

桥梁 BIM 协同平台中多专业数据交互与冲突检测优化策略

周 毅¹ 邹羽华²

1 重庆设计集团有限公司, 重庆 400020

2 重庆市万州区公路事务中心, 重庆 404100

[摘要]随着 BIM (建筑信息模型) 技术在桥梁工程方面的应用变得日益广泛起来, 多专业协同已然成为了提高项目效率极为关键的一个因素。就传统数据交互的情况而言, 存在着诸如信息共享不够顺畅、模型兼容性存在诸多欠缺以及冲突检测做得不够到位等一系列的问题, 而这些问题的存在无疑对 BIM 协同的效果产生了限制作用。针对多专业数据交互机制展开了较为细致的分析工作, 同时也对主流冲突检测技术进行了相应的评估, 还围绕着基于语义识别与规则引擎的优化方案展开了探讨, 并且在此基础上提出了有关平台架构与模块集成方面的改进策略, 着重强调了可视化管理以及云端协作所起到的重要作用。研究得出的结论表明, 经过优化之后的数据交互以及更为精准的冲突检测能够在很大程度上提升桥梁 BIM 协同的效率, 从而有力地推动智慧建造的发展进程。

[关键词]桥梁工程; BIM 协同平台; 多专业协同; 数据交互; 冲突检测

DOI: 10.33142/sca.v8i6.16837

中图分类号: U239.5

文献标识码: A

Optimization Strategy for Multi disciplinary Data Interaction and Conflict Detection in Bridge BIM Collaborative Platform

ZHOU Yi¹, ZOU Yuhua²

1. Chongqing Design Group Co., Ltd., Chongqing, 400020, China

2. Chongqing Wanzhou District Highway Affairs Center, Chongqing, 404100, China

Abstract: With the increasingly widespread application of BIM (Building Information Modeling) technology in bridge engineering, multi-disciplinary collaboration has become a crucial factor in improving project efficiency. In terms of traditional data exchange, there are a series of problems such as insufficient information sharing, lack of model compatibility, and inadequate conflict detection, which undoubtedly limit the effectiveness of BIM collaboration. A detailed analysis was conducted on the multi-disciplinary data interaction mechanism, and corresponding evaluations were also conducted on mainstream conflict detection technologies. Optimization solutions based on semantic recognition and rule engines were also discussed, and improvement strategies were proposed for platform architecture and module integration, emphasizing the important role of visual management and cloud collaboration. The conclusion drawn from the research indicates that optimized data exchange and more accurate conflict detection can greatly improve the efficiency of bridge BIM collaboration, thereby effectively promoting the development process of smart construction.

Keywords: bridge engineering; BIM collaborative platform; multidisciplinary collaboration; data exchange; conflict detection

引言

桥梁工程属于重要的交通基础设施, 其结构颇为复杂, 设计所需周期较长, 并且涉及多个专业的协同合作。BIM 技术有着可视化、参数化以及协同性方面的优势, 能够有效地提升项目管理的效率以及工程的质量。不过在实际的应用过程当中, 桥梁 BIM 依旧面临着诸多问题, 像是多专业模型信息传递不够顺畅、数据标准缺少统一规范以及冲突检测存在滞后等情况。构建起能够实现高效数据交互并且具备智能冲突检测功能的 BIM 协同平台, 已然成为推动桥梁工程信息化发展极为关键的一环。围绕着桥梁 BIM 多专业数据交互以及冲突检测优化来展开相关探讨, 目的在于突破现有的技术瓶颈, 给出切实可行的策略方案, 从而为桥梁建设的信息化协同给予相应的理论以及实践方面的有力支持。

1 桥梁 BIM 协同平台概述

桥梁 BIM 协同平台把三维信息模型当作核心, 把设计、施工、运维等各个阶段多个专业的信息整合到一起, 形成了一体化的管理系统。该平台借助模型共享、数据交互以及协同设计等方式, 达成土建、结构、桥面、管线、电气等诸多专业同步开展作业并且让数据相互关联联动的效果, 以此来提高整个工程的效率以及管理水平。协同平台不但有模型浏览与编辑的功能, 而且还能够对信息进行追溯, 同时还能把控版本以及管理权限, 以此保证各个参与方能够在统一的数据环境里面展开协作。平台的建设依靠 BIM 技术、数据库技术还有云计算架构, 有着不错的开放性以及扩展性, 可以根据项目的需求灵活地去调整功能模块, 它是桥梁工程实现全生命周期数字化管理的关键基础所在。

