



光微科技
NEPHOTONICS

NDS03 数据手册

5m dToF 测距传感器 NDS03

文档版本： V1.2

发布日期： 2024 年 5 月 20 日

光微信息科技（合肥）有限公司

版权所有 ©2016-2024 光微信息科技（合肥）有限公司，保留一切权利。

总 部 地 址：安徽省合肥市经济开发区宿松路 3963 号智能科技园 M 栋 8 楼

深圳分公司：深圳市南山区西丽街道新围社区龙母二路 38 号留仙文化园 4 栋 4 楼

公 司 网 站：www.tof3d.com

修订记录

版本	修改内容	版本日期
V1.0	初始版本	2024.01.02
V1.1	更新性能数据、引脚定义、功耗，增加引脚示意图的视角备注，完善睡眠模式描述。	2024.03.27
V1.2	更新 SMT 前预处理、测距性能、睡眠功耗、VDD 电压范围	2024.05.20

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	3D 模型图	8
4	引脚定义	9
5	功能描述	11
5.1	系统功能说明	11
5.1.1	固件状态机说明	11
5.2	工作模式	12
5.1.2	设备模式	12
5.3	多目标检测	12
5.4	典型的测距流程	12
5.1.3	等待设备启动	13
5.1.4	测距	13
5.5	中断功能	13
5.1.5	普通中断	13
5.1.6	阈值中断	13
5.6	上电时序	13
5.7	睡眠模式	14
5.1.7	进入睡眠模式	14
5.1.8	唤醒 NDS03	14
6	IIC 接口	15
6.1	IIC 时序	15
6.2	IIC 接口 - 时序特性	16
7	性能	18

7.1	测试条件	18
7.2	最大测量距离.....	18
7.3	测距范围及精度	18
8	电气参数	19
8.1	绝对最大额定值	19
8.2	推荐工作环境.....	19
8.3	ESD.....	19
8.4	电气特性	20
8.5	功耗	20
9	应用电路	21
9.1	应用电路图	21
9.2	PCB 焊盘尺寸	22
10	卷带尺寸	23
11	生产焊接与存储条件	24
11.1	SMT 前预处理.....	24
11.2	生产焊接	24
11.3	存储说明	25
12	激光安全说明	26
13	注意事项	27
14	订购信息	28

1 产品概述

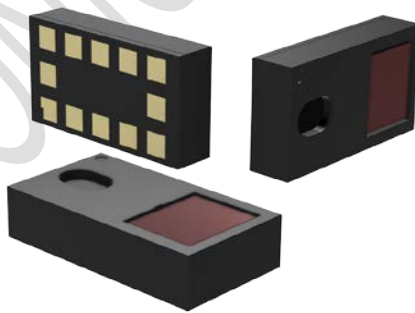
NDS03 是一款微型高集成度的 dToF 测距传感器。基于光微自研的高性能 ToF 技术，传感器内部集成了单光子雪崩二极管（SPAD）像素阵列与控制计算单元二合一的高性能 ToF 芯片、满足人眼安全 class 1 的 VCSEL 微型激光器，支持单电源供电，无需额外的光学元件支持。

NDS03 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。NDS03 可在 5m 测距范围实现物体的高精度测距，支持多目标检测。传感器具备环境光抑制性能，能在户外阳光下进行测距。NDS03 传感器的外观图如图 1-1 NDS03 传感器所示。

产品主要特点：

- 测距范围达 5 m，测距精度 $\pm 1\text{cm}$ 或 $\leq 4\%$
- 具备环境光抑制性能，室内室外均可使用
- 测距精度不受物体的反射率材质、颜色和纹理等影响
- 支持多目标检测
- 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）
- 体积小巧，尺寸为 $4.4\text{ mm} \times 2.4\text{ mm} \times 1\text{ mm}$
- 采用 940 nm VCSEL 微型激光器，满足人眼安全 class 1

