



BW-SAS-2134 系列

惯性测量单元

技术手册



产 品 介 绍

BW-SAS-2134*是一款基于微机械技术（MEMS）的惯性测量单元（IMU），内置高性能三轴 MEMS 陀螺和三轴 MEMS 加速度计，支持角速度、加速度、姿态角等信息的输出。

BW-SAS-2134 具有可靠性高，环境适应性强。产品可广泛应用于智能驾驶、工程领域、民用及特种无人机、AGV、铁路、动中通、人员导航等领域。

产品特点

- 三轴数字陀螺仪：
 - ◇ ± 450 °/s 动态测量范围（可定制最高 ± 4000 °/s）；
 - ◇ 零偏稳定性：5 °/h（GJB,10 s 平均）；
- 三轴数字加速度计：
 - ◇ ± 8 g 动态测量范围（可定制最高 ± 16 g）；
 - ◇ 零偏稳定性：0.2 mg（GJB,10 s 平均）；

- 全温范围内 (-40 °C ~ +85 °C) 保证精度: 内置高性能温度标定和补偿算法;
- 支持 UART (RS-232 或 LVTTTL) /SPI 输出;
- 支持姿态角解算输出。



图 1. BW-SAS-2134 惯性测量单元外观图

*: BW-SAS-2134 默认是 RS-232 接口, 如需 LVTTTL 接口, 可选型号 BW-SAS-2134-LVTTTL。

性能指标

参数		指标	测试条件
陀螺仪	测量范围	±450 °/s	可定制最高±4000 °/s
	零偏稳定性	3 °/h	Allan 方差
		5 °/h	10 s 平均 (25 °C, 常温)
		72 °/h	10 s 平均 (-40 °C~+85 °C, 1 °C/min 温变)
	标度因数非线性度	200 ppm	
	交叉耦合	200 ppm	
	带宽	88.6 Hz @ 200 Hz	具备配置请参见表 2

参数		指标	测试条件
加速度计	测量范围	±8 g	可定制±16 g
	零偏稳定性	0.02 mg	Allan 方差
		0.2 mg	10 s 平均 (25 °C, 常温)
		1 mg	10 s 平均 (-40 °C~+85 °C, 1 °C/min 温变)
	标度因数	200 ppm	标度因数非线性度 (±1 g)
	交叉耦合	200 ppm	
	带宽	88.6 Hz @ 200 Hz	具备配置请参见表 2
姿态解算	俯仰角	0.2° (静态) 2° (动态)	RMS
	横滚角	0.2° (静态) 2° (动态)	RMS
通讯接口	UART	RS-232 或 LVTTTL	1 路
		输出频率	200 Hz
	SPI	波特率	15 MHz
电气特性	电压	5±0.5 VDC	
	功耗	0.3 W	
结构特性	尺寸	38×24×11.5 mm	
	重量	20 g	
使用环境	工作温度	-40 °C ~ +85 °C	

参数		指标	测试条件
	存储温度	-40 °C ~ +85 °C	

表 1. 系统性能

输出频率	带宽配置可选项			
100Hz	陀螺仪	44.3 Hz	加速度计	44.3 Hz
200Hz	陀螺仪	88.6 Hz	加速度计	88.6 Hz
500Hz	陀螺仪	221.5 Hz	加速度计	221.5 Hz
1000Hz	陀螺仪	390 Hz	加速度计	416.75 Hz

