

## 嵌入式系统中的触摸屏及其控制

**摘要：**触摸屏逐渐取代键盘成为嵌入式系统常选用的人机交互工具。本文以电阻式触摸屏和触摸屏控制器 ADS7846 为例介绍触摸屏及其控制器的原理，并以一个应用实例说明如何用触摸屏及其控制器构成嵌入式系统的输入系统。

**关键词：**嵌入式系统、触摸屏、触摸屏控制器，人机交互，便携式电子

在便携式的电子类产品中，触摸屏由于其轻便、占用空间少、方便灵活等优点，已经逐渐取代键盘成为嵌入式计算机系统的输入设备。基于触摸屏的输入系统实际上是由触摸屏、触摸屏控制器、微控制器及其相应软件构成的，本文从系统的硬件组成入手，分析整个系统的硬软件原理及其实现方法。

### 一. 系统组成原理

触摸屏输入系统由触摸屏、触摸屏控制器和微控制器三部分组成。图 1 示出了一个实际的触摸屏输入系统，在该系统中触摸屏采用信利公司的四线电阻式触摸屏，触摸屏控制器采用 BB 公司的 ADS7846，微控制器为 Motorola M-CORE 系列的 MMC2107。

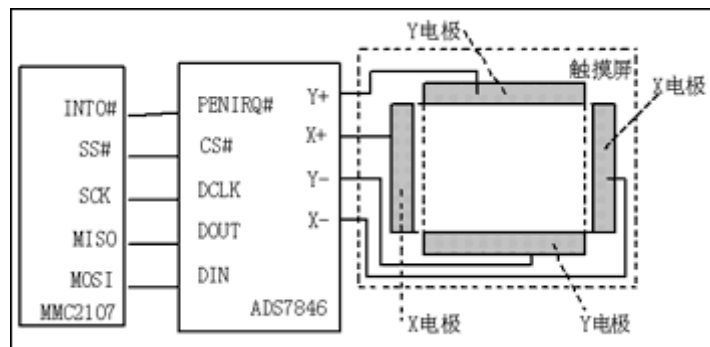


图 1 触摸屏输入系统的组成

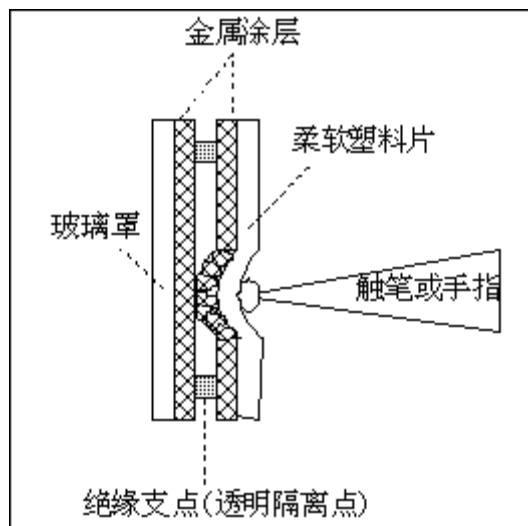


图 2 触摸屏的触摸示意图

### 1. 触摸屏原理

触摸屏附着在显示器的表面，与显示器相配合使用，如果能测量出触摸点在屏幕上的坐标位置，则可根据显示屏上对应坐标点的显示内容或图符获知触摸者的意图。触摸屏按其技术原理可分为五类：矢量压力传感式、电阻式、电容式、红外线式、表面声波式，其中电阻式触摸屏在嵌入式系统中用的较多。电阻式触摸屏是一块 4 层的透明的复合薄膜屏，如图 2 所示，最下面是玻璃或有机玻璃构成的基层，最上面是一层外表面经过硬化处理从而光滑防刮的塑料层，中间是两层金属导电层，分别在基层之上和塑料层内表面，在两导电层之间有许多细小的透明隔离点把它们隔开。当手指触摸屏幕时，两导电层在触摸点处接触。

