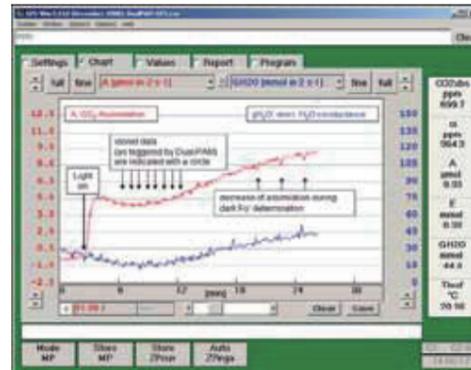




洋常春藤 (*Hedera helix*) 的 P700 (蓝色) 和叶绿素荧光 (红色) 的诱导曲线



洋常春藤 (*Hedera helix*) 的净光合速率 (蓝色) 和气孔导度 (红色) 的诱导曲线

主要功能

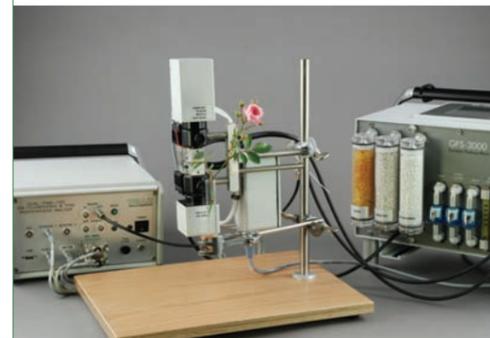
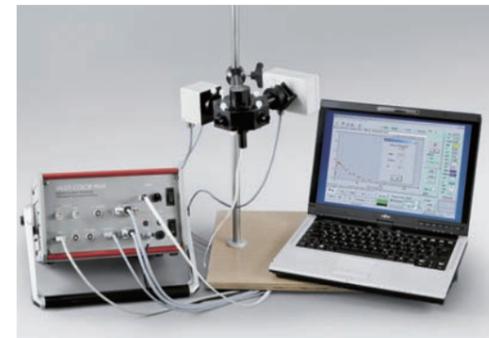
- 同步测量 P700、叶绿素荧光与气体交换
- 同步测量 P700、叶绿素荧光与气体交换的暗 - 光诱导曲线
- 同步测量 P700、叶绿素荧光与气体交换的光响应曲线和 CO₂ 响应曲线
- 典型的气体交换测量, 如光合作用、蒸腾作用、呼吸作用
- 典型的叶绿素荧光测量, 如诱导曲线、快速光曲线、淬灭分析、暗弛豫等
- 典型的 P700 曲线测量
- 叶绿素荧光与 P700 的快速诱导动力学等
- 编程进行复杂的同步或独立测量
- 可升级增加同步测量 P515/535 的功能

代表文献

- (1) 气体交换-P700-叶绿素荧光同步测量文献
- Klughammer, C. and U. Schreiber (2016). "Deconvolution of ferredoxin, plastocyanin, and P700 transmittance changes in intact leaves with a new type of kinetic LED array spectrophotometer." *Photosynthesis Research*.
 - Yamori, W. (2016). "Photosynthetic response to fluctuating environments and photoprotective strategies under abiotic stress." *Journal of Plant Research*.
 - Yamori, W., et al. (2016). "A physiological role of cyclic electron transport around photosystem I in sustaining photosynthesis under fluctuating light in rice." *Scientific Reports* 6.
- (2) 气体交换-叶绿素荧光成像同步测量文献
- Vercruyssen, L., et al. (2015). "GROWTH REGULATING FACTOR5 Stimulates Arabidopsis Chloroplast Division, Photosynthesis, and Leaf Longevity." *Plant Physiology*.
 - Duan, B., et al. (2014). "Nitrogen resorption in *Acer platanoides* and *Acer saccharum*: influence of light exposure and leaf pigmentation." *Acta Physiologiae Plantarum*.
 - Ranjan, S., et al. (2014). "Characterizing photoinhibition and photosynthesis in juvenile-red versus mature-green leaves of *Jatropha curcas* L." *Plant Physiology and Biochemistry*.
 - Sukhov, V., et al. (2014). "Variation potential influence on photosynthetic cyclic electron flow in pea." *Frontiers in Plant Science*.
 - Singh, R., et al. (2013). "Functional characteristics of a fruticose type of lichen, *Stereocaulon foliolosum* Nyl. in response to light and water stress." *Acta Physiologiae Plantarum*.
- (3) 气体交换测量光合作用速率文献
- Kruse, J., et al. (2016). "A novel mechanistic interpretation of instantaneous temperature responses of leaf net photosynthesis." *Photosynthesis Research*.
 - Pantaleo, V., et al. (2016). "Novel functional microRNAs from virus-free and infected *Vitis vinifera* plants under water stress." *Scientific Reports* 6.
 - Webster, R. J., et al. (2016). "High C3 photosynthetic capacity and high intrinsic water use efficiency underlies the high productivity of the bioenergy grass *Arundo donax*." *Scientific Reports* 6.

植物光合作用测量解决方案

调制叶绿素荧光、差示吸收、气体交换、光合放氧



上海泽泉科技股份有限公司
Zealquest Scientific Technology Co., Ltd.

上海总部 上海市金沙江路1038号华师大科技园2号楼8层	200062	021-32555118	021-32555117
北京分公司 北京市海淀区北三环西路43号 青云当代大厦1907室	100086	010-88824075/76/77	转605分机
广州代表处 天河区潭村路348号马赛国际商务中心 2206室	510632	020-85645707	020-85645359
成都代表处 人民南路一段97号现代之窗1018室	610016	028-86722096, 86719836	028-86721922

<http://www.zealquest.com> sales@zealquest.com



上海泽泉科技股份有限公司



德国WALZ公司

双通道PAM-100测量系统——DUAL-PAM-100

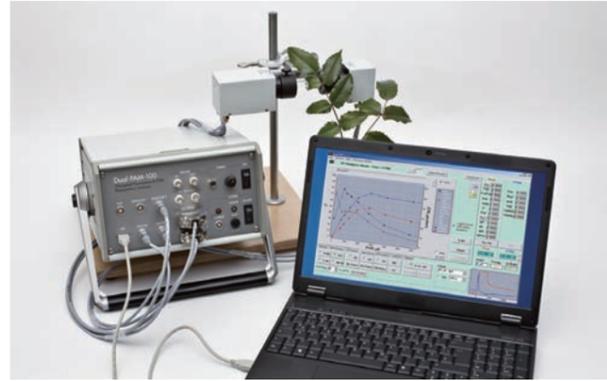
有了它，光合作用的秘密从此不再是秘密

可同步测量P700（PSI活性）和叶绿素荧光（PSII活性）

可增加P515/535模块测量跨膜电位、质子动力势、 ΔpH 、叶黄素循环、质子流速、ATP酶通透性

可增加NADPH/9-AA模块测量NADPH荧光和9-AA荧光

可与GFS-3000光合仪联用实现CO₂气体交换、P700和叶绿素荧光同步测定



标准版Dual-PAM-100



便携式光纤型Dual-PAM/F

应用领域

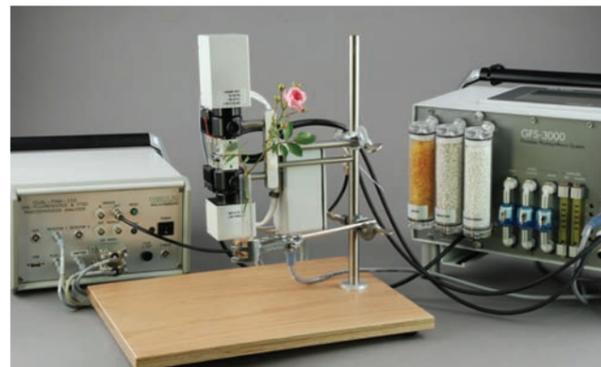
- 相当于两台PAM-101/ 102/ 103的功能，可同时测量光系统II活性（调制叶绿素荧光）和光系统I活性（P700吸收变化），可用于植物生理学、农学、林学、园艺学、水生生物学等领域光合作用机理研究。
- 增加P515/535模块可测量跨膜质子动力势pmf及其组分跨膜质子梯度 ΔpH 和跨膜电位 $\Delta\psi$ 等，是叶黄素循环和光保护研究的强大工具。
- 增加NADPH/9-AA模块，可测量NADPH荧光和9-AA荧光，估算NADP⁺的还原程度和跨膜质子梯度 ΔpH 。

主要技术参数

- P700双波长测量光：LED, 830 nm和875 nm
- PSII荧光测量光：LED, 460 nm(蓝光)或620 nm(红光)
- 红色光化光：LED, 635 nm；最大连续光强3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 蓝色光化光：LED, 460 nm；最大连续光强1100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 单周转闪光(ST)：200000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 5~50 μs 可调
- 多周转闪光(MT)：20000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 1~1000 ms可调
- 远红光：720nm

主要功能

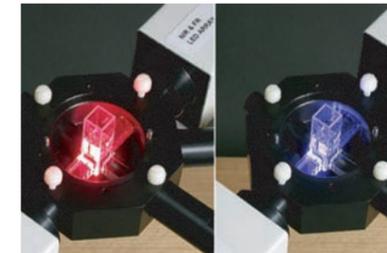
- 单独或同步测量叶绿素荧光和P700差示吸收
- 两个光系统的诱导动力学曲线（快相和慢相）
- 两个光系统的快速光曲线和光响应曲线
- 淬灭分析、暗弛豫分析
- 典型的P700曲线测量
- 通过叶绿素荧光和P700的同步测量获知两个光系统的电子传递动力学、电子载体库的大小、围绕PSI的环式电子传递动力学等



- 通过测量P515/535信号变化测量跨膜质子动力势pmf及其组分跨膜质子梯度 ΔpH 和跨膜电位 $\Delta\psi$
- “P515 Flux”信号能原位反映活体样品处于稳态的偶联电子和质子的流动速率
- 通过测量NADPH荧光估算NADP⁺的还原程度
- 通过测量9-AA荧光来估算跨膜质子梯度 ΔpH

测量参数

- PS II参数：F_o, F_m, F, F_m', F_v/F_m, Y(II)= $\Delta F/F_m'$, F_o', qP, qL, qN, NPQ, Y(NPQ), Y(NO)和ETR(II)等
- PS I参数：P700, P_m, P_m', P700red, Y(I), Y(ND), Y(NA)和ETR(I)等
- P515/535参数：质子动力势pmf, 跨膜质子梯度 ΔpH , 跨膜电位 $\Delta\psi$ 等
- NADPH/9-AA参数：NADP⁺的还原程度, ΔpH 等



