

智能集成 数字输出 优线性 精复位 低温漂 耐震抗冲

二维倾斜角传感器

产品说明书

(RS485, RS232)

1. 产品概述
2. 技术参数
3. 通信协议 RS485
4. 角度传感器选型方式
5. 外形尺寸与导线定义
6. 串口接线与测试说明

北京天海科科技发展有限公司

地址: 北京市海淀区学院路 30 号 北京科技大学 理学楼

电话: 010-62332738 01082376719

二维倾斜角传感器

1、产品概述

QXJV2-RS485-G/J 是一款高精度、低温漂、低功耗、数字输出型二维倾斜角传感器。产品采用 MEMS 微机电生产工艺制备倾斜角测量核心部件，测量出传感器相对于水平面一维、二维的倾斜角度。

本产品通过系统集成将微处理器 (micro-computer)、敏感元件、多种保护电路一体化设计，通过 DSP 处理，实现对线性度修正、温度补偿、输出信号通讯协议、零点设置等技术参数的程序化智能控制。使传感器拥有优异的测量精度和极低的温度漂移系数。数字输出方式避免了因模拟电路的偏差和温漂而引入的测量误差，保证了传感器原始的测量精度。工作温度达工业级别 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ ，是一款性价比很高的倾斜角传感器。采用屏蔽线 RS485 传输方式、抗外界电磁干扰能力强、抗冲击能力强，是工业设备、平台姿态测量的理想选择。

本系列产品分别有 $\leq \pm 30^{\circ}$ 小角度高分辨率，高精度，和 $< \pm 90^{\circ}$ 高稳定、高可靠、高复位不同系列的型号，适用不同应用场合实时测量倾角姿态，使用简便可靠。

主要特性

- ★ 一维、二维测量
- ★ 量程： $\pm 30^{\circ}$ $\pm 60^{\circ}$ $< \pm 90^{\circ}$
- ★ 精度： $\pm 0.01^{\circ} \sim 0.1^{\circ}$
- ★ 长期稳定性： $< 0.014^{\circ}$
- ★ 温度范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$
- ★ 供电范围：8V~24V
- ★ 高 振 动： $> 20000\text{g}$
- ★ 信号输出：RS485 (RS232)
- ★ 最高分辨率：0.002°
- ★ 零点漂移：0.01°
- ★ 复位精度： $\pm 0.01^{\circ}$
- ★ 温 漂： $\pm 0.003^{\circ} / ^{\circ}\text{C}$ (最大)
- ★ 反向保护：40 ~ 100V (系列)
- ★ 防护等级：IP 64 ~ 67

典型应用

- ◆ 机器人：姿态控制、动臂旋转
- ◆ 纺织机械：张力控制、梭锭线径
- ◆ 船舶工业：装载水平、浪涌状态
- ◆ 卫星通信：天线俯仰、消防升降
- ◆ 工程高塔：倾斜预警预报系统
- ◆ 建筑行业：水平度垂直度测量
- ◆ 医疗器械：动臂姿态、多动医床
- ◆ 工程机械：吊车、起重机、挖掘机
- ◆ 物流管理：集装货柜动态监测
- ◆ 发射装置：俯仰姿态检测
- ◆ 公路桥梁铁路：水平度高差变化测量
- ◆ 冶金水泥建材：机械倾斜度测量

