

叶面积指数仪使用指南

基本操作步骤

如何进行实际测量

如何测量孤立的树

数据传输

1.基本操作步骤

连接传感器

把仪器正面向上放好，左上方和右上方的两个接口都是 LAI-2000 的接口。分别为 X、Y 接口，我们使用的是一个 LAI-2000 传感器，所以一般使用 X。

开关仪器

- 按下 ON 键，大约 2 秒种后仪器就可以启动。
- 按下 FCT 键，再按 09，就可以关闭仪器。

怎样输入字母

仪器的显示屏幕一般显示两行，一种情况是需要输入参数，上面一行是原来的或默认的参数，下面一行是输入提示行，输入数字的时候直接按顺序输入就行了，当输入的是字母时，有的字母在一个键的上方，这时就要用到 SHIFT 键了，这个仪器的 SHIFT 键就是 ↑，先按下 ↑，然后按字母所在的键。按错键的消除键就是 ←，如果误按了 ↑，可以按 ↓ 来恢复。

另一种情况是查看显示的信息，有多个行时，按 ↑、↓ 键可以使数据行向上、向下移动；而且，操作的行一般是上面的那一行，按 →、← 使信息左右移动。也有例外的，这里先不说，等用到时再说。

调整执行列表【setup execute list】

按下 SETUP 键，使用 ↑、↓ 键可以依次看到 00 行——09 行。每次调整的是处于显示屏幕的上面那一行，按下 ENTER 键进行操作。下面逐一进行说明：

- 01 X cal 这里保持默认值就行了。
- 02 Y cal 当我们使用了一个传感器的时候，就只对 X 操作，对于有 Y 的参数、值或者别的我们都不去管。
- 03 vectors 先不予考虑。
- 04 Resolution 为了精度的提高，我们把该值设置为 high；（注意使用 ↑ 来选择字母）
- 05 Set Clock 按照当时的日期，月份，时间进行输入就可以了。只是要注意格式，月份的格式是每月的英文的前三个字母；
- 06 Set Dists 先不予考虑；
- 07 Set Angles 因为仪器本身的 5 个角度已经给了，我们也不要再去调整，不用考虑；
- 08 1,2Channels 先不予考虑；
- 09 OFF 关闭仪器。

设置操作模式：

按下 OPER 键，将会显示如下列表：

- 10 **Oper
- 11 Set Op Mode
- 12 Set Prompts
- 13 Def Log Key
- 14 Log New
- 15 Log Append
- 16 Bad Reading
- 17
- 18
- 19 Off

这里，我们只对 11 和 12 这两项进行设置。

Set Op Mode 首先用 ↑ 键使这一行在显示的上端，然后，按下 ENTER 键，因为我们用的是 X 传感器，所以使用默认值，按 ENTER 键，将会出现新的对话框，提示输入测量次序“Seq= ↑ ↓”，我们在测量 LAI 时先测量 1 个植物树冠上面的测量数据（A），再在树冠下面测量 4 个测量数据（B），所以输入“↑ ↓ ↓ ↓ ↓”，输入完后按 ENTER 键；然后，进行测量一个 LAI 需要重复的次数

的设置——“Reps=1”，为了准确我们现在输入 2，即对同一个目标重复测量两次，再进行计算。最后，按 ENTER 键返回 OPER 的执行列表。

注：A 和 B 的意义就是在树冠上面的测量值和下面的测量值的区别标志，在得到的数据中也是用 A 和 B 来区别的。这在下面的叙述中经常会碰到。

Set Prompts 这是一个附加信息设置。告诉我们所采集资料的种类和位置，按下 ENTER 键，提示输入所测植物的种类，例如输入 GRASS，再按下 ENTER 键输入位置，例如 PLOT5。这些都是为了帮助我们以后使用资料的方便，加深感性记忆。

