

公司名称
湖北省交通规划设计院股份有限公司

项目地址
中国，湖北

应用软件
Autodesk® AutoCAD®
Autodesk® InfraWorks®
Autodesk® Civil 3D®
Autodesk® Inventor®
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Nastran-InCAD

嘉鱼长江公路大桥BIM设计通过建立一个协同工作平台，不断积累族库，并结合AUTODESK软件进行二次开发，完成模块化、参数化的快速建模，然后联通计算分析模型进行整体分析或局部分析，确定是否满足设计要求，一旦满足设计要求后，将形成最终的BIM设计模型，进行三维展示、二维出图、工程量统计等，最后交付信息化设计模型。该技术在项目上的成功应用，为桥梁工程BIM设计开拓了一条全新的思路，具有极大的行业启发性和行业推广价值。

—廖原
主任工程师
湖北省交通规划设计院股份有限公司

探索桥梁工程BIM正向设计之路

——BIM技术在嘉鱼长江大桥中的应用



图1 嘉鱼长江大桥

湖北省交通规划设计院股份有限公司
湖北省交通规划设计院股份有限公司始建于1960年，是全国交通行业中门类齐全、规模较大的综合性交通科技型企业，持有国家颁发的公路行业、水运行业、市政行业（道路工程、桥梁工程、城市隧道工程）工程设计甲级资质，测绘（工程测量）甲级、工程勘察综合类甲级、监理甲级资质，地灾治理勘察、设计、评估甲级资质，公路、港口河海工程、市政公用工程（市政交通）工程咨询甲级资质，风景园林、建筑行业（建筑工程）、市政行业（给水工程、排水工程）工程设计乙级，招标代理乙级等资质。

主要从事公路、桥梁、隧道、航道、港口、水运枢纽、市政交通工程等工程项目的规划、可行性研究、勘察设计、工程咨询、监理、工



图2嘉鱼长江大桥BIM效果图

程建设管理和招标代理等工作，具有独立承担国内外大中型交通工程建设项目全过程服务的能力。

一、项目概况

嘉鱼长江大桥，位于中国湖北省洪湖市和嘉鱼县之间，线路总长4960m，按双向六车道高速公路标准建设。桥面宽度为33.5米，主跨920m，主梁采用闭口箱型截面，桥塔采用倒Y钻石型桥塔，是目前世界最大跨径非对称混合梁斜拉桥。

二、项目整体BIM实施总述

桥梁工程工程量大结构复杂，特大桥更甚，一直是工程领域，乃至BIM领域的重难点研究方向。桥梁内部构造繁杂，冲突碰撞在所难免，造成的返工拆改、进度延误一直是项目组想解决的问题。

众所周知，BIM在设计领域最基础的价值体现就是碰撞检查，按道理来说BIM就是项目组解决问题的最佳途径，可BIM技术一直以来却难以在桥梁工程中真正落地。

项目组分析其原因是在于，对于BIM技术发挥价值而言，模型完整度和颗粒度是至关重要的。模型做到了什么水准，项目组才能期待

BIM将产生哪些价值。全桥钢筋、骨架、锚具、预应力、埋件不计其数，不做这些内部构造模型或只做少量的工点模型，是解决不了整体工程问题的。可如果要做这些内部构造模型，工作量、模型量又难以承受。这个矛盾就是本项目，乃至桥梁工程的最大难题之一。

因此，项目组通过本项目的实践，终于找到了一套基于模块化设计理念的，提高桥梁BIM效率的方法，并基于此研究可落地的正向设计体系，才得以在本项目中实现真正达到工程深度需求的BIM应用。项目组以Autodesk Inventor的模块化、装配式的BIM设计理念，结合根据本项目设计需求和工程需求综合提炼的桥梁工程结构化体系，高效的完成了全桥达到工程实用深度的，参数化、模块化、结构化BIM模型。

