

# 基于大数据分析的高铁客流预测与运力调度策略研究

邢艳利

西安城市建设职业学院 陕西 西安 710000

**【摘要】**：随着高铁网络不断完善以及人们出行方式日益多样化，客流分布时空差异越来越明显，准确的客流预测及合理的运力安排对提高高铁运行效率、改善乘客旅行体验至关重要。而大数据的应用使解决以往传统的客流预测不准、运力调配延迟等问题有了新的思路。本文从大数据分析技术的主要特点出发，研究影响高铁客流量的因素及其变化规律，在此基础上建立以大数据为基础的客流预测模型，并据此提出相应的运力调度改进措施，使客流量与运力相适应，从而促进高铁运营管理向精细化、智能化方向发展。

**【关键词】**：大数据分析；高铁客流；客流预测；运力调度；优化策略

DOI:10.12417/3041-0630.26.06.085

## 引言

高铁是我国综合交通体系的重要组成部分，具有速度快、安全性好、舒适性高等优点，在旅客长途出行中已经成为首选方式。随着高铁网络日益完善，旅客出行需求也愈加多元化、个性化以及波动性大，高峰和平峰之间差异明显，各条线路以及各个时间段客流分布极不平衡，给运力安排带来很大困难。以往的客流预测大多依靠经验和简单的统计手段，很难把握住真实的客流变化情况，造成运力供应不足或者过剩的问题，在高峰期出现运力短缺而在低谷期又出现大量空闲的情况，不仅影响到乘客乘车感受还造成资源浪费。大数据可以收集各种来源的与客流有关的数据信息进行进一步处理分析，从而准确把握客流的时空特点及其发展趋势变化规律，对提高客流预测准确性起到积极作用同时也为实现运力调度实时调整奠定基础。因此本文针对大数据应用于高铁客流预测及运力调度问题展开论述，探讨相关理论知识以及实际应用方法，以期能有效缓解目前存在的主要难题并促进高铁运营管理效率提升。

## 1 大数据分析在高铁客流预测与运力调度中的应用基础

### 1.1 高铁客流相关大数据来源与特征

随着社会经济的稳步发展,中国交通强国战略的实施,高速铁路网络正持续扩展,高铁旅客车票预售期购票量预测对准确掌握旅客需求变化情况、优化票额组织分配,进而提升铁路客运服务水平具有重要意义。近年来,深度学习在智能交通领域表现出较佳的大数据分析性能。面对庞大的高铁旅客运输市场,如何运用深度学习融合多种购票量影响特征因素,实时掌握车票预售期各天旅客购票需求的变化情况,从而为铁路部门提供高效可靠的旅客车票预售期购票量预测模型成为亟需解决的问题。高铁客流量大数据包括多种与旅客出行有关的信息,在此基础上可以做到准确预测以及合理安排工作。而这些数据来源广泛,有来自铁路部门内部的数据也有来自于外部的相关数据。

铁路部门内部的数据主要有售票数据、列车运行数据、车站运营数据等,其中售票数据包括旅客购买车票的时间、出行日期、出发地、目的地、席位等级等基本信息,可以直接体现客流的需求及分布情况;列车运行数据包括列车发车时间、行驶时间和停靠站信息等,可用于研究客流与列车运行之间的关系;车站运营数据包括旅客进站、候车、检票、出站等一系列过程中的数据,可以掌握旅客在车站中流动的情况<sup>[1]</sup>。

外部关联数据包括气象数据、节假日数据、区域经济数据以及交通换乘数据等,天气状况的好坏会影响乘客出行意愿,在节假日期间或者有大型活动时会有大量的人流出现,而地区的经济发展程度决定了人们的出行需求大小,交通换乘的数据也说明了人们对于多种交通工具之间的转换的需求。高铁客流大数据具有海量性、实时性、关联性和异质性的特点,海量性指的是数据量大,包含千万乃至上亿人的出行信息;实时性是说这些数据可以及时更新,能反映客流的变化情况;关联性是指各种数据之间存在联系,例如票务信息与列车运行的信息、气象信息有关联;异质性是指数据种类繁多,既有结构化的票务信息也有非结构化的乘客行为信息<sup>[2]</sup>。

### 1.2 大数据分析技术在核心环节的应用优势

相比于传统的分析手段,在高铁客流量预测以及运力安排上,大数据分析技术有明显的优势可以克服传统方式存在的问题。在客流预测方面,传统的方式主要是基于历史的数据进行简单的拟合,忽视了很多因素的影响,导致预测的结果不够准确,而利用大数据分析技术可以收集到更多的信息,并对其进行清洗、筛选出有用的特征值之后再建立相应的模型来进行计算从而得到更加精确的结果,提高了预测的准确性以及及时性。借助于大数据分析可以做到对于短期、中期乃至长期的客流做出层次化的预测来满足不同的运营管理需求<sup>[3]</sup>。

