ZH6521 单相 BLDC 风扇水泵驱动器

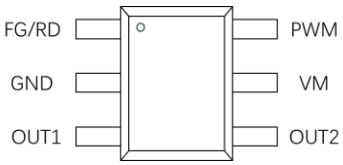
特点：

- 三合一风扇驱动，集成了霍尔传感器
- 3V~28V 供电，最大工作电流 0.8A
- 低电流待机模式<10uA
- 内置功率管导通阻抗 580mΩ
- 换相角调整，优化效率
- 可配置的速度曲线
- 可配置的输出波形
- 可选速度闭环
- 可选 FG/RD 诊断输出
- PWM 输入频率 50Hz 至 100kHz
- 限流功能
- 短路保护，过温，过压，欠压保护

产品应用：

- 单相 BLDC 风扇
- 单相 BLDC 水泵

引脚图和引脚说明

引脚图	序号	符号	I/O	功能说明
 SOT23-6（ZH6521KC/KE）	1	FG/RD	O	速度诊断输出
	2	GND	P	电源输入负
	3	OUT1	P	输出端 1
	4	OUT2	P	输出端 2
	5	VM	P	电源输入正
	6	PWM	I	速度给定

绝对最大额定值

参数	符号	值	单位
电源电压	VM	30	V
输出电压	OUT1，OUT2	VM+1	V
逻辑输入	PWM	6	V
逻辑输出	FG	VM	V
工作温度	$T_{OPERATION}$	-40~125	℃
输出电流	I_{OUT}	2	A

推荐工作条件

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源电压	VM	3	28	V

输出电压	OUTx	GND-1	VM+1	V
控制输入电压	V_{PWM}	0	5	V
控制输出电压	V_{FG}	0	28	V
输出电流	I_{OUT}	-1	1	A
霍尔信号峰值	Bpeak	50	500	Gs

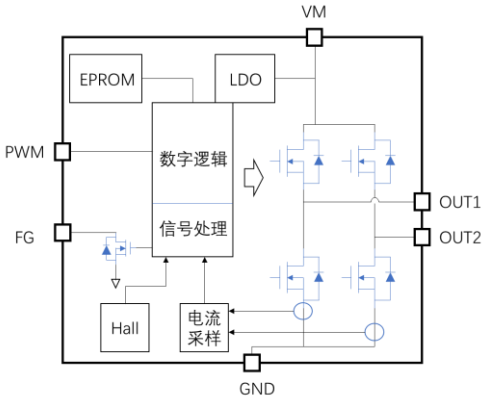
电气特性

(TA=25℃,VM=24V)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
待机电流	$I_{STANDBY}$	PWM=0		10	30	uA
工作电流	I_{CC}	PWM=1，空载		3.5		mA
PWM 输入	V_{IH}			3.0		V
	V_{IL}			1.5		V
输出阻抗	R_{DS_ON}	100mA 负载 Hs + Ls		1.0		Ω
霍尔信号	Gain			1.2		mV /Gs
比较器失调	offset		-3		3	Gs
振荡器精度	Osc	25℃	-1.5		1.5	%
		-40~150℃	-2.5		2.5	%
FG 输出		限流		25		mA
		6mA		0.2	0.3	V

		漏电			1	uA
过压保护	OVP0	OVP_SET=00		28		V
	OVP1	OVP_SET=01		24		V
	OVP2	OVP_SET=10		20		V
	OVP3	OVP_SET=11		18		V
过压保护迟滞电压	HYS_{OVP}			1		V
上电释放点	POR_U			3.2		V
上电复位点	POR_D			3.0		V
过流保护	OCPH	High side		2.4		A
	OCPL	Low side		2.2		A
限流保护	OCL0	OCL_SET=100		0.55		A
	OCL1	OCL_SET=101		0.65		A
	OCL2	OCL_SET=110		0.75		A
	OCL3	OCL_SET=111		0.95		A
	OCL4	OCL_SET=001		1.15		A
	OCL5	OCL_SET=010		1.2		A
	OCL6	OCL_SET=011		1.35		A
过温保护	T_{PRO}			160		℃
过温迟滞	T_{PRO_hys}			20		℃

