

团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》 (征求意见稿)编制说明

一、项目来源

根据《广西农业农村产业振兴促进会关于<自动化养蚕技术规程>等11项团体标准立项的通知》(桂农促会技[2025]7号)文件精神,由河池学院提出,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共同起草的团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》获批立项。

本标准的编写将按照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》以及《广西农业农村产业振兴促进会团体标准管理办法》等规定进行。

二、必要性和意义

(一) 必要性

党的二十大报告号召加快建设农业强国,习近平总书记提出要“扎实推进现代特色农业建设”。蚕桑产业作为我国传统优势特色产业,迎来了新一轮产业结构优化和转型升级的发展契机。广西壮族自治区是我国蚕桑产业的重点省区,具备蚕桑新品种选育和种养技术成熟、生产经营主体成熟、产品市场成熟、科技服务成熟等产业发展特点。广西河池市宜州区在国家东桑西移战略的影响下,蚕桑产业成为广西“10+3”现代特色农业产业中的10大种养产业之一,显著促进了当地农民增收和社会效益提升。广西蚕茧产量占全国

59.16%，但面临劳动力老龄化、机械化水平不均衡等问题，且当前蚕桑生产机械化程度相对较低，尤其是桑叶采摘环节，主要依赖人工作业，存在劳动强度大、成本高、效率低等问题，这在很大程度上制约了蚕桑产业的进一步发展。近年来，国家及自治区高度重视桑蚕产业的发展，发布了一系列政策支持文件，广西壮族自治区印发的《加快推进桑蚕产业高质量发展三年行动实施方案（2025—2027 年）》旨在推动桑蚕产业规模化、机械化发展，包括智能化养蚕示范推广、桑园机械化作业提升等；根据《广西 2022 年农业重大技术（蚕桑规模化机械化生态高效）协同推广计划试点实施方案》，通过聚焦蚕桑产业的规模化、机械化与生态高效技术推广，内容包括桑园机械化作业、自动化伐条设备应用等，旨在提升生产效率并降低人工成本。此外，还有《广西壮族自治区农机化生产发展专项资金管理办法》等文件，共同推动了广西桑叶采摘向机械化、技术化发展，为《桑叶机械化采摘技术规程》的制定提供了政策依据。

（二）目的和意义

广西重点研发计划项目已将桑叶机械化采摘技术列入研究方向。河池学院获批的“广西蚕桑生态学与智能化技术应用自治区重点实验室”等科研平台，为桑叶机械化采摘技术的研究提供了坚实的科研基础。目前，广西的桑茧产量、桑园面积和蚕种产量均居全国首位，但桑叶采摘依然依赖人工操作，属于劳动密集型环节，严重制约了蚕桑

产业的现代化进程。制定技术规程可以为桑叶机械化采摘的应用提供明确的方向和标准，促进产业技术升级和可持续发展。因此，制定《桑叶机械化采摘技术规程》团体标准迫在眉睫：

1. 加快农业现代化步伐

在现代农业发展趋势下，提升桑叶采摘环节的机械化水平，对于减轻农民劳动负担、降低生产成本、提高生产效率具有重要意义。

2. 规范生产流程

统一机采桑园建设、作业程序及设备保养标准，解决人工采摘质量波动问题。

3. 解决劳动力短缺问题

随着农村劳动力日益稀缺，蚕桑生产基地面临着成本上升、劳动力短缺的困境。研发和推广桑叶机械化采摘技术，能够有效缓解劳动力不足带来的生产瓶颈，确保蚕桑产业的稳定发展。

4. 提升产品质量稳定性

人工采摘易受人为因素影响，导致桑叶品质参差不齐。而机械采摘可依据统一的技术标准和操作规范进行作业，有效减少因人工操作差异引起的质量波动，确保桑叶的新鲜度与质量。

5. 推动产业升级

为智能采摘设备研发提供技术依据，促进蚕桑产业向智

能化、规模化转型。

综上所述，制定团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》是推动蚕桑产业现代化、解决劳动力短缺问题以及提升产品质量稳定性的重要举措。

三、项目编制过程

（一）成立标准编制工作组

团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》项目任务下达后，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成立了标准编制工作组。标准编制组安排时间进度，明确任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作。编制工作组下设三个组，分别是资料收集组、草案编写组、标准实施组。

草案编写组负责标准草案、征求意见稿和标准编制说明、送审稿的编写工作，及后期召开征求意见会、网上征求意见，以及标准的不断修改和完善。

资料收集组负责国内外有关桑叶机械化采摘技术的文献资料查询、收集和整理工作，对桑叶机械化采摘的特点进行系统总结。

草案编写组负责起草标准草案、征求意见稿和标准编制说明、送审稿及编制说明的编写工作，包括后期召开征求意见会、网上征求意见，以及标准的不断修改和完善。

标准实施组负责团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》

发布后，组织相关企业开展标准宣贯培训会，对标准进行详细解读，让相关人员了解标准，并对标准实施情况进行总结分析，不断对团体标准提出修正意见。

（二）资料收集、调查研究分析

标准编制工作组收集国内国外相关的法律法规和技术标准，主要有：DB51/T 3134《叶用桑全程机械化生产技术规范》等，查阅大量桑叶采摘管理的法规、标准和技术资料，对桑叶采摘的种植、采摘、运输等环节进行了深入调研，掌握了其生产模式、关键技术及存在问题。在实践经验方面，编制组成员长期从事桑叶采摘的研究、推广和技术指导工作，积累了丰富的实践经验，为标准制定提供了实践依据。在实验数据方面，对桑叶采摘的效率、质量、劳动强度等进行了多次测定和分析，掌握了不同采摘方式下的生产效率和质量变化规律。通过对比人工采摘与机械采摘的效率和质量，明确了机械采摘在提高生产效率和降低劳动强度方面的优势。在技术成果方面，编制组成员在桑叶采摘的机械设计、自动化控制等方面取得了一定的研究成果，这些技术成果为标准的制定提供了技术支持。

