

西藏高原播种机农艺农机融合关键技术研究 with 优化建议

胡俊, 依斯麻, 班洪光, 司政邦, 乔欢欢, 隆英, 次仁央宗, 德庆卓嘎

(西藏自治区农业技术推广服务中心, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 为破解西藏高原耕地特殊土壤条件对播种作业的制约, 推动农业生产现代化转型, 以西藏耕地土壤相关物理指标为切入点, 结合现有播种机应用现状, 开展农艺农机融合关键技术研究。分别基于土壤特性、坡地条件、区域化布局、免耕需求、智能协同提出农艺适宜性优化建议, 为西藏高原农业提质增效与可持续发展提供关键技术支撑。

关键词: 播种机; 农艺农机融合; 土壤条件; 优化建议; 西藏

中图分类号: S223.2

文献标识码: C

Research on Key Technologies of Agronomy-Machinery Integration for Seeders and Optimization Suggestions on Xizang Plateau

Hu Jun, Yisima, Ban Hongguang, Si Zhengbang, QIAO Huanhuan, Longying, Ciren yangzong, Deqingzhuoga
(Xizang Autonomous Region Agricultural Technology Extension Service Center, Lhasa Xizang 850000, China)

Abstract: To solve the constraints of special soil conditions of cultivated land on the Xizang Plateau on sowing operations and promote the modernization of agricultural production, this study takes the physical indicators of cultivated land soil in Xizang as the entry point, combines the existing pain points of seeder application, and carries out research on key technologies of agronomy-machinery integration. Agronomic suitability optimization suggestions are proposed based on soil characteristics, slope conditions, regional layout, no-tillage requirements and intelligent collaboration, so as to provide key technical support for quality improvement, efficiency enhancement and sustainable development of agriculture on the Xizang Plateau.

Key words: seeder; agronomy-machinery integration; soil conditions; optimization suggestions; Xizang

西藏作为我国重要的高原特色农业区, 种植的主要粮油作物有青稞、小麦、油菜等, 其中青稞占粮食作物总面积的 60% 以上。近年来, 随着《西藏自治区农业机械化发展“十四五”规划》的推进, 西藏农业机械化率从 2015 年的 48% 提升至 2024 年 65%, 但播种环节作为作物生长的“初始一公里”, 其机械化质量仍存在显著短板。当前西藏应用的播种机大部分为适配内地平原的引进机型, 未充分考虑高原独特的自然与农艺条件, 在使用过程中, 不同程度存在动力衰减、作业效率降低、器具使用寿命短、播种质量不高等一系列问题^[1]。本研究通过解析西藏耕地土壤特性与作物农艺要求, 分析现有播种机应用现状, 提出农艺适宜性优化建议, 旨在实现“农艺定需求、农机满足需求”的深度融合, 推动西藏农业从

“被动适配”向“主动融合”转型, 为高原特色农业现代化提供技术保障。

1 耕地土壤特性与作物农艺需求

1.1 土壤物理特性约束

通过收集整理西藏土壤普查历史数据, 结合实地调查结果, 明确土壤物理特性对播种机设计的核心约束。从砾石含量来看, 全区耕地各类土壤砾石含量普遍处于 5.79%~37.46%^[2], 部分地块甚至超过 50%, 这对播种机开沟器的耐磨性与抗冲击性提出极高要求^[3], 同时需防范碎石卡滞影响作业连续性; 在土壤质地方面, 西藏耕地土壤黏粒量为 12%~18% 和砂粒量为 55%~70% 的土壤约占 99.3%, 其中黏粒量为 12%~15% 的土壤占 80.6%^[2], 部分耕层土壤容重大,

收稿日期: 2025-10-08

基金项目: 西藏重点研发及转化重点专项——西藏自治区重要农作物和生产领域智能高效技术装备研发与创制(XZ202501ZY0128)。

作者简介: 胡俊(1978—), 男, 正高级农艺师, 主要从事作物栽培、土壤肥料、耕地质量相关工作, E-mail: hjxizang@163.com。

通信作者: 德庆卓嘎(1976—), 女, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作, E-mail: 857577826@qq.com。

存在土壤板结问题,要求播种机需具备破板结功能^[4],且需优化排种结构避免土壤堵塞;从坡度分布特征分析,<2°的平缓地块仅占39.95%,2°~6°的坡地占比达22.15%,6°~15°的坡地占比达23.96%,15°~25°的坡地占比达10.45%,极端地块坡度甚至超过25°^[5],这就需要播种机底盘具备稳定的调平能力,播种单体需能独立适应地块起伏;此外,西藏播种期土壤含水率多在8%~12%,加之蒸发量高,要求播种机配备可控的覆土与镇压装置^[6],平衡土壤保墒与种子萌发环境。

