

TF03 激光雷达 UART-CAN 使用说明书



所述产品

产品型号：TF03 UART/CAN 版本

产品名称：TF03 激光雷达

制造商

公司：北醒（北京）光子科技有限公司

地址：中国 北京 海淀区 信息路甲 28 号

版权声明

本文档受版权保护。其中涉及到的一切权利归北醒公司所有。只允许在版权法的范围内复制本文档的全部或部分内容。未经北醒公司的官方书面许可,不允许对文档进行修改、删减或翻译。

© 北醒公司版权所有

前言

尊敬的用户：

您好。感谢您选择北醒光子科技的产品，我们很荣幸参与您解决问题的过程。

为了让产品的使用体验更好，我们特此制定产品使用说明书，帮助您更加便捷的使用产品，从而更好的帮您解决问题。有任何问题可联系我们（bw@benewake.com）。

本说明书中已涵盖常见情况下的使用说明及问题处理措施，但仍不能保证可完全解决您的问题。如果您在使用产品的过程中遇到其他问题，欢迎您咨询我们的技术支持人员（support@benewake.com），我们竭诚为您解决产品使用中的任何问题。您在使用产品过程中有任何意见或建议，可以到官网的留言咨询版块（http://www.benewake.com/contact_us）反馈给我们，我们期待您的参与。

我们是北醒，我们立志做最好的机器人眼睛！

目录

1	注意事项	6
1.1	关于文档	6
1.2	产品使用	6
1.3	产品失效情况	6
2	物理接口	7
2.1	线序说明	7
2.2	电气特性	7
3	产品安装	8
3.1	外观简介	8
3.2	产品结构	8
3.3	探测角度	9
4	通信协议与数据格式	10
4.1	串口版本	10
4.2	CAN 总线版本	12
4.3	自定义参数配置	12
4.3.1	指令通用格式说明	12
4.3.2	具体指令	13
5	快速测试步骤	15
5.1	产品测试所需工具	15
5.2	测试步骤	15
5.3	测试示例	17
5.3.1	不同反射率测试量程	17

5.3.2	不同材质测试准度	17
5.3.3	常见材质反射率	18
6	客户配置上位机.....	20
7	故障原因和处理措施	21
8	常见问题及解答	21
附录一	TF 上位机界面说明	23

1 注意事项

1.1 关于文档

- 本说明书提供产品使用过程中必需的各项信息。
- 请在使用本产品前认真阅读本说明书，并确保您已完全理解说明书内容。

1.2 产品使用

- 本产品只能由合格的专业人员维修，且只能使用原厂备件，以保证产品的性能和安全性。
- 产品本身无极性保护和过电压保护，请按说明书内容正确接线和供电。
- 产品的工作温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，请勿在此温度范围外使用，以免产生风险。
- 产品的存储温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ ，请勿在此温度范围外存储，以免产生风险。
- 请勿打开外壳，进行本使用说明以外的装配或保养，以免影响产品性能。
- 产品不能正对太阳及雷达相互对射使用，以免强光损坏探测器，如有类似应用，请咨询技术人员。

1.3 产品失效情况

- 当产品发射与接收透镜被污物覆盖时，会有失效的风险，请保持透镜干净。
- 当产品整体浸入水中时，会有失效的风险，请勿在水下使用产品。
- 产品在探测高反射率物体，如镜面、光滑地砖时，会有失效的风险。

2 物理接口

2.1 线序说明

接线端子型号为 MH1.25-7P，芯线：AWG30，直径 0.254mm，截面积 0.05mm²。

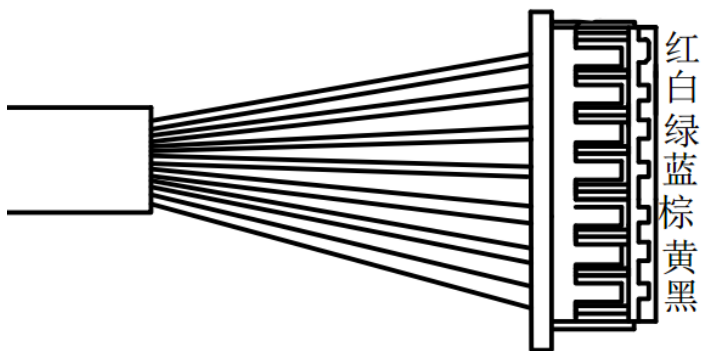


图 1 TF03 标准版本引脚线序图

表格 1 TF03 标准版本引脚功能及连接说明

编号	颜色	引脚	功能
1	红色	VCC	供电
2	白色	CAN_L	CAN 总线
3	绿色	CAN_H	CAN 总线
4	蓝色	GPIO	IO 输出 ¹
5	棕色	TTL_RXD	串口接收
6	黄色	TTL_TXD	串口发送
7	黑色	GND	地线