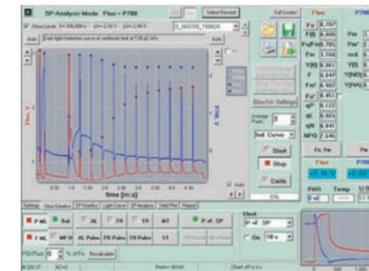
悬浮样品架，红光版适用于所有藻类，蓝光版适用于除蓝藻外的藻类



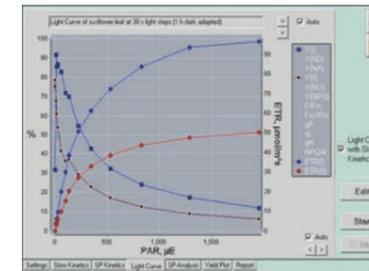
标准测量叶绿素荧光和P700的探头



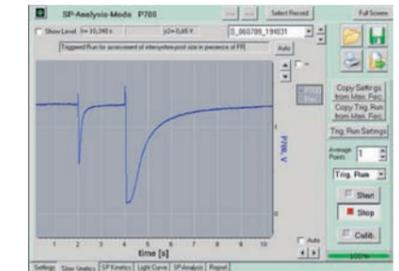
P515/535模块



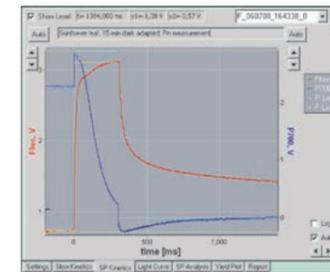
同步测量PSII（红色）和PSI（蓝色）的诱导曲线



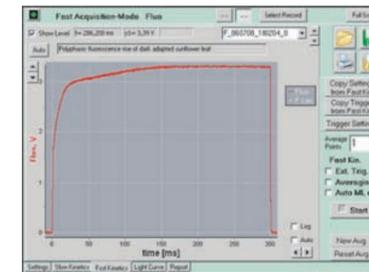
同步测量PSII（红色）和PSI（蓝色）的光响应曲线



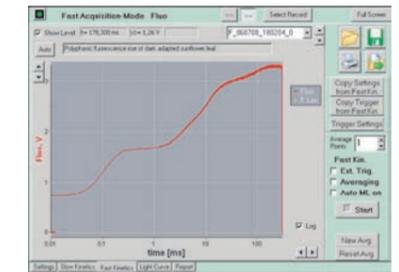
典型的P700测量曲线利用ST和MT测量PQ库大小



打开饱和和脉冲时叶绿素荧光（红色）和P700（蓝色）的动力学



以线性时间测量的荧光快速上升动力学



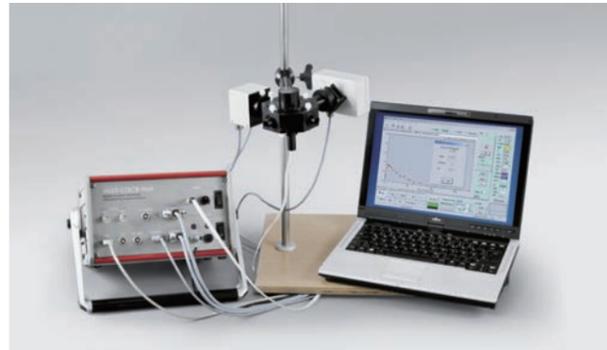
以对数时间测量的荧光快速上升动力学

代表文献

- Fan, D.-Y., et al. (2016). "Obstacles in the quantification of the cyclic electron flux around Photosystem I in leaves of C3 plants." *Photosynthesis Research*.
- Huang, W., et al. (2016). "PSI photoinhibition is more related to electron transfer from PSII to PSI rather than PSI redox state in *Psychotria rubra*." *Photosynthesis Research*.
- Klughammer, C. and U. Schreiber (2016). "Deconvolution of ferredoxin, plastocyanin, and P700 transmittance changes in intact leaves with a new type of kinetic LED array spectrophotometer." *Photosynthesis Research*.
- Leonelli, L., et al. (2016). "Transient expression in *Nicotiana benthamiana* for rapid functional analysis of genes involved in non-photochemical quenching and carotenoid biosynthesis." *The Plant Journal*.
- Loro, G., et al. (2016). "Chloroplast-specific in vivo Ca²⁺ imaging using Yellow Cameleon fluorescent protein sensors reveals organelle-autonomous Ca²⁺ signatures in the stroma." *Plant Physiology*.
- Mishanin, V. I., et al. (2016). "Light acclimation of shade-tolerant and light-resistant *Tradescantia* species: induction of chlorophyll a fluorescence and P700 photooxidation, expression of PsbS and Lhcb1 proteins." *Photosynthesis Research*.
- Nikkanen, L., et al. (2016). "Crosstalk between chloroplast thioredoxin systems in regulation of photosynthesis." *Plant, Cell & Environment*.

多激发波长调制叶绿素荧光仪——MULTI-COLOR-PAM

多种波段，把叶绿素荧光测量发挥到极致



主要功能

- 采用独创的板载芯片LED技术，用6种波长的激发光作为测量光、光化光、饱和脉冲、单周闪光与多周闪光，对蓝藻、绿藻、硅藻/甲藻、红藻、隐藻等分别提供最适合的光源
- 具备比PAM-2500高200倍的灵敏度
- 最优化设计用于很稀的藻液、或叶绿体悬浮液测量
- 专用叶夹可用于高等植物/大型海藻等叶片状样品的测量
- 标准的PAM测量功能、复杂的多相荧光动力学分析、弛豫动力学分析
- 特别适合状态转换研究、“非活性PSII” (“Inactive PS II”) 研究 (New!)
- 超快时间分辨率达到10 μs，由此利用独特的O-I1相 (O-J相) 拟合分析用于分析PSII反映中心异质性分析，得出PS II 光合单位的连接性参数 (p和J)，速率常数 (Tau) 和PS II 的光学截面积 (Sigma) 等参数 (New!)
- 新增PSII有效光强PAR(II)、经过PSII的绝对电子传递速率 ETR(II)_λ等全新的光合参数。(New!)
- 专业的操作软件，用于复杂的拟合分析

应用领域

主要用于各种藻类的深入光合作用机理研究，用最合适的波长、全新的测量、全新的参数进行蓝藻、绿藻、硅藻、甲藻、红藻、隐藻等的深入研究。

测量参数

F₀, F_m, F, F_m' , F_v/F_m, Y(II), qP, qN, NPQ, Y(NO), Y(NPQ), ETR, ETR(II)_λ, p, J, Tau, Sigma, PAR, PAR(II)等。

主要技术参数

- 测量光：提供400、440、480、540、590和625 nm的脉冲调制测量光，20个强度选择，14个频率选择
- 光化光：提供440、480、540、590、625 nm和420-640 nm(白光)连续光化光照，最大光强4000 mmol m⁻² s⁻¹ PAR；单周饱和闪光的最大强度200 000 mmol m⁻² s⁻¹ PAR，持续时间5-50 ms可调；多周饱和闪光强度12 000 mmol m⁻² s⁻¹ PAR，1-800 ms可调
- 远红光：725nm
- 信号检测：PIN-光电二极管，带特制锁相放大器（专利设计），最大时间分辨率10 μs



藻类等悬浮液测量用光学单位



叶片状样品测量用特制叶夹

MULTI-COLOR-PAM的全新功能介绍

光系统II的相对电子传递速率rETR是很常用的一个参数。

$rETR = PAR \cdot Y(II) \cdot ETR\text{-factor}$ ，其中ETR-factor是指光系统II吸收的光能占总入射PAR的比例。在绝大多数已发表的文献中，均没有去测定ETR-factor，只是简单地假定跟“模式叶片”相同，即有50%的PAR分配到光系统II，84%的PAR被光合色素吸收。因此在已有的文献中：

rETR一般是用公式 $rETR = PAR \cdot Y(II) \cdot 0.84 \cdot 0.5$ 来计算的。

近期，利用多激发波长调制叶绿素荧光仪MULTI-COLOR-PAM可以实现光系统II的绝对电子传递速率 $ETR(II)_\lambda$ 的测量。首先需要利用MULTI-COLOR-PAM测定某个波长下的光系统II功能性光学截面积 $\Sigma(II)_\lambda$ (单位nm²) (其中λ为波长)，然后求出光系统II的量子吸收速率 $PAR(II) = \Sigma(II)_\lambda \cdot L \cdot PAR = 0.6022 \cdot \Sigma(II)_\lambda \cdot PAR$ 。其中L为阿伏伽德罗常数，系数0.6022是将1 μmol quanta m⁻² (即 6.022×10^{17} quanta m⁻²) 转换为0.6022 quanta nm⁻²，PAR(II)的单位为quanta/(PSII·s)。接下来就可以计算 $ETR(II)_\lambda = PAR(II) \cdot Y(II) / Y(II)_{max}$ ，其中Y(II)_{max}是经过暗适应达到稳态后的光系统II的量子产量，也就是F_v/F_m·ETR(II)的单位为electrons/(PSII·s)。

传统的调制叶绿素荧光仪一般只能提供一种或两种颜色的光源，如发出白光的卤素灯、发出蓝光的蓝色LED或发出红光的红色LED等。用不同颜色的光测量的结果可能会有不同，如图1A所示，用蓝光(440 nm)和红光(625 nm)测量绿藻小球藻的快速光曲线有非常显著的差别，蓝光照射下的rETR_{max}显著小于红光照射下，且在较强的光曲线rETR有轻微下降趋势，这说明蓝光的更容易引发光抑制(Schreiber et al., 2011; Schreiber et al., 2012)。由此可以推测，过去文献报道的很过实验结果，可能会存在由于采用的激发光源不同而引起的错误理解。

如上文所述，利用最新的MULTI-COLOR-PAM，已经可以测量绝对电子传递速率 $ETR(II)_\lambda$ 。如果用 $ETR(II)_\lambda$ 来绘制快速光曲线会出现什么结果呢？图1B是将图8A的结果转换成绝对电子传递速率后得到的结果，可以看出无论是照射蓝光还是照射红光，其绝对电子传递速率是一致的。由此证明图1A中结果的差异是由于不同波长下藻细胞的光系统II功能性光学截面积 $\Sigma(II)_\lambda$ 的大小不同引起的(Schreiber et al., 2011; Schreiber et al., 2012)。这种利用绝对电子传递速率 $ETR(II)_\lambda$ 绘制的快速光曲线在未来的科研中可能会发挥越来越重要的作用。

代表文献

- Laviale, M., et al. (2016). "The importance of being fast: comparative kinetics of vertical migration and non-photochemical quenching of benthic diatoms under light stress." Marine Biology.
- Shin, W.-S., et al. (2016). "Truncated light-harvesting chlorophyll antenna size in *Chlorella vulgaris* improves biomass productivity." Journal of Applied Phycology.
- He, J., et al. (2015). "Photoinactivation of Photosystem II in wild-type and chlorophyll b-less barley leaves: which mechanism dominates depends on experimental circumstances." Photosynthesis Research.

