

智慧交通背景下公路路线设计的创新方法研究

赵辛未

安徽建工公路桥梁建设集团有限公司 安徽 合肥 230000

摘要: 智慧交通建设对公路路线设计提出了系统化转型要求,传统经验主导的规划模式已难适配城市智能交通发展格局。本文梳理了智慧交通视域下公路路线设计的转型内涵,分析大数据、车路协同等技术对设计思维的重塑逻辑,构建涵盖 BIM 融合设计、人工智能选线、模块化装配及多目标协同优化的智能化方法体系,并从智能设施空间一体化、智慧服务协同布局、生态约束优化及全天候安全设计四条路径探讨创新实践方向,同时提出新型材料工艺、数字孪生技术、跨学科协同机制及弹性预留策略作为支撑。为公路路线设计融入智慧城市框架提供理论参照与技术路径。

关键词: 智慧交通;公路路线设计;车路协同;智能化设计;多目标优化

引言: 城市交通智能化转型持续推进,公路作为城市路网的骨架载体,面临设计理念与技术手段的双重变革压力。传统路线设计依赖静态勘测数据与人工经验判断,在空间协调性、数据精细度与智能适配性方面存在明显短板。智慧交通建设要求公路设计突破单一工程视角,将线路规划嵌入城市智能运行的整体框架之中。大数据、人工智能、车路协同等技术的成熟应用,为公路路线设计从经验驱动转向数据驱动提供了可行路径。

1 智慧交通视域下公路路线设计的转型内涵

1.1 智慧交通建设对公路设计思维的革新

智慧交通建设推动区域交通与城市整体发展深度融合,传统公路路线设计依托静态场地条件和固定建设标准的单一思维,难以适配现代交通智能化与集约化的发展形态^[1]。公路是区域交通网络的核心载体,相关设计工作需要突破单一工程建设的固有视角,将线路规划与城市交通发展有机融合。全新的设计思维强调统筹城市空间与交通资源,实现公路线路与城市多元功能空间的协调适配。现代公路设计不再单纯聚焦线路工程参数与外观形态,重点推进公路路网与城市智能运行体系的深度融合,依托城市智能化整体布局重塑设计逻辑,让公路线路布局契合城市远期智能化发展格局。

1.2 大数据技术对公路路线设计的赋能逻辑

大数据技术革新公路路线设计的信息采集与分析模式,为行业发展提供全新技术支撑。传统公路路线设计依赖有限勘测数据与人工经验,无法深度挖掘区域交通运行规律与空间发展特征,规划工作存在明显的主观性与局限性。大数据技术可整合城市交通运行、空间布

局、居民出行等信息,为公路选线、线形规划、廊道布设提供完备的数据支撑。该技术能够深度挖掘区域交通运行规律,精准研判城市空间发展特征,弱化人工经验对设计工作的主观干扰。公路路线设计依托海量数据来开展精细化研判,推动设计的模式从经验主导转向数据驱动,有效提升线路规划的精准性与科学性,强化公路路网与城市交通系统的适配性。

1.3 车路协同体系对公路线形设计的全新要求

车路协同体系重塑道路交通运行模式,对公路平面线形、纵断面线形及线形组合方式提出全新设计标准。传统公路线形设计围绕人工驾驶需求展开,参数设置仅满足基础行车安全与通行功能。车路协同依托智能感知与信息交互技术实现路车数据互通,公路线形形态直接决定智能设备的运行稳定性与信息采集精准度。规整平顺的公路线形能够保障智能感知设备持续稳定工作,保障交通数据传输与识别的准确性。现阶段公路线形设计需要贴合智能车辆行驶特性与设备感知标准,优化线形曲率、路面坡度等关键参数,调整适配人工驾驶的传统设计思路。线形设计需兼顾基础通行功能与智能交通运行需求,搭建适配车路协同场景的公路线形体系,贴合智慧交通智能化发展走向。

2 智慧交通下公路路线智能化设计方法体系

2.1 BIM 数字化融合设计方法

BIM 数字化融合设计为智慧化公路路线设计提供全新数字化支撑,重塑传统公路工程的设计实施逻辑。技术体系依托三维建模能力,将公路线形走向、空间布局、结构参数等核心设计内容完成数字化转化,搭建完

整且可联动更新的公路路网数字模型^[2]。设计工作依托三维立体模型开展多维度、多角度校核与细节优化,弥补传统二维图纸在空间立体表达层面的短板,实现公路线路与城市地貌形态、现有交通路网、城市功能片区的精准匹配。数字化融合模式打通规划设计、结构布设、细节优化等关键环节的信息,实现各类信息的集中整合与动态更新。精细化的数字管控模式能够细化各项设计指标,提升公路路线规划的精细程度,推动公路设计行业完成数字化与精细化的整体升级。

