



姿态航向传感器微系统芯片数据手册

ASI 945 (version 4.5)

Data Sheet

Date: 2025.1

注意：

惯性微系统（大连）有限公司有权更改或修改本文所包含信息，恕不另行通知。客户可自行获得最新修订的文档。

惯性微系统（大连）有限公司

地址：大连市高新技术产业园区高新街 2 号 3F

目录

1. 产品概述	- 1 -
2. 产品应用	- 1 -
2.1 中小型无人机飞行控制系统	- 1 -
2.2 人形机器人 3 自由度关节姿态控制	- 1 -
2.3 微型机器人和室内导航定位	- 2 -
2.4 便携式无人潜航器水下导航与姿态控制	- 2 -
3. 机电性能	- 3 -
3.1 物理特性	- 3 -
3.2 电气连接	- 3 -
3.3 环境可靠性	- 3 -
3.4 电磁兼容性	- 4 -
4. 感测性能	- 4 -
4.1 系统性能参数	- 4 -
4.2 稳定性性能参数	- 5 -
4.3 线性性能参数	- 5 -
5. 数据通信协议	- 6 -
5.1 协议基础	- 6 -
5.1.1 通信方式	- 6 -
5.1.2 报文类型	- 6 -
5.1.3 报文结构	- 7 -
5.1.3.1 起始字节	- 7 -
5.1.3.2 字节数	- 7 -
5.1.3.3 功能字节	- 7 -
5.1.3.4 数据体	- 8 -
5.1.3.5 报文校验字节	- 11 -
5.1.3.6 报文结束字节	- 11 -
5.2 通信方式	- 11 -
5.2.1 串口通信	- 12 -
5.2.1.1 串口波特率设置	- 12 -
5.2.2 SPI 通信	- 12 -
5.2.2.1 SPI 通信主机示例代码	- 13 -
5.2.2.2 SPI 波特率设置	- 14 -
5.2.3 CAN 通信	- 14 -
5.2.3.1 CAN 报文定义	- 14 -
6. 外形及封装尺寸	- 15 -
7. 传感器编号意义	- 16 -
8. 引脚定义	- 16 -
9. 安装使用注意事项	- 17 -

1. 产品概述

ASI（Attitude Sensor of Industry）即姿态航向传感器微系统芯片，是一种异构融合传感器芯片，用于描述物体空间运动姿态，包括三个轴向的加速度、角速度、磁场强度及其航向角、俯仰角、横滚角、倾斜角等 13 种数据。它是针对工业控制行业的惯性导航、姿态控制、惯性测量、安全管理应用而设计的高性能低功耗的微型传感器芯片，是基于 MEMS 技术的高性能姿态航向参考系统（AHRS），通过特定的传感器数据算法，解算出三维运动姿态数据。

2. 产品应用

姿态航向传感器微系统芯片 ASI945 能够实时描述物体的运动姿态，可以应用于中小型无人机飞行控制系统，人形机器人 3 自由度关节姿态控制，微型机器人、室内导航定位和便携式无人潜航器水下导航与姿态控制等方面。

2.1 中小型无人机飞行控制系统

中小型无人机现在已经在各行各业得到广泛的应用，如气象、环境、农业、航拍、物流等。无人机的飞行需要导航、各种飞行姿态的监测、飞行速度、加速度等参数的监测，这必然要使用姿航传感器，来描述每一步的位置、姿态和方向，姿航传感器可实现这一过程。



图1 中小型无人机飞行控制

2.2 人形机器人3自由度关节姿态控制

在军事场景中，人形机器人因其卓越的战场感知、信息处理和通信能力，能够执行高风险任务，如排爆、侦查和攻击，显著减轻士兵负担并提高作战效率。在工业领域，人形机器人可以代替人类进行复杂和重复的劳动，如质检、搬运和分拣，减少工人疲劳并加速智慧工厂的建设。此外，它们还可以作为家庭助手，执行家务任务如做饭、打扫和照顾老人和病人。

