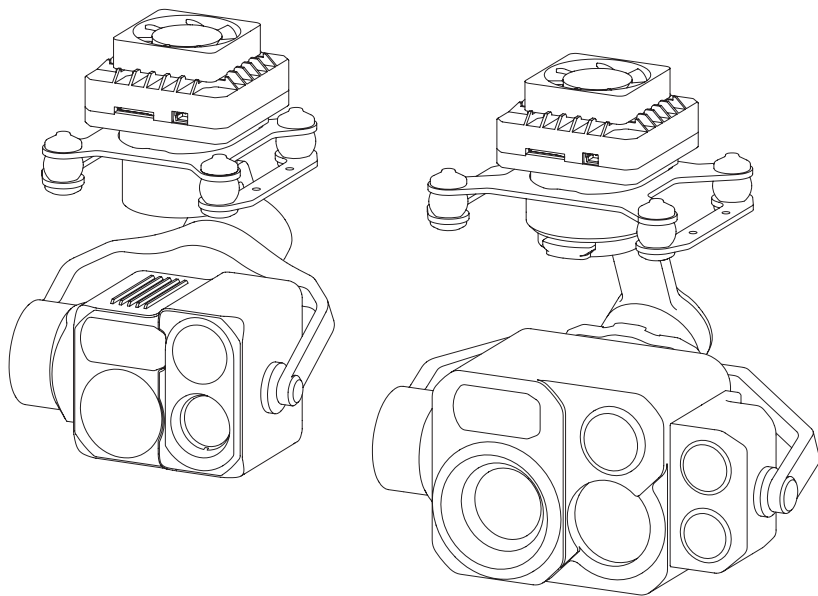


Z-4Max/Z-4Pro/Z-4Mini

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
2026.03.20	V1.0

产品注意事项

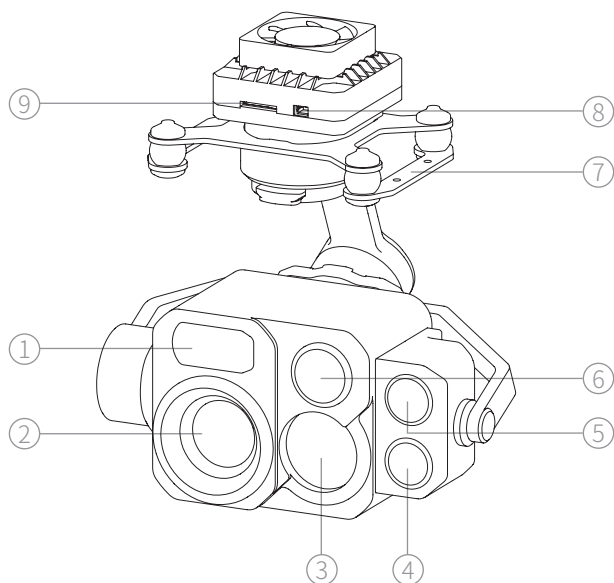
1. Z-4Max 吊舱搭载近红外激光照明模块与绿激光指引模块，属于 Class 3B 类非可见光激光器，在照明模块开启状态下，严禁直接目视 ($\leq 12\text{m}$) 或使用光学仪器直接观察激光光束，照明模块前方 20cm 内严禁放置易燃物体。
2. 请在使用完毕后，将设备妥善放入 Z-4 包装盒内。推荐存储环境的相对湿度小于 40%，温度为 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。若镜头起雾，通常情况下开机一段时间后水汽即可消散。
3. 请勿将热成像相机镜头对准强能量源，如太阳、熔岩、激光等。镜头观测目标温度需小于 600°C ，否则会对相机造成不可恢复的损伤。
4. 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。
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漂移，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
Z-4Max 部件介绍	1
Z-4Pro/Z-4Mini 部件介绍	2
配件	3
接口介绍	4
安装	5
吊舱控制	5
云台	5
相机	6
设置	9
固件升级	10
GCU 固件升级	11
云台固件升级	12
实时视频播放	13
过热保护	13
附录 1 尺寸图	14
Z-4Max	14
Z-4Pro/Z-4Mini	15
附录 2 开源飞控接线示意图	16
附录 3 MAVLink 通信流程	17
附录 4 MAVLink 配置说明	18
ArduPilot	18
PX4	20
附录 5 照片 XMP 数据速查表	21
附录 6 SEI 数据结构	22

