

Dynamo 在斜坡堤护面块体排布中的应用

殷林勇, 林浩

(中交天津港湾工程设计院有限公司)

摘要: 水运工程利用 BIM 技术进行正向设计的过程中, 预制护面块体在斜坡堤上的排布一直是难点和重点。通过安哥拉某海港码头 BIM 项目, 探索利用 Dynamo 插件进行扭王字块体在斜面和三维曲面上快速排布, 为今后护面块体的排布设计提供参考。

关键词: Dynamo; 扭王字块体; 自动排布; Revit

0 引言

BIM 技术在我国的发展如火如荼, 2015 年 6 月, 住建部《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》中, 明确发展目标是到 2020 年末, 建筑行业甲级勘察、设计单位以及特级、一级房屋建筑工程施工企业应掌握并实现 BIM 与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。但是国内的 BIM 技术相对发达国家起步较晚, 水运工程 BIM 技术的应用更是如此, 但是信息化手段在水运工程设计、施工、运维的过程中不断地深入应用, 产生了很多传统设计手段不具备的新技术、新理念, 如 3D、4D、5D, 还有 BIM 理念和产品全生命周期的理念如何在设计前期使用三维技术的手段更好地优化设计和交流沟通, 提升设计品质和质量, 已经成为国内水运设计行业关注的焦点。

1 工程概况

1.1 项目内容

本项目拟在卡宾达卡约地区原始海岸线上新建集装箱和散货混合使用的离岸式码头, 码头设计通过能力为 580 万 t/a。工程共分为水域和陆域两部分, 水域部分包括建设全长 700 m 的码头、1 450 m 引堤、500 m 引桥、3 227 m 长围堤以及 2 个泊位和 45.72 万 m² 挖泥吹填形成的道路堆场; 陆域部分包括建设办公楼、海关区及其他附属服务设施等。整体模型图见图 1。本项目执行欧标 (EURO CODE) 以及英标 (BRITISH STANDARD)。安哥拉卡约新港作为大型港口建设项目, 工程规模大、专业多, 项目全过程采用 BIM 技术, 为业主、承包商、运营商建立了项目规划、设计、施工、运营全生命周期的信息共享平台, 同时为建

设绿色港口、人文港口、智能港口提供数字信息的基础资料。



图 1 项目整体模型图

1.2 结构设计

引堤及围堤均为斜坡式堤结构, 护面块体采用扭王字块体, 围堤断面示意图见图 2。扭王字块是水工工程中常见的一种护面块体, 一般摆放在防波堤最外面一层, 通过削弱波浪的冲击力保护防波堤。

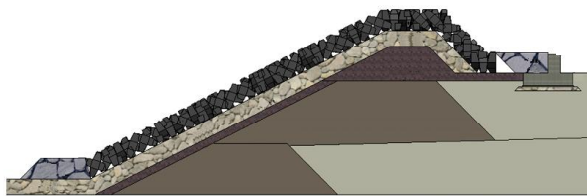


图 2 围堤断面示意图

本次设计依据英国规范, 采用 Hudson 公式:

$$W = \frac{W_r H_0^3}{K_D X^3 \cot \alpha}$$

式中: W 为单个块体的稳定重量, t; W_r 为块体的饱和重度 (N/m³); H_0 为设计波高, m; X 为块体的相对密度, $X = W_r / W_w - 1$; W_w 为水的重度 (海水 =

10.05 kN/m³); K_D 为块体稳定系数; α 为斜坡与水平面的夹角。

扭王字块体的摆放方式采用定点随机摆放,即先假定安放扭王字块体的斜坡是一个网格,通过间距 \times 排距=设计面积/设计密度,确定块体安放的网格节点位置,从而保证安放密度。根据英国规范及白银战等^[1]的论文,英国标准对扭王字块体的安放遵循以下规则:1) 扭王字块体单层安放;2) 安放的块体满足菱形布置;3) 块体安放在空间上务必是变化和倾斜的,保证三点着地;4) 每个块体均扣在所在排的下方和两个块体之间;5) 安放密度要求在理论密度的 95%~105%之间。

