

AMC1333M10-Q1 具有 10MHz 内部时钟的汽车级 $\pm 1V$ 输入、增强型隔离式精密 Δ - Σ 调制器

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
 - 温度等级 1：-40°C 至 125°C，TA
- 线性输入电压范围： $\pm 1V$
- 高输入阻抗：2.4G Ω （典型值）
- 低直流误差：
 - 失调电压误差： $\pm 0.5mV$ （最大值）
 - 温漂： $\pm 4\mu V/^{\circ}C$ （最大值）
 - 增益误差： $\pm 0.2\%$ （最大值）
 - 增益漂移： $\pm 40ppm/^{\circ}C$ （最大值）
- 高 CMTI：100kV/ μs （最小值）
- 内部 10MHz 时钟发生器
- 高侧电源缺失检测
- 低 EMI：符合 CISPR-11 和 CISPR-25 标准
- 安全相关认证：
 - 符合 DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 的 8000V_{PEAK} 增强型隔离
 - 5700V_{RMS} 隔离，符合 UL1577 标准且持续时长为 1 分钟

2 应用

- 隔离式交流和直流电压测量可用于以下应用：
 - HEV/EV 车载充电器 (OBC)
 - 混合动力汽车/电动汽车直流/直流转换器
 - 混合动力汽车/电动汽车牵引逆变器

3 说明

AMC1333M10-Q1 是一款精密 Δ - Σ 调制器，此调制器的输出与输入电路由抗电磁干扰性能极强的隔离层隔开。该隔离层经认证可提供高达 8000 V_{PEAK} 的增强型隔离，符合 DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 和 UL1577 标准，并且可支持高达 1.5kV_{RMS} 的工作电压。该隔离层可将系统中以不同共模电压电平运行的各器件隔开，防止高电压冲击导致低压侧器件电气损坏或对操作员造成伤害。

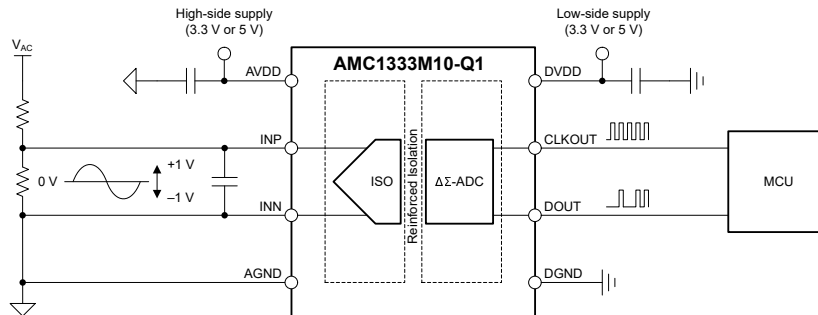
AMC1333M10-Q1 具有 $\pm 1V$ 双极宽输入电压范围和高输入电阻，支持器件直接连接至高电压应用中的电阻分压器。AMC1333M10-Q1 的输出位流与内部生成的时钟同步。通过使用集成式数字滤波器（如 TMS320F2807x 或 TMS320F2837x 微控制器系列中的数字滤波器）来抽取位流，该器件可在 39kSPS 数据速率下实现 16 位分辨率和 87dB 的动态范围。

AMC1333M10-Q1 采用 8 引脚宽体 SOIC 封装，额定的工业级工作温度范围为 -40°C 至 +125°C。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
AMC1333M10-Q1	DWV (SOIC, 8)	5.85mm × 11.5mm

- (1) 如需更多信息，请参阅 [机械、封装和可订购信息](#)。
 (2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。



典型应用



内容

1 特性	1	6.1 概述	17
2 应用	1	6.2 功能方框图	17
3 说明	1	6.3 特性说明	18
4 引脚配置和功能	3	6.4 器件功能模式	21
5 规格	4	7 应用和实施	22
5.1 绝对最大额定值.....	4	7.1 应用信息.....	22
5.2 ESD 等级.....	4	7.2 典型应用.....	22
5.3 建议运行条件.....	5	7.3 最佳设计实践.....	26
5.4 热性能信息.....	6	7.4 电源相关建议.....	26
5.5 功率等级.....	6	7.5 布局.....	27
5.6 绝缘规格.....	7	8 器件和文档支持	28
5.7 安全相关认证.....	8	8.1 文档支持.....	28
5.8 安全限值.....	8	8.2 接收文档更新通知.....	28
5.9 电气特性.....	9	8.3 支持资源.....	28
5.10 开关特性.....	11	8.4 商标.....	28
5.11 时序图.....	11	8.5 静电放电警告.....	28
5.12 绝缘特性曲线.....	12	8.6 术语表.....	28
5.13 典型特性.....	13	9 修订历史记录	28
6 详细说明	17	10 机械、封装和可订购信息	29

4 引脚配置和功能

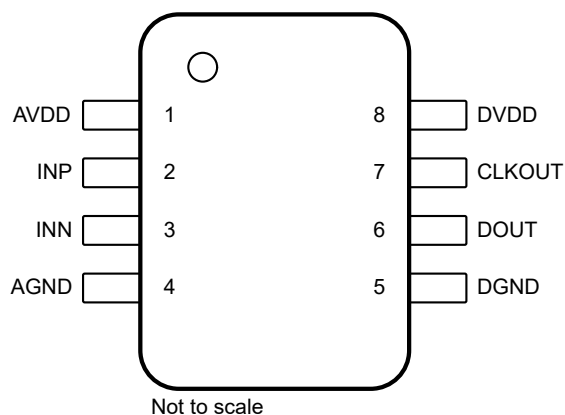


图 4-1. DWV 封装，8 引脚 SOIC（顶视图）

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
编号	名称		
1	AVDD	高侧电源	模拟（高侧）电源 ⁽¹⁾
2	INP	模拟输入	同相模拟输入
3	INN	模拟输入	反相模拟输入
4	AGND	高侧接地端	模拟（高侧）接地基准
5	DGND	低侧接地端	数字（低侧）接地基准
6	DOUT	数字输出	调制器数据输出
7	CLKOUT	数字输出	调制器时钟输出
8	DVDD	低侧电源	数字（低侧）电源 ⁽¹⁾

(1) 有关电源去耦方面的建议，请参阅 [电源相关建议](#) 部分。

5 规格

5.1 绝对最大额定值

请参阅⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电源电压	AVDD 至 AGND	-0.3	6.5	V
	DVDD 至 DGND	-0.3	6.5	
模拟输入电压	INP 和 INN 引脚上	AGND - 5	AVDD + 0.5	V
数字输入电压	CLKIN 引脚上	DGND - 0.5	DVDD + 0.5	V
数字输出电压	DOUT 引脚上	DGND - 0.5	DVDD + 0.5	V
输入电流	连续, 除电源引脚外的任何引脚	-10	10	mA
温度	结温, T_J		150	°C
	贮存温度, T_{stg}	-65	150	

- (1) *绝对最大额定值* 范围外运行可能对器件造成永久损坏。*绝对最大额定值* 并不表示器件在这些条件下或在 *建议的工作条件* 以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用, 器件可能不会完全正常运行, 这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 AEC Q100-002 ⁽¹⁾ HBM ESD 分类等级 2	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 AEC Q100-011 CDM ESD 分类等级 C6	±1000	

- (1) AEC Q100-002 指示应当按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

5.3 建议运行条件

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）

			最小值	标称值	最大值	单位
电源						
AVDD	高侧电源电压	AVDD 至 AGND	3.0	5.0	5.5	V
DVDD	低侧电源电压	DVDD 至 DGND	2.7	3.3	5.5	V
模拟输入						
V _{Clipping}	削波输出前的差分输入电压	V _{IN} = V _{INP} - V _{INN}	±1.25			V
V _{FSR}	额定线性差分满量程电压	V _{IN} = V _{AINP} - V _{AINN}	-1		1	V
	绝对共模输入电压 ⁽¹⁾	(V _{INP} + V _{INN})/2 至 AGND	-2		AVDD	V
V _{CM}	工作共模输入电压 ⁽²⁾	(V _{INP} + V _{INN}) / 2 至 AGND , 3.0V ≤ AVDD < 4.5V , V _{INP} - V _{INN} ≤ 1.25V	-0.8		AVDD - 2.4	V
		(V _{INP} + V _{INN}) / 2 至 AGND , 4.5 V ≤ AVDD ≤ 5.5V , V _{INP} - V _{INN} ≤ 1.25V	-0.8		2.1	
温度范围						
T _A	额定环境温度		-40	25	125	°C

- (1) 系统发生故障时器件所支持的稳态电压。关于正常工作时的电压，请参见额定共模输入电压 V_{CM}。请遵循[绝对最大额定值](#)表中指定的模拟输入电压范围。
- (2) 有关更多详细信息，请参阅[模拟输入](#)部分。

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		DWV (SOIC)	单位
		8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	94	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	36	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	46.1	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	11.5	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	44.4	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	不适用	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅[半导体和 IC 封装热指标](#)应用报告。

5.5 功率等级

参数		测试条件	值	单位
P_D	最大功耗 (两侧)	AVDD = DVDD = 5.5V	78	mW
P_{D1}	最大功耗 (高侧电源)	AVDD = 3.6V	27	mW
		AVDD = 5.5V	46	
P_{D2}	最大功耗 (低侧电源)	DVDD = 3.6V	18	mW
		DVDD = 5.5V	32	

5.6 绝缘规格

在工作环境温度范围内测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	值	单位
通用				
CLR	外部间隙 ⁽¹⁾	引脚间的最短空间距离	≥ 8.5	mm
CPG	外部爬电距离 ⁽¹⁾	引脚间的最短封装表面距离	≥ 8.5	mm
DTI	绝缘穿透距离	双重绝缘层的最小内部缝隙 (内部间隙)	≥ 0.021	mm
CTI	相对漏电起痕指数	DIN EN 60112 (VDE 0303-11) ; IEC 60112	≥ 600	V
	材料组	符合 IEC 60664-1	I	
	过压类别 (符合 IEC 60664-1)	额定市电电压 ≤ 600V _{RMS}	I-IV	
		额定市电电压 ≤ 1000V _{RMS}	I-III	
DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) ²				
V _{IORM}	最大重复峰值隔离电压	在交流电压下	2120	V _{PK}
V _{IOWM}	最大额定隔离 工作电压	在交流电压下 (正弦波)	1500	V _{RMS}
		在直流电压下	2120	V _{DC}
V _{IOTM}	最大瞬态 隔离电压	V _{TEST} = V _{IOTM} , t = 60s (合格测试)	8000	V _{PK}
		V _{TEST} = 1.2 × V _{IOTM} , t = 1s (100% 生产测试)	9600	
V _{IMP}	最大脉冲电压 ⁽³⁾	在空气中进行测试, 符合 IEC 62368-1 的 1.2/50μs 方波	9800	V _{PK}
V _{IOSM}	最大浪涌 隔离电压 ⁽⁴⁾	在油中进行测试 (合格测试) 符合 IEC 62368-1 的 1.2/50μs 波形	12800	V _{PK}
q _{pd}	视在电荷 ⁽⁵⁾	方法 a , 输入/输出安全测试子组 2/3 后 , V _{ini} = V _{IOTM} , t _{ini} = 60s , V _{pd(m)} = 1.2 × V _{IORM} , t _m = 10s	≤ 5	pC
		方法 a , 环境测试子组 1 后 , V _{ini} = V _{IOTM} , t _{ini} = 60s ; V _{pd(m)} = 1.6 × V _{IORM} , t _m = 10s	≤ 5	
		方法 b1 , 常规测试 (100% 量产测试) 和预调节 (类型测试) , V _{ini} = V _{IOTM} , t _{ini} = 1s ; V _{pd(m)} = 1.875 × V _{IORM} , t _m = 1s	≤ 5	
C _{IO}	势垒电容 , 输入至输出 ⁽⁶⁾	V _{IO} = 0.5V _{PP} (1MHz)	约 1.5	pF
R _{IO}	绝缘电阻 , 输入至输出 ⁽⁶⁾	V _{IO} = 500V (T _A = 25°C)	> 10 ¹²	Ω
		V _{IO} = 500V (100°C ≤ T _A ≤ 125°C)	> 10 ¹¹	
		V _{IO} = 500V , T _S = 150°C	> 10 ⁹	
	污染等级		2	
	气候类别		55/125/21	
UL1577				
V _{ISO}	可承受的隔离电压	V _{TEST} = V _{ISO} = 5700 V _{RMS} , t = 60s (合格) , V _{TEST} = 1.2 × V _{ISO} = 6840 V _{RMS} , t = 1s (100% 生产测试)	5700	V _{RMS}