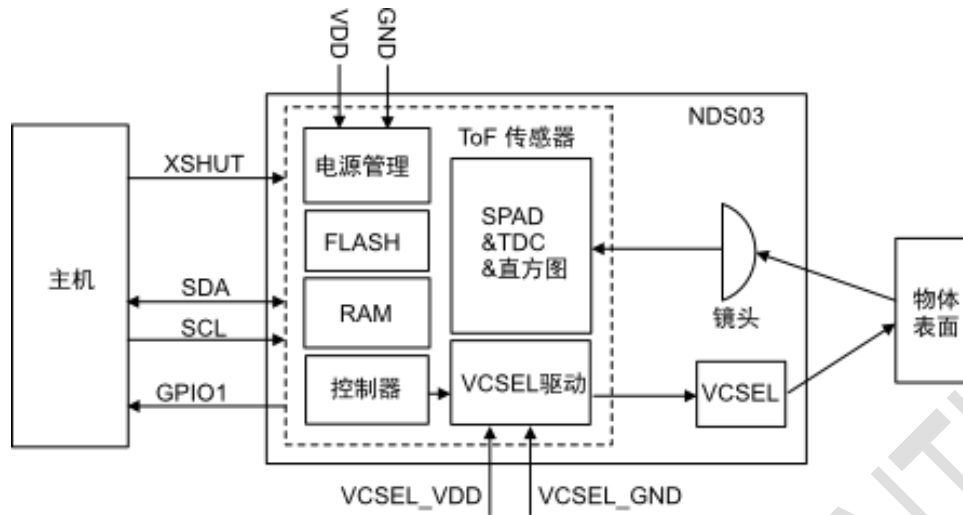
图 1-1 NDS03 传感器



1.1 产品框图

NDS03 的产品功能框图如图 1-2 产品功能框图所示。

图 1-2 产品功能框图



1.2 产品参数

NDS03 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
FOV	25°
检测距离	5 m
测距精度	±1 cm 或 ≤4 %
VCSEL 波长	940 nm
工作电压	● VDD/VCSEL_VDD : 2.6 V~3.5V ● IOVDD: 1.6 V~3.5 V
引脚数量	12 pin
通信接口	IIC Max. 1MHz
尺寸	4.4 mm × 2.4 mm × 1 mm
工作温度	-20 °C ~ 85 °C
存储温度	-40 °C ~ 85 °C

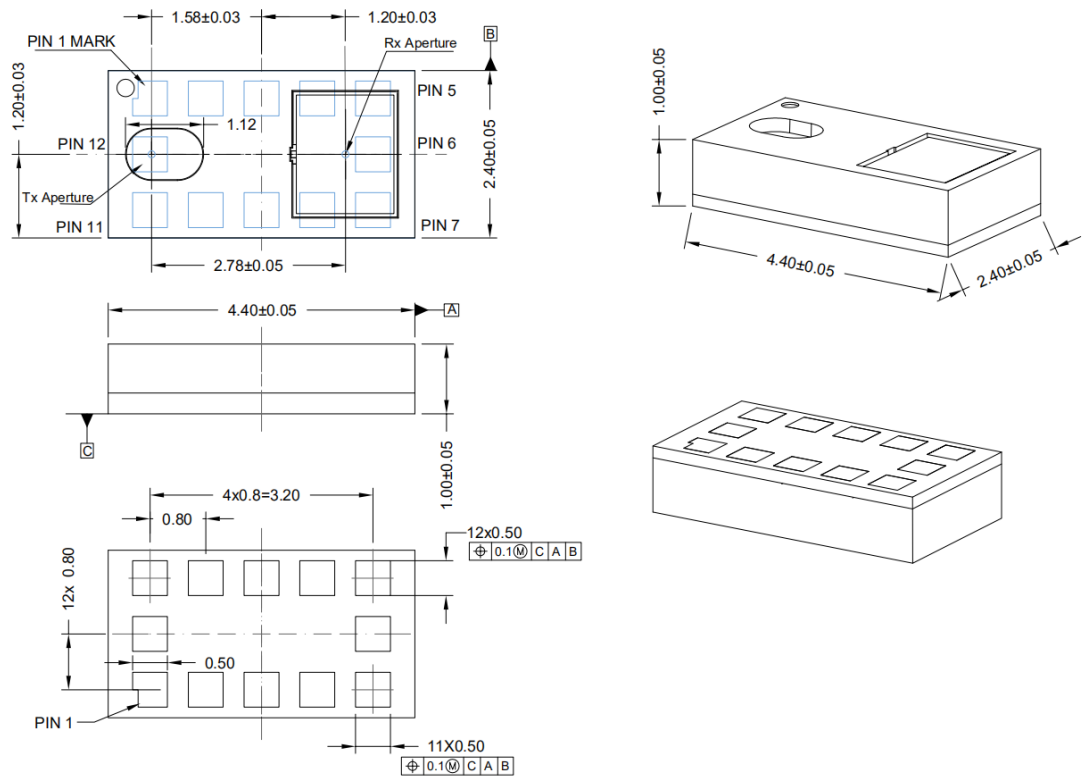
1.3 应用领域

- 激光检测自动对焦
- 机器人避障与防撞
- 1D 手势识别
- 接近和存在检测
- AIOT 与智能家居
- 智能安防
- 智能卫浴
- 系统待机模式的物体检测

