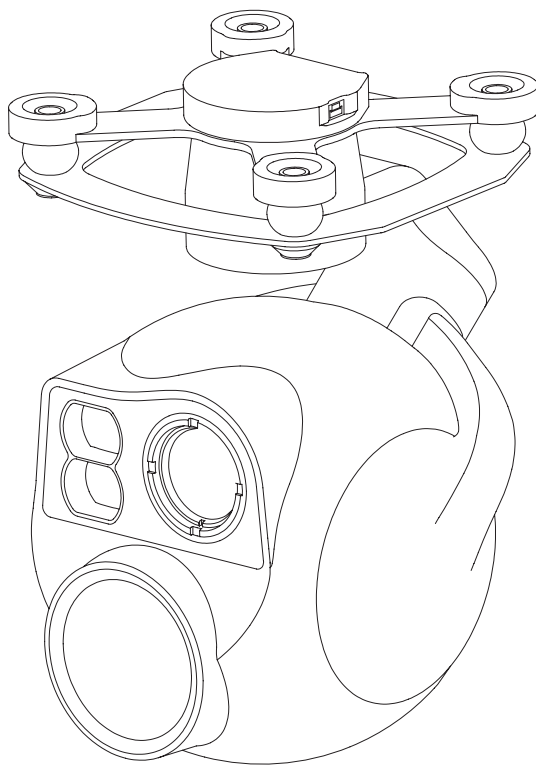


V1.1

2024.10

D-125_{AI}

用户手册



阅读提示 - 符号说明



重要注意事项



操作提示



词汇解释及参考信息

版本历史

日期	文档版本
2024.06.13	V1.0

日期	文档版本
2024.10.14	V1.1

产品注意事项

1. 请在使用完毕后，将设备妥善放入 D-125AI 包装盒内。推荐存储环境的相对湿度小于 40%，温度为 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。若镜头起雾，通常情况下开机一段时间后水汽即可消散。
2. 请勿将热成像相机镜头对准强能量源，如太阳、熔岩、激光等。镜头观测目标温度需小于 600°C ，否则会对相机造成不可恢复的损伤。
3. 请勿将吊舱置于阳光直射、通风不良的环境，或暖气、加热器等热源附近。
4. 请勿频繁启动或关闭吊舱，关机后请间隔 30s 以上再重启设备，否则会影响设备寿命。
5. 请确保吊舱接口及表面清洁干燥，再对吊舱进行安装。
6. 使用前，请务必确认吊舱已稳固安装于载机平台上，microSD 卡保护盖清洁无异物且已盖好。
7. 打开 microSD 卡保护盖前，需将机身表面擦拭干净。
8. 使用过程中，请勿带电插拔 microSD 卡。
9. 请勿用手直接接触或用硬物刮擦相机镜头。否则会导致吊舱成像模糊，影响图像质量。
10. 清洁吊舱镜头时，请务必使用柔软干燥的清洁布擦拭镜头表面，切勿使用碱性清洁剂进行清洁。
11. 未接收到有效载机惯导数据时，由于地球自转影响，吊舱偏航轴会存在每小时约 15° 的漂移。为保证吊舱姿态准确无飘移，需向吊舱传输有效载机惯导数据，通常情况下，需要载机 GNSS 定位有效。
12. 当减震平台倾斜超过 45° 时，吊舱将触发保护模式并回中。(FPV 模式下除外)

目录

产品概述	1
简介	1
主要特点	1
部件介绍	2
接口介绍	3
安装	4
设置与固件升级	5
AICore 固件升级	5
GCU 固件升级	6
云台固件升级	6
实时视频播放	6
附录 1 参数表	7
附录 2 SEI 数据结构	10
附录 3 MAVLink 配置说明	11
ArduPilot	11
PX4	12
附录 4 MAVLink 通信流程	13
附录 5 开源飞控接线示意图	14