- (1) 根据应用特定的设备隔离标准应用爬电距离和电气间隙要求。务必使爬电距离和电气间隙一直符合电路板设计的要求, 以确保在印刷电路板 (PCB) 上安装的隔离器焊盘不会缩短这一距离。在某些情况下, PCB 上的爬电距离和电气间隙相等。在 PCB 上插入坡口、肋或两者等技术可帮助提高这些规格。
- (2) 此耦合器仅适用于安全额定值范围内的安全电气绝缘。应借助合适的保护电路来确保符合安全等级。
- (3) 在空气中进行测试, 以确定封装的浪涌抗扰度。
- (4) 在油中进行测试, 以确定隔离栅的固有浪涌抗扰度。
- (5) 视在电荷是局部放电 (pd) 引起的电气放电。
- (6) 将隔离栅每一侧的所有引脚都连在一起, 构成一个双引脚器件。

5.7 安全相关认证

VDE	UL
DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17)、 EN IEC 60747-17、 DIN EN IEC 62368-1 (VDE 0868-1)、 EN IEC 62368-1、 IEC 62368-1 条款：5.4.3；5.4.4.4；5.4.9	在 1577 元件认证计划下进行了认证
增强型绝缘	单一绝缘保护
证书编号：40040142	文件编号：E181974

5.8 安全限值

安全限制旨在最大限度地减小在发生输入或输出电路故障时对隔离栅的潜在损害。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _S	安全输入、输出 或电源电流	R _{θJA} = 94°C/W、T _J = 150°C、T _A = 25°C、 AVDD = DVDD = 5.5V			242	mA
		R _{θJA} = 94°C/W、T _J = 150°C、T _A = 25°C、 AVDD = DVDD = 3.6V			369	
P _S	安全输入、输出 或总功率 ⁽¹⁾	R _{θJA} = 94°C/W，T _J = 150°C，T _A = 25°C			1330	mW
T _S	最高安全温度				150	°C

(1) 最高安全温度 T_S 与器件指定的最大结温 T_J 的值相同。I_S 和 P_S 参数分别表示安全电流和安全功率。请勿超过 I_S 和 P_S 的最大限值。这些限值随着环境温度 T_A 的变化而变化。

[热性能信息](#) 表中的结至空气热阻 R_{θJA} 是安装在引线式表面贴装封装高 K 测试板上的器件热阻。可以使用这些公式来计算各个参数的值：

T_J = T_A + R_{θJA} × P，其中 P 为器件上消耗的功率。

T_{J(max)} = T_S = T_A + R_{θJA} × P_S，其中 T_{J(max)} 为最大结温。

P_S = I_S × AVDD_{max} + I_S × DVDD_{max}，其中 AVDD_{max} 为最大高侧电压，而 DVDD_{max} 为最大控制器侧电源电压。

5.9 电气特性

最小值和最大值规格的适用条件为： $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 、 $AVDD = 3.0\text{V}$ 至 5.5V 、 $DVDD = 2.7\text{V}$ 至 5.5V 、 $INP = -1\text{V}$ 至 $+1\text{V}$ ，以及 $INN = AGND = 0\text{V}$ ；典型值规格的条件为： $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $AVDD = 5\text{V}$ 、 $DVDD = 3.3\text{V}$ （除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入						
R _{IN}	单端输入电阻	INN = AGND	0.1	2.4		GΩ
R _{IND}	差分输入电阻		0.1	3		GΩ
I _{IB}	输入偏置电流	INP = INN = AGND , I _{IB} = (I _{INP} + I _{INN}) / 2	-10	±3	10	nA
TCI _{IB}	输入偏置电流温度漂移			-7		pA/°C
I _{IO}	输入失调电流	I _{IO} = I _{INP} - I _{INN}	-5	±1	5	nA
C _{IN}	单端输入电容	INN = AGND		2		pF
C _{IND}	差分输入电容			2		pF
CMTI	共模瞬态抗扰度	AGND - DGND = 1kV	100	150		kV/μs
CMRR	共模抑制比	INP = INN , f _{IN} = 0Hz , V _{CM min} ≤ V _{CM} ≤ V _{CM max}		-104		dB
		INP = INN , f _{IN} = 10kHz , - 0.5 V ≤ V _{IN} ≤ 0.5 V		-89		
PSRR	电源抑制比	PSRR 与 AVDD 间的关系 (直流条件下)		-86		dB
		PSRR 与 AVDD 间的关系, 100mV 和 10kHz 纹波		-86		
直流精度						
E _O	偏移误差 ^{(1) (2)}	INP = INN = AGND , T _A = 25°C	-0.5	±0.04	0.5	mV
TCE _O	偏移误差温度漂移 ⁽³⁾		-4	±0.6	4	μV/°C
E _G	增益误差 ⁽²⁾	T _A = 25°C	-0.2%	±0.03%	0.2%	
TCE _G	增益误差温度漂移 ⁽⁴⁾		-40	±20	40	ppm/°C
DNL	微分非线性	分辨率: 16 位	-0.99		0.99	LSB
INL	积分非线性 ⁽³⁾	分辨率: 16 位	-5	±1.6	5	LSB
交流精度						
THD	总谐波失真 ⁽⁶⁾	V _{IN} = 2V _{PP} , f _{IN} = 1kHz , 单端输入 (AINN = AGND)		-91	-82	dB
数字输出 (CMOS)						
C _{LOAD}	输出负载电容			15		pF
V _{OH}	高电平输出电压	I _{OH} = - 20μA	DVDD - 0.1			V
		I _{OH} = - 4m	DVDD - 0.4			
V _{OL}	低电平输出电压	I _{OL} = 20μA			0.1	V
		I _{OL} = 4m			0.4	

5.9 电气特性 (续)

最小值和最大值规格的适用条件为： $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 、 $AVDD = 3.0\text{V}$ 至 5.5V 、 $DVDD = 2.7\text{V}$ 至 5.5V 、 $INP = -1\text{V}$ 至 $+1\text{V}$ ，以及 $INN = AGND = 0\text{V}$ ；典型值规格的条件为： $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $AVDD = 5\text{V}$ 、 $DVDD = 3.3\text{V}$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
$AVDD_{UV}$	AVDD 欠压检测阈值	AVDD 上升	2.1		2.65	V
		AVDD 下降	1.95		2.5	
$DVDD_{UV}$	DVDD 欠压检测阈值	DVDD 上升	2.2	2.45	2.65	V
		DVDD 下降	1.8		2.2	V
I_{AVDD}	高侧电源电流	$3\text{V} \leq AVDD \leq 3.6\text{V}$		5.8	7.6	mA
		$4.5\text{V} \leq AVDD \leq 5.5\text{V}$		6.4	8.4	
I_{DVDD}	低侧电源电流	$2.7\text{V} \leq DVDD \leq 3.6\text{V}$, $C_{LOAD} = 15\text{pF}$		4	5.1	mA
		$4.5\text{V} \leq DVDD \leq 5.5\text{V}$, $C_{LOAD} = 15\text{pF}$		4.4	5.8	

- (1) 此参数以输入为基准。
- (2) 典型值包括一个 Σ 统计变化。
- (3) 根据定义，积分非线性是指距离穿过理想 ADC 传递函数端点的直线之间的最大偏差，以 LSB 的数量表示，或以指定线性满量程 FSR 的百分比表示。
- (4) 使用框方法计算失调电压误差温漂，如以下公式所述：

$$TCE_O = (E_{O,MAX} - E_{O,MIN}) / \text{TempRange}$$
 其中 $E_{O,MAX}$ 和 $E_{O,MIN}$ 是指在温度范围 (-40°C 至 125°C) 内测得的最大和最小 E_O 值。
- (5) 使用框方法计算增益误差温漂，如以下公式所述：

$$TCE_G (\text{ppm}) = ((E_{G,MAX} - E_{G,MIN}) / \text{TempRange}) \times 10^4$$
 其中 $E_{G,MAX}$ 和 $E_{G,MIN}$ 是指在温度范围 (-40°C 至 125°C) 内测得的最大和最小 E_G 值 (表示为 %)。
- (6) THD 是前五个高次谐波幅度的均方根和与基波幅度之比。

5.10 开关特性

在工作环境温度范围内测得（除非另有说明）

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{CLK}	内部时钟频率	9.5	10	10.5	MHz
	内部时钟占空比	45%	50%	55%	
t_H	CLKOUT 上升沿之后的 DOUT 保持时间	$C_{LOAD} = 15pF$		3.5	ns
t_D	CLKOUT 上升沿之后的 DOUT 保持时间	$C_{LOAD} = 15pF$		15	ns
t_r	DOUT 和 CLKOUT 上升时间	10% 至 90%, $2.7V \leq DVDD \leq 3.6V$, $C_{LOAD} = 15pF$		2.5	ns
		10% 至 90%, $4.5V \leq DVDD \leq 5.5V$, $C_{LOAD} = 15pF$		3.2	
t_f	DOUT 和 CLKOUT 下降时间	10% 至 90%, $2.7V \leq DVDD \leq 3.6V$, $C_{LOAD} = 15pF$		2.2	ns
		10% 至 90%, $4.5V \leq DVDD \leq 5.5V$, $C_{LOAD} = 15pF$		2.9	
t_{ASTART}	器件启动时间	AVDD 从 0V 变化为 3.0V, $DVDD \geq 2.7V$ 时位流有效, 0.1% 稳定时间		0.25	ms

