

# 基于BIM技术的道路桥梁施工管理与优化

郭 轩

宁波交通工程建设集团有限公司 江西南昌 330038

**摘 要:** 为了进一步满足行业可持续发展的要求, BIM (Building Information Modeling) 技术以其独特的数据集成和共享能力, 在提高项目管理水平、降低风险等方面发挥了重要作用。本文介绍了BIM技术的特点与价值, 分析其在道路桥梁施工管理及优化中的应用, 利用地形分析与建模来优化土方调配方案; 通过三维建模和多专业协同设计, 避免管线冲突, 优化施工管理流程; 模拟施工工程优化资源配置。BIM技术的综合应用, 可实现多部门信息的实时共享和更新, 提高协同效率, 确保项目按期高质量完成。

**关键词:** 道路; 桥梁; 施工管理; BIM技术; 信息技术

## 引言

随着国内基础设施建设规模的不断扩大, 社会对道路桥梁工程项目的质量、效率及安全性要求越来越高, 为进一步满足行业可持续发展要求, BIM技术以其独特的数据集成和共享能力, 在提高项目管理水平、降低风险、控制成本等方面展现出显著优势, 为道路桥梁的工程管理和优化提供了极大帮助。依靠BIM技术, 工程项目可以实现多专业系统作业、优化施工管理和成本控制, 提前预防和解决工程中的潜在设计和施工问题。从技术角度来说, BIM技术的出现和推广应用, 对道路桥梁的施工管理与优化提供了新的思路。

## 一、BIM技术的特点与价值体现

BIM属于一种高级的信息模型技术, 与传统的二维图纸设计不同, 其核心的特点在于可以利用相关的数据、参数来构建一个更加直观的建筑三维模型, 方便设计、管理和优化, 具体来说: 一是可视化, BIM技术通过三维模型, 将建筑构件以立体形式展示, 增强工程人员对建筑项目的全面理解和高效应对, 这种可视化不仅限于建筑外观, 还包括建筑内部的结构、设备等详细信息<sup>[1]</sup>。二是模拟性, BIM技术不仅模拟建筑物的物理结构, 还能在可视化的状态下进行功能拓展模拟, 在设计阶段可以对建筑模型进行热能传导和日照模拟, 分析其可持续性; 在施工阶段进行4D(三维模型加时间维度)进度控制、造价管理等模拟。三是协调性, BIM技术能够在项目前期对建筑各构件进行碰撞检查分析, 及时更改不良设计。同时, 它提供了一个共享平台, 使项目参与者能够在同一个模型上进行协同工作, 解决传统设计中的信息孤岛问题<sup>[2]</sup>。四是优化性, 基于BIM模型的可视化、

可协调和模拟性, 工程人员可以对设计方案进行比对和优化。这包括检查各构件联接是否合理、是否存在碰撞问题, 以及从模拟的绿色分析中优化可持续方案。

## 二、BIM技术在道路桥梁施工管理及优化工作中的应用

### 1. 地形分析与建模

由于道路和桥梁施工多数时候在野外环境下, 地形环境较为复杂, 如果不做好勘查准备, 势必会影响到后续施工。因此在道路桥梁的施工管理及优化工作中, 地形分析与建模是BIM技术应用的一个重要前提, 涉及对自然地理条件的精确测量与分析, 以及如何将这些信息有效地融入到项目的设计、施工和管理之中。BIM技术通过数字化手段, 可实现对复杂地形条件的高效处理, 极大提高项目前期准备工作的质量和效率。

在正式施工之前, 施工团队可利用无人机航拍、激光雷达扫描等方式获取项目区域的高分辨率地形数据。这些数据会被导入到专业的BIM软件中, 形成精确的数字地形模型(DTM)。DTM不仅包含了地面的高程信息, 还能反映地表覆盖物的分布情况, 植被、水体等环境因素都是施工中需要考虑的因素, 详细了解这些因素可以方便后续的施工管理。基于建立的DTM, 工程师可以精确计算出填挖方的土方量, 并通过优化算法寻求最佳的土方调配方案, 以减少运输成本和对环境的影响。在某些高速公路建设项目中, 通过BIM技术进行土方量计算, 可以减少外运土方量, 降低施工成本。在确定了基本的地形条件后, 工程师可以利用BIM软件中的路线规划工具, 综合考虑地质条件、环境保护等因素, 优化道路或桥梁的线路布局, 明确施工中需要注意的要点、难点等问题<sup>[3]</sup>。通过建立三维可视化模型, 让各方参建团队都能直观

预览道路建设效果，避免施工意图理解错误的尴尬局面。

## 2. 道路综合管线优化

在道路施工中，传统的管线设计和施工方法往往依赖于二维图纸，难以全面考虑各种管线之间的相互关系，容易导致管线冲突、施工困难等问题。而BIM（Building Information Modeling）技术通过三维建模、多专业协同和数据分析等手段，大大提高了综合管线设计的科学性和合理性，优化了施工管理流程。

