

40V-3A 三相 BLDC 驱动器

描述:

ZH6332 是一款宽工作电压, 大电流, 高集成度的三相 BLDC 驱动芯片。包括三个半桥, 换向逻辑, PWM 调速与方向控制, 以及包括限流, 短路, 过温, 欠压, 过压, 堵转等完善的保护功能。

ZH6332 的智能开路保护逻辑可以侦测出电机端子开路, 虚焊等异常故障。当异常发生后, FLT 引脚将拉低报警。

精简的外部电路, 适合各类永磁同步电机的驱动。封装形式为带散热焊盘的 TSSOP20, 或 QFN20。

特点:

- AEC-Q100
- 工作电压 6V~40V
- 工作电流 3A (峰值)
- 工作温度 -40~125°C
- 内置功率管导通阻抗 150mΩ
- 内置电流采样电路, 节省采样电阻
- 可配置的限流保护阈值
- 短路保护, 过温, 过压, 欠压保护
- 可实现堵转保护报警, 开路保护报警
- PWM 控速, DIR 控制方向
- 可通过 UART 通讯进行参数配置和故障诊断

应用:

三相永磁同步电机

系统框图:

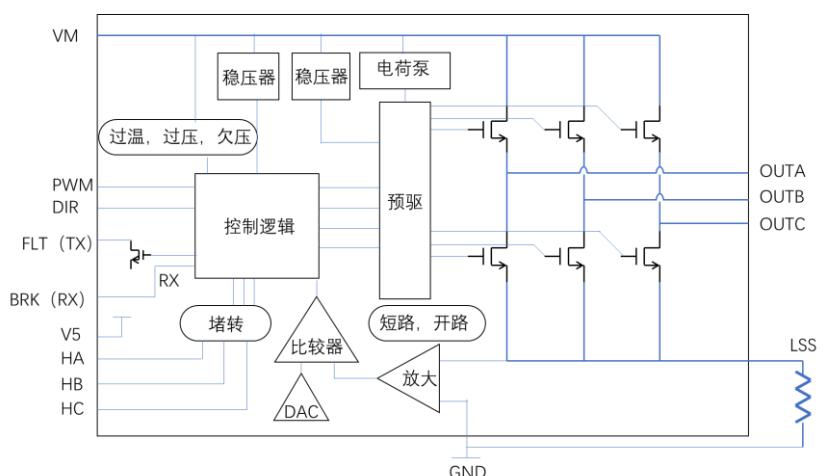


图 1, 系统框图

应用框图:

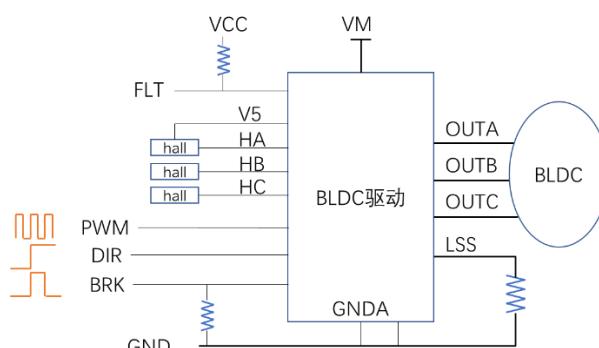


图 2, 应用框图

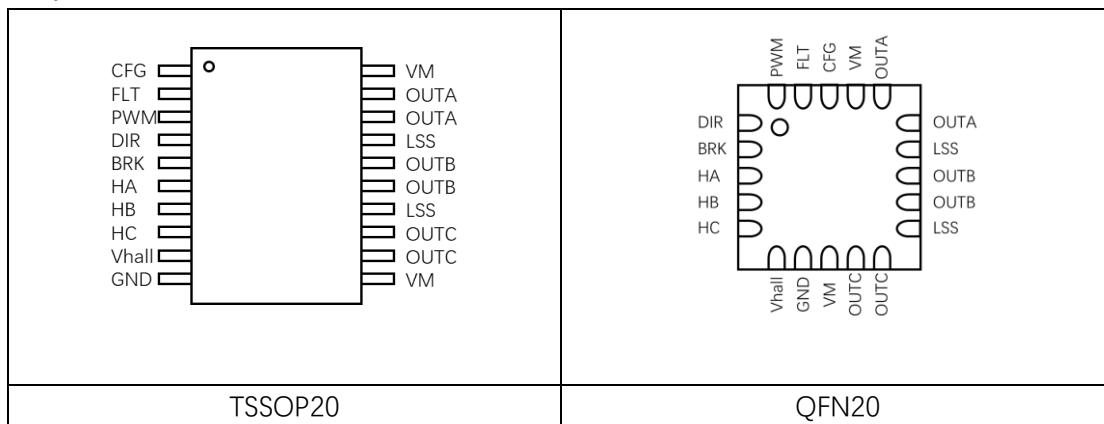
引脚分布:


