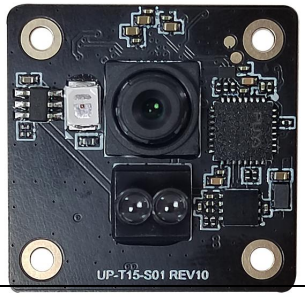
UP-T15-S01 光流+激光模块

产品规格书



目 录

一、产品规格 1
二、外形尺寸结构图 2
三、管脚和功能描述 2
四、UART 接口协议内容 3
4.1 UPIX 协议 3
4.1.1 Upix 协议内容 3
4.1.2 输出数据详解 4
4.1.3 速度计算详解 4
4.2 MAVLINK V1 APM 4
4.3 MAVLINK V1 PX4 7
4.4 MSP V2 10
五、DRONECAN 接口协议内容 11
六、光流坐标系定义 11
七、光流机头方向 12
八、激光安全说明 12
九、典型测试标准 13
9.1 激光正常测距及光流好 13
9.2 激光测距超量程及光流差 13
十、其他资料 14

一、产品规格

表 1 产品规格参数表

	规格	参数
模块	工作电压	3.7～5.0V
	工作电流	≤100mA
	功耗	≤0.5W
	峰值电流	100mA
	通信电平	LVTTL（3.3V）
	通信波特率	UART：115200 DroneCAN：1000000
	支持协议	Upix 协议、 MSP V2 MavLink V1 PX4、 MavLink V1 APM、DroneCAN
	初始化时间	3 秒以内
	工作温度	-20～60℃
	存储温度	-40～70℃
	通讯接口	DroneCAN 或 UART
	尺寸	25.2*25*10.9mm（长*宽*高）
	重量	2.6g
TOF	视场角	水平/垂直：4° /5°
	测量距离	室内：88%反射率白卡 12m 量程 @0KLux 照度 室内：5%反射率黑卡 12m 量程 @0KLux 照度 室外：88%反射率白卡 7m 量程 @100KLux 照度 室外：5%反射率黑卡 7m 量程 @100KLux 照度
	测量量程	0.025～12m
	测量精度	2.5~100cm 精度±3cm,1m~12m 精度 3%以内
	测量盲区	2.5cm
	光源波长	940nm
	使用环境	室内、室外
光流	视场角	水平/垂直：30°
	帧率	100Hz
	环境照度	>20Lux
	最高测量速度	1 米高度时：12.5m/s
	使用环境	室内、室外

与其他光流+激光测距模块相比，UP-T15-S01 最大的改进是增加了与无人机飞控之间的 DroneCAN 通信接口。DroneCAN 是一种专为无人机和机器人系统设计的基于 CAN 总线的开源通信协议，现已成为 ArduPilot 和 PX4 等主流开源飞控与 CAN 外设通信的标准协议。

二、外形尺寸结构图

本产品型号为 UP-T15-S01 REV10，硬件部分主要为主板。如图 1 所示，主板尺寸结构示意图，尺寸分别为：长 25.2mm、宽 25mm、高 10.9mm。

