

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

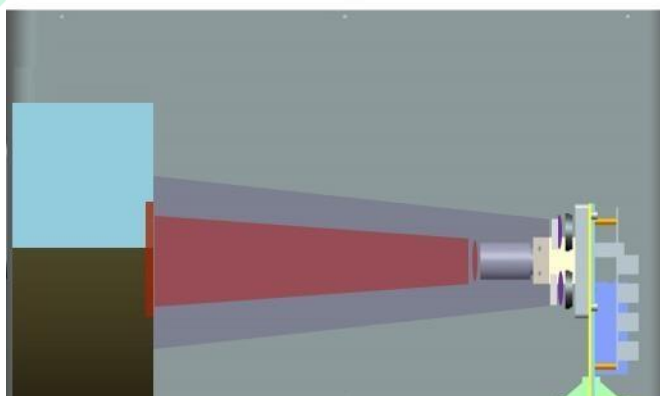
PO1100 平面光极设备，结合光化学传感膜与荧光成像技术，获取水体、沉积物、土壤以及植物根际 O_2 、pH 以及 CO_2 等物理化学参数的二维分布及动态，适用于实验室内模拟研究。测定时，将光化学传感膜置于沉积物/土壤/植物根际与容器器壁之间，在光源的激发下，光化学传感膜把被测物含量转换成光学信号，并用 CMOS 相机记录下来，通过软件分析，将被测物含量分布在时间和空间上的变化进行可视化呈现。



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 O_2 /pH/ CO_2 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: $0^{\circ}C$ -- $50^{\circ}C$; 湿度: 10%--90%RH (无凝结)
3. 存储环境: 温度: $-20^{\circ}C$ -- $60^{\circ}C$; 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 O_2 、pH、 CO_2 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。

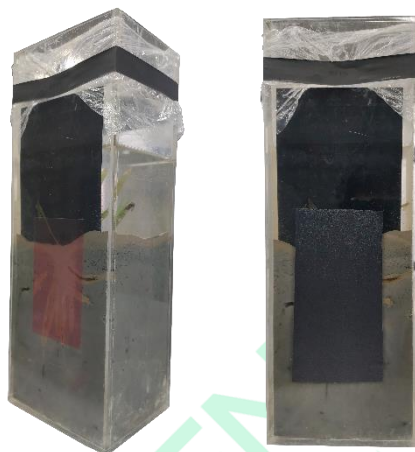
六、操作步骤

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

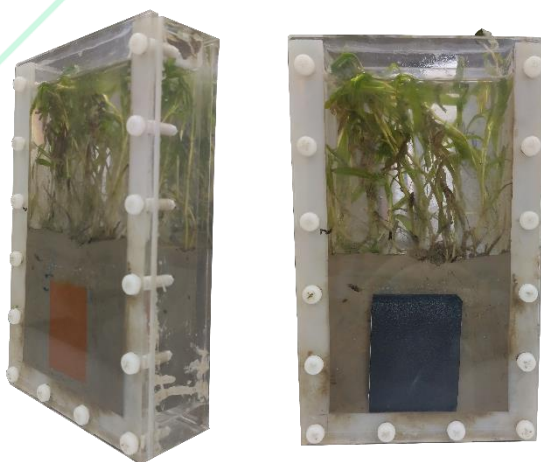
①荧光膜固定：将光化学传感膜置于沉积物/土壤/植物根际与容器器壁之间；将有粘性的一面朝器壁，固定时注意不要有气泡；

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 O_2 、pH、 CO_2 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

