

BIM 技术在大跨度转体斜拉桥施工中的应用

文 / 赵立辉 中铁十七局集团第五工程有限公司

摘要：本文以德惠市某项目转体斜拉桥为依托，通过阐述 BIM 技术的基本原理和特点，对 BIM 技术在大跨度独塔单索面斜拉桥施工管理中的应用进行研究分析，展示了 BIM 技术在施工中应用的优势，如三维可视化交底、施工图审核、工程数量核对等。同时也提出了族库规范化、数据信息共享、多方协同管理等方面的局限性问题。

关键词：BIM 技术；斜拉桥；三维模型；施工模拟；冲突检测；工程量

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.048

引言

当今社会，交通网络持续拓展，城市化进程一日千里，桥梁在其间扮演的角色愈发举足轻重，斜拉桥作为一种跨越能力强、对周边环境影响小的桥型，应用日益广泛，施工较为复杂且对工程的技术要求很高，确保其工程质量和安全尤为重要。

建筑信息模型技术以三维数字模型为基础，凭借其全方位、可视化及协同化等多方面特点，成为桥梁工程领域中的重要工具。通过 BIM 技术，各参与方能够在集成平台上共同工作，实现信息共享与交流，提高施工质量和安全性，降低成本与工期风险。

一、工程概况

德惠市某项目公铁立交桥全长 487m，主桥采用独塔单索面转体斜拉桥，桥梁孔跨布置为 (102+140)m，转体段长度 (74.45+76.7)m，转体角度顺时针 87°，主桥人行道在边墩位置采用梯道落地，引桥采用 30m 桥面连续简支小箱梁。同步建设配套附属设施包括：道路工程、交通工程、道路照明、绿化工程等。

二、BIM 技术的基本原理和核心功能

BIM 技术，即建筑信息模型 (Building Information Modeling) 技术，是一种基于数字化三维模型的综合管理系统，它涵盖了工程项目的全生命周期，能够实现信息的集成、共享与协同，其基本原理及核心功能如下。

(1) 运用全方位的三维建模方法，基于先进的数字化技术，能够高精度模拟结构物的几何尺寸、空间关系等关键要素，给施工人员提供直观的可视化信息，为后续施工作业提供坚实基础。

(2) 参数化设计方面，通过合理设定各类参数搭建结构模型，深度优化设计方案，切实提升施工流程的机动性与灵活性，显著增强施工效率，确保项目推进有条不紊、精准高效。

(3) 冲突检测方面，通过分析模型的几何关系和属性数据，能够及早发现潜在的冲突，提前拟定具有针对性、可操作性的解决预案。

(4) 数据集成层面，BIM 技术犹如一个强大的“数据枢纽”，将几何特性、材料性质、工程量、结构分析数据、成本等数据与信息集成到统一的模型中，打破信息壁垒，实现各方高效协同作业，达成信息的互联互通与共享共用。

(5) 可视化展示方面，利用 BIM 技术可将结构模型予以直观呈现，配合渲染以及虚拟技术，生成高度逼真的图像与动画，使各方能够更好地理解和评估项目。

三、BIM 技术在施工管理中的具体应用

(一) BIM 参数化族库建设

斜拉桥的构成颇为复杂，涵盖了诸多异形构件，在运用 BIM 技术助力斜拉桥工程建设的进程中，为达成建模成果与实际建造的斜拉桥在几何参数、物理参数等层面精准对应，全面、细致地模拟工程现场的实际状况，需要建立强大的族库保证 BIM 模型的精确性。

依据施工图建立主桥主塔、转体系统、斜拉索、主梁、桥墩等各个结构对应的参数化族库。通过参数化方式，拼装成涵盖结构形体、体积数据、坐标信息、材质等设计信息的主桥结构 BIM 模型，为后续的工程推进提供可靠的模型基础。BIM 参数化族库如图 3-1 所示。

