

# TFmini 使用说明书



小型激光雷达模组



所述产品

产品型号：TFmini

产品名称：小型激光雷达模组

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 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

产品认证



EN62471 光生物安全认证





## 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。

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](mailto: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/feedback.html>) 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   | 功能及关键参数.....    | 6  |
| 2.1 | 产品功能.....       | 6  |
| 2.2 | 测距原理.....       | 6  |
| 2.3 | 关键特性参数 .....    | 7  |
| 2.4 | 测距特性.....       | 7  |
| 3   | 外观与结构 .....     | 9  |
| 3.1 | 产品外观.....       | 9  |
| 3.2 | 产品结构.....       | 9  |
| 4   | 电气特性 .....      | 10 |
| 5   | 线序与数据通信协议 ..... | 10 |
| 5.1 | 线序连接说明 .....    | 10 |
| 5.2 | 数据通信协议 .....    | 10 |
| 5.3 | 数据输出格式及编码 ..... | 11 |
| 5.4 | 输出数据说明 .....    | 11 |
| 6   | 快速测试步骤 .....    | 12 |
| 6.1 | 产品测试所需工具 .....  | 12 |
| 6.2 | 测试步骤.....       | 12 |
| 7   | 自定义参数配置说明.....  | 14 |
| 7.1 | 功能简介.....       | 14 |
| 7.2 | 配置指令编码格式 .....  | 14 |
| 7.3 | 一般参数配置及说明 ..... | 14 |



|      |                                   |    |
|------|-----------------------------------|----|
| 7.4  | 特殊参数配置步骤及说明.....                  | 16 |
| 8    | 远程升级 .....                        | 16 |
| 9    | 故障-原因和处理措施.....                   | 17 |
| 10   | 常见问题及解答 .....                     | 18 |
| 附录 一 | TF 系列上位机使用说明 .....                | 20 |
| 附录 二 | TFmini 在 Arduino 上的开发例程.....      | 22 |
|      | 步骤 1：硬件连接.....                    | 22 |
|      | 步骤 2：程序编写.....                    | 22 |
|      | 步骤 3：数据查看.....                    | 24 |
| 附录三  | TFmini 在开源飞控 pixhawk 上的应用.....    | 26 |
|      | a)连接 Pixhawk 的 TELEM2 接口 .....    | 26 |
|      | b)连接 Pixhawk 的 SERIAL4/5 接口 ..... | 27 |



## 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  $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，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  $-20^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$ ，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。

### 1.3 产品失效情况

- 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。
- 当产品与被测目标之间有透明物体，如玻璃、水时，会有失效的风险。
- 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。
- 由于产品线路板直接裸露，请勿直接用手触碰线路板。如有需求，请佩戴静电手环或防静电手套。否则产品会有失效的风险，具体表现为产品无法正常工作。

## 2 功能及关键参数

### 2.1 产品功能

TFmini 是一款小型激光雷达模组。主要实现实时、无接触式的距离测量功能，具有测量准确、稳定、高速的特点。

### 2.2 测距原理

TFmini 基于 TOF (Time of Flight) 即飞行时间原理。具体为产品周期性的向外发出近红外光调制波，调制波遇物体后反射。产品通过测量调制波往返相位差，得到飞行时间，再计算出产品与被测目标之间的相对距离，如图 1 所示。

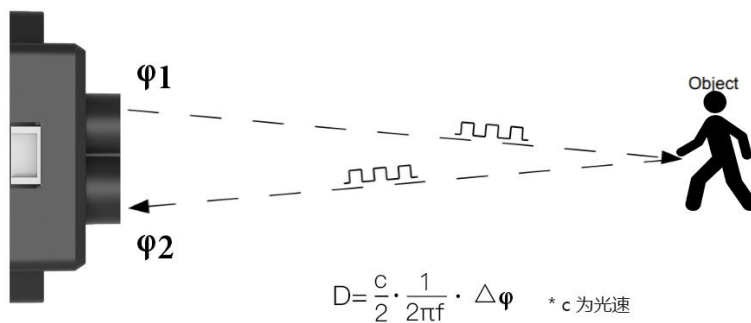


图 1 时间飞行原理示意图

## 2.3 关键特性参数

表 1 TFmini 关键特性参数指标

| 参数名称   | 参数值                         |
|--------|-----------------------------|
| 测距范围   | 0.3m~12m <sup>①</sup>       |
| 测量准确度  | ±4cm@ (0.3-6m) <sup>②</sup> |
|        | ±6cm@ (6m-12m)              |
| 默认距离单位 | cm                          |
| 距离分辨率  | 5mm                         |
| 接收半角   | 1.15°                       |
| 发射半角   | 1.5°                        |
| 测量频率   | 100Hz                       |

① 室内标准白板（90%反射率）条件下所能达到的测距范围；

② 在 0.3m~2m 内由于测距档位切换，会产生个别点误差在±6cm。

## 2.4 测距特性

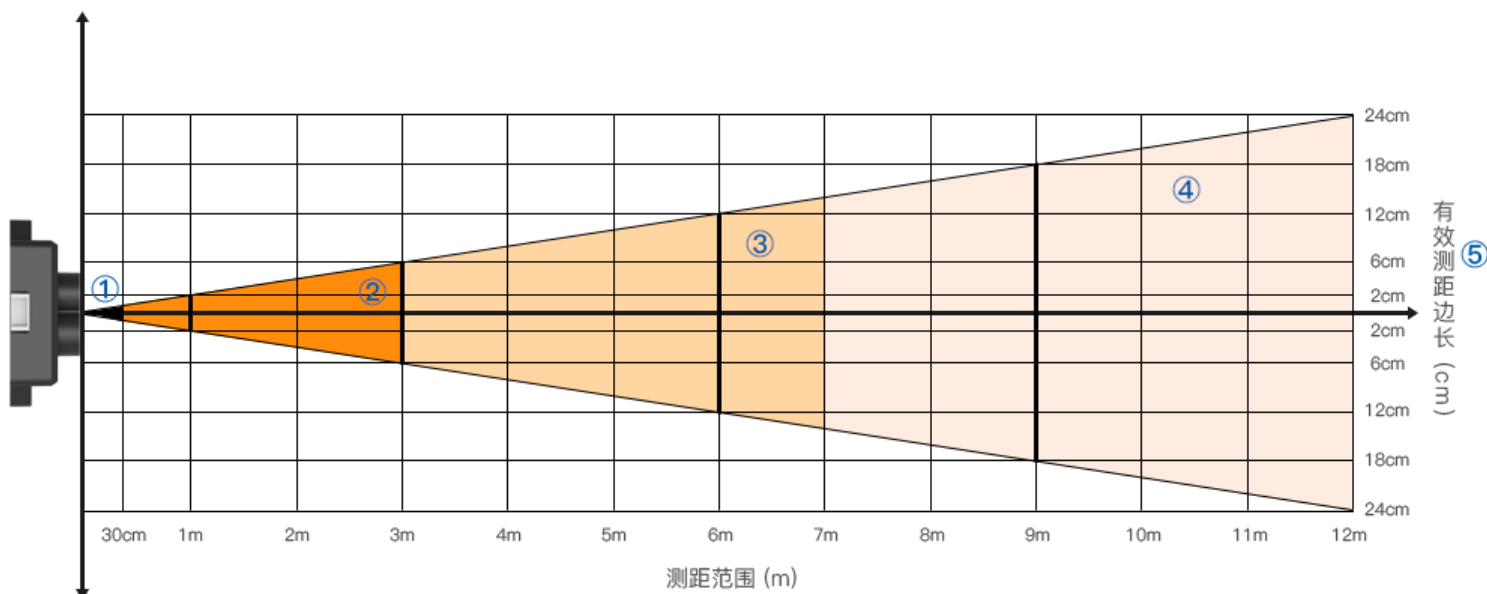


图 2 产品测距范围及有效性示意图



TFmini 产品经过光路与算法优化，已最大程度减小外界环境对测距性能的影响。但限于工作原理，测距范围仍会受到环境光照强度和被测目标反射率不同程度的影响。如图 2 所示：

