

公路工程施工进度的 GIS 可视化管理研究

冯晨琦

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

摘要: 本文聚焦 GIS 可视化技术在公路工程施工进度管理中的应用, 系统分析传统进度管理在信息呈现、数据更新、多维融合及动态管控方面的弊端, 阐述 GIS 技术空间采集、图层管理、分析输出等核心功能及其与公路线性施工特征的适配特性。在此基础上, 构建涵盖针对性、实用性、系统性、动态性原则的 GIS 可视化管理体系, 完成空间基础数据与工程业务数据标准化整合及四大功能模块设计。进一步从施工前期模型搭建、施工过程动态管控、阶段性复盘优化三阶段明确实施路径。研究表明, GIS 技术可有效突破传统管理局限, 实现公路施工进度精细化、动态化、一体化管控, 提升工程管理效能。

关键词: 公路工程; 施工进度; GIS 技术; 可视化管理

引言: 公路工程施工具有线性分布、工序交叉频繁、现场可变因素多等显著特征, 对进度管理的动态性与精准性提出极高要求。传统进度管理依托人工统计与二维报表, 存在信息呈现单一、数据更新滞后、多维融合不足及动态管控缺失等突出短板, 难以满足现代精细化管控需求。GIS 地理信息系统以空间数据处理与可视化展示为核心, 其空间适配、动态更新、多维融合特性与公路工程施工特征高度契合。本文旨在系统梳理 GIS 可视化技术的核心功能与适配优势, 构建公路施工进度可视化管理体系并明确实施路径, 为工程实践提供技术支撑。

1 公路工程传统施工进度管理弊端

公路工程施工呈现线性分布特征, 施工段落多、工序交叉频繁、现场可变因素多, 对进度管理的动态性、精准性要求极高。传统施工进度管理依托人工统计、二维图纸、进度报表开展工作, 管理模式较为固化, 在现代化工程建设场景中存在诸多短板, 无法满足精细化管控要求, 具体弊端主要体现在以下方面。(1) 进度信息呈现形式单一。传统进度管理以文字、表格数据为核心载体, 仅能体现施工工期完成比例、工序推进数值等抽象数据, 无法关联工程具体空间位置, 管理人员难以快速对应数据与现场施工段落的匹配关系, 无法直观判断局部施工进度滞后、超前的具体区位与影响范围。(2) 进度数据更新滞后。传统数据采集、统计、汇总均依靠人工完成, 数据传输环节多、周期长, 现场施工动态无法实时同步至管理端, 导致进度管控存在滞后性, 偏差问题发现不及时, 易造成工序延误、工期积压等问题。(3) 多维度

信息融合性差。公路工程进度管理涉及施工工序、资源配置、施工段落、设备调度等多维度信息, 传统管理模式对各类信息进行独立统计、分散存储, 无法实现数据整合联动, 难以精准分析资源配置与施工进度的匹配度、工序衔接与空间布局的协调性。(4) 动态管控能力不足。传统进度管理多为阶段性静态核查, 缺乏全过程动态监测手段, 无法实时追踪施工进度变化, 面对施工过程中的动态偏差, 难以快速制定针对性的调整方案, 进度管控的灵活性与有效性不足^[1]。

2 GIS 可视化管理技术核心与适配性分析

2.1 GIS 技术核心功能

GIS 即地理信息系统, 核心功能围绕空间信息处理与可视化展示展开, 可实现地理空间数据的采集、存储、编辑、分析与图形输出, 能够完成非空间工程数据与空间地理信息的精准匹配, 是实现工程可视化管理的核心技术支撑。(1) 空间数据采集与处理功能, 可精准采集公路工程线路、施工段落、作业区域等地理空间信息, 对各类空间数据进行校正、筛选、整合, 构建标准化的工程空间数据体系。(2) 图层分层管理功能, 可将公路工程的施工段落、工序类型、进度状态、资源分布等不同维度信息划分为独立图层, 实现多维度数据分层展示、叠加分析, 清晰区分不同施工区域的管控信息。(3) 空间分析功能, 能够基于工程空间位置, 对施工进度数据进行对比分析、偏差分析、关联分析, 挖掘施工进度与空间布局、区域施工条件的内在关联。(4) 可视化输出功能, 可将枯燥的数值进度数据转化为二维、三维可视化图形, 以色块、图标、动态图层

等形式展示施工进度状态,让工程进度管控更加直观、立体。(5)数据动态更新功能,支持实时录入、更新施工进度数据,同步刷新可视化图形,实现施工全过程动态可视化监测^[2]。

