电子信息化背景下货运车辆调度系统改进研究

安　冬

邯郸市交通运输综合行政执法支队　河北　邯郸　056000

摘　要：随着电子信息技术在物流领域的深度渗透，货运车辆调度系统面临前所未有的效率提升契机与结构性转型挑战。本文以信息化与货运调度的内在关联为切入点，系统梳理当前调度系统在数据孤岛、动态响应、算法适配及人机协同等方面存在的突出问题，进而提出以数据中台建设、动态调度能力构建、算法优化及组织流程再造为核心维度的改进策略。研究认为，电子信息化对货运调度的本质影响并非简单的工具替代，而是调度决策范式从静态计划向动态适应的根本转换。调度系统的改进不能局限于技术层面的功能叠加，更需要在组织架构、岗位设置与考核机制方面进行系统性配套改革，方能实现信息化赋能与调度效能提升的良性互动。

关键词：货运车辆调度；电子信息化；动态调度；数据驱动；智能物流

引言

交通运输是国民经济的基础性、先导性产业，而货运车辆调度作为物流运输组织的中枢环节，直接决定着运输效率、成本水平与服务质量。近年来，以物联网、大数据、人工智能为代表的电子信息技术蓬勃发展，为货运调度系统的转型升级提供了强大的技术支撑。然而，一个值得深思的现象是：信息化投入的持续增加并未在所有企业中同步转化为调度效率的同比提升，部分企业甚至出现了“系统越完善、调度越僵化”的悖论。这一现象提示我们，货运车辆调度系统的改进绝非简单的技术升级所能完成，而需要在深入理解信息化本质特征的基础上，对调度理念、组织模式与运行机制进行系统性重构。本文在分析电子信息化对货运调度深刻影响的基础上，从数据治理、动态能力、算法支撑和组织适配四个维度构建系统性的改进框架，以期为物流企业的数字化转型提供理论参考。

1 电子信息化对货运车辆调度的深刻影响

1.1 调度信息获取方式的根本变革

传统货运调度高度依赖人工经验与静态信息。调度员通过电话沟通、纸质单据和有限的历史记录来安排车辆任务，信息获取的时效性差、完整性低、准确性不足。电子信息化的介入从根本上改变了这一局面。全球定位系统（GPS）与北斗卫星导航系统的普及使得车辆位置信息可以实时回传，车载传感器能够持续采集油耗、速度、载重等运行参数，电子运单与移动终端上报则让货物状态信息变得透明可溯[1]。信息获取从“间断抽样”变为“连续全量”，从“单向被动”变为“双向实时”，这一变革为调度决策的科学化奠定了数据基础。

1.2 调度决策模式的数据驱动转型

信息获取方式的变革进一步引发了决策模式的深层转变。在传统模式下，调度决策依赖调度员的个人经验和直觉判断，决策质量因人而异且难以复制。信息化条件下，调度系统可以基于海量历史数据和实时信息进行量化分析，对运输需求、车辆状态、路况条件等因素进行综合评估，从而生成数据支撑的调度方案。决策依据从“经验驱动”向“数据驱动”迁移，决策过程从“事后被动响应”向“事前主动预判”演进，这是信息化赋予货运调度的核心能力跃升。

1.3 调度管理边界的拓展与重构

信息化还打破了传统调度管理的时间与空间边界。在时间维度上，实时监控使得调度管理从车辆出发后的“失联状态”转变为全运输过程的可视化跟踪，异常情况能够在第一时间被发现和干预。在空间维度上，云平台与移动互联网技术使得调度指令的传达不再受地理距离限制，跨区域、多网点的协同调度成为可能。管理边界的拓展意味着调度系统的控制范围扩大、协调复杂度提升，这对系统的架构设计提出了更高要求。

2 当前货运车辆调度系统存在的主要问题

2.1 信息系统集成不足导致的数据孤岛

许多物流企业在信息化建设过程中采取“分步实施、逐个上线”的策略，导致运输管理系统（TMS）、全球定位系统（GPS）监控平台、电子道路收费系统（ETC）账单、仓储管理系统（WMS）等不同系统之间

相互独立、接口不一。数据在各系统之间难以顺畅流通，同一车辆的信息分散在不同平台上，调度员需要频繁切换系统才能拼凑出完整图景。数据孤岛的存在不仅降低了调度效率，更使得基于全局数据的优化分析无从谈起，这是当前调度系统改进面临的首要障碍。