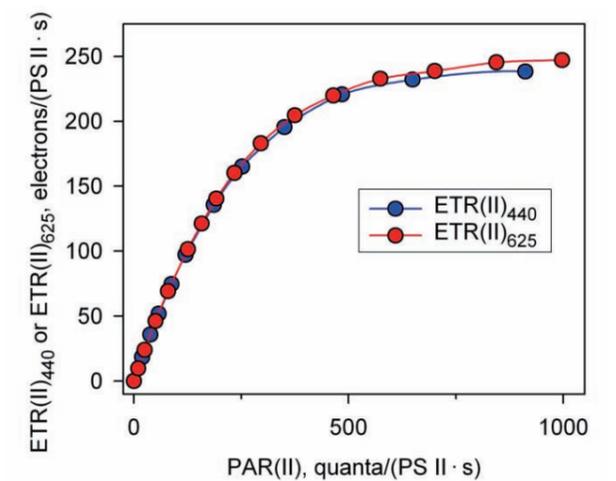
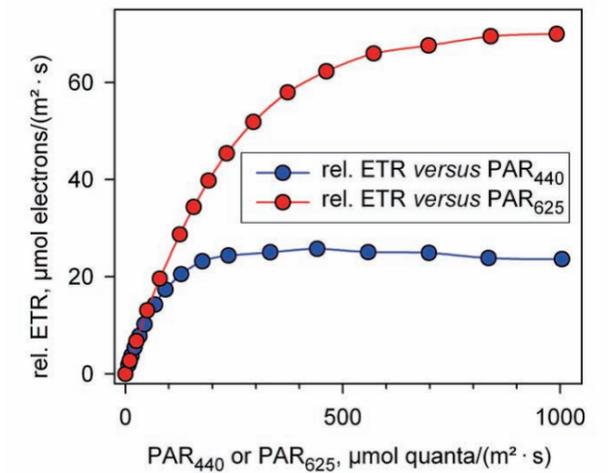


图1 利用相对电子传递速率 (A) 和绝对电子传递速率 (B) 分别绘制的快速光曲线 (引自Schreiber et al., 2012) 利用MULTI-COLOR-PAM分别以蓝光 (440nm) 和红光 (625nm) 作为光化光源，测量小球藻 (*Chlorella* sp.) 的快速光曲线。

图A中，rETR的计算采用0.42作为ETR factor。

图B中，蓝光和红光激发下获得的光系统II功能性光学截面积 $\Sigma(II)_\lambda$ 分别为4.547和1.669 nm²，计算绝对电子传递速率 $ETR(II)_{440}$ 和 $ETR(II)_{625}$ 的F_v/F_m分别为0.68和0.66。

调制叶绿素荧光成像系统——IMAGING-PAM

精准、直观，让您目睹光合作用的发生
广受赞誉，全球发表文献最多的叶绿素荧光成像系统

MAXI-版

(最大成像面积11×15 cm)



- 标准蓝光版，450 nm，测叶片和真核藻类
- 红光版，650 nm，测蓝藻和真核藻类

主要功能

- 成像功能：对Ft、Fo、Fm、Fv/Fm、F、Fm'、Y(II)、qP、Y(NO)、Y(NPQ)、NPQ、qN、qL、ETR、Abs.、NIR、Red等至少17种参数进行成像。测定调节性能量耗散Y(NPQ)，反映植物光保护能力，测定非调节性能量耗散Y(NO)，反映植物光损伤程度。
- 程序测量功能：可程序测量荧光诱导曲线、快速光曲线和暗弛豫，也可手动测量；在测量过程中能自动分析所有荧光参数的变化趋势
- AOI功能：可在测量前或后任意选择感兴趣的区域(AOI)，程序将自动对选择的AOI的数据进行变化趋势分析，并在报告文件中显示相关AOI的数据。所有报告文件中显示的数据都可导出到EXCEL文件中。
- 成像异质性分析功能：对任意参数任意时间的成像，可在

应用领域

- 光合作用研究：可以在完全相同的条件下同时对大量样品进行成像。
- 植物病理学：病斑部位（包括肉眼不可见时）成像以及病斑扩散的时空动力学。
- 植物胁迫生理学：肉眼不可见胁迫损伤的早期检测。
- 遗传育种：出苗后大规模快速筛选高光合/抗旱/抗热/抗冻/抗病等植株。

MINI-版

(最大成像面积24×32 mm)



- 标准版，蓝色，460 nm，测叶片
- 红光版，620nm，测蓝藻和真核藻类
- GFP版，蓝色，480 nm，通过切换滤光片选择测量叶绿素荧光或测绿色荧光蛋白荧光

图像上任意选取两点，软件自动对两点间的数据进行横向异质性分析，并可导出到EXCEL文件中。

- 成像数据范围分析功能：对任意参数任意时间成像，可分析任意两个荧光数值之间的像素点数，多少面积（cm²）。
- 突变株筛选功能：可跟据成像结果快速筛选光合、产氢/油、抗逆（抗盐、抗旱、抗病等）等突变株。
- 微藻毒理研究功能：可同时测量96个微藻样品（对照和处理组）的光合活性，软件自动给出处理组样品相对于对照组的光合抑制百分比。
- 吸光系数测量功能：快速测量叶片的吸光系数。吸光系数测量光源：16个红光(660 nm)和16个近红外(780 nm)LED，用于测量植物叶片或藻类样品PAR吸光系数。

- 突变株筛选：快速筛选模式植物的光合突变株、抗逆突变株、产氢微藻突变株等。
- 微藻毒理学：不同毒物浓度多个重复的样品一次测完，软件自动计算抑制比率。
- 分子生物学：宏观水平上检测样品的绿色荧光蛋白（GFP）荧光。
- 其它多种扩展研究。

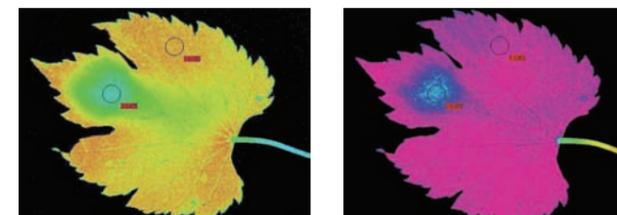
成像参数

Fo, Fm, F, Ft, Fm', Fv/Fm, Y(II), qL, qP, qN, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), ETR, Abs, NIR和Red等

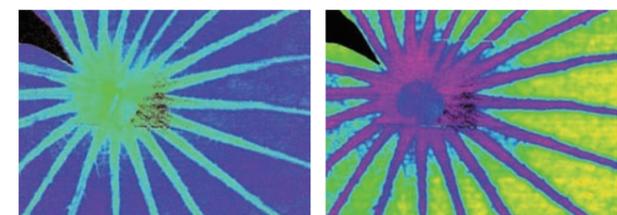
成像实例

叶片成像异质性

1) 葡萄叶片

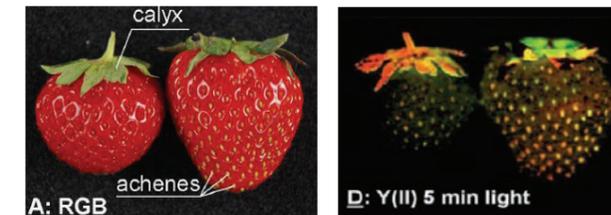


2) 荷花叶片

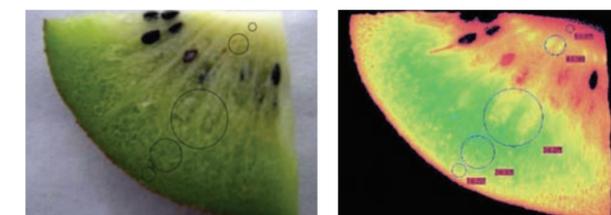


水果的成像

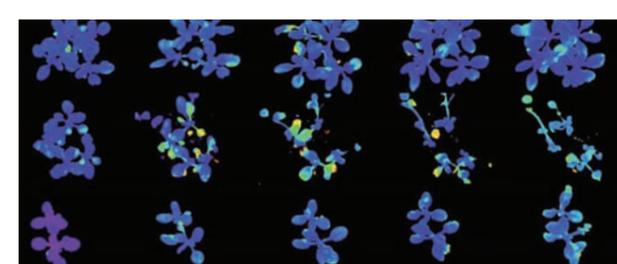
1) 草莓的成像



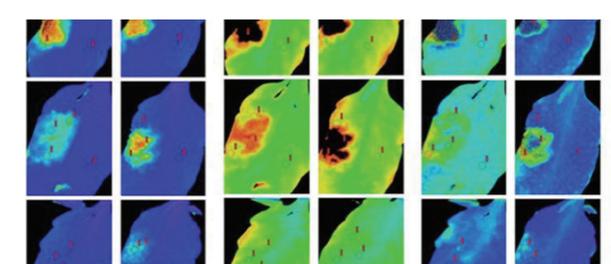
2) 猕猴桃的成像



突变株筛选



植物病理研究



代表文献

- Fang, J. K. H., et al. (2016). "Day-night ecophysiology of the photosymbiotic bioeroding sponge *Cliona orientalis* Thiele, 1900." *Marine Biology*
- Gómez, I., et al. (2016). "Spatial distribution of phlorotannins and its relationship with photosynthetic UV tolerance and allocation of storage carbohydrates in blades of the kelp *Lessonia spicata*." *Marine Biology*
- Gierz, S. L., et al. (2016). "Integral Light-Harvesting Complex Expression In Symbiodinium Within The Coral *Acropora aspera* Under Thermal Stress." *Scientific Reports*
- Li, L., et al. (2016). "Physiological and biochemical characterization of sheepgrass (*Leymus chinensis*) reveals insights into photosynthetic apparatus coping with low-phosphate stress conditions." *Journal of Plant Biology*
- Li, Q., et al. (2016). "Functional conservation and divergence of GmCHL1 genes in polyploid soybean." *The Plant Journal*
- Li, Z.-X., et al. (2016). "Developmental changes in carbon and nitrogen metabolism affect tea quality in different leaf position." *Plant Physiology and Biochemistry*
- Liu, S., et al. (2016). "Grafting cucumber onto luffa improves drought tolerance by increasing ABA biosynthesis and sensitivity." *Scientific Reports*
- Lyon, D., et al. (2016). "Drought and recovery: independently regulated processes highlighting the importance of protein turnover dynamics and translational regulation in *Medicago truncatula*." *Molecular & Cellular Proteomics*.
- Penella, C., et al. (2016). "Salt-tolerant rootstock increases yield of pepper under salinity through maintenance of photosynthetic performance and sinks strength." *Journal of Plant Physiology*
- Perkins, R. G., et al. (2016). "Microspatial variability in community structure and photophysiology of calcified macroalgal microbiomes revealed by coupling of hyperspectral and high-resolution fluorescence imaging." *Scientific Reports*
- Qi, S., et al. (2016). "The RING Finger E3 Ligase SpRing is a Positive Regulator of Salt Stress Signaling in Salt-Tolerant Wild Tomato Species." *Plant and Cell Physiology*.
- Shu, S., et al. (2016). "The role of 24-epibrassinolide in the regulation of photosynthetic characteristics and nitrogen metabolism of tomato seedlings under a combined low temperature and weak light stress." *Plant Physiology and Biochemistry*

便携式调制叶绿素荧光仪——PAM-2500

强大功能与便携性完美结合的巅峰之作



重要更新

- 用LED代替卤素灯，降低耗电量和发热量
- 提供蓝光和红光两种光化光
- 提供单周转和多周转闪光
- 数据采集率最高可达10 μs
- 检测器灵敏度大大提高
- 内置蓝牙模块，无线操作和数据传输
- 利用强大的UMPC电脑进行操作，完全基于Windows操作系统，界面友好



光适应叶夹，可测量温度、光强



距离叶夹

应用领域

- 仪器设计特别适合野外使用，可用于研究光合作用机理、各种环境因子（光、温、营养等）对植物生理生态的影响、植物抗逆性（干旱、冷、热、UV、病毒、污染等）、植物的长期生态学变化等。
- 在植物生理学、植物生态学、植物病理学、农学、林学、园艺学、水生生物学、环境科学、毒理学、微生物生物技术等领域有着广泛应用。

测量参数

F₀, F_m, F, F₀', F_m', F_v/F_m, Y(II)=ΔF/F_m', q_L, q_P, q_N, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), rETR, C/F₀, PAR 和叶温等。

UMPC介绍

UMPC, 是Ultra Mobile Personal Computer (超便携个人电脑)的简称, 只比手掌略大, 但功能完全等同于高级笔记本电脑。由于采用Windows操作系统, 因此用户使用起来非常方便。



