



# 车规级运动姿态传感器用户手册

**ASV** 610PRC-MODBUS

Version 1.12

Date: 2026.05

## 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 无人矿机/农机姿态测量与组合导航 .....	1
2.2 大型无人机飞行控制 .....	1
2.3 无人船舶姿态测量与组合导航 .....	2
2.4 大型机器人姿态测量与组合导航 .....	2
3. 机电性能 .....	2
3.1 物理性能 .....	2
3.2 电气连接 .....	3
3.3 环境可靠性 .....	3
3.4 电磁兼容性 .....	3
4. 感测性能 .....	4
4.1 系统性能参数 .....	4
4.2 稳定性性能参数 .....	4
4.3 线性性能参数 .....	4
5. 数据通信协议 .....	5
5.1 协议基础 .....	5
5.1.1 通信方式 .....	5
5.1.2 报文类型 .....	5
5.1.3 寄存器地址表 .....	6
5.2 报文结构 .....	8
5.2.1 从机地址 .....	8
5.2.2 功能字节 .....	8
5.2.3 起始地址 .....	8
5.2.4 数据体 .....	8
5.2.5 报文校验字节 .....	9
5.3 报文示例 .....	9
6. 产品组件 .....	10
7. 机械尺寸 .....	10
8. 电缆与航空插头引脚定义 .....	11
9. 通信接口 .....	12
10. 安装使用指南 .....	12

## 1. 产品概述

ASV610PRC 车规级运动姿态传感器设备，是一种集成 GX-IMU325 超高精度惯性测量单元微系统芯片的产品，它具有较宽的输入电压（5-60V），数据输出 RS485 串行总线接口。它是一种智能融合传感器，用于描述物体空间运动姿态，包括三个轴向的加速度、角速度及其俯仰角、横滚角、倾斜角等 9 种数据。它是针对汽车及工业控制行业的惯性导航、姿态控制和安全应用而设计的高性能低成本惯性传感器；通过专利技术的全生命周期算法，解算出三维运动姿态数据；采用铝镁合金+聚醚醚酮复合成型技术封装成型，具有优异的抗振动、抗冲击、耐温湿、耐腐蚀和防水防尘性能。

## 2. 产品应用

车规级运动姿态传感器 ASV610PRC 设备能够实时描述物体的运动姿态，可以应用于无人驾驶汽车姿态测量与组合导航、无人矿机/农机姿态测量与组合导航、无人驾驶船舶姿态测量与组合导航、大型机器人姿态测量与组合导航等方面。

### 2.1 无人矿机/农机姿态测量与组合导航

由于矿区和农田环境恶劣，司机从业意愿低，招工难、管理难，人工费高，而且矿机/农车型大、盲区多，操作复杂，因而司机作业易疲劳，常发生安全生产事故。近年来无人驾驶的矿机/农机逐渐成为主流。运动姿态传感器能够描述机械运动的空间姿态，为无人驾驶矿机/农机提供稳定的位置、速度和姿态信息，与 RTK 技术（实时动态定位技术）结合，可以将定位精度从米级提升到厘米级，显著提升了无人驾驶矿机/农机的导航精准性。



图 1 无人驾驶矿机/农机

### 2.2 大型无人机飞行控制

运动姿态传感器可实时监测无人航空器的飞行姿态。随着低空经济技术的不断发展，大型无人机开始向自主飞行的方向发展。自主飞行的无人机配备了各种传感器和计算机控制系统，可以自主地进行起飞、飞行、降落等操作，并且可以及时地感知周围环境和障碍物，做出应对措施。在一些需要长时间飞行或重复性工作的场景下，自主飞行无人机可以大幅提升工作效率和安全性，例如物流运输、农业喷洒、测绘、消防等领域。



图 2 大型无人机

### 2.3 无人船舶姿态测量与组合导航

无人船是一种可以无需遥控，借助精确卫星定位和自身传感即可按照预设任务在水面航行的全自动水面机器人，英文缩写为 USV。无人船广泛用于水文水质监测、河流海洋测绘、水面搜救、水体清洁等方面。运动姿态传感器可实时监测无人船舶的航行姿态，作为其重要的传感器之一。



