

# TMUXHS221F 具有 30V 过压保护和 1.2V 逻辑电平的双路 2:1 USB 2.0 多路复用器/多路信号分离器

## 1 特性

- 电源电压范围：1.62V 至 5.5V
- 差分 2:1 或 1:2 开关/多路复用器或灵活的双路单端交叉开关
- 公共引脚上的过压保护 (OVP) - 28V，绝对最大过压 - 30V
- IEC-61000-4-5 浪涌耐受 - +35V
- 1.2V 兼容逻辑输入：扩展 1.2V 逻辑支持，具有 0.77V<sub>IH</sub> 0.39V<sub>IL</sub>
- VCC = 0V 时的断电保护
- 低 RON：9Ω（最大值）
- BW：1.5GHz 典型值
- 低 CON：1.3pF（典型值）
- 低功耗禁用模式
- ESD 保护性能超过 JESD 22 人体放电模型 (HBM) 规范要求：2000V
- 宽温度范围：-40°C 至 125°C
- 10 引脚小型 UQFN 封装 - 1.8mm × 1.4mm

## 2 应用

- 移动设备
- PC、笔记本电脑
- 平板电脑
- 使用 USB Type-C® 或 Micro-B 连接器的任何位置

## 3 说明

TMUXHS221F 是一款双向低功耗双端口高速 USB 2.0 模拟开关，具有适用于 USB Type-C 系统的集成保护。器件配置为双路 2:1 或 1:2 开关。TMUXHS221F 经过优化，可与 USB Type-C 系统中的 USB 2.0 D+/- 线路配合使用。

借助自动关断电路，I/O 引脚上的 TMUXHS221F 保护可承受高达 30V 的电压，从而保护开关后的系统元件。

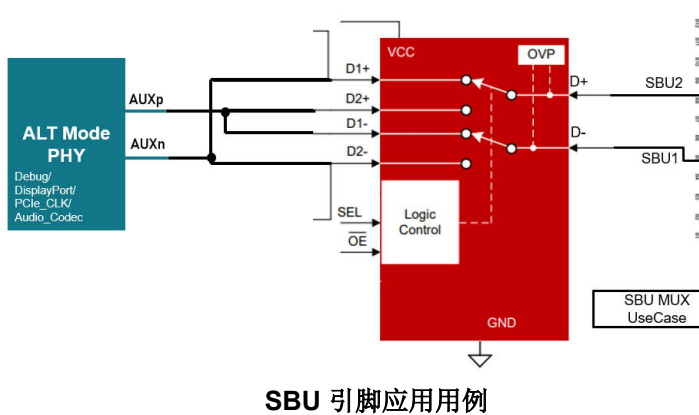
TMUXHS221F 采用业界通用的小型 10 引脚 QFN 封装。TMUXHS221F 的工作温度范围适用于多种严苛应用，包括工业和高可靠性用例。

### 封装信息

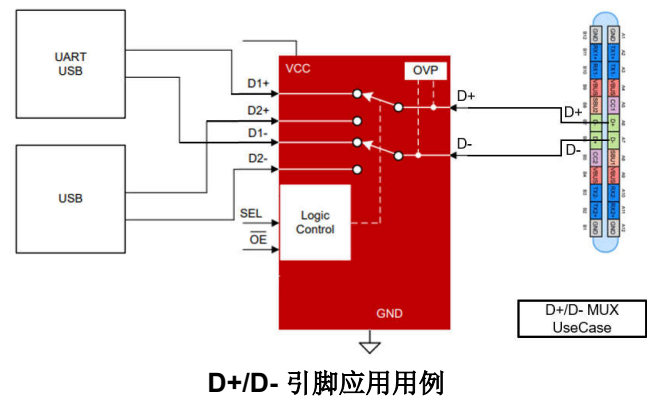
| 器件型号       | 封装 <sup>(1)</sup> | 封装尺寸 <sup>(2)</sup> |
|------------|-------------------|---------------------|
| TMUXHS221F | RSW (UQFN, 10)    | 1.8mm × 1.4mm       |

(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）。



SBU 引脚应用用例



D+/D- 引脚应用用例



## 内容

|                        |           |                             |           |
|------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| <b>1 特性</b> .....      | <b>1</b>  | <b>7.3 特性说明</b> .....       | <b>13</b> |
| <b>2 应用</b> .....      | <b>1</b>  | <b>7.4 器件功能模式</b> .....     | <b>14</b> |
| <b>3 说明</b> .....      | <b>1</b>  | <b>8 应用和实施</b> .....        | <b>15</b> |
| <b>4 引脚配置和功能</b> ..... | <b>3</b>  | <b>8.1 应用信息</b> .....       | <b>15</b> |
| <b>5 规格</b> .....      | <b>4</b>  | <b>8.2 典型应用 1</b> .....     | <b>15</b> |
| 5.1 绝对最大额定值.....       | 4         | <b>8.3 典型应用 2</b> .....     | <b>16</b> |
| 5.2 ESD 等级.....        | 4         | <b>8.4 电源相关建议</b> .....     | <b>16</b> |
| 5.3 建议运行条件.....        | 4         | <b>8.5 布局</b> .....         | <b>17</b> |
| 5.4 热性能信息.....         | 5         | <b>9 器件和文档支持</b> .....      | <b>18</b> |
| 5.5 电气特性.....          | 5         | <b>9.1 文档支持</b> .....       | <b>18</b> |
| 5.6 动态特性.....          | 7         | <b>9.2 接收文档更新通知</b> .....   | <b>18</b> |
| 5.7 时序要求.....          | 7         | <b>9.3 支持资源</b> .....       | <b>18</b> |
| <b>6 参数测量信息</b> .....  | <b>8</b>  | <b>9.4 商标</b> .....         | <b>18</b> |
| 6.1 典型特性.....          | 11        | <b>9.5 静电放电警告</b> .....     | <b>18</b> |
| <b>7 详细说明</b> .....    | <b>12</b> | <b>9.6 术语表</b> .....        | <b>18</b> |
| 7.1 概述.....            | 12        | <b>10 修订历史记录</b> .....      | <b>18</b> |
| 7.2 功能方框图.....         | 12        | <b>11 机械、封装和可订购信息</b> ..... | <b>18</b> |

## 4 引脚配置和功能

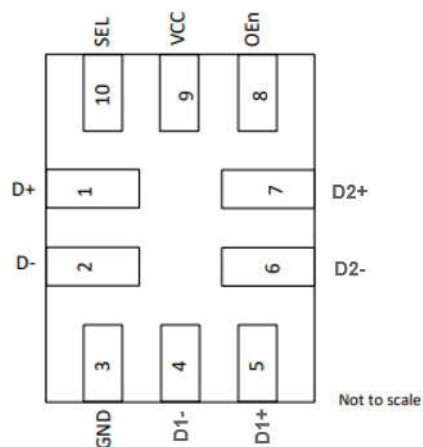


图 4-1. RSW 封装 10 引脚 UQFN ( 顶视图 )

### 引脚功能

| 引脚  |    | 类型 <sup>(1)</sup> | 说明                   |
|-----|----|-------------------|----------------------|
| 名称  | 编号 |                   |                      |
| D+  | 1  | I/O               | 数据信号公共端口，正           |
| D-  | 2  | I/O               | 数据信号公共端口，负           |
| D1+ | 5  | I/O               | 数据信号端口 A，正           |
| D1- | 4  | I/O               | 数据信号端口 A，负           |
| D2+ | 7  | I/O               | 数据信号端口 B，正           |
| D2- | 6  | I/O               | 数据信号端口 B，负           |
| SEL | 10 | IN                | 开关控制配置信号如 表 7-1 中所示。 |
| OEn | 8  | IN                |                      |
| VCC | 9  | P                 | 电源                   |
| GND | 3  | G                 | 接地                   |

