

## 全自动光合荧光及成像系统

便携式光合仪为新一代智能型便携式光合作用测定仪，用以测量植物叶片的光合速率、蒸腾速率、气孔导度等与植物光合作用相关的参数。仪器应用时间差分 IRGA（红外气体分析）CO<sub>2</sub> 分析模块和双激光调谐快速响应水蒸气传感器精密测量叶片表面 CO<sub>2</sub> 浓度及水分的变化情况来考察叶片与植物光合作用相关的参数。通过人工光源、CO<sub>2</sub> 控制单元和温度控制单元可以同时精确调控环境条件，从而测定光强、CO<sub>2</sub> 浓度和温度对植物光合系统的影响。本仪器可在高湿度、多尘等恶劣环境中使用，具有广泛的适用性。

植物的光合速率、蒸腾速率、气孔导度等光合作用参数可以全面衡量植物光合作用的强度和潜力；而叶绿素荧光不仅能反映光能吸收、激发能传递和光化学反应等光合作用的原初反应过程，而且与电子传递、质子梯度的建立及 ATP 合成和 CO<sub>2</sub> 固定等过程有关。对两者的结合测量在植物光合生理研究中缺一不可。

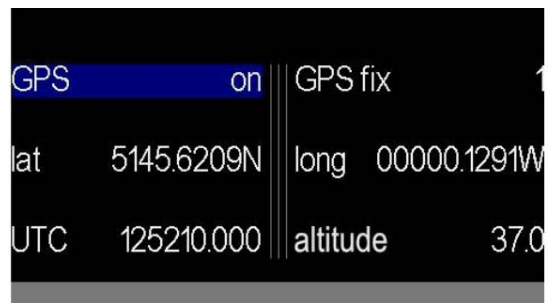
### 应用领域

- 植物光合生理研究
- 植物抗胁迫研究
- 碳源碳汇研究
- 植物对全球气候变化的相应及其机理
- 作物新品种筛选

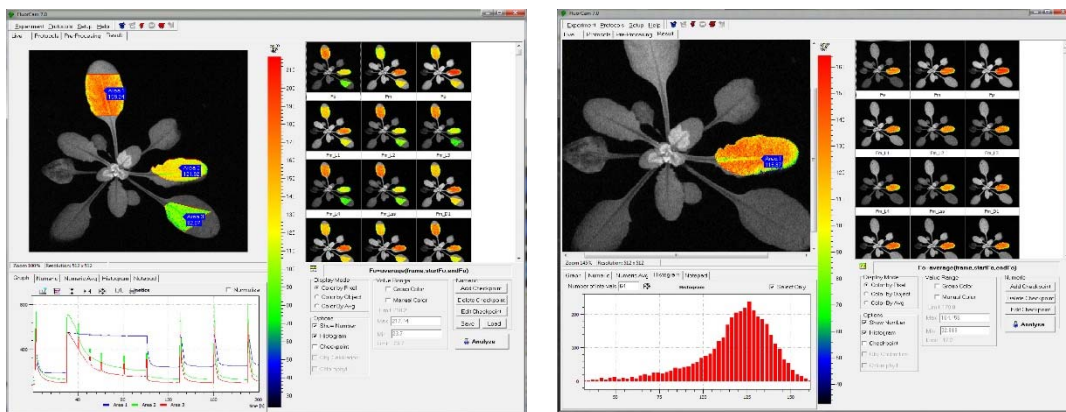


### 技术特点

- 配备手持式叶绿素荧光仪或者荧光成像模块，内置了所有通用叶绿素荧光分析实验程序，包括两套荧光淬灭分析程序、3 套光响应曲线程序、OJIP-test 等
- 彩色 LCD 触摸屏，屏幕和控制单元均采用膜封技术，可在高湿和多尘环境下使用
- 白光和 RGB 光源可选
- 内置 GPS 模块，精确获取经纬度及海拔数据
- 完全自动、独立控制环境参数（空气湿度，CO<sub>2</sub> 浓度，温度，光照强度）
- 精确测量 CO<sub>2</sub> 和水蒸汽数据



