USB7503 光隔离脉冲计数测频模块技术说明书

1. 概述：

USB7503 光隔离脉冲计数测频模块适用于提供了 USB 接口的 PC 系列微机，具有真正的热插拔、即插即用（PnP）功能。其操作系统可选用目前流行的 Windows 系列、高稳定性的 Unix 等多种操作系统以及专业数据采集分析系统 LabVIEW 等软件环境。在硬件的安装上非常简单，使用时只需将 USB7503 的USB 接口插入计算机内任何一个USB 接口插座中，信号电缆从模块提供的接口直接接入。为方便我公司原有用户对产品的升级换代，开关量输入输出模块的输入输出插座引线定义与 PC-6503、PCI-8503 几乎完全一样。

本光隔离脉冲计数测频模块可广泛应用于工业过程控制系统中以完成光隔离型多通道外部事件的计数、测频等多项功能。本模块具有适用范围广、功能强、性能价格比高的特点。卡上所有的输入输出通道 均加有光电隔离电路，以实现与被测对象和现场环境的电气隔离，使本卡具有较强的抗干扰能力和自我保 护能力。

本模块还提供了 TTL 电平的 8 路开关量输入和 8 路开关量输出信号通道，这些信号通道由模块的 20 芯扁平电缆插座提供给用户。

2. 主要技术指标：

2.1 USB 指标

2.1.1 处理器芯片： AN2131QC

2.1.2 通讯方式： USB 接口

2.1.3 通讯距离： 小于 5 米

2.1.4 通讯协议： USB1.1

2.1.5 通讯最大速率：1M Byte / 秒 ，即 8M bps 的波特率

2.2 计数测频部分：

2.2.1 输入通道数：6 路共地（共阴）输入方式(2 片 8254)。

2.2.2 输出通道数：6 路集电极开路输出方式。

2.2.3 工作模式：事件计数/定时（板上有 1M 时钟）、频率测量、频率输出等。

2.2.4 计数器字长：16 位。

2.2.5 计数范围：0～65535 (任一通道)。

2.2.6 最高计数频率：≤25KHz (50%占空比)。

2.2.7 输入信号电平范围：5V～48V。

2.2.8 最大输出驱动电流：≤50mA，可直接驱动小型继电器。

2.3 开关量部分

2.3.1 输入路数：8 路TTL 电平

2.3.2 输出路数：8 路TTL 电平

2.4 电源功耗：＋5V(±10％) ≤500mA

2.5 环境要求：工作温度： 10℃～40℃

相对湿度： 40％～80％

存贮温度： -55℃～＋85℃

3. 工作原理及操作说明：

3.1 计数定时部分：

USB7503 光隔离脉冲计数测频模块主要由2 个相同的光电隔离脉冲计数电路和接口控制逻辑电路组成。每个光隔离脉冲计数计数电路由一片 8254 可编程计数／定时器、输入输出光电隔离电路及输入信号去抖电路组成。

3.1.1 脉冲计数功能的使用与管理：

本模块采用 8254 可编程计数 / 定时器芯片完成对外部脉冲信号的各种处理。8254 芯片内部具有三个独立的 16 位计数器，它可用程序设置成多种工作方式，按十进制计数或二进制计数，最高计数速率可达10MHz（不含光隔电路部分）。8254 能用于多种应用场合，例如外部事件计数器、可编程方波频率发生器、分频器、实时时钟以及程控单脉冲发生器等。

3.1.2 8254 可编程计数 / 定时器编程要点：

8254 的全部功能是由 CPU 编程设定的。CPU 通过输出指令给 8254 装入控制字，从而设定其功能。8254 控制字格式如下：

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
SC_1	SC_0	RL_1	RL_0	M_2	M_1	M_0	BCD

各位的功能见表 1～表 4：

表 1　SC_1、SC_0 － 计数器选择

SC_1	SC_0	选择计数器
0	0	选择 0#
0	1	选择 1#
1	0	选择 2#
1	1	使用方法参见 8254 使用说明

表 2　RL_1、RL_0－CPU读 / 写操作

RL1	RL0	操作类型
0	0	计数器封锁操作
0	1	读 / 写计数器低 8 位
1	0	读 / 写计数器高 8 位
1	1	先读 / 写低 8 位，后读 / 写高 8 位