触摸屏的两个金属导电层是触摸屏的两个工作面，在每个工作面的两端各涂有一条银胶，称为该工作面的一对电极，若在一个工作面的电极对上施加电压，则在该工作面上就会形成均匀连续的平行电压分布。如图 1 所示，当在 X 方向的电极对上施加一确定的电压，而 Y 方向电极对上不加电压时，在 X 平行电压场中，触点处的电压值可以在 Y+(或 Y-)电极上反映出来，通过测量 Y+电极对地的电压大小，便可得知触点的 X 坐标值。同理，当在 Y 电极对上加电压，而 X 电极对上不加电压时，通过测量 X+电极的电压，便可得知触点的 Y 坐标。电阻式触摸屏有四线和五线两种。四线式触摸屏的 X 工作面和 Y 工作面分别加在两个导电层上，共有四根引出线，分别连到触摸屏的 X 电极对和 Y 电极对上。五线式触摸屏把 X 工作面和 Y 工作面都加在玻璃基层的导电涂层上，但工作时，仍是分时加电压的，即让两个方向的电压场分时工作在同一工作面上，而外导电层则仅仅用来充当导体和电压测量电极。因此，五线式触摸屏的引出线需为 5 根。

## 2. ADS7846 触摸屏控制器的工作原理

各种类型的触摸屏均有其相应的控制器，如：ADS7846 是四线式触摸屏的控制器，而 ADS7845 是五线式触摸屏的控制器。控制器的主要功能是分时向 X、Y 电极对施加电压，并把测量电极上的电压信号转换为相应触摸点的 X、Y 坐标。

### 1).操作原理

ADS7846 内部有一个由多个模拟开关组成的供电-测量电路网络和 12 位的 A/D 转换器（参见图 3）。ADS7846 根据微控制器发来的不同测量命令导通不同的模拟开关，以便向工作面电极对提供电压，并把相应测量电极上的触点坐标位置所对应的电压模拟量引入 A/D 转换器。在触摸点 X、Y 坐标的测量过程中，测量电压与测量点的等效电路如图 4 所示，图中 P 为测量点。

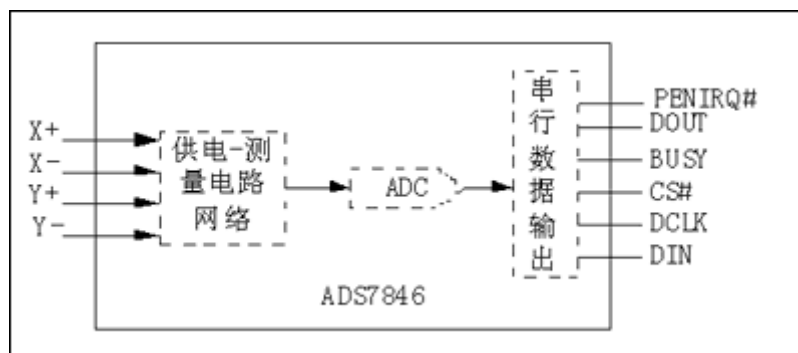


图 3 ADS7846 的功能框图

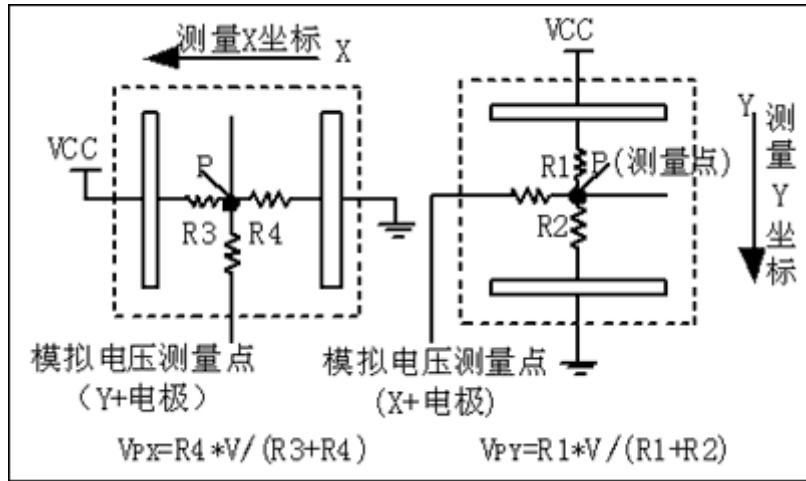


图 4 测量关系

2).数字接口

ADS7846 与 MMC2107 之间通过标准的 SPI 口相连，由 MMC2107 启动 3 次 SPI 传送来完成转换，如图 5 所示。第一次 SPI 传送由 MMC2107 向 ADS846 发控制字，包括起始位、通道选择、8/12 位模式、差分/单端选择和掉电模式选择，接下来的两次 SPI 传送则是 MMC2107 从 ADS7846 取 A/D 转换结果数据（最后四位自动补零），完成触摸屏控制器和微控制器之间的一次通信。

