

公司名称

上海市城市建设设计研究总院

项目地址

中国，江西南昌

应用软件

Autodesk® Revit®

Autodesk® Inventor®

Autodesk® AutoCAD®

Autodesk® Navisworks®

在设计方面，基于Autodesk Revit平台应用了BIM技术解决构造物的错、漏、碰、缺等设计缺陷，提升了设计质量；在施工方面，基于Autodesk Revit及Autodesk Navisworks平台应用了BIM技术模拟施工组织方案，检查临时构造物的错、漏、碰、缺等缺陷保障施工安全，模拟施工安装过程校核操作可行性及合理性。通过该项目锻炼，各位项目成员较好地学习了欧特克系列软件，深化了BIM设计理念，提高了BIM设计水平，尤其是对多名青年成员起到了较好的培养效果。

—胡方健

南昌朝阳大桥BIM应用项目负责人
上海市城市建设设计研究总院

南昌朝阳大桥BIM应用

纵横赣江，帆合连进



图1 工程在南昌市的地理位置

上海市城市建设设计研究总院，是以从事城市基础设施勘察设计为主的综合性设计咨询研究单位，具有国家工程设计甲级、国家工程勘察综合甲级、工程测绘、工程咨询、工程造价、工程监理甲级资质。业已通过质量、环境、职业健康安全三项管理体系认证、上海市高新技术企业认证。完成各类工程勘察设计项目5100余项，获百余项国家、建设部、上海市的优质工程奖、优质工程咨询成果奖、优秀工程勘察设计奖和科技进步奖。部分成果填补了国内空白，有的达到或接近国际先进水平。近年来相继承担了上海闵浦二桥、哈尔滨阳明滩大桥、上海市两港公路大治河大桥等大型桥梁的设计及相关的科研，参与了杨浦大桥、卢浦大桥的设计与相关科研，多项成果获得上海市科技进步奖。

企业发展历程：

- 1963年创立从事城市基础设施勘察设计为主的综合性设计咨询研究单位
- 隧道股份全资控股子公司

- 13个专业院和EPC工程总承包部，8个职能部门
- 3家外省分院（天津分院、浙江分院、海西分院）
- 上海市企业技术中心、博士后工作站（研发）机构
- 职工总数近1200人；各类专业技术人员700余名，其中，高级工程师以上人员300余名
- 始终位于上海市勘察设计单位综合考评前10名
- 首批被授予上海市优秀公司，连续荣膺此光荣称号

科技成果：

- 荣获国家、部和市级优秀奖、优秀咨询奖、科技进步奖等420余项
- 拥有各类专利173项，其中发明专利26项
- 主编和参编各类标准、规范、通用图20项
- 连续三年获得上海市重大工程立功竞赛“金杯公司”
- 多项工程荣获上海市市政工程金奖殊荣



图2 南昌朝阳大桥效果图

南昌朝阳大桥是一座造型新颖、结构复杂的城市桥梁。朝阳大桥的桥塔造型是书法“合”字的变形，体现出崇尚海纳百川，包容万象的大同理念，将古朴的小篆“合”字线条加以柔化，整体造型曲线柔和，生动流畅而不乏力量，中空的设计使得光线与空间很好地融合。主桥主塔造型“合”，纪念革命的胜利，也像大小船只纵横在赣江江面，扬帆远航。为提高建设质量，参建单位将BIM技术应用于项目的各阶段，实现了设计、施工、运维等单位的有机结合，提高了项目运作效率，达到了预期目标。大桥的色彩很美，尤其是主桥，简洁的桥塔、乳白色的塔身，与红角洲、朝阳新城等遥相呼应、相得益彰。

在设计方面，基于Autodesk Revit平台应用了BIM技术解决构造物的错、漏、碰、缺等设计缺陷，提升了设计质量；在施工方面，基于Autodesk Revit及Autodesk Navisworks平台应用了BIM技术模拟施工组织方案，检查临时构造物的错、漏、碰、缺等缺陷保障施工安

