

**DAISCH**

# IM1R-FB-U

## 产品使用手册

6DoF惯性测量  
传感器



Ver V1.3  
Jan. 2025

上海戴世智能科技有限公司

SHANGHAI DISTRIBUTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE SCHOLAR TECHNOLOGY CO.,LTD

## 免责声明

本出版物中提及的规范如果未经许可进行更改，不代表本公司承诺的解决方案。后期产品规格和手册可能会随之更改，恕不另行通知，敬请谅解！若说明中的图片与实物存在差距，请以实物为准。戴世智能致力于提供安全、稳定、性能优异的产品，并保留对所有技术参数和图文信息的最终解释权。

## 合规性

- ISO9001 质量体系认证
- IATF16949 体系认证
- ISO14000 环境体系认证
- 软件体系 A-SPICE，2 级认证(高精惯导领域首家获认证中国公司)
- CE、RoSH 认证

## 技术与服务

如果您在产品使用过程中遇到产品相关问题，请联系我们的技术支持人员。我们提供了多种沟通渠道，可以快速响应您的需求。本手册详细地描述了产品使用细节，也可以通过查阅我们提供的其他资料了解产品使用信息，以帮助您快速上手。如遇到任何疑问或者售后问题可发送邮件至 [support@daisch.com](mailto:support@daisch.com)。我们将竭诚为您服务。

## 风险提示

- 请正确连接所有设备，并安装到位，以防设备损坏或者数据异常。
- 所有接插动作请确保在断电情况下进行操作，以防止瞬时高压损坏元器件；
- 当您连接设备到电源上时，请确保供电电压稳定且符合使用要求；
- 请在使用前确保设备放置在可靠的平台上，以防意外跌落；
- 产品使用过程中，请勿暴力插拔线束，以免造成设备和线束损坏；
- 如产品长时间放置不用时，请将产品放置在干燥通风环境储存，接口处盖上保护盖；
- 使用过程中遇到任何问题请及时联系产品技术支持人员，在技术人员的指导下进行排查工作。

## 前言

尊敬的用户：

您好！感谢您使用戴世智能的产品，谨致谢意！

此说明书的用途在于帮助您正确地使用本公司产品。在第一次安装和使用本产品之前，请您先仔细阅读随产品赠送的资料，这会有助于您更好的使用本产品。建议您将此说明书进行妥善的保管，以便在将来的使用过程中进行查阅。

戴世智能致力于不断改进产品功用和性能，若说明书中图标、图片等与实物有差异，请以产品实物为准。本公司保留对所有技术参数和图文信息的最终解释权。

再次感谢您的支持！

祝愉快！

上海戴世智能科技有限公司



## 目录

前言 .....	ii
1. 产品介绍.....	1
1.1 简介 .....	1
1.2 性能指标 .....	2
1.3 样品包装清单 .....	4
2. 接口和功能描述.....	5
2.1 引脚定义.....	5
2.2 接口参数和功能 .....	6
3. 系统架构和坐标系 .....	7
3.3 IM1R-FB-U 系统架构图 .....	7
3.2 测量轴和方向 .....	7
4. 主要功能详解.....	8
4.1 加速度，角速度测量 .....	8
4.2 姿态和偏航角测量.....	8
4.3 自检功能 .....	8
4.4 时间同步 .....	8
5. 快速入门.....	9
5.1 快速入门硬件连接.....	9
5.2 系统集成，通信连接示意 .....	10
5.3 数据读取和保存 .....	10
6. 数据协议.....	11
6.1 UART 报文格式.....	11
6.1 CRC 校验示例 .....	14
7. 参数配置.....	15
8. 固件升级.....	16
9. 附录.....	17
9.1 机械尺寸 .....	17
10. 版本记录.....	18

# 1. 产品介绍

## 1.1 简介

IM1R-FB-U 是一款紧凑型 6 轴惯性测量模组，采用戴世创新的 CompactCube 设计，可实时输出高动态采样率和更新率且经过全温补偿的加速度、角速度和姿态的数据。

