产品规格书

Prism-A4L 413GSV0

多传感器同步采集设备

中文版

文档编号	PRISM-A4L-PS-001
文档版本	V1.0
文档状态	发布版本
适用产品	Prism-A4L 413GSV0
发布日期	2026-08-20
更新日期	2026-10-10

产品定位	面向机器人、测绘、空间感知、标定、数据采集和算法开发的多传感器同步采集设备，提供四路全局快门相机、板载 IMU、可选 Mid-360 / Mid-360S、统一设备时间域、Host SDK 及 ROS1/ROS2 数据集成。
适用说明	本规格书列出当前已经支持并可进行交付验收的功能，并明确标注后续支持能力；后续支持项目不纳入当前交付验收，选配 LiDAR 与双板载 IMU 仅适用于包含对应硬件的产品配置。

Prism-A4L 413GSV0

4 × 全局快门 · IMU · LiDAR · SDK · ROS1/ROS2



目录

规格摘要 4

说明 . . . 4

1. 文档说明 4

1.1 文档目的 . . . 4

2. 产品概述 4

2.1 产品定位 . . . 4

2.2 核心功能 . . . 4

2.3 标准与选配组成 . . . 5

3. 典型使用流程 5

4. 相机功能与规格 6

4.1 基本规格 . . . 6

4.2 帧率与图像质量设置 . . . 6

4.3 曝光与增益控制 . . . 6

4.4 图像颜色与高光保护 . . . 6

4.5 图像元数据与启停行为 . . . 6

5. 板载 IMU 7

5.1 配置与数据类型 . . . 7

5.2 显示单位 . . . 7

5.3 多 IMU 识别 . . . 7

6. 可选 LiDAR 7

6.1 支持型号与连接 . . . 7

6.2 点云预览 . . . 7

6.3 点云与 LiDAR IMU 数据 . . . 8

7. 时间同步 8

7.1 统一设备时间基准 . . . 8

7.2 主机时间同步 . . . 8

7.3 外部 PPS 时间同步 . . . 8

8. 数据连接与功耗 8

8.1 USB 数据连接 . . . 8

8.2 功耗 . . . 9

9. Prism Viewer 9

9.1 设备与传感器操作 . . . 9

9.2 录制模式 . . . 9

10. 数据记录与检查 9

10.1 数据集内容 . . . 9

10.2 数据集完整性 . . . 10

10.3 数据集回放 . . . 10

11. 软件与生态集成 10

11.1 Host SDK . . . 10

11.2 ROS1/ROS2 适配与数据导出 . . . 10

12. 当前性能说明 11

12.1 相机帧率 . . . 11

12.2 持续采集 . . . 11

13. 使用要求 11

14. 交付验收标准 11

规格摘要

类别	Prism-A4L 413GSV0 规格
相机	1–4 × SC130GS 全局快门相机
图像输出	当前 1–4 × 1280 × 1024 MJPEG；后续支持 4 × 2 MP 全局快门相机
相机同步	四路公共触发基准
帧率配置	1–30 fps，任意整数；默认 30 fps
图像控制	MJPEG Quality、曝光范围、增益范围、目标亮度
板载 IMU	标准 1 颗，指定产品变体最多 2 颗
板载 IMU 数据	加速度、角速度、温度、时间戳和同步状态
可选 LiDAR	Livox Mid-360 / Mid-360S / Hesai XT32
LiDAR 数据	点云；LiDAR 内置 IMU 按型号提供（XT32 无该数据流）
数据时间	统一设备时间基准；支持硬件级外部 PPS 输入时间同步，外部 UTC 授时需配合有效 NMEA 时间报文
主机连接	USB 3.x
功耗	待机 2.5 W；数据传输 4.5 W
预览	4 Camera、板载 IMU、点云、LiDAR IMU
录制模式	Full、IMU-only
数据格式	prism-dataset-v6
数据检查	完整性、索引范围、必需数据流、时间戳异常
数据回放	本地数据集按时间关系回放
应用集成	Host SDK
ROS 支持	ROS1/ROS2 适配；ROS1 Bag、ROS2 rosbag2 SQLite3 导出