系统框图



详细描述

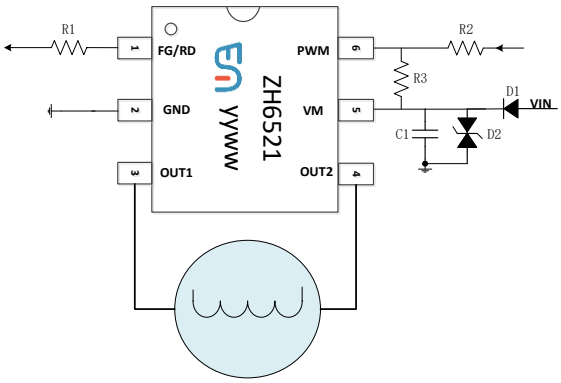
ZH6521 是一款单相直流无刷电机的驱动芯片，内置了霍尔传感器， H 桥输出，软换向和软启动控制，限流，短路，过压，过温，欠压等保护功能。芯片支持 PWM 调速（PWM 调速可选速度闭环模式），可配置的速度曲线，FG 输出反馈功能。

ZH6521 具有休眠模式，在 PWM=0 后，休眠电流小于 10uA。

PWM 脚：输入信号频率范围 50Hz~100KHz，芯片通过读取 PWM 输入占空比调速。

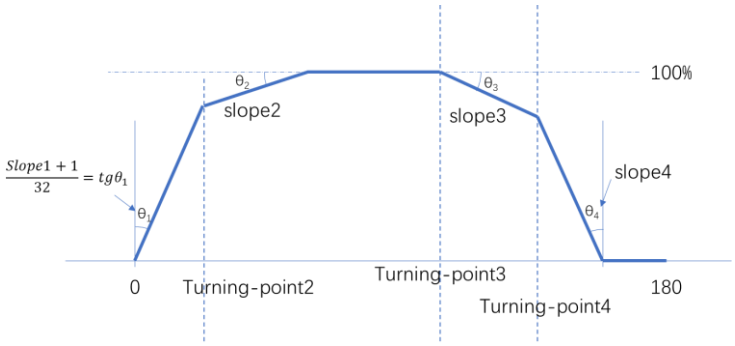
FG：输出采用开漏输出，用来反馈当前速度情况。电机旋转一个电周期，FG 对应输出一个周期信号。

参考电路



注：如果不需要 PWM 引脚调速，上电就转的应用。需要接 R3 电阻，24V 应用选 330K，12V 应用选择 150K。

波形曲线

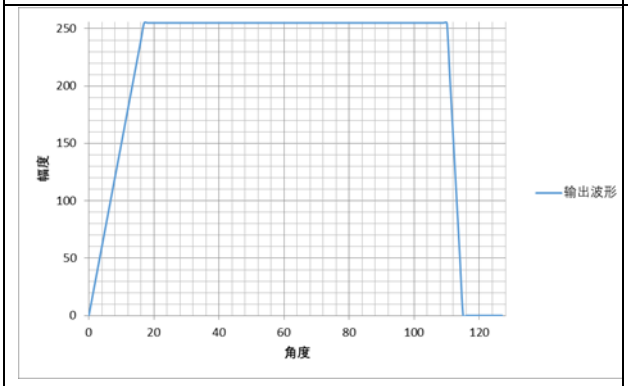
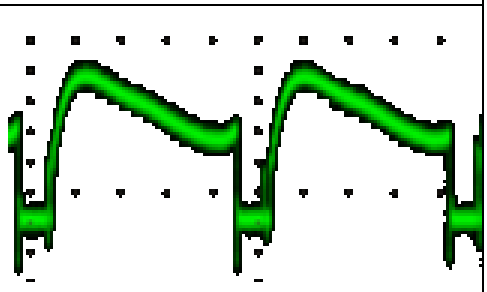