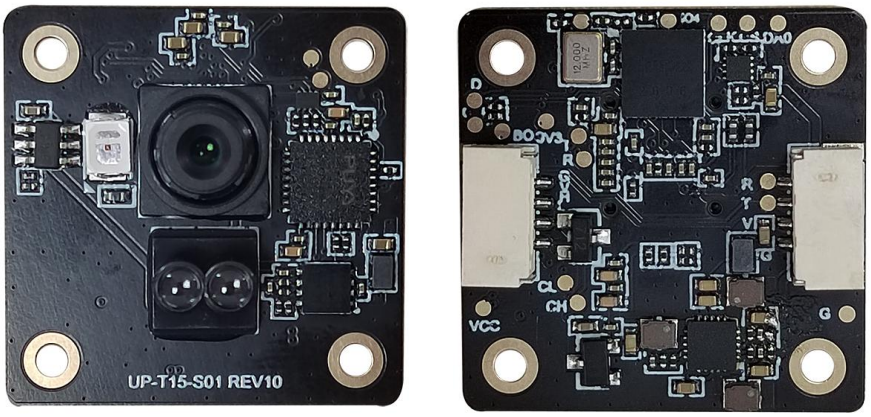


图 1 UP-T15-S01 REV10 主板尺寸结构图（单位: mm）

三、管脚和功能描述

UP-T15-S01 REV10 可以用 UART 接口连接飞控，如图 2 所示，连接座间距为 1.0mm。

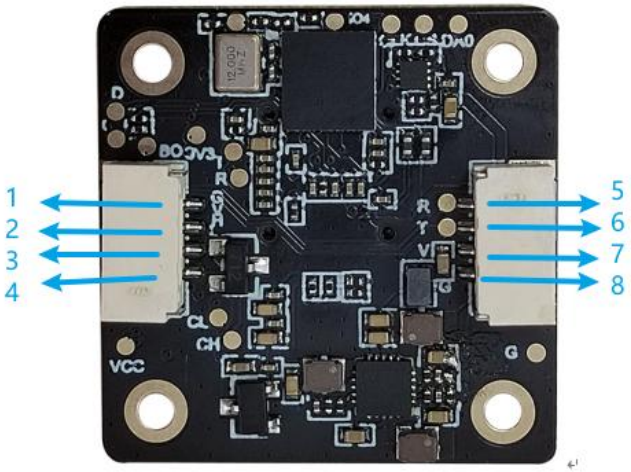


图 2 引脚示意图

表 2 各引脚的功能描述表

通讯接口	序号	引脚定义
DroneCAN	1	GND
	2	VCC
	3	CANH
	4	CANL
UATR	5	RX
	6	TX
	7	VCC
	8	GND

四、UART 接口协议内容

4.1 Upix 协议

4.1.1 Upix 协议内容

表 3 Upix 协议内容

序号		包数据	内容说明
1	包头	0xFE	数据包的开始标识
2		0x0A	数据包字节数（固定值 0x0A）
3	光流激光数据结构体	flow_x_integral 的低字节	X 像素点累计时间内的累加位移（upix 协议中的 flow_x_integral 和 flow_y_integral 均为原始值的 10000 倍。计算实际位移时，需先除以 10000，再乘以高度(mm)
4		flow_x_integral 的高字节	
5		flow_y_integral 的低字节	Y 像素点累计时间内的累加位移（upix 协议中的 flow_x_integral 和 flow_y_integral 均为原始值的 10000 倍。计算实际位移时，需先除以 10000，再乘以高度(mm)
6		flow_y_integral 的高字节	
7		integration_timespan 的低字节	上一次发送光流数据到本次发送光流数据的累计时间（us）
8		integration_timespan 的高字节	
9		激光测距的低字节	激光测距距离(mm)，比如低字节为 0x12，高字节为 0x08，则激光测距距离为 0x0812=2066mm
10		激光测距的高字节	
11		valid	状态值：0(0x00)无效，255(0xFF)最可靠，中间值越大置信度越高
12		激光测距的置信度	激光测距置信度，比如 0x64 表示激光测距置信度为 100%
13	校验值	XOR	3-12 字节异或
14	包尾	0x55	数据包的结束标识(固定值 0x55)

- 本协议的默认通信速率为：115200 bps。
- 本文采用的硬件通信格式：1 位起始位，8 位数据位和 1 位停止位，其他无。

4.1.2 输出数据详解

输出数据示例如下：0xFE，0x0A，0x02，0x00，0xFE，0xFF，0x20，0x4E，0xFD，0x09，0xF5，0x00，0x6C，0x55

- flow_x_integral 的低字节为 0x02
- flow_x_integral 的高字节为 0x00
- flow_y_integral 的低字节为 0xFE
- flow_y_integral 的高字节为 0xFF
- integration_timespan 的低字节为 0x20
- integration_timespan 的高字节为 0x4E
- 激光测距的低字节为 0xFD
- 激光测距的高字节为 0x09
- valid 为 0xF5
- 激光测距的置信度为 0x00

4.1.3 速度计算详解

由 5.1.2 得到的 flow_x_integral=0x0002 即 2rad，integration_timespan=0x4E20 即 20000us 即 20ms 为例，由于放大了 10000 倍因此 20ms 内角位移为 2/10000rad=0.0002rad,
进而可以计算：

- 直接计算角速度 rad/ms：0.0002rad/20ms
- 结合高度信息计算 20ms 的实际位移 mm：0.0002rad*高度 mm
- 结合高度信息计算实际速度 mm/ms：(0.0002rad*高度 mm)/20ms