2 传感器尺寸图

NDS03 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



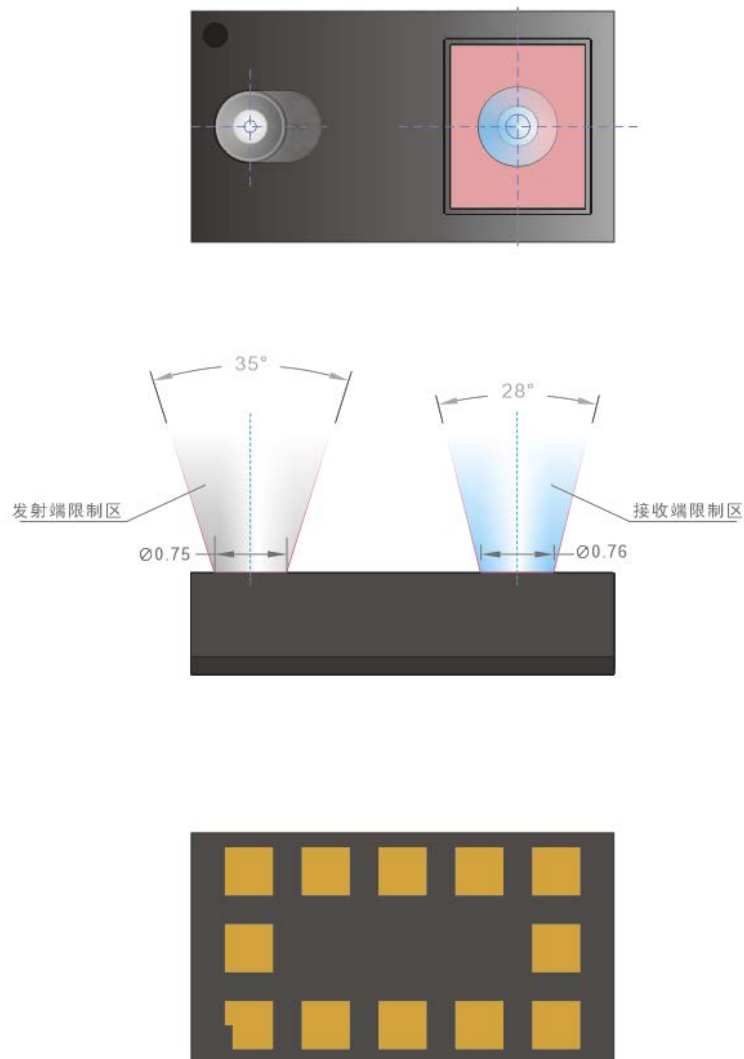
说明:

除另有说明外，图中所有尺寸单位均为 mm。

3 3D 模型图

3D 模型效果如图 3-1 3D 模型效果所示。

图 3-1 3D 模型效果



说明：

孔径公差 $\pm 0.05\text{mm}$ ，角度公差 $\pm 2^\circ$ ，图中所示发射端和接收端锥角限制区代表使用模组时硅胶套、支架、油墨开窗至少应保留的开孔区域。同时，用户设计硅胶套、支架、油墨开窗等应考虑相应组装误差、加工公差等误差，确保限制区不被遮挡、覆盖。

4 引脚定义

NDS03 的引脚示意图 (Bottom View) 如图 4-1 所示, 引脚的详细说明如表 4-1 所示。

图 4-1 引脚示意图 (Bottom View)

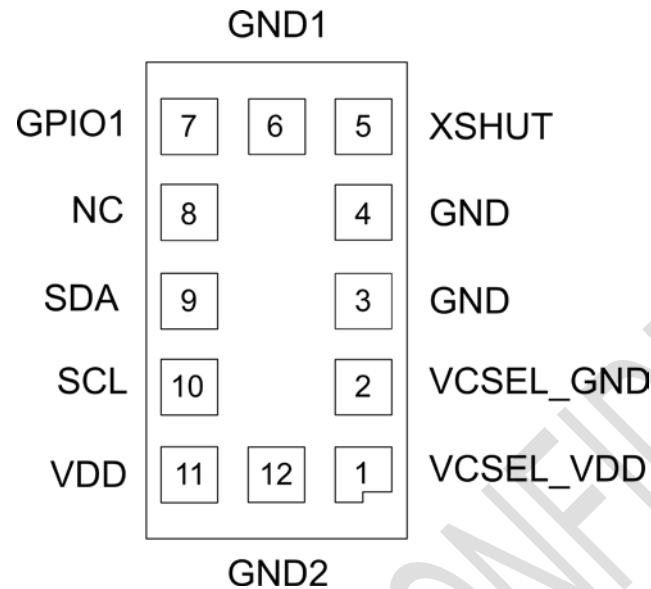


表 4-1 引脚定义列表

引脚序号	引脚名称	信号类型	描述
1	VCSEL_VDD	VCSEL 电源	电源输入 (2.6V~3.5V)
2	VCSEL_GND	地	接地
3	GND	地	接地
4	GND	地	接地
5	XSHUT	数字输入	硬件睡眠模式的复位输入端, 低电平有效
6	GND1	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 (2.6V~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睡眠模式。
 - 高电平: 传感器从睡眠模式唤醒。

- GPIO1 引脚可用作数据中断，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 $VDD=0$ V，它们也不会阻塞中断线或 IIC 总线。

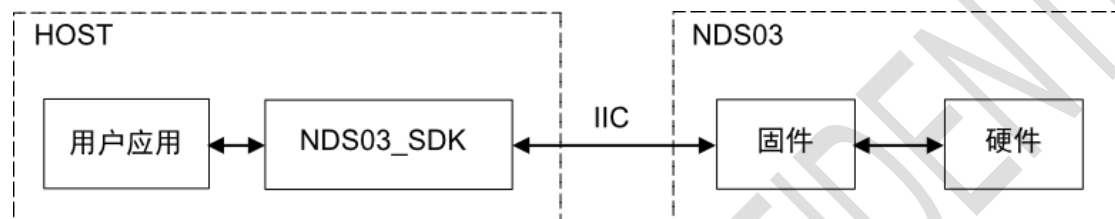
NEPHOTONICS CONFIDENTIAL

5 功能描述

5.1 系统功能说明

系统级别的功能描述如图 5-1 NDS03 系统功能描述所示。用户端应用程序通过调用 NDS03_SDK 来控制 NDS03 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。

