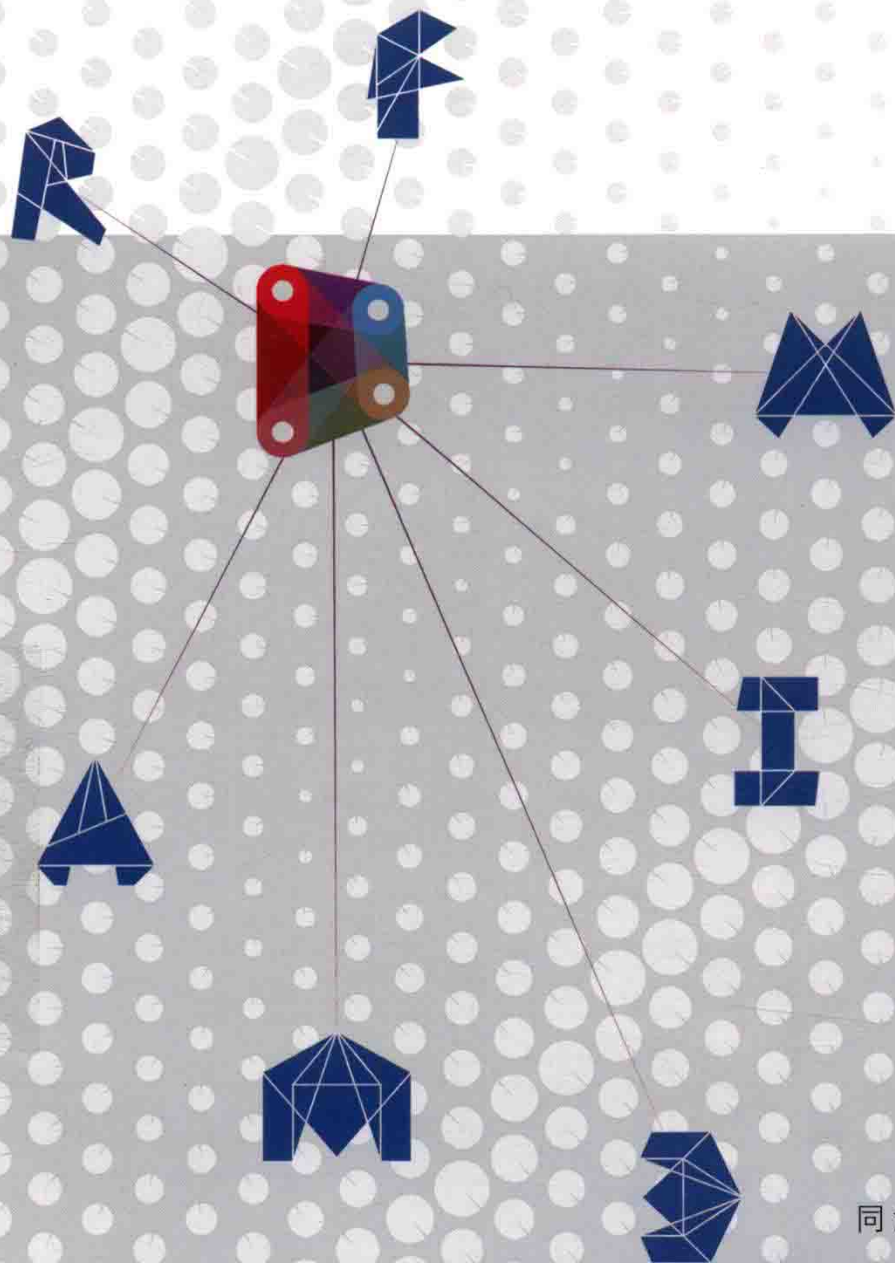


Autodesk® Revit®

炼金术

——Dynamo 基础实战教程

罗嘉祥 宋 姗 田宏钧 著



非外借

同济大学出版社

Autodesk® Revit® 炼金术

——Dynamo 基础实战教程

罗嘉祥 宋 姗 田宏钧 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

Autodesk® Revit®炼金术: Dynamo 基础实战教程 / 罗嘉祥, 宋姗, 田宏钧著. —上海: 同济大学出版社, 2017. 8
ISBN 978-7-5608-7174-5

I. ①A… II. ①罗… ②宋… ③田… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 167546 号

Autodesk® Revit®炼金术——Dynamo 基础实战教程

罗嘉祥 宋 姗 田宏钧 著

责任编辑 赵泽毓

助理编辑 翁 晗

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏句容排印厂

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 15.25

字 数 381 000

版 次 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-7174-5

定 价 78.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

序 一

BIM(Building Information Modeling)技术与应用经过了这些年的发展,不仅趋势已成,且还持续强劲成长,已无逆转的疑虑。在建筑领域的应用上,技术与工具也达初步成熟阶段,虽仍有许多可进步空间,也还持续推陈出新,但已能在实务应用上,为建筑工程全生命周期的众多参与者创造出效益与价值。

