

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。

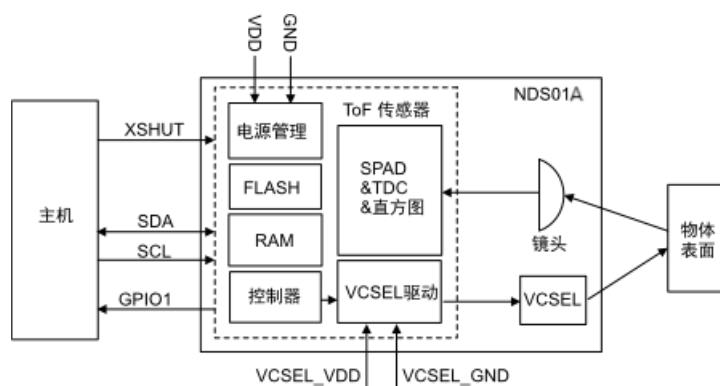
产品主要特点：

- 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 × 2
FOV	21° × 13°
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	4.9mm × 2.5 mm × 1.56 mm
工作温度	-20 °C ~ 70 °C
存储温度	-40 °C ~ 85 °C

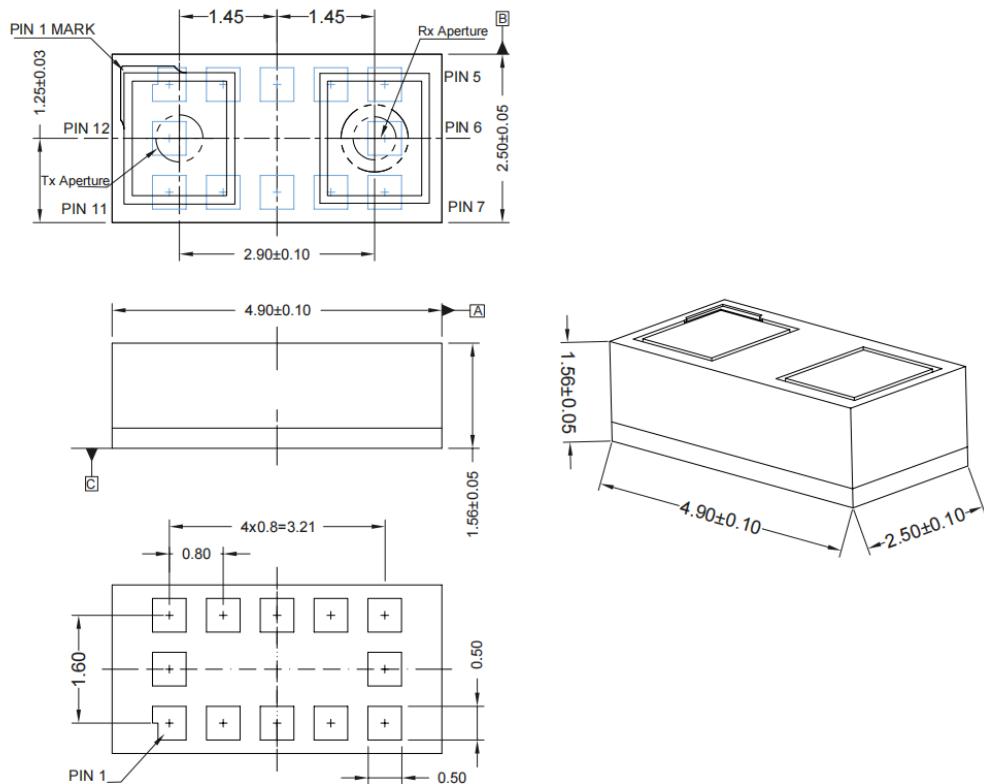
1.3 应用领域

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

2 传感器尺寸图

NDS01A 的传感器封装尺寸如图 2-1 传感器外观尺寸所示。

图 2-1 传感器外观尺寸



说明：

除另有说明外，图中所有尺寸单位均为 mm。

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)