然后，返回 OPER 列表。

检查监视模式

使用 BREAK 键（同 ON 键），首先显示的是时间，使用 ↑ 和 ↓ 键选择查看上面一行的信息，使用 → 和 ← 键选择看下面一行的信息；

下面列出各行的含义：

T 时间	Y1 Y 传感器在 7° 测出的值；
F1 下一个文件数；
X1 X 传感器在 7° 测出的值；	Y5 Y 传感器在 68° 测出的值；
.....	1 BNC 信道#1（该设置在 FCT 08 中）
X5 X 传感器在 68° 测出的值；	2 BNC 信道#2（该设置在 FCT 08 中）

其中，因为我们只有一个 X 传感器，所以，Y1—Y5 的值是 OFF。如果使用 ↑、↓、→、← 键使显示屏幕上面一行是 X1 的值，下面一行是 X5 的值，就可以大致上来监视传感器的可靠性了。例如，盖上盖子它们的值就应该变小，拿走盖子它们的值就应该变大。这样简单的操作可以提前避免把坏仪器带到野外。

记录资料和计算叶面积指数

按下 LOG 键。首先看到的是我们设置过的植物的种类和测量的位置信息。对应的输入测量的顺序号码（最多不超过 7 位数，包括数字和字母）。

然后，仪器将显示（如右图所示）：

0*X1	5.282
0	0.0±0.0

**说明：现在所显示的两行中，上面一行是实时显示行（real time line）；下面

一行是总结摘要行（summary line）。

实时显示行：*总是在实时行。*左边的数字（这个例子中是 0）代表了得到的 A 值的数量（当实时行在上面时）和得到的 B 值的数量（当实时行在下面时），再右边的数值是信道的序号，使用 ↑、↓ 键（当实时行在上面时）或者 →、←（当实时行在下面时）来选择该序号。最右边的是该次测量的传感器的测量值。

总结摘要行：该行包括三个值，从左到右的意义是：有多少个 A、B 资料对已经测量了（SMP）、叶面积指数平均值（LAI）和叶面积指数估计标准差（SEL）。

这时，仪器将等待我们把传感器放到植被上方的正确位置上，然后按下 ENTER 键或者传感器杆上的按钮，将会记录下测量值，传感器在植被上方时记录下 A 值，在下方时记录下 B 值。根据前面的设置“↑ ↓ ↓ ↓ ↓”可知道在上方测 1 次，然后在下方测 4 次，显示屏幕也给了我们提示——当实时行（即*在上面一行时）在上时把传感器放在上方测量，反之把传感器放在下方。当重复测量 2 次以后，因为前面设置了“Reps=2”，对目标的测量就结束了。仪器将进行计算最终的结果，并得到一个记录文件。这样我们就得到了一个目标的叶面积指数（LAI）。

测量下一个目标时，重复上面操作就行了。

注意：记录一个资料时，我们需要按 ENTER 键或者传感器上的按钮，这时我们可以听到 2 声蜂鸣，第一声是按键声，第二声是读数完成的声音。在两次蜂鸣声之间，必须保持传感器水平不动。按传感器上的按钮时应该按一下就放开，如果一直不放松，蜂鸣声将一直响，直到读数完成。

观察测量结果

记录完了以后，记录文件会自动存储下来，按下 FILE 键或者使用 FCT 27 都可以进行测量结果观察。

当显示屏提示输入文件序号时，输入要想看的文件号。用↑和↓键观察详细结果。

其中，显示模式有 5 种：

- 1) 标题信息，评注，结果；
- 2) 角度和距离；
- 3) CNTCN#和 STDDEV 值；
- 4) 角度和缝隙；
- 5) 观测记录。

默认的是第一种模式，而且我们一般也只要第一种的结果。下面对第一种的各项进行说明：

- FILE=5 文件号
- 20 JUL 06 : 35 : 01 文件创建日期，时间
- WHAT=GRSEE 提示 1 中的物种的种类
- WHERE=PLOT8 提示 2 中的测量的位置
- LAI=2.59 叶面积指数
- SEL=.13 叶面积指数的标准差
- DIFN=.151 天空可见度
- MYA=61 平均倾角
- SEM=5 平均倾角的标准差
- SMP=8 使用的采样数据对
- $A * (S+1) = 2.62$ 另一个可选的叶面积指数（作为参考）

