

BIM技术在长大型桥梁设计中的应用

杨子云 曹峰杰

湖北省交通规划设计院股份有限公司 湖北 武汉 430051

摘要: 本文依托汉江上某特大桥工程,将BIM技术引入长大型桥梁的设计中,探索基于数据的快速设计思路,并针对项目的重难点开展了BIM设计校核、工程量统计和施工技术交底等应用研究。实践表明,BIM技术在长大型桥梁设计中,充分发挥了其信息化,可视化特点,为快速保质完成设计乃至项目整体增值发挥积极作用。

关键词: 长大型桥梁; BIM技术; 参数化族; Dynamo; BIM应用

1 引言

建筑信息模型(BIM)技术作为“十四五”期间交通新技术发展的重要内容,具有可视化、模拟性、协同性、优化性等特点。BIM技术在基础建设领域的应用在于将平面二维图纸转换为含有项目信息的三维模型,充分利用BIM技术的特点解决工程建设中存在各种问题,提高工作效率,确保工程按时按质完成。相比房屋建筑领域,BIM技术在道路工程应用相对起步较晚,而在大型桥梁的应用案例相对更少。本文以沙洋汉江公路特大桥为例,对长大型桥梁的BIM应用进行探索。

2 项目介绍

本项目建设总里程为4.5km,建设标准为双向四车道的一级公路。桥梁全长近2.3km,由主桥、跨堤桥及引桥组成,其中主桥、跨堤桥采用大跨径变截面连续箱梁,属于技术难度极高的跨江特大桥。

本项目具有“急”、“难”、“险”等特点。

“急”,项目工期急,本项目是湖北省交通厅直接管理的省重点项目,设计和施工的总工期要求为3年,而受汉江汛期影响,涉水作业等影响,留给设计时间只有45天。“长”,桥梁里程长桥梁里程全长近2.3km,包括引桥、跨堤桥,主桥共52跨(见图1),设计工作量大。

“难”,桥梁规模大、结构复杂,设计难度大,包括引桥、跨堤桥,主桥共52跨;结构形式多,施工交底困难,本项目包含2种主梁结构,7种下构型式,图纸交底困难。“险”,汉江上水上作业施工,风险隐患多。



图1 项目效果图

3 BIM设计

3.1 BIM设计总体思路

本项目主桥、跨堤桥上构采用变截面连续箱梁,梁高曲线变化,顶底板和腹板厚度线性变化,建模难度大,引桥上构采用装配式组合小箱梁,梁片数量大,且平面曲线变化,梁片标高不断变化,建模布梁工作量大;主桥和跨堤桥下构采用墙式墩和带盖梁墙式墩,引桥下构采用双柱式桥墩,桥台采用肋板台,基础采用承台桩基础;下构结构形式多,构件数量大,群桩布桩工作繁重。

本项目若采用二维CAD手段和常规BIM设计方法难以在设计周期内完成设计,因此本项目利用BIM技术信息化、数据化特点探索了基于数据快速设计思路(见图2):(1)建立桥梁上下构参数化族,桥梁上下构可通过数据驱动调整尺寸;(2)从道路模型中提取数据作为桥梁设计的;基础数据;(3)采用可视化编程语言dynamo编程快速完成桥梁BIM设计。

该设计思路充分发挥BIM技术参数化特点,大大减少重复建模工作,解决了所有模型通过数据驱动,模型即时同步修改,减少大量重复修改的工作量,大大提高设计效率。

3.2 上构参数化族

本项目上部结构为9联预制小箱梁和3联变高连续现浇箱梁。预制小箱梁和变高连续箱梁的建模复杂繁琐且均为重复工作,工作量巨大,利用BIM技术参数化特点,有效解决这一难题。如图3所示,通过放样融合、拉伸、空心拉伸、空心放样融合完成主梁节段模型精确化建模。

如图4所示通过对主梁节段如梁高、腹板厚、顶板厚和翼缘厚等尺寸之间在联系进行分析,利用数学表达式将尺寸参数化,通过数据驱动模型变化。该参数化模型能通过数据驱动梁高、横坡、顶底板厚等尺寸的变化,从而达到一个模型实现所有主梁节段的设计。