数据收集与整合是道路地下管线施工管理的基础任务，施工前要收集现有的各类地下管线数据，如供水、排水、燃气、电力、通信等，包括它们的类型、位置、埋深等详细信息。施工人员可以利用无人机航测、卫星遥感等先进技术获取高精度的地形地貌数据，生成数字地形模型（DTM），为后续的管线开挖、安装提供基础。在此基础上，进行三维建模，即在BIM软件中导入这些数据，建立初步的三维地形模型，并根据设计规范和标准，创建各种管线的三维模型。BIM平台的多专业协同设计功能使得给排水工程师、电气工程师和通信工程师等能够在同一模型上进行优化调整，确保施工管理工作的一致性和协调性，有效避免管线冲突。随后，施工人员还可以利用BIM软件的自动碰撞检测功能，识别管线之间以及管线与道路结构之间的潜在冲突，并根据检测结果调整管线的位置、标高和走向，通过多次迭代优化管线布局<sup>[4]</sup>。施工时再次利用BIM技术进行施工过程的三维模拟，展示管线安装、测试、调试等各个环节，提前发现潜在的施工问题并优化施工方案（如图1所示）。同时，BIM技术还能记录施工过程中的每一个细节，确保施工质量。项目建成后，BIM模型继续发挥作用，支持管线资产的管理和维护，提高运维效率。在应急响应方面，BIM模型能迅速提供详细的管线信息，帮助应急人员定位问题并制定有效的应对措施。

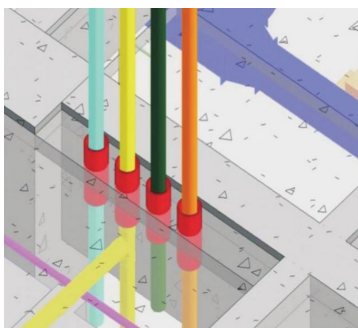


图1 管线模型模拟

## 3. 施工方案模拟与优化

BIM技术可以模拟施工过程，帮助施工单位制定更加合理的施工方案。这种模拟不仅包括桥梁结构的施工

顺序和方法，还包括施工人员、材料、机械等各项资源的配置和调度。通过模拟，可以提前发现潜在的施工问题，如施工空间冲突、资源分配不均等，从而优化施工方案，减少资源浪费和成本。

在杭州湾跨海大桥，作为一座全长36公里的特大桥梁，其施工难度极高，对施工方案的优化提出了极高的要求。项目团队充分利用BIM技术，成功进行了施工方案的模拟与优化，取得了显著成果。在BIM软件中，项目团队建立了涵盖桥梁结构、桩基、承台等各个部分的三维模型，并基于此模型设计了详细的施工方案，明确了施工顺序、方法、工艺等。利用BIM软件的动态模拟功能，项目团队展示了施工过程中的每一个步骤，包括施工设备的布置、材料的运输、人员的活动等，从而发现了多个潜在的施工问题，如设备与结构的碰撞、材料堆放不当等，并及时进行了优化。同时，项目团队还详细记录和分析了施工人员、材料、机械等资源的配置和调度情况，通过优化资源调度，减少了材料浪费，节约了成本。基于BIM模型，项目团队自动生成了工程量清单，为成本估算提供了准确的数据支持，并通过实时更新模型，动态调整了预算，有效控制了成本。利用4D模拟功能，项目团队展示了项目的实际进展情况，及时发现并纠正了进度偏差，确保了项目按期完成。此外，项目团队还利用BIM模型进行施工安全风险评估，识别了多个潜在的安全隐患，制定了应急预案，并通过模拟事故场景，提高了应对突发事件的能力。通过模拟施工过程中的各种风险因素，项目团队评估了其对项目的影响，并制定了相应的风险应对措施，如模拟台风对施工的影响，制定了防风措施，确保了施工安全。

## 4. 桥梁净高分析

BIM（Building Information Modeling）技术通过三维建模、多专业协同和数据分析等手段，能够全面、精确地进行净高分析，提前发现设计不满足要求的位置并采取优化措施，保障桥孔符合通航要求<sup>[5]</sup>。

净高分析是桥梁施工控制中的必须关注的一个环节，它根据项目所在地的通航要求，明确桥下净空高度的标准。比如某些航道可能要求桥下净空高度不低于10m，如果依靠人工，测量和控制难度较大，而利用BIM软件的净高分析功能，可以自动计算桥面与水面之间的净空高度，并通过三维模型精确地测量每个桥孔的净高，生成整体净高分析图，直观展示每个桥孔的净高情况，并标注出净高不足的区域，便于后续调整优化。根据净高分析结果，施工人员可以调整桥梁的建筑参数，如桥面高度、桥墩位置等，以确保所有桥孔的净高符合通航要

求。这些优化措施包括提高桥面高度或调整桥墩位置等(如图2所示),完成这些分析和优化后,编制净高分析报告,详细记录分析过程和结果,包括每个桥孔的净高数据、优化措施等,该报告将作为设计变更和施工指导的重要依据。在施工阶段,将优化后的设计参数应用于施工过程中,确保施工符合净高要求,并通过BIM模型实时监控施工进度和质量。