表 2. 带宽配置选项表

电气接口

接口定义

BW-SAS-2134 外设只有一个硬件接口，接口型号为 5015680907/Molex，如图 2 所示。

BW-SAS-2134 默认出厂的接口配置为 RS-232。如果用户需要 LVTTTL 接口，可在下订单时选择

BW-SAS-2134-LVTTTL 型号。BW-SAS-2134 接口定义参见表 2，BW-SAS-2134-LVTTTL 接口定义参见表

3。

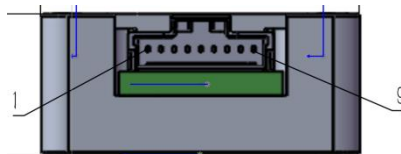


图 2. 接口示意图

管脚序号	名称	类型	描述
------	----	----	----

管脚序号	名称	类型	描述
1	GND	电源	
2	+5V 电源	电源	
3	RS232-Tx	输出	UART, 波特率可配置, 默认波特率为 460800bps
4	RS232-Rx	输入	
5	GND-信号	电源	
6	SPI-CLK	输入	SPI, 主从模式不可配置, 默认为从模式
7*	SPI-MOSI	输入	
8	SPI-MISO	输出	
9	SPI-NSS	输入	

表 3. BW-SAS-2134 接口定

管脚序号	名称	类型	描述
1	GND	电源	
2	+5V 电源	电源	
3	LVTTL-Tx	输出	LVTTL, 波特率可配置, 默认波特率为 460800bps
4	LVTTL-Rx	输入	
5	GND-信号	电源	
6	SPI-CLK	输入	SPI, 主从模式不可配置, 默认为从模式
7*	SPI-MOSI	输入	
8	SPI-MISO	输出	

管脚序号	名称	类型	描述
9	SPI-NSS	输入	

表 4. BW-SAS-2134-LVTTL 接口定义

*: 此针脚可配置切换为 PPS 输入。


供电

输入电压 (VDC)	电压门限 (VDC)	最大纹波 (mV P-P)	最大电流 (mA)	工作电流 (mA)
+5	±0.5	30	46	37

表 5. BW-SAS-2134 电气特性

对于正常的 IMU, 5V 电源输入必须从 1V 单调增加到 5V 启动。5V 整机上电的启动时间约 50ms, 稳态电流为 37 mA (冷/热启动), 峰值电流为 46mA (冷/热启动)。5V 整机下电的时间约 50ms。

