

# TMUXS7614D 具有 1.8V 逻辑电平的 50V、低 RON、高密度、1:1 (SPST)、SPI 控制型 8 通道精密开关

## 1 特性

- 双电源电压范围：±4.5V 至 ±25V
- 单电源电压范围：4.5V 至 42V
- 非对称双电源支持（例如： $V_{DD}=37.5V$ ， $V_{SS}=-12.5V$ ）
- 兼容 1.8V 逻辑电平
- SPI 电源电压范围：1.8V 至 5.5V
- 支持高达 50MHz 速率的 SPI 接口
  - 手动模式（标准 SPI 或突发模式）
  - 节 7.4.3
  - SPI 错误检测：CRC、无效读取/写入和时钟计数错误
  - 与 SPI 业界通用模式 0 和 3 兼容
- 超高通道密度（ $2.5\text{mm}^2/\text{通道}$ ）
  - 流经 SPI 和电源路由，提高了电路板密度
  - 集成去耦电容器
- 精密性能：
  - 低导通电阻： $1\Omega$ （典型值）
  - 超低导通电阻平坦度： $0.001\Omega$ （典型值）
  - 低导通漏电流： $13\text{pA}$ （典型值）， $350\text{pA}$ （最大值）
  - 超低电荷注入： $2\text{pC}$ （典型值）
- 大电流支持：470mA/每通道（最大值）
- 工作温度范围： $-40^\circ\text{C}$  至  $+125^\circ\text{C}$
- 轨到轨运行
- 双向运行
- 先断后合开关
- ESD 保护 HBM：3000V

## 2 应用

- 半导体测试设备
- SSR 和光继电器替代产品
- 自动测试设备
- LCD 测试设备
- 记忆测试设备
- 仪表：实验、分析、便携
- 数据采集系统 (DAQ)
- 光学测试设备

## 3 说明

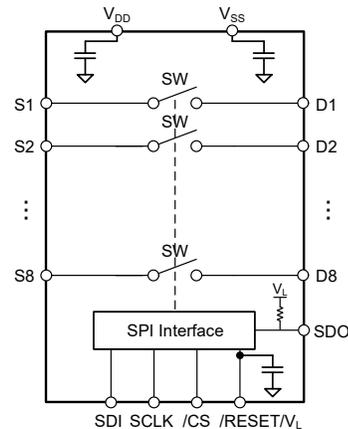
TMUXS7614D 是互补金属氧化物半导体 (CMOS) 开关器件，具有八个独立可选的 1:1 单极单掷 (SPST) 开关通道。该器件支持单电源（4.5V 至 42V）、双电源（±4.5V 至 ±25V）或非对称电源（例如， $V_{DD} = 37.5V$ ， $V_{SS} = -12V$ ）。TMUXS7614D 可支持源极 (Sx) 和漏极 (Dx) 引脚上  $V_{SS}$  到  $V_{DD}$  范围的双向模拟和数字信号。

TMUXS7614D 的开关通过串行外设接口 (SPI) 控制。SPI 接口具有多种错误检测功能，例如 CRC、无效读取/写入和时钟计数错误检测。SPI 还支持菊花链模式。与 SPI 引脚的直通式布线相结合，可增加系统中的通道密度。TMUXS7614D 是精密开关和多路复用器系列器件，具有非常低的导通和关断漏电流，因此可用于高精度测量应用。

### 封装信息

器件型号	封装 <sup>(1) (3)</sup>	封装尺寸 <sup>(2)</sup>
TMUXS7614D	ZEM (FCLGA, 30)	5mm × 4mm

- (1) 有关更多信息，请参阅节 11。
- (2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。
- (3) FCLGA 封装具有建议的回流焊曲线，请参阅节 8.3 了解更多信息。



TMUXS7614D 方框图



## 内容

<b>1 特性</b> .....	1	6.7 关断隔离.....	26
<b>2 应用</b> .....	1	6.8 通道间串扰.....	27
<b>3 说明</b> .....	1	6.9 带宽.....	27
<b>4 引脚配置和功能</b> .....	3	6.10 THD + 噪声.....	28
<b>5 规格</b> .....	5	<b>7 详细说明</b> .....	29
5.1 绝对最大额定值.....	5	7.1 概述.....	29
5.2 ESD 等级.....	5	7.2 功能方框图.....	29
5.3 热性能信息.....	6	7.3 特性说明.....	29
5.4 建议运行条件.....	6	7.4 SPI 运行模式.....	30
5.5 流经开关的源极或漏极电流.....	6	7.5 器件功能模式.....	31
5.6 电气特性 ( 全局 ).....	7	7.6 寄存器映射.....	33
5.7 电气特性 ( $\pm 15V$ 双电源 ).....	8	<b>8 应用和实施</b> .....	34
5.8 开关特性 ( $\pm 15V$ 双电源 ).....	9	8.1 应用信息.....	34
5.9 电气特性 ( $\pm 20V$ 双电源 ).....	10	8.2 典型应用.....	34
5.10 开关特性 ( $\pm 20V$ 双电源 ).....	11	8.3 建议的回流焊曲线.....	35
5.11 电气特性 ( $+37.5V/-12.5V$ 双电源 ).....	12	8.4 散热注意事项.....	36
5.12 开关特性 ( $+37.5V/-12.5V$ 双电源 ).....	13	8.5 电源相关建议.....	37
5.13 电气特性 ( 12V 单电源 ).....	14	8.6 布局.....	38
5.14 开关特性 ( 12V 单电源 ).....	15	<b>9 器件和文档支持</b> .....	40
5.15 SPI 时序特性 ( 2.7V 至 5.5V ).....	15	9.1 文档支持.....	40
5.16 SPI 时序特性 ( 1.8V 至 2.7V ).....	16	9.2 接收文档更新通知.....	40
5.17 时序图.....	17	9.3 支持资源.....	40
5.18 典型特性.....	18	9.4 商标.....	40
<b>6 参数测量信息</b> .....	24	9.5 静电放电警告.....	40
6.1 导通电阻.....	24	9.6 术语表.....	40
6.2 关断漏电流.....	24	<b>10 修订历史记录</b> .....	40
6.3 导通漏电流.....	25	<b>11 机械、封装和可订购信息</b> .....	41
6.4 $t_{ON}$ 和 $t_{OFF}$ 时间.....	25	11.1 卷带包装信息.....	41
6.5 先断后合.....	26	11.2 机械数据.....	43
6.6 电荷注入.....	26		

## 4 引脚配置和功能

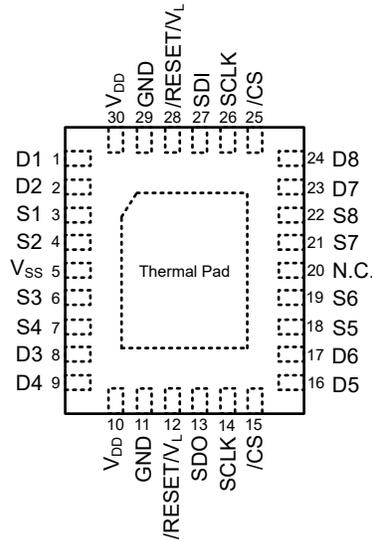


图 4-1. ZEM 封装，30 引脚 LGA (顶视图)

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
D1	1	I/O	漏极引脚 1。可以是输入或输出。
D2	2	I/O	漏极引脚 2。可以是输入或输出。
D3	8	I/O	漏极引脚 3。可以是输入或输出。
D4	9	I/O	漏极引脚 4。可以是输入或输出。
D5	16	I/O	漏极引脚 5。可以是输入或输出。
D6	17	I/O	漏极引脚 6。可以是输入或输出。
D7	23	I/O	漏极引脚 7。可以是输入或输出。
D8	24	I/O	漏极引脚 8。可以是输入或输出。
GND	11、29	P	接地 (0V) 基准。在 TMUXS7614D 上，两个 GND 引脚均在内部连接，以便进行直通式布线。
N.C.	20	-	无内部连接。可短接到 GND 或保持悬空。
S1	3	I/O	源极引脚 1。可以是输入或输出。
S2	4	I/O	源极引脚 2。可以是输入或输出。
S3	6	I/O	源极引脚 3。可以是输入或输出。
S4	7	I/O	源极引脚 4。可以是输入或输出。
S5	18	I/O	源极引脚 5。可以是输入或输出。
S6	19	I/O	源极引脚 6。可以是输入或输出。
S7	21	I/O	源极引脚 7。可以是输入或输出。
S8	22	I/O	源极引脚 8。可以是输入或输出。
SDI	27	I	SPI 串行数据输入。在 SCLK 的正边沿捕捉数据。
SCLK	14、26	I	SPI 时钟输入。两个 SCLK 引脚均在内部连接，以实现直通式布线。
SDO	13	O	SPI 串行数据输出。在 SCLK 的负边沿移出数据。
CS	15、25	I	SPI 片选引脚 (低电平有效)。两个 CS 引脚均在内部连接，以实现直通式布线。
RESET/V <sub>L</sub>	12、28	P	SPI 电源引脚 (1.8V 至 5.5V) 和硬件复位引脚 (低电平有效)。将引脚拉至低电平可触发器件硬件复位。硬件复位完成后，SPI 寄存器将复位为其默认状态，所有模拟开关都将断开。两个 RESET/V <sub>L</sub> 引脚均在内部连接，以实现直通式布线。连接到 V <sub>L</sub> 和 GND 之间的集成 0.1 μF 电容器。
VDD	10、30	P	正电源。该引脚是正电源电势最高的引脚。在 TMUXS7614D 上，两个 VDD 引脚均在内部连接，以便进行直通式布线。连接到 VDD 和 GND 之间的集成 0.1 μF 电容器。
VSS	5	P	负电源。该引脚是负电源电势最高的引脚。在单电源应用中，该引脚应接地。连接到 VSS 和 GND 之间的集成 0.1 μF 电容器。

表 4-1. 引脚功能 (续)

引脚		类型 <sup>(1)</sup>	说明
名称	编号		
散热焊盘		—	外露散热焊盘在内部进行连接。建议将焊盘连接至 VSS 以获得出色性能。

(1) I = 输入, O = 输出, I/O = 输入和输出, P = 电源。

## 5 规格

### 5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 ( 除非另有说明 ) (1) (2)

		最小值	最大值	单位
$V_{DD} - V_{SS}$	电源电压		50	V
$V_{DD}$		-0.5	50	V
$V_{SS}$		-32	0.5	V
$V_L$	逻辑电源电压	-0.5	6	V
$V_{LOGIC}$	逻辑控制输入引脚电压 ( SPI 引脚 )	-0.5	6	V
$I_{LOGIC}$	逻辑控制输入引脚电流 ( SPI 引脚 )	-30	30	mA
$V_S$ 或 $V_D$	源极或漏极电压 ( $S_x$ 、 $D_x$ )	$V_{SS} - 0.5$	$V_{DD} + 0.5$	V
$I_{IK}$	二极管钳位电流 <sup>(3)</sup>	-30	30	mA
$I_S$ 或 $I_D$ (CONT)	源极或漏极连续电流 ( $S_x$ 、 $D_x$ )		$I_{DC} + 10\%$ <sup>(4)</sup>	mA
$T_A$	环境温度	-55	150	°C
$T_{stg}$	贮存温度	-65	150	°C
$T_J$	结温		150	°C
$P_{tot}$	总功率耗散		1650	mW

- 超出“绝对最大额定值”运行可能会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运行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。
- 除非另有说明，否则所有电压均以接地为基准。
- 引脚被二极管钳制至电源轨。过压信号的电压和电流必须限制在最大额定值内。
- 有关  $I_{DC}$  规格，请参阅源极或漏极连续电流表。

### 5.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准，所有引脚 <sup>(1)</sup>	±3000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准，所有引脚 <sup>(2)</sup>	±1000	

- JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

### 5.3 热性能信息

热指标 <sup>(1)</sup>		TMUXS7614D		
		ZEM (LGA)		
		30 引脚		
				单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	53.5		°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	15.9		°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	28.2		°C/W
$\Psi_{JT}$	结至顶部特征参数	0.30		°C/W
$\Psi_{JB}$	结至电路板特征参数	27.8		°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	41.0		°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。

### 5.4 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

		最小值	标称值	最大值	单位
$V_{DD} - V_{SS}$ <sup>(1)</sup>	电源电压差	4.5		50	V
$V_{DD}$	正电源电压	4.5		42	V
$V_S$ 或 $V_D$	信号路径输入/输出电压 (源极或漏极引脚) (Sx、D)	$V_{SS}$		$V_{DD}$	V
$V_L$	逻辑电源电压	1.8		5.5	V
$V_{LOGIC}$	逻辑控制输入引脚电压 (SPI 引脚)	0		5.5	V
$I_S$ 或 $I_D (CONT)$	源极或漏极连续电流 (Sx、D)			$I_{DC}$ <sup>(2)</sup>	mA
$T_A$	环境温度	-40		125	°C

(1) 只要满足  $4.5V \leq (V_{DD} - V_{SS}) \leq 44V$  以及最小  $V_{DD}$  条件,  $V_{DD}$  和  $V_{SS}$  就可以是最大建议运行条件范围内的任意值。

(2) 有关  $I_{DC}$  规格, 请参阅[源极或漏极连续电流](#)表。

### 5.5 流经开关的源极或漏极电流

流经开关的 电流	测试条件	$T_J = 25^\circ\text{C}$	$T_J = 50^\circ\text{C}$	$T_J = 85^\circ\text{C}$	$T_J = 105^\circ\text{C}$	$T_J = 125^\circ\text{C}$	$T_J = 135^\circ\text{C}$	$T_J = 150^\circ\text{C}$	单位
$I_{DC}$ <sup>(1)</sup>	$V_{SS}$ 至 $V_{DD} - 2.5V$	470	470	470	309	143	100	60	mA
$I_{peak}$ <sup>(2)</sup>	$V_{SS}$ 至 $V_{DD} - 2.5V$	470	470	470	470	470	470	470	mA

(1) 有关更多详细信息, 请参阅[节 8.4](#)。

(2) 1ms 的脉冲电流, 占空比为 10%

## 5.6 电气特性 (全局)

在工作电源电压范围内,  $V_L = 1.8V - 5.5V$ ,  $GND = 0V$  (除非另有说明)

典型值在  $V_{DD} = +15V$ 、 $V_{SS} = -15V$ 、 $V_L = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
<b>逻辑输入 (SPI 引脚)</b>							
$V_{IH}$	逻辑电压高电平	$V_L = 5.5V$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	2			V
		$V_L = 3.3V$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	1.35			V
		$V_L \leq 1.8V$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	1			V
$V_{IL}$	逻辑电压低电平	$2.7V \leq V_L \leq 5.5V$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			0.75	V
		$1.8V \leq V_L < 2.7V$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			0.5	V
$I_{IH}$	输入漏电流		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$		0.005	2	$\mu A$
$I_{IL}$	输入漏电流		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	-2	-0.005		$\mu A$
$T_{SD}$	热关断				165		$^\circ C$
$T_{SD\_HYST}$	热关断迟滞				15		$^\circ C$
$V_{OH}$	逻辑高电平输出电压	$I_{SOURCE} = 100\mu A$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	$V_L - 0.1$			V
		$I_{SOURCE} = 1mA$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	$V_L - 0.7$			V
$V_{OL}$	逻辑低输出电压	$I_{SINK} = 100\mu A$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			0.1	V
		$I_{SINK} = 1mA$	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			0.7	V
$C_{IN}$	逻辑输入电容		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$		3.5		pF
<b>电源</b>							
$I_{LQ}$	$V_L$ 静态电源电流	$V_L = 1.8V$ 至 $5.5V$ SPI 输入 = $0V$ 或 $V_L$	$25^\circ C$		5	6	$\mu A$
			$-40^\circ C$ 至 $+85^\circ C$			7	$\mu A$
			$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			8	$\mu A$
$I_L$	$V_L$ 有效电源电流	$V_L = 2.7V$ 至 $5.5V$ /CS = $0V$ , fSCLK = $50MHz$ , fSDI = $25MHz$	$25^\circ C$		1	1.2	mA
			$-40^\circ C$ 至 $+85^\circ C$			1.5	mA
			$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			2	mA

### 5.7 电气特性 ( ±15V 双电源 )

$V_{DD} = +15V \pm 10\%$ ,  $V_{SS} = -15V \pm 10\%$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )  
典型值在  $V_{DD} = +15V$ 、 $V_{SS} = -15V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟开关</b>							
$R_{ON}$	导通电阻	$V_S = -10V$ 至 $+10V$ $I_D = -10mA$	25°C		1	1.4	$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			1.6	
			-40°C 至 +85°C			1.8	
			-40°C 至 +125°C			2.2	
$\Delta R_{ON}$	通道间的导通电阻不匹配	$V_S = -10V$ 至 $+10V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.015		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			0.030	
			-40°C 至 +85°C			0.035	
			-40°C 至 +125°C			0.040	
$R_{ON\ FLAT}$	导通电阻平坦度	$V_S = -10V$ 至 $+10V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.001		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			0.035	
			-40°C 至 +85°C			0.040	
			-40°C 至 +125°C			0.045	
$R_{ON\ DRIFT}$	导通电阻漂移	$V_S = 0V$ , $I_S = -10mA$	-40°C 至 +125°C		0.006		$\Omega/^\circ C$
$I_{S(OFF)}$	源极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 开关状态为关断 $V_S = +10V/-10V$ $V_D = -10V/10V$	25°C	-0.35	0.030	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.45		0.45	
			-40°C 至 +85°C	-3		3	
$I_{D(OFF)}$	漏极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 开关状态为关断 $V_S = +10V/-10V$ $V_D = -10V/10V$	25°C	-0.35	0.030	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.45		0.45	
			-40°C 至 +85°C	-3		3	
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	通道导通漏电流 <sup>(2)</sup>	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 开关状态为导通 $V_S = V_D = \pm 10V$	25°C	-0.35	0.013	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.45		0.45	
			-40°C 至 +85°C	-2		2	
<b>电源</b>							
$I_{DDQ}$	$V_{DD}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 所有开关均关闭	25°C		45	80	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			90	
			-40°C 至 +125°C			115	
$I_{DD}$	$V_{DD}$ 电源电流	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 所有开关均打开	25°C		840	1110	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			1120	
			-40°C 至 +125°C			1125	
$I_{SSQ}$	$V_{SS}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 所有开关均关闭	25°C		15	30	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			45	
			-40°C 至 +125°C			65	
$I_{SS}$	$V_{SS}$ 电源电流	$V_{DD} = 16.5V$ , $V_{SS} = -16.5V$ 所有开关均打开	25°C		680	800	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			850	
			-40°C 至 +125°C			900	