说明

除明确标注为“后续支持”的 4 × 2 MP 全局快门相机外，本规格书所列功能均为 Prism-A4L 413GSV0 当前支持能力，包括硬件级外部 PPS 时间同步。选配 LiDAR、双板载 IMU 及其相关功能，仅适用于包含对应硬件的产品配置。

1. 文档说明

1.1 文档目的

本规格书定义 Prism-A4L 413GSV0 当前已经支持的产品功能、数据类型、操作流程、技术规格及交付验收要求，并说明已明确规划的后续支持能力，供产品选型、方案评审、现场部署和交付验收使用。

本文不包含内部软件架构、板级实现或私有接口。标注为“后续支持”的项目不属于当前交付验收范围。

2. 产品概述

2.1 产品定位

Prism-A4L 413GSV0 是面向机器人、测绘、空间感知、标定、数据采集和算法开发的多传感器同步采集设备。产品支持装配 1–4 路全局快门相机，集成板载六轴 IMU，并可选配 Livox Mid-360、Mid-360S 或 Hesai XT32 LiDAR，在统一设备时间基准下采集图像、惯性和点云数据，同时支持 Host SDK、ROS1 和 ROS2 数据集成。

2.2 核心功能

- 支持 1–4 路 1280 × 1024 全局快门相机采集，多目配置使用公共触发基准；

- 后续支持 4×2 MP 全局快门相机；
- 1–30 fps 任意整数帧率配置；
- 相机 MJPEG 质量、曝光、增益和目标亮度设置；
- 标准配置 1 颗板载六轴 IMU，可选双板载 IMU 配置（共 2 颗）；
- 支持 Livox Mid-360、Mid-360S 与 Hesai XT32 点云采集；LiDAR 内置 IMU 数据按型号提供，XT32 不提供该数据流；
- 相机、板载 IMU 和 LiDAR 数据使用统一设备时间基准；
- 支持硬件级外部 PPS 时间同步，配合有效 NMEA 时间报文建立外部 UTC 时间基准；
- USB 3.x 实时数据传输；
- 相机、IMU 和点云实时预览；
- Full 与 IMU-only 两类数据录制模式；
- 数据集完整性和时间戳检查；
- 本地数据集回放；
- Host SDK 应用集成；
- ROS1/ROS2 适配，以及 ROS1 Bag 与 ROS2 rosbag2 数据导出。

2.3 标准与选配组成

组成	配置	说明
Prism-A4L 413GSV0 主机	1	多传感器采集、同步与 USB 数据输出
SC130GS 全局快门相机	4	四路公共触发同步
板载六轴 IMU	1	标准配置，默认 ICM-45686
双板载六轴 IMU 配置	2	选配，仅适用于对应产品变体
Livox Mid-360 / Mid-360S / Hesai XT32	0 或 1	按采购配置选配

设备状态与数据集内容均根据实际硬件配置生成，不会为未安装的第二颗板载 IMU 或未连接的 LiDAR 创建虚假数据流。

3. 典型使用流程

1. 将 Prism-A4L 413GSV0 连接至主机 USB 3.x 接口；
2. 打开 Prism Viewer 并连接设备；
3. 检查四路相机、板载 IMU 和可选 LiDAR 的工作状态；
4. 配置相机帧率、MJPEG 质量、曝光及增益参数；
5. 选配 LiDAR 时完成型号和网络参数配置；
6. 执行设备时间同步并检查同步结果；
7. 开始实时预览或数据录制；
8. 停止录制后检查数据集完整性和时间戳；
9. 按需回放数据或导出 ROS 数据。