2、技术参数

分类	产品型号		QXJV2-RS485-G			QXJV2-RS485-J			单位
	技术参数	测试条件	最小	典型	最大	最小	典型	最大	
输出特性	测量范围	量程可选	±10	< ±90		±10	< ±90		Deg
	输出信号	二进制, 10 进制 16 进制, 格雷码	RS485			RS485			
	波特率	默认 (可选)	9600			9600			Bps
	采样时间 ⁽¹⁾	单轴	50			50			mS
	输出频率 ⁽²⁾	双轴	8.7			8.7			Hz
信号精度	分辨率		0.002			0.002			Deg
	线性度	-30° ~+30°	0.1			0.1			%FS
		-60° ~+60°	0.15			0.15			
		-88° ~+88°	0.3			0.3			
	绝对精度	-30° ~+30°	0.01			0.01			Deg
		-60° ~+60°	0.1			0.1			
		-88° ~+88°	0.3			0.3			
复位精度	-30±75℃	0.01			0	0.01		Deg	
温度漂移	-30 ~ 75℃	±0.004			±0.004			Deg/℃	
	-40 ~ 125℃	—			±0.01				
零点漂移	-30 ~ 75℃	±0.01			±0.01			Deg	
	-40 ~ 125℃	±0.025			±0.025				
电源要求	Vcc		9	~	24	9	~	24	V
	Icc				25			25	mA
	反向保护 ⁽³⁾		40	~	100	40	~	100	V
环境特性	使用温度		-30		75	-40		125	℃
	保存温度		-50		150	-50		150	℃
	抗冲击		20000			20000			g
	防护等级		IP66			IP66			
备注	<p>(1) X、Y 轴交替采集处理, 故每个通道的数据采集处理时间为 50ms。</p> <p>(2) X、Y 轴交替采集处理, 故每个通道的数据更新速率实际为 4.3Hz (默认 9600)。其中包含串口发送时间。</p> <p>(3) 保护电源输入级的措施。反向电压超过极限, 则反向保护二极管击穿。</p>								

测量性能

QXJV2-RS485-G/J型系列倾斜角传感器量程不同，绝对测量精度有所差异。

量程 $<30^{\circ}$ ，测量误差 $\leq \pm 0.01^{\circ}$ ；量程 $\leq 60^{\circ}$ ，测量误差 $\leq \pm 0.1^{\circ}$ ；
量程 $<88^{\circ}$ ，测量误差不超过 $\pm 0.3^{\circ}$ ；零点偏移最大不超过 $\pm 0.01^{\circ}$ 。

不同的温度环境下，传感器输出信号随温度的变化，影响传感器测量精度。

QXJV2-RS485-G/J型倾斜角传感器采用微处理器对传感器原始信号进行温度补偿，

在 $-30^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 范围内，温漂小于 $\pm 0.003^{\circ}/^{\circ}\text{C}$ 。

在 $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 范围内，温漂小于 $\pm 0.01^{\circ}/^{\circ}\text{C}$ 。

数据输出频率

由于数据采集和处理的需要，X轴和Y轴的信号交替采集处理，即先采集处理X轴信号，并输出数据（其中Y轴数据为上一次采集的数据），再采集Y轴信号，输出数据（其中X轴数据为上一次采集的数据）。

QXJV2-RS485-G/J型倾斜角传感器单通道信号采集处理时间典型为50ms。数据输出时间间隔为信号采集处理时间加上数据发送时间。数据发送时间为70/波特率，即在当前串口速度（波特率）的情况下，发送7个字节所需时间。默认波特率9600时，发送时间为70/9600，约7.3毫秒，故传感器连续发送数据间隔为57.3毫秒，即输出频率为8.7Hz。

由于交替采集数据，每个通道自上一次数据更新到下一次数据更新，时间间隔为单通道信号采集处理时间的2倍，即100ms，再加上串口发送数据时间。在默认串口速度（波特率）情况下，每个通道数据更新时间间隔为114.6ms，即每个通道数据更新频率为4.3Hz。

查询方式通信时，发送间隔取决于查询频率。

传感器和数据接收端之间有两种通信方式：一是传感器采集处理完数据后，即向接收端发送数据，也就是连续发送；二是传感器不断地采集处理数据，但不发送数据，而是收到数据接收端发给传感器的查询指令后，发送当前角度数据，也就是查询方式。默认情况下，传感器采用连续发送方式。根据客户的需求可按查询方式输出，查询指令可根据客户的实际情况，灵活设置。

