

# 基于霍尔原理, 高精度, 具有共模磁场抑制和过流保护功能的电流传感器

## 概述

NSM2016是一款集成路径电流传感器, 具有1.2mΩ极低的导通电阻, 减少了芯片上的热损耗。

纳芯微创新的隔离技术以及信号调理设计能够满足高隔离等级的同时感测流过内部Busbar的电流。内部采用差分霍尔对, 因此对外部杂散磁场有很强的抵御能力。

NSM2016支持固定输出模式。对比同样Shunt+隔离运放的电流采样方式, NSM2016省去了原边供电并且Layout简单方便, 同时具有极高隔离耐压以及Lifetime稳定性。在高边电流检测应用中只需用一颗NSM2016即可达到600Vpk工作电压, 无需加任何保护器件即可耐受6kV浪涌电压。

由于NSM2016内部精确的温度补偿算法以及出厂精度校准, 此电流传感器在全工作温度范围都可以保持很好的精度, 客户无需做二次编程。

NSM2016具有过流保护功能。

支持3.3V/5V供电电压 (不同供电版本)。

## 特性

- 高带宽以及快速响应时间
- 380kHz 带宽
- 1.5us 响应时间
- 高精度电流测量
- 差分霍尔检测可抵御外界杂散磁场
- 满足 UL 标准的高隔离等级
- 耐受隔离耐压 (VISO) :3000Vrms
- 最大浪涌隔离耐压 (VIOSM) :6kV
- CMTI > 100V/ns
- CTI (I)

- 爬电距离/电气间距: 4mm
- 纳芯微创新的斩波以及旋转电流激励技术使得零点温漂很小
- 固定输出
- Fault 过流保护功能
- 工作温度: -40°C ~ 125°C
- 原边导通电阻: 1.2mΩ
- SOIC8 封装
- 满足 UL62368/EN62368 安规认证
- ROHS



Certificate Number:  
CBS 112807 0002 Rev.00  
B 112807 0001 Rev.00

## 应用

- 光伏
- 工业电源
- 电机控制
- OBC/DCDC/PTC Heater
- 充电桩



Certificate Number: E520654

## 器件信息

料号	封装	塑封尺寸
NSM2016	SOIC8	4.9mm*3.9mm

### 功能框图

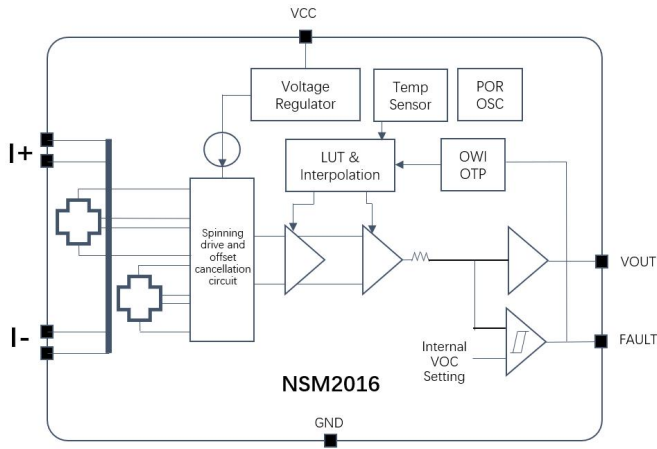


Figure 1. NSM2016 功能框图

## 目录

1. 引脚配置和功能 .....	4
2. 绝对最大额定值 .....	5
3. 防静电等级 .....	5
4. 隔离性能 .....	5
5. 电气特性 .....	6
5.1. 通用电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 5VOr3.3V, 除非另有规定) .....	6
5.2. NSM2016-20B5F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定) .....	7
5.3. NSM2016-20U5F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定) .....	8
5.4. NSM2016-25B3F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定) .....	9
5.5. NSM2016-30B3F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定) .....	10
5.6. NSM2016-30U3F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定) .....	11
5.7. NSM2016-45B5F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定) .....	12
5.8. NSM2016-50B3F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定) .....	13
5.9. NSM2016-50B5F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定) .....	14
5.10. NSM2016-50U5F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C TO 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定) .....	15
6. 功能描述 .....	16
6.1. 概述 .....	16
6.2. NSM2016 F 版本(固定输出版本) .....	16
6.3. 过流保护功能 .....	16
6.4. NSM2016 上电启动时间波形 .....	18
6.5. NSM2016 上升时间及响应时间波形 .....	18
6.6. NSM2016 带宽测试 .....	20
6.7. NSM2016 专业术语定义 .....	21
7. 应用笔记 .....	23
7.1. 典型应用电路 .....	23
7.2. PCB 布局 .....	23
7.3. 热评估实验 .....	24
8. 封装信息 .....	25
9. 订货信息 .....	26
10. 编带与卷盘信息 .....	27
11. 修订历史 .....	28

## 1. 引脚配置和功能

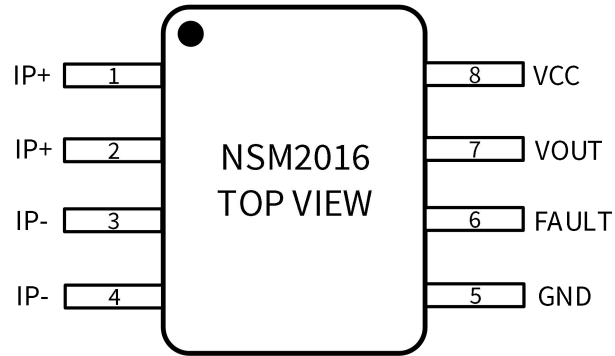


Figure 1.1 NSM2016 Package

Table 1.1 NSM2016 Pin Configuration and Description

NSM2016 引脚编号	符号	功能
1-2	IP+	电流流入芯片，正方向
3-4	IP-	电流流出芯片，负方向
5	GND	电源地
6	FAULT	Fault 引脚，输出过流信号，Active Low，开漏输出
7	Vout	输出电压
8	Vcc	电源输入

## 2. 绝对最大额定值

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
V <sub>CC</sub> 电压	V <sub>CC</sub>	-0.3		6.5	V	
V <sub>out</sub> 电压		-0.3		VDD+0.3	V	
其他引脚		-0.3		VDD+0.3	V	
储存温度	T <sub>Storage</sub>	-40		150	°C	
工作温度	T <sub>operation</sub>	-40		125	°C	
结温				150	°C	

## 3. 防静电等级

参数	符号	典型值	单位
V(ESD) 静电等级	人体放电模式(HBM), 依据AEC-Q100-002/ESDA-JEDEC JS-001	±8000	V
	器件充电模式(CDM), 依据AEC-Q100-011/ESDA-JEDEC JS-002	±2000	V

## 4. 隔离性能

参数	符号	值	单位	备注
冲击电压 (Dielectric Surge Voltage)	V <sub>surge</sub>	6	kV	根据IEC61000-4-5 1.2us/50us波形
隔离耐压	V <sub>ISO</sub>	3000	V <sub>rms</sub>	60s隔离耐压参数, 根据UL62368-1, 出厂前会测试3.6kV/1s验证绝缘性能, 同时验证局部放电小于5pC
基本绝缘工作电压 (Working Voltage for Basic Isolation)	V <sub>wvbi</sub>	424	V <sub>rms</sub>	最大允许基本绝缘工作电压, 根据UL60950-1以及UL62368-1
		600	V <sub>dc</sub>	
共模瞬态抑制	CMTI	>100	V/ns	判断失效标准为输出尖峰大于100mV, 并且持续时间长于1us
爬电距离	Creepage	4	mm	最小爬电间隙
电气距离	Clearance	4	mm	最小空气间隙
漏电起痕指数	CTI	>=600		CTII