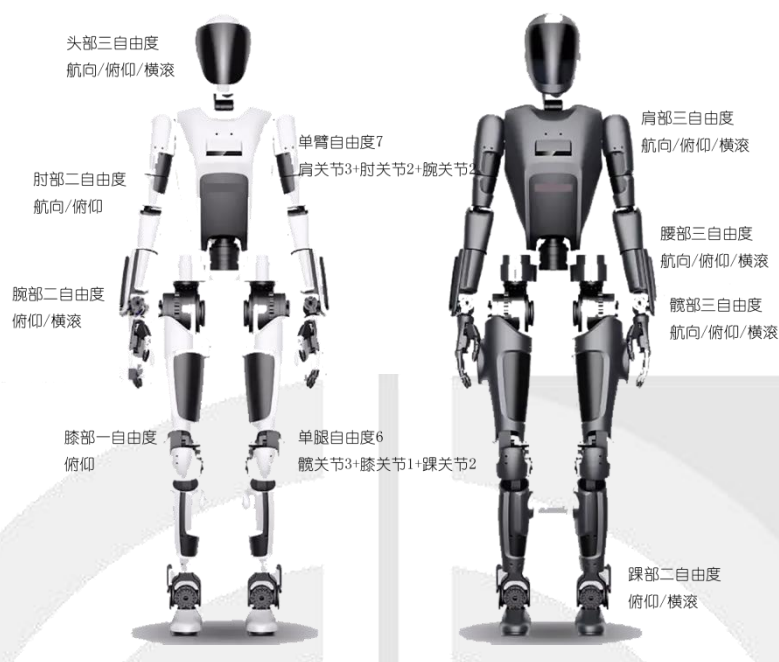


图2 人形机器人运动自由度

2.3 微型机器人和室内导航定位

目前机器人在很多领域已经完成了人类不能参与的工作，比如在恶劣的环境，以及人类不能到达的狭窄区域和危险的工作等。姿态航向传感器可以用来监测机器人的平衡、步行、手臂运动、身体摆动等身体运动姿态，从而通过控制系统调节其运动。而在室内、地下、井下、隧道、城市高层建筑群、山岳丛林等没有或微弱卫星信号的场所，则需要姿态航向传感器进行惯性导航和位置计算。



图3 微型机器人与室内导航定位

2.4 便携式无人潜航器水下导航与姿态控制

无人潜航器，英文名 Unmanned underwater vehicle 是没有人驾驶、靠遥控或自动控制在水下航行的器具，主要指那些代替潜水员或载人小型潜艇进行水文勘测、深海探测、救生、排除水雷等高危险性水下作业的智能化系统。因此，无人潜航器也被称为“潜水机器人”或“水下机器人”。便捷式无人潜航器重量在 50Kg 以内。

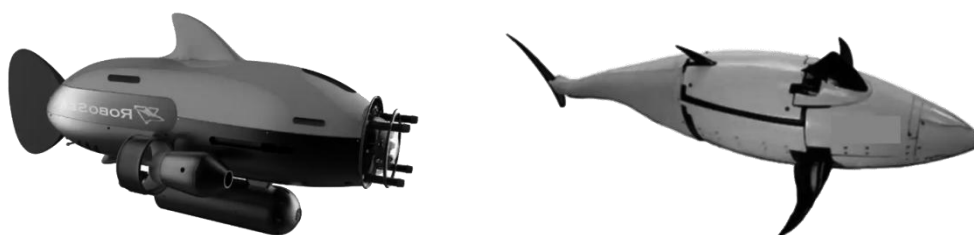


图4 便捷式无人潜航器

除以上应用外，姿态航向传感器微系统芯片 ASI945 还可应用在 AR/VR、云台天线、摄像机、物流等方面。

3. 机电性能

3.1 物理特性

表 1 物理特性

产品	描述
尺寸	26*15.2*2.7mm ³
重量	2.5g
封装	QFN-24
材质性质	高分子材料
制作工艺	集成
输出信号	数字型

3.2 电气连接

表 2 电气连接

产品	描述
工作电压	3.3V
工作电流	10mA
工作功耗	33mW
功能接口	UART、SPI、CAN

3.3 环境可靠性

表 3 环境可靠性

产品	严酷等级
振动强度	X 和 Y 轴，10-1000Hz，100m/s ² ；Z 轴，10-1000Hz，100m/s ²
冲击强度	峰值加速度 19600m/s ² ，标称脉冲持续时间 0.5ms，速度变化量： 半正弦波 3.4m/s，后峰锯齿波 2.7m/s，梯形波 4.9m/s

温度环境	工作温度：-40-105℃ 存储温度：-40-125℃
湿度环境	-10℃-65℃，相对湿度 45%-96%
快速温变	-40℃-85℃，温度变化速率（15±3）K/min