表 3　M_2、M_1、M_0 －工作方式选择

M_3	M_2	M_1	计 数 工 作 方 式
0	0	0	方　式　0
0	0	1	方　式　1
0	1	0	方　式　2
0	1	1	方　式　3
1	0	0	方　式　4
1	0	1	方　式　5

表 4　BCD－计数方式选择

BCD	数　码　形　式
0	十六位二进制计数
1	四位十进制（ BCD ）码计数

8254 的三个计数器是独立的 16 位减法计数器。计数器的工作方式由工作方式寄存器确定。计数器在编程写入初始值后，在某些方式下计数到 0 后自动预置，计数器连续工作。CPU 访问计数器时，必须先设定工作方式控制字中的 RL_1、RL_0 位。计数器对 CLK 计数输入端的输入信号进行递减计数。选通信号 GATE 控制计数工作的进行，其功能如表 5 所示。

表 5　选通信号 GATE 的功能

	低电平或进入低电平	上　升　边　沿	高 电 平
方式 0	禁止计数	----	允许计数
方式 1	----	1. 初始化和计数 2. 下一个时钟后清除输出	----
方式 2	1. 禁止计数 2. 使输出立即变为高电平	1. 重新装入计数器 2. 启动计数	允许计数
方式 3	1. 禁止计数 2. 使输出立即变为高电平	初始化和计数	允许计数
方式 4	禁止计数	计数未结束时初始化和计数	允许计数
方式 5	----	初始化和计数	----

8254 的三个计数器按照各工作方式寄存器中控制字的设置进行工作。可以选择的工作方式有六种。这六种方式是：

方式 0：计数结束时中断。编程后自动启动，计数器减 1 计数，计数到终点(减至 0)后输出高电平，可用于中断请求信号，GATE 为低电平时停止计数，回到高电平后继续往下计数。再次启动要重新装入计数值或重新编程。

方式 1：可编程单脉冲输出。GATE 上升沿进行初始化并开始计数。输出低电平的宽度等于计数时间。单脉冲输出可用 GATE 上升沿多次触发。

方式 2：比率发生器。编程后重复地循环计数。计数到终点时输出一个时钟周期宽度的低电平脉冲，自动初始化后继续计数。用 GATE 的上升沿初始化，并开始计数。GATE 为低电平时停止计数。

方式 3：方波发生器。这种方式是在编程后重复地循环计数，输出波形为方波。如果初始计数值为偶数，每个时钟输入脉冲使计数器减 2，达到计数终点时输出电平改变。如果初始计数值为奇数，则输出高电平 时第一个时钟输入脉冲使计数器减 1，随后每个输入脉冲使计数器减 2；输出为低电平时第一个时钟输入脉冲使计数器减 3，随后每个输入脉冲使计数器减 2，到达计数终点时输出电平改变，计数器自动初始化后继续计数。用 GATE 的上升沿初始化并开始计数，GATE 为低电平时停止计数。

方式 4：软件启动选通脉冲输出。编程后自动启动，计数到终点后输出一个时钟周期的低电平脉冲。用 GATE 的上升沿初始化并开始计数，GATE 为低电平时停止计数。

方式 5：硬件启动选通脉冲输出。编程后，等待 GATE 上升沿进行初始化并开始计数，计数到终点后输出一个时钟周期的低电平脉冲，计数器开始计数后不受 GATE 信号电平的影响，这种选通脉冲的输出可用 GATE 的上升沿多次触发。在工作方式控制字中，如果设置计数器锁存操作，则该控制字中工作方式选择位 M_1、M_0 和计数方式选择位 BCD 无效。即设置锁存操作时不影响计数器的工作方式，计数器锁存操作，是在计数器计数过程中，在不影响正在进行的计数操作的条件下，把当　前的计数值锁存到寄存器，供 CPU 读取，这时在工作方式控制字中，SC_1、SC_0 指定要锁存的计数器，RL_1、RL_0＝00 表示锁存操作，其余 4 位无效，计数器按原来设定的方式工作。

