

便携式平面光极设备 PO1100 产品说明书



南京智感环境科技有限公司

PO1100 平面光极设备

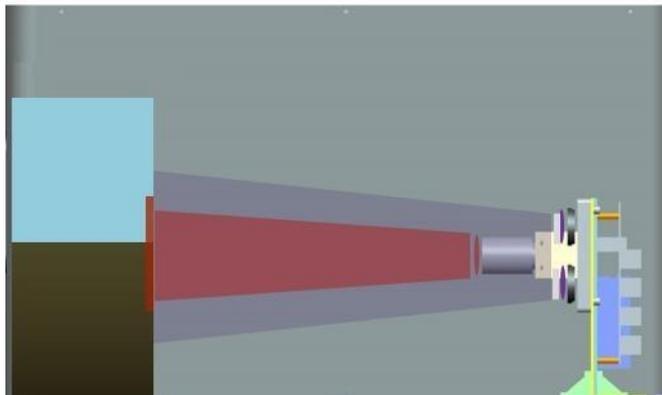
PO1100 平面光极设备，结合光化学传感膜与荧光成像技术，获取水体、沉积物、土壤以及植物根际 O_2 、pH 以及 CO_2 等物理化学参数的二维分布及动态，适用于实验室内模拟研究。测定时，将光化学传感膜置于沉积物/土壤/植物根际与容器器壁之间，在光源的激发下，光化学传感膜把被测物含量转换成光学信号，并用 CMOS 相机记录下来，通过软件分析，将被测物含量分布在时间和空间上的变化进行可视化呈现。



PO1100 设备外观

一、技术原理：

光化学传感器膜含有对被测物质敏感的荧光染料，这些染料被固定在一具有渗透性的聚合物基质上，在激发光源的照射下，不同类型光化学传感膜会发出不同的荧光信号（红色、绿色、蓝色），荧光信号会根据被测物质浓度的变化而变化，用 CMOS 相机捕获这种变化并将其转化成被测物质的浓度信息。



1. 溶解氧 (DO) 平面光极:

单一稳定强度，快速获取溶解氧的动态变化，但易受荧光染料分布异质性与激发光强度波动的影响。

颜色比率测定：指示荧光染料根据被测物质浓度发出不同强度的荧光信号（红光），而参照染料相应的能发出恒量的不同波长荧光（绿/蓝），并同时被 CMOS 相机捕获，用荧光比率来准确反映被测物质的浓度。该方法能排除常见的干扰，比如不均一的激发光强度以及荧光染料的异质性分布等。

2. pH/ CO₂ 平面光极:

发射光比率测定: pH/ CO₂ 传感膜可被两种激发光激发，但最大发射波长在同一波段。用两种激发光下的发射光强度做比率，能排除常见的干扰，比如不均一的激发光强度以及荧光染料的异质性分布等。

二、技术指标

1. 传感膜指标

| | DO 指标 | pH 指标 | CO ₂ 指标 |
|------|--------|-------|--------------------|
| 测定范围 | 0-100% | 6-9 | 0-40 (matm) |

2. 设备性能指标:

| | | | |
|-----------|--------------------------|--------|--|
| 设备主体 | 38*18*22cm | | |
| LED 光源 | 波长范围: 400nm-500nm | | |
| 相机-像素 | 1250 万 彩色 | | |
| 相机-分辨率和帧率 | 4088 × 3072 | 15 帧/秒 | |
| | 3840 × 2160 (ROI) | 15 帧/秒 | |
| | 2044 × 1536 (BIN2) | 15 帧/秒 | |
| | 1920 × 1080 (ROI + BIN2) | 15 帧/秒 | |
| | 1360 × 1024 (BIN3) | 15 帧/秒 | |
| | 任意尺寸 ROI | | |
| 相机-像元尺寸 | 3.1 微米 | | |
| 相机-快门类型 | 电子卷帘快门 (Rolling) | | |
| 相机-触发方式 | 软件触发 | | |
| 相机-曝光时间 | 41 微秒 ~ 1 秒 | | |
| 相机-增益范围 | 1X - 32X; 步长: 0.125 | | |

| | |
|---------------|---|
| 相机-图像数据格式 | 8Bit / 12Bit 可选 |
| 相机-光谱响应 | 380nm ~ 650nm |
| 相机-图像处理 (ISP) | 软件平台集成 |
| 相机-曝光控制 | 手动曝光 / 自动曝光 / 区域曝光 |
| 相机-白平衡 | 连续自动白平衡 / 一次性白平衡 / 区域白平衡 |
| 相机-拍照支持格式 | RAW、BMP、JPG、PNG |
| 支持系统 | Windows XP 32Bit; Windows 7/8/8.1/10 32/64Bit |
| 数据接口 | USB3.0 5Gbps B 型接口 |
| 功耗 | 小于 1.8 瓦 |
| 产品供电 | 电源电压: 交流 198~242V、50 Hz/60 Hz, 允差±1 Hz |
| 镜头接口 | C 接口 |

三、功能特点

1. 设备小巧轻便、便于移动和携带
2. 对沉积物/土壤/植物根际实现非侵入性成像测量
3. 设备与软件配套使用, 可集成校准、获取图像、图像处理于一体
4. 实时、快速的获取区域 O₂/pH/CO₂ 的分布
5. 配备 1250w 像素的 CMOS 相机, 能够以高时空分辨率监控以上参数

四、技术要求

1. 需自建暗室, 在避光条件下获取图像
2. 工作环境: 温度: 0°C--50°C; 湿度: 10%--90%RH (无凝结)
3. 存储环境: 温度: -20°C--60°C; 湿度: 10%--60%RH
4. 每一张荧光传感膜使用前均需要标定