序号①：代表 TFmini 的测距盲区,为 0-30cm，该范围内的数据不可信。

序号②：代表 TFmini 在极限环境下的测距范围，一般为 0.3-3m，极限条件是指室外强光（夏天正午室外的光照强度约 100klux 左右）下对黑色目标物（10%反射率）探测。

序号③：代表 TFmini 在一般日照条件下（70klux 左右）测量白色目标物的测距范围，包含②的范围，为 0.3-7m。

序号④：代表 TFmini 在室内或环境光很弱的情况下，测距范围为 0.3-12m。

序号⑤：代表不同距离下 TFmini 的有效测距边长，只有当『被测目标边长』大于等于『有效测距边长』时，数据才稳定可靠。该『有效测距边长』由 TFmini 的视场角决定（视场角一般是指接受角和发射角中的较小者），计算公式为：

$$d = 2 \cdot D \cdot \tan\beta$$

其中，d表示有效测距边长，D表示探测距离， $\beta$ 为 TFmini 的接收半角  $1.15^\circ$ ，一般的有效测距边长与探测距离的对应关系，见表 2。

表 2 测距距离对应的被测目标有效边长

| 探测距离 | 1m  | 2m  | 3m   | 4m   | 5m   | 6m   | 7m   | 8m   | 9m   | 10m  | 11m  | 12m  |
|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 有效边长 | 4cm | 8cm | 12cm | 16cm | 20cm | 24cm | 28cm | 32cm | 36cm | 40cm | 44cm | 48cm |

当被测物体边长不满足有效测距边长时，如图 3 所示，TFmini 输出测量值（Dist）会介于两物体真实距离之间。使用过程中如果要求精度较高，应尽量避免此类情况，减小测量误差。

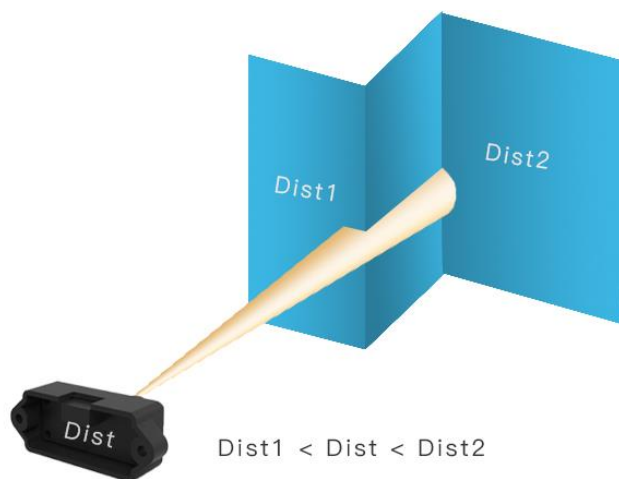
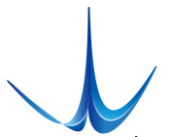


图 3 探测两个距离不一的物体





### 3 外观与结构

#### 3.1 产品外观

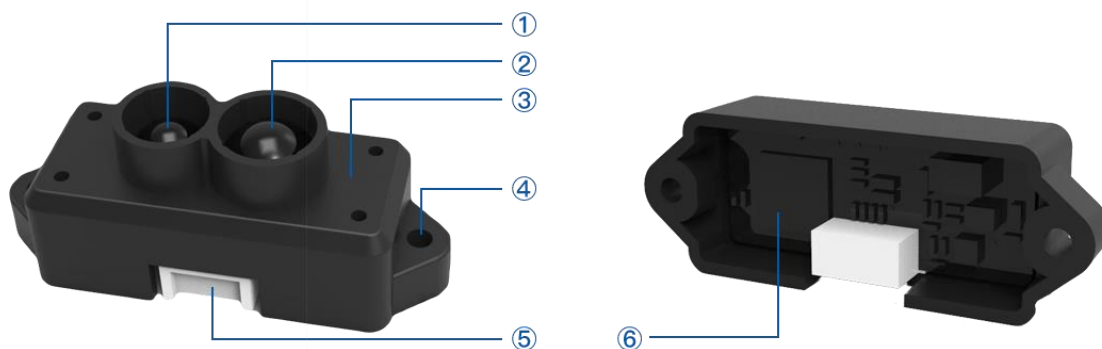


图 4 TFmini 产品外观

- ① 发射透镜。
- ② 接收透镜。
- ③ 外壳，为 ABS+PC 材质。
- ④ 安装孔为 2.35mm 通孔，建议使用 ST2.9 自攻螺丝安装固定。
- ⑤ 接线端子，为 GH1.25-4p 卧贴；产品附赠一根 10cm 长的连接线。
- ⑥ 电路板，产品后部无外壳遮蔽。

#### 3.2 产品结构

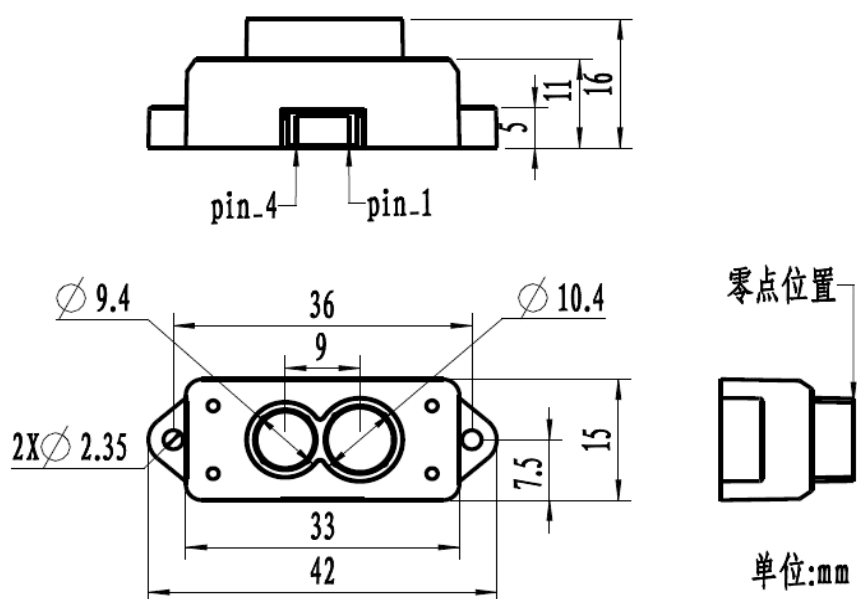


图 5 TFmini 结构尺寸图



## 4 电气特性

表 3 TFmini 主要电气参数

| 参数名称 | 参数值                 |
|------|---------------------|
| 供电电压 | 5V                  |
| 平均电流 | $\leq 120\text{mA}$ |
| 峰值电流 | 800mA               |
| 平均功率 | $\leq 0.6\text{W}$  |
| 通信电平 | LVTTL (3.3V)        |

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 $\pm 0.1\text{V}$ 的波动。

平均电流有两种情况，根据产品的工作档位不同而变化，近距离档位平均电流 70mA 左右，远距离档位平均电流 120mA 左右。请保证供电电流能满足瞬时 800mA 的需求，供电电流不足时，产品可能无法正常工作。

## 5 线序与数据通信协议

### 5.1 线序连接说明

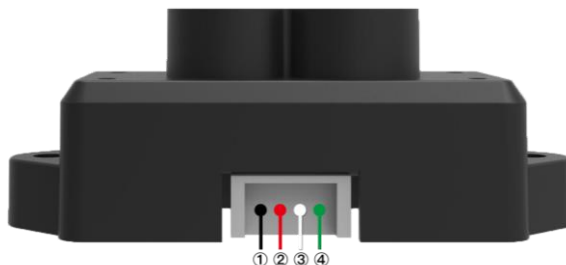


表 4 引脚功能及连接说明

| 编号 | 引脚  | 功能 | 对应连接项 |
|----|-----|----|-------|
| ①  | GND | 供电 | 电源地   |
| ②  | +5V | 供电 | 电源正极  |
| ③  | TXD | 发送 | RXD   |
| ④  | RXD | 接收 | TXD   |

接线端子型号：GH1.25-4P。产品包含 10cm 长的连接线，连接线的另一端为普通 1.25-4p 端子 (Molex510210400)。客户可自行延长连接线，为保证数据的有效传输，建议自行焊接的连接线长度不大于 1m。

