

公路工程施工管理中BIM技术助力施工可视化管控

李卫华

吉安市公路建设和养护中心吉水分中心 江西 吉安 331600

摘要: BIM技术在公路工程施工管理中,通过构建集成BIM模型与多源数据的可视化管控体系,并制定协同工作机制与标准,实现了高效数据融合与规范管理。在设计阶段,BIM技术促进多专业可视化协同与方案优化;施工准备阶段,实现场地布置的三维模拟,提升规划合理性;施工阶段,则运用实时可视化监控技术,对工程进度、质量、安全等进行动态管理,显著提升了施工管控效能,为公路工程的高效、精准实施提供了有力保障。

关键词: 公路工程管理; BIM技术; 施工可视化管控

引言:随着公路工程规模持续扩张,复杂程度节节攀升,传统施工管理模式在应对精细化、高效化要求时力不从心。BIM技术作为新兴的管理手段,凭借其强大的三维模型构建、信息集成与共享等功能,为公路工程管理注入新活力。它能实现施工过程的可视化模拟,助力精准决策,有效调配资源,提升安全与质量管控水平,成为公路工程管理革新的关键力量,引领行业向智能化、现代化方向迈进。

1 BIM 技术概述

BIM技术是一种应用于工程设计建造管理的数据化工具,它通过创建包含各种建筑构件详细信息的数字模型,为项目参与各方提供一个共享的信息平台。BIM技术不仅仅是一个三维模型,更是一个包含建筑全生命周期信息的信息库,它将建筑的各种物理特性和功能特性进行数字化表达,实现了建筑信息的集成与共享。BIM技术的核心在于其信息模型的构建。与传统的设计图纸相比,BIM模型包含了更多的建筑信息,如材料、尺寸、位置、功能等,这些信息可以在建筑的设计、施工和运维阶段被重复使用和更新。通过BIM技术,设计师可以在设计初期就对建筑进行性能模拟,如能耗分析、光照分析、结构分析等,从而优化设计方案,提高建筑的性能^[1]。在施工阶段,BIM技术可以帮助施工团队进行施工模拟,提前发现施工中可能遇到的问题,如碰撞检测、施工进度模拟等,从而减少施工错误,提高施工效率。同时,BIM技术还可以与施工现场的设备进行连接,实现施工过程的实时监控和数据采集,为施工管理提供数据支持。在运维阶段,BIM技术可以为建筑的管理和维护提供详细的信息支持,如设备信息、维护记录、空间管理等,帮助建筑管理者更好地了解建筑的状态,提高建筑的运维效率。BIM技术的应用需要多个软件和硬件的支持,如BIM建模软件、BIM协同平台、BIM浏览软件等。

2 基于 BIM 技术施工可视化管控体系构建

2.1 BIM模型与多源数据集成

2.1.1 BIM模型细度与LOD要求

BIM模型的细度(Level of Detail, LOD)直接影响到可视化管控的精度和效果。在施工阶段,需要根据不同的应用需求,确定合适的LOD。通常,施工阶段的BIM模型需要达到LOD300甚至LOD350的细度,即模型中需要包含精确的构件尺寸、材料信息、安装位置等。这要求在模型创建阶段,就需要与设计团队紧密合作,确保模型信息的准确性和完整性。同时,还需要根据施工进度的推进,不断更新模型信息,反映施工现场的实际状态。例如,在钢结构安装阶段,需要将钢构件的加工信息、安装顺序等信息集成到BIM模型中,以便进行安装模拟和进度管理。只有保证了BIM模型的细度和准确性,才能为后续的可视化管控提供可靠的基础。

2.1.2 施工过程数据采集与接入

施工过程数据的采集与接入是实现BIM模型与多源数据集成的重要环节。这要求采用多种技术手段,全面、准确地采集施工现场的各种数据。例如,可以利用传感器、RFID标签等物联网技术,自动采集现场的人员、材料、设备信息;利用移动终端,由现场人员手动录入进度、质量、安全等信息。采集到的数据需要通过数据接口接入到BIM模型中,实现数据的关联和集成。例如,将现场采集的混凝土浇筑进度数据与BIM模型中的相应构件关联起来,可以直观地展示混凝土浇筑的完成情况。这要求建立统一的数据标准和接口规范,确保不同来源、不同格式的数据能够顺畅地接入到BIM模型中,为可视化管控提供全面的数据支持。

