

基于 Grasshopper 插件的公共座椅设计研究

周郑雅^{1,2}, 张仲凤^{1,2}

(1.中南林业科技大学, 长沙 410004; 2.国家林业和草原局绿色家具工程技术中心, 长沙 410004)

摘要: **目的** 在参数化迅速发展的背景下, 针对现有室内公共座椅普遍存在的数量少、位置零散、形式单一等问题, 提出参数化插件 Grasshopper 在室内公共座椅中的设计优势, 并结合实例初步论证 Grasshopper 插件在室内公共座椅设计中的可行性。**方法** 基于参数化插件 Grasshopper 的优势与室内公共座椅设计要求, 将室内空间人流动向、区位划分、产品结构、模块数量、模块形态等作为评估参数, 分别对公共座椅的放置区域、快速构建模型、模块化编码三方面进行数字图解分析。**结论** 得出利用 Grasshopper 插件设计公共座椅的新思路, 有助于改善消费者使用体验感, 提高生产与社会效益, 对于实现公共座椅数字化设计具有一定的参考价值。

关键词: Grasshopper 插件; 公共座椅; 参数化设计; 数字图解; 算法可视化

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)10-0289-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.10.042

Design of Public Seats Based on Grasshopper Plug-in

ZHOU Zheng-ya^{1,2}, ZHANG Zhong-feng^{1,2}

(1. Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China;

2. National Forestry and Grassland Green Furniture Engineering Technology Center, Changsha 410004, China)

ABSTRACT: With the rapid development of Parametric technology, in order to deal with existing problems about public seats including insufficient quantity, scattered positions, single form, the design advantages of the Parametric Technology plug-in Grasshopper on indoor public seats are proposed, and the feasibility of the Grasshopper plug-in of the design of indoor public seats is initially demonstrated during practice. Based on the advantages of the parametric technology plug-in Grasshopper and the design requirements of indoor public seats, the flow of people in the indoor space, local division, product structure, number of modules and module shape are used as evaluation parameters. The three aspects of the public seat placement area, rapid model construction, and modular coding are analyzed graphically. The new idea of using the Grasshopper plug-in to design public seats can help improve consumer experience, improve production and social benefits, and have absolute reference value for the realization of the digital design of public seats.

KEY WORDS: Grasshopper plug-in; public seats; parametric design; digital illustration; algorithm visualization

参数化设计是集哲学、数学、艺术、社会学等为一体的一种设计方法。Grasshopper 作为参数化设计中最具代表性的工具被广泛应用于建筑、汽车、家具、鞋业等领域, 它可以辅助设计师完成复杂的曲面结构与表皮设计, 并且设计过程可视化。随着数字化时代的到来, 家具产品表现出个性化、低成本、短交货周

期、高质量的需求, 家具行业也由初步工业化向工业信息化转型^[1], 诞生了众多在新技术支持下的设计方法。

1 Grasshopper 技术平台概述

Grasshopper 是在 Rhino 平台下运行的一款可视

收稿日期: 2021-01-05

基金项目: 湖南省林业科技创新计划项目 (XLK201946); 中央财政支持地方科技发展专项 (2019CT5008)

作者简介: 周郑雅 (1996—), 女, 河南人, 中南林业科技大学硕士生, 主攻产品设计。

通信作者: 张仲凤 (1975—), 女, 河南人, 博士, 中南林业科技大学教授, 主要研究方向为家具制造技术。

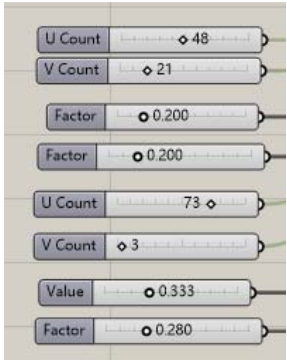


图 1 滑块
Fig.1 Sliding block

化编辑插件^[2]，有独立的运算界面与运算器，生成图形的基础是将运算器有逻辑地联系起来。每个运算器都是一个节点，充当容器或者按钮的作用，利用逻辑关系将节点连接起来，逻辑关系在编辑过程起到纽带作用。其具有逻辑可视化、图形动态化、结果可优化的特点。

