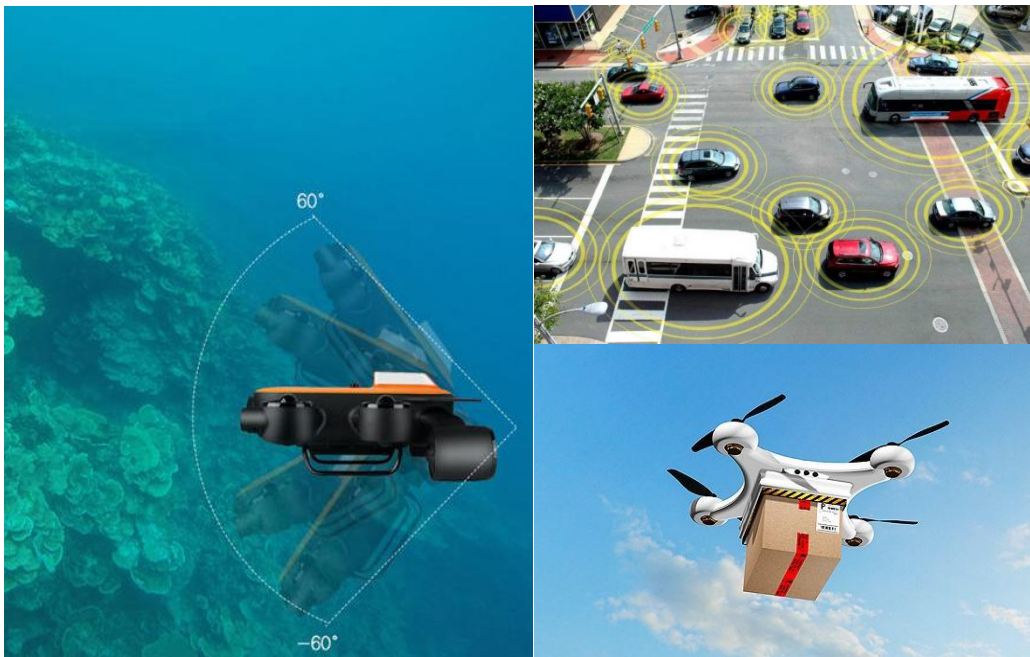




BW-MINS730 系列

高精度数字微惯导系统

技术手册



产品介绍

BW-MINS730 是北微传感研发生产一款超小体积三轴光纤陀螺微惯性导航系统，在不依靠外界信号输入的情况下，可输出加速度、角速度信息，并可自动解算出被测载体的方位角、横滚角、俯仰角、角速度、加速度信息，适用于运动、振动或静止各种状态下的惯性姿态测量。

BW-MINS730 采用高可靠性的 MEMS 加速度计和三轴光纤陀螺仪，姿态信息数据偏差通过具有适当增益的 6 态卡尔曼滤波得到相应估计，并通过算法保证测量精度，姿态运动参数通过非线性补偿、正交补偿、温度补偿和漂移补偿等多种补偿，可以大大消除误差，提高产品精度水平。本产品具备数字接口，可以非常方便的集成到系统中。

主要特性

- 横滚精度：0.15°
- 俯仰精度：0.15°
- 航向保持精度：0.4°/h
- 陀螺零偏：0.5°/h
- 输出形式：RS422
- 宽温范围：-40°C~+85 °C，温度补偿
- 供电电压：12~24V
- 小体积外形：L70×W65×H51mm

