



Gemini 435Le 产品规格书

本手册版权归奥比中光科技集团股份有限公司所有，未经许可，任何单位和个人都不得以电子的、机械的、磁性的、光学的、手工的等形式复制、传播、转录和保存该出版物，或翻译成其他语言版本。一经发现，将追究其法律责任。

奥比中光科技集团股份有限公司保证本手册提供信息的准确性和可靠性，但并不对文本中可能出现的文字或图形疏漏负责。本手册的最终解释权归奥比中光科技集团股份有限公司所有。奥比中光科技集团股份有限公司保留更改本手册的权利，如有修改，恕不相告。请在订购时联系我们以获得产品最新信息。任何用户利用我们的产品，在使用中侵犯第三方版权或其他权利的行为，奥比中光科技集团股份有限公司对此概不负责。另外，在奥比中光科技集团股份有限公司明确表示产品相关用途时，对于产品使用在极端条件下导致的失灵或损毁而造成的损失概不负责。

修订说明

版本	修订记录	修订日期
V1.0	● 首次发行	2025-05-09

目 录

0	术语表	7
1	产品简介与特点	9
2	产品规格表	10
3	产品信息	12
3.1	产品图片	12
3.2	Gemini 435Le 产品尺寸 & 重量 & 图纸	12
3.3	产品接口	14
3.4	组件概述	16
3.4.1	Gemini 435Le 产品组件图	16
3.4.2	散斑投射模块 (LDM)	16
3.4.3	红外成像模组 (IR Module)	17
3.4.4	彩色成像模组 (RGB Module)	17
3.4.5	激光测距模块 (LRM)	18
3.4.6	深度相机光谱透过率	19
3.4.7	惯性测量单元 (IMU)	19
4	功能规格	20
4.1	供应商识别码(VID)和设备识别码(PID)	20

4.2	主控平台	20
4.3	系统框架	21
4.4	图像数据流	21
4.5	深度视场角 (FOV)	23
4.5.1	深度 FOV 定义	23
4.5.2	典型深度内参	24
4.5.3	典型数据流 FOV	24
4.5.4	Gemini 435Le FOV 示意图	25
4.6	深度彩色对齐	26
4.7	最近工作距离 (Mini-Z Depth)	27
4.8	相机坐标系系统 (Coordinate System)	27
4.9	深度起始平面	29
4.10	数据流模式	30
4.11	触发模式	30
4.12	多机同步	31
4.12.1	功能描述	31
4.12.2	多机同步接口描述	32

4.13	相机控制	33
5	性能	36
5.1	深度性能	36
5.1.1	深度质量评估	36
5.1.2	Gemini 435Le 典型深度性能	37
5.2	电气性能	40
5.2.1	电源	40
5.2.2	功耗	40
5.2.3	存储和运行条件	41
5.2.4	抗静电能力 (ESD)	41
5.3	IP 防护等级	41
6	固件	42
6.1	更新与注意事项	42
6.2	更新限制	42
6.3	恢复和固件备份	42
7	SDK	43
7.1	SDK 说明	43

7.2	温度传感器与温度记录	43
8	使用说明	44
8.1	装箱清单	44
8.2	首次运行	45
9	法律法规及产品执行标准	46
9.1	激光安全	46
9.2	电磁兼容 (EMC)	46
9.3	环境监管合规	46
10	系统集成指南	47
10.1	安装指南	47
10.2	散热建议	47
10.3	散热设计	47
10.4	线材设计	47
11	使用注意事项	48
	附录一 Gemini 435Le 结构图纸	49
	附录二 线材设计参考图纸	50

0 术语表

表 2-2-1 术语描述表

术语	描述
AMR	Autonomous Mobile Robots, 自主移动机器人, 能在不同环境中独立导航并执行任务的智能机器人。
ASIC	Application-Specific Integrated Circuit, 特定应用集成电路, 为特定应用需求定制设计的集成电路。
Baseline	Baseline, 基线距离, 指左右红外相机成像中心之间的距离。
D2C	Depth to Color, 深度彩色对齐, 指一种将深度数据与彩色图像对齐的技术。
Depth	Depth, 深度图, 深度图中每个像素值表示的是被观测物体距离摄像机的空间深度。
FOV	Field of View, 视场角, 指相机观测的角度范围, 主要有水平视场角(HFOV)、垂直视场角(VFOV)和对角线视场角(DFOV)三种。
I2C	飞利浦 (Philips) 开发的一种简单的双向双线同步串行总线。
IMU	Inertial Measurement Unit, 惯性测量单元, 用于测量物体的加速度和角速度信息。
IR/IR Camera	Infrared Module / Infrared Camera, 红外成像模组 / 红外摄像头, 专门用于采集红外图像的摄像设备。
ISP	Image Signal Processor, 图像信号处理器, 用于控制成像质量和对图像进行处理的电子设备。
LDM	Light Detection and Ranging Module, 散斑投射模块, 亦称红外投影仪, 用于发射结构光图案。
LRM	Laser Ranging Module, 激光测距模块, 使用单点时间飞行传感器进行测距。
MIPI	Mobile Industry Processor Interface, 移动产业处理器接口, 指 MIPI 联盟发起的为移动应用处理器制定的开放标准和规范。
PCBA	Printed circuit board assembly 缩写, 印刷电路板组件是指完全组装的印刷电路板 (PCB), 包括安装和焊接在其上的所有电子元件。
RGB Module	彩色相机模组。
ROI	Region of Interest, 感兴趣区域, 用于图像处理中通过选择或使用阈值控制提取的

	图像某一特殊部分。
SOM	System on Module, 系统级模块, 指在单块印刷电路板上集成嵌入式处理系统的各种核心组件。
SoC	System on Chip, 片上系统, 指包含完整系统并有嵌入软件的全部内容的专用目标集成电路。
SBC	Single Board Computer, 单板计算机, 指所有逻辑线路、计时线路、内部存储器 and 外部接口都集成在一块单独的印刷电路板上的微型计算机。
TBD	To Be Determined, 待定, 信息将在后期修订中提供。
UVC	USB Video Class, USB 视频类, 是一种用于 USB 视频捕获设备的协议标准。
VCSEL	Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, 垂直腔面发射激光器, 一种半导体激光器, 其激光垂直于顶面射出。
DoF	Degree of Freedom, 自由度, 在惯性测量单元 (IMU) 中, 6DoF 表示设备可以测量所有六个自由度。
dToF	Direct Time-of-Flight, 直接飞行时间 (dToF) 通过直接跟踪光脉冲传播时间实现高精度距离测量。
TBD	To Be Determined, 待定, 信息将在后期修订中提供。

1 产品简介与特点

Gemini 435Le 是奥比中光 3D 相机的新成员。基于 Gemini 435L 独特的深度效果和性能帮助机器人拓宽应用场景。打造工业级硬件, 配置工业级的接口, IP67 防护等级助力机器人满足更加严苛的场景要求。其强大的 3D 视觉能力可为物流机器人和户外大型机器人提供可靠的实时深度数据, 使其在物流机械臂分拣, 物流叉车, 户外自主移动机器人 (AMR) 等复杂环境中保持稳定, 可靠运行。

Gemini 435Le 使用标准网络通信协议, 可在多个平台上轻松设置和操作, 并具备以下功能:

- 主动/被动立体双目, 确保在动态环境中的可靠性能
- 深度测量精度: 2m 深度测量的空间相对精度小于 0.4%
- 宽视场: 水平 90°, 垂直 65°
- 室外和室内操作, 防护等级为 IP67
- 支持工业级认证标准
- 支持 PoE 供电和长达 100 米线缆传输, 以实现更大的覆盖范围
- 支持多机硬件同步及 RS485 通信
- 可靠稳定的连接

2 产品规格表

参数	Gemini 435Le
使用环境	室内 & 室外
深度技术	双目视觉（附带主动红外散斑）
基线长度	95mm
LDM 红外波长	850nm
深度工作范围 ^[1]	0.31 -20m+
理想工作距离	0.31- 10m
空间相对精度 ^[2]	$\leq 0.4\%$ (1280 x 800 @ 2 m & 90% x 90% ROI) $\leq 0.8\%$ (1280 x 800 @ 4 m & 80% x 80% ROI)
深度分辨率 @帧率	Up to 1280 x 800 @ 10fps 640 x 400 @ 20fps
深度 FOV	图像宽高比 16:10 90° x 65° ± 3° @ 2m 图像宽高比 4:3 81° x 65° ± 3° @ 2m
波段透过性	镜片：全通 IR 模组：可见光 + 近红外透过
传感器类型	IR：全局曝光 Color：全局曝光
彩色模组分辨率@帧率	Up to 1280 x 800 @ 10fps MJPEG/I420 640 x 400 @ 20fps MJPEG/I420
彩色模组 FOV	图像宽高比 16:10 94° x 68° ± 3° 图像宽高比 16:9 94° x 62° ± 3° 图像宽高比 4:3 82° x 66° ± 3°
输出深度置信度地图	支持
惯性测量单元	6 自由度；陀螺仪/加速度计输出频率范围（ODR）：50 - 1,000Hz

数据采集	千兆以太网
网络协议	TCP/IP、RTSP
接口	M12, 8-pin, X-coded 接口用于数据传输和 PoE 供电 M12, 8-pin, A-coded 接口用于供电, 同步和 RS458 通信
供电	POE: IEEE 802.3af; DC: ≥ 2 A @ 9V - 24V
深度 HDR	后续通过软件升级支持
抗静电能力 (ESD)	等级 A, 接触放电: ± 8 KV, 空气放电: ± 15 KV
辐射余量	≥ 6 dB
相机功耗	DC: 平均功耗 < 6.5 W (峰值 < 11 W) POE: 平均功耗 < 8.0 W (峰值 < 15 W)
工作环境	$-10^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ 5% ~ 90 % RH (无冷凝水)
存储环境	短期暴露: $-20^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$, 5%~90% RH (无冷凝水) 长期存储: $0^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$, 5%~90% RH (无冷凝水)
允许运行工况后壳温度	$-10^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C}$
IP 防护等级	IP67
功能支持	硬件深度&彩色空间对齐/硬件时间戳/多设备同步/RS485 通信
尺寸 (W x H x D)	138.5mm x 40.5mm x 70.0mm
重量	520g
安装方式	后壳: 4x M4, 深度 6mm, 最大扭矩: 0.4 N.m 底部: 4x M4, 深度 6mm, 最大扭矩: 0.4 N.m 顶部: 4x M4, 深度 6mm, 最大扭矩: 0.4 N.m