ZH6521 的输出波形曲线可以通过 7 个参数配置。

其中 Slope 满足右边方程：$\frac{Slope_n+1}{32} = tg\theta_n$

- 第一个拐点为 0 度，无需配置。
- 第一段斜率 slope1，正比于角度 θ1的正切值。最大 45 度（对应 slope1=31），意味着幅度从 0 到 100% 需要 45 度电角度。其配置角度范围 0 到 45 度，32 个档位。
- 第二个拐点为 Turning-point2，范围是 0 度到 90 度。
- 第二段斜率 slope2，正比于角度 θ2的正切值。最大 45 度（对应 slope2=31）。配置数值越大，上升斜率越大。
- 第三个拐点为 Tuning-point3，范围是 90 度到 180 度。

- 第三段斜率 slope3，是下降斜率，配置数值越大，下降斜率越大。
- 第四个拐点为 Tuning-point4，范围是 90 度到 180 度。
- 第四段斜率 slope4，是下降斜率，正比于角度 θ_4的正切值。与 slope1 配置方法相同。
- 第四段降到零后，到换向之前，将被设定为零电压。

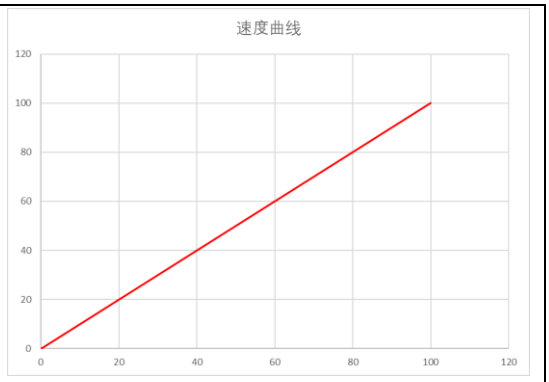
定义的波形	对应的母线电流
	

速度曲线

速度曲线将由 10 个寄存器（16 位）进行配置。每个寄存器低 8 位记录占空比，高 8 位记录目标速度（占最高目标速度的比例）。客户将最多不超过 10 对数据写入表格中。每一对数据表示一个拐点的横坐标（占空比）和纵坐标（目标速度）。速度曲线将有这 10 个点的数据确定。举例如下：

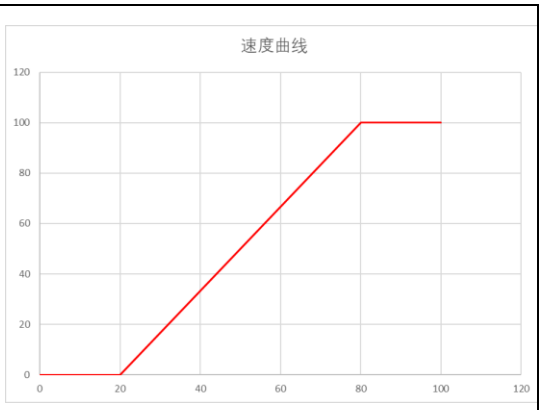
- 从 0 到 100%的线性曲线（这个是默认曲线，如需此曲线，只需设定“不查表”）

	输入占空比	输出速度（与最大速度的比率）
point0	0% (0)	0% (0)
point1	100% (255)	100% (255)
point2		
point3		
point4		
point5		
point6		
point7		
point8		
point9		



