

# BIM 技术在矮塔斜拉桥中的应用研究

周 枫<sup>1</sup> 余文成<sup>1,2</sup> 刘均利<sup>1,2</sup>

(1. 桂林理工大学 土木与建筑工程学院, 桂林 541004;

2. 广西岩土力学与工程重点实验室, 桂林 541004)

**【摘要】**在当前的桥梁工程中,BIM 技术拥有很高的应用价值,利用 BIM 软件可以对建立的 BIM 模型进行快速检测,从而发现桥梁设计方案中的不足以及碰撞问题,并且可以快速、精确地统计出实际桥梁施工中各种材料的用量,进而开展桥梁施工管理工作。为了保证培森柳江特大桥能高效、安全、稳定的施工,对项目使用桩基地层分析、钢筋碰撞检测、施工进度模拟、工程量统计等 BIM 技术有效地指导了现场施工,为项目提质增效提供了较好的技术支持。

**【关键词】**BIM 技术; 桥梁工程; 矮塔斜拉桥; 桩基施工; 应用

**【中图分类号】**TU445.4; TU17 **【文献标识码】**A

**【版权声明】**文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

## 引言

BIM 技术的核心是以二维图纸为基础,使用三维建模软件建立虚拟的三维立体化模型,利用数字化技术实现对项目的可视化效果<sup>[1-2]</sup>。随着近些年来我国建筑行业的发展,BIM 技术在房屋建设,大型建筑以及车站隧道中得到了充分的应用<sup>[3-4]</sup>,如在国家速滑馆建设工程中,使用 BIM 技术对构件进行精细化编码,提高施工效率,缩短施工工期;还有在成都地铁 8 号线的建设中,运用 BIM 的三维模型解决了管线的交叉以及线路优化问题,实现了资源的高效利用<sup>[5]</sup>。根据房屋建设与车站隧道等方面的应用经验,BIM 技术在桥梁中的应用也得到了大力的发展,国内桥梁建设行业的大公司也相继的推广 BIM 技术,让人不难想到 BIM 技术将会是一场建筑行业的技术革命<sup>[6-8]</sup>。在桥梁施工过程中,经常会遇到预制构件过多,施工工艺复杂,人员管理不协调等问题,因此需要对项目施工不断的进行优化<sup>[9]</sup>,根据 BIM 三维模型和项目施工信息,可以对施工工序、施工进度、施工安排等进行动态模拟,发现可能出现的问题,从而进行方案的修改与变

更<sup>[10]</sup>。采用 BIM 技术可以优化施工组织方案与施工工艺,落实质量与安全保障措施,提高沟通、管理、资金等资源配置效率,节约时间,降低经济成本<sup>[11]</sup>。本文以培森柳江特大桥项目为对象,将 BIM 技术应用在该项目施工的众多阶段,从桩基方案处理、施工场地布置、碰撞检测、工程量校核、施工进度模拟等方面进行了应用研究,从而对该桥梁项目的各个施工阶段进行指导,提升工程项目建设管理的信息化水平<sup>[12]</sup>。

## 1 项目概述

培森柳江特大桥位于广西壮族自治区来宾市象州县,属贺州至巴马高速公路项目,桥型方案为预应力混凝土矮塔斜拉桥。主桥桥跨布置为 145m + 280m + 145m,全长 570m。桥型布置如图 1 所示。预应力混凝土箱梁为整幅单箱三室直腹板形式,箱梁顶板宽度 29m,底板宽度 20m,两侧翼板悬臂长度 4.5m。顶板顶面设置 2.0% 的双向横坡,底板水平。箱梁根部梁高 11.5m,中跨跨中及边跨现浇梁段梁高 4.5m,梁高及底板厚度均以 1.8 次抛物线变化,箱梁 0 号段截面如图 2 所示。