注：如果使用串口版本，串口的 TTL_RXD 和 TTL_TXD 必须都连接，不允许悬空。以免受到电磁干扰的影响。

2.2 电气特性

本产品无过压保护或者极性保护，请确保接线和供电正常，供电电压允许±0.5V 的波动。

表格 2 TF03 标准版本主要电气参数

参数	数值
供电电压	5V

¹ IO 输出功能需要根据实际需求定制，IO 高低电平 0-3.3V。

平均电流	$\leq 180\text{mA}$
峰值电流	$\leq 180\text{mA}$
平均功率	$\leq 0.9\text{W}$

3 产品安装

3.1 外观简介

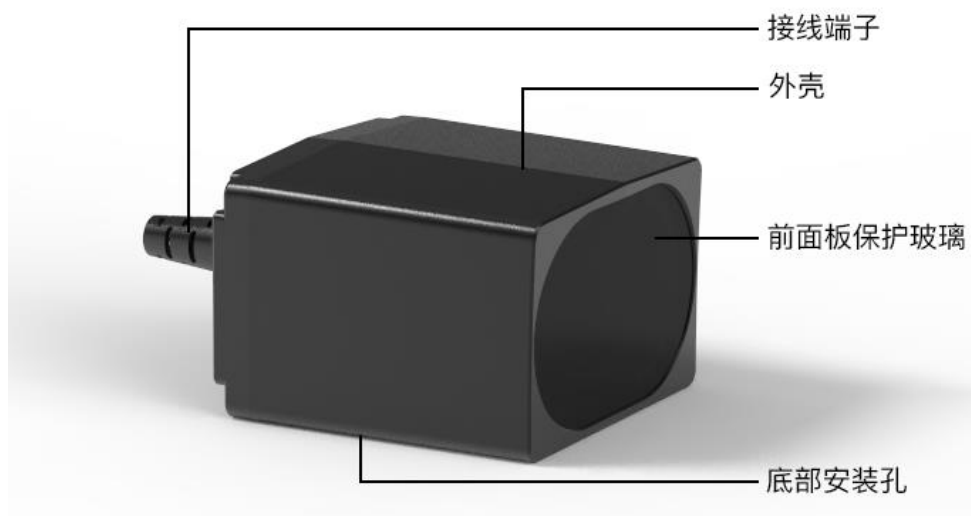


图 2 TF03 外观说明

3.2 产品结构

雷达安装孔为 M3 的螺钉，注意进入外壳的螺钉长度不能超过 3.5mm。

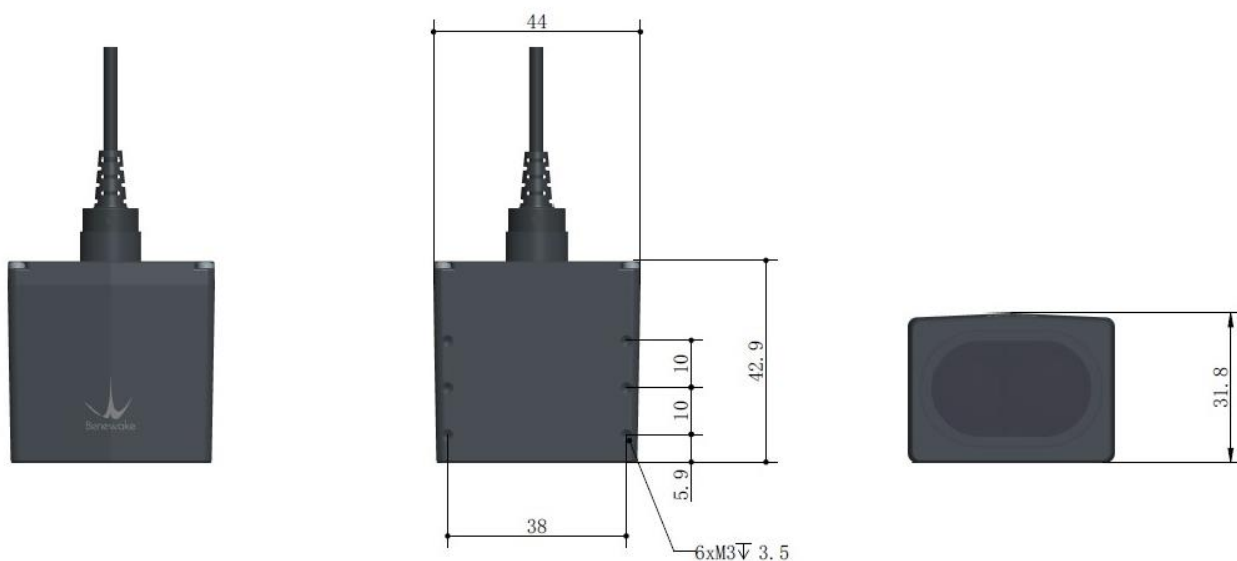


图 3 TF03 结构尺寸图（左 1：俯视图，左 2：仰视图，左 3：正视图）

3.3 探测角度

TF03 的探测角度为 0.5 度，其光斑为长方形，光斑模拟图如 3 所示。因此在不同距离下，光斑的大小即探测范围不同，如图 4 所示。注意，一般被探测目标物体的边长应大于 TF03 的探测范围边长；当被探测物体的边长小于探测范围边长时，雷达有效量程会减小。