产品概述

Z-4Max 部件介绍



1. 激光测距

2. 热成像相机

3. 广角相机

4. 绿激光指引

5. 近红外激光照明

6. 长焦相机

7. 减震平台

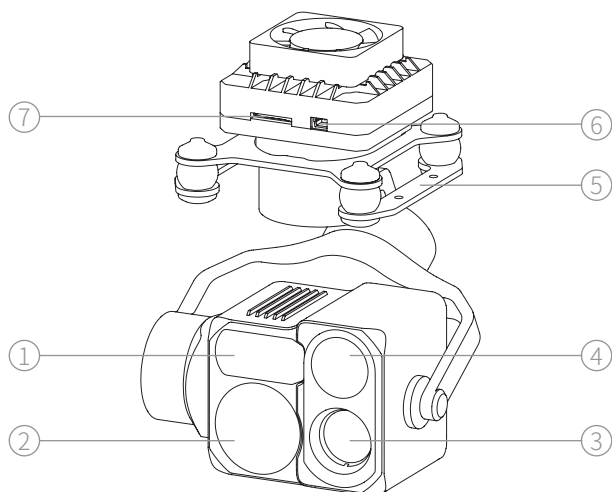
8. 云台升级接口

9. MicroSD 卡槽



支持最大 256GB 容量，速度等级不小于 U3/V30 的 microSD 卡。

Z-4Pro/Z-4Mini 部件介绍



1. 激光测距

2. 广角相机

3. 热成像相机

4. 长焦相机

5. 减震平台

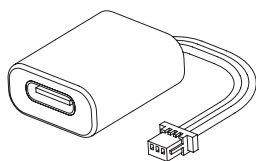
6. 云台升级接口

7. MicroSD 卡槽

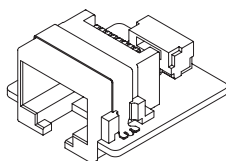


支持最大 256GB 容量，速度等级不小于 U3/V30 的 microSD 卡。

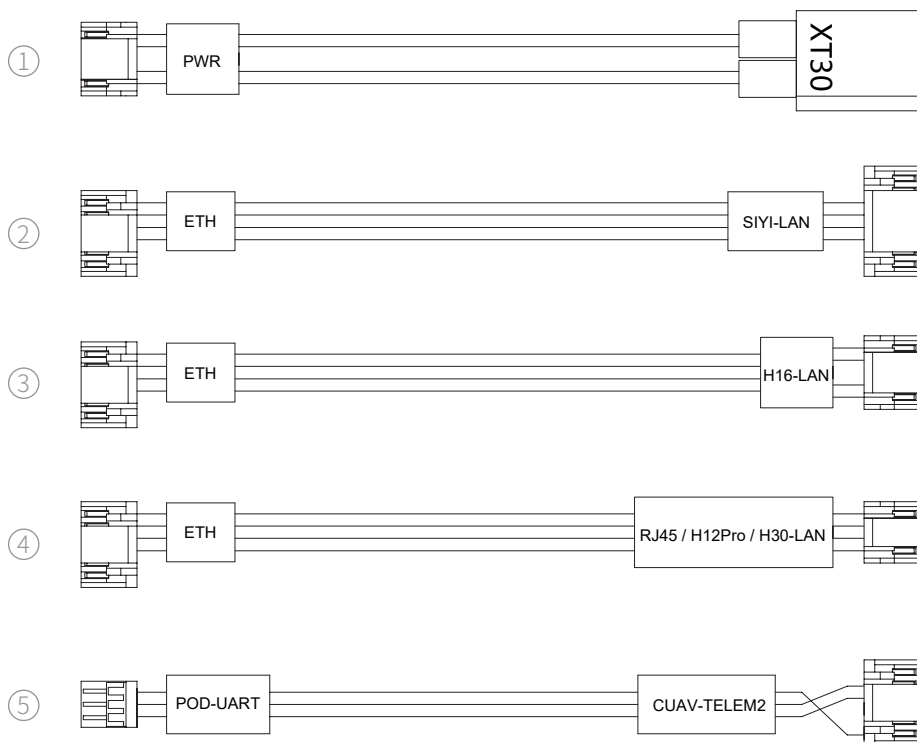
配件



J1.0 调试模块

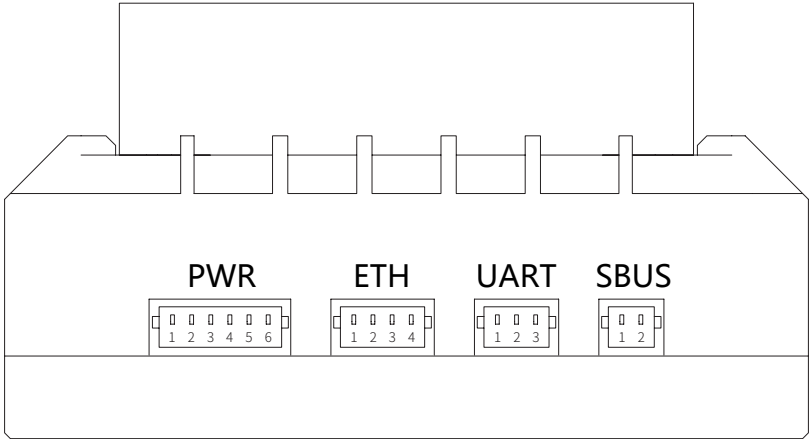


网口转换模块



1. 供电线
2. 思翼图传网络连接线
3. 云卓 H16 网络连接线
4. 网口转换模块 / 云卓 H12Pro/H30 网络连接线
5. 开源飞控串口连接线

接口介绍



接口	说明	插座	脚位	定义
PWR	电源输入及连接 AICore 供电电压 12~25.2V	SM06B-GHS-TB	1	Power In
