

触摸屏基础知识大全

触摸屏由于其坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等诸多优点得到大众的认同。根据 iSuppli 公布的全球触摸屏市场的最新调查，触摸屏 06 年的总供货额达到 24 亿美元，预计 2012 年将增至 06 年的 1.8 倍，即达到 44 亿美元。显而易见，这是一个飞速成长的巨大市场。特别是在苹果 iPhone 的明星作用带动下，触摸屏在手机、电脑等消费电子产品中日益普及。本 PDF 将为你搜集来自电子工程专辑、媒体播放器网站以及互联网上的一些关于触摸屏的知识，希望能帮助到各位工程师朋友。

目录如下:

1. 触摸屏有哪些类型?	1
2. 触摸屏的基础知识全解析.....	1
3. 电阻式触摸屏的组成结构和触摸屏原理.....	3
4. 电容式触摸屏原理介绍.....	7
5. 其他一些触摸屏技术原理.....	12
6. iSuppli: 预计 2013 年触摸屏出货量将达到 8.33 亿个.....	13
7. DisplaySearch:触摸屏市场 2015 年前将达到 33 亿美元.....	16
8. 关于触摸屏的一些技术问答.....	17

1. 触摸屏有哪些类型？

触摸屏主要有八种不同的技术—电阻式、表面电容式、投射电容式、表面声波式、红外式、弯曲波式、有源数字转换器式和光学成像式。

2. 触摸屏的基础知识全解析

目前主要有几种类型的**触摸屏**，它们分别是：电阻式（双层），表面电容式和感应电容式，表面声波式，红外式，以及弯曲波式、有源数字转换器式和光学成像式。它们又可以分为两类，一类需要ITO,比如前三种触摸屏，另一类的结构中不需要ITO, 比如后几种屏。

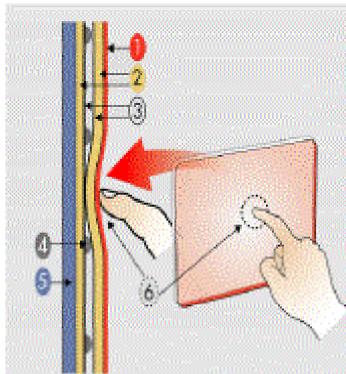
触摸屏在我们身边已经随处可见了，在PDA等个人**便携式设备**领域中，触摸屏节省了空间便于携带，还有更好的人机交互性。

目前主要有几种类型的触摸屏，它们分别是：电阻式（双层），表面电容式和感应电容式，表面声波式，红外式，以及弯曲波式、有源数字转换器式和光学成像式。它们又可以分为两类，一类需要 ITO,比如前三种触摸屏，另一类的结构中不需要 ITO, 比如后几种屏。目前市场上，使用 ITO 材料的电阻式触摸屏和电容式触摸屏应用最为广泛。

电阻式触摸屏

ITO 是铟锡氧化物的英文缩写，它是一种透明的导体。通过调整铟和锡的比例，沉积方法，氧化程度以及晶粒的大小可以调整这种物质的性能。薄的ITO材料透明性好，但是**阻抗**高；厚的ITO材料阻抗低，但是透明性会变差。在PET聚脂薄膜上沉积时，反应温度要下降到 150 度以下，这会导致ITO氧化不完全，之后的应用中ITO会暴露在空气或空气隔层里，它单位面积阻抗因为自氧化而随时间变化。这使得电阻式触摸屏需要经常校正。

1. 表面硬涂层
2. 聚脂薄膜 (PET)
3. ITO 陶瓷层
4. 间隔点
5. 玻璃底层
6. 压力触摸点



图一、电阻式触摸屏结构

图一是电阻触摸屏的一个侧面剖视图。手指触摸的表面是一个硬涂层，用以保护下面的 PET 层。PET 层是很薄的有弹性的 PET 薄膜，当表面被触摸时它会向下弯曲，并使得下面的两层 ITO 涂层能够相互接触并在该点连通电路。两个 ITO 层之间是约千分之一英寸厚的一些隔离支点使两层分开。最下面是一个透明的硬底层用来支撑上面的结构，通常是玻璃或者塑料。

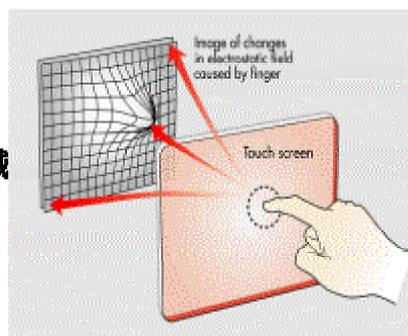
电阻触摸屏的多层结构会导致很大的光损失，对于手持设备通常需要加大背光源来弥补透光性不好的问题，但这样也会增加电池的消耗。电阻式触摸屏的优点是它的屏和控制系统都比较便宜，反应灵敏度也很好。

电容式触摸屏

电容式触摸屏也需要使用 ITO 材料，而且它的功耗低寿命长，但是较高的成本使它之前不太受关注。Apple 推出的 iPhone 提供的友好人机界面，流畅操作性能使电容式触摸屏受到了市场的追捧，各种电容式触摸屏产品纷纷面世。而且随着工艺进步和批量化，它的成本不断下降，开始显现逐步取代电阻式触摸屏的趋势。

表面电容触摸屏只采用单层的 ITO，当手指触摸屏表面时，就会有一定量的电荷转移到人体。为了恢复这些电荷损失，电荷从屏幕的四角补充进来，各方向补充的电荷量和触摸点的距离成比例，我们可以由此推算出触摸点的位置。

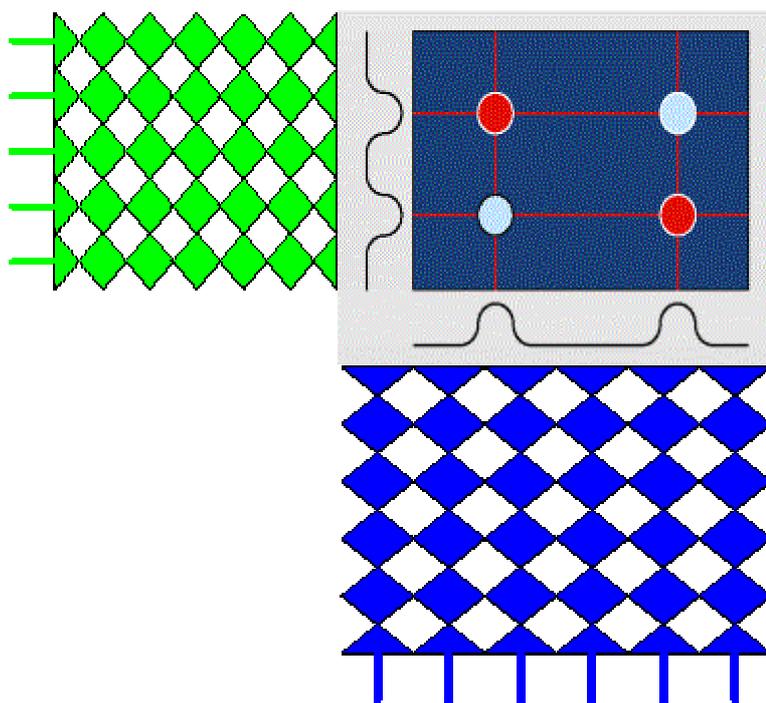
- 从四个角感应
- 在表层建立静电区域
- 手指吸收面板电荷



图二、表面电容式触摸屏结构

表面电容 ITO 涂层通常需要在屏幕的周边加上线性化的金属电极，来减小角落/边缘效应对电场的影响。有时 ITO 涂层下面还会有一个 ITO 屏蔽层，用来阻隔噪音。表面电容触摸屏至少需要校正一次才能使用。

