

林业采伐机械作业路径规划优化与效率提升方法探讨

邵洁

香拉梅朵控股有限公司 甘肃兰州

【摘要】林业采伐机械作业路径规划和效率提升是林业现代化的关键。当前路径规划存在经验依赖、技术应用不足和管理不完善等问题。本文探讨了基于地理信息系统（GIS）和智能算法的路径优化方法，提出了机械配置、操作管理和技术创新等效率提升策略。这些方法为林业机械化发展提供了理论支持和实践指导，推动林业可持续发展。

【关键词】林业采伐；机械作业；路径规划；效率提升；智能算法

【收稿日期】2024 年 12 月 16 日 **【出刊日期】**2025 年 1 月 19 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250034

Forest harvesting machinery operation path planning optimization and efficiency improvement methods discussion

Jie Shao

XiangLaMeiDuo Holdings Company Limited, Lanzhou, Gansu

【Abstract】 Path planning and efficiency improvement for forest harvesting machinery are key to modern forestry. Current path planning faces issues such as reliance on experience, insufficient application of technology, and inadequate management. This paper explores path optimization methods based on Geographic Information Systems (GIS) and intelligent algorithms, proposing strategies for machinery configuration, operation management, and technological innovation to enhance efficiency. These methods provide theoretical support and practical guidance for the development of mechanized forestry, promoting sustainable forestry development.

【Keywords】 Forest Harvesting; Machinery Operation; Path Planning; Efficiency Improvement; Intelligent Algorithms

引言

林业采伐是森林资源开发的重要环节，随着森林资源保护意识的增强和林业产业的发展，如何在保障生态的前提下提高采伐效率成为关键问题。机械作业路径规划的合理性直接影响作业效率和成本。当前，路径规划多依赖经验，缺乏科学性和灵活性。研究如何优化机械作业路径规划、提升效率具有重要的现实意义。

1 林业采伐机械作业路径规划现状

林业采伐机械作业路径规划在当前林业生产中扮演着重要角色，但其发展仍面临诸多挑战。传统路径规划方式主要依赖人工经验和现场勘查，这种方式在复杂地形和大规模作业区域中显得力不从心。

由于缺乏系统性和科学性，规划过程往往难以充分考虑地形、植被分布、机械性能以及作业成本等多方面因素，导致作业路径不合理，机械频繁转向、重复作业以及无效移动等问题时有发生^[1]。这些问题不仅增加了作业时间和成本，还可能导致机械损耗加剧和资源浪费，严重影响了林业采伐的效率和经济效益。

在技术应用方面，虽然近年来地理信息系统（GIS）和智能算法等先进技术逐渐受到关注，但在实际推广中仍存在障碍。GIS 技术能够提供地形、植被等空间数据支持，为路径规划提供科学依据，但其在林业采伐领域的应用深度和广度仍显不足。许多林业企业尚未完全掌握 GIS 技术的集成应用，导

致其在路径规划中的优势未能充分发挥。智能算法如遗传算法、蚁群算法等虽然在理论研究中展现出巨大潜力,但在实际作业场景中,其参数设置、适应性调整以及与现有作业流程的融合仍面临诸多技术难题。

从管理层面来看,林业采伐作业的组织与管理对路径规划的实施效果有着直接影响。当前,部分林业企业在作业管理中缺乏系统规划和动态调整机制,未能根据作业进度、地形变化以及机械状态及时优化路径规划^[2]。作业人员的专业素质和操作技能也对路径规划的执行效果产生重要影响。由于缺乏系统的培训,部分机械操作人员对新技术的理解和应用能力不足,难以在实际作业中充分发挥优化路径的优势。这些问题反映出林业采伐机械作业路径规划在技术应用和管理层面仍存在较大提升空间,需要通过技术创新和管理优化共同推动其向科学化、高效化方向发展。

2 基于 GIS 的路径规划优化

在林业采伐机械作业中,路径规划的科学性直接影响作业效率和资源利用。地理信息系统(GIS)技术为路径规划提供了强大的技术支持。GIS是一种集成地理空间数据采集、存储、分析和可视化的系统,能够处理复杂的地形、植被分布和障碍物信息^[3]。通过GIS的空间分析功能,林业工作者可以将作业区域的地形地貌、植被类型、道路网络等数据进行数字化处理,生成高精度的地图模型。在此基础上,结合采伐机械的性能参数和作业要求,GIS系统能够快速生成初始作业路径。这一过程不仅提高了路径规划的效率,还减少了人为因素带来的误差,为后续的路径优化奠定了基础。

