

数字化技术在市政道路安全设施设计中的创新应用探索

李 曼

上海市城市建设设计研究总院（集团）有限公司 天津 300000

摘要：随着城市化进程的不断加快，市政道路的建设规模日益扩大，道路安全问题愈发受到关注。数字化技术的飞速发展为市政道路安全设施设计带来了新的机遇和挑战。本文深入探讨了数字化技术在市政道路安全设施设计中的创新应用，分析了数字化技术的优势，如提高设计精度、增强模拟效果、实现数据共享等。详细阐述了数字化建模、虚拟现实、地理信息系统等技术在道路标志标线设计、护栏设计、照明设计等方面的具体应用。通过实际案例分析，验证了数字化技术在提升道路安全设施设计质量和效率方面的显著作用。也指出了当前应用过程中存在的问题，并提出了相应的解决对策，以期为市政道路安全设施设计的发展提供有益参考。

关键词：数字化技术；市政道路；安全设施设计；创新应用；道路安全

市政道路作为城市交通的重要组成部分，其安全设施的设计直接关系到行人和车辆的安全。传统的市政道路安全设施设计方法往往依赖于设计师的经验和手工绘图，存在设计精度低、效率不高、难以全面考虑各种复杂因素等问题。在城市化快速发展的背景下，城市道路的交通流量不断增加，道路环境日益复杂，传统设计方法已难以满足现代道路安全的需求。

数字化技术的出现为市政道路安全设施设计带来了革命性的变化。数字化技术具有高精度、高效率、可模拟等特点，能够对道路环境进行全面、准确的分析和模拟，为安全设施的设计提供科学依据。通过数字化技术，设计师可以在虚拟环境中对不同的设计方案进行评估和优化，大大提高了设计质量和效率。数字化技术还可以实现数据的共享和协同工作，促进不同部门之间的沟通和合作。因此，探索数字化技术在市政道路安全设施设计中的创新应用具有重要的现实意义。

1 数字化技术在市政道路安全设施设计中的优势

1.1 提高设计精度

传统的市政道路安全设施设计在测量和绘图过程中容易出现人为误差，导致设计与实际情况存在偏差。而数字化技术采用先进的测量设备和软件，能够精确地获取道路的地形、地貌、交通流量等数据。例如，激光扫描技术可以快速、准确地获取道路的三维地形信息，为安全设施的设计提供精确的基础数据。

在设计过程中，数字化设计软件可以根据精确的数据进行建模和分析，确保安全设施的尺寸、位置等参数符合设

计要求。以道路标志标线设计为例，通过数字化软件可以精确计算标志的大小、高度和角度，以及标线的宽度和间距，使标志标线能够清晰、准确地传达信息，提高道路的安全性。

数字化技术还可以对设计方案进行实时调整和优化。当道路条件发生变化时，设计师可以及时修改设计参数，而不需要重新进行大量的测量和绘图工作，大大提高了设计的灵活性和精度。

1.2 增强模拟效果

数字化技术可以创建逼真的虚拟道路环境，对安全设施的设计效果进行模拟和评估。虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术可以让设计师和相关人员身临其境地感受设计方案的实际效果。在虚拟环境中，可以模拟不同的天气条件、交通流量和驾驶场景，观察安全设施在各种情况下的作用。通过模拟还可以发现设计方案中存在的潜在问题。在模拟车辆碰撞护栏的过程中，可以分析护栏的防撞性能和变形情况，及时对护栏的结构和材料进行改进，提高护栏的安全性。

1.3 实现数据共享与协同工作

市政道路安全设施设计涉及多个部门和专业，如规划、设计、施工和管理等。传统的设计方式中，各部门之间的数据传递和沟通存在困难，容易导致信息不一致和工作重复。数字化技术可以实现数据的集中管理和共享，不同部门的人员可以在同一平台上获取和使用相关数据。数字化技术还支持协同工作。不同专业的设计师可以在同一设计平台上进行

实时协作，共同完成安全设施的设计任务。通过在线沟通和版本管理，提高了工作效率和设计质量。

2 数字化建模技术在市政道路安全设施设计中的应用

2.1 道路标志标线的数字化建模

道路标志标线是引导车辆和行人安全通行的重要设施。数字化建模技术可以对道路标志标线进行精确的三维建模。利用激光扫描或摄影测量技术获取道路的实际地形和周边环境信息，建立道路的基础模型。根据设计规范和实际需求，在模型中添加标志和标线的三维模型。在建模过程中，可以对标志的形状、颜色和图案进行精确设计。例如，对于警告标志，可以根据不同的危险类型设计相应的图案和颜色，使其更加醒目和易于识别。对于标线，可以模拟不同类型标线的视觉效果，如虚线、实线和斑马线等，确保标线在不同的光照条件下都能清晰可见。

