

公司名称

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司

项目地址

中国，江苏宜兴

应用软件

Autodesk® AutoCAD®

Autodesk® Revit®

Autodesk® Navisworks®

Autodesk® Civil 3D®

Autodesk® InfraWorks® 360

Autodesk® 3ds Max®

BIM技术为我们设计行业提供了一个新的平台，基于该平台的协同设计提高了我们设计的精细化程度，提高了设计的效率，减少了返工。同时，基于BIM的管理变得更有力量、更可控。相信，随着软件的进一步发展，BIM技术会为越来越多的群体所接受、掌握，并充分利用。

— 孙丽明

BIM团队负责人

同济大学建筑设计研究院桥梁工程设计院

BIM技术在宜兴市范蠡大桥项目中的应用

基于BIM的复杂特大桥设计与施工一体化整体解决方案



图1 范蠡大桥效果图

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司成立于1958年，是国内资质覆盖面最广的知名大型设计咨询集团。依托百年学府同济大学的深厚底蕴，经过半个多世纪的积累和进取，在全国各个省、非洲、南美有包括上海中心、上海世博会主题馆、上海自然博物馆等近万个工程案例。

下属桥梁工程设计院是在李国豪、项海帆院士的直接关心与领导下于八十年代初建立发展起来的。建院三十多年来承接了包括江阴长江大桥、苏通长江大桥、泰州长江大桥、椒江二桥等一大批重大工程的设计工作，为我国桥梁事业发展做出卓越贡献。

项目概况

范蠡大桥位于江苏省宜兴市，跨越风景秀丽的东氿，是范蠡大道的重要节点。它的建成，将为拉大宜兴城市框架、建设东氿新城起到重要作用。

范蠡大道全长约12公里，北起庆源大道东延段，向南跨越东氿、宁杭高速、宁杭高铁后，向西接上站前大道，全线按城市快速路标准建设，设计时速80公里。沿线共有六大节点工程，分别为陶都路立交、宁杭高速立交、宜浦路立交、范蠡大桥、宜官公路下穿隧道工程和太湖大道立交等，工程投资规模、建设体量，均创宜兴市单项交通工程历史之最。该桥为三塔四跨的斜拉桥，主桥跨径组合为50+168+168+50，总长500m，跨东氿段总桥长1376m。

项目难点和BIM应用目标

桥塔造型取自江南民俗“孔明灯”，采用独创的钻石型空间结构。范蠡大桥与东氿大厦隔湖相望，相映成趣。整个桥梁由四个桥塔组成，远看好似东氿湖上的颗颗明珠，形成氿湖联珠的意境。桥型受力合理，灯笼塔浮于水上，夜晚灯光的辉映下，夜景造型独特优美。



图2 桥塔造型

独特的造型，伴随而来的是设计和施工难度的大大增加。本项目正是通过BIM技术的应用，针对结构复杂的特大桥梁，建立适用于设计、施工全过程的整体解决方案。

技术路线

工程设计、生产加工、施工安装、运营维护是桥梁产品历经的四个典型阶段。该院利用欧特克的IDS软件设计包，在不同阶段应用不同的软件工具：利用Autodesk Revit进行主桥的建模，并辅以参数化手段，提高建模效率；利用Autodesk Civil 3D进行道路建模、地形建模、地质建模；

利用Autodesk Infracore 360对地形地貌进行处理，并对方案进行整合；利用Autodesk Navisworks进行施工仿真模拟、碰撞检查与协同、工期优化等。

通过协同设计、二次开发、施工仿真等最终实现设计与施工的紧密结合。

可视化

通过Autodesk Infracore 360与Autodesk Revit结合使用，快速生成地形、地面建筑、水域、道路以及桥梁主体结构，可以提供最直观的整体与



图4 Autodesk Infracore 360 辅助方案展示

细部的视觉呈现，方便业主进行决策。项目的各参与方基于BIM模型的交流更加的直观和高效。

设计师利用BIM“所见即所得”的特点，对所设计的方案有更好的把控，对可能存在的问题有更好的预见性，利用软件进行多方案的比选，包括主桥造型、装饰方案、色彩、与周围地貌的协调性等等。利用BIM技术与3D打印技术的结合，更好的诠释结构方案、造型方案。

