

# 叶倾角测量快速教程

## 1. 叶倾角测量仪与APP功能介绍

叶倾角测量仪(leaf angle measurement device alpha version, LAMDA)是专门用于测量各类阔叶与针叶植物叶片倾角的仪器。

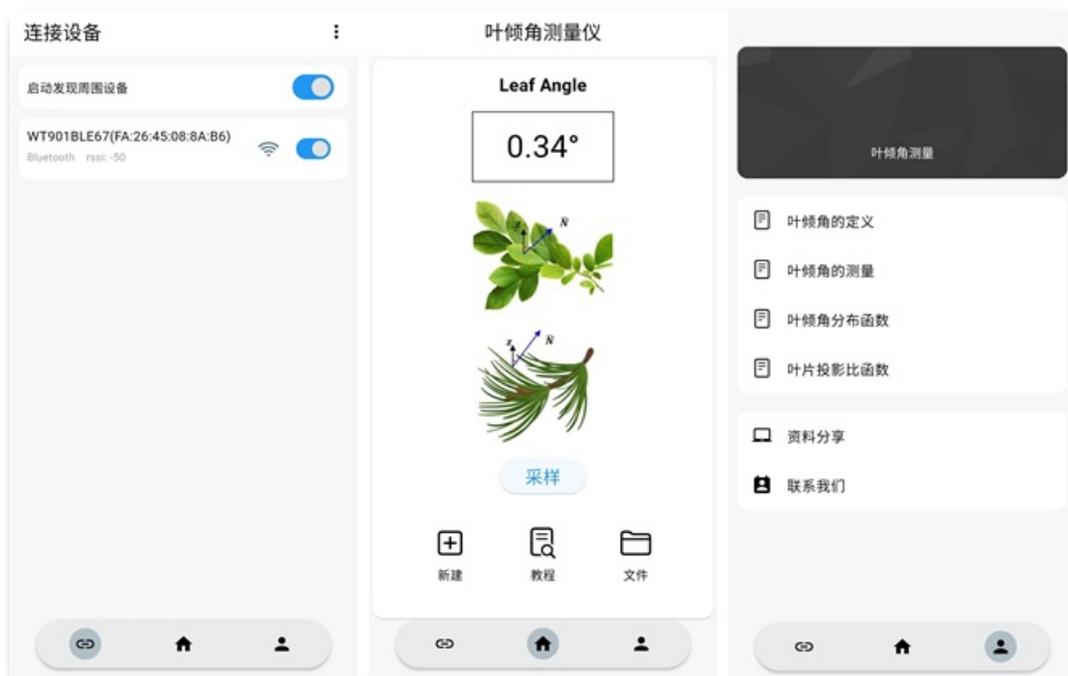
LAMDA由 **手持杆**、**测角传感器**、**接触片** 三部分构成:

- 手持杆有可伸缩长度与固定长度两款, 分别适用于高大植被与低矮植被。
- 测角传感器固定于可调整角度的平台上, 通过调整平台的角度, 以便于不同位置处叶片的灵活接触。
- 接触片同时被固定在该平台上, 与测角传感器处于同一平面。测量叶倾角时, 将接触片平行置于叶片上方, 进行测量。

配套的应用程序 **LeAngle**用于可视化与记录叶倾角测量仪采集的数据, 仅支持安卓系统手机。

LeAngle 应用程序主要包含三部分功能:

- 连接设备: 通过蓝牙连接测角传感器。
- 倾角记录: 实时显示倾角并记录测量到的叶倾角。
- 其他信息: 叶倾角及其相关量的定义与说明。



应用程序LeAngle APP 的界面

## 2. 叶倾角测量

### 2.1. 详细测量步骤

平整叶片的叶倾角测量与数据记录步骤:

- **第一步:叶倾角测量仪开机。**打开叶倾角测量仪的 **开关键**

短按 1秒, 绿色灯连续闪烁即开机成功, 表明正在等待蓝牙连接。

- **第二步:蓝牙连接叶倾角测量仪与APP。**打开手机蓝牙, 打开LeAngle应用程序, 在连接设备页面打开 **启动发现周围设备**, 会自动搜索叶倾角测量仪。

搜索设备成功后, 连接设备, 连接成功后页面会提示“连接设备成功”, 此时绿灯缓慢闪烁, 表面测量仪正常运行。

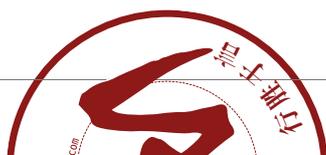
- **第三步:确认倾角读数有效。**转换到LeAngle的倾角记录主界面, 通过转动叶倾角测量仪, 可发现接触片的倾角实时显示在主界面上。

