

Benewake 北 醒

TF-UW500 用户手册



前言

本用户手册包含 TF-UW500 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

TF-UW500 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 激光安全信息 2
- 2 安装与维护 2
- 3 产品概述 3
 - 3.1 工作原理 3
 - 3.2 规格参数 4
 - 3.3 结构外观 6
 - 3.4 视场角 6
- 4 设备安装 7
 - 4.1 机械安装 7
 - 4.2 连接器 8
 - 5.1 串口通讯 9
 - 5.2 I²C 通信 10
 - 5.3 自定义配置指令 10
 - 5.3.1 获取版本号 ID_GET_VERSION=0x01 11
 - 5.3.2 系统软件复位 ID_SOFT_RESET=0x02 11
 - 5.3.3 设置输出频率 ID_SAMPLE_FREQ=0x03 12
 - 5.3.4 设置输出格式 ID_OUTPUT_FORMAT=0x05 12
 - 5.3.5 设置串口波特率 ID_BAUD_RATE=0x06 13
 - 5.3.6 输出开关 ID_OUTPUT_EN=0x07 13
 - 5.3.7 校验和开关 ID_FRAME_CHECKSUM_EN=0x08 14
 - 5.3.8 通讯接口设置 ID_IF_PROTOCOL=0x0A 14
 - 5.3.9 修改 I²C 从机地址 ID_I²C_SLAVE_ADDR=0x0B 15
 - 5.3.10 恢复出厂设置 ID_RESTORE_DEFAULT=0x10 15
 - 5.3.11 保存用户设置 ID_SAVE_SETTINGS=0x11 16
 - 5.3.12 设置测距范围 ID_DIST_RANGE=0x3A 16
- 附录 I²C 寄存器列表 18

1 激光安全信息



该激光雷达包含红色可见激光点。

根据 IEC 60825-1:2014 / EN 60825-1:2014+A11:2021，该激光产品满足激光级别 1。



注意!

如使用此处所列以外的操作设备或校准设备或采取其他操作方式，可能带来 辐射危险。

2 安装与维护



注意!

该产品被归类为 1 类激光产品。当测距功能被激活时，激光雷达模块的激光发射器可能会发出激光辐射，因此激光雷达不应瞄准人类和动物，以确保安全。

本产品是为外露镜头安装而设计和校准的，如果需要在镜头前添加保护窗，则需要确保使用高透射率和有抗反射涂层的材料。

避免检测现场存在烟雾和雾气。

避免冷凝。

避免直接接触湿气和水分。

请勿使用粗糙的织物或脏毛巾或腐蚀性产品来清洁激光镜片。

请勿使用高于规格要求的最大电源电压为产品供电。

用压缩空气清洁激光镜片。需要时，只用柔软、干净的超细纤维布擦拭激光镜片。

确保传感器安装稳固，以防止错误读数或损坏。

只有经过培训和合格的人员才能安装、设置和维修激光雷达激光安全信息。

3 产品概述

本章主要介绍 TF-UW500 的工作原理、规格参数、结构外观和视场角度。

3.1 工作原理

TF-UW500 是一款基于脉冲时间飞行法测距（PToF）的传感器，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，被接收端的探测器检测到。内部电路可计算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。