复杂节点三维精细化设计

对于复杂节点，采用BIM技术进行三维精细化设计，避免出现错漏。对复杂节点的板件关系进行检查，排除碰撞。通过BIM模型与有限元分析软件的结合，确保桥塔中横梁节点、锚索段等关键部位安全可靠。通过Autodesk Navisworks对塔内操作空间进行检查，保证焊接和后期运营维护的操作空间。同时，对整个桥塔的构造进行漫游，为后期维护提供三维的电子“地图”档案。

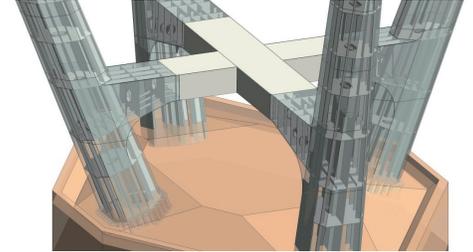


图5 中塔下横梁节点与塔脚锚固段三维精细化设计

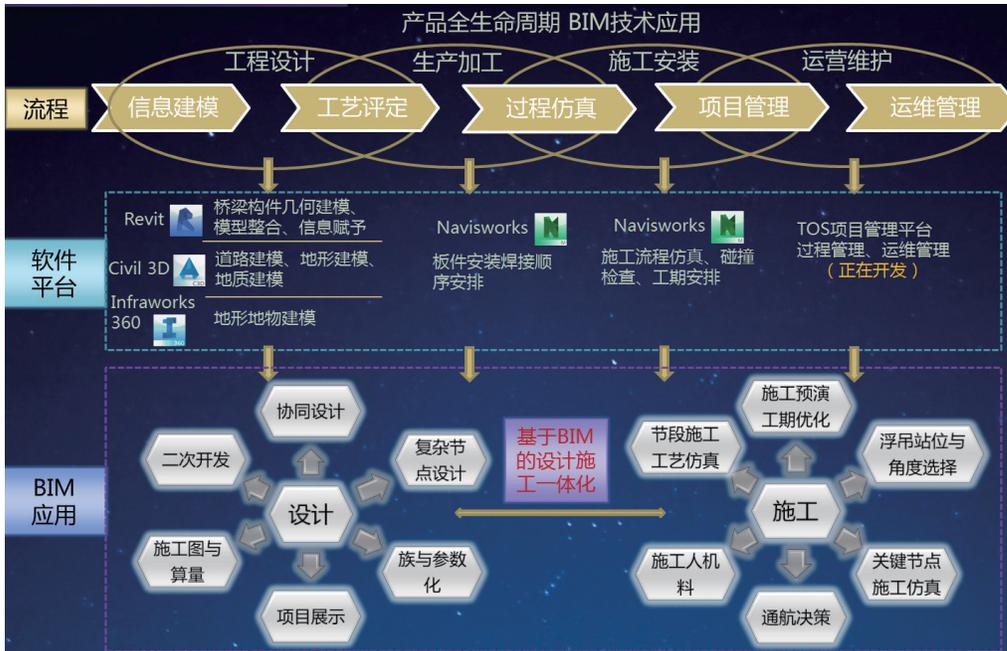


图3 技术路线图

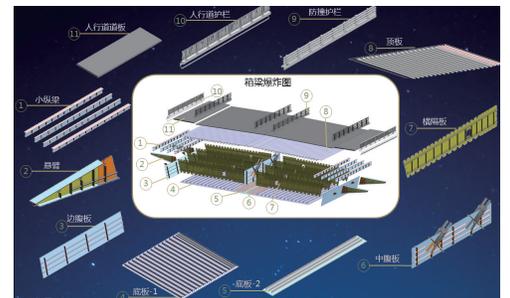


图6 箱梁爆炸图



图7 Autodesk Revit 桥塔节段与工厂加工

协同设计

利用Autodesk Revit平台进行多专业、多任务段的协同。包含：桥梁上、下部结构之间、相邻跨之间；塔梁之间、索梁之间、索塔之间结构的协同设计；桥梁结构与电气、排水以及过桥管线的协同设计；充分考虑施工可行性的协同设计，包含：确保人员焊接操作的空间，保证可行性；根据吊装重量和加工运输的实际能力考虑节段尺寸划分；设计过程考虑现场工装次序，确保可实施性。

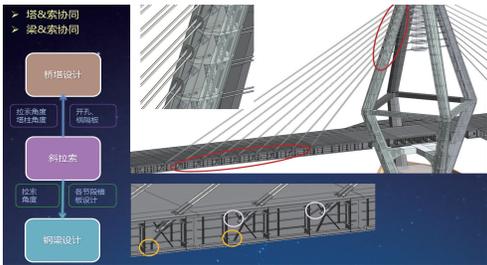


图8 拉索与塔、梁的协同设计

族库建立及其参数化

对常用桥梁构件建立族库与并进行参数化设计，内容包括：结构、附属设施、临时施工设施以及施工器械。对常用族库进行参数化设计，如常规桥梁墩台的参数化、标线标牌等附属设施的参数化等等。