模组采用精密制造高强度金属壳体，能在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 105^{\circ}\text{C}$ 的工作温度范围内稳定工作，同时配备 CAN 和 UART 通信接口，方便用户快捷地集成到各类需要运动感知的创新产品中。所有出厂模组都经过严格的标定和校准，确保了传感器的零偏、标度因数和正交性等关键指标的准确性，减少了用户在系统开发中的工作量。

IM1R-FB-U 惯性测量模组为各类机器人、无人飞行器、测量测绘、工程机械和平台稳定控制等各行业提供了简便高效的运动和姿态检测解决方案，使得系统的智能化和自动化水平得以大幅提升。



图 1 IM1R-FB-U 外观图

## 1.2 性能指标

除非另有说明， $TA^1 = 25^\circ\text{C}$ ， $VDD^2 = 5\text{V}$ 。

表 1 性能与电气参数

参数	测试条件	典型值	最大值	单位
姿态角				
俯仰角测量范围		$\pm 75$		$^\circ$
横滚角测量范围		$\pm 180$		$^\circ$
偏航角测量范围		0~360		$^\circ$
偏航角精度		1		$^\circ$
姿态角精度（静态）		0.1		$^\circ$
姿态角精度（动态）		0.25		$^\circ$
陀螺仪				
测量范围		$\pm 250$		$^\circ/\text{s}$
全温零偏误差 - 40 $^\circ\text{C}$ ~105 $^\circ\text{C}$	10s 平滑, $1\sigma$	0.015	0.03	$^\circ/\text{s}$
零偏不稳定性	Allan 方差	1.4	2.5	$^\circ/\text{h}$
角度随机游走	Allan 方差	0.2	0.25	$^\circ/\sqrt{\text{h}}$
零偏稳定性	10s 平滑, $1\sigma$	4	6	$^\circ/\text{h}$
零偏重复性		8	10	$^\circ/\text{h}$
标度因数误差		0.05	0.1	%
非线性度		0.008	0.01	%
标定因数重复性		200	350	ppm
标度因数温度灵敏度		50	100	ppm/ $^\circ\text{C}$
正交性误差	轴到轴	0.05	0.1	$^\circ$
零偏温度灵敏度		0.0015		$^\circ/\text{s}/^\circ\text{C}$
带宽		50（可配置）		Hz
加速度计				
测量范围		$\pm 8$		g
全温零偏误差 - 40 $^\circ\text{C}$ ~105 $^\circ\text{C}$	10s 平滑, $1\sigma$	1.5	2	mg



零偏不稳定性	Allan 方差	0.03	0.04	mg
速度随机游走	Allan 方差	0.035	0.04	m/s/ $\sqrt{h}$
零偏稳定性	10s 平滑, $1\sigma$	0.07	0.1	mg
零偏重复性		0.18	0.2	mg
标度因数误差		0.1	0.15	%
非线性度		0.02	0.03	%
正交性误差	轴到轴	0.05	0.1	°
零偏温度灵敏度		0.05		mg/°C
带宽		16.7 (可配置)		Hz
其他指标				
工作温度		-40	+105	°C
供电电压		2.7	3.3 or 5	V
工作电流	VDD = 5V		120	mA

注释 1: 表示模组工作的环境温度;

注释 2: 表示模组的工作电压。

## 1.3 样品包装清单

表 2 包装清单

序号	产品图片	产品名称	数量	备注
1		IM1R-FB-U 惯性模组	1	惯性传感器模组
2		IM1R_UART1 数据线束	1	用于连接到 PC 采集和查看 IMU 数据 (TTL_to_USB,长度 26cm)
3		IM1R_UART_2 调试线束	1	用于连接到 PC 进行参数配置和固件升级 (TTL_to_USB,长度 26cm)
4		IM1R_单头线束	1	用于连接到机器人系统中进行调试和应用
5		M2*18 不锈钢螺钉+ 防松螺母	2	用于安装和固定 IM1R 模组
6		合格证	1	产品合格证

