



描述

AT8313提供三路可独立控制的半H桥驱动，每个半H桥可输出2.5A峰值电流或1.75A均方根（RMS）电流输出，可驱动一个三相直流无刷电机，也可被用于驱动螺线管或者其它负载。每个输出驱动器通道包含采用半H 桥配置的N通道功率MOSFET。这个设计将每个驱动器的接地端子接至引脚，以在每个输出上执行电流检测。

AT8313提供一个通用比较器，可用于电流限制电路或其它。

内部关断功能包含过流保护，短路保护，欠压锁定保护和过温保护，并提供一个错误输出管脚。

AT8313提供带有裸露焊盘的TSSOP-28封装和带裸焊盘的QFN36 6*6封装，能有效改善散热性能，且是无铅产品，引脚框采用100%无锡电镀。

应用

- HAVC 电机
- 消费类产品
- 办公自动化设备
- 工厂自动化
- 机器人

型号选择

产品型号	封装	包装
AT8313MTE	TSSOP28-PP	料管，30颗/管
AT8313SQ	QFN36-PP	编带，3000颗/盘

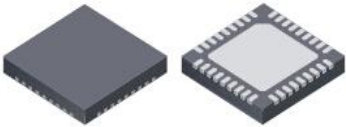
特点

- 三个半H桥电机驱动器
- 驱动三相直流无刷电机（DLDC）
- 独立半桥控制
- 三个独立用于电流检测的接地引脚
- 低RDS(ON)电阻
- 2.5A驱动输出
- 宽电压供电，8V-38V
- 一个通用比较器用于电流限制电路
- 内部3.3V 10mA参考电压输出
- 过温关断电路
- 短路保护
- 欠压锁定保护