(1) 当  $V_S$  为正时,  $V_D$  为负, 或当  $V_S$  为负时,  $V_D$  为正。

(2) 当  $V_S$  处于电压电势时,  $V_D$  处于浮动状态, 或当  $V_D$  处于电压电势时,  $V_S$  处于浮动状态。

## 5.8 开关特性 ( ±15V 双电源 )

$V_{DD} = +15V \pm 10\%$  ,  $V_{SS} = -15V \pm 10\%$  ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )

典型值在  $V_{DD} = +15V$  ,  $V_{SS} = -15V$  ,  $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{ON}$	控制输入的开通时间	$V_S = 10V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		2.0	2.5	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			2.75	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			3	$\mu s$
$t_{OFF}$	控制输入的关断时间	$V_S = 10V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		1.7	2.2	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			2.5	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			3	$\mu s$
$t_{BBM}$	先断后合延时时间	$V_S = 10V$ , $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		310		ns
			-40°C 至 +85°C	125			ns
			-40°C 至 +125°C	125			ns
$Q_{INJ}$	电荷注入	$V_S = 0V$ , $C_L = 100pF$	25°C		-2		pC
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200\ mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 100kHz$	25°C		-97		dB
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		-71		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 100kHz$	25°C		-110		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		-105		dB
BW	-3dB 带宽	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200\ mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$	25°C		180		MHz
$I_L$	插入损耗	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		-0.082		dB
ACPSRR	交流电源抑制比	$V_{PP} = 0.62V$ ( 在 $V_{DD}$ 和 $V_{SS}$ 上 ) $R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 1MHz$	25°C		-70		dB
THD+N	总谐波失真 + 噪声	$V_{PP} = 15V$ , $V_{BIAS} = 0V$ $R_L = 110\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 20Hz$ 至 $20kHz$	25°C		0.0005		%
$C_{S(OFF)}$	源极关断电容接地	$V_S = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		27		pF
$C_{D(OFF)}$	接地漏极关断电容	$V_S = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		27		pF
$C_{S(ON)}$ , $C_{D(ON)}$	接地导通电容	$V_S = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		28		pF

### 5.9 电气特性 ( ±20V 双电源 )

$V_{DD} = +20V \pm 10\%$ ,  $V_{SS} = -20V \pm 10\%$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )  
典型值在  $V_{DD} = +20V$ 、 $V_{SS} = -20V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟开关</b>							
$R_{ON}$	导通电阻	$V_S = -15V$ 至 $+15V$ $I_D = -10mA$	25°C		1	1.4	$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			1.6	
			-40°C 至 +85°C			1.9	
			-40°C 至 +125°C			2.2	
$\Delta R_{ON}$	通道间的导通电阻不匹配	$V_S = -15V$ 至 $+15V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.015		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			0.038	
			-40°C 至 +85°C			0.048	
			-40°C 至 +125°C			0.050	
$R_{ON\ FLAT}$	导通电阻平坦度	$V_S = -15V$ 至 $+15V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.001		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			0.030	
			-40°C 至 +85°C			0.035	
			-40°C 至 +125°C			0.040	
$R_{ON\ DRIFT}$	导通电阻漂移	$V_S = 0V$ , $I_S = -10mA$	-40°C 至 +125°C		0.005		$\Omega/^\circ C$
$I_{S(OFF)}$	源极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 开关状态为关断 $V_S = +15V/-15V$ $V_D = -15V/15V$	25°C	-0.4	0.012	0.4	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.75		0.75	
			-40°C 至 +85°C	-4		4	
$I_{D(OFF)}$	漏极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 开关状态为关断 $V_S = +15V/-15V$ $V_D = -15V/15V$	25°C	-0.4	0.012	0.4	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.75		0.75	
			-40°C 至 +85°C	-4		4	
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	通道导通漏电流 <sup>(2)</sup>	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 开关状态为导通 $V_S = V_D = \pm 15V$	25°C	-0.35	0.004	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.6		0.6	
			-40°C 至 +85°C	-1.6		1.6	
<b>电源</b>							
$I_{DDQ}$	$V_{DD}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 所有开关均关闭	25°C		45	80	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			90	
			-40°C 至 +125°C			115	
$I_{DD}$	$V_{DD}$ 电源电流	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 所有开关均打开	25°C		840	1110	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			1120	
			-40°C 至 +125°C			1125	
$I_{SSQ}$	$V_{SS}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 所有开关均关闭	25°C		15	30	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			45	
			-40°C 至 +125°C			65	
$I_{SS}$	$V_{SS}$ 电源电流	$V_{DD} = 22V$ , $V_{SS} = -22V$ 所有开关均打开	25°C		680	800	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			850	
			-40°C 至 +125°C			900	

- (1) 当  $V_S$  为正时,  $V_D$  为负, 或当  $V_S$  为负时,  $V_D$  为正。  
(2) 当  $V_S$  处于电压电势时,  $V_D$  处于浮动状态, 或当  $V_D$  处于电压电势时,  $V_S$  处于浮动状态。

## 5.10 开关特性 ( ±20V 双电源 )

$V_{DD} = +20V \pm 10\%$  ,  $V_{SS} = -20V \pm 10\%$  ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )  
典型值在  $V_{DD} = +20V$ 、 $V_{SS} = -20V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{ON}$	控制输入的开通时间	$V_S = 10V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		2	2.5	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			2.9	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			3	$\mu s$
$t_{OFF}$	控制输入的关断时间	$V_S = 10V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		1.8	2.2	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			2.5	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			2.8	$\mu s$
$t_{BBM}$	先断后合延时时间	$V_S = 10V$ , $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		320		ns
			-40°C 至 +85°C		150		ns
			-40°C 至 +125°C		150		ns
$Q_{INJ}$	电荷注入	$V_S = 0V$ , $C_L = 100pF$	25°C		-3		pC
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200\ mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 100kHz$	25°C		-96		dB
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		-73		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 100kHz$	25°C		-106		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		-105		dB
BW	-3dB 带宽	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ ,	25°C		190		MHz
$I_L$	插入损耗	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		-0.082		dB
ACPSRR	交流电源抑制比	$V_{PP} = 0.62V$ ( 在 $V_{DD}$ 和 $V_{SS}$ 上 ) $R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 1MHz$	25°C		-65		dB
THD+N	总谐波失真 + 噪声	$V_{PP} = 20V$ , $V_{BIAS} = 0V$ $R_L = 110\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 20Hz$ 至 $20kHz$	25°C		0.0004		%
$C_{S(OFF)}$	源极关断电容接地	$V_S = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		24		pF
$C_{D(OFF)}$	接地漏极关断电容	$V_S = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		24		pF
$C_{S(ON)}$ , $C_{D(ON)}$	接地导通电容	$V_S = 0V$ , $f = 1MHz$	25°C		27		pF

### 5.11 电气特性 ( +37.5V/-12.5V 双电源 )

$V_{DD} = +37.5V - 10%$  ,  $V_{SS} = -12.5V - 10%$  ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )

典型值在  $V_{DD} = +37.5V - 10%$ 、 $V_{SS} = -12.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟开关</b>							
$R_{ON}$	导通电阻	$V_S = -7.5V$ 至 $32.5V$ $I_D = -10mA$	25°C		1	1.35	$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			1.6	
			-40°C 至 +85°C			1.8	
			-40°C 至 +125°C			2.1	
$\Delta R_{ON}$	通道间的导通电阻不匹配	$V_S = -7.5V$ 至 $32.5V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.015		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			0.038	
			-40°C 至 +85°C			0.048	
			-40°C 至 +125°C			0.050	
$R_{ON\ FLAT}$	导通电阻平坦度	$V_S = -7.5V$ 至 $32.5V$ $I_D = -10mA$	25°C		0.001		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C			0.02	
			-40°C 至 +85°C			0.03	
			-40°C 至 +125°C			0.04	
$R_{ON\ DRIFT}$	导通电阻漂移	$V_S = 0V$ , $I_S = -10mA$	-40°C 至 +125°C		0.006		$\Omega/^\circ C$
$I_{S(OFF)}$	源极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 开关状态为关断 $V_S = 32.5V/-7.5V$ $V_D = -7.5V/32.5V$	25°C	-0.3	0.021	0.3	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.75		0.75	
			-40°C 至 +85°C	-5		5	
$I_{D(OFF)}$	漏极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 开关状态为关断 $V_S = 32.5V/-7.5V$ $V_D = -7.5V/32.5V$	25°C	-0.3	0.021	0.3	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.75		0.75	
			-40°C 至 +85°C	-5		5	
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	通道导通漏电流 <sup>(2)</sup>	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 开关状态为导通 $V_S = V_D = 32.5V$ 或 $-7.5V$	25°C	-0.35	0.020	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C	-0.6		0.6	
			-40°C 至 +85°C	-2		2	
<b>电源</b>							
$I_{DDQ}$	$V_{DD}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 所有开关均关闭	25°C		45	80	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			95	
			-40°C 至 +125°C			120	
$I_{DD}$	$V_{DD}$ 电源电流	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 所有开关均打开	25°C		840	1110	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			1120	
			-40°C 至 +125°C			1125	
$I_{SSQ}$	$V_{SS}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 所有开关均关闭	25°C		17	30	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			45	
			-40°C 至 +125°C			65	
$I_{SS}$	$V_{SS}$ 电源电流	$V_{DD} = 37.5V$ , $V_{SS} = -12.5V$ 所有开关均打开	25°C		680	800	$\mu A$
			-40°C 至 +85°C			850	
			-40°C 至 +125°C			900	

(1) 当  $V_S$  为正时,  $V_D$  为负, 或当  $V_S$  为负时,  $V_D$  为正。

(2) 当  $V_S$  处于电压电势时,  $V_D$  处于浮动状态, 或当  $V_D$  处于电压电势时,  $V_S$  处于浮动状态。

## 5.12 开关特性 ( +37.5V/-12.5V 双电源 )

$V_{DD} = +37.5V \pm 10\%$ ,  $V_{SS} = -12.5V \pm 10\%$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )

典型值在  $V_{DD} = +37.5V \pm 10\%$ 、 $V_{SS} = -12.5V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{ON}$	控制输入的开通时间	$V_S = 10V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		2.1	3	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			3.5	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			4	$\mu s$
$t_{OFF}$	控制输入的关断时间	$V_S = 10V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		1.74	2	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			2.1	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			2.5	$\mu s$
$t_{BBM}$	先断后合延时时间	$V_S = 10V$ , $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		350		ns
			-40°C 至 +85°C		150		ns
			-40°C 至 +125°C		150		ns
$Q_{INJ}$	电荷注入	$V_S = 12.5V$ , $C_L = 100pF$	25°C		6.5		pC
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 12.5V$ , $f = 100kHz$	25°C		-96		dB
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 12.5V$ , $f = 1MHz$	25°C		-72		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 12.5V$ , $f = 100kHz$	25°C		-110		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 12.5V$ , $f = 1MHz$	25°C		-100		dB
BW	-3dB 带宽	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 12.5V$ ,	25°C		180		MHz
$I_L$	插入损耗	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 12.5V$ , $f = 1MHz$	25°C		-0.082		dB
ACPSRR	交流电源抑制比	$V_{PP} = 0.62V$ ( 在 $V_{DD}$ 和 $V_{SS}$ 上 ) $R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 1MHz$	25°C		-66		dB
THD+N	总谐波失真 + 噪声	$V_{PP} = 15V$ , $V_{BIAS} = 0V$ $R_L = 110\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 20Hz$ 至 $20kHz$	25°C		0.0005		%
$C_{S(OFF)}$	源极关断电容接地	$V_S = 12.5V$ , $f = 1MHz$	25°C		24		pF
$C_{D(OFF)}$	接地漏极关断电容	$V_S = 12.5V$ , $f = 1MHz$	25°C		24		pF
$C_{S(ON)}$ , $C_{D(ON)}$	接地导通电容	$V_S = 12.5V$ , $f = 1MHz$	25°C		27		pF

### 5.13 电气特性 (12V 单电源)

$V_{DD} = +12V \pm 10\%$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $GND = 0V$  (除非另有说明)

典型值在  $V_{DD} = +12V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 (除非另有说明)

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟开关</b>							
$R_{ON}$	导通电阻	$V_S = 3V$ 至 $7V$ $I_D = -10mA$	25°C	1.15	1.6		$\Omega$
			-40°C 至 +50°C		1.75		
			-40°C 至 +85°C		2		
			-40°C 至 +125°C		2.3		
$\Delta R_{ON}$	通道间的导通电阻不匹配	$V_S = 3V$ 至 $7V$ $I_D = -10mA$	25°C	0.015			$\Omega$
			-40°C 至 +50°C		0.050		
			-40°C 至 +85°C		0.055		
			-40°C 至 +125°C		0.060		
$R_{ON\ FLAT}$	导通电阻平坦度	$V_S = 3V$ 至 $7V$ $I_D = -10mA$	25°C	0.084			$\Omega$
			-40°C 至 +50°C		0.13		
			-40°C 至 +85°C		0.14		
			-40°C 至 +125°C		0.16		
$R_{ON\ DRIFT}$	导通电阻漂移	$V_S = 0V$ , $I_S = -10mA$	-40°C 至 +125°C	0.006			$\Omega/^\circ C$
$I_{S(OFF)}$	源极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 13.2V$ , $V_{SS} = 0V$ 开关状态为关断 $V_S = 1V/10V$ $V_D = 10V/1V$	25°C	-0.35	0.003	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C		-0.4	0.4	
			-40°C 至 +85°C		-1.5	1.5	
$I_{D(OFF)}$	漏极关断漏电流 <sup>(1)</sup>	$V_{DD} = 13.2V$ , $V_{SS} = 0V$ 开关状态为关断 $V_S = 1V/10V$ $V_D = 10V/1V$	25°C	-0.35	0.003	0.35	nA
			-40°C 至 +50°C		-0.4	0.4	
			-40°C 至 +85°C		-1.5	1.5	
$I_{S(ON)}$ $I_{D(ON)}$	通道导通漏电流 <sup>(2)</sup>	$V_{DD} = 13.2V$ , $V_{SS} = 0V$ 开关状态为导通 $V_S = V_D = 1V$ 或 $10V$	25°C	-0.7	0.003	0.7	nA
			-40°C 至 +50°C		-0.85	0.85	
			-40°C 至 +85°C		-1.2	1.2	
<b>电源</b>							
$I_{DDQ}$	$V_{DD}$ 静态电源电流	$V_{DD} = 13.2V$ , $V_{SS} = 0V$ 所有开关均关闭	25°C	30	65		$\mu A$
			-40°C 至 +85°C		100		
			-40°C 至 +125°C		115		
$I_{DD}$	$V_{DD}$ 电源电流	$V_{DD} = 13.2V$ , $V_{SS} = 0V$ 所有开关均打开	25°C	840	1110		$\mu A$
			-40°C 至 +85°C		1120		
			-40°C 至 +125°C		1125		

(1) 当  $V_S$  为正时,  $V_D$  为负, 或当  $V_S$  为负时,  $V_D$  为正。

(2) 当  $V_S$  处于电压电势时,  $V_D$  处于浮动状态, 或当  $V_D$  处于电压电势时,  $V_S$  处于浮动状态。

### 5.14 开关特性 ( 12V 单电源 )

$V_{DD} = +12V \pm 10\%$ ,  $V_{SS} = 0V$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )  
典型值在  $V_{DD} = +12V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{ON}$	控制输入的开通时间	$V_S = 8V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		2	2.5	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			3	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			3.5	$\mu s$
$t_{OFF}$	控制输入的关断时间	$V_S = 8V$ $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		1.7	2.2	$\mu s$
			-40°C 至 +85°C			2.5	$\mu s$
			-40°C 至 +125°C			3	$\mu s$
$t_{BBM}$	先断后合延时时间	$V_S = 8V$ , $R_L = 300\ \Omega$ , $C_L = 35pF$	25°C		320		ns
			-40°C 至 +85°C	160			ns
			-40°C 至 +125°C	160			ns
$Q_{INJ}$	电荷注入	$V_S = 6V$ , $C_L = 100pF$	25°C		4		pC
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 6V$ , $f = 100kHz$	25°C		-95		dB
$O_{ISO}$	关断隔离	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 6V$ , $f = 1MHz$	25°C		-66		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 6V$ , $f = 100kHz$	25°C		-105		dB
$X_{TALK}$	串扰	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 6V$ , $f = 1MHz$	25°C		-105		dB
BW	-3dB 带宽	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 6V$	25°C		160		MHz
$I_L$	插入损耗	$R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ $V_S = 200mV_{RMS}$ , $V_{BIAS} = 6V$ , $f = 1MHz$	25°C		-0.082		dB
ACPSRR	交流电源抑制比	$V_{PP} = 0.62V$ ( 在 $V_{DD}$ 和 $V_{SS}$ 上 ) $R_L = 50\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 1MHz$	25°C		-65		dB
THD+N	总谐波失真 + 噪声	$V_{PP} = 6V$ , $V_{BIAS} = 6V$ $R_L = 110\ \Omega$ , $C_L = 5pF$ , $f = 20Hz$ 至 $20kHz$	25°C		0.0095		%
$C_{S(OFF)}$	源极关断电容接地	$V_S = 6V$ , $f = 1MHz$	25°C		39		pF
$C_{D(OFF)}$	接地漏极关断电容	$V_S = 6V$ , $f = 1MHz$	25°C		39		pF
$C_{S(ON)}$ , $C_{D(ON)}$	接地导通电容	$V_S = 6V$ , $f = 1MHz$	25°C		34		pF

