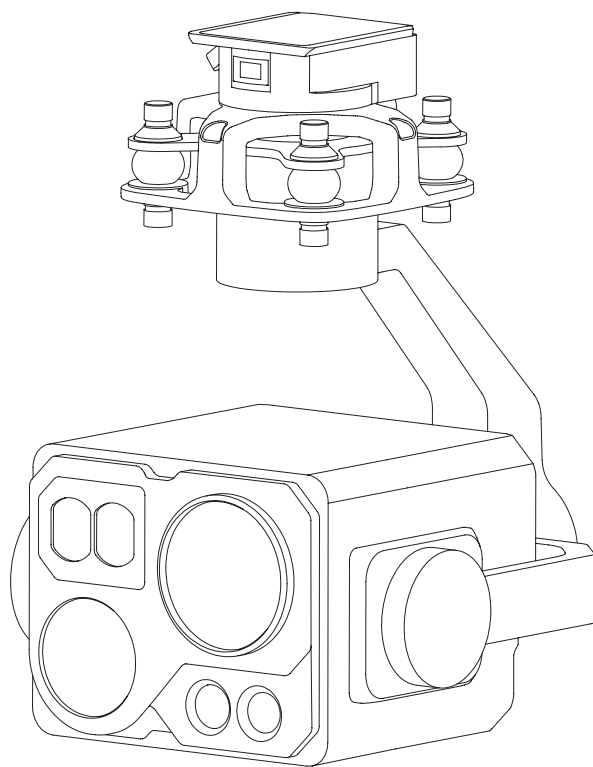


V4.1

2024.10

# Z-9B

## 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
2024.03.11	V4.0

日期	文档版本
2024.10.15	V4.1

# 产品注意事项

1. Z-9B 吊舱搭载激光照明模块，属于 Class 3B 类非可见光激光器，在照明模块开启状态下，严禁直接目视 ( $\leq 12\text{m}$ ) 或使用光学仪器直接观察激光光束，照明模块前方 20cm 内严禁放置易燃物体。
2. 请在使用完毕后，将设备妥善放入 Z-9B 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。
3. 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  $600^{\circ}\text{C}$ ，否则会对相机造成不可恢复的损伤。
4. 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。
5. 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。
6. 请确保吊舱接口及表面清洁干燥，再对吊舱进行安装。
7. 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。
8. 打开 microSD 卡保护盖前，需将机身表面擦拭干净。
9. 使用过程中，请勿带电插拔 microSD 卡。
10. 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。
11. 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。
12. 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  $15^{\circ}$  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。
13. 当减震平台倾斜超过  $45^{\circ}$  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
快拆组件机体端外形尺寸	3
接口定义	4
安装与拆卸	5
设置与固件升级	6
AICore 固件升级	6
GCU 固件升级	7
云台固件升级	7
实时视频播放	7
附录 1 参数表	8
附录 2 SEI 数据结构	12
附录 3 MAVLink 配置说明	13
ArduPilot	13
PX4	14
附录 4 MAVLink 通信流程	15
附录 5 开源飞控接线示意图	16



# 产品概述

## 简介

Z-9B 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。开启激光照明模块，即使在完全无光照的环境中也能得到清晰的图像。

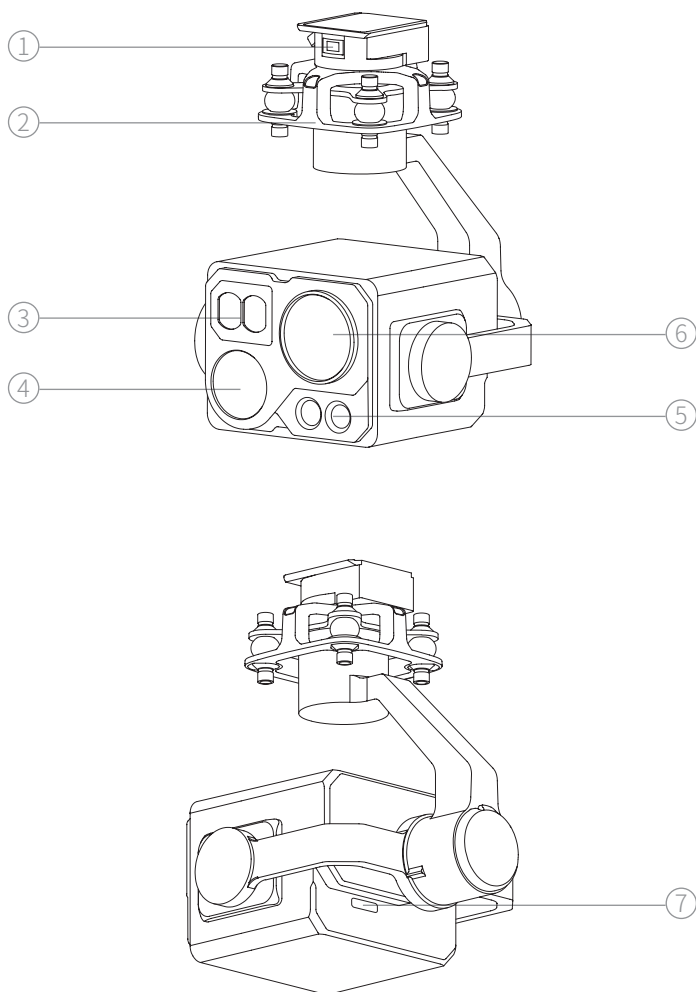
Z-9B 吊舱具备 AI 多目标检测及跟踪功能。吊舱可智能识别出所拍摄画面中的行人及车辆，并对其中任一目标持续锁定跟踪。