感应电容触摸屏与表面电容触摸屏相比，可以穿透较厚的覆盖层，而且不需要校正。感应电容式在两层 ITO 涂层上蚀刻出不同的 ITO 模块，需要考虑模块的总阻抗，模块之间的连接线的阻抗，两层 ITO 模块交叉处产生的寄生电容等因素。而且为了检测到手指触摸，ITO 模块的面积应该比手指面积小，当采用菱形图案时，对角线长通常控制在 4 到 6 毫米。



图三、感应电容式触摸屏结构

图三中，绿色和蓝色的 ITO 模块位于两层 ITO 涂层上，可以把它们看作是 X 和 Y 方向的连续变化的滑条，需要对 X 和 Y 方向上不同的 ITO 模块分别扫描以获得触摸点的位置和触摸的轨迹。两层 ITO 涂层之间是 PET 或玻璃隔离层，后者透光性更好，可以承受更大的压力，成品率更高，而且通过特殊工艺可以直接镀在 LCD 表面，不过也重些。这层隔离层越薄，透光性越好，但是两层 ITO 之间的寄生电容也越大。

感应电容触摸屏检测到的触摸位置对应于感应到最大电容变化值的交叉点，对于 X 轴或 Y 轴来说，则是对不同 ITO 模块的信号量取加权平均得到位置量，系统然后在触摸屏下面的 LCD 上显示出触摸点或轨迹。

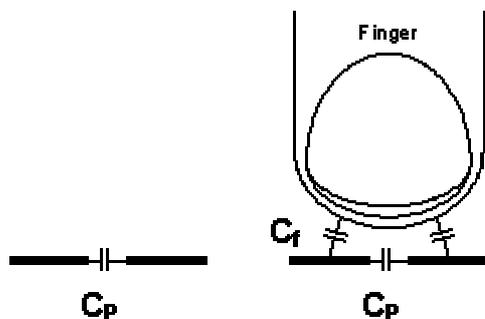
当有两个手指触摸（红色的两点）时，每个轴上会有两个最大值，这时存在两种可能的组合，系统就无法准确定位判断了，这就是我们通常所称的镜像点（蓝色的两点）。

另外，触摸屏的下面是 LCD 显示屏，它的表面也是传导性的，这样就会和靠近的 ITO 涂层的 ITO 模块产生寄生电容，我们通常还需要在这两层之间保留一定的空气层以降低寄生电容的影响。

电容式触摸屏解决方案

目前的电容式触摸屏解决方案中，Cypress PSoC 产品以可编程，设计灵活，一致性好，再加上高效的 PSoC Express / PSoC designer 开发环境而处于领先地位。

PSoC CapSense 技术是根据电容感应的原理使用 CSA 或 CSD 模块来实现的。PCB 板或触摸屏上相邻的感应模块或导线之间会存在寄生电容（见图四中的 C_p ），当有手指接近或触摸两个相邻感应模块时，相当于附加了两个电容，它们相当于并联在 C_p 上的电容 C_f 。利用 PSoC 的 CSA 和 CSD 技术可以检测到这个电容上的变化，从而确定有没有手指触摸。

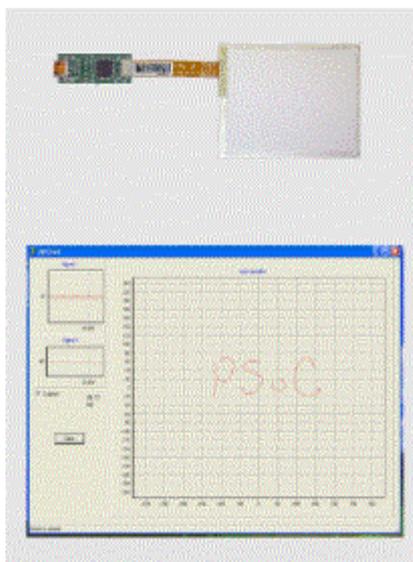


图四、PSoC CapSense 检测电容原理

PSoC 触摸屏解决方案的优点还体现在：

1. 是一种单芯片方案，和传统方案相比减少了外部器件，降低了系统总体 BOM 成本。
2. 通过使用 I2C-USB Bridge 和其它相关工具，结合 PSoC Express / PSoC designer 开发环境，可以极大地节省开发时间和费用。
3. PSoC 内部的 IO 和各种模拟/数字模块可以实现动态重配置，不需要修改原理图和 PCB 就可以更新设计以适应新的需求。它还支持多种通讯接口 I2C / UART / SPI / USB 等，可以和各种接口的主机方便连接，这些都会降低系统更新的成本。
4. PSoC 可以针对外界环境变化 – RF 干扰 / 温度变化 / 电源波动等灵活设置参数，在 LCD 显示器、手机、数码相机和白色家电的触摸控制中得到了广泛的应用。
5. 除了控制触摸以外，PSoC 还可实现 LED 背光控制，马达控制，电源管理，I/O 扩展等增值功能。

PSoC 已经应用在了多种尺寸的触摸屏中，如果要实现表面电容触摸屏的控制，可以由 CY8C21x34 或 CY8C24x94 系列通过 CSD 模块来实现，见图五。实现感应电容触摸屏的控制，可以由 CY8C20x34 系列通过 CSA 模块，也可由 CY8C21x34 或 CY8C24x94 系列通过 CSD 模块来实现，见图六。



图五、PSoC 表面电容触摸屏 Demo



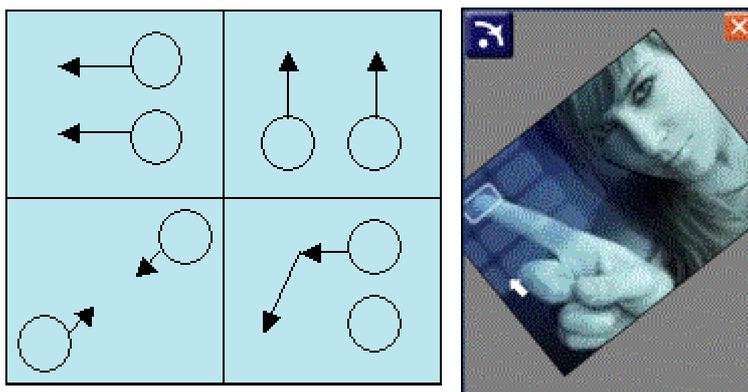
图六、PSoC 感应电容触摸屏产品 - 导航仪

在触摸屏产品的设计中，需要对性能和成本进行权衡。电阻触摸屏的成本较低，竞争就很激烈，而且在性能和应用场合上有一定局限。

1. 电容触摸屏只需要触摸，而不需要压力来产生信号。
2. 电容触摸屏在生产后只需要一次或者完全不需要校正，而电阻技术需要常规的校正。
3. 电容方案的寿命会长些，因为电容触摸屏中的部件不需任何移动。电阻触摸屏中，上层的 ITO 薄膜需要足够薄才能有弹性，以便向下弯曲接触到下面的 ITO 薄膜。
4. 电容技术在光损失和系统功耗上优于电阻技术。
5. 选择电容技术还是电阻技术主要取决于触碰屏幕的物体。如果是手指触碰，电容触摸屏是比较好的选择。如果需要触笔，不管是塑料还是金属的，电阻触摸屏可以胜任。电容触摸屏也可以使用触笔，但是需要特制的触笔来配合。
6. 表面电容式可以用于大尺寸触摸屏，并且相成本也较低，但目前无法支持手势识别；感应电容式主要用于中小尺寸触摸屏，并且可以支持手势识别。
7. 电容式技术耐磨损、寿命长，用户使用时维护成本低，因此生产厂家的整体运营费用可被进一步降低。