图 3, 引脚分布

表 1, 引脚分布

TSSOP	QFN	名称	描述
1	18	CFG(RX, Vref)	参数配置引脚, 或通讯的 RX 引脚, 或 Vref 输入引脚
2	19	FLT(TX, FG)	故障输出引脚, 或通讯的 TX 引脚, 或 FG 输出引脚
3	20	PWM	PWM 调速信号输入
4	1	DIR	方向信号输入
5	2	BRK	刹车引脚
6	3	HA	Hall A 输入
7	4	HB	Hall B 输入
8	5	HC	Hall C 输入
9	6	VHall	对外供电, 供 Hall 使用
10	7	GND	地
14,17	11,14	LSS	功率输出的下管源级, 与 GND 间接采样电阻
12,13	9,10	OUTC	功率输出 C
15,16	12,13	OUTB	功率输出 B
18,19	15,16	OUTA	功率输出 A
11,20	8,17	VM	供电电源

订购信息:

全称	封装	包装	包装数量	备注
ZH6332JT	TSSOP20	Reel	3000	
ZH6332ND	QFN20	Reel	3000	

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 (PWM, DIR, HA, HB, HC, RX, TX, FLT, BRK)	-0.3	6	V
模拟电压 (LSS, VHall)	-0.3	6	V
相电压	-1	VM+1	V
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
模拟输出电压 VHall	3.3	3.9	V
采样输入电压 LSS	-0.5	0.5	V
逻辑输入输出电压 (PWM, DIR, HA, HB, HC, RX, TX, FLT, BRK)	0	5	V
逻辑输入 (PWM) 频率	0	100k	Hz
峰值输出电流		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, 推荐工况下, 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 _{VM}	供电电流	VM=12V	3	10	mA
I _{VMSLEEP}	睡眠电流	VM=12V		10	uA
t _{ON}	启动时间	从 VM>V _{UVLO} 或者退出睡眠计时		200	us
逻辑输入 (PWM, DIR, HA, HB, HC, RX)					
V _{IL}	逻辑低电平		0.5		V
V _{IH}	逻辑高电平	1.5			V
V _{HYS}	逻辑迟滞		0.5		V
I _{IL}	漏电流	V _{IN} =0V	-1	1	uA
I _{IH}	漏电流	V _{IN} =5V		100	uA
R _{PD}	下拉电阻	PWM, DIR, RX	100k		Ω
R _{PU}	上拉电阻	HA, HB, HC	200k		Ω
t _{DL}	逻辑延时	PWM 变化到 Outx 变化		100	ns
t _{HOLD}	保持时间	PWM=0, 到进入溜车的时间		10	ms
t _{SLEEP}	睡眠时间	从进入溜车到进入睡眠的时间		1.5	ms
驱动输出					
R _{DS (ON)}	导通电阻	VM=24V, I=1A	150	200	mΩ
t _{DEAD}	输出死区		200		ns
V _d	二极管压降	VM=24V, I=-1A	0.8	1	V
电流限制					
A _V	信号放大		9.5	10	V/V
t _{OFF}	关断时间		25		us
t _{BLANK}	消隐时间		2		us
V _{REFIN}	内部参考		2		V
保护电路					
V _{UVLO}	欠压点		3.8		V
V _{UVLOHYS}	欠压迟滞		100		mV
I _{OCP}	短路保护		3		A
t _{OCP}	消隐时间		1.5		us
t _{RETRY}	重启时间		3		s
V _{OVP}	过压点		28		V
t _{LOCK}	堵转时间		1		s
T _{SD}	热保护点		175		°C
诊断与报警 (RX, TX, FLT)					
BODE	波特率		9600		

