



LAI-2200 冠层分析仪

中文使用手册

北京力高泰科技有限公司 编译

基因有限公司 农业环境科学部

Version 04 / 2010

Let Professionals Serve Professionals

目 录

第一章 GETTING STARTED	6
1.1 关于LAI-2200.....	6
1.2 到货内容简介	6
1.2.1 LAI-2270 控制单元（控制台）	6
1.2.2 LAI-2250 光学感应传感器探杆（也叫wand）	6
1.2.3 遮盖帽（View Caps）	6
1.2.4 数据线（Data Cable）	7
1.2.5 光学传感器连接线.....	7
1.2.6 水平泡.....	7
1.2.7 镜头清洁工具包.....	7
1.2.8 携带配件.....	7
1.2.9 校准单.....	8
1.2.10 软件CD盘	8
1.2.11 用户手册.....	8
1.2.12 配件包.....	8
1.3 工作原理	8
1.3.1 基本原理.....	8
1.3.2 几种假设理论.....	9
第二章 仪器介绍	9
2.1 控制单元	9
2.1.1 显示屏.....	9
2.1.2 键盘.....	10
2.1.3 电缆线连接.....	10
2.1.4 光学传感器探杆（LAI-2250）电缆线接口.....	10
2.1.5 其他光感应传感器（light sensor）电缆线接口.....	11
2.1.6 数据传输线接口.....	11
2.1.7 内存.....	11
2.2 光学传感器探杆.....	11
2.2.1 光学传感器探杆键区.....	11
2.2.2 LED指示灯	12
2.2.3 光学传感器探杆特性.....	12
2.3 维护保养	12

2.3.1 控制单元电池的更换.....	12
2.3.2 更换光学传感器探杆的电池.....	12
2.3.3 校准.....	13
2.3.4 清洁LAI-2250 光学传感器镜头.....	13
2.3.5 仪器保存注意事项.....	13
第三章 LAI-2200 基本操作.....	13
3.1 初始设置	13
3.1.1 开机与关机.....	13
3.1.2 实时变量显示模式.....	14
3.1.3 基本菜单.....	14
3.1.4 时间设定.....	14
3.1.5 校准系数与匹配系数.....	15
3.2 系统配置	15
3.2.1 基本设置.....	15
3.2.2 附件和自定义配置.....	16
3.2.3 操作模式：一个/两个光学传感器配置.....	17
3.2.4 设置提示.....	18
3.2.5 创建数据文件.....	18
3.2.6 数据实时重计算.....	19
3.2.7 记录设置.....	19
3.2.8 光学传感器数据传输.....	20
3.2.9 光量子传感器的连接.....	20
3.3 基本操作步骤	21
3.3.1 操作一：一个光学传感器，一个主机.....	21
3.3.2 操作二：两个光学传感器，一个主机.....	22
3.3.3 将A值导入B值的文件.....	23
3.3.4 主机中的数据管理.....	23
3.3.5 通讯连接.....	24
3.4 数据文件	24
3.4.1 文件格式.....	24
3.4.2 各指标含义.....	25
第四章 测量指南	26
4.1 获取可靠数据指南	26

4.1.1 测量冠层的哪个部位.....	26
4.1.2 测量多少个B值.....	27
4.1.3 遮盖帽的使用.....	28
4.1.4 在斜坡上测量.....	28
4.1.5 错误读数.....	29
4.1.6 叶片大小.....	29
4.2 天空条件	30
4.2.1 直射阳光.....	30
4.2.2 分散云.....	31
4.2.3 变幻的阴天.....	31
4.2.4 晴天.....	31
4.2.5 雨、雾及露.....	31
第五章 冠层类型	31
5.1 植物冠层的测量.....	32
5.1.1 低均一性的冠层.....	32
5.1.2 小样地.....	32
5.1.3 排列的作物.....	33
5.1.4 高大冠层及森林.....	34
5.1.5 森林冠层中测量A值.....	34
5.1.6 有大空隙的冠层.....	35
5.1.7 针叶树.....	36
5.1.8 空隙测试.....	36
5.2 单株植物（或孤立树木）的测量.....	36
5.2.1 LAI或叶片密度.....	36
5.2.2 DISTs 矢量.....	37
5.2.3 孤立树.....	38
5.2.4 孤立列和树篱.....	40
第六章 用FV2200 软件分析数据	42
6.1 介绍 FV2200.....	42
6.2 安装FV2200	42
6.2.1 主界面.....	42
6.2.2 传输数据（从控制台向计算机中传输数据）	43
6.2.3 查看文件.....	44

6.3 常见操作	47
6.3.1 分析数据时去除某个环的读数	47
6.3.2 展开文件	49
6.3.3 合并多个文件	49
6.3.4 从独立文件中插入A数据 (FV2200)	50
6.3.5 运行测量后的校准	51
6.4 FV2200 工具栏	51
6.4.1 保存	51
6.4.2 删除记录	52
6.4.3 转换记录	53
6.4.4 重新计算对话框	53
6.5 图分析	61
6.5.1 图定义对话框	63
6.5.2 分组选项	66
6.5.3 图菜单	67
第七章 孤立植物测量举例	67
7.1 简单的例子	67
7.2 孤立木	68
7.3 孤立行 1	69
7.4 孤立行 2	72
第十章 附录	74
附录A: 软件更新及其它消息	74
附录B: 更新固件软件	74
附录C: 更换内部锂电池	75
附录D: 故障检查	75
附录E: 规格说明	76
附录G: LAI-2000 与LAI-2200 比较	78

声明：此中文手册仅供参考，一切以英文手册为准，此中文手册不承担任何法律责任。

LAI-2200 冠层分析仪使用手册

第一章 Getting Started

1.1 关于 LAI-2200

LAI-2200 通过一个独特设计的，视角为 148°的“鱼眼”光学感应传感器（也可称为“鱼眼”镜头），从 5 个不同角度的天顶角方向测定冠层上下（或内外）光强的变化，并通过制备冠层内的辐射传播模型来计算冠层的叶面积指数（LAI）。

1.2 到货内容简介

如果您刚购买了 LAI-2200，请按照以下到货明细检查货物是否齐全，到货详单如下：

1.2.1 LAI-2270 控制单元（控制台）

LAI-2270 用于设置仪器各种参数、保存数据、计算结果等。LAI-2270 到货带有 4 节 5 号碱性电池，可保证该控制单元长达 140 小时的工作。当移除这 4 节 5 号电池后，内置的后台锂电池可用于维持时钟的正常运行，具体介绍见章节 2.1。



1.2.2 LAI-2250 光学感应传感器探杆（也叫 wand）

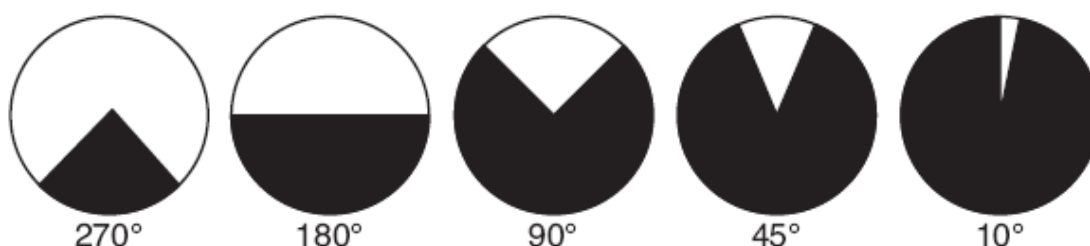
LAI-2250 是 LAI-2200 的数据采集组成部分，到货时带有 2 节 5 号碱性电池，可保证传感器在自动连续测量模式下运行 8 小时，传感器上带有一个保护帽（或叫遮盖帽）扣在镜头上，具体介绍见第二章的介绍。

LAI-2250 由一些高精度光学组件构成，包括镜头、滤光器、光学传感器。要向对待一台昂贵的相机镜头一样，慎重保护 LAI-2250，避免碰撞和强烈的振动对其正常工作产生影响，具体注意事项见第二章的维护保养部分介绍。



1.2.3 遮盖帽（View Caps）

到货配有五种不同视角区域的遮盖帽（p/n: 9920-005），全角度遮盖帽（solid cap p/n: 6520-020）是用于保护镜头的，在不使用的时间要盖上这款遮盖帽。在某些环境条件下，需要去除部分视角范围的区域或需要阻挡某个区域的对象，这时，可以使用这五种不同视角区域的遮盖帽来限制光学传感器的方位角区域。



1.2.4 数据线 (Data Cable)

随机配有一根小型 USB 接口线 (P/N:392-07872) 和一个 9 针的 RS-232 线 (P/N:9975-016), 用来传输 LAI-2200 的数据到计算机中。

1.2.5 光学传感器连接线

每个光学传感器都带有一根带有防水接头的 6 针连接线 (P/N: 392-10379), 用于连接光学传感器和主机控制单元。

1.2.6 水平泡

每个光学传感器带有两个水平泡, 一个用来确定底部水平用 (P/N: 610-03047), 安装在光学传感器的下面, 当测定的冠层较高, 需要将光学传感器放置到操作员头顶以上时用来确定传感器的水平。另一个是确定顶部水平用 (P/N: 610-03048), 安装在光学传感器的上面, 测定一般较矮的冠层, 操作员可以从上面看水平泡保证传感器水平。

底部水平泡 (左) —— 环中心没有凹痕,
安装在 LAI-2250 的底部



上部水平泡 (右) —— 在环中心有凹痕,
安装在 LAI-2250 的上部

1.2.7 镜头清洁工具包

随机到货配有镜头清洁工具包 (P/N: 610-03100), 包括清洁液和清洁布。

1.2.8 携带配件

随机到货配有一个竖钩 (P/N: 610-10456), 便于携带主机控件单



元，系在控件单元底部，并可固定在操作员的背带上，无须手提。

1.2.9 校准单

校准单上标有到货的LAI-2250光学传感器在各个天顶角上的响应和其对等向环境的响应，请妥善保管校准单。如果丢失，请与我们联系。

1.2.10 软件 CD 盘

随机配有一张软件安装盘 (P/N:618-10669)，包括LAI-2200的安装软件 (FV2200)，可与Windows XP, Vista, or 7; Mac OS X; 或Linux等操作程序兼容。可从厂家网站www.licor.com下载最新软件版本。

1.2.11 用户手册

随机带有一本原厂的用户使用手册 (P/N:984-10633)，介绍LAI-2200仪器的基本操作和维护保养信息。

1.2.12 配件包

随机配有LAI-2200的配件包两个，一个是控制单元的配件包 (P/N:9922-107)，一个是光学传感器配件包 (P/N:9922-108)。配件包里配有常用的更换配件。

1.3 工作原理

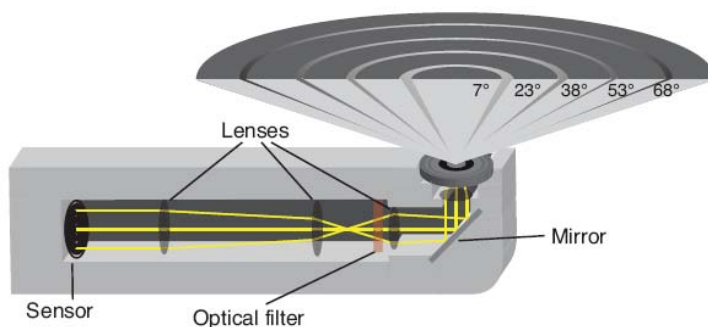
叶面积指数 (LAI) 是指单位地面面积上所有叶片的单面表面积。因为LAI-2200对所有视野内能够遮光的物体均很灵敏，因此使用术语foliage area index表示叶面积指数更为恰当。在众多科技文献中，使用术语有效植物面积指数Plant Area Index (PAI_{eff}) (Garrigues et al.2008)，植被面积指数 (VAI) (Fassnacht et al. 1994)，和其他一些简介LAI指数测量，可能包括非叶状植被。手册通篇使用LAI指数，除了针对孤立木测定之外，**孤立木测定中，使用的单位是叶片密度，而不是叶面积指数。**更多信息请见第六章LAI计算描述一章的内容。

1.3.1 基本原理

想得到一种植被冠层的叶片数量，可以通过测定透过该冠层后辐射量的消弱程度来推导出来。通过测定几个不同天顶角度上辐射量的衰减程度，可获得叶片的分布方位等信息。LAI-2200 测定的是 5 个不同天顶角方向的散射天空辐射衰减。LAI-2250 光学传感器能够将近乎半球视角上的图像，投射到 5 个同心圆排列的检测器上。

因此，如果传感器是水平向上放置，1#检测器将测定传感器正上方的亮度，而 5#检测器测定的是中心为 68°天顶角，对向 13°的圆环区域的亮度。

一个正常的 LAI-2200 的测定结果包括十个数据：冠层上的 5 个检测器的信号值和冠层下 5 个检测器测得的信号值，冠层上下测定时，**传感器均要处于水平向上的位置。**根据 5 个角度的对应冠层上下测定值，计算出冠层的透光度。例如，1#检测器测出冠层上的信号值为 50 (单位不重要)，冠层下为 5，则该角度 (天顶角中心角为 7°) 上的冠



层透光度为 $5/50=0.10$ 。通过 5 个天顶角方位的透光度结果，LAI-2200 计算出叶片数量 (LAI) 和叶片分布状况 (平均叶倾角, MTA)。实际操作时要增加冠层下的测量数量, 以提高空间代表性, 因为冠层下的信号存在较大的控件异质性。

1.3.2 几种假设理论

要想得到准确的叶片密度和叶片分布情况的计算结果, 必须满足几个基本假设。不满足这些假设理论的情况将会影响最终测定结果和计算结果的准确性。主要有四种假设理论, 以重要性排序如下:

1. 叶片是黑色的。假设冠层下的读数不包括叶片对任何光的反射和散射。LAI-2250 光学传感器上带有一个滤光片, 能将大于 490nm 波长的光过滤掉, 叶片对小于 490nm 波长的光反射或散射的都很少, 最大程度的满足此项假设。

2. 冠层中叶片是随机分布的。无论冠层是平行管状 (如成行排列的农作物), 还是单一的半球体 (如孤立灌丛)、无限大的箱体状 (草原)、带孔的无限大箱体 (有林窗的落叶林) 等。

3. 相对于每个同心环上检测器的检测区域而言, 叶片是很小的。要求保证传感器距离最近叶片的距离要大于叶片最大宽度的 4 倍以上。手册会在后面的章节对此做详尽的说明。

4. 叶片在方位角的排列是随机的。也就是说, 无论叶片倾向哪里, 只要所有叶片不是朝向同一个方向排列即可。当测定时没有使用遮盖帽或者测定是在一个广大范围冠层中进行的, 则此假设的重要性很低。可以不用考虑。

没有一种植被冠层能完全满足以上这些假设。叶片没有绝对的随机分布, 而是常常沿着茎杆或枝条丛状生长, 也当然不是完全黑色的。很多植物都有向阳性生长特点, 这不符合假设 4 的叶片方位排列随机性。但是往往这些背离假设的情况在实际中存在但并不会产生严重的影响。很多冠层可以被看做随机分布的, 叶片在低于 490nm 波长的波段光中具有相对较低的透光率和反射率。一些抵补误差是常常存在的, 例如叶片是沿着茎杆成丛分布 (增加透光度) 的, 但是又尽可能最小化重叠分布 (降低透光度)。

但是, 某些不符合以上假设的冠层需要特别考虑。如测定针叶类冠层, 这类冠层具有高度规则的分布特征, 或者如衰老的植被冠层, 叶片反射率很低, 这类冠层可能产生很大的绝对误差。LAI-2200 对较小的相对误差非常敏感。在某些情况下, 需要对仪器通过直接测定进行校准, 以保证获得高准备性结果。

第二章 仪器介绍

本章重点描述仪器的物理特性, 介绍仪器的键盘功能, 以及软件的基本说明、初始设置、注意事项等。

2.1 控制单元

控制单元 (控制台) 外壳是由耐用的 ABS 塑料制成, 且两瓣外壳四周带有橡胶密封圈, 橡胶密封圈也可以作为防震垫对仪器起保护作用。

2.1.1 显示屏



128×64 液晶显示屏，显示文字数字式字符。如果想调节显示屏对比度，则按住右下角的“-”键，按上下箭头调节对比度。

2.1.2 键盘

LAI-2200 独特的 22-键按钮式触觉响应键盘。最上面的 9 个键用于功能间的转换，选择“Menu”菜单功能，记录（log）数据等。下面详细介绍这 9 个键的功能。下面的 12 个键用于输入文字数字式字符。每个键都可用于输入键上标识的字母和数字。



按下“Menu”键，进入主菜单界面；或者在记数模式下，按 menu 键进入记录调节菜单；



按下“EXIT”键能使界面退回到主界面，但是不包括以下两种情况，即界面处于输入状态或其他切换界面，按下“EXIT”键，界面只退回到上一个界面。



选中某一功能时，按下“OK”键，选中进入，或者对某些设置进行修改后，按下“OK”键执行新的设置



“Start/Stop”键用于开始和结束一个记录序列。



在记数（LOG）模式下，按“LOG”按钮记录读数，当控制单元连接两个传感器探杆时，按下“LOG”按钮能同时记录 2 个读数。



上下键按钮用于在菜单选项之间切换，或者在某些特殊菜单下用于增大或缩小数值用。



左右键用于在子菜单之间选择前一个或后一个菜单。如果在一个激活的切换界面，按左右键能切换设置。同时在输入文字数字式字符时，左右键分别为空格键和退空格键。

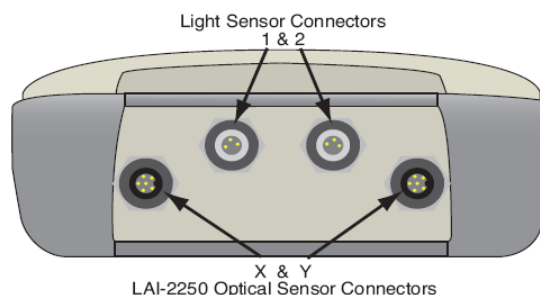
当用键盘输入文字数字式字符时，通过每个按钮的字符循环周期，停止循环时，不同的按钮被按下或 1 秒后没有按下按钮已经过去了。在一些界面下，仅接受数字或文字字符，右键用于输入空格键，左键用于退空格键。

2.1.3 电缆线连接

在 LAI-2200 控制台的顶部和底部均有电缆线接口。每个端口配有一个保护帽（P/N:620-10306），当该端口不使用时请将保护帽套在端口终端，以防防水。

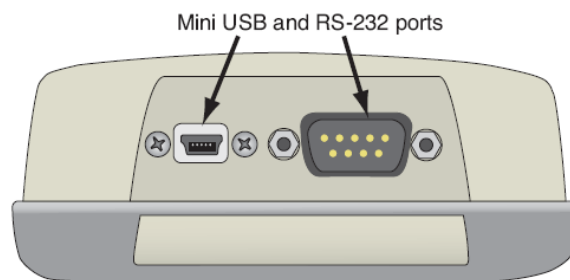
2.1.4 光学传感器探杆（LAI-2250）电缆线接口

在 LAI-2200 控制台的底端两侧有两个标有 X 和 Y 的 6 针防水接口，用于连接光学传感器探杆。控制单元能够自动检测到连接的光学传感器探杆。可以在开机状态下安装或拆卸光学传感器。



2.1.5 其他光感应传感器（light sensor）电缆线接口

在控制单元的底端中间部位留有两个连接光感应传感器的 3 针防水接口，可用于连接 LI-COR 生产的多种光感应传感器。在控制单元面板对应位置标有 1 和 2，分别代表第 1 通道和第 2 通道，以区分这两个光感应传感器。光感应传感器采用 BNC 接口终端，需要一个 adapter (P/N:392-10657)。详情见第三章的说明。



2.1.6 数据传输线接口

在控制单元的顶部留有一个 RS-232 接口和一个小型 USB 接口，用于在控制单元和计算机之间的数据传输（详情见第六章介绍）。当用 USB 接线连接时，计算机将把 LAI-2250 看做一个大容量存储装置。如果您想使用自己的 SD 卡，请和我们联系，索取响应的格式指令。

2.1.7 内存

控制单元配有 128MB 的非易失性闪存。仪器将数据存储在内置的 SD 卡中，该卡提供了充足的储存空间，能存储 150 万条记录。

SD 卡的格式为 FAT16，在与电脑联系时，请不要以任何方式修改卡的性质，也绝对不要移出卡，或用其他 SD 卡替代该卡，除非您用从 LI-COR 购买的卡 (P/N:616-10387) 替代它。

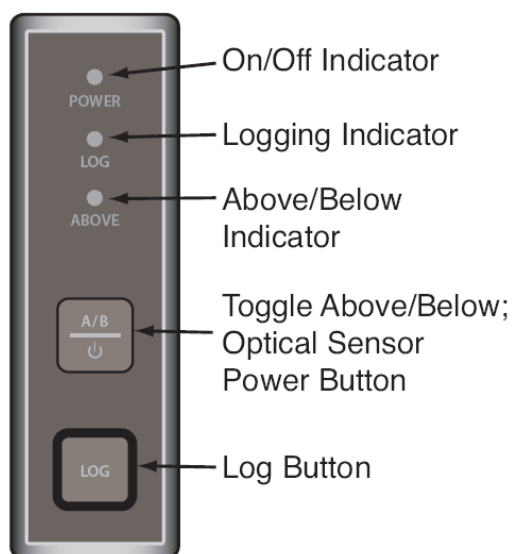
2.2 光学传感器探杆

光学传感器探杆采用耐用的铝质外壳，可保护内部的电子和光学元件。探杆可被固定在照相机三脚架上，可独立于控制单元自行记录数据。当把探杆连接到一个控制单元上时，探杆使用控制单元的电池供电，不会耗用自身的电池，否则探杆需要两节 5 号电池供电。

2.2.1 光学传感器探杆键区

光学传感器探杆键区包括两个按钮， 用于记录数据、切换 A/B 读数（一般 A 为冠层上的读数，B 为冠层下的读数）和开关探杆；另一个 ，和控制单元上的“LOG”按钮功能一样，如果控制单元正处于记数模式，则该“LOG”按钮在目前打开的文件中记下一条记录（详情见第三章内容）。

光学传感器探杆将在以下几种情况下开机：1) 如果探杆连接到控制单元上，打开控制单元，则探杆自动开机；2) 将探杆连接到一个已经开机的控制单元上，探杆也会自动开机；3) 当探杆不与控制单元连接时，按下探杆上的开关键



，探杆开机。当需要关闭探杆时，可以长按开关键持续 2 秒钟，则自动关机，如果只是按一下键就松开，是在 A/B 读数间进行切换。

2.2.2 LED 指示灯

在光学传感器探杆上有三个 LED 指示灯，指示传感器目前正处于的几种状态。当传感器开机后，“Power”灯亮；当探杆正在记录数据时，“Log”灯亮。当按下记录按钮，“Log”灯会持续亮，直到记录完成后“Log”灯熄灭；在探杆独立于控制单元工作时，一般情况下“Log”灯每 2.5 秒闪烁一次，在自动测量时每秒钟闪烁一次（详情见第三章内容）。当“ABOVE”灯亮，表示传感器下一个读取 A 值，如果不亮表示下一个读取 B 值，按可在 A、B 之间切换。

2.2.3 光学传感器探杆特性

光学传感器探杆具有 1MB 非易失性闪存，用于不连接控制单元独立工作时，大约能记录 2.5 万条记录。当内存满时，探杆上的三个指示灯同时闪烁。当探杆电量不足时（低于 2V），绿色的“Power”灯变成红色，当电压低于 1.8V 时，探杆自动关机。

当探杆与控制单元连接时，不会耗用自己的电池，而是由控制单元的电池供电。但是，需要注意的是，如果在控制单元与探杆正在传输数据过程中突然断开连接线，可能会导致文件损坏或丢失。**传输数据时，在控制单元显示屏上会有响应的提示信息（详情见第三章的记数模式介绍），一定要确保数据传输完成后再断开连接线。**

2.3 维护保养

LAI-2200 属于低维护保养，一般不易损坏，只要注意保持清洁和保证电池电量。
更换电池

2.3.1 控制单元电池的更换

控制单元的电池盒安装在其背面。使用#1 Philips 螺丝起子轻轻旋开固定电池盒的 2 个螺丝就可以打开电池盒了。控制单元需要 4 节 5 号电池，安装新电池时注意电池的正负极，安装好之后将电池盒重新固定、旋紧固定螺丝。

2.3.2 更换光学传感器探杆的电池

光学传感器探杆使用 2 节 5 号电池，安装在探杆的手柄上。使用一枚硬币或大的一字型螺丝刀按逆时针方向旋转 1/4 圈即可打开电池盒。当放入新电池时，先插入电池的负极端，第二节电池的正极端直接接触电池盒的黑帽（P/N:345-10735）。

如果仪器需要存放较长时间，请取出电池以免漏电损坏仪器。

Proper polarity for
LAI-2250 Optical
Sensor batteries



2.3.3 校准

有两类校准，一种是针对校准光在一系列角度上的校准，用于确定检测器的中心并确认各个角度的响应性；另一种是对一光度计圆球（累计球）的各向同性条件的校准，为各环节输出信号间的匹配性提供校准系数，但不是绝对基准。针对环内的校准对 LAI 的最终计算结果没有影响，但是如果您要使用传感器将各角度散射辐射量分布作图的话，这个校准就很重要。

只要传感器内的光学元件位置没有改变，对光学传感器探杆的再校准就不是很有必要。光学检测器长期使用可能会发生电子漂移，但不会影响 LAI 的计算结果。

具体如何输入校准参数，以及对两个传感器进行匹配的步骤说明均在第三章有详细介绍。

2.3.4 清洁 LAI-2250 光学传感器镜头

记录数据时一定要保持镜头清洁，保证镜头上没有灰尘及其他杂质。要想保证镜头的清洁，就需要在不使用传感器时，确保将不透明镜头盖始终盖在镜头上。

传感器的前透镜可用蒸馏水进行清洁，或者使用随机配备的镜头清洁配件包内的清洁液和清洁布进行清洁。一定要注意不要磨损或刮擦镜头的 MgF2 外皮。不要使用纸制品擦拭镜头，切记不可在镜头干燥时擦拭镜头。镜头损坏不在质保范围内。

必要时，仪器的显示屏和键区可以用柔软的湿润的棉布擦拭干净。

2.3.5 仪器保存注意事项

当需要长时间不使用 LAI-2200 时，注意将 5 号电池取出，盖上防水接口的帽子，在镜头上盖上不透明遮盖帽。

第三章 LAI-2200 基本操作

通过这一章的学习，我们可以详细了解关于 LAI-2200 的系统配置、使用注意事项及基本测量步骤。对 LAI-2200 不熟悉的用户，建议按照以下几个例子操作，以便很好掌握 LAI-2200 的实际测定操作的注意事项等（见后面的第四、第五章）。

3.1 初始设置

3.1.1 开机与关机

开机：LAI-2270 主机的电源开关位于屏幕的左下方，用连接线(p/n392-10379)将光学传感器连接到主机的 X 通道或 Y 通道，按主机开关，即可启动光学传感器。此外，当将光学传感器连接到已经启动的主机上或按光学传感器上的电源开关，也能正常启动光学传感器。

关机：开机状态下，按主机电源开关键，主机关闭；按主机电源开关键，并保持 2s，光学传感器关闭。另外，主机还可设定自动关机功能，设定自动关机时间范围为 5-60min；对于光学传感器探杆，如果 30 分钟没有任何按键操作，则探杆会自动关机，但是如果设置探杆为自动记录程序，或者与一个主机相连接，则不会自动关机。

设定主机自动关机时间步骤

主机键盘上按 **Menu** 键，选择 **Console Setup**，在 **Auto-off Timer** 中设定所需时间，最后点击 **OK** 保存

设置，完成。

3.1.2 实时变量显示模式

X1: 634.0710
X2: 727.1623
Y1: 0.0000
Y2: 0.0000

LAI-2200 开机后，屏幕可显示 4 行变量(如左图)，每行都可以重新选择变量参数。可供选择的变量参数包括如下表(表 3-1)所示：

通过键盘界面上的 ↑ 和 ↓ 来选择要改变的变量，然后通过 ← 和 → 来选定要显示的可选变量。

表 3-1 LAI-2200 的显示列表变量汇总

变量	表示的意义
X1...X5	X 接口所连光学传感器的 5 个天顶角方向的测量值
Y1...Y5	Y 接口所连光学传感器的 5 个天顶角方向的测量值
T:	时间(HH:MM:SS),24 小时制
D:	日期(YYYY:MM:DD)
BATT:	电池电压值
1:	第 1 通道的光量子传感器读数
2:	第 2 通道的光量子传感器读数

3.1.3 基本菜单

主要介绍主机界面上部的 9 键区功能键。查看主菜单功能，则按操作界面上的 Menu 键，则显示(如图 2)，通过 ↑ 和 ↓ 选择相应菜单选项，按 OK 键或 → 进入该选项，按 ← 回到上一菜单行。单击 EXIT 回到主菜单，双击 EXIT 回到显示界面。

Main Menu
Wand Setup
Log Setup
Data
Console Setup
Firmware

3.1.4 时间设定

主机时间设定

主机使用的是 24 小时制时间，时间设定的操作步骤如下：

- 1、按 **Menu>Console Setup>Set Time>OK** 或 **→**；
- 2、界面显示 HH:MM YYYY:MM:DD，通过 **↑** 和 **↓** 设定数值，通过 **←** 和 **→** 选择设定区域；
- 3、点击 **OK**，即可应用；点击 **EXIT**，则不应用。

