

# NDS01A 数据手册

4m 多区(2×2) dToF 测距传感器

文档版本： V1.1

发布日期： 2025 年 03 月 13 日

修订记录

版本	修改内容	版本日期
V1.0	初始版本	2024.12.20
V1.1	更新 VCSEL 波长、功耗、FOV、性能、焊盘尺寸图	2025.03.13

## 目录

1	产品概述.....	5
1.1	产品框图.....	5
1.2	产品参数.....	6
1.3	应用领域.....	6
2	传感器尺寸图.....	7
3	引脚定义.....	8
4	功能描述.....	10
4.1	系统功能说明.....	10
4.1.1	固件状态机说明 .....	10
4.2	工作模式.....	11
4.3	典型的测距流程 .....	11
4.3.1	等待设备启动.....	12
4.3.2	测距 .....	12
4.4	中断功能.....	12
4.5	上电时序.....	13
4.6	待机模式.....	13
4.6.1	进入待机模式.....	13
4.6.2	唤醒 NDS01A.....	13
5	IIC 接口.....	14
5.1	IIC 时序 .....	14
5.2	IIC 接口 - 时序特性.....	15

6	性能 .....	17
6.1	测试条件 .....	17
6.2	测距范围及精度 .....	17
7	电气参数 .....	18
7.1	推荐工作环境 .....	18
7.2	绝对最大额定值 .....	18
7.3	ESD .....	18
7.4	电气特性 .....	19
7.5	功耗 .....	19
8	应用电路 .....	20
8.1	应用电路图 .....	20
8.2	PCB 焊盘尺寸 .....	21
9	包装信息 .....	22
10	生产焊接与存储条件 .....	23
10.1	SMT 前预处理 .....	23
10.2	生产焊接 .....	23
10.3	存储说明 .....	24
11	激光安全说明 .....	25
12	注意事项 .....	26
13	订购信息 .....	27

## 1 产品概述

NDS01A 是一款微型多区 (2×2) 高集成度的 dToF 测距传感器。基于光微自研的高性能 ToF 技术，传感器内部集成了单光子雪崩二极管 (SPAD) 像素阵列与控制计算单元二合一的高性能 ToF 芯片、满足人眼安全 class 1 的 VCSEL 微型激光器，支持单电源供电，无需额外的光学元件支持。

NDS01A 传感器能够对不同反射率材质、颜色和纹理的物体提供精确的测距信息。NDS01A 可在 4m 测距范围实现物体的高精度测距，可实现 4 个区域同步测距输出。

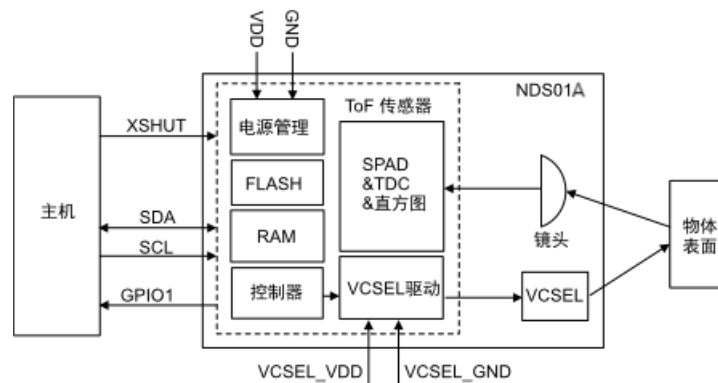
### 产品主要特点：

- 测距范围达 4 m
- 快速精准的多区测距，可实现 2×2 多区域同步测距输出
- 测距精度不受物体的反射率材质、颜色和纹理等影响
- 标定简便，直接输出深度信息，易用性好
- 低功耗
- 支持 IIC 通信接口（最大 1MHz）
- 采用 940 nm VCSEL 微型激光器，满足人眼安全 class 1

### 1.1 产品框图

NDS01A 的产品功能框图如图 1-1 产品功能框图所示。

图 1-1 产品功能框图



## 1.2 产品参数

NDS01A 传感器的主要特性如表 1-1 主要参数所示。

表 1-1 主要参数

参数	规格
像素数	$2 \times 2$
FOV	$21^{\circ} \times 13^{\circ}$
帧率	Max. : 30Hz
检测距离	4 m
VCSEL 波长	940 nm
供电电压	VDD/VCSEL_VDD : 2.7 V~3.5V
IO 电压	1.6 V~3.5V
引脚数量	12 pin
通信接口	IIC Max. 1MHz
尺寸	$4.9\text{mm} \times 2.5\text{mm} \times 1.56\text{mm}$
工作温度	$-20^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$
存储温度	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$

## 1.3 应用领域

- 激光检测自动对焦
- 1D 手势识别
- 投影仪梯形校正
- AIOT 与智能家居
- 智能卫浴



### 3 引脚定义

NDS01A 的引脚示意图 (Bottom View) 如图 3-1 所示, 引脚的详细说明如表 3-1 所示。

图 3-1 引脚示意图 (Bottom View)

