

城市道路路线规划信息化与智能化应用研究

涂 雄

湖北省交通规划设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430051

[摘要]随着城市化的快速推进和智慧城市的发展,城市道路网络设计方案正在发生从以经验和常识为主导到依靠大数据和智能科技为主要依据的巨大转型。文章在全面总结城市道路设计原则的基础上,对现有的信息化与智能化建设所面临的数据分割、技术碎片化、静态适用性低等状况进行了系统剖析,在此基础上着重介绍了GIS、GPS及RS、大数据分析、BIM、AI、多源信息整合与数字镜像等一系列核心技术的应用方法。最后提出了以全生命周期决策框架为基础,动态闭环调整以及数据标准化建设和共享平台构建等方面的改进措施。研究发现了建立“空天地”三维一体的智慧规划设计体系,对多种信息源进行综合集成及相互配合使用,可以达到提高道路路线设计合理性、前瞻性以及适应性的目的。

[关键词]城市道路;路线规划;信息化;智能化;多源数据融合

DOI: 10.33142/sca.v9i4.19582

中图分类号: U495

文献标识码: A

Application Research on Informationization and Intelligence in Urban Road Route Planning

TU Xiong

Hubei Communications Planning and Design Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430051, China

Abstract: With the rapid advancement of urbanization and the development of smart cities, urban road network design schemes are undergoing a huge transformation from being dominated by experience and common sense to relying mainly on big data and intelligent technology. On the basis of comprehensively summarizing the principles of urban road design, this article systematically analyzes the problems faced by existing information and intelligent construction, such as data segmentation, technological fragmentation, and low static applicability. On this basis, the article focuses on the application methods of a series of core technologies such as GIS, GPS and RS, big data analysis, BIM, AI, and multi-source information integration and digital mirroring. Finally, improvement measures were proposed based on the full lifecycle decision-making framework, including dynamic closed-loop adjustment, data standardization construction, and shared platform construction. A study has found that establishing a three-dimensional integrated intelligent planning and design system for "RS, GPS, GIS" can comprehensively integrate and coordinate multiple information sources to improve the rationality, foresight, and adaptability of road route design.

Keywords: urban roads; route planning; promotion of information technology; intelligentization; multi source data fusion

引言

目前我国城市的道路设施建设正处于由过去的“数量增长”到现在的“质量提高”的过渡阶段,《高淳区城市道路现代化建设设计导则》也抛弃了道路设计手册的传统编写办法,围绕“功能多样、高质量、快速响应、绿色环保、节约用地、安全可靠、智能化、精细化施工”八个设计功能方向进行阐述并且渗透到了道路、桥梁、管线、照明、交通、景观、海绵城市以及公共服务等多个专业的特质上。它体现了当今城市道路发展的新思路——道路不仅是交通工具通道,更是集交通、管线、景观、公共场所为一体的多功能的城市基础工程。与此同时,大数据、人

工智能、数字孪生等新一代信息技术正在改变着城市道路设计的方式方法。“智慧大脑 3.0”是山东高速公路打造的大数据平台、GIS平台、物联网平台及AI平台集合体,就仿佛给高速公路网安装了“司令部”,不仅能够全面监控整个路网运行状况,而且还可以借助北斗+AI技术进行智能推理预判,拥堵预报成功率高达90%以上,可以做到提前25min报警提示。这样由“亡羊补牢”变为“防患未然”的转换也成为了城市道路路线设计的新技术指标。怎样把信息及智能技术贯穿到整个路线设计的过程中,提高路线规划的科学程度、预见性和适用度,这是摆在城市交通面前一个亟需解答的重大问题。

