

## 第十六章 ADC 和触摸屏接口

### 16.1 概述

10 位 CMOS 的 ADC（模数转换器）是有 8 通道模拟输入的循环类型设备。其转换模拟输入信号到 10 位的数字编码，最大的转换率是在 2.5MHz 转换时钟下达到 500KSPS。AD 转换器支持片上采样和保持功能及掉电模式。

触摸屏接口可以控制或选择触摸屏触点用于 XY 坐标的转换。触摸屏接口包括触摸触点控制逻辑和有中断产生逻辑的 ADC 接口逻辑。

### 16.2 特点

- 分辨率：10 位
- 微分线性误差： $\pm 1.0\text{LSB}$
- 积分线性误差： $\pm 2.0\text{LSB}$
- 最大转换速率：500KSPS
- 低功耗
- 供电电压：3.3V
- 输入模拟电压范围：0~3.3V
- 片上采样保持功能
- 普通转换模式
- 分离的 XY 坐标转换摸
- 自动连续 XY 坐标转换模式
- 等待中断模式

## 16.3 ADC 及触摸屏接口操作

### 模块图

如图 16-1 所示 AD 转换器和触摸屏接口的功能模块图。注意 AD 转换器设备是一个循环类型。

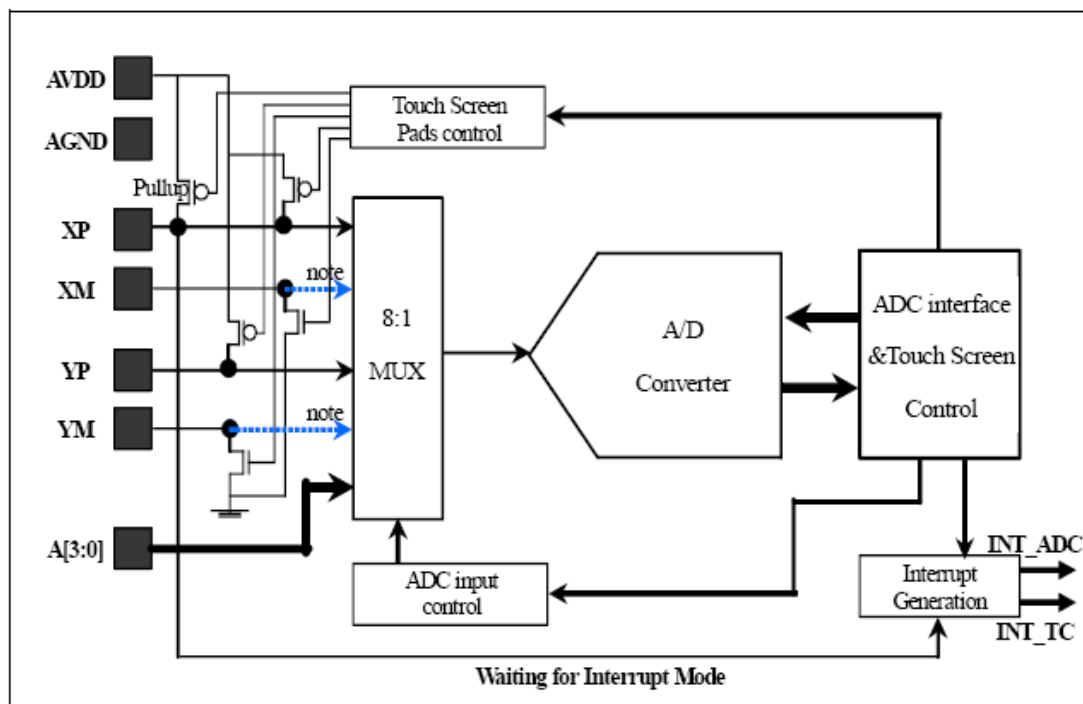


Figure 16-1. ADC and Touch Screen Interface Functional Block Diagram

注意 (图标→)

