

沱江大桥 BIM 正向设计

李锦^[1] 曾勇^[1] 陈家勇^[1] 李瑞超^[1] 袁诗佳^[2]

1: 林同棧国际工程咨询中国有限公司, 重庆 401121

2: 重庆市市级机关公房管理处 重庆 400010



摘要

西城市轴线位于成都市，西起都江堰、东至简阳，总长约 150km；沱江大桥是东西城市轴线上的关键控制性工程，位于简阳城区，是一座主跨 280m 空间双索面独塔斜拉桥。大桥以成都印象太阳神鸟和市花芙蓉花为创作灵感。主塔提取芙蓉花柔美的外形轮廓，独创花苞状的空间桥塔外形。桥梁侧立面构筑成神鸟的外形，反拉的斜拉索恰似神鸟展开的羽翼。构筑一幅“金沙神鸟绕日行，锦城芙蓉傍水开”的独特美景。

1. 项目特点

主桥采用主跨280m空间双索面组合梁独塔斜拉桥，桥跨布置为50+50+75+280m。280m主梁结构采用钢箱梁，175m边跨结构采用混凝土箱梁；形成PK断面的钢混组合梁，通过钢混结合段连

接；桥塔总高159m，其中下塔柱29m，上塔柱130m，为四边空间异形塔柱构成的特大型桥梁；桥面宽68~79m，桥宽创世界之最。19对斜拉索采用空间反向布置，最大索力超1500吨。

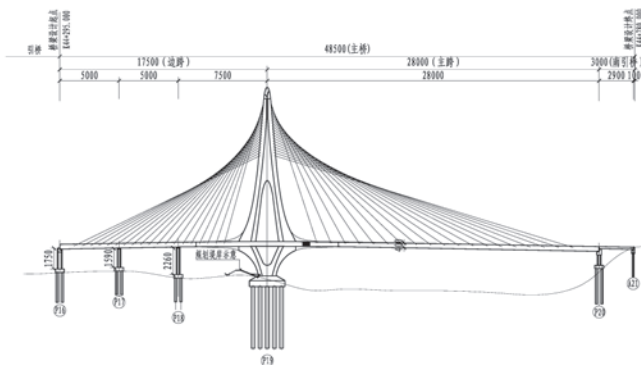


图1 总体桥型布置图 (单位: cm)




本桥桥塔设计采用了大量空间异型曲面结构，造型困难，空间反向斜拉索角度变化复杂繁多，常规二维设计难以实现。鉴于以上



图2 总体透视效果

结构特点，本项目亟需采用BIM手段进行全过程正向设计。

表1 沱江大桥设计特点

主要构件	特点	图示
桥塔	桥塔下塔柱为四塔肢空间扭曲结构，同时承受压弯剪扭。中、上塔柱为由18条空间曲线组成的多边形凹凸截面。	
主梁	主梁采用钢-混凝土组合结构。主梁全宽68-79m，梁高4m。主梁采用弧形箱梁结构，横向通过横隔板连接。拉索腹板采用双腹板设计。	
斜拉索	拉索采用热挤高密度聚乙烯锌铝合金平行钢丝拉索，空间拉索反向布置。最小倾斜角度为17°。	
钢混结合段	钢-混结合段采用开孔板连接件的部分承压传剪的结构形式。总长为7.5m，钢混结合段2.5m，过渡段5.0m，湿接头后浇段2.5m，采用变高T肋进行刚度过渡。	

2. BIM技术应用概况

2.1 BIM应用目标

在BIM设计平台上，以三维空间模型为数据源，实现方案、初设及施工图的全过程正向设计。同时结合参数化设计插件，批量生成不同尺寸的同类族构件，实现BIM模型设计信息高效交互，达到图纸一键生成、工程量实时更新的效。

为进一步延伸设计服务产业链，搭建方案快速生成系统、研发BIM模型管理系统和数智运维云平台，同时引入了云计算、720云沉浸式全景漫游、BIM+3D打印技术、移动端交互式体验等技术，增加设计体验感和后期管养的便利性，充分发挥BIM模型的附加值。

2.2 R+GH+R协同设计平台

经过多年的技术沉淀，通过对平台进行多方面比选，确定采用“R+GH+R”协同设计平台进行全过程设计。该协同平台借助Rhino进行造型设计，通过Grasshopper插件打通传统软件间的数据对接；实现桥梁设计参数在不同设计软件间的信息流通；最后，基于Revit软件平台，对最终模型进行信息编辑和集成，输出rvt格式文件实现BIM的数据交付。

2.3 硬件环境

BIM应用硬件环境如表2所示。

表2 硬件环境

序号	硬件名称	硬件配置关键参数	应用环境
1	云计算平台	炫云	云计算与云渲染
2	高配置台式机	图形工作站 i7-10700 16G_DDR4 RTX2060	三维模型制作、三维效果图及高清动画渲染、设计计算分析；
3	3D打印机	Allcct印客	造型推敲及结构尺寸优化
4	虚拟现实	HTC Vive Pre	沉浸式漫游及空间尺度分析
5	协同设计平台	三维协同设计平台	正向设计的三维协同校审及模型审批

