

# Yaxin-1168

## 藻类荧光动力学测量系统

### 操作手册

版本号：2023112801

北京雅欣理仪科技有限公司

地址：北京市海淀区上地三街9号

嘉华大厦F座707室，100085

电话：010-62984600

传真：010-62978502

<http://www.bjyxly.com>



微信公众号



## 安全提示

---

感谢您选择北京雅欣理仪科技有限公司的产品。在开始使用产品前，请仔细阅读本产品操作手册。这样可以帮助您更好地使用该产品并获得有效数据。

1. 仪器使用前请阅读安全提示和本操作手册。
2. 禁止用眼睛直视激发光（尤其是饱和脉冲光）。
3. 严禁擅自打开主机维修或清理。
4. 仪器移动位置时注意取出藻类样品，避免样品洒到仪器中。



一、仪器简介.....	- 1 -
二、测定原理.....	- 2 -
三、部件与安装.....	- 3 -
3.1 主机.....	- 3 -
3.2 主机底面.....	- 4 -
3.3 比色皿.....	- 4 -
3.4 电池.....	- 4 -
3.5 电源适配器.....	- 4 -
四、软件介绍.....	- 6 -
五、测量操作.....	- 7 -
5.1 概述.....	- 7 -
5.1.1 开/关机.....	- 7 -
5.1.2 充电.....	- 7 -
5.1.3 主要界面.....	- 7 -
5.1.4 校准.....	- 11 -
5.1.5 自检.....	- 12 -
5.1.6 系统信息修改.....	- 12 -
5.2 普通模式.....	- 13 -
模块 1 快速荧光动力学 (OJIP) .....	- 13 -
模块 2 脉冲瞬态荧光动力学 (SP) .....	- 14 -
模块 3 叶绿素浓度测量 (Chlorophyll concentration measurement) .....	- 14 -
5.3 专业模式.....	- 16 -
模块 4 快速光响应曲线 (RLC) .....	- 16 -
模块 5 暗弛豫荧光动力学 (DR) .....	- 17 -
模块 6 后稳态荧光动力学 (After steady-state Model) .....	- 18 -
模块 7 鼓包 (PIFR) .....	- 19 -
模块 8 瞬态光曲线 (MP-OJIP) .....	- 19 -
模块 9 测定 $F_o'$ .....	- 20 -

# 目录

---

5.4 自定义模式 .....	- 22 -
5.4.1 命令编辑 .....	- 22 -
5.4.2 命令下载 .....	- 25 -
5.4.3 命令运行 .....	- 26 -
5.4.4 数据查看 .....	- 27 -
六、数据管理 .....	- 28 -
6.1 数据传输 .....	- 28 -
6.2 数据查看 .....	- 28 -
6.3 数据删除 .....	- 29 -
6.4 PC 端软件操作 .....	- 29 -
七、计算参数及公式 .....	- 34 -
八、故障排除与维护 .....	- 36 -
九、技术参数 .....	- 37 -
十、售后服务 .....	- 38 -

### 一、仪器简介

Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统是北京雅欣理仪科技有限公司（下文简称我公司）打造的一款国产科研仪器。

功能上，配置 OJIP、脉冲瞬态荧光动力学、叶绿素浓度测量、快速光响应曲线、暗弛豫、后稳态、鼓包、瞬态光曲线和  $F_o'$  测定共 9 个固定的测量模块。此外，我公司还为资深用户开发了 1 个自定义模块，可以测定  $Q_A^-$  再氧化动力学、S 状态转换等，真正实现“随心所欲”的荧光动力学测量。性能上，我公司在 10 余年的研发基础上，攻克了低光下弱信号不稳定的难题，通过提高信噪比，让弱信号实验数据更加真实可信。

**固定模块分别是：**

1. 快速荧光动力学 (OJIP)
2. 脉冲瞬态荧光动力学 (SP)
3. 叶绿素浓度测量 (Chlorophyll concentration measurement)
4. 快速光响应曲线 (RLC)
5. 暗弛豫荧光动力学 (DR)
6. 后稳态荧光动力学 (After steady-state Model)
7. 鼓包 (PIFR)
8. 瞬态光曲线 (MP-OJIP)
9.  $F_o'$  测定

**缩写：**

SL 饱和脉冲：光强不可设定，时长不可设定 (1000ms)

AL 光化光：光强可设定 ( $0 \sim 2000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )，时长可设定 ( $0 \sim 600\text{s}$ )

Fr 远红光：光强不可设定，时长可设定 ( $0 \sim 60\text{s}$ )

Dark 黑暗：时长可设定， $0 \sim 120\text{s}$ ，最小间隔 1s

PP 探测光：频率可调  $0.1 \sim 1\text{kHz}$

## 测定原理

---

### 二、测定原理

Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统(图 2-1)使用大功率蓝光和红光 LED 作为激发光源,采用性能优异的 SiPM 硅光电二极管作为接收荧光的传感器。仪器依照用户的设置开始工作后,激发光源照射到待测藻液上,激发出叶绿素荧光;叶绿素荧光经过滤光片过滤后,通过传感器接收,并将其转换为相应的电信号;仪器内部的其他电路将电信号快速采集、处理、计算、保存及显示。保存的数据可通过 USB 接口上传到计算机,以方便更详细的查看或做后续的处理。

藻类荧光的生物学意义、产生、发现、发展及每个模块的计算参数应用等问题详见北京雅欣理仪科技有限公司主编的《叶绿素荧光测量系统应用指南》。该指南可作为初学者入门手册,进一步的了解可参考及阅读相关文献资料。

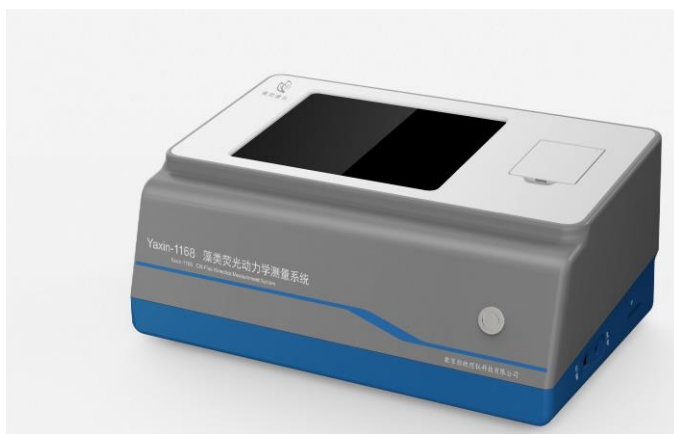


图 2-1 Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统



## 三、部件与安装

Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统由主机、电源、比色皿、数据传输线及传输软件（在第六章部分详细介绍）组成。

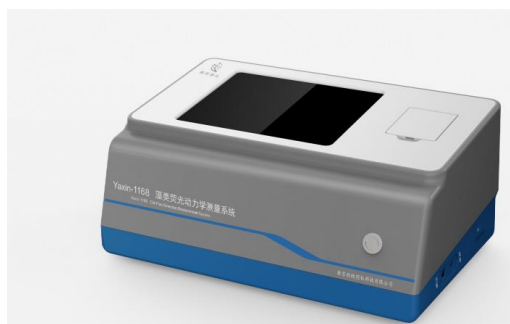


图 3-1 主机



图 3-2 电源

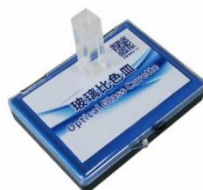


图 3-3 比色皿



图 3-4 数据传输线

### 3.1 主机

主机整体情况如图 3-5 所示：显示屏与样品池朝上；电源开关在前面板；USB 接口、电源接口及 SD 卡插入口在右面板。

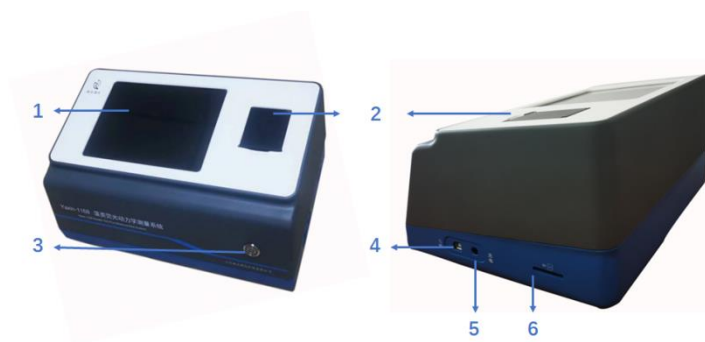


图 3-5 主机展示

## 部件与安装

---

- 1) 显示屏：触屏设置测量参数，显示仪器操作菜单和测量结果。
- 2) 样品池：放入装有测量藻类样品的比色皿。
- 3) 电源开关：开关机的按键。
- 4) USB 接口：用于将测量数据上传到计算机，升级仪器固件等。
- 5) 充电接口：用于插充电器，为主机内部的锂电池充电。
- 6) SD 卡插口：插入 SD 卡，存储与传输测量数据。

