青岛水德科技有限公司 | 法国 HYDROPTIC 公司 | 操作手册

UVP6 水下剖面成像系统

Guide for Underwater Vision Profiler 6 (UVP6) | And UVPapp Piloting Application

操作手册 · 中文版 （依据原厂 2025/10/03 版用户手册译制）

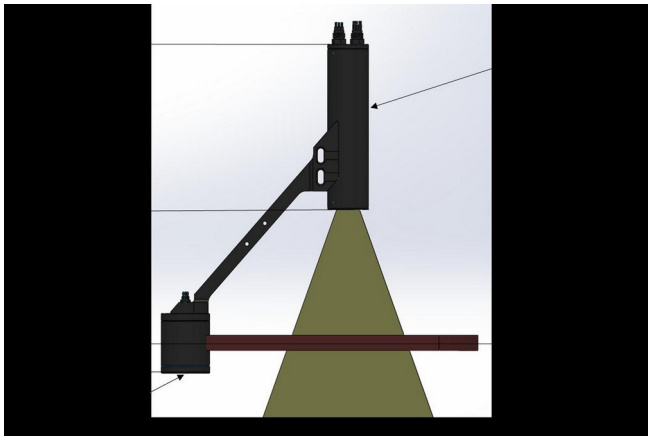


图 1 UVP6 相机与照明单元（由连接臂固定间距，锥形区域为成像体积）

产品型号	UVP6-LP（低功耗型） / UVP6-HF（高频型）
工作深度	0–6000 m
相机分辨率	5 Mpixels / 0.73 µM
最大图像频率	UVP6-LP 1.3 Hz；UVP6-HF 25 Hz
照明	635 nm 激光闪光（LP 50–400 µS；HF 50–100 µS）
视场	180 x 151 mm x 23 mm（0.6 L）
配套软件	UVPapp（本手册对应 2.30 以上版本，仅支持 Windows 10/11）
原厂	HYDROPTIC（法国），CNRS – Sorbonne University 授权销售

本手册依据原厂英文操作手册译制，供设备操作与维护人员使用；如与原厂最新版本不一致，以原厂资料为准。

目录

1 警告与主要建议.....2
2 传感器描述.....5
3 典型操作流程.....9
4 UVP6 各类用途操作指南.....11
5 UVPapp 软件使用.....22
6 维护.....28
7 技术规格.....30
8 附录.....32
原始资料与版本.....38

1 警告与主要建议

1.1 责任划分

LOV（法国国家科学研究中心–索邦大学海洋学实验室，Villefranche-sur-Mer）在欧洲 BRIDGES 项目框架下研制了 UVP6-LP（低功耗型）传感器，HYDROPTIC 参与了该项目；随后在法国 GOPPI 项目支持下又启动了 UVP6HF（高频型）与 UVPapp 操作软件的开发。HYDROPTIC 依据 CNRS – Sorbonne University 的许可进行 UVP6 的商业化销售。

UVPapp 免费提供，用于操作仪器、下载数据、可视化与导出数据，并便于将数据导入由 LOV 免费维护的 EcoPART 与 EcoTAXA 应用；它还可针对特定载体（如 Alseamar SeaExplorer 滑翔机）对 UVP6 进行编程。LOV 开发的其他工具（GitHub 上提供的 Glider 与浮标 Matlab 处理工具）按 gpl-3.0 许可证开源免费使用（https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html），已成功处理超过 6000 个滑翔机剖面与回收的 BGC-ARGO 浮标数据集，并可在数据导入 EcoPART 与 EcoTAXA 之前重建潜标仪器的逐日样品。

搭载 UVP6 的滑翔机、浮标或其他载体的操控不在 HYDROPTIC 与 LOV 的责任范围内，但两家机构乐于提供协助。

1.2 培训课程

Villefranche-sur-Mer 成像平台（Plateforme d'Imagerie de Villefranche sur mer，PIQv）提供培训课程，建议有意向的用户在其网站上报名。

1.3 大容量存储器与下载问题

已有报告称部分 UVP6 内部 SD 卡大容量存储器失效，均发生在尝试从长期布放的仪器下载数据时（仪器存储器中已生成数十万个小图 vignette），原因似为用户在 UVPapp 使用 Get File List 工具向仪器请求文件列表时断电导致电压跌落。失效后果是数据与图像再也无法从仪器下载，而 LIVECAMERA 等其他功能仍正常。如怀疑出现此问题，请联系 HYDROPTIC。

警告 在 UVPapp 运行 Get File List（获取文件列表）工具期间，严禁切断仪器供电；必须等待任务完成、已记录序列列表显示后再进行其他操作。如有疑虑，应保持仪器供电并请求 HYDROPTIC 协助。

1.4 UVPapp 与固件版本

本手册对应 2.30 以上版本的 UVPapp 操作软件，同时适用于 UVP6LP 与 UVP6HF。如 UVPapp 提示 UVP6 固件版本不兼容，请向 HYDROPTIC 或 PIQv 申请仪器固件升级，或改用 UVPapp 1.02 版本。

用于 NKE CTS5 剖面浮标或需要机载图像分类功能时，须使用专门的 UVP6 固件，该固件由 HYDROPTIC 或 PIQv 安装。UVPapp 与该固件不兼容，须使用 OctOs 专用终端应用程序。

1.5 光轴对准

警告 连接相机与照明单元的连接臂（arm）任何时候都不得从相机上拆卸，否则光轴对准与传感器标定将丢失，须将仪器返厂重新调整并做互校。

1.6 相机—照明单元电缆

警告 仪器通电期间（无论由电池还是数据/Octopus 电缆供电），严禁插拔照明电缆；拔下该电缆将使仪器保修失效，并可能损坏相机或照明单元内的电路板。

1.7 防晒

注意 不得将仪器置于阳光直射下。阳光直射很容易使仪器内部温度超出上限，并可能损坏照明单元的光学件。

1.8 接插件防腐

必须遵守本章的防腐要求：接插件轻微腐蚀即可能导致 UVP6 故障。仪器随附一小罐 Molykote 44 润滑脂。完整要求见 SUBCONN 官方建议。

1.9 照明单元的维护

相机观察窗与照明单元的玻璃筒虽然按 6000 m 使用额定并经测试，但仍属易损件，须极其小心，严防划伤与磕碰。UVP6 不使用期间，照明单元必须装在护座（socket）内：护座既防止玻璃划伤，也保护光学件免受紫外线伤害。如怀疑有任何损伤，立即停用 UVP6 并联系 HYDROPTIC。

危险 红色激光：照明单元通过额定等级为 class IV 的激光二极管发出红光。避免眼睛受到直射或散射辐射的照射。

1.10 观察窗黑色保护盖

UVP6 不使用期间必须盖好观察窗保护盖。保护盖与照明护座系在一起，布放前请记得将两件保护一并取下。

1.11 浑浊水体中的有效性（过曝）

UVP6 是成像传感器，浑浊水体可导致功能异常与结果偏差，表现为目标数量或尺寸错误和 / 或空图像。该现象随颗粒物负荷或浊度升高而出现。在 Villefranche-sur-Mer 海洋学实验室用海底淤泥与浮游植物培养液完成的两项实验表明，UVP6 在下表数值以内时结果正确。

浑浊类型	海底淤泥（mud）	浮游植物（phytoplankton）
透射率（Transmittance）	45%	20%
BBp700（m^{-1}）	0.03	0.02
NTU	2.5	2

小图中出现整幅发白的目标即表明浊度过高、仪器无法正常工作。此外，sampleId_data.txt 文件中的 OVER_EXPOSED 标记表明图像可能已经饱和、无法处理，例如：20230707-134750-2,17.64,20.44,1:OVER_EXPOSED,7.3%。

1.12 残余积水

相机玻璃观察窗与浅灰（greige）压圈之间的空腔内观察到少量积水属正常现象。该空腔通过微孔与外部连通，可用空气轻松吹干。

2 传感器描述

2.1 UVP6 的组成

UVP6 由一台主相机和一个照明单元组成。相机内含带监控处理器的主板、夹层式图像处理单元、图像传感器板、镜头及一片中心波长 630 nm 的带通滤光片，并可选装压力传感器（当载体无法向 UVP6 提供深度信息时需要）。照明单元内含控制板、激光二极管与透镜组，通过连接臂与相机保持固定间距。



图 2　UVP6 系统组成示意：相机（上）、连接臂、照明单元（下）与成像体积

- UVP6LP（Low Power，低功耗型）：除 CTD 与快速 AUV 外的大多数应用场合。
- UVP6HF（High Frequency，高频型）：适用于 CTD 与快速 AUV。

2.2 通信

UVP6 通过 RS232 链路与 UVPapp 或专用软件通信；图像与数据通过 Ethernet 链路下载，该链路仅在 UVPapp 主动启用时才工作，且同时需要 RS232 链路。UVP6HF 还提供模拟输出，必要时可接入 CTD 输入通道；该输出在 UVP6LP 上不一定激活，请咨询 HYDROPTIC 确认您的 UVP6LP 模拟输出是否已激活。

2.3 工作模式

UVP6 有四种主要配置：AUTO、TIME、SUPERVISED 与 REMOTE CAMERA，对应四类载体上的布放方式。配置基于一张主 HW（硬件）配置表、十张采集表和一张可选时间表：HW 表主要包含仪器配置（相机与照明的序列号等）、主设置、调试与互校得到的参数以及与配置相关的运行设置；采集表包含图像频率、触发方式等采集参数；时间表用于 TIME 模式下按 30 分钟时段选择采集表。模式选项覆盖了从「通电即采」到逐帧触发的各种接口与使用方式。有关 SUPERVISED 操控与滑翔机集成的更多文件可按需提供。