### 5.2 数据通信协议

TFmini 采用串口数据通信协议，通信协议见表 5。



表 5 TFmini 数据通信协议

|       |        |
|-------|--------|
| 通信接口  | UART   |
| 默认波特率 | 115200 |
| 数据位   | 8      |
| 停止位   | 1      |
| 奇偶校验  | None   |

### 5.3 数据输出格式及编码

TFmini 有两种数据输出格式，标准数据输出格式和 pixhawk 数据格式，两种格式可通过指令代码相互切换。

- 标准数据输出格式（默认）：

数据结构：每个数据包为 9Byte。包含距离信息（Dist）、信号强度信息（Strength）、测距档位（Mode）、数据校验字节（CheckSum）等。数据格式为 16 进制（HEX）。具体数据编码详见表 6。

表 6 数据格式及编码解释

| Byte0 -1 | Byte2  | Byte3  | Byte4      | Byte5      | Byte6 | Byte7 | Byte8    |
|----------|--|--------|------------|------------|-------|-------|----------|
| 0x59 59  | Dist_L   | Dist_H | Strength_L | Strength_H | Mode  | 0x00  | CheckSum |
| 数据编码解释   |  |        |            |            |       |       |          |
| Byte0    | 0x59, 帧头, 每一帧都相同                               |        |            |            |       |       |          |
| Byte1    | 0x59, 帧头, 每一帧都相同                               |        |            |            |       |       |          |
| Byte2    | Dist_L 距离值低八位                                  |        |            |            |       |       |          |
| Byte3    | Dist_H 距离值高八位                                  |        |            |            |       |       |          |
| Byte4    | Strength_L 低八位                                 |        |            |            |       |       |          |
| Byte5    | Strength_H 高八位                                 |        |            |            |       |       |          |
| Byte6    | Mode 测距档位, 分别由 02 (近距离) 和 07 (远距离) 表示, 默认自动切换。 |        |            |            |       |       |          |
| Byte7    | 预留字节, 默认 00                                    |        |            |            |       |       |          |
| Byte8    | CheckSum 为前 8 字节数据的累加和, 取累加和的低 8 位             |        |            |            |       |       |          |

- 串口 Pixhawk 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，后跟转义字符\r\n。

### 5.4 输出数据说明

**Dist**：代表 TFmini 测量输出的距离值，默认单位为 cm，解析为十进制的值范围为 0-1200。实际使用过程中，当信号强度值 Strength<20（该值可设置）时，Dist 的测量值被认为不可信，默认输出 FFFF（pixhawk 数据格式下输出-1）。当 Strength≥20 且实际距离>12m 时，Dist 默认输出值为 1200（cm）。





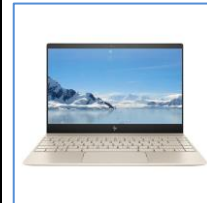



**Strength**：指信号强度，默认输出值会在 0-3000 之间。当测距档位一定时，测距越远，信号强度越低；目标物反射率越低，信号强度越低。建议当 Strength 在 20-2000 之间时，认为 Dist 的测量值可信，客户可以根据使用场景自行调整。

**Mode**：用来表征产品的测距档位的参数。分为 02 和 07 两个档位，02 为近距离工作档位，07 为远距离工作档位。默认的自动切换逻辑为：在 02 测距档位下，当 Strength 值小于某个值（一般在 70-120 之间），则测距档位变为 07，此时 Strength 值大幅度提升；在 07 测距模式下，当 Strength 值大于某个值（一般在 1200-1600 之间），则测距档位变为 02，此时 Strength 值大幅度降低。

## 6 快速测试步骤

### 6.1 产品测试所需工具

|   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| TFmini  | 数据线   | TTL - USB 板   | USB 线  | 电脑  | 上位机软件   |

### 6.2 测试步骤

#### ① 上位机测试软件下载

请到北醒官网（<http://www.benewake.com/down.html>）下载 TFmini 上位机软件。

注意：解压上位机软件前请关闭杀毒软件，避免上位机软件中的文件被当成病毒删除，上位机目前仅支持在 Windows 系统上运行。详见附录一：《TF 上位机使用说明》。

#### ② 设备连接

如图 6 所示，连接『TFmini』、『数据线』、『TTL - USB 转接板』和『USB 线』，确保无松动，再将『USB 线』与『电脑』连接。



图 6 正确连接示意图



### ③ 上位机连接与读数

如图 7，打开 TF 上位机，选择『① Benewake TFmini』，并选择自动识别的占用串口（这里是『② COM9』）。

然后，点击『CONNECT』进行上位机连接。连接成功后，右侧『④ TIME LINE CHART』区域会出现连续输出的数据图像，下方『⑥ REAL TIME DATA』区实时显示当前测试距离（Dist）、每秒有效数据量（Effective Points）和信号强度（Strength）。