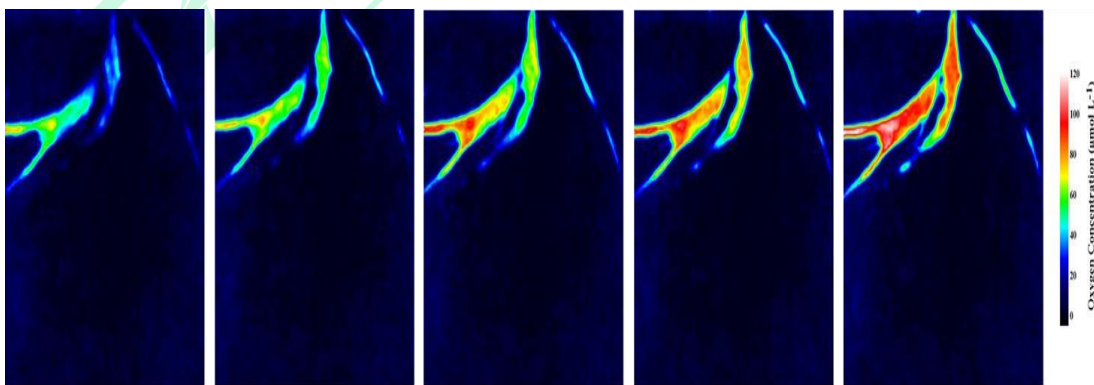
(6) 调节曝光时间：根据图像的 RGB 值，选择合适的曝光时间，厌氧条件/高 pH 值的情况下 RGB 值不得超过 255

(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）， O_2 需要在紫光下拍照，pH 与 CO_2 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。

