

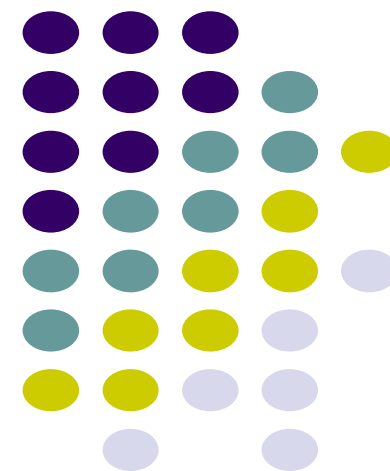
LI-6400/XT光合仪的日常检查、 配置、校准和测量过程



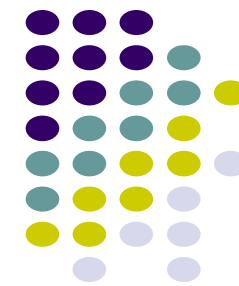
北京力高泰科技有限公司
基因有限公司 农业环境科学部

电话：010-66001566；

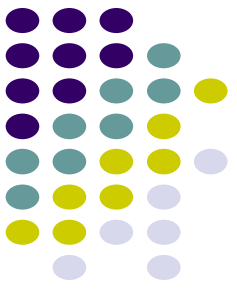
网址：www.ecotek.com.cn



主要内容



- 一、日常检查，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行
- 二、加载配置，在配置菜单 (Config Menu) 下进行
- 三、校准菜单，在校准菜单 (Calib Menu) 下进行
- 四、测量过程，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行



一、LI-6400/XT光合仪日常检查

在测量菜单 (New Msmnts) 下进行

1、预热期间检查

2、预热后检查



1、预热期间检查

1.1 检查光源和光量子传感器

用手遮住传感器，如下图所示，检查g行 ParIn_μm 和ParOut_μm传感器是否有响应。

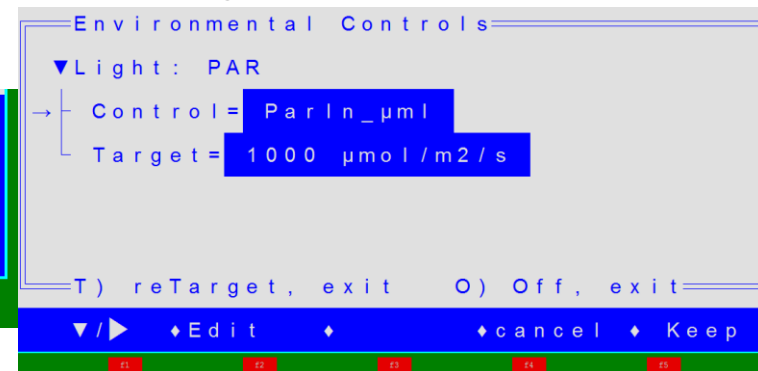


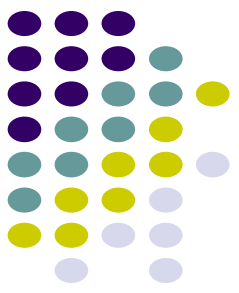
内置光量子
ParIn位置

外置光量子
Parout位置



检查光源是否工作；在2，F5 (LampOff) ，选PAR，按T，输入光强，如1000，enter光源亮，检查g行Parin是否为1000。





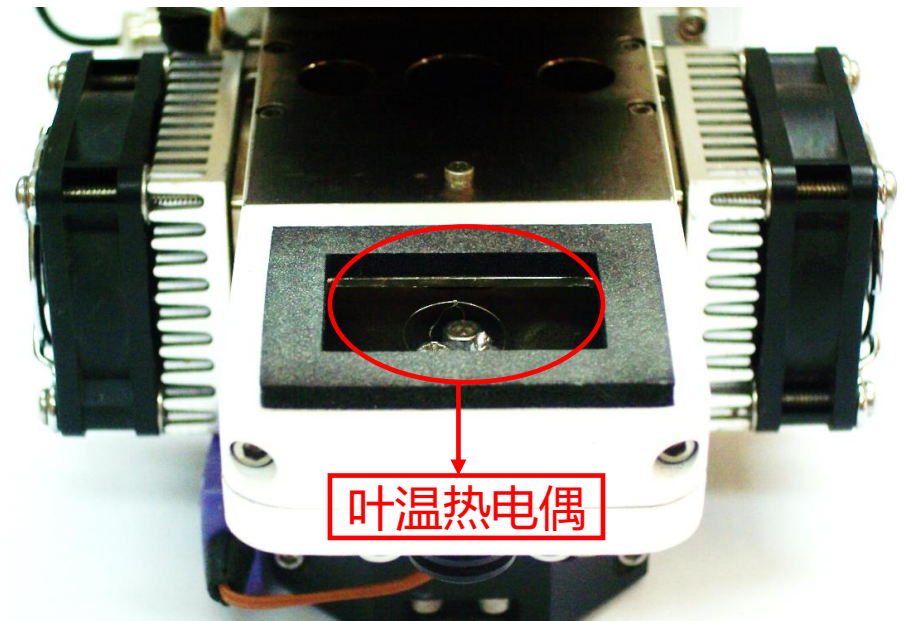
1、预热期间检查

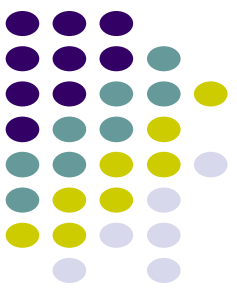
1.2 检查温度

检查h行三个温度值Tblock, Tair和 Tleaf, 是否合理, 且彼此相差应该在 1°C 以内;