目前商用 BIM 应用软件的功能已涵盖甚广,大多能满足使用者初期应用 BIM 技术所需。然而,应用软件多以提供通用的功能为主,在面对实务应用上千变万化的需求时,总有捉襟见肘之处,且现代的工程又越来越庞大且复杂,必须处理大量的资料与复杂的空间几何,这时就会需要这些应用软件能提供让使用者自行扩充及定制化应用功能的界面与工具,来满足进阶使用者的需求。

为了满足使用者对定制化功能的需求,许多应用软件都提供了 API(Application Programming Interface)界面来让使用者通过编写电脑程序的方式来开发扩充的功能,以满足工程实务上的特殊需求,或进行一些自动化与智能化的资料处理作业。然而,API 程序的编写需要对特定的程序语言有一定的程序设计与实作基础,对于一些没有程序语言基础的 BIM 技术使用者而言,是一条漫长而缓不济急的路。尤其是过去十多年来,程序语言课程在许多建筑与土木工程的科系里越来越不受重视,让这样的困境更为严重。

Dynamo 的视觉化程序设计便是为了降低程序开发门槛而诞生的,它以脚本的形式,提供使用者一个图形化的界面,组织连结预先设计好的节点(Node)来表达数据处理的逻辑,形成一个可执行的程序,降低传统程序实作的复杂度,让开发者能多专注于功能开发本身。由于 Dynamo 程序与 Revit®的 BIM 模型能即时联动,无需输出,对复杂几何、参数式造型设计、资料连结、工作流程自动化等工作都能有很好的支援,因此,自从 Dynamo 推出以来,就有越来越多的使用者想要学习,可是苦无完整的教材,多只能从网络上寻求一些片段的教材、知识,及同好们的讨论分享,再加上自己的摸索来学习应用。现在有了这本 Dynamo 基础实战教学书籍的出版,应可算是天降甘霖,嘉惠众生,相信会为 Dynamo 带来更多的使用者,也会让 BIM 的应用更快地进入新的阶段。

因为看到了 Dynamo 在 BIM 进阶应用上的潜力,本着协助本土土木营建产业提升竞争力的使命,台湾大学土木系 BIM 研究中心所推动的台湾地区 BIM 联盟便于 2016 年 9 月开始通过 BIM 知识沙龙的活动来邀请产官学研对 Dynamo 有经验或有兴



趣的专家,一起进行知识与经验分享与交流。2017 年 3 月更开始形成知识社群,希望能为更多的校园学子与使用者(包括台湾地区 BIM 联盟的会员)提供长期稳定的知识服务。此书的出版来得正是时候,相信在大家的共同努力下,BIM 应用一定可以带动整个产业的升级,并顺利地与世界接轨。

谢尚贤

台湾大学土木工程学系教授兼系主任、
台湾地区 BIM 联盟推动办公室主任

序 二

时下,工程建设行业最热的话题莫过于 BIM(Building Information Modeling)。越来越多的工程行业从业者及在校师生陆续投身到这波 BIM 的浪潮中,并视其为新一轮的工程行业革新。Autodesk® 作为 BIM 工具和解决方案的提供者,扮演着不可或缺的角色。

Autodesk® Revit® 作为欧特克(Autodesk)软件有限公司针对工程建设行业 BIM 解决方案中的核心产品,目前已经成为 BIM 实施过程中的重要平台之一,为国内外广大的工程行业从业者所称道。Autodesk® Revit® 不仅非常适用于建筑物的三维信息模型搭建和多专业设计协同,如今也逐步应用于桥梁设计、隧道设计、管廊设计等基础设施设计领域。本书所介绍的 Autodesk® Dynamo,作为内嵌于 Revit®(2017 版及以上版本)的可视化编程平台,逐渐被广大的 Revit® 用户群体知晓,以其简单易行的可视化编程的工作方式,提高了 Revit® 的使用效率、拓展了 Revit® 的可操作性。作为 Autodesk® 原厂,我们对于 Dynamo 的定位是:提供一个强大且易学易用的编程平台,为包括 Revit® 在内的一系列 Autodesk® 系列产品(例如:Advance Steel, FormIt, React Structure 等)实现功能拓展,帮助用户进行更智能的三维模型创建,以及更便捷地管理模型信息。

