

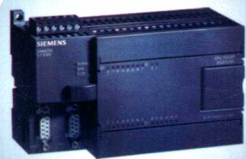
双色版

CHUMOPING YU  
BIANPINQI  
YINGYONG JISHU

# 触摸屏与 变频器

# 应用技术

主 编 陈立奇 侯小毛  
副主编 张群慧 周惠芳 徐仁伯  
参 编 赵 勇 张金菊



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

CHUMOPING YU BIANPINQI  
YINGYONG JISHU

# 触摸屏与变频器 应用技术

主 编 陈立奇 侯小毛  
副主编 张群慧 周惠芳 徐仁伯  
参 编 赵 勇 张金菊



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书共十一个项目，每个项目都由若干个工作任务组成，主要内容有认识触摸屏；电容触摸屏的生产流程介绍；威伦触摸屏硬件设定；认识 MCGS 组态软件；认识变频器；变频器选用、维护与维修；西门子 420 变频器调试；三菱通用变频器 FR-A700 的调试；触摸屏与 PLC 的应用；变频器的应用；触摸屏、变频器与 PLC 的综合应用。各个项目在编写过程中都以完成工作任务为目标，注重理论知识和技能的结合。

本书既可作为高职高专院校自动化和机电一体化专业的教材，也可以供广大电气工程技术人员学习和参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

触摸屏与变频器应用技术/陈立奇，侯小毛主编. —北京：  
中国电力出版社，2015.12  
ISBN 978-7-5123-8608-2

I. ①触… II. ①陈…②侯… III. ①触摸屏②变频器  
IV. ①TP334②TN77

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 283608 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2015 年 12 月第一版 2015 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 306 千字

印数 0001—3000 册 定价 38.00 元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前言

PLC 作为先进的、应用势头最强的工业控制器已风靡全球。变频器作为交流电动机的驱动器，广泛应用于现代的工业生产和民用生活中，而使用触摸屏进行监控操作是现代工业控制的常用手段。在各行各业的机电设备中，触摸屏与变频器技术不仅应用于工业，而且已进入家庭，在家电工业领域，空调器、电冰箱都有了变频器控制的相应产品，提高了家电产品的经济技术指标和智能化水平。随着现代化程度的提高，对触摸屏与变频器的应用会更加普及。

使用好触摸屏与变频器是一门实践性很强的学问，其难易程度并不亚于使用好一台个人电脑。但是，现在社会上已有的有关触摸屏与变频器技术资料，多为介绍触摸屏与变频器的设计、制造方面的知识，即使学习和掌握了这些内容，到了工程现场，仍不能正确使用和应用，这是由于有关应用的资料太少，而社会上对能正确使用和应用触摸屏与变频器的技术人员需求量很大，还有就是将综合介绍这两种技术的书籍更少，尤其是通过项目与阶梯实操案例把多门专业课程有机地结合起来，培养读者专业能力和综合素质的书籍更是少之又少。针对这种现状，本书主要是以西门子变频器 MM420 型与 EB8000 威伦触摸屏来介绍，再适当介绍三菱通用变频器 FR-A700、FR-D720S 与 MCGS 触摸屏来触类旁通掌握其他厂家的变频器与触摸屏的使用方法 with 技能。本书可供本科、大专、高职、中专等各类学校相关专业选用。

本书在内容上努力做到理论与实践紧密结合，侧重实践操作。理论知识以够用为度；技能实践方面以培养掌握复杂操作、新技术操作的技能和增强分析、判断、排除各种实际故障的能力为重点。文字叙述尽量做到深入浅出、通俗易懂、图文并茂，可以帮助广大读者自学，再加以实际操作培训，即可全面掌握该项实践技能。

