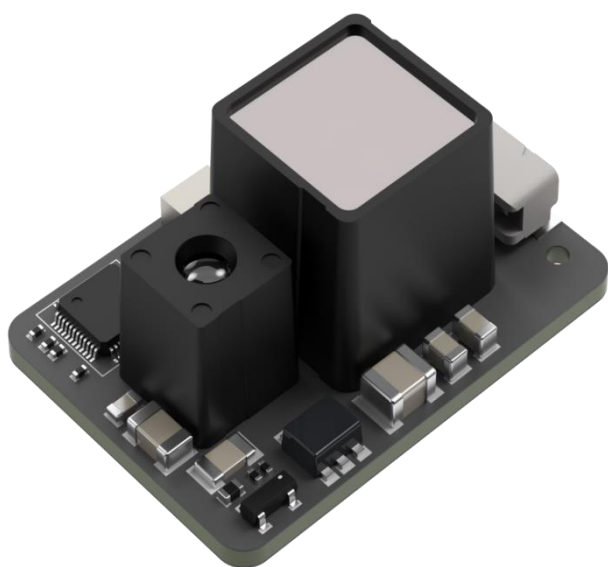


Benewake 北 醒

TFS20-L 用户手册



前言

本用户手册包含 TFS20-L 激光雷达的介绍、使用和维护等内容。正式使用前请仔细阅读本手册，使用过程请严格按照手册所述步骤执行，以避免产品损坏、财产损失、人身损害或/和违反产品保修条款。

如在使用过程中遇到无法解决的问题，请联系北醒工作人员协助解决。

联系方式

官网地址：www.benewake.com

联系电话：400-880-9610

咨询技术问题，请联系：support@benewake.com

咨询销售事宜或索取介绍资料，请联系：bw@benewake.com

公司总部地址

北醒（北京）光子科技有限公司

北京市海淀区上地街道海国嘉业科技园 3 层

版权声明

本文档版权归©北醒所有，未经北醒的官方书面许可，请勿对本文档内容进行修改、删减或翻译。

免责声明

TFS20-L 产品不断改进中，其规格参数会发生迭代变化，请以官网最新版本为准。

目录

1 产品概述	1
1.1 工作原理.....	1
1.2 规格参数.....	1
1.3 结构外观.....	2
2 硬件接口及协议	3
2.1 线序说明.....	3
2.2 串口数据通信.....	4
2.3 串口输出格式.....	4
2.4 I2C 通信	5
3 自定义配置	6
3.1 帧定义.....	6
3.2 一般参数配置及说明.....	6
4 快速测试步骤	9
4.1 产品测试所需工具	9
4.2 测试步骤.....	9
5 FAQ	11
附录 I2C 寄存器列表.....	12

1 产品概述

本章主要介绍 TFS20-L 的工作原理、规格参数、结构外观和视场角度。

1.1 工作原理

TFS20-L 是一款微型化单点激光雷达模组，基于直接测量飞行时间法（dToF）进行距离测量。发射端的激光器经过发射透镜准直发射出脉冲激光信号，经被测物体的反射，回波信号进入接收透镜，被接收端的高灵敏度 SPAD 探测器检测到，可计算出发射与回波信号的时间差，根据光速即可计算被测物体与 LiDAR 之间的距离。

1.2 规格参数

表 1 规格参数

性能参数	
测量范围	0.2-20m@90%反射率@0Klux, 0.2-15m@90%反射率@100Klux 0.2-12m@10%反射率@0Klux, 0.2-9m@10%反射率@100Klux
准确度 ^①	±6cm(0.2~6m), 1%(≥6m)
测距精度 ^②	2cm(0.2~6m)@1σ
帧率	0 / 20 / 50 / 100（默认） / 250Hz
抗环境光能力	100Klux
光学性能	
光源	VCSEL
中心波长	905nm
视场角	<2°
激光安全等级	Class 1 Eye-safe【EN60825】
机械电气参数	
平均功耗	≤0.43W
峰值电流 ^③	130mA@3.3V
供电电压	DC 3.3±9%V
通信电平 ^④	LVTTL（3.3V）
工作温度	-20℃ ~ +60℃
存储温度	-40℃ ~ +85℃

