



Dynamo 可视化编程平台 在水运工程设计建模中的应用

罗吉忠

(四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017)

摘要: BIM 技术的蓬勃发展, 实现了工程设计从二维图纸到三维模型的跃迁, 但存在建模工作量大、二次开发门槛高等问题。针对水运工程设计建模中手动建模工作复杂、重复构件多的问题, 引入 Dynamo 可视化编程平台。通过可视化编程和参数化建模方法, 利用码头前沿线、陆域地形等边界条件计算出模型构件的相对位置关系, 利用 Dynamo 节点调用 Revit 族库建立码头前沿框架模型并修改模型参数, 解决了三维手动建模重复劳动且不易修改的问题, 提高建模速度和精度, 为 BIM 技术在水运工程三维建模中的深入应用提供借鉴和参考。

关键词: BIM; Revit; Dynamo; 水运工程; 港口

中图分类号: U 656.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)07-0177-04

Application of Dynamo visual programming platform in design and modeling of water transport engineering

LUO Ji-zhong

(Sichuan Communication Surveying & Design Institute, Chengdu 610017, China)

Abstract: The vigorous development of BIM technology realizes the transition of engineering design from 2D drawing to 3D model, but there is a large amount of modeling work and the secondary development is a high threshold. Aiming at the problems of complex manual modeling and many repetitive components in the design modeling of water transportation engineering, we introduce Dynamo visual programming platform, apply the visual programming and parameterized modeling method, calculate the relative position relationship of model components by boundary conditions along the front of wharf and land terrain, use Dynamo node to call Revit family library to set up the model of wharf frontier frame and modify the model parameters, solve the problem of repeated work and error of 3D manual modeling, and improve the speed and precision of modeling. It provides references for the deep application of BIM technology in the 3D modeling of water transport engineering.

Keywords: BIM; Revit; Dynamo; water transport engineering; port

BIM (building information modeling, BIM) 技术是以信息模型为载体, 通过数字仿真技术模拟项目真实信息的新兴工程手段, 自 2002 年由 Autodesk 公司引入中国以来, 历经了十多年的发展^[1]。其贯穿项目全生命期的理念, 将设计、施工、运营维护集于一体, 实现了多参与方、各专

业间的信息共享、协同工作和精细管理。同时, 从二维绘图到三维建模的飞跃, 使设计质量提升、施工过程可预测, 做到了“所见即所得”。

交通运输部于 2015 年发布的《交通运输重大技术方向和技术政策》^[2]将 BIM 技术作为十大新技术之首, 推动 BIM 技术在公路、水运基础建设工

程中的应用。刘江林等^[3]将 BIM 解决方案应用于船闸工程设计中, 将船闸模型划分为若干子模型, 通过 Revit 软件进行协同设计; 代浩等^[4]在 Revit 参数化建模的基础上, 将常规参数、装配式参数及里程参数相结合, 提升建模灵活性; 徐甜^[5]采用 Civil 3D 处理地形, 弥补 Revit 软件对原始地形处理能力不足的问题, 并精确计算陆域工程量。

1 建模方法

1.1 Dynamo 的优势

Revit 作为目前水运工程中常用的 BIM 建模软件^[6], 允许用户通过自定义“族”设计结构构件, “族”可以理解为水运工程的零件。如何使用这些

零件, 则需要运用 Dynamo 可视化编程平台。Dynamo 是一款开源的三维可视化编程平台, 能够调用 Revit 底层 API 接口, 实现快速建模、参数化设计; 其次 Dynamo 能够访问 Revit 的模型属性, 从而批量处理模型信息; 编程平台的可视化对于非程序设计出身的工程师具有明显优势, 不必了解程序源代码即可调用节点实现程序功能, 同时能实时了解程序运行结果, 让程序与结果的调整同步。

1.2 建模技术路线

Dynamo 的基础单元为节点, 每个节点实现一个特定功能, 节点与节点连接就形成了流程。通过节点→节点的方式实现编程的可视化, 从而增强 Revit 模型建立的易操作性(图 1)。