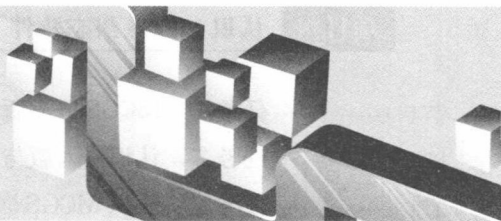
全书由陈立奇、侯小毛任主编，张群慧、周惠芳、徐仁伯任副主编，赵勇、张金菊任参编，参加资料搜集和整理的人员还有：覃弋伦、彭微微、柳周、罗亮、周志华、熊溪、蔡张华、罗凯耀、周佳乐、刘志慧、周志华、易晨晖、唐慧等，在编写过程中参考了相关出版物，在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中的错误和不当之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

编 者



# 目 录



## 前言

### 项目一 认识触摸屏

任务一 认识电阻触摸屏·····	2
任务二 认识红外线触摸屏·····	12
任务三 认识电容式触摸屏·····	13
任务四 认识表面声波触摸屏·····	15

### 项目二 电容触摸屏的生产流程介绍

任务一 掌握电容式触摸屏的原理·····	17
任务二 认识生产流程·····	18

### 项目三 威伦触摸屏硬件设定

任务一 掌握屏幕触控校正·····	22
任务二 掌握更换电池的步骤·····	22
任务三 掌握外部装置下载设定·····	23
任务四 认识 HMI 运行温度·····	25
任务五 认识 LED 指示灯·····	26
任务六 通信端口脚位定义·····	26
任务七 系统重置·····	33
任务八 系统设定·····	33
任务九 认识系统设定列·····	37
任务十 了解如何隐藏 HMI 系统设定列·····	39
任务十一 如何透过智能型手机远程操作 HMI·····	39

## 项目四 认识 MCGS 组态软件

---

任务一	MCGS 嵌入版概述 .....	43
任务二	认识嵌入版与通用版的异同 .....	46
任务三	认识 MCGS 嵌入版组态软件的体系结构 .....	47
任务四	认识 MCGS 嵌入版组态软件的系统需求 .....	50
任务五	掌握 MCGS 嵌入版的安装 .....	51
任务六	认识 MCGS 嵌入版的运行 .....	55
任务七	认识关于多 CPU 嵌入版组态软件 .....	60

## 项目五 认识变频器

---

任务一	变频器基础 .....	63
任务二	认识变频器的基本结构和分类 .....	64
任务三	认识异步电动机变频调速原理 .....	66

## 项目六 变频器选用、维护与维修

---

任务一	认识变频器的选用 .....	70
任务二	认识变频调速器的常见故障分析和预防措施 .....	74
任务三	认识日常使用变频器常见故障及处理 .....	79

## 项目七 西门子 420 变频器调试

---

## 项目八 三菱通用变频器 FR-A700 的调试

---

## 项目九 触摸屏与 PLC 的应用

---

任务一	认识 TPC 7062KX 系列触摸屏与 MCGS 软件 .....	120
任务二	窗口切换 .....	131
任务三	数值输入 .....	134
任务四	画面制作及与 PLC 寄存器间的数据连接 .....	137
任务五	基于西门子 S7-200 PLC 的灯塔控制系统 .....	139
任务六	基于西门子 S7-200 PLC 的抢答器控制系统 .....	143
任务七	基于西门子 S7-200 PLC 的电动门控制系统 .....	147

## 项目十 变频器的应用

---

任务一	BOP 操作面板控制变频器运行实验 .....	172
任务二	变频器点动运行 .....	174
任务三	基于外部电位器控制的变频器的运行 .....	176
任务四	基于外部电压控制的变频器运行 .....	177
任务五	变频器模拟量输出检测 .....	179
任务六	变频器开关量输出检测 .....	180
任务七	变频器实现多段速度控制 .....	183

## 项目十一 触摸屏、变频器与 PLC 的综合应用

---

任务一	触摸屏、PLC 通过开关量控制变频器运行 .....	186
任务二	触摸屏、PLC 通过模拟量控制变频器运行 .....	194
任务三	触摸屏、PLC 控制变频器实现恒压供水运行 .....	197
任务四	触摸屏、PLC 控制风机变频系统 .....	202
任务五	PLC 通过通信控制变频器运行 .....	208
参考文献	.....	216