尺寸	21 x 15 x 7.87mm ³
重量	1.35g
硬件接口	0.8mm-6P (型号: WF08006-01207)
防护等级	无



备注:

- ① 该准确度为室内 25°C、90%反射率背景板下测得，条件变化可能会引起测量结果变化。
- ② 该精度为室内 25°C条件下测得，条件变化可能会引起测量结果变化。
- ③ 峰值电流为室温环境下测得。
- ④ LVTTTL 电平不能超过 3.3V

1.3 结构外观

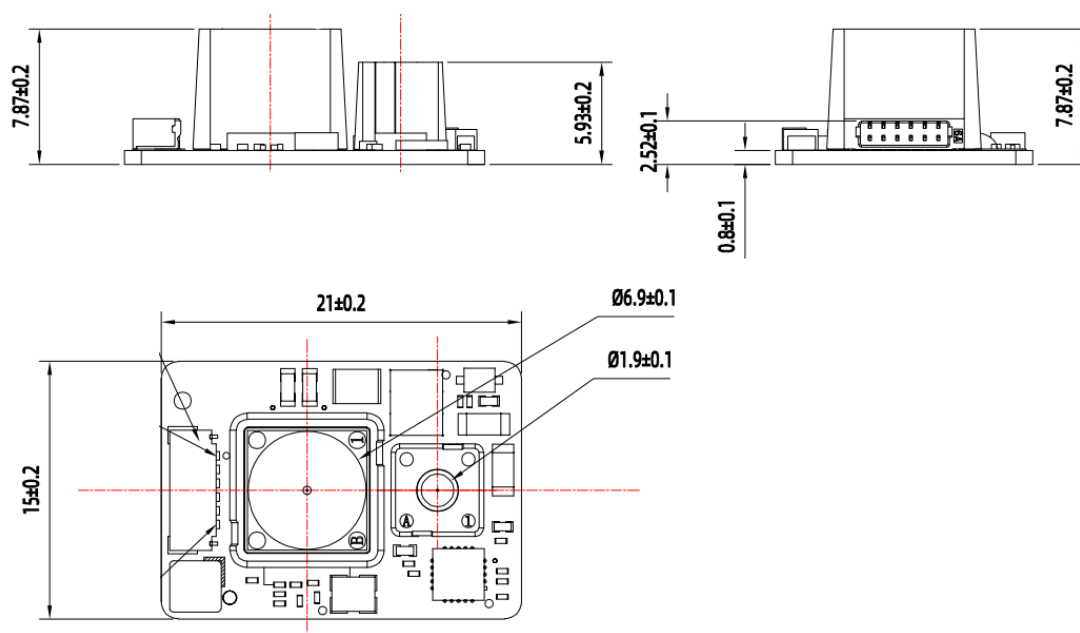


图 1 TFS20-L 尺寸图

2 硬件接口及协议

2.1 线序说明

连接器端子型号为 WF08006-01207，端子间距 0.8mm



图 2 TFS20-L 线序

编号	功能	说明
1	3V3 LASER	激光器供电
2	3V3	电源正极
3	UART_TX/I2C_SDA	接收/数据
4	UART_RX/I2C_SCL	发送/时钟
5	GPIO	通信片选
6	GND	电源地

模组支持 UART、IIC 两种通讯方式，但上电时，只能选择其中一种接口运行。如下图：

UART	I ² C
上电时将 INT 管脚接地	上电时 INT 管脚需要上拉一个 4.7K 的电阻或者直接悬空

2.2 串口数据通信

表 2 UART 通信协议

接口参数	默认值	是否可配置
波特率	115200	可配置
数据位	8	不可配置
停止位	1	不可配置
奇偶校验	无	不可配置



备注：
波特率可以设置为 9600、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600。TFS20-L 的默认波特率为 115200。配置错误波特率时，重置为 115200。

2.3 串口输出格式

每个数据帧由 9 个字节的十六进制数组成，详见下表：

表 3 数据帧

Byte0 -1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
0x59 59	Dist_L	Dist_H	Strength_L	Strength_H	Temp_L	Temp_H	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	Temp_L 低八位						
Byte7	Temp_H 高八位						
Byte8	Checksum 为前 8 字节数据的累加和，取累加和的低 8 位						