2 进行实际测量

因为我们使用的是一个传感器进行测量，所以传感器的校准和如何使用两个传感器的问题再此不讨论。这里只讨论错误的读数和实际操作中需要考虑的问题。

错误读数

理论上讲，B 读数应该比 A 读数小。当树叶非常稀疏，在树上有大缝隙的时候，甚至有时传感器看不到树叶，所以 A、B 读数很接近，或者相等，但是这些都是理论上的。

在实际操作时，因为以下的原因 B 读数会大于 A 读数：

- 天空的状况发生变化；
- 测量仪器正常的波动；
- 操作失误（A、B 次序错误）；
- 测量 B 读数时，传感器在太阳照到的叶子下（这也是操作失误）。

当一个或多个光圈的 B 读数大于 A 读数时，会使这些光圈上的光线透过率大于 1。如果产生这种结果的原因是因为操作错误或天空状况的改变引起的，可以给操作员提醒，重新开始测量；如果只是因为树叶很稀少或者正常的仪器波动，可以设置参数使错误的光圈上的最大透过率为 1.0。FCT 16（BAD READING）中可以设置处理方式，有三个选项：

- 1) “Beep,Ignore”应该使用在 A 和 B 读数不会很接近的情况下，当仪器发现错误的读数时发出 BEEP，并且不记录该资料；
- 2) “Set A/B=1”应该使用在树叶稀少的情况下，当仪器发现错误的读数时，并不提示操作员，只把该值得到的叶面积指数设为 1.0；
- 3) “Set B/A=1”和上一个设置类似，只用于两个传感器的情况，在此不予讨论。

实际操作中应考虑的问题

当天空和植物冠层的条件不理想的情况下，需要调整测量的方式。例如，通常需要测量多个 B 资料进行均值处理得到 LAI 的值；太阳和操作员不能在传感器的视角里；对于树叶很浓而又有大的空隙时，需要传感器使用窄的视角，以致于可以把树叶和空隙结合起来考虑。下面就讨论各种需要考虑的问题。

孤立的树和灌木

对于这种情况，可以测量 LAI，也可以测量树叶浓度（或者叫树冠密度），后者更加适合描述孤立植物。这在后面单独列出来讨论，现在只提到而已。

需要多少 B 资料

首先考虑被计算 LAI 的地面的面积有多大：是整块地，是一部分，还是一小块的。然后考虑 1 个 B 资料代表该面积的几分之几。根据经验可以知道，每个 B 资料可以代表 1 个采样资料，这样的树冠是圆柱形的（如果使用视角盖的话，就是代表圆柱形的一部分，所占的比例因所选用的视角盖的角度而定），而且半径约等于树冠的高度。因此有：

$$A=f*\pi *H^2$$

其中：A 代表被采样的地面面积；f 是视角大小的分数值（.75，.5，.25，.125 相对应于使用 270°，180°，90°，45° 视角盖）；H 是树冠的高度。

例如，一个未使用视角盖的 B 数据(f=1)在一个 1 米高的树冠旁边 5 米处，就代表了 3 米²的面积，或者说总面积的 12%；如果同样的树冠仅有 0.2 米高，那么 1 个数据就只代表总面积的 0.5%。因此，树冠的高度非常重要。

另一个考虑的是测量区树叶的浓度变化，树叶均匀的区域需要的 B 资料比不均匀的区域需要的 B 资料要少。为了达到 95% 的可信度（置信水平），LAI 的真值应与观测值的误差在±10%之内，操作步骤如下：

- 1) 利用 6 个 B 资料来决定一个 LAI，保证包含树冠的最稀疏的和最浓密的部分
- 2) 计算 SEL/LAI（叶面积指数的标准差）
- 3) 使用下面的查找表来决定 B 的数量(N)