图9 结构族库举例

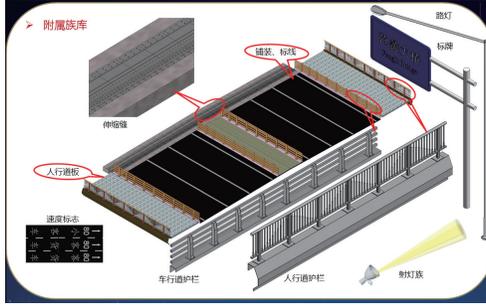


图10 附属族库举例

二次开发

针对钢结构自动建模、自动生成计算模型、自动绘制二维施工图的二次开发。

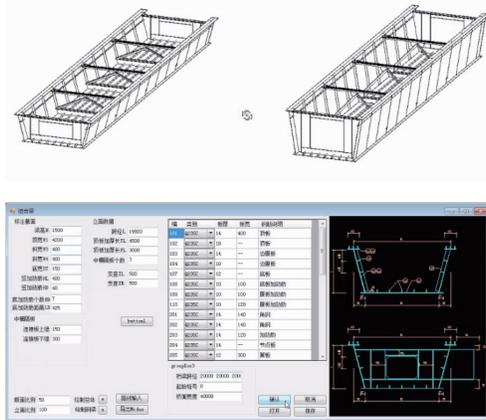


图11 基于Autodesk Revit 的二次开发图

自动三维建模：读取写好的路线数据、上下部结构构造信息，输入布跨信息、标高等，在Autodesk Revit中迅速生成全桥三维模型；将结构上部模型导出Midas mct文件，并导入该计算软件，生成上部梁格计算模型；读取上部构造数据文件，在AutoCAD中生成二维图纸与数量表。

基于Autodesk Revit的二维图纸生成与数量统计

自动建好的BIM建模，利用Autodesk Revit便捷的自动出图功能，剖取想要的视图，拼装到图纸中，采用二维结合三维的模式，对传统的二维模式起到了很好的辅助理解作用。对常规的构造、钢筋等进行出图，并进行数量统计。

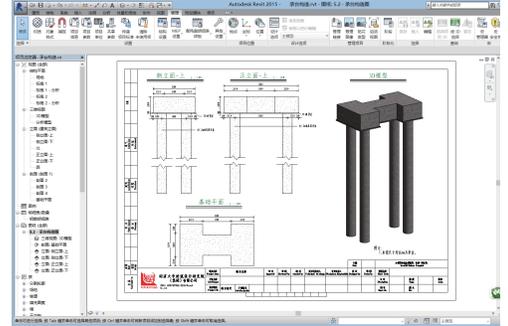


图12 Autodesk Revit 的承台构造图

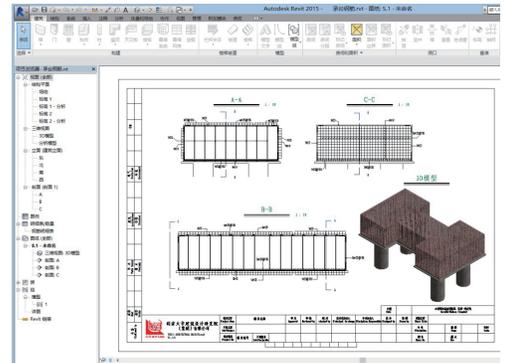


图13 Autodesk Revit 的承台钢筋图

对钢箱梁节段进行精确的数量统计，由于BIM模型具有唯一性，在对模型进行修改后，数量表会自动更新，大大减小人为修改带来的不匹配，真正做到“一处修改，处处更新”。

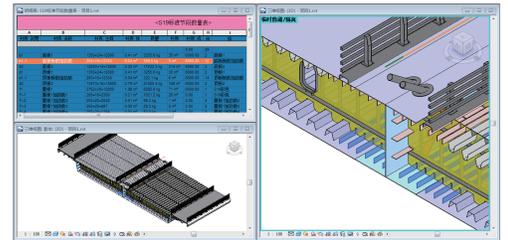


图14 Autodesk Revit 数量统计

关键节点施工仿真模拟

对于特别复杂的节点，往往也是受力的关键点、施工的难点，利用Autodesk Navisworks进行施工仿真，对各个构件的安装次序、路径进行一次预演，往往能提前发现施工中可能遇到的问题，减少因工序不当带来的损失。