(1) IN = 输入，I/O = 输入或输出，P = 电源，G = 接地

## 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) <sup>(1)</sup>

|           |                                                                               | 最小值  | 最大值 | 单位 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|------|-----|----|
| $V_{CC}$  | 电源电压 <sup>(2)</sup>                                                           | -0.5 | 6   | V  |
| $V_{I/O}$ | 输入/输出直流电压 ( $D\pm$ ) <sup>(2)</sup>                                           | -0.5 | 30  | V  |
| $V_{I/O}$ | 输入/输出直流电压 ( $D1\pm$ 、 $D2\pm$ ) <sup>(2)</sup>                                | -0.5 | 6   | V  |
| $V_I$     | 数字输入电压 (SEL、OEn)                                                              | -0.5 | 6   | V  |
| $I_K$     | 当 $V_{IN} < 0$ 时的输入/输出端口二极管电流 ( $D+$ 、 $D-$ 、 $D1+$ 、 $D1-$ 、 $D2+$ 、 $D2-$ ) | -50  |     | mA |
| $I_{IK}$  | $V_I < 0$ <sup>(2)</sup> 时的数字逻辑输入钳位电流 (SEL、OEn)                               | -50  |     | mA |
| $I_{CC}$  | 通过 VCC 的持续电流                                                                  |      | 100 | mA |
| $I_{GND}$ | 通过 GND 的持续电流                                                                  | -100 |     | mA |
| $T_{stg}$ | 贮存温度                                                                          | -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。

### 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 <sup>(1)</sup>    | $\pm 2000$ | V  |
|             |      | 充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 标准 <sup>(2)</sup> | $\pm 1000$ |    |

- (1) JEDEC 文件 JEP155 规定：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) JEDEC 文件 JEP157 规定：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

### 5.3 建议运行条件

|                                   |                  | 最小值  | 最大值 | 单位 |
|-----------------------------------|------------------|------|-----|----|
| $V_{CC}$                          | 电源电压             | 1.62 | 5.5 | V  |
| $V_{I/O} (D\pm)$                  | 模拟输入/输出电压        | 0    | 28  | V  |
| $V_{I/O} (D1\pm、D2\pm)$           | 模拟输入/输出电压        | 0    | 3.6 | V  |
| $V_I$                             | 数字输入电压 (SEL、OEn) | 0    | 5.5 | V  |
| $I_{I/O} (D+、D-、D1+、D1-、D2+、D2-)$ | 模拟输入/输出端口连续电流    | -50  | 50  | mA |
| $I_{OL}$                          | 数字输出电流           |      | 3   | mA |
| $T_A$                             | 自然通风条件下的工作温度     | -40  | 125 | °C |
| $T_J$                             | 结温               | -40  | 135 | °C |

## 5.4 热性能信息

| 热指标 <sup>(1)</sup>    |              | TMUXHS221F | 单位   |
|-----------------------|--------------|------------|------|
|                       |              | RSW        |      |
|                       |              | 10 引脚      |      |
| R <sub>θJA</sub>      | 结至环境热阻       | 195.1      | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> | 结至外壳 (顶部) 热阻 | 60.5       | °C/W |
| R <sub>θJB</sub>      | 结至电路板热阻      | 121.6      | °C/W |
| ψ <sub>JT</sub>       | 结至顶部特征参数     | 4.3        | °C/W |
| ψ <sub>JB</sub>       | 结至电路板特征参数    | 121.5      | °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

T<sub>A</sub> = -40°C 至 +125°C、V<sub>CC</sub> = 1.62V 至 5.5V、GND = 0V、典型值为 V<sub>CC</sub> = 3.3V、T<sub>A</sub> = 25°C (除非另有说明)。

| 参数                       |                                     | 测试条件                                                                                                                            | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位 |
|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|----|
| <b>电源</b>                |                                     |                                                                                                                                 |       |       |       |    |
| I <sub>CC-ACTIVE</sub>   | 有效电源电流                              | OEn = 0V<br>SEL = 0V、1.2V 或 V <sub>CC</sub><br>0V < V <sub>I/O</sub> < 3.6V                                                     |       | 23    | 62    | μA |
| I <sub>CC-OVP</sub>      | OVP 条件下的电源电流                        | OEn = 0V<br>SEL = 0V、1.2V 或 V <sub>CC</sub><br>V <sub>I/O</sub> > V <sub>POS_THLD</sub>                                         |       | 24    | 55    | μA |
| I <sub>CC-PD_OVP</sub>   | 待机关断电源电流                            | OEn = 1.2V、1.8V 或 V <sub>CC</sub><br>SEL = 0V、1.2V、1.8V 或 V <sub>CC</sub>                                                       |       | 5     | 15    | μA |
| I <sub>CC-PD</sub>       | 待机关断电源电流                            | OEn = 1.2V、1.8V 或 V <sub>CC</sub><br>SEL = 0V、1.2V、1.8V 或 V <sub>CC</sub>                                                       |       | 2     | 8     | μA |
| <b>直流特性</b>              |                                     |                                                                                                                                 |       |       |       |    |
| R <sub>ON</sub>          | ON 状态电阻                             | V <sub>I/O</sub> = 0.4V<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V-5.5V                                              |       | 5.6   | 13    | Ω  |
| ΔR <sub>ON</sub>         | 通道间的导通状态电阻匹配                        | V <sub>I/O</sub> = 0.4V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V-5.5V<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA                                              |       | 0.173 | 0.349 | Ω  |
| R <sub>ON (FLAT)</sub>   | 导通状态电阻平坦度                           | V <sub>I/O</sub> = 0V 至 0.4V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA                                               |       | 0.09  | 0.36  | Ω  |
| R <sub>ON (FLAT)</sub>   | 导通状态电阻平坦度                           | V <sub>I/O</sub> = 0V 至 0.4V<br>V <sub>CC</sub> = 2.3V-5.5V<br>I <sub>SINK</sub> = 8mA                                          |       | 0.055 | 0.36  | Ω  |
| I <sub>OFF_0V</sub>      | V <sub>CC</sub> = 0V 时的 I/O 引脚关断漏电流 | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = 0V 或 3.6V<br>V <sub>CC</sub> = 0V<br>V <sub>D1±</sub> 或 V <sub>D2±</sub> = 3.6V                    | -12.5 | 0.9   | 15.5  | μA |
| I <sub>OFF</sub>         | I/O 引脚关断漏电流                         | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = 0V 或 3.6V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V 至 5.5V<br>V <sub>D1±</sub> 或 V <sub>D2±</sub> = 3.6V          | -2.73 | 0.1   | 2.73  | μA |
| I <sub>OFF-28V</sub>     | D± 上的 OVP 情况下的 D1±、D2± 引脚关断漏电流      | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = 28V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V 至 5.5V<br>V <sub>D1±</sub> 或 V <sub>D2±</sub> = 0V                  | -0.5  |       | 0.5   | μA |
| I <sub>OFF-28V-DPN</sub> | OVP 情况下的 D± 引脚关断漏电流                 | OEn = H<br>V <sub>D±</sub> = VOVP_THRESHOLD 至 28V<br>V <sub>CC</sub> = 1.62V 至 5.5V<br>V <sub>D1±</sub> 或 V <sub>D2±</sub> = 0V | 220   | 626   | 807   | μA |
| I <sub>ON</sub>          | ON 漏电流                              | V <sub>D±</sub> = 3.6V<br>V <sub>D1±</sub> 和 V <sub>D2±</sub> = 高阻态                                                             | -5.5  | 0.25  | 7.5   | μA |
| <b>数字特性</b>              |                                     |                                                                                                                                 |       |       |       |    |