5.11 时序图

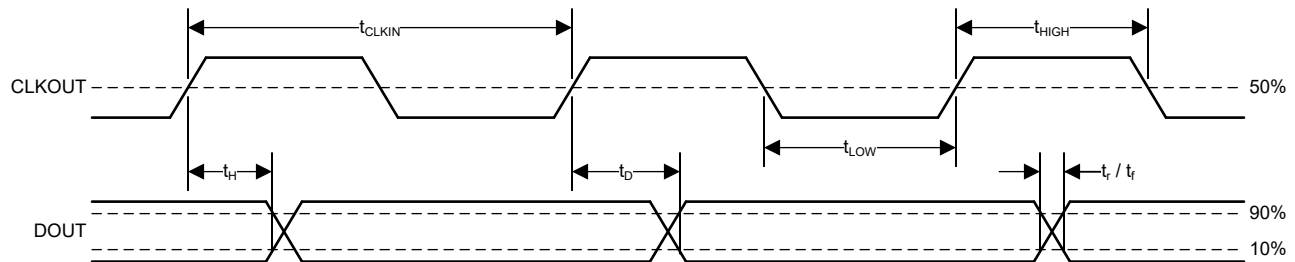


图 5-1. 数字接口时序

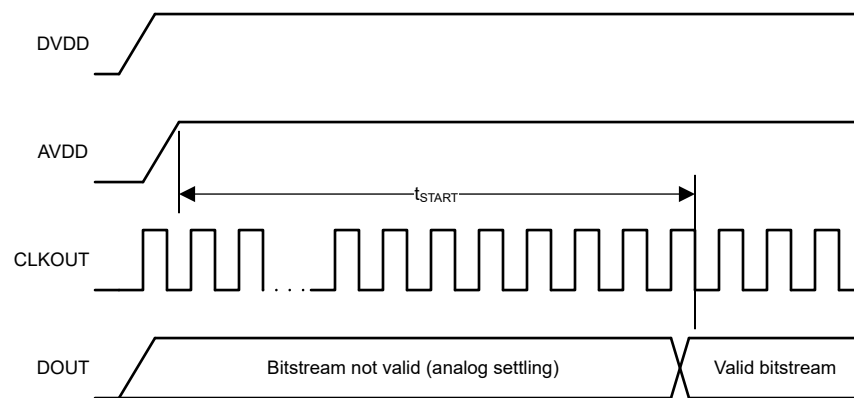


图 5-2. 器件启动时序

5.12 绝缘特性曲线

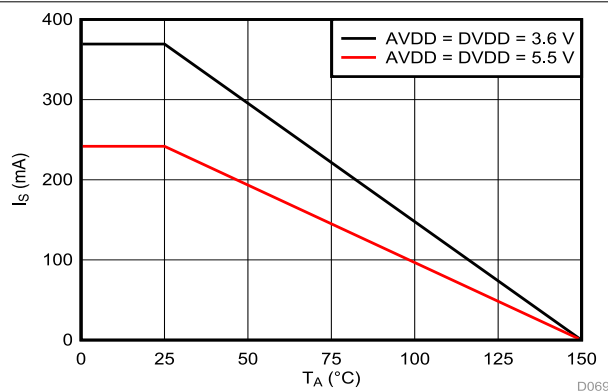


图 5-3. 安全限制电流的热降额曲线 (符合 VDE)

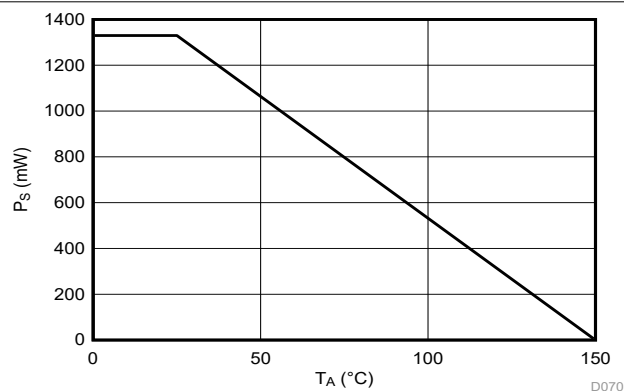
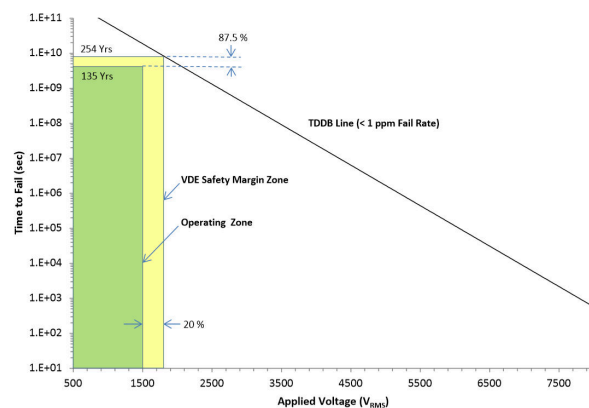


图 5-4. 安全限制功率的热降额曲线 (符合 VDE)

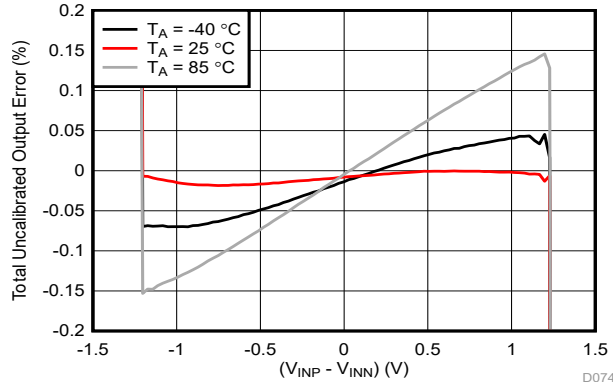


TA 最高 150°C，应力电压频率 = 60Hz，隔离工作电压 = 1500VRMS，工作寿命 = 135 年

图 5-5. 增强型隔离电容器寿命图

5.13 典型特性

适用条件为：AVDD = 5V，DVDD = 3.3V，INP = -1V 至 1V，INN = AGND，且 sinc³ 滤波器的 OSR = 256（除非另有说明）



总未校准输出误差（以 % 为单位）定义为：

$$(\text{输出代码}/2^{16}) - (V_{IN} + 1.25V)/2.5V \times 100$$
，
 其中 $V_{IN} = (V_{INP} - V_{INN})$

图 5-6. 总未校准输出误差与输入电压间的关系

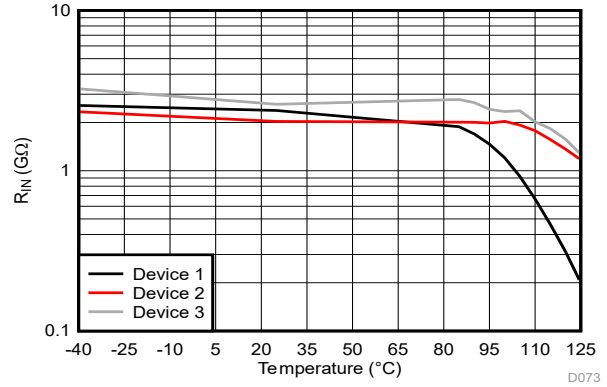


图 5-7. 单端输入电阻与温度间的关系

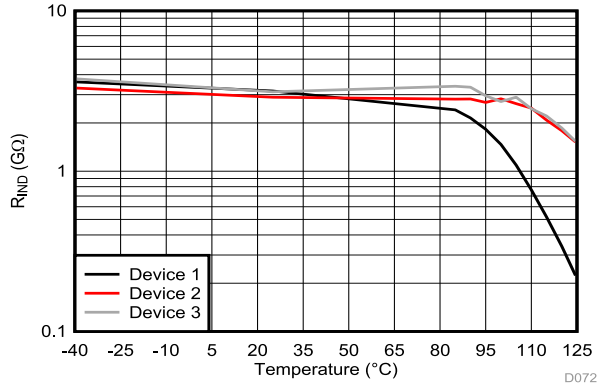


图 5-8. 差分输入电阻与温度间的关系

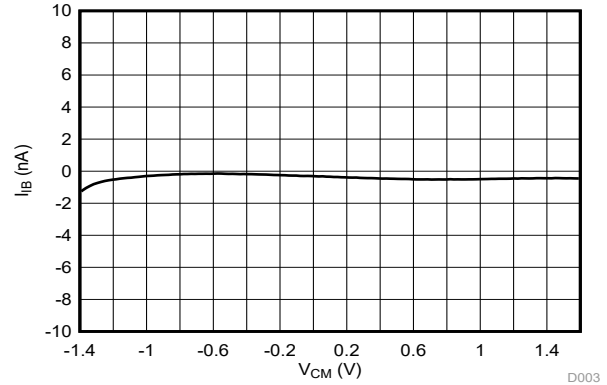


图 5-9. 输入偏置电流与共模输入电压间的关系

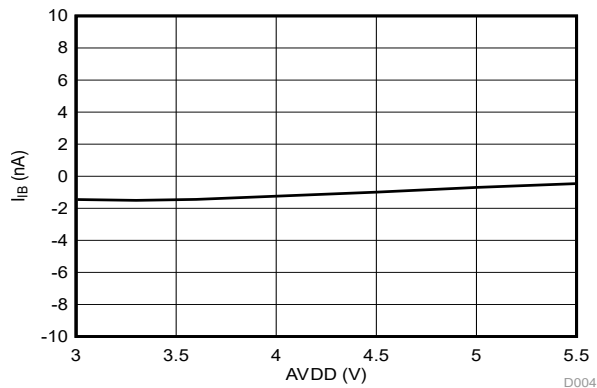


图 5-10. 输入偏置电流与高侧电源电压间的关系

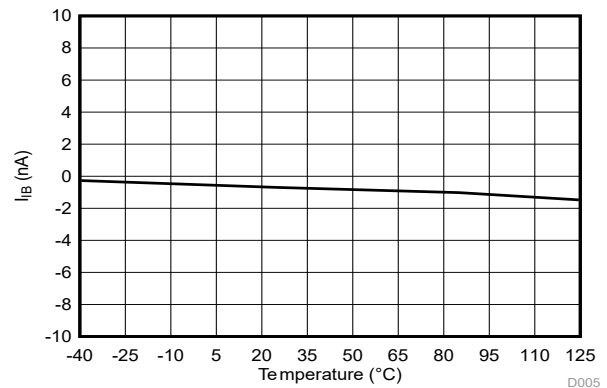


图 5-11. 输入偏置电流与温度间的关系

5.13 典型特性 (续)

适用条件为：AVDD = 5V，DVDD = 3.3V，INP = -1V 至 1V，INN = AGND，且 sinc³ 滤波器的 OSR = 256 (除非另有说明)