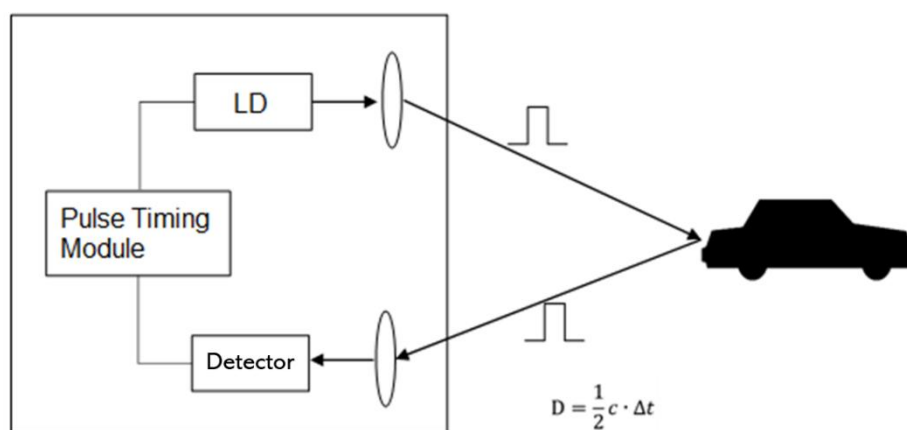
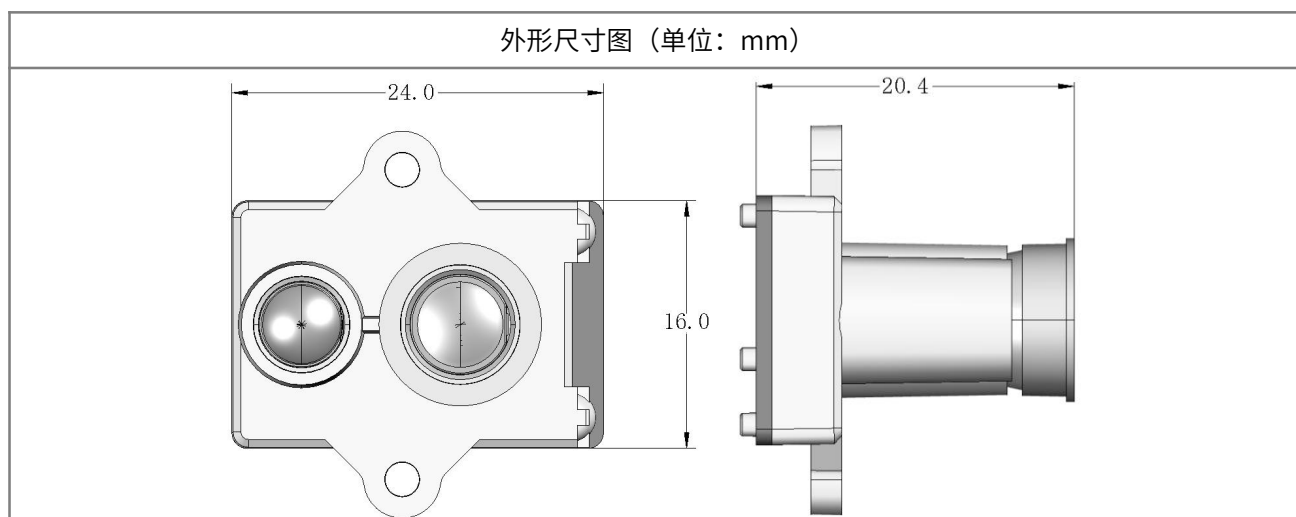


图 1 脉冲时间飞行法测距原理

3.2 规格参数

性能参数	
产品型号	TF-UW500
水下测距范围	> 5 m （室内，NTU< 0.5，30%反射率，垂直入射）
盲区范围	≤ 0.1 m
测距精度 ^①	< 3 cm （0.1 ~ 2m）
重复精度 ^①	< 1 cm @ 1σ （0.1 ~ 2m）
距离分辨率	1 mm
帧率	默认 20 Hz
抗环境光	100 KLux
光学性能	
光源	激光
中心波长	红色可见光
视场角	< 0.5°
激光等级	Class1 (IEC 60825-1:2014; EN 60825-1:2014+A11:2021)
机械电气参数	
平均功耗 ^②	< 5V × 100mA
启动峰值电流 ^②	< 700mA
供电电压	DC 5±0.2 V
串口输出	3.3 V TTL
连接端子	1.0mm-4P，端子型号 HC-1.0-4PWT
工作温度	0 °C ~ + 50 °C
存储温度	- 20 °C ~ + 70 °C
防护等级	NA
典型尺寸 ^③	24.0 mm × 16.0 mm × 20.4 mm
典型重量 ^③	< 5 g （不含尾线）
通信接口参数	
通信接口	UART / I ² C （可通过指令切换）
波特率	默认 115200
数据位	8
停止位	1
奇偶校验位	None



