

T/GARIRPA

广西农业农村产业振兴促进会团体标准

T/GARIRPA XXXX—2025

桑叶机械化采摘技术规程

Technical code of practice for mechanized mulberry leaf harvesting

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

广西农业农村产业振兴促进会 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河池学院提出、归口并宣贯。

本文件起草单位：河池学院、广西林胜堂蚕具有限公司、复旦大学、广西农投时宜农业科技有限公司、河池恒晟农业科技有限公司、广西嘉联丝绸股份有限公司。

本文件主要起草人：彭建盛、徐咏、商慧亮、黄浩磊、杨程钧、付奎、周令、陈国民、韦绍全、韦永科、宋华宁、李睿蛟、王卓、郑瀚、覃勇、何奇文、王波、邹健初、赵炫、蒙建宇、魏晓亮、杨灵敏。

桑叶机械化采摘技术规程

1 范围

本文件界定了桑叶机械化采摘的术语和定义，规定了机采桑园要求、机采桑园的采摘、机采作业程序及要求、采桑机械保养。

本文件适用于桑叶机械化采摘。

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，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 10395.1 农林机械 安全 第1部分:总则

GB/T 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离

T/GARIRPA xxx 桑叶采摘机器人设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机采桑园 mechanical picking mulberry garden

采用机械进行采摘方式的桑园。

3.2

机采作业 mechanical picking operation

以机械设备进行采收或采集的作业方式。

3.3

机械保养 mechanical maintenance

对机械设备进行定期的检查、清洁、润滑、调整、更换易损件等维护工作。

3.4

机采适期 optimal period for mechanical picking

每轮新梢生长到最适合机器采摘的时期。

4 机采桑园要求

4.1 机采桑园的选园要求

4.1.1 选择地面坡度在 15° 以下的条栽桑园为宜。

4.1.2 应选择树势健壮、无缺株断行、发芽整齐、生长势强、种性较纯的桑园。

4.1.3 机采桑园中应无杂草和异物。

4.1.4 机采桑园应有改土培肥、合理治理桑树病虫害等管理措施。

4.2 机采桑园的种植要求

新垦或改植的平地、缓坡桑园采用条栽种植方式，株距30 cm~40 cm，行长30 m~40 m。

4.3 机采桑园的树高与操作道

低干树型定干树高35 cm~50 cm，中干树型顶杆树高50 cm~70 cm，行间应保留100 cm~120 cm的操作道。

5 机采桑园的采摘

5.1 机采适期与采摘批次

5.1.1 机采适期应根据品种、生长期、采摘批次等多方面考虑确定，宜在一芽二、三叶及其对夹达到50%~80%时为机采适期。

5.1.2 机采批次应根据品种、生长期、新梢发育情况确定，大叶区一年采摘宜6~7次，中小叶区一年宜采摘4~6次。

5.1.3 桑叶采摘取叶留柄，不应伤到树皮及腋芽。

5.2 采桑机具类型

宜使用符合T/GARIRPA xxx规定的桑叶采摘机器人。

6 机采作业程序及要求

6.1 机采前要求

6.1.1 机采前，应检查和维护机器各部件，并检查电量，机械电气安全应符合GB/T 5226.1的相关规定。

6.1.2 各个转动零部件之间要求转动灵活，无卡滞现象，不准许机器带病或缺件作业。

6.1.3 应根据用叶情况和天气状况决定，宜早、晚进行采桑作业。

6.1.4 刀具、各传动部件应避免与人体接触。安全防护距离和安全防护装置强度应符合GB 10395.1、GB/T 23821的规定。

6.1.5 作业区域应覆盖4G或5G网络。

6.2 总体调度原则

实现任务调度应遵循桑叶采摘的农艺要求和实际操作需要，具体优先级分类如下：

——位置优先级：采摘顺序自下而上，保护新芽与顶芽；

——成熟度优先级：优先采摘成熟叶片；

——时间窗口优先级：应根据光照、温湿度等环境条件，在最佳时段（如早晨或傍晚）执行任务。

6.3 作业程序执行

6.3.1 操作流程

环境感知→区域划分→采摘点动态筛选→采摘点排序→路径规划与任务调度→采摘执行与并行优化（移动、采摘、预扫描）→环境监控→跨区调度。

6.3.2 环境感知

实时监测温湿度、光照强度等环境参数，判定当前是否处于最佳采摘时间窗口（早晨或傍晚）。环境不适宜（如温度过高或强光照）时暂停任务并待机；环境适宜，进入区域划分流程。

6.3.3 区域划分

根据机械工作范围将桑田划分为若干主工作区，按桑树生长结构将每个主区细分为子任务区。

6.3.4 采摘点动态筛选

通过视觉模型识别当前任务区内的候选采摘点，对桑树枝干、叶片结构等进行精确感知，按位置优先级、成熟度优先级、时间窗口优先级定位筛选可行采摘点。

6.3.5 采摘点排序

生成当前子任务区采摘清单，对采摘点列表按位置由下至上排序，当剩余时间窗口<20%，则压缩顺序，仅保留排序靠前采摘点。排序后输出采摘点队列。

6.3.6 路径规划与任务调度

6.3.6.1 批量路径规划

按子任务区生成采摘点集群路径，应采用最短路径连接区内采摘点。

6.3.6.2 动态避障机制

移动中实时扫描障碍物（农具、人员等），遇障碍时应暂停当前路径。重新计算绕行路线至下一可行点。

6.3.7 采摘执行与并行优化

6.3.7.1 采摘动作执行

机械臂精准定位目标叶片，根据叶片的不规则排列，快速计算出机械臂的最佳姿态，多机械臂协同的形式固定枝条，自上而下切割，保留叶柄。

6.3.7.2 任务重叠优化

当机械臂执行采摘时，移动底盘同步向下一个采摘点行进，在移动过程中，视觉系统预扫描锁定下一目标点，提前规划采摘路径。

6.3.8 环境监控

6.3.8.1 实时监控

检测到温度、光照超出阈值作出环境突变响应：立即终止所有采摘动作、记录未采摘点坐标、返回待机点直至环境恢复。

6.3.8.2 动态调整

最佳窗口剩余时间 $<15\text{ min}$ 时，切换至就近高成熟度采摘点，跳过移动距离 $>2\text{ m}$ 的低优先级点。

6.3.9 跨区调度

6.3.9.1 完成当前子任务区后进行，按成熟叶密度优先级选择相邻子任务区，优先调度成熟叶片占比 $>60\%$ 的区域。

6.3.9.2 区域切换时，采用直线路径穿越桑树间隙，不应重复经过已采摘区域。

7 采桑机械保养

7.1 机械作业结束后及时清洁机体、置于室内干燥处保管。

7.2 按照使用说明要求，定期进行检修、维护、保养。