2 多专业数据交互机制分析

2.1 各专业模型数据类型与接口需求

桥梁工程涵盖的专业领域颇为繁杂,各个专业的模型数据呈现出十分突出的结构差异以及表达方式方面的差异。土建专业着重于几何构造以及基础信息方面,结构专业则把关注点放在构件受力分析以及配筋方案上,而管线与电气专业更多地侧重于功能性布置以及维护需求方面。要达成多专业的协同作业,那就得构建起统一的数据接口框架,以此来保证不同专业模型的数据可以实现高效且顺畅地传输以及精准地解析。这样的接口不但要能够支撑基本几何信息的传输工作,而且还要涵盖构件属性、施工工艺、运维参数等诸多维度的数据内容。与此接口在设计的时候还需要能够兼容各种各样的建模工具,像 Revit、Civil3D、Tekla 等等,从而防止因为软件存在差异而导致信息出现丢失或者被误读的情况发生。

2.2 数据标准与信息交换格式

信息交换格式的统一乃是实现跨专业数据交互的根基所在,其可切实保障不同专业间的数据得以有效且准确地传递与理解,进而促使协同效率以及项目质量均有所提升。当下,IFC (Industry Foundation Classes) 已然成为建筑行业广泛采纳的一种通用数据标准,它能够极为细致地对构件级别层面的属性描述以及语义定义予以支撑,进而成为了桥梁 BIM 协同当中的核心数据交换语言。与之在面对能源模拟、环境分析这类特定需求的时候,gbXML 格式凭借着其对建筑物能耗信息所给予的良好支撑,同样也获得了在相关领域的广泛应用。不过,即便这些标准格式给数据交换搭建起了统一的框架,可在实际的应用进程当中依旧面临着不少的挑战,比如不同软件之间在语义理解方面存在着差异,这就使得信息的表达出现了一致性方面的欠缺;数据映射关系较为复杂并且容易滋生误差,这无疑会对协同效果产生影响。就这些问题而言,有必要在桥梁 BIM 协同平台内部去构建起高效的语义转换机制以及中间件工具,以此来对不同专业所输出的异构数据展开统一的预处理以及标准化的转换工作,从而确保数据具备兼容性与准确性。并且,借助制定并严格遵守企业级或者项目级的 BIM 执行标准,进一步细化建模规范以及命名规则,如此一来,不但能够让建模流程变得更为规范,而且还能大幅提升信息交换的准确性与一致性,推动多专业之间达成高效的协同,促使项目整体质量得以提升。

2.3 数据同步与共享中的关键问题

在多专业展开协作期间,模型版本管理、数据更新的时效性以及权限控制这些方面,都属于数据同步与共享环节里极为关键的问题所在。其一,各个不同的专业在设计进度方面存在着不一样的情况,如此一来就很容易致使数据更新出现不同步的现象,而这一现象一旦发生,便极有可能引发信息方面的错误或者是设计层面的冲突。其二,有一部分专业因为要从安全性以及保密性这两个角度去

加以考量,所以常常会对数据共享的范围予以限制,这样一来,自然而然地就会对协同工作的效率产生一定的影响。所以说,该平台应当将版本追踪系统予以集成,从而达成能够对模型历史记录进行可视化追溯的目的,同时也需要支持起差异比对以及更新提示的相关机制。与此还需引入角色权限体系,清晰明确各个参与方在针对数据展开读取、修改、发布等操作过程当中各自所应承担的权责界限,如此既能确保数据的安全性,又能推动实现高效的共享状态。

