

基于 Grasshopper 插件的灯具参数化设计研究

刘宗明¹, 李羿璇²

(1.湖南工业大学, 株洲 412000; 2.广西师范大学, 桂林 541000)

摘要: **目的** 通过研究参数化技术在灯具设计中的应用, 从而为其发展和实践提供借鉴和指导。**方法** 从用户分析、形态评估、动态分析、生产优化等方面对灯具的参数化设计实例进行研究, 验证参数化设计的相关结论以及基于 Grasshopper 插件的设计流程, 并结合案例论证其可行性。**结论** 将参数化设计运用到工业产品设计中, 推动工业设计领域的发展, 创造出新的设计思维方式和设计流程, 从而开创出一种设计新风尚。

关键词: Grasshopper; 灯具; 参数化设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)18-0209-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.18.039

Parametric Design of Lamps Based on Grasshopper Plug-in

LIU Zong-ming¹, LI Yi-xuan²

(1.Hunan University of Technology, Zhuzhou 412000, China; 2.Guangxi Normal University, Guilin 541000, China)

ABSTRACT: The work aims to study the application of parametric technology in the design of lamps and lanterns, thus providing reference and guidance for its development and practice. The study on parametric design examples of the lamps and lanterns from the aspects of user analysis, morphological evaluation, dynamic analysis and production optimization verified the relevant conclusions of parametric design and the design process based on Grasshopper plug-in, and proved its feasibility by combining the case. The application of parametric design in the industrial product design promotes the development of industrial design field and creates a new way of design thinking and design process, thus creating a new design fashion.

KEY WORDS: grasshopper; lamps; parametric design

在传统工业设计中, 为了满足企业和客户的需要, 设计师要对产品模型进行反复修改、分析, 并花费大量的时间和精力做筛选, 甚至在面对一些随机分布的情况时, 常常带有主观臆想, 这种自下而上的设计过程无疑影响了设计师的工作效率和设计周期。参数化设计是指用若干参数来描述相对复杂的几何形体, 从而通过控制参数来获得满足要求的设计结果^[1], 其核心思想是将设计所需的全要素都设定为函数的变量, 通过参数的改变生成不同的设计方案^[2]。在复杂多变的设计领域, 如果将参数化设计与灯具设计相结合, 必将能在一定的参数约束下, 快速、恰当地找寻出最佳的设计形态, 提高产品的性能和质量, 缩短

开发周期, 增加产品的延展性。

1 参数化设计现状

1.1 参数化研究发展历程

Sutherland 早在 20 世纪 60 年代早期便首次提出利用约束作为辅助手段, 进行零件的生成; 70 年代末, 美国的 Robert Light 和 Gossard 进一步完善了参数化方法, 并通过尺寸变量的改变来修改模型^[3]; 到了 20 世纪 80 年代中叶, 几何推理、神经网络等人工智能方法的兴起, 让学者将参数化技术运用到现实的创造中来^[4]; 90 年代参数化研究更趋完善, 韩国大学

收稿日期: 2018-02-12

基金项目: 2017 年度湖南省哲学社会科学基金资助项目成果之一; 儿童家具扁平化设计方法及应用研究 (17YBA135)

作者简介: 刘宗明 (1978—), 男, 江西人, 硕士, 湖南工业大学副教授, 主要研究方向为产品设计。

通信作者: 李羿璇 (1993—), 女, 山西人, 广西师范大学硕士生, 主攻工业设计。

的 Jae Yeo lee 提出用图来表示基于知识的几何推理方法,将完备的约束设计模型和几何规则表示成图,从设计图中选出适当的子图来得到新的结果,该方法改善了推理过程,从而让参数化设计变得更简洁,节省了时间和计算量^[5]。如今,参数化研究不断的趋于完善和成熟,已经被更多的领域所接受和运用。参数化的发展历程归纳见表 1。

表 1 参数化发展历程归纳
Tab.1 Parametric development process induction

时间	代表人物	研究成果
60年代—70年代	Sutherland	提出基于约束的零件设计
70年代末—80年代初	Robet light 和 Gossard	通过对尺寸变量的修改来修改模型
80年代中—90年代初	Suzuki	几何推理、神经网络等人工智能等技术应用于实体造型
90年代至今	Jae Yeo lee	用图表示基于知识的几何推理方法

1.2 参数化设计应用软件的比较

参数化设计是计算机辅助设计的发展结果,而计算机软件作为设计基石,为设计实例提供了技术支持。常用参数化软件有 CAD, 3D Max, SolidWorks, Grasshopper 等。

