AMC0380R-Q1 具有单端比例式输出的汽车级高压交流输入的增强型隔离精密放大器

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，T_A
- 集成高压电阻分压器，无需外部电阻器即可直接进行交流检测
- 单端输出，与 V_{REFIN} 成比例
  - 基准输入：2.7V 至 5.5V
- 电源电压范围：
  - 高侧 (VDD1)：3.0V 至 5.5V
  - 低侧 (VDD2)：3.0V 至 5.5V
- 低直流误差：
  - 失调电压误差：±1.5mV（最大值）
  - 温漂：±20µV/°C（最大值）
  - 衰减误差：±0.25%（最大值）
  - 衰减漂移：±40ppm/°C（最大值）
  - 非线性度：±0.05%（最大值）
- 高 CMTI：150V/ns（最小值）
- 低 EMI：符合 CISPR-11 和 CISPR-25 的限值要求
- 可用的输入选项：
  - AMC0380R04-Q1：±400V，8.3MΩ
  - AMC0380R06-Q1：±600V，10MΩ
- 安全相关认证：
  - 符合 DIN EN IEC 60747-17 (VDE 0884-17) 的 7000V_{PK} 增强型隔离
  - 符合 UL 1577 标准且长达 1 分钟的 5000V_{RMS} 隔离

2 应用

- 牵引逆变器
- 车载充电器
- 直流/直流转换器
- 电池接线盒

3 说明

AMC0380R-Q1 是一款精密的电隔离放大器，具有 高压直流电、高阻抗输入和比例式单端输出。输入专为直接连接到高压信号源而设计。

隔离栅将在不同共模电压电平下运行的系统器件隔开。该隔离栅抗电磁干扰性能极强，并经过认证，可提供高达 5kV_{RMS} 的增强型隔离 (60s)。

AMC0380R-Q1 输出与输入电压成正比的单端信号。满标量程输出由施加到 REFIN 引脚的电压来设置。AMC0380R-Q1 的输出设计为直接连接到 ADC 的输入端。将 REFIN 连接到与 ADC 相同的基准电压，以便匹配 ADC 的动态输入电压范围。

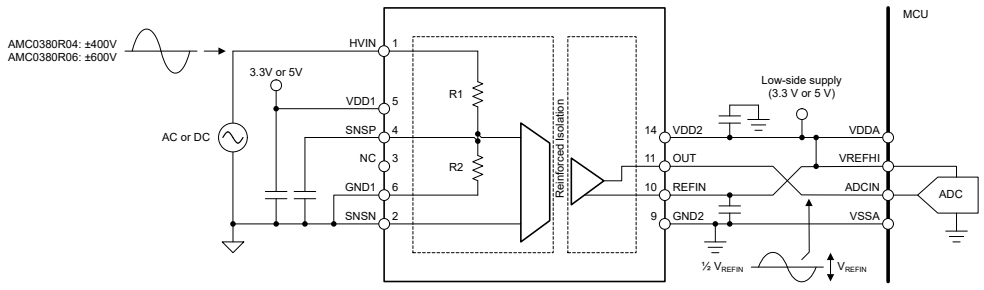
AMC0380R-Q1 提供两个线性输入电压范围：±400 和 ±600V。借助集成式精密电阻分压器，AMC0380R-Q1 在整个温度范围和使用寿命内实现低于 1% 的精度。

AMC0380R-Q1 采用 15 引脚 0.65mm 间距 SSOP 封装。该器件的完全额定工作温度范围为 –40°C 至 +125°C。

封装信息

器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
AMC0380R-Q1	DFX（SSOP，15）	12.8mm × 10.3mm

(1) 有关更多信息，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

本资源的原文使用英文撰写。为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 器件比较表.....3
5 引脚配置和功能.....4
6 规格.....5
6.1 绝对最大额定值.....5
6.2 ESD 等级.....5
6.3 建议运行条件.....5
6.4 热性能信息.....7
6.5 额定功率.....7
6.6 绝缘规格.....8
6.7 安全相关认证.....9
6.8 安全限值.....9
6.9 电气特性.....10
6.10 开关特性.....11
6.11 时序图.....12
6.12 绝缘特性曲线.....13
6.13 典型特性.....14
7 详细说明.....17
7.1 概述.....17
7.2 功能方框图.....17
7.3 特性说明.....17
7.4 器件功能模式.....20
8 应用和实施.....21
8.1 应用信息.....21
8.2 典型应用.....21
8.3 最佳设计实践.....23
8.4 电源相关建议.....24
8.5 布局.....25
9 器件和文档支持.....26
9.1 文档支持.....26
9.2 接收文档更新通知.....26
9.3 支持资源.....26
9.4 商标.....26
9.5 静电放电警告.....26
9.6 术语表.....26
10 修订历史记录.....26
11 机械、封装和可订购信息.....26

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 器件比较表

表 4-1. 器件比较

器件	R1(1)	R2(1)	分压器 分压比	线性输入 范围	削波 电压	绝对最大 输入电压
AMC0380R04-Q1	8.3MΩ	20.8kΩ	401:1	±400V	±513V	±600V
AMC0380R06-Q1	10MΩ	16.6kΩ	601:1	±600V	±769V	±900V

(1) R1 和 R2 是近似的电阻值，不能准确反映分压器分压比。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

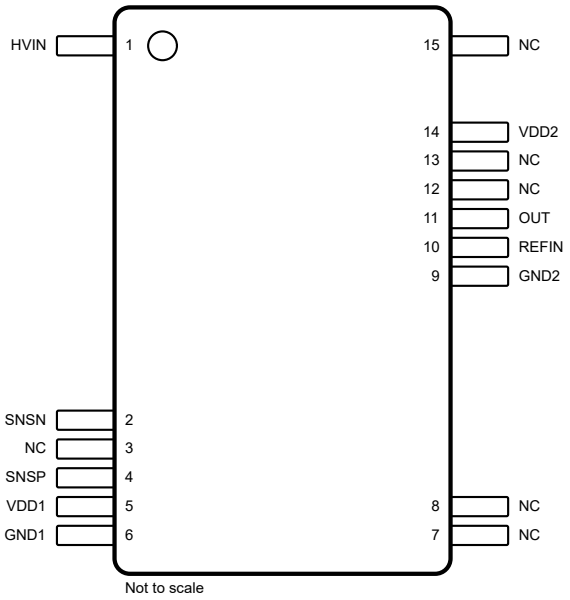


图 5-1. DFX 封装，15 引脚 SOIC（顶视图）

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
编号	名称		
1	HVIN	模拟输入	高压输入
2	SNSN	模拟输入	放大器的 GND1 检测引脚和反相模拟输入。连接至 GND1。
3、7、8、12、13、15	NC	不适用	无内部连接。该引脚可连接至任何电势或保持悬空
4	SNSP	模拟输入	放大器的电压检测引脚和非反向模拟输入。连接到外部滤波电容器或保持悬空。
5	VDD1	高侧电源	模拟（高侧）电源(1)
6	GND1	高侧接地端	高侧接地端
9	GND2	低侧接地端	低侧接地端
10	REFIN	模拟输入	施加到该引脚的电压设置器件的满标量程输出。将 REFIN 连接到低阻抗源、如 *连接 REFIN 引脚* 部分所述。
11	OUT	模拟输出	模拟输出
14	VDD2	低侧电源	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。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6 规格

6.1 绝对最大额定值

请参阅(1)

		最小值	最大值	单位
电源电压	高侧 VDD1 至 GND1	-0.3	6.5	V
	低侧 VDD2 至 GND2	-0.3	6.5	
模拟输入电压	HVIN 至 GND1，AMC0380R04-Q1	-600	600	V
	HVIN 至 GND1，AMC0380R06-Q1	-900	900	
	SNSP、SNSN	GND1 – 1.5	VDD1 + 0.5	
基准输入电压	REFIN 至 GND2	GND2 – 0.5	VDD2 + 0.5	V
模拟输出电压	OUT	GND2 – 0.5	VDD2 + 0.5	V
输入电流	连续，除电源和 HVIN 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) 超出*绝对最大额定值*范围操作可能会导致器件永久损坏。*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

6.2 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。

6.3 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						
VDD1	高侧电源	VDD1 至 GND1	3	5.0	5.5	V
VDD2	低侧电源	VDD2 至 GND2	3	3.3	5.5	V
模拟输入						
$V_{Clipping}$	削波输出前的标称输入电压	以 SNSP 为基准	-1.28		1.28	V
		以 HVIN 为基准，AMC0380R04-Q1	-513		513	
		以 HVIN 为基准，AMC0380R06-Q1	-769		769	
V_{FSR}	额定线性输入电压	以 SNSP 为基准	-1		1	V
		以 HVIN 为基准，AMC0380R04-Q1	-400		400	
		以 HVIN 为基准，AMC0380R06-Q1	-600		600	
参考输入						
V_{REFIN}	基准输入电压	REFIN 至 GND2	2.7		VDD2	V
模拟输出						
C_{LOAD}	容性负载	OUT 至 GND2			500	pF
R_{LOAD}	电阻负载	OUT 至 GND2		10	1	kΩ

