



CAT203DK 系列倾角传感器

操作手册

北京信普尼科技有限公司

1 产品简介

CAT203 系列倾角传感器采用高性能加速度传感器和高性能微处理器，通过对重力加速度信号的数字化处理降低测量信号噪声，提高测量数据稳定性，确保测量实时性和精准度。产品电源接口和通信接口采用电磁兼容处理，保证产品可靠性。CAT203DK 系列倾角的动态延时较小，更适合设备调平控制，动态测量等应用场景。

CAT203DK 系列倾角传感器精度等级为 0.01 度，国产化水平达到百分之九十五以上，满足需要实现国产化需求的客户。

CAT203DK 系列倾角传感器具有零点校准、地址号设置、HEX 和 ASCII 输出格式选择等功能，用户可以灵活选择使用。

产品量程：±30 度。产品硬件接口有：TTL、RS-232、RS-485、RS-422，软件接口协议兼顾直观性和数据安全性，易于用户操作和使用。

2 应用领域

- 工程车角度控制
- 测量测绘仪器
- 医疗器械控制
- 塔杆倾斜检测
- 桥梁、大坝检测
- 铁路系统应用
- 太阳能自动跟踪
- 工业自动化

3 产品特性

3.1 电气参数

| 特性 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|------|---------------|-----|-------|-----|----|
| 供电电压 | | 9 | 12/24 | 30 | V |
| 工作电流 | 供电电压 12V, 无负载 | | 10 | | mA |
| 存储温度 | | -55 | | 125 | °C |
| 工作温度 | | -40 | | 85 | °C |

3.2 性能指标

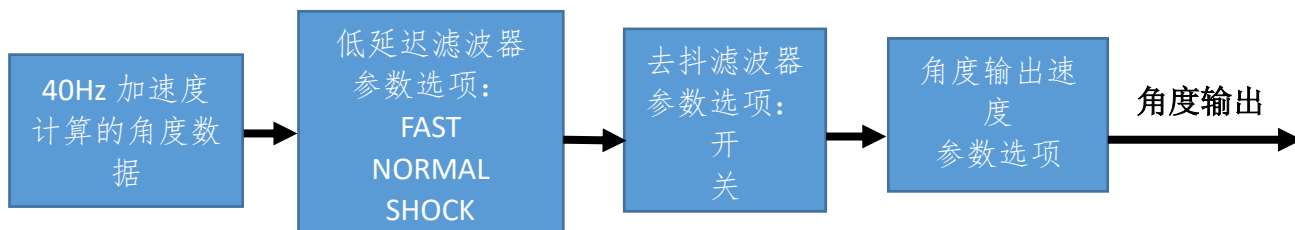
| 特性 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|------------|---------------------|----------------|--------|--------|------|
| 测量范围 | | | | 30 | ° |
| 精度 (pk-pk) | 测量温度 25°C、测量范围 ±30° | 0.003 | 0.005 | 0.01 | ° |
| 分辨率 | 测量温度 25°C | | 0.002 | | ° |
| 线性度 | 测量温度 25°C、测量范围 ±30° | | 0.01 | | % |
| 重复性 | 测量温度 25°C | | 0.001 | | ° |
| 稳定性 | 测量温度 25°C、时间间隔一周 | | 0.007 | | ° |
| 热零点漂移 | 温度范围: -40°C ~ 85°C | | 0.0008 | | °/°C |
| 数据更新率 | 输出方式为连续输出 | 1 | 5 | 40 | Hz |
| 波特率 | RS232、RS485、RS422 | 19200 | | 512000 | Baud |
| 通信参数 | RS232、RS485、RS422 | 19200, n, 8, 1 | | | |

3.3 机械特性

| | | | | | |
|------|---------------------------------|----------|--|--|----|
| 连接器 | 九芯防水、防腐蚀插座 X16K9ABL55 (标准线长 5m) | | | | |
| 防护等级 | IP56 | | | | |
| 重量 | 不锈钢外壳 | 745 ± 10 | | | g |
| | 军绿铝制外壳 | 310 ± 10 | | | g |
| | 军绿铸铁外壳 | 645 ± 10 | | | g |
| 尺寸 | 长: 90 宽: 60 高: 38 | | | | mm |

