

基于 BIM 技术的路桥钢箱梁顶推施工过程模拟与优化

胡元

湖北交投建设集团有限公司，湖北省武汉市，430000；

摘要：本文聚焦于 BIM 技术在路桥钢箱梁顶推施工中的应用，探讨基于 BIM 技术的路桥钢箱梁顶推施工过程模拟，涵盖施工流程设计和关键工序模拟，强调利用 BIM 技术进行全方位模拟与优化，提前识别施工问题，提出路桥钢箱梁顶推施工过程模拟的优化建议，如强化 BIM 模型与施工实际贴合度、优化模拟算法、加强监控与反馈机制以及推动 BIM 技术在施工团队中的普及应用，旨在为路桥钢箱梁顶推施工的高效管理和可持续发展提供有力支持。

关键词：BIM 技术；路桥钢箱梁顶推施工；过程模拟；优化

DOI：10.69979/3029-2727.24.11.003

随着城市化进程的加速，基础设施建设需求日益增加，尤其是道路和桥梁的建设。钢箱梁因其优良的力学性能和结构优势，广泛应用于现代桥梁设计中。传统的钢箱梁顶推施工技术面临着施工效率低、质量难以控制及安全隐患等问题。因此，引入新技术提升施工效率与安全性显得尤为重要。BIM（建筑信息模型）技术的出现，为路桥工程的设计、施工、运营管理提供了新思路。通过三维模型和信息集成，BIM 技术能够有效提升施工的可视化水平，优化资源配置，降低施工风险。钢箱梁顶推施工利用 BIM 技术，可以实现对施工全过程的动态模拟与管理，进而提高施工精度和效率。研究 BIM 技术在钢箱梁顶推施工中的应用，不仅为实际工程提供技术参考，还能推动相关技术的创新与发展。因此，开展基于 BIM 技术的路桥钢箱梁顶推施工过程模拟与优化的研究，具有深远的理论意义和广泛的实际应用价值。

1 BIM 技术概述

BIM（建筑信息模型）技术是一种以数字化、智能化手段对建筑工程进行管理的先进技术。其核心理念是通过建立一个三维数字模型，将建筑物的物理特性和功能特性进行信息化表达，从而实现设计、施工、运营及维护全过程的信息共享与协同工作。

BIM 技术的基本构成包括几何信息、空间信息和时间信息。几何信息主要涉及建筑物的形状、尺寸和材料特性；空间信息则包括建筑物内各个构件的相对位置和关系；时间信息则体现在施工进度、阶段和工期的管理上。通过整合这些信息，BIM 技术能够为项目的各个阶段提供有效的决策支持。

在路桥工程领域，BIM 技术的应用日益广泛。其能够在设计阶段提供可视化的模型，帮助设计师及相关人

员更好地理解设计意图，减少设计错误和后期修改的成本。在施工阶段，BIM 技术能够有效协调各工序之间的关系，提高施工效率，降低施工风险。例如，通过施工模拟，施工团队可以预见潜在的冲突和问题，从而提前采取措施。此外，BIM 技术还可以在运营维护阶段提供精确的资产管理信息，提高设施的使用效率和维护效果。

随着信息技术的不断发展，BIM 技术也在不断演进，逐步向综合信息管理平台转型。通过引入云计算、大数据和物联网等技术，BIM 的应用范围和功能得到了进一步拓展。在未来的路桥建设中，BIM 技术将发挥越来越重要的作用，为工程的高效管理和可持续发展提供有力支持。

2 基于 BIM 技术的路桥钢箱梁顶推施工过程模拟

2.1 施工流程设计

施工流程设计是钢箱梁顶推施工的关键环节，涉及到施工各个阶段的合理安排与优化。针对钢箱梁顶推的特点，施工流程应以安全、高效、经济为原则，结合实际情况进行设计。

在设计施工流程时，首先要进行现场勘查，明确施工场地的地形、地质条件以及周边环境。不同的地形和环境会对施工方案产生直接影响。例如，在城市复杂环境中，可能需要考虑交通疏导方案，以减少对周边居民和交通的影响。施工流程的主要步骤包括准备阶段、顶推阶段和后期处理阶段。准备阶段需要进行钢箱梁的制作、运输、安装前的准备工作。此阶段应重点关注材料的验收、设备的调试及工人培训，确保所有资源准备齐全，以满足后续施工要求。

顶推阶段是施工的核心，涉及到钢箱梁的实际顶推

过程。该阶段需要详细制定顶推的具体方案,包括顶推设备的选择、顶推速度的控制、推力的计算等。同时,需考虑顶推过程中对梁体的监测,确保在施工过程中对位移、应力等数据进行实时监控,以便及时调整施工方案。后期处理阶段则包括了对顶推完成后的钢箱梁进行检验、调试和维护。需要对接缝处进行严格的质量检测,确保接缝的强度和稳定性,防止后期出现安全隐患。同时,施工结束后应进行现场清理和设备的退场工作,为后续的其他施工环节做好准备。