## 2. 接口和功能描述

### 2.1 引脚定义

IM1R-FB-U 采用 Molex-501568-1407 连接器，共 14 个 pin 脚。

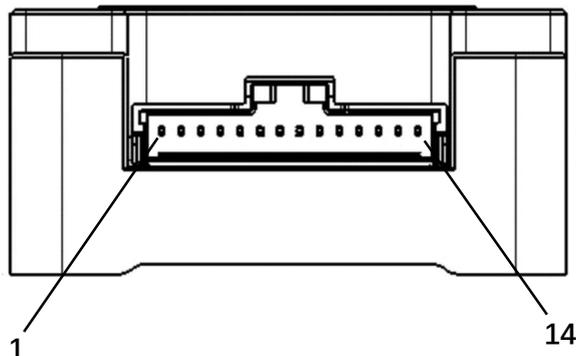


图 2 引脚标号

表 3 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	类型	说明
PIN_1	INT	O <sup>3</sup>	中断
PIN_2	RST	I <sup>3</sup>	复位
PIN_3	SYNC_OUT	O <sup>3</sup>	内部触发
PIN_4	SYNC_IN	I <sup>3</sup>	外部触发
PIN_5	CAN_RX	I	CAN 控制器接收
PIN_6	CAN_TX	O	CAN 控制器发送
PIN_7	UART1_RX <sup>2</sup>	I <sup>3</sup>	UART_1 接收
PIN_8	UART1_TX <sup>2</sup>	O <sup>3</sup>	UART_1 发送
PIN_9	UART_2_RX <sup>2</sup>	I <sup>3</sup>	UART_2 接收
PIN_10	UART_2_TX <sup>2</sup>	O <sup>3</sup>	UART_2 发送
PIN_11	GND	S	电源负极
PIN_12	GND	S	电源负极
PIN_13	VCCIO	S	I/O 口电源
PIN_14	VCC	S	电源正极

注释 1: O 表示输出, I 表示输入, S 表示电源, N/A 表示不适用。

注释 2: UART1 用于应用报文输出; UART\_2 用于参数配置, RMC 报文接入, 软件升级。

注释 3: 对应引脚的 IO 电平由 VCCIO 接入电压决定 (详见 2.2 模组供电和 IO 信号电平选择)。

## 2.2 接口参数和功能

IM1R-FB-U 采用 14PIN 连接器，包含 1 路供电接口，和 2 路 UART，1 路 CAN,1 路 SYNC\_IN 等主要功能接口。

表 4 硬件接口功能描述

接口	电气参数	配置	功能
UART_1	TTL 电平，当 VCC 供电引脚为 5V，VCCIO 引脚不连接，则默认信号电平为 3.3V。 当 VCCIO 引脚连接，注入 3.3V 时，信号电平为 3.3V； 当 VCCIO 引脚连接，注入 5V 时，信号电平为 5V。	具有 1 个起始位，8 个数据位，无奇偶校验位，1 个停止位和无流量控制。 支持的标准波特率为 115200、230400、460800、921600 默认配置为 921600。	时间、加速度、角速度、Pitch 角、Roll 角、温度、IMU 状态指示、陀螺仪动态零偏、陀螺仪静态零偏 信息输出。
UART_2	电气参数同 UART_1	具有 1 个起始位，8 个数据位，无奇偶校验位，1 个停止位和无流量控制。 默认仅支持 115200 波特率。	GPRMC 报文注入、参数配置、固件升级。
CAN	预留，未开放。	预留，未开放。	预留，未开放。
SYNC_IN	TTL 电平，当 VCC 供电引脚为 5V，VCCIO 引脚不连接，则默认信号电平为 3.3V。 当 VCCIO 引脚连接，注入 3.3V 时，信号电平为 3.3V； 当 VCCIO 引脚连接，注入 5V 时，信号电平为 5V。	上升沿有效	1.时间同步 PPS 接入 2.触发采样