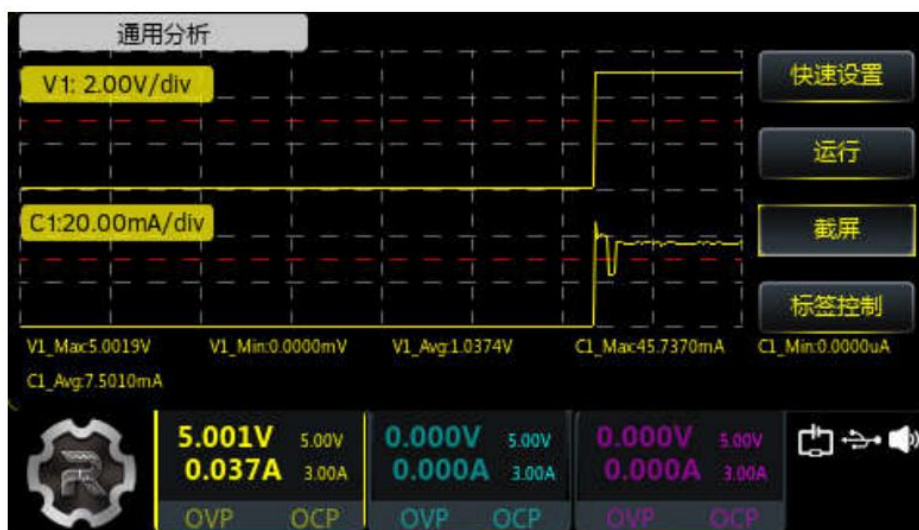


图 3. 实测电流

 **结构尺寸**

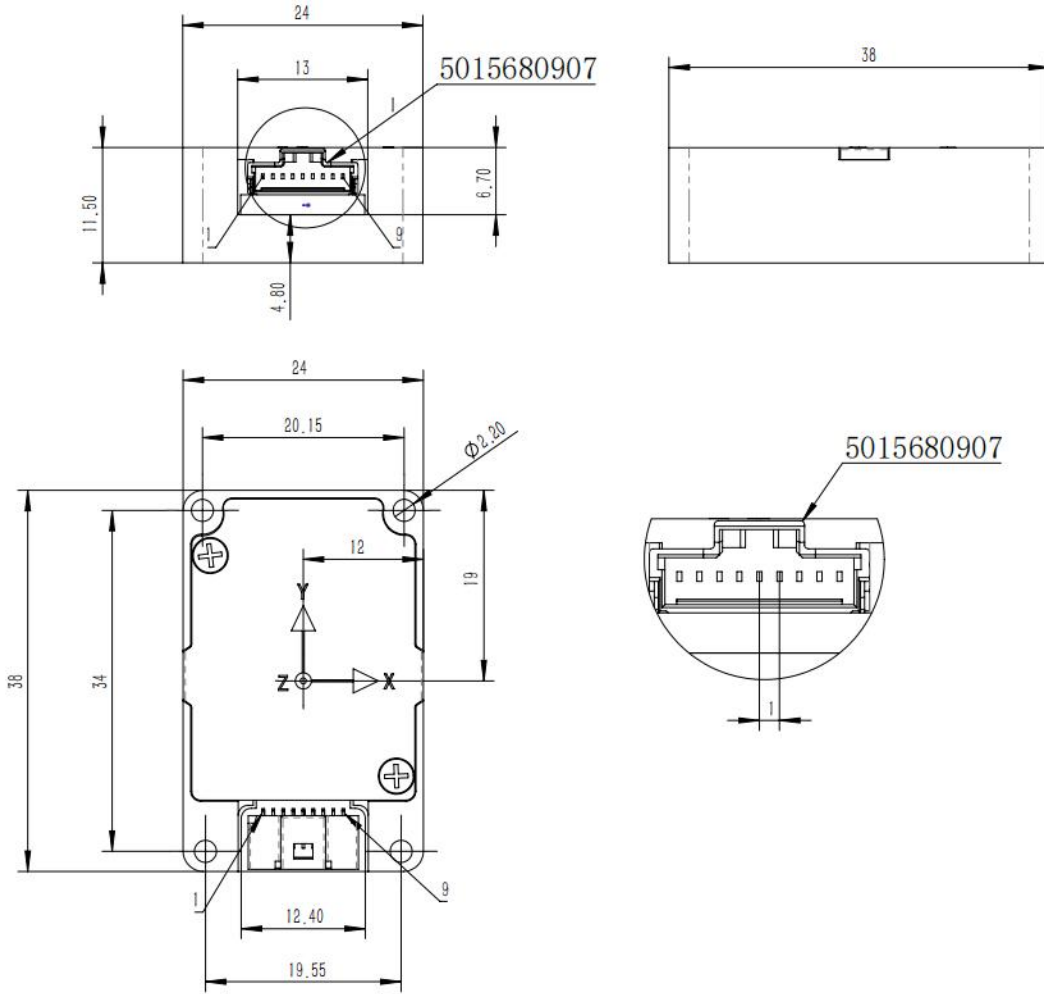


图 4. 结构外型示意图

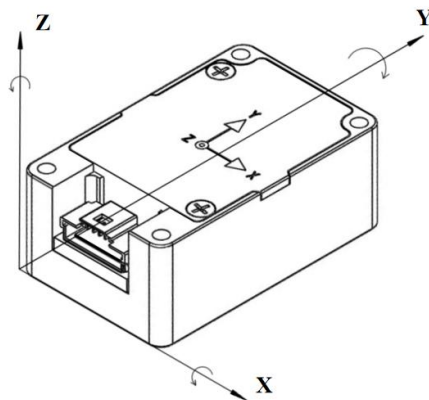


图 4. 结构外型示意图

UART 设置

输出设置

出厂默认配置：460800 bps，8 位数据位，1 位停止位，无奇偶校验。

出厂默认输出频率是 200 Hz。

输出协议

在 UART 接口下，102N 协议、RAWIMUSB 协议、AHRS 协议只能三选一输出，无法同时输出。

AHRS 协议固定输出频率 200Hz，不可配置。

配置指令

(1) 运行参数配置开始指令：config run para start (配置运行参数开始)