2.2 GIS 与公路进度管理的适配特性

公路工程线性化、区域化、分段式的施工特征,与GIS技术的空间分层、区域管控、动态展示特性高度适配,能够精准弥补传统进度管理的短板。(1)空间适配性,公路工程沿固定线路延伸,各施工段落地理位置、施工范围清晰,GIS技术可精准绑定每一段工程的空间坐标与进度数据,实现进度信息的空间落地,解决传统管理数据与现场空间脱节的问题。其次是动态适配性,公路施工过程动态性强,工序推进、资源调配、施工状态持续变化,GIS系统支持数据实时更新与图形动态刷新,可全程匹配施工动态变化,实现实时管控。(2)具备多维适配性,公路进度管理涉及工序、工期、资源、区域等多维度内容,GIS可通过图层叠加、数据融合,实现多维度信息的一体化展示与联动分析,打破数据碎片化问题。(3)具备精细化适配性,GIS可对公路工程进行分段、分区精细化划分,针对每个细分施工单元单独统计进度、展示状态,实现从整体工期管控向局部精细化管控的转变,提升进度管理的精准度。

2.3 GIS 可视化进度管理的核心优势

相较于传统进度管理模式,GIS可视化管理在管控效率、精准度、直观性等方面具备显著优势。(1)实现进度管控可视化,彻底改变传统纯数据化的管理模式,通过空间图形直观呈现各段落施工进度、工序完成情况、进度偏差位置,降低管理人员的信息识别难度,提升管理决策效率。(2)实现数据管理一体化,整合施工进度、空间位置、施工资源、工序安排等各类数据,构建统一的工程进度数据体系,避免数据分散、信息孤岛问题,保障数据的完整性与关联性。(3)实现进度管控动态化,摆脱传统阶段性核查的静态管理模式,依托实时数据更新,全程动态监测施工推进状态,可及时发现局部进度滞后、工序衔接不畅等问题,为动态调整施工方案提供依据。第四,实现管控精细化,通过空间细分与图层精细化管理,对最小施工单元的进度状态进行精准管控,细化进度管理颗粒度,有效提升公路工程整体进度管控水平。

3 公路工程 GIS 施工进度可视化管理体系构建

3.1 体系构建核心原则

构建公路工程GIS施工进度可视化管理体系,需贴

合公路工程施工管控逻辑与现场管理需求,遵循针对性、实用性、系统性、动态性四大核心原则。针对性原则即体系构建需聚焦公路工程线性施工、分段作业的核心特征,适配公路路基、路面、桥梁、涵洞等不同施工单元的进度管控需求,贴合工程施工实际场景。实用性原则要求体系功能简洁适配、操作便捷,聚焦进度监测、进度展示、偏差分析、数据统计等核心管控需求,剔除冗余功能,保障体系可落地、可高效应用。系统性原则强调体系需实现空间数据、进度数据、工序数据、资源数据的一体化整合,形成数据采集、处理、分析、可视化展示、反馈调整的完整管理闭环,保障各管理环节有序衔接。动态性原则要求体系具备灵活的数据更新与功能调整能力,可适配施工全过程的动态变化,实时同步施工进度状态,满足全过程动态管控需求^[3]。

3.2 基础数据体系搭建

基础数据是GIS可视化进度管理的核心支撑,需完成空间基础数据与工程业务数据的采集、整理与标准化处理,构建完整的工程数据库。空间基础数据主要包含公路工程线路矢量数据、施工分区坐标数据、现场地形地貌数据、施工边界范围数据等,通过精准测量与数据校正,建立贴合施工现场的空间地理模型,为进度信息的空间绑定提供基础载体。工程业务数据涵盖施工进度核心数据与配套管理数据,进度核心数据包括各施工段落、各工序的计划工期、实际工期、计划完成量、实际完成量、进度偏差值等;配套管理数据包括施工工序划分标准、施工单元划分参数、资源配置信息、工序衔接逻辑等。所有数据需按照标准化格式统一录入系统,完成数据分类、编码与关联匹配,实现空间数据与业务数据的一一对应,为后续可视化分析与展示提供精准的数据支撑。

3.3 可视化管理模块设计

结合公路工程进度管控核心需求,将GIS可视化管理体系划分为四大核心功能模块,各模块相互联动、协同完成进度管控工作。空间可视化展示模块,依托基础空间数据构建公路工程整体施工模型,以分段可视化形式展示工程整体布局与各施工单元空间位置,通过不同颜色、图标区分已完成施工、正在施工、未施工、进度滞后等不同状态,实现施工进度全局可视化。进度数据动态更新模块,支持现场管理人员实时录入每日、每周施工进度数据,系统自动同步更新数据库信息与可视化图形,实时刷新各施工单元的进度状态,保障现场施工动态与管理端数据完全同步。三是进度偏差分析模块,系统自动对比计划进度与实际进度数据,结合空间位置