光学传感器时间设定

光学传感器时间可以手动设定，也可以与主机同步。具体操作步骤如下：

- 1、将光学传感器连接到主机上，按 **Menu>Wand Setup>Select wand>Clock>OK** 或 **→**；
- 2、选择 **Set Time** 或 **Sync Time** 来手动设定或自动同步设定时间；
- 3、最后选择 **Yes** 来应用，点击 **OK**。

注意：若使用两个光学传感器，则两个传感器的时间必须都进行同步。

3.1.5 校准系数与匹配系数

每一个光学传感器均有两套校准系数(每套 5 个数值)。其中一套为“永久”系数(或称之为校准系数)，可以通过 **Menu>Wand>Setup>Cal Values** 来查看；另一套为“工作”系数(或称之为匹配系数)，可以通过 **Menu>Wand>Setup>Match Values** 来查看。在光学传感器探杆测量过程中，匹配系数经常被用到，而校准系数(单独印在一张校准单上)仅在恢复出厂设置时使用。

通常，只要 5 个匹配系数均不为“0”，那么该系数并不太重要。但当两个光学传感器同时使用时，因为这涉及到 LAI 的计算，此时匹配系数就显得极为重要。所以，当同时使用的两个光学传感器的匹配系数不一致时，其中一个传感器的匹配系数要及时改为一致，以便在相同条件下进行相同的测量。设置步骤见本章后面内容介绍。

3.2 系统配置

3.2.1 基本设置

下面要介绍的“光学传感器探杆设置”会影响所选探杆的工作，并会保存到探杆内存。“记录设置”会应用到所有主机的新建文件中。对 LAI 计算值会产生影响的设置都会保存到每个文件中，对已保存的文件数据进行后处理的步骤将在本章后面部分介绍和第六章(FV2200)内容介绍。

光学传感器探杆设置

探杆中存储有一些信息，用户可以对此进行修改和查看。用连接线将光学传感器连接到主机上，可以进行以下设置：

- | | |
|------|--|
| 命名 | 给每个光学传感器编辑名称(最多 8 个字符)，并保存，当探杆与主机相连时可查看到； |
| 设置时间 | 手动或将光学传感器与主机同步(同上)； |
| 校准系数 | 根据仪器提供的校准单，查看或修改校准系数； |
| 匹配系数 | 通过 view/set values 查看 5 个匹配系数，可进行修改或重置，并为实现两探杆匹配进行参数计算； |
| 自动记录 | 光学传感器可以设定自动记录功能。 |

记录设置

一般情况下，基本参数设置应先于数据收集；多数情况，采用默认设置就可以，但有时候根据实际应用的不同，也需要进行一些特殊的设置。以下要介绍的设置，可在数据收集后再对记录设置进行修改。操作步骤为：**Main Menu>Log Setup**

Transcomp:

信号定义(如下图所示)。定义光线透射率是如何计算出来的,包括使用哪一个读数(A 或 B)代表冠层上部的值,这些值是被怎么使用的,当计算出的透射率大于 1 时,仪器如何执行命令等。这些设置在下表中有详细描述。一般情况下, A 值代表冠层上部, B 值代表冠层下部;此外,软件还可以根据配对读数(环对环)的大小找到那些是 A 值,哪些是 B 值,从而指定哪一个值为冠层上部,哪一个值为冠层下部。数值高的 ID 号,无论是 A 或 B,被假定为该文件的冠层上的 ID 号。

透射率计算设置	描述
定义冠层上的参数 (Define Above)	
A	(默认) A 值代表冠层上的读数, B 为冠层下的读数
B	B 值代表冠层上的读数, A 为冠层下的读数
比较(Compare)	软件自己识别哪个是冠层上的读数, 哪个是冠层下的读数
决定冠层上的读数 (Determine Above)	
以时间先后决定 (Previous)	(默认) 使用最早的冠层上的读数
插入最近时间的读数 (Interpolate)	插入最近时间的冠层上的读数
以最近时间决定 (Closest)	使用时间最近的冠层上的读数
不合格读数 (Bad Reading) 处理, 当冠层下的读数比对应的冠层上的读数还高时	
跳过该读数 (Skip)	(默认) 忽略该读数
透射率为 1 (Clip)	认为该环的透射率(冠层下/冠层上)为 1

Prompts (设置提示): 在数据采集过程中,仪器可定义两种提示。(见后文)

Obs Remarks (添加备注): 每一个数据在存储前都可以添加一个备注,该备注可以在 Log setup menu 中修改;此外,也可以在记录模式下,通过按 Menu 键对个别记录进行修改。

Angles: 通过 Angles 可以获得每一环的角度值,这些数值是不需改动的。

Distances: 距离矢量的 5 个值用来计算光学传感器的五环所对应的 5 个角度上的接触数量系数。除测量孤立木外,一般使用默认设置即可(详见第五章说明)。

Masks: 决定哪一个环被使用,默认是全部环均被用来计算 LAI。但是,即使某些环的数值被忽略,其值仍然被测定和记录,即使所有环的数据被忽略,也不会对丢失信息。

Controlled Sequence: 可以定义测量 A 值和 B 值的先后顺序,仪器会提示用户接下来测定哪个值。

PAR Sensors: 激活、命名及进行光量子传感器的校准工作。

主机设置

主机设置中提供了 3 个功能选项,操作步骤为:

Main Menu>Console Setup>Set Time/Auto Off Timer/Beeper

Set Time: 设定主机时间;

Auto Off Timer: 设定自动关机时间, 5-60min, 5min 一个跨度;

Beeper: 提示音开关设定;

3.2.2 附件和自定义配置

附件配置

当光学传感器连接到主机后,使用附件配置,可使光学传感器所测定的数值或计算值在主机屏幕上实

时显示；在记录模式下，按光学传感器记录键或主机 LOG 键，即可将数据保存在主机指定的文件中。

自定义配置

本配置是如何单独使用光学传感器探杆测定冠层上部数据，并将数据输送到主机。光学传感器可以单独的手动或自动测量数据，然后将数据移入主机，并与冠层下部数据整合。需要注意的是，可以使用一个探杆独自完成冠层的所有测定：只需要使用 A/B 键切换 A 值和 B 值的读取，导出数据，数据再重计算即可。但是，既然一个探杆记录的数据量很大，形成一个庞大的数据文件，这时候要生成多个 LAI 数据文件不是件容易的事情，除非能准确的确定开始和结束时间，然后分列解析，生成多个 LAI 文件。

3.2.3 操作模式：一个/两个光学传感器配置

一个光学传感器模式

用一个光学传感器来测量冠层上部和冠层下部的数值，这种模式相对简单。A、B 的读取顺序可以预先设定，或者通过按 A/B 键来切换（对探杆），详细内容见后面介绍。

两个光学传感器模式

该模式是指同时使用两个或两个以上的光学传感器来收集冠层上部和下部的数据，但该模式必须将两个光学传感器连到主机上一起使用(特殊情况也可不与主机相连，这要涉及到文件重计算)。

注意：在操作前或操作后，记得将两个光学传感器进行系数匹配，使得其在同一条件对同一目标进行测定，并读数一致。

传感器的匹配

LAI 提供了两种匹配传感器的方法。一种是数据获取前的匹配；一种为事先不进行匹配，最后将文件中的数据分开，然后进行 LAI 的重计算(见 6-15)。

以下是如何在记录数据之前对两个传感器进行匹配：

- 1、将两个光学传感器与主机相连，打开主机。
- 2、将两个光学传感器并排放置在同一面上(避免阳光直射)，打开 Monitor Mode 查看读数。
- 3、设定匹配值
 - a、按 **Menu**，选择 **Wand Setup**，选择一个光学传感器，按 **OK**。
 - b、选择 **Match Values**，按 **OK**
 - c、选择 **Calculate**，按 **OK**。设置该传感器去匹配另一传感器，按 **OK**。

- 4、查看 Monitor Mode 的参数，确定进行匹配。

- 5、若想返回出厂默认，则在 **Match Values** 中选择 **View/Set Values (Menu>Wand Setup>select wand>Match Values)**。按 **Log** 进行恢复出厂设置，最后按 **OK**。

当数据被记录后，数据文件中的每一个 A 值和 B 值都有一个注释(如 W1 或 W2)，从而可以知道 A 值或 B 值是哪一个光学传感器所测，并在表头会标出一个“Contributing Sensors”，说明该相关传感器探杆的序列号和匹配系数（如下图）。

```

:
DISTS 1.008 1.087 1.270 1.662 2.670
GAPS 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
### Contributing Sensors
MATCH W1 PCH2516 3878 1244 1000 1004 1289
MATCH W2 PCH2462 3650 1044 900 904 1144
### Data
A 1 20090924 15:23:21 W1 199.228 198.956 202.214 186.611 190.670
B 2 20090924 15:23:55 W2 2.48003 2.33006 2.68008 3.11003 4.21009
B 3 20090924 15:24:02 W2 7.43006 2.60031 2.15000 3.34005 4.14001
:
    
```

3.2.4 设置提示

每个文件建立过程中，都可以设置两个提示以方便我们操作，这两个提示可以简单的表示为“测什么？”和“在哪测？”。“测什么”指的是所测目标的生境类型；“在哪测”指的是所测目标的地点。我们可以使用主机键盘上的按键编辑这两个提示。具体操作过程如下：

- 1、选择 **Menu>Log Setup>Prompts**
- 2、然后分别进入 **Prompt1** 和 **Prompt2** 进行设定，当然也可以选择默认(什么也不设定)

3.2.5 创建数据文件

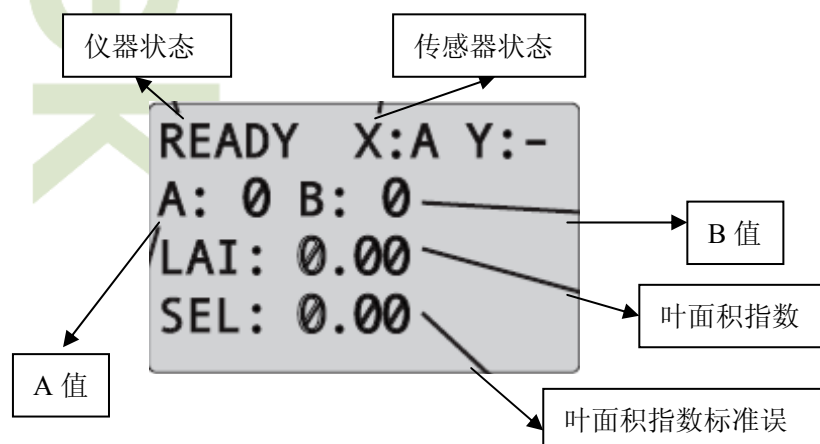
LAI 冠层分析仪实际就是将冠层上部的值和冠层下部的值放在一个文件夹中。按以下操作步骤我们可以创建一个新的文件夹。

- 1、在主机上按 **START/STOP**。
- 2、选择 **“New File”**，命名（最多输入 8 个字符）。
- 3、查看/编辑/添加备注，按 **OK** 键。
- 4、此时，仪器已经进入**记录模式**，可以进行 A 值和 B 值的读取。
- 5、按 **START/STOP(或 Exit)**保存并退出。

记录模式

当新的文件夹被建立后，主机进入**记录模式**，此时，屏幕会显示 4 行参数，其中第 1 状态行会始终不变。其它 3 行可以通过 ↑ 和 ↓ 来任意改变显示以下参数(如下图)。

A:# B:#	# A readings, #B readings
T:	Time (HH:MM), 24 hour notation
D:	Date (YYYY/MM/DD)
BATT:	Battery voltage
1 or 2	Readings for Light Sensor 1 or 2
X1,...,X5	Readings for Wand X, rings 1 - 5
Y1,...,Y5	Readings for Wand Y, rings 1 - 5
SEQ:	Off or ...AB...to indicate controlled sequence
LAI:	Current Leaf Area Index
SEL:	Standard Error LAI
MTA:	Mean Tilt Angle
SEM:	Standard Error MTA



说明:

仪器状态: 显示为“READY”, 表示在等待记录数据; 当显示为“WAIT”时, 表示正在处理数据;

传感器状态: 显示连接的是哪一个传感器, 该传感器被设置为测定冠层上还是下的值。从上图的仪器状态中可看出探杆接到 X 端口, 并设置为测定冠层上的值。

当然你也可从记录菜单进入“Log Setup”(在记录模式下, 按 Menu 键进入), 来设置你想要的除光量子传感器参数外的任何参数属性。

3.2.6 数据实时重计算

在数据记录过程中, LAI-2200 提供了一个可以实时对数据进行重计算的功能, 如 LAI 值, 尤其是在数据导出时。在文件夹已关闭, 但由于错误的匹配, 数据必须重计算, 此时我们可以选择“Recompute”, 如果选择“OK”, 文件夹被重新计算和保存; 如果选择“NO”, 则文件夹被保存, 但并不重计算。

3.2.7 记录设置

手动操作步骤

手动操作是 LAI-2200 最简单的数据收集步骤, 光学传感器可以和主机相连也可以独自使用。按 A/B|Power 选择 A 值或 B 值, 将光学传感器定位, 按“Log”键来记录数据。根据设定每一个数据文件夹都被标记为 A 或 B。具体步骤为: **Menu>Log Setup>Controlled Sequence>Use=No**, 来建立一个文件夹, 并开始记录数据。或者独立使用光学传感器记录数据。?

控制操作步骤

当光学传感器连接到主机上后, 可以选择控制操作。该操作可以设定 A 值和 B 值的读取以及重复的次数, 如可以做 ABBBB 的 3 次重复操作, 即先读取 1 个 A 值, 再连续读取 4 个 B 值。具体步骤如下:

- 1、将光学传感器连接到主机;
- 2、选择 **Main Menu>Log Setup>Controlled Sequence**, 再按 **OK**;
- 3、设定 **Use** 为 **Yes**;
- 4、设定所要重复的次数(1-41 次);
- 5、定义操作顺序。数字 2 代表 A; 数字 8 代表 B, 如果要设定 ABBBB, 则需要输入 28888。
- 6、最后按 **OK**。将设定应用于文件。
- 7、建立一个新文件夹。然后就可以通过→←来查看你进行到那一步了。

当然在操作过程中, 可以按光学传感器上的 A/B|Power 键来打断当下测量的值, 比如如果现在测 A 值, 按 A/B|Power 键时, 仪器就会读 B 值。

自动记录

不管光学传感器是否与主机相连接, 该设置可使其自动记录数据。你可以在 5s-60min 内设定开始和结束的时间, 仪器会自动 5s 记录一个数据。具体步骤如下:

- 1、在 **Main Menu** 中选择 **Wand Setup**, 选择一个光学传感器, 按 **OK**。然后选择 **Auto Log**, 按 **OK**;
- 2、选择 **Start Time**, 输入开始的时间, 按 **OK**;
- 3、选择 **Stop Time**, 输入停止的时间, 按 **OK**;
- 4、选择 **Frequency**, 设定频率(次数), 按 **OK**;
- 5、选择 **On/Off**, 将光标指在 **On** 上, 按 **OK**。此时, 光学传感器可以独立于主机进行操作。光学传感器会在规定时间自动开机, 并按相应设定进行测量。在测量过程中, 我们只要确定读 A 值的时候, 蓝灯“Above”亮即可。

需要注意的是，当我们开始选择 **On** 时，光学传感器上的记录灯会在 2.5s 内闪一次，同时记录数据时，也会发出提示音。

3.2.8 光学传感器数据传输

光学传感器可以独立于主机进行记录数据，主要有以下几种方式：

- 自动记录(连接或未连接主机)
- 按光学传感器的记录键(未连接主机)
- 按光学传感器的记录键(虽连接主机，但没有在记录模式下)

当光学传感器数据产生，我们需要将数据转移到主机中，可以建立一个新文件夹，也可以追加到已有的文件夹中，具体操作步骤如下：

- 1、将光学传感器与主机相连，在 Main Menu 中选择 Data。
- 2、选择 Wand Data>Download。
- 3、选择所需要的数据。
- 4、选择 “New File” 来创建一个新文件夹，或选择 “Add to File” 来追加一个已存在的文件夹。
- 5、如果选择 “New File”，命名，按 OK；如果选择 “Add to File”，则先选择已存在的文件，再按 OK。

当数据传输完毕，此时数据仍保留在光学传感器中，若想删除，可以在 **Wand Data** 中选择 “Purge”，然后选择对应的光学传感器，按 **OK** 来删除，若不想删除可以按 **EXIT** 回到 **Wand Data**。

3.2.9 光量子传感器的连接

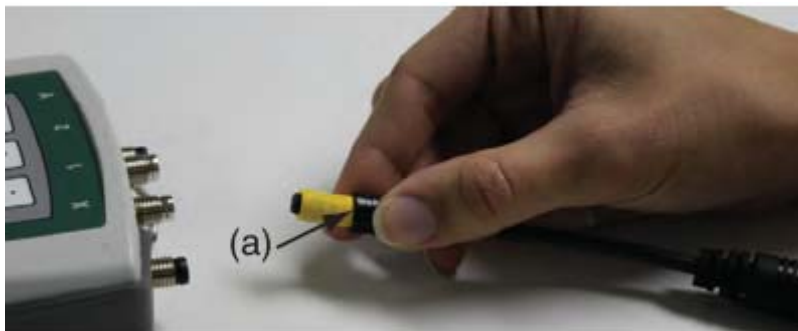
LAI-2200 提供了两个光量子传感器接口，它们可以与以下传感器相匹配：总辐射传感器 LI-190 和 LI-191；日照强度计 LI-200；光度计 LI-210。光量子传感器要与 LAI-2200 主机 BNC 通道相连时，需要一个适配器。如何与主机相连，可以参考以下步骤：

- 1、将光量子连接到 BNC1 或 BNC2，然后在 **Menu>Log Setup>PAR Sensors**，然后选择连接光量子传感器的 BNC 通道，按 **OK**；
- 2、设置 “**Enabled**” 为 “**On**”；
- 3、给光量子传感器命名，以便处理数据；
- 4、进入校准设置 “**Cal**”，输入所选光量子传感器的校准参数，校准参数在校准单里或从 LI-COR 公司网页上下载；
- 5、按 “**OK**” 应用设置；

数据可以应用到 LAI-2200 所建立的任何文件夹中。

光量子适配器是一个长 6 英尺的 3 孔接头，可以和 BNC 接口相连，具体接法如下图：

- 1、将适配器接口与 BNC 接口相连



2、稍微用力推动黑色胶套



6、将黑色胶套密封在接口处。



3.3 基本操作步骤

当我们将 LAI-2200 的基本原理和其各种功能后，就可以进行一些比较简单的试验。但千万要做好试验前的考虑因为不合适的操作将得不到好的数据。

3.3.1 操作一：一个光学传感器，一个主机

即使用一个 LAI-2270 主机和一个 LAI-2250 传感器，以下我们从创建文件、简单测量到查看实时数据等方面来描述其操作步骤：

- 1、选择合适的遮盖帽，将光学传感器与主机相连(X 或 Y 通道)，开机，检查传感器是否响应？在显示模式下，用手遮住镜头，看读数是否下降，移开手，查看数据是否上升。
- 2、设置提示。

- 3、按主机上的 **START|STOP** 键，选择 “**New File**” 命名。
- 4、输入提示，按 **OK**；或按 **Exit** 忽略提示。然后 LAI-2200 进入记录模式，可以记录数据了。
- 5、将光学传感器置于冠层上方，确保视野内没有遮挡物，并确认 **Above** 灯为打开状态(如果灯不亮按光学传感器的 **A/B** 键)，按光学传感器或主机上的 **Log** 键来记录 A 值。
- 6、A 值记录完后，按 **A/B** 键使 **Above** 灯为关闭状态，将光学传感器置于冠层下方，按 **Log** 键来记录 B 值。
- 7、此时 LAI、MTA、SEL、SEM 的值会在显示屏幕上(通过方向键来选择指标)。
- 8、移动光学传感器继续测量 B 值，B 值之间的距离是依据冠层高度而定的；当然我们也可以在测量 B 值之间穿插测量一个 A 值(按 **A/B** 键切换)。
- 9、当测量结束，按 **START|STOP** 键关闭文件夹，保存数据。

3.3.2 操作二：两个光学传感器，一个主机

该操作模式为 1 台主机和 2 个光学传感器模式。主要的操作过程包括：

- 匹配两个传感器；
- 数据记录格式设置，其中一个传感器为自动记录模式，另一个传感器为手动记录模式；
- 建立文件夹；
- 进行测量；
- 合并数据到一台主机上；
- 查看数据。

以下是该模式的操作步骤：

- 1、同步两个光学传感器的时间；删除光学传感器里的 A 值数据(**Menu>Data>Wand Data>Purge**)；
- 2、将两个光学传感器置于同一面，确保环境条件一致，连接主机，并开机；
- 3、匹配两个传感器；
- 4、设置提示；
- 5、匹配光学传感器。选择 **Menu>Wand Setup>select wand>Calculate Values**。
匹配时确保，两个传感器所感应的环境条件一致，按 **OK**。仪器自动计算匹配的值。
- 6、A 值的自动读取。选择 **Menu>Wand Setup>select the wand that will record Above readings>Auto Log**。
 - a、在 **Auto Log** 上设定 **On**，按 **OK**；
 - b、设定开始的时间(24 小时制)，按 **OK**；
 - c、设定结束的时间，按 **OK**；
 - d、设定记录频率(如 60s)，按 **OK**；
- 7、以上设定好后，断开光学传感器，选择开阔地，确保探头水平、稳定并且和测量冠层下部传感器方向相一致；
- 8、按主机上的 **START|STOP** 键，建立文件夹，并命名；
- 9、记录 B 值。确保光学传感器在 B 值读取时与 A 值的方向一致，并且读取 B 值时，仪器上 **Above** 的灯熄灭；
- 10、所有 B 值读取完毕后，将读取 A 值的传感器重新连接到主机，如果此时还在读取 A 值，那么可以选择 **Menu>Wand Setup>select the wand >Auto Log>Use=Off**；
- 11、下载数据。选择 **Main Menu>Data>Wand Data>Download>select wand>Create new file**，

并命名文件夹。如果想删除数据，可以选择 **Purge**。

12、合并文件夹，计算 LAI。

3.3.3 将 A 值导入 B 值的文件

当另一光学传感器把 A 值自动采集后，只有将其导入 B 值的文件夹中，才能计算 LAI。可以用 LAI-2200 主机来操作，也可以用 FV2200 来操作。步骤如下：

- 1、如果 A 值还没有测完，将已经记录的数据传到主机中。选择 **Menu>Data>Wand Data>Download>select Wand>Create new file**，并命名；
- 2、选择 **Menu>Data>Console Data**，并选择对应含有 B 值的文件夹来接收所输入的 A 值；
- 3、选择 **Menu>Edit>Import Observations**；
- 4、选择输入 A 的记录值；
- 5、按 **OK**，仪器将会自动重计算 LAI 等参数值；
- 6、查看重计算的数据。选择 **Menu>Data>Console Data>Select File>View Header**；

3.3.4 主机中的数据管理

查看数据

选择 **Menu>Data>Console Data>Select data File** 可以查看以下数据：

View Header:

File Name: 文件名

Date and Time: 文件建立的时间

Response1 和 2: 设置的提示 1 和提示 2

LAI: 该文件夹中的叶面积指数

SEL: LAI 的标准误

ACF: 表观聚类因子

DIFN: 无截取散射

MTA: 平均叶倾角

SEM: 平均叶倾角标准误

SMP: 样品数

View ANGLES/MASKS:

查看每一环的角度值

View CNTCT/STDDEV:

查看该文件中顺序号和每一环的标准偏差

View AVGTRANS/GAPS:

查看平均传输速率？

View Observations:

查看具体的某一观测值，可以通过 ↑ ↓ → ← 键来操作

数据重计算

数据重计算有两种方法，一种是直接利用主机进行计算，另一种是使用 FV2200 软件来计算(参见第六章)。以下是采用 LAI-2200 主机来进行数据重计算的步骤：

修改数据选择 **Menu>Data>Console Data>Select data File>Edit:**

Edit Angles 改变中心角度值(使用标准默认值)。

Edit Mask 标注的环在数据重计算时会丢失, 编辑后可使标注环保存在文件夹中。

Edit Distances 修改默认距离, 该操作仅在测量孤立冠层时使用。

Edit Transcomp 修改数据传输。

Import Observations 将要输入的 A 值移到当前文件夹中, 并调节到与之相近时间的 B 值的文件夹中。

Strip Observations 删除该文件夹中所有的 A 值或 B 值。

附加数据管理功能

三种数据管理功能可以供用户选择, 具体操作步骤为:

Menu>Data>Console Data>Select data File

Recompute: 重计算 LAI 或其它变量。

Delete: 永久删除文件。

Rename: 重命名文件夹。

3.3.5 通讯连接

LAI-2200 与电脑相连, 既可以通过 RS-232 数据线(参见第六章)也可以通过 USB 转接口来转移数据。以下介绍如何使用 USB 接口进行数据传输。

用 USB 接线将电脑与主机相连, 如果电脑装有该 USB 转接口的驱动, 则电脑可以识别。但如果 LAI-2200 主机在记录模式或其它菜单, 电脑将不能识别, 必须选择 EXIT 来退出或关闭主机。

数据文件将以 LAI 的名字下载到制定的路径中, 当然也可以给文件命名。文件贮存到电脑上后, 用户可以对其进行正常操作, 如重命名、复制、粘贴、删除、打开(使用 FV2200 软件)文件。

在 LAI 文件夹的根目录下, 有一些以 .bin 和 .img 格式的文件, 这些是主机和光学传感器的固件, 我们可以通过以下网址来对其固件进行更新:

<http://download.opensource.licor.com/projects/fv2200>

数据传输完毕后, 安全删除硬件, 即可移除 USB 转接口。

3.4 数据文件

3.4.1 文件格式

LAI-2200 所生成的文本文件格式包括 4 个主要部分: **表头、统计值、光学传感器信息和观测值**(如下图)。

表头

包括文件号(系统设定)、主机硬件版本、文件产生时间、用户备注, 还包括计算结果: 叶面积指数(LAI)、叶面积指数标准误(SEL)、表观聚类因子(ACF)、无截取散射(DIFN, 探头可视天空的部分)、平均倾斜角度(MTA)、平均倾斜角标准误(SEM)和用于计算的 A、B 观测值组数。

统计值

包括含有 5 个数的 8 组数据: MASK 可以指示那一个环的数据是用来计算 LAI 的(数字 1 代表计算是应包括的环; 数字 0 代表计算时的冗长); ANGLES 是五个环每环的中心角度值; CNTCT#是平均接触频率[log(gap/path length)]; STDDEV 是接触频率标准误, DISTST 是路径长(path length); GAPS 是空隙部分(gap);

ACFS 是每一环的表观聚类因子。第九章中讨论了这些统计值及题头中的数值是如何计算出来的。

传感器信息

光学传感器信息包括记录时间、传感器的名字，以及正确匹配后 5 环的值；如果为光量子传感器则显示 1 通道或 2 通道的光量子传感器的名字和校准信息。

观测值

包括“A”、“B”标记、顺序号、记录时间和探头 5 环的数值。

LAI File		SAMPLE2				
Version		1.0.0				
Date		20090924 15:23:12				
Prompt1		Plot				
Resp1		6				
Prompt2		Trmt				
Resp2		2				
TransComp		ACP				
Model		Horizontal				
LAI		4.21				
SEL		0.12				
ACF		0.964				
DIFN		0.028				
MTA		46				
SEM		12				
SMP		8				

MASK	1	1	1	1	1
ANGLES	7	23	38	53	68
AVGTRANS	0.286	0.032	0.016	0.021	0.029
ACFS	0.598	0.934	0.99	0.984	0.983
CNTCTM	2.078	3.377	3.296	2.35	1.353
STDDEV	1.433	0.615	0.223	0.192	0.12
DISTS	1.008	1.087	1.27	1.662	2.67
GAPS	0.123	0.025	0.015	0.02	0.027

Contributing Sensors						
Sensor	W1	PCH2516	3978	1244	1000	1004
1289						

Data						
A	1	20090924 15:23:21	W1	199.23	198.96	202.21
B	2	20090924 15:23:55	W1	2.483	2.336	2.688
B	3	20090924 15:24:02	W1	7.436	2.631	2.15
B	4	20090924 15:24:08	W1	128.27	17.03	4.1
B	5	20090924 15:24:15	W1	83.73	6.755	3.677
A	6	20090924 15:24:26	W1	180.92	207.22	216.94
B	7	20090924 15:24:39	W1	32.46	4.261	2.506
B	8	20090924 15:24:46	W1	160.44	11.91	5.148
B	9	20090924 15:24:55	W1	12.92	3.185	2.461
B	10	20090924 15:25:02	W1	6.688	4.448	3.827
A	11	20090924 15:25:21	W1	172.05	190.29	216.11

3.4.2 各指标含义

LAI: 叶面积指数

LAI回答“有多少叶片”，尽管LAI字面上是指“叶面积指数”，但LAI-2000 是测量所有挡光的物体。LAI没有单位，可认为是叶面积/地面积。然而，如果DISTS不是 $1/\cos$ 角度，那么LAI是叶片密度 (m^{-1})，

MTA: 平均叶倾角

回答“叶片倾斜如何”。如果所有叶片都是水平的，那么 MTA 就是 0° ；若都是垂直的，则为 90° 。一般 MTA 处于 30° （水平叶片占优势）~ 60° （垂直叶片占优势）之间。如果出现了非预期的 MTA 值则表明测量出现了错误或 DISTS 值不对。