(2) 波特率配置指令：\$\$Baud,N##

参数 N	波特率
115200	115200 bps
128000	128000 bps
230400	230400 bps
256000	256000 bps
460800	460800 bps
921600	921600 bps

表 6. 波特率配置选项

(3) 输出频率配置指令：\$\$Rate,N##

参数 N	输出频率
100	100 Hz

参数 N	输出频率
200	200 Hz
500	500 Hz
1000	1000 Hz

表 7. 输出频率配置选项

	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1000 Hz
115200 bps	√	×	×	×
128000 bps	√	×	×	×
230400 bps	√	√	×	×
256000 bps	√	√	×	×
460800 bps	√	√	√	×
921600 bps	√	√	√	√

表 8. UART 波特率与输出频率对应表

备注：开启 AHRS 功能后，最大输出速率只有 500Hz。

(4) 输出接口配置指令：\$\$PortOpt,N##

参数 N	输出接口
0	UART/LVTTL
1	SPI

表 9. 输出接口参数 N 配置表

(5) 通过 UART 接口升级固件指令：dev updata firmware

(6) 运行参数配置结束指令: config run para end

(配置运行参数结束)

SPI 设置

BW-SAS-2134 默认输出接口为 UART, 通过运行参数配置指令将输出接口切换至 SPI, 即可通过 SPI 端口访问 BW-SAS-2134 的数据, BW-SAS-2134 在 SPI 通信中以从设备身份接入, 主机通过访问不同的寄存器进行数据读写, BW-SAS-2134 与主机的连接请参考下图。

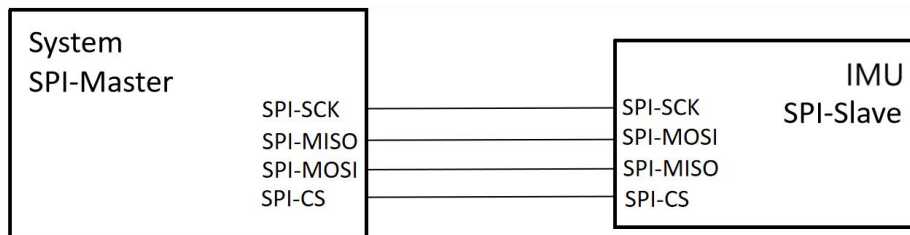


图 6. IMU 与主机连接示意图

SPI 配置

BW-SAS-2134 的 SPI 详细配置如下表所示;

参数类型	BW-SAS-2134 配置	说明
设备模式	从模式	BW-SAS-2134 用作从机
时钟	$SCK \leq 15\text{MHz}$	最大串行时钟速率
SPI 模式	模式 3	极性->高、相位->第二边沿
位序	MSB	高位先行输出
帧大小	8 位	一次发送一字节数据

表 10. SPI 配置表

SPI 通信

BW-SAS-2134 在 SPI 通信过程中, 可以区分为两个阶段, 前部分为访问寄存器的指令阶段,

后半部分为读写数据阶段，两部分间隔需 >20us；在主控制器访问任一寄存器指令，从设备 (BW-SAS-2134) 将同时返回原始数据与融合数据的状态位；寄存器若兼备读写 (R/W) 功能，则寄存器最高位置 1 为读操作，寄存器最高位置 0 为写操作。

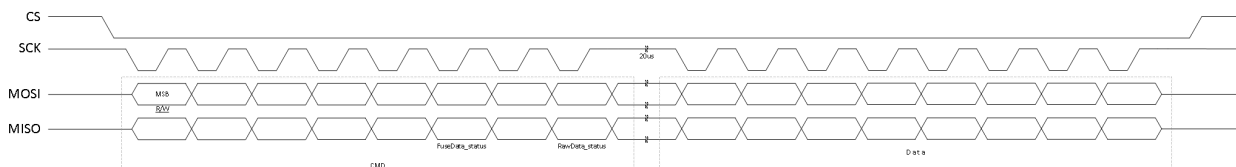


图 7. SPI 通信逻辑图

融合数据读取流程

BW-SAS-2134 在 SPI 接口通信下，主控制器通过访问融合数据寄存器，接收返回的数据状态进行判断，间隔 20us 后再发送 59 字节任意数据，并接收 59 字节融合数据。