应用领域

- 无人艇及水下潜器
- 智能搬运机器人
- 精密光学平台稳定
- 大型船舶
- AGV
- 无人驾驶及特种车辆
- 地理信息测量测绘
- 无人飞行器

产品特性

电气指标

电源电压	12~24V DC
电源波纹	≤50mV
工作温度	-40~60℃
存储温度	-55~75℃

性能指标

光纤陀螺仪	零偏稳定性	≤0.5°/h (10s, 1σ)
	零偏重复性	≤0.5°/h (1σ)
	全温零偏稳定性	≤1°/h (100s, 1σ)
	标度因数非线性度	≤150ppm (1σ)
	标度因数重复性	≤150ppm (1σ)
	带宽	≥400Hz
	测量范围	-500~+500°/s
	随机游走系数	≤0.02 °/√h
加速度计	量程: X,Y,Z	±30 g
	常温偏置稳定性	0.5mg (10s, 1σ)
	全温偏置稳定性	0.5mg (10s, 1σ)
	标度因数非线性度	300ppm (1σ)
	标度因数重复性	300ppm (1σ)
其他指标	外形尺寸	70×65×51mm
	启动时间	≤1min
	初始对准时间	≤5min
	航向保持精度	0.4°/h
	俯仰、横滚精度 (低动态)	≤0.05°
	重量	≤450g

产品特性



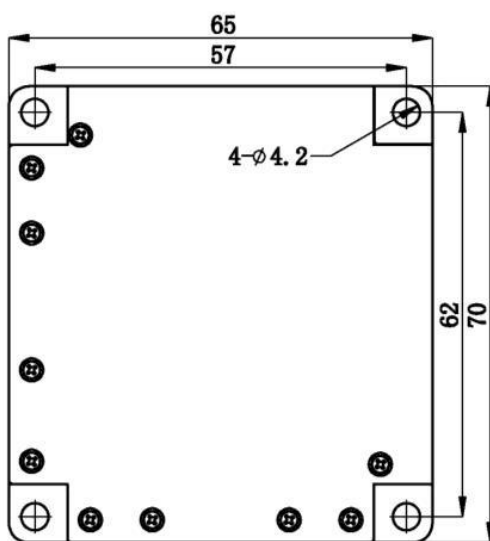
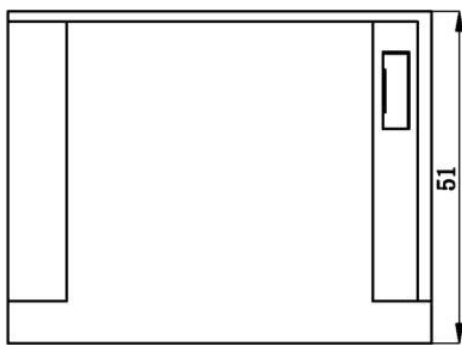
机械特性

连接器	J63A-242-015-261-TH
防护等级	IP67
外壳材质	镁铝合金阳极氧化
安装	四颗 M4 螺丝



封装产品尺寸

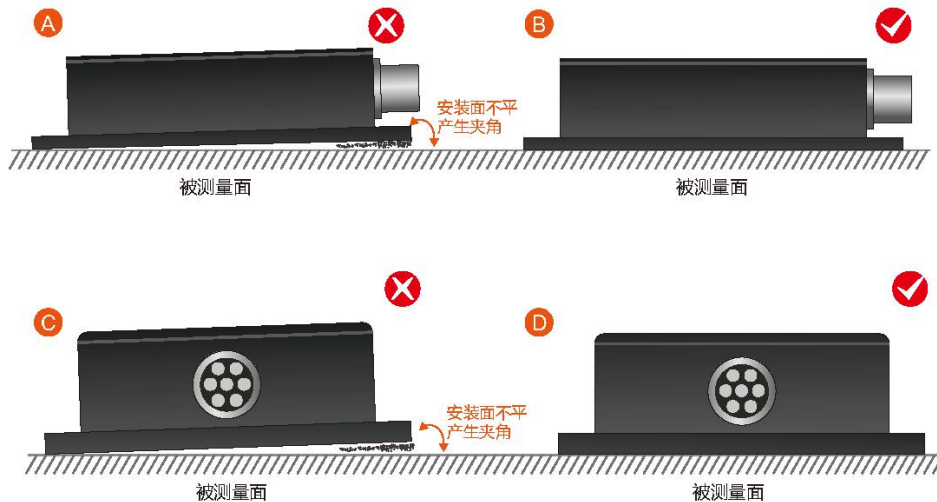
产品尺寸: L70*W65*H51 (mm)



