

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。



LQFP32



QFN32

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

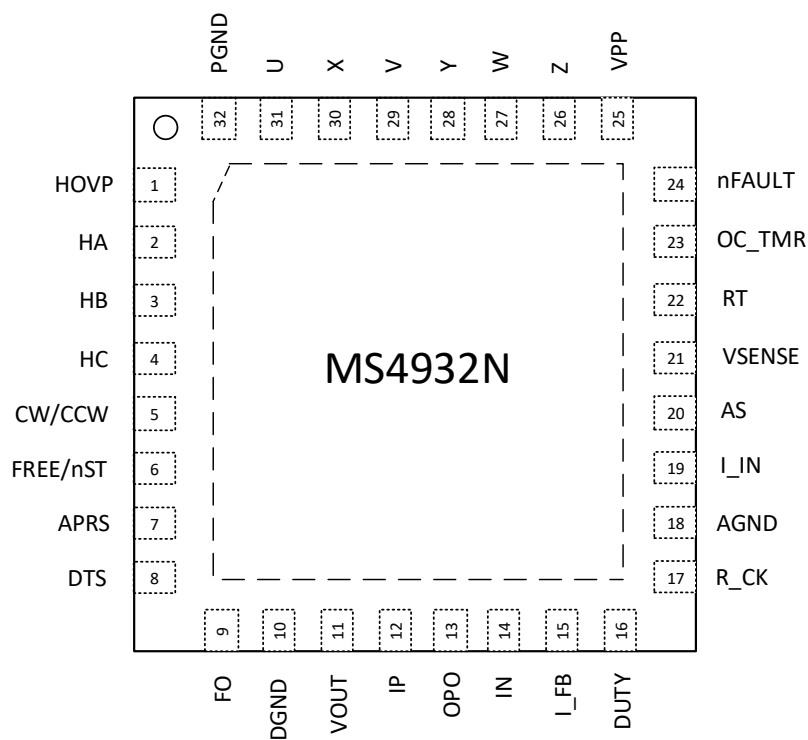
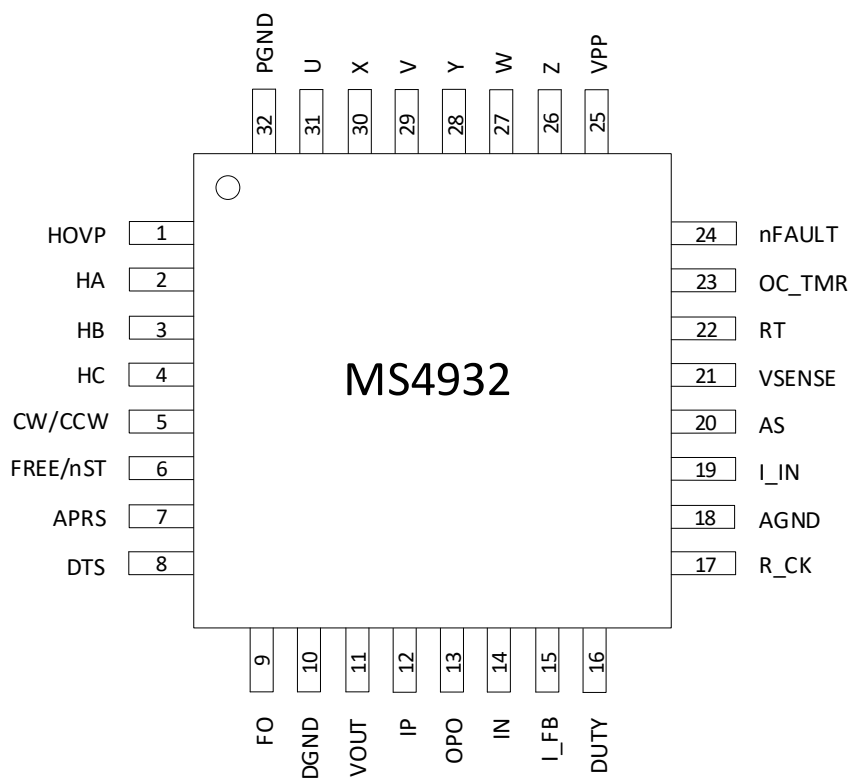
应用