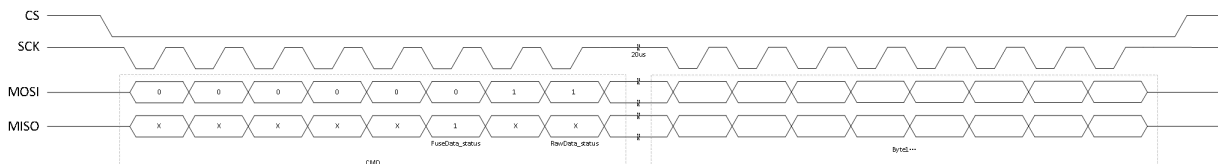


图 8. 融合数据读取示例图

数据状态

主控制器访问从机指令阶段寄存器时返回 1 字节响应数据对应表如下：

X (MSB)	X	X	X	FuseData_status	X	RawData_status
---------	---	---	---	-----------------	---	----------------

表 11. 响应数据表

参数类型	参数	说明
FuseData_status	0	代表融合数据准备完成
	1	代表融合数据未准备完成
RawData_status	0	代表原始数据准备完成
	1	代表原始数据未准备完成

表 12. 状态对应表

寄存器地址映射

下表提供了设备中嵌入的寄存器和相应地址的列表。

名称	R/W	地址	默认	寄存器描述
FUSE_DATA_REG	R	0x03	N/A	融合数据 (102N 协议)
RAW_DATA_REG	R	0x04	N/A	原始数据 (标准协议 1)
DEV_STATUS_REG	W	0x05	N/A	设备状态切换
DEV_PORTOPT_REG	W	0x06	N/A	设置输出端口

表 13. 寄存器映射表

寄存器描述

下列内容将介绍每个寄存器的详细配置。

FUSE_DATA_REG(03h)

融合数据寄存器，访问寄存器，可读取 102N 协议数据。

RAW_DATA_REG(04h)

原始数据寄存器，访问寄存器，可读取标准协议 1 数据。

DEV_STATUS_REG(05h)

设备状态寄存器进行设备状态切换 (W)

数据	设备状态
0x00	数据采集状态
0x01	设备配置状态
0x02	N/A

表 14. 状态寄存器对应表

DEV_PORTOPT_REG(06h)

设备输出端口寄存器进行设备端口切换 (W)

数据	设备输出端口
0x00	UART
0x01	SPI

表 15. 输出端口寄存器对应表

主动同步 (TOV)

IMU 产品可输出 TOV (Time Of Validity) 脉冲信号，用于标识 IMU 产品输出数据所对应的采集时刻，供用户进行时间同步使用。

类别	状态	备注
输出电流	6 ± 2 mA	UART
输出电压	> 3.17 VDC	

输出 TOV 信号宽度	> 80 us	≤V1.0.2.1 版本, 大于 200 ns > V1.0.2.1 版本, 大于 80 us
输出 TOV 信号类别	上升沿	