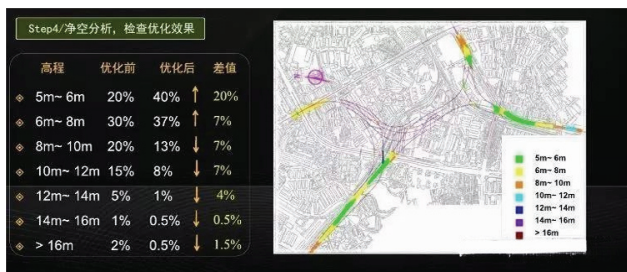


图2 净高优化调整

### 5. 施工信息集成与协同管理

在项目启动之初,首要任务是进行数据收集与整合,这一过程涵盖了来自设计院、施工单位、供应商等不同来源的设计数据、施工图纸、材料信息及施工进度计划等关键资料。随后,利用BIM软件建立详细的三维模型,将这些多样化数据集成到模型中,形成一个包含材料类型、施工工艺、检测结果等多维度信息的综合模型。此BIM模型不仅为信息的集成与管理提供了基础,还促进了多专业间的协同工作。通过BIM平台,设计团队、施工团队、监理团队、检测团队等不同部门和专业团队能够实时共享和编辑同一个模型,确保了信息的一致性和协调性。同时,项目成员能够利用平台进行实时沟通与反馈,及时发现并解决问题,避免因信息不畅导致的返工。在施工进度管理方面,BIM软件的4D模拟功能将施工进度计划与三维模型相结合,直观展示项目的实际进展情况。通过对比计划进度和实际进度,项目团队能够迅速识别偏差,并据此调整施工方案,确保项目按期完成。此外,BIM技术还能够详细记录施工过程中的资源配置和调度情况,包括施工人员、材料、机械等,从而实现资源的合理利用。在质量与安全管理方面,通过模型,项目团队能够记录施工过程中的每一个质量检查结果,确保施工质量符合设计要求,并利用BIM模型进行施工安全风险评估,识别潜在的安全隐患,通过模拟事故场景制定应急预案,提高施工的安全性。

深圳某城市快速路项目,全长约20公里且涉及多个复杂地段,对施工管理提出了严峻挑战,为应对这一挑战,项目团队充分利用BIM技术进行了信息集成与协同管理,取得了显著成效。在BIM软件中,项目团队建立

了详尽的三维模型,该模型集成设计数据、施工图纸、材料信息及施工进度计划等多元化数据,每个模型元素都附带详细的属性信息,涵盖材料类型、施工工艺及检测结果等,通过BIM平台,所有数据可实现集中管理和实时更新,这一举措极大促进了多专业间的协同工作,设计团队、施工团队、监理团队及检测团队等能够在同一平台上无缝协作,确保信息的一致性和协调性。例如,施工人员在现场发现设计问题时,能够直接在BIM模型中标注并即时通知设计团队,设计团队则能迅速响应并修改设计,有效避免返工现象。在施工进度管理方面,项目团队借助BIM软件的4D模拟功能,直观展示项目的实际进展情况,并通过对比计划进度与实际进度,及时发现并纠正了进度偏差,确保了项目的按期完成。同时,在质量与安全管理方面,项目团队利用BIM模型详细记录了施工过程中的每一个质量检查结果,保障了施工质量符合设计要求。例如,混凝土浇筑过程中的质量检测结果能够实时录入BIM模型。此外,项目团队还利用BIM模型进行施工安全风险评估,成功识别了多个潜在的安全隐患,并据此制定应急预案,显著提升施工的安全性。

### 结语

综合来看,BIM技术在道路桥梁的施工管理与优化中发挥了多样化的作用,通过高精度的地形数据和三维建模,BIM技术可优化土方调配方案,提高施工效率;通过多专业协同设计,避免管线冲突,优化施工管理流程;通过施工过程的模拟,提前发现潜在问题,优化资源配置;通过净高分析,确保桥孔符合通航要求。BIM技术在现代道路桥梁施工管理中的应用前景广阔,随着技术的不断进步和完善,BIM将在未来的基础设施建设中发挥更加重要的作用,推动行业的可持续发展。

### 参考文献

- [1]王苏.基于BIM+GIS的桥梁施工仿真模拟[J].铁路技术创新,2024,(02):133-138.
- [2]王亚伟,牛硕祥,孔晗.基于Revit的预制小箱梁斜交混凝土桥梁建模技术[J].国防交通工程与技术,2024,22(05):1-6.
- [3]习忠勋.BIM技术在复杂地形条件下道路桥梁设计中的应用[J].汽车周刊,2024,(11):0120-0122.
- [4]屠天麟.道路桥梁施工管理中BIM技术的应用分析[J].建材发展导向,2022,20(01):112-114.
- [5]王伟,张文彬,郭栋,等.BIM+VR技术在高速公路设计与施工中的应用[J].公路,2022,67(07):268-273.