4.2 MavLink V1 APM

1、MavLink 全称 Micro Air Vehicle Link(微型飞行器连接通信协议)；
2、Mavlink 有 V1 和 V2 版本，本产品使用的是 V1 版本，消息格式参考 https://mavlink.io/en/messages/common.html，顺序以本手册为准；
3、Mavlink V1 APM 用于 APM 飞控固件；而 Mavlink V1 PX4 用于 PX4 飞控固件。

- 用一个消息 ID 为 0x64 的数据包发送光流数据，
- 另一个消息 ID 为 0x84 的数据包发送距离数据。

表 4 APM 协议内容

参数名		数据类型	说明
帧头		uint8_t	0xFE
负载长度		uint8_t	消息负载长度，固定为 0x1A
包序列号		uint8_t	数据包序列号 0x00-0xFF 循环
系统 ID		uint8_t	发送本消息的设备编号，用于区分同一网络中的不同设备，固定为 0x00
组件 ID		uint8_t	发送本消息的组件编号，用于区分同一设备中不同组件，固定为 0x9E
消息 ID		uint8_t	不同消息 ID 对应不同的消息负载格式，固定为 0x64
消息负载 26 个字节	time_usec(us)[注1]	uint64_t	Timestamp (time since system boot)
	flow_comp_x(m/s)	float	Flow in x-sensor direction, angular-speed compensated 没有陀螺仪因此不补偿直接使用(优象协议的 flow_x_integral(rad)/10000)*(优象协议中的激光测距值 m)/(优象协议中的 integration_timespan(s))[注2] 注：在激光测距值超量程时，此时参与计算的测距值固定为:8m,其余情况使用测距真实值
	flow_comp_y(m/s)	float	Flow in y-sensor direction, angular-speed compensated 没有陀螺仪因此不补偿直接使用(优象协议中的(flow_y_integral(rad)/10000)*(优象协议中的激光测距值 m)/(优象协议中的 integration_timespan(s)) 注：在激光测距值超量程时，此时参与计算的测距值固定为:15m,其余情况使用测距真实值
	ground_distance(m)	float	Ground distance. Positive value: distance known. Negative value: Unknown distance 使用优象协议中的激光测距值(m)
	flow_x(dpix)	int16_t	Flow in x-sensor direction 使用优象协议中的 flow_x_integral*10/36[注3]
	flow_y(dpix)	int16_t	Flow in y-sensor direction 使用优象协议中的 flow_y_integral*10/36
	sensor_id	uint8_t	Sensor ID 固定为 0x00
	quality	uint8_t	Optical flow quality / confidence. 0: bad, 255: 状态值：0(0x00)无效，255(0xFF)最可靠，中间值越大置信度越高
	flow_rate_x(rad/s)	float	未使用
	flow_rate_y(rad/s)	float	未使用
帧校验		uint16_t	校验从负载长度到消息载荷，但需要在消息负载后额外加上一个 MAVLINK_CRC_EXTRA 值[注4]，使用 CRC-16/MCRF4XX 算法
帧头		uint8_t	0xFE
负载长度		uint8_t	消息负载长度 0x0E
包序列号		uint8_t	数据包序列号 0x00-0xFF 循环

系统 ID		uint8_t	同上
组件 ID		uint8_t	同上
消息 ID		uint8_t	不同消息 ID 对应不同的消息负载格式，固定为 0x84
消息负载 14 个字节	time_boot(ms)	uint32_t	Timestamp (time since system boot)
	min_distance(cm)	uint16_t	Minimum distance the sensor can measure T1 固定为 0x0002，T2 固定为 0x0005
	max_distance(cm)	uint16_t	Maximum distance the sensor can measure T1 固定为 0x0190，T2 固定为 0x05DC
	current_distance(cm)	uint16_t	Current distance reading 使用优象协议中的测距值(cm)
	Type	uint8_t	Type of distance sensor 固定为 0x00
	id	uint8_t	Onboard ID of the sensor 固定为 0x00
	orientation	uint8_t	Direction the sensor faces. downward-facing: ROTATION_PITCH_270, upward-facing: ROTATION_PITCH_90, backward-facing: ROTATION_PITCH_180, forward-facing: ROTATION_NONE, left-facing: ROTATION_YAW_90, right-facing: ROTATION_YAW_270. 固定为 0x19
	covariance(cm^2)	uint8_t	Measurement variance. Max standard deviation is 6cm. UINT8_MAX if unknown 固定为 0x00
	horizontal_fov(rad)注4	float	未使用
	vertical_fov(rad)	float	未使用
	quaternion	float[4]	未使用
	signal_quality(%)	uint8_t	未使用
帧校验		uint16_t	同上