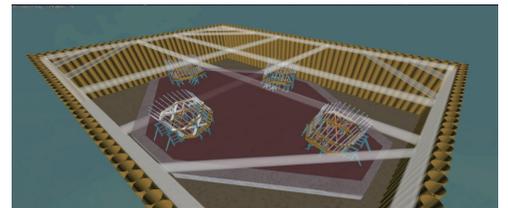


图15 Autodesk Navisworks 塔脚锚固段施工模拟

施工工期安排模拟

工期往往是业主和施工单位都很关心的问题，工期往往也是经济效益的重要影响因素。因此，利用BIM技术进行施工安排，利用电脑仿真，对人员、机械、材料进行最优排布，充分发挥三者的最大功效，缩短工期、提高安全性能。同时，利用BIM平台进行施工管理，也是今后BIM的发展方向之一，其中有很大的价值空间可以挖掘。

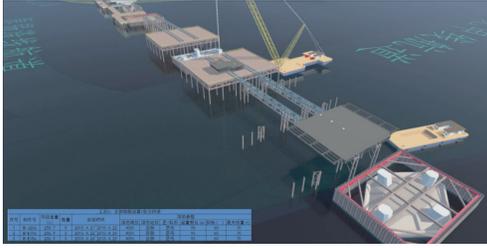


图16 Autodesk Navisworks 模拟主梁吊装与滑移

施工期间的碰撞排除与设备路径安排

桥塔节段的吊装是本工程的施工难点之一，需要确保浮吊在吊装过程中避免与已安装的钢箱梁节段、临时支架、已安装的桥塔节段碰撞。选择适当的起重臂仰角，确保其安全起重能力大于节段重量，利用施工仿真，进行全过程动态碰撞检查，确保任何时候都不会发生碰撞，并找出浮吊喂松的最优路径。利用施工预演，可以很好的排除碰撞干扰，避免了因施工安排不当带来的灾难性后果。



图17 桥塔节段吊装碰撞排除

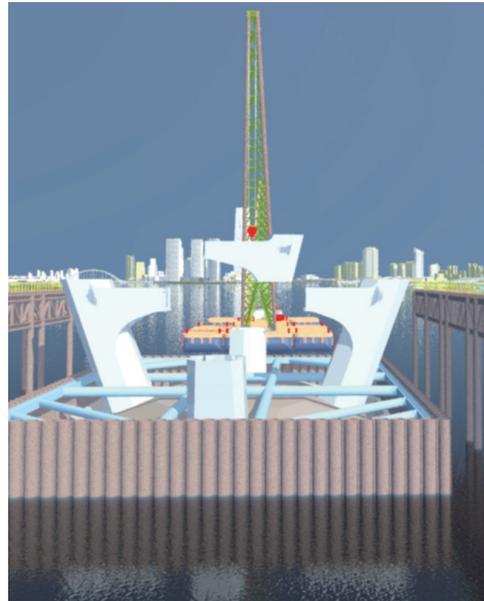


图18 Autodesk Navisworks 桥塔节段吊装与现场对比

结语

近年来BIM技术在市政、公路行业已经较为广泛的应用，但像本项目这样应用BIM技术将复杂特大桥的设计与施工相结合的案例还比较少。本项目给该院以下启示：

- 1、对于造型新颖、结构复杂的城市景观桥梁，BIM技术在方案阶段不仅可用于演示，更是可以用于结构的受力分析和方案优化，使得方案的真实性、可行性得到有效保障；
- 2、在施工图设计阶段应用BIM技术可以解决复杂关键节点的设计难题、解决各专业之间以及同一专业各部件之间的协同设计问题，同时结合族、库以及二次开发技术，有效地提高工作效率，减少返工。
- 3、在施工阶段应用BIM技术可以有效地对设计图纸加以验证，对施工过程中可能出现的难点重点进行预演，对人、机、料的投入以及工期进行更准确的把控，同时结合二次开发的管理平台对施工现场进行更有效的管理。

总之，通过BIM技术在范蠡大桥项目的应用，大大提高了设计和施工的工作效率，同时也使得设计和施工质量得到更有力的保证。相信这一模式将成为未来桥梁工程发展的趋势。