

综合交通运输系统理论分析

蒋广勇

枣庄市交通运输事业服务中心 山东 枣庄 277800

摘要:综合交通运输系统是支撑经济社会发展的关键基础设施。系统动力学、网络分析、多目标优化及仿真模拟等方法,为剖析系统运行规律提供了科学工具。当前,运输方式衔接不畅、信息共享不足、效率提升受阻等问题制约系统发展。通过加强运输方式协同、构建信息共享平台、创新组织与技术应用等优化策略,可有效提升系统整体效能,促进综合交通运输系统向高效、智能、绿色方向发展。

关键词:综合交通;运输系统;理论分析

引言

随着经济全球化与区域一体化进程加快,综合交通运输系统的高效运行成为保障物资流通与人员往来的重要支撑。然而,复杂的系统结构与动态发展需求,对其规划、管理和优化提出更高挑战。本文基于系统动力学、网络分析等多种方法,深入剖析综合交通运输系统运行机理,针对运输衔接、信息共享及效率提升等问题,提出相应优化策略,旨在为推动综合交通运输系统高质量发展提供理论参考。

1 综合交通运输系统概述

综合交通运输系统作为现代经济社会发展的重要支撑,是由铁路、公路、水路、航空、管道等多种运输方式相互衔接、协同配合构成的复杂巨系统。其核心在于通过对不同运输方式技术经济特性的深入剖析与优化整合,实现资源在空间和时间维度上的高效配置,进而满足多样化、多层次的客货运输需求。铁路运输以大运量、长距离、低成本、全天候的显著优势,承担着国家中长距离大宗货物和大规模旅客运输的重任,在综合运输体系中占据骨干地位;公路运输凭借高度的机动性、灵活性和广泛的可达性,成为实现“门到门”运输服务的关键,不仅在中短途运输中发挥主导作用,也是其他运输方式集疏运的重要衔接纽带。水路运输依托天然航道,具有运能大、成本低、能耗少的突出特点,在国际货物运输和国内大宗物资运输领域占据不可替代的地位,尤其是远洋运输承担了我国90%以上的外贸货物运输量。航空运输以快速高效的特点,在长途客运和高附加值、时效性强的货物运输中优势明显,有效缩短了时空距离,加速了人员、信息和资源的流动。管道运输则以其封闭性强、连续性好、安全性高的独特优势,成为液体和气体能源输送的主要方式,在保障国家能源供应安全方面发挥重要作用。各种运输方式在综合交通运输系统中并

非孤立存在,而是通过科学规划、合理布局的综合交通枢纽,实现基础设施、运输装备、运营管理等方面的有机衔接与深度融合。这种融合打破了运输方式间的壁垒,促进了运输组织的协同化、一体化发展,大幅提升了综合运输效率和服务质量,降低了社会物流成本,为经济社会的可持续发展提供了坚实的交通运输保障。

2 综合交通运输系统分析方法

2.1 系统动力学方法

(1)系统动力学方法基于反馈控制理论与系统论,将综合交通运输系统视为动态、复杂且相互关联的整体,通过构建包含状态、速率和辅助变量的因果反馈模型,揭示系统内部各要素间的动态交互机制。其核心在于利用流程图与方程式,描述人流、物流、信息流在交通网络中的循环过程,以捕捉系统随时间变化的趋势。

(2)在模型构建过程中,需识别系统中的关键变量,如交通流量、运输成本、运输效率等,并确定变量间的非线性关系,通过延迟效应、累积效应等特性,模拟不同决策与外部冲击对系统的长期影响。这种方法能够直观展现系统行为的动态演变,帮助分析者理解系统结构与行为模式之间的内在联系。(3)在综合交通运输系统分析中,系统动力学方法常用于预测交通需求增长、评估运输网络扩容效果,以及探究新技术应用对运输效率的影响。通过调整模型参数,模拟多种情景下的系统响应,为优化交通资源配置、制定科学合理的运输规划提供依据,助力实现交通运输系统的可持续发展^[1]。

2.2 网络分析方法

(1)网络分析方法以图论为基础,将综合交通运输系统抽象为节点与边构成的网络,节点代表交通枢纽、站点等关键位置,边则表示连接各节点的运输线路,通过量化分析网络拓扑结构与节点属性,挖掘系统的内在规律与运行特征。这种方法能够有效处理交通网络的复