图 3 无人船舶

### 2.4 大型机器人姿态测量与组合导航

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，大载重、重复性工作以及人类不能到达的狭窄区域和危险的工作等。运动姿态传感器可以用来监测机器人的平衡、力臂运行等运动姿态，从而通过控制系统调节其运动；与其它导航方式形成组合导航系统，保障导航的连续性与稳定性。



图 4 大型机器人

## 3. 机电性能

### 3.1 物理性能

表 1 物理特性

产品	描述
尺寸	56×44×22.1mm <sup>3</sup>
重量	90g
防护等级	IP68
封装材料	高分子材料
封装工艺	一体一次全固态封装
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	5~60V
工作电流	24 mA (12V)
额定功率	288mW
连接器	M12-8pin 航空连接器
电缆	8pin 双绞屏蔽防水航空电缆
功能接口	RS485

### 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 <sup>2</sup> ; Z 轴, 10-1000Hz, 500m/s <sup>2</sup>
冲击强度	峰值加速度 19600m/s <sup>2</sup> , 标称脉冲持续时间 0.3ms, 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		0.1s
输出数据		俯仰角、横滚角、倾斜角、加速度、角速度
动态范围		Pitch: -90~+90° ; Roll: -180~+180° ; Tilt:-90~+90°
加速度量程		±1.5/3/6/8g (默认±8g)
角速度量程		±62.5/125/300dps (默认±300dps)
静态精度 (俯仰/横滚)		0.005deg
静态精度 (倾斜)		0.05deg
动态精度 (俯仰/横滚)		0.1deg
动态精度 (倾斜)		0.5deg
角度分辨率		0.0001deg
最大更新率		1000Hz
陀螺仪	噪声密度	0.0004°/s/√Hz
	角度随机游走	0.03°/√h
	零偏不稳定性	0.4°/h (Allan 方差)
	非线性	±0.02°/s
	角速度精度	0.003°/s@RMS
加速度计	噪声密度	0.8(mm/s <sup>2</sup> )/√Hz
	速度随机游走	32(mm/s)/√h
	零偏不稳定性	0.22mm/s <sup>2</sup> (Allan 方差)
	非线性	±0.004m/s <sup>2</sup>
	加速度精度	0.004m/s <sup>2</sup> @RMS

##### 4.2 稳定性性能参数

表 6 稳定性性能参数

指标	俯仰角	横滚角	倾斜角	加速度	角速度
时间漂移	0.0001° /h	0.0001° /h	0.0009° /h	0.0001g/min	0.01dps/min
温度漂移	0.0001° /°C	0.0001° /°C	0.0007° /°C	0.002g/°C	0.05dps/°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
启动时间	100ms	100ms
维度	三轴	三轴
ADC 位数	20Bit	20Bit
最小量程	±62.5dps	±1.5g
满量程	±300dps	±8g

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	±1.5g	1/250908 (g/LSB)
	±3g	1/125454 (g/LSB)
	±6g	1/62727 (g/LSB)
	±8g	1/31364 (g/LSB)
三轴角速度	±62.5dps	1/6400 (dps/LSB)
	±125dps	1/3200 (dps/LSB)
	±300dps	1/1600 (dps/LSB)

