

大数据驱动的枢纽型道路交通设计优化与 动态管控策略研究 ——以苏州南站府时路西延工程为例

邵亚飞

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 在大数据背景下,如何借助大数据技术驱动道路优化设计、提升流量管控效能,成为行业重点关注的问题。以某实际工程为研究对象,系统阐述项目道路交通与大数据结合的设计方案,结合多源大数据完成各个路段交通量的数据采集,辅助精准预测、车道规模论证。剖析项目总体设计枢纽衔接、轨道预留方案,建立从大数据采集到辅助应用的流量控制体系,实现枢纽客流与区域车流高效协同目标。研究成果旨在为枢纽型道路工程智慧化设计、交通管控提供参考范式。

关键词: 大数据;道路交通设计;车流量;交通枢纽

中图分类号: U115;TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)09-0102-05

Research on Hub-based Road Traffic Design Optimization and Dynamic Control Strategies Driven by Big Data: A Case Study of the West Extension Project of Fushi Road at Suzhou South Railway Station

SHAO Yafei

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In the context of big data, how to use big data technology to drive road optimization design and improve traffic control efficiency has become a key concern in the industry. Taking a certain road project as the research object, the design scheme of combining project road traffic with big data is systematically elaborated. Combined with the multi-source big data, the data collection of traffic volume for each road section is completed, which assists the accurate prediction and lane scale demonstration. The hub connection and track reservation schemes in the overall project design are analyzed, and a flow control system from big data collection to auxiliary applications is established in order to achieve the goal of efficient coordination between hub passenger flow and regional traffic flow. The research results aim to provide a reference paradigm for the intelligent design and traffic control of hub-based road engineering.

Keywords: big data; road traffic design; traffic volume; transposioion hub

0 引言

为推动长三角一体化示范区先行启动区协同发展,加强区域交通互联互通是重要抓手,苏州南站作为示范区核心高铁门户,全方位建设区域集疏运系统关乎到枢纽辐射效能和城市发展品质。府时路西延工程与苏州南站衔接、串联吴江高铁科创新城,是当地重点建设项目。传统道路设计、流量管控难以匹配枢纽客流潮汐性、区域车流多元化需求。深度

融合大数据技术打造智慧交通体系,为提升枢纽型道路设计精度、解决动态管控难题提供了新的思路^[1]。本文立足府时路西延工程,从项目概况、功能定位、交通量预测、总体设计等多个维度切入,探究大数据驱动的规模论证方法、智能交通赋能流量控制对策,充分发挥该工程在区域发展的综合效益。

1 工程概况与功能定位

1.1 工程概况

府时路主线西接汾杨路、东至湖北路,主要服务高铁科创新城的日常客运交通需求;集疏运专用匝道东起汾杨路,向西衔接苏州南站落客平台,向南复

收稿日期: 2025-12-19

作者简介: 邵亚飞(1996—),女,硕士,工程师,从事道路交通工程设计工作。

接汾杨路,配套多组上下匝道,仅限旅客进出站客运通行,禁止货车驶入,形成了闭环式枢纽集疏运体系(见图1)。



图1 项目平面示意图

在技术指标层面,府时路设计速度为60 km/h、采用双向4/6车道规模,车道宽度为3.5 m/ln,机动车道净空 ≥ 4.5 m;集疏运匝道(汾杨路以西)标准段设计速度40 km/h,至落客平台逐级降速至20 km/h,其余匝道设计速度为20~40 km/h,集疏运通道为双向4车道,地面辅道宽度为3.5 m/ln或3.25 m/ln,非机动车道与人行道净空 ≥ 2.5 m。该设计指标方案有效保障了车辆通行效率,同时兼顾多种交通方式的安全需求。

1.2 多层级功能定位

府时路西延工程功能定位显著呈现为多维度辐射特性,在多种空间尺度下承担差异化核心使命。在长三角一体化示范区,作为先行启动区的核心骨干道路,融合“绿色生态”设计理念,旨在打造生态型道路示范样板;在苏州市,本项目作为南站道路集疏运系统的核心通道,项目重点提升枢纽辐射能级,保障旅客快速进出站需求;汾湖高新区中,项目为区域的核心过湖通道,使区域路网进一步加密,有效改善拥堵路段的通行条件,极大提升了路网整体服务能力;吴江高铁科创新城中,项目作为组团间联动的核心纽带,有效推动了东西片区协同发展,为打造品质示范区筑牢交通基础。