DIFN: 无截取散射

结合空隙部分（GAPS）计算出 DIFN，以表示未被叶片遮挡的天空部分。此值范围在 0（全叶片）~1（无叶片）之间。DIFNS 大体可看作是冠层结构的一个代表值，它将 LAI 和 MTA 结合为一个值。然而，DIFN 与 LAI 和 MTA 的前提假设不同，它仅假设叶片无散射。LAI-2200 计算的所有数值中，

DIFN 是最能表明“冠层光线吸收”的指数。但是冠层吸收并不只是与冠层结构（DIFN）有关，还与叶片在可利用光线范围内的光特性（如光合作用只对 400~700nm 光线有效）、冠层下的地表面和太阳位置有关。因此，DIFN 只是冠层对短波散射线（小于 490nm）吸收的指示值。

ACF：表观聚类因子

ACF 是表观聚类因子，相当于表观聚类系数 (Ω_{app})（参见 Ryu, et al 2010）。LAI-2200 测量中的一个假设条件是所观测的冠层叶片位置完全随机(至少有一部分)。如一个考虑到有较大行距的栽培作物时，则不能完全符合该随机假设，但对某一行来讲效果就比较好。

Lang 和 Xiang(1986)指出，当测量样本较多时，每一测量均包含较多的行或较多的空隙，它们可以结合成一个自然对数的平均值来修正叶面积指数(LAI)。基于这样一个思路，LAI-2200 将 ACF 值定义为：

$$ACF = \frac{LAI_{\log(\text{avg}(T))}}{LAI_{\text{avg}(\log(T))}}$$

其中， $LAI_{\log(\text{avg}(T))}$ 是指平均观测值的对数； $LAI_{\text{avg}(\log(T))}$ 表示观测值对数的平均。注：每一环简单的观测值平均会在文件夹的统计值一栏列出(AVGTRANS 行后)；对数的平均则出现在 GAPS 行后。每环的 ACF 值在 ACFS 行列出。

ACF 可以对 LAI-2200 所测出的叶面积指数进行修正。如果我们有一个独立的聚类因子 Ω ，则可以用以下公式来对 LAI 进行修正：

$$F_{true} = \frac{LAI \times ACF}{\Omega}$$

其中， $LAI \times ACF$ 可以补偿 LAI-2200 在操作过程中所依附的聚类因子。

第四章 测量指南

本章节包括数据采集过程的实际问题和在各种天空条件下采集数据的方法。

4.1 获取可靠数据指南

使用 LAI-2200 要想获取可靠的数据，需要设计一个适合的方案，能适应目标冠层和当时的测量环境。对于任何成对使用的 A、B 读数，遮盖帽必须是相同的尺寸，光探头必须观测相同部分的天空，**并且必须保证遮盖帽覆盖相同部分的探头（这只适用于使用相同探头读 A 和 B 值）。**

当天空条件不理想时，需要对测量方式进行调整。例如，通常需要测量多个 B 值才能消除空间异质性，获得良好的数据代表性；**太阳和操作员不能出现在鱼镜头的视角里；对于叶片分布稠密而又有大空隙的冠层，需要使用窄视角范围的遮盖帽，以便可以把冠层和空隙结合起来考虑。**下面讨论这些需要考虑到的问题。

4.1.1 测量冠层的哪个部位

A 值

通常测定 A 值的时间和地点应该尽可能接近 B 值的测定条件，但是在某些条件下和适当的方式中，为了获取好的数据这也不是必须的。

在某些情况下，特别是森林冠层，记录下的 A 值和 B 值接近是不可能或不实际的。在这种情况下，最好用两个光探头（第 3 章内容介绍），用一个探头定位于森林冠层以上或森林外的空地上，自动记录数据。其他额外的测定建议见第 5 章内容。

B 值

最好根据冠层类型设计适合的取样测量方式。对于低矮均一的冠层，例如草地，最好的测量方式可能不适合测量排列作物，而且这也一定不是测量不均一的高冠层的最好方式。特别冠层类型的测量指南参见第 5 章介绍。

一种测定 B 值的方法是在冠层选择下一条或多条线路，以等距离测量；另一种方法为在研究区随机选择地点测量，但是偶尔遇到的实际问题使这变得较为困难。预先确定取样位置可能会妨碍使用的测量方式，为了获得有效的数据，需要对采样位置进行调整。例如，测量时避免树叶突然挡住探头，因为一个树叶可能会阻挡中心环的整个视野。在较大的天顶角，当树叶在探头的旁边而不是上面时，个体叶片对视角的阻挡较小。本章节后面章节 4.1.6 详细介绍树叶大小对测定的影响，提供了减小距离详细的测量方式和理论论证。参考 Ross（1981）做的针对鱼眼摄像技术的介绍。

4.1.2 测量多少个 B 值

在确定测量多少个 B 值才是最合适的问题上，首先，要考虑测定得到的 LAI 值代表的有效地面面积有多大：整块地、地的一部分还是一个点？其次，一个 B 值能代表地面面积的哪个部分？单凭经验，可以将每一个 B 值代表的测量范围看作是以测量冠层高度为半径的圆柱体（当使用遮盖帽时该测定范围变为圆柱体的一部分）（鱼镜头潜在的视角比这个要大，但是有效的范围因为树叶而减小）。这样便有

$$A = f\pi H^2 \quad 4-1$$

其中，A 代表取样面积，f 是视角范围（以 0.75，0.5，0.25 和 0.125 分别代表 270°，180°，90°和 45°的遮盖帽），H 是冠层高度。例如，一个 B 值取自无遮盖帽（f 为 1）距离为 5m，高为 1m 的冠层下，它代表的取样面积为 3m²，即全面积的 12%。若冠层只有 0.2m 高，那么 B 值只代表全面积的 0.5%，因此测量时应特别考虑冠层的高度。

另一个注意是的测量点上叶片密度的变化。冠层均一的样地与不均一的相比，只需要测定少量几个 B 值即可。表 4-1 介绍了如何确定 B 值合适的数量。推导公式见第九章的内容。这个简单的程序用来确定 B 值的数量以达到 95%的可信度置信水平。

- 用 6 个 B 值来确定一个 LAI，确保包含树冠最稀疏和最稠密的部分；
- 计算 SEL/LAI（SEL 是 LAI 的标准误）；
- 用下表来确定 B 值的数量。

表 4-1

SEL/LAI	# B Readings	SEL/LAI	# B Readings
0.01	2	0.06	11
0.02	3	0.07	13
0.03	5	0.08	16
0.04	6	0.09	19
0.05	8	0.1	23

4.1.3 遮盖帽的使用

当操作者处在视角范围内时，使用 270°视角的遮盖帽挡住操作者。如果在测量 AB 值时操作者很小心地使自己保持在视角范围内同一部分处也可以不用镜盖，但是用遮盖帽更加简便。

在测量 AB 值时都存在的物体通常不会影响 LAI 的计算。因此，可以测量树下草地的 LAI，如果 AB 值非常接近，表明在 AB 值的测量中树占据了探头视角范围的不同部分。

这里总结了需要使用遮盖帽的情况：

- 挡住镜头视野中的太阳；
- 挡住镜头视野中的操作者；
- 太阳光亮度很不均一；
- 冠层中有明显的空隙或土块；
- 减少测量面积；
- 森林冠层上测量时减少所需空地的大小。

在以下几种情况下，要使用 180°或 270°的遮盖帽：

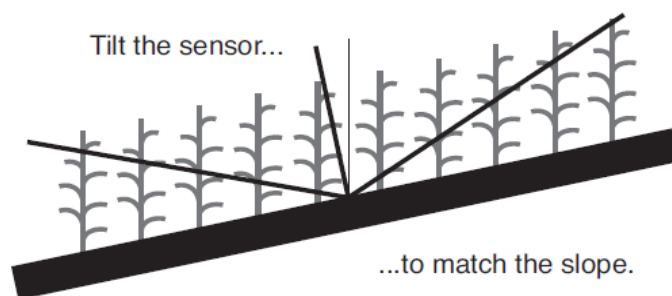
- 避免近黄昏或非常稠密冠层下的信号损失；
- 测量目标是 L_e （有效LAI），而不是 L （真实LAI）。

要注意的是同一组 AB 值探头的视角必须是天空相同的区域，探头上的遮盖帽不要旋转。这是因为，探头（尤其是外环）感受光的灵敏度在不同的方位有轻微的变化。

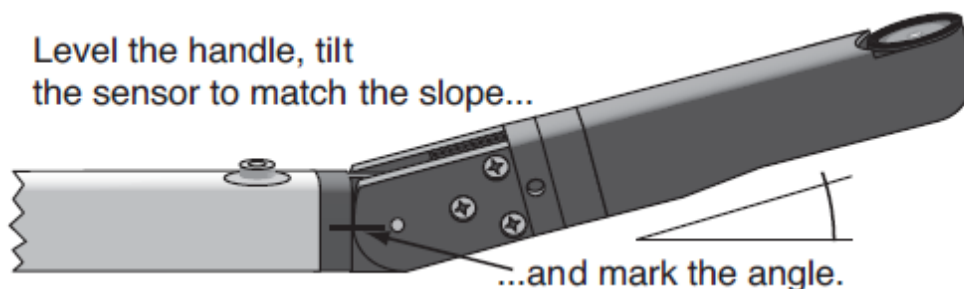
当使用遮盖帽遮挡阳光时，最好遮挡住整个太阳，防止遮盖帽周围的反射光影响数值。通常只有第 5 环对这个反射有响应。

4.1.4 在斜坡上测量

在斜坡上测量时，应保持探头与斜面平行而不是保持水平。测量 AB 值时，一定要保证以同样角度同样方向进行测量。



确保探头在每一次读数时角度相同的一个方法是在手柄上安装气泡水平仪。用铰链固定在一个角度，使手柄保持水平同时探头保持在所期望的倾角。用铰链标记出两个部分，这样这个角度能容易的被重新调整。



如果当在斜坡上不能在同一角度向上或向下倾斜探头时，可以使用 45°遮盖帽并且沿等高线定向 B 值探头（既看不见上坡也看不见下坡），这样可以使斜坡影响减小到最小。A 值和 B 值测量的必须是同方向。

4.1.5 错误读数

理论上，B 值应总小于 A 值。在非常稀疏的冠层下两值很接近，在大林隙中无叶片时两值一致，但这仅是理论上的。

实践中，B 值由于以下几种原因常高于 A 值。

- 天空条件变化；
- 正常操作变化；
- 操作者失误（A、B 顺序颠倒）；
- 在叶片反射强时测 B 值（也是操作者失误）。

若 B 值中有一个或多个大于先前对应的 A 值，也是错误的，由此推算的透射率将大于 1.0，如果由于天空条件或人为因素造成的，可纠正后再测量，但如果是由于稀疏的叶片和正常的波动，那么最好忽略这种差异，将有问题环的透射率看作是 1.0。

要确定此设置，进入 Main Menu > Log Setup > Transcomp > Bad Readings。选择一个下面所描述的设置（按 OK 保存设置）。

Skip: 当透射率大于 1.0 时，B 值在计算时不被采用，但仍存在文件中。你会知道如果在记录模式下 B 值有一个错误读值（见第 3-13 页）。此方式适用于 A、B 的实际值不是很接近时。

Clip: 若透射率大于 1.0 时，视为 1.0。这并不改变储存的数据，此方式适用于在极少或没有叶片的冠层下读取 B 值时。

4.1.6 叶片大小

通常，探头和上面最近叶片之间的距离应该最少是叶片宽的 4 倍。当使用遮盖帽时距离应该增大，但是当有多个 B 值时距离应该减小。

表 4-2 提供了根据叶片大小和天顶角度来确定的叶片与探头之间的最小距离。使用方法为：首先找到探头所用的遮盖帽角度一栏，然后用栏内各环值去除 B 值的数量，再乘以叶片宽度，即为各环与叶片之间的最小距离。

Table 4-2

		Distance Factors				
		Sensor Field of View:				
						
Ring	Angle (°)	360°	270°	180°	90°	45°
1	7	10	20	30	50	100
2	22	4	5	8	20	30
3	38	3	3	5	10	20
4	52	2	3	4	8	15
5	68	2	2	3	7	14

确定叶片与探头的距离是否太近的公式如下：

$$\text{minimum distance} = \left(\frac{d \cdot w}{B} \right) \quad 4-2$$

式中： d 为表 4-2 中的距离因子， B 为 B 值的数量， w 为叶片宽度 (cm)。

例如：没有遮盖帽，只有一个 B 值，叶片宽 5cm，其最小距离应该为 7° 时 50 cm ((10/1)×5)，22° 时 20 cm ((4/1)×5)，68° 时 10 cm ((2/1)×5)。

方程 4-2 的求导

LAI-2200 的一个假设 (第 1 章) 是与探头的视野相比叶片很小。Lang and Xiang (1986) 为叶面积和样地面积函数的误差导出了一个公式：如果 R 是样地面积 (决定空隙频率的区域) 和单个叶片面积的比值，然后误差中的空隙频率的因子 E ：

$$E = -R \ln \left(1 - \frac{1}{R} \right) \quad 4-3$$

我们将这一分析通过考虑样本面积 (与探头最近的叶片到特定的环的视角的距离，二者的面积为样本面积) 应用于 LAI-2250 探头中。例如，第二环的视野在中心的 22°。如果在 22° 与探头最近的叶片距离为 50cm，这个环的样本大小为 $(2\pi)50(\sin(22))=118\text{cm}$ 。如果叶片宽度为 5cm，方程 4-3 中的 R 为 $118/5=24$ ，并且误差为 1.02 或 2%。

表 4-2 适用于误差 (E) 小于 5%，视野与叶片宽度的比值 (方程 4-3 中的 R) 至少为 0.6。

4.2 天空条件

LAI-2200 可以用于不同的天空条件下的测定。最好在阴天下测定，但是通过适当的设置和方法也可以在其他条件下测定。

4.2.1 直射阳光

尽管避免直射阳光，可在阴天或日出日落时进行测量。如果必须在阳光直射时测量，应注意以下步骤：

- a. 背对太阳测量 AB 值，用遮盖帽遮住操作者和太阳；
- b. 测量 AB 值时，尽管遮盖帽已挡住太阳，还应用头或其它东西挡住探头，以免反射光线影响数值；
- c. 如果可能的话，遮挡探头可视的冠层部分。探头范围内有越多的反光叶片，得到的 LAI 值就会越小。这尤其是在低冠层中明显 (幸运的是，低冠层比较容易遮挡)，因为又高又稠密冠层的树叶会被冠层的顶端遮挡。

探头可视的反光叶片的数量 (低估 LAI) 取决于很多因素，包括太阳角度，叶片角度分布和叶片分布。如果冠层没有被遮挡，你会发现 LAI 是一天的时间变化函数。

Welles and Norman(1991)发现直接测量比在相应的阴天测量的值低 11-56%。

在直射阳光下，均一并且没有大空隙的冠层比不均一、有大空隙的冠层测量更准确。通常情况下，在均一没有大空隙的冠层下 LAI 会被低估 10%，不均一、含大空隙的冠层会产生更严重的低估 LAI 现象。因此要尽可能避免阳光直射下测定冠层指数，最好选择阴天或清晨、黄昏时测定。大空隙存在的问题：如果你在冠层下测定，并且探头视野中有很多反光叶片 (例如：在森林空地的边缘，观测旁边反光的云杉树)，会发现更大的低估。

有时，你需要寻找合适的方式处理直射的阳光。假如你有很多样线要测定，并且它们不能在相对较短

的将近日出或日落时间内完成。此外，在白天中都没有云出现。这时测定森林冠层，不可能有任何遮挡并且也很难均一，所以有很多空隙，因此你就不能忽略太阳光的影响。

应该怎么做？试一下：选一组能在太阳较低时测量的代表性的样线。在白天，采用第 4-11 页的建议完成所有测定（使用适当的遮盖帽，始终在视角中保持遮挡太阳光）。然后太阳低时，重复以上操作，在完全相同的地点采集数据。用这些样线来计算出一个“阳光效应”，与没有直射阳光下测得的 LAI 比较，以此校正剩余的样线。如果你对“代表性的”样线没有概念，可以选两三个聚集因子（clumping factors）范围的样线，用 ACF 线性方程计算阳光的直接效应，然后在剩余的样线都应用这个校准因子。

4.2.2 分散云

如果使用适当的采样方法，可以在分散云下进行测量。如果可能，当太阳被云遮挡时进行测量，若云运动很快，可缩短 AB 值之间的测量时间（几秒钟）或者 AB 探头之间的距离。

4.2.3 变幻的阴天

如果天空有明显的明亮和阴暗区，测量不均一的冠层时易出现误差。天空最亮方向下的冠层会使测量数据增大。解决办法是缩小探头的视角范围，这样明亮和阴暗区域不会同时出现在同一读值中。

- 选择合适的遮盖帽，减少探头的视角范围，在保证探头范围内天空条件一致的前提下使范围最大；
- 在天空阴暗条件下读取 AB 值，然后以同样顺序在明亮条件下再读取 AB 值。注意要在同一天空范围内进行 AB 值的测量；
- 减少 AB 值及各 B 值之间的测量间隔时间，尤其存在移动快速的低云时。

4.2.4 晴天

晴天条件因为均一所以很有利。随着时间可以在 AB 点之间以较大距离的进行插值。如果太阳在地平线或地平线以下（也就是说探头测不到反光树叶），那么蓝天是最理想的条件。但是如果在探头视野范围内出现反光树叶，那么 LAI 将会被低估。为了确定低估的程度，在日出之前或日落之后同一地点测量 LAI。与在中午测定的值进行比较。

4.2.5 雨、雾及露

在潮湿冠层下可以进行测量，但是应注意勿使水滴落在探头透镜上。在雨天也可以测量，但是有很大的不确定性。透镜上的水滴由于挡光会造成影响。一些小水滴会减少一些环 10% 或更多的光线。因此，通过用布擦拭来保持透镜上无水很重要。

第五章 冠层类型

本章节内容包括在不同冠层类型下测定 LAI 的方式。同样也提供了在不同冠层类型下获取最好数据的建议。

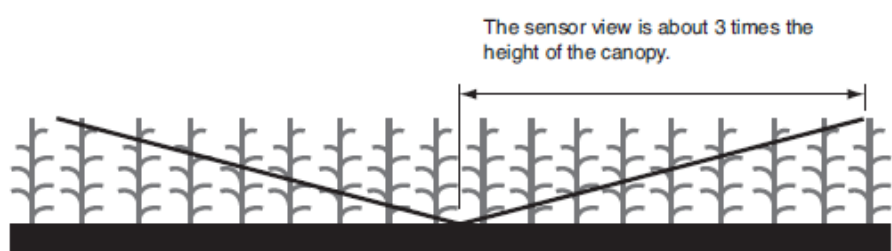
5.1 植物冠层的测量

5.1.1 低均一性的冠层

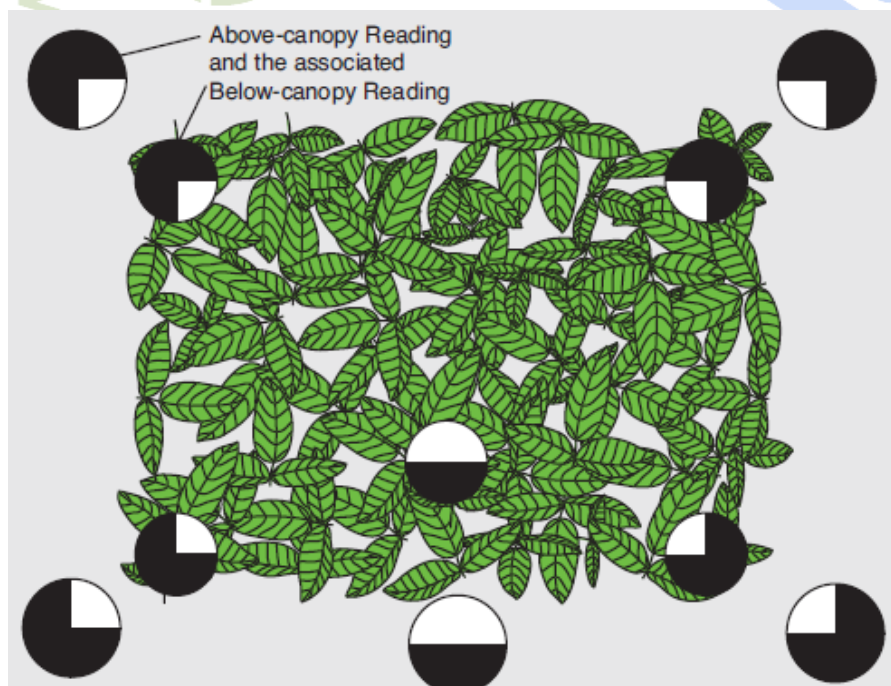
低均一性的冠层测量起来是最简单的。在稳定的天空条件下，用 270°遮盖帽，读取 1 个 A 值和 4 个 B 值就足够。为了减小测量的不确定性，可以测量更多的 B 值。

5.1.2 小样地

当测量小样地时，重要的是要确保样地外的物体不会影响测量。置于冠层下部的探头视角范围好似一个倒放的圆锥体，其半径大约为冠层高度的 3 倍。探头所视最大的天顶角为 74°，($\tan(74) = 3.48$)。实际上常取 3，这样减少了边缘叶片对探头视野范围的影响。



当冠层高 1 米时，探头任何方向上都应至少有 3 米的可视范围。如果样地面积很小，探头置于中心时会探测到样地外，应用 90°遮盖帽，在样地的边角位置测量。也可以用 180°遮盖帽在样地的进中心测量。



在稠密的冠层下，由于叶片的遮挡作用，使探头可视最小面积缩小。简单的测试办法是从地面以 30°仰角向上看。如看不到冠层的边缘，不论测量样地实际面积多大，它已符合测量面积的要求。

另一种测定小样地的方法就是在计算 LAI 时忽略外环。这样最小样地大小减小到树冠高度的 1.6 倍。外环的忽略可以通过在采集数据之前用 Mask 函数，也可以采集数据之后用控制单元（第 3-5 页开始），或者在采集数据之后用 FV2200 软件（第 6-26 页）。

5.1.3 排列的作物

这项技术可以准确地测量由稀疏到浓密的成行作物的冠层。通常采用位于两垄之间的斜样线，使各 B 值取样点均匀分布（图 5-1）。例如，每条样线取 4 个 B 值，第一个 B 值取在垄上，第二个 B 值取在两垄之间 1/4 处，第三个 B 值取在两垄中间，第四个 B 值取在离垄 3/4 处。这种斜样线法比直样线法更能体现出空间分布的均匀性。

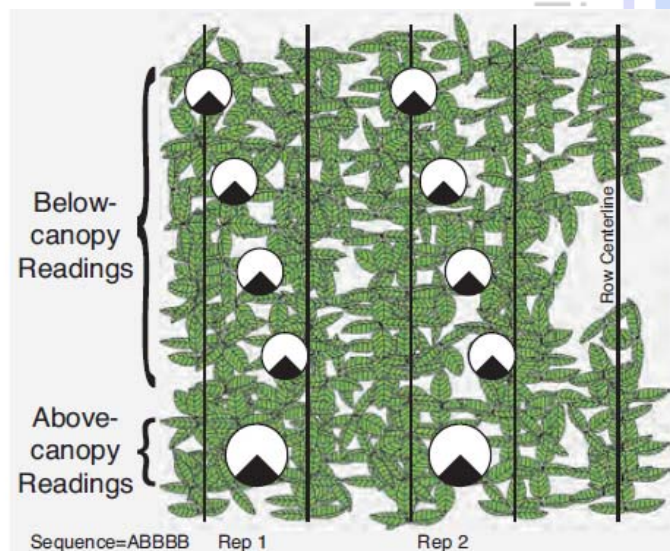


Figure 5-1. A row crop with a homogeneous canopy (e.g., no gaps between rows) can be measured with a wide view cap.

确保所有 B 值的测量都在同一高度；如果垄沟不平整，可以在测量时沿着样线放置木板。

如果缺乏植被的冠层中有很明显的空隙，应先进行冠层空隙测试（第 5-10 页），以此来看这些空隙是否值得特别注意。若误差小于 10%（为均一冠层），可采用视角尽可能大的镜盖（要看天空情况）；若误差大于 10%（不均一冠层），应采用 45°镜盖，并且样线数量至少增加 2 倍，还要采用成对样线测量：即前一个样线测量时使视角与垄平行，下一个样线测量时，则使视角与垄垂直（如图 5-2）。

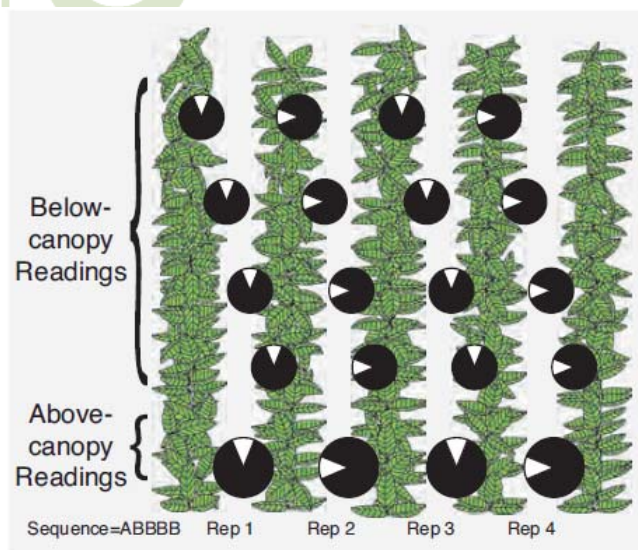


Figure 5-2. A row crop with a heterogeneous canopy (e.g., gaps between rows) may require a narrow view cap and more repetitions.