直接测量叶片温度时, 叶温热电偶的结点位置应**高于**叶室垫圈约**1mm**, 保证夹叶片时能与叶片充分接触;

如果使用**能量平衡**方法测量叶片温度, 则结点位置应**低于**叶室垫圈**1mm**, 确保夹叶片时, 接触不到叶片。





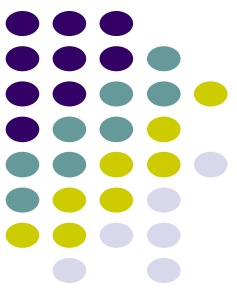
1、预热期间检查

1.3 检查大气压传感器

检查g行Press_kPa值是否合理：一般在海平面大气压值约100kPa，海拔每升高100米，大气压约下降1 kPa，例如海拔1000英尺（约300米），大气压约97 kPa；同时大气压随天气变化，可能会有1到2 kPa的变化。

1.4 检查叶室混合扇

按2F1，按O关闭，或按F打开叶室混合扇，将分析器头部放到耳朵旁边，叶室张开，听分析器头部声音是否有变化，如果有变化，表示正常。如果没有变化，即几乎没有声音，表示混合风扇故障。

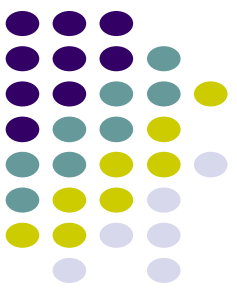


1、预热期间检查

1.5 检查是否存在气路堵塞

按2, F2 (Flow 500) , 按T, 输入1000, enter, 设定流速为**1000**, 将两个药品管旋钮拧到完全bypass, 检查b行的flow值能否达到**600以上** (高海拔地区可能达到**570**) , 不能则有堵塞; 如果能达到, 继续检查, 将苏打管旋钮从完全bypass慢慢调节到完全scrub, 过程中观察b行的flow值是否会下降幅度超过**20**, 如果是, 有堵; 同理检查干燥管。

常见堵塞地方是: 化学管内过滤嘴; 化学管顶部的两个小的聚乙烯透明管。
请见视频..[\LI-6400XT 视频材料\如何解决气路堵塞.mp4](#)



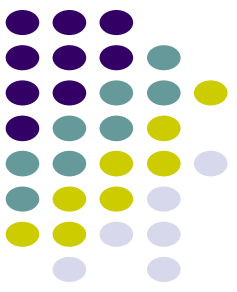
2、预热后检查

2.1 检查流速零点

按2, F2 (Flow 500) , 按字母O, 关闭泵;

按2, F1 (LeafFan Fast) , 按O, 关闭叶室混合扇;

检查b行 flow 是否在 ± 2 微摩尔之间。如果在, 表示正常; 如果不在此范围, 需进入校准菜单 (Calib Menu) , 进行Flow meter zero。



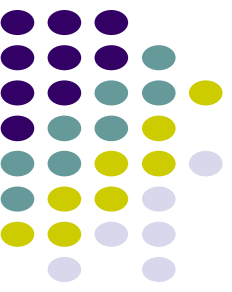
2、预热后检查

2.2 叶室的漏气检查

关闭叶室；将苏打管调到**完全Scrub**，等待a行的 CO_2R 和 CO_2S 降到最低，然后在叶室四周**轻轻吹气**，如果发现a行 CO_2S 的读数**变化幅度小于** $2\ \mu\text{mol mol}^{-1}$ ，说明叶室密封的比较好，没有漏气。如果变化**超过2ppm以上**，说明叶室可能有**漏气**。

常发生叶室漏气的地方：吐室垫圈；上下叶室的O形密封圈；另一个可能漏气的地方是排气管。

请见视频 <..\LI-6400XT 视频材料\6.漏气检查.wmv>



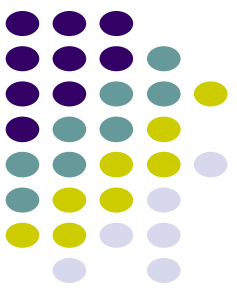
2、预热后检查

2.3 检查CO₂和H₂O IRGAs零点

确保不漏气，且完全闭合叶室；

将苏打管旋至完全Scrub位置，干燥管旋至完全Bypass位置，等待大约5分钟，如果CO₂读数在 $\pm 5 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 以内，说明CO₂零点正常，不需要校准。如果超过这个范围，我们建议您再等大约10min。如果还不能达到要求，需进入校准菜单（Calib Menu），进行IRGAs zero或回到厂家零点。

同理，将苏打管旋至完全Bypass位置，干燥管旋至完全Scrub位置，参比室和样品室H₂O读数降到 $\pm 0.5 \text{ mmol mol}^{-1}$ 以内，说明H₂O零点正常，不需要校准。如果超过这个范围，我们建议您再等大约10min。如果还不能达到要求，需进入校准菜单（Calib Menu），进行IRGAs zero或回到厂家零点。



2、预热后检查

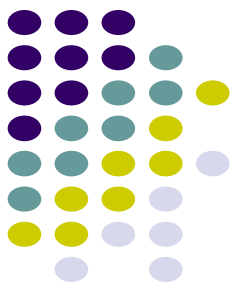
2.3 检查CO₂和H₂O IRGAs零点

CO₂和H₂O IRGAs零点如果漂移，首先推荐**回到厂家零点**，步骤如下：

1) **确保IRGA信号正常**：检查L行参数4个agc值，在±5000以内，且CRagc和CSagc都大于-1000；**否则**，带红点的圆形接头连线有信号中断，需要维修；

