

数字化技术在市政建筑道桥施工中的应用与优化

孙海燕

新疆孔雀河建设工程有限公司, 新疆 库尔勒 841000

[摘要] 市政建筑道桥施工是城市基础设施建设的核心内容, 其高效、安全、精确地完成对城市发展至关重要。文章探讨了数字化技术在市政建筑道桥施工中的应用及其优化策略。数字化技术, 如信息建模技术 (BIM)、地理信息系统 (GIS)、无人机和遥感技术、物联网与智能传感器以及数据驱动的决策支持系统, 已经在市政建筑领域展示了巨大的潜力和优势。其优化策略主要包括加强数据整合, 促进人工智能的应用, 以及提高云计算平台的利用效率, 这些策略有助于提升施工效率、降低成本, 并改善项目管理的精度和可靠性。

[关键词] 数字化技术; 市政建筑; 道桥施工

DOI: 10.33142/sca.v7i9.13399

中图分类号: TU990.3

文献标识码: A

Application and Optimization of Digital Technology in Municipal Building Road and Bridge Construction

SUN Haiyan

Xinjiang Kongque River Construction Engineering Co., Ltd., Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: Municipal building road and bridge construction is the core content of urban infrastructure construction, and its efficient, safe, and accurate completion is crucial for urban development. This article explores the application and optimization strategies of digital technology in municipal building road and bridge construction. Digital technologies, such as information modeling technology (BIM), geographic information system (GIS), unmanned aerial vehicles and remote sensing technology, Internet of Things and intelligent sensors, and data-driven decision support systems, have shown great potential and advantages in the field of municipal construction. Its optimization strategies mainly include strengthening data integration, promoting the application of artificial intelligence, and improving the utilization efficiency of cloud computing platforms. These strategies help to improve construction efficiency, reduce costs, and enhance the accuracy and reliability of project management.

Keywords: digital technology; municipal buildings; road and bridge construction

引言

市政建筑道桥施工作为城市基础设施建设的重要组成部分, 其施工过程中需要高效的管理和精准的数据支持^[1]。随着数字化技术的发展和应用, 包括信息建模技术 (BIM)、地理信息系统 (GIS)、无人机和遥感技术、物联网与智能传感器以及数据驱动的决策支持系统, 已经在市政建筑领域展现出了革命性的影响, 本文将深入探讨这些数字化技术在市政建筑道桥施工中的应用及其优化策略。

1 数字化技术在市政建筑道桥施工中的应用

1.1 信息建模技术

信息建模技术 (BIM) 在市政建筑道桥施工中的应用, 不仅仅是一种软件工具或技术平台, 更是一种革新性的方法论和 workflows, 已经在全球范围内得到广泛应用。BIM 通过集成多维信息, 包括几何形状、空间关系、数量和属性, 为建筑、道路和桥梁等基础设施的设计、建造和管理提供了全方位的支持和优化。

信息建模技术在市政建筑道桥施工中的应用是基于集成和协作的全新工作流程, 通过建立数字化的三维模型, 将设计、施工和运营管理整合为一个统一的平台。首先,

BIM 在设计阶段通过创建精确的三维模型, 帮助设计团队可视化和优化道路、桥梁和相关基础设施的几何形状和空间关系, 从而提升设计质量和减少设计错误。其次, BIM 在施工阶段通过支持施工进度的规划和调度, 确保施工过程中的顺利进行, 并通过碰撞检测和安全分析预测施工冲突和安全风险, 从而减少成本和提高效率。最后, BIM 在基础设施管理阶段通过提供详细的数据和历史记录, 如材料使用、设备维护和运行成本等信息, 帮助管理团队制定更有效的维护计划和预算, 延长设施的使用寿命并减少维护成本。