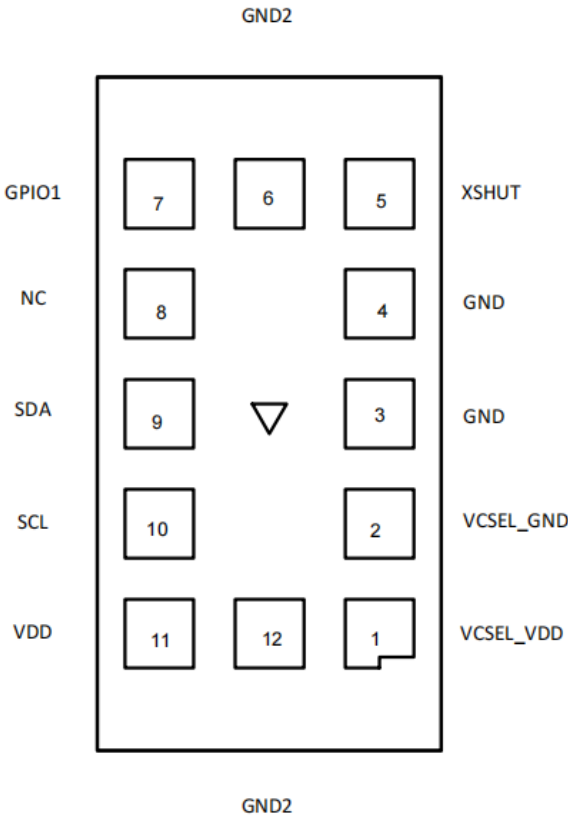


表 3-1 引脚定义列表

引脚序号	引脚名称	信号类型	信号描述
1	VCSEL_VDD	VCSEL 电源	电源输入 (2.7V~3.5V)
2	VCSEL_GND	地	接地
3	GND	地	接地
4	GND	地	接地
5	XSHUT	数字输入	硬件待机模式的复位输入端, 低电平有效
6	GND2	地	接地
7	GPIO1	数字输出	中断输出
8	NC	-	此引脚悬空
9	SDA	数字输入/输出	IIC 数据线
10	SCL	数字输入	IIC 时钟线
11	VDD	电源	电源输入 (2.7V~3.5V)
12	GND2	地	接地





说明：

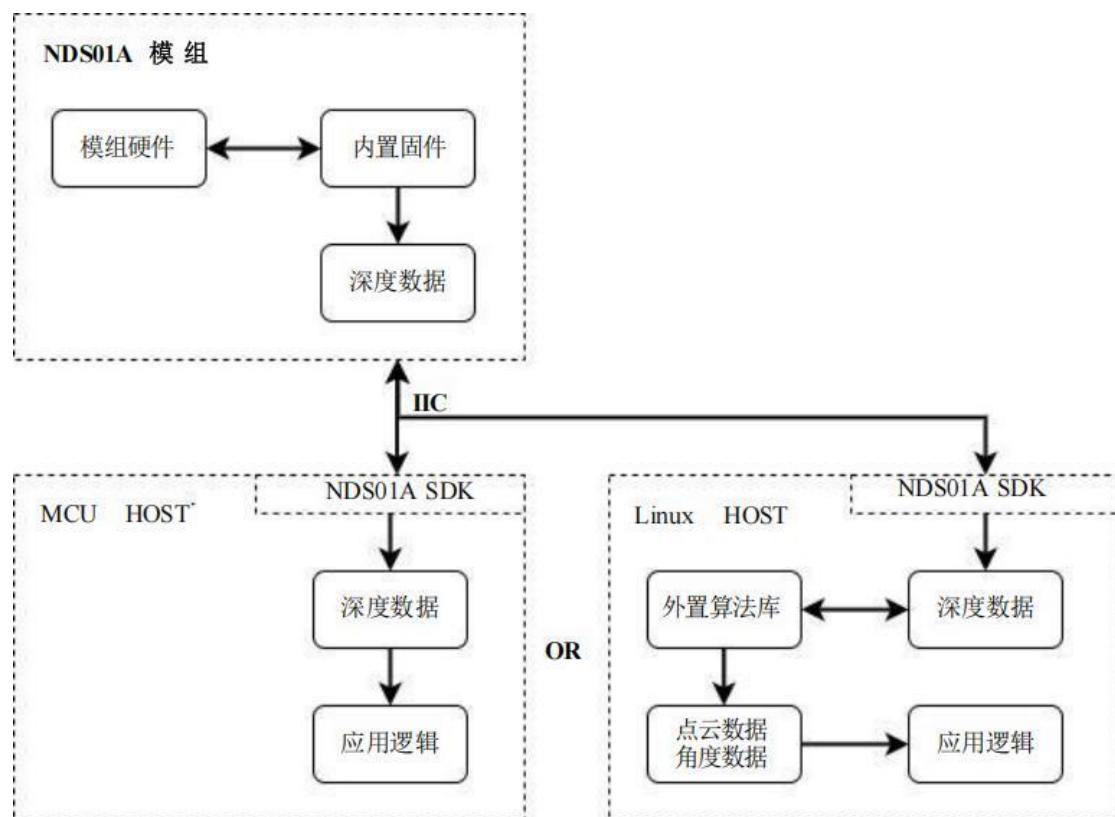
- XSHUT 数字输入引脚控制传感器是否进入复位与低功耗模式。传感器上电后需要将 XSHUT 引脚输入电平拉高，传感器进入工作模式。
  - 低电平：传感器复位并进入低功耗待机模式。
  - 高电平：传感器从待机模式唤醒。
- GPIO1 为开漏输出，可用作数据中断，GPIO1 的高低电平用来表示测量数据是否准备好。
- SDA、SCL、GPIO1 和 XSHUT 没有二极管连接到 VDD 电源。  
因此，即使 VDD=0V，它们也不会阻塞中断线或 IIC 总线。