2 大数据驱动的交通量预测与规模论证

2.1 主线道路规模论证

结合区域铁路规划方案,划定地铁10号线的枢纽客流辐射范围,打造主线交通服务圈层。经过大数据系统预处理、整合、测算,府时路(湖北路—支七路)位于莘塔西高密度居住与商业复合组团,未来3到5年片区内将新建120万 m^2 住宅、3处商业综合体,道路车流量预测结果如表1所示。

府时路(支七路—汾杨路)沿线以生态绿地和工

表1 道路车流量预测结果

府时路	行车方向	2043年预测交通量 ($\text{pcu} \cdot \text{h}^{-1}$)	双2	双4	双6
			预测交通量与设计通行能力比值	预测交通量与设计通行能力比值	预测交通量与设计通行能力比值
湖北路—纵九路	西向东	1 348	1.55	0.84	0.6
	东向西	1 281	1.48	0.8	0.57
纵九路—纵八路	西向东	1 405	1.25	0.68	0.48
	东向西	1 377	1.23	0.66	0.47
纵八路—支七路	西向东	1 486	1.61	0.87	0.62
	东向西	1 417	1.53	0.83	0.59
支七路—汾杨路	西向东	1 402	1	0.54	0.39
	东向西	1 312	0.94	0.51	0.36

业混合用地为主,周边路网密度高可实现车流分流,高峰小时断面流量相对较低,采用双向4车道规模。该结果在满足道路基础通行条件的同时,避免了工程资源浪费问题^[2]。

2.2 集疏运匝道规模论证

本项目针对集疏运匝道通过近远期分阶段预测动态模式,重点对枢纽客流和匝道车流联动展开分析。将铁路列车班次、旅客发送量、中转比例等数据整合分析,叠加地铁10号线客流接驳预测信息,建立集成“铁路客流—地铁接驳—地面集疏运”的客流转化模型。最终预测结果如表2、3所示。

表2 近期交通流量预测

单位: pcu/h

路段	2024年交通量	2028年交通量
集疏运专用匝道	1 075	1 438
枢纽停车场匝道	359	480
落客平台	716	958
出租车蓄车场匝道	228	305
离场匝道	488	653

结合匝道长度、线形指标、形式安全舒适性等因素,项目匝道近期按照2~4车道标准建设,落客平台设置两组3车道,从而满足近期枢纽客流集疏运需求。同时在匝道设计中预留车道拓宽条件、设备安装空间,为远期客流增长预留相应的扩容接口,精准匹配近远期交通需求以及项目规模。

3 基于大数据技术的流量控制策略

在大数据赋能下,府时路西延项目融合智能交通体系,构建集成大数据管控辅助系统,打破了过去交通管控信息壁垒和时空限制,协同提升了道路通行效率以及枢纽集疏运能力。该体系以大数据为核心纽带,串联起道路设施、交通工具、枢纽场站、管理部门,并基于大数据信息搭建的智能管控生态,为城

表3 各匝道预测交通量/设计通行能力

匝道名称	2043年交通量/ (pcu·h ⁻¹)	单车道匝道	双车道匝道	3车道匝道	4车道匝道	建设规模
		预测交通量/ 设计通行能力	预测交通量/ 设计通行能力	预测交通量/ 设计通行能力	预测交通量/ 设计通行能力	
集疏运北向进站匝道	1 248	1.37	0.76			双车道
集疏运南向进站匝道	748	0.82	0.46		—	双车道
核心区上匝道	136	0.15	0.08			单车道
集疏运专用匝道 (汾杨路—落客平台)	2 132	2.35	1.3	0.9	0.73	4车道
落客平台			单独论证			两组3车道
枢纽停车场匝道	712	0.78	0.44			单车道
出租车蓄车场匝道	452	0.59	0.28			单车道
核心区下匝道	136	0.15	0.08		—	单车道
集疏运北向出站匝道	551	0.61	0.34			双车道
集疏运南向出站匝道	281	0.31	0.17			双车道