3.4 低延迟特性

产品有低延迟滤波器和去抖滤波器，具备了角速度高时响应速度快，静止时噪声最低的能力。



低延迟滤波器模式选择：

| | FAST | NORMAL | SHOCK |
|---------|-------------|-------------|---------|
| 平台角速度范围 | 3.5°/s~5°/s | 0°/s~3.5°/s | 平台震动较大时 |

滤波器最大延迟时间：

| | FAST | NORMAL | SHOCK |
|-----------|-------|--------|-------|
| 低延时滤波器 | 100ms | 100ms | 100ms |
| 低延时+去抖滤波器 | 150ms | 150ms | 150ms |

设置滤波器命令：

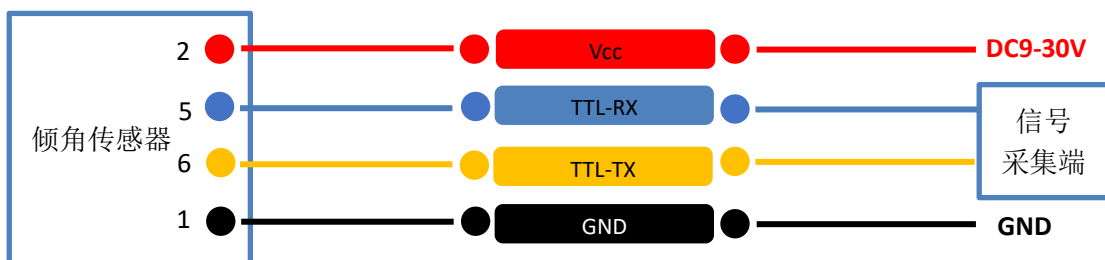
| | |
|---------------------|-------------------------|
| 设置低延时滤波器为 FAST 模式 | AA AA 05 02 08 01 0E |
| 设置低延时滤波器为 NORMAL 模式 | AA AA 05 02 08 02 0D |
| 设置低延时滤波器为 SHOCK 模式 | AA AA 05 02 08 03 0C |
| 开启去抖滤波器 | AA AA 06 02 09 55 AA F2 |
| 关闭去抖滤波器 | AA AA 06 02 09 00 00 0D |

