

基于积极体验的参数化产品设计模型

吴春茂¹, 高天¹, 孟怡辰²

(1.东华大学, 上海 200051; 2.同济大学, 上海 200082)

摘要: **目的** 构建一种基于积极体验的参数化产品设计模型。**方法** 首先, 以文献研究为基础, 通过理论分析法, 界定积极体验与参数化产品设计概念与现状; 其次, 以积极体验为依据, 以参数化设计流程为基础, 构建基于积极体验的参数化产品设计的一般框架; 接下来, 通过设计实践法, 对该设计框架进行设计实践; 最后, 从积极界定、图像生成、参数设计与方案产出的角度, 分析并讨论设计结果。**结论** 提出了一种基于积极体验的参数化产品设计模型, 包括积极界定、图像生成、参数设计、方案产出四部分, 即通过积极界定, 提取产品背后的积极意义; 通过图像生成, 抽象积极要素并可视化肌理; 通过参数设计, 让用户参与调整产品参数; 通过 3D 打印技术产出设计结果。这有助于设计师利用该参数化产品设计框架提升用户的积极体验, 乃至主观幸福感。

关键词: 积极体验; 参数化; 产品设计; 主观幸福感

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)06-0142-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.06.020

Parametric Product Design Model Based on Positive Experience

WU Chun-mao¹, GAO Tian¹, MENG Yi-chen²

(1.Donghua University, Shanghai 200051, China; 2.Tongji University, Shanghai 200082, China)

ABSTRACT: The work aims to construct a parametric product design model based on positive experience. Firstly, based on the literature review, the design concept and current situation of positive experience and parametric product design concepts were defined by the theoretical analysis. Secondly, based on the positive experience and parametric design process, the parametric product design framework based on positive experience was built. Thirdly, the design framework was practiced by design practice method. Finally, the design results were analyzed and discussed from the perspective of positive definition, image generation, parametric design and product delivery. A parametric product design framework based on positive experience is proposed, including positive definition, image generation, parametric design and product delivery, to extract the positive meaning of product by positive definition. Through image generation, the positive elements are extracted, and the image is visualized. Users can participate in the product parameter adjustment through parametric design. Design results can be got by 3D printing technology. The model helps designers use the design framework to improve the user's positive experience and subjective well-being.

KEY WORDS: positive experience; parameterization; product design; subjective well-being

随着计算机辅助技术的发展, 参数化设计成为当下热点研究方向之一。许多学者已在数字鞋楦^[1]、公共建筑^[2]、三维服装^[3]等领域对参数化设计进行了探索。这对参数化设计的应用推广具有积极意义。然而

目前研究主要专注于技术驱动的参数化设计, 而不是从用户情感体验角度出发的参数化设计。本文试图以用户的积极体验为导向, 构建一种参数化产品设计框架, 旨在拓展参数化产品设计方法路径, 以多通道提

收稿日期: 2020-12-12

基金项目: 上海市浦江人才计划 (19PJJC003); 东华大学 2017 年度人文社会科学预研究项目 (107-10-0108027)

作者简介: 吴春茂 (1983—), 男, 山东人, 博士, 东华大学副教授, 主要研究方向为产品服务与积极体验设计。

通信作者: 孟怡辰 (1991—), 女, 山东人, 同济大学博士生, 主要研究方向为环境与人居设计。

升用户的积极体验。

1 文献研究

1.1 积极体验

积极体验中的“积极”一词来源于拉丁语“Positum”，它包括人潜在的饱含肯定、正面、促进发展的内心感受。德文“体验”(Erlebenis)是由“经历”(Erleben)一词再构造而成。人们在日常中获得的一般是经验，而体验是指用户在实践中，获得某种超越事件本身的内在、深刻的感受。积极体验则指用户在实践中获得愉悦，并促进长期发展的内在感受。积极体验源自积极心理学。1954 年，马斯洛等心理学家开始研究人性积极的方面，对现代心理学产生了深远影响。1997 年 SELIGMAN M E P 就任 APA (American Psychiatric Association) 主席时提出了“积极心理学”概念。2000 年，SELIGMAN M E P 等人在《美国心理学家》特刊中对积极心理学进行了详细介绍^[4]。

