

## 三相正弦波 DC 电机控制器

### 产品简述

MS4932/MS4932N 是一款三相正弦波无刷直流电机(BLDC)或永磁同步电机(PMSM)控制器。该芯片对霍尔感应信号进行处理，控制器可以通过开关三相转换器来实现 PWM 交换。MS4932/MS4932N 有两种 PWM 模式：正弦波模式和方波模式。

该芯片具有过压保护、过流保护、短路保护以及过温保护，用来保护芯片及马达不会受到损坏。

### 主要特点

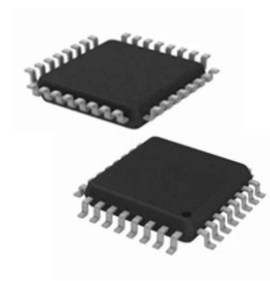
- 支持空间向量调制 (SVM)
- 支持正弦波和方波解决方案
- 内置时钟发生器
- 内置误差放大器，用于扭力闭环控制
- 占空比直接控制
- 方波 120° 正弦波 180° 导通
- PLL 角度检测（霍尔传感器）
- 电流领先相位更正
- 两个可选死区时间
- 同步整流
- 过压和欠压保护、过温保护(OTP)、过流保护(OCP)
- 可调 OC 定时器

### 应用

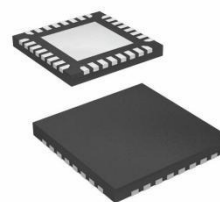
- BLDC 电机或 PMSM 控制
- 低噪音电机应用
- 风扇、泵、工具等

### 产品规格分类

产品	封装形式	丝印名称
MS4932	LQFP32	MS4932
MS4932N	QFN32	MS4932N

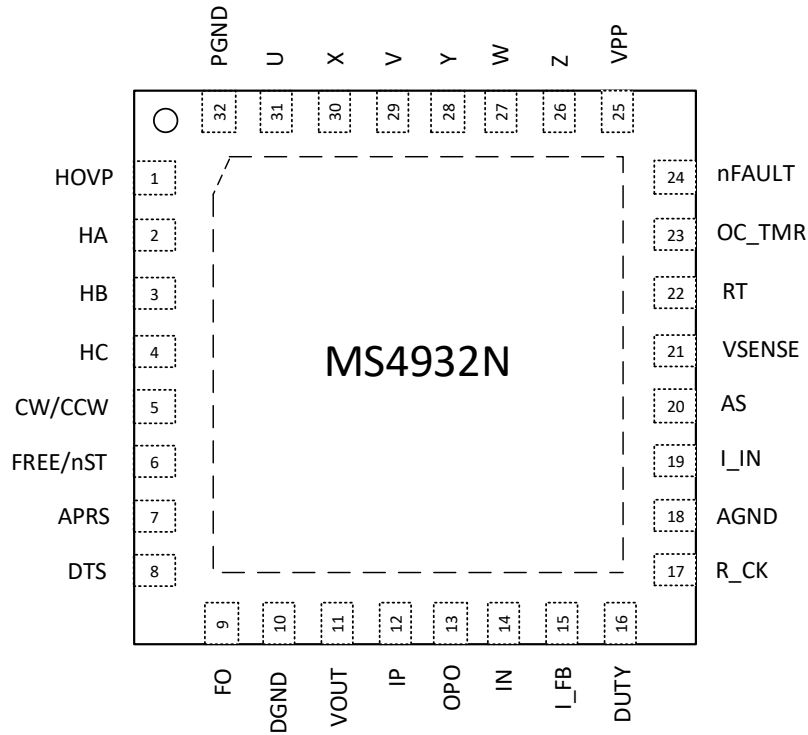
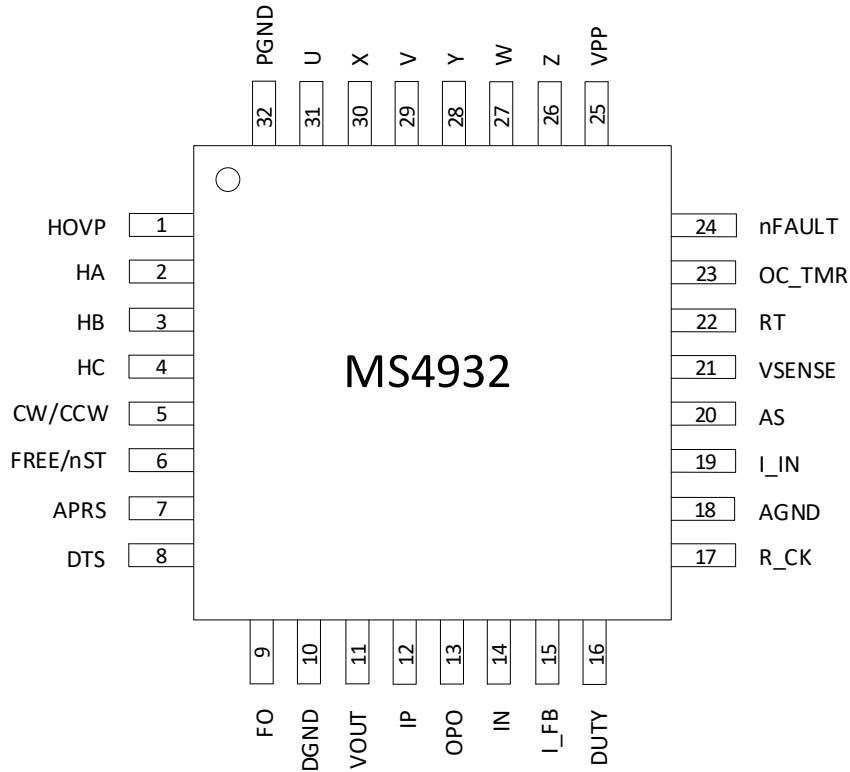