（三）研讨确定标准主体内容

标准编制工作组在对收集的资料进行整理研究后，标准编制工作组召开了标准编制会议，对标准的整体框架及标准的关键性问题进行初步研究探讨。经过研究，标准的主体内容确定为机采桑园要求、机采作业程序及要求、采桑机械保养等方面内容。

（四）调研、形成文本草案、征求意见稿

2025 年 4 月，标准起草工作小组进行了实地调研，查阅了大量的国内外文献资料，对桑叶机械化采摘技术进行系统总结。结合实地调研，理清逻辑脉络，借鉴已有的参考资料中有关桑叶机械化采摘技术的内容，按照简化、统一等原则，经编制工作组反复讨论，形成了标准的基本构架，编制完成了团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》（草案）。

2025 年 7 月，标准编制工作组邀请相关单位、企业代表等进行座谈讨论，并深入开展调研并实地征求意见，根据意见进行多次讨论修改形成团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》（征求意见稿）及编制说明。

四、标准制定的原则

（一）实用性原则

本标准是在充分收集相关资料和文献，调研分析桑叶机械化采摘技术情况，在现有国家、行业标准对于桑叶机械化采摘技术的基础上，结合河池学院、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的经验起草的。符合当前桑叶机械化采摘技术的需求，有利于广西桑蚕业的长远发展，对保护桑叶品质，进一步提高桑叶机械化采摘效率，具有较强的实用性和可操作性。

（二）协调性原则

本标准编写过程中注意了与桑叶机械化采摘技术相关法律法规的协调问题，在内容上与现行法律法规、标准协调

一致。

（三）规范性原则

本标准严格按照 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》的要求和规定编写本标准的内容，标准内容表达准确，引用数据来源真实可靠，各项指标科学合理、论证充分，标准质量有保证。

（四）前瞻性原则

本标准在兼顾当前桑叶机械化采摘的现实情况的同时，还考虑到了桑叶机械化采摘技术的发展趋势和需要，在标准中体现了特色性、前瞻性和先进性条款，作为对桑叶机械化采摘技术的指导。

五、标准主要内容及依据来源

（一）主要内容

团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》的主要内容包括机采桑园要求、机采作业程序及要求、采桑机械保养。

1. 机采桑园要求

（1）选园要求

选择地面坡度在 15° 以下的条栽桑园为宜，广西 80% 桑园分布丘陵山区，坡度 $>15^{\circ}$ 导致农机无法作业。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。机采桑园中应无杂草和异物，且应有改土培肥、合理治理桑树病虫害等管理措施。

（2）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 30cm~40cm，行长 30m~40m。低干树型定干树高 35cm~50cm，中干树型顶杆树高 50cm~70cm，行间应保留 100cm~120cm 的操作道。

（3）机采桑园的采摘

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。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。桑叶采摘取叶留柄，不应伤到树皮及腋芽。

2. 机采作业程序及要求

（1）机采前要求

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。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。应根据用叶情况和天气状况决定，宜早、晚进行采桑作业。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。作业区域应覆盖 4G 或 5G 网络。

（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。

（3）作业程序执行

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。

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。

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。

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。

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。

（4）路径规划与任务调度

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。

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。

（5）采摘执行与并行优化

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。

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）环境监控

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。

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。

（7）跨区调度

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。

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。

（8）首次故障前工作时间及使用有效度

结合桑叶茶加工季的生产强度（连续作业需求），设定的最低可靠性门槛，旨在引导设备制造商提高产品耐用性和可维护性。

3. 采桑机械保养

机械作业结束后及时清洁机体、置于室内干燥处保管。按照使用说明要求，定期进行检修、维护、保养。

（二）依据来源

通过实地调研、桑园反馈和竞争分析等手段，分析桑叶机械化采摘的需求和痛点，以及了解技术条件发展趋势和法规要求，制定符合市场需求的桑叶机械化采摘技术标准，确保标准贴近市场实际。通过深入的利益相关者参与和案例研究，确保标准不仅能满足市场需求，还能推动行业创新与可持续发展，从而增强标准的适用性和有效性。参考以往的加工案例、相关法律法规、行业标准以及实际调研数据。在制定过程中，充分考虑了桑叶机械化采摘技术的特点，结合了广西地区的实际情况，确保标准的科学性、合理性和可操作性。

六、引用相关的国家标准、地方标准和相关资料

本标准的修改编写格式根据 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，内容和要求参考了相关法律法规，本文件规范性引用文件具体如下所示：

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 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

七、国内同类标准制修订情况及与法律法规、强制性标准关系

（一）国内同类标准制修订情况

目前国内尚无专门针对桑叶机械化采摘的国家标准或行业标准。查询到的相关地方标准或团体标准（如 DB51/T 3134《叶用桑全程机械化生产技术规范》等）仅涉及全程机械化生产，未细化采摘环节，对桑叶机械化采摘规定非常有限或未涉及。因此，本文件《桑叶机械化采摘技术规程》填补了这一空白。

（二）与法律法规、强制性标准的关系

本标准与现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。标准的编写符合 GB/T 1.1—2020 的要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准研制过程中无重大分歧意见。

团体标准《桑叶机械化采摘技术规程》

标准编制工作组

2025 年 7 月 23 日