## 5.5 电气特性 (续)

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$  至  $+125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{CC} = 1.62\text{V}$  至  $5.5\text{V}$ 、 $\text{GND} = 0\text{V}$ 、典型值为  $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  (除非另有说明)。

| 参数              |                                           | 测试条件                                                                                                                                                    | 最小值  | 典型值         | 最大值  | 单位            |
|-----------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|------|---------------|
| $V_{IH}$        | 输入逻辑高电平                                   | SEL、OEn                                                                                                                                                 | 0.77 |             |      | V             |
| $V_{IL}$        | 输入逻辑低电平                                   | SEL、OEn                                                                                                                                                 |      |             | 0.39 | V             |
| $I_{IH}$        | 输入高漏电流                                    | SEL、OEn = 1.2V、1.8V 或 $V_{CC}$                                                                                                                          | -1   | 0.35        | 5    | $\mu\text{A}$ |
| $I_{IL}$        | 输入低漏电流                                    | SEL、OEn = 0V                                                                                                                                            | -1   | $\pm 0.002$ | 5    | $\mu\text{A}$ |
| $C_i$           | 数字输入电容                                    | SEL = 0V、1.2V、1.8V 或 $V_{CC}$<br>$f = 1\text{MHz}$                                                                                                      |      |             | 3    | pF            |
| <b>保护</b>       |                                           |                                                                                                                                                         |      |             |      |               |
| $V_{OVP\_TH}$   | OVP 正阈值 (D $\pm$ 上升)                      |                                                                                                                                                         | 4.5  | 5.1         | 5.7  | V             |
| $V_{OVP\_HYST}$ | OVP 阈值迟滞                                  |                                                                                                                                                         | 110  | 250         | 440  | mV            |
| $V_{CLAMP\_V}$  | 在 OVP 情况下, D1 $\pm$ 和 D2 $\pm$ 引脚上出现的最大电压 | $V_{D\pm} = 0\text{V}$ 至 $28\text{V}$<br>$V_{CC}=1.62\text{V}-5.5\text{V}$<br>$t_{RISE}$ (10% 至 90%) = 100ns<br>$R_L = \text{开路}$<br>OEn = 0V           |      | 7.24        | 7.67 | V             |
|                 |                                           | $V_{D\pm} = 0\text{V}$ 至 $28\text{V}$<br>$V_{CC}=1.62\text{V}-5.5\text{V}$<br>$t_{RISE}$ (10% 至 90%) = 100ns<br>$R_L = 50\Omega$<br>开关导通或关断<br>OEn = 0V |      | 6.8         | 7.3  | V             |
| $t_{CLAMP}$     | 高于 5V 的最大 OVP 瞬态持续时间                      | $V_{D\pm} = 0\text{V}$ 至 $28\text{V}$<br>$V_{CC}=1.62$<br>$t_{RISE}$ (10% 至 90%) = 100ns<br>$R_L = \text{开路}$<br>OEn = 0V                               |      | 54          | 130  | ns            |
| $t_{CLAMP}$     | 高于 5V 的最大 OVP 瞬态持续时间                      | $V_{D\pm} = 0\text{V}$ 至 $28\text{V}$<br>$V_{CC}=2.3\text{V}-5.5\text{V}$<br>$t_{RISE}$ (10% 至 90%) = 100ns<br>$R_L = \text{开路}$<br>OEn = 0V            |      | 54          | 84   | ns            |
|                 |                                           | $V_{D\pm} = 0\text{V}$ 至 $28\text{V}$<br>$t_{RISE}$ (10% 至 90%) = 100ns<br>$R_L = 50\Omega$<br>开关导通或关断<br>OEn = 0V                                      |      | 39          | 56   | ns            |

## 5.6 动态特性

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$  至  $+125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{CC} = 1.62\text{V}$  至  $5.5\text{V}$ 、 $\text{GND} = 0\text{V}$ 、典型值为  $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  ( 除非另有说明 )。

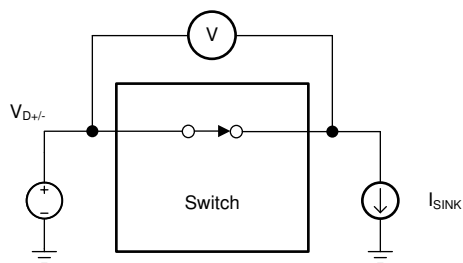
| 参数                |                      | 测试条件                                                                                                                             |          | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|-------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-----|-----|-----|
| $C_{\text{OFF}}$  | D+、D- 关断电容           | $V_{D\pm} = 0$ 或 $3.3\text{V}$ 、<br>$\text{OEn} = V_{CC}$<br>$f = 240\text{MHz}$                                                 | 开关关闭     | 1.2  | 2.7 | 3.4 | pF  |
|                   | D1+、D1-、D2+、D2- 关断电容 | $V_{D\pm} = 0$ 或 $3.3\text{V}$ 、<br>$\text{OEn} = V_{CC}$ 或 $\text{OEn} = 0\text{V}$ ，具有 SEL<br>( 未选择开关 )<br>$f = 240\text{MHz}$ | 开关关闭或未选择 | 1.2  | 1.6 | 3.0 | pF  |
| $C_{\text{ON}}$   | IO 引脚导通电容            | $V_{D\pm} = 0$ 或 $3.3\text{V}$ 、<br>$f = 240\text{MHz}$                                                                          | 开关打开     | 1    | 1.3 | 3.9 | pF  |
| $O_{\text{ISO}}$  | 差分关断隔离               | $R_L = 50\ \Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 100\text{kHz}$                                                                  | 开关关闭     | -105 |     |     | dB  |
|                   |                      | $R_L = 50\ \Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 240\text{MHz}$                                                                  | 开关关闭     | -25  |     |     | dB  |
| $X_{\text{TALK}}$ | 通道间串扰                | $R_L = 50\ \Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 240\text{MHz}$                                                                  | 开关打开     | -90  |     |     | dB  |
| $X_{\text{TALK}}$ | 通道间串扰                | $R_L = 50\ \Omega$<br>$C_L = 5\text{pF}$<br>$f = 100\text{kHz}$                                                                  | 开关打开     | -105 |     |     | dB  |
| BW                | -3dB 带宽              | $R_L = 50\ \Omega$ ( 单端 )                                                                                                        | 开关打开     | 1.4  |     |     | GHz |
|                   |                      | $R_L = 50\ \Omega$ ( 差分 )                                                                                                        | 开关打开     | 1.5  |     |     | GHz |
| $I_{\text{LOSS}}$ | 插入损耗                 | $R_L = 50\ \Omega$<br>$f = 10\text{MHz}$                                                                                         | 开关打开     | -0.5 |     |     | dB  |
| $I_{\text{LOSS}}$ | 插入损耗                 | $R_L = 50\ \Omega$<br>$f = 240\text{MHz}$                                                                                        | 开关打开     | -0.8 |     |     | dB  |

## 5.7 时序要求

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$  至  $+125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{CC} = 1.62\text{V}$  至  $5.5\text{V}$ 、 $\text{GND} = 0\text{V}$ 、典型值为  $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  ( 除非另有说明 )。

| 参数                  |                               | 测试条件                                            |                                                                                           | 最小值  | 标称值 | 最大值 | 单位            |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|---------------|
| $t_{\text{SWITCH}}$ | 通道间的切换时间 ( SEL 至输出 )          | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        | $R_L = 50\ \Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ ,<br>$V_{CC} = 1.8\text{V}$                    | 0.8  | 40  |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{\text{SWITCH}}$ | 通道间的切换时间 ( SEL 至输出 )          | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        | $R_L = 50\ \Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ ,<br>$V_{CC} = 1.62\text{V}$ 至 $5.5\text{V}$   | 0.9  | 2.8 |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{\text{ON}}$     | 器件导通时间 ( OEn 至输出 )            | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        |                                                                                           | 84   | 250 |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{\text{OFF}}$    | 器件关断时间 ( OEn 至输出 )            | $V_{D\pm} = 0.8\text{V}$                        |                                                                                           | 0.75 | 1   |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{\text{SK(P)}}$  | 同一输出的相反转换的偏移 ( 在 D+ 和 D- 之间 ) | $V_{D\pm} = 0.4\text{V}$                        | $R_L = 50\ \Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ , ,<br>$V_{CC} = 1.62\text{V}$ 至 $5.5\text{V}$ | 4    | 50  |     | ps            |
| $t_{\text{PD}}$     | 传播延迟                          | $V_{D\pm} = 0.4\text{V}$<br>$f = 240\text{MHz}$ | $R_L = 50\ \Omega$ ,<br>$C_L = 5\text{pF}$ , ,<br>$V_{CC} = 1.62\text{V}$ 至 $5.5\text{V}$ | 110  | 230 |     | ps            |

