 \times 100\%$

(注释 1) 相比数字处理精度, 开启/关闭 输出驱动的时间对 PWM 占空比的值的会有更大的影响。为了避免这种情况, 请谨慎设置占空比的值。

* 对于 5 驱动通道, 5_Sel 寄存器用于选择此通道由 外部/内部 控制:

D1	D0	控制模式	PWM 控制源	驱动控制源
0	0	外部控制 (初始状态)	IN5A IN5B 控制	IN5A IN5B 控制
1	0	内部控制	寄存器控制	寄存器控制
其他		禁用		

(注释) 对模式的设置会被保持

外部控制模式:

IN5A	IN5B	OUT5A	OUT5B
0	0	HiZ	HiZ
0	1	L	H
1	0	H	L
1	1	L	L

内部控制模式:

由 5_chop, 5_PWM_Ct, 和 5ch PWM_Duty 寄存器共同作用

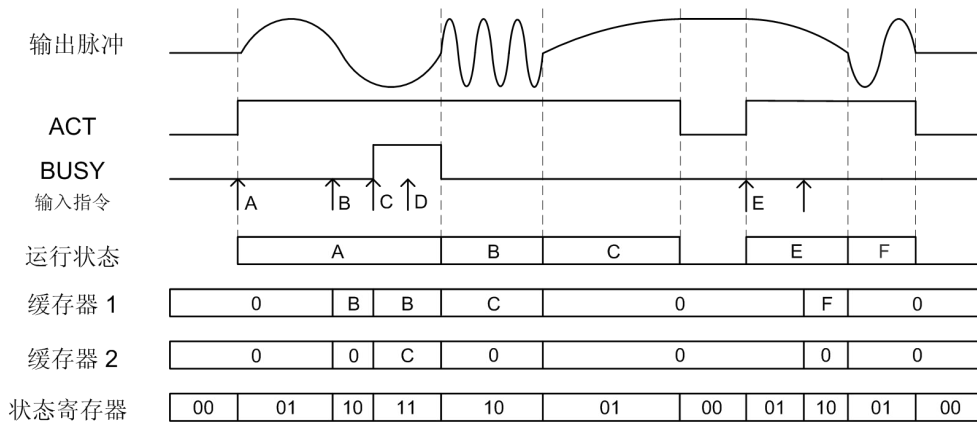
(d-12) Cache 寄存器

此大规模集成电路拥有两组缓存器，可在电机正在运行时暂时寄存输入的数据，电机执行完当前任务之后会接续被寄存的数据继续运行。

另外，CacheM 寄存器用于选择缓存器的工作模式

<典型示例>

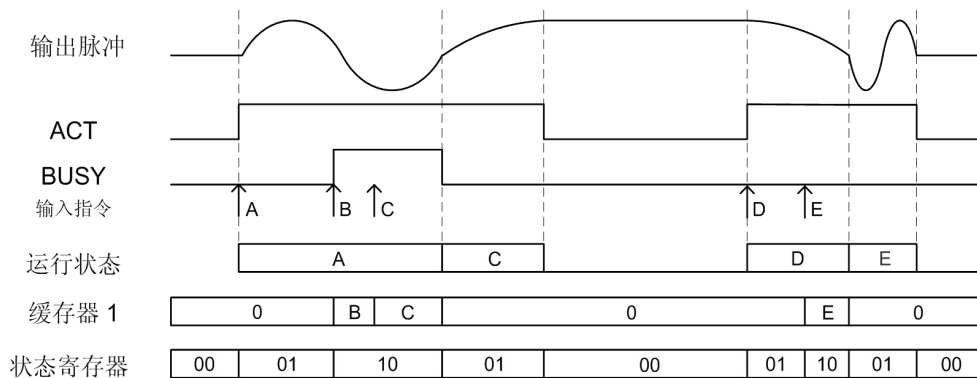
(1) CacheM = 0



在 Pulse 寄存器数据写入完成后的 CSB 上升沿，初次运行状态被确定。ACT 信号在 Pulse 寄存器输出生效时变为高电平，输出完成后变为低电平。在 Pulse 寄存器输出时输入的数据会暂存于缓存器，在当前任务完成后再接续。