主设置	选项	布放类型	载体
AUTO	通电即启动，使用预设采集参数；CTD（仅 UVP6-HF）时利用压力自动起停采集，垂直剖面、模拟输出可用	CTD 剖面	CTD 剖面仪
AUTO	预设延时后启动，断电即停止	仅能通断电的载体	Gliders、AUVs、ROVs、短期潜标、着底器（landers）等
TIME	按装入仪器的时间表启动；通电延时启动后每 30 分钟检查一次程序，可用最多 10 组参数	长期布放（周—年）	中长期的潜标、着底器等
SUPERVISED	CONTINUOUS：按预设频率连续采集；PILOTED：由载体经 RS232 命令触发逐帧采集	载体发送 RS232 命令选定参数组后启动	可收发 RS232 命令的载体：Gliders（SeaExplorer、SeaGlider）、Floats、AUVs、ROVs、缆系观测站；PILOTED 另适用于 Floats（NKE CTS5-USEA）、缆系观测站
REMOTE CAMERA	经 RS232 与 ETHERNET（> 100MB）作为无图像分析的远程相机	实验性与联网台站	远程相机

2.4 电池供电下平均功耗与续航估算

2.4.1 UVP6HF

UVP6HF 采集时功耗 6 W，序列间歇 0.02 W；启动的 14 s 内约耗电 2 W；开机瞬间为给内部电容充电，短时功耗峰值约 30 W。

2.4.2 UVP6LP

UVP6LP 采集并处理图像时功耗 0.8 W，间歇 0.02 W，单帧采集与处理典型耗时 0.75 s，因此平均功耗取决于图像频率；若保存整幅图像而非小图（vignette），单帧采集与处理约增加 0.6 s。

频率低于 0.8 Hz 时，UVP6（LP）功耗计算参数：图像采集与处理功率 Pon ≈ 0.8 W；休眠功率 Psleep ≈ 0.02 W；单帧采集时长 Ton ≈ 0.7 s；图像频率 F（Hz）；电池容量 Bcapacity ≈ 75 / 1700 Wh；单帧采样体积 Vimage ≈ 0.6 L；平均功率 Pmean（W）按下式计算：

- T off [s] = 1/F – T on
- P mean [W] = F x ((P on x T on) + P sleep x T off)
- 理论续航 [h] = B capacity / P mean
- 采样体积 [L/h] = V image x F x 3600

频率低于 0.8 Hz 时保存小图（vignette）的平均功耗算例：0.1 Hz 时 (0.8 x 0.75 + 0.02 x (10-0.75))/10 = 0.08 W；0.2 Hz 时 (0.8 x 0.75 + 0.02 x (5-0.75))/5 = 0.14 W；0.5 Hz 时 (0.8 x 0.75 + 0.02 x (2-0.75))/2 = 0.32 W。频率高于 0.8 Hz 时功耗恒为 0.8 W。

2.5 电池

UVP6 可选配电池（75 Wh / 21.6 V），可支撑 UVP6-LP 与 UVP6-HF 的中等时长作业。电池装有泄压阀，充电时无需打开壳体；壳体也可轻松打开以快速更换电池或满足航空运输需要，但开壳风险由用户自行承担。为保持电池寿命，建议在电量低于标称容量 50% 时即充电。电池可为 UVP6HF 供电连续记录 10 小时以上（25°C）；UVP6LP 的作业时长取决于编程（主要是图像频率），可长达一个月。该选配电池可无限制地放入手提行李携带。

2.6 典型闪光序列

UVP6 在采集开始时或 AUTOCHECK 自检成功后会发出约 1 s 间隔的 3 次闪光；若在应当开始采集时观察到这 3 次闪光，即表明仪器就绪且功能正常。注意：3 次闪光出现的延时，UVP6-LP 最多 2 s，UVP6HF 最多 15 s。此后图像闪光立即开始，或在 AUTO 模式设定了延时、CTD 模式未到启动压力时延后开始。

2.7 黑图（Black images）

黑图是定期在不点亮照明的情况下采集的图像，用于测量仪器噪声，并识别未受海面阳光影响的图像（仅 2022 年以前的 UVP6LP 需要）。大多数模式下，黑图频率在编程时自动设定或给出默认建议值：2022 年以后的所有 UVP6（LP 与 HF）建议间隔 50；2022 年以前的 UVP6LP 浅层（100 m 以浅）建议间隔 10，更深建议 40。

2.8 文件保护系统（File safe system）

UVP6 内有供电时充电的储能电容：断电时它能支持仪器完成正在进行的图像周期并安全存储图像数据。该电容充电时仪器功耗会高于典型值；但它不足以支撑 Get File List（获取文件列表）操作全程，因此建议该操作期间不要断电。

2.9 内部大容量存储管理

UVP6 配备 400 GB 以上大容量存储，默认预留 10 GB 或 5 GB 存放数据文件，其余空间存放图像，因此常规使用中数据存储不会受限。图像区存满后，仪器将继续采集与处理图像，但只有数据文件存入 10–5 GB 数据区。380 GB 存储约可记录 80 000 幅整幅图像（选用该选项时），小图存储则几乎无上限。可选配 1 TB 大容量存储，供需要长期存储整幅图像的特殊用途扩展续航。

3 典型操作流程

以下典型流程适用于 UVP6 的所有使用方式，各步骤的具体做法见本手册对应章节。

3.1 航次层面

- 将仪器安装进框架或搭载平台。
- 将仪器接通电源（AC 或电池）并连接 UVPapp。
- 按布放类型对仪器编程。
- 时间同步。
- 删除数据、清空存储器。
- Autocheck 自检。

3.2 布放层面

在 CTD 模式连续多个剖面作业时，两次布放之间必须断开 UVP 与电池的连接（见下文）。

- 给电池充电（如适用）。
- 时间同步。
- 清洁观察窗与照明窗口。
- 布放（通电，或由载体控制供电）。
- 回收（断电，或由载体控制供电）。
- 用淡水冲洗。

3.3 每日 / 定期作业

- 测量电池电压（如适用）。
- 下载数据。
- 合并序列（如适用）。
- 创建样品（填写元数据）。
- 处理样品并进行数据质量控制。

- 备份数据。
- 删除仪器内数据（如需要）。
- 给电池充电（如适用）。

3.4 航次结束

- 将仪器从载体或框架上拆下（严禁把相机从连接臂上拆开）。
- 清洁并包装仪器。

3.5 UVPapp 数据处理步骤

数据处理步骤提示如下；未先填写元数据的数据无法处理。

- 下载数据。
- 合并序列（如需要）。
- 填写样品元数据。
- 处理数据。
- 处理图像。
- 导出 ODV（可选）并导入 ODV。
- 查看小图（可选）。
- 上传至 EcoPART FTP，导入 EcoPART 与 EcoTAXA 进行图像分类。

4 UVP6 各类用途操作指南

本章说明 UVP6 传感器在海上布放中的具体使用与编程方法。

4.1 UVP6HF 配合 CTD 进行垂直剖面观测

UVP6HF 配有压力传感器，设计用于以较高速度（1–2 m·s⁻¹）配合 CTD 或其他光学框架进行垂直剖面观测。标配 HYDROPTIC 75 Wh 电池的续航能力足以支持以最高采集频率下放至 6000 m 的全水柱剖面。UVP6 数据存储容量很大，可记录数十个剖面而无需中途下载数据。UVP6LP（低功耗型）若装有压力传感器也可在 CTD 模式下做剖面，但其采集频率较低（1.3 Hz），难以获得足够数据保证结果可靠。

4.1.1 UVP6 的安装

UVP6 使用专用安装套件安装在 CTD 框架上（针对 SBE32 转盘与 SBE9+ 系统设计）。安装位置须仔细斟酌：视场内不得出现任何结构件，并防止 Niskin 采水瓶碰坏 UVP6 接插件。在 12 瓶框架上安装时，UVP6 上方须有一只比其他瓶子短的采水瓶。

4.1.1.1 24 瓶转盘（SBE32）安装

UVP6 相机安装在采水瓶后方。建议将 CTD 的其他光学传感器安装在 CTD 框架的另一侧，以免受 UVP6 红光的干扰。

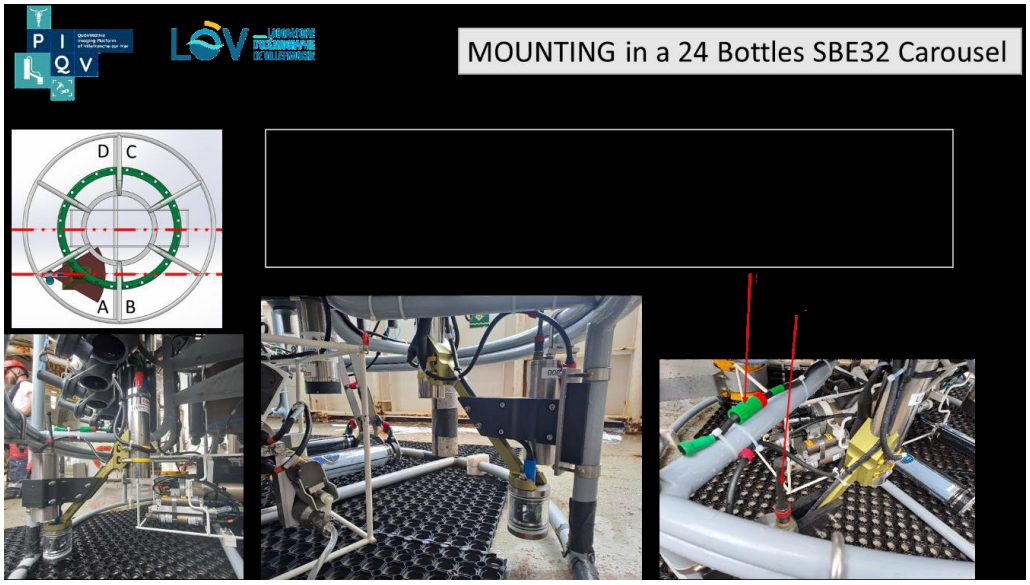


图 3　UVP6 在 24 瓶 SBE32 转盘上的安装示例

4.1.1.2 12 瓶转盘（SBE32）安装

UVP6 相机安装在一只采水瓶下方，该瓶须比其他瓶短，以便给 UVP6 接插件留出空间。同样建议将 CTD 的其他光学传感器装在框架另一侧，避免 UVP6 红光干扰。UVP6 照明单元的下端盖应尽可能接近甲板面（仅高出 2–3 cm）。