## 5. 数据通信协议

### 5.1 协议基础

#### 5.1.1 通信方式

车规级运动姿态传感器支持 RS485 串行总线 MODBUS-RTU 通信方式，用于传感器与终端之间信息报文的传输和接收。

#### 5.1.2 报文类型

根据功能和类型，传感器支持的报文分为两大类共 4 种：

##### 1. 传感器发送给终端的报文

- (1) 03 功能码反馈报文，反馈请求的只读寄存器数据。
- (2) 06 功能码反馈报文，反馈报文格式与发送报文相同。

##### 2. 终端发送给传感器的报文

- (1) 读取寄存器报文，读取只读寄存器中数据。
- (2) 写入寄存器报文，更改写入寄存器参数。

### 5.1.3 寄存器地址表

根据数据交互模式区分，寄存器分为以下两个：

#### 1. 只读寄存器

表 10 只读寄存器地址表

起始字节	字段	数据长度(位)	描述及要求
0	保留位	8	00: 保留位
1	俯仰角	24	俯仰角是一个 32 位的数，并且首字的最高位代表正负（0 为正 1 为负），后面 31 位代表数据大小。假设输出俯仰角值为 0X00089300，实际数值计算方法为： $0X00089300 \Rightarrow (+1) * 0X00089300 * (\text{对应分辨率}) \Rightarrow 56.1920^\circ$ ，姿态角分辨率见表 5。
5	横滚角	24	同上所述
9	保留位	24	00000000: 保留位
13	倾斜角	24	同上所述
17	加速度 X 轴值	20	加速度 X 轴值是一个 32 位的数，最高位为正负符号位（0 为正 1 为负），后面 31 位代表数据大小。假设 X 轴的输出值为 0X0000798E，实际数值计算方法为： $0X0000798E \Rightarrow (+1) * 0X0000798E * (\text{选定量程对应分辨率, 默认量程 } \pm 8g \text{ 为 } 1/31364) \Rightarrow 0.992g$ ，原始 ADC 数据分辨率见表 8。
21	加速度 Y 轴值	20	同上所述
25	加速度 Z 轴值	20	同上所述
29	角速度 X 轴值	20	同上所述
33	角速度 Y 轴值	20	同上所述
37	角速度 Z 轴值	20	同上所述

41	保留位	8	00: 保留位
42	传感器地址	8	传感器地址是一个 8 位的单字节数, 可按照需求自行设置。

2. 写入寄存器

表 11 写入寄存器地址表

起始字节	字段	数据长度(位)	描述及要求	
0	保留位		00: 保留位	
1	陀螺仪校准位	8	00: 不校准	
			01: 开始校准	
2	加速度计校准位	8	00: 不校准	
			01: 开始校准	
3	加速度量程设置	8	00: $\pm 1.5g$	
			01: $\pm 3g$	
			02: $\pm 6g$	
			03: $\pm 8g$	
4	角速度量程设置	8	00: $\pm 62.5^\circ /s$	
			01: $\pm 125^\circ /s$	
			02: $\pm 300^\circ /s$	
5	波特率设置	8	00:2400	01:4800
			02:9600	03:14400
			04:19200	05:38400
			06:56000	07:115200
			08:128000	09:230400
			0A:256000	0B:460800
			0C:500000	0D:512000
			0E:600000	0F:750000
			10:912600	11:1000000
			6	传感器地址

## 5.2 报文结构

每条报文由从机地址、功能字节、起始地址、数据体和校验字节组成，报文结构图如表 12 所示：

表 12 报文结构

从机地址	功能字节	起始地址	数据体	检验字节
------	------	------	-----	------

### 5.2.1 从机地址

报文从机地址，用于区分不同从机，共一个字节，默认值为 0x7A。

### 5.2.2 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 13 所示：

表 13 功能字节

字节值	代表的报文类型
0X03	读取传感器只读寄存器数据
0X06	向传感器写入寄存器写入数据

### 5.2.3 起始地址

报文数据起始地址，用于指定开始读取的第一字节数据位置，共两个字节。

### 5.2.4 数据体

数据体封装了传感器的数据值与需传入传感器的参数，不同类型的报文其数据体格式也是各不相同，故有 2 种不同类型的数据体格式。

1. 03 功能码对应的的数据体格式如表 14 所示：

表 14 03 功能码对应的的数据体格式

起始字节	字段	数据长度（位）	描述及要求
0	数据长度	16	03 功能码对应数据位为数据长度，具体数据与地址的对应可参考表 10 只读寄存器地址表。

2. 06 功能码对应的的数据体格式如表 15 所示：

表 15 06 功能码对应的的数据体格式

起始字节	字段	数据长度（位）	描述及要求
0	设定的参数值	16	06 功能码对应数据位为传感器参数值，具体参数与地址的对应可参考表 11 写入寄存器地址表。

### 5.2.5 报文校验字节

校验字节计算方法遵循 Modbus CRC16 算法，多项式为 0xA001。以下为详细计算步骤：

#### 1. 初始化 CRC 寄存器

计算开始前，首先将一个 16 位的 CRC 寄存器初始化为 0xFFFF。这是 Modbus CRC16 算法的标准初始值。

#### 2. 按字节处理数据

将待校验的整个数据帧的每个字节，依次与 CRC 寄存器进行如下操作：将当前数据字节与 CRC 寄存器的低 8 位进行异或（XOR）运算，结果存回 CRC 寄存器。