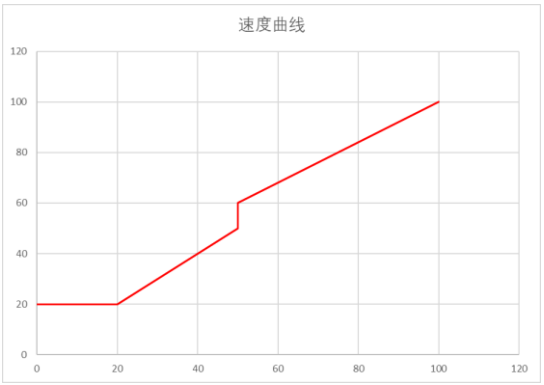
- 从 0 到 100%，具有两个拐点的曲线：

	输入占空比	输出速度（与最大速度的比率）
point0	0% (0)	0% (0)
point1	20% (51)	0% (0)
point2	80% (204)	100% (255)
point3	100% (255)	100% (255)
point4		
point5		
point6		
point7		
point8		
point9		



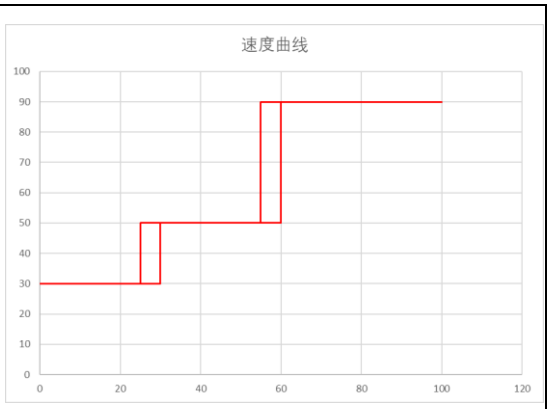
- 起始速度不为零，且跳过共振点的曲线：

	输入占空比	输出速度（与最大速度的比率）
point0	0% (0)	20% (51)
point1	20% (51)	20% (51)
point2	50% (128)	50% (128)
point3	50% (128)	60% (153)
point4	100% (255)	100% (255)
point5		
point6		
point7		
point8		
point9		



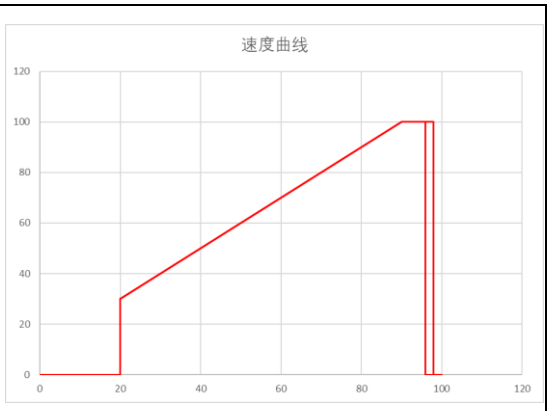
- 具有三挡调速，且具有迟滞的曲线：

	输入占空比		输出速度（与最大速度的比率）	
point0	0%	(0)	30%	(77)
point1	30%	(77)	30%	(77)
point2	25%	(64)	50%	(128)
point3	60%	(153)	50%	(128)
point4	55%	(140)	90%	(230)
point5	100%	(255)	90%	(230)
point6				
point7				
point8				
point9				



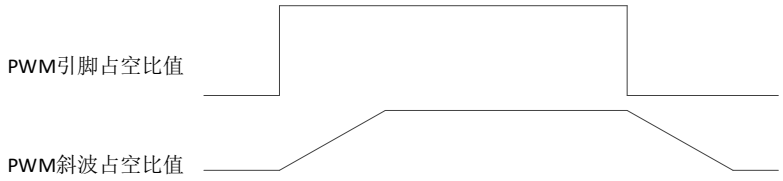
- 100%占空比时速度为 0 的曲线：

	输入占空比		输出速度（与最大速度的比率）	
point0	0%	(0)	0%	(0)
point1	20%	(51)	0%	(0)
point2	20%	(51)	30%	(77)
point3	90%	(230)	100%	(255)
point4	98%	(250)	100%	(255)
point5	96%	(245)	0%	(0)
point6	100%	(255)	0%	(0)
point7				
point8				
point9				