注: [1]测量物体反射率 $> 10\%$, 最远可提供 20m+距离深度数据, 理论测距最大值为 65m, 但实际精度随距离和被测物体而变化。

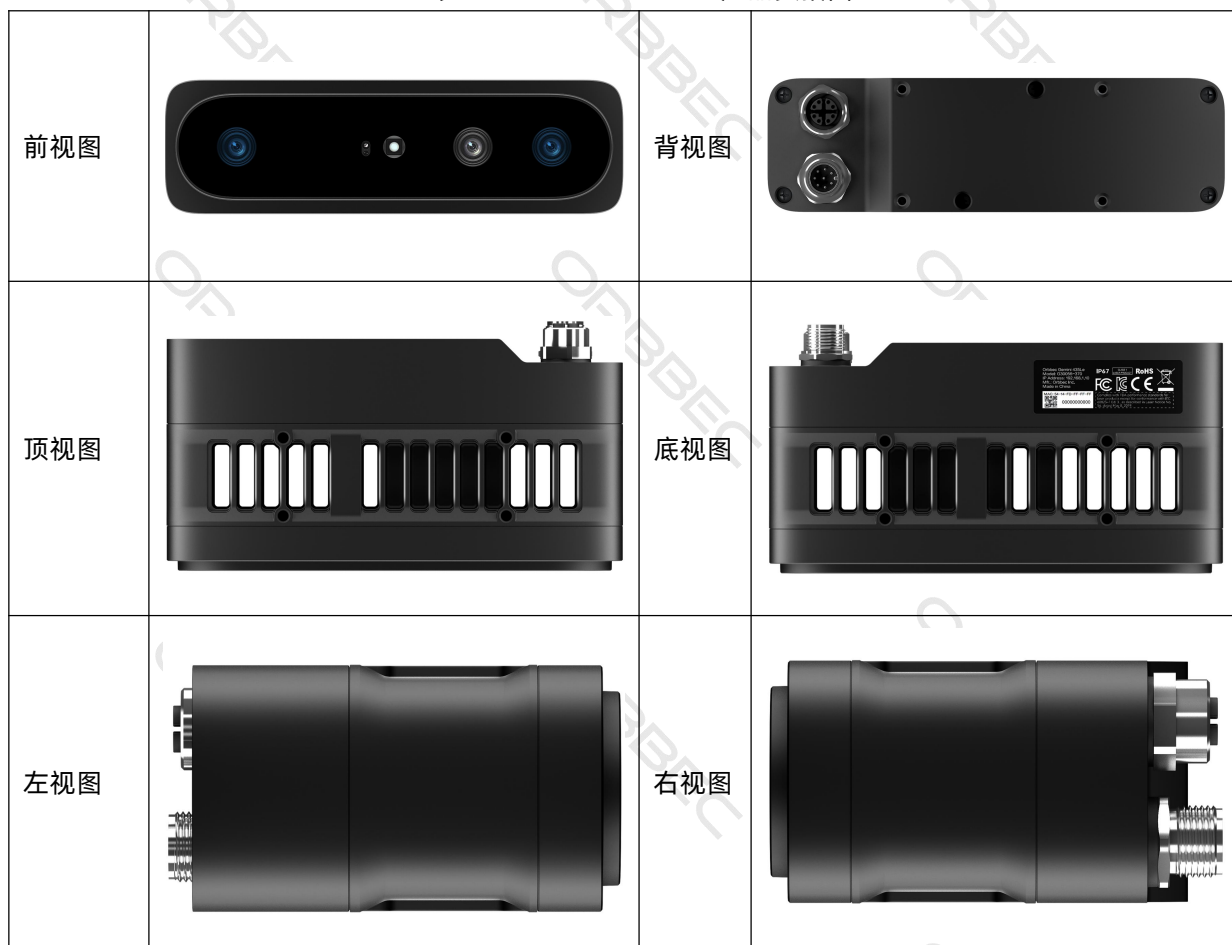
[2]最小操作距离可能因不同的偏移配置和预设配置而异。具体细节请参见表 4-7-1 中的详细规格说明。

[3]目标区域 (ROI) 如表 5-1-1 中所示。上述深度性能指标在每台 3D 相机出厂前都经过产线验证, 代表了其典型使用条件下的表现。需要注意的是, 在 3D 相机的整个使用寿命中, 外部环境因素可能会对其深度性能产生显著影响。

3 产品信息

3.1 产品图片

表 3-1-1 Gemini 435Le 产品实拍图



3.2 Gemini 435Le 产品尺寸 & 重量 & 图纸

表 3-2-1 Gemini 435Le 典型尺寸&重量

产品型号	Gemini 435Le
宽度/mm	138.5
高度/mm	40.5
深度/mm	70
裸机重量/g	520g

Gemini 435Le 结构尺寸图纸，如下表所示：

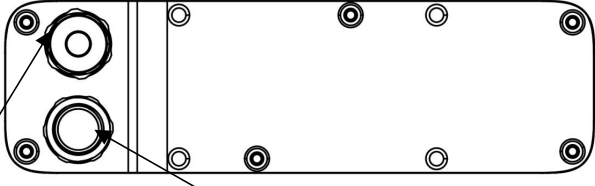
表 3-2-2 Gemini 435Le 产品结构图纸

产品型号	Gemini 435Le
正视图	
仰视图	
俯视图	
左视图	
右视图	
背视图	

3.3 产品接口

Gemini 435Le 相机提供了网口和电源接口；网口用于数据传输和 PoE 供电；电源接口用于 DC 电源输入&同步输入/输出& RS485 通信，详细说明如下

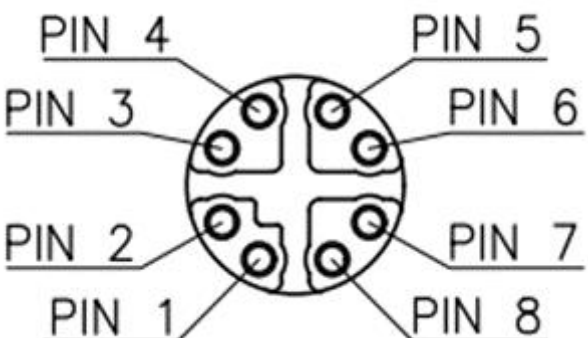
表 3-3 Gemini 435Le 相机接口

接口	DC 输入 & 同步输入/输出& RS485 接口	数据传输 & POE 供电
连接器	M12 A-coded	M12 X-coded
示意图	 M12 X-coded M12 A-coded	

3.3.1 网口 M12 连接器

以太网接口提供对相机的置访问，也可用于用于图像数据传输。

表 3-3-1 M12 连接器 PIN 脚定义

M12 PIN 脚	描述	PIN 示意图
1	Bi-directional pair A+	
2	Bi-directional pair A-	
3	Bi-directional pair B+	
4	Bi-directional pair B-	
5	Bi-directional pair D+	
6	Bi-directional pair D-	
7	Bi-directional pair C-	
8	Bi-directional pair C+	

3.3.2 供电 M12 连接器

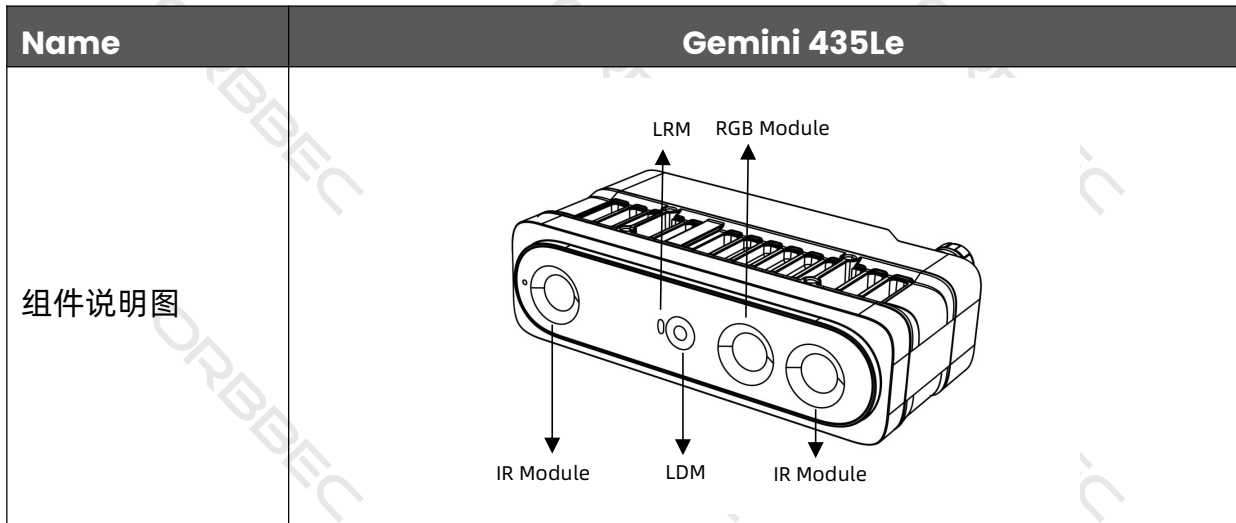
除了用于通信和数据传输的以太网接口外，Gemini 435Le 相机配有 M12 连接器，提供输入/输出接口和电源输入。

表 3-3-2 M12 连接器 PIN 脚定义

M8 PIN 脚	描述	PIN 示意图
1	POWER IN 9-24V	
2	VSYNC VCC 3.3-24V	
3	VSYNC IN 3.3-24V	
4	VSYNC OUT 3.3-24V	
5	SIGNAL GND	
6	RS485B	
7	RS485A	
8	POWER GND	

3.4 组件概述

3.4.1 Gemini 435Le 产品组件图



3.4.2 散斑投射模块 (LDM)

散斑投射模块 (LDM)，也称激光发射模块，由垂直腔面发射激光器阵列 (VCSEL) 和其他光学器件组成。通过在场景上投射红外散斑以增加纹理信息，提高了 3D 相机系统探测深度信息的能力。Gemini 435Le 产品所搭载的散斑投射模块符合 class 1 类激光安全要求。

表 3-4-1 散斑投射模组参数表

参数	Gemini 435Le
类型	红外
照明组件	垂直腔面激光发射器(VCSEL) + 光学器件
激光控制器	脉冲
激光波长	850nm ± 6nm
激光安全认证*	Class 1, IEC 60825-1:2007 Edition 2, IEC 60825-1:2014 Edition 3 FDA number: 2420619-000
激光保护温度*	73℃
水平 FOV	101°
垂直 FOV	72.5°
FOV 公差	±3.0°

备注：* LDM 集成到奥比中光的 3D 相机中符合激光安全 1 级认证。

* 当 NTC 测试温度≥73℃时，LDM 将断电保护。

3.4.3 红外成像模组 (IR Module)

表 3-4-2 红外成像模组参数表

参数	Gemini 435Le
有效像素	1280 x 800
滤光片	可见光 + 近红外
宽高比	16 : 10
焦距	定焦
快门类型	全局快门 (Global Shutter)
信号接口	MIPI
水平 FOV	94°
垂直 FOV	68°
对角线 FOV	104°
FOV 公差	±3.0°

3.4.4 彩色成像模组 (RGB Module)

表 3-4-3 彩色成像模组参数表

参数	Gemini 435Le
有效像素	1280 x 800
滤光片	IR-cut
宽高比	16:10
对焦方式	定焦
快门类型	全局快门 (Global Shutter)
信号接口	MIPI
水平 FOV	94°
垂直 FOV	68°
对角线 FOV	104°
FOV 公差	±3.0°

3.4.5 激光测距模块 (LRM)

Gemini 435Le 3D 相机配备激光测距模块 LRM，基于光飞行时间原理实现测距 (Time of flight) 功能，即通过测量从发射到接收光信号的飞行时间，结合光速，计算距离测量值。LRM 用于补充双目 3D 相机近距盲区内的深度信息，测距范围 0.001m - 0.4 m。通过 LRM 提供的深度补充功能，提升了 3D 相机对深度测量范围的完整覆盖能力。LRM 测距的深度起始点为相机最外侧表面。

