

TMUXHS4612 3.3V 6 通道 20Gbps 差分 2:1 多路复用器/1:2 多路信号分离器

1 特性

- 支持高达 12Gbps 的 HDMI 1.4b/2.0/2.1、高达 20Gbps 的 USB4 和高达 UHBR20 的 DisplayPort 1.4/2.1
- 支持高达 20Gbps 的数据速率
- 高速路径支持宽共模电压范围 (0V 至 V_{CC})
- 高速数据引脚具有低导通电阻 R_{ON} ，典型值为 $8.8\ \Omega$
- 高速数据引脚的 -3dB 差分带宽为 13.0GHz
- 出色的动态特性 (10GHz 时)：
 - 插入损耗：-2.5dB
 - 回波损耗：-13dB
 - 串扰：-30dB
- 所有边带信号都能通过最高 5V 的电平并可以耐受 5.5V 的电压
- 支持 1.8V 和 3.3V 控制逻辑
- 单电源电压 3.3V
- 低有功功率 (800 μA) 和待机功耗 (32 μA)
- I_{OFF} 保护，可在电源轨崩溃时防止电流泄漏 ($V_{CC} = 0\text{V}$)
- 温度范围：-40°C 至 125°C
- 封装：40 引脚、3mm × 6mm、0.4mm 间距 WQFN 封装

2 应用

- PC 和笔记本电脑
- 游戏、家庭影院与娱乐系统和电视
- 数据中心和企业级计算
- 医疗应用
- 测试和测量
- 工厂自动化和控制
- 航天和国防
- 电子销售终端 (EPOS)
- 无线基础设施

3 说明

TMUXHS4612 是一款采用多路复用器或多路信号分离器配置的高速双向无源开关。该器件与协议无关，支持许多应用，包括 HDMI 1.4/2.0/2.1 和 DisplayPort 1.4/2.1。TMUXHS4612 是一款通用模拟差分无源多路复用器或多路信号分离器，适用于许多高速差分接口，其数据速率高达 20Gbps。TMUXHS4612 高速通道支持差分信令和单端信令（前提是单端信号不超过 V_{P-N_ABSMAX} 参数）。边带通道可耐受 5V 电压，并支持单端信令和差分信令，例如 I²C、UART、DisplayPort AUX 和 USB2 等等。该高速通道的动态特性允许进行高速开关，使信号眼图具有最小的衰减，并且几乎不会增加抖动。该器件的芯片设计经过优化，可在较高信号频谱上实现出色的频率响应。该器件在 Dxx 数据路径中支持共模电压范围 (CMV) 为 0V 至 3.6V 的差分信令。

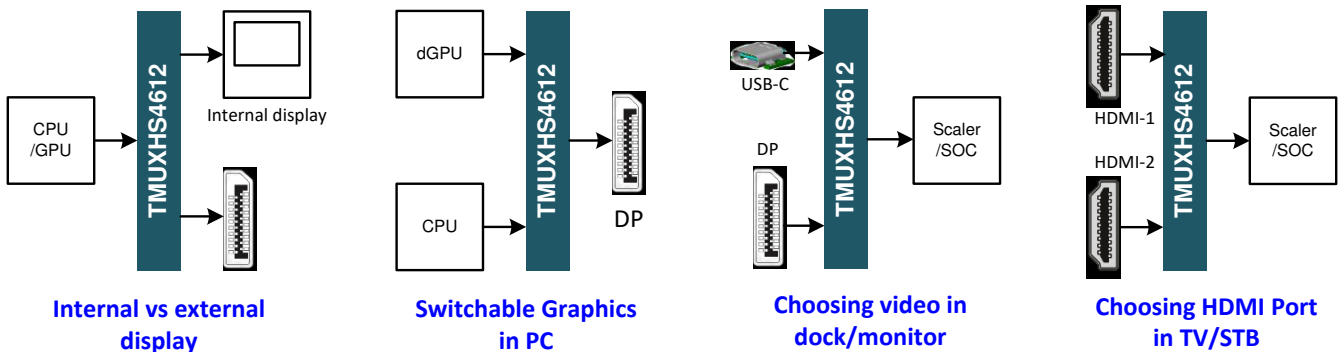
TMUXHS4612 具有超低的有功功率，仅为 800 μA 。该器件还具有断电模式。在该模式下，所有通道均变为高阻态，器件以仅 32 μA 的超低功耗运行。

封装信息

器件型号	温度	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TMUXHS4612	$T_A = 0^\circ\text{C}$ 至 105°C	RET (WQFN, 40)	6mm × 3mm
TMUXHS4612I	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C		

(1) 有关所有可用封装，请参阅节 11。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



简化的用例



内容

1 特性	1	7.4 器件功能模式	14
2 应用	1	8 应用和实施	15
3 说明	1	8.1 应用信息.....	15
4 引脚配置和功能	3	8.2 典型应用 - HDMI.....	15
5 规格	5	8.3 电源相关建议.....	18
5.1 绝对最大额定值.....	5	8.4 布局指南.....	18
5.2 ESD 等级.....	5	8.5 元件安装指南.....	19
5.3 建议运行条件.....	5	8.6 系统示例.....	20
5.4 热性能信息.....	6	9 器件和文档支持	23
5.5 电气特性.....	6	9.1 第三方产品免责声明.....	23
5.6 高速性能参数.....	7	9.2 文档支持.....	23
5.7 开关特性.....	8	9.3 接收文档更新通知.....	23
5.8 典型特性.....	9	9.4 支持资源.....	23
6 参数测量信息	10	9.5 商标.....	23
7 详细说明	13	9.6 静电放电警告.....	23
7.1 概述.....	13	9.7 术语表.....	23
7.2 功能方框图.....	13	10 修订历史记录	23
7.3 特性说明.....	14	11 机械、封装和可订购信息	24

4 引脚配置和功能

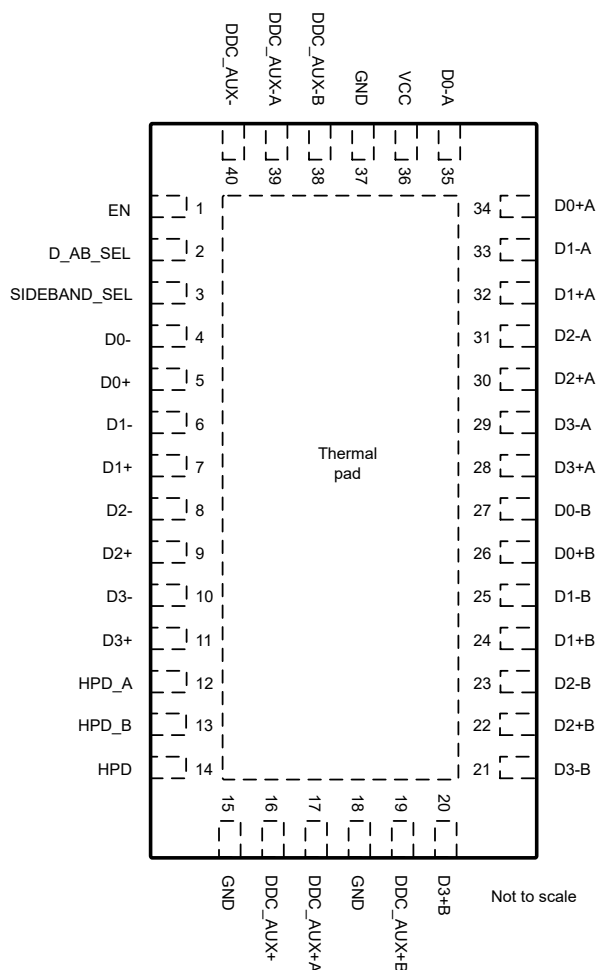


图 4-1. RET 封装 40 引脚 WQFN (带有外露散热焊盘) (顶视图)

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
名称	编号		
EN	1	I	器件启用 L：器件禁用。所有数据和边带信号均处于高阻态。 H：器件启用。由 D_AB_SEL 和 SIDEBAND_SEL 选择的所有数据和边带信号都处于启用状态。
D_AB_SEL	2	I	在高速数据路径 A 和 B 之间进行选择。 L：高速数据路径 A H：高速数据路径 B
SIDEBAND_SEL	3	I	在边带路径 A 和 B 之间进行选择 L：边带路径 A H：边带路径 B
D0 -	4	I/O	公共端口，通道 0，-ve 信号
D0+	5	I/O	公共端口，通道 0，+ve 信号
D1 -	6	I/O	公共端口，通道 1，-ve 信号

表 4-1. 引脚功能 (续)

引脚		类型	说明
名称	编号		
D1+	7	I/O	公共端口, 通道 1, +ve 信号
D2 -	8	I/O	公共端口, 通道 2, -ve 信号
D2+	9	I/O	公共端口, 通道 2, +ve 信号
D3 -	10	I/O	公共端口, 通道 3, -ve 信号
D3+	11	I/O	公共端口, 通道 3, +ve 信号
HPD_A	12	I/O	端口 A, 热插拔检测边带信号
HPD_B	13	I/O	端口 B, 热插拔检测边带信号
HPD	14	I/O	公共端口, 热插拔检测边带信号
GND	15	GND	地
DDC_AUX+	16	I/O	公共端口, DDC 或 AUX 边带信号
DDC_AUX+A	17	I/O	端口 A, DDC 或 AUX 边带信号
GND	18	GND	地
DDC_AUX+B	19	I/O	端口 B, DDC 或 AUX 边带信号
D3+B	20	I/O	端口 B, 通道 3, +ve 信号
D3 - B	21	I/O	端口 B, 通道 3, -ve 信号
D2+B	22	I/O	端口 B, 通道 2, +ve 信号
D2 - B	23	I/O	端口 B, 通道 2, -ve 信号
D1+B	24	I/O	端口 B, 通道 1, +ve 信号
D1 - B	25	I/O	端口 B, 通道 1, -ve 信号
D0+B	26	I/O	端口 B, 通道 0, +ve 信号
D0 - B	27	I/O	端口 B, 通道 0, -ve 信号
D3+A	28	I/O	端口 A, 通道 3, +ve 信号
D3 - A	29	I/O	端口 A, 通道 3, -ve 信号
D2+A	30	I/O	端口 A, 通道 2, +ve 信号
D2 - A	31	I/O	端口 A, 通道 2, -ve 信号
D1+A	32	I/O	端口 A, 通道 1, +ve 信号
D1-A	33	I/O	端口 A, 通道 1, -ve 信号
D0+A	34	I/O	端口 A, 通道 0, +ve 信号
D0 - A	35	I/O	端口 A, 通道 0, -ve 信号
VCC	36	电源	电源电压
GND	37	GND	地
DDC_AUX-B	38	I/O	端口 B, DDC 或 AUX 边带信号
DDC_AUX-A	39	I/O	端口 A, DDC 或 AUX 边带信号
DDC_AUX-	40	I/O	公共端口, DDC 或 AUX 边带信号
GND	PowerPad	GND	地