4. 相机功能与规格

4.1 基本规格

项目	规格
相机数量	1–4，按需装配与采集
图像传感器	SC130GS
快门类型	全局快门
输出分辨率	1280 × 1024
输出格式	MJPEG
同步方式	四路相机使用同一触发基准
帧率范围	1–30 fps，任意整数
默认帧率	30 fps
默认 MJPEG Quality	88
默认增益	1×
默认目标亮度	35
最低曝光时间	50 µs

4.2 帧率与图像质量设置

用户可通过 Host SDK 或 Prism Viewer 设置 1–30 fps 的任意整数帧率和 MJPEG Quality。设置结果应用于四路相机，四路相机继续使用公共触发基准进行同步采集。

提高 MJPEG Quality 会增加单帧数据量以及设备编码、USB 传输和主机解码负载。当 MJPEG 质量设置过高时，高 FPS 档位下可能出现实际持续帧率下降或响应延迟增加。优先保证高帧率和实时响应时，建议使用默认质量 88 或适当降低 MJPEG Quality；使用更高质量设置时，应按实际主机、LiDAR 配置和采集负载进行持续帧率验证。

30 fps 是可配置的工作档位。实际持续帧率同时受主机 USB 控制器、主机负载、LiDAR 数据量和设备温度影响，交付验收应按最终产品配置进行持续采集测试。

4.3 曝光与增益控制

Prism-A4L 413GSV0 支持设置最小/最大曝光、最小/最大增益和目标亮度。最低曝光时间为 50 µs。当前自动亮度调节以曝光时间闭环为主，并保留用户设置的固定增益。

曝光时间受当前帧周期限制，合法上限按以下规则计算：

`最大曝光时间 ⩽ floor(1,000,000 / fps) - 5,000 µs`

用户可在开始采集前写入曝光设置，也可在采集过程中更新允许的曝光参数。

4.4 图像颜色与高光保护

四路相机使用基于实际图像统计的共享自动白平衡处理，并包含针对大面积高光导致紫色或白色闪烁的保护。图像质量验收覆盖室内照明、室外日光、混合光、强高光、明暗切换和暗部场景。

4.5 图像元数据与启停行为

- Camera 1–4 的图像均包含有效曝光元数据；
- 相机时间戳参考公共触发沿；
- 启动阶段会忽略尚未稳定的帧，首个对外可见帧属于本次采集。

5. 板载 IMU

5.1 配置与数据类型

项目	规格
标准数量	1 颗六轴 IMU
可选配置	双板载 IMU，共 2 颗六轴 IMU
默认器件	ICM-45686
兼容器件	ICM-42688 或 ICM-45686，按产品配置
数据类型	三轴加速度、三轴角速度、温度、时间戳和同步状态
ICM-45686 配置	800 Hz，±8 g，±1000 dps，约 200 Hz 滤波

5.2 显示单位

Prism Viewer 支持以下显示单位：

- 加速度：mg、g、m/s²；
- 角速度：mdps、°/s、rad/s；
- 温度：m°C、°C。

显示单位切换不会改变录制数据。数据集记录和 ROS 导出统一使用 SI 单位：加速度 m/s²、角速度 rad/s、温度 °C。

5.3 多 IMU 识别

第二颗板载 IMU 仅在对应产品变体中出现。单 IMU 产品只显示和记录一路板载 IMU；双 IMU 变体分别显示和记录两路板载 IMU。

6. 可选 LiDAR

6.1 支持型号与连接

项目	规格
支持型号	Livox Mid-360、Mid-360S、Hesai XT32（PandarXT-32）
连接方式	Prism-A4L 413GSV0 专用 Ethernet 接口
配置项目	接口启用、设备 IPv4、netmask、LiDAR IPv4
常见网络示例	Prism-A4L 413GSV0：192.168.1.5/24；LiDAR：192.168.1.3
数据类型	点云；LiDAR 内置 IMU 按型号提供（XT32 无该数据流）

