

参数化形式设计的软件平台初探

The Software Platform for Parametric Design

撰文 王端 南京大学建筑研究所

摘 要 通过对用于概念设计和初步设计的参数化形式设计软件及其操作特点的介绍,使读者对现今的参数化设计软件的操作及特点有初步了解。

关键词 参数化设计 形式设计 参数化软件

从埃文·苏德兰(Ivan Sutherland)1963年在美国麻省理工学院(MIT)开发触屏式绘图系统——Sketchpad System起,经过20多年的时间,CAD技术已经被应用到建筑行业的各个角落,成为建筑师不可或缺的工作技能。

随着计算机技术的近一步发展及学科和产业间的相互影响,计算机在设计行业中已经不仅仅作为绘图工具为设计者所使用,更作为思考 and 设计工具逐渐确立其地位。而在建筑设计中引入计算机数字化技术后,建筑师正逐步将对计算机运用的关注转移到设计和控制更高级、更复杂的几何形体上来,并尝试让计算机真正参与到设计过程中,带来更多设计形式上的可能性。

目前,设计师经常使用的用于形式生成的商业化参数化软件包括:Catia、AutoCAD、Mircrostation、Maya、Rhino、3dsmax、Mathemetica、Matlab等。虽然以上软件都可用于参数化设计中,但根据这些软件的最初运用领域,

可大致将其划分为:工业与工程软件、科学软件、三维动画与建模软件。

1 工业与工程软件

工业与工程软件主要包括Catia、AutoCAD、Mircrostation等。起初这类软件主要用于需要精确加工和制造定位的机械加工与工程制造行业。该类软件一般是通过参数化几何元素间的空间关系来塑造形体。随着现代设计制造系统往集成化、智能化发展,原有的CAD系统不能适应新的生产要求,于是促成了特征技术¹在CAD/CAM系统中的运用。随着数字技术的不断推广,曾经广泛用于工业领域的CAD/CAM软件也被广泛运用于建筑设计中,如Catia软件因被盖里将其用于建筑设计的创举而大举进入建筑设计领域。更有的软件根据建筑行业自身特点进行了拓展,如基于Catia V5平台开发的Digital Project(简称DP)。数字时代中,由于建筑建造与工业制造的关系如此紧密,因

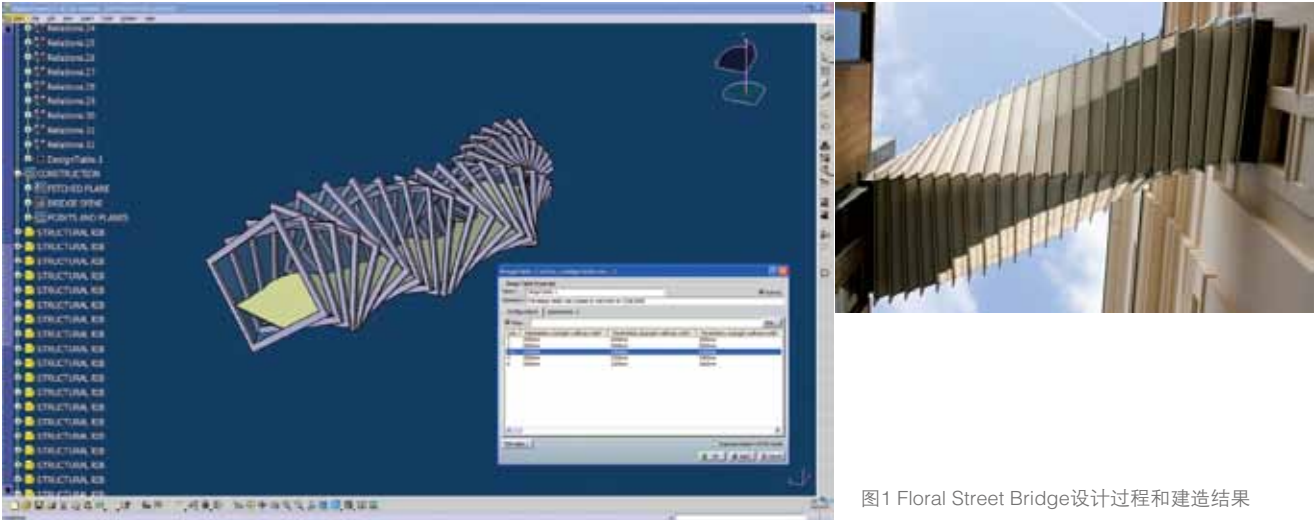


图1 Floral Street Bridge设计过程和建造结果

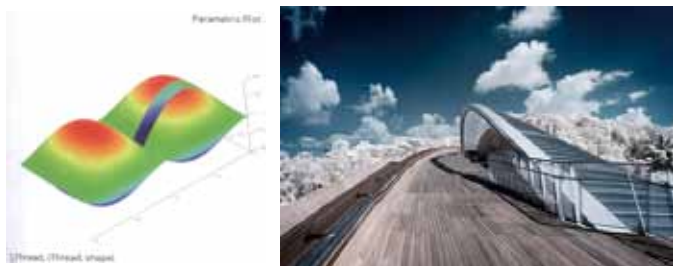


图2 新加坡步行桥的设计过程和建造结果

此，运用该类软件设计的作品往往能很快付诸实施。其中，Wilkinson Eyre建筑工作室设计的Floral Street Bridge（图1）便是用DP软件进行设计和施工信息管理的典型案例。