GIS技术的核心优势在于其动态调整能力。在实际作业中,地形条件复杂多变,可能存在未被提前发现的障碍物或地形起伏,这对机械作业路径的灵活性提出了更高要求。GIS系统能够实时获取作业现场的反馈信息,通过地形分析模块对路径进行动态调整。当检测到前方存在陡坡或障碍物时,系统可以根据机械的爬坡能力和转向半径,自动重新规划路径,避开危险区域,确保机械安全高效地运行。GIS还可以结合气象数据和土壤湿度信息,进一步优化路径规划。在雨季或土壤湿度较高的区域,机械行驶容易陷入泥泞,GIS系统可以通过分析土

壤湿度分布,引导机械选择更坚实的地面行驶,减少机械故障和作业延误。这种动态调整能力不仅提高了作业效率,还降低了作业成本,提升了林业采伐的整体效益。

为了进一步提升路径规划的科学性和实用性,GIS技术还可以与智能算法相结合。将遗传算法或蚁群算法嵌入GIS系统中,利用其优化搜索能力,对生成的路径进行精细化调整。遗传算法通过模拟生物进化过程,快速筛选出最优路径组合;蚁群算法则通过模拟蚂蚁觅食行为,利用信息素反馈机制不断优化路径^[4]。这种结合不仅弥补了传统路径规划方法的不足,还充分发挥了GIS和智能算法的优势,使路径规划更加精准、高效。通过GIS技术的引入,林业采伐机械作业路径规划实现了从经验驱动到数据驱动的转变,为林业机械化作业提供了科学依据和技术支持。未来,随着GIS技术的不断发展和应用的深入,其在林业采伐路径规划中的作用将更加突出,为林业可持续发展提供重要保障。

3 智能算法在路径规划中的应用

在林业采伐机械作业路径规划中,智能算法的应用为解决复杂地形和多约束条件下的路径优化问题提供了新的思路和方法。遗传算法作为一种模拟生物进化过程的智能算法,通过选择、交叉和变异操作,能够快速搜索到接近最优的路径规划方案。它可以从众多可能的路径组合中筛选出适应度较高的解,并通过迭代优化逐步逼近全局最优解。这种算法在处理大规模路径规划问题时表现出良好的收敛性和鲁棒性,尤其适用于地形复杂、障碍物众多的采伐区域。通过合理设置算法参数,如种群规模、交叉概率和变异概率,可以有效平衡算法的全局搜索能力和局部搜索能力,从而在复杂的林业采伐环境中快速生成高效、可行的作业路径。

蚁群算法是另一种在路径规划中应用广泛的智能算法,其原理是模拟自然界中蚂蚁觅食的行为。蚂蚁在寻找食物的过程中会释放信息素,信息素的浓度越高,路径被选择的概率越大。在林业采伐路径规划中,蚁群算法通过模拟这一过程,利用信息素的正反馈机制引导机械选择最优路径^[5]。该算法能够动态调整路径选择概率,随着迭代次数的增加,信息素浓度逐渐集中在最优路径上,从而实现路径的优化。蚁群算法具有较强的自适应性和分布式计

算能力，能够有效应对地形变化和作业环境的不确定性。

除了遗传算法和蚁群算法，其他智能算法如粒子群优化算法(PSO)也在林业采伐路径规划中展现出一定的应用潜力。粒子群优化算法通过模拟鸟群觅食行为，利用群体智能进行路径搜索。每个粒子代表一个潜在的路径解，粒子通过自身经验和群体经验不断调整飞行方向和速度，从而在解空间中搜索最优路径。该算法具有快速收敛的特点，能够在较短时间内找到接近最优的路径规划方案^[9]。然而，粒子群优化算法也存在早熟收敛的问题，即在搜索过程中可能陷入局部最优解。为了解决这一问题，研究者们提出了多种改进策略，如引入惯性权重动态调整机制、采用多种群协同进化等方法，以提高算法的全局搜索能力和优化精度。