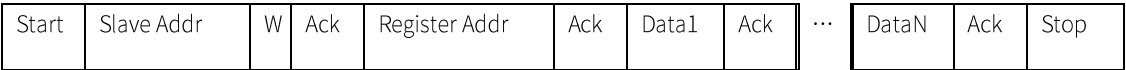
2.4 I2C 通信

引脚 5 上拉一个 4.7K 的电阻或直接悬空时，TFS20-L 启动为 I2C 通信模式，引脚 3 为数据线 SDA，引脚 4 为时钟线 SCL，TFS20-L 做为 I2C 从机，默认从机地址为 0x10，支持最高 400kbps 的时钟频率。I2C 寄存器列表见**附录 I2C 寄存器列表**。

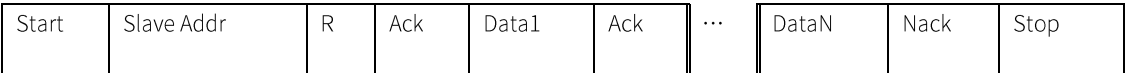
注意：

1. 固件版本 V1.4.6 及以上的版本支持 I2C 通信，若固件版本低于 V1.4.6 或出现无法通信的情况，请升级固件或联系技术支持人员。
2. 本文档中的 I2C 从机地址是 7-bit 的数值，可用范围是[0x08, 0x77]，十进制[8, 119]。I2C 开始信号后发送的第一个字节，需要先将 7-bit 的地址左移一位（乘以 2），再补充最低位的读写标志。如 TF-Luna 的默认从机地址为 0x10，写操作地址为 0x20，读操作地址为 0x21。通过 I2C 写寄存器后，TFS20-L 需要一段时间进行处理才能生效，如果用户需要读回寄存器值进行验证，建议在写操作之后等待 100ms 在进行读操作。

写寄存器时序：



读寄存器时序：



3 自定义配置

3.1 帧定义

TFS20-L 中的一些参数客户可以进行自定义配置，例如数据帧格式、帧率等，可以通过发送特定指令进行更改，所有参数在配置成功后均会保存在 Flash 中，重新上电时无须再次配置。

配置参数时请遵循特定格式和规则，避免发送随机的指令。

注意：所有配置指令均为 16 进制数（HEX）发送。

表 4 TFS20-L 指令格式

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3 ~ ByteN-2	ByteN-1
Head	Len	ID	Payload	Checksum
指令编码解释				
Byte0	Head: 指令帧的帧头（固定值，0x5A）			
Byte1	Len: 指令帧总长度（包含 Head 和 Checksum，单位为字节）			
Byte2	ID: 代表不同功能指令的解析方式			
Byte3-N-2	Data: 数据段，根据 ID 进行解析，数据为小端格式			
ByteN-1	Checksum: 对从 Head 到 Payload 的所有字节进行求和计算，取低 8 位			

3.2 一般参数配置及说明

设置 TFS20-L 的相关参数，请先将 TFS20-L 与 PC 建立连接，连接方式参考 4.2，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串口工具发送相关指令。

在发送完参数配置指令后，默认掉电保存。

表 5 常用的配置指令

可配置项	下行指令	上行指令	说明	出厂配置
获取固件版本	5A 04 01 5F	5A 07 01 V1 V2 V3 SU ^④	版本号 V3. V2. V1	/

输出帧率 ^①	5A 06 03 LL HH SU ^④	5A 06 03 LL HH SU	仅支持 0/20/50/100/250Hz	100Hz
单次触发指令	5A 04 04 62	数据帧	将输出帧率设置为 0 后， 可通过本指令触发测试	
输出模式	5A 05 05 01 65	5A 05 05 01 65	标准 9 字节(cm)	√
	5A 05 05 06 6A	5A 05 05 06 6A	标准 9 字节(mm)	/
波特率 ^②	5A 08 06 H1 H2 H3 H4 SU	5A 08 06 H1 H2 H3 H4 SU	设置波特率 ^② 例： 256000(DEC)=3E800(HEX))， H1=00,H2=E8,H3=03,H4=00	115200
输出开关 ^③	5A 05 07 00 66	5A 05 07 00 66	关闭数据输出	/
	5A 05 07 01 67	5A 05 07 01 67	使能数据输出	/
校验和开关	5A 05 08 01 68	5A 05 08 01 68	使能校验和	/
	5A 05 08 00 67	5A 05 08 00 67	不使能校验和	√
信号强度低阈值和低阈值输出值	5A 07 22 XX LL HH 00	5A 07 22 XX LL HH SU	修改示例:Strength≤100 后，Dist 输出值修改为 1200。 XX=100/10=10(DEC)=0A(HEX) 1200(DEC)=4B0(HEX) LL=B0，HH=04	Strength <300 后，Dist 输出值为 500