## 4 功能描述

### 4.1 系统功能说明

系统级别的功能描述如图 4-1 NDS01A 系统功能描述所示。用户端应用程序通过调用 NDS01A\_SDK 来控制 NDS01A 传感器设备。该 SDK 中开放了设备初始化、测距和标定等功能供用户调用。

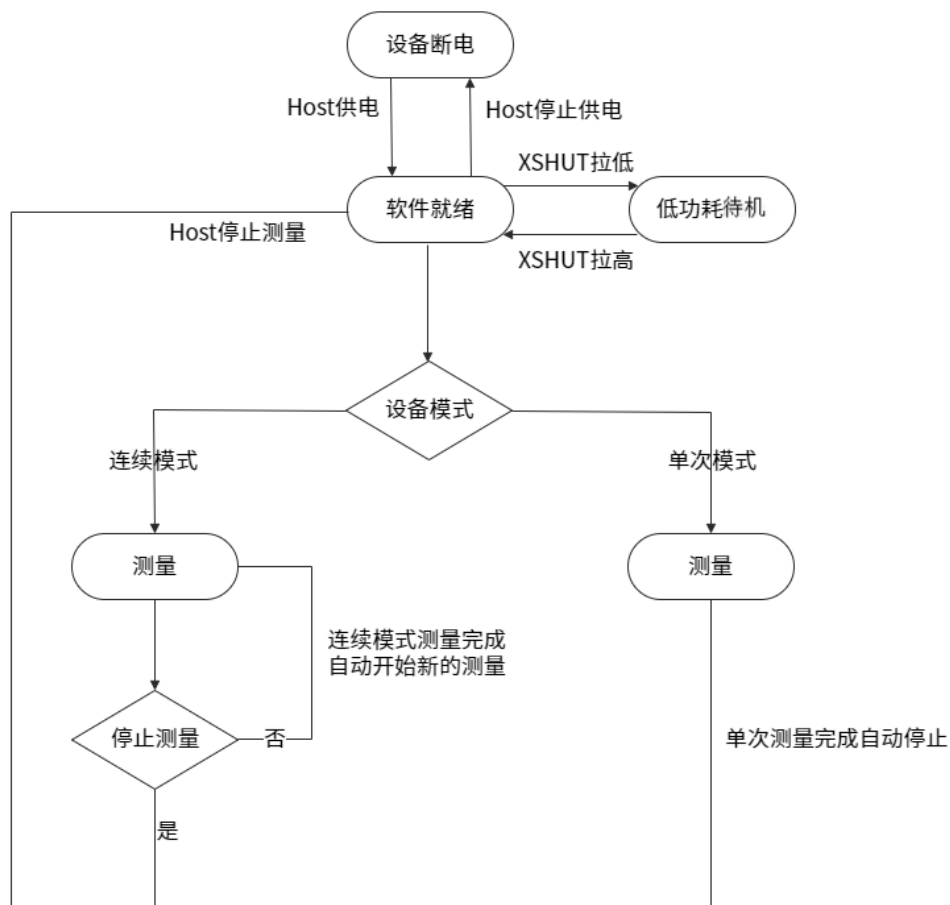
图 4-1 NDS01A 系统功能描述



#### 4.1.1 固件状态机说明

固件状态机说明如图 4-2 固件状态机所示。

图 4-2 固件状态机



## 4.2 工作模式

NDS01A\_SDK 中的工作模式有两种模式。

- 单次测量设备模式

在调用完成一次之后，NDS01A 系统会自动返回到软件就绪状态。

- 连续测量设备模式

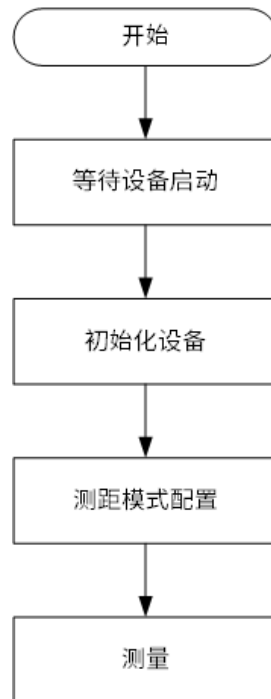
一次测量完成之后，NDS01A 系统会自动进行下一次测量。当 Host 端发送关闭连续测距时，NDS01A 才会返回软件就绪状态。（详细内容请参考 NDS01A\_SDK）

## 4.3 典型的测距流程

典型的完整测量流程包含以下三个阶段：

- 等待设备启动
- 初始化传感器设备
- 测量

图 4-3 典型测距工作流程



#### 4.3.1 等待设备启动

此阶段是一个通过 IIC 检测设备是否就绪的一个阶段，若在此阶段超时返回，则有可能是以下问题导致。

- 外围电路错误。
- 焊接出问题，虚焊或者温度过高导致传感器损坏。
- IIC 读写程序有问题，请抓取波形进行分析。

#### 4.3.2 测距

此阶段包括配置工作模式和开始测距，用户根据自身需要进行配置工作模式。测距时，当目标物或者传感器在移动的状态下，测试到的深度数据可能出现 65300 的无效数值，用户需要对该数值进行过滤。