在设计学领域，DESMET P M A、HASSENZAHLM 等学者们对积极体验设计理论、方法、实践等进行了探索。DESMET P M A^[5]介绍了一个积极设计框架，包括主观幸福感的三个部分：快乐、个人意义与美德，旨在支持设计师为人们追求长期幸福而设计，并通过对日常生活中愉悦的设计来实现。HASSENZAHLM^[6]提出了以体验为中心、以快乐为目的的设计理念，认为需求是体验设计的基础，并将自主性、技能性、相关性、流行性、刺激性、安全性定义为人的内在心理需求。以上研究旨在积累知识与工具，以帮助设计师设计出满足用户多样化积极情绪的产品。RYFF C D^[7]提出了产品的六种象征意义，见表 1，这对消费者的体验产生了积极影响。积极体验设计鼓励人们充分发挥个人潜力，激励追求个人目标，并促进人们拥有道德高尚的品质，其目的在于通过创新、改良产品或服务，来积极提升人的主观幸福感^[8]。

表 1 产品的象征意义
Tab.1 Symbolic meaning of product

象征意义	描述
积极关系	象征有意义的互惠关系及有归属依附关系的产品
个人成长	象征接受过去经验或迎接新挑战，给人以成熟与成长感觉的产品
人生目标	象征给人重要目标与人生方向的产品
环境掌控	象征促进社会蓬勃发展并有助于建立个人价值观的产品
自主性	象征在思想与行动上实现自力更生的产品
自我认同	象征实现自我关怀与积极自我形象的产品

1.2 参数化产品设计

参数化设计起源于美国麻省理工学院 GOSSARD 教授提出的变量化设计思想。20 世纪 60 年代，SUTHERLAND 提出基于约束的零件设计。20 世纪 70 年代，ROBET LIGHT 和 GOSSARD 通过对参数尺寸的修改来控制模型结果。20 世纪 80 年代中期，SUZUKI 将几何推理、神经网络等人工智能技术应用于三维造型^[9]。21 世纪以来，参数化设计被大量运用于设计实践，国内的鸟巢、水立方等地标性建筑均用了此设计方法。

在参数化产品设计中，设计人员可根据用户个性化需求，将模型中的各个环节与要素量化，使之成为可以任意调整的参数，得到不同肌理、形态各异的产品。这大大减少了设计师多次建模与分析的工作量，提高了设计效率，并实现了个性化定制^[10]。参数化设计帮助设计师提出前所未有的设计可能性，但现有的参数化设计主要是以技术驱动的设计方式，尚没有学者从用户的主观心理与积极体验出发，进行参数化产品设计，也没有形成基于积极体验的参数化产品设计框架。本文将以此为切入点，探索参数化产品在提升用户积极体验设计实践中的可能性。

2 设计模型

本模型以提升用户积极体验为目标，以参数化产品设计流程为基础，结合产品的积极象征意义，提出积极方向，生成相关图像，以参数化设计软件为工具，以 3D 打印技术为实现手段，构建一个系统的参数化产品积极体验设计模型。该模型用于收集目标用户的生活信息，提炼用户的积极情绪，生成产品图像的肌理结构，让用户参与到产品参数调整过程中，最终产出设计结果。具体包括积极界定、图像生成、参数设计、方案产出 4 个部分。参数化产品积极体验设计模型见图 1。

2.1 积极界定

积极界定的流程：首先，设计人员让目标用户提供对自己有重要价值的产品或图像；其次，将用户提供的产品或图像归类于 6 项象征意义中，以确定图像、产品背后的象征意义；最后，在象征意义的基础上，进一步明确产品/图像背后的积极设计方向。学者 CASAIS^[11]等人对应积极关系、个人成长、人生目标、环境掌控、自主性、自我认同 6 项象征意义，通过产品实证分析，提出用于概念化产品的 16 种方向卡片，内容包括：积极关系（支持有意义关系、体现群体特征）、个人成长（支持个人积极发展、体现个人成长、从过去经验中成长、增强记忆）、人生目标（鼓励积极改变、提供一种控制感、跟踪进度）、环境掌控（支持多感官交流、提供环境促进有意义互动）、自主性（美化、正念设计、转移用户注意力）