## 3. 系统架构和坐标系

### 3.3 IM1R-FB-U 系统架构图

IM1R-FB-U 内部集成了 1 个戴世 IM8 惯性模组和一个高性能 MCU，采用 Molex-501568-1407 连接器进行供电和通信。

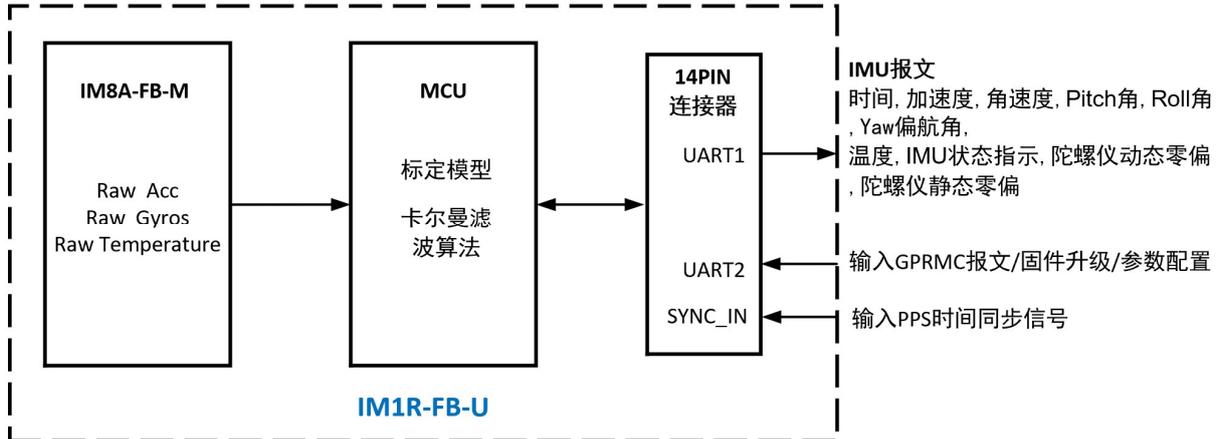


图 3 IM1R 系统框图

### 3.2 测量轴和方向

- 1) X 左, Y 前, Z 下
- 2) Pitch, Roll, Yaw 右手法则

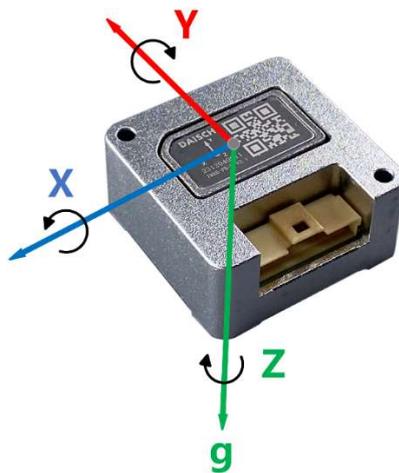


图 4 IM1R 轴向示意图

## 4. 主要功能详解

### 4.1 加速度，角速度测量

IM1R-FB-U 内置了 3 轴加速度计和 3 轴陀螺仪，可以测量目标物的加速度和角速度。当将该传感器安装在目标载体上后，它可以实时监测载体的运动状态。其工作原理是利用加速度计检测物体在三个方向上的加速度，即物体运动速度变化的速率；加速度计通过内部的微机械结构（MEMS）中的电容变化来感知运动。当物体加速时，内部的微机械结构会产生形变，导致电容值的变化，从而测得加速度。同时，陀螺仪通过检测物体绕三个轴的旋转速率来工作，利用科里奥利力原理，通过 MEMS 技术检测旋转时产生的微小力，从而测量角速度。传感器开始工作后，加速度计和陀螺仪会持续采集数据，并采用滤波和标定模型补偿后，最后通过 UART1 接口输出，输出频率 10Hz~1000Hz 可调。

### 4.2 姿态和偏航角测量

IM1R-FB-U 利用重力加速度和角速度，结合卡尔曼滤波算法，可计算静态或动态工况下的俯仰角（Pitch）、横滚角（Roll）、偏航角（Yaw）。姿态角在上电后静置 6~10 秒后输出，偏航角上电初始化为 0 度。这些姿态角数据通过 UART1 接口输出，其输出频率在 10Hz~100Hz 时，跟随加速度和角速度的输出频率，最大仅支持同步到 100Hz。