## 6 参数测量信息



通道开启,  $R_{ON} = V/I_{SINK}$

图 6-1. 导通状态电阻 ( $R_{ON}$ )

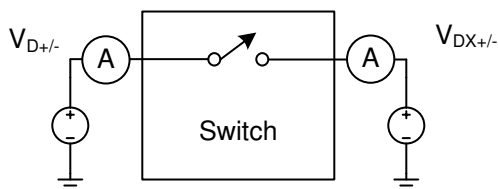


图 6-2. 关断漏电流

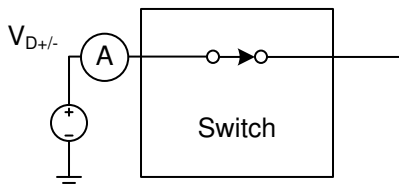
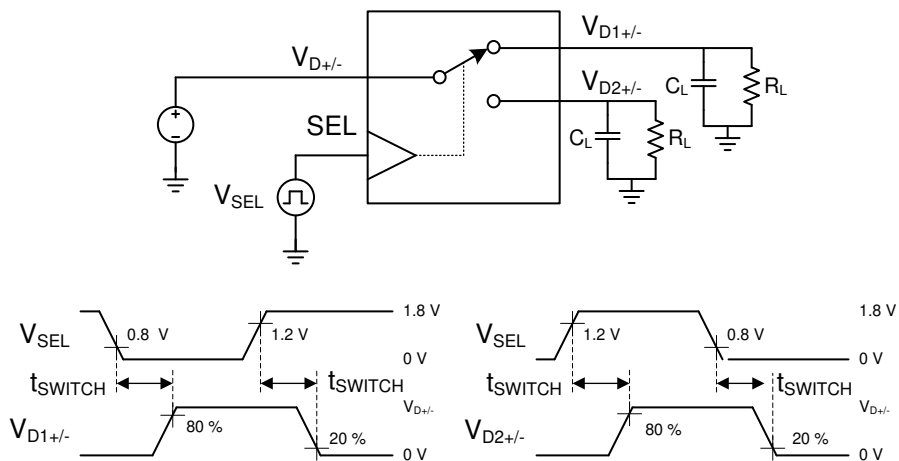
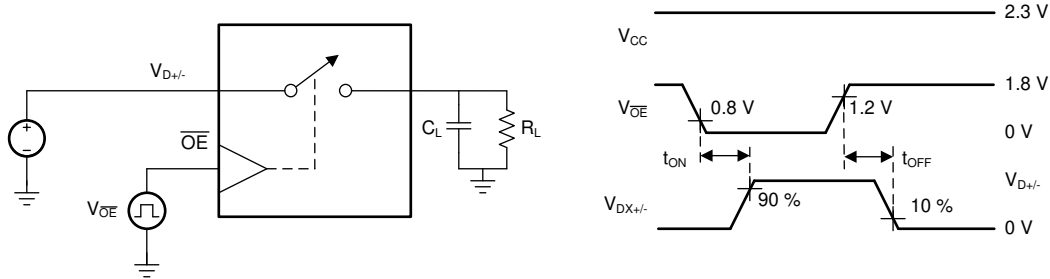


图 6-3. 导通漏电流



- A. 所有输入脉冲均由具有以下特性的发生器提供： $PRR \leq 10\text{MHz}$ ， $Z_O = 50\ \Omega$ ， $t_r < 500\text{ps}$ ， $t_f < 500\text{ps}$ 。  
B.  $C_L$  包括探头和夹具电容。

图 6-4.  $t_{SWITCH}$  时序



- A. 所有输入脉冲均由具有以下特性的发生器提供：PRR = 10MHz， $Z_O = 50\ \Omega$ ， $t_r < 500\text{ps}$ ， $t_f < 500\text{ps}$ 。  
B.  $C_L$  包括探头和夹具电容。