备注：

1. NTU<0.5，水面照度 100KLux，30%反射率，垂直入射，雷达位于水下深度超过 1m 时测量；
2. 室内 0 Klux，25 °C下测得，仅作参考，环境变化时参数有可能变化；
3. 重量、尺寸为典型值仅作参考，详细公差参数请咨询北醒技术人员。

3.3 结构外观

雷达整体外观如下：



图 2 TF-UW500 外观示意图

3.4 视场角

TF-UW500 的视场角如下图所示，光斑形状呈长方形，任意方向发散角均小于 0.5° 。

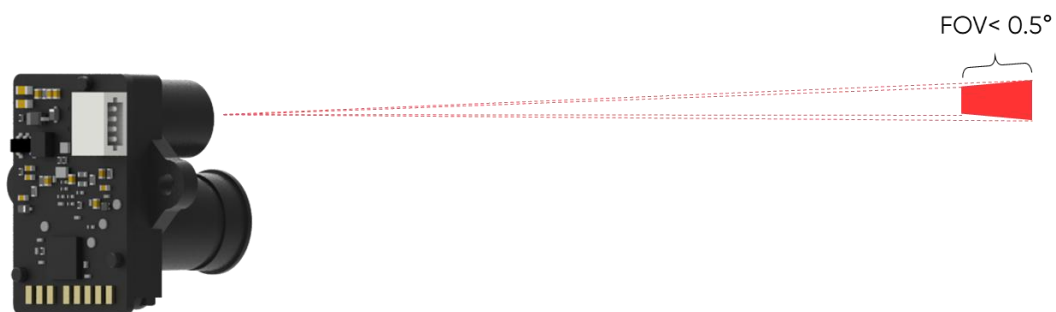


图 3 TF-UW500 视场角示意图

备注:

0.5° 是理论值。由于生产加工和安装误差，实际视场角与此理论值会存在一定偏差。

4 设备安装

本章主要介绍 TF-UW500 的机械安装和连接器信息。

4.1 机械安装

TF-UW500 有 2 个安装定位孔可供使用，如下图所示：

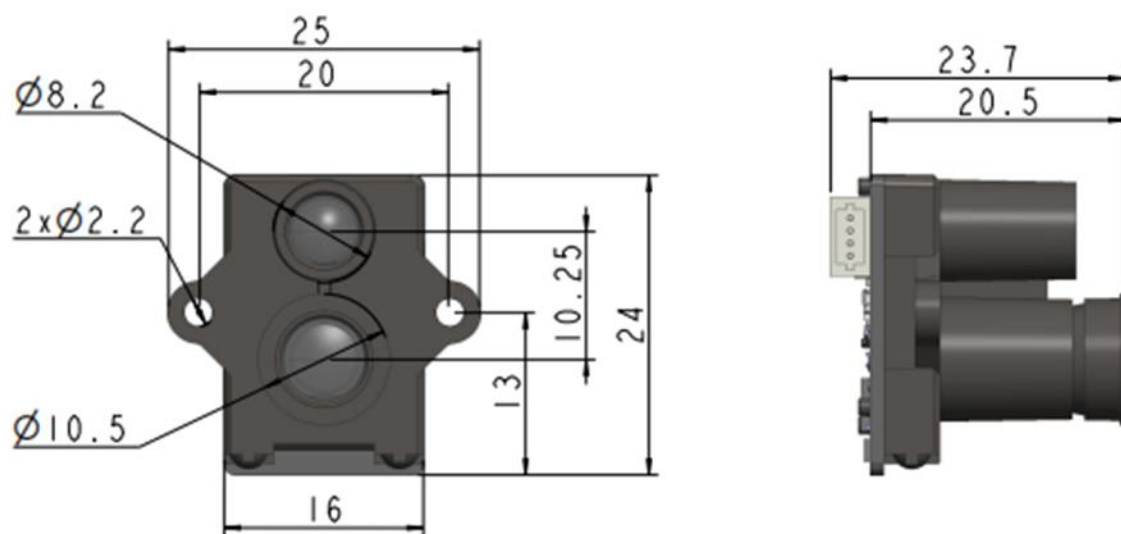
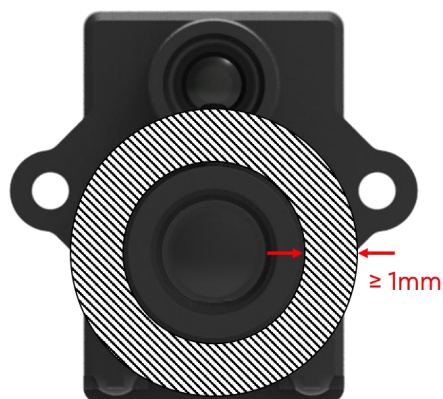