表 16. TOV 引脚特性

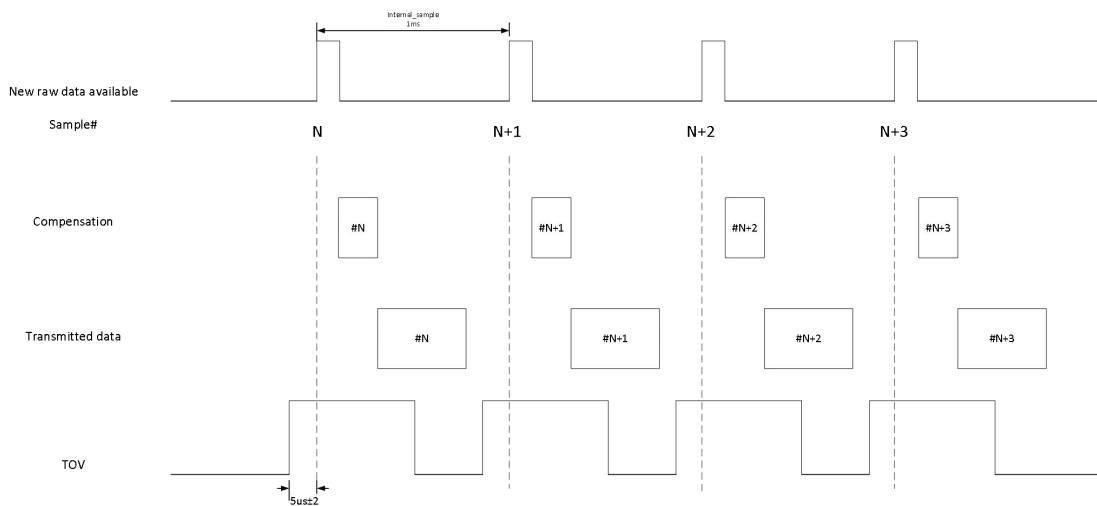


图 9. TOV 时序图

使用方法:

UART 模式

此模式下, UART 的 TX 用于 IMU 数据输出, SPI 接口中的 MISO 作为 TOV 输出脉冲引脚。

型号 BW-SAS-2134 和型号 BW-SAS-2134-LVTTL 的产品均适用。

管脚序号	名称	UART 模式
1	GND	
2	+5V 电源	
3	RS232-Tx	数据输出
4	RS232-Rx	
5	GND-信号	

管脚序号	名称	UART 模式
6	SPI-CLK	
7	SPI-MOSI	
8	SPI-MISO	TOV 脉冲输出
9	SPI-NSS	

表 17. UART 模式 TOV 同步引脚连接

(2) SPI 模式

此模式下，SPI 用于 IMU 数据通信，UART 接口的 RX 作为 TOV 输出脉冲引脚。型号 BW-SAS-2134-LVTTL 的产品适用，型号 BW-SAS-2134 在此模式下不支持 TOV 功能。

管脚序号	名称	SPI 模式
1	GND	
2	+5V 电源	
3	RS232-Tx	
4	RS232-Rx	TOV 脉冲输出
5	GND-信号	
6	SPI-CLK	数据输出
7	SPI-MOSI	
8	SPI-MISO	
9	SPI-NSS	

表 18. SPI 模式 TOV 同步引脚连接

被动同步 (1PPS)

在外部提供 1PPS (1 Pulse Per Second) 和时间同步信息输入的情况下, 将 IMU 产品内部系统时间与外部时间进行同步, 并在 IMU 产品输出数据中提供经过同步的时间信息。

类别	备注
输出电流	UART
输入 1PPS 信号宽度	>500 ns
触发 1PPS 信号类别	上升沿
输入 1PPS 信号频率	1 Hz
输入数据格式要求	BESTPOSB
输入 BESTPOSB 频率	1 Hz
默认波特率	460800 bps

表 19. 被动同步要求

使用方法:

(1) UART 模式

此模式下, UART 的 TX 用于 IMU 数据输出, UART 的 RX 用于接收卫星导航的 BESTPOSB, SPI 接口中的 MOSI 作为 1PPS 信号的输入引脚, 具体电平及信号特性见表。

1PPS 与 BESTPOSB 数据接入产品后, RAWIMUSB 协议输出语句中的周、秒时间信息与输入的 1PPS 和 BESTPOSB 数据同步;

IMU 产品在接收到 2 次 PPS 信号之后开始启用 1PPS 校准 IMU 的内部时钟, 接收到卫星导航的 BESTPOSB 语句后进行时钟授时, 接收到 10 次 BESTPOSB 数据之后开始启用识别到的时间进行数据时间戳标定, 产品内部 week 信息实时刷新, Second 信息只识别一次, 后续由 1PPS