1 城市道路规划的基本原则

城市道路线路规划要遵守系统、前瞻、协调以及可持续性的基本准则。系统原则就是把道路系统放在城市整个空间环境里面通盘考虑，处理好道路和土地利用、公共交通、慢行系统的关系，实现有条理的、功能错位的路网格局。前瞻原则就是要预见城市的发展趋势，合理留出将来交通量增加的余地，防止出现建设好了就过时的问题。协调原则就是要处理好地上和地下，红线内和红线外的关系，协调好道路红线空间与路边衔接空间的关系，融入多专业的属性中去，贯穿到道路设计全过程，内容详实、全过程全维度地提出设计要求。可持续发展战略把绿色低碳环保、资源高效利用以及安全可靠等作为首要的价值取向，在推进新发展理念的同时进行道路绿色低碳的设计，嵌入了资源节约的理念，借助城市智能化的技术手段，逐步做到道路智能化、智慧化的全覆盖。这四个方面是城市道路规划设计的基本依据，也是信息化、智慧化技术的发展指南。

2 城市道路路线规划信息化与智能化应用存在的问题

虽然信息化、智能化技术已经应用于城市道路规划设计当中，总体来看，仍然有诸多问题需要加以改进。首先，数据互锁的情况十分严重。规划设计所需要的各种基础地理信息资源、交通运行状况数据以及市政管道信息都属于不同的机构掌握，数据的标准不统一、接口不互通、缺少共享平台使得规划设计没有完整精确的信息支持；其次，综合运用的技术少之又少。GIS、BIM、大数据等信息技术的应用大多还停留在单项使用层面上，缺少系统的整合框架，各种类型的预测模型在不同的时间和空间环境中的表现有很大区别，在单一模型面前很难应对复杂多变的预测要求；最后，规划设计、建设和运维之间存在明显的脱节现象。路线设计方案制定出来之后缺少有效的数字传达方式，在以后的过程中方案设计思路被削弱或者走偏，从而不能形成完整生命循环的过程闭环。第四点是灵活性差，传统的规划设计成果以静态图为主，不能随时根据城市的不断发展以及道路的需求变化做出相应的改变，传统的基于静态信息及经验模型的选择方法越来越不适合复杂多元化的城市背景。

3 城市道路路线规划信息化与智能化关键技术

3.1 地理信息系统（GIS）在空间数据分析中的应用

GIS 作为空间数据分析的基础载体，在城市道路线路设计方面起着非常重要的支持作用。借助 GIS 时空数据分析手段，建立跨界别融合的地理学、交通工程、遥感测绘、城市规划等多领域多学科理论的研究框架，建立交通

阻抗差异化的量化评价指标算法测量居民出行阻力系数，研发土地吸引强度计算模型，综合运用多类数据可视化土地经济及人口吸引因素驱动力。线路设计上运用 GIS 空间叠加分析以及缓冲区分析来判定适合建设道路走廊和线路布局的可能性。利用三维 GIS 技术扩展空间分析维度，在 GIS 平台上建立融合 POI、电商等 12 种多源异构数据的三维耦合模型，制作具有强大空间分析功能的交通数据动态热力可视化图，使得规划设计师可以更清晰地把握线路走向方案同城市的空间联系，对选线做出合理的判断。

3.2 全球定位系统（GPS）与遥感技术在数据采集中的应用

GPS 和遥感技术给城市道路线路设计提供了高精度和大面积的空间信息收集方法，其中 GPS 可以借助手机、流动车辆、专门仪器等多种工具来获得道路几何要素、车辆行驶路径和出行 OD 等时间和空间信息，用来支持具体的规划方案设计；而遥感则是从宏观层面得到地理环境、土地用途分布以及城市扩展状况等方面的信息，在此基础上进行跨层次对路网检测车载视频中车道线特征信息的提取，以灭点为基础对车载摄像机进行标定，结合图像和轨迹确定车道线的真实方位。近年来，“空天地”一体化采集体系逐渐完善，配备有高清变焦镜头、红外热成像仪以及 AI 计算模块的无人机可以及时发现路面裂缝、坑槽、抛撒物等 12 种病害并进行自动定位打点形成判读结果。这种多层次、多维度的数据收集方式让道路规划拥有自上而下和由内向外全面的数据基础。