- 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

管脚图

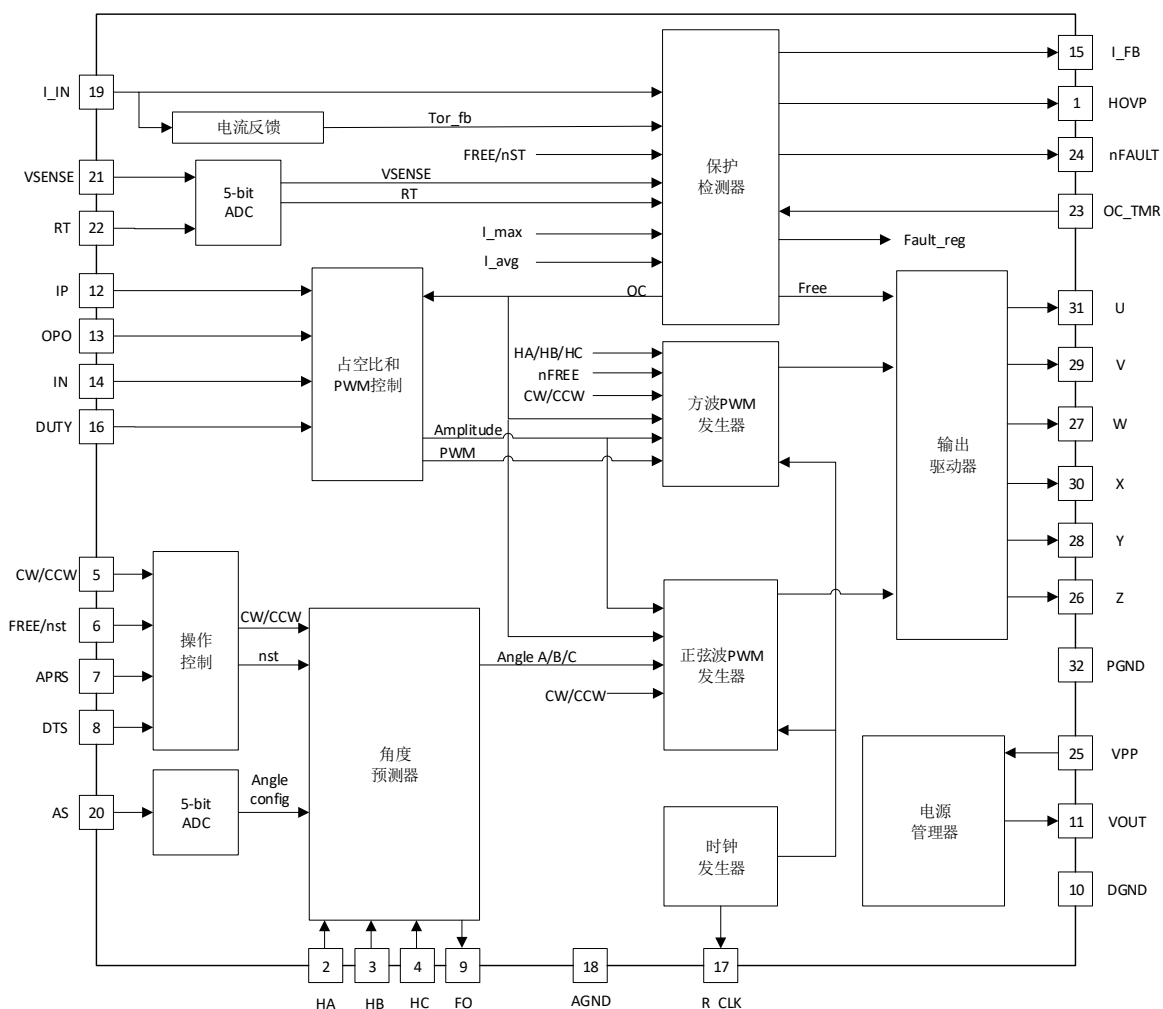


管脚说明

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_{PP}	-0.3 ~ 26	V
工作环境温度	T_A	-40 ~ 105	°C
存储温度	T_{stg}	-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_{PP}	10	12	17	V
工作温度	T_A	-40		105	°C
系统时钟	f_{SYS}	0.96	1.28	1.92	MHz
时钟发生器外部电阻	R_{CLK}		12		kΩ
I_IN 偏压电阻	R_{I_IN}		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		μA