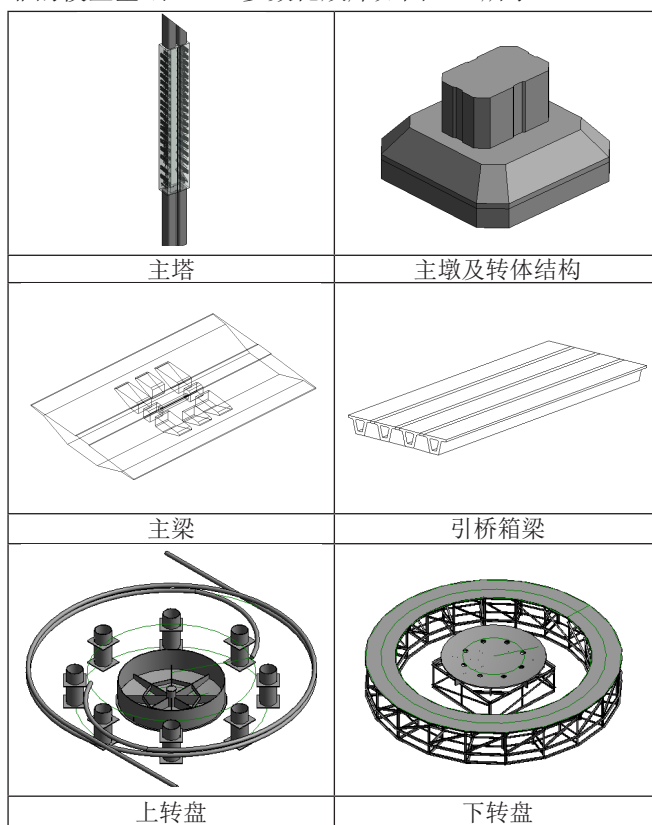


图 3-1 BIM 参数化族库

(二) BIM 模型搭建

BIM 整体模型构建严格以设计施工图纸为依据展开。施工场地平面坐标系、结构尺寸、空间位置等均与设计图纸要求一致，施工管理阶段，BIM 模型展现出高度的灵活性与适应性，可以根据图纸变更或者施工进度进行实时优化调整，为施工全过程提供精准可靠的数字化依托。桥梁结构 BIM 模型如图 3-2 所示。

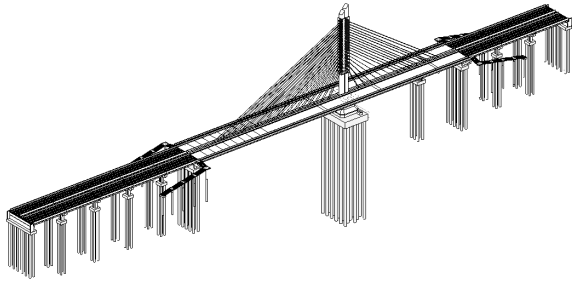


图 3-2 桥梁整体结构 BIM 模型

(三) 施工场地布置模拟

为实现施工场地的科学规划，可以借助 BIM 技术建立起涵盖项目办公区、生活区、拌和站、钢筋加工厂、施工便道等的施工场地 BIM 模型，从设计合理、经济实用等方面优化比选，结合模拟数据与实际需求，筛选出最适合项目特性的场地布置方式，如图 3-3 所示。

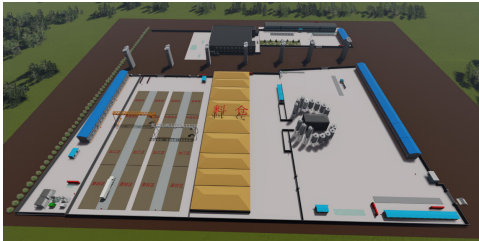


图 3-3 施工场地布置模拟

(四) 三维可视化交底

斜拉桥施工工序繁杂，借助 BIM 三维可视化分析模拟，能够将错综复杂的施工工序以极为直观形象的方式立体呈现，清晰了解施工过程中的关键点，如高空作业面的交叉施工协调、大型构件的吊装精准度要求等，不仅有助于在制定施工计划时充分考量各种因素，还能为后续的现场施工提供坚实的理论支撑。同时利用可视化技术交底，可以在施工过程中优化现场资源配置，降低施工安全风险，提高施工质量，节约施工成本，全方位保障工期按计划推进。可视化交底如图 3-4 所示。