在与用户沟通的过程中,我们欣喜地看到用户对 BIM 的认识不再局限于三维模型的展示层面,而是希望将这种新的技术,亦可将其称作一种管理手段,更全面地应用在工程项目的方方面面来创造价值。因此软件平台的工作效率、二次开发潜力、模型的复用性等都是用户关注的焦点。Dynamo 自面世以来,受到了 BIM 用户的广泛关注,工程行业从业者即使从未学习过编程语言,也可以轻松掌握这种图形化的编程方式,拓展 BIM 模型在创建、模拟、应用等方面的效能。

Autodesk® 作为全球最大的二维、三维设计和工程软件公司,为工程建设行业、基础设施行业、制造业以及传媒娱乐行业提供卓越的数字化设计、工程软件服务和解决方案。在全球设计软件公司中,Autodesk 拥有最长产品线和最广阔的行业覆盖,其使命旨在帮助用户想象、设计和创造更美好的世界。2017 年,欧特克公司提出新的概念——“Connected BIM”,即“互联的 BIM”,旨在通过更好的信息交互性能,打破专业与时间上的屏障,实现项目全生命周期的数据互通互联。Dynamo 不仅在模型信息管理上具备不可替代的优势,还提供用户强大的参数化功能,并且在概念设计阶段提供完整的解决方案,为未来的“衍生式设计”新模式打下基础。



我相信本书的出版一定能为广大的 BIM 用户带来新的灵感与思路,帮助他们拓展 BIM 的应用价值,提高生产效率。同时,感谢同济大学出版社精心策划的建筑信息模型 BIM 丛书之《Autodesk® Revit® 炼金术——Dynamo 基础实战教程》,急广大行业用户之所急,能够及时地响应市场。也在此感谢为此书的编写和出版付出辛勤劳动的各位作者,感谢他们为 BIM 事业的发展做出的重要贡献!

希望 Autodesk 作为新技术的研发与推广者,能持续为中国工程建设行业注入新的能量,提供更优质的服务。

李邵建

Autodesk 大中华区总经理

前言

本书是面向 BIM 工程师的 Autodesk® Dynamo 基础与进阶教程, Dynamo 是以 Autodesk® Revit® 为基础的可视化编程平台, 用户可以更快地解决三维设计作业流程, 驱动模型几何参数和数据库。Autodesk® Revit® 与 Dynamo 的结合, 除了让设计人员在创建视觉逻辑、挑战参数化异形造型概念设计上的奇思妙想得以呈现, 在 BIM 信息交换与分析上也突破既有限制, 取代机械化的重复作业, 工作效率显著提升!

本书内容是编著者近年研发 Dynamo 投入实际工作过程中的经验累积与成果, 分为功能介绍、基础入门与实战运用三大主要章节, 由浅至深地介绍了该软件的基础运用与实例步骤详解, 帮助用户一步步理解与掌握 Dynamo 的用法。

【软件介绍】

Autodesk® Revit® 是一款通用的 BIM(建筑信息模型)建模与三维设计平台, 可以帮助设计师在项目的设计、建造和运营维护阶段不断优化设计、管理项目信息、提升建筑能效。

Dynamo 是一个基于 Revit® 的可视化编程平台, 让设计师通过定义程序流程, 探索参数化的方案设计和自动化建模与模型检查工作流。通过 Dynamo 帮助用户实现互操作性的工作流程文档管理, 自动的模型创建、协调、模拟和分析。

【本书特点】

本书参考 Dynamo 官方网站及国内外知名案例, 针对工程建设行业运用 Autodesk® Revit® 进行设计与施工的自动化建模需求, 由浅入深撰写出业界最迫切需要的应用案例。对于从未接触过 Dynamo 的 Autodesk® Revit® 用户, 也能依照各章节按部就班学习至能自行解决大部份 Revit® 自动化工作的需求。本书具备以下特点。

易读性: 基于初学者角度, 从软件基础与环境开始, 循序渐进到解决实际项目问题的方法与步骤。

实用性: 本书除了有大量范例外, 各章节也针对编程方法提出编者的想法, 以及分享应用技巧, 使读者在学习时可少走冤枉路。

创造性: 从基础入门篇的节点群组运用到实战运用篇的各种工程范例, 用户可由此举一反三开发出自己的 Dynamo 程序。

其实 BIM 工程师的主要工作并非简单的操作软件, 而是要借由软件的功能解决工程项目的实际问题, 提高设计工作效率与减少错误。作为一本基础功能入门的教程, 本书并没有针对软件中所有功能作一一介绍, 而是针对用户常用的功能作为介绍