当触摸屏接口 使用时, XM或PM应该接触摸屏接口的地。

当触摸屏设备不使用时, XM或PM应该连接模拟输入信号作为普通ADC转换用。

## 16.4 功能描述

### 16.4.1 AD 转换时间

当GCLK频率为 50MHz和预分频器(预定标器)值为 49, 总共 10 位转换时间如下:

$AD\text{转换器频率} = 50\text{MHz}/(49+1) = 1\text{MHz}$

$\text{转换时间} = 1/(1\text{MHz} / 5\text{cycles}) = 1/200\text{KHz} = 5\text{us}$

注: AD转换器设计在最大 2.5MHz时钟下工作, 所以转换率最高达到 500KSPS。

### 16.4.2 触摸屏接口模式

#### (1) 正常转换模式

单个转换模式可能多数是使用在通用目的的ADC转换。该模式可以通过设置 ADCCON (ADC控制寄存器) 来初始化并且完成对ADCDAT0 的读写操作 (ADC数据寄存器 0)。

#### (2) 分离XY坐标转换模式

触摸屏控制器可以在两种转换模式中的一种模式下操作。分离的XY坐标转换模式由以下方法操作。X坐标模式写X坐标转换数据到ADCDAT0，触摸屏接口产生中断源到中断控制器。Y坐标模式写Y坐标转换数据到ADCDAT1，触摸屏接口产生中断源到中断控制器。

	XP	XM	YP	YM
X Position Conversion	External Voltage	GND	AIN[5]	Hi-Z
Y Position Conversion	AIN[7]	Hi-Z	External Voltage	GND

### (3) 自动（连续）XY坐标转换模式

自动（连续）XY坐标转换模式是如下操作，触摸屏控制器连续的转换触摸X坐标和Y坐标。在触摸控制器写X测量数据到ADCDAT0 且写Y测量数据到ADCDAT1 后，触摸屏接口产生中断源到自动坐标转换模式下的中断控制器。

	XP	XM	YP	YM
X Position Conversion	External Voltage	GND	AIN[5]	Hi-Z
Y Position Conversion	AIN[7]	Hi-Z	External Voltage	GND

### (4) 等待中断模式

当光标按下，触摸屏控制器产生中断信号（INT\_TC）。触摸屏控制器的等待中断模式必须设定为触摸屏接口中触点的状态（XP、XM、YP、YM）。

在触摸屏控制器产生中断信号（INT\_TC），等待中断模式必须被清除。（XY\_PST设置到无操作模式）

	XP	XM	YP	YM
Waiting for Interrupt Mode	Pull up	Hi-Z	AIN[5]	GND

备用模式：

备用模式在ADCCON[2]置 1 时激活。在此模式下，AD转换操作停止，ADCDAT0 和ADCDAT1 寄存器保留先前的转换数据。

## 16.4.3 编程注意

- (1) AD转换的数据可以通过中断或查询的方式来访问。使用中断方式整个转换时间（从AD转换器开始到转换数据读取）可能会因为中断服务程序的返回时间和数据访问时间而延长。使用查询方式，通过查看ADCCON[15]位（转换标志结束位），ADCDAT寄存器的读取时间可以确定。
- (2) 提供另外的开启AD转换的方法。在ADCCON[1]置 1（AD转换开始读取模式），只要转换数据被读取，AD转换同时开始。

