

TF02 单点测距激光雷达

产品规格书



北醒（北京）光子科技有限公司



目录

1. 产品概述.....	3
2. 光学原理.....	3
3. 电学特性.....	3
4. 产品特性.....	4
5. 防护.....	4
5.1 防护等级.....	4
5.2 防农药腐蚀.....	5
6. 探测角.....	6
7. 尺寸及产品规格.....	7
8. 噪声模型.....	8
9. 数据格式.....	9
9.1 通信协议.....	9
9.2 串口标准数据格式.....	9
9.3 串口 PIX 数据格式.....	10
9.4 CAN 标准数据格式.....	10
10. 串口上位机界面说明.....	10

1. 产品概述

产品基于 TOF (Time of Flight) 原理，配合独特的光学、电学、设计，以达到稳定、精准、高灵敏和高速的距离测量。

关键特性：

- 具有高灵敏度，并且测量距离最远可达 22 米
- 高速测量，最高 100Hz 的采样频率
- 优良的抗环境光使用性能（100kLux 环境光线下工作）
- 防护等级达到 IP65
- 防农药腐蚀
- 体积小、重量轻

主要应用：

- 无人机定高及地形跟随
- 机器控制和安全传感器
- 距离测量仪

2. 光学原理

TOF 是飞行时间 (Time of Flight) 技术的缩写，即传感器发出经调制的近红外光，遇物体后反射，传感器通过计算光线发射和反射时间差或相位差，来换算被拍摄景物的距离，以产生深度信息。

3. 电学特性

项目	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	DC	4.5	5 ($\geq 1A$)	6	V
平均功率	P		1		W
峰值电流	I_p		1		A
串口 TTL 电平	LVTTTL		0 ~ 3.3		V



4. 产品特性

项目	符号	条件或说明	典型值	单位
工作距离	L	室内	0.4 - 10 (反射率 10%) 0.4 - 22 (反射率 90%)	m
		室外 100Klux 环境光强	0.4 - 10 (反射率 30%)	
信号光发射半角	α	光斑发散角	2	Degree
信号接收半角	β	雷达有效探测半角	1.5	Degree
距离分辨力	Re	对距离变化的敏感度	1	cm
距离重复精度	σ	室内重复测距的 1σ 标准差	<1 (10m 内) <2 (10m~22m)	cm
距离准度	Δ	测试距离与实际距离的偏差	<6 (5m 内) <2% (5m~22m)	cm
光源	λ	中心波长	850	nm
工作温度	T		-10~60	°C
防护等级	IP		IP65	
人眼安全	S	满足 EN62471	豁免级	
重量	W	含连接线	52	g
尺寸	LWH	长*宽*高	69*46*26	mm

①黑色标准板的反射率为 10%，白色标准板的反射率为 90%。

②测试环境为室内白色标准板。

5. 防护

5.1 防护等级

IP (INGRESS PROTECTION) 防护等级系统是由 IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION) 所起草，将电器依其防尘防湿气之特性加以分级。IP 防护等级是由两个数字所组成，第 1 个数字表示电器防尘、防止外物侵入的等级，第 2 个数字表示电器防湿气、防水侵入的密闭程度，数字越大表示其防护等级越高。





TF02 的防护等级为 IP65，IP 防尘 6 级，IP 防水 5 级。

IP 防尘等级 6 级表示完全防止外物及灰尘侵入；

IP 防水等级 5 级表示防止来自各个方向飞由喷嘴射出的水侵入电器而造成损坏。

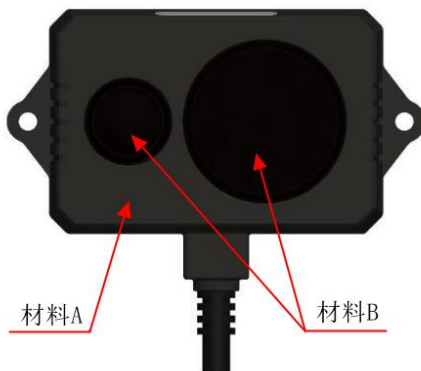
TF02 的防护等级保障其在小雨、中雨、无人机喷洒农药、光学窗口受污染^①的情况下正常工作。

