

USB 接口
50MHz 12 位 2 通道 AD
16 通道 DI/16 通道 DO
超高速 AD 板 RBH8758

使用说明书

北京瑞博华控制技术有限公司

USB 接口 50MHz 12 位 2 通 AD 16DI/16DO 超高速 AD 板 RBH8758 使用说明书

一、概述

RBH8758是USB2.0总线兼容的超高速数据采集器，该产品通过采用高速AD芯片和FPGA技术，实现高速采集功能。

本板采用FPGA技术，实现各种触发功能。而且可以为用户各种特殊应用提供定制服务。该产品特别适合于超声波探伤, 雷达信号处理等应用。

二、性能和技术指标

2.1 性能与指标

- 2路单端模拟量输入。
- 模拟电压输入范围：0-1V;0-2V;0-10V;±0.5V; ±1V±5V或按照用户定制, 缺省情况下为±5V。
- A/D转换分辨率：12位。
- 采集速度：采样速度5MHz至50MHz可调。
- 输入阻抗：1250欧姆，也可以按照用户要求定制。
- 数据记录长度：单通道最大16384点，双通道最大8192点。
- 触发方式：外触发，内触发；上升延触发，下降延触发；单次触发和连续触发。
- 定时触发采集功能：有定时采集功能，触发频率与数据长度有关，当为单通道4096点时，定时触发频率可以达到1000Hz。
- 有完全的知识产权，可以按照用户要求定制特殊功能。
- 模拟量输入接口：BNC
- 提供校准信号输出，便于用户进行信号校准
- A/D非线性综合误差：2个LSB
- 开关量接口：开关量16入，16路输出，均为TTL电平方式，开关量输入可以与模拟量同步采集，方便雷达用户的转台信息同步读取。
- USB接口：USB接口线，直接与计算机的USB接口相连
- 采集器供电：不需要外部供电，直接用计算机USB口进行供电。
- 工作温度：0—+70℃

2.2 应用

- 超声波探伤，雷达信号采集
- 虚拟仪器开发
- 医疗设备
- 振动与噪声信号采集与分析
- 信号采集与分析

2.3 外形尺寸及重量

采集器内AD板尺寸：160 mm×102 mm，壳体外形尺寸：220mm * 160mm。

重量：250克

三、工作原理概述

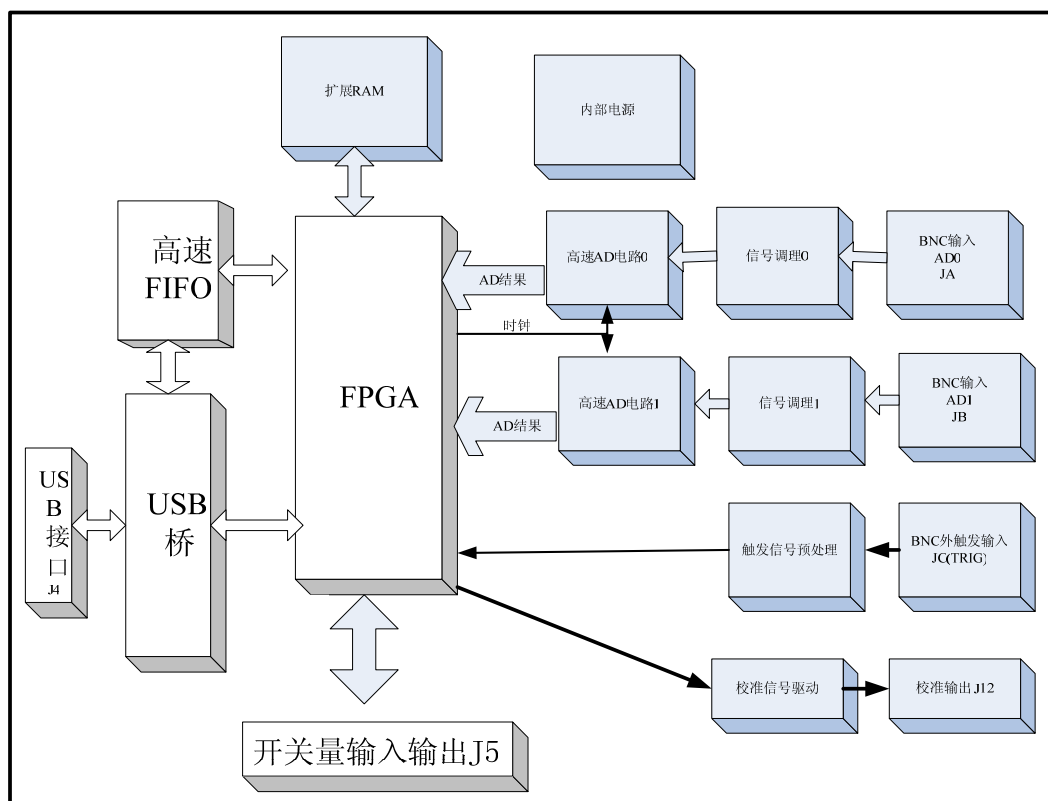


图1 RBH8758原理框图

图1是RBH8758的原理框图，从图中可以看出，RBH8758以FPGA为核心，通过2片高速AD芯片实现信号的采集与处理，采集的数据缓存到RAM中，再通过高速FIFO将数据通过USB桥送到PC，从而实现基于FPGA的高速双通道采集功能。