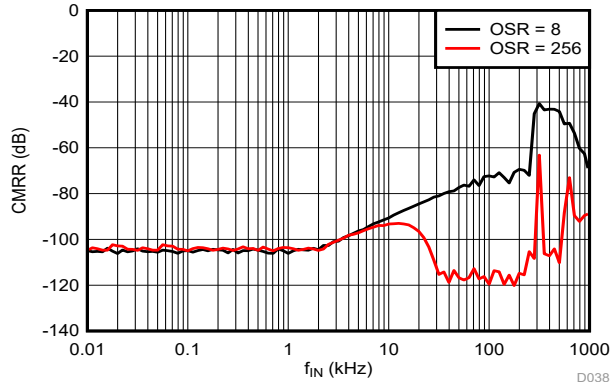


图 5-12. 共模抑制比与纹波频率间的关系

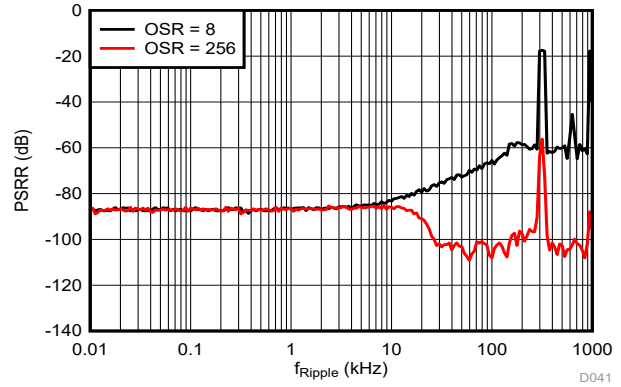


图 5-13. 电源抑制比与纹波频率间的关系

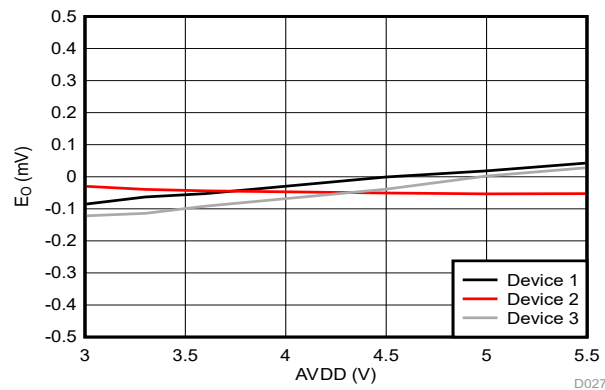


图 5-14. 失调电压误差与高侧电源电压间的关系

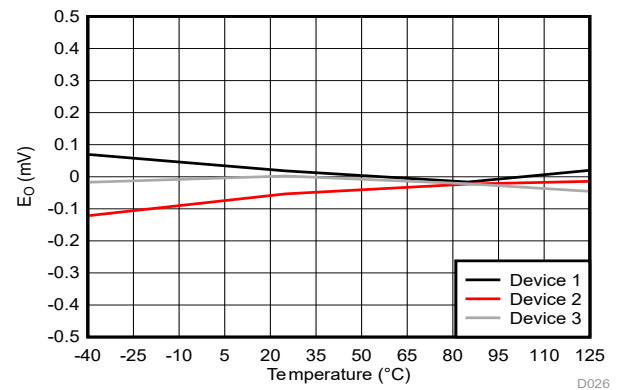


图 5-15. 偏移误差与温度间的关系

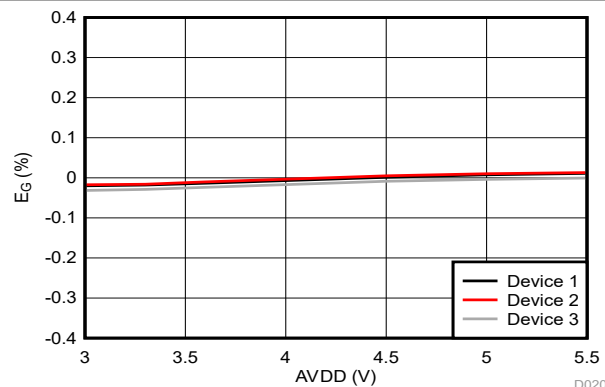


图 5-16. 增益误差与高侧电源电压间的关系

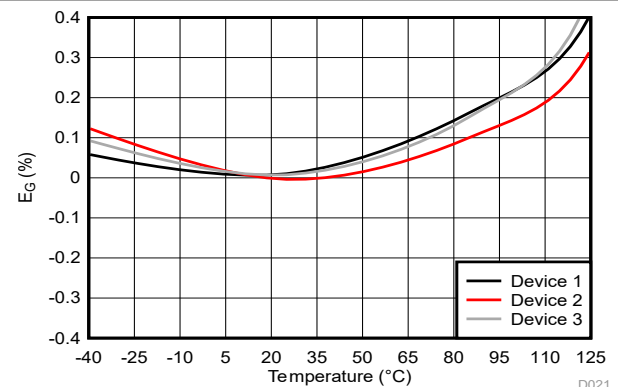


图 5-17. 增益误差与温度间的关系

5.13 典型特性 (续)

适用条件为：AVDD = 5V，DVDD = 3.3V，INP = -1V 至 1V，INN = AGND，且 sinc³ 滤波器的 OSR = 256 (除非另有说明)

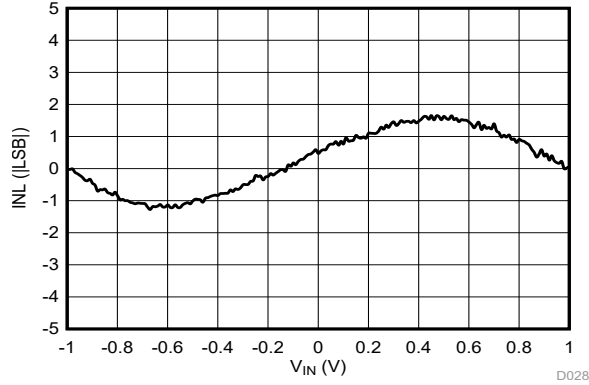


图 5-18. 积分非线性与输入电压间的关系

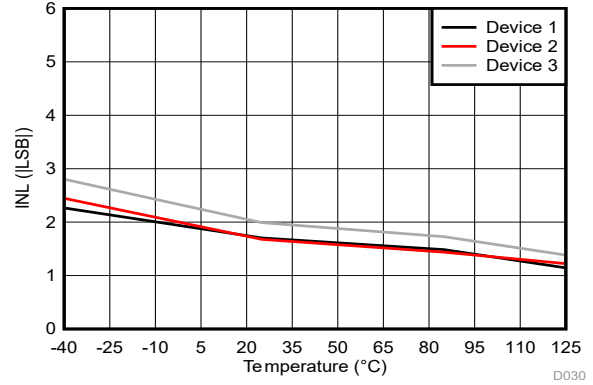


图 5-19. 积分非线性与温度间的关系

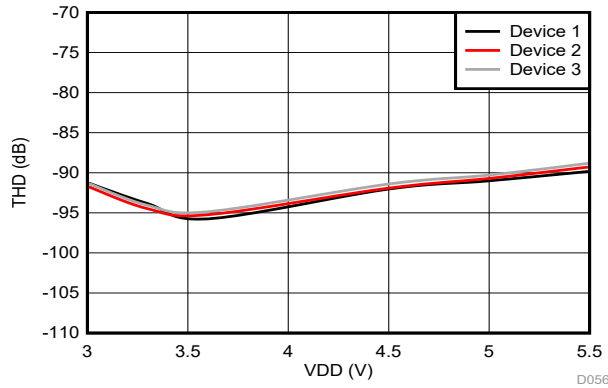


图 5-20. 总谐波失真与高侧电源电压间的关系

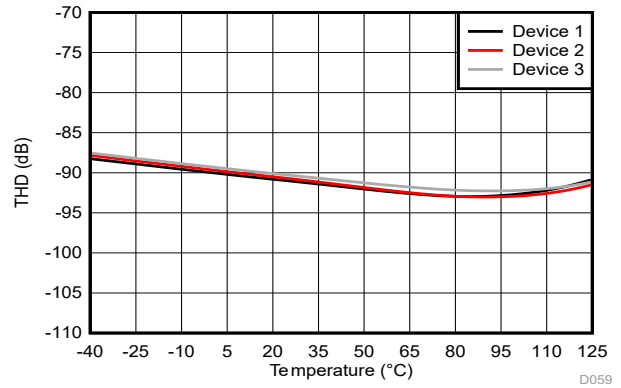


图 5-21. 总谐波失真与温度间的关系

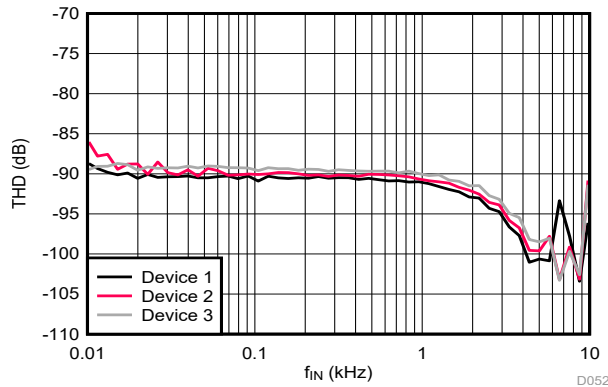


图 5-22. 总谐波失真与输入信号频率间的关系

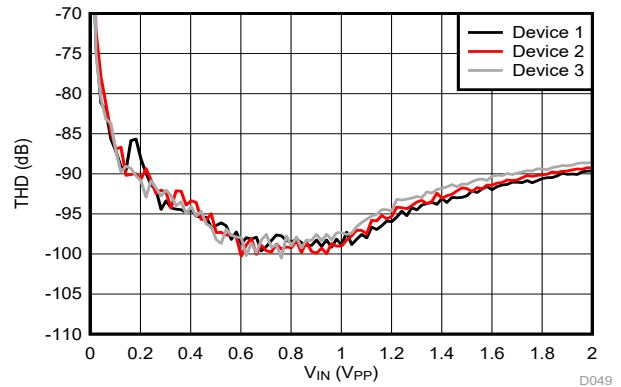


图 5-23. 总谐波失真与输入信号幅度间的关系

5.13 典型特性（续）

适用条件为：AVDD = 5V，DVDD = 3.3V，INP = -1V 至 1V，INN = AGND，且 sinc^3 滤波器的 OSR = 256（除非另有说明）

