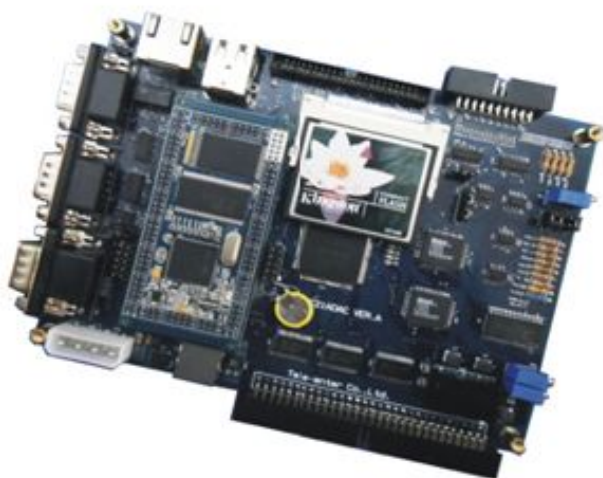




TE21ADAC

嵌入式工业单板
集成高精度数据采集卡

版本： VER.A

非常感谢您购买“**Tele-enter**”产品

在打开包装后请首先依据物件清单检查配件，若发现物件有所损坏或是有任何配件短缺的情况，请尽快与您购买的人联络。

1. 产品概述

TE21ADAC 嵌入式单板集成了工业级单板和高精度模拟数据采集卡于一体，是一款结构紧凑，功能强大的复合型功能单板，和以往的 X86 架构单板相比，能耗、体积的优势非常突出，整板功耗低于 5W，同时稳定性经过实际验证，稳定可靠。

集成的高精度模拟数据采集卡使用简单，功能齐全。其 A/D 转换启动方式可以选用程控频率触发、程控单步触发、外部 TTL 信号触发以及外部时钟同步触发等多种方式。A/D 转换后的数据结果通过先进先出存储器 (FIFO) 缓存后送入嵌入式 ARM 主控部分，可经过 RS485 或以太网送入控制层。

为方便用户，本主板还提供了符合 TTL 电平的 16 路数字量输入和 32 路数字量输出信号通道。此数字输入输出通道并能根据用户定制而灵活配置。

主要特点和技术参数如下：

嵌入式单板部分：

- 工业级 ARM9 处理器，400MHZ 频率
- 提供 128MB，64MB 可选内存配置，256MB nandflash，2MB norflash
- 标准 VGA 接口，支持 800X600 分辨率
- 一个 TYPE I/II 型 CompactFlash 接口
- 标准 10M/100M 以太网网卡
- 提供两个 USB HOST 接口，可接键盘鼠标等 USB 设备
- 提供三个串口，其中两个为 RS232 接口，其中串口 1 支持流控，串口 3 为 RS485 接口，支持硬件自动转向和程序控制转向两种方式
- 提供 CPLD 寄存器管理接口
- 实时时钟 RTC 接口，配置 RTC 电池

模拟数据采集卡部分：

- 输入通道数：单端 16 路* / 双端 8 路
- 输入信号范围：0~10V*；0~5V；±5V；±10V
- 输入阻抗：≥10MΩ
- 输入通道选择方式：单通道程序指定/多通道自动扫描
- A/D 转换分辨率：16 位
- A/D 最高转换速率：200KHz
- A/D 采样程控频率：1KHz/5KHz/10KHz/50KHz/100KHz/200KHz/外部时钟
- A/D 启动方式：程控频率触发/程控单步触发/外部 TTL 信号触发
- A/D 转换输出码制：单极性原码* / 双极性偏移码
- FIFO 存储器容量：8K×16bit（全满）/4K×16bit（半满）
- 数据读取识别方式：FIFO 半满查询/FIFO 非空查询/FIFO 半满中断
- 32 通道数字量输出 IO，16 通道数字量输入 IO