系统的工作过程是：

当用户将USB线通过J4与计算机的USB口相连后，计算机自动提示用户安装驱动程序，用户按照提示安装完驱动后，计算机就将USB固件下载到板卡上，板卡就进入待命状态；当计算机发送数据到板卡上，板卡就接收数据，并设置采集模式和触发模式，这些参数由FPGA接收并处理；当计算机发出采集启动命令后，FPGA立即启动触发逻辑和数据保存逻辑，将高速采集的数据存放到内部硬件缓冲区中，当满足设定条件后，自动将采集的数据通过高速FIFO送到USB口，计算机软件就可以接收到这些数据，从而实现高速采集的目的。

本采集卡特别为超声波探伤和雷达数据处理提供了高速连续采集功能。外部触发脉冲或内部定时脉冲启动FPGA的采集功能后，FPGA逻辑立即启动高速采集时钟，该时钟输出到AD芯片，FPGA同时将AD结果高速送入内部FIFO,另一方面，FPGA控制另一个速度较慢的时钟将FIFO中的数据同时送往USB的FIFO中，在通过USB总线收到计算机，从而实现采集的同时将采集结果送到计算机，最后实现最大的数据吞吐量，尽可能高的触发频率，在采集点数为4096点的情况下，可以实现高达1000Hz的触发频率，能够满足超声波以及雷达信号的要求。考虑到雷达信号采集中，要求读取转台的位置信号，FPGA在采集模拟信号的同时，每次触发同步采集16位开关量输入，并与模拟量信号打包同步输出，大大方便了本卡在雷达方面的应用。

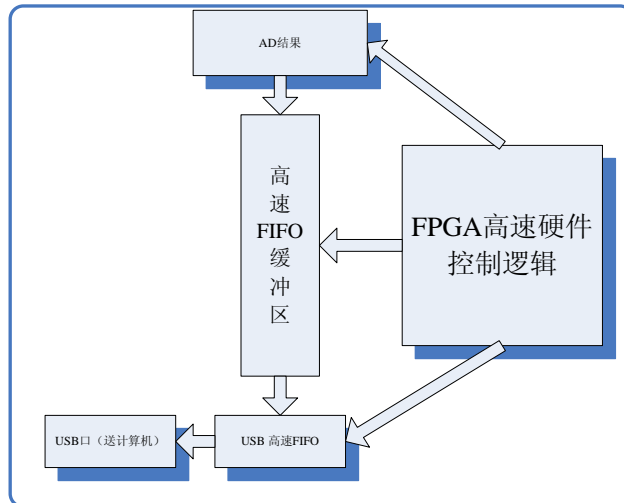


图2 高速数据缓存的原理

四、硬件使用方法

1、操作元件布置

本板的操作元件布置如图 3 所示。为了便于用户使用，在板卡上已经有详细的标识。



图 3 实物及接头定义

各个接头的定义是：

J1:图中标注为 OUT-USB, 是本板卡的电源选择跳线, 当选择 OUT 侧时, 采用外部供电, 电源来自 J2 接头, 当选择 USB 侧时, 采用 USB 总线自供电。

J2: 外部电源输入接头, +5 伏输入, 其中+5 为外部电源的正极, GND 接外部电源的地线, 请注意不要接反。

J4:USB 接线插座, 可以直接与计算机的 USB 口相接, 要求采用 USB2.0 以上接口。

L1:信号灯, 当将 RBH8758 插入计算机系统后, 如果正确安装了驱动程序, 该信号灯点亮, 当软件驱动采集功能, 该信号灯以每秒一次的速度闪烁, 当停止采集后, 信号灯保持常亮, 一次, 用户可以通过信号灯判断采集卡的驱动程序是否安装正确, 采集是否正常工作。

J5:16 位开关量输入与 16 位开关量输出的双排针, 其中 1—16 针是开关量输出, 17—32 为开关量输入, 33, 34 为地线。信号电平满足 TTL 电平标准, 如果在该接头接入有害信号, 可能导致板卡工作不正常, 对于有驱动要求和高压要求的情况, 建议用户进行必要的保护处理。