五、应用范围

可用于获取水体、沉积物、土壤以及植物根际 O₂、pH、CO₂ 等物理化学参数的二维分布及动态变化, 适用于室内模拟实验研究以及采集的原位样品进行室内测定。

六、操作步骤

1.实验前处理方式（建议）

(1) 搭配标准亚克力培养盒或定制沉积物采样柱

① 荧光膜固定：将光化学传感膜置于沉积物/土壤/植物根际与容器器壁之间；将有粘性的一面朝器壁，固定时注意不要有气泡；

② 样品培养：在固定好荧光膜的容器内装入待测的样品（沉积物/土壤）或者直接采集原位样品，静置培养一段时间即可捕获图像并进行处理；



(2) 定制可拆卸亚克力培养盒

在培养盒内装入待测样品，将沉积物/土壤/植物根际样品进行培养，在培养结束后或者某一个实验阶段打开培养盒可拆卸的一侧，选择合适的贴膜位置（比如根系生长区），用蒸馏水将可拆卸面清洗干净，将荧光膜固定在器壁上，然后再组装到培养盒上，继续静止培养一段时间，根据实验设置在不同时间段获取图像并进行处理。



备注：①拆卸培养盒时要细心，尽量避免对沉积物/土壤样品的扰动，若有上覆水，先将上覆水缓慢取出，待荧光膜贴好后缓慢组装，再将上覆水虹吸加入。

②上述两种方式在培养过程中，都需要将贴荧光膜的位置避光，防止荧光膜直接暴露在阳光下造成染料分解。

③若是根系生长实验，观测植物生长过程中 O₂、pH、CO₂ 的变化，需将培养盒进行倾斜光照培养，人为使根系朝荧光膜的那一面生长，便于捕捉不同时期变化。

2. 设备调试与软件测试

(1) 将设备放置在水平的操作台上，安装镜头与测定元素的配套滤镜：从设备正面的窗口探入，将保护套拆下，并将镜头对准螺纹孔拧紧、根据需要测定的指标在镜头前面安装对应的滤镜

(2) 连接线路：依次连接仪器的电源线、两条 USB 连接线，连接好后打开仪器面板上的红色开关，灯亮表示仪器处于打开状态

(3) 确定实验环境：根据实验需求，打开设备舱门，将培养盒放置设备预留的区域内，使培养盒中荧光膜一侧区域对准设备的镜头位置

(4) 软件测试：将 USB 接口连接到电脑，打开分析软件（软件各功能介绍见附录 1）后进入光源控制与图像捕捉界面，确认设备连接成功

(5) 确认焦距：固定培养盒，打开软件的图像预览功能，配合以手动，拧动镜头最前侧的调焦环进行调焦，确认图像至图像清晰为止

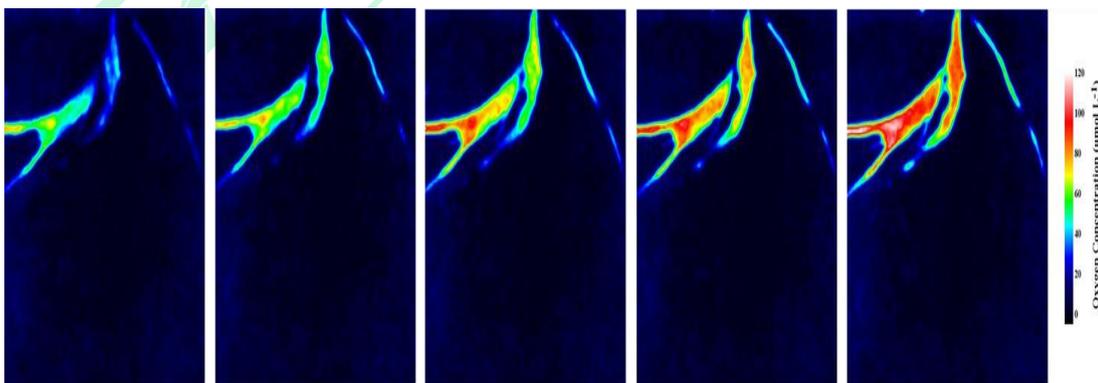
(6) 调节曝光时间：根据图像的 RGB 值，选择合适的曝光时间，厌氧条件/高 pH 值的情况下 RGB 值不得超过 255

(7) 拍照捕获图像：对目标物进行检测前，需要对荧光膜进行标定（标定方法见附录 2），O₂ 需要在紫光下拍照，pH 与 CO₂ 需要分别在蓝色、紫色两种光源下拍照