3 冲突检测技术与优化策略

3.1 冲突类型分类与识别机制

冲突检测属于多专业 BIM 协同当中的关键环节,其主要目的在于设计阶段便能够及早察觉各类模型之间存在的物理冲突、逻辑冲突以及规范冲突。物理冲突主要是指构件彼此间出现空间重叠或者相互干涉的情况,比如结构梁穿过风管这种状况;逻辑冲突牵涉到设计逻辑或者是工艺顺序存在不一致的情形;规范冲突则和国家或者行业标准的违反有关。为了达成高效识别的目的,平台需要构建起三维模型比对算法,同时引入多维属性分析机制。借助参数识别、空间碰撞分析以及规则校验等方式,系统能够迅速确定冲突所在的区域并且标注出相关构件的信息,从而为后续的处理工作给出相应的依据。

3.2 检测工具与方法对比

当前主流的 BIM 冲突检测工具有 Autodesk Navisworks 与 Solibri Model Checker 等。前者把三维可视化碰撞检测当作核心,能支持多种模型格式导入,并且可进行快速检查,操作起来比较简便,适应性也很强。后者着重于模型信息结构以及规则校验方面,适合用于大型复杂工程的深度审查工作。相比而言,Navisworks 在施工阶段对于即时冲突识别较为适用,而 Solibri 则在设计前期针对精细化模型评估更合适一些。为了同时兼顾效率和准确性,平台可以采用双引擎协同的策略,把不同工具所具备的优势进行互补集成,进而构建起依据阶段以及任务类型来开展冲突检测的机制。

3.3 冲突处理流程与优先级优化

在复杂项目里,面对众多冲突信息,建立起合理且高效的冲突处理流程以及优先级判定机制是极为关键的。如此一来,既能提高项目整体协作的效率,又和桥梁工程设计及施工阶段能否顺利推进有着直接关联。要依照冲突对结构安全、施工进度以及运营功能所产生影响的程度来划分等级。比如,把那些会影响结构稳定、施工可行或者公共安全的问题划为高优先级,优先安排去处理,同时制定出应急响应的路径。而对于仅对施工顺序、维护便捷性等造成轻微影响的冲突,可以将其列入中低优先级,以此来降低资源的浪费以及处理出现的延误情况。接着,需要构建起标准化的冲突闭环处理流程,也就是“冲突发现—问题分析—任务反馈—方案修正—效果验证—结果归档”这样一个全过程管理模式,保证冲突从被识别出来一直到得到解决,每一步都有迹可循、有记录留存、有反馈机制、

有改进措施。借助集成在 BIM 平台上的工作流引擎以及任务调度机制,能够实现冲突信息的自动分类、责任人智能识别以及任务分配,还能够设置合理的响应时限与处理审核节点,进而提升协同响应的效率,保障各个专业之间能够高效地进行沟通以及达成执行闭环,推动多专业协同工作的系统化、精细化以及智能化不断发展。

3.4 基于语义与规则引擎的检测技术

传统依靠几何的冲突检测办法,在察觉逻辑以及规范类冲突这件事上有着明显的局限性,所以得引入那种基于语义识别还有规则引擎的新技术。语义识别会去构建像构件类别、功能属性、空间关系这类的多维语义网络,以此来强化模型之间的信息流通特性。规则引擎是依靠预先设定好的设计规范以及工艺逻辑,达成自动化的校验以及冲突判断。凭借构建知识库以及推理机制,平台能够在数据导入的时候就开始实施实时校验,提高冲突识别所具备的前瞻性以及智能化程度。

4 桥梁 BIM 协同平台集成优化策略

4.1 平台架构与模块集成优化

为了给复杂工程下多专业协同以及冲突管理给予支撑,桥梁 BIM 平台应当构建起开放式模块化架构^[1]。该平台需要划分成多个模块,包括模型管理模块、数据交互模块、冲突检测模块、权限管理模块以及可视化展示模块,各个模块彼此间借助统一通信协议来达成联动效果。在集成优化方面,要着重关注模块间的数据一致性、功能耦合程度以及调用效率,防止出现信息孤岛的情况。并且,平台架构还得支持插件式扩展,以便能够依据项目的需求去接入第三方应用或者定制功能,进而实现平台能力的不断升级。

