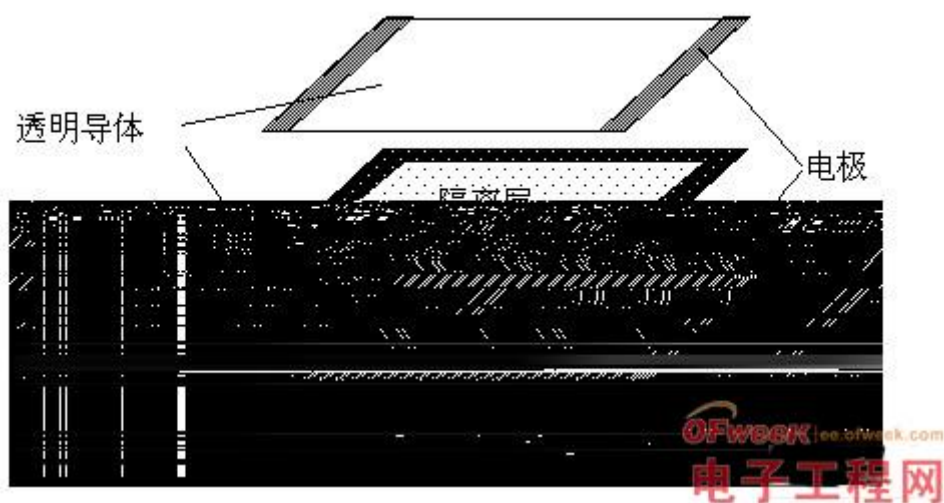


详解四线电阻触摸屏的工作原理

简要介绍触摸屏的结构及工作原理，并以 Burr-Brown 公司的触摸屏控制芯片 ADS7843 为例，介绍触摸屏应用的典型电路和操作。由于 ADS7843 内置 12 位 A/D，理论上触摸屏的输入坐标识别精度为有效长宽的 1/4096。

1 触摸屏的基本原理

典型触摸屏的工作部分一般由三部分组成，如图 1 所示：



两层透明的阻性导体层、两层导体之间的隔离层、电极。阻性导体层选用阻性材料，如铟锡氧化物（ITO）涂在衬底上构成，上层衬底用塑料，下层衬底用玻璃。隔离层为粘性绝缘液体材料，如聚脂薄膜。电极选用导电性能极好的材料（如银粉墨）构成，其导电性能大约为 ITO 的 1000 倍。