- 便携式设计，体积轻巧，仅重 4.1Kg
- 人体工程学设计，舒适型肩带，携带操作非常简便
- 叶室手柄内置微型 IRGA，有效缩短 CO<sub>2</sub> 测量时间
- 可在恶劣环境下操作，坚固耐用
- 可方便互换不同种类的叶室、叶夹
- 叶室材料精心选择，以确保 CO<sub>2</sub> 及水分的测量精度
- 数据存储量大，使用即插即拔的 SD 卡
- 维护方便，叶室所有区域都很容易清洁
- 采用低能耗技术，野外单电池持续工作时长，可达 16 小时
- 实时图形显示功能



## 技术指标

- 测量参数：光合速率、蒸腾速率、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、气孔导度、叶片温度、叶室温度、光合有效辐射、气压、GPS 数据等，可进行光响应曲线和 CO<sub>2</sub> 响应曲线测量。
- 叶绿素荧光成像模块(可选)
  - 1、可测荧光参数 F<sub>0</sub>, F<sub>m</sub>, F<sub>v</sub>, F<sub>0</sub>' , F<sub>m</sub>' , F<sub>v</sub>' , QY(II), NPQ, ΦPSII, F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>, F<sub>v</sub>'/F<sub>m</sub>' , Rfd, qN, qP, ETR 等 50 多项参数，每个参数均可成像 2 维图谱
  - 2、4 块超亮 LED 双色光源板，尺寸 4×4 cm；均一照明面积 31.5mm×41.5 mm
  - 3、图像分辨率 720×560 像素，时间分辨率每秒 50 帧
  - 4、自动重复成像测量，可设置一个实验程序（Protocol）自动循环成像测量，成像测量数据自动按时间日期存入计算机（带时间戳）
  - 5、具备完备的自动测量程序（protocol），可自由对自动测量程序进行编辑
    - a) F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>: 测量参数包括 F<sub>0</sub>, F<sub>m</sub>, F<sub>v</sub>, QY 等
    - b) Kautsky 诱导效应: F<sub>0</sub>, F<sub>p</sub>, F<sub>v</sub>, Ft\_Lss, QY, Rfd 等荧光参数
    - c) 荧光淬灭分析: F<sub>0</sub>, F<sub>m</sub>, F<sub>p</sub>, F<sub>s</sub>, F<sub>v</sub>, QY, Φ<sub>II</sub>, NPQ, Q<sub>p</sub>, Rfd, qL 等 50 多个参数

d) 光响应曲线 LC:  $F_0$ ,  $F_m$ ,  $QY$ ,  $QY_{Ln}$ , ETR 等荧光参数


## • 叶绿素荧光模块:

1、测量参数包括  $F_0$ 、 $F_t$ 、 $F_m$ 、 $F_m'$ 、 $QY_{Ln}$ 、 $QY_{Dn}$ 、NPQ、 $Q_p$ 、 $Rfd$ 、RAR、Area、 $M_0$ 、 $Sm$ 、PI、ABS/RC 等 50 多个叶绿素荧光参数，及 3 种给光程序的光响应曲线、2 种荧光淬灭曲线、OJIP 曲线等

2、高时间分辨率，可达 10 万次每秒，自动绘出 OJIP 曲线并给出 26 个 OJIP-test 测量参数包括  $F_0$ 、 $F_j$ 、 $F_i$ 、 $F_m$ 、 $F_v$ 、 $V_j$ 、 $V_i$ 、 $F_m/F_0$ 、 $F_v/F_0$ 、 $F_v/F_m$ 、 $M_0$ 、Area、Fix Area、 $Sm$ 、 $S_s$ 、 $N$ 、 $\Phi_{P_0}$ 、 $\Psi_{i_0}$ 、 $\Phi_{E_0}$ 、 $\Phi_{D_0}$ 、 $\Phi_{P_{av}}$ 、PI\_Abs、ABS/RC、 $TR_0/RC$ 、 $ET_0/RC$ 、 $DI_0/RC$  等