### 3.2 主机底面

电池舱盖：打开电池舱盖可以更换锂电池。

### 3.3 比色皿

比色皿用来盛放藻类样品，其规格为：

容量：3.5mL；工艺：玻璃或石英均可；外形：12.5\*12.5\*45mm；波长：350nm-2000nm；透光特性：四通光。

### 3.4 电池

Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统主机采用可充锂电池供电，充满电可以连续工作 8~10 个小时。该电池可以随用随充，但忌过度放电。待主机显示“电量不足”就应该充电。如果等待到主机耗尽电量自动关机了才充电，此时电池已经过度放电，会影响电池寿命。

电池长久不用，需每隔 4~5 个月进行补充充电。忌电池短路，大电流放电会对电池寿命不利。存放时，应尽量放在干燥阴凉的地方。

### 3.5 电源适配器

电源适配器既能为主机充电，又可作为外接电源使用。使用时，先将电源插头插入市电（100V~220VAC，50/60Hz），再将充电插头插入主机充电插座。当适配器接入市电时，指示灯为绿色（如果此时绿灯不亮，有可能是市电无电或适配器损坏）；将充电插头插入主机充电插座，充电时指示灯变为红色，充

满电后又变为绿色。充电时间与电池的剩余电量有关，当电池电量用完时，充满电需 8 小时左右。工作时，尽量放在通风干燥的地方使用。充电器发出充满指示时，应该拔下充电器。若长时间处于充电状态会造成电池过充，影响电池寿命。

## 软件介绍

---

### 四、软件介绍

Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统共有 4 种类型软件，分别是嵌入式程序、自定义编程软件、数据传输软件和固件升级软件。

嵌入式程序：主要功能是实现仪器的智能化操作和测量，如自动测量，数据存储和显示，数据计算等。

自定义编程软件：YGCmdEdit 自定义编程软件，主要进行自定义命令的编辑。它以 U 盘的形式随产品交到用户手中。自定义编程软件有中文版和英文版。在使用时不需要预先安装到计算机中。只要把该软件复制到计算机上就可打开。

数据传输软件：PrjYG2023DV 数据传输软件，主要是完成将仪器中存储的数据向计算机传输的任务。它以 U 盘的形式随产品交到用户手中。传输软件有中文版和英文版。在使用时不需要预先安装到计算机中。只要把该软件复制到计算机上就可打开。该软件既可以查看“.bin”格式文件内的数据数量、荧光参数和曲线图，又可以完成仪器与计算机之间的通信，把仪器内储存的数据全部转存到计算机上。

固件升级软件：主要是支持用户自行完成对仪器嵌入式程序的升级工作。当公司决定对软件升级时会由服务部门通知，并将升级软件发送给用户。

五、测量操作

5.1 概述

操作顺序为：开机—自检及校准—选择测量模式—数据存储传输。

5.1.1 开/关机

按下电源键，可进入“主菜单”界面，完成开机操作。

5.1.2 充电

表 5-1 充电操作说明

操作	指导说明
电源适配器连接	将所配专用充电器接入市电：充电器指示灯显示绿色，表示电源接入等待充电。充电器指示灯不亮，表示无市电或电源适配器损坏。
充电	①将所配专用充电器的另一端插在仪器主机面板上的“充电”插孔里。 ②充电器指示灯显示红色表示进入充电状态；常亮绿色表示被充电池已充满停机；不亮表示电池损坏或接反或没能良好接入。
注意事项	①充电时最好先接 220V 50Hz 交流电，后接仪器。 ②充电器仅限在室内使用，严禁进水。

5.1.3 主要界面

本节重点介绍主要界面的内容与含义，包括“主菜单”界面、“测量模式”界面、“选择测量项”界面和“测定”界面。

(1) “主菜单”界面

“主菜单”界面包括标题栏、按键选项和信息栏。

## 测量操作



图 5-1 主菜单

标题栏显示该页的主题内容，以图 5-1 的页面为例，标题栏显示“主菜单”三个字。

按键选项包括【开始测量】、【数据管理】、【系统设置】和【简明帮助】四个选项。

点击【开始测量】可进入“测量模式”界面，选择需要的测量模式，可进入相应的界面。

点击【数据管理】可进入“数据管理”界面，进行数据传输、数据查看及数据删除的操作。

点击【系统设置】可进入“系统设置”界面，进行系统校准、系统自检及系统信息的查看。

点击【简明帮助】可查看简要的操作帮助。

### (2) “测量模式”界面

该界面包括标题栏、信息栏、按键选项、光源选项、增益选项栏及退出键。



图 5-2 测量模式

在光源设置栏选择光源（蓝、红）和增益（扩大倍数）等级。

按键选项包括【普通模式】、【专业模式】、【自定义模式】三个选项。

点击【普通模式】可进入普通模式下的“选择测量项”界面。

点击【专业模式】可进入专业模式下的“选择测量项”界面。

点击【自定义模式】可进入自定义模式下的“选择测量项”界面。

### (3) “选择测量项”界面——以“普通模式”下的界面为例

该界面包括标题栏、时间日期、测量项、“？”及返回键。



图 5-3 选择测量项（普通模式）

# 测量操作

测量项包括【测定 OJIP】和【脉冲瞬态荧光动力学】以及【叶绿素浓度测量】三个选项。选择其中一个测量项，点击进入可进行测量。

点击“?”可进入对应模式的释义、给光模式、测定（计算）参数、应用场景等简要说明，为初次使用者提供帮助。

## （4）测量界面——以“测定 OJIP”为例

测量界面包括标题栏、时间日期、参数设定栏、图形区、结果区、控制键。

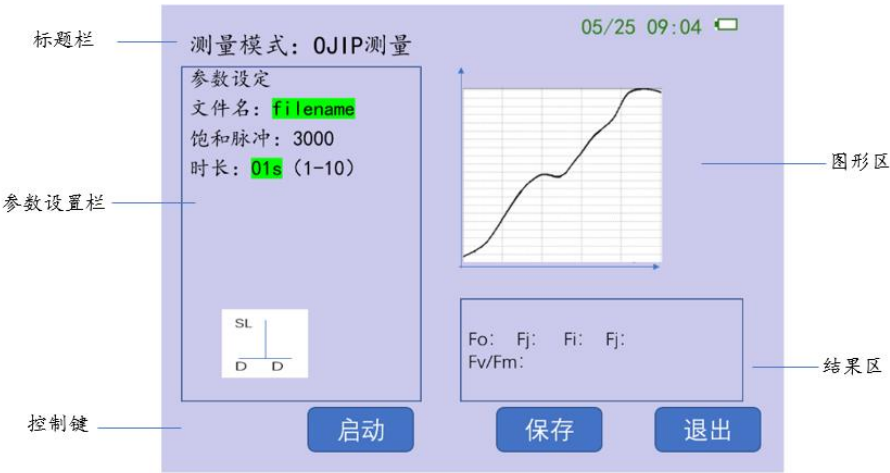


图 5-4 测量界面（OJIP）

参数设定栏可进行相关参数设定，其中带有阴影的文字或符号为可修改部分，未带有阴影的文字为系统默认部分。用户设定的参数在关机后不保存，下次开机后自动返回默认设置。

图形区显示图形内容，在未测量之前，显示给光模式，在测量后显示测定的曲线信息。

结果区显示主要的测定结果，由于位置所限，仅能显示部分值，全部结果可 PC 端查看。

控制键包括三个选项，分别是【启动】、【保存】和【退出】。

【启动】键：设定参数后，按【启动】键保存参数并开始测量。

【保存】键：测量结束后，按【保存】键保存数据。

【退出】键：退出该测量模式，返回上一界面。



### 5.1.4 校准



图 5-5 系统设置

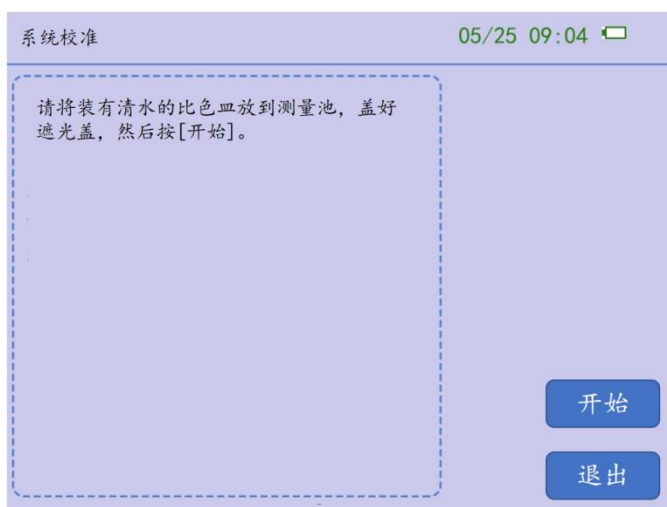


图 5-6 系统校准

在主菜单界面选择【系统设置】进入如图 5-5 界面，选择【系统校准】进入如图 5-6 界面。将比色皿中加入 3 mL 去离子水，放入样品池，然后按下开始键，仪器自动完成校准。