电源功耗：

输入电压：12V INPUT

功耗：整板功耗 < 5W

环境要求：

温度：-20℃~70℃

湿度：5%~90%（非凝结）

外型尺寸：

长×高=162mm×120mm

2. 安装及接口说明

2.1 单板尺寸和接口：

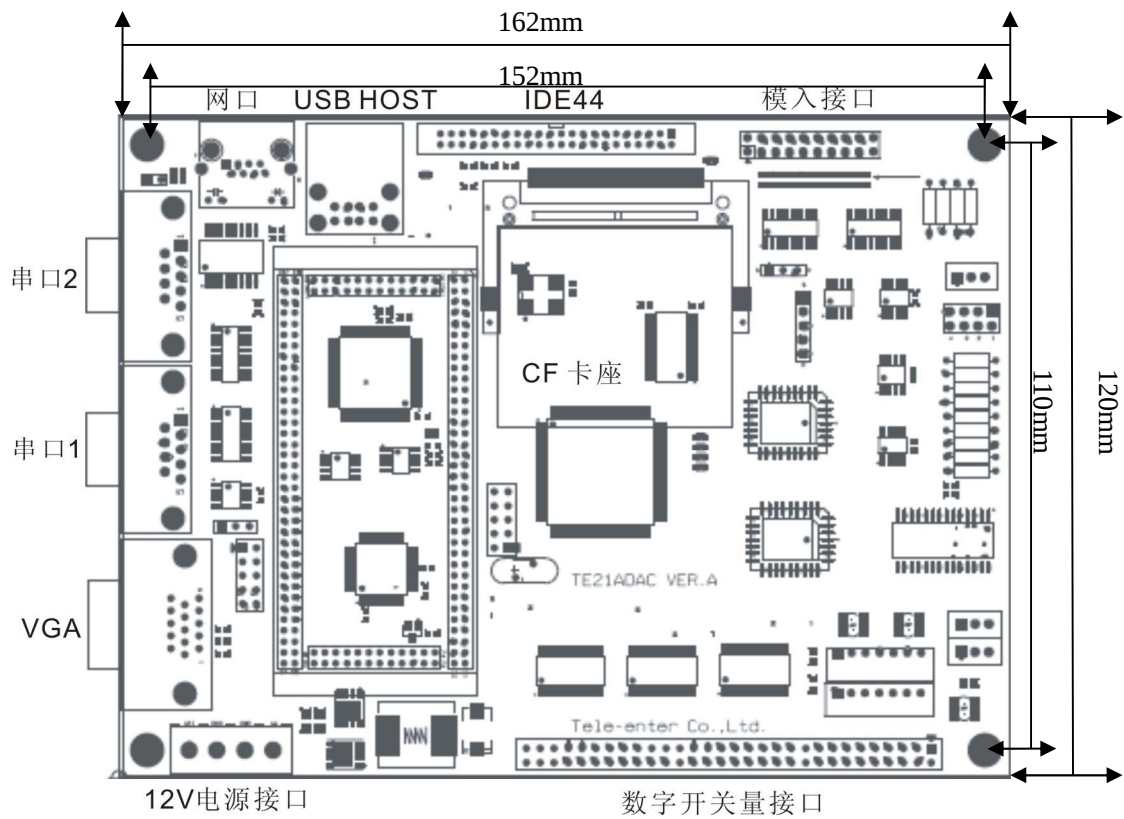
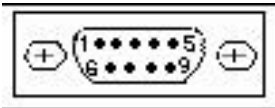


图 1 单板器件布局和接口示意图

2.2 接口定义：

2.2.1 串口 (J1, J2)

三个标准通讯串口，其中 COM1 和 COM2 为 RS232 接口；COM3 为 RS485 模式（扩展接口方式引出）；



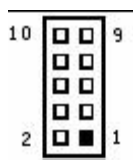
管脚	信号名称	管脚	信号名称
1	DCD	6	DSR
2	RX	7	RTS
3	TX	8	CTS
4	DTR	9	RI
5	GND		

2.2.2 VGA (J18)



管脚	信号名称	管脚	信号名称
1	Red	2	Green
3	Blue	4	N. C.
5	GND	6	GND
7	GND	8	GND
9	N. C	10	GND
11	N. C.	12	DDCDATA
13	HSYNC	14	VSYSN
15	DDCCLK		

2.2.3 扩展接口 (J10)



插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	485RTX+	2	485RTX-
3	I2CSDA	4	I2CSCL
5	3V3	6	GND
7	SPICLK	8	SPIMISO
9	SPIMOSI	10	NSS_SPI

2.2.4 485 转向控制 (J8)

1, 2 脚短接为硬件自动转向; 2, 3 脚短接为程序控制转向

2.2.5 复位跳线 (J19)

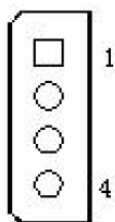
1, 2 短接即产生系统复位信号

2.2.6 USB HOST 接口 (J15)

管脚定义如下:

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	VBUS	2	USB_DN0
3	USB_DP0	4	GND
5	VBUS	6	USB_DN1
7	USB_DP1	8	GND