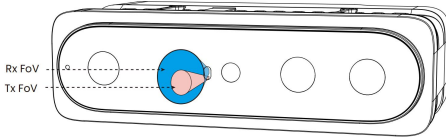
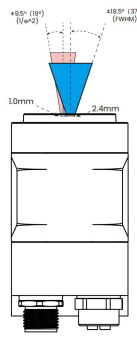
表 3-4-4 激光测距模组参数表

参数	Gemini 435Le
类型	红外
激光波长	940nm (典型值)
发射 DFOV	19°
接收 DFOV	37°
FOV 公差	±2.0°

表 3-4-5 激光测距模组精度参考表

	距离	精度指标	单位
LRM 测距精度	1mm — 100mm	±15	mm
	100mm — 200mm	±10	mm
	200 mm — 400mm	±5%	N/A

表 3-4-6 激光测距模组测距 FOV 示意图

产品名称	Gemini 435Le
轴测图	
侧视图	

3.4.6 深度相机光谱透过率

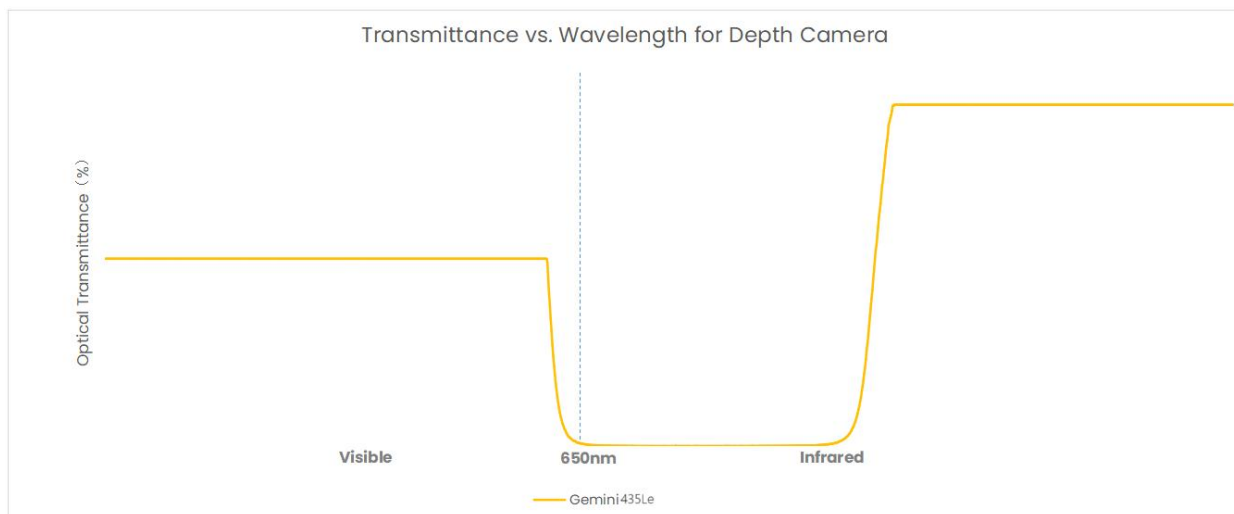


图 3-4-7 深度相机不同波段透过率一览图

3.4.7 惯性测量单元 (IMU)

表 3-4-8 Gemini 435Le IMU 功能规格描述

参数		描述
时间戳		与左右红外图像、深度和彩色数据采用统一硬件时间戳 (us)
传输协议		I2C
X/Y/Z 轴朝向		X、Y 和 Z 轴相对于相机前端指向右侧、下方和前方
陀螺仪 Gyroscope	格式	3x32-bit float
	单位	rad/s
	量程	$\pm 17.45 \text{ rad/s}$ (1000dps)
	输出频 (Hz)	50/100/200/500/1000
加速度计 Accelerometer	格式	3x32-bit float
	单位	m/s^2
	量程	$\pm 39.2 \text{ m/s}^2$ (4g)
	输出频率 (Hz)	50/100/200/500/1000
温度 Temperature	格式	1x32-bit float
	单位	$^{\circ}\text{C}$
	量程	$-40 - 85^{\circ}\text{C}$
	输出频率 (Hz)	跟随陀螺仪和加速度计频率

4 功能规格

4.1 供应商识别码(VID)和设备识别码(PID)

表 4-1-1 Gemini 435Le VID 和 PID

3D 相机名称	设备型号	供应商识别码 VID	设备识别码 PID
Gemini 435Le	G30056-370	0x2BC5	0x0815

4.2 主控平台

Gemini 435Le 通过网口与主机连接, 为了保证相机能够提供完整功能和最佳性能, 对于不同类型主控平台的推荐配置如下表所示。

表 4-2-1 Gemini 435Le 不同类型主控平台推荐配置

平台	x86/x64		ARM
系统	Windows 10/11	Ubuntu 20.04 / 22.04	Ubuntu 20.04 / 22.04
接口	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet	Gigabit Ethernet
处理器	Quad-core, 2.9GHz	Quad-core, 2.9GHz	Quad-core, A57
参考型号	Intel i7 10700	Intel i7 10700	NVIDIA AGX Orin/Orin NX/Orin Nano
网卡	Intel® Ethernet Controller (11) I219-LM	Intel® corporation Ethernet connection (14) I219-LM (rev 11)	RTL8111/8168/8411 PCI Express Gigabit Ethernet Controller (rev 15)
RAM	8GB RAM and above	4GB RAM and above	8GB RAM and above

4.3 系统框架

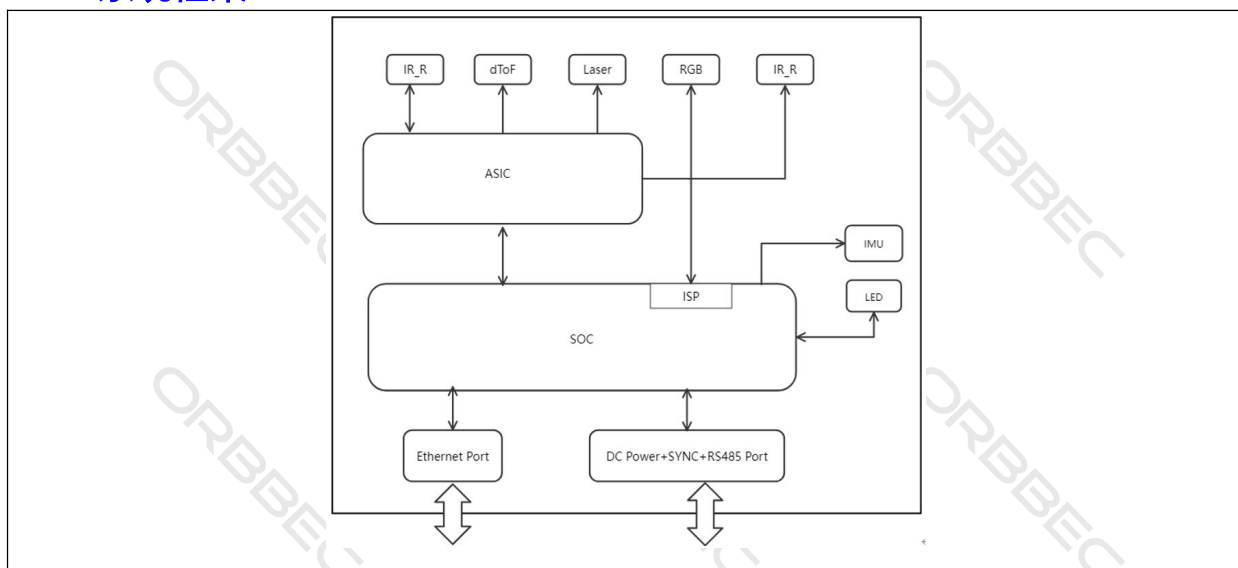


图 4-3-1 Gemini 435Le 相机系统框图

4.4 图像数据流

Gemini 435Le 提供高质量、多分辨率的深度、IR 数据流以及高清彩色数据流。相机以 Y16 或 RVL 格式输出深度图像流数据，以 I420 或 MJPEG 格式输出彩色图像数据流，以 Y8 格式输出红外图像数据流。同时软件 SDK 支持 RGB/BGR/BGRA 格式的彩色图像数据流。

表 4-4-1 Gemini 435Le (千兆以太网)图像格式

数据流类型	输出格式	比例	分辨率	帧率 (fps)
Depth	Y16	16:10	1280 x 800	5,10
			640 x 400	5,10,15,20
	RVL	16:10	1280 x 800	5,10
			640 x 400	5,10,15,20
IR	Y8	16:10	1280 x 800	5,10,15,20
			640 x 400	5,10,15,20
Color	I420	16:10	1280 x 800	5,10,15,20
			640 x 400	5,10,15,20
		16:9	1280 x 720	5,10,15,20
			640 x 360	5,10,15,20

	MJPEG	4:3	800 x 600	5,10,15,20
		16:10	1280 x 800	5,10,15,20
			640 x 400	5,10,15,20
		16:9	1280 x 720	5,10,15,20
			640 x 360	5,10,15,20
		4:3	800 x 600	5,10,15,20

表 4-4-4 Gemini 435Le(百兆以太网)图像格式

数据流类型	输出格式	比例	分辨率	帧率 (fps)
Depth	Y16	16:10	1280 x 800	5
			640 x 400	5,10,15
	RVL	16:10	1280 x 800	5
			640 x 400	5,10,15
IR	Y8	16:10	1280 x 800	5
			640 x 400	5,10,15
Color	I420	16:10	1280 x 800	5
			640 x 400	5,10,15
		16:9	1280 x 720	5
			640 x 360	5,10,15
		4:3	640 x 480	5,10,15
	MJPEG	16:10	1280 x 800	5,10,15,20
			640 x 400	5,10,15,20
		16:9	1280 x 720	5,10,15,20
			640 x 360	5,10,15,20
		4:3	640 x 480	5,10,15,20

注：

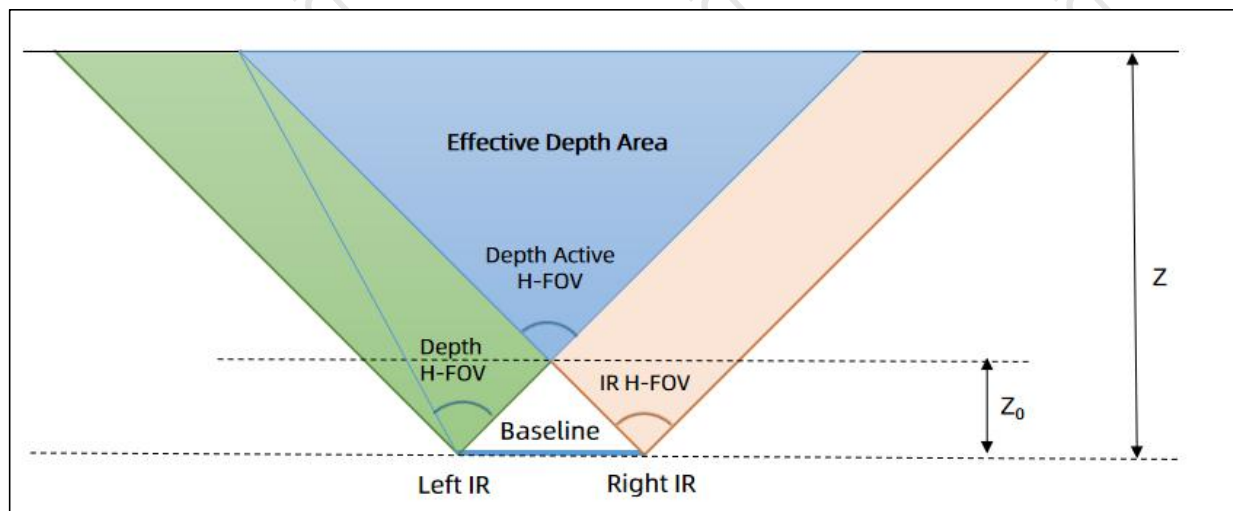
①单路输出视频流可满足所有分辨率和帧率，如两路、三路或者四路流同时输出深度及彩色视频流，受限于相机千兆或百兆以太网的实际带宽以及上位机性能影响，部分组合不支持。