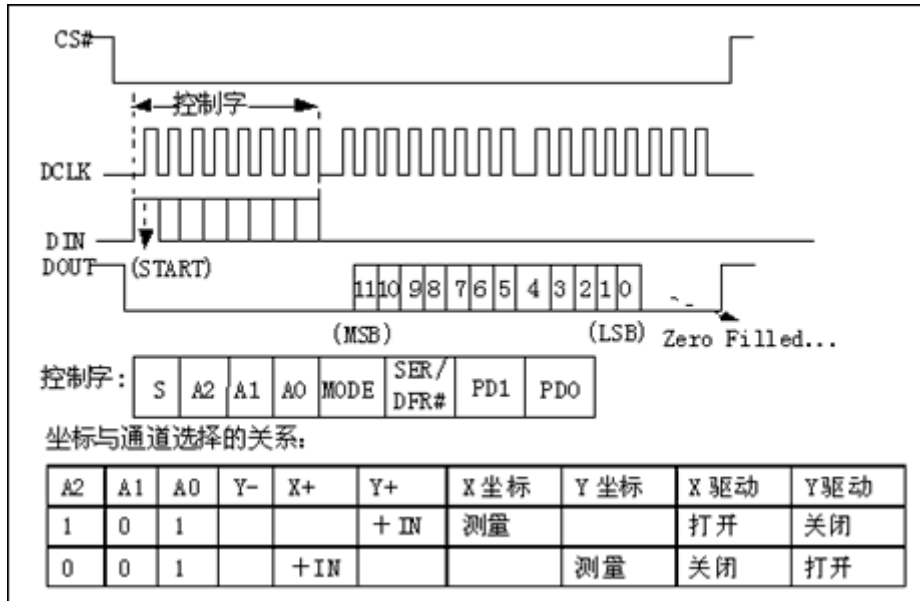


图 5 转换时序

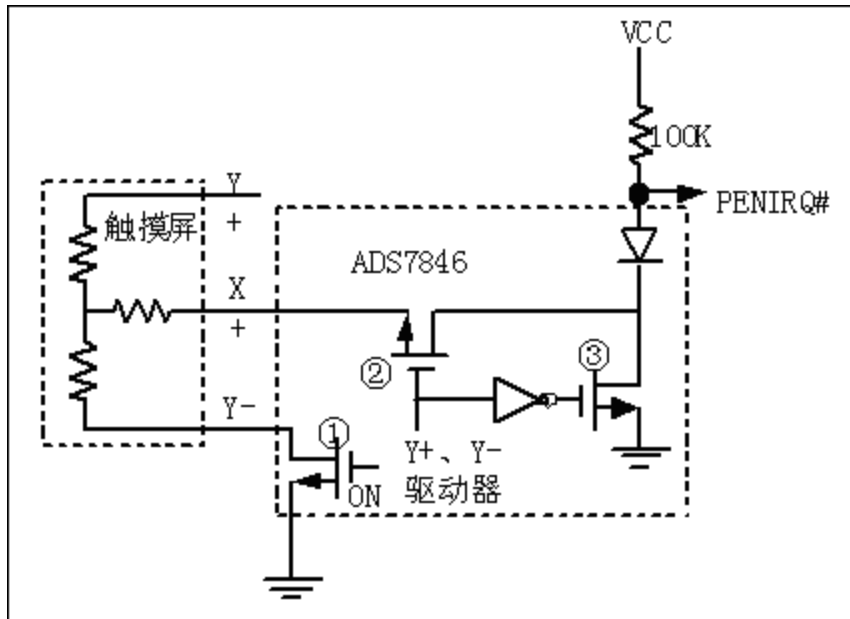


图 6 笔中断请求

### 3).笔中断（PENIRQ#）输出

ADS7846 通过笔中断请求向 MMC2107 表示有触摸发生。如图 6 所示，当没有触摸时，MOSFET①和②打开、③关闭，则笔中断输出引脚通过外加的上拉电阻输出为高。当有触摸时，①和③打开、②关闭，则笔中断输出引脚通过③内部连接到地而输出为低，从而向 MMC2107 提中断请求。