市干线道路、综合枢纽协同管理提供参考范式。

3.1 搭建全路段数据采集网络

在大数据辅助系统中,通过搭建高密度、多维度智能感知网络,实现全域、实时采集交通数据(见图2)。在核心交叉口、集疏运匝道出入口、落客平台、高速与铁路跨线节点等区域,布设多套毫米波雷达、高清监控视频、车路协同路侧单元(road side unit, RSU),并在匝道弯道、纵坡变化段增设车型识别传感器、车速监测仪器,能精准采集车速、流量、排队长度、滞留时间等信息,数据采集频率为秒级,为大数据辅助管控提供信息支持^[6]。针对长三角地区秋冬多雾、梅雨季强降雨等复杂气候条件,在感知设备上增设抗干扰和环境适应模块,借助算法补偿技术消除雨雾对监测精度的负面影响,确保数据采集的稳定性。

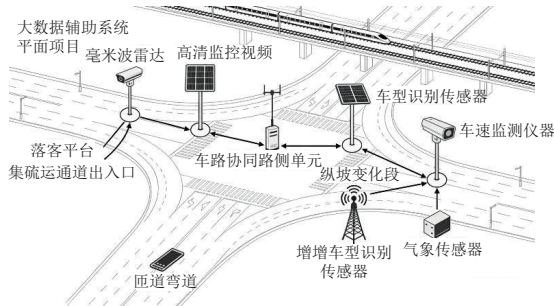


图2 大数据采集网络示意图

另外,大数据的枢纽客流监测系统,可用于采集出客流量峰值、旅客集散方向等数据,构建大数据库,为流量调控提供全面、高精准的数据支撑。为进一步拓展数据维度,设置气象传感器用于实时采集路段风力、能见度等气象信息,对道路交通、枢纽客流、公共交通、气象条件等多源数据融合分析。在节假日客流高峰前,系统结合列车到发计划、历史客流

量、气象天气预警,综合预判车流叠加风险,为后续调控策略制定预留充足的响应时间。

3.2 基于大数据信息的动态信号配时

基于大数据管控辅助系统,制定分级、分时段动态管控对策,精细化调控车流(见图3)。主线管控方面,在关键平交口处设置自适应信号控制系统,系统搭载基于大数据系统的流量预测模型,根据感知网络回传实时车流量数据,结合历史同期通行规律信息,提前预判车流变化态势,根据大数据深度分析结果优化调节信号灯的分配方案。在枢纽出站客流高峰时间段,交叉路口处自动延长10~15 s的绿灯时长,提高车站客流疏散速率;检测到主线高速节点车流挤压现象时,上游交叉口自动开启限流调控,以缩短左转和直行绿灯占比、增加右转方向通行效率等方式,调节上下游的车流密度,以免瓶颈路段长期拥堵,达到尽快疏通目的,进一步发挥大数据管控辅助作用^[7]。

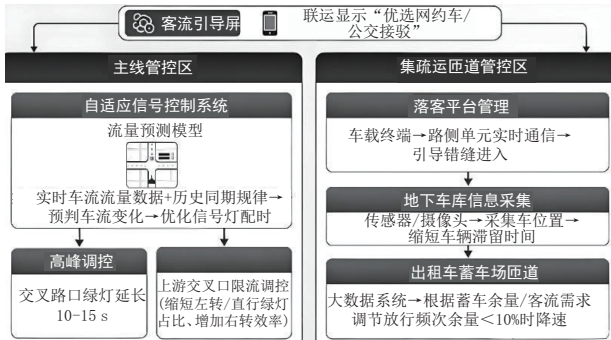


图3 动态信号配时逻辑图

集疏运匝道管控方面,基于大数据采集信息辅助用于匝道流量调节,落客平台流量调节综合管理方式,实现车载终端、路侧单元实时通信,引导出租车、网约车等错峰进入到落客平台。借助传感器、摄