# 项目一

## 认识触摸屏

触摸屏是目前最新的一种交互式图视化人机界面设备。人机界面又称为人机接口，简称HMI。HMI泛指计算机与操作人员交换信息的设备。其基本原理是，用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏时，所触摸的位置（以坐标形式）由触摸屏控制器检测，并通过接口（如RS-232 串行口）送到CPU，从而确定输入的信息。

触摸屏系统一般包括触摸屏控制器（卡）和触摸检测装置两个部分。其中，触摸屏控制器（卡）的主要作用是从触摸点检测装置上接收的触摸信息，并将它转换成触点坐标，再送给CPU，它同时能接收CPU发来的命令并加以执行；触摸检测装置一般安装在显示器的前端，主要作用是检测用户的触摸位置，并传送给触摸屏控制卡。如图1-1所示。

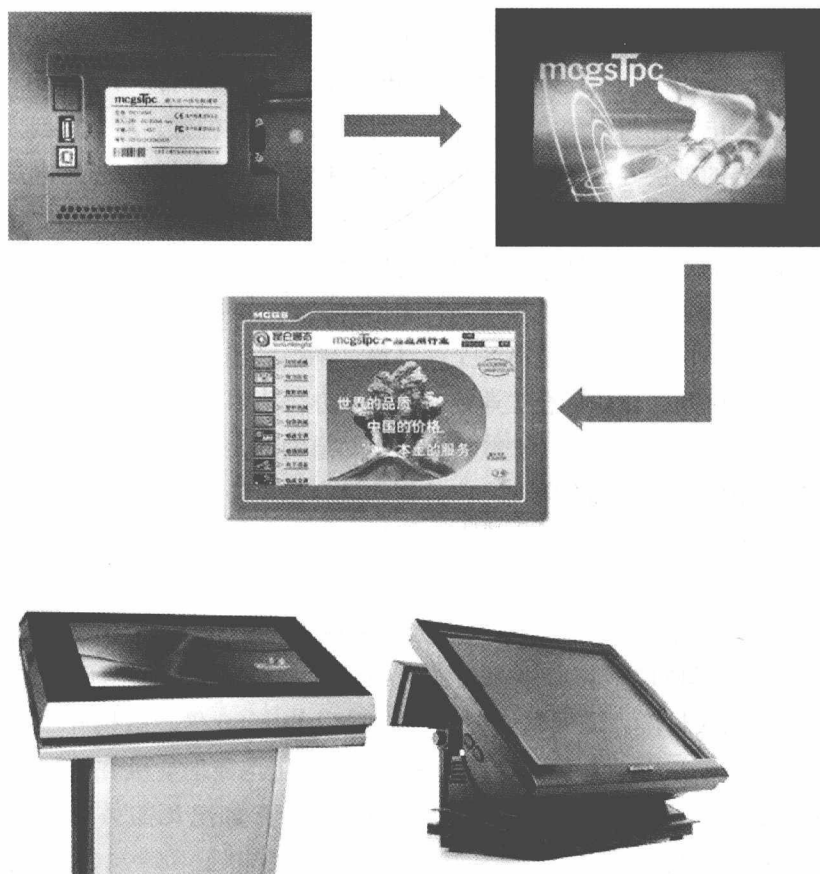


图 1-1 常见的触摸屏外形图

按照触摸屏的工作原理和传输信息的介质，可以把触摸屏分为 4 种，它们分别为电阻、红外线、电容式、表面声波触摸屏。

## ► 任务一 认识电阻触摸屏

电阻触摸屏的屏体部分是一块与显示器表面相匹配的多层复合薄膜，由一层玻璃或有机玻璃作为基层，表面涂有一层透明的导电层，上面再盖有一层外表面硬化处理、光滑防刮的塑料层，它的内表面也涂有一层透明导电层，在两层导电层之间有许多细小 [小于 1% (1in=0.0254m)] 的透明隔离点把它们隔开绝缘。