RS485输出波特率默认为9600bps，可根据客户的要求设置不同的波特率。

工作电源

QXJV2-RS485-G/J型倾斜角传感器具有很宽的供电电压范围： $8\text{V} \sim 28\text{V}$ 。当传感器使用的混合电路中具有容性或感性负载时，线路通断时可能产生 $25 \sim 60\text{V}$ 的尖峰脉冲电压，容易造成传感器电路系统损坏。角度传感器电源输入端的保护措施，

可有效地抑制这类尖峰脉冲的干扰，使传感器电路系统安全可靠地工作。电源供电系统有反向保护二极管，反向保护电压可选 40V、60V、100V。

3、通信协议

1、串口方式

数据组成	起始位	数据位	停止位	单位
	1	8	1	bit
校验方式	异或校验			
波特率	2400 4800 9600(默认) 14400 19200 38400 57600 115200			Bps
传输方式	半双工			

2、数据帧结构

QXJV2-RS485-G/J型倾斜角传感器发送的数据帧由帧头、数据、校验和帧尾组成。帧头和帧尾使用十六进制码，数据校验为异或校验。

BCD 码 (Binary-Coded Decimal) 用 4 位二进制数来表示 1 位十进制数中的 0~9 的 10 个数字码。BCD 编码形式利用了 4 个位元来储存一个十进制的数码，使二进制和十进制之间的转换得以快捷的进行。

帧结构如下：

起始 (1 Byte)	数据域 (3 Byte)			数据域 (3 Byte)			校验 (2 Byte)		结束 (1 Byte)
0xAA	BYTE2	BYTE1	BYTE0	BYTE2	BYTE1	BYTE0	CHECK1	CHECK0	0xFF

注： a、BYTE2最高位为符号位：0为正，1为负。标准角度测量情况下，角度数据都为正数，故符号位无用。

b、校验方式：数据域3字节异或校验，异或值转换为BCD码。

例： X轴角度为 56.5° ，则乘10得 565，BCD码为0x00, 0x05, 0x65
 Y轴角度为 -47.9° ，则乘10得-479，BCD码为0x80, 0x04, 0x79
 则 0x00, 0x05, 0x65, 0x80, 0x04, 0x79 异或值为 0x9D, BCD 码为： 0x01, 0x57

起始 (1 Byte)	数据域 (3 Byte)			数据域 (3 Byte)			校验 (2 Byte)		结束 (1 Byte)
0xAA	0x00	0x05	0x65	0x80	0x04	0x79	0x01	0x57	0xFF

串行通信协议

波特率：9600bit/s（可选择），RS232 全双工传输（传感器 \leftrightarrow RS232 \leftrightarrow 计算机）。

帧格式：串口 9 位方式，一个起始位，八个数据位，一个奇偶校验位，一个停止位。偶校验。

角度数据范围： $0.00^\circ \sim 359.90^\circ$

数据格式：共 6 字节，分为起始字节(0xAA)+数据两字节(X 轴)+数据两字节(Y 轴)+结束字节(0xFF)，如下：

0xAA+DataByteH_X+DataByteL_X +DataByteH_Y+DataByteL_Y +0xFF

数据含义：第一字节为起始标志 0xAA，第二、第三字节为 X 轴倾斜角数据字节，第四、第五字节为 Y 轴倾斜角数据字节，第六字节为结束字节 0xFF。

例：若 X 轴输出的角度为 6.52° 度，则其乘 100 后为 652 度，其十六进制为（两字节发送）：0x028C

则 X 轴数据帧的组成如下：0x02+0x8C

若 Y 输出的角度为负角度，例如 -3.46° ，则其乘 100 后为 -346° ，其十六进制为（两字节发送）：0xFE A6（是 346 的十六进制的补码形式）

则数据帧的组成如下：0xFE+0xA6

整体输出信号的六字节数据格式为：0xAA+0x02+0x8C+0xFE+0xA6+0xFF

传感器采用连续采集、连续发送的工作模式。亦可协议采用给出指令查询方式进行数据传输与交换。

数据接收

由数据帧结构可知，除帧头和帧尾，数据域和校验域为BCD码，其中不会出现大于0x99的数据，因此接收数据时很容易判断数据帧的开始和结束。

在接收数据的过程中，可能会出现数据错误、丢失等情况，导致接收端接收不到正确完整的数据帧或一直等待接收数据。该数据帧结构可有效地排除这种情况的出现。接收端每接收到一个字节，即判断该字节是否为0xAA来确定新的数据帧的开始。如果数据帧还没有接收完的情况下收到0xAA，则当前数据帧可能出错