网络配置页面分别显示参数保存结果、LiDAR 连通状态和点云接收状态。保存配置只表示参数已写入，不等同于点云正在接收。

支持 Hesai XT32（PandarXT-32）**点云采集与预览**。通过 Ethernet 接口连接并为雷达单独供电，在 LiDAR 设置中选择 XT32，按雷达实际地址配置网络参数；更换型号前先停止采集。XT32 不提供 LiDAR 内置 IMU 数据流，Prism 板载 IMU 可正常使用。此处 XT32 支持不代表支持 XT32M2X 或 XT16。

6.2 点云预览

Prism Viewer 的点云窗口支持：

- 鼠标旋转和缩放；
- 反射率着色；

- 点大小调整；
- 俯视视角；
- 重置视角。

6.3 点云与 LiDAR IMU 数据

点云按批次输出并携带批次基准时间。批内时间间隔保留 LiDAR 来源语义。

LiDAR 内置 IMU 与 Prism-A4L 413GSV0 板载 IMU 作为两类独立数据源，在界面、录制文件和 ROS 导出结果中分别标识。

7. 时间同步

7.1 统一设备时间基准

相机、板载 IMU、LiDAR 点云和 LiDAR IMU 使用统一设备时间基准。统一时间表示各数据流采用同一时间域，不表示不同传感器在同一个物理时刻产生样本。

数据流	时间语义
Camera	公共触发沿时间
板载 IMU	IMU 样本时间；同步状态有效时进入统一设备时间域
LiDAR 点云	保留 LiDAR PTP/TAI 时间来源并归一化
LiDAR IMU	保留 LiDAR 时间来源，并与板载 IMU 分开

采集过程中使用设备测量时间，不使用 Host USB 到达时间替代传感器时间。

7.2 主机时间同步

Prism Viewer 在启动或首次成功打开设备时自动尝试同步主机与设备时间，并显示同步成功或失败提示。同步失败不会阻止采集，用户可在界面中手动重试，也可通过 Host SDK 发起主机与设备时间同步。

LiDAR TAI 与 UTC 的差值根据有效时间信息动态处理，不使用固定秒数转换。

7.3 外部 PPS 时间同步

Prism-A4L 413GSV0 当前支持通过 TIMESYNC 接口进行硬件级外部 PPS 输入时间同步，将统一设备时间基准对齐到外部授时源，适用于 GNSS 授时及多设备时间协同。

- 外部 UTC 授时需同时接入 **PPS 秒脉冲和有效的 NMEA RMC 日期／时间报文**。PPS 提供秒边沿，RMC 提供对应的绝对时间；只有 PPS 脉冲不能确定 UTC 日期和时刻。
- 使用输入模式，并使 NMEA 串口波特率与外部授时设备一致。信号电平、接线和模式切换要求见[本体接口说明](https://dibuli.com/docs.html?doc=panels)。
- “检测到 PPS”“PPS 有效”“收到有效 RMC”和“已同步外部 UTC”是不同状态，使用前需确认外部时间已同步，不能仅凭检测到 PPS 判断授时成功。
- 外部授时信号中断后，设备保留内部时间基准继续运行，但不应将保持运行视为仍锁定外部 UTC；使用数据时需同时检查同步状态及时间戳有效标志。