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⁾

		最小值	最大值	单位
V _{CC} _{ABSM} AX	电源电压范围	-0.5	4.0	V
V _{I/O-} ABSMAX	模拟电压范围 ^{(2) (3) (4)}	-0.5	4.0	V
V _{I/O-} ABSMAX	模拟电压范围 ^{(2) (3) (4)}	-0.5	6.0	V
V _{IN-} ABSMAX	数字输入电压范围 ^{(2) (3)}	-0.5	5.0	V
V _{P-} N_ABSMAX	正极引脚与负极引脚之差的绝对值		0.8	V
T _{jmax}	最高结温 TMUXHS4612	0	105	°C
T _{jmax}	最高结温 TMUXHS4612I	-40	125	°C
T _{stg}	贮存温度范围	-65	150	°C

- (1) 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。
- (2) 除非另有说明，否则所有电压均以接地为基准。
- (3) 如果遵守输入和输出钳制电流额定值，输入和输出电压可超过额定值。
- (4) V_I 和 V_O 用于表示 V_{I/O} 的特定条件。
- (5) 边带引脚：DDC_AUX+A、DDC_AUX-A、HPD_A、DDC_AUX+B、DDC_AUX-B、HPD_B、DDC_AUX+、DDC_AUX-、HPD
- (6) 控制引脚：D_AB_SEL、SIDEHAND_SEL、EN

5.2 ESD 等级

		值	单位
V _(ESD)	静电放电	±1500	V
	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准， ⁽¹⁾	±750	
	充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准， ⁽²⁾		

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) 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 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) ⁽¹⁾

		最小值	典型值	最大值	单位
V _{CC}	电源电压	3.0	3.3	3.6	V
V _{I/O,CM}	输入/输出共模电压 (数据引脚)	0		3.6	V
V _{I/O}	输入/输出电压数据引脚	0		3.6	V
V _{I/O}	输入/输出电压边带 ⁽²⁾ 引脚	0		5	V
V _{IN}	数字输入电压 (控制 ⁽³⁾ 引脚)	0		V _{CC}	V
DR	差分信号的数据速率			20	Gbps
T _A	工作环境温度 TMUXHS4612	0		105	°C
T _A	工作环境温度 TMUXHS4612I	-40		125	°C
T _J	工作结温 TMUXHS4612	0		110	°C
T _J	工作结温 TMUXHS4612I	-40		125	°C

- (1) 器件所有的未使用控制输入必须保持在 V_{CC} 或 GND 以确保器件正常运行。有关更多信息，请参阅 CMOS 输入变化缓慢或悬空的影响应用手册。
- (2) 边带引脚：DDC_AUX+A、DDC_AUX-A、HPD_A、DDC_AUX+B、DDC_AUX-B、HPD_B、DDC_AUX+、DDC_AUX-、HPD
- (3) 控制引脚：D_AB_SEL、SIDEHAND_SEL、EN

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TMUXHS4612	单位
		RET	
		40 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	33.0	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	25.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	12.2	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	0.8	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	12.2	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	3.1	°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。

5.5 电气特性

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

参数 ^{(3) (4)}			测试条件 ⁽¹⁾	最小值	典型值 ⁽²⁾	最大值	单位
直流特性 (数据和边带)							
R_{ON-D}	ON 状态电阻	所有数据引脚；	$V_{IO} = 0V$ 至 V_{CC} ; $I_{IO} = -10mA$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$; $0^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$;	8.8	11		Ω
			$V_{IO} = 0V$ 至 V_{CC} ; $I_{IO} = -10mA$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$; $-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$;	8.8	12		Ω
R_{ON-SB}	ON 状态电阻	所有边带引脚；	$V_{IO} = 0V$ 至 V_{CC} ; $I_{IO} = -10mA$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$; $0^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$;	8.2	15		Ω
			$V_{IO} = 0V$ 至 V_{CC} ; $I_{IO} = -10mA$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$; $-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$;	8.2	16		Ω
$R_{ON-SB-5V}$	ON 状态电阻	所有边带引脚；	$V_{IO} = 5V$; $I_{IO} = -10mA$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$; $-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$;	65	110		Ω
$C_{ON-SB-100K}$	连接到 GND 的边带导通电容		$f = 100kHz$;		8		pF
$C_{OFF-SB-100K}$	连接到 GND 的边带关断电容		$f = 100kHz$;		5		pF
$C_{ON-SB-1M}$	连接到 GND 的边带导通电容		$f = 1MHz$;		7		pF
$C_{OFF-SB-1M}$	连接到 GND 的边带关断电容		$f = 1MHz$;		4.5		pF
I_{IH-D}	高速数据对的输入电流	所有选定数据引脚。	$EN = H$; $V_{IO} = 3.3V$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$;		4		μA
		所有未选择的数据引脚。	$EN = H$; $V_{IO} = 3.3V$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$;		70		μA
I_{IH-SB}	边带的输入电流	所有选定的边带引脚。	$EN = H$; $V_{IO} = 3.3V$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$;		5		μA
		所有未选择的边带引脚。	$EN = H$; $V_{IO} = 3.3V$; $V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$;		1		μA
$I_{OFF-DAB}$	断电情况下的漏电 (失效防护电流)	所有数据引脚	$V_{CC} = 0V$; $V_{IO} = 0V$ 至 $3.3V$; 所有公共引脚都上拉至 $3.3V$, 并且 A 侧和 B 侧均接地。	-20		100	μA
I_{OFF-SB}	断电情况下的漏电 (失效防护电流)	所有边带引脚	$V_{CC} = 0V$; $V_{IO} = 0V$ 至 $5.5V$;	-1		5	μA
控制输入 (SIDE BAND_SEL、D_AB_SEL、EN)							
$V_{IH-CTRL}$	控制引脚上的高电平输入电压	所有控制引脚的每个引脚。	$V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$;	1.4			V
$V_{IL-CTRL}$	控制引脚上的低电平输入电压	所有控制引脚的每个引脚。	$V_{CC} = 3.3V \pm 10\%$;		0.5		V
$I_{IH-CTRL}$	控制引脚的输入高电平漏电流	所有控制引脚的每个引脚。	$V_{CC} = 3.6V$; $V_{IN} = 3.6V$;	-0.1		0.1	μA
$I_{IL-CTRL}$	控制引脚的输入低电平漏电流	所有控制引脚的每个引脚。	$V_{CC} = 3.6V$; $V_{IN} = 0V$;	-0.1		0.1	μA
$I_{OFF-CTRL}$	断电情况下的漏电 (失效防护电流)	所有控制引脚的每个引脚。	$V_{CC} = 0V$; $V_{IN} = 0V$ 或 $3.6V$;	-0.1		0.1	μA
$C_{IN-CTRL}$	输入电容	所有控制引脚的每个引脚。	$f = 1MHz$;		5		pF
电源							

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

参数 ^{(3) (4)}		测试条件 ⁽¹⁾	最小值	典型值 ⁽²⁾	最大值	单位
I_{CC}	运行模式下的 VCC 电源电流	EN=H ; $V_{I/O} = 0V$ 或 VCC ;			800	μA
I_{CC-PD}	断电模式下的 VCC 电源电流	EN = L ; $V_{I/O} = 0V$ 或 VCC ;		0.04	32	μA

(1) V_I 、 V_O 、 I_I 和 I_O 是指数据和边带 I/O 引脚。 V_{IN} 是指控制输入。

(2) 所有典型值均在 $V_{CC} = 3.3V$ (除非另外注明)、 $T_A = 25^\circ C$ 时测得。

(3) 边带引脚：DDC_AUX+A、DDC_AUX-A、HPD_A、DDC_AUX+B、DDC_AUX-B、HPD_B、DDC_AUX+、DDC_AUX-、HPD

(4) 控制引脚：D_AB_SEL、SIDEHAND_SEL、EN

5.6 高速性能参数

在自然通风条件下的建议运行温度范围内测得 (除非另有说明)。对于所有数据引脚。在适用的情况下， $R_L = 50 \Omega$ 。

参数		测试条件	最小值	典型值 ⁽¹⁾	最大值	单位
BW _{SB}	边带引脚差分带宽 (从 DC 开始到 -3dB 处)			2.0		GHz
BW _{HS}	高速引脚差分带宽 (从 DC 开始到 -3dB 处)			13		GHz
IL _{DAB}	差分插入损耗	100MHz 时 ; VCM = 0V ;		-0.7		dB
		1.7GHz 时 ; VCM = 0V ;		-1.0		dB
		2.7GHz 时 ; VCM = 0V ;		-1.1		dB
		4.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-1.2		dB
		6.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-1.6		dB
		10.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-2.5		dB
RL _{DAB}	差分回波损耗	100MHz 时 ; VCM = 0V ;		-23		dB
		1.7GHz 时 ; VCM = 0V ;		-22		dB
		2.7GHz 时 ; VCM = 0V ;		-20		dB
		4.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-19		dB
		6.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-18		dB
		10.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-13		dB
Xtalk	差分串扰	100MHz 时 ; Vcm = 0V ;		-66		dB
		1.7GHz 时 ; Vcm = 0V ;		-40		dB
		2.7GHz 时 ; Vcm = 0V ;		-37		dB
		4.0GHz 时 ; Vcm = 0V ;		-44		dB
		6.0GHz 时 ; Vcm = 0V ;		-45		dB
		10.0GHz 时 ; Vcm = 0V ;		-30		dB
OISO	差分关断隔离	100MHz 时 ; VCM = 0V ;		-65		dB
		1.7GHz 时 ; VCM = 0V ;		-37		dB
		2.7GHz 时 ; VCM = 0V ;		-33		dB
		4.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-30		dB
		6.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-27		dB
		10.0GHz 时 ; VCM = 0V ;		-23		dB

(1) 所有典型值均在 $V_{CC} = 3.3V$ (除非另外注明)、 $T_A = 25^\circ C$ 时测得。

5.7 开关特性

参数			最小值	典型值	最大值	单位
器件开关时间						
t _{SW_POWER_ON}	器件上电时间	EN 引脚从低电平到高电平；			200	μs
t _{SW_POWER_OFF}	器件断电时间	EN 引脚从高电平到低电平；			400	ns
高速引脚						
t _{PD}	开关差分传播延迟	f = 1GHz		60		ps
t _{SW_AB}	从 A 到 B 的切换时间	从选择信号的 50% 到 VOH/VOL 的 50% 测量			40	μs
t _{SW_BA}	从 B 到 A 的开关时间	从选择信号的 50% 到 VOH/VOL 的 50% 测量			40	μs
t _{SK_INTRA}	同一通道 + 和 - 引脚之间的对内输出偏斜	f = 1GHz		1.8	6	ps
t _{SK_INTER}	通道间对内输出偏斜	f = 1GHz			8	ps
边带引脚						
t _{PD-SB}	开关单端传播延迟	f = 1MHz			250	ps
t _{SW-SB_AB}	从 A 到 B 的切换时间	从选择信号的 50% 到 VOH/VOL 的 50% 测量			20	μs
t _{SW-SB_BA}	从 B 到 A 的开关时间	从选择信号的 50% 到 VOH/VOL 的 50% 测量			20	μs
t _{SK-SB}	DDC_AUX+ 和 DDC_AUX- 引脚之间的输出偏斜	f = 1MHz			8	ps