全，模拟施工安装过程校核操作可行性及合理性；在运维方面，应用了BIM技术结合GIS系统实现运维平台三维可视化，提高运维管理平台的友好度。

通过项目锻炼，各位成员较好地学习了欧特克系列软件，深化了BIM设计理念，通过项目的锻炼提高了BIM设计水平，尤其是对多名青年起到了较好的培养效果。

项目概况

南昌市朝阳大桥工程是南昌市“十纵十横”干线路网规划中南环快速路跨越赣江的重要节点工程。工程总投资27亿元，全长3.6km，位于南昌大桥与生米大桥之间，西接前湖大道，东连九洲大道。大桥采用投资、设计、施工一体化的建设模式，这在南昌市尚属首次。大桥于2012年11月开工，2015年5月18日通车运营。

大桥结合了“多塔连跨斜拉桥”和“波形钢腹板组合梁桥”的特点，是目前国内第一座真正

意义上的波形钢腹板PC组合梁斜拉桥，世界第一例单箱五室六腹板钢结构整体吊装施工桥梁，也是目前世界上第一座可双层通行的波形钢腹板PC组合梁斜拉桥。工程特点如下：

1. 跨江主桥通航孔桥采用六塔斜拉桥布置通航孔桥跨径布置（79m+5×150m+79m），总体结构形式为梁墩分离、塔梁结合的六塔单索面斜拉桥，主梁为单箱五室波形钢腹板PC组合梁，主梁顶宽37m，底宽44m，采用挂蓝平衡悬臂法施工。

2. 波形钢腹板PC组合梁的广泛应用

朝阳大桥工程跨江区段桥梁主梁均采用波形钢腹板PC组合梁，应用面积居国内同类桥梁前列；通航孔桥单箱五室波形钢腹板PC组合梁结构新颖，各项技术指标居国内同类型桥梁前列；非通航孔桥Pm21~Pm25为国内第一座采用变宽设计的波形钢腹板PC组合结构桥梁。

3. 充分考虑人性化需求采用独立人非系统设计朝阳大桥采用独立的人非通行系统设计，提供尽可能舒适便捷的通行条件。总体上人非通道布置在主线机动车道下部，采用双层布置，实现了人非系统与机动车道的物理隔离，宽敞通透。