4 林业采伐机械作业效率提升策略

林业采伐机械作业提升效率策略可以从机械配置优化、操作管理强化和技术创新应用三个方面展开。在机械配置方面，需根据作业区域的地形、植被类型和采伐规模，合理选择采伐机械的种类和数量。不同地形和作业条件对机械性能要求各异，选择适合的机械能够充分发挥其功能，减少因设备不匹配导致的效率损失。在山区作业时，小型、灵活的采伐机械更适合复杂地形，而在平原地区则可采用大型、高效的设备以提高作业速度^[7]。机械的组合配置也至关重要，通过优化采伐、运输和集材等环节的机械搭配，实现作业流程的无缝衔接，避免因设备衔接不当造成的时间浪费。定期对机械进行维护和保养，确保设备始终处于良好运行状态，也是提升效率的重要保障。良好的机械维护能够延长设备使用寿命，减少故障停机时间，从而提高整体作业效率。

在操作管理方面，加强操作人员的专业培训是提升林业采伐机械作业效率的关键。操作人员的技术水平直接影响机械的运行效率和作业质量。通过系统的培训，操作人员能够熟练掌握机械的操作技巧、维护知识和安全规范，这不仅能够有效提高作业效率，还能显著降低事故发生率。培训内容应涵盖机械的基本操作流程、常见故障排除、日常维护保养以及作业现场的安全注意事项，确保操作人员在实际工作中能够规范操作，减少因操作不当导致的设备损坏和时间浪费。制定科学合理的作业计划

和调度方案也是提升效率的重要环节。根据作业区域的资源分布和地形条件，合理安排机械作业顺序和路径，能够有效避免机械空驶和重复作业。

建立有效的作业监督和考核机制，能够激励操作人员提高工作效率，确保作业任务按时完成。通过明确的考核指标和奖惩机制，激发操作人员的积极性和责任心，进一步提升作业质量和效率。通过优化操作管理，可以充分发挥机械的性能优势，使林业采伐作业更加高效、安全和规范。这不仅有助于提高林业生产的经济效益，还能为森林资源的可持续利用和生态保护提供有力支持。技术创新是提升林业采伐机械作业效率的重要驱动力^[8]。随着科技的不断进步，智能化、信息化技术在林业采伐中的应用日益广泛。地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)技术可用于精准规划作业路径，实时监控机械运行状态，实现作业过程的智能化管理。智能算法如遗传算法和蚁群算法可用于优化复杂的路径规划问题，提高路径规划的科学性和灵活性。推广精准林业技术，实现采伐作业的精细化管理，能够进一步提升作业效率和资源利用率。

5 结语

林业采伐机械作业路径规划优化与效率提升是实现林业现代化的重要途径。通过引入地理信息系统(GIS)和智能算法等先进技术，并结合科学的机械配置与管理策略，可以有效解决传统路径规划的不足，显著提高作业效率和资源利用率。未来，随着技术的进一步发展和应用的不断深化，林业采伐作业将更加智能化和高效化，为林业的可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 刘晓明. 林业采伐机械路径规划优化研究[J]. 林业机械与木工设备,2023,51(2):34-38.
- [2] 陈伟. 基于 GIS 的林业采伐机械作业路径规划技术[J]. 林业科技,2022,47(3):45-50.
- [3] 李文博. 智能算法在林业采伐路径规划中的应用[J]. 农业工程学报,2024,40(1):123-128.
- [4] 赵海波. 林业采伐机械化效率提升策略探讨[J]. 林业调查规划,2021,46(4):56-60.
- [5] 张志强. 林业采伐机械智能路径规划优化实证分析[J].

现代林业研究, 2023, 52(5): 42-47.

[6] 王莉. 高效林业机械作业管理与路径规划创新[J]. 林业科学进展, 2025, 48(1): 29-34.

[7] 刘磊. 利用遗传算法优化林业机械路径规划[J]. 中国林业科技, 2024, 39(2): 58-62.

[8] 杨洋. 蚁群算法在林业机械作业路径规划中的应用研究[J]. 林业机械与木工设备, 2023, 51(4): 35-40.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