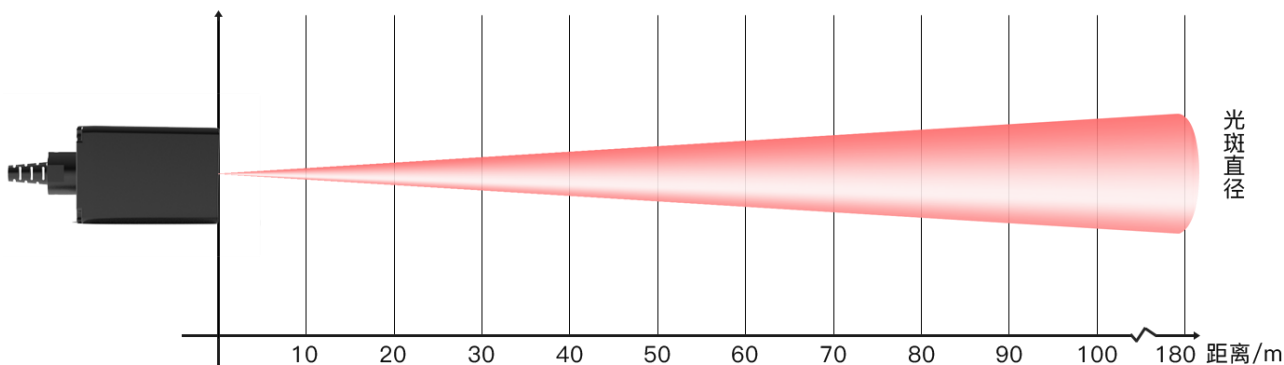
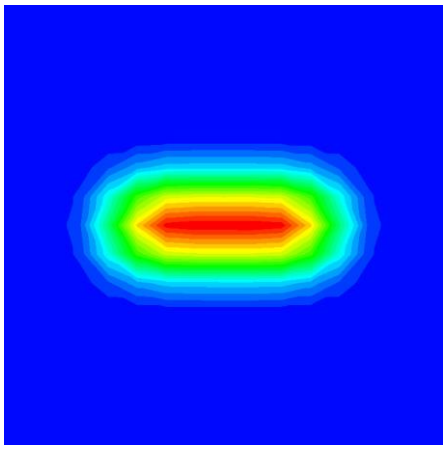
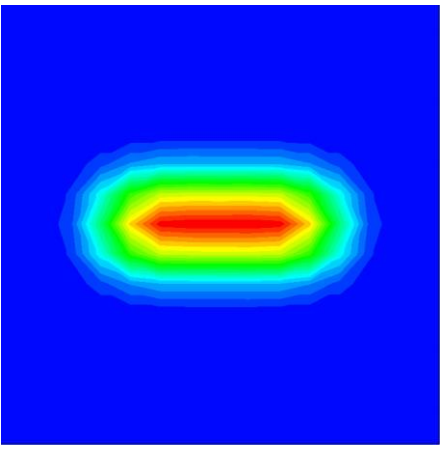
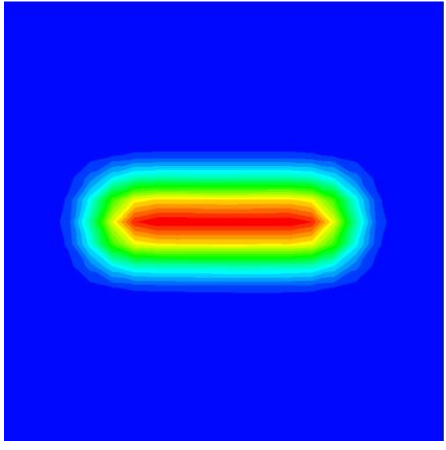
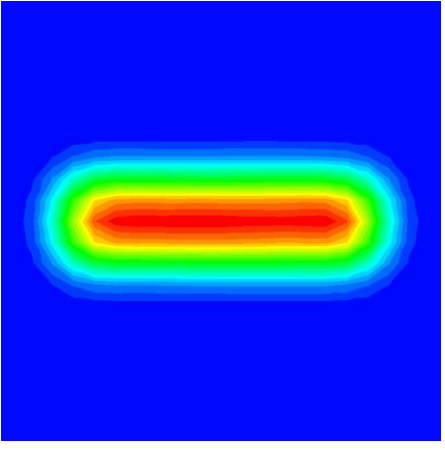


图 4 TF03 探测角度示意图

表格 3 各距离下的光斑模拟图及尺寸

			
20m 处光斑	尺寸: 20cm*6cm	50m 处光斑	尺寸: 50cm*14cm
			
100m 处光斑	尺寸: 100cm*28cm	150m 处光斑	尺寸: 150cm*42cm

注：光斑光强分布中，红色最强，绿色较弱，深蓝色为背景，光斑尺寸为图中绿色的长和宽。

4 通信协议与数据格式

TF03 标准版本支持 TTL 串口和 CAN 两种通信方式，默认为 TTL 串口通信，如有需要，可使用指令修改为 CAN 通信方式，两种通信方式二选一，不能同时输出。

4.1 串口版本

TF03 串口版本采用 UART-LVTTL 接口，输出电平为 LVTTL 电平 (0-3.3V)，具体通信协议见表格 4。

表格 4 TF03 串口通信协议

项目	内容
通讯协议	UART
波特率	115200
数据位	8
停止位	1
校验位	无

1) 串口标准数据格式 (UART)

TF03 输出的数据如表格 5 所示，数据均为 16 进制数，每帧数据共计 9 字节，数据包含实测距离信息，即 DIST；其他位为保留位；帧尾为数据校验位。

表格 5 TF03 串口数据格式

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	保留	/
Byte5	保留	/
Byte6	保留	/
Byte7	保留	/
Byte8	校验	Checksum 的低八位, $\text{Checksum} = \text{Byte0} + \text{Byte1} + \dots + \text{Byte7}$

2) 串口 Pixhawk 数据格式

Pixhawk 数据格式即以字符串形式输出，单位为 m，例如测距为 1.21m，则输出字符串 1.21，

每个距离值后以换行符结束。串口版本的产品支持通过指令修改为 Pixhawk 模式输出。

3) IO 高低电平输出

设定某一阈值（该阈值可调），当测量距离低于该阈值时输出高电平/低电平，当测量距离高于该阈值输出低电平/高电平。设置指令详见 4.3.2。

- a) 高低电平可以调节，默认为近距离高电平，远距离低电平；
- b) 缓冲区间可调（用于防止数据抖动引起的来回跳变）；
- c) 增加高低电平的延时可调功能；
 - 触发前的延时可调，假设阈值设定为 10m，且设置距离低于 10m，输出高电平；当距离低于 10m 时，增加一个可调延时（默认为 0ms），经过该延时后距离仍低于 10m，则输出高电平。
 - 触发后的延时可调，假设阈值设定为 10m，且设置距离低于 10m，输出高电平；当距离输出高于 10m 后，增加一个可调延时（默认 0ms），经过该延时后距离仍高于 10m，则输出低电平。