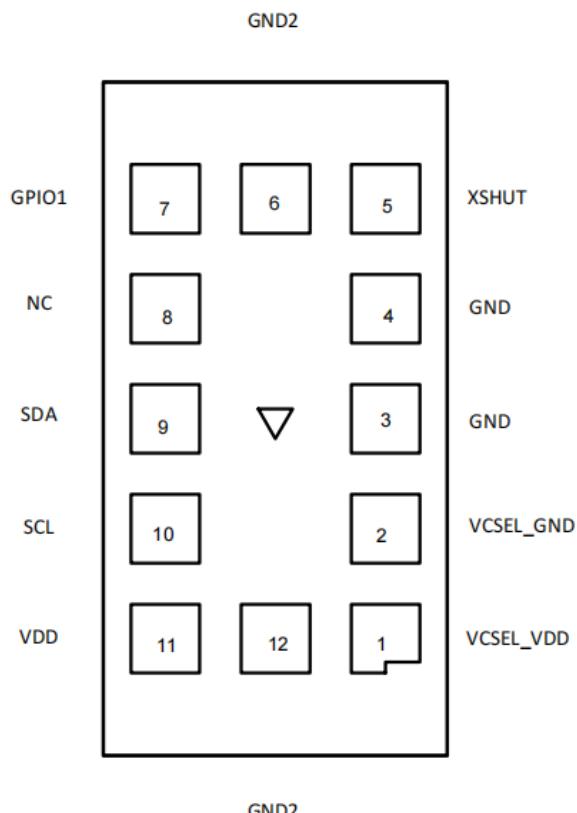


表 3-1 引脚定义列表

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：

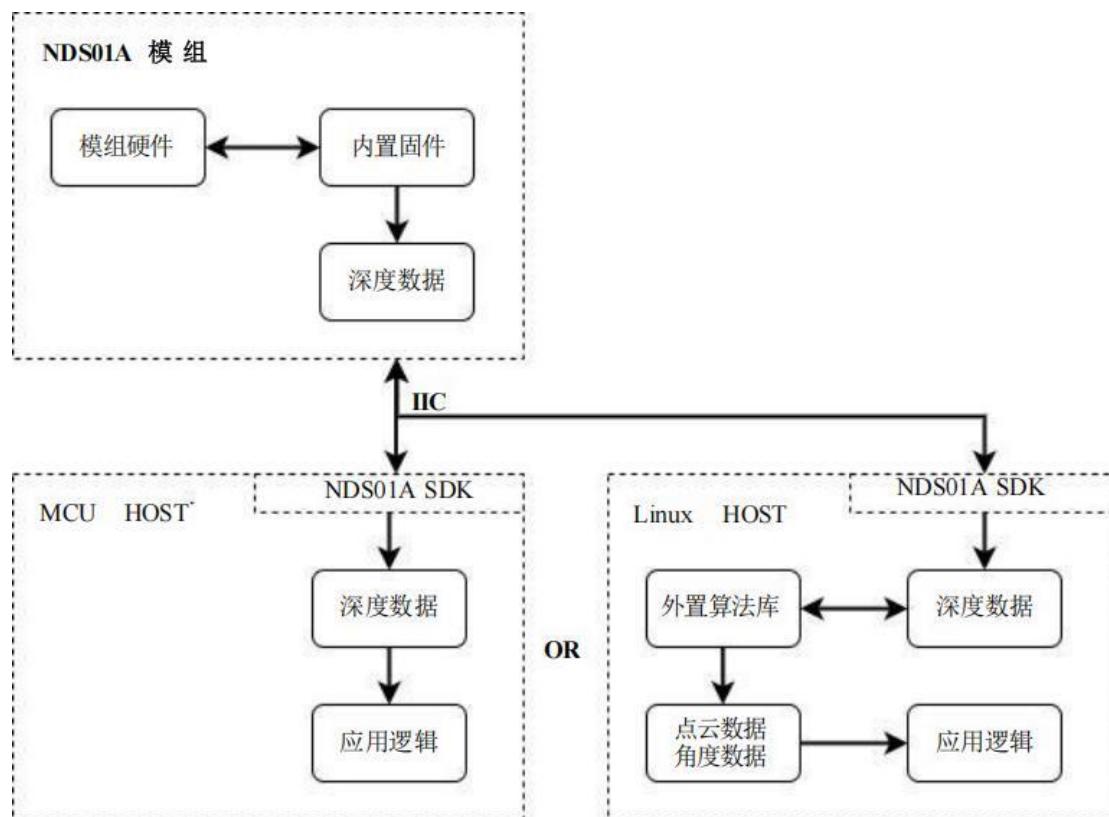
- XSHUT 数字输入引脚控制传感器是否进入复位与低功耗模式。传感器上电后需要将 XSHUT 引脚输入电平拉高，传感器进入工作模式。
 - 低电平：传感器复位并进入低功耗待机模式。
 - 高电平：传感器从待机模式唤醒。
- GPIO1 为开漏输出，可用作数据中断，GPIO1 的高低电平用来表示测量数据是否准备好。
- SDA、SCL、GPIO1 和 XSHUT 没有二极管连接到 VDD 电源。
因此，即使 $VDD=0V$ ，它们也不会阻塞中断线或 IIC 总线。