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			μF

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		μs
数字 I/O 内部上拉电阻	R_{DIO_UP}		150	200	250	k Ω

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 _{FD}			4.37		V
DUTY 引脚零占空比电压	V _{ZD}			0.8		V
PWM 最小导通时间	t _{PWM_MIN}	R _{CLK} =12kΩ		1		μs
PWM 死区时间 3μs	T _{DEAD0}	DTS=LOW		2.9		μs
PWM 死区时间 4μs	T _{DEAD1}	DTS=HIGH		4.2		μs
PWM 频率 20KHz	F _{PWM_20K}	R _{CLK} =12kΩ		20		kHz
OPO 引脚拉电流能力	I _{SOURCE_OPO}	IP=5V, IN=0V, OPO=0V	4	5	6	mA
OPO 引脚灌电流能力	I _{SINK_OPO}	IP=0V, IN=5V, OPO=5V	-4	-5	-6	mA
扭力误差放大器的增益	A _{VERR}			60		dB
误差放大器单位增益带宽	G _{BWERR}			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 _{SIN_ENA}			0.75		V
DUTY 引脚正弦波禁用阈值	V _{SIN_DIS}			0.65		V
正弦波使能去抖动时间	t _{SIN_ENA}			1		ms
正弦波禁用去抖动时间	t _{SIN_DIS}			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 _{OCP_SH}			2.5		V
逐周期电流保护阈值电压	V _{OCP_CYC}			1.5		V
过载电流保护阈值电压	V _{OCP_OL}			1.4		V
OC_TMR 阈值电压	V _{OC_TMR}			2.5		V
OC_TMR 充电电流	I _{TMR_CHG}	OC_TMR=0V	30	40	50	μA
OC_TMR 放电电流	I _{TMR_DIS}	OC_TMR=5V	5	10	15	μA
I _{IN} 的偏压电流	I _{BIAS_I_IN}	R _{I_IN} =10kΩ	40	50	60	μA
I _{FB} 输出电流	I _{O_I_FB}			0.5		mA
I _{FB} 输出增益	G _{I_FB}			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		μs
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	μA

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 $960kHz/64=15kHz$ 。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

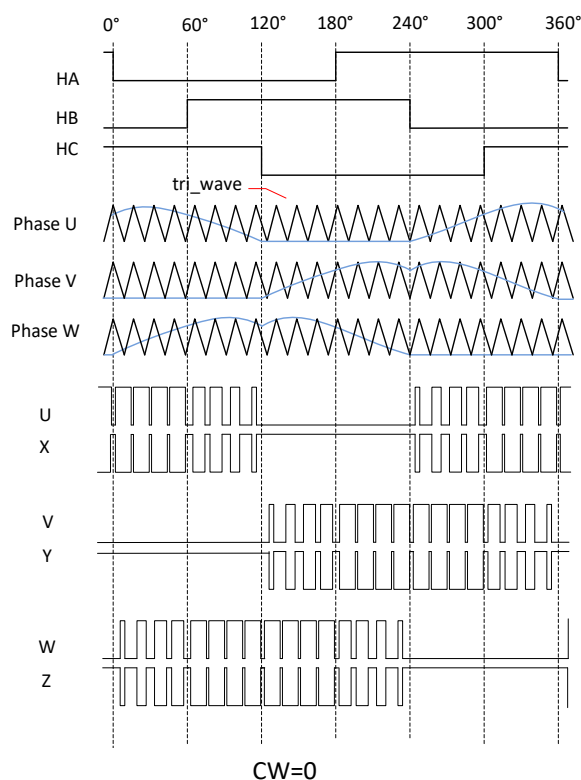
为了防止霍尔信号失灵，MS4932/MS4932N 提供 $3\mu\text{s}$ - $6\mu\text{s}$ 的抖动时间。当霍尔信号变化缓慢，可能会产生抖动和逻辑错误。通过建立一个霍尔信号校准电路，MS4932/MS4932N 可以最小化抖动和相关错误。