2) **确保光路干净**：检查L行Csagc没有大于1500；则进行第3) 步骤，否则进行光路清洁；请见视频：<..\LI-6400XT 视频材料\如何清洁光路.mp4>

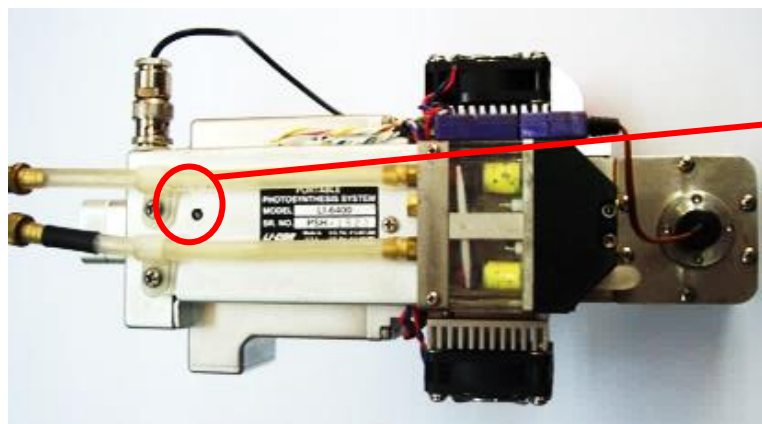
3) **返回厂家校准**：在主界面，按F3 (Calib Menu) ，选择View Settings, enter; 选View History, enter; 按Home键，光标选中第一行 “at factory” ；按F3 (set to) ， F5 (OK) ；按上箭头，选中View Current, enter; 按F3 (save) ，按Y; enter; F5 (Done) 。完成。



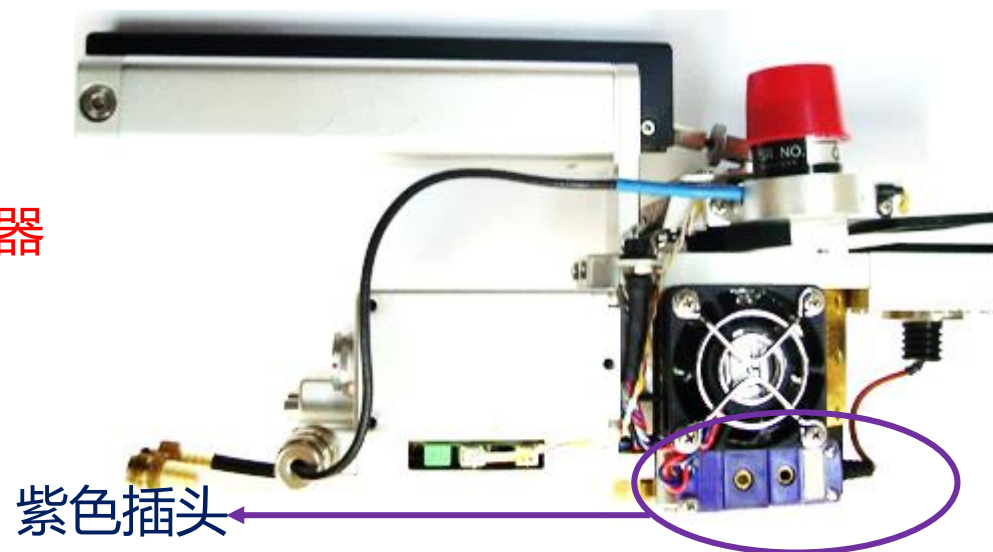
2、预热后检查

2.4 校准叶温热电偶的零点

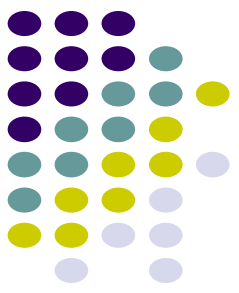
拔开紫色插头，检查h行Tblock和Tleaf温度差值是否在 0.1°C 以内，如果不在 0.1°C 以内，用一字型小螺丝刀对分析器底部的电位调节器进行温度校准，顺时针旋转Tleaf升高，反之降低，直到Tleaf基本等于Tblock。完成后将紫色插头重新插好。



电位调节器



紫色插头

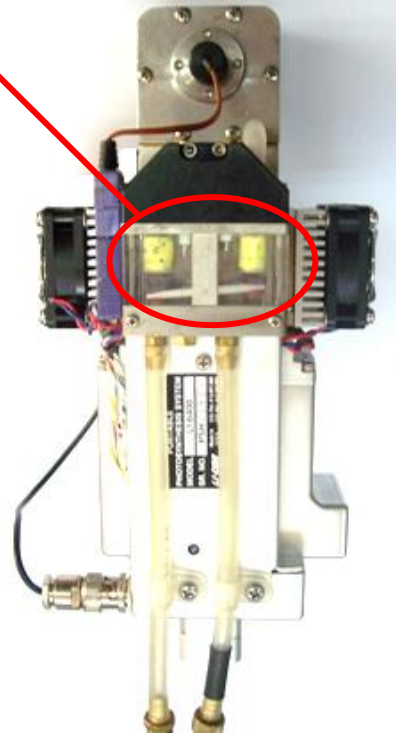


2、预热后检查

2.5 检查匹配阀

检查匹配阀位置是否正确，如右图，正常情况下左低右高；匹配时正好相反。

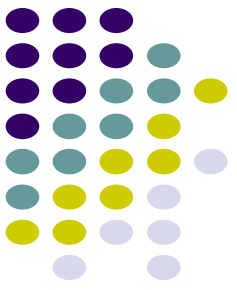
匹配阀位置



匹配时，必须**保证不漏气**；且**进气浓度稳定**（CO₂R稳定）：

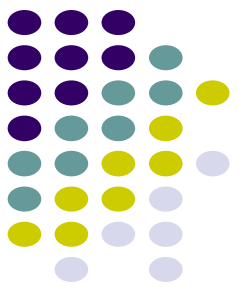
按1，F5（Match）；等待浓度稳定，再按F5（Match IRGAs）；浓度对应相等，完成匹配。退出。