2.2.7 电源接口 (J14)



管脚	信号名称
1	+12V
2	GND
3	GND
4	+5V

2.2.8 CF 接口(J16)

CompactFlash 插座的管脚定义如下:

信号名称	管脚	管脚	信号名称
Ground	1	26	Ground
Data 3	2	27	Data 11
Data 4	3	28	Data 12
Data 5	4	29	Data 13
Data 6	5	30	Data 14
Data 7	6	31	Data 15
HDC_CS0#	7	32	HDC_CS1#
Ground	8	33	N/C
Ground	9	34	IORD#
Ground	10	35	IOWR#
Ground	11	36	+3.3V 上拉
Ground	12	37	IRQ15
+3.3V	13	38	+3.3V
Ground	14	39	CSEL
Ground	15	40	N/C
Ground	16	41	RESET#
Ground	17	42	IORDY
SA2	18	43	N/C
SA1	19	44	+3.3V 上拉
SA0	20	45	HDD_ACTIVE
Data 0	21	46	PDIAG
Data 1	22	47	Data 8
Data 2	23	48	Data 9
GND 下拉	24	49	Data 10
N/C	25	50	Ground

2.2.9 以太网接口(J17)

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	TX+	2	TX-
3	RX+	4	NC
5	NC	6	RX-
7	NC	8	NC
9	M0	10	M1
11	VCCLNK	12	LNK
13	VCCACT	14	ACT

2.2.10 模入接口(J13)

J13 为模拟信号输入插座,其信号定义见表 1。用户可根据需要选择连接信号线(单端)或信号线组(双端)。为减少信号杂波串扰和保护通道开关,凡不使用的信号端应就近与模拟地短接,这一点在小信号采样时尤其重要。

表 1 J13 模拟输入信号端口定义（括号内表示双端方式）

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	模拟地	2	模拟地
3	CH1 (CH1+)	4	CH2 (CH2+)
5	CH3 (CH3+)	6	CH4 (CH4+)
7	CH5 (CH5+)	8	CH6 (CH6+)
9	CH7 (CH7+)	10	CH8 (CH8+)
11	CH9 (CH1-)	12	CH10 (CH2-)
13	CH11 (CH3-)	14	CH12 (CH4-)
15	CH13 (CH5-)	16	CH14 (CH6-)
17	CH15 (CH7-)	18	CH16 (CH8-)
19	模拟地	20	模拟地

2.2.9 数字 I/O 开关量部分(J4)

J4 为开关量输入输出插座，其信号定义见表 2。

表 2 J4 开关量输入输出信号端口定义

插座引脚号	信号定义	插座引脚号	信号定义
1	5V0	2	5V0
3	DI1	4	DI2
5	DI3	6	DI4
7	DI5	8	DI6
9	DI7	10	DI8
11	DI9	12	DI10
13	DI11	14	DI12
15	DI13	16	DI14
17	DI15	18	DI16
19	GND	20	GND
21	D01	22	D02
23	D03	24	D04
25	D05	26	D06
27	D07	28	D08
29	D09	30	D010
31	D011	32	D012
33	D013	34	D014
35	D015	36	D016
37	GND	38	GND
39	D017	40	D018
41	D019	42	D020
43	D021	44	D022
45	D023	46	D024
47	D025	48	D026
49	D027	50	D028
51	D029	52	D030
53	D031	54	D032
55	GND	56	GND
57	EC/T	58	NC
59	GND	60	GND