2 科学软件

科学软件在建筑设计中的运用源于建筑师设计思维的拓展和对形式的追求。而被用于建筑参数化设计的Mathematica、Matlab这类数学软件原本是专门用来进行数学运算、数学规划、统计运算、工程运算、绘制数学图形或制作数学动画，但由于建筑设计前需要进行大量的分析，而软件自身也具备了图形输出接口，因此被建筑界逐渐认识并运用到设计领域。该类软件在操作上既不需要具备基本的几何元素，也不需要后期的修改操作，其结果往往是软件对一系列方程式的运算结果的图形化表达，具有很强的图示性。如Matlab软件自诞生之日起就具有方便的数据可视化功能，可以将向量和矩阵用图形表现出来，并且可以对图形进行标注和打印。高层次的做图包括二维和三维的可视化、图象处理，动画和表达式做图也同样具备，因此Matlab除了用于科学计算外，也可用于工程绘图。Mathematica软件也如此，它可以将使用者的方程和表达式以图形化结果输出，并能导出3D模型到其他软件供进一步探索。这两个特征就给了Mathematica在建筑和设计领域以巨大的应用潜力。此外，用于其他学科中的科学软件，如用于探讨L系统（L-system）的软件（GDesign、LSystem5等）也被运用于建筑设计中。尽管科学软件在建筑设计中的运用范围相对较小，但还是有其辅助的设计作品得以实施，IJP建筑事务所设计的新加坡步行桥（图2）就是较早建成的作品。

3 三维动画与建模软件

虽然Catia、AutoCAD、Mircrostation等软件的设计结果能很快用于实际建造，但在参数化设计中，Maya、3dsmax、Rhino等用于动画制作和三维造型的软件在造型设计时较前者却更多地被设计师所采用。

这类软件的出现原本是为了满足动画行业模拟三维环境和模拟形态设计的需要，所以与通常意义上通过定义元素间的几何关系来设计形体不同，该类软件对形体的塑造还可通过对基本几何体进行剪切、延伸、放样、布尔运算等修改

操作实现。因此软件在开发时就保证了建模环境和建模操作过程具有相当大的灵活性，也就保证了设计者在创作构思时具有更大的灵活性。格雷戈·林恩（Greg Lynn）在1993年纽约“Port Authority Triple Bridge Gateway”竞赛方案设计中（图3），就以Maya软件中的粒子系统来模拟在不同行人、车行速度影响下的交通量的强度，并通过捕捉粒子的运动轨迹来得到设计所需的雏形。

由于动画制作和三维建模软件塑造的形式结果无法直接作为数字建造信息用于建造，需要进行数据转换，因此一些与工业设计结合得较为紧密的软件直接使用工业制造设备根据模型切割出组件以进行搭建，但这在一定程度上限制了建成品的最终尺度。如用Rhino软件设计的建筑联盟（AA）DRL10周年庆纪念亭（图4）就是直接将模型应用到实际建造的案例之一。

参数化设计是为了自动化实现元素间的衍生关系和修改操作，因此该类大部分软件是通过脚本语言或者软件的扩充语言去指导软件执行操作的。如Maya的MEL、3dsmax的MAXScript等脚本语言，AutoCAD的lisp语言，都可用来设计和调用软件提供的各种参数和修改操作。在设计者编写好各参数关系和操作流程后，软件只要执行脚本就可自动生成操作结果。如Ocean D事务所的一系列作品就是通过用3dsmax软件中用MAXScript脚本语言的编写代码进行设计生成（图5）。