3.4 电磁兼容性

表 4 电磁兼容性

静电放电抗扰度	电磁辐射抗扰度	沿电源线瞬态传导
等级 4 级，性能判据 B	场强 50V/M，1 米法，性能判据 A	等级 III 级，性能判据 B

4. 感测性能

4.1 系统性能参数

表 5 系统性能参数

指标		参数
系统启动时间		0.3s
输出数据		航向角、俯仰角、横滚角、倾斜角 加速度、角速度、磁场强度
动态范围		Yaw: 0~360° ; Pitch: -90~+90° ; Roll: -180~+180° Tilt: -90~+90°
加速度量程		±2g/4g/8g/16g
角速度量程		±250/500/1000/2000dps
磁场强度量程		±0.88/1.3/1.9/2.5/4.0/4.7/5.6/8.1gauss
静态精度（俯仰/横滚/倾斜）		0.05deg
静态精度（航向）		0.2deg
动态精度（俯仰/横滚/倾斜）		1.0deg
动态精度（航向）		2.0deg
角度分辨率		0.0001deg
最大更新率		100Hz
陀螺仪	总噪声	0.05°/s @RMS
	角度随机游走(10Hz)	0.005°/s/√Hz
	零偏不稳定性（10s）	8°/h（Allan 方差）
	非线性	0.2%
	最大更新速率	1000Hz

加速度计	灵敏度随温度变化率	$\pm 0.02\%/^{\circ}\text{C}$
	加速度随机游走（10Hz）	$400\ \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$
	零偏不稳定性	100 μg （Allan 方差）
	非线性	0.5%
	最大更新速率	1000Hz

4.2 稳定性性能参数

表 6 稳定性性能参数

指标	航向角	俯仰角	横滚角	倾斜角
时间漂移	$0.07^{\circ}/\text{h}$	$0.001^{\circ}/\text{h}$	$0.009^{\circ}/\text{h}$	$0.009^{\circ}/\text{h}$
温度漂移	$0.07^{\circ}/^{\circ}\text{C}$	$0.003^{\circ}/^{\circ}\text{C}$	$0.011^{\circ}/^{\circ}\text{C}$	$0.007^{\circ}/^{\circ}\text{C}$

4.3 线性性能参数

表 7 线性性能参数

指标	角速度	加速度	磁场强度
启动时间	100ms	100ms	50ms
维度	三轴	三轴	三轴
ADC 位数	16Bit	16Bit	12Bit
最小量程	$\pm 250\text{dps}$	$\pm 2\text{g}$	$\pm 1\text{gauss}$
满量程	$\pm 2000\text{dps}$	$\pm 16\text{g}$	$\pm 8\text{gauss}$
分辨率 _(最小量程时)	131LSB/($^{\circ}/\text{s}$)	16384LSB/g	0.73milli-gauss
分辨率 _(满量程时)	16.4 LSB/($^{\circ}/\text{s}$)	2048 LSB/g	4.35 milli-gauss

表 8 各模块量程及对应分辨率

模块种类	量程	分辨率
三轴加速度	$\pm 2\text{g}$	16384 LSB/g
	$\pm 4\text{g}$	8192LSB/g
	$\pm 8\text{g}$	4096LSB/g
	$\pm 16\text{g}$	2048LSB/g

三轴角速度	$\pm 250\text{dps}$	131 LSB/ (dps)
	$\pm 500\text{dps}$	65.5 LSB/ (dps)
	$\pm 1000\text{dps}$	32.8 LSB/ (dps)
	$\pm 2000\text{dps}$	16.4 LSB/ (dps)
三轴磁场强度	$\pm 0.88\text{gauss}$	0.73mgauss /LSB
	$\pm 1.3\text{ gauss}$	0.92mgauss /LSB
	$\pm 1.9\text{ gauss}$	1.22mgauss /LSB
	$\pm 2.5\text{ gauss}$	1.52mgauss /LSB
	$\pm 4.0\text{ gauss}$	2.27mgauss /LSB
	$\pm 4.7\text{ gauss}$	2.56mgauss /LSB
	$\pm 5.6\text{ gauss}$	3.03mgauss /LSB
	$\pm 8.1\text{ gauss}$	4.35mgauss /LSB