注意事项：

注 1：黄色文字背景表示非固定量；

注 2：需要按公式中的单位转换单位，下文不再赘述；

注 3：本文所有数据均采用小端模式发送，下文不再赘述；

注 4：static const uint8_t crc_extra_array[256]={50, 124, 137, 0, 237, 217, 104, 119, 0, 0, 0, 89, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 214, 159, 220, 168, 24, 23, 170, 144, 67, 115, 39, 246, 185, 104, 237, 244, 222, 212, 9, 254, 230, 28, 28, 132, 221, 232, 11, 153, 41, 39,78, 0, 0, 0, 15, 3, 0, 0, 0, 0,0, 153, 183, 51, 59, 118, 148, 21, 0, 243, 124, 0, 0, 38, 20, 158, 152, 143, 0, 0,0, 106, 49, 22, 143, 140, 5, 150, 0, 231, 183, 63, 54, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,175, 102, 158, 208, 56, 93, 138, 108, 32, 185, 84, 34, 174, 124, 237, 4, 76, 128, 56, 116, 134, 237, 203, 250, 87, 203, 220, 25, 226, 46, 29, 223, 85, 6, 229, 203, 1, 195, 109, 168, 181, 148, 72, 0, 0, 0, 103, 154, 178, 200,0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,

0,0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 90, 104, 85, 95, 83, 0, 0, 8, 204, 49, 170, 44, 83, 46, 0};以消息 ID 为 0x64 为例，在上表查找 crc_extra_array[0x64]的值为 175，补到消息负载后再校验；

注 5：蓝色字体表示为协议可选项，本文未使用未包含进固件，并非固定为 0.

4.3 MavLink V1 PX4

- 用一个消息 ID 为 0x6A 的数据包发送光流数据，
- 另一个消息 ID 为 0x84 的数据包发送距离数据。

表 5 PX4 协议内容

参数名		数据类型	说明
帧头		uint8_t	0xFE
负载长度		uint8_t	消息负载长度，固定为 0x2C
包序列号		uint8_t	数据包序列号 0x00-0xFF 循环
系统 ID		uint8_t	发送本消息的设备编号，用于区分同一网络中的不同设备，固定为 0x00
组件 ID		uint8_t	发送本消息的组件编号，用于区分同一设备中不同组件，固定为 0x9E
消息 ID		uint8_t	不同消息 ID 对应不同的消息负载格式，固定为 0x6A
消息负载 44 个字节	time_usec(us)	uint64_t	Timestamp (time since system boot)
	integration_time(us)	uint32_t	Integration time. Divide integrated_x and integrated_y by the integration time to obtain average flow. The integration time also indicates the 使用优象协议中的 integration_timespan(us)值
	integrated_x(rad)	float	Flow around X axis (Sensor RH rotation about the X axis induces a positive flow. Sensor linear motion along the positive Y axis induces a negative flow.)使用优象协议中的 flow_x_integral(rad)/10000
	integrated_y(rad)	float	Flow around Y axis (Sensor RH rotation about the Y axis induces a positive flow. Sensor linear motion along the positive X axis induces a positive flow.)使用优象协议中的 flow_y_integral(rad)/10000
	integrated_xgyro(rad)	float	RH rotation around X axis 固定为 NaN 值
	integrated_ygyro(rad)	float	RH rotation around Y axis 固定为 NaN 值
	integrated_zgyro(rad)	float	RH rotation around Z axis 固定为 NaN 值