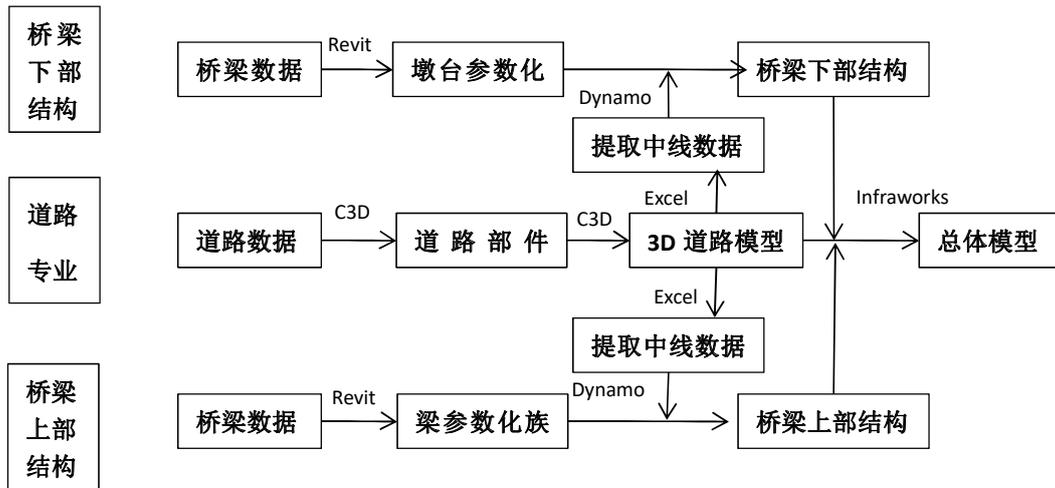


图2 桥梁数据化设计流程

使用参数化族，不仅减少建模工作量，而且当设计尺寸不满足要求，一键完成修改，节省大量设计时间。同时所有的上构尺寸信息就集成在模型上，一目了然。除了尺寸信息，还可以将譬如材质、阶段号等其他信息均集成在模型上。

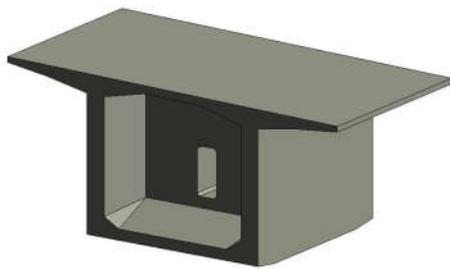


图3 主桥0号节段

参数	值
材质和装饰	
结构材质(默认)	C50现浇混凝土
尺寸标注	
B1	1500.0
底板厚度1(默认)	2220.0
底板厚度2(默认)	1200.0
梁高1(默认)	9600.0
梁高2(默认)	9180.0
等高段长度	6000.0
腹板厚1(默认)	1250.0
腹板厚2(默认)	900.0
过人段长	3000.0
长度(默认)	12000.0
其他	
横坡(默认)	0.020000
标识数据	

图4 主桥0号节段参数化属性

3.3 下构参数化族

本项目包含52个墩台，分为矩形截面柱式墩、实心

薄壁墩、双柱式桥墩、肋板台等结构型式。通过对下构分解组合，将52个墩台缩减为7个参数化族，减少重复设计工作。

首先将所有下构分解为盖梁（见图5）、墩柱、系梁、承台、桩基等简单构件，并建立相应构件参数化族，通过数据驱动模型尺寸变化。如图5、6所示，建立盖梁长、宽、跨中高、端部高以及横坡等参数化变化的盖梁模型。

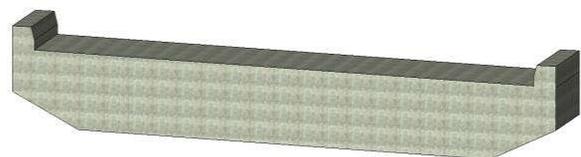


图5 盖梁模型

参数	值
材质和装饰	
结构材质	C30砼
尺寸标注	
内防震距离	1.0
墩帽宽度	1900.0
墩帽长度	11500.0
外墩高变段长度	1500.0
外防震距离	1.0
横坡角(默认)	-1.15°
盖梁端部高	750.0
盖梁跨中高	1700.0
防震块内侧高	1.0
防震块顶宽	430.0
防震块高	500.0
防震块块底宽	500.0
高变段长度	1500.0
其他	
横坡(默认)	0.020000
标识数据	

