

# CP2524

4 路电容性触摸检测芯片

用户手册

**R3.0 版本**

(2012-3-23)

## 1 产品简介

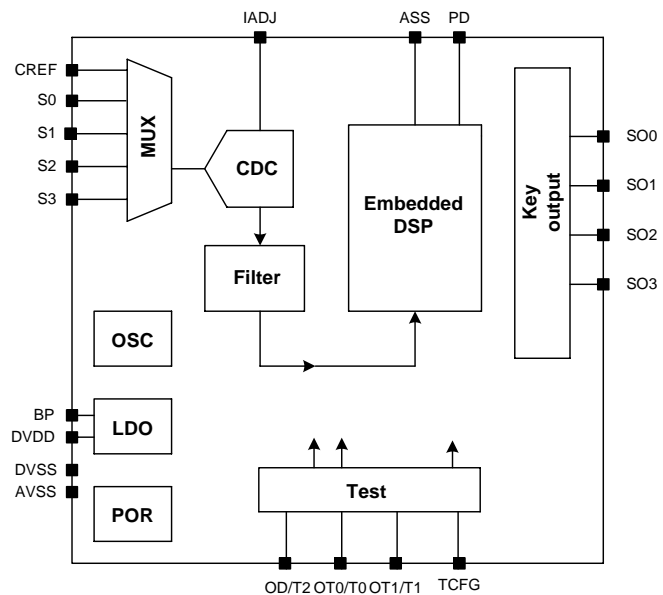
CP2524 是一款支持 4 通道的电容式触摸传感芯片。内嵌高精度电容数字转换 (CDC) 模块, 并结合专用 DSP 处理器, 能在各种应用环境下准确识别人手指的触摸。感应判断结果可通过芯片引脚输出。

独特的 CDC 技术可以检测到电容变化, 并把该变化量转换成数字信号。转换后的数字信号经过硬件低通和 DSP 处理, 最后获得触摸感应判断。硬件滤波器可解决输入信号的抖动。集成特殊判断算法的 DSP 处理器能实时计算出每个感应通道的状态。感应判断算法具有自校准功能, 能适应多种应用环境的变化。

CP2524 采用 CMOS 工艺, 工作电压范围为 2.8V ~ 5.5V, 采用 SOP24 封装。正常工作状态下, 功耗为 400uA; 掉电状态下功耗小于 0.5uA。

### 特性

- 4 路独立感应通道, 通过外部电阻调节灵敏度
- 触摸响应时间: 18~20ms
- 电容检测范围: 0~80pF, 检测分辨率典型值为 0.02pF, 且分辨率可调
- 工作电压范围为 2.8V~5.5V
- 按键感应输出接口: SO0-SO3, 支持开漏输出
- 内建振荡器、上电复位系统和高 PSRR 的 LDO
- 相邻感应通道抑制功能(ASS)
- 专用感应判断算法能适应环境变化
- CMOS 工艺, SOP24 封装



# 目 录

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| <b>CP2524</b> .....   | <b>1</b>  |
| 用户手册 .....            | 1         |
| <b>1 产品简介</b> .....   | <b>2</b>  |
| 目    录.....           | 3         |
| 图目录 .....             | 4         |
| <b>2 引脚</b> .....     | <b>5</b>  |
| 2.1 引脚排列及俯视图 .....    | 5         |
| 2.2 引脚说明 .....        | 5         |
| <b>3 工作原理</b> .....   | <b>7</b>  |
| 3.1 电容性触摸感应.....      | 7         |
| 3.2 电容数字转换（CDC） ..... | 7         |
| 3.3 按键判决 .....        | 7         |
| 3.4 基线跟踪和漂移补偿.....    | 7         |
| <b>4 功能描述</b> .....   | <b>9</b>  |
| 4.1 初始化 .....         | 9         |
| 4.2 工作状态 .....        | 9         |
| 4.3 掉电.....           | 9         |
| 4.4 按键状态输出 .....      | 9         |
| 4.5 邻键抑制（ASS）功能.....  | 9         |
| 4.6 长时间按键触发解除功能 ..... | 9         |
| <b>5 典型应用</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>6 电气特性</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>7 封装</b> .....     | <b>12</b> |
| <b>8 订购信息</b> .....   | <b>13</b> |