5.8 典型特性

数据取自标称电源和温度条件下且 $V_{I/O,CM}$ 为 0V 时的单个器件。

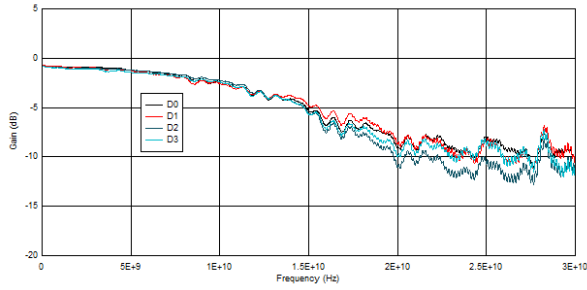


图 5-1. 端口 A 的差分插入损耗

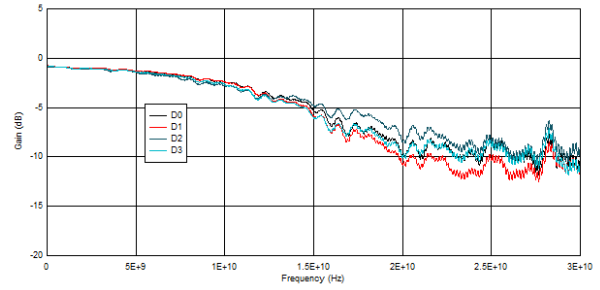


图 5-2. 端口 B 的差分插入损耗

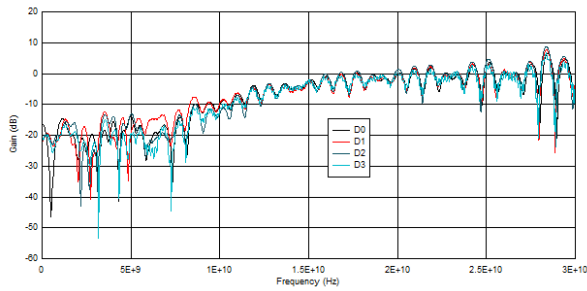


图 5-3. 选择端口 A 时的输入差分回波损耗

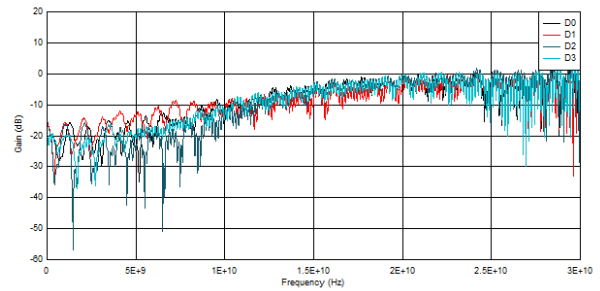


图 5-4. 选择端口 A 时的输出差分回波损耗

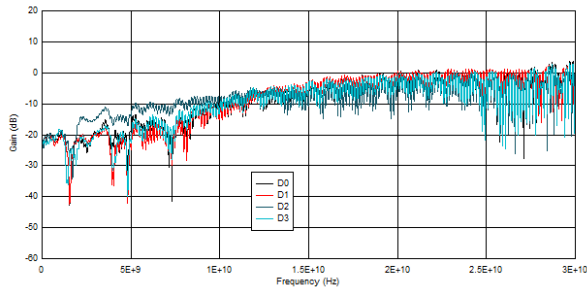


图 5-5. 选择端口 B 时的输出差分回波损耗

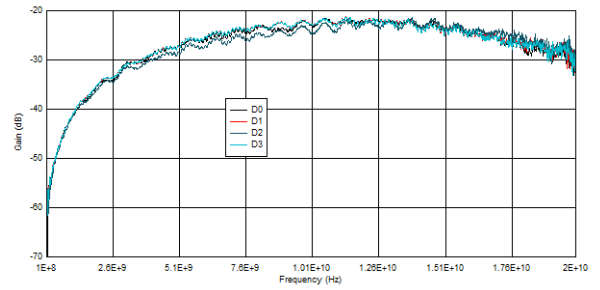


图 5-6. 端口 A 的关断状态隔离 (OISO)

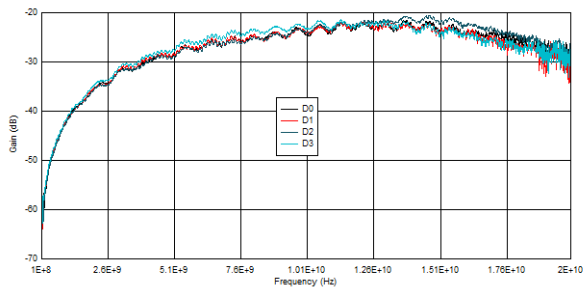


图 5-7. 端口 B 的关断状态隔离 (OISO)

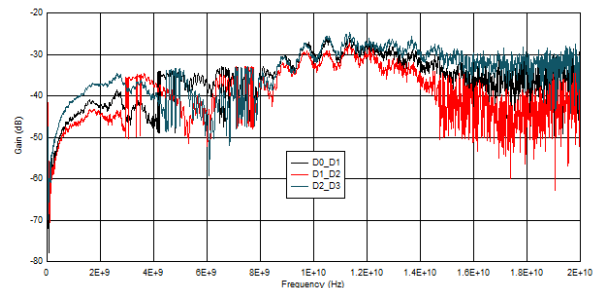
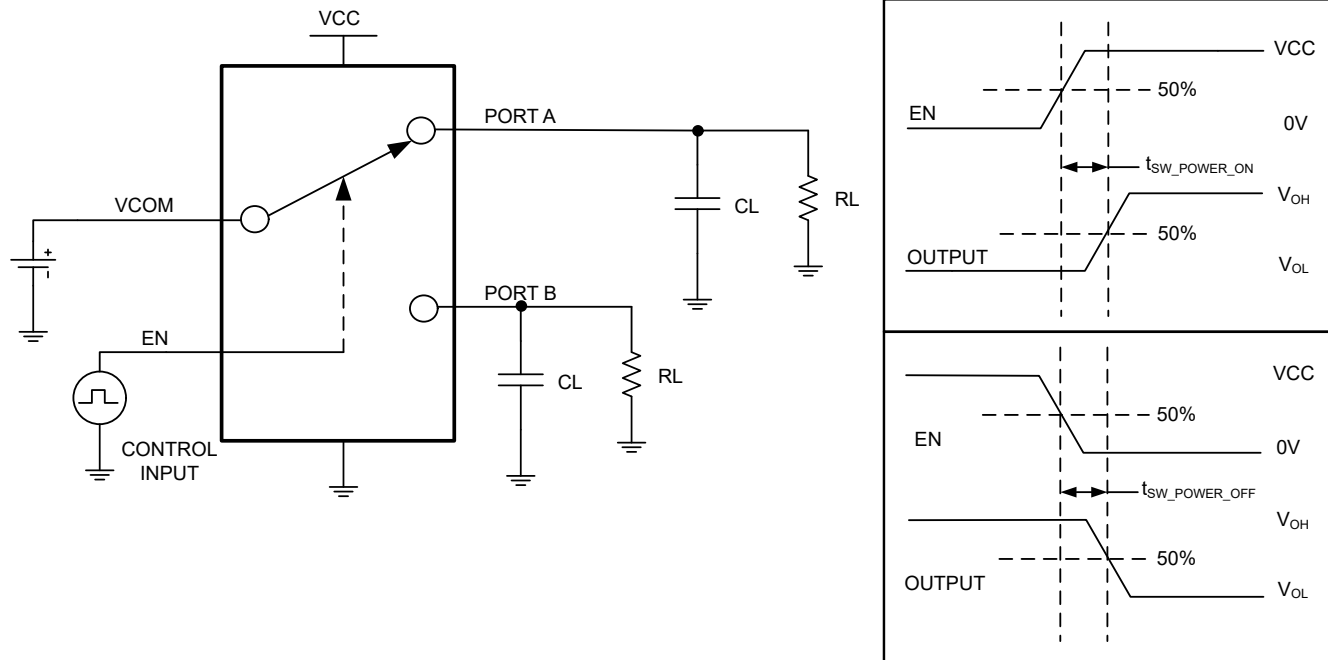


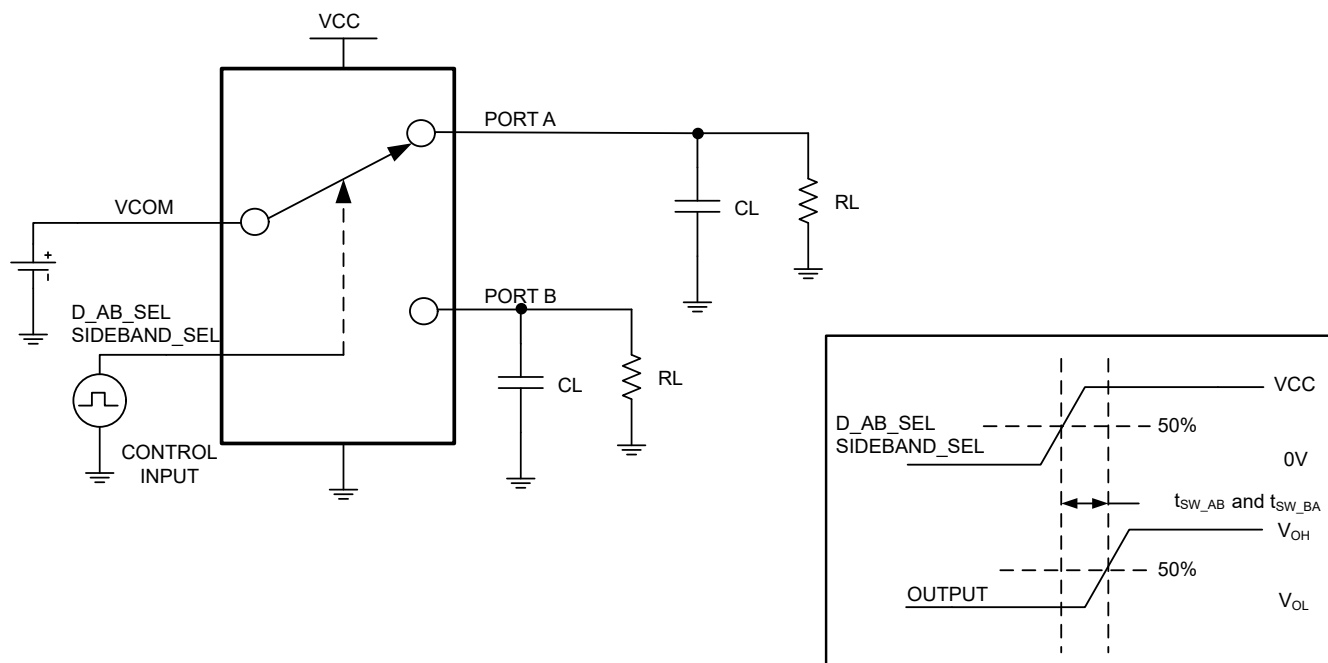
图 5-8. 公共端口侧通道之间的串扰 (Xtalk)

6 参数测量信息



注意：RL = 10k Ω ；VCOM = VCC；CL = 1pF

图 6-1. 开关导通时间 ($t_{SW_POWER_ON}$ 和 $t_{SW_POWER_OFF}$)



RL = 10k Ω ；VCOM = VCC；CL = 1pF

图 6-2. 通道间的切换时间 (t_{SW_AB} 和 t_{SW_BA})