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

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
温度范围					
T_A	额定环境温度	-40		125	°C

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.4 热性能信息

热指标(1)		DFX (SSOP)	单位
		15 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	86.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	36.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	43.5	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	17	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	41.8	°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 封装热指标应用手册。

6.5 额定功率

参数		测试条件	值	单位
P_D	最大功耗（两侧）	AVDD = DVDD = 5.5V，$V_{HVIN} = V_{Clipping}$ AMC0380R04-Q1	100	mW
	最大功耗（两侧）	AVDD = DVDD = 5.5V，$V_{HVIN} = V_{Clipping}$ AMC0380R06-Q1	130	
P_{D1}	最大功耗（高侧）	AVDD = 5.5V，$V_{HVIN} = V_{Clipping}$ AMC0380R04-Q1	60	mW
	最大功耗（高侧）	AVDD = 5.5V，$V_{HVIN} = V_{Clipping}$ AMC0380R06-Q1	90	
P_{D2}	最大功耗（低侧）	DVDD = 5.5V	40	mW

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.6 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	mm
CPG	外部爬电距离(1)	引脚间的最短封装表面距离	≥ 9.7	mm
DTI	绝缘穿透距离	双重绝缘层的最小内部缝隙（内部间隙）	≥ 15.4	μm
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-III	
		额定市电电压 ≤ 1000V_{RMS}	I-II	
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（鉴定测试）， $V_{TEST} = 1.2 \times V_{IOTM}$，t = 1s（100% 生产测试）	7000	V_{PK}
V_{IMP}	最大脉冲电压(3)	在空气中测试，符合 IEC 62368-1 标准的 1.2/50μs 波形	7700	V_{PK}
V_{IOSM}	最大浪涌隔离电压(4)	在油中进行测试（鉴定测试）， 符合 IEC 62368-1 的 1.2/50μs 波形	10000	V_{PK}
q_{pd}	视在电荷(5)	方法 a，输入/输出安全测试子组 2 和 3 后， $V_{pd(ini)} = V_{IOTM}$，t_{ini} = 60s，$V_{pd(m)} = 1.2 \times V_{IORM}$，$t_m$ = 10s	≤ 5	pC
		方法 a，环境测试子组 1 后， $V_{pd(ini)} = V_{IOTM}$，t_{ini} = 60s，$V_{pd(m)} = 1.6 \times V_{IORM}$，$t_m$ = 10s	≤ 5	
		方法 b1，预处理（类型测试）和常规测试， $V_{pd(ini)} = 1.2 \times V_{IOTM}$，$t_{ini}$ = 1s，$V_{pd(m)} = 1.875 \times V_{IORM}$，$t_m$ = 1s	≤ 5	
		方法 b2，常规测试（100% 生产）(7) $V_{pd(ini)} = V_{pd(m)} = 1.2 \times V_{IOTM}$，$t_{ini} = t_m$ = 1s	≤ 5	
C_{IO}	势垒电容，输入至输出(6)	V_{IO} = 0.5V_{PP} (1MHz)	≅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	$V_{TEST} = V_{ISO}$，t = 60s（鉴定测试）， $V_{TEST} = 1.2 \times V_{ISO}$，t = 1s（100% 生产测试）	5000	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。
(7) 生产中使用方法 b1 或 b2。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.7 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	根据 1577 元件认证和 CSA 元件验收第 5 号计划进行了认证
增强型绝缘	单一绝缘保护
证书编号：待定	文件编号：待定

6.8 安全限值

安全限值(1)旨在更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。I/O 发生故障时会导致低电阻接地或连接到电源，如果没有限流电路，则会因为功耗过大而导致芯片过热并损坏隔离栅，甚至可能导致辅助系统出现故障。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{SI}	安全输入电流	$R_{\theta JA}$ = 86.9°C/W，VDDx = 5.5V，T_J = 150°C，T_A = 25°C，AMC0380R04-Q1			260	mA
		$R_{\theta JA}$ = 86.9°C/W，VDDx = 5.5V，T_J = 150°C，T_A = 25°C，AMC0380R06-Q1			250	
I_{SO}	安全输出电流	$R_{\theta JA}$ = 86.9°C/W，VDDx = 5.5V，T_J = 150°C，T_A = 25°C			260	mA
P_S	安全输入、输出或总功率	$R_{\theta JA}$ = 107°C/W，T_J = 150°C，T_A = 25°C			1440	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 $R_{\theta JA}$ 是安装在含引线的表面贴装封装的高 K 测试板上的器件的热阻。可使用以下公式来计算各个参数的值：
$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P$，其中，P 为器件上消耗的功率。
$T_{J(max)} = T_S = T_A + R_{\theta JA} \times P_S$，其中，$T_{J(max)}$ 为最大结温。
$P_S = I_S \times VDD_{max}$，其中 VDD_{max} 为最大低侧电压。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.9 电气特性

最小规范值和最大规范值的适用条件如下：T_A = –40°C 至 +125°C，VDD1 = 3.0V 至 5.5V，VDD2 = 3.0V 至 5.5V，V_{REFIN} = 3.3V，V_{SNSP} = –1V 至 +1V，V_{SNSN} = 0V。除非另外注明，否则为 T_A = 25°C、VDD1 = 5V 且 VDD2 = 3.3V 条件下的典型规范值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入						
R_{IN}	输入电阻	AMC0380R04-Q1	7	8.3	9.5	MΩ
		AMC0380R06-Q1	8.5	10	11.5	
	电阻分压器分压比	V_{HVIN} / V_{SNSP}，AMC0380R04-Q1	400	401	402	V/V
		V_{HVIN} / V_{SNSP}，AMC0380R06-Q1	598	601	604	
CMTI	共模瞬态抗扰度	SNSP = GND1	150			V/ns
参考输入						
R_{REFIN}	DC 输入阻抗	REFIN 连接到 GND2，V_{REFIN} = 3.3V，T_A = 25℃	74	87	100	kΩ
	DC 输入阻抗	REFIN 连接到 GND2，V_{REFIN} = 5V，T_A = 25℃	72	85	98	
TCR_{REFIN}	输入阻抗热漂移			-235		ppm/℃
模拟输出						
	标称衰减	V_{OUT} / V_{HVIN}		V_{REFIN} / 2 / $\lvert V_{Clipping}\rvert$		V/V
R_{OUT}	输出电阻	OUTP 或 OUTN		<0.2		Ω
	输出短路电流	拉出或灌入，HVIN = GND1，输出短接至 GND 或 VDD2		11		mA
直流精度						
V_{OS}	输入偏移电压	以 SNSP 为基准，T_A = 25°C，HVIN = GND1	-1.5	±0.4	1.5	mV
		以 HVIN 为基准，T_A = 25°C，HVIN = GND1，AMC0380R04-Q1	-600	±160	600	
		以 HVIN 为基准，T_A = 25°C，HVIN = GND1，AMC0380R06-Q1	-900	±240	900	
TCV_{OS}	输入失调电压热漂移[3]	以 SNSP 为基准，HVIN = GND1	-0.02	±0.005	0.02	mV/°C
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，AMC0380R04-Q1	-8	±2	8	
		以 HVIN 为基准，HVIN = GND1，AMC0380R06-Q1	-12	±3	12	
E_A	衰减误差[1]	T_A = 25°C	-0.25%	±0.05%	0.25%	
TCE_A	衰减误差温漂[4]		-40	±20	40	ppm/°C
	非线性度[2]		-0.025%	±0.01%	0.025%	
	输出噪声	V_{IN} = GND1，BW = 50kHz		160		μVrms
PSRR	电源抑制比[5]	VDD1 直流 PSRR，HVIN = GND1，VDD1 为 3V 至 5.5V		-77		dB
		VDD1 交流 PSRR，HVIN = GND1，VDD1 具有 10kHz/100mV 纹波		-49		
		VDD2 直流 PSRR，HVIN = GND1，VDD2 为 3V 至 5.5V		-100		
		VDD2 交流 PSRR，HVIN = GND1，VDD2 具有 10kHz/100mV 纹波		-62		
交流精度						
BW	输出带宽		120	145		kHz
THD	总谐波失真	V_{SNSP} = 2V_{PP}，SNSN = GND1，f_{IN} = 10kHz		-80	-73	dB
SNR	信噪比	V_{SNSP} = 2V_{PP}，SNSN = GND1，f_{IN} = 1kHz，BW = 10kHz	78	82		dB
SNR	信噪比	V_{SNSP} = 2V_{PP}，SNSN = GND1，f_{IN} = 10kHz，BW = 50kHz		75		dB