			2	
			3	GND
			4	
			5	UART_AICore_Rx
ETH	用于 GCU 设置、GCU 固件升级、私有协议控制、输出视频流及连接 AICore	SM04B-SRSS-TB	6	UART_AICore_Tx
			1	ETH_Tx+
			2	ETH_Tx-
			3	ETH_Rx+
UART	用于 GCU IP 设置、私有协议控制及 MAVLink 协议控制	SM03B-SRSS-TB	4	ETH_Rx-
			1	GND
			2	UART_Rx (0~3.3V)
S.BUS	S.BUS 输入兼容 FASST、SFHSS 等 S.BUS1 制式与 FASSTest 等 S.BUS2 制式	SM02B-SRSS-TB	3	UART_Tx (0~3.3V)
			1	GND
			2	S.BUS In

安装

使用 4 颗 M2 螺丝，将减震平台固定于载机并预留足够的减震空间。

 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。

 吊舱工作时会有较大的发热，请确保设备工作时具有良好的散热条件。

吊舱控制

吊舱支持私有协议控制、显控软件控制（XF-QGC、Dragonfly）、S.BUS 控制及 MAVLink 控制，以上四种控制方式的优先级依次降低。本手册仅介绍 XF-QGC 软件中的常用功能，操作界面详见《XF-QGC 快速入门指南》，更多功能详见《GCU 私有协议》。