5. 数据通信协议

5.1 协议基础

5.1.1 通信方式

姿态航向传感器微系统芯片 ASI945 支持三各种通信，分别为 UART、SPI 和 CAN 通信，用于传感器与终端之间信息报文的传输和接收。

5.1.2 数据类型

协议使用的数据类型如表 9 所示：

表 9 数据类型

数据类型	描述及要求
(n)BYTE	无符号单字节整型（字节，8 位,n 代表 n 个字节）
WORD	无符号双字节整型（字节，16 位）

5.1.2 报文类型

根据功能和类型，姿态航向传感器微系统芯片 ASI945 支持的报文分为两大类共五种：

一、传感器发送给终端的报文

(1) 传感器的原始 ADC 数据，该 ADC 数据是指直接从传感器中读取出来的数值，ADC 转化的结果；

(2) 传感器解算后的姿态角、倾斜角，将传感器的数值进行解算，得到目标载体的当前姿态，航向角、俯仰角与横滚角这三个姿态角数据及倾斜角数据；

(3) 磁场强度校准的三轴 ADC 数据。

二、终端发送给传感器的报文

(1) 传感器参数设置命令，终端发送参数命令控制传感器的工作模式；

(2) 传感器校准设置命令，终端发送校准命令控制传感器校准。

5.1.3 报文结构

每条报文由起始字节、字节数、功能字节、数据体、校验字节和结束字节组成，报文结构图如表 10 所示：

表 10 报文结构

起始字节	字节数	功能字节	数据体	校验字节	结束字节
------	-----	------	-----	------	------

5.1.3.1 起始字节

报文起始字节，共两个字节，第一个字节为 0x7A，第二个字节为 0x7B。

5.1.3.2 字节数

报文包含的字节总数，包括报文校验字节和报文结束字节（报文起始字节除外）。

5.1.3.3 功能字节

报文功能字节，用于表示该报文所指定的报文类型，其具体的分类如表 11 所示：

表 11 功能字节

字节值	代表的报文类型
0XB0	传感器原始的 ADC 数据
0XB1	传感器解算后的姿态角报文
0XB2	传感器参数设置命令
0XB3	传感器校准设置命令

0XB4	磁场强度校准的 3 轴 ADC 数据
------	--------------------

5.1.3.4 数据体

数据体封装了传感器的数据值，不同类型的报文其数据体格式也是各不相同，故有五种不同类型的数据体格式。

（1）传感器的原始 ADC 数据报文的数据体格式如表 12 所示：

表 12 传感器的原始 ADC 数据报文的数据体格式

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	加速度 X 轴值	WORD	加速度 X 轴是一个 16 位的双字节数，并且双字节的最高位代表正负（0 为正 1 为负），后面 15 代表数据大小。假设 X 轴的输出值为 0X8523，因为 0X8523 最高位为 1 则代表负，所以其数值实际大小为 0X0523
2	加速度 Y 轴值	WORD	同上所述
4	加速度 Z 轴值	WORD	同上所述
6	角速度 X 轴值	WORD	同上所述
8	角速度 Y 轴值	WORD	同上所述
10	角速度 Z 轴值	WORD	同上所述
12	磁场强度 X 轴值	WORD	同上所述
14	磁场强度 Y 轴值	WORD	同上所述
16	磁场强度 Z 轴值	WORD	同上所述

（2）传感器解算后的姿态角报文的数据体格式如表 13 所示：

表 13 传感器解算后的姿态角报文的数据体格式

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
0	航向角	(3)BYTE	航向角是一个 24 位的三字节数，并且首字节的最高位代表正负（0 为正 1 为负），

			后面 23 位代表数据大小。假设输出航向角值为 0X089300，因为 0X089300 最高位为 0 则代表正，所以其数值实际大小为 0X089300，则航向角为 56.1920°。
3	俯仰角	(3)BYTE	同上所述
6	横滚角	(3)BYTE	同上所述
9	倾斜角	(3)BYTE	同上所述
12	ASV 解算速率	WORD	ASV 解算速率是指每秒进行的姿态解算频率，它是一个 16 位的双字节，并且只能是正数

(3) 传感器参数设置命令报文的数据体格式如表 14 所示：

表 14 传感器参数设置命令报文的数据体格式

起始字节	字段	数据类型	描述及要求	
0	加速度量程设置	BYTE	00: ±2g	
			01: ±4g	
			02: ±8g	
			03: ±16g	
1	角速度量程设置	BYTE	00: ±250° /s	
			01: ±500° /s	
			02: ±1000° /s	
			03: ±2000° /s	
2	磁场强度量程设置	BYTE	00:±0.88gauss	01:±1.3 gauss
			02:±1.9 gauss	03:±2.5 gauss
			04:±4.0 gauss	05:±4.7 gauss
			06:±5.6 gauss	07:±8.1 gauss
3	需要的传感器报文类型	BYTE	00: 传感器原始的 ADC 数据	
			01: 解算后的姿态角	
			02: 两种数据报文同时支持	

4	传感器上传帧率	BYTE	00: 10（帧/秒）	
			01: 20（帧/秒）	
			02: 50（帧/秒）	
			03: 70（帧/秒）	
			04: 100（帧/秒）	
5	通信类型设置	BYTE	00: 串口通信	
			01: CAN(标准)	
			SPI 通信设置详见 5.2	
6	波特率设置	BYTE	00:2400	01:4800
			02:9600	03:14400
			04:19200	05:38400
			06:56000	07:115200

传感器参数设置命令可以使用仿真测试软件设定并下发给传感器；用户也可以根据上表提供的报文格式使用用户的 MCU、工具软件（串口助手等）通过串口下发给传感器。

（4）传感器校准的数据体格式如表 15 所示：

表 15 传感器校准的数据体格式

起始字节	字段	数据类型	描述及要求	
0	传感器校准	BYTE	位 1:0	AB: 水平校准
				00: 陀螺校准
				01: 磁场校准准备
				03: 磁场校准开始
				02: 磁场校准结束

