

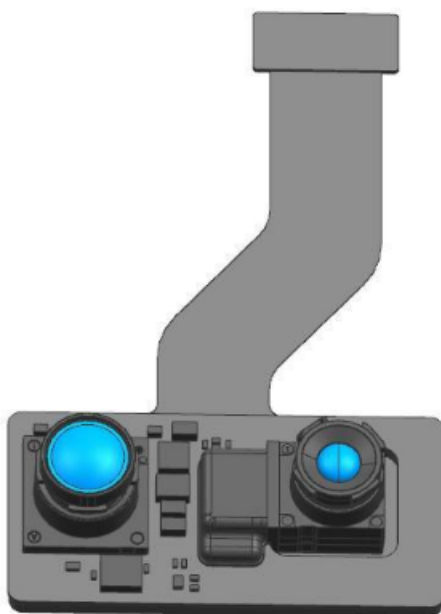
Deptrum[®] Nebula 241 产品规格书

V1.3 - 2026/09/30

作者: tao.hu@deptrum.com

1 修订历史

版本号	说明	日期	修订者
V1.3	正式发布	2026/09/30	Hu Tao



产品外观图 (含 FPC 排线)

2 产品概述

产品介绍 Deptrum® Nebula 241 系列深度相机利用 3D 结构光技术和调制 ToF 技术相融合获取物体和空间的三维结构，为用户同时提供近距离超高精度和远距离高精度的深度信息感知能力。Nebula 241 摄像头基于光鉴自研 WFP 光子芯片调制投射光场，结合独创的结构光和 ToF 融合的 sToF¹算法和 mToF²算法，有效解决传统 ToF 的多径干扰等问题，大幅提高深度精准度。	产品特点 - 高精度地面障碍物识别 - 单模组实现近距离避障 + 远距离 SLAM 深度需求 - 抗多径干扰 - 低运动模糊 - 大 FOV - 可搭配地面障碍物分割算法、3D SLAM 算法
系统要求 支持 Windows / Linux / Android；点云算力 < 0.8 × A55 @ 1.6 GHz @ 6 Hz。	适用场景 - 商用服务机器人 - 扫地机器人 - 爬楼机器人

3 产品核心参数

Nebula 241 产品规格		
模组参数	光学模组尺寸	31.25 × 15.35 × 8.78 mm
	Baseline 基线	17.95 mm
	工作温度	-10°C ~ +40°C
	工作湿度	0% ~ 95% RH，无冷凝
	最大平均功耗	< 0.8 W

¹ sToF: StructureLight+iToF, 软核结构光重建算法与 iToF 算法融合的 3D 算法，主要用于近距离避障；

² mToF: modulated ToF, 基于 WFP 光子芯片调制投射光场实现的散斑 iToF 技术，主要用于远距离 SLAM

		(sToF/10 fps + mToF/10 fps HDR 模式下)
	安全性	Class 1 激光安全
	安装高度	建议水平安装高度 5 ~ 8 cm; 安装 pitch 角度 $< \pm 10^\circ$, yaw 角度 $< \pm 5^\circ$, roll 角度 $< \pm 2^\circ$
sToF 避障深度图像性能	sToF 避障工作距离	3 ~ 120 cm
	sToF 分辨率 / 帧率	$\geq 248 \times 180 @ 10 \text{ fps}$
	sToF 精度 (90% 反射率白墙测试)	$\leq 3.5 \text{ mm} @ [3 \text{ cm}, 30 \text{ cm}]^3$ $\leq 1\% @ (30 \text{ cm}, 120 \text{ cm})$
	sToF 精度 (20% 反射率灰墙测试)	$\leq 3.5 \text{ mm} @ [3 \text{ cm}, 30 \text{ cm}]$; $\leq 1\% @ (30 \text{ cm}, 120 \text{ cm})$
	sToF 准度 (90% 反射率白墙测试)	$\leq 10 \text{ mm} @ [3 \text{ cm}, 35 \text{ cm}]$; $\leq 1.5\% @ (35 \text{ cm}, 60 \text{ cm})$; $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 120 \text{ cm})$
	sToF 准度 (20% 反射率灰墙测试)	$\leq 10 \text{ mm} @ [3 \text{ cm}, 35 \text{ cm}]$; $\leq 1.5\% @ (35 \text{ cm}, 60 \text{ cm})$; $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 120 \text{ cm})$
	sToF 障碍物深度相对精度 ⁴	8 mm @ 7 ~ 15 cm; 1 cm @ 15 ~ 25 cm
	运动模糊	$\leq 1 \text{ rad/s}$ 不模糊
	FOV	$\geq \text{H}98^\circ \times \text{V}72^\circ (\pm 3^\circ)$