## 测量操作

### 5.1.5 自检

在系统设置界面点击【系统自检】后，屏幕跳转至下一页，自动完成自检工作，如图 5-7 完成后按【退出】键退出。

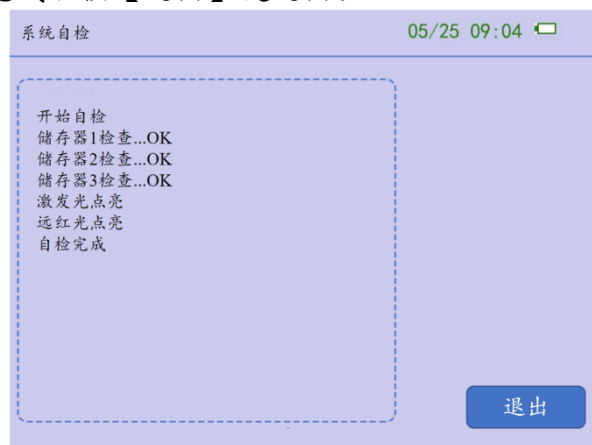


图 5-7 系统自检

### 5.1.6 系统信息修改

在系统设置界面，点击【系统信息】后，可以查看相关信息，进行中英文切换、固件升级及日期修改，当在开机界面误操作选择【EN/中】后，可以在该界面进行修改，不需要关机重启后再次选择。



图 5-8 系统信息

## 5.2 普通模式

### 模块 1 快速荧光动力学 (OJIP)

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，保持暗适应 2min 以上（具体时间视不同藻类及状态而定），待完成暗适应后，开始测量。依次选择【开始测量】-【普通模式】-【测量 OJIP】，进入快速荧光动力学测量界面。

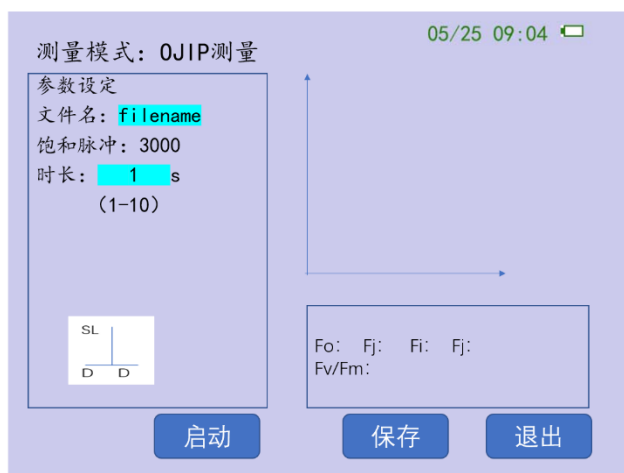


图 5-9 OJIP

用户可以修改文件名和时长，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

参数设定：文件名的修改采用 26 键全键盘模式；

饱和脉冲 =  $3000 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，时长 = 1 s；

时间可以选择 1~10 s，其中仪器默认 1 s。

应用：测定 OJIP 曲线，测定  $F_v/F_m$  等快相参数。

提示：初学者可以采用系统默认设置进行操作，系统模式操作也是厂家为初学者提供的适合于一般测量的参数。此外，每次设定的参数在关机后不保存，下次开机自动显示系统默认值。

## 普通模式

### 模块 2 脉冲瞬态荧光动力学 (SP)

向比色皿中加入 3 mL 待测藻液，保持暗适应 2 min 以上（具体时间视不同藻类及状态而定），待完成暗适应后，开始测量。依次选择【开始测量】-【普通模式】-【脉冲瞬态荧光动力学】，进入脉冲瞬态荧光动力学测量界面。

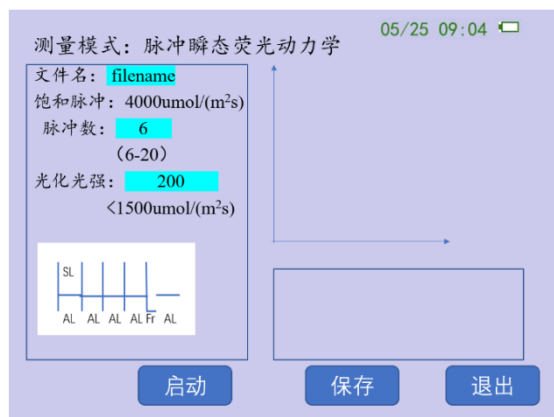


图 5-10 脉冲瞬态荧光动力学

用户可以修改文件名、脉冲次数和光化光强度，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

参数设定：饱和脉冲=4000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ， $T=1\text{ s}$ ；

脉冲数：6~20 可以选择，系统默认 6 次，脉冲时间间隔为 30 s。光化光：0~1500  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，系统默认 200  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；

应用：测定  $F_s$ 、 $F_m'$ 、 $F_o'$ 、 $Y(II)$ 、NPQ、qP、rETR 及其他慢相参数。

### 模块 3 叶绿素浓度测量 (Chlorophyll concentration measurement)

使用“叶绿素荧光法”间接推测叶绿素浓度。在一定浓度范围内，藻类叶绿素浓度和  $F_o$  值成正相关，首先测定标准样品（已知浓度的藻液） $F_o$  值，然后测量待测样品的  $F_o$  值，得到待测样品浓度。

依次选择【开始测量】-【普通模式】-【叶绿素浓度测量】，进入叶绿素浓

度测量界面。

向比色皿中加入 3mL 标准样品（已知浓度的藻液），将已知浓度输入至标准样品浓度栏，点击【校准】键进行校准。校准结束后点击【下一步】。

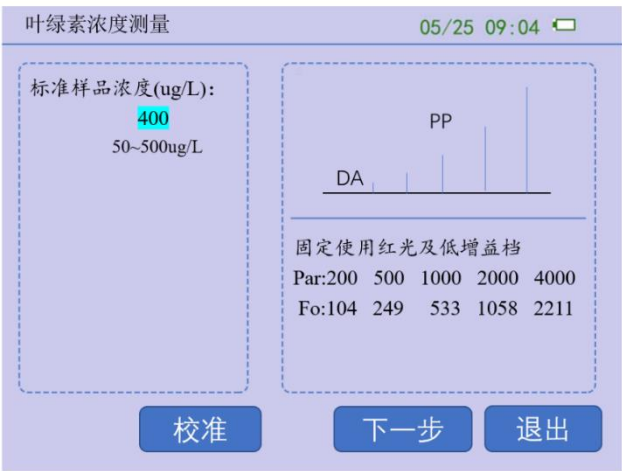


图 5-11 叶绿素浓度测量

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，用户可以修改文件名，点击【测量】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【测量】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

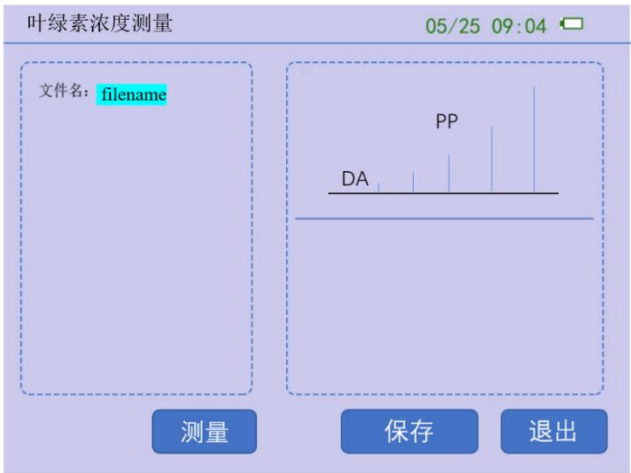


图 5-12 叶绿素浓度测量

## 专业模式

参数设定：文件名的修改采用 26 键全键盘模式；

标准样品浓度：50~500ug/L；

应用：测定藻类叶绿素浓度。

### 5.3 专业模式

#### 模块 4 快速光响应曲线（RLC）

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，保持暗适应 2min 以上（具体时间视不同藻类及状态而定），然后将光适应时间设 0，跳过光适应阶段，开始测量。