注:EC/T 为外触发启动信号/外同步时钟信号共用输入端（输入电平 3.3V 限幅）。

2.3 跨接器的使用

2.3.1 单端/双端方式选择

J20、J9 为单端/双端输入方式选择插座，其使用方法见图 3。

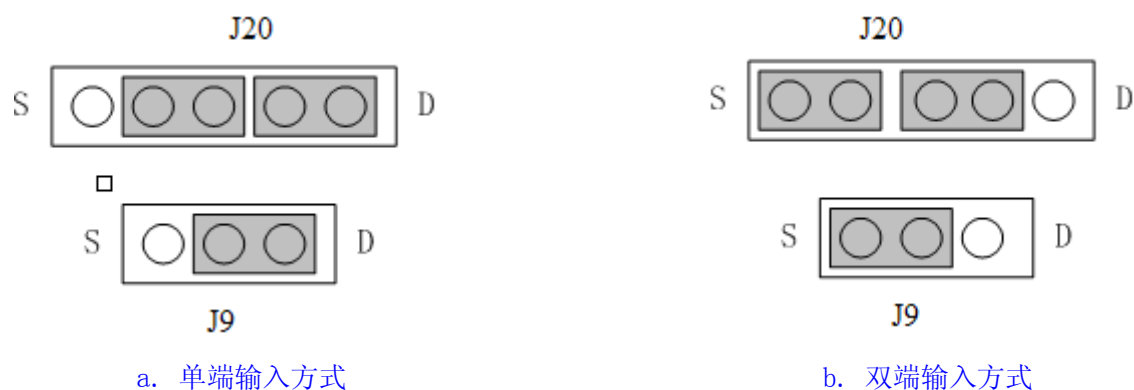


图 3 单/双端输入方式选择

2.3.2 A/D 量程选择

J7 为 A/D 量程选择插座，其使用方法见图 4。1 为靠近板边的位置。

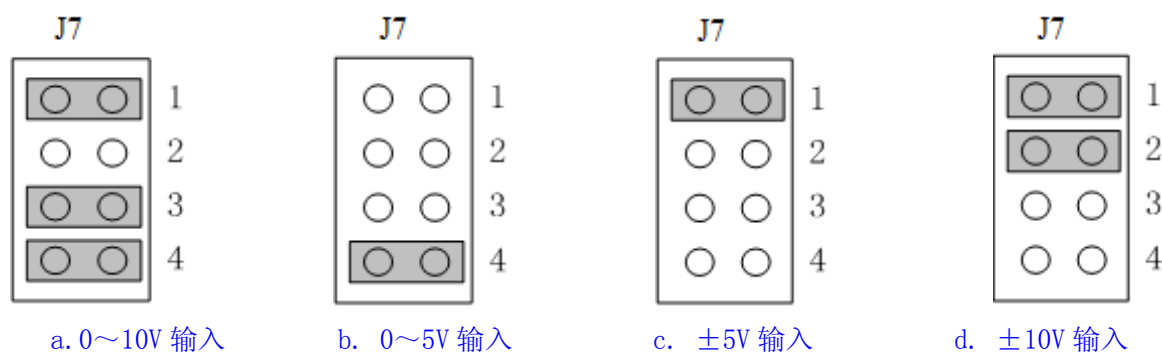


图 4 A/D 量程选择

3 寄存器描述

3.1 各控制寄存器的地址与功能见表 3

表 3 寄存器地址和功能表（16 位操作）

端口地址	读写	功能
0x0	R	CPLD 版本寄存器
0x1	R/W	CPLD 功能测试取反寄存器
0x2	R/W	除 I/O 端口外采集卡复位，清空 FIFO 0: 复位 1: 正常
0x3	R/W	工作模式设置寄存器（见后）
0x4	R/W	工作使能寄存器 1: 采集工作使能 0: 停止采集工作
0x5	R	FIFO 标志寄存器（见后）
0x6	R/W	单步采集使能寄存器

		1: 使能单步采集 0: 禁止单步采集
0x7	R	读 FIFO 数据地址寄存器
0x8	R	读数字 IO 输入口状态寄存器
0x9	R/W	写数字 IO 输出口寄存器, 低 16BIT
0xa	R/W	写数字 IO 输出口寄存器, 高 16BIT
0xb	R/W	预留
0xc	R/W	启动选择 1: 从 nandflash 启动 0: 从 nor flash 启动
0xd	R/W	看门狗设置寄存器 1: 选择软件喂狗 0: 选择硬件 CPLD 来喂狗
0xe	R	CF 卡在位寄存器 0: 在位 1: 不在位

3.2 寄存器功能详细说明

3.2.1 除 I/O 端口外采集卡复位, 清空 FIFO (偏移地址 0x2)

本操作用于清空 FIFO 并使除 I/O 以外的各种已进行过的操作恢复到初始状态, 同时将 FIFO 的状态标志置为“空”。本操作应在每次 A/D 采集之前进行。

3.2.2 工作模式设置寄存器格式和定义(偏移地址 0x3)

工作模式设置寄存器用来确定本卡的各种工作方式, 每次采样前应根据需要加以确定, 其格式及定义见表 4。

表 4 工作模式设置寄存器格式及定义表 (X 为保留, 暂无定义)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
F	E1	E0	X	X	D2	D1	D0	C	B	X	X	A3	A2	A1	A0