图6 盖梁参数化属性

然后根据不同墩台特点将盖梁、墩柱、承台、系梁

组合形成不同结构形式的墩台族。新组合形成族能反应构件相对位置关系，通过数据可实现构件的联动。图7、8所示为双柱式桥墩参数化模型，模型可实现盖梁、墩柱、系梁、桩基尺寸变化，桩间距变化和系梁个数变化。

新组合形成下构族只需要桥面设计标高、上构结构信息、地面线标高和桩长即可完成下构设计，快速高效。

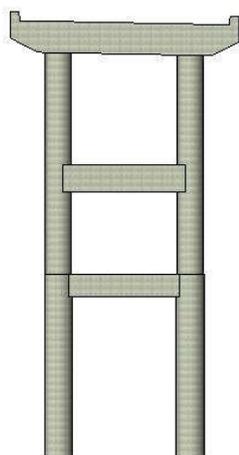


图7 双柱式桥墩模型图

3.4 桥梁BIM设计

桥梁设计总体走向上服从路线设计，首先路线专业将设计好的路线平纵曲线进行交付，桥梁专业提取路线设计数据；然后录入桥梁布跨和上构信息，最后采用可

可视化编程语言dynamo编程快速完成桥梁BIM设计。

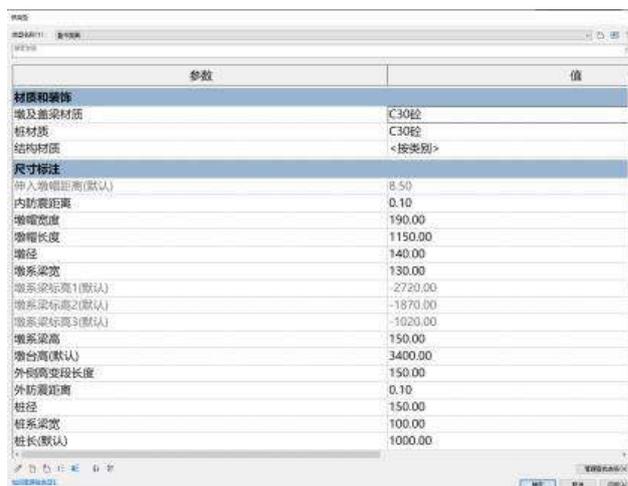


图8 双柱式桥墩参数

传统二维设计效率低，方案变化时，桥梁设计修编工作量大，不能及时修改，而常规BIM设计效率不够高效，且不能很好适应平曲线、纵曲线和超高桥梁设计的要求，可视化编程语言dynamo编制桥梁设计程序，数据驱动模型，能快速完成曲线桥梁设计，模型及时修改，大大提高设计效率（见图9），采用dynamo编程的桥梁布跨程序，快速完成桥梁布跨设计（见图10）。