封装形式

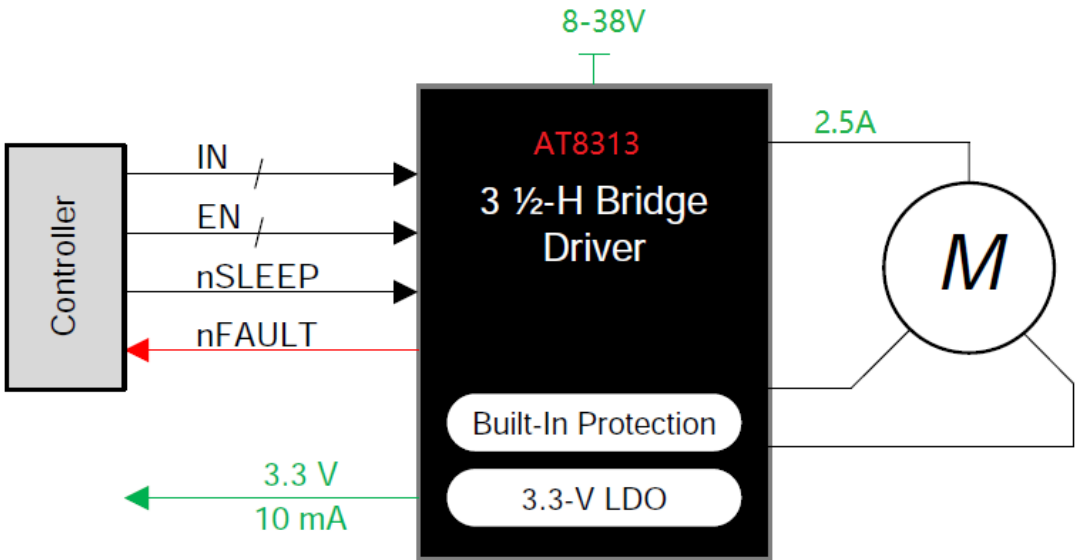


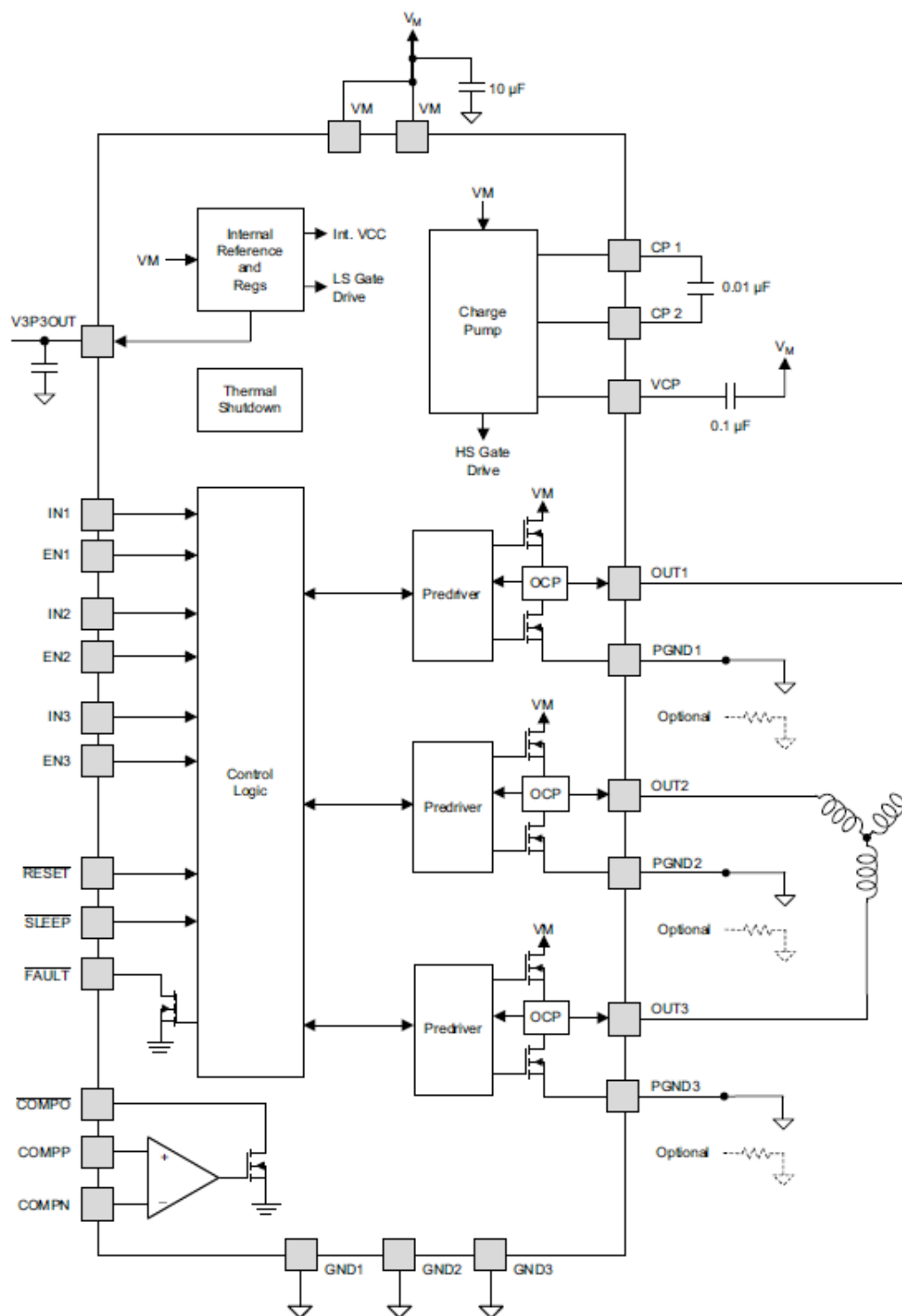
TSSOP28 with PAD



QFN36 with PAD

典型应用原理图



**功能结构框图**

**电路工作极限 at Ta = 25°C**

Parameter	Symbol	Conditions	Ratings	Unit
功率电源	VM		-0.3 – 40	V
输出电流	I _{OUT}		±2.5	A
输出峰值电流	I _{PEAK}		内部过流限制	A
逻辑输入电压	V _{IN}		-0.7 to 7	V
半桥地端电压	PGND _x		± 0.6	V
工作温度	T _A	Range S	-40 to 85	°C
最大结温	T _{J(max)}		150	°C
储藏温度	T _{stg}		-55 to 150	°C

推荐工作条件 at Ta = 25°C

		Min	NOM	Max	Unit
功率电源	VM	8.2	-	38	V
逻辑输入电压	V _{IN}	0	-	5.75	V
连续输出电流	I _{OUT}	0		2.5	A
EN _x 、IN _x PWM 信号	f _{PWM}	0		250k	Hz
PGND _x 管脚电压	V _{PGND}	-500		500	mV
V3P3 负载电流	I _{V3P3}	0		10	mA

- (1) 所有VM管脚必须连接到同一个供电电源。
- (2) 芯片大电流工作时，做好芯片散热。

电特性 at $T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{ V}$

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
POWER SUPPLY						
IVM	VM 静态工作电流	fPWM < 50 kHz		3	5	mA
IVMQ	VM 休眠电流	SLEEP = L		500	800	uA
VUVLO	VM 欠压锁定值	VM rising		6.3	8	V
VHYS	VM 欠压迟滞			500		mV
INTERNAL REGULATOR (V3P3)						
V3P3	3.3V 整流	IOUT = 0 to 10 mA	3.1	3.3	3.52	V
LOGIC-LEVEL INPUTS						
VIL	逻辑输入低电压			0.6	0.7	V
VIH	逻辑输入高电压		2		5.25	V
VHYS	逻辑输入迟滞			0.45		V
IIL	逻辑输入电流_低电平	VIN = 0	-20		20	uA
IIH	逻辑输入电流_高电平	VIN = 3.3 V			100	uA
Rpd	输入内部下拉电阻			100		k Ω
nFAULT、COMPO OUTPUT (OPEN-DRAIN OUTPUT)						
VOL	输出低电平	IO = 5 mA			0.5	V
IOH	输出高电平漏电流	VO = 3.3 V			1	uA
COMPARATOR (COMPP, COMPN, COMPO)						
VCM	输入共模电压范围		0		5	V
VIO	输入失调电压		-7		7	mV
IIB	输入偏置电流		-300		300	nA
tr	响应时间	100-mV step with 10-mV overdrive			2	us
H-BRIDGE FETS						
RDS(ON)	高侧 FET 导通电阻	IO = 1A, Tj = 25 $^\circ\text{C}$		180		m Ω
		IO = 1A, Tj = 85 $^\circ\text{C}$		220		
	低侧 FET 导通电阻	IO = 1A, Tj = 25 $^\circ\text{C}$		180		
		IO = 1A, Tj = 85 $^\circ\text{C}$		220		
IOFF	输出关断漏电流		-2		2	uA

**PROTECTION CIRCUITS**

IOCP	过流峰值		3	5		A
tDEG	OCP 防抖动延时			5		us
tTSD	过温阈值	Die temperature	150	160	180	℃
tHYS	过温迟滞	Die temperature		35		℃

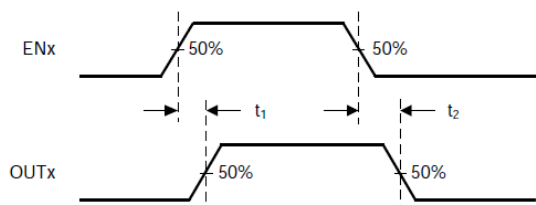
SLEEP MODE

tWAKE	休眠唤醒时间	nSLEEP inactive high to H-bridge on		0.5	1	ms
-------	--------	-------------------------------------	--	-----	---	----

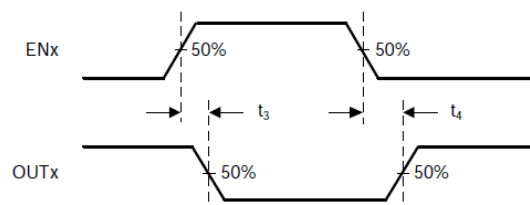
动态时序

TA = 25 ℃, VM = 24 V, RL = 20 Ω

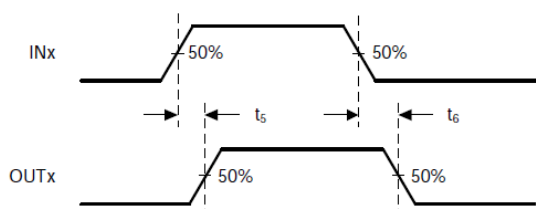
参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	单位
t1 Delay time, ENx high to OUTx high	INx = 1	130		330	ns
t2 Delay time, ENx low to OUTx low	INx = 1	275		475	ns
t3 Delay time, ENx high to OUTx low	INx = 0	100		300	ns
t4 Delay time, ENx low to OUTx high	INx = 0	200		400	ns
t5 Delay time, INx high to OUTx high	ENx = 1	300	400	500	ns
t6 Delay time, INx low to OUTx low	ENx = 1	300	400	500	ns
tr Output rise time, resistive load to GND		30		150	ns
tf Output fall time, resistive load to GND		30		150	ns
tDEAD Output dead time			240		ns