图 4 TF-UW500 安装孔位示意图



由于光学装配公差需要，请在圆形镜筒周围各个方向至少留出 1mm 的额外空间。

4.2 连接器

连接器端子为 1.0mm-4P，端子型号 HC-1.0-4PWT，引脚定义如下图所示：

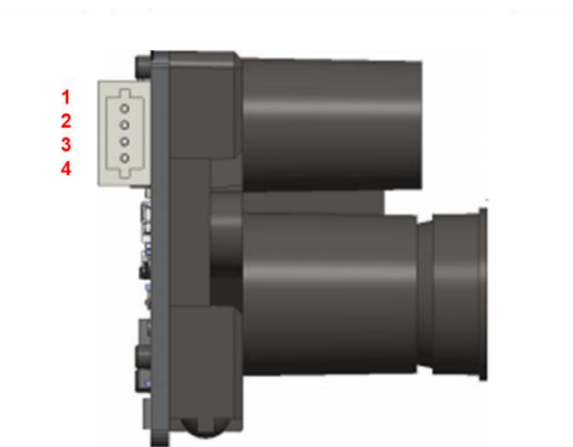


图 5 雷达连接器端子

表 2 端子引脚定义

序号	UART	I ² C
PIN 1	GND	GND
PIN 2	VCC	VCC
PIN 3	RX	SDA
PIN 4	TX	SCL

5 通信协议和数据格式

5.1 串口通讯

要连接两个设备进行 TTL 通信，发射器的 TXD 应连接到接收器的 RXD，接收器的 TXD 应连接到发射器的 RXD。

雷达不含电源开关，当给雷达供电后，数据会开始自动传输。

字符	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

表 3 UART 通信协议

备注:

波特率可以设置为 9600, 14400, 19200, 38400, 56000, 57600, 115200, 128000, 230400, 256000, 460800, 500000, 512000, 600000, 750000, and 921600。TF-UW500 的默认波特率为 115200。

串口输出格式:

字节	0	1	2	3	4	5	6	7	8
描述	0x59	0x59	Dist_L	Dist_H	Peak_L	Peak_H	Temp	Confidence	Check_sum

Dist: 输出水下测距值，空气中需乘以 1.33 的系数，可以根据需要配置为以 mm 或 cm 为单位输出，默认为 mm。

Peak: 信号强度。一般情况下， $Peak \geq 200$ 时数据质量较好； $100 < Peak < 200$ 时数据重复精度开始降低； $30 \leq Peak \leq 100$ 时准度和重复精度差； $Peak < 30$ 时信号强度过低，低雷达输出 65535。

Temp: 芯片温度°C。

Confidence: 置信度

5.2 I²C 通信

TF-UW500 启动为 I²C 通信模式，引脚 3 为时钟线 SDA，引脚 4 为数据线 SCL，TF-UW500 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：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-UW500 的默认从机地址为 0x10，写操作地址为 0x20，读操作地址为 0x21。

