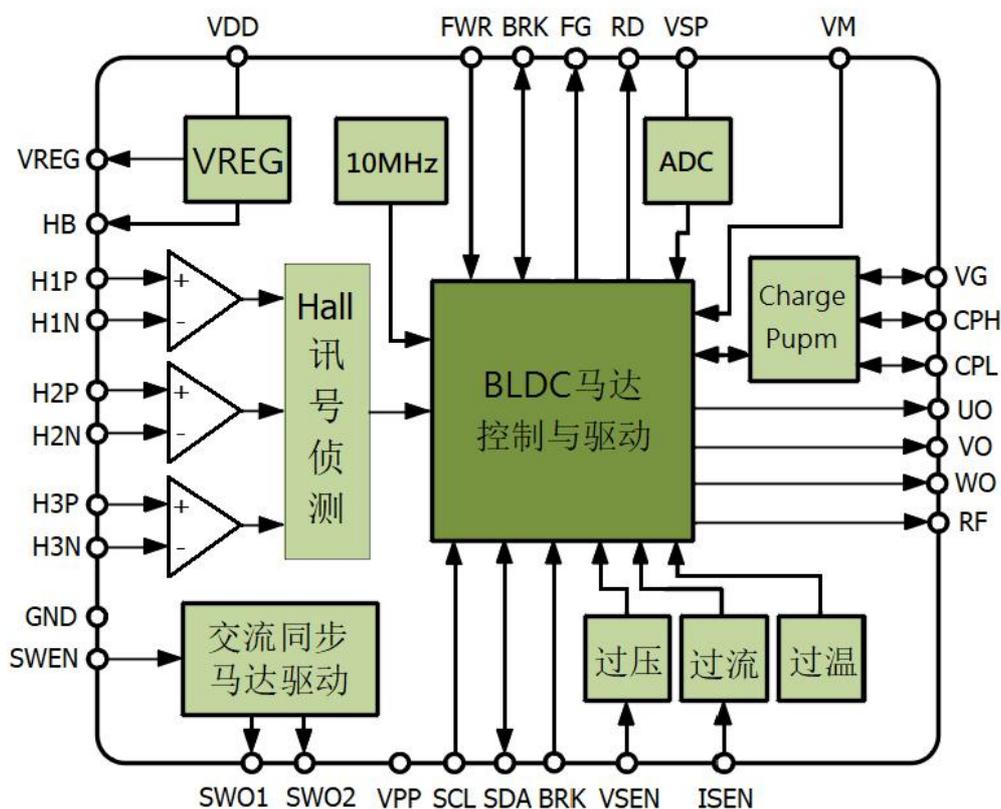


说明

PT2511 为集成 MOSFET 的三相 BLDC 驱动 IC，是基于 Hall 传感器的弦波电流控制方式。驱动 IC 可提供约 1.5A 的连续驱动电流，适用于 30W 以内的马达驱动。PT2511 额外内置一组交流同步马达驱动电路，可驱动 12V 或 24V 摇头马达。整体搭配可用于立扇、循环扇等，能大幅简化驱动板的设计及所需的零件。PT2511 可针对 Hall 传感器的种类、位置、极性是做补偿与调整，提供更高弹性，进而简化 PCB 设计时程与降低布板失败机率。此外，一般常用的参数，如 Hall 传感器的进角补偿、加减速或堵转保护等，可透过 I2C 控制或将参数储存于芯片的内存中。PT2511 采用多种不同封装，使用功率较小或芯片温升不高时可使用 QFN40 或 HTSSOP28 封装。HSOP28 封装，因体积较大，提供较佳的散热能力，适合功率较大的应用。

功能方块图



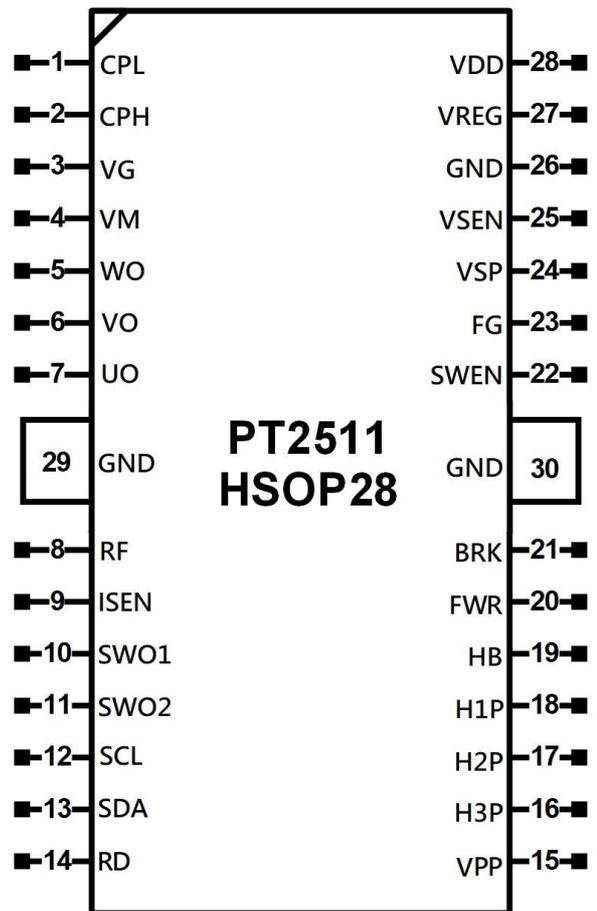
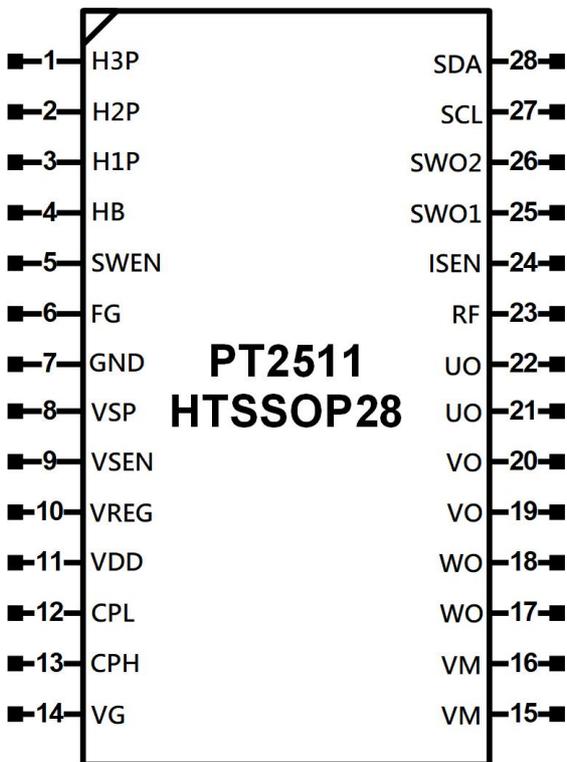
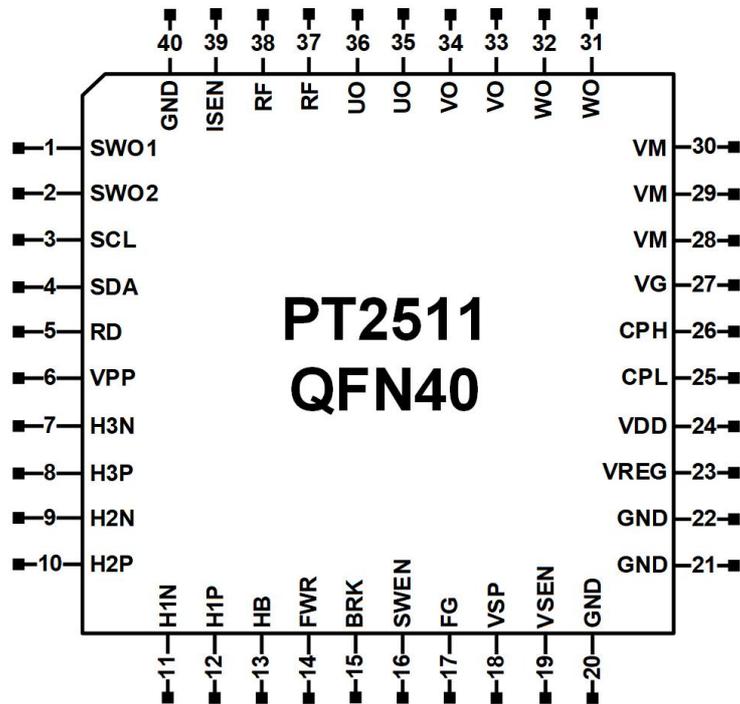
产品特色

- 用于三相 BLDC 的 Hall 传感器正弦波控制
- 工作电压从 9V 到 24V
- 驱动电流：持续 1.5 A
- 过电流保护 (OCP)
- 热关断保护 (TSD)
- 欠压锁定保护 (UVLO)
- 马达保护和煞车输入保护
- 通过 FWR 引脚进行正向/反向控制
- DC, PWM, I2C 或 Clock 输入，用于速度控制
- 多种 FG 转速输出设定
- 支持 Hall 组件和 Hall IC
- I2C 参数设置或和写入内部 OTP 存储器