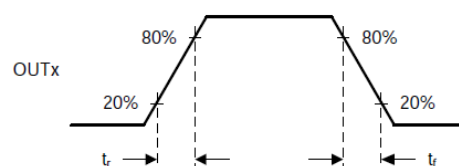
INx = 1, Resistive Load to GND



INx = 0, Resistive Load to VM



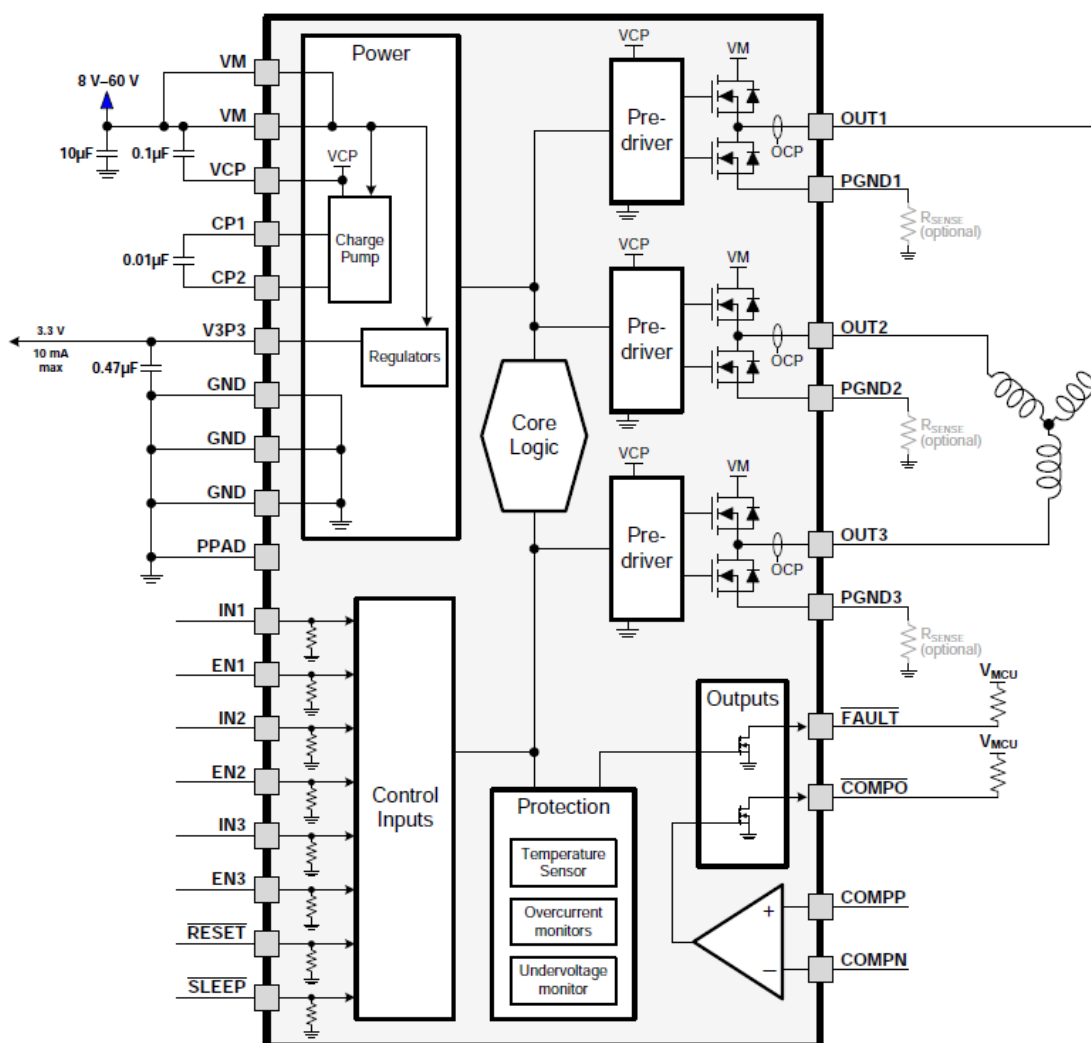
ENx = 1, Resistive Load to GND





模块功能描述

AT8313 集成三个独立的半 H 桥，提供 2.5A 的连续输出，内置保护电路，休眠模式，错误输出和通用比较器。8V 到 38V 单电源供电。



Output Stage

AT8313 包含三路半 H 桥驱动器，半 H 桥的下管 FET 的 S 端为各自独立管脚（PGND1、PGND2、PGND3），这样就可在该管脚接 3 个独立的检流电阻，如果需要。用户也可将此 3 管脚连一起，通过一个检流电阻下地，或者此 3 个管脚直接接地，如果不需要检流的话。