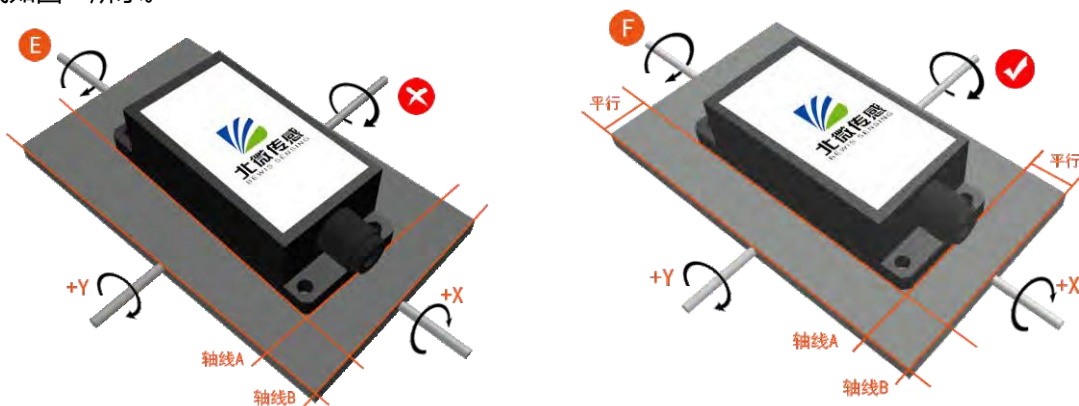
产品安装

正确的安装方式可以避免产生测量误差，传感器安装时要做到如下几点：

首先，要保证传感器安装面与被测量面完全紧靠，被测量面要尽可能水平，不能有如图 A 和图 C 中所示的夹角产生，正确安装方式如图 B 和图 D 所示。



其次，传感器底边线和被测物体轴线不能有如 E 图所示的夹角产生，安装时应保持传感器底边线与被测物体转动轴线平行或正交。本产品可水平安装也可垂直安装（垂直安装需要定制），正确安装方式如图 F 所示。



最后，传感器的安装面与被测量面必须固定紧密、接触平整、转动稳定，要避免由于加速度、振动产生的测量误差。

电气连接

芯点编号	定义	注释
1	GND_IN	地输入
2	VIN	电源输入
3	VCC_5V	+5V(0.5A)保留输出电源
4	P_GND	保留输出地
5	A422_R+	串口 A 惯组端接收正
6	A422_R-	串口 A 惯组端接收负
7	A422_T-	串口 A 惯组端发送负
8	A422_T+	串口 A 惯组端发送正
9	B422_R+	串口 B 惯组端接收正
10	B422_R-	串口 B 惯组端接收负
11	B422_T+	串口 B 惯组端发送负
12	B422_T-	串口 B 惯组端发送正
13	悬空	
14	悬空	
15	悬空	

注意：连接或接触该产品时，应按照 GJB 1649-1993 的规定采取防静电措施。

操作程序

1、使用前的检查

检查产品的外观有无碰撞等物理损伤。

2、产品的使用方法说明

- a) 产品安装到载体上，按照要求正确连接电缆；
- b) 按照通讯协议进行数据连接。

3、注意事项

- a) 产品在使用过程中不宜进行频繁通断电操作，以免损伤陀螺性能和减少产品使用寿命；
- b) 产品上电之前应对供电系统进行检查，确保供电电源各电气点之间、产品外壳与各电气点之间不存在短路现象；
- c) 此产品如出现工作异常应咨询厂家，禁止擅自拆卸维修；
- d) 光纤惯组为精密仪器，在使用和运输过程中应注意轻拿轻放；
- e) 必须保证正确的产品输入、输出信号线和供电电源线的连接；
- f) 在接触产品过程中要求采取防静电措施；
- g) 产品所在地周围磁场强度要求小于 2 高斯。