5.1.4 高大冠层及森林

测量高大冠层时，最大的挑战就是 A 值的测量。同样，因为不可能用人工的方式遮挡这么大的冠层，所以在艳阳天下合理的测量比较困难，除非冠层足够稠密以至于探头看不到反光叶片或者在早上以前或傍晚以后进行测量。

方法 1：利用双探头模式可以很容易得到冠层上方的数值：用两台 LAI-2270 光探头，一台设在冠层上或冠层外自动记录 A 值，另一台收集 B 值。两个探头的数据可以用期望值一起进行计算（见 3-21 页举例）。

方法 2：一个探头也能有效地测量。根据第 3-20 页所描述的方式，设置 Transcomp 为“Interpolate”（第 3-20 页第 3 步）。在空地或冠层上记录一个 A 值。在冠层下用同样的方式继续记录 B 值。采集了一定量的 B 值以后，采集第二个 A 值。在记录模式下可以看到 LAI 值。“Interpolate”设置拟合一个 A 值与每个环的线性函数，并且基于每个 B 值记录的时间得到冠层之上的 A 值。

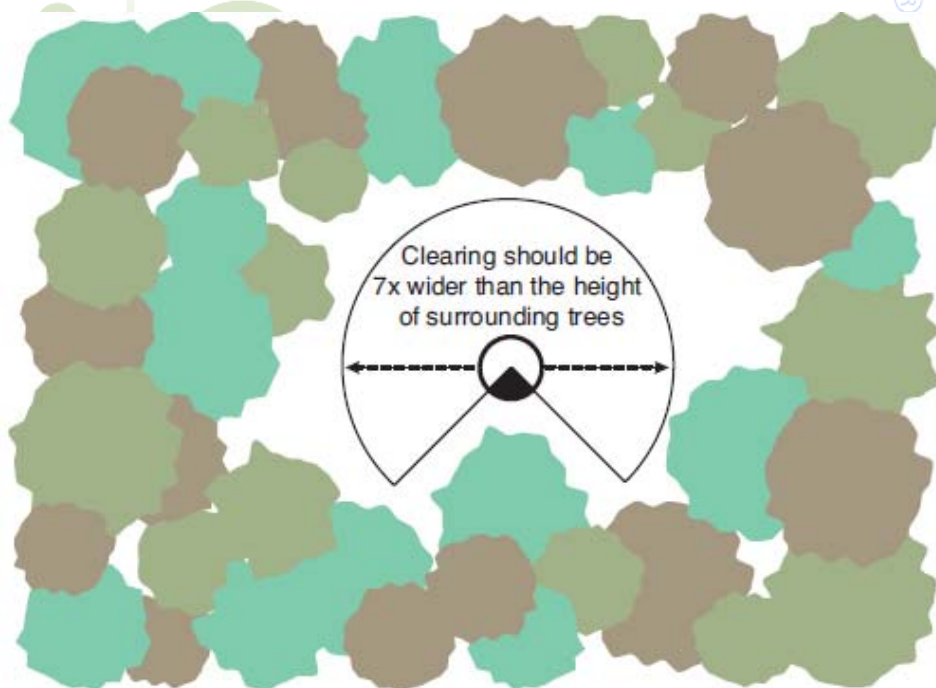
方法 3：这个方法综合了方法 1 和方法 2。双探头模式中的一个探头在空地中连续自动的记录 A 值。第二个探头与 A 值记录配置在一起记录 B 值，与上面方法 2 描述的一样，在一系列记录的 A 值中取第一个和最后一个 A 值。采用这个方法，不再完全依靠第二个探头记录 A 值，也不完全依靠由 B 值来对 A 值进行的线性插值。LAI 可以通过各种方法来计算和比较。这个方法的另外一个优势是自动为两个探头之间的相互校准提供了所必须的数据，因此不需要事先对探头进行匹配。

5.1.5 森林冠层中测量 A 值

在森林冠层中测量 A 值有一些需要考虑的事项。

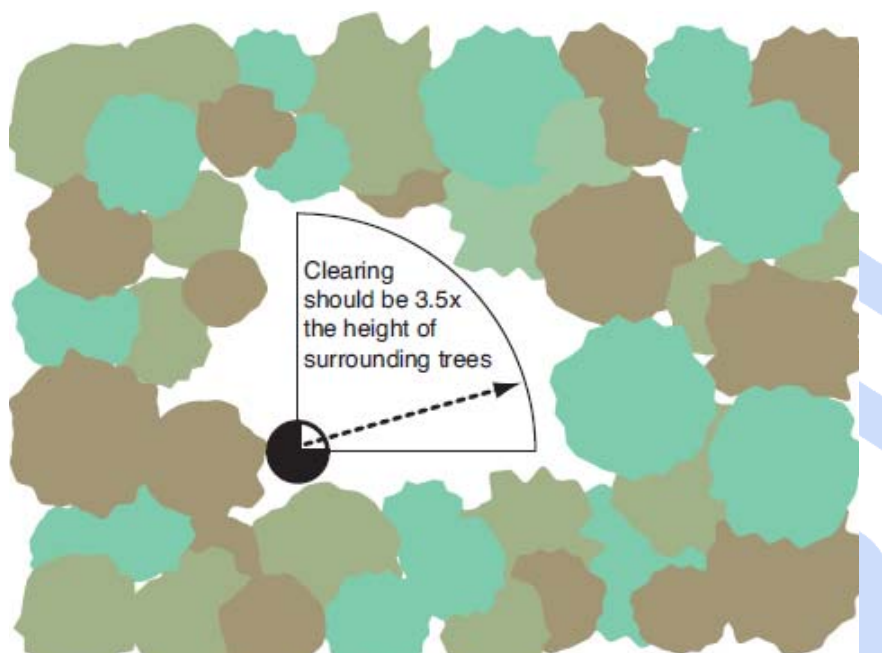
A 值的测量点应量与 B 值的测量点尽可能接近。可接受的最大距离应视天空条件而定。无云晴朗的天空下，即使相距千米的 AB 点也处在同样亮度的天空下。天空多云时，云层越低，相距两处的探头，特别是中心环看到不同天空条件的可能性越大。不均匀低云、并且运动迅速的天空测量效果是最差的，此时两个探头之间 100 米的距离也可能太大。

如果在森林空地中测量 A 值，应确保空地面积足够大。当用 180°或更大视角的遮盖帽时，将探头置于以 7 倍（ $2 \times \tan 74^\circ$ ）探头至冠层的距离为直径的空地中心处。



用 90°或 45°遮盖帽时，只需要一半的面积（直径只是 3.5 倍树高），因为现在探头可以固定在空地的

边缘。



这就是在森林中使用窄视角遮盖帽的原因。若空地面积不够大时可忽略外环的值,即可在以 1.5 倍树高为半径的面积中使用 90°或 45°遮盖帽进行测量。参考前一章“小样地”。

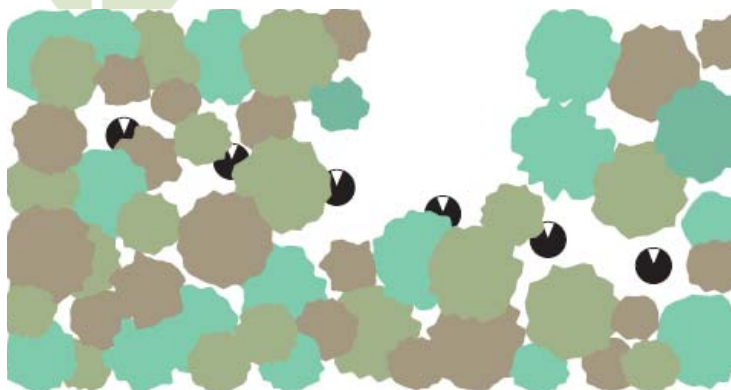
当测量森林冠层 A 值时,可以通过举高探头使空地面积变大。使用底部水平仪并且保持探头举过头顶,或者人站在土堆上、车上,也可以用杆子升起探头等等。

注意:测 AB 值时,一定要使用同样的遮盖帽(覆盖探头相同的部分)、探头倾斜角度相同(若地面为斜坡)以及观测方向相同。

5.1.6 有大空隙的冠层

LAI 与空隙部分的对数成比例,因此空隙正确的平均就是它们对数的平均(Lang and Xiang,1986)。事实上就是 LAI-2200 如何对 B 值进行平均。然而,任何一个 B 值都是探头所视范围内通过遮盖帽所测量的任何方位角射线的线性平均,记录 B 值时如果在探头可视范围内某个方向上有很稠密的冠层而另一个方向上却没有或很少有叶片时,就会出现错误值。因为冠层中的空隙会被过高测量,而 LAI 值会被低估。解决办法是,对探头的视角范围进行严格分界,使稠密冠层和稀疏冠层出现在不同的 B 值中。下图举例说明如何用 45°遮盖帽将样线附近的空隙分离。

另一方面,如果你想要测量 L_e (有效 LAI), 并且不想用平均的方法。在这种情况下用大视角的遮盖帽(270°), 并且用得到的 LAI 乘以 ACF (第 3-2 页)。



当使用大视角镜盖时，空隙和叶片会出现在同一个 B 值中，产生误差。可以应用冠层空隙测试（第 5-10 页）来估计。

5.1.7 针叶树

我们知道针叶植物的叶片在空间的排列并不是随机的。前面假设中的射线透过率在针叶冠层中测量时会比实际值要小（例如, Norman and Jarvis, 1975; Oker-Blum and Kellomaki, 1983）。因为 LAI-2200 假设叶片的位置是随机的，所以在针叶冠层中测得 LAI 值会偏低。

为了在常绿森林中准确的测量 LAI，许多研究者（Chen (1996), Stenberg (1996), Chen et al. (1997), and Kucharik et al. (1998)）改进了取样方法。Law et al (2008) 详细的描述了针叶林的取样方法。

5.1.8 空隙测试

冠层空隙测试用来定量估计在非均一冠层中使用大视角遮盖帽时出现的误差。就是冠层某处有很稠密的叶子，某处的叶子又很稀疏或没有。因为 LAI 与空隙部分的对数成比例，但是由于探头是对任一读数的空隙部分都进行线性平均，如果探头视野范围内即有稠密区又有稀疏区，那么 B 值就会是不正确的平均值。如果稠密区和稀疏区在不同的 B 值中出现，它们就会被正确的平均。

一种估计使用过大遮盖帽误差的简单方法如下：

- 使用 45°遮盖帽；
- 将 Transcomp 设置为 A-P-C (A is up, Previous, and Clip)；
- 在冠层下测定 2 对 AB 值。这两对读数应该都是在同一位置，其中一个观测冠层的稠密部分，另一个观测稀疏部分（由于是观测不同的方位，需要为每个 B 值单独读 A 值）。

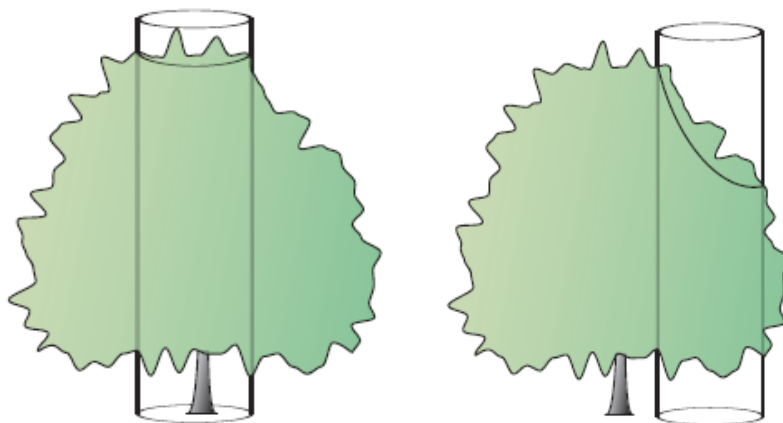
查看 ACF 值，对于这个测试的目的是通过 LAI 的比值，解释你是需要用更大视角的遮盖帽还是更窄视角的遮盖帽。例如：ACF 为 0.95，意味着与窄视角遮盖帽相比，更大视角的遮盖帽会 LAI 小 5%。如果 ACF 为 0.8，则会小 20%等等。ACF 值越小，则需要用越窄的遮盖帽。

5.2 单株植物（或孤立树木）的测量

本章节介绍单株植物的测量，这不同于冠层的测量。我们先从 LAI 和叶片密度开始讨论。

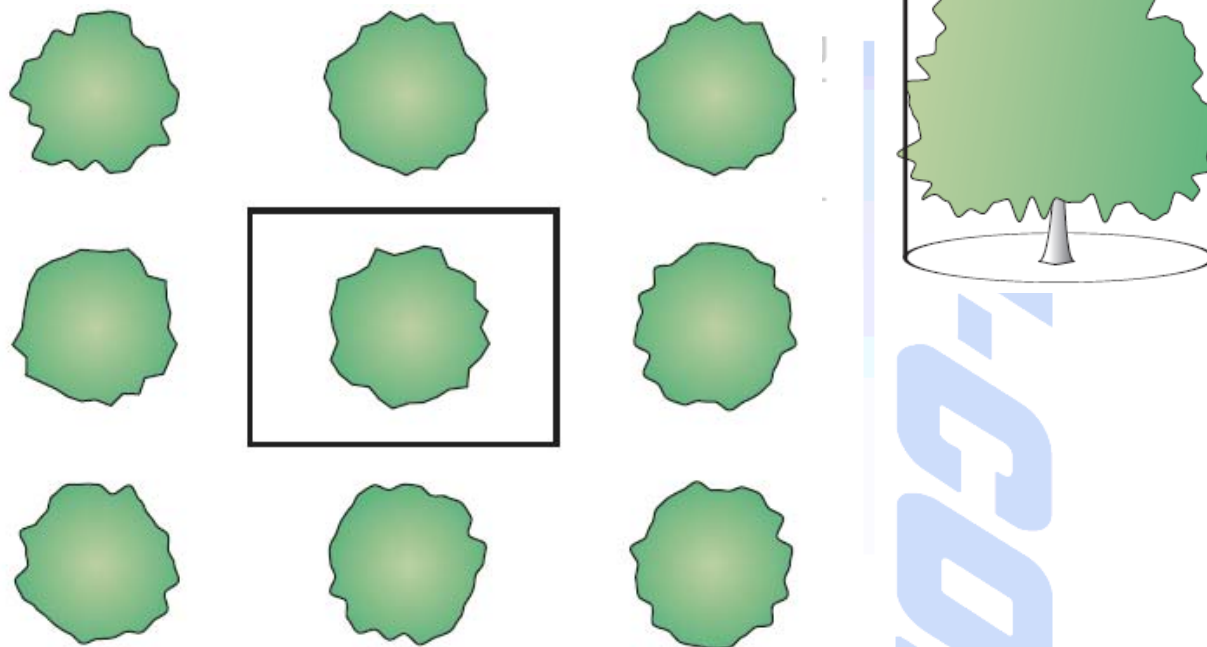
5.2.1 LAI 或叶片密度

LAI 是每单位地面面积上单侧叶片的面积。在大的、均一性的植物群落中，LAI 可以很好的表达出植被密度。而对于单株植物则不同，因为某一地面上的叶片密度取决于地面的位置。例如当一棵树的情况时：



即在树中心位置上的叶片密度不同与树边缘位置上的叶片密度。

同时，地面面积也影响 LAI 值。例如，是以与树冠相同投影面积的地面还是以树木占据的平均生长面积为基础面积。



这样单株植物的 LAI 就会很模糊，除非同时给出了地面的位置和面积。

叶片面积密度（或简单叶片密度）法是测量单株植物或植丛叶片密度的更有效方法，就是用叶片面积除以树冠体积。这样叶片密度的单位是每单位树冠体积 (m^3) 上的叶片面积 (m^2)，简化为 m^{-1} 。如果在一个 5m^3 的树冠中有 2m^2 的叶片，那么叶片密度为 0.4m^{-1} 。

5.2.2 DISTS 矢量

第 9 章介绍了 LAI-2200 的原理，它表明测量 LAI 和测量叶片密度之间在原理上仅有叫做 DISTS（距离）矢量的差异。

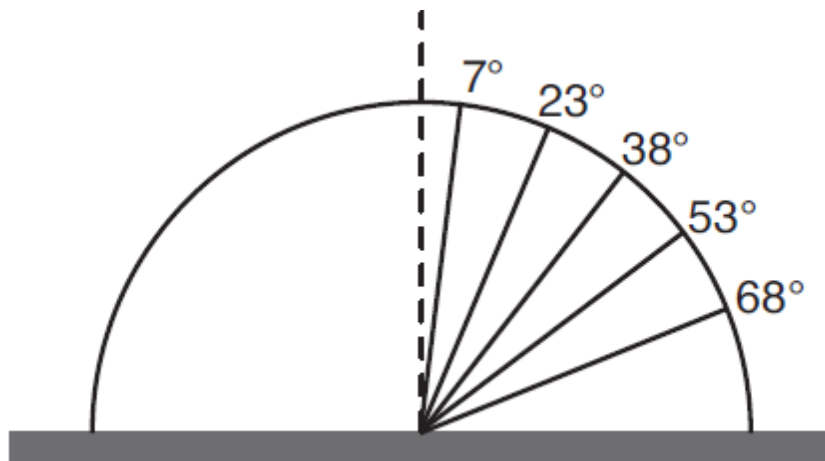
DISTs 矢量是在控制单元中一组用于计算的 5 个值。这些数值表明了光线透过冠层到达探头上 5 个不同探测环的距离。在控制台中它们可以通过 Menu > Log Setup > Distances 路径来显示。矢量中的默认值是 $1/\cos(\theta)$ ， θ 是 5 个环中每个环的角度 (7° , 23° , 38° , 53° 和 68°)。在 LAI 测量中，不需要调节这些数值，因为无论冠层多高， $1/\cos(\theta)$ 总是足够的。

但是在叶片密度测量中必须输入每环透过树冠时准确的平均路径长度，由此得出的 LAI 值即为叶片密度值。叶片密度的单位与 DISTs 的单位有关，如果距离以 m 表示，则叶片密度的单位为 m^{-1} 。

对新数据设置 DISTs 矢量，进入 Menu > Log Setup > Distances。对现有数据文件 DISTs 矢量的更改，进入 Menu > Data > Console Data，选择一个数据文件，然后 Edit > Edit Dist.

一个简单的例子

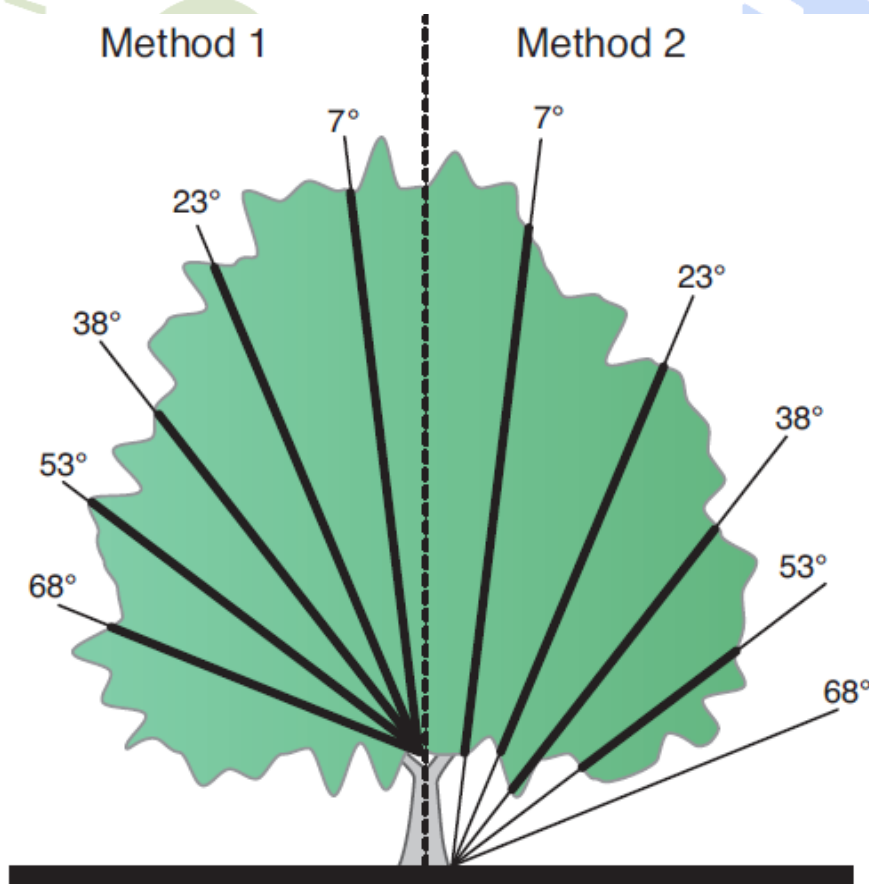
假设一个灌木冠层为半径 0.7m 的标准半球形，半球形冠层是最简单的，因为每环的路径长度都是相等的。



测量这个灌木的叶片密度时，先设定 DISTS 值 (Menu > Log Setup > Distances)，设定每环值都为 0.7。不能在灌木下进行空间平均取值，只能在植物下的中心位置处取一个 B 值，其它测量同 LAI 测量方法。这个例子在第 7-1 页上进行了详细的讨论。

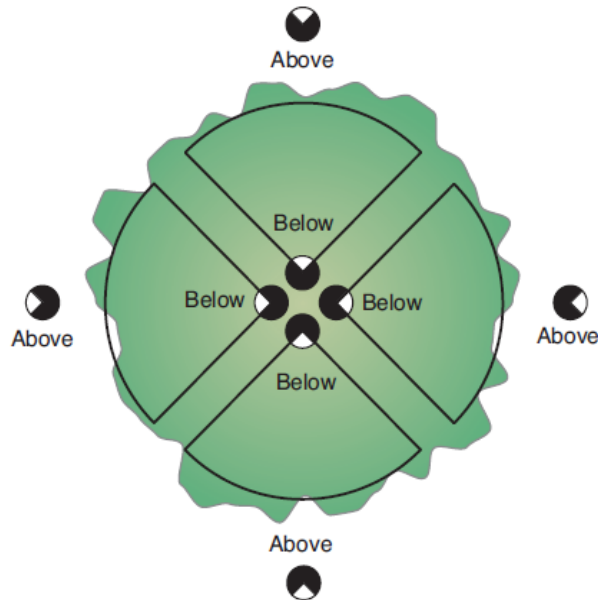
5.2.3 孤立树

测量树冠时最好选用 180°或再小些的遮盖帽，在树冠下探头紧贴树干放置读取 B 值。遮盖帽应防止树的主干出现在探头的视野内。通常应该探头放置在树冠中最大枝条的上面或下面，因为避免这些枝条占据探头视野的主要部分非常重要。可以将探头放置在低枝条上 (Method1) 或者树冠部分以外的下面 (Method2)。这两种方法示例如下：

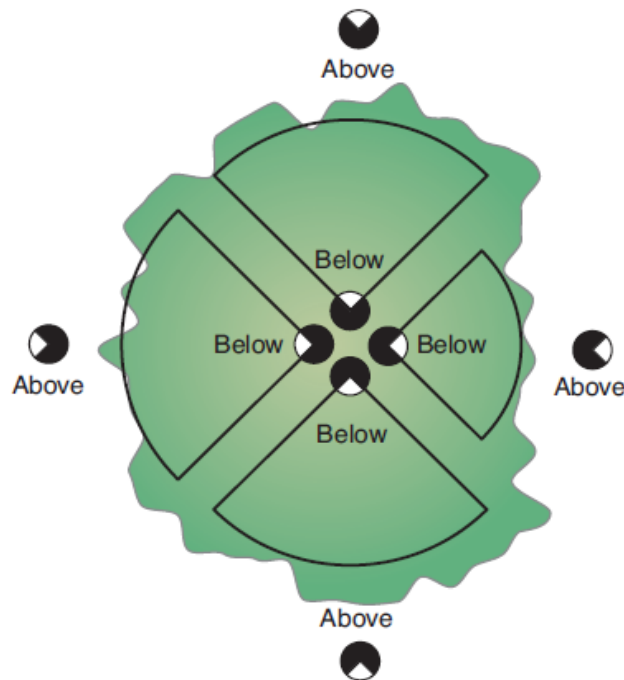


上图中粗斜线表明在树冠中每个环可以探测的距离。注意上图方法 2 中，有时环在 68°探测不到树叶。看不见的环应该被删掉（见第 3-6 页）。90°和 45°遮盖帽可简便的更进一步减少测量面积。测量时应注意避免邻近树冠进入到视野内。

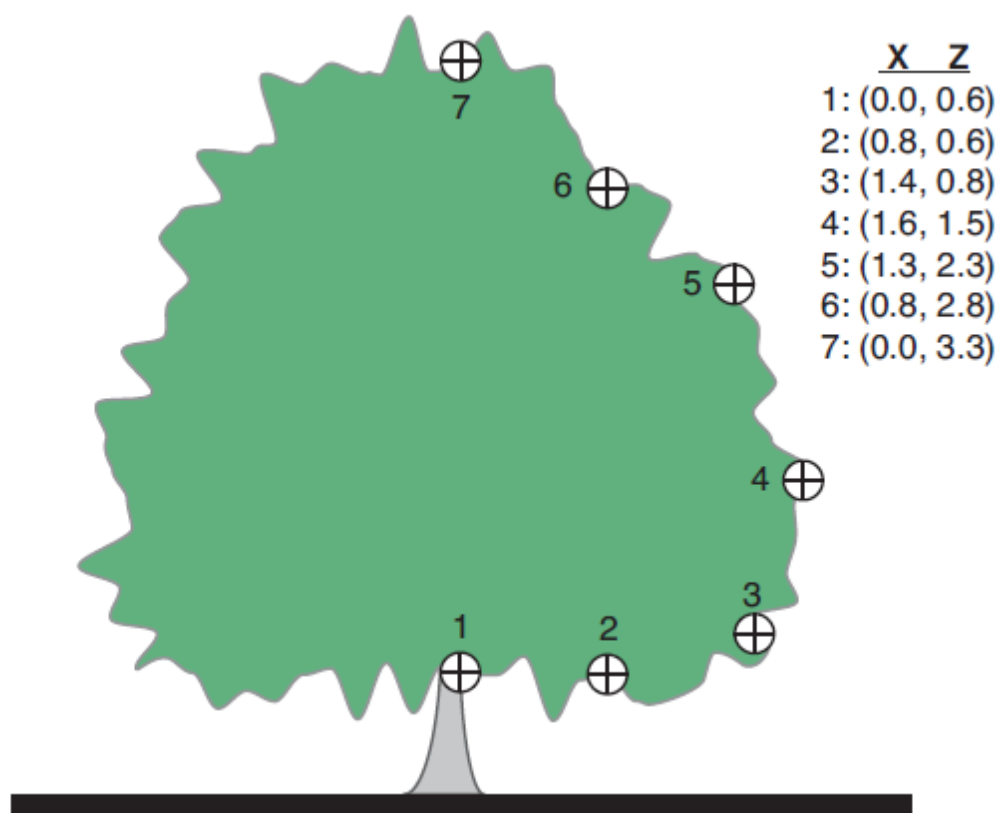
如果树冠对称，并且独立，那么可以在不同方向测多个 B 值。下图展示了使用 90°遮盖帽的 4 个 B 值来测量一棵树，但是可以用 30°遮盖帽的 12 个 B 值来获得更好的平均。注意：所有上下的读值必须观测相同部分的天空。



如果树冠不对称，那么穿过树冠的路径长度（距离矢量）取决于方位。因为一个矢量距离只能存于一个文件夹，所以不对称树冠的测量应该用几个文件夹来保存。平均树叶密度从每个文件中得到的树叶密度的平均值获得。



应用 FV2200 软件可以简单的计算路径长度和冠层体积（见第 6-21 页）。以树冠下的中心为坐标系，以坐标测量足够多的点来描述树冠的形状。或者用树的相片以及米尺作为刻度来获得树的断面。举例如下图：



使用 FV2200 软件可以用这些数据确定路径长度、是否需要忽略环、计算树冠体积、叶片密度和 dripline LAI。

参考第 7-3 页详细的实例，其中包括使用 FV2200 软件计算 **variable of interest**

5.2.4 孤立列和树篱

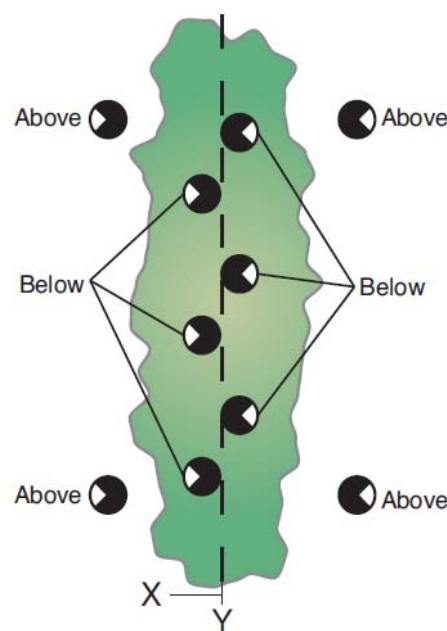
可以用 LAI-2200 测量单个列（例如树篱、葡萄等）。数据同样被当做树叶密度来处理。这里我们介绍两种方法。

方法 1

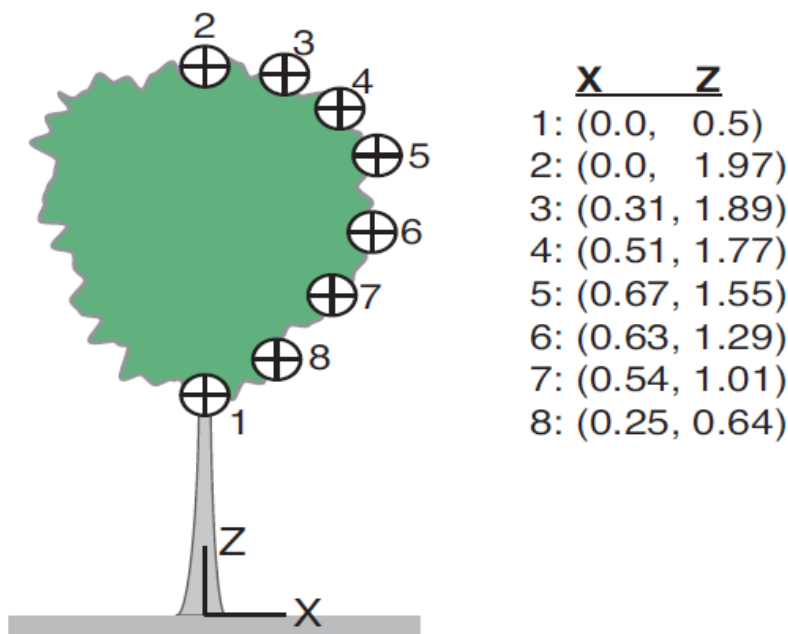
孤立列（像树篱或葡萄园中的葡萄藤等）与孤立树的测量相似。使用同样的方法沿着列的长度上下取值。

在冠层下读值时将探头放置在列的中心，并且对遮盖帽定向使探头远离列的中心。使其保持与最低的植被接近，但是与叶片足够远以确保单个叶片不会遮挡视野（见第 4-2 页）。

接下来通过测量 X 和 Z 的坐标值来确定冠层的形状。坐标值的数量根据需要而改变，其取决于冠层形状的复杂程度。如果冠层不对称，每个边确定各自的坐标值，然后测量或估计树篱列的比例（宽度 X 上的长度 Y）。这些值可以用 FV2200 软件计算叶



片密度或 dripline LAI。

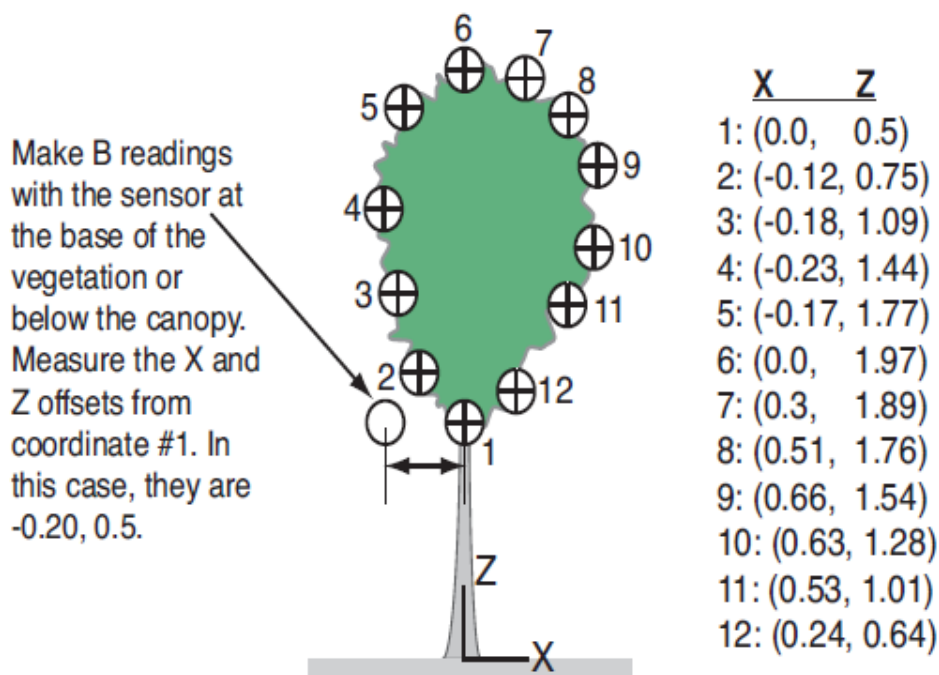


对于不对称的冠层，LAI 需要用每个边各自的冠层来计算。LAI 应该是两边 LAI 的平均值。实例见第 7-6 页。

方法 2

一个测量树篱 LAI 的简单方法是观测天空取一个 A 值，在列的一边或另一边取数个 B 值，确保探头可视树篱（如下图）。这个方法同样适用于对称冠层和不对称冠层。

除了上下冠层读值之外，测量 X 和 Z 的坐标值确定整个冠层的形状，测定探头和树篱中心线的距离（X 的偏移距 m）以及测定探头和冠层底部之间的距离（Z 的偏移距 m）。测量或估计树篱列的比例（宽度 X 上的长度 Y）。使用 FV2200 软件计算距离和灌丛的 LAI。在下图中，探头保持在树冠的基部，使 Z 的偏移距为 0。