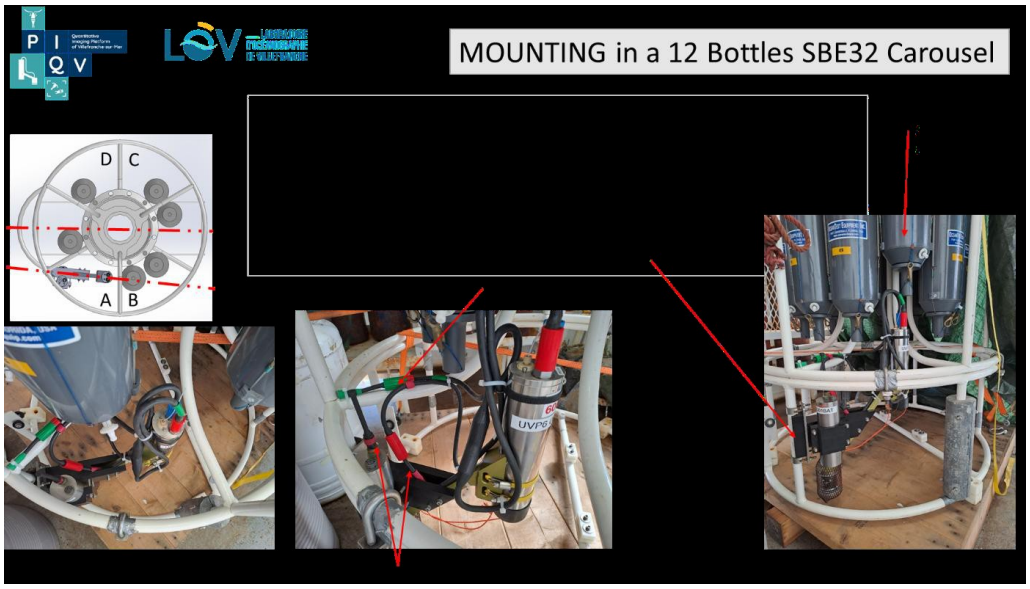


图 4　UVP6 在 12 瓶 SBE32 转盘上的安装示例

4.1.1.3 安装位置的检查

必须下载并检查第一个剖面的图像，确认不存在因仪器位置不当造成的伪影（如 CTD 框架局部入画）。如图像中出现伪影，调整（旋转或下移）UVP6 的位置，直到不再出现。若不做此项检查而在事后才发现问题，已记录的数据与图像将完全无法使用。

4.1.2 UVP6 的接线

传感器经专用 Y 形电缆由电池供电。可选模拟电缆可将 UVP6 的颗粒物丰度转换为 0–5 VDC 信号，在 CTD 远程图形界面上显示。



图 5　照明单元（LIGHT）、相机（CAMERA）与电池（BATTERY）之间的电缆连接关系（接头型号见附录 8.5）

甲板上两个剖面之间的待机状态：电池断开，无论模拟输出是否接入 CTD 输入，接线方式见原手册对应接线图。充电时电池直接接充电器；电池可方便地从支架上取下，在实验室内充电或与备用电池互换。布放与数据回收 / 仪器编程时的接线方式见原手册对应接线图。

4.1.3 UVP6HF 在 CTD 模式下的布放

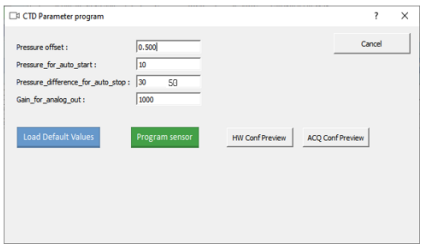
CTD 模式下的电池续航：标配 HYDROPTIC 电池可支持连续记录 5 小时以上，相当于下放 6000 m 的 2 个完整下降剖面，或以 1 m/s 速度下放 1000 m 的 12 个剖面。仍建议在两个剖面之间用万用表或 UVPapp 仪表盘检查并记录电池电压。长时间连续剖面作业时，使用两块电池轮换（一块充电、一块在 CTD 转盘上作业）会非常方便。

操作流程：UVP6HF 一般随 CTD 一起布放，借助 CTD 浸润（soaking）自动启动采集。记录当日第一个剖面的 FIRST（下降开始）与 END（下降结束）图像编号，创建样品时需要用到；当日剖面受阳光干扰时，2 像素（2px）数据也可用于校正当日的 FIRST 图像。

4.1.4 用 UVPapp 在 CTD 模式下编程 UVP6HF

警告 CTD 模式连续多剖面作业时，两次布放之间必须从 UVP 上拔下电池插头、断电 5 分钟以上，让仪器复位。

CTD 模式只在仪器下降阶段记录数据，只拍摄未受扰动的永体，并尽量节省电池。在 CTD 模式下编程后，仪器通电 14 s 即闪光 3 次；越过 Pressure_for_autostart 设定深度 14 s 后自动开始采集，回升至 Pressure_difference_for_auto_stop 设定深度差范围内时自动停止。UVP6HF 始终以最大图像频率采集。



- **Pressure offset** : the vertical distance between the pressure sensor (on top of the camera when in vertical position) and the imaged area (usually set to 0.5m)
- **Pressure for auto start** : pressure allowing the UVP6 to boot and start acquisition (typically 10 dbars for a 20-35m soaking of the CTD)
- **Pressure difference for auto stop** : the pressure difference to stop the acquisition when the UVP6 is raised up at the end of a profile (typically 50m). This value must be higher than the Pressure for auto stop.
- **Gain for analogue out** : the number of particles equivalent to the 5 vdc maximum output of the analogue connexion (a saturation of the output to 5 vdc due to a low gain value will not damage the UVP6 or the CTD input).

图 6　CTD Parameter program 编程界面与四个可配置参数说明

Pressure offset（压力偏移）： 垂直位置时压力传感器（相机顶部）与成像区域之间的垂直距离，通常设 0.5 m。

Pressure for auto start（自启动压力）： UVP6 启动并开始采集的压力阈值；CTD 浸润 20–35 m 时典型取 10 dbar。

Pressure difference for auto stop（自停止压力差）： 剖面结束回升时用于停止采集的压力差，典型取 50 m；该值必须大于 Pressure for auto start。

Gain for analog out（模拟输出增益）： 相当于 5 VDC 满量程输出的颗粒物数量；增益设置过低导致输出饱和到 5 VDC 不会损坏 UVP6 或 CTD 输入通道。

警告 使用 CTD 模式时，在布放前冲洗传感器的过程中，CTD 下放深度不得超过 Pressure_difference_for_auto_stop 参数值；否则 UVP6 会在 CTD 浸润后回升到水面时结束采集，且在电池断开 5 分钟、重新执行启动流程之前不再恢复采集。

4.1.5 UVP6HF 在 AUTO 模式下的布放（垂直剖面）

AUTO 模式也可用于垂直剖面，但仅建议用于 Pressure difference for auto stop 不会被触及的极浅剖面。AUTO 模式下仪器通电 14 s 后闪光 3 次，随即（立即或在预设延时后）自动开始采集，断开电池即停止。该模式效率远低于 CTD 模式，因为回升阶段也在记录数据，耗电更多。

4.1.6 用 UVPapp 在 AUTO 模式下编程 UVP6HF

警告 AUTO 模式连续多剖面作业时，两次布放之间必须从 UVP 上拔下电池插头（或断开电源）5 分钟以上，让仪器复位。

AUTO 模式允许 UVP6 通电后立即或经预设延时后以预设参数启动，断电即停止采集。相关参数可设置延时、压力偏移与采集设置，以适应不同应用需求。

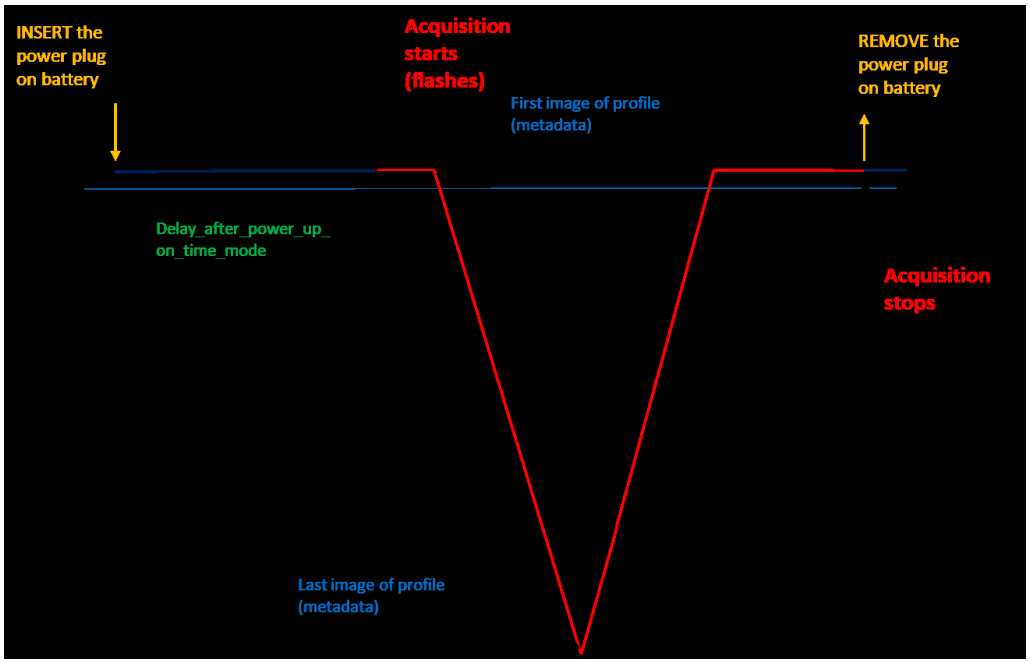


图 7　AUTO 模式采集时序示意：通电启动、闪光、采集起止与断电停止

4.2　UVP6LP 用于 NKE CTS5 剖面浮标

随 NKE CTS5 浮标交付的 UVP6 均已预设为由浮标操控：不带压力传感器（深度由浮标传送），并装有支持机载图像分类的专用固件。采集通过 NKE 图形界面设置，与其他传感器相同；请参照 NKE 说明由浮标逐帧触发采集，切勿尝试用 UVPapp 重新编程 UVP6。