当手指触摸屏幕时，平常相互绝缘的两层导电层就在触摸点位置有了一个接触，因其中一面导电层接通 Y 轴方向的 5V 均匀电压场，使得侦测层的电压由零变为非零，这种接通状态被控制器侦测到后，进行 A/D 转换，并将得到的电压值与 5V 相比即可得到触摸点的 Y 轴坐标，同理得出 X 轴的坐标，这就是所有电阻技术触摸屏共同的最基本原理。电阻类触摸屏的关键在于材料科技。电阻屏根据引出线数多少，分为四线、五线、六线等多线电阻触摸屏。电阻式触摸屏在强化玻璃表面分别涂上两层 OTI 透明氧化金属导电层，最外面的一层 OTI 涂层作为导体，第二层 OTI 则经过精密的网络附上横竖两个方向的 0V 至 +5V 的电压场，两层 OTI 之间以细小的透明隔离点隔开。当手指接触屏幕时，两层 OTI 导电层就会出现一个接触点，电脑同时检测电压及电流，计算出触摸的位置，反应速度为 10~20ms。

五线电阻触摸屏的外层导电层使用的是延展性好的镍金涂层材料，外导电层由于频繁触摸，使用延展性好的镍金材料目的是延长使用寿命，但是工艺成本较为高昂。镍金导电层虽然延展性好，但是只能作透明导体，不适合作为电阻触摸屏的工作面，因为它电导率高，而且金属不易做到厚度非常均匀，不宜作电压分布层，只能作为探层。

电阻触摸屏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。如图 1-2 所示，典型电阻触摸屏的工作部分一般由三部分组成，分别为：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，如将铟锡氧化物 (ITO) 涂在衬底上，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，如聚酯薄膜。电极选用导电性能极好的材料，如银粉墨，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 1-3 所示。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。

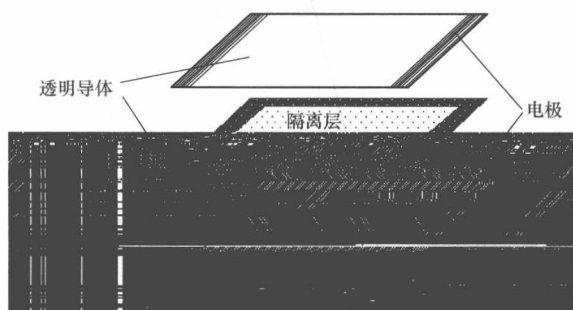


图 1-2 典型电阻触摸屏结构

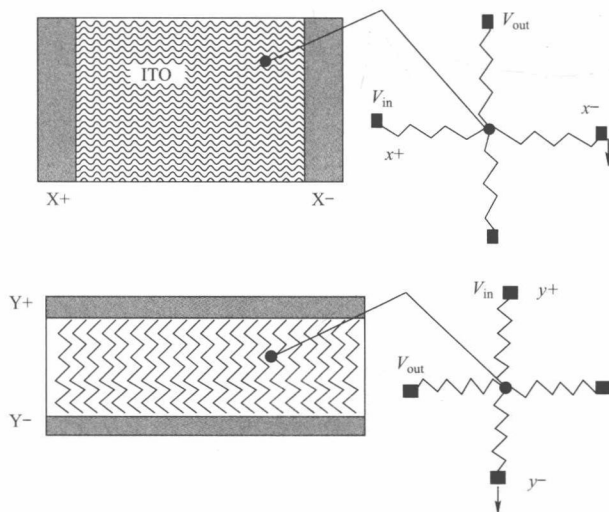


图 1-3 工作时的导体层

触摸屏的控制实现在很多 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：①完成电极电压的切换；②采集接触点处的电压值（即 A/D）。本书以 BB（Burr-Brown）公司生产的芯片 ADS7843 为例，介绍触摸屏控制的实现。