#### 3. 位处理与多项式异或：对上述异或后的结果，进行 8 次位处理：

(1) 将 CRC 寄存器内容右移一位，最高位用 0 填补。然后检查移出的最低位。

(2) 如果移出的位为 1，则将当前的 CRC 寄存器值与多项式 0xA001 进行异或操作。如果移出的位为 0，则不做任何操作，继续下一次右移。

(3) 这个循环过程持续 8 次，完成对一个字节的位处理。

#### 4. 重复步骤 (2) 和 (3)，直到数据帧中的所有字节都处理完毕。

#### 5. 全部字节处理完成后，将得到的 16 位 CRC 寄存器的高 8 位和低 8 位进行交换。

报文校验字节示例：

向传感器发送报文：7A 03 00 12 00 02 6E 45

其中 7A 为从机地址，03 为功能码，00 01 为起始寄存器地址，00 02 为数据长度，后两位 6E 45 遵循 Modbus CRC16 算法校验位，校验生成参考区间为第一字节 7A 至第六字节 02。

返回报文为：7A 03 04 07 A6 48 00 E6 63

其中 7A 为从机地址，03 为功能码，04 为数据体长度，07 A6 48 00 为 04 个字长度的数据体，后两位 E6 63 为 Modbus CRC16 算法校验位。

### 5.3 报文示例

03 功能码报文示例：7A 03 00 01 00 15 DF 8E

(7A：地址；03：功能码；00 01 寄存器起始地址；00 15：请求的数据字节数除 2；DF 8E：ModbusCRC16 校验)

03 功能码返回报文示例：7A 03 2A 80 02 42 97 00 10 36 D2 00 00 00 00 10 21 28 80 00 1E B8 00 00 72 AC 80 00 1F A0 00 00 00 3E 80 00 00 3F 80 00 00 08 00 7A FF E0

(7A：地址；03：功能码；2A：数据长度；80 02 42 97：俯仰角；00 10 36 D2：横滚角；FF E0：ModbusCRC16 校验)

06 功能码报文示例：7A 06 00 06 00 0B 22 47

（7A：地址；06：功能码；00 06 写入寄存器地址；00 0B：写入的数据；22 47：ModbusCRC16 校验）

06 功能码返回报文示例：7A 06 00 06 00 0B 22 47

（06 功能码的返回报文与发送报文相同）

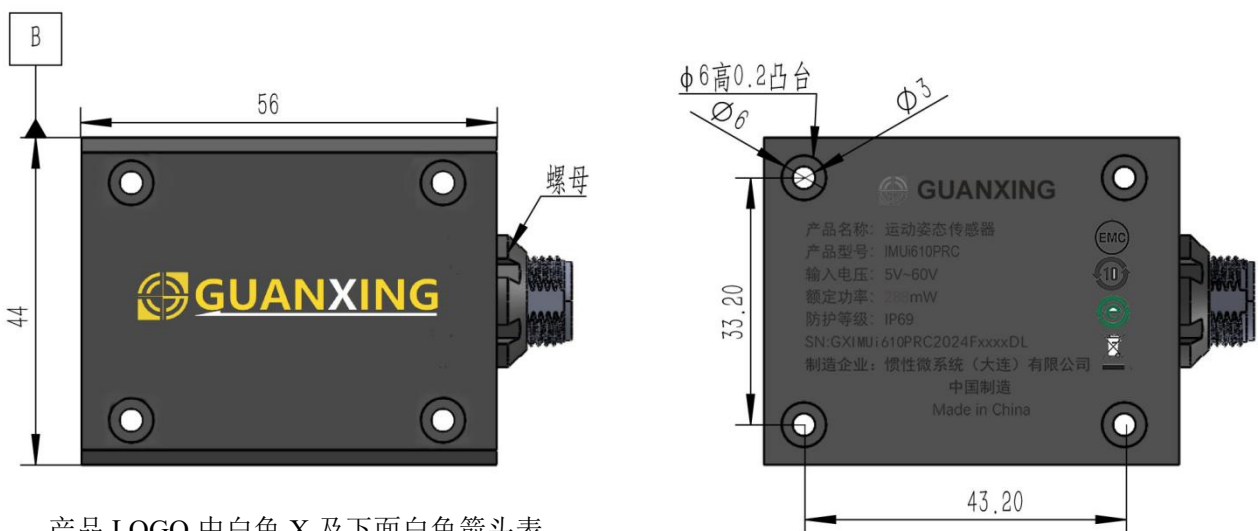
## 6. 产品组件

- 传感器主体（1 个）
- M12-8pin 航空连接器（1 个，固定在传感器主体上）
- 双绞屏蔽防水航空电缆（8pin, 1m）。
- 内六角安装螺栓、螺母、弹垫、垫片（4 个）
- 内六角扳手（1 个）。



