

甘蔗种植机械化深耕深松技术应用及推广探索

谭麻宽

云南省德宏州甘蔗科学研究所

DOI:10.32629/as.v9i6.4038

[摘要] 甘蔗是重要的糖料作物,在我国南方地区分布广泛,其种植长期受耕层变浅、土壤板结、蔗根上浮等种植因素的影响,导致作物产量及品质受到影响。机械化深耕深松技术在甘蔗种植中应用,凭借蓄水保墒、促根壮苗等优势,提升了甘蔗的全程机械化生产水平。基于此,本文阐述了当前甘蔗机械化深耕深松技术应用的现状,介绍了适用于不同地形条件的机械化作业关键技术,并对切实可行的推广策略进行探索。

[关键词] 甘蔗种植; 深耕深松; 机械化; 推广策略

中图分类号: S435.661 **文献标识码:** A

Application and promotion of mechanized deep tillage and subsoiling technology for sugarcane planting

Makuan Tan

Yunnan Dehong Sugarcane Research Institute

[Abstract] sugarcane is an important sugar crop, which is widely distributed in southern China. Its planting has been affected by planting factors such as shallow plough layer, soil hardening, sugarcane root floating and so on for a long time, resulting in the impact of crop yield and quality. The application of mechanized deep tillage and subsoiling technology in sugarcane planting has improved the whole mechanized production level of sugarcane by virtue of the advantages of water storage and moisture conservation, root promotion and seedling strengthening. Based on this, this paper expounds the current situation of the application of mechanized deep tillage and subsoiling technology in sugarcane, introduces the key technologies of mechanized operation suitable for different terrain conditions, and explores the practical promotion strategies.

[Key words] sugarcane planting; Deep tillage and subsoiling; Mechanization; Promotion strategy

甘蔗是我国制糖工业的主要原料,其产量与品质直接关系到食糖供给安全。传统的人工或畜力耕作方式不仅生产效率低、劳动强度大,更导致蔗区土壤耕层逐年变浅,犁底层加厚硬化,严重制约了甘蔗根系的下扎与养分吸收,进而引发倒伏、早衰等问题。随着农村劳动力结构性短缺及用工成本的升高,推进甘蔗生产全程机械化已成为产业发展的必由之路。深耕深松技术作为改善土壤理化性状的关键措施,在甘蔗种植环节具有不可替代的作用。

1 甘蔗种植机械化深耕深松技术现状

1.1 规模化应用与区域失衡并存

我国甘蔗机械化深耕深松在云南、广西、广东等主产区已大规模铺开,大型拖拉机配多铧犁、深松机在平原蔗区广泛应用,有效破解了耕层浅薄难题。然而,广阔的丘陵坡地蔗区受限于地块细碎、道路狭窄,大型机械进不去、转不开的矛盾依然尖锐。平原与丘陵地区机械化程度两极分化,导致先进耕作技术在复

杂地形区的覆盖率严重不足,区域发展失衡显著^[1]。特别是在坡度较大的基地,由于缺乏适宜的中小型履带式深耕机械,农民被迫回归人畜力耕作,不仅劳动强度大,而且作业质量极不稳定,成为制约全程机械化的瓶颈。

1.2 装备适配性不足

当前作业装备多以通用型农机具为主,缺乏针对甘蔗深根系特性及红壤、砖红壤等特定土质设计的专用机型。现有设备在应对南方黏重土壤时,普遍存在入土阻力大、功耗高、深松铲易磨损等问题。由于缺乏能够精准匹配甘蔗生长所需深层疏松环境的定制化装备,导致耕作深度与土壤破碎率难以达到最佳农艺指标,制约了技术效能的发挥。现有深松机多为刚性连接,在遇到地下石块或硬底层时缺乏过载保护,极易造成农机损坏;而针对宿根蔗地坚硬板结层的专用破茬松土部件研发滞后,进一步加剧了机具的作业负荷与能耗。

1.3 农机农艺融合度低

农机与农艺融合尚不紧密,种植模式与机械作业参数未完全统一。现有的种植行距、开沟深度与深耕深松的配套标准缺失,导致机械化作业时出现碾压蔗茎、伤根严重等现象^[2]。部分地区存在重耕轻松、浅耕滥松的粗放作业,机手仅凭经验操作,缺乏标准化的作业规范,使得深耕深松技术在复杂的农田环境中难以实现稳产增产的预期目标。如传统的等行距种植模式限制了大马力拖拉机的转弯半径,而宽窄行农艺虽利于通风透光,却因缺乏对应的大幅宽深耕机具,导致实际操作中不得不进行二次作业,增加了生产成本与时间损耗。

1.4 作业监管缺位

基层作业质量监管体系薄弱,缺乏有效的数字化监测手段。深耕深松作业往往依赖机手主观经验,对于耕深、耕宽、碎土率等关键指标的实时反馈与闭环控制能力不足。部分地区存在作业深度不达标、漏耕现象频发等问题,导致深耕深松的实际增产效果大打折扣,难以通过量化数据评估技术投入的真实回报率。尽管部分地区引入了北斗导航监测终端,但主要侧重于轨迹监控,对耕深、土壤扰动程度的传感器监测精度仍有待提升,加之售后服务体系不健全,设备“装而不用、用而不准”的现象普遍,难以实现对作业质量的闭环管理。