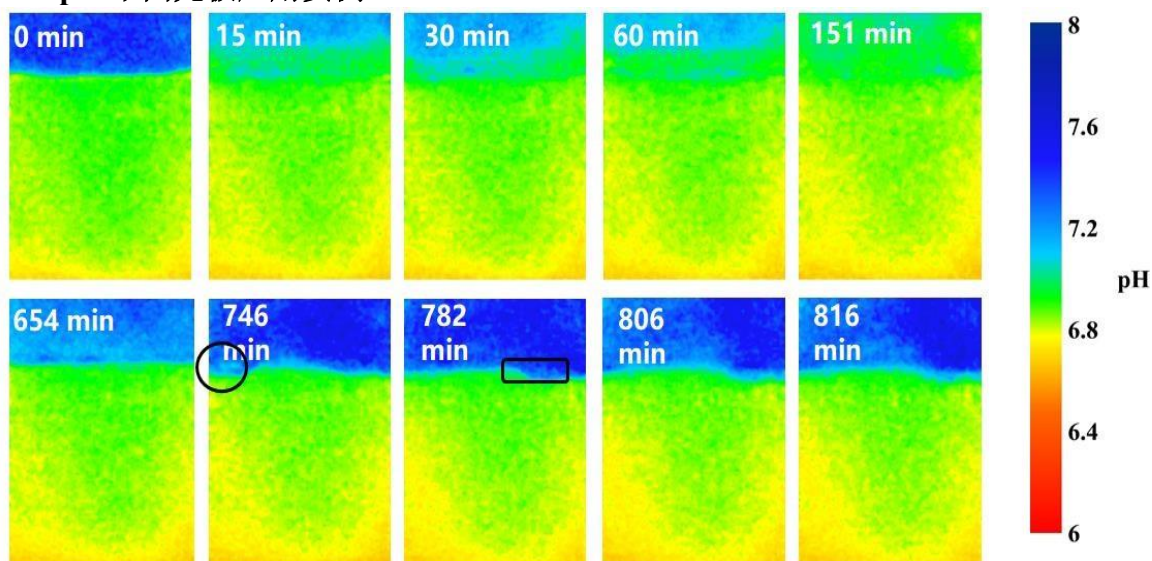
七、应用案例

1. DO 平面光极应用实例（0-100%）



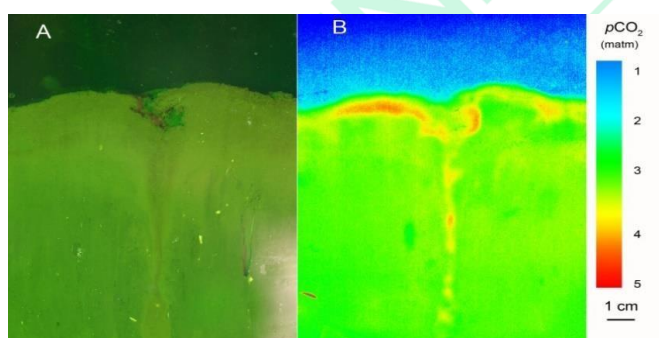
随光照强度增加，植物根际溶解氧的动态变化

2.pH 平面光极应用实例（6.2-9.5）



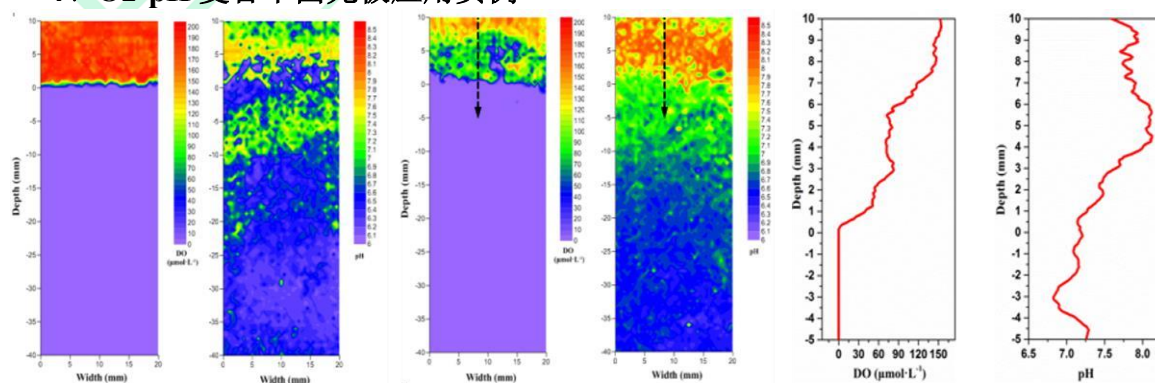
钩虾生物扰动对 pH 的影响

3、CO₂ 平面光极应用实例（0-40matm）



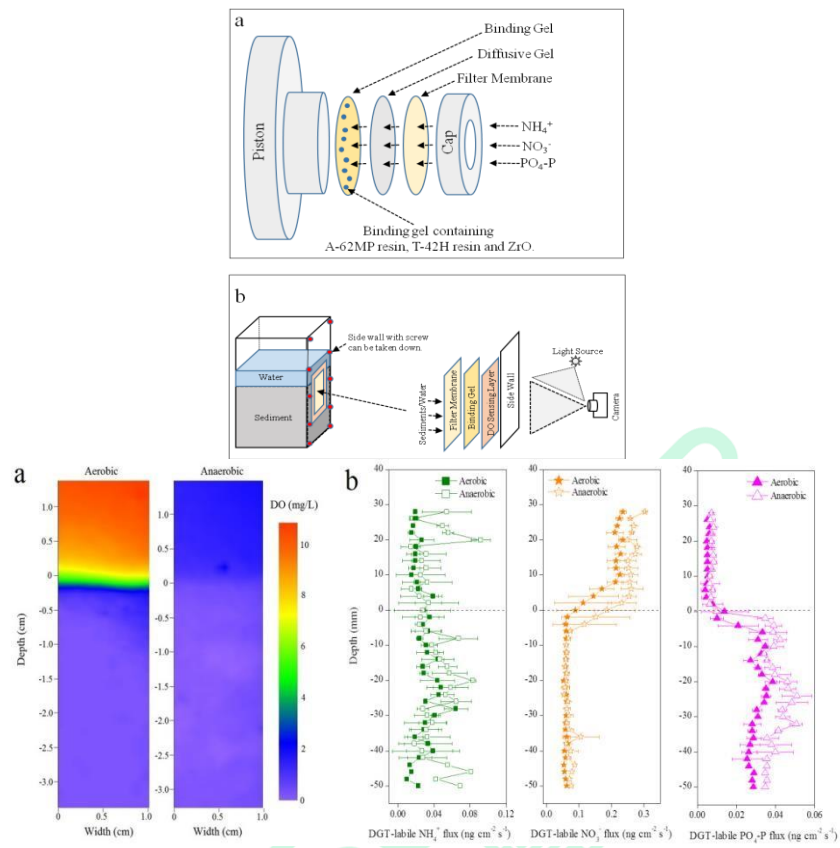