举例：

- a) 将 TF03 改为 IO 高低电平出，指令为：

5a 05 05 05 69

- b) 设置距离低于阈值为高电平，距离高于阈值为低电平模式，指令为：

5A 05 61 01 C1

- c) 设置距离从小于阈值变化为大于阈值和距离从大于阈值变化为小于阈值的电平切换的延迟均为 100ms，指令为：

5A 08 62 64 00 64 00 8C

- d) 设置距离阈值 500cm，缓冲区间 5cm，指令为：

5A 08 63 F4 01 05 00 BF

- e) 保存配置，指令为：

5A 04 11 6F

- f) 恢复出厂设置（如有需要），指令为：

5A 04 10 6E

4.2 CAN 总线版本

TF03 的 CAN 通信协议可根据客户的需求进行定制，CAN 波特率可修改，ID 可修改，帧格式可修改。协议内容如表格 6 所示。

表格 6 TF03 的 CAN 通信协议

项目	内容
通讯协议	CAN
波特率	1M
接收 ID	0x3003
发送 ID	0x3
帧格式	发送帧默认为标准帧， 接收帧支持标准帧和扩展帧

CAN 版本的 TF03 数据格式如表格 7 所示，数据均为 16 进制数，每帧数据共计 8 字节，数据包含实测距离信息，即 DIST；其他位为保留位。

表格 7 CAN 版本数据帧格式

数据位	定义	说明
Byte0	DIST_L	DIST 低八位
Byte1	DIST_H	DIST 高八位
Byte2	保留	/
Byte3	保留	/
Byte4	保留	/
Byte5	保留	/

4.3 自定义参数配置

4.3.1 指令通用格式说明

为了 TF03 可以更灵活的解决您的问题，通过串口进行用户自定义配置产品参数的功能。用户可通过发送相关指令来修改产品的原有参数，如输出数据格式、输出帧率等。参数配置成功后，输入写入配置指令，配置参数会保存在 Flash 中，断电重启无须重新配置。

请根据需求修改产品配置，切勿频繁尝试不相关指令，以免指令发送错误造成不必要的损失；请务必按照本说明书所列指令进行产品配置，切勿发送未声明的指令。

指令格式如下：

字节	byte0	byte1	byte2	byte3~ byteN-2	byteN-1
描述	Head	Len	ID	Payload	Check sum

Head：固定为 0x5A

Len：整个指令帧的长度（单位 Byte）

ID：标识每个指令的功能

Payload：参数，在不同指令中有不同的含义和长度

Check sum：前 Len – 1 字节数据和的低 8bit

4.3.2 具体指令

功能	下行	上行	说明	出厂设置
获取固件版本号	5A 04 01 5F	5A 07 01 V1 V2 V3 SU	版本号 V3.V2.V1 SU 为 check sum，下同	/
系统复位	5A 04 02 60	成功：5A 05 02 00 61 失败：超时 1s 无反应	/	/
设置输出帧率	5A 06 03 LL HH SU	成功：与下行一样 失败：超时 1s 无反应	/	100fps
输出使能	使能：5A 05 07 01 67 禁用：5A 05 07 00 66	成功：与下行一样 失败：超时 1s 无反应	/	使能
单次触发	5A 04 04 62	数据帧	/	/
设置输出格式	5A 05 05 LL SU	成功：与下行一样 失败：超时 1s 无反应	LL：输出格式，如下： 00：ASCII 码输出（保留） 01：二进制输出 02：PIX 输出 05：I/O 输出	二进制
设置串口波特率	5A 08 06 H1 H2 H3 H4 SU	成功：与下行一样 失败：超时 1s 无反应	波特率 = (H4 << 24)+(H3 << 16)+(H2 << 8)+H1	115200
校验和使能	使能：5A 05 08 01 68 禁用：5A 05 08 00 67	成功：与下行一样 失败：超时 1s 无反应	/	使能
恢复出厂设置	5A 04 10 6E	成功：5A 05 10 00 6F 失败：5A 05 10 ER SU	ER 不为 0 的时候为失败	/
保存配置	5A 04 11 6F	成功：5A 05 11 00 70 失败：5A 05 11 ER SU	同上	/
配置超量程值	5A 06 4F LL HH SU	成功：5A 05 4F 00 AE	超量程值=(HH << 8) + LL，	18000