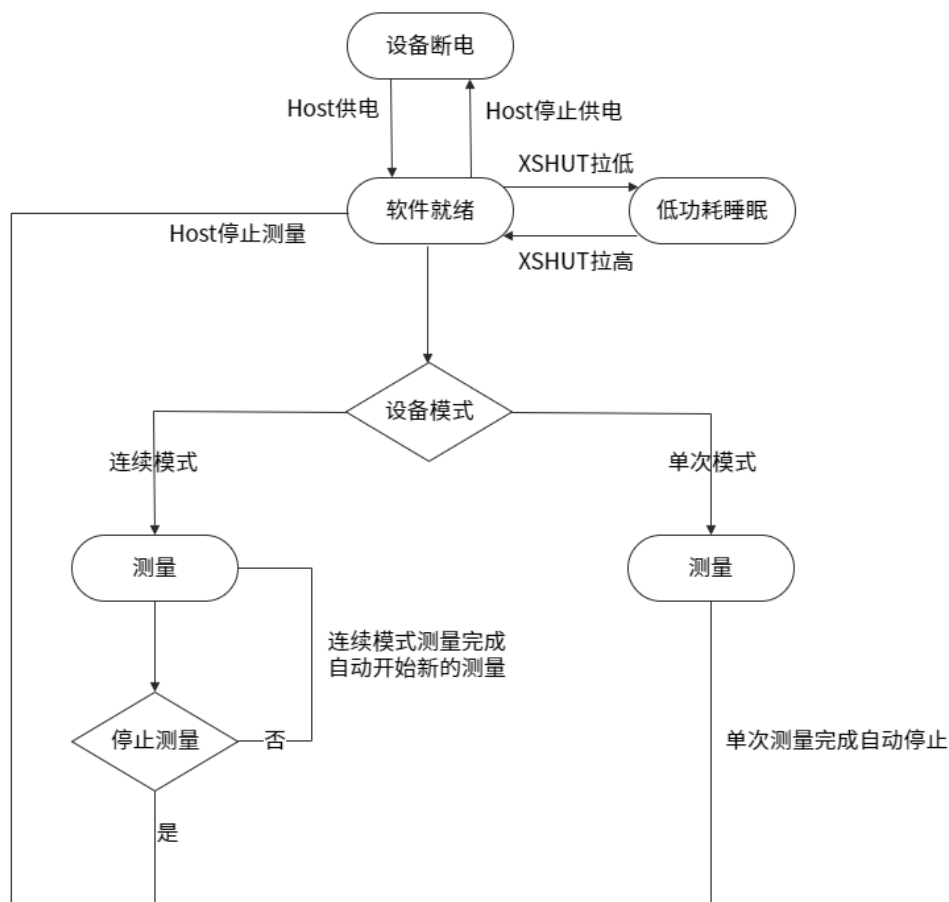
图 5-1 NDS03 系统功能描述



5.1.1 固件状态机说明

固件状态机说明如图 5-2 固件状态机所示。

图 5-2 固件状态机



5.2 工作模式

NDS03_SDK 中的工作模式有两种模式。

5.1.2 设备模式

- 单次测量设备模式

在调用完成一次之后，NDS03 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，NDS03 系统会自动进行下一次测量。当 Host 端发送关闭连续测距时，NDS03 才会返回软件就绪状态。（详细内容请参考 NDS03_SDK）

5.3 多目标检测

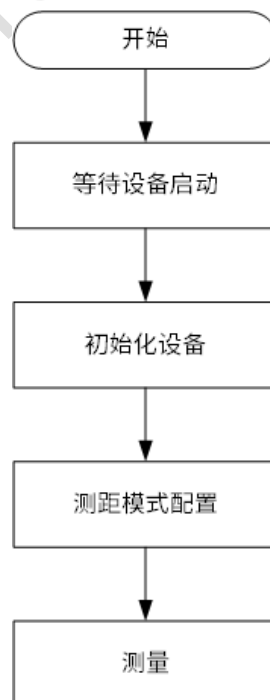
NDS03 模组可以同时检测到视场角内的多个物体，软件驱动程序最多可以同时输出 4 个范围，以指示目标物的范围。请查阅最新的 NDS03_SDK 了解更多细节。

5.4 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 5-3 典型测距工作流程



5.1.3 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。

5.1.4 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。

5.5 中断功能

可通过寄存器控制 NDS03 模组实现中断读取数据的功能，有普通中断和阈值中断两种方式。

5.1.5 普通中断

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 NDS03_SDK。

5.1.6 阈值中断

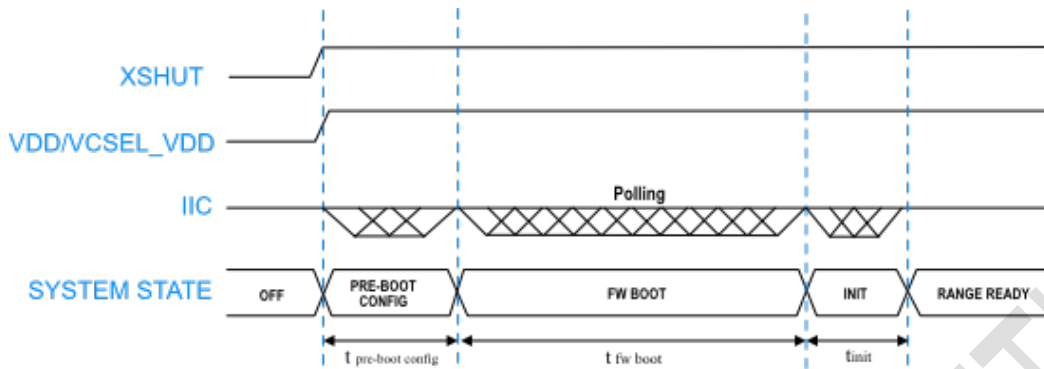
阈值中断分为深度低阈值和深度高阈值，配合 GPIO1 脚可以实现不同阈值触发中断功能。详细函数接口请参考 NDS03_SDK。