从第三代 CAD 开始,在建模方法上,分别出现了特征建模和基于约束的参数化建模方法, CAD 以几何绘图为主,可以与 Rhino 直接导入,有很好的交互,但是三维能力不足,一旦生成三维透视图,就不能对各个部分的参数进行修改,必须转到二维空间中修改后,再转回三维界面,并且用 CAD 建完模型后不能直接渲染,为使用者带来很大的困扰和无用的工作量; 3D Max 中大多功能都可以通过脚本来调用,使用者可以轻松扩展用户界面和自动化操作来执行批量处理,用 3DMax 建模速度快,构建过程短,渲染方便且清晰; SolidWorks 主要运用于机械制造中,建模比 3DMax 更精确、逼真,精准的尺寸可以直接开模,它可以在创建直观的三维模型中,联动生成二维图纸,大大缩短了建模时间、减少了人力物力的投资; Grasshopper 的特点是所见所得,设计效率高,有很好的储存模式和扩展性,能看到运算器背后精准的各项数据,但自身没有分析能力,需要依赖于二次开发的插件或外部程序,适用于较为复杂的结构工程^[6]。

2 Grasshopper 参数化设计平台

2.1 Grasshopper 介绍

Grasshopper 是 Rhino 的可视化编程插件,采用简

单(nodes)的节点式可视化操作,可动态的显示参数调整的结果,其运算模块主要由运算器和参数两大模块组成。

2.1.1 运算器

Grasshopper 的运算器用来处理信息,分为逻辑运算器和几何运算器,逻辑运算器分布在 meth 和 set 中,几何运算器分布在 vector, curve, surface, mesh, intersect 和 transform 中^[7]。从实际作用来看,几何运算器的作用与 Rhino 的几何功能类似,而逻辑运算器则以几何运算器为载体来进行表现。Grasshopper 运算器功能分布见图 1。



图 1 Grasshopper 运算器功能分布
Fig.1 Grasshopper operator function distribution map

2.1.2 参数

Grasshopper 中的参数主要用于信息的存储,参数可以是数值、布尔值或字符串等数据类型,见图 2,它作为存储与输入数据的节点开始,经过各个运算节点的处理后,最终生成运算结果,是控制生成结果属性的重要数据^[8]。

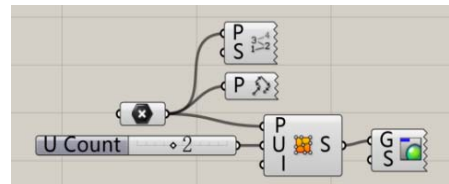


图 2 参数示例
Fig.2 Parameter example

2.2 Grasshopper 优势

2.2.1 快速、有效地表现复杂形体

在传统的产品设计中,想要创建复杂的模型,这些工作对设计师来说都是不小的工作量,而在 Grasshopper 中则可以将复杂的形体快速表现出来,为设计师提供了一个精准平台,Grasshopper 软件才是真正实现了参数化建模^[9]。

2.2.2 动态记录的设计过程

产品方案的选择,是产品研发过程中的必经之路,然而在传统的设计中,设计师要经历多次分析和建模的过程,会耗费大量时间和精力做筛选。值得庆幸的是,Grasshopper 可以解决这一问题,设计师只需改变逻辑输入端的设计参数,整个生成结果会沿着某种形态趋势发生线性变化,通过对模型

寻最佳结果。一个参数化模型的完成，便意味着一个产品族的产生。不同参数下的形态见图 3。



图 3 不同参数下的形态
Fig.3 Different parameters under the form

2.2.3 优化设计

Grasshopper 其实是一种运算法则，属于一种客观的生成，它的运算方式和运算结果取决于输入的参数以及设计师所设定的因变量和自变量之间的关系等，而非主观意愿。根据现实生活中的一些因素，需要对一些参数进行限定，加入一定的现实主观性，寻求最佳状态，Grasshopper 中的优化设计，便能满足设计的这些需求。下图是将模型的玻璃从双重曲面优化为单曲面玻璃，优化前后对比见图 4。