出厂默认为低延时滤波器模式为 FAST，去抖滤波器开启，用户也可以根据实际情况进行调整。

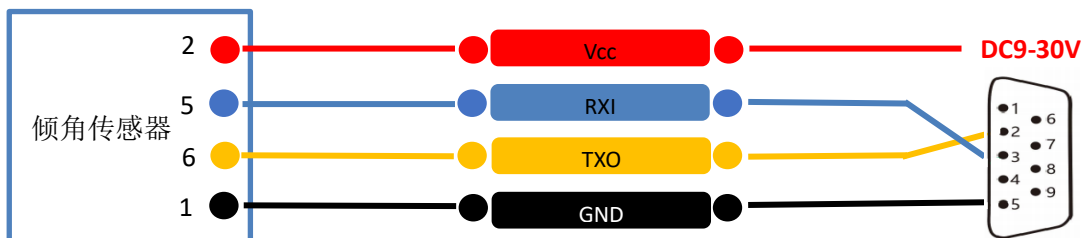
4 产品安装

4.1 电气连接

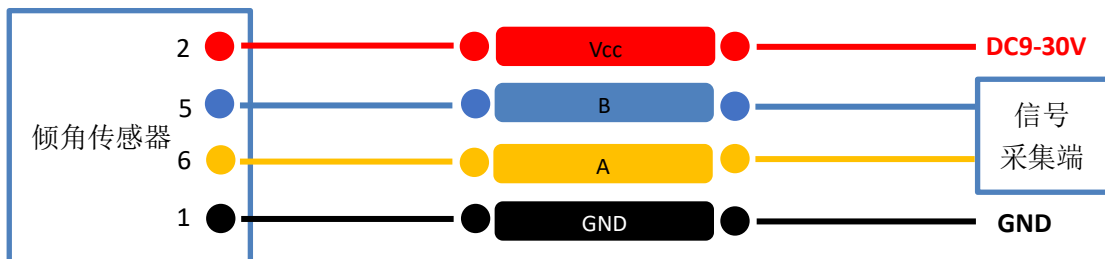
下面是各种接口的电气连接示意图：



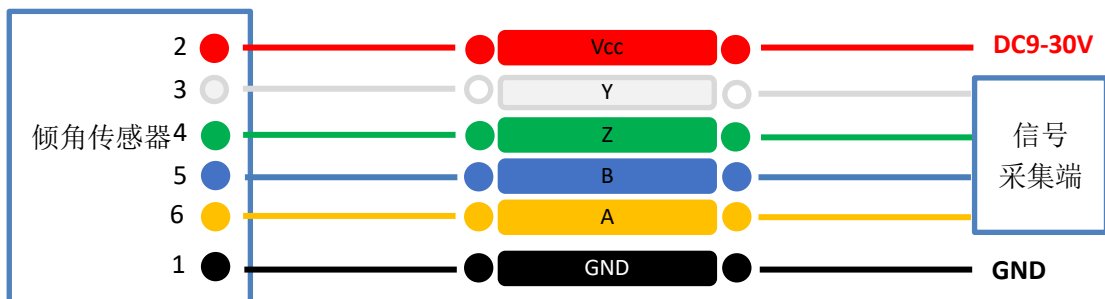
TTL 接口接线图



RS232 接线图



RS485 接线图



RS422 接线图

4.2 用户软件安装

用户软件安装包文件包含 2 个文件：

1. “CAT203 用户软件.exe”
2. vb_setup.exe

安装过程：

1. 运行 vb_step.exe，安装过程中忽略错误提示，点击下一步完成安装。已安装用户忽略此过程。
2. 运行“CAT203 用户软件.exe”，运行结束出现如下界面。