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.9 电气特性（续）

最小规范值和最大规范值的适用条件如下：T_A = –40°C 至 +125°C，VDD1 = 3.0V 至 5.5V，VDD2 = 3.0V 至 5.5V，V_{REFIN} = 3.3V，V_{SNSP} = –1V 至 +1V，V_{SNSN} = 0V。除非另外注明，否则为 T_A = 25°C、VDD1 = 5V 且 VDD2 = 3.3V 条件下的典型规范值。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
I_{DD1}	高侧电源电流			4.3	5.6	mA
I_{DD2}	低侧电源电流			4.8	7.4	mA
$VDD1_{UV}$	高侧欠压检测阈值	VDD1 上升	2.5	2.6	2.7	V
		VDD1 下降	1.9	2.0	2.1	
$VDD2_{UV}$	低侧欠压检测阈值	VDD2 上升	2.3	2.5	2.7	V
		VDD2 下降	1.9	2.05	2.2	

(1) 典型值包括一个 Σ 统计变化。
(2) 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，或以指定线性满标量程 FSR 的百分比表示。
(3) 使用框方法计算失调电压误差温漂，如以下公式所述：
$TCE_O = (value_{MAX} - value_{MIN}) / TempRange$
(4) 使用框方法计算衰减误差温漂，如以下公式所述：
$TCE_A (ppm) = ((value_{MAX} - value_{MIN}) / (value \times TempRange)) \times 10^6$
(5) 此参数以 SNSP 为基准。

6.10 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
t_r	输出信号上升时间			2.6		µs
t_f	输出信号下降时间			2.6		µs
	从 V_{SNSP} 到 V_{OUT} 的信号延迟 (50% – 10%)	非滤波输出		1.6		µs
	从 V_{SNSP} 到 V_{OUT} 的信号延迟 (50% – 50%)	非滤波输出		2.9	3.2	µs
	从 V_{SNSP} 到 V_{OUT} 的信号延迟 (50% – 90%)	非滤波输出		4.3		µs
t_{AS}	模拟稳定时间	VDD1 阶跃至 3.0V，VDD2 ≥ 3.0V，到 V_{OUT} 有效，0.1% 稳定时间		20	100	µs

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.11 时序图

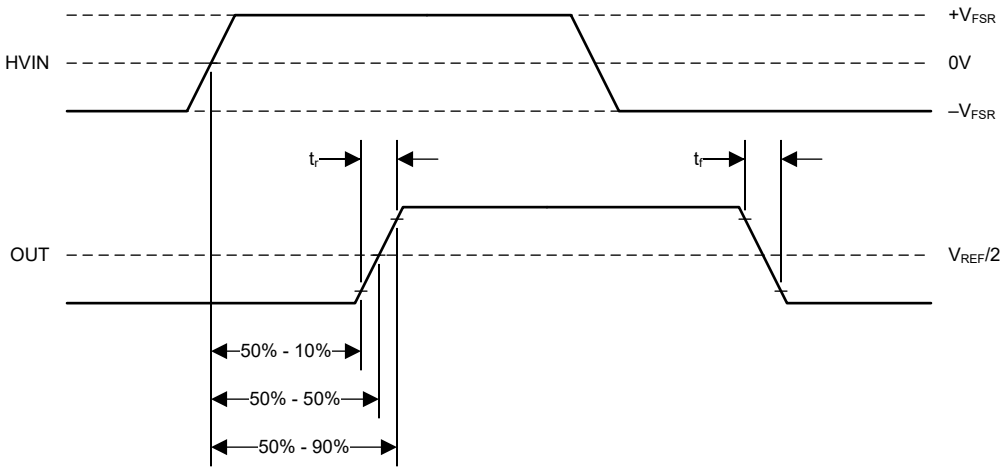


图 6-1. 上升、下降和延迟时间定义

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.12 绝缘特性曲线

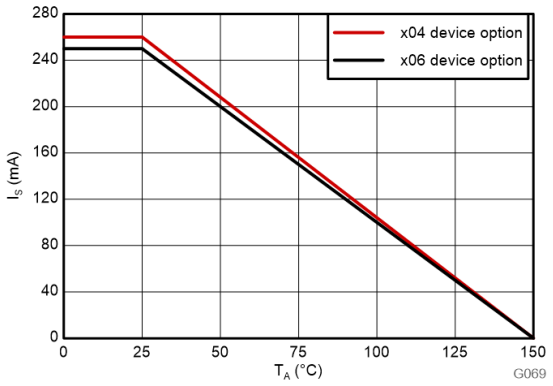


图 6-2. 安全限制电流的热降额曲线（符合 VDE）

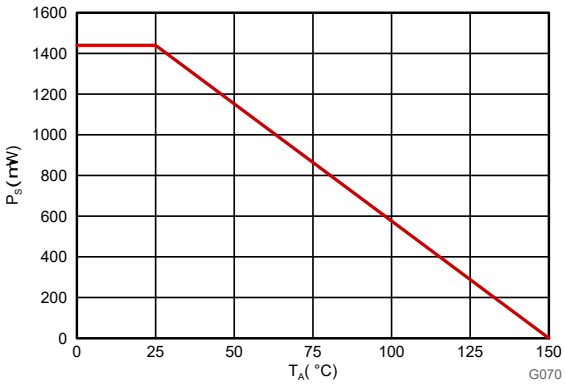
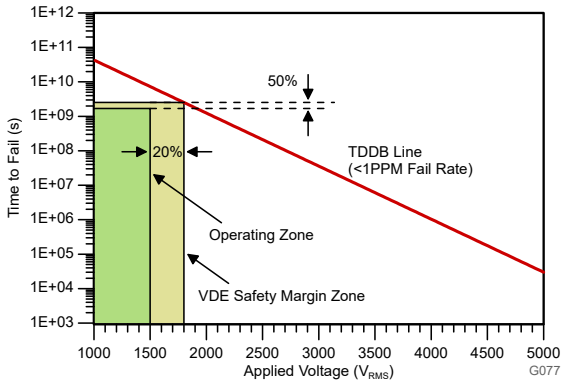