Z-9B 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。
- 激光照明模块可确保在完全无光照环境中，相机依然能拍摄到清晰图像。
- 采用正交三轴机械增稳结构。偏航轴可  $360^{\circ}$  xN 连续旋转。
- GCU 模块内置，整体集成度更高。
- 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. 云台升级接口

2. 减震平台

3. 激光测距仪

4. 热成像相机

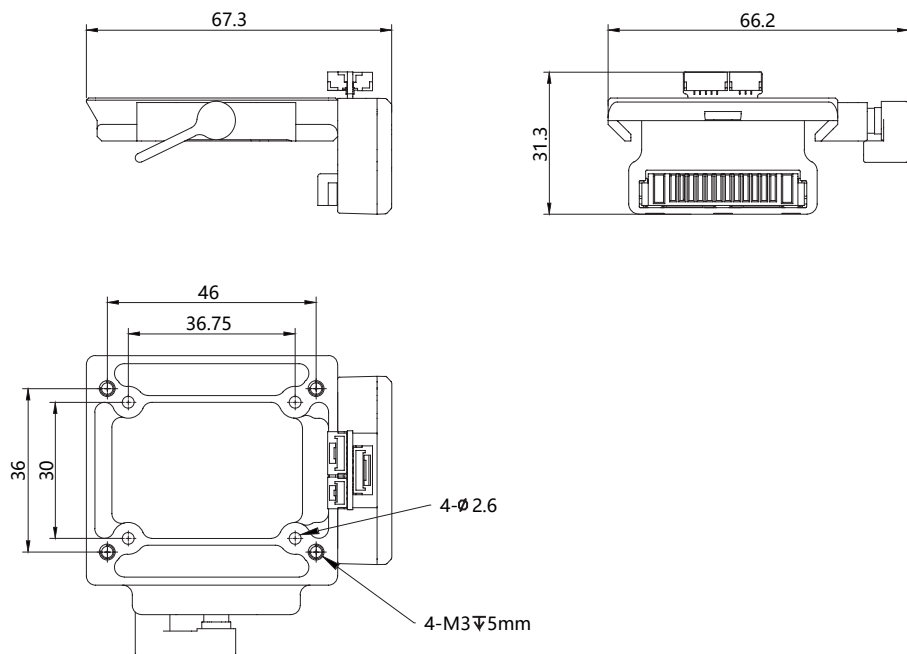
5. 激光照明模块

6. 变焦相机

7. microSD 卡保护盖

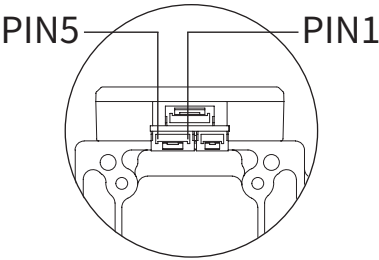


## 快拆组件机体端外形尺寸

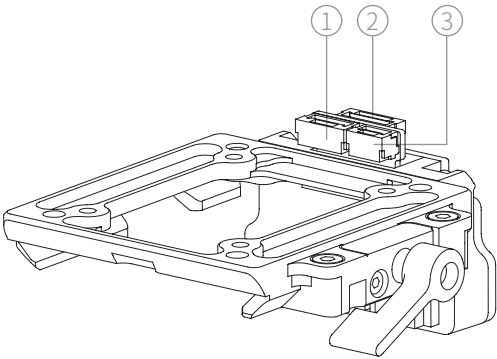


**!** 请选用合适的螺丝固定快拆组件。螺丝过短可能无法可靠固定快拆组件，螺丝过长可能会与吊舱产生干涉。

# 接口定义



1. POWER 接口



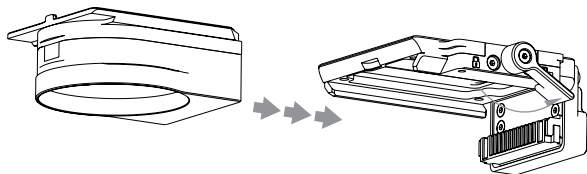
2. ETH 接口

3. S.BUS/UART 接口

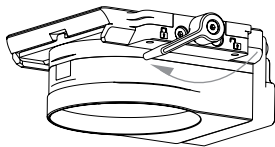
端口	脚位	定义	说明
POWER	1	GND	供电电压 14~52V DC
	2	GND	
	3	NC	
	4	Vin	
	5	Vin	
ETH	1	NC	用于 GCU 设置、私有协议控制及输出高清视频
	2	NC	
	3	T+	
	4	T-	
	5	R+	
S.BUS	1	GND	兼容 FASST、SFHSS 等 S.BUS1 制式 与 FASSTest 等 S.BUS2 制式
	2	NC	
	3	S.BUS	
UART	1	GND	用于 GCU 固件升级、GCU 设置、私有协议控制及 MAVLink 协议控制
	2	UART_Rx	
	3	UART_Tx	

## 安装与拆卸

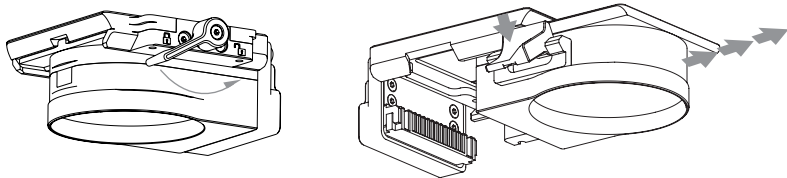
将载荷锁紧旋钮旋至解锁位置，载荷沿快拆导轨匀速推到底，直至快拆组件发出轻微的“咔嗒”声，将旋钮旋至锁定位置。



 安装后请确认载荷安装并锁紧！




将载荷锁紧旋钮旋至解锁位置。按住另一侧的载荷解锁按钮并取下载荷。







 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。

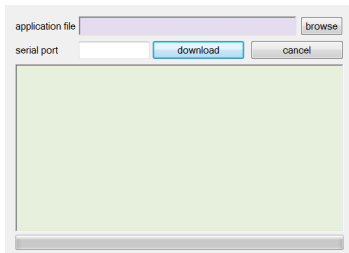
 网络设置、相机设置、S.BUS 设置、校准、载机数据和高级设置相关说明请参照《Dragonfly Quick Start Guide》- 功能区 - 设置，或访问 [www.allxianfei.com](http://www.allxianfei.com)，在视频中心中获取信息。

## AlCore 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 AlCore 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。

## GCU 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 GCU 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 GCU 完成升级。

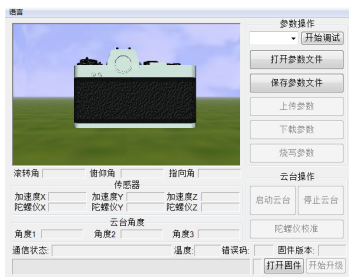