触摸屏工作时，上下导体层相当于电阻网络，如图 2 所示。

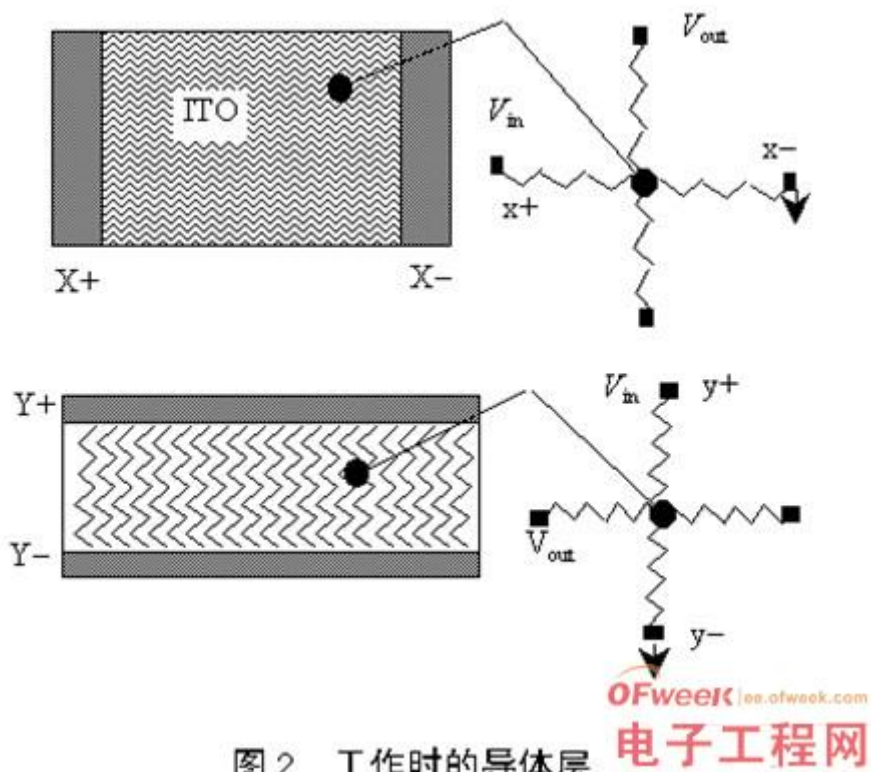


图2 工作时的导体层

当某一层电极加上电压时，会在该网络上形成电压梯度。如有外力使得上下两层在某一点接触，则在电极未加电压的另一层可以测得接触点处的电压，从而知道接触点处的坐标。比如，在顶层的电极(X+, X-)上加上电压，则在顶层导体层上形成电压梯度，当有外力使得上下两层在某一点接触，在底层就可以测得接触点处的电压，再根据该电压与电极(X+)之间的距离关系，知道该处的X坐标。然后，将电压切换到底层电极(Y+, Y-)上，并在顶层测量接触点处的电压，从而知道Y坐标。

2 触摸屏的控制实现

现在很多PDA应用中，将触摸屏作为一个输入设备，对触摸屏的控制也有专门的芯片。很显然，触摸屏的控制芯片要完成两件事情：其一，是完成电极电压的切换；其二，是采集接触点处的电压值（即A/D）。本文以BB(Burr-Brown)公司生产的芯片ADS7843为例，介绍触摸屏控制的实现。

2.1 ADS7843的基本特性与典型应用

ADS7843是一个内置12位模数转换、低导通电阻模拟开关的串行接口芯片。供电电压 $2.7\sim 5\text{V}$ ，参考电压 V_{REF} 为 $1\text{V}\sim +V_{CC}$ ，转换电压的输入范围为 $0\sim V_{REF}$ ，最高转换速率为125 kHz。ADS7843的引脚配置如图3所示。



图 3 ADS7843 引脚图

表 1 为引脚功能说明，图 4 为典型应用。

表 1 引脚功能说明

引脚号	引脚名	功能描述
1,10	+V _{CC}	供电电源 2.7~5 V
2,3	X+,Y+	接触触摸屏正电极，内部 A/D 通道
4,5	X-,Y-	接触触摸屏负电极
6	GND	电源地
7,8	IN3,IN4	两个附属 A/D 输入通道
9	V _{REF}	A/D 参考电压输入
11	$\overline{\text{PENIRQ}}$	中断输出，须接外拉电阻 (10 kΩ 或 100 kΩ)
12,14,16	DOUT,DIN,DCLK	串行接口引脚，在时钟下降沿数据移出，上升沿移进
13	BUSY	忙指示，低电平有效
15	$\overline{\text{CS}}$	片选