## 5. 电气特性

### 5.1. 通用电气特性 (测试条件: TA= -40°C to 125°C, VCC = 5V or 3.3V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
工作电压	V <sub>CC</sub>	3.0	3.3	3.6	V	3.3V供电版本
		4.5	5	5.5	V	5V供电版本
工作电流	I <sub>CC</sub>		12	15	mA	没有负载, V <sub>CC</sub> =5V
			7.5	8	mA	没有负载, V <sub>CC</sub> =3.3V
原边导通电阻	R <sub>P</sub>		1.2		mΩ	T <sub>A</sub> = 25°C
内部滤波电阻 <sup>[1]</sup>	R <sub>filter</sub>		4.7		kΩ	
上电启动时间	T <sub>po</sub>		1		ms	推荐客户要在V <sub>CC</sub> 达到V <sub>CCmin</sub> 1ms以后读取数据, POR之后1ms内部寄存器loading
输出负载电容 <sup>[1][2]</sup>	C <sub>L</sub>			10	nF	
输出负载电阻 <sup>[1][2]</sup>	R <sub>L</sub>	10			kΩ	
输出短路电流	I <sub>short_Vout</sub>		±25		mA	V <sub>out</sub> 短路到V <sub>CC</sub> 和短路到GND, T <sub>A</sub> = 25°C
输出轨到轨电压 <sup>[1][2]</sup>	V <sub>s</sub>	0.1		V <sub>CC</sub> -0.1	V	T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> =1nF, R <sub>L</sub> =10k to V <sub>CC</sub> or GND
共模磁场抑制比 <sup>[1][2]</sup>	CMFR		>40		dB	
电源抑制比	PSRR		-50		dB	DC to 1 kHz, 100 mV pk-pk ripple around V <sub>CC</sub> =5V, I <sub>P</sub> =0A
输出上升时间	T <sub>r</sub>		1		us	T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> =1nF, 在5V, 50AB量程测量, F版本
输出延迟时间	T <sub>pd</sub>		1		us	T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> =1nF, 在5V, 50AB量程测量, F版本
输出响应时间	T <sub>response</sub>		1.5		us	T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> =1nF, 在5V, 50AB量程测量, F版本
带宽 <sup>[1][2]</sup>	BW		380		kHz	-3dB, C <sub>L</sub> =1nF, T <sub>A</sub> = 25°C, 在5V, 50AB量程测量, F版本
噪声密度 <sup>[1][2]</sup>	ND		120		uArms/√Hz	T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> =1nF, V <sub>CC</sub> = 5V
			140		uArms/√Hz	T <sub>A</sub> = 25°C, C <sub>L</sub> =1nF, V <sub>CC</sub> = 3.3V
非线性度	E <sub>NL</sub>		±0.2		%	

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
Fault上拉电阻	R <sub>pu</sub>	4.7		100	kΩ	
过流阈值	I <sub>ft</sub>		100		%IPR	
过流迟滞	I <sub>hys</sub>		10		%IPR	TA = 25°C, CL=1nF, NSM2016-50B5F, I <sub>ft</sub> threshold=100%IPR
过流响应时间	T <sub>fr</sub>		1.5		us	电流发生过流, 到Fault引脚拉低的时间, 4.7k上拉
过流精度			±8		%IPR	TA = 25°C, CL=1nF, NSM2016-50B5F, I <sub>ft</sub> threshold=100%IPR

[1]: 被设计保证。

[2]: 被实验室验证保证。

[3]: 5.X 中的数据增加或者减少, 在评估不影响客户使用的情况下, 不会向客户发送 PCN。

## 5.2. NSM2016-20B5F-DSPR 电气特性 (测试条件: TA= -40°C to 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	I <sub>pr</sub>	-20		20	A	
灵敏度	Sens		100		mV/A	I <sub>prmin</sub> < I <sub>pr</sub> < I <sub>prmax</sub>
零电流输出电压	V <sub>QVO</sub>		2.5		V	I <sub>pr</sub> =0A
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	E <sub>sens</sub>	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差	V <sub>OE</sub>	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>		-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	E <sub>sens_drift</sub>	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	V <sub>OE_drift</sub>	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	E <sub>total_drift</sub>	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]: 量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 10A 输入电流下完成。

[2]: TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]: 可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。

## 5.3. NSM2016-20U5F-DSPR 电气特性 (测试条件 : TA= -40°C to 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	0		20	A	
灵敏度	Sens		200		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		0.5		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>		-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 10A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。



## 5.4. NSM2016-25B3F-DSPR 电气特性 (测试条件 : TA= -40°C to 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	-25		25	A	
灵敏度	Sens		55		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		1.65		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差 <sup>[2]</sup>	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>	$E_{total}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 10A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。

## 5.5. NSM2016-30B3F-DSPR 电气特性 (测试条件 : TA= -40°C to 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	-30		30	A	
灵敏度	Sens		44		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		1.65		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差 <sup>[2]</sup>	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>	$E_{total}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 10A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。

## 5.6. NSM2016-30U3F-DSPR 电气特性 (测试条件：TA= -40°C to 125°C，VCC = 3.3V，除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	0		30	A	
灵敏度	Sens		88		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		0.33		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>		-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后，TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后，TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后，TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 10A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时，Min/Max 值是平均值+/-3sigma；TA = -40°C~25°C时，Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律，99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行，此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考，为最恶劣情况。

## 5.7. NSM2016-45B5F-DSPR 电气特性 (测试条件 : TA= -40°C to 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	-45		45	A	
灵敏度	Sens		44.4		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		2.5		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>		-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 20A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。

## 5.8. NSM2016-50B3F-DSPR 电气特性 (测试条件 : TA= -40°C to 125°C, VCC = 3.3V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	-50		50	A	
灵敏度	Sens		26.4		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		1.65		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差 <sup>[2]</sup>	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>	$E_{total}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 20A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。

## 5.9. NSM2016-50B5F-DSPR 电气特性 (测试条件 : TA= -40°C to 125°C, VCC = 5V, 除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	-50		50	A	
灵敏度	Sens		40		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		2.5		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>		-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后, TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后, TA = 25°C测试

[1]:量产标定以及总误差和灵敏度计算均在 20A 输入电流下完成。

[2]:TA = 25°C~125°C时, Min/Max 值是平均值+/-3sigma; TA = -40°C~25°C时, Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律, 99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行, 此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考, 为最恶劣情况。