PWM 斜波

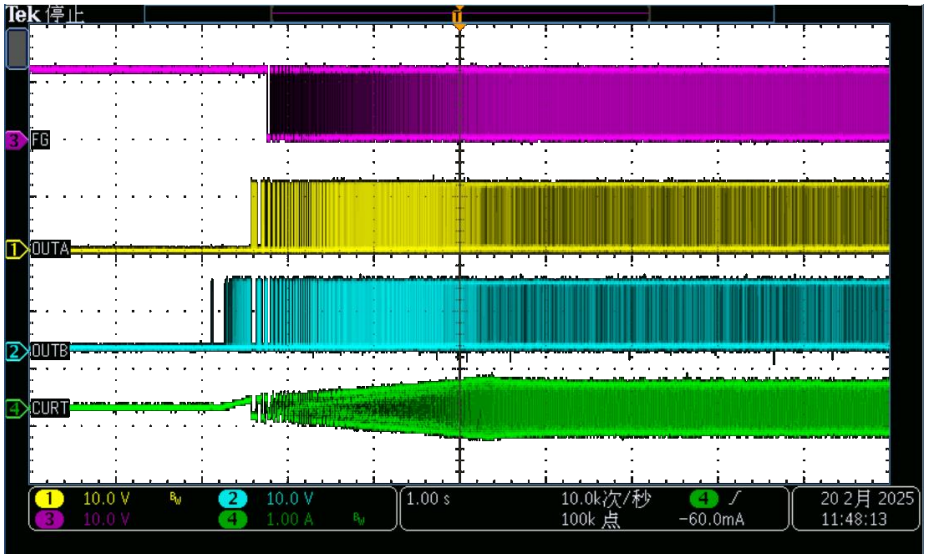
外部 PWM 占空比调节不会马上作用到输出，而是内部有个 PWM 斜波控制，实际输出电压根据 PWM 斜波的值来输出，可以实现缓慢启动和缓慢关闭的功能。