如果使用检流电阻，请保证此 3 管脚（PGND1、PGND2、PGND3）的电压不超过 $\pm 500\text{mV}$ 。

AT8313 有两个 VM 管脚，请将这两管脚一起接到电机电源。

Bridge Control

输入管脚 ENx 直接控制半 H 桥的输出状态 OUTx，ENx 控制半 H 桥的使能。

ENx	INx	OUTx
0	x	Z
1	1	H
1	0	L

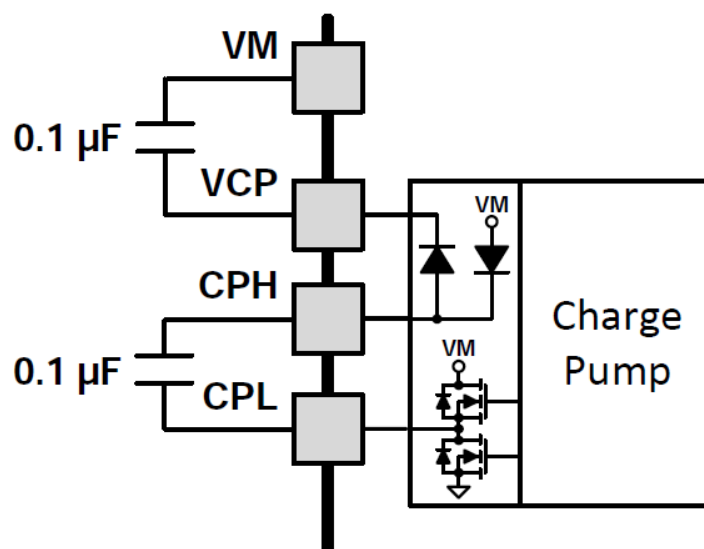
半 H 桥控制逻辑表

Charge Pump

由于输出级使用 NMOS，所以驱动此器件需要一个比电机电源电压 V_M 更高的栅极电压。AT8313 内置电荷泵电路，来产生此电压。

电荷泵电路需要外置两电容来实现功能。详见下原理图。

当 SLEEP 管脚输入低电平，电荷泵电路是不工作的。

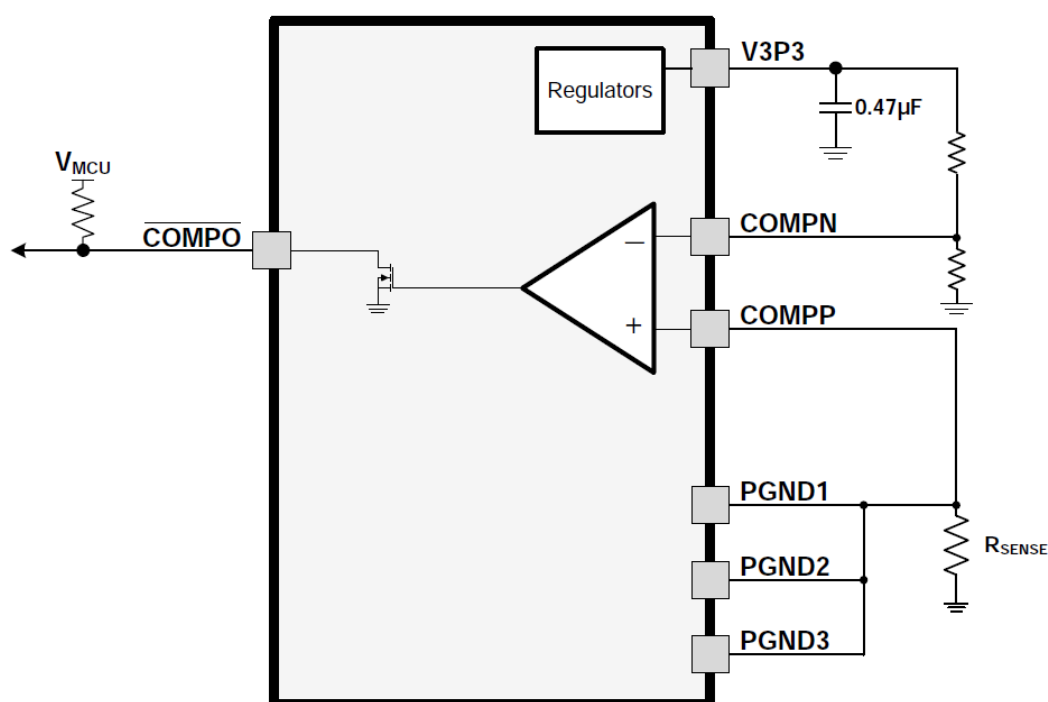


AT8313 电荷泵电路

Comparator

AT8313 内置一个通用比较器，可用作电流限制比较器，或者其它用途。

下图示意了利用此比较器进行电流检测，来达到电流限制的功能。利用一个检流电阻来检测流过 3 个半 H 桥下管的电流。此电流电阻上的电压与一个设定参考做比较，当检流电压超过设定参考，一个限流指示信号指示给主控制器。内置的 3.3V 参考电压可用作此比较器的参考比较电压。



比较器用作电流监视



nSLEEP、nRESET Operation

nRESET 管脚输入低电平时，芯片复位内部逻辑，同时禁止 H 桥，所以逻辑输入是被忽略的。

nSLEEP 管脚输入为低电平时，器件将进入休眠模式，从而大大降低器件空闲的功耗。进入休眠模式后，器件的 H 桥被禁止，电荷泵电路停止工作，同时内部所有时钟也是停止工作的，所有的逻辑输入都被忽略。当其输入翻转为高电平时，系统恢复到正常的操作状，为了内部电荷泵恢复稳定工作，在 SLEEP 恢复高电平并延时 500us 后再进行正常操作。注，SLEEP 模式下，3.3V 整流电路仍是工作的。

保护电路

AT8313 有过流保护，过温保护和欠压保护。

过流保护 (OCP)

在每一个 FET 上有一个模拟电流限制电路，此电路限制流过 FET 的电流，从而限制门驱动。如果此过流模拟电流维持时间超过 OCP 脉冲时间，H 桥内所有 FET 被禁止，nFAULT 管脚输出低电平。若要恢复正常工作，需 RESET 一下或者 SLEEP 一下或者重新上电。

H 桥上臂和下臂上的过流条件是被独立检测的。对地短路，对 VM 短路，和输出之间短路，都会造成过流关闭。

过温保护 (TSD)

如果结温超过安全限制阈值，H 桥的作用 FET 被禁止，nFAULT 管脚输出低电平。一旦结温降到一个安全水平，所有操作会自动恢复正常。

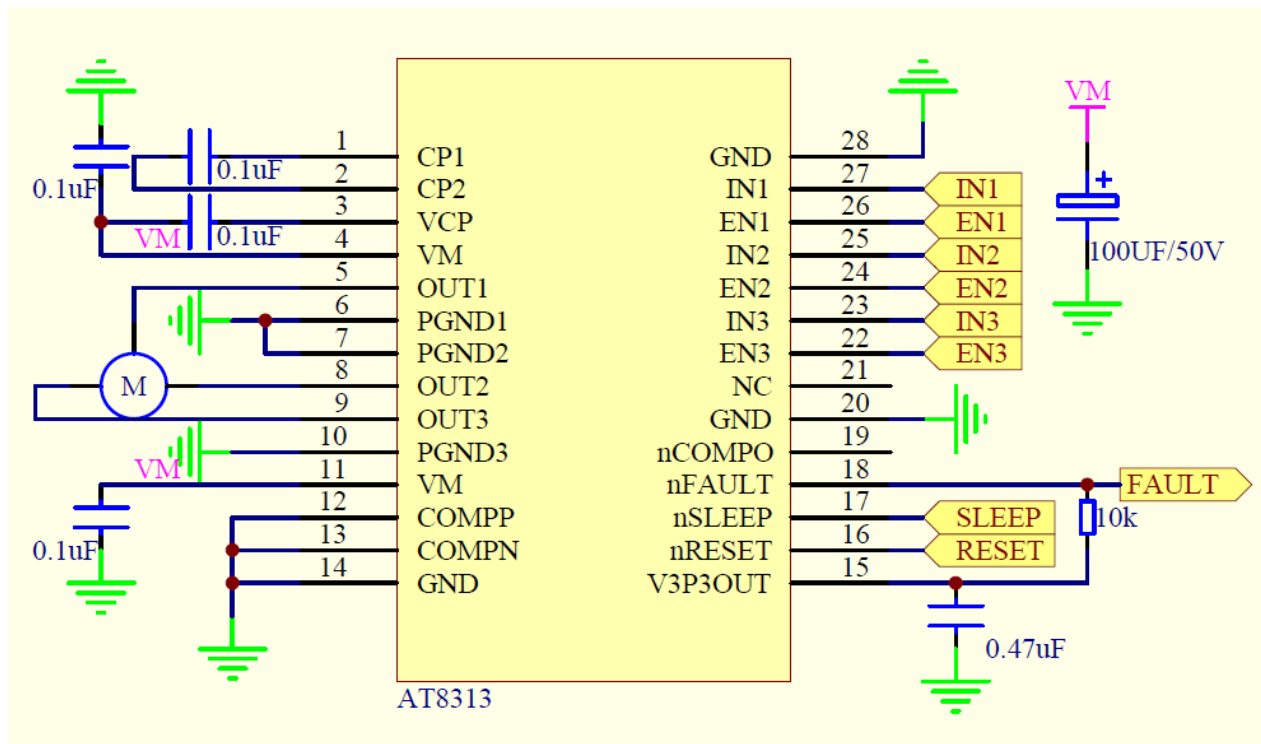
欠压锁定保护(UVLO)