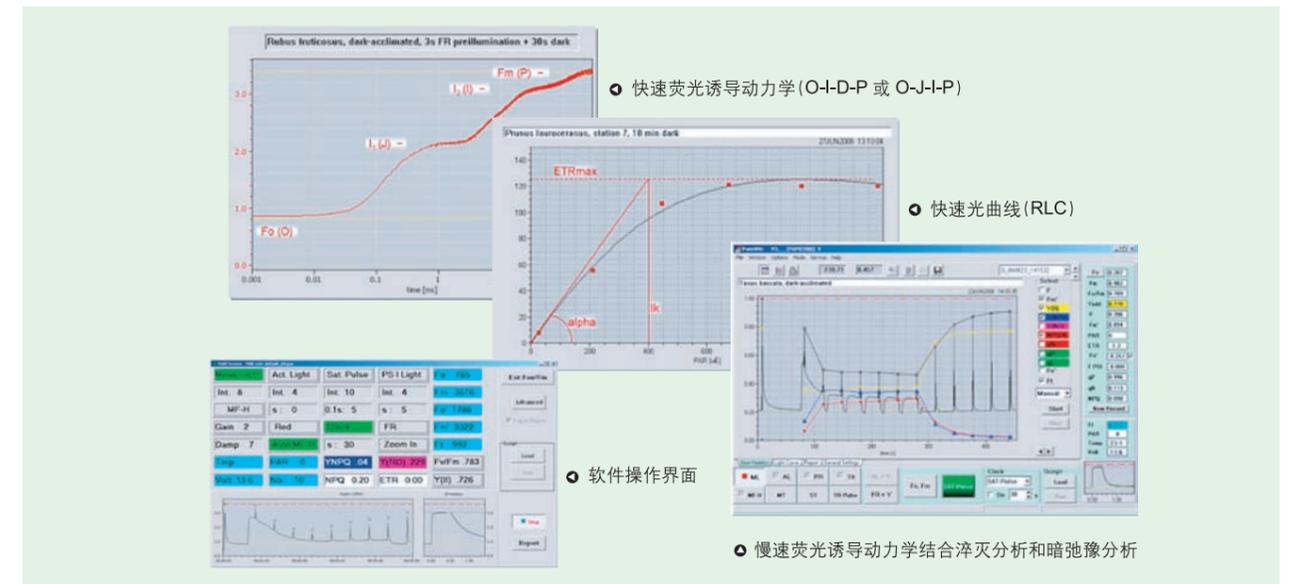
悬浮样品室，可测量藻类或叶绿体悬浮液

主要功能

- 快速荧光诱导曲线
- 慢速荧光诱导曲线并进行淬灭分析
- 光响应曲线和快速光曲线，带拟合功能
- 暗弛豫分析
- 自编程测量

主要技术参数

- 测量光：红色LED，调制频率多档可选
- 光化光：蓝光LED，最大连续光强800 μmol m⁻² s⁻¹
红光LED，最大连续光强 4000 μmol m⁻² s⁻¹
- 远红光：LED，750 nm
- 饱和脉冲：红色LED，最大闪光强度25000 μmol m⁻² s⁻¹
- 单周转/多周转闪光：红色LED，125000/25000 μmol m⁻² s⁻¹



代表文献

- Aidoo, M. K., et al. (2016). "Tolerance to high soil temperature in foxtail millet (*Setaria italica* L.) is related to shoot and root growth and metabolism." *Plant Physiology and Biochemistry*.
- Almeida, D. M., et al. (2016). "Screening for Abiotic Stress Tolerance in Rice: Salt, Cold, and Drought." *Environmental Responses in Plants*.
- Gruber-Brunhmer, M., et al. (2016). "Two-stage cultivation of N-rich and N-depleted *Acutodesmus obliquus* biomass: Influence of cultivation and dewatering methods on microalgal biomass used in anaerobic digestion." *Algal Research*.
- Hou, W., et al. (2016). "Effects of chilling and high temperatures on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in leaves of watermelon seedlings." *Biologia Plantarum*.
- Hu, Z., et al. (2016). "Comparative photosynthetic and metabolic analyses reveal mechanism of improved cold stress tolerance in bermudagrass by exogenous melatonin." *Plant Physiology and Biochemistry*.
- Raanan, H., et al. (2016). "Towards clarifying what distinguishes cyanobacteria able to resurrect after desiccation from those that cannot: The photosynthetic aspect." *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*.
- Ryšánek, D., et al. (2016). "Influence of substrate and pH on the diversity of the aeroterrestrial alga *Klebsormidium* (Klebsormidiales, Streptophyta): a potentially important factor for sympatric speciation." *Phycologia*.
- Sebastian, A., et al. (2016). "Iron plaque decrease cadmium accumulation in *Oryza sativa* L. by acting as a source of iron in addition to obstructing cadmium uptake." *Plant Biology*.
- Wang, L.-Z., et al. (2016). "Relationship of photosynthetic efficiency and seed-setting rate in two contrasting rice cultivars under chilling stress." *Photosynthetica*.
- Zajec, L., et al. (2016). "Limestone dust alters the optical properties and traits of *Fagus sylvatica* leaves." *Trees*.

超便携式调制叶绿素荧光仪——MINI-PAM-II

小身型，大身手，叶绿素荧光野外测量的不二之选



重要更新

- 快速、可靠的测量光合作用的量子产量和各种荧光参数。
- 可测荧光诱导曲线并进行淬灭分析。
- 可测光响应曲线和快速光曲线（RLC）。
- 全部采用LED光源，全新触摸屏设计。
- 湿度测量功能，远红光源，多扩展通道。
- 仪器更加便携，适合野外测量。
- 可通过微光纤与光合仪（如GFS-3000）联用。
- 采用5号电池供电，备用电池易获得，适合长期野外使用。



暗适应叶夹



光适应叶夹，可测量温度、湿度、光强

应用领域

仪器设计特别适合野外使用，可用于研究光合作用机理、各种环境因子（光、温、营养等）对植物生理生态的影响、植物抗逆性（干旱、冷、热、UV、病毒、污染等）、植物的长期生态学变化等。在植物生理学、植物生态学、植物病理学、农学、林学、园艺学、水生生物学、环境科学、毒理学、微藻生物技术等领域有着广泛应用。

测量参数

F_o, F_m, F, F_o', F_m', F_v/F_m, Y(II)=ΔF/F_m', q_L, q_P, q_N, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), rETR, PAR, 湿度和叶温等。

主要功能

- 快速荧光诱导曲线
- 慢速荧光诱导曲线并进行淬灭分析
- 光响应曲线和快速光曲线，带拟合功能
- 暗弛豫分析
- 自编程测量



拟南芥叶夹



表面叶夹

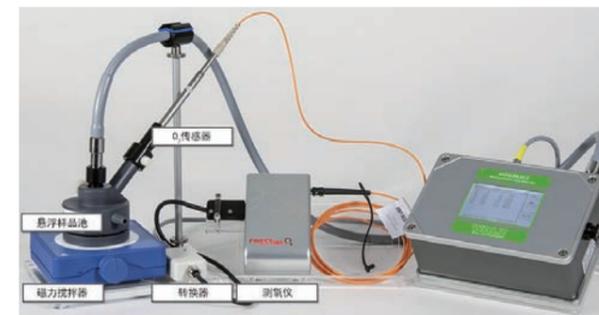
可选附件

外置LED光源2054-L

2054-L 外置LED光源可以连接到2035-B叶夹上提供外置光化光，红绿蓝白4色可选，分别为630 nm 红光, 520 nm 绿光, 452 nm 蓝光和波长范围450nm-680nm的白光。单色光标准最大光强为1500μmol m⁻² s⁻¹连接外部供电装置情况下，复合光最大光强可达6000μmol m⁻² s⁻¹，颜色组合可以自由选择。

光纤测氧仪FSO2-1

FSO2-1单通道光纤测氧仪，通过FSO2-AK FireStingO₂信号转换器 连接到MINI-PAM-II荧光仪。

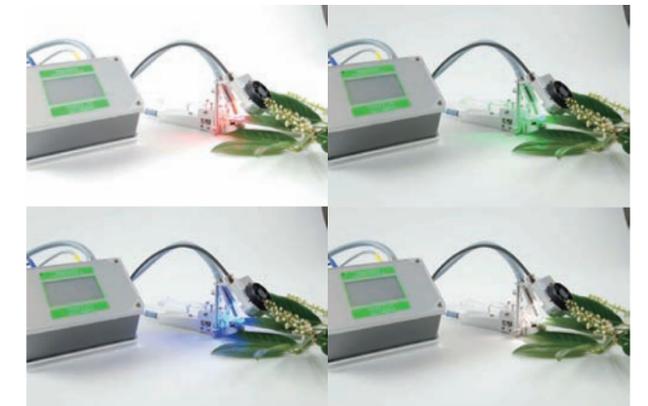


条形码扫描器

单线手持式激光扫描器，可连接到MINI-PAM-II，荧光数据和条形码信息同时保存。

代表文献

- Bai, X., et al. (2016). "Proteomic analyses bring new insights into the effect of a dark stress on lipid biosynthesis in *Phaeodactylum tricornutum*." *Scientific Reports*.
- Bai, X., et al. (2015). "Effects of atrazine on photosynthesis and defense response and the underlying mechanisms in *Phaeodactylum tricornutum*." *Environmental Science and Pollution Research*.
- Li, H., et al. (2015). "Effect of hydrogen sulfide on D1 protein in wheat under drought stress." *Acta Physiologiae Plantarum*.
- Li, H., et al. (2016). "High temperature effects on D1 protein turnover in three wheat varieties with different heat susceptibility." *Plant Growth Regulation*.
- Rajendran, D. K., et al. (2016). "Visual Analysis for Detection and Quantification of *Pseudomonas cichorii* Disease Severity in Tomato Plants." *The Plant Pathology Journal*.
- Chondrogiannis, C. and G. Grammatikopoulos (2016). "Photosynthesis in developing leaf of juveniles and adults of three Mediterranean species with different growth forms." *Photosynthesis Research*: 1-18.
- Fernández - Martínez, J. and I. Fleck (2016). "Photosynthetic limitations of several representative sub - alpine species in the Catalan Pyrenees during the summer." *Plant Biology*.
- Jägerbrand, A. K. and G. Kudo (2016). "Short-Term Responses in Maximum Quantum Yield of PSII (F_v/F_m) to ex situ Temperature Treatment of Populations of Bryophytes Originating from Different Sites in Hokkaido, Northern Japan." *Plants*.
- Nichelmann, L., et al. (2016). "A simple indicator for non-destructive estimation of the violaxanthin cycle pigment content in leaves." *Photosynthesis Research*.
- Silva, S., et al. (2016). "Low doses of Pb affected *Lactuca sativa* photosynthetic performance." *Photosynthetica*.
- Simancas, B., et al. (2016). "Sex-related differences in photoinhibition, photo-oxidative stress and photoprotection in stinging nettle (*Urtica dioica* L.) exposed to drought and nutrient deficiency." *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*.
- Su, B., et al. (2016). "Photosynthesis and biochemical responses to elevated O₃ in *Plantago major* and *Sonchus oleraceus* growing in a lowland habitat of northern China." *Journal of Environmental Sciences*.
- Tala, F., et al. (2016). "Latitudinal and seasonal effects on short-term acclimation of floating kelp species from the South-East Pacific." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*.