SEL/LAI	N	SEL/LAI	N	SEL/LAI	N	SEL/LAI	N	SEL/LAI	N
.01	2	.03	5	.05	8	.07	13	.09	19
0.2	3	.04	6	.06	11	.08	16	0.1	23

在什么地方测量？

这个问题和上面讨论的问题有密切的联系，解决问题有两种方法：一种是均匀布点测量；另一种是随机任意布点测量（这种方法说起来容易做起来难）。

原则上不能让孤立的一片树叶或者一团树叶挡住了传感器的整个视野，下表提供了树叶和传感器的最小距离和传感器视角和天顶角的对应关系：

距离因子查找表						
传感器视角						
光圈序号	角度(°)	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

在视野以外的外部物体

在传感器视野以外的外部物体必然会影响精度，使用 270° 的视角盖挡住操作员，或者在进行 A、B 读数的时候小心操作，使操作员占据的视野范围保持一致，但是还是使用视角盖来得方便。

通常情况下，一个物体一般不影响 LAI 的计算，因此可以在树下测量草的 LAI。

直接的阳光

如果可能的话，尽量避开阳光直射的环境，可以等待云挡住阳光，或者在日出和日落时进行测量。但是，有时候必须在太阳直射的环境下测量资料，可以使用以下方法：

- 1) 在无云的晴空下，使用 270° 的视角盖；如果等待太阳周围的薄云使太阳周围也很亮时，使用 180° 的视角盖挡住这些区域；
- 2) 无论何时测量，获取 A 和 B 数据的时候用你的背挡住太阳，用视角盖挡住你和太阳；

- 3) 无论是在 A 读数还是 B 读数，用你的头或别的物体挡住传感器，注意要在两种情况下保持一致；
- 4) 遮住传感器可视的树冠的一部分。这是因为：传感器接收到的被太阳照到的树叶越多，LAI 值低估的越大，所以尽量使用小的视角盖。

零散的云

如果可能的话，等太阳被经过的云层挡住以后再测量，如果云移动得太快，缩短 A、B 读数的时间间隔。

多云

由于天空的明、暗分布的变化，可以使误差增大，一个方法是使用窄的视角盖遮住传感器的探测器，使同一个资料里不包括明暗混合的区域。

- 1) 使用合适的视角盖；
- 2) 使 A、B 读数一次在暗的天空条件下测量，然后再在同一区域重复测量一次，这次在亮的天空条件下测量。注意：两次传感器观测都要在同一块天空区域下；
- 3) 缩短 A、B 读数的时间间隔，尤其是在低空快速移动的云上测量时。

最小可测区域的大小

在树冠的下面传感器的视角就象一个倒置的圆锥，其半径大约是高度的 3 倍，这是因为传感器的最大视角时 74° ，其正切值是 3.48。因为在传感器视野边缘的树叶起到重要意义的可能会减小，所以用 3 作为实际使用的值就够了。

因此，一个 1 米高的树冠，传感器在可视的任何角度上至少距离边缘 3 米。把传感器放在很小区域的中间，边缘部分可能会看到外面的树冠，这时可以使用 90° 的视角盖挡住外部区域。注意：在浓度太高的树冠下，如果传感器的视角被树叶充分地挡住的话，最小可测区域的大小也许更小。这个很容易测试，爬在地面上，以 30° 的视角向上看，如果看不到区域的边缘，那么这个区域就是足够大了。

另一种方法就是在计算 LAI 时，忽略外光圈资料，这样的话，可测的最小可测区域大小减小到树冠高度的 1.6 倍。但是，这要在 C2000 程序里实现（下 Edit Mask，followed by Compute）。

坡度

在斜坡上测量时，要使传感器的倾斜到和实际地面平行，而不是保持传感器水平。

树冠间的缝隙

在计算 LAI 的算法中，对于树叶和空隙的面积的计算使用的是平均值法，而事实上，在很浓密的树叶中的空隙在测量中起到了“超重”的作用，即树叶中空隙的权重很大，小的空隙产生大的影响，这样就导致了 LAI 的低估。解决这种问题的方法是：使用视角盖限制传感器的视角，使落在视角里的树冠要么是浓密的区域，要么是稀疏的部分。