基于此过程，项目组在如何通过BIM技术提升设计团队生产力方面，也获得了一些经验，清晰的工作流与分工，让工程师、设计师专注于桥梁设计；让建模员充分发挥BIM技术专长，可以不再苛求一定具备丰富的工程经验，从而达到为工程师、设计师减负，为建模员降低门槛，从根本上优化桥梁设计人员配置和分工，达到整体提升设计效率和品质的目标。

对于设计单位而言，最大的BIM需求就是将BIM设计落地。在桥梁领域，从Autodesk InfraWorks的方案比选、到Autodesk Nastran-InCAD计算分析、到Autodesk Inventor的模块化设计以及自动算量出图，最终到基于自主研发平台的施工移交，项目组形成了这套完整、高效的设计体系，也就达成了桥梁BIM设计落地的目标。项目期间欧特克技术团队和欧特克代理商北纬华元一直与项目组深入合作，为项目提供应用乃至研发的各种咨询服务，协助和辅导项目组共同完成本项目的创新与实践。

三、项目BIM技术难点

1. 特大桥工程BIM设计模型量、工作量巨大，达到施工精度往往多达上千万构件数量级，模型工作量大，电脑硬件要求高。



图3 特大桥内部结构

2. 桥梁工程专业性强，BIM翻模方式不仅会产生大量专业设计师的重复劳动，还难以实时有效的解决工程问题，只有正向设计才能真正为项目保驾护航。

3. 带状工程与块状工程设计思路相去甚远，难以借鉴建筑领域成熟的BIM经验，需要探索一套符合桥梁工程思路的流程、语言、规则、标准与配套工具。

为了克服以上技术难题，项目组找到了一套高效的桥梁BIM设计方法。通过在此桥梁工程难度最高的特大桥项目中实践、印证，最终形成了完整的桥梁工程的BIM正向设计体系。

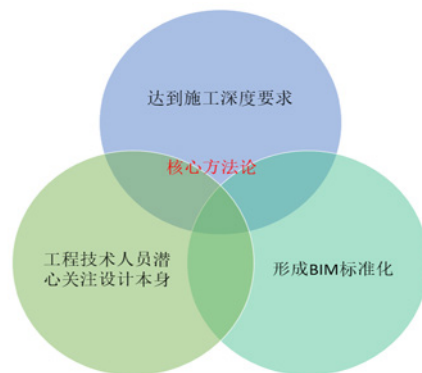


图4 桥梁BIM正向设计体系

四、BIM设计流程与标准

项目实施前，项目组制定了相关BIM设计流程及各阶段模型控制标准，确保项目实施的规范性。



图5 桥梁BIM设计流程

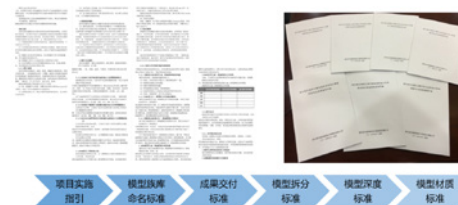


图6 桥梁BIM设计标准

五、桥梁正向设计解决方案

1. 方案研究

在方案选取时，通航部门在航线方面的严苛要求使项目方案始终不能确定。项目组将通

航控制因素航道、深泓线输入至Autodesk InfraWorks中进行分析比对，最终选定920m + 330m桥跨方案，此方案跨越可通航水域宽度达1250m，主跨完全覆盖航迹线带宽范围和深泓线变化范围，且为通航安全适当留出富余空间，完全满足了通航要求。通航部门通过方案的演变讨论，通过了此方案。