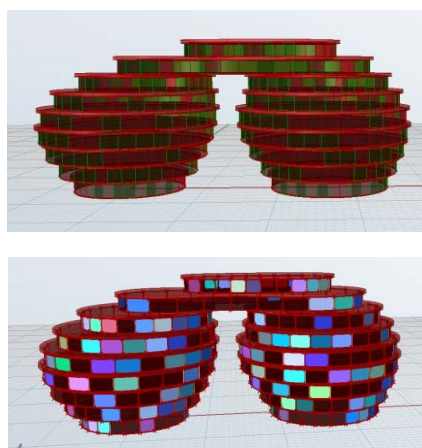


图 4 优化前后对比
Fig.4 Optimization before and after comparison

2.3 Grasshopper 参数化设计流程

在产品造型设计的整体流程中，用户分析处于引导阶段^[10]，用户因年龄、喜好、性格等因素的不同，对产品造型的喜爱有所差异，因此将用户分析作为首要任务，对产品的形态进行分析和评估明确参数之间的关系，接着进入参数化设计阶段，用 Grasshopper

插件建立参数化模型，对一些设计参数进行约束。设计师通过调整动态模型，观察模型形态的变化，找出最佳形态后进行优化，最后完善方案的材料、色彩、工艺的选择，进入生产。该设计流程从用户分析为落脚点，以参数化设计为核心展开产品的造型设计，提高了设计效率，缩短了研发周期。参数化设计在产品造型中的设计流程见图 5。

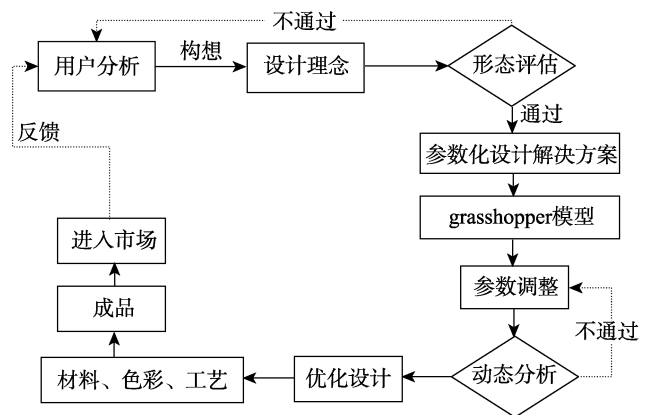


图 5 参数化设计在产品造型中的设计流程
Fig.5 The design flow of parameterized design in product modeling

3 灯具参数化设计实例

3.1 用户分析及设计理念

在对用户的问卷调查中可以发现，大家对中规中矩造型的期望值和青睐值有所下降，更多用户越来越趋向于有寓意的、创意的、个性化的造型。此次造型设计，摆脱了传统观念的束缚，把灯具造型改良为双头灯，命名为“光斑”，由两个灯组构成，上部灯组相连，寓意彼此之间多一些交流和倾听，但每个灯组的造型又存在差异，则意味着每个人要有属于自己的个性和想法。灯具表面将镂空和实体玻璃相结合，在灯光打开时，桌面会映衬出光影的形状，渲染出静谧闲适的氛围。

3.2 形态评估

参数化设计的过程中，需要投入大量的精力和时间，因此为了减少修改次数，在制作之前应将产品的结构体系进行分析和评估，确定每个命令间以及每个部分的逻辑关系。“光斑”的参数化模型分为三大部分，即 TS 锥形、Grasshopper 基本型、玻璃随机分布，由这三大部分来共同创建模型。

3.3 Grasshopper 模型

第一部分为 TS 锥形，在 Rhino 的插件 T-splines 中建立，先创建一个以原点为中心的基本型圆柱体并复制，将两个圆柱的边缘进行缩放、旋转、移动等简单的调整，最后将调整好的圆柱体进行桥接。第二部

分是将“光斑”的基本型拾取到 Grasshopper 中，在 interestect 下用 contour 运算器将模型进行等距断面线的划分，使断面线以原点为中心沿着 Z 轴的方向挤出；用 brep edges 运算器抽出边缘线并将边缘线用 dispath 上下两个方向分流，分别偏移和挤出。最后一部分玻璃的制作是整个模型的点睛之笔，要将已经挤出的竖面用 flatten 运算器拍平、发芽，subsurf 运算器沿着 U 方向将竖着的面隔开，此时的玻璃是连续的随机分布，把 list 拍平后，就得到了真正的随机分布。到此为止，运用 Grasshopper 设计平台的参数化模型建立完毕。参数化模型制作流程见图 6。