³ sToF 精度中 3 cm 极限量程是指机器人动态由远到近能稳定重建的最近极限量程, 静态下开流最近距离约 5 cm

⁴ sToF 障碍物深度相对精度是指近距离场景将地面以上的障碍物能提取出来的尺寸, 如在 15 cm 内可以识别地面上 5 mm 高的物体

	自校准 ⁵	支持沿边以及正对白墙自校准
mToF SLAM 深度图像性能	mToF SLAM 工作距离 ⁶	$\geq 3.3 \text{ m @ } 10\% \text{ 反射率灰墙};$ $\geq 4.5 \text{ m @ } 20\% \text{ 反射率灰墙};$ $\geq 8 \text{ m @ } 90\% \text{ 反射率白墙}$
	mToF 分辨率 / 帧率	$\leq 248 \times 180 @ 10 \text{ fps}$
	mToF 精度 (90% 反射率白墙测试)	$\leq 3.5 \text{ mm @ } [3 \text{ cm}, 30 \text{ cm}];$ $< 1.5\% @ (30 \text{ cm}, 60 \text{ cm});$ $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 6 \text{ m})$
	mToF 精度 (20% 反射率灰墙测试)	$\leq 3.5 \text{ mm @ } [3 \text{ cm}, 30 \text{ cm}];$ $\leq 1.5\% @ (30 \text{ cm}, 60 \text{ cm});$ $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 4.5 \text{ m})$
	mToF 准度 (90% 反射率白墙测试)	$\leq 10 \text{ mm @ } [3 \text{ cm}, 35 \text{ cm}];$ $\leq 1.5\% @ (35 \text{ cm}, 60 \text{ cm});$ $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 6 \text{ m})$
	mToF 准度 (20% 反射率灰墙测试)	$\leq 10 \text{ mm @ } [3 \text{ cm}, 35 \text{ cm}];$ $\leq 1.5\% @ (35 \text{ cm}, 60 \text{ cm});$ $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 4.5 \text{ m})$
	FOV	$H98^\circ \times V72^\circ (\pm 3^\circ)$
	空间角分辨率 ⁷	$\leq 2.5^\circ @ 6 \text{ m (90\% 反射率白墙)}$
同步功能	同步功能	支持主从模式