- 应该在每天开始测量前，进行一次匹配。
- 当全天都在相同的CO₂浓度下做实验，一般每20到30分钟就应当匹配一次。
- 如果做实验时，每次测量都要**改变CO₂浓度**，那么每改变一次CO₂浓度，就需要进行一次**匹配**。总之：**匹配的越频繁越好！**



主要内容

- 一、日常检查，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行
- 二、加载配置，在配置菜单 (Config Menu) 下进行
- 三、校准菜单，在校准菜单 (Calib Menu) 下进行
- 四、测量过程，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行

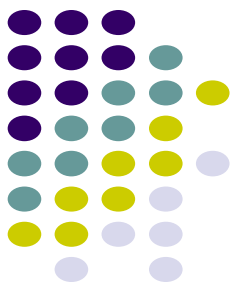


二、配置 (Config Menu)

——以6400-02B LED红蓝光源为例



- (1) 硬件连接, 开机, 进入主菜单。
- (2) 按f2 (**Config Menu**) , 进入。
- (3) 选择 New..., enter。
- (4) 选择Light Sources, enter, 按下箭, 选择 “**6400-02 (B) LED Source...**” , enter。
- (5) 显示要安装LED的序列号SI-****。如果显示的序列号和 LED光源上的序列号一致 (如上图SI-1821) , 则按enter; 否则按F2 (Add) , 按照事例输入SI-****, enter, 正确输入校准参数cal value, 如-0.90, enter, 输入校准日期 cal date, 如 Jan 16 2016, enter, 选择刚才设定的正确SI-****, enter。完成设定。



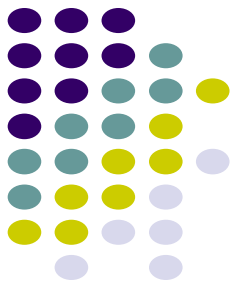
二、配置 (Config Menu)

——以6400-02B LED红蓝光源为例

- (6) 核对光源序列号Lamp Serial Number, 正确即可
- (7) 按下箭头到Bottom, 确认叶室底部类型, 一般是装有叶温热电偶的不透明底, 即Opaque; 如果装有6400-08透明底, 则按enter键, 切换到clear即可。
- (8) 选择测量对象Material, 按enter键切换, 共有三种选择, 阔叶Broad leaves; 针叶Needles; 和基于质量测定光合速率Mass-based。
- (9) 选择叶温测量方式Leaf Temp, 按enter键在直接测量 Measured 和能量平衡模式 Energy Balance直接切换, 一般叶片是阔叶且能够接触到叶温热电偶的节点, 都选择直接测量; 否则选择能量平衡模式。

```
Config for 2x3
├─ LightSource = "6400-02 or -02B LED So
├─ LampSerialNumber = "SI-9876"
├─ Bottom = Opaque
├─ Material = Broadleaves
├─ LeafTemp = Measure
└─
```

Navigation: ▾ / ▶ Edit Cancel Do It



二、配置 (Config Menu)

——以6400-02B LED红蓝光源为例

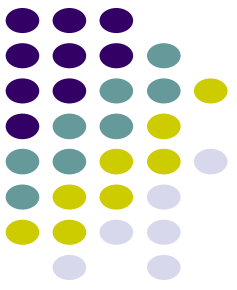
(10) 点击F5, Do it.

(11) 再按字母N, 选择默认名称, 如 “2×3 LED”, 再按enter, 完成配置; 退出配置菜单。

```
home  pgup
end    pgdn
Config for 2x3
└─ LightSource= "6400-02 or -02B LED So
   └─ LampSerialNumber= "SI-4321"
      Bottom= Opaque
      Material= Broadleaves
      LeafTemp= Measure
▼/▶  Edit  Cancel  DoIt
```

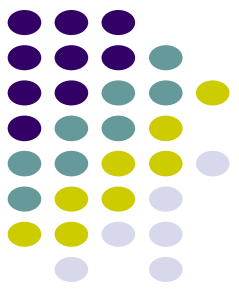
```
home  pgup
end    pgdn
Dir: /User/Configs/UserPrefs
File: 2x3 LED
Filter: ver 6 config files (*.xml)
Save this config
2x3 LED.xml
FactoryDefault_6.3.xml
WholePlantChamber RGB EB.xml
+ Dir  Filter  CANCEL  SELECT
```

```
home  pgup
end    pgdn
Config Modifications Ready. Pick one:
N) implement as a New config named:
   '2x3 LED'
C) apply to the Current config
V) View the modifications
E) return and Edit your settings
<escape> - discard and quit
Label1  F1  F2  F3  F4  F5
escape | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | - | = | del
control | a | s | d | f | g | h | j | k | l | ; | ' | enter
shift | z | x | c | v | b | m | n | , | . | / | space
```



主要内容

- 一、日常检查，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行
- 二、加载配置，在配置菜单 (Config Menu) 下进行
- 三、校准菜单，在校准菜单 (Calib Menu) 下进行
- 四、测量过程，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行



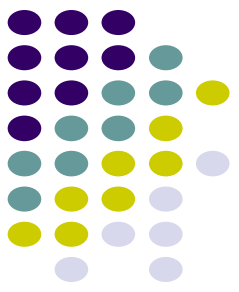
三、校准 (Calib Menu)