3.2 开关量输入输出电路：

本模块还提供了各 8 路的开关量输入输出信号通道。使用中需注意对这些信号的要求应严格符合 TTL 电平规范。

3.3 接口电路：

接口电路用来将 USB 总线控制逻辑转换成与各种操作相关的控制信号。

4. 安装及使用注意：

本模块的安装十分简便，无需将主机机壳打开，也无需关电，将本模块插入主机的任何一个空余 USB 接口插座即可。

为保证人身及设备安全，应确保系统地线（计算机及外接设备接地点）接地良好。为防止外部设备中　较大的电磁干扰，应注意对信号线进行屏蔽处理。

如果本模块连接的外部设备上加有较高的电压时，在安装或用手触摸本模块时，应先将外部设备的电　源关闭并严禁触摸本模块裸板 。

5. 使用与操作：

5.1 主要输入输出接口位置图，见图 1。

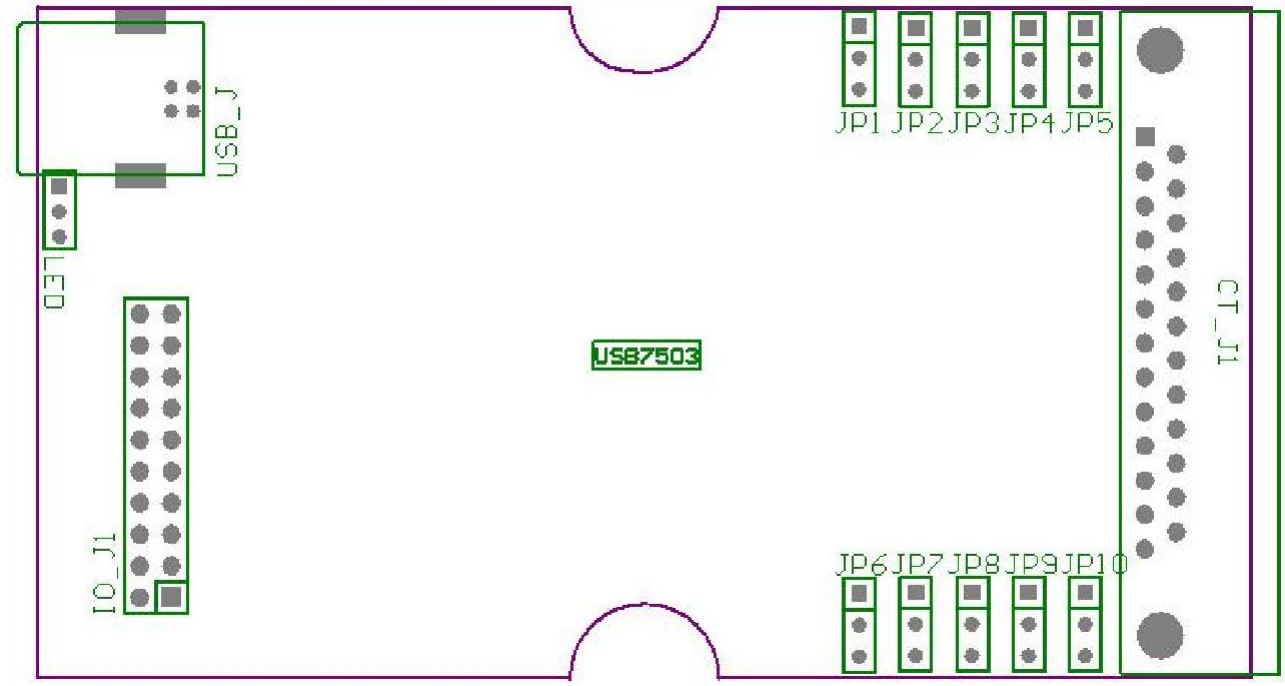


图 1 主要可调整元件位置图

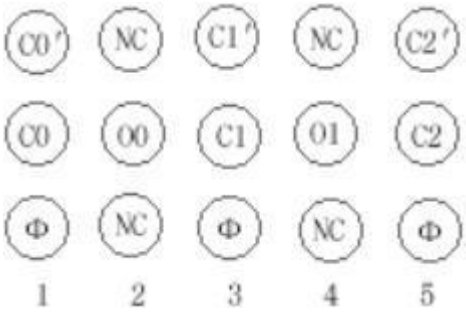
5.2 指示灯(LED)的用途：

红灯亮　指示 3.3V 电源工作正常

黄灯亮　指示模块程序工作正常

5.3 跨接插座 JP1—10 的用法：

在每个 8254 都有一组跨接插座，其作用是为 8254 的CLK 选择不同的脉冲信号源，以组成不同的工作模式。跨接插座 JP1 — 5（第一片 8254） 、JP6 — 10（第二片 8254）的定义下图：