LQFP32



QFN32

管脚图

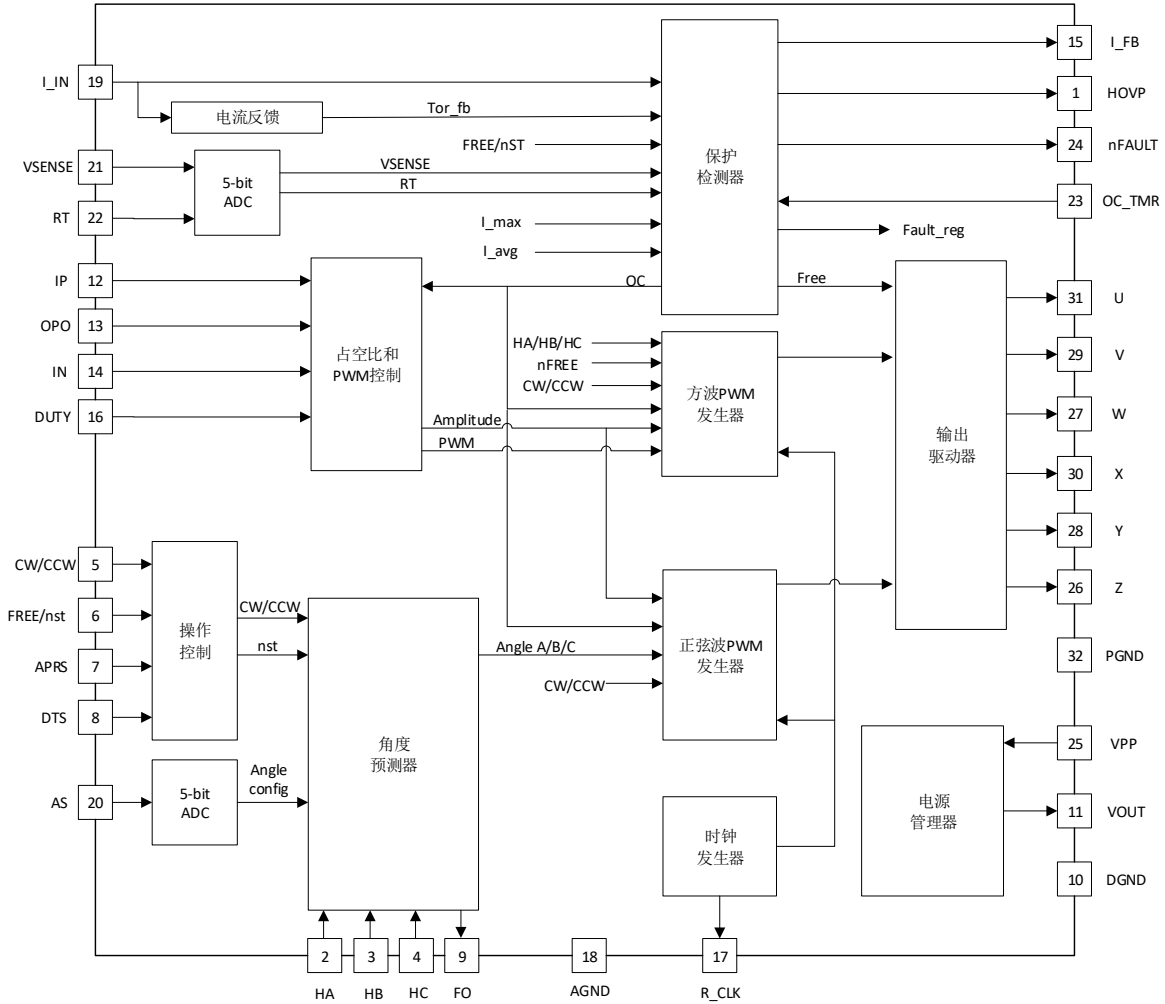


## 管脚说明

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
1	HOVP	O	电机驱动过压保护输出。 可连至外部功率晶体管，使反向电动势放电
2	HA	I	霍尔 A 传感器输入，U 相磁场检测
3	HB	I	霍尔 B 传感器输入，V 相磁场检测
4	HC	I	霍尔 C 传感器输入，W 相磁场检测
5	CW/CCW	I	方向控制输入。此引脚有 200kΩ 上拉电阻。 高电平：CW；低电平：CCW
6	FREE/nST	I	空闲和启动控制输入。此引脚有 200kΩ 上拉电阻。 高电平：空闲；低电平：启动
7	APRS	I	角度预测范围选择输入。此引脚有 200kΩ 上拉电阻。
8	DTS	I	死区时间选择输入。此引脚有 200kΩ 上拉电阻。 低电平 3μs，高电平 4μs
9	FO	O	转数脉冲输出。每转脉冲=电机级数÷2×3
10	DGND	-	数字接地
11	VOOUT	O	稳压器输出。应在此引脚与地之间，接 0.1μF（最小）的电容
12	IP	I	扭力误差放大器正极输入
13	OPO	O	扭力误差放大器输出
14	IN	I	扭力误差放大器负极输入
15	I_FB	O	电流反馈输出
16	DUTY	I	PWM 占空比控制输入。设计为直接控制 PWM 占空比
17	R_CLK	I	时钟发生器外部电阻。用于确定内部时钟发生器的频率
18	AGND	-	模拟接地
19	I_IN	I	电流反馈输入
20	AS	I	角度位移输入。设计用于校正 PWM 输出信号的领先角。范围从 0° 到 60°，与感应磁场电压相关
21	VSENSE	I	电机驱动电压感测电阻。设计用于确定过压保护的电压电平
22	RT	I	热敏电阻输入。连接到负温系数电阻用于过温保护
23	OC_TMR	I	过载超时可编程输入。连接到电容，用于确定过载保护的时间延迟
24	nFAULT	O	故障标志。漏极开路输出。低电平为故障

管脚编号	管脚名称	管脚属性	管脚描述
25	VPP	-	电源电压输入
26	Z	O	W 相 PWM 输出, 低侧
27	W	O	W 相 PWM 输出, 高侧
28	Y	O	V 相 PWM 输出, 低侧
29	V	O	V 相 PWM 输出, 高侧
30	X	O	U 相 PWM 输出, 低侧
31	U	O	U 相 PWM 输出, 高侧
32	PGND	-	高压地

内部框图



## 极限参数

芯片使用中，任何超过极限参数的应用方式会对器件造成永久的损坏，芯片长时间处于极限工作状态可能会影响器件的可靠性。极限参数只是由一系列极端测试得出，并不代表芯片可以正常工作在此极限条件下。