悬浮样品室KS-2500

圆形不锈钢样品室，直径7.5mm，深度9mm，顶部有光纤适配盖，可连通外部流动水浴（不含），配3个6.0mm*1.5mm的磁力搅拌棒。

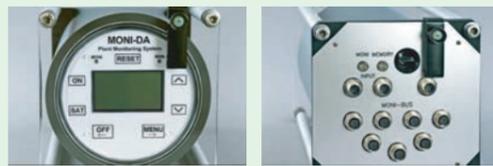


多通道连续监测荧光仪——MONITORING-PAM

野外连续监测，不错过任何细节



测量头



野外数采 MONI-DA 的正面和背面



主要功能

- 可室内连电脑操作，可野外单机操作。
- 野外长期连续监测多个样品的光合作用变化。
- 可测量荧光诱导曲线、快速光曲线、淬灭分析、暗弛豫分析。
- 野外数采MONI-DA可自动记录数据，利用microSD卡存储，利用太阳能或内置电池供电。
- 所有野外部件均为防水设计。
- 一台MONI-DA可同时连接1-7个测量头（推荐配置3或4个）。
- 水下版本可以用于水生植物长期监测。

主要技术参数

- 测量光：蓝色LED，455 nm
- 光化光：与测量光LED同源。叶夹处的最大连续光强为 $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 饱和脉冲：与测量光LED同源。叶夹处最大饱和闪光强度 $3500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 信号检测：带长通滤光片的PIN-光电二极管，带选择性锁相放大器

应用领域

长期连续监测植物的光合作用，或连电脑进行常规调制荧光测量。特别适合于长期生态学定位监测、农林气象预报、指导灌溉决策，构建自动化温室等领域。

测量参数

Fo, Fm, F, Fo', Fm', Fv/Fm, Y(II), qP, qL, qN, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), ETR, PAR和温度等

代表文献

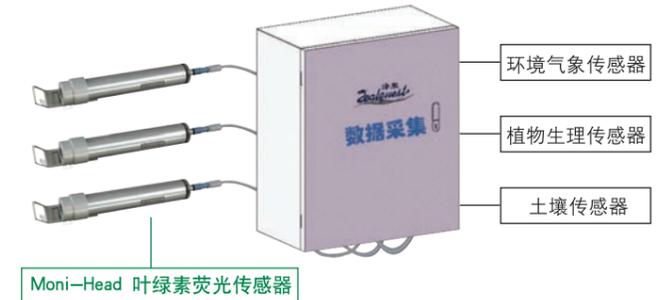
- Aalto, J., et al. (2015). "Onset of photosynthesis in spring speeds up monoterpene synthesis and leads to emission bursts." *Plant, Cell & Environment*.
- Abu-Ghosh, S., et al. (2015). "Flashing light enhancement of photosynthesis and growth occurs when photochemistry and photoprotection are balanced in *Dunaliella salina*." *European Journal of phycology*.
- Kjær, K. H. and C.-O. Ottosen (2015). "3D laser triangulation, a simple and robust method for automated growth determination of crop plants in challenging environments." *Sensors*.
- Wu, C., et al. (2015). "Chlorophyll fluorescence upper-to-lower-leaf ratio for determination of irrigation time for *Pentas lanceolata*." *Photosynthetica*: 1-9.

叶绿素荧光远程监测系统——集成版

由泽泉科技与 WALZ 联合研发

主要功能

- 多个叶绿素荧光探头集成到数据采集器上，对植物的光合生理进行无人值守、长期、连续监测。
- 太阳能供电，数据远程无线传输。
- 利用每天凌晨测量的Fo和Fm计算一天中的淬灭系数变化。
- 可以集成测量气象、植物、土壤、水质等指标。
- 整套系统全防水设计，适合于全天候野外测量。



主要技术参数

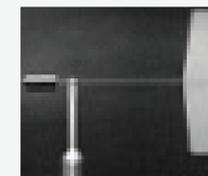
- 测量参数：F、Fm'、Fo、Fm、Fv/Fm、Y(II)= $\Delta F/Fm'$ 、rETR、qP、qL、qN、NPQ、Y(NPQ)、Y(NO)、PAR和Temp等参数
- 叶绿素荧光探头数目：1-30个（根据客户需求定制）
- 数据采集器：标准16个模拟通道（可扩展），18位分辨率，最大采样频率25 H组，包括SDI-12传感器输入通道，内存 32 MB（约5 000 000个数据点），带RS232接口，可用U盘下载数据
- 工作环境：环境温度 -5—50℃，相对湿度0—90%
- 供电：12 V / 65Ah充电电池组，100 W太阳能板

可定制化集成的部分传感器

包括但不限于：风速、风向、空气温湿度、气压、总辐射、光合有效辐射、净辐射、紫外辐射、CO₂、降雨量、蒸发、叶片温度、植物茎流、茎杆/树干/果实生长、土壤水分、土壤水势、土壤氧气、土壤温度、土壤盐分、土壤热通量、土壤蒸散、水位、水温、pH、电导率、溶解氧、浊度等等。



风速



风向



PAR



空气温湿度



气压



降雨量



叶温



树木茎流



作物茎流



小茎杆茎流



茎杆变化



果实变化



土壤三参数



土壤水势



土壤温度

基础型调制荧光仪——JUNIOR-PAM

主要功能

- 测荧光诱导曲线并进行淬灭分析
- 测光响应曲线和快速光曲线（RLC），并进行拟合
- 可测暗弛豫
- 可与GFS-3000光合仪联用，同步测量气体交换和叶绿素荧光



应用领域

为本科生和研究生教学设计，但具备了PAM的所有必备功能，可用于植物生理学、生态学、农学、园艺学、水生生物学等科研领域。

测量参数

F_o, F_m, F, F_{o'}, F_{m'}, F_v/F_m, ΔF/F_{m'}, q_L, q_P, q_N, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), ETR等。

代表文献

- Barton, K. E. (2016). "Low tolerance to simulated herbivory in Hawaiian seedlings despite induced changes in photosynthesis and biomass allocation." *Annals of Botany*.
- Carstensen, A.-M., et al. (2016). "Remote detection of light tolerance in Basil through frequency and transient analysis of light induced fluorescence." *Computers and Electronics in Agriculture*.
- Costa, G. B., et al. (2016). "The brown seaweed *Sargassum cymosum*: changes in metabolism and cellular organization after long-term exposure to cadmium." *Protoplasma*.
- DeFilippo, L., et al. (2016). "Patterns of surface lesion recovery in the Northern Star Coral, *Astrangia poculata*." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*.
- Dekkers, B. J., et al. (2016). "The Arabidopsis DELAY OF GERMINATION 1 gene affects ABSCISIC ACID INSENSITIVE 5 (ABI5) expression and genetically interacts with ABI3 during Arabidopsis seed development." *The Plant Journal*.
- Filipin, E. P., et al. (2016). "The Gametophyte of *Pleopeltis lepidopteris* (Langsd. & Fisch.) de la Sota (Polypodiaceae), a Fern from Restinga, after Spore Cryopreservation: Morphological, Ultrastructural, and Physiological Analyses." *International Journal of Plant Sciences*.
- Flores - Molina, M. R., et al. (2016). "Stress Tolerance of the Endemic Antarctic Brown Alga *Desmarestia anceps* to UV Radiation and Temperature is Mediated by High Concentrations of Phlorotannins." *Photochemistry and Photobiology*.
- Harpenslager, S. F., et al. (2016). "Harnessing facilitation: Why successful re-introduction of *Stratiotes aloides* requires high densities under high nitrogen loading." *Biological Conservation* 195.
- Jazzar, S., et al. (2016). "Growth Parameters, Photosynthetic Performance, and Biochemical Characterization of Newly Isolated Green Microalgae in Response to Culture Condition Variations." *Applied Biochemistry and Biotechnology*.
- Jerez, C. G., et al. (2016). "Chlorella fusca (Chlorophyta) grown in thin-layer cascades: Estimation of biomass productivity by in-vivo chlorophyll a fluorescence monitoring." *Algal Research*.
- Jiang, H., et al. (2016). "Effects of lowered carbon supplies on two farmed red seaweeds, *Pyropia haitanensis* (Bangiales) and *Gracilaria lemaneiformis* (Gracilariales), grown under different sunlight conditions." *Journal of Applied Phycology*.
- Jiang, H., et al. (2016). "Growth, photosynthesis and nutrient uptake by *Grateloupia livida* (Halymeniales, Rhodophyta) in response to different carbon levels." *Phycologia*.
- Mantoan, L. P. B., et al. (2016). "Photosynthetic adjustment after rehydration in *Annona emarginata*." *Acta Physiologiae Plantarum*.
- Marutani, Y., et al. (2016). "Essential role of the PSI-LHCII supercomplex in photosystem acclimation to light and/or heat conditions by state transitions." *Photosynthesis Research*.
- Per, T., et al. (2016). "Photosynthetic and growth responses of two mustard cultivars differing in phytoalexin activity under cadmium stress." *Photosynthetica*.

手持式多功能PAR辐射仪——ULM-500

主要功能

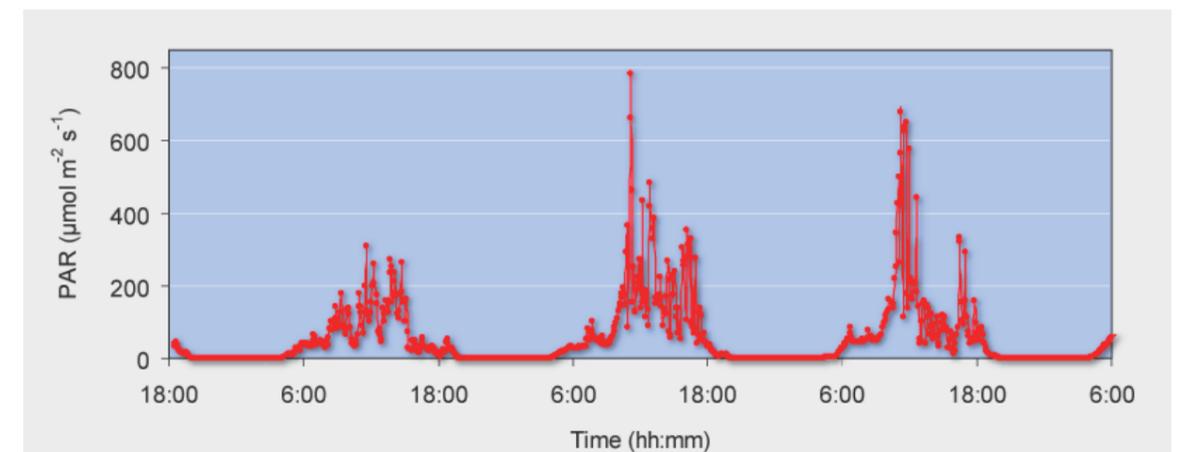
- ULM-500具备多功能数据采集功能，可以连接多种PAR辐射传感器和温度、湿度传感器。
- ULM-500带两个BNC接口，可以与各种型号的带BNC接口的PAR传感器连接使用。
- 通道1具有高时间分辨率，1.2s内可以采集120个时间点，并显示最大值，最小值与平均值。
- 通过Wincontrol-3软件可以对光斑光进行连续快速检测。
- 5档自动切换光强敏感区间，使得可以测定高达99999的光强，也可以测定微弱到0.1的光强。可以使用自动测定，也可以使用手动测定极短时间的光强变化。
- 另有一个接口可以连接JUNIOR-B叶夹进行连续监测。

应用领域

实时测定或连续监测环境PAR或水中PAR，进行生态学、环境研究学研究。



可以用来进行光强的简单测定，也可以作为连续测定的数据采集器。可以在单机模式下长时间（2个月或100天）连续记录环境PAR变化情况，并可显示数据变化图。如果通过USB与电脑连接后，则记录时间没有限制。



代表文献

- Baer, S., et al. (2016). "Optimization of spectral light quality for growth and product formation in different microalgae using a continuous photobioreactor." *Algal Research* 14: 109-115.
- Cartaxana, P., et al. (2016). "Light and O₂ microenvironments in two contrasting diatom-dominated coastal sediments." *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES* 545: 35-47.
- Elgetti Brodersen, K., et al. (2016). "Nanoparticle-based measurements of pH and O₂ dynamics in the rhizosphere of *Zostera marina* L.: effects of temperature elevation and light-dark transitions." *Plant, Cell & Environment* 39(7): 1619-1630.
- Fachel, M., et al. (2016). "Flow cytometry enables dynamic tracking of algal stress response: A case study using carotenogenesis in *Dunaliella salina*." *Algal Research* 13: 227-234.
- Fuentes-Grünwald, C., et al. (2016). "Long-term dinoflagellate culture performance in a commercial photobioreactor: *Amphidinium carterae* case." *Bioresource Technology* 218: 533-540.
- Goessling, J. W., et al. (2016). "Photo-Protection in the Centric Diatom *Coscinodiscus granii* is Not Controlled by Chloroplast High-Light Avoidance Movement." *Frontiers in Marine Science* 2(115).
- Jeffryes, C., et al. (2016). "Energy conversion in an internally illuminated annular-plate airlift photobioreactor." *Engineering in Life Sciences* 16(4): 348-354.
- Koren, K., et al. (2016). "Development of a rechargeable optical hydrogen peroxide sensor - sensor design and biological application." *Analyst* 141(14): 4332-4339.