2.1.3 多源数据融合与可视化表达

将BIM模型与施工过程数据集成后,还需要对多源数据进行融合处理,并进行可视化的表达。数据融合是指

将不同来源、不同格式的数据进行整合,消除数据冗余和矛盾,形成统一、一致的信息视图。可视化表达是指利用图形、图表、动画等方式,将数据以直观的方式展示出来,便于用户理解和分析。例如,将施工进度数据与BIM模型关联后,可以通过颜色、进度条等方式,直观地展示每个构件的施工状态;将资源数据与BIM模型关联后,可以通过热力图等方式,直观地展示现场的人员、材料、设备分布情况。这要求采用先进的数据处理和可视化技术,将复杂的数据转化为直观的信息,为用户提供便捷的可视化管控体验。

2.2 可视化平台搭建与功能实现

可视化平台的搭建是施工可视化管控体系的核心,它为用户提供了一个直观、便捷的操作界面,用于访问和分析集成在BIM模型中的各类数据。平台的搭建需要考虑其架构设计、数据交互与管理、可视化模块开发以及具体的功能实现。(1)平台架构设计:采用分层架构,包括数据层、服务层、应用层和表现层,实现数据存储、处理、业务逻辑和可视化呈现的分离,提高平台的可扩展性和可维护性。(2)数据交互与管理:通过API接口实现BIM模型与施工数据的双向交互,确保数据的实时更新和一致性。同时,提供数据管理功能,包括数据的查询、修改、删除、备份等,保证数据的安全性和完整性。(3)可视化模块开发:根据管控需求,开发3D模型浏览、进度模拟、资源管理等可视化模块,支持用户从不同角度查看BIM模型,模拟施工进度,查看现场资源分布,优化资源配置。(4)进度与资源管理:将实际进度数据与BIM模型关联,以甘特图、曲线图等形式直观展示进度偏差,辅助管理者进行进度调整。同时,整合资源数据,通过热力图、统计图表等方式,展示现场人员、材料、设备的分布和使用情况,帮助管理者进行资源优化配置。(5)质量与安全管理:集成质量与安全管理功能,将质量检查数据、安全监测数据与BIM模型关联,实现质量和安全隐患的可视化预警,例如高亮显示不合格构件,弹出质量问题描述,发出安全警报等。

2.3 协同工作机制与标准制定

有效的协同工作机制与标准制定是充分发挥BIM技术在公路工程管理中作用的关键,它要求所有项目参与方,包括业主、设计单位、施工单位以及监理单位,共同参与到BIM实施的过程中,形成合力。需要建立一个以BIM技术为核心的协同工作平台,该平台能够支持实时数据共享与信息交流。通过这个平台,各参与方可以实时查看项目进度、资源分配、质量监控等关键信息,确保信息的透明化和及时性。为了确保BIM模型的质量和一致

性,必须制定一系列详细的标准和规范^[2]。这些标准应涵盖模型的创建、数据的输入、模型的更新与维护等各个方面。同时,还应制定相应的培训计划,确保所有参与人员都能够熟练掌握和应用这些标准和规范。通过定期的项目会议和报告,各参与方可以及时反馈问题,提出改进建议,确保BIM技术的应用能够持续优化和提升。通过这样的协同工作机制与标准制定,可以确保BIM技术在公路工程管理中得到有效应用,提升项目的整体管理水平。

3 BIM技术在公路工程施工可视化管控中的具体应用

3.1 设计阶段的可视化协同与优化

3.1.1 可视化方案比选与论证

在设计初期,BIM技术可以支持多种设计方案的可视化呈现。通过构建不同方案的BIM模型,设计团队可以将抽象的设计理念转化为直观的三维模型,便于项目各方进行方案比选。例如,针对同一公路路段,可以建立不同线形、不同路基宽度、不同互通立交方案的BIM模型。在虚拟环境中,各方可以身临其境地体验不同方案的空间效果,评估其对周边环境的影响,以及与周边道路的衔接情况。这种可视化的方案比选方式,比传统的二维图纸更加直观、形象,有助于各方更好地理解设计意图,从而做出更加科学、合理的决策。此外,BIM模型还可以进行光照分析、视线分析等模拟,进一步辅助方案论证,确保最终方案的科学性和可行性。

