

BIM 技术在桥梁正向设计中的应用

田锐

(深圳华粤城市建设工程设计有限公司)

【摘要】随着BIM技术在桥梁工程中的不断应用，BIM模型构建在桥梁设计中问题逐渐凸显，“翻模”现象严重，制约了桥梁设计水平的提升。为解决这一问题，提出了BIM正向设计理念。为此，文章基于BIM技术和正向设计相关概念，总结了“翻模”现象的成因，确定了BIM技术正向设计理念，通过建立三维模型、模型计算分析、图纸输出、虚拟拼接、工程量统计、碰撞检查以及桥梁可视化技术交底等方面，对BIM技术正向设计应用方法进行了研究，为桥梁BIM正向设计提供经验参考。

【关键词】桥梁工程；BIM技术；正向设计；翻模；设计理念；应用方法

中图分类号：U442.5

DOI：10.13655/j.cnki.ibci.2023.11.024

Application of BIM Technology in Bridge Forward Design

TIAN Rui

(Shenzhen Huayue Urban Construction Design Co., Ltd.)

【Abstract】With the continuous application of BIM technology in bridge engineering, the problem of BIM model construction in bridge design has gradually become prominent, and the phenomenon of "remolding" is serious, which restricts the improvement of bridge design level. To solve this problem, the BIM forward design concept is put forward. For this end, based on the BIM technology and related concepts of forward design, this paper summarizes the causes of "remolding" phenomenon, and determines the forward design concept of BIM technology. Through the establishment of 3D model, model calculation analysis, drawing output, virtual splicing, engineering quantity statistics, collision inspection and bridge visualization technology disclosure, it studies the application method of BIM technology for BIM forward design, and provides experience reference for bridge BIM forward design.

【Keywords】bridge engineering; BIM technology; forward design; remolding; design concept; application method

1 引言

伴随着国内公路设计行业三维协同设计意识的觉醒、BIM技术的发展及浅层BIM应用问题的凸显，使BIM应用不仅没有达到预期应用效果，还导致设计中出现建模工作量加大、设计效率低，以及无法保证模型储存信息的完整性等问题，制约了桥梁设计水平的提升，对于实现BIM正向设计尤为迫切。BIM正向设计是一个漫长探索和积累的过程，需要不断在项目实践中累积资源，提升后续BIM正向设计效率。基于此，提出BIM技术正向设计理念，下文对BIM技术在桥梁正向设计中的应用进行了研究^[1]。

2 BIM技术和正向设计相关概念

2.1 BIM技术内涵

BIM(Building Information Modeling)即建筑信息模型，其概念来自美国的查尔斯·伊斯曼教授1975

年提出的建筑描述系统(BDS)，是通过降低图纸的冗杂、保证图纸信息的有效更新以及降低数据分析人工成本，来提升项目整体效益。随着BIM技术的不断应用与发展，其含义也随着更新，最终将其定义为：将建设项目的的设计、施工、管理、运营、维护等信息导入一个三维信息模型中，通过收集、储存、管理、分析和反馈，为项目建设各阶段、各参与方提供高效、准确、可视的信息化平台，从而提升生产效率。目前，BIM技术已经广泛应用于道路工程、综合管线工程、桥梁工程等领域，尤其是在复杂桥梁工程设计领域，BIM技术已见成效。

2.2 正向设计概念

正向设计概念主要是针对翻模方式而言。所谓BIM正向设计，就是在三维环境中，对项目需求分析、工程方案比选、结构形式选择、构件尺寸确定、施工方案推演、设计成果输出等过程直接开展设计的行为，是BIM设计流程的三维化升级，实现相关信息集成统一的设计方式。

3 BIM正向设计理念

3.1 “翻模”现象

“翻模”现象是设计人员根据传统平面地形图、文字说明、二维地质剖面图等采集相关地面地质信息,先用传统的设计工具完成桥梁设计并出图,再由BIM建模人员根据二维图纸和文字说明构建三维信息模型,最后进行仿真分析^[2]。桥梁设计“翻模”流程如图1所示。