### 1.1.1 触摸屏控制器硬件设计

ATmega 128 单片机是 ATMEL 公司的 8 位 RISC 单片机，片内有 128KB Flash、4KB RAM、4KB EEPROM 两个可编程的 USART、1 个可工作在主机/从机的 SPI 串行接口。此外还有丰富的 I/O 接口 8 通道 10 位分辨率 ADC 转换器等硬件资源。

ATmega 128 单片机目前最常用的封装是 TQFP-64。低电压版本的 ATmega 128 支持

3. 3V、5V 两种供电电压，本系统采用 5V 供电，便于供电电压统一。晶振采用常规直插晶振 7.373800M，选用标准晶振的目的主要是为了提高 USART 通信波特率的准确性，使单片机能够使用于比较高的通信波特率。复位电路采用常规的 RC 复位，没有使用特殊的复位器件，ATmega 128 已经内置了看门狗，并且可以通过编程使看门狗在程序启动前启动，即上电后程序启动前，看门狗已经启动，这样系统的可靠性可以得到保证，看门狗最高分频系数是 2048K，最小分频系统是 16K。系统中 PB0 (SS) 已经直接接到 +5V，这样硬件配置了单片机为主机，下面所有外挂的均为从机，本系统外挂只有一个就是 ADS7843。单片机和触摸屏控制器连接如图 1-4 所示，PB1 (CLK) 定义为 SPI 时钟，PB2 (MOSI) 定义为 SPI 主机输出从机输入，PB3 (MISO) SPI 主机输入从机输出。这三根线称之为 SPI 总线。

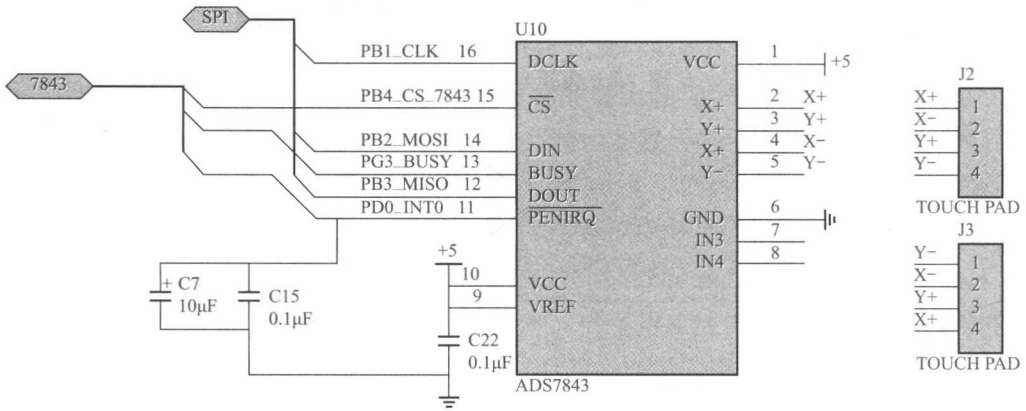


图 1-4 单片机和触摸屏控制器连接图

ADS7843 是 TI 公司的触摸屏控制器芯片，专门应用于四线电阻式触摸屏，最高达到 125K 的转换率 8 位或者 12 位可编程精度。外部参考电压范围从 1V 到  $V_{CC}$  均可， $V_{CC}$  最高电压为 5V，高速低功耗使得 ADS7843 非常适合于使用电阻触摸屏的手持设备。宽温度设计使得它很适用于大量的工业现场。温度范围是  $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ 。