		失败：超时 1s 无反应	单位 cm	
配置 CAN 发送 ID	5A 08 50 H1 H2 H3 H4 SU	成功：5A 05 50 00 AF 失败：超时 1s 无反应	ID=(H4 << 24)+(H3 << 16)+(H2 << 8)+H1	0x3
配置 CAN 接收 ID	5A 08 51 H1 H2 H3 H4 SU	成功：5A 05 51 00 B0 失败：超时 1s 无反应	ID=(H4 << 24)+(H3 << 16)+(H2 << 8)+H1	0x3003
配置 CAN 波特率	5A 08 52 H1 H2 H3 H4 SU	成功：5A 05 52 00 B1 失败：超时 1s 无反应	Baudrate = (H4 << 24)+(H3 << 16)+(H2 << 8)+H1	1000000
配置 CAN 发送帧类型	标准帧：5A 05 5D 00 BC 扩展帧：5A 05 5D 01 BD	成功：5A 05 5D 00 BC 失败：超时 1s 无反应	/	标准帧
配置传输方式	串口：5A 05 45 01 A5 CAN：5A 05 45 02 A6	成功：5A 05 45 00 A4 失败：超时 1s 无反应	/	串口
使能雨雾算法	使用：5A 05 64 00 C3 禁用：5A 05 64 01 C4	成功：5A 05 64 00 C3 失败：超时 1s 无反应	/	使能
配置 offset	5A 06 69 LL HH SU	成功：5A 05 69 00 C8 失败：超时 1s 无反应	Offset = (HH << 8) + LL, 单位 cm	0
设置近距离触发电平	5A 05 61 LV SU	成功：5A 05 61 00 C0 失败：超时 1s 无反应	LV = 0 表示低电平触发 LV = 1 表示高电平触发	低电平
设置 IO 输出延时	5A 08 62 L1 H1 L2 H2 SU	成功：5A 05 62 00 C1 失败：超时 1s 无反应	Delay1 = (H1 << 8) + L1, Delay2 = (H2 << 8) + L2, 单位 ms, 分别表示近、远距离时, IO 电平变化延时。取值范围 0~65000。	0, 0
设置 IO 变化的距离阈值及缓冲距离	5A 08 63 L1 H1 L2 H2 SU	成功：5A 05 63 00 C2 失败：超时 1s 无反应	Dist= (H1 << 8) + L1, Buff=(H2 << 8) + L2, 单位 cm, 分别表示 IO 变化的距离阈值及缓冲距离。取值范围 0~18000。	18000, 0

说明：

1) 支持的输出帧率如下：

1、2、...9、

10、20、...90、

100、200...900、

1000、2000...9000、10000；

2) 使用触发模式时，需要先禁用输出使能，再使用触发指令；

3) PIX 格式为 “x.yz\r\n”，单位 m。例如测距为 123cm 时输出 1.23，后接 “回车+换行”；

4) CAN 波特率支持 1M、500K、250K 和 125K 共 4 档。

- 5) “配置 offset” 指令，可用于客户二次校准雷达距离，自固件版本 v1.11.3 起支持。
- 6) 请配置合法 CAN ID，对于非法 ID 可能会出现不可预料的结果。
- 7) 要使用 IO 触发功能，需要先设置输出格式配置为 IO 输出，然后通过指令配置 IO 触发电平、输出延时、距离阈值及缓冲距离。

5 快速测试步骤

5.1 产品测试所需工具

注意，产品包装内仅包含 TF03 产品及出厂合格证，其他配件请自行收集。如需 TTL-USB 板，请联系销售或技术支持。

串口版本 TF03 连接电脑需要使用 TTL-USB 板，以下示例代表串口版本 TF03 连接电脑需要的工具及方法。

				
TF03 (串口)	TTL - USB 板	USB 线	电脑	上位机软件

图 5 所需工具示例

5.2 测试步骤

1) 上位机软件下载

请到北醒官网 (<http://www.benewake.com/download.html>) 下载『TF 上位机.zip』获取测试上位机软件。

注意：解压『TF 上位机.zip』前请关闭杀毒软件，避免上位机软件中的文件被当成病毒误删，上位机目前仅支持在 Windows 系统上运行。详细说明见附录一：《TF 上位机使用说明》。