参数	符号	额定值	单位
供电电压	V <sub>PP</sub>	-0.3 ~ 26	V
工作环境温度	T <sub>A</sub>	-40 ~ 105	°C
存储温度	T <sub>stg</sub>	-60 ~ 150	°C

## 推荐工作条件

参数	符号	参数范围			单位
		最小	标准	最大	
供电电压	V <sub>PP</sub>	10	12	17	V
工作温度	T <sub>A</sub>	-40		105	°C
系统时钟	f <sub>sys</sub>	0.96	1.28	1.92	MHz
时钟发生器外部电阻	R <sub>CLK</sub>		12		kΩ
I <sub>IN</sub> 偏压电阻	R <sub>I_IN</sub>		10		kΩ

## 电气参数

$V_{PP}=12V$ 。注意：没有特别规定，环境温度为 $T_A = 25^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ 。

### 供电电压

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
导通阈值电压	$V_{PP\_ON}$		8.5	9.0	9.5	V
关断阈值电压	$V_{PP\_OFF}$		7.5	8	8.5	V
工作电流	$I_{DD\_OP}$	$V_{PP}=12V, f_{SYS}=1.28MHz$	4	5.5	6.5	mA
休眠模式电流	$I_{SDB}$	$V_{PP}=12V, V_{SDB}<4V$		4		$\mu A$

### 稳压器

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
稳压器输出电压	$V_{VOUT}$	输出电流 5mA	5.0	5.2	5.4	V
稳压器输出电流	$I_{VOUT}$	$V_{VOUT}=5.2V$			10	mA
稳压器外部电容	$C_{VOUT}$		0.1			$\mu F$

### 数字 I/O

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
霍尔信号输入高电平	$V_{IH\_HALL}$		4			V
霍尔信号输入低电平	$V_{IL\_HALL}$				1	V
迟滞窗口	$V_{HYS\_HALL}$		2.0	2.5	3.0	V
霍尔信号去抖动时间	$T_{DEB\_HALL}$			5		$\mu s$
数字 I/O 内部上拉电阻	$R_{DIO\_UP}$		150	200	250	k $\Omega$

