

农务调度管理系统中的多机协同作业动态任务分配模型

高 森

广西糖业集团红河制糖有限公司 广西来宾

【摘要】农务调度管理系统在现代农业生产中扮演着关键角色，尤其在多机协同作业场景下，任务分配的科学性直接影响作业效率与资源利用率。本文以动态任务分配为研究核心，构建适应环境变化与作业需求的模型，强调多机间的实时信息交互与智能调度。通过引入优化算法和反馈机制，模型能够在复杂农务条件下实现任务的动态调整与高效分配，提升整体作业协调性与农机作业效率，为农业智能化发展提供理论与实践支撑。

【关键词】农务调度；多机协同；动态任务分配；优化模型；智能农业

【收稿日期】2025 年 8 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250226

Dynamic task allocation model for multi-machine cooperative operation in agricultural scheduling management system

Sen Gao

Guangxi Sugar Industry Group Honghe Sugar-Making Co., Ltd., Laibin, Guangxi

【Abstract】The agricultural scheduling management system plays a pivotal role in modern farming operations, particularly in multi-machine collaborative scenarios where the scientific nature of task allocation directly impacts operational efficiency and resource utilization. This study focuses on dynamic task allocation as its core research focus, developing a model that adapts to environmental changes and operational demands while emphasizing real-time information exchange and intelligent scheduling among machines. By introducing optimization algorithms and feedback mechanisms, the model achieves dynamic task adjustments and efficient allocation under complex farming conditions, enhancing overall operational coordination and agricultural machinery efficiency. This provides theoretical and practical support for the intelligent development of agriculture.

【Keywords】Agricultural scheduling; Multi-machine collaboration; Dynamic task allocation; Optimization model; Smart agriculture

引言

农业生产进入智能化与集约化阶段，农务调度的复杂性随之显著提升。多台农机在同一作业场景中协同运行，若缺乏高效的分配机制，极易造成资源浪费与效率下降。动态任务分配模型通过结合实时环境数据与作业需求，能够实现农机之间的合理调度与任务优化，从而保证系统在不确定条件下的稳定性与高效性。该研究不仅回应了现代农业对智能化调度的迫切需求，也为多机协同作业的实践提供了新的解决思路。

1 农务调度管理系统中的任务分配现状与挑战

农务调度管理系统在现代农业生产中已逐渐成

为核心支撑，其作用不仅体现在作业时间的安排，还直接影响到农机资源的利用率和生产效率。在当前的农业作业模式下，多机协同已经成为普遍现象，大规模的农田往往需要不同类型的农机同时参与，如播种机、喷洒机和收割机等^[1]。在实际应用中，任务分配环节仍然存在滞后与不均衡的问题，尤其是在面对复杂的作业环境与多变的气象条件时，系统常常无法做到实时优化，导致农机之间出现作业冲突、待机时间过长或重复作业的情况。这种局限性直接降低了作业效率，也增加了能源消耗和农机磨损，对农业生产的智能化发展造成一定制约。

现有的任务分配机制大多基于静态调度模型，

缺乏灵活性与动态调整能力。在农务调度场景中，作业任务并非固定不变，而是会随着土壤湿度、天气变化以及作物生长阶段而不断调整。如果调度模型无法快速响应这些变化，就会导致农机任务分配与实际需求脱节。当某一区域土壤条件临时不适合作业时，静态调度往往无法快速调整作业顺序，造成农机资源闲置，而另一部分区域则因任务未能及时分配而耽误了关键农时。这样的问题不仅影响作物产量与质量，也削弱了系统整体的适应性和鲁棒性，无法满足现代农业对精细化和高效率的要求。

在复杂的农务场景中，还存在多机协同过程中信息不对称的问题。农机在作业时需要不断获取定位数据、作业状态以及农田环境参数，如果调度系统缺乏对这些信息的有效整合，就容易出现指令滞后和任务冲突^[2]。收割机与运输车辆在田间衔接时，如果缺少实时的动态分配机制，往往会导致收割机等待或运输车辆空跑，这些问题直接反映出传统调度系统对实时性和智能化支持不足。任务分配现状的挑战不仅在于调度算法的落后，还在于信息采集与传输的局限，唯有通过动态化、智能化的任务分配模型，才能突破当前困境，实现真正意义上的多机协同高效作业。

