

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程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）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。

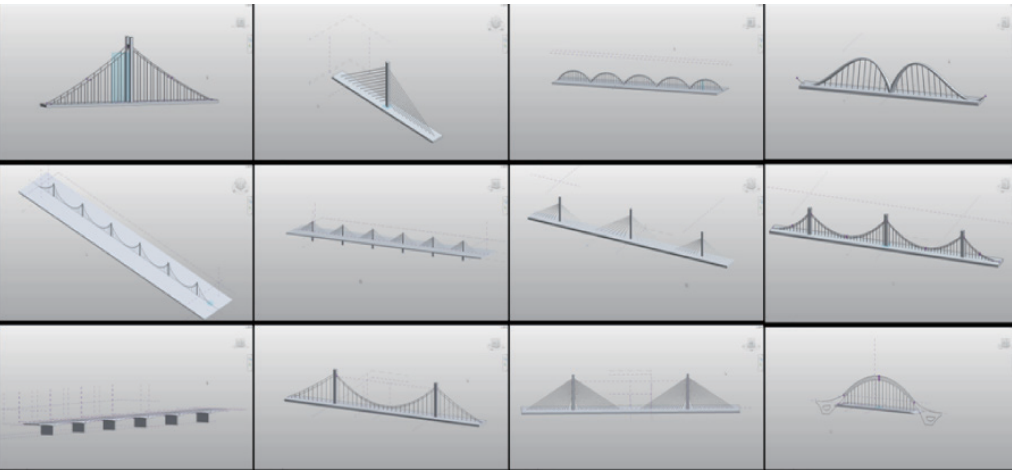


图3 方案比选

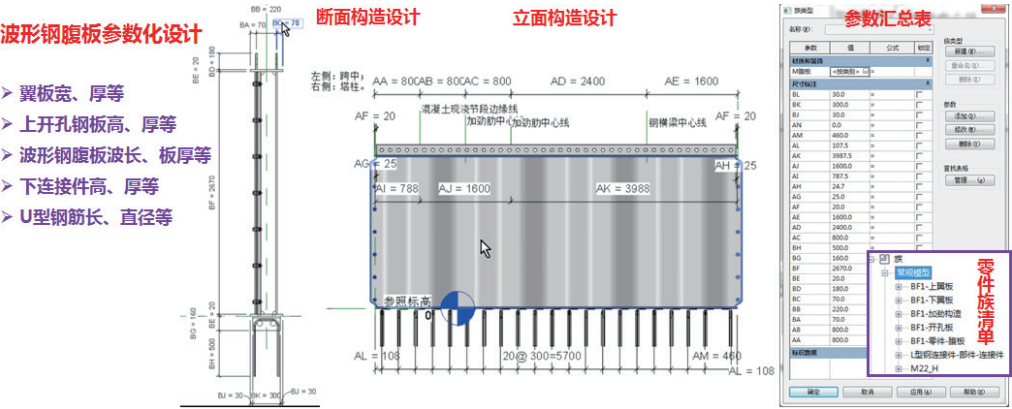


图4 波形钢腹板参数化设计

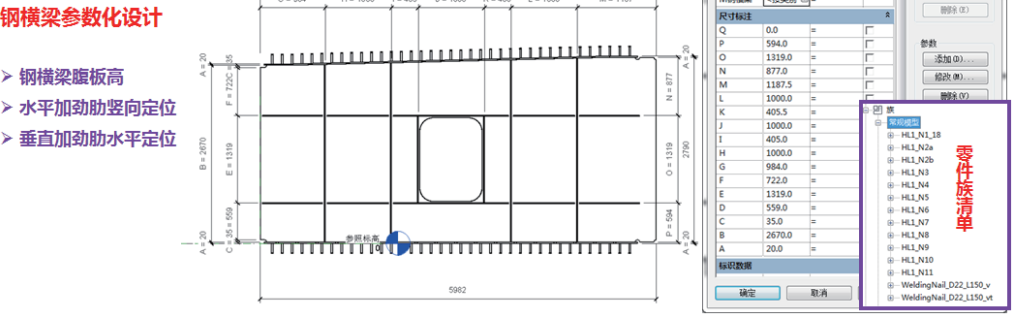


图5 钢横梁参数化设计

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。