JP1—5 、JP6—10 的定义

C_0、C_1、C_2、O_0、O_1、O_2 表示本组 8254 的 CLK_1、CLK_2、CLK_3、OUT_1、OUT_2、$_{OUT3}$ 信号，C_0′、C_1′、C_2 是外部输入并整形后的现场信号。Φ 为接口板上的 1MHz 内部时钟。比如：用跨接套将 C_1 与Φ短接，那么表示本组 8254 的第二通道的脉冲输入接到了板上的 1MHz 内部时钟；用跨接套将 C_1 与 O_0 短接，那么表示本组 8254 的第二通道的脉冲输入接到了上一通道的脉冲输出，即所谓的级连；用跨接套将 C_1 与 C_1′短接，那么表示本组 8254 的第二通道的脉冲输入接到了用户外部输入的脉冲信号源上。

5.4 输入输出插座接口定义：

5.4.1 计数测频部分：

本模块 25 芯 D 型插座(CT_J1)的信号定义见表 6 。

表 6　计数测频部分输入输出插座 CT_J1 引线定义表

插座引脚号	信 号 定 义	插座引脚号	信 号 定 义
1	CLK_1	14	CLK_2
2	CLK_3	15	CLK_4
3	CLK_5	16	CLK_6
4	CLK 信号参考地	17	CLK 信号参考地
5	NC（空脚）	18	NC（空脚）
6	NC（空脚）	19	NC（空脚）
7	OUT_1+	20	OUT_1-
8	OUT_2+	21	OUT_2-
9	OUT_3+	22	OUT_3-
10	OUT_4+	23	OUT_4-
11	OUT_5+	24	OUT_5-
12	OUT_6+	25	OUT_6-
13	NC（空脚）		

5.4.2 开关量部分：

本模块 20 芯扁平线插座(IO_J1)的信号定义见表 7 。

表 7　IO_J1 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	数字地	2	数字地
3	DI1	4	DI2
5	DI3	6	DI4
7	DI5	8	DI6
9	DI7	10	DI8
11	DO1	12	DO2
13	DO3	14	DO4
15	DO5	16	DO6
17	DO7	18	DO8
19	+5V 电源输出	20	+5V 电源输出

5.5 计数测频部分输入输出端口的使用与配置：

5.5.1 光电隔离输入部分

脉冲（CLK*）输入部分的工作原理如图 2 所示：

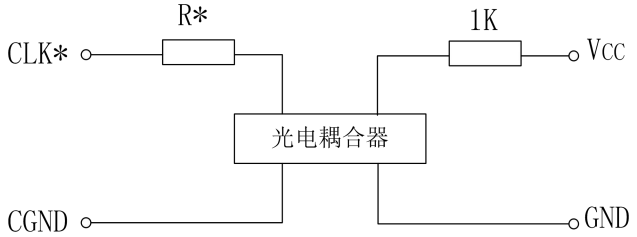


图 2 开关量输入部分工作原理

由图 2 所示，当一个足够大(TTL～48V)的外部电压信号经过本模块上的电阻 R*(见图 1 中 2 个 1K 的组排，每个阻排 4 个电阻)限流后驱动光电耦合器的发光二极管发光，使光电三极管导通。反之，当外部电压信号为零或足够小时，计算机读入的即为低电平信号。电阻 R*是一个限流保护电阻，焊在焊接排上，用户可以根据现场信号电压幅度而自行更换(出厂时为 1K ，见图 3)。