电容式触摸屏的发展趋势

电容触摸屏已经应用在了 iPhone 及其它手持设备上，定位单点轨迹 / 模拟鼠标双击是它的基本功能，而对多手指手势操作的识别和应用成为当前市场的热点。在便携式应用中，用户一手拿着设备，只能用另一只手操作，因此识别多手指的抓取 / 平移，伸展 / 压缩，旋转，翻页等手势操作就显得尤为重要。



图七、多手指手势操作

PSoC 感应电容触摸屏已经可以实现多点检测，从而支持两手指的手势识别。可以预见支持手势识别的电容式触摸屏将在市场上大放光彩。

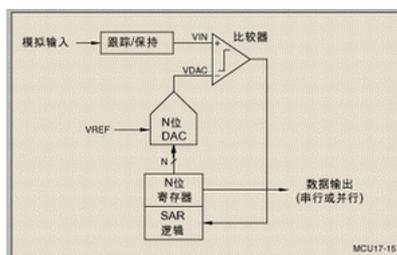
作者：肖学军

塞普拉斯半导体亚太区 PSoC 方案解决中心高级应用工程师

3. 电阻式触摸屏的组成结构和触摸屏原理

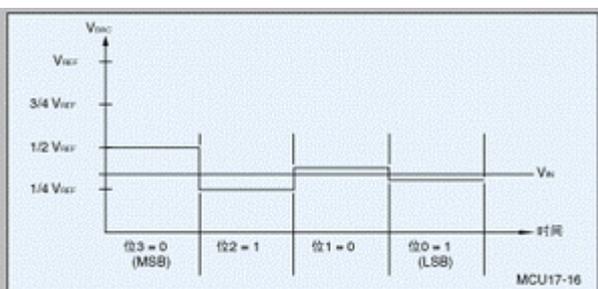
很多 LCD 模块都采用了电阻式触摸屏，这些触摸屏等效于将物理位置转换为代表 X、Y 坐标的电压值的传感器。通常有 4 线、5 线、7 线和 8 线触摸屏来实现，本文详细介绍了 SAR 结构、四种触摸屏的组成结构和实现原理，以及检测触摸的方法。

电阻式触摸屏是一种传感器，它将矩形区域中触摸点 (X,Y) 的物理位置转换为代表 X 坐标和 Y 坐标的电压。很多 LCD 模块都采用了电阻式触摸屏，这种屏幕可以用四线、五线、七线或八线来产生屏幕偏置电压，同时读回触摸点的电压。



过去, 为了将电阻式触摸屏上的触摸点坐标读入微控制器, 需要使用一个专用的触摸屏控制器芯片, 或者利用一个复杂的外部开关网络来连接微控制器的片上模数转换器(ADC)。

夏普公司的LH75400/01/10/11 系列和LH7A404等微控制器都带有一个内含触摸屏偏置电路的片上ADC, 该ADC采用了一种逐次逼近寄存器(SAR)类型的转换器。采用这些控制器可以实现在触摸屏传感器和微控制器之间进行直接接口, 无需CPU介入的情况下控制所有的触摸屏偏置电压, 并记录全部测量结果。本文将详细介绍四线、五线、七线和八线触摸屏的结构和实现原理, 在下期的文章中介绍触摸屏与ADC的接口与编程。



SAR 结构

SAR的实现方法很多, 但它的基本结构很简单, 参见图 1。该结构将模拟输入电压(VIN)保存在一个跟踪/保持器中, N位寄存器被设置为中间值(即 100...0, 其中最高位被设置为 1), 以执行二进制查找算法。因此, 数模转换器(DAC)的输出(VDAC)为VREF的二分之一, 这里VREF为ADC的参考电压。之后, 再执行一个比较操作, 以决定VIN小于还是大于VDAC:

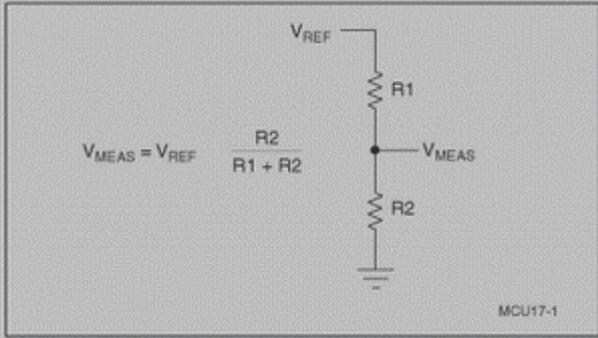
1. 如果 VIN 小于 VDAC, 比较器输出逻辑低, N 位寄存器的最高位清 0。
2. 如果 VIN 大于 VDAC, 比较器输出逻辑高(或 1), N 位寄存器的最高位保持为 1。

其后, SAR 的控制逻辑移动到下一位, 将该位强制置为高, 再执行下一次比较。SAR 控制逻辑将重复上述顺序操作, 直到最后一位。当转换完成时, 寄存器中就得到了一个 N 位数据字。

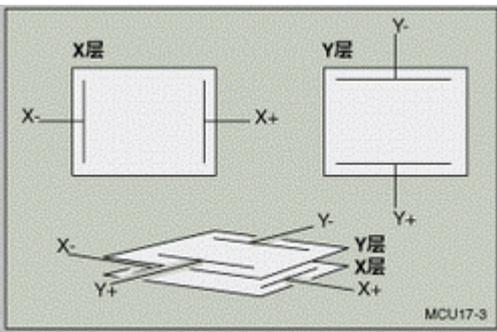
图 2 显示了一个 4 位转换过程的例子, 图中 Y 轴和粗线表示 DAC 的输出电压。在本例中:

1. 第一次比较显示VIN小于VDAC, 因此位[3]被置 0。随后DAC被设置为 0b0100 并执行第二次比较。
2. 在第二次比较中, VIN大于VDAC, 因此位[2]保持为 1。随后, DAC被设置为 0b0110 并执行第三次比较。
3. 在第三次比较中, 位[1]被置 0。DAC 随后被设置为 0b0101, 并执行最后一次比较。
4. 在最后一次比较中, 由于VIN大于VDAC, 位[0]保持为 1。

触摸屏原理



触摸屏包含上下叠合的两个透明层，四线和八线触摸屏由两层具有相同表面电阻的透明阻性材料组成，五线和七线触摸屏由一个阻性层和一个导电层组成，通常还要用一种弹性材料来将两层隔开。当触摸屏表面受到的压力(如通过笔尖或手指进行按压)足够大时，顶层与底层之间会产生接触。所有的电阻式触摸屏都采用分压器原理来产生代表X坐标和Y坐标的电压。如图3所示，分压器是通过将两个电阻进行串联来实现的。上面的电阻(R_1)连接正参考电压(V_{REF})，下面的电阻(R_2)接地。两个电阻连接点处的电压测量值与下面那个电阻的阻值成正比。



为了在电阻式触摸屏上的特定方向测量一个坐标，需要对一个阻性层进行偏置：将它的一边接 V_{REF} ，另一边接地。同时，将未偏置的那一层连接到一个ADC的高阻抗输入端。当触摸屏上的压力足够大，使两层之间发生接触时，电阻性表面被分隔为两个电阻。它们的阻值与触摸点到偏置边缘的距离成正比。触摸点与接地边之间的电阻相当于分压器中下面的那个电阻。因此，在未偏置层上测得的电压与触摸点到接地边之间的距离成正比。