**【基金项目】** 国家自然科学基金资助项目(编号:51468013); 广西科学与技术开发计划项目(编号:桂科攻 14251012)

**【作者简介】** 周枫(1996-),男,在读硕士研究生,主要研究方向:BIM 技术应用与研究。

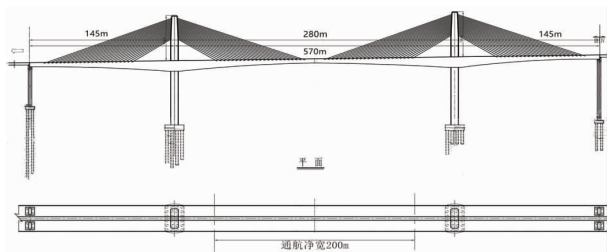


图 1 培森柳江特大桥立面图

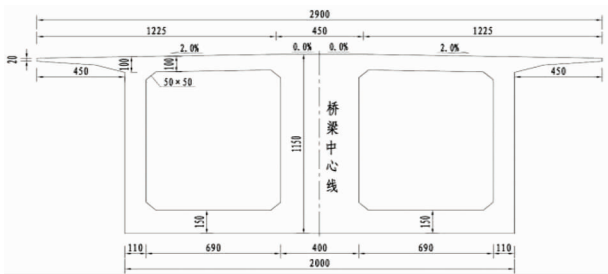


图 2 箱梁 0 号段横断面布置图

## 2 BIM 软件的选用与三维模型设计

### 2.1 BIM 软件的选用

目前国内外常用的 BIM 建模软件平台众多,各个设计单位与施工单位所使用的软件也不相同,在桥梁工程方向的 BIM 软件主要包括美国的 Autodesk 平台与 Bentley 平台,法国的 Dassault 平台,芬兰的 Tekla 平台。本项目以 Bentley 平台软件为主,其它平台软件为辅来进行使用,项目应用的软件如表 1 所示。

表 1 项目软件配置

软件名称	主要功能
OpenRoads Designer	地形模型建立、路线筛选与桥梁纵断面创建、桥面板
OpenBridge Modeler	桥梁箱梁的构建、全桥的构建拼装、三维可视化交底
Microstation	桥梁细部构件的建立、工程量统计
Navigator	碰撞检测分析
Synchro Pro	施工进度模拟
Earth Volumetric Studio	地质模型建立、地质统计分析
ProStructures	钢筋模型构建

### 2.2 数字地形模型创建

培森柳江特大桥项目附近地形起伏不平,二维地形图很难展示出地形状况,因此需要建立三维地形模型。三维地形模型可以直观的展示项目现场的地形起伏变化,是后期桥梁模型建立的基础。

Bentley 平台的 OpenRoads Designer(以下简称 ORD)软件可以把二维图形里的等高线与高程点筛选出来,通过生成三角网建立出三维地形模型,再对建立出来的三角网进行简单的处理,删除错误的等高线与高层点,整理之后就得到地形模型图,如图 3 所示。



图 3 培森柳江特大桥地形模型

### 2.3 地质模型创建

依据地质资料,使用 Earth Volumetric Studio(以下简称 EVS)软件来进行地质建模。EVS 软件有许多板块,可以根据工程的需要选择模块得到想要的模型效果,如图 4 所示。使用 Excel 把前期勘察工作得到的转孔数据进行分类,再把整合完成的表格导入 EVS 中进行计算,即可得到地质模型,如图 5 所示。

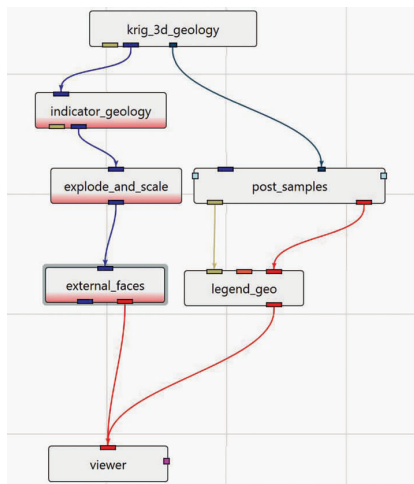


图 4 EVS 建模主要板块

### 2.4 全桥 BIM 模型设计

通过 Bentley 平台的 ORD 软件筛选出二维图纸中桥梁的平面线,在地形与平面线的基础上进行路线纵断面的设计,然后使用 OpenBridge Modeler(以下简称 OBM)软件在路线上布置桥面板与箱梁等上部结构,通过 Microstation 软件建立斜拉塔,主桥桥墩与其它细部构件的三维模型,用参数化建模的方法创建出引桥的桥墩,最后在 OBM 软件里把建立出部件模型放置在桥梁相应的位置,全桥模型如图 6