3. BIM技术应用特色及创新

3.1 BIM正向设计流程

鉴于本桥结构造型复杂，设计难度大，在设计最初就建立了本项目的BIM应用目标和建模标准。为满足各专业间高效协同的应用需求，制定正向设计作业流程，采用嵌入线型、材质、图层颜色、构件命名及编码等规定的作业模板，规范设计人员的正向设计习惯，确保BIM模型信息的实时交互与高效共享。本项目正向设计过程中应用到的制模标准如图3所示。

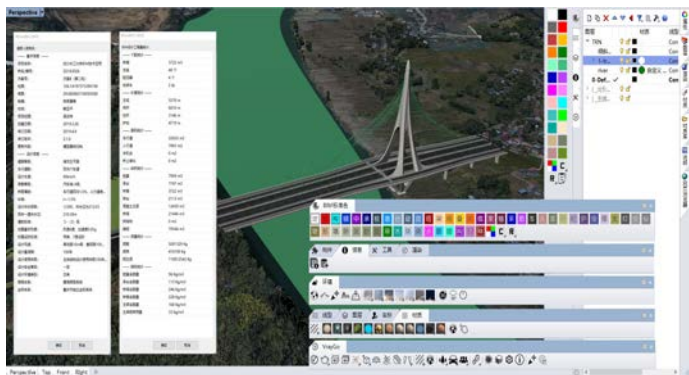


图3 正向设计制模标准

3.2 BIM模型构建

根据本桥结构特点及创新点，在项目开展前明确采用正向设计手段进行全过程设计，并制定了BIM协同作业流程及信息共享机制，以实现设计高效协同。

基于企业制定的市政工程正向设计标准和本项目建筑信息模型交付标准，进行统一的构件管理及信息集成。对BIM模型统一分解为“项目、组件、构件、单元”等各个层级，具体如图4所示。

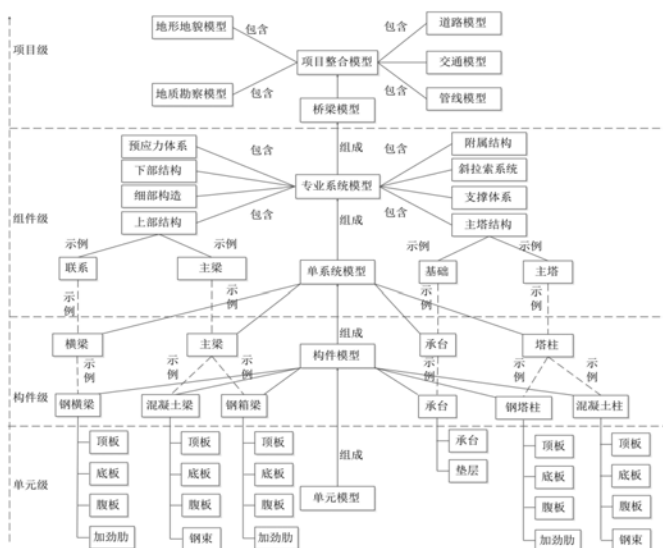


图4 结构拆分原则

3.3 BIM设计应用

在方案阶段，结合GIS地理信息系统和倾斜摄影技术，快速建立地形地貌模型，将BIM模型融入场地真实环境，综合考虑景观造型和结构力学性能，对桥梁方案进行迭代优化。最终确定本项目的实施方案。

在设计过程中，整合了多种轻型虚拟现实技术，搭建全景漫游环境，进行全视角、真实景的在线体验^[3]。借助3D打印技术对缩尺桥塔模型进行感官性能分析，体验不同视角的景观效果。利用BIM+VR技术，对实施方案进行直观的视觉感官体验，设计师能够准确把握结构的尺度。

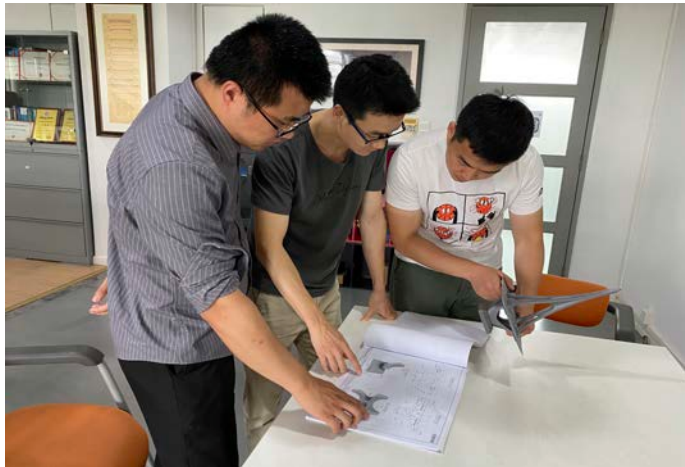


图5 项目组基于3D模型沟通交流

针对复杂内部构造，开发了一序列智能化效率工具，进行桥塔钢锚箱、空间拉索及主梁构造等正向设计；同时，BIM模型可批量导出二维设计图纸，统计工程量，提升正向设计效率。