若需要光适应阶段，待向比色皿中加入待测藻液后，依据具体实验目的设定参数，或者选择默认参数进行实验。依次选择【开始测量】-【专业模式】-【快速光响应曲线】，进入快速光响应曲线测量界面。

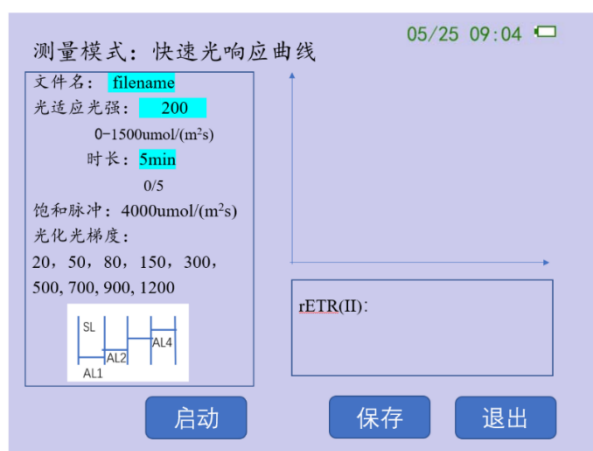


图 5-13 快速光响应曲线

用户可以修改文件名、光适应光强和时长，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

参数设定：光适应光强推荐 0~2000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，默认 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，当时间设置为 0 时，跳过光适应阶段。光适应时长程序默认 5min，饱和脉冲 4000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，光化光梯度 20、50、80、150、300、500、700、900、1200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ 。

光缩写：饱和脉冲（SL）；光化光/作用光（AL）；远红光/近红外光（Fr）。  
光/暗适应（Dark/Light Adapt）。

应用：得到不同光化光对应的 rETR 后绘制快速光曲线。

### 模块 5 暗弛豫荧光动力学（DR）

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，无需暗适应的情况下可直接测量，当需要暗适应时，需将光适应光强设为  $0\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ 。

依次选择【开始测量】-【专业模式】-【暗弛豫】，进入暗弛豫荧光动力学测量界面。用户可以修改文件名、光适应光强和黑暗间隔，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

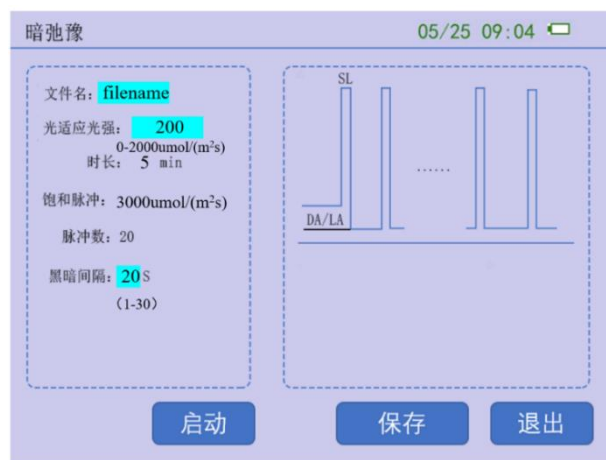


图 5-14 暗弛豫

参数设定：光适应光强为  $0\sim 2000\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，默认  $200\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；时长程序默认 5min；饱和脉冲  $3000\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，脉冲数 20；黑暗间隔时长：1~30s，默认 20s。

应用：暗弛豫模块有两方面的应用。其一，藻类在充分光适应后，进行暗弛豫分析，可以对藻类进行 NPQ 分析，以探究其对光能的利用及自我保护机

# 专业模式

制。其二，藻类在充分暗适应时（光适应光强设定为 0，光适应时长设定为 0），可以探究藻类在暗适应状态下，每隔一定时间给脉冲刺激后的电子传递状态，为叶绿素荧光理论研究提供便利。

## 模块 6 后稳态荧光动力学（After steady-state Model）

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，无需暗适应。依次选择【开始测量】-【专业模式】-【后稳态】，进入后稳态荧光动力学测量界面。

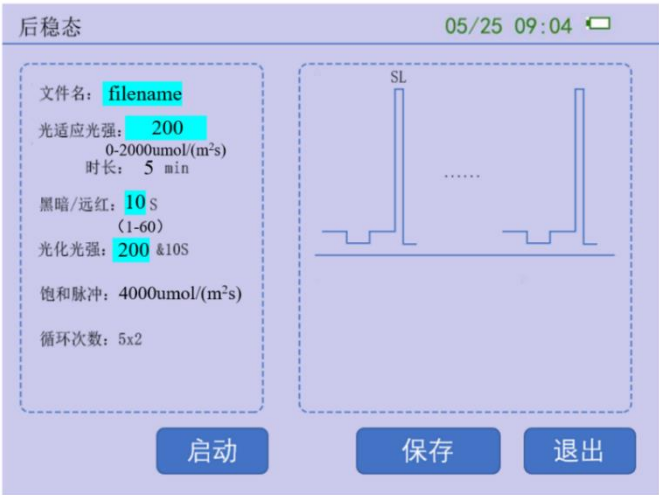


图 5-15 后稳态荧光动力学

用户可以修改文件名、光适应光强、黑暗/远红和光化光强，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

参数设定：光适应光强 0~2000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，默认 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；时长默认 5min；黑暗/远红间隔时长：1~60s，默认 10s。

光化光光强：100~2500 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$  & 10s，默认 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；饱和脉冲 4000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；循环次数 5 $\times$ 2。

应用：利用测定过程中黑暗或远红光间隔时间，驱动电子链处于不同状态，从而了解光合电子链的状况。



## 模块 7 鼓包 (PIFR)

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，无需暗适应，开始测量。依次选择【开始测量】-【专业模式】-【鼓包】，进入鼓包测量界面。

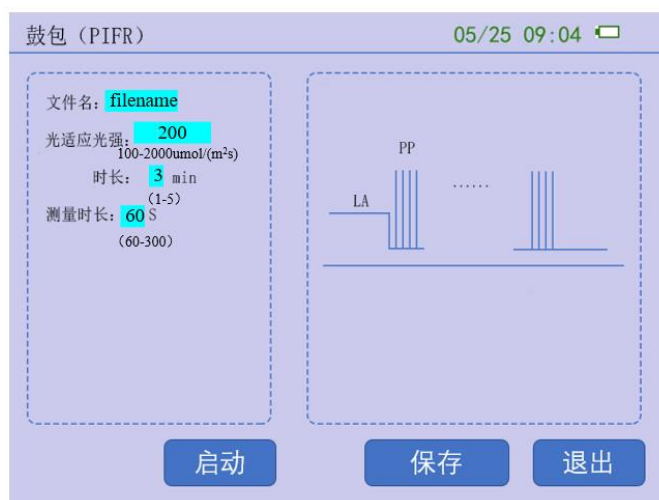


图 5-16 鼓包

用户可以修改文件名、光化光强、时长和测量时长，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

参数设定：光适应光强：100~2000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，默认 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；时长：1~5min，默认 3min；

测量时长：60~300s，默认 60s。

应用：关闭光化光后，通过固定频率的探测光测定出藻类在受光后的电子传递状态。“鼓包”为特征的曲线可以反应 NDH 依赖的 PSI 的环式电子传递效率。

## 模块 8 瞬态光曲线 (MP-OJIP)

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，保持暗适应 2min 以上（具体时间视不同藻类及状态而定），待完成暗适应后，开始测量。依次选择【开始测量】-【专业模式】-【瞬态光曲线】，进入瞬态光曲线测量界面。