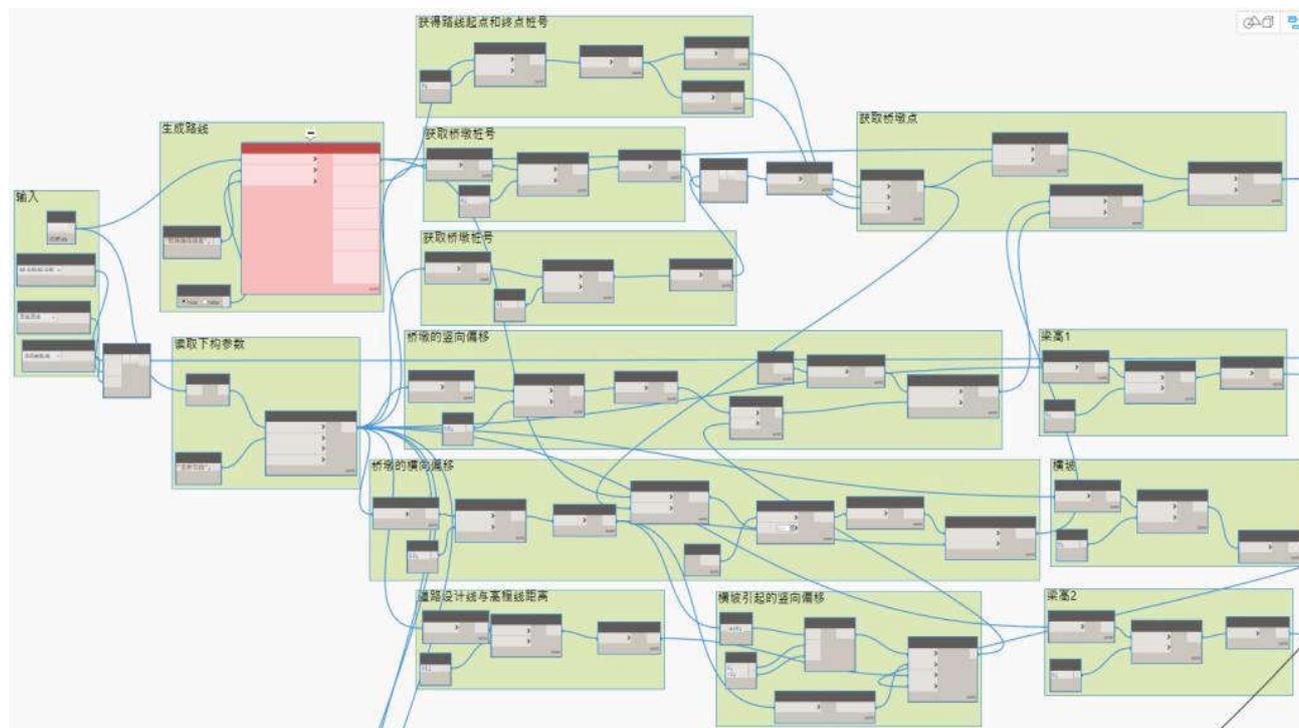


图9 基于dynamo开发桥梁布跨程序



图10 桥梁BIM模型

4 BIM 应用

4.1 BIM设计校核

整合传统的设计流程和桥梁的BIM模型的BIM设计管理云平台，设计人员完成桥梁BIM模型后，将模型上传BIM设计管理云平台，平台根据校审流程逐级提醒各级校审人员校审，相比二维纸质图纸校审，校审人员通过BIM设计管理云平台对桥梁成果校审不受时间和地点的限制，校审意见和修改的结果均集成在模型上，整个设计流程形成闭环，大大提升了设计校审效率和校审质量。如图11所示，采用设计管理云平台对墩台标高核实。

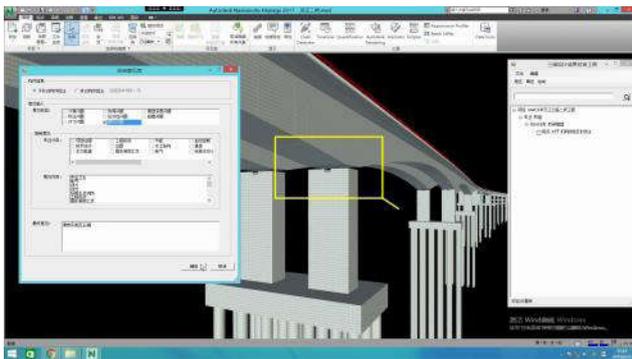


图11 主桥墩台标高核实

4.2 模型深化

主梁0号块等复杂节点钢筋密集，钢筋与波纹管容易碰撞，且施工复杂。针对这些复杂节点建立LOD500深化模型，模型包含钢筋，预应力管道，预埋件，锚具，深化模型既可以校核设计，对问题早发现早解决，也可指导施工，减少一线工人识图工作，加快施工进度。如图12所示为主梁0号块模型深化。