4.5 深度视场角 (FOV)

4.5.1 深度 FOV 定义

下图展示了深度相机视野范围的效果，或者深度相机“看到”的范围。通常使用红外相机来呈现：

图 4-5-1 深度图视场角示意图



任意距离 (Z) 下的深度视场角 (Depth FOV) 可以通过如下公式进行计算：

计算公式	定义
$\text{Depth H-FOV} = \arctan\left(\frac{cx}{fx} - \frac{B}{Z}\right) + \arctan\frac{\text{width}-1-cx}{fx}$	1. cx 代表深度图像中心点的 x 坐标；
$\text{Depth Active H-FoV} = \arctan\frac{cx}{fx} + \arctan\frac{\text{width}-1-cx}{fx}$	2. cy 代表深度图像中心点的 y 坐标；
$Z_0 = \frac{B}{2 * \tan\left(\frac{\text{Depth Active H-FOV}}{2}\right)}$	3. fx 代表深度相机的焦距；
$\text{Depth V-FOV} = \arctan\left(\frac{cy}{fy}\right) + \arctan\frac{\text{height}-1-cy}{fy}$	4. fy 代表深度相机的焦距；
	5. Width 和 Height 分别代表图像的宽度和高度；
	6. Depth Active H-FOV=Left IR H-FOV

说明：

1. 图像内参可以通过 SDK 内参读取接口获取，不同相机的内参是不相同的；
2. 深度相机流模式下，左右 IR 和深度图像的内参是相同的；

3. 在不同的深度距离下，FOV 也不同。通常距离越远，深度 FOV 越大；

4.5.2 典型深度内参

表 4-5-2 Gemini 435Le 典型深度内参

基线长度/mm	分辨率：宽度 x 高度		cx/pixel	cy /pixel	fx & fy/pixel
	宽度/pixel	高度/pixel			
95mm	1280	800	640	400	620.0 & 620.0
	640	400	320	200	310.0 & 310.0

4.5.3 典型数据流 FOV

下表给出 Gemini 435Le 相机不同数据流视场角 FOV 参考值，包括水平 FOV、垂直 FOV、对角 FOV 及公差范围。深度 FOV 的数值受测量距离和图像宽高比的影响而变化，具体计算方式可查阅上述深度 FOV 计算公式。

表 4-5-3 Gemini 435Le 数据流视场角

FOV	图像宽高比	Gemini 435Le
深度 FOV @2m*	16:10	H 90° V 65°
	4:3	H 81° V 65°
IR FOV	16:10	H 91° V 65°
	4:3	H 81° V 65°
RGB FOV	16:10	H 94° V 68°
	16:9	H 94° V 62°
	4:3	H 82° V 68°
深度彩色对齐后 FOV @2m	16:10	H 90° V 65°
	16:9	H 90° V 60°
	4:3	H 81° V 65°

*因不同距离下的深度 HFOV 不同，故仅给出 2m 距离出的 FOV 以供参考。

4.5.4 Gemini 435Le FOV 示意图

表 4-5-4 Gemini 435Le 不同图像宽高比下的 FOV 示意图

图像宽高比	深度 FOV	深度彩色对齐 (D2C) 后的深度 FOV
16:10		
16:9	N/A	
4:3		

4.6 深度彩色对齐

Gemini 435Le 可支持深度与彩色图对齐同步输出。D2C(Depth & Color Alignment)是指根据深度相机和彩色相机的内参和外参将深度图上每个像素点映射到彩色图的对应位置，从而得到 RGBD 图。硬件深度彩色对齐在相机内部实现，对节省上位机资源有较大帮助；软件深度彩色对齐需要使用上位机资源，但是支持的分辨率帧率更多。

表 4-6-1 Gemini 435Le 深度彩色图软件 D2C 对齐

D2C 前深度图	彩色图	D2C 后深度图	比例
1280 x 800/640 x 400	1280 x 800	1280 x 800	16:10
	640 x 400	640 x 400	
1280 x 800/640 x 400	1280 x 720	1280 x 720	16:9
	640 x 360	640 x 360	
1280 x 800/640 x 400	640 x 480	640 x 480	4:3

表 4-6-4 Gemini 435Le 深度彩色图硬件 D2C 对齐

D2C 前深度图	彩色图	D2C 后深度图	比例
1280 x 800/640 x 400	1280 x 800	1280 x 800	4:3
	640 x 400	640 x 400	
1280 x 800/640 x 400	1280 x 720	1280 x 720	16: 10
	640 x 360	640 x 360	
1280 x 800/640 x 400	640 x 480	640 x 480	16: 9
*1.深度彩色对齐时两路数据帧率需要相同；			

4.7 最近工作距离 (Mini-Z Depth)

深度相机的最近工作距离指相机深度起始点到相机能检测到的最近完整平面的距离。最近深度工作距离受视差搜索范围和图像分辨率影响。Gemini 435Le 通过设置不同得 offset 值改变不同得最近工作距离。不同得 Perset 配置下可设置得最近距离也存在差异，Gemini 435Le 提供多样化的配置方案，以适配不同应用需求。

表 4-7-1 Gemini 435Le 深度数据流最近工作距离典型值

相机型号		Gemini 435Le		
深度模式	分辨率	offset	Max (mm)	Min (mm)
Perception	1280 x 800	0	∞	310
		32	1855	266
	640 x 400	0	∞	155
		32	928	133
Dimensioning	640 x 480	0	∞	310
		64	928	233
		128	463	187

4.8 相机坐标系系统 (Coordinate System)

Gemini 435Le 3D 相机定义标签所在平面为下侧，玻璃盖板面为前侧，RGB 模组相对 LDM 模组的方向为左侧。

对于 Gemini 435Le 3D 相机，IMU 坐标系原点与传感器物理中心点位置一致，位于 RGB 模组后靠近后壳位置。坐标系的方向为正 X 轴向右，正 Y 轴向下，正 Z 轴向前。

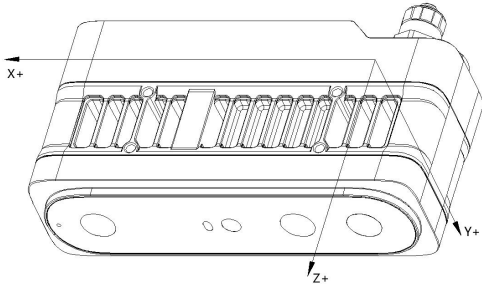
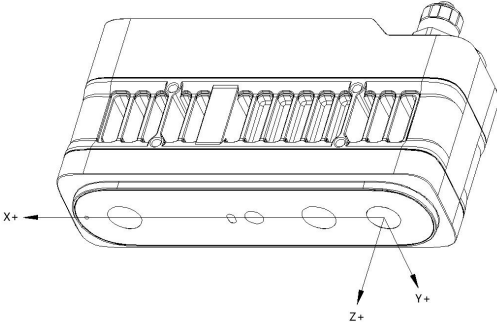
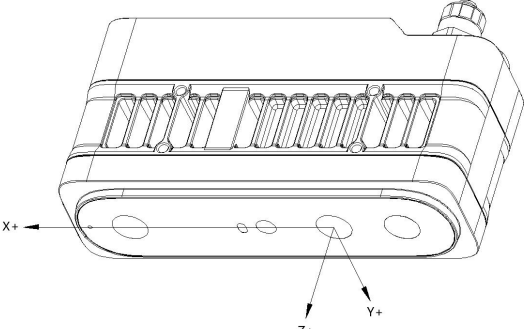
深度图像坐标系原点位于左 IR 模组的光心处，彩色图像坐标原点位于 RGB 模组的光心处。坐标系的方向均为正 X 轴向右，正 Y 轴向下，正 Z 轴向前。深度相机坐标系原点为 3D 相机默认原点，坐标 (0,0,0)。世界坐标系位置建议参考相机背部左侧安装孔中心。深度原点、彩色原点、IMU 原点在 3D 相机坐标系中的位置参考值如下图表所示：

表 4-8-1 Gemini 435Le 坐标系原点相对位置表

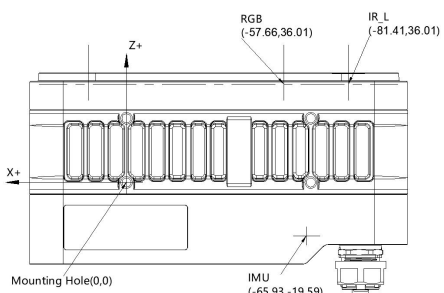
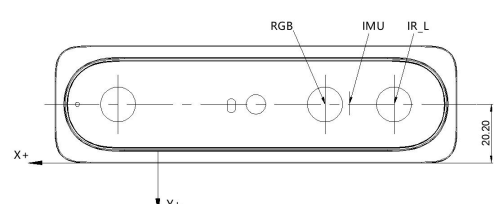
相机	坐标系	位置参考		
		X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
Gemini 435Le	Depth	0	0	0
	Color	23.75	0	0
	IMU	15.48	0	-55.60

*如果深度和彩色相机的对齐打开，则深度坐标系原点会自动切换到彩色坐标系原点，内参也会随之变化；

表 4-8-2 Gemini 435Le 坐标系示意图

坐标系	示意图
IMU	
Depth	
RGB	

Gemini 435Le 的坐标系原点与世界坐标系参考点位置关系如下表所示：

相机	坐标系	坐标系原点位置关系		
		X (mm)	Y (mm)	Z(mm)
Gemini 435Le	安装孔（世界坐标系起点）	0	0	0
	深度坐标系起点	-81.41	-20.20	36.01
	彩色坐标系起点	-57.66	-20.20	36.01
	IMU 坐标系起点	-65.93	-20.20	-19.59
				