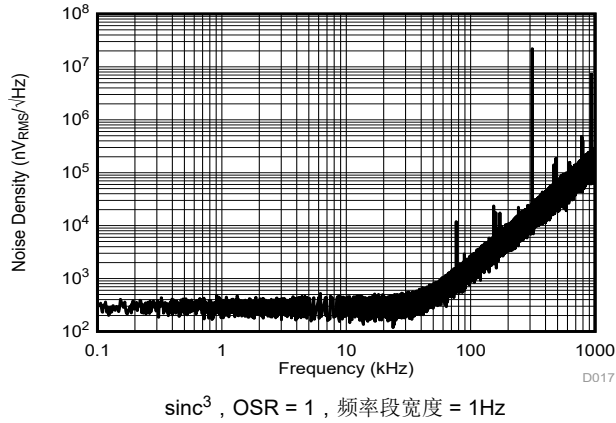


图 5-24. 两个输入端都短接至 HGND 时的噪声密度

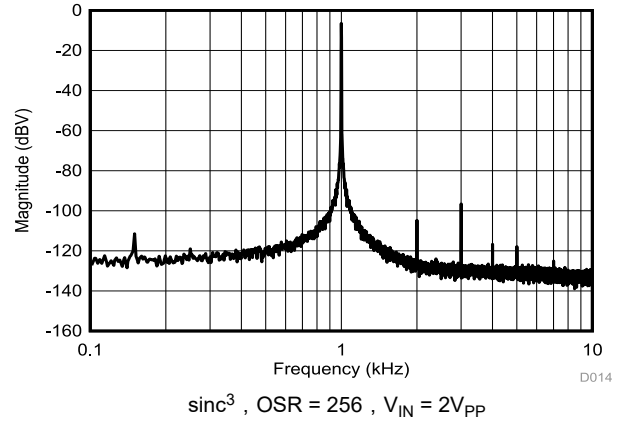


图 5-25. 1kHz 输入信号时的频谱

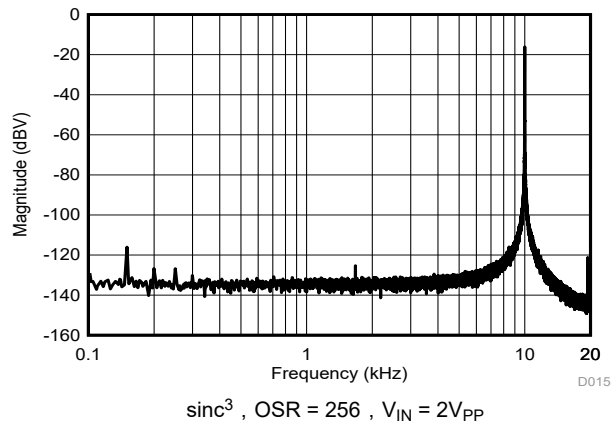


图 5-26. 10kHz 输入信号时的频谱

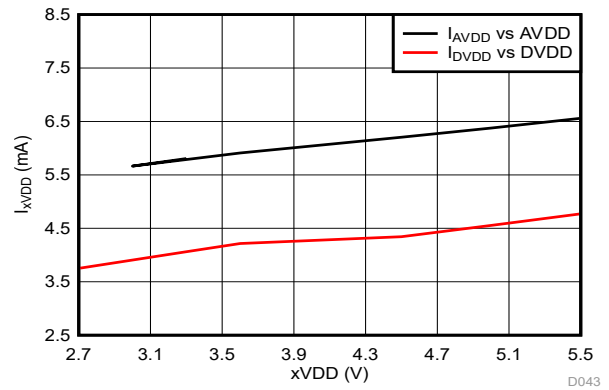


图 5-27. 电源电流与电源电压间的关系

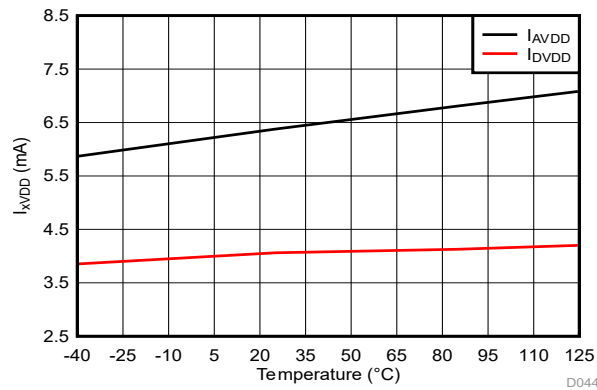


图 5-28. 电源电流与温度间的关系

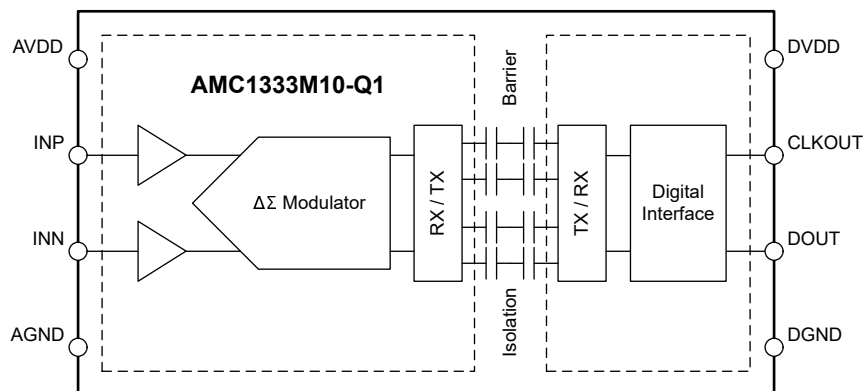
6 详细说明

6.1 概述

AMC1333M10-Q1 的输入级由一个全差分放大器组成，该放大器为一个二阶 Δ - Σ 调制器的开关电容器输入馈电。调制器将模拟输入信号转换为数字比特流，该比特流通过用于隔离高侧和低侧的隔离栅进行传输。转换器的隔离式数据输出 DOUT 提供由数字 1 和 0 组成的位流。该位流与 CLKOUT 引脚上的内部生成的时钟源同步。此串行位流输出的平均时间与模拟输入电压成正比。

基于二氧化硅 (SiO_2) 的电容隔离栅支持高水平的磁场抗扰度，如 [ISO72x 数字隔离器磁场抗扰度 应用手册](#) 中所述。由于 AMC1333M10-Q1 采用数字调制来跨过隔离栅发送数据，另外再加上隔离栅的特性，该器件具有高可靠性和共模瞬态抗扰度。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 模拟输入

AMC1333M10-Q1 的高阻抗输入级为二阶开关电容器前馈 Δ - Σ 调制器供电。调制器将模拟信号转换为通过隔离栅传输的比特流，如 [隔离通道信号传输](#) 部分所述。AMC1333M10-Q1 具有高阻抗和低偏置电流输入，非常适合通常采用高阻抗电阻分压器的隔离式高电压检测应用。

为了减少失调电压和温漂，输入缓冲器会以设置为 $f_{CLK}/32$ 的斩波频率进行斩波稳定。图 6-1 展示了由 10MHz 调制器时钟的斩波频率生成的 312.5kHz 杂散。

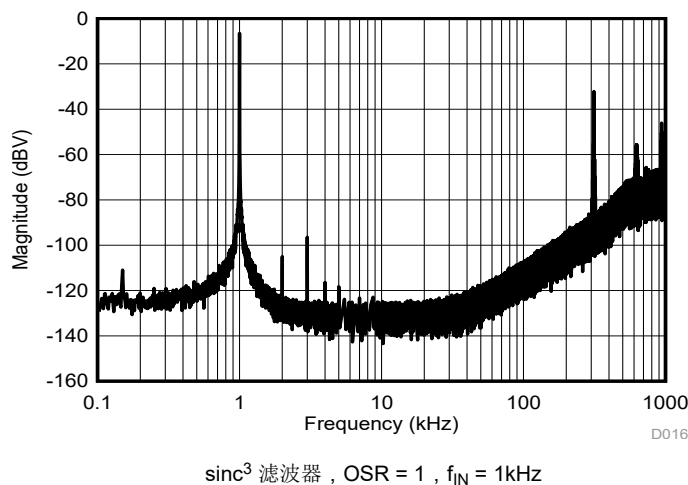


图 6-1. 量化噪声整形

模拟输入信号 (INP 和 INN) 受到以下两种限制。第一，如果输入电压超过 [绝对最大额定值](#) 表中规定的输入范围，则输入电流必须限制为 10mA，这是因为器件输入静电放电 (ESD) 二极管会接通。第二，仅当差分模拟输入电压保持在指定的线性满标量程范围 V_{FSR} 和指定的输入共模电压范围 V_{CM} 内时，才能保证器件的线性度和噪声性能。请参阅图 6-2 和 [建议运行条件](#) 表。

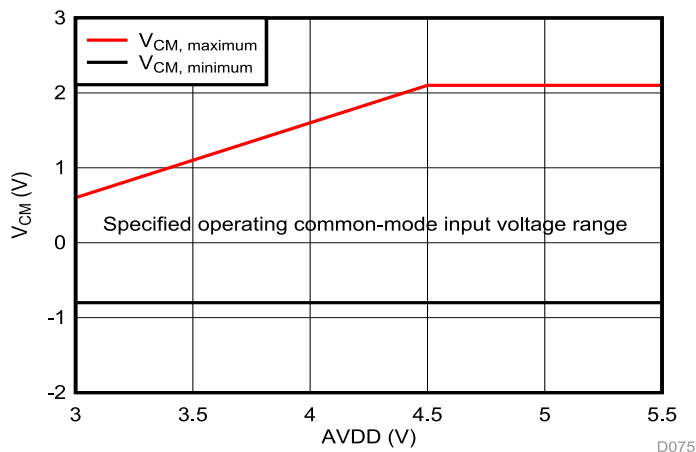


图 6-2. 差分输入信号为 $\pm 1.25V$ 时的共模输入电压范围

6.3.2 调制器

图 6-3 概念化了 AMC1333M10-Q1 中实现的二阶开关电容器前馈 $\Delta\Sigma$ 调制器。从输入电压 $V_{IN} = (V_{INN} - V_{INP})$ 中减去 1 位数模转换器 (DAC) 的输出 V_5 ，在第一积分器级的输入端得到模拟电压 V_1 。第一积分器的输出端馈送到第二积分器级的输入端，产生从输入信号 V_{IN} 和第一积分器的输出 V_2 求和后的输出电压 V_3 。根据所得电压 V_4 的极性，比较器的输出将改变。在这种情况下，1 位 DAC 通过改变相关模拟输出电压 V_5 在下一个时钟脉冲上作出响应，使积分器沿相反方向前进，并强制积分器输出端的值来跟踪输入端的平均值。

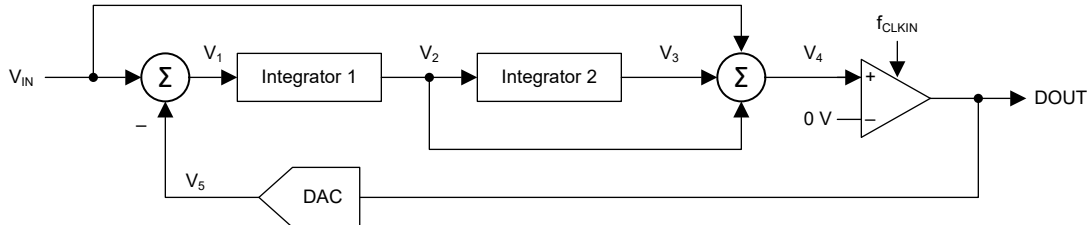


图 6-3. 二阶调制器的框图

调制器将量化噪声转移到高频，如图 6-1 所示。因此，在器件的输出端使用低通数字滤波器来提高整体性能。该滤波器还用于将较高采样率的 1 位数据流转换为较低速率（抽取）的较高位数字字。TI 的 C2000™ 和 Sitara™ 微控制器系列提供合适的可编程硬接线滤波器结构，称为 $\Sigma\text{-}\Delta$ 滤波器模块 (SDFM)，该模块经优化可与 AMC1333M10-Q1 配合使用。或者，使用现场可编程门阵列 (FPGA) 或复杂可编程逻辑器件 (CPLD) 来实现滤波器。

6.3.3 隔离通道信号传输

AMC1333M10-Q1 使用开关键控 (OOK) 调制方案（如图 6-4 所示），跨过基于 SiO_2 的隔离栅来传输调制器输出位流。功能方框图中所示的发送驱动器 (TX) 跨过隔离栅发送一个内部生成的高频载波来表示数字一，不发送信号则指示数字零。AMC1333M10-Q1 内使用的载波标称频率为 480MHz。

图 6-4 展示了开关键控方案的概念。

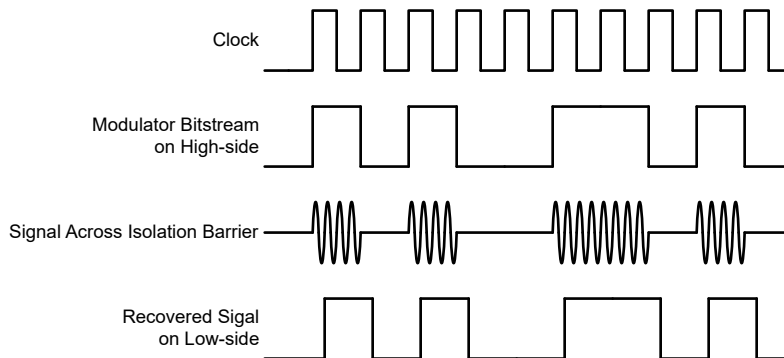


图 6-4. 基于 OOK 的调制方案

6.3.4 数字输出

0V 差分输入信号在理想状态下会生成 50% 时间处于高电平的位流 (由 1 和 0 组成)。1V 差分输入会生成 90% 时间处于高电平的位流 (由 1 和 0 组成)。当分辨率为 16 位时, 该百分比在理想情况下对应于代码 58982。1V 差分输入会生成 10% 时间处于高电平的位流 (由 1 和 0 组成), 理想情况下会生成代码 6553, 分辨率为 16 位。这些输入电压也是 AMC1333M10-Q1 的指定线性范围。如果输入电压值超出该范围, 则随着量化噪声的增大, 调制器的输出会表现出非线性行为。调制器的输出在输入小于或等于 -1.25V 时具有恒定的 0 位流, 或在输入大于或等于 1.25V 时具有恒定的 1 位流。但是, 在这种情况下, AMC1333M10-Q1 会每 128 个时钟周期产生单个 1 (如果输入为负满量程) 或 0 (如果输入为正满量程) 以指示器件运行正常 (请参阅[满标量程输入情况下的输出行为](#)部分以了解更多详细信息)。图 6-5 展示了输入电压与输出调制器信号间的关系。