### 4.3 自检功能

IM1R-FB-U 上电后会在 UART1 接口报文中持续输出加速度计和陀螺仪有效状态，主要上报角速度有效或无效，以及姿态角状态指示，详细解读见章节 6 数据协议解析。

### 4.4 时间同步

IM1R-FB-U 具备时间同步功能，可通过两种方式实现：

1. SYNC\_IN 外部触发采样：
  - a) 此模式需要将输出频率配置为“SYNC\_IN 触发采样”模式，配置指令见 表 7 UART 配置项。
  - b) IM1R-FB-U 检测到 SYNC 引脚上升沿脉冲时触发采样，通过 UART 输出此次采样的结果。
  - c) SYNC\_IN 为低电平或引脚接地时不输出。
2. PPS+RMC 时间同步
  - a) 此模式需要将输出频率配置为固定频率输出模式，即非“SYNC\_IN 触发采样”模式，配置指令见 表 7 UART 配置项。
  - b) 外部 PPS 接 SYNC\_IN 引脚，标准 NMEA0183-RMC 报文接入 UART\_2。
  - c) IM1R-FB-U 根据 PPS+RMC 将报文时间戳信息与 RMC 报文时间同步。

## 5. 快速入门

### 5.1 快速入门硬件连接

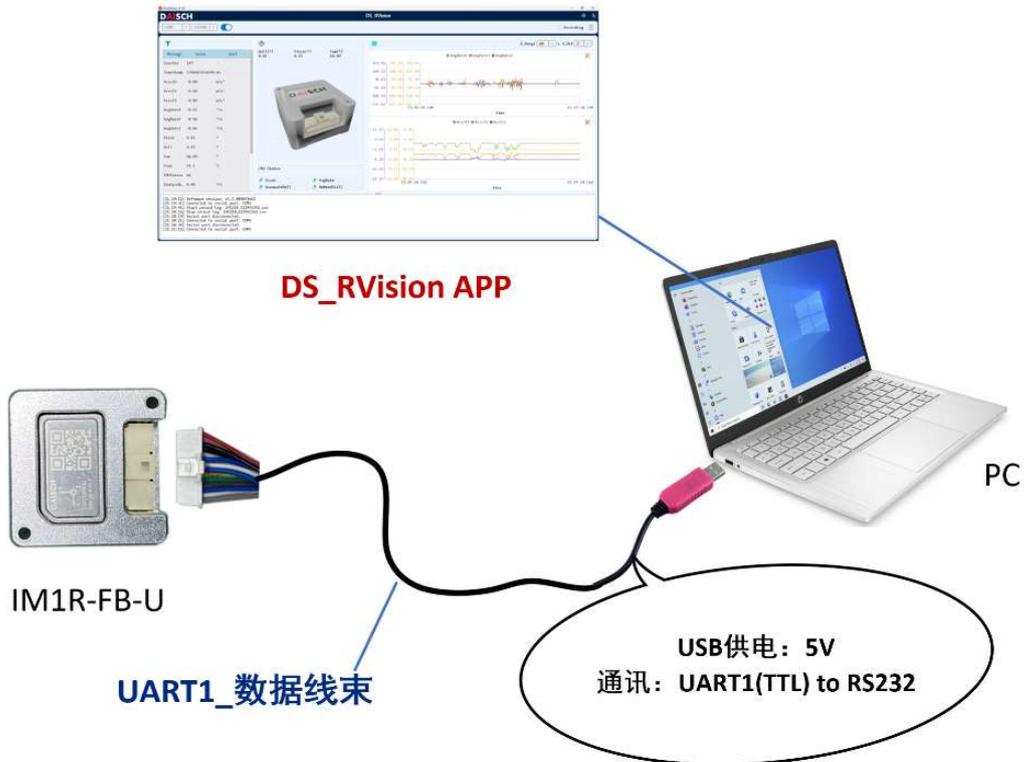


图 5 快速入门接线示意图

可在戴世智能官网 IM1R-FB-U 产品页下载相关资料；

资料包含了：产品说明书、DS\_RVision 上位机软件、ROS 驱动说明文档、串口驱动包

下载链接：

<https://www.daisch.com/WebShop/ProInfo.aspx?id=1014>