底栖生物扰动对沉积物中 CO₂ 分布的影响

4、O₂-pH 复合平面光极应用实例



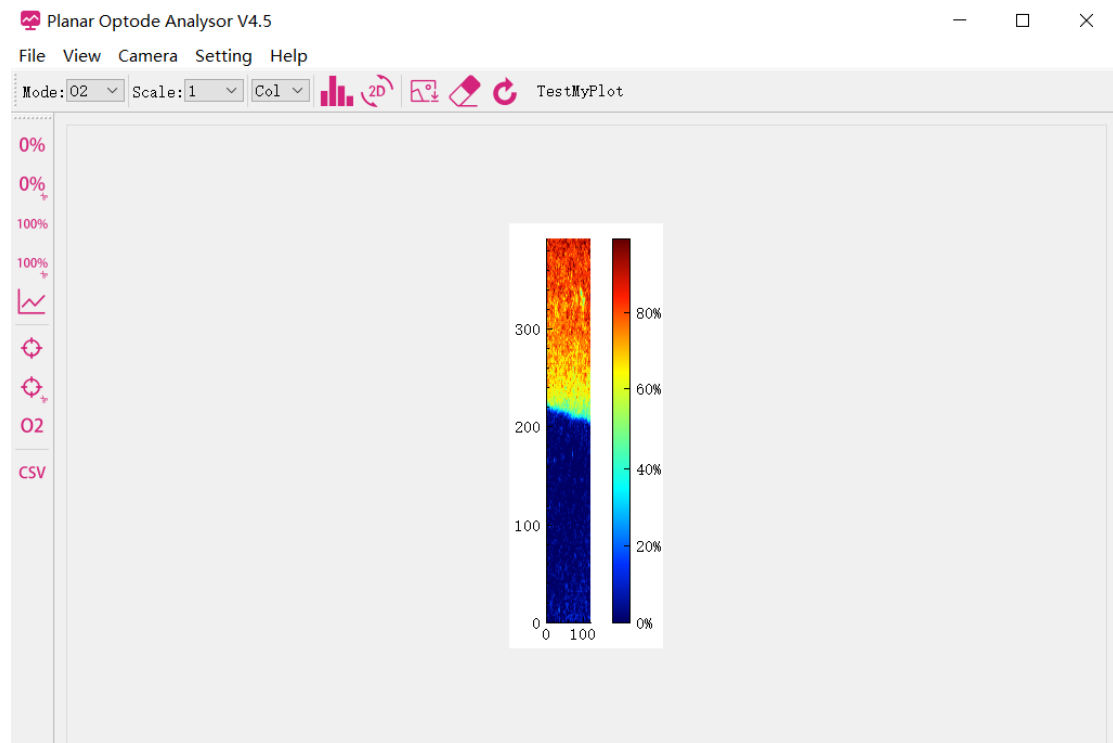
好氧、厌氧条件下溶解氧、pH 的同步变化

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

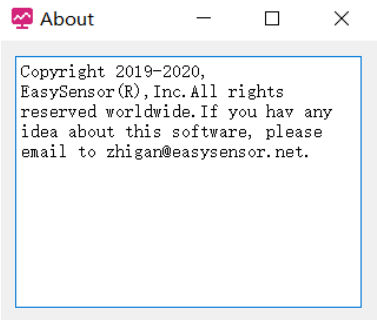
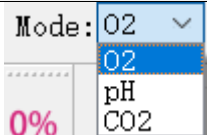
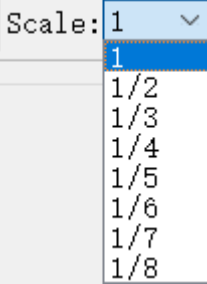