### 5.15 SPI 时序特性 ( 2.7V 至 5.5V )

$V_L = 2.7V - 5.5V$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )  
典型值在  $V_L = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{CLK\_SPI}$	SCLK 频率		-40°C 至 +125°C			50	MHz
$t_R$ 、 $t_F$	SPI 时钟上升和下降时间		-40°C 至 +125°C			50	ns

### 5.15 SPI 时序特性 ( 2.7V 至 5.5V ) ( 续 )

$V_L = 2.7V - 5.5V$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )

典型值在  $V_L = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{CLK\_SPI}$	SCLK 周期		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	20			ns
$t_{CLK\_H\_SPI}$	SCLK 高电平时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	8			ns
$t_{CLK\_L\_SPI}$	SCLK 低电平时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	8			ns
$t_{CSS}$	建立时间 $\overline{CS}$ 至 SCLK		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	10			ns
$t_{SU\_SPI}$	建立时间 SDI 至 SCLK		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	6			ns
$t_{H\_SPI}$	保持时间 SDI 至 SCLK		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	8			ns
$t_{CSH}$	保持时间 SCLK 至 $\overline{CS}$		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	10			ns
$t_{CSLSDO}$	$\overline{CS}$ 下降沿至 SDO	20pF	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			25	ns
$t_{SDO}$	SCLK 下降沿到 SDO	20pF	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			25	ns
$t_{CSHSDO}$	$\overline{CS}$ 上升沿至 SDO 返回高电平	20pF	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			25	ns
$t_{CSD}$	SPI 命令之间的 $\overline{CS}$ 高电平时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	20			ns
$t_{CSLSCLK}$	$\overline{CS}$ 下降沿至 SCLK 变为稳定		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	8			ns
$t_{CSHSCLK}$	$\overline{CS}$ 上升沿至 SCLK 变为稳定		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	8			ns

### 5.16 SPI 时序特性 ( 1.8V 至 2.7V )

$V_L = 1.8V - 2.7V$ ,  $GND = 0V$  ( 除非另有说明 )

典型值在  $V_L = 1.8V$ 、 $T_A = 25^\circ C$  时测得 ( 除非另有说明 )

参数		测试条件	$T_A$	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{CLK\_SPI}$	SCLK 频率		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			25	MHz
$t_R$ 、 $t_F$	SPI 时钟上升和下降时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			25	ns
$t_{CLK\_SPI}$	SCLK 周期		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	40			ns
$t_{CLK\_H\_SPI}$	SCLK 高电平时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	16			ns
$t_{CLK\_L\_SPI}$	SCLK 低电平时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	16			ns
$t_{CSS}$	建立时间 $\overline{CS}$ 至 SCLK		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	20			ns
$t_{SU\_SPI}$	建立时间 SDI 至 SCLK		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	12			ns
$t_{H\_SPI}$	保持时间 SDI 至 SCLK		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	18			ns
$t_{CSH}$	保持时间 SCLK 至 $\overline{CS}$		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	20			ns
$t_{CSLSDO}$	$\overline{CS}$ 下降沿至 SDO	20pF	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			50	ns
$t_{SDO}$	SCLK 下降沿到 SDO	20pF	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			50	ns
$t_{CSHSDO}$	$\overline{CS}$ 上升沿至 SDO 返回高电平	20pF	$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			50	ns
$t_{CSD}$	SPI 命令之间的 $\overline{CS}$ 高电平时间		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	40			ns
$t_{CSLSCLK}$	$\overline{CS}$ 下降沿至 SCLK 变为稳定		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	16			ns
$t_{CSHSCLK}$	$\overline{CS}$ 上升沿至 SCLK 变为稳定		$-40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	16			ns