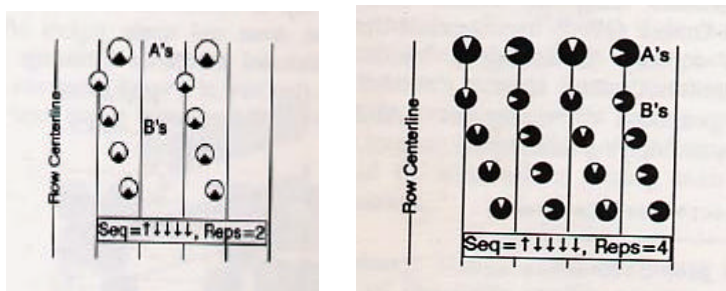
下面的树冠缝隙测试可以判断是否需要使用 45° 视角盖，其步骤如下：

- 1) 在探测镜头上盖上 45° 视角盖；
- 2) 在 FCT 16 中设置 Force Trnsmt=1，即设置 SET A/B=1；
- 3) 在传感器的视野里有很稀疏的树叶的环境下，在一个或者多个位置进行测量，得到 DIFN 值（天空可见度）。注意：即使视野里没有树叶也行（DIFN=1.0）；
- 4) 在传感器的视野里有很浓密的树叶的环境下，再在一个或者多个位置进行测量，得到新的 DIFN 的值；
- 5) 使用树冠空隙误差表（见附录 1），根据上面两次得到 DIFN 的值就可以查到由于空隙引起的误差值的大小。

根据经验，误差小于 10% 时，则空隙的影响可以忽略，否则，必须使用 45° 视角盖。这里加入我的观点：因为使用 45° 视角盖必然会大大地增加工作量，如果可以保持误差在一定的范围之内，那就不必使用视角盖了，所以在测量之前先进行一下误差判断就是希望能做到事半功倍。

呈行列的植被

对于呈行列的植被，一般可能都是庄稼或果园之类，测量时最好的方法是，测 B 资料时把传感器的探测镜头放在两排植物的对角线的横断面上。如下左图所示：



注意：测量所有的 B 资料时，要在同一个高度上进行，而且要在 A、B 读数时使用的视角盖一致（如上右图）。如果要考虑树冠间的空隙，请参照上一个问题树冠间的缝隙，决定是否需要使用 45° 视角盖。

雨、雾和露

如果镜头上沾了水滴，它们就会阻碍 10% 或者更多的辐射光线，显然这是一个很重要的因素，因此必须考虑其产生的误差。建议不要在这种天气下测量。

另一方面，LAI-2000 仪器的机壳是防水的，只要不把它放在深水里，机壳就不会被破坏而损伤仪器。

针叶林

针叶林的树叶排列不是随机任意的，而是有方向性的。根据假定的辐射传输模型进行测量将会高估了针叶林树冠的透过率，因此使用 LAI-2000 假定树叶姿态任意的话，就会低估针叶林的 LAI。修正系数 R 根据针叶林的类型不同而不同。根据经验可知：落叶松、红松、白松和云杉的修正系数 R 分别为：1.49、1.50、1.67 和 1.60。

另一个问题是，使用的是树叶的总的表面积还是投影面积？总的表面积一般是投影面积的 3 倍。但是，具体地讲这个转化因子 F 要根据针叶的横截面形状而定，当横截面形状是圆形时，转化因子为 π ；半圆形时为 2.57 ($\pi/2 + 1$)；呈平面时为 2。使用哪一种面积根据研究目的的不同而定，投影面积适用于“光线阻挡研究”（light interception studies），而总的表面积适用于大气中的沉淀物研究。

总结：LAI-2000 估计的是针叶生长方向上的投影面积指数。要想得到针叶的投影面积指数，乘以系数 R（1.49、1.50、1.67 或者 1.60）的值。要计算总的表面积指数，使用转换因子 F（ π 、2.57 或者 2）乘以投影面积指数。系数 R 和转换因子 F 都要根据具体的针叶林的类型而定。