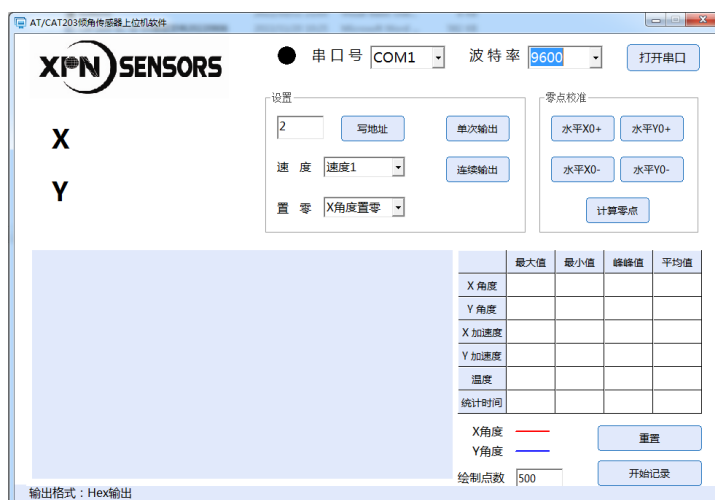


图 4-2-1

计算机系统支持：WIN7~11。

4.3 产品安装

在安装传感器时，安装错误会导致测量角度误差大。需要保证“两面”和“两线”的正确安装：

1 “两面”是指传感器安装面与被测物体的安装面完全紧靠(被测物体的安装面要尽可能水平)，不能有夹角产生，如 A 图中的角 a，正确安装方式如 B 图。

2 “两线”是指传感器轴线与被测面轴线平行，两轴线不能有夹角产生，如 C 图中的角 b，正确的安装方式如 D 图。

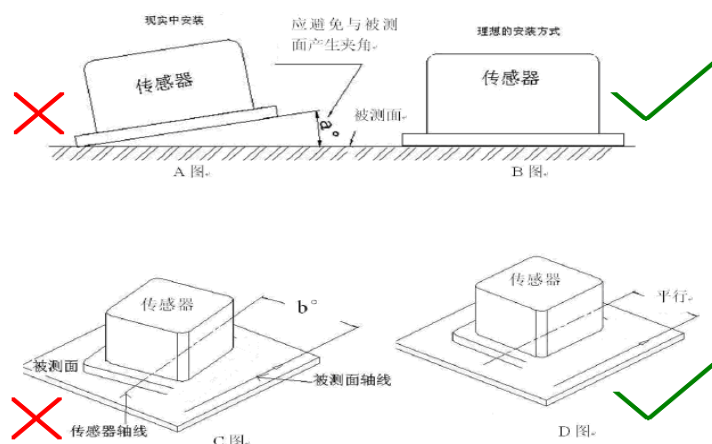


图 4-3-1

5 使用说明

传感器 X 轴为俯仰轴，Y 轴为横滚轴。绕 X 轴抬头为正，低头为负；绕 Y 轴右倾为正，左倾为负。

给传感器供电后，连接计算机串口，如果上次断电前设置的是连续输出模式，倾角传感器会主动输出数据，如果设置的是单次输出模式，就需要用户发送单次输出数据或者连续输出数据的命令后传感器才会输出姿态数据。

串口调试助手发命令读数

| | |
|--------|-------------------|
| 单次输出数据 | AA AA 04 02 A0 A6 |
| 连续输出数据 | AA AA 04 02 A1 A7 |