 请访问 [www.allxianfei.com](http://www.allxianfei.com)，在视频中心中获取信息。

## 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](http://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	Z-9B	
尺寸	173 x 144 x 206mm	
重量	1158g	
工作电压	20 ~ 53 VDC	
功耗	21.4W（平均，测距与补光关） / 50.4 W（堵转，测距与补光开）	
安装方式	正置 / 倒置安装	
目标定位精度 <sup>[1]</sup>	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	正交三轴机械增稳	
稳像精度	±0.01°	
可控转动范围	俯仰：-120°~ +55°，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		行人 <sup>[2]</sup> ：3283m
	EN62676-4:2015	小型车辆 <sup>[3]</sup> ：4315m
		大型车辆 <sup>[4]</sup> ：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
<b>热成像相机</b>		
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 <sup>[5]</sup>	
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	

<b>激光测距仪</b>	
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)
<b>激光照明模块</b>	
发光波长	850 $\pm$ 10nm
激光功率	0.8W x2
光束角度	8° +30°
光斑直径	14m+54m@100m
照明有效距离	$\leq 200\text{m}$
人眼安全等级	Class 3B (IEC 60825-1:2014)
<b>AI 多目标检测及跟踪</b>	
目标识别尺寸	$\geq 30 \times 20 \text{ px}$
目标识别率	$\geq 85\%$
目标识别数量	$\leq 50$
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	$\leq \pm 1 \text{ px}$
跟踪速度	$>24 \text{ px/ 帧}$
目标记忆时间	$>5\text{s}$
<b>照片与视频</b>	
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℃～ 50℃
储存环境温度	-40℃～ 60℃
工作环境湿度	≤ 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℃，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_OPTION	213 (MOUNT1_PITCH)
RC2	
RC2_OPTION	214 (MOUNT1_YAW)
RC3	
RC3_OPTION	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