### 高压 I/O

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PWM 信号输出高电平	$V_{OH\_PWM}$	$V_{PP}=12V, I_o=4mA$	10			V
PWM 信号输出低电平	$V_{OL\_PWM}$	$V_{PP}=12V, I_o=4mA$			1	V
HOVP 输出高电平	$V_{OH\_HOVP}$	$V_{PP}=12V, I_o=4mA$	10			V
HOVP 输出低电平	$V_{OL\_HOVP}$	$V_{PP}=12V, I_o=4mA$			1	V

**PWM 控制**

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
DUTY 引脚全占空比电压	V <sub>FD</sub>			4.37		V
DUTY 引脚零占空比电压	V <sub>ZD</sub>			0.8		V
PWM 最小导通时间	t <sub>PWM_MIN</sub>	R <sub>CLK</sub> =12kΩ		1		μs
PWM 死区时间 3μs	T <sub>DEAD0</sub>	DTS=LOW		2.9		μs
PWM 死区时间 4μs	T <sub>DEAD1</sub>	DTS=HIGH		4.2		μs
PWM 频率 20KHz	F <sub>PWM_20K</sub>	R <sub>CLK</sub> =12kΩ		20		kHz
OPO 引脚拉电流能力	I <sub>SOURCE_OPO</sub>	IP=5V, IN=0V, OPO=0V	4	5	6	mA
OPO 引脚灌电流能力	I <sub>SINK_OPO</sub>	IP=0V, IN=5V, OPO=5V	-4	-5	-6	mA
扭力误差放大器的增益	A <sub>VERR</sub>			60		dB
误差放大器单位增益带宽	G <sub>BWERR</sub>			10		MHz

**正弦PWM发生器**

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
DUTY 引脚正弦波使能阈值	V <sub>SIN_ENA</sub>			0.75		V
DUTY 引脚正弦波禁用阈值	V <sub>SIN_DIS</sub>			0.65		V
正弦波使能去抖动时间	t <sub>SIN_ENA</sub>			1		ms
正弦波禁用去抖动时间	t <sub>SIN_DIS</sub>			100		ms

**过流保护**

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
短路电流保护阈值电压	V <sub>OCP_SH</sub>			2.5		V
逐周期电流保护阈值电压	V <sub>OCP_CYC</sub>			1.5		V
过载电流保护阈值电压	V <sub>OCP_OL</sub>			1.4		V
OC_TMR 阈值电压	V <sub>OC_TMR</sub>			2.5		V
OC_TMR 充电电流	I <sub>TMR_CHG</sub>	OC_TMR=0V	30	40	50	μA
OC_TMR 放电电流	I <sub>TMR_DIS</sub>	OC_TMR=5V	5	10	15	μA
I <sub>IN</sub> 的偏压电流	I <sub>BIAS_I_IN</sub>	R <sub>I_IN</sub> =10kΩ	40	50	60	μA
I <sub>FB</sub> 输出电流	I <sub>O_I_FB</sub>			0.5		mA
I <sub>FB</sub> 输出增益	G <sub>I_FB</sub>			8		



**过压、欠压保护**

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
系统 OVP 阈值电压	$V_{OV\_VPP}$			18		V
系统 OVP 释放电压	$V_{OV\_VPP\_R}$			17		V
系统 OVP 去抖动时间	$t_{OV\_VPP}$			100		$\mu s$
系统 UVP 阈值电压	$V_{UV\_VPP}$		7.6	8.1	8.6	V
系统 UVP 释放电压	$V_{UV\_VPP\_R}$		8.8	9.3	9.8	V
VOUTUVP 阈值电压	$V_{UV\_VOUT}$			4		V
VOUTUVP 释放电压	$V_{UV\_VOUT\_R}$			4.5		V
电机过压保护阈值电压	$V_{OV\_MOTOR}$		4.3	4.5	4.8	V
电机过压保护释放电压	$V_{RL\_MOTOR}$			4		V

**过温保护**

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
OTP 阈值电压	$V_{RT}$			1		V
OTP 释放电压	$V_{RT\_R}$		1.15	1.2	1.25	V
RT 引脚拉电流	$I_{RT}$		40	50	60	$\mu A$

**引脚开路保护**

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
引脚短路保护等级	$V_{SHORT}$	R_CLK 引脚		0.2		V
引脚开路保护等级	$V_{OPEN}$	R_CLK 引脚和 RT 引脚	4.6	4.8	5.2	V

## 功能描述

### 电源管理和调整

MS4932/MS4932N 能够工作在一个很宽的电源电压范围 10V-15V。VOUT 引脚是内部电压调整器的输出引脚。典型的电压输出范围是 5V-5.2V。为了稳定 VOUT 电路，需要在 VOUT 引脚和地之间，外加一个电容。如果  $V_{PP}$  低于 8V 阈值电压，MS4932/MS4932N 将会停止工作，内部寄存器会进入休眠状态。