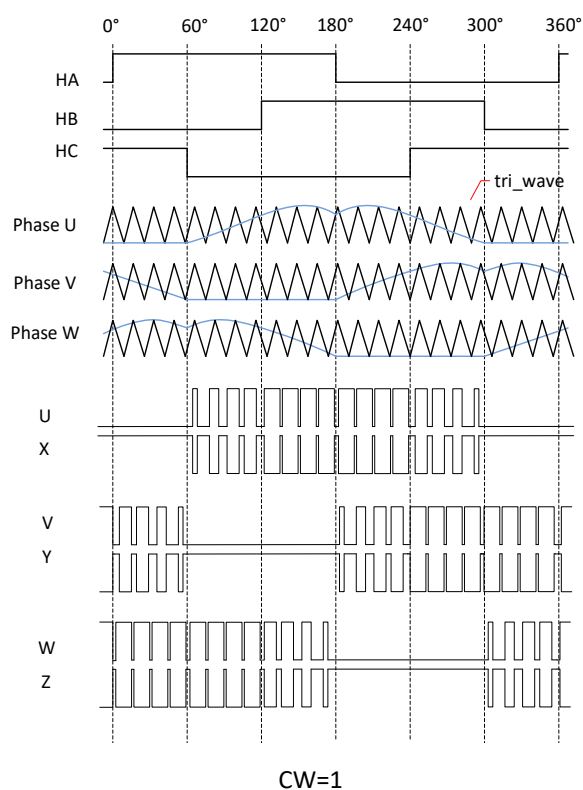
PWM 占空比循环和操作

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

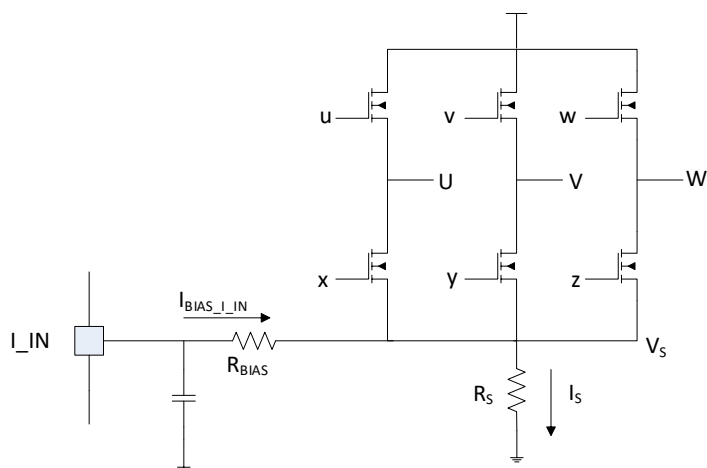
MS4932/MS4932N 包含一个正弦波 PWM 空间向量调整(SVM)。通过电机霍尔信号，角度检测电路推算电机转子位置。将 60° 分为 32 份，通过 PWM 工作后，马达的每一相的电流为正弦波。各相位之间的角度为 120° 。





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_{IN} 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_{FB} 和 I_{IN} 的关系，建议在 I_{IN} 上提供 0.5V 直流电压偏置。I_{IN} 最大电压是 1V。由这些参数可以公式 (1) 推算 (R_{BIAS}=10kΩ)，最大 I_{FB} 信号波动在 0.5V-4.5V 之间。