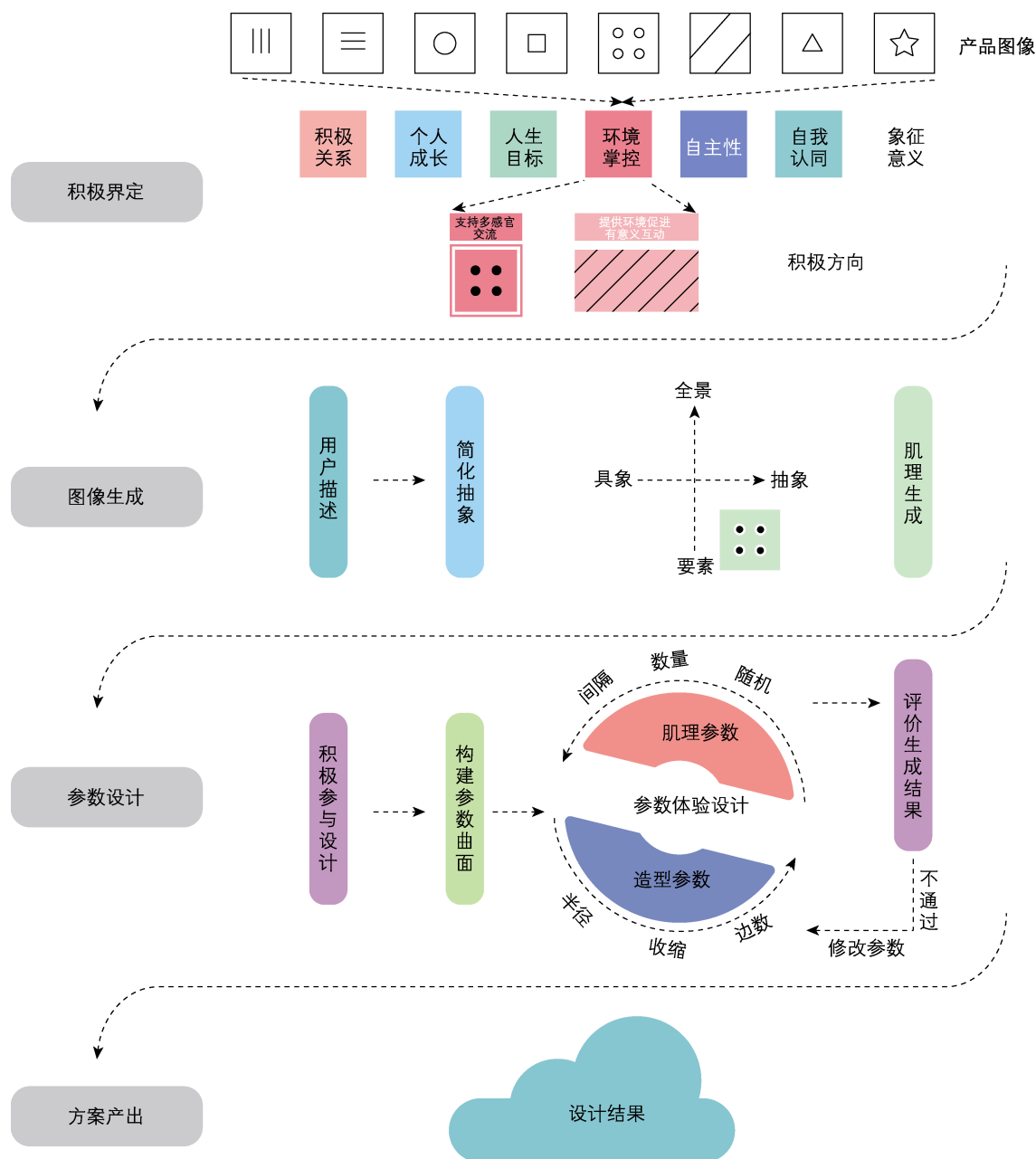


图 1 参数化产品积极体验设计模型

Fig.1 Positive experience design model of parametric product

与自我认同（允许共享转型、允许自我表现）。根据 16 种设计方向制作了 16 张积极意义卡片，用于分析解释用户提供的产品、图像，旨在帮助相关人员更容易地理解 6 项象征意义，并筛选出积极设计方向。设计师可以根据此分类结果掌握产品与个人之间的关联性，以该框架为依据，促进积极图像生成。积极意义设计方向卡片见图 2。