应用

- 三相 BLDC 马达
- 风扇类应用

引脚名称



引脚说明

名称	I/O/P	引脚功能说明	QFN40	HTSSOP28	HSOP28
SWO1	I/O	交流同步马达控制输出	1	25	10
SWO2	I/O	交流同步马达控制输出	2	26	11
SCL	I	I2C 控制接口	3	27	12
SDA	I/O	I2C 控制接口	4	28	13
RD	O	堵转或异常保护指示输出, 高电位代表异常	5	-	14
VPP	P	OTP 刻录电源,数据刻录时会升压到 +7.5V, 或是可外部输入电压	6	-	15
H3N	I	Hall 信号输入 3 负端	7	-	-
H3P	I	Hall 信号输入 3 正端	8	1	16
H2N	I	Hall 信号输入 2 负端	9	-	-
H2P	I	Hall 信号输入 2 正端	10	2	17
H1N	I	Hall 信号输入 1 负端	11	-	-
H1P	I	Hall 信号输入 1 正端	12	3	18
HB	I	提供外部 Hall IC 电源 (5V)	13	4	19
FWR	I	正反转控制输入, 内部默认高电位为正转	14	-	20
BRK	I	煞车控制讯输入, 内部默认高电位, 接低电位时停机煞车	15	-	21
SWEN	I	交流同步马达控制输入, 高电位有效	16	5	22
FG	O	马达转动速度指示, 逻辑电压讯号输出	17	6	23
VSP	I	转速控制, DC 或 PWM 输入	18	8	24
VSEN	I	过压或低压侦测保护输入	19	9	25
GND	P	系统接地	20,21 22,40	7	26
VREG	O	+5V 稳压输出	23	10	27
VDD	P	+5V 稳压器电源输入	24	11	28
CPL	I/O	电荷泵引脚, 在 CPH 和 CPL 之间需放置电容	25	12	1
CPH	I/O	电荷泵引脚, 在 CPH 和 CPL 之间需放置电容	26	13	2
VG	P	电荷泵电压输出, VM+5V	27	14	3



VM	P	电源输入, 提供内部 MOSFET 驱动	28,29,30	15,16	4
WO	O	W 相输出	31,32	17,18	5
VO	O	V 相输出	33,34	19,20	6
UO	O	U 相输出	35,36	21,22	7
RF	P	下臂 MOSFE 源极, 外接电阻提供电流参考准位	37,38	23	8
ISEN	I	限流与过流保护输入	39	24	9
GND	P	接地, 散热用	41	29	29
GND	P	接地, 散热用	-	-	30

功能说明

电源

PT2511 内置 5V LDO，可提供逻辑和仿真电路电源。PT2511 将检测 VREG 电压。当电压低于 3V 时，系统将停止工作以避免电源不稳定。恢复电源后，电源良好指示信号将发送到逻辑电路，系统将在 10ms 内开始工作。LDO 输入引脚为“VDD”，可以接受 6V~28V 输入电压。为了防止电压尖峰和电涌，建议在电源电压“VM”和“VDD”之间增加一个电阻（50Ω~200Ω）。此外，在敏感的 IC 引脚附近添加适当的旁路电容器可以减少来自马达系统或电线的干扰，并改善芯片性能。

对于 Hall IC/Hall 组件，PT2511 HB 引脚提供 5V 电源电压，当系统处于待机状态时，可以通过参数设定将其关闭以节省更多功耗。HB 可提供约 10mA 电流，建议在 HB 与 Hall 器件电源串接一 100Ω 限流电阻。当 Hall 器件需要更高的电压或电流时，HB 引脚也可以用作控制信号来控制外部电源。

对于 NN-MOSFET 输出驱动级，电荷泵电路提供 VM + 5V 高端栅极驱动电压源。

对于内部一次性编程存储器（OTP），PT2511 内部提供 7.5V 的 VPP 电压。它仅在对存储器进行编程时自动打开。当 OTP 处于编程状态时，VDD 电压应高于 9V，以确保 VPP 电压足够。

VSP 输入控制

PT2511 具有几种类型的命令来更改马达速度。有 I2C、DC 电压（VSP）、PWM 和 Clock。经由修改参数设定，PT2511 亦可使用上述几个命令来达成速度闭环控制。

对于 PWM 和 Clock 输入，高电压电平和低电压电平应与 3.3V 或 5V 逻辑系统兼容。建议 PWM 载波频率在 1k 至 25kHz 之间。

关于 DC 输入，电压应在 VSPMIN 至 VSPMAX 的范围内。为了在不同的 VSP 范围内工作，可通过参数设定来控制 VSPMAX 和 VSPMIN。VSPMAX 的范围为 3V 至 4V，VSPMIN 的范围为 0.3V 至 2V。操作如 Figure1 所示

- OsclSel 和 OschSel 设置取样的上下限值。
- OsclSel 可设定为 (3V · 3.5V · 4V)。OschSel 可设定为 (0.3V · 0.5V · 1V · 2V)
- VSPMAX 和 VSPMIN 的组合为 $VSPMAX = (3V \cdot 3.5V \cdot 4V) / VSPMIN = (0.3V \cdot 0.5V \cdot 1V \cdot 2V)$
- 寄存器地址为 0x54

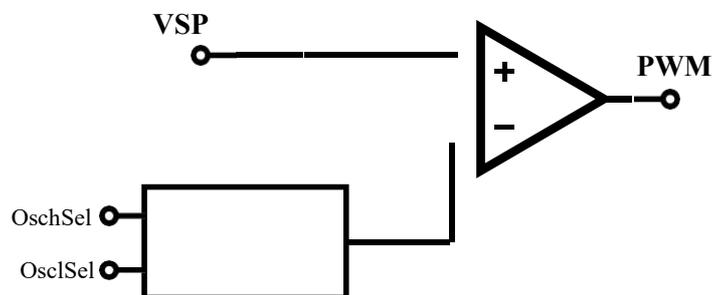


Figure 1.VSP 输入范围说明

HALL 传感器说明

PT2511 控制方案基于 Hall 传感器信息，并产生正弦激励波形。提供准确而无声的驱动控制。由于是透过 Hall 传感器来控制的，因此可以平稳启动而不会反向旋转。因应不同的 Hall 传感器特性，PT2511，可以通过内部参数 PhCode（0：60 度间距，1：120 度间距）将三个 Hall 传感器配置为 60° 或 120° 间距，如 Figure 2 和 Figure 3 所示。

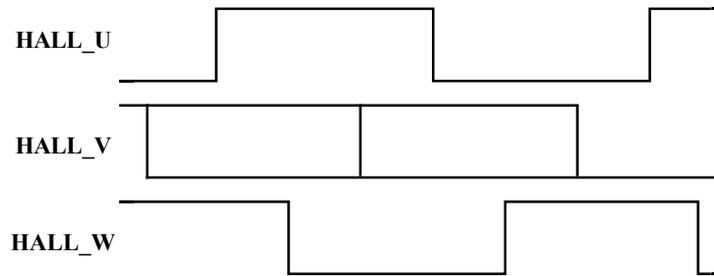


Figure 2. 120 度间距的 Hall 讯号

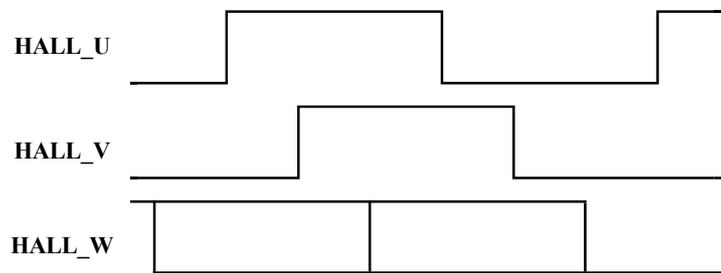


Figure 3. 60 度间距的 Hall 讯号

Hall 传感器具有不同的灵敏度和距转子的位置距离，这些会引起相位偏移。如 Figure 4 所示，PT2511 可以通过内部参数 SyncAng 和 RSyncAng 设定与 HALL_U 相关的相位偏移，范围从 -60 度到 60 度。正向或反向旋转的相位偏移需要分开独立设置。PT2511 还支持不同类型或灵敏度的 Hall 器件，例如 Hall IC 或 Hall 组件。

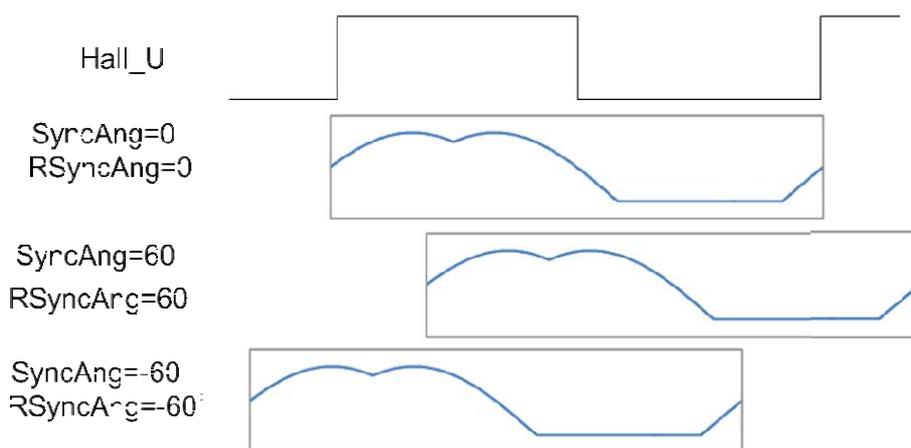


Figure 4. Hall 讯号位置角度补偿示意图

相位超前补偿设定

由于定子绕组的电感负载的特性，相电流的相位可能会随着转子速度的增加而漂移。PT2511 通过地址 0x30 中的

PAAuto 设置可提供自动或手动调整相位超前，在任何情况下，客户都可以轻松实现最佳效率。在自动设置中，它提供了十六个曲线 PASlope 和一个最大相位超前限制 MaxPA 可供选择。