3.3 大数据技术在交通运行分析中的应用

大数据技术使交通运行分析由抽样统计转变为全样本挖掘。手机信令、公交车卡、网约车出行路线以及网络地图等多种来源的数据集合成了交通运行的总体图景；由此规划师们能够精确地找出城市交通轴线的时空规律，确定道路网运转低效点位，评价各条线路选项对于调节车流量的作用；就市民的长通勤情况而言，以实际通勤需求为依据来研究垂直机场在城市中怎样合理分布，建立双层规划体系来选择最合理的站点搭配组合。表 1 列出了大数据技术对交通运行分析的应用方式和技术路线。

3.4 建筑信息模型（BIM）在道路规划设计中的应用

建筑信息模型技术使得市政道路的设计由二维图纸转变到三维信息模型。建筑信息模型在整个建筑产品寿命周期中拥有可视性、协调性、仿真性、优化性和出具能力五个特性，在设计上主要用于施工模拟、设计分析和协同设计、可视化交流、碰撞检查以及设计阶段的计价。在城

表 1 大数据技术在交通运行分析中的应用

数据类型	典型数据源	主要分析技术	在路线规划中的应用场景
移动信令数据	手机基站信令、LBS 数据	时空轨迹聚类、OD 分析	识别城市主要客流走廊、判断跨区域交通流向
浮动车数据	出租车 GPS、网约车轨迹、公交车 GPS	速度聚类、拥堵指数计算	评估现状路网运行效率，为路线等级设计提供依据
卡口与线圈数据	电子警察、ETC 门架、地磁检测器	流量预测、车流组成分析	分析节点转向流量，确定立交或匝道的选型与规模
互联网地图数据	高德/百度交通指数	实时路况回溯、通勤特征分析	辅助进行高峰时段路线方案的通行能力校核

表 2 多源数据融合与数字孪生技术架构

技术层级	核心技术支撑	主要功能	在路线规划中的作用
数据采集层	遥感、GPS、物联网传感器	实现现状地形、地物、交通流数据的实时采集与更新	解决传统勘测周期长、数据滞后的问题
模型构建层	GIS、BIM	构建地质、地上建筑物、地下管网及道路结构的三维模型	实现路线方案与城市空间的精确拟合，减少征拆与管线迁改冲突
分析仿真层	AI 算法、微观交通仿真软件	模拟路线开通后的交通流运行状态及极端场景推演	在设计阶段预判路线方案的潜在拥堵点或安全隐患
交互控制层	5G、CIM 平台	实现规划方案与交通管理系统的实时交互与动态调整	支持路线方案的“规划-建设-管理”全生命周期闭环

市道路路线设计中，建筑信息模型可以将地质地貌、道路线形、管网布置、附属设施等融合在一起，得到三维空间下的数字化设计结果，根据相关的设计软件来创建地质地貌模型，使用勘察测量机构提供的道路横纵断面高程数据、小比例尺地形图或者航拍照片来进行三角网构建然后生成曲面。更重要的一点是，BIM 支持各专业的协调设计，排水、电气管线交叉问题、电气管线与构筑物冲突、检查井布置等问题均可以在建模过程中提早识别及处理，有效规避以往设计过程中存在的因各专业独立而导致的设计漏洞。

3.5 人工智能技术在路线优化中的应用

人工智能能够给予路径选择强有力的计算支持及智能化的判断力。深度学习模型可以从大量的历史数据中总结出交通流动的趋势，进而推算未来不同路径的选择所带来的交通状况的变化情况，而深度强化学习又使这个路径的选择更具有自主性，在对现有研究模型群体差异性建模、动态性偏好设置以及复杂情境适用范围局限等缺点的基础上，提出了多维度偏好提升式对抗性深度强化学习指导下的路径选择策略，从而构建起高效、可靠、舒适的综合最优的决策框架。在公共设施选址优化上，设施选址优化由经典的选址-分配模型向结合多源数据的智能优化模型转变，在兼顾交通网络结构的同时还要满足服务半径限制以及需求比重等问题，达到更公正、更合理的空间布局。