写寄存器时序：

Start	Slave Addr	W	Ack	Register Addr	Ack	Data1	Ack	...	DataN	Ack	Stop
-------	------------	---	-----	---------------	-----	-------	-----	-----	-------	-----	------

读寄存器时序：

Start	Slave Addr	W	Ack	Register Addr	Ack	Stop
-------	------------	---	-----	---------------	-----	------

Start	Slave Addr	R	Ack	Data1	Ack	...	DataN	Nack	Stop
-------	------------	---	-----	-------	-----	-----	-------	------	------

其中读寄存器时序中，主机可以不产生第一个 Stop 信号，直接产生第二个 Start 信号。最后一个 Nack 也可以是 Ack 信号。

通过 I²C 写寄存器后，TF-UW500 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 再进行读操作。

5.3 自定义配置指令

TF-UW500 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。

数据位	定义	描述
Byte 0	帧头	固定为 0x5A
Byte 1	帧长度	指令帧总长度（包含 Head 和 Checksum，单位为字节）

Byte 2	帧 ID	代表不同功能指令的解析方式
Byte 3~Byte N-2	Payload	数据段，根据 ID 进行解析，数据为小端格式 Opt: 非 1 读取；1, 写入
Byte N-1	Check sum	对从 Head 到 Payload 的所有字节进行求和计算，取低 8 位

发送指令时请按照以下步骤：

1. 将参数值修改位十六进制
2. 将十六进制数值放入某指令中
3. 计算校验和，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。

配置参数时请遵循特定格式和规则，避免发送随机的指令。

5.3.1 获取版本号 ID_GET_VERSION=0x01

下行：

字节	0	1	2	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Check_sum

上行：

字节	0	1	2	3-5	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Version	Check_sum

Version：例如，第 3、4、5 字节分别为 112、50、9，表示版本号 9.50.112。

举例：指令 [5A 04 01 5F]

5.3.2 系统软件复位 ID_SOFT_RESET=0x02

下行：

字节	0	1	2	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Check_sum

上行：

字节	0	1	2	3	Len-1
----	---	---	---	---	-------

描述	Head(0x5A)	Len	ID	Status	Check_sum
----	------------	-----	----	--------	-----------

Status： 0：成功，非 0：失败

说明：被修改但未执行“保存当前设置”操作的配置项，将被复原到初始状态。

举例：指令 [5A 04 02 60]

5.3.3 设置输出频率 ID_SAMPLE_FREQ=0x03

下行

字节	0	1	2	3~4	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	FPS	Check_sum
默认值				20	

Freq： 雷达实际实现的工作频率。

上行

字节	0	1	2	3~4	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	FPS	Check_sum

Freq： 雷达实际实现的工作频率。

举例：20Hz [5A 06 03 14 00 77]

5.3.4 设置输出格式 ID_OUTPUT_FORMAT=0x05

下行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Format	Check_sum
默认值				0x01	

Format： 0x01： 9 字节 cm 输出，0x06： 9 字节 mm 输出

上行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Format	Check_sum

Format： 雷达实际配置成的输出格式。

举例：

9 字节 mm 输出 [5A 05 05 06 6A]

5.3.5 设置串口波特率 ID_BAUD_RATE=0x06

下行

字节	0	1	2	3~6	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Baudrate	Check_sum
默认值				115200	

Baudrate：雷达实际配置成的串口波特率。

说明：可配置的波特率范围[9600,921600]，保存后生效。

上行

字节	0	1	2	3~6	7	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Baudrate	Status 0:成功 !0: 失败	Check_sum

举例：

9600 [5A 08 06 80 25 00 00 0D]

19200 [5A 08 06 00 4B 00 00 B3]

38400 [5A 08 06 00 96 00 00 FE]

57600 [5A 08 06 00 E1 00 00 49]

115200 [5A 08 06 00 C2 01 00 2B]

230400 [5A 08 06 00 84 03 00 EF]

460800 [5A 08 06 00 08 07 00 77]

921600 [5A 08 06 00 10 0E 00 86]