数据按深度或时间片段平均后传回数据中心，供用户或 EcoPART 应用自动下载。由于这类传感器通常不予回收、且须避免仪器设置被改动，随浮标交付的 UVP6 通常不配数据/Octopus 电缆。如浮标被回收，传感器应返厂维护、互校与下载数据，再重新配置用于下一次浮标布放。UVPapp 已不能用于给 CTS5 浮标用 UVP6 重新编程——浮标操控须在 UVP6 中写入专用固件。与滑翔机数据一样，LOV 在 GitHub 上提供一套 Matlab 工具，可处理回收浮标的数据；相关服务请联系 Villefranche 定量成像平台（PIQv）。

4.3　UVP6LP 用于滑翔机（Gliders）

滑翔机上的 UVP6 必须装有压力传感器。ALSEAMAR SeaExplorer 滑翔机是唯一提供现成集成方案的型号；SeaExplorer、Seaglider 与 Slocum 滑翔机集成情况的更新说明文件可按需提供。

操作步骤：

1. UVPapp 项目设置：用 UVPapp 创建项目并针对具体滑翔机型号对 UVP6 编程，完成清空存储器、Autocheck 等任务。

2. 滑翔机组装：用滑翔机厂商或 HYDROPTIC（如 SLOCUM）提供的专用套件与电缆将 UVP6 装上滑翔机。
3. 滑翔机编程：按滑翔机手册编程，设定在水面与水底停止采集，便于后续数据处理。
4. 布放与回收：按任务布放滑翔机并在任务结束后回收；操纵时小心 UVP6。布放期间滑翔机 GUI（SeaExplorer 为 Glimpse）上可能显示部分数据。
5. 用 UVPapp 下载数据（详见第 5 章）。
6. 数据管理：获取滑翔机数据与元数据，按正确位置与格式存入 UVP6 项目。
7. 备份：对下载数据做备份副本，保证原始数据完整性。
8. 原始数据清理：清理 raw 文件夹，删除滑翔机布放前采集的序列。
9. 序列筛选（SeaExplorer）：删除水面或水底记录的无用序列（SeaExplorer 滑翔机特有）。
10. 序列合并：下降或上升过程中如有多个序列，用 UVPapp 按上升 / 下降剖面合并。
11. MATLAB 工具：用配套 MATLAB 工具合并滑翔机与 UVP6 数据、自动创建样品。
12. 数据质量检查：用 UVPapp 检查各样品的第一帧与最后一帧图像；找回 MATLAB 工具未能正确创建的样品；特别留意上升 / 白昼样品，核对或修正 LAT/LON 值。
13. 导入 EcoPART 与 EcoTAXA：按各自专用手册导入数据。

注意 使用 MATLAB 工具前，务必阅读本手册第 1 章中关于 MATLAB 工具的警告说明。

4.3.1 UVP6LP 用于 SeaExplorer 滑翔机

任何装有可选压力传感器的 UVP6LP 都可用于 SeaExplorer 滑翔机（ALSEAMAR 公司）。仪器用 ALSEAMAR 提供的安装座装在滑翔机艏部。请与 Alseamar 和 HYDROPTIC 双方核对仪器驱动与固件的兼容性。



图 8　UVP6 安装在 SeaExplorer 滑翔机艏部

编程：UVP6 用 UVPapp 的专用 ALS 编程界面编程，之后由滑翔机工具操控。ALS 滑翔机模式是一种特定的 SUPERVISED 模式，唯一可改的参数是 Pressure offset（压力传感器与成像区域之间的垂直距离）；SeaExplorer 上相机与照明水平放置，该值通常设为 0。此外还可为传感器的特殊用途设置两个自定义文件，但只能设置记录图像类型与背景图像测量间隔。

滑翔机必须编程为在水面（卫星传输期间）与水底停止 UVP6 采集，以便自动处理序列。如在水底记录了无用序列，备份后用 UVPapp 删除。

滑翔机 UVP6 编程建议：

建议整个航次 / 项目保持同一采样配置，保持采样量一致、便于对比分析；在可用功率允许的前提下，建议采用尽可能高的采样率。典型配置如下表。

配置方案	深度片段	每块图像数	图像频率	黑图间隔	UVP6 配置	平均功耗
全深度统一配置	全部深度	1 image/bloc	0.3 Hz	每 10 帧一黑图	ACQ_ALS_022H	0.22 W
按深度分段配置	0–150 m	1 image/bloc	2 Hz	每 10 帧一黑图	ACQ_ALS_002L	0.8 W
按深度分段配置	> 150 m	1 image/bloc	0.2 Hz	每 50 帧一黑图	ACQ_ALS_052L	0.14 W

SeaExplorer 数据集的项目命名建议：uvp6_snxxxxxxlp-YYYY_seaNNN_mKKK_cruise，其中 xxxxxx 为 UVP6 序列号，NNN 为 SeaExplorer 序列号，KKK 为滑翔机布放编号；航次缩写可选但建议填写。此命名规则与文件夹结构是运行 Matlab 工具、在 UVPapp 中快速创建样品的必要条件；用户也可全程用 UVPapp 手动操作。滑翔机下载数据放入项目的 doc 文件夹，导航与科学数据（gz 文件）放入 logs 文件夹（*gli.sub* 置于 ccu/logs，*pld*raw* 置于 ccu/logs）。

样品元数据规范（保证数据质量必须遵守）：Sample id = Yo_####n_missionID，#### 为 yo 编号（4 位数字），n 取 a（上升）或 d（下降），missionID 为任务唯一标识（必要时含滑翔机编号）；Station id 留空（“”）；ARGO sample id 填对应滑翔机元数据文件的文件名。

数据清理：第一次滑翔机下潜之前下载的所有序列必须从 raw 文件夹删除（检查各序列 *_data.txt 文件内容与 images.zip 压缩包是否存在）。

4.3.2 UVP6LP 用于 CSCS 公司运营的 Seaglider 滑翔机

UVP6 在 Seaglider 上没有现成可用的集成方案，如需使用请联系 CSCS 公司。

4.4 UVP6LP 用于潜标 / 着底器（Mooring / Lander）

UVP6LP 可通过采集频率调节平均功耗，适合这类布放。短期布放（视图像频率而定，最长约一个月）可使用选配 75 Wh 电池或更大容量电池（电池选型请咨询 HYDROPTIC）。仪器通常水平安装或镜头朝下安装，避免颗粒物沉积在观察窗上造成图像模糊；照明单元置于上方，避免其发光面上沉积。UVP6 可安装的平台种类繁多，本手册无法一一描述，请参见 UVP6 框架附录和 / 或咨询 HYDROPTIC。

平台无法操控 UVP6 时可用两种模式：AUTO 模式用单一参数组连续采集，通过调节频率管理电池续航；TIME 模式按时间改变图像采集与处理配置，按时段调整频率、优化电池使用。建议使用 TIME 模式——它在存储器中生成多个连续序列，而不是一个巨大序列。

4.4.1 UVP6 接线

以下接线仅适用于 HYDROPTIC 提供的选配电池与电缆：充电时电池直接接充电器；运行 UVP6 时经 Y 形电缆由电池供电（接线图见原手册）。

4.4.2 AUTO 模式编程

接线与编程参见本手册 CTD 章节的相关内容（4.1 节）。

4.4.3 TIME 模式编程

强烈建议采用 TIME 编程，以按设定间隔确保采集复位并优化电池使用。采集将在布放后第一个设定时刻开始。与大多数编程模式一样，仪器通电后闪光 3 次即进入休眠，直至开始采集。

TIME 模式可为无限长时间段编程最多 10 个采集文件；更改设置的最小间隔为 30 分钟，编程灵活性很高。界面允许先设定时间表（规定各采集方式 AcqConfig 及其时长），再为每项设置必要参数。仪器每 30 分钟检查一次时间表（检查用时 1 分钟），判断是否有待启动的采集——因此两项采集不得重叠：同一时刻安排了两项采集或前一项尚未结束时，后一项将被忽略。

注意 布放前务必在仪器上试运行编程：启动一段覆盖时间表设置的采集，再下载数据确认符合预期。每段序列达到设定时长之前采集不会停止，也不会检查或执行下一段编程，设置时长参数时务必小心。

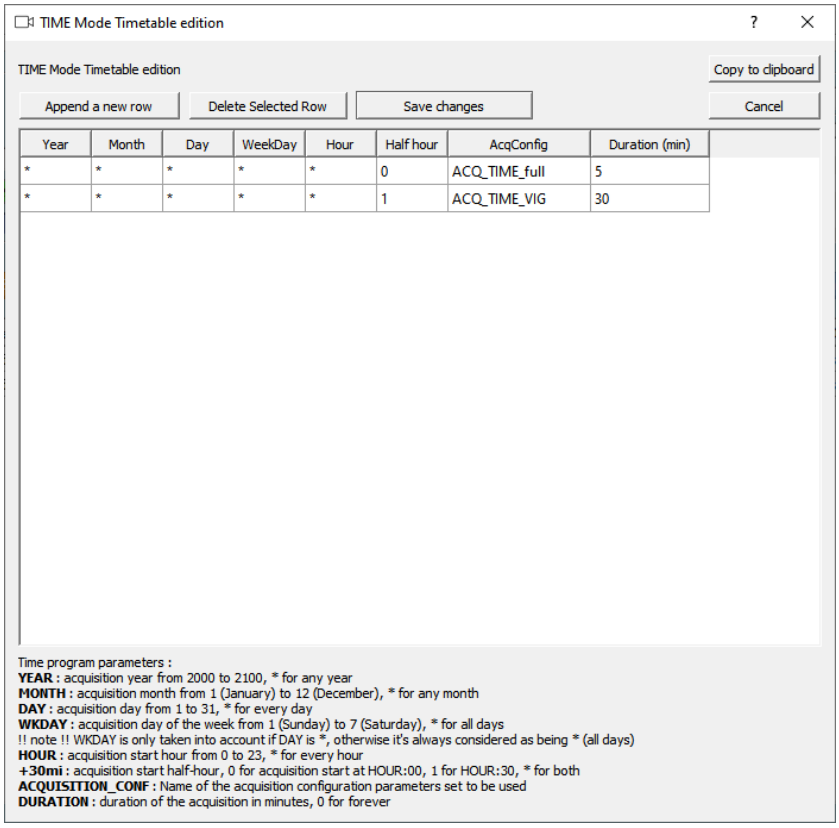


图 9　TIME 模式时间表编辑界面（TIME Mode Timetable edition）

警告 长期布放后回收仪器，下载数据时务必格外小心，并参阅本手册第 1 章关于仪器大容量存储器的警告（1.3 节）。

4.5　UVP6 用作远程相机

通过 RS232 与 Ethernet 接入岸基后，UVP6 可用 RS232 命令或 UVPapp 手动操控，也可用 AUTO 或 SUPERVISED 模式预设。接线方式见原手册对应接线图。