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。

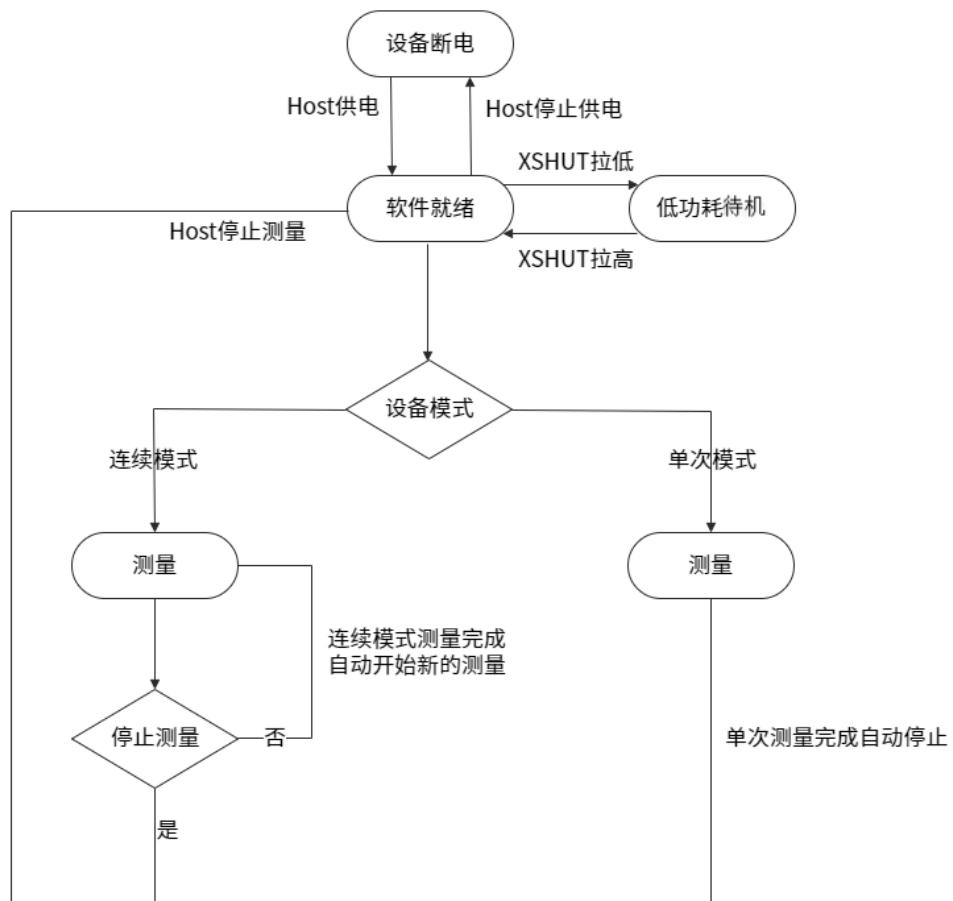
图 4-1 NDS01A 系统功能描述



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

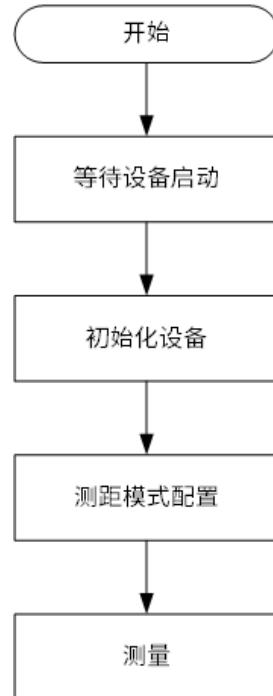
一次测量完成之后，NDS01A 系统会自动进行下一次测量。当 Host 端发送关闭连续测距时，NDS01A 才会返回软件就绪状态。（详细内容请参考 NDS01A_SDK）