## 图目录

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 图 1 | CP2524 SOP24 引脚排列图..... | 5  |
| 图 2 | 电容触摸感应原理示意图.....        | 7  |
| 图 3 | 按键判决和基线跟踪示意图.....       | 8  |
| 图 4 | CP2524 典型应用图.....       | 10 |
| 图 5 | SOP24 封装尺寸图.....        | 12 |

## 2 引脚

### 2.1 引脚排列及俯视图

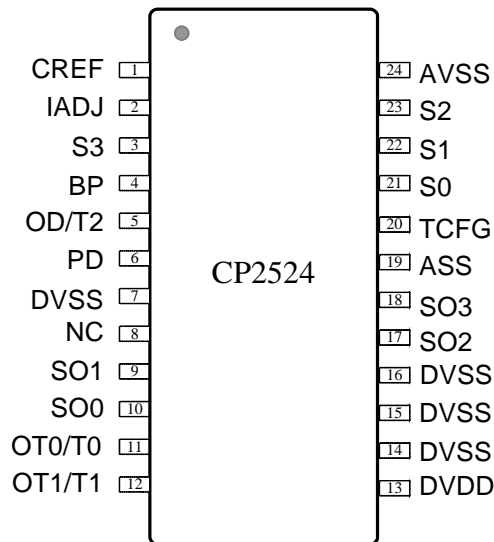


图 1 CP2524 SOP24 引脚排列图

### 2.2 引脚说明

表 1 CP2524 引脚分配表

| 引脚号 | 引脚名          | 类型       | 功能说明   |
|-----|--------------|----------|--|
| 1   | <b>CREF</b>  | <b>A</b> | 外接参考电容。通常该引脚悬空（建议预留一个对地电容位置）。  |
| 2   | <b>IADJ</b>  | <b>A</b> | 外接电阻。用于调整电容分辨率，典型应用接 10K 欧姆  |
| 3   | <b>S3</b>    | <b>A</b> | 感应按键 3   |
| 4   | <b>BP</b>    | <b>A</b> | 外接电容。该电容作为 LDO 滤波电容，典型应用接 1uF  |
| 5   | <b>OD/T2</b> | <b>I</b> | 正常工作状态下（TCFG 接高），用作按键输出的驱动控制，接高电平时 SO <sub>x</sub> 为开漏输出，接低电平时强输出；<br>当 TCFG 接低时，该引脚用于测试控制 |
| 6   | <b>PD</b>    | <b>I</b> | 掉电控制，高有效。  |
| 7   | <b>DVSS</b>  | <b>P</b> | 数字地  |

| 引脚号 | 引脚名    | 类型 | 功能说明   |
|-----|--------|----|--|
| 8   | NC     |    | 悬空引脚   |
| 9   | SO1    | O  | 感应按键 1 输出                                    |
| 10  | SO0    | O  | 感应按键 0 输出                                    |
| 11  | OT0/T0 | I  | 正常工作时, 用于长时间按键解除的时长控制, 当 TCFG 为低时用于测试        |
| 12  | OT1/T1 | I  |  |
| 13  | DVDD   | P  | 电源输入   |
| 14  | DVSS   | G  | 数字地  |
| 15  | DVSS   | G  | 数字地  |
| 16  | DVSS   | G  | 数字地  |
| 17  | SO2    | O  | 感应按键 2 输出                                    |
| 18  | SO3    | O  | 感应按键 3 输出                                    |
| 19  | ASS    | I  | 相邻按键抑制 (ASS) 使能, 高有效。                        |
| 20  | TCFG   | I  | 测试模式控制:<br>接高时为正常工作模式;<br>接低时, 引脚 T0-T2 用于测试 |
| 21  | S0     | A  | 感应按键 0                                       |
| 22  | S1     | A  | 感应按键 1                                       |
| 23  | S2     | A  | 感应按键 2                                       |
| 24  | AVSS   | G  | 模拟地  |