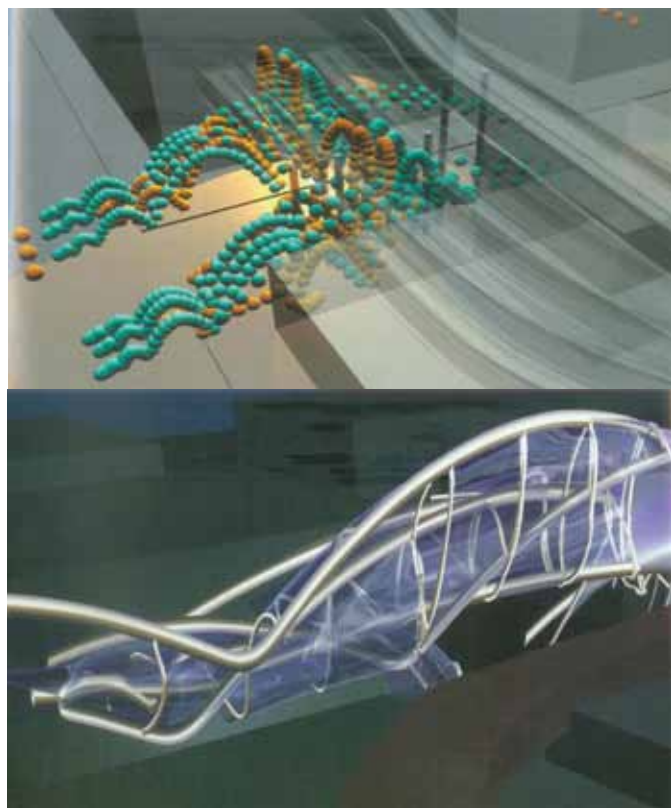


图3 格雷戈·林恩的“Port Authority Triple Bridge Gateway”竞赛方案设计过程



图4 DRL10周年纪念亭的设计过程和建造结果

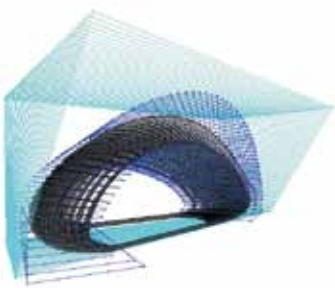


图5 Ocean D事务所的山间小屋 (Mountain Hut)

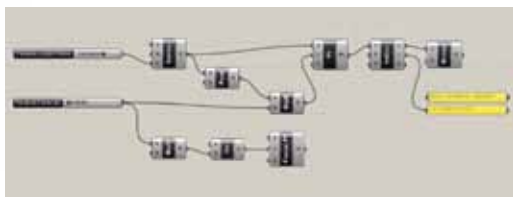


图6 Grasshopper的GUI操作界面

但是，编程操作方式往往只有少数使用者能熟练运用，也就在一定程度上限制了软件自身潜力的发挥。针对这种情况，有的软件运用图形化程序语言界面（GUI）的方式，让用户能更好地理解和使用软件所具备的强大功能。如Rhino软件平台下的Grasshopper插件，其实质就是将Rhino的脚本语言编程部分图形化，以直观明了的方式与设计者进行沟通（图6）。Microstation平台下的Generative Component也是这类图形化操作方式的另一种体现。更有的软件，如Houdini和Quest3D则是以完全的图形化程序语言方式进行建模操作。

4 特殊软件

这类特殊软件一般不是商业化软件。由于前三类软件自身的局限性，在运用其进行参数化设计时无法根据使用者的设计意图去进行拓展，因此，设计者需要运用程序语言（如C、C++、Java、Processing等）编写针对应用的特殊软件来实现设计意图。如Axel Kilian等人设计的悬垂线设计软件（CatenaryCAD）就是一款通过模拟悬垂线特征来生成建筑形体的特殊参数化软件。而鹿特丹的KCAP和阿姆斯特丹的OAP工程团队以及苏黎士联邦理工学院的CAAD研究组运用生成技术来辅助设计的荷兰格罗宁根市火车站站前公共广场（图7）则充分反映出设计者独特的思考模式及应用此类软件的必要性。

5 结语

虽然计算机技术的进步为设计师在形式探索时提供了强有力的技术支持，但在建筑的概念设计初期，为了运用好这门新兴的设计技术，建筑师不仅需要对数学甚至对其他学科的知识有基本了解，更要具备一定的计算机程序语言基础和编程能力。因此，想要进行参数化设计，不仅要求设计者具有敏锐的设计眼光，更要在不断学习的同时转变以往思考和解决问题的习惯，拓展自身知识储备，才能迎接数字时代的设计技术发展对建筑师能力的新挑战。

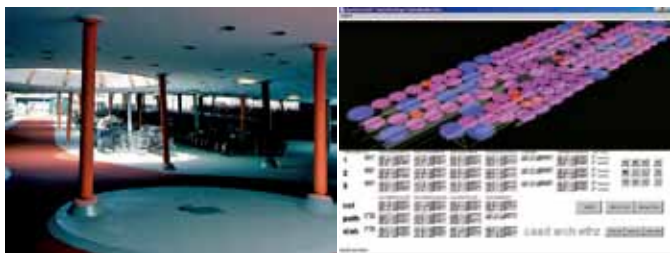


图7 罗宁根市火车站站前广场设计过程和建造结果

参考文献

- [1] 王翔. 当今计算机辅助建筑设计之管窥. 热带建筑[J], 2005 (6) : 34-38.
- [2] 李彪. 建筑设计生成艺术的应用实验. 新建筑[J], 2007 (3) : 22-24.
- [3] 高岩. 篇首语. 世界建筑[J], 2008 (5) .

注:

- 1 特征技术: 在机械行业中, 使用在各种设计、分析和加工活动的推理过程中, 并且经常被紧密地联系到特定的应用领域, 因而产生了不同的特征定义。工业设计中的特征, 通常是指形状特征。