用 BIM 技术进行正向设计的过程中,扭王字块体在斜坡堤上的排布繁琐且定位困难,如何利用 Dynamo 快速自动排布护面块体是本次研究的重点。

2 软件简介

Dynamo 是一款基于 BIM 技术的可视化编程建模的工具,它是一个运行在 Revit 上的开源插件,在 0.7 以后的版本中也可以独立运行,并在 0.8 以后的版本中集合了中文语言包。通过基于结点的可视化编程界面, Dynamo 可以让用户自由创建计算式设计模型。这些功能在传统 CAD 和 Revit 界面的软件中是很难做到的。更重要的是, Dynamo 让设计师可以在 BIM 环境 (Revit) 中充分发挥计算式设计能力。设计师完全可以自定义 Revit 中各种构件的创建与修改流程。当“可视化编程语言”与 BIM 可视化建模相结合,设计师不必从头编写复杂的程序代码,不必过多约束模型

之间限制条件,就可以享受计算式设计带来的方便与快捷。

3 研究目的

水工扭王字块预制块体有 3 个特点:1) 体量大,例如外海防波堤的扭王字块规格大多为几米,安装过程偏差也会增大;2) 要求摆放不规则,例如相邻块体摆放姿势不宜相同,必须有一半块体(3 个端点)与垫层接触;3) 数量多,例如扭王字块在大型工程中通常为几千块,安装定位复杂,数量统计麻烦。

目前水工工程中扭王字块体的安装工艺主要为确定定位点,然后利用大型机械在水上或陆上进行安装,并纠正偏移,其中安装定位点的确定尤为重要。本次利用 Dynamo 软件针对扭王字块上述特点,在其设计排布、安装定位方面进行研究,达到设计阶段快速建模,精准统计工程量,施工阶段准确定位的目的。

4 软件应用

利用 Dynamo 排布扭王字块的思路是在斜面(或曲面)上按照一定规则划分点位,将扭王字块以随机姿态放置在点位上。

以平直斜面放置为例介绍软件的应用。主要有两个节点,第一个是 FamilyInstance.ByFace(将 Revit 族实例放置在曲面上),该节点共有 4 个输入端节点 familyType(族实例)、face(表面)、location(点位)、referenceDirection(放置方向),见图 3。这个节点可以实现将扭王字块族放置在斜面的给定位置处。扭王字块族类型要求基于面放置,这样可以保证放置时三点着地。

在点位随机摆放扭王字块

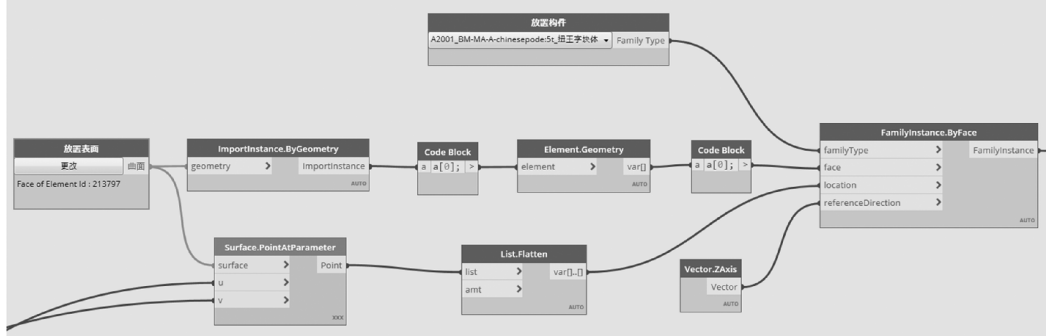


图 3 FamilyInstance.ByFace 节点

其中点位设置运用了 Surface.PointAtParameter 节点,即将曲面划分为 UV 坐标网格。UV 坐标是指将图元文件转化为二维的一个平面。水平方向

是 U,垂直方向是 V,通过这个平面的二维 UV 坐标值,可以定位图元表面上的任意一点。UV 坐标值根据扭王字块摆放确定。关于摆放间距,中

标英标均做了说明,通过查阅相关数据,可见英国标准规定的块体间距与排距均大于中国标准见图 4~图 5(H 、 h 为扭王字块体的高度)。在实际操作时对二者进行对比,也是同样结果。此 UV 坐标值经处理后,可转化为信息模型,作为施工时安装点位的参考依据。