## 专业模式

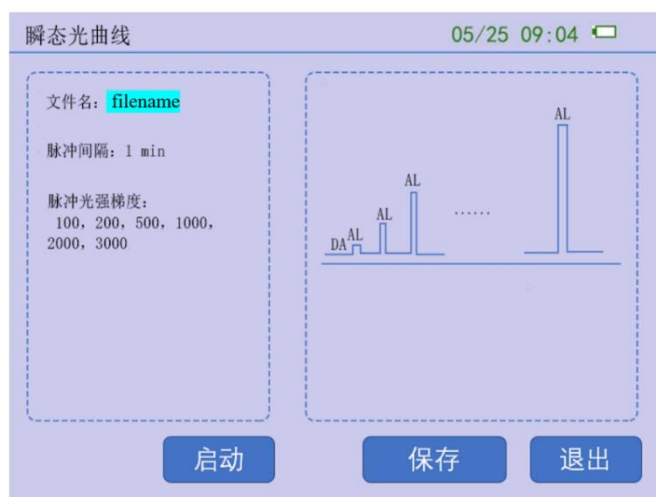


图 5-17 瞬态光曲线

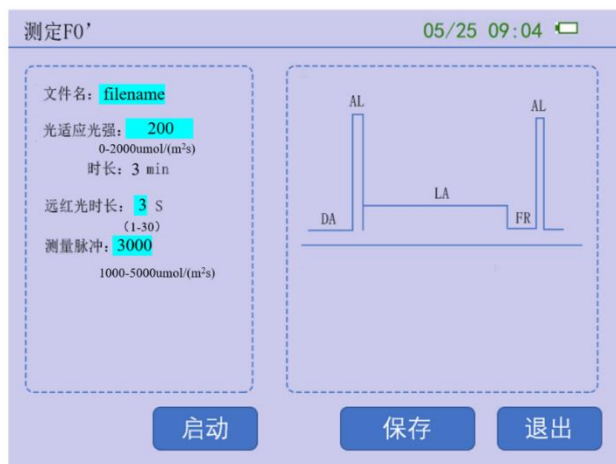
改文件名，设置完成后自动保存设置（脉冲时长和脉冲光强梯度为默认值）。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

参数设定：脉冲间隔 1min，脉冲光强梯度 100、200、500、1000、2000、3000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ 。

应用：多个脉冲光从低到高，测定不同脉冲强度下的 OJIP 曲线，通过比较 O、I、J、P 的斜率，可以验证植物光合电子传递链各个传递体的传递效率。

### 模块 9 测定 $F_o'$

向比色皿中加入 3mL 待测藻液，保持暗适应 2min 以上（具体时间视不同藻类及状态而定），待完成暗适应后，开始测量。依次选择【开始测量】-【专业模式】-【测定  $F_o'$ 】，进入测定  $F_o'$  测量界面。

图 5-18 测定  $F_o'$ 

用户可以修改文件名、光适应光强、远红光时长和测量脉冲，设置完成后自动保存设置。点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”的提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。

$F_o'$  (光下最小荧光) 为在光适应状态下全部 PSII 中心都开放时的荧光强度， $qP=1$ ， $qN \geq 0$ 。为了使照光后所有的 PSII 中心都迅速开放，一般在作用光后和测定前，应用一束远红光（波长大于 680nm，几秒钟）照射，将该处的荧光值作为  $F_o'$ 。为了便利  $F_o'$  的研究，可以自行设定光化光强度、远红光时长以及测量脉冲。

参数设定：光适应光强：0~2000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，默认 200  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ；时长：3min。

远红光时长：1~30s，默认：3s；测量脉冲：1000~5000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，默认 3000  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ 。

给光缩写：饱和脉冲 (SL)；光化光/作用光 (AL)；远红光/近红外光 (Fr)；光/暗适应 (Dark/Light Adapt)。

应用：通过光化光（作用光）和远红光两类光强的时间和强度的调控，准

确测定藻类在某个状态下的 Fo', 避免了大多数仪器通过公式计算偏差的问题。

5.4 自定义模式

编辑命令并允许的顺序如下：

- (1) 用“YGCmdEdit”软件编辑命令（命令：计算机程序编程时所下达的编程指令），详见 5.4.1。把编辑好的命令（xxx.bin 格式），保存在电脑上。
- (2) 通过数据传输线连接仪器与电脑，点击自定义模块的【下载】按钮，PC 端弹出仪器的虚拟 U 盘，将保存的命令(xxx.bin 格式)拷贝到“UseCmd”文件下。
- (3) 复制完成后拔出数据传输线，仪器端界面自动显示已经下载的命令。
- (4) 在仪器界面操作运行该命令。

5.4.1 命令编辑

用 YGCmdEdit-2022-4-21 自定义编程软件进行命令编辑，编辑界面如图 5-19 所示，包括命令选择栏、命令说明栏、参数编辑栏、命令名栏、命令预览栏和操作按钮。

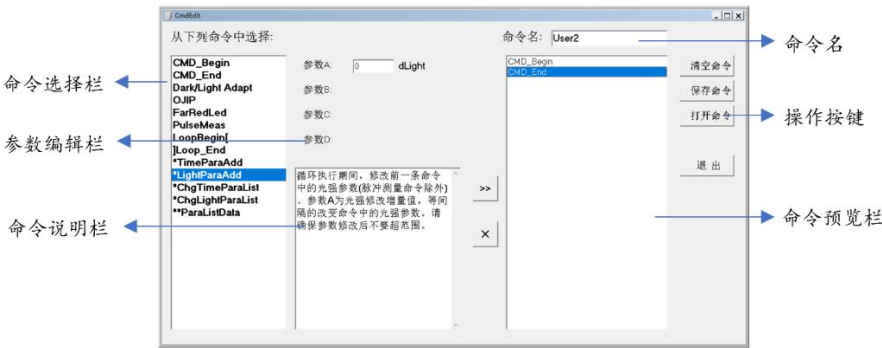


图 5-19 自定义程序

在命令名栏可以修改命令名。在命令选择栏中可以选择需要添加的命令，根据命令说明栏的建议，设置合适的参数，参数设置完成后，按【>>】键将其添加，此时可在命令预览栏看到所添加的命令信息；不需要该条命令时，在命

令预览栏中选中后，点击【×】键即可删除。命令设置完成后，点击【保存命令】将命令保存。

点击【清空命令】可以清空命令预览栏的所有信息；点击【打开命令】可以打开已保存的命令进行查看。

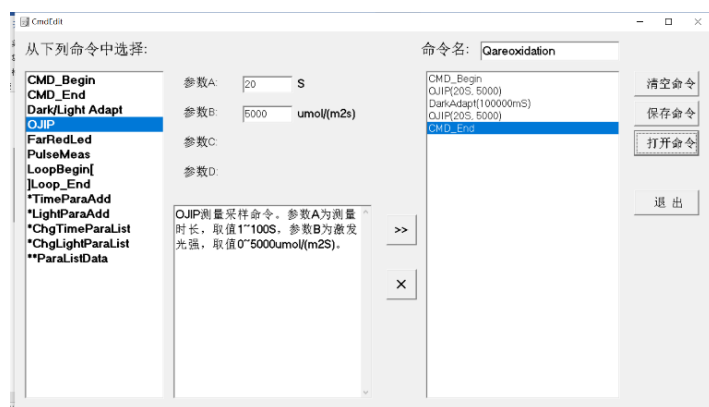


图 5-20 Q<sub>A</sub> 再氧化程序自定义示例

以图 5-20 为例，显示 Q<sub>A</sub> 再氧化程序自定义示例。在命令选择栏选择 OJIP，命令说明栏随即显示对应说明，在参数编辑栏中可对参数进行合适的设置，本例中设置 OJIP 测量时长 20s，激发光强 5000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ 。参数设置完成后，点击【>>】键将其添加，此时可在右侧的命令预览栏看到所添加的命令信息（包括命令名称和参数信息）；按照同样方法添加 Dark 和另一条 OJIP 命令，最后的情况如图 5-18 所示。编辑全部完成后，点击【保存命令】进行命名保存，所命名以“YGCMD\_Qareoxidation.bin”为例，将已经编辑好的“YGCMD\_Qareoxidation.bin”保存到相应的文件夹。

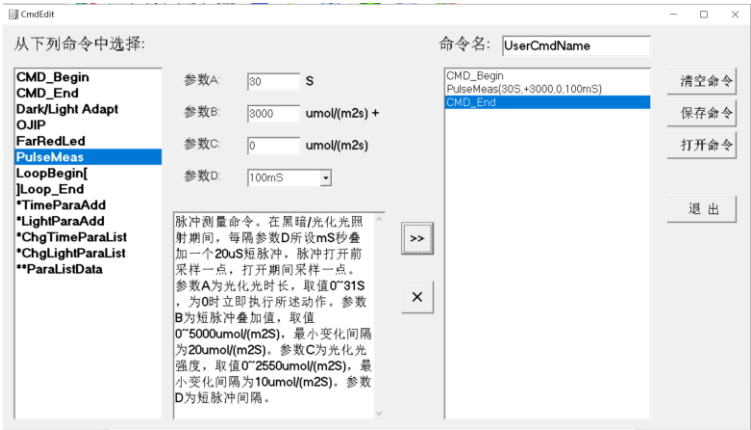


图 5-21 自定义鼓包程序示例 PulseMeas 命令设置

以图 5-21 为例，显示自定义鼓包程序（本公司摸索自定义设置条件，客户可根据需求自行设置）。首先在命令选择栏选择 PulseMeas（脉冲测量命令），命令说明栏随即显示对应说明，在参数编辑栏中可对参数进行合适的设置，如图 5-21，本例中设置参数 A（光化光测量时长）为 30s，参数 B（短脉冲叠加值）为 3000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，参数 C（光化光强度）为 0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ ，参数 D（短脉冲间隔）为 100ms，参数设置完成后，点击【>>】键将其添加，此时可在右侧的命令预览栏看到所添加的命令信息（包括命令名称和参数信息）。