## 5.2 系统集成，通信连接示意

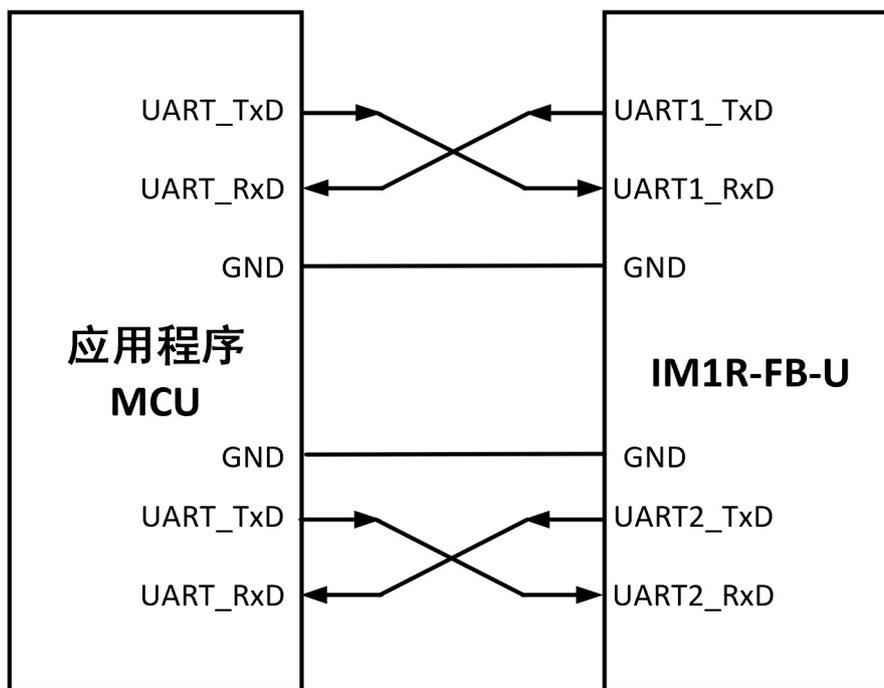


图 6 系统集成通信连接示意图

## 5.3 数据读取和保存

使用配套的“UART1 数据线束”连接到 PC，结合“DS\_RVision 上位机软件”可实现数据读取和保存，操作流程如下：

- 将 IM1R 模组和 UART1 数据线束的 USB 接口端连接到 PC 后，会在 PC 上生成 1 个 COM 串口；
- 打开“DS\_RVision”软件，刷新选择并连接刚生成的 COM 口，默认波特率 921600，点击连接；
- “DS\_RVision”软件最左侧窗口可显示 IMU 实时数据，中间图形串口可观测 IMU 实时姿态变化(上电静置 6~10 秒，完成初始化后输出)。最右侧曲线图窗口，需利用鼠标右键添加 IMU 信号后，则可在曲线图中实时观察 IMU 各信号的变化趋势。点击  按钮，可新增曲线窗口，便于在不同的窗口中独立观察 IMU 信号。
- 保存数据：勾选软件右上角的  记录文件 软件可记录 IM1R 输出的数据。数据是将 UART1 串口输出的二进制数据转换成 ASCII 形式，写入到 CSV 格式文件中，存于软件安装目录的“log”文件夹中。
- 以下是“DS\_RVision”软件窗口截图：



图 7 “DS\_RVision”软件截图

## 6. 数据协议

### 6.1 UART 报文格式

IM1R-FB-U 的 UART 采用了二进制通讯协议，相关协议解析如下：

表 5 UART 报文格式解析

字段	含义	长度（单位/字节）	值
Head	帧头	2	0xA5,0x5A
DOM	指令方向	1	0x00
CMD	指令字	1	0x01
Len	数据段长度	1	Data 长度（56），单位 bytes