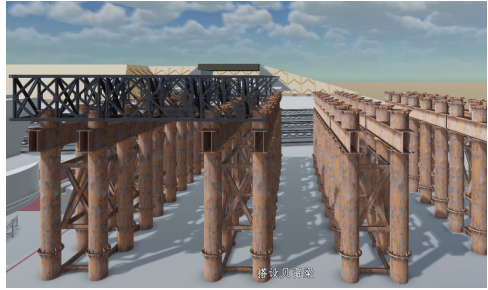
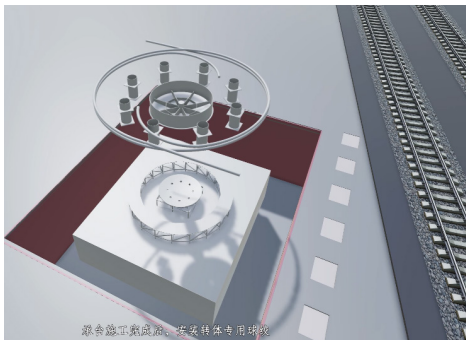


图 3-4 三维可视化交底

(五) 辅助施工图纸审核

由于斜拉桥内部钢筋、预埋件种类繁多，结构复杂，设计图纸易产生构件位置交叉冲突。运用 BIM 技术建立三维精细化模型，模拟节段划分、构件拼装，通过碰撞检查，找到存在交叉冲突的构件，如图 3-5 所示，可有效避免施工作业错误、返工等问题，避免材料浪费，节约工期。

	<p>引桥箱梁与桥墩盖梁尺寸存在偏差，需与设计院对接进行核实</p>
	<p>主塔部分斜拉索孔道与钢筋冲突，在施工中可提前调整</p>
	<p>部分梁体钢筋之间、钢筋与预应力管道之间存在冲突，可提前对钢筋加工尺寸进行适当调整</p>

图 3-5 部分图纸审核存在问题

(六) 工程数量核对

在传统的工程项目中,工程数量一般需要技术人员进行大量的手算工作,一个单位工程通常需要查阅多种参考图、通用图,不可避免地会出现计算错误的问题。而基于 BIM 平台,通过实体建模,并根据不同结构赋予其不同属性,可以在完成建模工作后直接进行构件的统计,操作方便快捷。尤为值得一提的是,在项目推进过程中,若发生设计图纸变更,BIM 模型的优势将进一步凸显。此时模型会随着图纸变更同步自动更新,相应的工程量也会实时、精准地完成调整。

<工程量总表>

A	B	C	D
族与类型	型号	体积	合计
主塔:主塔		1249.39	1
主墩:主墩		1329.82	1
主梁:主梁		14808.05	1
引桥桥墩:引桥桥墩		915.04	13
引桥箱梁:引桥箱梁		3506.59	17
桥台:桥台		359.52	2
辅助墩:辅助墩		160.80	1
边墩:边墩		443.45	2

<基础工程量表>

A	B	C	D
族与类型	型号	体积	合计
基脚-矩形:主墩承台		2895.82	1
基脚-矩形:引桥承台		58.32	12
基脚-矩形:桥台承台		286.20	2
基脚-矩形:辅助墩承台		182.69	1
基脚-矩形:边墩承台		298.86	2
桩-混凝土圆形桩:1200mm 直径		6.90	32
桩-混凝土圆形桩:1200mm 直径		38.45	32
桩-混凝土圆形桩:1200mm 直径		39.70	24
桩-混凝土圆形桩:1200mm 直径		45.35	16
桩-混凝土圆形桩:1500mm 直径		79.70	6
桩-混凝土圆形桩:1500mm 直径		85.00	20
桩-混凝土圆形桩:2000mm 直径		245.36	28