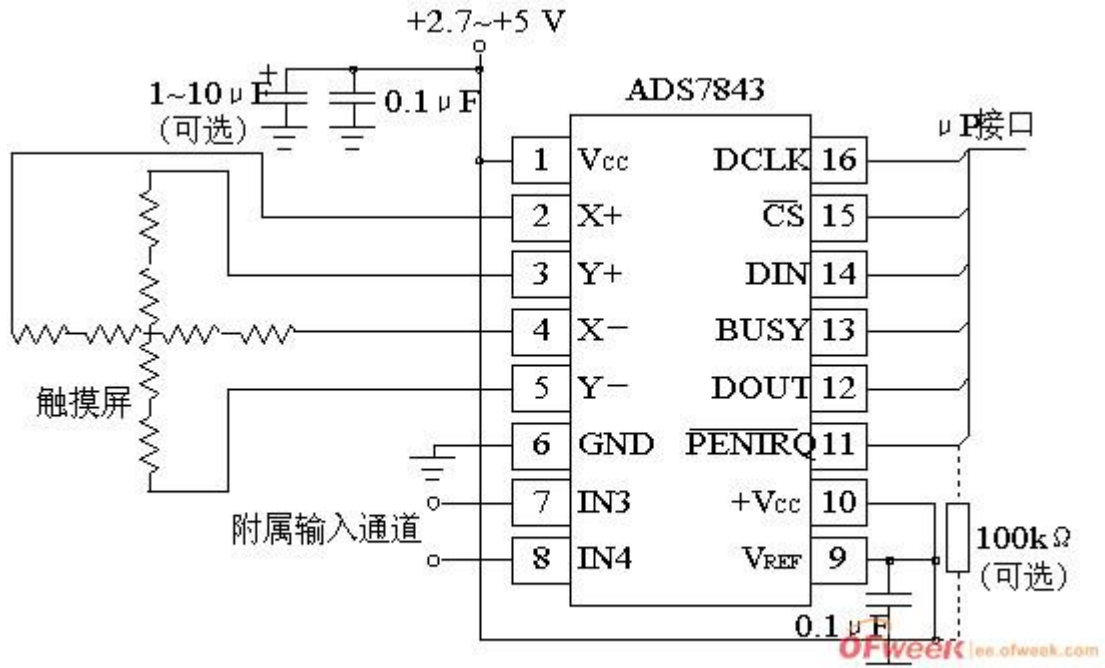


图 4 ADS7843 的典型应用

2.2 ADS7843 的内部结构及参考电压模式选择

ADS7843 之所以能实现对触摸屏的控制，是因为其内部结构很容易实现电极电压的切换，并能进行快速 A/D 转换。

图 5 所示为其内部结构，A2~A0 和 SER/ 为控制寄存器中的控制位，用来进行开关切换和参考电压的选择。

OFweek 电子工程网

Ofweek 电子工程网

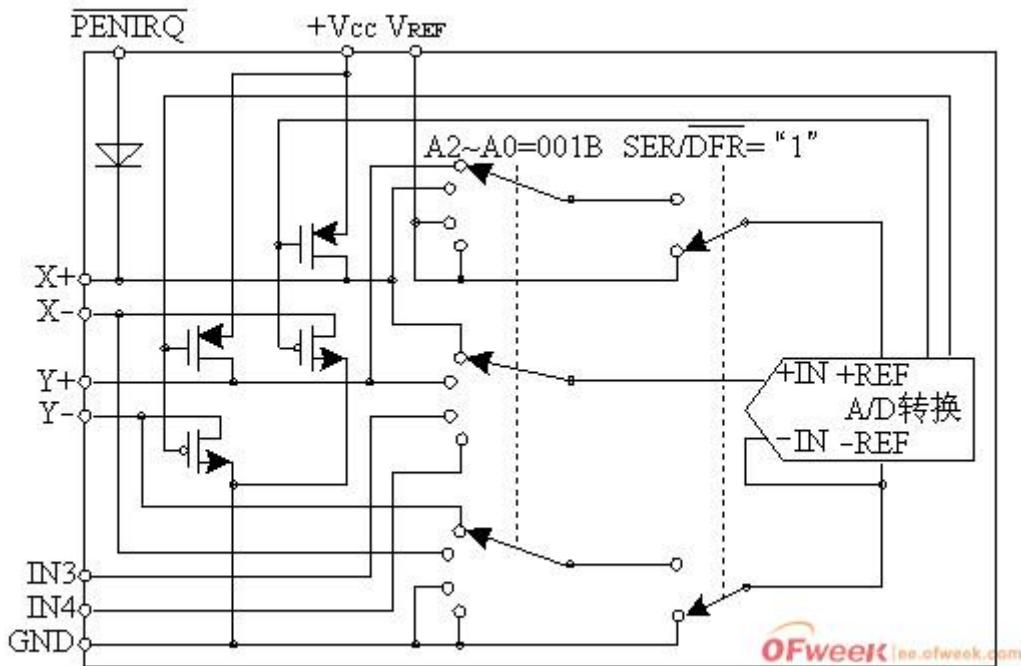


图 5 ADS7843 内部结构

OFweek 电子工程网

ADS7843 支持两种参考电压输入模式：一种是参考电压固定为 V_{REF} ，另一种采取差动模式，参考电压来自驱动电极。这两种模式分别如图 6 (a)、(b) 所示。