Grasshopper 插件通过运算器之间的联系建立逻辑关系，不同于擅长曲面建模的软件，如 Rhino、Maya、Pro/engineer、3DMAX、Solidworks、UG 等，分别针对零件、工艺产品、模具的设计，Grasshopper 插件打破了计算机程序和脚本语音编辑工具 Rhino Script、BIM 等需要复杂的脚本编辑^[3]，将复杂编辑脚本转换成便于理解的图形运算器之间的逻辑，是设计师进行复杂形态设计时的捷径，也为公共座椅设计提供了新的途径。

Grasshopper 插件逻辑的可视化特点体现在，它将编程的基础代码转化成运算器之间的逻辑关系，将设计过程可视化、精简化。公共座椅形态多以复杂的曲面为主，而 Grasshopper 插件善于处理复杂结构，并且运算过程中的数据、逻辑都会进行统一的可视化。点、线、面、体等基础参数既可以从 Rhino 中拾取，又可在运算过程中查验运算正误。同样具有查

验数据作用的还有 Panel、Param Viewer 等常用运算器。运算器是改变数据及数据结构的基础，与上、下两级运算器互为关联，如 Flatten、Graft。

Grasshopper 插件图形的动态化离不开一个重要的工具——滑块，见图 1，图形的动态化分为图形结构动态化与图形表面肌理动态化。图形结构动态化是指通过改动滑块参数，可使整个系统形态发生改变，同时也会实时地反馈于局部^[4]，在 Grasshopper 插件中，可以简单快速地通过滑块进行可控的形态变化，这是其他参数化软件做不到的。图形表面肌理动态化是指随着数据的调整，图形结构不变，图形形态、数量能有规律地呈现出自然的表面肌理变化。通过 Grasshopper 插件调整参数，不仅使产品结构形态更加丰富，而且便于设计师观察数据结构与模型效果。

经过运算得出的图形需要反复调整数据优化方案。在 Grasshopper 插件中有多种可调节数据的工具，其中最具有代表性的是滑块，它能简单快捷地改变数据，从而实现复杂形体的调节与优化^[5]。在产品设计中，滑块可代表大小、速度、距离等单位，涉及到多级变量参数。优化的过程就是将产品参数调整到最优状态，这是 Grasshopper 插件的一大特点。

2 Grasshopper 插件应用于公共座椅设计的优势

2.1 Grasshopper 插件协助规划公共座椅的合适区域

公共座椅与公共环境有着密不可分的联系。面对室内公共座椅普遍存在的量少、零散、不适、单一等突出问题，其摆放位置要根据人流动向分析、区位分析等合理配置资源^[6]。运用 Grasshopper 插件中模拟力学插件 Kangaroo，将平面（空间）中一定数量的点与目标点（线）间建立引力、阻力、反弹力，使点向目标点（线）靠拢，模拟力学逻辑算法与动态分析见图 2。根据调查可知，大型购物中心的公共座椅集