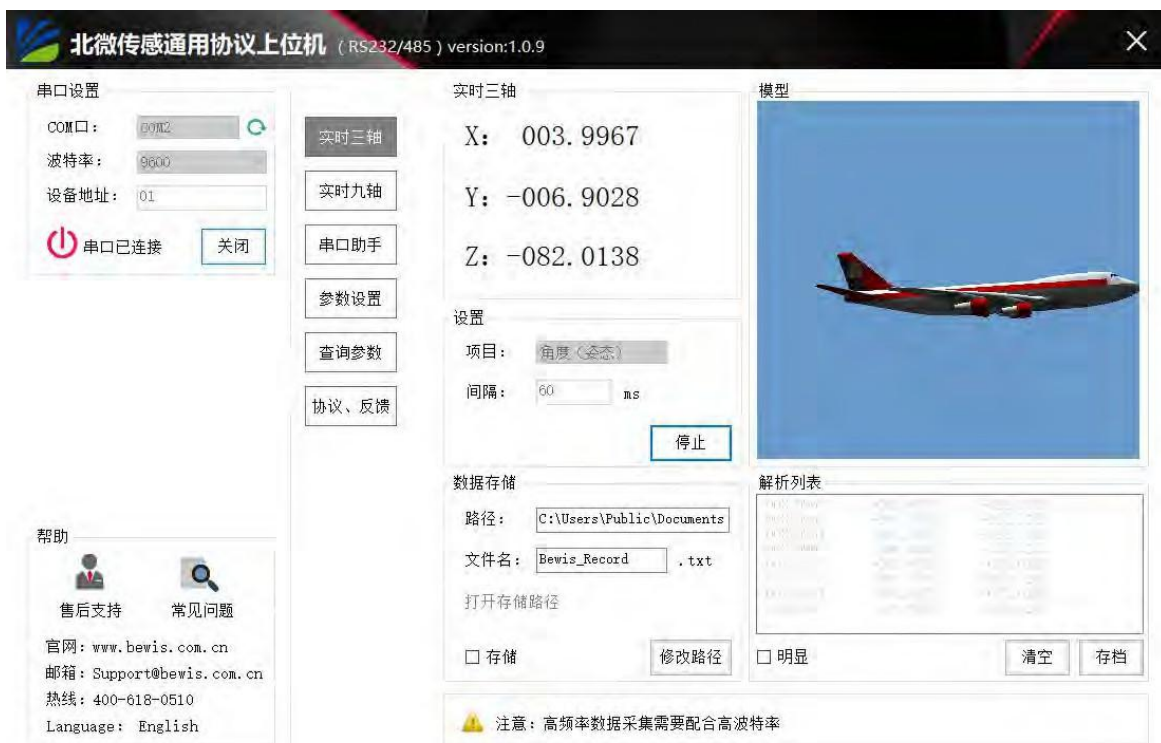
调试软件

可直接在官网（技术服务->下载专区）下载串口调试助手，也可以使用更为方便直观的上位机软件。

BW-MINS730 配套串口调试软件可在电脑上自行连接倾角传感器，进行角度显示。软件调试界面如下图所示，利用倾角调试上位机，可以方便的显示当前的 X 与 Y 方向，也可以进行其他参数的修改和设置。

软件使用步骤：

- ① 正确的连接倾角器的串口硬件，并连接好电源。
- ② 选择计算机串口和波特率并点击连接串口。
- ④ 点击开始，屏幕上将显示倾角器当前在 X 和 Y 方向的倾斜角。



通讯协议

1 数据帧格式： (8 位数据位, 1 位停止位, 无校验, 默认速率 9600)

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (X byte)	校验和 (1 byte)
0x77					

数据格式： 16 进制数

标示符： 固定为 77

数据长度： 从数据长度到校验和 (包括数据长度、校验和) 的长度

地址码： 采集模块的地址, 默认为 00

数据域： 根据命令字不同内容和长度相应变化

校验和： 数据长度、地址码、命令字和数据域 16 进制的累加和 (如有进位, 只取后两位)