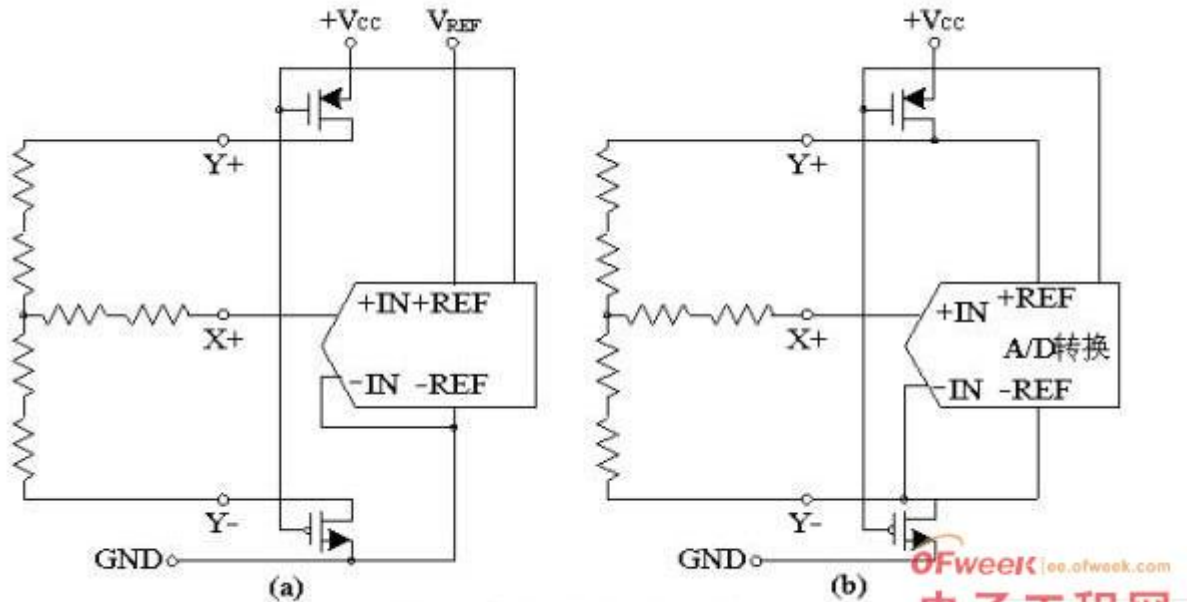


图 6 参考电压输入模式

OFweek 电子工程网

采用图 6 (b) 的差动模式可以消除开关导通压降带来的影响。表 2 和表 3 为两种参考电压输入模式所对应的内部开关状况。

表 2 参考电压非差动输入模式 (SER/DFR=“1”)

A2	A1	A0	X+	Y+	IN3	IN4	-IN	X 开关	Y 开关	+REF	-REF
0	0	1	+IN				GND	OFF	ON	+V _{REF}	GND
1	0	1		+IN			GND	ON	OFF	+V _{REF}	GND
0	1	0			+IN		GND	OFF	OFF	+V _{REF}	GND
1	1	0				+IN	GND	OFF	OFF	+V _{REF}	GND

表 3 参考电压差动输入模式 (SER/DFR = “0”)

A2	A1	A0	X+	Y+	IN3	IN4	-IN	X 开关	Y 开关	+REF	-REF
0	0	1	+IN				-Y	OFF	ON	+Y	-Y
1	0	1		+IN			-X	ON	OFF	+X	-X
0	1	0			+IN		GND	OFF	OFF	+V _{REF}	GND
1	1	0				+IN	GND	OFF	OFF	+V _{REF}	GND

2.3 ADS7843 的控制字及数据传输格式

ADS7843 的控制字如表 4 所列,其中 S 为数据传输起始标志位,该位必为“1”。A2~A0 进行信道选择(见表 2 和 3)。MODE 用来选择 A/D 转换的精度,“1”选择 8 位,“0”选择 12 位。SER/选择参考电压的输入模式(见表 2 和 3)。PD1、PD0 选择省电模式:“00”省电模式允许,在两次 A/D 转换之间掉电,且中断允许;“01”同“00”,只是不允许中断;“10”保留;“11”禁止省电模式。

表 4 ADS7843 的控制字

bit7(MSB)	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
S	A2	A1	A0	MODE	SER/DFR	PD1	PD0

为了完成一次电极电压切换和 A/D 转换,需要先通过串口往 ADS7843 发送控制字,转换完成后再通过串口读出电压转换值。标准的一次转换需要 24 个时钟周期,如图 7 所示。