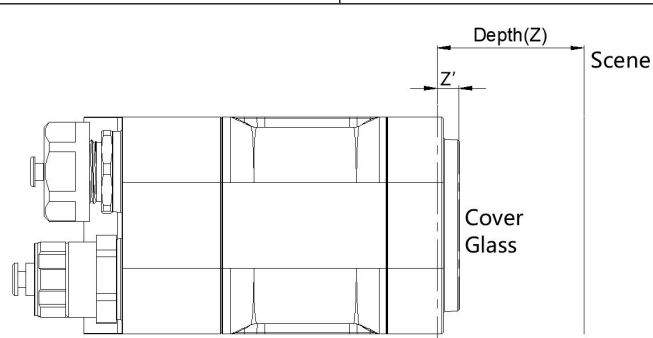
注意：所有的深度原点均在组件或器件的中心点；

4.9 深度起始平面

深度起点或零点参考可以描述为深度=0 的起点或平面。对于 Gemini 435Le，深度起点相对于盖玻片正面的距离如下表所示：

表 4-6-1 Gemini 435Le 深度起始点示意图

位置	Z'
深度起始点距离[Depth (Z')]	4.040mm
彩色相机起始点距离[RGB (Z')]	4.040mm
激光测量模组起始点距离[LRM (Z')]	0mm



4.10 数据流模式

Gemini 435Le 为用户提供了获取 IR、Depth 和 RGB 图像数据的灵活方法，最常见的是数据流模式。在此模式下，用户为每种类型的数据设置目标帧率、分辨率和图像格式，然后按顺序激活相应的数据流。相机以用户定义的目标帧率、分辨率和图像格式捕获并输出图像数据。用户可以根据相机当前配置的深度模式和分辨率，从预定义的固定帧率值 5fps、10fps、15fps 和 20fps 中为当前场景选择特定的帧率，并以该帧率获取图像数据。

4.11 触发模式

Gemini 435Le 相机支持任意频率的自由运行触发模式。在该模式下，相机等待外部触发信号，仅当接收到符合配置的有效外部触发时才会执行图像采集。每次采集完成后，相机返回待机状态等待下一次触发。这种被动采集方式可在工作限值内实现任意频率的灵活触发，同时确保系统稳定性。

该模式的关键特性：

1. 灵活时序：1) 连续触发间无需固定间隔。2) 唯一限制：触发间隔必须大于相机单次采集耗时。
2. 触发源：1) 主机网络命令的软件触发。2) 通过 M12 A-coded 同步接口的硬件触发
3. 帧率配置要求：1) IR/深度/RGB 流必须设置为统一的固定帧率（5/10/15/20fps）。2) 必须确定连续触发的最小间隔
4. 频率限制：1) 表 4-11-1 规定了固定帧率、最小间隔与最大触发频率的对应关系。2) 相机仅响应有效频率范围内的触发

表 4-11-1 被动触发模式下的任意帧率表

Set The Camera's Fixed Frame Rate(fps)	Supportable Passive Trigger Interval (ms)	Supportable Passive Trigger Frequency (Hz)
20	≥ 100	0 - 10
15	≥ 133.4	0 - 7.5
10	≥ 200	0 - 5
5	≥ 400	0 - 2.5

4.12 多机同步

4.12.1 功能描述

每台深度相机设备都配备一个 M12 A-Coded 接口，此接口将支持硬件同步功能，可以实现多台设备连接。对于多相机应用场景，其中一个相机/设备可以初始化为一个主设备（Primary），其他的相机可以配置为从设备(Secondary_synced)。当使用外部同步信号时，需要按照相机设定的帧率从 Sync_in 接口输入特定的触发信号，例如，对于 20 Hz 帧速率，需要 50 毫秒间隔输入。典型输入为高阻抗，3.3V 电压电平。但是，确保使用高解析力(High-resolution)的信号发生器非常重要。信号发生器的频率需要与传感器帧率完全匹配。例如，传感器设置为 20 FPS，其实际帧率可能为 20.015 FPS。您可能需要使用示波器测量实际帧率并将信号发生器配置为相同频率。因此，主同步信号发生器设置为相机对多机应用是最理想的。

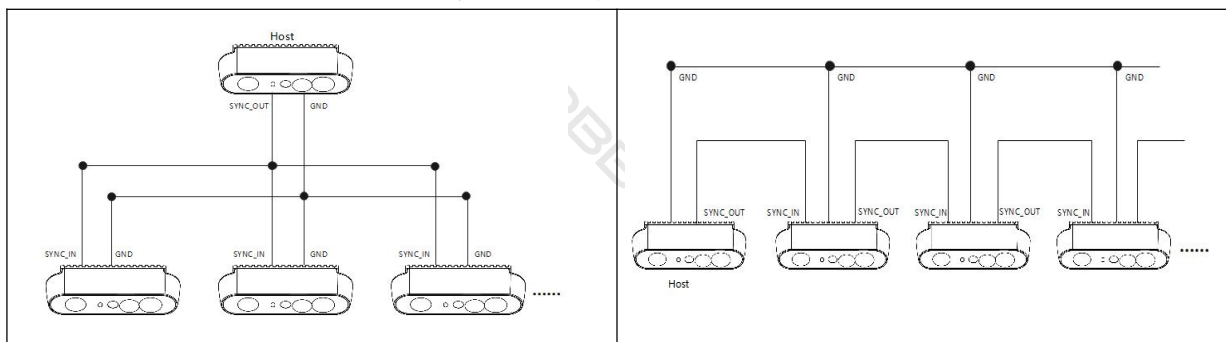
使用多个深度相机设备能够满足更多的需求，包括：

- 填补遮挡区域：由于深度相机上的深度和 RGB 两个相机实际上保持着较小的一段距离。这种偏移使得遮挡成为可能。这个遮挡是指前景对象，阻挡了设备上两个相机之一的背景对象的部分视角。在生成的彩色图像中，前景对象看上去像是在背景对象上投射了一个阴影；
- 更好的扫描三维对象；
- 增大相机的空间覆盖范围；
- 将有效帧率提升至 20 帧/秒 (fps) 以上的值；
- 捕获同一场景的多个彩色图像；
- 利用多机同步功能可以更好的应用在拍摄体积视频和需要大视场角等场景。

使用多相机同步功能，支持两种拓扑结构的多相机同步，包括深度图像同步和 RGB 图像同步（在自动曝光关闭时，可达到 $\leq 5\text{ms}$ 的同步精度）。

同步功能的实现可以通过两种连接方式分别为：

表 4-12-1 多机同步连接拓扑



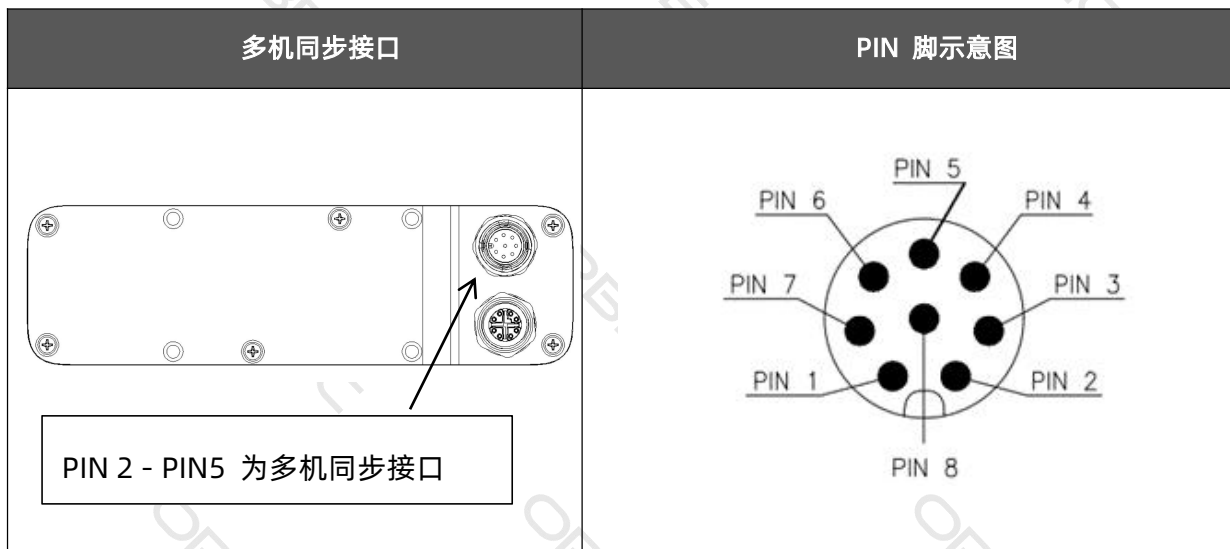
4.12.2 多机同步接口描述

下表为 Gemini 435Le 的多机同步接口定义描述。

表 4-12-2 Gemini 435Le 多机同步接口定义

Pin	定义	功能
2	VSYNC_VCC	SYNC_VCC 不接入外部电源时, VSYNC_OUT 默认 3.3V 电平; 若 VSYNC_OUT 如果需要其它电平域, 可在 SYNC_VCC 输入 3.3V~24V 范围内的目标电压
3	VSYNC_IN	同步触发信号: 前序设备发来的同步采集触发信号, 支持 3.3~24V 电平输入, 上升沿触发有效, 持续时间 $\geq 1\text{MS}$ 。
4	VSYNC_OUT	同步触发信号: 用于触发后序设备同步采集数据, 上升沿触发有效; VSYNC_OUT 默认 3.3V 电平; 若 SYNC_VCC 接入外部电源可调整 VSYNC_OUT 的输出电平值
5	GND	接地信号, 可靠接地 (共地接地)

表 4-12-3 Gemini 435Le 多机同步接口 Pin 位置示意图



多机同步的详细操作指南请参考文档: [Set up cameras for external synchronization](#)

4.13 相机控制

Gemini 435Le 相机支持通过 SDK 或 Wrapper API, 以及 Orbbec Viewer 工具对相机的曝光、分辨率、帧率等参数进行配置, 关键配置参数及可配置范围如下表所示:

表 4-13-1 深度数据流控制

控制	描述	最小值	最大值
镜像(开启=1)	开启/关闭, 控制图像是否需要镜像	0	1
翻转(开启=1)	开启/关闭, 控制图像是否需要翻转	0	1
旋转	顺时针旋转角度 0°/90°/ 180°/270°, 控制图像 旋转角度	0	270
自动曝光 (开启=1)	开启/关闭, 控制图像是否自动曝光	0	1
AE ROI	对选定的 ROI 执行自动曝光	L-0 T-0 R-0 B-0	L-1279 T-799 R-1279 B-799
Gemini 435Le 曝光 ^[1]	控制 Sensor 的曝光周期(us)	1	199000
增益 ^[1]	控制 Sensor 的数字增益	16	248
目标亮度	设置启用自动曝光时应用的目标亮度	0	255
深度单位 (毫米)	默认为 1mm, 步进 0.001mm	0.001	10
相机元数据 (metadata)	开启/关闭 MIPI 元数据	0	1

[1] 关闭自动曝光模式方可设置

表 4-13-2 深度数据流高级控制

控制	描述	最小值	最大值
硬件 D2D	开启/关闭	0	1
软件 D2D	开启/关闭	0	1
后处理	开启/关闭	0	1

表 4-13-3 IR 数据流控制

控制	描述	最小值	最大值
镜像(开启=1)	开启/关闭	0	1
翻转(开启=1)	开启/关闭	0	1
旋转	顺时针旋转角度 0°/90°/ 180°/270°	0	270
自动曝光 (开启=1)	开启/关闭	0	1
曝光 ^[1]	控制 Sensor 的曝光周期	1	199000
增益 ^[1]	控制 Sensor 的数字增益	16	248
亮度	设置启用自动曝光时应用的亮度	0	255