图 6-3. 安全限制功率的热降额曲线（符合 VDE）

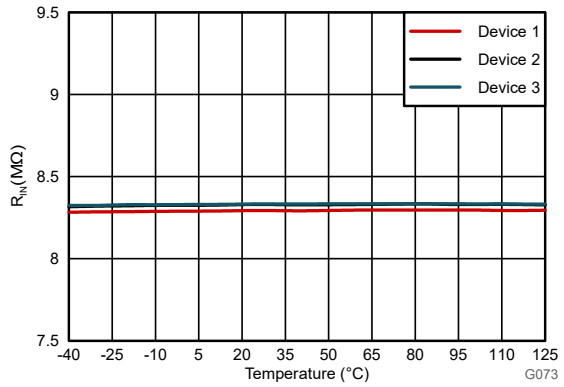


T_A 最高 150°C，应力电压频率 = 60Hz，隔离工作电压 = 1500V_{RMS}，预计工作寿命 ≥ 50 年

图 6-4. 增强型隔离电容器寿命图

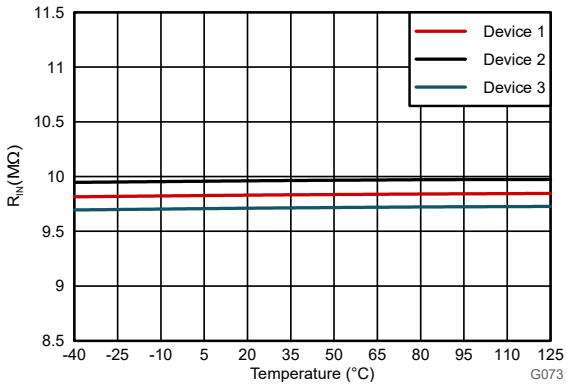
6.13 典型特性

条件为：VDD1 = 5V，VDD2 = 3.3V，SNSN = GND1，f_{IN} = 10kHz（除非另有说明）



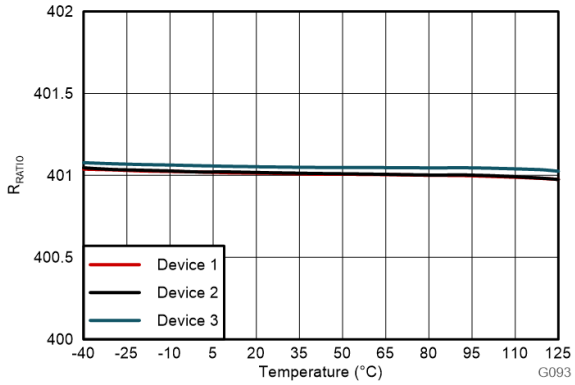
AMC0380R04-Q1

图 6-5. 输入电阻与温度间的关系



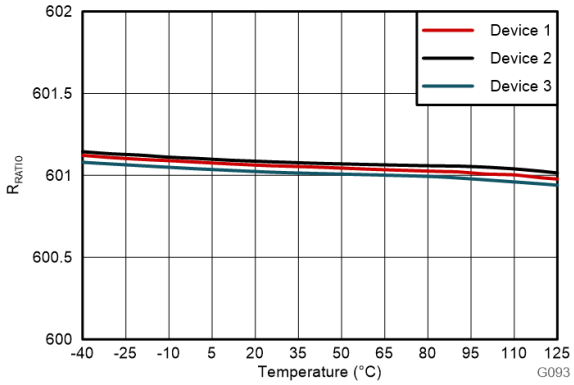
AMC0380R06-Q1

图 6-6. 输入电阻与温度间的关系



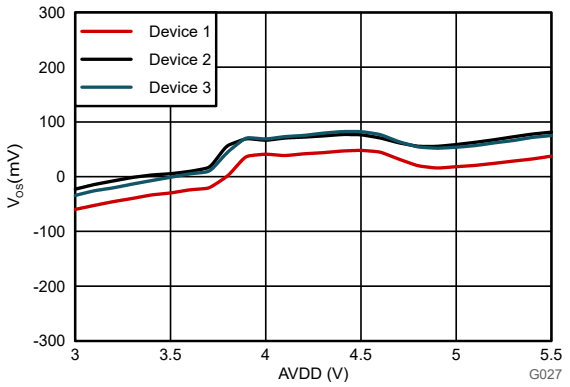
AMC0380R04-Q1

图 6-7. 分压器分压比与温度间的关系



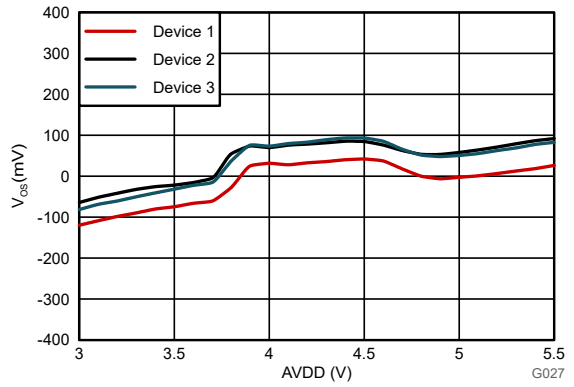
AMC0380R06-Q1

图 6-8. 分压器分压比与温度间的关系



AMC0380R04-Q1

图 6-9. 输入失调电压与高侧电源电压间的关系



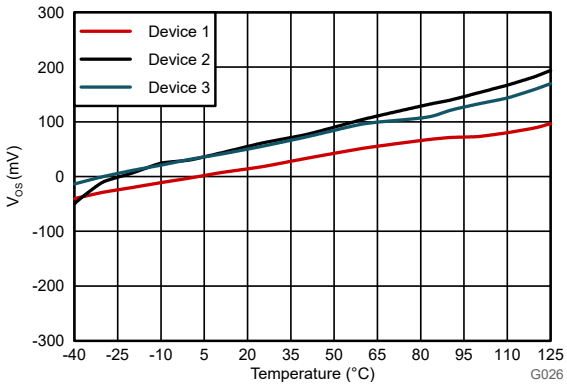
AMC0380R06-Q1

图 6-10. 输入失调电压与高侧电源电压间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

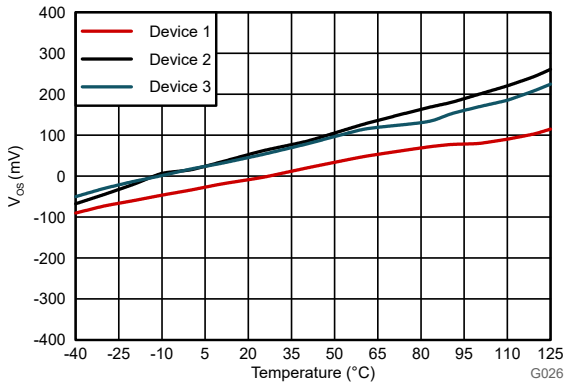
6.13 典型特性（续）

条件为：VDD1 = 5V，VDD2 = 3.3V，SNSN = GND1，f_{IN} = 10kHz（除非另有说明）



AMC0380R04-Q1

图 6-11. 输入失调电压与温度间的关系



AMC0380R06-Q1

图 6-12. 输入失调电压与温度间的关系

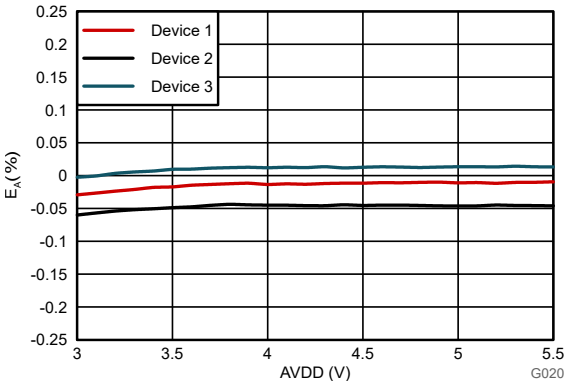


图 6-13. 衰减误差与高侧电源电压间的关系

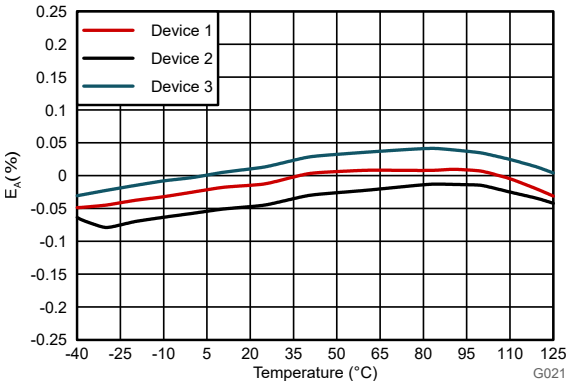


图 6-14. 衰减误差与温度间的关系

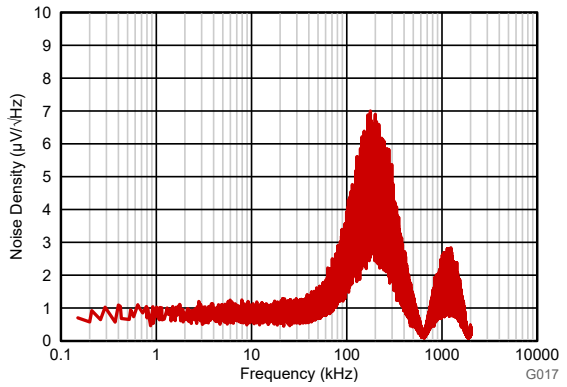


图 6-15. 输入基准电压噪声密度与频率间的关系

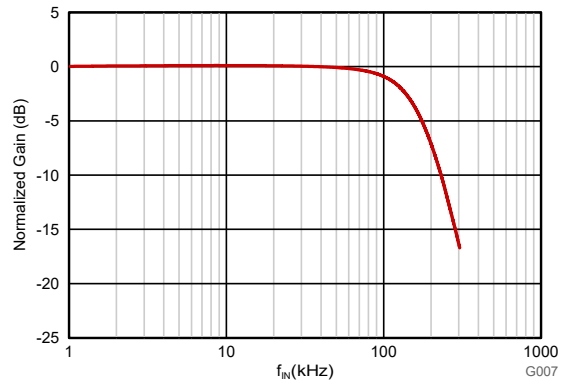


图 6-16. 归一化增益与输入频率间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.13 典型特性（续）