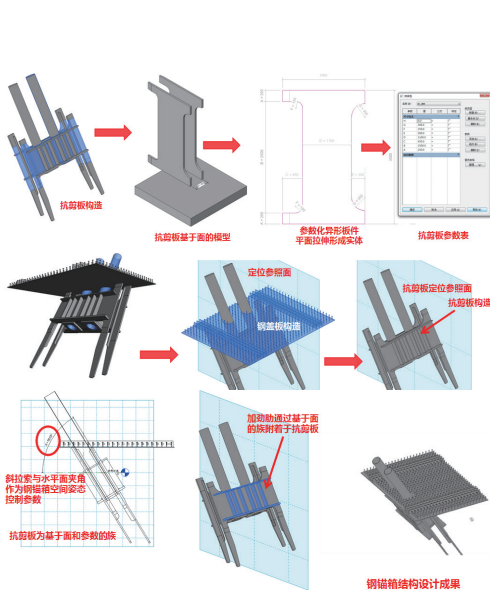


图6 钢锚箱建模设计

斜拉索分丝管鞍座设计：通过轮廓族文件基于单根分丝管中心线拉伸建立了单根分丝管模型，再建立分丝管群组（如图7）。以基于面的族文件建立锚板及其加劲肋的模型，将其贴合于分丝管鞍座群组的端面形成了分丝管鞍座成品构件。最后，加载该成品构件的族文件至总体模型中，根据设计位置进行定位安装。

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

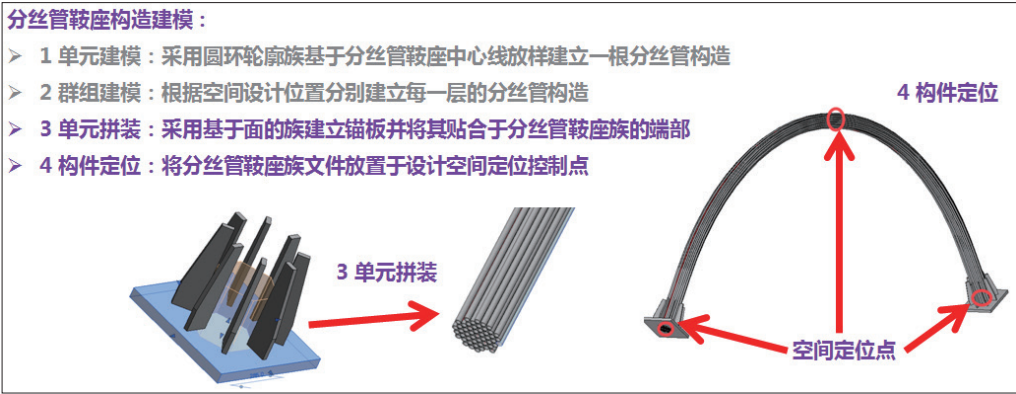
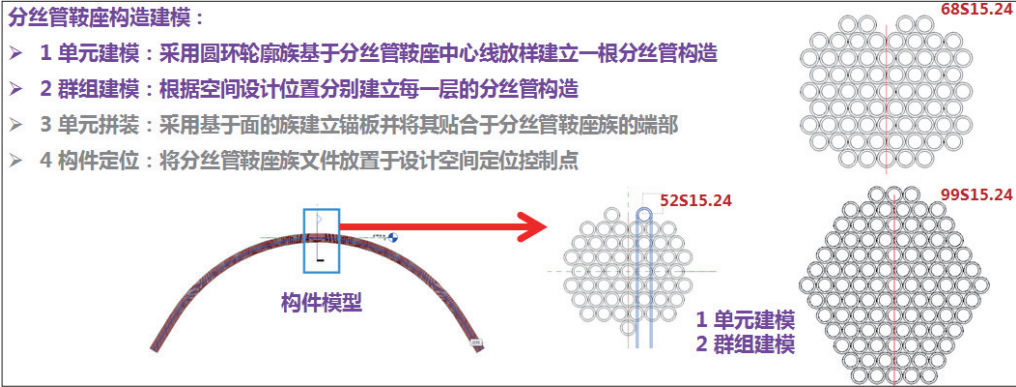