2) 设备连接



图 6 TF03 与电脑连接示意图

如图 6 所示，依次连接『TF03』->『TTL - USB 转接板』->『USB 线』，确保无松动后，再将『USB 线』与『电脑』连接。

3) 上位机连接与读数

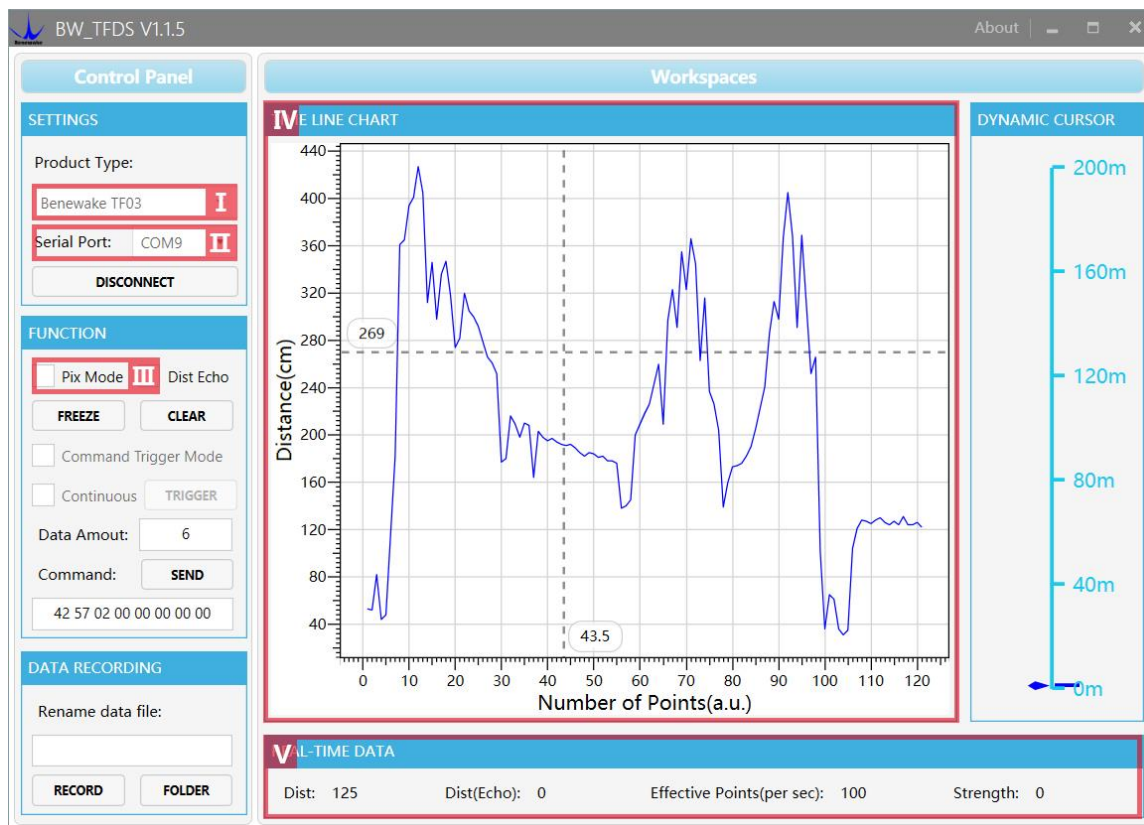


图 7 TF 上位机界面

如图 7 所示，打开 TF 上位机，选择 I 『Benewake TF03』，并选择自动识别所占用的串口号，这里是 II 『COM9』。

然后，点击『CONNECT』连接上位机。

连接成功后，右侧IV『TIME LINE CHART』区域会出现连续输出的数据图像（横坐标为数据量，纵坐标为实时测距值），下方V『REAL TIME DATA』区实时显示当前测试距离 (Dist: 125cm)、测距频率 (Effective Points: 100Hz)。

注意，Dist (Echo) 和 Strength 在此处无意义，请忽略。

4) 其他说明

如果需要 TF03 进行 Pixhawk 格式的字符串输出，需先勾选III『Pix Mode』，IV『TIME LINE CHART』区才会正常输出数据图像。勾选 Pix Mode 后，距离单位变为 m。