ADS7843 连接触摸屏的示意图如图 1-5 所示。

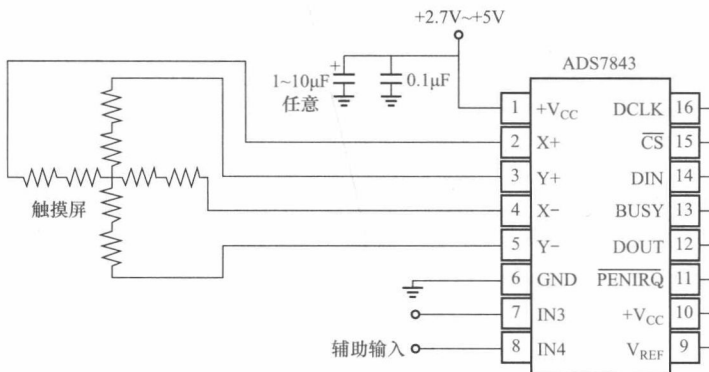


图 1-5 ADS7843 和触摸屏连接图

触摸屏是一个四线电阻屏幕，可以示意突出两个电阻，测量 X 方向的时候，将 X+、X- 之间加上参考电压  $U_{REF}$ ，Y- 断开，Y+ 作为 A/D 输入，进行 A/D 转换获得 X 方向的电压，同理测量 Y 方向的时候，将 Y+、Y- 之间加上参考电压  $V_{REF}$ ，X- 断开，X+ 作为 A/D 输入，进行 A/D 转换获得 Y 方向的电压，之后再完成电压与坐标的换算。整个过程类似一个电位器，触摸不同的位置分得不同的电压。

以上所需要的加参考电压、断开、A/D 转换等工作都是 ADS7843 直接完成的，只需要将相应的命令传输到 ADS7843 即可，等待转换周期完成，检测到 BUSY 信号不再忙，即可以获得相应电压的数据。

此外 PENIRQ 一般需要一个上拉电阻，因为 ADS7843 是一个 OC 门输出结构，本系统中直接使用 ATmega 128 内部的上拉电阻。单片机中断系统中将 INT0 分配给触摸屏控制器，并且设定成低电平触发，这样可以检测按键时间，可以用按键长短处理不同的功能。

### 1.1.2 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 2.7~5V，参考电压  $V_{REF}$  为  $1 \sim +U_{CC}$ ，转换电压的输入范围为  $0 \sim U_{REF}$ ，最高转换速率为 125kHz。ADS7843 的引脚配置如图 1-6 所示。

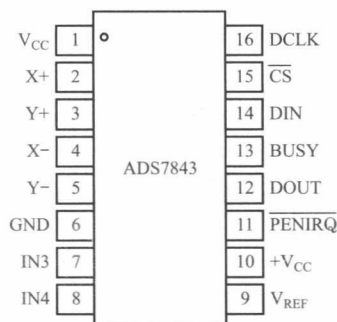


图 1-6 ADS7843 引脚

表 1-1 为引脚功能说明，图 1-7 为典型应用。

表 1-1 引脚功能说明

引脚号	引脚名	功能描述
1, 10	$+U_{CC}$	供电电源 2.7~5V
2, 3	X+, Y+	接触膜屏正电极，内部 A/D 通道
4, 5	X-, Y-	接触膜屏负电极
6	GND	电源地
7, 8	IN3, IN4	两个附属 A/D 输入通道
9	$U_{REF}$	A/D 参考电压输入
11	PENIRQ	中断输出，须接外拉电阻 (10k $\Omega$ 或 100k $\Omega$ )

引脚号	引脚名	功能描述
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, 高电平有效
15	$\overline{CS}$	片选

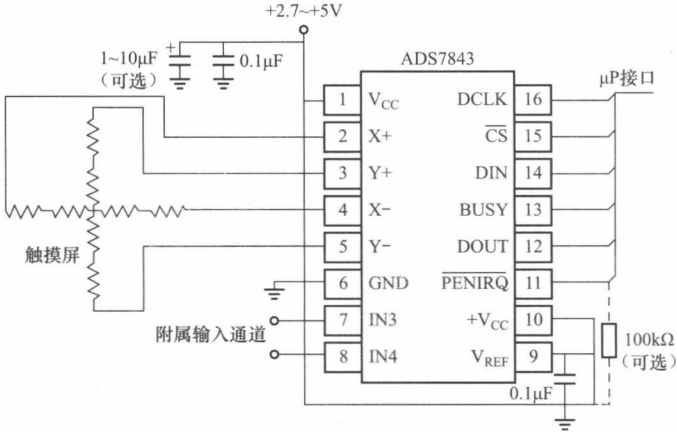


图 1-7 ADS7843 的典型应用

### 1.1.3 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 1-8 所示为其内部结构, A2~A0 和 SER/DFR 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。