### 4.4 中断功能

可通过寄存器控制 NDS01A 模组实现中断读取数据的功能。

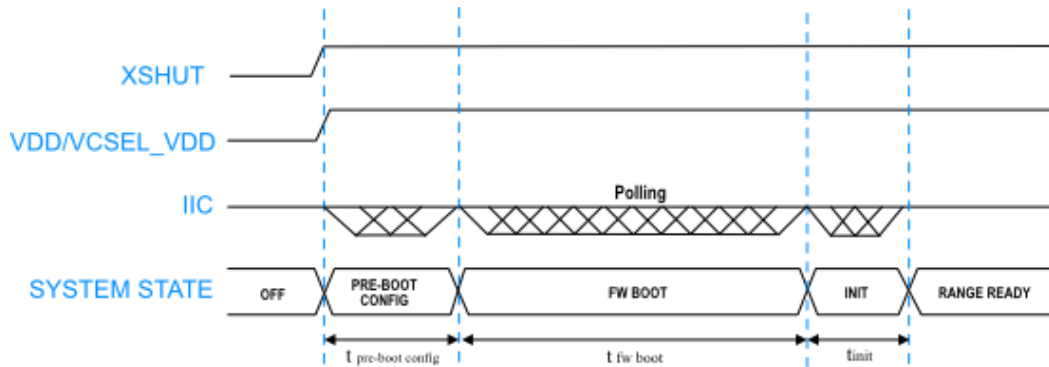
默认配置下，测量完成后，GPIO1 引脚会自动拉低，读取数据后 GPIO1 引脚会自动拉高。用户可以将此引脚作为中断引脚。详细函数接口请参考 NDS01A\_SDK。

## 4.5 上电时序

给 VDD/VCSEL\_VDD 供电后，需保证 XSHUT 引脚为拉高状态才可使 IIC 正常通信，随后设备进入预启动配置阶段，等待固件启动后自动进入初始化阶段，初始化结束后进入就绪状态，等待接收测距指令。固件启动阶段设备通过 IIC 轮询(Polling)，启动成功则结束轮询。

NDS01A 的上电时序如图 4-4 上电时序所示。

图 4-4 上电时序



说明：

$t_{\text{pre-boot config}}$  为传感器从上电到预启动配置的时间。

$t_{\text{fw boot}}$  为传感器固件启动的时间。

$t_{\text{init}}$  为传感器初始化的时间。

## 4.6 待机模式

NDS01A 具有待机模式，待机模式模组不测距，进入待机模式后可以大幅度降低 NDS01A 传感器的功耗。

### 4.6.1 进入待机模式

- 硬件方式进入待机：将 NDS01A XSHUT 引脚拉低，传感器即进入待机模式。
- 软件方式进入待机：发送 IIC 命令，使传感器进入待机模式（详细请参考 NDS01A\_SDK）。

### 4.6.2 唤醒 NDS01A

- 若是使用硬件进入待机模式，唤醒操作：将 XSHUT 引脚电平拉高即可。
- 若是使用软件进入待机模式，唤醒操作：发送 IIC 命令，使传感器推出待机模式（详细请参考 NDS01A\_SDK）。

## 5 IIC 接口

### 5.1 IIC 时序

IIC 总线由数据线 SDA 和时钟线 SCL 组成，通过器件地址识别从机，NDS01A 上的 IIC 总线最高速率可达为 1MHz，典型速率为 400KHz,器件地址是 0x5C。

数据传输时，主机发出起始信号，然后按由高到低顺序发送 7 位器件地址和 1 位读写控制位 R/W；当读写控制位为 0 表示主机对从机进行写操作，为 1 表示主机对从机进行读操作，然后接收从机响应，如表 5-1 器件地址格式所示。

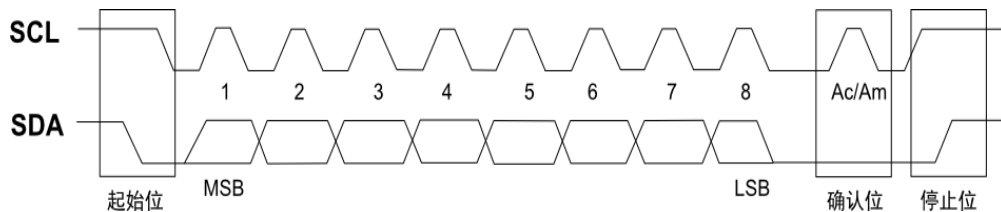
表 5-1 器件地址格式

1	0	1	1	1	0	0	R/W
---	---	---	---	---	---	---	-----

如图 5-1 数据传输协议所示，从机采用开漏结构与总线相连，SCL 和 SDA 均需接上拉电阻，所以总线空闲时，两条线路都为高电平，当任一器件输出低电平，都将使总线拉低。

- 起始位：SCL 为高电平时，将 SDA 拉低，产生起始信号，从机检测到起始信号后，准备接收数据，起始信号之后到停止信号之前为数据传输状态，由双向数据线 SDA 完成。
- 结束位：SCL 为高电平时，将 SDA 拉高，产生结束信号，从机检测到结束信号后，停止接收数据。