4. 充分考虑城市桥梁景观需求，全方位注重桥梁景观设计

朝阳大桥工程位于南昌市中心城区，是典型城市桥梁工程，在设计过程中，充分注重了城市桥梁的景观需求，力图达到桥梁功能、安全、经济和美学的协调与和谐。

BIM技术应用的情况介绍

本项目的BIM应用点如下：

设计方面：方案比选、构造设计、碰撞检验、设计成品出图、结构辅助计算；

施工方面：大桥施工过程模拟、临时结构辅助计算；

运维方面：三维浏览、服务中心平台系统、设施设备管理系统、安全管理系统、工程资料管理系统、操作说明系统。

1. 设计方面

①方案比选

利用Autodesk Revit体量建模方法快速构建工可阶段十二种总体设计方案的概念模型，结合地形、通航、技术难度及工程造价等方面得出最佳设计方案。

BIM价值：通过BIM平台直观地展示方案总体效果，提高方案策划阶段的设计效率，控制成本。

②构造设计
波形钢腹板设计：以波形钢腹板构件的关键构造（翼板、开孔钢板、波形钢腹板、连接件）

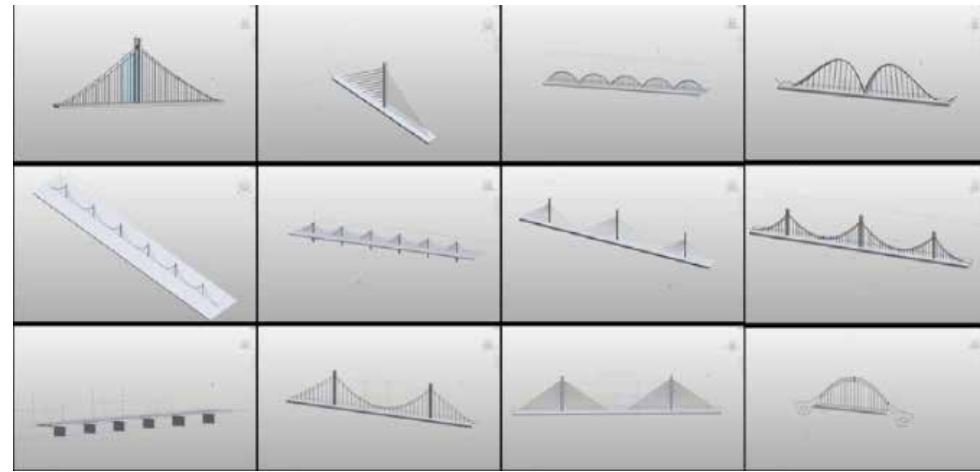


图3 方案比选

长度作为参数（如图3），基于底层零件级的族类型文件建立了文件库，通过合理的数据调用构建了翼缘型波形钢腹板构件的参数驱动模型，实现了标准化信息模型设计。

钢横梁设计：以钢横梁构件的关键构造（钢横梁腹板、水平加劲肋、垂直加劲肋）长度作为参数（如图4），利用焊钉连接件的族类型文件，建立了钢横梁构件的参数驱动模型，实现了标准化信息模型设计。

钢锚箱设计：通过“基于面”的族类型文件，建立了锚管、抗剪板及其加劲肋等零件的参数驱动模型（如图6）。利用基于面的族类型文件的嵌套调用方法，实现了钢锚箱各关键零件的组装。以锚管中心线与桥梁设计道路中心线的竖曲线在铅垂面上的夹角，实现了锚箱空间姿态定位，还以该夹角作为参数，保证了锚箱系统的构件级族文件在大桥总体模型中的通用性。