产品概述

简介

D-125AI 吊舱配备高精度三轴云台，搭载 120x 混合变焦相机及长波非制冷热成像相机，可同时拍摄可见光与热成像画面，提供细节更丰富的影像。吊舱同时搭载激光测距仪，可提供观测目标的距离及位置坐标，协助快速精准定位，提升作业效率。

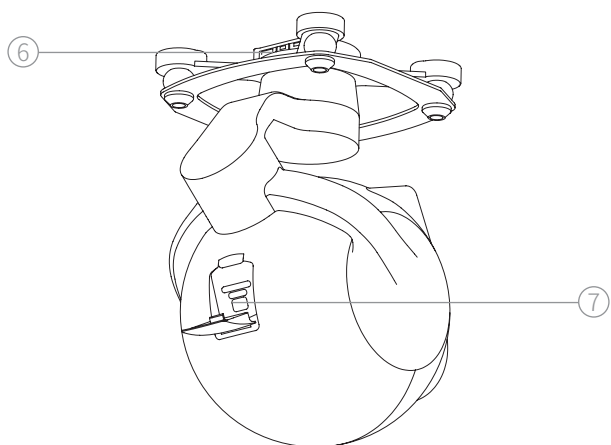
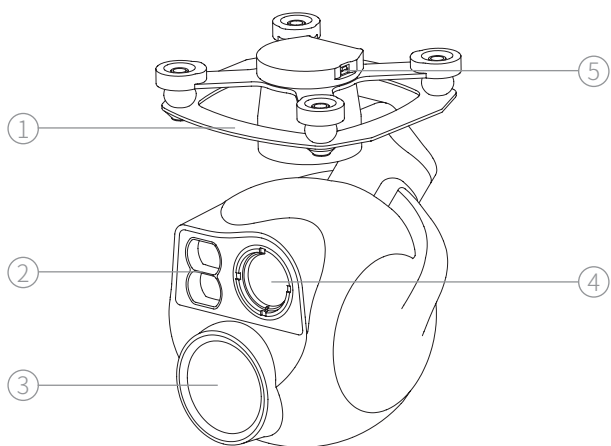
D-125AI 吊舱具备 AI 多目标检测及跟踪功能。吊舱可智能识别出所拍摄画面中的行人及车辆，并对其中任一目标持续锁定跟踪。

D-125AI 吊舱支持正置与倒置安装，可免工具快速安装至各类无人飞行器或其他载机平台使用。支持网络、串口及 S.BUS 控制，同时兼容私有协议与 MAVLink 协议。配合 Dragonfly 显控软件可在电脑上实时显示画面，并实现对吊舱的控制，支持拍照与录像。

主要特点

- 具备 AI 多目标检测及跟踪功能，可智能识别出所拍摄画面中的行人及车辆，并对其中任一目标持续锁定跟踪。
- 集 120x 混合变焦相机、热成像相机与激光测距仪于一体，革新全天候作业体验。
- 采用小尺寸整球造型与非正交三轴机械增稳结构，极力减小回转半径与风阻。偏航轴可 360° xN 连续旋转。
- 支持网络、串口及 S.BUS 控制，兼容私有协议与 MAVLink 协议，方便进行二次开发。
- 采用双 IMU 互补算法，配合 IMU 温控与载机惯导数据融合，稳像精度可达 $\pm 0.01^\circ$ ，载机剧烈机动时吊舱依然可以保持稳定。
- 支持正置与倒置安装，可快速安装至各类载机平台使用。
- 配合 Dragonfly 显控软件，无需对接协议即可在电脑上实时显示画面，同时实现对吊舱的控制。
- 通过 Dragonfly 显控软件的“图库”功能，可在线下载照片与视频。
- 配合定制版 QGC 软件，可搭配开源飞控实现吊舱的所有功能。
- 画面支持叠加经纬度、高度等 OSD 信息，照片支持写入拍摄点坐标 EXIF 信息。视频流支持叠加 SEI。
- 20~53 VDC 宽电压输入。