图 5-1 数据传输协议

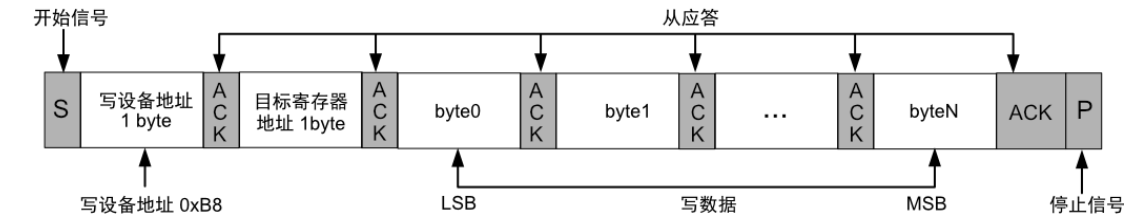


数据传输时，时钟线 SCL 为低电平时，SDA 允许改变传输的数据位，在 SCL 为高电平状态时，SDA 要求保持稳定，相当于一个时钟周期传输 1bit 数据。第 8 个时钟周期末，主机释放 SDA 以使从机应答，在第 9 个时钟周期，从机将 SDA 拉低以应答；如果在第 9 个时钟周期，SCL 为高电平时，SDA 未被检测到为低电平，视为非应答，表明此次数据传输失败。第 9 个时钟周期末或者当前传输结束，从机释放 SDA 以使主机继续传输数据，如果主机发送停止信号，此次传输结束。