上升斜波的步进时间由 acc_time_set 设置，下降斜波的步进时间由 dec_time_set 设置。

电机转速缓启动效果

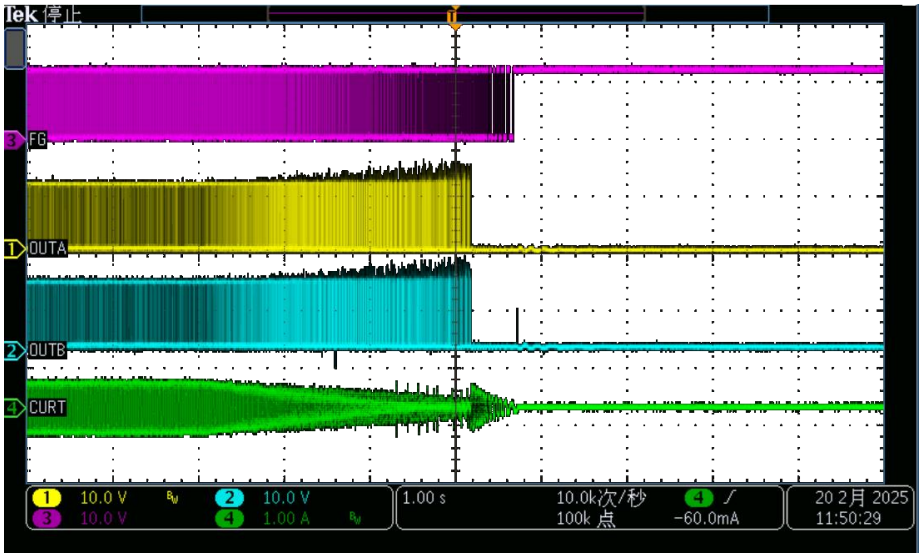
当 PWM 置 1 后，电机转速会缓慢增加，可通过寄存器位设置缓启动的时间



CH3:FG 信号，CH1:OUTA 相电压输出，CH2:OUTB 相电压输出，CH4:相电流

电机转速缓关闭效果

当 PWM 置 0 后，电机转速会缓慢降低，可通过寄存器位设置缓关闭的时间。



CH3:FG 信号，CH1:OUTA 相电压输出，CH2:OUTB 相电压输出，CH4:相电流

顺风启动

顺风启动策略是将电机转速降到设置的最低转速后，再启动电机。防止高速运行时启动电机，电机的反电动势能量回馈到电源上，使电源冲的很高，减少对耐压器件的高压冲击。

如果转速过高，可以刹车到最低转速或者溜车到最低转速。最低转速设置由 speed_low_set 寄存器设置。

如果转速低于最低转速，直接启动电机。

有如下启动策略可以设置：

windmill_check_disable=0 always_do_brake_before_start=0 brake_before_start=0	启动前检测转速是否低于最低转速? 是则延时一段最低转速时间，然后启动电机， 不是则溜车到最低转速时间，然后启动电机。
windmill_check_disable=0 always_do_brake_before_start=1 brake_before_start=0	启动前检测转速是否低于最低转速? 是则刹车一段最低转速时间，然后启动电机， 不是则刹车到最低转速时间，然后启动电机。
windmill_check_disable=0 always_do_brake_before_start=0 brake_before_start=1	启动前检测转速是否低于最低转速? 是则延时一段最低转速时间，然后启动电机， 不是则刹车到最低转速时间，然后启动电机。

产品信息区

6521 保留了 32 个 bit 用于存储客户产品和版本信息，存放在 EP14-EP15 两个存储地址中。

寄存器表

Reg0/EP0		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit0	no_brake_before_stop	0：停止前刹车 1：停止前溜车
Bit1	idle_brake_set	0：空闲模式下不刹车 1：空闲模式下刹车
Bit5-2	-	
Bit6	ocp_dis	0：OCP 保护使能 1：OCP 保护不使能
Bit7	ocp_restart_en	0：OCP 保护后不重启 1：OCP 保护后自动重启
Bit8	-	
Bit9	otp_dis	0：过温保护使能 1：过温保护不使能
Bit10	ovp_dis	0：过压保护使能 1：过压保护不使能
Bit11	uvp_dis	0：欠压保护使能 1：欠压保护不使能
Bit12	otp_coast_set	0：过温保护时刹车 1：过温保护时溜车
Bit13	ovp_coast_set	0：过压保护时刹车 1：过压保护时溜车
Bit14	uvp_coast_set	0：欠压保护时刹车

		1：欠压保护时溜车
Bit15	lock_coast_set	0：堵转保护时刹车 1：堵转保护时溜车

Reg1/EP1		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit0	ex_hall	用于设置电机运行正反转 0：Hall 信号不取反 1：Hall 信号取反
Bit1	-	
Bit2	-	
Bit3	fg_div2_rd_ex_en	当 fd_rd=0 时 0：FG 1：FG/2 当 fd_rd=1 时 0：运行时 RD 为高，停止时 RD 为低 1：运行时 RD 为低，停止时 RD 为高
Bit4	fg_rd	0：FG/RD 引脚为 FG 功能 1：FG/RD 引脚为 RD 功能
Bit6-5	pwm_in_freq[1:0]	
Bit7	-	
Bit8	square_lock_time_set	0：方波启动阶段 lock_time_set 不放大 1：方波启动阶段 lock_time_set 放大 2 倍
Bit11-9	square_number_set[2:0]	方波启动个数：

		square_number_set+3 个
Bit15-12	initial_out_duty[3:0]	初始输出占空比设置 （initial_out_duty+1）*16/256