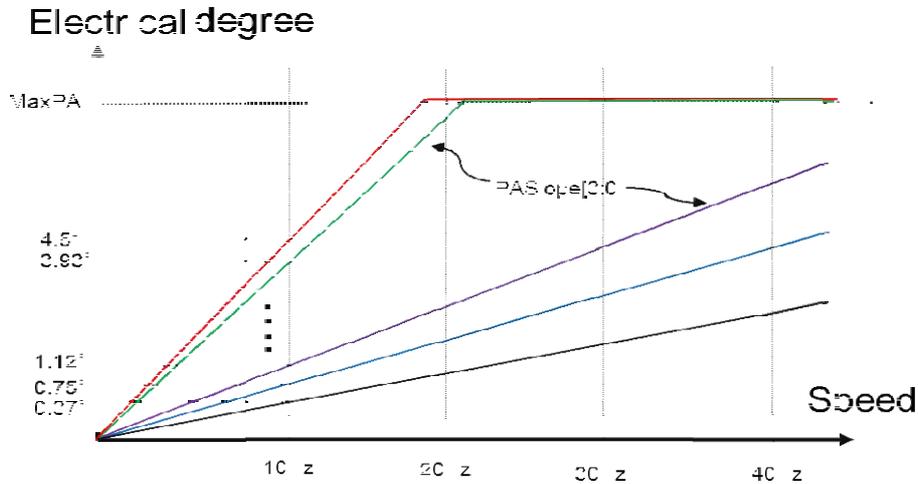


Figure 5. 自动相位超前补偿的斜率选择曲线

此外，最佳效率点可能会随反电动势的强度，相电流，转子速度和相电感等而变化。由于 有非线性特性，PAM10HZ ~PAM150HZ 的参数有助于手动调整各个转速下的相位超前。最高手动调节速度高达 150Hz。最大相位超前限制 MaxPA 也适用于手动模式。

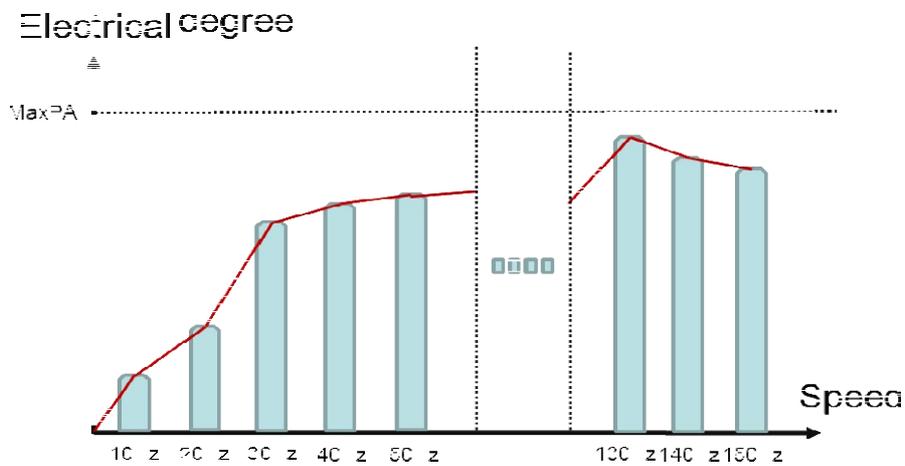


Figure 6. 手动相位超前补偿的示意图

加减速设定

PT2511 提供的在不同负载下的平稳的加速/减速曲线，如描绘于 Figure 7 所中。通过 StopDuty 设置，用户可以决定何时释放激励来降低减速期间因电流逆灌而引起可听见的电流噪声。

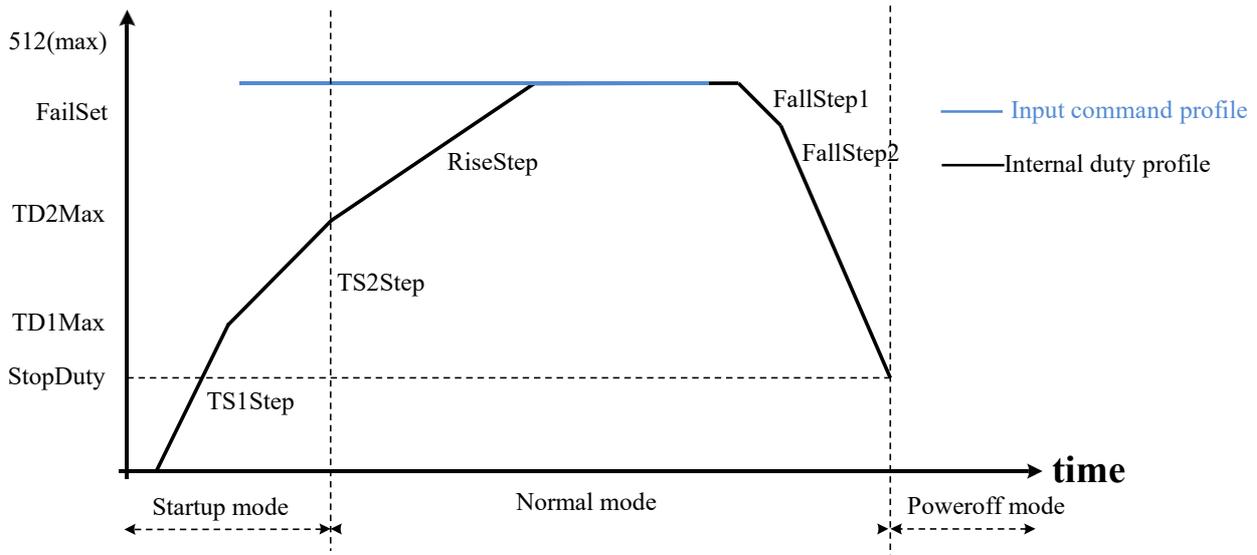


Figure 7. 加减速曲线设定方式

限电流与过电流

通过检测在 RF 引脚上的电阻, PT2511 具有两级电流保护功能, 检测信号 (VRF) 是马达相电流(I_{motor})流经 RF 电阻产生的压差再经过低通滤波器后得到的电压讯号。当 VRF 超过 VOCPL 时, 将触发 OCPL 信号, PWM 占空比将减小让 VRF 保持在 VOCPL 阈值以下。如果 VRF 超过 VOCPH, 则触发 OCPH 信号, PWM 关断, 系统进入锁定模式。

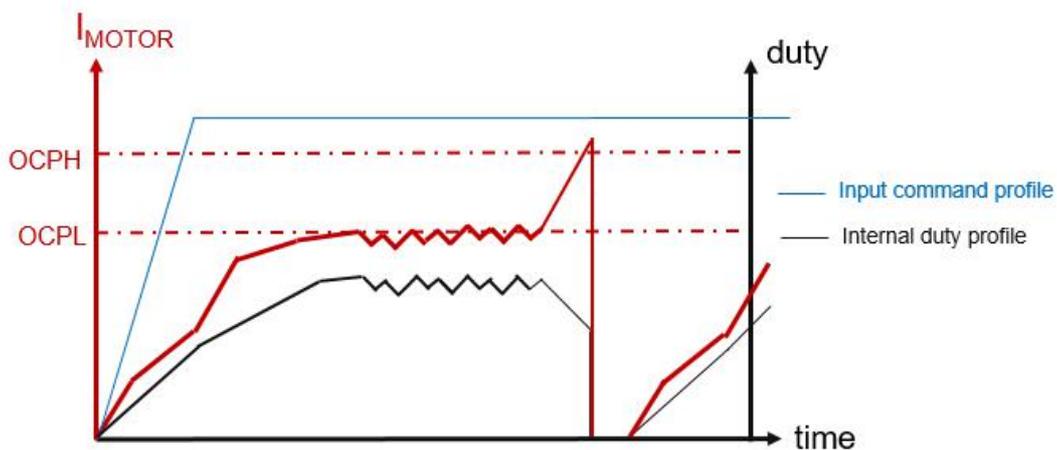


Figure 8. 两阶段过流保护

OCPHFilter 和 OCPLFilter 提供的数字滤波, 时间范围为 0.4us 至 0.4ms, 以确保电动机稳定运行。由于应用不同, PT2511 通过 OCPLSel / OCPHSel 参数设定 (0x5A) 提供多级 VOCPL / VOCPH 设置。

启动与堵转保护

初始位置信息是由 Hall 传感器提供。根据 Hall 信号, PT2511 进行换相并启动。启动模式的最大占空比由 TD2Max 设置, 也是针对不同马达应用的最大启动力量。通过增加/减少 PWM 占空比, 可以对马达加速或减速。整个启动过程

可以通过参数来设定。

如果控制器未检测到预期的 Hall 传感器信号，将进入锁定保护模式。PT2511 将等待一段时间，然后重新启动（该周期和重新启动时间由内部参数 CTRise 和 CTFall 设置），并且 ExptNum 异常数计数器将加 1。如果马达仍处于锁定状态，并且计数器数超过 MaxExptNum 设置，系统将进入死锁状态，不再重新启动，重新启动系统的唯一方法是先关闭电源再打开电源。

