

# 基于大数据分析决策技术在道路运输行业的应用

户 铮

邯郸市交通运输综合行政执法支队 河北 邯郸 056000

**摘要：**大数据分析决策技术正深刻变革道路运输行业。通过数据采集、处理与分析建模，在运输路径优化、车辆调度、安全预警、流量预测等多方面发挥关键作用。实际应用中，虽面临数据质量、算法可解释性、行业标准化等挑战，但通过构建数据中台、开发可解释模型、完善政策支持等对策，可有效提升运输时效性、安全性与经济性，推动行业智能化发展。

**关键词：**大数据分析决策技术；道路运输行业；应用

引言：在交通需求持续增长与运输效率要求不断提高的当下，道路运输行业面临诸多挑战。传统决策模式依赖经验，难以应对复杂多变的运输环境。而大数据分析决策技术的兴起，为行业带来新契机。它凭借强大的数据采集、处理与分析能力，能精准把握运输动态，优化资源配置。深入探究该技术在道路运输行业的应用，对提升行业竞争力、实现可持续发展意义重大。

## 1 大数据分析决策技术理论基础

### 1.1 核心技术体系

(1) 数据采集技术以多源设备为支撑，GPS/北斗定位可实时获取移动目标地理位置与轨迹信息，传感器网络能采集环境温湿度、振动等物理参数，车载OBD设备则聚焦车辆运行状态数据，如转速、油耗等，三者协同实现数据全面采集。(2) 数据处理技术依托Hadoop/Spark分布式存储框架，解决海量数据存储难题，同时借助流式计算技术，对实时产生的数据进行快速处理，保障数据处理效率与时效性。(3) 分析建模方法涵盖多种先进技术，机器学习通过算法训练挖掘数据规律，时间序列预测针对时序数据推测未来趋势，图神经网络则擅长处理关联复杂的数据，为决策提供模型支持<sup>[1]</sup>。

### 1.2 决策支持系统架构

(1) 分层架构设计清晰划分功能模块，数据层负责数据存储与管理，算法层部署各类分析算法，应用层提供具体业务应用功能，用户层面向使用者呈现交互界面，各层各司其职又协同联动。(2) 实时性与准确性平衡机制通过优化数据处理流程实现，在保证数据处理速度以满足实时决策需求的同时，引入数据校验与修正机制，减少误差，确保决策依据的准确性。

### 1.3 关键性能指标

(1) 运输时效性通过准时率与平均延误时间衡量，准时率反映任务按时完成比例，平均延误时间体现延误

程度，二者共同评估运输效率。(2) 安全性指标聚焦事故率与违规行为检测，事故率直观展现安全事故发生频率，违规行为检测则及时发现违规操作，为安全管理提供依据。(3) 经济性指标关注油耗优化与空载率，油耗优化降低运输成本，空载率减少资源浪费，助力提升运输经济效益。

## 2 基于大数据分析决策技术在道路运输行业的应用

### 2.1 运输路径优化

(1) 动态路径规划算法以实时路况为核心输入，采用基于实时路况的Dijkstra改进模型突破传统算法局限。该模型并非仅依赖固定路网数据，而是通过实时接入交通管理部门、导航平台的路况信息，动态调整路径权重。当检测到路段拥堵、施工或突发事件时，算法能快速重新计算最优路径，避免传统静态规划导致的路径滞后问题，确保运输车辆始终行驶在效率最优的路线上，减少因路况变化带来的不必要延误<sup>[2]</sup>。(2) 多目标优化聚焦运输过程中的多重诉求，实现成本、时间、碳排放的动态权衡。在成本维度，算法会综合考量燃油消耗、过路费、车辆损耗等因素；时间维度则以运输任务的时间要求为基准，优先保障紧急任务的时效性；碳排放维度则通过优化路径长度、调整车辆行驶速度，减少燃油消耗带来的碳排放。通过建立多目标优化函数，系统可根据运输企业的核心需求（如侧重成本控制或绿色运输），自动生成最优决策方案，实现经济效益与环境效益的平衡。

### 2.2 车辆调度与运力匹配

(1) 需求预测模型借助LSTM神经网络强大的时序数据处理能力，精准预测货源分布。该模型会收集历史货源数据（包括货源位置、货物类型、运输量、需求时间等），结合区域产业活动、季节变化、节假日等影响因素，通过多层神经网络的训练与学习，捕捉货源分布的

潜在规律。基于预测结果，运输企业可提前了解不同区域的货源需求强度，提前调配运力至货源集中区域，避免运力闲置或货源等待的情况。（2）智能排班系统围绕司机工作时间与任务量展开动态分配，兼顾效率与合规性。系统会实时记录司机的工作时长、已完成任务量、休息时间等数据，严格遵循道路运输行业关于司机工作时间的法规要求（如连续驾驶时长限制）。在分配任务时，系统会根据司机当前状态、任务地点与司机所在地的距离、任务难度等因素，自动匹配最合适的司机，并动态调整任务顺序与时间安排，既保证任务高效完成，又避免司机因过度劳累引发安全风险。