(8) 图像处理：打开软件的图像分析界面，首先导入标准图，获取标准曲线；然后导入目标图即可在获得目标物的 2D 图像空间分布。

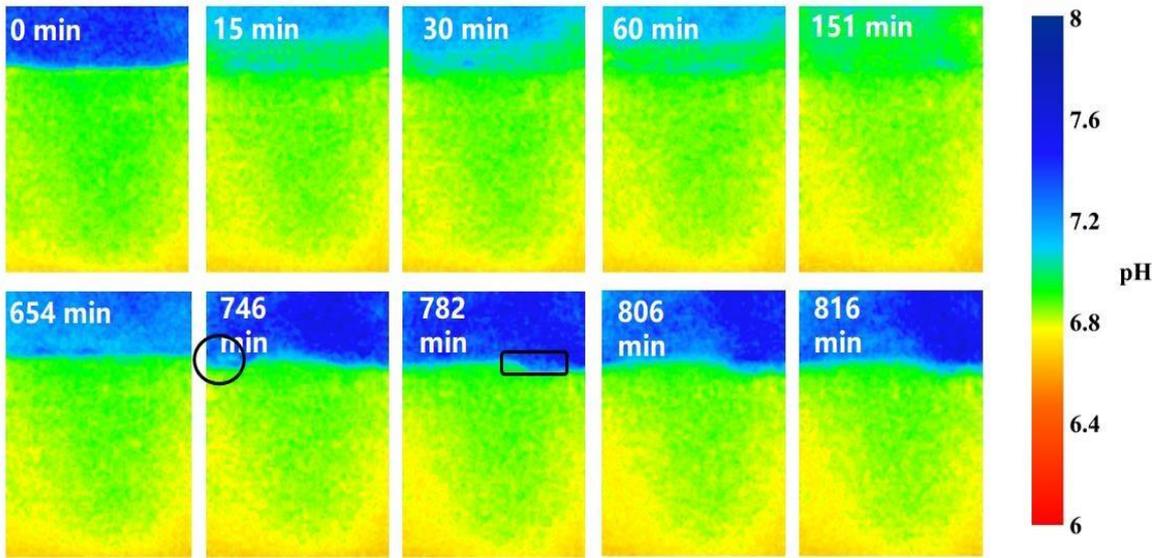
七、应用案例

1. DO 平面光极应用实例（0-100%）



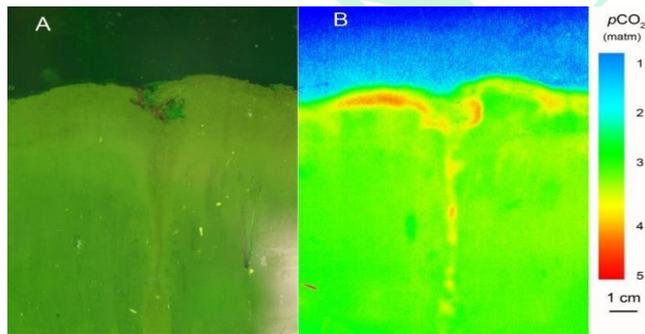
随光照强度增加，植物根际溶解氧的动态变化

2. pH 平面光极应用实例 (6.2-9.5)