顺风与逆风启动设定

PT2511 可以在启动前自动检测马达是否处于转动状态，方向是顺转或逆转。这些转动有可能是滑行或是外力作用，如顺风、逆风等情况。为确保马达正常运行，PT2511 在逆风条件下，会先采取煞车方式，直到转子速度降至可接受的范围内再进行启动。在顺风条件下，PT2511 提供了一种调整启动占空比的方案，避免接转时力量差异太大造成反电动势过高损坏电路。此时启动的占空比是根据转子的速度降低一个比例再补偿一个数值来进行设置。

$$\text{StartDuty} = (\text{RotorSpeed} \gg \text{DNWScale}) + \text{DNWInit}, \quad \text{其中 “}\gg\text{” 位移符号，代表降低比例}$$

过温保护与紧急煞车功能

PT2511 具有内部热关机保护(TSD)功能。当内部温度高于 150°C 时，它将关闭输出，温度降至 115°C 时再重新启动。BRK 在平时运转时为高电平。当有需要紧急停机并煞车时，可将 BRK 拉低，PT2511 会立即将上臂 MOS 置于 OFF 位置，并将下臂 MOS 置于短路状态，以作为对马达线圈实施煞车动作。

低电压与过电压保护

PT2511 具有过压保护与低压保护功能。将马达电源电压(VM)经由分压降至 5V 以内，提供 VSEN 作为侦测。当 VSEN 电压大于 VPRTH (3.5V)时，会进入过压保护。当 VSEN 电压小于 VPRTL 时，会进入低压保护。进入保护期间将关闭输出直到 VSEN 电压恢复为正常范围。VPRTL 的数值可透过参数设定，范围从 0.8V ~ 3.2V，如下表所示。过压与低压保护亦可同时由参数设定为开启或关闭此功能。BLDC 驱动部分可透过参数来取消过压/低压保护功能，交流同步马达驱动则无法透过参数取消。

OVPSel	VPRTH	VPRTL		OVPSel	VPRTH	VPRTL
0	3.5	0.80		8	3.5	2.08
1	3.5	0.96		9	3.5	2.24
2	3.5	1.12		10	3.5	2.40
3	3.5	1.28		11	3.5	2.56
4	3.5	1.44		12	3.5	2.72
5	3.5	1.60		13	3.5	2.88
6	3.5	1.76		14	3.5	3.04
7	3.5	1.92		15	3.5	3.20

FG 输出设定

PT2511 透过 FG 输出以观察马达转速。当转子运行一个电气周期时，FG 将输出一个周期(高电平与低电平)。因此，在计算转速时，需要考虑转子的极数。例如，转子为 8 极（四对 NS），则马达运行一圈将具有 4 个周期 FG 输出。马达转速通常以 RPM（每分钟转数）表示，因此简单公式的转速计算如下：

$$\text{RPM} = \text{FG} \times 120 / \text{POLE}, \text{FG 是FG输出频率, 单位是Hz. "POLE" 是马达转子极数.}$$

PT2511 提供不同的 FG 配置供外部设备读取，如图 11 所示。XOREn 可设置启用三倍频，FGDiv 提供除以 1,2,4,8 设置。FG 脚位是 5V 逻辑输出。

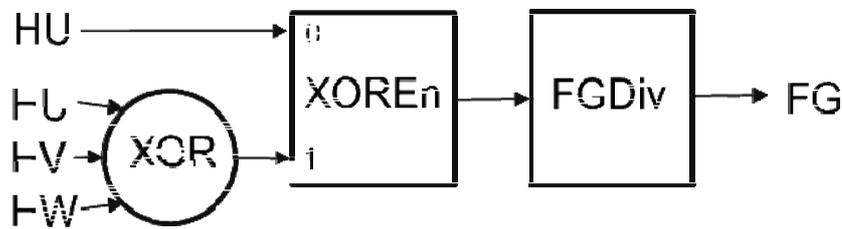


Figure 11. FG 输出设定

正反转设定

PT2511 可以使用外部的 FWR 脚或内部参数将 PT2511 设置为正向或反向旋转。如果在运转中切换旋转方向，则马达将自动停止并以相反方向旋转。建议通过监视 FG 信号来控制马达速度，以优化反向行为，例如减速曲线或反向启动等待时间。

交流同步马达驱动

PT2511 为交流同步马达提供了一个额外的驱动电路，并由 SWEN 引脚控制。也可以将其由参数设定为单独打开/关闭或与速度命令一起动作。

参数刻录

PT2511 提供灵活的参数调整功能，可实时调整存于缓存器中。IC 断电后，缓存器数值将清空。当 IC 重新上电后，缓存器将先读取 OTP 内部已刻录参数。如果 OTP 尚未刻录，缓存器会去读取 IC 默认数值。

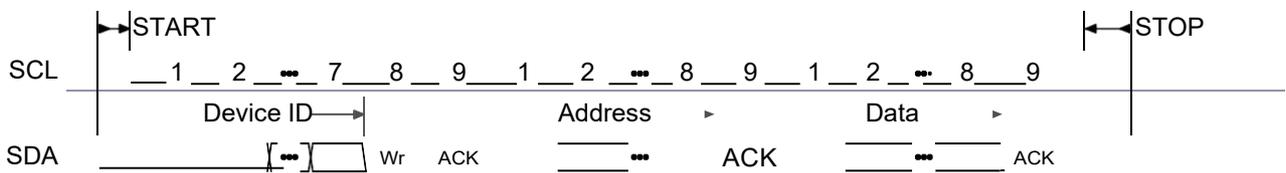
调整设定后的参数可写入内部一次性编程（OTP）存储器中。OTP 存储器可以通过 I2C 口进行刻录，PT2511 有 2 组储存空间(bank0 & bank1)，可提供两次刻录。在 OTP 编程期间，VPP 引脚需要施加 + 7.5V。经由 VDD 降压，PT2511 内部产生 7.5V，提供 VPP 电压。但当外部 VDD 电压过低时(<9V)，内部 VPP 电压将可能不足 7.5V，建议外加 7.5V 电压于 VPP 引脚或是提高 VDD 电压，以确保 OTP 刻录有效。

除了使用内部 OTP 储存参数，另一种方式是透过 I2C 控制。如系统有另一个 MCU，使用者可将参数存于 MCU 中，并于每次于开机时由 I2C 将参数传递至 PT2511 缓存器。MCU 亦可根据需求，动态更改所需配合的参数达到更灵活的控制方式。

I²C 界面

PT2511 可通过 I2C 接口来读取或控制寄存器状态。I2C 仅通过两条线路与多个设备通信，START 位表示启动条件；任何传输都必须以此为起点。Device ID 是个 7 位的数值，每个设备仅拥有一个地址，PT2511 固定为 0110100b。Wr / Rd 为写入或读出操作，ACK 是在接收部分的确认位，用来通知发送器数据已正确接收或停止数据发送。Address 为 PT2511 缓存器的地址编号，将在下一章节中进行描述。STOP 是停止位；任何序列都必须以它结尾。如 Figure 12 所示，I2C 的写入/读取操作都是以字节(byte)为单位的模式。I2C 传输协议速度支持最高 50 KHz。

I2C Byte Write



I2C Byte Read

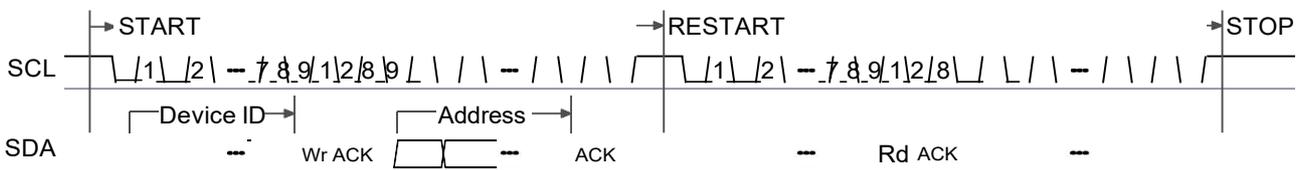


Figure 12. I²C 字节读写时序图.

缓存器列表

0x0~0x0b 缓存器地址的对照表

Bit								Address
7	6	5	4	3	2	1	0	Hex
PWM_I2C[9:8]		Reserved			PWMS	FWRS[1:0]		0
PWM_I2C[7:0]								1
FGCnt[7:0]								2
Mstate[2:0]			RDL	TSD	FGCnt[10:8]			3
OVP	SwShtL	FLD	SumErr	BlankErr[1:0]		OCPL	OCPH	4

OCPLL	PS	Reserved	VppAlarm	STestA_En	Stesth	SFwr	Sswinh	5
HVID								6
ExpNum[7:0]								7
Reserved							ExpNum[8]	8
ActDuty[7:0]								9
Reserved						ActDuty[9:8]		0a
NumID								0b
PTM				PCTL				10

0x21~0x5E 缓存器地址的对照表

Reserved								20
TS1Step[7:0]								21
TD2Max[7:0]								22
TS1Step[8]	DnWScale[1:0]		TD1Max[5:0]					23
TS2Step[7:0]								24
RiseStep[7:0]								25
DnWInit[5:0]					TS2Step[8]	RiseStep[8]		26
FallStep1[7:0]								27
FallStep2[7:0]								28
HallP[2:0]		DeadTime[2:0]		FallStep1[8]	FallStep2[8]			29
FallSet[7:0]								2A
StopDuty[7:0]								2B
OCPHDis	FLT	HallSel	Iswinh	ZcTarget[3:0]				2C
ZCCntMn[7:0]								2D
FilterMax[9:8]		ZCCntMn[13:8]						2E
FilterMax[7:0]								2F
HallPwrEn	OCPLSlope[1:0]		PAAuto	PASlope[3:0]				30
RSyncAng[7:0]								31
SyncAng[7:0]								32
CTRise[3:0]				CTFall[3:0]				33
Deadlock[7:0]								34
TimeUp1[7:0]								35
HsfEn	Deadlock[8]		TimeUp1[13:8]					36
TimeUp2[7:0]								37
ShortNum[1:0]		TimeUp2[13:8]						38
	HallCode	PIEn	IfDiv	SpdEn	FreqEn	SpdHyst[1:0]		39
CID[7:0]								3A
MaxPA[7:0]								3B