### 时钟发生器

MS4932/MS4932N 具有一个可编程的晶振，由 R\_CLK 外加电阻决定。系统时钟能够由程序控制在 960kHz 到 1920kHz 之间。PWM 波的开关频率等于系统时钟的 1/64。因此，当系统时钟为 960kHz 时，PWM 等于  $960\text{kHz}/64=15\text{kHz}$ 。相似的，如果要得到 20kHz 的 PWM，则系统时钟应该被设置为 1.28MHz。

### PWM 整流

MS4932/MS4932N 同时支持方波 PWM 和正弦波 PWM，对无刷直流电机进行控制。控制器检测霍尔传感器的发出转子的位置信号。对于方波 PWM 整流方式如下表：

CW	HALL	HALL	U-V-W	X-Y-Z
X	000	0	0-0-0	0-0-0
X	111	7	0-0-0	0-0-0
1	001	1	P-0-0	Pb-1-0
1	011	3	0-0-P	0-1-Pb
1	010	2	0-0-P	1-0-Pb
1	110	6	0-P-0	1-Pb-0
1	100	4	0-P-0	0-Pb-1
1	101	5	P-0-0	Pb-0-1
0	101	5	0-0-P	1-0-Pb
0	100	4	0-0-P	0-1-Pb
0	110	6	P-0-0	Pb-1-0
0	010	2	P-0-0	Pb-0-1
0	011	3	0-P-0	0-Pb-1
0	001	1	0-P-0	1-Pb-0

其中：P=PWM,Pb=PWM 反向，X 为无关位。

### 霍尔信号输入

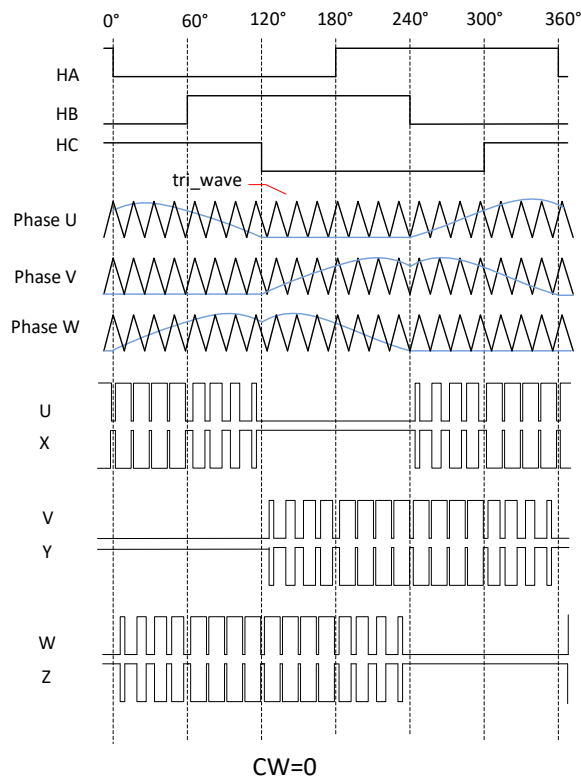
为了防止霍尔信号失灵，MS4932/MS4932N 提供  $3\mu\text{s}$ - $6\mu\text{s}$  的抖动时间。当霍尔信号变化缓慢，可能会产生抖动和逻辑错误。通过建立一个霍尔信号校准电路，MS4932/MS4932N 可以最小化抖动和相关错误。