条件为：VDD1 = 5V，VDD2 = 3.3V，SNSN = GND1，f_{IN} = 10kHz（除非另有说明）

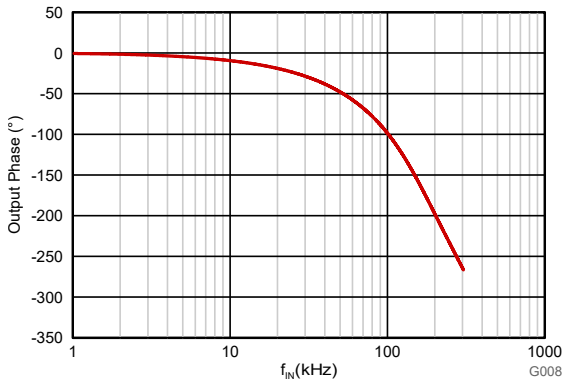


图 6-17. 输出相位与输入频率间的关系

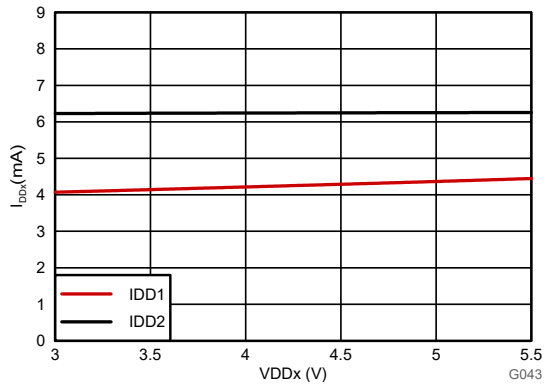


图 6-18. 电源电流与电源电压间的关系

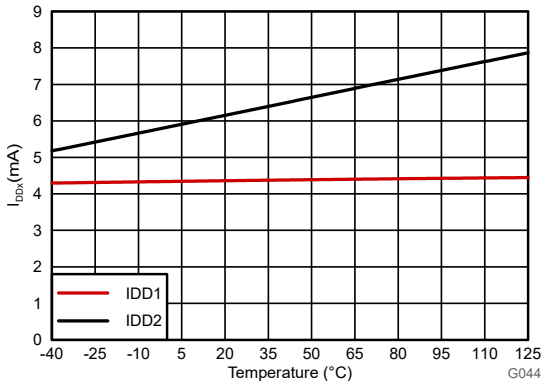


图 6-19. 电源电流与温度间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7 详细说明

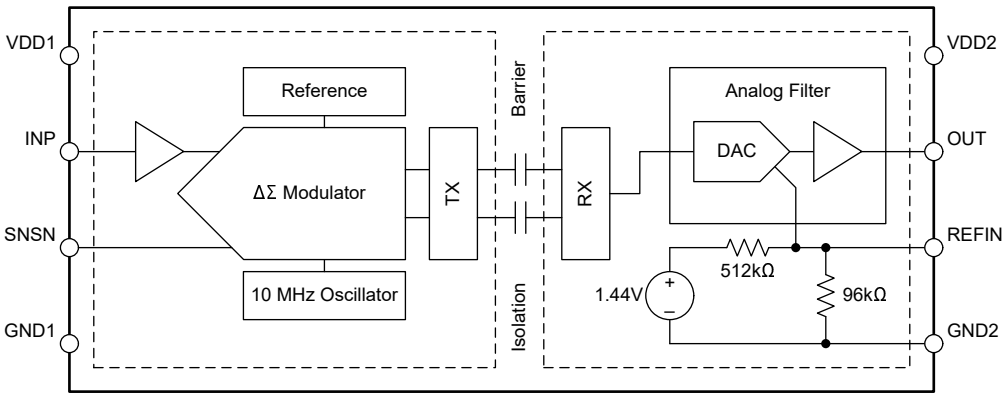
7.1 概述

AMC0380R-Q1 是一款精密的电隔离放大器，具有 高压直流电、高阻抗输入和比例式单端输出。该器件的输入级驱动一个二阶 Δ-Σ 调制器。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。

在低侧，由模拟滤波器处理接收到的位流，该滤波器在 OUT 引脚输出一个以 GND2 为基准的单端信号。这个单端输出信号与输入信号成正比。隔离式放大器的满标量程输出电压等于施加到 REFIN 引脚的电压。

基于 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。AMC0380R-Q1 中使用的数字调制跨过隔离栅传输数据。这种调制方案加上隔离栅的特性，可确保实现高可靠性，并具有高共模瞬态抗扰度。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 模拟输入

AMC0380R-Q1 输入端的电阻分压器将施加到 HVIN 引脚的电压降低至 ±1V 线性满标量程电平。此信号在 SNSP 引脚上提供，该引脚也是模拟信号链的输入端。

SNSP 引脚的高阻抗输入缓冲器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。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.2 隔离通道信号传输

如图 7-1 中所示，AMC0380R-Q1 使用开关键控 (OOK) 调制方案跨过基于 SiO_2 的隔离栅传输调制器输出位流。发送驱动器 (TX) 如 *功能方框图* 中所示。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。而 TX 不发送信号则表示数字零。AMC0380R-Q1 内使用的载波标称频率为 480MHz。

隔离栅另一侧的接收器 (RX) 恢复和解调信号，并将输入提供给模拟滤波器。AMC0380R-Q1 传输通道经过优化，可实现超高共模瞬态抗扰度 (CMTI) 和超低辐射发射。高频载波和 RX/TX 缓冲器开关会导致这些发射。

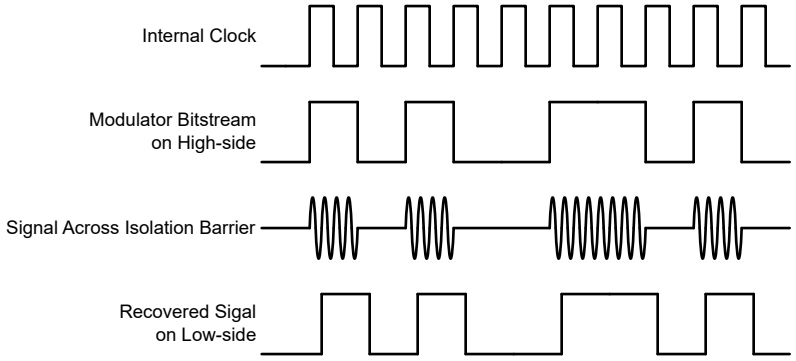


图 7-1. 基于 OOK 的调制方案

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.3.3 模拟输出

AMC0380R-Q1 提供与输入电压成正比的单端模拟输出电压。输出以 GND2 为基准，与器件的输入进行电隔离。输出设计为直接连接到 ADC 的输入端。

满量程输出电压由 REFIN 引脚设置。对于指定线性输入范围内的任何输入电压，器件输出的电压等于：

$$V_{OUT} = V_{HVIN} / V_{Clipping} \times V_{REFIN} / 2 + V_{REFIN} / 2 \quad (1)$$

将 REFIN 连接到与下游 ADC 相同的基准电压，以便匹配 ADC 的动态输入电压范围。在使用共享基准电压的情况下，当将负削波电压施加到 AMC0380R-Q1 的输入端时，ADC 会输出负满标量程代码。当向 AMC0380R-Q1 的输入端施加 0V 时，ADC 会输出中间量程代码。将正削波电压施加到 AMC0380R-Q1 的输入端时，ADC 会输出正满标量程代码。

该器件在指定的线性满标量程范围内为线性。超出线性满标量程范围时，输出继续跟随输入，但线性性能会下降。当输入电压达到削波电压时，输出削波。图 7-2 展示了输入到输出传输特性。

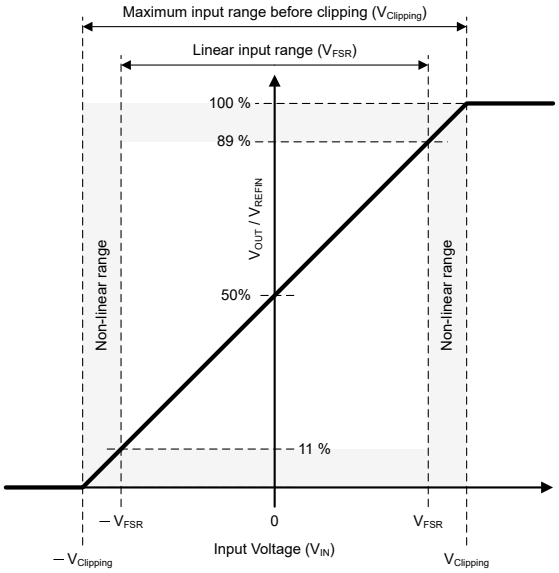


图 7-2. AMC0380R-Q1 的输入到输出传送曲线

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

7.4 器件功能模式

AMC0380R-Q1 在以下其中一种状态下运行：

- 关断状态：低侧电源 (VDD2) 低于 $VDD2_{UV}$ 阈值。器件无响应。OUT 处于高阻态状态。OUT 在内部由 ESD 保护二极管钳位到 VDD2 和 GND2。
- 高侧电源缺失：器件的低侧 (VDD2) 已供电处于建议运行条件下。高侧电源 (VDD1) 低于 $VDD1_{UV}$ 阈值。OUT 引脚驱动至 $V_{REFIN}/2$。
- 模拟输入超范围（正满标量程输入）：VDD1 和 VDD2 处于建议运行条件下，但模拟输入电压 V_{IN} 高于最大削波电压 $V_{Clipping, MAX}$。器件在 OUT 引脚上输出 V_{REFIN}。
- 模拟输入欠范围（负满标量程输入）：VDD1 和 VDD2 处于建议运行条件下，但模拟输入电压 V_{IN} 低于最小削波电压 $V_{Clipping, MIN}$。OUT 引脚驱动至 GND2。
- 正常运行：VDD1、VDD2 和 V_{IN} 处于建议运行条件内。器件输出与输入电压成正比的电压。