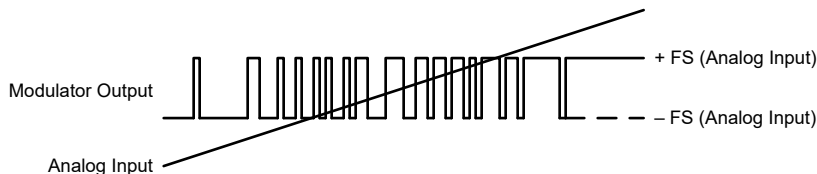


图 6-5. 调制器输出与模拟输入间的关系

使用 **方程式 1**，针对任何输入电压值 ($V_{IN} = V_{INP} - V_{INN}$) (满量程输入信号除外，如 **满标量程输入情况下的输出行为** 所示) 计算输出位流中 **1** 的密度：

$$\rho = \frac{V_{IN} + V_{Clipping}}{2 \times V_{Clipping}} \quad (1)$$

6.3.4.1 满标量程输入情况下的输出行为

如果向 AMC1333M10-Q1 施加满量程输入信号（即 $|V_{IN}| \geq |V_{Clipping}|$ ），器件会在 DOUT 每 128 位生成一个 1 或 0，如图 6-6 所示，具体取决于所检测信号的实际极性。通过这种方式，可以在系统级对缺少 AVDD 和满量程输入信号进行区分。

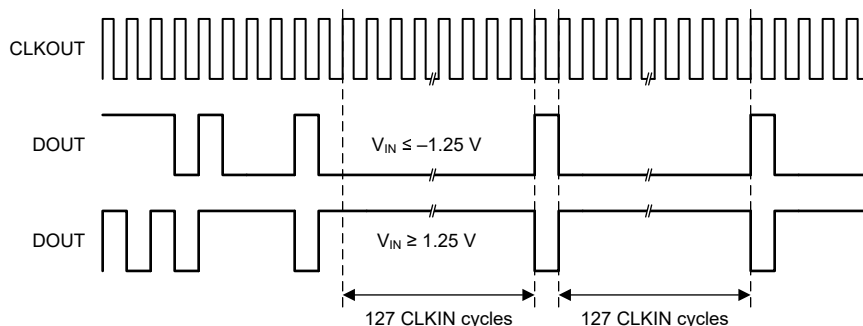


图 6-6. AMC1333M10-Q1 的满标量程输出

6.3.4.2 高侧电源缺失情况下的输出行为

如果缺少高侧电源，则器件在输出端提供恒定的逻辑 0 位流（如图 6-7 所示），DOUT 始终为低电平。每 128 个时钟脉冲不会生成 1，从而将此条件与有效的负满标量程输入区分开来。该特性有助于识别电路板上的高侧电源问题。

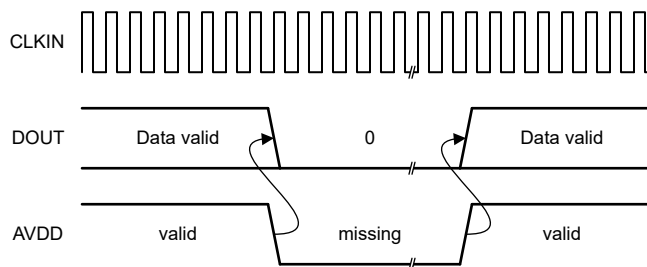


图 6-7. 高侧电源缺失情况下 AMC1333M10-Q1 的输出

6.4 器件功能模式

施加电源电压 AVDD 和 DVDD 时，AMC1333M10-Q1 器件可正常运行，如[建议运行条件](#)表中所述。

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

7.1 应用信息

AMC1333M10-Q1 具备高输入阻抗、低输入偏置电流、双极输入电压范围、出色的精度和低温漂，是需要隔离式交流或直流电压检测的汽车应用的高性能解决方案。

7.2 典型应用

在需要与低压域隔离的高压应用中，广泛使用隔离式调制器来进行电压测量。典型应用是电网连接设备中的交流线路电压测量（线间或相线到中性线之间）。

图 7-1 展示了使用三个 AMC1333M10-Q1 器件的典型应用的简化版原理图。该应用会测量三相系统每个相位上的交流线路电压。交流线路电压在高阻抗电阻分压器的底部电阻 (RSNS) 上分压至大约 $\pm 1V$ 电平。该分压电压随后由 AMC1333M10-Q1 检测。AMC1333M10-Q1 的数字输出与输入进行电隔离。器件的数字输出由系统低压侧微控制器内的数字 $\Sigma-\Delta$ 滤波器模块 (SDFM) 进行处理。全部三个 AMC1333M10-Q1 器件的通用高侧电源 (AVDD) 由隔离式直流/直流转换器电路通过系统的低侧电源 (DVDD) 生成。一种低成本的设计基于推挽式驱动器 SN6501-Q1 和一种支持所需隔离电压额定值的变压器。

AMC1333M10-Q1 的高阻抗输入、高输入电压范围和高共模瞬态抗扰度 (CMTI) 确保了即便在高噪声环境中，也能可靠、准确地工作。

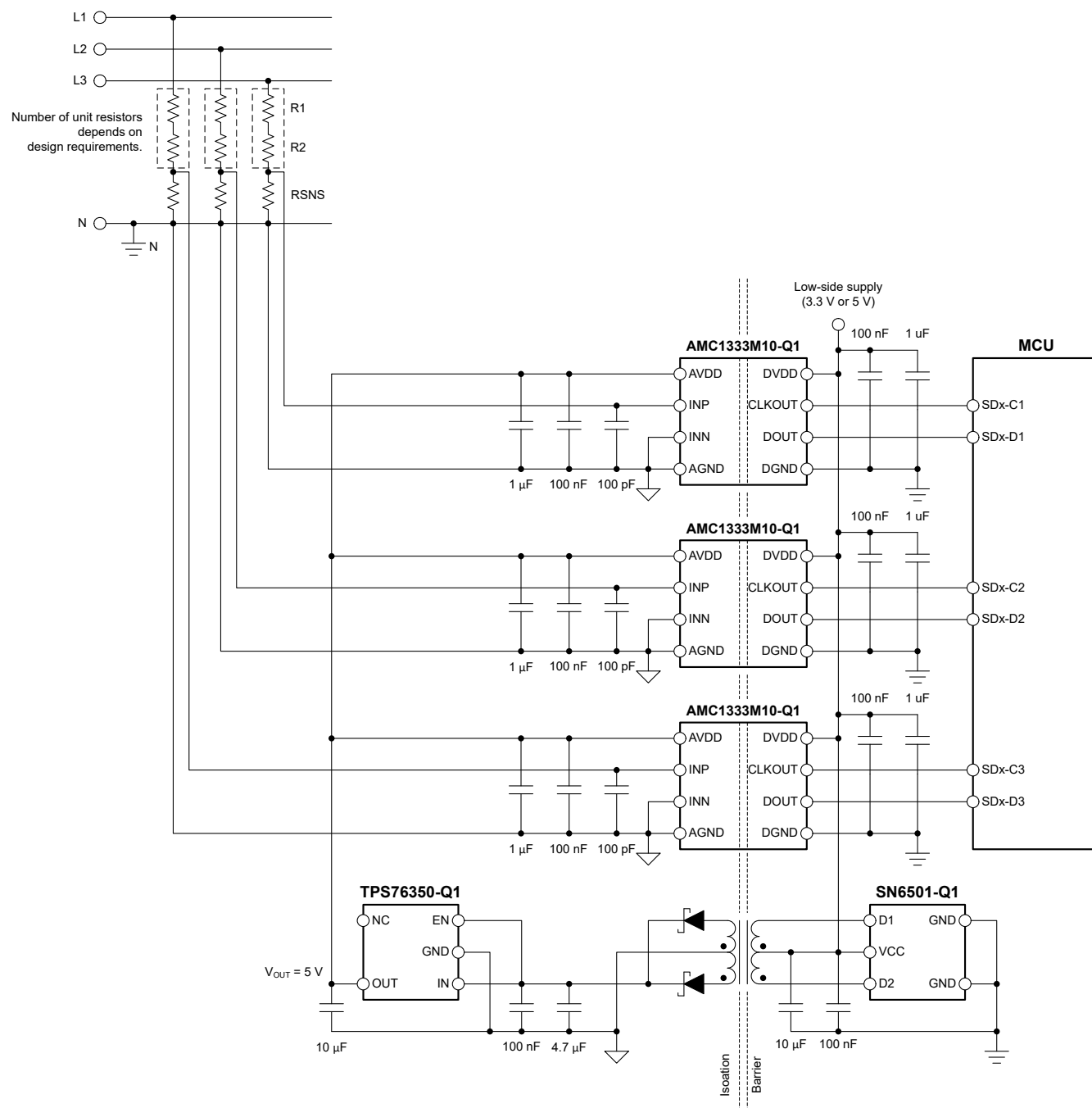


图 7-1. 在典型应用中使用 AMC1333M10-Q1

7.2.1 设计要求

表 7-1 列出了此典型应用的参数。

表 7-1. 设计要求

参数	120V _{RMS} 线路电压	230V _{RMS} 线路电压
系统输入电压	120V ±10%, 60Hz	230V ±10%, 50Hz
高侧电源电压	3.3V 或 5V	3.3V 或 5V
低侧电源电压	3.3V 或 5V	3.3V 或 5V
电阻器最大工作电压	75V	75V
检测电阻器 (RSNS) 两端的压降 (用于实现线性响应)	±1V (最大值)	±1V (最大值)
流经电阻分压器的电流, I _{CROSS}	100 μA	100 μA

7.2.2 详细设计过程

本讨论涉及 230V_{RMS} 示例。120V_{RMS} 用例的电阻分压器计算过程与此相同。

峰值输入电压 (360V) 下的 100 μA 横流要求决定了电阻分压器的总阻抗为 3.6MΩ。电阻分压器的阻抗由顶部电阻器决定 (图 7-1 中的示例为 R1 和 R2)。忽略 RSNS 两端的短时压降。单位电阻允许的最大压降规定为 75V。因此, 电阻分压器顶部的最小单位电阻总数为 360V / 75V = 5。计算出的单位值为 3.6MΩ / 5 = 720kΩ, E96 系列中下一个最接近的值为 715kΩ。