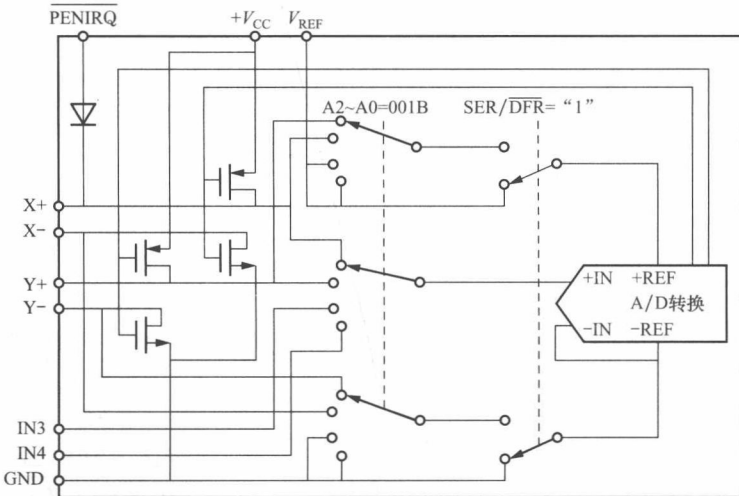


图 1-8 ADS7843 内部结构



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 1-9 (a)、(b) 所示。

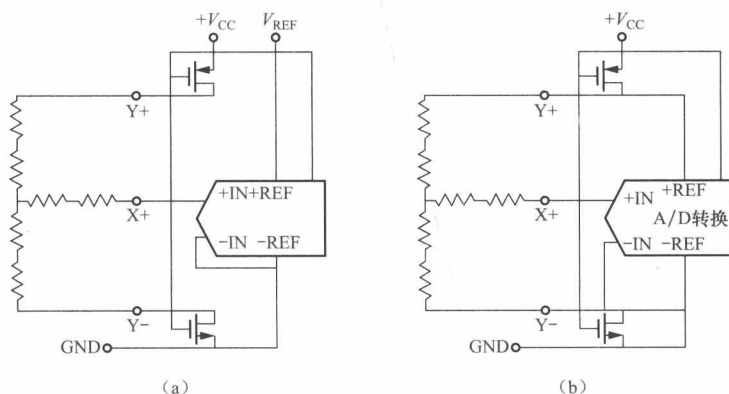


图 1-9 参考电压输入模式

采用图 1-9 (b) 的差动模式可以消除开关导通压降带来的影响。两种参考电压输入模式所对应的内部开关状况见表 1-2、表 1-3。

表 1-2 参考电压非差动输入模式 ( $SER/\overline{DFR} = "1"$ )

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 1-3 参考电压差动输入模式 ( $SER/\overline{DFR} = "0"$ )

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

### 1.1.4 ADS7843 的控制字及数据传输格式

ADS7843 的控制字如表 1-4 所示，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 1-2 和表 1-3）。MODE 用来选择 A/D 转换的精度，“1”选择 8 位，“0”选择 12 位。SER/ $\overline{DRF}$  选择参考电压的输入模式（见表 1-2 和表 1-3）。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 1-4 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 1-10 所示。