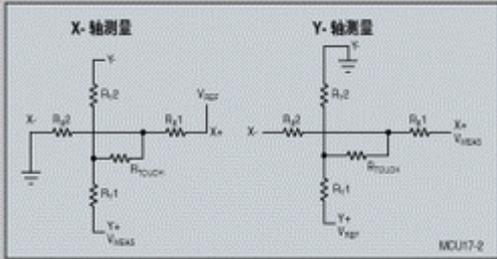
四线触摸屏

四线触摸屏包含两个阻性层。其中一层在屏幕的左右边缘各有一条垂直总线，另一层在屏幕的底部和顶部各有一条水平总线，见图4。为了在X轴方向进行测量，将左侧总线偏置为0V，右侧总线偏置为 V_{REF} 。将顶部或底部总线连接到ADC，当顶层和底层相接触时即可作一次测量。

为了在Y轴方向进行测量，将顶部总线偏置为 V_{REF} ，底部总线偏置为0V。将ADC输入端接左侧总线或右侧总线，当顶层与底层相接触时即可对电压进行测量。图5显示了四线触摸屏在两层相接触时的简化模型。对于四线触摸屏，最理想的连接方法是将偏置为 V_{REF} 的总线接ADC的正参考输入端，并将设置为0V的总线接ADC的负参考输入端。

五线触摸屏

五线触摸屏使用了一个阻性层和一个导电层。导电层有一个触点，通常在其一侧的边缘。阻性层的四个角上各有一个触点。为了在X轴方向进行测量，将左上角和左下角偏置到 V_{REF} ，右上角和右下角接地。由于左、右角为同一电压，其效果与连接左右侧的总线差不多，类似于四线触摸屏中采用的方法。



网站，即时提供和分析媒体播放器行业的最新资讯和技术趋势

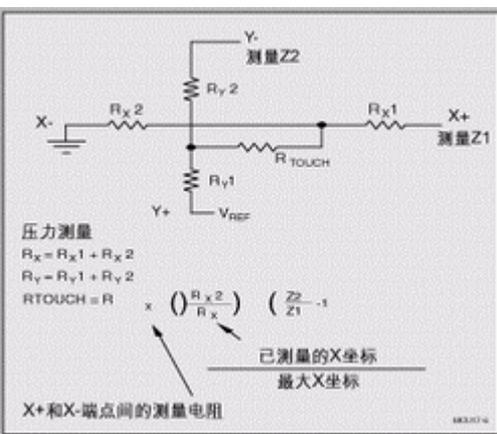


www.mediaplayer.EETchina.com

为了沿Y轴方向进行测量，将左上角和右上角偏置为 V_{REF} ，左下角和右下角偏置为 $0V$ 。由于上、下角分别为同一电压，其效果与连接顶部和底部边缘的总线大致相同，类似于在四线触摸屏中采用的方法。这种测量算法的优点在于它使左上角和右下角的电压保持不变；但如果采用栅格坐标，X轴和Y轴需要反向。对于五线触摸屏，最佳的连接方法是左上角(偏置为 V_{REF})接ADC的正参考输入端，将左下角(偏置为 $0V$)接ADC的负参考输入端。

七线触摸屏

七线触摸屏的实现方法除了在左上角和右下角各增加一根线之外，与五线触摸屏相同。执行屏幕测量时，将左上角的一根线连到 V_{REF} ，另一根线接SAR ADC的正参考端。同时，右下角的一根线接 $0V$ ，另一根线连接SAR ADC的负参考端。导电层仍用来测量分压器的电压。



八线触摸屏

除了在每条总线上各增加一根线之外，八线触摸屏的实现方法与四线触摸屏相同。对于 V_{REF} 总线，将一根线用来连接 V_{REF} ，另一根线作为SAR ADC的数模转换器的正参考输入。对于 $0V$ 总线，将一根线用来连接 $0V$ ，另一根线作为SAR ADC的数模转换器的负参考输入。未偏置层上的四根线中，任何一根都可用来测量分压器的电压。

检测有无接触

所有的触摸屏都能检测到是否有触摸发生，其方法是用一个弱上拉电阻将其中一层上拉，而用一个强下拉电阻来将另一层下拉。如果上拉层的测量电压大于某个逻辑阈值，就表明没有触摸，反之则有触摸。这种方法存在的问题在于触摸屏是一个巨大的电容器，此外还可能增加触摸屏引线的电容，以便滤除LCD引入的噪声。弱上拉电阻与大电容器相连会使上升时间变长，可能导致检测到虚假的触摸。

四线和八线触摸屏可以测量出接触电阻，即图5中的 R_{TOUCH} 。 R_{TOUCH} 与触摸压力近似成正比。要测量触摸压力，需要知道触摸屏中一层或两层的电阻。图6中的公式给出了计算方法。需要注意的是，如果Z1的测量值接近或等于0(在测量过程中当触摸点靠近接地的X总线时)，计算将出现一些问题，通过采用弱上拉方法可以有效改善这个问题。

4. 电容式触摸屏原理介绍

容式触摸屏与传统的电阻式触摸屏有很大区别。电阻式触控屏幕在工作时每次只能判断一个触控点，如果触控点在两个以上，就不能做出正确的判断了，所以电阻式触摸屏仅适用于点击、拖拽等一些简单动作的判断。而电容式触摸屏的多点触控，则可以将用户的触摸分解为采集多点信号及判断信号意义两个工作，完成对复杂动作的判断。

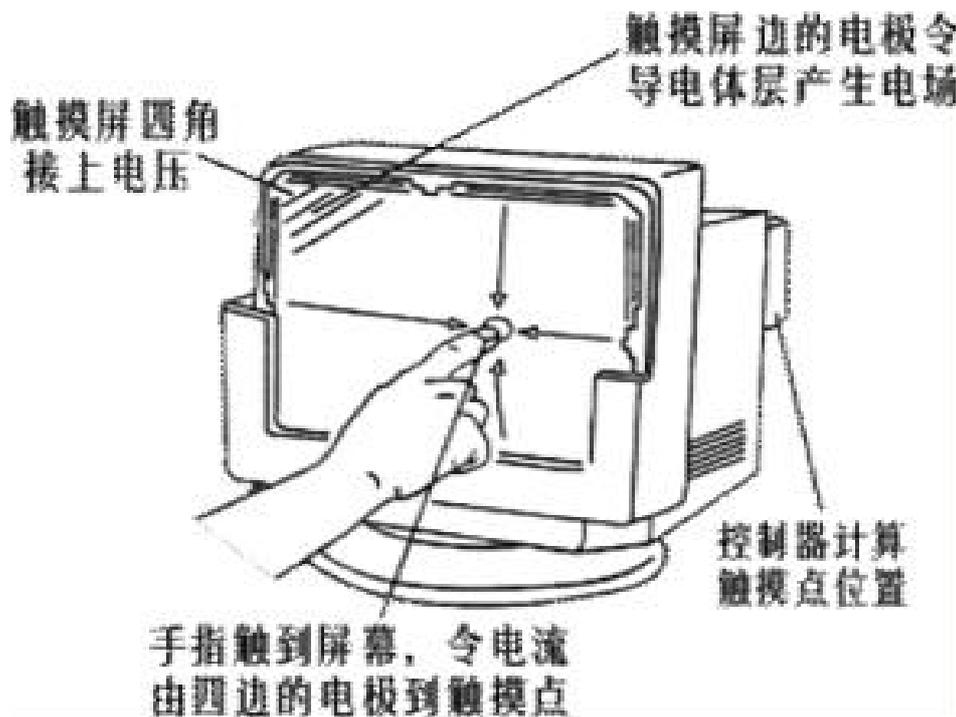
电子工程专辑

www.EETchina.com

1. 1 电容技术触摸屏

是利用人体的电流感应进行工作的。电容式触摸屏是一块四层复合玻璃屏，玻璃屏的内表面和夹层各涂有一层 ITO，最外层是一薄层砂土玻璃保护层，夹层 ITO 涂层作为工作面，四个角上引出四个电极，内层 ITO 为屏蔽层以保证良好的工作环境。