A3 A2 A1 A0 为通道代码。当本卡工作在单通道程序指定方式时, 这些通道代码即为程序指定的某一通道。当本卡工作在多通道自动扫描方式时, 这里的通道代码为指定的末通道 (一定大于 0), 本卡将自动从 0 通道开始, 逐次加一选择通道, 直到指定的末通道为止, 且周而复始。

B 为触发启动方式选择。B=0 时为程控触发启动方式, B=1 时为外部 TTL 信号触发启动方式。

C 为单通道程序指定/多通道自动扫描选择。C=0 时为单通道程序指定方式。C=1 时为多通道自动扫描方式。

D2 D1 D0 为 A/D 采样程控频率选择。其定义如下:

D2	D1	D0	程控频率
0	0	0	1KHz
0	0	1	5KHz
0	1	0	10KHz
0	1	1	50KHz
1	0	0	100KHz
1	0	1	200KHz
1	1	0	外同步时钟方式
1	1	1	单步方式

E1 E0 为中断信号通道选择。本选择应与 F 位配合使用, 其定义如下:

E1	E0	中断信号通道
0	0	EIRQ0
0	1	EIRQ2

F 为中断允许选择。F=0 禁止中断, F=1 允许中断。当允许中断时, FIFO 存储器的“半满”信号就将产生中断申请, 以便本卡在中断方式下开始读取 A/D 转换结果。

3.2.3 工作使能寄存器(偏移地址 0x4)

当工作模式设置寄存器填写完毕后, 本卡还不能开始工作。只有在工作使能寄存器(偏移地址 0x4)写 1 才能允许工作。此时, 如果状态控制字选择的是程控触发启动方式, 则本卡将按照选定的程控频率开始工作。如果状态控制字选择的是外部 TTL 信号触发启动方式, 则本卡将等待外部 TTL 信号的上升沿(从低电平到高电平), 然后按照选定的程控频率开始工作。

采样过程中, 在工作使能寄存器(偏移地址 0x4)写 0 将停止本卡的 A/D 转换工作, 直到重新写 1 允许。

3.2.4 FIFO 标志寄存器(偏移地址 0x5)

FIFO 状态在工作过程中可以随时查询, 以判断 FIFO 存储器中 A/D 转换结果的存储情况。其状态标志定义如下:

D15.....D3	D2	D1	D0	定 义
0	0	0	0	FIFO 空
0	X	X	1	FIFO 非空
0	X	0	X	FIFO 非半满
0	X	1	1	FIFO 半满
0	0	X	X	FIFO 非全满
0	1	1	1	FIFO 全满

一般情况下, 如果本卡工作在低速或单步方式时, 可以用过查询判断 FIFO 是否为“空”进行数据的读取。而在高速工作方式时, 应该通过查询判断 FIFO 是否为“半满”进行数据的批量读取。“全满”状态一般不要使用, 因为出现了“全满”就意味着可能有数据溢出丢失。

3.2.5 单步采集使能寄存器(偏移地址 0x6)

在状态控制字设为单步方式, 且置为工作允许后, 再对单步采集使能寄存器(偏移地址 0x6)进行一次写操作(写出数据无关), 本卡就进行一次采样。如果本卡同时还置为多通道自动扫描方式, 则同时切换到下一个通道等待继续操作。

由于单步采样是一个程序可控的进程, 所以只要执行完一次单步采样并且判断 FIFO 中“不空”, 即可从 FIFO 中读出 A/D 转换的结果。

3.2.6 读 FIFO 数据地址寄存器(偏移地址 0x7)

执行此操作可以从 FIFO 中读出经过缓存的 A/D 转换结果, 此结果由 16 位数据组成, 具体格式及定义参见 4.2。

3.2.7 读 16 位 DI/写 32 位 DO 开关量数据(偏移地址 0x8, 0x9, 0xa)

执行上述读/写操作可以读入或写出数字开关量。注意此类操作均为 16 位操作。其中每一位对应一路数字开关量, 且数字开关量均为 5V TTL 电平标准。

4 相关说明及注意事项

4.1 模入通道代码数据格式见表 5

表 5 模入通道代码数据格式

通道号	十进制代码	十六进制代码	输入方式	通道号	十进制代码	十六进制代码	输入方式
1	0	00H	单 / 双	9	8	08H	单
2	1	01H	单 / 双	10	9	09H	单
3	2	02H	单 / 双	11	10	0AH	单
4	3	03H	单 / 双	12	11	0BH	单
5	4	04H	单 / 双	13	12	0CH	单
6	5	05H	单 / 双	14	13	0DH	单
7	6	06H	单 / 双	15	14	0EH	单
8	7	07H	单 / 双	16	15	0FH	单