BIM 在市政建筑领域的应用显著提升了项目的设计效率和质量。传统上, 设计师、工程师和建筑师需要通过二维图纸来表达和交流设计意图, 容易导致信息传递不清晰和误解。而 BIM 基于三维模型, 可以提供更直观、更真实的设计展示, 帮助团队成员更好地理解 and 协作。例如, 在道路和桥梁设计中, BIM 可以精确模拟地形和结构物的互动关系, 实现设计优化和冲突检测, 从而减少施工过程中的设计变更和成本增加。

施工团队可以利用 BIM 模型进行施工进度的规划和

调度, 确保各个施工环节的顺利衔接和资源的合理利用。同时, BIM 还能够支持实时的碰撞检测和安全分析, 预测潜在的施工冲突和安全风险, 有助于提前采取措施避免事故发生。基于 BIM 模型, 管理团队可以获取建筑和设施的详细数据和历史记录, 包括材料使用、设备维护和运行成本等信息。这些数据可以用于制定更有效的维护计划和预算, 延长设施的使用寿命, 减少维护成本, 提高资源利用效率。

BIM 的开放性和可扩展性使其能够与其他数字化技术和平台集成, 如地理信息系统 (GIS)、物联网和智能传感器系统等, 进一步提升市政建筑道桥施工的整体效能和智能化水平。例如, 通过与 GIS 整合, 可以实现 BIM 模型与地理环境的精准结合, 为城市规划和土地利用提供更全面的信息支持; 与物联网技术整合, 则能实现对建筑设施实时状态的监控和管理。

信息建模技术 (BIM) 在市政建筑道桥施工中的应用不仅仅是技术工具的使用, 更是一种全新的思维方式和工作方法的革新。它通过提供集成的信息平台和多维数据支持, 极大地提升了施工项目的设计效率、施工管理的精度和运营维护的可持续性, 为现代城市基础设施建设带来了深远的影响和创新。

1.2 地理信息系统 (GIS)

地理信息系统 (GIS) 技术通过高效地收集、存储、分析以及可视化地理和空间数据, 极大地优化了市政建设项目的规划、执行和管理过程。首先, GIS 技术在项目前期的规划与设计阶段发挥着至关重要的作用。通过 GIS 系统, 规划师和工程师能够准确地获取地形、地貌以及现有基础设施的详尽数据。例如, 在道路或桥梁建设前, GIS 可以用来分析地理环境对建设的可能影响, 帮助决策者选择最佳的路线和位置。这种数据的集成分析保证了建设方案的科学性和合理性, 减少了未来施工过程中可能出现的地质和环境风险。

在施工阶段, GIS 提供的动态数据更新功能使得施工管理更为高效。施工团队可以实时更新施工进度和条件变化到 GIS 平台, 如气候变化、土壤移动等, 这些数据随后可用于指导日常施工决策和调整施工计划。GIS 技术还可以与其他技术 (如 BIM, 建筑信息模型) 结合使用, 实现施工过程的三维可视化, 使项目管理者能够更直观地监控项目进展和质量控制, 及时发现问题并采取措。

在施工安全管理方面, GIS 的应用同样不可或缺。利用 GIS, 管理者可以制定更加精确的安全预警系统。例如, 通过分析 GIS 数据, 可以预测某些施工区域可能存在的滑坡或洪水风险, 从而提前部署安全措施, 保证工人和设备的安全。GIS 在市政建设的维护和后期管理中也显示出其长远价值。完成施工的道路和桥梁的 GIS 数据, 可以持续用于日常维护和紧急事务处理。市政管理者可以利用 GIS

监控基础设施的使用状况和老化程度, 有效规划维修工作, 以及在自然灾害等紧急情况下迅速做出反应^[2]。

1.3 无人机和遥感技术

无人机技术在市政建设项目中主要用于进行地形勘测和项目监控。通过搭载高分辨率摄像头和其他传感器, 无人机能够在短时间内覆盖大面积的地形, 获取高质量的图像和其他相关数据。这些数据对于准确评估建设地点的地理和环境条件至关重要, 有助于工程师们在项目初期进行更加精确的设计和规划。无人机在施工过程中可用于实时监控工地情况, 及时捕捉到可能影响施工进度和安全的因素, 如非法侵入、施工设备的不当操作等。