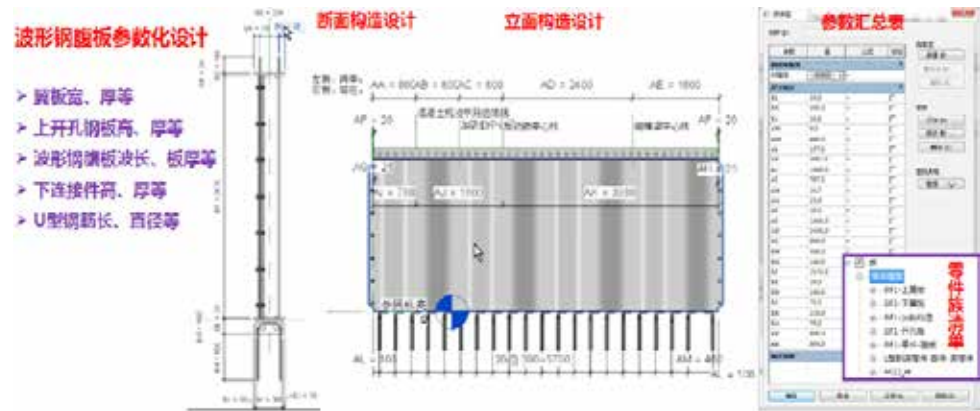


图4 波形钢腹板参数化设计

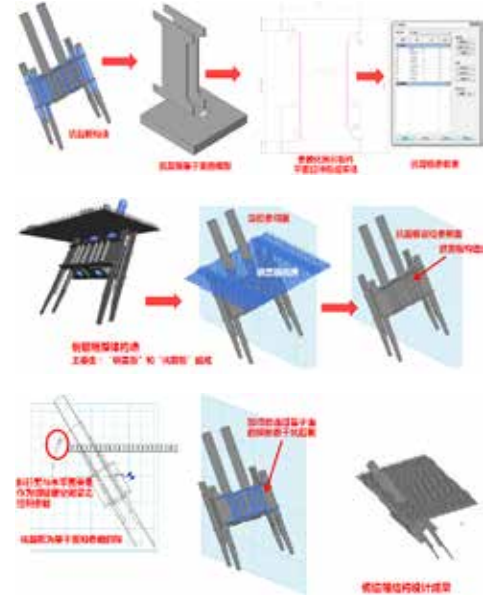


图6 钢锚箱建模设计

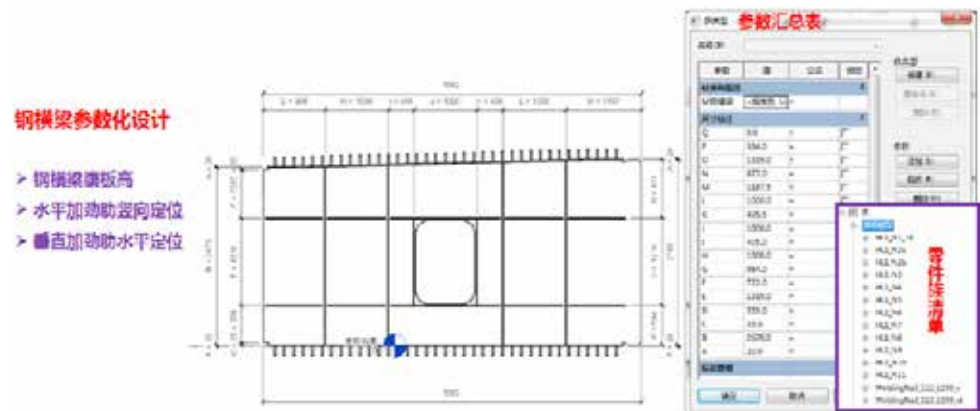


图5 钢横梁参数化设计

作为国内第一座真正意义上的波形钢腹板PC组合梁斜拉桥，世界第一例单箱五室六腹板钢结构整体吊装施工的桥梁，南昌市首座采用BIM技术服务于投资、设计、施工和运维一体化的大桥，南昌朝阳大桥基于Autodesk Revit平台，通过BIM技术在提高设计质量、加快施工进度、增强运维管理方面均取得显著成果，为南昌市乃至全国桥梁信息化建设起到了很好的标杆和示范作用。

—杨海涛
BIM中心主任
上海市城市建设设计研究总院

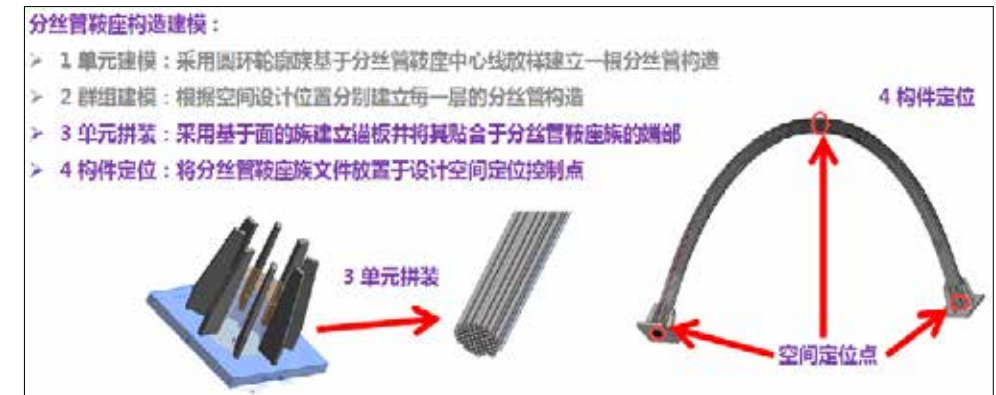
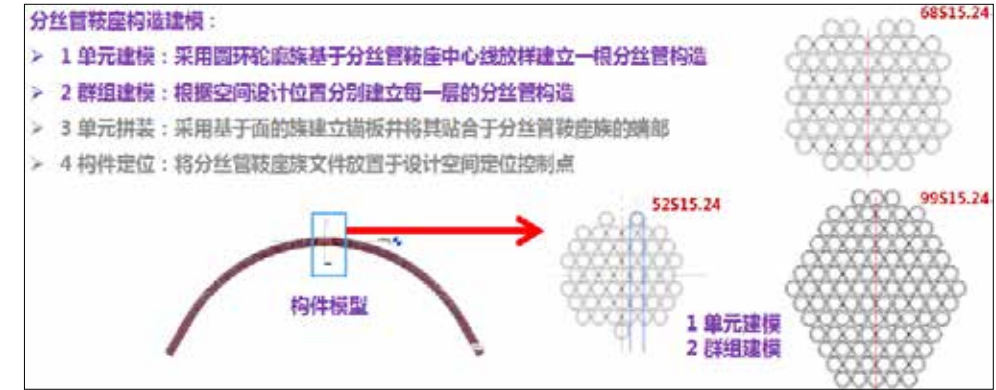