[1] 关闭自动曝光模式方可设置

表 4-13-4 彩色数据流控制

控制	描述	最小值	最大值
镜像(开启=1)	开启/关闭	0	1
翻转(开启=1)	开启/关闭	0	1
旋转	顺时针旋转角度 0°/90°/ 180°/270°	0	270
优先自动曝光	开启/关闭	0	1
自动曝光 (开启=1)	开启/关闭	0	1
AE ROI (区域自动曝光)	对选定的 ROI 执行自动曝光	L-0 T-0 R-0 B-0	L-1279 T-799 R-1279 B-799
曝光 ^[1]	控制 Sensor 的曝光周期	1	33333
增益 ^[1]	控制 Sensor 的数字增益	0	16

亮度	设置启用自动曝光时应用的亮度	-64	64
自动白平衡	开启或关闭 AWB 算法	0	1
白平衡	自动白平衡关闭时设置白平衡色温	2800	6500
锐度	设置应用于图像帧的锐化调整量	0	100
饱和度	设置应用于图像帧的饱和度调整量	0	100
对比度	根据场景的亮度设置对比度	0	100
色调	设置应用于图像帧的色调调整量	0	100
电力线路频率	根据当地电力线可以频率指定对应的值, 以避免闪烁【关闭/50Hz/60Hz/自动】	0	3

[1]关闭自动曝光模式方可设置

5 性能

5.1 深度性能

5.1.1 深度质量评估

- 深度精度计算 (Z-accuracy):

深度精度 (Z 精度) 是指拟合平面上有效像素的深度与真值平面之间的差异, 可以是正的或负的。

计算方法: 使用平行于模块 x 轴的平板, 用激光测距仪或卷尺作为真值 (GT) 测量距离。收集当前距离处的深度图, 并获得 ROI 区域中有效像素与真值 (GT) 之间的差异, 以创建误差图。使用误差图的中值作为当前深度图的深度精度。

为了避免单次测量的误差, 取 N 张深度图, 计算平均值或平均值与真实值的比率, 作为最终的深度精度 (Z-accuracy)。

- 空间相对精度 (Spatial Precision) 计算:

空间精度计算为每个有效像素和最佳拟合平面之间的均方根误差 (RMS 误差) 与真实值 (GT) 的百分比。

- 时间相对精度 (Temporal Precision) 计算:

时间精度测量 ROI 内深度值随时间的变化。深度图像的质量可以根据其时间一致性来评估, 高质量的深度图像应该随着时间的推移表现出平滑和稳定。该方法被定义为特定数量帧 (例如 30 帧) 的深度值的标准差 (STD)。时间噪声的量化是在每个像素的基础上进行的, 然后计算每个像素在指定时间内的标准差 (STD)。

- 深度填充率 (Depth Fill Rate) 计算:

填充率指标用于计算目标区域 (ROI 区域) 内有效像素与总像素的比例, 主要用于衡量深度的完整性。

详细指南和名词定义请参考 [“Depth Quality Metrics”](#)。

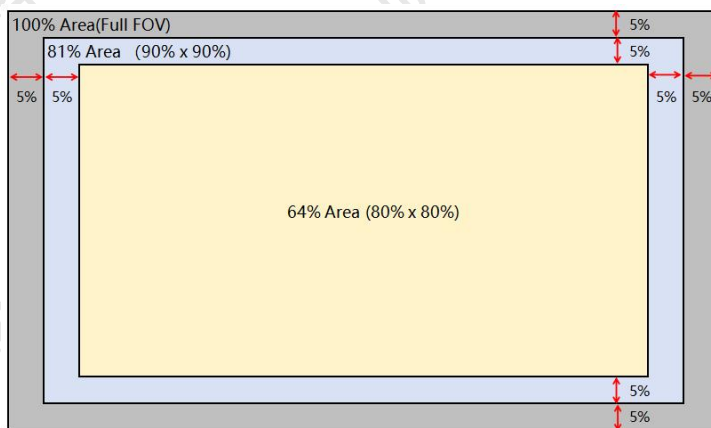
5.1.2 Gemini 435Le 典型深度性能

表 5-1-1 Gemini 435Le 典型深度性能

深度性能	Gemini 435Le
Depth Accuracy	$\leq \pm 1\%$ (1280 x 800 @ 2 m & 90% x 90% ROI) $\leq \pm 2\%$ (1280 x 800 @ 4 m & 80% x 80% ROI)
Spatial Precision	$\leq 0.4\%$ (1280 x 800 @ 2 m & 90% x 90% ROI) $\leq 0.8\%$ (1280 x 800 @ 4 m & 80% x 80% ROI)
Temporal Precision	$\leq 0.1\%$ @2m
Fill Rate	$\geq 99.5\%$ (1280 x 800 @ 2 m & 90% x 90% ROI)

注意：

1. 实际工作范围和精度可能因环境照明和被测物体而异。
2. 测试对象是反射率>80%的平面，参考范围为 81%FOV（81% FOV 是从深度图的顶部、底部、左侧和右侧裁剪 5%后深度图图的剩余中心 81%）或 64%FOV（64%=80% x 80%，定义相似）。



3. 在发货给客户之前，每个 3D 相机的深度性能都在产线上经过验证。这些指标反映了典型条件下的深度性能。3D 相机整个生命周期内的外部影响因素可能会对其深度性能产生重大影响。

- 不同距离下的空间相对精度参考

Gemini 435Le 典型距离下的深度空间相对精度参考：

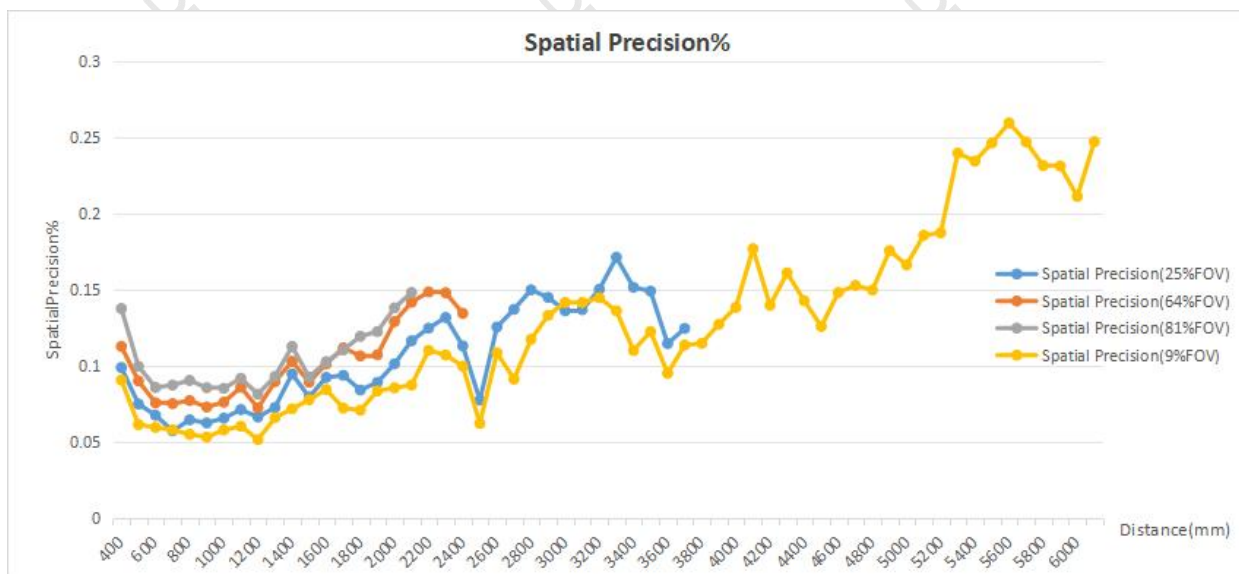


图 5-1-1 Gemini 435Le 空间相对精度

- 时间相对精度参考

Gemini 435Le 典型距离下的时间相对精度参考：

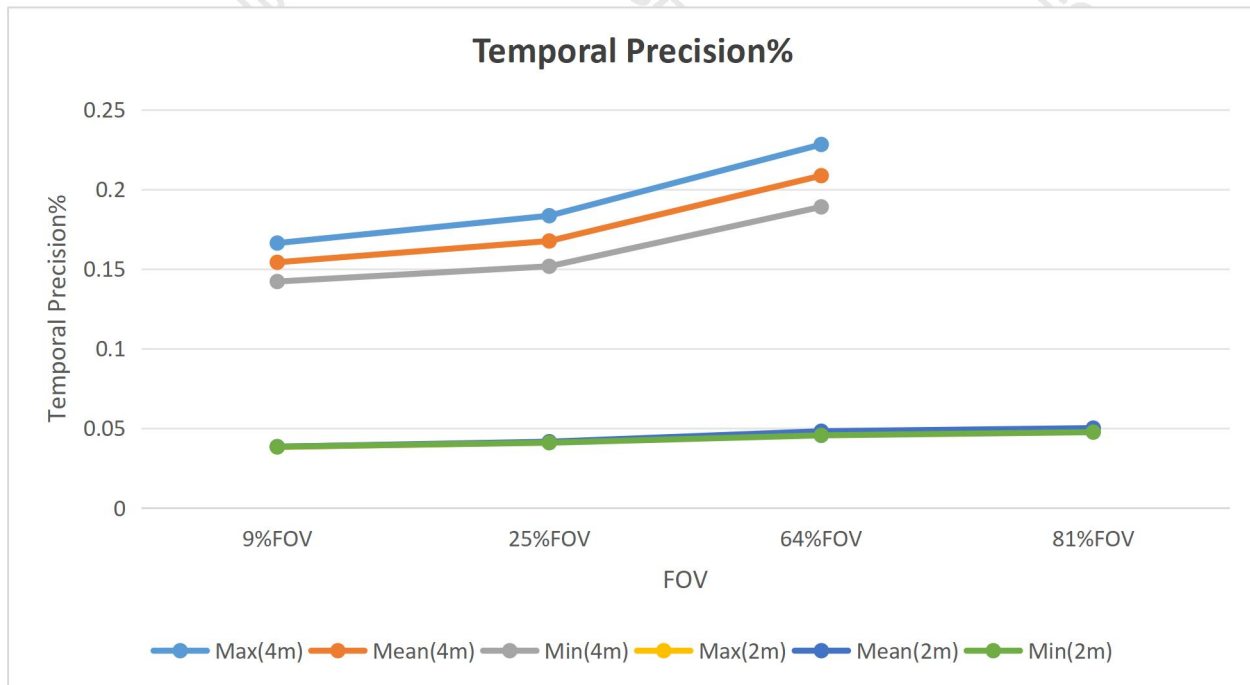


图 5-1-2 Gemini 435Le 时间相对精度参考图

- 不同距离下的深度填充率性能:

Gemini 435Le 典型距离下的深度填充率:

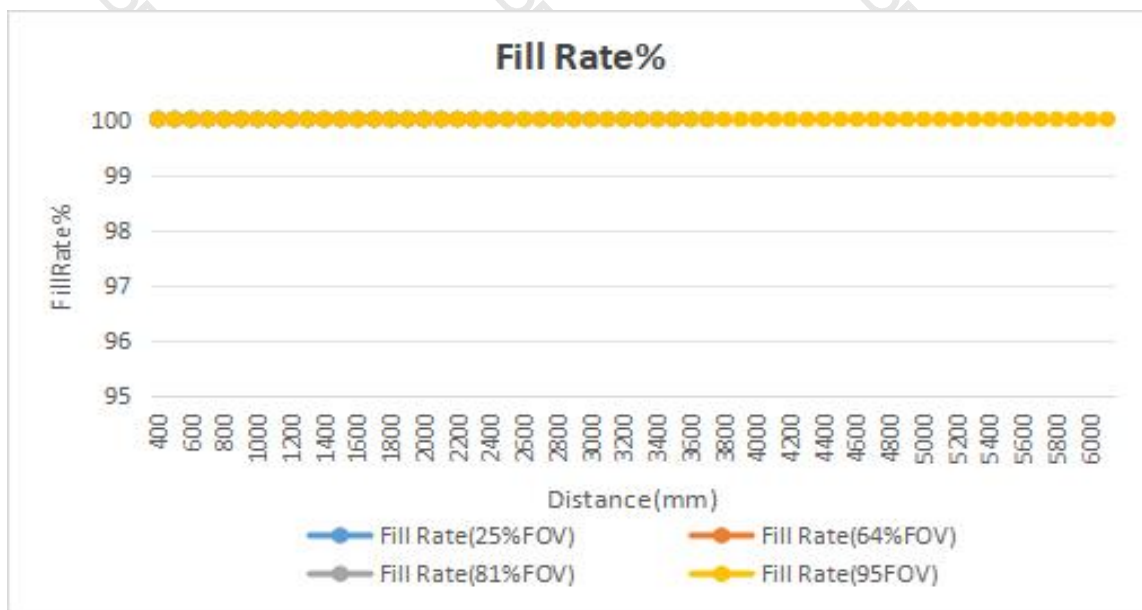


图 5-1-3 Gemini 435Le 深度填充率

- 不同距离下的深度绝对精度参考:

Gemini 435Le 典型距离下的深度绝对精度:

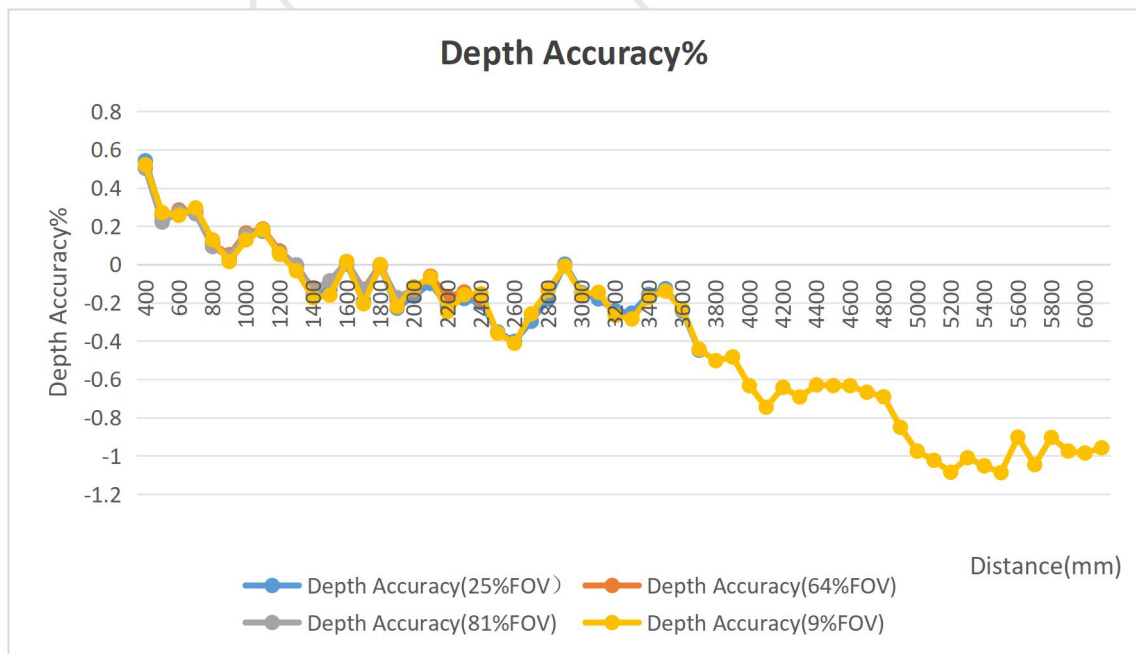


图 5-1-4 Gemini 435Le 深度绝对精度

5.2 电气性能

5.2.1 电源

Gemini 435Le 相机可以通过 PoE 供电和 DC 供电两种方式，其供电要求如下：

相机供电方式	详细要求
PoE 供电	IEEE 802.3af/at
DC 供电	≥2A@ 9-24V

5.2.2 功耗

不同的工作模式和设置，功耗有所区别。

表 5-1-1 Gemini 435Le 常温典型模式配置及实测功耗参考

供电方式	PoE 供电	DC 供电
典型配置	激光功率等级：6 D2C: On 环境温度：25℃ 深度：1280 x 800 @ 10 fps RVL AE On RGB: 1280 x 800 @ 10 fps MJPEG AE On IR × 2: 1280 x 800 @ 10 fps Y8 AE On IMU: 陀螺仪&加速度计 1000Hz	激光功率等级：6 D2C: On 环境温度：25℃ 深度：1280 x 800 @ 10 fps RVL AE On RGB: 1280 x 800 @ 10 fps MJPEG AE On IR × 2: 1280 x 800 @ 10 fps Y8 AE On IMU: 陀螺仪&加速度计 1000Hz
平均功耗	7.57W	6.07W

表 5-1-2 Gemini 435Le 高温典型模式配置及实测功耗参考

供电方式	PoE 供电	DC 供电
典型配置	激光功率等级：6 D2C: On 环境温度：50℃ 深度：1280 x 800 @ 10 fps RVL AE On RGB: 1280 x 800 @ 10 fps MJPEG AE On IR × 2: 1280 x 800 @ 10 fps Y8 AE On IMU: 陀螺仪&加速度计 1000Hz	激光功率等级：6 D2C: On 环境温度：50℃ 深度：1280 x 800 @ 10 fps RVL AE On RGB: 1280 x 800 @ 10 fps MJPEG AE On IR × 2: 1280 x 800 @ 10 fps Y8 AE On IMU: 陀螺仪&加速度计 1000Hz
平均功耗	8.08W	6.55W

注：以上表格的数据为实验室实测数据，仅供参考设计。

5.2.3 存储和运行条件

表 5-1-3 Gemini 435Le 存储和运行条件

条件	描述	最小值	最大值	单位
存储环境温度，不供电	长时间存储	0	60	°C
	短时间运输过程暴露存储极限范围	-20	60	°C
	存储湿度	RH: ≤90%		
环境温度，上电运行	相机运行有效的温度范围	-10	50	°C
激光温度，上电运行	器件长期工作允许的最大温度	N/A	73	°C
后壳温度，上电运行	相机在使用环境温度下运行，后壳的温度范围，当环境温度达到 50 度时，后壳温度最大值	-3	64	°C

5.2.4 抗静电能力 (ESD)

表 5-2-3 Gemini 435Le 抗静电性能 (ESD Performance)

条件	上电运行状态	未上电状态	认证标准
接触放电	±8KV 等级 A	±8KV 等级 A	EN 61000-6-2
空气放电	±15KV 等级 A	±15KV 等级 A	

5.3 IP 防护等级

Gemini 435Le 支持 IP67 级别的防水防尘，出厂前已做过气密性测试。为达成防护要求，用户使用 PoE 供电时需要确认 M12 A-coded 接口盖好防水保护盖，且需搭配使用 IP67 及以上级别的线材。

表 5-2-1 Gemini 435Le 防护等级说明

IP 防护等级	供电方式	防护能力	条件
IP67	POE 供电	①完全防止 1m 以内水深 30 分钟内进入相机内部 ②完全防止灰尘进入相机内部；	①使用满足 IP67 的网线,同时确保 M12 X-coded 接口连接好 ②确保 M12 A-coded 接口保护盖盖好
	DC 供电		② 使用满足 IP67 的网线，和电源线； ②同时确保 M12 X-coded 和 M12 A-coded 接口锁好

6 固件

6.1 更新与注意事项

1. 固件更新不需要进入特定的模式
2. 更新固件时，请确保数据流已经关闭
3. 固件更新功能，支持固件升级，也支持固件降级
4. 详细操作步骤请参考固件更新指南
5. 固件更新过程中，请勿断电

6.2 更新限制

更新成功后，可以通过以下三种方式重启相机以使用新固件：

1. 根据系统提示自动重启并枚举设备；
2. 将线缆断开，再次插入相机；
3. 可以通过调用 SDK 软件复位接口或 Orbbec Viewer 重启按钮进行设备重启；

6.3 恢复和固件备份

在更新过程中请确保线材及供电的稳定性，以避免升级失败。如果更新过程失败，请断开线材，重新插入，然后再次烧录产品。

Orbbec 对使用本产品造成的任何损害或损失不承担任何责任。

7 SDK

7.1 SDK 说明

Orbbec SDK 是针对奥比中光 3D 相机，提供设备参数配置、数据流读取和流处理的、跨平台（Windows、Android、Linux、macOS）软件开发包，方便用户更加快速便捷的了解和使用奥比中光 3D 相机。用户购买硬件产品后，相机配套的 SDK 软件开发包可通过奥比中光官网获取。

Orbbec Viewer 的使用请查看相关软件使用说明或关注奥比中光官方视频号主页获取。



SDK 开发使用，请参考 SDK 开发文档。

SDK 下载及更新请进入[奥比官网](#)和 Github

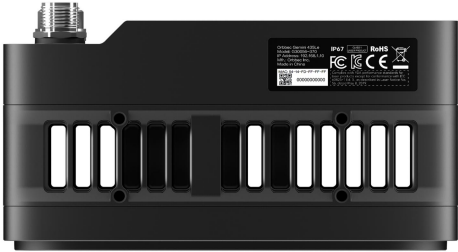
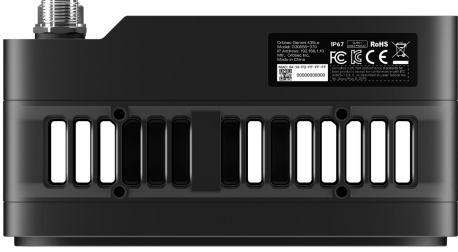


7.2 温度传感器与温度记录

用户可以通过 API 接口获得相机核心部件的温度，包括激光温度、IR 传感器温度、RGB 传感器温度、ASIC 温度和 IMU 传感器温度。

8 使用说明

8.1 装箱清单

包装方式	包装内容	Gemini 435Le	说明
单机包装	相机本体		最小装箱数量：25 台
彩盒包装	相机本体		最小装箱数量：20 台
	数据线 (2m)		
	电源线 (2m)		
	快速使用指南		

8.2 首次运行

- 将 Gemini 435Le 相机与主机
- 通过奥比官网下载 Orbbec SDK
- 使用 Orbbec Viewer 体验所有传感器是否都能通过以下设置输出数据流：
 - 深度流：1280 x 800（默认配置）
 - 色彩流：1280 x 800（默认配置）
 - 启用 IMU
 - 启动点云
- 详细的快速入门指南请参阅文档
- 如果出于任何原因相机无响应或无法识别，请拔掉相机机上的所有线材，然后重新插上线材并确保线材锁好以重置相机状态。