## 5.10.NSM2016-50U5F-DSPR 电气特性 (测试条件：TA= -40°C to 125°C，VCC = 5V，除非另有规定)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电流感测量程	$I_{pr}$	0		50	A	
灵敏度	Sens		80		mV/A	$I_{prmin} < I_{pr} < I_{prmax}$
零电流输出电压	$V_{QVO}$		0.5		V	$I_{pr}=0A$
灵敏度误差 <sup>[1][2]</sup>	$E_{sens}$	-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5		%	TA = -40°C~25°C
零点误差	$V_{OE}$	-10		10	mV	TA = 25°C~125°C
			±10		mV	TA = -40°C~25°C
总输出误差 <sup>[1]</sup>		-2		2	%	TA = 25°C~125°C
			±2.5			TA = -40°C~25°C
灵敏度Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{sens\_drift}$	-2.3		2.3	%	经过可靠性以后，TA = 25°C测试
零点Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$V_{OE\_drift}$	-12		12	mV	经过可靠性以后，TA = 25°C测试
总输出误差Lifetime漂移 <sup>[2][3]</sup>	$E_{total\_drift}$	-2.8		2.8	%	经过可靠性以后，TA = 25°C测试

[1]:量产时总误差和灵敏度测量是在 20A 电流点测量以及标定。

[2]:TA = 25°C~125°C时，Min/Max 值是平均值+/-3sigma；TA = -40°C~25°C时，Typical 值是平均值+/-3sigma。根据统计学规律，99.73%数据在这个范围内。

[3]:可靠性数据按照 AEC-Q100 标准执行，此项来源于经过 AEC-Q100 Grade1 要求中 PC, HTS, HAST, UHAST, HTOL, TC 等各项测试数据后变化量最大的实验结果作为参考，为最恶劣情况。

\*第五章节里料号的增加或者减少，参数范围的收紧，纳芯微有权不向客户发 PCN，除非参数范围的扩大影响到客户的使用和产品

## 6. 功能描述

### 6.1. 概述

纳芯微 NSM2016 电流传感器可以在精确测量 AC/DC 电流的同时将整体测量成本降到最低，基于霍尔原理的电流传感器可以被广泛应用在消费，工业，汽车等所有电流监控的应用中。与电流互感器相比，NSM2016 SOIC8 极小的尺寸可以帮助客户减少整体 PCB 面积；比起 Shunt+隔离运放，NSM2016 只需低压侧供电，减少了隔离运放高低压都需供电的不便。在使用 NSM2016 时，只需将原边引脚串入到被测电流中，根据麦克斯韦方程组关于电生磁的部分，在原边通电导体周边会产生磁场，NSM2016 里的霍尔以及调理放大电路会将磁场转化成输出电压，输出电压与输入电流成比例的增大或者减小。

得益于 NSM2016 的原边电阻典型值只有 1.2mΩ，因此只要客户合理地进行散热设计，在测量大电流的应用中，所带来的温升可以被有效的减少。

同时，NSM2016 内部采用双霍尔采样，外界带来的共模磁场可以被有效地减少，根据实测典型值，如果 100G 的共模磁场垂直作用在芯片上，只会带来小于 1G 的误差（等效到输入）。由于 NSM2016 拥有良好抵御共模磁场的的能力，因此在电机控制或者一些恶劣的电流测量环境中依然能保持极佳的性能。

### 6.2. NSM2016 F 版本(固定输出版本)

在一些应用中 ADC 和电流传感器不是共享一个电源轨，因此传感器需要拥有绝对灵敏度，这个灵敏度不随电源电压变化而变化。感测电流的值可以用  $(V_{out\_IPR} - V_{out\_0A}) / \text{Sensitivity}$  得到。对于 ±50A 的测量量程，如果  $V_{out\_30A}$  测量得 3.7V， $V_{out\_0A}$  测量得到 2.5V，那么此时输入电流为  $(3.7V - 2.5V) / 40mV/A = 30A$ 。在实际应用中，测量的精度不会受供电变化影响。

### 6.3. 过流保护功能

NSM2016 片上自带过流提醒功能，当原边电流超过过流阈值时，内部错误比较器发生反转，驱动 OD 输出工作，Fault 引脚拉低。

当原边电流（正负电流）超过过流阈值时，过流警报就会触发。当原边电流的绝对值小于设置的电流阈值减去电流迟滞时，Fault 被清除。Tfr 为过流响应时间（Fault Response time），即原边电流到达过流点至 Fault 引脚拉低的时间。过流保护时序如下：



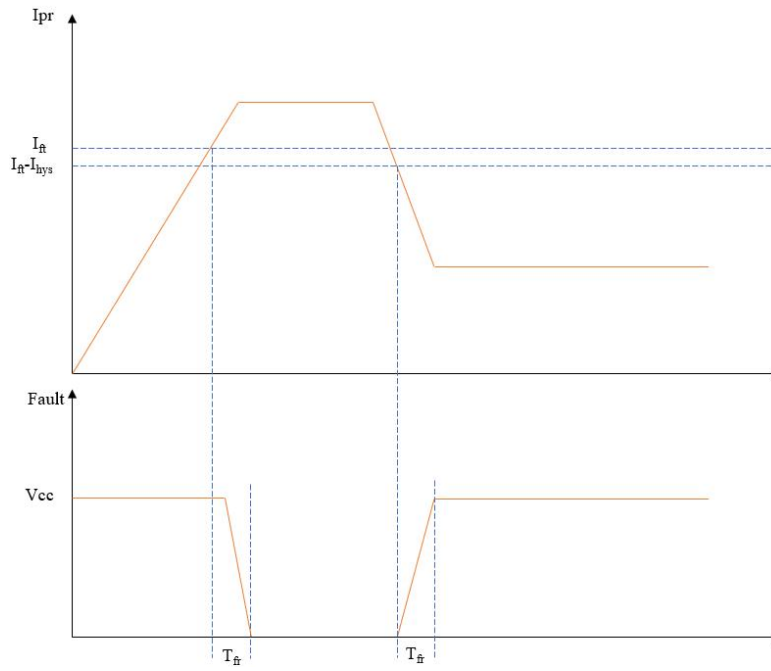


Figure 6.1 NSM2016 过流表现

NSM2016 还具有 Fault 锁存 (LATCH) 功能。在此功能下，当器件满足过流条件时，Fault 引脚将保持锁存状态，即使过流条件消失。直到器件重新上电，才可恢复到原来状态。

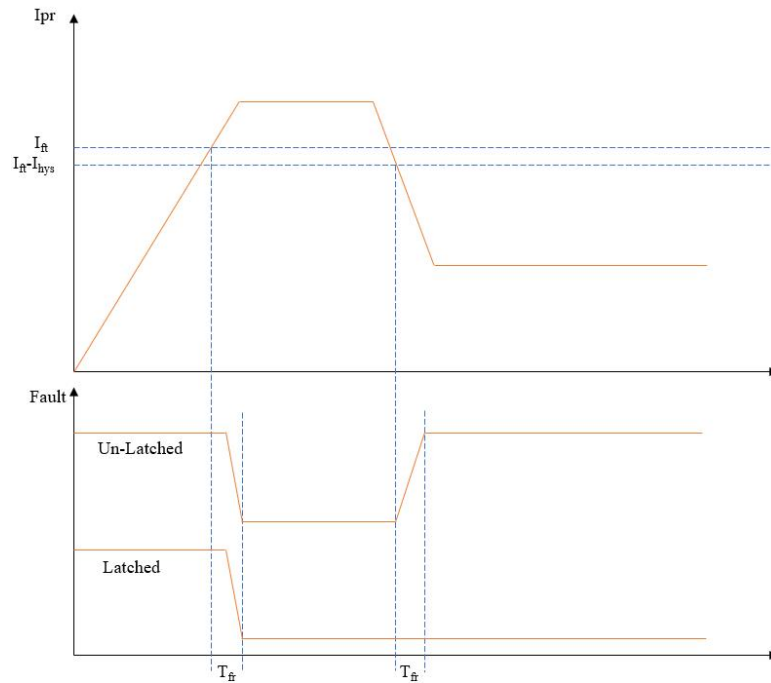
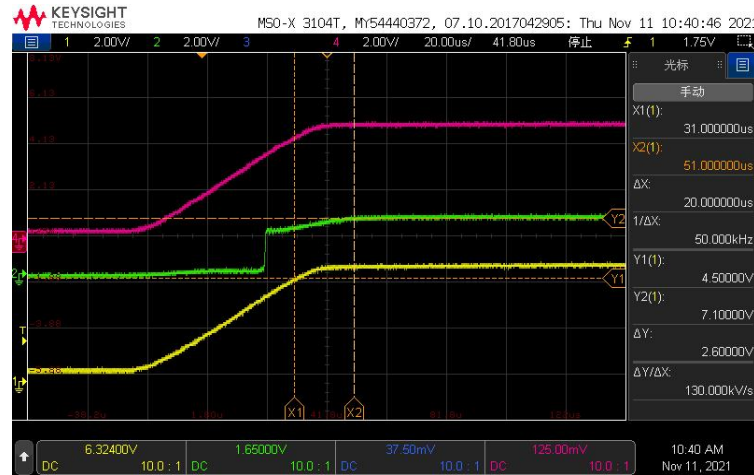