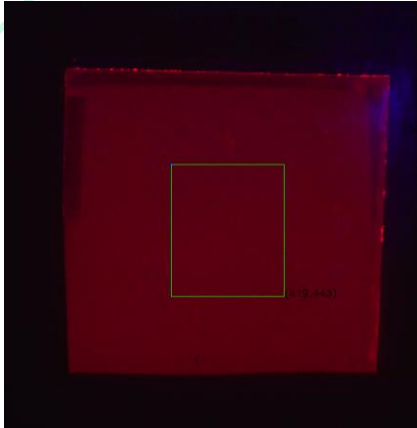





软件主界面
(图像处理功能区)

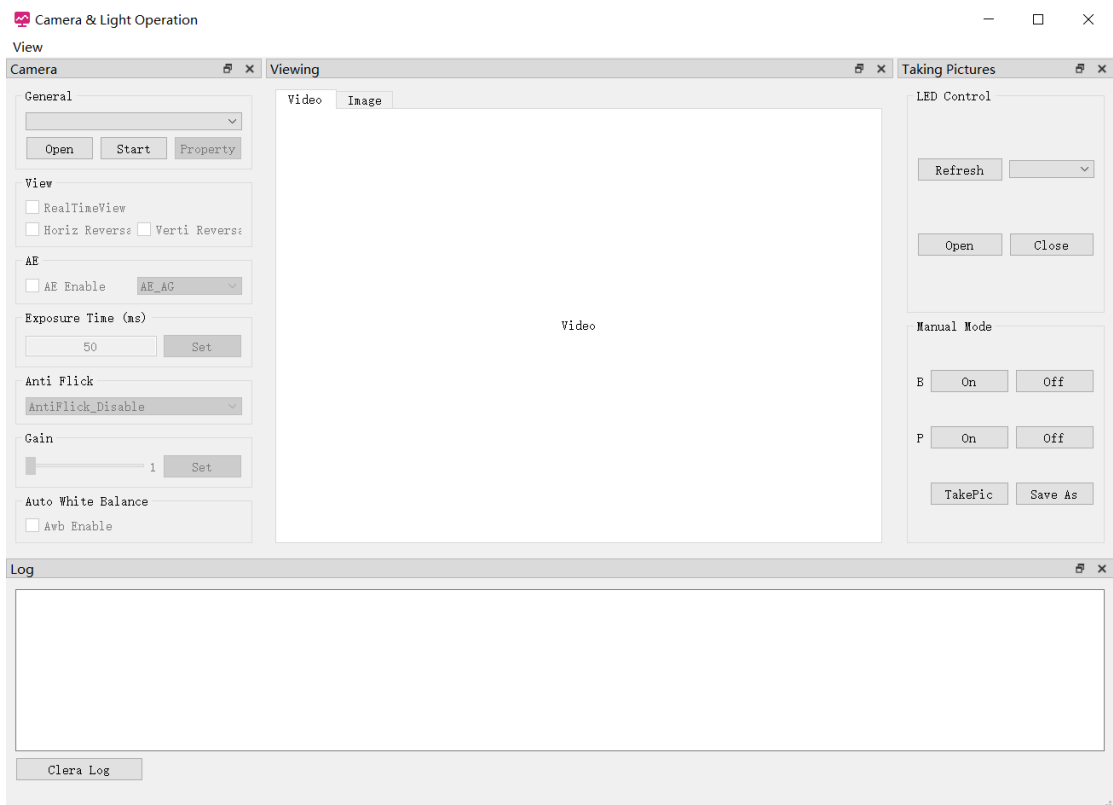
功能介绍：

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

<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 轴均分数量</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
O ₂		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