——以IRGA (CO₂/H₂O) 校准和注入系统校准为例

IRGA (CO₂和H₂O) 零点校准:

当返回厂家校准后, CO₂和H₂O的零点仍然不对, 则手动校准, 步骤如下:

- (1) 保证空叶室且关闭, 使用新鲜的碱石灰和干燥剂, 将苏打管旋转 to 完全Scrub状态, 干燥管旋转 to 完全Bypass状态。
- (2) 按F3 (Calib Menu), 按下箭头, 选择 IRGA, enter; 选择IRGA zero, enter。按Y继续, enter (只校准CO₂), 至少等待5分钟, 按F1 (CO₂RS--0);
- (3) 将苏打管旋转 to 完全Bypass状态, 干燥管旋转 to 完全Scrub状态。至少等待20分钟, 按F2 (H₂ORS--0); 按F5 quit, esc退到上一级菜单。完成校准。



三、校准 (Calib Menu)

——以IRGA (CO₂/H₂O) 校准和注入系统校准为例

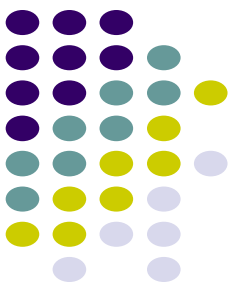
CO₂注入系统校准：苏打管在完全Scrub；干燥管在完全Bypass

- (1) 首先安装注入系统和新的小钢瓶，方法见视频[.\LI-6400XT 视频材料\LI-6400xt硬件介绍视频\4.CO2注入系统.avi](#)
- (2) 在测量菜单F4 (NewMsmnts) 下，按2, F3 (MixerOff) ，按下箭头选ReferenceCO₂, enter, F5 (Keep) ；随便设定一个浓度；退出。
- (3) 主菜单按F3 (Calib Menu) ，按上下箭，选中CO₂ Mixer, enter, 选择calibrate, enter, 按Y, 开始校准。如果CO₂浓度达到最高值，且该值高于2000μmol mol⁻¹，则按Y, 表示OK。

如果CO₂浓度达不到2000，且相差甚远，可能的原因有三：

- 安装小钢瓶时没有更换新的小O型圈或者拧紧时速度太慢漏气
- 安装注入系统时大O型圈丢失或不正确；
- 油滤堵塞；更换新的9964-042，在备件包中。





三、校准 (Calib Menu)

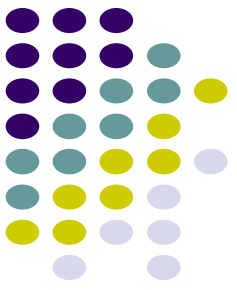
——以IRGA (CO₂/H₂O) 校准和注入系统校准为例

CO₂注入系统校准：苏打管在完全Scrub；干燥管在完全Bypass

(4) CO₂浓度达到2000后，系统自动进入8点校准，完成后提示“plot this?” 按“Y”，如果校准曲线平滑近直，则按esc，系统提示“implement this?” 按“Y”，保存。然后按esc。校准完成。

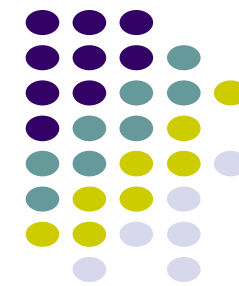
可能会遇到的情况有：当控制到第六个点或附件时，CO₂浓度下不去，在该点无限期搁置；可能的原因有：

- 气路堵塞，请见1.5 检查是否存在气路堵塞
- 苏打管药品失效，或者没有拧到完全Scrub，导致进气CO₂没有吸收干净。



主要内容

- 一、日常检查，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行
- 二、加载配置，在配置菜单 (Config Menu) 下进行
- 三、校准菜单，在校准菜单 (Calib Menu) 下进行
- 四、测量过程，在测量菜单 (New Msmnts) 下进行



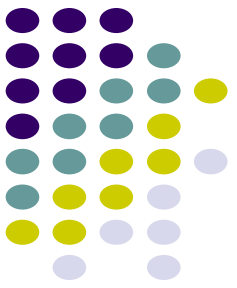
四、LI-6400/XT测量过程

- 1、非控制环境条件的测量步骤（日动态调查，手动测量）
- 2、控制环境条件的测量步骤

手动环境控制的测量（物种或处理间进行比较等实验）

自动环境控制的测量：

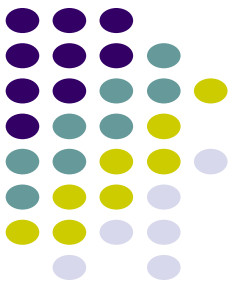
- 光响应曲线
- CO₂响应曲线
-



1、非控制环境条件的测量步骤

- (1) 前期准备：确保苏打与干燥剂药品有效（方法请见“维护保养” PPT）；硬件连接完好，叶室为透明膜2cm×3cm的标准叶室；电池有电；
- (2) 开机，配置界面选择“**Factory Default_6.x**”，连接状态按“Y”，进入主菜单，预热约15分钟。
- (3) 进入主菜单F4（**NEW Msmnts**）先进行日常检查，一切OK，则开始进行光合测量。
- (4) 将两个化学药品管的调解旋钮都拧到**完全Bypass**状态；确保第2功能行如下图所示，对于低光合的样品，可以降低Flow到300。