部件介绍



1. 减震平台

4. 热成像相机

7. microSD 卡

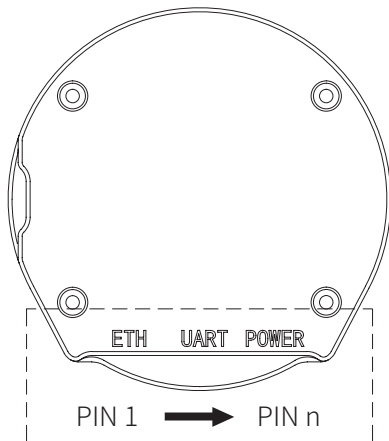
2. 激光测距仪

5. 云台升级接口

3. 变焦相机

6. 吊舱控制接口

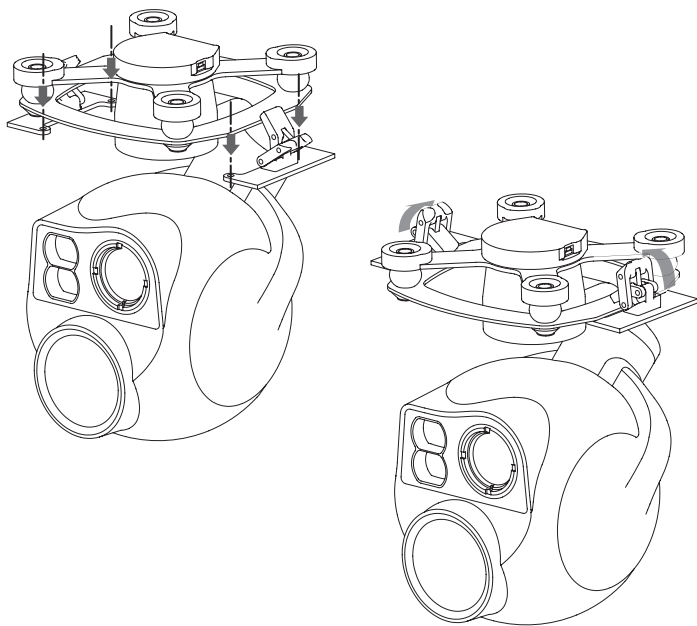
接口介绍



接口	说明	插座	脚位	定义
ETH	网络接口。用于相机设置、相机固件升级、GCU 设置、私有协议控制及输出视频	SM06B-GHS-TB	1	NC
			2	NC
			3	ETH_Tx+
			4	ETH_Tx-
			5	ETH_Rx+
			6	ETH_Rx-
UART	TTL 串口。用于 GCU 设置、GCU 固件升级、私有协议控制及 MAVLink 协议控制	SM03B-GHS-TB	1	GND
	S.BUS 输入。兼容 FASST、SFHSS 等 S.BUS1 制式与 FASSTest 等 S.BUS2 制式		2	UART_Rx (0~3.3V)
			3	UART_Tx (0~3.3V) / S.BUS In
POWER	电源输入。供电电压 20~53VDC	SM05B-GHS-TB	1	GND
			2	
			3	NC
			4	Power In
			5	





安装

将减震平台上的 4 颗定位销插入安装平台上的定位孔，压下锁扣以固定吊舱。也可使用螺丝穿过减震平台上的安装孔固定吊舱。




- ⚠ 倒置使用或安装在具有较大震动 / 冲击的载机平台上时，应使用螺丝固定吊舱，不可使用快拆锁扣。
- ⚠ 插拔线缆时请动作轻柔，避免用力拉扯。
- ⚠ 使用或存储过程中，请盖好 SD 卡保护盖，以免液体或灰尘进入。
- ⚠ 吊舱工作时会有明显的发热，请确保设备工作时具有良好的散热。
- ⚠ 请勿将吊舱与载机硬连接，请确保使用中吊舱不会与载机发生触碰。