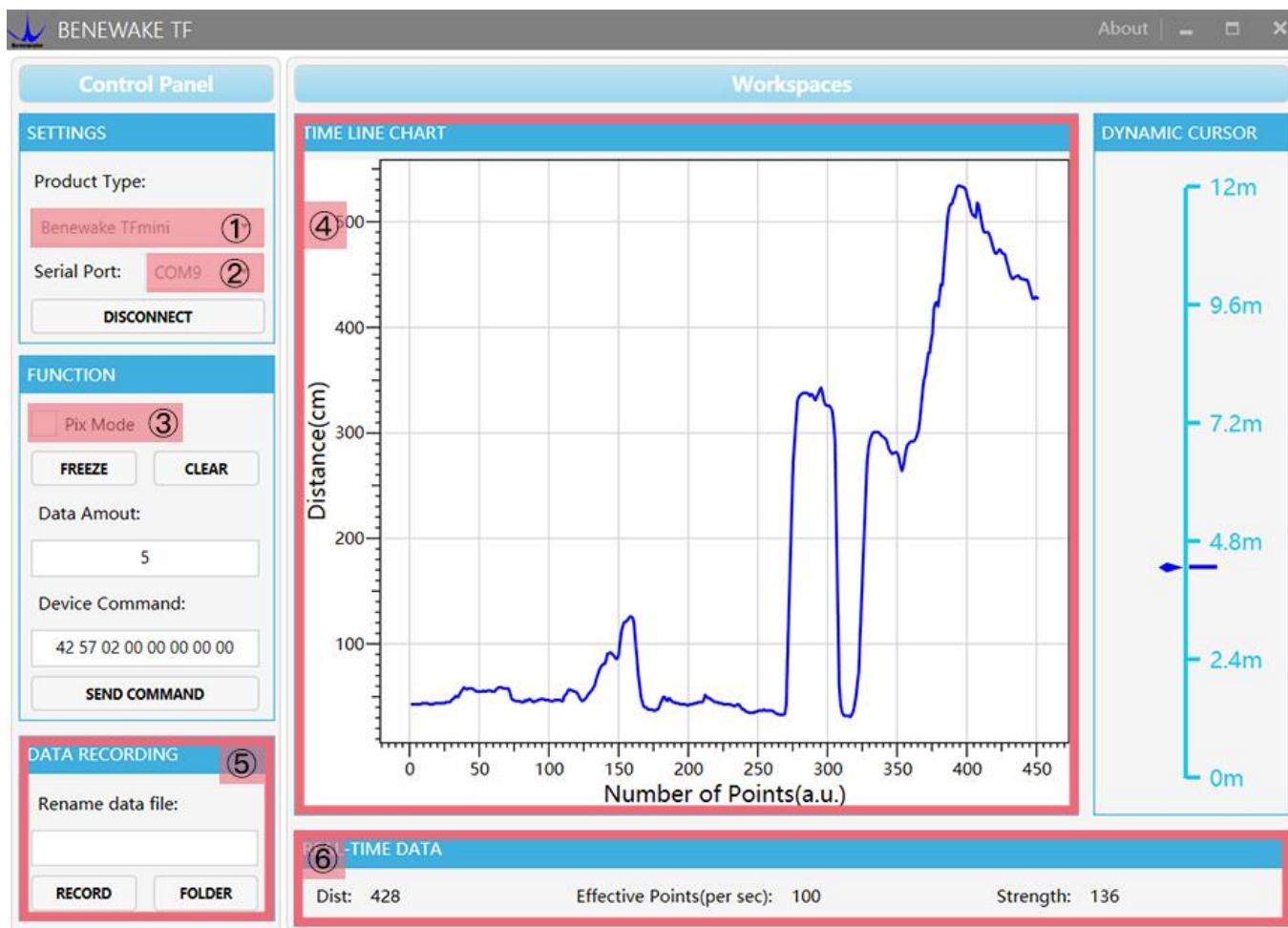


图 7 上位机界面及显示

说明：

- 如果『④ TIME LINE CHART』区没有数据，请检查连接和线序，TFmini 上电成功，正面看发射透镜内会有微弱的红光。
- 如果 TFmini 是 Pixhawk 格式输出，需先勾选『③ Pix Mode』，『④ 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。
- 距离输出 Dist 值，跟据输出单位不同会有所区别，默认单位为 cm。如果通过指令修改 TFmini 的距离单位为 mm，上位机并不能区分，『④ TIME LINE CHART』单位仍为 cm。例如，TFmini 实际测量距离为 1m，以 mm 为单位则输出 1000，通过该上位机读取的数值为 1000，但上位机上的单位不会变化仍显示 cm。



## 7 自定义参数配置说明

### 7.1 功能简介

为了让 TFmini 可以更灵活的解决您的问题，特开放用户自定义配置产品参数的功能。用户可以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、输出周期等。参数配置成功后，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。

### 7.2 配置指令编码格式

注意：所有配置指令均为 16 进制数（HEX）发送。

表 7 指令编码格式及详细描述

| Byte0   | Byte1  | Byte2 | Byte3 | Byte4 | Byte5 | Byte6 | Byte7 |
|---------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0x42    | 0x57   | 0x02  | DD    | EE    | FF    | GG    | HH    |
| 指令编码解释  |  |       |       |       |       |       |       |
| Byte0-1 | 0x42 0x57, 帧头，每一帧都相同   |       |       |       |       |       |       |
| Byte2   | 默认 0x02  |       |       |       |       |       |       |
| Byte3   | 指令发送时默认 0x00<br>指令发送完成后会出现回显，0x01 表示成功，0xff 表示错误指令，0x0f 表示输入参数错误 |       |       |       |       |       |       |
| Byte4-5 | EE FF 双字节参数，EE 为低 8 位，FF 为高 8 位                                  |       |       |       |       |       |       |
| Byte6   | GG 单字节参数   |       |       |       |       |       |       |
| Byte7   | HH 指令码   |       |       |       |       |       |       |

### 7.3 一般参数配置及说明

设置 TFmini 的相关参数，请先将 TFmini 与 PC 建立连接，连接方式参考 6.2 中的测试连接，通过 TF 上位机或者其他串口调试软件，给产品发送相关配置指令；客户也可以通过自己的上位机自行发送相关指令。

- 进入配置模式，发送：42 57 02 00 00 00 01 02  
回显：42 57 02 01 00 00 01 02 表示成功发送；
- 配置产品参数，发送：42 57 02 00 EE FF GG HH（表 8）  
回显：42 57 02 01 EE FF GG HH 表示成功发送；
- 退出配置模式，发送：42 57 02 00 00 00 00 02  
回显：42 57 02 01 00 00 00 02 表示成功发送；

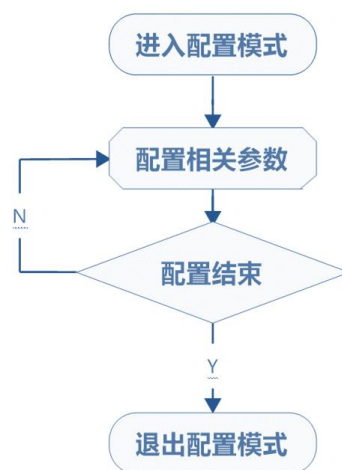


图 8 一般参数配置流程图





表 8 一般参数配置指令列表

| 序号 | 可配置项            | 指令列表                    | 说明  | 出厂配置             |
|----|-----------------|-------------------------|---|------------------|
| ①  | 输出数据格式          | 42 57 02 00 00 00 01 06 | 标准格式，如表 6   | √                |
|    |                 | 42 57 02 00 00 00 04 06 | “Pixhawk”数据格式                                     | /                |
| ②  | 数据输出周期          | 42 57 02 00 EE FF 00 07 | EE FF:输出周期设置 (ms)<br>仅支持 10ms 的整数倍设置              | 10ms/100H<br>z   |
| ③  | 距离数据单位          | 42 57 02 00 00 00 00 1A | 距离数据输出单位为 mm                                      | /                |
|    |                 | 42 57 02 00 00 00 01 1A | 距离数据输出单位为 cm                                      | √                |
| ④  | 测距模式            | 42 57 02 00 00 00 00 14 | 测距档位自动变换  | √                |
|    |                 | 42 57 02 00 00 00 01 14 | 测距档位固定  | /                |
|    | 测距档位设置          | 42 57 02 00 00 00 02 11 | 近距离档位，0-5m 适用                                     |                  |
|    |                 | 42 57 02 00 00 00 07 11 | 远距离档位，1-12m 适用                                    |                  |
| ⑤  | 量程输出限制<br>设置    | 42 57 02 00 00 00 00 19 | 关闭量程限制  | /                |
|    |                 | 42 57 02 00 EE FF 01 19 | 开启量程限制<br>EE FF:量程限制阈值(mm)                        | 量程限制<br>12m      |
| ⑥  | 信号强度阈值<br>最低点设置 | 42 57 02 00 EE 00 00 20 | EE:信号强度阈值最低点设置；当低于<br>该值时距离值输出 FF FF,用于标志不<br>可信。 | 阈值最低点<br>20(DEC) |
| ⑦  | 信号强度阈值<br>最高点设置 | 42 57 02 00 EE FF GG 21 | EE FF:信号强度阈值最高点设置。<br>GG:输出距离值(cm)                | /                |

解释说明：

- ① 标准数据输出格式见表 6，“Pixhawk”数据格式主要用于连接 Pixhawk 时使用，该模式下数据输出为十进制字符串。
- ② 该配置项主要用于调整产品的输出频率，注意 EE FF 的值必须是 10 的整数倍，否则指令无效。输出频率最快为 10ms 输出一次（即 100Hz），最慢为 65530ms 输出一次。该配置并不影响测量频率，仅代表输出数据的频率，无法通过该指令达到省电的目的。
- ③ 距离输出单位一般默认 cm 输出，可修改为 mm。当改成 mm 为单位后，可以在近距离感知 mm 级距离变化，一般在目标单一、测量精度要求较高的场景下使用。
- ④ TFmini 内置两种测距模式，默认自动切换不同测距模式。两种模式切换过程中误差稍大，对于精度要求较高、测距范围不大的客户，可尝试使用固定测距模式。使用过程中，请先发送固定测距模式的指令，然后再发送相应档位的配置指令。在测距模式自动切换时，档位配置指令无效。
- ⑤ 默认开启 12m 的量程输出限制，关闭限制后，距离值可输出 0-15m 的数据，但是大于 12m 后的数据为拟合数据，误差较大。量程限制的阈值可以根据客户需求修改，修改后所有测量反馈大于该阈值的值都会以设定的阈值输出。
- ⑥ 信号强度阈值最低点设置，仅在⑤开启时生效，默认是 20，即当信号强度（Strength）小于 20 时，距离值会输出 FF FF。为了提高距离测量值的可靠性，客户可适当增加该阈值，



但注意最大不可超过 70，否则会引起雷达工作异常。也可以减小该阈值，从而提高 TFmini 的测量范围。

- ⑦ 信号强度阈值最高点设置，仅在⑤开启时生效，该功能可用于近距离数据锁定。当客户无法避免 TFmini 在盲区范围内使用时，为了保证数据稳定，可以通过该指令将盲区内的数据设定为一个固定值。