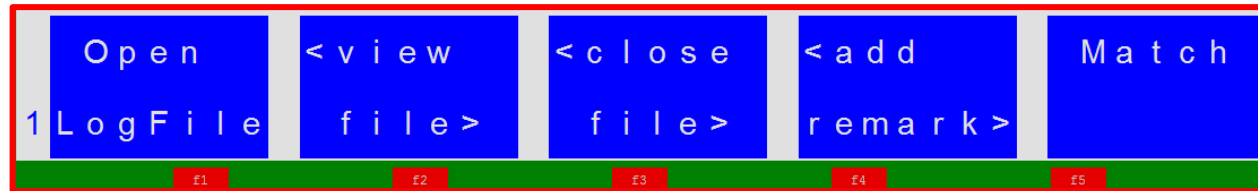




1、非控制环境条件的测量步骤

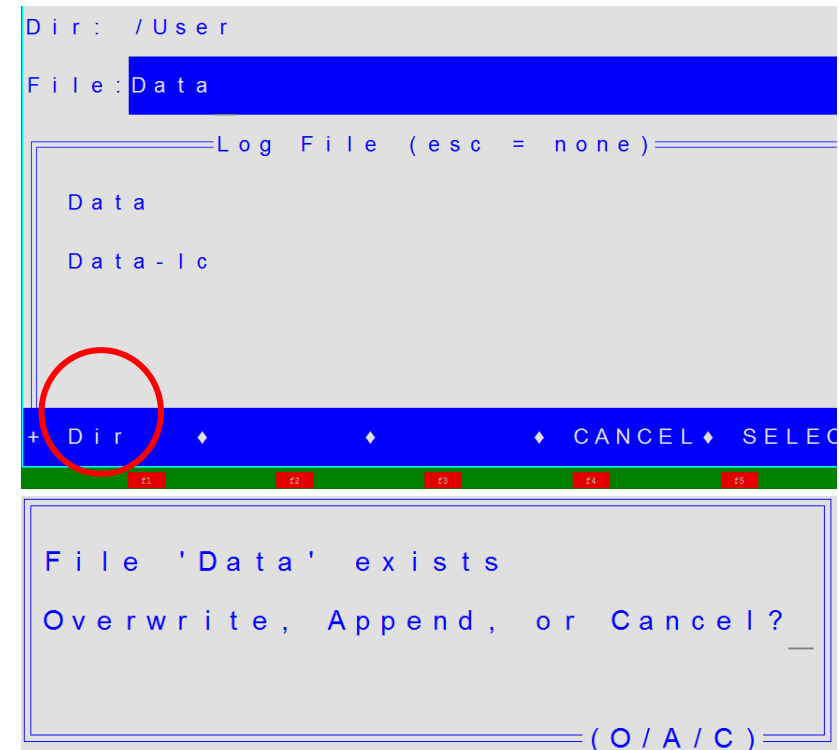
(5) 打开叶室，夹好测量的植物叶片；

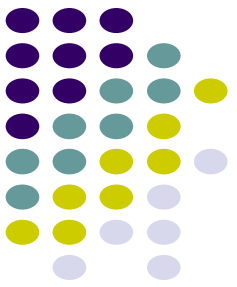
(6) 按1,F1 (Open LogFile) , 建立文件名, 还可以按F1 (Dir) 选择文件保存的位置 “主机内存为/User或CF卡 为/Flash” , enter, 输入一个remark, enter。



(7) 如果文件名已存在，系统会有三种选择：

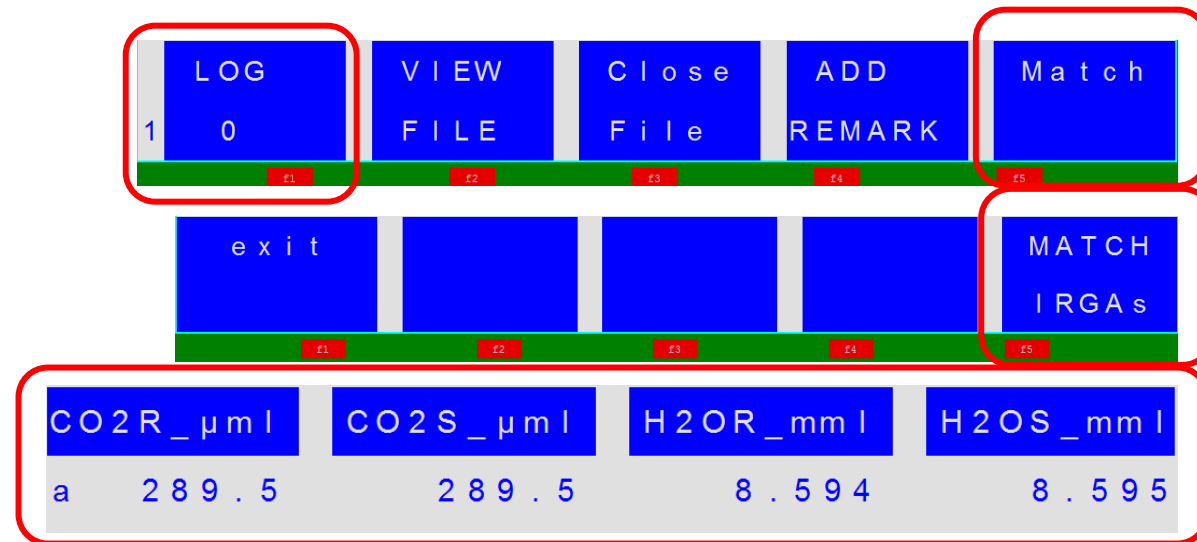
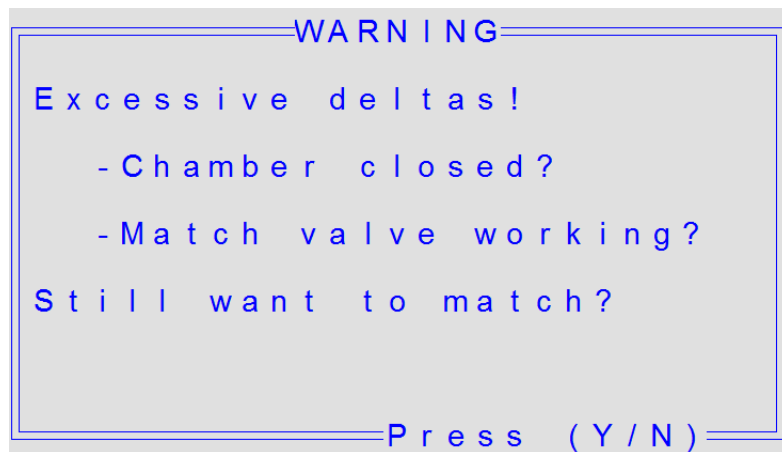
- 按字母A，将数据追加到已有文件中；
- 按字母O，原文件数据被覆盖，数据丢失！！；
- 按字母C，重新命名一个文件名。