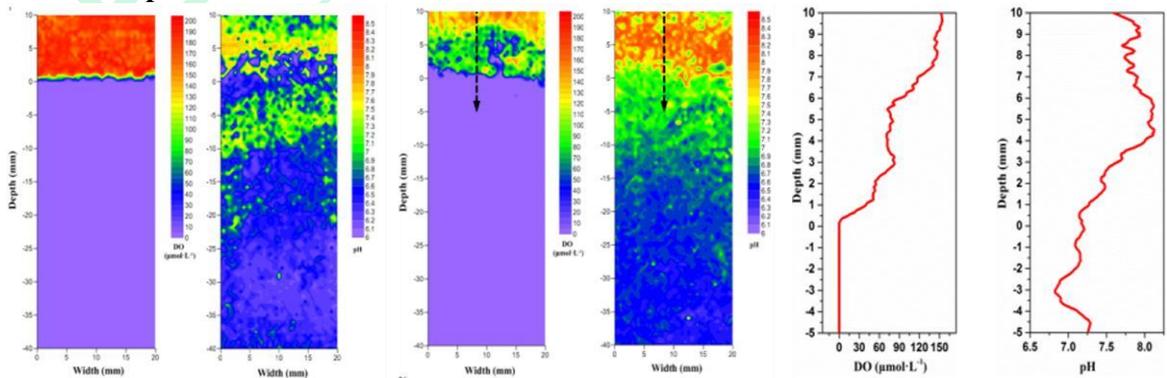
钩虾生物扰动对 pH 的影响

3. CO₂ 平面光极应用实例 (0-40atm)



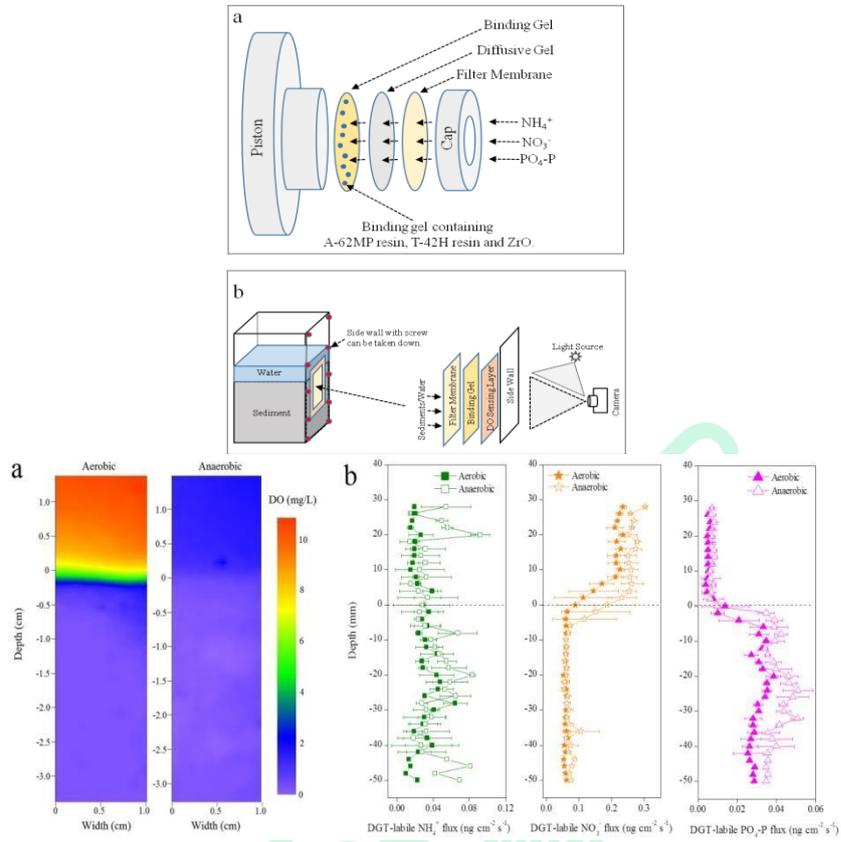
底栖生物扰动对沉积物中 CO₂ 分布的影响

4. O₂-pH 复合平面光极应用实例



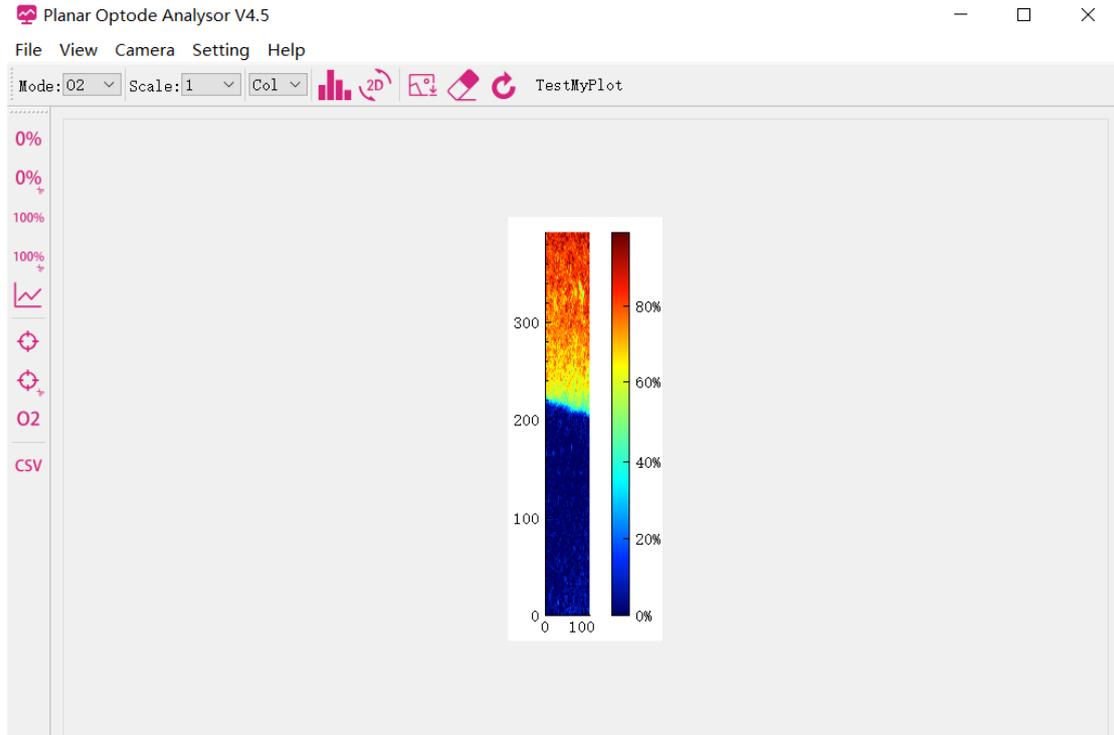
好氧、厌氧条件下溶解氧、pH 的同步变化

5、DGT 与 PO 联用



好氧、厌氧条件下，DO、氨氮、硝态氮与磷在沉积物水界面处的垂向分布

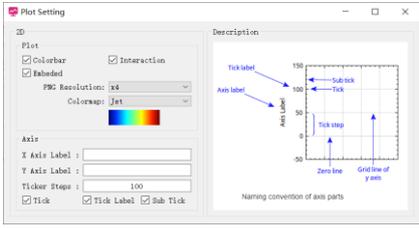
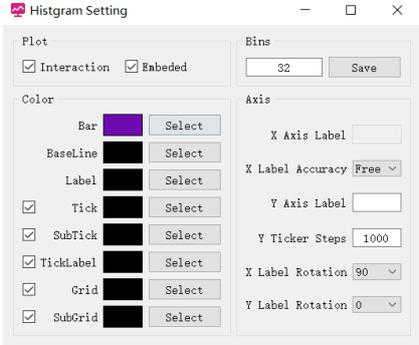
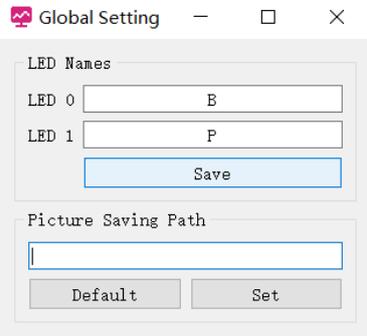
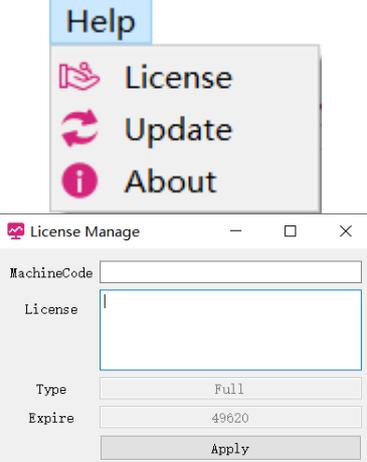
附录一：软件介绍