杂性与多样性,从宏观视角揭示网络的连通性、可达性和鲁棒性。(2)在分析过程中,通过计算网络密度、聚类系数、中心性等指标,评估交通网络的整体性能与节点重要性。例如,利用度中心性衡量节点的连接程度,介数中心性反映节点在网络中的控制能力,从而识别交通网络中的关键节点与瓶颈路段,为网络优化与资源分配提供数据支持。(3)网络分析方法广泛应用于综合交通运输系统的网络规划、路径优化和可靠性评估。通过构建加权网络,考虑运输成本、时间、容量等因素,优化线路布局与运输路径;通过模拟网络节点或边的失效场景,评估网络的抗毁性与恢复能力,为提高交通运输系统的安全性与稳定性提供决策参考。

2.3 多目标优化方法

(1)多目标优化方法针对综合交通运输系统中存在的多个相互冲突或关联的目标,如最小化运输成本、最大化运输效率、降低环境影响等,运用数学规划与智能算法,寻求能够同时满足多个目标的最优或Pareto最优解集,突破传统单目标优化的局限性,更贴合实际交通系统的复杂需求。(2)在构建多目标优化模型时,需明确各目标函数的具体形式,并通过权重分配、约束条件设置等方式,平衡不同目标之间的关系。常用的求解算法包括遗传算法、粒子群优化算法等智能启发式算法,这些算法能够在复杂的解空间中搜索到全局或近似全局最优解,有效解决多目标优化问题的非线性与多峰值特性。(3)在综合交通运输系统中,多目标优化方法可用于制定运输方案、配置运输资源。例如,在货物运输调度中,综合考虑运输时间、成本和碳排放等目标,优化车辆路径与装载方案;在交通枢纽规划中,权衡建设成本、运营效率和服务水平等目标,确定枢纽的布局与规模,实现交通运输系统的综合效益最大化^[2]。

2.4 仿真模拟方法

(1)仿真模拟方法通过构建与综合交通运输系统相似的虚拟模型,利用计算机技术对系统的运行过程进行动态模拟,再现交通流在不同条件下的演化过程,能够直观呈现系统行为,帮助分析者理解复杂交通现象背后的机制与规律。该方法基于对系统组成、运行规则和外部环境的详细刻画,建立可操作的仿真模型。(2)根据建模方式的不同,仿真模拟可分为离散事件仿真和系统动力学仿真等类型。离散事件仿真以事件驱动的方式,模拟车辆、行人等个体在交通系统中的行为与交互;系统动力学仿真则侧重于系统整体的动态变化趋势。通过设置不同的参数与场景,如交通流量、天气状况、突发事件等,观察系统的响应与变化,获取丰富的仿真数

据。(3)在综合交通运输系统分析中,仿真模拟方法可用于评估新的交通举措、技术或设施的实施效果,如新型交通管理策略对交通拥堵的缓解作用、智能交通系统对运输效率的提升效果等。通过反复模拟与优化,为交通规划、运营管理和决策制定提供可靠的依据,降低实际试验成本与风险,提高交通运输系统的科学性与前瞻性。

3 综合交通运输系统发展面临的问题与优化策略

3.1 面临的问题

3.1.1 运输方式衔接不畅

在综合交通运输体系中,不同运输方式间存在显著的物理设施与作业流程壁垒。铁路、公路、航空、水运的场站规划与建设缺乏统一布局标准,导致货运枢纽与客运枢纽在空间位置上难以形成紧密联动。铁路货站与公路物流园区的距离往往较远,集装箱从铁路运输转为公路运输时,需要经过多次装卸与转运,不仅增加货物损耗风险,还延长了运输时间。客运领域,机场、火车站与城市公共交通站点的接驳设施不完善,旅客在换乘过程中常常面临步行距离过长、换乘通道指示不明等问题,极大影响出行体验。不同运输方式的技术标准存在差异,如铁路与公路的货物装载尺寸、轨道与道路的承重标准等,使得多式联运过程中的换装作业复杂,难以实现高效衔接。这种衔接不畅的状况,严重制约了综合交通运输系统整体效能的发挥,阻碍了物流与客流的顺畅流通。

3.1.2 信息共享程度低

当前,综合交通运输系统内各运输方式的信息系统相对独立,缺乏统一的数据标准与交互接口。铁路运输的票务系统、公路运输的货运调度系统、航空运输的航班管理系统,各自为政,形成信息孤岛。这导致货物运输过程中,货主难以实时获取跨运输方式的全程物流信息,无法准确掌握货物在不同运输环节的状态与位置。旅客出行时,也无法便捷获取涵盖多种运输方式的联程票务信息与行程规划方案。运输企业之间信息共享意愿不足,担心数据泄露影响自身商业利益,使得市场供需信息无法有效匹配。运输车辆空驶率居高不下,物流资源得不到合理配置,运输市场的资源利用效率受到严重影响。信息共享的缺失,使得综合交通运输系统难以实现智能化管理与精细化运营,无法满足现代社会对高效、便捷运输服务的需求^[3]。