表 5-1-1

出厂前默认波特率：9600bps，命令和输出都是十六进制格式（HEX）。

配套的上位机软件读数

操作步骤如下：

- (1) 供电（典型值 12V）。
- (2) 连接传感器和计算机串口。
- (3) 运行“CAT203 用户软件.exe”软件，界面如图 5-1-1。

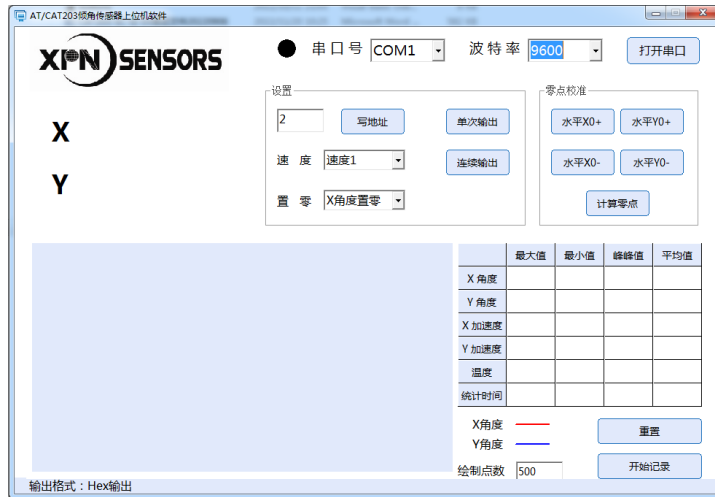


图 5-1-1

(4) 选择正确的串口号和波特率值。

(5) 点击“打开串口”按钮，成功后串口状态指示由黑色变为绿色，同时界面显示传感器输出的角度值，角度曲线，数据分析值等，界面如图 5-1-2。

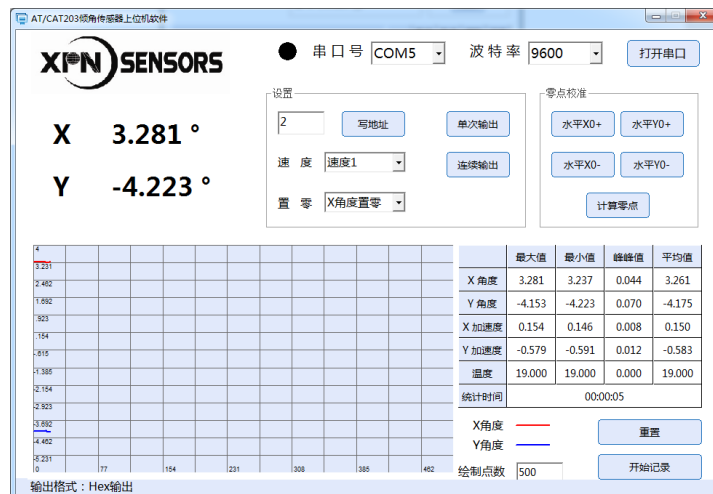


图 5-1-2

6 通讯协议

6.1 数据输出协议

标准 HEX 输出协议

| 字节位置 | 含义 | 数据类型 | 说明 |
|-------|---------|-------|---|
| 1-2 | 帧头 | Uin8 | 固定 0xAA 0xAA |
| 3 | 帧长 | Uin8 | 0x0D,数据帧长度,不包括帧头 |
| 4 | 地址 | Uin8 | 倾角地址号, 默认是 2 |
| 5 | 命令字 | Uin8 | 发送命令后显示对应的命令字, 上电默认是 0。 |
| 6-7 | X 轴加速度值 | int16 | 大端模式, 有符号整数, 实际加速度值=解析值/1000。 单位: m/s^2 |
| 8-9 | Y 轴加速度值 | int16 | 大端模式, 有符号整数, 实际加速度值=解析值/1000。 单位: m/s^2 |
| 10-11 | X 轴角度值 | int16 | 大端模式, 有符号整数, 实际角度=解析值/1000。单位: 0.001° |
| 12-13 | Y 轴角度值 | int16 | 大端模式, 有符号整数, 实际角度=解析值/1000。单位: 0.001° |
| 14 | 温度 | int8 | 有符号, 大于 127 表示负值。单位: $^\circ C$ |
| 15 | 校验 | int8 | 前面所有字节的异或值。 |

表 6-1-1

举例: AA AA 0D 02 00 01 90 FE 2A 12 6D F2 42 13 96

帧头: AA AA。

帧长: 0D。

地址: 02。

命令: 00。

X 轴加速度值: 0x0190, 转为十进制为 400, 实际值需要再缩小 1000 倍, x 轴加速度值 = $400/1000=0.4 m/s^2$ 。

Y 轴加速度值: 0xFE2A, 转为十进制为 65066, 由于最高为是 1, 表示的是负值, 所以需要减去 65536, 因此解析后值 = $65066-65536=-470$, 实际值需要再缩小 1000 倍, y 轴加速度值 = $-470/1000=-0.47 m/s^2$ 。

X 轴角度值: 0x126D, 转为十进制为 4717, 由于最高为是 0, 表示的是正值, 因此解析后值 = 4717, 实际角度值需要再缩小 1000 倍, 即 X 角度值 = 4.717° 。

Y 轴角度值: 0XF242, 转为十进制为 62018, 由于最高为是 1, 表示的是负值, 所以需要减去 65536, 因此解析后值 = $62018-65536=-3518$, 实际角度值需要再缩小 1000 倍, 即 Y 角度值 = -3.518° 。

温度:13。

校验: 96。

标准 ASCII-AAX 输出协议

| 字节位置 | 含义 | 数据类型 | 说明 |
|-------|---------|------|-------------------|
| 1-2 | 帧头 | Char | AA (是两个字符 A) |
| 3 | 字符 X | Char | 表示后面跟着的是 X 轴角度 |
| 4 | X 轴角度符号 | Char | +/- |
| 5-10 | X 轴角度值 | Char | xx.xxx, 例如 12.345 |
| 11 | 字符 Y | Char | 表示后面跟着的是 Y 轴角度 |
| 12 | Y 轴角度符号 | Char | +/- |
| 13-18 | Y 轴角度值 | Char | xx.xxx, 例如 12.345 |
| 19 | 字符 T | Char | 表示后面跟着的是温度值 |
| 20 | 温度符号 | Char | +/- |
| 21-23 | 温度值 | Char | xxx, 例如 032 |
| 24-25 | 命令字 | Char | 字符 0-9, A-F |
| 26-27 | 校验 | Char | 前面所有字符的异或值 |
| 28-29 | 帧尾 | Char | 0x0D 0x0A (\r\n) |