4.2 A/D 转换结果的数据格式见表 6

表 6 A/D 转换结果数据格式

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DB15	DB14	DB13	DB12	DB11	DB10	DB9	DB8	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0

注：双极性时 DB15 为符号位。

4.3 开关量输入输出信号的数据格式见表 7

表 7 开关量输入输出信号数据格式

操作命令	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
读	DI16	DI15	DI14	DI13	DI12	DI11	DI10	DI9	DI8	DI7	DI6	DI5	DI4	DI3	DI2	DI1
写	DO16	DO15	DO14	DO13	DO12	DO11	DO10	DO9	DO8	DO7	DO6	DO5	DO4	DO3	DO2	DO1
写	DO32	DO31	DO30	DO29	DO28	DO27	DO26	DO25	DO24	DO23	DO22	DO21	DO20	DO19	DO18	DO17

4.4 模入码制以及数据与模拟量的对应关系

4.4.1 本接口卡在单极性方式工作，且输入的模拟量为 0~10V 时，转换后的 16 位数码为二进制原码。

此 16 位数码表示一个正数，其数码与模拟电压值的对应关系为：

$$\text{模拟电压值} = \text{数码 (16 位)} \times 10 (\text{V}) / 65536 \quad (\text{V})$$

$$\text{即：} 1\text{LSB} = 0.1526\text{mV}$$

4.4.2 本接口卡在单极性方式工作，且输入的模拟量为 0~5V 时，转换后的 16 位数码为二进制原码。

此 16 位数码表示一个正数，其数码与模拟电压值的对应关系为：

$$\text{模拟电压值} = \text{数码 (16 位)} \times 5 (\text{V}) / 65536 \quad (\text{V})$$

$$\text{即：} 1\text{LSB} = 0.0763\text{mV}$$

4.4.3 本接口卡在双极性方式工作，且输入的模拟量为 ±5V 时，转换后的 16 位数码为二进制偏移码。

此 16 位数码的最高位 (DB₁₅) 为符号位，“0”表示负，“1”表示正。偏移码与补码仅在符号位上定义不同，此时数码与模拟电压值的对应关系为：

$$\text{模拟电压值} = \text{数码 (16 位)} \times 10 (\text{V}) / 65536 - 5 \quad (\text{V})$$

$$\text{即：} 1\text{LSB} = 0.1526\text{mV}$$

4.4.4 本接口卡在双极性方式工作，且输入的模拟量为 ±10V 时，转换后的 16 位数码为二进制偏移码。

此 16 位数码的最高位 (DB₁₅) 为符号位，“0”表示负，“1”表示正。偏移码与补码仅在符号位上定义不同，此时数码与模拟电压值的对应关系为：

$$\text{模拟电压值} = \text{数码 (16 位)} \times 20 (\text{V}) / 65536 - 10 \quad (\text{V})$$

$$\text{即：} 1\text{LSB} = 0.3052\text{mV}$$

4.5 外触发启动信号的使用说明

本卡的 A/D 采样可以在外触发方式下启动工作。在本卡设置好状态控制字（外部 TTL 信号触发启动方式，程控频率为除单步方式以外的任一频率方式），清空 FIFO 并允许工作后，当外触发启动信号有一个上升沿（从低电平到高电平的变化），本卡即开始正常采样。此时只要检测 FIFO 的状态标志即可知道是否开始采样并按需要读出 A/D 转换结果。使用中需注意外启动信号应符合 TTL 电平标准。

4.6 外同步时钟信号的使用说明

外同步时钟信号的使用要求与外触发启动信号类似，应符合 TTL 电平标准。其时钟频率应不超过 200KHz。

4.7 外同步时钟信号与外触发启动信号同时使用的说明

本卡的 A/D 采样还可以采用外同步时钟信号与外触发启动信号同时使用的方式。在本卡设置好状态控制字（外部 TTL 信号触发启动方式，程控频率为外同步时钟方式），清空 FIFO 并允许工作后，当外同步时钟信号有一个上升沿（从低电平到高电平的变化），本卡即开始按照外同步时钟频率正常采样。