Data	数据段	Len	见 表 6 Data 段定义
CRC	校验和	1	从 Head 到 D_Len-1
Tail	帧尾	2	0x0D,0x0A

表 6 Data 段定义

字节位置 (Data 段)	字段	字节数	格式	系数	单位	字节序	备注
D0	帧计数	1	UInt8	1	-	-	0-255 循环累加
D1-D8	时间戳	8	UInt64	1	ms	Little Endian	UNIX(1970 年 1 月 1 日)
D9-D12	加速度 X 轴	4	Float	1	m/s <sup>2</sup>	Little Endian	
D13-D16	加速度 Y 轴	4	Float	1	m/s <sup>2</sup>	Little Endian	
D17-D20	加速度 Z 轴	4	Float	1	m/s <sup>2</sup>	Little Endian	
D21-D24	角速度 X 轴	4	Float	1	°/s	Little Endian	
D25-D28	角速度 Y 轴	4	Float	1	°/s	Little Endian	
D29-D32	角速度 Z 轴	4	Float	1	°/s	Little Endian	
D33-D36	俯仰角	4	Float	1	°	Little Endian	
D37-D40	横滚角	4	Float	1	°	Little Endian	

D41-D44	偏航角	4	Float	1	°	Little Endian	相对角度，上电初始化为 0 度。
D45-D46	温度	2	Int16	0.1	°C	Little Endian	
D47	IMU 状态指示	1	UInt8	-	-	-	Bit 0: 加速度有效(0)/无效(1) Bit 1: 角速度有效(0)/无效(1) Bit2-4: 预留 (默认 0) Bit5: fuse_acc 有效(0)/无效(1) Bit6: accurate rol 有效(0)/无效(1) Bit7: need still 有效(0)/无效(1)
D48-D49	陀螺仪动态零偏 X 轴	2	Int16	0.0001	%s	Little Endian	
D50-D51	陀螺仪动态零偏 Y 轴	2	Int16	0.0001	%s	Little Endian	
D52-D53	陀螺仪动态零偏 Z 轴	2	Int16	0.0001	%s	Little Endian	
D54-D55	陀螺仪静态零偏 X 轴	2	Int16	0.0001	%s	Little Endian	

D56-D57	陀螺仪静态 零偏 Y 轴	2	Int16	0.0001	%s	Little Endian	
D58-D59	陀螺仪静态 零偏 Z 轴	2	Int16	0.0001	%s	Little Endian	

## 6.1 CRC 校验示例

参数模型 NAME: CRC-8 x8+x2+x+1

宽度 WIDTH: 8

多项式 POLY (Hex): 07 例如: 3D65

初始值 INIT (Hex): 00 例如: FFFF

结果异或值 XOROUT (Hex): 00 例如: 0000

输入数据反转 (REFIN)     输出数据反转 (REFOUT)

## 7. 参数配置

- 使用配套的“UART\_2 数据线束”连接到 PC，在“DS\_RVision”上位机软件中，点击  打开配置界面，选择 UART\_2 对应的 COM 串口，UART2 接口默认波特率为 115200,点击连接；
- 在配置界面可配置 IM1R 输出频率，陀螺仪和加速度计的量程以及滤波频率；
- 选定参数后，点击“写入”；
- 点击“重置”按钮，可使 IM1R 恢复到出厂默认配置。



**e) 波特率匹配输出频率说明：**

- 波特率 115200，支持到 100Hz 输出速率；
- 波特率 230400，支持到 250Hz 输出速率；
- 波特率 460800，支持到 500Hz 输出速率；
- 波特率 921600，支持到 1000Hz 输出速率；

**f) 姿态偏航角输出频率说明：**

在 100Hz 频率内，姿态偏航角数据与加速度，角速度数据同步输出，超过 100Hz 之后，姿态偏航角数据只能以最大 100Hz 的频率输出。

## 8. 固件升级

升级前准备：IM1R-FB-U 模组，UART\_2 调试线束，PC

软件：戴世“DS\_RVision”上位机软件，固件升级包文件,后缀“.srec”