云台

指向跟随

此模式为默认模式。此时云台的横滚姿态角维持水平，俯仰姿态角锁定不变，偏航姿态角跟随载机变化。

指向锁定

此时云台的横滚姿态角维持水平，俯仰姿态角与偏航姿态角锁定不变。

俯拍模式

此时云台的横滚姿态角维持水平，俯仰姿态角竖直向下。由指向跟随模式切换到俯拍模式后，偏航姿态角跟随载机；由指向锁定模式切换到俯拍模式后，偏航姿态角锁定不变。

凝视模式

此时云台的横滚姿态角维持水平，相机视点锁定画面中心的地理目标。

 实现本功能，需保证吊舱收到有效的载机惯导数据。

FPV 模式

此时镜头朝向完全跟随载机，画面不再保持水平，但可消除小幅度的晃动。

回中

指向跟随与指向锁定模式下，云台俯仰轴及偏航轴回中；俯拍模式下，云台仅偏航轴回中。触发回中命令后，云台工作模式保持不变。

拖动平移

使用手指或按住鼠标左键拖动画面，可调整云台角度。

 拖动平移仅在指向跟随、指向锁定、凝视模式及 FPV 模式下可用。

指点平移

单击画面上的目标点，云台会自动转动使该点置于画面中心。

 指点平移仅在指向锁定模式下可用。

相机

拍照

点击拍照，会将当前显示画面以高分辨率存储在在吊舱存储卡内，同时会将拍摄时的数据以 XMP 格式存储，照片与 XMP 文件的文件名即为拍摄时间。

录像

点击录像，会将当前显示画面以高分辨率录制在在吊舱存储卡内，同时会将录制时的数据以 SRT 格式存储，录像与 SRT 文件的文件名即为录制开始时间。

变倍

上下拖动变倍滑块以控制相机变倍。

 相机进入数字变倍阶段后，实时视频流畅度会略有降低。

夜景模式 (Z-4Max)

夜景模式可提升可见光相机在低照度环境下的拍摄效果。

 开启 / 关闭夜景模式时，相机会自动重启，属于正常现象。

黑白夜视 (Z-4Max)

开启后，将移除红外滤光片，相机画面将变为黑白。

近红外激光照明 (Z-4Max)

开启后，补光灯将对画面中心提供额外照明，此时黑白夜视将同步开启，关闭补光灯后，黑白夜视不会同步关闭。

 近红外激光照明属于 Class3B 类非可见光激光器，开启时，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，补光灯前方 20cm 内严禁放置易燃物体。

 雨雪、雾霾等天气时使用近红外激光照明，补光效果可能会变差。

 相机倍率较小时，补灯光斑无法覆盖整个相机视场，补光效果可能变差。

激光测距

开启激光测距功能，测量目标点与吊舱的直线距离，吊舱收到有效载机惯导数据时，还可同时解算出目标的经纬度及海拔高度，配合 XF-QGC 可在地图界面显示目标点，也可通过打点进行长度与面积测算。

 在如下场景中使用，激光测距可能会受到影响：

- 雨雾天气或其他能见度较差的场景下，可能会出现量程下降、测距结果不稳定等现象；
- 朝向镜面反射目标物使用时，测距结果可能不稳定；
- 画面中有多个目标物、目标物较小或受遮挡时，画面中心的物体可能不是测量的目标物，此时测距结果可能不稳定。

绿激光指引 (Z-4Max)

开启绿激光指引功能，吊舱会发出人眼可见的绿色光束，用于指示地面目标。

 激光指示属于 Class3B 类可见光激光器，开启时，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，指示器前方 20cm 内严禁放置易燃物体。

画中画

可循环切换画中画模式。

智能跟踪

激活跟踪功能后，点击画面中任一目标，云台会自动转动使该目标置于画面中心，并持续对目标进行跟踪。开启目标识别后，画面中的典型目标（人 / 车）会叠加识别框，对被识别的目标进行跟踪可提高跟踪性能。

 目标识别功能仅在可见光画面全屏显示或热成像画面全屏显示时生效。目标识别开启详见本手册设置章节。

调色盘

可循环切换热成像画面的调色盘模式，适用于不同使用场景。

区域测温（测温型）

开启区域测温后，可以编辑测温区域大小或选择全局测温，测温区域内的最高温点（H）及最低温点（L）会以十字光标的形式显示在画面上，并测量出这两点的实际温度和区域的平均温度（A）。