### 5.17 时序图

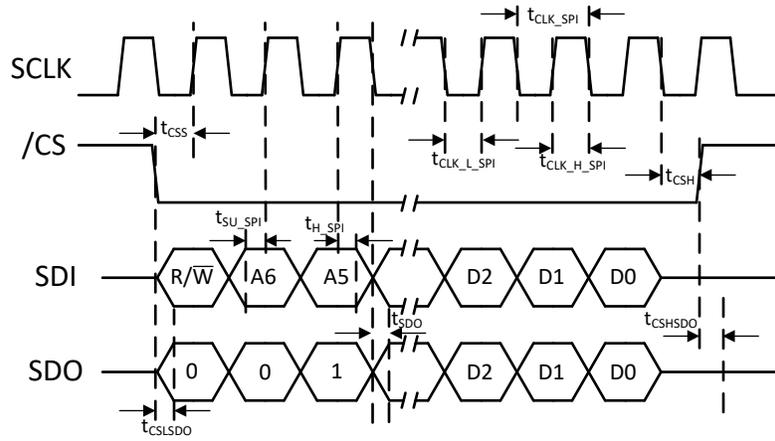


图 5-1. SPI 时序图

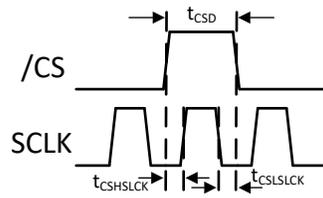


图 5-2. SCLK 和 /CS 时序关系

### 5.18 典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$  (除非另有说明)

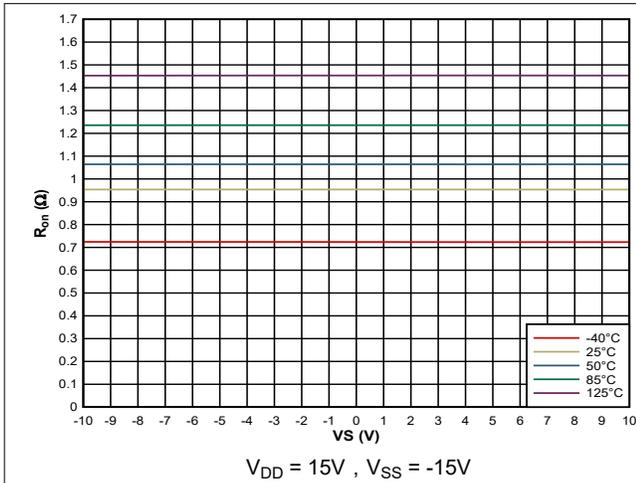


图 5-3. 导通电阻与源极或漏极工作电压之间的关系

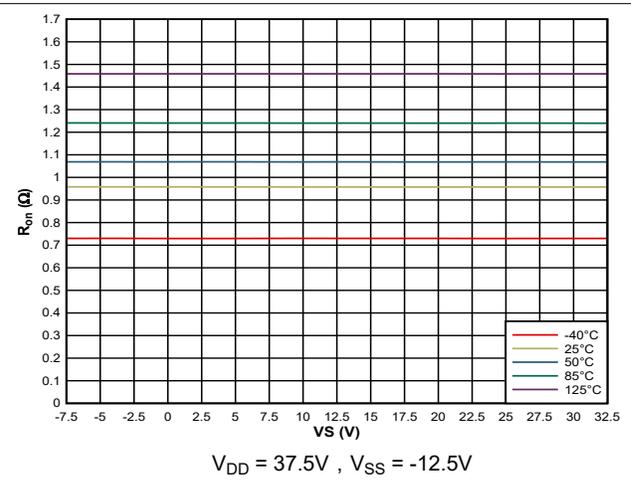


图 5-4. 导通电阻与源极或漏极工作电压之间的关系

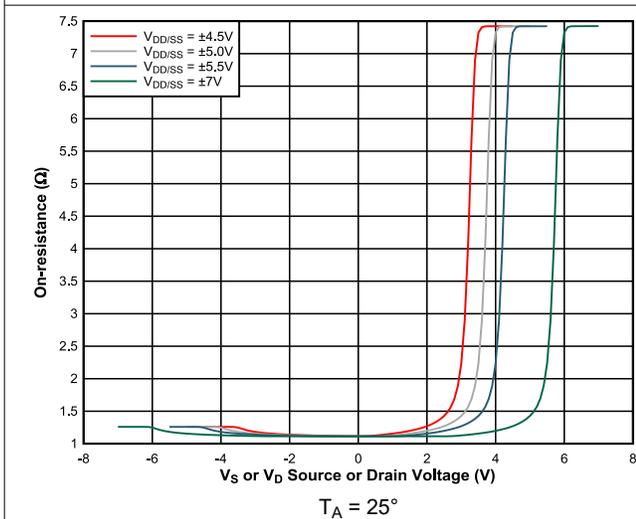


图 5-5. 双电源的导通电阻与源极或漏极电压间的关系

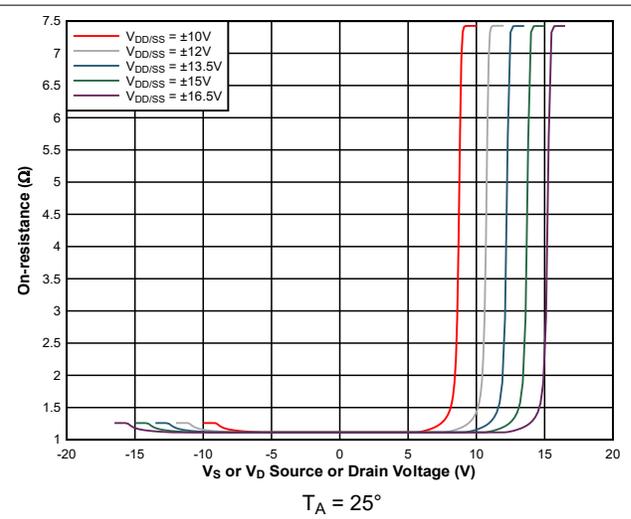


图 5-6. 双电源的导通电阻与源极或漏极电压间的关系

### 5.18 典型特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$  (除非另有说明)

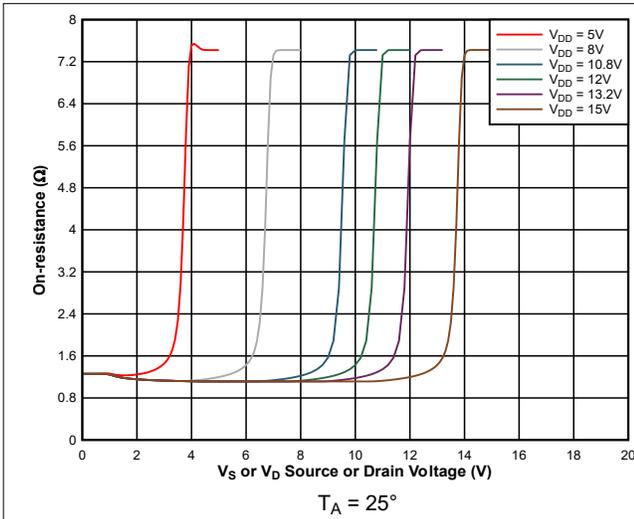


图 5-7. 单电源的导通电阻与源极或漏极电压间的关系

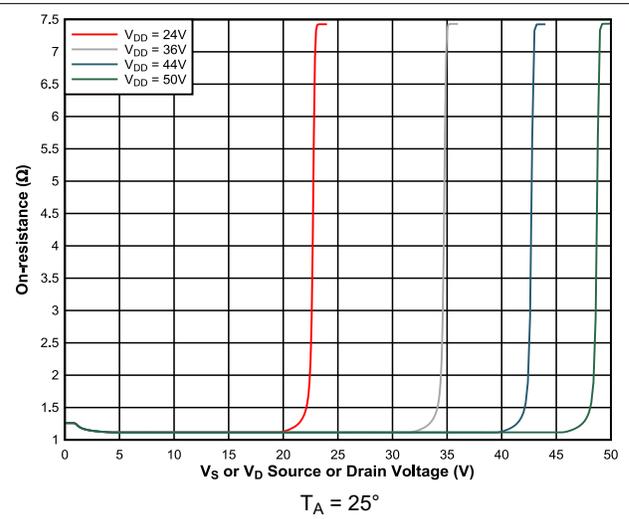


图 5-8. 导通电阻与源极或漏极电压之间的关系

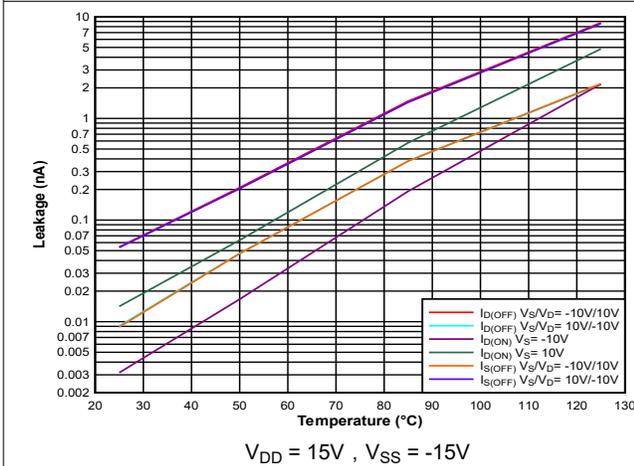


图 5-9. 漏电流与温度间的关系

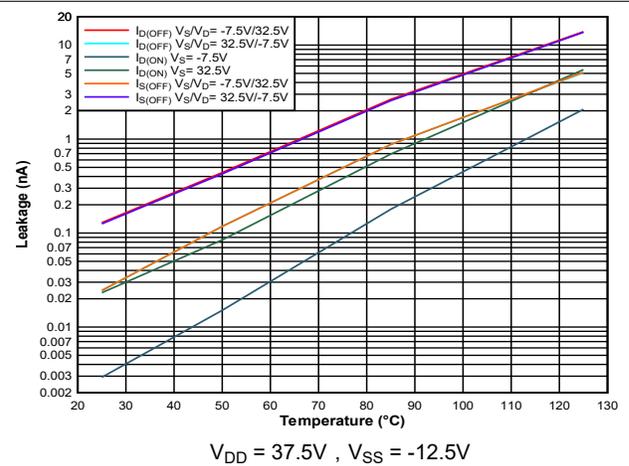


图 5-10. 漏电流与温度间的关系

### 5.18 典型特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$  (除非另有说明)

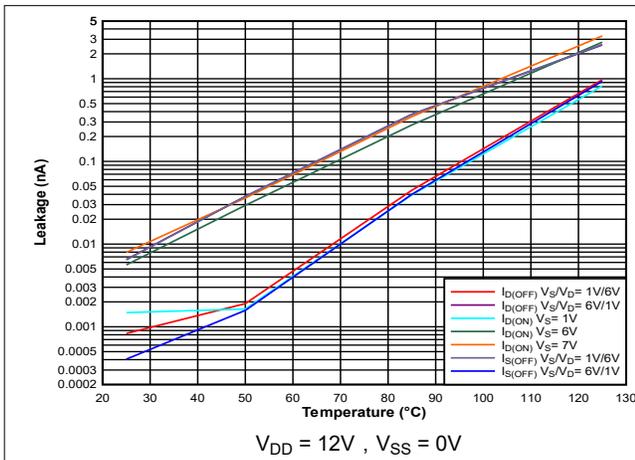


图 5-11. 漏电流与温度间的关系

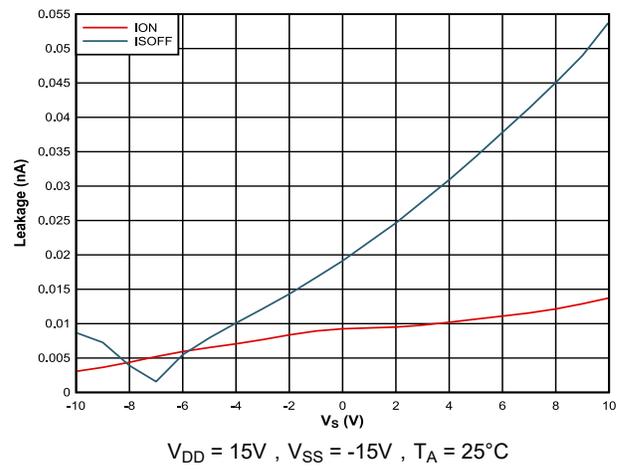


图 5-12. 漏电流与  $V_S$  间的关系

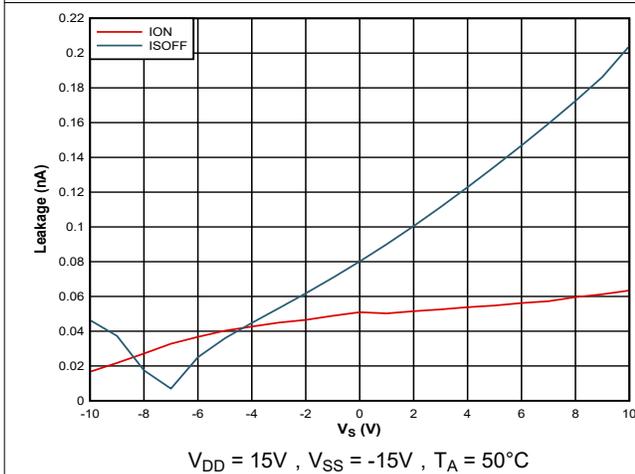


图 5-13. 漏电流与  $V_S$  间的关系

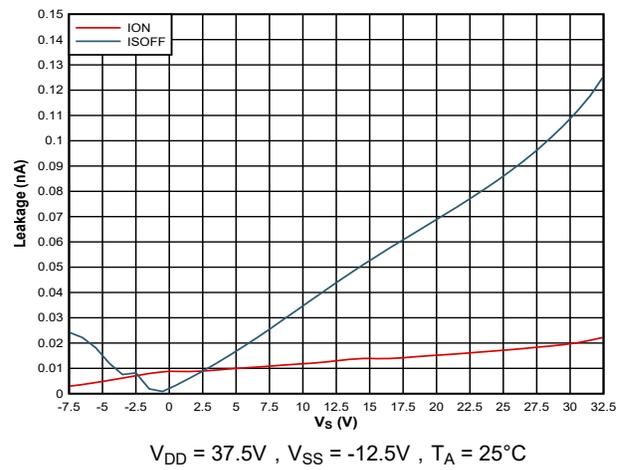


图 5-14. 漏电流与  $V_S$  间的关系

### 5.18 典型特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$  (除非另有说明)

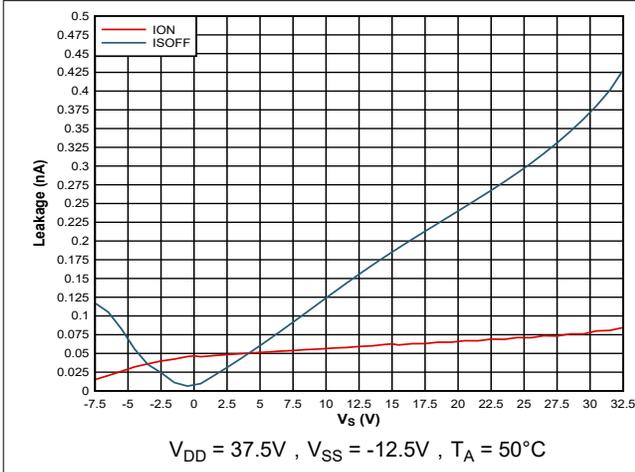


图 5-15. 漏电流与  $V_S$  间的关系

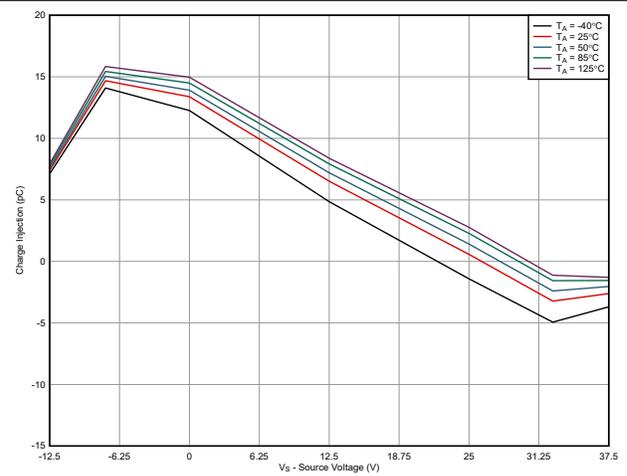


图 5-16. 电荷注入与源极电压间的关系

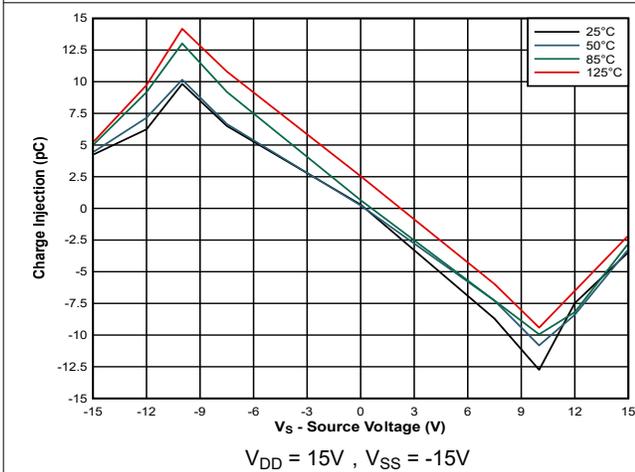


图 5-17. 电荷注入与源极电压间的关系

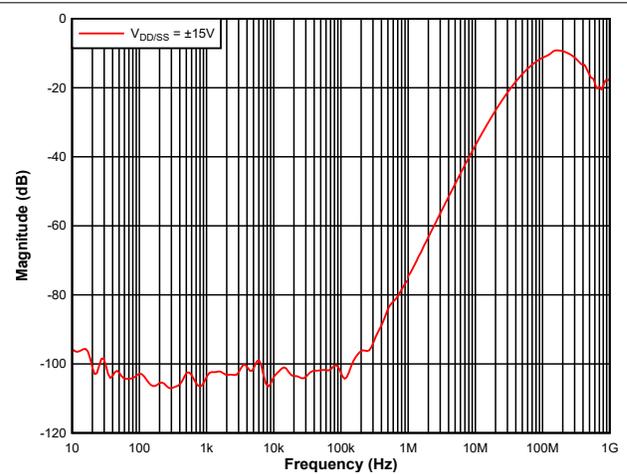


图 5-18. 关断隔离与频率间的关系

### 5.18 典型特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$  (除非另有说明)

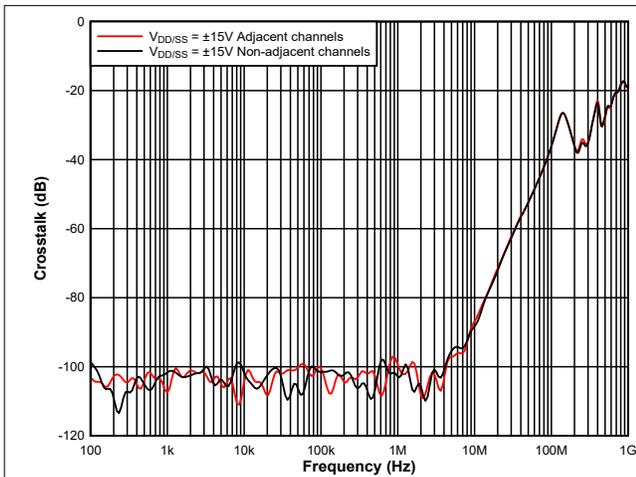


图 5-19. 串扰与频率间的关系

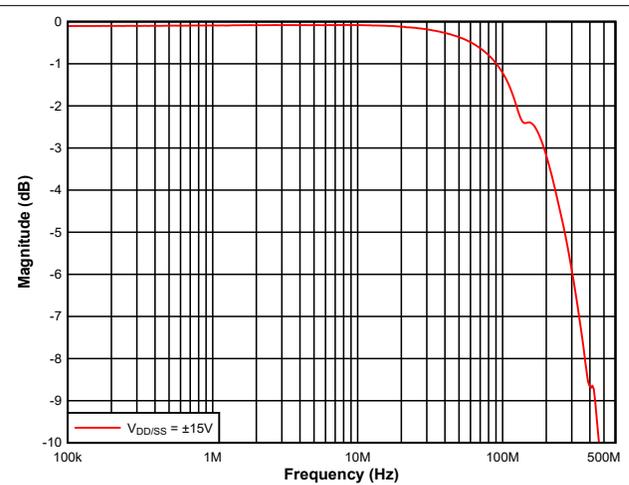


图 5-20. 带宽与频率间的关系

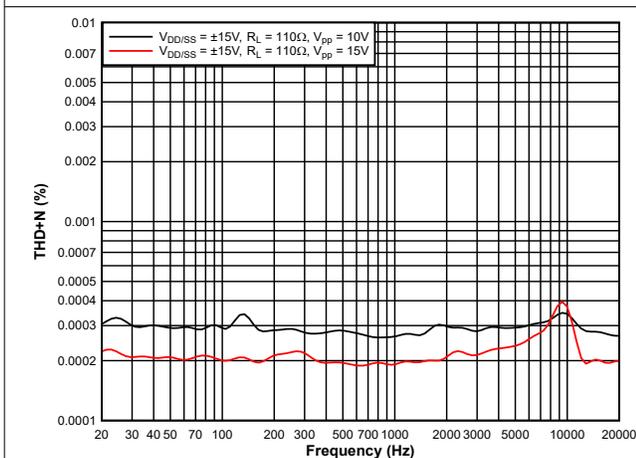


图 5-21. THD+N 与频率间的关系

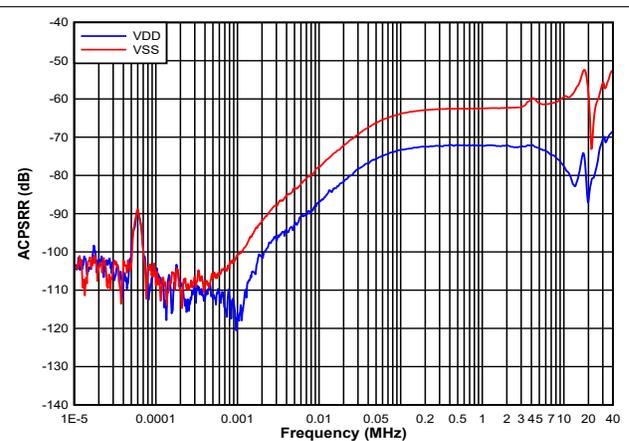
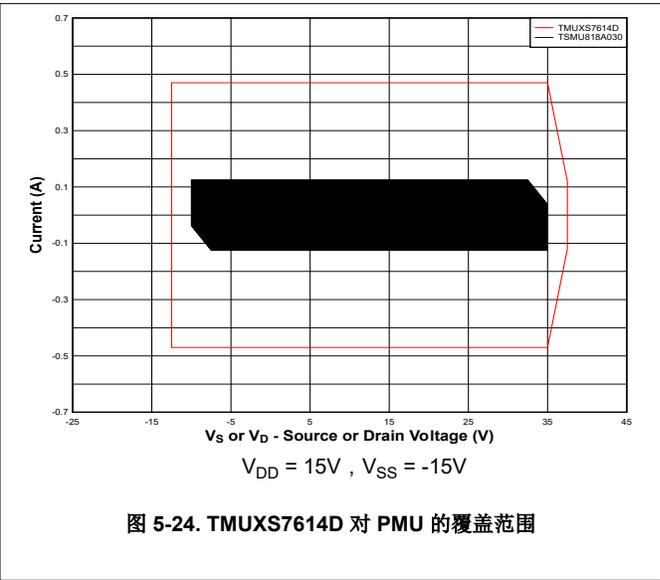
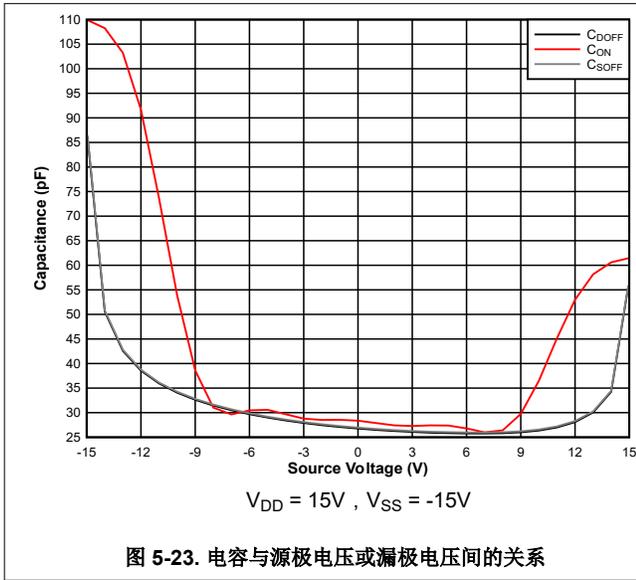


图 5-22. ACPSRR 与频率间的关系

### 5.18 典型特性 (续)

$T_A = 25^\circ\text{C}$  (除非另有说明)



## 6 参数测量信息

### 6.1 导通电阻

器件的导通电阻是器件源极 (Sx) 和漏极 (Dx) 引脚之间的欧姆电阻。导通电阻随输入电压和电源电压的变化而变化。符号  $R_{ON}$  用于表示导通电阻。图 6-1 展示了用于测量  $R_{ON}$  的测量设置。电压 (V) 和电流 ( $I_{SD}$ ) 可通过此设置进行测量，而  $R_{ON}$  可通过  $R_{ON} = V/I_{SD}$  来计算：

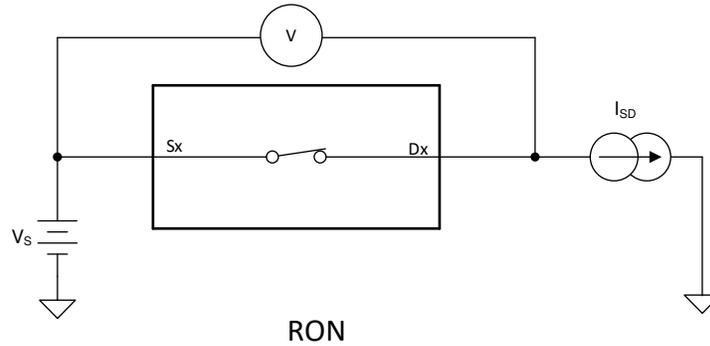


图 6-1. 导通电阻测量设置

### 6.2 关断漏电流

在关断状态下，开关有两种类型的漏电流：

1. 源极关断漏电流。
2. 漏极关断漏电流。

源极漏电流定义为开关断开时流入或流出源极引脚的漏电流。该电流用符号  $I_{S(OFF)}$  表示。

漏极漏电流定义为开关断开时流入或流出漏极引脚的漏电流。该电流用符号  $I_{D(OFF)}$  表示。

图 6-2 展示了用于测量两个关断漏电流的设置。

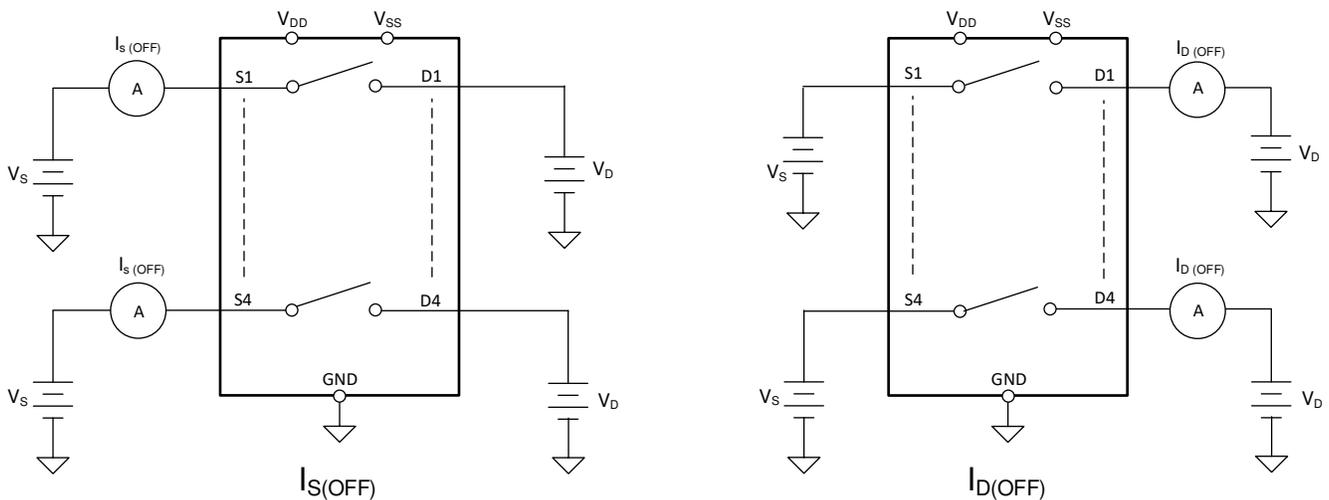


图 6-2. 关断漏电流测量设置

### 6.3 导通漏电流

源极导通漏电流定义为开关闭合时流入或流出源极引脚的漏电流。该电流用符号  $I_{S(ON)}$  表示。

漏极导通漏电流定义为开关闭合时流入或流出漏极引脚的漏电流。该电流用符号  $I_{D(ON)}$  表示。

在测量期间，源极引脚或漏极引脚均保持悬空。图 6-3 展示了用于测量导通漏电流（用  $I_{S(ON)}$  或  $I_{D(ON)}$  表示）的电路。

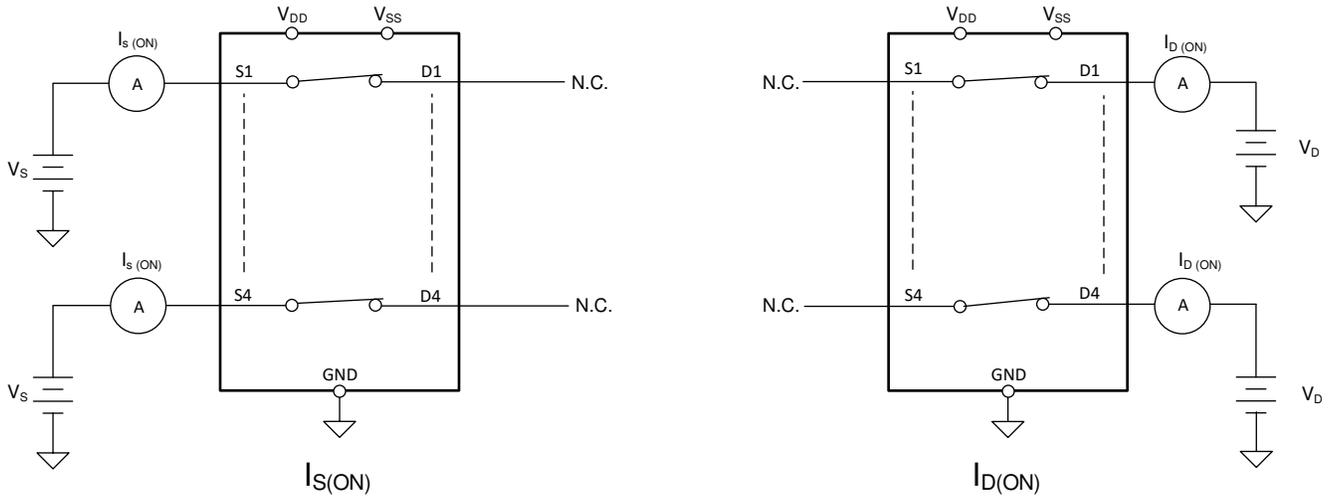


图 6-3. 导通漏电流测量设置

### 6.4 $t_{ON}$ 和 $t_{OFF}$ 时间

开通时间定义为使能上升到超过逻辑阈值后器件输出上升至 90% 所需的时间。90% 的测量值用于提供器件的时序。然后，系统级时序可以考虑到由负载电阻和负载电容所增加的时间常数。图 6-4 显示了用于测量开通时间（用符号  $t_{ON}$  表示）的设置。