注意： 当命令字或者数据域变化时, 校验和会变化。当您改变数据域时请相应改变校验和

2 命令格式：

2.1 读 PITCH 俯仰角度 发送命令： 77 04 00 01 05

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x01		0x05

应答命令：

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (3 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x07		0x81	SXXX.YY	

注： 数据域为 3 字节返回角度值, 为压缩 BCD 码, S 为符号位 (0 正, 1 负) XXX 为三位整数, YY 为两位小数。

如返回值为 77 07 00 81 10 34 63 2F, 则俯仰角数据为 “10 34 63”, 表示 “-34.63 度”。

2.2 读 ROLL 横滚角度 发送命令： 77 04 00 02 06

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x02		0x06

应答命令：

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x07		0x82	SXXX.YY	

注： 数据域为 3 字节返回角度值, 为压缩 BCD 码, S 为符号位 (0 正, 1 负) XXX 为三位整数, YY 为两位小数。

如返回值为 77 07 00 82 01 23 57 04, 则横滚角数据为 “01 23 57”, 表示 “123.57 度”。

2.3 读 Heading 方位角度 发送命令: 77 04 00 03 07

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x03		

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x07		0x83	3 组 SXXX.YY	

注: 数据域为 3 字节返回角度值, 为压缩 BCD 码, S 为符号位 (0 正, 1 负) XXX 为三位整数, YY 为两位小数。
 如返回值为 77 07 00 83 01 47 03 D5, 则方位角数据为 "01 47 03", 表示 "147.03 度"。

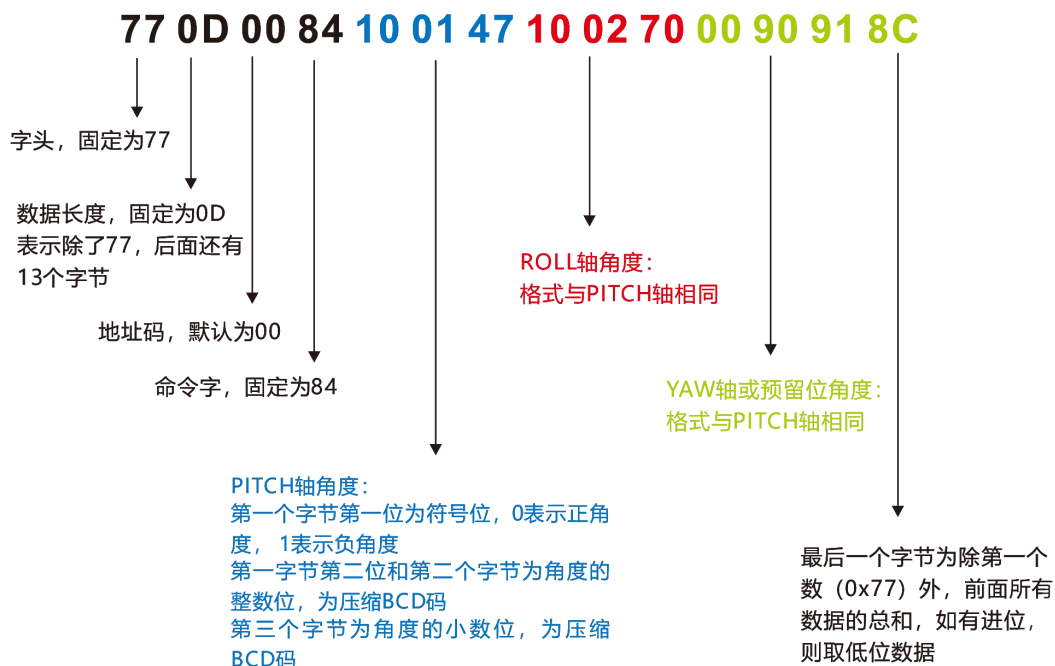
2.4 读 PITCH、ROLL 轴角度 发送命令: 77 04 00 04 08