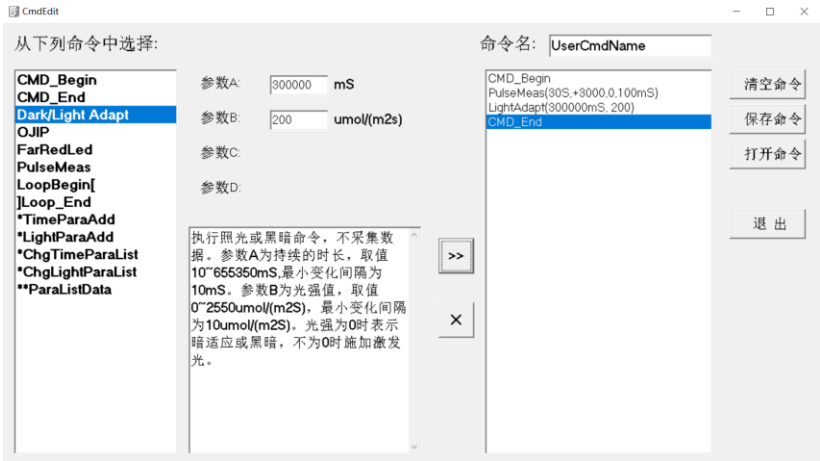


图 5-22 自定义鼓包程序示例 Dark/Light Adapt（执行照光或黑暗命令）命令设置

如图 5-22 选择 Dark/Light Adapt (执行照光或黑暗命令), 参数 A (持续时长) 设置 300000ms, 参数 B (光强值) 设置  $200\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ , 参数设置完成后, 点击【>>】键将其添加。

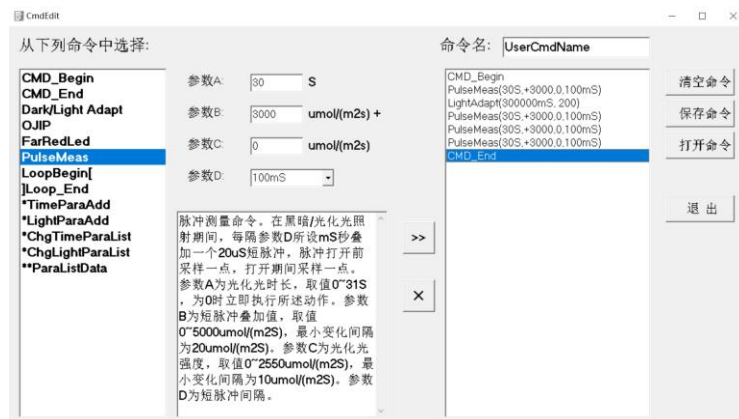


图 5-23 自定义鼓包程序示例 PulseMeas 命令设置

如图 5-23, 按照同样方法添加 3 次 PulseMeas (脉冲测量命令), 参数设置同 5-21 所示。编辑全部完成后, 点击【保存命令】进行命名保存, 命名后将已经编辑好的“YGCMD\_UserCmdName.bin”保存到相应的文件夹。

## 5.4.2 命令下载

依次选择【开始测量】-【自定义模式】, 进入选择测量项的界面。



图 5-24 仪器自定义下载

# 专业模式

选择测量项界面包括标题栏、信息说明栏、命令选择栏、按键选项和日期、时间及电池信息。

通过数据传输线连接仪器与电脑，点击【下载】，PC 端弹出仪器的虚拟 U 盘，将保存的命令拷贝到“UseCmd”，以“YGCMD\_Qareoxidation.bin”或“YGCMD\_UserCmdName.bin”为例，点击【退出】，再重新进入自定义模式，可以看见新导入的命令，如图 5-25。

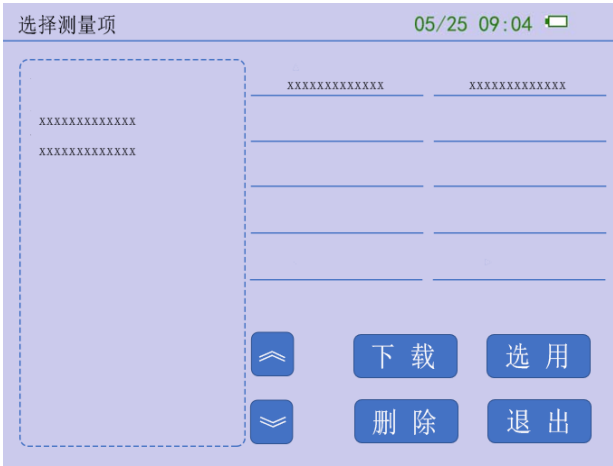


图 5-25 仪器自定义下载完成

## 5.4.3 命令运行

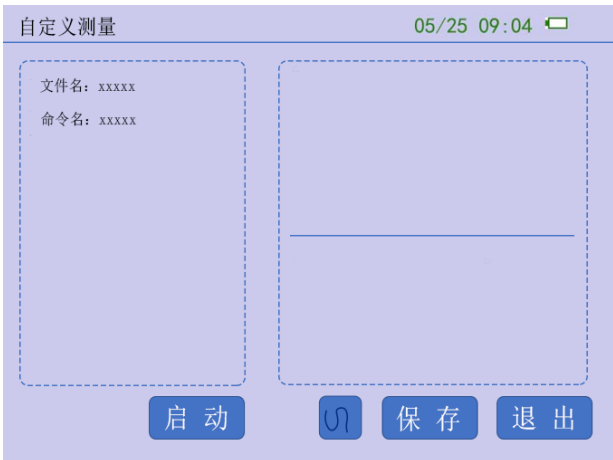


图 5-26 自定义测量



点击命令选择栏的命令，在信息说明栏会出现命令的详细信息。点击【选用】出现自定义测量的界面，点击【启动】键开始测量，测定完成后仪器出现“测量完毕”的提示。按【保存】键保存本次测量结果。若不需要保存，则按【启动】键开始下次测量，或者按【退出】键退出本界面，返回上一界面。数据保存后，通过数据传输线连接仪器与电脑，点击数据传输图形的按键，仪器进入数据传输的界面，可进行传输数据的工作，具体步骤见 6.1 数据传输部分。

### 5.4.4 数据查看

自定义模块的数据不能在仪器端查看，需要 PC 端查看，具体操作见第六章数据管理部分。

# 数据管理

## 六、数据管理

### 6.1 数据传输

有两种模式可供用户选择，分别是【虚拟 U 盘模式】和【转存到 SD 卡】，如图 6-1。两个模式选择其中一个方式即可完成数据传输。



图 6-1 数据传输

**【虚拟 U 盘模式】：**选择【虚拟 U 盘模式】后，用数据线连接电脑，电脑会自动弹出 U 盘。打开 U 盘后，可以显示已经保存的文件，最新日期的文件为最后一次导出的数据，将文件复制在电脑目标文件夹下，后使用 PrjYG2023DV 数据传输软件查看数据（详见 6.4）。