点测温（测温型）

开启点测温后，选择测温点，该点（C）会以十字光标的形式显示在画面上，并测量出该点的实际温度值。

 测温区域及测温点仅在热成像画面为主画面或热成像画面全屏显示时可编辑。

温度报警（测温型）

开启温度报警后，如画面中存在超过高温阈值或低于低温阈值的目标物，将会在画面左下角以红色温度值示警。

等温线（测温型）

开启等温线功能可以更直观地观察指定温度区间内的物体。通过高温、低温两个阈值来设置温度区间。

设置

可通过 XF-QGC 软件对吊舱进行设置，操作界面详见《XF-QGC 快速入门指南》。

网络

可设置吊舱的 IP 地址、网关及子网掩码。



修改网络参数后，吊舱会自动重启。

相机

可设置相机视频流与录像的分辨率、码率与编码格式地址。



修改视频流参数后，如出现画面异常，需重启 XF-QGC 软件或播放器软件。



录像过程中，请勿修改录像参数。

S.BUS

可设置各功能对应的 S.BUS 通道映射与正反向。

校准

如已收到正确的载机数据，且无控制信号输入时，云台出现歪斜或缓慢漂移，可对云台进行校准。校准过程中需确保吊舱处于静止状态。

高级

- OSD
用于开关 OSD。OSD 打开时，相机所拍摄的照片与录制的视频内均有 OSD 叠加。
- 时区
修改时区后，OSD 中的时间将按照所设时区的时间显示，拍摄的照片以及录制的视频文件名也将对应所设置的时区时间。
- OSD 坐标
用于切换 OSD 所显示的经纬度及海拔为目标数据或载机数据。
- 目标识别
打开识别开关，在可见光画面全屏显示或热成像画面全屏显示时，画面上会叠加目标识别框，提高目标跟踪性能。

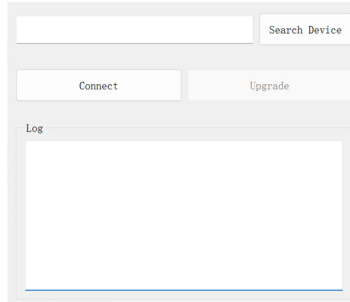
固件升级

 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。

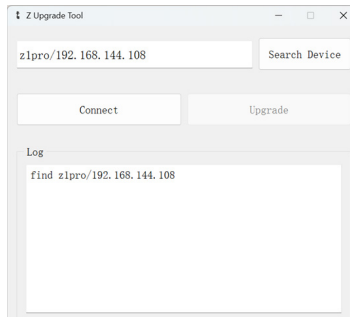
GCU 固件升级

⚠ 进行固件升级前，请确保显控软件（XF-QGC 或 Dragonfly）已关闭。

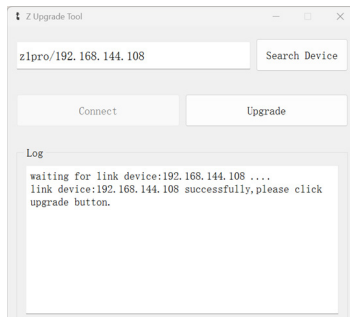
1. 使用网口转换模块将电脑与吊舱顶部的 ETH 接口相连，将吊舱上电。
2. 运行升级工具 GCU Upgrade Tool。



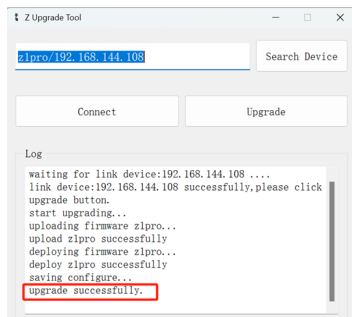
3. 点击“Search Device”按钮，等待上位机搜索完成。



4. 搜索完成后，点击“Connect”等待连接，确认连接成功。



5. 连接成功后，点击“Upgrade”，设备开始升级，等待软件提示 upgrade successfully 代表升级成功。



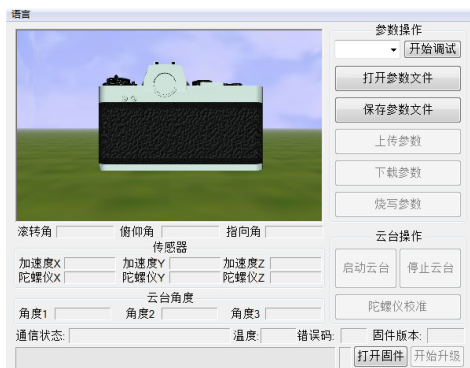
 GCU 固件升级后，配置会恢复为默认值。

云台固件升级

 进行固件升级前，请确保电脑已安装对应的驱动软件。

1. 使用 J1.0 调试模块连接升级接口与电脑，将吊舱上电。
2. 运行云台调试软件 GimbalConfig，选择调参模块对应的 COM 口并点击“开始调试”，确认软件与云台连接成功。
3. 点击“打开固件”，选择固件文件后点击“开始升级”，等待软件提示升级完成。