图 6-5.  $\overline{OE}$  的  $t_{ON}$ 、 $t_{OFF}$

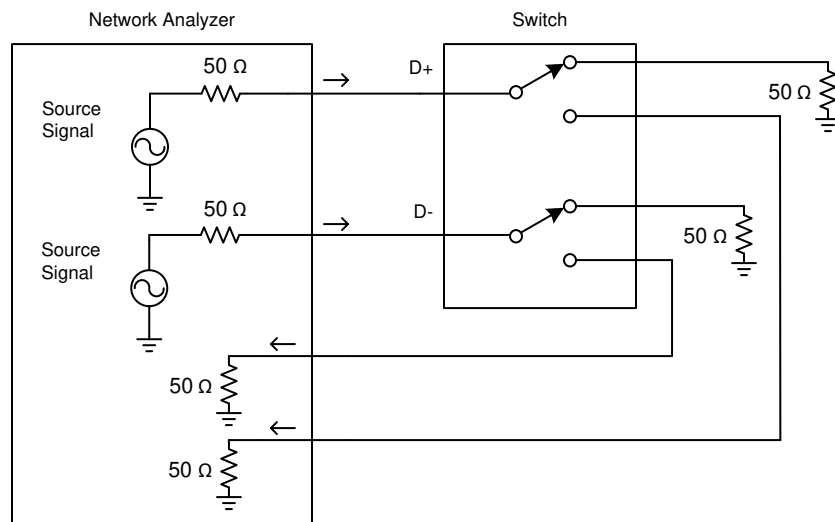


图 6-6. 关断隔离

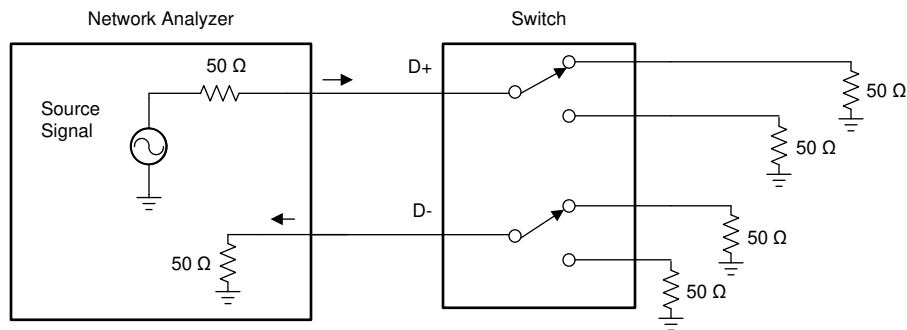


图 6-7. 串扰

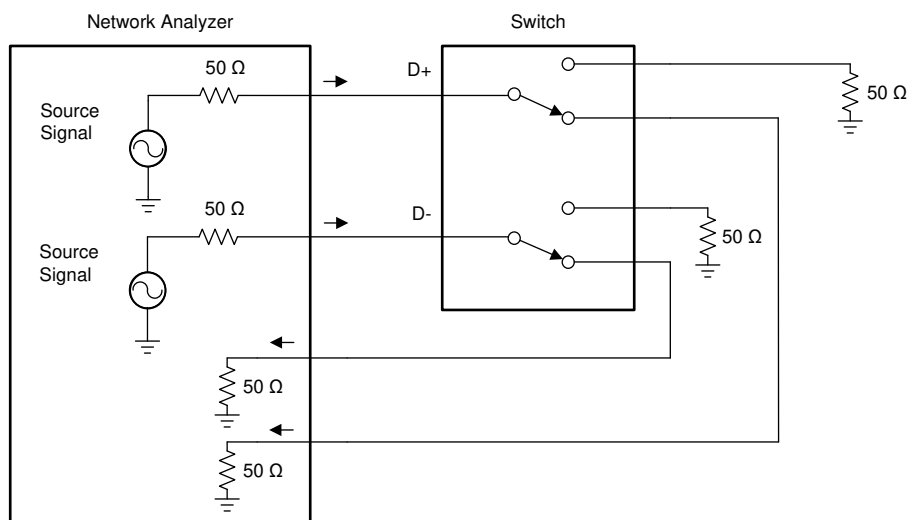
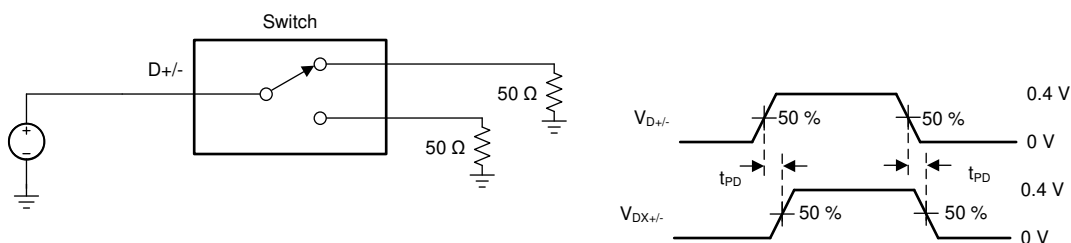
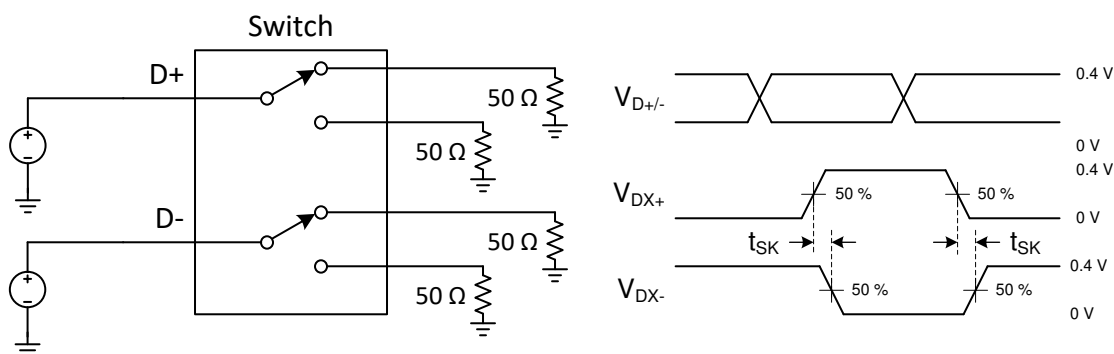


图 6-8. BW 和插入损耗



- A. 所有输入脉冲均由具有以下特性的发生器提供：PRR = 240MHz， $Z_O = 50\ \Omega$ ， $t_r < 500\text{ps}$ ， $t_f < 500\text{ps}$ 。  
 B.  $C_L$  包括探头和夹具电容。

图 6-9.  $t_{PD}$ 

- A. 所有输入脉冲均由具有以下特性的发生器提供：PRR  $\leq 10\text{MHz}$ ， $Z_O = 50\ \Omega$ ， $t_r < 500\text{ps}$ ， $t_f < 500\text{ps}$ 。  
 B.  $C_L$  包括探头和夹具电容。

图 6-10.  $t_{SK}$

## 6.1 典型特性

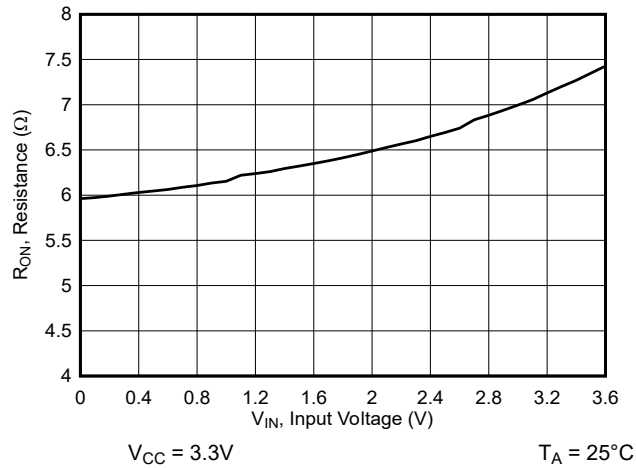


图 6-11. 导通电阻与输入电压间的关系

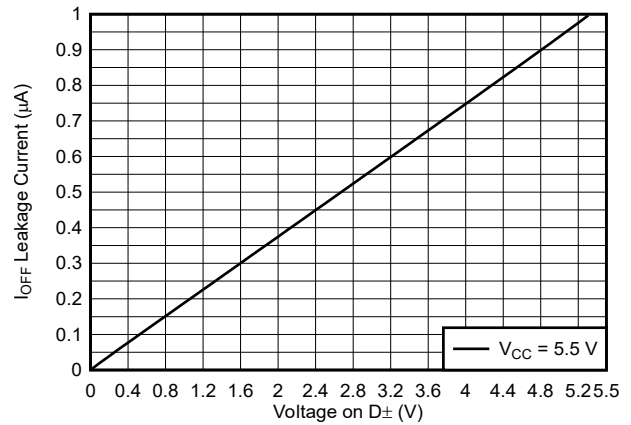


图 6-12.  $I_{OFF}$  漏电流与  $D^\pm$  上的电压间的关系

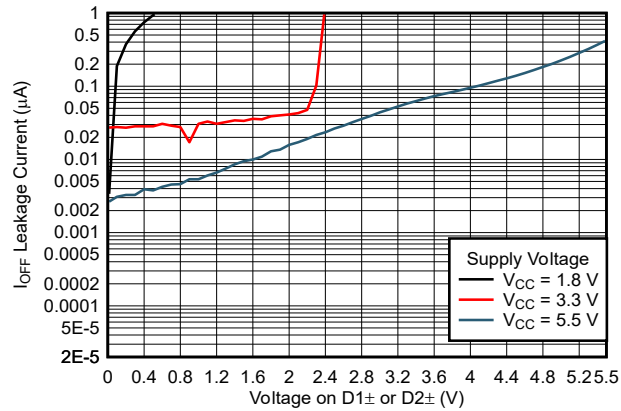


图 6-13.  $I_{OFF}$  漏电流与  $D1^\pm$  或  $D2^\pm$  上的电压间的关系

## 7 详细说明

### 7.1 概述

TMUXHS221F 是一款 1.2V 逻辑兼容双向低功耗双端口高速 USB 2.0 模拟开关，具有适用于 USB Type-C 系统的集成保护。器件配置为双路 2:1 或 1:2 开关。它针对 USB 2.0 D+/D- 线路的多路复用解决方案以及 USB Type-C 系统中 SBU 线路的交叉点开关解决方案进行了优化，如 图 7-1 所示。

TMUXHS221F 是一款模拟无源多路复用器，可用于任何低速、高速、差分或单端信号。信号必须处于 -0.3V 至 3.6V 的允许电压范围内。该器件针对 eUSB2 和 USB 2.0 LS、FS 和 HS 信号进行了优化。该器件具有动态特性，可实现高速转换，将信号眼图的衰减降至超低水平，并具有非常少的附加抖动。虽然建议将器件用于速率高达 3Gbps 的接口，但可使用器件的实际数据速率在很大程度上取决于电气通道。对于保持足够裕度的低损耗通道，该器件可用于更高的数据速率。