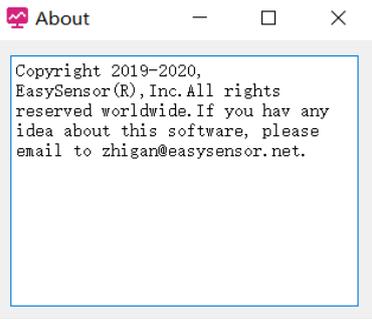
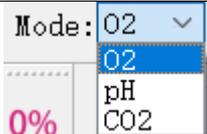
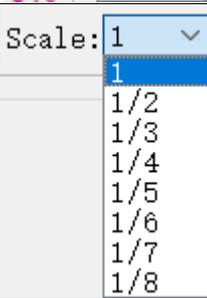
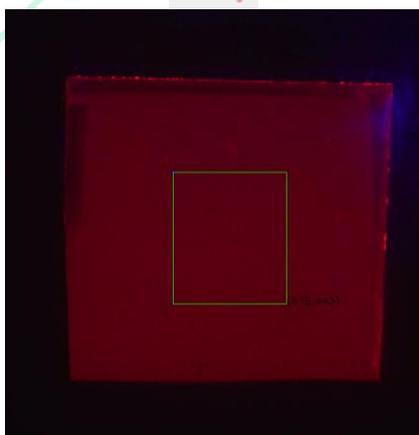


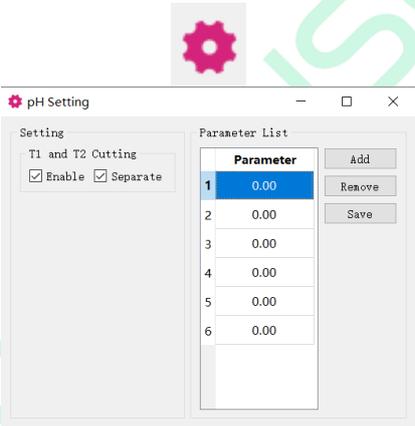
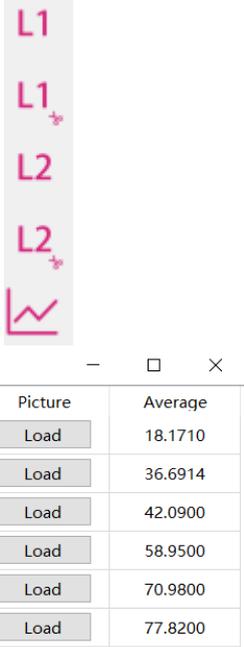
软件主界面
(图像处理功能区)

功能介绍:

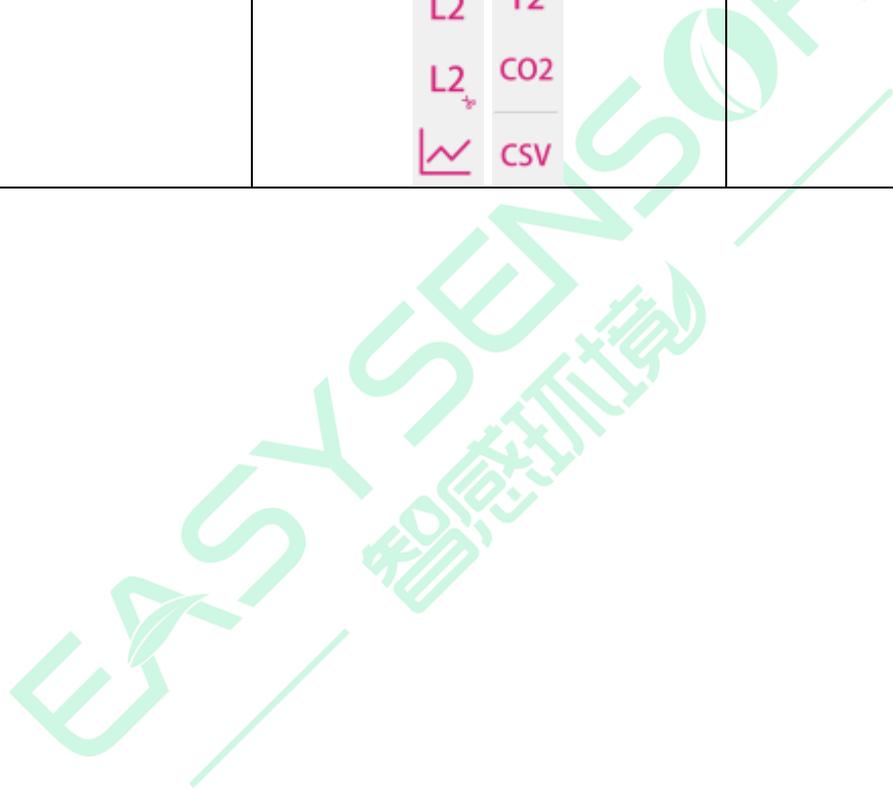
| | | |
|-----------------------|--|--|
| <p>File</p> | | <p>数据清除 数据加载 数据保存 程序退出</p> |
| <p>View</p> | | <p>开启或关闭主界面的各功能区</p> |
| <p>Camera</p> | | <p>点击 Camera 按钮即可进入光源控制与图像捕捉界面</p> |
| <p>Sstting</p> | | <p>点击进入后可进行光源名称设置和图像保存位置设置</p> |