J12:脉冲输出。输出为宽度为 1us, 频率等于触发频率的脉冲, 输出该信号的目的是为用户提供模拟调试信号, 当用户没有现场触发信号时, 将该脉冲直接引入到 TRIG 接线端子, 就可以模拟现场信号了, 从而方便用户产品开发。

JA: 第一路模拟量输入。

JB: 第二路模拟量输入。

JC: 外触发输入, TTL 电平。

本板可以采用 USB 直接供电方式，也可以采用外接供电方式，当使用 USB 供电时，跳线开关 J1 跳向 USB 侧；当使用外部供电时，J1 跳线开关跳向 OUT 侧，并在 J2 上接入+5 伏电源。注意，该电源不能接反，否则将引起硬件损坏。

外部电源从 J2 接入时，供电电压为+5 伏，电流 1A，注意电源电压不要接反，也不要超过 5.5 伏，否则可能引起板卡损坏。建议用户尽可能使用内部 USB 供电。

2、硬件备用功能

本采集卡由于采用了先进的 CPLD 技术，板上可以实现多种复杂功能，留有大量备用资源。可以为用户定制各种特殊功能。特别是用户进行产品配套时，本公司提供定制服务。

- 脉冲检测功能，如频率信号的频率检测、周期检测、占空比检测等。
- 旋转编码器接口，可以检测正转、反转、位移量、频率、速度、定时触发等。
- 外部触发功能，实现各种外部触发功能，如上升延触发，下降延存放，电平触发，预触发，信号电压触发等功能。
- 控制 PWM 控制功能，硬件产生 PWM 波形，满足用户特殊控制需要。

五、触发与数据处理

本板既有单次触发功能也有序列触发功能，用户可以通过软件控制实现两种功能的切换，缺省情况下为内部序列触发模式。

单次触发的功能是仅仅触发一次，触发完成后，只有用户再次启动触发使能才有可能进行第二次触发，这对于很多瞬态信号的捕捉非常重要。序列触发是指完成一次触发后，如果又有新的触发信号到来，就会自动进行后续的触发，这对于超声波探伤、雷达信号处理、虚拟仪器开发等非常适合。

无论是单次触发还是序列触发，本板卡都可以保证采集的信号不丢失，保证全部的数据送到计算机。为了实现数据不丢失，本板卡采用数据块的方式进行数据存储，一个数据块是指一次触发所采集的全部数据，也就是数据的存储深度。对于 RBH8758 采集卡，当单通道工作时，存储深度最长可以得到 16384 个，当采用双通道工作时，可以得到 8192 点。

数据块在触发完成后，就会自动发送到计算机。为了区分不同触发所采集的数据，每个数据块在起始加有标志，表明从该标志开始是一个完整的数据块，在数据块内，数据波形是连续的，数据块之间由于是在不同上课采集的数据，所以数据块之间的数据波形是不连续的。图 4 是所示采集的双通道波形，该波形用 Frecord 软件采集，设置的条件是双通道、每个通道采集 4096 点，采样频率 50MHz，在第一通道 JA 上外加频率为 100kHz 的锯齿波，第二通道 JB 悬空。

第一通道数据块的第一个数据是 1000H, 第二个数据是 16 通道开关量采集值，第三个数据是第一个模拟量，第四个数据是第二个模拟量数据，依此类推，到第 4096 个数据就是最后一个模拟量。由于模拟量是 12 位采集结果，所以标志 1000H 不会与数据混淆。

第二通道数据块的第一个数据是 8000H, 第二个数据是 16 通道开关量采集值，第三个

数据是第一个模拟量，第四个数据是第二个模拟量数据，依此类推，到第 4096 个数据就是最后一个模拟量。由于模拟量是 12 位采集结果，所以标志 1000H 不会与数据混淆。