5.3 测试示例

5.3.1 不同反射率测试量程

如图 8 所示，180m 版本的 TF03，红色和蓝色曲线分别表示室内和室外不同环境光强下，TF03 测试目标的反射率和量程的关系。

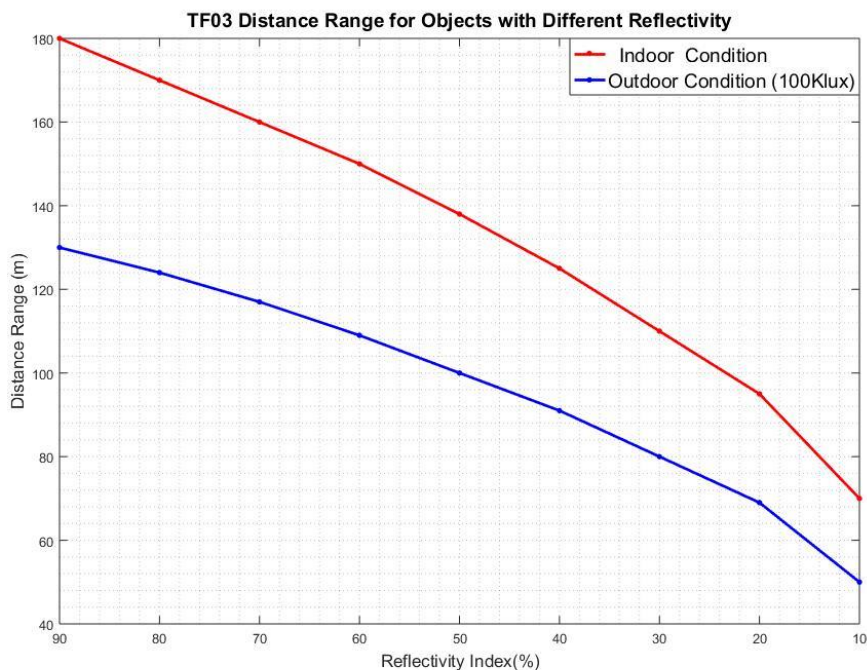


图 8 TF03 量程和反射率的关系图（180m 版本）

5.3.2 不同材质测试准度

TF03 在不同距离及不同反射率下的测试准度如图 9 所示，选取两种典型背景板，黑板和白板，白板的反射率为 90%，黑板的反射率为 10%。

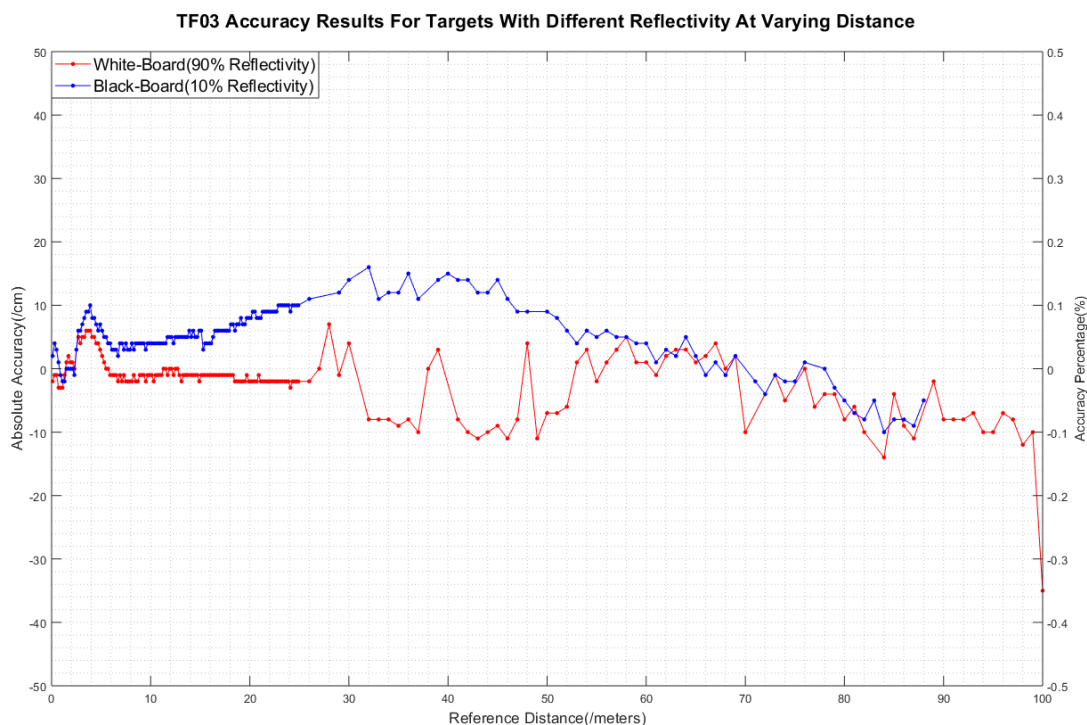


图 9 TF03 不同距离及不同反射率的误差曲线

5.3.3 常见材质反射率

以下列出了常见材质的反射率, 由低到高排列, 根据测试目标及对应的反射率, 可以衡量 TF03 的量程等参数是否满足需求。

序号	材质	反射率
1	黑色泡沫橡胶	2.4%
2	黑色布料	3%
3	黑色橡胶	4%
4	煤（不同煤有所差异）	4~8%
5	黑色汽车漆	5%
6	黑色卡纸	10%
7	不透明黑色塑料	14%
8	干净粗木板	20%
9	报纸	55%

10	半透明塑料瓶	62%
11	包装箱硬纸板	68%
12	洁净松木	70%
13	不透明白色塑料	87%
14	白色卡纸	90%
15	柯达标准白板	100%
16	未抛光白色金属表面	130%
17	光泽浅色金属表面	150%
18	不锈钢	200%
19	反射板、反射胶贴	>300%

6 客户配置上位机



图 10 TF03 配置上位机界面

客户配置上位机界面如图所示。

- 1) TF03 连接电脑后，需手动在 C 区选择正确的端口号以及波特率，点击『连接』按钮即可实现上位机与 TF03 通信。
- 2) 成功连接后，B 区会显示测距距离以及上位机获取数据的频率。当超过两秒未收到数据时，数据和频率显示会消失。
- 3) D 区为功能配置区，其第三列为指令发送按钮。点击这些按钮后，上位机将下发指令并等待 TF03 回复。当长时间未收到回复时，指令发送按钮右侧会显示『未响应』。注意，为了

保证正常获取 TF03 回复指令，请在配置前将『帧率』调低，或将『输出模式』设为『指令触发』。若想掉电保存已变更的参数，请点击“保存配置”所对应的设置按钮。

4) E 区为固件升级区，可使用 BootLoader 功能升级产品固件。

7 故障原因和处理措施

1) 正常使用 TF03 情况下，Dist 有时会输出 18000 (cm)。

原因：测量的实际距离在 TF03 的量程以外，雷达会输出 18000。

处理措施：将 18000 值作为表征异常数据的值，即接收到 18000 值后，不采用 TF03 输出的数据。

2) TF03 连接电脑上位机后，无数据输出。

原因 I：电脑的操作系统非 Windows 操作系统。

处理措施：目前上位机仅支持 Windows 操作系统，请在 Windows 操作系统的电脑上使用。

原因 II：TF03 与电脑之间的连接接触不良。

处理措施：请确认 TF03 与电脑之间的连接线连接正确可靠，确保连接线、转接板正常工作。

3) TF03 在某些情况下的量程达不到标称的量程距离。

原因：TF03 基于 TOF 原理，即飞行时间原理，依靠计算光脉冲往返路程的飞行时间实现测距。室外光线的强度或被测物的反射率不同，会增大环境噪声或影响返回光的强度，因此不同光强和反射率下，TF03 的量程表现不同。

处理措施：不同强光和被测物反射率下，量程不同属于正常现象，黑板等低反射率目标下，误差可能会增大，是正常现象。

8 常见问题及解答

Q1: 请问 TF03 支持其他电压供电吗？

A1: TF03 标准供电为 5V，另有 6-24V 供电版本，如果您有需求，可联系销售人员确认。

Q2: 请问 TF03 的发散角（光斑）可以变大或变小吗？

A2: 您好，此项属于定制需求，需要联系销售人员咨询。发散角是在产品设计之初根据所定产品性能确定的，发散角的确定还需要光学系统和产品结构的紧密配合，因此无法轻易更改，需要定