①如您的使用环境较为恶劣，想了解更多光学窗口污染对其影响，请联系我们获取《TF02 单点测距激光雷达污染测试报告》。

5.2 防农药腐蚀

TF02 的外壳材质经过特殊配比和试验，有别于传统的塑胶材质，更耐受农药腐蚀，使其能够在室外恶劣环境的下正常工作。特别是在植保无人机领域，防农药腐蚀使产品的可靠性和寿命大大提高。

TF02 的外壳由两种材料组成，如下图所示，材料 A 和材料 B 分别构成其外壳和光学窗口。针对这两种材料进行如下农药腐蚀测试，分别将两种材料试验品完全浸没在稀释 100 倍的 9 种农药内，浸泡时间 48 小时以上。



TF02 外壳材料指示图



TF02 的外壳材料腐蚀测试结果如下表所示，其中材料 A（外壳部分）完全不受农药腐蚀，材料 B（光学窗口）受到部分腐蚀。由于我们测试条件中农药浓度和试验材料与农药的接触面积均高于正常环境，因此其具有较高的防农药腐蚀特性。

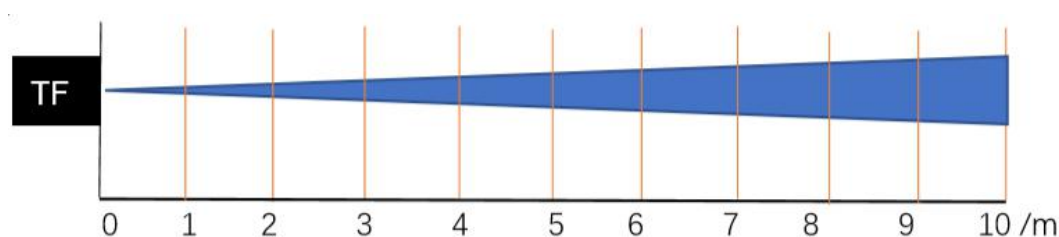
TF02 的外壳材料农药腐蚀测试表

序号	测试农药种类	材料A (外壳部分)	现象	材料B (光学窗口)	现象
1	溴氰菊酯	√		√	
2	氯氰菊酯	√		×	表面腐蚀
3	碱式硫酸铜	√		√	
4	草甘膦	√		√	
5	草铵膦	√		√	
6	唑类	√		√	
7	噁霉灵	√		×	表面腐蚀
8	苯氧乙酸类	√		×	有腐蚀，材质变软
9	氟乐灵	√		×	有腐蚀，材质变软

说明：测试方法中，稀释 100 倍是指农药与水的比例为 1:100，即农药比例为 1%。试验中农药比例高于常见的农药配比（0.1%-1%）。试验品完全浸没在 9 种农药内，浸泡时间 48 小时以上。√表示材质完全不受腐蚀，×表示材质受到腐蚀影响。

6. 探测角

TF02 的信号接收角为 3° ，因此雷达的探测角度即为 3° ，在不同距离探测范围的边长（探测范围形状为正方形）如表格所示。



探测范围（接收角）示意图

距离 (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	22
探测范围 边长 (cm)	5	10	16	21	26	31	37	42	47	52	79	105	115



说明：表中距离代表雷达与被探测目标的垂直距离，单位是 m；探测范围边长单位为 cm。一般所探测目标物体的边长应大于探测范围边长，雷达输出数据才可信；当探测物体的边长小于探测范围时，雷达输出数据波动，误差增大。

