

基于BIM技术的市政道路施工进度优化与管理研究

于卫东

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司建筑市政工程院 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 本文聚焦于基于BIM技术的市政道路施工进度优化与管理展开研究。首先分析了传统市政道路施工进度管理存在的问题,如信息传递不畅、进度模拟不准确等。然后详细探讨了BIM技术在市政道路施工进度计划编制、进度模拟、进度监控与调整等方面的具体应用方式,并结合实际案例验证了BIM技术对施工进度优化与管理的有效性。研究表明,BIM技术能够显著提高市政道路施工进度管理的效率和精度,为工程的顺利实施提供有力保障。

关键词: BIM技术;市政道路;施工进度;优化管理

1 引言

市政道路作为城市基础设施的重要组成部分,其建设质量与进度直接关系到城市的交通运行和居民的生活质量。在市政道路施工过程中,施工进度管理是确保工程按时交付使用的关键环节。然而,传统的施工进度管理方法存在诸多局限性,难以满足现代市政道路工程复杂多变的需求。随着信息技术的飞速发展,BIM(Building Information Modeling)技术应运而生,为市政道路施工进度管理带来了新的思路和方法。BIM技术通过创建三维数字化模型,集成了工程项目的各种信息,实现了对工程全生命周期的信息化管理。将BIM技术应用于市政道路施工进度管理,能够有效解决传统方法存在的问题,提高进度管理的效率和精度,实现施工进度的优化。

2 传统市政道路施工进度管理存在的问题

2.1 信息传递不畅

在传统的市政道路施工进度管理中,信息传递主要依靠纸质文件、会议和电话等方式。这些方式存在信息传递不及时、不准确、易丢失等问题,导致项目各参与方之间信息沟通不畅,容易出现误解和矛盾。例如,设计变更信息不能及时传达给施工人员,可能会导致施工错误和返工,影响施工进度。

2.2 进度计划编制不科学

传统的进度计划编制往往基于经验估算,缺乏科学的数据支持和动态调整机制。编制人员可能没有充分考虑施工过程中的各种不确定因素,如天气变化、设备故障、材料供应延迟等,导致进度计划与实际施工情况脱节,难以有效指导施工。

2.3 进度模拟不准确

传统的进度模拟主要依靠二维图纸和甘特图等工具,难以直观地展示施工过程和进度情况。这些工具无法考虑施工过程中的空间关系和资源限制,模拟结果与

实际施工情况存在较大差异,不能为进度计划的优化提供准确的依据。

2.4 进度监控与调整困难

在施工过程中,传统的进度监控主要依靠人工检查和报表统计,效率低下且容易出现误差。当发现进度偏差时,由于缺乏有效的分析工具和方法,难以及时找出偏差产生的原因,并制定合理的调整措施,导致进度偏差不断扩大,影响工程的整体进度。

3 BIM技术在市政道路施工进度优化与管理中的应用

3.1 施工进度计划编制

3.1.1 建立精细化的BIM模型

建立市政道路BIM模型前,要全面收集设计图纸、地质勘察报告等资料并细致整理,保证数据准确完整,如道路线形设计数据要精确到转折点坐标和高程。利用Revit、Civil3D等专业软件创建三维模型,涵盖路基、路面等所有构件。创建时注重细化,确保构件几何尺寸、位置关系和属性信息无误,如路基模型要体现不同土层厚度和分布^[1]。完成初步模型后,与原始设计图纸和规范对比校验,及时修改问题,邀请各方专业人员审核,提高模型质量。

3.1.2 定义施工任务和工序

依据市政道路工程特点,将工程分解为多个独立任务,如道路工程分解为路基、路面、附属设施施工等,桥梁工程分解为基础、墩台、上部结构施工等,任务分解要细致全面。对每个任务划分工序并确定逻辑关系,如路基施工有清表、挖填土方、压实等工序,桥梁基础施工有桩基、承台施工等,工序间有先后、平行、交叉等关系,为进度计划编制打基础。为工序赋予属性信息,如开始、结束时间,持续时间,资源需求,质量要求等,作为进度计划编制和优化的依据,如根据施工难度和资源需求确定工序持续时间。

3.1.3 关联模型与进度信息

选择合适方式关联施工任务、工序与BIM模型构件，常见有基于构件ID和空间位置的关联。前者为构件分配唯一ID绑定任务工序；后者根据施工范围确定模型空间区域关联构件。利用BIM软件功能实现关联并验证，确保任务工序准确对应模型构件，及时修正问题，保证关联准确可靠。建立动态更新机制，施工任务工序进度或模型构件信息变化时，及时更新相关进度信息，确保模型与进度信息一致，为进度管理决策提供准确数据。