	time_delta_distance(us)	uint32_t	Time since the distance was sampled T1 固定为 0x00008235，T2 固定为 0x0000208D
	distance(m)	float	Distance to the center of the flow field. Positive value (including zero): distance known. Negative value: Unknown distance 使用优象协议中的激光测距值(m)
	temperature(℃)	int16_t	Temperature 固定为 0x0000
	sensor_id	uint8_t	Sensor ID 固定为 0x00
	quality	uint8_t	Optical flow quality / confidence. 0: no valid flow, 255: 状态值：0(0x00)无效，255(0xFF)最可靠，中间值越大置信度越高
帧校验		uint16_t	校验从负载长度到消息载荷，但需要在消息负载后额外加上一个 MAVLINK_CRC_EXTRA 值，使用 CRC-16/MCRF4XX 算法
帧头		uint8_t	0xFE
负载长度		uint8_t	消息负载长度，固定为 0x0E
包序列号		uint8_t	数据包序列号 0x00-0xFF 循环
系统 ID		uint8_t	同上
组件 ID		uint8_t	同上
消息 ID		uint8_t	不同消息 ID 对应不同的消息负载格式，固定为 0x84
消息负载 14 个字节	time_boot(ms)	uint32_t	Timestamp (time since system boot)
	min_distance(cm)	uint16_t	Minimum distance the sensor can measure 固定为 0x0002
	max_distance(cm)	uint16_t	Maximum distance the sensor can measure 固定为 0x0FA0
	current_distance(cm)	uint16_t	Current distance reading 使用优象协议中的激光测距值(cm)
	Type	uint8_t	Type of distance sensor 固定为 0x00
	id	uint8_t	Onboard ID of the sensor 固定为 0x01
	orientation	uint8_t	Direction the sensor faces. downward-facing: ROTATION_PITCH_270, upward-facing: ROTATION_PITCH_90, backward-facing: ROTATION_PITCH_180, forward-facing: ROTATION_NONE, left-facing: ROTATION_YAW_90, right-facing: ROTATION_YAW_270. 固定为 0x19
	covariance(cm^2)	uint8_t	Measurement variance. Max standard deviation is 6cm. UINT8_MAX if unknown 固定为 0x00
	horizontal_fov(rad)	float	未使用
	vertical_fov(rad)	float	未使用
	quaternion	float[4]	未使用
	signal_quality(%)	uint8_t	未使用
帧校验		uint16_t	同上

注：重要字节说明请查看“5.2 MAVLINK V1 APM”中的注意事项。

4.4 MSP V2

1、MSP 全称 Multiwii Serial Protocol；

2、MSP 有 V1、V2 orver V1 和 V2 三个版本，本产品使用的是 V2 版本；

3、MSP 用于 iNavflight、MultiWii、CleanFlight 和 BetaFlight 等飞控。

- 用一个消息 ID 为 0x1F01 的数据包发送距离数据；
- 另一个消息 ID 为 0x1F02 的数据包发送光流数据。

表 6 MSP 协议内容

参数名		数据类型	说明
帧头		uint8_t	0x24
帧头		uint8_t	0x58
requeset or response		uint8_t	0x3C
flag		uint8_t	固定为 0x00
消息 ID		uint16_t	不同消息 ID 对应不同的消息负载格式，固定为 0x1F01
负载长度		uint16_t	消息负载长度，固定为 0x0005
消息负载	quality	uint8_t	使用优象协议中的激光测距置信度
	distance(mm)	uint32_t	使用优象协议的激光测距值(mm)
校验		uint8_t	校验从 flag 到消息载荷，使用 crc8_dvb_s2 算法
帧头		uint8_t	0x24
帧头		uint8_t	0x58
requeset or response		uint8_t	0x3C
flag		uint8_t	固定为 0x00
消息 ID		uint16_t	不同消息 ID 对应不同的消息负载格式，固定为 0x1F02
负载长度		uint16_t	消息负载长度，固定为 0x0009
消息负载	quality	uint8_t	使用优象协议中的 valid 值：0(0x00)无效，255(0xFF)最可靠，中间值越大置信度越高
	motionX(deg)	int32_t	optical flow in deg measured about the X body axis 使用(优象协议的 flow_x_integral(rad)) * (180.0 / PI) 转成 deg，该值被放大了 10000 倍
	motionY(deg)	int32_t	optical flow in deg measured about the Y body axis 使用(优象协议的 flow_y_integral(rad)) * (180.0 / PI) 转成 deg，该值被放大了 10000 倍
校验		uint8_t	同上