Figure 6.2 NSM2016 过流 Latch 表现

## 6.4. NSM2016 上电启动时间波形

黄色:VCC、绿色:VOUT、红色:Fault

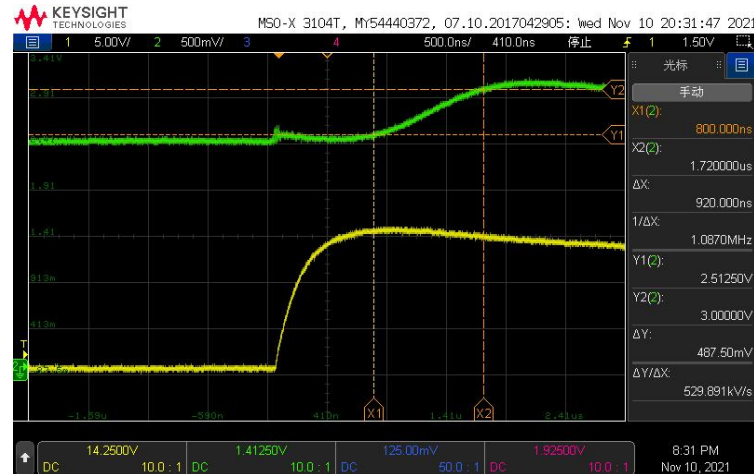


**Note:** 以上波形 DUT 是 NSM2016-50B5F-DSPR

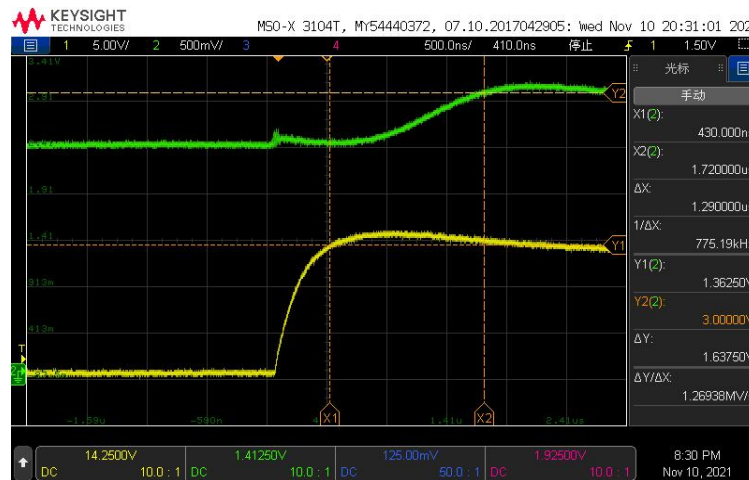
## 6.5. NSM2016 上升时间及响应时间波形

(1) 上升时间/Rise time

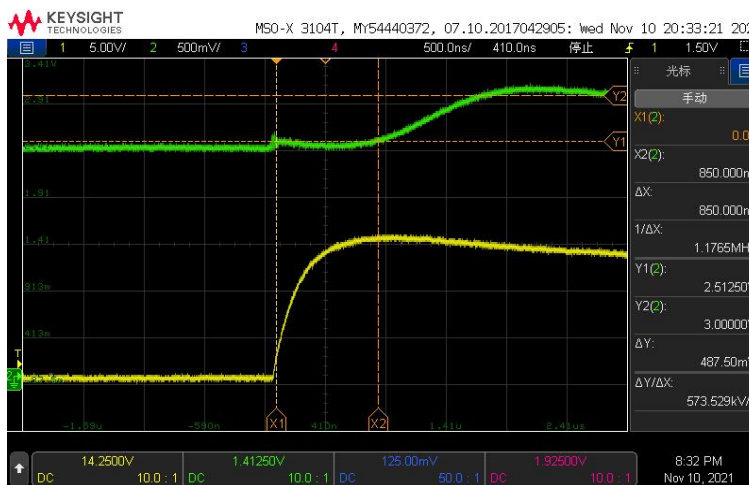
黄色: 原边电流、绿色: VOUT



(2) 响应时间/Response time 黄色：原边电流、绿色：VOUT

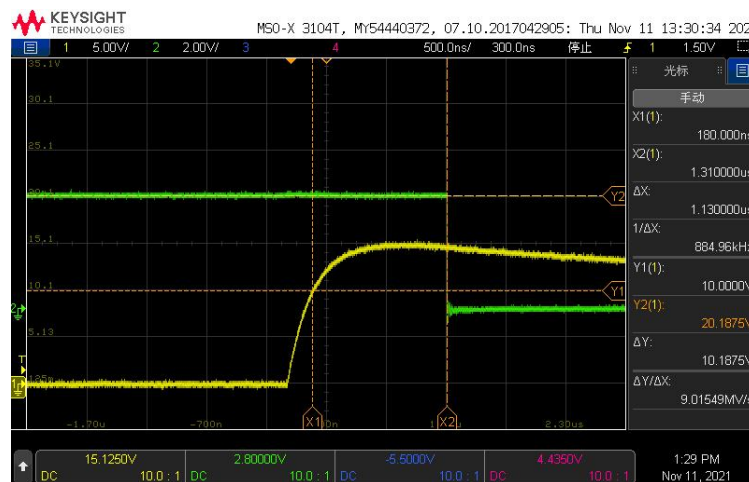


(3) 延迟时间/Propagation Delay time 黄色：原边电流、绿色：VOUT



Note: 以上波形 DUT 是 NSM2016-50B5F-DSPR

(4) Fault 响应时间 黄色：原边电流、绿色：Fault



Note: 以上波形 DUT 是 NSM2016-10B5F-DSPR

## 6.6. NSM2016 带宽测试

100Hz-400kHz 输入信号，-3dB 带宽为 380kHz。

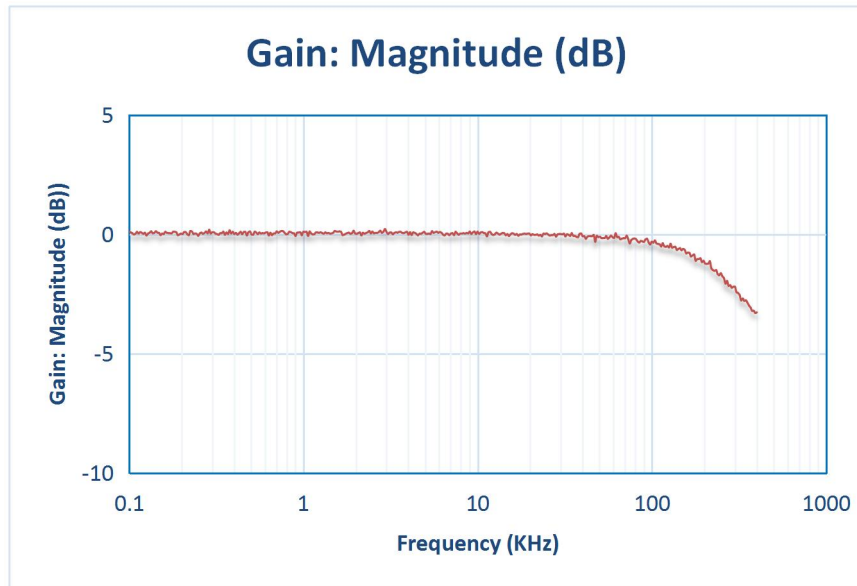


Figure 6.3 NSM2016 幅频响应曲线

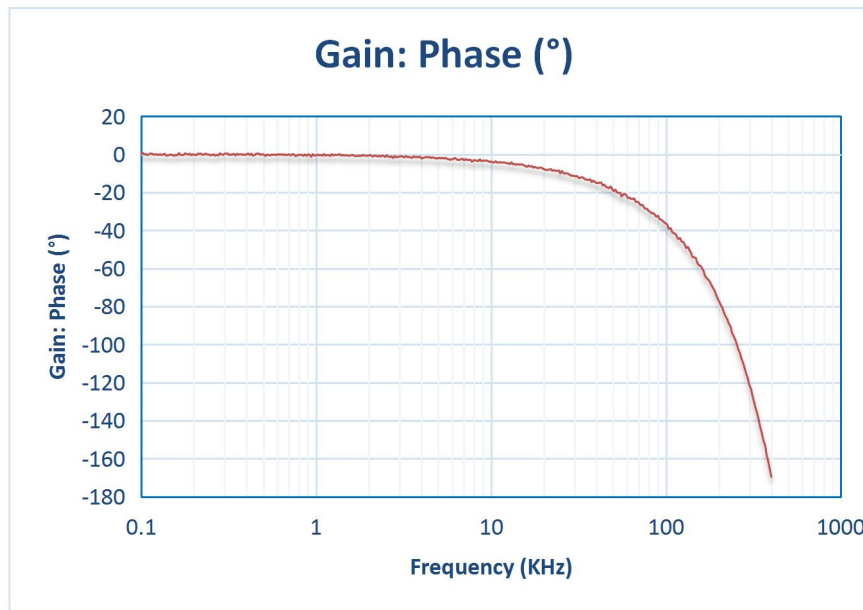


Figure 6.4 NSM2016 相频响应曲线