检测电阻值 RSNS 的大小应确保最大输入电压 (360V) 下阻抗两端的压降等于 AMC1333M10-Q1 的线性满标量程输入电压 (V_{FSR}) (即 +1V)。RSNS 的计算公式为 $RSNS = V_{FSR} / (V_{Peak} - V_{FSR}) \times R_{TOP}$, 其中 R_{TOP} 是顶部电阻器串的总值 (5 × 715kΩ = 3575kΩ)。得出的 RSNS 值为 10.04kΩ, E96 系列最接近的值为 10.0kΩ。

表 7-2 总结了电阻分压器的设计。

表 7-2. 电阻器值示例

参数	120V _{RMS} 线路电压	230V _{RMS} 线路电压
峰值电压	190V	360V
单位电阻值, R _{TOP}	634kΩ	715kΩ
R _{TOP} 中的单位电阻数 =	3	5
检测电阻值, RSNS	10.2kΩ	10.0kΩ
总电阻值 (R _{TOP} + RSNS)	1912.2kΩ	3885.0kΩ
通过电阻分压器产生的电流, I _{CROSS}	99.4 μA	100.4 μA
检测电阻 RSNS 两端产生的满标量程压降	1.013V	1.004V
R _{TOP} 单位电阻中耗散的峰值功率	6.3mW	7.2mW
电阻分压器中耗散的总峰值功率	18.9mW	36.2mW

7.2.2.1 输入滤波器设计

在隔离式调制器之前放置一个 RC 滤波器可提高信号路径的信噪比性能。然而，在实践中，电阻分压器的阻抗很高。只能使用一个小容值滤波电容器，以免将信号带宽限制为不可接受的低容值。设计输入滤波器时，确保其截止频率至少比内部 $\Delta \Sigma$ 调制器的采样频率 (10MHz) 低一个数量级。

大多数电压检测应用在隔离式放大器之前使用高阻抗电阻分压器来降低输入电压。在这种情况下，无需额外的电阻器，单个电容器 (如图 7-2 所示) 足以对输入信号进行滤波。

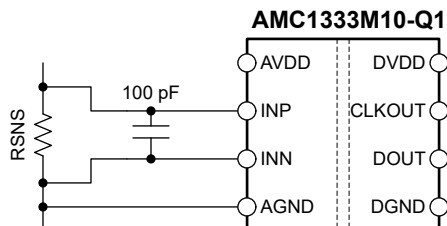


图 7-2. 输入滤波器

7.2.2.2 位流滤波

调制器产生一个位流供数字滤波器处理，从而获得类似于常规模数转换器 (ADC) 转换结果的数字字。方程式 2 展示了 sinc^3 型滤波器，该滤波器非常简单，构建这个滤波器所需的工作量和硬件资源都非常少。

$$H(z) = \left(\frac{1 - z^{-\text{OSR}}}{1 - z^{-1}} \right)^3 \quad (2)$$

这种滤波器采用二阶调制器的最小硬件量 (数字选通器数) 提供出色的输出性能。本文档中的所有特性描述也都是基于具有 256 过采样率 (OSR) 和 16 位输出字宽的 sinc^3 滤波器。

使用 [ADS1202 与 FPGA 数字滤波器组合在电机控制应用中测量电流应用手册](#) (可从 www.ti.com 下载) 中提供了一个在 FPGA 中实现 sinc^3 滤波器的示例代码。

对于调制器输出位流滤波，建议使用 TI 的 C2000 或 Sitara 微控制器系列中的器件。这些系列支持多通道专用硬接线滤波器结构，这种结构通过为每个通道提供两条滤波路径来显著简化系统级设计：一条路径为控制环路提供高精度结果，另一条路径为过流检测提供快速响应。

[\$\Delta - \Sigma\$ 调制器滤波器计算器](#) 可从 www.ti.com 下载，该计算器有助于进行滤波器设计以及选择正确的 OSR 和滤波器阶数，从而实现所需的输出分辨率和滤波器响应时间。

7.2.3 应用曲线

通常使用有效位数 (ENOB) 来比较 ADC 和 $\Delta\Sigma$ 调制器的性能。图 7-3 展示了 AMC1333M10-Q1 在不同过采样率下的 ENOB。

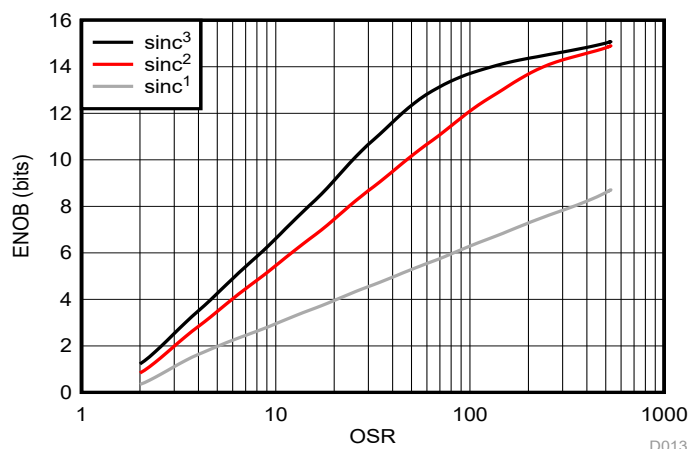


图 7-3. 测得的有效位数与过采样率间的关系

7.3 最佳设计实践

AMC1333M10-Q1 器件通电时，请勿使其输入端保持断开（悬空）状态。如果任一调制器输入保持悬空，则驱动该输入的输入偏置电流可能会超出指定的共模输入电压范围。如果两个输入都超出该范围，则前端的增益会减小，输出位流无效。

通过硬短路或电阻路径将高侧接地端 (AGND) 连接到 INN。需要 INN 和 AGND 之间的直流电流路径来定义输入共模电压。注意不要超过 [建议运行条件](#) 表中指定的输入共模范围。为了实现更高精度，请将接地连接设置为直接连接到检测电阻器的单独迹线，而不是直接在器件的输入端将 AGND 短接至 INN。更多详细信息，请参阅 [布局](#) 部分。

请勿将保护二极管连接到 AMC1333M10-Q1 的输入端 (INP 或 INN)。较高的二极管漏电流会引入显著的测量误差，尤其是在高温下。输入引脚由内部 ESD 保护电路和外部电阻分压器的高阻抗实施保护，防止受高电压损坏。

7.4 电源相关建议

在典型应用中，AMC1333M10-Q1 的高侧电源 (AVDD) 由隔离式直流/直流转换器从低侧电源 (DVDD) 生成。一种低成本的设计基于推挽驱动器 [SN6501](#) 和支持所需隔离电压额定值的变压器。

AMC1333M10-Q1 无需任何特定的上电时序。高侧电源 (AVDD) 通过与低 ESR、1 μ F 电容器 (C2) 并联的低 ESR、100nF 电容器 (C1) 进行去耦。低侧电源 (DVDD) 同样通过与低 ESR、1 μ F 电容器 (C4) 并联的低 ESR、100nF 电容器 (C3) 进行去耦。将所有四个电容器 (C1、C2、C3 和 C4) 尽可能靠近器件放置。图 7-4 展示了 AMC1333M10-Q1 的去耦图。

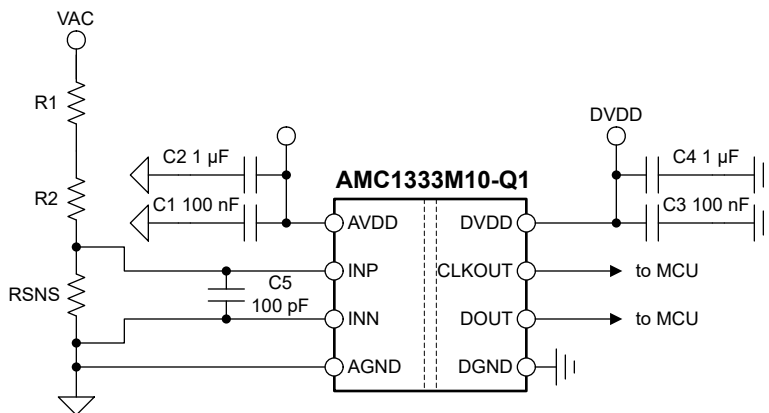


图 7-4. AMC1333M10-Q1 去耦

确保电容器能够在应用中出现适用的直流偏置条件下，提供充足的有效电容。在实际条件下，通常仅使用多层陶瓷电容器 (MLCC) 标称电容的一小部分。因此在选择这些电容器时，应考虑到这个因素。此问题在低厚度电容器中尤为严重，在该类电容器中，电容器越薄，电介质电场强度越大。知名电容器制造商提供了电容与直流偏置关系曲线，这大大简化了元件的选型。

7.5 布局

7.5.1 布局指南

图 7-5 给出了布局建议，其中说明了去耦电容器的关键布局（尽可能靠近 AMC1333M10-Q1 电源引脚放置）以及器件所需的其他组件的放置方式。为获得出色性能，请将检测电阻器放置在靠近器件输入引脚（INN 和 INP）的位置。

7.5.2 布局示例

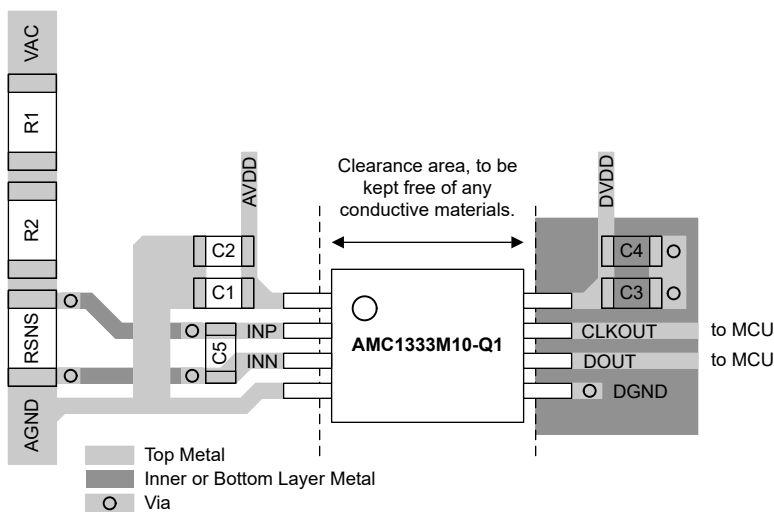


图 7-5. AMC1333M10-Q1 的建议布局

8 器件和文档支持

8.1 文档支持

8.1.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI), [隔离相关术语 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [半导体和 IC 封装热指标 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [ISO72x 数字隔离器磁场抗扰度 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [TMS320F28004x Piccolo™ 微控制器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TMS320F2807x Piccolo™ 微控制器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TMS320F2837xD 双核 Delfino™ 微控制器 数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TPS763xx-Q1 低功耗 150mA 低压降线性稳压器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [ISO72x 数字隔离器磁场抗扰度](#)
- 德州仪器 (TI), [将 ADS1202 与 FPGA 数字滤波器结合, 以便在电机控制应用中测量电流 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [SN6501 隔离式电源用变压器驱动器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [ΔΣ 调制器滤波器计算器 设计工具](#)

8.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知, 请导航至 [ti.com](#) 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册, 即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息, 请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.3 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料, 可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题, 获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范, 并且不一定反映 TI 的观点; 请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

8.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.5 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序, 可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级, 大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏, 这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.6 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

日期	修订版本	注释
August 2025	*	初始发行版

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
AMC1333M10QDWVRQ1	Active	Production	SOIC (DWV) 8	1000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-	1333M10Q