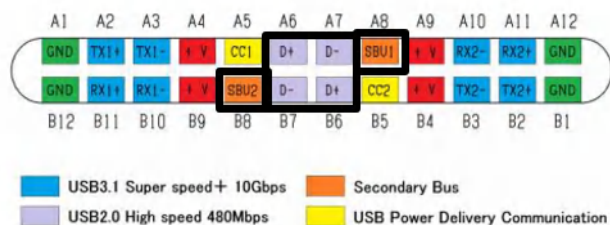
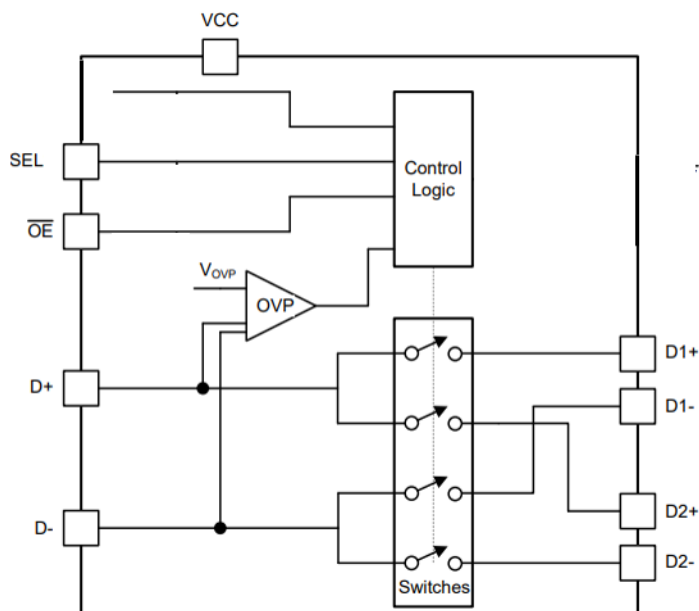


图 7-1. USB Type-C 连接器引脚排列

TMUXHS221F 还适用于需要故障保护功能的传统 USB 系统，例如汽车和需要更高充电电压的应用。该器件通过优化  $R_{ON}$  和 BW 来保持出色的信号完整性，同时通过 28V OVP 保护来保护系统。OVP 实现方案旨在保护开关后的敏感系统元件，这些元件无法承受 VBUS 与 SBU 引脚或连接器上的 D+/D- 引脚短接的故障情况。

### 7.2 功能方框图



## 7.3 特性说明

### 7.3.1 扩展的 1.2V 兼容性

TMUXHS221F 具有扩展的 1.2V 控制逻辑，不仅使其与新一代的低 nm SoC 兼容，还为系统设计人员提供了足够的噪声容限，因此可轻松使用 TMUXHS221F。1.2V 逻辑器件不可扩展电源电压，因此可以非常灵活地使用 1.62V-5.5V 的电源为 TMUXHS221F 上电，并且它仍可通过兼容 GPIO/I2C 的 SEL 和 OE 引脚与 1.2V 控制的开关兼容。

### 7.3.2 过压保护

TMUXHS221F 的 OVP 旨在保护系统，防止 USB 和 USB Type-C 连接器处的 SBU 或 D+/D- 短接至 VBUS。图 7-2 显示了现有 USB 解决方案上会导致高电压为 28V 的湿度短路，该故障可能通过器件并损坏器件后的元件。

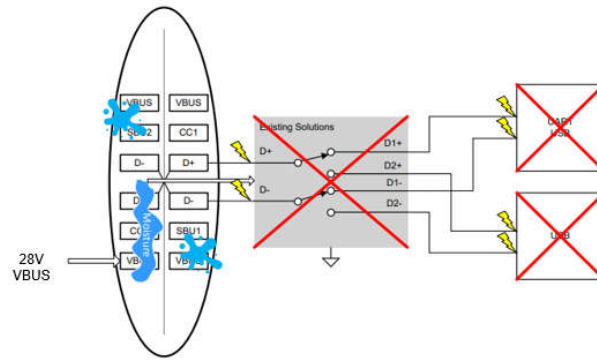


图 7-2. 现有解决方案因短路而损坏

TMUXHS221F 将打开开关并通过阻断 28V 来保护系统的其余部分，如 图 7-3 所示。

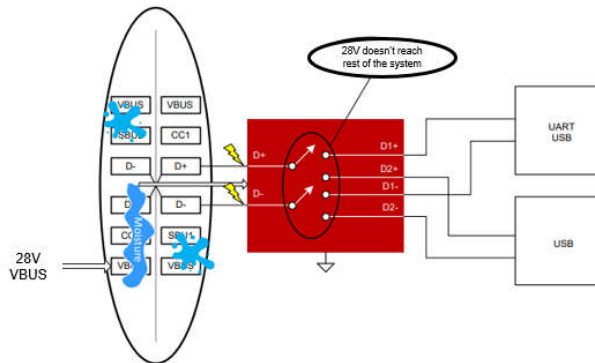


图 7-3. 在 28V 短路期间提供保护

### 7.3.3 断电保护

当 TMUXHS221F 关断，器件的 I/O 保持高阻态。串扰、关断隔离和泄漏仍在 [电气规格](#) 范围内。这样可防止错误电压到达系统的其余部分，并在系统加电时保持隔离。

## 7.4 器件功能模式

### 7.4.1 引脚功能

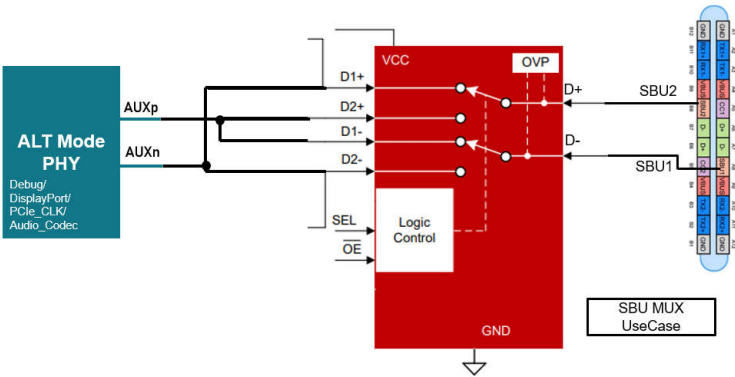


图 7-4. SBU 用例

表 7-1. SBU 配置

| SEL | OEn | 多路复用器配置                    |
|-----|-----|----------------------------|
| L   | L   | SBU1 = AUXp<br>SBU2 = AUXn |
| H   | L   | SBU2 = AUXp<br>SBU1 = AUXn |
| X   | H   | 所有通道均禁用 (高阻态)              |

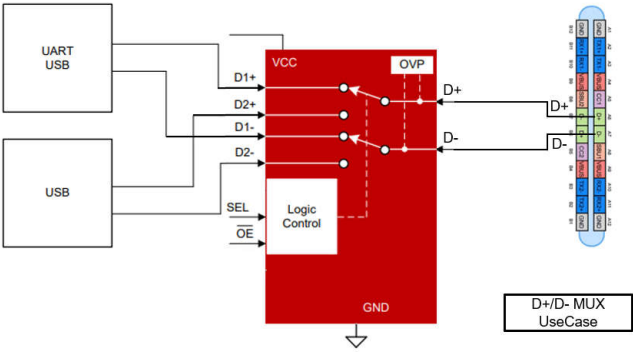


图 7-5. D+/D- 用例

表 7-2. D+/D- 配置

| SEL | OEn | 多路复用器配置       |
|-----|-----|---------------|
| L   | L   | D 至 D1        |
| H   | L   | D 至 D2        |
| X   | H   | 所有通道均禁用 (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 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

在许多 USB 应用中，USB 集线器或控制器具有有限数量的 USB I/O，或需要从单个 USB 连接器路由信号。TMUXHS221F 解决方案可以通过在多条 USB 总线之间切换以将其连接到单个 USB 集线器或控制器，或将连接器上的信号路由到两个不同的位置，从而有效扩展有限的 USB I/O。

随着系统不再使用具有高驱动能力的转接驱动器和 SoC，TMUXHS221F 等无源多路复用解决方案有助于添加具有过压保护功能的交叉点多路复用器（SBU 开关）或 USB2.0 数据多路复用器，以便多路复用器可以直接与 USB 端口连接，从而避免使用端口保护并节省面积。

TMUXHS221F 具有扩展的 1.2V 控制逻辑，不仅使其与新一代的低 nm SoC 兼容，还为系统设计人员提供了足够的噪声容限，因此可轻松使用 TMUXHS221F。