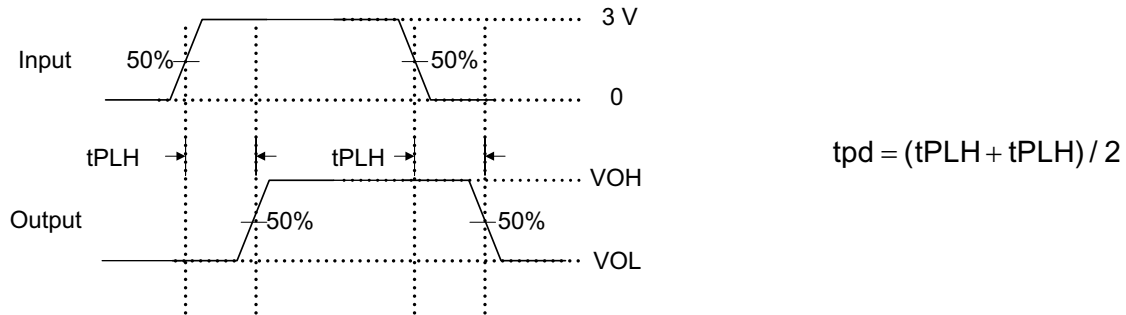


图 6-3. 传播延迟 (t_{pd})

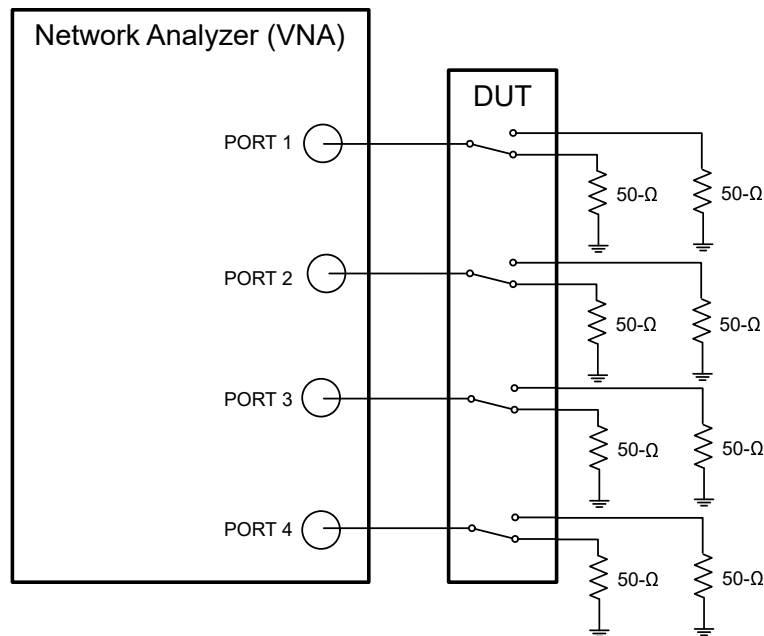


图 6-4. 串扰 (Xtalk)

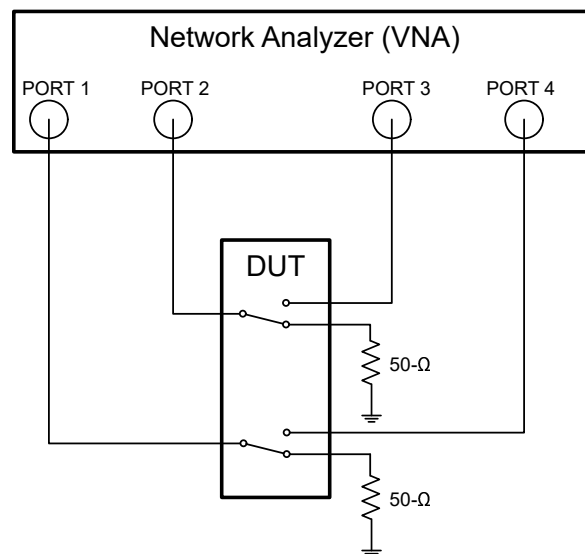


图 6-5. 差分关断隔离 (OISO)

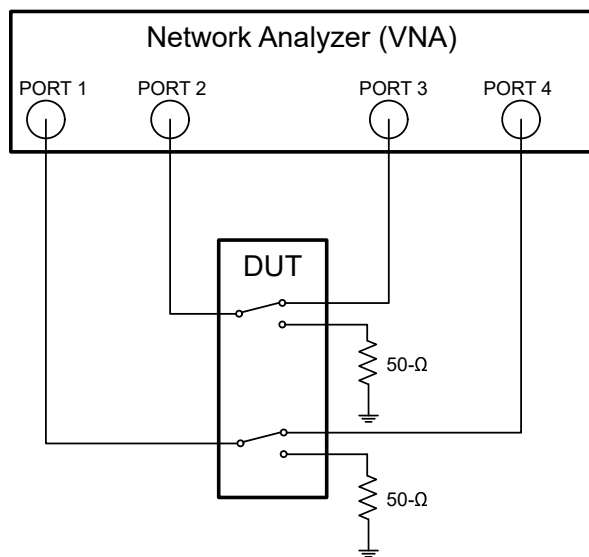


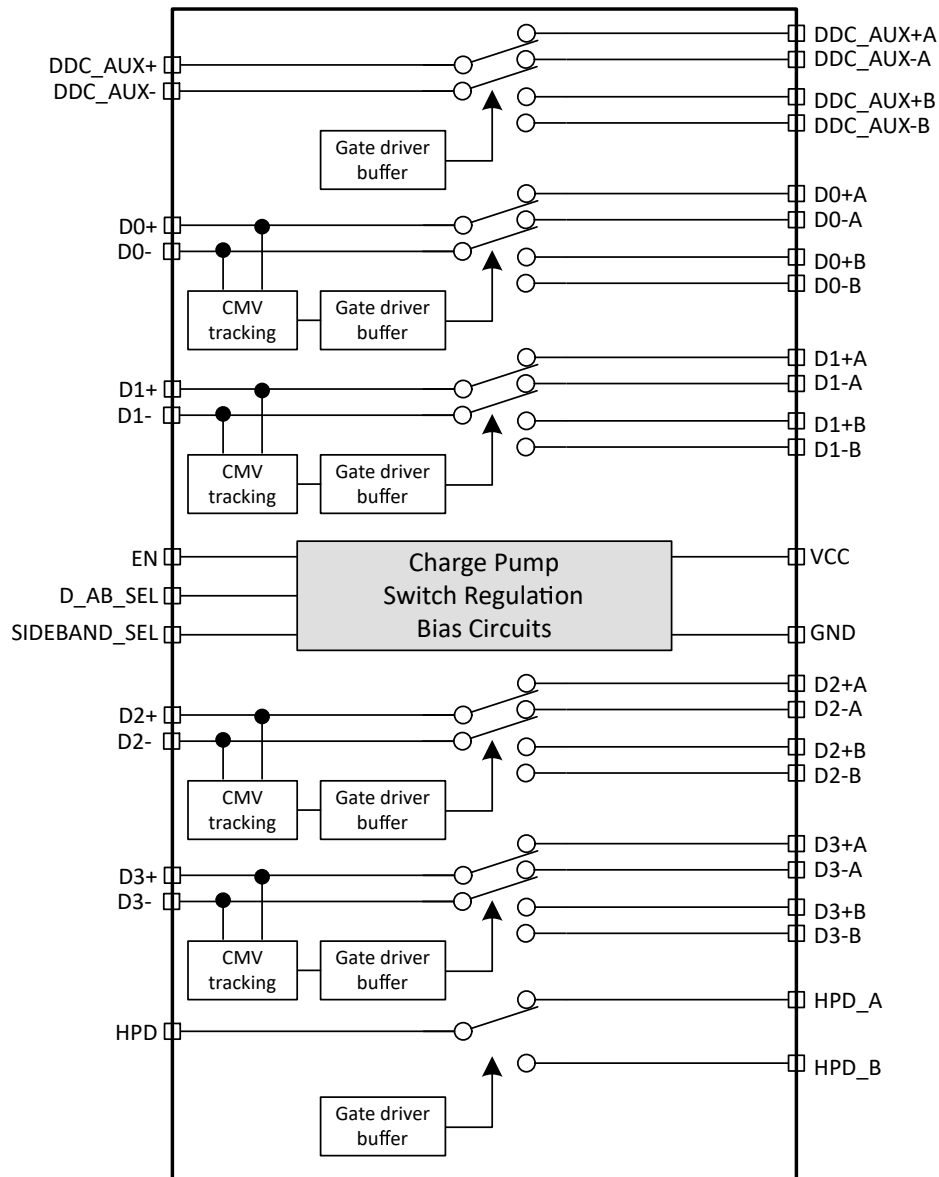
图 6-6. 差分带宽 (BW)、插入损耗和回波损耗

7 详细说明

7.1 概述

TMUXHS4612 是一款与协议无关的双向多路复用器/多路信号分离器，具有低导通状态电阻和低 I/O 电容，能够为多个差分通道实现典型值为 13.0GHz 的高带宽。TMUXHS4612 是一款无源多路复用器，建议数据速率高达 20Gbps。但是，如果总体电气链路损耗允许，该器件可用于数据速率更高的接口。该器件的高速数据通道提供了许多接口所需的高带宽，能够处理差分信号和单端信号（前提是单端信号不超过 V_{P-N_ABSMAX} ）。该器件的高速通道支持共模电压范围 (CMV) 为 0V 至 3.6V 的差分信号，因此该器件可以在高共模接口（例如 HDMI）中使用。边带通道可承受 5V 电压。边带通道支持 0V 至 3.6V CMOS 信号 (R_{ON} 典型值为 8.5Ω) 和 5V CMOS 信号 (R_{ON} 典型值为 65Ω)。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

TMUXHS4612 基于专有的 TI 技术，该技术使用由集成电荷泵产生的高电压驱动的高 FET 开关来实现低导通状态电阻。凭借低功耗技术，TMUXHS4612 在工作模式下功耗仅为 800μA，在断电 (EN = L) 模式下功耗仅为 32μA。该器件集成了 ESD 保护，能够支持高达 1.5kV 的人体放电模型 (HBM) 和高达 750V 的充电器件模型 (CDM)。TMUXHS4612 还有一项特殊功能，该功能可在 V_{CC} 电源不可用且在 I/O 引脚上施加模拟信号时防止器件反向供电。在这种情况下，此特殊功能可防止器件中出现漏电流。TMUXHS4612 不适合用于传递具有负摆幅的信号。

7.4 器件功能模式

表 7-1 列出了 TMUXHS4612 器件的器件功能。

表 7-1. 功能表

EN	D_AB_SEL	SIDEHAND_SEL	功能
L	X	X	开关被禁用。所有通道均为高阻态。
H	L	L	所有 A 通道均已启用。所有 B 通道均为高阻态。
H	L	H	所有 A 数据高速通道均已启用，并且 B 边带通道已启用。所有其他通道均为高阻态。
H	H	L	所有 B 数据高速通道均已启用，并且 A 边带通道已启用。所有其他通道均为高阻态。
H	H	H	所有 B 通道均已启用。所有 A 通道均为高阻态。