从图 4 可以看出，上方是通道 0 的锯齿波，下方通道 1 为 0 线。块内的波形是连续的，数据块之间通过标志分割，块内的点数为 4096。

具体的数据块处理方法可以参照例程，以及例程所保留的数据文件的数据格式。

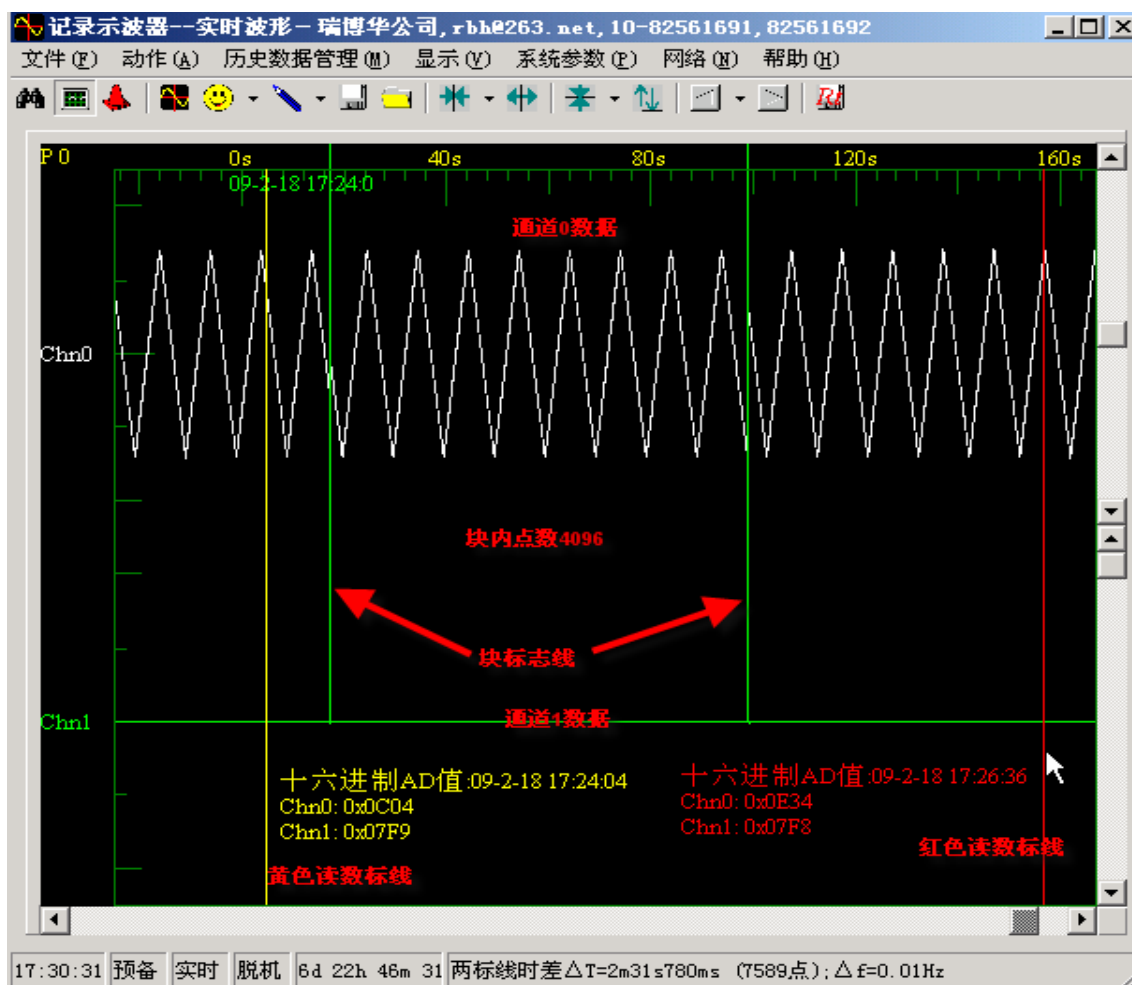


图 4 实时采集的双通道波形

数据采集的精度为 12 位，采用偏移码方式，当输入 -5V 电压时，输出码为 0，当输入 0 电压时，输出码为 7FFH，当输入 +5V 电压时，输出码为 FFFH。由于硬件有些偏差，实际值会有些不同，建议用进行修正。修正的方法如下：

将输入接地，相当于输入 0 电压，其理想输出应该是 $Y_0: \frac{0}{10} * 4096 + 2047$ ，对应实际输出的读数是 X_0 ；

将输入接某一个电压，如 A 电压，其理想输出应该是 $Y1: (\frac{A}{10} * 4096 + 2047)$ 对应的

检测得到的读数是 X1;

假设斜率修正系数为 K, 零点修正系数为 B, 则有:

$$K = \frac{Y1 - Y0}{X1 - X0};$$

$$B = 2047 - K * X0$$

当采集到的 AD 值为 X 时，那么修正后的 AD 值就应该是 $Y=KX+B$, 对应的电压就是:

$$V = \frac{Y}{4095} * 10 - 5$$

六、软件使用说明

USB 总线有即插即用的特点，为用户使用本卡提供了很多方便，对于大多少用户，可以直接采用本公司提供的驱动软件，可以实现数据采集功能。

1、 FrecordBasic 软件 的设置方法

为了方便用户测试，本公司提供免费的测试软件 FrecordBasic 软件，该软件能够测试北京瑞博华公司各种板卡，而且可以浏览波形，使用非常方便。当用户购买功能强大的收费软件 Frecord 软件时，测试方法与此相同。

典型的测试方式时，设置方法为：

- “系统参数P” ->”通道属性配置”-》模拟通道数=1或2
- “系统参数P” ->”采集板参数配置A”- “基本配置”