 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。



实时视频播放

以 GCU IP 地址 192.168.144.108 为例：

视频流地址：rtsp://192.168.144.108



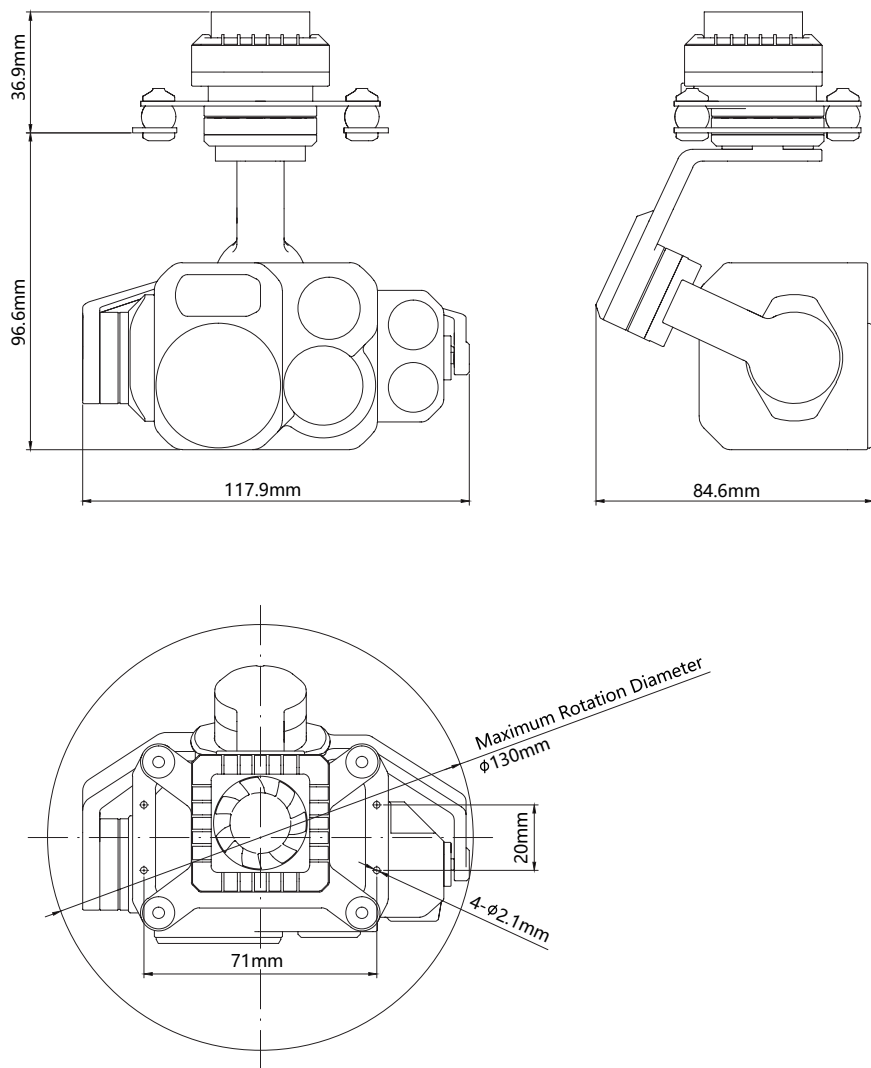