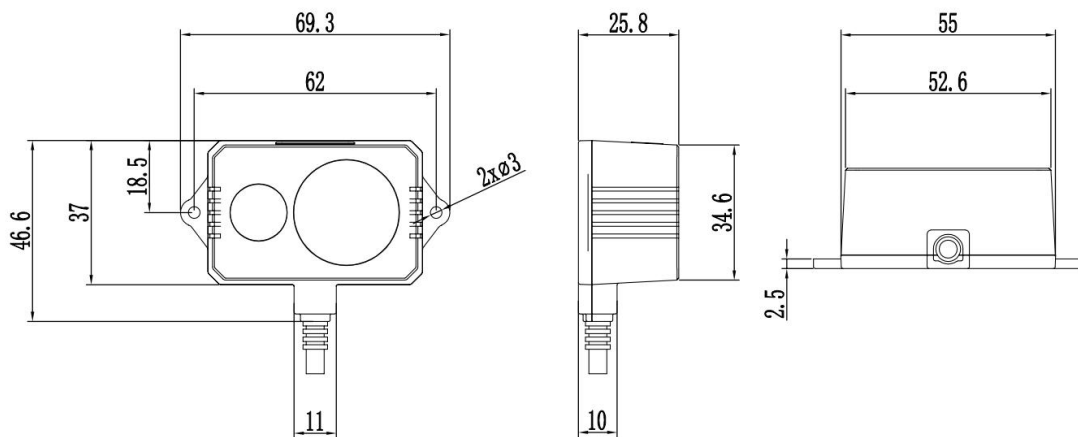
注意：探测范围边长不等于相应距离上的物体分辨率。

7. 尺寸及产品规格

以下模组实物图片及外形尺寸图均为参考设计，可以根据客户需求和实际应用场景进行定制。



DELiDAR TF02 外形图



DELiDAR TF02 外形尺寸图（单位：mm）



安装需求：

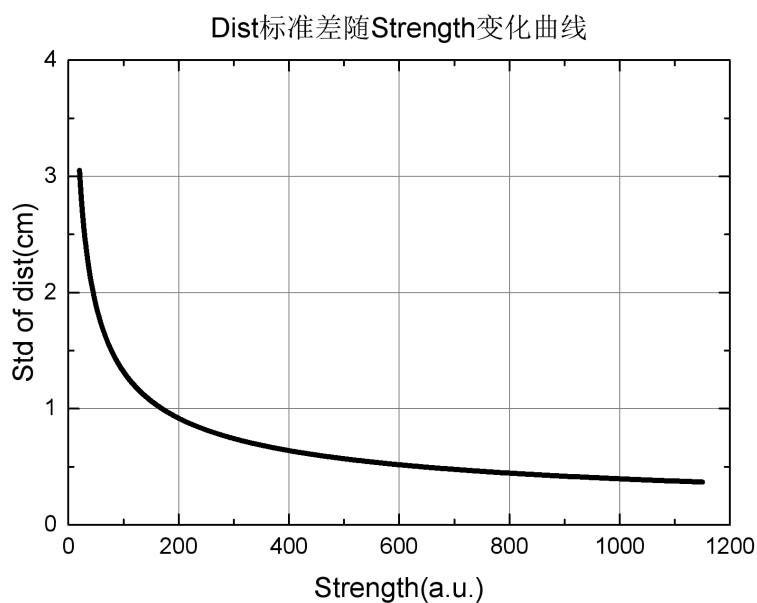
- 1、雷达与外部结构安装建议使用 M2.5 圆头十字螺丝。
- 2、雷达前面板的光学窗口不能被遮挡，且应保持清洁。

线序说明：

	串口线序	CAN 口线序
红线	+5V	+5V
黑线	GND	GND
白线	TTL-RXD	CAN-L
绿线	TTL-TXD	CAN-H

8. 噪声模型

雷达测试距离的重复精度与 Strength（信号强度）有关，Strength 越高，dist 稳定性越高，dist 标准差越小。



Dist 标准差随 Strength 变化曲线



9. 数据格式

9.1 通信协议

以下部分为 DE-LiDAR TF02 使用串口或 CAN 与外部设备连接通信的方式介绍，其中包括：发送数据的编码格式，模组与外部设备间通信协议。串口输出电平为 LVTTTL 电平（0-3.3V）。

通讯协议	UART	CAN
波特率	115200	1M
数据位	8	--
停止位	1	--
校验位	无	--
ID	--	0x00090002
帧格式	--	扩展帧