通道数=缺省通道数

名义采样频率=缺省采样频率

中断缓冲区数=10

每通道采样数=4096

程控放大倍数=0

起始通道号=0

- “系统参数P” ->”采集板参数配置A”- “高级配置”

不选择“使能模拟量通道在线IIR滤波功能”

不选择“使能在线重采样”

不选择“使能虚拟AD板”

点击示波器功能命令按钮（正弦波标志）就可以运行采集功能，并可以浏览波形。

用户也可以调用RBH8758\Data目录下的配置文件RBH8758_2.fcg来设置参数，使用的命令是“系统参数”-》“从文件读取配置信息”。

2、 演示实例的说明

为了便于用户编程方便，本板提供编程例程，例程的界面如图8所示。

图5所示的例程软件用VB编写，光盘中有详尽的源代码与说明。

触发设置选项卡包括全部的设置功能，以及源程序代码。左上角显示的是当前采集卡的工作状态，包括是否单次触发或序列触发模式；是内触发模式还是外触发模式；如果是外触发模式，有对应是那一种触发模式。

右上设置单次触发或序列触发，点击右上命令按钮就可以进行切换，切换是否成功可以看左上的信息显示；如果为单次触发，点击“启动一次”命令按钮，就可以启动一次单次触发。

中间可以选择内触发或外触发模式，当为内触发模式下，选“Inner”，内触发模式有两种情况，一种是单次触发，一种是在内部时钟控制下的序列触发，当单次触发的情况下，点击一次“启动一次”命令就启动一次触发，当为序列触发的情况下，内部触发时钟的频率有StartIntr函数中的FrqSamp参数决定，缺省情况下为50Hz，在FrecordBasic软件中，由“系统参数”-》“采集板参数配置”-》“名义采样频率”这个参数决定。

当为外触发模式时，可以在软件界面上选择相应的模式。同样也有单次触发和序列触发两种模式。

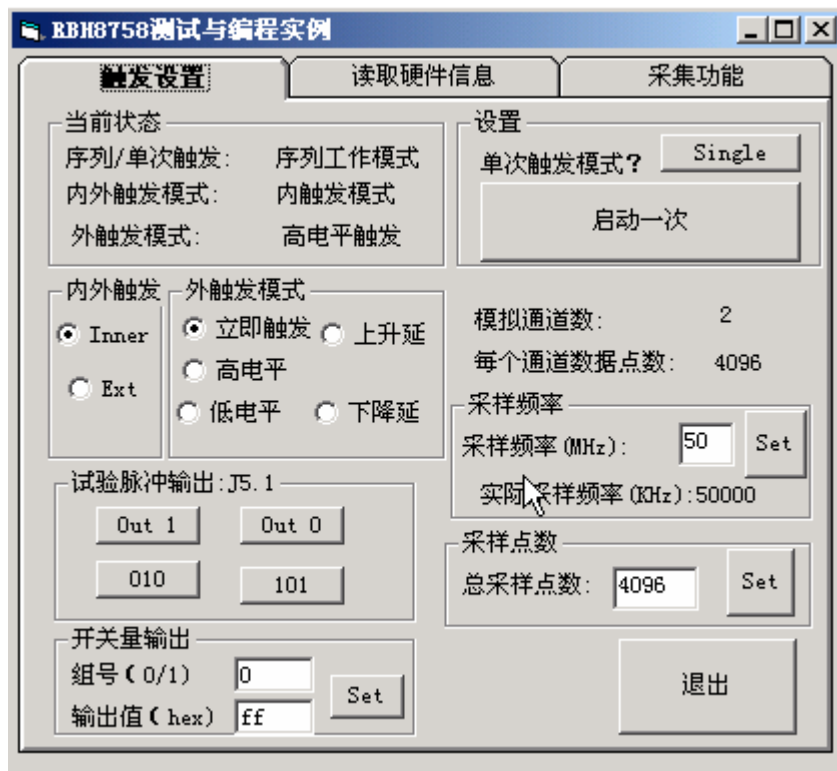


图5 例程界面：触发设置

采样频率设定的是进行AD的频率,通过点击”set”就可以实现采样频率的设定。采样点数就是设定采样深度,对2通道采集,表示每个通道的点数都是这个数。

试验脉冲输出就是从J5的第一针输出信号,用户可以将这个信号接到触发信号输入端,从而可以模拟各种触发模式。

开关量输出功能演示了软件如何控制就可以实现16为开关量输出功能。16位开关量分为2组,第一组是从1至8,第二组为9至16。输出值为一个8位的16进制数,每位对应一个开关量输出通道。对于第一组,输出值的0至7位对应开关量输出1至8;对于第二组,输出值的0至7位对应开关量输出的9至16。当对应位是0时,输出低电平,当对应位是1时,输出高电平。