重点,另在实战篇补充一些较复杂的节点运用,希望能帮助读者快速掌握本软件的功能并用于解决各位工作中的实际需求。

【目标读者】

本书面向所有使用 BIM 软件或相关行业对此有兴趣的工程师,有使用 Revit® 经验者优先,而有编程基础的读者在 Dynamo 开发的道路上更是具备优势。

【软件版本】

本书以 Autodesk® Revit® 2016 版和 2017 版,以及 Dynamo 0.9 版至 1.2 版作为基础,但书中介绍的功能并不限于上述版本。Autodesk® Revit® 2018 版或者 Dynamo 1.3 等版本都可顺利运行,此外有部分章节的运用需指定特定的 Dynamo 版本,请读者留意练习时是否正确对应,否则会运行失败。

【内容提要】

本书依据读者学习的阶段分为五大章节。第一章为 Dynamo 学习与使用角度的介绍。第二章为入门功能篇,从 Dynamo 界面环境与节点构成等方面进行初步介绍。第三章为基础入门篇,介绍一些常用节点的用法与各类图元创建与编辑方式等。第四章为实战运用篇,从几何建模、排序编码、翻模与信息管理等方面进行介绍,提供读者工程中常见运用点的范例详解。第五章为 Dynamo 学习资源介绍。

【特别感谢】

本书的编写得到了欧特克的各位领导,尤其是大中华区总经理李邵建、中国区工程建设行业技术总监罗海涛、台湾欧特克土木建筑资深业务经理陈育聪的大力支持和宝贵建议,以及欧特克工程建设行业资深技术经理任耀帮助协调出版社出版事宜。正是有了他们的支持与帮助,本书才得以顺利问世。

最后感谢本书的编辑与各位作者的家人朋友等,作为各位作者在此书撰写期间的最佳后援。

罗嘉祥 宋 姍 田宏钧

(作者排名不分先后)

目 录

序一
序二
前言

第 1 章 你不可不知的 Dynamo	1
第 2 章 入门功能篇	9
2.1 Dynamo 界面介绍	10
2.1.1 初始界面	10
2.1.2 工作界面	10
2.2 Dynamo 节点介绍	14
2.2.1 节点构成	14
2.2.2 节点连接	15
2.2.3 成组与对齐	16
第 3 章 基础入门篇	19
3.1 输入节点	20
3.1.1 Number	20
3.1.2 Number Slider	20
3.1.3 String	20
3.1.4 Code Block	20
3.2 常用几何形体的创建与编辑	21
3.2.1 直线	21
3.2.2 圆形	22
3.2.3 多边形	22
3.2.4 长方体	24
3.2.5 球体	24
3.2.6 坐标点的平移复制	24
3.2.7 几何形体的平移复制	24
3.2.8 几何形体的镜像复制	26
3.2.9 几何形体的旋转复制	26
3.2.10 几何形体的缩放	26
3.2.11 获取几何形体间的距离	27