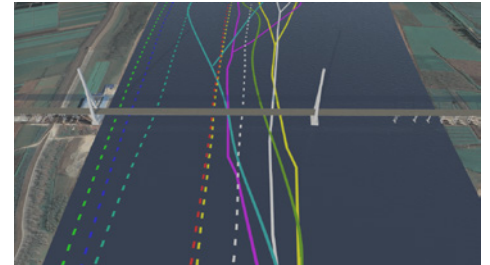


图7 方案比选

2. 应力分析，方案确定

方案确定后，将桥面方案模型输出至软件中进行初步计算验证，研究方案在结构上的可行性。

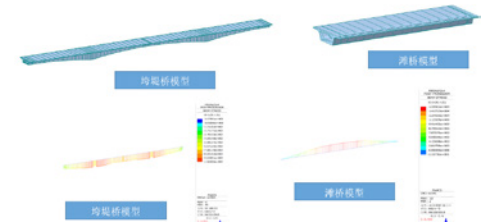


图8 应力分析

3. 线路里程分段，匹配线路措施表

将线路信息输出excel中，进行路线措施表的编制，不同梁段类型按照线路里程进行区分。

序号	梁段名称	梁段编号	起始里程	终止里程	梁段长度	梁段类型	类型	桥宽	角度
27	桥墩	TC	195020.3	195030.3	9	23	现浇上段	53.602	1.0391
28	桥墩	TC	195029.3	195048.3	9	23	现浇上段	53.823	1.0391
29	桥墩	TC	195048.3	195057.3	9	23	现浇上段	53.994	1.0391
30	桥墩	TC	195057.3	195066.3	9	23	现浇上段	54.165	1.0391
31	桥墩	TC	195066.3	195075.3	9	23	现浇上段	54.336	1.0391
32	桥墩	TC	195075.3	195084.3	9	23	现浇上段	54.507	1.0391
33	桥墩	TC	195084.3	195093.3	9	23	现浇上段	54.678	1.0391
34	桥墩	TC	195093.3	195102.3	9	23	现浇上段	54.849	1.0391
35	桥墩	TC	195102.3	195111.3	9	23	现浇上段	55.020	1.0391
36	桥墩	TC	195111.3	195120.3	9	23	现浇上段	55.191	1.0391
37	桥墩	TC	195120.3	195129.3	9	23	现浇上段	55.362	1.0391
38	桥墩	TC	195129.3	195138.3	9	23	现浇上段	55.533	1.0391
39	桥墩	TC	195138.3	195147.3	9	23	现浇上段	55.704	1.0391
40	桥墩	TC	195147.3	195156.3	9	23	现浇上段	55.875	1.0391
41	桥墩	TC	195156.3	195165.3	9	23	现浇上段	56.046	1.0391
42	桥墩	TC	195165.3	195174.3	9	23	现浇上段	56.217	1.0391
43	桥墩	TC	195174.3	195183.3	9	23	现浇上段	56.388	1.0391
44	桥墩	TC	195183.3	195192.3	9	23	现浇上段	56.559	1.0391
45	桥墩	TC	195192.3	195201.3	9	23	现浇上段	56.730	1.0391
46	桥墩	TC	195201.3	195210.3	9	23	现浇上段	56.901	1.0391
47	桥墩	TC	195210.3	195219.3	9	23	现浇上段	57.072	1.0391
48	桥墩	TC	195219.3	195228.3	9	23	现浇上段	57.243	1.0391
49	桥墩	TC	195228.3	195237.3	9	23	现浇上段	57.414	1.0391
50	桥墩	TC	195237.3	195246.3	9	23	现浇上段	57.585	1.0391
51	桥墩	TC	195246.3	195255.3	9	23	现浇上段	57.756	1.0391
52	桥墩	TC	195255.3	195264.3	9	23	现浇上段	57.927	1.0391
53	桥墩	TC	195264.3	195273.3	9	23	现浇上段	58.098	1.0391
54	桥墩	TC	195273.3	195282.3	9	23	现浇上段	58.269	1.0391
55	桥墩	TC	195282.3	195291.3	9	23	现浇上段	58.440	1.0391
56	桥墩	TC	195291.3	195300.3	9	23	现浇上段	58.611	1.0391
57	桥墩	TC	195300.3	195309.3	9	23	现浇上段	58.782	1.0391
58	桥墩	TC	195309.3	195318.3	9	23	现浇上段	58.953	1.0391
59	桥墩	TC	195318.3	195327.3	9	23	现浇上段	59.124	1.0391
60	桥墩	TC	195327.3	195336.3	9	23	现浇上段	59.295	1.0391
61	桥墩	TC	195336.3	195345.3	9	23	现浇上段	59.466	1.0391
62	桥墩	TC	195345.3	195354.3	9	23	现浇上段	59.637	1.0391
63	桥墩	TC	195354.3	195363.3	9	23	现浇上段	59.808	1.0391
64	桥墩	TC	195363.3	195372.3	9	23	现浇上段	59.979	1.0391