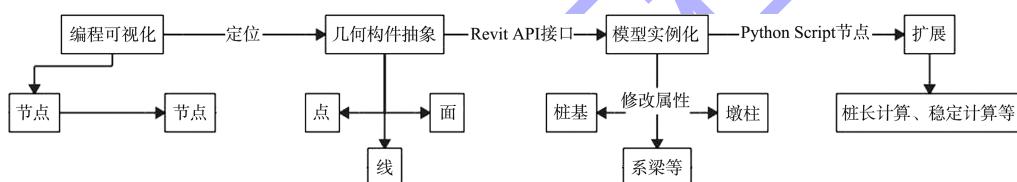


图 1 Dynamo 建模路线

首先将水运工程几何构件抽象后, 由 Dynamo 定位, Dynamo 提供的 Geometry 模块包含许多几何节点, 如 Point. ByCoordinates(创建点)、Line. ByStartPointEndPoint(两点创建线)、Curve. SweepAsSolid(封闭曲线沿路径拉伸成体)等, 可以建立点、线、面、体等多种图形, 并计算长度、体积、相对位置关系, 有利于将复杂的三维模型简化; 之后, 通过 Dynamo 调用 Revit 集成的 API 接口, 如 StructuralFraming. BeamByCurve(根据线创建梁)、StructuralFraming. ColumnByCurve(根据线创建柱)、FamilyInstance. ByPoint(根据坐标点放置族)等, 能够满足大部分水运工程构件的三维建模工作。至此抽象构件的实例化已基本完成, 但模型的尺寸参数等还有待修改、模型的信息也有待丰富, 利用 Dynamo 准确识别 Revit 项目环境中的族文件, 并驱动族参数, 快速完善模型信息。

Dynamo 中还提供 Python 编程语言接口, 使用 Python Script 节点能够定义“属性”和“方法”,

将复杂的计算公式用程序来实现, 例如: 摩擦桩或嵌岩桩的摩阻力计算, 高桩码头中的水流力计算, 挡土墙的稳定计算等; Python Script 节点还能实现循环, 省去繁杂的手动建模工作, 是实现 Revit 二次开发的重要手段。

2 水富港 Dynamo 应用

2.1 工程概况

水富港位于云南省水富县城区, 金沙江右岸, 港口上距向家坝电站 3.5 km, 下距四川省宜宾市 30 km, 南距云南省昭通市 248 km; 港区紧邻内昆铁路以及 213 国道。一期工程建设规模为 3 个 1 000 吨级泊位, 中洪水期兼靠 3 000 吨级船舶; 吞吐量为散货 320 万 t/a, 其中进口 60 万 t/a, 出口 260 万 t/a。码头前沿采用透空框架梁板式结构, 平台高程为 286 m, 平台长 296 m、宽 75 m(图 2), 为增加堆场面积, 采用满铺方式与后方陆域相连。

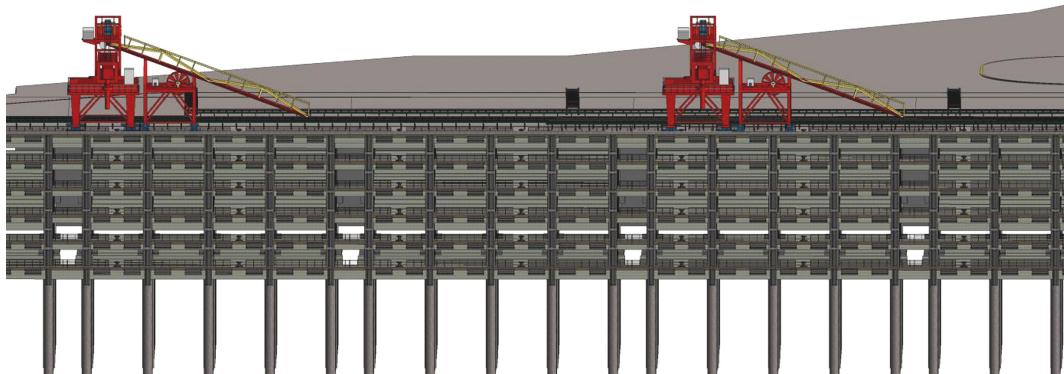


图 2 水富港前沿框架模型成果

2.2 参数化族库

水富港前沿框架主要由桩基、承台、墩柱、系梁及码头顶板等构件组成,后方接陆域挡墙,附属结构有系船柱、护轮坎、橡胶护舷、爬梯、栏杆等,这些构件均可用 Revit 族的形式表达,形成 Revit 族库,见图 3。族库的建立是 BIM 三维设计的第一步,设置好适合参数的族,可以做到“一处修改关联到处处修改”。对于桩基、墩柱族可设置桩