3.1.2 基于BIM的碰撞检测与设计优化

在设计过程中,不同专业之间的设计冲突是不可避免的。BIM技术可以对这些冲突进行有效的检测和预警。通过将路基、路面、桥梁、隧道、交通工程等不同专业的BIM模型进行整合,可以在虚拟环境中进行碰撞检测。例如,可以检测桥梁结构与路基设计是否冲突,隧道开挖是否影响周边建筑物的安全,排水系统是否与道路结构物产生干涉等。一旦发现冲突,系统会自动标记出冲突位置,并生成碰撞检测报告。设计团队可以根据报告迅速定位问题,并与相关专业的工程师进行沟通协调,及时调整设计方案,避免在施工阶段出现返工,从而提高设计质量,降低工程成本。

3.1.3 三维可视化交底与沟通

传统的设计交底主要依靠二维图纸和文字说明,这种方式往往难以清晰地表达设计意图,容易导致理解偏差。BIM技术可以实现设计阶段的三维可视化交底,提高沟通效率。设计团队可以利用BIM模型,向施工、监理等各方进行详细的设计讲解。例如,可以通过虚拟漫游的方式,带领各方“走”在设计好的公路上,直观地展示道路的线形、坡度、路面结构、桥梁造型、隧道内

部结构等关键信息。同时，还可以利用BIM模型的剖切功能，展示道路各层的结构细节，以及各种预埋管线、设施的空间位置。这种三维可视化的交底方式，使得设计意图更加清晰、易懂，减少了信息传递过程中的误解和偏差，为后续的施工工作奠定了良好的基础。

3.2 施工准备阶段的场地布置可视化

在公路工程施工准备阶段，BIM技术可以显著提升场地布置的效率和合理性。通过创建包含地形、周边环境、临时设施等信息的场地模型，BIM技术能够帮助施工团队进行可视化的场地规划和布置。利用三维激光扫描获取的高精度地形数据，可以真实反映现场情况，为场地布置提供可靠依据。BIM模型支持对各种临时设施，如办公室、仓库、加工厂、堆料场等进行虚拟放置和调整，优化空间布局，避免交通拥堵和场地浪费^[1]。此外，BIM模型还可以直观展示场地内的各类临时道路、排水系统、电力供应等，确保场地布置满足施工需求和安全规范。通过将场地布置方案以三维模型的形式呈现，可以更有效地与项目各方沟通协调，减少误解，提高决策效率，为施工的顺利进行创造良好条件。

3.3 施工阶段的实时可视化监控

在公路工程施工阶段，BIM技术可以实现对施工过程的实时可视化监控，提升项目管理效率和质量。（1）施工进度可视化：将施工进度计划与BIM模型关联，实时更新模型中的施工状态，直观展示施工进度，并与计划进行对比，及时发现偏差并采取措施进行调整。（2）资源分配可视化：通过BIM模型，可以实时查看施工现场的人员、材料、设备等资源的分布和使用情况，实现资源的

动态管理和优化配置，避免资源浪费和闲置。（3）质量安全管理可视化：将质量检查数据、安全监测数据与BIM模型关联，实现质量和安全隐患的可视化预警，例如高亮显示不合格构件，弹出质量问题描述，发出安全警报等，提高质量和安全管理效率。（4）施工模拟可视化：利用BIM模型进行施工过程模拟，例如模拟大型设备的吊装过程，优化施工方案，避免施工过程中的碰撞和冲突，提高施工安全性。（5）环境监测可视化：集成环境监测数据，例如噪音、粉尘等，与BIM模型关联，实时监控施工对周边环境的影响，及时采取措施进行环境保护。

结语

未来，伴随技术的深度发展与广泛普及，BIM技术在智慧公路建设中的潜力将进一步释放。它能实现公路全生命周期的数字化管理，从规划设计的精准模拟，到施工阶段的高效协同，再到运营期的智能维护，全流程优化。BIM技术与物联网、大数据等技术深度融合，构建更智能、更高效的公路生态系统，有力推动行业数字化转型，为交通强国宏伟目标的实现筑牢技术根基，引领公路交通迈向新高度。

参考文献

- [1]徐海峰.基于公路工程施工管理中质量与进度的合理管控有关思考[J].黑龙江交通科技,2020,43(10):177-178
- [2]贾翠红.基于BIM技术的公路工程施工质量控制与管理方法[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(11):152-155.
- [3]师哲博.基于BIM技术的公路工程项目全生命周期管理[J].中国勘察设计,2024(10):88-90.