设置与固件升级

-  使用前务必确保 GCU 及云台固件均已升级至最新版本，否则可能影响使用。
-  进行设置或升级固件前，请确保电脑已安装调试模块驱动软件。
-  进行设置前，电脑需设置为固定 IP 地址，与 GCU 及相机处于同一网段，且 IP 无冲突（GCU 默认 IP 地址为 192.168.144.121，相机默认 IP 地址为 192.168.144.108，内部预留 IP 地址为 192.168.144.199）。
-  固件升级过程中，请勿关闭电源，以免对设备造成损害。升级完成后，请重启设备。

1. 使用网口转换模块将电脑与吊舱顶部的 ETH 接口相连，将吊舱上电。
2. 运行 Dragonfly 显控软件，确认与吊舱已连接。
3. 打开设置页面，对当前吊舱进行设置。
4. 设置完成后点击“保存”。
5. 重启吊舱使修改生效。

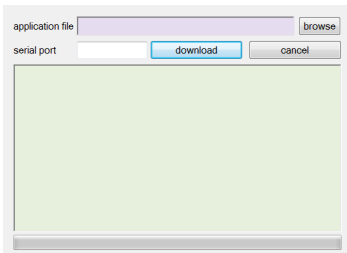
 网络设置、相机设置、S.BUS 设置、校准、载机数据和高级设置相关说明请参照《Dragonfly Quick Start Guide》- 功能区 - 设置，或访问 www.allxianfei.com，在视频中心中获取信息。

AICore 固件升级

1. 使用网口转换模块将电脑与吊舱顶部的 ETH 接口相连，将吊舱上电。
2. 运行升级工具 AICore Upgrade Tool，输入当前相机 IP 地址，点击“连接”按钮，确认软件下方显示已连接成功。
3. 将需要升级的固件文件拖入软件左侧的框中，点击下方“固件下载”按钮，等待软件右侧显示执行成功。
4. 重启吊舱以使升级生效。

GPU 固件升级


1. 将吊舱上电，使用 J1.25 调试模块将电脑与吊舱顶部的 UART 接口相连。
2. 运行 GPU 升级软件 FreeFlightIAP，选择调试模块对应的 COM 口。
3. 点击“browser”选择固件文件，而后点击“download”，等待 GPU 完成升级。

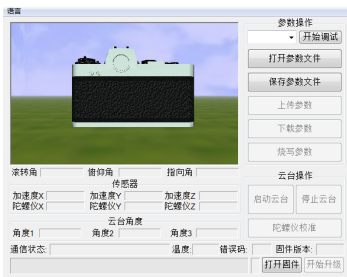


 请访问 www.allxianfei.com，在视频中心中获取信息。

云台固件升级

1. 将吊舱上电，使用 J1.25 调试模块将电脑与云台升级接口相连。
2. 运行云台调试升级软件 GimbalConfig，选择调试模块对应的 COM 口，点击“打开固件”，选择固件文件后点击“开始升级”，等待升级完成。