2 多机协同作业中动态任务分配的关键需求

在多机协同作业的农务调度过程中，动态任务分配的关键需求体现在对实时性的强烈依赖。农业作业具有高度的时间敏感性，不同作物在不同生长阶段需要匹配特定的农机和作业方式，当气象条件和土壤环境发生变化时，任务分配若不能及时调整，将直接影响作业的连续性和产量保障^[3]。动态分配机制必须具备快速响应能力，通过传感器网络和卫星定位系统采集农机运行状态与田间环境数据，再利用信息处理模块进行实时分析，从而实现任务的即时更新与分配。这种能力不仅能减少农机空转与等待，还能避免因延误而造成的农事损失，是实现多机协同高效化的重要前提。

动态任务分配还必须满足作业负荷均衡的需求。多台农机在协同作业中常常因作业面积、任务难度和农机性能不同而产生分工不合理的问题，导致部分农机处于高负荷运行状态，而另一部分却处于低效率运转甚至闲置状态。要解决这一矛盾，调度系统需要在任务分配过程中引入优化算法，对农机的

作业能力、能源消耗以及作业路线进行综合评估和协调，确保农机群体之间负荷分配合理。通过智能调度模型实现动态调整，可以在作业进程中不断优化任务比例，使整体资源利用率提升，减少重复作业与能源浪费，为农机群体形成高效协同提供保障。

在多机协同中，还存在协调性与稳定性方面的需求。农业作业环境往往具有不确定性，地块地形、作物分布和突发情况都会影响任务执行。如果调度系统缺乏协同机制，多台农机可能出现路径冲突或作业顺序不合理的问题。动态任务分配应当具备对路径规划、作业顺序与实时通信的综合协调能力，使农机能够在系统引导下高效避让、合理分工^[4]。通过车联网技术与农机专用通信协议，调度系统能够建立稳定的信息共享通道，实现农机之间的状态互通与任务联动。这种协同性不仅能保证作业过程的稳定运行，还能提升整体系统的鲁棒性，使农务调度在动态环境中保持高效和可控。

3 面向农务调度的多机协同动态任务分配模型构建

面向农务调度的多机协同动态任务分配模型构建需要在理论与实践层面形成有机结合，其核心在于通过智能化算法与信息技术对农机群体进行全局调度与实时优化。模型设计必须建立在精准农业理念之上，以农田作业需求为出发点，结合农机作业性能参数、作物生长特性以及环境变化因素，将复杂的农务任务转化为可计算的调度问题^[5]。在模型构建过程中，需要引入任务分解与资源匹配机制，将整体作业任务划分为若干子任务，并依据农机的作业能力与当前位置进行合理分配，确保作业路径合理、时间安排紧凑，避免农机之间的冲突与重复作业，从而实现高效协同。

动态任务分配模型的关键在于动态性与自适应性。农务作业常常受到气候条件、土壤湿度及作物生长状态的影响，这些因素会导致任务需求在短时间内发生变化。模型在构建时需要融入实时感知与反馈机制，通过农机传感器和卫星遥感获取环境与作业数据，并利用无线通信技术实现数据快速传输，在此基础上引入多目标优化算法对任务分配进行动态修正。通过这种方式，系统能够根据实际情况即时调整农机的任务与路径规划，使模型具备较强的鲁棒性与灵活性。动态性不仅体现为对环境的响应，

还包括在作业过程中对农机负荷与能耗的平衡,使群体作业能够在效率最大化与成本控制之间达到合理统一。

为了保证模型在实际应用中的可行性,还需要强化系统的协同机制与智能决策能力。多机协同不仅是任务的简单划分,更涉及农机之间的互动与配合,模型应当具备协调路径规划、作业时序和资源分配的综合能力。通过引入基于群体智能的算法,例如蚁群算法、遗传算法与强化学习方法,可以模拟多机在复杂环境下的协作行为,逐步优化调度方案^[6]。模型需要依托农机联网平台与云端数据中心,实现分布式计算与全局调度,保证任务分配的高效性与可扩展性。在这种体系下,动态任务分配模型不仅能够提升单次作业的效率,还能在长期运行中形成持续优化能力,为智能农务调度提供坚实的技术支撑和实践基础。