5.6 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。

NDS03 的上电时序如图 5-4 上电时序所示。

图 5-4 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。

5.7 睡眠模式

NDS03 具有睡眠模式，睡眠模式模组不测距，进入睡眠模式后可以大幅度降低 NDS03 传感器的功耗。

5.1.7 进入睡眠模式

- 硬件方式进入睡眠：将 NDS03 XSHUT 引脚拉低，传感器即进入睡眠模式。
- 软件方式进入睡眠：发送 IIC 命令，使传感器进入睡眠模式（详细请参考 NDS03_SDK）。

5.1.8 唤醒 NDS03

- 若是使用硬件进入睡眠模式，唤醒操作：将 XSHUT 引脚电平拉高即可。
- 若是使用软件进入睡眠模式，唤醒操作：发送 IIC 命令，使传感器推出睡眠模式（详细请参考 NDS03_SDK）。

6 IIC 接口

6.1 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，NDS03 上的 IIC 总线速度为 1MHz，器件地址是 0×5C。

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 6-1 器件地址格式所示。

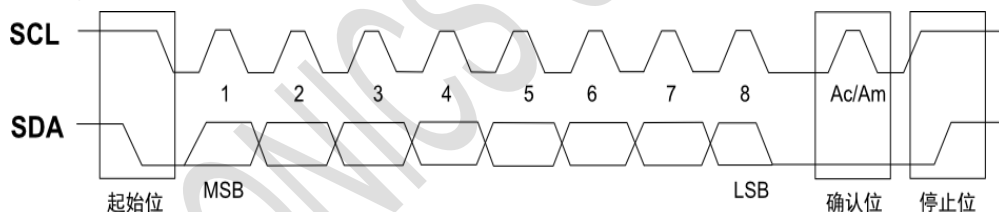
表 6-1 器件地址格式

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

如图 6-1 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 6-1 数据传输协议

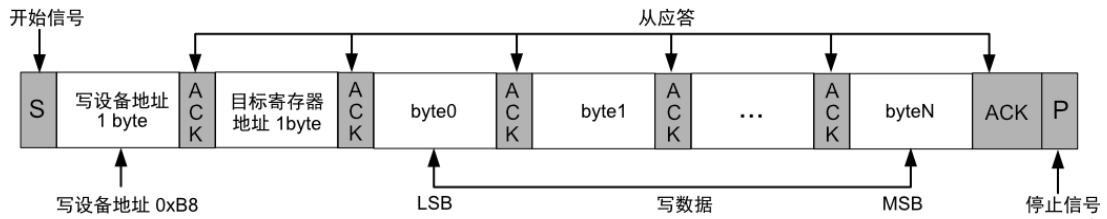


数据传输时，时钟线 SCL 为低电平时，SDA 允许改变传输的数据位，在 SCL 为高电平状态时，SDA 要求保持稳定，相当于一个时钟周期传输 1bit 数据。第 8 个时钟周期末，主机释放 SDA 以使从机应答，在第 9 个时钟周期，从机将 SDA 拉低以应答；如果在第 9 个时钟周期，SCL 为高电平时，SDA 未被检测到为低电平，视为非应答，表明此次数据传输失败。第 9 个时钟周期末或者当前传输结束，从机释放 SDA 以使主机继续传输数据，如果主机发送停止信号，此次传输结束。