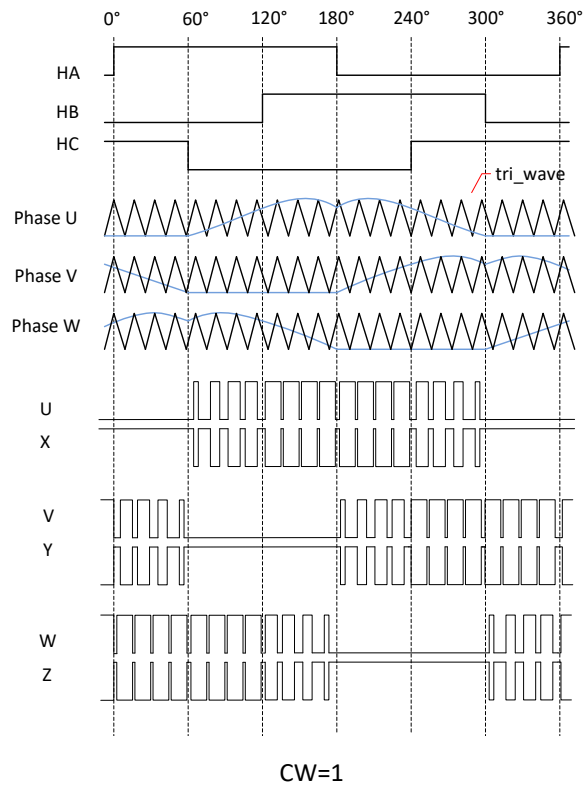
### PWM 占空比循环和操作

PWM 占空比与在 OPO 和 DUTY 引脚上的电压等级成比例。FREE/nST 引脚被用作 PWM 信号使能。当 FREE/nST 引脚设置成逻辑高时，PWM 状态设置成关断模式，所有 PWM 输出（六个输出引脚）都为低。当 FREE/nST 引脚设置成逻辑低时，MS4932/MS4932N 开始启动 PWM。

### 正弦波形成发生器

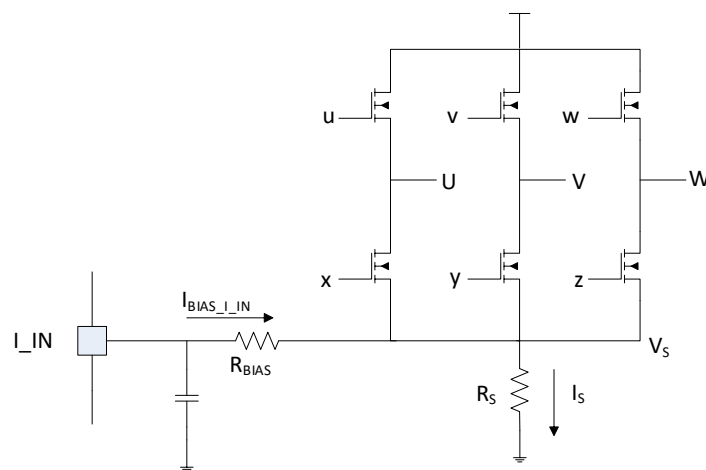
MS4932/MS4932N 包含一个正弦波 PWM 空间向量调整(SVM)。通过电机霍尔信号，角度检测电路推算电机转子位置。将  $60^\circ$  分为 32 份，通过 PWM 工作后，马达的每一相的电流为正弦波。各相位之间的角度为  $120^\circ$ 。





### 电流反馈和保护

电流反馈电路提供两个功能：(1) 为电机控制提供电流反馈信号；(2) 过流保护。I<sub>IN</sub> 引脚输出一个 50μA 的电流，从而产生一个直流基准，用来防止负电压。公式 (1) 为 I<sub>FB</sub> 和 I<sub>IN</sub> 的关系，建议在 I<sub>IN</sub> 上提供 0.5V 直流电压偏置。I<sub>IN</sub> 最大电压是 1V。由这些参数可以公式 (1) 推算 (R<sub>BIAS</sub>=10kΩ)，最大 I<sub>FB</sub> 信号波动在 0.5V-4.5V 之间。



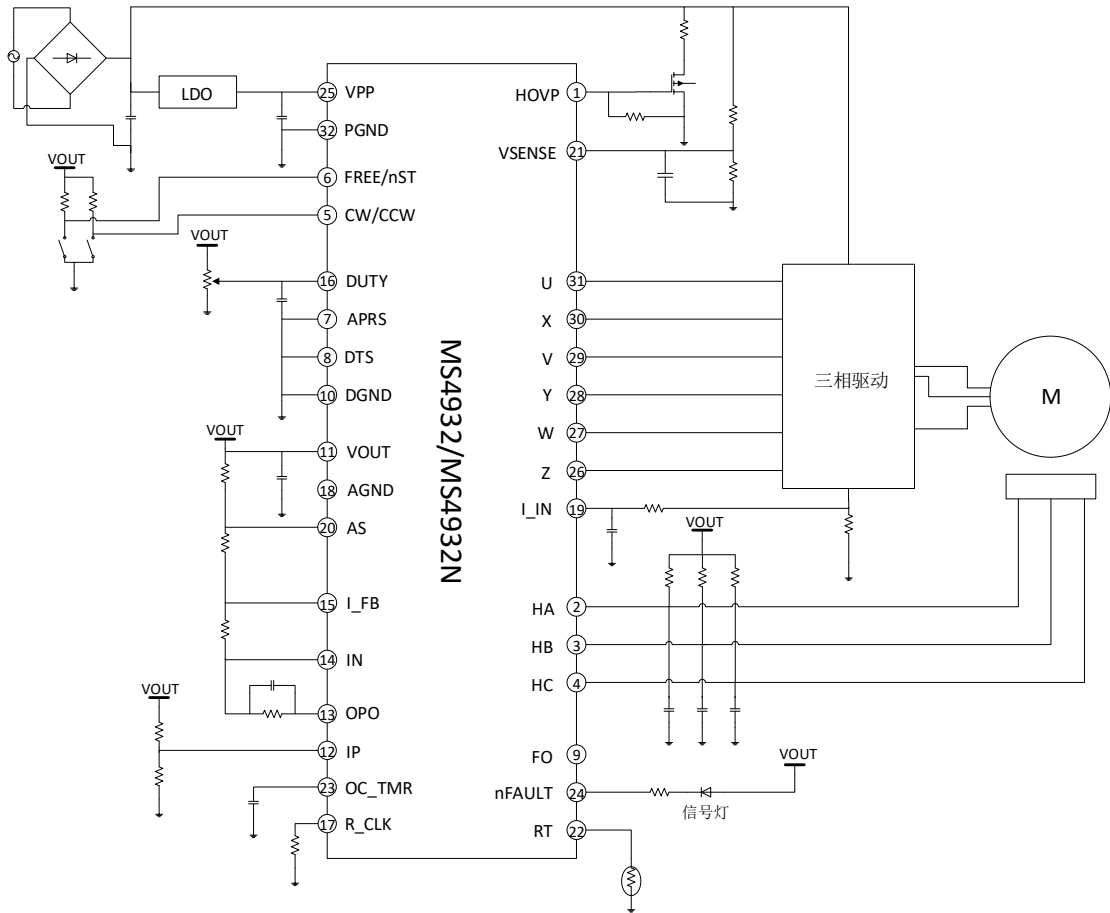
$$V_{I\_FB} = (V_S \times 8) + (I_{BIAS\_I\_IN} \times R_{BIAS}) \quad (1)$$