4 动态任务分配模型在农务调度中的优化与验证

动态任务分配模型在农务调度中的优化过程强调对算法结构与实际应用效果的持续改进。农务生产环境具有高度的不确定性,不同作物的种植模式、农田地形差异以及气象条件的突变都可能对作业执行造成影响,因此模型需要在不断运行中进行迭代优化。优化的核心在于提升调度算法的计算效率与求解精度,通过引入多目标优化方法对作业效率、能耗水平与作业均衡性进行综合权衡^[7]。同时结合分布式计算架构与并行处理技术,可以显著缩短调度运算时间,使模型在面对大规模农田和多机群体作业时依然能够保持快速响应能力。

在验证阶段,动态任务分配模型需要通过多层次的实验与仿真来检验其有效性。仿真平台能够通过虚拟环境模拟不同农田场景,考察模型在任务负荷分配、路径规划以及资源协调等方面的表现,并对比静态调度模型和传统任务分配方式,从中验证其在效率提升和能耗降低方面的优势。田间试验是模型验证的重要环节,通过在真实作业场景中部署农机群体,采集作业时间、作业重叠率、能源消耗和生产效率等数据,能够全面反映模型的适用性与稳定性。这些验证手段不仅为模型的理论价值提供实证支持,也为后续的应用推广与优化提供了数据基础。

动态任务分配模型的优化与验证还需关注协同机制的完善和系统鲁棒性的增强。在多机协同中,通信延迟、信息不对称以及农机突发故障都可能导致调度计划失效,因此在优化过程中需要强化容错机制与冗余设计。通过建立基于实时数据的预测模型,系统能够在任务执行过程中提前识别潜在风险,并通过任务重分配与路径调整来避免作业中断^[8]。利用群体智能算法与机器学习方法,可以不断提升模型的自学习与自适应能力,使其能够根据历史作业经验优化调度规则。通过优化与验证的不断循环,模型逐渐具备应对复杂农务环境的能力,最终形成一个兼具高效性、灵活性与稳定性的多机协同动态任务分配体系。

5 结语

农务调度管理系统中的多机协同动态任务分配模型在研究与实践中展现出显著价值。该模型立足于农业生产的复杂环境,针对任务分配不均衡、调度缺乏灵活性以及多机协同效率不足等问题,提出了动态化与智能化的解决思路。在模型构建与优化过程中,实时感知、信息交互与算法调度的结合为农机群体的高效协作提供了坚实基础。验证结果显示,该模型不仅在提升作业效率和资源利用率方面表现突出,也在稳定性与适应性方面展现出较强优势,为推动农业智能化发展提供了可行路径。

参考文献

- [1] 杨小雨,邢卓琳,苏子康,等. 森林火灾多机协同阻燃剂布撒任务调度规划[J/OL].北京航空航天大学学报,1-18.
- [2] 林锋,卜石哲,张广磊. 多机协同探测偏差校准与融合方法[J/OL].电光与控制,1-8.
- [3] 王志刚,龚华军,尹逸,等. 基于强化学习的多机协同超视距空战决策算法[J/OL].南京航空航天大学学报,1-10.
- [4] 严翠翠,韩志敏,王博,等. 基于平行单项拍卖的多机器人动态任务分配[J].计算机仿真,2025,42(07):28-33.
- [5] 杨玉,李颖,李建军,等. 异构差分进化混合动态分级粒子群的任务分配方法研究[J/OL].计算机工程与应用,1-21.
- [6] 李凡,吴亚辉,邓苏,等. 面向用户的移动群智感知动态负载均衡任务分配策略[J/OL].计算机科学,1-9.
- [7] 肖智杰,谢嘉成,乔晓军,等. 边缘计算和数字孪生融合驱动的多机高效协同运行方法[J/OL].工程设计学报,1-11.

- [8] 朱纹慧,姜楠,黄钰琪,等. 基于动态工时估计的民机机头组件装配班组配置与任务分配[J].制造业自动化,2025,47(06):154-163.

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/>



OPEN ACCESS