**【转存到 SD 卡】：**选择【转存到 SD 卡】后，可将数据拷贝至 SD 卡里，通过复制 SD 卡的数据，即可在 PC 端查看。

### 6.2 数据查看

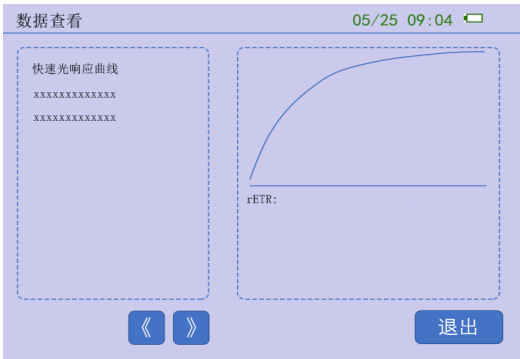


图 6-2 数据查看

在数据管理界面，点击【数据查看】，出现图 6-2 的界面。点击【《】向上翻页查看历史测量结果，点击【》】向下翻页查看历史测量结果；点击【退出】键可返回上一界面。

### 6.3 数据删除

在数据管理界面，点击【数据删除】进入如图 6-3 的界面。点击【确认】键删除数据，点击【退出】键可返回上一界面。



图 6-3 数据删除

### 6.4 PC 端软件操作

PrjYG2023DV 数据传输软件为 Yaxin-1168 藻类荧光动力学测量系统配套的数据传输软件，双击打开即可进入软件。

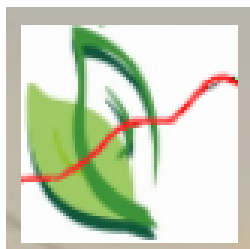


图 6-4 YX1168 DV 软件截图

# 数据管理

操作界面如图 6-5，包括软件名、表格/曲线查看模式、参数列、给光模式、测量类型和文件名等信息。

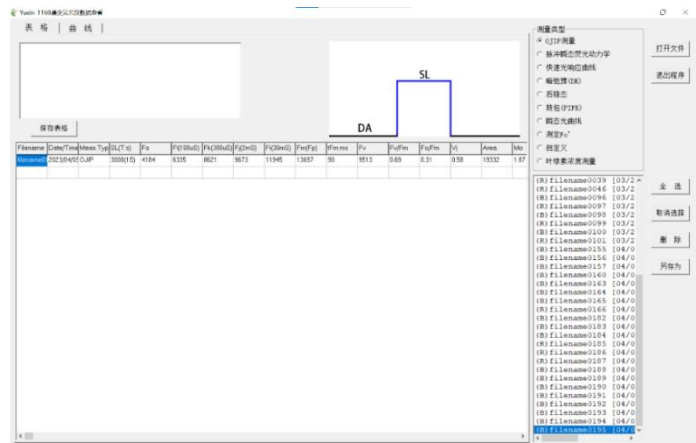


图 6-5 数据传输界面

软件右侧第一列点击【打开文件】，界面弹出“打开文件”的界面，选择需要查看的文件（文件格式为“.bin”），双击即可在软件中查看。

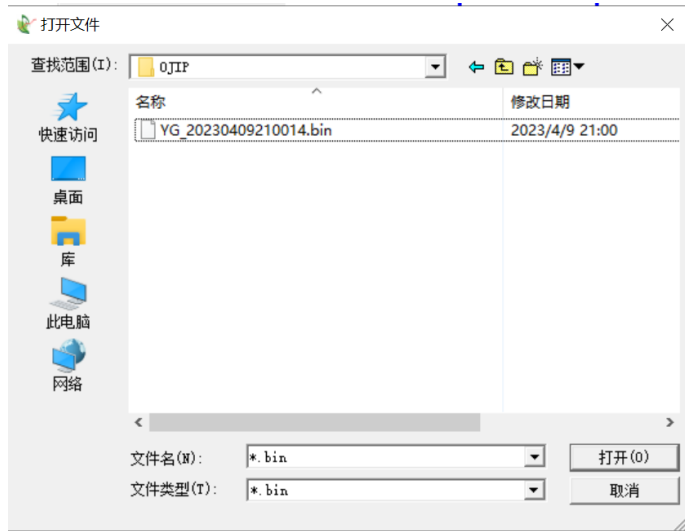


图 6-6 文件打开

以快速光响应曲线为例，在“测量类型”中选择“快速光响应曲线”，文件名框中则出现测量快速光响应曲线的各个文件，单击选择可进行查看；在表格/曲

线查看模式中可选择查看类型，表格模式如图 6-8，曲线模式如图 6-9。

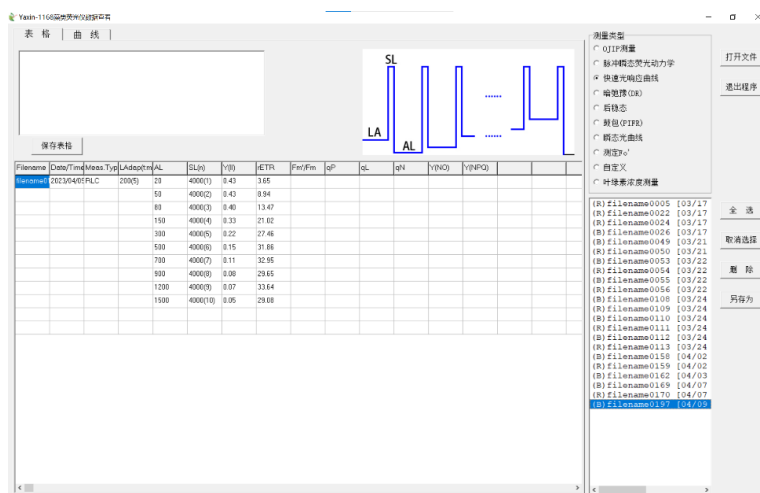


图 6-7 表格模式

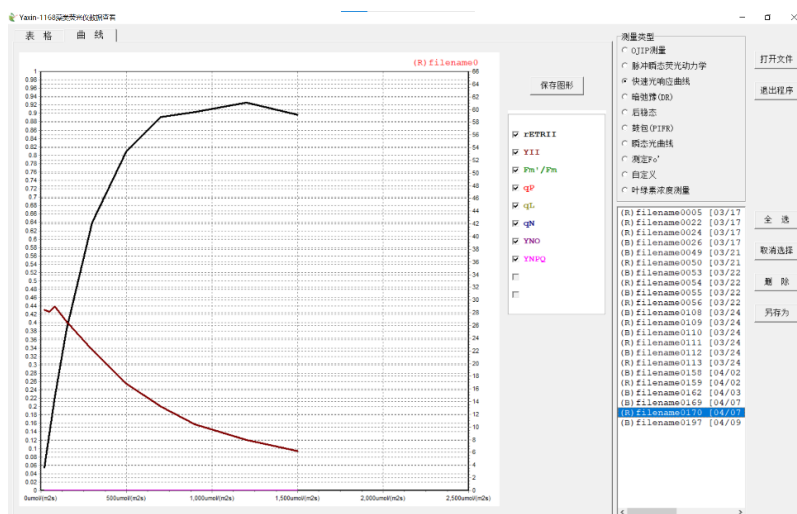


图 6-8 曲线模式

在表格模式下按住 Ctrl 键可以多选文件名框中的文件进行查看；按住 Shift 键可以连续选择文件名框中的文件进行查看。曲线模式下的多选和连续选择不能显示图形，仅能单个文件依次查看曲线。

在表格模式下，选择文件后，点击表格上方的【保存表格】，可将表格中的数据以.csv 格式保存到 PC 端，后续用 Excel 即可查看或编辑。



图 6-9 储存方式

在任意模式下，选中文件后，点击文件名框右侧的【另存为】—【保存选中的数据（表格形式）】，可将对应文件的原始数据以.csv 格式保存到 PC 端，后续用 Excel 可以根据导出的数据作图。

选择【保存所有测量类型数据】、【保存当前测量类型数据】、【保存选中的数据】这三个选项所保存的数据均为.bin 格式，该格式不能用 Excel 表格正确读取。

选择【保存所有测量类型数据】所保存的数据包含 9 个固定模块（快速荧光动力学、脉冲瞬态荧光动力学……）以及自定义模块共计 10 个模块的所有数据，与选中的数据处于哪个模块及数量无关。