分析局部进度偏差范围、偏差程度,精准定位进度滞后的施工段落与对应工序,自动生成偏差分析结果。四是数据统计与输出模块,可按施工段落、工序类型、时间维度等条件,自动统计施工进度相关数据,生成可视化进度报表、图形图谱,为施工进度管控与方案调整提供数据支撑。

4 GIS 可视化技术在公路施工进度管理中的应用实施

4.1 施工前期空间模型搭建

在公路工程正式施工前,完成 GIS 可视化管理基础模型的搭建工作,为后续进度管控奠定基础。(1)整合工程勘测获取的空间地理数据、工程设计图纸数据,提取公路线路走向、施工分区、关键施工点位等核心空间信息,构建精细化的公路工程空间矢量模型,精准划分路基施工段、路面施工段、附属结构施工段等细分单元,明确各单元的空间边界与坐标信息。(2)结合施工组织设计方案,将整体施工工期、各细分单元的计划工期、工序施工顺序、阶段性施工目标等信息录入系统,完成工期数据与空间模型的绑定关联。(3)完成图层分类设置,分别搭建空间地形图层、施工分区图层、进度计划图层、资源配置图层等基础图层,预设不同施工进度状态的可视化展示样式,完成系统初始化配置,保障施工启动后可直接开展进度可视化监测工作^[4]。

4.2 施工过程中动态可视化管控

施工过程中依托 GIS 系统开展全过程动态进度管控,实现施工进度的实时监测与动态把控。(1)日常施工中,现场管理人员定期采集各施工单元的实际施工完成量、工序推进情况等数据,实时录入 GIS 系统,系统自动更新各施工段落的进度状态,通过可视化界面直观展示整体施工推进进度与局部施工差异。管理人员可通过可视化图形,快速识别进度滞后、工序停滞、衔接异常的施工区域,精准掌握现场施工动态。(2)依托图层叠加分析功能,将施工进度图层与资源配置图层、工序规划图层叠加比对,分析资源配置与施工进度的匹配度、当前工序与后续工序的衔接合理性,及时发现资源调配不足、工序安排冲突等潜在问题。针对出现的进度偏差与施工问题,结合空间区位特征与现场施工条件,制定针对性的进度优化方案,通过系统实时更新调整后的施工计划,实现施工进度动态优化管控。

4.3 阶段性进度复盘与优化

依托 GIS 可视化数据开展阶段性施工进度复盘工作,实现施工管理的持续优化。(1)定期通过系统调取阶段性施工进度数据、可视化进度图谱与偏差分析报告,全面复盘各施工段落、各工序的进度完成情况,总结进度偏差产生的核心原因,梳理施工过程中存在的工序衔接、资源调配、现场施工组织等方面的问题。(2)结合复盘结果,优化后续施工进度计划与管控方案,调整不合理的工序安排与资源配置方式,细化后续施工各阶段、各段落的进度管控目标。同时,基于复盘数据优化 GIS 系统参数与图层配置,提升后续进度可视化监测的精准度,持续完善可视化管理体系,实现公路工程施工进度管控的良性循环,保障工程施工有序高效推进^[5]。

结束语

GIS 可视化技术为公路工程施工进度管理提供了空间化、动态化、精细化的全新管控范式,有效突破传统管理模式在信息直观性、数据时效性与多维融合性方面的局限。本文系统构建了涵盖基础数据体系与四大功能模块的可视化管理框架,明确了施工前期模型搭建、过程动态管控与阶段性复盘优化的实施路径。未来应持续深化 GIS 与 BIM、物联网等技术的协同融合,拓展数据采集自动化水平,完善智能偏差预警与方案自适应调整机制,进一步提升公路工程施工进度管控的智能化程度与管理效能,助推工程建设高质量发展。

参考文献

- [1] 夏志彬. 公路工程施工现场网格化安全管理研究[J]. 河北安全生产,2026,(2):109-111.
- [2] 朱荣峻,陈石. 城乡公路工程施工质量动态监控与智能管理研究[J]. 城市道桥与防洪,2026,(3):293-296.
- [3] 涂成瑞,李云祥,鲍松. 基于 GIS 的高速公路管道与光缆资源可视化管理系统研发与实现[J]. 现代信息技术,2026,10(12):100-104+110.
- [4] 彭得柱. 基于 BIM 的交通枢纽工程施工进度动态管理方法与应用[J]. 大众标准化,2026,(12):175-177.
- [5] 李黎,雷银,杜强. 基于 BIM 技术的建筑工程施工进度动态管控研究[J]. 中国地名,2026,(4):0121-0123.