遥感技术则利用卫星或高空平台获取地球表面的信息, 广泛应用于市政建设的多个方面。在项目规划阶段, 遥感技术能够提供关于地表覆盖、土壤类型、水文状况等详尽的数据, 这些数据对于确定建设位置、预测潜在环境影响及制定施工策略都极为重要。通过对比不同时间点的遥感数据, 规划者和建设者可以更好地理解环境变化对项目的可能影响, 从而采取适当的应对措施。

在施工阶段, 遥感技术与无人机监测系统的结合使用, 能够提供工地全方位的动态监控。这种监控不仅限于视觉信息, 还包括温度、湿度等环境参数, 这些都是通过遥感技术中使用的各种传感器来实现的。这些数据的实时更新和分析, 使得项目管理者能够迅速响应各种施工中出现的问题, 优化资源分配, 提高施工效率和安全性。对于已建成的道路和桥梁, 这些技术可以定期进行结构健康监测, 早期发现裂缝、变形或其他潜在的结构问题。这种定期检查机制有助于及时进行必要的维修, 延长市政基础设施的使用寿命, 并降低因突发故障引起的维修成本。

1.4 物联网与智能传感器

物联网与智能传感器在市政建筑、道路和桥梁施工中的应用, 是现代数字化技术革新的典型示例。这些技术通过使建筑材料和施工设备“智能化”, 极大地提高了建设项目的效率、安全性和质量控制水平。

物联网技术允许各种建筑材料、机械和设备实现互联互通。通过在施工现场安装智能传感器, 可以实时收集有关材料条件、机械运行状态和环境变量的数据。例如, 智能传感器可以监测混凝土的固化过程, 确保混凝土达到最佳的固化程度, 从而保证结构的强度和耐久性。此外, 这些传感器还能监控设备的运行效率, 预警可能的机械故障, 使维护工作更加及时和精确。

在道路和桥梁建设中, 智能传感器用于实时监控施工质量和结构健康。例如, 通过嵌入式应变计和振动传感器, 可以持续监测桥梁在施工和使用过程中的应力变化和振动水平, 及时发现潜在的结构问题。这些数据帮助工程师评估桥梁的整体结构安全性, 并在必要时进行调整或维修, 以延长其使用寿命并防止严重事故的发生。

智能传感器和物联网技术还可以提高施工现场的安全管理水平。通过安装用于监测空气质量、温度和湿度的传感器，可以确保施工环境符合安全标准，保护工人免受有害物质和极端天气的影响。此外，智能摄像头和运动传感器可以用于监控施工现场的安全状况，自动检测未授权的进入或潜在的安全威胁，及时通知管理人员采取行动。

在施工管理方面，物联网技术通过将所有相关信息集成到一个中央平台，使项目管理更加高效。项目经理可以通过这个平台实时获取施工进度、资源消耗和员工分布的数据，优化资源配置，减少浪费，并确保项目按期完成。这种集成的数据分析和工具不仅提高了管理效率，也提升了项目的透明度和可预测性^[3]。

1.5 数据驱动的决策支持系统

在市政建筑道桥施工项目中，数据驱动的决策支持系统（DSS）扮演着重要角色。这类系统通过高效地利用来自各种源的数据，帮助项目经理和决策者进行更准确、更科学的决策。在传统的施工管理过程中，决策往往依赖于经验和直觉，这不仅效率低下，而且容易因人为因素导致误判。随着数字化技术的发展，尤其是大数据和机器学习技术的应用，数据驱动的决策支持系统已经变得越来越普遍，并在施工管理中显示出巨大的潜力。