### 2.3 安全风险预警

（1）驾驶员行为分析通过多维度数据采集与算法识别，及时发现危险驾驶行为。系统借助车载摄像头、传感器等设备，收集驾驶员的面部特征（如闭眼频率、头部倾斜角度）、操作行为（如方向盘转动幅度、刹车踏板力度）等数据，通过图像识别、动作分析算法，精准识别疲劳驾驶（如频繁打哈欠、闭眼时间过长）、超速（对比实时车速与路段限速）、急刹车（刹车力度超过阈值）等危险行为，并实时向驾驶员发出语音预警，同时将预警信息反馈至企业管理平台，便于管理人员及时干预。（2）车辆故障预测以车辆运行数据为基础，通过基于振动数据的机械故障诊断技术提前排查隐患。系统通过车载传感器实时采集车辆发动机、变速箱、底盘等关键部件的振动数据，结合历史故障数据与部件运行寿命模型，运用数据分析算法识别振动数据中的异常特征。当检测到异常振动模式时，系统可判断部件可能存在的故障类型，并向驾驶员与维修人员发出预警，提醒及时进行检修，避免故障扩大导致的运输中断或安全事故<sup>[3]</sup>。

### 2.4 交通流量预测与拥堵疏导

（1）区域交通流时空特征提取融合聚类分析与GRU神经网络技术，精准捕捉交通流量变化规律。首先通过聚类分析将区域路网划分为不同的交通流单元，识别具有相似流量特征的路段；随后利用GRU神经网络处理海量的历史交通流量数据（包括不同时段、日期、天气条件下的流量数据），挖掘交通流量在时间与空间上的关联特征，实现对未来一段时间内各路段交通流量的预测，为拥堵疏导提供数据支撑。（2）协同式信号控制通过与交通管理部门的API对接，实现运输系统与交通管控系统的联动。运输企业的调度平台可通过API获取交通管理部门的实时交通信号数据与管控策略，同时将运输车辆的行驶路线、预计到达时间等信息反馈给交通管理部门。基于双方数据共享，交通管理部门可动态调整交通

信号灯配时，为运输车辆开辟优先通行通道；运输企业则可根据交通信号变化调整车辆行驶速度与路线，减少车辆在路口的等待时间，共同实现区域交通拥堵的有效疏导<sup>[4]</sup>。

## 3 大数据分析决策技术在道路运输行业的技术实现与案例分析

### 3.1 系统开发流程

（1）数据清洗与特征工程是系统开发的基础环节，重点解决数据质量问题。针对采集到的多源数据（如订单数据、车辆数据、路况数据），首先通过缺失值处理技术，采用均值填充、插值法或基于业务逻辑的推算方式，弥补数据空缺；同时借助异常检测算法（如孤立森林、DBSCAN聚类），识别并剔除因设备故障、人为操作失误产生的异常数据（如远超正常范围的油耗值、逻辑矛盾的行驶轨迹），确保数据准确性。在此基础上，通过特征工程提取关键信息（如订单的时空特征、车辆的运行状态特征），为后续模型训练提供高质量输入。（2）模型训练与验证是保障系统性能的核心步骤。采用交叉验证方法（如K折交叉验证），将数据集划分为训练集与验证集，多次迭代训练模型，避免因数据划分偏差导致的模型过拟合或欠拟合；同时利用混淆矩阵评估模型效果，通过精确率、召回率、F1分数等指标，判断模型在分类任务（如故障类型识别、违规行为判定）中的表现，不断调整模型参数（如学习率、迭代次数），优化模型性能，确保模型在实际应用中具备可靠性与稳定性。

### 3.2 某物流企业实践案例

（1）项目背景聚焦该企业传统调度模式的痛点，此前依赖人工经验分配运力，缺乏对货源与车辆的精准匹配，导致空载率居高不下，长期维持在35%左右，造成大量运力浪费与成本损耗，亟需通过技术手段优化调度效率。（2）技术方案采用融合历史订单数据与实时路况的混合推荐系统。系统先分析历史订单数据，挖掘货源分布规律与运输需求特征；再接入实时路况数据，动态调整运力匹配策略，当有新订单生成时，快速推荐最优车辆（综合考虑车辆位置、载重能力、历史运输效率），实现货源与运力的精准对接。（3）实施效果显著，企业空载率从35%降至18%，运输成本降低22%，同时因运输时效性提升与服务稳定性增强，客户投诉率下降40%，整体运营效率与市场竞争力大幅提升。