硬件级外部 PPS 输入时间同步属于当前支持和交付验收范围。具体同步精度以匹配的外部授时源与部署条件下的实测结果为准。

8. 数据连接与功耗

8.1 USB 数据连接

Prism-A4L 413GSV0 使用 USB 3.x 传输相机、板载 IMU 和可选 LiDAR 数据。满负载采集应连接至主机 USB 3.x 接口。

同一台 Prism-A4L 413GSV0 在同一时刻由一个主机应用打开。网络和录制模式等配置在数据流停止时进行；相机曝光参数可在采集期间更新。

操作系统拒绝 USB 访问时，Prism Viewer 显示设备访问失败及权限诊断信息。

8.2 功耗

工作状态	功耗
待机	2.5 W
数据传输	4.5 W

9. Prism Viewer

9.1 设备与传感器操作

Prism Viewer 提供以下功能：

- 设备发现、连接、断开和状态显示；
- 四路相机布局、预览、启动和停止；
- Camera fps、MJPEG Quality、曝光、增益和目标亮度设置；
- 板载 IMU 数据显示和单位切换；
- LiDAR 型号选择、网络配置、连通性检查和点云接收状态；
- 点云实时预览和视角控制；
- 设备时间自动同步、结果提示和手动重试；
- Full 与 IMU-only 录制；
- 本地数据集浏览、完整性检查、时间戳检查和回放；
- ROS1 Bag 与 ROS2 rosbag2 数据导出。

界面分别标识板载 IMU 和 LiDAR IMU。开始采集后，Viewer 窗口尺寸不受图像原始尺寸强制改变。

9.2 录制模式

录制模式	无 LiDAR 配置	有 LiDAR 配置
Full	4 Camera + 板载 IMU	4 Camera + 板载 IMU + 点云 + LiDAR IMU
IMU-only	板载 IMU	板载 IMU + LiDAR IMU

IMU-only 模式只创建 IMU 数据，不创建相机或点云数据文件。

10. 数据记录与检查

10.1 数据集内容

Prism-A4L 413GSV0 使用 `prism-dataset-v6` 数据格式。数据集根据实际产品配置包含：

- 四路相机图像和索引；
- 一路板载 IMU，双 IMU 产品变体包含第二路板载 IMU；
- 选配 LiDAR 点云；
- 选配 LiDAR 内置 IMU；
- 数据集信息、完成状态和传感器元数据。

10.2 数据集完整性

录制正常结束后，数据集写入完成状态。本地数据集检查功能包括：

- 数据格式和文件结构检查；
- 完成状态检查；
- 索引引用和数据范围检查；
- 当前录制模式所需数据流检查；
- 各数据流时间戳单调性检查；
- 时间戳重复、回退和异常跳变检查。

未正常结束的数据集在检查结果中明确标记为不完整。

10.3 数据集回放

Prism Viewer 支持打开本地 Prism-A4L 413GSV0 数据集，并按时间关系回放相机、板载 IMU、点云和 LiDAR IMU 数据。回放内容根据数据集实际包含的数据流显示。

11. 软件与生态集成

11.1 Host SDK

Prism-A4L 413GSV0 支持通过 Host SDK 集成到用户应用。Host SDK 提供以下用户可见能力：

- 设备枚举、打开、关闭和基本信息读取；
- Camera、板载 IMU、LiDAR 点云和 LiDAR IMU 数据接收；
- Camera fps、MJPEG Quality、曝光、增益和目标亮度配置；
- LiDAR 型号与网络参数配置；
- 设备时间同步；
- 设备状态、数据接收状态和错误信息读取。

Host SDK 随产品交付包提供公开头文件和对应平台的运行库。用户应用应使用交付包中相互匹配的组件。

11.2 ROS1/ROS2 适配与数据导出

Prism-A4L 413GSV0 数据	ROS 适配与导出内容
Camera	图像话题
板载 IMU	独立 IMU 话题，使用 SI 单位
LiDAR 点云	PointCloud2
LiDAR IMU	独立 IMU 话题，使用 SI 单位

Prism-A4L 413GSV0 支持 ROS1 与 ROS2 适配，可将 Camera、板载 IMU、LiDAR 点云和 LiDAR IMU 接入对应的 ROS 数据接口。Prism Viewer 同时支持导出 ROS1 Bag 和 ROS2 rosbag2 SQLite3；ROS1 导出面向 Noetic 数据格式，ROS2 导出生成可由标准 rosbag2 工具读取的数据。