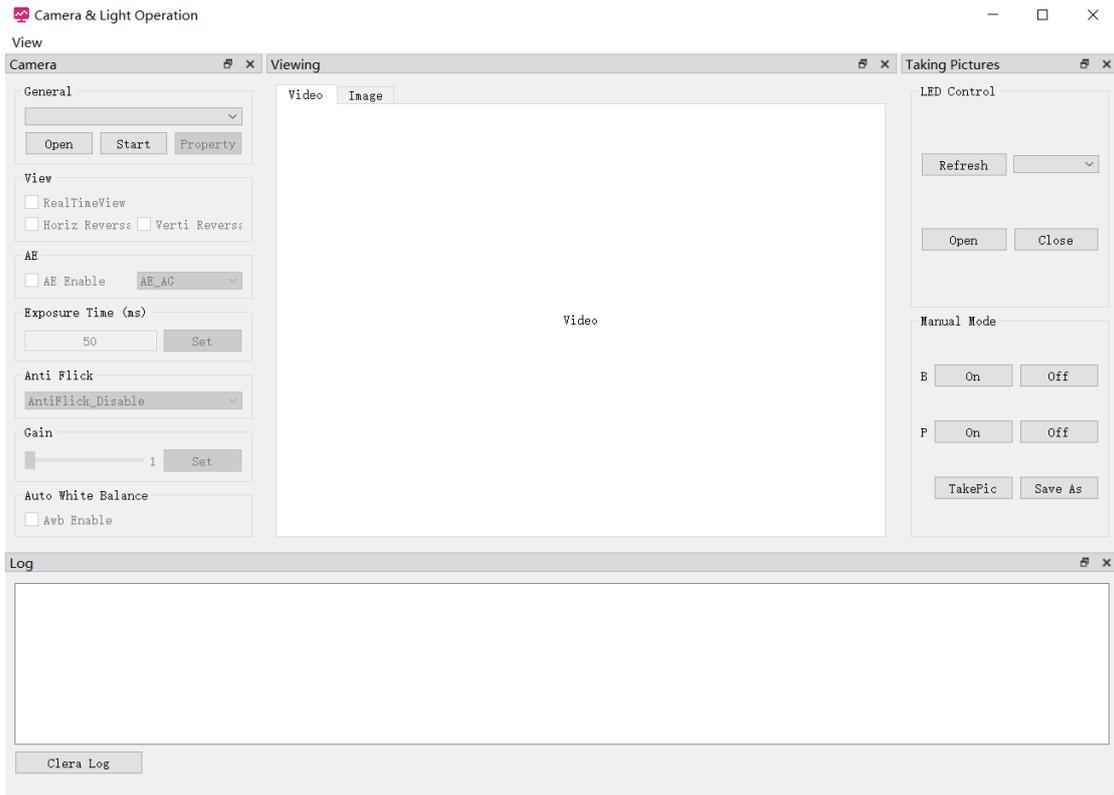
| | | |
|---------------------------------|---|--|
| <p>Setting-Plot</p> |  | <p>2D 图像展示设置</p> <p>Colorbar-色度条</p> <p>Interaction-实现缩放 (鼠标滚轮)</p> <p>Embedded-嵌入软件主 界面</p> <p>PNG Resolution-设置图 片保存的分辨率</p> <p>Colormap-可选择不同 的色彩展示</p> <p>Axis-设置轴元素相关 参数</p> |
| <p>Setting-Histogram</p> |  | <p>柱状图展示设置</p> <p>Plot-缩放、嵌入选择</p> <p>Color-设置各元素颜色</p> <p>Bins-自定义柱状图 X 轴均分数</p> <p>Axis-设置轴元素相关 参数</p> |
| <p>Setting-Global</p> |  | <p>Led Names-设置光源名 称</p> <p>Picture Saving Path-设 置软件操作过程中图片 选择和保存的首要位置</p> |
| <p>Help</p> |  | <p>License 用于加载软件 序列号，与 MahineCode 对应，智 感会在设备调试时提供</p> <p>点击 Update 可升级软 件</p> <p>About 提供软件信息及 售后联系方式</p> |

| | | |
|----------------------|--|---|
| |  | |
| Mode |  | 可在主界面左侧打开对应元素的图像处理窗口 |
| Scale |  | 在加载图片时可选择图片的显示大小比例 |
| Histogram |  | 区域内各浓度值统计柱状图 |
| Plot |  | 图像二维展示功能 |
| Other |  | 刷新/清除/保存图片 |
| O₂ |  | 点击加载容 DO 测定中 0%的荧光膜校准图 |
| |  | 点击可对 0%的荧光膜校准图手动裁剪；在图中左键点击，滑动鼠标选中分析区域后按 Enter 键即可 |
| |  | 点击加载 0%的荧光膜校准图 |
| |  | 对 100%的荧光膜校准图裁剪 |

| | | |
|-----------|--|---|
| |  | <p>点击可在主界面生成标准曲线，logging 位置可显示曲线斜率</p> |
| |  | <p>加载目标图</p> |
| |  | <p>对目标图进行裁剪</p> |
| |  | <p>点击后软件根据校准曲线计算目标图中 O₂ 浓度，生成二维图片</p> |
| |  | <p>保存计算得到的 O₂ 浓度的数据</p> |
| <p>pH</p> |  | <p>设定</p> <p>Setting-勾选 Enable 则可对目标图 T1 进行裁剪，未勾选 Separate 软件自动裁剪 T2 所加载图片；勾选 Separate 则需要手动裁剪 T2 图片，软件计算会取两次裁剪的交集</p> <p>Parameter List-pH 标准梯度设置（为提高精度，至少选择 6 个标准值，上限 10 个标准值）</p> |
| |  | <p>L1、L2（带剪刀标志的按钮可对图像进行裁剪）中依次输入两种激发光源下 pH 荧光膜在不同标准浓度中获取的图像</p> <p>确定好标准梯度后，点击图标按钮可生成标准曲线</p> |