详细描述：

ZH6332 是一款三相 BLDC 驱动器, 集成了 40V, 峰值 3A 的功率输出模块, 集成了 Hall 换向逻辑, PWM 控速逻辑, DIR 方向控制逻辑。还集成了内置电流检测, 限流模块。

过压, 短路, 过温, 堵转保护逻辑, 开路保护逻辑。在故障发生时, 可以通过 **FLT** 引脚报警, 并可通过 **UART** 通讯诊断故障源。保障安全运行。在系统不运行时, ZH6332 可进入睡眠模式, 功耗小于 $I_{VMSLEEP}$ 。

- 逻辑真值表:

ZH6332 按照下表的逻辑进行换向。

其中 **Z** 代表高阻态, 上管与下管同时关闭。

若 **PWM**=1, 则 **HI** = **VM**, **LOW** = **GND**。

若上管 **PWM** 模式选定了, **HI** = **PWM**; **LOW** = **GND**。

若下管 **PWM** 模式选定了, **HI** = **VM**; **LOW** = \sim **PWM**。

若上管 **PWM** 模式选定了, **brake** = **VM**。

若下管 **PWM** 模式选定了, **brake** = **GND**。

ZH6332 换向逻辑表

HA	HB	HC	BRK	DIR	OUTA	OUTB	OUTC
X	X	X	1	X	brake	brake	brake
1	0	1	0	1	HI	LOW	Z
1	0	0	0	1	HI	Z	LOW
1	1	0	0	1	Z	HI	LOW
0	1	0	0	1	LOW	HI	Z
0	1	1	0	1	LOW	Z	HI
0	0	1	0	1	Z	LOW	HI
1	0	1	0	0	LOW	HI	Z
0	0	1	0	0	Z	HI	LOW
0	1	1	0	0	HI	Z	LOW
0	1	0	0	0	HI	LOW	Z
1	1	0	0	0	Z	LO	HI
1	0	0	0	0	LOW	Z	HI

- 睡眠模式

当 **PWM** 为 0 持续 $t_{SLEEP} + t_{HOLD}$ 时间后进入睡眠模式。睡眠模式下保持溜车 (**OUTA** = **Z**, **OUTB** = **Z**, **OUTC** = **Z**)。睡眠电流为 $I_{VMSLEEP}$ 。退出睡眠需要 t_{ON} , 这个时间内 **OUTA**, **OUTB** 和 **OUTC** 保持高阻。

睡眠功能可以通过寄存器关闭, 此时 **PWM** 为零超过 t_{HOLD} 后仅控制溜车, 不进入睡眠。

注意, 若 **BRK** 引脚为高, 则不进入睡眠状态。待 **BRK** 为低后, 重进计时 t_{SLEEP} 。

- 限流功能

用户可在 **LSS** 和 **GND** 之间接入采样电阻用于测量驱动电流。采样电阻上的电压经过放大倍数 A_V 后, 与内部的参考电压进行比较。超过则进入限流控制, 且满足公式:

$$I_{LIMIT} = \frac{V_{REF}}{A_V \times R_{LSS}}$$

限流控制时, 高边导通的一相改变为低边导通 (以上描述为高边 **PWM**, 倘若是低边 **PWM** 则低边导通的一相改变为高边导通), 持续固定的时间 t_{OFF} , 之后恢复, 周而复始, 将电流维持在设定的阈值上。

注意, 刹车电流不能受到限流功能保护。

- 短路保护 (OCP)

当输出端 (**OUTA**, **OUTB** 或 **OUTC**) 与电源或者地短路时, 输出端之间短路时, 系统会马上停机, 报警以确保器件和负载不被损坏。OCP 事件发生后, 需要重新上电或者进、出睡眠模式以清除。在寄存器的配置下, 也可经过 t_{RETRY} 后清除, 重新尝试驱动。过流功能可以通过寄存器关闭。