 对于某些品牌的双 Type-C 数据线，可能存在电脑无法识别调试模块的情况，可尝试更换为 Type-A 转 Type-C 接口的数据线。



 请访问 www.allxianfei.com，在视频中心中获取信息。

实时视频播放

以相机 IP 地址 192.168.144.108 为例：

流地址: <rtsp://192.168.144.108>

附录 1 参数表

总体参数		
产品名称	D-125AI	
尺寸	142 x 125 x 187mm	
重量	1055g	
工作电压	20 ~ 53 VDC	
功耗	10.7W (静态, 测距关) / 40.0 W (峰值, 测距开)	
安装方式	正置 / 倒置安装	
目标定位精度 ^[1]	水平误差: 1.8m	@ 水平距离: 105m
	高度误差: 0.7m	@ 相对高度: 75m
	水平误差: 17.4m	@ 水平距离: 513m
	高度误差: 6.7m	@ 相对高度: 119m
	水平误差: 33.8m	@ 水平距离: 1003m
	高度误差: 13.7m	@ 相对高度: 246m
云台参数		
云台类型	非正交三轴机械增稳	
稳像精度	±0.01°	
可控转动范围	俯仰: -120°~ +40°, 滚转: ±40°, 偏航: ±360°连续	
最大可控转速	±200°/s	
变焦相机		
图像传感器	1/2.8 英寸 CMOS, 有效像素 409 万	
镜头	焦距: 4.7~141mm (等效焦距: 27.9~837mm)	
	光圈: f/1.5~f/4.0	
	HFOV: 59.5°~ 2.2°	
	VFOV: 35.8°~ 1.2°	
	DFOV: 66.6°~ 2.5°	
分辨率	2688(H) x 1520(V)	
像元尺寸	2.0μm(H) x 2.0μm(V)	
光学变焦倍数	30x	
数字变焦等效倍数	4x	
目标探测距离	EN62676-4:2015	行人 ^[2] : 3283m 小型车辆 ^[3] : 4315m 大型车辆 ^[4] : 9192m
	约翰逊准则	行人: 37500m 小型车辆: 115000m 大型车辆: 245000m

目标识别距离	EN62676-4:2015	行人：657m 小型车辆：863m 大型车辆：1838m
	约翰逊准则	行人：9375m 小型车辆：28750m 大型车辆：61250m
目标验证距离	EN62676-4:2015	行人：328m 小型车辆：432m 大型车辆：919m
	约翰逊准则	行人：4688m 小型车辆：14375m 大型车辆：30625m
热成像相机		
热成像传感器	非制冷氧化钒 (VOx) 红外微热测辐射计	
镜头	焦距：25mm (等效焦距：93.2mm) 光圈：f/1.0 HFOV：17.5° VFOV：14.0° DFOV：22.3°	
分辨率	640(H) x 512(V)	
像元尺寸	12μm(H) x 12μm(V)	
数字变焦等效倍数	8x	
波长范围	8~14μm	
灵敏度 (NETD)	<50mk@F1.0@25°C	
目标探测距离	约翰逊准则	行人：1042m 小型车辆：3194m 大型车辆：6806m
目标识别距离		行人：260m 小型车辆：799m 大型车辆：1701m
目标验证距离		行人：130m 小型车辆：399m 大型车辆：851m
温度测量	可选 (测温型)	
测温方式	点测温、区域测温	
测温范围	高增益：-20° C~150° C 低增益：0° C~550° C	
温度报警	高温报警、低温报警	
太阳灼伤保护	支持 ^[5]	
调色盘	白热、黑热、描红、熔岩、铁红、热铁、医疗、北极、彩虹 1、彩虹 2	

激光测距仪	
波长	905nm
最大激光功率	1mW
光束角	2.5mrad
光斑直径	0.25m@100m
人眼安全等级	Class 1M (IEC 60825-1:2014)
测量精度	$\pm 0.3\text{m}$ ($\leq 300\text{m}$) / $\pm 1.0\text{m}$ ($>300\text{m}$)
测量范围	5-2000m (直径 12m, 20% 反射率的垂直反射面)
AI 多目标检测及跟踪	
目标识别尺寸	$\geq 30 \times 20$ px
目标识别率	$\geq 85\%$
目标识别数量	≤ 50
目标跟踪尺寸	16x16~256x256 px
跟踪偏差像素更新率	30Hz
跟踪偏差像素输出延时	$\leq 60\text{ms}$
目标像素偏差	$\leq \pm 1$ px
跟踪速度	>24 px/ 帧
目标记忆时间	$>5\text{s}$
照片与视频	
照片存储格式	JPEG
最大照片分辨率	1920 x 1080
照片 EXIF 信息	拍摄点坐标
视频存储格式	MP4
最大视频分辨率	视频流: 1920 x 1080 @25fps 录像: 1920 x 1080 @30fps
视频流编码模式	H.264, H.265
视频流网络协议	RTSP
存储	
存储卡类型	最大支持 256GB 容量, 速度等级不小于 U3/V30 的 microSD 卡
环境参数	
工作环境温度	-20°C ~ 50°C
储存环境温度	-40°C ~ 60°C
工作环境湿度	$\leq 85\%RH$ (非冷凝)