**Note:** 以上波形 DUT 是 NSM2016-50B5F-DSPR

## 6.7. NSM2016 专业术语定义

### 上电时间 ( $T_{po}$ )

当供电电源从 0 爬升至芯片工作范围内，NSM2016 需要一些时间去建立内部工作逻辑， $T_{po}$  时间被定义为：在加载情况下，从供电爬升至  $V_{ccmin}$  到输出达到稳定状态 $\pm 10\%$  以内的时间，如下图所示：

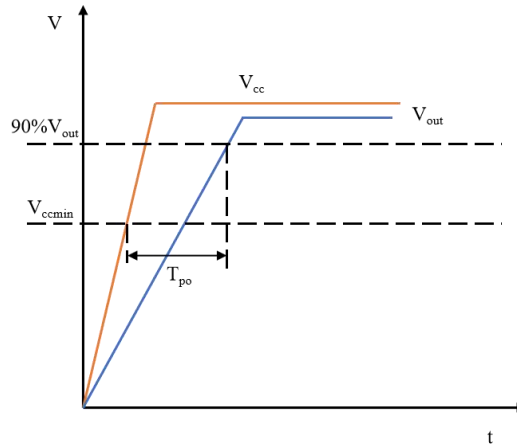


Figure 6.5 NSM2016 上电时间定义

### 上升时间 ( $T_r$ )

从输出信号 10% 到 90% 的时间被定义为输出上升时间，对于阶跃输入的信号，输出信号的上升时间和带宽存在这样的近似关系： $f(-3dB) = 0.35/T_r$

### 延迟时间 ( $T_{pd}$ )

从原边电流的 20% 到输出信号的 20% 的时间被定义为输出延迟时间。

### 响应时间 ( $T_{response}$ )

从原边电流的 90% 到输出信号的 90% 的时间被定义为输出响应时间。

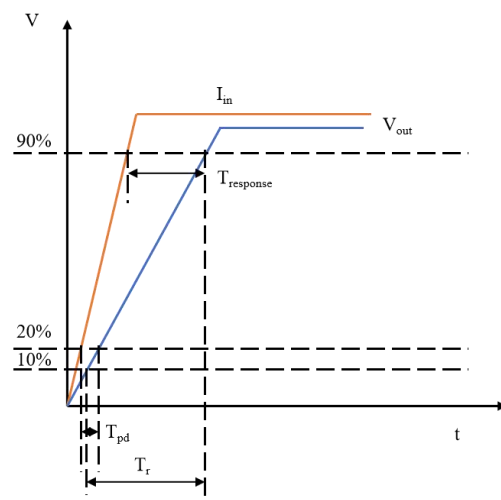


Figure 6.6 NSM2016 响应时间定义

## 灵敏度/灵敏度误差

灵敏度被定义为输出电压随着原边输入电流成比例变换的比值，灵敏度是下图一次曲线的斜率。

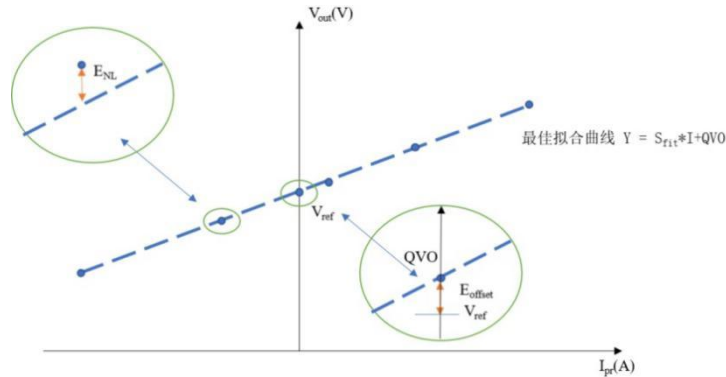


Figure 5.7 NSM2016 灵敏度及误差定义

灵敏度误差被定义为最佳拟合曲线的斜率和理想曲线斜率的偏差，最佳拟合曲线的斜率来自于实测值：

$$E_{sens} = \frac{(S_{fit} - S_{ideal})}{S_{ideal}} * 100\%$$

## 零点误差

零点误差被定义为，在原边电流 0A 时输出电压和 0A 理论输出电压  $V_{out\_0A\_ideal}$  的差值， $V_{out\_0A\_ideal}$  在这里是  $VCC/2$  或者  $0.1*VCC$ ：