#### 7.4 特殊参数配置步骤及说明

特殊参数配置与一般参数配置步骤相同，但不需要发送退出配置的指令。操作步骤如下：

- 进入配置模式，发送 42 57 02 00 00 00 01 02  
回显：42 57 02 01 00 00 01 02 表示成功发送；
- 发送配置指令，发送：42 57 02 00 EE FF GG HH（具体指令见表 9）  
回显：42 57 02 01 EE FF GG HH，具体数值与发送指令对应

表 9 特殊参数配置指令列表

| 序号 | 可配置项   | 指令列表                    | 说明             | 出厂配置   |
|----|--------|-------------------------|----------------|--------|
| ⑧  | 波特率设置  | 42 57 02 00 00 00 GG 08 | GG 对应的波特率见表 10 | 115200 |
| ⑨  | 触发源设置  | 42 57 02 00 00 00 01 40 | 内部触发,默认 100Hz  | √      |
|    |        | 42 57 02 00 00 00 00 40 | 外部触发           | /      |
|    | 外部触发指令 | 42 57 02 00 00 00 00 41 | 单次测量触发指令       |        |
| ⑩  | 恢复出厂配置 | 42 57 02 00 FF FF FF FF | 所有配置恢复出厂配置     | /      |

解释说明：

- 波特率设置，客户可依据自己的通信需求自行配置。
- TFmini 的测量有两种触发模式，默认是内部计时器触发，10ms 测量一次。客户可修改成外部触发模式，通过给 TFmini 发送“外部触发指令”使 TFmini 启动测距。请注意 TFmini 外部触发频率最高不可超过 80Hz。
- 恢复出厂配置，发送该指令后，所有可调的配置将恢复成出厂默认的配置，请客户谨慎使用。

表 10 波特率设置对应表

| GG  | 0x00   | 0x01   | 0x02   | 0x03   | 0x04   | 0x05   | 0x06   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 波特率 | 9600   | 14400  | 19200  | 38400  | 56000  | 57600  | 115200 |
| GG  | 0x07   | 0x08   | 0x09   | 0x0a   | 0x0b   | 0x0c   | /      |
| 波特率 | 128000 | 230400 | 256000 | 460800 | 500000 | 512000 | /      |

## 8 远程升级

TFmini 支持远程升级，当用户产品不能满足当前的使用需求，且北醒官方有相应的固件更新后，用户可通过“TFmini 远程升级上位机”更新产品固件。





通过远程升级上位机可获取程序版本号和产品序列号，并自行判断产品是否需要更新，压缩包中包含升级所需要的固件，上位机可实现自动选择需要更新固件。

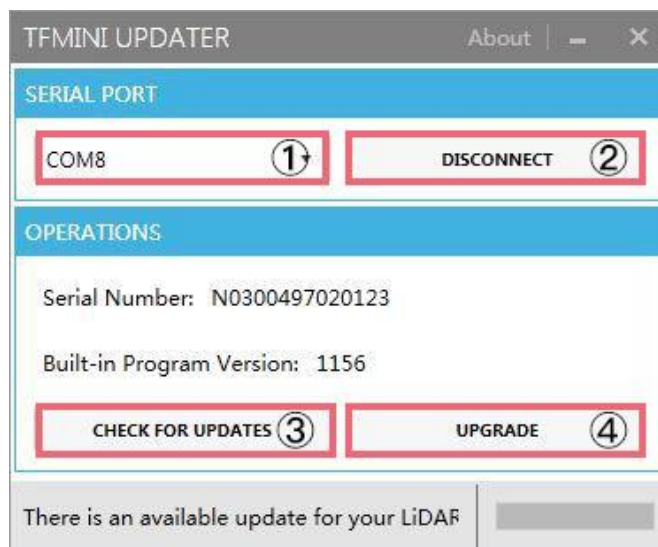


图 8 TFmini 固件升级上位机

TFmini 固件升级所需要的工具与\_快速测试步骤中描述的基本一致，同样需要 TTL-USB 板建立 TFmini 与电脑的连接。

连接好后，打开 TFmini 远程升级上位机，选择合适的端口，此处为『① COM8』,点击『② CONNECT』,建立 TFmini 与上位机通信；点击『③ CHECK FOR UPDATES』,显示窗会显示该产品的产品编号和固件版本，并提示您是否需要更新。对于某些老版本的产品可能无法读取产品编号和版本信息，但依然支持固件更新的功能。然后点击『④ UPGRADE』即可完成更新。

注意:更新固件前请确认产品通信波特率是为 115200,其他波特率情况下 TFmini 将无法升级。

## 9 故障-原因和处理措施

(1) 正常使用 TFmini 情况下，有时距离值会跳变为一个超过量程的固定值。

原因：由于测试环境不同（被测目标的反射率和环境光干扰等），TFmini 探测的信号强度会受到不同程度的影响。为保证测量数据的可靠性和稳定性，TFmini 内部做了算法剔除，当信号强度不足时，默认状态下 TFmini 的距离值会反馈 FF FF (HEX) 作为特殊标志，该值不是 TFmini 测量数据，仅用于提示用户该数据不可信。

处理措施：请您将此类数值当作触发信号，以保证在 TFmini 输出不可信数据时，您的系统可采用其他可信数据做下一步判断决策。

(2) 雷达输出距离值与实际距离误差较大。

原因①：TFmini 数据通信协议解析错误。

处理措施：检查数据通信解析方式，如错误，请查看数据格式，调整解析方式。



原因②：限于 TFmini 的物理原理，被测目标为高反射率（镜面、光滑瓷砖等）或透明（玻璃、水等）物质时，可能出现所述现象。

处理措施：请尽量避免在此种情况下使用。

原因③：产品透镜处有杂物遮盖。

处理措施：请用干燥的无尘布轻轻将杂物擦除。

### （3）TFmini 没有数据输出。

原因：产品出厂前会经过严格的审检，以保证出厂的产品都可正常使用。因此可能是运输或者使用过程中的意外情况导致工作异常。

处理措施：检查供电是否正常，电压是否在额定电压范围内。如供电正常，TFmini 发射镜头内会有微弱红光。

检查 TFmini 接线顺序是否正确，连接是否可靠。

检查数据解析是否正确，请按照说明书说明的数据格式进行解析。

如仍未解决问题，请联系技术支持。

### （4）雷达连接上位机后，无数据输出。

原因①：目前上位机仅支持 Windows 操作系统，其他系统暂不支持。

处理措施：更换为 Windows 操作系统的 PC。

原因②：TTL - USB 板连接不良。

处理措施：检查 TTL -USB 板与 TFmini 和 PC 的连接是否正确可靠。

原因③：串口驱动未正确安装。

处理措施：重新插拔 USB 连接线，尝试重新安装驱动，或去网上直接搜索驱动程序下载安装。

如果仍不能正常使用上位机，请联系我司技术支持。

## 10 常见问题及解答

Q1：请问 TFmini 是否支持 3.3V 或其他电压供电？

A1：您好，目前不支持。TFmini 标准供电 5V。如您有其他需求，可联系销售人员咨询定制事宜。

Q2：请问 TFmini 工作一段时间后会发热，是坏了吗？

A2：您好，这是产品正常工作状态。芯片与电路板持续工作后，轻微发热属于正常现象。



Q3: 请问 TFmini 可以与 Arduino 或树莓派连接使用吗?