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。

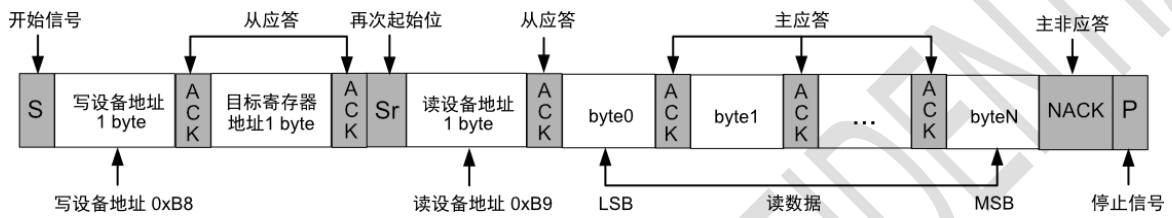
典型写数据传输格式如图 6-2 数据传输格式（写）所示。

图 6-2 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 6-3 数据格式（读）所示。

图 6-3 数据格式（读）



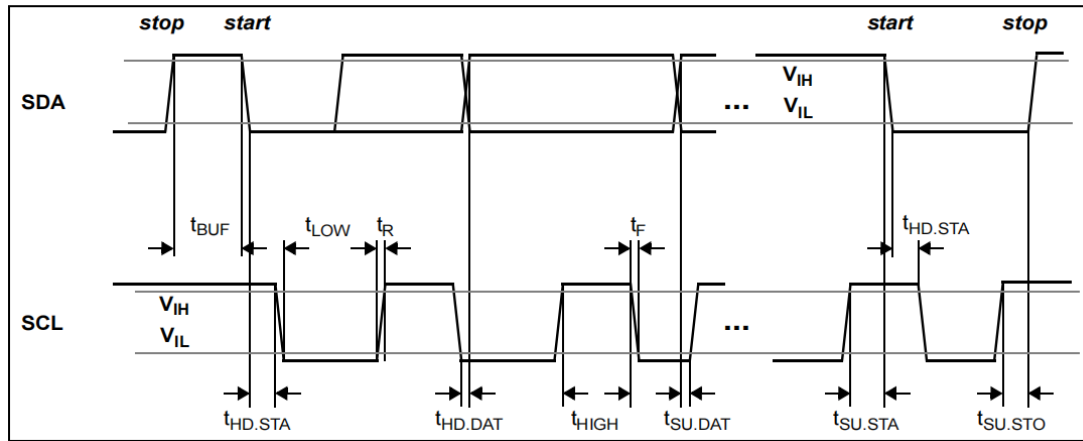
6.2 IIC 接口 - 时序特性

时序特性如表 6-2 所示。所用参数、时序适用于所有工艺、电压和温度（PVT）条件。

表 6-2 PVT 测试下的特性

缩写	含义	最小值	典型值	最大值	单位
F _{IIC}	工作频率	0	-	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 6-4 PVT 测试下的时序特性



7 性能

7.1 测试条件

- 使用的目标反射率：灰卡（18%）、白卡（90%）
- 使用的目标反射卡尺寸：200 cm × 200 cm（90%）、160 cm × 150 cm（18%）
- 在距离传感器 50 cm 的地方进行偏移校正
- 室内：无强光，白光 LED 300lux 环境下
- 额定电压 VDD=3.3V，室温 25°C
- 所有距离都是为覆盖的完整视野（FOV=25°），测量不含盖板
- 单次测量时间最长 33 ms

7.2 最大测量距离

表 7-1 最大测量距离

目标反射率	室内（白光 LED 145lux）	环境光
白卡（90%）	5000 mm	TBD
灰卡（18%）	2800 mm	TBD



说明：

- 1) 最大测量距离基于 90%检出率。
- 2) 检出率指的是最坏情况下返回有效测量数据的次数占总测量次数的百分比。例如，如果进行 1000 次测量，检出率为 90%，则会有 900 次测量获得有效的距离数据，而剩下的 100 次测量结果可能是无效数据，或是数据不符合规格要求。

7.3 测距范围及精度

表 7-2 测距范围及精度

目标反射率	测试距离（mm）	室内	环境光
白卡（90%）	20~250	±10 mm	TBD
	250~5000	±2 %	TBD
灰卡（18%）	20~250	±10 mm	TBD
	250~2800	±4 %	TBD



说明：

此测量精度使用 2.0 sigma 原则进行统计，即有效测量数据中有约 95%的概率在规格区间内。

8 电气参数

8.1 绝对最大额定值

表 8-1 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
IOVDD	-0.3	-	3.6	V
SCL, SDA, XSHUT 以及 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。

8.2 推荐工作环境

NDS03 的工作条件如表 8-2 工作环境所示。

表 8-2 工作环境

参数	最小值	典型值	最大值	单位
电压 (VCSEL_VDD, VDD)	2.6	3.3	3.5	V
电压 (IOVDD)	1.6	-	3.5	V
温度 (正常工作)	-20	-	85	°C

8.3 ESD

NDS03 满足静电保护功能额定值，如表 8-3 静电保护功能额定值所示。

表 8-3 静电保护功能额定值

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

8.4 电气特性

NDS03 的数字 I/O 电气特性如表 8-4 所示。

表 8-4 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

8.5 功耗

NDS03 传感器功耗如表 8-5 传感器功耗所示。工作环境为室温 25°C，VDD=3.3V。

表 8-5 传感器功耗

参数	最小值	典型值	最大值	单位
硬件睡眠功耗	-	-	20	μA
软件睡眠功耗	-	-	20	μA
有效测距平均功耗 (包含 VCSEL, 默认设置 30Hz@5m)	-	-	35	mA