Reg2/EP2		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit4-0	max_angle_dlt_set[4:0]	最大超前角，最高速时的超前角设置 0：10*1.4° 其他：max_angle_dlt_set*1.4°
Bit9-5	min_angle_dlt_set[4:0]	最小超前角，最低速时的超前角设置 min_angle_dlt_set*1.4°
Bit13-10	percentage_start_set[3:0]	PWM 输入启动占空比： 0:23% 其他：（percentage_start_set+1）*4/256
Bit15-14	percentage_hys_set[1:0]	启动/停止占空比迟滞： （10- percentage_hys_set*2）/256 比如： 启动占空比 23%,hys_set=1 那么停止占空比=23%-(10-1*2)/256=19.9%

Reg3/EP3		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit0	brake_before_start	windmill_check_disable=0 时有效

		0：溜车到最低转速再启动 1：刹车到最低转速再启动 见“顺风启动”功能描述
Bit1	always_do_brake_before_start	windmill_check_disable=0 时有效 0：溜车到最低转速再启动 1：刹车到最低转速再启动 见“顺风启动”功能描述
Bit2	windmill_check_disable	0：顺风检测使能 1：顺风检测不使能，启动时不管电机转速多大直接启动。
Bit3	no_wait_ramp_pwm_stop	0：PWM 引脚占空比值小于停止阈值时，停止输出。 1：PWM 斜波占空比值小于停止阈值时， 停止输出。
Bit4	-	
Bit5	wait_full_stop_for_FGRD	0：进入 IDLE 模式后 FG/RD 停止 1：转速低于最低转速后 FG/RD 才停止
Bit10-6	acc_time_set[4:0]	PWM 斜波的加速步进时间: （（acc_time_set ⊕0x10）+1)*0.81ms 步进时间由小到大： 0x10->0x1F->0x00->0x0F
Bit15-11	dec_time_set[4:0]	PWM 斜波的减速步进时间: （（acc_time_set ⊕0x10）+1)*0.81ms

		步进时间由小到大： 0x10->0x1F->0x00->0x0F

Reg4/EP4		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit2-0	ocl_ana_set[2:0]	电流限流点设置： 000：不使能 001：1.15A 010：1.2A 011：1.3A 100：0.53A 101：0.66A 110：0.78A 111：0.91A
Bit6-3	speed_low_set[3:0]	最低转速周期时间设置： （（speed_low_set*4）+16）*3ms 最小时间：48ms，对应机械转速：625rpm 最大时间：228ms，对应机械转速：131rpm
Bit11-7	lock_time_set[4:0]	堵转检测时间(ms)： 方波启动阶段： 如果 square_lock_time_set=1，

		则检测时间=((31-lock_time_set)*2)*49ms 如果 square_lock_time_set=0，则检测时间=(31-lock_time_set)**49ms 弦波阶段： 检测时间=(31-lock_time_set)**49ms
Bit15-12	lock_recover_time_set[3:0]	堵转恢复时间(s): ((set*4+17)%64)*0.203s %64:除 64 取余数

Reg5/EP5		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit0	curve_table_en	0：使用外部 PWM 占空比输入 1：使能自定义速度曲线。 外部 PWM 占空比映射自定义的速度值 见“速度曲线配置”功能描述
Bit1	wave_table_en	0：使用默认的相电压驱动波形 1：使用自定义的相电压驱动波形 见“波形曲线”功能描述
Bit2	speed_close_loop_en	0：开环控制 1：速度闭环控制
Bit5-3	pid_ki[2:0]	速度闭环时，转速调节的 Ki 参数
Bit7-6	pid_speed_range	速度闭环时，最大转速档位设置(rpm)： 00:(156.25/256)*pid_max_speed*30 01:(312.5/256)*pid_max_speed*30

		10:(625/256)*pid_max_speed*30 11:(1250/256)*pid_max_speed*30
Bit15-8	pid_max_speed[7:0]	结合 pid_speed_range 设置闭环控制时的最大转速