数据驱动的决策支持系统能够整合来自不同阶段的建筑信息，包括设计、采购、施工和维护等环节的数据。通过对这些数据的深度分析，DSS 可以提供关于材料使用效率、工期预测、成本控制以及风险管理的实时洞察。例如，在道桥施工中，系统可以分析历史天气数据和现场实时天气状况，预测可能的施工延误，并即时调整工程进度计划，从而避免因天气不良导致的时间和成本浪费。在市政道桥建设项目中，资源如人力、机械和材料的合理分配至关重要。DSS 利用过去项目的数据，结合当前项目的具体情况，通过算法模型来预测资源需求，使资源配置最优化。这不仅提高了资源使用效率，还极大地减少了浪费和成本。

2 数字化技术在市政建筑道桥施工中的应用的优化策略

2.1 加强数据整合

在市政建筑项目中，数据整合是实现高效资源管理和决策支持的基础。项目涉及众多方面的数据，包括地理信息系统（GIS）、建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）设备收集的实时数据以及运营维护数据等。加强这些数据的整合能够为项目管理提供一个 360 度的视角，确保信息流的无缝对接和实时更新。其一，建立一个中央数据仓库或采用云服务，可以实现数据的集中管理和存储。这不仅有助于保持数据的完整性和一致性，还可以简化数据访问和共享，使得项目相关人员能够随时获取所需信息，从而提

高决策的效率和准确性。其二，实现数据整合还需要标准化数据格式和接口。通过制定统一的数据标准，可以降低数据整合的复杂性，减少由于数据格式不兼容导致的信息孤岛问题。此外，开发和使用 APIs（应用程序编程接口）促进不同系统和软件之间的数据交换，也是实现高效数据整合的关键技术。

2.2 促进人工智能的应用

人工智能技术的应用是提高市政建筑道桥施工项目效率和质量的重要手段。AI 可以在多个层面改变建筑项目管理，包括项目规划、设计、施工管理、安全监控及后期维护等。在项目规划和设计阶段，AI 可以通过分析历史数据和模拟不同设计方案的性能，帮助决策者选择最优设计。例如，利用机器学习算法分析地形和土壤数据，AI 可以预测地基的承载能力，从而指导桥梁的设计参数。在施工管理方面，AI 技术可以实时监控施工现场，通过图像识别和视频分析技术，自动检测安全隐患或者施工质量问题^[4]。

在安全监控上，AI 的应用可以大幅提升施工现场的安全水平。使用 AI 算法分析监控视频，可以实时识别作业人员是否佩戴安全帽、安全带等个人防护设备，以及是否存在潜在的安全风险行为，从而及时预警和介入，减少事故发生。在项目的运营和维护阶段，AI 可以通过分析结构的实时监测数据，预测可能的维护需求，实现预测性维护。这不仅可以延长建筑物的使用寿命，还可以显著降低维护成本。

3 结束语

数字化技术在市政建筑道桥施工中的广泛应用不仅提升了施工效率和质量，还为城市基础设施的可持续发展提供了坚实的技术支持。随着技术的不断进步和应用场景的拓展，数字化技术将继续发挥重要作用，推动市政建筑领域向智能化和可持续化方向发展。

[参考文献]

- [1] 顿安巍, 陈晓波, 郭雪梅. BIM5D 技术与全过程咨询模式结合应用研究[J]. 工程建设与设计, 2024(12): 96-98.
 - [2] 吴斌. 现代化防水技术在道桥施工中的应用研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(1): 152-154.
 - [3] 常星星. 道桥专业数字化与智能建造探究[A] 第四届电力工程与技术学术交流会议论文集[Z]. 广东省国科电力科学研究院, 广东省国科电力科学研究院, 2023: 2.
 - [4] 陈柳花, 蒋海里. 浙江路桥大修工程的数字化实践与应用[J]. 城市道桥与防洪, 2023(5): 232-235.
- 作者简介: 孙海燕 (1976.4—), 毕业院校: 中央广播电视大学, 所学专业: 法学, 当前就职单位名称: 新疆孔雀河建设工程有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 中级。