信号进行时钟维持。

若不接入 BESTPOSB 数据，Second 从零开始计数。

产品断电后内部无备用电源，时间数据重新刷新归零。

(2) SPI 模式

不支持。

A H R S

使用方法

产品的 AHRS 数据目前只能通过 UART 接口输出数据，AHRS 输出数据中带有时间戳信息，可通过 UART 的 RX 接入 BESTPOSB 数据进行授时。通过软件依次输入下列指令，即可输出 AHRS 数据。

config run para start	(配置运行参数启动)
\$\$ProtocolOpt,3##	(输出 AHRS 协议)
config run para end	(配置运行结束)

注意事项

强烈建议产品静止放置 2 秒后再进行上电操作。产品在静置状态上电，前 2 秒的姿态数据为零，2 秒之后输出准确的姿态信息。如果产品在不静置状态上电，输出的姿态信息不准确，在这种情况下，将产品静置 5 秒，5 秒后即可输出准确的姿态信息。

开启 AHRS 功能后，最大输出速率只有 500Hz。

数据协议

协议格式：分为协议头、协议体和协议尾；

坐标轴定义：前、上、右；

102N 协议与 RAWIMUSB 协议只能二选一输出，无法同时输出。

102N 协议

输出 102N 协议的配置指令：

config run para start (配置运行参数启动)

\$\$ProtocolOpt,0## (输出 102N 协议)

config run para end (配置运行结束)

名称	字节序号	数据	单位	数据类型	备注
协议头	0	0x5a	—	—	
	1	0x5a	—	—	
协议体	2-5	X 轴陀螺	°/s	float	
	6-9	Y 轴陀螺	°/s	float	
	10-13	Z 轴陀螺	°/s	float	
	14-17	X 轴加表	g	float	
	18-21	Y 轴加表	g	float	
	22-25	Z 轴加表	g	float	
	26	帧计数器		Unint8	0 ~ 255 循环计数
	27	IMU 状态位			
	28-33	备用			

名称	字节序号	数据	单位	数据类型	备注
	34-37	备用			
	38-41	备用			
	42-45	备用			
	46-49	温度	°C	float	
	50-53	备用			
	54-57	备用			
协议尾	校验和				2 至 58 字节累加求和，取低字节

表 20. 102N 数据协议

RAWIMUSB 协议

输出 RAWIMUSB 协议的配置指令：

config run para start (配置运行参数启动)

\$\$ProtocolOpt,1## (输出 RAWIMUSB 协议)

config run para end (配置运行结束)

序号	名称		含义	数据类型	字节数	字节偏移	备注
1	Header	帧头	0xAA	—	1	H	0
			0x44	—	1		
			0x13	—	1		
2		信息长度	0x28=40, 不含 header 及 CRC	—	1		
3		信息 ID 号	0x145	—	2		—

序号	名称		含义	数据类型	字节数	字节偏移	备注
4		GNSS 周	—	Ushort	2		—
5		周秒	单位: ms	Uint	4		—
6	GNSS 周		—	Uint	4	H	
7	周秒		单位: s	Double	8	H+4	
8	预留位		—	Uint	4	H+12	
9	Z 向加速度计输出 (上)		单位: g	Long	4	H+16	比例系数:
10	-Y 向加速度计输出 (后)		单位: g	Long	4	H+20	52621241.37840640
11	X 向加速度计输出 (右)		单位: g	Long	4	H+24	(输出结果除以比例系数) g=9.80147 m/s ²
12	Z 向陀螺仪输出 (上)		单位: °/s	Long	4	H+28	比例系数:
13	-Y 向陀螺仪输出 (后)		单位: °/s	Long	4	H+32	1499226.41161356
14	X 向陀螺仪输出 (右)		单位: °/s	Long	4	H+36	(输出结果除以比例系数) 数)
15	校验和		32 位 CRC 校验	Uint	4	H+40	