图6是读取硬件信息,该信息直接来自于板卡上的FPGA信息,通过该信息就可以判断硬件工作是否工作正常。其中0—3是固定的,0对应87,1对应58,表示采集卡型号位8758。如果这些信息正常,表明硬件正常,驱动程序安装正常。4表示通道数,如果该数据为1,表明是单通道;如果为表明为2通道模拟量采集。5为外触发模式,0表示立即触发;1表示高电平触发;2表示低电平触发;3表示上升延触发;4表示下降延触发。第六个字表示是否单次触发,1表示为单次触发,0表示为序列触发。第七个字节为开关量输出的低8位,用户可以通过该字节检验当前的输出状态。第八个字节开关量输入的低8位,第九个字节是开关量输入的高8位,就是通过这两个字节就可以异步地采集16个开关量信息。第十个字节是数据保存点数的低8位,第十一个字节是数据保存点数的高8位。

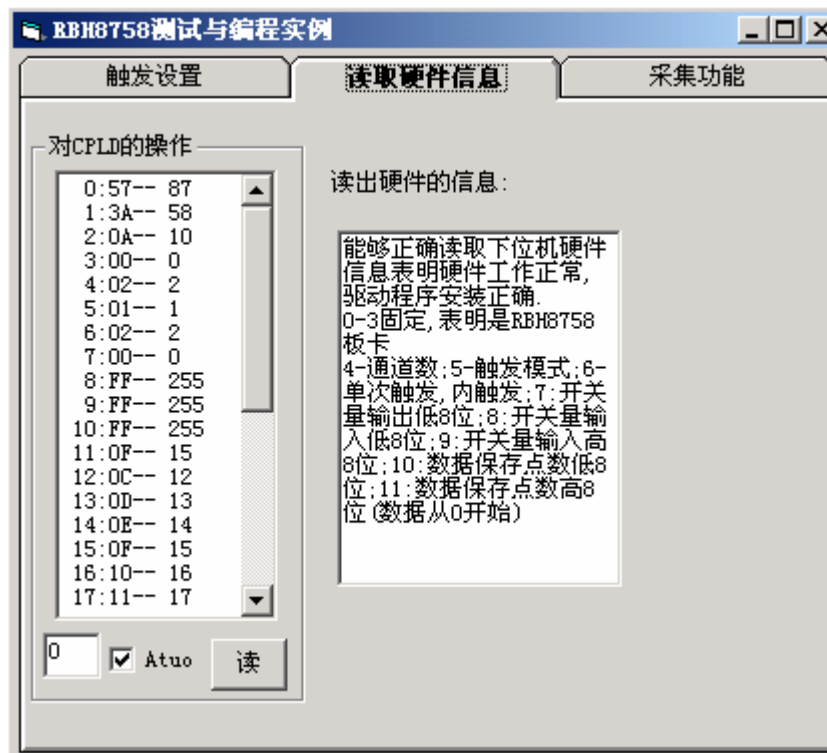


图6 演示界面:读取实时信息

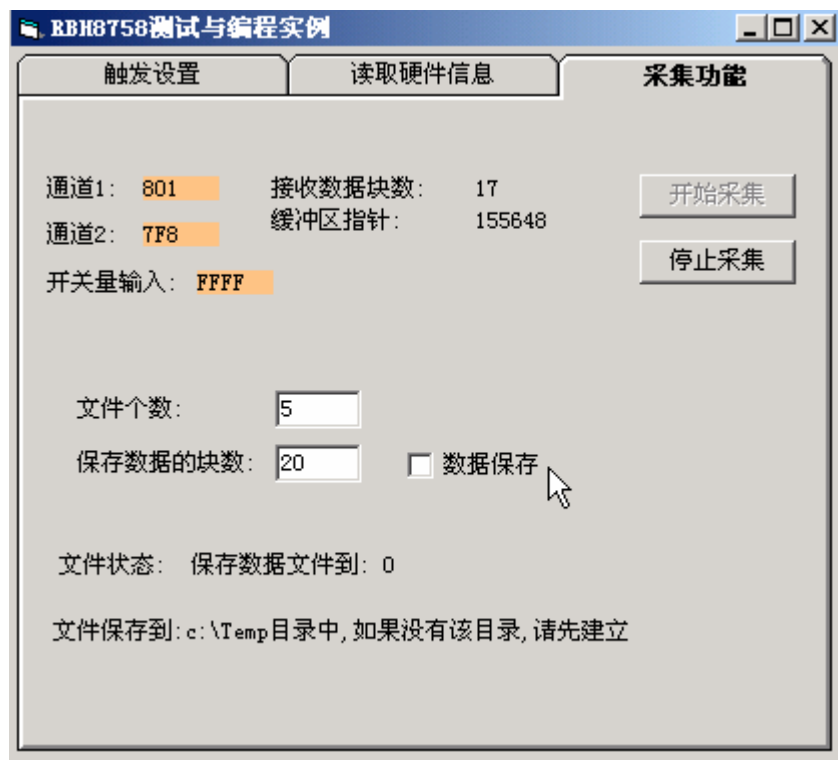


图7 演示页面：采集功能

图7是采集功能软件的界面。通过该界面演示了软件如何进行采集并且保存数据，还演示了双通道数据分包的方法。运行该功能之前，要求用户首先建立“c:\Temp”目录，采集的数据就保存到该目录下。已经采集完成的数据在“光盘\RBH\产品\RBH8758\DATA”目录下有样例。用户可以用EXCEL软件打开并画图显示结果。图7中，用户可以首先设定采样频率，采集点数，触发模式等，然后点击“开始采集”命令，RBH8758就开始采集，当点击使能“数据保存”功能后，数据就会保存到文件。

3、 软件编程的使用说明

本板提供了很完善的 WIN98/2000/NT/XP 驱动程序，采用动态链接库的方式，用户使用方便、快捷，所提供的 DEMO 软件，能满足大量的实际需要，如实时控制、波形显示、波形记录等。

在 Windows 下编程, 有两种编程方式, 一种是采用查询方式, 可以实时读取当前信号的幅值, 以及开关量状态, 这种方式特别适合于工业现场的实时控制; 另一种方式是采用硬件定时采集的方式, 通过调用本公司提供的动态连接库, 可以实现在 Windows 下高速、实时、连续采集信号。

RBH8758 的功能相比常见的低速采集卡较多, 特别是触发模式设定, 采样频率设定等功能, 这些功能的设定都是采用 IOct1 函数实现, 关于 IOCTL 函数的使用方法可以参照光盘“编程指南”中的介绍和实例, 在本采集卡的应用主要以 VB 为例进行说明。

1>开关量输出编程方法

DoIndex:开关量输出通道组, 0 表示 1-8, 1 表示 9-16;

Value:开关量输出的数值, 8 位, 每位对应一个开关量

InBuff(0) = 71 '固定值

InBuff(1) = 1 '1 固定值

If DoIndex = 0 Then '第一组

InBuff(2) = 7 '送低 8 位数据

Else '第二组

InBuff(2) = 8 '送高 8 位数据

End If

InBuff(3) = 0 '固定

InBuff(4) = Value '填充输出值

i = D11IOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0)) '调用函数接口, 将数据发出

2>设定是否单次触发