Reg6/EP6		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit0	-	
Bit2-1	-	
Bit3	sleep_dis	0：Sleep 使能 1：Sleep 关闭 Sleep 是指 PWM 脚拉低后芯片进入低功耗模式
Bit4	-	
Bit5	-	
Bit7-6	ovp_set[1:0]	过压保护点设置： 00：28V 保护，27V 恢复 01：24V 保护，23V 恢复 10：20V 保护，19V 恢复 11：18V 保护，17V 恢复
Bit15-8	-	

Reg8/EP8

位地址	寄存器名	功能描述
Bit4-0	wave_slope1[4:0]	见“波形曲线”功能描述
Bit10-5	wave_turning_point2[5:0]	见“波形曲线”功能描述
Bit15-11	wave_slope2[4:0]	见“波形曲线”功能描述

Reg9/EP9		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit5-0	wave_turning_point3[5:0]	见“波形曲线”功能描述
Bit10-6	wave_slope3[4:0]	见“波形曲线”功能描述
Bit15-11	wave_slope4[4:0]	见“波形曲线”功能描述

Reg10/EP10		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit5-0	wave_turning_point4[5:0]	见“波形曲线”功能描述
Bit15-6	-	

EP14		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit15-0	UID0[15:0]	用户自定义 ID 号

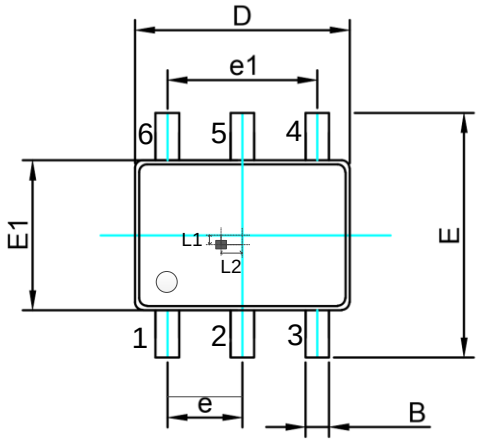
EP15

位地址	寄存器名	功能描述
Bit15-0	UID1[15:0]	用户自定义 ID 号

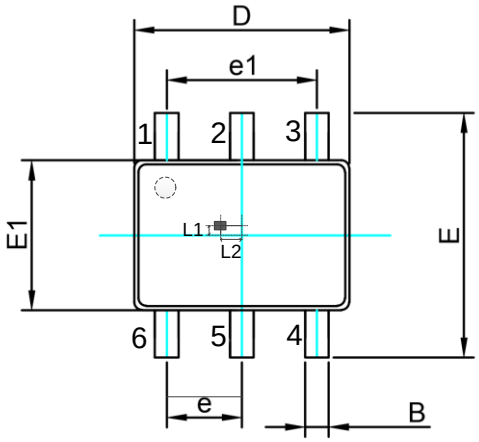
EP16-EP25		
位地址	寄存器名	功能描述
Bit7-0	curve_x0-19[7:0]	见“速度曲线配置”功能描述
Bit15-8	curve_y0-19[7:0]	见“速度曲线配置”功能描述

封装尺寸及霍尔位置

SOT23-6L

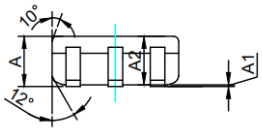


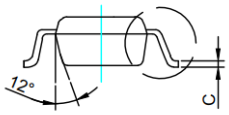
TOP View

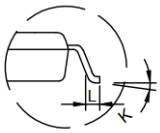


Side View

注：■为霍尔位置







REF	Millimeter		REF	Millimeter	
	Min	Max		Min	Max
A	1.06	1.26	L	0.40	
A1	0.00	0.10	K	0°	10°
A2	1.00	1.20	B	0.30	0.50
C	0.13		e	0.95	
D	2.72	3.12	e1	1.90	
E	2.60	3.00	E1	1.40	1.80
L1	0.115		L2	0.272	

修改历史

版本	修改日期	修改内容
V1.0	2025.02.26	初始版本