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。

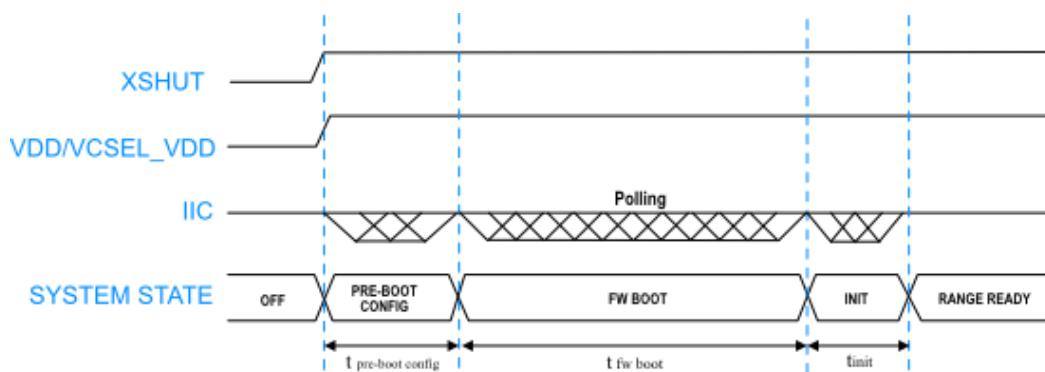
默认配置下，测量完成后，GPIO1 引脚会自动拉低，读取数据后 GPIO1 引脚会自动拉高。用户可以将此引脚作为中断引脚。详细函数接口请参考 NDS01A_SDK。

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_{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。

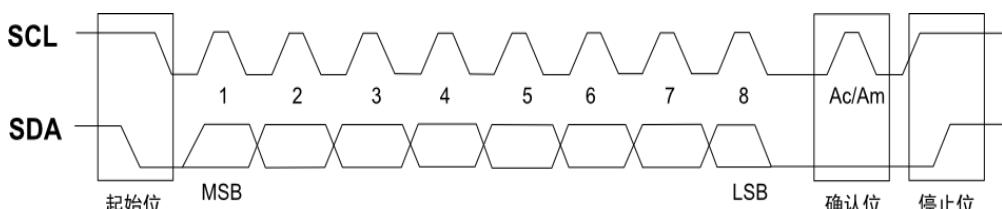
表 5-1 器件地址格式

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

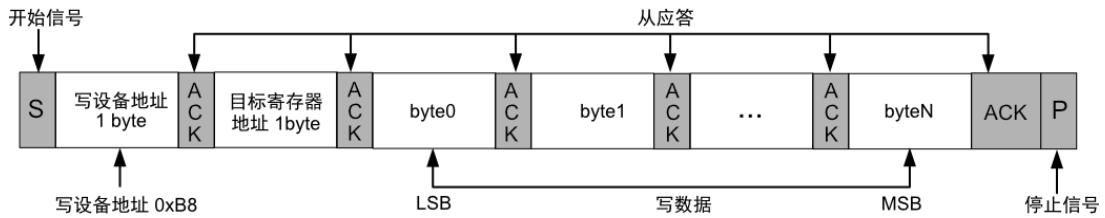


数据传输时，时钟线 SCL 为低电平时，SDA 允许改变传输的数据位，在 SCL 为高电平状态时，SDA 要求保持稳定，相当于一个时钟周期传输 1bit 数据。第 8 个时钟周期末，主机释放 SDA 以使从机应答，在第 9 个时钟周期，从机将 SDA 拉低以应答；如果在第 9 个时钟周期，SCL 为高电平时，SDA 未被检测到为低电平，视为非应答，表明此次数据传输失败。第 9 个时钟周期末或者当前传输结束，从机释放 SDA 以使主机继续传输数据，如果主机发送停止信号，此次传输结束。