当手指触摸在金属层上时，由于人体电场，用户和触摸屏表面形成以一个耦合电容，对于高频电流来说，电容是直接导体，于是手指从接触点吸走一个很小的电流。这个电流分从触摸屏的四角上的电极中流出，并且流经这四个电极的电流与手指到四角的距离成正比，控制器通过对这四个电流比例的精确计算，得出触摸点的位置。



1. 2 电容触摸屏的缺陷

电容触摸屏的透光率和清晰度优于四线电阻屏，当然还不能和表面声波屏和五线电阻屏相比。电容屏反光严重，而且，电容技术的四层复合触摸屏对各波长光的透光率不均匀，存在色彩失真的问题，由于光线在各层间的反射，还造成图像字符的模糊。

电容屏在原理上把人体当作一个电容器元件的一个电极使用，当有导体靠近与夹层 ITO 工作面之间耦合出足够量的电容时，流走的电流就足够引起电容屏的误动作。我们知道，电容值虽然与极间距离成反比，却与相对面积成正比，并且还和介质的绝缘系数有关。因此，当较大面积的手掌或手持的导体物靠近电容屏而不是触摸时就能引起电容屏的误动作，在潮湿的天气，这种情况尤为严重，手扶住显示器、手掌靠近显示器 7 厘米以内或身体靠近显示器 15 厘米以内就能引起电容屏的误动作。

电容屏的另一个缺点用戴手套的手或手持不导电的物体触摸时没有反应，这是因为增加了更为绝缘的介质。

电容屏更主要的缺点是漂移：当环境温度、湿度改变时，环境电场发生改变时，都会引起电容屏的漂移，造成不准确。

电容触摸屏最外面的砂土保护玻璃防刮擦性很好，但是怕指甲或硬物的敲击，敲出一个

小洞就会伤及夹层 ITO, 不管是伤及夹层 ITO 还是安装运输过程中伤及内表面 ITO 层, 电容屏就不能正常工作了。

5.其他一些触摸屏技术原理

1.五线电阻触摸屏的工作原理

在触摸屏的四个端点 RT, RB, LT, LB 四个顶点, 均加入一个均匀电场, 使其下层(氧化铟) ITO GLASS 上布满一个均匀电压, 上层为接收讯号装置, 当笔或手指按压外表上任一点时, 在手指按压处, 控制器侦测到电阻产生变化, 进而改变坐标。

由于靠压力感应, 所以对于触控媒介没有限制手、铅笔, 信用卡等, 即使戴上手套亦可操作。触摸屏技术都是依靠控制器来工作的, 甚至有的触摸屏本身就是一套控制器, 各自的定位原理和各自所用的控制器决定了触摸屏的反应速度、可靠性、稳定性和寿命。

触摸屏的种类

2.红外线式触摸屏

红外线触摸屏原理很简单, 只是在显示器上加上光点距架框, 无需在屏幕表面加上涂层或接驳控制器。光点距架框的四边排列了红外线发射管及接收管, 在屏幕表面形成一个红外线网。用户以手指触摸屏幕某一点, 便会挡住经过该位置的横竖两条红外线, 计算机便可即时算出触摸点位置。红外触摸屏不受电流、电压和静电干扰, 适宜某些恶劣的环境条件。其主要优点是价格低廉、安装方便、不需要卡或其它任何控制器, 可以用在各档次的计算机上。不过, 由于只是在普通屏幕增加了框架, 在使用过程中架框四周的红外线发射管及接收管很容易损坏, 且分辨率较低。

3.表面声波触摸屏

表面声波触摸屏的触摸屏部分可以是一块平面、球面或是柱面的玻璃平板, 安装在 CRT、LED、LCD 或是等离子显示器屏幕的前面。这块玻璃平板只是一块纯粹的强化玻璃, 区别于其它触摸屏技术是没有任何贴膜和覆盖层。玻璃屏的左上角和右下角各固定了竖直和水平方向的超声波发射换能器, 右上角则固定了两个相应的超声波接收换能器。玻璃屏的四个周边则刻有 45°角由疏到密间隔非常精密的反射条纹。

发射换能器把控制器通过触摸屏电缆送来的电信号转化为声波能量向左方表面传递, 然后由玻璃板下边的一组精密反射条纹把声波能量反射成向上的均匀面传递, 声波能量经过屏体表面, 再由上边的反射条纹聚成向右的线传播给 X-轴的接收换能器, 接收换能器将返回的表面声波能量变为电信号。发射信号与接收信号波形在没有触摸的时候, 接收信号的波形与参照波形完全一样。当手指或其它能够吸收或阻挡声波能量的物体触摸屏幕时, X 轴途经手指部位向上走的声波能量被部分吸收, 反应在接收波形上即某一时刻位置上波形有一个衰减缺口。接收波形对应手指挡住部位信号衰减了一个缺口, 计算缺口位置即得触摸坐标, 控制器分析到接收信号的衰减并由缺口的位置判定 X 坐标。之后 Y 轴同样的过程判定出触摸点的 Y 坐标。除了一般触摸屏都能响应的 X、Y 坐标外, 表面声波触摸屏还响应第三轴 Z 轴坐标, 也就是能感知用户触摸压力大小值。三轴一旦确定, 控制器就把它传给主机。

表面声波触摸屏不受温度、湿度等环境因素影响, 分辨率极高, 有极好的防刮性, 寿命

长(5000 万次无故障);透光率高(92%),能保持清晰透亮的图像质量;没有漂移,最适合公共场所使用。但表面感应系统的感应转换器在长时间运作下,会因声能所产生的压力而受到损坏。一般羊毛或皮革手套都会接收部分声波,对感应的准确度也受一定的影响。屏幕表面或接触屏幕的手指如沾有水渍、油渍、污物或尘埃,也会影响其性能,甚至令系统停止运作。

检测与定位

触摸屏是由多层的复合薄膜构成,透明性能的好坏直接影响到触摸屏的视觉效果。衡量触摸屏透明性能不仅要它的视觉效果来衡量,还应该包括透明度、色彩失真度、反光性和清晰度这四个特性。

绝对坐标系统。我们传统的鼠标是一种相对定位系统,只和前一次鼠标的位置坐标有关。而触摸屏则是一种绝对坐标系统,要选哪就直接点哪,与相对定位系统有着本质的区别。绝对坐标系统的特点是每一次定位坐标与上一次定位坐标没有关系,每次触摸的数据通过校准转为屏幕上的坐标,不管在什么情况下,触摸屏这套坐标在同一点的输出数据是稳定的。不过由于技术原理的原因,并不能保证同一点触摸每一次采样数据相同的,不能保证绝对坐标定位,点不准,这就是触摸屏最怕的问题:漂移。对于性能质量好的触摸屏来说,漂移的情况出现的并不是很严重。