起始位开始后，发送完第一个字节（7 位器件地址和一位读写控制位）并收到从机正确的应答后开始发送字地址，收到从机正确的应答后，再向该地址写入内容。

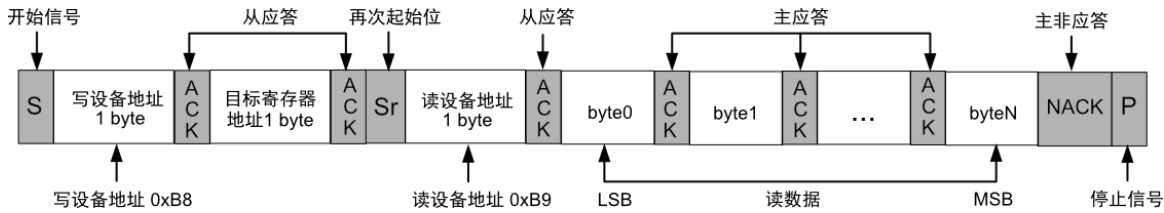
典型写数据传输格式如图 5-2 数据传输格式（写）所示。

图 5-2 数据传输格式（写）



对读时序而言，发送完器件地址（写命令）和字地址后，再次发送起始信号和器件地址（读命令），之后再读数据，如图 5-3 数据格式（读）所示。

图 5-3 数据格式（读）



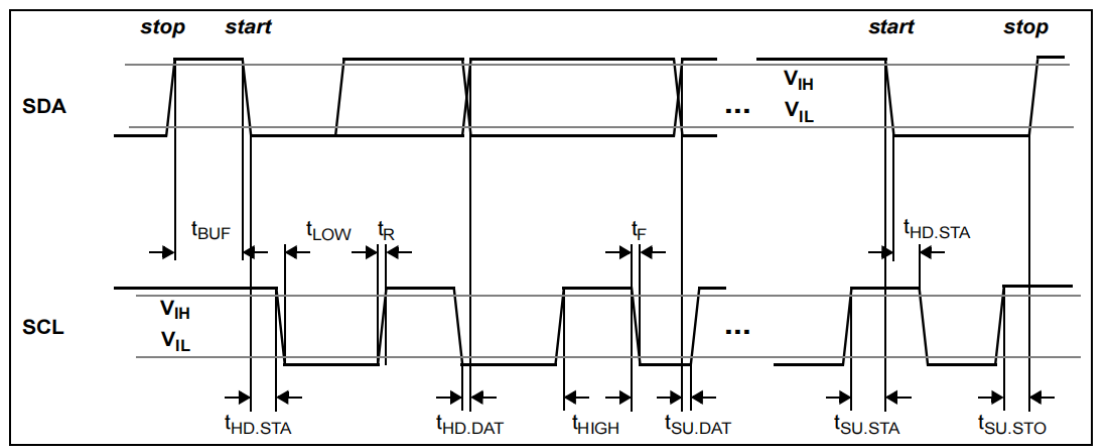
## 5.2 IIC 接口 - 时序特性

时序特性如表 5-2 所示。所用参数、时序适用于所有工艺、电压和温度（PVT）条件。

表 5-2 PVT 测试下的特性

缩写	含义	最小值	典型值	最大值	单位
F <sub>IIC</sub>	工作频率	-	400	1000	kHz
t <sub>LOW</sub>	SCL 低电平宽度	0.5	-	-	μs
t <sub>HIGH</sub>	SCL 高电平宽度	0.26	-	-	μs
t <sub>SP</sub>	输入滤波器抑制的尖峰脉冲宽度	-	-	50	ns
t <sub>BUF</sub>	传输之间的总线空闲时间	0.5	-	-	μs
t <sub>HD,STA</sub>	起始信号保持时间	0.26	-	-	μs
t <sub>SU,STA</sub>	重复起始信号建立时间	0.26	-	-	μs
t <sub>HD,DAT</sub>	数据保持时间	0	-	0.9	μs
t <sub>SU,DAT</sub>	数据建立时间	50	-	-	ns
t <sub>R</sub>	SCL/SDA 上升时间	-	-	120	ns
t <sub>F</sub>	SCL/SDA 下降时间	-	-	120	ns
t <sub>SU,STO</sub>	结束信号建立时间	0.26	-	-	μs
C <sub>i/o</sub>	输入/输出电容(SDA)	-	-	10	pF
C <sub>in</sub>	输入电容 (SCL)	-	-	4	pF
C <sub>L</sub>	负载电容	-	140	550	pF

图 5-4 PVT 测试下的时序特性





## 6 性能

### 6.1 测试条件

- 目标反射率：白卡（90%）
- 目标反射卡尺寸：2m × 2m (90%)
- 室内：无强光，白光 LED 145lux 环境下
- 额定电压：VDD=3.3V，VCSEL\_VDD=3.3V
- 所有距离都是为覆盖的完整视野（FOV=21°×13°）
- 像素数 2×2
- 测量不含盖板，测距值经过频率校准
- 此测量精度是基于 FOV 中心测距值，并再计算 20 次测距数据的平均
- 此测试是基于实验室环境下进行的测试

### 6.2 测距范围及精度

表 6-1 测距范围及精度

目标反射率	测试距离（mm）	测距精度	角度精度
白卡（90%）	500~1000	±20mm	Max.: ±2.0°@30°
	1000~3000	±2%	Max.: ±2.0°@30°
	3000~4000	±2%	Max.: ±2.0°@20°

## 7 电气参数

### 7.1 推荐工作环境

NDS01A 的工作条件如表 7-2 工作环境所示。

表 7-2 工作环境

参数	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压 (VCSEL_VDD, VDD)	2.7	3.3	3.5	V
IO 电压 (SCL, SDA, XSHUT, GPIO1)	1.6	-	3.5	V
温度 (正常工作)	-20	-	70	°C

### 7.2 绝对最大额定值

表 7-1 绝对最大额定值

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VCSEL_VDD, VDD	-0.3	-	3.6	V
SCL, SDA, XSHUT, GPIO1	-0.3	-	3.6	V
存储温度	-40	-	85	°C
存储湿度 (无冷凝)	-	-	85	%
湿气敏感性等级 MSL	MSL 3			-



说明:

- 超出表中的绝对最大额定值可能导致器件永久性损坏。上表中只是强调的额定值，不代表器件的正常工作条件。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。
- MSL 3: 指在环境温度 < 30°C 且相对湿度 < 60 % 的条件下，器件的最大车间寿命为 168 h。

### 7.3 ESD

NDS01A 满足静电保护功能额定值，如表 7-3 静电保护功能额定值所示。

表 7-3 静电保护功能额定值

参数	规格	条件
人体模型 (HBM)	JEDEC JS-001-2017	±2KV, 1.5KΩ, 100pF
充电器件模型(CDM)	JEDEC EIA/JESD22-C101F	±500V

7.4 电气特性

NDS01A 的数字 I/O 电气特性如表 7-4 所示。

表 7-4 数字 I/O 电气特性

参数	符号	参数含义	最小值	典型值	最大值	单位
GPIO1/ XSHUT	V <sub>IL</sub>	低电平输入	-	-	0.3VDD	V
	V <sub>IH</sub>	高电平输入	0.52 VDD	-	VDD	V
	V <sub>OL</sub>	低电平输出 (I <sub>OUT</sub> =4mA)	-	-	0.14	V
	V <sub>OH</sub>	高电平输出 (I <sub>OUT</sub> =4mA)	VDD-0.5	-	-	V
IIC 接口 (SDA/SCL)	V <sub>IL</sub>	低电平输入	-	-	0.3VDD	V
	V <sub>IH</sub>	高电平输入	0.52 VDD	-	VDD	V
	V <sub>OL</sub>	低电平输出 (I <sub>OUT</sub> =4mA)	-	-	0.14	V

7.5 功耗

NDS01A 传感器功耗如表 7-5 传感器功耗所示。工作环境为室温 25℃，  
VDD/VCSEL\_VDD=3.3V。

表 7-5 传感器功耗

参数	最小值	典型值	最大值	单位
硬件待机功耗	15	20	25	μA
软件待机功耗	5	10	15	μA
有效测距平均功耗 (包含 VCSEL)	-	40	45	mA