- 过压保护

当 V_M 大于 V_{OVP} 后，系统自动调节输出模式以防止电机能量进一步回馈到供电电源。过压保护功能适合于大惯量负载，速度切换的时刻。

过压保护并不能保护由于供电电压错误造成的过压情况。过压保护的阈值可以通过寄存器调整，功能也可以通过寄存器关闭。

- **FLT 报警**

FLT 引脚是开路输出引脚，正常工作时为高，在以下任何一个情况下都将被拉低，为上位机指示故障的发生。

故障	特征	恢复条件
过温	温度超过 T_{SD}	降温
短路	电流超过 I_{OCP}	重启
堵转	时间超过 t_{LOCK}	超过 T_{RETRY}
开路	开路检测为真	重启
E_HL	霍尔故障	重启

上位机可以通过通讯和诊断确定当前是哪一个故障。

- **FG 转速输出**

根据寄存器 **FG_CFG[1:0]** 的配置，**FLT** 引脚可以被复用为转速输出 (**FG**) 功能。

配置	模式	波形
00	不输出 FG	/
01	3 x FG	每 Hall 跳变， FG 变化
10	6 脉冲模式	每 6 个 Hall 变化沿，输出一个 FG 脉冲，与 Hall 信号同频
11	5 脉冲模式	每 5 个 Hall 变化沿，输出一个 FG 脉冲

- **开路保护**

如 **OUTA**, **OUTB** 或 **OUTC** 输出端没有电机或其他线圈类负载连接，且此时系统上电准备运行，开路保护功能将侦测到这种异常的现象，触发 **FLT**。此功能有效避免引脚接触不良，虚焊等情况。

开路检测在上电时会启动一次，也可通过寄存器的控制，在运行过程中（电机不转时）触发启动。开路保护功能可以通过寄存器关闭。

- **霍尔故障**

电机正常正转或者反转的过程中，**Hall** 信号应该遵守一定的规律变化，倘若 **Hall** 信号异常，则系统停机保护，并 **FLT** 报警。**Hall** 异常包括，三个输入的结果为 111 或 000。也包括，运行中多次跳跃了一个或两个 **Hall** 状态。

- **堵转保护**

当 **Hall** 信号长时间（大于 t_{LOCK} ）维持在某一个状态下，或者 **Hall** 信号在两个状态下抖动，则说明电机停堵转了。此时系统停机保护，并 **FLT** 报警。经过一段时间后（ T_{RETRY} ），系统恢复，尝试重新驱动。若在 T_{RETRY} 的时间内，**DIR** 信号的变化（上升或者下降沿）也将清除堵转状态，重新尝试驱动。使用 **DIR** 的方式可以更快速的恢复运行。

- **通讯与诊断**

上位机可以使用 **UART** 与 **ZH6332** 通讯，配置参数，读取运行状态（故障状态）。**UART** 协议定义为 10 位一字节：有 1 位起始位，1 位停止位，无奇偶校验位，波特率 9600。