2 甘蔗种植机械化深耕深松技术的应用要点

2.1 深耕深松机械选型配置

针对不同地形地貌,实施差异化机械配置。在平坦蔗区,选用功率 $\geq 90\text{kW}$ 的大型轮式拖拉机,匹配3~5铧翻转犁或栅条式深松铲,实现30cm以上的深耕作业。在丘陵坡地,推广功率40~60kW的中小型履带式拖拉机,搭载轻便型凿式深松铲或偏柱式深松机,解决爬坡越埂难题^[3]。选用带自动回位保护装置的深松部件,防止遇到石块等障碍物时损坏机具。合理配置耕深调节油缸与液压悬挂系统,确保耕作过程中耕深的一致性与稳定性。针对黏重红壤蔗区,优先选用凿形深松铲,减小耕作阻力,降低燃油消耗,提升机具的作业效率与经济性。

2.2 配套农艺参数优化

深耕深松必须与甘蔗农艺要求精准对接。深耕深度控制在25~35cm之间,打破犁底层但不扰动过多生土。深松间距设定为40~60cm,形成虚实并存的土壤结构,利于雨水下渗与根系穿插。作业时机选择在甘蔗收获后或种植前的休闲期,避开雨天土壤过湿时段,防止土壤板结。结合测土配方施肥技术,在深耕同时侧深施入基肥,实现耕、种、肥一体化作业,减少土壤扰动次数,提高肥料利用率。根据甘蔗品种特性,优化种植行距与深松带的空间对应关系,确保蔗根恰好生长在疏松的耕作带上。

2.3 北斗导航辅助作业

引入北斗高精度自动驾驶系统,安装在深耕深松作业主机上。通过RTK基站差分定位,实现作业直线度误差 $\leq 2.5\text{cm}$,解决丘陵地区视线受阻导致的重耕、漏耕问题^[4]。系统具备远程监控与电子围栏功能,管理人员可通过手机APP实时查看作业轨迹、面积、深度等数据。利用北斗系统记录的历史轨迹,指导后续甘蔗种植行向规划,确保农机作业不重不漏,提升土地利用

率与作业标准化水平。夜间或雾霾天气下,依靠导航系统仍可保持高精度作业,延长有效作业时间,显著提高农机出勤率。

2.4 作业质量智能监测

在深松铲柄上安装应变式测深传感器,实时采集耕作深度信号。通过无线传输模块将数据发送至驾驶室显示屏,一旦耕深低于设定阈值,系统立即声光报警提示机手调整。结合无人机航拍与多光谱遥感技术,对作业后的土壤疏松度、植被覆盖度进行快速评估。建立深耕深松作业质量电子档案,为政府作业补贴发放提供客观公正的数据支撑,杜绝虚报面积、偷工减料现象^[5]。开发作业质量AI诊断模型,自动识别作业断条、深浅不一等缺陷,并生成可视化的质量分布热力图,便于精准整改。

3 甘蔗种植机械化深耕深松技术的推广策略

3.1 强化政策扶持力度

各级政府应继续加大对甘蔗深耕深松作业的补贴力度,扩大作业补贴试点范围,提高补贴标准。设立农机购置补贴专项,对购买丘陵区适用型深耕深松机具的企业或个人给予累加补贴。建立谁深耕、补贴谁的直接补贴机制,减少中间环节,确保惠农资金精准滴灌。鼓励金融保险机构创新产品,提供深耕深松机具按揭贷款及作业保险服务,降低农户购机用机门槛。探索作业券制度,允许农户凭券兑换深耕深松服务,提升补贴资金使用的灵活性与透明度,激发蔗农应用新技术的积极性。具体而言,建议实施阶梯式补贴策略,依据作业深度设定差异化补贴额度,鼓励超深作业以提升土壤蓄水保墒能力。针对丘陵区急需的小型履带式深耕机械,可参照农机报废更新补贴政策,实行优机优补,适当放宽补贴比例上限。应设立甘蔗生产关键环节作业风险基金,对因极端天气或突发故障导致的作业损失给予兜底赔付,消除服务主体的后顾之忧。也可借鉴国际经验,探索将深耕深松带来的碳汇增量纳入绿色金融产品范畴,通过碳交易收益反哺作业补贴,拓宽资金来源渠道,构建财政引导、金融助推、社会资本参与的多元化投入长效机制。