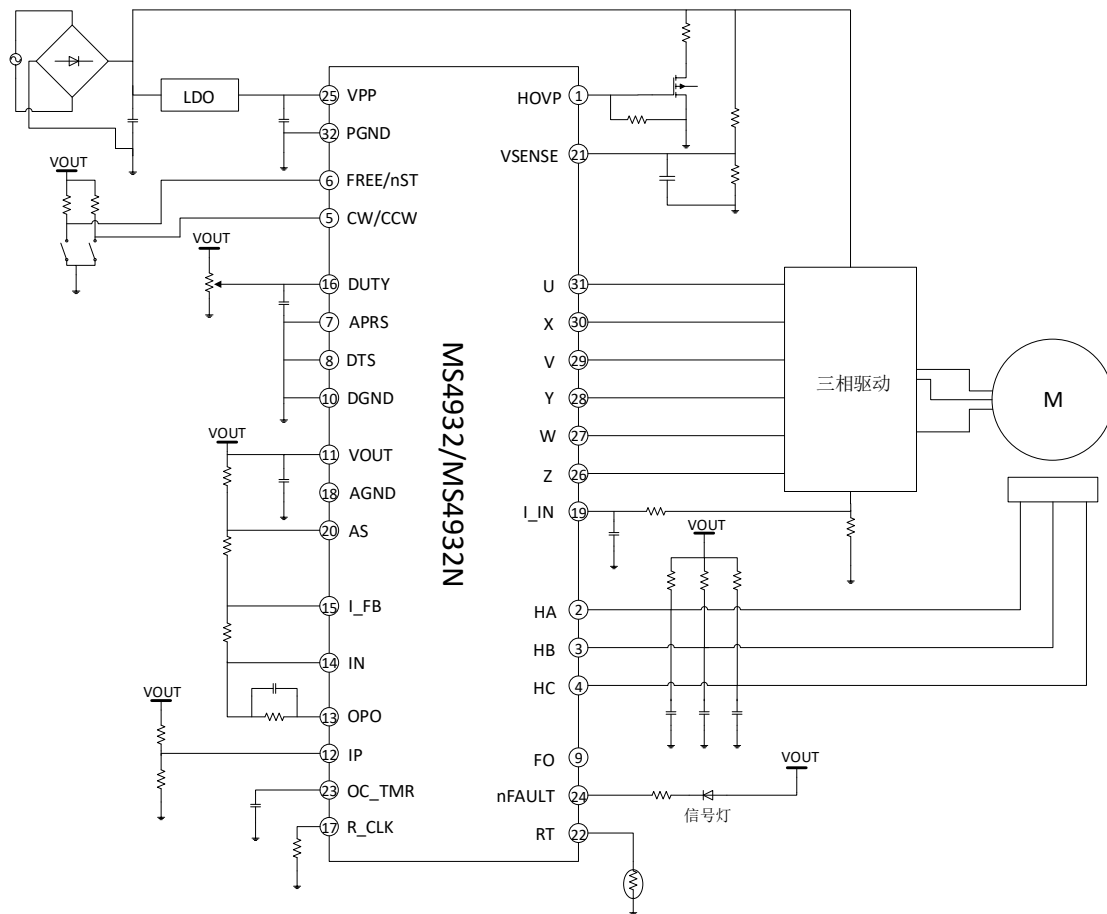
$$V_{I_FB} = (V_S \times 8) + (I_{BIAS_I_IN} \times R_{BIAS}) \quad (1)$$