具体实例详见第 7-9 页。

第六章 用FV2200软件分析数据

6.1 介绍 FV2200

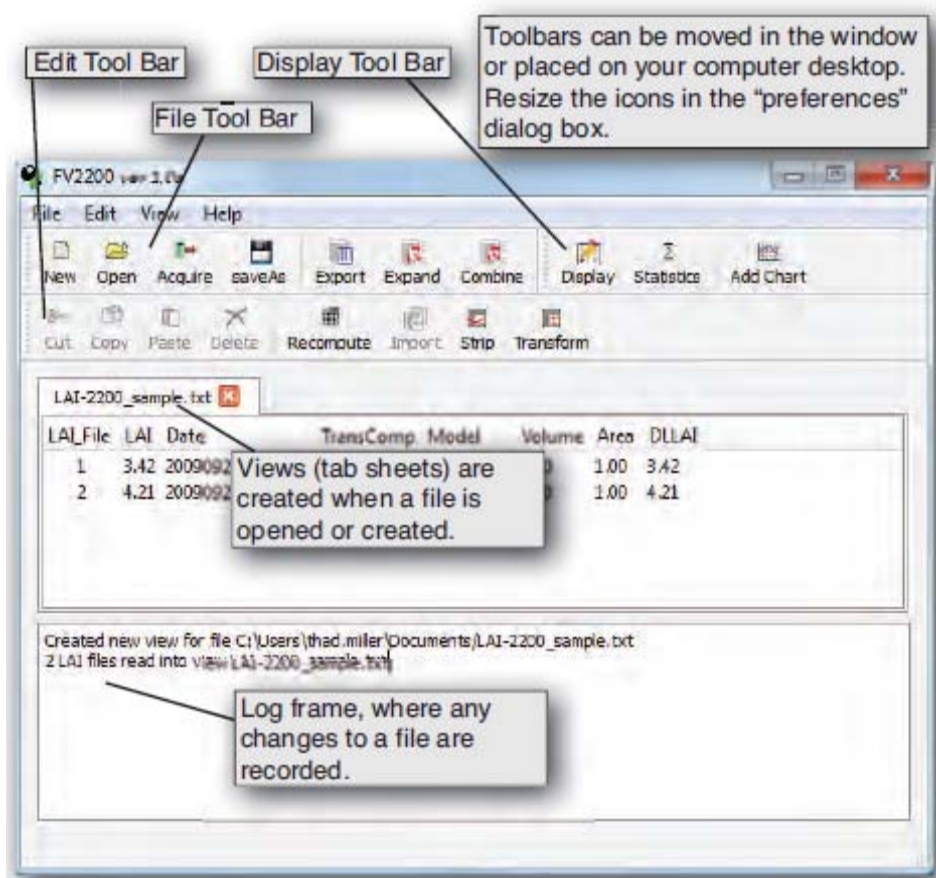
FV2200可以很方便的处理LAI-2200 和LAI-2000的数据。这些数据可以通过光盘读取或者从LAI-2200或LAI-2000中导出，LAI文件可以在控制台上进行操作，也可以用其它的方式对其进行操作。

6.2 安装 FV2200

安装光盘可以在windows和苹果机的操作系统下使用，除Windows之外的系统安装见英文手册6-1。

6.2.1 主界面

FV2200软件开始运行，主界面就会被打开。从这个窗口中，可以导入LAI文件，打开LAI文件。主界面有三个工具按钮File, Display 和 Edit。点击拖动工具栏，可以隐藏，移动或者分离。使用View菜单或者右击工具栏可以隐藏或者显示工具栏。工具栏中调整大小或者改变默认的显示方式的按钮在File > Preferences (PC) or FV2200 > Preferences下，可以选择小图标或者大图标，或者根据标记选择图标。



6.2.2 传输数据（从控制台向计算机中传输数据）

从LAI-2200中，有两种方法可以传输LAI-2200的数据，一种方法传输LAI-2000的数据。

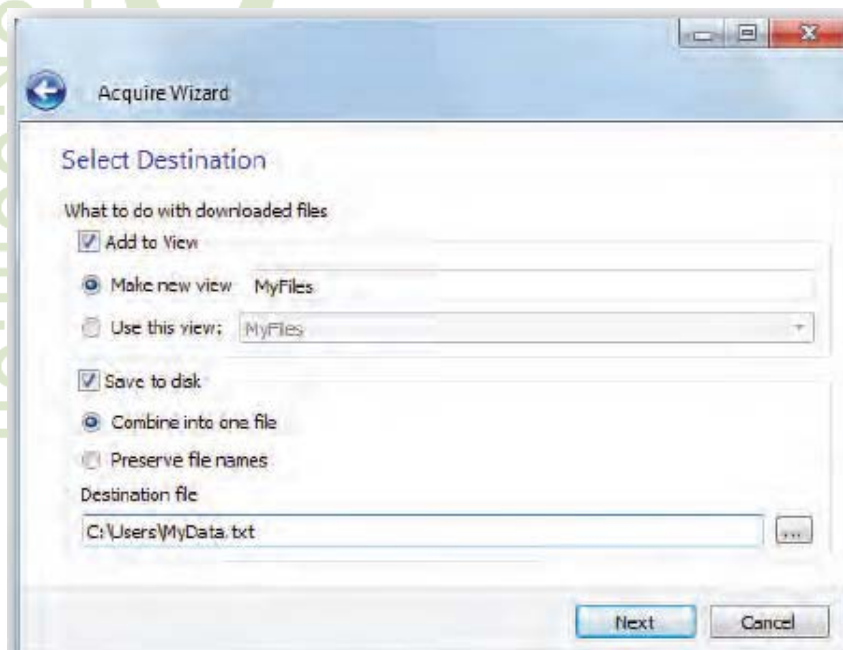
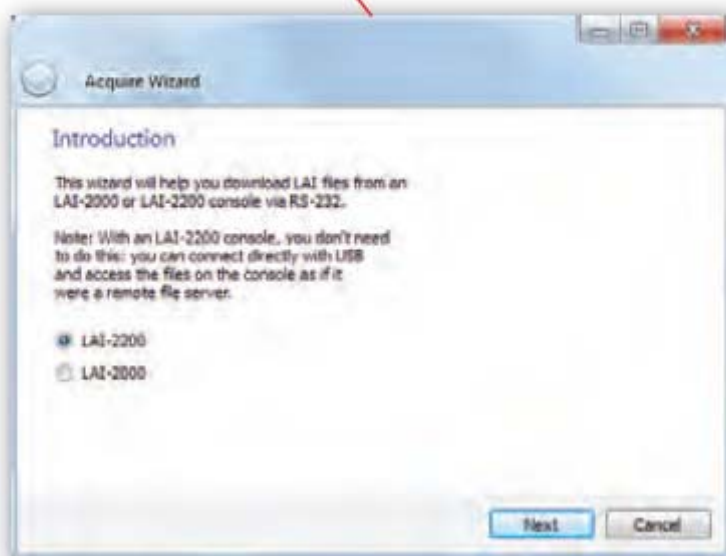
USB 文件传输

用带着USB口的LAI-2270控制单元连接计算机，它会被作为存储装置识别出来（详见3-26）。

使用RS-232传输LAI-2200文件

可以使用RS-232接口连接LAI-2200或者LAI-2000传输文件（详见6-5）

1. 将RS-232数据线连接到LAI-2200上方的九针口中，另外一端9针口连接到计算机。
2. 点击File > Acquire。
3. 检查LAI-2200单选按钮，点击“Next”。
4. 选择正确的串口，Windows里，一般是COM1，或者COM2等。
5. 选择你想复制的文件，然后点击“Next”。
6. 选择目标文件，你可以发送文件到View(或者是新的文件，或者添加他们到已存的VIEW下)，或者直接保存到初始文件下。



7. 传输结束后点击Finish. 可以选择查看文件。

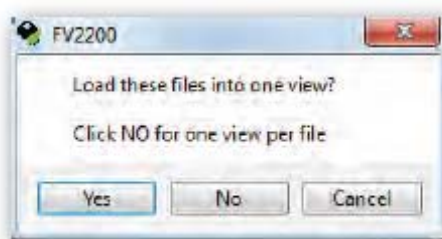
使用 RS-232 文件传输 – LAI-2000

下面的步骤描述使用 FV2200 如何导出 LAI-2000 的数据:

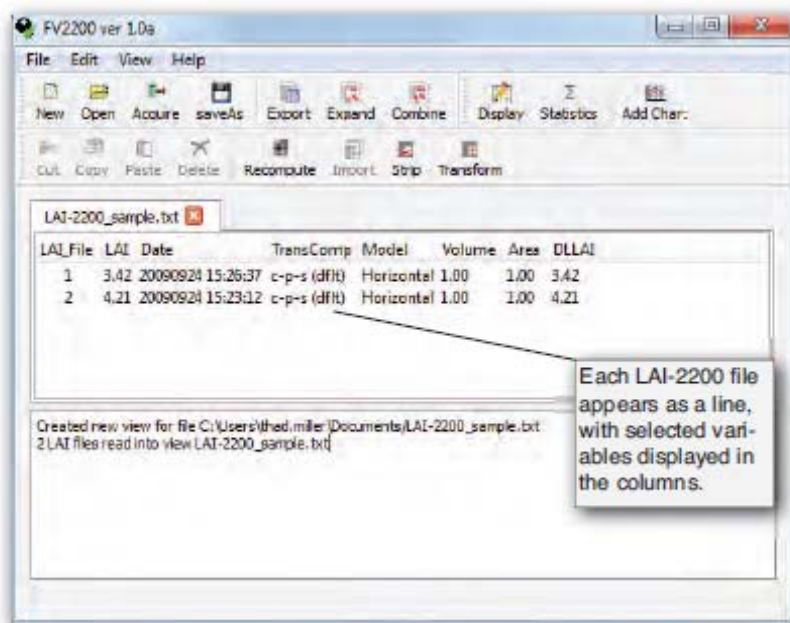
1. 点击“Acquire”,检查 LAI-2000 的通信按键, 点击“Next”.
2. 用 9 针的 RS-232 数据线连接 LAI-2000 和计算机。在 LAI-2000 上按 FCT31,然后输入下面的信息: Baud=4800; Data bits=8;Parity=none; XON/XOFF=NO.
3. 按 FCT 33 输入: Format:Standard; Print Obs: YES.
4. 点击 “Next”.
5. 选择连接到 LAI-2000 的串口, 点击“Next”.
6. 选择是否进行查看, (“Add to View”)或者保存文件。可以通过选择任何一种当前文件格式打开文件, 或者一个新的文件而且可以将多个文件合并成一个文件。
7. 在 LAI-2000 主机上, 按 FCT 32, 接着输入文件的范围, 接着数据会出现在传输窗口。接着可以查看或者将文件保存到你选择的目录下。
8. 点击 “Finish”, FV2200 会处理完最后一个文件。注意最后一个文件不会被处理。知道你按了 “Finish” 。

6.2.3 查看文件

想要打开存在计算机里硬盘的文件或者连接了数据线的LAI-2200控制单元的数据, 点击“Open”按钮或者File 下的 Open可以操作已经存储的数据。 双击文件打开它, 或者选择多个文件点击OK, 再或者可以将数据文件拖到主界面。在目前的界面下文件可以被打开, 如果没有打开, 可以创建一个文件。在Mac和Windows 操作系统里, 你可以拖动数据文件在FV2200上。如果FV2200不运行, 他会打开一个view,将文件打开。如果FV2200运行, 就直接把文件拖到Windows的主界面ew里, FV2200会自动运行, 对话框创建了文件也可以在对话框中打开。

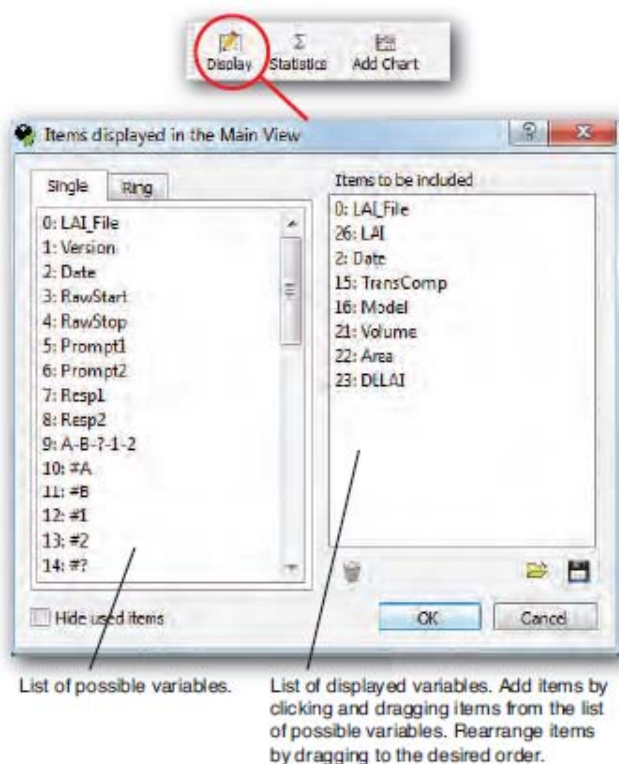


如果选中了多个文件, 点击“Yes”把他们放到一个按钮下, 或者“NO”把他们单独打开, 一旦文件打开, 显示源文件的对话框就创建了。如果你打开了另一个文件或者文件组, 将会打开第二个对话框。LAI文件可以在对话框中被剪切, 复制, 和粘贴到另一个对话框中。主界面的下面是记录框, 记录的数据在其中显示。



标题选择项

你可以选择View > Display或者 Display 图标下的表头选择项。右击数据文件，在主界面中选择“Allow Sorting”，文件可以被保存。点击数据表头，再次点击改变排序。



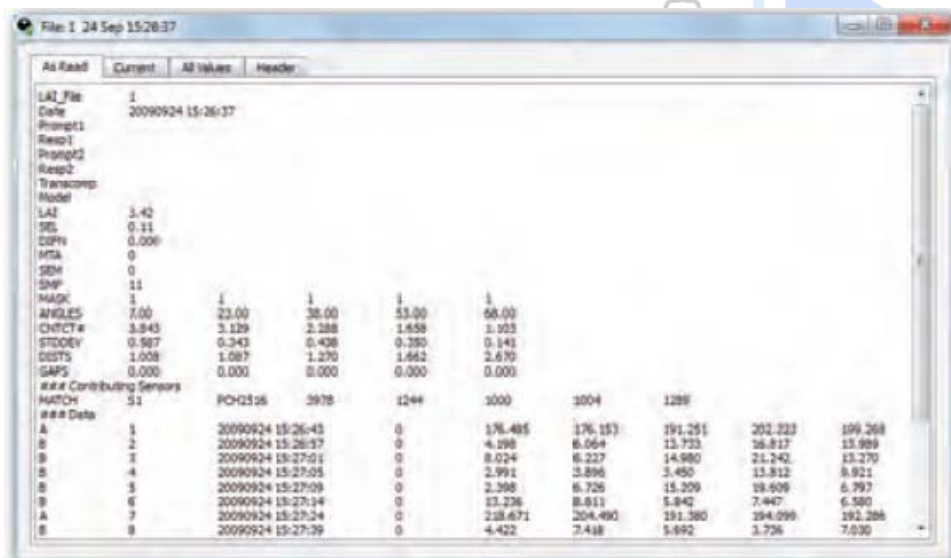
在对话框中选择文件

对于当前对话框中已选中的和所有的文件，大部分FV2000的功能选择项都可以操作。如果没有选中文

件，任务会在对话框的所有文件中运行。点击它们，选中LAI文件。用ctrl+ 点击其他的条目可以选择多个文件，或者shift+点击一个条目范围。

查看文件

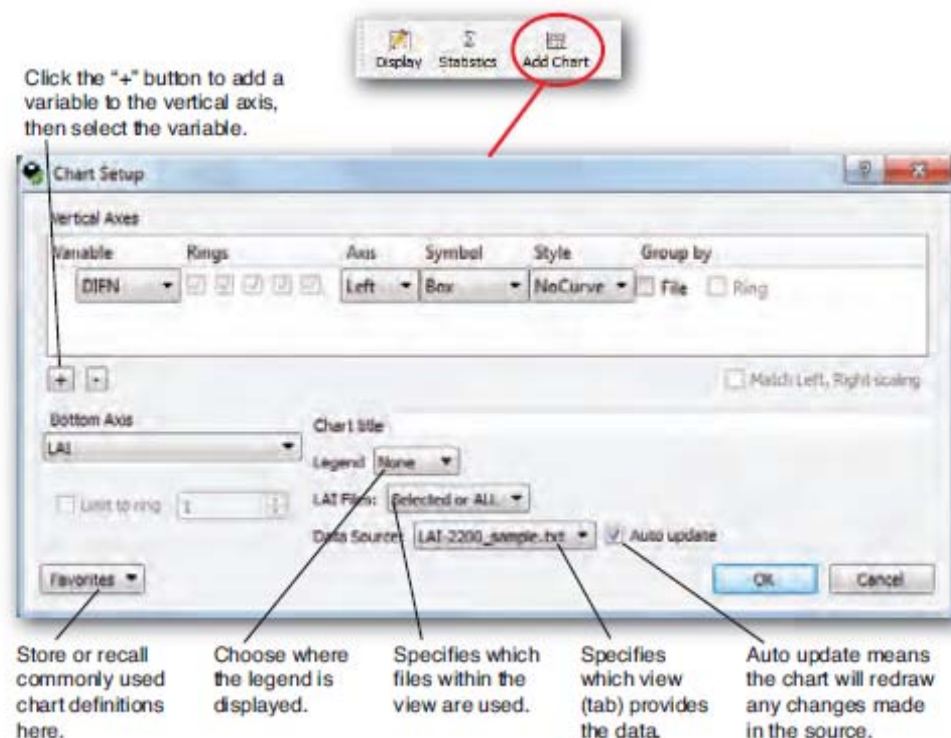
在对话框中双击文件，文件详情会打开。在文件详情中描述这些内容（6-29）。



File	1	2	3	4	5	6	7	8
LAI_1	1							
Date	20090924 15:28:37							
Prompt1								
Prompt2								
Transcomp								
Model								
LAI	3.42							
SEL	0.11							
COPI	0.000							
MTA	0							
SEM	0							
SNP	11							
HACK	1							
HALES	7.00	23.00	38.00	53.00	68.00			
CHCT#	1.943	3.129	3.188	1.659	1.923			
STDEV	0.587	0.343	0.438	0.350	0.141			
COPI	1.008	1.087	1.270	1.662	2.670			
GAPS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
Contributing Sensors								
HATCH	51	POH2526	3978	1244	3000	3004	1289	
### Data								
A	1	20090924 15:26:43	0	176.485	176.153	191.251	202.323	199.268
B	2	20090924 15:26:37	0	4.198	8.064	13.733	16.817	13.989
C	3	20090924 15:27:01	0	8.024	8.227	14.980	21.242	13.270
D	4	20090924 15:27:05	0	2.991	3.896	3.450	13.812	9.921
E	5	20090924 15:27:09	0	2.388	6.726	15.309	19.606	6.797
F	6	20090924 15:27:14	0	13.236	8.813	5.842	7.447	6.580
G	7	20090924 15:27:24	0	218.671	204.490	191.380	294.096	192.286
H	8	20090924 15:27:39	0	4.422	7.418	5.892	3.736	7.030

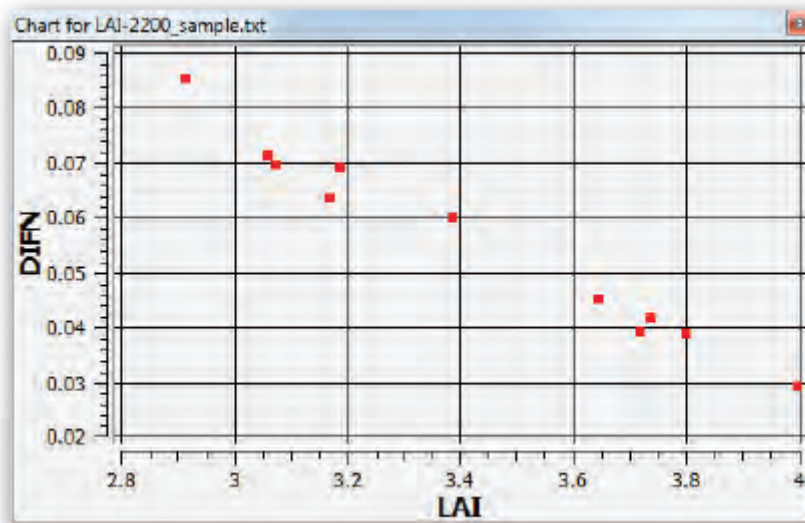
添加图形

你可以点击添加图表选项按钮，添加一个或多个图表。



为图表选择变量和设置，点击OK。如果LAI文件设置为选择所有的或者选择一个，你可以在创建了图

表后，在主界面选择一个或者多个文件改变文件。右击菜单栏，取消作图列表。



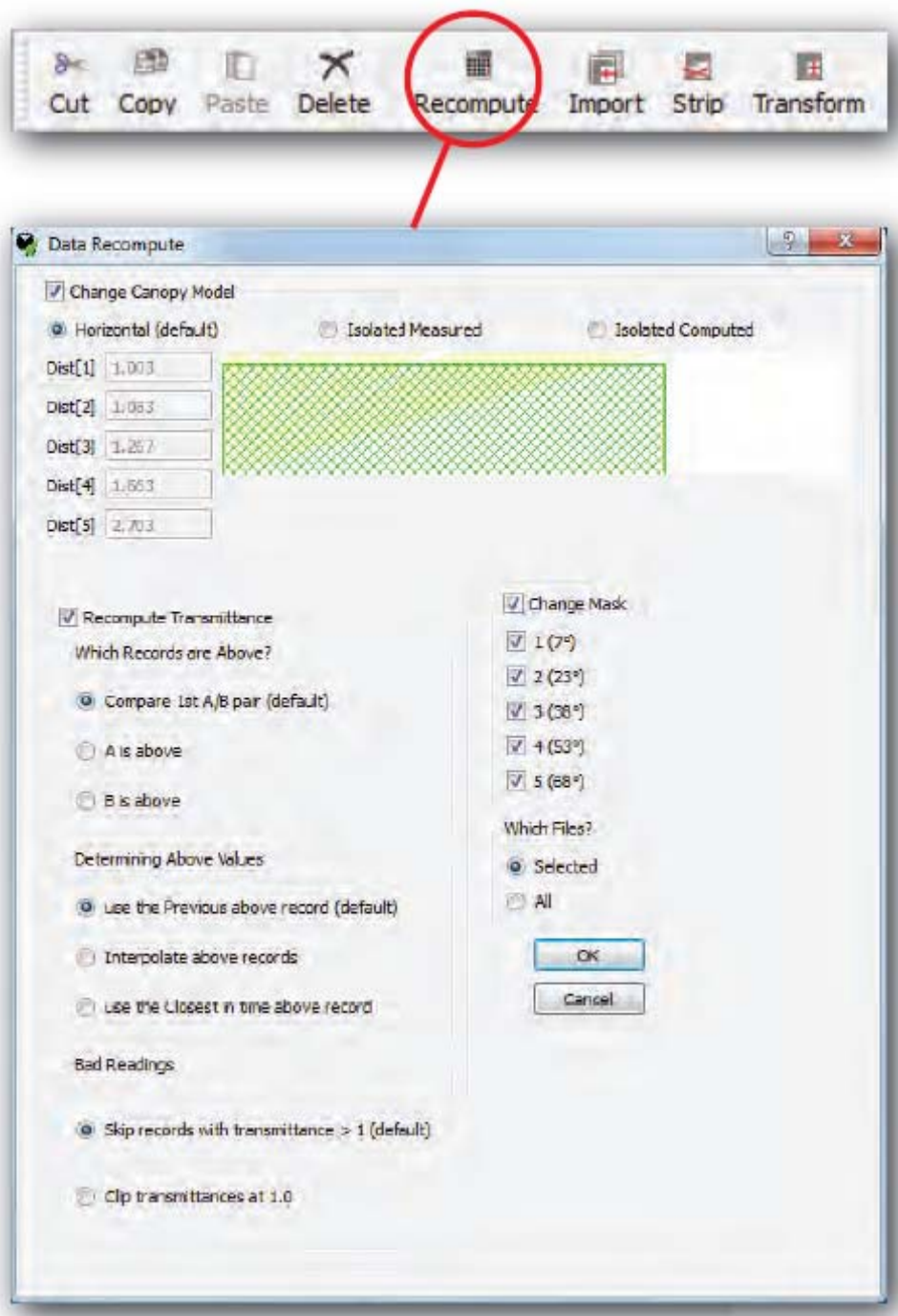
右击或者双击图形，打开图表文本框，可以编辑图形，选择数据源，打印时改变页面尺寸，打印，把图片保存为.pdf 格式，或者移动图片。具体描述在6-44中。

6.3 常见操作

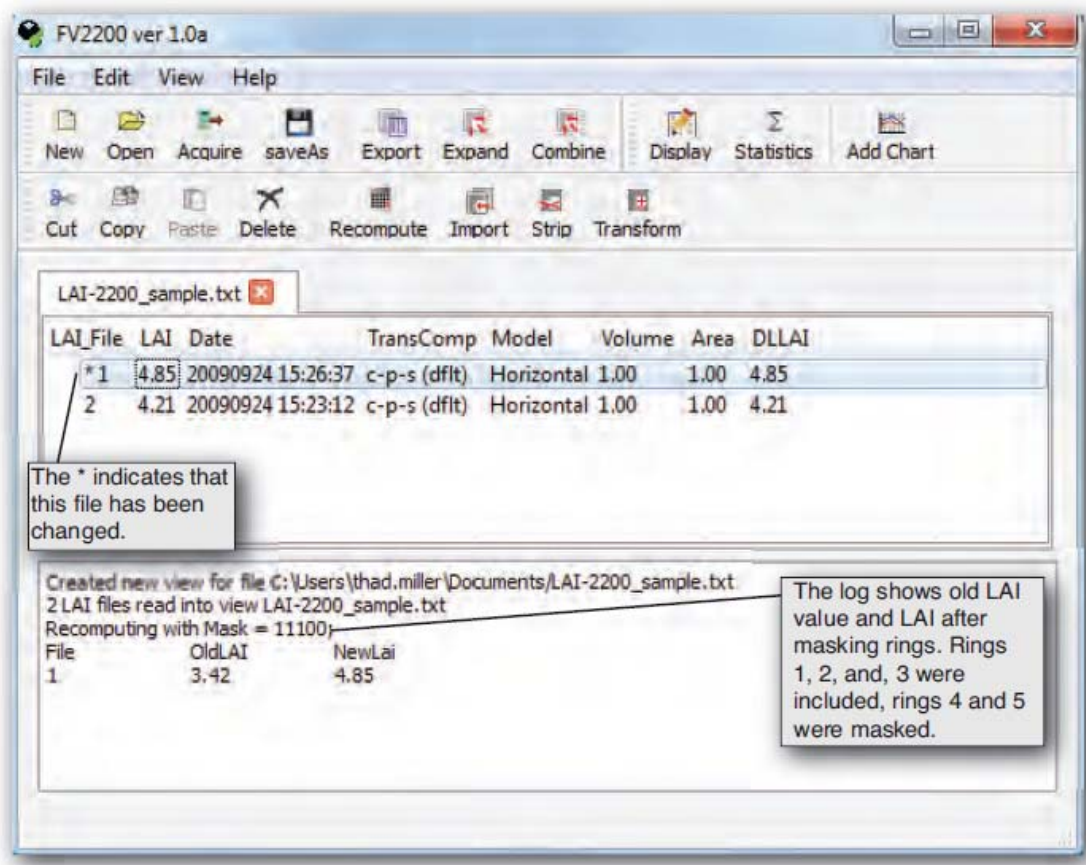
6.3.1 分析数据时去除某个环的读数

在FV2200软件里，可以修改模型。更多信息查阅6-28中模型中去除环的方法。

1. 在主界面里，选择你想要重新计算的文件，点击重新计算按钮(或者点 **Edit > Recompute**)，出现重新计算对话框。或者双击文件，打开文件详细信息窗口，选中表头，点击修改。
2. 检查改变模型框，取消旁边你想修改的光圈。