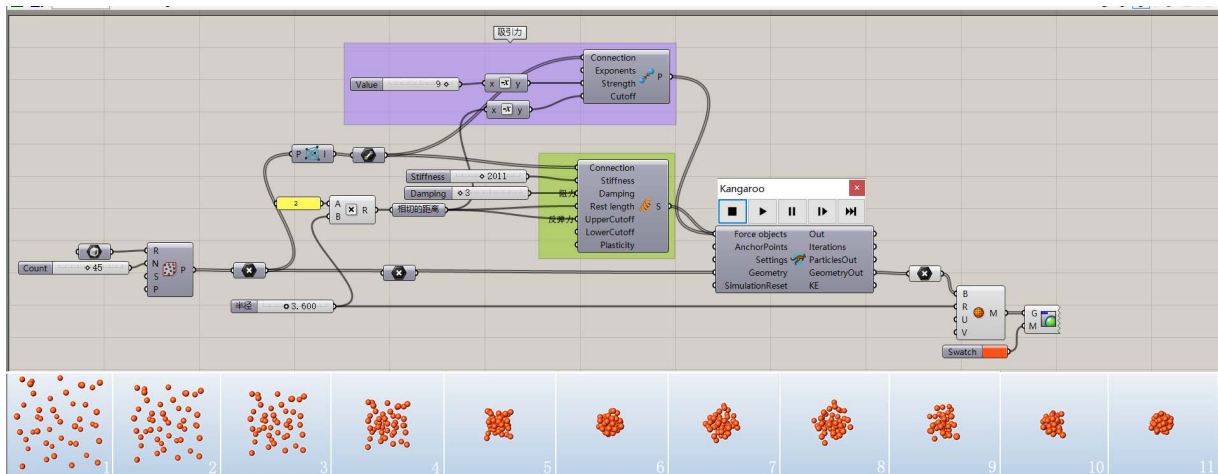


图 2 模拟力学逻辑算法与动态分析
Fig.2 Simulation of mechanical logic algorithm and dynamic analysis

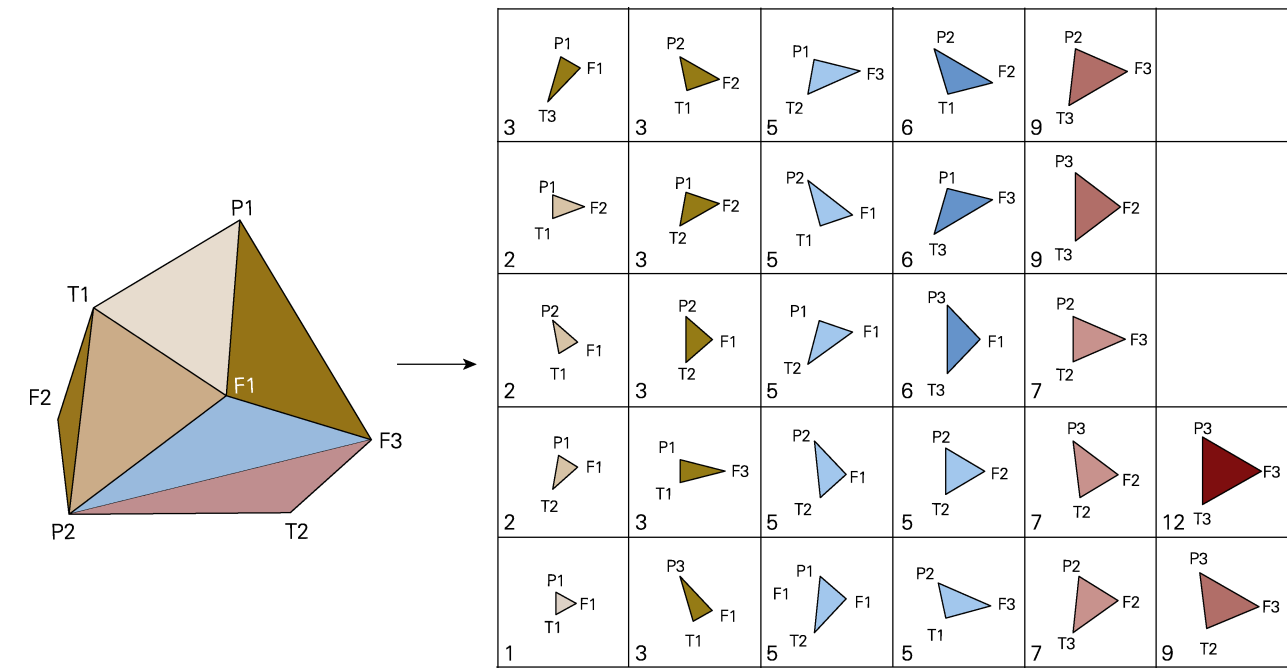


图 3 三维到二维编码分析
Fig.3 From 3D to 2D coding analysis

中放置在卫生间等候区、走廊、扶梯、中庭等人流高频区域。由此根据动线及关键节点设置力值，得到点集中聚集的区域，并将其作为可放置公共座椅的区域，在此区域内对座椅排列方式进行合理规划。