传感器校准建议使用本公司的仿真测试软件校准。用户也可按本手册规则通过终端 MCU 编辑指令执行校准，其中水平校准和陀螺校准需要水平静置 5 秒完成校准，磁场校准按准备校准→开始校准→载体做圆周和上下起伏运动 60 秒→结束校准的步骤执行校准。

（5）磁场强度校准的三轴 ADC 的数据体格式如表 16 所示：

表 16 磁场强度校准的三轴 ADC 的数据体格式

起始字节	字段	数据类型	描述及要求
------	----	------	-------

0	磁场强度 X 轴值最大值	WORD	磁场强度 X 轴是一个 16 位的双字节数, 并且双字节的最高位代表正负 (0 为正 1 为负), 后面 15 代表数据大小。假设其值输出为 0X8523, 因为 0X8523 最高位为 1 则代表负, 所以其数值实际大小为 0X0523
2	磁场强度 X 轴值最小值	WORD	同上所述
4	磁场强度 Y 轴值最大值	WORD	同上所述
6	磁场强度 Y 轴值最小值	WORD	同上所述
8	磁场强度 Z 轴值最大值	WORD	同上所述
10	磁场强度 Z 轴值最小值	WORD	同上所述

5.1.3.5 报文校验字节

报文校验字节, 用于校验报文发送是否正确, 校验方法: 除了报文起始字节和报文结束字节外, 所有数据进行异或处理。

报文校验字节示例: 传感器解算后的姿态角、倾角报文内容为 0x7A 0x7B 0x12 0xB1 0x20 0x0A 0x5B 0x00 0x4D 0x84 0x80 0x09 0x52 0x00 0x01 0x78 0x00 0x78 0xC1 0xBB

其中 0xC1 为校验字节, 计算方法为: $0xC1 = 0x12 \oplus 0xB1 \oplus 0x20 \oplus 0x0A \oplus 0x5B \oplus 0x00 \oplus 0x4D \oplus 0x84 \oplus 0x80 \oplus 0x09 \oplus 0x52 \oplus 0x00 \oplus 0x01 \oplus 0x78 \oplus 0x00 \oplus 0x78$

(注: 0x12 为报文字节数, 除却 0x7A 与 0x7B 外整条报文共有 18 个字节, 故为 0x12)

5.1.3.6 报文结束字节

报文结束字节, 表示报文结束, 用 0xBB 表示报文结束字节。

传感器 ADC 数据报文示例: 7A 7B 16 B0 00 1B 84 CC 3E 66 80 F2 00 9C 80 88 80 5E 81 CF 80 7E 25 BB

姿态角报文示例: 7A 7B 12 B1 22 4C AC 00 21 1F 80 F8 8B 00 04 4F 00 78 9F BB

传感器参数设置命令报文示例: 7A 7B 0B B2 00 02 01 02 01 00 07 BE BB

5.2 通信方式

5.2.1 串口通信

在串口通信模式下，ASI 与终端主控器连接需要满足以下条件：

- （1）相同的波特率，ASI 出厂默认波特率为 115200bps；
- （2）相同的帧格式，ASI 使用 8 位数据，一个起始位+一个停止位。

ASV 与终端主控机典型的连接方式如图7所示：

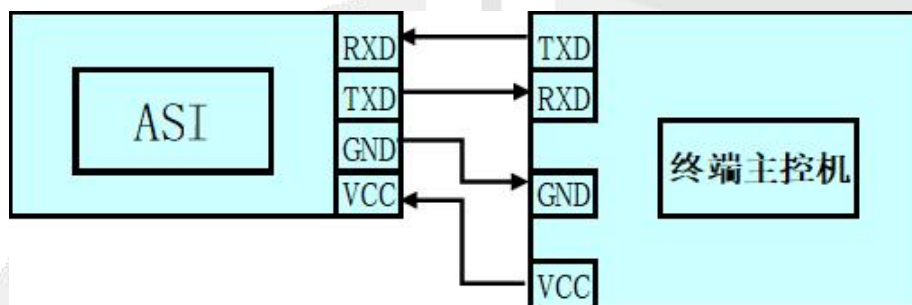


图7 ASI 与终端主控机连接示意图

5.2.1.1 串口波特率设置

想要设置串口波特率，则在终端控制命令报文的数据体中把通信类型字节设置为0x00，与此同时，在波特率设置字节中，设置想要的串口波特率。ASI 支持的几种常用波特率如表 17所示（单位：bps）：

表17 ASI 常用波特率

波特率	2400	4800	9600	14400	19200	38400	56000	115200
波特率设置	0X00	0X01	0X02	0X03	0X04	0X05	0X06	0X07