4.2 数据交互与冲突检测的系统整合

数据交互机制以及冲突检测系统在 BIM 协同平台里属于极为关键的功能模块,它们的协同效率对于整个工程项目实际执行的效果以及进度把控有着直接影响。为了让这两个方面达成高效的整合,平台应当去设计并且搭建起统一的数据总线架构,把模型数据的存储以及分发都集中起来进行管理,以此来保证不同专业的各个角色可以及时拿到自己所需要的最新的数据信息,进而消除信息孤岛以及数据冗余的相关问题。与此冲突检测模块需要充分融入到数据交互的流程当中,要实现的是模型上传之后能够自动引发冲突检测的操作,在检测完成以后还要能快速地把检测结果反馈给相应的责任方,这样就可以明显减少因为人工操作而产生的延迟以及可能出现的疏漏情况。除此之外,系统还应当拥有将模型数据和冲突检测结果相互关联标注的功能,能够支持对冲突的具体位置以及类型进行精准的定位以及历史的追溯,从而便于相关人员能够快速地去分析以及处理相关的问题。通过把数据流和冲突处理流加以高度地整合,平台不但能够达成信息的闭环管理,而且还能有效地提高系统的响应速度以及整体协同的准确性,推动多个专业之间实现无缝的合作,促使项目执行效率得以持续不断地提升。

4.3 可视化交互与协同管理提升

高效的人机交互对于 BIM 协同平台提升使用黏性而言极为关键。该平台应当赋予用户多视角浏览模型的功能,能够支持将二维图纸和三维模型联动起来进行展示,并且在模型当中可以直接对冲突信息以及处理建议加以标注^[2]。与此平台需要把任务看板以及协同日志集成到一起,实时地呈现出各个专业的工作进度以及冲突处理的状态,以此来强化团队之间信息的透明程度。凭借可视化的仪表盘,可以达成对项目关键指标的动态监控以及预警效果,从而助力管理人员做出相应的决策,促使协同管理的精细化程度得以提升。

4.4 云端协作与权限控制机制

随着项目协同所涉及的范围变得越来越广,而且远程办公的需求也在不断提升,在这样的情况之下,那种基于云服务的协作机制就逐渐变成了平台建设方面的一个极为重要的发展方向^[3]。该平台应当能够支持在云端进行模型的共享以及实时地编辑操作,并且还要具备多终端的访问能力,从而充分满足不同用户在各种各样的场景当中对于使用的各项需求。与此要着力构建起多层级的权限控制体系,依据不同的项目角色来对数据的访问以及操作权限加以分配,以此来切实防止出现信息泄露以及误操作等情况。云端平台还能够将自动备份以及日志审计等功能进行集成,进而进一步强化数据的安全性以及项目的可追溯性。

5 结语

桥梁 BIM 协同平台属于实现多专业高效协作以及智能化管理的关键核心载体,当下正一步步地变成桥梁工程数字化转型极为重要的支撑力量。该协同平台借助对数据交互机制加以优化、使冲突检测技术能力得以提升以及搭建起灵活且高效的平台架构等举措,可切实有效地处理传统设计以及施工环节里所存在的信息孤岛状况以及沟通方面的阻碍问题。在往后的日子里,伴随人工智能以及大数据技术持续不断地向前发展,桥梁 BIM 协同平台会在智能建造、全过程管理等诸多方面释放出更大的潜能,进而为桥梁工程实现高质量的发展给予强有力的保障。

【参考文献】

[1]赵欣.BIM 技术在桥梁工程中的优势和应用[J].散装水泥,2025(1):47-49.

[2]史海欧,袁泉,张耘琳,等.基于 BIM 交互与数据驱动的多专业正向协同设计技术[J].西南交通大学学报,2021,56(1):176-181.

[3]史首智.基于 BIM 技术的桥梁工程项目管理探析[J].交通世界,2023(23):180-182.

作者简介:周毅(1984.9—),毕业院校:同济大学,所学专业:桥梁与隧道工程,当前就职单位名称:重庆设计集团有限公司,职称级别:教授级高级工程师;邹羽华(1992.9—),毕业院校:重庆交通大学,所学专业:检测与维护技术,当前就职单位名称:重庆市万州区公路事务中心,就职单位职务:副科长,职称级别:工程师。