像头实时采集枢纽地下车库信息,如车库车位量,缩短落客平台车辆滞留时间^[8]。在出租车蓄车场匝道,大数据系统根据蓄车余量、出站客流需求,自主调节车辆放行频次,在蓄车场余量小于10%时,自动降低车辆放行速度,并联动枢纽出站口客流引导屏,提醒旅客优选网约车、公交接驳,使车辆有序进出蓄车场,避免因匝道车辆拥堵影响到主线。

3.3 基于大数据的车路协同与信息诱导服务

借助物联网、大数据等技术搭建道路服务平台,采集路段信息为驾驶员提供动态信息诱导服务(见图4)。路侧单元向通行车辆推送前方路况、匝道拥堵状况、落客平台余量、限速信息等,驾驶员可借助手机 App 和车载导航获得精准指引,信息推送采用“分级触达”模式,可实现秒级推送拥堵预警等紧急信息。主线过南庄荡景观段和铁路下穿段等特殊路段,大数据系统会根据所采集的数据,提前推送前方路段信息、预警信息,道路曲率、限高限宽、限速等,一旦系统检测到路段内存在状况,则会发出提醒信息,提高行车安全性^[9]。

在主线、匝道沿线设置智能可变信息板,用于实时呈现大数据采集的主要信息,根据采集系统回传信息,动态播报前方路况、枢纽客流数据、应急绕行路线等信息,为非联网车辆提供可视化诱导服务,确保服务的全面性。对于新能源车辆通行需求,项目在枢纽站房内部停车区设置若干个充电桩,包含慢

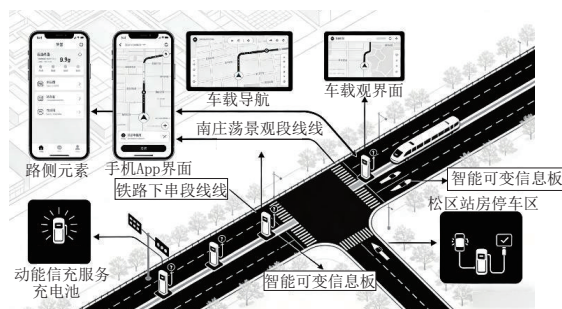


图4 车路协同系统架构图

充、快充等多类型充电形式,大数据系统通过采集充电桩、停车位等相关数据,用于车位引导系统,驾驶员根据信息板或手机 App 实时掌握充电桩使用状态、空余车位,极大提升了道路人性化、智能化服务水平^[10]。根据大数据信息,智能规划最优的充电路线,缓解新能源车主的续航焦虑。

3.4 基于大数据的应急联动与流量疏解机制

基于大数据信息数据,为多部门协调应急联动提供信息服务支持,面对突发状况可多部门联动快速处置、车流疏解(见图5)。结合传感器、摄像头实时回传的道路通行信息,一旦检测到交通事故、道路积水、车辆抛锚等突发问题实现提前预警,利用大数据采集系统实时回传道路通行信息,检测到突发问题自动触发预警信息,并将突发状况位置、影响程度、车流积压数据推送至交警、路政、枢纽管理等有关部门终端,各部门据此启动应急处置预案,使相同救援无缝衔接于交通疏导^[11]。



图5 应急联动与流量疏解流程图

在突发状况情况下,基于大数据采集信息智能生成最优绕行路线,借助车路协同平台、可变信息板向周围车辆推送信息,借助周边路网快速疏解车流,

以提升道路整体通行率。为了保障应急响应效率,通过大数据信息辅助多部门联动,借助实时采集流量数据、监控画面打通各部门专网通信通道,实时共

享救援指令、现场画面、车流数据,大数据系统可快速完成事故区域定位、影响范围测算、绕行路线规划,同步通知交警到场处置、路政清理路面、急救部门赶赴现场,实现从事件发生到交通恢复的全流程闭环处置,最大限度降低突发事件对道路通行的影响^[12]。

4 现存短板以及优化思路

作为长三角一体化示范区智慧枢纽型道路的典型项目,府时路西延工程实现了大数据和智能交通体系的深度融合,但在试运行阶段,依然存在些许短板,后续应根据区域发展需求、技术迭代方向采取针对性优化措施。