3. 点击OK，计算的改变会显示在主界面“Log”里。



6.3.2 展开文件

为了检查LAI的空间变量，有时需要将一个LAI文件展开成多个文件。你可以为每个B读数创建一个新文件，或者在冠层上方度数变化以后，创建一个新文件。

1. 在主界面选择将要被展开的文件。
2. 点击展开按钮，文件展开。
3. 选择“给冠层上和冠层下的一对数据数据创建一个文件”或者“给一个冠层上和所有相关的冠层下的数据创建一个文件”。
4. 如果需要，选择一个新的传输计算方法。
5. 点击 OK 创建新的文件。对话框也可以让你改变所选的冠层上下的数据。如果你不用此选项，相关的计算方法会继续用扩展文件的方法。

6.3.3 合并多个文件

对于多个样地，为了得到一个LAI或 ACF合理的加权平均，有时需要将多个文件合并成一个文件。合并的文件必须在同样的窗口下。如果没有文件或者只选中一个文件，那么会把所有的文件合并到一起。如果不只一个文件选中，你可以在窗口下合并刚才选择的文件或者所有的文件，给最后的文件另起一个文件名。合并文件常见一个新的文件名，带着所有的观察初始值，不会改变组合的文件。

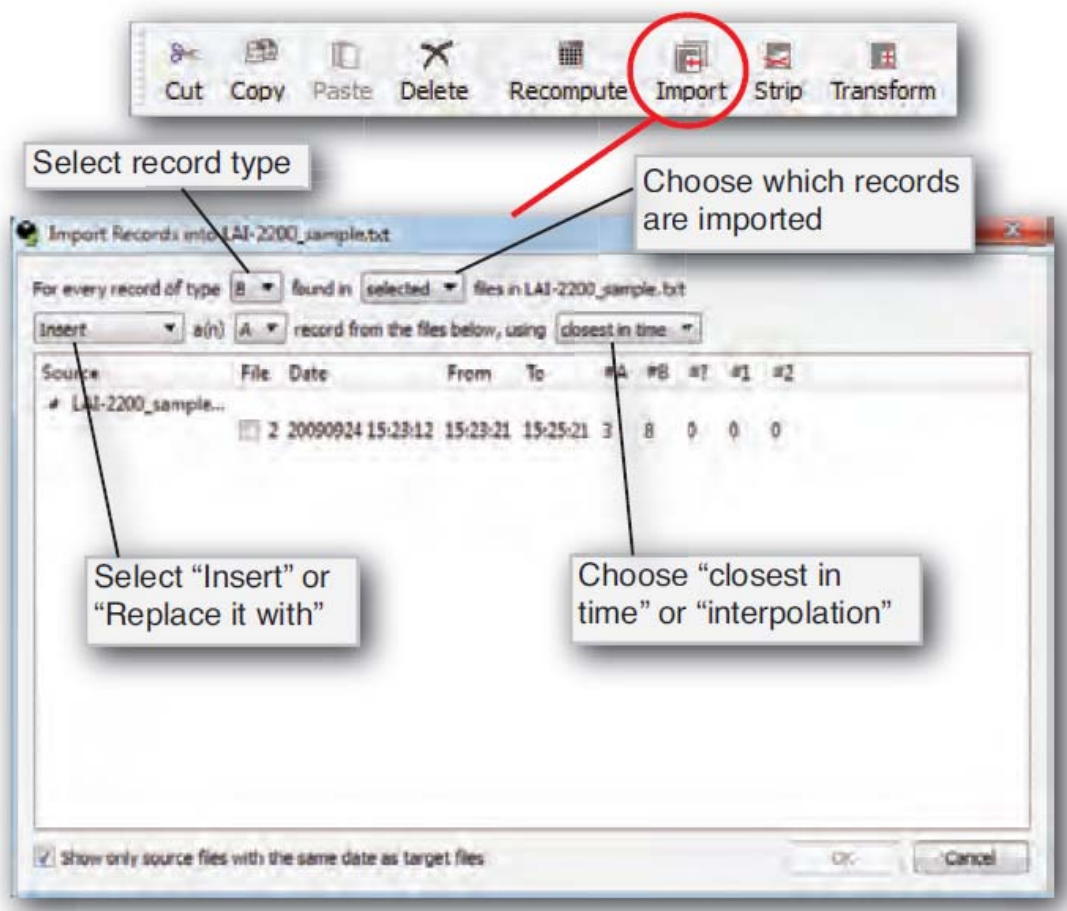
注意：对于所有的LAI文件，一个组合文件只有一种转换计算模型，因此，如果你用不同的模型去组合，可能无法得到正确的计算。

1. 将文件组合到同样的对话框下，如果对话框里有你不想要组合的文件，那么选择你想要的文件。
2. 点击组合按钮，或者操作File > Combine。
3. 指定新文件，点击 OK。
4. 重新计算对话框会打开，你可以指定你想要计算的方法。
5. 新文件会重新计算且追加到当前的对话框中。

6.3.4 从独立文件中插入 A 数据 (FV2200)

如果A和B在两个独立的文件中，他们必须合并到一个计算结果中。

1. 打开包含A和B的文件，他们可以在不同的窗口和同一个窗口。
2. 如果你想输入A记录，选中包含B记录的数据，接着点击“Import”，（在激活的文件框中，至少有一个文件被选中）。
3. 在对话框的输入记录里，选中输入的参数。点击OK，可以看到修改后的文件，改动的值可以在记录条的底部看到。



6.3.5 运行测量后的校准

如果数据是两个传感器测得的，一个测A，一个测B，而且提前没有进行过匹配，假如数据是在同一个时间上测得的，他们可以进行后期校准。从修正因素中提出来的数据可以被重新计算。下面的两组数据是使用没有校准过得传感器获得的：

A 1 20090924 15:26:43 W1 176.485 176.153 191.251 202.223 199.268

B 2 20090924 15:26:43 W2 147.709 151.488 160.097 180.377 178.358

我们可以用两种方法对其进行校准：校准所有的 A 读数，或者校准所有的 B 读数。第一种方法示范：校准所有的 A 读数，既然校准因素有多个，每一环都有 B/A 组合。

1. 将 5 个校准系数用到 A 记录的 5 个环中，让他们匹配。第 1 环 $147.709 / 176.485 = 0.8369$ ，剩下的几环分别是：0.8600, 0.8371, 0.8920, 和 0.8951。
2. 选择想要调整的包括 A 记录的数据，点击 Transform 。
3. 转换为 "Y = X * m".
4. 输入 5 个校准系数替换 m。
5. 选择所有的数据。
6. 确定 A 按钮选中。
7. 点 OK.

6.3.6 用电子表格的形式导出数据

用电子表格输出数据时，你可以保存整个文件或者输出你想保存的文件的一部分。

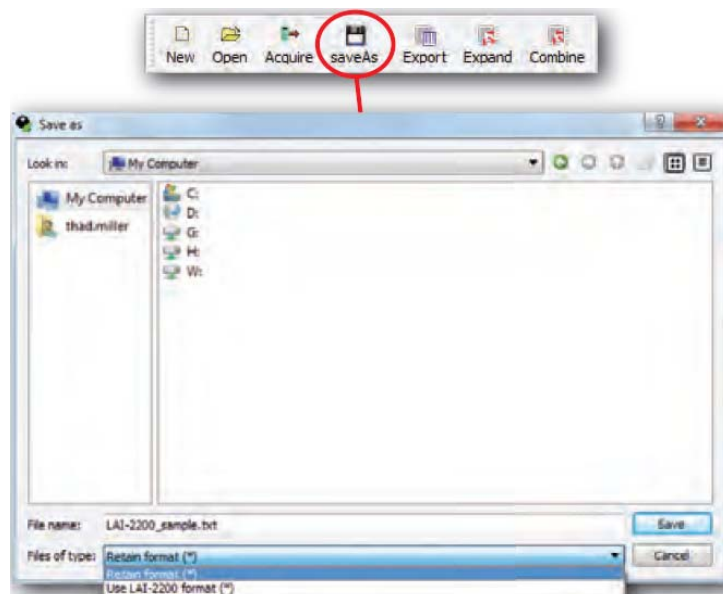
1. 选中你想输出的文件
2. 点 File > Export... 或者点 Export
3. 在“Export”对话框，选择当前窗口包括的文件，选择你想包括的变量，“Same as View”的意思是包括的变量是显示的变量。想选择其它的组，点击“Other”，然后“Define...”在控制列表中拖动条目建立列表（参考6-7），结束后点击OK。
4. 结果显示为文本文件，可以复制到剪贴板保存到磁盘里。

6.4 FV2200 工具栏

6.4.1 保存

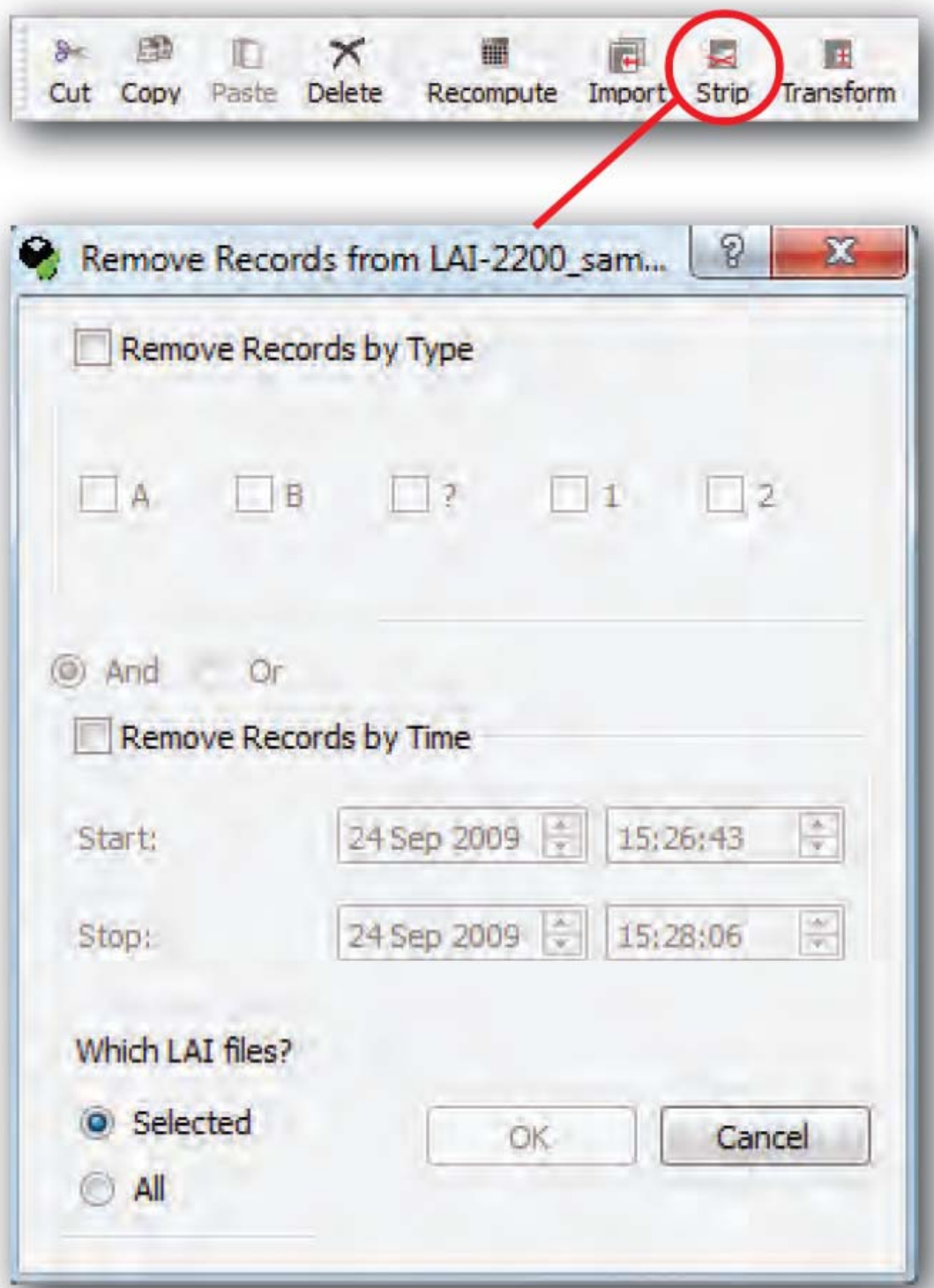
选择saveAs 或者File > saveAs.... 文件可以被保存。

有两种格式存储LAI文件，一般情况，使用默认的LAI-2200格式，对于LAI-2000软件，LAI-2000可能会有用。再有就是文本格式文件，唯一的的不同是表头信息，选择“保留格式”保存文件的初始格式。



6.4.2 删除记录

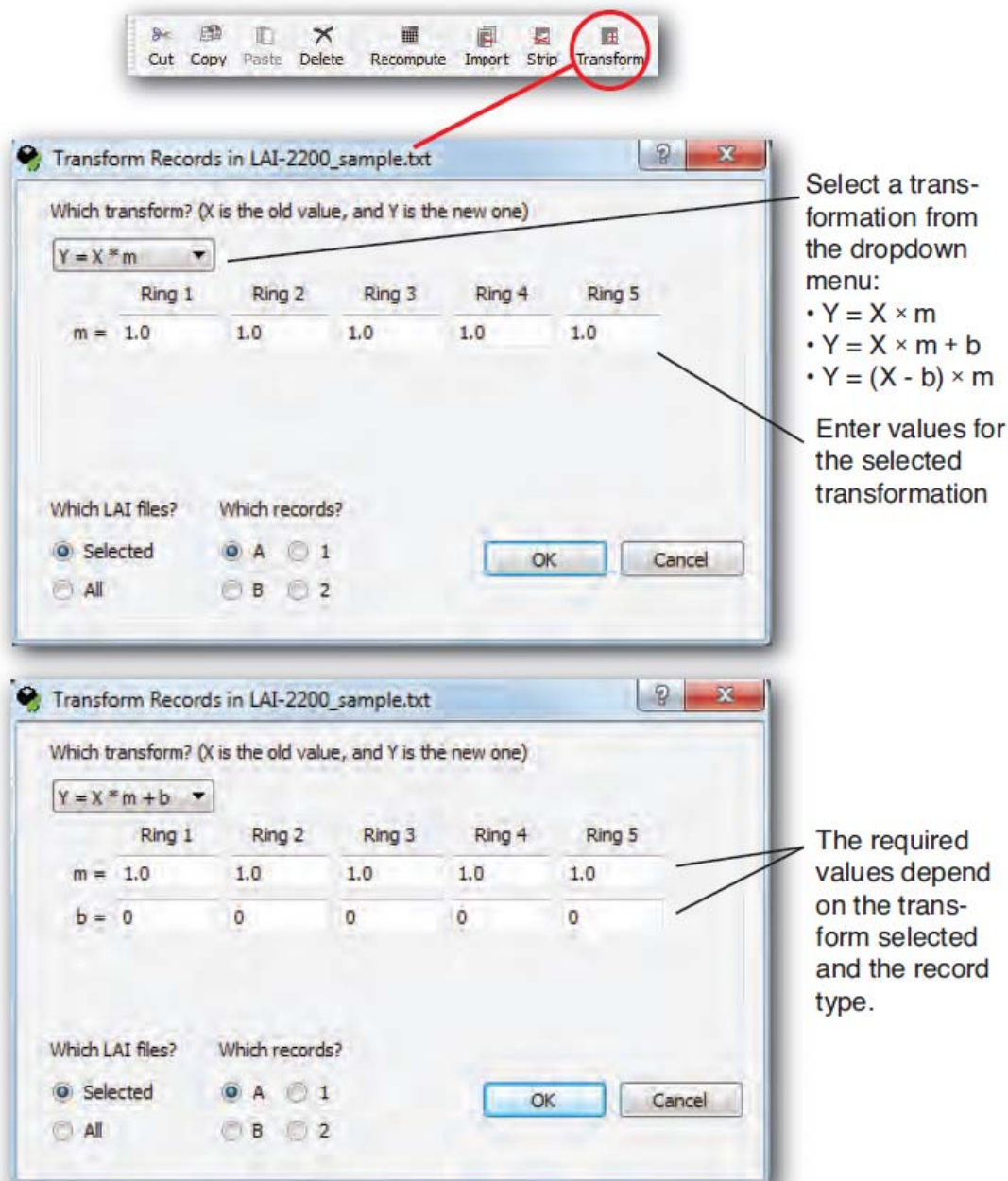
可以从LAI文件中删除记录，在Edit下选择：Edit > Records > Remove



记录移动时可以以各种形式移动，时间，标记和观测序列。

6.4.3 转换记录

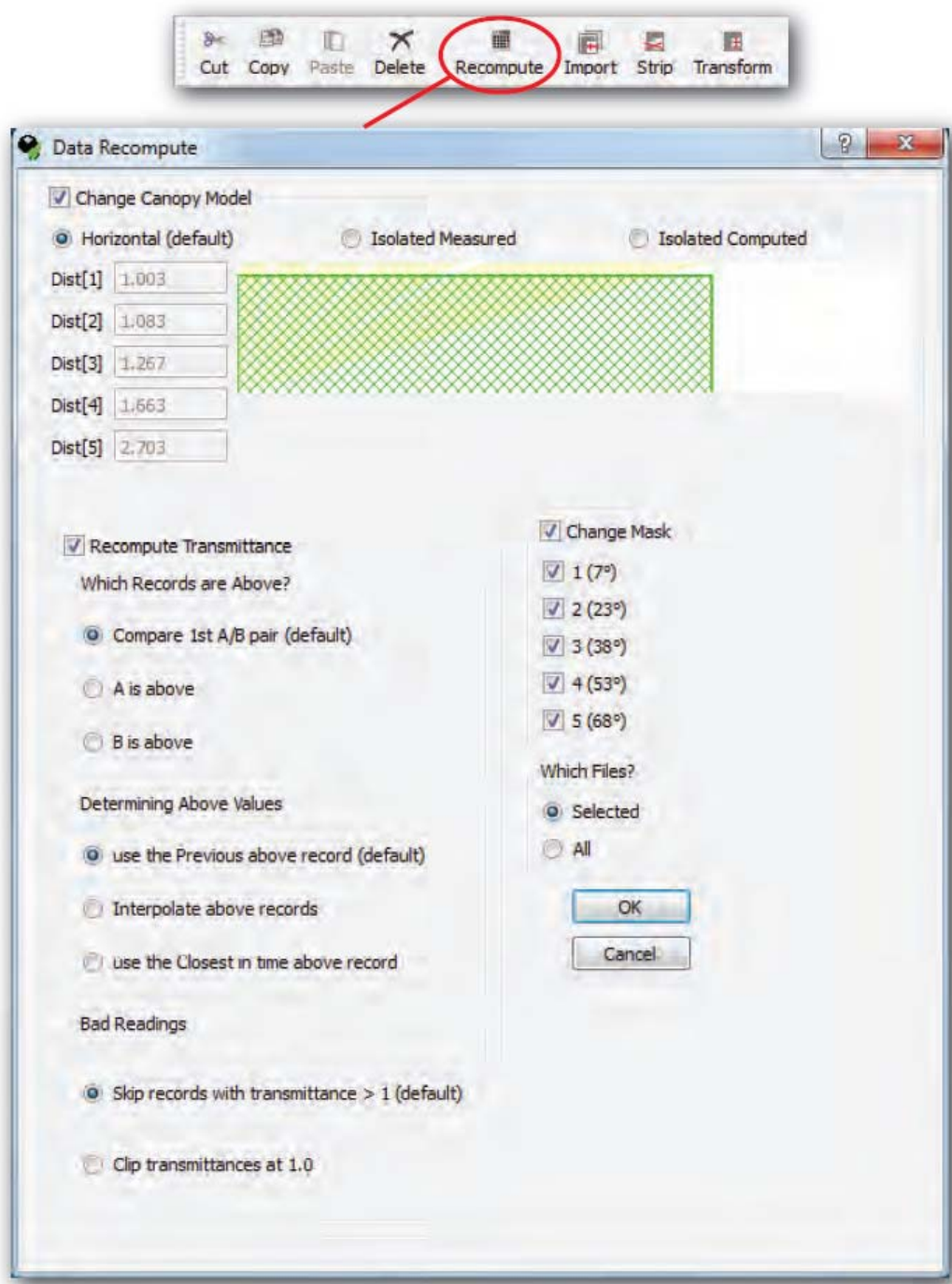
记录的初始值可以进行数学修改。点击Transform，选中一个转换格式，输入参数。



6.4.4 重新计算对话框

重新计算对话框指定三个主要设置：

1. 冠层模型类型(参照6-21).
2. 如何转换计算(参照6-24).
3. 使用哪些光圈 (参照6-26).



从主界面工具栏File 菜单中可以进入多个数据文件或者单个文件。

冠层模型

LAI2000理论基于在5个天顶角的空隙比例的测量。唯一一个需要另外提供的数据是在这5个角度光线穿透的冠层路径长度。在LAI文件中，这些路径长度的值被标记为DISTS。

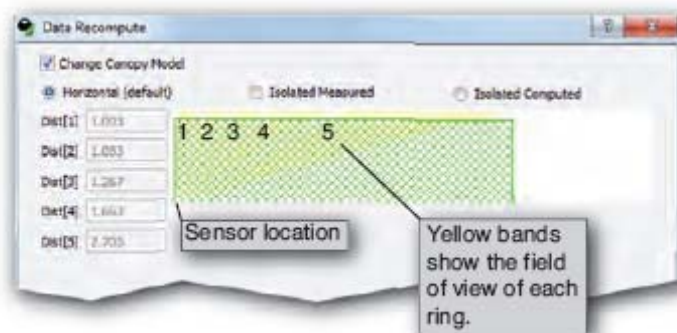
FV2200提供了3类模型以确定正确的路径长度：水平冠层是LAI2200的默认设置。基本的假设是，传感器的所有环都能够看到水平冠层的顶面。测量距离的孤立冠层应用于不够宽也不够平的冠层，默认的路径

长度此时是不合适的。需要测量并输入路径长度。计算距离的孤立冠层适用于不够宽也不平的冠层，路径长度是基于冠层轮廓的测量数据计算的。

冠层模型是FV2200中每一个LAI文件的一项属性。模型类别可以在查看中显示（变量：模型）并在重计算框中修改。

水平模型

路径长度是天顶角的一个简单函数（ $1/\cosine$ ）。冠层高度被忽略——LAI方程中排除了该值。但是如果你想知道叶片密度（叶片面积/冠层体积），用冠层高度（m）去除得出的LAI值即可。



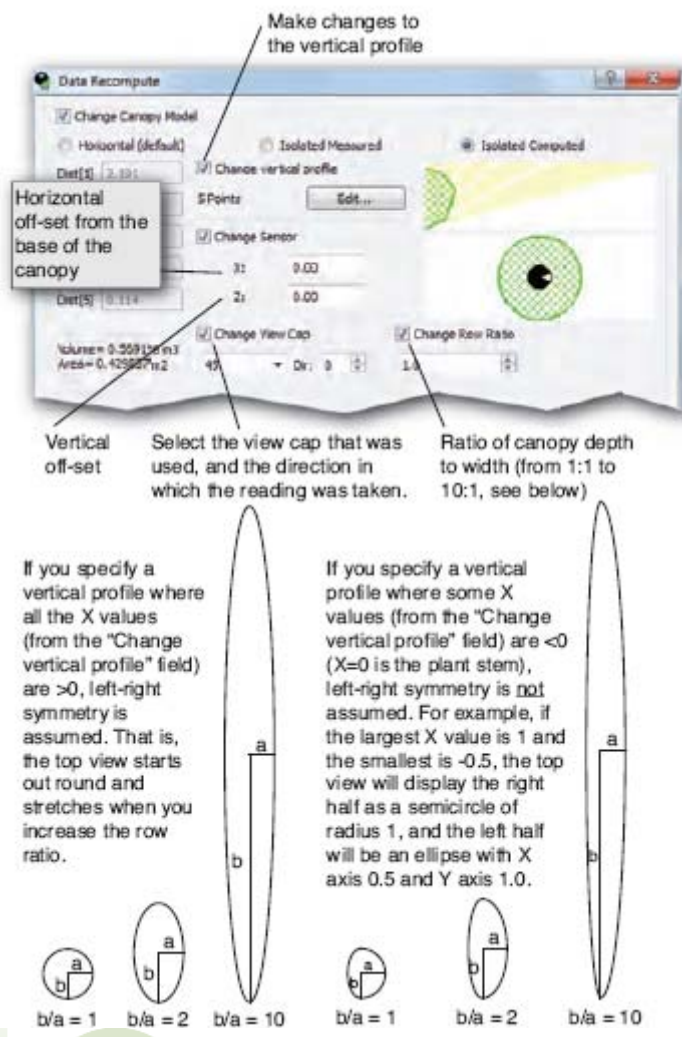
计算的冠层

路径长度是基于与传感器位置相关的冠层竖直剖面的轮廓坐标作弊计算的。允许方位角不对称，这意味着冠层可以是圆的，或者也可以被描绘出来。如果冠层不对称，每一个环的平均路径长度将是遮盖帽一个函数。



计算的冠层

路径长度是基于与传感器位置相关的冠层竖直剖面的轮廓坐标作弊计算的。允许方位角不对称，这意味着冠层可以是圆的，或者也可以被描绘出来。如果冠层不对称，每一个环的平均路径长度将是遮盖帽一个函数。



在轮廓编辑窗口可以调整冠层竖直剖面（在改变竖直剖面窗口点击编辑）。默认有 4 个点（X,Z 坐标）。在冠层图形上右击选择添加点来添加一个坐标。“改变横比”可以赋值 1 到 10.这是植物 X 方向与 Y 方向的比值。

在文件——样本文件——菜单示例中打开 ROW2 文件，可以看到一个横向不对称冠层的例子。在重计算窗口，将横比设置为 1，冠层右边将变为半球形，左边变为椭圆形。

计算透光率

计算透光率的方法被浓缩为一个 2 字符码，可以表明：

1. Above, Below和A, B读数的关系如何？
2. 如何决定冠层上方的值？
3. 坏数据如何办？

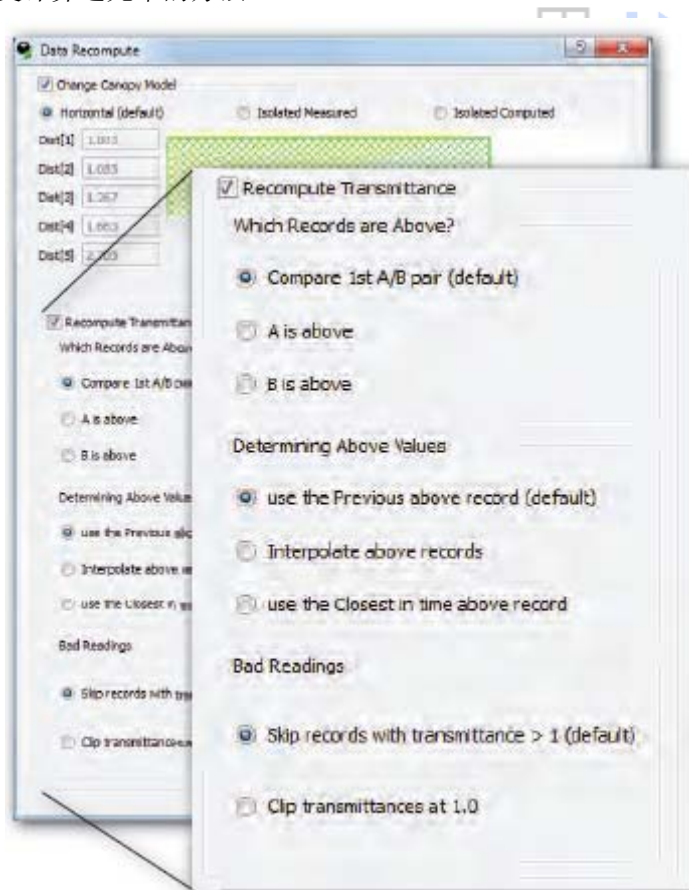
因此，这个计算透光率的方法被总结为 3 字符码 AIC 或者 CPS。一个文件的 3 字符码可以通过主窗口中选择 Transcomp 来查

FV2200 Code	Description	Console Setting
First Character: Determine the role of A and B records		
A	(Default) A records are Above, B are Below	A
B	B records are Above, A are Below	B
C	Compare A & B to find which are above (largest values)	Compare
Second Character: Determine the Above values		
P	(Default) Use the previous record	Previous
I	Interpolate between the nearest (time) Above readings	Interpolate
C	Use the closest in time Above reading	Closest
Third Character: When a Below record has a value > its corresponding Above value		
S	(Default) Skip that record	Skip
-C	Clip the transmittance (Below/Above) to be 1.0 for that ring	Clip

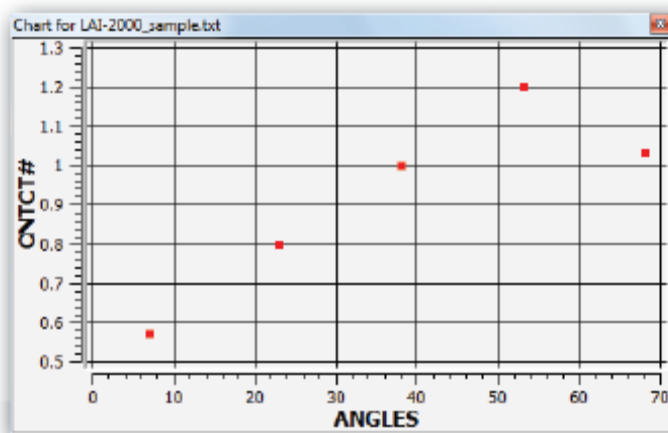
看。当FV2200存储了一个FV2200格式的文件后，这些代码可以在Transcomp行查看，与FV2200控制台一样。