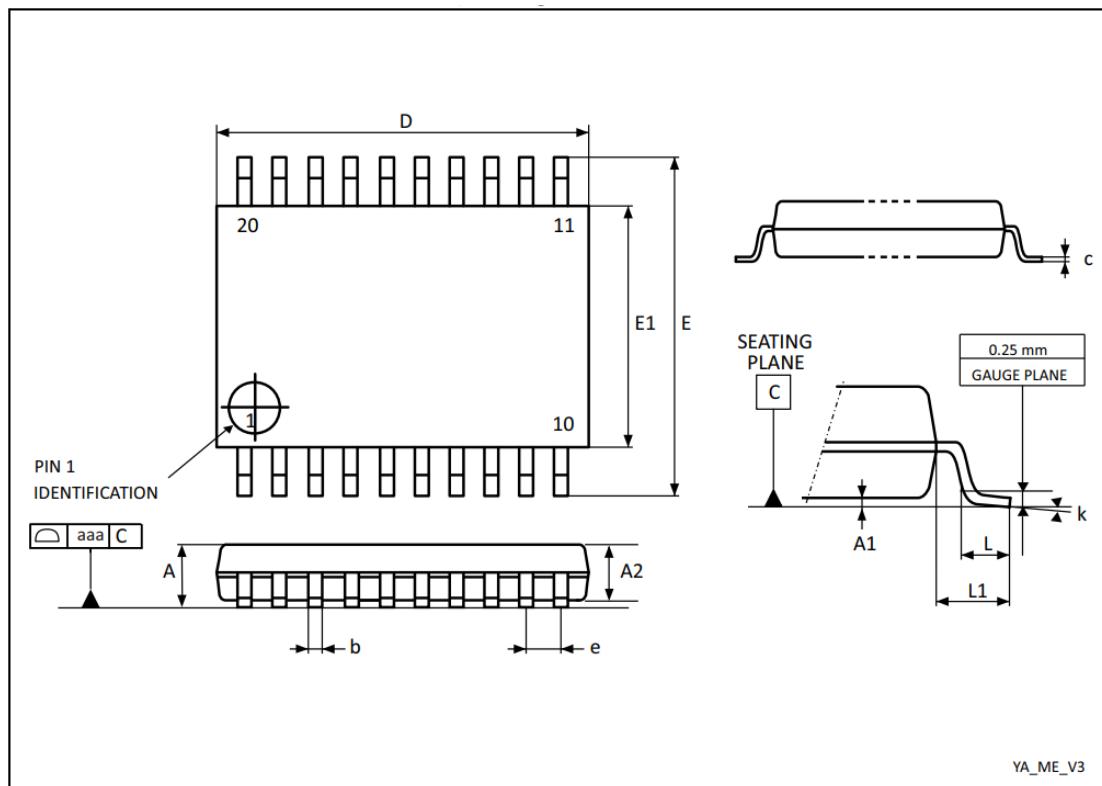
寄存器表:

地址	名称	描述	默认值
00[0]	pwm_opt	PWM 信号滤波时间 =0: 滤波时间 120ns =1: 滤波时间 500ns	0
00[2:1]	fg_mode	FG 信号频率 =00: 不输出 FG 信号 (即使 fg_en=1) =01: 每个电气周期输出 3 个 FG 脉冲 =10: 每个电气周期输出 1 个 FG 脉冲 =11: 每 5/6 个电气周期输出 1 个 FG 脉冲	0b01
01[11:10]	pwm_md	设置 PWM 控制模式 =00: 高边互补 =01: 高边非互补 =10: 低边互补 =11: 低边非互补	0b00
01[12]	e_hall_dis	=0: Hall=000 / 111 时, 电机停止运行 =1: Hall=000 / 111 时, 电机继续运行	0
01[13]	Vref_mode	=0: 正常 (外部 V _{REF}); =1: 使用 DAC 0: nfault 输出为 1 (不使能 nFLT)	0
01[15:14]	Lock_opt	设置堵转时间 =00: 堵转检测时间为 0.5s =01: 堵转检测时间为 1s =10: 堵转检测时间为 2s =11: 关闭堵转检测功能	0b00
02[0]	sleep_dis	=0: 使能睡眠功能 =1: 关闭睡眠功能	0
02[1]	ocp_dis	=0: 使能过流保护功能 =1: 关闭过流保护功能	0
02[2]	opd_dis	=0: 使能上电时的开路检测功能 =1: 关闭上电时的开路检测功能	0
02[3]	tsd_dis	=0: 使能过温保护功能 =1: 关闭过温保护功能	0
02[7:4]	deadtime	设置死区时间: 40ns * (n+1)	0b1000
02[9:8]	fix_off_time	OCL 固定关断时间 =00: 15us =01: 20us =10: 25us =11: 30us	0b10
02[12:10]	ovp_opt	过压保护选项 =000: 不使能 OVP (ovp_dis=1) =100: 电压模式阈值 35V =101: 电压模式阈值 30V =110: 电压模式阈值 25V =111: 电压模式阈值 20V	0b101
02[14:13]	ocp_blank	OCP 信号消隐时间: 320ns * (n+1)	0b11
02[15]	ocp_retry	=1: 3s 后尝试重启启动	0