3.2 构建社会化服务体系

扶持培育专业的农机合作社、家庭农场等服务主体,推行全程机械化与综合农事结合的服务模式。引导服务组织购置多类型深耕深松机具,形成覆盖深耕、深松、碎土、整地的全程服务能力。建立区域性农机作业调度中心,利用互联网平台发布作业需求与机具信息,实现供需精准对接。鼓励开展跨区深耕深松作业服务,提高机具利用率与经营效益,解决小农户无机可用、有机难用的矛盾。推广“滴滴农机”模式,开发手机预约作业小程序,让蔗农像叫网约车一样便捷呼叫深耕深松服务,降低交易成本。在此基础上,应重点支持服务主体建设全程机械化与综合农事结合的服务中心,配备维修车间、零配件库及油料供应站,打造半小时农机服务圈,确保深耕深松机械出现故障能在短时间内抢修完毕,最大限度减少对农时的延误。鼓励糖厂、农资企业与农机服务组织组建产业联盟,推行耕、种、管、收、售一体化托管服务,通过订单农业将深耕深松作业与原料蔗收购价格挂钩,实现优质优价。还要积极培育农机作业经纪人队伍,发挥其

信息撮合与纠纷调解作用;探索共享农机模式,在村级集体经济组织设立农机互助点,由村集体统一采购或租赁深耕深松设备,以低于市场价的成本为本村农户提供服务,从而有效破解小农户分散经营与现代农业机械化生产之间的矛盾。

3.3 推进宜机化地块改造

结合高标准农田建设,大力推进蔗区宜机化改造工程。对细碎分散的小块田地,进行平整归并,修筑机耕道,完善排水灌溉设施,满足大中型机械的通行与作业需求。在坡度较大的坡地蔗园,修建梯田或等高种植带,为机械化作业创造基础条件。统筹规划蔗区路网、电网、管网,让深耕深松机械真正下得去、干得好。实施小块并大块、权属调整政策,在不改变土地承包关系的前提下,通过互换并地实现连片种植,为机械化作业扫清地块破碎的制度性障碍。针对南方蔗区特有的红壤、砖红壤黏重且易板结的特性,宜机化改造不应仅局限于土地平整,更需同步实施土壤改良工程,通过增施有机肥、生物炭等措施提升土壤团粒结构,降低深耕深松的机械功耗。在丘陵坡地改造中,应科学设计等高梯田的田面宽度与梯壁高度,确保大型深耕机械具有足够的回转空间;配套建设错车道、掉头点与农机下坡道,形成完整的田间道路系统。

3.4 实施数字化监管考评

建立省级甘蔗生产机械化大数据平台,将深耕深松作业纳入数字化监管范畴。利用北斗定位数据与物联网传感器,对作业面积、深度、轨迹进行自动核验。推行电子作业证制度,未接入平台或数据不达标的作业不予认可补贴。定期开展农机手技能比武大赛,将深耕深松作业质量作为核心考核指标。通过数字化手段倒逼服务质量提升,确保深耕深松技术落到实处、见到实效。引入第三方机构进行飞行检查与随机抽查,利用无人机遥感影像对作业质量进行复核,构建天上看、地上查、网上管的立体化监管体系。为进一步提升监管的精准度与威慑力,建议在深耕深松机上标配高精度姿态传感器与液压深度自动控制系统,一

旦检测到作业深度低于设定阈值,系统即刻报警并限制机具继续作业,实现从事后监管向过程控制的转变。建立基于大数据的农机手黑白名单制度,将违规作业、虚报面积等行为记入信用档案,情节严重的取消其作业补贴资格乃至吊销操作证。同时,开发面向农户端的一键评小程序,农户可对作业质量进行星级评价与拍照上传,评价结果直接关联服务主体的年度考评与信用评级。

4 结语

甘蔗种植机械化深耕深松技术是改善土壤耕层结构、提升甘蔗单产潜力的关键举措,面对当前丘陵山区推广难的瓶颈,必须坚持农机农艺融合、工程生物结合的发展思路。通过优选适配机具、优化农艺参数、引入北斗导航与智能监测技术,夯实技术应用的硬件基础。依托强有力的政策扶持、完善的社会化服务体系、彻底的宜机化改造及严格的数字化监管,必将突破推广壁垒,全面提升甘蔗生产的机械化、智能化水平,为蔗糖产业的高质量发展注入强劲动力。

参考文献

- [1]陈君伟.云南省昌宁县甘蔗机械化种植管理技术[J].中国农机装备,2026(1):69-71.
- [2]覃丹平,覃文娟,覃庆福,等.甘蔗降本增效技术生产实践与可持续发展路径分析[J].广西糖业,2025,45(6):493-497.
- [3]刘晓,蓝艳华,蔡裕洋,等.从传统杂交到智能设计:中国甘蔗育种的路径演进与技术革新[J].中国糖料,2026,48(1):16-23.
- [4]凌莉.甘蔗全程机械化收割过程中的损失控制技术[J].河北农机,2025(14):30-32.
- [5]蔡树班.甘蔗联合收获机的推广应用与效果研究[J].河北农机,2026(3):67-69.

作者简介:

谭麻宽(1982--),女,景颇族,云南陇川人,大专,助理农艺师,研究方向:甘蔗新品种新技术试验研究及示范推广。