Pam10Hz[7:0]						3C			
Pam20Hz[7:0]						3D			
Pam30Hz[7:0]						3E			
Pam40Hz[7:0]						3F			
Pam50Hz[7:0]						40			
Pam60Hz[7:0]						41			
Pam70Hz[7:0]						42			
Pam80Hz[7:0]						43			
Pam90Hz[7:0]						44			
Pam100Hz[7:0]						45			
Pam110Hz[7:0]						46			
Pam120Hz[7:0]						47			
Pam130Hz[7:0]						48			
Pam140Hz[7:0]						49			
Pam150Hz[7:0]						4A			
TrimClk[7:0]						4B			
OVPSel[3:0]			CPSEL[1:0]			4C			
OCPLFtr[7:0]						4D			
OCPLFtr[5:0]				OCPLFtr[9:8]		4E			
UpWSel[1:0]		TSOVDIS	DutyDcrs[1:0]		HallUP	HallIVP	HallWP	4F	
UpWNum[7:0]						50			
MinDuty[7:0]						51			
VPPToleranceOe			VPP7p5En	ENDG	SWMSel[3:0]			52	
ADutyEn	SwHsmp		SwShtFtr[1:0]		SwShtDis	FGDiv[1:0]		HXorEn	53
OschSel[1:0]		OscSel[1:0]		LdoTrim[3:0]				54	
OCPLLSel[3:0]						55			
MaxDuty[7:0]						56			
PFRen	PFR		PSDis	OCPLLEN	OCPLLFtr	PWMSmp	MaxDuty[9:8]		57
Reserved			PIIPiKi[1:0]		Reserved		PIIPiKp[1:0]		58
HSmthEn	HSmthT		QSDen	XNor3Ha	OneHall	UVWP[2:0]			59
OCPLSel[3:0]				OCPHSel[3:0]				5A	
StartFrq[1:0]		Reserved				VspOffBk	MSpdSel		5B
SDutyCtl[3:0]				Reserved		AlignTime[2:0]			5C
Reserved		IRSpd[2:0]		Reserved		Racc[2:0]			5D
HzPDuty[7:0]						5E			

缓存器说明

Address 0x0~0x11 是系统端控制参数为主，如系统的状态、直接控制 PWM 数值或正反转等。

地址	缓存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
0x00		Bit[7:6]	PWM_I2C[9:8]		0x00	R/W
		Bit [5:4]	保留			
	PWMS	Bit[2]	PWMS, PWM 控制选择 1: 使用 I2C (UI) 控制 0: 透过 VSP 引脚控制			
	FWRS	Bit[1:0]	I2C 正反轉控制選擇 10: 使用 I2C (UI) 控制為正轉 11: 使用 I2C (UI) 控制為正轉 00 & 01: 透过 FWR 引脚控制			
0x01	PWM_I2C	结合 0x00 的 PWM_I2C[9:8] 得到一组 10 位的 PWM_I2C[9:0] 数值。 当 PWMS=1, PWM 下达的数值为 PWM_I2C[9:0]		duty	0x00	R/W
0x02	FGCnt[7:0]	结合 0x03 的 FGCnt[10:8] 得到一组 11 位的 FG 数值，数值将每秒更动一次		count	0x00	R
0x03	MState	Bit[7:5]	马达状态指示 0: Startup 1: Normal 2: PWMOff 3: Align Startup 4: Lock 5: Dead Lock 6: PowerSavingAck 7: PowerSaving		0x40	R
	RDL	Bit[4]	运转异常指示 0: 正常运转 1: 异常运转			R
	TSD	Bit[3]	过温保护指示 0: 正常 1: 过温			R
		Bit[2:0]	FGCnt[10:8]			
0x04	OVP	Bit[7]	过电压保护指示: 0: 正常 1: 过电压		0x00	R



地址	缓存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
	Swshtl	Bit[6]	交流同步马达关闭指示: 0: 正常运转 1: 过温 · 此时会关闭交流同步马达驱动.			R
	FLD	Bit[5]	Clock 与 FG 频率锁相指示 1: 达成频率锁相 0: 未达成频率锁相			R
	SumErr	Bit[4]	OTP checksum 指示. 如果第一个 byte 是 0x5A, checksum 将自动产生 1: OTP checksum 错误 0: OTP checksum 正确.			R
	BlankErr	Bit[3:2]	OTP 是否空白检查. 0: Bank 0 及 bank 1 都空白. 1: Bank 0 空白, bank 1 有数值. 2: Bank 0 有数值, bank 1 空白. 3: Bank 0 及 bank 1 都有数值.			R
	OCPL	Bit[1]	1: ISEN 电压超过 OCPL 阈值. 0: ISEN 电压低于 OCPL 阈值.			R
	OCPH	Bit[0]	1: ISEN 电压超过 OCPH 阈值. 0: ISEN 电压低于 OCPH 阈值.			R
0x05		Bit[5:7]	保留		0x10	
	VppAlarm	Bit[4]	Vpp电压警告指示 0: VPP 电压正常 1: VPP 电压异常			R
		Bit[3:0]	保留 · 测试用			
0x06	HVID	硬件版本控制 ID			0x00	R
0x07	ExpNum	结合 0x08 的 ExpNum[8] 得到一组 9 位的 ExpNum[8:0] 数值 ExpNum 遇到错误发生时将自动加 1, 如 OCPH 或堵转等		count	0x00	R
0x08		Bit[7:1]	保留		0x00	R
		Bit[0]	ExpNum [8]			
0x09	ActDuty	结合 0x0a 的 ActDuty[9:8] 得到一组 10 位的 ActDuty 数值 这是输出到驱动级的真实 PWM 数值		duty	0x00	R
0x0a		Bit[7:2]	保留		0x00	R
		Bit[1:0]	ActDuty[9:8]			

Address 0x21~0x5F 是马达控制相关参数，可烧写于 OTP 中。

地址	缓存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
0x21	TS1Step	结合 0x023 的 TS1Step[8] 得到一组 9 位的 TS1Step[8:0] 数值 TS1Step 是设定在启动第一阶段中 PWM Duty 到达 TD1Max 的上升斜率。请参考 Figure7。		0.25ms	0x0A	R/W
0x22	TD2Max	设定在启动第二阶段中 PWM Duty 最大值。请参考 Figure7。		4 duty	0x32	R/W
0x23		Bit [7]	TS1Step[8]		0x03	
	DnWScale	Bit[6:5]	顺风接转时，依据转速设定比例除数与补偿值，产生接转的 PWM 占空比。此为设定比例除数 0: 除 1 1: 除 2 2 除 4 4 除 8	scale		R/W
	TD1Max	Bit[4:0]	设定在启动第一阶段中 PWM Duty 最大值。请参考 Figure 7。	4 duty		R/W
0x24	TS2Step	结合 0x026 的 TS2Step[8] 得到一组 9 位的 TS2Step[8:0] 数值 TS2Step 是设定在启动第二阶段中 PWM Duty 到达 TD2Max 的上升斜率。请参考 Figure7。		0.25 ms	0x2F	R/W
0x25	RiseStep	结合 0x26 的 RiseStep[8] 得到一组 9 位的 RiseStep[8:0] 数值 RiseStep 是设定在正常模式中的加速斜率。请参考 Figure7。		0.25 ms	0x2F	R/W
0x26	DnWInit	Bit [7:2]	顺风接转时，依据转速设定比例除数与补偿值，产生接转的 PWM 占空比。此为设定补偿值 0~252	4 duty	0x00	R/W
		Bit [1]	TS2Step[8]			
		Bit [0]	RiseStep[8]			
0x27	FallStep1	结合 0x29 的 FallStep1[8] 得到一组 9 位的数值。 FallStep1 是高于 FallSet 的减速斜率。		0.25 ms	0x2F	R/W
0x28	FallStep2	结合 0x029 的 FallStep2[8] 得到一组 9 位的数值。 FallStep2 是低于 FallSet 的减速斜率。		0.25 ms	0x2F	R/W
0x29	HallP	Bit[7:5]	Hall 输入顺序调整 0: [U, V, W] 1: [U, W, V] 2: [V, U, W] 3: [V, W, U] 4: [W, U, V] 5: [W, V, U] Others: [U, V, W]		0x00	R/W
	DeadTime	Bit[4:2]	死区调整，范围从 0.4us 到 2.4us。 0: 0.4us, 1: 0.8us, 2: 1.2us, 3: 1.6us, 4: 2.0us, 5~7: 2.4us	0.4us		R/W
		Bit [1]	FallStep1[8]			
		Bit [0]	FallStep2[8]			



