

山区小型农业播种设备的模块化设计研究

王志鹏 张杰 成雪 秦明欣
西京学院

DOI:10.12238/as.v7i5.2526

[摘要] 本研究首先分析了山区农业生产的特殊需求,结合现有播种设备的技术瓶颈,提出了模块化设计的概念。通过将设备分解成若干独立且可互换的功能模块,不仅提高了设备的通用性和维护便利性,还使得用户可以根据实际作业环境灵活配置所需功能。研究采用了计算机辅助设计(CAD)软件进行虚拟建模,并通过实地试验验证了设计方案的有效性。结果显示,该模块化播种设备能够在不同地形条件下表现出良好的适应性,同时降低了设备购置和维护的成本。此外,模块化设计还简化了操作流程,降低了农民的学习难度,增强了设备的市场竞争力。

[关键词] 山区; 模块化; 小型农业机械

中图分类号: U492.6+2 **文献标识码:** A

Research on Modular Design of Small Agricultural Seeding Equipment in Mountainous Areas

Zhipeng Wang Jie Zhang Xue Cheng Mingxin Qin
Xi'jing University

[Abstract] The study first analyzes the specific needs of mountainous agricultural production and combines them with the technical bottlenecks of existing seeding equipment to propose the concept of modular design. By decomposing the equipment into several independent and interchangeable functional modules, not only does it improve the equipment's versatility and maintenance convenience, but also allows users to flexibly configure the required functions based on the actual working environment. The study uses computer-aided design (CAD) software for virtual modeling and validates the effectiveness of the design scheme through on-site tests. The results show that the modular seeding equipment can demonstrate good adaptability under different terrain conditions and reduce the cost of equipment procurement and maintenance. Moreover, modular design simplifies the operation process and reduces the learning difficulty for farmers, thereby enhancing the equipment's market competitiveness.

[Key word] Mountainous areas; modular; small-scale agricultural machinery

引言

山区地形复杂多变,土地分布不规则,且可能存在较大的高差。因此,设计的模块需要能够适应各种不同的地形条件,包括倾斜的坡地、狭窄的山谷以及不同类型的土壤条件。模块化设计要求各功能模块之间能够顺畅地互换和兼容,这意味着需要制定统一的标准接口,确保不同厂家生产的模块可以在同一设备上使用。这要求设计者不仅要考虑模块本身的性能,还要考虑到模块间的集成问题。为了使农民更容易操作和维护设备,模块化设计必须简化安装、拆卸和调整的过程。此外,模块的选择和组合应该能够根据不同的作物类型和种植需求灵活调整。虽然模块化设计强调标准化以降低成本和提高互换性,但在山区农业环境中,每个种植区的具体情况可能会有所不同,这要求设计

既要有一定的标准化程度,也要具备足够的灵活性来满足个性化需求。不同的地形和工作负载需要相匹配的动力系统。在山区,动力系统不仅要足够强大以应对复杂的作业环境,还需要具备良好的燃油经济性和可靠性。

1 国内外研究现状

1.1 国内研究现状

国内在山区农业设备方面的研究现状体现了近年来我国农业科技领域的快速发展与创新。随着国家对农业现代化的重视和支持,科研机构和企业 in 山区农业机械的设计与制造方面取得了显著成就。模块化设计成为了重要的发展趋势之一,通过将农业机械划分为多个独立的功能模块,不仅提高了设备的通用性和维护便利性,还使得用户可以根据实际作业需求灵活配置

所需功能,从而更好地适应山区复杂多变的地形条件。与此同时,智能化技术的应用日益广泛,包括利用GPS定位系统、遥感技术、物联网等手段实现精准农业,提高作业精度和效率,减少资源浪费。

在国内的研究中,生态友好型设备的设计也逐渐成为主流,通过精准施肥、智能喷药系统等技术的应用,减少了化肥和农药的过量使用,保护了土壤质量和水源安全。同时,在设备设计过程中,也开始注重对生物多样性的保护,力求在提高农业产出的同时,维护生态平衡。

先进制造技术的应用,如3D打印技术在农业机械零部件制造中的使用,不仅缩短了新产品从设计到量产的时间,还为个性化定制提供了可能。此外,复合材料的应用进一步增强了设备的耐用性和抗腐蚀能力,延长了设备的使用寿命。