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。

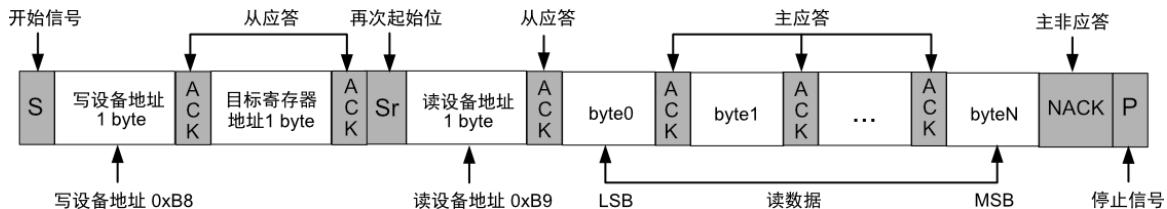
典型写数据传输格式如图 5-2 数据传输格式（写）所示。

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）



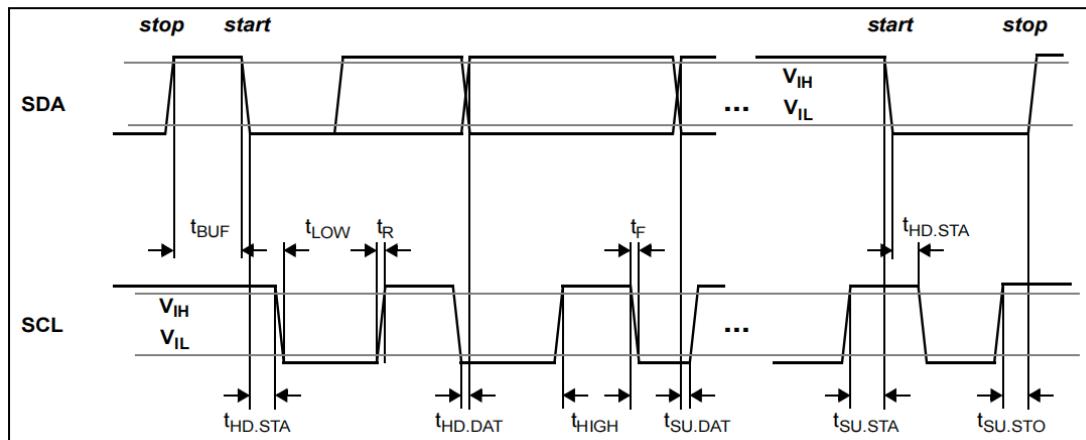
5.2 I2C 接口 - 时序特性

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_{I2C}	工作频率	-	400	1000	kHz
t_{LOW}	SCL 低电平宽度	0.5	-	-	μs
t_{HIGH}	SCL 高电平宽度	0.26	-	-	μs
t_{SP}	输入滤波器抑制的尖峰脉冲宽度	-	-	50	ns
t_{BUF}	传输之间的总线空闲时间	0.5	-	-	μs
$t_{HD,STA}$	起始信号保持时间	0.26	-	-	μs
$t_{SU,STA}$	重复起始信号建立时间	0.26	-	-	μs
$t_{HD,DAT}$	数据保持时间	0	-	0.9	μs
$t_{SU,DAT}$	数据建立时间	50	-	-	ns
t_R	SCL/SDA 上升时间	-	-	120	ns
t_F	SCL/SDA 下降时间	-	-	120	ns
$t_{SU,STO}$	结束信号建立时间	0.26	-	-	μs
$C_{i/o}$	输入/输出电容 (SDA)	-	-	10	pF
C_{in}	输入电容 (SCL)	-	-	4	pF
C_L	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_{IL}	低电平输入	-	-	0.3VDD	V
	V_{IH}	高电平输入	0.52 VDD	-	VDD	V
	V_{OL}	低电平输出 ($I_{OUT}=4mA$)	-	-	0.14	V
	V_{OH}	高电平输出 ($I_{OUT}=4mA$)	VDD-0.5	-	-	V
IIC 接口 (SDA/SCL)	V_{IL}	低电平输入	-	-	0.3VDD	V
	V_{IH}	高电平输入	0.52 VDD	-	VDD	V
	V_{OL}	低电平输出 ($I_{OUT}=4mA$)	-	-	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°C, 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