InBuff(0) = 71 '固定

InBuff(1) = 1 '固定

InBuff(2) = 24 '

InBuff(3) = 0 '

如果序列触发 Value = 0

如果单次触发 Value = 1

InBuff(4) = Value And 255 '填充触发模式, 0 为序列触发, 1 为单次触发

i = D11IOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0)) '调用函数, 执行命令

3>设定是内触发还是外触发

InBuff(0) = 71 '固定

InBuff(1) = 1 '固定

InBuff(2) = 25 '固定

InBuff(3) = 0 '固定

If (Index = 0) Then '内触发模式

Value = 1

Else '外触发模式

Value = 0

End If

InBuff(4) = Value And 255 '填内外触发模式命令数据

i = D11IOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0)) '执行命令

4>设定外触发模式

InBuff(0) = 71 '固定

InBuff(1) = 1 '固定

```
InBuff(2) = 23 ' 固定
```

```
InBuff(3) = 0 ' 固定
```

```
InBuff(4) = Index And 255 ' 外触发模式
```

Index 是外触发模式，0 表示立即触发，1 表示高电平触发，1 表示低电平触发，2 表示上升延触发，3 表示下降延触发。

```
i = DllIOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0)) ' 执行命令
```

5>设置 AD 频率

```
InBuff(0) = 71 ' 固定
```

```
InBuff(1) = 1 ' 固定
```

```
InBuff(2) = 32 ' 固定
```

```
InBuff(3) = 0 ' 固定
```

```
InBuff(4) = SetValue And 255 ' 频率设定值
```

频率设定的方法：采样主频率 $x = \text{最高频率} / (1+N)$ ，当最高频率为 50MHz，那么当 $N=0$ 时频率位 50MHz，频率的最小值是 5MHz。N 的取值范围是 0 值 9。

```
i = DllIOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0)) ' 执行命令
```

6>设置数据存储深度

```
InBuff(0) = 71 ' 固定
```

```
InBuff(1) = 1 ' 固定
```

```
InBuff(2) = 38 ' 地址
```

```
InBuff(3) = 0 ' high 8
```

```
InBuff(4) = dl ' 数据存储深度的低 8 位
```

```
InBuff(5) = dh ' 数据存储深度的高 8 位
```

```
i = DllIOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0)) ' 执行命令
```