备注：

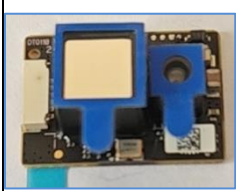
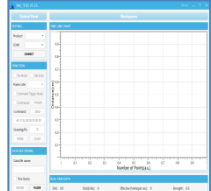
- ① 配置项主要用于调整产品的输出频率。输出频率默认值为 100Hz，支持自定义配置，支持频率为 0、20、50、100、250Hz。
- ② 波特率可以设置为 9600、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600。TFS20-L 的默认波特率为 115200。配置错误波特率时，重置为 115200。
- ③ 每次上电需发送使能开关指令。
- ④ ‘SU’ 代表校验和将低 8 位放入指令中
例如，将波特率修改为 460800，首先将 460800 更改为 HEX (0x00 07 08 00)，然后计算校验和为 0x77，可以得到如下指令-5A 08 06 00 08 07 00

77。

⑤不需要发送保存指令，发送特定配置指令后即刻生效并保存。

4 快速测试步骤

4.1 产品测试所需工具

				
TFS20-L	TTL - USB 板	USB-TypeC 线	电脑	上位机软件

4.2 测试步骤

(1) 上位机测试软件下载

请到北醒官网 (<http://www.benewake.com/download>) 下载 TFS20-L 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。