表 6-1-2

举例: AAX+02.762Y-04.493T+019004B

表示 x 角度是 2.762° , y 角度是 -4.493° , 温度是 19°C , 命令字 00, 校验 4B。

ASCII-PR 输出协议

| 字节位置 | 含义 | 数据类型 | 说明 |
|-------|------------|------|-------------------|
| 1 | 字符 P | Char | 表示后面跟着的是 pitch 角度 |
| 2 | pitch 角度符号 | Char | +/- |
| 3-8 | Pitch 角度值 | Char | xx.xxx, 例如 12.345 |
| 9 | 字符 R | Char | 表示后面跟着的是 roll 角度 |
| 10 | roll 角度符号 | Char | +/- |
| 11-16 | roll 角度值 | Char | xx.xxx, 例如 12.345 |
| 17-18 | 回车换行 | Char | 0x0D 0x0A (\r\n) |

表 6-1-3

举例: P-04.687R+03.090

表示 pitch 角度是 -4.687° , roll 角度是 3.090° 。

6.2 命令输入协议

HEX 协议命令适用于任何数据输出协议, ASCII 协议命令只有数据输出协议是 ASCII-AAX 时才支持。

HEX 命令协议（不含参数）

| 字节位置 | 含义 | 数据 | 说明 |
|------|-----|-----------|-------------|
| 1-2 | 帧头 | 0xAA 0xAA | 0xAA 0xAA |
| 3 | 帧长 | 0x04 | 数据帧长度,不包括帧头 |
| 4 | 地址 | 0xXX | 倾角地址号,默认是 2 |
| 5 | 命令字 | 0xXX | 预设置功能的命令字 |
| 6 | 校验 | 0xXX | 前 5 字节的异或 |

表 6-2-1

HEX 命令协议（含参数）

| 字节位置 | 含义 | 数据 | 说明 |
|-------|-----|-----------|-------------|
| 1, 2 | 帧头 | 0xAA 0xAA | 0xAA |
| 3 | 帧长 | 0xXX | 数据帧长度,不包括帧头 |
| 4 | 地址 | 0xXX | 倾角地址号 |
| 5 | 命令字 | 0xXX | 预设置功能的命令字 |
| 6~6+N | 参数 | 0xXX | 参数值 |
| 6+N+1 | 校验 | 0xXX | 前面所有字节的异或 |

表 6-2-2

ASCII 命令

| 字节位置 | 含义 | 数据 | 说明 |
|------|-------|------|---------------------------------------|
| 1-2 | 命令字 | 命令字 | 将 16 进制命令字拆分为字符,例如 0xA0 可拆为字符 A 和字符 0 |
| 3 | 命令结尾符 | 0x0D | |
| 4 | 命令结尾符 | 0x0A | |

表 6-2-3

6.3 命令集

目前只对用户开放下表中的命令,如果用户有其他需求,例如波特率 4800~512000bps,输出频率 1-40Hz,数据输出格式,可在订货时说明,由工厂出厂前进行设置。

| 命令字 | 含义 | 是否有参数 |
|------|---|-------|
| 0x01 | 速度 1, 输出频率 5Hz | 无 |
| 0x02 | 速度 2, 输出频率 4Hz | 无 |
| 0x03 | 速度 3, 输出频率 3Hz | 无 |
| 0x04 | 速度 4, 输出频率 2Hz | 无 |
| 0x05 | 速度 5, 输出频率 1Hz | 无 |
| 0x08 | 设置低延时滤波模式,有 1 个字节的参数,参数=1 表示 FAST(快速响应),参数=2 表示 normal (适用于希望静止时角度噪声小的需求),参数=3 表示 shock (适用静止时有震动的环境) 例如: AA AA 05 02 08 01 0E (设置低延时滤波模式为 FAST) | 有 |