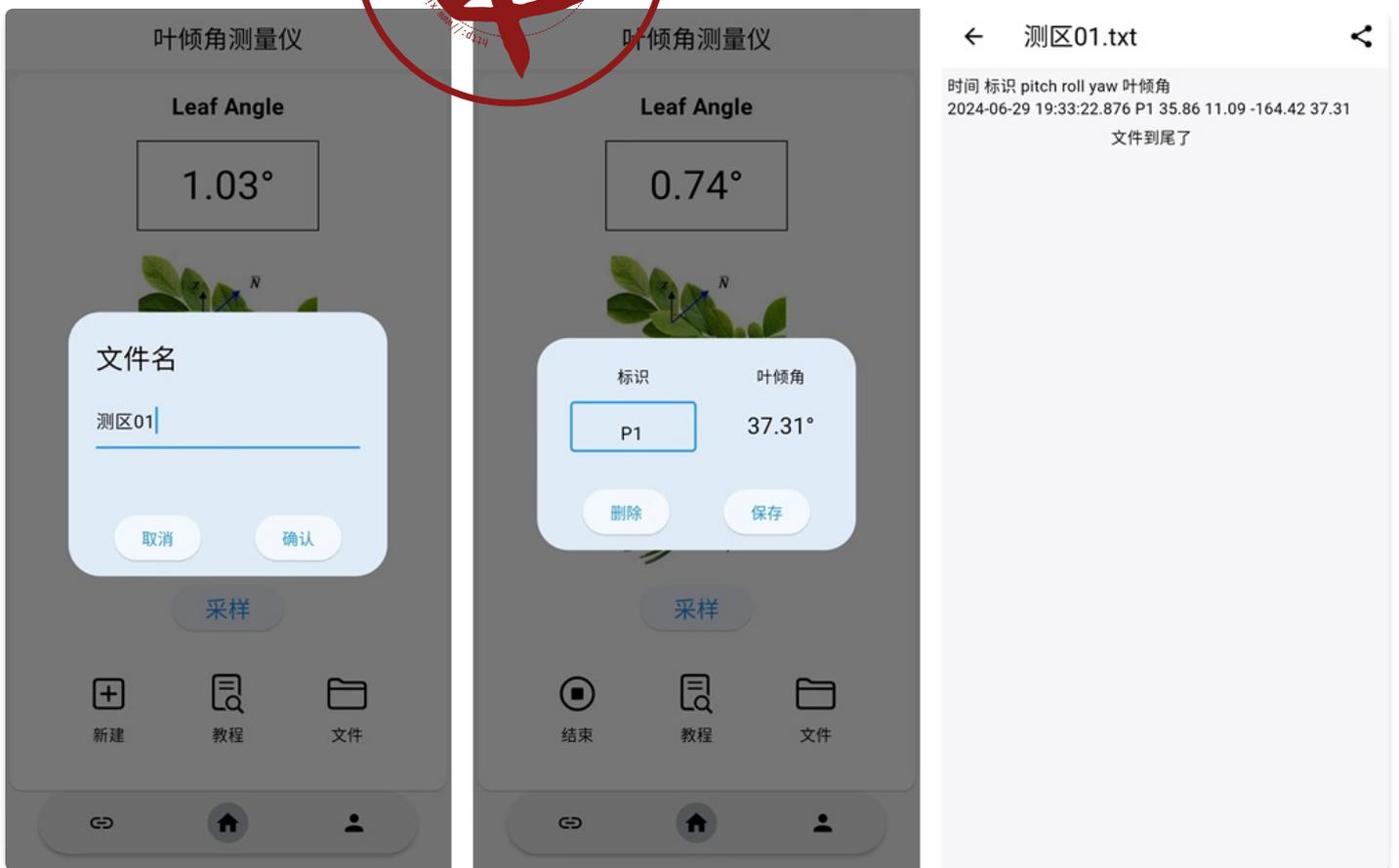
注意:正式测量前, 将叶倾角测量仪稳定地放置在一个固定平面上, 查看倾角读数的变化情况。如果发现倾角读数剧烈跳动, 则关机重启。

- **第四步:新建文本文件用于保存即将测量的倾角数据。**点击 **新建**, 在对话框中填写文件名。

例如:如果有多个测区, 则可针对每个测区逐次测量, 即每个测区均新建一个文本文件, 用于保存该测区的数据。

新建成功后, **新建** 按钮会变为 **结束** 按钮, 当本测区测量完成后, 点击 **结束**, 即可结束记录。





倾角数据测量与记录:左图为用于记录数据的文本文件的创建,中图为倾角数据的标识与保存,右图为保存后的叶倾角数据文本文件

- **第五步:采集和记录叶倾角数据。**手持叶倾角测量仪,将接触片尽可能平行且稳定地置于待测叶片表面,点击 **采样** 按钮,在对话框中的 **标识** 框处标记本次测量。

例如:分别测量测区内多个植株时,可针对于不同的植株分别进行标记。如不需要标记,则可以保持文本框的空白。

点击 **保存** 按钮将测量的叶倾角数据保存到文本文件中,点击 **删除** 则丢弃本次测量。

- **第六步:测量完成后查看并导出测量数据。**完成测量后,点击 **结束** 按钮停止记录。点击 **文件** 按钮查阅测量数据。打开文本文件后,点击右上角的分享图标,将数据导出。