图7-2 斜拉索分丝管鞍座建模设计

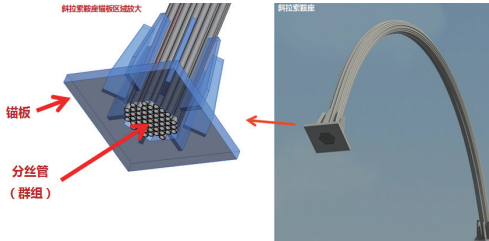


图7-1 斜拉索分丝管鞍座建模设计

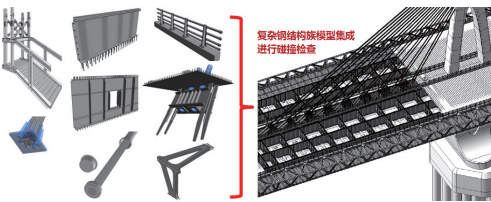


图8 构件集成

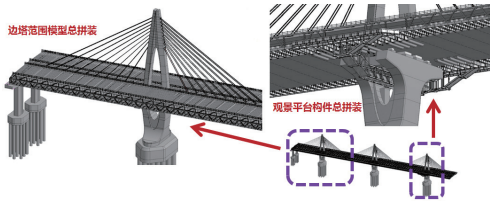


图9 构件虚拟拼装

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。

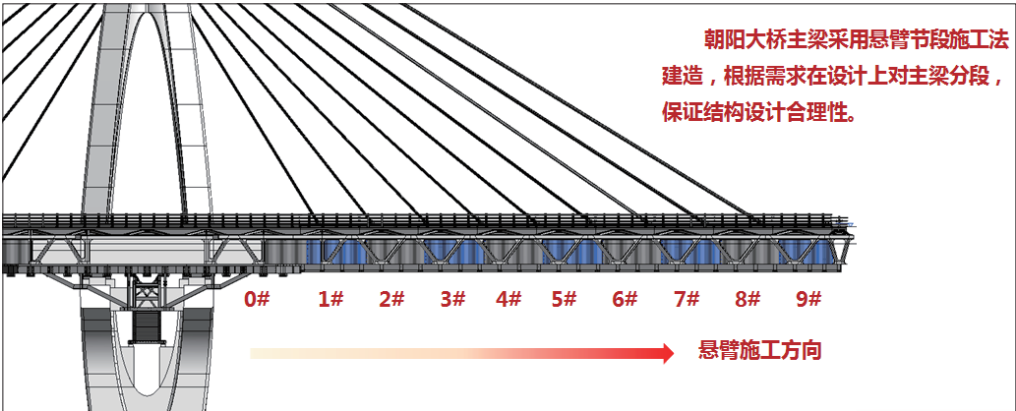


图10 主梁悬臂施工时的激活次序示意

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

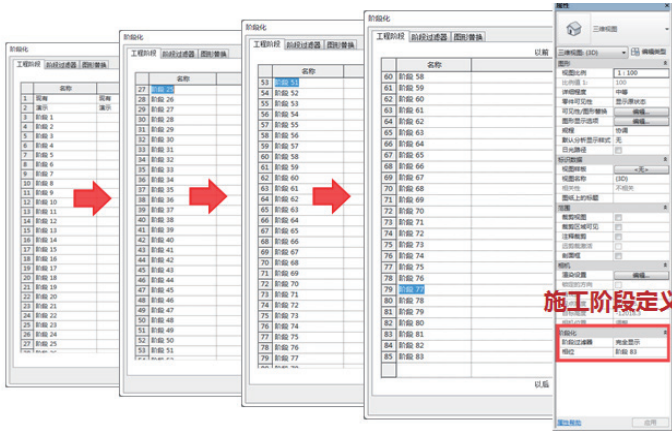


图11 构件激活阶段定义

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。

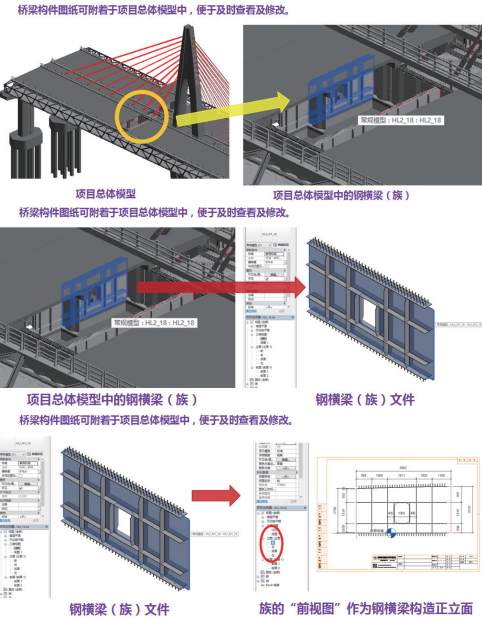


图12 构件族文件信息查阅

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）。

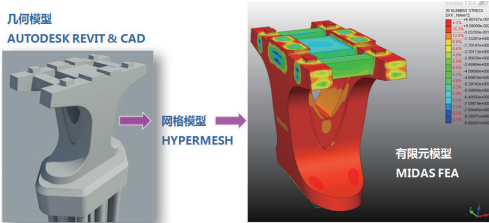


图13 主墩下塔柱几何模型转换示意

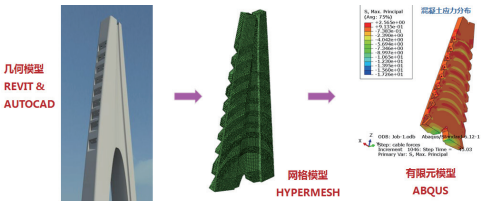


图14 主墩上塔柱几何模型转换示意

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. 施工方案

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）、通航孔桥主墩零号节段支架安装（如图16）、通航孔桥主