3.1.4 生成科学合理的进度计划

利用BIM软件进度计划编制功能，结合任务工序逻辑关系、时间参数等，考虑工期、资源、环境因素，生成初始进度计划，如根据气候合理安排雨季和冬季施工任务。对初始计划优化调整，分析关键和非关键路径，找出优化环节。如增加资源投入缩短关键路径工序时间，调整非关键路径工序提高资源利用率，同时考虑不确定性因素，留出弹性空间。将优化后的进度计划提交各方审核，根据意见修改完善，形成各方认可的进度计划，作为施工指导依据。

3.2 施工进度模拟

3.2.1 4D模拟

把时间维度融入BIM模型，构建4D（三维空间+时间）施工模拟模型。在BIM软件里，为每个施工任务和工序设定时间属性，如开始、结束及持续时间等，让施工进度信息与三维模型紧密相连，实现施工过程动态呈现。借助4D模拟技术，能直观展现市政道路工程在不同时间节点的施工进展，可模拟从开工到竣工的全流程，涵盖各施工任务的起止及构件的安装搭建^[2]。施工人员借此提前熟悉施工顺序与方法，为实际施工做准备。比如桥梁施工，可模拟桩基、墩台、上部结构施工顺序及构件吊装连接过程。4D模拟时对施工过程进行冲突检测，查看不同任务工序间是否存在空间与时间冲突。如检查道路与地下管线施工是否会在同一时空进行造成干扰，桥梁上部结构施工时吊装设备空间是否足够、是否会碰撞周边物体。通过检测提前发现问题并制定解决方案，避免返工延误。

3.2.2 动态模拟

施工时，利用移动终端、传感器等实时采集现场进度数据，像施工任务完成情况、人员出勤、设备运行状态等，上传至BIM信息平台与模型进度计划对比分析，及时更新模型进度信息，实现施工进度动态监控。依据实时更新的模型进度信息，以动画、图表等形式动态展示市政道路工程实际与计划进度对比。如用不同颜色标

注已完成、进行中、未开始的施工任务，让项目管理人员和施工人员清晰了解工程进度。设定进度偏差预警阈值，实际进度与计划偏差超阈值时系统自动预警。

3.2.3 资源模拟

在BIM模型中集成人员、设备、材料等资源信息，为每个施工任务和工序分配相应资源需求，明确人员数量、设备类型数量、材料种类用量等，同时建立资源信息数据库管理资源供应和价格信息。依据施工进度计划和资源信息，分析各阶段资源需求，通过资源模拟预测不同时间点资源需求峰值与谷值，为资源调配提供依据。如道路基层施工需大量砂石和压路机，通过模拟可提前做好采购和租赁准备^[3]。根据资源需求分析与预测结果优化配置资源，合理安排人员任务时间，提高工作效率；合理调配设备使用，避免闲置浪费；优化材料采购供应计划，确保及时供应并降低库存成本。施工中依实际进度和资源使用情况及及时调整资源配置，保障资源有效利用。

3.3 施工进度监控与调整

3.3.1 进度数据采集

为保证施工现场进度数据准确全面，采用多种采集方式。除用移动终端和传感器实时采集外，还可通过现场巡查、施工日志记录、会议纪要获取信息。如巡查人员记录任务完成情况和现场问题；施工人员填写施工日志，记录工作内容、时间及资源使用情况。建立统一标准和规范，整理、格式化采集的进度数据。确保不同来源数据格式和编码一致，便于存储、管理和分析。例如，标准化定义施工任务名称、编号、起止时间等，避免数据歧义错误。对采集的进度数据审核校验，保证真实可靠。检查数据是否完整、准确、及时，有无错误遗漏。对不符合要求的数据，与采集人员沟通核实并修正。同时建立追溯机制，记录数据来源和处理过程，便于问题查找解决。

3.3.2 进度偏差分析

将采集的实际进度数据与BIM模型中的计划进度数据对比分析。通过计算进度偏差指标，如进度偏差（SV）、进度绩效指数（SPI）等，量化差异。如 $SV = \text{已完工作预算费用} (BCWP) - \text{计划工作预算费用} (BCWS)$ ，SV为正表示进度提前，为负表示滞后。发现进度偏差时，从人、机、料、法、环等方面全面分析原因。如进度滞后因人员不足，进一步分析是招聘困难、技能不匹配还是调配不合理；因设备故障，分析是老化、维护不当还是操作错误。评估进度偏差对项目整体进度和目标的影响程度^[4]。考虑是否影响关键路径工序、是否延长工期、是否增加