当你保存了一个FV2200格式的文件后，软件会在LAI标签后折进这3个字母。F代表了Compare，T代表了Clip。

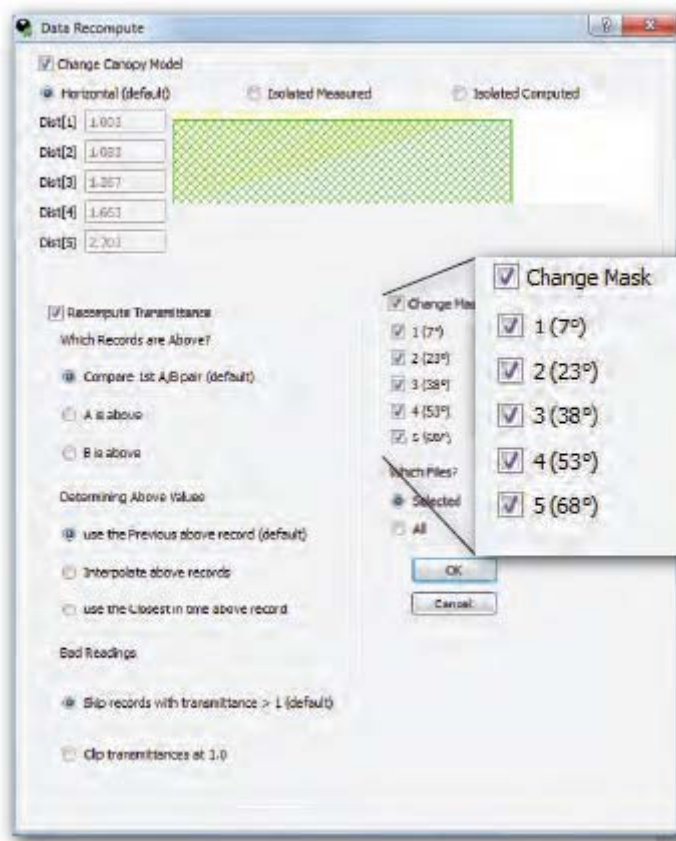
重计算窗口可以改变计算透光率的方法。



LAI220具有5个同心圆环覆盖了从0°到74°天顶角范围的视区。有时需要忽略某些环来重新分析LAI2200的数据。例如，如果参比读数的视区不够宽，一个或更多的外环应该被忽略。又如，如果接触数对天顶角作图，曲线不是单调函数，如下图所示，说明有额外的散射光，那么第5个环需要被忽略。



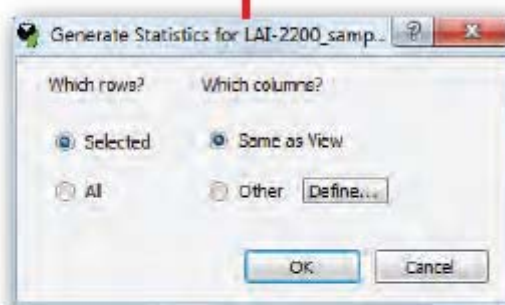
遮盖帽设置可以在重计算框中调整。如下图示步骤操作从分析中排除某些环。



统计概要

FV2200中所有变量值的平均值，范围，标准差都是已经计算好的。

1. 选中要分析的文件，如果没有文件被选中，所有文件将被包括其中。
2. 点击统计工具
3. 在执行统计对话框中选择要分析的变量。它们可以与主窗口一样，也可以定义一个不同的设置。（点击定义）
4. 点击OK。查看结果。它将出现在一个窗口并可以被输出或保存。

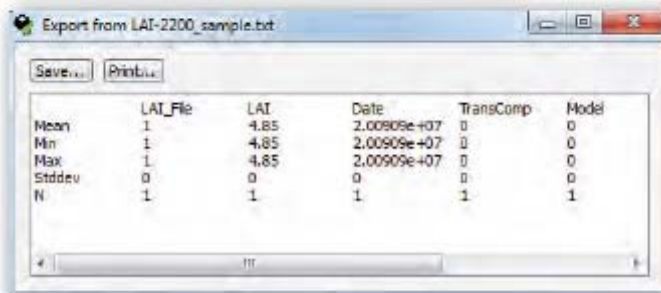


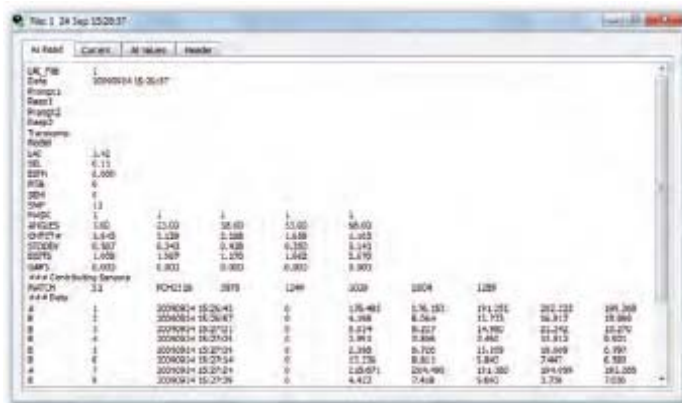
文件细节

通过在主窗口双击进入，它包含了选中文件的4中查看方式。

直读方式

这种查看方式显示的是数据在磁盘中的显示格式，此时数据不可编辑。





当前

显示的是文件的可编辑形式，可以选中并修改其中的数据。点击 **cancel** 取消改动或者点击 **Keep** 保存改动并查看结果。



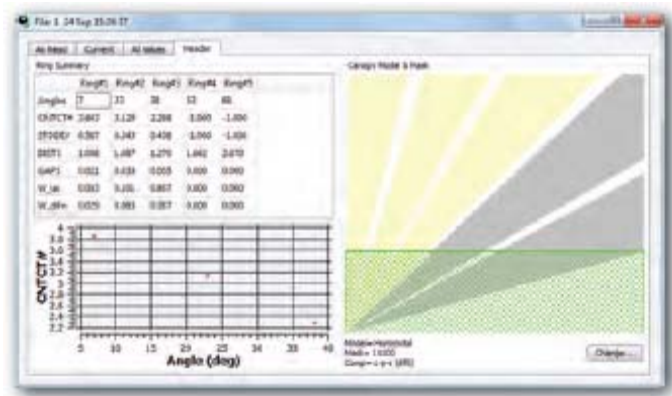
全值

全值查看方式显示 FV2200 除原始数据外的所有变量值。



表头

表头查看模式显示一个文件的统计概要表，统计图，冠层模型和遮盖帽设置。通过选中感兴趣的列可以在图中显示环概要表中任意的变量值。表头中的数据反映了当前表中执行的改变。点击更改按钮改变冠层模型和遮盖帽设置。



计算LAI

FV2200采用了LAI2000控制台计算LAI的方法（LAI2000方法），同时也提供了其它一些方法：LANG法，Ellipsoidal法，和限定最小方差法。如下所述。

解释这些结果时以下几点需要记住。

1. LAI中的L是传统意义上的，事实上并不需要。任何的遮光体都会被包含在结果之内：树枝，茎干，动物，等等。Foliage Area Index更贴切。
2. LAI可以使叶面积指数，也可以是冠层叶片密度。路径长度设置决定了其具体意义和单位。对于标准路径长度（水平冠层模型），LAI是叶面积指数。对于其它路径长度设置（孤立冠层，测量的路径距离和孤立冠层，计算的路径距离），LAI应该是叶片密度。
3. LAI值包含了一个对聚集因子的修正（记录平均的透射光）。因此，尤其如果试用了窄的遮盖帽，测得的LAI更接近于L（真实的LAI）而非Le（被影响的LAI）。如果你想要得到Le，将LAI乘以ACF（表观聚集因子）。

LAI-2000 方法

$$L = 2 \sum_{i=1}^5 \bar{K}_i W_i$$

LAI 从公式 计算而来

其中 L 是叶片（所有遮光体）面积指数（LAI），K 是 i 环的平均接触频率，W 是 i 环的权重因子。

LAI_R#	LAI	CHTCT#1	CHTCT#2	CHTCT#3	CHTCT#4	CHTCT#5	LAI_W#1	LAI_W#2	LAI_W#3	LAI_W#4	LAI_W#5
* 1.2	3.06	3.896	3.675	2.895	1.356	1.815	0.834	0.104	0.100	0.208	0.494
* 1.3	3.80	4.845	3.936	2.362	1.815	1.124	0.834	0.104	0.100	0.208	0.494
* 1.4	3.37	4.264	3.804	1.893	1.404	1.285	0.834	0.104	0.100	0.208	0.494

$$LAI = 2 * (K1 * W1 + K2 * W2 + K3 * W3 + K4 * W4 + K5 * W5)$$

平均接触频率是透射率和路径长度的函数。对于 n 个 Above/Below 观测值对

$$\bar{K}_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n -\ln\left(\frac{B_j}{A}\right)}{S_i} \quad 6-2$$

权重因子 W 由公式 $W_i = \Delta\theta_i \sin\theta_i$ 计算出

其中 q 是平均天顶角，dq 是与 i 环相关的环境宽度（弧度）。dQ 的值由表 6-1 给出。权重因子被标准

化为总和等于 1，所以，当一个或多个环被遮盖，其余环的权重因子会增大。

Table 6-1. Ring widths and weighting factors.

Ring	Width (°)	Weighting Factor
1	12.2	0.041
2	12.2	0.131
3	11.8	0.201
4	13.2	0.290
5	13.2	0.337

LANG 法

由 LANG 在 1987 年提出的利用接触频率对天顶角作图的斜率和截距来计算 LAI 的简单方法。其中 L_{lang} 是叶面积指数， m 和 b 分别是接触频率的天顶角函数的斜率和截距。 $LangLAI$ 可以被添加到数据文件的全值查看表格中。

Ellipsoidal 法

另外一种转换空隙比例数据的方法基于叶片角度的椭圆形分布。请参考 Norman 和 Campbell (1989) 和 Campbell (1986)。

Ellipsoidal 法计算得出的参数如下：

EllipLAI——通过该方法得到的 LAI 或者叶片密度

EllipMTA)——通过该方法得到的平均叶片倾角。

EllipX——椭圆体的长短轴比，其表面积比例可以描述冠层中的叶片角度分布。

这些参数可以被添加到查看中或者任意数据文件的全值查看表格中。

限定最小方差法

另一种转换空隙比例数据的备选方法是限定最小方差法。请参考 Norman 和 Campbell (1989) 和 Perry 等 (1988)。该法可得到以下参数。

CLS_LAI——该方法得到的叶面积指数或叶片密度。

CLS_c——获得全部正面积比例的最小限定。

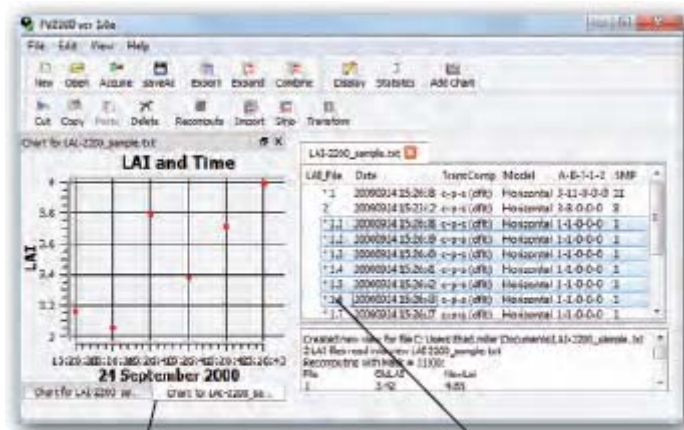
CLS_LAD——叶片倾角分布。角度聚类是 9° ， 27° ， 45° ， 63° 和 81° （把 90° 5 等分）。如果 1 个或多个环被遮盖，角度聚类会更少。

CLS_MTA——基于分布得出的平均叶片倾角。

CLS_Mu, CLS_Nu——Beta 分布的 Mu, Nu (Goel 和 Strebel, 1984)

6.5 图分析

同一个 LAI2200 文件中的所有数据或同一查看窗口中的多个数据都可以作图。选中要查看的文件，点击添加图按钮，或点击查看——添加图。在新的窗口会打开图并且可以被拖拽到主窗口。



One or more charts can be placed in the main window. Chart names are displayed on tabs when multiple charts are displayed.

Select files that are to be displayed on a chart.

以下是一个数据例子中，LAI作为时间函数作图。

1. 打开 文件——样本文件——手册例子
2. 点击添加图按钮
3. 点击Favorite, 选择LAI历史: LAI vs Date
4. 点击OK

以下的例子描述了如何用你自己的数据做同样的图。

1. 选择一个你想要作图的数据文件。
2. 点击添加图按钮，如下图设置好参数，点击 OK。

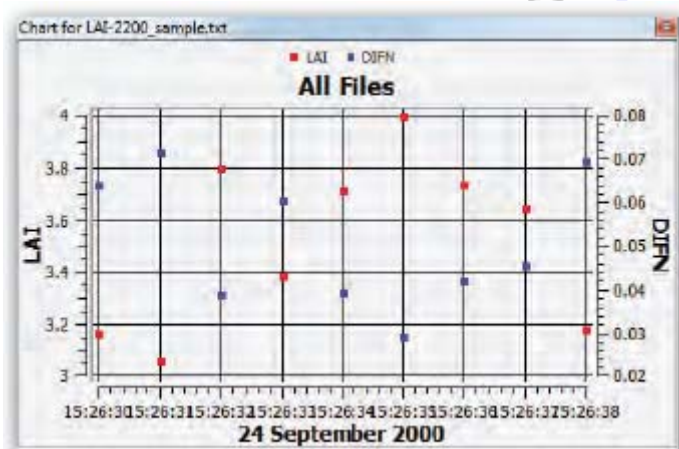


作图结果将在新窗口出现。因为只有一个数据文件被选中，所以只有一个数据点出现。如果你选择了所有的文件或者选择LAI Files菜单下的All，所有文件的值将会出现在图中。

3. 通过点击文件列表改变选择的文件。可以通过Shift+左击选中多个文件，注意查看图中内容的更新。
4. 双击图中的任意位置打开配置对话框，做出如下改变：



5. 点击OK。不论选中了什么，图将会更新为查看的所有文件。注意右边纵坐标第二变量的添加，图例和图名。



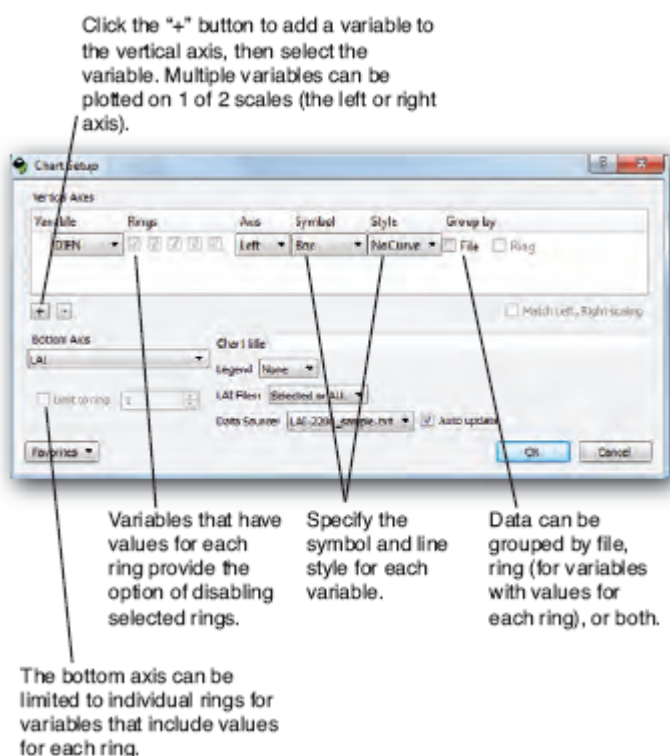
6.5.1 图定义对话框

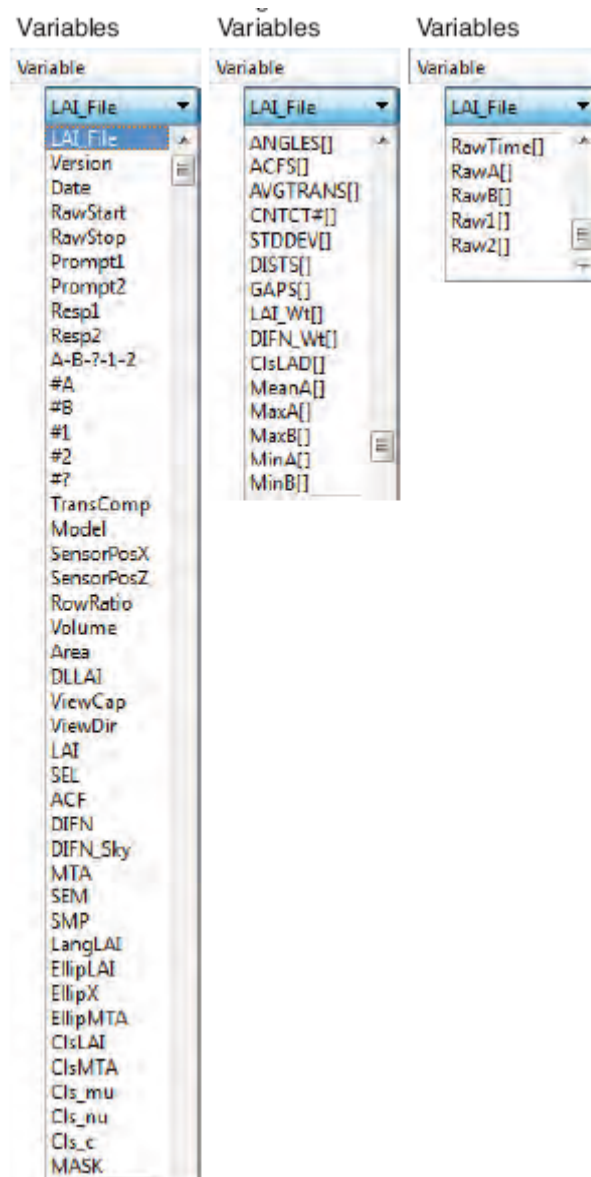
通过点击添加图按钮或者双击已有的图可以打开如下单个图的定义。

选择变量

作图的变量可以从右图所示3部列表框中选择。共61个变量可选。这些变量可以分为3类：标注数据，环数据和原始数据。

标准数据变量是单值变量。环值是5个值（每个数据对应一个环）的概要。原始数据是测定值（A或B）





变量描述

下面所列为 LAI2200 输出的变量，标注*的是 FV2200 独有的。

表头项

LAI_File – LAI 文件名

Version – 软件版本

Date – 日期

RawStart* - 原始数据的开始时间

RawStop* - 原始数据的结束时间

Prompt1

Prompt2

Resp1

Resp2

A-B-?-1-2* - 每个类型读数的个数. '?' 仅在 LAI-2000 中有

#A* A 个数

#B*个数
 #1* 1 号光传感器记录的个数
 #2* 2 号光传感器记录的个数
 #?* '?' 读数的个数
 Transcomp – 透光率计算的 3 字符码
 Model –冠层模型
 Horizontal (默认. 路径距离为 $1/\cos$).
 IsoFixed (孤立冠层, 固定路径距离, 用户输入).
 'IsoComputed (孤立冠层, 利用竖直水平轮廓计算路径距离).
 < IsoFixed / IsoComputed 专有项 >
 ViewCap* - Size (degrees open) and direction (0 = +x direction)
 SensorPosX* -传感器在 X 轴位置
 SensorPosZ* --传感器在 Z 轴位置
 RowRatio* -冠层长短轴比. 1 为圆冠层
 Volume* - 计算的冠层体积
 Area* - 轮廓面积
 DLLAI* - Drip line LAI = foliage density * Volume / Area
 ViewCap* -遮盖帽的开放大小
 ViewDir* - direction of view, relative to row, 0=cross row
 LAI – 叶面积指数或者冠层密度
 SEL – LAI 标准误
 ACF – LAI 的表观聚集因子
 DIFN –无截取散射
 DIFN_Sky* - 天空亮度分布测量的无截取散射
 MTA – 平均叶片倾角, °
 SEM – 平均叶片倾角估计的标准误
 SMP – 用于计算的 AB 对
 LAI
 LangLAI – Lang 法 LAI
 EllipLAI* - Campbell 椭圆叶角分布法 LAI
 EllipX* -椭圆叶角分布的 'X'因子
 EllipMTA* - elliptical 法的平均叶片倾角
 ClsLAI* - 限定最小方差法 LAI
 ClsMTA* - CLS 法平均叶片倾角
 Cls_mu* - CLS 叶片倾角 beta 分布的 mu 参数
 Cls_nu* - CLS 叶片倾角 beta 分布的 nu 参数
 Cls_c* -最终 CLS 限定因子
 Mask*- 环 1 到 5 的值, 0 或 1 显示该环是否参与计算
 11111 – 都参与计算
 11110 – 环 5 被忽略



环相关名词

Angles – 每个环的角度值
 ACFs – 每个环的表观聚集因子
 AvgTrans – 每个环的平均透光率
 CNTCT# - 接触频率
 STDDEV – 接触频率的标准差
 DISTs – 每个环的冠层路径距离
 GAPS – 基于单个透光率均值的空隙比例
 LAI_Wt – 计算 LAI 是的权重因子
 DIFN_Wt – 计算无截取散射时空隙的权重因子
 ClsLAD - CLS 转换的叶角分布
 MeanA - 一个环接一个环的 A 读数均值
 MeanB - 一个环接一个环的 B 读数均值
 MaxA - 一个环接一个环的 A 读数最大值
 MaxB - 一个环接一个环的 B 读数最大值
 MinA - 一个环接一个环的 A 读数最小值
 MinB - 一个环接一个环的 B 读数最小值

原始读数

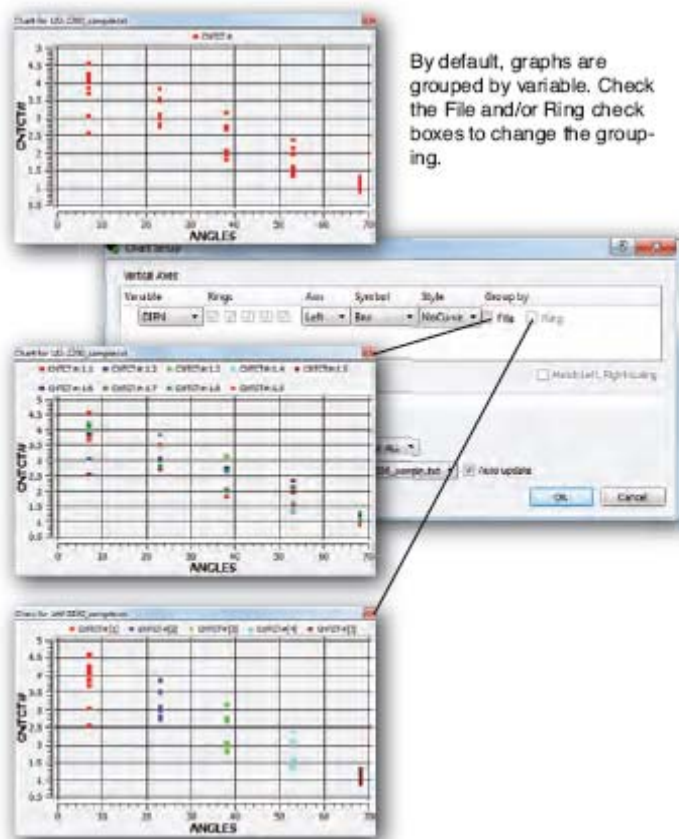
RawTime – 原始记录的时间
 RawA -5 个环的 A 读数
 RawB -5 个环的 B 读数
 Raw1 - 1 类型读数
 Raw2 - 2 类型读数

6.5.2 分组选项

通过选择文件或者环可将数据分组（右图）

按文件分组将给每一个文件一个独特的标志。对10个文件作图将产生10个标志和10个图例。如果图同时有左右坐标轴，将会产生20个标志和20个图例。当对大量数据文件作图时，你可能不希望使用此功能或关闭图例。

按环分组应用于每个环具有独立值的变量。每个环的值做一个标志。当按环分组时，将会有5个标志，每个环1个。如果1个环在两个纵轴上都作图时，一共将有10个图例。



6.5.3 图菜单

在一个图上右击将会得到以下菜单

- Edit... - 打开图设置对话框
- Auto-update - 打开或关闭图的自动更新功能
- Data Source - 含有当前图的下一级菜单，选择其中一个应用于当前图。
- Page Setup... - 为当前图提供页面设置菜单
- Print... - 发送图到打印机
- Capture... - 把图保存为pdf或ps文件
- Remove this Chart - 删除图

第七章 孤立植物测量举例

本章节用作测量孤立冠层过程中收集和处理数据的指南。下面给出了 4 个完整的例子，并且在 FV2200 软件中 Examples（例子）菜单下，每一个例子都有对应的数据文件（请查看 Sample files 子菜单）。

7.1 简单的例子

考虑第 5-13 页所给的例子，在此例中，植物类型是一种所测路径长度为 0.7 米的半球状灌丛。打开 FV2200 软件，点击菜单 **File > Samples files > Manual Examples**，双击名称为 **SHRUB**（灌丛）的文件来查看其详细信息，接着选择“**As Read**”（读取）标签，灌丛文件的数据类似下面所示：

```

...
MODEL      IsoMeasured
...
LAI         6.69
SEL         0.00
ACF         1.000
DIFN        0.092
MTA         49
SEM         2
SMP         1
MASK        1      1      1      1      1
ANGLES      7.00  23.00 38.00 53.00 68.00
AVGTRANS    0.059 0.068 0.097 0.084 0.131
ACFS        1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
CNTCT#      4.035 3.850 3.338 3.539 2.903
STDDEV      0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
DISTS       0.700 0.700 0.700 0.700 0.700
GAPS        0.059 0.068 0.097 0.084 0.131
...
A: 1   20090924   12:13:44 109.23 108.96 102.21 96.61 100.67
B: 2   20090924   12:14:05  6.480   7.360   9.880   8.110 13.19
    
```

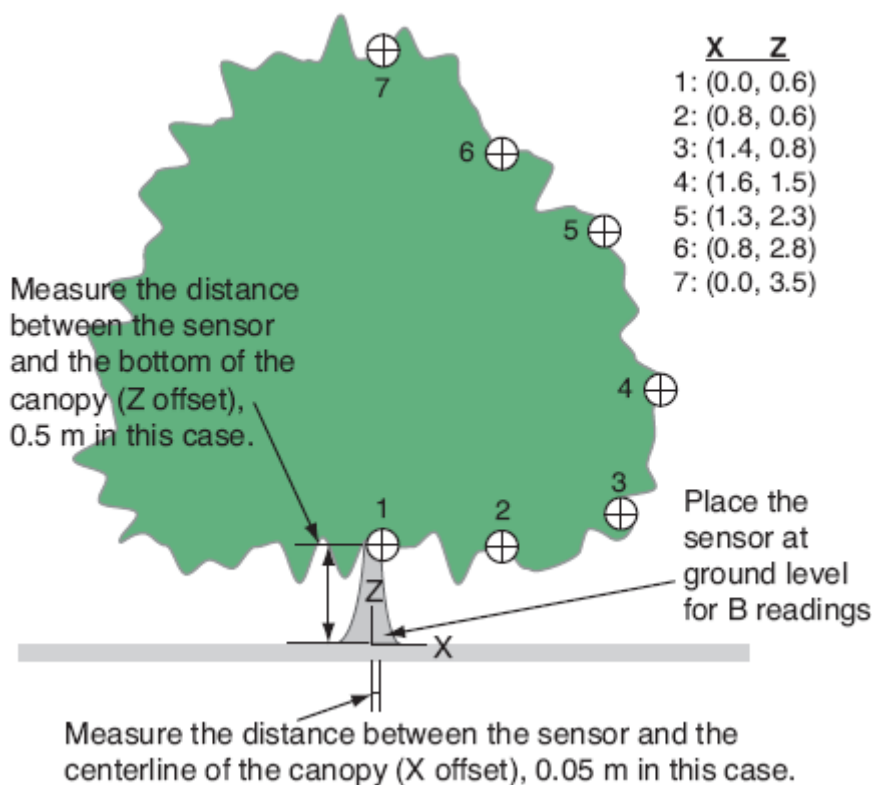
在这里，LAI 的数值为灌丛叶片的密度，通过查看文件，有两个地方可以指示这一点。其一，在“Model”（模型）行，“Horizontal”（水平的）意味着冠层模型是水平无限的，或者在应用默认的 DISTs（距离）矢量时，冠层在水平方向上至少是足够大的；“IsoMeasured”则意味着一个孤立的冠层。其二，查看 DISTs（距离）行的各个数值，由于它们并不是默认值（1.008、1.086、1.269、1.662 和 2.669），那么 LAI 应该被解释为灌丛的叶片密度。