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

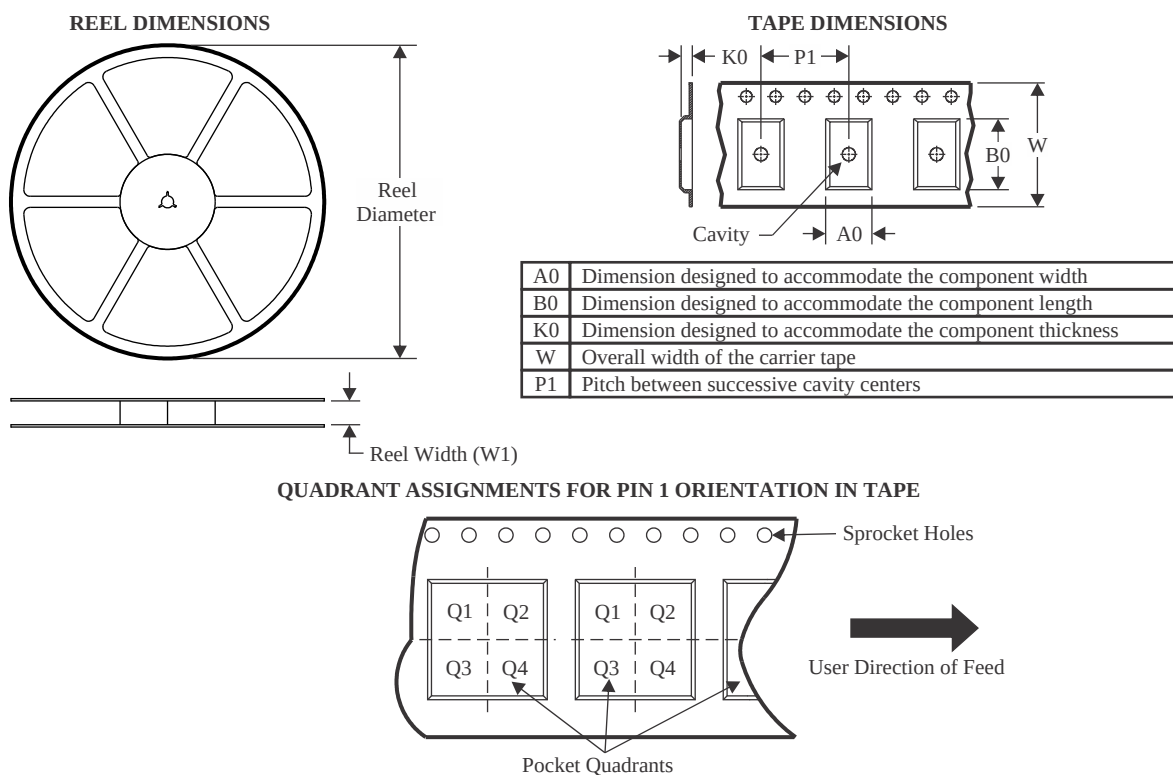
OTHER QUALIFIED VERSIONS OF AMC1333M10-Q1 :

- Catalog : [AMC1333M10](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

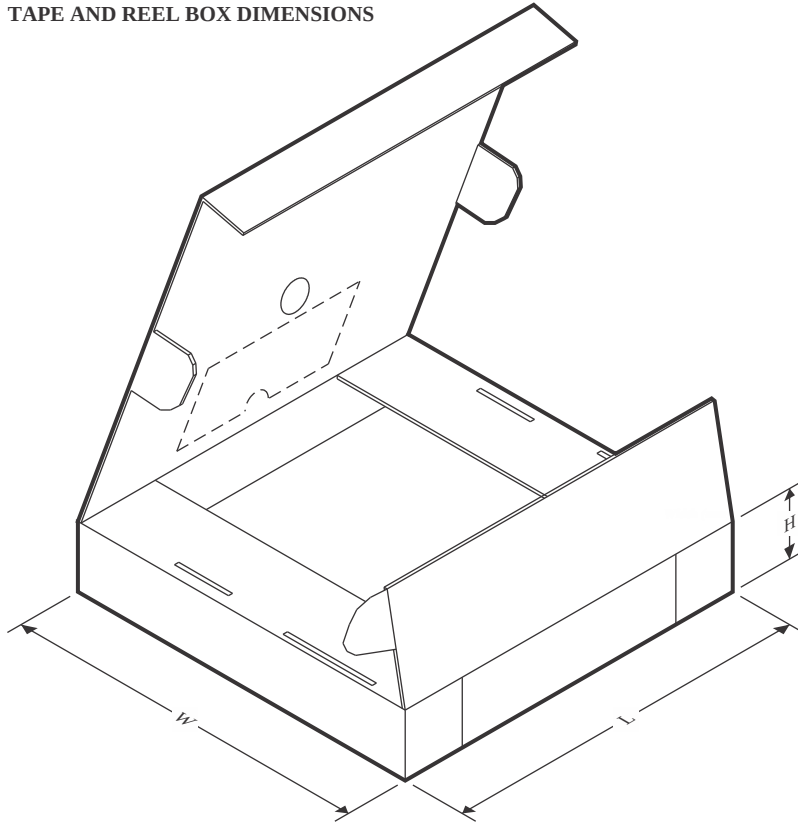
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
AMC1333M10QDWVRQ1	SOIC	DWV	8	1000	330.0	16.4	12.15	6.2	3.05	16.0	16.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

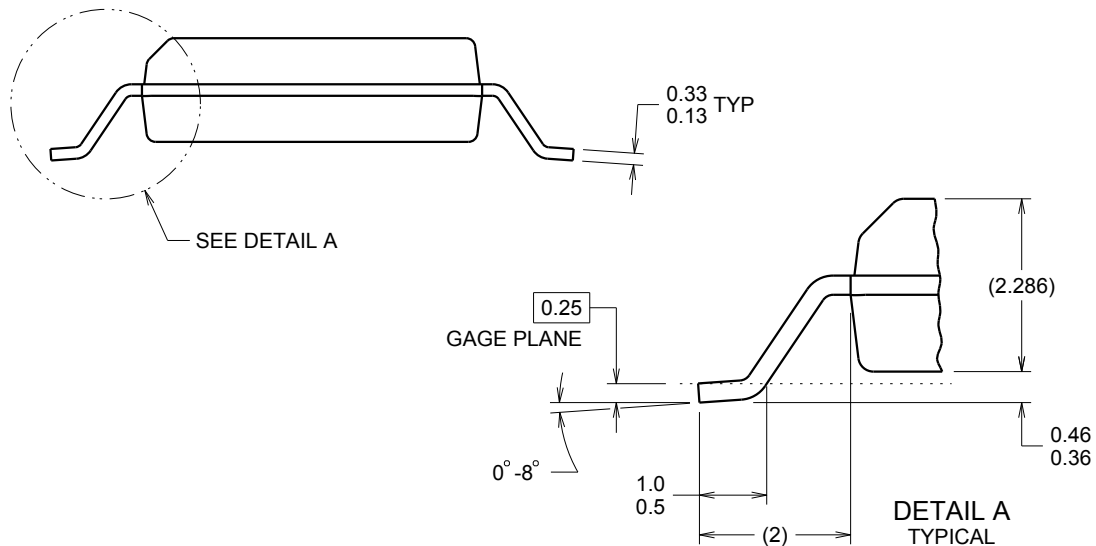


*All dimensions are nominal

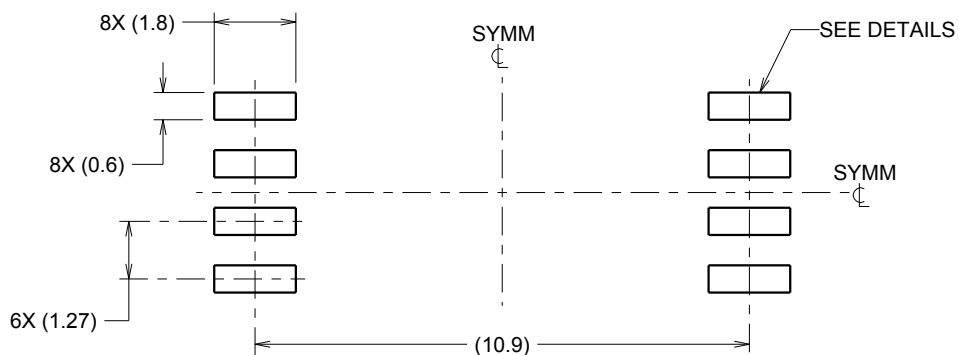
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
AMC1333M10QDWVRQ1	SOIC	DWV	8	1000	353.0	353.0	32.0

SOIC - 2.8 mm max height

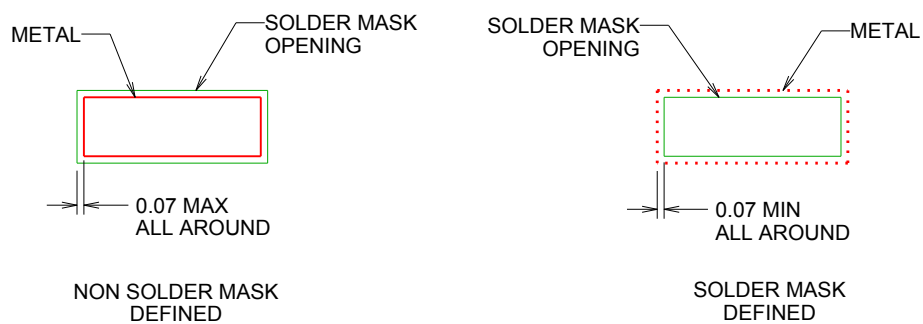
PIN 1 ID AREA
 11.5 ± 0.25 TYP
 5.95
 5.75
 NOTE 3
 1
 4
 8
 5
 6X 1.27
 2X 3.81
 8X 0.51
 0.31
 7.6
 7.4
 NOTE 4
 A
 B
 SEATING PLANE
 0.1 C
 2.8 MAX
 C
 A
 B
 S



1. All linear dimensions are in millimeters. Dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm, per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm, per side.



LAND PATTERN EXAMPLE
9.1 mm NOMINAL CLEARANCE/CREEPAGE
SCALE:6X

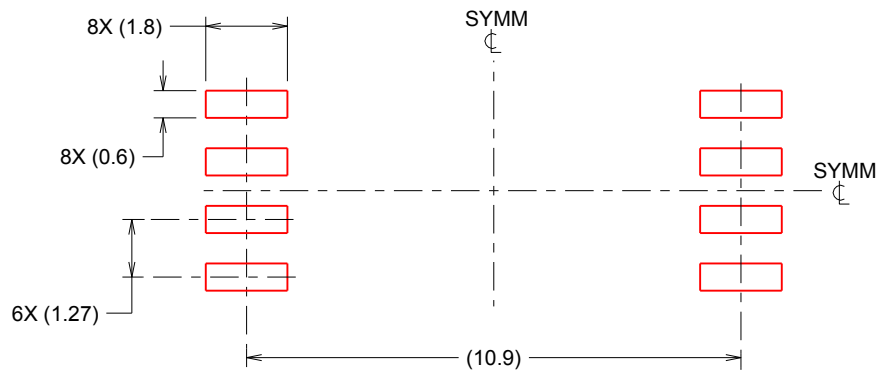


SOLDER MASK DETAILS

4218796/A 09/2013

NOTES: (continued)

5. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
6. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
 SCALE:6X

4218796/A 09/2013

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月