### 8.2 典型应用 1

TMUXHS221F SBU 开关。TMUXHS221F 通过将其连接为通道短接的配置来用作 SBU 交叉点多路复用器，如下所示。它有助于使用 USBC 连接器中的 SBU（边带使用）引脚进行各种协议通信，如 DisplayPort、Debug、PCIe 和音频编解码器。这样便可通过单个 USBC 连接器支持所有协议。SBU 多路复用器用作交叉点多路复用器，有助于确定 SBU1/2 到 ALT PHY 的 Auxn 或 Auxp 引脚的一致 +ve 和 -ve 配置。TMUXHS221F 在 SEL 和 OE 上没有下拉/上拉电阻器。因此，建议不要将它们悬空，以避免出现垃圾数据传输或高电流。

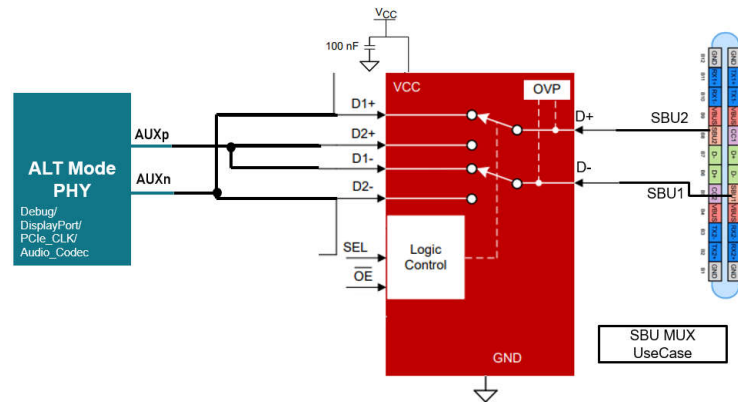


图 8-1. 典型的 TMUXHS221F 应用 SBU 用例

## 8.3 典型应用 2

TMUXHS221F USB/UART 开关。TMUXHS221F 用于在进入基带或应用处理器的 USB 路径或进入调试端口的 UART 路径之间切换信号。TMUXHS221F 在 SEL 和  $\overline{OE}$  上没有下拉/上拉电阻器。因此，建议不要将它们悬空，以避免出现垃圾数据传输或高电流。

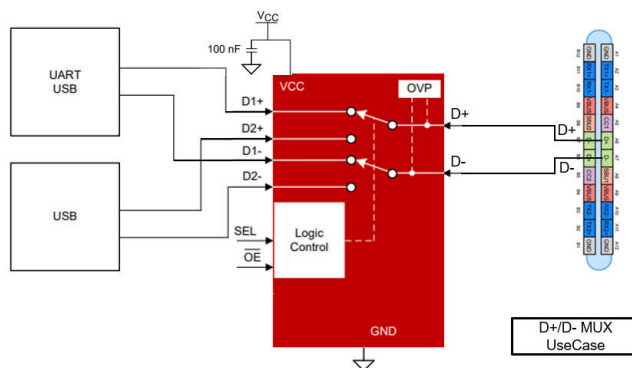


图 8-2. 典型的 TMUXHS221F 应用 - D+/D- 用例

### 8.3.1 设计要求

必须遵循 USB 1.0、1.1 和 2.0 标准的设计要求。TMUXHS221F 在 SEL 和  $\overline{OE}$  上没有下拉/上拉电阻器。因此，建议不要将它们悬空，以避免出现垃圾数据传输或高电流。

### 8.3.2 详细设计过程

TMUXHS221F 无需任何外部元件即可正常运行。不过，TI 建议，必须将未使用的引脚通过 50  $\Omega$  电阻接地，以防止信号反射回器件。TI 建议在 TMUXHS221F VCC 引脚附近放置一个 100nF 旁路电容器。

## 8.4 电源相关建议

该器件的电源是通过 VCC 引脚提供，并且必须遵循 USB 1.0、1.1 和 2.0 标准。TI 建议将 100nF 旁路电容器尽可能靠近电源引脚 VCC 放置，以帮助消除较低频率的噪声，从而在整个频谱范围内提供更好的负载调节。

## 8.5 布局

### 8.5.1 布局指南

1. 将电源旁路电容器尽可能靠近 **VCC** 引脚放置，并避免将旁路电容器放置在 **D±** 迹线附近。
2. 高速 **D±** 必须匹配且长度不超过 4 英寸；否则，眼图性能可能会下降。高速 **USB** 连接通过具有差分特征阻抗的屏蔽双绞线电缆实现。在布局中，**D+** 和 **D-** 布线的阻抗必须与电缆特征差分阻抗相匹配，才能实现出色性能。
3. 使用较少的过孔和拐角路由高速 **USB** 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。在设计双绞线上的测试点时须小心；不推荐穿孔引脚的方式。
4. 当不得不采取 90° 弯折走线时，以两个 45° 弯折或圆弧形的走线替代单个 90° 的弯折。以通过大大减少阻抗不连续性来减少信号迹线上反射。
5. 不要将 **USB** 迹线布置在晶振、振荡器、时钟信号发生器、开关稳压器、安装孔、磁性器件或使用、复制时钟信号的集成电路 (IC) 以下或靠近这些器件。
6. 避免因高速 **USB** 信号上的残桩而引起信号的反射。如果桩线无法避免，则桩线必须短于 200mm。
7. 通过连续 **GND** 平面实现无断高速 **USB** 信号迹线。
8. 避免层分割中常见的交叉分隔覆铜问题。
9. 由于 **USB** 具有相关的高频特性，因此所推荐的印刷电路板至少为 4 层；两个信号层划分为接地层及电源层，如图 8-3 所示。

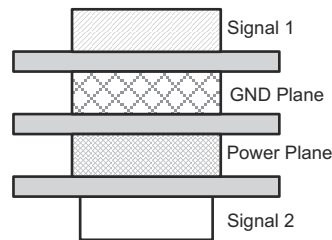


图 8-3. 四层板堆叠

大多数信号引线必须在单层上进行布设，最好是信号 1 上。与该层直接相邻的必须是 **GND** 平面，该平面层应是完整无切口的。避免在接地或电源平面的开口处布置信号引线。当不可避免地要跨越分割平面时，必须进行充分的去耦合处理。尽量减少信号过孔的数量，通过降低高频下的电感来减少 **EMI**。

## 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)，[USB 2.0 电路板设计与布局指南 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[高速布局指南 应用手册](#)
- 德州仪器 (TI)，[高速接口布局指南 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](#) 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.

Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

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 * (September 2025) to Revision A (November 2025) | Page              |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| • 将数据表状态从 <a href="#">预告信息</a> 更改为 <a href="#">量产数据</a> .....          | <a href="#">1</a> |
| • 添加了 RTM 热信息 .....                                                    | <a href="#">5</a> |

| 日期             | 修订版本 | 注释    |
|----------------|------|-------|
| September 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。

PACKAGING INFORMATION

| Orderable part number           | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins  | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|---------------------------------|---------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| <a href="#">PTMUXHS221FRSWR</a> | Active        | Preproduction        | UQFN (RSW)   10 | 3000   LARGE T&R      | -           | Call TI                              | Call TI                           | -40 to 125   |                     |
| <a href="#">TMUXHS221FRSWR</a>  | Active        | Production           | UQFN (RSW)   10 | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | 21F                 |