| 命令字 | 含义 | 是否有参数 |
|------|--|-------|
| 0x09 | 设置去抖滤波，有 2 个字节的参数，参数=0x55aa 表示开启去抖滤波，参数=其他值表示关闭去抖滤波 例如：AA AA 06 02 09 55 AA F2（使能去抖滤波） AA AA 06 02 09 00 00 0D（关闭去抖滤波） | 有 |
| 0xa0 | 单次输出 | 无 |
| 0xa1 | 连续输出 | 无 |
| 0xb6 | 记录水平 X0+数据 | 无 |
| 0xb7 | 记录水平 X0-数据 | 无 |
| 0xba | 记录水平 Y0+数据 | 无 |
| 0xbb | 记录水平 Y0-数据 | 无 |
| 0xbe | 计算零点系数 | 无 |
| 0xd0 | X 角度置零 | 无 |
| 0xd1 | Y 角度置零 | 无 |
| 0xd2 | 取消角度置零 | 无 |
| 0xff | 写地址 | 有 |

表 6-3-1

命令举例：

单次输出：AA AA 04 02 A0 A6

连续输出：AA AA 04 02 A1 A7

写地址（地址由 2 改为 3）：AA AA 05 02 FF 03 FB

输出频率为 10Hz：AC AC 05 02 07 0A 0A

7 零点校准

传感器使用一段时间后，零点可能会发生飘移，用户可通过上位机软件上的零点校准功能进行修正，校准步骤如下：

1. 将倾角传感器放置在倾斜角 $<5^\circ$ 的平面上。
2. 点击“水平 X0+”、“水平 Y0+”按钮。
3. 将倾角传感器沿着平面旋转 180° 。
4. 点击“水平 X0-”、“水平 Y0-”按钮。
5. 点击“计算零点”按钮完成零点校准。