或丢失数据，将其丢弃，并接收新的数据帧。当收到完整的数据帧后，进行异或校验，检验收到的数据是否有误。

图1是典型的数据接收流程图，对应的基于51单片机的数据接收程序详看附录A。

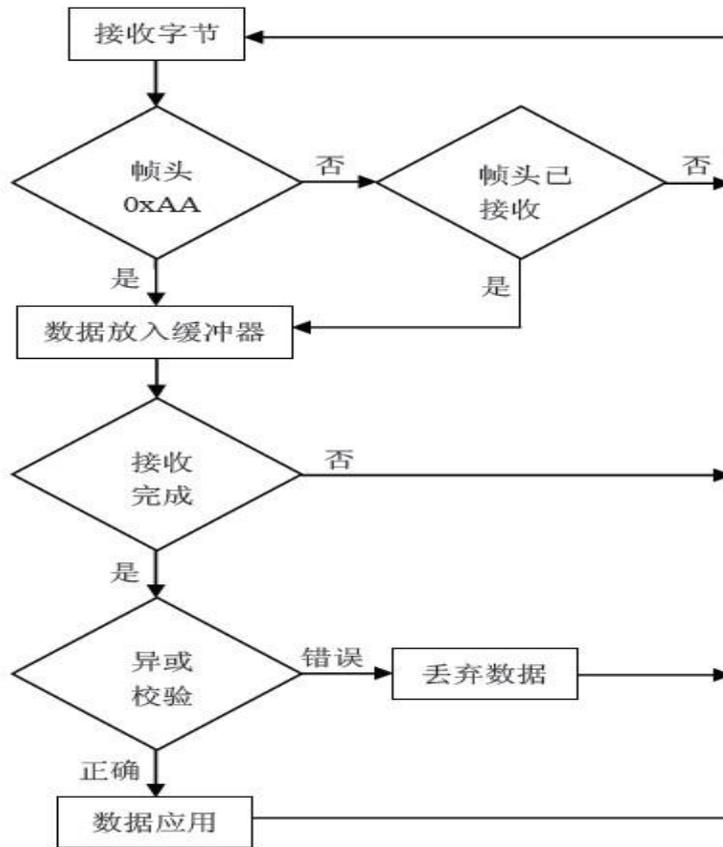
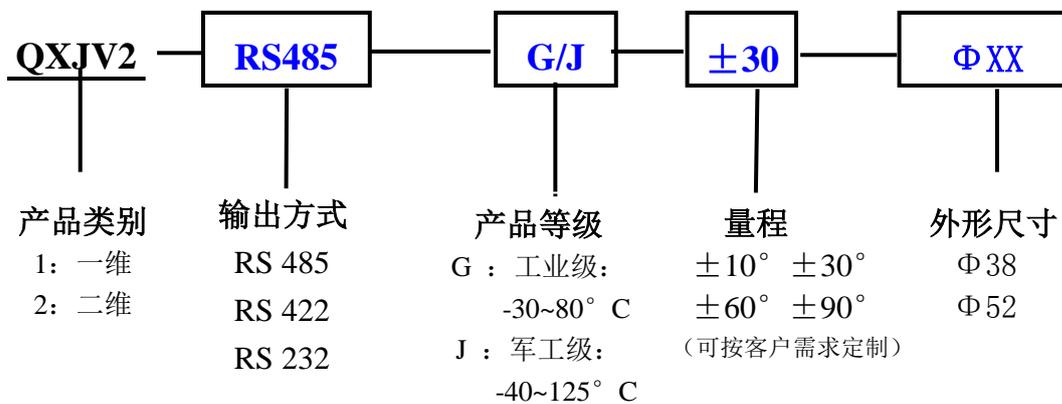