制。

Q3: TF03 可以更改数据输出频率吗？可以输出开关量吗？

A3: 您好，TF03 目前已开放自定义参数配置和输出模式调整，开关量功能需根据需求定制，您可以咨询我司销售或技术支持了解详细事宜。

Q4: TF03 在雨、雪、雾天环境下，能否正常工作。

A4: TF03 有穿透雨雾的算法固件版本，可联系销售或技术支持人员，进行固件升级，在 V1.11.15 版本上默认开启雨雾算法。

附录一 TF 上位机界面说明

I 产品型号/串口控制区『SETTINGS』

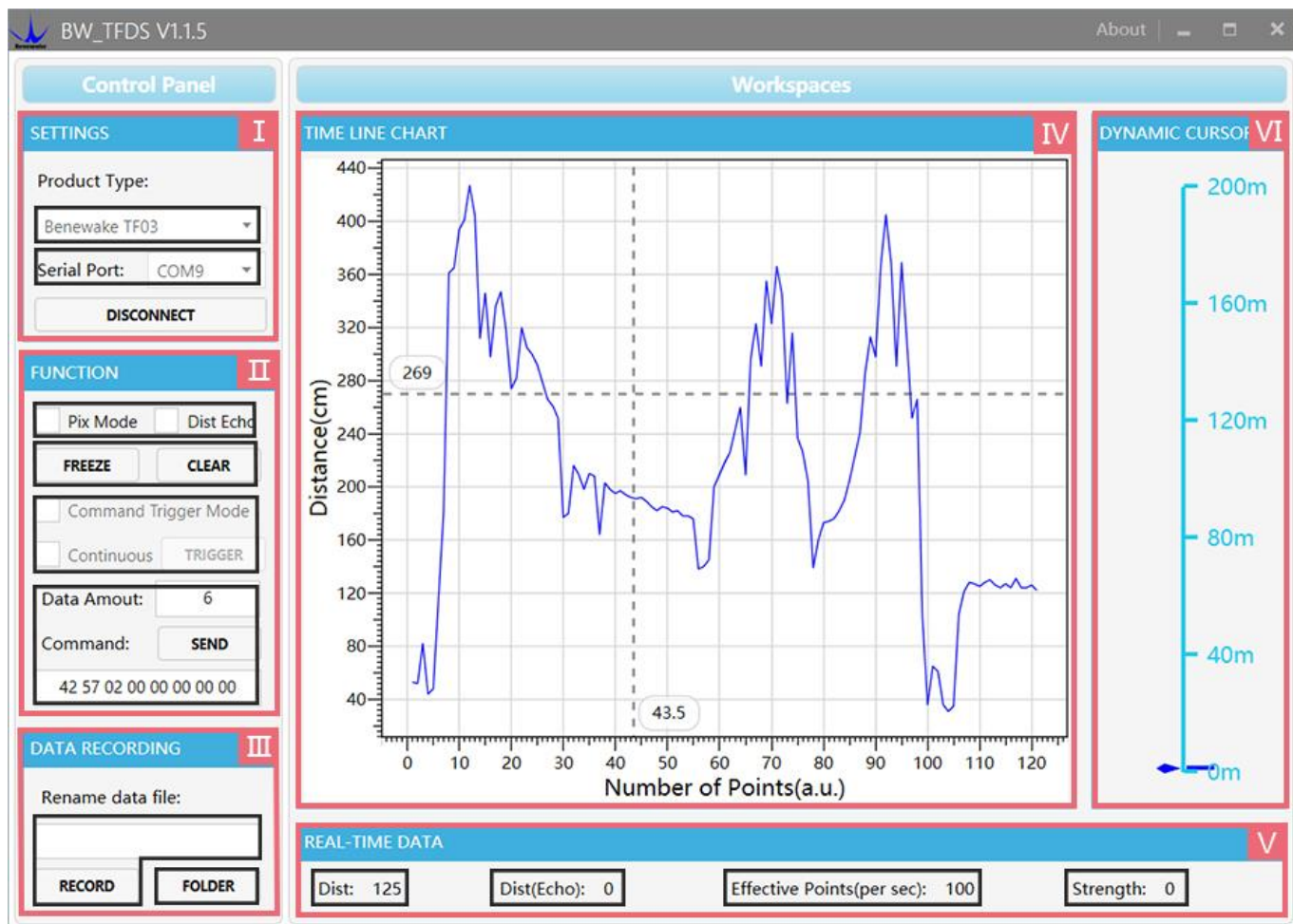


图 11 上位机界面说明

产品型号选择『Product Type』：在电脑端通过 TTL-USB 转接板连接相应的雷达型号，如图 11 使用的是本公司产品 TF03，选择『Benewake TF03』即可。

串口通信的端口『Serial Port』：选择电脑端识别雷达相应的端口号。

连接/断开连接『CONNECT/DISCONNECT』：点击『CONNECT』按钮，建立与雷达的连接；点击『DISCONNECT』按钮，取消连接。

II 功能区『FUNCTION』

模式选择『Pix Mode』：如果是 Pixhawk 输出格式，勾选之后开启 PIX 模式；取消勾选，恢复默认输出格式。

原始数据『Dist Echo』：暂未开放。

暂停/清屏按钮『FREEZE/CLEAR』：点击『FREEZE』之后，可以使上位机暂停，便于分析

『IV』中的曲线；点击『CLEAR』之后，会清屏『IV』内的绘图曲线，重新开始绘图。

数据总计平均『Date Amount』：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』确认发送命令。

串口指令发送区『Device Command』：可通过此窗口对 TF 进行 16 进制串口指令的发送，需要注意的是输入指令完成后点击回车键，然后再点击下方『SEND COMMAND』。请按照对应产品的使用说明书中的指令来发送。

III 数据录制区『DATA RECORDING』

数据录制栏『RECORD』：在文本窗口给要保存的数据文件命名，输入完毕后按『回车键』，通过『RECORD』按钮录取 TF 数据，数据会保存在此命名的文本文件中，再次点击该按钮『FINISHED』，数据录制结束。

打开文件夹『FOLDER』：点击『FOLDER』打开已保存数据的所在文件夹。

IV 数据图像显示区『TIME LINE CHART』

上位机根据接收到的数据绘制连续的测距图形，纵坐标表示当前测距值，横坐标表示有效点数。

V 实时数据显示区『REAL-TIME DATA』

测距值『Dist』：默认单位 cm。

每秒有效数据量『EffectivePoint (per sec)』：表示 TF 每秒刷新的有效数据。

信号强度『Strength』：探测器接收到返回信号的强度。在 pix 模式下，不显示信号强度，Strength 默认为 0。

VI 量程标尺『DYNAMIC CURSOR』

依据当前的产品型号实时显示探测的距离值范围标尺。