扭王字块体积/ m^3	≤ 5	6.3~12	14~22
M_1	1.24H	1.27H	1.30H
M_2	0.60H	0.625H	0.65H
M_3	1.34H	1.37H	1.40H

图 4 英国标准对扭王字块间距的规定

扭王字块类型	质量	水平间距 M_1	竖向间距 M_2	护面层厚度 t
A 型	$\geq 10 \text{ t}$	$1.212h$	$0.606h$	$0.898h$
B 型	$< 10 \text{ t}$	$1.127h$	$0.563h$	$0.835h$

图 5 中国标准对扭王字块标准摆放间距的规定

第二个节点是 FamilyInstance.SetRotation(将族实例旋转),该节点共有 2 个输入端: familyType(族实例)和 degree(角度),见图 6。该节点主要实现将摆放的扭王字块进行随机旋转,由于旋转的角度设置成随机值,故可以达到相邻块体摆放姿势不相同的目的。

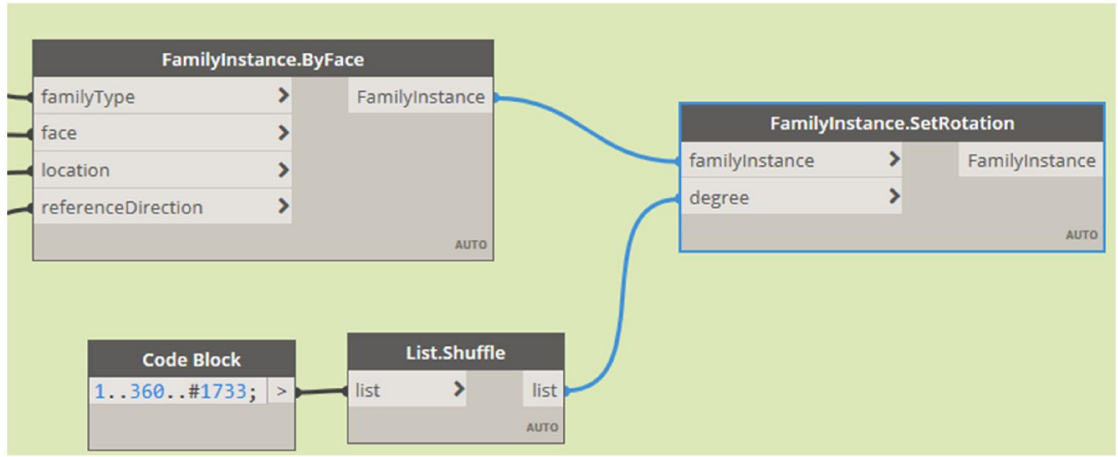


图 6 FamilyInstance.SetRotation 节点

曲面排布扭王字块与平直斜面上排布使用节点相同,只是考虑每行及每列点位数量不同,在

点位设置上会有不同,见图 7~图 8。扭王字块排布后,可通过软件计算扭王字块

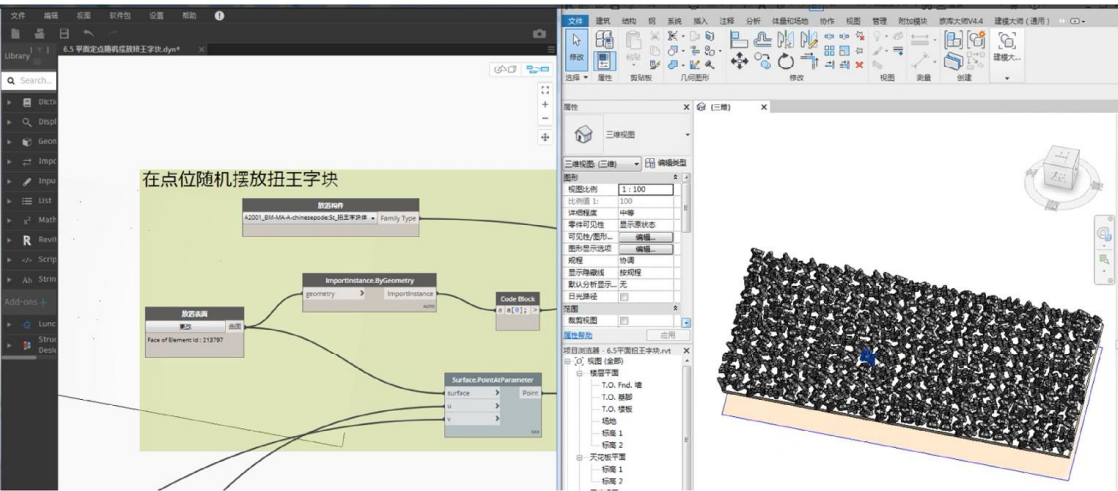


图 7 在平直斜面摆放扭王字块

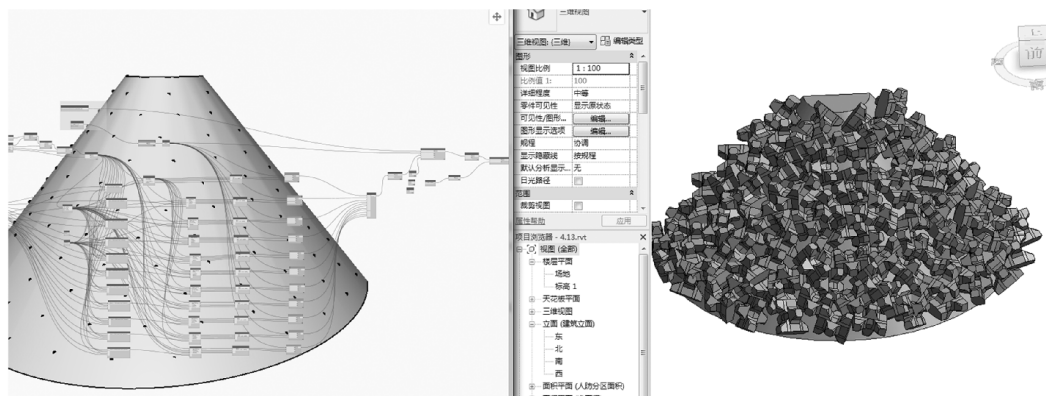


图 8 在曲面摆放扭王字块