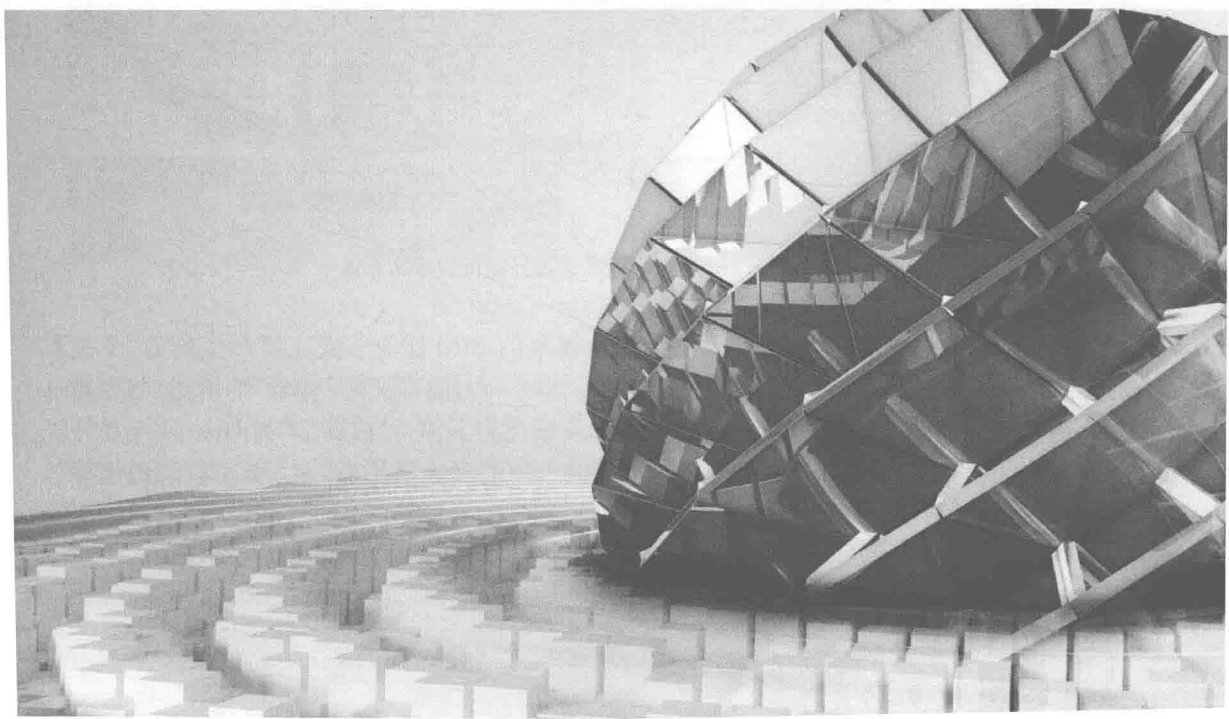


3.2.12	几何形体的拆分	28
3.2.13	几何形体的差集、并集与交集	29
3.3	曲线的创建与编辑	30
3.3.1	多段线曲线	30
3.3.2	样条曲线	31
3.3.3	曲线上的坐标点	31
3.3.4	曲线的翻转	32
3.3.5	曲线的延伸	33
3.3.6	曲线的打断	34
3.3.7	曲线的切线和法线	35
3.3.8	曲线的偏移	36
3.3.9	曲线的投影	36
3.3.10	创建螺旋线	37
3.4	曲面的创建与编辑	39
3.4.1	曲面的创建	39
3.4.2	表面上的点及法向量	40
3.4.3	曲面的参数线曲线	42
3.4.4	曲面的偏移	43
3.5	列表的创建与编辑	43
3.5.1	列表的创建	43
3.5.2	列表的编辑	45
3.5.3	连缀属性	52
3.5.4	列表数据的导入导出	53
3.6	数学运算符与逻辑判定	55
3.6.1	数学运算符	55
3.6.2	调整数值范围	55
3.6.3	逻辑判定	56
3.7	Code Block 的应用	57
3.7.1	用于输入	57
3.7.2	创建列表	59
3.7.3	编辑列表	62
3.7.4	执行节点命令	62
3.7.5	定义函数	64
3.8	Dynamo for Revit®	65
3.8.1	模型结构	66
3.8.2	图元的选择	66
3.8.3	图元参数的读取与写入	69
3.8.4	图元的创建	71
3.8.5	模型的分析	76

3.8.6 驱动明细表	79
3.9 自定义节点	81
第4章 实战应用篇	83
4.1 几何建模类	84
4.1.1 定线建立参数驱动桥梁	84
4.1.2 参数化设计范例与自适应构件	90
4.2 排序编码类	99
4.2.1 视图批次更名	99
4.2.2 线性编码排序	103
4.2.3 坐标编码排序	111
4.2.4 基准投影排序	115
4.3 CAD 翻模类	119
4.3.1 CAD 图结构柱翻模作业	120
4.3.2 CAD 图结构梁翻模作业	126
4.3.3 自动创建楼板	134
4.4 几何分析类	138
4.4.1 多边形辨识与面积计算	138
4.4.2 曲面坡度与斜率分析	145
4.5 干涉判断类	152
4.5.1 天花板净高与对应房间数据	152
4.5.2 楼梯踏步平台上部净高检查	157
4.5.3 批量结构连接并指定连接顺序	160
4.5.4 批量生成穿墙套管	169
4.6 资料抛转类	191
4.6.1 房间天地墙面层面积计算	191
4.6.2 由 Excel 表格批量创建图纸	198
4.6.3 模型图元属性导入导出 Excel	202
第5章 Dynamo 学习资源	215
后 记	221

第 1 章

你不可不知的 Dynamo





这几年来,BIM 被称作取代 CAD 的新利器,或者被称作继甩图板后的第二次建筑业革命。BIM 作为一个热门的话题,在各地技术研讨会、创新科研等领域得到了广泛的宣传和推广。但是经过这几年的实践,工程行业从业者也可以发现一个现象,最终成果大多还是回到了二维图纸上作业。究其原因,一方面是工程交付依然是使用二维图纸的方式,需要在图面上放置标识与批注图例表达设计意图;另一方面则是 CAD 软件经过数十年累积,已经有丰富的标注与图例库,以及提高制图效率的插件和本地化工具。很多工程师会认为与其在 BIM 软件上另起炉灶,不如使用熟练的绘图工具来的便利,更何况 Revit® 真正取代 CAD 也非一朝一夕的事情,BIM 要真的成为生产力,一方面得从基础数据的转移与累积开始,另一方面便是从工作流程上进行变革。