1.2 主要作物播种农艺需求

西藏青稞、小麦、油菜3种主栽作物的播种农艺需求存在显著差异^[7],播种机需具备多参数可调功能。其中,青稞作为核心粮食作物,最佳播种深度为5~7cm,适宜行距15cm左右,每667m²基本苗需控制在20~22万株,种肥需从侧面深施于种子下方,同时需强化保墒镇压措施,保证出苗率;小麦的播种深度要求略深于青稞,每667m²基本苗18~20万株,核心需求是精量播种^[8],深度误差需控制在10%以内;油菜属于浅播作物,最佳播深仅2~3cm,行距25cm左右,每667m²基本苗2~3万株,需重点防范播深导致的出苗问题。前茬作物若为油菜、玉米,播种机需具备残茬切割功能。

从共性需求来看,保墒播种与耕地保护是贯穿西藏主要作物播种的核心要求。西藏年均降水量不足400mm,而蒸发量是降水量的3~5倍,播种时必须同步完成“开沟—播种—施肥—覆土—镇压”一体化作业,避免土壤水分快速流失;同时,高原风蚀严重,传统翻耕会加剧表层肥沃土壤流失,因此需推广免耕播种模式,要求播种机在减少土壤扰动的同时,通过残茬覆盖进一步降低风蚀风险。

2 播种机应用现状

2.1 本土化适配性不足,核心部件易损

通过对拉萨、日喀则、山南、林芝、昌都5市部分农机合作社的调研发现,当前西藏播种机首要痛点是本土化适配性不足。1)在动力系统方面,平原机型的发动机在高原环境下因进气量不足导致动力衰减,作业速度下降,油耗增加,形成“低效高耗”的作业状态。2)关键部件损耗问题突出,传统开沟器在砾石含量高的土壤中作业容易出现断裂,大幅增加作业成本与停机时间。3)作业质量方面,播后镇压率低,坡地播种深度变异系数普遍较大,漏播率较高,导致作物出苗不均。

2.2 机型种类单一,区域适配性差

西藏地域广阔,地貌与作物类型差异显著,但播种机供给存在明显的“两缺”问题,难以满足多样化需求。一方面是作物专用机型缺失,现有机型中绝大部分为麦类作物条播机,油菜、马铃薯等经济作物专用播种机占比不足,油菜种植中普遍采用“麦类播种机堵孔”的方式调整行距,导致播种均匀度和稳定性极差。另一方面是区域专用机型不足,藏东三江流域地块破碎,耕地坡度较大,传统播种机难以灵活作业,作业效率低,这也是该区域机播率普遍不高的主要原因。

2.3 智能水平低,农艺农机协同性弱

现有播种机普遍缺乏智能监测与调控功能,导致“农艺要求—农机执行”存在严重脱节。从监测能力来看,绝大多数机型无法实时获取播种深度、排种量、施肥量等关键参数,作业质量管控依赖人工随机抽查,且抽查率严重不足,难以覆盖全地块,部分地块因参数偏差未及时发现,最终影响作物长势。在动态调控方面,当土壤墒情、砾石含量等田间条件发生变化时,需停机手动调整,既降低效率又破坏作业连续性。数据协同层面,作业数据无法与农艺管理系统对接,无法实现“播种—生长—收获”全周期数据追溯,制约精准农业发展,也难以基于历史数据优化农艺参数与农机设置。

2.4 技术服务滞后,运维保障不足

西藏农机服务体系的滞后性进一步加剧了播种机应用难题,主要体现为“两慢”。一是维修响应慢。当前西藏县级农机维修站点少且多集中在县城,高原地区交通不便,农机故障发生后,维修人员与设备抵达现场的时间过长,若恰逢播种关键期,极有可能错过农时,造成不可逆损失;二是配件供应慢。高原播种机所需的专用配件多依赖内地生产调运,受物流周期影响,到货时间长,部分合作社因配件短缺,导致播种机闲置,无法满足集中播种需求。

3 播种机农艺适宜性优化建议

3.1 基于土壤特性的农艺适宜性优化

针对西藏耕地砾石含量高、耕层板结的土壤特性,需从农艺适配角度优化播种机结构设计,确保农机作业符合土壤改良与作物生长需求。在抗砾石适配方面,需以“减少部件损耗、保障作业连续”为核心目标,升级开沟器材质与规格,同时增设弹簧缓冲机构,提升抗冲击能力,降低断裂风险;此外,在开沟器前方增设旋转清障轮,通

过与行进速度联动,清除直径小于8 cm的碎石避免卡滞,这一优化既符合“砾石地块少扰动”的农艺原则,又能保障播种连续性。

针对耕层板结问题,农艺适宜性优化需聚焦“破板结+优化种床”双重目标,集成深松—播种一体化部件,将破板结深度控制在15~20 cm,同时通过铲尖角度设计,形成“上虚下实”的种床结构,使种子着床层土壤容重降低,既满足作物根系生长对疏松土壤的需求,又能减少深层土壤水分蒸发,契合高原保墒农艺要求。此外,将排种管设计为流线型结构,降低土壤堵塞概率,确保种子均匀落入种床,避免因堵塞导致的漏播、重播问题,保障作物群体结构合理。