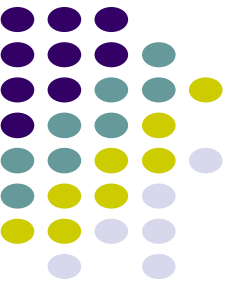


1、非控制环境条件的测量步骤

(8) 等待a行参数**稳定**；b行 ΔCO_2 值波动幅度 $<0.5\mu\text{mol mol}^{-1}$ ，Photo值稳定在小数点后一位，且不在向一个方向变化；c行参数在正常范围 ($0 < \text{Cond} < 1$ 、 $\text{Ci} > 0$ 、 $\text{Tr} > 0$)。先进行匹配，按1，F5 (Match)，等待稳定后按F5 (Match IRGAs)；可能会出现下图所示的假报警；按字母Y继续匹配。直到浓度两两相等，完成匹配。

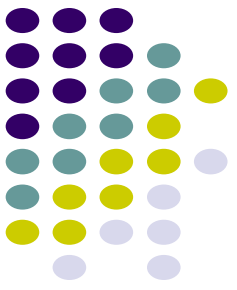


完成匹配后，按ESC，退出到测量界面，等待读数稳定，按F1(Log)记录数据。



1、非控制环境条件的测量步骤

- (9) 更换叶片，重复5~8步骤，进行测量。注意：切记每隔20分钟进行一次Match。
- (10) 按F3 (Close file) ，保存数据文件。
- (11) 导出数据：请见“数据导出PPT” 。按esc，退回主界面，关机。
- (12) 关机存储仪器之前，切记把化学管旋钮旋至中间松弛状态；旋转叶室固定螺丝，保持叶室处于半开状态，不压紧泡沫垫圈。



2、控制环境条件的测量

光强（光源安装请见视频[..\LI-6400XT 视频材料\LI-6400xt硬件介绍视频\6.更换6400-02B 红蓝光源.VOB](#)；[..\LI-6400XT 视频材料\LI-6400xt硬件介绍视频\7.更换6400-40荧光叶室.VOB](#)）

- 使用6400-02B LED 光源或者使用6400-40 荧光叶室；
- 在测量菜单F4（New Msmnts）下按2， F5， 设定PAR光强， 如 $1500\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。

CO₂浓度（安装注入系统[..\LI-6400XT 视频材料\LI-6400xt硬件介绍视频\4.CO2注入系统.avi](#)）

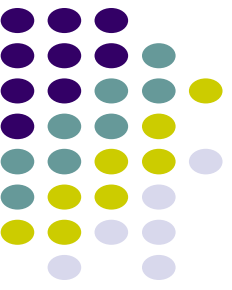
- 安装CO₂注入系统， 将苏打管拧至完全Scrub， 干燥管拧至完全Bypass；
- 在测量菜单F4（New Msmnts）下按2， F3， 控制CO₂S浓度， 例如 $400\mu\text{mol mol}^{-1}$ 。

温度

- 首先在测量菜单F4（New Msmnts）下， 按字母H， 查看当前温度；
- 按2， F4控制温度为当前温度 $\pm 6^{\circ}\text{C}$ 。夏天高温高湿环境下， 控温低于环境温度时， 要注意高湿报警

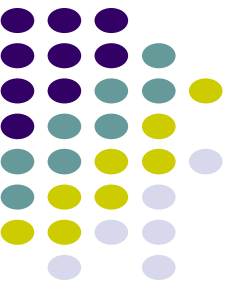
湿度

- 确保干燥剂新鲜（蓝色）； [..\LI-6400XT 视频材料\LI-6400xt硬件介绍视频\1.主机左侧化学药品管及药品添加与更换.avi](#)
- 在测量菜单F4（New Msmnts）下， 按2， F2， 找到RH,或VPD， 来控制您要求的湿度。



2、控制环境条件的测量

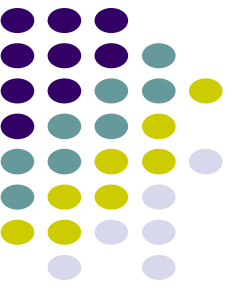
- ① 开机，选择配置文件2×3 LED（硬件对应红蓝光源, 2cm×3cm），或者选择LCF（荧光叶室, 2cm²圆形叶室），enter，按“Y”连接，进入主菜单，预热，开机检查等。
- ② 在测量菜单，控制所需要控制的光强、CO₂浓度、温度、湿度等等；等待环境控制稳定之后，夹上叶片，按1，F1，建立文件，等待稳定，记录数据，等等。同“非环境控制条件的测量”。