3.6 多源数据融合与数字孪生技术

数据汇聚和数字孪生是最新的城市道路设计信息化

模式，目的就是建立物理城区与数字城区之间相互映射及双向互动关系。通过集成不同来源的不同类型数据如高速 GIS、卡口、雷达等大数据并加以融合，在此基础上开发出一种开源型微观交通仿真程序，从而能够快捷方便地对高速仿真路网进行一键性设置。数字孪生的价值体现为形成一个完整的“感知、分析、决策、反馈”循环过程以达到真实再现智能高速交通安全运行状况的目标，运用改进后的深度学习模型来对高速全境未来的交通形势做出准确全面的趋势性预测。表 2 是对多源数据融合和数字孪生的技术层次架构及其功能的一种展示。

4 城市道路路线规划优化策略

根据上述关键技术的研究，在城市道路路线规划设计上要从以下几个方面着手。第一，完善全生命周期规划决策体系，使路线设计由一次性的成品转化为持续发展的进程，形成“现状分析-方案制定-模拟测试-落实反馈-动态调整”的循环模式，定点机巢加移动巡检，对于高危区段日巡两次填补卫星盲区，天基利用 GNSS 卫星遥感技术以及北斗导航进行重点地段定时监测，预防塌方等地质灾害的发生。这样的定期监测及动态跟踪方式可以随时发现问题并纠正问题，从而给路线改进带来源源不断的依据。第二，搭建数字孪生驱动下的实时交互及联动调节模式。依托数字孪生系统打破设计、施工、运维全过程的数据孤岛障碍，促进跨领域间有效协作，在此基础上对于当前高速公路隧道中存在的隧道洞口定位误差较大、“黑白洞效应”，研究车辆全路径追踪、隧道交通事故等级预报等相

关技术,形成集检测-调度-处理于一体的隧道运维管理系统。此种方式也可应用于城市道路的设计之中,即通过对城市道路的设计、交通管理措施的整体规划来达到二者之间相互配合的目的。第三,加强数据标准化以及跨部门间的信息共享平台建设。解决数据壁垒的问题需要完善健全相关数据标准体系,在数据采集、储存、传输、使用等方面做出规定要求。基于“云-边-端”的协同框架构建深度融合人工智能、大数据、云计算等技术的标准化智慧城市系统平台,使路网监测、应急调度、交通出行等功能有机结合。

5 结语

城市道路线路规划信息化、智能化,从根本上说是理念和技术的双重创新。本文围绕基本原则、存在问题、关键技术、改进措施四大方面对相关问题展开了论述。研究发现, GIS(地理信息系统), GPS(全球卫星定位系统), 遥感、大数据、 BIM(建筑信息模型)系统, 人工智能及多源数据融合、数字孪生技术等构成城市道路线路规划智能化技术体系,将它们全面地运用于规划各环节中是提高

城市道路线路规划质量的有效方向。未来,伴随着自动驾驶技术的发展以及车路协同、 BIM 等新技术的应用逐渐成熟,在此基础上城市的道路线网规划也将向着更加精准、更有韧性和更智能的方向不断发展,从而为城市的高质量发展保驾护航。

[参考文献]

- [1]靳明洋.城市道路工程规划与设计要点的探讨[J].大众标准化,2023(2):57-59.
- [2]龚凌.简议城市道路规划设计及其路线设计的要点[J].建材与装饰,2017(19):280.
- [3]王梦宇.城市道路建设规划与城市交通流量优化措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2026(1):19-21.
- [4]陈辅光.城市道路交叉口慢行空间优化设计[J].工程技术研究,2025,10(20):192-194.

作者简介:涂雄(1993—),男,湖北鄂州人,中级工程师,2018年6月毕业于长安大学,硕士,现主要从事路线及互通设计。