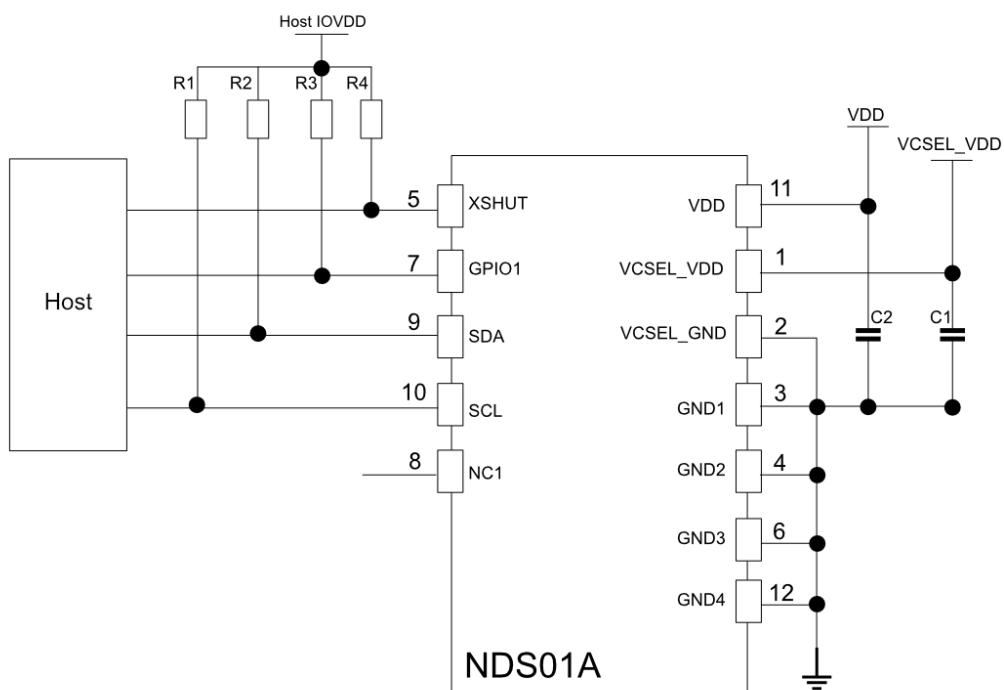


注意：

- 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	$4.7\mu\text{F}$	$\pm 20\%$
贴片电容	1	C2	100 nF	$\pm 20\%$
贴片电阻	2	R1、R2	$1.5\text{k}\sim 2.0\text{K}$	$\pm 5\%$
贴片电阻	2	R3、R4	10K	$\pm 5\%$



