

西安地铁客流监测预警模型实施方案研究

刘亚丽 高粉粉 封沛文

西安市轨道交通集团有限公司运营分公司 陕西 西安 710016

摘要: 本文通过历史客流数据分析,建立了客流监测预警模型,制订了《西安地铁客流监测预警标准》,利用NCC系统平台实现了对未来15分钟线网断面拥挤度和车站大客流预测和预警。本文重点对既有线客流监测预警模型实施方案进行阐述,并研究提出新开通线路运营初期客流监测预警模型实施方案,以西安地铁5号线、6号线、9号线、14号线为例,充分验证了实施方案的可行性,对城市轨道交通企业实施客流监测预警有很强的借鉴意义。

关键词: 车站客流监测;车厢拥挤度预警;车站乘降量;预警阈值

引言

随着西安市轨道交通网络规模的扩大,线网客流迅猛增长,同时,乘客在乘坐地铁出行时,到达同一目的站点的出行路径逐渐增多,迅猛增长的客流与乘客服务水平的提升是线网运营亟待解决的运输难题。为进一步提升客运服务水平,优化线网运营服务质量,西安地铁在调研当前行业内线路满载率、列车车厢拥挤度研究的基础上,结合线网客流特征,应用大数据分析手段,自主研发,建立了断面拥挤度、车站客流预测模型,2020年4月27日上线了客流监测预警系统,实现对乘客出行的科学引导,乘客反响良好,本文重点对既有线客流监测预警模型实施方案研究进行阐述,并研究提出新线客流监测预警模型实施方案。

1 客流监测预警系统建设必要性分析

经过二十年的超速发展,我国已建成了世界上最为庞大的城市轨道交通网络,线网规模的扩大,深层次地对市民工作和生活产生了积极而深远的影响,乘客对地铁运营服务需求增大,大力推动城市轨道交通数字化、智慧化建设,是大势所趋。

通过调研,当前行业内针对地铁线路满载率、列车车厢拥挤度的研究较为广泛,北京、上海等城市都有应用案例,但针对车站大客流预测和预警的应用案例较少。截止目前,西安地铁运营里程258公里,已跻身全国第12位,运营规模的扩大,进一步促进了线网客流增加,多数车站乘降量在疫情常态化防控形势下也创新高,给安全运营带来极大的挑战,亟待创新研发新的应用系统,实现科学合理的预测线网的“拥堵点”,适时规范地启动客流控制响应措施,确保地铁运营更安全,市民乘车更高效,运营服务更智能。

2 既有线客流监测预警模型实施方案研究

2.1 研发客流监测预警模型

基于西安地铁客流规律,应用大数据分析手段,通过对清分系统中历史客流数据进行大数据分析,建立了客流预测数据模型,分为车站客流预警和车厢拥挤度预警。车站客流预警模型是以ACC系统提供的线网各车站分票种历史进站量数据为基础,通过大数据分析,以电子地铁卡占总票种进站量的平均占比作为模型参数来预测该车站未来15分钟进站

量及换乘量,并与设定的预警阈值进行对比完成车站预警过程。车厢拥挤度预警是将历史乘客出行路径规律作为模型参数,通过NCC采集到线网实时OD数据匹配实时列车时刻表,预测某区间未来5分钟或15分钟的断面拥挤度,并与设定的预警阈值进行对比完成预警过程。

2.2 制定客流监测预警标准

2.2.1 线网断面拥挤度预警标准

将线网各断面未来15分钟的拥挤度设定为三个级别,对线路各断面(区分上下行)拥挤度情况采用不同颜色进行区分,如表1所示。

表1 断面拥挤度图示对照表

颜色	绿色	黄色	橙色	红色
断面拥挤度	≤60%	60%~80%	60%~80%	≥90%
图例				
示意	舒适	轻微	较挤	拥挤

按照“车站属性优先、客流情况配合”的原则,将西安地铁线网车站分为换乘站和标准站两种。对车站未来15分钟客流预警大小分为四个级别,由低到高用白色、黄色、橙色、红色设置车站客流报警阈值进行预警,将根据各车站的客流变化情况及车站性质,动态调整预警基准阈值。

2.2.2 车站大客流响应级别和关站显示

根据车站启动客流控制响应级别,大客流响应级别由低到高、车站关站分别标示为表2。

表2 客流控制及关站显示

颜色	三级	二级	一级	关站
图例	III	II	I	
示意	车站启动三级大客流响应	车站启动二级大客流响应	车站启动一级大客流响应	本站因大客流或其他原因关站

2.3 上线既有线客流监测预警系统

为确保预警标准科学可行,西安地铁同步制定车站启动三级、二级、一级客流控制启动标准,明确断面拥挤度、车站客流预警显示级别需求,完成客流监测预警系统用户需求书后积极与清华同方股份有限公司合作,推进客流监测预警系统开发建设,最终于2020年4月27日在成功上线。

3 新线客流监测预警模型实施方案研究

3.1 客流监测预警模型在新开通线路实施存在的问题

客流监测预警系统主要是基于历史客流数据规律分析, 设定模型参数, 由于新开通线路在开通初期无历史数据, 无法自动获取模型参数, 为确保新线开通时客流监测预警系统顺利投用, 研究制定了新线客流监测预警模型实施方案如下。