施工流程设计的合理性直接影响到整个工程的进度和质量,必须结合 BIM 技术进行全方位的模拟与优化。在 BIM 模型中,可以通过三维可视化技术,提前识别施工过程中可能出现的冲突和问题,从而进行预先调整。这种设计方法为施工提供了强有力的数据支持,确保了施工流程的高效性与安全性。

2.2 关键工序模拟

关键工序模拟是基于 BIM 技术的路桥钢箱梁顶推施工过程中的重要环节,它能够对施工中的关键步骤进行精确模拟,帮助施工人员更好地理解施工细节,提前发现并解决潜在问题。在关键工序模拟中,需要重点关注钢箱梁的顶推过程。通过 BIM 技术,可以建立钢箱梁的三维模型,模拟其在顶推过程中的受力情况和位移变化。这不仅可以为施工人员提供直观的视觉体验,还可以帮助他们更好地理解顶推过程中的力学原理,从而制定更为合理的施工方案。此外,关键工序模拟还可以应用于其他重要施工环节,如钢箱梁的制作、运输、安装等。通过模拟这些环节,可以发现潜在的质量问题和安全隐患,及时进行调整和改进,确保施工质量和安全。

在模拟过程中,需要充分利用 BIM 技术的可视化、协同性和信息集成等优势。通过三维可视化技术,可以直观地展示施工过程和结果,帮助施工人员更好地理解施工方案。同时, BIM 技术的协同性可以促进各部门之间的信息共享和协同工作,提高施工效率和质量。而信息集成则可以将施工过程中的各种信息进行整合和管理,为施工决策提供有力支持。

3 工程实例分析

3.1 工程概况

某大桥全长共计 1,376m,其中水面部分采用截面形式一致的钢箱梁结构,而岸上部分则采用跨度约为 30m 的现浇混凝土连续梁结构。主桥采用双塔横向钢索,塔梁分离连续梁构成支撑体系,采用扇形索面式布置,边

塔两侧各配置 7 对索,中塔两侧各配置 9 对索。引桥主梁则采用分别具有 $3\times 30\text{m}$ 、 $3\times 32\text{m}$ 、 $2\times 45\text{m}$ 这三种不同长度跨径的大型预应力钢筋混凝土连续箱型梁。根据大桥的实际施工情况,采用 BIM 和三维扫描技术,实现钢箱梁分段顶推滑移精确拼装。

3.2 顶推滑移拼装

鉴于钢箱梁的尺寸较大且重量较重,胎架位置的承载能力必须足够强大。为防止胎架出现过度或局部变形,从而影响整体拼装质量,胎架被分别设置在钢箱梁的各个分段,位于具有纵、横向隔板的位置。依据胎架布置原则,并借助 BIM 技术,进行了分块拼装和仿真分析,合理安排了各胎架位置,并对它们进行了编号,确保每个胎架具有独一无二的标识。

通过 BIM 技术模拟后,确定了各胎架的精确坐标。在实际现场操作中,根据模拟坐标,采用全站仪进行测量和放样。钢箱梁分段吊装至胎架后,利用全站仪进行测量和定位。同时,采用三维激光扫描技术对已滑移单元节段接口进行扫描,以校准后续节段的拼装。在钢箱梁分段边缘选取定位点,每个分段选取 4 个定位点,确保节段接口的精确对接。

滑靴支座作为连接钢箱桥与梁的两个滑移传动单元的专用承重变速器转换传动支座,通过滑靴的转动和钢箱梁的两个滑移单元轨道之间的转换,实现直接变速滑动。每个隔板滑移驱动单元上分别设置 8 个自动滑靴,滑靴的高度布置固定位置预设在每个钢箱梁的横隔板上,滑靴的高度设置可根据钢箱梁的预起拱线型确定。滑靴的具体布置操作方式详见图 1。

