

# 40V-1.75A 三相 FOC 驱动器

## 描述：

ZH6338 是一款 6V~40V 工作电压，大电流，高集成度的三相 FOC 驱动芯片。集成了 FOC 的控制算法，驱动，检测信号处理以及三个功率半桥。

系统通过 SPD 引脚调速，DIR 引脚调节方向，FG 反馈速度。以及包括限流，过压，欠压，短路，开路和堵转等完善的保护功能。

精简的外部电路，适合风扇和水泵类永磁同步电机的集成控制和驱动。封装形式为 ETSSOP-16。

## 特点：

- 无感 FOC 算法集成
- 工作电压 6V~40V
- 持续相电流 1.75A（正弦幅值）
- 工作环境温度 -40~125°C
- 内置功率管导通阻抗 150mΩ
- 过压，欠压，开短路和堵转保护
- 配置简单，通用性强
- SPD 引脚 PWM 控速
- SPD 引脚模拟控速
- DIR 引脚控制方向
- 可通过 SPD 引脚进行通讯，配置寄存器和诊断故障

## 应用：

风扇，水泵，三相永磁同步电机

## 系统框图：

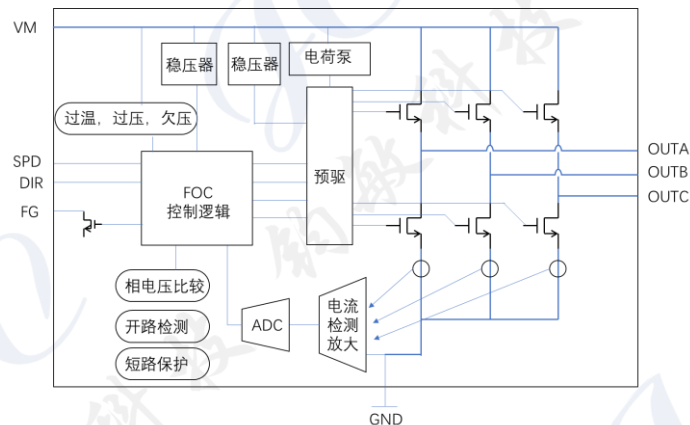


图 1, 系统框图

## 应用框图：

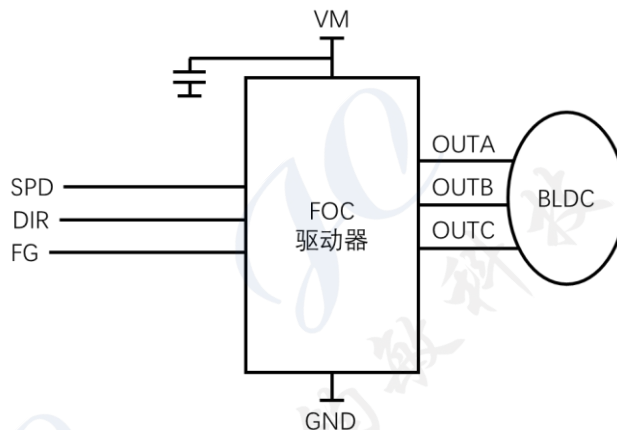
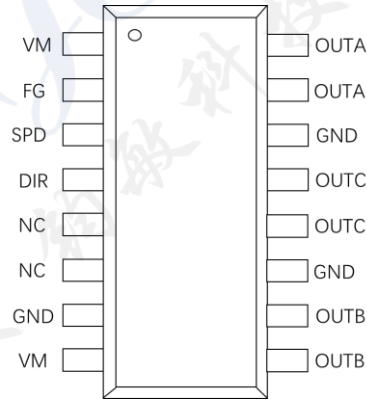


图 2, 应用框图

引脚分布:



ETSSOP16

图 3, 引脚分布

表 1, 引脚分布

序号	名称	描述
1	VM	电源供电
2	FG	FG 速度输出引脚
3	SPD	速度给定
4	DIR	方向给定
5	INTP	请悬空
6	INTP	请悬空
7	GND	电源地
8	VM	电源供电
9,10	OUTB	功率输出 B
11	GND	电源地
12,13	OUTC	功率输出 C
14	GND	电源地
15,16	OUTA	功率输出 A

订购信息:

全称	封装	包装	数量
ZH6338	ETSSOP16		

**绝对最大工况：**

		最小	最大	单位
供电电压		-0.3	45	V
供电上升斜率			2	V/us
逻辑输入输出电压 (SPD, DIR, FG)		-0.3	6	V
相电压		-0.7	VM+0.7	V
相电流	1ms	-5	5	A
工作节温		-40	150	°C
存储温度		-65	150	°C

**推荐工况：**

	最小	最大	单位
供电电压	6	40	V
逻辑输入输出电压 (SPD, DIR, FG)	0	5	V
逻辑输入 (SPD 引脚 PWM 模式) 频率	1k	100k	Hz
持续输出电流 (正弦幅值)		1.75	A
峰值输出电流 (5s)		3	A
工作环境温度	-40	125	°C

**电气特性表:**

(除特殊标明, 测试条件为 25°C, 24V 推荐工况, 默认参数下)