图1数据接收流程图

4、倾斜角传感器选型方式:



5、外形尺寸与导线定义

机械尺寸：

1、水平垂直安装型：Φ52

安装说明

1. 电源电压：12V

2. 接线方式：红 — 电源正极 黑 — 电源负极 黄 — 输出信号

3. 水平（垂直）安装：

将外壳固定架固定在所测物体上，将固定架上端的紧定螺丝拧松，使外壳标志线垂直向下，左右旋转倾斜角传感器外壳，使输出电压在 3.000V（12.00mA，正负电压输出 0.000V）的位置（0 度角位置），拧紧紧固螺丝。

2、垂直安装起重机专用倾斜角传感器（Φ80）



引线定义

导线颜色	红色	黑色	黄色	蓝色
功 能	Vcc	GND	RS485 -A	RS485 -B

6、串口接线与测试说明

接线方式

计算机 232 接口的定义是 DB9 标准，其中接口的定义如下图：

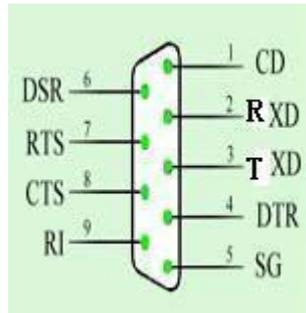


图 1 RS232 的 DB9 接口

传感器共四根线：红色线、黑色线、黄色线、蓝色线，其中红色线为电源正端，黑色线为电源负端，黄色线为 232 接口的 TXD 线，蓝色线为 232 接口的 RXD 线；电脑端 232 接口为 DB9，传感器与其连接需要将 TXD、RXD 线交叉相连；如下图

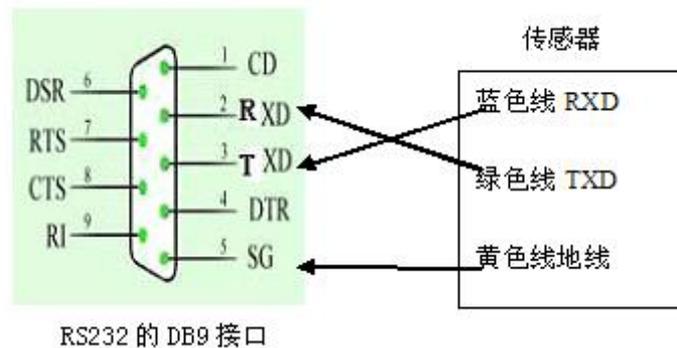


图 2 RS232 的 DB9 接口与传感器接线图

串口输出测试

在断电状态下，按图 2 连接传感器和计算机，利用串门专家或串口调试助手之类软件（本公司可以提供），接收串行输出数据。参考图 3，设置波特率=9600，偶校验，发送和接收数据编码均为十六进制。

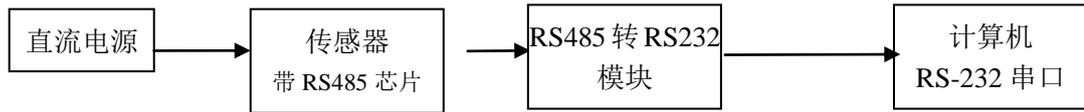


图3 串口输出测试连接示意图

图3所示为用软件串口调试专家与传感器的连接测试。接收缓冲区显示收到的来自传感器的数据。发送缓冲区去发送传感器的编号，图中所示为当前与一号传感器连接通讯。串口参数设置如图中所示。