9.2 串口标准数据格式

TF02 输出的数据如下表所示，数据均为 16 进制数，每帧数据共计 9 字节，数据包含距离信息，即 Dist；信号强度信息，即 STRENGTH；可信度信息，即 SIG；帧尾为数据校验位。

数据位	定义	说明
Byte0	帧头	0x59
Byte1	帧头	0x59
Byte2	DIST_L	DIST 低八位
Byte3	DIST_H	DIST 高八位
Byte4	STRENGTH_L	STRENGTH 低八位
Byte5	STRENGTH_H	STRENGTH 高八位
Byte6	SIG	可信度分为 8 个等级，分别用 0x01-0x08 进行表示 当可信度为 7 或者 8 时，表明数据可信 当可信度为其他值时，不建议使用该帧数据
Byte7	TIME	曝光时间，共分为两档，分别用 0x03、0x06 进行表示，数值越大，表示曝光时间越长
Byte8	校验	Checksum 校验位低八位 ,Checksum = Byte0 + Byte2 + ... + Byte7，Checksum 为前 8 个字节校验和的低八位



9.3 串口 pix 数据格式

以字符串形式输出，单位为 m，比如测距为 1.21m，则输出字符串 1.21。每个距离值以换行结束。

注：若 TF02 输出距离为 22 (m)，表示超量程或信号强度不足，该距离不可信，建议剔除。

9.4 CAN 标准数据格式

TF02 输出的数据如下表所示，数据均为 16 进制数，每帧数据共计 8 字节，数据包含距离信息，即 Dist；信号强度信息，即 STRENGTH；可信度信息，即 SIG。