[1] 由吊舱挂载于双天线 RTK 定位多旋翼无人机上, 对地面已知坐标点测得。目标定位精度受载机定位与定向精度、吊舱安装方向与载机机头夹角、斜距、测量线斜率以及空气质量影响。以上数据仅供参考。

[2] 行人参考尺寸: 1.8x0.5m, 约翰逊准则下临界尺寸为 0.75m。

[3] 小型车辆参考尺寸: 4.2x1.8m, 约翰逊准则下临界尺寸为 2.3m。

[4] 大型车辆参考尺寸: 6.0x4.0m, 约翰逊准则下临界尺寸为 4.9m。

[5] 请勿将热成像相机镜头对准强能量源, 如太阳、熔岩、激光等。镜头观测目标温度需小于 600°C, 否则会对相机造成不可恢复的损伤。

附录 2 SEI 数据结构



typedef struct // 64 字节, 小端序, 单字节对齐

```
{
    uint8_t head[2]; // 同步头 [0xEE,0x16]
    struct
    {
        uint8_t rng_trig:1; // 测距触发标志
        uint8_t pip_state:3; // 画中画状态
            0- 变焦相机 (主) + 热成像相机 (子); 1- 热成像相机;
            2- 热成像相机 (主) + 变焦相机 (子); 3- 变焦相机
        uint8_t data_valid:1; // 载机坐标、载机姿态及吊舱姿态数据有效性标志
        uint8_t tgt_valid:1; // 目标坐标有效性标志
        uint8_t reserved:2; // 预留标志
    } flag;
    int32_t uav_lon; // 载机经度, [-180°, 180°), 分辨率 1e-7deg
    int32_t uav_lat; // 载机纬度, [-90°, 90°], 分辨率 1e-7deg
    int32_t uav_alt; // 载机海拔高度, 分辨率 1mm
    int32_t uav_hgt; // 载机相对高度, 分辨率 1mm
    int16_t uav_phi; // 载机滚转角, [-180°, 180°), 分辨率 0.01deg
    int16_t uav_the; // 载机俯仰角, [-90°, 90°], 分辨率 0.01deg
    uint16_t uav_psi; // 载机偏航角, [0°, 360°), 分辨率 0.01deg
    int16_t cam_phi; // 吊舱滚转角, [-90°, 90°], 分辨率 0.01deg
    int16_t cam_the; // 吊舱俯仰角, [-180°, 180°), 分辨率 0.01deg
    uint16_t cam_psi; // 吊舱指向角, [0°, 360°), 分辨率 0.01度
    uint16_t cam1_zoom; // 变焦相机倍数, 分辨率 0.01x
    uint16_t cam2_zoom; // 热成像相机倍数, 分辨率 0.01x
    uint16_t rng_dist; // 测距距离, 分辨率 0.1m (无效, 为 0)
    uint16_t gnss_week; // GNSS 周数
    uint32_t gnss_itow; // GNSS 周内毫秒, 分辨率 1ms
    int32_t tgt_lon; // 目标经度, [-180°, 180°), 分辨率 1e-7deg (无效, 为 0)
    int32_t tgt_lat; // 目标纬度, [-90°, 90°], 分辨率 1e-7deg (无效, 为 0)
    int32_t tgt_alt; // 目标海拔高度, 分辨率 1mm (无效, 为 0)
    uint16_t cam1_f1x; // 变焦相机 1 倍焦距, 分辨率 0.01mm
    uint16_t cam2_f1x; // 热成像相机 1 倍焦距, 分辨率 0.01mm
    uint8_t reserved[4]; // 预留
    uint8_t check_sum; // 校验和
} SdSei_t
```