关断时间定义为使能下降到超过逻辑阈值后器件输出下降至 10% 所需的时间。10% 的测量值用于提供器件的时序。然后，系统级时序可以考虑到由负载电阻和负载电容所增加的时间常数。图 6-4 显示了用于测量关断时间（用符号  $t_{OFF}$  表示）的设置。

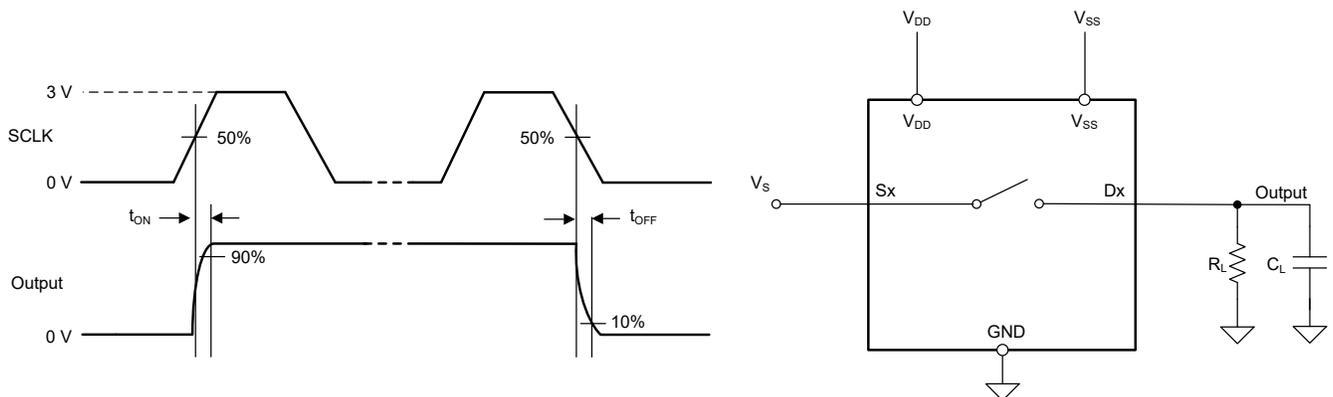


图 6-4. 开通和关断时间测量设置

### 6.5 先断后合

TMUXS7614D 具有先断后合延时功能，因此该器件可用于交叉点开关应用。输出首先断开与导通状态开关的连接，然后与下一个导通状态开关建立连接。断开和闭合之间的延时时间称为先断后合延迟。图 6-5 展示了用于测量先断后合延迟（用符号  $t_{OPEN(BBM)}$  表示）的设置。

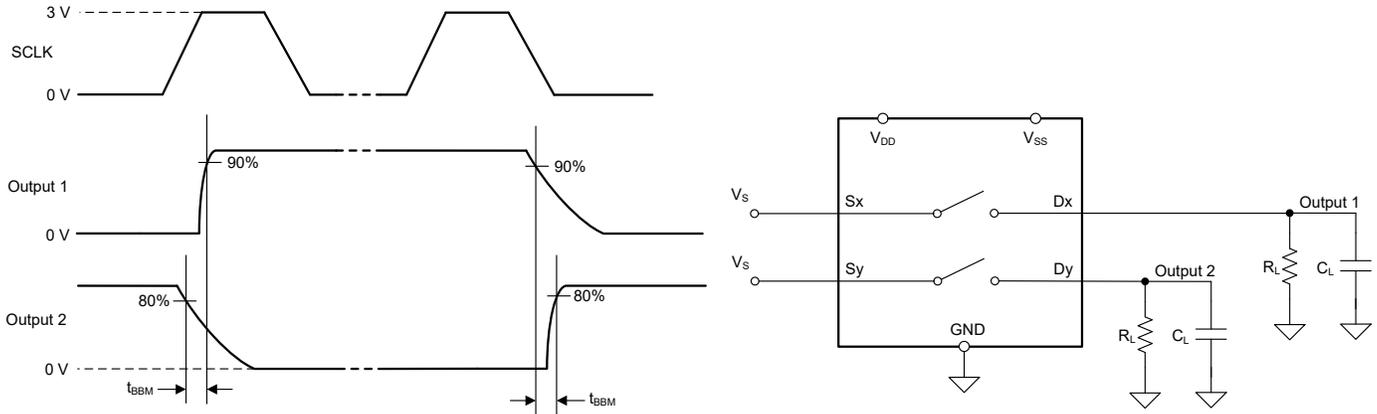


图 6-5. 先断后合延迟测量设置

### 6.6 电荷注入

TMUXS7614D 器件具有传输门拓扑结构。NMOS 和 PMOS 晶体管之间电容的任何不匹配都会导致在栅极信号的下降沿或上升沿期间向漏极或源极注入电荷。注入器件源极或漏极的电荷量称为电荷注入，用符号  $Q_C$  表示。图 6-6 展示了用于测量从源极 (Sx) 到漏极 (Dx) 的电荷注入的设置。

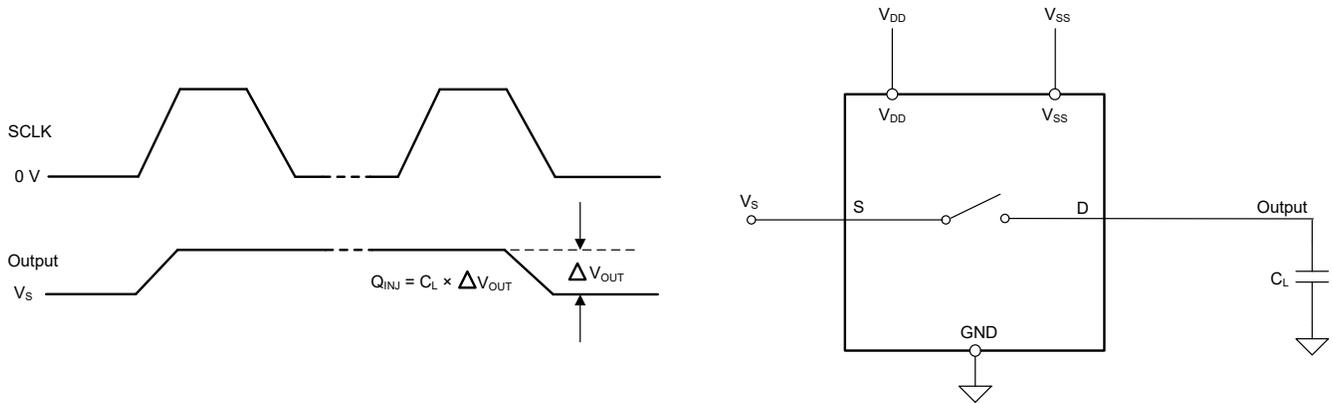


图 6-6. 电荷注入测量设置

### 6.7 关断隔离

关断隔离定义为器件漏极引脚 (Dx) 处的信号与关断通道的源极引脚 (Sx) 上施加的信号之比。特性阻抗  $Z_0$  测量值为  $50 \Omega$ 。图 6-7 显示了用于测量关断隔离的设置。使用关断隔离公式来计算关断隔离。

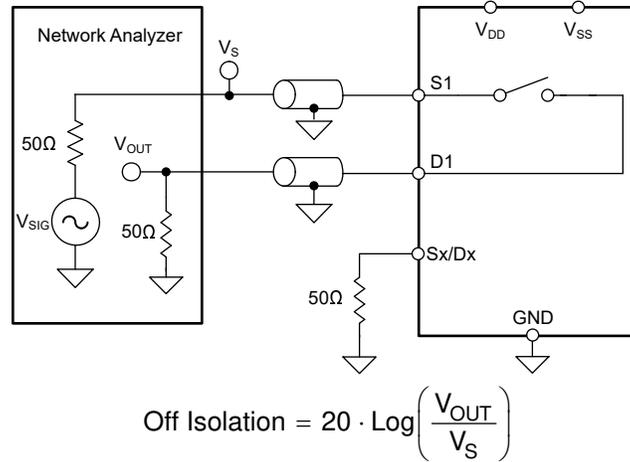


图 6-7. 关断隔离测量设置

### 6.8 通道间串扰

串扰定义为不同通道的漏极引脚 (Dx) 处的信号与导通通道的源极引脚 (Sx) 上施加的信号之比。特性阻抗  $Z_0$  测量值为  $50\ \Omega$ 。图 6-8 展示了用于测量串扰的设置和用于计算串扰的公式。

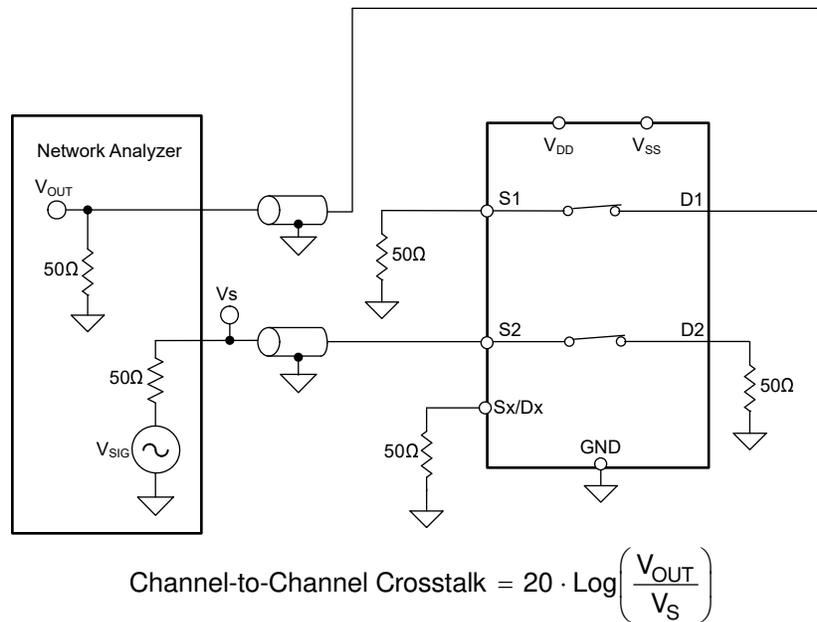


图 6-8. 通道间串扰测量设置

### 6.9 带宽

带宽定义为当输入施加到开启通道的源极引脚 (Sx) 且输出在器件的漏极引脚 (Dx) 处测量时衰减小于 3dB 的频率范围。特性阻抗  $Z_0$  测量值为  $50\ \Omega$ 。图 6-9 展示了用于测量带宽的设置。

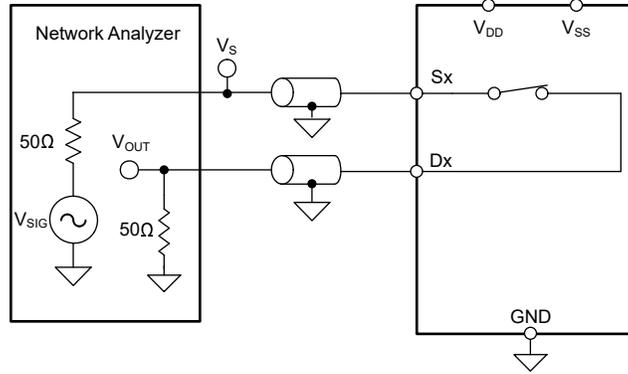


图 6-9. 带宽测量设置

$$\text{Bandwidth} = 20 \times \text{Log} \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_s} \right) \tag{1}$$

### 6.10 THD + 噪声

信号的总谐波失真 (THD) 是对谐波失真的度量，定义为多路复用器输出端所有谐波分量的功率之和与基频功率之比。该器件的导通电阻随输入信号振幅的变化而变化，当漏极引脚连接到低阻抗负载时，会导致失真。总谐波失真加噪声表示为 THD + N。

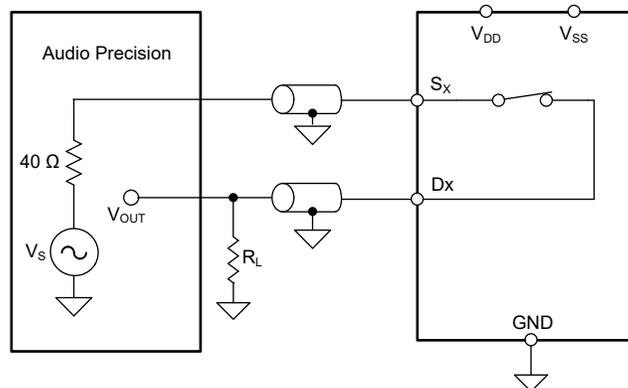


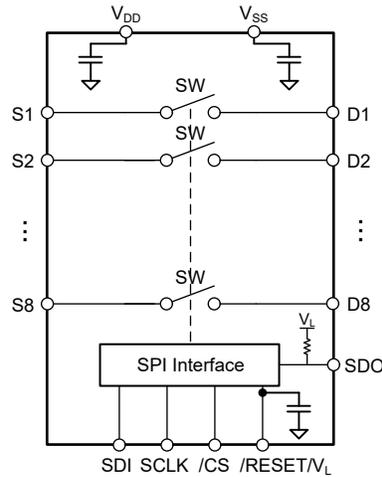
图 6-10. THD + N 测量设置

## 7 详细说明

### 7.1 概述

TMUXS7614D 是一款 1:1 (SPST) 8 通道开关。该器件具有八个独立可选的单刀单掷开关，这些开关会根据 SPI 寄存器进行开启或关闭。此器件可与双电源、单电源或非对称电源 (例如  $V_{DD} = 37.5V$ ,  $V_{SS} = -12V$ ) 配合使用。

### 7.2 功能方框图



### 7.3 特性说明

#### 7.3.1 双向运行

TMUXS7614D 从源极 (Sx) 到漏极 (Dx) 或从漏极 (Dx) 到源极 (Sx) 的导电性能同样出色。每个通道在两个方向上都有非常相似的特性，并都支持模拟和数字信号。

#### 7.3.2 轨至轨运行

TMUXS7614D 的有效信号路径输入和输出电压范围为  $V_{SS}$  至  $V_{DD}$ 。

#### 7.3.3 1.8V 逻辑兼容输入

对于所有逻辑控制输入，TMUXS7614D 具备 1.8V 逻辑兼容控制。1.8V 逻辑电平输入支持 TMUXS7614D 连接具有较低逻辑 I/O 电源轨的处理器，并且无需外部转换器，从而节省了空间和 BOM 成本。此外，VL 支持 1.8V 至 5.5V，SDO 基于 VL。因此无需额外的转换器即可支持 SPI 回读。有关 1.8V 逻辑实现的更多信息，请参阅 [使用 1.8V 逻辑多路复用器和开关简化设计](#)。

#### 7.3.4 平缓的导通电阻

TMUXS7614D 采用特殊的开关架构设计，可在大部分开关输入操作区域产生超平坦的导通电阻 (RON)。平坦的 RON 响应允许该器件用于精密应用，因为无论采样的信号如何，RON 都会得到控制。该架构在没有电荷泵的情况下实现，因此器件不会产生不必要的噪声来影响采样精度。

这种架构还可确保 RON 保持不变，无论电源电压如何都是如此。最平坦的导通电阻区域从 VSS 延伸到比 VDD 低约 5V。当信号处于 5V VDD 范围内时，导通电阻将呈指数级增长，这可能会影响所需的信号传输。