吊舱启动后，会出现短时间的偏色，属于正常现象。

过热保护

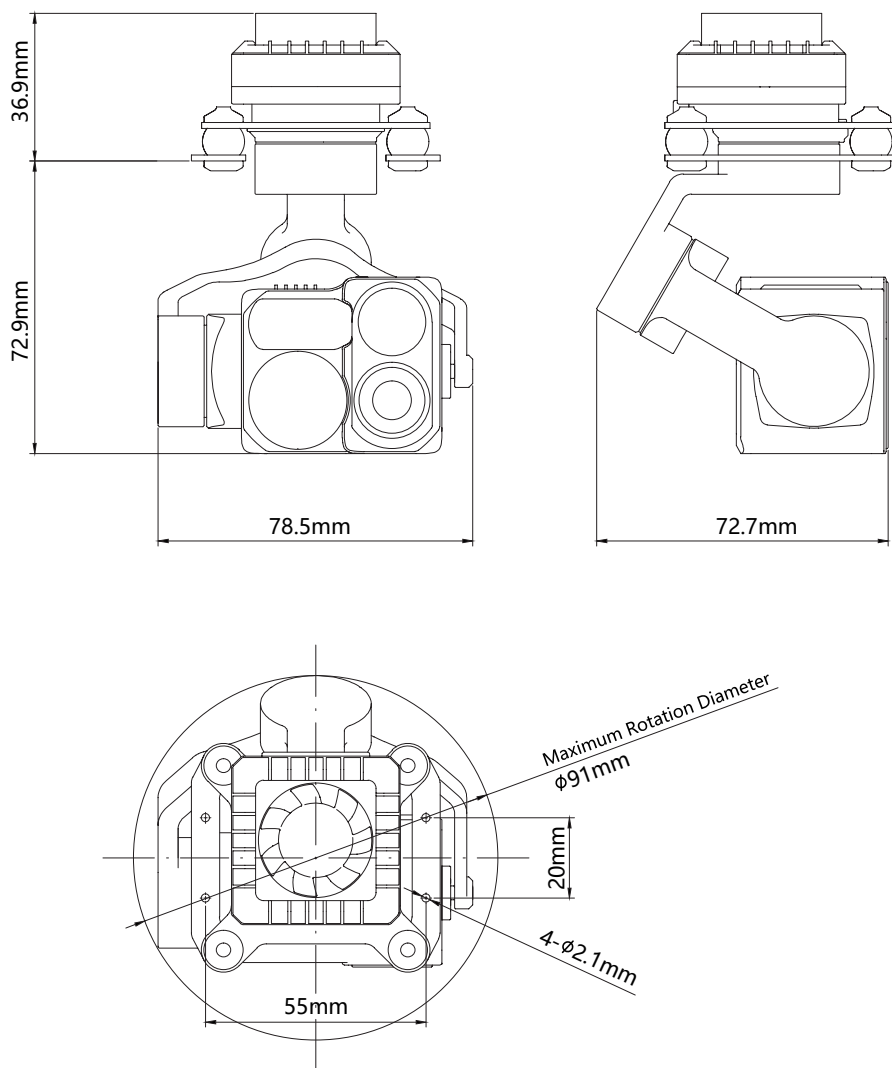
当吊舱 CPU 温度超过 80°C 时，相机画面会闪烁一次，并进入过热保护模式，在此模式下画面帧率会降至 5fps。当 CPU 温度低于 75°C 后吊舱会自动退出过热保护模式，此时画面帧率恢复正常。