附录 3 MAVLink 配置说明




ArduPilot

SERIAL1	
SERIAL1_BAUD	115
SERIAL1_OPTIONS	1024
SERIAL1_PROTOCOL	2
SR1	
SR1_ADSB	0 Hz
SR1_EXIT_STAT	0 Hz
SR1_EXTRA1	0 Hz
SR1_EXTRA2	0 Hz
SR1_EXTRA3	0 Hz
SR1_PARAMS	0 Hz
SR1_POSITION	0 Hz
SR1_RAW_CTRL	0 Hz
SR1_RAW_SENS	0 Hz
SR1_RC_CHAN	0 Hz
MNT1	
MNT1_TYPE	4 (Gremsy) / 6 (SToRM32 Mavlink)
RC1	
RC1_OPTOPN	213 (MOUNT1_PITCH)
RC2	
RC2_OPTOPN	214 (MOUNT1_YAW)
RC3	
RC3_OPTOPN	163 (MOUNT1_LOCK)
CAM	
CAM_TRIGG_TYPE	3 (Mount)

-  MNT1_TYPE 推荐设置为 4，此时 MNT1_ROLL_MAX、MNT1_ROLL_MIN、MNT1_PITCH_MAX、MNT1_PITCH_MIN、MNT1_YAW_MAX、MNT1_YAW_MIN 会根据吊舱上报数据自动设置。MNT1_TYPE 设置为 6 时，需要手动设置角度极限。
-  RC1~RC3 仅为示例通道号，可根据实际情况自行定义通道号。

PX4

MAVLink	
MAV_1_CONFIG	TELEM2
MAV_1_MODE	Custom / Gimbal
MAV_1_RATE	115200 B/s
Serial	
SER_TEL2_BAUD	115200 8N1
Mount	
MNT_MAIN_PITCH	AUX1
MNT_MAIN_YAW	AUX2
MNT_MODE_IN	Auto (RC and Mavlink Gimbal)
MNT_MODE_OUT	MAVLink gimbal protocol v2
Camera Setup	
Trigger mode	Distance based, on command (Survey mode)
Trigger interface	MAVLink (forward via MAV_CMD_IMAGE_START_CAPTURE)

-  MAV_1_MODE 推荐使用 Custom。
-  AUX1、AUX2 仅为示例通道号，可根据实际情况自行定义通道号。进一步使用还需在 RC Map 中进行相应的映射。
-  触发模式仅作为示例，可根据实际情况进行修改。

附录 4 MAVLink 通信流程

GCU 收到飞控心跳包，并识别到飞控 SYSID 与 COMPID 后，触发下列动作：

1. GCU 主动发送 MAVLINK_MSG_ID_HEARTBEAT 0 数据包，频率为 2Hz。
2. GCU 以 1Hz 频率依次请求以下数据包，飞控将这些数据填入 MAVLINK_MSG_ID_COMMAND_LONG 76 数据包并回传直至请求完成：
MAVLINK_MSG_ID_EKF_STATUS_REPORT 193（PX4 无此数据包）；
MAVLINK_MSG_ID_GLOBAL_POSITION_INT 33；
MAVLINK_MSG_ID_SCALED_IMU 26；
MAVLINK_MSG_ID_SYSTEM_TIME 2；
MAVLINK_MSG_ID_RC_CHANNELS 65；
MAVLINK_MSG_ID_CAMERA_TRIGGER 112（APM 无此数据包）；
MAVLINK_MSG_ID_AUTOPILOT_STATE_FOR_GIMBAL_DEVICE 286；
MAVLINK_MSG_ID_GIMBAL_DEVICE_SET_ATTITUDE 284（APM 无此数据包）；
3. 以上数据接收完成，且吊舱正常工作时，GCU 将主动发送 MAVLINK_MSG_ID_GIMBAL_DEVICE_ATTITUDE_STATUS 285 数据包，频率为 100Hz。
4. 一般情况下，飞控会主动请求 MAVLINK_MSG_ID_GIMBAL_DEVICE_INFORMATION 283 数据包，此包 GCU 不会主动发送。

附录 5 开源飞控接线示意图