成本等,为进度调整决策提供依据。如偏差对关键路径影响大且可能延长工期,需采取更有力调整措施。

3.3.3 进度调整与优化

依据进度偏差分析结果制定调整措施,包括调整施工顺序、增加资源投入、延长或缩短工期、改进施工工艺等。如路基施工进度滞后,增加人员设备,采用分段施工;桥梁上部结构施工提前,调整后续任务开始时间,优化顺序。在BIM模型中模拟和评估调整方案,分析其对项目进度、成本、质量等方面的影响。评估方案可行性和有效性,选择最优方案。如模拟增加资源投入方案时,考虑资源供应和成本增加情况,确保经济和技术可行。实施选定的调整方案并监控过程。及时跟踪执行情况,检查措施是否落实。继续采集进度数据,与调整后计划进度对比分析,确保达到预期效果。若实施中出现新问题,及时分析调整,保证项目进度可控。

4 案例分析

4.1 项目概况

某市政道路工程全长3.5公里,道路红线宽度为40米,包括道路工程、排水工程、桥梁工程等。该项目具有施工周期长、施工难度大、涉及专业多等特点,传统的施工进度管理方法难以满足项目需求。为了提高施工进度管理的效率和精度,该项目采用了BIM技术进行施工进度优化与管理。

4.2 BIM技术应用过程

4.2.1 模型建立

根据项目的设计图纸和相关资料,建立了包含道路、桥梁、排水管线等所有构件的三维BIM模型。模型精度达到了LOD300,能够准确反映各构件的几何尺寸、位置关系和属性信息。在模型创建过程中,对道路的线形、路基的分层结构、桥梁的墩台和上部结构等进行了详细表示,确保模型的准确性和完整性。

4.2.2 进度计划编制

将项目分解为多个施工任务和工序,如路基开挖、桥梁基础施工、管线铺设等,并在BIM模型中为每个任务和工序赋予相应的进度信息。利用BIM软件的进度计划编制功能,生成了初始的施工进度计划,并进行了优化和调整。通过考虑项目的工期要求、资源限制和环境因素等,合理安排了施工顺序和时间节点,确保进度计划的科学性和合理性。

4.2.3 进度模拟

通过4D施工模拟,直观地展示了项目在不同时间节

点的施工进展情况。在模拟过程中,发现了施工场地空间冲突、施工顺序不合理等问题,并及时进行了调整和优化。例如,调整了桥梁基础施工和管线铺设的顺序,避免了施工过程中的相互干扰;通过资源模拟,合理安排了人员和设备的使用,提高了资源的利用率。

4.2.4 进度监控与调整

在施工过程中,利用移动终端实时采集施工现场的进度数据,并上传至BIM信息平台。通过与模型中的进度计划进行对比分析,及时发现进度偏差。当发现某段道路的路基施工进度滞后时,通过分析原因,发现是由于土方开挖设备故障导致的。项目部及时增加了设备投入,调整了施工计划,确保了该段道路的路基施工按时完成。

4.3 应用效果

通过应用BIM技术,该市政道路工程的施工进度管理取得了显著的效果。施工进度计划更加科学合理,施工过程中的冲突和问题得到了及时发现和解决,施工效率得到了显著提高。项目实际施工周期比原计划缩短了15天,节约了工程成本。同时,BIM技术的应用还提高了项目各参与方之间的信息共享和协同工作能力,减少了沟通成本和纠纷。

结语

本文研究基于BIM技术的市政道路施工进度优化与管理得出结论:BIM技术具备可视化等特点,在市政道路施工进度管理优势显著;传统管理存在信息传递不畅等诸多问题,BIM技术能有效解决,提高管理效率与精度,且在进度计划编制等方面有具体应用方式,实际案例验证了其有效性与可行性。展望未来,BIM技术虽已取得一定成果,但存在标准不统一等问题,后续研究可探讨解决之策,还可结合新兴技术,推动其在市政道路工程广泛应用,实现进度管理智能化自动化。

参考文献

- [1]徐文茂.BIM技术在市政道路工程施工阶段的应用研究[J].新城建科技,2025,34(06):181-183.
- [2]董振江.基于BIM的市政道路施工过程中的进度管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(28):205-207.
- [3]朱吉录.BIM技术在市政公路施工进度管理中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025,(07):184-186.
- [4]张铁飞.基于BIM的市政工程施工进度管理研究[J].建材发展导向,2020,18(24):79-80.