上位机软件中校准按钮见下图：

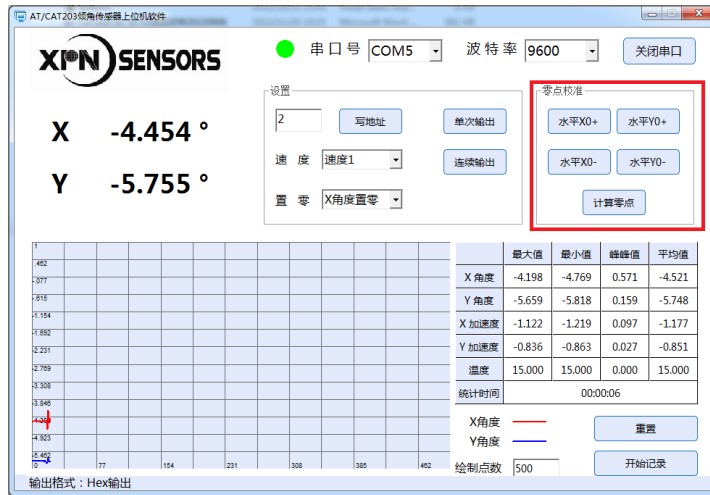


图 7-1-1

8 机械尺寸

产品尺寸：长：90 mm 宽：60 mm 高：38mm

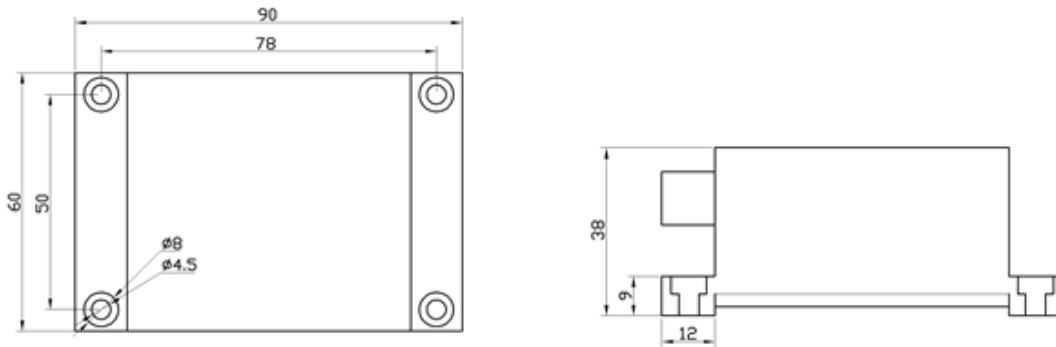
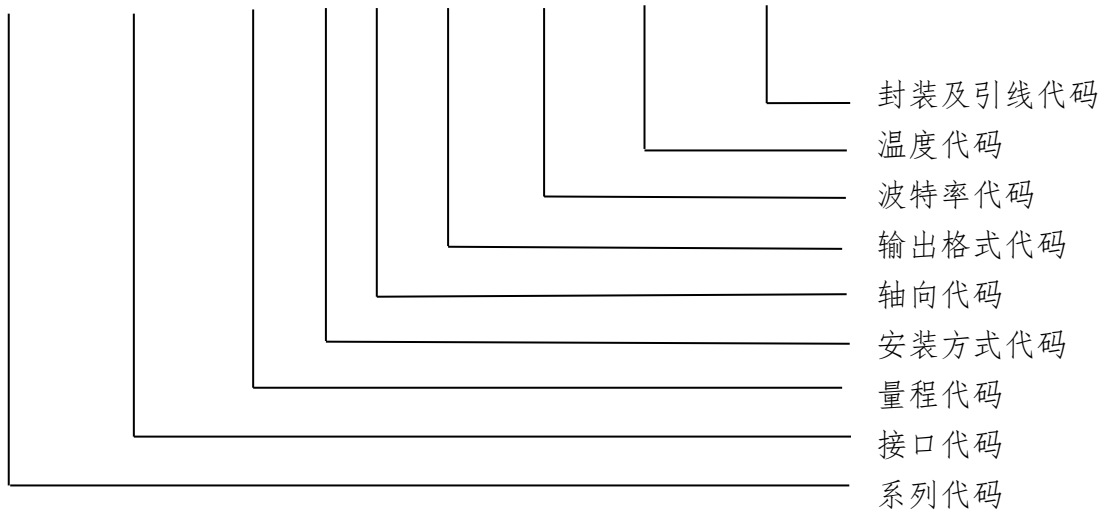


图 8-1-1

9 型号选择

9.1 产品型号(即 PN 码)含义

CAT203DK - □□□ - □□ / □ / □ / □□ / □□ / □□ / □□□□



9.2 选型范围

| 特征 | 代码 | 含义 |
|--------|------|--|
| 接口 | TTL | TTL 接口 |
| | 232 | RS232 接口 |
| | 485 | RS485 接口 |
| | 422 | RS422 接口 |
| 量程 | 15 | 最大测量范围为±15° |
| | 30 | 最大测量范围为±30° |
| 安装方式代码 | / | 空, 代表正装 |
| | D | 反装 |
| 轴向 | X | X 轴 |
| | Y | Y 轴 |
| | T | 双轴 |
| 输出格式 | H1 | 16 进制输出 数据帧长 15 字节 |
| | A1 | ASCII 输出 数据格式 P xxxx R yyyy |
| | A3 | ASCII 输出 数据格式 AAXxxxxYyyyyTttFF |
| 波特率 | BJ | 波特率 9600 |
| 温度输出 | TN | 无温度输出 |
| | TB | 有温度输出, -40°C 到 85°C 零点温度飘移小于 0.002° / °C |
| 封装及接口 | SSCN | 不锈钢外壳,九芯航空接插件 |
| | GACN | 军绿铝制外壳,九芯航空接插件 |
| | GCCN | 军绿铸铁外壳,九芯航空接插件 |

表 9-2-1

以上型号均为标准产品，如有特殊需求，可致电 010-80707547 ，询问技术支持。