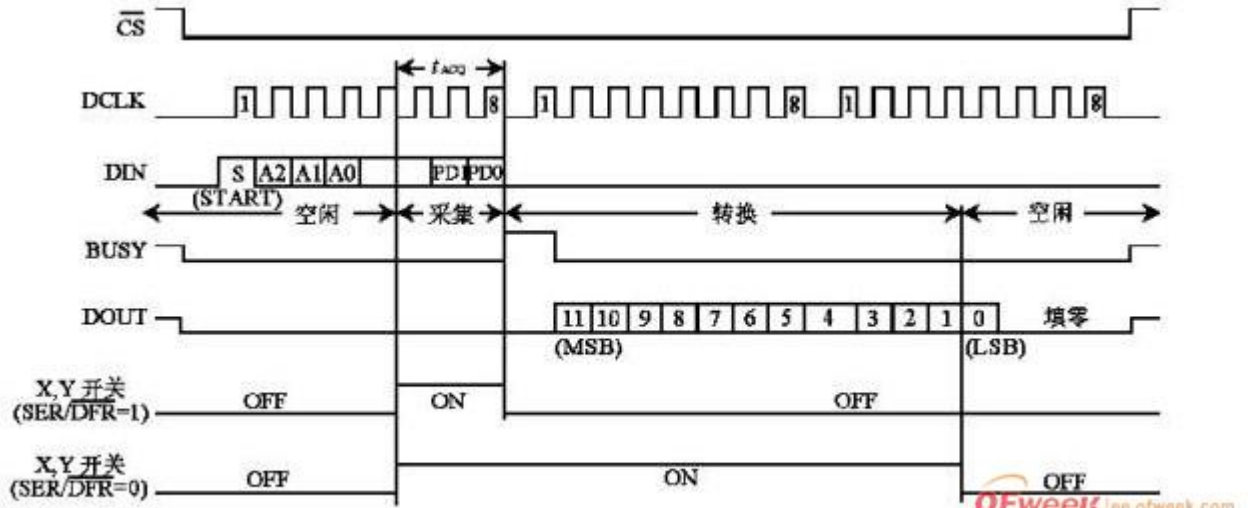


图7 A/D 转换时序 (每次转换需 24 个时钟周期)

由于串口支持双向同时进行传送, 并且在一次读数与下一次发控制字之间可以重叠, 所以转换速率可以提高到每次 16 个时钟周期, 如图 8 所示。

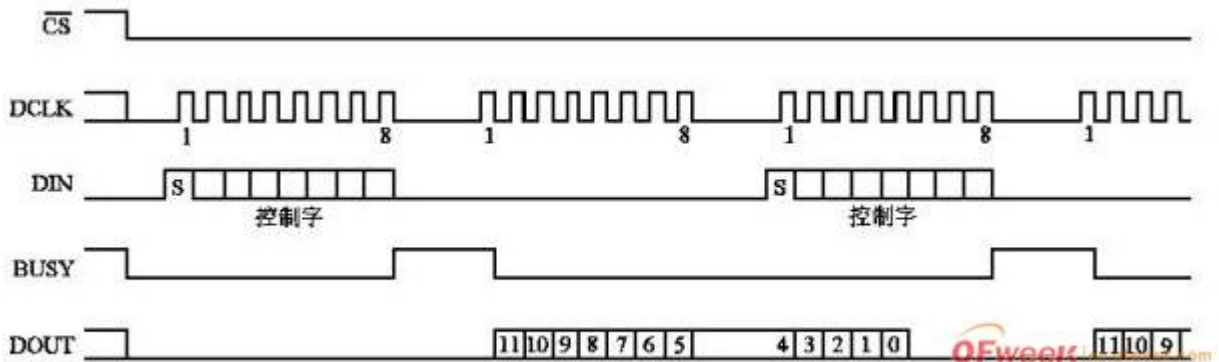


图8 A/D 转换时序 (每次转换需 16 个时钟周期)

如果条件允许, CPU 可以产生 15 个 CLK 的话 (比如 FPGAs 和 ASICs), 转换速率还可以提高到每次 15 个时钟周期, 如图 9 所示。

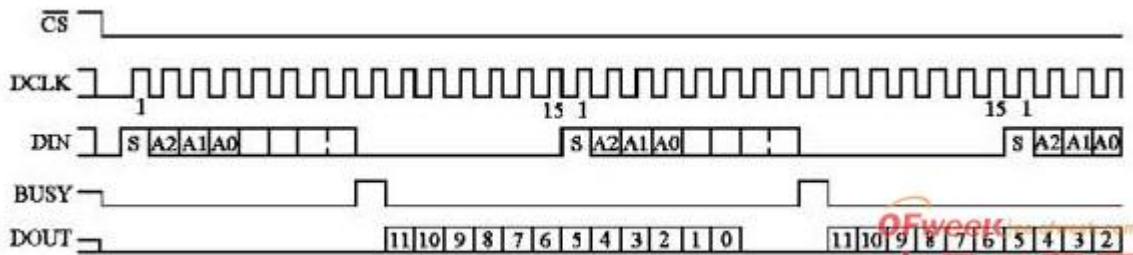


图9 A/D 转换时序 (每次转换需 15 个时钟周期)