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

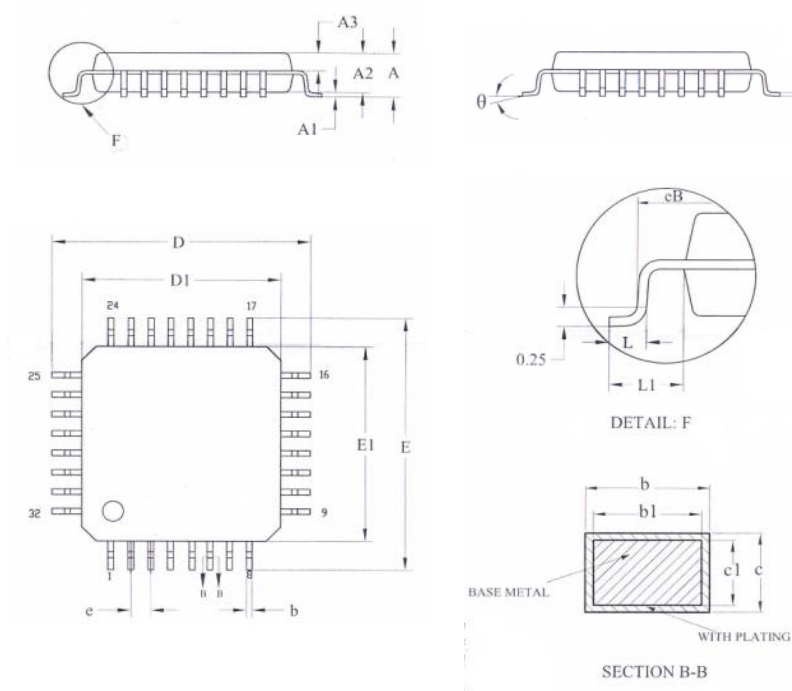
类型	状态	触发条件	释放条件
V_{PP} 过压	停止	$V_{PP}>18V$	$V_{PP}<17V$
V_{PP} 欠压	停止，重启	$V_{PP}<8V$	$V_{PP}>9V$
V_{OUT} 欠压	停止	$V_{OUT}<4V$	$V_{OUT}>4.5V$
RT	停止	$R_T<1.0V$	$R_T>1.2V$
OS	停止	开路和短路	FREE/nST 重置
霍尔逻辑错误	停止	Hall=000 或者 111	
HOVP	停止	$V_{SENSE}>4.5V$	$V_{SENSE}<4V$
过流门槛	停止	$I_{IN}>1.4$	FREE/nST 重置
SHORT	停止	$I_{IN}>2.5V$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

典型应用图



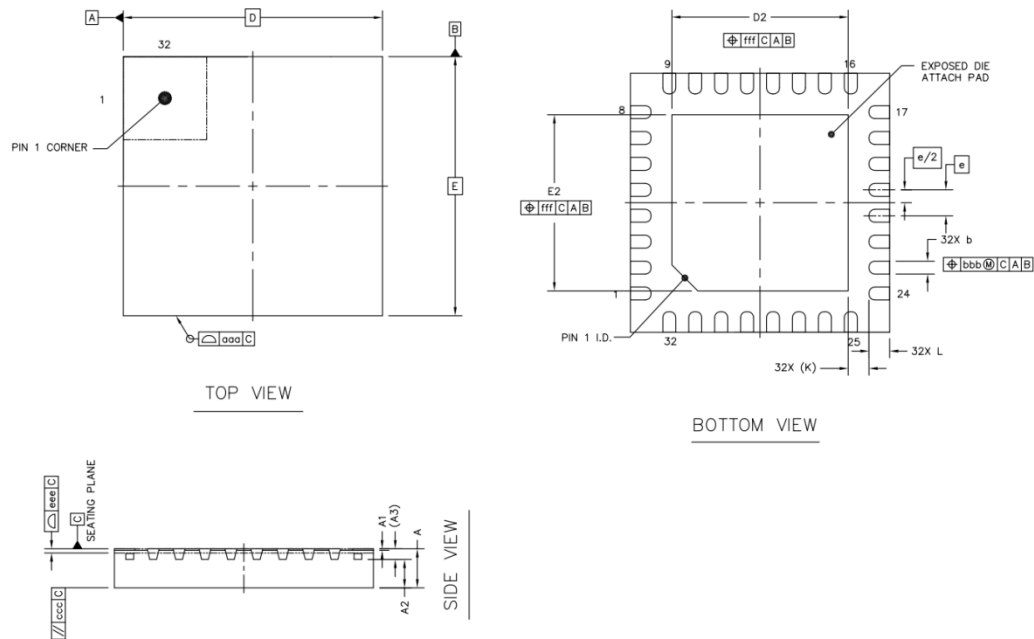
封装外形图

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°

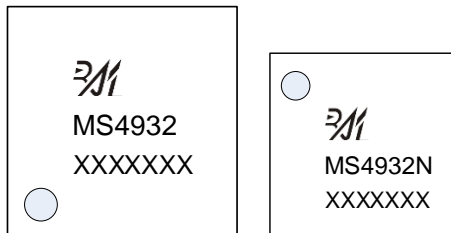
QFN32



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)