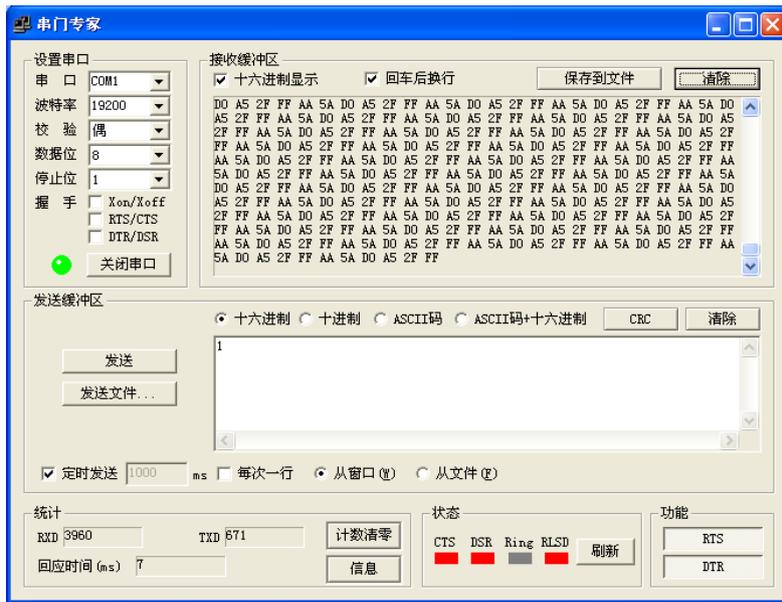
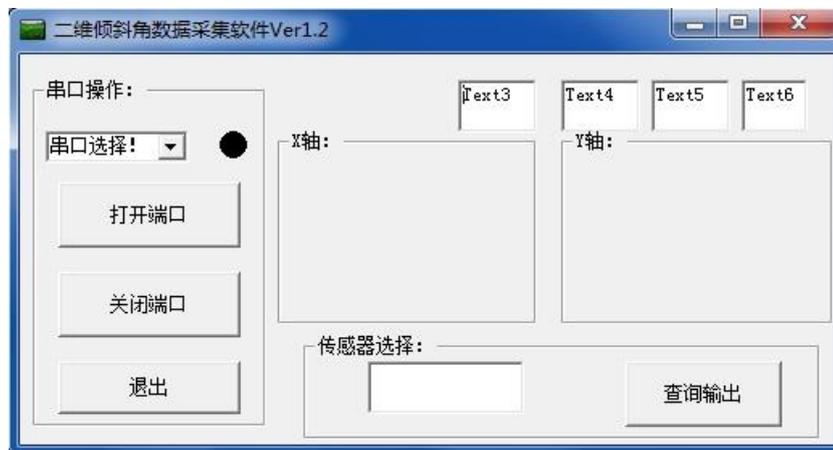