LIVECAMERA 模式可将图像实时记录在操控计算机上。但须注意：此时采集设置不受控，也没有配套的图像分析工具。因此建议使用远程连接、以某种编程模式操控仪器，并定期下载数据与图像。Live camera 工具经 Ethernet 链路把 UVP6 用作远程相机，把图像实时存入项目。

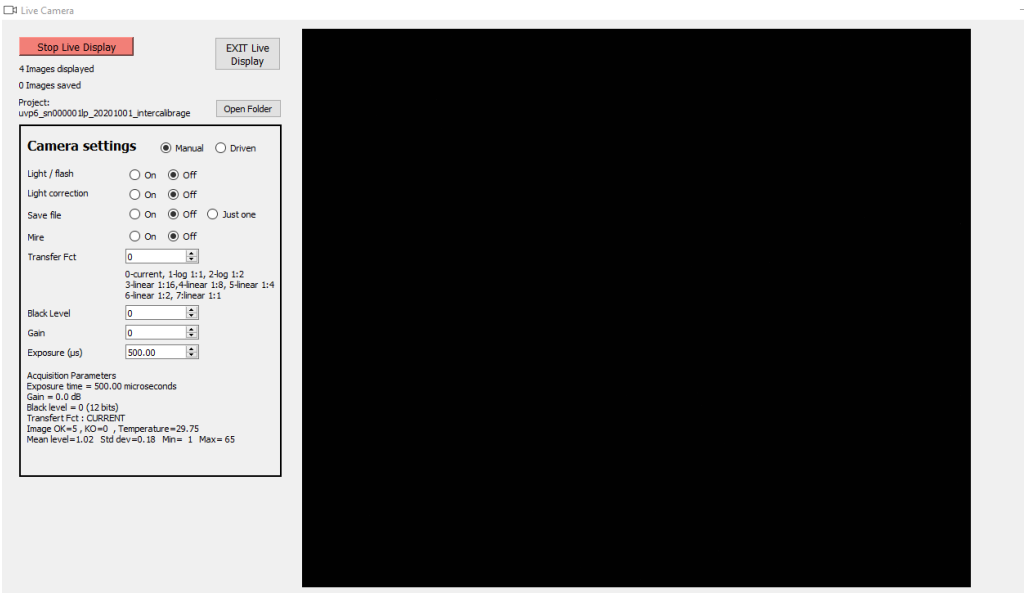


图 10　LiveCamera 工具界面（相机设置与实时显示）

4.6　UVP6 用于智能平台（SUPERVISED 模式）

智能平台指能通过 RS232 串口与 UVP6 通信的平台。操控方式很多，用户应联系 HYDROPTIC 选择更适合其平台的配置。滑翔机与剖面浮标即属智能平台（见对应章节）。

SUPERVISED 编程工具可设置 10 组参数并存入 UVP6；用户发送 RS232 启动报文（选定一组预设参数）开始采集，发送停止报文结束（RS232 报文见附录）。该模式极大拓展了 UVP6 的用途，仅限专业人员使用（即使 10 组参数中的可调项已有所限制）。唯一可改的通用参数是 Pressure offset（压力传感器与成像区域之间的垂直距离，有压力传感器时）。可改的采集设置见 UVPapp 编程界面；常用 RS232 命令见本指南 RS232 一节；更详细的 SUPERVISED 操控与实时数据管理参考手册可按需提供。

4.7　UVP6 参数设置（操控）与数据下载

4.7.1　接线

下载数据或设置仪器参数须将仪器经 RS232 串口与 Ethernet 连接（下载用）接到个人计算机；供电用 UVP6 电池，或用数据电缆附带的 AC 适配器。

4.7.2　使用电池

使用电池时按 Y 形电缆接线（接线图见原手册）。

4.7.3 使用 AC 电源

注意 使用 AC 电源时不得使用 Y 形电池电缆，否则将改由电池供电：未装电池时直接接数据电缆；已装电池且不用于下载或编程时，也须将数据电缆直接接到 UVP6。

5 UVPapp 软件使用

使用前先进入 HELP 菜单配置与 UVP6 的连接（见下文）。

5.1 计算机配置

UVPapp 仅在 Windows 10 与 Windows 11 操作系统上运行。PC 防火墙必须允许 UVPapp 经 Ethernet 通信；如有疑虑，直接关闭防火墙。

UVP6HF 的 Ethernet 链路较为敏感：在 PC 与 UVP6 数据电缆之间加一台 Ethernet 交换机，可改善 Y 形电池电缆接线时 UVP6HF 的 Ethernet 通信；PC 的 IP 地址设置见 5.6.5.4 节；如遇 Ethernet 通信问题，建议将网卡速度与双工模式（Speed & Duplex）强制设为 100 Mbps Half Duplex。

5.2 与 EcoPART 和 EcoTAXA 的衔接

UVPapp 用于操控传感器、准备和处理数据，以便之后导入 EcoPART（颗粒物数据访问）与 EcoTAXA（图像离线分类）。网址：https://EcoTAXA.obs-vlfr.fr/ 与 https://EcoTAXA.obs-vlfr.fr/part/。

5.3 版本与资源

本节适用于 UVPapp2 的 2.00 及以上版本。应用程序会定期改进，界面与工具有可能出现变化或新增。对应用程序的使用意见或改进建议欢迎发送至：marc.picheral@imev-mer.fr、camille.catalano@imev-mer.fr、sylvain.fevre@hydroptic.com。

5.4 登录

UVPapp 无登录保护，但强烈建议用个人姓名与电子邮箱登录：该信息在编程时存入仪器、在数据集中留存，用于各操作环节的追溯。

5.5 主页面说明

主页面由多个信息区组成，主区域显示 Sequence（序列）或 Sample（样品）信息与工具。

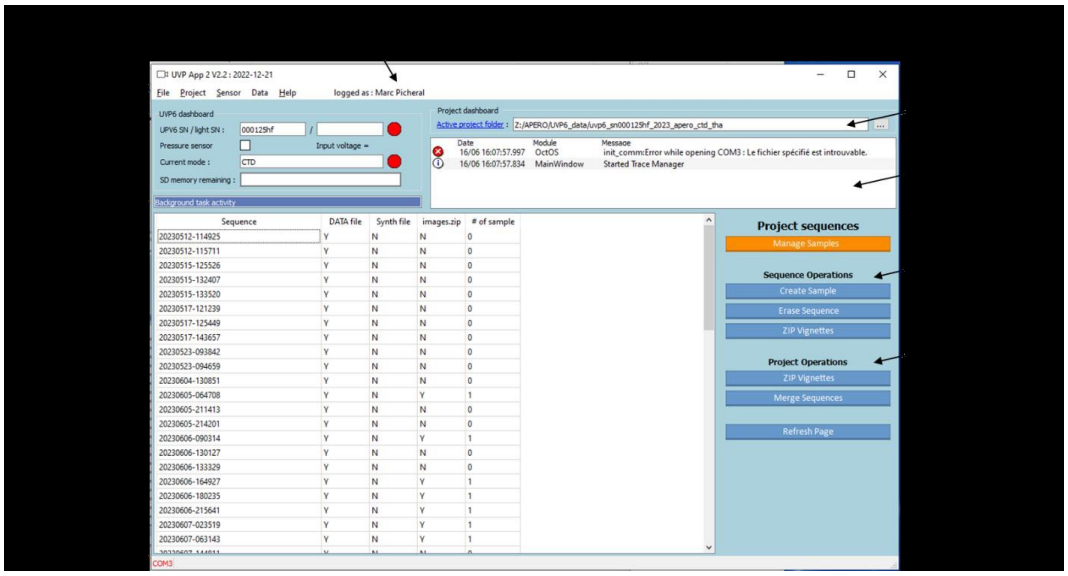


图 11　UVPapp 主页面（UVP6 dashboard、序列列表与项目操作按钮）

5.5.1　UVP6 仪表盘（dashboard）

连接传感器时显示所连传感器的信息；未连接传感器而选中项目时，显示为该项目设定的传感器信息。仪表盘还显示仪器剩余存储空间，应在两次布放之间关注。如传感器已通电连接而信息未显示，可在 Sensor 菜单用 Connect to sensor 工具获取。

5.5.2　电池电压显示

传感器连接后可查看电池电压。注意仪表盘显示值可能不会动态更新：初始值为建立连接时处理单元启动时读取的电压。更新电压值须先在 Sensor 菜单执行重启命令，再执行连接传感器命令。UVP6 HF 应在显示值上再加 0.2 V；若使用加长的数据 / Octopus 电缆，修正量可能更大。

5.5.3　后台任务监控

UVP6 仪表盘底部窗口显示应用程序的后台任务（数据下载、数据处理、图像处理等）。有任务未完成时应用程序不能退出；可在 File 菜单请求在当前任务结束后退出，而不必等待任务列表全部完成。

5.5.4　项目与活动仪表盘

项目仪表盘显示当前项目路径，并可在 Windows 资源管理器中打开；活动仪表盘记录应用程序所有正在执行的动作的时间、日期与描述。

5.5.5　序列 / 样品管理

Sequences 管理区显示所选项目已下载的序列及其专用工具；Samples 管理面板显示所有已创建样品（来自项目序列）的元数据，可编辑、删除元数据并提供样品专用工具。两者用 Manage Sequences / Manage Samples 按钮切换。