选择【保存当前测量类型数据】所保存的数据包含选中的模块中的所有数据，与所处的模块有关，与选中的数据的数量无关。

选择【保存选中的数据】所保存的数据仅保存选中的条目，未选中的数据不被保存。

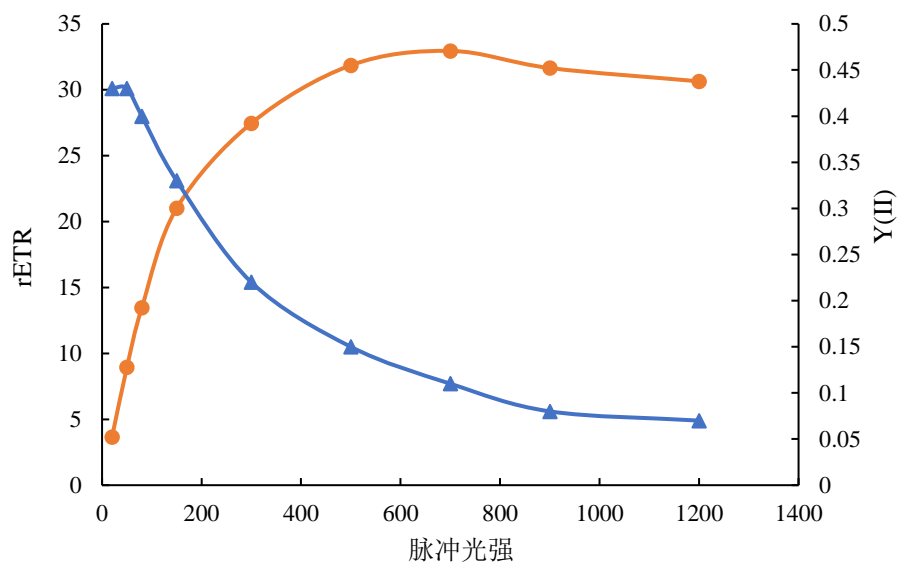


图 6-10 分析图像

## 计算参数及公式

### 七、计算参数及公式

测量过程中涉及的计算参数的含义及计算公式见下表：

表 7-1 计算参数及公式

缩写	释义	计算公式
Fo	暗适应下最小荧光值	测定值
Fm	暗适应下最大荧光值	测定值
Fm'	光适应下最大荧光值	测定值
Fs	光稳态荧光值	测定值
F100us	照光后 100 μs 后的荧光值	测定值
F300us	照光后 300 μs 后的荧光值	测定值
Fi	i 点荧光值	测定值
Fj	j 点荧光值	测定值
Vj	在 J 点的相对可变荧光强度	$VJ=(FJ-Fo)/(Fm-Fo)$
Mo	O-J-I-P 荧光诱导曲线的初始斜率	$Mo=4(F300\ \mu s-Fo)/(F-Fo)$
Area	O-J-I-P 荧光诱导曲线、荧光强度 F=FM 及 y 轴之间的面积	$S=Sm\cdot MO\cdot(1/VJ)$
Sm	Area 标准化	$Sm=(Area)/(Fm - Fo)$
N	从开始照光到到达 FM 的时间段内 QA 被还原的次数	$N=Sm/S$
Fv/Fm 或 $\phi po$	最大光化学效率	$Fv/Fm= (Fm-Fo) /Fm$
$\phi o$	反应中心捕获的激子中用来推动电子传递到电子传递链中超过 QA 的其它电子受体的激子占用来推动 QA 还原激子的比率（在 t=0 时）	$\phi o=(1-Vj)$
$\phi EO$	用于电子传递的量子产额（在 t=0 时）	$\phi EO=(Fv/Fm)\cdot (1-Vj)$
Fo/Fm	用于热耗散的量子比率（在 t=0 时）	Fo/Fm
ABS/RC	单位反应中心吸收的光能	$ABS/RC= MO\cdot(1/Vj)\cdot(Fm/Fv)$



## 计算参数及公式

TR <sub>0</sub> /RC	单位反应中心捕获的用于还原 QA 的能量 (在 t=0 时)	TR <sub>0</sub> /RC=MO/V <sub>J</sub>
ET <sub>0</sub> /RC	单位反应中心捕获的用于电子传递的能量 (t=0)	ET <sub>0</sub> /RC=MO/V <sub>J</sub> •(1-V <sub>J</sub> )
DI <sub>0</sub> /RC	单位反应中心耗散掉的能量 (t=0)	DI <sub>0</sub> /RC=(ABS/RC)-(TR <sub>0</sub> /RC)
RC/CS <sub>0</sub>	单位面积内反应中心的数量 (t=0)	RC/CS <sub>0</sub> =Fv/Fm(V <sub>J</sub> /MO)•Fo
RC/CS <sub>M</sub>	单位面积内反应中心的数量 (t=t <sub>FM</sub> )	RC/CS <sub>M</sub> =Fv(V <sub>J</sub> /MO)
PI <sub>ABS</sub>	以吸收光能为基础的性能指数	PI <sub>ABS</sub> =(RC/ABS)•[Fm/Fo-1]•[(1-V <sub>J</sub> )/V <sub>J</sub> ]
PI <sub>CS</sub>	以单位面积为基础的性能指数 (t=0)	PI <sub>CS</sub> =(RC/CS <sub>0</sub> )•[φPo/(1-φPo)]•[ψO/(1-ψO)]
PI <sub>CS</sub>	以单位面积为基础的性能指数(t=t <sub>FM</sub> )	PI <sub>CS</sub> =(RC/CS <sub>M</sub> )•[φPo/(1-φPo)]•[ψo/(1-ψo)]
DF <sub>ABS</sub>	以吸收光能为基础的推动力	DF <sub>ABS</sub> ≡log(PI <sub>ABS</sub> )
DF <sub>CS</sub>	以单位材料面积为基础的推动力	DF <sub>CS</sub> ≡log(PI <sub>CS</sub> )
Fo'	光下的最小荧光值	Fo'=Fo/(Fv/Fm+Fo/Fm')
Fq'	可变荧光值	Fq'=Fm'-Fs
Fv'/Fm'	PSII有效光化学量子产量	Fv'/Fm'=(Fm'-Fo')/Fm'
rETR	表观相对光合电子传递速率	[(Fm'-Fs)/Fm']×PAR×0.42
qP	光化学猝灭系数	qP=(Fm'-Fs)/(Fm'-Fo')
NPQ	非光化学猝灭	NPQ=(Fm-F'm)/F'm
qL	光化学猝灭系数	qL=qP•Fo'/Fs
qN	非光化学猝灭系数	qN=1-(Fm'-Fo')/(Fm-Fo)
Y(II)	PSII实际光化学量子产量	Y(II)=(Fm'-Fs)/Fm'
Y(NPQ)	调节性能量耗散的量子产量	Y(NPQ)=Fs/Fm'-Fs/Fm
Y(NO)	非调节性能量耗散的量子产量	Y(NO)=Fs/Fm

## 故障排除与维护

---

### 八、故障排除与维护

本仪器为塑料外壳，应该避免磕碰及划伤。

整机不应该长时间在阳光下暴晒，以防止外壳老化或者内部温升过高影响正常工作。

测量过程中应使用充分满足要求的饱和光强度，而不要一味追求最强的饱和光强度，LED 经常工作在大电流下时，会加速其老化。

测量过程中如遇到按下任何键都没有反应、意外死机的情况，尝试重新关机后开机，或者联系我公司工作人员。

### 九、技术参数

#### 1. 光源类型

蓝光：LED470nm，光强范围：0~6000 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  可调；

红光：LED630nm，光强范围：0~6000 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  可调；

远红光：LED730nm，时长 0 ~ 60 秒可设；

作用光：470nm，630nm，范围：0~3500 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ；

光适应光：470nm，630nm，范围：0~2000 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。

2. 检测器：SiPM 硅光电倍增器，偏置电压带温度校正。16bits 高速 AD。

3. 检测范围：0.01~2000  $\mu\text{g/L}$  Chl，建议浓度范围 10~500 $\mu\text{g/L}$  Chl。

4. 存储容量：内置 16MB+256MB 非易失性存储器 + 外置 32GB SD 卡。

5. 数据传输：两种模式分别是虚拟 U 盘模式和转存到外置 SD 卡模式。通过 USB 接口与 PC 机进行数据传输，在 PC 机端数据以原始二进制数据、数据表格及图形的方式存储。

6. 屏幕：8 寸 800×600 彩色触摸屏，中/英文操作界面可选。

7. 键盘：电容式触摸键盘。

8. 电源：室内可通过专用适配器接 100V~220VAC，50/60Hz 市电，配可充锂电池：7.4V 10Ah，电池续航能力 12 小时以上。

## 售后服务

---

### 十、售后服务

本着“为顾客提供最满意的产品和服务”的经营宗旨，北京雅欣理仪科技有限公司郑重承诺：在确保仪器的先进性、可靠性、稳定性的同时，不断改进服务质量。从售前到售后的交货、调试、仪器维护管理、技术服务、对用户技术培训等各方面，保证用户能得到最好的服务，让客户满意、放心。

**质保期：**合同项下仪器自用户验收合格（或自发货后 30 天）之日起 12 个月内，正常使用(人为造成的损坏除外)条件下，全部器件保 1 年。保修期外，本公司提供终身有偿服务。

**免费保养：**我公司仪器每年享受一次免费保养（清洗、校准、调试）。邮寄费用由公司和用户分别承担。

**意见反馈：**北京雅欣理仪科技有限公司感谢您对我公司的信赖，您对我公司的产品有任何建议和要求应及时告知我们。

#### 联系方式：

电话：010-62984600

邮箱：tech@bjyxly.com

网址：www.bjyxly.com

地址：北京市海淀区上地三街 9 号嘉华大厦 F 座 707 室

邮编：100085



公司官方公众号