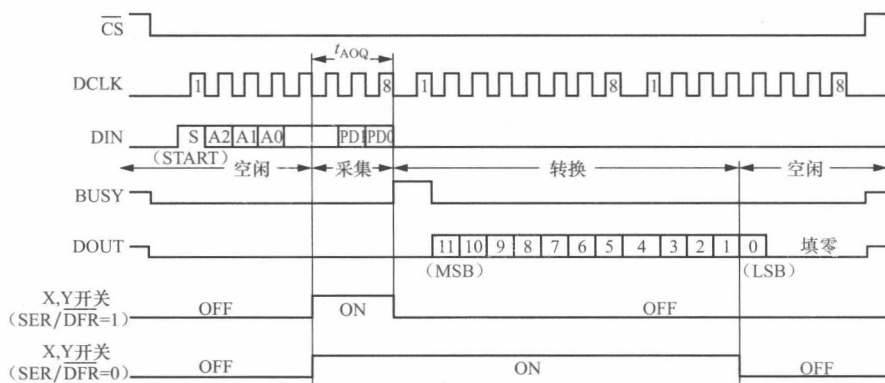


图 1-10 A/D 转换时序 (每次转换需 24 个时钟周期)

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 1-11 所示。

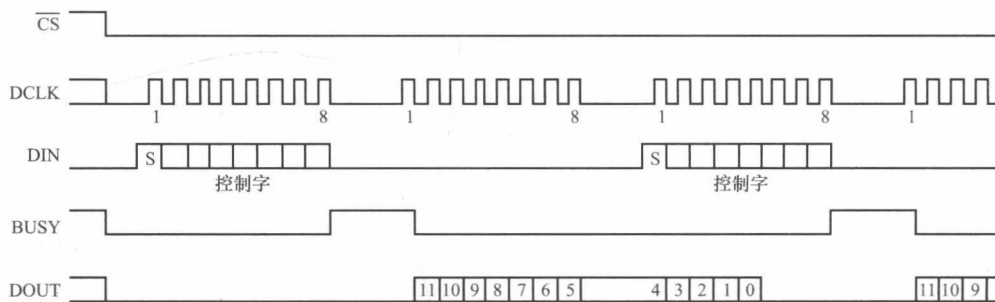


图 1-11 A/D 转换时序 (每次转换需 16 个时钟周期)

如果条件允许，CPU 可以产生 15 个 CLK 的话（如 FPGAs 和 ASICs），转换速率还可以提高到每次 15 个时钟周期，如图 1-12 所示。

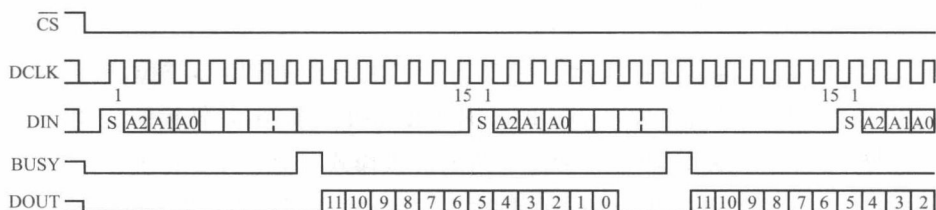


图 1-12 A/D 转换时序 (每次转换需 15 个时钟周期)

## 1.1.5 触摸屏控制器驱动程序设计（汇编语言与 C 语言分别如下）

ADS7843 的典型应用如图 1-7 所示。假设  $\mu\text{P}$  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_CHEQU35H; 信道选择寄存器
AD_DATAHEQU36H; 存放 12 bit A/D 值
AD_DATALEQU37H
; 存放信道 CHX+ 的 A/D 值
CHX_AdHEQU38H
CHX_AdLEQU39H
; 存放信道 CHY+ 的 A/D 值
CHY_AdHEQU3AH
CHY_AdLEQU3BH
; =====
; 采集信道 CHX+ 的程序段 (CHXAD)
CHXAD:
MOV AD_CH, #CHX
LCALL AD_RUN
MOV CHX_AdH, AD_DATAH
MOV CHX_AdL, AD_DATAL
RET
; 采集信道 CHY+ 的程序段 (CHYAD)
CHYAD:
MOV AD_CH, #CHY
LCALL AD_RUN
MOV CHY_AdH, AD_DATAH
MOV CHY_AdL, AD_DATAL

```