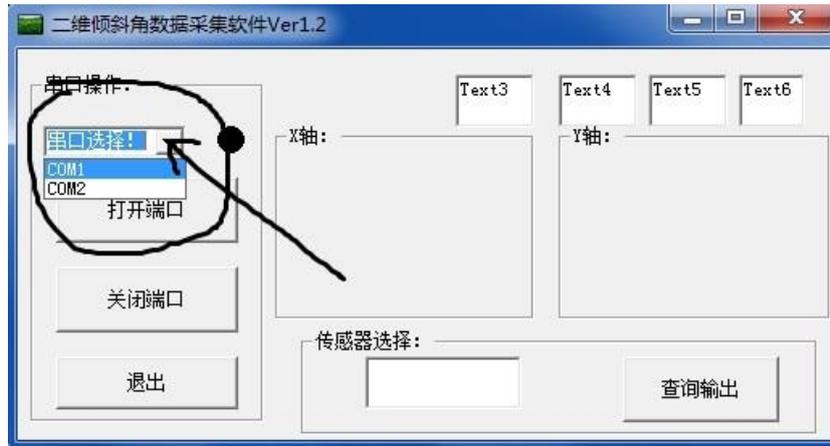
图3 串行口设置和数据显示

数据接收软件使用说明

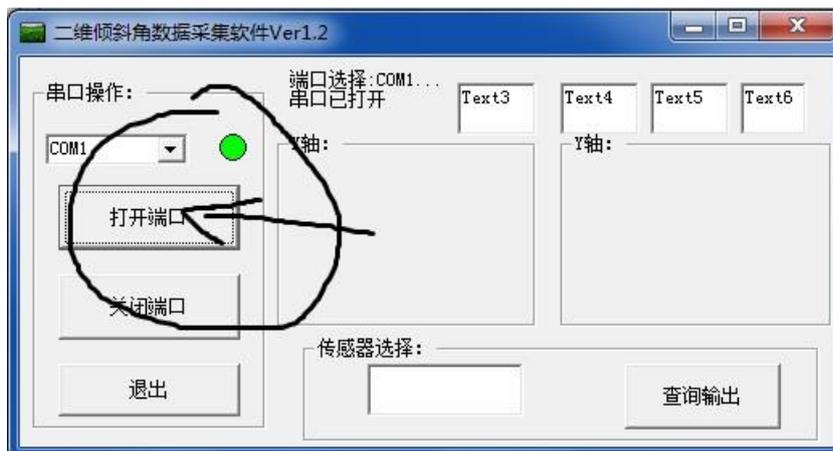
打开软件后，界面如下：



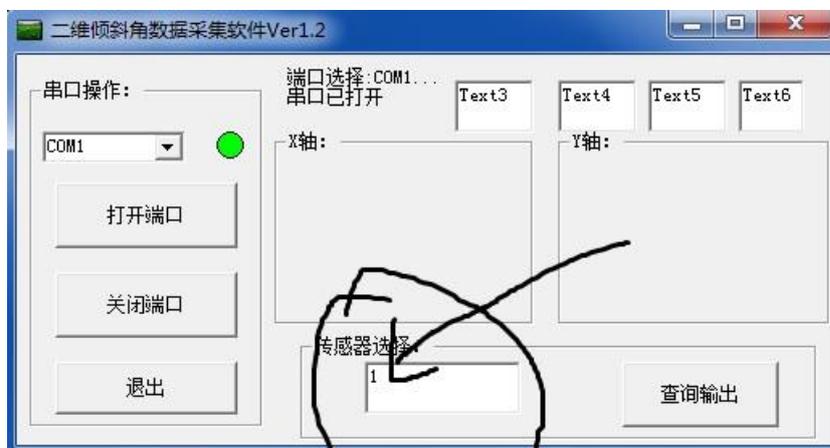
打开软件后，首先选择传感器连接的端口：



再点击“打开端口”按钮，若端口正确连接且未被占用，则端口选择窗口边的模拟指示灯变绿：



成功打开端口后，在“传感器选择”框中输入查询的传感器地址（如 1、2 等）：



附录 A: 基于 51 单片机的数据接收程序

```
uchar Receive_Buffer[10]; //数据缓冲器
uchar countor=0; //数据计数器
bit New_Frame=0; //新数据帧标识
void main()
{
    uchar check1, check2; //用于数据校验
    while(1)
    {
        if(10==countor) //收到一帧数据
        {
            countor=0; //计数器清零
            New_Frame=0; //帧接收完成, 等待新帧到来
            //异或校验BCD码转换为十六进制
            check1=100*Receive_Buffer [7];
            check2= Receive_Buffer [8]&0xF0;
            check2>>=4;
            check1+=10*check2;
            check1+= Receive_Buffer [8]&0x0F;
            //==接收数据异或值==
            check2 = Receive_Buffer [1]^ Receive_Buffer [2]^ Receive_Buffer [3]^
            Receive_Buffer [4];
            check2^= Receive_Buffer [5]^ Receive_Buffer [6];
            if(check1==check2) //异或校验正确
            { /*数据应用*/ }
        }
    }
}

void UART_INTERRUPT (void) interrupt 4 //UART中断函数
{
    uchar Data;
    RI0=0;
    Data=SBUF0;
    if(0xAA==Data) //收到帧头, 表示新帧到来
    {
        New_Frame=1; //标识收到帧头
        countor=0; //计数器清零, 丢弃可能收到的数据
    }
    if(New_Frame) //已经收到过帧头
    {
        Receive_Buffer[countor++]=Data; //则把数据放入缓冲器
    }
}
```