2.2 Grasshopper 插件快速构建公共座椅设计模型

大型购物中心公共座椅的普遍性、独特性使室内公共座椅设计需要更系统、更快捷的方式。室内公共座椅多以曲线形式为主，形态简约、造型独特，而 Grasshopper 插件善于对曲面造型及曲面表面肌理进行设计。设计时应在 Rhino 界面建立基础点、线、面、体，在 Grasshopper 插件界面建立可视化算法，调整参数并记录不同条件下产品动态图形，便于优化与观察。将模型通过不断调整得到最优结果，相较于传统设计方法而言更高效、省时。

2.3 Grasshopper 插件易于公共座椅模块化编码

在对工业化生产与装配提出更高要求的时代，利用数字化管控能有效减少时间与经济成本，提高经济效益与社会效益^[7]。Grasshopper 插件可以将公共座椅模块化编码，便于生产与装配，是其他参数化软件不具备的优势。通过 Grasshopper 插件设计的公共座椅，可以根据运算器在生成的曲面中得到 U、V 方向上的点、线、面及面积大小的编号，便于生产与组装。例如对一个多面体进行模块化编码，首先要根据运算器生成多面体每个角的编号，然后建立矩阵，并按照面积大小将多面体每个面展开成二维模块，再 Bake（烘焙）到 Rhino 中存档便于数控加工。三维到二维编码分析见图 3。

3 基于 Grasshopper 插件的公共座椅设计实例

3.1 Grasshopper 插件协助规划公共座椅的合适区域

以长沙市悦方 ID mall 商场为例，以“橄榄球”为设计元素，简约的造型更符合现代审美^[8]，与商场空间环境相得益彰。利用 Grasshopper 插件的特点，对座椅选位进行数字图解与可视化算法分析，建立正确的逻辑关系，通过控制参数改变产品表面结构、数量，得出最优解。

将悦方 ID mall 商场三层购物空间作为研究目标，根据人流、区位分析，通过 Kangaroo 插件得到该层可放置公共座椅区域，见图 4。根据调查，扶梯区、走廊区、卫生间等候区为公共座椅高频放置区域^[9]，将其设置为约束条件，加大该区域的吸引力，图中黄色点聚集区域为公共座椅的备放区域，根据黄色点聚集数量最终确定 6 个可安放区域。座椅的尺寸可以根据场地空间所需调整，也可根据使用者使用座椅时可能出现的交流模式，模拟出不同的排列方式^[10]，体现出人性化关怀，见图 5。

3.2 Grasshopper 插件快速构建公共座椅设计模型

“橄榄椅”造型以橄榄球为设计元素，呈轴对称形式，造型以曲线为主，见图 6。“橄榄椅”所使用的镂空木条造型增加了室内空间视觉延展性^[11]；木条间的相互交错给人带来柔和、舒适的视觉效果；木条本身的颜色、触感给使用者带来良好的体验。公共座椅的充足性、美观性、实用性可提高人们在商场内体



图 4 悦方 ID mall 商场可放置公共座椅区域
Fig.4 Public seating area in ID mall



图 5 座椅的排列方式
Fig.5 The arrangement of seats



图 6 座椅外观
Fig.6 Seat appearance

憩时的舒适度，从而增加对商场的好感与依赖，成为其潜在的顾客^[12]。

具体设计过程是在 Rhino 界面画出“橄榄椅”的轮廓曲线，按顺序将基础曲线拾取到 Grasshopper 插件中，用放样运算器进行封闭放样得到曲面，求解纵向连线需由 SDivide 对曲面进行 U、V 分解，设置参数数值连接 U、V 端，将点连线，拍平。通过 Clean Tree 去除无效数据，得到有效数据 Graft 得到新列表，Z 方向挤出得到面，再向 Y 方向挤出得到木条厚度，设置材质与颜色运算器即可，横向木条同理可得。在编辑算法的过程中，可以利用 Topmostviewport r6 观察 Rhino 界面模型实时变化，这是 Grasshopper 插件的优势之一。座椅在 Grasshopper 中的算法见图 7。