序列处理工具：双击某个序列打开创建样品工具；未在下载时打包的可对小图执行 ZIP 打包（图像处理必需）；删除序列（AUTO 模式的仪器在连接 UVPapp 下载数据之前通电时，常会生成近乎空序列）；合并序列。

样品处理工具：处理一个或全部项目样品的数据与图像，结果文件生成到项目的 ECODATA 文件夹，之后导入 EcoPART 与 EcoTAXA 做图像分类；显示样品小图；绘制剖面图；导出 ODV 格式。

说明 取决于 UVPapp 版本，ecodata 文件夹中 sample_images.zip 压缩包的 TSV 文件会给出小图在 UVP6 原始图像中的位置（字段名 object_vig_left_position 与 object_vig_top_position，为小图左上角坐标），可用于在透明目标被过度分割时部分重建原始图像。

5.5.6 创建样品工具（Create-sample）

该工具用从传感器下载（或由多个下载序列合并而成）的序列创建一个或多个样品（剖面或时间序列）。图形界面分几个区域：填写 SAMPLE METADATA（样品元数据，操作员须仔细填写各字段，注意样品命名以便日后管理文件）；选择 DATA SELECTION（数据选择，指定 TIME 或 DEPTH 数据集类型；深度剖面数据积分层自动设为 1 dbar，时间样品可自行设定；传感器未装压力传感器时可手动输入样品平均压力）；核对 INSTRUMENT METADATA（仪器元数据）；选择 DATA RANGE（数据范围，用图形界面或蓝色工具按钮手动确定；虚线标出剖面样品数据的起止；首末图像编号也可手工微调；可在坐标轴上缩放、移动游标改变标尺）。用户须保留所选深度范围的数据，且黑色（BLACK）数据保持恒定，即未受海面阳光影响。保存后样品即出现在样品管理窗口中。

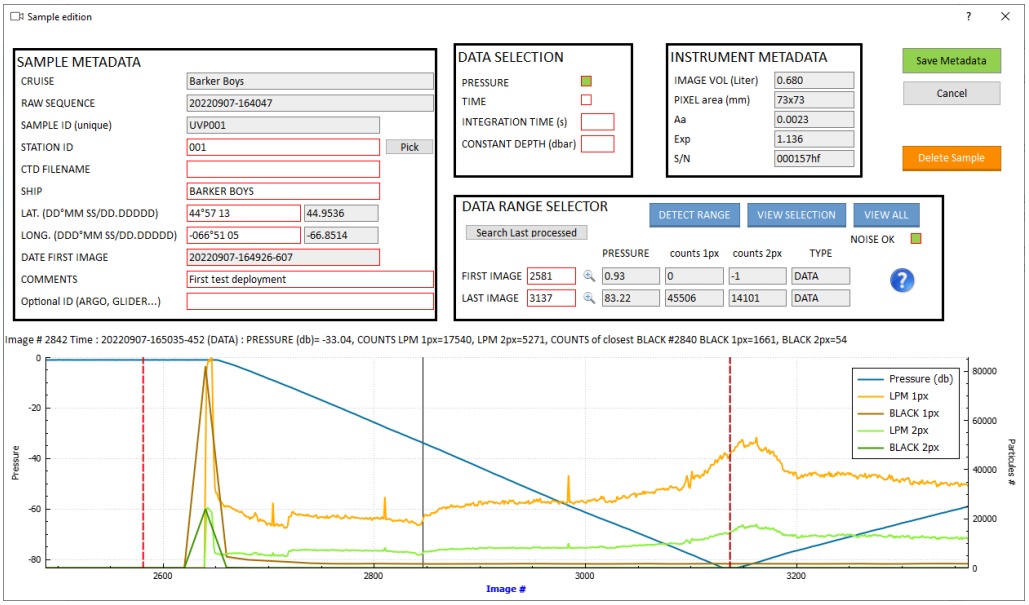


图 12 Sample edition（样品编辑）界面：元数据、数据选择与数据范围选择

首帧图像选取正误对比：错误选法——首帧定在 BLACK 2px 信号变平之前，样品起始包含受损数据，且早于下降开始；正确选法——首帧定在 BLACK 2px 信号变平（不受阳光影响）之后、下降开始之后。

5.6 UVPapp 菜单

5.6.1 File 菜单

File 菜单可打开已有项目，也可在任务列表排队时请求应用程序在当前任务结束后停止并退出。连接传感器时，只能选择与该序列号相关的项目。

5.6.2 Project 菜单

Create new project：新建项目。Project metadata settings：填写项目元数据——所有信息都须仔细填写，将随数据进入 EcoPART 与 EcoTAXA；连接 UVP6 时仪器序列号自动填入。项目名不能在应用内修改，默认名是所有 UVP 项目的标准命名；项目名必须唯一，因此名称中包含日期与航次缩写——唯一的项目名与唯一的航次名是数据质量的必要条件。

项目文件夹：UVPapp 创建的项目文件夹至少包含以下子文件夹：calibration（存放仪器校准报告）；config（存放从传感器下载的采集与硬件设置及历次编程存档，每次连接传感器时核对其与传感器内部设置的一致性）；CTDdata（存放与 UVP6 同框架的 CTD 下载数据，CTD 数据文件名可填入样品元数据表）；doc（存放项目相关文档，如航次计划、扫描件等）；ecodata（存放各样品的颗粒物与图像压缩包，供导入 EcoTAXA）；log（存放应用任务日志）；meta（存放样品元数据表）；raw（存放从仪器下载及此后合并的序列）；results（存放数据处理生成的图表）。

Manage downloaded sequences：打开序列管理区（文件成功下载后 Data files 与 images.zip 应设为 Y；Synth files 通常为 N，UVP6 不记录该文件；# of sample 显示该序列已创建的样品数；ZIP vignettes 工具仅对在 UVPapp 之外下载的原始图像有用）。Merge sequences：同一剖面或时间序列以不同设置采得多个序列时，可将其合并为 merged 序列再创建样品；合并必须在创建样品之前完成；处理浮标、时间序列、滑翔机断面数据时非常好用；合并前建议备份数据——没有自动撤销合并的工具；可手动或自动合并。Manual merge：手动挑选待合并序列。Automatic merge：适合把大量序列归并成大序列；因过滤选项无穷多，建议 1) 备份数据，2) 把 raw 文件夹改名为 raw_source，3) 挑出待合并序列，4) 移入 raw 文件夹。

Manage Sample：打开样品管理面板（右侧工具按 Per SAMPLE 与 per PROJECT 分类，便于整体处理数据集）；Process Data 与 Process Images 的结果存入项目 Ecodata 文件夹（供导入 EcoPART 与 EcoTAXA）；Export ODV 与 Export Plots 的结果存入项目 Results 文件夹；ODV 导出生成的文本文件可导入免费的 Ocean Data View 应用（https://odv.awi.de）。Edit project metadata：打开项目元数据窗口，补填或更正缺失信息。View tools（Project）：以仪器最后一次连接时的存档为准，查看项目的硬件表、采集表与时间表，表中含参数名、描述与项目取值。

5.6.3 Sensor control 菜单

Connect to sensor：连接应用与传感器；若传感器正在记录数据，连接会停止采集；连接成功后可在 UVP6 仪表盘查看传感器状态；应用启动时会自动尝试连接。Reboot and disconnect：在退出 UVPapp 或关闭传感器电源后，用该工具将传感器复位到完好状态。Autocheck：启动健康自检序列，检查传感器所有部件并在存储器中记录一段短序列；布放前可随时执行。

Time tools：查看传感器时间并将其同步为计算机的 UTC 时间。任何布放前都必须同步传感器时间——尤其是 UVP6 未装压力传感器、需在垂直剖面中与其他传感器做深度对接时。无论操控计算机当前时区如何，UVPapp 都会把传感器设为 UTC；务必确保计算机时间已用 Internet 时间自动同步。

View tools（Sensor）：查看所连传感器的硬件、采集与时间参数表。Program sensor：仅在传感器连接后可用，只允许修改 UVP6 的相关设置（见上文各用途章节）。Monitor serial port：打开串口窗口，显示 UVP6 与计算机之间收发的全部报文，通常用于故障排查。

注意 Open OctOs terminal 打开的 OctOs 终端用于以专用终端和底层命令与 UVP6 通信，仅限在 HYDROPTIC 监督下操作的专业人员使用（主要用于特殊故障排查）。其 File Upload 工具可在完全不受控的情况下修改仪器任何设置，用户不得使用。

LiveCamera：把 UVP6 传感器用作远程相机（见上文对应章节）。

5.6.4 Data 菜单

Data 工具仅在传感器连接后可用。Download data：打开数据下载面板，经 Ethernet 把数据从传感器下载到计算机上的项目中。第一步用 Get File List 按钮让传感器盘点其大容量 SD 卡中存储的数据；视数据量不同，盘点可能耗时很长（SD 卡为 400 GB，选配 1 TB）。必须勾选 Refresh UVP6 internal file list 才能得到最新盘点（耗时更长）。取得文件列表后，可逐序列下载数据，或让应用下载全部缺失序列（即项目中尚未回收的序列）。

注意 经 100MB Ethernet 链路下载 400 GB 可能需要 48 小时；长时间下载期间仪器必须保持连接与供电，建议使用 AC 适配器。

数据下载到项目的 RAW 文件夹：每个序列子文件夹按该序列首帧图像的 UTC 日期时间命名，内含一个 data.txt 文件（全部原始颗粒物计数与传感器元数据）和一个 ZIP 压缩包（全部原始图像 / 小图文件）。如遇 Ethernet 下载困难，参见 PC 配置相关章节。#vig 字段为原始图像中记录的小图数量；#image 字段为选用整幅图像选项时记录的图像数量。

警告 Delete data（删除数据）无法选择删除内容：该工具将重新格式化整个大容量存储器，擦除此前全部数据。如误删了非常重要的数据，可将仪器寄回请 HYDROPTIC 尝试恢复；只有在格式化之后未再记录任何数据的情况下才可尝试。