3.1.3 运输效率提升瓶颈

随着经济社会的快速发展,综合交通运输系统的运输需求日益增长,但运输效率却面临提升瓶颈。在基础设施层面,部分交通线路设计不合理,路网密度不足,

导致交通拥堵频发,特别是在城市出入口与交通枢纽周边,道路通行能力无法满足日益增长的车流与人流需求。在运输装备方面,部分运输工具技术水平落后,能耗高、速度慢,难以适应现代物流与旅客运输的时效性要求。运输组织模式相对传统,缺乏科学的调度与优化,货物运输中车辆配载不合理、客运线路规划不科学等问题普遍存在。运输过程中的各种审批流程繁琐,货物通关、安检等环节耗时较长,进一步降低了运输效率。这些因素相互交织,使得综合交通运输系统的运输效率难以实现质的突破,无法有效支撑经济社会的高质量发展。

3.2 优化策略

3.2.1 加强运输方式协同衔接

实现综合交通运输系统内各运输方式的协同衔接,需从基础设施建设与作业流程优化两方面着手。在基础设施规划建设中,应注重不同运输方式场站的空间布局,将铁路货运站与公路物流园区、机场与城市公共交通枢纽进行一体化设计与建设,缩短换乘与转运距离。建设标准化的多式联运换装设施,统一货物装载与转运标准,减少换装作业时间与损耗。在作业流程方面,优化不同运输方式之间的业务衔接,建立高效的货物交接与旅客换乘流程。例如,推广一票制、一单制等便捷服务模式,实现货物与旅客在不同运输方式间的无缝衔接。通过加强运输方式的协同衔接,提高综合交通运输系统的运行效率,降低物流成本,提升旅客出行的便捷性与舒适性。

3.2.2 构建信息共享平台

构建统一的综合交通运输信息共享平台是解决信息孤岛问题的关键。该平台需制定统一的数据标准与接口规范,整合铁路、公路、航空、水运等各运输方式的运营数据、票务信息、物流状态等数据资源。通过大数据、云计算等技术,实现数据的实时采集、处理与分析,为运输企业、货主、旅客等提供全面、准确的运输信息服务。运输企业可通过平台实现运输资源的优化配置,降低空驶率,提高运营效益。货主能够实时追踪货物运输全程信息,合理安排生产与销售计划。旅客可以

便捷获取联程票务信息与个性化行程规划方案,提升出行体验。信息共享平台还可为运输市场的宏观调控与决策提供数据支持,促进综合交通运输系统的智能化、高效化发展。

3.2.3 创新运输组织与技术应用

创新运输组织模式与技术应用是突破运输效率提升瓶颈的重要途径。在运输组织方面,引入先进的智能调度系统,运用运筹学与优化算法,实现货物运输车辆的科学配载与客运线路的合理规划,提高运输资源的利用效率。推广甩挂运输、共同配送等先进运输组织模式,减少车辆等待与装卸时间。在技术应用层面,加大对新能源运输装备、智能交通系统、自动化装卸设备等新技术的研发与应用力度。新能源运输装备可降低运输能耗与环境污染,智能交通系统能够实时监控与疏导交通流量,自动化装卸设备可大幅提高货物装卸效率。通过创新运输组织与技术应用,提升综合交通运输系统的智能化、绿色化水平,有效突破运输效率提升瓶颈,为经济社会发展提供强有力的运输保障^[4]。

结语

综上所述,综合交通运输系统的理论分析与优化实践对提升运输服务水平、降低社会物流成本意义重大。通过系统动力学、网络分析等多方法协同应用,精准识别系统运行中的关键问题,并针对性提出优化策略,有助于实现运输方式深度融合与信息高效共享。未来,需持续深化理论研究,推动技术创新与实践应用,助力综合交通运输系统迈向更高发展阶段。

参考文献

- [1]王庆云.系统工程视角下综合交通运输理论发展演化与分析[J].交通运输研究,2023,9(3):2-15.
- [2]刘振国,田春林,王敏,等.现代综合交通运输理论体系构建与发展方向[J].交通运输研究,2023,9(3):23-29.
- [3]丁维霞.交通运输系统价值分析理论的探讨[J].时代汽车,2024(9):196-198..
- [4]张晔,宋国华,尹航,等.综合交通运输系统碳排放预测的不确定性分析[J].交通运输工程与信息学报,2023,21(1):64-79.