$$E_{offset} = QVO - V_{out\_0A\_ideal}$$

## 线性度误差

线性度误差被定义为离最佳拟合曲线最大偏移点对满量程的误差，数学表达式如下：

$$E_{NL} = \frac{V_{NL}}{FS} * 100\%$$

其中：

$V_{NL} = V_{outmax} - (S_{fit} * I_{max} + QVO)$ ，是最大偏移点的输出误差；

FS 是满量程输出电压；

$V_{outmax}$  是离拟合曲线最远的输出电压；

$I_{max}$  是离拟合曲线最远的原边电流；

## 总误差

总误差被定义为实际给定电流和芯片测量电流之间的误差，换句话说，就是实际输出电压和理想输出电压之间的差别。要知道在不同电流区间，主导总误差的因素是不同的。如果是在小电流测量下，零点误差占主要误差来源；如果是在大电流测量下，零点误差带来的总误差微乎其微，占主导误差的是灵敏度误差。

$$E_{total}(I_{pr}) = \frac{V_{out_{ideal}}(I_{pr}) - V_{out}(I_{pr})}{FS}$$

## 7. 应用笔记

### 7.1. 典型应用电路

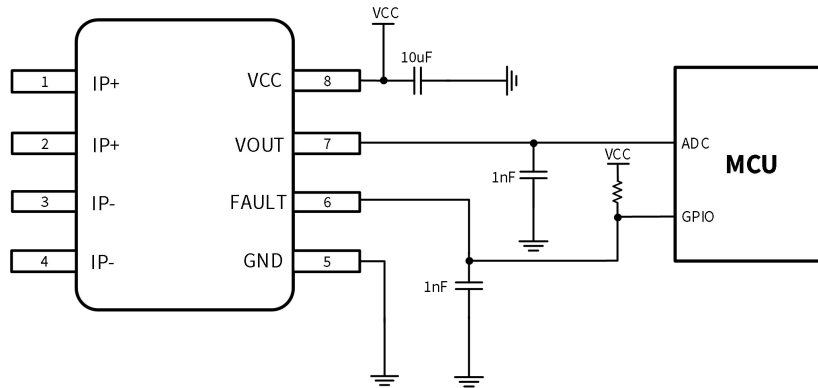


Figure 7.1 NSM2016 典型应用电路

### 7.2. PCB 布局

NSM2016 在检测电流应用场合中，合理的 Layout 会使得系统散热更快更好，NSM2016 Demo 板上的铺铜区域 380mm<sup>2</sup>（非常小的铜区域来说说明比较坏的情况，而不是铺很大面积的铜），顶层底层 2oz 铜厚，NSM2016 优于竞争对手散热的原因归功于采用散热系数更好的封装材料以及散热系数更好的铜框架。如果客户想达到更好的散热效果，可以采用多层板并且加厚铜厚来达到，并可以在系统里采用主动散热的方案，比如加散热片以及风扇等措施。如果需要用 NSM2016 Demo 板评估此电流传感器的性能，请联系纳芯微销售获取支持。

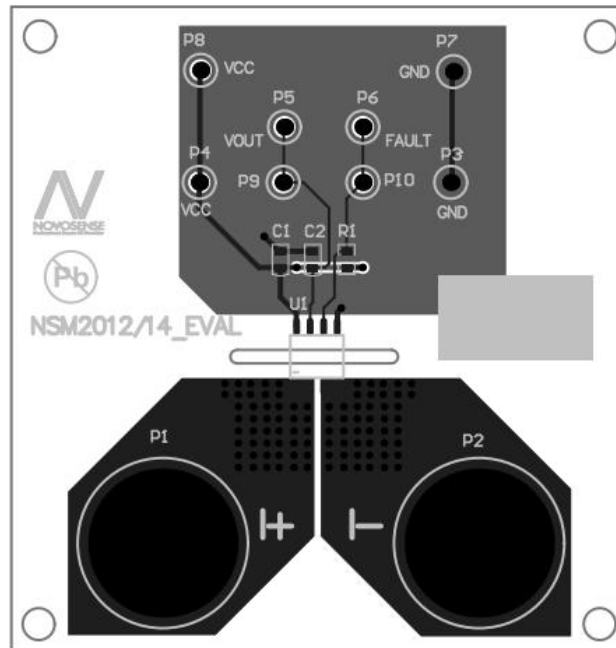


Figure 7.2 NSM2016 PCB Layout

### 7.3. 热评估实验

热评估实验在常温下进行测试，主要说明在不同电流下 NSM2016 电流传感器的温升，有了这些数据以及上述的 Layout 指南，客户可以根据实际应用需求进行散热设计。本实验环境温度为常温，表贴在上述 Demo 板进行温升测试，没有外界主动散热装置（比如风扇等），测得结温与时间的关系，采集 20 分钟的温度数据，正常情况下温升在 10 分钟左右就基本固定，具体测试数据如下：