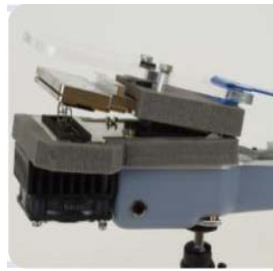
- CO<sub>2</sub> 测量范围: 0-3000ppm
- CO<sub>2</sub> 测量分辨率: 1ppm
- CO<sub>2</sub> 采用红外分析，差分开路测量系统，自动置零，自动气压和温度补偿
- H<sub>2</sub>O 测量范围: 0-75 mbar
- H<sub>2</sub>O 测量分辨率: 0.1mbar
- PAR 测量范围: 0-3000  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，余弦校正
- 叶室温度: -5 - 50°C 精度:  $\pm 0.2^\circ\text{C}$
- 叶片温度: -5 - 50°C
- 空气泵流量: 100 - 500ml / min
- CO<sub>2</sub> 控制: 由内部 CO<sub>2</sub> 供应系统提供，最高达 2000ppm
- H<sub>2</sub>O 控制: 可高于或低于环境条件
- 温度控制: 由微型 peltier 元件控制，环境温度-10°C到+15°C，所有叶室自动调节
- PAR 控制: RGB 光源最大 2400  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，LED 白色光源最大 2500  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
- 可选配多种带有光源的可控温叶室、叶夹
  1. 宽叶叶室: 测量面积 6.25cm<sup>2</sup>，适用于阔叶
  2. 窄叶叶室: 测量面积 5.8cm<sup>2</sup>，适用于条形叶
  3. 针叶叶室: 适用于簇状针叶
  4. 小型叶叶室: 叶室直径为 16.5mm，测量面积 2.16cm<sup>2</sup>



5. 土壤呼吸/小型植物室：测量土壤呼吸，或者高度低于 55mm 的整株草本植物光合作用
6. 多功能测量室：分为两部分，一部分测量小型植物光合作用，另一部分测量土壤呼吸
7. 果实测量室：上下两部分组成，上部透明，下部为金属，可测量果实最大直径为 11cm，最大高度为 11.5cm
8. 荧光仪联用适配器：适用于连接多种叶绿素荧光仪



宽叶叶室



窄叶叶室



针叶叶室



小型叶叶室



土壤呼吸/小型植物室



多功能测量室



果实测量室



荧光成像模块

- 显示：彩色 WQVGA LCD 触摸屏
- 数据存储：SD 卡，最大兼容 32G 容量
- 数据输出：Mini-B 型 USB 接口，RS232 九针 D 型标准接口，最大 230400 波特率 PC 通讯
- 供电系统：内置 12V 7.5AH 锂离子电池，可持续工作至 16 小时，智能充电器
- 尺寸：主机 230×110×170mm，测量手柄 300×80×75mm
- 重量：主机 4.1Kg，测量手柄 0.8Kg
- 操作环境：5 到 45℃

## 典型应用

1. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans, Zobiolo L. et al. 2010, Plant and Soil, 328(1): 57-69