### 3.3 技术挑战与解决方案

（1）数据隐私保护是跨企业合作中的关键挑战，不同企业因数据安全顾虑，难以直接共享核心数据（如客户信息、运营数据）。解决方案是引入联邦学习技术，

各企业在本地保留数据所有权，仅将模型训练过程中的梯度参数上传至联邦学习平台，通过协同训练实现模型优化，既避免数据泄露风险，又能充分利用多企业数据提升模型性能，打破跨企业数据共享壁垒。（2）边缘计算与云端协同主要解决车载终端计算延迟问题。车载终端硬件资源有限，难以处理复杂的实时数据分析任务（如动态路径规划、故障实时诊断）。通过边缘计算技术，在车载终端或路边边缘节点部署轻量化算法，快速处理实时数据（如实时路况分析、驾驶员行为识别）；同时将非实时性任务（如历史数据建模、长期趋势预测）上传至云端，利用云端强大算力完成计算，形成“边缘实时处理+云端深度分析”的协同模式，大幅降低计算延迟，保障系统实时响应能力。

#### 4 大数据分析决策技术在道路运输行业应用中的问题与对策

##### 4.1 现存问题

（1）数据质量参差不齐成为技术应用的核心阻碍，多源异构数据融合困难尤为突出。道路运输行业数据来源分散，涵盖车载设备、物流平台、交通部门等多渠道，数据格式（结构化的订单数据、非结构化的视频监控数据）、采集频率、精度标准差异显著。同时，部分数据存在缺失值、重复值或异常波动，进一步增加融合难度，导致后续分析模型难以获取高质量输入，影响决策准确性。（2）算法可解释性不足降低行业对技术的信任度，黑箱模型的决策逻辑难以追溯。当前主流的深度神经网络等算法多属于“黑箱”模型，如用于运力匹配的复杂推荐算法，其输出的调度方案无法清晰呈现关键决策依据。运输企业管理人员难以判断方案合理性，若出现调度失误，也无法快速定位算法问题根源，制约技术在核心业务场景的深度应用。（3）行业标准化滞后制约技术规模化推广，数据接口与传输协议不统一问题突出。不同企业、设备厂商采用各自的数据接口规范与传输协议，导致跨企业、跨平台的数据共享受阻。例如，物流企业的订单系统与运输平台的车辆监控系统无法直接对接，需额外投入大量资源进行接口适配，增加技术落地成本，阻碍行业整体数据价值的挖掘。

##### 4.2 优化对策

（1）构建行业级数据中台，通过统一数据标准与治理规则破解融合难题。中台需制定覆盖数据采集、存储、清洗、标注的全流程标准，明确不同来源数据的格式转换规则与质量校验指标；同时建立自动化数据治理工具，实现缺失值智能填充、异常数据实时过滤，形成高质量、标准化的行业数据池，为跨场景分析提供统一数据支撑。（2）开发可解释性AI模型，借助SHAP值分析与决策树可视化提升决策透明度。在模型设计中融入可解释模块，通过SHAP值量化各特征（如订单距离、路况拥堵度）对决策结果的影响权重，直观呈现关键因素；对复杂模型的决策逻辑进行决策树可视化转换，将抽象算法输出转化为清晰的决策路径图，帮助管理人员理解并信任模型决策。（3）完善政策支持体系，推动数据安全立法与跨部门协作机制落地。通过立法明确运输行业数据的所有权、使用权边界，规范数据采集与共享流程，消除企业数据共享顾虑；建立交通、物流、市场监管等多部门协作机制，联合制定行业统一的数据接口与传输协议标准，推动跨部门数据互通，为技术规模化应用提供制度保障。

##### 结束语

大数据分析决策技术为道路运输行业描绘了全新的发展蓝图。从路径优化到安全预警，从运力匹配到流量调控，其价值正逐步释放。尽管当前在数据质量、算法解释及标准化推进上仍有阻碍，但随着行业级数据中台的构建、可解释模型的研发以及政策体系的完善，这些难题终将被攻克。未来，大数据将持续赋能道路运输，驱动行业朝着更智能、高效、安全的方向大步迈进。

##### 参考文献

- [1]何静,江云剑,李成.基于隐患分析的交通运输行业安全监管现状及对策[J].交通企业管理,2024,39(04):88-91.
- [2]田乐,张唯伟.交通运输安全生产大数据分析研判系统研究与设计[J].交通节能与环保,2024,20(03):45-48.
- [3]梅畔畔.基于大数据的交通运输经济分析与优化策略[J].中国航务周刊,2024,(09):70-72.
- [4]臧凯.基于大数据分析的交通运输物流需求预测与调度优化[J].中国航务周刊,2023,(51):79-81.