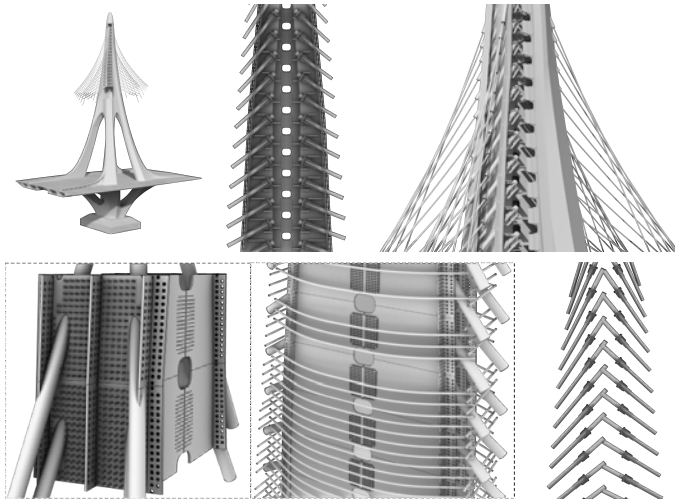


图6 钢锚箱的参数化设计及碰撞检查

在设计出图方面，采用“二维+三维+智慧图纸”的出图方式，基于二维码实现了移动端BIM模型的构件管理，参建各方能够快速、准确地了解内部复杂构造。

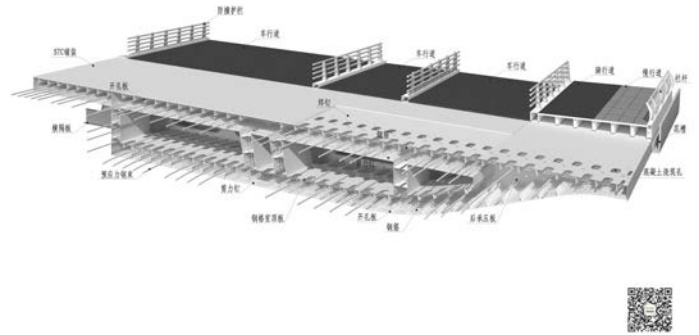


图7 智慧图纸

在结构计算方面，通过参数化设计手段开发交互接口，实现BIM模型与有限元分析软件的快速传递。借助云渲染技术，快速进行场景效果图及构件三维图渲染，大幅提升出图效率。

通过上述BIM正向设计相关技术的应用，本项目有效提升了设计效率，保障设计品质，增强沟通效果，有效提高计算交互及正向设计出图效率，具体BIM应用效果详见表3。

表3 BIM应用效果

序号	特点	项目应用效果
1	效率高	基于参数化设计手段，借助可视化编程串联三维模型、计算模型、算量模型、出图模型，参数信息实时传递，提升设计效率。
2	品质好	基于可视化的三维正向设计，及时发现设计阶段易出现的碰撞问题，降低设计成本。
3	出图快	结合“三维+二维+智慧图纸”进行直观地图纸表达，有针对性地进行正向设计出图。
4	计算强	在整体分析中，采用正向设计手段进行预应力钢束快速交互；在局部分析中，可直接交互实体有限元模型，提升设计效率。
5	沟通畅	借助三维正向设计、打印3D实体模型等方式，可大大提高沟通效率和表达的准确度。

4. BIM应用总结

本文介绍了沱江大桥正向设计与BIM应用。基于正向设计协同平台，将BIM模型的数据化、可视化、信息化的特点应用于设计阶段，打通不同设计软件间的“信息壁垒”，实现设计阶段的高效协同。本桥为超宽桥面空间反拉索的钢混组合梁独塔斜拉桥，采用BIM参数化手段进行方案选型、结构优化及计算分析，实现了以点带面、多点应用的精细化设计。引入云计算技术，整合多种虚拟现实技术，结合正向设计出图标准，形成“三维+二维”的智慧图纸成果，有效提升设计品质和沟通效率。

参考文献

- [1] 陈家勇,赖亚平,吴后伟,等. 白沙长江大桥 BIM 正向设计应用[J].土木工程信息技术,2019,11(6):19-26.
- [2] 肖奎,陈家勇,赖亚平,等. 合川渠江景观大桥BIM技术应用[J].土木工程信息技术,2018,8(4):48-55.
- [3] 赵智,蔡彬卓,张雷 .VR全景图制作项目化教学实践[J]. 大学教育,2020.10 (11-13)
- [4] 孙加齐 超高层项目全生命期BIM应用与研究[D] 西安建筑科技大学 2019[9]
- [5] 李红豫,李恒,吴悦. 基于BIM的东洲湘江大桥参数化设计应用研究[J]. 公路,2020,11(11):173-178
- [6] 于千惠,肖汝城.参数化在桥梁初步设计中的应用[J].上海公路,2016.4(1):45-48.



欧特克大视界

咨询热线：400 056 5020

Autodesk、Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和/或其子公司和/或其关联公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务供应、规格以及SRP的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的印刷或图形错误以及其他错误不承担任何责任。© 2021 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。

 **AUTODESK**