表 21. RAWIMUSB 数据协议

AHRS 协议

输出 AHRS 协议的配置指令:

config run para start (配置运行参数启动)

\$\$ProtocolOpt,3## (输出 AHRS 协议)

config run para end (配置运行结束)

序号	名称		含义	数据类型	字节数	字节偏移	备注
1	Header	帧头	0xAA	—	1	H	0
			0x44	—	1		
			0x5A	—	1		
2	信息长度	0x4A=66, 不含 header 及 CRC	—	1			
3	帧计数器			UInt8	1	H	
4	X 轴陀螺		°/s	float	4	H+1	
5	Y 轴陀螺		°/s	float	4	H+5	
6	Z 轴陀螺		°/s	float	4	H+9	
7	X 轴加表		g	float	4	H+13	
8	Y 轴加表		g	float	4	H+17	
9	Z 轴加表		g	float	4	H+21	
10	四元数 w		1	float	4	H+25	
11	四元数 x		1	float	4	H+29	
12	四元数 y		1	float	4	H+33	
13	四元数 z		1	float	4	H+37	
14	欧拉角 X		°	float	4	H+41	俯仰角, -90~90, 抬头为正
15	欧拉角 Y		°	float	4	H+45	横滚角, -180~180, 右倾为正
16	欧拉角 Z		°	float	4	H+49	航向角, 0~360, 北偏东为正
17	IMU 状态位				1	H+53	

序号	名称	含义	数据类型	字节数	字节偏移	备注
18	温度	°C	float	4	H+54	
19	周秒		Uint32	4	H+58	接入 PPS+Bestposb 后同步实时时间，未接则从 0 计数
20	预留			4	H+62	
21	校验和	32 位 CRC 校验	Uint32	4	H+66	

表 22. AHRS 协议

注：坐标轴定义为地理系东北天，IMU 系右前上，旋转顺序是 ZXY，地理系到 IMU 系。

SPI 标准协议

本协议适用于 SPI 读取原始数据使用的协议格式。

数据名称	数据类型	字节数
起始位	Uint8_t*2 <0x5A 0XA5>	2
帧数位	Uint32_t	4
ASM330_1 的 X 轴加速度	Float	4
ASM330_1 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_1 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_1 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_1 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_1 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_1 的温度	Float	4
ASM330_2 的 X 轴加速度	Float	4

ASM330_2 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_2 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_2 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_2 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_2 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_2 的温度	Float	4
ASM330_3 的 X 轴加速度	Float	4
ASM330_3 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_3 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_3 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_3 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_3 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_3 的温度	Float	4
ASM330_4 的 X 轴加速度	Float	4
ASM330_4 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_4 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_4 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_4 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_4 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_4 的温度	Float	4
ASM330_5 的 X 轴加速度	Float	4

ASM330_5 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_5 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_5 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_5 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_5 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_5 的温度	Float	4
ASM330_6 的 X 轴加速度	Float	4
ASM330_6 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_6 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_6 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_6 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_6 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_6 的温度	Float	4
ASM330_7 的 X 轴加速度	Float	4
ASM330_7 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_7 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_7 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_7 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_7 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_7 的温度	Float	4
ASM330_8 的 X 轴加速度	Float	4

ASM330_8 的 Y 轴加速度	Float	4
ASM330_8 的 Z 轴加速度	Float	4
ASM330_8 的 X 轴角速率	Float	4
ASM330_8 的 Y 轴角速率	Float	4
ASM330_8 的 Z 轴角速率	Float	4
ASM330_8 的温度	Float	4
结束位	Uint8_t*2 <0xA5 0X5A>	2
CRC 校验位	Uint8_t*2	2
总字节数		234

表 23. SPI 标准协议

BW-SAS-2134 系列

惯性测量单元

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

热线：400-618-0510

邮箱：sales@bwsensing.com

网址：www.bwsensing.com.cn