<梁体钢筋明细表>

A	B	C	D	E
族与类型	钢筋长度	钢筋直径	族	形变
钢筋: N06-1 22 HRB400	4810 mm	22 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N06-2 22 HRB400	2360 mm	22 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N06-2 22 HRB400	2270 mm	22 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N33-2 16 HRB400	3070 mm	16 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N33-1 16 HRB400	2550 mm	16 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N10-1 22 HRB400	1550 mm	22 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N8 12 HRB400	1130 mm	12 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N07-1 12 HRB400	2610 mm	12 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N04-2 16 HRB400	1530 mm	16 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N04-1 16 HRB400	2460 mm	16 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N01-1 25 HRB400	10150 mm	25 mm	钢筋	螺纹
钢筋: N02-1 22 HRB400	6350 mm	22 mm	钢筋	螺纹

图 3-6 部分工程数量表

(七) BIM 施工管理平台应用

施工实施阶段可应用 BIM 创建虚拟现场,开展进度管理、安全管理、质量管理等多方面的应用,实现对工程项目的精细化管理。通过结合工程的施工工艺、质量管控、进度跟踪等在内的项目需求与特点配置 BIM 座舱,其集现场施工实景图、无人机航拍、BIM 模型以及施工进度影像等多种信息于一体,项目参建单位均可通过座舱获取所需数据信息,实现信息流通的高效与精准。

与此同时,项目人员通过 BIM 门户能够快速获取日常工作安排、各项流程的处理进展以及所需的文件资料等。施工期间的设计变更、技术方案、施工图纸、施工日志、施工影像等关键资料均储存在云端,支持多人共享,满足协同作业需求。

四、BIM 技术在应用过程中存在的问题及对策建议

(一) 主要存在问题

目前在施工阶段,BIM 技术的应用主要集中在三维模拟、碰撞分析等方面,需要依靠大量人工建模,且模型参数化程度较低,缺乏有效的联动性,难以将 BIM 技术高效率、高精度、数据集成化的特点发挥出来。具体存在问题有:

1. 缺少统一的、规范化的族库,族构件的获取、过滤与编辑尚缺乏良好的办法;
2. 偏重于输出碰撞报告或渲染图等结果,从而忽视了过程中的各类信息记录;
3. 缺乏系统性,施工阶段和设计、运维阶段相互脱节,各方无法做到协同管理。

(二) 对策及建议

针对 BIM 技术在目前施工阶段存在的主要问题,提出以下对策及建议:

1. 建立统一的数据标准和规范,减少数据在不同软件之间的转换困难和数据交换共享的障碍;
2. 构建 BIM 数据分析的完整流程,从数据收集、处理等方面,通过优化模型的结构和算法,根据不同阶段的需求调整模型的精细度;
3. 加强协同工作管理,设计、施工、运维管理等在全生命周期的管理平台上集成 BIM 模型的所有数据,共享同一建筑信息模型。

结语

BIM 技术作为建筑行业的重要发展趋势,具有巨大的潜力和应用前景,与传统施工作业相比,改善了许多以往存在的问题,提高了建设效率和质量,降低了施工成本。发展 BIM 技术已成为一种趋势,其在斜拉桥等桥梁工程中的优势将更加明显,通过可视化、施工模拟、一体化等技术,可提高建设水平和优化设计结构,从而改变传统建设模式,实现更加高效和精细化的施工管理。

参考文献

[1] 李峰、朱帆. BIM 技术在海外异形单塔斜拉桥施工中的应用 [J]. 2023 年全国土木工程施工技术交流论文集. 2023: 167-169.

[2] 陈岳. 跨京杭运河异型斜拉桥设计及 BIM 技术应用 [J]. 中国市政工程, 2021, 217: 12-14.

作者简介: 赵立辉(1987), 女, 汉族, 吉林松原人, 中铁十七局集团第五工程有限公司工程师, 一级建造师、注册安全工程师、本科学历, 研究方向: 基于 BIM 技术的桥梁工程施工与管理实施。