A3: 您好, 可以。TFmini 使用串口通信协议, 只要是支持串口通信的控制板即可通信使用。

## 联系方式

总部:

电话: 010-57456983

邮箱: [bw@benewake.com](mailto:bw@benewake.com)

销售合作:

邮箱: [sales@benewake.com](mailto:sales@benewake.com)

技术支持:

邮箱: [support@benewake.com](mailto:support@benewake.com)



## 附录一 TF 系列上位机使用说明

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。

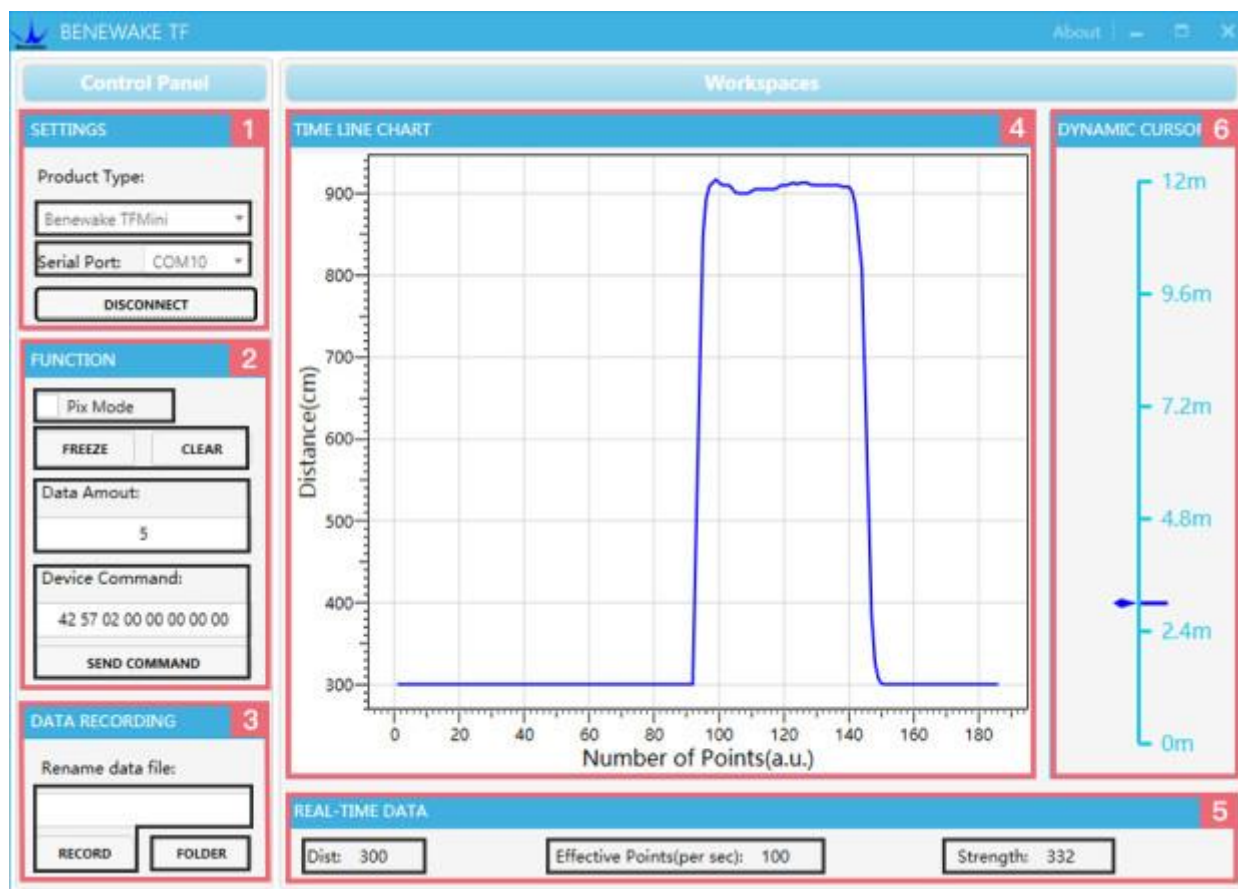


图 1 TF 系列上位机界面

### 1 产品型号/串口控制区【SETTINGS】

**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，如图使用的是公司产品 TFMMini，选择 Benewake TFMMini 即可。

**Serial Port** 串口通信的端口：选择电脑端识别雷达相应的端口号。

**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【FUNCTION】

**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。

**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。



**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 $\geq 5$ ），输入数值后，通过键盘回车键发送命令。

**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，需要注意的是输入指令完成后点击回车键，然后再点击下方的【SEND COMMAND】。

### 3 数据录制区【DATA RECORDING】

**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。

**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【TIME LINE CHART】

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【REAL-TIME DATA】

**Dist** 测距值：默认单位 cm。

**EffectivePoint** (per sec)：表示 TF 每秒刷新的有效数据。

**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【DYNAMIC CURSOR】

依据当前的产品型号实时显示探测的距离值。



## 附录 二 TFmini 在 Arduino 上的开发例程

本例程以 UNO 和 DUE 板作为示例, 主要帮助客户快速熟悉我公司雷达, 减少产品研发周期。

关于 Arduino 的详细介绍和学习请参考以下两个网站:

中文社区: <http://www.arduino.cn/>

英文官网: <https://www.arduino.cc/>

### 步骤 1: 硬件连接

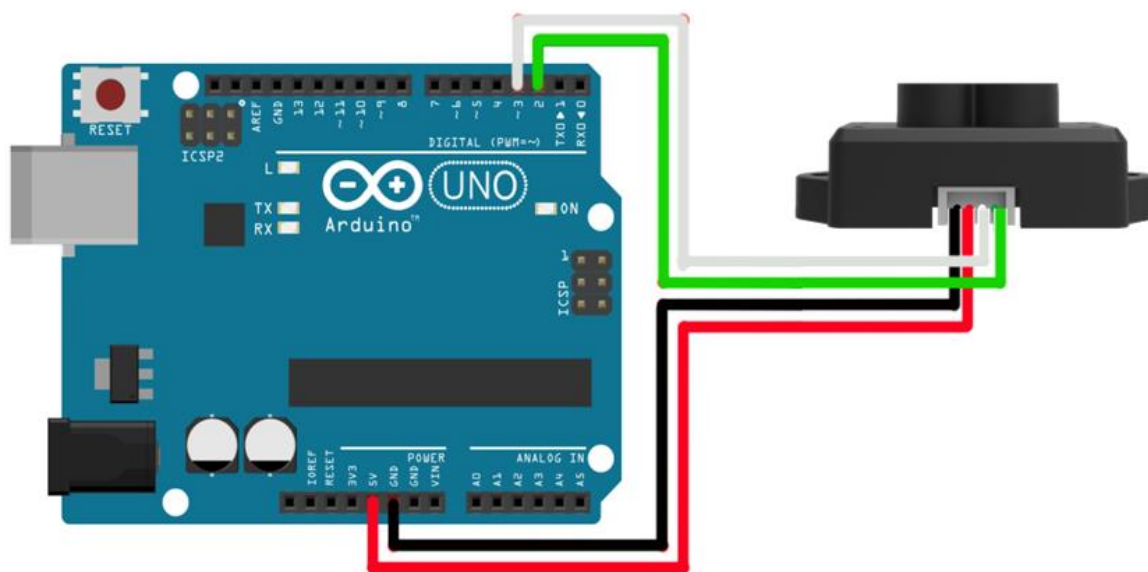


图 1 TFmini 与 uno 板的接线示意图

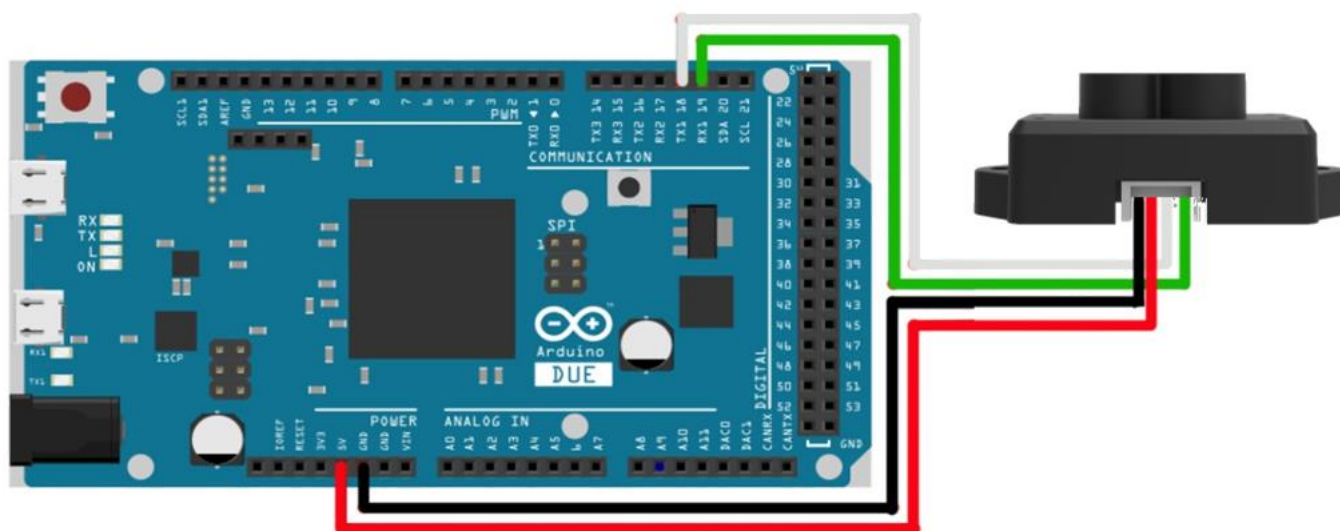


图 2 TFmini 与 DUE 板的接线示意图

### 步骤 2: 程序编写

该例程功能的实现至少需要 Arduino 的两个串口, 一个接收雷达的数据, 另一个用于将数据





输出到电脑端显示出来。可以复制以下代码粘贴到 IDE 程序编辑窗口，也可直接打开相应附件文件。

```
/*本程序为 TFmini 产品标准输出协议的在 arduino 上的解析例程
  详细说明见产品规格书
  对于只有一个串口的 arduino 板如 UNO 板，使用软件虚拟串口的函数
  */

#include<SoftwareSerial.h>//软串口头文件
SoftwareSerial Serial1(2,3); //定义软串口名称为 Serial1，并把 pin2 定为 RX，pin3 定为 TX
/*对于有多个串口的 arduino 板如 DUE 板，注释掉上面两段代码，直接使用 Serial1 串口*/
int dist;//雷达实测距离值
int strength;//雷达信号强度
int check;//校验数值存放
int i;
int uart[9];//存放雷达测量的数据
const int HEADER=0x59;//数据包帧头
void setup()
{
  Serial.begin(9600);//设置 arduino 与电脑连接串口的波特率
  Serial1.begin(115200);//设置雷达与 arduino 连接串口的波特率
}
void loop()
{
  if (Serial1.available())//查看串口是否有数据输入
  {
    if(Serial1.read()==HEADER)//判断数据包帧头 0x59
    {
      uart[0]=HEADER;
      if(Serial1.read()==HEADER)//判断数据包帧头 0x59
      {
        uart[1]=HEADER;
        for(i=2;i<9;i++)//存储数据到数组
        {
          uart[i]=Serial1.read();
        }
        check=uart[0]+uart[1]+uart[2]+uart[3]+uart[4]+uart[5]+uart[6]+uart[7];
```



```

if(uart[8]==(check&0xff))//按照协议对收到的数据进行校验
{
    dist=uart[2]+uart[3]*256;//计算距离值
    strength=uart[4]+uart[5]*256;//计算信号强度值
    Serial.print("dist = ");
    Serial.print(dist);//输出雷达测试距离值
    Serial.print("\t");
    Serial.print("strength = ");
    Serial.print(strength);//输出信号强度值
    Serial.print("\n");
}
}
}
}
}
}

```

### 步骤 3：数据查看

将程序下载到 Arduino 板，打开串口监视器，即可看到雷达实时探测的距离值和相应的信号强度，如图 3；

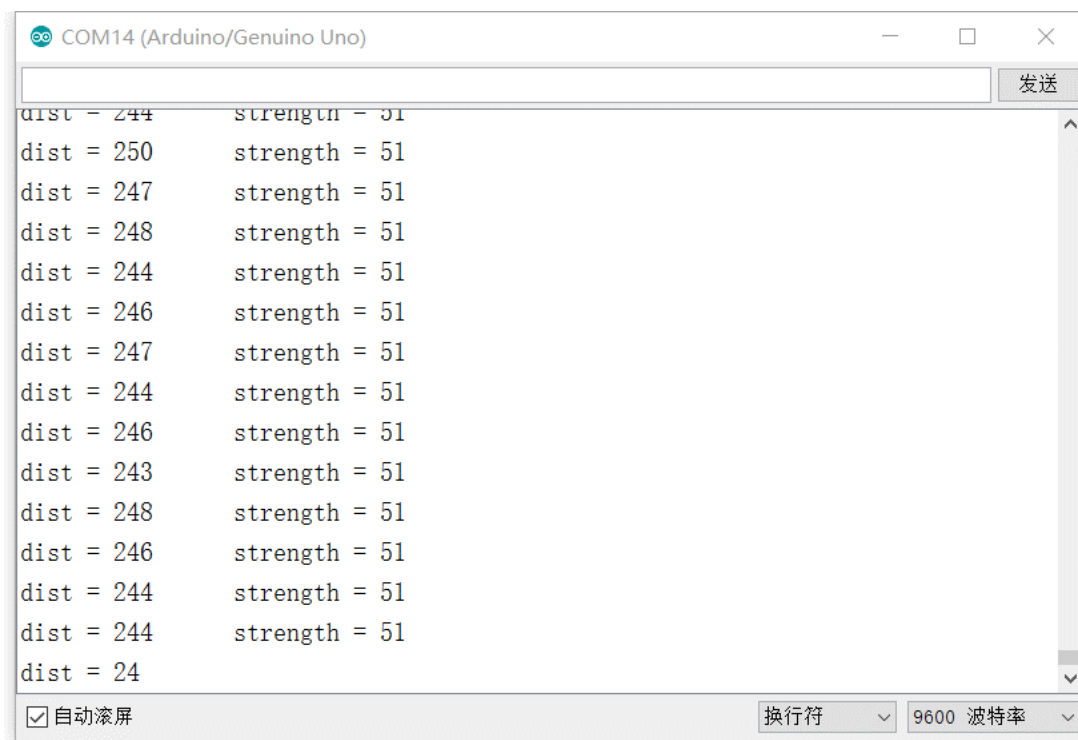


图 3 雷达数据在串口监视器上的显示

另外也可以在串口绘图器上查看数据曲线，但是要把上述有关串口打印（Serial.print）的代码





修改一下：

```
// Serial.print("dist = ");
Serial.print(dist);//输出雷达测试距离值
Serial.print(' ');
// Serial.print("strength = ");
Serial.print(strength);//输出信号强度值
Serial.print('\n');
```

重新编译下载到 Arduino 板，打开串口绘图器即可看到代表 dist 和 strength 的两条曲线，如图

4。

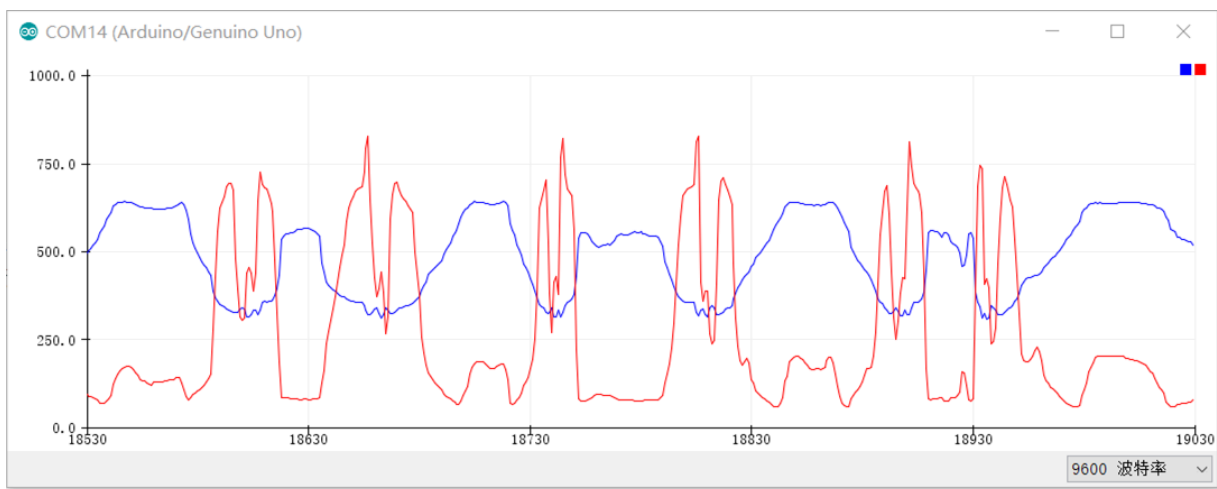


图 4 雷达数据在串口绘图器上的图像



## 附录三 TFmini 在开源飞控 pixhawk 上的应用

pixhawk 为 APM、PX4 的升级版，其中 APM 使用的是普通的 8 位单片机，运算能力有限，PX4 是一个开始使用 STM32F4 的过渡性产品，而 pixhawk 是 PX4 基础上发展的更加完善和可靠的飞控。对于此系列开源飞控的介绍，可详细参考：<http://ardupilot.org/>，这个网站介绍的非常详细和可靠的介绍了 pixhawk，完全可以按照这个网站来学习了解飞控。