高的树冠和森林

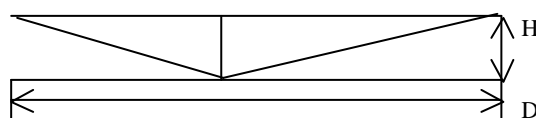
在测量高的树冠时，最大的问题就是如何获取 A 资料。

可以使用双传感器系统，一个在外面自动记录 A 资料，另一个在树冠下测 B 资料。但是，在此我们不采用这种方法。

对于一个传感器来说，使用 C2000 程序也可以有效地解决该问题。步骤如下：

- 1) 设置“Seq=↑ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↑”，在一个点上开始和结束时测量 A 资料，连续起来就是，在两个点的中间时刻测量一个 A 资料；
- 2) 在 C2000 程序中内插中间的 A 资料。

具体地讲，如何放置传感器来测量 A 资料？其目的就是找到一个位置，在这个点上传感器的视野里除了天空以外没有树叶或者其它物体，这个问题就类似于最小可测区域的原理，看下图：



图中两条斜线表示了传感器的最大视野（天顶角，最大的观测角度为 74° ），只要在这两条斜线之间只有天空没有树冠就可以满足了， $2 * \tan 74^\circ \approx 7$ ，所以， $D = 7 * H$ 。也就是说把传感器放在空地的中央，在任意

方向上最近的树冠的边缘和它的距离要大于 7 倍的树冠高度。有时候这种位置可能找不到，那么我们可以用视角盖来遮住一部分树冠。例如使用 90°、45° 视角盖，将会使最小可测面积减小，因为这时只需要考虑半径就行了， $R=D/2=H*\tan 74^\circ \approx 3.5*H$ 。



注意：测量 A、B 资料的时候要保证视角盖一致，视角盖的方向也要一致，如果有倾角，也要保持倾角一致。这些也是在其它时候要注意的。

晴朗的天空也是很重要的，如果太阳在地平线以下，（也就是说，传感器接受不到被太阳照到的树叶），那么蓝天是最理想的条件。但是，如果太阳直射树叶，LAI 将被低估。如果在针叶林或森林里同一个地方测量 LAI，在早上或傍晚和白天测的结果相差在 10%—50%。

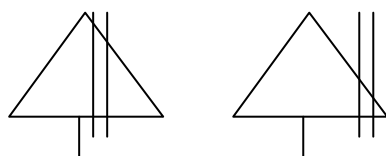
通过升高传感器可以使测量 A 资料的限制减小，使用水准器，把传感器放在头顶，或者人站在土堆上、车上，也可以用杆子升起传感器，等等。

3. 测量孤立的树

要测量孤立的树，就要引入一个新的测量比例——树叶密度。首先讨论 LAI 和树叶密度的概念区别。

LAI 和树叶密度

LAI 是单位面积上的树叶的面积，LAI 可以表示出均一的大范围的植被覆盖密度，一个孤立树冠却不能用 LAI 表示，因为不同的地面上对应的树叶数量不同，例如在树干附近的单位面积上的树叶显然比同样面积上在树冠边缘附近的树叶的数量大。如图所示：



所以，就要用到一个新的参数树叶面积密度，也叫树叶密度，(foliage area density, or foliage density)。其意义是叶面积除以树冠体积，所以单位是米⁻¹。因此，如果一根树的树叶面积是 2 米²，树冠体积是 5 米³，它的树叶密度就是 0.4 米⁻¹。

距离向量

为了描述树叶密度，必须引入距离向量这一概念。这个向量是由 5 个资料组成，就是在测量 LAI 时的统计资料中的 DIST5 项，它们的默认值是 $1/\cos(\text{angle})$ ，角度就是各个光圈对应的天顶角（7°、23°、38°、53° 和 68°）。