2.2 人工智能智能选线设计方法

人工智能选线设计依托智能算法的运算与分析能力,更新公路路线规划的实施模式,弱化人工经验主导设计带来的局限性。算法系统可对城市地形基底、交通分布特征、城市空间规划格局、工程建设条件等多重核心要素开展深度研判,依托海量基础数据完成多套线路方案的自主推演与择优筛选。智能运算体系覆盖多层级设计影响因素,深度挖掘城市空间拓展与交通运行的内在规律,筛选出适配城市长期建设的线路布局形式。智能技术的深度应用能够降低人工规划产生的主观偏差,拓宽线路规划的研判维度,稳步提升公路选线方案的科学性与适配度,满足智慧城市交通建设的精细化发展诉求。

2.3 模块化预制装配化设计方法

模块化预制装配化设计以标准化与集成化设计理念为核心,适配智慧城市交通工程高效建设的发展节奏。该设计方式将公路路线配套防护结构、路面衔接构件、道路辅助设施划分为独立标准化单元,通过各类标准单元的组合拼接完成路网配套体系的整体搭建。标准化单元的一体化设计与集中生产,改善传统现场作业模式造成的结构参差与布局零散问题,让公路线路配套设施保持规整统一的整体形态。标准化的设计流程能够精简配套工程的设计工序,统一路网设施的建设标准,提升公路路线建设的规整度与施工效率,适配智慧城市路网体系规范化、高品质的建设发展趋势。

2.4 多目标协同优化设计方法

多目标协同优化设计打破单一维度的规划思维,贴合智慧交通多维度协同发展的建设内核。公路路线设计工作涉及城市空间开发、道路交通通行、生态环境维护、城区路网衔接等多项核心维度,单一指标优化的规划模式难以适配现代城市交通的发展需求。该设计方法针对公路线路空间廊道范围、线形变化参数、路网衔接模式、土地资源利用等核心内容开展统筹调控,协调工

程建设与城市发展、交通运行与生态保护之间的平衡关系。多维度统筹的设计思维能够持续优化公路线路整体布局,强化路网结构与城市交通体系的衔接效能,搭建适配智慧城市长效发展的公路规划体系。

3 智慧交通要素融入公路路线的创新设计路径

3.1 智能设施与公路路线空间一体化设计

城市智慧化建设进程推动各类智能交通设施持续普及,传统公路路线设计多将设施布设与线路规划进行拆分处理,难以适配智慧交通的建设模式^[3]。空间一体化设计将智能传感设备、信息传输设备、交通感知设备的布设需求前置到公路路线规划阶段。线路线形走势、廊道空间宽度、路基断面形态的设计工作,均结合智能设备安装与运行的空间需求统筹推进。设计模式弱化线路形态与设施布设的割裂状态,让公路线形空间可以充分承载各类智能交通载体。整体化的设计思路能够提升公路空间资源的利用效率,让公路线路物理空间与智慧交通硬件体系形成深度融合,支撑城市智慧交通体系的稳定搭建与长效运行。

3.2 智慧服务设施沿线协同布局设计

现代智慧交通体系注重出行服务功能的全面升级,公路路线设计需要兼顾基础通行功能与智慧化服务功能的落地需求。智慧服务设施沿线协同布局设计围绕城市交通服务升级的发展方向,统筹公路沿线服务节点、智能运维站点、出行服务终端的空间布设关系。线路廊道的规划布设充分考量服务设施的覆盖范围与服务辐射能力,依托公路线路走向串联各类智慧交通服务资源。科学的沿线布局方式能够完善公路交通的服务功能体系,打通公路通行与城市智慧交通服务的衔接通道,让公路路网深度融入城市智慧服务整体格局,提升城市道路服务的综合服务品质。

3.3 生态约束条件下的路线优化设计

智慧城市建设注重城市生态环境与交通建设的协调发展,公路路线设计需要兼顾交通建设推进与城市生态资源保护的发展需求。生态约束条件下的路线优化设计将城市生态保护格局纳入公路线路规划的核心考量维度,调整传统以通行需求为单一导向的线路布设模式。线路廊道选址、线形走势规划、路基范围划定均结合城市生态保护格局开展精细化调整,弱化公路建设对城市生态空间的扰动。优化设计思路可以平衡交通工程建设与城市生态维护的发展关系,让公路线路布局适配城市生态智慧治理的发展方向,实现交通建设与城市生态环境的协调发展。