⁵ 自校准：当模组存在形变导致结构光准度变差时，在沿边和直面墙面场景下，对结构光准度进行校准至产线出厂规格。

⁶ mToF SLAM 工作距离按照 2.5° 空间角分辨率标准进行量程计算。

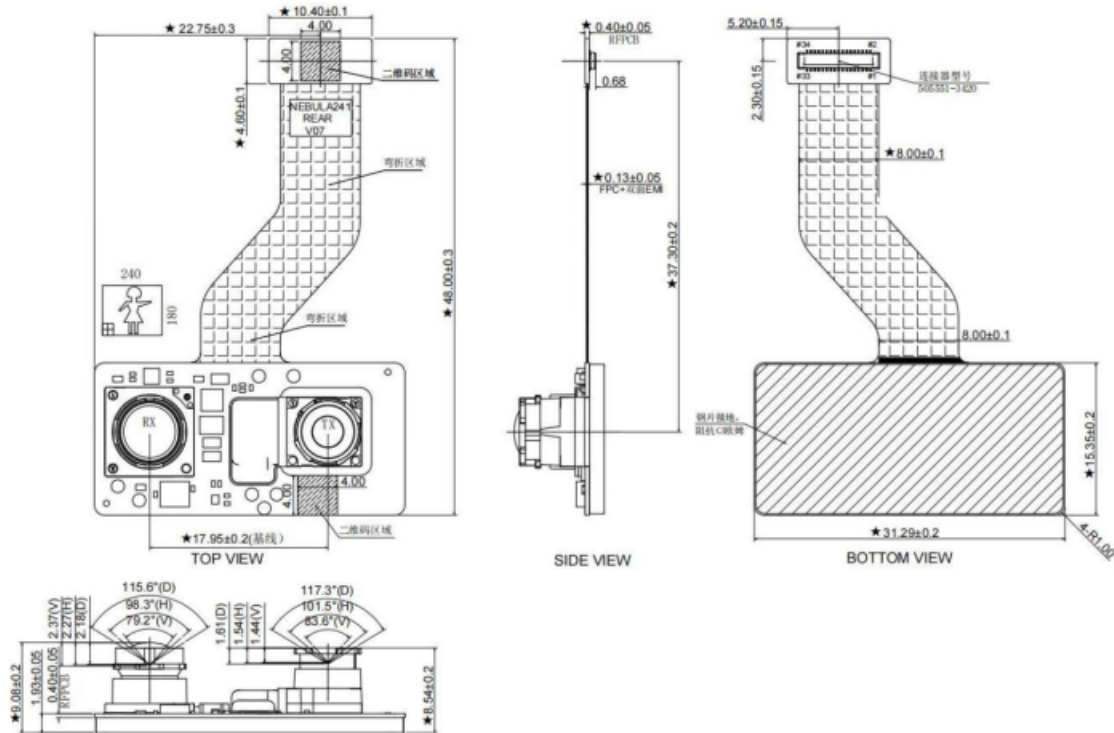
⁷ 空间角分辨率：对有效深度点进行 Delaunay 三角剖分，计算所有边长对应空间角分辨率的均值。

支持 Arm Linux

4 带盖板规格图像性能说明

- 避障图像 sToF 性能与不带盖板下精准度保持一致。
- SLAM 图像 mToF 性能在带盖板之后精准度和量程存在损失：盖板透过率影响；地面眩光、串光影响。
- 10% 反射率灰板带盖板 mToF 极限量程与精准度： $\leq 10 \text{ mm} @ [3 \text{ cm}, 35 \text{ cm}]$, $\leq 1.5\% @ (35 \text{ cm}, 60 \text{ cm}]$, $\leq 1\% @ (60 \text{ cm}, 2.2 \text{ m}] @ 80\%$ 得点率。测试条件：带盖板（90% 透过率）、光心高度 16.5 cm，向前向下倾 25° 测试（瓷砖、木板拼接地面）。

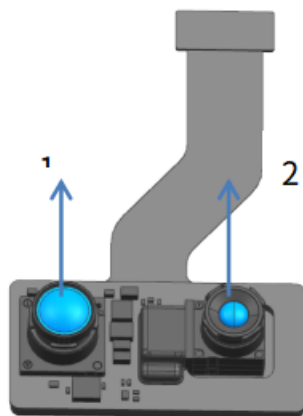
5 模组尺寸结构



模组结构尺寸图 (TOP/SIDE/BOTTOM VIEW, 光学模组 $31.25 \times 15.35 \times 8.78 \text{ mm}$, 基线 $17.95 \pm 0.2 \text{ mm}$, FPC 总长 $48.00 \pm 0.3 \text{ mm}$)

5.1 模块说明

Nebula 241 模组由 ToF Camera 与 Dot projector 组成，FPC 排线外引，连接器型号 505551-3420。光学模组尺寸 $31.25 \times 15.35 \times 8.78$ mm，基线 17.95 ± 0.2 mm，具体请以模组结构尺寸图为准。



图：模块说明图（编号对应系统组件表）

系统组件	编号
ToF Camera	1
Dot projector	2

6 关键部件规格

项目	关键参数	规格
Sensor	Active Array Size	240×180
Sensor	Pixel Size	$10 \times 10 \mu\text{m}$
Sensor	QE @ 940 nm	30%
Sensor	Operating Temperature Range	$-20^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
RX 镜头	F/NO	1.4
RX 镜头	FOV	$98.3^{\circ}(\text{H}) \times 79.2^{\circ}(\text{V}) \times 115.6^{\circ}(\text{D})$