5.6.5 Help 与应用程序设置

Help 菜单打开应用程序设置窗口。Serial port：确认 COM 口设置正确；将 UVP6 接到指定 COM 口，并确保没有其他终端应用占用该口。如遇问题，按以下步骤调整 FTDI 电缆串口的延迟计时器（latency timer）：在 Windows 中打开设备管理器，打开串口属性，在 Port Parameter（端口参数）选项卡中点击 Advanced（高级）按钮，按需调低 RS232 latency。

Serial speed：串口速率必须设为 38400。使用较长数据电缆通信时，可能需要调低串口速率；在 UVPapp 中修改之前，请先联系 HYDROPTIC 获取在传感器端更改串口速率的专用流程。Serial monitor displayed：显示 UVP6 与计算机之间收发的全部报文。

Local IP（PC 配置）：Ethernet 链路与串口配合用于从 UVP6 下载数据及使用 LIVECAMERA 模式，必须正确设置；仅用串口即可通过 UVPapp 仪表盘监视仪器状态。UVP6 LP 可用任意 IP 地址（仪器与 PC 用 MAC 地址建立通信）。UVP6 HF 的计算机网卡 IP 必须为 193.49.112.XXX，其中 0<XXX<256 且 XXX≠100；Local IP（或 auto）值应设为该 IP 地址，避免用 auto——auto 会让应用检查 PC 的所有 IP 地址并选中其中一个，PC 有多个地址（如 WIFI）时可能选错。

在计算机上设置 IP 地址：点击开始，输入 settings 并选择 Settings > Network & internet；在左侧选择 Ethernet，点击 Modify adapter options 按钮；选中正在使用的以太网连接，点击 Properties；双击 Internet Protocol Version 4 (IPv4)；选手动 IP 配置，输入指定的 IP 地址。

6 维护

6.1 怀疑进水时

警告 如怀疑 UVP6 主耐压壳或照明单元进水，必须以极端谨慎的态度对待仪器，优先采取预防措施避免事故。进水的迹象包括仪器停止工作或内部出现短路：盐水进水会把接插件各针脚全部短路，可在任意水密接插件的任意两针之间做导通测试加以确认。一旦怀疑进水，应将仪器放到安全位置并联系 HYDROPTIC 获取进一步指示。严禁站在端盖或玻璃观察窗的正前方！继续操作的风险由操作者自行承担！可尝试缓慢泄压：从端盖上的两只接插件之一开始缓慢旋松；待全部压力释放后，仪器方可存放并安全寄回 HYDROPTIC 维修。

6.2 互校

UVP6 是成像传感器，出厂前在 Villefranche-sur-Mer 定量成像平台（PIQv）经过仔细调整与标定。与其他传感器一样，建议定期检查与互校，保证数据一致性。负责仪器初始调试与互校的 PIQv 持续为所有传感器提供光学测试例行互校，并在每个航次前后对其自有仪器进行互校，从而保证 UVP6 成像能力的准确与可靠。互校服务请联系 PIQv（piqv@imev-mer.fr）。

6.3 接插件维护

UVP6 接插件每次拔下后必须干燥，并定期用随附的 Molykote 44 透明软质润滑脂涂抹。接插件配有防尘帽（dummies），任何时候都不得裸露无保护。电气端子须轻拿轻放，其设计不能承受拉拽受力；拔电缆时应捏住接插头拔下，不得拽电缆，也不得边旋转边拔，以免损坏插针。Subconn® 接插件不得使用石油基润滑剂。

6.4 75 Wh 电池（LP 仪器选配）

为延长锂离子电池寿命，建议限制放电深度：只用掉电池容量的 50% 即充电。充电时充电器直接插到电池上，泄压阀保证不开壳即可安全充电。随电池提供的 Y 形电缆用于给 UVP6 供电；注意该电缆不支持由数据电缆电源给 UVP6 供电——如需使用数据 / Octopus 电缆的 AC 电源，请将数据电缆直接接到 UVP6，不经过 Y 形电缆。

6.5 电池电压测量

警告 用万用表测量电压时务必谨防表笔短路：电源或电池短路可输出数十安培电流，可能伤人、引燃或损坏设备。插入表笔时先插正极、后插负极；拔表笔时先拔负极、后拔正极，严格按此顺序操作。

引脚（MCBH2F，电池水密插座）	信号
1	0 VDC
2	Vcc（标称 21.6 V）

6.6 电池充电

注意 用原配充电器充电；连接或断开电池前，充电器必须先断开 AC 电源。

充电器 LED 指示充电状态：红色——快速充电；黄色——中间阶段；绿色——充电收尾。充电 4 小时后自动停止，LED 保持绿色。

6.7 仪器存放与运输

存放与运输期间，相机与照明的保护罩必须始终装好。海洋接插件每次剖面后用淡水冲洗、晾干并按需涂抹随附的 Molykote 44 润滑脂；防尘帽应始终插上，避免灰尘积聚在润滑脂上。

7 技术规格

7.1 UVP6-LP

工作深度	0–6000 m
空气中重量	3.2 Kg
水中重量	1.5 Kg
材质	钛、玻璃、POM
输入电压	8–28 Vdc（0.1 Watt@0.1Hz – 0.35 Watt@0.5Hz – 1 Watt@1.3Hz）
接口	RS232、Ethernet、模拟输出、I/O
照明	635 nm，50–400 µS 闪光
分辨率	5 Mpixels / 0.73 µM
视场	180 x 151 mm x 23 mm（0.6 L）
最大图像频率	1.3 Hz
图像处理	实时处理
存储	＞400 GB（可选 1 TB）
压力传感器（选配）	精度 0.1% FS

7.2 UVP6-HF

工作深度	0–6000 m
空气中重量	3.2 Kg
水中重量	1.5 Kg
材质	钛、玻璃、POM、铝（连接臂）
输入电压	10–28 Vdc（采集 6 W / 待机 0.02 W）
接口	RS232、Ethernet、模拟输出、I/O
照明	635 nm，50–100 µS 闪光
分辨率	5 Mpixels / 0.73 µM
视场	180 x 151 mm x 23 mm（0.6 L）

最大图像频率	25 Hz
图像处理	实时处理
存储	＞400 GB（可选 1 TB）
压力传感器	精度 0.1% FS

7.3 标准电池（HYDROPTIC）

工作深度	0–6000 m
空气中重量	1.4 Kg
水中重量	0.6 Kg
材质	钛
容量	75 Wh
电压	21.6 Vdc

8 附录

8.1 法规与编码

国际 HS 编码	901580
法国 HS 编码	9015.80.20.00
美国 ECCN	8A992

电池运输：UVP6 传感器本体不含电池。选配电池壳内含 6 x 3.3 A / 3.6 V 锂离子电池组，容量 75 Wh、重 0.27 Kg，便于运输（仅限手提行李携带，不可托运）。出行前请向所在单位或相关部门确认符合航空公司规定与安全标准。该电池 UN 编号为 3481，归类为 Lithium Ion Batteries contained in equipment（设备内锂离子电池），属危险品运输分类体系。

8.2 下载数据文件

数据文件按序列首帧图像的 UTC 日期与时间命名，文件头有两行元数据：一行仪器硬件配置（HW_CONF），一行该序列所用采集设置（ACQ_CONF）。示例：

HW_CONF,000003LP,0,UNDEFINED,0,000124VE,1,150,250,1,0.000,393819,10000,2,192.168.0.128,0,455,6,20,2342.000,1.136,73,0.670,20200924,202010130814,marc.picheral@obs-vlfr.fr,40.3,50.8,64,80.6,102,128,161,203,256,323,406,512,645,813,1020,1290,1630,2050;

ACQ_CONF,ACQ_ALS_022H,2,0.500,1,1,0,0,1,0,10,2,620,1.5,10,10,0,1000,0,40,marc.picheral@obs-vlfr.fr,0,393788;

文件头之后是 LPM（大颗粒物）行与按固定间隔出现的 BLACK（黑图）行。BLACK 行（照明关闭）示例：20210428-143248,94.65,16.06,0:1,5056,30.9,11.6;2,145,31.4,10.5;3,2,28.3,7.2;（光照标志为 0）。LPM 行（照明开启）示例：

20210428_3250,94.18,16.00,1:1,5809,30.5,11.2;2,369,36.0,16.7;3,87,40.6,21.1;4,46,52.4,29.1;5,11,54.8,31.4;6,11,58.4,37.5;7,5,49.5,31.9;8,5,72.2,44.9;9,2,85.0,45.3;10,3,87.1,53.1;11,1,57.7,20.5;12,2,80.2,51.5;25,1,79.7,45.9;（光照标志为 1）。

各行的第一部分为图像时间、深度（无压力传感器时为 nan）、内部温度以及该帧光照状态标志（ON/OFF）；冒号后的第二部分按像素尺寸给出数据：尺寸类别（1）、该尺寸目标数（如 5056 或 5809）、目标平均灰度（30.9 或 30.5）与平均灰度标准差（11.6 或 11.2），其后为 2、3 等像素尺寸的同类数据。传感器被阳光（甲板上或水中）或过浑水体图像饱和时，会出现 OVER_EXPOSED 行（照明开启）示例：20210428-134956-1,-0.05,21.38,1:OVER_EXPOSED,22.2%。

8.3 SUPERVISED 模式的 RS232 命令

为避免 UVP6 出现问题，本节只给出 USER 级命令与应答；SUPER USER 级命令为 HYDROPTIC 专用。仪器每次上电或重启后默认处于 USER 模式。以下命令序列供参考：布放前检查、采集命令、其他命令。注意：无法绕开 UVPapp（或 OctOs guru 终端）从 UVP6 下载图像与原始数据——下载须执行串口与 UDP 模式 Ethernet 相结合的专用流程。

8.3.1 SUPERVISED 模式通用流程

详细流程见按需提供的专用手册，以下仅为摘要。务必考虑仪器启动时间对响应时间的影响：UVP6LP 启动只需几毫秒，报文即时应答；UVP6HF 启动需 14 秒，可能 14 秒后才应答。

1. 传感器上电。
2. 发送 START 命令（含设置表名）开始采集。
3. 传感器返回 HW 与 ACQ 数据行（已启用时含 TAXO 行）。
4. 传感器返回 DATA 行：PILOTED 模式按需由 PT 命令触发；CONTINUOUS 模式按自身频率发送。
5. 停止采集：断电（文件保护系统生效），或（建议）发送 STOP 命令。
6. 必要时关闭传感器电源。