所示。

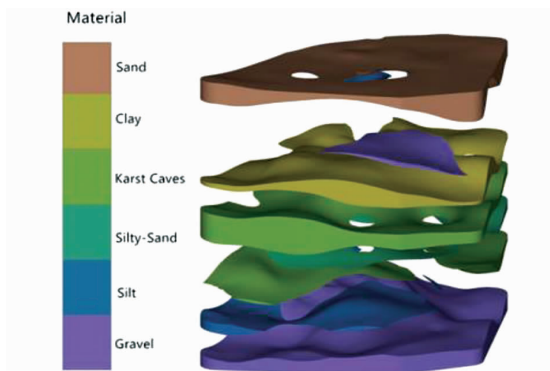


图5 项目地质模型



图6 培森柳江特大桥 BIM 模型

## 2.5 钢筋模型创建

根据桥梁施工图纸的钢筋构造图,使用 Bentley 平台的 ProStructures 软件对桥梁的细致部位进行钢筋建模,为下一步进行钢筋碰撞检测奠定基础。由于本项目 0 号梁段与主墩的钢筋布置不规则,需要使用 Mircrosation 软件创建曲线帮助钢筋进行布置。箱梁 0 号段钢筋模型如图 7 所示,主桥桥墩钢筋模型如图 8 所示。

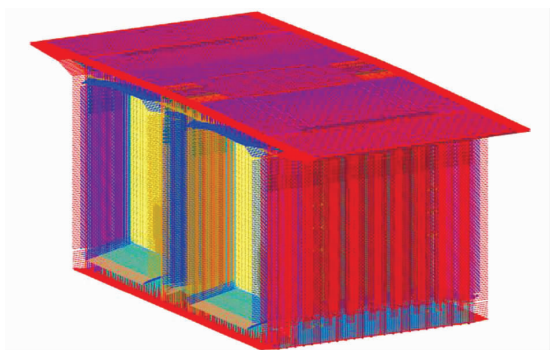


图7 箱梁 0 号段钢筋模型

工事故。根据钻孔数据使用 BIM 技术可以建立出准确的地质模型,对模型的桩基部位进行定点剖切,隐藏被剖切的部分,可以让施工人员直观地看到每一个桩基溶洞的分布状况与发育情况,如图 9 所示。依靠 BIM 技术,可精准地了解桩基地层分布的厚度与深度,对桩基施工方案的选择以及对溶洞处理的方法提供参考依据。

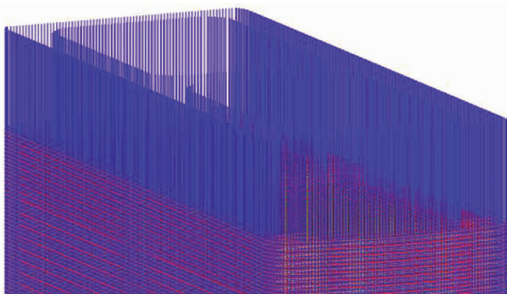


图8 主桥墩柱钢筋模型

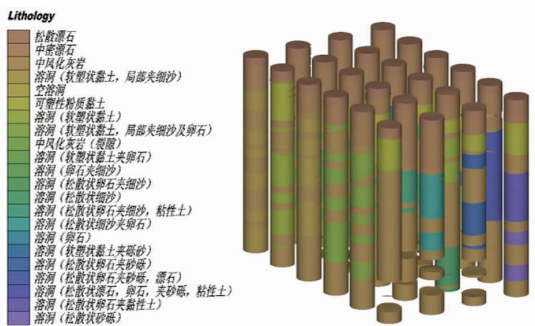


图9 主桥桩基地质模型

通过 EVS 软件分析模型中的地质情况,提前做出处理方案。当深度在 0 - 10m 时桩基遇到的主要是杂填土与黏土,几乎没有溶洞分布,可直接进行开挖。深度在 10 - 30m 时会出现少量溶洞,若洞内有地下水,需将水抽完后再进行开挖;若为半填充溶洞或空洞,则需要使用钢护筒跟进成孔进行施工。深度在 30m 以下时会有许多大型溶洞出现,若为半填充溶洞或空洞时,先使用碎石或沙土填充溶洞,再进行注浆;若洞内有地下水时,先用钢护筒法把护筒打到溶洞底层,采用喷射灌浆法固结填充物,再进行施工。使用 BIM 技术,有效的解决了桥梁桩基施工过程中的难题,施工工期缩短为预计的 3/4,保证了项目的高效进行。