8 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。

8.1 应用信息

TMUXHS4612 是一款通用模拟差分无源多路复用器或多路信号分离器，适用于许多高速差分接口，其数据速率高达 20Gbps。TMUXHS4612 支持差分信号，其共模电压范围 (CMV) 为 0V 至 3.6V，Dxx 通道的差分振幅高达 1600mVpp。该器件还可用于边带通道中摆幅限制为 0V 至 3.6V 的单端 CMOS 信号。TMUXHS4612 可用作多路复用器或多路信号分离器开关，用于：

- 速率高达 3.4Gbps 的 HDMI 1.4、速率高达 6Gbps 的 HDMI 2.0 和速率高达 12Gbps 的 HDMI 2.1
- 数据速率高达 20Gbps 的 DisplayPort (DP) (高达 UHBR20)
- 数据速率高达 20Gbps 的 USB4 和 Thunderbolt (TBT) 3 或 4

8.2 典型应用 - HDMI

TMUXHS4612 可用于在源端和接收端应用中切换 HDMI 信号。在源端应用中，来自图形处理器的 HDMI 端口可以将信号分发到两个 HDMI 连接器之一。在 PC 中，TMUXHS4612 可用于将集成显卡与独立显卡切换到一个连接器上。在接收端应用中，该器件还可用于在两个 HDMI 连接器之间进行选择，为 HDMI 接收端应用中的缩放器 (SOC) 提供 HDMI 信号。本节提供了接收端应用的详细设计实现方案，其中 TMUXHS4612 提供了 2:1 多路信号分离功能。

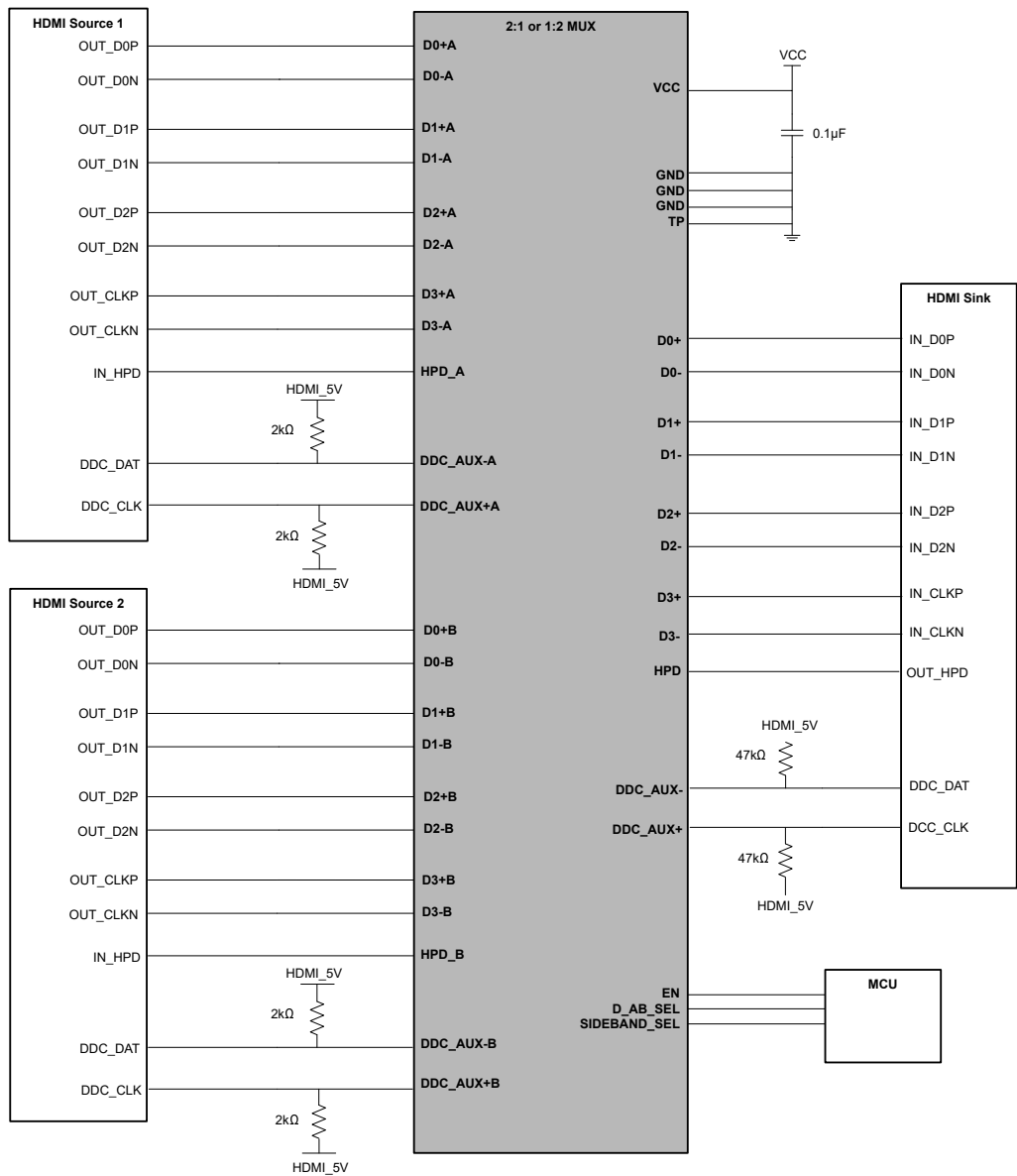


图 8-1. 选择两个 HDMI 端口之一 - 应用原理图

8.2.1 设计要求

表 8-1 列出了此 HDMI 示例的设计参数。

表 8-1. HDMI 应用的设计参数

设计参数	示例值
V _{CC}	3V 至 3.6V
VCC 去耦电容器	0.1μF
DDC 上拉电阻器	接收端：47kΩ (连接至 5V) 源端：2kΩ (连接至 5V)

8.2.2 详细设计过程

TMUXHS4612 设计为采用 3.0V 至 3.6V 电源运行。可以使用去耦电容器来降低噪声并提高电源完整性。根据 HDMI 标准，必须在源端 DDC 时钟和数据线路上放置连接至 5V 的上拉电阻器。

在 HDMI 标准中，DDC 时钟、DDC 数据和 HPD 线路为 5V 电平。在某些用例中，HDMI 源端或接收端可能无法处理 5V 电平。在这种情况下，必须部署外部电平转换器，以便将 HDMI 信号电平转换为可接受的电平。图 8-2 展示了 I²C 电平转换器（例如德州仪器 (TI) TCA9517）的实现示例。在本示例中，HDMI 源端会承受高达 VCC_A（例如 3.3V）的 HDMI 电平，而不是 HDMI 5V。

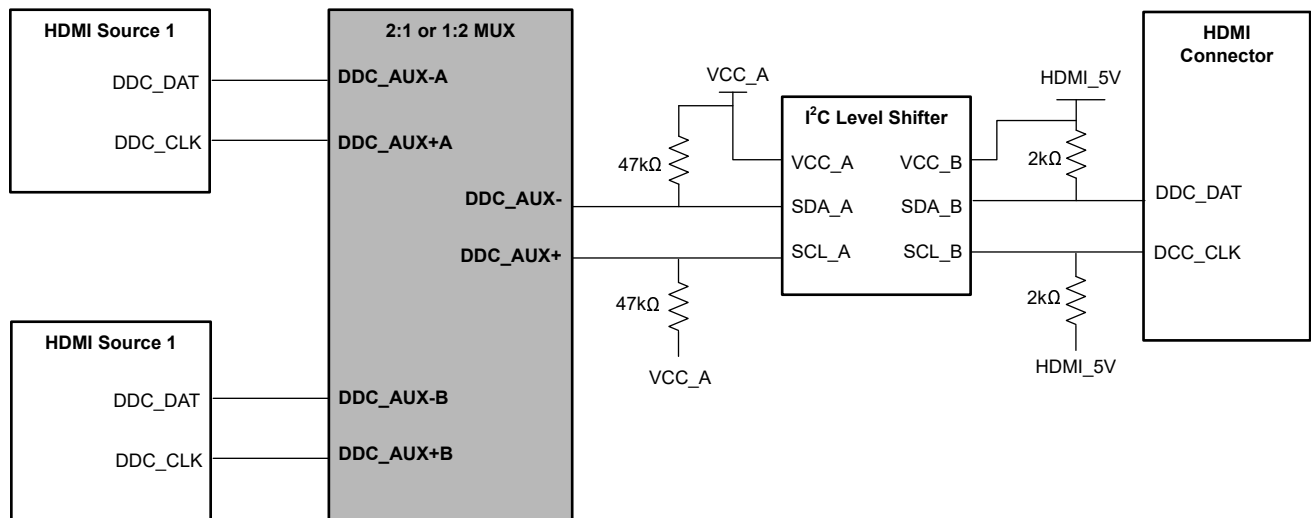


图 8-2. DDC 电平转换器源端侧示例

8.2.3 应用曲线

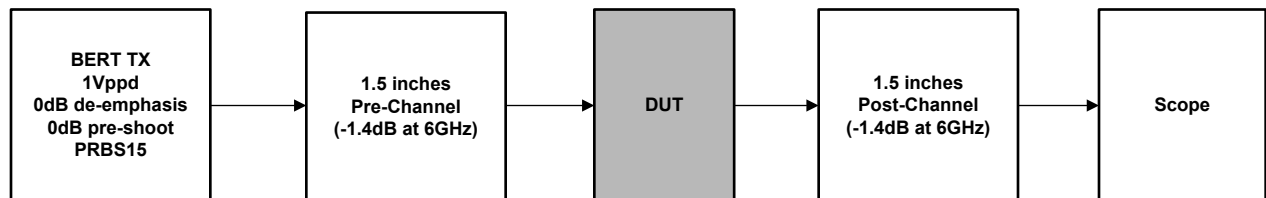


图 8-3. 测试设置

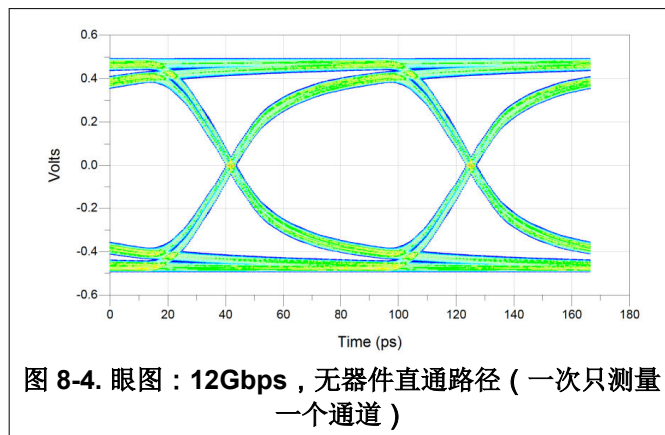


图 8-4. 眼图：12Gbps，无器件直通路径（一次只测量一个通道）

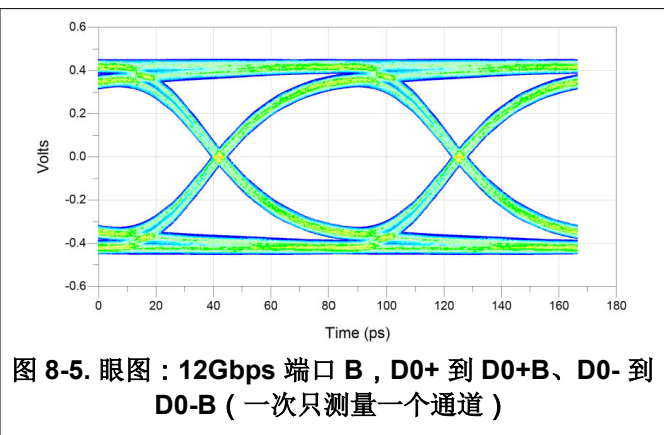


图 8-5. 眼图：12Gbps 端口 B，D0+ 到 D0+B、D0- 到 D0-B（一次只测量一个通道）

8.3 电源相关建议

将 V_{CC} 保持在 3.0V 至 3.6V 的范围内。请勿使用高于 *绝对最大额定值* 表中列出的电压电平。使用去耦电容器来降低噪声并提高电源完整性。TMUXHS4612 没有电源序列要求。