图9 线路措施表

4. 基于BIM通用工程模块的施工图设计
设计施工图设计按照工程模块考虑，通过修改模块参数完成图纸设计。

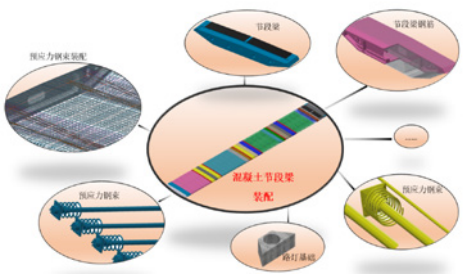


图10 工程模块分类

5. 通过BIM通用工程模块批量组装桥梁整体模型
桥塔、桥面、桥面系按照线路措施表进行桥梁装配，完成整体模型设计。



图11 模型自动装配

6. 桥梁节点应力分析
箱梁模块、斜拉索等节点模型通过Autodesk Nastran-InCAD插件进行有限元分析，输出计算书，完成结构设计。

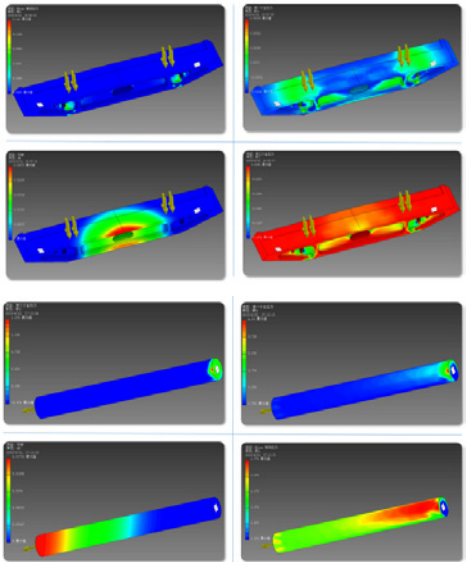


图12 箱梁、拉索节点有限元分析

7. 构件内部干涉检查
在Autodesk Inventor中进行钢筋与预应力的干涉检查。

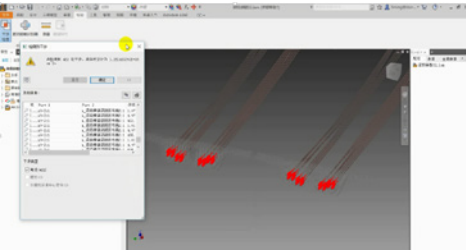


图13 干涉检查

8. 设计优化
根据检测结果优化设计，提高图纸质量。

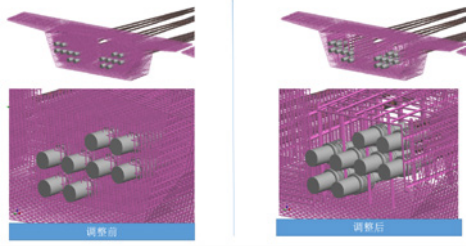


图14 设计优化

六、桥梁主体结构施工图正向设计要素

1. 参数化设计
不仅赋予模型信息，同时参数化程度与建模效率高低呈正比。通过Autodesk Inventor设置通用模块的各参数，得到适用的工程模型。本项目完整的参数化体系，能够真正实现衍生设计。在模型上做到梁段桥墩与线路关联，混凝土钢筋相关联，拉索与锚固关联，项目上做到信息与模型关联，模型与图纸关联，真正实现一处修改处处更新。