透明性能:

Magic Touch 五线电阻触摸屏的 A 面是导电玻璃而不是导电涂层,导电玻璃的工艺使其寿命得到极大的提高,并且可以提高透光率。

各种触摸屏技术都是依靠传感器来工作的,甚至有的触摸屏本身就是一套传感器。各自的定位原理和各自所用的传感器决定了触摸屏的反应速度、可靠性、稳定性和寿命。

6. iSuppli: 预计 2013 年触摸屏出货量将达到 8.33 亿个

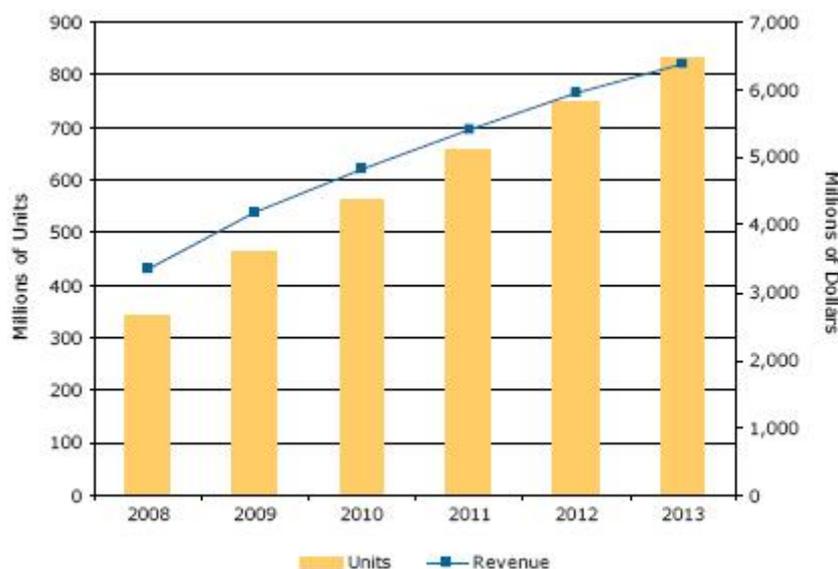
iSuppli 公司预测,在苹果公司 iPhone 热销及其精致的用户界面刺激下,2008-2012 年全球触摸屏显示器模块出货量将增长一倍以上。

鉴于这种强劲的增长前景,大约有 60 家厂商在上月于美国洛杉矶举办的 2008 年国际信息显示学会(SID)展会期间展示了各自的触摸屏传感器、模块或者系统技术。

2008 年全球触摸屏模块市场出货量将达 3.41 亿个,销售额将达到 34 亿美元。据 iSuppli 公司本周发布的最新预测,iSuppli 公司预测,到 2013 年该市场将增长到 8.33 亿个,2008-2013 年的复合年增长率为 19.5%。预计 2013 年全球触摸屏模块销售额将从 2008 年的 34 亿美元上升到 64 亿美元,复合年增长率为 13.7%。

图 5 所示为 iSuppli 公司对于 2008-2013 年触摸屏模块市场的预测。

图 5: 全球触摸屏模块市场预测 (出货量以百万个为单位, 销售额以百万美元为单位)



包括已投产以及新出现的技术在内，触摸屏技术总数本月已增加到 20 种，而 2007 年中期的时候是 16 种。新型触摸屏技术正在进行商业化，12 种技术现已开始量产。例如，N-trig 和 Lumio 自从 2007 年底以来就开始出货新型触摸屏技术产品。

许多厂商在 2007 年开始触摸屏的制造与集成业务，更多的厂商在 2008 年开始这些业务。但由于正在发生大量的企业并购活动，以及触摸屏应用不是欣欣向荣就是开始死亡，该市场仍然不太稳定。

投射电容式触摸屏强劲增长

由于苹果公司的 iPhone 大获成功，采用投射电容式技术的触摸屏销售大增。采用投射电容式触摸屏技术比使用比较普遍的电阻技术更加耐用，而且透射性更好。越来越多的触摸屏厂商在开发和商业化这类触摸屏。另外，电容与电阻显示器类型之间的平均价格差距不断缩小，使得电容技术更有吸引力。

投射电容式触摸屏 2007 年是增长最快的触摸屏类型，出货量为 1050 万个，销售额达 2.22 亿美元。

iSuppli 公司预测，投射电容式触摸屏将保持高速增长势头，2013 年出货量将达到 1.235 亿个，销售额将达 13 亿美元。

多点触摸成为热点

由于 iPhone 证明多点触摸技术可以做到便携，而且价格也能够令人承受，该技术已成为业内热点。许多另类触摸屏技术提供商都宣布具备开发多点触摸技术的能力，如触摸屏设计与开发商 NextWindow Ltd. 基于光学成像相机的触摸屏。其它例子包括 IR Touch Systems Technology Co. Ltd. 的红外触摸屏，以及 Stantum 公司。Stantum 公司就是以前的 JazzMutant，从 2004 年以来一直在生产多点触摸音乐控制器。

电阻触摸屏最为常见

电阻触摸屏是市场中最为常见的触摸屏技术，2007 年占全球单位出货量的 91%。但是，由于该技术的平均销售价格低，它占总体触摸屏市场销售额的比例只有 52%。

尽管它不是非常耐用，而且透射性也不好，但它的价格低，而且对手指及笔触比较敏感，所以最近几年仍然是出货量最高的触摸屏技术。

但是，由于几家大型制造商扩大产能以及 ITO 薄膜供应商数量有限，电阻触摸屏市场目前面临 Indium Tin Oxide (ITO) 薄膜短缺。

由于几家大型厂商扩大产能，其它类型的透明导电材料目前遇到了进入市场的机会，如导电聚合物、碳纳米管和 Antimony Tin Oxide (ATO)。实际上，富士通已经开始采用导电聚合物生产某些电阻性触摸屏。

更多的触摸屏技术将会出现

尽管一共有八种独特的已经商业化的触摸屏技术，即电阻式触摸屏、表面电容式触摸屏、投射式电容触摸屏、表面声波、红外、弯曲波、active digitizer、光学成像，厂商还在发明更多的新奇的触摸屏技术。这些技术包括 N-trig、索尼、夏普、TMD 和三星推出的新型触摸屏技术。有些厂商最近宣布计划开始生产触摸屏。另外，业内出现了一些并购活动，导致市场中出现了新的参与者。

触摸屏市场中有 100 多家供应商，300 多家 OEM/集成商和众多技术种类，该市场将迎来广阔的前景。

7. DisplaySearch:触摸屏市场 2015 年前将达到 33 亿美元

据 DisplaySearch 最近发表的一份报告，触摸屏市场到 2015 年前预计将达到 33 亿美元，而 2007 年是 12 亿美元。这相当于 2015 年以前出货量将从 2007 年的 2.4 亿片增加到 6.6 亿片。

这份《触摸屏市场分析报告》指出，2007-2015 年触摸屏的总体平均销售价格将上涨近 8%。DisplaySearch 表示，在许多应用中，提高面板大小和功能组合将抵消老式面板价格下跌的影响。

尽管出现了与之竞争的技术，如苹果 iPhone 用于提供多点触摸功能的感应电容 (projected capacitance) 技术，但预测期内电阻式触摸解决方案仍将占到出货量的 86%。但是，电阻触摸屏的营业额份额到 2015 年将从 2007 年的 78% 降至 64%。