在 Dynamo 问世之前,Revit® 作业大多还是要靠人力手工一笔一画来创建。当然有很多插件可以使用,但插件只能解决一些固定的问题,或提高某一类型构件的建模效率,无法针对个人需求提出解决方案。再者插件的开发时间很长,成本很高,无法应付短时间项目的需要。

使用 Dynamo 之后,很多大批量与机械化的工作可以交付给软件自动创建,而设计师们可以有更多的时间关注于设计本身,即设计质量和效率的提升,也就是技术革命引起了从手工绘图向程序自动设计的重大飞跃。

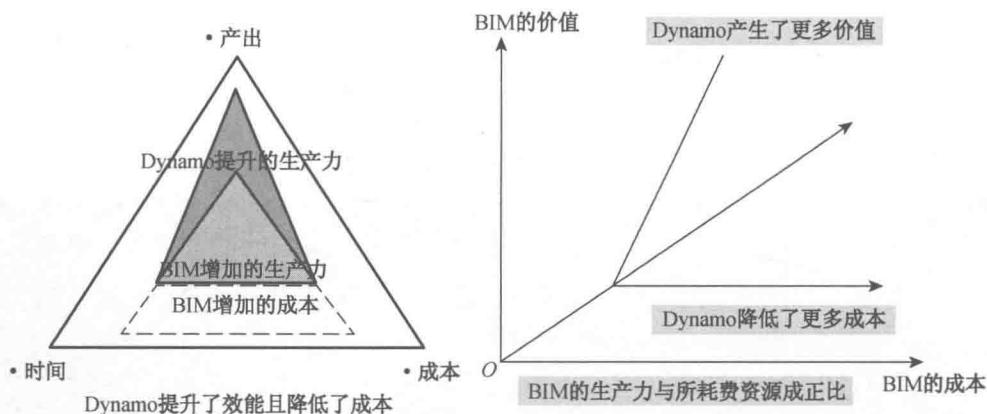


图 1-1 Dynamo 可提高效能且降低成本示意图

如在项目三角上看 Dynamo 的价值,前面提及的 BIM 作业若真正要产生价值,要投入的时间与成本相当可观。但是合理地运用 Dynamo,一方面可补充 Revit® 的功能,例如异形复杂形体的创建;另外一方面对于流程中很多机械化的工作,可以通过 Dynamo 程序提升作业效率。这就打破了 BIM 产生的价值与花费成本间的正比例关系,一方面可以降低建模与出图的人力和时间的投入;另一方面又可以更深入地应用模型中的信息,提供更加务实的 BIM 拓展应用点,这便是 Dynamo 的价值所在,也是 BIM 革命的核心所在(图 1-1)。

BIM 引领行业变革, Dynamo 便是那火车头

2015 年,在上海举办的 Autodesk® 用户大会期间,新加坡 Dynamo 研发经理 Ben 做了一个用户体验课程,后又台湾开了 Dynamo 培训课。从那以后,不少人开始关注 Dynamo 的相关问题与情报,其中的问题不外乎是以下两类:

- Dynamo 可以做什么?
- Dynamo 容易学吗?

为了解答大家的疑惑,在此我们把过去学习时发现的一些问题,以及使用心得及想法作个简单的分享。

第一次接触 Dynamo 的朋友,可以参考“建筑极客”博客中《Dynamo:远不止是 Grasshopper 简化版》这篇文章。原文相当浅显,翻译也贴近中文的理解,对于想初步了解 Dynamo 的读者来说是一篇极具参考价值的文章,其内容针对 Dynamo 与 Grasshopper 的优缺点进行了比较说明,特别是对于已经对 Grasshopper 有初步认识与理解的读者来说,此文能帮助你们学习与了解 Dynamo 的原理和使用。

在百度搜索引擎中输入关键词“Dynamo”与“Revit”,可以得到这样的图片,如图 1-2 所示。



图 1-2 Dynamo Revit 相关图片(来自百度搜索)

可以发现,一些图片中,除了形体复杂的 Revit® 模型,还有很多小方块和连接线段。我们把这些小方块称为“节点”。像这类使用节点相互连接来取代程序代码编程的做法,在许多软件中都能见到,叫做“可视化编程”,主要的目的就是降低编程的门槛,让使用者不需要具备难度较高的程序语言编写能力,也能够使用这种可视化编程的方式实现某些功能。

在真正开始说明 Dynamo 之前,先请大家在 Autodesk 官方网站上浏览一下这段视频。网站的地址是:<http://www.autodesk.com/products/dynamo-studio/overview>。