操作流程

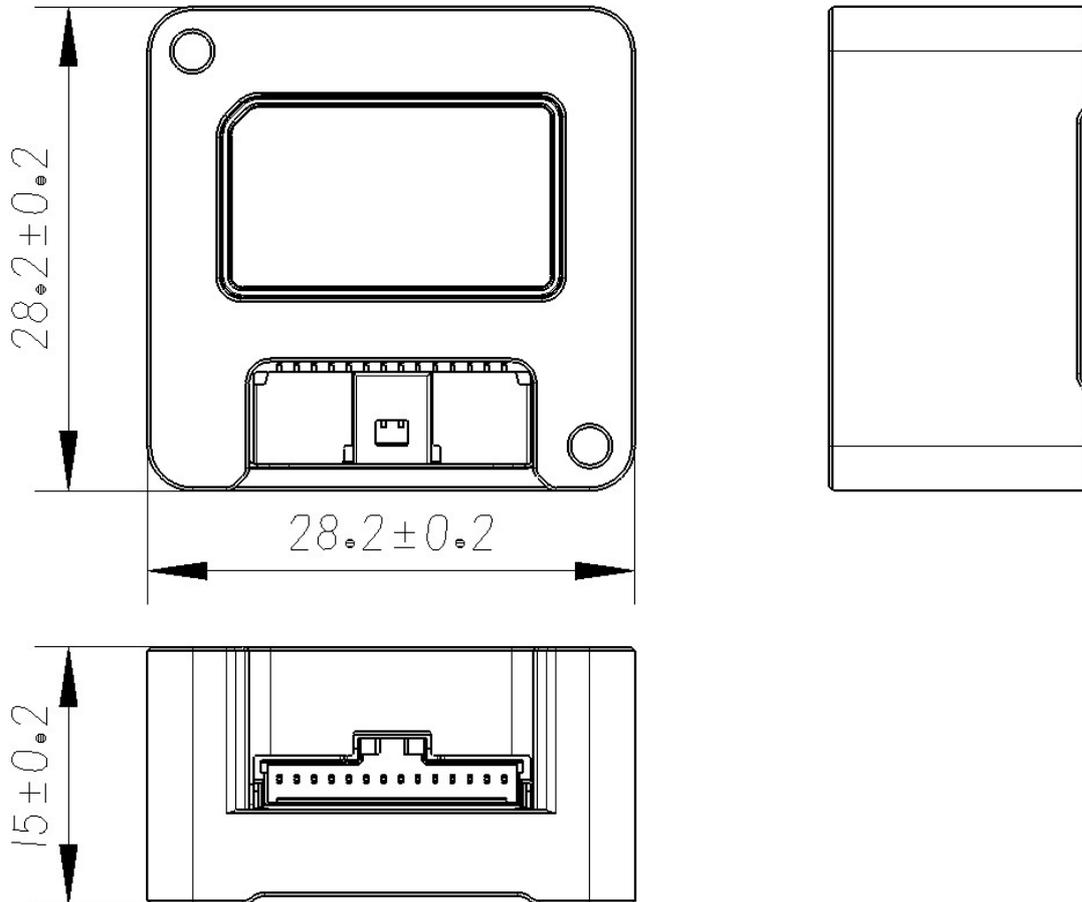
1. 将 UART\_2 调试线束 USB 接口端连接 PC；
2. 打开 DSconfig 上位机软件配置软件，选择 UART\_2 串口，波特率设置 115200；
3. 在配置界面点击“固件”选择固件升级包文件，点击开始升级按钮；
4. 等待升级完成；



图 8 DSConfig 上位机固件升级界面截图

## 9. 附录

### 9.1 机械尺寸



说明：IM1R-FB-U 具有 2 个贯穿螺孔，建议采用 M2\*18 或者 M2\*20，304 不锈钢杯头螺钉固定



## 10. 版本记录

### 修订历史记录

修订版本	修订日期	变更内容
V1.3	2025.01	更新包装清单； 更新产品数据协议说明； 增加 CRC 校验示例。