注: 表 1 中 A 代表模拟引脚, G 代表接地引脚, P 代表接电源输入引脚, I 代表输入引脚, O 代表输出引脚。

### 3 工作原理

#### 3.1 电容性触摸感应

电容性触摸感应的工作原理如图 2 所示。

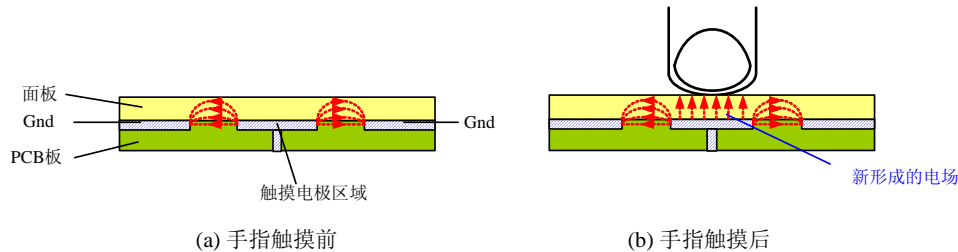


图 2 电容触摸感应原理示意图

触摸感应电极由 PCB 上的金属图形构成。当没有手指靠近时，感应电极上的电容由电极与周边地线或其它信号引线之间的寄生电容组成。当有手指触摸电极上方的面板时，由于人体有导电性，感应电极板上方的电场增强、形成一个与寄生电容并联的电容，从而导致感应电极上的总电容增加。电容性触摸感应检测电路就是通过检测这种电容的变化，从而判断是否有手指触摸。

PCB 上的感应电极与手指之间形成的电容大小与电极面积  $S$ 、面板的介电常数  $\varepsilon$  以及面板厚度  $d$  直接相关，可由如下公式表示：

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}$$

在感应电极的设计过程中，必须考虑这 3 个方面的因素。

#### 3.2 电容数字转换 (CDC)

CP2524 采用独特的电容数字转换 (CDC) 技术，以 500~4000 次/秒的采样速率对每个感应通道进行采样，依次测量出 4 个感应通路 ( $S0 \sim S3$ ) 上的电容值，并将电容量转换为 12 比特的数据送到内嵌 DSP 进行数字信号处理，判断是否有按键。

由于电容性触摸检测对象是电容变化量，而非电容本身的大小。所以允许不同通道之间无按键时的固有电容存在较大差异。

#### 3.3 按键判决

内嵌 DSP 采用智能算法对 CDC 输出数据进行处理，判断是否有按键出现。CP2524 采用 2 组阈值来判决按键是否有效。芯片上电复位后，会自动进行校正，即根据采样值计算出按键电容值的平均值——基线。当手指触摸按键时，被测电容增大，CDC 输出数据变大，若当前数据与基线之差 ( $\Delta$ ) 高于高门限时，则判定按键有效。当  $\Delta$  低于低门限时，判定按键解除。

按键的灵敏度通过外部 IADJ 上的电阻调整实现，电阻越大灵敏度越高，典型值为 10k 欧姆。

#### 3.4 基线跟踪和漂移补偿

基线是对采样信号的长时平均，根据 CP2524 的基线跟踪算法，实时上下浮动。当没有按键被触发时，基线自动跟踪输入信号的变化，见图 3。这种机制可以对因环境变化（温度、湿度、电压等）造成的信号漂移自动进行补偿，从而提高按键判决的可靠性和稳定性。