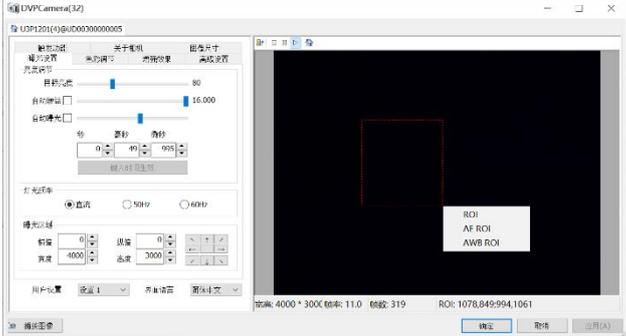
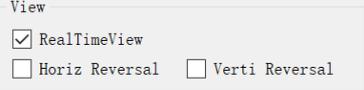
| | | |
|-----------------|---|--|
| |  | <p>T1、T2 分别加载两种激发光源下获取的目标图像</p> <p>CSV: 保存计算得到的 pH 浓度的数据</p> |
| CO ₂ |  | <p>该功能区与 pH 功能区的操作一致</p> |

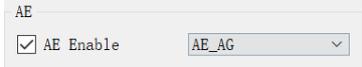
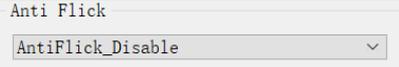
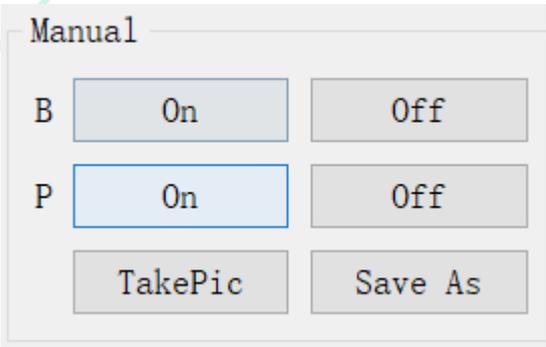




光源控制与图像捕捉界面

功能介绍:

| | | |
|------------------------|--|--|
| <p>General</p> |  | <p>下拉菜单有填充说明设备拍照功能没问题，先后点击 Open、Start 按钮即可预览画面</p> |
| <p>Property</p> |  | <p>Property 可以打开相机全功能界面，在预览界面中间可以用鼠标左键勾选自己感兴趣的区域 (ROI)</p> |
| <p>View</p> |  | <p>此功能可以开/关实时预览功能，Horizon/Verti 按钮可对图像进行</p> |

| | | |
|---------------------------|--|---|
| | | 水平/垂直方向翻转 |
| AE |  | 可实现自动曝光功能（荧光测定是不建议使用） |
| Exposure Time |  | 可根据荧光强度加载合适的曝光时间 |
| Anti Flick |  | 选择相机频率，一般不需要调整 |
| Gain |  | 可设置感光度，光线暗，就需要提高感光度即加大增益，这会降低信噪比，但也增大了噪点（默认设置1，不建议修改） |
| Auto White Balance |  | 自动白平衡功能，也可在Property功能中设置（不建议使用） |
| Led Control |  | 下拉菜单可选择与设备连接的串口 Open/Close: 开启、关闭 Manual 功能区 |
| Manual |  | On/Off 点击开关电源（ 为保护设备，无操作情况下光源会在 600s 后自动关闭 ）； TakePic 点击拍照； Save As: 可选择图片保存位置 |

附录二：荧光传感膜介绍与标定方法

1.DO 传感膜：光化学传感膜上含有一种对被测物质敏感的荧光染料，染料被固定在一具有气体渗透性的聚合基质上。当溶解性的氧气渗透通过聚合物与荧光染料接触时，染料的荧光会根据氧气浓度的变化而发生动态猝灭，荧光变化（红光）可被 CMOS 相机识别并记录下来，根据荧光强度来定量氧气浓度。

测定范围：0-100%

校准方法：使用两点校准

校正液：0%-无氧沉积物/饱和和无水亚硫酸钠溶液；100%-曝氧气/空气的水溶液。

校正步骤：

- (1) 准备两个石英比色皿或者亚克力的小盒子，在器壁的一面贴上 O₂ 传感膜；
- (2) 将两种校正液分别装到容器内，依次放置到暗室正对相机的位置利用软件进行拍照，分别获取两张图片，命名为 0%和 100%；
- (3) 打开图像处理界面，分别加载两张图片，点击校正（附录一）即可获取校准曲线。

2.pH 传感膜：光化学传感膜上含有一种对被测物质敏感的荧光染料，染料被固定在一具有渗透性的聚合基质上。H⁺渗透通过聚合物基质，导致荧光染料产生解离平衡。染料的酸碱形式对应不同的激发光，在不同的激发光的照射下，具有相同的发射光（绿光），并被 CMOS 相机捕获，通过不同激发光的发射光强度比率来定量。