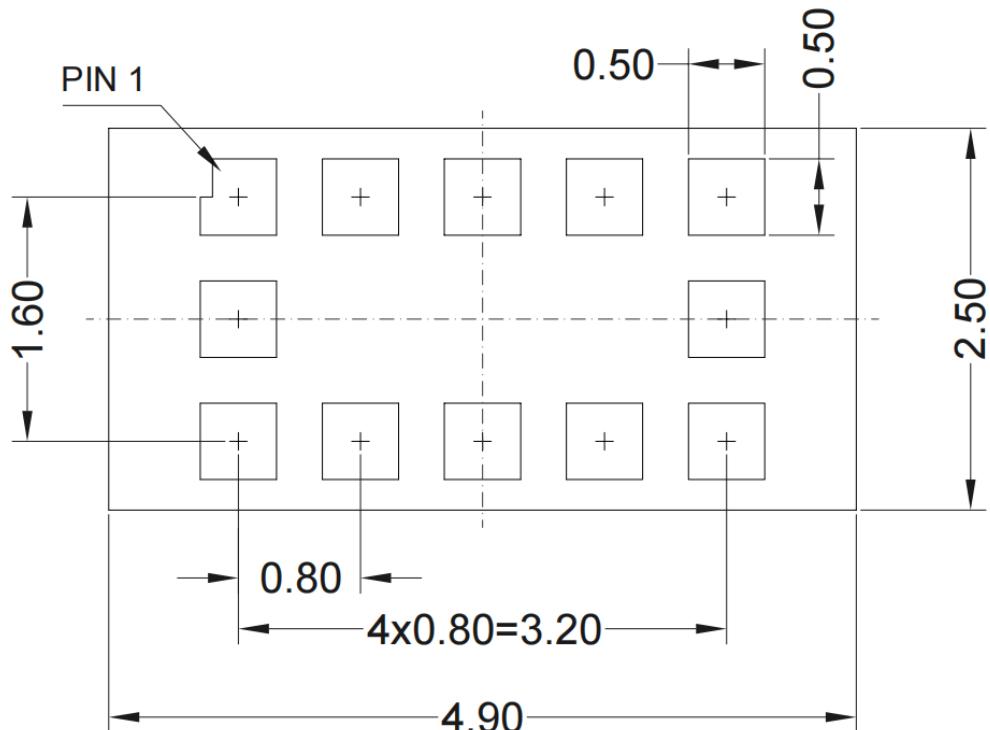
说明：

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。

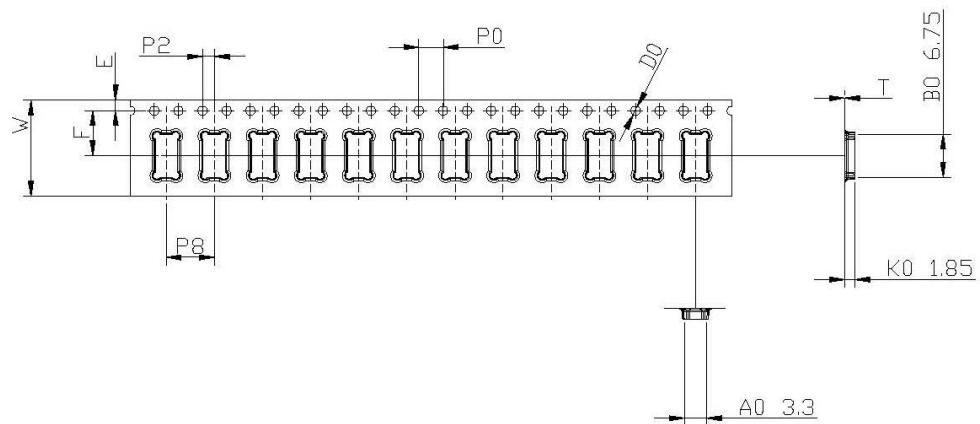
图 8-2 焊盘尺寸图 (Top View)



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 $>240^{\circ}\text{C}$ ），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

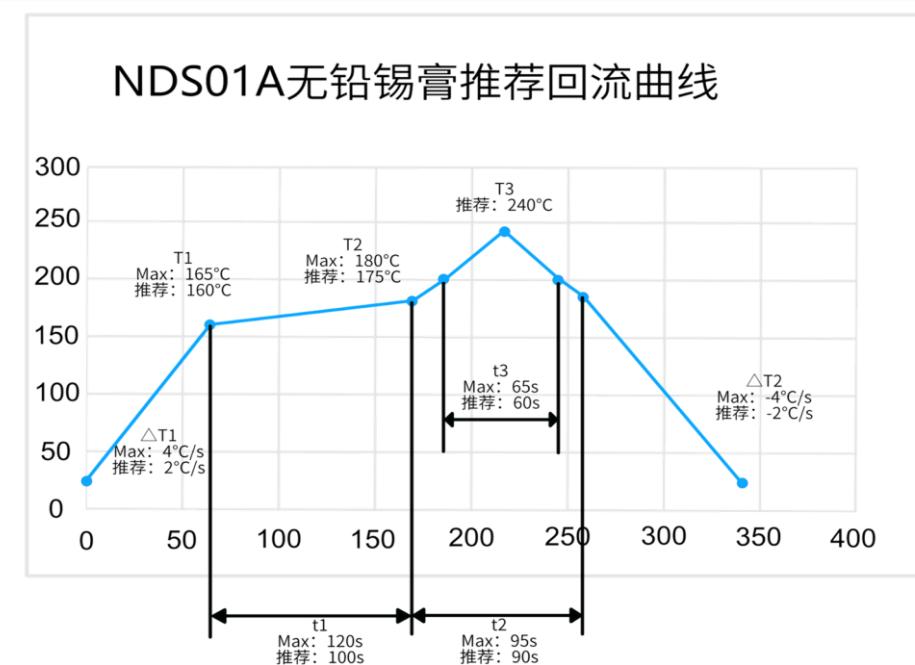


表 10-1 推荐的炉温测试控制要求

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 (ΔT_1)	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 (ΔT_2)	-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导致危险的辐射暴露。



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 Ω 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 $> 240^{\circ}\text{C}$ ），需要做相应风险评估。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