浮游植物分类荧光仪——PHYTO-PAM-II

藻类光合研究的强大工具，能自动分类的藻类荧光仪

重要更新

- 可提供5种波长的脉冲调制测量光和光化光
- 独创的板载LED阵列芯片技术
- 可实时进行蓝藻、绿藻、硅/甲藻、隐藻四种藻的分类
- 可进行标准PAM 测量及不同波长强光光诱导的毫秒级荧光上升动力学分析
- 可测定光系统II功能性捕光截面
- 内置自动测量程序，易于操作

测量参数

Fo, Fm, F, Fm', Fv/Fm, Y(II)= $\Delta F/Fm'$, ETR, α , Ik, Pm, PAR, Sigma(II)和叶绿素含量等。

应用领域

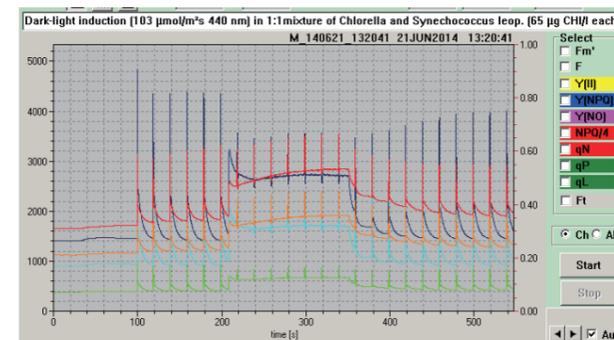
主要用于水生生物学、水域生态学、海洋学、湖沼学、水质预警、微藻生理学、微藻抗逆性等研究领域，对于了解自然水体中藻类种群的动态变化、水华预警、野外水体中光合作用的时空变化、校正初级生产力的计算等有较大帮助。特别适于浮游植物动力学研究和有害藻华的早期预警。



球状微型量子探头US-SQS

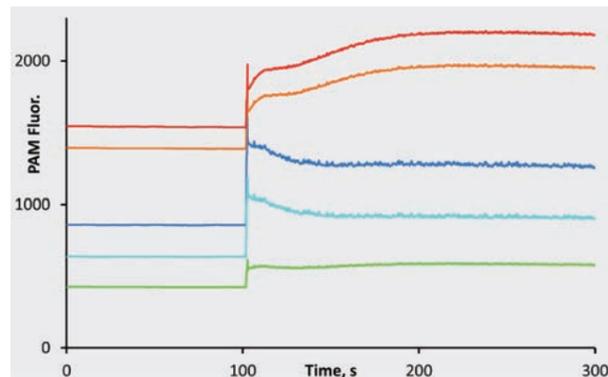


搅拌器WATER-S



主要技术参数

- 测量光：板载多波长LED，440 nm，480 nm，540 nm，590 nm和625 nm，5波长脉冲调制测量光，2档强度设置，8档调制频率设置，3档测量光自动高频设置
- 光化光：板载多波长LED阵列，440 nm，480 nm，540 nm，590 nm，625 nm和420-640 nm（白光），提供持续光化光，最高可达1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR，快速动力学闪光高达7000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR，饱和脉冲最高可达5000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR
- 远红光：725nm LED
- 信号检测：基于H-10720光电传感器的光电倍增检测器
- 标准检测过滤器：> 650 nm长通滤光片
- 叶绿素a检测限：0.5 $\mu\text{g L}^{-1}$ Chl.



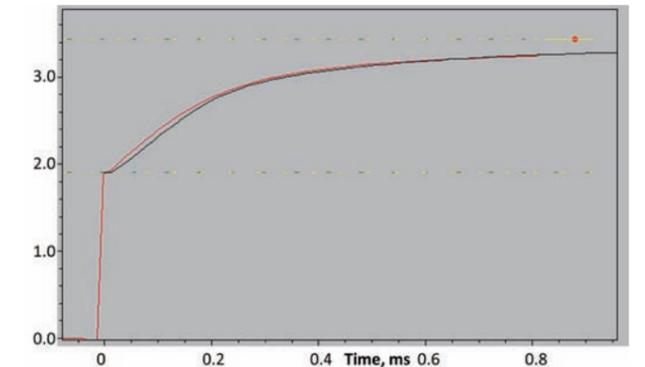
利用PHYTO-PAM-II进行水华预警的原理

藻类的生长靠光合作用，藻华的爆发是在特定的环境条件下（富营养、高光、高温）由藻类短期快速暴增造成的，这期间藻类必须具备极强的光合作用才能快速生长。监测叶绿素a含量可以了解目前水体中的藻类生物量，但这只代表历史（如果营养盐很低，即使当前藻类生物量高，也不具备发生藻华的可能）；而监测藻类的光合作用活性可以了解藻类的“生长潜能”，结合其它环境条件可以预测未来（富营养条件且高光高温下，即使当前藻类生物量不高，但只要光合作用活性强，就具有极大的发生藻华的可能）。

PHYTO-PAM-II最常用的光合作用参数

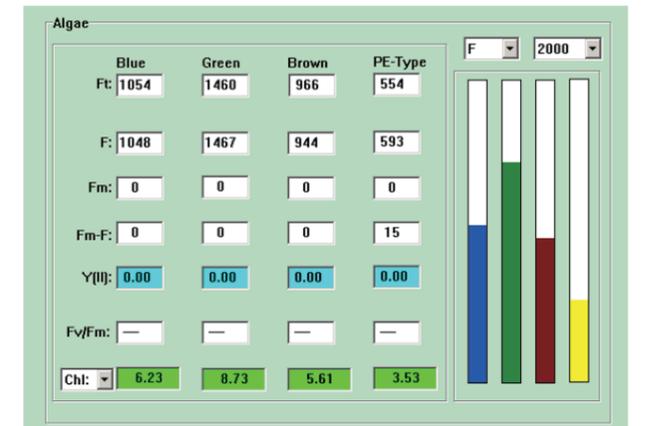
- Fv/Fm，浮游植物的潜在最大光合效率（“生长潜能”）
- Y(II)，给定光强下浮游植物的实际光合效率
- NPQ，浮游植物将过剩光能散为热的能力，光保护能力
- ETR，给定光强下浮游植物的实际光合速率
- ETRmax，浮游植物的潜在最大光合速率
- α ，浮游植物对光强的利用能力
- Ik，浮游植物耐受强光的能力
- Sigma(II)，PSII功能性捕光截面
- 快速光曲线，结合水体光场可用于计算水体初级生产力

由于PHYTO-PAM-II可以测量自然水样中蓝藻、绿藻和硅/甲藻、隐藻各自的光合作用，就可以对藻华发生时不同藻类类群进行分析。利用PHYTO-PAM-II测量不同藻类叶绿素a含量和光合作用活性的功能，可以长期监测自然水体中浮游植物种群生物量的动力学变化和不同类群光合作用潜力的变化趋势，这对于藻华的预警具有重要参考价值。



利用PHYTO-PAM-II对水体长期监测的方法

设计为大时间尺度，采样频率为每月一次，频率越高越好。采样时可设计多个样点，每个样点都分层采样测量。这样就可测量蓝藻Chla、绿藻Chla、硅/甲藻Chla、隐藻Chla，总Chla、Fv/Fm、Ik、NPQ等的时间和空间动态变化，获知四大类群的浮游植物生物量、“生长潜能”、耐受强光的能力、光保护能力等的时空动态变化，提前预判其变化趋势，结合其它水质气象指标，进行早期的藻华预警。



代表文献

- Cai, G., et al. (2016). "Lysing bloom-causing alga *Phaeocystis globosa* with microbial algicide: An efficient process that decreases the toxicity of algal exudates." *Scientific Reports*.
- Cecchi, P., et al. (2016). "Water flux management and phytoplankton communities in a Mediterranean coastal lagoon. Part II: Mixotrophy of dinoflagellates as an adaptive strategy?" *Marine pollution bulletin*.
- Dao, L. H. T. and J. Beardall (2016). "Effects of lead on two green microalgae *Chlorella* and *Scenedesmus*: photosystem II activity and heterogeneity." *Algal Research*.
- Frenken, T., et al. (2016). "Warming accelerates termination of a phytoplankton spring bloom by fungal parasites." *Global change biology*.
- Fu, M., et al. (2016). "Response of phytoplankton community to nutrient enrichment in the subsurface chlorophyll maximum in Yellow Sea Cold Water Mass." *Acta Ecologica Sinica*.
- Grzesiuk, M., et al. (2016). "Photosynthetic sensitivity of phytoplankton to commonly used pharmaceuticals and its dependence on cellular phosphorus status." *Ecotoxicology*.
- Huang, X., et al. (2016). "Cellular responses of the dinoflagellate *Prorocentrum donghaiense* Lu to phosphate limitation and chronological ageing." *Journal of Plankton Research*.
- Huang, Y., et al. (2016). "Sinking loss should be taken into account while studying the dynamics of *Microcystis* under light-availability control." *Journal of hazardous materials*.
- Kittle III, R. P. and K. J. McDermid (2016). "Glyphosate herbicide toxicity to native Hawaiian macroalgal and seagrass species." *Journal of Applied Phycology*.
- Klein, S. G., et al. (2016). "Reduced salinity increases susceptibility of zooxanthellate jellyfish to herbicide toxicity during a simulated rainfall event." *Environmental Pollution*.
- Li, S., et al. (2016). "Effects of nitrogen and phosphorus enrichment on growth and photosynthetic assimilation of carbon in a green tide-forming species (*Ulva prolifera*) in the Yellow Sea." *Hydrobiologia*.