4.8 调整与校准

本卡出厂时已进行了调整与校准，如无必要，请不要进行此项工作。如果长期使用后发现零点或满度偏移，请按下述方法进行调校。

4.8.1 零点校准

将任一通道对模拟地短接（单端单极性方式时）同时对该通道进行 A / D 转换，调整 RP1 电位器，使其转换结果为“0”或接近“0”。

4.8.2 满度校准

在任一通道接入一接近正满度的稳定正电压信号，运行程序对该通道采样。调整 RP2 使 A / D 转换读数等于或接近外加信号电压。上述零点和满度的校准过程应反复进行，最终使其满足使用要求。

4.8.3 双极性校准

如果测量双极性信号时偏差较大，应在零点和满度已校准好的基础上分别加入正、负信号并反复调整 RP3 使其符合要求。

5.软件编程举例(linux 环境):

首先需要搭建嵌入式 LINUX 开发环境，建议在电脑 WINXP 系统下面用 vmware station 建立一个 Linux 虚拟机，在虚拟机里面装好 arm gcc 的编译器后，就可以写软件程序了，写完的程序经过 make 后得到执行文件经过 FTP 下载到 te21adac 的 flash 或者 CF 上面执行即可。

5.1 输入信号为 0~10V，对通道 1 连续采样 100 次，程序单步启动和查询 FIFO “非空”后读出 A / D 采样数据。本程序可用于 A / D 部分调校。请将 te21adac. so 动态链接库文件放入程序当前目录下。

```
#include <stdio.h> /* 包含标准输入输出文件 */
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/ioctl.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    unsigned int a,b,c,d;
    unsigned int i=0;
```

```

float j;
unsigned short temp;
adac_open();          //打开数据采集卡接口
outport(0x2, 0x0);
outport(0x2, 0x1);    //手动清空 FIFO, 除 I/O 外各功能复位
outport(0x3, 0x0700); //写状态控制字: 非中断方式; 100KHz 采样频率;
temp=inport(0x3);
if(0x0700 == temp) printf("set workmode sucess\n");
outport(0x4, 0x1);    //置工作允许
for(i=0; i<100; i++)  //采样次数=100 次
{
    b = inport(0x5);
    printf("%x  \n", b);
    outport(0x6, 0x1); //启动 A/D 转换一次
    sleep(1);
    b = inport(0x5);
    printf("%x  \n", b);
    do{
        ;                //判断 FIFO 中是否为“空”, 为“空”等待
    }while(inport(0x5) < 1);
    b = inport(0x7);    // FIFO 中“非空”, 读取 A/D 转换结果
    printf("%x \n", b);
    j=(float) (b*10.0/65536.0);
    printf("%f  ", j);
    printf("\n");
    for(c=0; c<4000; c++)
    {
        for(d=0; d<4000; d++);
    }
}
outport(0x4, 0x0);
adac_close();
return 0;
}

```

注: 如果输入信号为 0~5V, 则该语句为:

j=(float) (i*5.0/65536.0);

如果输入信号为±5V, 则该语句为:

j=(float) (i*10.0/65536.0-5.0);

如果输入信号为±10V, 则该语句为:

j=(float) (i*20.0/65536.0-10.0);

5.2 对 16 个通道连续循环采样至“半满”（共 4096 个数据），100KHz 采样频率,查询 FIFO “半满”后读出 A / D 采样数据。请将 te21adac.so 动态链接库文件放入程序当前目录下。

```
#include <stdio.h> /* 包含标准输入输出文件 */
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/ioctl.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    unsigned int a,b,c,d;
    unsigned int i=0;
    float j;
    unsigned short temp;
    adac_open();          //打开数据采集卡接口
    outport(0x2,0x0);
    outport(0x2,0x1); //手动清空 FIFO，除 I/O 外各功能复位
    outport(0x3,0x0483); //写状态控制字：非中断方式；100KHz 采样频率
                          // 多通道自动扫描模式；末通道代码=F(16 通道)

    temp=inport(0x3);
    if(0x0083 == temp) printf("set workmode sucess\n");
    outport(0x4,0x1); //置工作允许

    do{
        ;
    }while(inport(0x5)<3);
    outport(0x4,0x0); // FIFO 中“半满”，置工作停止
    do{
        b = inport(0x7); //FIFO 中“非空”，读取 A/D 转换结果
        //printf("%x  \n",b);
        j = (float)(b*10.0/65536.0);
        printf("%f  ",j);
        printf("\n");
        for(c=0;c<4000;c++)
        {
            for(d=0;d<4000;d++);
        }
    }while(inport(0x5)>0);
    adac_close();
    return 0;
}
```