RX 镜头	EFL	1.09 mm
RX 镜头	TTL	7 mm
TX	Optical Power	700 mW
TX	Center Wavelength	940 nm
TX	Eye Safety	Class I
TX 镜头	F/NO	2.4
TX 镜头	FOV	101.1°(H) × 83.6°(V) × 117.3°(D)
TX 镜头	EFL	0.695 mm
TX 镜头	TTL	4.8 mm

7 模组电气需求

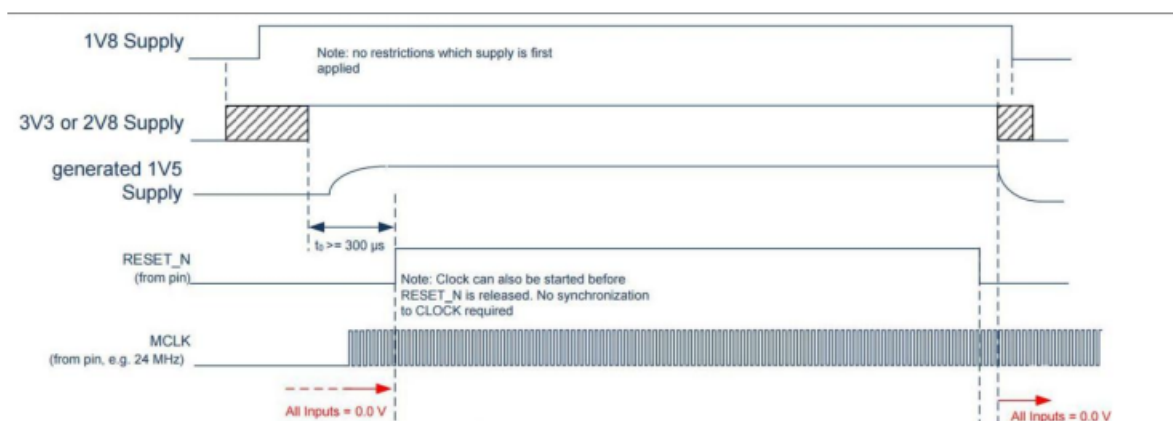
7.1 PIN定义

PIN NO.	Name	Type	Description
1	AVDD	P	Power for analog circuit 3.3 V (low noise, high PSRR, I _{max} = 300 mA)
2	LDVCC	P	Power for LDVCC; 5 ± 0.5 V, I _{max} = 2 A
3	AVDD	P	Power for analog circuit 3.3 V (3.1 V ~ 3.5 V) (low noise, high PSRR, I _{max} = 300 mA)
4	LDVCC	P	Power for LDVCC; 5 ± 0.5 V, I _{max} = 2 A
5	GND	G	Ground (0 V)
6	LDVCC	P	Power for LDVCC; 5 ± 0.5 V, I _{max} = 2 A
7	GND	G	Ground (0 V)
8	LDVCC	P	Power for LDVCC; 5 ± 0.5 V, I _{max} = 2 A

9	DOVDD	P	I/O power 1.8 V (1.7 V ~ 1.9 V) (I _{max} = 200 mA)
10	GND	G	Ground (0 V)
11	EN_ILLU	-	Please keep NC, no connection
12	WP	I/O	SPI write protection, please keep NC
13	GND	G	Ground (0 V)
14	TRG OUT	I/O	Sync output (value max: DOVDD + 0.3 V). This pin can generally also be configured as a sync input.
15	Mclk	I	Main clock input (value max: DOVDD + 0.3 V)
16	NC	-	Please keep NC, no connection
17	GND	G	Ground (0 V)
18	GND	G	Ground (0 V)
19	MD0P	O	MIPI data lane 0 (positive)
20	SCL	I	I2C input clock (value max: DOVDD + 0.3 V)
21	MD0N	O	MIPI data lane 0 (negative)
22	SDA	I/O	I2C data (value max: DOVDD + 0.3 V)
23	GND	G	Ground (0 V)
24	GND	G	Ground (0 V)
25	MCP	O	MIPI clock lane (positive)
26	Reset	I	Master reset, active low
27	MCN	O	MIPI clock lane (negative)
28	NC	-	Please keep NC, no connection