附录 1 尺寸图

Z-4Max

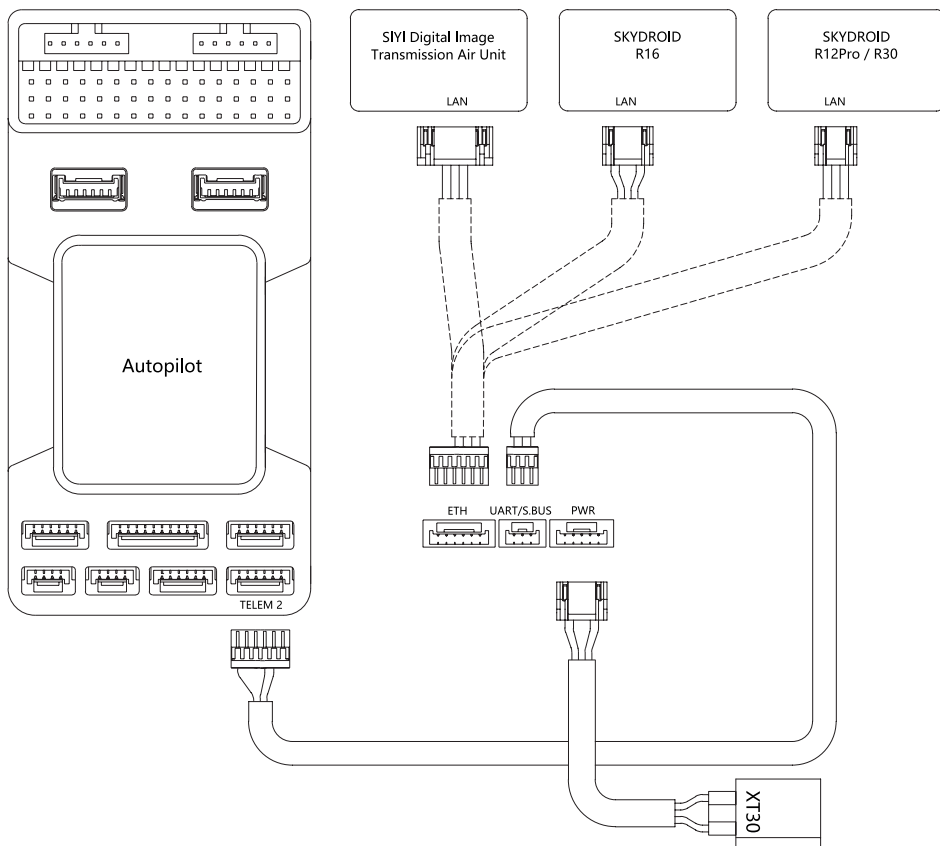


Z-4Pro/Z-4Mini



附录 2 开源飞控接线示意图

以使用飞控 TELEM2 接口为例



附录 3 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 4 MAVLink 配置说明

ArduPilot

以使用飞控 TELEM2 接口为例

飞控固件 V4.5.7~V4.6.2

SERIAL2	
SERIAL2_BAUD	115
SERIAL2_OPTIONS	1024
SERIAL2_PROTOCOL	2
SR2	
SR2_ADSB	0 Hz
SR2_EXIT_STAT	0 Hz
SR2_EXTRA1	0 Hz
SR2_EXTRA2	0 Hz
SR2_EXTRA3	0 Hz
SR2_PARAMS	0 Hz
SR2_POSITION	0 Hz
SR2_RAW_CTRL	0 Hz
SR2_RAW_SENS	0 Hz
SR2_RC_CHAN	0 Hz
MNT1	
MNT1_TYPE	4 (SToRM32 Mavlink)
MNT1_DEFLT_MODE	0 (Retracted)
CAM	
CAM1_TYPE	6 (MAVLinkCamV2)

以使用飞控 TELEM2 接口为例

飞控固件 V4.7 及以上

SERIAL2_PROTOCOL	8 (Gimbal)
SERIAL2_BAUD	115 / 250 / 500 / 1000 (吊舱波特率自适应)
CAM1_TYPE	4 (Mount)
MNT1_TYPE	14 (XFRobot)
MNT1_ROLL_MIN	-50
MNT1_ROLL_MAX	50
MNT1_PITCH_MIN	-145
MNT1_PITCH_MAX	60
MNT1_YAW_MIN	-180
MNT1_YAW_MAX	180
MNT1_RC_RATE	60 (deg/s)
RC6_OPTION	213 (Mount Pitch)
RC7_OPTION	214 (Mount Yaw)
RC9_OPTION	163 (Mount Lock)



访问 <https://ardupilot.org/copter/docs/common-xfrobot-gimbal.html>
获取更多支持。

PX4

以使用飞控 TELEM2 接口为例

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 5 照片 XMP 数据速查表

字段	字段说明
CarrierLongitude	拍照时刻的载机经度
CarrierLatitude	拍照时刻的载机纬度
CarrierAltitude	拍照时刻的海拔高度
TargetLongitude	拍照时刻的目标经度
TargetLatitude	拍照时刻的目标纬度
TargetAltitude	拍照时刻的目标高度
PodRoll	拍照时刻相机的滚转欧拉角（NED 坐标系，旋转顺序为 ZYX）
PodPitch	拍照时刻相机的俯仰欧拉角（NED 坐标系，旋转顺序为 ZYX）
PodYaw	拍照时刻相机的偏航欧拉角（NED 坐标系，旋转顺序为 ZYX）
FocalLength	焦距

附录 6 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
```