3.4 动态分析

此时“光斑”的参数化模型中有 6 个参数输入端，分别是突出的边、层数、突出的厚度、玻璃条数、随机分布、横向玻璃，为了研究方便和生产需要，将这 6 个参数输入端分成两类，一类是固定不变的参数，即突出厚度为 0.2 mm、随机分布值为 30、横向玻璃；另一类是在一定范围内可根据形态而调节的参数。

由动态过程分布图可以观察到，层数越大，层与层之间的间隔就越大；层数越小，层与层之间的间隔则越小。分割玻璃数的数值越大，玻璃被分割得越多，反之亦然。动态结果分布见图 7。

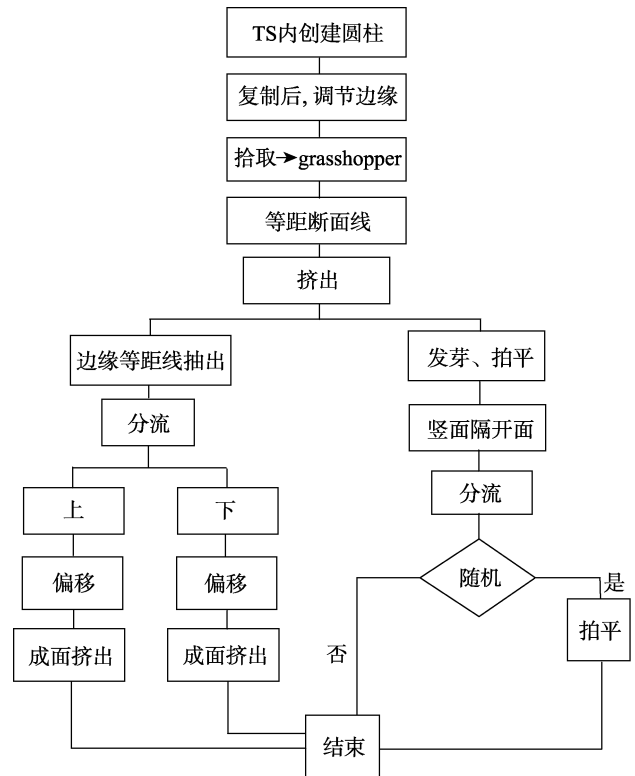


图 6 参数化模型制作流程
Fig.6 Parametric model making flow chart

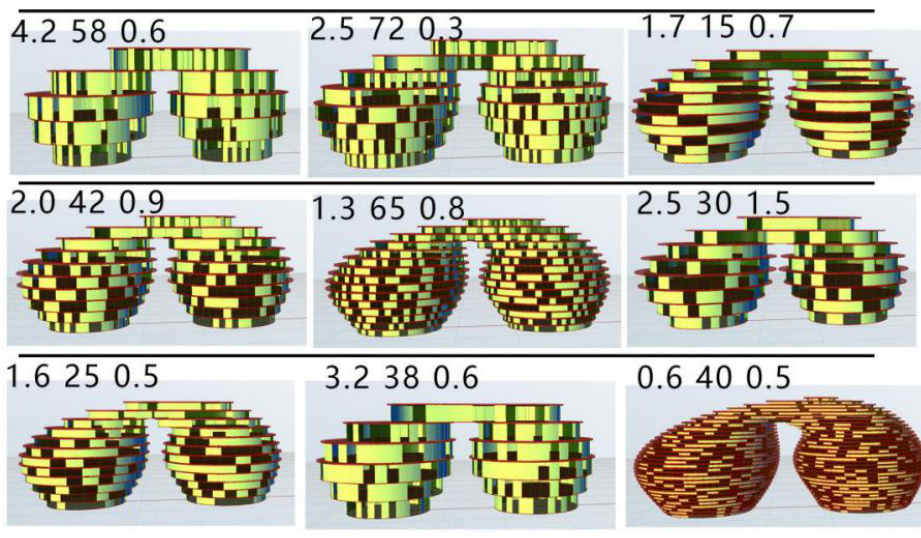


图 7 动态结果分布
Fig.7 Dynamic results distribution

3.5 材料选择和设计优化

“光斑”框架的选材上采用竹编和藤编，两种很有弹性又不缺自然风味的生态环保材料，镂空部分用少数玻璃进行填充。制作材料选择好后，下一步开始考虑实际生产和优化。优化前的“光斑”由双曲面玻璃构成，制造成本和制作难度很高。在 Grasshopper 插件中，对其进行优化，“优化”顾名思义就是加入一定的现实主观性后，依然能寻找出的最佳状态。用

deconstruct 运算器把曲面玻璃炸开，将每块玻璃的 4 个顶点按顺序排列，再用 point surface 运算器将 4 个顶点重组平面，形成单曲面玻璃，用小块的单曲面拼接成圆柱面，此时的圆柱面没有之前光滑，是切面的形态，但优化后的单曲面玻璃与之前的双曲面玻璃相比，制作成本和难度系数都有所降低，并且可以保证“光斑”的外观基本不变，制作成本问题得到完美解决。模型优化前后对比见图 8。