在“橄榄椅”的算法中有 6 个参数输入端口，分别为纵向曲面 U、V 数量，横向曲面 U、V 数量，纵向在向量（Z）挤出的厚度，横向在向量（-Z）挤出的厚度，纵向在向量（Y）挤出的厚度，横向在向量（X）挤出的厚度。为了研究与生产，将这 6 个参数进行级别分类，见表 1。其中 2 级、3 级参数与纵向木条在确定合适参数后为不变值，横向木条 U 方向为变量，通过调整参数使横向木条数量发生动态改变，见图 8，通过调整观察得到，当 U 的数量为 42 时，模型的状态最优。

3.3 Grasshopper 插件易于公共座椅模块化编码

“橄榄椅”运用数控加工、木材弯折等技术，能

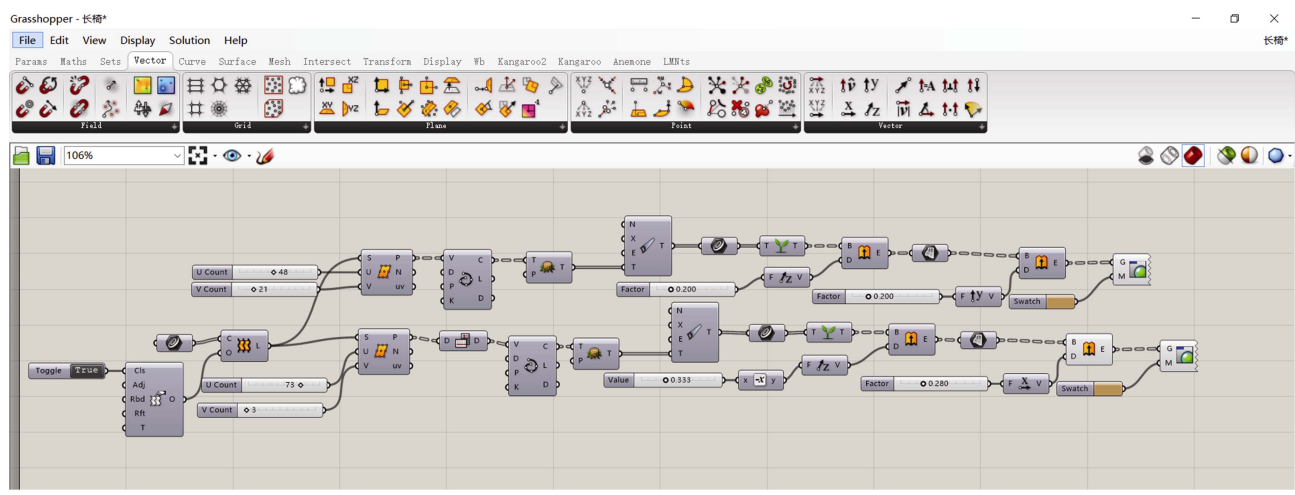


图 7 座椅在 Grasshopper 中的算法
Fig.7 The algorithm of seats in Grasshopper

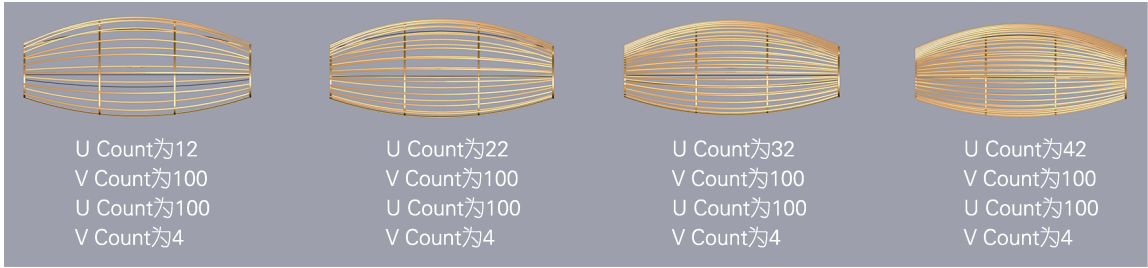


图 8 以 10 为间隔调整 U 方向木条个数分析
Fig.8 Analysis of the number of sticks with the adjustment of U direction bars at the interval of 10

表 1 “橄榄椅”主要参数分类	
Tab.1 Main parameter classification of “Olive Chair”	
参数级别	参数
1 级变量参数	纵向木条 U、V 数量、 横向木条 U、V 数量
2 级变量参数	纵向在向量（Z）挤出的厚度、 横向在向量（-Z）挤出的厚度
3 级变量参数	纵向在向量（Y）挤出的厚度、 横向在向量（X）挤出的厚度

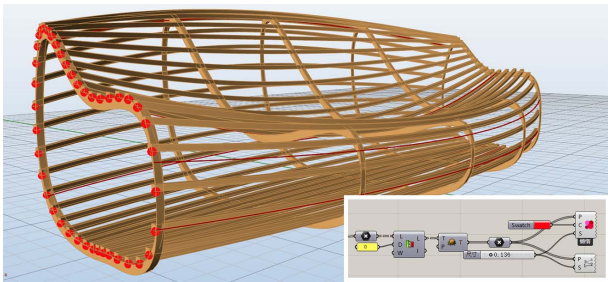


图 9 座椅模块化编码图解及算法
Fig.9 Seat modular code

保证实物的精确性、施工周期短、便于装配等优势。座椅由 42 条 30 mm×30 mm 的横向阔叶类木条与 4 条 30 mm 厚的木板组成，有良好的弯曲性能，将木条进行编号便于打孔，利用四合一连接件进行组装^[13]。在 Grasshopper 插件中编写算法，从原算法所得列表数据中筛选出第一列纵向“点”的列表数据，拍平，用点列表运算器在模型中显示出数字，圆点显示运算器控制点的颜色与大小便于观察、定位，为 CNC 数控技术更精准高效切割提供基础，利于规模化生产。座椅模块化编码图解及算法见图 9。