5.3.6 输出开关 ID_OUTPUT_EN=0x07

下行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Enable	Check_sum
默认值				1	

Enable： 0：输出不使能，1：输出使能

上行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Enable	Check_sum

举例：

使能输出 [5A 05 07 01 67]

关闭输出 [5A 05 07 00 66]

5.3.7 校验和开关 ID_FRAME_CHECKSUM_EN=0x08

下行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Enable	Check_sum
默认值				0	

Enable： 0：校验和不使能，1：校验和使能

说明：校验和不使能时，雷达不对下行数据帧的校验和做检查，上行数据帧中仍包含正确的校验和字节。

上行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Enable	Check_sum

举例：

开启校验和 [5A 05 08 01 68]

关闭校验和 [5A 05 08 00 67]

5.3.8 通讯接口设置 ID_IF_PROTOCOL=0x0A

下行

字节	0	1	2	3	4	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Opt	If_protocol	Check_sum
默认值					!1	

Opt： !1：读取，1：写入

If_protocol: !1: 串口, 1: I²C

上行

字节	0	1	2	3	4	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Status 0:成功 !0: 失败	If_protocol	Check_sum

举例:

修改为 I²C [5A 06 0A 01 01 6C]

说明: 保存后生效

5.3.9 修改 I²C 从机地址 ID_I²C_SLAVE_ADDR=0x0B

下行

字节	0	1	2	3	4	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Opt	I ² C_slave_addr	Check_sum
默认值					0x10	

Opt: !1: 读取, 1: 写入

I²C_slave_addr: 范围[0x08, 0x77];

上行

字节	0	1	2	3	4	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Status 0:成功 !0: 失败	I ² C_slave_addr	Check_sum

举例:

修改为 0x20 [5A 05 0B 01 20 8B]

5.3.10 恢复出厂设置 ID_RESTORE_DEFAULT=0x10

下行

字节	0	1	2	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Check_sum

上行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Status	Check_sum

Status: 0: 成功, 非 0: 失败

举例:

指令 [5A 04 10 6E]

5.3.11 保存用户设置 ID_SAVE_SETTINGS=0x11

下行

字节	0	1	2	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Check_sum

上行

字节	0	1	2	3	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Status	Check_sum

Status: 0: 成功, 非 0: 失败

举例:

指令 [5A 04 11 6F]

5.3.12 设置测距范围 ID_DIST_RANGE=0x3A

下行

字节	0	1	2	3	4-5	6-7	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Opt	Min_dist	Max_dist	Check_sum
默认值					0	65535	

Opt: !1: 读取, 1: 写入

Min_dist: 输出的最小距离值, 单位 mm

Max_dist: 输出的最大距离值, 单位 mm

上行

字节	0	1	2	3	4-5	6-7	Len-1
描述	Head(0x5A)	Len	ID	Status	Dist_min	Dist_max	Check_sum

Status: 0: 成功, 非 0: 失败

举例:

最小输出距离 200mm, 最大输出距离 5000mm [5A 09 3A 01 C8 00 88 13 01]

注意

请勿发送上述没有的指令。

附录 I²C 寄存器列表

Address	R/W	Name	Initial Value	Description
0x00	R	DIST_LOW	--	cm 为单位输出测距值
0x01	R	DIST_HIGH	--	
0x3C	R	DIST_LOW	--	mm 为单位输出测距值
0x3D	R	DIST_HIGH	--	
0x02	R	PEAK_LOW	--	
0x03	R	PEAK_HIGH	--	
0x04	R	TEMP_LOW	--	0.01 摄氏度
0x05	R	TEMP_HIGH	--	
0x0A	R	VERSION_REVISION	--	修订版本
0x0B	R	VERSION_MINOR	--	次版本
0x0C	R	VERSION_MAJOR	--	主版本
0x10-0x1D	R	SN	--	生产编码，ASCII 码，14 字节， 0x10 存放第一个字节
0x1E	W/R	IF_PROTOCOL	0x00	0x00: 串口模式 0x01: I ² C 模式 保存重启后生效
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]