如图 1-3 所示,视频截图展示了 Dynamo 的几何参数设计和数据联动这两大运用点,这也是最常被拿来跟 Grasshopper 比较的功能。

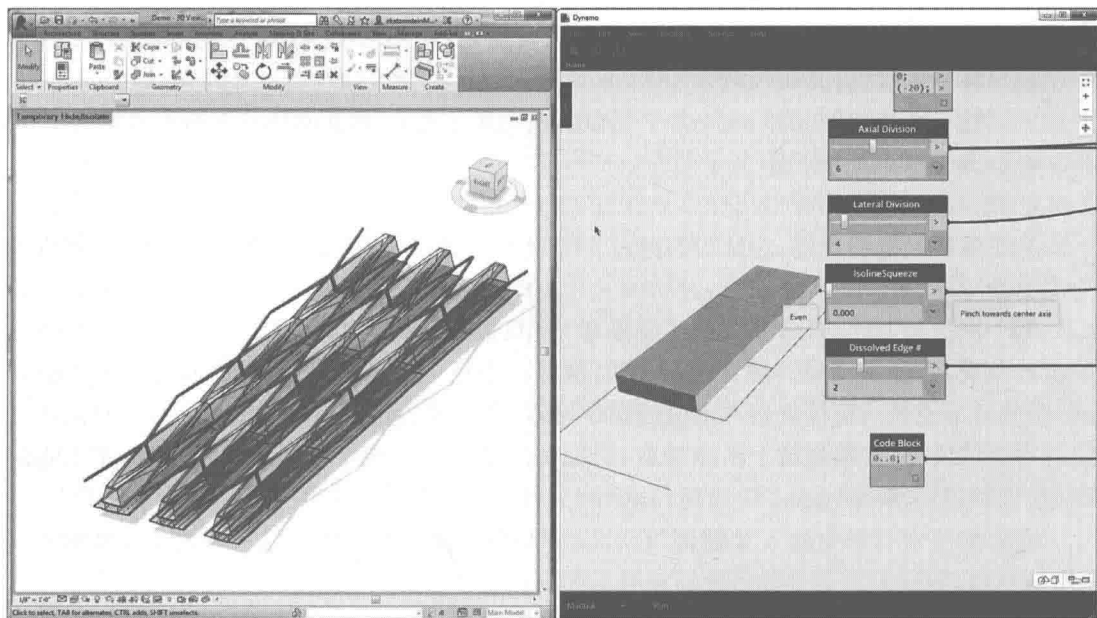


图 1-3 Dynamo Studio 官方介绍视频截图

Revit®的点、线、面、体都是围绕着一个参考面或是参考点来进行各种变化,调整参数使对象的位置与角度产生变化,如图 1-4 所示。

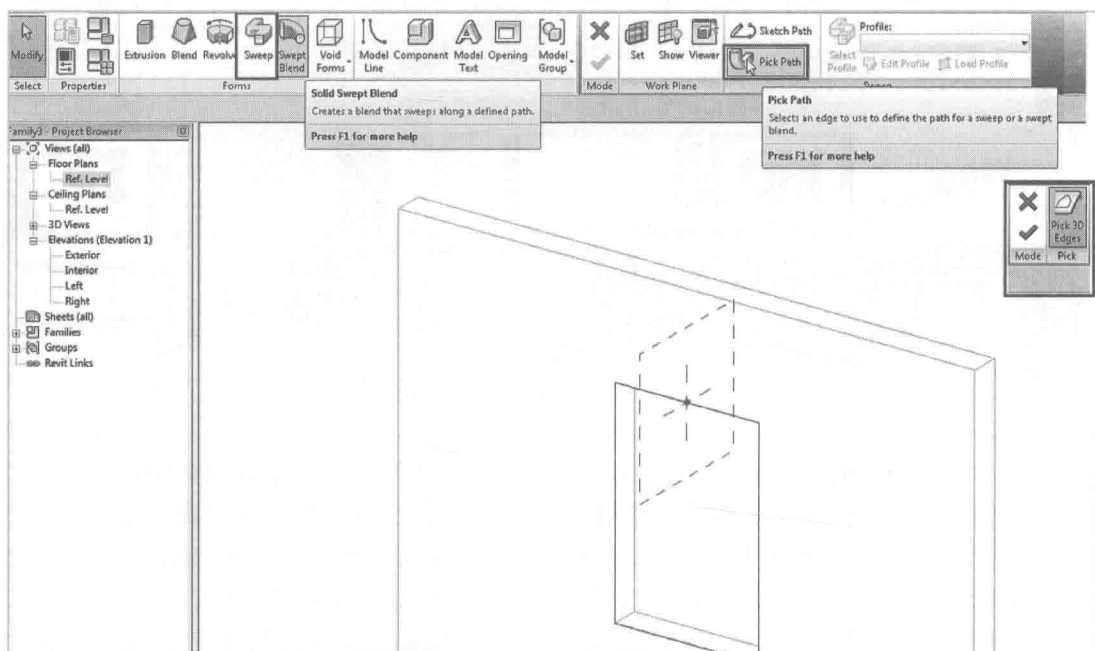


图 1-4 Revit®族创建原理

虽然 Revit® 本质上是建模平台,其强项不在于创建复杂的形体,而是在于建筑信息的获取与管理。但相较于 3ds Max 或是 Rhino 而言,Revit® 提供的建模方式较为严谨且提供的方法也比较少,仅有拉伸、融合、旋转、放样、放样融合和空心形状等。所以如果在 Revit® 中处理复杂曲面的造型问题,不仅需要花费大量时间通过繁复的程序逐步造型,有时还需要导入其他软件的实体模型作为参考来创建复杂形体。

遇到上述情况时,大家都会思考,如果能有一套软件或是插件能够利用其内部参数调整控制曲面的形成,或者能够对参数进行调整,必然能够提升作业效率及生产力,同时也能激发更多的创意。Dynamo 的功能,确实实现了我们的期望。

话题再回到 Dynamo,究竟这软件采用的是何种原理呢? 我们利用软件自带的基础范例 2(图 1-5)来做个简单的说明。

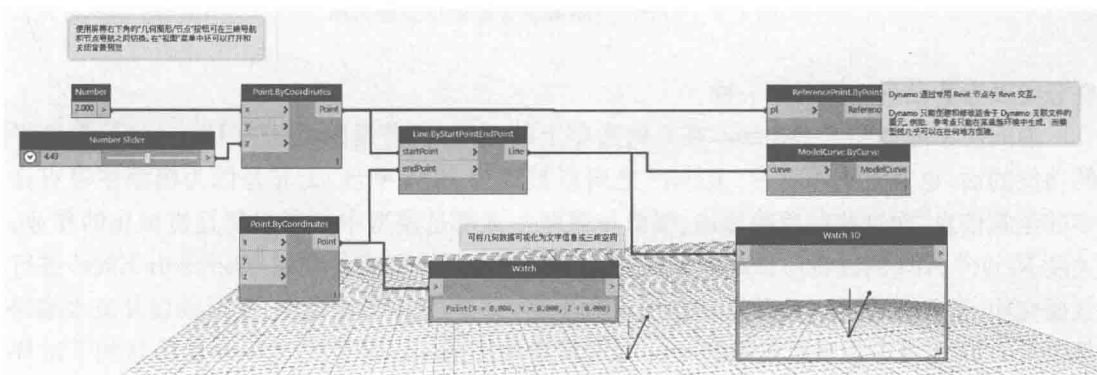


图 1-5 Dynamo 自带基础范例 2