4 结语

现阶段，Grasshopper 插件在公共座椅设计中的应用还处于萌芽阶段，“橄榄椅”设计初步论证了 Grasshopper 插件应用于室内公共座椅设计中的可行性，为公共座椅参数化选区、建模、编码提供了可参考的思路。与传统设计方法相比，Grasshopper 插件可更快捷地设计出多种形态的此类产品，使设计过程更加理性，结果更具科学性。由 Grasshopper 插件在

公共座椅中的应用，以期能给公共座椅设计研究者带来新维度的思考。

参考文献：

[1] 熊先青, 郭伟娟, 黄琼涛, 等. 家具数字化制造质量管控技术研究[J]. 林业工程学报, 2017, 2(4): 152.
XIONG Xian-qing, GUO Wei-juan, HUANG Qiong-tao, et al. Quality Control Technology of Digital Furniture Manufacturing[J]. Journal of Forestry Engineering, 2017, 2(4): 152.

[2] 陈维奇, 苟锐. 可视化编程参数化设计在工业设计中的应用[J]. 设计艺术研究, 2019, 9(1): 70-75.
CHEN Wei-qi, GOU Rui. Visual Programming Parametric Design in Industrial Design[J]. Design Art Research, 2019, 9(1): 70-75.

[3] 刘宗明, 李羿璇. 基于 Grasshopper 插件的灯具参数化设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(18): 209-213.
LIU Zong-ming, LI Yi-xuan. Parametric Design of Luminaire Based on Grasshopper Plugin[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(18): 209-213.