1.2 国外研究现状

国外在山区农业设备方面的研究现状呈现出多元化和高科技的特点,反映出全球范围内对提高山区农业生产力、可持续性和环境适应性的广泛关注。发达国家如美国、德国、日本等地的研究机构和企业已经深入探索了适用于山区复杂地形的农业机械技术,并取得了显著进展。智能化技术的应用尤为突出,包括GPS定位系统、自动导航系统、无人机监控等先进科技,这些技术不仅能够实现精准作业,提高农作物的产量和质量,还能有效减少资源浪费,降低农业生产对环境的影响。此外,机器人技术的发展也为山区农业带来了革命性的变革,例如,专门设计用于山地作业的采摘机器人、喷药机器人等,它们能够适应陡峭、狭窄的空间作业,极大地缓解了人工劳力短缺的问题。

生态友好型设备的研发同样受到了广泛关注。在国外,农业机械设计越来越注重环境保护,通过精准施肥、智能喷药系统等技术减少化学物质的使用,保护土壤和水源。此外,生物多样性保护也被纳入到设备设计中,力求在提高农业生产效率的同时,最大限度地减少对自然生态系统的干扰。

2 模块化设计原则

模块化设计是一种系统化的工程方法,它将复杂的产品或系统分解为若干个具有独立功能的模块,这些模块通过标准化的接口进行连接,从而形成一个完整的工作系统。这种方法在设计过程中遵循了几个核心原则,旨在提高系统的灵活性、可维护性和经济性。首先,模块化设计强调功能独立性,即每个模块都应该承担特定的功能,以便于单独设计、生产和测试,同时减少模块间的相互依赖,使得任何一个模块的修改或升级都不会影响到系统的其他部分。模块化设计要求接口标准化,这是模块之间能够顺利连接和交互的基础。标准化接口不仅包括物理连接点,如连接器、插槽等,还包括数据传输协议和控制信号等逻辑接口,确保不同模块之间的信息传递准确无误。这种标准化还便于不同制造商生产的模块可以在同一个系统中协同工作,提高了模块的互换性。

在实际应用中,比如在山区农业设备的设计中,模块化设计原则可以具体表现为将播种、施肥、喷药等功能分别设计成独

立的模块,通过标准化接口连接起来,形成一个多功能农业机械。这样的设计不仅提高了设备的适应性和灵活性,还便于根据不同作业需求快速调整设备配置,从而大大提高农业生产效率。通过遵循这些模块化设计原则,我们可以创造出更加智能、高效且用户友好的产品,满足现代社会多样化的需求。

3 研究方法

本研究采用的设计方法和技术工具涵盖了从概念设计到实际应用的全过程,旨在开发适用于山区小型农业播种设备的模块化设计方案,运用系统工程的思想,对山区农业生产的实际需求进行了全面分析,明确了模块化设计的核心要素——可互换性、可扩展性和易维护性。在此基础上,采用了计算机三维设计(rhino、keyshot、cad)软件,构建了三维模型,通过虚拟仿真技术模拟了设备在不同地形条件下的作业情况,评估了设计的可行性和优化空间。

为了确保模块之间的兼容性和互换性,我们依据国际标准化组织(ISO)的相关标准制定了详细的接口规范,并运用有限元分析(Finite Element Analysis, FEA)工具对关键部件进行了应力分析,验证了其结构强度和耐用性。同时,考虑到山区作业环境的特殊性,我们选择了轻质高强度材料,如铝合金和复合材料,来制造关键组件,以减轻设备的整体重量,提高其在复杂地形中的机动性。

在动力系统的选择上,我们比较了电动机、柴油发动机等多种动力源的优缺点,最终决定采用混合动力系统,结合了电能的清洁高效与柴油机的强大动力优势,以适应山区多变的工作环境。此外,我们还引入了智能控制系统,包括嵌入式微处理器和传感器网络,用于实时监测设备状态,如播种深度、土壤湿度等参数,并通过无线通信技术实现了远程监控与故障诊断,提升了设备的操作便捷性和智能化水平。

为了验证设计方案的实际效果,我们在实验室环境中进行了初步的功能测试,并选取了具有代表性的山区作为试点区域,开展了实地试验,通过对比试验数据与预期目标,对设备的各项性能指标进行了细致的评估与调整。在整个研发过程中,我们还特别注重与农户的沟通,通过问卷调查、现场演示等方式收集了第一手用户反馈,确保设计方案真正符合山区农民的实际需求。

4 设计方案的实现

本设计方案的实现遵循了从概念设计到原型制造再到实地测试的系统化流程,旨在开发一款适用于山区小型农业的高效、灵活且易于维护的播种设备。首先,在概念设计阶段,我们通过深入调研山区农业生产的实际需求,确定了模块化设计的核心原则,即通过将设备分解为播种、动力、控制等独立模块,以实现功能的灵活组合与快速更换。利用SolidWorks等高级CAD软件,我们构建了三维模型,并通过虚拟仿真技术验证了设计方案的可行性,确保各模块在不同作业条件下的稳定性和可靠性。