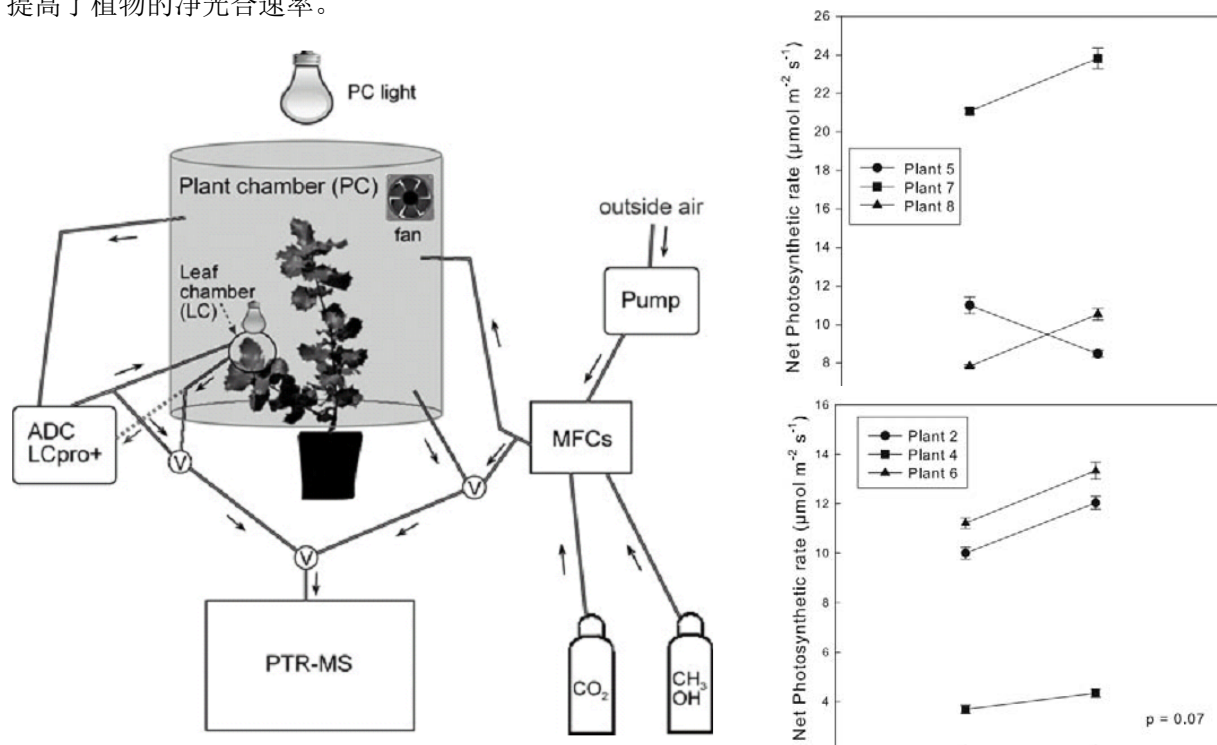
**Table 5** Photosynthetic parameters of GR soybean cultivars and their respective non-GR parental lines

Cultivar type	Herbicide treatment	Chlorophyll content	Stomatal conductance (gs)	Photosynthetic Rate (A)	Transpiration Rate (E)
		—mg cm <sup>-2</sup> —	—H <sub>2</sub> O mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> —	micro mol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Early - non-GR parent	Without glyphosate	0.017 a*	0.53 a	20.97 a	13.06 a
Early GR	Without glyphosate	0.019 a	0.49 a	16.49 a	11.86 a
Early GR	Sequential (600 + 600 g a.e. ha <sup>-1</sup> )	0.010 b	0.28 b	12.02 b	8.29 b
Early GR	Single (1200 g a.e. ha <sup>-1</sup> )	0.015 a	0.41 a	14.42 b	9.96 b
Medium - non-GR parent	Without glyphosate	0.017 a	0.38 a	15.37 a	9.57 a
Medium GR	Without glyphosate	0.014 b	0.43 a	15.79 a	10.36 a
Medium GR	Sequential (600 + 600 g a.e. ha <sup>-1</sup> )	0.008 c	0.25 b	12.10 b	7.21 b
Medium GR	Single (1200 g a.e. ha <sup>-1</sup> )	0.011 c	0.27 b	11.81 b	7.70 b
Late - non-GR parent	Without glyphosate	0.018 a	0.40 a	12.52 a	9.99 a
Late GR	Without glyphosate	0.015 b	0.37 a	14.52 a	8.93 a
Late GR	Sequential (600 + 600 g a.e. ha <sup>-1</sup> )	0.010 c	0.26 b	13.06 a	8.00 b
Late GR	Single (1200 g a.e. ha <sup>-1</sup> )	0.010 c	0.28 b	12.58 a	7.92 b
CV (%)		23.68	36.09	24.26	23.29

本研究对不同类型的抗草甘膦大豆进行草甘膦处理，发现大豆的各项光合参数，包括叶绿素含量、气孔导度、光合速率和蒸腾速率都有所降低。

## 2. Methanol as a signal triggering isoprenoid emissions and photosynthetic performance in *Quercus ilex*, Seco R. et al. 2011, Acta Physiologiae Plantarum, 33(6): 2413-2422

本研究设计了一个气室装置，用以研究常青栎 (*Quercus ilex*) 在剪去部分叶片（模拟啃食）和加入甲醇（模拟附近其他植物被啃食时释放的信号）时的生理变化，发现两种处理都提高了植物的净光合速率。