2.2 图像生成

依据 GIOIA 方法学^[12]将图像生成的过程分为了 3 个步骤。第一，用户描述，即通过访谈的方式，根据象征意义中的积极方向，将用户带入特定情感体验中，引导用户详细描述积极的故事、经历、价值观等。

设计师通过引导用户分享他们产品图像中的故事与对未来的期望，了解用户对各种体验及物理特性的感受，以及相关者认为重要的因素，如：产品或图像的颜色、肌理、材质等。第二，简化抽象，设计研究人员基于用户的积极故事，提炼出重要的体验及物理载体，将用户故事语言提炼成为基本设计图形。第三，肌理生成，与用户情感体验相结合，通过设计将抽象的基本图形单元转化为具体的产品及肌理，将象征意义的设计方向与造型肌理进行整合。并给用户具象的要素、抽象的要素、具象的全景、抽象的全景 4 项参考矩阵，供用户根据偏好塑造最终肌理造型的生成结果，从视觉感知上让用户产生积极联想，并带来积极体验。



图 2 积极意义设计方向卡片

Fig.2 Positive meaning design direction cards

2.3 参数设计

参数设计是在积极界定与图像生成的基础上, 根据参数化产品设计一般流程, 运用 Grasshopper 软件, 将复杂的模型快速呈现出来并易于参数化修改。参数化产品设计流程分为 5 个步骤: 首先, 用户从造型曲面库与色彩构成库中选择基本造型与色彩偏好; 其次, 设计师运用设计软件构建基本参数曲面; 第三, 用户从半径、收缩、边数 3 个维度参与调整造型参数; 第四, 用户从间隔、数量、随机 3 个维度体验调整肌理参数; 最后, 设计师与用户协同设计生成参数化模型结果并评价。其中, 积极参与设计、调整造型参数、调整肌理参数与结果评价部分由用户参与协同。用户可根据个人喜好, 分别对造型、色彩与肌理输入端的设计参数进行更改, 并实时评价设计, 直至产出满意结果。本阶段, 用户能参与参数化产品设计过程, 提升其积极体验。参数化产品设计流程见图 3。

2.4 方案产出

参数化设计完成后, 运用 3D 打印技术将设计方案打印出来。经表面处理, 将最终设计方案呈现给目标用户并获得反馈。通过用户描述该参数化产品给其的积极体验, 验证设计方案的有效性。

通过 3 个维度体现积极体验与参数化设计相关性: 研究过程, 积极界定、图像生成参数化设计方向; 设计过程, 积极参与协同设计贯穿参数化设计全过程; 设计结果, 用户通过体验参数化产品产生积极联想。此设计模型可通过积极界定提取用户的积极设计体验点; 通过图像生成将原本物件图像中的象征意义移情至新的图像肌理中; 通过参数设计让用户参与设计过程; 同时将生成的二维图像转换成三维产品, 引

发用户生活叙事中的广泛联想, 强化产品与用户之间的依附关系。本模型从积极体验点界定、图像生成视觉感知、协同参数化设计、结果积极反馈多角度提升用户积极体验。

3 设计实践

3.1 设计背景

作者研究团队以如何通过参数化手段提升用户积极体验为主题, 举办了多次设计工作坊, 通过实践探讨了该设计方法可行性, 并产生了一系列设计成果。基于积极体验的参数化产品设计实践案例(部分)见表 2, 其中包括参数化灯笼、参数化笔筒、参数化洁面仪、参数化解压凳。本文以参数化笔筒为例, 详细描述基于积极体验的参数化设计方法。

3.2 设计主题

以一位小朋友为目标对象, 其摄影作品曾获得比赛冠军, 同时她热爱绘画, 但不喜欢收拾工具。本案例运用参数化产品积极体验设计框架, 根据象征意义, 结合积极故事, 通过参数设计, 生成了一款参数化笔筒。