		=0: 等待系统重新上电	
03[2:0]	ocp_filter	OCP 信号滤波时间: 40ns * (n+1)	0b111
03[5:3]	ocl_blank	OCL 信号消隐时间: 320ns * (n+1)	0b100
03[8:6]	ocl_filter	OCL 信号滤波时间: 40ns * (n+1)	0b100
03[9]	sleep_opt	=0: 10ms 后开始计时进入睡眠模式时间 =1: 1ms 后开始计时进入睡眠模式时间	0
03[11]	lsen_mode	=0: 正常 (外部采样电阻) =1: 使用功率管的 $R_{DS(ON)}$	0
03[14:12]	ocl_dac	=100mV * (n+1); =111: 关闭 OCL 功能	0b110

封装尺寸图

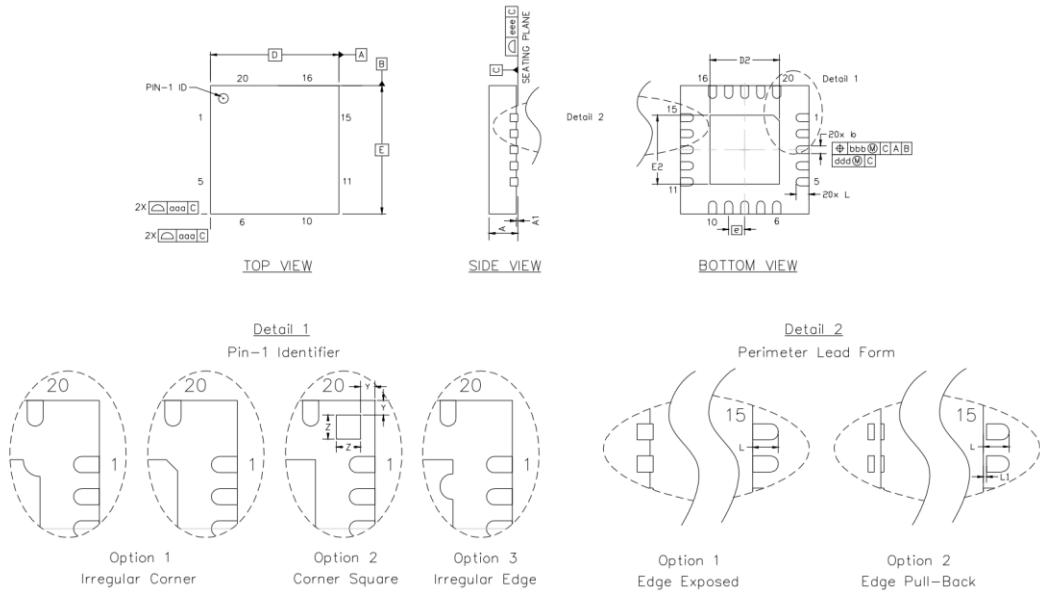
TSSOP20



尺寸参数表

Symbol	millimeters			inches		
	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
A	-	-	1.200	-	-	0.0472
A1	0.050	-	0.150	0.0020	-	0.0059
A2	0.800	1.000	1.050	0.0315	0.0394	0.0413
b	0.190	-	0.300	0.0075	-	0.0118
c	0.090	-	0.200	0.0035	-	0.0079
D	6.400	6.500	6.600	0.2520	0.2559	0.2598
E	6.200	6.400	6.600	0.2441	0.2520	0.2598
E1	4.300	4.400	4.500	0.1693	0.1732	0.1772
e	-	0.650	-	-	0.0256	-
L	0.450	0.600	0.750	0.0177	0.0236	0.0295
L1	-	1.000	-	-	0.0394	-

QFN20



Dimension	Min	Typ	Max
A	0.80	0.90	1.00
A1	0.00	0.02	0.05
b	0.18	0.23	0.30
D	4.00 BSC.		
D2	2.00	2.15	2.25
e	0.50 BSC.		
E	4.00 BSC.		
E2	2.00	2.15	2.25

Dimension	Min	Typ	Max
L	0.45	0.55	0.65
L1	0.00	—	0.15
aaa	—	—	0.15
bbb	—	—	0.10
ddd	—	—	0.05
eee	—	—	0.08
Z	—	0.43	—
Y	—	0.18	—

修改历史

版本	修改日期	修改内容
V0.1	2022.10.7	Preliminary Datasheet
V1.1	2023.6.4	参数微调
V1.2	2023.11.1	封装尺寸微调
V1.3	2024.05.11	更新寄存器表说明