2. 模块化设计
模块化设计，由零件组装成部件，部件组装成标准模块，组装标准模块辅助形成各个标准段落，辅以衍生设计装配生成项目模型。

标准模块中即包含全套所需施工图样板，施工图由各个衍生出来的实际项目模型直接提供，而非生成三维模型后再行剖切标注的传统BIM施工图设计模式，打破了传统BIM施工图设计标注、样式、线型处理繁复的瓶颈，大幅简化了施工图出图流程和工作量。

项目组将桥梁设计分为若干组超强参数化模块，设计师即仅需通过模块参数表、工程措施表分别完成配置、组装两件工作，模型自动生成。

3. BIM模型结构树
项目规模庞大、构件诸多，想要寻找某处细节模型无异于大海捞针。项目组为桥梁工程设计了全套符合工程逻辑的模型信息结构化体系，不仅能在数千万构件中，快速精确的调用查询项目任一构件和节点，也为移交施工应用提供了切实有效的BIM数据。

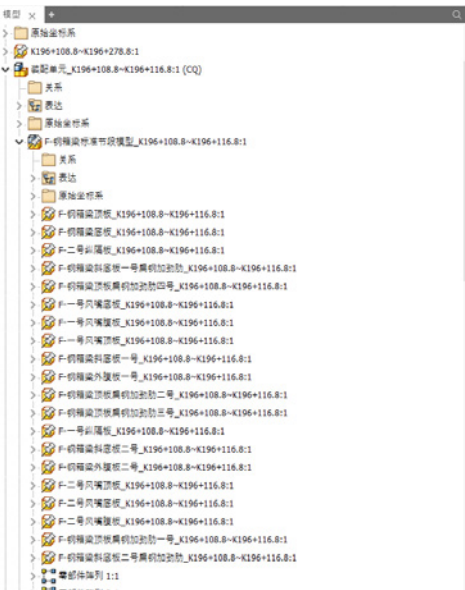
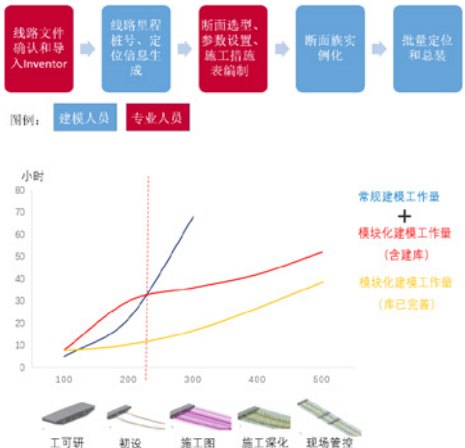


图15 模型结构树

七、BIM正向设计模式的人员配置、流程和效率

通过本项目实践，项目组形成了一套专业设计师搭配建模人员的正向设计体系。大幅解放了设计团队生产力。

工程师、设计师可以不再边工程设计边学软件命令；建模员充分发挥BIM技术专长，可以不再苛求一定具备丰富的工程经验。为工程师、



设计师减负，为建模员降低门槛，从根本上优化桥梁设计人员配置和分工，达到整体提升设计效率和品质的目标。

八、库的积累

基于此BIM正向设计流程,库的建设与管理也是集成一体的标准流程。从材料库,到零件库,到部件库,到标准模块库,项目组进行多层级管理。

标准模块可以灵活、迅速、精确的进行规格型号变化,可应对各种不同需求的工程项目。正向设计库文件要求高,只有严格的按照参数化、模块化、结构化的标准体系实施,才能确保前人的设计经验积累成企业资源。