测量树叶密度需要 DIST5 向量表示每个光圈到树冠的实际平均路径长度，在计算的结果里，LAI 的值就是现在所讲的树叶密度，但是它的标识符还是 LAI。

一个简单示例

假设有一棵灌木的形状是半球形，半径为 0.7 米。因为半球形的周围和光圈的路径长度是完全相同的，所以此为一个简单的示例。

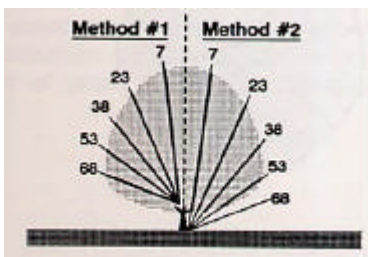
在 FCT 06 中选择 EDIT，设置这 5 个值均为 0.7，然后测量树叶密度，方法类似于测量 LAI，只是我们只要读一个 B 资料就够了，而且要把传感器放在灌木的中间，结果资料如下所示：

...	LAI	SEL	DIFN	MTA	SEM	SMP
	3.68	0.00	0.286	60	0	1
ANGLES	7.000	23.00	38.00	53.00	68.00	
CNTCT#	1.539	1.684	1.771	1.843	1.910	
STDDEV	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
DISTS	0.7000	0.700	0.700	0.700	0.700	
GAPS	0.341	0.306	0.289	0.275	0.263	
A	1	10:10:36	11.01	10.07	9.420	9.842 11.58
B	2	10:11:06	3.750	3.076	2.727	2.709 3.041

其中的 LAI 值就是树叶密度值。判断 LAI 值是否为树叶密度值唯一的方法是看 DISTS 值，如果它们不是默认值（1.008、1.086、1.269、1.662 和 2.669），那么 LAI 就应该解释为树叶密度，如果有多个 B 资料，SEL 就是树叶密度的标准差。

孤立的树

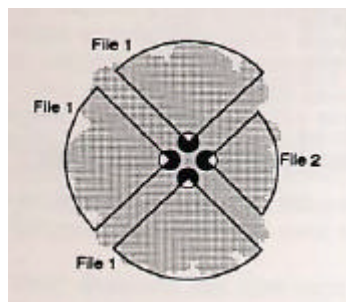
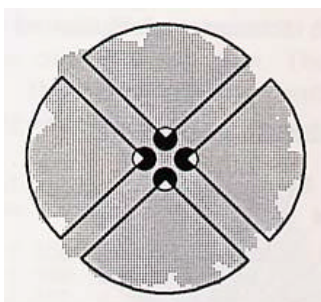
最好用 180° 或者更小的视角盖进行测量，把传感器放在树冠下面的树干旁边测量 B 资料。用视角盖挡



住树干，应该把传感器放在靠近树干并且在大树枝下边，但是，不要让树干和树枝占据了传感器视野的主要部分。有两种放置传感器的方法，一种是放在低的树枝上面，另一种是树冠部分以外的下边。如左图所示。

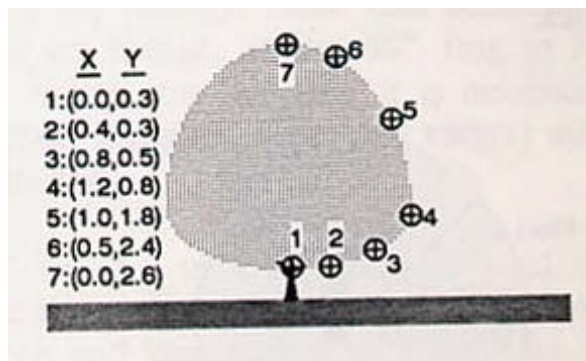
使用视角盖的目的是挡住旁边的树，使用 90° 或 45° 视角盖会减小采样树冠的大小。如果树冠是对称的，而且很独立，那么可以在不同的方向上采集 B 数据，下面展示了使用 90° 视角盖的 4 个 B 资料

测量树叶密度（如下左图）。如果树冠不对称，则需要几个不同的文件来计算树叶密度（如下右图）。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。