## 3.2 施工场地布置及方案优化

培森柳江特大桥在施工过程中需要进行大量的复杂操作,各施工区交叉作业众多,容易导致施工现场发生不同施工设施碰撞事故。在施工过程

## 3 BIM 技术的应用研究

### 3.1 桩基施工方案选择与优化

培森柳江特大桥处于溶岩发育区,地质情况较为复杂,若直接进行桩基施工,很大可能会发生施

中,许多预制构件的体积庞大,导致施工现场材料的储存与运输问题难以得到解决,所以施工前要多确认大型构件的路线、运输时间以及进场顺序。根据项目要求,使用 BIM 技术对三维场地进行布置,合理规划出施工材料的存放位置以及加工区域,让施工现场的材料运输路线更为便捷。场地布置如图 10 所示。优化后的施工场地减少了施工材料二次运输,在节约施工成本的同时保证了施工进度计划的实现,避免了可能出现的路线交叉问题,提高了材料运输效率。

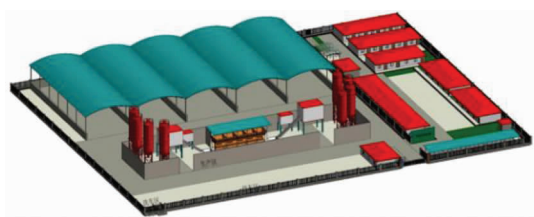


图 10 施工场地布置

### 3.3 工程材料用量校核

材料的工程量校核在桥梁项目施工阶段非常重要,使用 BIM 软件对项目构件的工程量进行统计,可以对图纸中构建的工程量进行核查。使用 Bentley 平台的 ProStructures 软件对构件进行工程量统计分析,把建立的三维实体模型导入软件中,为构件模型赋予材料属性,软件就能直接导出工程量统计表。基于 BIM 技术的工程量统计操作方便快捷,可以为施工与设计人员减少大量的手算工作。本项目在校核 0 号梁段钢筋工程量时发现直径 20mm 的钢筋比图纸多了 0.715t,通过反复核查,最终发现由于人员失误,少统计了 7b 号钢筋 0.715t。可见,应用 BIM 技术统计出的工程量结果科学准确,有效的节约了构件工程量的校核时间,并避免了工作人员的统计失误。

### 3.4 钢筋碰撞检测分析

基于 BIM 软件可以对桥梁中各种构件进行碰撞检测分析,能够预先判断出各工程构件之间的位置是否发生空间位置冲突。Bentley 平台的 Navigator 软件可以对不同构件的不同的碰撞类型进行检测,培森柳江特大桥 0 号梁段的钢筋与预应力管道众多,并且桥墩与桥塔的部分钢筋也伸入 0 号梁段内,极易发生位置冲突。钢筋碰撞示意图如图 11 - 12 所示。

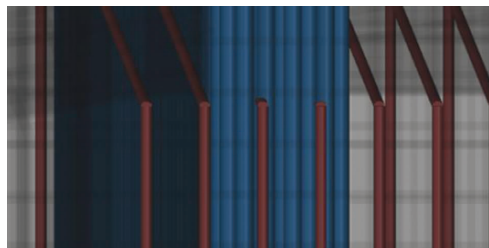


图 11 桥墩钢筋与 0 号段钢筋碰撞

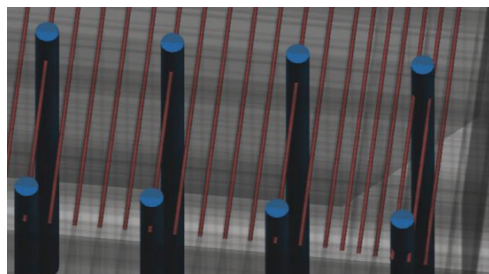


图 12 预应力管道与钢筋碰撞

大,所以对 0 号梁段内的部分普通钢筋的位置进行调整,根据设计规范,将发生位置冲突的 N5A 号钢筋横向错位移动 2cm, N10B 号钢筋纵向移动 3cm。通过 BIM 技术对钢筋位置进行调整,使钢筋避开了与预应力管道的位置冲突,节约施工成本,加快施工进度。

### 3.5 BIM4D 施工进度模拟

施工进度模拟是在 BIM 三维模型的基础上,赋予其时间维度形成新的 4D 扩展模型,通过与甘特图相关联,直观的模拟出不同时间节点需要完成的工程进度。本项目使用 Bentley 平台 Synchro Pro 软件来进行施工模拟,如图 13 - 14 所示。使用 BIM 技术对项目进行 4D 施工进度模拟,以可视化的方式让施工技术人员提前熟悉项目的不同施工阶段所需要的工期。通过对施工进度的模拟,实时对施工进度进行监控,并不断的进行调整,使施工实际进度与设计目标进度保持一致,能够有效的保证项目工期能够按时完成。