点击“Header”（表头）标签，再点击“Change...”（更改），在 **Recompute**（重计算）对话框中，选中 **Change Canopy Model**（改变冠层模型），再选中 **Change View Cap**（改变遮盖帽），选择 90 度视角的遮盖帽，观察 Volume（体积）和 Area（面积）数值的变化，它们被用于计算 **滴水线叶面积指数**（DLLAI）。

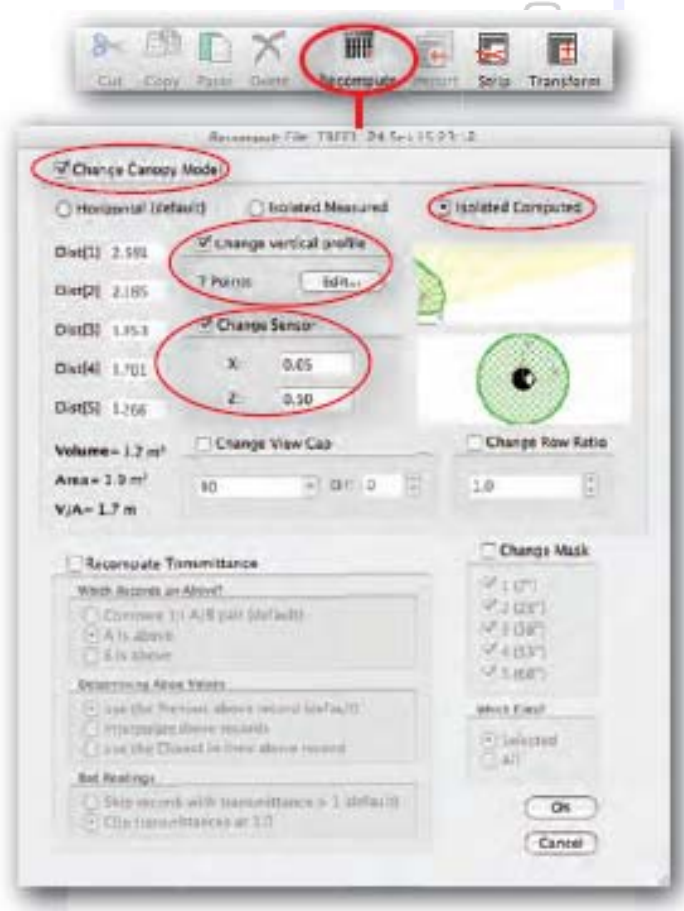
7.2 孤立木

下面的例子给出了测量孤立植物的 LAI 的步骤。在 FV2200 软件中，点击菜单 **File > Samples files > Manual Examples**，有一个名称为 **TREE1**（树木 1）的例子文件；按下面的步骤操作，会生成一个与之相当类似的文件：

- 1、以默认的 Transcomp（透射计算）设置参数创建一个新文件，选择 90 度视角的遮盖帽，并在 4 个方向上的每一个都测量一次 AB 数值对；
- 2、通过测量用于描述剖面的几个(X,Z)坐标点，来获取树冠的平均形状，如下图所示（按比例缩小/放大的剖面照片一样可以使用）：
- 3、测量 X 和 Z 的偏移量，如下图所示：



- 4、在 FV2200 软件中打开该文件；
- 5、选中该文件，并点击 **Recompute**（重计算）按钮，选中 **Change Canopy Model**（改变冠层模型）复选框；
- 6、选中 **Isolated Computed**（孤立计算）复选框，也选中 **Change vertical profile**（改变垂直剖面）复选框；
- 7、点击 **Edit...**（编辑）按钮，输入描述冠层形状的(X,Z)坐标，右键单击剖面可以增加更多的点，当完成时点击 **OK** 按钮；
- 8、输入 X 和 Z 传感器位置，当 **Volume**（体积）和 **Area**（面积）域刷新时观察其数值的变化；



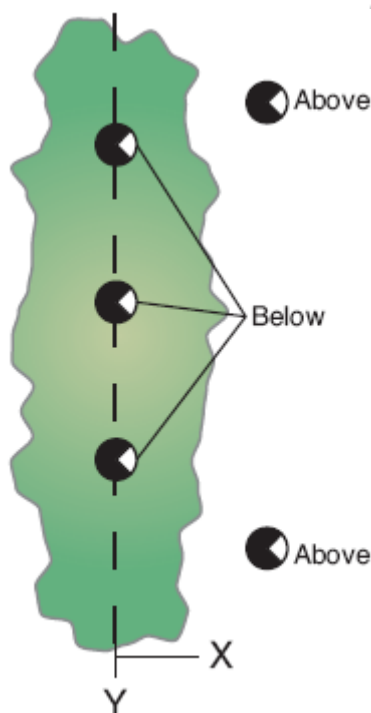
- 9、点击 **OK** 以完成这些更改，在日志框中就可以看到新的 LAI 值，同时附有过程的概述；
- 10、保存文件，以保持这些更改。

7.3 孤立行 1

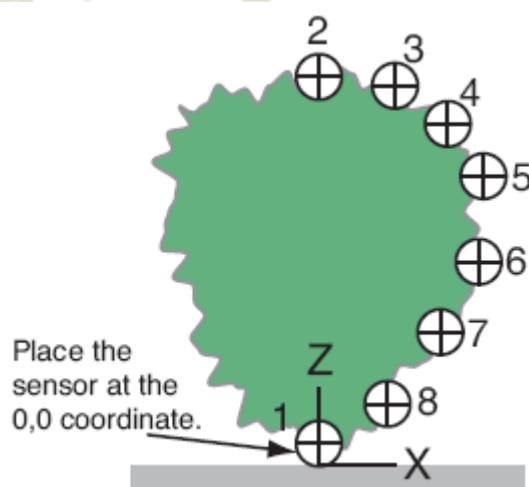
有 2 种途径来测量葡萄藤或树篱之类的孤立行，这里先描述第一种方法。

在 FV2200 软件中，点击菜单 **File > Samples files > Manual Examples**，有一个名称为 **ROW1**（孤立行 1）的例子文件；按下面的步骤操作，会生成一个与之相当类似的文件：

- 1、在控制台“Transcomp settings”（透射参数设置）中定义“Above”（上方向）：A 值；确定上方向：内插；坏数据：删除。在镜头上方安装一个 90 度视角的遮盖帽，创建一个新文件；
- 2、先测量一个冠层上方读数，再测量多个冠层下文读数，最后再测量第二个冠层上方读数；如图所示，在测量冠层下方的读数时，传感器要放在冠层的底部；

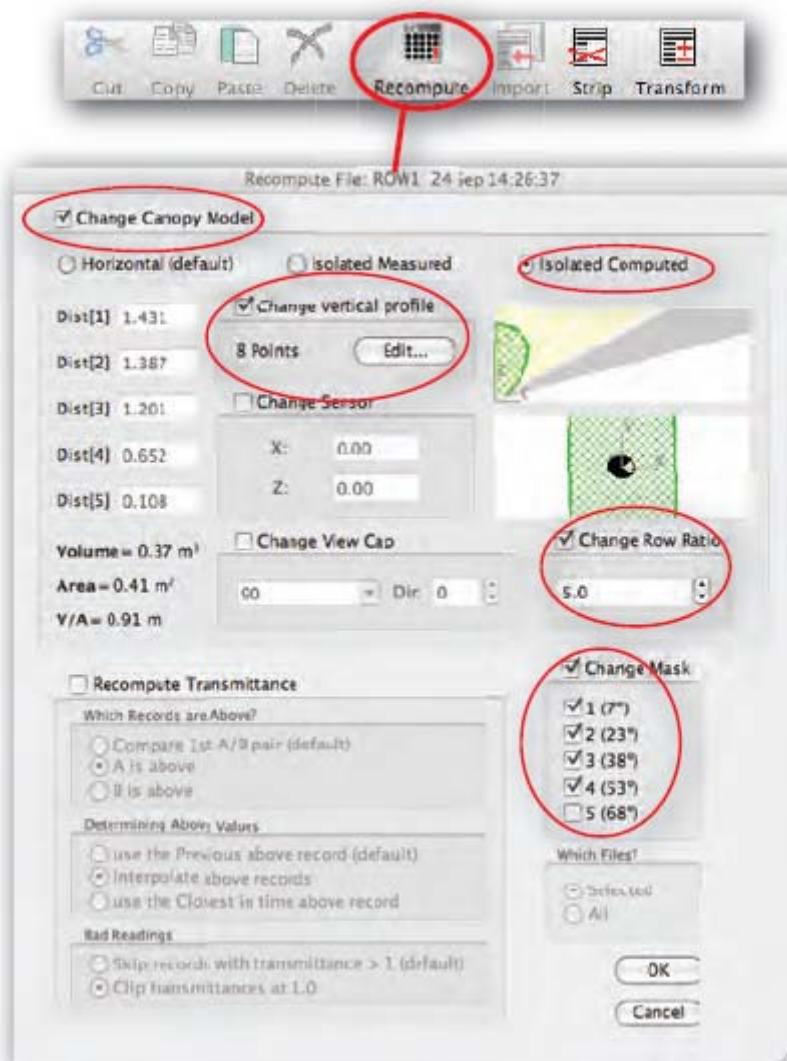


- 3、垂直于边界线的中线，测量几个 (X,Z) 坐标（单位：米）用于表征垂直剖面。此例中使用了 8 个坐标，如下图所示：



X	Z
1: (0.0, 0.0)	
2: (0.0, 1.47)	
3: (0.31, 1.39)	
4: (0.51, 1.27)	
5: (0.67, 1.05)	
6: (0.63, 0.79)	
7: (0.54, 0.51)	
8: (0.25, 0.14)	

- 4、测量边界的宽 (Y) 与深 (X)，以计算行比值 (Y/X)。例子中为 5；
- 5、在 FV2200 软件中打开该数据文件；
- 6、点击 **Recompute** (重计算) 按钮，在重计算对话框中，选择 **Change Mask** (改变掩码)，去掉第 5 环，因为它没有“看见”任何叶片；
- 7、接下来，选中 **Change Canopy Model** (改变冠层模型) 复选框，再选中 **Isolated Computed** (孤立计算) 单选按钮；选中 **Change vertical profile** (改变垂直剖面) 按钮，再选择 **Edit...** (编辑)；
- 8、输入(X,Z) 坐标，以描述边界形状；右键单击冠层剖面可以增加更多点；
- 9、选中 **Change Row Ratio** (改变行比值) 复选框，并设定其值为 5；点击 **OK**；



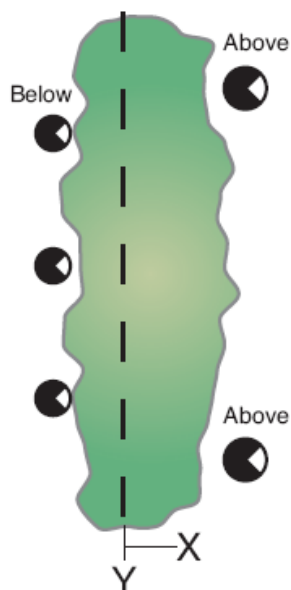
- 10、新的 LAI 值会显示在日志框中；保存该文件以保持这些更改。

如果边界是不对称的，那么需要 2 个文件，冠层的两边各一个文件（下面的例子 2 中会用到）。

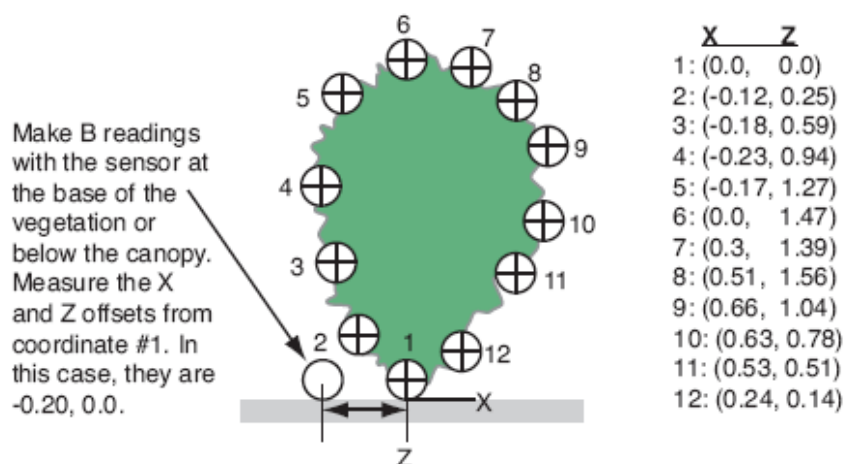
7.4 孤立行 2

在 FV2200 软件中，点击菜单 **File > Samples files > Manual Examples**，有一个名称为 **ROW2**（孤立行 1）的例子文件；按下面的步骤操作，会生成一个与之类似的文件：

- 1、在控制台“Transcomp settings”（透射参数设置）中定义“Above”（上方向）：A 值；确定上方向：内插；坏数据：删除。在镜头上方安装一个 90 度视角的遮盖帽，创建一个新文件；
- 2、先测量一个冠层上方读数，再测量多个冠层下文读数，最后再测量一个冠层上方读数；如图所示，在测量冠层下方的读数时，传感器要放在平行于冠丛中线的直线上，但是又不是在冠丛的正下方；

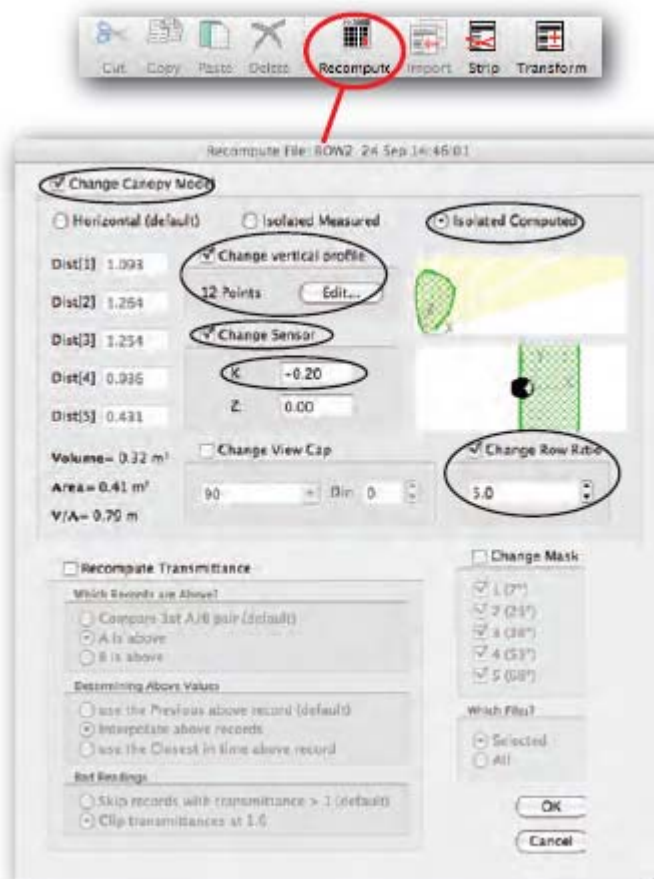


- 3、垂直于边界线的中线，测量几个 (X,Z) 坐标（单位：米）用于表征垂直剖面；测量 B 读数的位置与边界中线之间的距离（X 偏移量），例子中为 -0.2 米；测量植被与传感器之间的距离（Z 偏移量，单位：米），例子中为 0.0 米；如下图所示：



- 4、测量边界的宽（Y）与深（X），以计算行比值（Y/X）；

- 5、 在 FV2200 软件中打开该数据文件；
- 6、 点击 **Recompute**（重计算）按钮，在重计算对话框中，选中 **Change Canopy Model**（改变冠层模型）复选框，再选中 **Isolated Computed**（孤立计算）单选按钮；选中 **Change vertical profile**（改变垂直剖面）按钮，再选择 **Edit...**（编辑）；
- 7、 输入(X,Z) 坐标，以描述边界形状；右键单击冠层剖面可以增加更多点；
- 8、 选中 **Change Sensor**（改变传感器）复选框；
- 9、 选中 **Change Row Ratio**（改变行比值）复选框，并设定该比值；点击 **OK**；



新的 LAI 值会显示在日志框中；保存该文件以保持这些更改。

第十章 附录

附录 A：软件更新及其它消息

如果计算机联结到了互联网上，FV2200 软件可以通知你软件更新信息及其它 LAI-2200 相关的开发信息。每次启动 FV2200 软件时，它就会检查是否还有通知没有告诉你，如果是的话，就会弹出消息通知你。在任何时候，都可以点击 **Help > Latest LAI-2200 News**（帮助 > 最新的 LAI-2200 消息）菜单来查看最新的通知。通知摘要会将你的网络浏览器链结到合适的位置。还可以通过 **Help > Check for Software Updates**（帮助 > 检查软件更新）菜单项来显示 FV2200、控制台和探杆软件的最新版本；并且，如果选中它们，可以从 FV2200 应用下载它们。

所有这些信息（到写作这些说明时）都保留在以下网址：

<http://download.opensource.licor.com/projects/fv200>，所以你可以将你的浏览器直接指向该地址，来完成同样的事情。

附录 B：更新固件软件

LAI-2200 含有 2 个固件部分 —— 控制台固件和探杆固件。任何更新都可以从 LI-COR Biosciences 公司的网站上下载获取。下面的步骤描述了如何更新固件。

控制台固件更新

- 1、 获取控制台固件文件，其名称类似于“lai01.img”，可以从 LI-COR Biosciences 公司的网站（www.licor.com/env）上下载得到；
- 2、 用 USB 连接方式将 LAI-2200 控制台连接到计算机，当计算机识别了 LAI-2200 之后，将新的固件文件拷贝到 LAI-2200 大容量存储设备的根目录下；
- 3、 下一步，“弹出”该硬盘，从计算机断开 LAI-2200 的连接；打开控制台电源，进入到 **Main Menu > Firmware > Console > Upgrade**（主菜单 > 固件 > 控制台 > 升级）菜单，选择新的固件文件并按 **OK** 键，需要花费几分钟的时间来安装新的固件文件，当完成时会显示“Complete OK”（成功完成）的消息框，按“OK”完成固件更新。

光学传感器固件更新

- 1、 获取光学传感器固件文件，其名称类似于“wand01.bin”，后续版本的编号会更大；
- 2、 按前面控制台固件更新中的步骤 2 的方法，将升级文件拷贝到控制台内存中；
注意：探杆固件只可以通过“端口 X”来更新；尽管可以通过端口 X 或端口 Y 来检查探杆的固件版本号，但只有当探杆连接到 X 通道时，才能更新其固件。
- 3、 从计算机断开 LAI-2200 的连接，将探杆连接到“端口 X”，打开控制器电源，进入到 **Main Menu > Firmware > Console > Upgrade**（主菜单 > 固件 > 控制台 > 升级）菜单，选择新的固件文件并按 **OK** 键，需要花费几秒钟的时间来完成固件更新。

附录 C：更换内部锂电池

下面的步骤说明了如何更换内部锂电池。该电池的寿命应该长达 7 年。始终使用 BR1225 型手表电池（p/n 号：442-08614）。

- 1、使用 #1 飞利浦螺丝刀松开固定控制单元顶部和底部的 4 个螺丝，这 4 个螺丝位于控制台后面的 4 个角上，在灰色保护橡皮下面，推开橡皮就可以看到这些螺丝；
- 2、轻轻地分开两部分；
- 3、电池位于一个圆硬币形的电池固定槽里（见下图），轻轻地抬起银质小片，让电池滑出，也许需要用标准螺丝刀的刀口轻轻地拨一下电池；



- 4、将新的电池滑进固定槽，并让正极（+）朝上；
- 5、合上控制单元的上、下两部分，确认橡胶密封圈在合适的位置；
- 6、轻轻地拧紧 4 个固定螺丝，让上、下两部分扣紧；注意不要过度拧紧螺丝，那样有可能挤断塑料。

附录 D：故障检查

控制台不能启动：

有 3 种可能导致这种情况：电压过低，处理器被锁定（可尝试摘掉电池几秒钟），或者探杆存在短路（可尝试断开所有传感器的连接）。

不能匹配传感器：

确认两个传感器可看见相同的扩散视野。如果传感器是放置在直射日光下或者人工光源下，那么这个过程是无效的。

设备不能关机：

如果一个数据文件被打开，或 LAI-2200 正在从内存中读取数据，LAI-2200 将不会关机。等待片刻让数据传输完成并关闭任何打开的数据文件，再尝试 LAI-2200 关机。如果控制单元仍然没有响应，按住电源键并保持 5 秒钟；打开的数据文件可能会丢失。如果 LAI-2200 仍然没有响应，摘除“AA”电池片刻，更换电池；已保存的数据不会有风险，但打开的数据文件可能会丢失。

设备（探杆或控制台）锁定：

对探杆和控制台两者，直接摘除电池并重新装入。

探杆未被识别或对光没有响应：

先断开探杆的连接，再重新连接探杆；几秒钟后，控制单元应该开始显示与探杆有关的数值。

LAI=0

在控制台上或使用 FV2200 检查原始读数。A 值和 B 值记录都在文件中吗？A 值和 B 值的相对大小看起来正确吗？检查所使用的样本数，如果是 0，那么由于是坏读数，控制单元舍弃了所有的 A 值和 B 值数据对；将透射计算（Transcomp）设置改成 APC 并重计算该文件。

可疑的 MTA（平均叶倾角）结果：

这可能指示某个故障，或由控制单元计算 MTA 所使用的方法所导致。检查 DISTs（距离）数值，如果它们没有反应所测量的冠层（孤立冠层或大片区域），那么 MTA 和 LAI 将是不正确的。并且，控制单元所使用的方法有个缺点，在相当程序地接近 0 度（水平叶片）或 90 度（垂直叶片）时会丢失分辨率；参考图 8-2 查看所使用的多项式图示，注意斜率（独立变量）的微小变化在 MTA 的末端产生了大的差值。在一个相对水平叶片的冠层中，从一个测量到下一个测量，如果控制单元所给出的 MTA 数值是从 0 度到 20 度甚至 30 度，这不是罕见的。如果需要更精确的 MTA 数据，可以在 FV2200 软件中应用约束最小二乘法技术来计算平均顶锥角。

附录 E：规格说明

LAI-2270 控制台

传感器输入：26针防水接口用于LAI-2250光学探头。23针防水接口，用于LI-COR 生物学研究光学探头。

存储量：128MB，FAT16文件系统

FAT特性：

文件数量：65536

8.3 文件名协议（8 字符文件名，3 字符扩展名）

文件存储量：每个记录可达700bytes，每个文件可达500bytes

例：500bytes/文件 + 70bytes/记录 * 100记录 = 7500bytes；128MB/7500bytes = 17030文件，包含 170万记录。

键盘：22键触控键盘，10个数字键带含26个英文字母，9个功能键/控制键

显示：128c64图形LCD显示屏

通讯：

USB(大量存储设备)：

RS-485:波特率- 115,200, 数据位 8, 无奇偶, 1 起始位, 1 停止位;

RS-232: 可选波特率-9600, 38400, 57600, and 11520, 数据位8, 无奇偶, 1起始位, 1停止位。

时钟: 年、月、日、时、分、秒。精确度: 3分/月

供电: 4节“AA”5号电池(碱性、镍氢或锂电池均可)

电池寿命: 4节“AA”5号碱性电池, 不连接光学探头情况下可用140小时, 连接1个光学探头可用80小时。

低电量报警: 电池电量小于15%时提示。

规格: 20.9× 9.8×3.5 cm

重量: 带电池0.454Kg

LAI-2250 光学探头

传感器输入: 1个6针防水接头连接主机

存储量: 1MB闪存(文件存储); 1KB EEPROM(校准和配件文件存储)

键盘: 2键, 触摸响应键盘

指示: 3个LED指示灯, 指示: 电源状态, 数据加载, 上/下状态。可在日光下显示。

时钟: 年、月、日、时、分、秒。精确度±3分/月

供电: 2节“AA”5号电池(碱性、镍氢或锂电池均可)

电池寿命: 正常操作可使用180小时(2节碱性电池)

低电报警: 当电池电量低于15%时, LED指示灯提示

光学: 从第4环的环心测量时, 最大环中心误差1.00°, 而最大放大误差0.50°。

波长范围: 约320-490nm

辐射阻隔:

490-650nm为99%

高于650nm为99.9%

理论角度覆盖:

环1: 0.0-12.3°

环2: 16.7-28.6°

环3: 32.4-43.4°

环4: 47.3-58.1°

环5: 62.3-74.1°

镜头膜: MgF₂ 涂层, 用以提高倾斜角度时的穿透性(包含内镜头和外镜头)。

遮盖帽: 为0°、10°、45°、90°、180°和 270°的方位提供视野信号区遮盖。

尺寸: 63.8 L × 2.9 W × 2.9 D cm (Endcap: 4.4 W × 5.1 D cm)

重量: 0.845kg (含电池重量)

LAI-2200 常规参数

环境条件:

操作范围: -20 至50°C

湿度范围: 0-95% RH 无冷凝

存储温度范围: -40至65°C

附录 G: LAI-2000 与 LAI-2200 比较

1.0 操作

1.1 LAI-2200 的应用菜单不再是 **Fct codes**, 而是通过使用 Menu 键进入 Menu 菜单。第 8 章给出了完整的菜单结构。以下列出了变化的部分, 并给出对应的 LAI2000 Fct codes

Main Menu

Wand Setup

<user picks wand>	
Set Name	
Clock	
Cal Values	"Fct 01 XCal or Fct 02 YCal"
Match Values	"Fct 03 Vectors"
Auto Log	"Fct 11 Set Op Mode" for remote above logging.

Log Setup

Transcomp	"Fct 16 Bad Reading", plus other new options.
Prompts	"Fct 12 Set Prompts"
Angles	"Fct 07 Set Angles"
Distances	"Fct 06 Set Dists"
Masks	
Control Sequence	"Fct 11 Set Op Mode"
PAR Sensors	"Fct 08 1,2 Channels"

Data

Wand Data

Download
Purge

Console Data

<user picks file>

View "Fct 27 View"
View Header
View Ang/Dst
View Cntct#/StdDev
View Ang/Gap Frac
View Observations

Edit "Fct 25 Edit"

Edit Angles
Edit Mask

Edit Distances

Edit Transcomp

Import Observations

Strip Observations

Recompute "Fct 26 Recompute"

Delete
Rename

Console Setup

Set Time "Fct 05 Set Clock"
Upgrade Firmware
Auto Off Timer
Beeper

1.2 光学探头(wands)更小巧

1.2.1. 当一个探头连接上的时候，控制台可以检测到，并且检测到连接到哪一个端口。

1.2.2. 这些探头各自携带他们自己的识别和校准信息。

1.2.3. 探头可以在不连接控制台的情况下采集数据。请注意：如果探头连接到控制台，并且有log文件打开，按控制台上或探头上的LOG键将加载一个记录到控制台上的文件。反之（没有连接探头，或连接了探头但没有打开文件），按LOG键将增加一个记录到探头的内存。另外，探头可设置为自动记录（设定开始时间、结束时间和采样频率）。所有自动记录的数据都存储在探头的内存中。若要获取探头中的数据，须将探头连接到控制台，然后操作

Menu > Data > Wand Data > Download。您可以将数据存入一个新文件，也可以加入到一个已经存在的文件。

1.3 操作模式更加独立。LAI-2000有一个可供选择的操作模式列表（1 Sensor X, 1 Sensor Y, 等）。这些在新型号中基本没有了。为了说明，我们接下来讲在LAI-2200上如何操作以前最常用的功能。

A) 1 Sensor X or Y:

打开电源。

连接一个探头。

按开始/停止 (Start/Stop) 键。命名一个文件。

使用探头上的A/B键来切换下一个读数是A 或B。

记录读数。

按开始/停止 (Start/Stop) 键关闭文件。

如果要运行一个预设的序列 (↑↓↑↓, 等)，可以通过以下操作实现：Menu > Log Setup > Control Sequence.

B) Remote Below, and Remote Above:

打开电源。

连接两个传感器。

将一个与另一个匹配(Menu > Wand Setup > (选择一个调试) > Match Values)

设定自动采集(Menu > Wand Setup > (选择A探头) > Auto Log)

断开并拔掉A探头。

集中控制台和剩余探头中的B文件。

重新找回 A 数据。重新连接 A 探头，操作如下：Menu > Data > Wand Data > Download，然后命名一个新文件。

合并 A 和B读数。操作如下：Menu > Data > Console Data > (选择一个B文件) > Edit > Import

Observations, 然后选择A文件, 其他B文件重复操作。

2.0 计算

2.1 权重因子。两个型号的仪器均使用接触的权重因子计算每个环的LAI(方程 9-14, 第9-7页)。LAI-2000 每个环的数据分布在0到 $\pi/2$ 之间, 而 LAI-2200仅使用环视野所及的一些离散数据。LAI-2200权重因子, 参见表 6-1, 第6-33页。

2.2 忽略环。LAI-2200允许在计算LAI时忽略环。为新文件设置操作为: Menu > Log Setup > Masks。修改已经存在的数据文件操作为: Menu > Console Data > (选择一个文件)> Edit > Edit Mask

2.3 ACF。LAI-2200的计算值包含一个新数据Apparent Clumping Factor (ACF), 这是一个等于1(没有聚集)或小于1(聚集)的数值。LAI-2200为每个环计算一个ACF值(平均穿透值的log值除以穿透值的log值的平均), 和所有环的加权平均值。相关讨论见第9-7页。

www.ecotek.com.cn

ecotek

Biosensors
LICOR®

声明:

此中文手册仅供参考, 一切以英文手册为准, 此中文手册不承担任何法律责任。