3.3 设计过程

设计过程包括 3 个步骤: (1) 积极界定部分, 由访谈开始, 设计师首先邀请小朋友分享生活中对其影响深刻的物件或时刻(摄影、绘画、踢球、游戏等), 然后由设计师将图片归类到产品象征意义项(个人成长), 并通过进一步问询影响小朋友最深刻的时刻来界定积极设计方向(增强记忆); (2) 图像生成部分, 由设计师让小朋友分享美好时刻背后的故事(冠军时

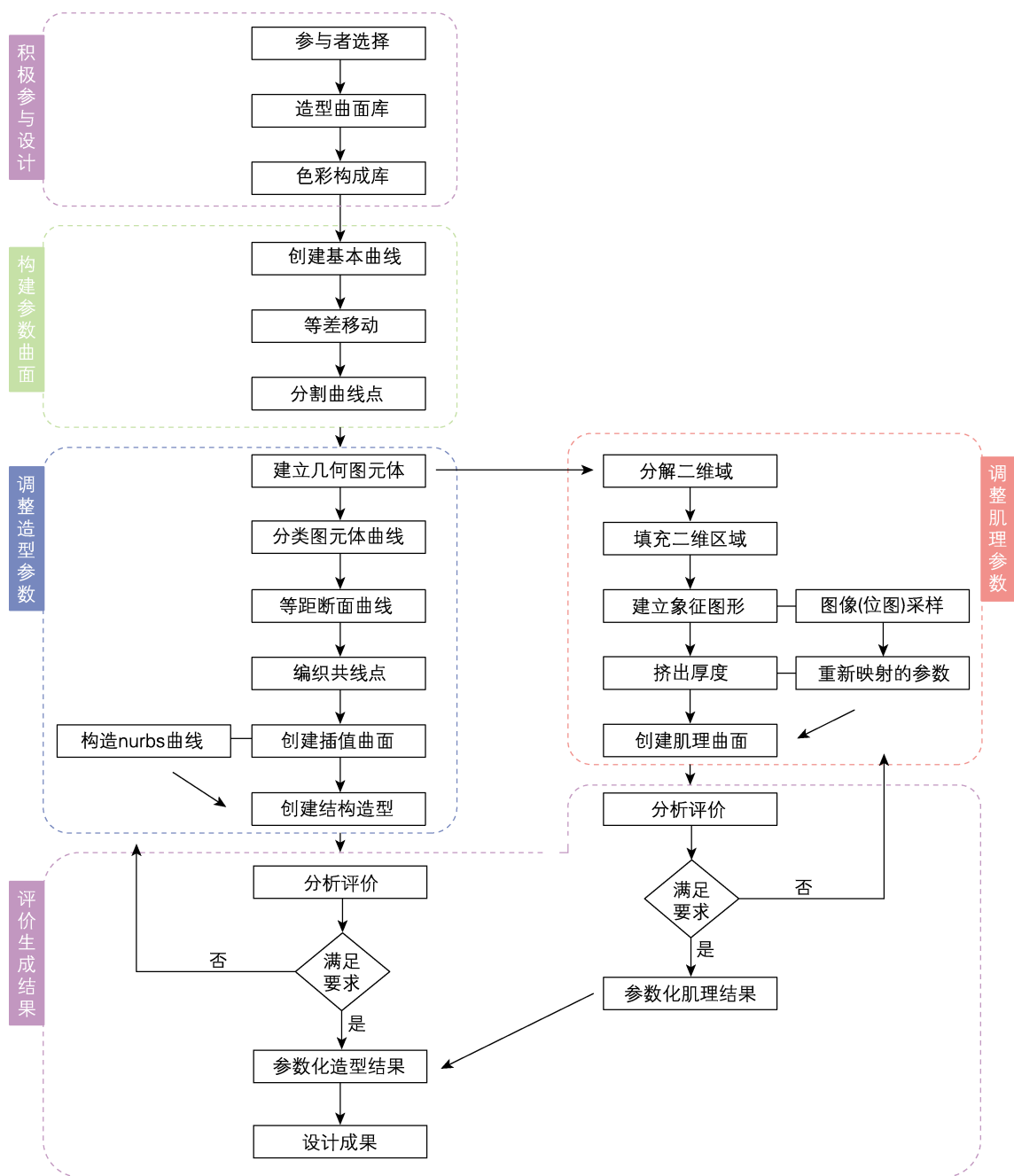


图3 参数化产品设计流程

Fig.3 Parametric product design process

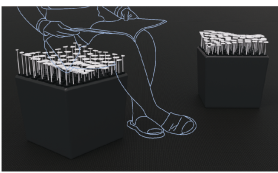
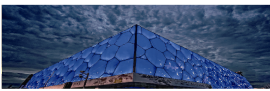
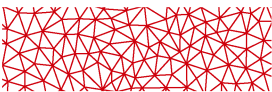
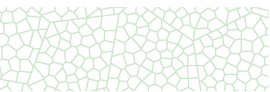
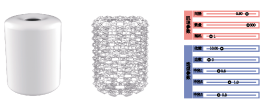
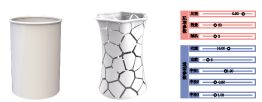
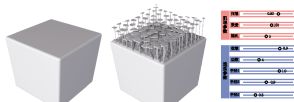