C2000 程序提供了计算路径长度和树冠体积的方法。使用一个坐标系，以树下面的中心为原点，得到充分的坐标点来表示树冠的形状。

测量的例子如下图所示：



C2000 程序用这些资料得到路径长度，计算树冠体积，和树叶密度。

C2000 程序的例子

- 1) 在不同的方向上获取 A、B 数据，并使用 90° 视角盖
- 2) 得到树冠的平均形状，用 8 对 X、Y 坐标点描述树冠的侧面形状

- 3) 把文件输入到计算机
- 4) 运行 C2000 程序，读取文件
- 5) Edit Canopy_model Individual 使用孤立植被模型来处理这个数据文件。在对应的提示下输入 8 个数据点坐标值，然后输入传感器高度值。程序会自动计算出树冠体积(14.6 米³)，树叶面积(8.87 米²)，和路径长度(DISTS)
- 6) 使用 Compute 命令来计算这个文件
- 7) Print Standard 把文件输出到下一页

那么得到的结果就是： 树叶密度(还标着 LAI)=2.70 米⁻¹

Drip Line LAI(DLLAI)=4.45

其中： DLLAI=树叶密度*树冠体积/DLA (drip line area)

SNRHGT：传感器离地面的高度；

VOLUME：树冠体积，根据树冠侧面图的坐标点得到；

AREA：树冠在地面上的投影面积，用树冠的最大半径得到；

NPTS：X、Y 侧面坐标点的数量。

4. 数据传输

在 LAI-2000 中的数据可以传到打印机，也可以经过 RS-232 传到计算机。

构造端口

RS-232 端口由数据通信设备(DCE)构成，由 3 针输出，2 针接收。连接 LAI-2000 到数据终端设备(DTE)只要有一个缆线就够了。如果另一个设备也是 DCE，那么必须有一个零讯号调制解调器缆线。

FCT 31 中可以设置构造参数。

使用计算机

要把数据从 LAI-2000 传输到计算机上，则计算机上必须有 RS-232 端口，而且要有程序从 RS-232 端口接收、存储数据。在 1000-90 磁盘中的 COMM 程序提供了这个功能。

只要以上条件满足，传输步骤如下：

- 1) 连接计算机和 LAI-2000
- 2) 运行计算机程序
- 3) 使 LAI-2000 和计算机的 RS-232 端口匹配
- 4) 指明接收数据的路径
- 5) 定义输出格式(FCT 33)，然后传输需要的文件(FCT 32)

1000-90&2000-90

这些都是 DOS 程序包。

COMM (在 1000-90 中)：是一个数据通信程序，用来从 RS-232 的数据文件中获取数据。

C2000 (在 2000-90 中)：是一个数据操作、编辑和重计算程序，用来处理从 LAI-2000 文件中以标准格式输入到计算机磁盘中的数据文件。C2000 除了具有 LAI-2000 控制台的功能以外，还扩充了许多 LAI-2000 控制台提供的功能。当 LAI-2000 数据文件读到计算机存储器中以后，这些文件就可以被选择性的处理了。举例如下：

- ◆ 以标准格式或用户自定义格式打印文件
- ◆ 编辑文件的标题(提示信息 and 响应信息)
- ◆ 编辑记录。把不在同一个文件中的 A、B 数据融合到一起；根据 B 数据的时间来添加 A 数据；根据类型、时间、观测数据或者别的原则，选择性地删除一些记录；等等
- ◆ 可以应用于数据文件到孤立树冠模型，或者根据用户输入的树冠尺度自动计算路径长度(DISTS)
- ◆ 选择出哪些光圈要被忽略
- ◆ 重新计算。可以使用原来的数据，也可以根据内插的树冠数据，或者根据强迫穿透率不超过 1.0 (Set A/B=1.0) 等来重新计算结果

- ◆ 从原来 LAI 控制台中不能获取的（或者看不到的）数据结果可以在这里根据用户的格式输出来：例如 LAI（或者树叶密度）和在 5 个树叶角度类别上的叶面积分布（LAD）

附录 1

树冠空隙误差（Canopy Gap Error）查找表