这是一个简单的 Dynamo 说明范例,整个执行过程的核心是“Point.ByCoordinates”和“Line.ByStartPointEndPoint”这两个节点,前端的部分有“Number”与“Number Slider”作为控制参数输入的节点,利用参数的控制,将起始点的坐标控制在(2, 0, 4.2)的空间位置上,而终点并未给定任何参数,故终点的空间位置始终保持在默认值(0, 0, 0)上,即原点。

这样的模型空间位置定义方式,对 Revit® 来说是不正确的。在 Revit® 环境中通常需要给定一个参考平面,例如以世界坐标“X”,“Y”生成平面,平面高度为“Z=4.2”,然后再将点放置到此参考平面上坐标为“XY=(2, 0)”的位置才能设定上述的起始点。

也因此 Dynamo 中的一些节点,并不是 100% 对应 Revit® 的功能,这个特性就与 Grasshopper 的发展理念有所不同。对于 Grasshopper 来说,只要 Rhino 中有的指令,必定会有对应的 Grasshopper 指令,但在 Dynamo 中则非必然。

在此总结两个 Dynamo 的限制:一是,提供的可用于三维模型造型的方式太少;另一个限制是,在 Dynamo 中创建的对象不能全部直接在 Revit® 中使用。因为在 Revit® 中的对象有严谨的族群定义,这是面向对象而非图层导向的软件必须要遵守的原则,所以在 Dynamo 环境下创建出来的模型,虽然外型是符合使用者的设计概念或是需求,但是仍然需要使用者定义族群类型,告诉软件所建立的模型究竟是幕墙、屋顶、柱或只是复杂的几何曲线等,比如尝试在 Revit® 中利用幕墙的竖挺来创建格栅吊顶时(图 1-6),虽然外观符合需求,也确实和现实中吊顶外型一样,进行面积算量也不是问题,但其终归是幕墙族类而不是天花板族类,