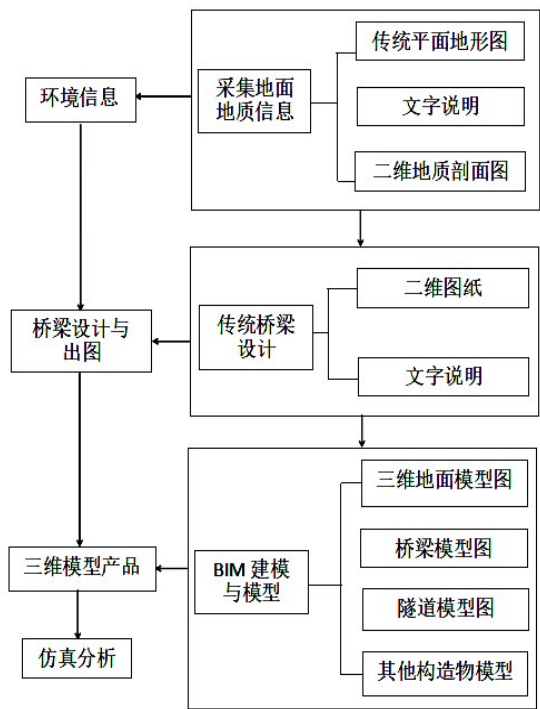


图1 桥梁设计“翻模”流程

从图1整体流程结构来看,构建的BIM模型缺少完整性、关联性以及一致性等特点。虽然在翻模流程中,能满足可视化需求,但是由于处于二维设计环境,导致设计与信息模型分离,无法同步更新设计与模型,导致数据信息缺少关联性,增加建模工作量,降低设计效率。

3.2 BIM正向设计理念

为有效解决BIM设计中的“翻模”现象,提出了BIM正向设计的理念。即在三维环境中,借助于正向设计软件平台,完成从设计信息采集到仿真分析的全过程,使设计始终处于三维环境中,本质上是一种设计方式的改变。BIM正向设计与传统的二维设计不同,是在其思路基础上,直接在三维软件进行设

计,再由三维模型直接输出二维图纸,让BIM真正融入设计方案。理念的核心在于保持三维环境信息以及设计与模型之间的动态关联性,实现一模多用,减少建模工作量,提高设计效率。桥梁BIM技术正向设计思路如图2所示。

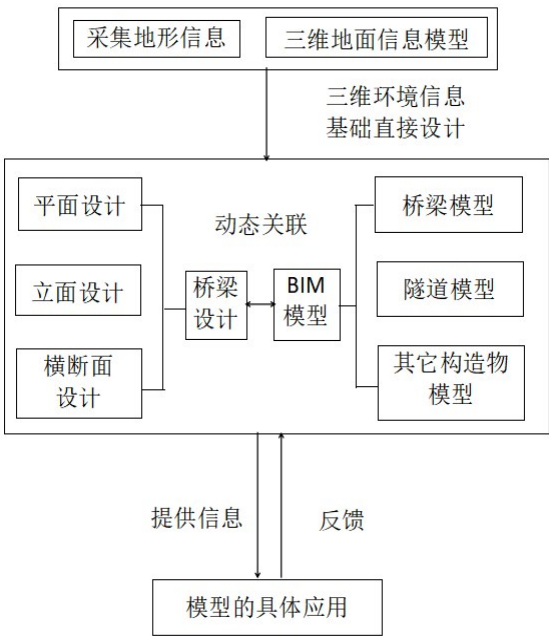


图2 桥梁BIM正向设计思路

4 BIM技术正向设计应用

4.1 BIM正向设计软件

目前比较常用的BIM核心建模软件有Autodesk, Bentley, Graphisoft, Dassault 等公司研发的相关产品。而国内适用于桥梁工程BIM正向设计的软件也有不少,总结国内外工程实例,桥梁工程BIM正向设计应用广泛的软件有 Revit, Bentley, Dassault等^[3]。

4.2 BIM正向设计难点

BIM正向设计是由二维设计发展而来,在传统的设计思路基础上,设计工具及呈现方式等均发生较大差异。由于存在适用性差、行业标准不完善、BIM设计人员专业要求高等难点,BIM正向设计在桥梁工程中的推广应用也相对缓慢。