径、墩径参数,对于系梁可设置高、宽参数,对于承台可设置长、宽、高参数,对于挡墙可设置高、顶宽、前后坡比、前后趾宽和高等参数;而对于几何尺寸基本确定的附属构件,则可设置材质、变形量、检验是否合格等参数。参数保存了族的关键信息^[7],通过修改参数值可以形成新的模型,在前期方案比选时可以提高比选效率,至后期施工变更中,也可快速计算工程量变化。



图 3 水富港参数化族库示例

2.3 建模过程

1) 在使用 Dynamo 驱动参数化构件前,需要导入建模所需的初始条件,如工程基点、陆域前沿线等,须注意基点应尽量靠近本工程,如基点设置过远,会导致模型精度损失。根据陆域前沿线,确定前沿框架第 1 根桩基的定位点,之后预设桩基横向、纵向间距以确定框架的二维坐标。此时构件间二维参数化布设完成。由于参数较多,建议利用 Excel 表格中的分 sheet 输入。Dynamo 支持 Excel 表格读入数据,利用 File Path 节点获取整个

Excel 表格,然后通过单元格数据获取命令 Data. ImportExcel 直接获取具体单元格的数据。

2) 根据船型、泊位数等优化桩基间距和框架幅数,计算出前沿框架及后方挡墙的准确位置,通过地形和工程基点确定第 1 根桩基的 x 、 y 、 z 坐标,利用 Dynamo 节点库中的 Point. Bycoordinates(x , y , z) 节点建立桩基三维定位点,并通过桩长反算出桩的下定位点,使用 Line. ByStartPointEndPoint 节点将创建的点连成线,其余桩可根据第 1 根桩的定位点与码头前沿线的相对位置关系分别建立,桩

基上部的承台定位点使用 Geometry. Translate 节点将桩上定位点向上平移一段距离生成，其余构件的定位点或定位线均通过以上 3 个节点建立，见表 1。此时须注意在定位其余构件时，可继续将构

件的纵向位置关系参数化，比如楼板层间距、楼板层数等，将这些参数在计算构件位置时写入，可以方便地调整方案，如调整承台高度、扩大或减少层间距等。

表 1 构件定位常用节点

节点名	节点参数	节点使用	对应族
Point.Bycoordinates	x,y,z	直接建立定位点	系船柱、橡胶护舷等
Line.ByStartPointEndPoint	Start Point End Point	通过定位点生成线	桩基、墩柱、系梁、栏杆等
Geometry.Translate	Geometry Direction	在给定方向平移几何图形	承台、爬梯等

3) 在所有构件的三维位置确定后，可以在这些位置上放置族。使用 BeamByCurve 节点建立“结构框架”，此节点包含 curve、level、StructuralFramingType 这 3 个参数，而 StructuralFramingType 参数则决定了建立何种族，如系梁族、栏杆族或挡墙族。使用 ColumnByCurve 节点建立“结构柱”，其参数 StructuralColumnType 可以调用桩基族、墩柱族等。而在利用 FamilyInstance. ByPoint

节点建点定位族(承台、系船柱)时，需要注意其放置方向为笛卡尔坐标系的 x 轴方向，需要通过 Geometry.Rotate 节点将其旋转为沿码头前沿线方向，见表 2。在建模完成后，需要调整族参数，Dynamo 中所有族的实例参数均通过 SetParameterByName 节点驱动，将此节点连接在建模节点之后，同时输入参数名称和参数值(图 4)，即可生成码头前沿框架模型。

表 2 建模常用节点

节点名	节点参数	节点使用	对应族
StructuralFraming.BeamByCurve	curve level StructuralFramingType	根据线创建梁	系梁、栏杆、护轮坎等
StructuralFraming.ColumnByCurve	curve level StructuralColumnType	根据线创建柱	桩基、墩柱等
FamilyInstance.ByPoint	FamilyType Point	根据坐标点放置族	承台、爬梯、橡胶护舷等



图 4 水富港 BIM 模型创建程序

(下转第 210 页)