TFmini 可以与 Pixhawk 建立连接并使用，选择 pixhawk 数据输出格式，设置好的 TFmini 可以直接连接 Pixhawk 的串口使用，也可以通过相应的转换器连接 Pixhawk 的其他通信接口（I<sup>2</sup>C 等）使用。飞行器可以使用 TFmini 来实现定高。建议 pixhawk 使用 ArduCopter V3.3.3-V3.4.6 版固件。

连接 Pixhawk 方式示例：

### a)连接 Pixhawk 的 TELEM2 接口

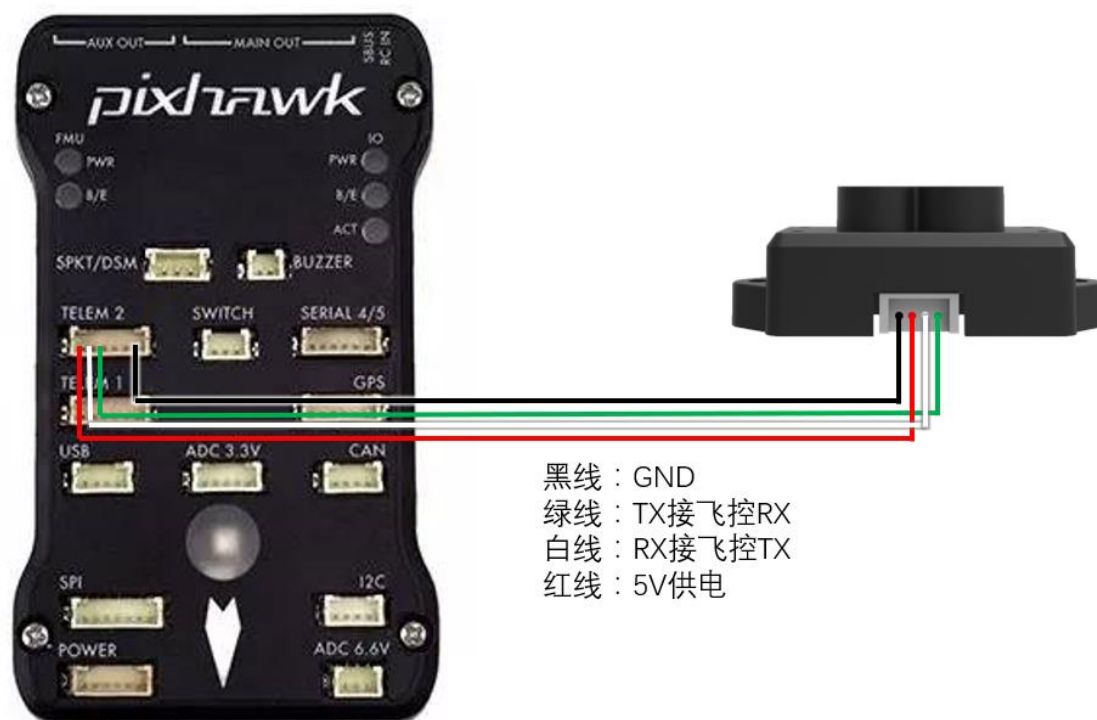


图 1 TFmini 连接 Pixhawk 的 TELEM2(串口 2)接口示意图

### Mission Planner 配置说明

将飞控连至 MP，在下面的【CONFIG/TUNING】栏里面选择左侧的【Full Parameter List】，找到并修改下面几个参数：

SERIAL2\_PROTOCOL = 9 (Lidar)

SERIAL2\_BAUD = 115

RNGFND\_TYPE = 8 (LightWareSerial)



RNGFND\_SCALING = 1

RNGFND\_MIN\_CM = 30

RNGFND\_MAX\_CM = 1200

RNGFND\_GNDCLEAR = 15（单位是 cm,取决于模块安装高度）

设置好这几个参数后，点击软件右侧的【Write Params】即可。

如果出现“**Bad Lidar Health**”错误，请检查是否连接正确、供电是否正常。

#### b)连接 Pixhawk 的 SERIAL4/5 接口

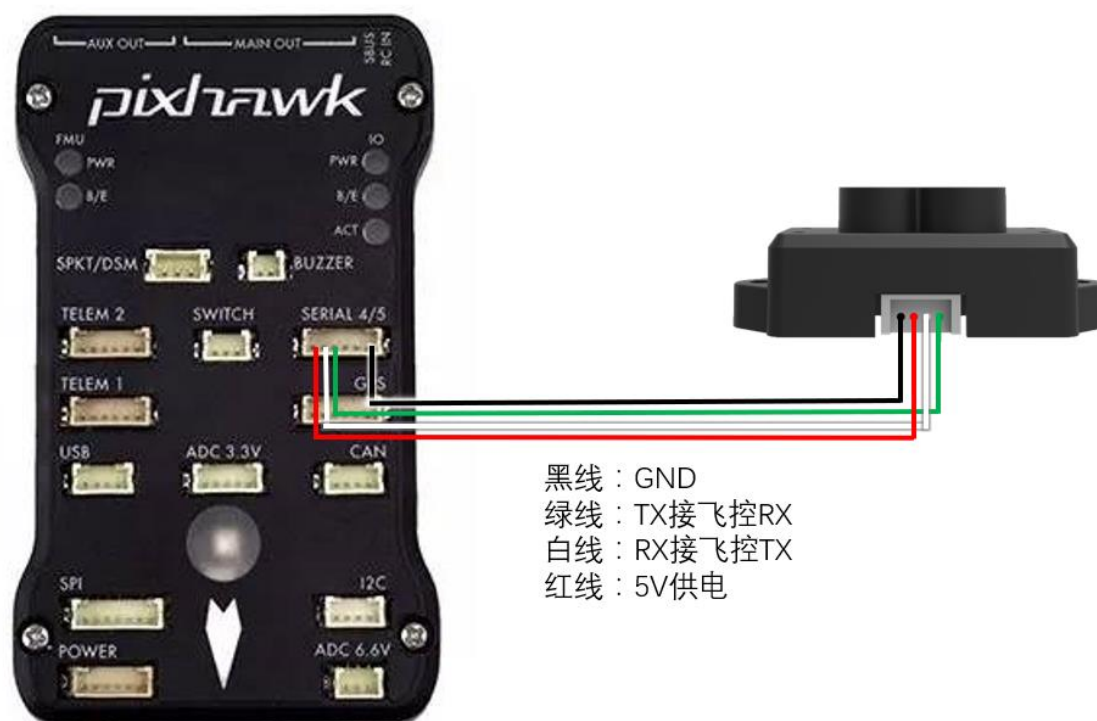


图 2 TFmini 连接 Pixhawk 的 SERIAL4/5(串口 4/5)接口示意图

#### Mission Planner 配置说明

将飞控连至 MP，在下面的【CONFIG/TUNING】栏里面选择左侧的【Full Parameter List】，找到并修改下面几个参数：

SERIAL4\_PROTOCOL = 9 (Lidar)

SERIAL4\_BAUD = 115

RNGFND\_TYPE = 8 (LightWareSerial)

RNGFND\_SCALING = 1

$\text{RNGFND\_MIN\_CM} = 30$

$\text{RNGFND\_MAX\_CM} = 1200$

$\text{RNGFND\_GNDCLEAR} = 15$  单位是 cm,取决于模块安装高度

设置好这几个参数后，点击软件右侧的【Write Params】即可。