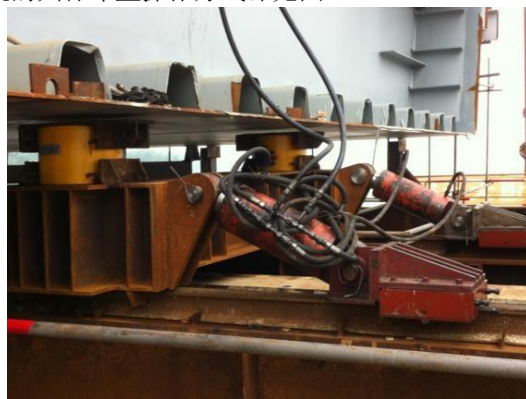


图 1 滑靴布置图

液压顶推器作为控制钢箱梁上滑移式单元滑移的动力设备。通常,液压顶推器布置于滑移式单元的后端,共配备 4 台 60 吨级的液压顶推器,其整体结构如图 2 所示。



图 2 液压顶推器布置图

3.3 顶推滑移拼装过程控制措施

为确保钢箱梁顶推滑移拼装过程的顺利进行,需采取一系列有效的控制措施。首先,应严格控制胎架的位置和承载能力,确保其在整个拼装过程中不发生变形,以保证拼装精度和质量。同时,利用 BIM 技术进行精确模拟和仿真分析,合理安排各胎架的位置和编号,为现场施工提供准确指导。在拼装过程中,采用全站仪进行测量和放样,确保钢箱梁分段吊装至胎架后的精确定位。此外,利用三维激光扫描技术对已滑移单元节段接口进行扫描,以校准后续节段的拼装,进一步提高拼装精度。

针对滑靴支座的布置和操作,需严格按照设计图纸和施工方案进行。确保每个滑靴的高度和位置设置准确,以实现钢箱梁在两个滑移单元轨道之间的平稳转换和滑动。同时,定期对滑靴进行检查和维护,确保其处于良好工作状态。在液压顶推器的使用方面,应严格控制顶推速度和推力,确保钢箱梁在滑移过程中的平稳和安全。同时,对液压顶推器进行定期检查和保养,及时发现并处理潜在故障,确保其在整个施工过程中的可靠运行。

4 路桥钢箱梁顶推施工过程模拟的优化建议

针对路桥钢箱梁顶推施工过程模拟的优化,提出以下建议:

首先,强化 BIM 模型与施工实际的贴合度。在建立 BIM 模型时,应充分考虑施工现场的实际情况,包括地形、地质、环境等因素,确保模型能够真实反映施工场景。同时,及时更新模型信息,将施工过程中产生的数据及时反馈到模型中,实现模型与施工的同步更新,提高模拟的准确性。

其次,优化模拟算法,提高模拟效率。针对路桥钢箱梁顶推施工的特点,开发更为高效的模拟算法,减少

模拟所需的时间和资源。同时,加强对模拟结果的分析 and 处理,提取出对施工有指导意义的关键信息,为施工决策提供更加精准的支持。

此外,加强施工过程中的监控与反馈机制。通过引入先进的传感器和监测设备,实时收集施工过程中的数据,如位移、应力等,并将这些数据与 BIM 模型进行关联,实现对施工过程的实时监控。一旦发现异常情况,立即进行反馈和调整,确保施工的安全性和稳定性。

最后,推动 BIM 技术在施工团队中的普及与应用。加强对施工人员的 BIM 技术培训,提高他们的 BIM 应用能力。同时,建立 BIM 技术应用的激励机制,鼓励施工团队积极采用 BIM 技术进行施工管理和决策,推动 BIM 技术在路桥钢箱梁顶推施工中的广泛应用。

5 结语

综上所述,BIM 技术在路桥钢箱梁顶推施工中展现出显著优势和巨大潜力。通过建立三维数字模型,实现了施工全过程的信息共享与协同工作,有效提高了施工效率、降低了施工风险,并在运营维护阶段提供精确的资产管理信息。施工流程设计和关键工序模拟环节中,BIM 技术的应用使得施工方案更加科学合理,提前解决了潜在问题,保障了施工质量和安全。工程实例进一步验证了 BIM 技术与三维扫描技术结合在钢箱梁分段顶推滑移精确拼装中的可行性和有效性。未来,应强化 BIM 模型对施工现场实际情况的反映,不断改进模拟算法以提高模拟效率,加强施工过程的实时监控与反馈,并积极推动 BIM 技术在施工团队中的广泛应用。通过持续的技术创新和实践探索,充分发挥 BIM 技术在路桥建设中的作用,为工程的高效管理和可持续发展奠定坚实基础,推动路桥建设行业迈向数字化、智能化的新高度。

参考文献

- [1] 曹樟海. 钢箱梁桥顶推施工安全分析与控制研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2018.
- [2] 张海华, 刘宏刚, 甘一鸣. 基于 BIM 技术的桥梁可视化施工应用研究. 公路, 2016, 61(09): 155—161.
- [3] 李晓龙, 朱辉阳, 王立国, 闫昕. 基于 BIM 的桥梁施工质量可视化控制技术研究. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(07): 183—185.
- [4] 宋冰, 卞佳, 张岩. BIM 技术在海外悬索桥施工中的应用. 公路交通科技, 2018, 35(S1): 22—28.