4.1 系统运行层面的短板与优化

首先,大数据采集网络局部存有盲区。主线南庄荡桥梁段在生态保护的限制下,所布设感知设备有限、密度较小,对车流速度、排队长度等数据采集精度不足、误差较大,难以实现流量管控的精细化目标。其次,枢纽、匝道数据联动存在滞后性。一旦苏州南站短时间内客流激增,匝道流量调控指令响应时间存在延迟,容易造成落客平台车流积压,延长排队长度。最后,慢行交通系统衔接断层。主线过湖段暂未建设慢行通道,周边沈庄村等村落居民非机动车出行绕行路段长,与片区绿色出行规划还需进一步融合。涉铁段慢行设施虽预留后续建设空间,但未明确建设时序与主体,可能出现远期慢行系统贯通滞后^[13]。

对于以上问题,需重点补齐设施层面的短板。(1)南庄荡段增设低功耗生态型毫米波雷达,用于采集周边数据且能兼顾生态保护;(2)明确涉铁段慢行设施的完工时限、建设责任主体;(3)启动过湖慢行景观桥梁前期规划,打通绿色出行堵点。

4.2 数据应用层面的局限与升级

大数据信息适配性有待加强,数据采集主要集中在覆盖常规时段、客流场景,极端天气(暴雨、大雾)或大型活动散场等特殊场景下,流量预测偏差增大,存在调控失准的可能。大数据共享机制有待完善,系统未与公交、地铁数据平台全量对接,难以为旅客提供“高铁+地面交通”一体化行程规划,对多模式交通协同效能形成制约^[14]。

未来还需双管齐下推动应用体系进一步升级。首先,引入强化学习算法,融合大型活动、极端天气等多场景数据,搭建动态自适应大数据预测模型,严

控匝道调控指令响应时延。其次,打通各部门数据壁垒,对接长三角示范区交通大数据中心,开发一体化出行服务终端,全链条协同调度高铁客流与地面车流,进一步强化系统综合服务能力^[15]。

5 结 语

综上所述,府时路西延项目设计与管控实践,推动了大数据技术在智能枢纽型道路工程中深度落地。项目以多元整合措施完成了车道规模化论证,有效匹配了区域开发和枢纽客流分阶段需求,为道路交通流量控制提供数据辅助支持。通过搭建全流程大数据辅助体系,打破了传统交通管控模式中的信息壁垒,实现主线路和枢纽集疏运车流实时采集,辅助提升道路通行效率、服务品质。未来,还需对既有大数据体系基础上进一步拓展深度与广度。

(1)构建数字孪生交通场景,融合道路物理实体、交通流状态、环境感知数据等多维度信息,搭建1:1虚拟映射模型,实现交通运行状态的可视化模拟、动态推演与预演预判,为管控策略优化提供沉浸式决策支持。

(2)深化AI预测模型迭代,引入深度学习与强化学习算法,结合历史交通数据、实时路况、气象条件、节假日客流规律等多源特征,构建精准度更高的短中长期流量预测模型,实现拥堵风险、客流峰值、突发事件影响范围的提前预判,推动管控模式从“被动响应”向“主动预判”转型。

(3)推进多模态交通协同优化,打破公路、铁路、公交、网约车等不同交通方式的数据壁垒,构建一体化协同调度平台,通过AI算法实现不同交通方式的运力匹配、班次联动与客流分流,提升区域综合交通网络的整体运行效率。

该项目实践模式为长三角示范区枢纽配套道路智能化建设提供了参考,同样也为区域交通与城市发展深度融合筑牢了基础。

参考文献:

- [1] 周月.智能交通背景下市政道路交通设计优化研究[J].城市建设,2025(24):44-46.
- [2] 梁华新.城市道路交叉口行人交通安全设计方法[J].工程设计与设计,2025(19):88-90.
- [3] 李小康.城市道路平面交叉口交通安全设计研究[J].人民公交,2025(18):149-151.
- [4] 张发才,张鑫.山地城市道路交通规划设计关键影响因素研究——以重庆主城立体交通体系为例[J].城市道桥与防洪,2025(9):106-115.

(下转第115页)