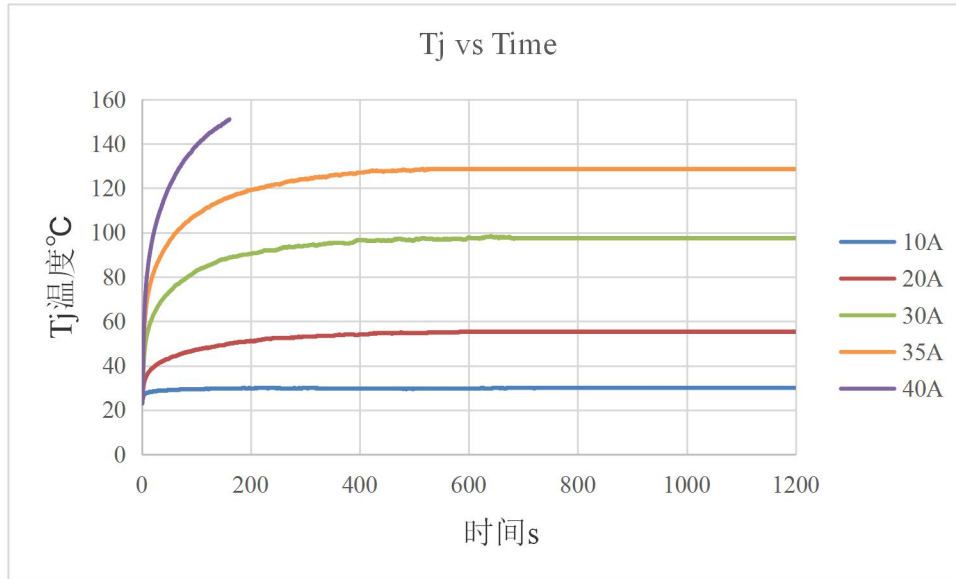


Figure 7.3 NSM2016 在不同电流下结温曲线

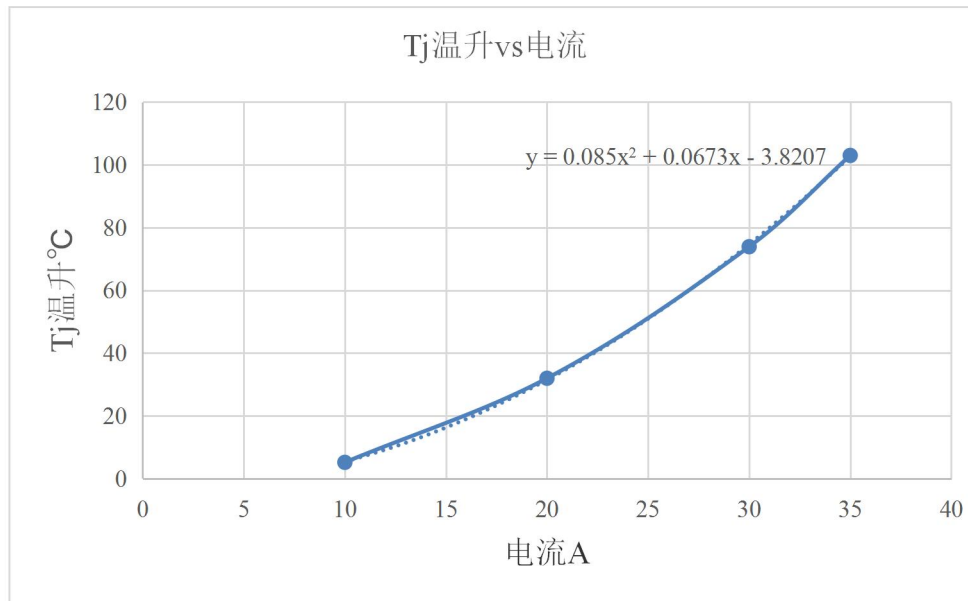


Figure 7.4 NSM2016 在不同电流下结温曲线预估函数(PCB 在 worst case)

需要特别注意的是上述温升实验数据只是基于 Demo 板，为了在 worst case 下体现出 NSM2016 电流与温度的关系。客户可以通过 PCB 铺铜面积增大或者增厚，采用多层板，或者加诸如风扇类的主动散热装置来降低 Tj 的温升 ( $T_j < 150^\circ\text{C}$ )。如果将 NSM2016 与其他竞品对比，请参考同样的 PCB 设计，而不是用竞品提供特别设计的 PCB 来对比，纳芯微可以提供 8 脚的通用 Demo 板用于各家竞品温升对比。



8. 封装信息

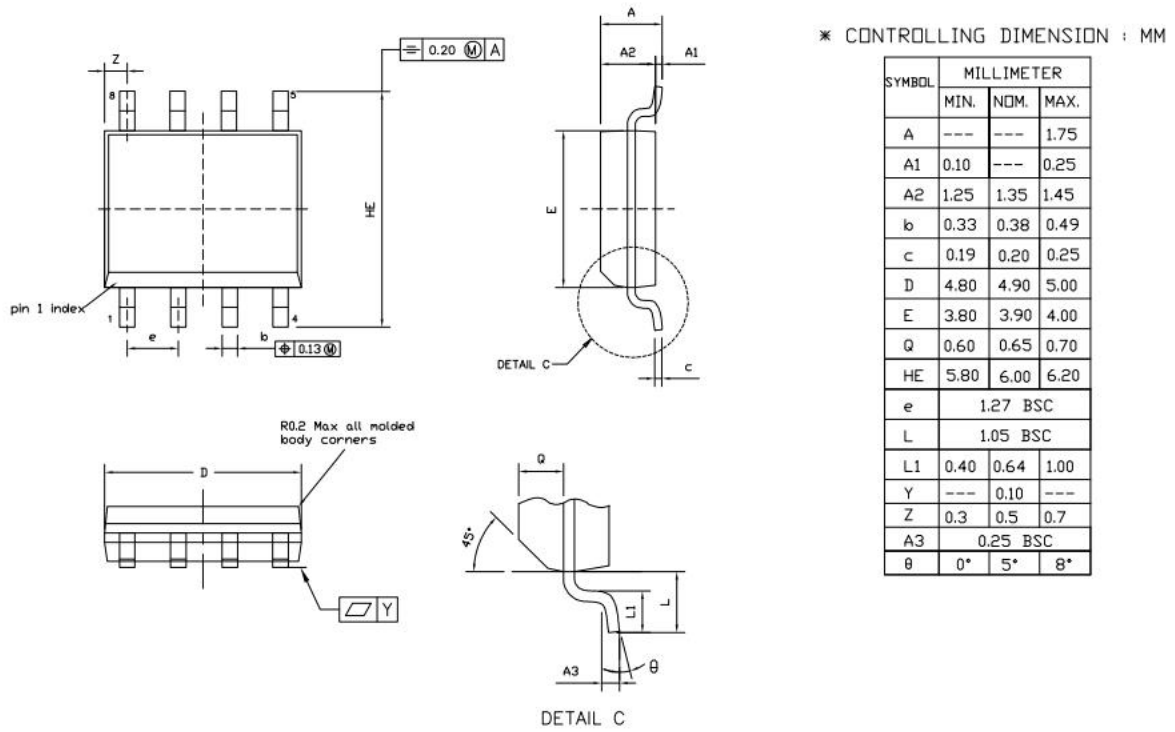


Figure 8.1 SOIC8 Package Shape and Dimension in millimeters

## 9. 订货信息

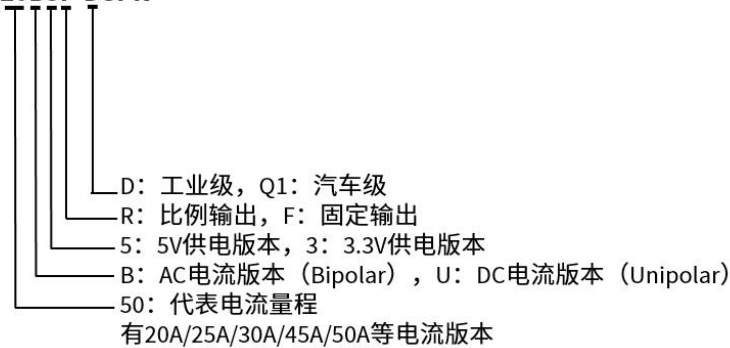
标准订货料号:

产品型号	原边电流(A)	供电电压(V)	初始灵敏度(mV/A)	潮敏等级(MSL)	封装
NSM2016-20B5F-DSPR	±20	5V	100	2	SOIC8
NSM2016-20U5F-DSPR	20	5V	200	2	SOIC8
NSM2016-25B3F-DSPR	±25	3.3V	55	2	SOIC8
NSM2016-30B3F-DSPR	±30	3.3V	44	2	SOIC8
NSM2016-30U3F-DSPR	30	3.3V	88	2	SOIC8
NSM2016-45B5F-DSPR	±45	5V	44.4	2	SOIC8
NSM2016-50B3F-DSPR	±50	3.3V	26.4	2	SOIC8
NSM2016-50B5F-DSPR	±50	5V	40	2	SOIC8
NSM2016-50U5F-DSPR	50	5V	80	2	SOIC8