本项目属于特大桥工程，在桥梁领域正向设计的复用性是较弱的。但即使如此，项目组仍然在本项目上积累了大量设计模型库。



图17 库的分类

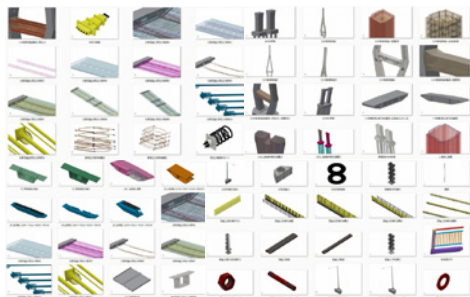


图18 桥梁模型库

九、BIM技术管理平台应用与施工BIM交付

本项目中使用了该院自主开发的BIM技术管理平台：《中南交通设计协同BIM管理平台》、《中南交通投资建设BIM管理平台》、《中南交通施工BIM管理平台》、《中南交通运维BIM管理平台》，很大程度地提升了管理效率

和质量。对于多层级、多项目、多模式的工程企业，在开展BIM项目时，借助BIM管理平台可以使各级、各项目管理人员及现场施工人员有条不紊地开展工作：工程设计和项目管理、施工流程、运维状态直观可视，工程各参与方能正确、全面地理解工程的设计意图和各部分、各专业结构关系，便于优化设计、优化项目管理、优化施工组织和施工方案、高效提升运维管理，也为项目领导决策提供正确信息。

碰撞检查提前检查设计碰撞问题，减少因此产生的工期和成本损失。三维交底准确无误、一目了然，避免现场实施出错。通过模型快速得到准确的主体工程数量，既可以核对设计“差、漏、错”，也可以快速准确得出总控数量用于控制成本。动态化管理进度、安全、质量、成本、物料，各级管理层可以远程动态化掌控，使项目处于可控状态。

动态数据查看，指挥部可以相关的权限查看项目进度及成本动态，实时查看各负责项目的数据，动态数据库查看，指挥部可以相关的权限查看项目进度及成本动态，实时查看各负责项目的数据，也能直接进入项目内部对项目信息进行查看。

可视化、平台化、可追溯的任务和问题闭环管理，消除“推诿、拖延、扯皮”的空间，提高企业和项目管理效果。资料制作、资料和各种数据查询方便快捷，减少工作量。

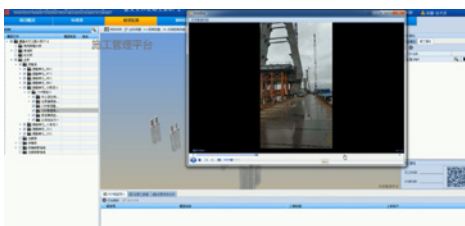


图19 施工管理平台



图20 施工管理平台

交通BIM技术应用，意义在于实现交通工程全生命期的数字化、信息化，从而提高工程的质量和效率，为工程各参与方建立一个数据共享的平台与载体。我院一直致力于工程全生命期的BIM技术应用，先后开发了中南交通投资建设BIM管理平台、中南交通设计协同BIM管理平台、中南交通施工BIM管理平台以及中南交通运维BIM管理平台。以上平台已经在我院公路、桥梁、隧道、港航等多个专业领域得到了应用。嘉鱼长江公路大桥BIM设计中，项目组成功地运用多个BIM管理平台，对于该项目的质量与效率有极大地提升。

一 譚慧

科技质量信息部部长
湖北省交通规划设计院股份有限公司

十、结语

桥梁工程行业BIM设计仍处于起步阶段，BIM技术在嘉鱼桥项目上的成功应用，充分印证了桥梁工程BIM正向设计工作流的可实施性。这套富含创新的工作流，推广难度低、适用性强、收效显著，也为桥梁工程BIM设计开拓了一条全新的思路，具有极大的行业启发性和行业推广价值。希望以本项目的分享与展示，能够成为行业BIM设计应用的铺路石。项目组将不断开拓前行，与业内同仁携手共建BIM设计成功之路。