5.2.2 SPI 通信

本设备作为从设备，SPI 为 4 线同步串行接口，其中，串行时钟输出（SCK）、数据输出（MOSI）、数据输入（MISO）和片选（/CS）。主设备为从设备提供一个片选（/CS），传输开始后/CS 拉低，传输结束/CS 拉高。在 SPI 通信模式下，ASI 的 SPI 传输特性为：

- （1）8 位数据位，最高位（MSB）先传，最低位（LSB）后传；
- （2）数据在时钟（SCK）的上升沿捕获；
- （3）最大传输速率为 2.25Mbps，ASI 出厂默认为 281.25Kbps。

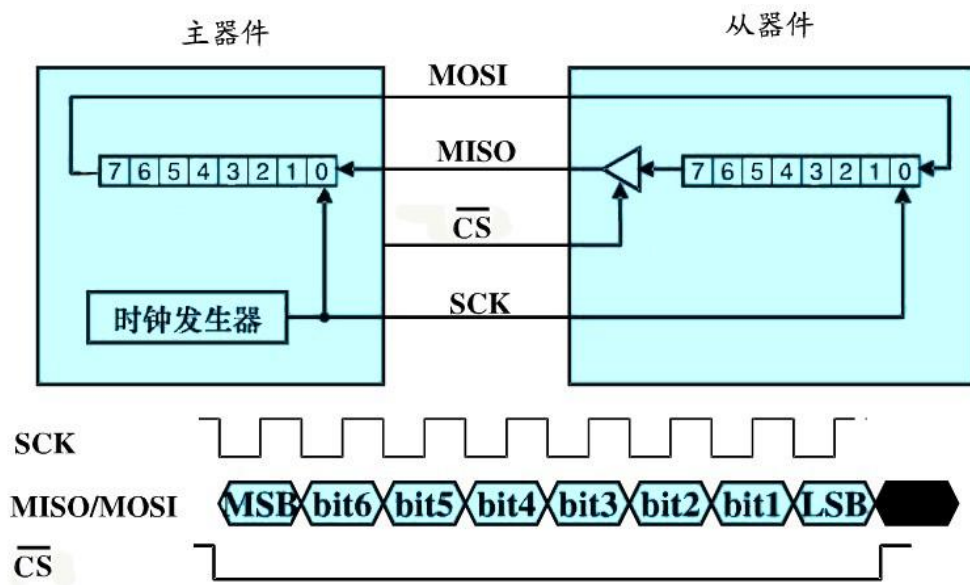


图 8 SPI 传输协议

5.2.2.1 SPI 通信主机示例代码

(1) 读取传感器原始 ADC 数据

```
SPI_CS=0;//片选拉低
```

```
(delay_ms(1);) //适当延时
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xB0);
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xFF);
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xFF);
```

```
.....
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xFF);
```

```
SPI_CS=1;//片选拉高
```

```
(delay_ms(10);) //适当延时
```

(2) 读取传感器解算后的姿态角、倾斜角

```
SPI_CS=0;//片选拉低
```

```
(delay_ms(1);) //适当延时
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xB1);
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xFF);
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xFF);
```

```
.....
```

```
SPI_ReceiveSendByte(0xFF);
```

```
SPI_CS=1;//片选拉高
```

```
(delay_ms(10);) //适当延时
```

共 23 个

共 19 个

5.2.2.2 SPI 波特率设置

表18 SPI 波特率设置

波特率	281.25K	561.5K	1.13M	2.25M
波特率设置	0X00	0X01	0X02	0X03

5.2.3 CAN 通信

在 CAN 通信模式下，ASI 与终端主控器连接需要满足以下条件：

- (1) 相同的波特率，ASI 出厂默认波特率为 500Kbps；
- (2) 相同的帧格式，ASI 使用标准格式帧，报文标识符为 11 位。

ASV 与终端主控机典型的连接方式如图9所示：

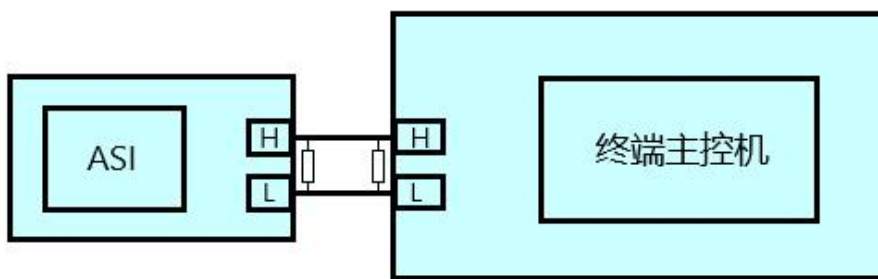


图9 ASI 与终端主控机 CAN 连接示意图

5.2.3.1 CAN 报文定义

表19 CAN 报文定义

报文标识符（十六进制）	数据字节数（十进制）	数据体
0x11	20	传感器解算后的姿态角报文 (见表 13)
0x12	24	传感器原始的 ADC 数据(见表 12)