3.4 全天候通行需求下的路线安全设计

智慧交通运行具备不间断、高负荷的运行特征，道路交通通行对环境适配能力与安全保障水平提出更高标准。全天候通行需求下的路线安全设计针对复杂天气与复杂路况下的通行隐患，对公路线形参数、线路视野条件、路段坡度走势进行精细化优化。线路设计过程中强化路段通行的环境适配能力，提升公路路网对多变通行场景的适配水平^[4]。针对性的线形优化与空间布局调整可以弱化自然环境与路况变化对行车状态的干扰，强化公路路网的安全承载能力，适配智慧城市全天候、不间断的交通运行节奏，夯实城市智慧交通运行的安全基础。

4 公路路线创新设计的支撑体系与发展策略

4.1 新型材料与工艺对路线设计的支撑作用

新型工程材料与施工工艺的迭代升级，为公路路线创新设计提供可靠的工程技术支撑。传统建筑材料和施工方式存在明显性能短板，会约束公路线形布设与路基结构规划的优化空间。新型高强耐久的环保材料突破传统工程建设的性能限制，拓展公路路线设计的可调范围。现代化施工工艺适配多样化的线形布设与空间建设形式，降低地形环境对线路规划的约束作用。设计工作依托新型材料的结构优势与适配特性，优化公路线形曲率、路基铺设范围及断面结构形式，匹配智慧交通的运行建设标准。材料与工艺的整体升级强化公路线路结构稳定性，为各类创新型路线设计方案提供落地保障。

4.2 数字孪生技术的设计应用路径

数字孪生技术依托虚实交互与动态迭代的技术特质，拓展智慧公路路线设计的实施路径。技术可构建贴合城市路网、地形地貌与空间格局的虚拟镜像，完整还原公路建设所处的全域环境条件。设计人员依托虚拟仿真模型完成线路方案的迭代打磨，优化线形布设、廊道规划与路网衔接等核心设计内容。虚拟空间的设计调试模式减少实体整改带来的资源损耗，持续打磨公路路线设计细节。技术构建的动态映射体系可实现线路设计与城市发展的动态适配，推动传统静态规划模式向动态适配模式转变，提升路网规划与智慧城市发展节奏的匹配度。

4.3 跨学科协同设计机制的构建路径

公路智慧化创新设计覆盖交通工程、城市规划、数字技术、生态工程等多个专业领域，单一学科的设计

思维难以满足现代化路网建设标准。跨学科协同设计机制可整合多领域技术理念与设计手段，破除单一专业视角的设计局限。机制搭建可打通不同学科的技术壁垒，促进多领域设计理念与技术方法的深度融合。多维度学科融合丰富公路路线设计的研判维度，兼顾工程结构性、数字化适配能力、生态保护成效与城市空间融合效果。一体化协同模式弥补单一设计思维的短板，为公路路线创新设计构建多元完善的技术与理论支撑。

4.4 面向未来的路线弹性预留设计策略

智慧交通保持持续迭代的发展态势，城市空间布局、交通流通状态与智慧交通体系均处于持续更新的状态。路线弹性预留设计立足于城市长期发展视角，摆脱短期建设指标的固化约束。设计工作结合城市空间拓展趋势与智慧交通升级方向，为路网改造、功能更新、线路延伸预留充足空间。弹性设计可优化线路廊道尺度、线形基础参数与路网衔接节点，适配城市交通体系的迭代升级^[5]。科学的预留设计模式延长公路路网服役年限，降低后期改造作业对城市交通与空间环境的干扰，维持路网系统与智慧城市长期发展的适配性。

结束语

公路路线设计在智慧交通框架下已呈现出多技术融合、多目标协同的鲜明趋势。BIM 数字化、智能选线算法、模块化装配及数字孪生等手段的深度嵌入，使设计精度与效率获得实质性提升。智能设施空间一体化、生态约束优化与弹性预留等创新路径，则为路网长期适配城市发展奠定了方法基础。后续研究可进一步聚焦跨学科协同机制的落地实施与新型材料工艺在复杂线形中的应用验证，推动公路设计持续服务于智慧城市交通体系的高质量建设。

参考文献

- [1] 于友斌. 智慧城市下的公路路线设计创新研究 [J]. 运输经理世界, 2024(35):52-54.
- [2] 任博. 基于生态环保理念的绿色公路路线设计应用 [J]. 大众标准化, 2025(8):77-79.
- [3] 李喆恒. 关于高速公路总体设计理念及路线设计的研究 [J]. 建筑与施工, 2025, 4(7):209-210.
- [4] 张计虎. 基于可持续发展理念的公路工程路线设计创新研究 [J]. 中国图片 (中英文), 2024(34):82-83.
- [5] 魏林. 山区高速公路路线设计中的关键问题及对策分析 [J]. 产品设计, 2024(10):179-181.