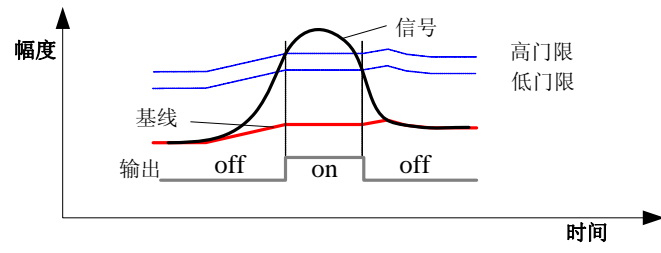


图 3 按键判决和基线跟踪示意图



## 4 功能描述

### 4.1 初始化

CP2524 上电或者 PD 由高拉低，都会自动初始化。初始化时，芯片计算各个有效按键的基线，该过程持续大约 260ms，然后进入正常工作模式。

### 4.2 工作状态

CP2524 有 2 种工作状态：正常状态/掉电状态，由外部引脚 PD 控制。

当引脚 PD 拉低，芯片处于正常工作状态，按键扫描速度为每秒 500 次，按键正常检测。

当引脚 PD 接高，芯片处于掉电状态，此时芯片内部彻底掉电（芯片处于极低功耗下），内部振荡器停止工作，CDC 和所有的检测电路处于复位状态。

### 4.3 掉电

CP2524 支持掉电功能。当拉高 PD 引脚，即进入掉电状态。掉电时，芯片内部无电源，所有输出引脚为高阻态，此时功耗极低。拉低 PD 引脚，使芯片进入工作状态，此时内部电路产生一次复位操作，DSP 重新开始执行指令。

### 4.4 按键状态输出

CP2524 每 2ms 判断一次触摸按键的状态。当感应到手指后，芯片记录感应结果并直接输出到对应引脚 SO0-SO3，高电平有效（有按键触摸时对应输出为高）。同时按键输出引脚支持开漏输出。当开漏驱动时通常外部要接上拉电阻，按键有效时对应输出为低。

### 4.5 邻键抑制（ASS）功能

CP2524 支持 ASS（Adjacent Sensor Suppression）邻键抑制功能，通过拉高 ASS 引脚使能邻键抑制功能。芯片正常工作时，4 个感应通道每次只能有 1 个按键有效。该功能是为了避免按键时误触发按键周围的其它按键而设置，适用于按键间距较小的应用。

### 4.6 长时间按键触发解除功能

当同一个按键持续触发时间超过设定的时间长度时，按键触发状态将被强制解除（此时芯片将重新对此通道做初始化的操作）。此功能通过引脚 OT1/OT0 配置，配置如下，

| 控制引脚 |     | 描述                    |
|------|-----|-----------------------|
| OT1  | OT0 |                       |
| 0    | 0   | 按键触发时间超过 10s，按键状态自动解除 |
| 0    | 1   | 按键触发时间超过 30s，按键状态自动解除 |
| 1    | 0   | 按键触发时间超过 60s，按键状态自动解除 |
| 1    | 1   | 关闭按键状态自动解除功能          |