表 7-1 列出了运行模式。

表 7-1. 器件运行模式

运行条件	VDD1	VDD2	V_{IN}	器件 响应
关闭	无关	$VDD2 < VDD2_{UV}$	无关	OUT 处于高阻态状态。OUT 在内部由 ESD 保护二极管钳位到 VDD2 和 GND2。
高侧电源缺失	$VDD1 < VDD1_{UV}$	有效(1)	无关	OUT 引脚驱动至 $V_{REFIN}/2$。
输入超范围	有效(1)	有效(1)	$V_{IN} > V_{Clipping, MAX}$	器件在 OUT 引脚上输出 V_{REFIN}。
输入欠范围	有效(1)	有效(1)	$V_{IN} < V_{Clipping, MIN}$	OUT 引脚驱动至 GND2。
正常运行	有效(1)	有效(1)	有效(1)	器件输出与输入电压成正比的电压。

(1) *有效*表示在建议运行条件内运行。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

8.1 应用信息

车载充电器 (OBC) 等交流供电系统分为两个或更多彼此电隔离的电压域。例如，一个高压域包括交流电网、直流链路和用于功率因数校正 (PFC) 的功率级。第二个高压域包含直流总线和高压电池。出于功能方面的原因，PFC 控制器以直流链路 (–) 为基准，测量交流线路电压值，同时保持与交流电源的电隔离。凭借高阻抗输入和电隔离输出，AMC0380R-Q1 可实现此测量。

8.2 典型应用

下图展示了检测三相交流系统线路电压的简化电路原理图。所有三个电压均根据中性点进行测量。在这种配置中，允许三个 AMC0380R-Q1 器件在输入侧共享公共隔离电源。

三个 AMC0380R-Q1 器件（*器件 1*、*器件 2* 和 *器件 3*）分别直接连接到相位 L1、L2 和 L3。在隔离栅的另一侧，每个器件输出一个与相对中性点电压成正比的电压。隔离式直流/直流转换器电路从低压侧生成通用 VDD1 电源。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。

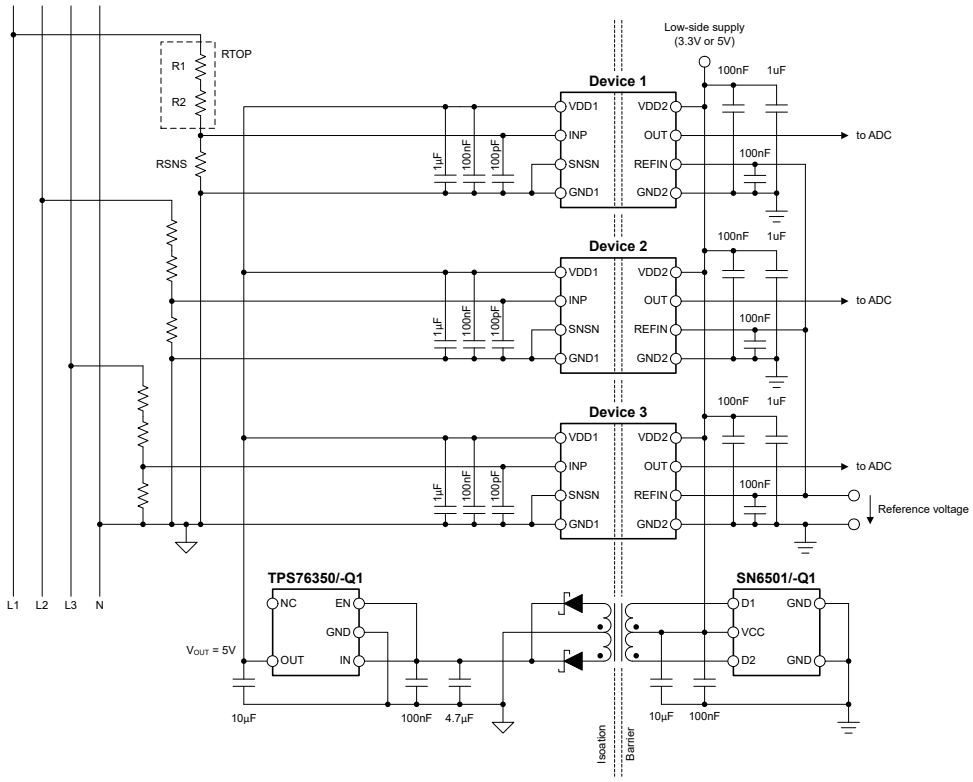


图 8-1. 在典型应用中使用 AMC0380R-Q1

8.2.1 设计要求

表 8-1 列出了此典型应用的参数。

表 8-1. 设计要求

参数	值
系统输入电压（相对中性点）	$230V_{RMS}$ ±10%，50Hz
高侧电源电压	5V
低侧电源电压	3.3V

8.2.2 详细设计过程

本例中的相对中性点电压峰值为 230V × √2 × 1.1 = 360V。AMC0380R 04-Q1 支持 ±400V 的线性输入范围，非常适合该应用。将 HVIN 直接连接到相电压，将 GND1 连接到中性点，请参阅 *典型应用* 部分的图表。

8.2.2.1 输入滤波器设计

将一个滤波电容器连接到 SNSP 引脚可提高信号路径的信噪比性能。当频率接近 ΔΣ 调制器采样频率（通常为 10MHz）时，调制器会将输入噪声折返至低频范围内。使用 RC 滤波器的目的是将高频噪声衰减至低于测量所需的噪声水平。在实践中，比调制器频率低两个数量级的截止频率可以产生良好的效果。

输入滤波器的截止频率由内部检测电阻器 R2 和外部滤波器电容器 C5 决定。截止频率的计算结果为 1 / (2 × π × R2 × C5)。

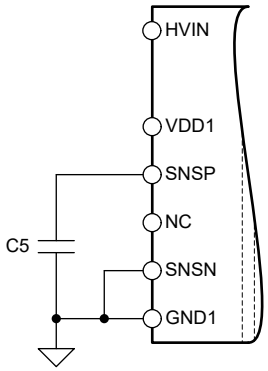


图 8-2. 输入滤波器

8.2.2.2 连接 REFIN 引脚

参考输入具有有限的输入阻抗，如 *功能方框图* 所示。从高阻抗源驱动 REFIN 引脚时，需要考虑该阻抗。在 REFIN 与 GND2 之间连接一个 100nF 电容器，以滤除基准输入端的高频噪声。图 8-3 展示了连接 REFIN 引脚的不同选项。

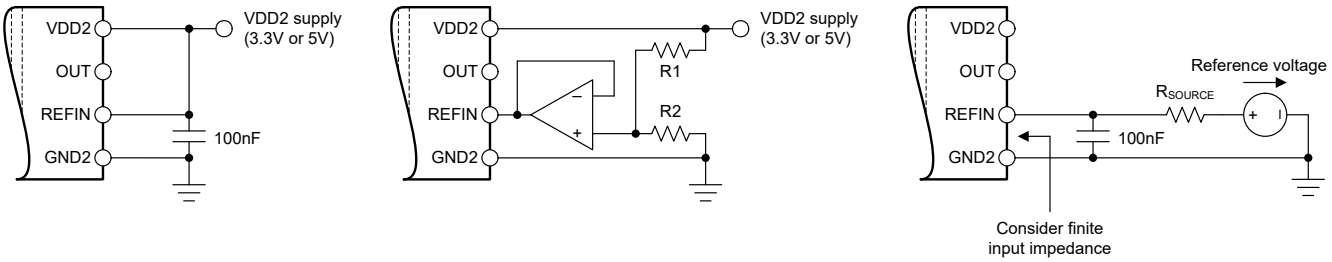


图 8-3. 连接 REFIN 引脚

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

在第一个示例中，REFIN 短接至 VDD2。在第二个示例中，V_{REFIN} 是通过缓冲电阻分压器从 VDD2 得出的。在第三个示例中，基准输入引脚由外部电压源驱动。

8.2.3 应用曲线

图 8-4 显示了 AMC0380R-Q1 的典型满量程阶跃响应。

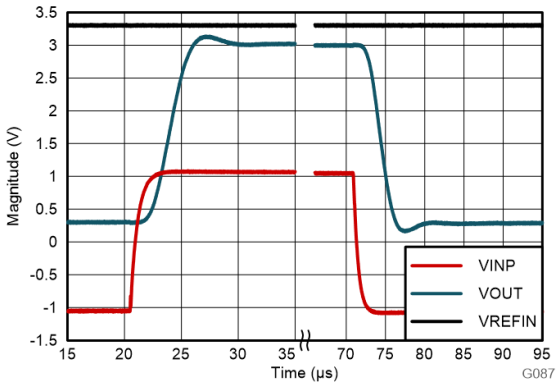


图 8-4. AMC0380R-Q1 的阶跃响应

8.3 最佳设计实践

避免 HVIN 和 SNSP 引脚之间出现任何形式的漏电流。漏电流可能会引入显著的测量误差。请参阅 *布局示例* 了解布局建议。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.4 电源相关建议