#### 7.3.5 上电时序不受限制

TMUXS7614D 支持任何上电时序。利用三个电源轨 (VDD、VSS 和 VL)，可以先对任何电源轨进行上电。类似地，在断电时，电源轨可按任何顺序断电。

## 7.4 SPI 运行模式

TMUXS7614D 由 SPI 控制，具有八个 SPST 开关，并具有 SPI 错误检测功能。SDI 上的 SPI 数据在 SCLK 的正边沿进行采样，但 SDO 上的 SPI 数据在 SCLK 的负边沿移出。TMUXS7614D 与 SPI 模式 0 和 3 兼容。在默认模式（即地址模式）下，TMUXS7614D 通过发送 16 位 SPI 命令来访问寄存器，同时  $\overline{CS}$  被拉至低电平。突发模式和菊花链模式是其他 TMUXS7614D 可使用的模式。下面列出了提供的错误检测功能：

1. 地址 R/W 错误标志
2. SCLK 计数错误标志
3. CRC（循环冗余校验）启用和错误标志
4. 清除错误标志

TMUXS7614D SPI 引脚包括 SDI、SDO、SCLK 和  $\overline{CS}$ 。

### 7.4.1 地址模式

TMUXS7614D 的默认状态是地址模式。在地址模式下，SPI 帧需要遵循以下序列：

1.  $\overline{CS}$  引脚被拉低
2. 默认为 16 个 SCLK 周期（如果启用 CRC，则为 24 个 SCLK 周期），16 位命令（1 个 R/W 位、7 个地址位，后跟 8 位数据）
3.  $\overline{CS}$  被拉高

当命令的第一位为 0 时，表示正在执行写入；当第一位为 1 时，表示正在执行读取。随后的 7 位用于目标寄存器地址。目标寄存器在第 8 个 SCLK 周期内确定。最后 8 位在第 16 个 SCLK 周期写入目标寄存器，或者在执行读取操作时将其忽略。在执行读取时，会忽略 SDI 上的最后 8 位，因为 SDO 将在最后 8 个 SCLK 周期内输出寻址的寄存器状态。在任何命令的前 8 位期间，SPI 都会在 SDO 上发送 8 个对齐位“0x25”。

### 7.4.2 突发模式

TMUXS7614D 通过向寄存器映射中 BURST\_EN 寄存器内的 BURST\_EN 位写入来进入突发模式。突发模式提供了在不使  $\overline{CS}$  引脚无效的情况下连续发送大量 SPI 命令的能力。在突发模式下，默认情况下运行在 16 位帧或启用了 CRC 的 24 位帧下。SDO 引脚在地址模式下与预期的相同响应保持一致 - 对于读取 SDO，返回读回值；对于写入 SDO，输出 0x2500。SCLK 错误在地址模式下表现出不同的行为。如果 SCLK 计数不是 16 或 24 的倍数，则 SCLK 错误标志会置为有效。CRC 和读取/写入无效错误在突发模式下的运行方式与在地址模式下类似。

### 7.4.3 菊花链模式

多个 TMUXS7614D 可以链接在一起，以类似于移位寄存器的方式进行操作。链中的所有器件共享所有 SPI 引脚，但 SDO 引脚连接到链中下一个器件的 SDI。通过发送命令“0x2500”可以进入菊花链模式。当在硬件中将多个器件配置为菊花链模式时，发送的第一个命令预计是菊花链模式进入命令。当第一个器件进入菊花链模式时，它会同时发送“0x2500”来使下一个器件进入菊花链模式。当系列器件处于菊花链模式后，需要将 CS 引脚拉至低电平以发送开关状态命令。

SDO 引脚用作同一器件的八周期延迟 SDI。在链中的所有器件都接收到开关状态命令并且 CS 引脚被拉高后，每个器件都将进入为其分配的开关状态。在菊花链模式下，所有命令将仅针对开关状态寄存器，因此配置寄存器不可用。若要退出菊花链模式，需要对  $V_L$  进行下电上电。由于支持直通式布线的引脚，菊花链的布局极其简单，如节 8.6.2 所示

### 7.4.4 错误检测

TMUXS7614D 具有强大的 SPI 通信协议错误检测功能，将在下面的章节中介绍。

#### 7.4.4.1 地址 R/W 错误标志

当无效的寄存器地址是读取或写入目标时，在第 9 个 SCLK 周期的上升沿检测到错误并将错误标志置为有效。无效的寄存器包括：以读取或写入为目标向只读寄存器或不存在的寄存器进行写入操作。这是默认设置，可以通过 ERR\_CONFIG 寄存器中的 R/W 错误使能位进行配置。

#### 7.4.4.2 SCLK 计数错误标志

当向器件发送的 SCLK 周期数量不正确时，SCLK 计数错误标志置为有效。在地址模式下，预期 SCLK 周期为 16，在启用 CRC 的情况下，预期计数为 24。如果收到的周期数小于 16（地址模式）或 24（启用了 CRC），则器件会阻止对寄存器映射进行写入。如果周期数多于预期，写入仍会进行；但 SCLK 计数错误标志会置为有效。SCLK 计数错误默认启用，可以通过 ERR\_CONFIG 寄存器中的 SCLK 计数错误使能位进行配置。

#### 7.4.4.3 CRC (循环冗余校验) 启用和错误标志

默认情况下禁用 CRC，可以通过 ERR\_CONFIG 寄存器中的 CRC\_ERR\_EN 位启用 CRC。启用 CRC 后，预期的 SCLK 周期数从 16 更改为 24。额外的 8 个周期是由器件根据初始 16 位数据（R/W 位，寄存器地址 [6:0] 和寄存器数据 [7:0]）计算出的 CRC 字节。写入发生在第 24 个 SCLK 上升边沿的上升边沿上。使用的 CRC 多项式为  $x^8+x^2+x^1+1$ ，值为 0 作为种子。

在 SPI 写入期间，CRC 字节由中央处理单元或微控制器提供。这个字节在第 24 个 SCLK 上升边沿之前由 SPI 块进行检查，以确认 CRC 字节与接收到的前 16 位对齐。如果 CRC 字节不正确，则会阻止寄存器写入，并且 CRC 错误标志置为有效。TMUXS7614D 在 SPI 读取期间通过 SDO 提供 CRC 字节。

#### 7.4.4.4 清除错误标志

要清除错误标志寄存器，必须将 16 位命令 0x6CA9 发送到 TMUXS7614D。启用 CRC 后，必须提供正确的 CRC 字节才能执行错误清除命令。在第 16 或 24 个 SCLK 上升沿（启用 CRC 时为第 24 个）清除错误标志寄存器。0x6CA9 不会触发 R/W 地址错误标志。

#### 7.4.5 软件复位

在地址模式下，可通过将以下两个命令连续写入寄存器 0x0B 来执行软件复位：

1. 0xA3
2. 0x05

执行软件复位后，寄存器值复位为默认值。

### 7.5 器件功能模式

TMUXS7614D 具有八个独立可选的单刀单掷开关，这些开关会通过 SPI 接口进行开启或关闭。此器件无需任何外部元件即可运行。这是因为此器件中集成了用于 VDD、VSS 和 VL 的 0.1 $\mu$ F 去耦电容器。

SPI 接口具有错误检测功能，支持与多个器件建立菊花链，并支持 SPI 模式 0 和 3。此外，对于 SPI 逻辑电平 2.7V 至 5.5V，SCLK 能够以高达 50MHz 的速度运行。

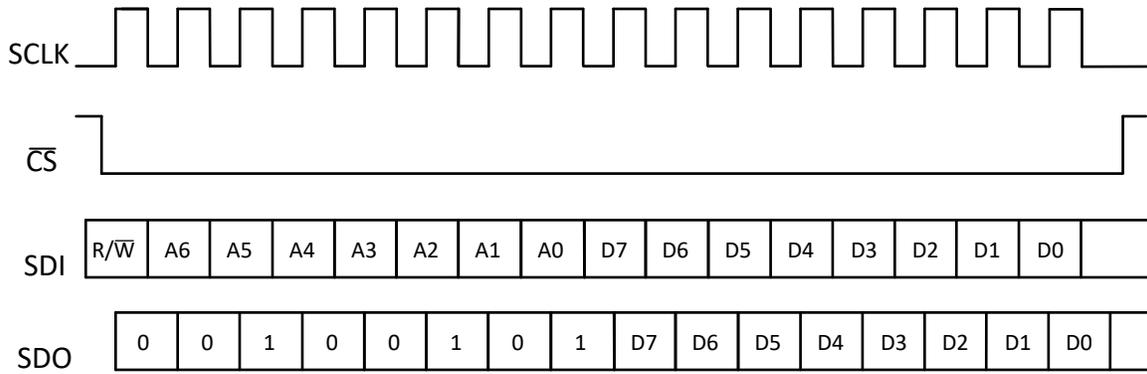


图 7-1. SPI 地址模式图 ( 16 位 )

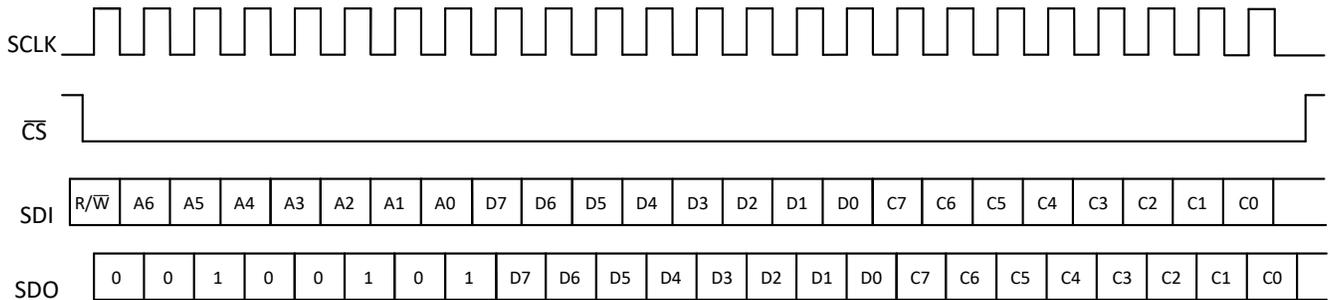


图 7-2. 带有 CRC ( 24 位 ) 的 SPI 地址模式图

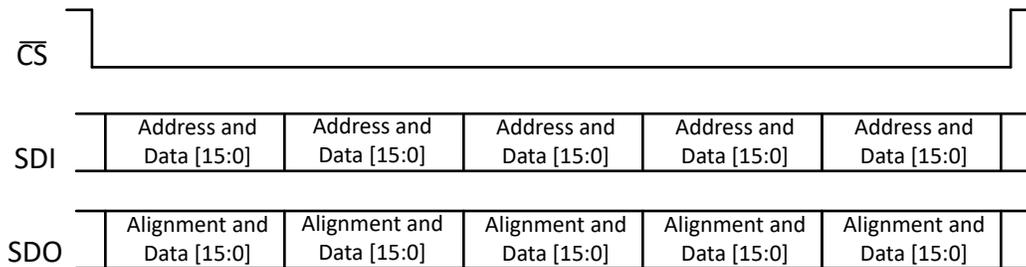


图 7-3. SPI 突发模式示例

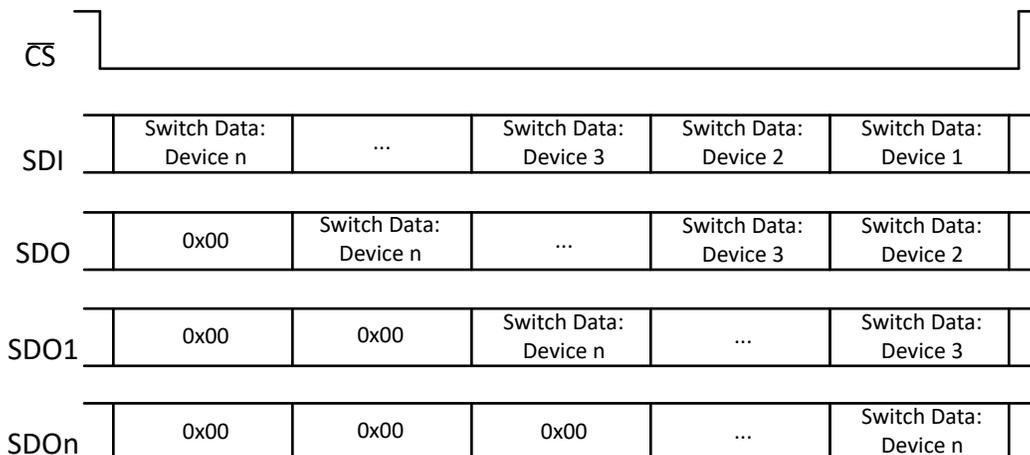


图 7-4. SPI 菊花链模式示例

## 7.6 寄存器映射

表 7-1.

寄存器	名称	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0	默认值	权限
0x01	SW_DATA	SW8_EN	SW7_EN	SW6_EN	SW5_EN	SW4_EN	SW3_EN	SW2_EN	SW1_EN	0x00	R/W
0x02	ERR_CONFIG	保留					RW_ERR_EN	SCLK_ERR_EN	CRC_ERR_EN	0x06	R/W
0x03	ERR_FLAGS	保留					RW_ERR_FLAG	SCLK_ERR_FLAG	CRC_ERR_FLAG	0x00	R
0x05	BURST_EN	保留							BURST_MODE_EN	0x00	R/W
0x0B	SOFT_RESETB	SOFT_RESETB								0x00	R/W

## 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

TMUXS7614D 是精密开关和多路复用器器件系列的一部分。这些器件在双电源 ( $\pm 4.5\text{V}$  至  $\pm 25\text{V}$ )、单电源 ( $4.5\text{V}$  至  $42\text{V}$ ) 或非对称电源 (如  $V_{\text{DD}} = 12\text{V}$ ,  $V_{\text{SS}} = -5\text{V}$ ) 供电时均能正常运行，并提供真正的轨到轨输入和输出。TMUXS7614D 具有低  $R_{\text{ON}}$ 、低导通和关断漏电流以及超低电荷注入性能。这些特性使得 TMUXS7614D 成为一系列适用于高电压工业应用、稳定可靠的高性能精密模拟多路复用器。

### 8.2 典型应用

在半导体自动测试设备 (ATE) 应用中实施参数测量单元 (PMU) 就是一个利用精密性能的示例。

在自动测试设备 (ATE) 系统中，参数测量单元 (PMU) 的任务是测量器件 (DUT) 的电压和电流参数信息。测量电压时，在 DUT 引脚上施加电流，通过改变内部检测电阻的值可调整电流范围。根据 DUT 的不同，有时需要使用比系统本身支持的电流更高的测试电流。8 通道 SPST 开关可与外部高电流放大器和电阻器配合使用，以实现灵活性。PMU 工作电压通常为中压 (最高  $36\text{V}$ )。具有低漏电流 (典型值为  $0.013\text{nA}$ ) 的合适开关 (如 TMUXS7614D) 非常适合这些应用，因为其对测量精度的影响极低，所提供的低  $R_{\text{ON}}$  与平坦的  $R_{\text{ON\_FLATNESS}}$  可以更精准地控制电流范围。图 8-1 展示了存储器和半导体测试设备中此类实现的简化图。

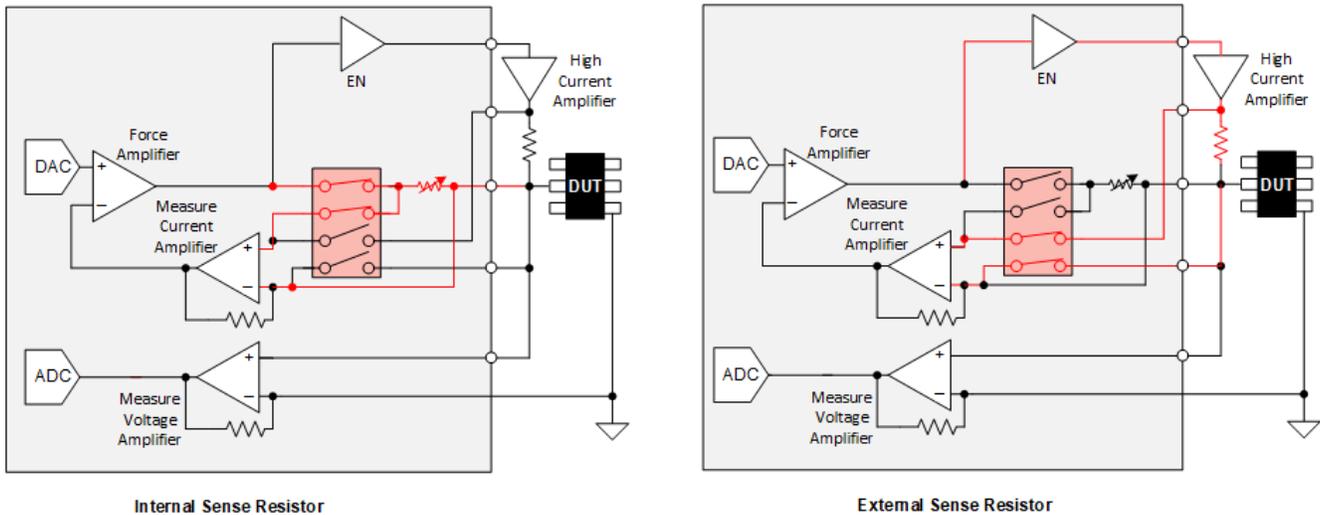


图 8-1. 使用外部电阻器选择高电流范围

### 8.2.1 设计要求

对于这个设计示例，请使用表 8-1 中列出的参数。

表 8-1. 设计参数

参数	值
电源 (V <sub>DD</sub> )	37.5V
电源 (V <sub>SS</sub> )	-12.5V
输入/输出信号范围	-7.5V 至 32.5V
控制逻辑阈值	1.8V 兼容