水下调制荧光仪——DIVING-PAM

能潜入水下原位测量沉水植物、大型海藻、珊瑚等

主要功能

- 仪器全防水设计，耐受50 m水压
- 可测荧光诱导曲线并进行淬灭分析
- 可测光响应曲线和快速光曲线（RLC）
- 51个内置模式菜单，方便参数设置和标准测量
- 可测水温、水深和PAR
- 光感式按键，方便水下使用

应用领域

应用于水生生物学与海洋生物学、潮间带生态学、珊瑚研究、湖泊生态学等领域。原位测量珊瑚、大型海藻、沉水植物生理活性的唯一仪器。也可用于测量雨季陆生高等植物的光合活性。可测量微藻，但不太适合于自然水体中的浮游植物测量。



测量参数

F_0 , F_m , F , F_m' , F_v/F_m , $Y(II)=\Delta F/F_m'$, qP , qL , qN , NPQ , $Y(NPQ)$, $Y(NO)$, $rETR$, PAR , 水深和温度等。

主要技术参数

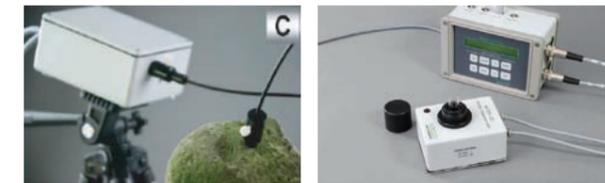
- 测量光：红色LED，650 nm；0.6或20 kHz，自动转换
- 光化光：卤素灯，最大连续光强 $6000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 饱和脉冲：卤素灯，最大闪光强度 $18000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 信号检测：PIN-光电二极管，带长通滤光片（标准版： $\lambda > 710 \text{ nm}$ ），带选择性锁相放大器
- 数据存储：CMOS RAM 128 KB，可存储4000组数据



代表文献

- Aristi, I., et al. (2016). "Nutrients versus emerging contaminants—Or a dynamic match between subsidy and stress effects on stream biofilms." *Environmental Pollution*.
- Armenio, P. M., et al. (2016). "Resource contributions from dreissenid mussels to the benthic algae *Lyngbya wollei* (Cyanobacteria) and *Cladophora glomerata* (Chlorophyta)." *Hydrobiologia*.
- de Oliveira, V. P., et al. (2016). "Bioremediation of nitrogenous compounds from oilfield wastewater by *Ulva lactuca* (Chlorophyta)." *Bioremediation Journal*.
- Gorman, D., et al. (2016). "Population expansion of a tropical seagrass (*Halophila decipiens*) in the southwest Atlantic (Brazil)." *Aquatic Botany*.
- Hédouin, L. S., et al. (2016). "Improving the ecological relevance of toxicity tests on scleractinian corals: Influence of season, life stage, and seawater temperature." *Environmental Pollution*.
- Hao, X. Y., et al. (2016). "Elevated CO₂ increased photosynthesis and yield without decreasing stomatal conductance in broomcorn millet." *Photosynthetica*.
- Koch, K., et al. (2016). "Short - and long - term acclimation patterns of the giant kelp *Macrocystis pyrifera* (Laminariales; Phaeophyceae) along a depth gradient." *Journal of Phycology*.
- LaScala-Gruenewald, D. E., et al. (2016). "Quantifying the top-down effects of grazers on a rocky shore: selective grazing and the potential for competition." *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*.
- Lesser, M. P., et al. (2016). "Climate change stressors destabilize the microbiome of the Caribbean barrel sponge, *Xestospongia muta*." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 475: 11-18.

水样荧光仪——WATER-PAM



系统II，适于大型海藻、附着藻类等的测量

系统III，适于连续测量水体样品

主要功能

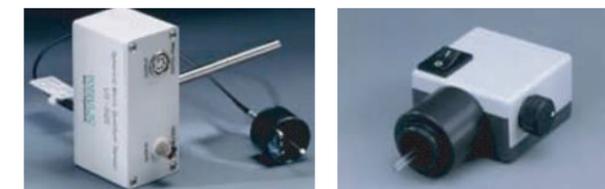
- 可测荧光诱导曲线并进行淬灭分析
- 可测光响应曲线和快速光曲线（RLC）
- 可测量水样的下列光合指标活性：
 - 光合效率和光合速率（相对电子传递速率）
 - 藻类的潜在最大光合效率（“生长潜能”）
 - 藻类的光保护能力
 - 藻类耐受强光的能力
- 51个内置模式菜单，方便参数设置和标准测量
- 系统I用于浮游植物研究，系统II用于大型藻类研究，系统III用于连续监测水体光合作用

应用领域

测量野外自然水样或实验室培养的藻类样品的光合作用，三套系统可供选择，可应用于水生生物学、水域生态学、海洋学、湖沼学等领域。可用于有害藻华的早期预警。与PHYTO-PAM-II的最大区别在于WATER-PAM不能进行浮游植物分类。

应用领域

F_0 , F_m , F_v/F_m , F , F_m' , F_0' , $Y(II)=\Delta F/F_m'$, qP , qN , NPQ , ETR 和 PAR 等。



球状微型量子探头 US-SQS

搅拌器 WATER-S

代表文献

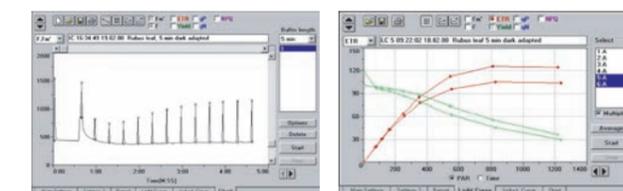
- Chi, L., et al. (2016). "Coordinated regulation of nitrogen supply mode and initial cell density for energy storage compounds production with economized nitrogen utilization in a marine microalga *Isochrysis zhangjiangensis*." *Bioresource Technology*.
- Jin, J., et al. (2016). "Extracellular hydrocarbon and intracellular lipid accumulation are related to nutrient-sufficient conditions in pH-controlled chemostat cultures of the microalga *Botryococcus braunii* SAG 30.81." *Algal Research*.
- Kang, E. J., et al. (2016). "Adaptations of a green tide forming *Ulva linza* (Ulvothlyceae, Chlorophyta) to selected salinity and nutrients conditions mimicking representative environments in the Yellow Sea." *Phycologia*.



系统I，适于野外（或室内）测量浮游植物

主要技术参数

- 测量光：3个波长为650 nm的LED阵列
- 光化光：12个波长为660 nm的LED阵列，最大连续光强 $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 饱和脉冲：12个波长为660 nm的LED阵列，最大闪光强度 $4000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 远红外光源：3个波长为740 nm的LED阵列
- 信号检测：光电倍增管检测器（H6779-01, Hamamatsu），过载保护功能，检测信号 $\lambda > 710 \text{ nm}$
- 数据存储：CMOS RAM 128 KB，可存储4000组数据

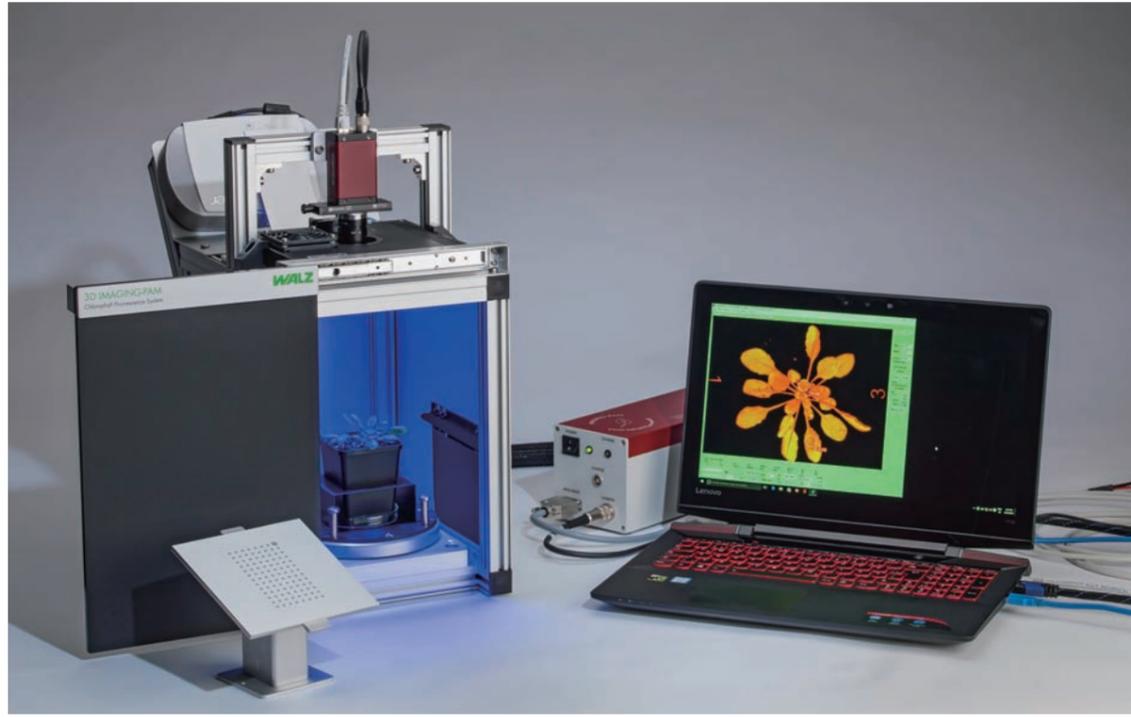


荧光诱导曲线（IC）

快速光曲线（RLC）

3D 调制叶绿素荧光成像系统——3D IMAGING-PAM

完整继承了全球广泛使用的 IMAGING-PAM 的全部功能,新增 3D 分析功能



主要功能

- 成像功能: 对 Ft、Fo、Fm、Fv/Fm、F、Fm'、Y(II)、Y(NO)、Y(NPQ)、NPQ、qN、qP、qL、ETR、Abs.、NIR、Red 等至少 17 种参数进行成像分析。测定调节性能量耗散 Y(NPQ), 反映植物光保护能力, 测定非调节性能量耗散 Y(NO), 反映植物光损伤程度。
- 植物表型: 叶片形态和莲座形态参数, 测量植株叶片数, 角度, 常态, 形状, 面积, 莲座形态, 结构, 总面积, 莲座周长。
- 程序测量功能: 可程序测量荧光诱导曲线、快速光曲线和暗弛豫, 也可手动测量; 在测量过程中能自动分析所有荧光参数的变化趋势
- AOI 功能: 可在测量前或测量后任意选择感兴趣区域 (AOI), 程序将自动对选择的 AOI 的数据进行变化趋势分析, 并在报告文件中显示相关 AOI 的数据。所有报告文件中显示的数据都可导出到 EXCEL 文件中。

测量参数

- 光合作用研究: 可以在完全相同的条件下同时对大量样品进行成像
- 植物病理学: 病斑部位 (包括肉眼不可见时) 成像以及病斑扩散的时空动力学
- 植物胁迫生理学: 肉眼不可见胁迫损伤的早期检测
- 遗传育种: 出苗后大规模快速筛选高光合/抗旱/抗热/抗冻/抗病等植株