图 5 传感器主体与通信电缆

## 7. 机械尺寸



产品 LOGO 中白色 X 及下面白色箭头表示传感器 X 轴方向

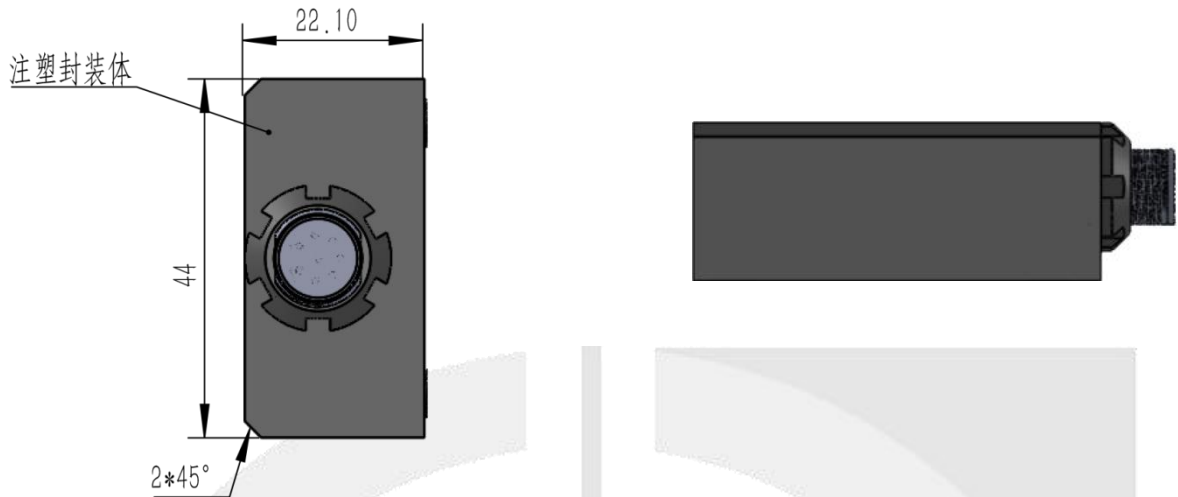


图 6 传感器主体各部位尺寸



图 7 安装螺栓各部件尺寸

## 8. 电缆与航空插头引脚定义

表 16 电缆接线定义

电缆接线定义		
引脚号	颜色	RS485
1	White	V+
2	Brown	GND
3	Green	NC
4	Yellow	NC
5	Gray	NC (终端电阻)
6	Pink	NC (终端电阻)
7	Blue	A
8	Red	B

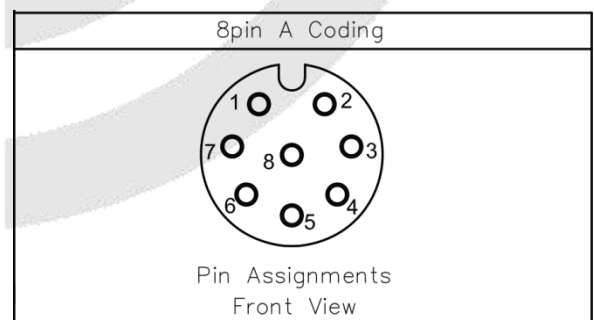


图 8 航空连接器引脚定义

## 9. 通信接口

- (1) RS485 总线接口：波特率默认为 115200bps；
- (2) 电缆长度可根据客户要求定制；

## 10. 安装使用指南

(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。

(2) 传感器默认水平安装，垂直安装时需调整坐标系，采用本公司提供的紧固件固定。为提高姿态测量精度，安装完成后可利用本公司仿真软件或客户终端 MCU 按校准规则编写校准指令进行水平和陀螺校准。

(3) 传感器出厂已完成姿态标定校准，客户无须再次校准，若长时间使用后出现姿态误差增大，可按前述规则进行校准。