MS4932/MS4932N 提供三种不同等级的过流保护。第一种是 1.4V，通常用于有过流定时器延时的过载电流保护。如果  $I_{IN}$  高于 1.4V，过流定时器延时会被触发。过流保护的门槛激活，使定时器超过截止时间限制。第二种是 1.5V，用于对回路电流的限制。在  $I_{IN}>1.5V$  时，PWM 信号会被立即关断。第三种是 2.5V，用于短路电流保护。如果  $I_{IN}>2.5V$  超过了 3 个 PWM 脉冲，所有的 PWM 输出端（6 路）将会被全部关断。

### 保护和故障

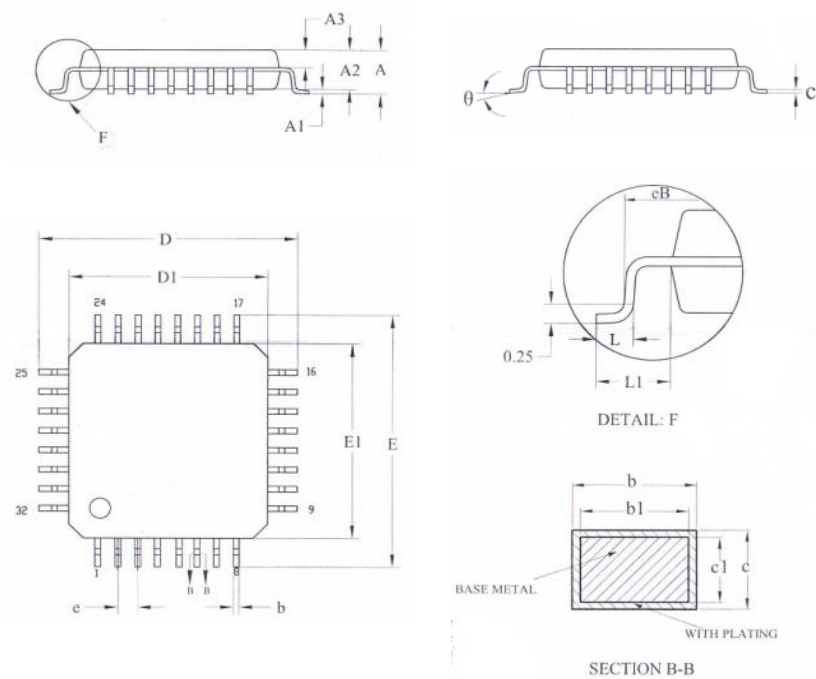
类型	状态	触发条件	释放条件
$V_{PP}$ 过压	停止	$V_{PP}>18V$	$V_{PP}<17V$
$V_{PP}$ 欠压	停止, 重启	$V_{PP}<8V$	$V_{PP}>9V$
$V_{OUT}$ 欠压	停止	$V_{OUT}<4V$	$V_{OUT}>4.5V$
RT	停止	$R_T<1.0V$	$R_T>1.2V$
OS	停止	开路 and 短路	FREE/nST 重置
霍尔逻辑错误	停止	Hall=000 或者 111	
HOVP	停止	$V_{SENSE}>4.5V$	$V_{SENSE}<4V$
过流门槛	停止	$I_{IN}>1.4$	FREE/nST 重置
SHORT	停止	$I_{IN}>2.5V$	FREE/nST 重置