测定范围：6-9

校准方法：使用至少 6 个 pH 梯度进行校准。

校正液：pH 缓冲溶液系列的配制（配制需用 pH 记实时检验）

- (1) 0.1M 磷酸二氢钾溶液：13.609g 磷酸二氢钾（KH₂PO₄,分析纯）溶于蒸馏水中，定容至 1L；
- (2) 0.05M 硼砂溶液：19.068g 硼砂（Na₂B₄O₇·10H₂O,分析纯）溶于蒸馏水，定容至 1L；
- (3) 将上述磷酸二氢钾溶液和 0.05M 硼砂溶液按下表比例配制，即得 pH6.0—9.0 的标准系列：

| 0.1M 磷酸二氢钾溶液 (ml) | 0.05M 硼砂溶液 (ml) | pH (18°C) |
|----------------------|-----------------|-----------|
| 8.77 | 1.23 | 6.0 |
| 8.30 | 1.70 | 6.2 |
| 7.70 | 2.30 | 6.4 |
| 7.12 | 2.88 | 6.6 |
| 6.58 | 3.42 | 6.8 |
| 6.10 | 3.90 | 7.0 |
| 5.66 | 4.34 | 7.2 |
| 5.36 | 4.64 | 7.4 |
| 5.08 | 4.92 | 7.6 |
| 4.80 | 5.20 | 7.8 |

| | | |
|------|------|-----|
| 4.50 | 5.50 | 8.0 |
| 4.24 | 5.76 | 8.2 |
| 3.80 | 6.20 | 8.4 |
| 3.20 | 6.80 | 8.6 |
| 2.48 | 7.52 | 8.8 |
| 1.32 | 8.68 | 9.0 |

(4) 校正步骤：同 DO 传感膜一致

3.CO₂ 传感膜：光化学传感膜上含有一种对被测物质敏感的荧光染料，染料被固定在一种具有渗透性的聚合基质上。在不同的激发光的照射下，具有相同的发射光（绿光），可以被 CMOS 相机捕获，通过不同激发光的发射光强度比率来定量。

测定范围：0-40 (matm)

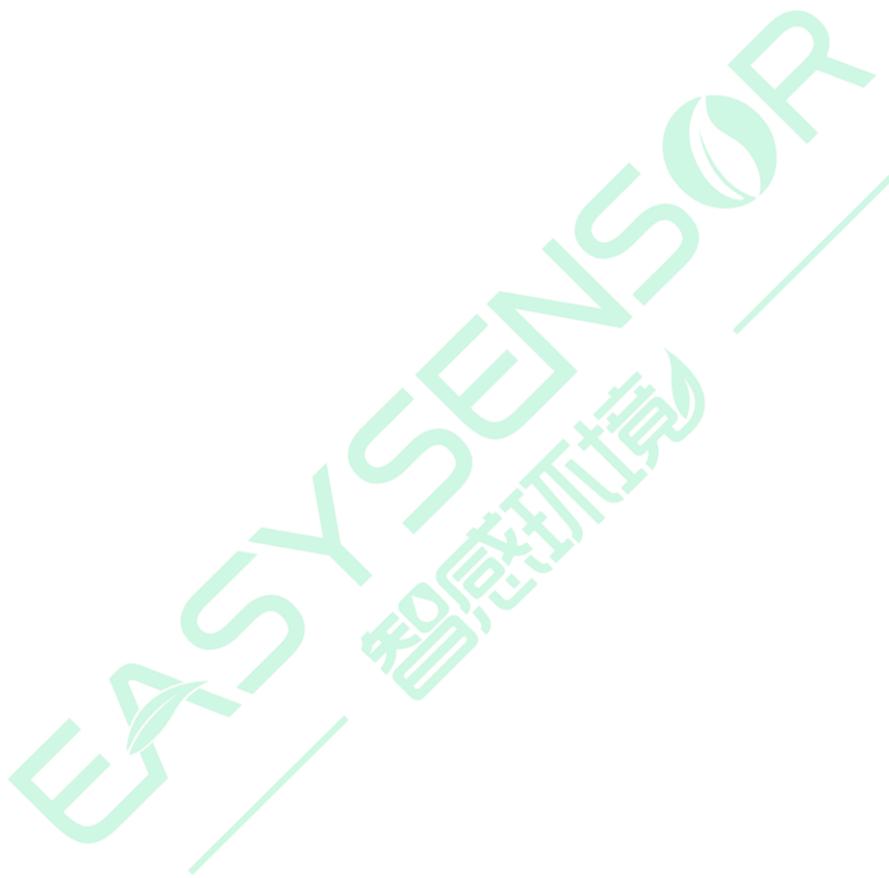
校准方法：使用至少 6 个 CO₂ 分压梯度进行校准。

校正液：溶液中二氧化碳分压(pCO₂, matm)由溶液碱度(Alk, mmol L⁻¹), pH, 温度(Tw, K)决定。以 25℃为标准温度，在 NaCl 缓冲溶液中加入不同量的 NaHCO₃ (需分析纯 NaHCO₃, 溶液碱度即 NaHCO₃ 浓度)，当 NaHCO₃ 浓度大于 0.0025 mol L⁻¹ 时，溶液 pH 约 8.31，因此通过设定 NaHCO₃ 浓度梯度，可得到预期范围内的 pCO₂ 的标曲。

- (1) 配制标曲所用去离子水需提前充 N₂ 以排除溶液原有 CO₂ 的影响；
- (2) 标曲配制完成后需注意密封，防止 CO₂ 逸出

| 碳酸氢钠用量 (g) | pH | pCO ₂ (matm) |
|------------|------|-------------------------|
| 0 | 5.6 | 0.0 |
| 0.126 | 8.31 | 3.5 |
| 0.21 | 8.31 | 5.9 |
| 0.336 | 8.31 | 9.5 |
| 0.42 | 8.31 | 11.9 |
| 0.63 | 8.31 | 17.8 |
| 0.84 | 8.31 | 23.8 |
| 1.05 | 8.31 | 29.7 |
| 1.26 | 8.31 | 35.7 |
| 1.386 | 8.31 | 39.3 |

校正步骤：同 pH 传感膜一致。



南京智感环境科技有限公司
地址：江苏省南京市江北新区星火路 19 号
联系方式：189-9407-0706
Email: zhigan@easysensor.net
网址: <http://www.easysensor.net/>