“iPhone 证明多点触摸技术可以实现新一代的用户界面，”DisplaySearch 的中小显示器研究主管 Chris Crotty 在声明中表示，“庞大的手机出货量将压低触摸技术的成本，从而使其更快地向便携媒体播放器、数码相机和其它设备渗透。”

在触摸屏市场有大约 12 种技术在争夺主导地位，感应电容是其中之一。每种技术都有自己的优缺点。

夏普和 TMDisplay 等主要显示器供应商，正在积极开发所谓的 in-cell 光学触摸技术，它把光学传感器直接嵌入到 LCD 之中。目前的触摸屏具有独立的面板或传感器，安置在实际的显示器上面或者周围。

报告指出，手机在预测期内将占触摸屏出货量的 34%，占销售额的 21%。到 2015 年，

采用触摸屏的手机出货量将达到 2.23 亿部。

8.关于触摸屏的一些技术问答

触摸屏和显示屏集成在一起，还是独立外挂的？

一般来说，现在触摸屏和显示屏是独立分开的。

怎么理解多点触摸？

多点触摸就是允许多手指之间任意的选择和操作，这样可以极大地丰富操作类型。而且多点操作通常可以实现智能的手势识别，提供更人性化的用户界面。

多点触摸技术的优势与性价比？

多点触摸技术可以在不显著增加成本的情况下，使操作易于被用户理解和掌握，比如用两个手指就可以实现图像旋转，而不需要过多的菜单操作。

多点触摸技术门槛如何？怎样才能快速上手并熟练掌握？

多点触摸技术的实现依赖于控制芯片和触摸屏材料、工艺的支持，Cypress 提供了对多点触摸技术的全套解决方案，可以帮助客户快速上手，提供设计、调试和生产全面支持，详情请联系当地的 Cypress Support。

影响多点触摸屏准确度的干扰因素有哪些？

包括：ITO CapSense sensor 阻抗，X/Y sensor 对齐，LCD 显示时电压干扰，RF 干扰等。

多点触摸是否可运用在电阻触摸屏或表面电容触摸屏吗？

无法用在这两者上，表面电容触摸屏只能检测一个触摸点，现在的 4 线/5 线电阻触摸屏上也只能检测一个触摸点。

请教多点触摸？实现像 iPhone 那样的屏幕控制对触摸屏和控制芯片有什么特殊的要求，是否有现成的方案，谢谢。

iPone 使用的是互电容模式，行 Sensor 发出脉冲，列 Sensor 检测耦合过来的电容。这种方式需要使用 MIPS 高的 MCU / DSP,处理 X * Y 次检测操作，可以实现真正多点触摸。Cypress 方案目前使用的是自电容模式，检测行和列 Sensor 的电容，这种方式对 IC 的要求不高，处理 X + Y 次检测操作，可以检测多点，但只解析 (ITO Sensor 维数 - 1) 个点的具体位置。

请教多点触摸和平常触摸的区别是什么？为什么多点触摸，电脑可以识别两个以上的操作点？？

平常触摸通常只能实现单点操作，用于按键控制；多点触摸可以实现手势操作(Pan / Resize / rotate)，更方便用户操作。多点触摸需要触摸屏控制器的支持，控制器解析出多点的位置后报告给电脑或主机，后者就可以识别了。

那么设计触摸屏的主要技术瓶颈是什么？

有很多因素需要考虑：

与触摸 Sensor 个数 / 触摸屏控制芯片选型有关 - 触摸屏的大小；

与触摸屏 Cp 有关 - 触摸 Sensor 的形状和大小，触摸屏的结构安排和各材料的厚度，触摸屏与 LCD 屏之间的间距，FPC layout；

与 Cf 有关 - 触摸屏表面保护层的厚度；与 report rate 有关 - 触摸屏控制芯片性能。

MEMS 陀螺仪、加速计与触摸屏配合时要注意哪些问题？

请问专家，象 iPhone 这种 MEMS 陀螺仪、加速计与触摸屏配合的应用是不是有很多专有技术在里面，挑战很大？要注意哪些问题？

当 MEMS 陀螺仪、加速计与触摸屏配合后，CPU 需要同时处理来自触摸屏控制器与陀螺仪 / 加速计两者的输入信息：触摸屏控制器提供触摸位置和手势数据，陀螺仪 / 加速计提供角速度和加速度等信息。CPU 需要定义自己的 GUI 协议，据此进行输入控制 / 图像控制等。

多点触摸的技术以及应用现状和趋势？

怎么理解多点触摸？

多点触摸就是允许多手指之间任意的选择和操作，这样可以极大地丰富操作类型。而且多点操作通常可以实现智能的手势识别，提供更人性化的用户界面。

多点触摸技术的优势与性价比？

多点触摸技术可以在不显著增加成本的情况下，使操作易于被用户理解和掌握，比如用两个手指就可以实现图像旋转，而不需要过多的菜单操作。

自动柜员机上的手写输入汉字，属于多点触摸吗？

ATM 上的手写输入汉字不属于多点触摸：用一个手指手写汉字，系统识别并显示可能的汉字，用户确认输入。多点触摸主要用于图像操作，比如拍摄了一幅数码图片，可以用两个垂直方向手指的左右移动来观看左边和右边显示不出来的部分，也可以张大紧靠的两个手指来放大图片，还可以固定一个手指旋转另一个手指来旋转图片。多点触摸也可以用于游戏控制，通过多个手指操控不同的游戏动作。

多点触摸的好处？

操作手持式设备时，通常一手拿着设备，仅有另一支手用于操作。对于图像放大/旋转/平移，传统的方式是用上下左右导航键 / 鼠标单击菜单显示操作项，然后单击相应命令来操作，这即费时又费力。多点触摸时，系统检测到手势命令并传送给主机刷新显示，这样可以使用两个或多个手指来直接操作图像，更为直观并友好。

多点触摸技术的优势与性价比？

多点触摸技术可以在不显著增加成本的情况下，使操作易于被用户理解和掌握，比如用两个手指就可以实现图像旋转，而不需要过多的菜单操作。

哪些产品领域的设计中需要多点触摸技术？

比如：导航仪可以用两个手指来放大和缩小图象。通常需要识别两个手指手示的地方可以使用多点触摸技术。

请教一下关于电阻式区分 4 线和 5 线的判别，与电容式的比较呢？

四线电阻模拟量技术的两层透明金属层工作时每层均增加 5V 恒定电压：一个垂直方向，一个水平方向。总共需四根电缆。特点：高解析度，高速传输反应。表面硬度处理，减少擦伤、刮伤及防化学处理。具有光面及雾面处理。一次校正，稳定性高，永不漂移。

五线电阻技术触摸屏的基层把两个方向的电压场通过精密电阻网络都加在玻璃的导电工作面上，我们可以简单的理解为两个方向的电压场分时工作加在同一工作面上，而外层镍金导电层只仅仅用来当作纯导体，有触摸后分时检测内层 ITO 接触点 X 轴和 Y 轴电压值的方法测得触摸点的位置。五线电阻触摸屏内层 ITO 需四条引线，外层只作导体仅仅一条，触摸屏得引出线共有 5 条。特点：解析度高，高速传输反应。表面硬度高，减少擦伤、刮伤及防化学处理。同点接触 3000 万次尚可使用。导电玻璃为基材的介质。一次校正，稳定性高，永不漂移。五线电阻触摸屏有高价位和对环境要求高的缺点。

不管是四线电阻触摸屏还是五线电阻触摸屏,它们都是一种对外界完全隔离的工作环境，不怕灰尘和水汽，它可以用任何物体来触摸,可以用来写字画画，比较适合工业控制领域及办公室内有限人的使用。电阻触摸屏共同的缺点是因为复合薄膜的外层采用塑胶材料,不知道的人太用力或使用锐器触摸可能划伤整个触摸屏而导致报废。不过,在限度之内，划伤只会伤及外导电层，外导电层的划伤对于五线电阻触摸屏来说没有关系,而对四线电阻触摸屏来说是致命的。电容触摸屏靠电容感应，不需要压力，轻轻触摸就可以了，寿命更长；没有空气层使它的透光率更高，LCD 功耗更小。电容触摸屏也有许多类型...