2、控制环境条件的测量

自动测量（例如光响应曲线、CO₂响应曲线ACi）注意事项：

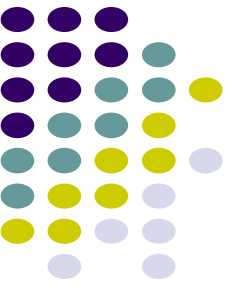
- ① 测光响应曲线：建议控制CO₂浓度（例如CO₂S：400 μmol mol⁻¹ 或其它实验设计要求的CO₂浓度）；
- ② 测CO₂响应曲线：必须控制非限制强度的光强（例如植物的饱和光强）；
- ③ 进行光诱导：通常在研究某一因素对植物光强的影响时，都需要首先给予植物一个稳定光强，而植物首先要适应这个光强，才能研究非光影响的其他因素对光合的影响。所以光诱导很重要，此光强不能太大从而产生光抑制，但也不能太低，产生光限制。提前确定好最适诱导光强（例如1200 μmol m⁻² s⁻¹）和时间（大约30min左右）。最适测量时间为上午9:00-11:00。



2、控制环境条件的测量

光响应曲线——以红蓝光源为例，建议安装CO₂注入系统

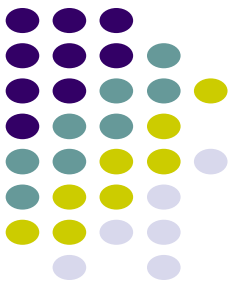
- 1) 安装红蓝光源，CO₂注入系统。苏打管完全Scrub，干燥管完全Bypass。
- 2) 开机，选择红蓝光源配置 (2 × 3LED)，按“Y”连接，进入主菜单。
- 3) 按F4进入测量菜单；按2,F3(CO₂ Mixer)，按上下箭选择 Sample CO₂ XXX $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ，enter，设定CO₂浓度 (如400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$)，按enter。
- 4) 按2，F5，控制PAR，例如1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，打开光源。
- 5) 打开叶室，夹好叶片，闭合叶室。
- 6) 按5，F1(Auto prog)，进入自动测量界面，按上下箭头键选择 LightCurve2，enter。命名文件，enter，添加remark，enter。



2、控制环境条件的测量

CO₂ 响应曲线:

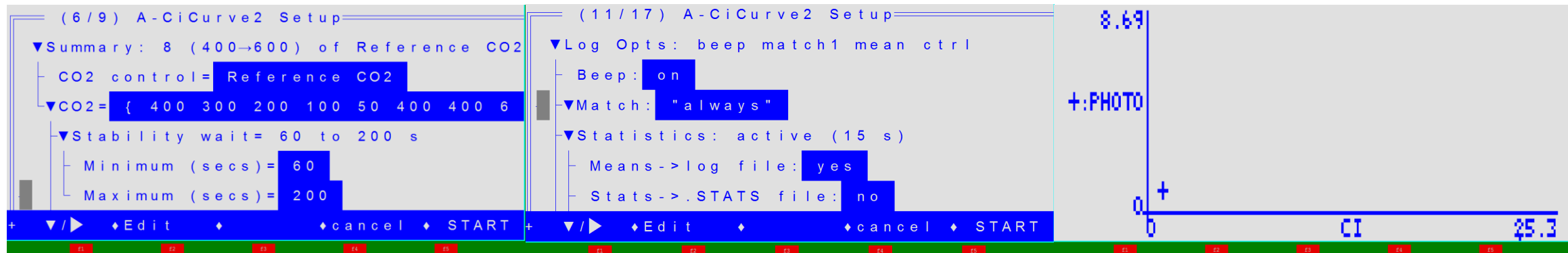
- 1) 安装红蓝光源, CO₂注入系统。苏打管完全Scrub, 干燥管完全Bypass。
- 2) 开机, 选择红蓝光源配置 (2 × 3LED), 按 “Y” 连接, 进入主菜单。
- 3) 按F4进入测量菜单; 按2,F3(CO₂ Mixer), 按上下箭选择 Sample CO₂ XXX μmol mol⁻¹, enter, 设定CO₂浓度 (如400μmol mol⁻¹), 按enter。
- 4) 按2, F5, 控制PAR, 例如1500 μmol m⁻² s⁻¹, 打开光源。
- 5) 打开叶室, 夹好叶片, 闭合叶室。
- 6) 按5, F1(Auto prog), 进入自动测量界面, 按上下箭头键选择Aci Curve2, enter。命名文件, enter, 添加remark, enter。

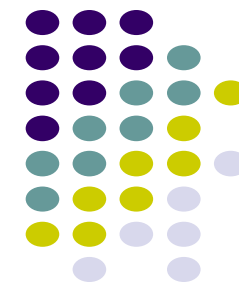


2、控制环境条件的测量

CO₂ 响应曲线:

- 7) 设定CO₂梯度 (见下图)：在每个箭头行按enter均可以拉开，修改summary下的CO₂梯度为：400 300 200 100 50 400 400 600 800 1000 1200 1500 1800 (数值间一定空格间隔)，enter。
- 8) 设定等待时间，Minimum (secs) 60，enter。Maximum(secs 200，enter。
- 9) 在Log Opts下，将Match选项按enter键切换到Always。
- 10) 按F5 (START)，开始执行自动光响应程序。
- 11) 期间可以查看曲线图形，按1，F2 (view file)，再按F1，选择A Ci curve，enter，看图，然后记得按ESC退出回到测量界面，系统才会继续自动测量。完成后按1，F3(Close file)。





感谢您的参与和关注

联系方式

地址：北京市西城区西直门南大街2号 成铭大厦
A座22F

电话：010-51665551

网址：www.ecotek.com.cn

微信：北京力高泰科技有限公司