在任何时候，如果 VM 管脚上的电压降低到低于欠压锁定阈值，内部所有电路会被禁止，内部所有复位。当 VM 上的电压上升到 UVLO 以上，所有功能自动恢复。nFAULT 管脚输出低电平当欠压情况出现时。

电路应用信息

AT8313 可以驱动直流无刷电机（BLDC），或者有刷电机（BDC）,或者其它负载。

直流无刷电机控制



直流无刷电机一般工作在一个确定的电压，例如 12V 或者 24V。对于获得相同的功率来说，工作电压越高，所需要的电流就相对越小。更高的工作电压也容易获得更高的转速。AT8313 允许工作的最高电压为 38V。

一般来说，工作在相对低的电压，容易获得更精准的电流控制。AT8313 最低支持 8V 工作。

通过控制独立的 3 个半 H 桥，AT8313 可以实现梯形（120°）或者正弦（180°）输出。同时，AT8313 既可实现同步整流，也可异步整流。同步整流通过在 INx 加入 PWM 实现，异步整流在 ENx 加入 PWM 实现。

梯形控制

State	OUT1 (PHASE U)			OUT2 (PHASE V)			OUT3 (PHASE W)		
	IN1	EN1	OUT1	IN2	EN2	OUT2	IN3	EN3	OUT3
1	X	0	Z	1	1	H	0	1	L
2	1	1	H	X	0	Z	0	1	L
3	1	1	H	0	1	L	X	0	Z
4	X	0	Z	0	1	L	1	1	H
5	0	1	L	X	0	Z	1	1	H
6	0	1	L	1	1	H	X	0	Z
Brake	0	1	L	0	1	L	0	1	L
Coast	X	0	Z	X	0	Z	X	0	Z

[illegible]

峰值电流按下公式计算:

$$I_{\text{TRIP}}(\text{A}) = \frac{\text{COMP}_N(\text{V})}{R_{\text{SENSE}}(\Omega)}$$

SENSE 电阻的选用:

表面贴封装，低感性，足够的功率，靠近芯片管脚摆放。

由于功率电阻体积大，且价格贵，另一种做法是采用 3 个小体积电阻并联来实现。

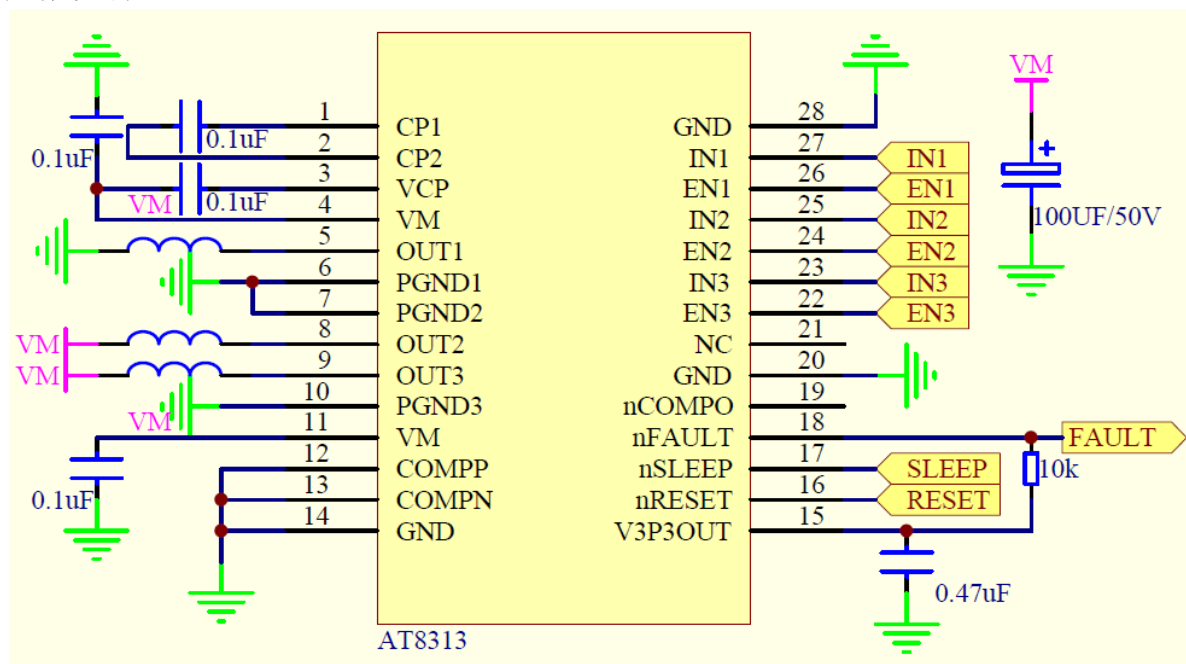
AT8313



有刷电机控制真值表

EN1	IN1	EN2	IN2	OUT1	OUT2	功能
1	0	1	1	L	H	反向
1	0	1	0	L	L	刹车（低侧慢衰减）
1	1	1	1	H	H	高侧慢衰减
0	X	0	X	Z	Z	滑行