刻),然后将故事提炼成设计要素,并进一步生成设计图形(泰森多边形);(3)参数设计部分,由设计师基于小朋友的需求(收纳笔筒),让小朋友从造型曲面库和色彩构成库中选择形状和颜色,小朋友选择了圆柱形的白色,然后由设计师通过软件构建了一款笔筒基本曲面模型,并邀请小朋友参与调整造型参数与肌理参数。通过进一步自我评价设计结果,增加满意度;通过协同设计的方式,增加目标用户对参数化设计过程的积极体验。动态结果分布见图4。

3.4 设计结果

BUBBLES 笔筒效果与使用情景见图5,这是一

款有助于小朋友收纳的笔筒。该设计以目标对象“个人成长”象征意义中的“增强记忆”为积极体验点;抽象提取目标用户获得比赛冠军的摄影作品《水立方》的肌理,以其生成的泰森多边形为图像。在视觉上,给用户积极感知;在产品功能上,笔筒的设计有助于小朋友养成收纳的习惯;产品造型上,包含了用户过去参加比赛的难忘记忆,再现了作者获奖时的美好时刻;在情感上,激发了作为冠军的自信心与自豪感,激励了成长。参数化作品打印完成后,询问小朋友对产品的主观感受。他第一眼就联想到了获奖摄影作品,并爱不释手。

表 2 基于积极体验的参数化产品设计实践案例（部分）
Tab.2 Parametric product design case based on positive design (partial)