CacheM 寄存器置 0 时，两组缓存器生效，当这两组寄存器都被写入时（寄存了 2 组数据），BUSY 信号变为高电平，且不再接收新的数据输入。

(2) CacheM = 1



在 Pulse 寄存器数据写入完成后的 CSB 上升沿，初次运行状态被确定。ACT 信号在 Pulse 寄存器输出生效时变为高电平，输出完成后变为低电平。在 Pulse 寄存器输出时输入的数据会暂存于缓存器，在当前任务完成后再接续。

CacheM 寄存器置 1 时，只有 1 组缓存器生效，当这组缓存器寄存数据后，BUSY 信号变为高电平，但仍可接收新输入的数据。新输入的数据会覆盖原先寄存于缓存器的数据。

(d-13) P_CTRL, CLK_DIV: 用于设置倍频电路 (0: HiZ / 1: ON)

地址 - 1100

P_CTRL: 设置倍频电路 开启/关闭

0: 关闭 (主逻辑时钟由内部逻辑的参考时钟直接提供)

1: 开启 (主逻辑时钟由内部逻辑的参考时钟经 CLK_DIV 倍频后提供)

CLK_DIV[2:0]: 设置参考时钟的倍频乘数 (当 P_CTRL = 1 时)

D2	D1	D0	× fclk
0	0	0	×1.5 (初始态)
0	0	1	×2.0
0	1	0	×3.0
0	1	1	×4.0
1	0	0	×6.0
1	0	1	×8.0
1	1	0	×12.0
1	1	1	×24.0

(注释 1) fmain (最终提供给主逻辑的时钟频率) 范围: 20MHz ~ 27.5MHz

恒流驱动:

(e-1) Isel 用于设置恒流驱动模式

地址 - 1100

0 (初始态): 可选由 内部/外部 控制

1: 当 IN7A = 1 时, 由 IN6A, IN6B 的 0/1 分别对应控制 6ch, 7ch 的 正转/反转

(e-2) 关于恒流驱动输出状态的设置

地址 - 1110

(1) 6ch_S, 7ch_S = 0 (初始状态): 外部控制

IN6B	IN6A	OUT6B	OUT6A
0	0	HiZ	HiZ
0	1	L	H
1	0	H	L
1	1	L	L

IN7B	IN7A	OUT7B	OUT7A
0	0	HiZ	HiZ
0	1	L	H
1	0	H	L
1	1	L	L

(2) 6ch_S, 7ch_S = 1 : 由 6ch_Ct[1:0], 7ch_Ct[1:0] 寄存器控制

xch_Ct[1:0]		驱动输出	
D1	D0	OUTxB	OUTxA
0	0	HiZ	HiZ
0	1	L	H
1	0	H	L
1	1	L	L

(e-3) 恒流驱动模块的输出电流调整

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	输出电压
0000_0000 ~ 0001~1111								禁用
0	0	1	0	0	0	0	0	$(DVDD \times 0.1333 \times 32 / 256) / RRNF$
0	0	1	0	0	0	0	1	$(DVDD \times 0.1333 \times 33 / 256) / RRNF$
~								~
1	0	0	0	0	0	0	0	$(DVDD \times 0.1333 \times 128 / 256) / RRNF$
~								~
1	1	1	1	1	1	1	0	$(DVDD \times 0.1333 \times 254 / 256) / RRNF$
1	1	1	1	1	1	1	1	$(DVDD \times 0.1333 \times 255 / 256) / RRNF$