2.2 静态调度模式与动态运营现实之间的脱节

现实中的货运运营充满不确定性：道路拥堵、天气变化、客户临时改单、车辆突发故障等异常事件层出不穷。然而，大量调度系统的核心逻辑仍然基于静态计划——在一天开始时生成固定派车单，之后便缺乏对实时变化的有效响应机制。当异常发生时，系统无法自动调整方案，只能依赖调度员的人工干预[2]。这种“静态计划、动态执行”的割裂状态，使得信息化系统的实际效用大打折扣，调度方案的科学性在运营扰动下迅速衰减。

2.3 算法支撑能力薄弱与智能水平不足

尽管人工智能和优化算法在学术研究中已被广泛探讨，但在实际货运调度系统中的应用仍显不足。多数系统的“智能调度”功能仅限于基于规则的自动派单，缺乏对多约束条件下全局优化问题的深度求解能力。具体表现为：难以处理时间窗约束、装载顺序约束、驾驶员工时法规约束等多重复杂条件；缺乏对突发扰动场景下的快速重调度算法支撑；预测性能力缺失，无法基于历史数据对运输需求、车辆到达时间等进行有效预判。算法能力的短板直接制约了调度系统从信息化向智能化的跨越。

2.4 人机协同机制不顺畅

调度系统改进过程中一个容易被忽视但至关重要的问题是人与系统的关系。当前许多系统的设计沿袭了“机器替代人”的思路，试图将调度员的经验全部编码为规则逻辑，但在实践中效果并不理想。一方面，资深调度员的隐性知识难以被完全形式化表达，强行编码反而导致系统僵化；另一方面，系统生成的方案往往缺乏可解释性，调度员不理解“为什么这样安排”便不敢信任和执行。这种不良的人机关系导致系统功能闲置、人工负担不减，成为调度系统效能发挥的重要制约因素。

3 货运车辆调度系统的系统性改进策略

3.1 构建统一数据中台，打破信息壁垒

针对数据孤岛问题，改进方案的核心思路是建立统一的数据中台架构。数据中台并非简单地将各系统数据汇集到一个数据库，而是在数据接入、清洗、标准化、服务化等环节建立规范机制，使分散的数据成为可被业务统一调用的数据资产。具体而言，应制定统一的车辆、驾驶员、客户、地理位置等主数据标准，建立实时数据与历史数据的分层存储与分级访问机制，通过应用程序编程接口（API）服务向调度应用提供标准化的数据接口[3]。数据中台的建设能够使调度员在一个界面上获取完整信息，更为重要的是，它为后续的智能分析应用提供了高质量的数据基础。

3.2 建立动态调度能力，适配运营不确定性

从静态计划向动态调度的转变，是调度系统改进的核心方向。动态调度的本质是建立“计划—执行—监控—调整”的闭环机制，使系统能够在保持整体优化方向的同时灵活应对局部扰动。实现这一目标需要在系统架构中嵌入异常监测模块，对偏离计划的车辆位置、延误时间、剩余运力等指标进行实时识别；当异常被检测到时，系统自动触发重调度流程，在数秒内生成可供选择的调整方案。动态调度的引入并非完全否定计划的价值，而是在计划与应变之间寻求动态平衡，这要求系统的算法引擎具备快速求解能力。

3.3 推进算法体系升级，增强智能决策支撑

算法是调度系统智能水平的决定性因素。针对当前算法支撑薄弱的现状，改进应从以下几个层面同步推进。第一，在需求预测层面，引入时间序列分析与机器学习方法，对历史订单数据进行深度挖掘，实现区域间货流量、车型需求结构的精准预测，为运力预部署提供依据[4]。第二，在计划排程层面，采用启发式算法与精确算法相结合的混合策略来处理大规模车辆路径问题（VRP）及其变种，在可接受的计算时间内求得高质量的初始方案。第三，在动态调整层面，开发基于扰动管理理论的重调度算法，能够在异常发生时以最小偏差修正原方案，避免“牵一发而动全身”的全局重新计算。第四，在算法管理层面，建立算法效果的持续评估与迭代优化机制，确保算法性能随数据积累而不断提升。

3.4 优化人机协同模式，发挥互补优势

调度系统的改进必须正视“人”的因素。本文主张从“机器替代”转向“人机协同”的设计理念，即充分发挥计算机在信息处理、方案生成与方案比较方面的速度优势，同时保留调度员在经验判断、例外处理和柔性沟通方面的不可替代价值。在具体实现上，系统应为调度员提供多维度的方案可视化比较界面，展示不同调度选择在成本、时效、资源利用率等指标上的差异及权衡关系，帮助调度员做出更明智的决策。同时，系统应当具备方案的可解释性输出能力，让调度员理解推荐方案的生成逻辑。此外，系统还应设计简洁高效的人工干预