导出结果保持板载 IMU 与 LiDAR IMU 的独立标识，并保持各数据流的设备时间语义。

12. 当前性能说明

12.1 相机帧率

Prism-A4L 413GSV0 支持 1–30 fps 的整数帧率配置。Camera-only 配置可在合适的 USB 3.x 主机和散热条件下运行 30 fps 档位。

同时启用 Camera、LiDAR 和全部 IMU 时，实际相机帧率会受到 USB 主控、主机负载、点云流量及温度影响。该组合支持同步采集，但不将所有环境下持续稳定 30 fps 作为当前保证指标。

12.2 持续采集

交付测试包括：

- Camera + 板载 IMU 连续采集 4 小时；
- Camera + LiDAR + 全部 IMU 连续高负载采集 4 小时；
- 同时记录四路相机帧数、IMU 数据、点云数据、USB 超时、丢帧/丢包及设备温度；
- 检查采集期间是否出现不可恢复停流或时间戳回退。

13. 使用要求

- 满负载采集使用 USB 3.x 连接；
- LiDAR 网络参数应与实际 LiDAR 地址处于同一子网；
- 开始正式录制前检查传感器状态和时间同步结果；
- 板载 IMU 与 LiDAR IMU 在数据使用时分别处理；
- 数据录制完成后执行完整性和时间戳检查；
- 使用交付包中配套的 Prism Viewer，避免混用不同发布版本；
- 主机应提供足够的持续写入带宽和可用存储空间。

14. 交付验收标准

验收报告记录产品序列号、产品配置、Viewer 版本、主机操作系统、USB 控制器、LiDAR 型号、测试时长和环境条件。

ID	验收项目	通过标准
AT-001	设备连接	可发现、连接和断开设备；连接状态显示正确
AT-002	四路相机	四路 1280 × 1024 MJPEG 均可预览和录制
AT-003	帧率设置	1–30 fps 整数设置可正确应用
AT-004	四相机同步	四路帧组可关联，时间戳单调，无单路持续漂移
AT-005	曝光设置	曝光、增益和目标亮度设置可应用，运行中更新有效
AT-006	曝光元数据	Camera 1–4 曝光元数据均有效
AT-007	图像质量	室内、室外、强高光、暗部和明暗切换场景无持续异常闪烁
AT-008	板载 IMU	实际安装的 IMU 均可识别、显示和记录，单位转换正确
AT-009	单 IMU 产品	不显示或生成不存在的第二路板载 IMU
AT-010	LiDAR 配置	型号和网络参数可保存，连通状态和点云接收状态可区分
AT-011	点云预览	点云持续显示，旋转、缩放、着色、点大小和视角控制有效

ID	验收项目	通过标准
AT-012	LiDAR IMU	与板载 IMU 分开显示、记录和导出
AT-013	时间同步	自动同步提示正确，失败后可手动重试
AT-014	Full 录制	按产品配置生成全部相机、IMU 和可选 LiDAR 数据
AT-015	IMU-only 录制	只生成板载 IMU 和可选 LiDAR IMU 数据
AT-016	数据集检查	完成状态、文件结构、索引、数据范围和必需数据流检查有效
AT-017	时间戳检查	可发现重复、回退和异常跳变
AT-018	数据回放	数据集所含相机、IMU 和点云可按时间关系回放
AT-019	Host SDK	可枚举并打开设备，配置相机并接收产品配置包含的数据流
AT-020	ROS1/ROS2 导出	图像、IMU 和 PointCloud2 可由对应 ROS 标准工具读取
AT-021	Camera + IMU 长稳	连续 4 小时无不可恢复停流或时间戳回退
AT-022	全负载采集	Camera、LiDAR 和全部 IMU 连续高负载采集 4 小时，可同时预览和记录，测试报告包含实际性能数据
AT-023	外部 PPS 授时	接入有效 PPS 与 NMEA RMC 后可建立外部 UTC 同步；断开授时源后状态正确反映失锁，不误报仍已同步