在技术选型与具体设计环节,我们选择了轻质高强度材料,如铝合金和碳纤维复合材料,用于制造关键部件,以减轻设备的整体重量,提高其在复杂地形中的机动性和耐用性。动力系统方

面,我们采用了混合动力方案,结合电动机的清洁高效与柴油发动机的强大动力,以适应山区多变的工作环境。控制系统则集成了嵌入式微处理器、GPS定位系统和传感器网络,实现了播种深度、土壤湿度等参数的实时监测与自动化调整,大幅提高了作业精度和效率。

模块化设计方面,我们特别注重了模块之间的接口标准化,确保各个模块能够无缝对接、快速更换。播种模块设计了可调节播种深度的播种头,并配备了快速连接接口,使得用户可以根据不同的作物种类和土壤条件灵活调整。动力模块包含了电池组和柴油发电机,可根据实际作业需求自动切换动力源,保证设备在任何情况下都能正常运行。控制系统模块则配备了一个带有触摸屏的智能控制器,用户可通过直观的界面设定作业参数,并实时查看设备状态。

在原型机制造阶段,我们严格按照设计方案进行了组装,确保每个模块的质量和性能达到预期标准。原型机制造完成后,在实验室环境中进行了全面的性能测试,包括静态强度测试、动态性能测试以及长时间连续运行测试,确保设备在各种工况下均能稳定可靠地工作。

为进一步验证设备的实际应用效果,我们选择了具有代表性的山区作为试点区域,开展了实地作业试验。通过与当地农民的合作,收集了大量的实际操作数据,并根据反馈及时调整了设计细节,优化了设备的各项性能指标。在这一过程中,我们特别注重用户体验,确保设备的操作流程简单直观,即使是没有太多机械操作经验的农民也能迅速上手。

用户反馈与持续改进环节是整个设计过程中不可或缺的一部分。我们通过问卷调查、面对面访谈等多种形式,广泛征集用户的意见和建议,对设备进行了多次迭代设计,逐步完善了各项功能。此外,我们还进行了成本效益分析,确保新设备在保证高性能的同时,具有较高的经济性,为农民提供了一个性价比较好的选择。

5 结论与展望

本研究通过模块化设计方法,成功开发了一种适用于山区小型农业的播种设备,该设备在功能独立性、接口标准化、可互换性与可扩展性等方面均展现了显著的优势。通过采用轻量化材料、混合动力系统以及智能化控制系统等先进技术,设备不仅

在复杂地形中表现出良好的机动性和耐用性,还实现了作业的精准控制,显著提高了山区农业生产的效率和质量。用户反馈显示,该设备的操作简便、维护方便,符合山区农民的实际需求。此外,成本效益分析结果表明,相较于传统设备,模块化设计在降低生产成本和维护费用的同时,也提升了设备的经济性和市场竞争力。

展望未来,随着物联网、大数据、人工智能等新兴技术的不断发展,山区农业设备将进一步朝着智能化、自动化方向演进。模块化设计将在这一过程中发挥更加重要的作用,不仅能够加速新功能的集成与推广,还将促进设备的持续改进与升级。预计未来的研究将更加注重设备的环境适应性与生态友好性,通过引入更多绿色能源解决方案和技术,减少对自然资源的依赖,促进农业可持续发展。此外,随着国际合作与交流的加深,先进的设计理念和技术成果将得到更广泛的传播与应用,为全球山区农业现代化提供强有力的技术支撑。最终,通过不断的技术创新和服务优化,我们有望实现更加高效、智能且环保的山区农业生产模式,为保障全球粮食安全和促进农村经济发展作出更大的贡献。

[省级大学生创新创业训练计划资助项目]

乡村振兴战略下的山区小型农业播种设备的模块化设计(S202412715038)。

[参考文献]

- [1]王明华,张晓东.山区农业机械模块化设计研究进展[J].农业工程学报,2020,36(5):11-13.
- [2]黄善胜.基于力矩密度曲线的机械臂轻量化设计方法研究[D].湖北:武汉理工大学,2017.
- [3]苏丽旭,刘莉滋,何湧.新材料在农机轻量化的应用研究[J].南方农机,2021,52(16):10-13.
- [4]刘伟,李晓东.混合动力系统在山区农业机械中的应用[J].农业机械学报,2022,50(2):11.
- [5]农宏亮.基于重用的中小型企业农业运输机械快速设计平台的开发与研究[D].广西:广西大学,2010.

作者简介:

王志鹏(2004--),男,汉族,浙江绍兴人,本科,研究方向:产品结构设计与外观造型设计。