6. 外形及封装尺寸

（单位：mm）

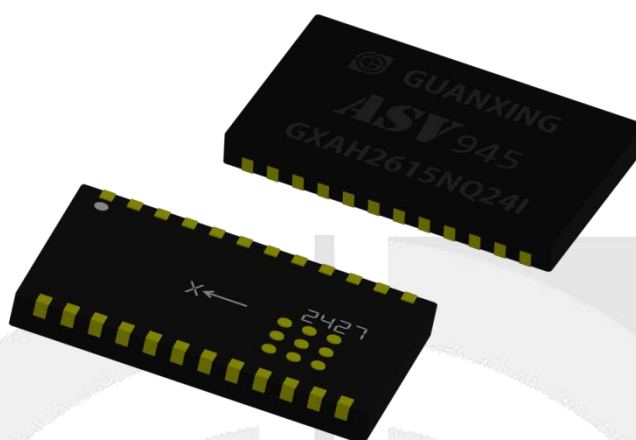


图 10 姿态航向传感器微系统芯片外形图

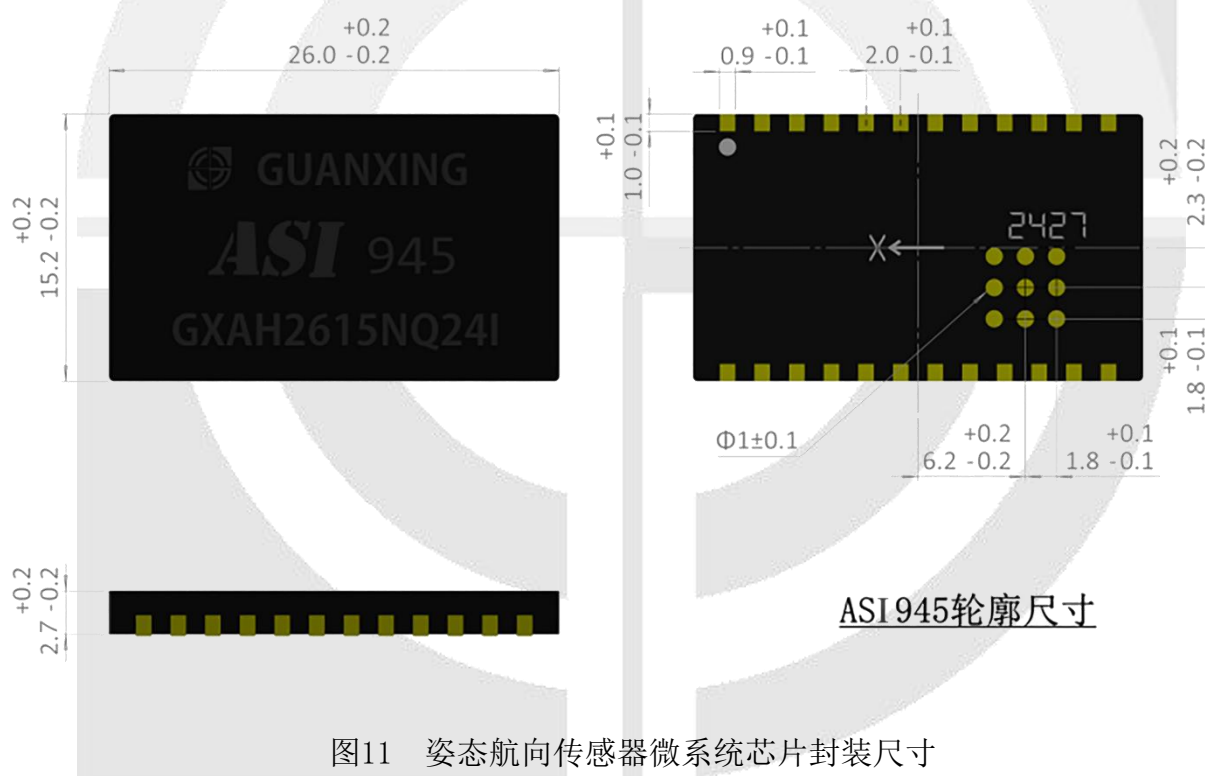


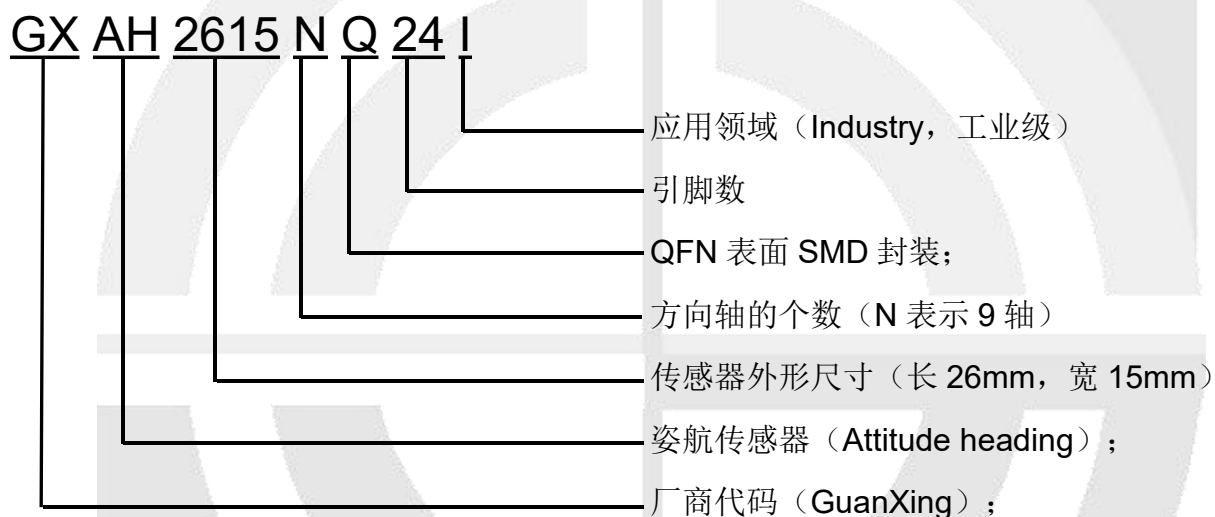
图11 姿态航向传感器微系统芯片封装尺寸

表20 姿态航向传感器微系统芯片封装尺寸

编号	最小值	正常值	最大值
A	25.80	26.00	26.20
B	15.00	15.20	15.40
C	0.90	1.00	1.10

D	0.80	0.90	1.00
E	1.90	2.00	2.10
F	2.10	2.30	2.50
G	1.70	1.80	1.90
H（外径）	0.90	1.00	1.10
J	1.70	1.80	1.90
K	6.00	6.20	6.40
L	2.50	2.70	2.90

7. 传感器编号意义



8. 引脚定义

表 19 姿态航向传感器微系统芯片外围引脚定义

引脚编号	引脚名称	引脚类型	引脚功能描述
1	D3.3	P	数字 3.3V
2	USART2_TX	I/O	串口 2 数据发送端
3	USART2_RX	I/O	串口 2 数据接收端
4	AGND	G	接地
5	AGND	G	接地
6	CANRX	I/O	CAN 总线数据接收端
7	CANTX	I/O	CAN 总线数据发送端

8	D3.3	P	数字 3.3V