3.2 新线客流监测预警模型实施方案

3.2.1 技术路线

将新线所辖车站分为标准站和换乘站, 以《新线开通初期客流预测报告》为基础, 完成车站客流监测预警、车厢拥挤度预警参数的设定, 并以此作为历史数据基准, 进而完成车站、车厢拥挤度客流预警过程, 技术路线如图1、2所示。

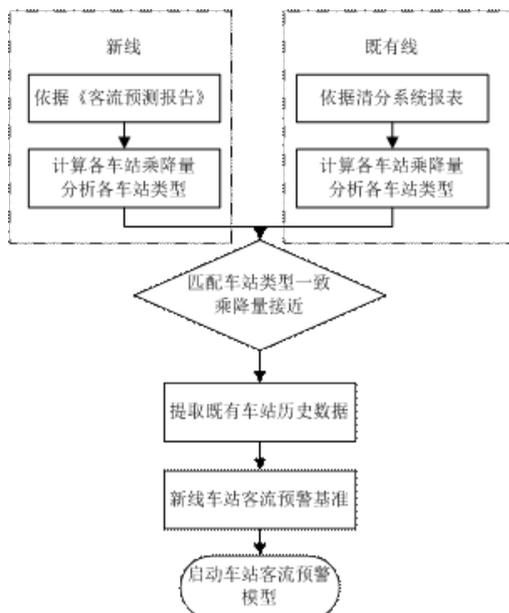


图1 车站客流预警模型技术路线

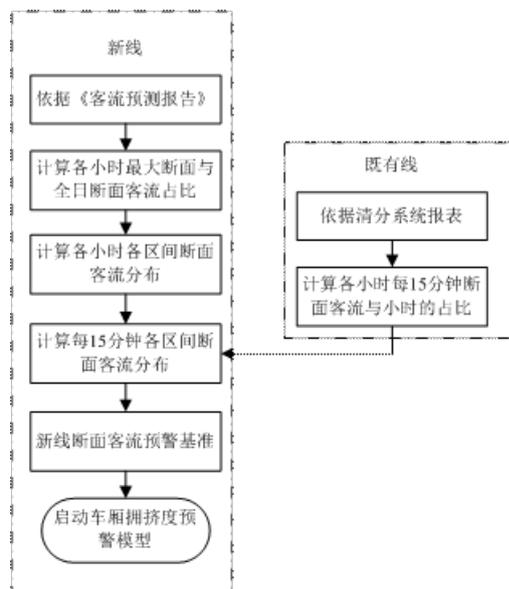


图2 车厢拥挤度预警模型技术路线

3.2.2 新线车站客流预警实施方案

考虑到新线开通前断面客流预测结果的粒度无法满足客流监测系统系统需求, 按照以下公式进行拆分处理:

$$B_m = Q_n \times T_i \times C_j$$

其中:

B_m -需求的15分钟各区间断面客流预警基准。

Q_n -全日各区间断面客流分布, n 取值为工作日、周六日。

T_i -各线路各小时最大断面客流占全日断面客流的占比, i 取值为6、7、……23。

C_j -既有线5分钟断面客流与小时断面客流的占比, j 取值为1、2、……12。

拆分后新线车厢拥挤度预警运作跟既有线保持一致, 车站、拥挤度预警按照技术路线执行。

3.2.3 新线客流监测预警实施结果

根据新线客流监测预警模型, 西安地铁于2020年12月21日进行了5号线、6号线、9号线客流监测预警模型实施的落地测试, 于2021年6月20日进行了14号线客流监测预警模型的实施和落地测试, 新线开通后, 结合近半年的数据验证, 该方案下各车站、车厢拥挤度预警监测均在合理范围, 效果良好。

4 结语

西安地铁客流监测预警系统自上线和试行以来, 对提升客运服务水平, 优化运营服务质量, 起到了很好的支撑、辅助作用。对运营企业而言, 可提前预测线网的“堵点”, 提前部署行车组织安排, 指导车站适时启动客流控制响应措施, 实现大客流响应启动的科学化和规范化。对市民乘客而言, 能够让乘客自行规划更合理、便捷、舒适的搭乘路线, 让地铁运营更安全, 让市民乘车更高效, 让运营服务更智能。配套研究的新线客流监测预警模型实施方案较好解决了新开通线路客流监测预警模型无法自动启动的难题, 预警结果控制在合理范围, 技术路线简洁明了, 可操作性强, 较好的将实施难度进行了分解降级, 保证了新线开通运营初期客流监测预警系统的顺利上线, 进一步提升了乘客服务水平。

参考文献:

- [1]杨军.地铁客流短期预测及客流疏散模拟研究.北京交通大学博士学位论文,2013,12.
- [2]王玉萍.城市轨道交通客流预测及分析方法,长安大学博士学位论文,2011,12.
- [3]杜彦敏.北京地铁客流预测方法研究及系统的实现,北京交通大学硕士学位论文,2015.9.