2.2 护栏的数字化建模与分析

护栏是保障道路安全的重要设施，其设计质量直接关系到车辆和行人的安全。数字化建模技术可以对护栏进行精确的三维建模，并进行力学分析。根据护栏的设计图纸和材料特性，建立护栏的三维模型。利用有限元分析软件对护栏在车辆碰撞时的受力情况进行模拟分析。通过模拟分析，可以了解护栏在不同碰撞速度和角度下的变形情况和能量吸收能力。根据分析结果，可以对护栏的结构和材料进行优化设计，提高其防撞性能。例如，调整护栏的立柱间距、横梁厚度和连接方式等参数，使护栏能够更好地承受车辆碰撞的冲击力。

2.3 照明设施的数字化建模与优化

良好的道路照明是保障夜间行车安全的关键。数字化建模技术可以对道路照明设施进行精确的建模和优化。利用三维建模软件建立道路和周边环境的模型，包括建筑物、树木和地形等。在模型中添加照明灯具的三维模型，并设置灯具的参数，如功率、光强分布和安装高度等。通过照明模拟软件，可以对道路的光照效果进行模拟分析。模拟不同时间段和天气条件下的光照情况，评估照明设施的亮度、均匀度和眩光控制等指标。根据模拟结果，可以调整灯具的布局和参数，优化照明设计方案。

3 虚拟现实技术在市政道路安全设施设计中的应用

3.1 设计方案的沉浸式体验

虚拟现实技术可以为设计师和相关人员提供沉浸式的设计体验。通过佩戴虚拟现实头盔，用户可以身临其境地感受

虚拟道路环境中的安全设施设计效果。在虚拟环境中，用户可以自由地观察标志标线的设置、护栏的外观和照明设施的光照效果等。这种沉浸式体验可以帮助设计师更好地理解设计方案的实际效果，发现设计中存在的问题。例如，在虚拟环境中，设计师可以模拟驾驶员的视角，观察标志标线在不同行驶速度和角度下的可见性，及时调整标志的位置和大小。

3.2 安全设施的交互设计与评估

虚拟现实技术支持安全设施的交互设计和评估。在虚拟环境中，用户可以与安全设施进行交互操作，如触摸标志、跨越护栏和调整照明显亮度等。通过这种交互方式，可以评估安全设施的易用性和实用性。

虚拟现实技术还可以对安全设施的应急响应能力进行评估。在虚拟环境中模拟火灾、地震等紧急情况，观察安全设施在应急情况下的作用，如疏散指示标志的引导效果和应急照明的亮度等。根据评估结果，对安全设施进行改进和完善。

3.3 施工过程的虚拟模拟与培训

虚拟现实技术可以对市政道路安全设施的施工过程进行虚拟模拟。在虚拟环境中，模拟施工人员的操作过程，包括材料的运输、设备的安装和调试等。通过虚拟模拟，可以提前发现施工过程中可能存在的问题，如施工空间不足、施工顺序不合理等，及时进行调整和优化。

虚拟现实技术还可以用于施工人员的培训。施工人员可以在虚拟环境中进行操作练习，熟悉施工流程和安全规范。这种虚拟培训方式可以减少实际施工中的错误和事故，提高施工质量和效率。

4 地理信息系统在市政道路安全设施设计中的应用

4.1 道路周边环境信息的整合与分析

地理信息系统 (GIS) 可以整合道路周边的各种地理空间信息，如地形、地貌、建筑物、地下管线和土地利用等。通过对这些信息的分析，可以为市政道路安全设施的设计提供全面的参考。

GIS系统还可以分析道路周边的交通流量和事故多发点。通过对历史交通数据和事故数据的统计分析，确定事故高发区域和潜在的安全隐患。在设计安全设施时，可以针对这些区域采取相应的措施，如增加警示标志、改善照明条件等。