## 二. 实际应用举例

触摸屏输入系统的硬件连线如图 1 所示，当有触摸时 ADS7846 向 MMC2107 提中断请求，由 MMC2107 响应该中断请求,启动图 5 所示的通信过程,读取 ADS7846 的转换结果,从而得到触摸点的坐标,其软件接口如图 7 所示,包括系统初始化(图中省略)、中断服务程序和 ADS7846 测量程序三部分。在 ADS7846 测量程序中,完成一次 MMC2107 和 ADS7846 之间的通信过程。

在测量过程中发现 ADS7846 的外时钟为 50KHz~60KHz 时是比较适宜的。ADS7846 只能作为 SPI 的从设备,各信号的时序是完全固定的,因此需要配置 MMC2107 SPI 接口信号的时序使之完全符合 ADS7846 的时序,尤其是从选择信号 SS#在一次通信过程中应一直为低(见图 5)。

实际测量结果如表 1、表 2 所示:表 1 是在一条基本竖直的直线上等距离测量的几个点的坐标值,从表中可得 X 坐标的斜率为 64.25/mm,表 2 是一条基本水平的直线上等距离测量的几个点的坐标值,可知 Y 坐标变化斜率为 46.33/mm。

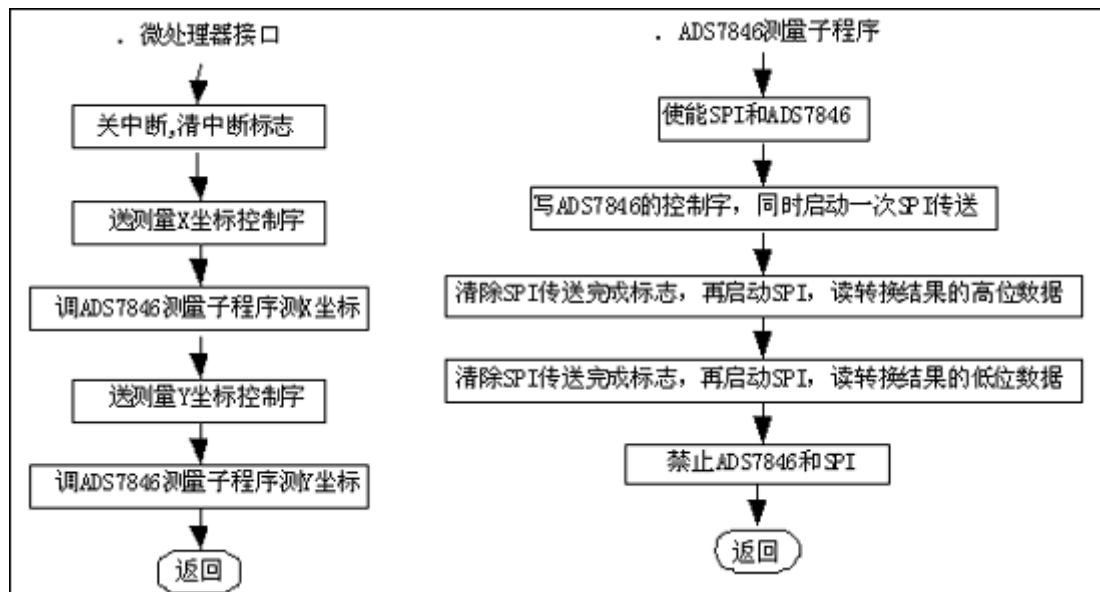


图 7 软件接口流程图

表 1:

X 坐标	2223	2198	2192	2180	2182	2198	2173	2188
Y 坐标	157	380	620	849	1079	1326	1551	1801

表 2:

X 坐标	3935	3621	3311	2999	2669	2327	2012	1701	1387	1055
Y 坐标	2056	2059	2059	2062	2057	2057	2053	2086	2066	2032

来源: 嵌入式技术网