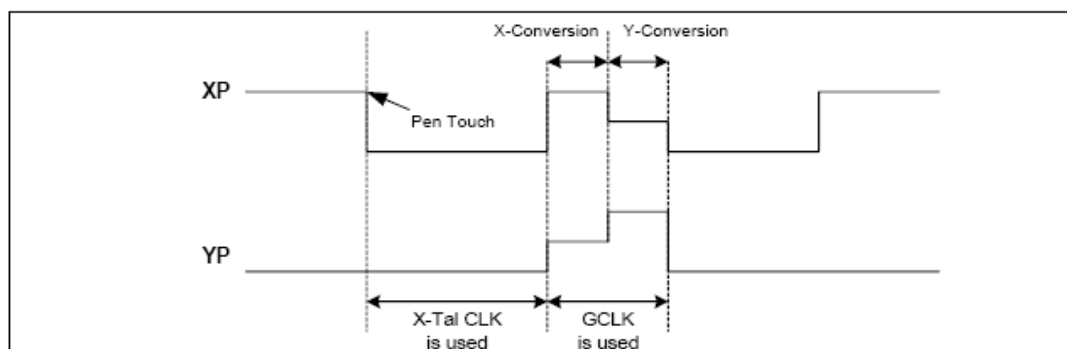


Figure 16-2 ADC and Touch Screen Operation signal

## 16.5 ADC 及触摸屏接口特殊寄存器

- (1) ADC控制寄存器 (ADCCON)
- (2) ADC触摸屏控制寄存器 (ADCTSC)
- (3) ADC开始延时寄存器 (ADCDLY)
- (4) ADC转换数据寄存器 0 (ADCDAT0)
- (5) ADC转换数据寄存器 1 (ADCDAT1)
- (6) ADC触摸屏指针上下中断检测寄存器 (ADCUPDN)

### 16.5.1 ADC 控制寄存器

#### ADC CONTROL REGISTER (ADCCON)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
ADCCON	0x58000000	R/W	ADC控制寄存器	0x3FC4

ADCCON	位	描述	初始值
ECFLG	[15]	转换标志结束 (只读) 0: AD转换在过程中 1: AD转换结束	0
PRSCEN	[14]	AD转换器预分频器 (预定标器) 使能 0: 无效 1: 有效	0
PRSCVL	[13:6]	AD转换器预分频器 (预定标器) 值, 数值: 0~255。 注意: ADC频率应该设置至少小于PCLK的 1/5。	0xFF
SEL_MUX	[5:3]	模拟输入通道选择。 000: AIN0 001: AIN1 010: AIN2 011: AIN3 100: YM 101: YP 110: XM 111: XP	0
STDBM	[2]	备用操作模式选择 0: 普通操作模式 1: 备用模式	1
READ_START	[1]	AD转换通过读取开始 0: 通过读取操作开始无效 1: 通过读取操作开始有效	0
READ_START	[0]	AD转换开始有效。 如果READ_START有效, 该值无效。 0: 无操作 1: AD转换开始且该位在开始后清零	0

注: 当触摸屏触点 (YM、YP、XM、XP) 无效, 这些引脚应该用于作为ADC的模拟输入引脚 (AIN4、AIN5、AIN6、AIN7)。

## 16.5.2 ADC 触摸屏控制寄存器

### ADC TOUCH SCREEN CONTROL REGISTER (ADCTSC)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
ADCTSC	0x58000004	R/W	ADC触摸屏控制寄存器	0x58

ADCTSC	位	描述	初始值
UD_SEN	[8]	检测光标上下状态 0: 检测光标按下中断信号 1: 检测光标抬起中断信号	0
YM_SEN	[7]	YM开关使能 0: YM输出驱动无效(Hi-z) 1: YM输出驱动有效(GND)	0
YP_SEN	[6]	YP开关使能 0: YP输出驱动有效(Ext -vol) 1: YP输出驱动无效(AIN5)	1
XM_SEN	[5]	XM开关使能 0: XM输出驱动无效(Hi-z) 1: XM输出驱动有效(GND)	0
XP_SEN	[4]	XP开关使能 0: XP输出驱动有效(Ext -vol) 1: XP输出驱动无效(AIN7)	1
PULL_UP	[3]	上拉开关使能 0: XP上拉有效 1: XP上拉无效	1
AUTO_PST	[2]	自动连续转换X坐标和Y坐标 0: 普通ADC转换 1: 自动连续测量X坐标和Y坐标	0
XY_PST	[1:0]	手动测量X坐标和Y坐标 00: 无操作模式 01: X坐标测量 10: Y坐标测量 11: 等待中断模式	0