在典型应用中，AMC0380R-Q1 的高侧电源 (VDD1) 由隔离式直流/直流转换器从低侧电源 (VDD2) 生成。一种低成本的方案基于推挽式驱动器 SN6501-Q1 和支持所需隔离电压额定值的变压器。

AMC0380R-Q1 无需任何特定的上电时序。高侧电源 (VDD1) 通过与低 ESR、1µF 电容器 (C2) 并联的低 ESR、100nF 电容器 (C1) 进行去耦。低侧电源 (VDD2) 同样通过与低 ESR、1µF 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 8-5 展示了 AMC0380R-Q1 的去耦图。

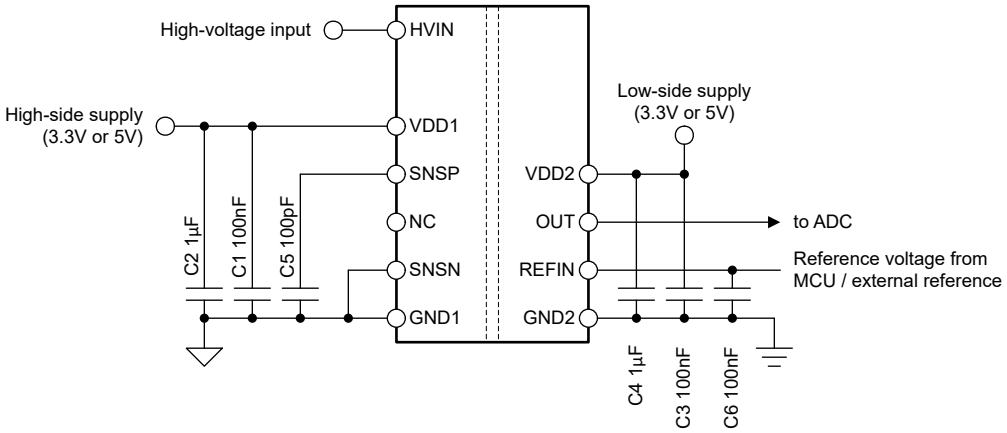


图 8-5. AMC0380R-Q1 去耦

在应用中出现的适用直流偏置条件下，验证电容器能提供足够 *有效* 的电容。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。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。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.5 布局

8.5.1 布局指南

布局示例 部分详细说明了布局建议，其中去耦电容器的放置尤为关键（尽可能靠近 AMC0380R-Q1 电源引脚）。这个示例还说明了器件所需的其他元件的放置方式。

8.5.2 布局示例

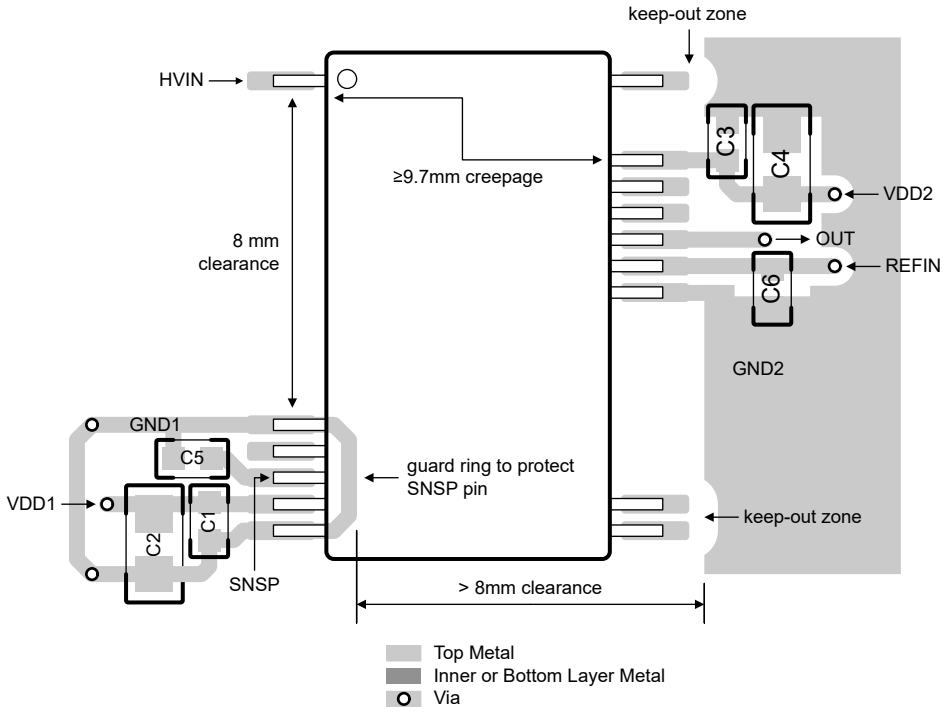


图 8-6. AMC0380R-Q1 的建议布局

9 器件和文档支持

9.1 文档支持

9.1.1 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)，*隔离放大器电压检测 Excel 计算器* 设计工具

9.2 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。

9.3 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。

9.4 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。

9.5 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。

9.6 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。

10 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
November 2025	*	初始发行版

11 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。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

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)
AMC0380R04QDFXRQ1	Active	Production	SSOP (DFX) | 15	750 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	AMC0380R04Q

(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 AMC0380R-Q1 :

- Catalog : AMC0380R

NOTE: Qualified Version Definitions:

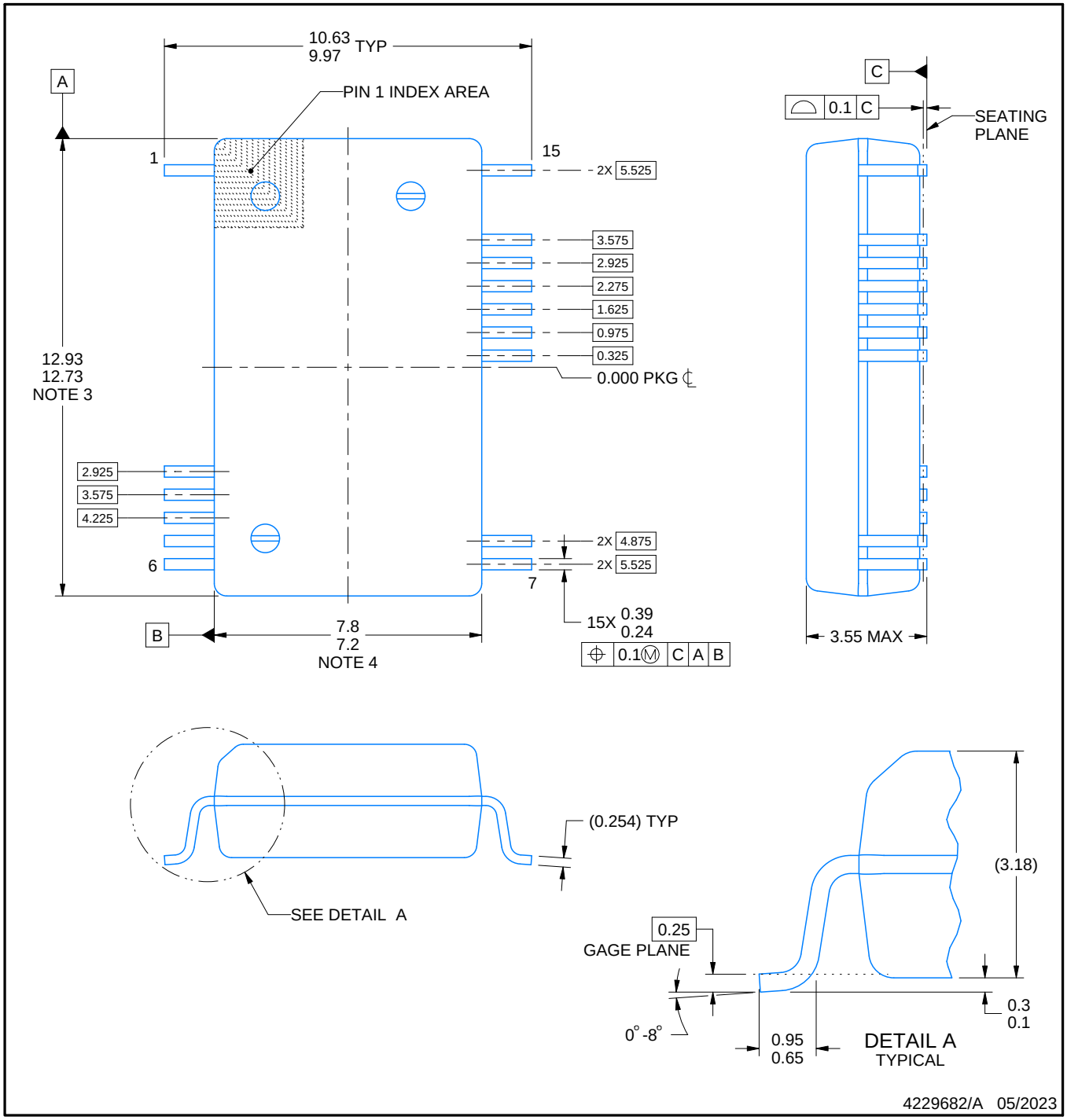
- Catalog - TI's standard catalog product