产地：英国

参考文献（近三年发表近 200 篇 SCI 文章，仅列出部分代表性文献）

1. Alsanius, B.W. et al. Ornamental flowers in new light: Artificial lighting shapes the microbial phyllosphere community structure of greenhouse grown sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Scientia Horticulturae*, 2017, Volume 216: 234–247.
2. Alvarado-Sanabria, O. et al. Physiological Response of Rice Seedlings (*Oryza sativa* L.) Subjected to Different Periods of Two Night Temperatures. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 2017, Vol. 13(1): 35-43, ISSN 1997-0838.
3. Berenguer, H.D.P et al. Differential physiological performance of two *Eucalyptus* species and one hybrid under different imposed water availability scenarios. *Trees* <https://doi.org/10.1007/s00468-017-1639-y>.
4. Borja, D. et al. Poplar biomass production in short rotation under irrigation: A case study in the Mediterranean. *Biomass and Bioenergy*, 2017, 107: 198-206.
5. Da Paz, A.A. et al. Induced Flooding As Environmental Filter For Riparian Tree Species. *Environmental and Experimental Botany*, Available online 31 March 2017, ISSN 0098-8472.
6. Degaris, K. A. et al. Exogenous application of abscisic acid to root systems of grapevines with or without salinity influences water relations and ion allocation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2017, doi: 10.1111/ajgw.12264.
7. Dinis, L.T. et al. Improvement of grapevine physiology and yield under summer stress by kaolin-foliar application: water relations, photosynthesis and oxidative damage. *Photosynthetica*, 2017, doi:10.1007/s11099-017-0714-3.
8. Félix C. et al. Strain-related pathogenicity in *Diplodia corticola*. *Forest Pathology*, 2017, e12366. <https://doi.org/10.1111/efp.12366>.
9. Filipović, L. et al. Organic matter and salinity modify cadmium soil (phyto) availability. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2017, Vol 147, Pages 824-831.
10. Goufo P. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Metabolomics: Osmoprotection as a Physiological Strategy for Drought Stress Resistance and Improved Yield. *Frontiers in Plant Science*, April 2017, 8 (586).
11. HNILIČKOVÁ H. et al. Effects of salt stress on water status, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of rocket. *Plant Soil Environ.* Vol. 63, 2017, No. 8: 362–367.
12. Hristozkova, M. et al. LED spectral composition effects on mycorrhizal symbiosis formation with tomato plants. *Applied Soil Ecology* Volume 120, November 2017, Pages 189-196.
13. Ibrahim, M. et al. Optimization of Environmental Factors to Measure Physiological Parameters of Two Rose Varieties. *Scientific Research JAppS* Vol.7 No.10, October 2017.
14. KAŁUŻEWICZ A. et al. Effect of Biostimulants on Several Physiological Characteristics and Chlorophyll Content in Broccoli under Drought Stress and Re-watering. *Not Bot Horti Agrobo*, 2017, 45(1):197-202. DOI:10.15835/nbha45110529.

15. Anirban Guha et al. Leaf gas exchange, water relations and photosystem-II functionality depict anisohydric behavior of drought-stressed mulberry (*Morus indica*, cv. V1) in the hot semi-arid steppe agroclimate of Southern India, *Flora – Morphology, Distribution. Functional Ecology of Plants*, 2014, 209(2):142-152.
16. Chitarra W et al. Gene expression in vessel-associated cells upon xylem embolism repair in *Vitis vinifera* L. petioles. *Planta*, 2014, 239(4):887-99.
17. Maria Celeste Dias et al. *Melia azedarach* plants show tolerance properties to water shortage treatment: An ecophysiological study. *Plant Physiol Biochem*, 2014, 75:123-127.
18. Piebiep Goufo et al. Rice (*Oryza sativa* L.) phenolic compounds under elevated carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration. *Environmental and Experimental Botany*, 2014, 99:28-37.
19. Fernanda S. Farnese et al. Effects of Adding Nitroprusside on Arsenic Stressed Response of *Pistia stratiotes* L. Under Hydroponic Conditions. *International Journal of Phytoremediation*, 2014, 16(2):123-37.
20. Silva Carvalho K, et al. Diurnal changes in leaflet gas exchange, water status and antioxidant responses in *Carapa guianensis* plants under water-deficit conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2013, 35(1): 13-21.