参数		测试条件	最小	标准	最大	单位
上电和供电						
VM	供电电压		6		40	V
I <sub>VM</sub>	供电电流	不包含电机电流		7.5	10	mA
I <sub>VM_SLEEP</sub>	睡眠电流			7	10	uA
t <sub>ON</sub>	启动时间	从 VM>V <sub>UVLO</sub> 或者退出睡眠计时			300	us
逻辑输入 (SPD, DIR, FG)						
V <sub>IL_SPD</sub>	逻辑低电平				0.4	V
V <sub>IH_SPD</sub>	逻辑高电平		1.8			V
V <sub>HYS_SPD</sub>	逻辑迟滞		0.5	0.8	1	V
V <sub>IL_DIR</sub>	逻辑低电平				0.7	V
V <sub>IH_DIR</sub>	逻辑高电平		2.2			V
V <sub>HYS_DIR</sub>	逻辑迟滞		0.5	0.7	0.9	V
I <sub>IL_DIR</sub>	漏电流	V <sub>IN</sub> =0V	-1		1	uA
I <sub>IH_DIR</sub>	漏电流	V <sub>IN</sub> =5V			100	uA
R <sub>PD_DIR</sub>	下拉电阻			200k		Ω
R <sub>PU_SPD</sub>	上拉电阻	工作模式		200k		Ω
		休眠模式		1.6M		Ω
V <sub>SPD_OFF</sub>	停机电压	SPD 作为模拟调速		0.3		V
t <sub>SLEEP</sub>	睡眠时间	SPD 给定 0, 到进入睡眠的时间			1.5	ms
驱动输出						
R <sub>DS (ON)</sub>	导通电阻	I=1A (高边)		150	170	mΩ
		I=1A (低边)		150	170	mΩ
t <sub>DEAD</sub>	输出死区			200		ns
V <sub>d</sub>	二极管压降	I=-1A		0.8	1	V
电流采样放大						
A <sub>v</sub>	信号放大		0.4	0.45	0.5	V/I
ADC						
ADC_Reso	分辨率			12		Bit
VM_ADC		VM=24V		2047		code
		VM=12V		1023		code
SPD_ADC		SPD=0.6V		1023		code
		SPD=1.8V		3071		code
I_ADC		相电流幅值=0A		2047		code
		相电流幅值=1A		3071		code
		相电流幅值=1.5A		3582		code
		相电流幅值=-1A		1023		code
		相电流幅值=-1.5A		511		code
		相电流幅值=-0.5A		255		code
保护电路						
V <sub>UVLO</sub>	欠压点	电压下降		5.0		V

参数		测试条件	最小	标准	最大	单位
		电压上升		5.5		V
V <sub>UVLOHYS</sub>	欠压迟滞			500		mV
I <sub>OC</sub> P	短路保护			6		A
t <sub>OC</sub> P	消隐时间			1.5		us
t <sub>RETRY</sub>	重启时间			3		s
V <sub>OV</sub> P	过压点	默认设置		30		V
t <sub>LOCK</sub>	堵转时间			1		s

**详细描述：**

ZH6338 是一款三相 BLDC 驱动器，集成了 40V/1.75A（稳定值）的功率输出模块，无感 FOC 控制算法，SPD 控速逻辑，DIR 方向控制逻辑。内部还集成了电流检测，限流模块，过压，短路，堵转保护逻辑，开路保护逻辑。通过英能专有的 OLC 单线通讯协议可以配置参数，诊断电机故障。

**启动：**

ZH6338 可以选择开环启动和直接位置观测器启动。开环启动时，用户可以配置启动速度，加速度，启动电流。直接位置观测器启动时，电机转子位置会直接被用于 FOC 闭环输出。

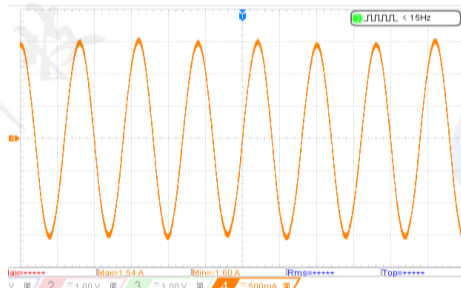
在 SPD 给出启动命令后，ZH6338 会对电机的初始转速进行判断，如果正转且速度比较高，则直接进入闭环。如果静止或者速度非常低，则根据设定采用启动策略。如果反转，则进入反转启动逻辑。

反转启动也可以配置成被动刹车模式，有源刹车模式或者直接观测器切换模式。直接观测器切换模式下，电机将平滑地渡过零速阶段。

**运行：**

ZH6338 采用无感 FOC 算法，通过采集集成功率管上的导通压降，经过温度补偿，得到三相相电流。英能自主知识产权的 FOC 算法，位置估算器得到转子位置，通过输出 ud 和 uq 控制 Iq 和 Id。ZH6338 具有四个环路工作模式：