注：黄色文字背景表示非固定量；

五、DroneCAN 接口协议内容

参数	类型	含义	说明
CRC	uint16	CRC 校验位	所有有效字节根据对应的数字签名进行计算得出的结果
timestamp	uint56	时间戳	目前没有传输时间戳
sensor_id	uint8	传感器 ID	默认设置为 0
orientation	int5[3] + bool	朝向	0 => 25（飞控）：Down，其他没有进行研究
field_of_view	float16	视场角	
sensor_type	uint5	传感器类型	1 => LASER
reading_type	uint3	读数类型	类似于置信度，飞控用这个来判断当前帧是否可用 0 => UNDEFINED 1 => VALID 2 => TOO_CLOSE 3 => TOO_FAR 4 => INVALID
range	float16	测距值	单位为米
CRC	uint16	CRC 校验位	所有有效字节根据对应的数字签名进行计算得出的结果
integration_interval	float32	积分时间间隔	单位秒
rate_gyro_integral	float32[2]	陀螺仪角位移积分 x/y	无，填充为 0
flow_integral	float32[2]	光流视场位移积分 x/y	单位弧度
quality	uint8	置信度	0-255

六、光流坐标系定义

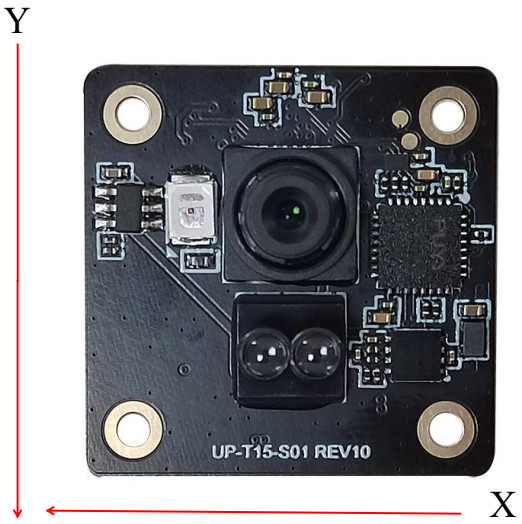


图 3 光流坐标系

七、光流机头方向

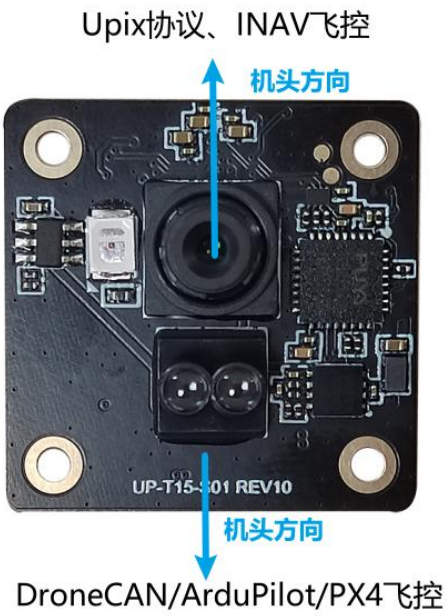


图 4 机头方向

八、激光安全说明

本产品包含一个激光发射器和相应的驱动电路。激光输出设计为保持在所有合理可预见的条件下，包括合规的单一故障， 在 1 级激光安全限值内符合 IEC 60825-1:2014 标准。只要采用优象推荐的产品配置并遵守规定的运行条件（特别是本手册中所述的绝对使用条件）。不得以任何方式增加激光输出功率，也不得使用任何光学器件聚焦激光束。