三个螺线管负载



高侧负载控制（OUT2、OUT3）

IN2	EN2	OUT2	功能
X	0	Z	关断（滑行）
1	1	H	刹车
0	1	L	ON

低侧负载控制（OUT1）

IN1	EN1	OUT1	功能
X	0	Z	关断（滑行）
1	1	H	ON
0	1	L	刹车



版图注意事项

PCB 板上应覆设大块的散热片，地线的连接应有很宽的地线覆线。为了优化电路的电特性和热参数性能，芯片应该直接紧贴在散热片上。

对电极电源 VM，应该连接不小于 100uF 的电解电容对地耦合，电容应尽可能的靠近器件摆放。

为了避免因高速 dv/dt 变换引起的电容耦合问题，驱动电路输出端电路覆线应远离逻辑控制输入端的覆线。逻辑控制端的引线应采用低阻抗的走线以降低热阻引起的噪声。

地线设置

芯片所有的地线都应连接在一起，且连线还应改尽可能的短。一个位于器件下的星状发散的地线覆设，将是一个优化的设计。

在覆设的地线下方增加一个铜散热片会更好的优化电路性能。

电流取样设置

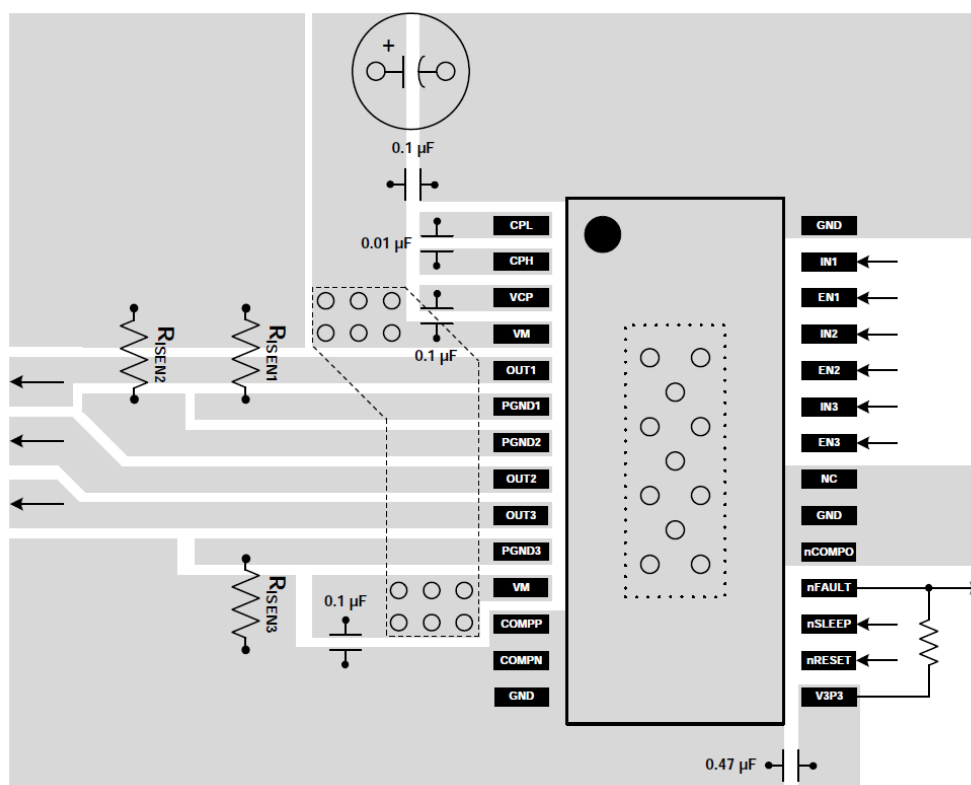
为了减小因为地线上的寄生电阻引起的误差，马达电流的取样电阻 RS 接地的地线要单独设置，减小其他因素引起的误差。单独的地线最终要连接到星状分布的地线总线上，该连线要尽可能的短，对小阻值的 Rs，由于 Rs 上的压降 $V=I \cdot R_s$ 为 0.5V，PCB 上的连线压降与 0.2V 的电压将显得不可忽视，这一点要考虑进去。

PCB 尽量避免使用测试转接插座，测试插座的连接电阻可能会改变 Rs 的大小，对电路造成误差。Rs 值的选择遵循下列公式：

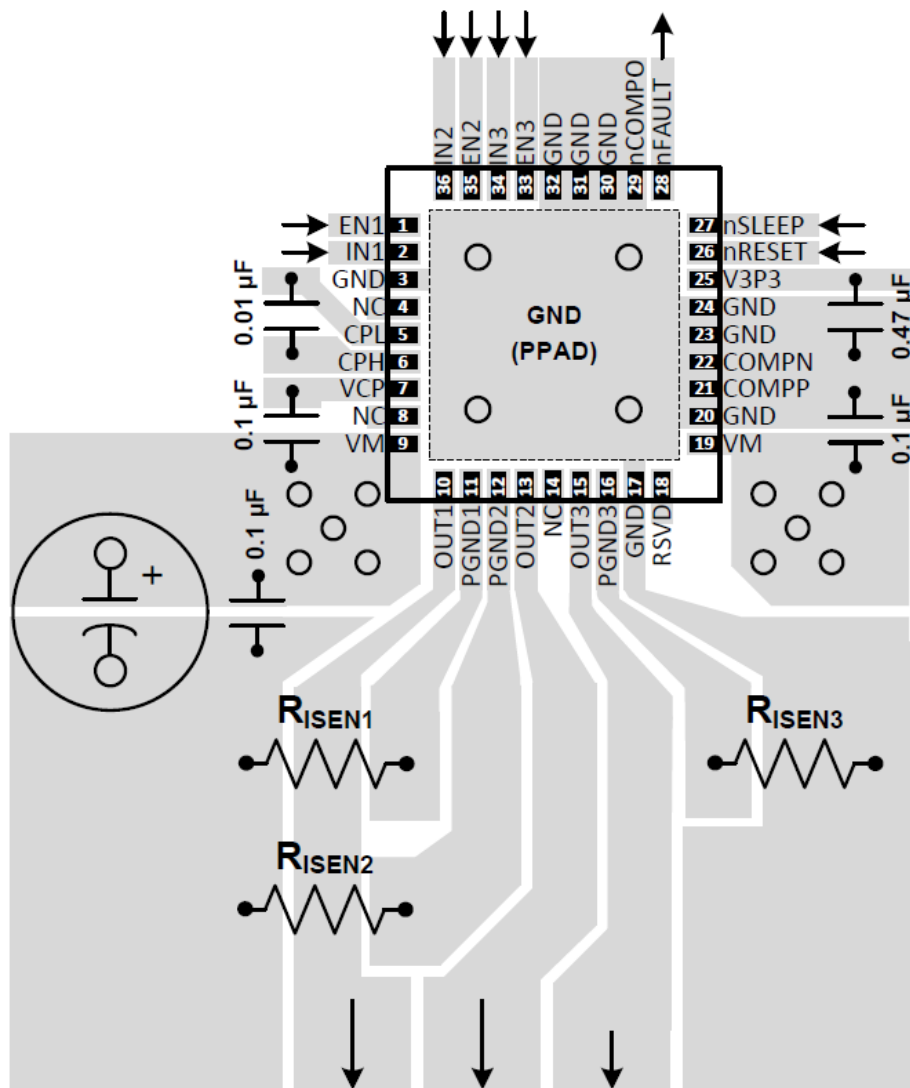
$$R_s = 0.5 / I_{TRIP\ max}$$

热保护

当内部电路结温超过 165℃时，过温模块开始工作，关断内部多有驱动电路。过温保护电路只保护电路温度过高产生的问题，而不对输出短路的情况产生影响。热关断的阈值窗口大小为 45℃。