说明：

- 峰值电流（包含 VCSEL）可达 80 mA。

## 8 应用电路

### 8.1 应用电路图

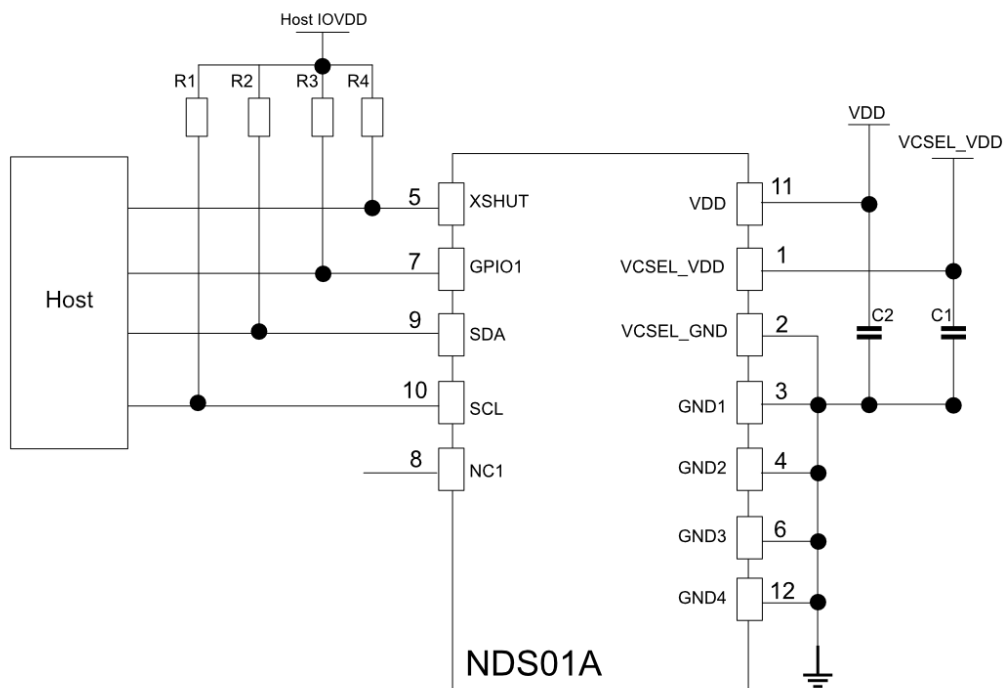


注意：

- 外部电源 VCSEL\_VDD / VDD 上的电容应尽可能地靠近传感器引脚 PIN1 和 PIN11，电容地回路尽量短。
- XSHUT 引脚需接入 HOST 端，如果 HOST 端引脚状态不确定，需接阻值为 10KΩ 的上拉电阻。XSHUT 上拉所接的电源建议与模组电源一致。
- GPIO1 在不使用时无需接上拉电阻。

NDS01A 的应用电路框图如图 8-1 应用电路框图所示。

图 8-1 应用电路框图



传感器典型应用电路中，主要元器件的相关信息如表 8-1 电路主要元器件所示。

表 8-1 电路主要元器件

元器件名称	数量	位号	参数	误差
贴片电容	1	C1	4.7μF	±20%
贴片电容	1	C2	100 nF	±20%
贴片电阻	2	R1、R2	1.5k~2.0K	±5%
贴片电阻	2	R3、R4	10K	±5%