1)适用性差

目前常见的桥梁结构形式有梁式桥、刚构桥、拱桥、斜拉桥及悬索桥等。由于桥梁结构的复杂性和

不规则性,对BIM模型的精度要求高。而常见的BIM正向设计软件标准化构件库完整性较差,特殊构件建模复杂,效率低,无法满足桥梁工程BIM正向设计需求,适用性较差。

2) 行业标准不完善

我国BIM技术起步较晚,尤其是公路行业,对BIM正向设计交付标准尚不完善,设计人员在完成BIM正向设计后,还需按传统方式进行图纸设计,增加工作量,违背了正向设计高效性、关联性的理念。

3) BIM设计人员专业要求高

在BIM正向设计中,对BIM设计人员专业要求要高于传统设计。因此,要求设计人员不仅要掌握二维图纸设计,还要掌握三维建模,深入理解BIM技术正向设计理念,要求熟悉BIM设计软件、建模及出图流程等。

4.3 BIM技术正向设计应用方法

4.3.1 建立三维模型

在BIM技术正向设计的具体应用中,设计人员应结合桥梁工程的具体情况,确定桥梁的现浇结构、预制结构、桥墩、桥台、栏杆以及伸缩缝等关键部位的基本信息,利用BIM技术,将相关信息导入到BIM正向设计软件中,通过软件构建相应的三维模型,方便后续及时调整和优化设计方案,保障桥梁设计质量和效率^[4]。

4.3.2 模型的计算分析

在桥梁BIM正向设计时,不仅需要进行整体模型计算,同时还应对部分模型的关键节点展开分析。由于桥梁构件的复杂,并缺乏相关行业标准,导致模型计算时常常出现反复计算的情况,在一定程度上增加模型计算量,降低设计效率。因此,在BIM实际应用中,需要借助三维软件平台简化桥梁设计流程和模式,减少建模工作量,提高建模效率,促进设计效率的提升。例如,采用Bentley公司开发的SW Tools平台构建结构及预应力钢束模型时,通过导入Bdas/Midas计算数据的方式生成结构模型。可先将模型材料、钢束信息及截面信息等准确导入SW Tools软件平台,快速生成BIM结构模型,并完成结构分析,实现模型软件与计算软件的一致性,提升设计效率。

4.3.3 图纸输出

在传统桥梁设计过程中,施工设计图是交付的最终成果,通常是采用二维CAD软件进行图纸输出。在这种图纸输出模式下,尤其是多人协作时,设计信息往往会缺少关联性。一旦出错,尤其是边设计边施工项目,会严重影响项目施工质量和进度。如果应用BIM正向设计,图纸输出包含三维可视化技术,通过三维模型将桥梁设计进行立体展示并加以标识,为后续桥梁建设提供有利条件。同时,对于复杂构件,可将构件模型切割成剖面视图,以可视化三维视图和二维CAD软件作为图纸交付成果,保证图纸和设计模型一致,降低因人员原因造成的图纸错误,提高了图纸准确度。

4.3.4 虚拟拼接

在桥梁设计阶段,如果应用BIM正向设计,能实现桥梁虚拟化拼接的目标。一是借助BIM技术,构建相应的现场虚拟拼接模型;二是结合现场实际情况,实时采集现场区域的结构数据及外部参数等信息,对虚拟拼接模型进行调整,确保三维模型与现场实际情况相符。利用虚拟拼接来指导现场实际拼接施工,提升施工质量。

4.3.5 工程量统计

BIM是一个含有大量工程信息的数据库,可为各施工环节、各参建方提供真实的工程量信息。在传统设计模式下,工程量统计都是由人工对各分项数量求和,而BIM正向设计模式下,工程量的统计则是通过计算机对信息数据库进行分类提取,数据统计与计算结果更为准确,提高了工程量统计的效率和准确率,降低了人工操作存在错误概率。例如,在某预应力混凝土箱梁桥0号块BIM正向设计中,该工程中构件工程量主要为混凝土、普通钢筋及预应力钢束。在工程量统计时,计算机根据模型建立时材料的属性,快速按照材料属性类别通过模型自动生成工程数量表,通过自动编号功能生成大样图及工程数量表,快速完成工程量的统计,确保工程量信息与设计方案一致,提供统计效率。

