

# 团体标准

T/CAAMM 307—2023/T/NJ XXXX—2023

## 矮化密植苹果树冠层光能观测 技术规范

Technical specification for light energy observation in the canopy of dwarf  
dense planting apple

(公示稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国农业机械工业协会  
中国农业机械学会 发布



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的提出和发布单位不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械工业协会和中国农业机械学会联合提出。

本文件由中国农业机械工业协会归口。

本文件起草单位：河南科技大学、农业农村部规划设计研究院、中移在线服务有限公司洛阳数字服务园区分公司、洛阳市新大农业科技有限公司、洛阳君鹏农业科技有限责任公司。

本文件主要起草人：师翊、王应宽、赵龙、丁月华、李秀珍、张亚坤、郭大龙、吴迪、廉洛君、郭华伟、卿顺浩、段震。

本文件为首次发布。



# 矮化密植苹果树冠层光能观测 技术规范

## 1 范围

本文件规定了苹果树冠层光能观测技术相关的术语和定义、观测设备、观测方法等内容。

本文件适用于矮化密植苹果树冠层光能观测的技术指导。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的对应版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件

GB/T 25068.4 信息技术 安全技术 网络安全 第4部分：使用安全网关的网间通信安全保护

GB/T 25110.1 工业自动化系统与集成 工业应用中的分布式安装 第1部分：传感器和执行器

GB/T 33867 光合有效辐射测量 半球向辐射表法

NY/T 1839 果树术语

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**光照强度** light intensity

使用光照度计获取的光照强度数据，应符合GB/T 33867的规定。

### 3.2

**冠层** canopy

由树体上方的枝条、叶片及叶幕构成，是光合作用的主体部分，应符合NY/T 1839的规定。

### 3.3

**冠层顶部光照强度** canopy top light intensity

使用光照度计，在苹果树冠层顶部获取的光照强度数据。

### 3.4

**冠层底部光照强度** canopy bottom light intensity

使用光照度计，在苹果树冠层底部获取的光照强度数据。

### 3.5

**相对光照强度** relative light intensity

冠层内部某点光照强度与冠层顶部光照强度比值。

### 3.6

冠层三维扫描系统 canopy 3D scanning system

获取苹果树冠层三维点云数据和颜色信息的三维扫描系统。

3.7

冠层优质光区比例 high quality light area ratio

冠层内部相对光照强度在60%-85%之间的点云数量与总点云数量比值。

3.8

冠层光截获率 canopy light interception rate

冠层顶部光照强度减去冠层底部光照强度的差值，与冠层顶部光照强度的比值。

4 观测设备

4.1 硬件要求

观测设备主要由光照度计、测量杆、三维激光扫描仪、采集器、通信设备、电源、便携笔记本电脑等组成，预留 USB 接口和无线模块。光照度传感器的选用和安装应符合 GB/T 25110.1 的规定，所采用的机电产品及电子元器件的质量指标应符合 GB/T 5226.1 的相关要求。

4.2 观测设备精度要求

观测设备精度性能应符合表1规定。

表1 观测设备精度性能指标

序号	测量参数名称	指标要求
1	光照强度	50000Lux~200000Lux，测量精度不低于5Lux 20000Lux~50000Lux，测量精度不低于1Lux 0Lux~20000Lux，测量精度不低于0.1Lux
2	观测持续时间	0h~12h
3	三维扫描仪工作距离	0.5m~4.5m，带有颜色传感器
4	三维扫描仪视场角	不小于70°×60°
5	帧率	不低于30 FPS

4.3 环境适应性要求

观测试验环境适应性要求见表2。

表2 观测试验环境条件

序号	环境条件	范围
1	相对湿度	≤90%RH
2	环境温度	0℃~60℃
3	风速	0m/s~3m/s
4	大气压力	600百帕~1060百帕

5	天气	晴朗无云
6	总悬浮颗粒物浓度	$\leq 0.3\text{mg/m}^3$

#### 4.4 软件要求

4.4.1 实时对观测数据进行采集、分析、存储。数据传输应安全可靠，其安全技术要求应符合 GB/T 25068.4 的要求。

4.4.2 实时将光照强度数据和冠层三维点云数据传至 PC 端。

4.4.3 显示设备运行状态。

4.4.4 实时生成观测数据文件。

4.4.5 冠层点云数据格式为 (X, Y, Z, R, G, B)，其中 (X, Y, Z) 为点云坐标值，(R, G, B) 为点云颜色信息。光照强度数据单位为 Lux（勒克斯）。

4.4.6 分析数据文件，使用回归模型完成光照强度预测功能。预测模型的输入为点云数据 (X, Y, Z, R, G, B)，输出为光照强度值。

#### 4.5 评价方法

冠层优质光区比例和冠层光截获率为冠层光能观测的评价指标。冠层优质光区比例和冠层光截获率越高，说明冠层光能利用率越高。

### 5 观测方法

#### 5.1 观测条件

5.1.1 观测试验果园无高大建筑物、高大树木等遮挡物。

5.1.2 操作人员应经过技术培训及专业知识考核，并按照观测设备说明书要求正确进行操作。

5.1.3 观测条件选择苹果树的叶幕稳定期（每年的 6 月-9 月），选择正午时段（11:00-13:00）进行试验，试验时光照强度不低于 90000Lux。

5.1.4 观测试验的环境条件见表 2。

#### 5.2 观测数据获取

##### 5.2.1 光照强度数据获取

启动光照度计，首先进行设备校准，校准完毕后，将光照度计水平固定于测量杆上，连接采集器和通信设备，将测量杆竖直插入苹果树冠层，从冠层顶部开始自顶向下，记录冠层顶部光照强度为  $C_t$ ，竖直方向上，每隔 10cm 测量光照强度数据，在同一高度的水平方向上，以树干为中心，以冠层边缘为边界，在东-西，南-北两个方向上每隔 40cm 测量一次光照强度数据，直到冠层底部测量结束，记录冠层底部光照强度为  $C_b$ ；将测量获得的光照强度数据存入 PC 端。

##### 5.2.2 冠层点云数据获取

启动三维扫描仪，采集苹果树冠层三维点云数据，可获得多行冠层点云数据，格式为 (X, Y, Z, R, G, B)，将数据输入点云处理软件 MeshLab，可获得点云总数量 N。将冠层点云数据对应光照度计的测量位置，按照 40cm×40cm×10cm 的尺寸进行分割，得到与观测位置对应的分块点云。使用回归模型，将分块点云的坐标和颜色的平均值作为输入数据，将测量得到的光照强度数据作为输出数据。

#### 5.3 冠层光截获率测定

根据获取到的光照强度数据，按公式（1）计算冠层光截获率。

$$S_r = \frac{C_t - C_b}{C_t} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

$S_r$ ——冠层光截获率, %;

$C_t$ ——冠层顶部光照强度, 单位为勒克斯 (Lux);

$C_b$ ——冠层底部光照强度, 单位为勒克斯 (Lux)。

#### 5.4 冠层优质光区比例测定

基于获取到的点云数据和光照强度数据, 按照公式 (2) 计算优质光区比例。

$$P_f = \frac{N_f}{N} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$P_f$ ——冠层优质光区比例, %;

$N_f$ ——相对光照强度在60%-85%之间的点云数量, 单位为个;

$N$ ——冠层总点云数量, 单位为个;