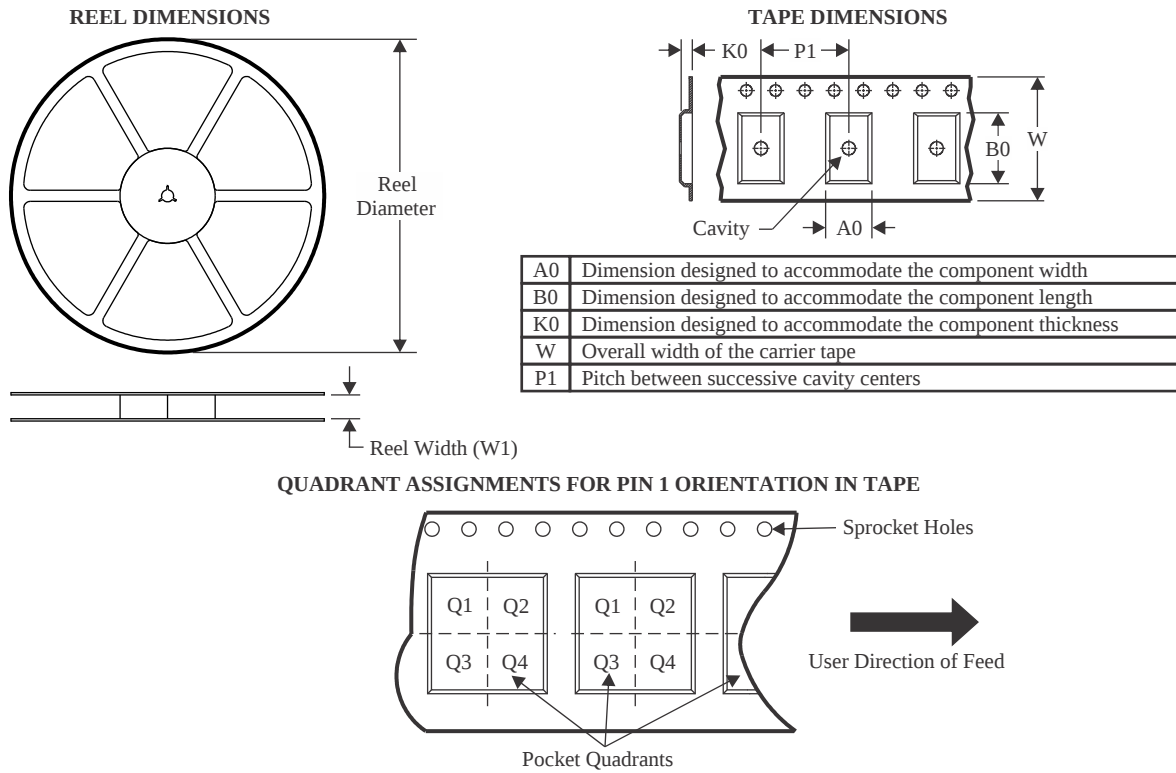
- <sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- <sup>(2)</sup> **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without 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.
- <sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- <sup>(4)</sup> **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.
- <sup>(5)</sup> **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.
- <sup>(6)</sup> **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 |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| TMUXHS221FRSWR | UQFN         | RSW             | 10   | 3000 | 180.0              | 8.4                | 1.6     | 2.0     | 0.7     | 4.0     | 8.0    | Q1            |

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

| Device         | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|----------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| TMUXHS221FRSWR | UQFN         | RSW             | 10   | 3000 | 210.0       | 185.0      | 35.0        |



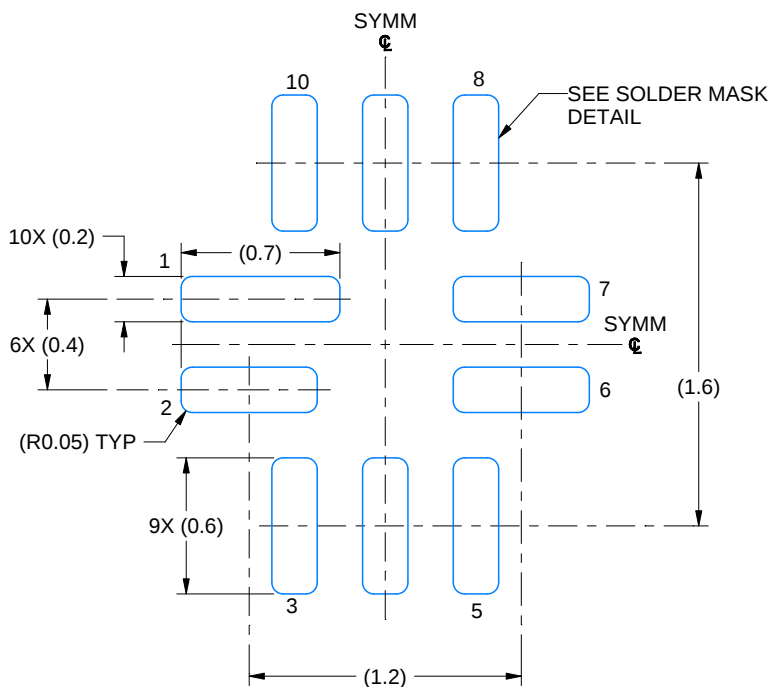
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This package complies to JEDEC MO-288 variation UDEE, except minimum package height.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

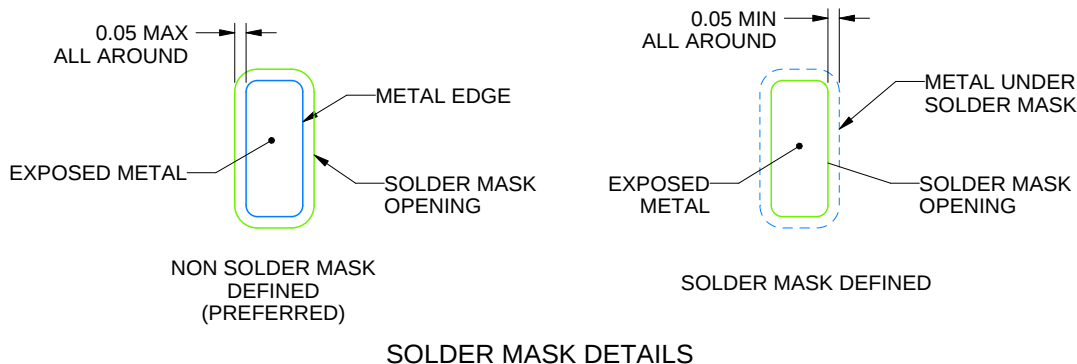
RSW0010A

UQFN - 0.55 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE: 30X



4224897/A 03/2019

NOTES: (continued)

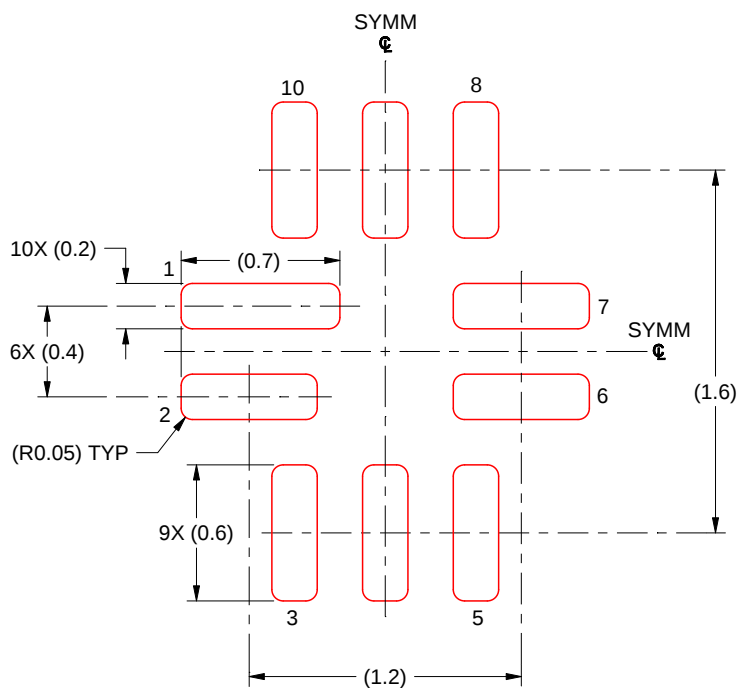
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slue271](http://www.ti.com/lit/slue271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

RSW0010A

UQFN - 0.55 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL  
SCALE: 30X

4224897/A 03/2019

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