典型应用图

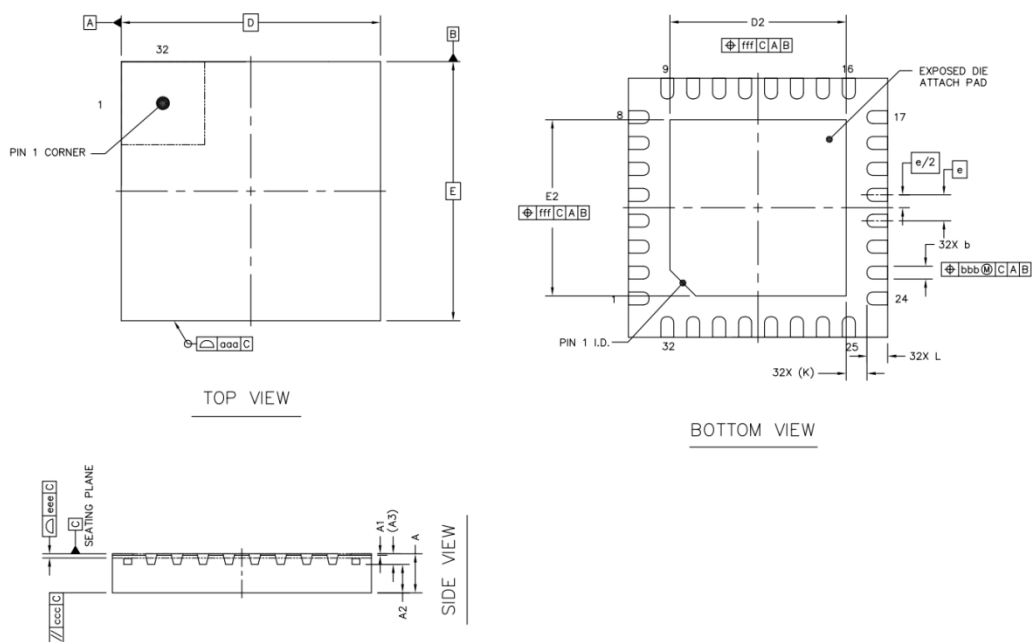


## 封装外形图

LQFP32



符号	尺寸 (毫米)		
	最小	典型	最大
A	-	-	1.6
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.33	-	0.41
b1	0.32	0.35	0.38
c	0.13	-	0.17
C1	0.12	0.13	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
eB	8.10	-	8.25
e	0.80BSC		
L	0.45	-	0.75
L1	1.00REF		
θ	0°	-	7°

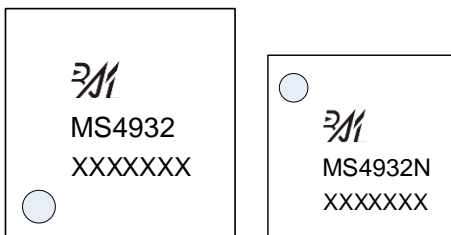
**QFN32**


符号	尺寸 (毫米)		
	最小	典型	最大
A	0.7	0.75	0.8
A1	0	0.02	0.05
A2	-	0.55	-
A3	0.203REF		
b	0.2	0.25	0.3
D	5BSC		
E	5BSC		
e	0.5BSC		
D2	3.3	3.4	3.5
E2	3.3	3.4	3.5
L	0.3	0.4	0.5
K	0.4REF		
aaa	0.1		
ccc	0.1		
eee	0.08		
bbb	0.1		
fff	0.1		



## 印章与包装规范

### 1. 印章内容介绍



产品型号：MS4932、MS4932N

生产批号：XXXXXXX

### 2. 印章规范要求

采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

### 3. 包装规范说明

型号	封装形式	只/盘	盘/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS4932	LQFP32	250	10	2500	4	10000

型号	封装形式	只/卷	卷/盒	只/盒	盒/箱	只/箱
MS4932N	QFN32	1000	8	8000	4	32000

## 声明

- 瑞盟保留说明书的更改权，恕不另行通知！客户在下单前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否完整。
- 在使用瑞盟产品进行系统设计和整机制造时，买方有责任遵守安全标准并采取相应的安全措施，以避免潜在失败风险可能造成的人身伤害或财产损失！
- 产品提升永无止境，本公司将竭诚为客户提供更优秀的产品！



### MOS电路操作注意事项

静电在很多地方都会产生，采取下面的预防措施，可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电的影响而引起的损坏：

- 1、操作人员要通过防静电腕带接地。
- 2、设备外壳必须接地。
- 3、装配过程中使用的工具必须接地。
- 4、必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。



+86-571-89966911



杭州市滨江区伟业路 1 号  
高新软件园 9 号楼 701 室



[http:// www.relmon.com](http://www.relmon.com)