### 8.2.2 详细设计过程

图 10-1 演示了如何将 TMUXS7614D 用在适用于高精度、高电压、多通道测量应用的半导体测试设备中。TMUXS7614D 可在控制输入端支持 1.8V 逻辑信号，从而实现该器件与 FPGA 或 MCU 的低逻辑控制相连接。TMUXS7614D 无需任何外部元件（电源去耦电容器除外）即可运行。所选引脚具有内部下拉电阻，可防止输入逻辑悬空。开关的所有输入必须处于 TMUXS7614D 的建议运行条件范围内，包括信号范围和持续电流。对于此设计，V<sub>DD</sub> 上的正电源电压为 37.5V，V<sub>SS</sub> 上的负电源电压为 -12.5V，信号范围可以是 32.5V 到 -7.5V。最大持续电流 (I<sub>DC</sub>) 可高达 470mA，如建议运行条件表中所示，用于宽范围电流测量。

### 8.2.3 应用曲线

TMUXS7614D 具有出色的电荷注入性能和超低漏电流，是采样保持应用中尽可能减小采样误差的理想选择。

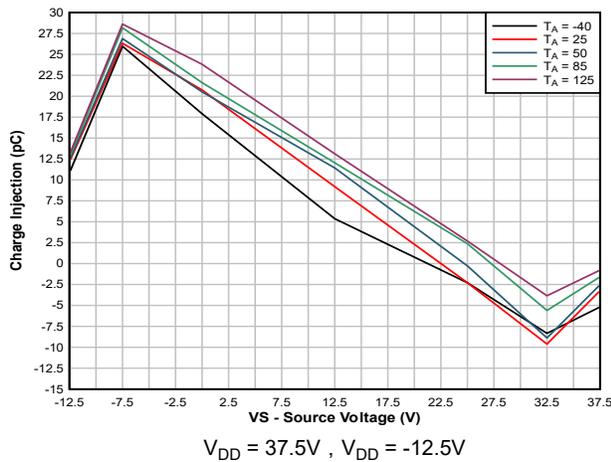


图 8-2. 电荷注入与源极电压间的关系

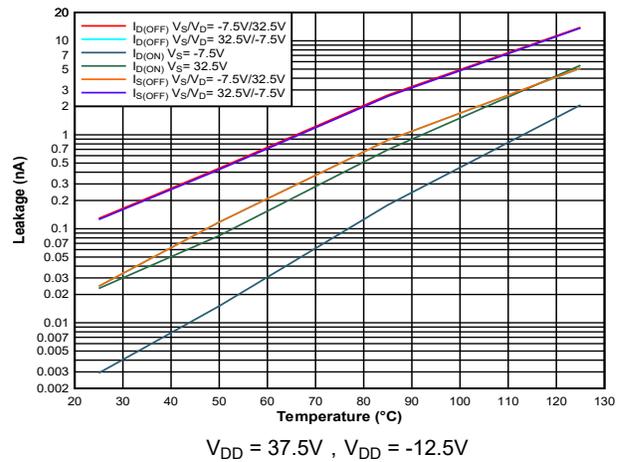
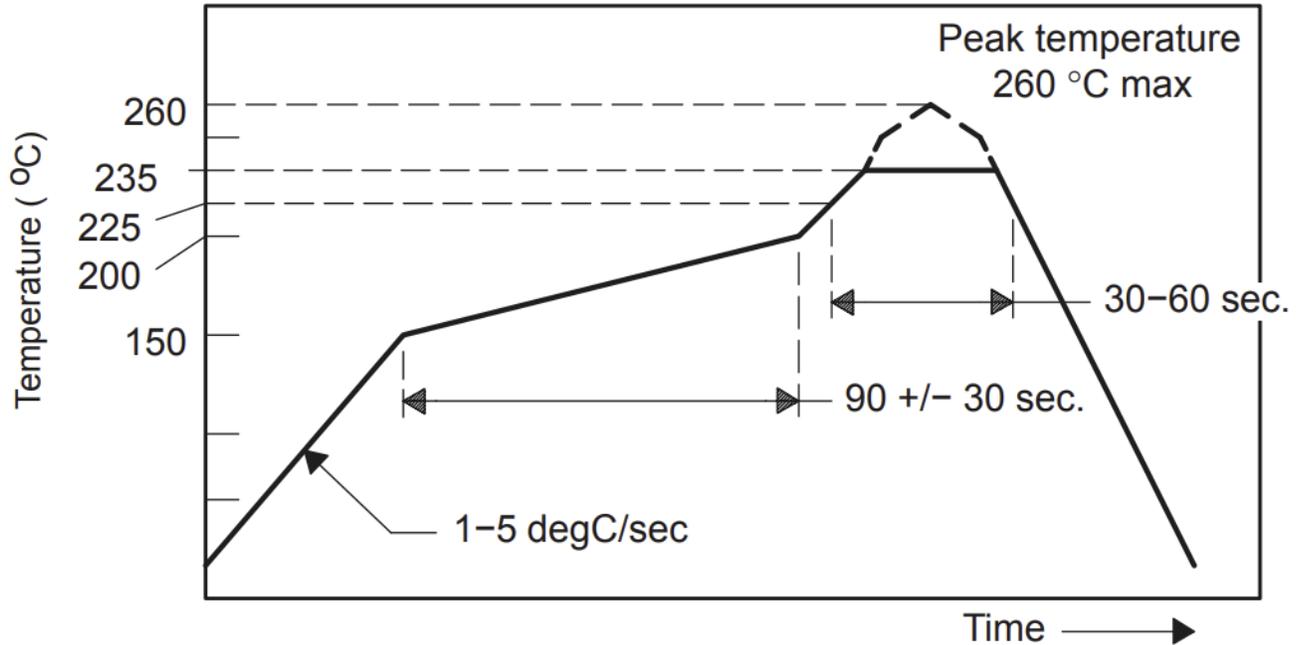


图 8-3. 导通漏电流与源极电压或漏极电压间的关系

### 8.3 建议的回流焊曲线

TMUXS7614D 采用具有建议回流焊曲线的 FCLGA 封装。在第 47 页的倒装芯片球栅阵列封装参考指南中还可以找到以下曲线，以及许多组装技巧。下图所示为 SnAgCu 焊锡膏的回流焊曲线，有助于确认封装中的焊点是否完全回流。



Reflow temperature is defined at package top

图 8-4. 建议的 SnAgCu 焊锡膏无铅回流焊曲线

#### 8.4 散热注意事项

对于许多应用中的模拟开关，需要通过开关支持几百 mA 的电流（从源极到漏极，或从 NO/NC 到 COM）。许多器件已经具有根据环境温度指定的最大电流，但如果器件指定了结温，或者您希望针对具体用例（温度、电源电压、并联通道）进行计算，则可以使用以下公式和方案。

此最大电流主要有 2 个限制：

1. 器件的固有金属限制
2. 热自热限制

要计算特定设置的最大电流，您需要以下信息：

- $T_A$  = 最高环境温度
- $R_{\theta JA}$  = 封装热系数
- $R_{ON}$  = 导通电阻
- $n$  = 并联通道数
- 数据表中基于结温的最大电流限制

下面是一个使用 **TMUXS7614D** 规格的示例：

器件最大值  $T_J = 150^\circ\text{C}$

$R_{\theta JA} = 53.5^\circ\text{C/W}$

在本示例中，我们假设在最大  $T_A = 105^\circ\text{C}$  时自发热为  $20^\circ\text{C}$ ，并在  $\pm 15\text{V}$  时一次使用 4 个通道运行。我们可以假设最坏情况下  $R_{ON} = 2.2\ \Omega$ 。由于规格假定不存在自发热，因此该数字取自  $T_A = 125^\circ\text{C}$  且  $T_J = 125^\circ\text{C}$  时的最大额定值。使用以下公式，我们可以计算出最大热限制。

$$I = \sqrt{\frac{T_J - T_A}{R_{\theta JA} \times R_{ON} \times n}} \quad (2)$$

根据此示例计算出的电流为 0.206A，但由于固有金属限制，我们必须取以下两者中的较小者：计算出的值和数据表的最大电流表中基于  $T_J$  提供的值（在本例中为 0.143A）。这意味着我们最多只能通过 4 个通道中的每一个通道传递 0.143A 的电流。

以下是器件散热受限的另一个示例：在  $\pm 15V$  且最大  $T_A = 50^\circ C$  的条件下一次使用 8 个通道运行时，我们可以使用  $T_A = 125^\circ C$  的最大额定值（假设自发热为  $55^\circ C$ ）和与  $105^\circ C$  最接近的最大  $R_{ON}$  规格来假设最坏情况下的  $R_{ON} = 2.2\Omega$ 。使用前面的公式，我们可以计算出最大热限制。

根据此示例计算出的电流为 0.291A，这意味着我们最多可以通过 8 个通道中的每一个通道传递 0.291A 的电流。这意味着器件可在全部 8 个通道上处理总共 2.33A 的电流。如果我们只使用一个通道运行，那么公式会输出 0.824A，但由于固有的金属限制，我们必须取以下两者中的较小者：计算出的值和数据表的最大电流表中基于  $T_J$  提供的值（在本例中为 0.309A）。

同样，您可以通过以下公式计算这些示例中的  $T_J$  和耗散的总功率。请注意，器件的电源电流耗散的功率很小，在此处已被忽略。

$$T_J = R_{\theta JA} \times I^2 \times R_{ON} \times n + T_A \quad (3)$$

$$P_{total} = \frac{T_J - T_A}{R_{\theta JA}} \quad (4)$$

脉冲电流的计算方法相同，但使用占空比  $d$ 。通常，在 10% 占空比下指定脉冲电流；但是，即使占空比较短，也不要超过脉冲电流表中提供的最大电流。

$$I = \frac{1}{d} \sqrt{\frac{T_J - T_A}{R_{\theta JA} \times R_{ON} \times n}} \quad (5)$$

$$T_J = R_{\theta JA} \times (d \times I)^2 \times R_{ON} \times n + T_A \quad (6)$$

## 8.5 电源相关建议

TMUXS7614D 器件在  $\pm 4.5V$  至  $\pm 25V$ （单电源模式下为 4.5V 至 42V）的宽电源电压范围内运行。该器件还适用于非对称电源，例如  $V_{DD} = 12V$  和  $V_{SS} = -5V$ 。

电源旁路可提高噪声容限并防止开关噪声从电源轨传播到其他元件。良好的电源去耦对于实现卓越性能至关重要。TMUXS7614D 集成了电源去耦电容器，因此  $V_{DD}$ 、 $V_L$ 、 $V_{SS}$  引脚接地都无需外部电源去耦电容器。如果应用需要额外的旁路电容器，则使用低阻抗连接方式将其放置在尽可能靠近器件电源引脚的位置。TI 建议使用多层陶瓷贴片电容 (MLCC) 提供等效串联电阻 (ESR) 和电感 (ESL) 特性，从而实现电源去耦。对于敏感度较高或在恶劣噪声环境中使用的系统，避免使用过孔将电容与器件引脚相连，以获得出色的噪声抗扰度。并行使用多个过孔可降低总电感值并且有利于与接地层和电源层相连。在电源斜升之前，务必确保已建立接地 (GND) 连接。

## 8.6 布局

### 8.6.1 布局指南

当 PCB 布线以  $90^\circ$  角拐角时，会发生反射。反射的主要原因是布线宽度发生了变化。在拐角的顶点，布线宽度增加到原来宽度的 1.414 倍。这种增加会影响传输线特性，尤其是导致反射的布线的分布式电容和自感特性。并非所有 PCB 布线都是直线，因此某些布线必须拐弯。图 8-5 展示了渐入佳境的圆角技术。只有最后一个示例（理想）保持恒定的布线宽度并能够更大限度地减少反射。

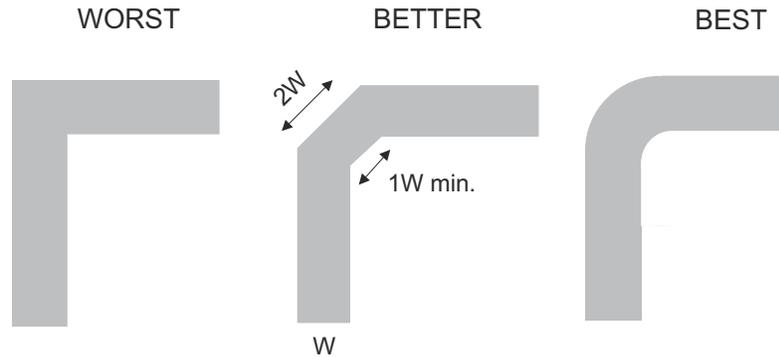


图 8-5. 布线示例

使用较少的过孔和拐角路由高速信号可减少信号反射和阻抗变化。当必须使用过孔时，增加其周边的间隙尺寸以降低其电容。每一过孔均为信号传输线引入了非连续性，并增加了电路板其他层的干扰几率。设计测试点时要小心，不建议在高频下使用穿孔引脚。

一些关键的考虑因素如下：

- 尽可能缩短输入线路。
- 使用实心接地平面有助于降低电磁干扰 (EMI) 噪声拾取。
- 敏感的模拟布线不能与数字布线平行。尽可能避免数字引线与模拟引线交叉，仅在必要时以垂直交叉方式布线。
- 并联使用多个过孔可降低总电感并且有利于与接地平面相连。
- 任何精密集成电路都可能因湿气渗入塑料封装中出现性能变化。在执行任何 PCB 水清洁流程之后，将 PCB 组件烘干，以去除清洁时渗入器件封装中的湿气。大多数情形下，清洁后在  $125^\circ\text{C}$  下低温烘干 1 小时即可。

8.6.2 布局示例

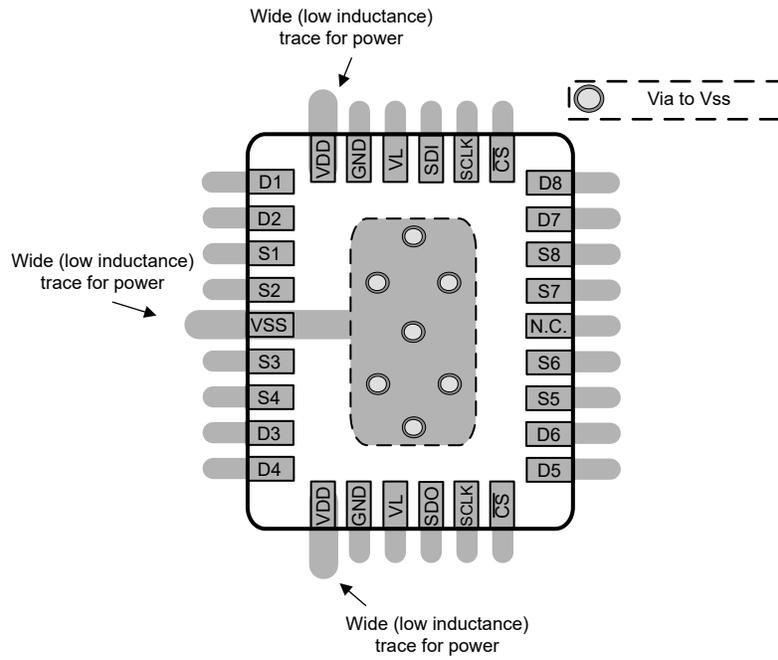


图 8-6. TMUXS7614D 布局示例

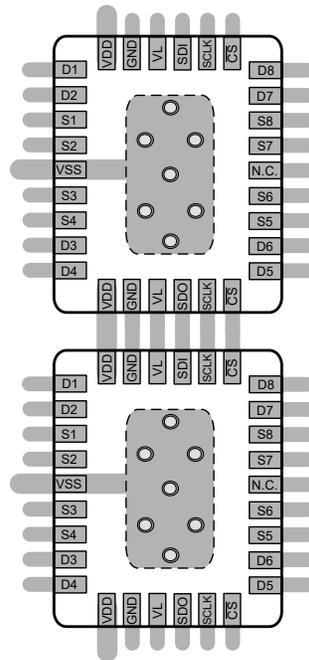


图 8-7. TMUXS7614D 菊花链布局示例

## 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), [多路复用器将取代继电器 应用简报](#)
- 德州仪器 (TI), [提高自动化测试设备的信号测量精度 应用简报](#)
- 德州仪器 (TI), [通过采样保持减少干扰实现精密输出 参考指南](#)
- 德州仪器 (TI), [使用 1.8V 逻辑多路复用器和开关简化设计 应用简报](#)
- 德州仪器 (TI), [高电压模拟多路复用器的系统级保护 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI), [QFN/SON PCB 连接 应用手册](#)

### 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](https://www.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

Changes from Revision D (September 2025) to Revision E (October 2025)	Page
• 布局指南已从“85°C 下低温烘干 30 分钟”更新为“125°C 下低温烘干 1 小时” .....	38

Changes from Revision C (April 2025) to Revision D (September 2025)	Page
• 更新了典型图并添加了 <a href="#">图 5-24</a> .....	18
• 更新了布局指南，提供了有关器件在潮湿环境中运行的建议 .....	38