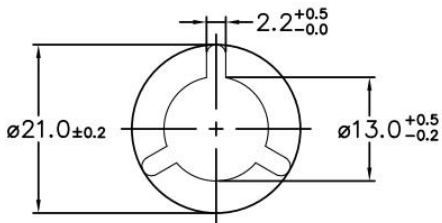
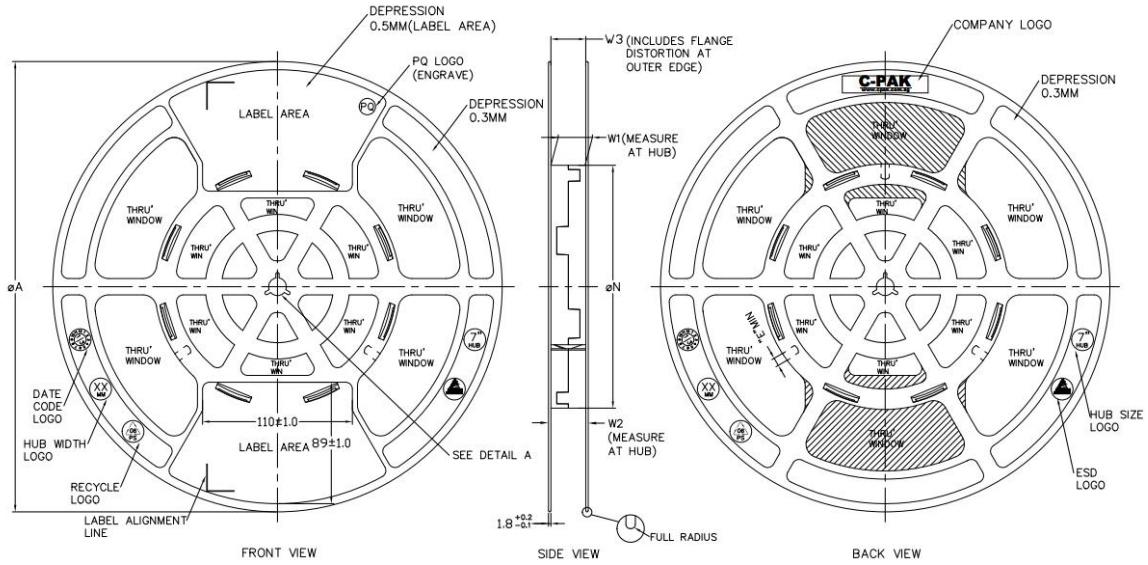
\*如果需要其他电流量程或者供电的版本请联系纳芯微获取特别支持

命名规则:

**NSM2016-20B5F-DSPR**



### 10. 编带与卷盘信息

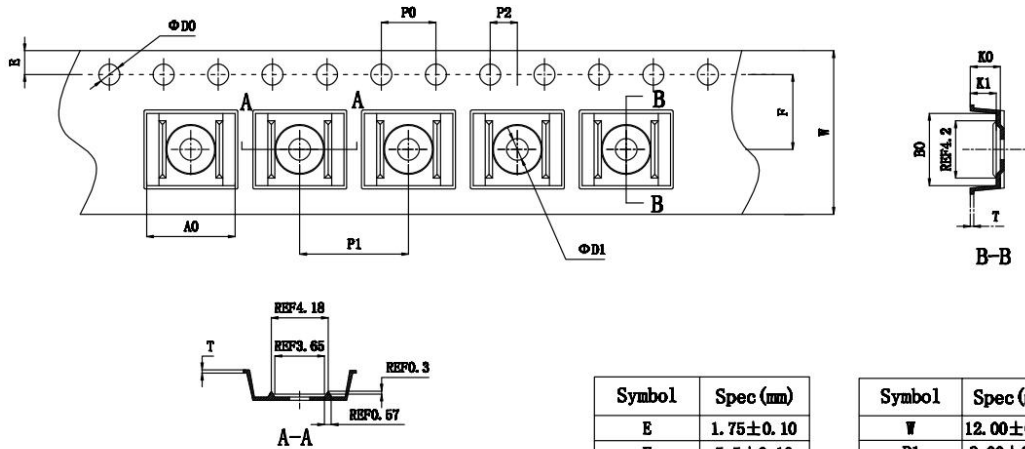


ARBOR HOLE  
DETAIL A  
SCALE : 3:1

PRODUCT SPECIFICATION						
TAPE WIDTH	ØA ±2.0	ØN ±2.0	W1	W2 (MAX)	W3	E (MIN)
08MM	330	178	8.4 ± <sub>0.0</sub> <sup>+1.5</sup>	14.4	SHALL ACCOMMODATE TAPE WIDTH WITHOUT INTERFERENCE	5.5
12MM	330	178	12.4 ± <sub>0.0</sub> <sup>+2.0</sup>	18.4		5.5
16MM	330	178	16.4 ± <sub>0.0</sub> <sup>+2.0</sup>	22.4		5.5
24MM	330	178	24.4 ± <sub>0.0</sub> <sup>+2.0</sup>	30.4		5.5
32MM	330	178	32.4 ± <sub>0.0</sub> <sup>+2.0</sup>	38.4		5.5

SURFACE RESISTIVITY			
LEGEND	SR RANGE	TYPE	COLOUR
A	BELOW 10 <sup>12</sup>	ANTISTATIC	ALL TYPES
B	10 <sup>8</sup> TO 10 <sup>11</sup>	STATIC DISSIPATIVE	BLACK ONLY
C	10 <sup>5</sup> & BELOW 10 <sup>8</sup>	CONDUCTIVE (GENERIC)	BLACK ONLY
E	10 <sup>9</sup> TO 10 <sup>11</sup>	ANTISTATIC (COATED)	ALL TYPES

Note: MPQ(SOIC8):2.5K



Symbol	Spec (mm)
E	1.75 ± 0.10
F	5.5 ± 0.10
P2	2.00 ± 0.10
D0	1.55 ± 0.05
D1	1.6 ± 0.10
P0	4.00 ± 0.10
10P0	40.00 ± 0.20

Symbol	Spec (mm)
W	12.00 ± 0.30
P1	8.00 ± 0.10
A0	6.50 ± 0.10
B0	5.30 ± 0.10
K0	2.20 ± 0.10
K1	1.90 ± 0.10
T	0.30 ± 0.05

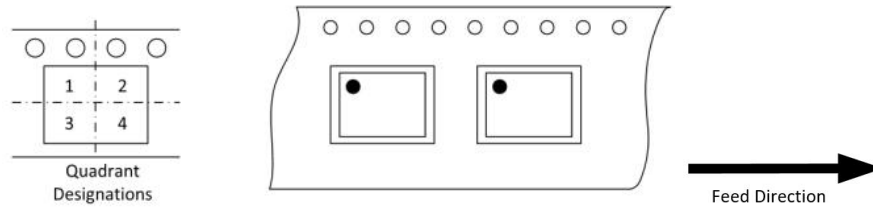


Figure 10.1 Tape and Reel Information of SOIC8

## 11. 修订历史

版本	描述	日期
1.0	首次发布	2023/12/08

### 重要声明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权，包括但不限于对信息准确性、完整性，产品适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的陈述或保证。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责，并确保应用的安全性。客户认可并同意：尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供，但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的所有法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微仅授权客户将此资源用于开发所设计的整合了纳芯微产品的相关应用，不视为纳芯微以明示或暗示的方式授予任何知识产权许可。严禁为任何其他用途使用此资源，或对此资源进行未经授权的复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等，纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息，请与纳芯微电子联系（[www.novosns.com](http://www.novosns.com)）。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有