接口，使调度员能够在必要时快速调整系统参数或直接修改方案。良好的人机协同模式能够将人的智慧与机器的计算能力有机结合，产生“1+1＞2”的协同效应。

4 改进实施的保障机制与推进路径

4.1 组织架构的适应性调整

调度系统的技术改进必然要求组织架构的同步适配。传统按线路或按区域划分调度职责的组织模式，在信息化条件下可能造成资源分割和信息阻隔。建议有条件的物流企业设立集中的调度指挥中心，将分散在各业务单元的调度职能进行整合，实现运力的统一调配和全局优化。集中化并非取消所有基层调度岗位，而是建立“中心—区域”两级调度体系：中心层面负责全局资源优化与跨区域协调，区域层面负责属地执行与局部异常处置。这种架构既能发挥集中调度的规模效益，又能保留现场调度的灵活性。

4.2 人员能力结构的转型

信息化调度系统对从业者的能力要求发生了显著变化。调度人员不再仅仅是“派车员”，而需要具备数据分析理解能力、系统操作能力和异常决策能力。企业应有针对性地开展分层培训：对基层调度员重点培训系统功能使用和数据解读方法，对中高层管理者重点培训基于数据的决策思维和绩效管理方法。同时，在人才引进方面，应注重吸纳具备信息技术与物流管理复合背景的专业人才，充实到调度管理的关键岗位。人员能力的转型升级是调度系统改进成果得以持续巩固的人力资本基础。

4.3 分阶段实施的推进策略

考虑到调度系统改进涉及技术、管理、人员等多维度变革，宜采取“总体规划、分步实施、快速迭代”的推进策略。第一阶段以数据治理为重点，完成各业务系统的数据标准化接入和统一数据中台的搭建，使数据可见、可达、可用。第二阶段聚焦于核心调度功能的智能化升级，优先部署需求预测、自动排程和动态监控模块，在部分线路或区域进行试点验证。第三阶段在试点经验基础上全面推广，并持续优化算法模型和系统功能。分阶段策略能够有效控制改进风险，每个阶段的成果都可以为后续工作积累经验和信心。

4.4 考核评价机制的配套改革

调度系统的改进需要考核机制的方向性引导。传统的考核指标侧重于车辆利用率和任务完成数量，这在信息化条件下可能导致调度员抵制那些虽然全局更优但短期指标不突出的方案。建议构建多维度的调度绩效评价体系，将准时送达率、单位成本降低、驾驶员工时均衡度、异常响应速度等指标纳入综合考核。更重要的是，考核机制应鼓励调度员积极使用系统的智能辅助功能，而非仅凭个人经验决策。考核是指挥棒，其导向是否与改进方向一致，从根本上决定着改进措施能否真正落地生效。

结束语

电子信息化正在深刻重塑货运车辆调度的理念、方法与组织形态。本文的分析表明，调度系统的改进是一项复杂的系统工程，其核心任务不是将信息技术简单堆砌于既有流程之上，而是以信息化为契机，推动调度决策范式从静态计划向动态适应进行根本转换。数据中台的统一建设解决了信息流通的硬件基础问题，动态调度能力的构建回应了运营不确定性的现实挑战，算法体系的升级为智能决策提供了技术内核，人机协同模式的优化则确保了系统的可操作性与可接受度。而所有这些技术层面的改进，都需要在组织架构、人才结构、推进策略和考核机制方面获得系统性支撑。展望未来，随着车联网、数字孪生、边缘计算等新兴技术的逐步成熟，货运车辆调度系统将向更加实时化、精准化和智能化的方向持续演进。如何在新技术的浪潮中把握调度的本质规律，实现技术赋能与管理智慧的深度融合，仍是一个值得学界和业界持续探索的重要课题。

参考文献

[1] 王俊杰, 陈志祥. 基于大数据的物流配送车辆调度优化研究综述 [J]. 管理科学学报,2022,25(3):1-18.

[2] 张明玉, 刘洋. 动态车辆路径问题研究进展与展望 [J]. 系统工程理论与实践,2021,41(8):2106-2122.

[3] 李向阳, 赵海峰, 孙晓晨. 数字化转型背景下物流企业运营管理创新研究 [J]. 中国管理科学,2023,31(5):89-98.

[4] 陈国青, 吴刚, 任明, 等. 大数据环境下的决策范式转变 [J]. 管理世界,2020,36(2):1-14.