布放前检查命令序列与采集命令序列的逐条报文示例见原手册相应截图（8.3.2、8.3.3 节）：布放前检查可确认设置表（如 ACQ_ALR1500_0）已存在于仪器存储器 slot 0，随后即可在采集序列中使用；注意 START 命令包含日期与时间，会同时设定仪器日期与时间。USER 模式下其他常用命令同样见原手册截图（8.3.4 节）。

8.3.2 HWconf 元数据帧（UVP6 尺寸类别）

仪器上电后发送 HWconf 帧（UVP6LP 延时 1 秒，UVP6HF 延时 14 秒）。最后 18 个参数是各尺寸类别的下限值，随传感器固件可能不同，但始终对应 EcoPART 的标准数据类别（https://EcoTAXA.obs-vlfr.fr/part/）。示例：

HW_CONF,000002LP,0,UNDEFINED,0,000002VE,2,150,250,169559,20.000,393819,2000,2,192.168.0.128,0,356,6,23,1130.000,1.310,73,0.630,20190207,201907241218,marc.picheral@obs-vlfr.fr,40.3,50.8,64,80.6,102,128,161,203,256,323,406,512,645,813,1020,1290,1630,2050;

HWconf 帧字段依次为：HW_CONF、Camera_ref（相机编号）、Acquisition_mode（采集模式）、Default_acquisition_configuration（默认采集配置）、Delay_after_power_up_on_time_mode（TIME 模式上电延时）、Light_ref（照明编号）、Correction_table_activation（校正表启用）、Time_between_lighting_power_up_and_trigger（照明上电到触发的时间）、Time_between_lighting_trigger_and_acquisition（照明触发到采集的时间）、Pressure_sensor_ref（压力传感器编号）、Pressure offset（压力偏移）、Storage_capacity（存储容量）、Minimum_remaining_memory_for_thumbnail_saving（保存小图所需最小剩余内存）、Baud_Rate（波特率）、IP_adress（IP 地址）、Black_level（黑电平）、Shutter（快门）、Gain（增益）、Threshold（阈值）、Aa、Exp、Pixel_Size（像素尺寸）、Image_volume（图像体积）、Calibration_date（标定日期）、Last_parameters_modification（参数最后修改时间）、Operator_email（操作员邮箱），其后为 18 个尺寸类别下限：40.3、50.8、64、80.6、102、128、161、203、256、323、406、512、645、813、1020、1290、1630、2050（单位 μm）。

8.3.3 ACQconf 元数据帧

序列开始采集时即发送 ACQconf 帧（即使 CTD 或 AUTO 模式随后设置了延时）。示例：

ACQ_CONF,ACQ_CSCS_002L,3,2.000,1,1,10,30,1,1,10,1,50,1.0,10,10,0,1000,0,40,marc.picheral@obs-vlfr.fr,0,381774;

ACQconf 帧字段依次为：Configuration_name（配置名）、PT_mode（PT 模式）、Acquisition_frequency（采集频率）、Frames_per_bloc（每块帧数）、Blocs_per_PT（每 PT 块数）、Pressure_for_auto_start（自启动压力）、Pressure_difference_for_auto_stop（自停止压力差）、Result_sending（结果发送）、Save_synthetic_data_for_delayed_request（为延迟请求保存综合数据）、Limit_lpm_detection_size（LPM 检测尺寸上限）、Save_images（保存图像）、Vignetting_lower_limit_size（小图尺寸下限）、Appendices_ratio（附属物比例）、Interval_for_mesuring_background_noise（背景噪声测量间隔）、Image_nb_for_smoothing（平滑用图像数）、Analog_output_activation（模拟输出启用）、Gain_for_analog_out（模拟输出增益）、

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-HPT-IM-UVP6 | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-21

Minimum_object_number（最小目标数）、Maximal_internal_temperature（最高内部温度）、Operator_email（操作员邮箱）、SD 卡剩余内存（Mbytes）。

8.3.4 数据帧

粒子帧（Particle frames）：每处理完一块（bloc）图像即发送一帧，帧内数字为该图像块的计数；浓度将用所列图像数与 HWconf 帧中的图像体积计算。示例：

LPM_DATA,27.31,20200110,120542,2,14.25,2051,800,123,50,10,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,25,30,27,50,26,100,0,0,0,0,0,0,0,201,0,0,0,0;

粒子帧字段：Depth（深度，mH2O）、Date（YYYYMMDD）、Time（HHMMSS）、分析图像数（images，1–28）、内部温度（°C）、随后为 18 个尺寸类别的累计目标数（integer）与 18 个尺寸类别的目标平均灰度（integer，0–255）。

传感器在水面被阳光过曝时，将以过曝帧替代 LPM 帧，18 类丰度与灰度值全部为 0。示例：

LPM_DATA,0.25,20200110,120112,0,14.25,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0;

黑图帧（Black frames）：按预设间隔在粒子帧之间发送，包含未点亮照明所采图像的目标数。示例：BLACK_DATA,1.23,20200110,120132,2,14.25,1275,251,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0;字段结构同粒子帧，其中分析图像数范围 1–255，其后为 18 个尺寸类别的累计目标数。

8.4 仪器尺寸与保护架

UVP6 整机尺寸与保护架（protective frames）结构见原手册图纸；保护架有第一代与现行两种设计。

本资料由 水德市场部 编译整理 | 资料编号 SD-OM-HPT-IM-UVP6 | 版本 V1.0 | 更新日期 2026-10-21

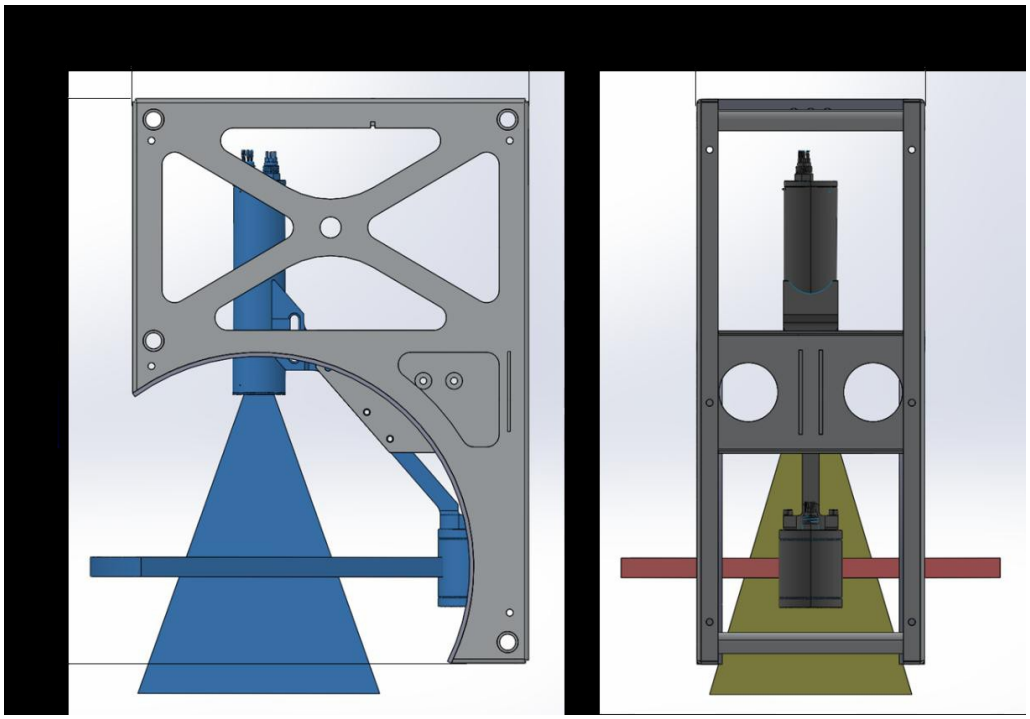


图 13　UVP6 保护架的两种设计（左：第一代；右：现行）

8.5　UVP6 相机接插件引脚配置

8.5.1　DATA、ANALOGUE 与 POWER（MCBH8M）

1	0 volt
2	Vin VDC（10–28）
3	UVP6 Tx（RS232）
4	UVP6 Rx（RS232）
5	Ethernet（或 ANALOGUE 地）*
6	Ethernet
7	Ethernet（或 ANALOGUE +）*
8	Ethernet

* 模拟输出在 UVP6HF 上始终激活；UVP6LP 须在发货前提出要求予以激活。

8.5.2 LIGHT 与 I/O（MCBH4M）

1	0 volt
2	Vout VDC（10–28）
3	Trigger out
4	I/O*

* I/O 可操控刮刷（wiper）或关闭舱盖等外部设备（该功能请咨询 HYDROPTIC）。

译注 原手册相机内部接线图特别注明：主板上的引脚编号与接插件引脚编号不对应。

8.6 长期布放用电池

Develogic 公司提供可用于长期布放的电池系统：http://www.develogic.de/products/power-supply-systems/refillable-battery-container/

8.7 HYDROPTIC 交付内容

- 纸箱装：UVP6LP，含照明电缆、防尘帽与光学保护盖。
- PELICASE 防护箱装：UVP6HF，含照明电缆与光学保护盖；Octopus 电缆（串口、Ethernet 与电源输入）；串口转 USB 转换器；Ethernet 交换机；润滑脂罐；USB 盘。
- 选配件：电池；电池充电器；Y 形电池电缆；模拟电缆；CTD 安装套件。

原始资料与版本

原版文件	《Guide for Underwater Vision Profiler 6 And UVPapp piloting application》，Version 2025/10/03（Picheral Marc, Catalano Camille），共 63 页
原厂	HYDROPTIC（法国），依据 CNRS – Sorbonne University 许可销售；技术支持邮箱 sylvain.fevre@hydroptic.com；互校与培训：PIQv（piqv@imev-mer.fr）
配套软件	UVPapp 2.30 以上版本（Windows 10/11）；EcoPART / EcoTAXA：https://EcoTAXA.obs-vlfr.fr/part/
版权	原文版权归 HYDROPTIC 与 LOV 所有；本译本不改变原文的版权归属