对于电阻式触摸屏来说，怎样校正？

类似于将一个线性空间的值 映射到另一个线性空间。

可以通过获得已理论定位 $(XL, YT), (XL, YB), (XR, YT), (XR, YB)$ 的四个角的 ADC 采样坐标 $(XL1, YT1), (XL2, YB1), (XR1, YT2), (XR2, YB2)$, $XL' = (XL1 + XL2) / 2$, $XR' = (XR1 + XR2) / 2$. $K_X = (XR - XL) / (XR' - XL')$; 随后获得的采样 X 将会被校正为: $X' = (X - XL') * K_X$; X' 就在 $[XL, XR]$ 范围了。

感应电容触摸屏和表面电容触摸屏能支持覆盖物最大的厚度是多少？

表面电容触摸屏的最大厚度为 1mm,感应电容触摸屏最大厚度能到 10-15mm.

我能通过硬件或软件优化来提高触摸屏的灵敏度吗？

是的,可以通过硬件和软件调试优化提高触摸屏的一些灵敏度,但是对于感应电容触摸屏触摸点的大小会改变会影响触摸屏的最大分辨率,但是通过软件调试优化的方法不会影响触摸屏的分辨率.

表面磨损怎么控制？

一般来说，电阻式的触摸屏磨损比较大。电容式触摸屏理论上不会有磨损，在一般使用情况下不会有问题。

独立式矩阵的并行感应为什么不能同时感应相邻单元？

在独立式矩阵的触摸屏上，一个手指会同时接触到 2 个感应单元，如果同时感应相邻单元的话，就不能精确判断接触的位置。

我们用的触摸屏是电阻式的，采集信号是 4kHz，请问触摸屏最快的采集速度可以达到多少？

触摸屏的采集速度跟它的扫描原理以及感应传感器的多少都有关系，同时也受到芯片处理能力的影响。所以要根据实际情况来判断采集速度可以达到多少。

是不是触摸屏技术的成本很高？

触摸屏技术的成本与选用的材料，透光率，厚度等因素相关，电阻式触摸屏成本低但有一些固有的缺点。现在随着 iPhone 感应电容触摸屏的实用化，感应电容触摸屏的成本已经到了普及化的程度。

触摸屏对手指上静电如何防护？

Cypress 的 PSoC 芯片已经通过了严格的静电测试，所以在我们的方案里，手指的静电对触摸屏不会产生太大的影响。

PSoC 中的 CapSense 触摸屏在 PCB 布局有什么特别的要求？走线间的分布电容影响有多大？

PSoC 中的 CapSense 触摸屏对 PCB 布局有一些要求，比如尽量减小 PCB 板的寄生电容，减小 CapSense 走线之间的相互影响等，Cypress 帮助客户对 CapSense PCB Layout Review，减少设计弯路。

走线间的分布电容可能造成对触摸点的错误检测。

ITO 加工给一般用户设计带来有点难度,是否有其它材料代替？

不行，现在还没有其他合适的材料

如何避免外界温度变化对 ITO 触摸屏的影响？

可以通过温度传感器检测外界环境温度的变化，然后修根据温度变化修正单位面积阻抗值，从而避免温度对 ITO 触摸屏的影响。

对于液晶屏有什么特殊要求，普通液晶屏幕即可改装为多点触摸屏吗？

某种具体的液晶屏是多点触摸屏或单点触摸屏，取决于这个触摸屏所采用的技术类型。至于具体哪种方案支持多点触摸，请看我们的演讲文件。

触摸屏感应需要用到多少个 I/O,所用到的 I/O 口的数量与屏的大小有什么关系吗？

取决于您用的技术，对于表面电容触摸屏来说，典型的是 4 线结构，所有的 PSoC I/O 既可以是模拟 I/O，又可以是数字 I/O，也就是说，除了 4 个已经用为电容感应的 I/O 口外，剩下都可以用作数字 I/O，具体的个数取决于具体型号

我们公司的触摸屏需要的压力较大！采用电容方式可以减小压力吗？

采用电容方式，灵敏度和手指与触摸屏的接触面积有关。当灵敏度调得比较高时，只需要轻轻触摸。

在触摸屏设计中，应该注意的有那些呢？

首先在设计触摸屏时要先确定应用的范围以及需求，包括触摸屏的尺寸以及解析度等。根据要求选择用电容式还是电阻式触摸屏。然后就要达到一定的信噪比和线性度来保证最后触摸屏的性能。这些参数都可以通过对 PSoC 的设计来达到最优的效果。

多点触摸是否可以实现类似鼠标左键“按住不放、拖动”功能？

可以

多点触摸，支持力传感吗？也就是说在测量位置的同时能测出触摸的力吗？

触摸屏一般用的是透明的导体材料 ITO（铟锡氧化物），如果需要测量力的大小，那需要压力传感器。所以，就目前的触摸屏方案，是测不出触摸力。

互电容工作下，由于工作电压变大，对应的功耗是不是变大了呢？

是的。

它需要 X * Y 个扫描操作，这也增加了功耗。

有无隔着金属的触摸放按

无。

触摸屏何种情况出现按压彩虹？出现了彩虹之后，如何处理？

电阻触摸屏压力太大时会发生这种情况，但是表面电容和感应电容触摸屏不需要压力，所以不会出现这种情况

触摸屏上的按键都是电容式的吗？抗干扰能力怎么样呢？

常见的触摸屏有五种，分别为红外触摸屏，电阻触摸屏，声波触摸屏，表面电容触摸屏和感应电容触摸屏，综合性能最好的是表面触摸屏和感应电容触摸屏，抗干扰能力很强

很多人喜欢在随身电子产品的 LCD 上贴保护膜，会影响触摸效果吗？

一般不会

触摸屏的精度如何把握？

触摸屏的精度应该与触摸屏的分辨率有关。

多点触控屏能不能、什么时候能实现手写功能

现在就可以。

A/D D/A 可以配置多多少位分辨率

AD: 14 位,

D/A: 9 位。

触摸屏感应需要用到多少个 I/O，能剩下多少个数字 I/O（比如通讯口）

这与采用的触摸屏方案，屏的尺寸，触摸 Sensor 的个数等有关。

触摸屏的覆盖物最高可以做到多厚

触摸屏的覆盖物可以>5mm

触摸屏对触摸力度和硬度的极限要求及分辨率等相关规格？

如果是电阻式触摸屏，触摸屏对力度有要求，因为它是接触式。如果用的是 cypress 的感应电容触摸屏方案，则与力度和硬度无关。

多点触摸，能不能使用一块 PCB 铜板+覆盖物+Psoc 来完成？

可以，这样会比在 ITO 上实现的效果更好

现在使用液晶模块可以加上触摸屏使用吗？

可以。

多点触摸最大可以支持多少点？

多点触摸所能支持点数取决于触摸屏的硬件。

多点触摸是硬件实现的还是软件实现的？

多点触摸需要硬件支持，并通过软件来实现检测。