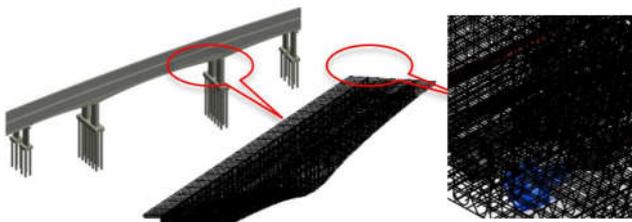


图12 主桥0号块模型深化

4.3 工程量统计

在创建完构件的钢筋模型后，采用基于REVIT自主研发的工程量提取插件，快速提取模型工程量明细，通过明细表更加直观和快速统计工程量，避免了在二维图纸上计算钢筋长度和根数，极大提高设计效率。采用工程量提取插件通过BIM模型（见图13）提取了盖梁工程量明细（见图14）。



图13 盖梁钢筋模型

编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)	
1	\$28	1264.6	19	240.27	4.83	1160.5	
2	\$28	1221	19	231.99	4.83	1120.5	
3	\$28	1306.6	9	117.59	4.83	568	
4	\$28	1254.4	10	125.44	4.83	605.9	
5	\$28	558.5	20	111.7	4.83	539.5	
6	\$28	251.9	20	50.38	4.83	243.3	
7	\$12	443.4	172	762.65	0.888	677.2	
7a	\$12	498.4	172	857.25	0.888	761.2	
8	\$12	均364.0	40	145.6	0.888	129.3	
8a	\$12	均419.0	40	167.6	0.888	148.8	
9	\$12	1152.6	8	92.21	0.888	81.9	
9a	\$12	均1073.3	10	107.33	0.888	95.3	
10	\$12	220	10	22	0.888	19.5	
一片盖梁	\$12					1913.3kg	
	\$28					4237.7kg	
合计	C35混凝土					34.7m ³	

图14 盖梁工程量明细

4.4 施工技术交底

结合施工组织方案，利用BIM模型制作出可视化技术交底视频解决了疫情期间纸质图纸交底困难的难题。由于传统二维图纸和施工交底方案专业术语多，理解困难，且难以表达详尽，BIM技术可视化特点很好解决这一难题。

如图15所示，采用BIM模型制作了大跨度连续梁桥挂篮施工动画，施工动画对水上作业和高空作业危险因素表达的形象直观，交底可直达一线工人，且理解简单，

这无形加快施工效率，实现项目整体增值。

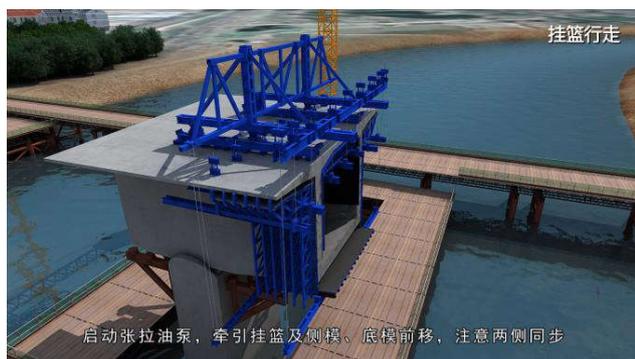


图15 挂篮施工的可视化交底

5 结语

本文通过对汉江某大桥的BIM设计的介绍，展示了对大型连续梁桥BIM设计流程，通过构建参数化的族；提取路线三维数据；采用dynamo可视化编程语言编制桥梁布跨程序快速完成桥梁BIM设计，为以后类似大型桥梁

BIM设计提供思路。

针对长大型桥梁的难点分析，充分发挥BIM技术信息化、可视化的特点，深挖BIM模型，解决项目中难点，实现项目整体增值，也为类似桥梁的BIM应用提供借鉴。

随着BIM技术和其他现代化技术发展，桥梁建设必将与现代化信息技术深度融合，BIM技术等应用推广必然使桥梁设计、建造更加“傻瓜”，运维更加智能。

参考文献

- [1]汤明杰, 黄乐康.某高速公路互通立交梁式桥BIM模型创建及应用[J].港口与设计, 2021(01):14-18.
- [2]王秀明.BIM技术在城市快速路设计中的应用研究[J].土木工程信息技术.2021.
- [3]郭永.基于BIM技术的桥梁工程设计应用研究[J].中国水运, 2021,21(08):124-126.
- [4]熊峰, 郑荣跃.市政桥梁工程(宁波澄浪桥)全流程BIM工程化应用[M].北京:机械工业出版社, 2017.