TSSOP28 PCB 布局参考



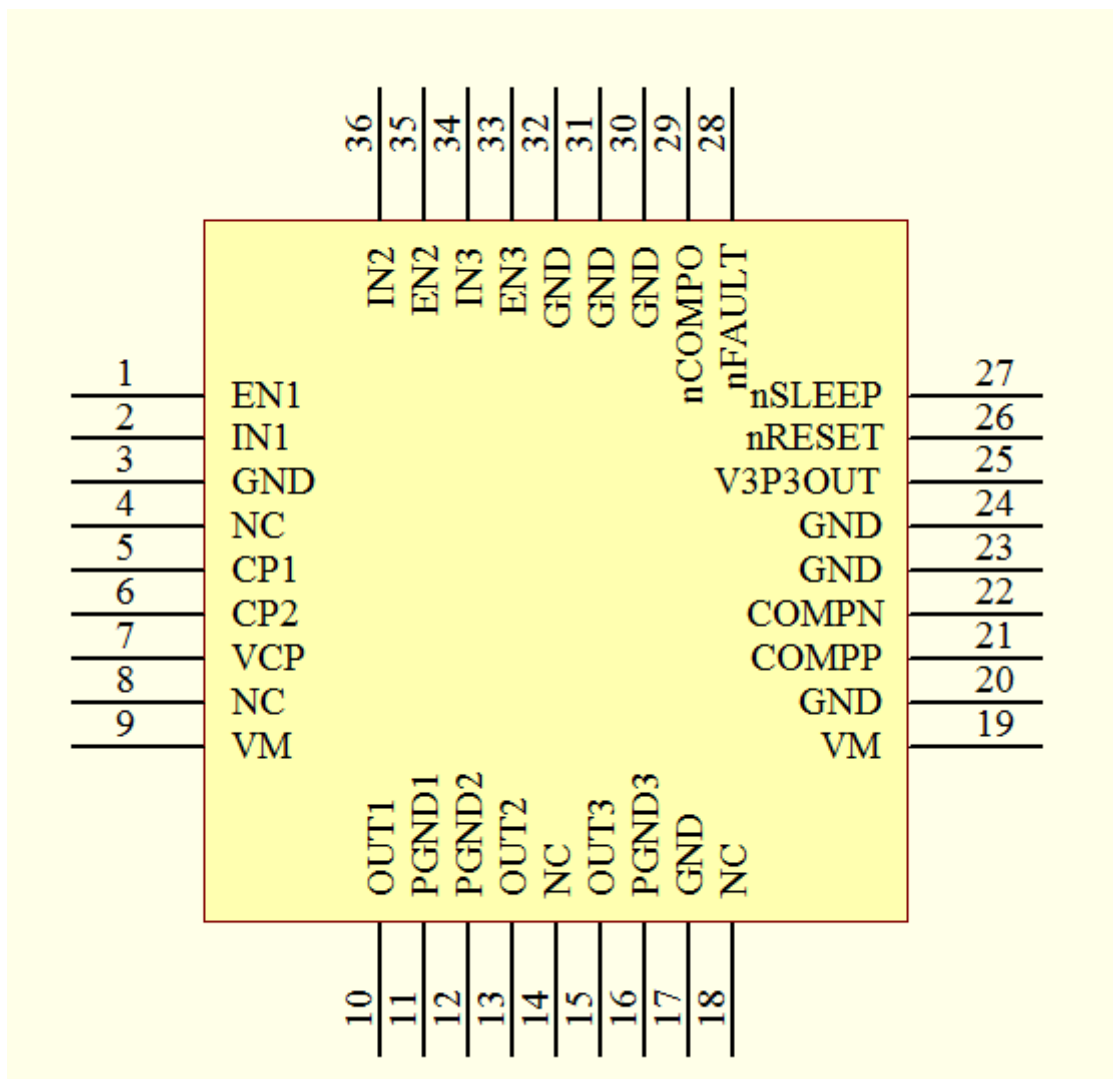
QFN36 PCB 布局参考

管脚定义

TOP VIEW

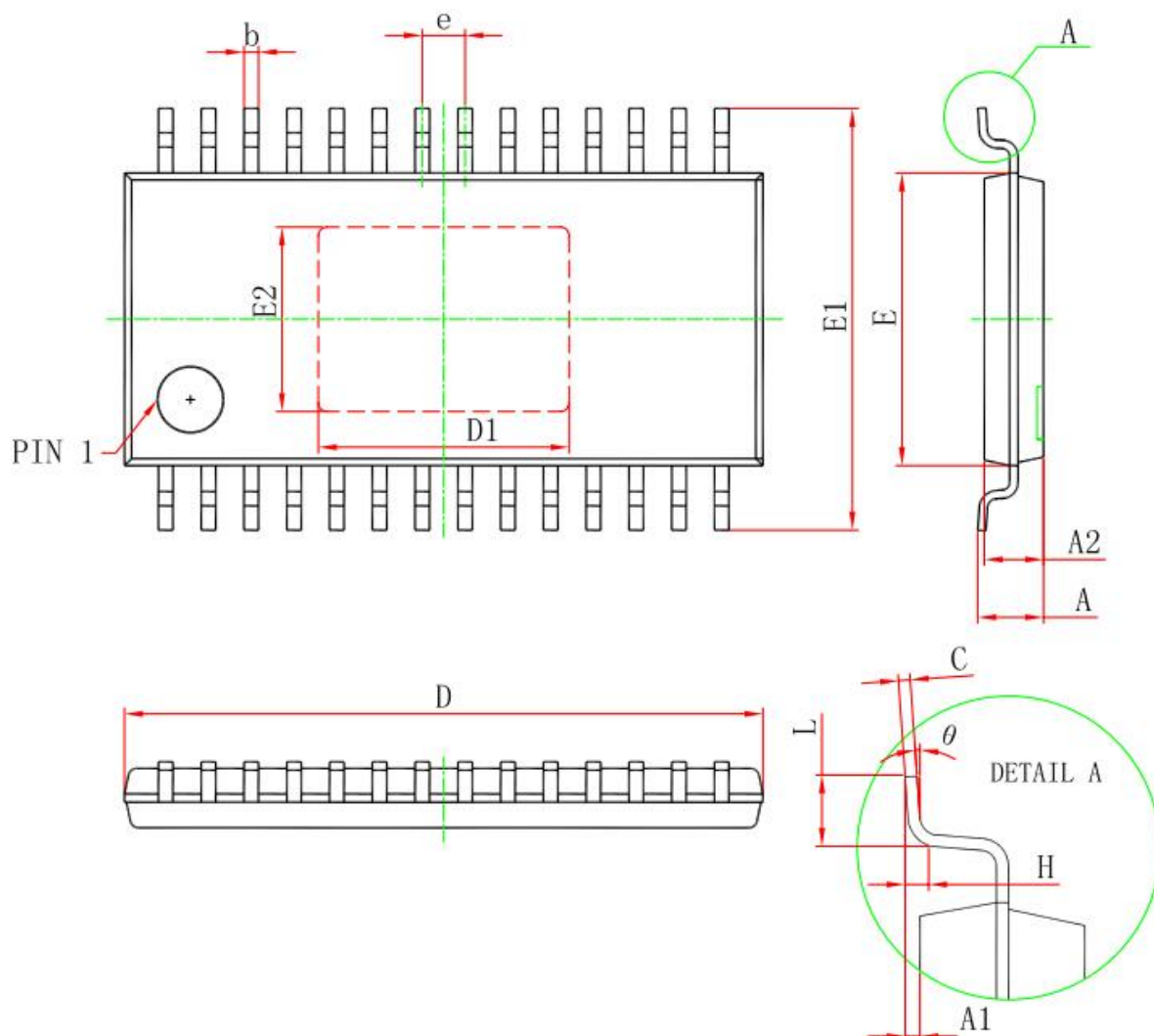
1	CP1	GND	28
2	CP2	IN1	27
3	VCP	EN1	26
4	VM	IN2	25
5	OUT1	EN2	24
6	PGND1	IN3	23
7	PGND2	EN3	22
8	OUT2	NC	21
9	OUT3	GND	20
10	PGND3	nCOMPO	19
11	VM	nFAULT	18
12	COMPP	nSLEEP	17
13	COMPN	nRESET	16
14	GND	V3P3OUT	15