图7-2 斜拉索分丝管鞍座建模设计

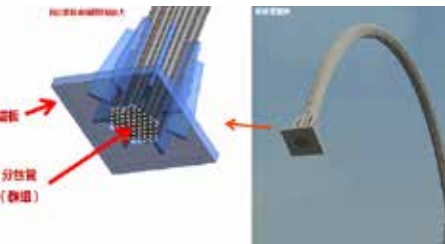


图7-1 斜拉索分丝管鞍座建模设计

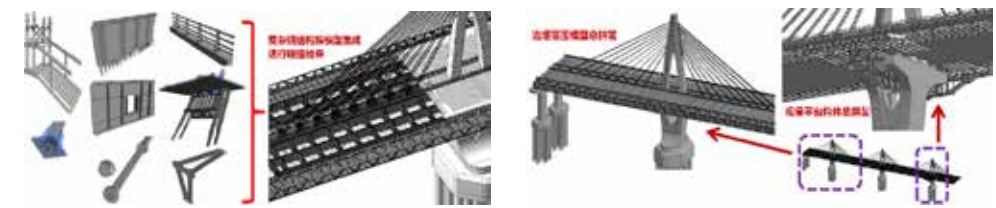


图8 构件集成

图9 构件虚拟拼装

BIM技术应用于本项目设计的价值：通过BIM提高了施工图阶段的结构设计质量。

③碰撞检验
建立结构总体项目文件，加载大桥所有构件的族文件，以桥梁设计空间信息为基准对各构件定位，进行虚拟拼装（如图8、图9）。对拼装完成后的总体项目模型进行外观检查，并采用Autodesk Revit软件自带的碰撞检查功能检验各构造是否存在冲突。根据桥梁指导性施工方案在Autodesk Revit软件中拟定构件生成次序（如图10、图11），检验各构件的生成过程是否存在构造冲突。