4.2 安全设施布局的优化

基于GIS系统的空间分析功能，可以对市政道路安全设施的布局进行优化。GIS系统可以根据道路的地形、交通

流量和周边环境等因素，计算出安全设施的最佳布局方案。

对于照明设施的布局，GIS 系统可以结合道路周边的建筑物和地形，模拟不同的光照效果。根据模拟结果，优化照明灯具的布局和功率，确保道路照明的均匀度和亮度符合要求。

4.3 安全设施的动态管理

GIS 系统可以实现市政道路安全设施的动态管理。通过在 GIS 平台上建立安全设施的数据库，记录安全设施的基本信息、安装时间、维护情况等。利用 GPS 定位技术，可以实时跟踪安全设施的位置和状态。

当安全设施出现损坏或需要更换时，管理人员可以通过 GIS 系统快速定位设施的位置，并及时安排维修和更换工作。GIS 系统可以对安全设施的维护历史进行统计分析，预测设施的使用寿命，制定合理的维护计划。

5 数字化技术在市政道路安全设施设计中应用的挑战与对策

5.1 技术人才短缺

数字化技术在市政道路安全设施设计中的应用需要具备专业技术知识和技能的人才。目前，相关领域的技术人才短缺，设计师和技术人员对数字化技术的掌握程度不够。许多设计师仍然习惯于传统的设计方法，对数字化技术的应用缺乏积极性和主动性。

为了解决技术人才短缺的问题，需要加强相关专业的教育和培训。高校和职业院校可以开设数字化设计相关的课程和专业，培养适应数字化时代需求的专业人才。企业和行业协会可以组织在职人员的培训和技术交流活动，提高设计师和技术人员的数字化技能水平。

5.2 数据安全与隐私问题

数字化技术的应用涉及大量的数据采集、存储和传输。这些数据包含了道路的地理信息、交通流量和用户的个人信息等敏感数据，存在数据安全和隐私泄露的风险。一旦数据被泄露或滥用，可能会对个人和社会造成严重的影响。

为了保障数据安全和隐私，需要建立完善的数据安全管理制度。采用先进的加密技术对数据进行加密处理，确保数据在传输和存储过程中的安全性。加强对数据访问权限的管理，严格控制数据的使用范围和人员。还需要加强对数据安全法律法规的宣传和教育，提高相关人员的数据安全意识。

5.3 标准和规范不完善

目前，数字化技术在市政道路安全设施设计中的应用缺

乏统一的标准和规范。不同的软件和技术平台在数据格式、设计流程和评价指标等方面存在差异，导致数据共享和协同工作困难。缺乏明确的设计标准和规范也影响了设计质量和行业的发展。为了解决标准和规范不完善的问题，需要相关部门和行业协会加强标准和规范的制定工作。制定统一的数据格式和接口标准，促进不同软件和技术平台之间的数据共享和集成。制定数字化设计的流程和评价标准，规范设计行为，提高设计质量。

6 结语

数字化技术在市政道路安全设施设计中的创新应用为提高道路安全水平和设计质量带来了新的机遇。数字化技术具有提高设计精度、增强模拟效果、实现数据共享和协同工作等优势，在数字化建模、虚拟现实和地理信息系统等方面的应用取得了显著的成效。通过数字化建模技术可以对道路标志标线、护栏和照明设施等进行精确设计和优化；虚拟现实技术可以提供沉浸式的设计体验和交互评估；地理信息系统可以整合道路周边环境信息，优化安全设施布局和实现动态管理。未来，随着数字化技术的不断发展和创新，其在市政道路安全设施设计中的应用将更加深入和广泛。例如，人工智能技术可以与数字化技术相结合，实现安全设施的智能设计和优化；物联网技术可以实现安全设施的实时监测和远程控制。相信在数字化技术的支持下，市政道路安全设施设计将不断提高水平，为城市交通的安全和畅通提供有力保障。

参考文献：

- [1] 吴敏. 数字化技术在市政道路无障碍设施设计中的创新应用 [J]. 数码设计 (电子版), 2024,(5):0028-0030.
- [2] 滕高辉. 市政工程道路施工中的智能化技术应用研究 [C]// 中国智慧工程研究会. 2025 智慧设计与建造经验交流会论文集. 2025:1-3.
- [3] 刘辉. S 市政道路工程质量研究 [D]: 东华大学, 2020.
- [4] 张鹏辉. 基于数字化技术的市政道路工程施工现场管理模式分析 [J]. 门窗, 2025,(17):175-177.
- [5] 马迪, 赵国锐, 武庆喜, 等. 数字化技术在市政基础设施更新项目设计中的应用与探索 [J]. 城市道桥与防洪, 2025,(9):437-441.

作者简介：李曼 (1987—), 女, 汉族, 河北省沧州市人, 硕士学历, 高级工程师, 研究方向为市政道路设计。