TSSOP28-PP

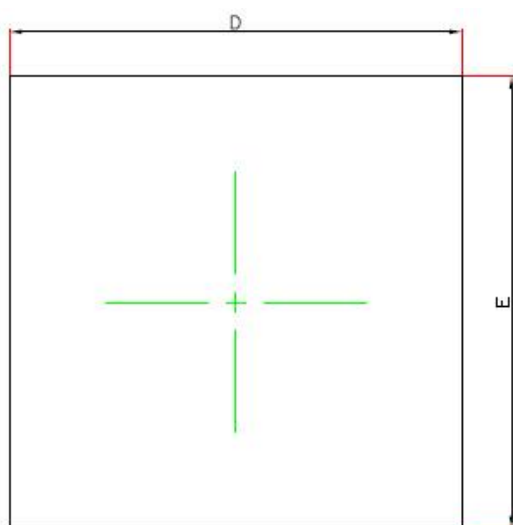
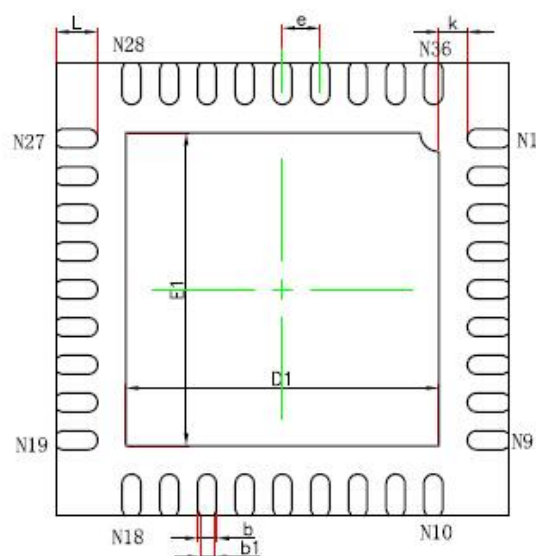
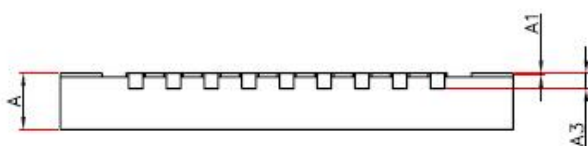
**TOP VIEW**

**管脚列表**

NAME	PIN		Pin Description	EXTERNAL COMPONENTS OR CONNECTIONS
	TSSOP	QFN		
POWER AND GROUND				
GND	14/20/28	3/17/20/23/ 24/32/31/32	芯片地	所有GND管脚和芯片裸焊盘需接到电源地
PPAD	-			
VM	4/11	9/19	功率电源	电机电源，所有VM管脚需接在一起，且做好电源滤波
V3P3	15	25	3.3V整流输出	外接0.47uF电容到地做滤波，可给参考电压VREF供电
CP1	1	5	电荷泵电容	两管脚间加0.1uF电容
CP2	2	6		
VCP	3	7	高侧栅极驱动	加0.1uF电容到VM
CONTROL				
EN1	26	1	使能控制输入	逻辑高电平，半H桥使能输出；逻辑低电平，半H桥输出关闭；内置下拉电阻
EN2	24	35		
EN3	22	33		
IN1	27	2	通道控制输入	逻辑高电平，半H桥输出高；逻辑低电平，半H桥输出低；内置下拉电阻
IN2	25	36		
IN3	23	34		
nSLEEP	17	27	休眠模式输入	逻辑高电平，芯片正常工作；逻辑低电平，芯片进入休眠模式。内置下拉电阻
nRESET	16	26	复位输入	高电平，芯片正常工作；低电平，芯片进入复位状态。内置下拉电阻
STATUS				
nFAULT	18	28	错误状态输出	OD输出，若使用需外接上拉电阻。当出现过温或过流时，输出低电平
OUTPUT				
PGND1	6	11	半H桥地	半H桥下管NOMS S端；直接接地或者接检流电阻到地
PGND2	7	12		
PGND3	10	16		
OUT1	5	10	半H桥输出	接负载
OUT2	8	13		
OUT3	9	15		
COMPARATOR				
COMPP	12	21	比较器正输入	通用比较器输入
COMPN	13	22	比较器负输入	
COMPO	19	29	比较器输出	通用比较器输入，开漏输出，外部需上拉电阻
NC	21	4/8/14/18		悬空或接地

**封装信息****TSSOP28 with exposed thermal pad**

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
D	9.600	9.800	0.378	0.386
D1	3.710	3.910	0.146	0.154
E	4.300	4.500	0.169	0.177
b	0.190	0.300	0.007	0.012
c	0.090	0.200	0.004	0.008
E1	6.250	6.550	0.246	0.258
E2	2.700	2.900	0.106	0.122
A		1.100		0.043
A2	0.800	1.000	0.031	0.039
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
e	0.65 (BSC)		0.026 (BSC)	
L	0.500	0.700	0.02	0.028
H	0.25(TYP)		0.01(TYP)	
theta	1°	7°	1°	7°

**QFN36 6*6****TOP VIEW****SIDE VIEW****BOTTOM VIEW**

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF.		0.008REF.	
D	5.900	6.100	0.232	0.240
E	5.900	6.100	0.232	0.240
D1	4.050	4.250	0.159	0.167
E1	4.050	4.250	0.159	0.167
b	0.180	0.300	0.007	0.012
b1	0.130	0.230	0.005	0.009
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
k	0.200MIN.		0.008MIN.	
L	0.500	0.600	0.020	0.024