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）。

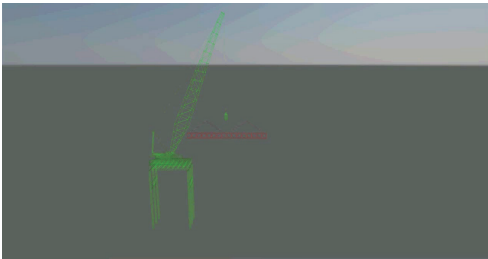


图15 临时栈桥架设模拟

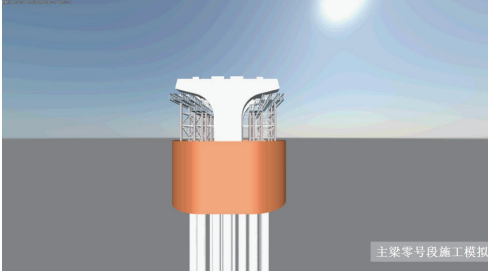


图16 通航孔桥主梁零号段安装模拟

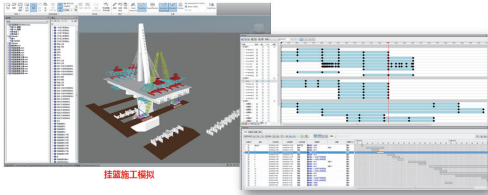


图17 通航孔桥主梁平衡悬臂挂蓝施工模拟

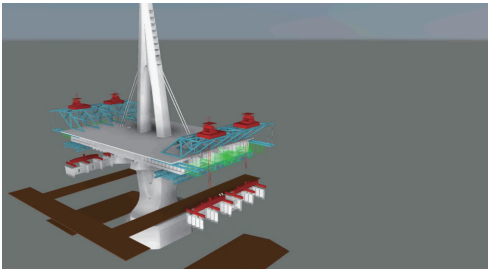


图18 通航孔桥主梁平衡悬臂施工期间钢结构吊装模拟

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19 跨江主桥施工期间现场照片

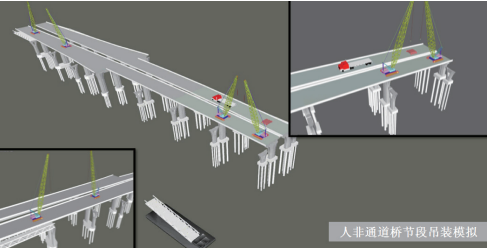


图20 非通航孔人非通航桥钢桁架节段吊装模拟

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。

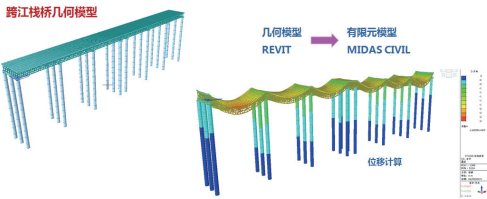


图21 栈桥计算

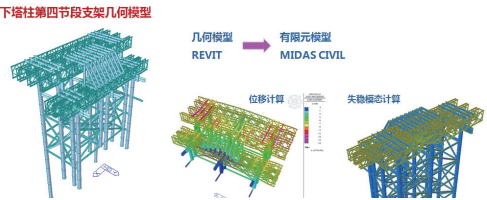


图22 下塔柱支架计算

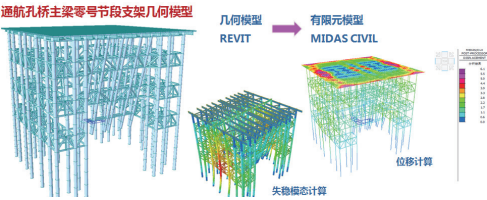


图23 主梁零号节段支架计算

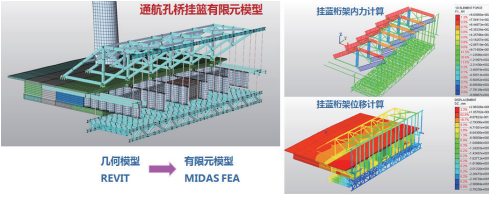


图24 主梁挂蓝计算

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（3DGIS）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3DGIS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）。

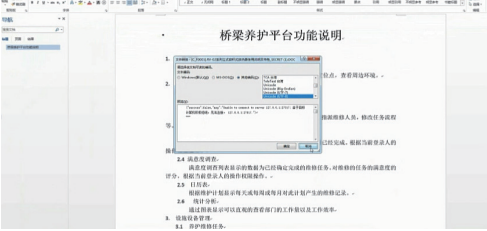


图25 平台管理使用操作说明系统界面

BIM技术积累小结

- 1) 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。
- 2) 将BIM技术运用至前期方案设计阶段，提高了设计效率。
- 3) 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。
- 4) 依托工程开展BIM应用可提升设计水平及成品质量。
- 5) 辅助解决大型工程现场施工组织技术难题。
- 6) 辅助大型复杂桥梁运维管理。
- 7) 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

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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。