(注释 1) 以上输出电流值均为设计值
恒流驱动模块的电流值取决于外部电阻 (RRNF)
电流值不受 MVCC 和 DVDD 电压值的影响

(注释 2) 初始状态为 8' b0000_0000

(f) PI_CTRL : 用于设置 PI 驱动状态

D0	PIOUT
0	关 (初始态)
1	开

(g) CMD_RS : 用于重置寄存器

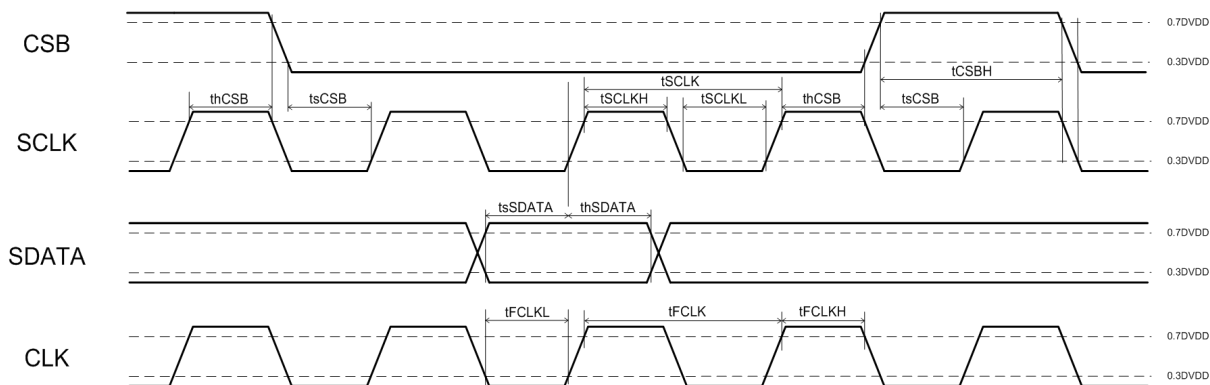
D0	状态
0	重置 (初始态)
1	非重置态

(注释 1) 寄存器将被重置为初始状态
(注释 2) 恒压驱动输出 1 ~ 4 ch 将被置为 HiZ
(注释 3) CH5 的输出模式会变成外部控制 (5_Sel = 0)
CH5 的输出将会取决于 IN5A, IN5B
(注释 4) 恒流驱动输出 1 ~ 4 ch 将被置为 HiZ

时序表 1

(无特殊情况外, 默认条件为室温 25°C DVDD = 3.0V)

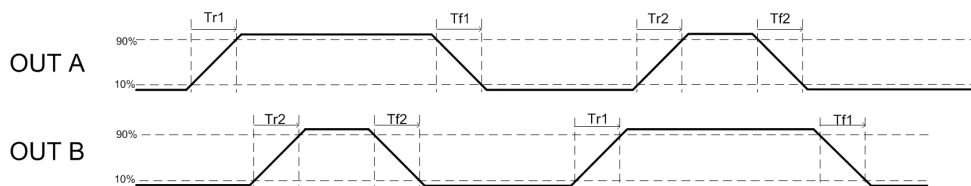
参数	符号	规格
SCLK input cycle	tSCLK	大于 125 nsec
SCLK L-Level input time	tSCLKL	大于 50 nsec
SCLK H-Level input time	tSCLKH	大于 50 nsec
SDATA setup time	tsSDATA	大于 50 nsec
SDATA hold time	thSDATA	大于 50 nsec
CSB H-Level input time	tSCLK	大于 380 nsec
SDATA setup time	tsCSB	大于 50 nsec
CSB hold time	thCSB	大于 50 nsec
FCLK input cycle	tSCLK	大于 36 nsec
FCLK L-Level input time	tFCLKL	大于 18 nsec
FCLK H-Level input time	tFCLKH	大于 18 nsec