9	LED	I/O	信号指示接口
10	AGND	G	接地
11	BOOT0	I/O	BOOT0 接口
12	D3.3	P	数字 3.3V
13	A3.3	P	模拟 3.3V
14	USART1_TX	I/O	串口 1 数据发送端
15	USART1_RX	I/O	串口 1 数据接收端
16	AGND	G	接地
17	SPI_CS	I/O	SPI 总线片选
18	SPI_SCK	I/O	SPI 总线串行时钟输出
19	SPI_MISO	I/O	SPI 总线数据输入
20	SPI_MOSI	I/O	SPI 总线数据输出
21	D3.3	P	数字 3.3V
22	SPI_DRQ	I/O	SPI 总线数据应答信号
23	AGND	G	接地
24	A3.3	P	模拟 3.3V

9. 安装使用注意事项

（1）传感器应水平朝前安装（X 轴箭头方向），与被测载体的机头方向一致。强烈的震动会影响传感器解算精度，建议将传感器安装在减震架上。为了提高测量数据的准确性，传感器尽量安装在被测载体的重心位置，安装完成后可利用本公司仿真测试软件进行水平和陀螺校准，或利用客户终端 MCU 按数据手册规则编写校准指令进行水平和陀螺校准。

（2）传感器由于具有检测地球磁场的功能，而地球磁场容易受到干扰，因此，传感器在安装时应远离金属，尤其远离电机这种产生可变磁场的地方。否则会影响姿态解算精度。若长时间使用后出现航向姿态误差增大，可按前述磁场校准方法执行校准。

（3）本芯片默认通信接口采用 UART2、SPI 和 CAN 进行通信。