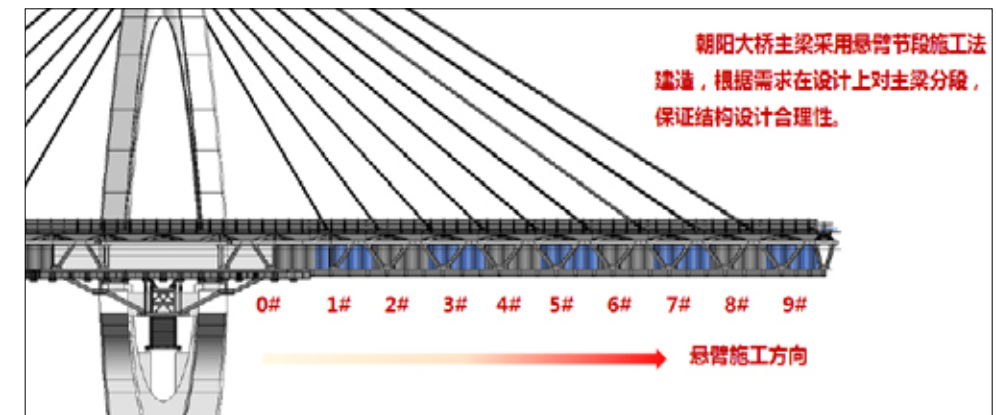


图10 主梁悬臂施工时的激活次序示意

- 半桥虚拟装配模拟原则：
- 在REVIT中设置施工阶段
 - 按施工组织设计依次激活构件
 - 检查指导性施工方案是否合理
 - 检查构造是否发生碰撞

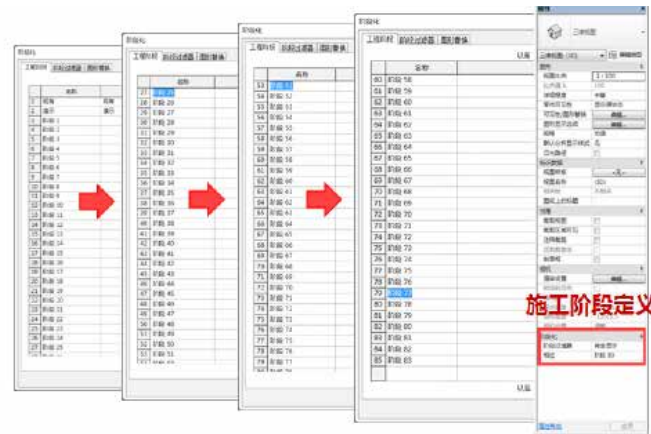


图11 构件激活阶段定义

BIM技术应用于本项目构造检验的价值：利用BIM方法解决设计阶段结构错、漏、碰、缺问题，提高了设计成品质量。

④设计成品出图

在族中完成构件立面及剖面出图设置，随族文件的加载而进入总体模型中，便于及时查看（如图12）。若总体模型有调整并涉及到族文件，可实时更新成品图纸。

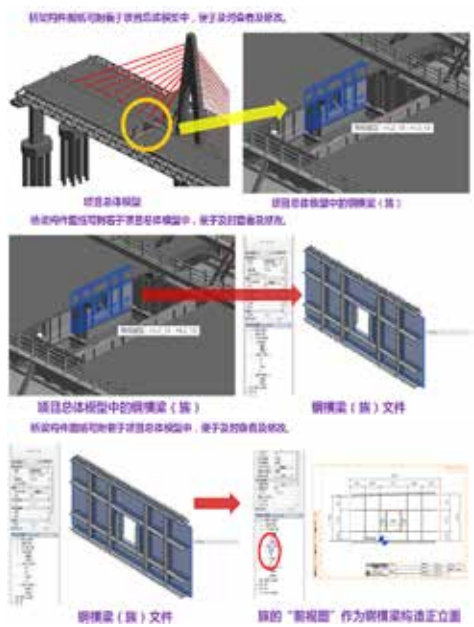


图12 构件族文件信息查阅

⑤结构辅助计算

结构辅助计算：在Autodesk Revit中建立复杂构件的几何模型，导出为高级几何信息模型，通过网格划分工具软件再将几何信息模型转换为有限元网格，为结构力学计算提供了便利。大桥主墩下塔柱及上塔柱均采用了此方法辅助结构空间效应计算（如图13、14）。