9 应用电路

9.1 应用电路图

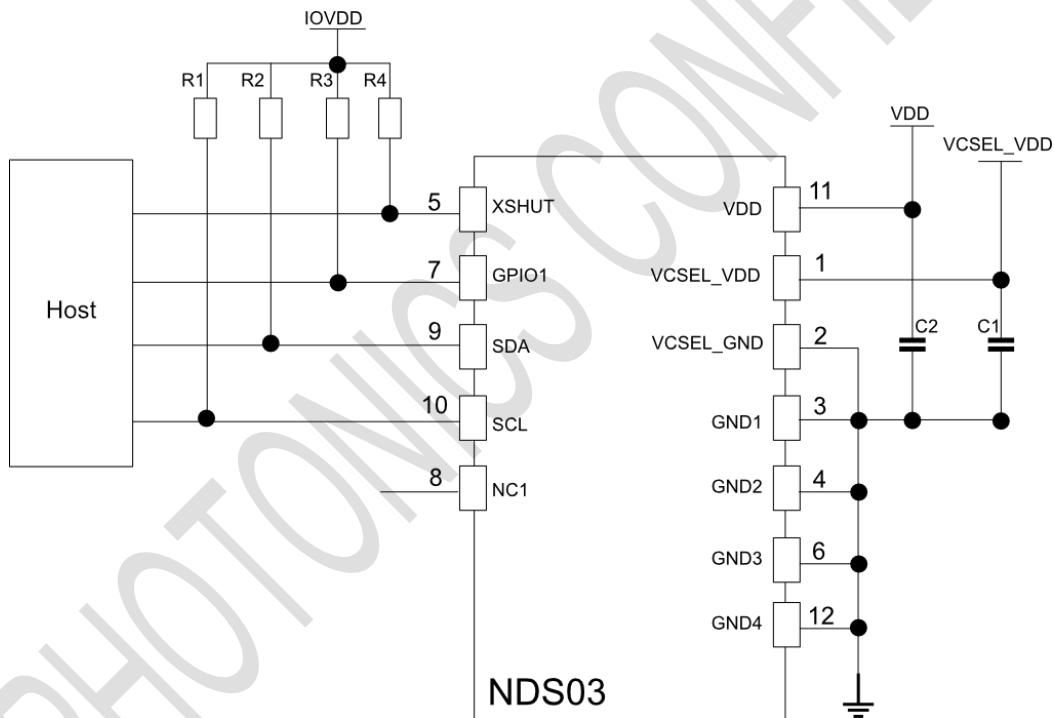


注意：

- 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。

NDS03 的应用电路框图如图 9-1 应用电路框图所示。

图 9-1 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 9-1 电路主要元器件所示。

表 9-1 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%



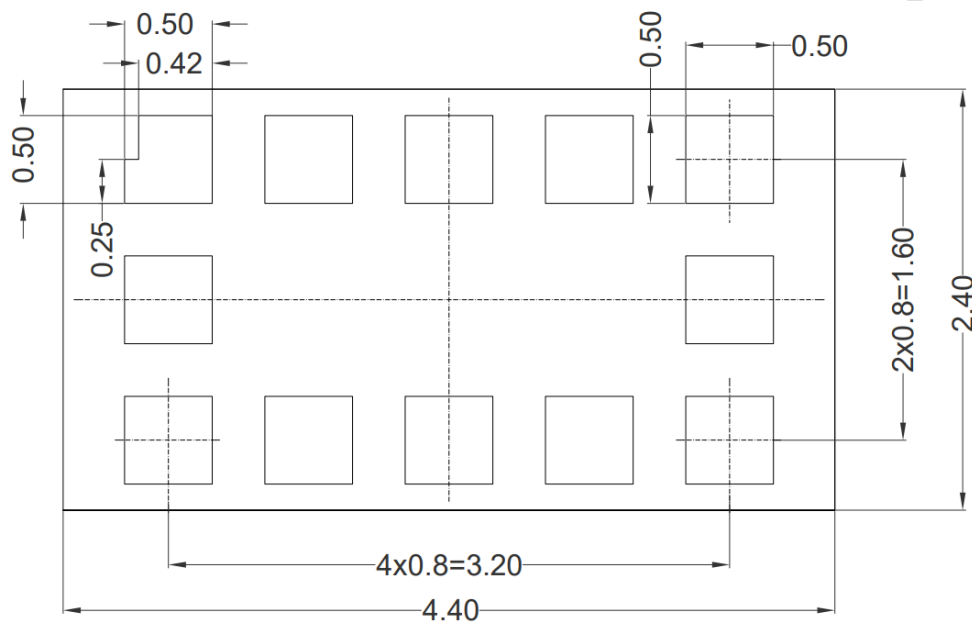
说明：

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。

9.2 PCB 焊盘尺寸

NDS03 的 PCB 焊盘尺寸如图 9-2 焊盘尺寸图（Top View）所示。

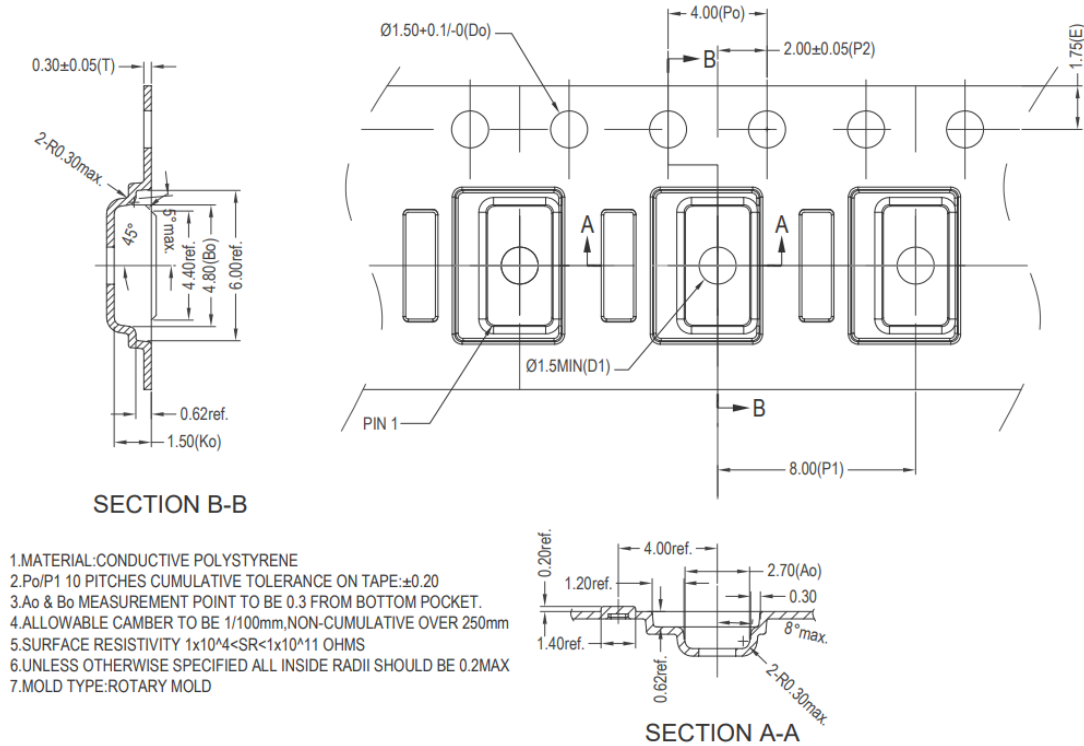
图 9-2 焊盘尺寸图（Top View）



10 卷带尺寸

NDS03 的卷带详细尺寸如图 10-1 卷带尺寸所示。

图 10-1 卷带尺寸



11 生产焊接与存储条件

11.1 SMT 前预处理



注意：

进行 SMT 贴装前，NDS03 模组必须进行预烘烤除湿处理，预烘烤参数推荐为 60°C 8H。

NDS03 模组为 MSL-3 级湿敏等级。若模组从真空包装中取出后，置于车间环境（温度 < 30°C，湿度 < 60%）中超过 168H，模组必须再次进行预烘烤除湿。

11.2 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 11-1 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。