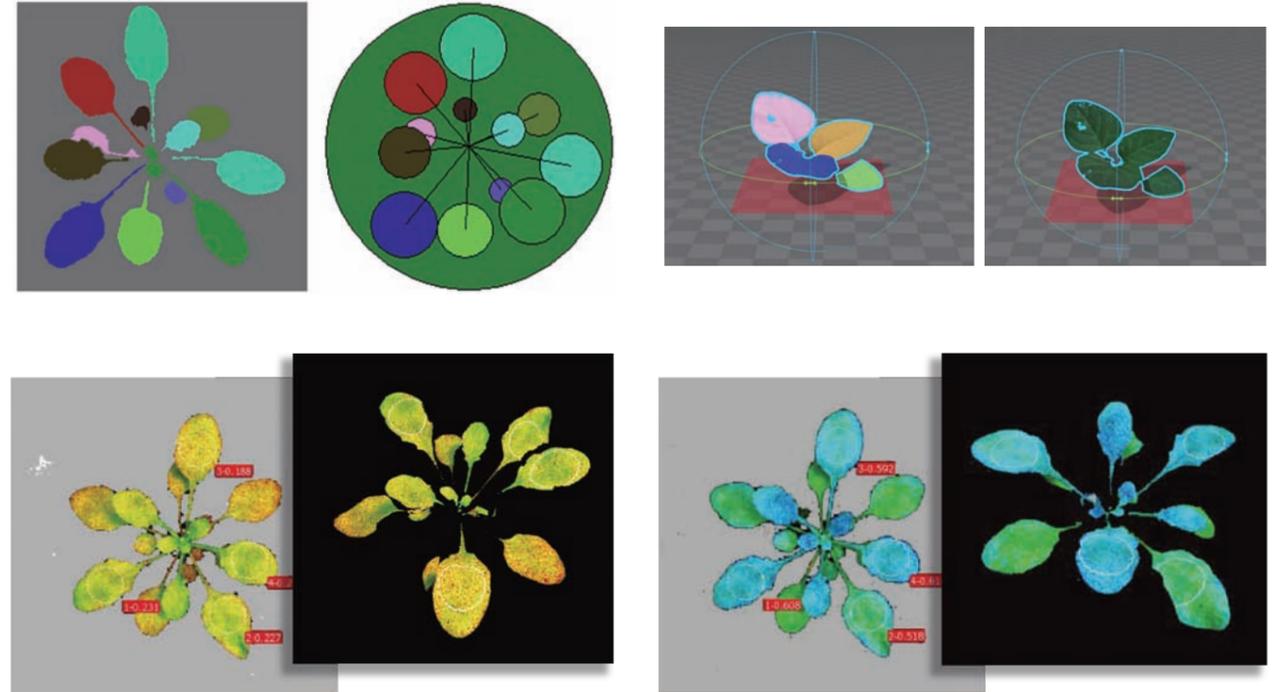
- 成像异质性分析功能: 对任意参数任意时间的成像, 可在图像上任意选取两点, 软件自动对两点间的数据进行横向异质性分析, 并可导出到 EXCEL 文件中。
- 成像数据范围分析功能: 对任意参数任意时间成像, 可分析任意两个荧光数值之间的像素点数, 多少面积 (cm²)。
- 突变株筛选功能: 可跟据成像结果快速筛选光合、产氢/油、抗逆 (抗盐、抗旱、抗病等) 等突变株。
- 微藻毒理研究功能: 可同时测量 96 个微藻样品 (对照和处理组) 的光合活性, 软件自动给出处理组样品相对于对照组的光合抑制百分比。
- 吸光系数测量功能: 快速测量叶片的吸光系数。吸光系数测量光源: 16 个红光 (660 nm) 和 16 个近红外 (780 nm) LED, 用于测量植物叶片或藻类样品 PAR 吸光系数。

- 突变株筛选: 快速筛选模式植物的光合突变株、抗逆突变株、产氢微藻突变株等
- 微藻毒理学: 不同毒素浓度多个重复的样品一次测完, 软件自动计算抑制比率
- 分子生物学: 宏观水平上检测样品的 GFP 荧光
- 植物表型研究: 带荧光测量的表型成像系统

成像参数

Fo, Fm, F, Ft, Fm', Fv/Fm, Y(II), qL, qP, qN, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), ETR, Abs, NIR 和 Red 等

成像实例



PSII 电子传递速率(ETR)

荧光淬灭参数(qN)

系统组成

3D 荧光成像系统是基于 MAXI 版本 IMAGING-PAM 荧光成像系统设计的。

- 通用主控单元 IMAG-CG
- 高分辨率相机 K6, 集成了过滤器滑片
- 蓝光 LED 阵列单元 IMAG MAX/L
- LED 结构光学投影仪
- 手动旋转式转盘 (含样品架)
- 3D 重建校准模块
- 操作软件 ImagingWinGigE
- USB 加密装置

主要技术参数

荧光测量光源: 44 个蓝色 LED, 450 nm, 测量光强度 0.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR, 最大光化光强度 2300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR, 饱和脉冲强度 5000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR
吸光系数测量: 16 个红光 (660 nm) 和 16 个近红外 (780 nm) LED, 用于测量样品 PAR 吸光系数。
成像面积: 10×10 cm
外形尺寸: 45×45×50cm (宽×深×高)
荧光参数: Ft、Fo、Fm、Fv/Fm、F、Fm'、Y(II)、Y(NO)、Y(NPQ)、NPQ、qN、qP、qL、ETR、Abs.、NIR、Red 等。
表型参数: 测量植株叶片数, 角度, 常态, 形状, 面积, 莲座形态, 结构, 总面积, 莲座周长。

便携式光合测量系统——GFS-3000

光合仪的集大成者

将稳定可靠的测量精度,强大自如的环境控制,灵活多样的可扩展性集于一身



主要功能

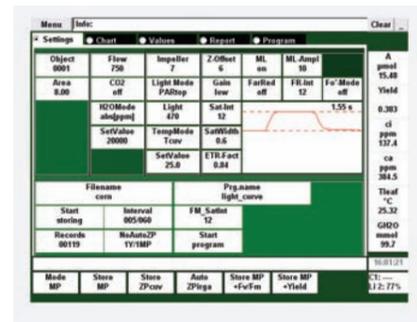
- 测量光合作用、蒸腾作用、呼吸作用、叶绿素荧光(可选)
- 气体交换和荧光参数的光响应曲线和 CO₂ 响应曲线
- 同步测量 CO₂ 气体交换与其它光合指标

测量参数

参比室和样品室的CO₂绝对值(CO₂abs, CO₂sam),参比室和样品室的H₂O绝对值(H₂Oabs, H₂Osam),流速(gas flow),环境气压(Pamb),叶室温度(Tcuv),叶片温度(Tleaf),环境温度(Tamb),环境PAR(PARamb),叶室内叶片正面PAR(PARtop),叶室内叶片背面PAR(PARbot),叶室相对湿度(rh),蒸腾速率(E),水气压饱和亏(VPD),叶片气孔导度(GH₂O),净光合速率(A),胞间CO₂浓度(Ci),环境CO₂浓度(Ca),植物水分利用效率,CO₂响应曲线,光响应曲线等

主要特点

分析器	高精度 4 通道绝对开路式非扩散红外分析器
面板控制	全新彩色触摸屏设计,主机内嵌 Windows 操作系统,让您体验与连接电脑测量完全相同的感受
CO ₂ 控制	仪器自动控制 CO ₂ 浓度,速度快,精度高;小钢瓶 CO ₂ 注入系统密封性极佳,一次没有用完可以密封保存数月,也可扩展外接 CO ₂ 大钢瓶
H ₂ O 控制	仪器可自动控制 H ₂ O 浓度,控制速度快,精度高。除干燥功能外,还具有独特的加湿功能,H ₂ O 控制范围更大
校准调零	具有叶室和分析器两种调零模式,使得仪器测量精度大幅提高。操作简便,只需轻轻一按并等待参比室分析器与样品室分析器的数据接近并储存即可
叶室	只需拧几颗螺丝,即可方便迅速地根据叶片的形状更换叶室,而且所有叶室均可连接红蓝 LED 光源、荧光附件、荧光仪和荧光成像系统
温度控制	三种控温模式:控制叶室温度、控制叶片温度、跟随环境温度。控温范围较大:低于环境温度 10°C ~ +50°C
光强控制	三个 PAR 探头:分别位于叶片上部、叶片下部和叶室上部。具有四种光强控制模式:控制叶片上部光强、控制叶片下部光强、控制环境光强、跟随环境光强
气路密闭性	具有专利设计的气路接口,密闭性好且容易安装;参比室和样品室的流速计能直观迅速地判断叶室是否密闭
电脑接口	USB2.0
数据记录	可以根据需要记录一段时间内的平均值
气流的过滤	从进气口开始对气体进行了层层过滤,可大大延长设备的使用寿命
关机操作	关机前机器自动启动干燥程序,保证机器内部干燥,有利于仪器的存放和保养
兼容性和扩展性	可以与叶绿素荧光和差式吸收等技术同步测量,有非常多的模式可供选择,且多数都是世界唯一的技术



全新彩色触摸屏设计

应用领域

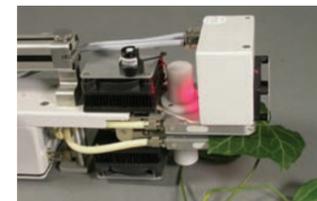
植物生理、植物生态、农学、林学、园艺学等。

同步测量“植物 CO₂ 气体交换与其它光合指标”的解决方案

方案功能与设备

测量功能	所需设备
单独测量 CO ₂ 气体交换(光合作用、蒸腾作用、呼吸作用)	GFS-3000
单独测量调制叶绿素荧光	PAM 系列
单独测量 P700	DUAL-PAM-100
同步测量叶绿素荧光与 P700	DUAL-PAM-100
同步测量 CO ₂ 气体交换与叶绿素荧光(多种模式可选)	GFS-3000 与 PAM
同步测量 CO ₂ 气体交换与叶绿素荧光成像(多种模式可选)	GFS-3000 与 IMAGING-PAM
同步测量 CO ₂ 气体交换与 P700	GFS-3000 与 DUAL-PAM-100
同步测量 CO ₂ 气体交换、P700 与叶绿素荧光	GFS-3000 与 DUAL-PAM-100
同步测量 CO ₂ 气体交换与跨膜质子动力势(pmf)、跨膜质子梯度(ΔpH)、跨膜电位(ΔΨ)和玉米黄素(Zea)等	GFS-3000 与 DUAL-PAM-100 和 P515/535 模块

同步测量 CO₂ 气体交换与叶绿素荧光



模式一(GFS-3000/FL): GFS-3000 连接荧光附件 3055-FL,在仪器提供的人工光下同步测量气体交换与叶绿素荧光。



模式二(GFS-3000/F): GFS-3000 连接荧光附件 3050-F,在自然光下或人工光下同步测量气体交换与叶绿素荧光。

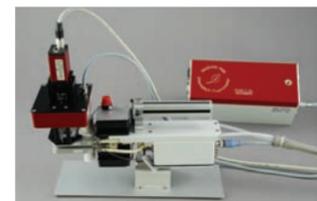


模式三(GFS-3000/M): GFS-3000 与超便携式调制荧光仪 MINI-PAM-II 联用,在自然光下或人工光下同步测量气体交换与叶绿素荧光。MINI-PAM-II 可单独使用。



模式四(GFS-3000/J): GFS-3000 与基础型调制荧光仪 JUNIOR-PAM 联用,在自然光下或人工光下同步测量气体交换与叶绿素荧光。JUNIOR-PAM 可单独使用。

同步测量 CO₂ 气体交换与叶绿素荧光成像



模式一(GFS-3000/IM-MINI): 与 MINI-IMAGING-PAM 联用,在 2 cm x 3.2 cm 的面积上同步测量气体交换与荧光成像。



模式三(GFS-3000/IM-MAXI): 与 MAXI-IMAGING-PAM 联用,在 10 cm x 13 cm 的面积上同步测量气体交换与荧光成像。



模式二(GFS-3000/IM-MINI-Arabidopsis): 与 MINI-IMAGING-PAM 和拟南芥整株叶室联用,实现拟南芥整株的同步测量(气体交换与荧光成像)。