文件路径在"...\\Download\\LeafAngleData\\\*.txt"

时间	标识	pitch	roll	yaw	叶倾角
2024-06-29 15:55:18.24	plot 1	7.10	6.09	130.63	9.34

- 第七步:关闭叶倾角测量仪。测量结束后,长按叶倾角测量仪的 **开关键** 关机,关机后绿灯不再亮。

## 2.2. 长弯曲叶片的叶倾角测量

很多单子叶植物(作物:小麦、水稻、玉米,草:羊草、苔草、莎草)有着宽或窄的长叶子,对于这些植物的叶倾角测量,遵循分段测量的原则,即按照一定的间隔均匀分段,将每段视为一个等效叶片,分别进行测量。

由于不同用户的需求并不一致,请按照用户自身需求进行测量。



长弯曲叶片的叶倾角测量示意图

## 2.3. 针叶的叶倾角测量

诸多针叶树(如松、柏、杉)的叶子的形状为针状或鳞状。针叶树的叶子有半圆柱、多棱柱、圆柱,测量叶倾角时,均需要将接触片平行置于针叶的最上表面。

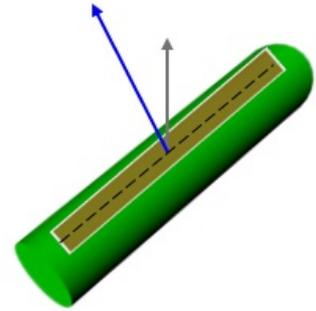
针叶的测量较为困难,需要小心翼翼地保持接触片与针叶的最上表面(极窄的截面)平行,建议尽量保持接触片的朝向与针叶的朝向一致。



樟子松



刺柏



接触片平行置于  
针叶的最上表面

针叶的叶倾角测量示意图

## 2.4. 卷曲叶片的叶倾角测量

叶片的受到干旱等胁迫以及强光照射时, 通常发生卷曲现象, 此时可将卷曲叶片等效为变窄的平整叶片。

由于不同用户的需求并不一致, 请按照用户自身需求进行测量。



将卷曲叶片等效  
为变窄的平叶片

卷曲叶片的叶倾角测量示意图

## 2.5. 复叶与叶簇倾角的测量





较多植物是具有复叶或者叶簇的,部分用于关心的是复叶或叶簇的倾角而非每个叶或针的倾角。

对于阔叶植被的复叶而言,各个叶片的叶倾角较为近似,因而可以将复叶等效为一个较大的叶片。  
对于针叶植被的叶簇而言,可以将叶簇等效为一个较大的圆柱体。



复叶与叶簇倾角的测量示意图

### 3. 测量精度与常见问题

#### 3.1. 测角精度

叶倾角测量仪的测角传感器内部集成了姿态解算器,配合动态卡尔曼滤波算法,能在动态环境下准确输出模块的当前姿态以及倾角,测量精度为 $0.2^\circ$ ,稳定性高。

采用蓝牙BLE5.0无线传输,传输稳定,在野外环境下传输距离高于20米(农田场景可达50米以上,密集森林场景不低于10米)。

#### 3.2. 常见问题

- 该叶倾角测量仪可以测量方位角吗?





理论上可以, 但是不建议使用。如需使用, 需要进行较为复杂的磁场校正。且测量时尽量远离磁干扰区域。

磁场校正后, 进行叶片方位角测量时, 接触片的朝向要沿着待测叶片的叶脉。

- 测量时倾角读数出现很大的跳变、或者在大范围内波动、或者读数明显错误, 该怎么办?

可能是受到干扰发生临时故障, 请关机重启即可。

- 测量时手持不稳定, 一直在抖, 导致倾角读数一直在变怎么办?

手工测量在所难免, 尽量保证手抖的不厉害时点击 **采样** 按键, 点击后, 叶倾角读数被固定住。

- 叶倾角测量仪的指示灯代表什么意思?

开机后但未连接到蓝牙: 快速双闪;

开机后 1分钟后没有连接, 则进入休眠状态, 休眠模式下灯不会闪; 24小时未连接则自动关机。

开机后连接到蓝牙: 缓慢单闪; 当电量为80%以上时, 每2秒闪一次; 20%~80%电量, 每1秒闪一次; 20%以下电量快闪。

- 叶倾角测量读数的输出速率是多少?

输出速率默认为10Hz, 最小为0.2Hz, 最大为200Hz, 默认输出速率足以应对绝大多数叶倾角的测量场景。

- 叶倾角测量仪的充电时长与工作时长?

充电时长为2小时(充电电压为5V), 工作时长一般为40小时。当电量较低时使用, 指示灯会快速闪烁, 用于提示用户需要充电。

[编辑: lugwig1860, 2024-06-29]