(2) 设备连接



图 3 正确连接示意图

如上图所示，连接『TFmini/TFmini-S』、『TTL - USB 转接板』和『USB 线』，确保无松动，再将『USB 线』与『电脑』连接。

(3) 上位机连接与读数

如图 5，打开 TF 上位机，选择『① TFmini/TFmini-S』，并选择自动识别的占用串口（这里是『② COM57』）。

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）。

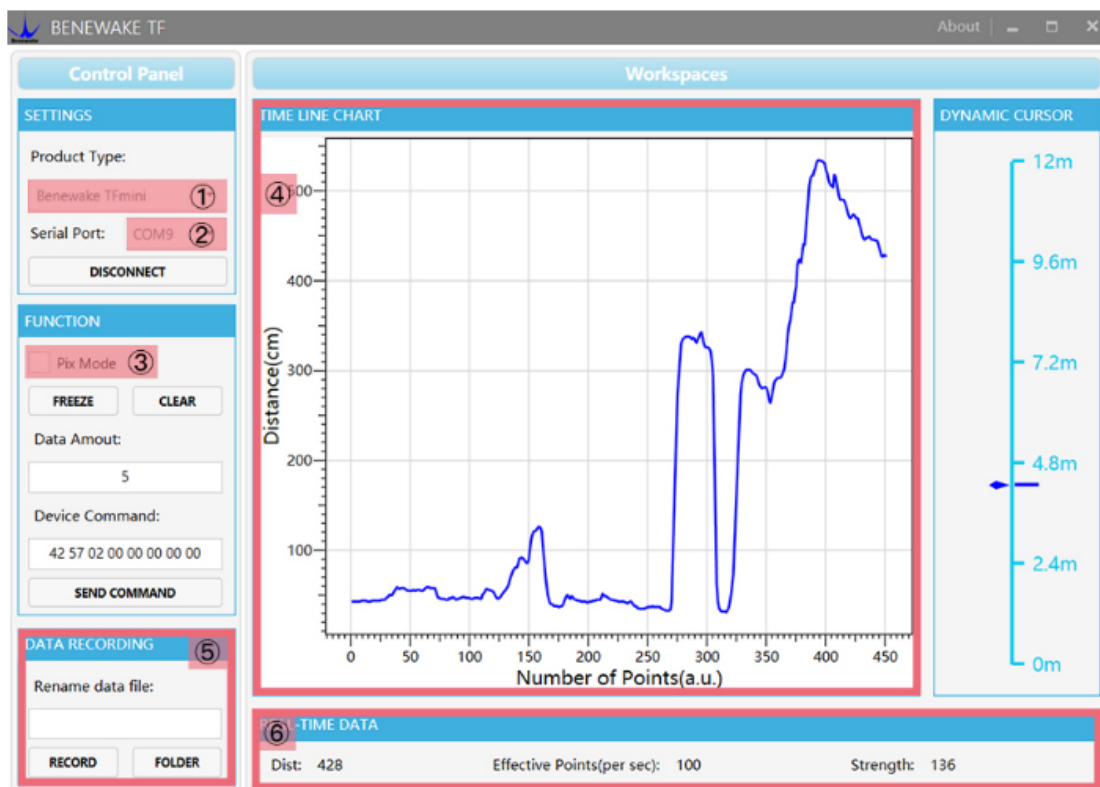


图 4 上位机界面及显示

说明：

如果『④ TIME LINE CHART』区没有数据，请检查连接和线序，TFS20-L 上电成功，正面看发射透镜内会有微弱的红光。

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 TFS20-L 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，TFS20-L 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。

5 FAQ

1. 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 TFS20-L 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。

2. TFS20-L 工作一段时间后会发热

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

3. TFS20-L 没有数据输出。

原因①：V1.4.0 版本上电默认不输出数据，需要发送使能输出的指令。

处理措施：上电后发送使能输出指令 5A 05 07 01 67。

原因②：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，TFS20-L 发射镜头内会有微弱红光。

检查 TFS20-L 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. TFS20-L 是否支持超低功耗模式？

不支持，目前待机功耗约 145mW。平均功耗约 430mW，若使用 10000mAh 电池供电，可维持约 6 天。

附录 I2C 寄存器列表

Address	R/W	Name	Initial Value	Description
0x00	R	DIST_LOW	--	cm
0x01	R	DIST_HIGH	--	
0x02	R	AMP_LOW	--	
0x03	R	AMP_HIGH	--	
0x04	R	TEMP_LOW	--	0.01 摄氏度
0x05	R	TEMP_HIGH	--	
0x06	R	TICK_LOW	--	时间戳
0x07	R	TICK_HIGH	--	
0x08-0x09			--	保留
0x0A	R	VERSION_REVISION	--	修订版本
0x0B	R	VERSION_MINOR	--	次版本
0x0C	R	VERSION_MAJOR	--	主版本
0x0D-0x0F				保留
0x10-0x1D	R	SN	--	生产编码, ASCII 码, 14 字节, 0x10 存放第一个字节
0x1E-0x1F				保留
0x20	W	SAVE	--	写 0x01: 保存当前寄存器值
0x21	W	SHUTDOWN/REBOOT	--	写 0x02: 重启
0x22	W/R	SLAVE_ADDR	0x10	范围: [0x08, 0x77]
0x23	W/R	MODE	0x00	0x00: 连续工作模式 0x01: 指令触发模式
0x24	W	TRIG_ONE_SHOT	--	0x01: 触发一次测距, 仅指令触发模式下有效
0x25	W/R	ENABLE	0x01	0x00: 雷达关闭 0x01: 雷达开启
0x26	W/R	FPS_LOW	0x64	帧率
0x27	W/R	FPS_HIGH	0x00	
0x28				保留
0x29	W	RESTORE_FACTORY_DEFAULTS	--	写 0x01: 恢复出厂寄存器值
0x2A	W/R	AMP_THR_LOW	0x2C	AMP 阈值, AMP 低于阈值后, 距离固定为 DUMMY_DIST
0x2B	W/R	AMP_THR_HIGH	0x01	
0x2C	W/R	DUMMY_DIST_LOW	0xFF	当 AMP 低于 AMP_THR 输出的距离值, cm
0x2D	W/R	DUMMY_DIST_HIGH	0xFF	
0x2E	W/R	MIN_DIST_LOW	0x00	最小距离值, mm, DUMMY_DIST 不受该限制
0x2F	W/R	MIN_DIST_HIGH	0x00	
0x30	W/R	MAX_DIST_LOW	0xFF	最大距离值, mm, DUMMY_DIST 不受该限制
0x31	W/R	MAX_DIST_HIGH	0xFF	
0x3A-0x3F	R	SIGNATURE	--	'TFS20-L'