数量以及读取点位信息。点位安装信息用于指导施工和预制块体的安装顺序、校核块体安装密度,但并非要求所有块体必须精确地位于相关坐标点处。在施工时,可以实现施工数据校核,例如技术员可以快速对比理论安装图 and 实际安装情况,避免错装、漏装的情况,控制相邻预制块体之间的缝隙,降低出错概率。

5 应用结论

1) 应用总结

本文通过编写基于面自动排布预制护面块体的 Dynamo 程序,实现在斜面或曲面上定点随机安放扭王字块,掌握了装配式建模的方法,提高设计阶段效率与准确性。通过提供准确的安装点位信息,以及精准的工程量,对施工安装具有参考指导意义,并且可满足海外工程对预制块体定位安装要求高的需求,进而提高水工工程的建设质量。

2) 应用思考

为了更真实反映扭王字块排布,本次操作还有两点改进之处:一是本操作通过绕斜面法线方

向旋转随机角度实现随机摆放,这只是一个平面基础上的随机,是否可以实现三维上随机还需要继续研究;二是由于旋转角度随机,相邻扭王字块有碰撞的可能性,可以通过编写一段碰撞检查的命令流来规范扭王字块旋转,做到这点需要有一定编程基础,也是可以实现。

6 结语

当 Dynamo 在扭王字块排布成功应用后,可继续调试开发成一套成熟的基于面放置的用于预制块体建模的 Dynamo 程序,实现预制块体快速建模,形成良好的可视化展示,并可以提供相应工程量统计与点位信息模型,指导施工,节约施工安装成本,节省工期,进而提高港口码头的建设质量。

参考文献:

- [1] 白银战,庄正勇.港口工程中扭王字块应用标准的比较[J].水运工程,2005(1):42-45.
- [2] 吴乔,赵瑞东,邓涛.扭王字块随机安放细则[J].水运工程,2019(2):170-176.
- [3] 钟雄华,陈国平,严士常,等.不同摆放方式扭王字块体稳定性研究[J].水道港口,2016(5):479-483.