**Changes from Revision B (September 2024) to Revision C (April 2025)**

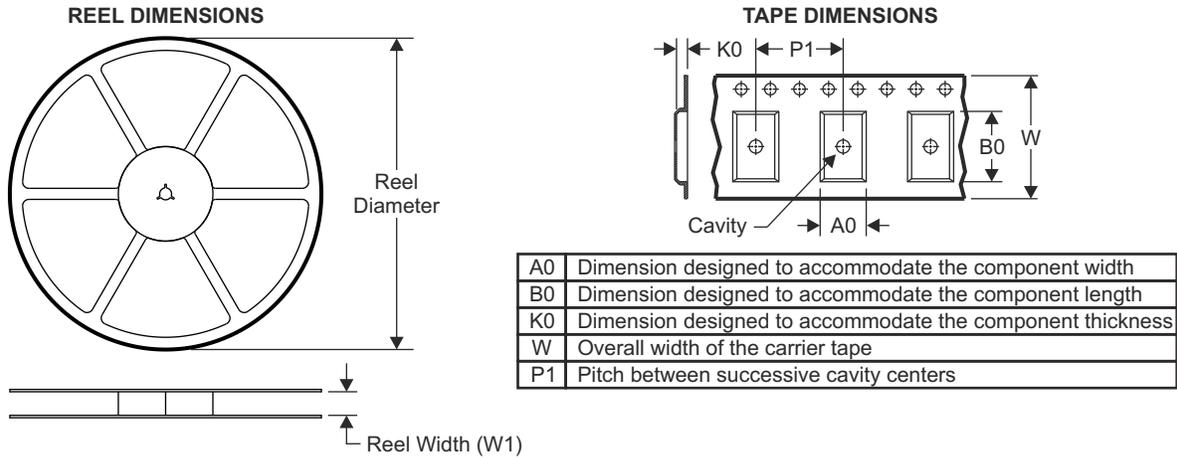
**Page**

- 将状态从“预告信息”更改为“量产数据” ..... 1

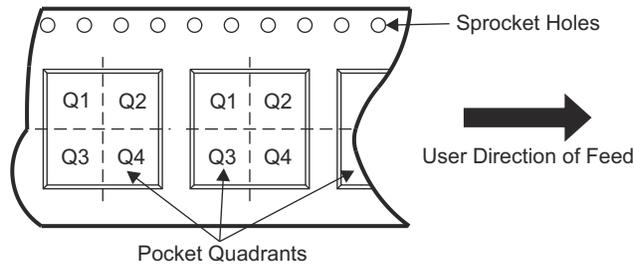
**11 机械、封装和可订购信息**

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。

**11.1 卷带包装信息**

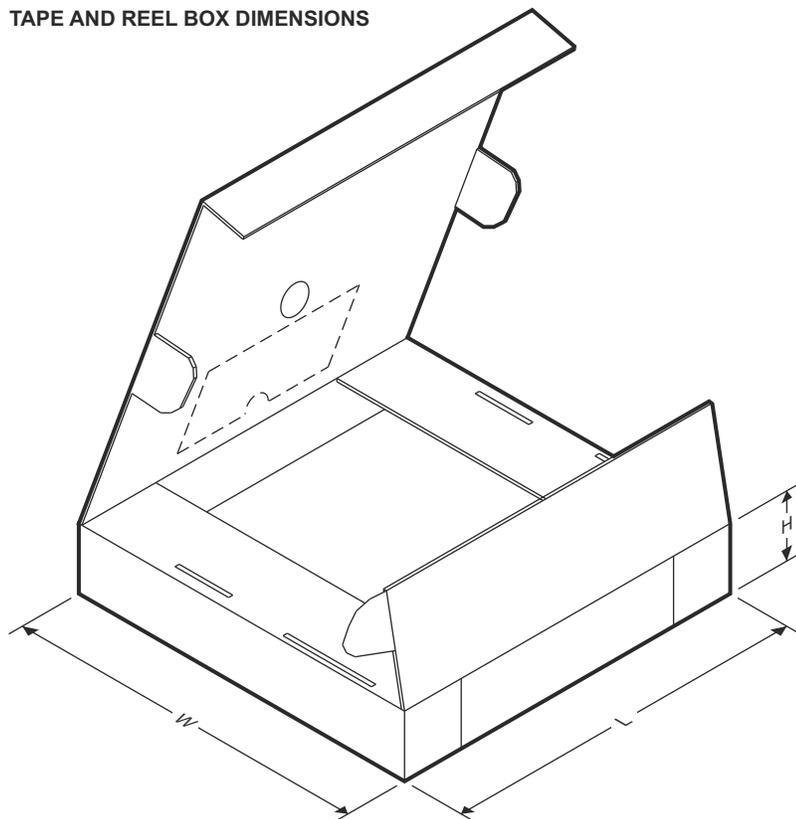


**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**



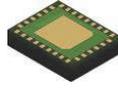
器件	封装类型	封装图	引脚数	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
TMUXS7614DZEMR	FCLGA	ZEM	30	3000	330	12.4	4.35	5.35	1.3	8	12	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚数	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
TMUXS7614DZEMR	FCLGA	ZEM	30	3000	470	380	31.8

11.2 机械数据

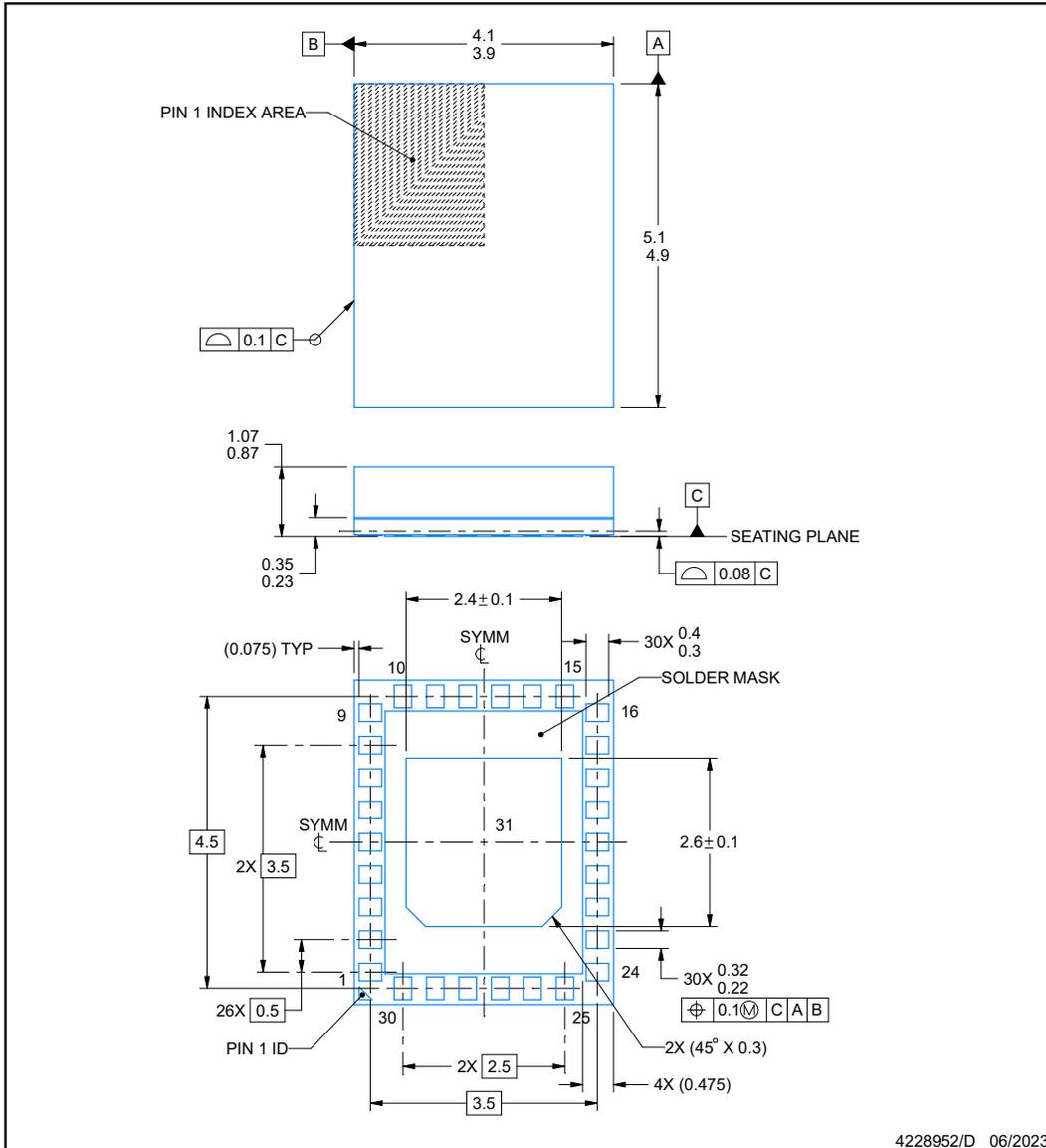


ZEM0030A

PACKAGE OUTLINE

FCLGA - 1.07 mm max height

LAND GRID ARRAY



NOTES:

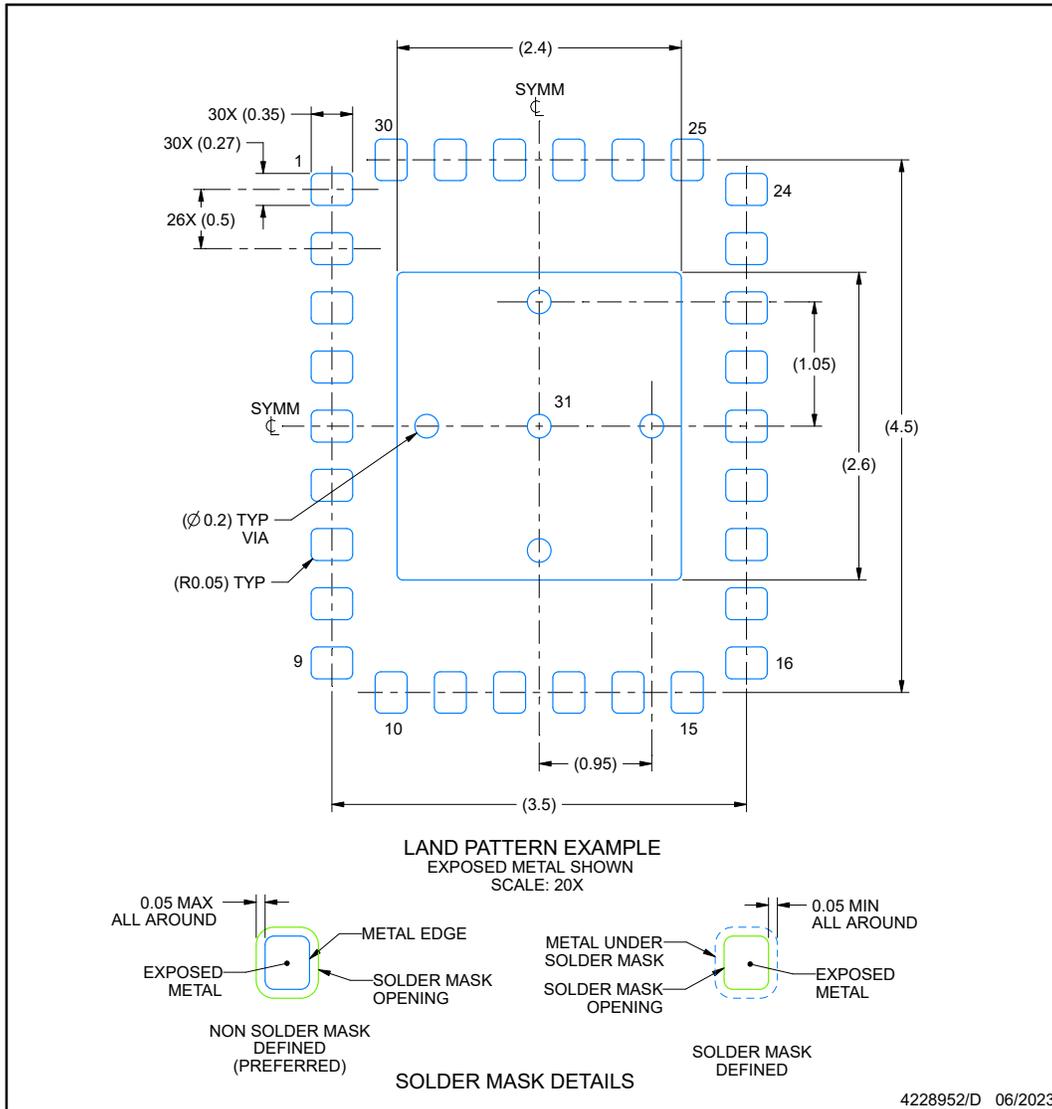
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

**EXAMPLE BOARD LAYOUT**

**ZEM0030A**

**FCLGA - 1.07 mm max height**

LAND GRID ARRAY



4228952/D 06/2023

NOTES: (continued)

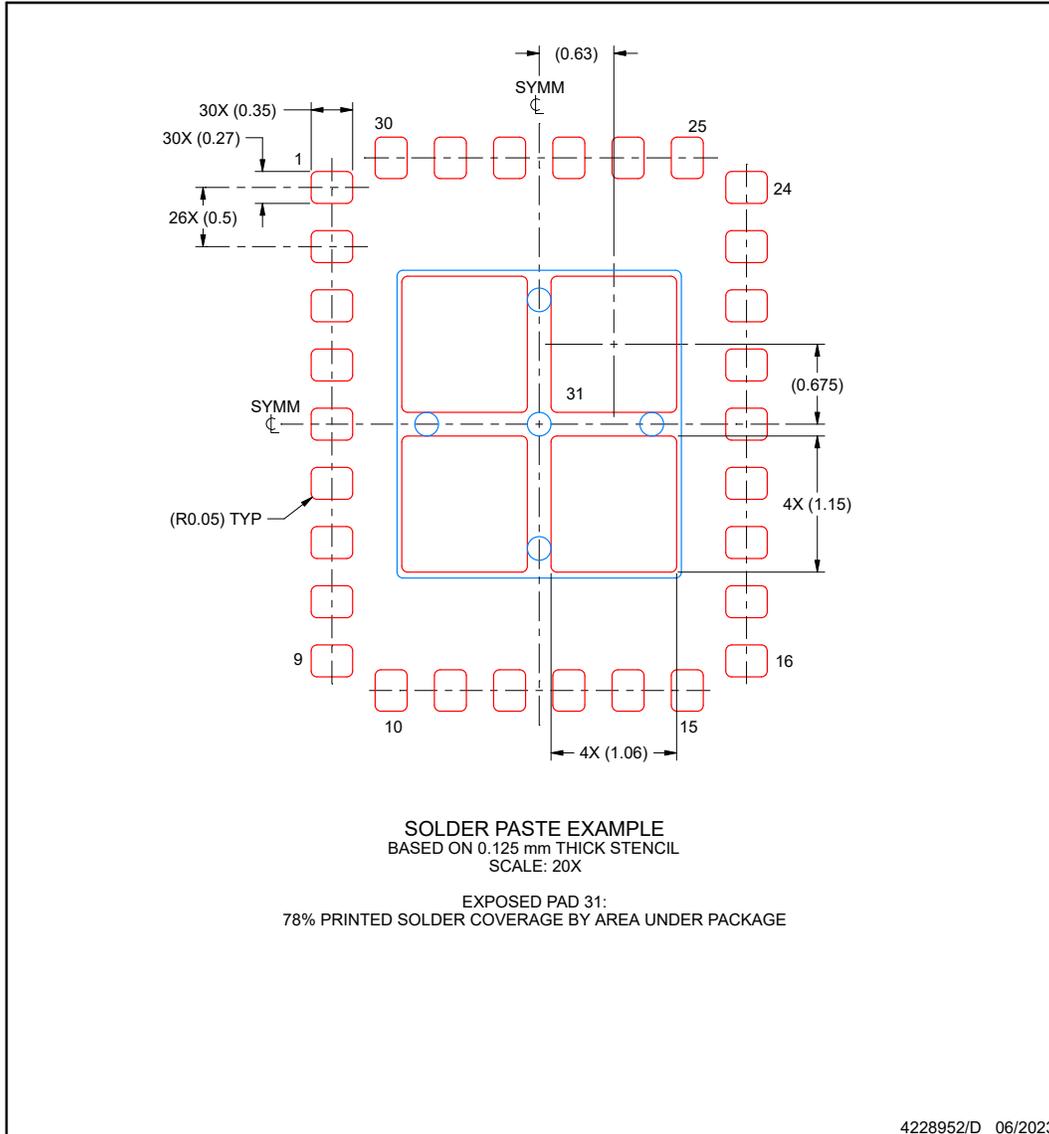
3. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).

**EXAMPLE STENCIL DESIGN**

**ZEM0030A**

**FCLGA - 1.07 mm max height**

LAND GRID ARRAY



NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

**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)
<a href="#">TMUXS7614DZEMR</a>	Active	Production	FCLGA (ZEM)   30	3000   LARGE T&R	Yes	NIAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	T7614
TMUXS7614DZEMR.A	Active	Production	FCLGA (ZEM)   30	3000   LARGE T&R	Yes	NIAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	T7614

(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.

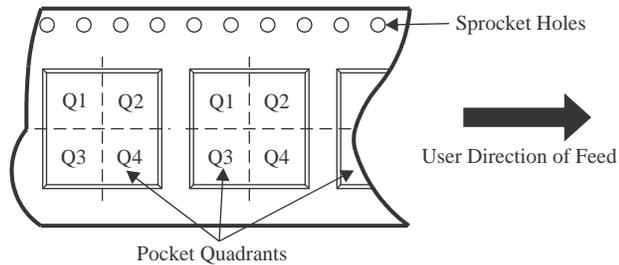
(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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.

**TAPE AND REEL INFORMATION**

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**


\*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
TMUXS7614DZEMR	FCLGA	ZEM	30	3000	330.0	12.4	4.35	5.35	1.3	8.0	12.0	Q1

**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMUXS7614DZEMR	FCLGA	ZEM	30	3000	336.6	336.6	31.8

## 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