PACKAGE OUTLINE

DFX0015A

SSOP - 3.55 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



NOTES:

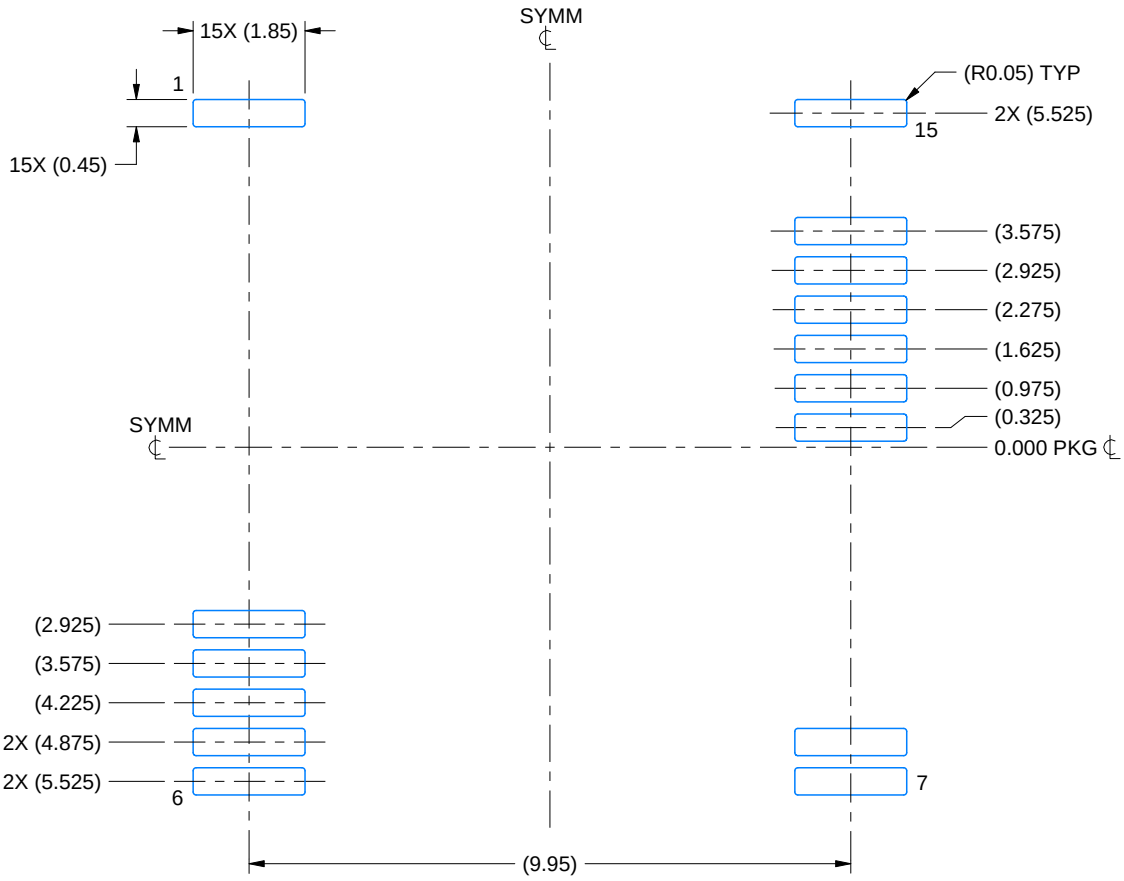
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or 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.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

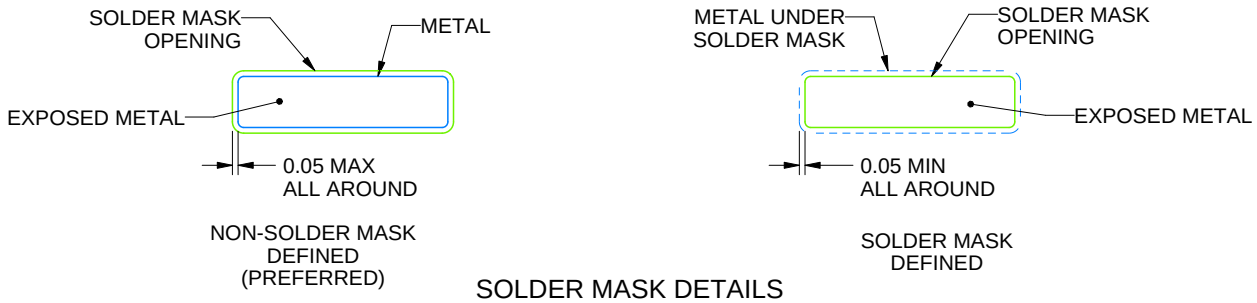
DFX0015A

SSOP - 3.55 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 8X

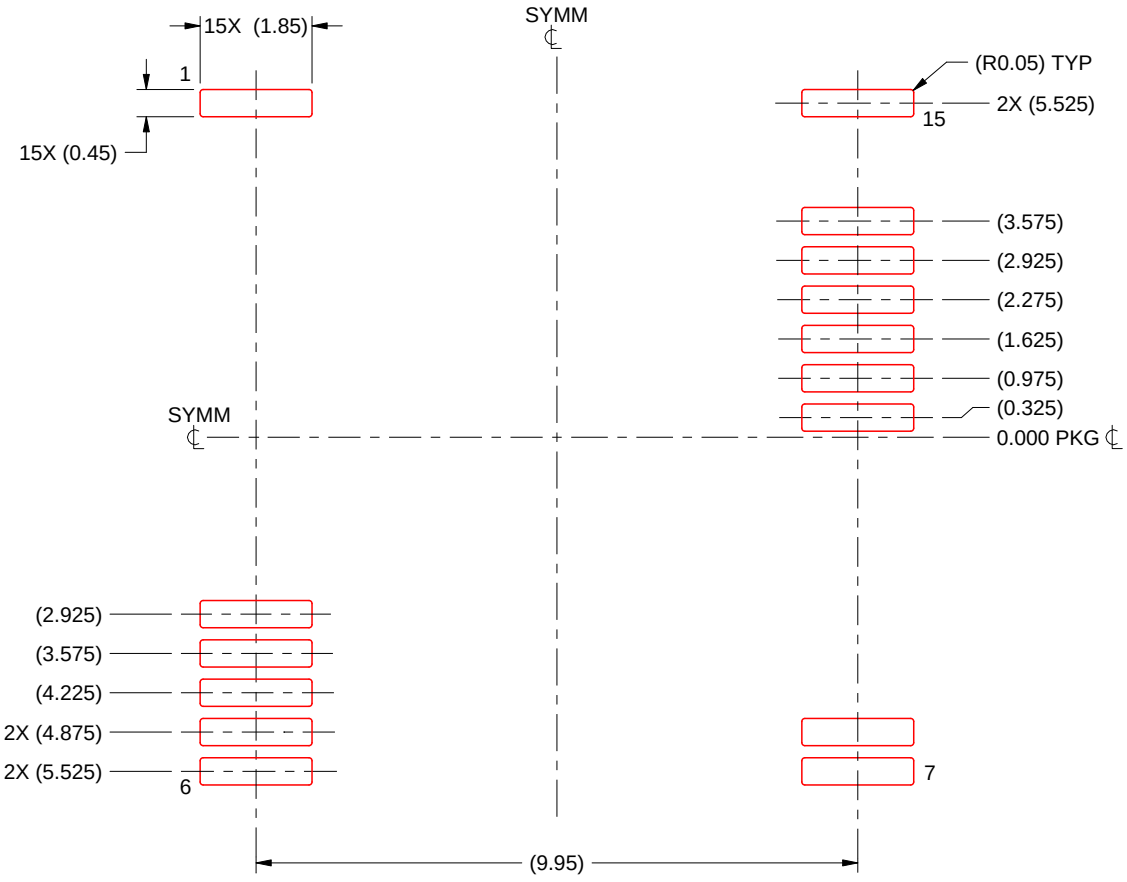


SOLDER MASK DETAILS

4229682/A 05/2023

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: 8X

4229682/A 05/2023

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出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