注意：使用本规范规定以外的控制、调整或执行程序可能导致危险的辐射暴露。

九、典型测试标准

9.1 激光正常测距及光流好

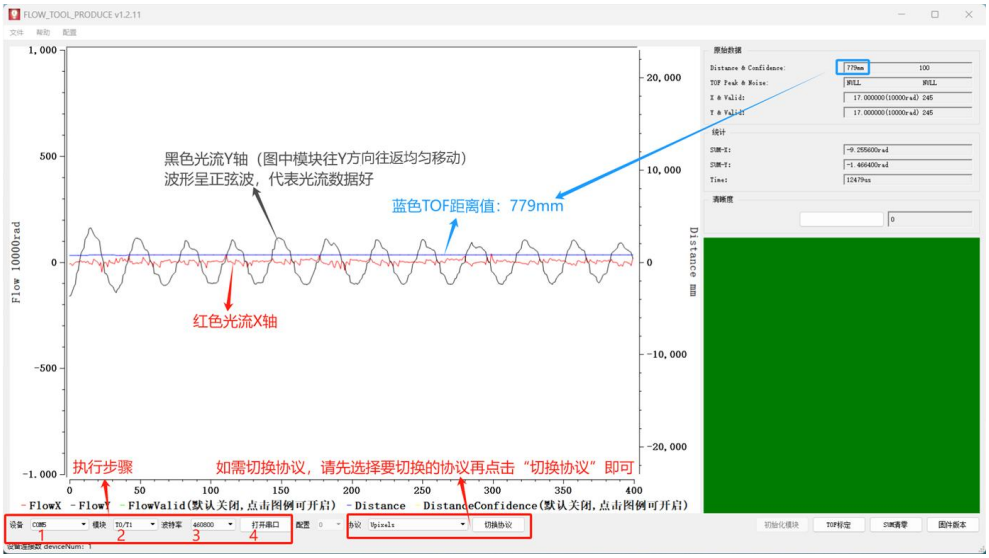


图 5 正常测试值（激光和光流）波形图

9.2 激光测距超量程及光流差

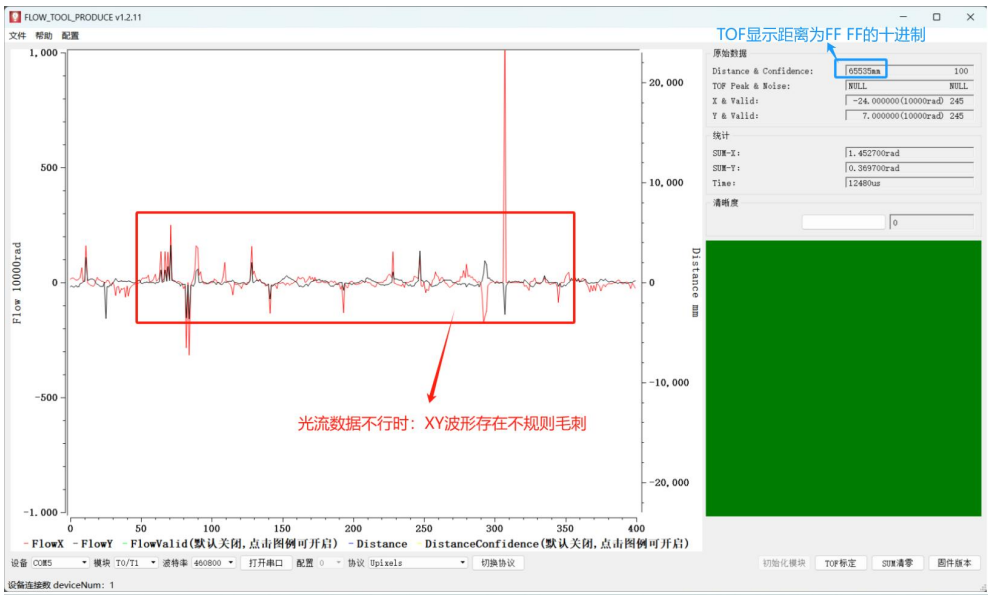


图 6 激光超量程、光流不好时波形图

激光是否有效判断标准示例：

- 激光有效：FE 0A FE FF 04 00 BF 30 84 02 F5 64 9D 55（84 02 代表实测距离 644mm）
- 激光超量程：FE 0A 00 00 00 00 BF 30 FF FF F5 64 1E 55（FF FF 代表激光超量程）

十、其他资料

表 7　资料清单

序号	资料	说明
1	上位机工具	测试模块是否有数据输出，能用输出波形的方式看数据，更直观。
2	SSCOM 串口工具	查看模块输出的详细协议内容、输出速度
3	UP-T15 操作使用.mp4	视频包括：模块连接、上位机的使用，注意点。
4	T 系列产品调试手册 20241219.pdf	常见问题如何解决：包括上位机、光流和激光常见问题解决方案。
5	优象科技协议介绍用户手册.pdf	优象、PX4、APM、MSP 协议内容介绍，以及连接飞控的详细步骤。
6	UP-T15+APM 协议+MissionPlanner 飞控.mp4 UP-T15+APM 协议+QGC 飞控.mp4 UP-T15+MSP 协议+INAV 飞控.mp4 UP-T15+PX4 协议+QGC 飞控.mp4	PX4、APM、MSP 飞控如何使用操作视频
7	UP-T15.stp	可用于评估结构

注：如需以上资料请联系客服人员。