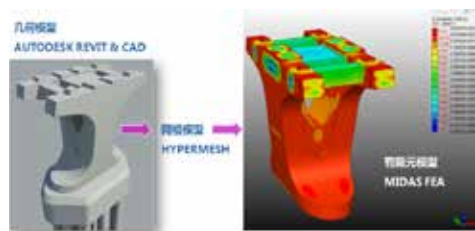


图13 主墩下塔柱几何模型转换示意

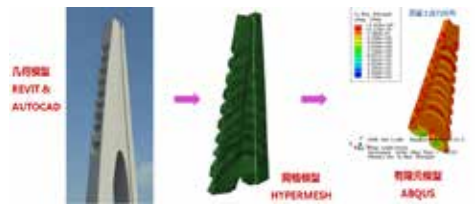


图14 主墩上塔柱几何模型转换示意

BIM技术应用于本项目结构计算的价值：利用BIM方法为结构空间效应计算提供高质量的几何信息模型。

2. 施工方面

①大桥施工过程模拟

基于Autodesk Revit建立的BIM模型，在Autodesk Navisworks中设置了安装工序及路径，模拟了临时栈桥架设（如图15）、通航孔桥主梁零号节段支架安装（如图16）、通航孔



图19 跨江主桥施工期间现场照片

桥主梁平衡悬臂挂蓝施工（如图17、图18、图19）、人非通道桥节段吊装施工（如图18）。

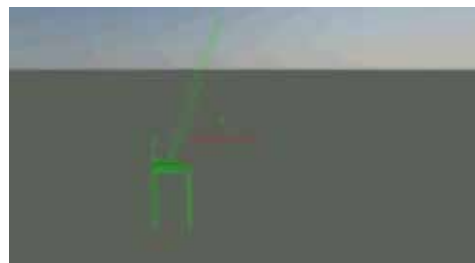


图15 临时栈桥架设模拟

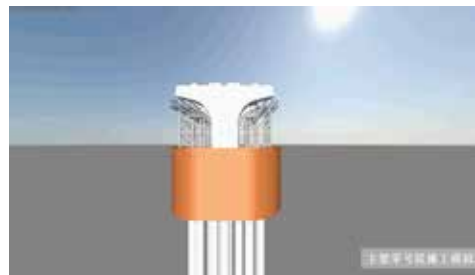


图16 通航孔桥主梁零号段安装模拟

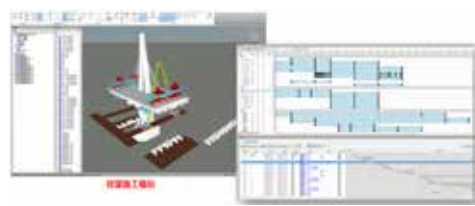


图17 通航孔桥主梁平衡悬臂挂蓝施工模拟

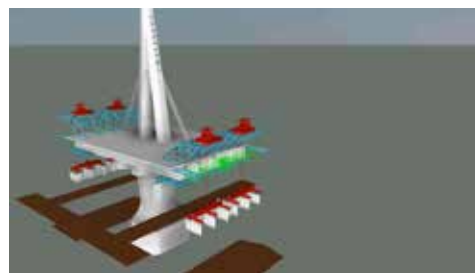


图18 通航孔桥主梁平衡悬臂施工期间钢结构吊装模拟

BIM应用于施工过程模拟的价值：为关键施工步骤模拟提供可视化解决方案，解决施工中存在的错漏碰。

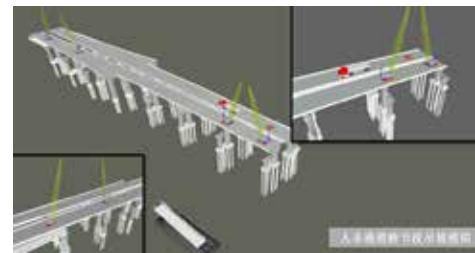


图20 非通航孔人非通道桥钢桁架节段吊装模拟

②临时结构辅助计算

基于Autodesk Revit建立的栈桥、支架及挂蓝的几何模型，导出为高级几何信息模型，在有限元计算软件中分析临时支架的受力安全性（如图21、图22、图23、图24），为结构力学计算提供了便利。