5.3 I/O 操作。注意读/写均为 16 位操作，16 个数字输入 IO，32 个数字输出 IO（需分两次写入）。

```
#include <stdio.h> /* 包含标准输入输出文件 */
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/ioctl.h>

int main()
{
    unsigned int di, do1, do2;

    adac_open();          //打开数据采集卡接口
    outport(0x2, 0x0);
    outport(0x2, 0x1);    //手动清空 FIFO，除 I/O 外各功能复位

    do1=0x5a5a;
    do2=0xa5a5;
    outport(0x9, do1);    //低 16bit do
    outport(0xa, do2);    //高 16bit do
    di=inport(0x8);
    printf("%x  \n",      do1);
    printf("%x  \n",      do2);
    printf("%x  \n",      di);
    adac_close();
    return 0;
}
```

附 A. 名词注释

1. 单端输入方式：各路输入信号共用一个参考电位，即各路输入信号共地，这是最常用的接线方式。使用单端输入方式时，地线比较稳定，抗干扰能力较强，建议用户尽可能使用此种方式。
2. 双端输入方式：各路输入信号各自使用自己的参考电位，即各路输入信号不共地。如果输入信号来自不同的信号源，而这些信号源的参考电位（地线）略有差异，可考虑使用这种接线方式。使用双端输入方式时，输入信号易受干扰，所以，应加强信号线的抗干扰处理，同时还应确保模拟地以及外接仪器机壳接地良好。而且特别注意的是，所有接入的信号，不论是高电位还是低电位，其电平相对于模拟地电位应不超过 $\pm 15V$ ，以避免电压过高造成器件损坏。
3. 单极性信号：输入信号相对于模拟地电位来讲，只偏向一侧，如输入电压为 $0 \sim 10V$ 。
4. 双极性信号：输入信号相对于模拟地电位来讲，可高可低，如输入电压为 $-5V \sim +5V$ 。
5. 码制：模拟量信号转换为数字量后，形成一组由 0 开始的连续数字，每一个数字对应着一个特定的模拟量值，这种对应关系称为编码方法或码制。依据输入信号的不同分为单极性原码与双极性偏移码。单极性输入信号对应着单极性原码，双极性信号对应着双极性偏移码。
6. 单极性原码：以 12 位 A/D 为例，输入单极性信号 $0 \sim 10V$ 。转换后得到 $0 \sim 4095$ 的数字量，数字量 0 对应的模拟量为 $0V$ ，数字量 4095 对应的模拟量为 $10V$ ，这种编码方法称为单极性原码，其数字量值与模拟电压值的对应关系可描述为：

$$\text{模拟电压值} = \text{数码(12 位)} \times 10(V) / 4096 \quad (V)$$

$$\text{即：1LSB (1 个数码位)} = 2.44mV$$

7. 双极性偏移码：以 12 位 A/D 为例，输入双极性信号 $-5\sim+5V$ 。转换后得到 $0\sim4095$ 的数字量，数字量 0 对应的模拟量为 $-5V$ ，数字量 4095 对应的模拟量为 $+5V$ ，这种编码方法称为双极性偏移码，其数字量值与模拟电压值的对应关系可描述为：
- $$\text{模拟电压值} = \text{数码 (12 位)} \times 10(V) / 4096 - 5 \quad (V)$$
- 即：1LSB (1 个数码位) = $2.44mV$
- 此时 12 位数码的最高位 (DB_{11}) 为符号位，此位为 0 表示负，1 表示正。偏移码与补码仅在符号位上定义不同，如果反向运算，可以先求出补码再将符号位取反就可得到偏移码。
8. A/D 转换速率：表明 A/D 转换芯片的工作速度。如对 ADS7805 来讲，完成一次转换所需要的时间是 10 微秒，则它的转换速率为 100 KHz。
9. 通过率：指 A/D 采集卡对某一路信号连续采集时的最高采集速率。
10. 初始地址：使用板卡时，需要对卡上的一组寄存器进行操作，这组寄存器占用数个连续的地址，一般将其中最低的地址值定为此卡的基地址，这个基地址值是在板卡安装后由系统自动分配的。

附 B. 产品清单及保修

产品清单：

1. TE21ADAC 高精度模入接口卡壹块。
2. TE21ADAC 高精度模入接口卡技术说明书壹份。

本产品自售出之日起两年内，凡用户遵守贮存、运输及使用要求，而产品质量低于技术指标的，凭保修单免费维修。因违反操作规定和要求而造成损坏的，需交纳器件和维修费。