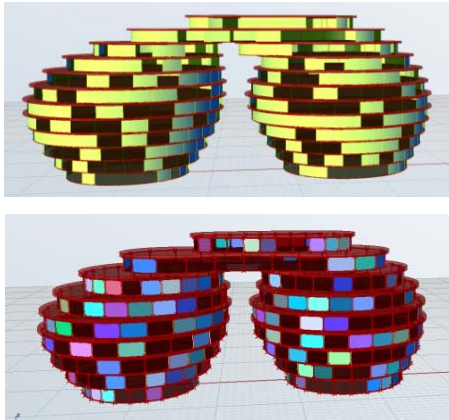


图 8 模型优化前后对比
Fig.8 Before model optimization

4 结语

首先，参数化设计的广泛运用，有助于推动现有工业设计体系的发展，有助于适应当今复杂、多变且智能的设计环境；其次，交互式的参数化动态设计过程，给设计师提供了一个精准控制平台，可根据客户需求、产品功能、人机结构等条件来约束参数范围。作为一个“后来者居上”的设计方法，参数化设计虽然在最近几年才逐渐被应用于工业设计领域，但通过此次灯具参数化的设计分析，明确了参数化设计流程和设计思维，将会在工业设计领域开辟出新的天地。

参考文献：

- [1] 戴春来. 参数化设计理论的研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2002.
DAI Chun-lai. Research on Parametric Design Theory[D]. Nanjing: Nanjing Aerospace Science, 2002.
- [2] 李悦. 参数化技术在城市家具设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2017, 38(14): 110.
LI Yue. Research on the Application of Parametric Technology in Urban Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(14): 110.
- [3] LIGHT R A, GOSSARD D C. Modification of Geometric Models Through Variational Geometry[J]. Computer Aided Designs, 1982, 14(4): 209—214.
- [4] SUUZKI H, ANDO H, KIMURA F. Geometric Constraints and Reasoning for Geometrical CAD Systems[J]. Computer & Graphics, 1990, 14(2): 225—235.
- [5] 张寒. 基于参数化设计的产品个性化定制平台设计研究——以灯具个性化定制平台设计为例[D]. 江苏: 江苏大学, 2017(6): 22.
ZHANG Han. Research on Product Customization Platform Design Based on Parametric Design: A Case Study of Lighting Customization Platform Design[D]. Jiangsu: Jiangsu University, 2017(6): 22.
- [6] 黄卓驹, 丁洁民, 毛明超. 某展览馆结构 Grasshopper 参数化设计——结构工程师[J]. 2016(2): 2.
HUANG Zhuo-jun, DING Jie-ming, MAO Ming-chao. Parameterization Design of Grasshopper Structure of an Exhibition[J]. Structural Engineer, 2016(2): 2.
- [7] 戴欣伟. 基于 Grasshopper 的参数化设计在产品中的应用探索[J]. 设计, 2016(6): 122—123.
DAI Xin-wei. Application of Grasshopper Based Parametric Design in Product Design[J]. Design, 2016(6): 122—123.
- [8] 申杰. 基于 Grasshopper 的绿色建筑技术分析应用研究[D]. 广东: 华南理工大学, 2012.
SHEN Jie. Application Research of Green Building Technology Analysis Method Based on Grasshopper[D]. Guangdong: South China University of Technology, 2012.
- [9] 冷新中, 费建伟. 2014 年中国钢结构行业大会论文集[C]. 北京: 中国钢结构协会, 2014.
LENG Xin-zhong, FEI Jian-wei. 2014 China Steel Industry Conference Proceedings[C]. Beijing: China Steel Structure Association, 2014.
- [10] 刘宗明, 赵月浩, 刘文金. 基于用户需求的食品包装扁平化设计[J]. 食品与机械, 2017(3): 101—102.
LIU Zong-ming, ZHAO Yue-hao, LIU Wen-jing. Design of Food Packaging Flattening Based on User's Needs[J]. Food and Machinery, 2017(3): 101—102.