NDS03 传感器的回流焊参数的取值范围和推荐值（无铅锡膏）如图 11-1 NDS03 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 11-1 NDS03 无铅锡膏推荐回流曲线

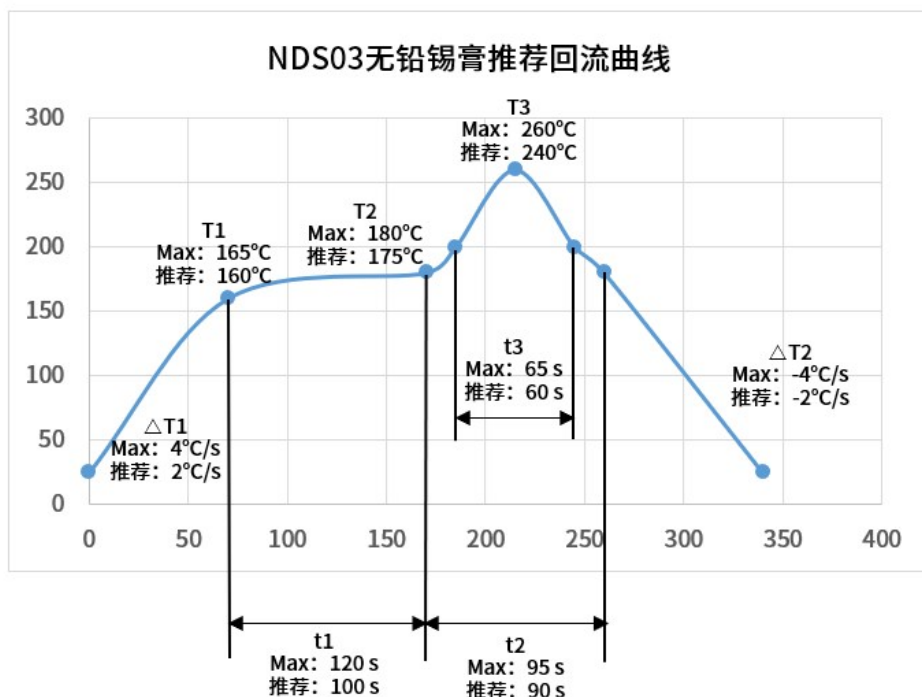


表 11-1 推荐的炉温测试控制要求

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	260	°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

11.3 存储说明

NDS03 的存储温度范围为-40°C~85°C，潮湿敏感度等级为 3（MSL3）。

12 激光安全说明

NDS03 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。



13 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。
- 进行 SMT 贴装前，NDS03 模组必须进行预烘烤除湿处理，预烘烤参数推荐为 60°C 8H。
- NDS03 模组为 MSL-3 级湿敏等级。若模组从真空包装中取出后，置于车间环境（温度 < 30°C，湿度 < 60%）中超过 168H，模组必须再次进行预烘烤除湿。
- 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 11-1 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。

14 订购信息

NDS03 出货信息如表 14-1 订购信息所示。

表 14-1 订购信息

订购编码	封装类型	包装	最小包装
NDS03-CV1C	OLGA	卷带	1k