BIM应用于施工临时结构辅助计算的价值：为关键施工步骤模拟提供空间有限元计算几何模型，保证施工安全性。

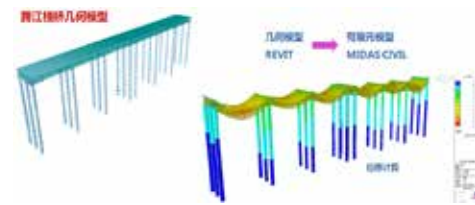


图21 栈桥计算

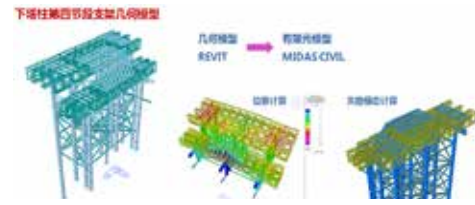


图22 下塔柱支架计算

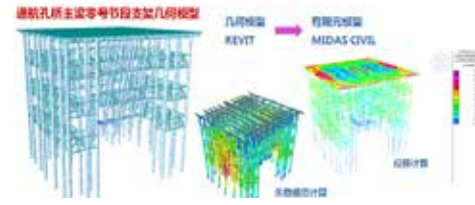


图23 主梁零号节段支架计算

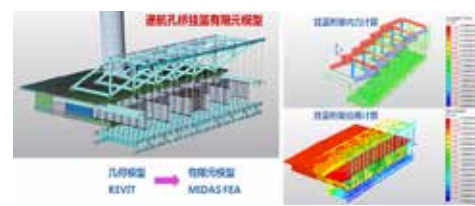


图24 主梁挂蓝计算

3. 运维方面

BIM应用于运维管理的价值：为运维阶段提供可视化解决方案，令运维工作更便捷、更具适用性。

①三维浏览

南昌朝阳大桥以智慧城市建设的理念为指导，运用三维地理信息系统（3D GIS）和建筑信息模型（BIM）技术，基于定制开发的软件平台，构建了一套三维可视化、精细化和一体化的运维管理系统。该系统集成了3D GIS技术与BIM技术，实现了无缝和信息无损集成，达到了三维地形与三维构筑物的一体化，可实现全桥虚拟漫游。

②服务中心平台

构建大桥服务中心平台，其管理内容包含：维修服务请求、任务分配、工作进度查看、工单编制、满意度调查、工作计划排布、工作量统计分析。

③设施设备管理系统

构建了设施设备管理系统，其功能包含：养护维修任务制定、定期养护计划制定、分时段成本统计。

④安全管理系统

构建了实时监测系统，其监测内容包含：交通流量、应力应变、风速、温湿度，还可进行定期监测（索力、沉降），推荐针对突发事件的应急预案。

⑤工程资料管理系统

构建了工程资料管理系统，可载入各工程阶段及各参建单位的资料，例如：工程准备阶段文件、监理文件、施工文件、竣工图、运营文件等。

⑥平台管理使用操作说明系统

提供了平台管理使用操作说明系统，为平台的运用提供了可快速查阅的操作手册（如图25）。



图25 平台管理使用操作说明系统界面

BIM技术积累小结

- 建立了大型复杂结构桥梁建模方法，为今后桥梁BIM应用提供了参考。
- 将BIM技术运用到前期方案设计阶段，提高了设计效率。
- 利用BIM技术进行复杂结构设计，克服了传统二维设计软件难以考虑的三维碰撞问题。
- 依托工程开展BIM应用可提升设计水平及成品质量。
- 辅助解决大型工程现场施工组织技术难题。
- 辅助大型复杂桥梁运维管理。
- 通过项目中的BIM应用，实现了设计、施工及运维三方面的协同。

展望

- 逐步深化桥梁信息模型的建模理论，拓宽桥梁信息模型的设计应用范围及方法。
- 进一步完善基于设计、生产、运维过程的钢结构桥梁错、漏、碰检查方法；基于混凝土构件表面及体量的参数化配筋设计方法。
- 基于需求，建立面向桥梁专业技术人员的操作平台界面，优化专业出图功能，实现软件友好化升级。