在运力调度方面,传统的调度方式大多是固定的调度,缺少弹性,无法适应客流的变化,但是大数据分析可以及时掌握

客流的变化情况,在此基础上考虑列车运行状况以及车站服务能力等进行运力调度的动态调整。大数据分析可以使运力资源得到合理分配,防止运力空置以及资源浪费问题发生的同时也可以迅速应对突然增加的客流,提高调度的灵活性及效率。而且还可以做到客流预测与运力调度相结合,形成“预测-调度-反馈-优化”的循环系统,促进管理工作的精细化水平进一步提高。

## 2 基于大数据分析的高铁客流预测体系构建

### 2.1 客流预测的核心影响因素挖掘

高铁客流的变化受到很多因素的影响,通过大数据分析可以进一步探究这些因素的作用机理从而为预测模型提供帮助。从影响范围上来说可分为内部因素和外部因素两大类。其中内部因素主要是指与高铁自身运营有关的因素,如列车开行计划、票价水平以及服务品质等,而列车开行频率及停靠站设定会直接影响到乘客出行的选择,票价变化会对客流量产生一定影响,服务质量的好坏也会对乘客出行造成一定的影响<sup>[4]</sup>。

外因包括社会经济因素、时间因素、气象因素以及交通竞争因素。社会经济因素方面,区域内的人口数量、经济发展程度及产业类型决定了客流量的基本需求,在人口稠密且经济繁荣的地方,人们的出行需求更大;时间因素上,节假日、周末与平日之间存在明显区别,一年四季的变化也会影响客流的大小,比如在节假日时会有大量游客涌入,而在平时则较为平稳;气象因素方面,不良天气会减少旅客出行意愿,反之良好天气有利于增加客流量;交通竞争因素方面,航空、公路等方式运行状况会对高铁造成一定冲击从而影响到高铁上的乘客量。借助大数据可以计算出各种因素所占比例,找出主要影响因素,为预测客流奠定基础。

### 2.2 大数据驱动的客流预测模型构建

基于大数据分析的高铁客流预测模型,需要经过数据预处理、特征提取、模型训练以及精度检验等步骤,在保证预测结果准确性的同时也要保证其可靠性。数据预处理作为第一步也是最基础的部分,主要是对各种来源的大数据进行清洗、整合与规范化操作,去除无效信息如错误数据或者空值,并将不同种类、不同形式的数据转换成一致的形式以便后续使用,防止由于数据质量问题而影响到最终的结果;另外还需要对这些数据进行标准化处理以消除它们之间的数量级差距从而为后面的建模工作做好准备<sup>[5]</sup>。

特征提取是重要一环,在大数据分析基础上,从预处理过的各种来源的数据中找出影响客流量变化的主要因素即为特征,有时间方面的也有空间方面的还有需求方面等等。其中的时间方面主要是指出行时间段、季节以及节假日等;而空间方面则是出发站点、到达站点及线路分布情况等;需求方面就是

总客流量、每公里载客量、出行次数等。经过筛选之后只保留对预测结果起决定性作用的特征从而减少模型复杂程度提高计算速度。

模型训练是关键步骤,在高铁客流时间序列特性和多种因素影响下,选取合适的机器学习或者深度学习方法建立模型。常用的有机器学习算法、深度学习算法等,在对历史客流量及影响因素进行学习之后,使模型掌握客流量变化规律从而可以预测未来客流量。在模型训练时要不断调节模型参数提高模型准确率以保证预测准确性。最后是对模型进行检验,比较预测值与实际值之间的差距来判断该模型是否有效,如果达不到要求就需要重新设计特征选取以及调整模型参数直到达到预期效果为止。

## 3 基于大数据分析的高铁运力调度优化策略

### 3.1 动态运力调配策略

依托大数据分析得出准确客流预测信息,结合列车实际运行情况、车站承载能力和线路输送能力等要素,制定合理有效的灵活运力调度策略,做到运力供应和客流量相适应、相协调。根据不同时间段客流明显变化的特点,对列车开行计划进行细致改进,在确保行车安全的基础上,在高峰期适当加大列车开行频次,科学规划列车停靠站点安排,缩短不必要的停留时间,加大对热门线路及重点车站的运力投入力度,以疏解客流高峰压力,保证乘客便捷出行;低谷期精简多余列车班次,缩短列车运行间隔时间,合理调配运力资源,防止运力空置带来的运营支出损耗,提高运营效率和服务水平。