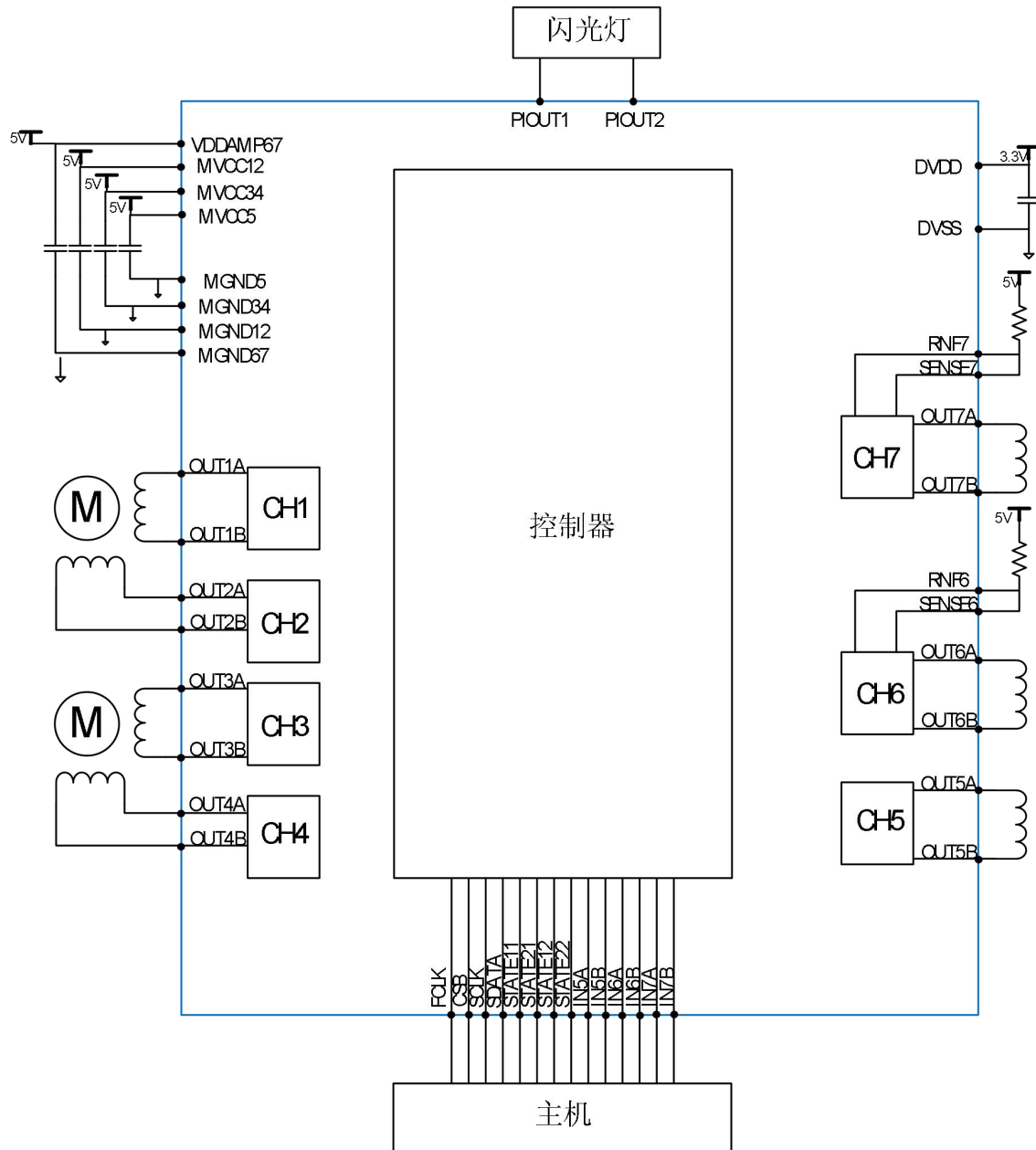
时序表 2

(无特殊情况外, 默认条件为室温 25°C DVDD = 3.0V MVCC = 5.0V 输出引脚内阻 50 Ω)

参数	符号	规格
<1 ~ 5ch 恒压输出模块>		
上升时间 1	Tr1	0.3 uS
上升时间 2	Tr2	0.03 uS
下降时间 1	Tf1	0.03 uS
下降时间 2	Tf2	0.3 uS