## 5 典型应用

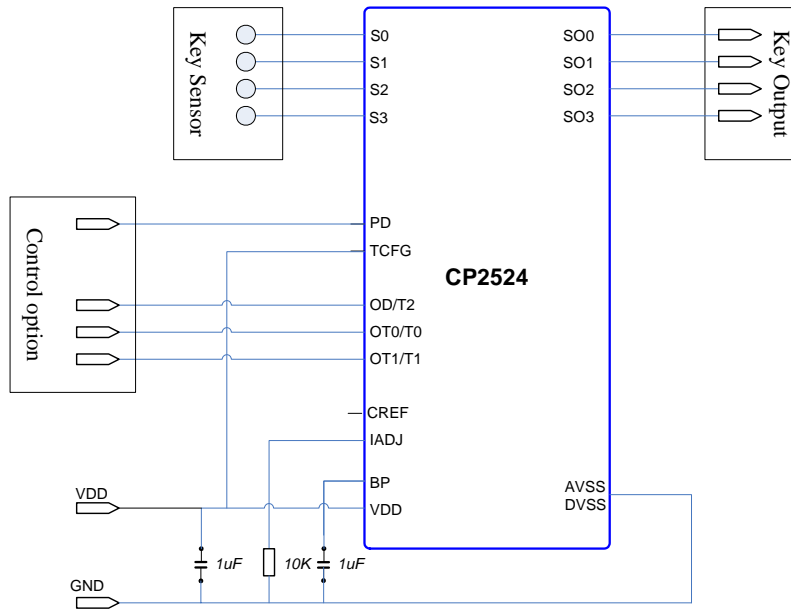


图 4 CP2524 典型应用图

## 6 电气特性

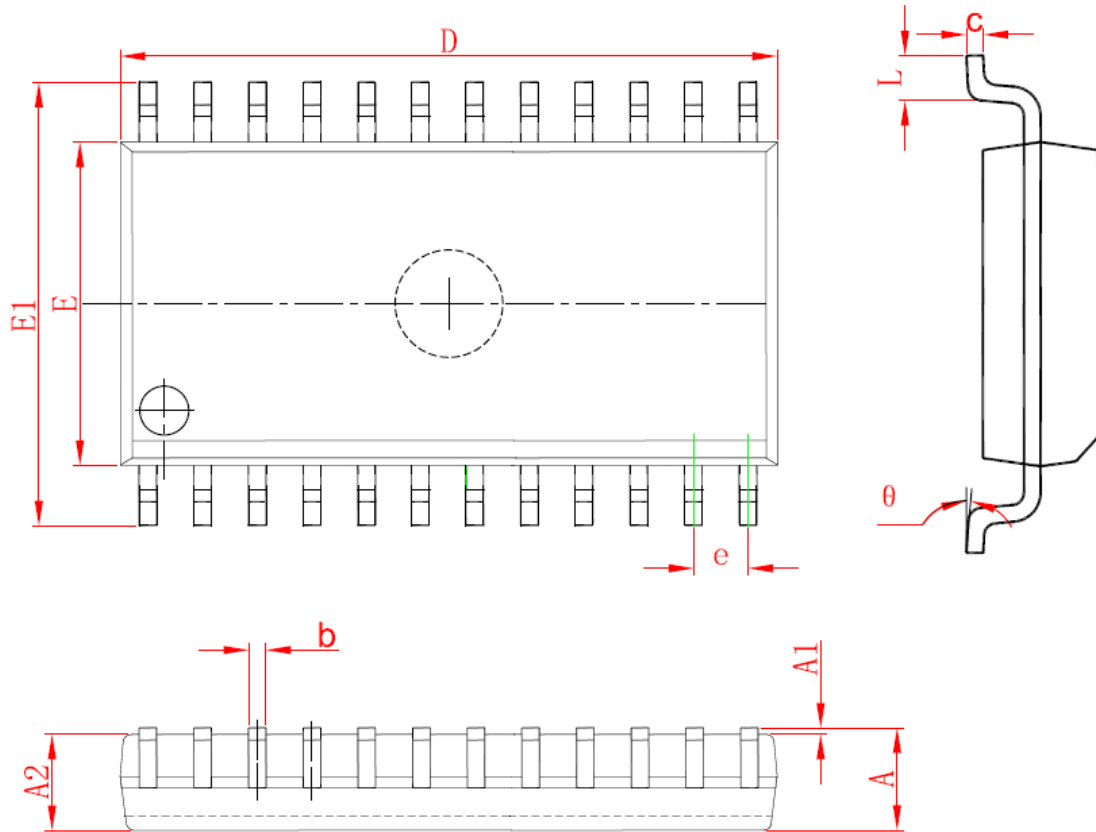
电源电压 DVDD 为 5V，环境温度  $T_A$  为  $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ，所有典型值的测试环境温度为  $25^{\circ}\text{C}$ 。  
 本产品湿敏等级为 MSL-3。