R*的选用原则为：$R^* = (U_{IN} - U_R) / I$　（KΩ）

其中 U_{IN} 为现场信号高电平电压值，U_R 是加在光电耦合器上的电压值。一般 U_R 取值为 1V 左右，I 是

流过发光二极管的电流，一般取 5～ 20mA 左右。

根据上面的选用原则和使用经验，我们推荐的输入信号和 R*的选择值见表 8：

表 8 R*的选择值

输入信号高电平	R* 选择值
3V～6V	1K
6V～12V	2.4KΩ
12V～24V	4.7KΩ
24V～48V	10KΩ

上表中各档的阈值电压比较接近各档的下限值，阈值电压以下的电平将被认为是低电平，所以具有较高的 抗噪声干扰的能力。

5.5.2 光电隔离输出部分

本模块上频率输出部分均采用了集电极开路输出方式，以满足用户对不同输出信号相位和驱动能力的 要求，其工作原理如图 3 所示：

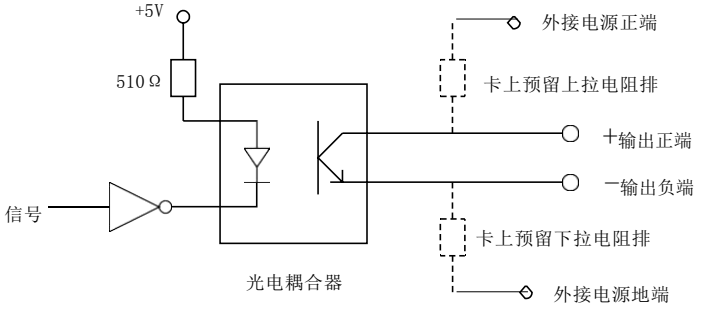
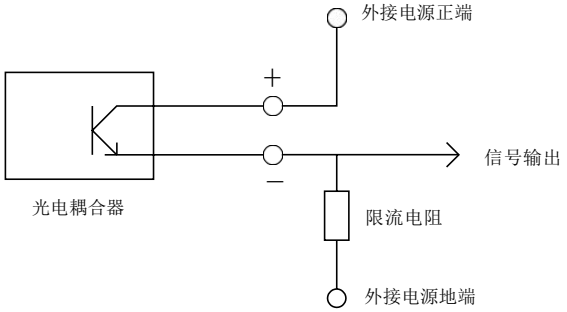


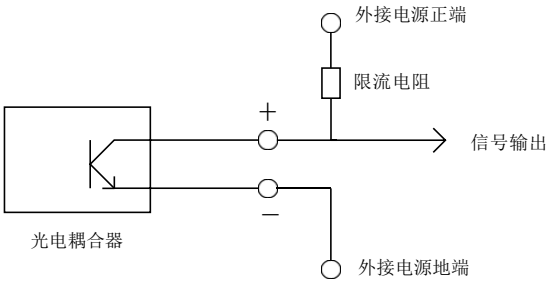
图 3 光电隔离输出部分原理图

根据图 3 所示的工作原理，用户可以根据不同的需要选择不同的接线方式以取得不同的信号电平或驱动要求。

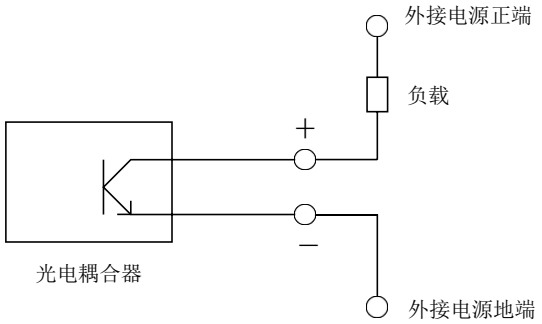
a. 输出同相信号



b. 输出反相信号



c. 功率驱动方式



输出光电耦合器的输出端允许通过的 IC 电流每路约为 5～50mA（不得超过 50mA），饱和压降 V_{CE} 约为 1V 左右，耐压 BV_{CEO} 约为 40V。用户输出端的外接限流电阻或负载电阻可根据以上参数估算。

6. 软件：

6.1 软件安装:

USB7503 模块在硬件安装完成后还需进行软件安装，具体安装步骤如下：

1. 检查硬件安装是否正确。
2. 启动计算机，操作系统将自行检测新安装的硬件，并弹出"添加新硬件向导"对话框,在“添加新硬件向导”对话框出现时，点击“下一步”按钮。
3. 选中“显示指定位置的所有驱动程序的列表...”单选钮，点击“下一步”按钮。
4. 点击“下一步”。
5. 点击“从软盘安装”按钮，弹出“从磁盘安装”对话框。
6. 点击“浏览”按钮，选择“Usb7kC.inf”所在的目录（光盘\USB7000\Usb7kC），点击“确定”按钮。
7. 回到“添加新硬件向导”，点击“下一步”按钮。
8. 点击“完成”按钮，第一块模块安装完成。
9. 重启计算机，安装第二块 USB7503 模块。