8.4 布局指南

为确保器件的可靠性，建议按照以下常用印刷电路板布局布线指南进行操作：

- 在电源引脚和接地引脚之间使用去耦电容器以确保具有低阻抗，从而降低噪声。为了在宽频率范围内实现低阻抗，请使用具有高自谐振频率的电容器。
- 将 ESD 和 EMI 保护器件（若使用）放在尽可能靠近连接器的位置。
- 使用较短的布线长度以避免过大的负载。
- 保持布线间距至少为布线宽度的两倍，以尽量减少相邻布线的串扰影响。
- 将高速信号与低速信号分开，将数字信号与模拟信号分开。
- 避免布线中出现直角弯曲，并尝试以至少两个 45° 角进行布线。
- 高速差分信号布线之间应尽可能保持平行。建议布线保持对称。
- 紧邻高速信号层布置一个实心接地平面。这也为返回电流提供了出色的低电感路径。

8.4.1 布局示例

该 TMUXHS4612 应用通过单个控制器在一个公共端口和两个独立端口之间进行连接。

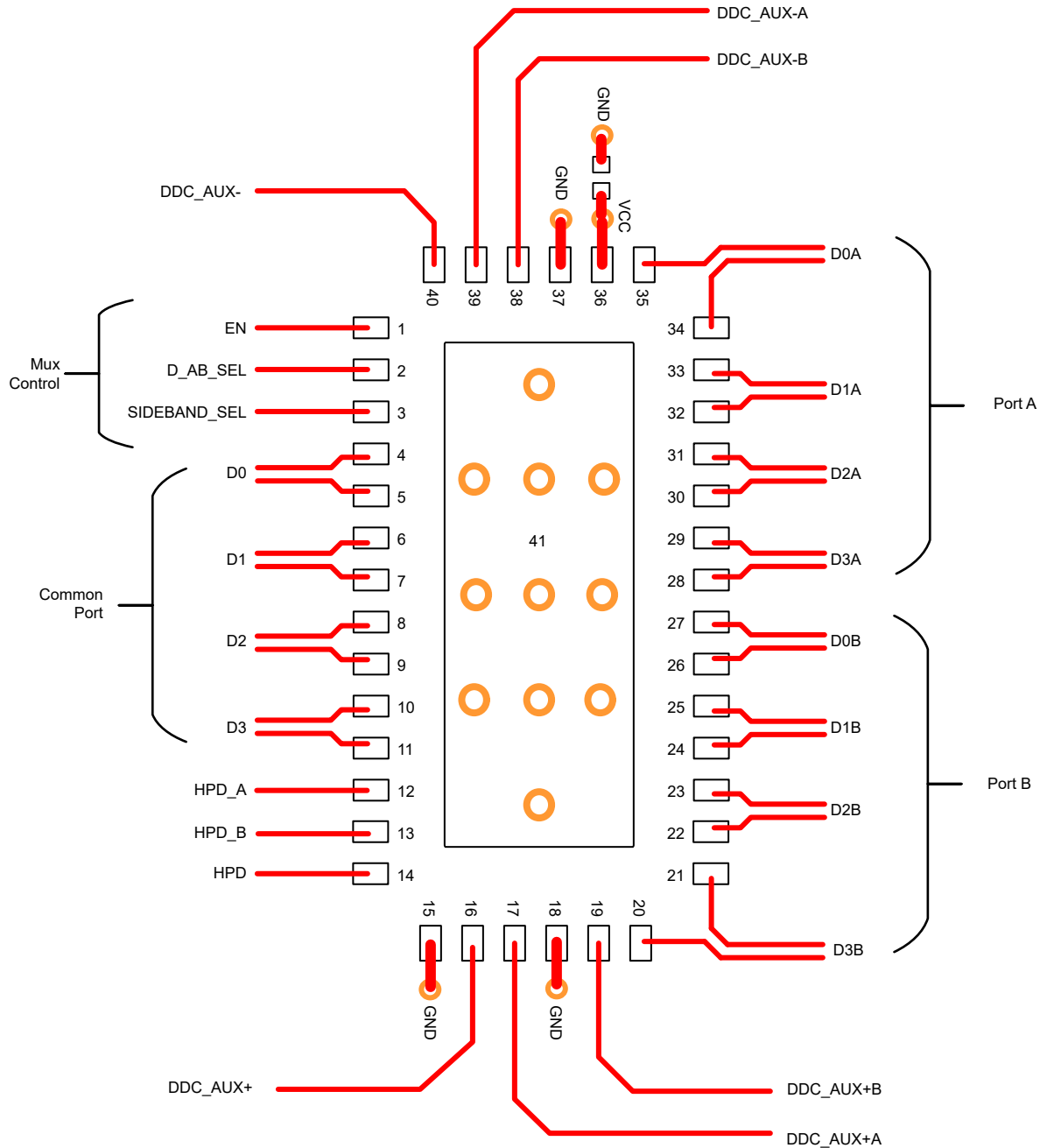


图 8-6. 布局示例

8.5 元件安装指南

外部元件须安装在尽可能靠近器件的位置，以最大程度地不丢失信号。在布线长度较长时，信号丢失可能会导致协议合规性失效。表 8-2 总结了 TMUXHS4612 无需任何额外均衡量即可支持的最大布线长度值（假设 FR4 电介质），从而满足协议合规性要求。

表 8-2. TMUXHS4612 可以支持的最大布线长度

协议	信号源假设	所支持的最大布线长度
HDMI1.4	+/- 400mV PRBS 15 序列	8"
HDMI2.0	+/- 300mV PRBS 15 序列	6"
HDMI2.1	+/- 300mV PRBS 15 序列	8"
DP2.1	+/- 300mV PRBS 15 序列	5"

8.6 系统示例

8.6.1 DisplayPort 2:1 多路复用

TMUXHS4612 支持交流耦合接口，例如 DisplayPort。必须在器件的公共侧或非公共侧使用外部交流耦合电容器。在这个特定示例中，将外部交流耦合电容器放置在非公共侧。公共侧与 DP 接收端进行直流耦合。根据是 DP 源端还是 DP 接收端满足器件 $V_{IO,CM}$ 要求来选择是在非公共侧还是在公共侧进行直流耦合。如果 DP 源端不符合 $V_{IO,CM}$ 要求，则将交流耦合电容器放置在 DP 源端和 TMUXHS4612 之间。如果 DP 接收端不符合 $V_{IO,CM}$ 要求，则将交流耦合电容器放置在 DP 接收端和 TMUXHS4612 之间。

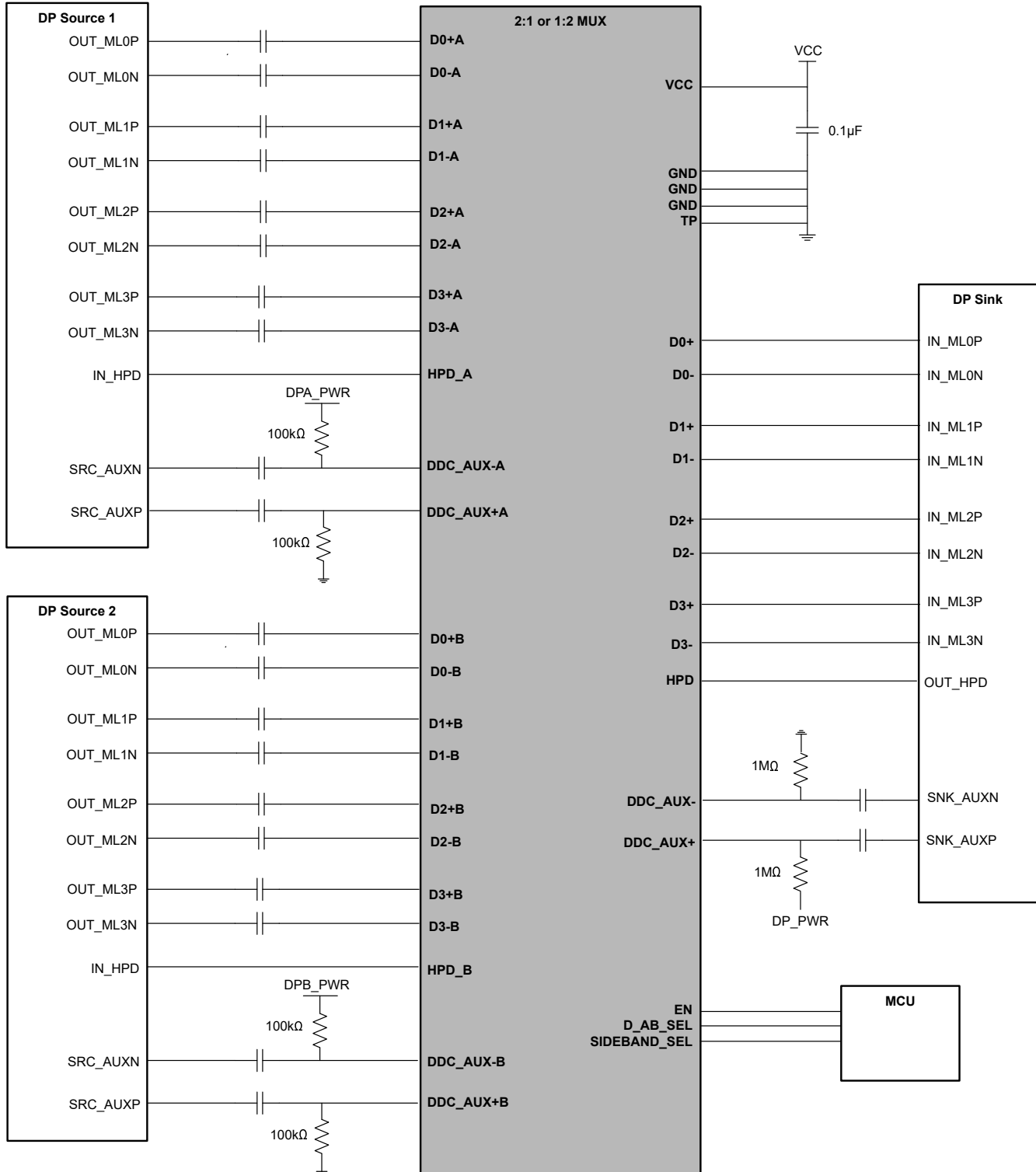


图 8-7. DisplayPort 2:1 开关

8.6.2 DisplayPort 1:2 多路复用

TMUXHS4612 支持交流耦合接口，例如 DisplayPort。必须在器件的公共侧或非公共侧使用外部交流耦合电容器。在这个特定示例中，外部交流耦合电容器放置在公共侧。非公共侧与 DP 接收端进行直流耦合。根据是 DP