- 速度环，SPD 引脚输入决定电机转速。外环为速度环，内环为电流环。
- 电流环，也是转矩环。SPD 引脚输入决定电机的 q 轴电流，内环为电流环，无外环。
- 电压环，也就是开环。可以通过供电电压调节电机转速。
- 功率环，内环为电流环，外环为功率环。实现恒功率运行。



工作电流波形

**调速：**

这里用“调速”代指 SPD 引脚给定。事实上，采用电流环，调节对象为电流；电压环，调节对象为输出 PWM 电压占空比的最大值；功率环，调节对象为功率。为描述方便，本文大部分使用速度环模式来描述，而统一使用“调速”来指代 SPD 引脚的给定。

ZH6338 支持 SPD 引脚 PWM 占空比调速和模拟调速，当 SPD 引脚输入 PWM 数字信号时，PWM 的占空比作为速度给定。闭环给定量（100%占空比对应的速度）由寄存器写入。当 SPD 引脚输入为模拟信号时，模拟电压作为速度给定。

模拟电压 0.6V 对应 25%的最高速度。

模拟电压 1.8V 对应 75%的最高速度。

2.4V 为满速，线性调速。

用户也可以通过英能提供的单线协议，直接控制寄存器调速。

**速度反馈：**

FG 是速度反馈引脚，使用开漏输出，需要外接上拉电阻。

FG 引脚一个电周期一个脉冲输出，电机停转时，FG 为高。开环启动阶段 FG 的输出为与驱动同步的强制输出的脉冲信号。

用户也可以通过英能提供的单线协议，直接读取速度信息。

**保护：**

ZH6338 支持多种保护模式，包括过压，欠压，短路，开路，堵转保护。

ABC 三路输出有任意一路开路则被判断为开路。

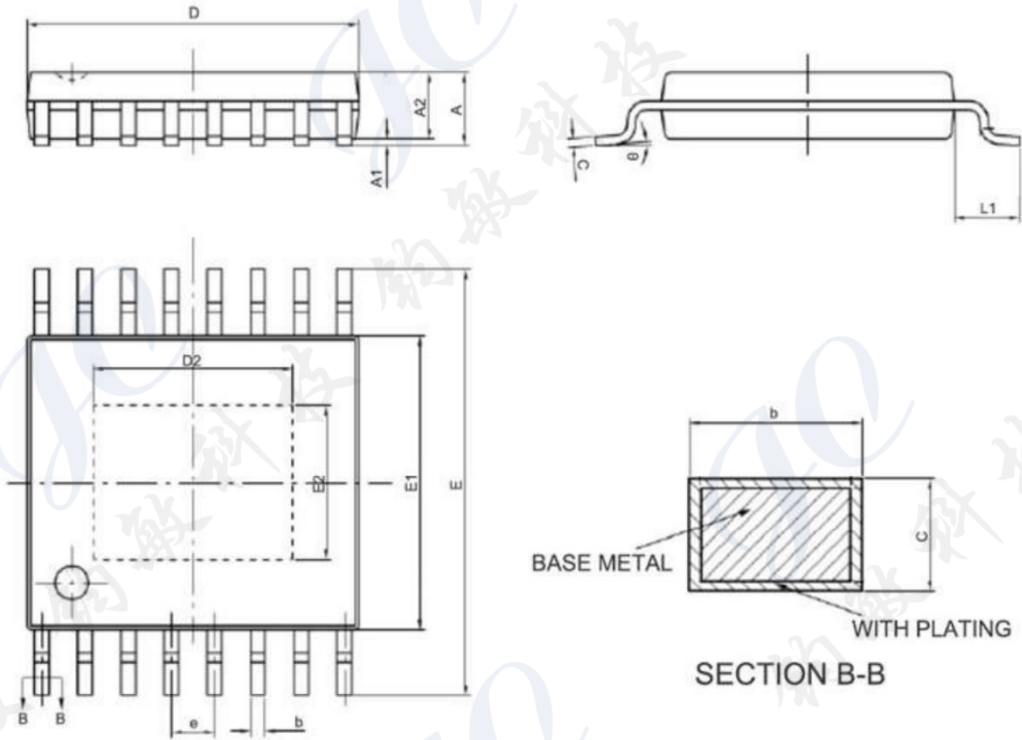
用户可以通过单线协议读取故障代码和信息。

名称	措施	恢复条件	故障位
过压	高阻输出	电压降低	bit3
欠压	高阻输出	电压升高	bit4
短路	高阻输出	重新上电	bit5
开路	高阻输出	重新上电	bit6
堵转	高阻输出	t_RETRY	bit7-10



封装信息:

ETSSOP-16-225-0.65-JCA



Symbol	Dimensions		
	Min.	Nom.	Max.
A	-	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
A2	0.90	1.00	1.05
b	0.20	-	0.30
e	0.65 BSC		
c	0.13	-	0.19
D	4.86	4.96	5.06
D2	2.90	3.00	3.10
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
E2	2.20	2.30	2.40
L1	1.00 REF		
θ	0	-	8



## 版本信息：

版本	修改日期	修改内容
V0.1	2022.11.9	Preliminary Datasheet
V1.0	2024.1.7	更新了 SPD 引脚的命名
V1.1	2024.1.8	更新了详细描述章节