4.3.6 碰撞检查

我国桥梁的结构形式逐渐向复杂化、多元化方向发展。传统的二维设计图纸无法有效开展碰撞检查,很难及时发现设计与施工中存在的冲突问题。

而应用BIM正向设计,则可以借助BIM技术创建现场模型,也可对内部的钢筋、钢束之间进行碰撞检查,及时掌握项目设计和施工的冲突问题,并对设计方案进行优化和调整,确保在施工中不会出现碰撞问题。同时,还可利用系统中的监测功能,通过3D模型了解碰撞点,针对输出结果进行优化设计,也可有效预防施工中的碰撞问题。充分发挥BIM技术在设计施工矛盾检测价值^[5]。

4.3.7 桥梁可视化技术交底

技术交底环节在桥梁设计中处于重要地位,这是一个设计人员与施工单位进行沟通与交流的重要环节。通过技术交底,设计人员可以向施工单位表达桥梁设计的主要意图,并详细阐述桥梁施工中的注意事项。在传统的桥梁设计中,由于设计人员表述不清或施工人员理解不到位,无法清楚表达主要设计意图和施工注意事项,导致施工中存在一定的质量缺陷,延长桥梁施工工期。而应用BIM正向设计,设计人员可以通过模拟施工关键环节,让施工单位了解设计意图和注意事项。同时,还可在三维模型中标注施工重点环节,提高沟通与交流效率,为后续施工提供保障。在技术交底环节,成套制作施工工法与施工工艺,并将其作为主要施工依据,充分保障施工质量。

5 应用优势

相对于传统的二维设计模式和BIM设计模式,BIM正向设计在实际应用中具有无可比拟的优势,具有广阔的应用前景。

1) 提高图纸输出效率

在BIM正向设计图纸输出中,通过对BIM模型进行剖切后,并对关键点进行视图设置及图纸注释。并介入一定的技术手段,可以在模型中对图纸存在问题实时更新且任意更改,图纸会随模型的修改而自动更替,确保设计图纸与模型之间具备动态关联性。这种从三维模型到二维图纸的全新图纸输出模式,不仅提高了出图效率,还大大减少了因人工修图而导致的错漏问题。

2) 实现设计一体化

在BIM正向设计中,是将所有设计成果集中在一个BIM模型内,这一工作模式大量减少了专业内及专业间对图的时间,实现一处修改其他自动修改,让设计修改变得简单,同时也避免了因专业间不一

致而出现的设计变更问题,实现了“设计一体化”,提升设计效率和设计质量。

3) 拓展BIM应用空间

传统的BIM模型中承载大量的工程设计信息,而BIM正向设计能够使后期BIM模型得到充分利用。在BIM正向设计中,将BIM模型在不同专业间实现共享,通过二次开发并配合使用其他专业软件等手段,减少各专业之间以及专业内因沟通不畅或沟通不及时而出现的错、漏、碰、缺等问题,最终达到BIM在不同专业应用的目的。

6 结语

从当前BIM的发展趋势以及相关成果来看,BIM设计中存在的“翻模”现象。因此,BIM正向设计是针对“翻模”方式而言,在三维环境中实现设计与模型的动态关联,减少人工修改出错概率,提高设计效率和质量。本文明确BIM正向设计理念,并对桥梁BIM正向设计应用方法进行了研究,在桥梁设计中具有明显应用优势,值得推广应用。

参考文献

- [1] 庞志显, 黄宇辰. 基于正向设计思路的BIM技术在市政道路工程设计中的应用[J]. 建设科技, 2019 (18): 80-83.
- [2] 金雪峰, 张志清, 肖书影, 等. 基于BIM的道路正向设计方法研究[J]. 交通工程, 2021 (3): 20-25.
- [3] 李伟. BIM技术在道路设计领域的应用研究与展望[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018 (1): 100-102.
- [4] 王文虎, 张易辰. 公路设计BIM正向设计理念探讨[J]. 冶金丛刊, 2019 (5): 190-191.
- [5] 南进江, 钮志林, 史学骏. BIM技术在丰乐汉江公路大桥正向设计中的应用[J]. 施工技术(中英文), 2022 (8): 88-90+114.