29	GND	G	Ground (0 V)
30	NC	-	Please keep NC, no connection
31	MD1P	O	MIPI data lane 1 (positive)
32	NC	-	Please keep NC, no connection
33	MD1N	O	MIPI data lane 1 (negative)
34	NC	-	Please keep NC, no connection

7.2 上电时序



上电时序图 (1V8 对应 DOVDD, 3V3 对应 AVDD, 1V5 为 Sensor 内部电压; 5V 为激光器供电电压, 在出流之前通电即可; $t_0 \geq 300 \mu s$)

8 环境及可靠性

项目	参数	规格
工作环境	温度	-10°C ~ +40°C
	湿度	相对湿度 0% ~ 95%, 无冷凝
	照度	0 ~ 40,000 lux (室内/窗边)
存储环境	温度	-40°C ~ +65°C

	湿度	相对湿度 10%~95%，无冷凝
--	----	------------------

9 可靠性测试

可靠性测试项目	条件	验收标准
低温存储	温度：-40°C ± 3°C；时间：72 H	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
高温高湿存储	温度：70°C ± 3°C；湿度：93% ± 3% RH；时间：72 H	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
高低温冲击	温度：70°C ± 3°C ~ -30°C ± 3°C；每个位置停留 60 min，共 50 个循环	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
高温高湿运行	温度：40°C ± 3°C；湿度：93% ± 3% RH；时间：48 H	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
低温运行 + 启动	温度：-10°C ± 3°C；先存储 12 H，再启动运行 36 H，总时间 48 H	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
包装跌落	测试次数：3 次；高度：100 cm；地面：水泥地。检查样品外观、结构、功能正常；一角三边六面各跌一次，测试 3 次；测试完后同测试前方式检查	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
随机振动测试	将模组包装好，实验过程需贴附保护膜，放置于振动机台上，振动频率 5 ~ 500 Hz，加速度 2G，X/Y/Z 三轴每轴 2 小时	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准
寿命（MIPI）	温度：45°C；运行时长：2000 H	1. 外观功能无异常；2. 触发自校准后性能满足出货标准

10 认证

项目	规格
环保认证	RoHS 2.0, REACH
激光人眼安全	IEC60825-1: Class 1

11 EMC

项目	规格
ESD 等级	参考 IEC 55014-2, follow 整机典型运行工况, 满足功能等级 A 或 B: MIPI 模组对 PIN 脚 (VCC & GND) 接触放电 (± 4 kV) 各 10 次
RE 等级	参考 IEC 55014-1, follow 整机最严运行工况, 满足 QP 余量 ≥ 6 dB; 模组工况条件: AVDD 3.3 V、LDVCC 5 V、DOVDD 1.8 V, 帧率 @ 6 Hz

12 软件开发

客户可以根据需求和光鉴科技进行驱动联调和 3D 算法 SDK 联调, 在目标平台上获取 sToF 和 mToF 的点云数据。

13 免责声明

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。深圳市光鉴科技有限公司对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保, 包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。光鉴科技对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。未经深圳市光鉴科技有限公司书面批准,

不得将光鉴科技的产品用作生命维持系统中的关键组件。在光鉴科技知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

14 技术支持

您可以通过以下途径获得支持：

- 邮件支持：请将具体问题发邮件至 support@deptrum.com
- FAE 支持：请联系我们的销售人员获取 FAE 的支持方式

15 注意事项

- 请勿用其他热源加热此产品。
- 请勿摔落或撞击本产品，以防内部组件损坏及精度下降；不当操作可能会导致内部元件损坏。
- 请勿试图用任何方式修改或拆解此机器，以免造成模组损坏及精度下降。
- 模组在使用一段时间后会发热，属正常现象，可在模组背面做散热处理。
- 请勿将模组置于高温高湿环境中存储，以防模组精度下降或深度重建失效。