9 法律法规及产品执行标准

Gemini 435Le 产品通过如下认证：

9.1 激光安全

Class 1 Laser Product under the EN/IEC 60825-1:2014	U.S. FDA Accession Number: 2420619-000
	

9.2 电磁兼容 (EMC)

CE-声明	FCC part 15	KC
		

9.3 环境监管合规

RoHS 2.0, REACH, WEEE, TSCA, TPCH, 94/62/EC

RoHS	REACH	WEEE
		

10 系统集成指南

条件之外使用可能会导致设备故障和/或功能异常。这些条件适用于所有操作条件下设备周围的环境。当与外部外壳一起使用时，建议使用主动温度控制和/或其他冷却解决方案，以确保设备保持在这些范围内。

10.1 安装指南

1. 当在相机周围使用外壳进行防尘时，在相机前部和外壳之间使用泡棉缓冲或橡胶垫进行密封和防尘。
2. 安装过程中避免外力作用在相机外壳上。
3. 拆卸外壳将导致保修失效。

10.2 散热建议

- 1 要求：金属支架需远离其它热源，为各个 3D 相机提供良好的散热条件，严禁对其加热
- 2 3D 相机外壳增大内部空间，利于降低硬件工作的环境温度
- 3 3D 相机外壳做散热窗结构，考虑到整机外观，可以做类似出音孔的局部开孔或类似百叶窗的局部或大面开孔，考虑整机防水防尘，可以增加喇叭网类的辅料

注意：安装与散热主要适用于奥比中光 3D 相机，详细散热方案请联系奥比中光科技集团股份有限公司销售人员。

10.3 散热设计

1. 避免相机周围有直接热源。
2. 最大化利用外部机器外壳的内部散热空间能有助于降低工作温度。

10.4 线材设计

1. 建议使用盒装自带的数据线和电源线。如果需要更长的数据传输线材，请选择符合 CAT6A 标准的 T568B 以太网线，最长支持 100m。

11 使用注意事项

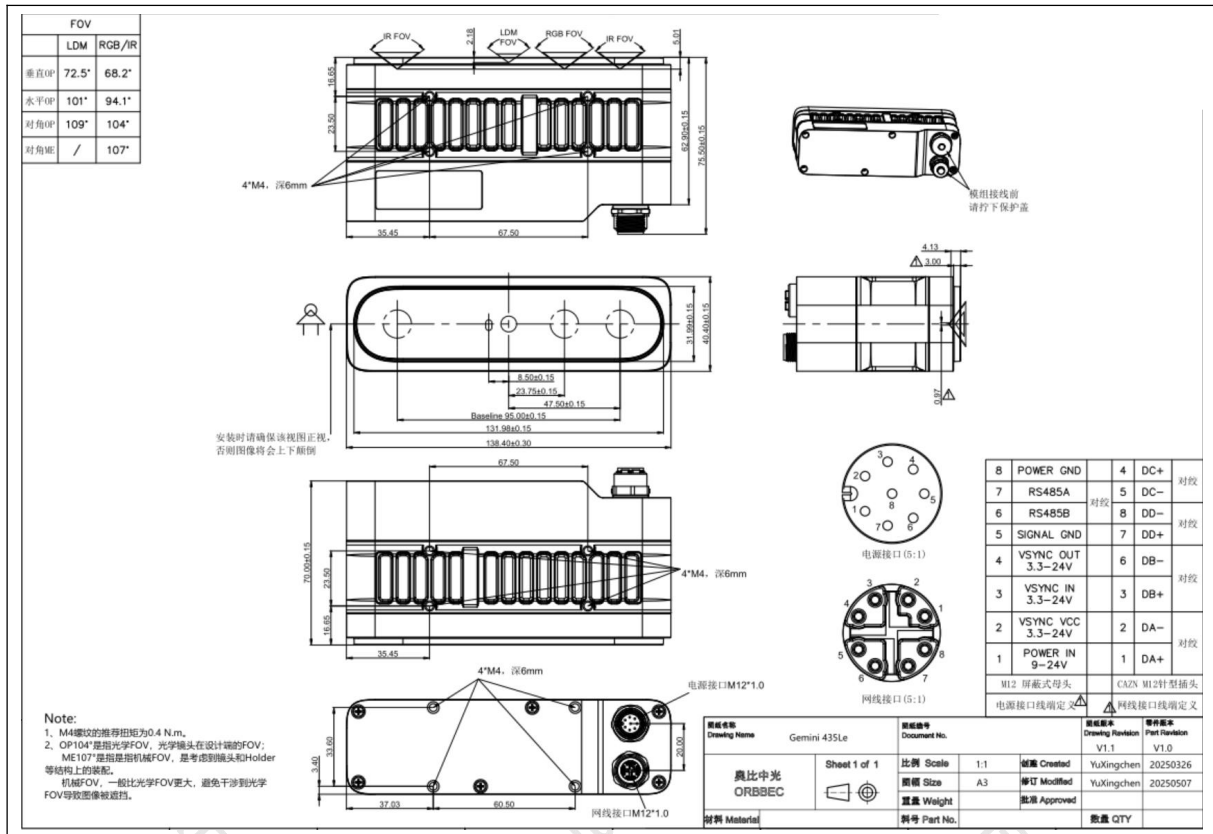
1. 请按照指南正确操作设备，操作不当可能会损坏内部组件。
2. 请勿使相机跌落或受到机械应力。
3. 请勿尝试修改相机，因为此类修改可能会导致永久性损坏或性能下降。
4. 长时间使用时，相机的温度可能会升高。
5. 请勿触摸镜头。镜头上的指纹可能会影响图像质量。
6. 将产品放在儿童或动物接触不到的地方，以免发生意外。
7. 如果出现无法识别相机，请检查电缆是否符合电源/数据传输要求，并重新插入线材以重新连接。
8. 根据国际标准 EN/IEC 60825-1 第 3 版 (2014)，该产品被归类为 1 类激光产品。

本文件规定以外的控制、调整或程序可能会导致危险的辐射暴露。

安全和处理说明：

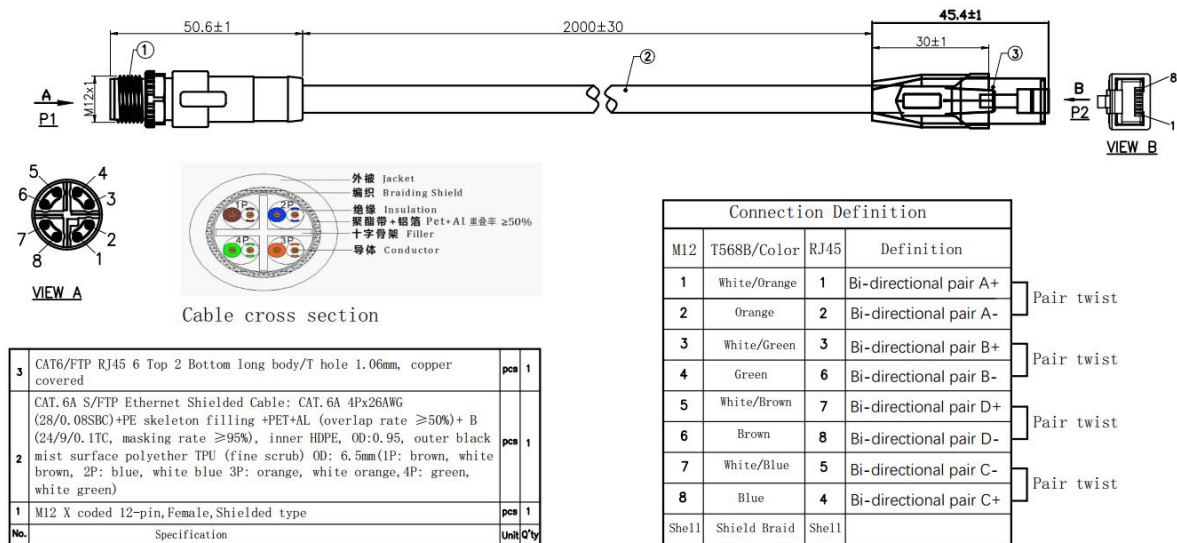
- 如果观察到任何外部损坏，请勿使用此设备。
- 请勿尝试打开本产品的任何部分。没有用户可维护的部件。
- 小心不可见的激光辐射。避免直接暴露在光束下。
- 为了保持合规性和安全标准，请勿修改或维修产品。未经授权的修改或维修可能导致排放超过 1 级安全水平。
- 仅使用与特定模块 SKU 和修订版相匹配的官方版本更新相机固件，以确保正确的功能和安全性。

附录一 Gemini 435Le 结构图纸

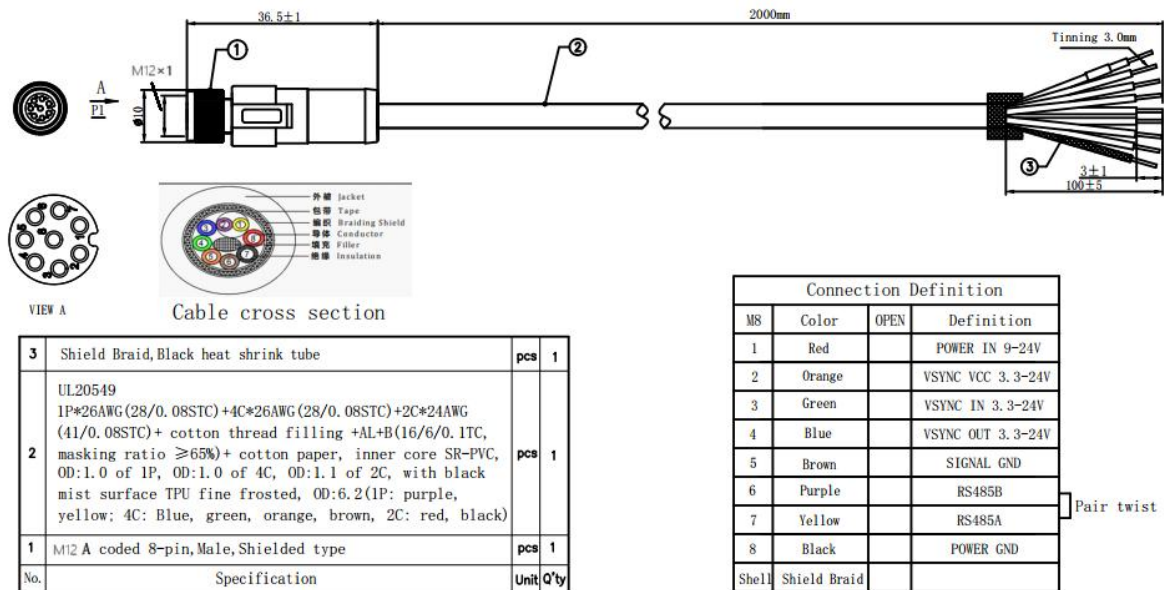


附录二 线材设计参考图纸

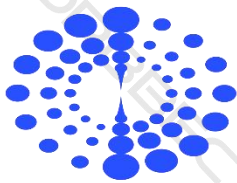
1.数据线：



2.电源线：



注意：参考设计图纸为 ORBEC 的通用参考设计。



ORBEC