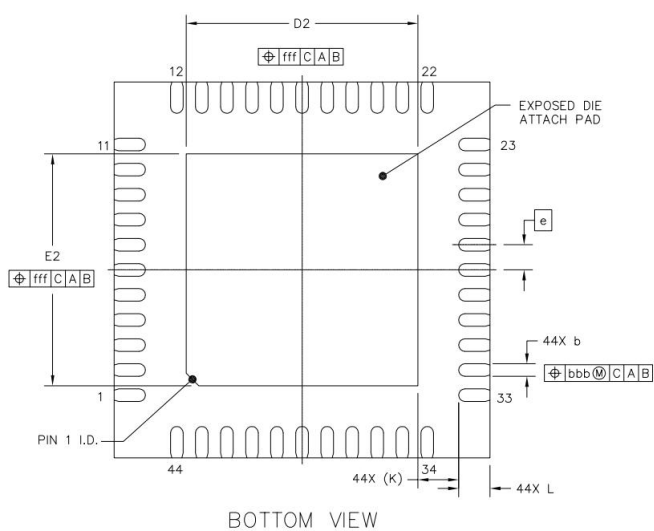
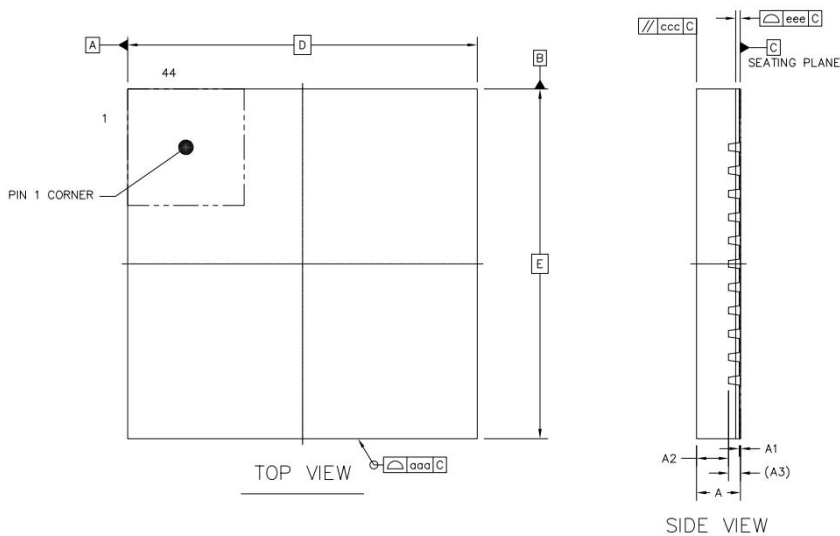


典型应用图



封装外形图

QFN44 (06X06)



	SYMBOL	MIN	NOM	MAX	
TOTAL THICKNESS	A	0.7	0.75	0.8	
STAND OFF	A1	0	0.02	0.05	
MOLD THICKNESS	A2	---	0.55	---	
L/F THICKNESS	A3	0.203 REF			
LEAD WIDTH	b	0.15	0.2	0.25	
BODY SIZE	X	D	6 BSC		
	Y	E	6 BSC		
LEAD PITCH	e	0.4 BSC			
EP SIZE	X	D2	3.6	3.7	3.8
	Y	E2	3.6	3.7	3.8
LEAD LENGTH	L	0.4	0.5	0.6	
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE	K	0.65 REF			
PACKAGE EDGE TOLERANCE	aaa	0.1			
MOLD FLATNESS	ccc	0.1			
COPLANARITY	eee	0.08			
LEAD OFFSET	bbb	0.07			
EXPOSED PAD OFFSET	fff	0.1			

包装规范

一、印章内容介绍



MS35009: 产品型号

XXXXXX: 生产批号

二、印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

三、包装规范说明

型号	封装形式	只/卷	卷/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS35009	QFN44	4000	1	4000	8	32000



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。