当要安装多块模块时，应先安装第一块模块，软件安装中会出现上述 1～9 的步骤，按以上步骤操作安装好后关机。在安装第二块模块时，系统会自动检测安装，不再经过上述 1～9 的步骤,只是模块的索引值不同。索引值是 USB 板模块使用时非常重要的参数，USB7000 系列模块是靠索引值来区分的。一般情况下，第一块安装的模块的索引值为 0，以后安装的模块索引值自动依次加 1。用户通过调用动态链接库（Usb7kC.dll）中的 OpenUSB7kC 函数，将 USB 模块的索引值赋给此函数，即可操作相应的 USB 模块（详细过程请见后面的“函数介绍”）。

6.2 测试程序说明：

本程序(光盘\USB7000\Usb7kC\7503\测试程序\7503test_vb\7503test.exe)是为专门编写的一个测试工具，它可以对采集模块的所有功能进行测试。如图 4 所示:

图 4 USB7503 测试程序

6.2.1 选择板模块

运行“数据采集模块测试程序”，点击“选择板模块”菜单，在弹出的对话框中，输入所要操作板模块索引值，然后即可在程序的界面中进行选中的模块的测试（倘若计算机中只有一块模块，可略过这步， 本程序默认对索引值为 0 的板模块测试）。如图 5 所示：

图 5 选择板模块

点击“退出”菜单，可退出测试。

本程序界面根据各功能的不同，分为以下几个部分：

6.2.2 开关量测试：

该部分程序既可测试开关量输出，亦可测试开关量输入。如图 6 所示：

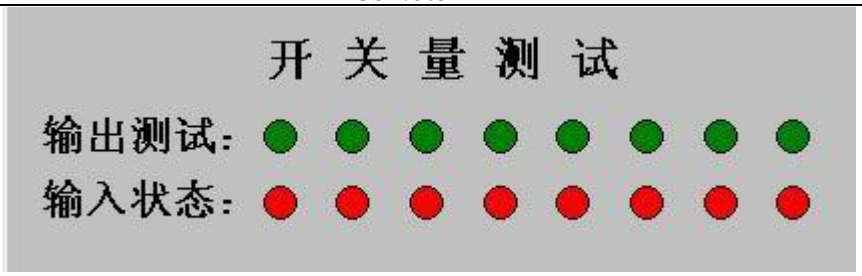


图 6 开关量测试

在测试界面的“开关量测试”功能块中，“输入状态”后面的 8 个灯，从左至右（通道 1 至通道 8）依次指示了开关量输入通道的通断状态。该功能是自动运行的，无需用户参与。

点击“输出测试”后面的灯，可进行开关量的输出测试。同样，这 8 个灯，从左至右依次对应着通道 1 至通道 8 这8 个开关量输出通道。点击某个灯，它的状态（亮或灭）就会切换，同时输出到对应的开关量输出通道，进行相应的输出通断状态的切换操作。

6.2.3 计数测试：

该部分程序用于 8254 计数（方式 2）的测试，如图 7 所示：

图 7 模拟量输入测试

在“计数器测试”功能块,每个计数通道都有一组“设置时钟初值”的按钮、设置初值的“设置值”文本框、显示当前值的“当前值”标签、“停止计数器”的按钮。

在文本框中输入初始值，点击对应通道的“设置时钟初值”按钮，即可启动相应的计数器，随后计数器的当前值即显示在“当前值”标签中。

点击“停止计数器”即可停止相应通道的计数器。

6.3 函数介绍：

Usb7kC.dll 是为USB7000 系列数据采集模块配制的工作在中西文 Windows 95 / 98 / 2000/NT 环境下的一个动态链接库，它所封装的函数可以被其它应用程序在运行时直接调用。用户可以用任何一种可以使用 DLL 链接库的编程工具来编写。所列函数的说明格式为 C++ 应用程序中调用 DLL 库函数时的常用格式，无论使用哪一种开发工具，务必请注意数据格式的匹配及函数的返回类型。