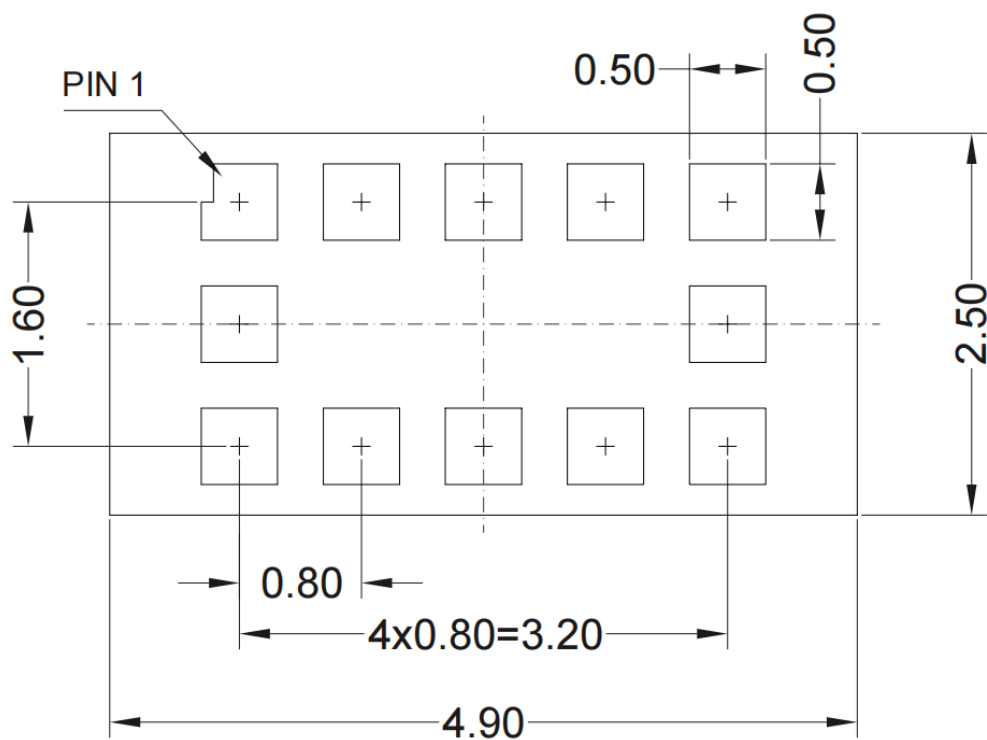
说明：

如果用户的设备寄生电容比较大，可以适当减小 IIC 的上拉电阻，降低 IIC 波形的爬坡时间。

## 8.2 PCB 焊盘尺寸

NDS01A 的 PCB 焊盘尺寸如图 8-2 焊盘尺寸图 (Top View) 所示。

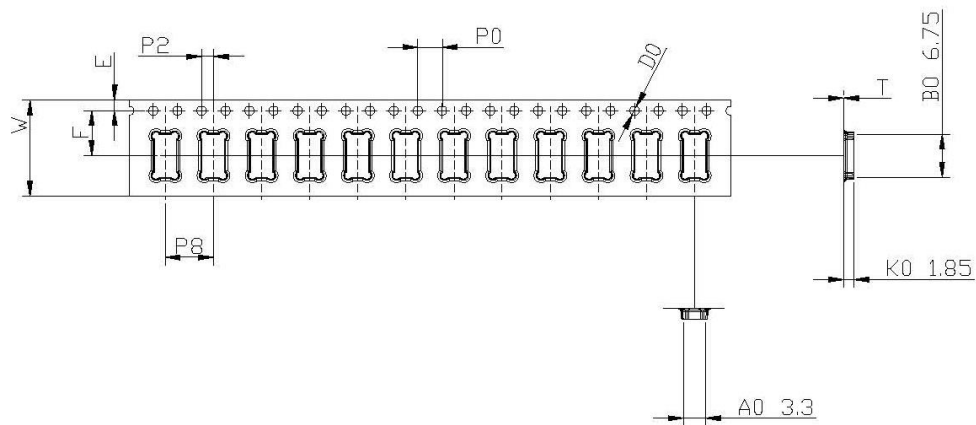
图 8-2 焊盘尺寸图 (Top View)



## 9 包装信息

NDS01A 的卷带详细尺寸如图 9-1 卷带尺寸所示。

图 9-1 卷带尺寸



## 10 生产焊接与存储条件

### 10.1 SMT 前预处理



注意：

本器件为精密光学器件，对湿气非常敏感。进行 SMT 贴装前，NDS01A 模组必须进行预烘烤除湿处理，预烘烤参数推荐为 60°C，8H。若未除湿直接 SMT 贴装，有造成良率损失风险。

### 10.2 生产焊接



注意：

如果由于其他原因，使用不同于推荐的参数（峰值温度 > 240°C），需要做相应的风险评估。在任何情况下，回流焊温度需不超过表 10-1 推荐的炉温测试控制要求所示中的最大值。推荐的回流焊峰值温度为 240°C。

NDS01A 传感器的回流焊参数的取值范围和推荐值（无铅锡膏）如图 10-1 NDS01A 无铅锡膏推荐回流曲线所示，需根据所用的 PCB、锡膏和材料来调整回流曲线，推荐的回流焊峰值温度为 240°C。

图 10-1 NDS01A 无铅锡膏推荐回流曲线



表 10-1 推荐的炉温测试控制要求

参数	推荐值	最大值	单位
加热区最高温 (T1)	160	165	°C
加热区加热速率 ( $\Delta T1$ )	2	4	°C/s
恒温区最高温 (T2)	175	180	°C
恒温区时间 (t1)	100	120	s
回流区最高温(T3)	240	-	°C
回流区时间 (t2)	90	95	s
温度>200°C保持时间 (t3)	60	65	s
降温速率 ( $\Delta T2$ )	-2	-4	°C/s

10.3 存储说明

NDS01A 的存储温度范围为-40°C~85°C，潮湿敏感度等级为 3（MSL3）。



## 11 激光安全说明

NDS01A 包含 VCSEL 微型激光器、先进的微型透镜和相应的驱动电路。根据 IEC/EN 60825-1:2014 规定，在所有合理可预见的条件下包括单故障，激光输出需在 1 级激光安全限制范围内。使用光微推荐的设备和操作条件，比如系统中不得包含任何额外用于集中激光束的透镜，也不得设置超出推荐操作条件的参数，激光器输出就保持在 1 类限制范围内。激光的输出功率不可以任何方式增加，也不可使用任何光学来聚焦光束。在推荐操作条件之外的控制、调整或执行相关程序都有可能产生危险的辐射暴露。



## 12 注意事项

- 外部电源 VCSEL\_VDD / VDD 上的电容应尽可能地靠近传感器引脚 PIN1 和 PIN11，电容地回路尽量短。
- XSHUT 引脚需接入 HOST 端，如果 HOST 端引脚状态不确定，需接阻值为 10K  $\Omega$  的上拉电阻。XSHUT 上拉所接的电源建议与模组电源一致。
- GPIO1 在不使用时无需接上拉电阻。
- 本器件为精密光学器件，对湿气非常敏感。进行 SMT 贴装前，NDS01A 模组必须进行预烘烤除湿处理，预烘烤参数推荐为 60°C，8H。若未除湿直接 SMT 贴装，有造成良率损失风险。
- 如果由于其他原因，使用不同于推荐的参数（峰值温度 > 240°C），需要做相应的风险评估。在任何情况下，回流焊温度需不超过表 10-1 推荐的炉温测试控制要求所示中的最大值。推荐的回流焊峰值温度为 240°C。

### 13 订购信息

NDS01A 出货信息如表 13-1 订购信息所示。

表 13-1 订购信息

订购编码	封装类型	包装	最小包装
NDS01A-CV1C	OLGA	卷带	1k