[4] 靳悠, 冯博. 数字化建筑设计方法研究: 潜力与途径——以北京世东国际中心设计为例[J]. 中外建筑, 2016, 10(2): 107-109.
JIN You, FENG Bo. Digital Building Design Method: Potential and Approach: Taking Beijing Shidong International Center Design as an Example[J]. Chinese and Foreign Architecture, 2016, 10(2): 107-109.

[5] 崔丽. 基于 Grasshopper 的参数化表皮的生成研究[D]. 天津: 天津大学, 2014.
CUI Li. Generation of Parametric Skin Based on Grasshopper[D]. Tianjin: Tianjin University, 2014.

[6] 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): 110-115.
LI Yue. Application Research of Parameterization Technology in Urban Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(14): 110-115.

[7] VEREBES T. 参数化原型: 建筑学的新型计算机范式[J]. 城市环境设计, 2009, 10(3): 47-49.
VEREBES T. Parametric Prototype: a New Computer Paradigm for Architecture[J]. Urban Environment Design, 2009, 10(3): 47-49.

- [8] 李超. 城市户外公共座椅设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
LI Chao. Urban Outdoor Public Seat Design[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [9] 王强. 大型购物中心内部步行街公共空间设计探究[D]. 深圳: 深圳大学, 2013.
WANG Qiang. Design of Public Space in the Pedestrian Street Inside the Shopping Mall[D]. Shenzhen: Shenzhen University, 2013.
- [10] 贾博雅. 广州天河商圈大型购物中心公共座椅人性化设计探究[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2017, 34(4): 61-63.
JIA Bo-ya. Humanized Design of Public Seats in Guangzhou Tianhe Shopping Mall[J]. Journal of Hebei University of Engineering (Natural Science), 2017, 34(4): 61-63.
- [11] 李苒, 曲敏. 创造人性化户外公共座椅设计研究[J]. 包装工程, 2009, 30(2): 142-144.
LI Ran, QU Min. Design of Creating Humanized Outdoor Public Seats[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(2): 142-144.
- [12] 杨玲. 城市家具设计的策略、方法与实践[J]. 包装工程, 2016, 37(8): 40-43.
YANG Ling. Strategies, Methods and Practices of Urban Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(8): 40-43.
- [13] 周郑雅, 张仲凤. 参数化技术在家具设计中的应用研究[J]. 林产工业, 2020, 57(4): 33-37.
ZHOU Zheng-ya, ZHANG Zhong-feng. Study on Application of Parametric Technology in Furniture Design[J]. Forest Products Industry, 2020, 57(4): 33-37.

(上接第 288 页)

- [9] 李聪. 浅析色彩在家具设计中的运用[J]. 文艺生活旬刊, 2012(7): 78.
LI Cong. A Brief Analysis of the Application of Color in Furniture Design[J]. Xuan Literary and Art Life, 2012(7): 78.
- [10] 孙斌宾. 中国元素在家具设计中的运用[J]. 设计, 2017(9): 11.
SUN Bin-bin. Application of Chinese Elements in Furniture Design[J]. Design, 2017(9): 11.
- [11] 李超, 陈栩宏. 基于传统家具元素的现代家具设计创意模式探析[J]. 艺术教育, 2016(10): 201-202.
LI Chao, CHEN Xu-hong. Analysis of Creative Patterns of Modern Furniture Design Based on Traditional Furniture Elements[J]. Art Education, 2016(10): 201-202.
- [12] 张海洋. 浅析现代中式家具设计中传统文化元素的传承与运用[J]. 中国电子商务, 2012(21): 249.
ZHANG Hai-yang. Analysis on the Inheritance and Application of Traditional Cultural Elements in Modern Chinese Furniture Design[J]. China Electronic Commerce, 2012(21): 249.
- [13] 姚震宇. 中国现代家具设计的文化传承与创新[D]. 苏州: 苏州大学, 2006.
YAO Zhen-yu. Cultural Inheritance and Innovation of Chinese Modern Furniture Design[D]. Suzhou: Suzhou University, 2006.