对于不同的线路客流情况采取相应的运力调配措施,做到公平合理。对于客流量大的主要干线,根据大数据分析出的高峰时段客流特征,在此基础上适当增加列车运行班次、改善车厢等级结构、提高单列火车载客量来应对大客流出行;而对于客流量较小的支线,则不再使用固定编组的方式,而是采取弹性编组的方法,依据实际需要适时增减车辆数量以达到最大限度地利用运力的目的并减少开支。同时运用基于大数据的应用程序进行实时监控客流变化情况,及时发现异常的大客流或者小客流现象发生时迅速改变行车计划,临时加开或者停运部分列车保证运力调度的有效性和时效性从而更好地发挥出最大的效益。

### 3.2 车站运营运力优化策略

车站是高铁客流集散地,其服务能力对整个线路运力安排起决定性作用,在大数据基础上进行车站运营运力优化,提高车站疏导客流能力。通过对车站客流时空分布特点研究,改善车站候车区划分以及检票口布局,合理安排工作人员数量以减少旅客滞留时间。依据客流预测信息,在高峰期之前做好车站服务准备工作,增设更多售票窗口及检票通道等设施来加

快乘客进出站速度。

改善车站与其他交通工具之间的接驳能力,根据大数据分析得出的乘客换乘需求,合理安排地铁、公交车、长途汽车等不同交通工具的发车时间以及班次数量,做到无缝对接,方便乘客出行;运用大数据对车站运行情况进行监控,在出现问题时能够第一时间发现并解决,比如候车区拥挤或者检票速度慢等情况,及时进行调整,保证车站服务能力与客流量相适应。

### 3.3 应急运力保障策略

以大数据为基础建立高铁应急运力保障机制,提高对突发客流以及突发事件的处置能力。利用大数据进行实时监控客流变化情况,在第一时间发现突发客流出现前兆,例如节假日或大型活动造成大量旅客出行需求时,及时补充应急运力并做好应急开行预案,保证能迅速应对突发客流的需求。

对于突发情况,例如恶劣天气、设备故障等,运用大数据分析手段迅速判断事件对客流以及列车运行造成的影响,及时做出相应的应急运力调度措施,合理安排列车行驶路径、停靠车站及发车时间,尽可能降低突发事件给运营带来的影响。此外还应有应急运力协同工作制度,在不同地区之间、不同线路之间进行合作,做到应急运力能够迅速到位,确保乘客安全便捷出行。

### 参考文献:

- [1] 蒋小衍.节假日高铁与城市交通衔接换乘研究[D].兰州交通大学,2025.
- [2] 王蕊.基于虚拟大数据的京福高铁停站方案优化研究[D].福建理工大学,2025.
- [3] 吴志刚.基于多特征融合的深度学习高速铁路预售期购票量预测研究[D].华东交通大学,2023.
- [4] 闻克宇.基于迁移学习和常旅客知识发现的高速铁路短期客流预测方法研究[D].西南交通大学,2022.
- [5] 邱俊兴,王检亮,吴铭涛.基于客流大数据的广深港高铁光明城站捷运班次优化建议[J].交通与港航,2022,9(05):56-61.

## 4 结论

大数据分析技术可以很好地融合多种来源的客流信息,准确地发现客流的空间时间规律以及影响因素等,提高客流预测准确性及时性;建立的大数据驱动下的客流预测系统,在进行数据分析前处理、特征选择、模型训练及评估之后,可针对不同时间段的不同线路客流做出合理预测;结合客流预测结果制定出相应的动态运力调配方案、车站运营运力调整措施以及应急运力补充计划,可以有效地改善以往固定运力安排方式带来的弊端,使运力供应更好地适应客流量变化的需求,从而提高高铁运行效率并改善乘客乘车感受。

随着大数据技术和人工智能技术的发展,高铁客流量预测以及运力安排将会越来越智能、精确。未来可以引入更多的数据来源,比如乘客出行习惯的数据或者社交网络的数据来改进客流预测算法提高准确性,在此基础上利用人工智能进行运力调度自动化的控制及优化减少人为操作带来的误差从而加快速度;促进不同地区的高铁运力联合调度工作开展起来,使高铁网与其他交通工具相结合形成一个整体性更强的城市轨道交通系统。同时也要重视对信息的安全防护和个人资料保密问题做好相关管理工作保证大数据应用于高铁运营管理当中是安全可靠的。