源端还是 DP 接收端满足器件 $V_{IO,CM}$ 要求来选择是在非公共侧还是在公共侧进行直流耦合。如果 DP 源端不符合 $V_{IO,CM}$ 要求，则将交流耦合电容器放置在 DP 源端和 TMUXHS4612 之间。如果 DP 接收端不符合 $V_{IO,CM}$ 要求，则将交流耦合电容器放置在 DP 接收端和 TMUXHS4612 之间。

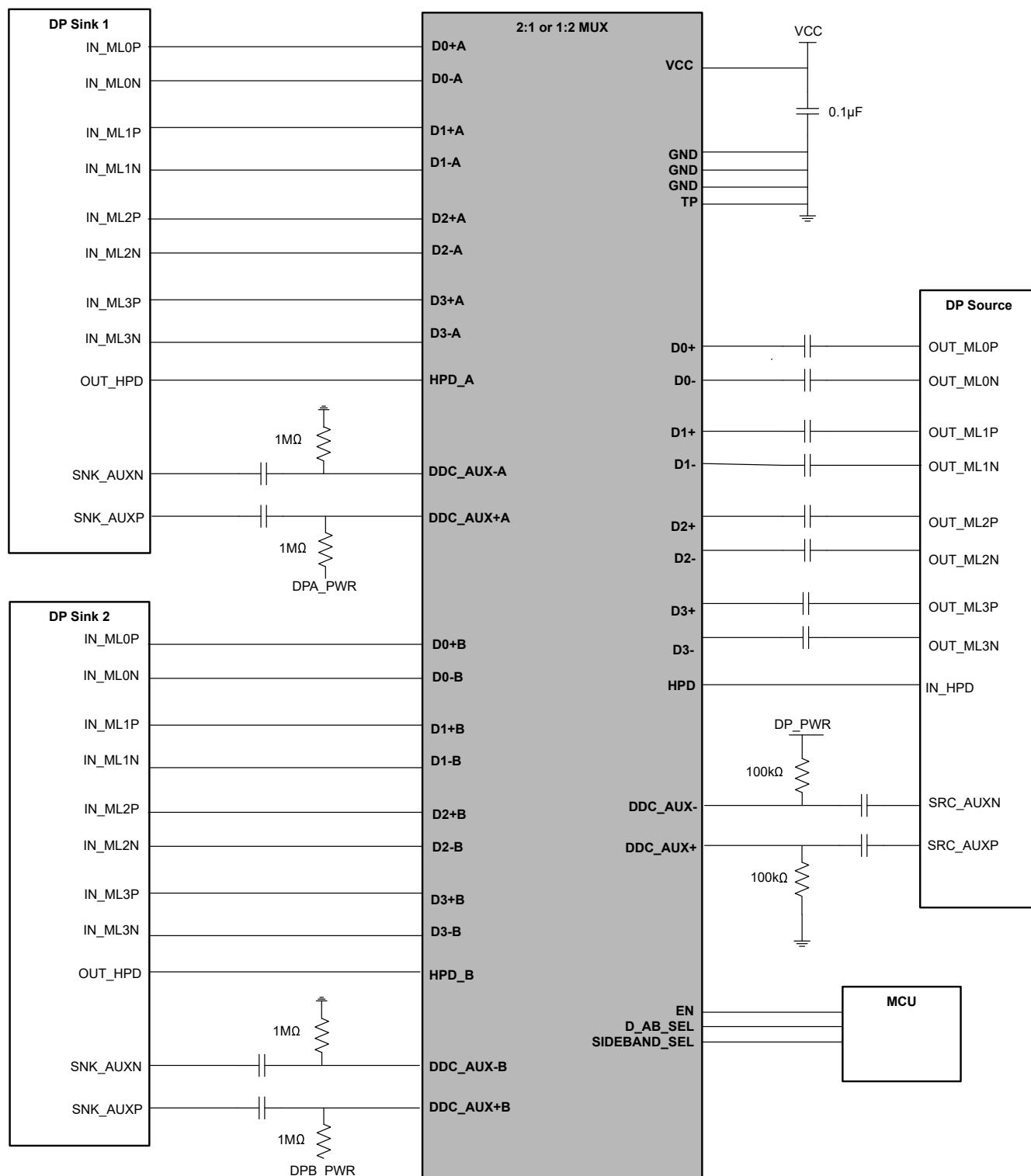


图 8-8. DisplayPort 1:2 开关

9 器件和文档支持

9.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

9.2 文档支持

9.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[CMOS 输入缓慢或悬空的影响 应用手册](#)。

9.3 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。

9.4 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](#)。

9.5 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。

9.6 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。

9.7 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 A (November 2024) to Revision B (January 2025)	Page
• 更新了简化用例图.....	1
• 已增加了元件安装指南.....	19

Changes from Revision * (June 2024) to Revision A (November 2024)	Page
• 将数据表状态从“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。

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)
TMUXHS4612IRETR	Active	Production	WQFN (RET) 40	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TMX412
TMUXHS4612IRETR.A	Active	Production	WQFN (RET) 40	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TMX412
TMUXHS4612IRETT	Active	Production	WQFN (RET) 40	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TMX412
TMUXHS4612IRETT.A	Active	Production	WQFN (RET) 40	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TMX412
TMUXHS4612RETR	Active	Production	WQFN (RET) 40	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 105	TMX412
TMUXHS4612RETR.A	Active	Production	WQFN (RET) 40	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TMX412
TMUXHS4612RETT	Active	Production	WQFN (RET) 40	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	0 to 105	TMX412
TMUXHS4612RETT.A	Active	Production	WQFN (RET) 40	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	TMX412

⁽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.

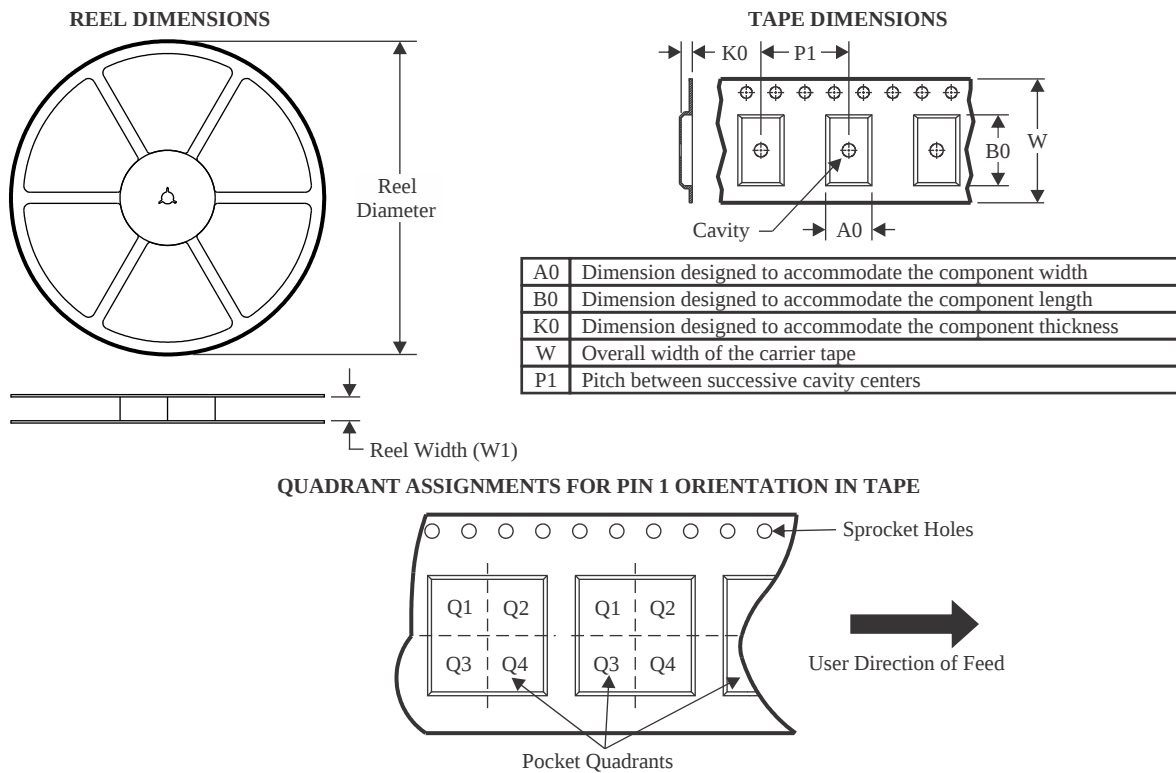
⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will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

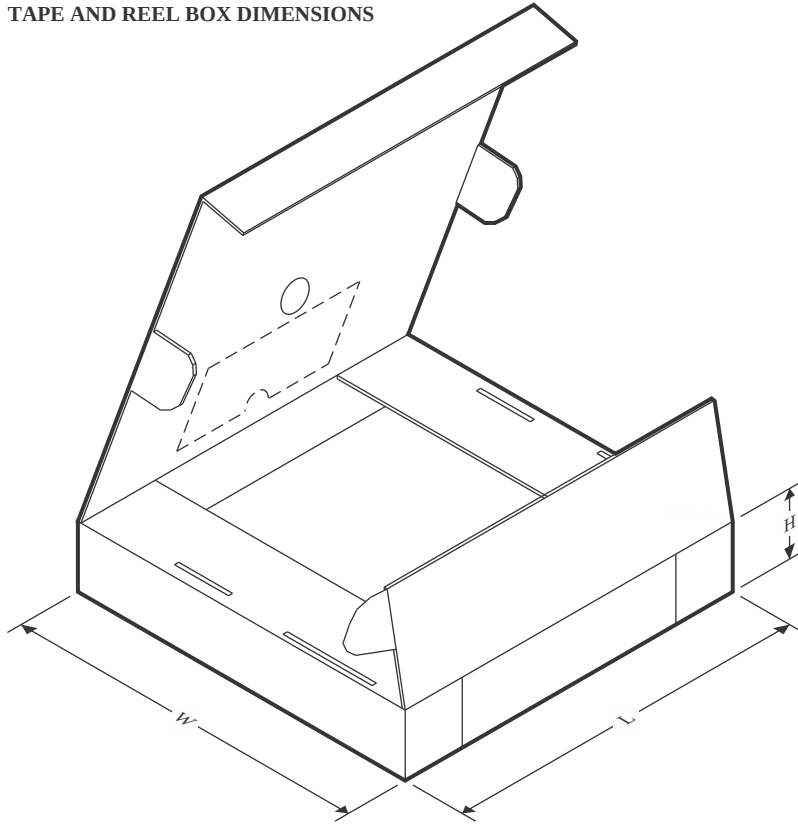
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION


*All dimensions are nominal

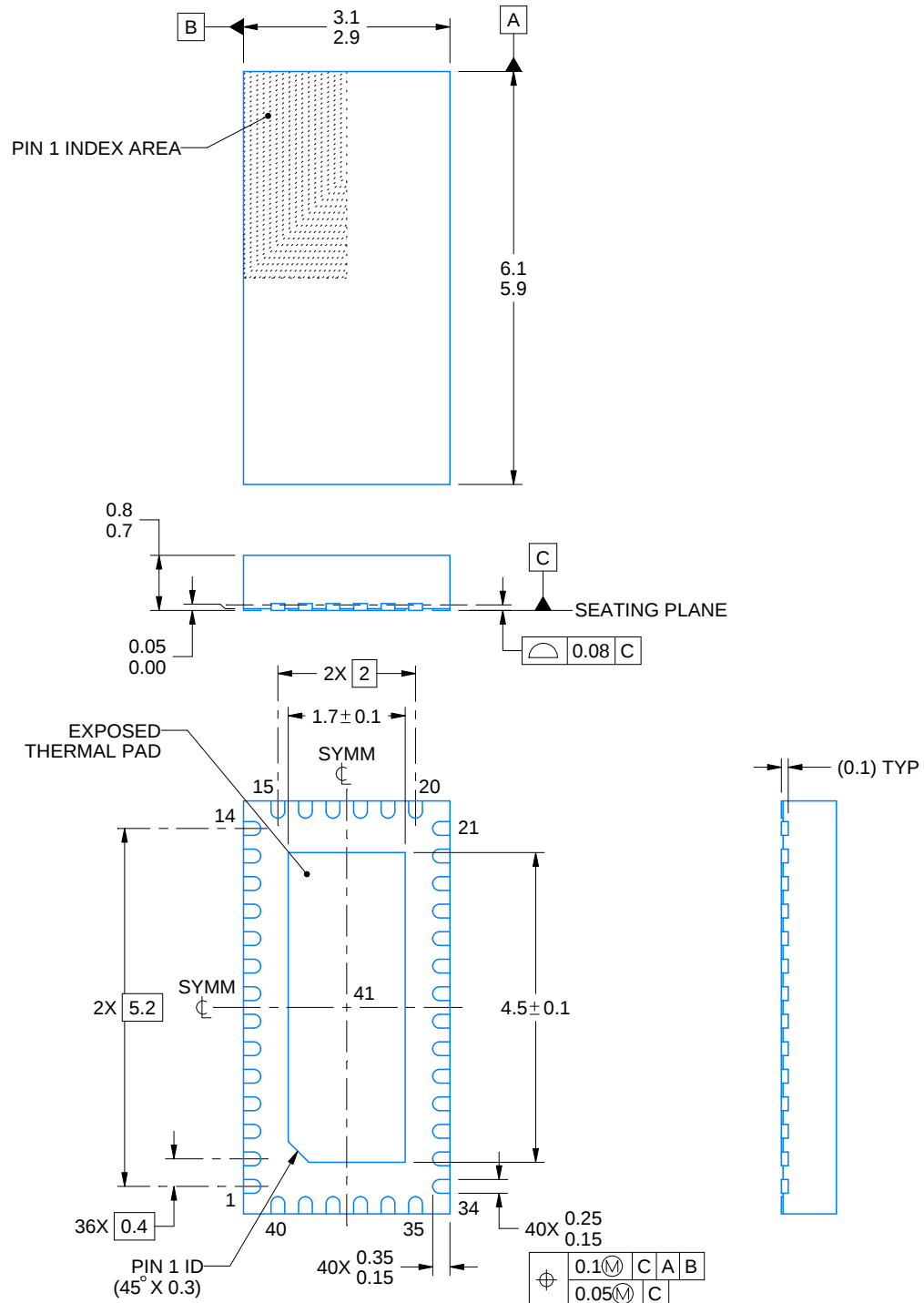
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TMUXHS4612IRETR	WQFN	RET	40	3000	330.0	16.4	3.3	6.3	1.0	8.0	16.0	Q1
TMUXHS4612IRETT	WQFN	RET	40	250	180.0	16.4	3.3	6.3	1.0	8.0	16.0	Q1
TMUXHS4612RETR	WQFN	RET	40	3000	330.0	16.4	3.3	6.3	1.0	8.0	16.0	Q1
TMUXHS4612RETT	WQFN	RET	40	250	180.0	16.4	3.3	6.3	1.0	8.0	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)
TMUXHS4612IRETR	WQFN	RET	40	3000	367.0	367.0	38.0
TMUXHS4612IRETT	WQFN	RET	40	250	213.0	191.0	35.0
TMUXHS4612RETR	WQFN	RET	40	3000	367.0	367.0	38.0
TMUXHS4612RETT	WQFN	RET	40	250	213.0	191.0	35.0



4229203/A 11/2022

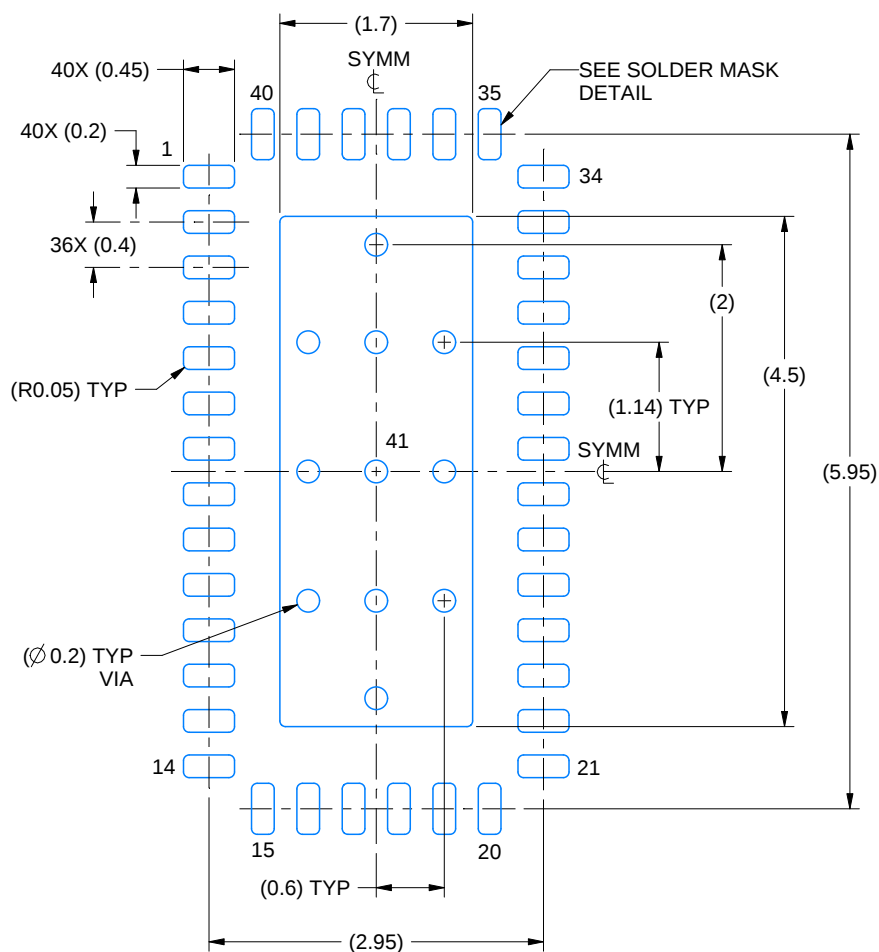
NOTES:

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. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

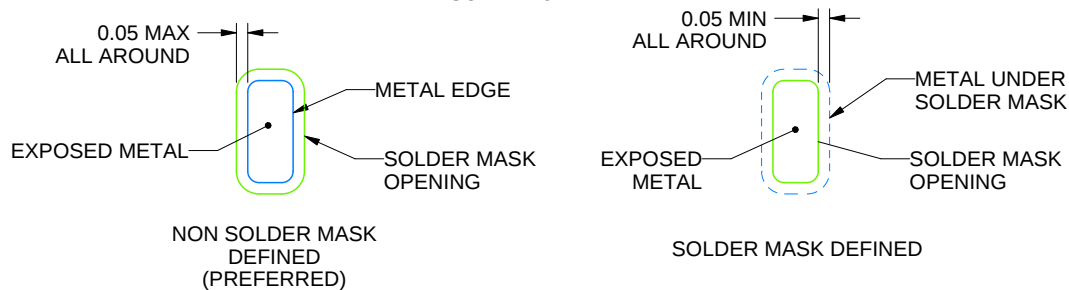
RET0040A

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X



SOLDER MASK DETAILS

4229203/A 11/2022

NOTES: (continued)

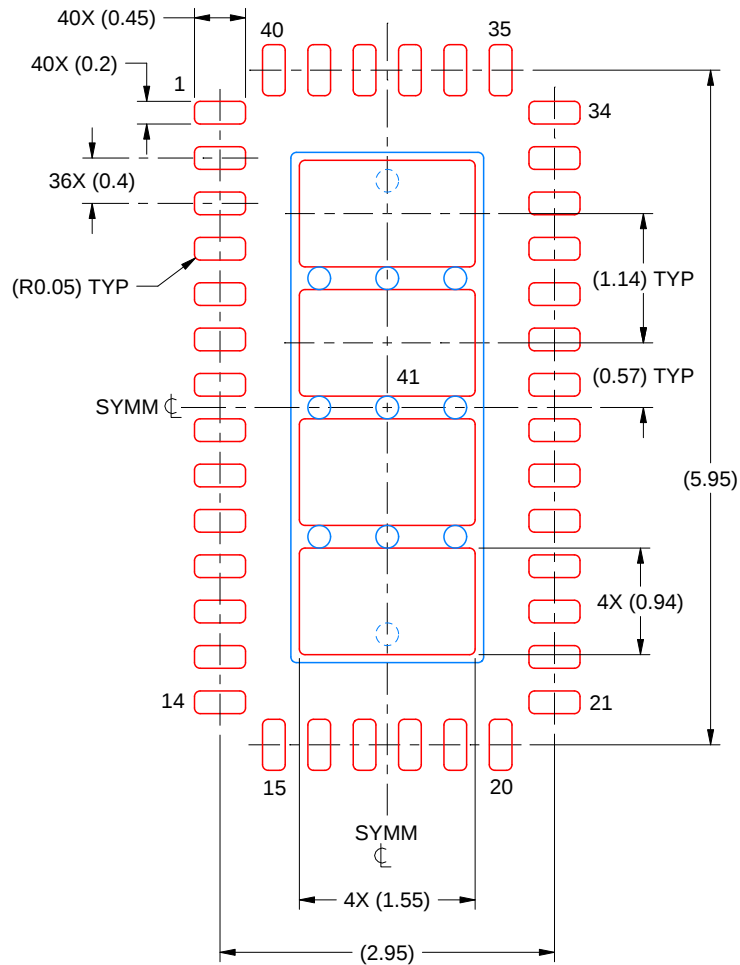
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RET0040A

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL
SCALE: 15X

EXPOSED PAD 41
76% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4229203/A 11/2022

NOTES: (continued)

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

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月