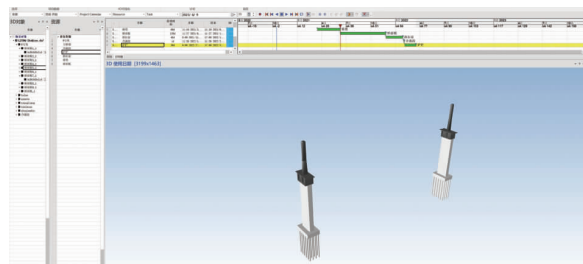


图 13 主桥施工进度模拟

由于墩柱钢筋与预应力管道的位置调整难度

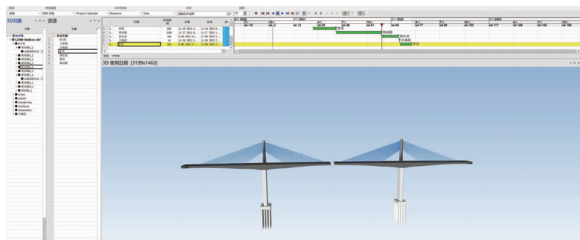


图 14 合拢段施工进度模拟

## 4 结论

本文以培森柳江特大桥为实际案例,探究了 BIM 技术在矮塔斜拉桥施工中的应用。在多个 BIM 平台软件的辅助下,建立了地质模型,桥梁模型,钢筋模型,保证了桥梁可视化施工的顺利进行。在项目施工阶段,应用 BIM 技术解决了施工中的诸多难点,优化施工方案,同时依据可视化模型为施工人员直观的展示了桥梁施工过程,指导现场施工。BIM 技术使培森柳江特大桥大大缩短了施工工期,节约了施工成本,保证了项目能够顺利高效的进行。

### 参考文献

[1] 宋冰,卞佳,张岩. BIM 技术在海外悬索桥施工中的应用[J]. 公路交通科技. 2018(S1).

- [2] 祝叶,罗凡. 在非对称外倾拱桥施工中 BIM 技术的应用研究[J]. 公路工程,2017,42(5): 233-238.
- [3] 马白虎,钟荣炼,刘天成,等. 平塘特大桥施工 BIM 信息管理系统研发及应用[J]. 公路,2019,64(9): 31-35.
- [4] 刘耘. 基于 BIM 技术的桥梁可视化施工应用分析[J]. 中国公路,2019(15): 96-97.
- [5] 蒋平江,杨凯,曾绍武,等. BIM 技术在金沙江双线特大桥施工中的应用研究[J]. 铁道标准设计,2018,62(8): 78-84.
- [6] 姜玉龙,夏远靖,贺波. 基于 GIS 的 BIM 轻量化技术在桥梁工程中应用研究[J]. 公路,2020,65(1): 123-127.
- [7] 赵勇,曾泽颖,陈峰,等. 东洲湘江大桥三角挂篮的 BIM 精细化设计[J]. 公路,2019,64(12): 84-88.
- [8] 刘旭强. BIM 技术在桥梁施工中的应用探析[J]. 智慧城市,2019,5(10): 165-166.
- [9] 杨文军,杨青,于佳露. 基于 BIM 技术的桥梁工程项目进度管理研究[J]. 项目管理技术,2020,18(4): 8-14.
- [10] 李洪伟. 基于 BIM 的桥梁工程设计与施工优化研究[J]. 居业,2020(3): 57-58.
- [11] 李玫. 基于 BIM 技术的施工可视化应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市,2020(6): 53-54.

## Research on Application of BIM Technology in Cable-stayed Bridge with Low Tower

Zhou Feng<sup>1</sup>, Yu Wencheng<sup>1,2</sup>, Liu Junli<sup>1,2</sup>

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China;  
2. Guangxi Key Laboratory of Geomechanics and Geotechnical Engineering, Guilin 541004, China)

**Abstract:** In the current bridge engineering, BIM technology has high application value. The BIM software can be used to quickly detect the established BIM model, so as to find the deficiencies and collision problems in the bridge design plan, and to quickly and accurately calculate the actual bridge The amount of various materials in the construction, and then carry out the bridge construction management work. In order to ensure the efficient, safe and stable construction of the Peisen Liujiang Bridge, BIM technologies such as pile base layer analysis, steel bar collision detection, construction progress simulation, and engineering quantity statistics have effectively guided the on-site construction and improved the quality of the project Effectiveness provides better technical support.

**Key Words:** BIM Technology; Bridge Engineering; Low Tower Cable Stayed Bridge; Pile Foundation Construction; Application