3.2 基于坡地条件的农艺适宜性优化

西藏坡地占比高,要求播种机农艺适宜性优化需以“精准播种+地块适应”为核心,通过多级调控确保坡地播种质量与平原地块一致,避免因机身倾斜导致的种深不均。这一优化需符合“坡地播种深度一致”的农艺要求,即使在坡度变化频繁的区域,也能确保开沟深度稳定,满足青稞、小麦精量播种的农艺标准,保障坡地作物群体密度合理,提升光能与养分利用率。

3.3 基于区域化布局的农艺适宜性优化

根据西藏不同区域的地貌与作物特点,制定“三类区域、三类机型”的差异化布局方案,确保农机与区域农艺需求精准匹配。对于藏南谷地,该区域以大面积麦类作物种植为主,推广大中型高原型精量播种机,配套智能监测系统,提升规模化作业效率,满足青稞、小麦集中播种需求;针对藏东三江流域(昌都)地块破碎且作物种类多样的特点,推广中小型模块化播种机,通过快速切换排种盘实现青稞、小麦、油菜等多作物作业,适配小地块灵活作业的需求;在藏北高寒农区等高海拔地区,推广低温启动型免耕播种机,配备深松部件,适应寒冷干燥气候。

3.4 基于免耕需求的农艺适宜性优化

针对免耕农艺需求,需在播种机前端增设圆盘切割刀,解决残茬缠绕开沟器的问题。后端配置秸秆覆盖板,将残茬均匀覆盖于播种行两侧,减少土壤风蚀,有效降低作业时的土壤扰动,契合高原耕地保护农艺要求,同时,残茬覆盖可提升土壤保墒率,缓解高原干旱对作物出苗的影响。此外,将镇压轮设计为可调节状态,可根据不同作物、不同土壤墒情动态调整镇压强度,既保障种子与土壤紧密接触,又避免过度镇压导致的土壤板结。

3.5 基于智能协同的农艺适宜性优化

为提升农艺与农机的协同性,需通过智能技

术优化,实现“农艺参数精准执行+作业质量实时管控”。在实时监测层面,构建智能监测系统,连接排种传感器、施肥传感器、倾角传感器,实时显示播种量、施肥量、种深等关键参数,当出现漏播、堵肥等异常情况时自动报警,确保农艺参数精准落地,避免人工监测的滞后性与随机性。在数据协同方面,集成北斗导航系统,记录播种机作业轨迹与质量数据,并实时上传至云端管理平台,实现“地块信息—作业参数—作物生长”的数据联动,农户与技术人员可通过平台追溯不同地块的播种情况,结合作物长势数据优化后续施肥、灌溉等农艺措施,同时为下一季播种参数调整提供依据,形成“农艺—农机—作物”的闭环管理。

4 结语

西藏高原独特的自然环境,对农业生产构成严峻挑战,推进农业机械化是农业现代化的必由之路,而农机农艺融合更是突破当地“耕地少、单产低、效率低”核心瓶颈的关键路径。新时期推进农机农艺融合,西藏既面临全国共性问题,更存在因高原环境衍生的突出个性问题,唯有立足问题导向,精准补短板、强弱项,持续创新实践,才能高效推进西藏农业现代化进程,最终实现农业可持续发展目标。

参考文献:

- [1] 施磊,魏明亮,毛瑞卿.非道路增压柴油机海拔性能变化及适应性研究[J].拖拉机与农用运输车,2023,50(6):10-14,22.
- [2] 西藏自治区土地管理局.西藏自治区土壤资源[M].北京:科学出版社,1994:435-437.
- [3] 王少伟,康建明,彭强吉,等.丘陵果园螺旋开沟机开沟刀耐磨损性能改进与试验[J].农机化研究,2022,44(4):193-200.
- [4] 廖庆喜,张季钦,张青松,等.平行犁组翻扣与旋耕组合式油菜种床制备装置研究[J].农业机械学报,2024,55(10):190-201.
- [5] 西藏自治区自然资源厅.西藏自治区第三次全国国土调查主要数据公报[R].拉萨:西藏自治区自然资源厅,2021.
- [6] 班洪光.西藏实施青稞生产全程机械化的技术应用分析[J].农机科技推广,2024(7):12-13,18.
- [7] 周喜荣,刘梅金,徐冬丽,等.不同播种方式与施肥水平对青稞光合特性及产量构成的影响[J].浙江农业科学,2024,65(3):513-520.
- [8] 李忠敏.机械播种技术对谷物生长及产量影响[J].农机使用与维修,2024(10):38-40,70.