注:

- (1) 当等待触摸屏中断时, XP\_SEN位(XP输出无效)应该置1且PULL\_UP(XP上拉使能)位应该置0。
- (2) 仅在自动连续XY坐标转换中, AUTO\_PST位应该置1
- (3) 当睡眠模式下为了避免泄漏电流, XP、YP应该和地断开。因为XP和YP在睡眠模式下保持高电平。

#### 在XY坐标转换中的触摸屏引脚条件

	XP	XM	YP	YM	ADC通道选择
X坐标(0100)	Vref	GND	Hi-Z	Hi-Z	YP
Y坐标(0001)	Hi-Z	Hi-Z	Vref	GND	XP

### 16.5.3 ADC 开始延时寄存器

#### ADC START DELAY REGISTER (ADCDLY)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
ADCDLY	0x58000008	R/W	ADC开始延时寄存器	0x58

ADCDLY	位	描述	初始值
DELAY	[15:0]	(1) 普通转换模式, XY坐标模式, 自动坐标模式。 ->AD转换开始延迟值。 (2) 等待中断模式。 当光标按下出现在睡眠模式时, 产生一个用于退出睡眠模式的唤醒信号, 有几个毫秒的时间间隔。注: 不要用 0 值	00ff

注: 在ADC转换前, 触摸屏使用晶振时钟 (3.68MHz), 在AD转换中使用GCLK (最大50MHz)。

### 16.5.4 ADC 转换数据寄存器 0

#### ADC CONVERSION DATA REGISTER (ADCDAT0)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
ADCDAT0	0x5800000C	R/W	ADC转换数据寄存器	-

ADCDAT0	位	描述	初始值
UPDOWN	[15]	对于等待中断模式的光标按下或提起状态 0: 光标按下状态 1: 光标提起状态	-
AUTO_PST	[14]	X坐标和Y坐标的自动连续转换 0: 普通ADC转换 1: X坐标和Y坐标的连续测量	-
XY_PST	[13:12]	X坐标和Y坐标的手动测量 00: 无操作模式 01: X坐标测量 10: Y坐标测量 11: 等待中断模式	-
保留	[11:10]	保留	-
XPDATA	[9:0]	X坐标转换数据值 (包括普通ADC转换数据值) 数据值: 0~3FF	-

### 16.5.5 ADC 转换数据寄存器 1

#### ADC CONVERSION DATA REGISTER (ADCDAT1)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
ADCDAT1	0x58000010	R/W	ADC转换数据寄存器	-

ADCDAT1	位	描述	初始值
UPDOWN	[15]	对于等待中断模式的光标按下或提起状态 0: 光标按下状态 1: 光标提起状态	-
AUTO_PST	[14]	X坐标和Y坐标的自动连续转换 0: 普通ADC转换 1: X坐标和Y坐标的连续测量	-
XY_PST	[13:12]	X坐标和Y坐标的手动测量 00: 无操作模式 01: X坐标测量 10: Y坐标测量 11: 等待中断模式	-
保留	[11:10]	保留	-
YPDATA	[9:0]	Y坐标转换数据值 (包括普通ADC转换数据值) 数据值: 0~3FF	-

### 16.5.6 ADC 触摸屏指针上下中断检测寄存器

#### ADC TOUCH SCREEN UP-DOWN INT CHECK REGISTER (ADCUPDN)

寄存器	地址	读写	描述	复位值
ADCUPDN	0x58000014	R/W	触摸屏指针上下中断检测寄存器	0x0

ADCUPDN	位	描述	初始值
TSC_UP	[1]	光标提起中断 0: 无光标提起状态 1: 出现光标提起中断	0
TSC_DN	[0]	光标按下中断 0: 无光标按下状态 1: 出现光标按下中断	0