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x04		

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x0D		0x84	3 组 SXXX.YY	

PITCH轴: -1.47°, ROLL轴: -2.70°, YAW轴: 90.91°



2.5 设置通讯速率 发送命令: 77 05 00 0B 02 12

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x0B	XX	

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x8B	0x00: 成功 0xFF: 失败	

注: 0x00 表示 2400, 0x01 表示 4800, 0x02 表示 9600, 0x03 表示 19200, 0x04 表示 115200, 0x05 表示 38400, 0x06 表示 57600, 0x07 表示 460800, 默认值为 0x02: 9600, 每次变更通讯波特率成功之后, 会以原波特率发送回应答命令, 然后立即改变设备通信波特率。

备注: 如果需要高频输出, 请将波特率设为 115200 或者 460800, 修改波特率不需要发送保存命令, 立即生效。

2.6 设置模块地址 发送命令: 77 05 00 0F 01 15

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05	正确地址	0x0F	新地址	

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05	新地址	0x8F	0x00: 成功 0xFF: 失败	

注: 例如以下命令“ 77 05 00 0F 0A 1E ” 表示将产品的地址由 16 进制地址 00 改为 0A。

2.7 查询当前地址 发送命令: 77 04 00 1F 23

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04	0x00	0x1F		0x23

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05	当前地址	0x1F	当前地址	

注: 查询地址命令为固定该条命令。

2.8 设置输出频率 发送命令: 77 05 00 0C 00 11

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x0C	XX	

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x8C	0x00	

注: 发送的数据域 XX 为自动输出频率选项:

00 表示应答模式 (默认)

01 表示 5Hz 自动输出数据

02 表示 10Hz 自动输出数据

03 表示 20Hz 自动输出数据

04 表示 25Hz 自动输出数据

05 表示 50Hz 自动输出数据

06 表示 100Hz 自动输出数据

07 表示 200Hz 自动输出数据

08 表示 500Hz 自动输出数据

自动输出数据类型根据后面的数据类型选择命令决定, 默认是自动输出三轴角度。

2.9 查询重力加速度 g 值 发送命令: 77 04 00 54 58

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x54		

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (9 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x0D		0x54	3 组 SXXX.YY	

注: 数据域部分为俯仰、横滚、Z 轴 (垂直水平面) 的 g 值大小, 由 1 位符号位+1 位整数位+4 位小数位组成。

如返回值为 "77 0D 00 54 00 01 07 00 94 21 10 06 30 64", 则分别为 0.0107g, 0.9421g, -0.0630g。

2.10 查询角速度 发送命令: 77 04 00 50 54

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x50		

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x0D		0x50	3 组 SXXX.YY	

注: 数据域部分为俯仰、横滚、Z 轴 (垂直水平面) 角速度的大小, 由 1 位符号位+3 位整数位+2 位小数位组成。

例如返回值为 “77 0D 00 50 10 93 76 14 98 87 00 14 03 C0” 则数据域部分分别为: 俯仰轴角速度: $-93.76^{\circ}/s$, 横滚轴角速度: $-498.87^{\circ}/s$, Z 轴角速度: $+14.03^{\circ}/s$ 。

2.11 四元数 发送命令: 77 04 00 57 5B

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x57		

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (16 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x14		0x57	4 组 SXYYYYYY	

注: 数据域包含 16 个字节, 4 个字节为一组, 分别为四元数的 q0,q1,q2,q3,为压缩 BCD 码, 格式为 SX YY YY YY, S 为符号位 (0 正, 1 负), X 为 1 位整数位, YYYYYY 为 6 位小数位。

例如返回命令 77 14 00 57 00 99 99 96 00 00 02 90 10 00 26 73 10 00 00 01 7F, 则四元数据分别为:

其中 q0 为 00 99 99 96, 表示 0.999996

q1 为 00 00 02 90, 表示 0.000290

q2 为 10 00 26 73, 表示 -0.002673

q3 为 10 00 00 01, 表示 -0.000001

2.12 同时读取角度, 加速度计, 陀螺仪, 四元数 发送命令: 77 04 00 59 5D

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x59	-	

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (43 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x2F		0x59	数据域	

数据域包含 43 个字节，分别为角度，重力加速度 g 值，角速度，四元数，为压缩 BCD 码，四元数为最后 16 个字节，4 个字节为一组，共 4 组，其余为 3 字节为一组，表示方法见对应参数返回值。例如返回值如：

```
77 2F 00 59 10 00 60 10 03 06 00 00 00
    10 01 07 10 05 43 01 01 54
    10 00 13 10 00 04 00 00 09
    10 87 06 35 00 01 76 91 00 02 06 94 00 49 11 75 5C
```

则：三个轴角度分别为-0.6 度， -3.06 度， 0 度；
 三个轴 g 值分别为-0.0107g， -0.0543g,1.0154g；
 三个轴角速度分别为-0.13°/s, -0.04°/s, 0.09°/s；
 四个四元数分别为-0.870635, 0.017691, 0.020694, 0.491175。

2.13 自动输出数据类型选择 发送命令：77 05 00 56 00 5B

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x56	XX	

应答命令：

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x56	00	

注：数据域 XX 为对应输出数据类型，需在自动输出模式下进行：
 0x00:自动输出时，输出参数为三轴角度数据，输出格式参考命令 2.3；
 0x01:自动输出时，输出参数为三轴加速度值，输出格式参考命令 2.8；
 0x02:自动输出时，输出参数为三轴陀螺仪数值，输出格式参考命令 2.9；
 0x03:自动输出时，输出参数为三轴角度数据（预留其他数据类型）；
 0x04:自动输出时，输出参数为四元数值，输出格式参考命令 2.11；
 0x05:自动输出时，输出参数由角度、加速度、角速度、四元数组成，输出格式参考命令 2.12。

2.14 陀螺仪校准 发送命令：77 04 00 52 56

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x52		

应答命令：

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0xA5	0x01	

注：当传感器出现动态环境下表现性能不佳或者在静止时读取陀螺仪角速度值不在零位时，可以发送该命令矫正陀螺仪零偏。该命令只能在传感器绝对静止时使用以获取最佳校准效果。

2.15 航向角清零

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x82	-	

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x82	-	

注：程序采用手动发命令清零方位角，发送命令后程序开始重新计算方位角，实时解算角度可以通过上位机读取。

2.16 相对角设置

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (3 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x07		0x84	-	

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (3 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x84	-	

注：命令中 SX XX YY 为 BCD 码，S 为符号位（0 为正，1 为负），XXX 为三位整数位，YY 为两位小数位，例如需要将传感器航向角开始点设置为 100，则 SX XX YY 为 01 00 00。

相应完整命令为 77 07 00 84 01 00 00 8C

2.17 保存设置 发送命令: 77 04 00 0A 0E

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (0 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x04		0x0A		

应答命令:

标示符 (1 byte)	数据长度 (1 byte)	地址码 (1 byte)	命令字 (1 byte)	数据域 (1 byte)	校验和 (1 byte)
0x77	0x05		0x8A	0x00: 成功 0xFF: 失败	

注：设置波特率不需要保存设置，其他设置项均需要发送保存设置。

参 照 标 准

- 双轴倾角传感器静态校准规范 国家标准（草案）
- GB/T 191 SJ 20873-2003 倾斜仪、水平仪通用规范

BW-MINS730 系列

高精度光纤陀螺微惯导系统

无锡北微传感科技有限公司

地址：无锡市滨湖区绣溪路 58 号 30 幢

总机：0510-85737158

热线：400-618-0510

邮箱：sales@bwsensing.com

网址：www.bwsensing.com.cn