地址	缓存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
0x2A	FallSet	设定不同的减速斜率区隔点		4 duty	0x28	R/W
0x2B	StopDuty	当 PWM off 时，内部 PWM duty 仍会以减速的方式降低 PWM duty，此为设定最小数值，到达此数值后 PWM 不再输出。			0x40	R/W
0x2C	OCPHDis	Bit[7]	1: OCPH 功能关闭 0: OCPH 功能开启		0x06	R/W
		Bit[6]	保留			
	HallSet	Bit[5]	0: 使用 Hall Sensor IC (一般是 3 pin) 1: 使用 Hall 组件(Hall element, 4 pin)			R/W
	Iswinh	Bit[4]	1: 交流同步马达驱动独立运作 0: 交流同步马达驱动只在 BLDC 马达运转时运作			R/W
		Bit[3:0]	保留			
0x2D	ZCCntMn	Bit[7:0]	结合 0x2E 的 ZCCntMn[13:8] 得到一组 14 位 ZCCntMn[13:0] 数值。 设定最小 Hall 讯号的宽度	4 clock	0xC8	R/W
0x2E		Bit[7:6]	FilterMax[9:8]		0x00	
		Bit[5:0]	ZCCntMn[13:8]			
0x2F	FilterMax	结合 0x2E 的 FilterMax[9:8] 得到一组 10 位 FilterMax[9:0] 数值。 FilterMax 设定 Hall 讯号的数字滤波器数值。		4 clock	0x64	R/W
0x30	HallPwrEn	Bit[7]	HB 引脚电压输出控制 0: HB 只在马达运转时输出 1: HB 永远输出。	0	0x57	R/W
	OCPLSlope	Bit[6:5]	检测 OCPL 发生的间隔时间 0: 1.5ms, 1: 3ms, 2: 5.75ms, 4: 11.75ms	msec		R/W
	PAAuto	Bit[4]	相位超前补偿方式 0: 手动, 1: 自动	1		R/W

地址	缓存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
	PASlope	Bit[3:0]	当PAAuto设1时，可根据应用转速不同有16条不同斜率的角度补偿可挑选。请参考 Figure 5&6 有较详细说明。这16条不同补偿的斜率的每10Hz增加角度为 0: 4.50 度, 1: 3.93 度, 2: 3.56 度, 3: 3.18 度, 4: 3.00 度, 5: 2.80 度, 6: 2.60 度, 7: 2.43 度, 8: 2.25 度, 9: 2.06 度, 10: 1.87 度, 11: 1.68 度, 12: 1.50 度, 13: 1.12 度, 14: 0.75 度, 15: 0.37 度	7		R/W
0x31	RSyncAng	依照 Hall sensor 顺序反向转动时的同步角度 (Hall sensor 位置较准角度).		0.75 deg	0x5A	R/W
0x32	SyncAng	依照 Hall sensor 顺序正向转动时的同步角度 (Hall sensor 位置较准角度).		0.75 deg	0x5A	R/W
0x33	CTRIse	Bit[7:4]	设定到达正常模式(Normal)前限制的时间。逾期将进入堵转保护。堵转计数将加1。	0.5 sec.	0x55	R/W
	CTFall	Bit[3:0]	设定堵转保护与重新启动休息时间。	0.5 sec.		R/W
0x34	DeadLock	结合 0x36 的 DeadLock[8]得到一组 9 位的数值。当连续堵转次数或发生 OCPH 过电流次数累计达 DeadLock，系统将停止运作，需关电后再重新上电。如有连接 I2C，也需要移除再重新连接。		times	0x14	R/W
0x35	TimeUp1	结合 0x36 的 TimeUp1[13:8]得到一组 14 位的数值。设定得到第一次 Hall 换相讯号的等待时间。逾时将进入堵转保护。		1ms	0xE8	R/W
0x36	HsfEn	Bit[7]	设定 Hall 信号取样方式。 0: 上升缘取样 1: 上升缘与下降缘取样		0x03	R/W
		Bit[6]	DeadLock[8]			
		Bit[5:0]	Timeup1[13:8]			
0x37	TimeUp2	结合 0x38 的 TimeUp2[13:8]得到一组 14 位的数值。设定得到第二次 Hall 换相讯号的等待时间。逾时将进入堵转保护。		1ms	0xE8	R/W
0x38		Bit[7:6]	保留		0xC3	R/W
		Bit[5:0]	TimeUp2[13:8]			

地址	寄存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
0x39	HallCode	Bit[6]	Hall 器件摆放方式设定 0: 60 度间隔 1: 120 度间隔		0x00	R/W
	PLL	Bit[5]	锁相功能(同步 VSP 以 Clock 方式输入) 0: 取消 1: 开启			R/W
	IfDiv	Bit[4]	VSP 以 Clock 输入时·除频功能 0: 除 1 (不改变) 1: 除 4 (输入的 clock 会比实际运转快 4 倍)			R/W
	SpdEn	Bit[3]	速度闭环启用(以 DC 电压或 PWM 输入 VSP) 0: 开环控制, 1: 闭环控制闭环			R/W
	FreqEn	Bit[2]	速度闭环启用(以 Clock 输入 VSP) 0: 由 DC/PWM 控制闭环 1: 由 Clock 控制闭环			R/W
	SpdHyst	Bit[1:0]	闭环迟滞·减缓因 PWM 变化造成电流不稳定。 0: 无迟滞控制 1: 1/16 速度迟滞 (速度变化少于目标 1/16 时,将不更动输出的 PWM duty·最大速度误差为 1/16) 2: 1/64 速度迟滞 3: 1/128 速度迟滞			R/W
0x3B	MaxPA	最大相位超前补偿限制		0.75 deg	0x3C	R/W
0x3C~ 0x4A	Pam10HZ~ Pam150HZ	手动调整相位超前补偿·根据转速调整 10Hz 到 150Hz 的补偿值。		0.75 deg		R/W
0x4B	TrimClk	内部频率较准。将内部 10.24MHz 的基频除到 160KHz·在 Trim clock 时由 FG 引脚输出。也可设定其他较准频率·藉此调整基频与 PWM 频率。			0xA4	R/W
0x4C	OVPSel	Bit[7:4]	低压保护阈值设定(V _{PRTL})·范围从 0.8V ~ 3.2V (0x0~0xE), 共 15 个选择		0x88	R/W
		Bit[3:0]	保留			
0x4D	OCPHFltr	结合 0x4E 的 OCPHFltr[9:8]得到一组 10 位的数值。 OCPH 的数位滤波·范围从 0.4us 到 0.4ms		4 clock	0x00	R/W



地址	寄存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W	
0x4E	OCPLFltr	Bit[7:2]	OCPL 的数位滤波 · 范围从 0.4us 到 0.4ms25.6us.	4 clock	0x21	R/W	
		Bit[1:0]	OCPHFltr[9:8]				
0x4F	UpWSel[1:0]	Bit[7:6]	逆风启动会先煞车再起转 · 设定煞车目标转速 0:4Hz, 1:6Hz, 2:8Hz, 3:12Hz,		0x5F	R/W	
		Bit[5]	取消过温及过电压保护功能 0: Enable (有保护) 1: Disable (取消保护)			R/W	
	Bit[4:3]	保留					
	HallUP	Bit[2]	Hall U 极性设定 · 0: 反相 ; 1: 正相			R/W	
	HallVP	Bit[1]	Hall V 极性设定 · 0: 反相 ; 1: 正相			R/W	
	HallWP	Bit[0]	Hall W 极性设定 · 0: 反相 ; 1: 正相			R/W	
0x50	UpWNum	逆风启动煞停时间限制 · 单位 0.5s · 如到达此设定时间仍未达预期转速 · ExpNum + 1 · 重新逆风启动 ·		0.5s	0x14	R/W	
0x51	MinDuty	最小 PWM 占空比设定 · 当命令小于此设定 · PWM off		2 duty	0x00	R/W	
0x52		Bit[7:0]	保留		0x50		
		Bit[7:4]	保留				
		Bit[3]	强制停止交流同步马达驱动 0: 正常运作 1: 强制停止			R/W	
		Bit[2:1]	FG 输出除频设定, 0:1, 1: 除 2, 3: 除 4, 3: 除 8			R/W	
0x53		Bit[0]	FG 输出乘 3 设定(XOR UVW 讯号) 0:无 1: 乘 3		0x00	R/W	
		Osclsel	Bit[5:4]	VSP 输入下限阈值设定 0: 0.3V. 1: 0.5V. 2: 1.0V. 3: 2.0V.		V	R/W
		LdoTrim	Bit[3:0]	VREG 电压微调(0~15)		V	R/W
0x54		Bit[7:6]	VSP 输入上限阈值设定 0: 3.0V. 1: 3.5V. 2: 4.0V.	V	0x08	R/W	
		Bit[7:0]	保留				
		MaxDuty	结合 0x57 MaxDuty[9:8] 得到 10 位数值 设定最大 PWM 占空比			duty	0x00



地址	缓存器名称	说明		单位	默认值	读写 R/W
0x57		Bit[7:3]	保留		0x22	
	PWMSmp	Bit[2]	PWMSmp, 马达驱动 PWM 频率设定 0: 20KHz ; 1: 40KHz			R/W
	MaxDuty	Bit[1:0]	MaxDuty[9:8]			R/W
0x58		Bit[7:0]	保留		0x12	
0x59	HSmthEn	Bit[7]	Hall 讯号滚动平均功能 1: Enable ; 0: disable		0x20	R/W
	HSmthT	Bit[6]	Hall 讯号滚动平均设定 1: 1/16; 0: 1/8			R/W
		Bit[5:3]	保留			
	UVWP	Bit[2:0]	UVW 驱动顺序(马达线圈接线) 0 : UVW 1: UWV 2: VUW 3: VWU 4: WUV 5: WVU Others: UVW			R/W
0x5A	OCPLSel[3:0]	Bit[7:4]	马达正常模式时电流限制阈值设定 范围 0.1V ~ 0.4V (0-15)		0x88	R/W
	OCPHSel[3:0]	Bit[3:0]	马达正常模式时过电流保护阈值设定 范围 0.16V ~ 0.7V (0-15), 触发保护将进入堵转			R/W
0x5B		Bit[7:2]	保留		0x00	
	VspOffBk	Bit[1]	当 PWM off, 采取煞停功能. 0: disable 1: 煞车, 直到 FG <= 4Hz 才放开			R/W
		Bit[0]	保留			
0x5C	SDutyCtl	Bit[7:4]	分段定速功能段数设定: 0: 取消 1~15 : 1~15 段	0	0x75	R/W
		Bit[3:0]	保留			
0x5D		Bit[7:0]	保留		0x00	
0x5E	HzPDuty		使用 PWM 占空比来做速度控制时, 设定每个 PWM Duty 代表的频率大小 (Hz/Duty) Bit 7-6: 整数部分 Bit 5-0: 小数部分	8' h40	0x40	R/W