7>读取硬件信息命令

```
InBuff(0) = 70 ' 固定
```

```
InBuff(1) = 32 ' 固定
```

```
InBuff(2) = 0 ' 固定
```

```
InBuff(3) = 0 ' 固定
```

```
i = DllIOctl(100, InBuff(0), 100, OutBuff(0))
```

```
For i = 0 To 31
```

DIValue(i) = OutBuff(i) ' 数据填充到 DIVALUE 数组中，具体信息可以参见演示实例说明

```
Next i
```

8>启动初始化命令

```
i = DllInitial(0, 5, 0, 0) ' 初始化采集功能
```

9>启动采集命令

```
i = DllStartIntr(NumBuf, NumSamp, begchn, NumChn, FrqSamp, FrqFilter,
```

AmpGain), 这里 NumBuf 表示缓冲区的个数, 用户可以根据计算机的内存大小设定, 一般设置位 20 比较合适。

NumSamp 是每通道采样数 (每块), 建议是采样深度的整数倍。当用单次触发时, 建议就等于采样深度, 当为序列触发模式时, 建议位采样深度的 100 倍, 如果触发频率越快, 该数据就应该越大。

Begchn=0,

NumChn:通道数, 当为单通道采集时就为 1, 当为双通道采集时就为 2

FrqSamp:内触发的触发频率, 这个数据与本公司低速采集板卡的函数定义有很大不同, 该数据不再表示采集频率, 而表示触发的频率, 当采用内触发、并且为序列触发时, 该频率就是触发的频率, 并且产生一个高电平脉冲从 CALI 端子输出, 用户可以将该脉冲与 TRIG 端子相连, 从而可以模拟不同的外触发脉冲。

FrqFilter=0,

AmpGain=0。

10>读取数据命令

DllQueryBuf ' 填满的缓冲区个数

DllADResult (ADBuf (0)) ' 将数据保存到临时数组 ADBuf () 中

六、注意事项

1、本说明书提供的说明是 RBH8758 采集板的使用说明, 有些情况下, 本公司提供 USB 采集器的外壳, 便于用户直接接线使用, 带外壳的 RBH8758 采集器端子的定义请见外壳端子说明, 一般在采集器的下端面有一个接线定义标签, 建议依此接线。

2、不要带电插拔该板。

3、长期不使用时, 建议从计算机中拔下该板, 妥善保管。

4、控制驱动程序输出采集结果是校准结果还是非校准结果的方式是通过启动采集函数中的参数 AmpGain 来确定的, 当该参数=0 时, 输出未校准参数, 当该参数=1 时, 输出的是校准参数。正常使用的时候, 该参数=1。

5、卡上有较多的插头空闲, 这是本公司用于用户的功能扩展备用, 便于满足用户提出各种特殊需求。一般用户不要使用这些插头, 让其空闲。

6、USB 端的电源有两种方式, 一种是直接采用 USB 本身提供的电源, 另一种是外接电源。当使用外接电源时, 电源从 J2 接入, 并把 J1 的 OUT 端短接, **特别注意的是, 该电源没有任何输入保护, 用户接入电源时一定要小心, 不要接入反向电源, 接入电源的电压不要高于 5.5V, 否则, 可能引起整个板卡的硬件损坏。**建议用户尽可能使用 USB 供电。

7、本产品已经在多种工业现场中应用, 证明安全可靠, 即使在变频器工作的系统中依然工作稳定、可靠。但是, 由于工业现场环境差别很大, 并不保证本产品能够适应

全部的工业现场，为了安全考虑，建议用户进行充分试验，确保人身安全和设备安全，本公司不承担可能由于本产品不应用户环境而引起损失的责任。

- 8、本产品会根据用户需求不断推出新的分类功能，驱动程序和编程例程也会不断升级，一般情况下新软件会兼容旧软件，建议用户如果同时注意软件升级。
- 9、高频信号采集对抗干扰的要求很高，本卡的采集精度很高，建议用户的信号通过屏蔽线连接到板卡，并且尽可能缩短信号与板卡之间的距离。

七、出库清单

- 1、RBH8758 板一块
- 2、专用 USB 接口电缆一根。
- 3、光盘一张（内含 demo 程序、驱动程序、校准程序、校准使用说明书、使用说明书等）

八、订货信息

为了满足用户的多种需求，本板提供多种配置，请说明输入信号的量程，输入阻抗的要求，有特殊需要的，请事先与本公司联系。本产品提供以下规格：

RBH8758-1 基本型，1 通道 A/D，16 通道同步开关量输入，16 通道开关量输出。

RBH8758-2 综合型，2 通道 A/D，16 通道同步开关量输入，16 通道开关量输出。