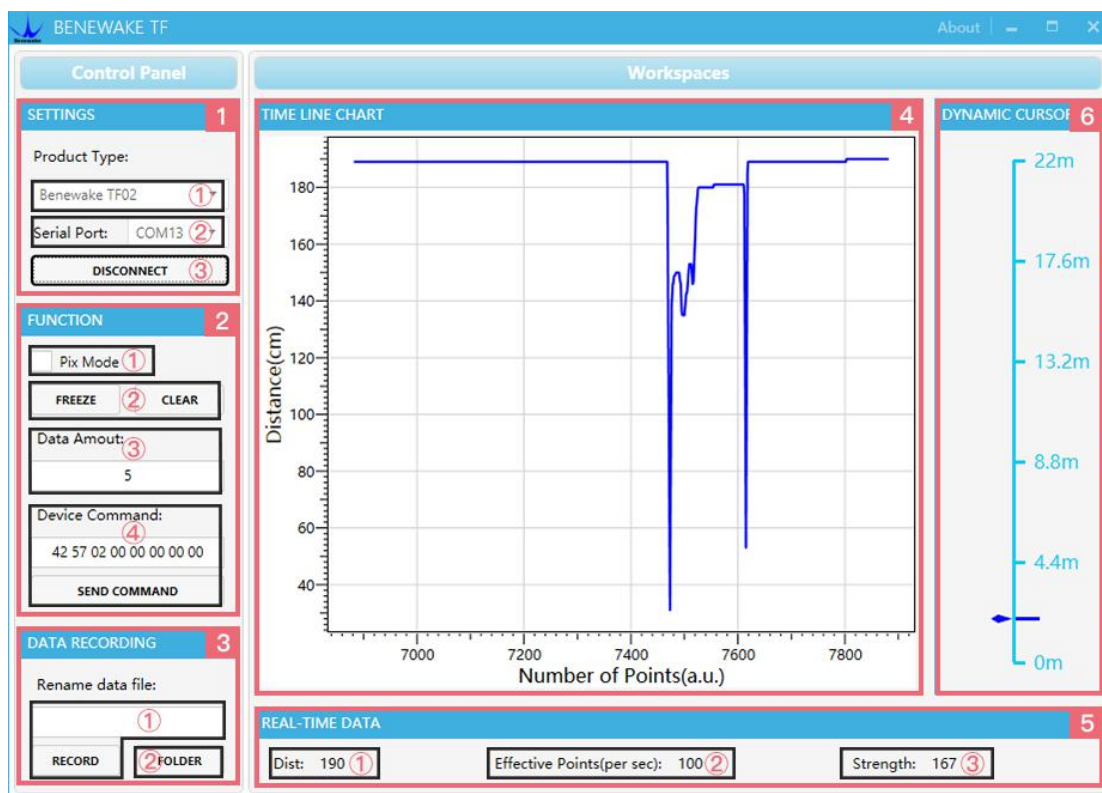
备注：CAN 通信协议可以根据客户的需求进行定制。

数据位	定义	说明
Byte0	DIST_H	DIST 高八位
Byte1	DIST_L	DIST 低八位
Byte2	STRENGTH_H	STRENGTH 高八位
Byte3	STRENGTH_L	STRENGTH 低八位
Byte4	TIME	曝光时间，共分为两档，分别用 0x03、0x06 进行表示，数值越大，表示曝光时间越长
Byte5	SIG	可信度分为 8 个等级，分别用 0x01-0x08 进行表示 当可信度为 7 或者 8 时，表明数据可信 当可信度为其他值时，不建议使用该帧数据
Byte6	保留位	保留位
Byte7	保留位	保留位

10. 串口上位机界面说明

该上位机目前仅支持在 windows 系统下使用，适用于北醒光子科技有限公司的 TF 系列产品，但仅限于按照串口通信协议输出的产品，具体操作细节见下列说明。





1) 产品型号/串口控制区

- ① Product Type 产品型号选择：在电脑端通过 TTL-USB 转接板连接相应的雷达型号，如图使用的是本公司产品 TF02，选择 Benewake TF02 即可。
- ② Serial Port 串口通信的端口：选择电脑端识别雷达相应的端口号。
- ③ CONNECT/DISCONNECT：点击【CONNECT】按钮，建立与雷达的连接；当点击【DISCONNECT】按钮，取消连接。

2) 功能区

- ① Pix Mode 模式选择：如果是 Pixhawk 版本，勾选之后开启 PIX 模式；取消勾选，恢复默认输出格式。
- ② FREEZE/CLEAR 暂停/取消按钮：点击【FREEZE】之后，可以使上位机暂停，便于分析【4】中的图像；点击【CLEAR】之后，会清除【4】内的绘图曲线，重新开始绘图。



- ③ Date Amount 数据总计平均：默认是 5，即上位机每接收 5 个点，把 5 个点的数值取平均后输出一个点。可按需修改（为防止上位机卡顿，数值最好 ≥ 5 ），输入数值后，通过键盘回车键发送命令。
- ④ Device Command 串口指令发送区：可通过此窗口对 TF 进行 16 进制串口指令的发送，进行功能的修改或设置，具体指令请咨询北醒 FAE 组。

3) 数据录制区

- ① Record 数据录制栏：在文本窗口给要保存的数据命名，输入完毕后敲下回车键通过【RECORD】按钮录取 TF 数据，数据会保存在命名的文本文件中，再次点击该按钮【FINISHED】，数据录制结束。
- ② FOLDER 打开文件夹：通过【FOLDER】打开数据保存的文件夹。

4) 数据图像显示区：上位机根据接收到的数据绘制连续的测距图像，纵坐标表示当前测距，横坐标表示有效点数。

5) 实时数据显示区

- ① Dist 测距值：默认单位 cm。
- ② EffectivePoint (per sec)：表示 TF 每秒刷新的有效数据。
- ③ Strength 信号强度：在 pix 模式下，由于没有强度输入 Strength 默认为 0。

6) 量程标尺：依据当前的产品型号实时显示探测的距离值。

使用时注意事项：

- 本产品属于定制精密光学仪器，须有本公司工程师进行维护。
- 工作温度：-10℃~60℃。
- 存储温度：-20℃~80℃。
- 本产品采用特有的光学系统，请勿长时间正对太阳使用，且应避光存储。