表 2 电气特性

| 参数名称   | 符号        | 单位                 | 最小值     | 典型值  | 最大值     |
|--|-----------|--------------------|---------|------|---------|
| <b>绝对最大极限</b>  |           |                    |         |      |         |
| 存储温度   | Tstg      | $^{\circ}\text{C}$ | -40     | -    | 95      |
| 工作环境温度范围   | Topr      | $^{\circ}\text{C}$ | -35     | -    | 90      |
| 工作环境湿度范围   | Hopr      | %                  | 5       | -    | 95      |
| 电源电压   | Vdd       | V                  | 2.8     | -    | 5.5     |
| 输入电压范围   | Vin       | V                  | Vss-0.3 | -    | Vdd+0.3 |
| ESD  | HBM       | V                  | 5000    | -    | -       |
| <b>推荐工作条件</b>  |           |                    |         |      |         |
| 工作环境温度   | Toppr     | $^{\circ}\text{C}$ | -30     | 25   | 85      |
| 电源电压   | Vdd       | V                  | 2.8     |      | 5.5     |
| <b>交流参数 (典型值的测试条件为 <math>T_a = 25^{\circ}\text{C}</math>、Vdd=5V)</b> |           |                    |         |      |         |
| 内部振荡器工作频率  | Fosc      | MHz                | 1.9     | 2    | 2.1     |
| 采样频率   | Fsmp      | KHz                | -       | 0.5  | -       |
| 电容检测灵敏度  | Stch      | pF                 | -       | 0.02 | -       |
| 复位到正常模式的转换时间   | $T_{R2N}$ | ms                 | -       | 260  | -       |
| <b>直流参数 (典型值的测试条件为 <math>T_a = 25^{\circ}\text{C}</math>、Vdd=5V)</b> |           |                    |         |      |         |
| 电源电流 (正常状态)  | Idd_o     | $\mu\text{A}$      | -       | -    | 500     |
| 电源电流 (掉电状态)  | Idd_s     | $\mu\text{A}$      | -       | -    | 0.5     |
| 端口输入低电平电压  | Vil       | V                  | -       | -    | 0.3Vdd  |
| 端口输入高电平电压  | Vih       | V                  | 0.7Vdd  | -    | -       |
| 端口输出电流   | Io        | mA                 | -       | 12   | -       |

## 7 封装

CP2524 采用 SOP24 封装形式。



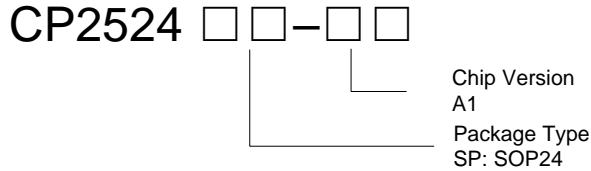
| Symbol   | Dimensions In Millimeters |        | Dimensions In Inches |       |
|----------|---------------------------|--------|----------------------|-------|
|          | Min                       | Max    | Min                  | Max   |
| A        | 2.350                     | 2.650  | 0.093                | 0.104 |
| A1       | 0.100                     | 0.300  | 0.004                | 0.012 |
| A2       | 2.100                     | 2.500  | 0.083                | 0.098 |
| b        | 0.330                     | 0.510  | 0.013                | 0.020 |
| c        | 0.204                     | 0.330  | 0.008                | 0.013 |
| D        | 15.200                    | 15.600 | 0.598                | 0.614 |
| E        | 7.400                     | 7.600  | 0.291                | 0.299 |
| E1       | 10.210                    | 10.610 | 0.402                | 0.418 |
| e        | 1.270 (BSC)               |        | 0.050 (BSC)          |       |
| L        | 0.400                     | 1.270  | 0.016                | 0.050 |
| $\theta$ | 0°                        | 8°     | 0°                   | 8°    |

图 5 SOP24 封装尺寸图

## 8 订购信息

| 芯片型号        | 通道数 | 封装形式  | RoHS | 器件标识                         | 发货形式            |
|-------------|-----|-------|------|------------------------------|-----------------|
| CP2524SP-A1 | 4   | SOP24 | 是    | CP2524 A1<br>SP24XY<br>LLLLL | 2400<br>pcs/box |

注：LLLLL 为 lot number ; X 为 FAB 信息; Y 为 Assembly House 信息。



声明：本档包含启攀微电子（上海）有限公司提供给客户使用的关于器件应用信息以及其他类似内容，未经启攀微电子（上海）有限公司书面允许，该档的全部以及任何部分不允许被复制或传递给第三方。本档内容仅为建议，它们可能被更新的信息所替代，启攀微电子（上海）有限公司保留未提前通知客户而修改此档的权力。

启攀微电子（上海）有限公司  
地址：上海市宜山路 1618 号 D 栋 4 楼  
电话：+86- (0) 21-64014543 64058488  
传真：+86- (0) 21-64050030  
邮编：201103  
Email: sales@chiphomer.com  
Web: www.chiphomer.com

深圳办事处  
地址：深圳市福田区车公庙都市阳光名苑 2 栋 19B  
电话：+86- (0) 755-82046706  
传真：+86- (0) 755-82046709  
邮编：518048