2.4 A/D 转换时序的程序设计

ADS7843 的典型应用如图 4 所示。假设 μP 接口与 51 单片机的 P1.3~P1.7 相连，现以一次转换需 24 个时钟周期为例，介绍 A/D 转换时序的程序设计。

; A/D 接口控制线

DCLKBITP1.3

CSBITP1.4

DINBITP1.5

BUSYBITP1.6

DOUTBITP1.7

; A/D 信道选择命令字和工作寄存器

CHX EQU 094H; 信道 X+ 的选择控制字

CHY EQU 0D4H; 信道 Y+ 的选择控制字

CH3 EQU 0A4H

CH4 EQU 0E4H

AD_CHEQU 35H; 信道选择寄存器

AD_DATAHEQU 36H; 存放 12 bit A/D 值

AD_DATALEQU 37H

; 存放信道 CHX+ 的 A/D 值

CHX_AdHEQU 38H

CHX_AdLEQU 39H

; 存放信道 CHY+ 的 A/D 值

CHY_AdHEQU 3AH

CHY_AdLEQU 3BH

; =====

; 采集信道 CHX+ 的程序段 (CHXAD)

CHXAD:

MOVAD_CH, #CHX

LCALLAD_RUN

MOVCHX_AdH, AD_DATAH

MOVCHX_AdL, AD_DATAH

RET

; 采集信道 CHY+的程序段 (CHYAD)

CHYAD:

MOVAD_CH, #CHY

LCALLAD_RUN

MOVCHY_AdH, AD_DATAH

MOVCHY_AdL, AD_DATAH

RET

; =====

; A/D 转换子程序 (AD_RUN)

; 输入: AD_CH-模式和信道选择命令字

; 输出: AD_RESULTH, L ;12 bit 的 A/D 转换值

; 使用: R2 ;辅助工作寄存器

AD_RUN:

CLRCS; 芯片允许

CLRCLK

MOVR2, #8;先写 8 bit 命令字

MOVA, AD_CH

AD_LOOP:

MOVC, ACC. 7

MOVDIN, C; 时钟上升沿锁存 DIN

SETBDCLK; 开始发送命令字

CLRDCLK; 时钟脉冲, 一共 24 个

RL A

DJNZR2, AD_LOOP

NOP

NOP

NOP

NOP

ADW0:

JNBBUSY, AD_WAIT; 等待转换完成

SJMPADW1

AD_WAIT:

LCALLWATCHDOG

NOP

SJMPADW0

CLRDIN

ADW1:

MOVR2, #12; 开始读取 12bit 结果

SETBDCLK

CLRDCLK

AD_READ:

SETBDCLK

CLRCLK;用时钟的下降沿读取

MOVA, AD_DATA1

MOVC, DOUT

RLCA

MOVAD_DATA1, A

MOVA, AD_DATAH

RLCA

MOVAD_DATAH, A

DJNZR2, AD_READ

MOVR2, #4;最后是没用的 4 个时钟

IGNORE:

SETBDCLK

CLRCLK

DJNZR2, IGNORE

SETBCS;禁止芯片

ANLAD_DATAH, #0FH;屏蔽高 4 bit

RET

2.5 A/D 转换结果的资料格式

ADS7843 转换结果为二进制格式。需要说明的是，在进行公式计算时，参考电压在两种输入模式中是不一样的。而且，如果选取 8 位的转换精度， $1\text{LSB}=\text{VREF}/256$ ，一次转换完成时间可以提前 4 个时钟周期，此时串口时钟速率也可以提高一倍。

结束语

在许多嵌入式系统中，CPU 提供专门的模块来支持液晶显示和触摸屏的输入，使得接口非常简单。比如，MOTOROLA 的 MC68VZ328 (称为 Dragon Ball) 就提供专

门的引脚来支持 8 位和 4 位的液晶显示,对触摸屏的支持通过 SPI2 借助 ADS7843 也很容易完成。

OFweek 电子工程网