为了将对模块的操作简单化。动态链接库 (Usb7kC.dll)中所有的函数的参数均通过一个结构体（ZT_USBBOARD）来传递。现将该结构体及 USB7000 的有关函数说明如下：

```
struct ZT_USBBOARD
{
```

```
    long lIndex;            /* USB模块索引值，该值在安装时被系统分配*/
    HANDLE hHandle;         /* USB模块的操作句柄（只有涉及中断时才用）*/
    short nCh;              /* 通道号*/
    long  lData;             /*输入输出数据变量*/
    long* plData;           /*输入输出数据指针*/
    long  lCode;            /*设备控制字，具体含义见函数说明*/
};
```

6.3.1 设备操作部分：

- **打开设备：**

  函数：__declspec(dllexport) long OpenUSB7kC (ZT_USBBOARD* bs)
  功能：打开某一中泰联创USB7503模块
  入口有效参数：lIndex　USB模块索引值
  出口返回参数：hHandle　USB模块的操作句柄（只有涉及中断时用）
  返回值：　0　　打开设备成功
  　　-1　　打开设备失败

- **关闭设备：**

  函数：__declspec(dllexport) long CloseUSB7kC (ZT_USBBOARD* bs)
  功能：关闭某一中泰联创USB7503模块
  入口有效参数：lIndex　USB模块索引值
  出口返回参数：无
  返回值：　0　　关闭设备成功
  　　-1　　关闭设备失败

6.3.2 开关量部分：

- **开关量输入：**

  函数：__declspec(dllexport) long USB7503DI (ZT_USBBOARD* bs)
  功能：采集某一通道开关量输入信号的状态。
  入口有效参数：lIndex　USB 模块索引值
  lCode　设备控制码：0 单通道操作
  1　多通道操作
  nCh　通道号：1-8（单通道模式使用）
  出口返回参数：lData　某一通道读取值：0或1（单通道操作）
  该模块所有开关量输入状态值（多通道操作）
  返回值：　0　采集成功
  　　-1　采集失败

- **开关量输出：**

  函数：__declspec(dllexport) long USB7503DO (ZT_USBBOARD* bs);
  功能：进行某一个通道的开关量数据输出操作。
  入口有效参数：lIndex　USB 模块索引值
  lCode　设备控制码：0 单通道操作
  1 多通道操作
  nCh　通道号：1-8（单通道模式使用）
  lData　某一通道输出设定值：0 或1（单通道操作）
  该模块所有开关量输入设定值（多通道操作）
  出口返回参数：无
  返回值：　0　开关量数据输出成功
  　　-1　开关量数据输出失败

6.3.3 **计数器部分：**

- **计数器初始化**

  函数：__declspec(dllexport) long USB7503CTStart (ZT_PCIBOARD* bs)
  功能：设置计数器工作方式及某一通道初始值，并启动计数器。

入口有效参数：lIndex　PCI卡索引值
nCh　通道号：1-6
lCode　设备控制码：0　8254以方式0工作
1　8254以方式1工作
2　8254以方式2工作
3　8254以方式3工作
4　8254以方式4工作
5　8254以方式5工作
lData　通道初始值（0 - 65535）
出口返回参数：无
返回值：0　设置成功
-1　设置失败

- **读取计数寄存器的值**

函数：__declspec(dllexport)　long USB7503CTRead(ZT_PCIBOARD* bs)
功能：读取计数器某一通道计数器当前值。
入口有效参数：lIndex　PCI卡索引值
nCh　通道号：1-6
出口返回参数：lData　某一通道计数器当前值（0 - 65535）
返回值：0　读取成功
-1　读取失败

- **读取频率寄存器的值**

函数：__declspec(dllexport)　long USB7503FreRead(short nIndex,unsigned long* pData)
功能：读取计数器全部通道当前频率值。
入口有效参数：lIndex　PCI卡索引值
出口返回参数：pData　存放全部通道当前频率值的地址指针
返回值：0　读取成功
-1　读取失败

- **停止计数**

函数：__declspec(dllexport)　long USB7503CTStop (ZT_PCIBOARD* bs)
功能：停止计数器某一通道计数。
入口有效参数：lIndex　PCI卡索引值
nCh　通道号：1-6
出口返回参数：无
返回值：0　停止成功
-1　停止失败

附 A.产品清单及保修：

产品清单：

1. USB7503 光隔离脉冲计数测频模块壹块。
2. USB 接口电缆壹根。
3. 20 芯扁平线壹根。
4. 25 芯 D 型插头壹套。

本产品自售出之日起一年内，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。