		点击可在主界面生成标准曲线，logging 位置可显示曲线斜率
		加载目标图
		对目标图进行裁剪
		点击后软件根据校准曲线计算目标图中 O ₂ 浓度，生成二维图片
		保存计算得到的 O ₂ 浓度的数据
pH	<div> </div>	<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>
	<div> </div>	<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>



光源控制与图像捕捉界面

功能介绍：

General		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
Property		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）
View		此功能可以开/关实时预览功能，Horizon/Verti 按钮可对图像进行

		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 点击开关光源（ 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，染料被固定在一种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，染料被固定在一种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 计实时检验）

- （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。

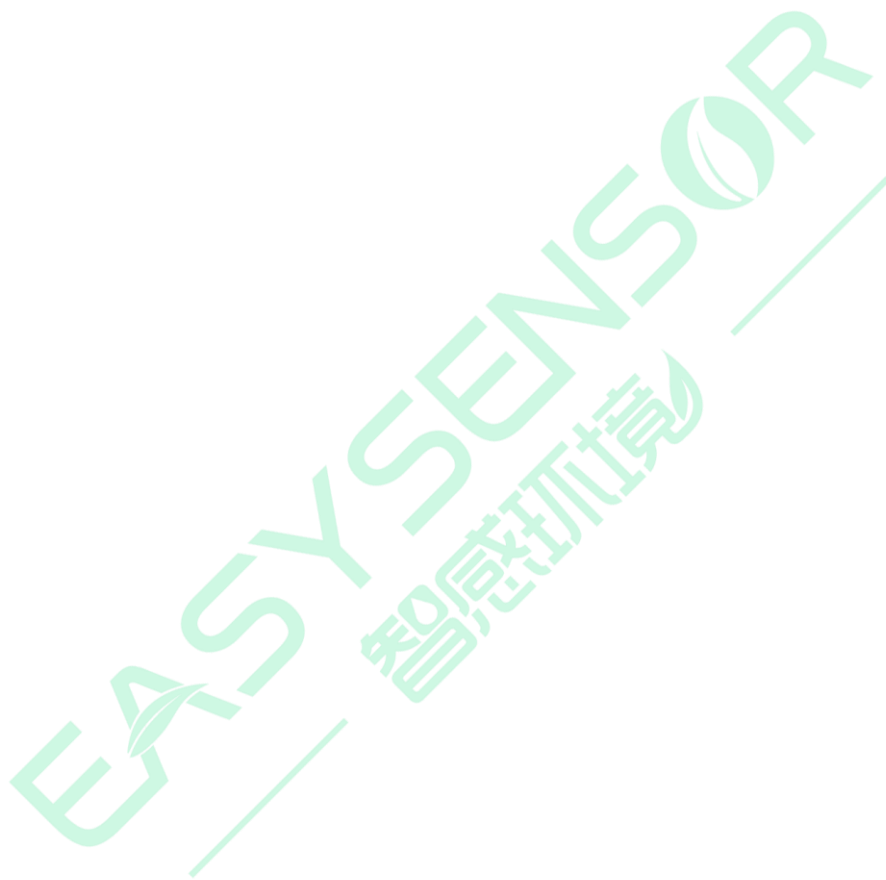
校正液：溶液中二氧化碳分压(pCO₂, matm)由溶液碱度(Alk, mmol L⁻¹), pH, 温度(Tw, K)决定。以 25℃为标准温度，在 NaCl 缓冲溶液中加入不同量的 NaHCO₃（需分析纯 NaHCO₃, 溶液碱度即 NaHCO₃ 浓度），当 NaHCO₃ 浓度大于 0.0025 mol L⁻¹ 时，溶液 pH 约 8.31，因此通过设定 NaHCO₃ 浓度梯度，可得到预期范围内的 pCO₂ 的标曲。

(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/>