绝对最大额定值

参数	符号	条件	最大	单位
VDD 电源电压	VDDmax	PT2511 No break down	32	V
输出引脚电流 ⁽¹⁾	Iout,max	PT2511 UO, VO, WO pins	2	A
输入引脚承受电压	Vin,max	PWM, OSC, FR, SEL	6	V
工作温度	Topr	—	-40 to +85	° C
储存温度	Tstg	—	-40 to +150	° C

Notes: 1. 500ms 的测试时间并安装在具有散热片的指定区域

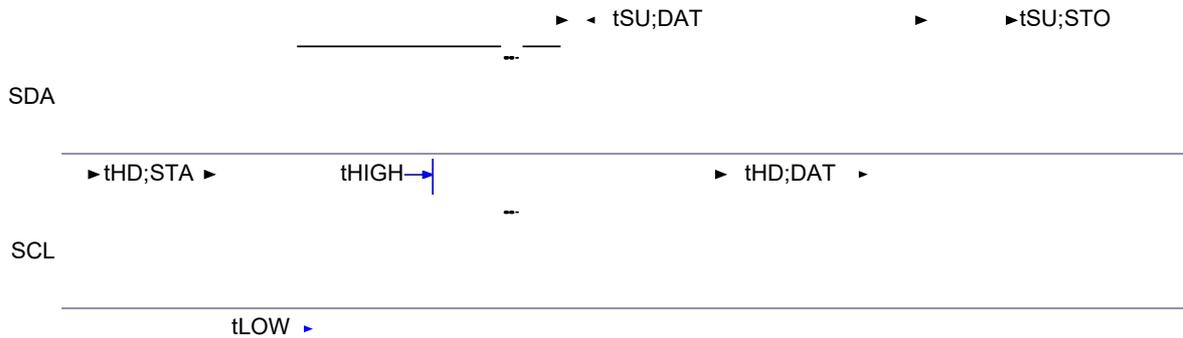
电气特性

(标准条件 VDD = 12V, GND=0V, TA = 27°C)

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
一般特性						
VDD 电源电压	VDD	VPP 可正常工作	9	12	28	V
		VREG 可正常工作	6	12	28	V
电源电流	IDD	PWM pin = VREG, 未接马达负载, 不含 HB 输出		8	12	mA
VREG 引脚电压	Vreg	未外接其他电路	4.75	5	5.25	V
VREG 输出电流	Ireg	VREG 压降 < 5%		20		mA
内建 MOS						
MOS 功率晶体电阻	RDSon	V=12V, Io = 1A	—	0.32	0.4	Ω
交流同步马达驱动						
全桥驱动压降	Vdsw	SWO1, SWO2 VDD=12V, I=200mA		1	2	V
交流输出频率	Fsw			50		Hz
Hall 讯号输入放大器特性						
Common-mode 输入范围	Vhcm	使用 Hall 组件	+0.5		V _{REG} - 0.5	V
Hall 输入感度	Vhsen	使用 Hall 组件		80		mV
HB 输出电压	Vhb	IHB = 10mA	4.5			V
VSP & PWM 占空比输入						
VSP DC 直流控制范围	DCvsp	VSP 输入	0.3	—	3.0	V
VSP PWM 频率	Fpwm	VSP 输入	1	—	25	KHz
VSP PWM 高电平输入	Vpwmh	VSP 输入, PWM 电压上升	3.3	—	5	V
VSP PWM 低电平输入	Vpwml	VSP input PWM 电压下降	0	—	0.3	V

保护功能						
低压保护	Vprt1	VSEN 引脚, 可参数设定	0.8		3.2	V
高压保护	Vprth	VSEN 引脚		3.5		V
电流限制参考电压(OCPL)	Vocpl	ISEN 引脚, 可参数设定	0.1		0.4	V
过电流保护参考电压 (OCPH, 度转保护)	Vocph	ISEN 引脚, 可参数设定	0.16		0.7	V
过温保护	Tshdn	温度上升, 设计目标	-	150	-	° C
过温保护释放	Trel	温度下降, 设计目标	-	120	-	° C
逻辑与 I2C 引脚特性						
逻辑输出低电平	Vol	FG, RD,		0	0.3	V
逻辑输出高电平	Voh	FG, RD,	4.0	4.5	5.5	V
逻辑输入低电平	Vinl	SWEN, BRK, FWR			0.3	V
逻辑输入高电平	Vinh	SWEN, BRK, FWR	4.0			V

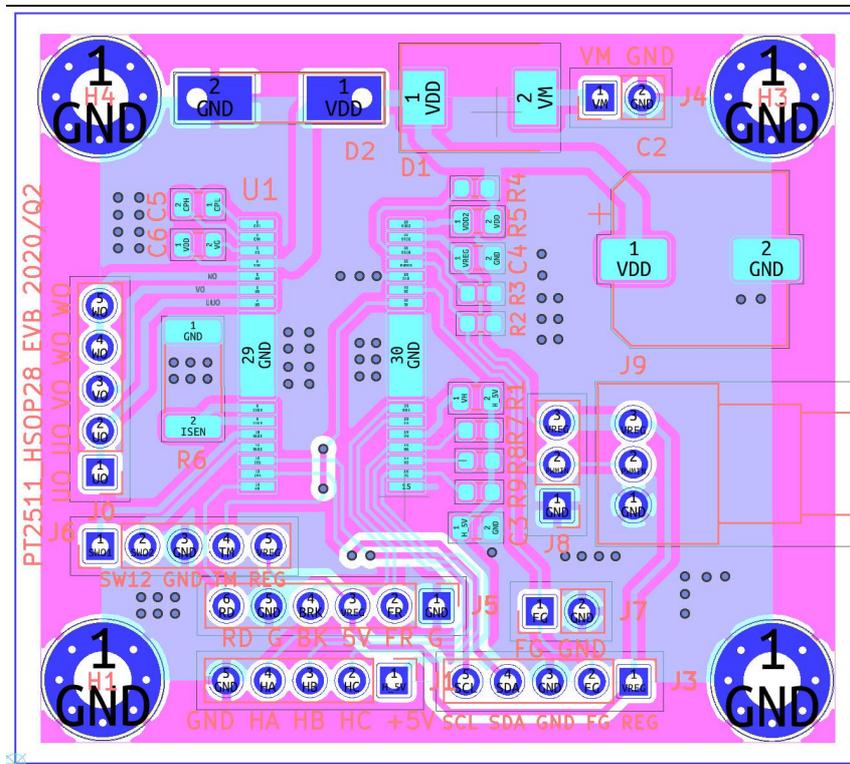
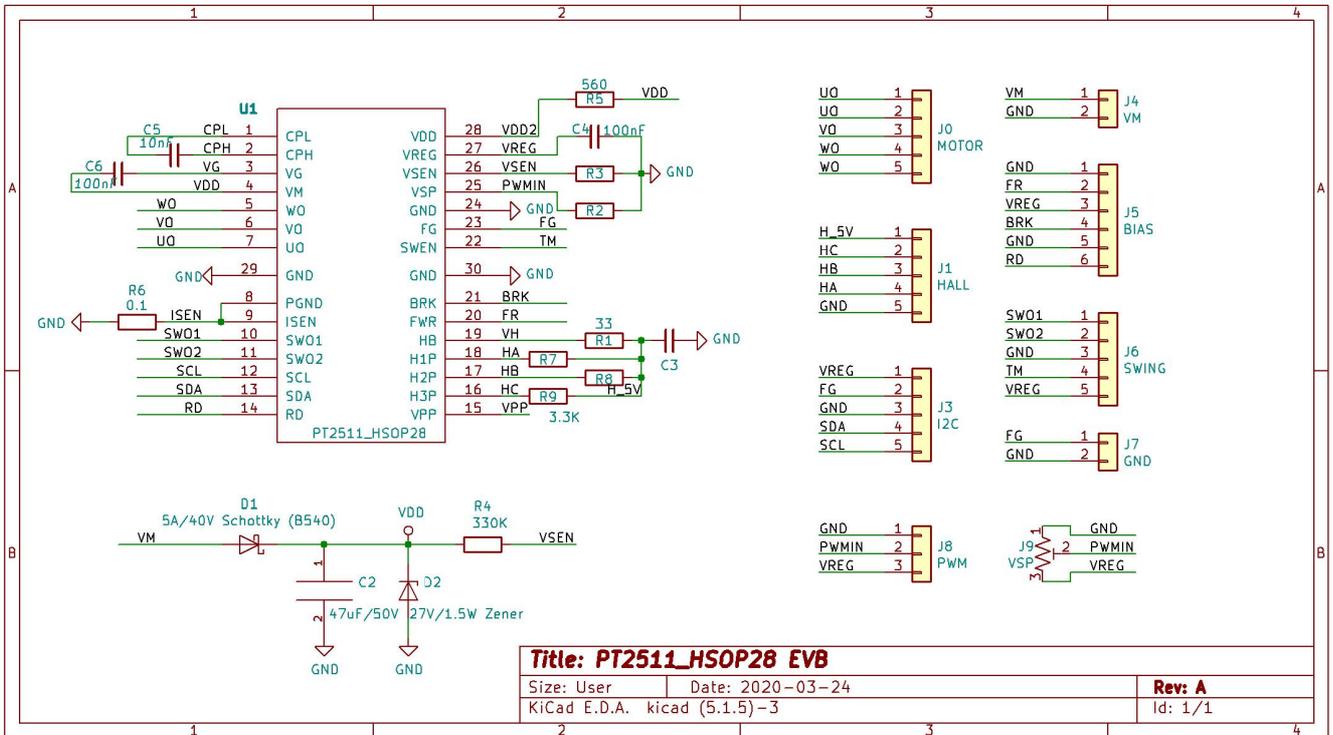
I²C 时序图:



参数	符号	最小	最大	单位
SCL clock frequency	f_{SCL}	0	50	KHz
Hold time START condition	$t_{HD;STA}$	4		μ S
LOW period of the SCL clock	t_{LOW}	4.7		μ S
HIGH period of the SCL clock	t_{HIGH}	4.0		μ S
Data setup time	$t_{SU;DAT}$	250		nS
Data hold time	$t_{HD;DAT}$	5.0		μ S
Setup time for STOP condition	$t_{SU;STO}$	4.0		μ S

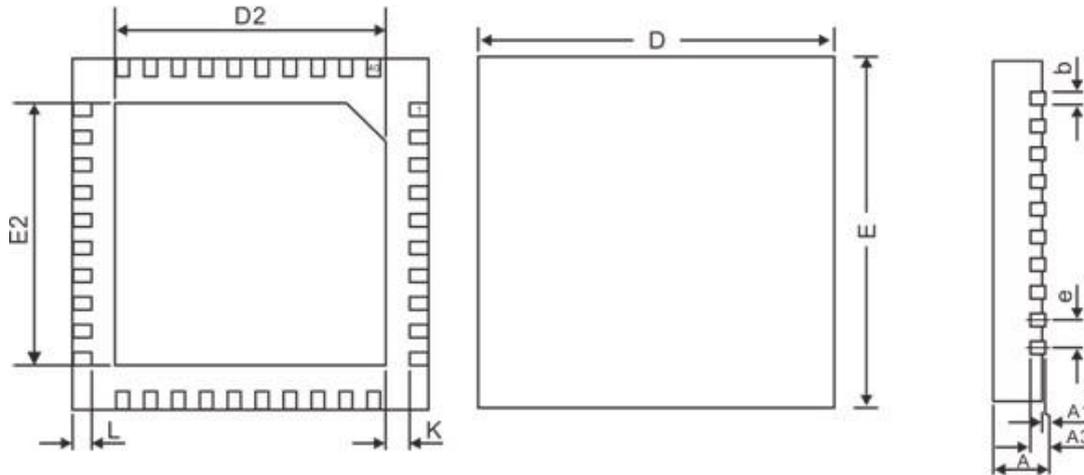
应用电路

HSOP28 使用 Hall Sensor IC



封装信息

40 Pins, QFN6x6mm

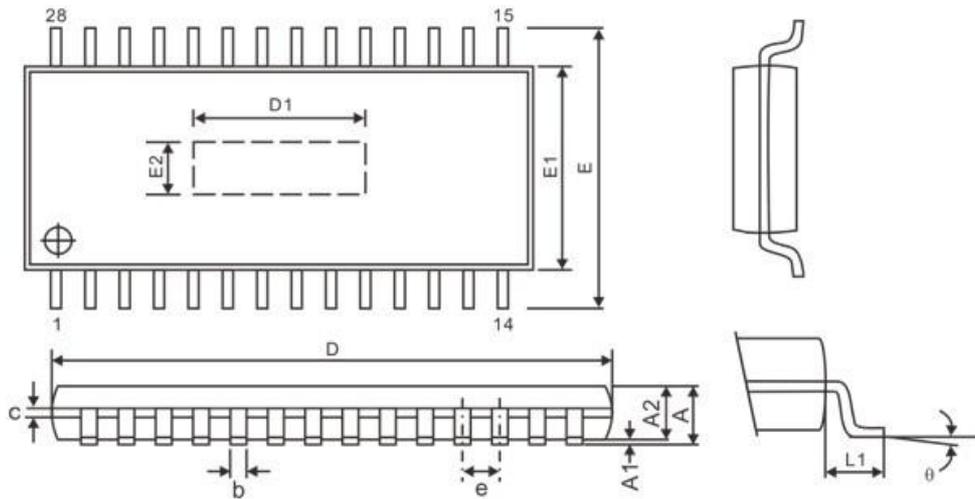


符号	尺寸(mm)		
	最小	典型	最小
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A3	0.203 REF		
b	0.18	0.25	0.30
D	6.00 BSC		
D2	4.40	4.50	4.55
E	6.00 BSC		
E2	4.40	4.50	4.55
e	0.50 BSC		
L	0.35	0.40	0.45
K	0.2	-	-

Note :

1. 参考 JEDEC MO-153 AET

28 Pins, HTSSOP 173MIL

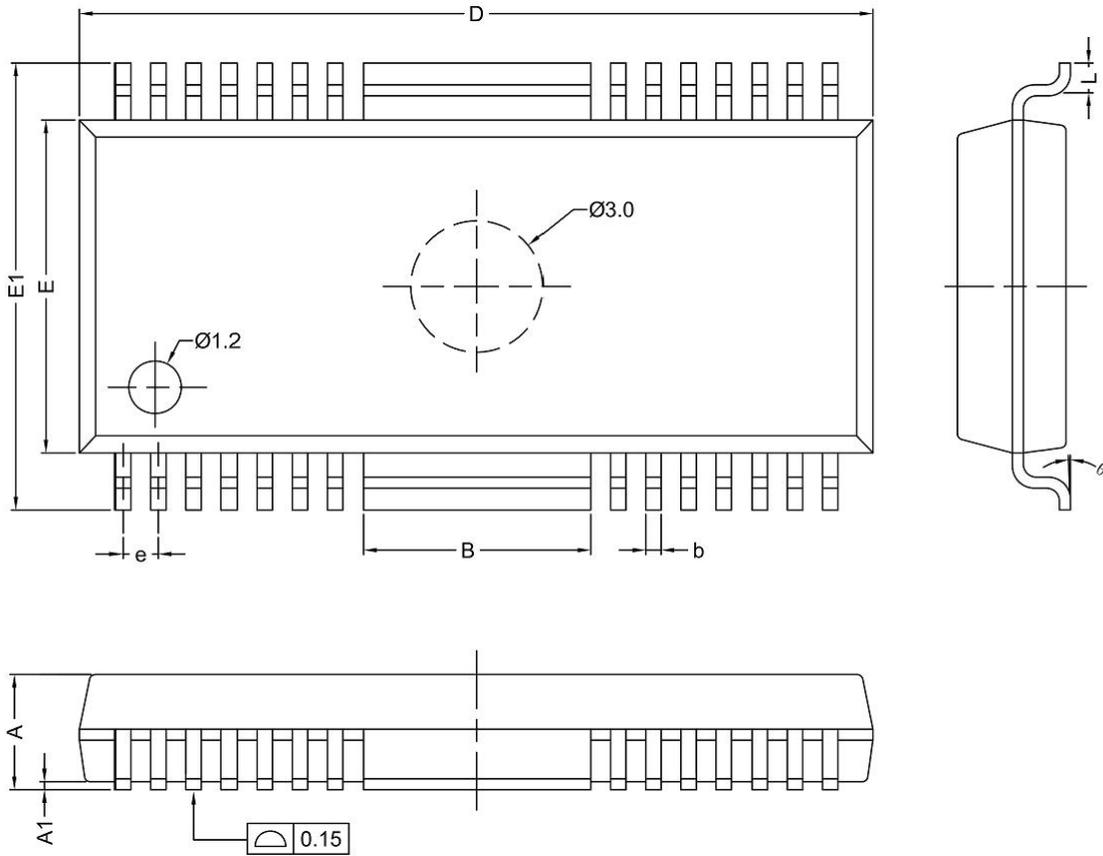


符号	尺寸(mm)		
	最小	典型	最小
A	-	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
b	0.19	-	0.30
c	0.09	-	0.20
D	9.60	9.70	9.80
E1	4.30	4.40	4.50
E	6.4 BSC		
e	0.65 BSC		
D1	4.98 BSC		
E2	2.70 BSC		
L1	1.00 BSC		
θ	0°	-	8°

Note :

1. 参考 JEDEC MO-153 AET

28 Pins, HSOP 300MIL



符号	尺寸(mm)		
	最小	典型	最小
A	2.35	2.55	2.75
A1	0	-	0.25
B	5.00	5.15	5.30
b	0.31	-	0.44
D	17.85	17.95	18.05
E	7.50	7.60	7.70
E1	10.00	-	10.60
e	0.70	0.80	0.90
L	0.50	0.65	0.80
θ	0°	-	8°

Note :

1. 参考 JEDEC MO-153 AET

联系我们

联系电话：0755-28102601/0755-28102650

客服电话：18926468515

微信咨询：v 18926468515

官网：<http://www.junmintech.com>