案例名称	参数化灯笼	参数化笔筒	参数化洁面仪	参数化解压凳
案例设计				
案例描述	一款为提升老人积极体验而设计的参数化灯笼。在视觉上，以局部网格重复编织的参数设计方法以呈现肌理、色彩的美感，在情感上满足参与者期待为传统文化贡献更多价值的愿望，延续习俗同时，也连接老人与社会发展，提升目标用户的文化自信。	一款提升儿童积极体验的参数化笔筒。从目标用户的冠军作品《水立方》中生成泰森多边形图像，在视觉上给予用户积极感知。作品包含了用户对过去比赛的难忘记忆，在情感上再现作者获奖时的美好时刻，激发了儿童自信心。	一款提升青年女性积极体验的参数化洁面仪。将植物的花朵生长方式，通过参数化设计的方法融入至洁面仪刷毛中，以实现人与自然的亲密接触。通过调整刷毛粗细与长短等多种形态，可以清洁难以清理的区域，在自然柔软的体验中，唤醒活力美肌。	一款为IT职业的用户设计的参数化解压凳。在视觉上以参数化肌理串联的形式，构成根据人体曲线层层起伏的按摩结构，以回弹反馈方式增强用户触觉感知，消除疲劳、解压释压。在情感层面，以互动作为媒介，使用户对产品建立联系，提升用户的积极体验。
积极界定	通过老人的分享，设计人员将灯笼作品界定至“积极关系”象征意义，以“支持有意义关系”为设计体验点。 	让儿童分享生活中积极时刻，并将摄影作品归类到“个人成长”象征意义，通过“增强记忆”界定积极设计方向。 	通过目标女性的愿景描述，设计人员将盆栽植物归类至“自我认同”象征意义，通过“允许共享转型”为设计体验点。 	通过参与者的分享，设计人员将圆凳产品归类至“环境掌控”象征意义，通过“提供环境促进有意义互动”界定积极设计方向。 
图像生成	根据老人分享的灯笼作品，将其转化为德劳内网格肌理，以创新性设计支持老人提升文化自信。 	根据小朋友分享的摄影作品，将其提炼成设计要素，并生成设计图形—泰森多边形，以增强记忆。 	基于目标女性的分享，将自然要素转化成动态的斐波那契额数列，实现“允许共享转型”。 	通过引导用户描述积极故事，从而提炼为伞架结构、不规则形体等，以促进有意义互动。 
参数设计	老人从数据库中选择造型与曲面，构建灯笼圆柱模型与肌理曲面，并让老人参与调整了肌理参数的数量与间隔等。 	儿童从数据库中选择造型与曲面，结合生成的图形，构建笔筒圆柱曲面与肌理模型，并让小朋友参与调整造型、肌理等参数。 	用户从数据库选择了造型与曲面，构建椭圆曲面与肌理模型。随后，用户参与调整了斐波那契数列的疏密、形态等参数。 	用户从数据库中选择造型与曲面，并调整了相应造型参数，随后，用户调整了伞架结构的对比、收缩等，最后，通过软件合成参数设计成果。 

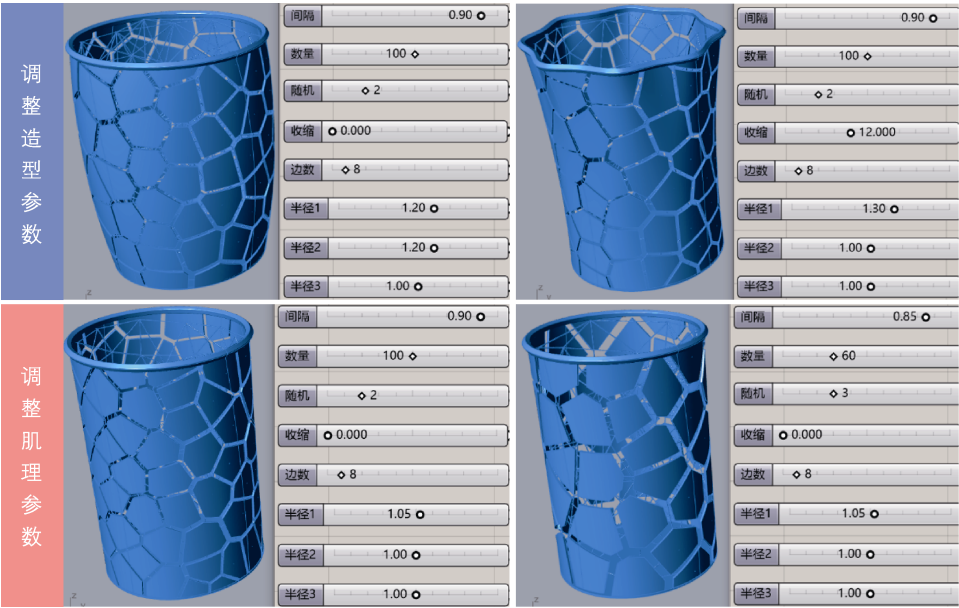


图 4 动态结果分布
Fig.4 Dynamic result distribution



图 5 BUBBLES 笔筒效果与使用情景
Fig.5 BUBBLES brush pot and scenario

4 分析与讨论

4.1 积极界定

参数化笔筒积极体验设计模型见图 6。首先目标用户分享了生活中的难忘时刻，包括摄影、踢球、玩耍、绘画等。通过分析，以上时刻均与“个人成长”相关，个人成长象征着“接受过去经验或迎接新挑战，给人以成熟与成长感觉的产品或行为”。个人成长包括 4 个积极设计方向：“积极个人发展”、“体现个人

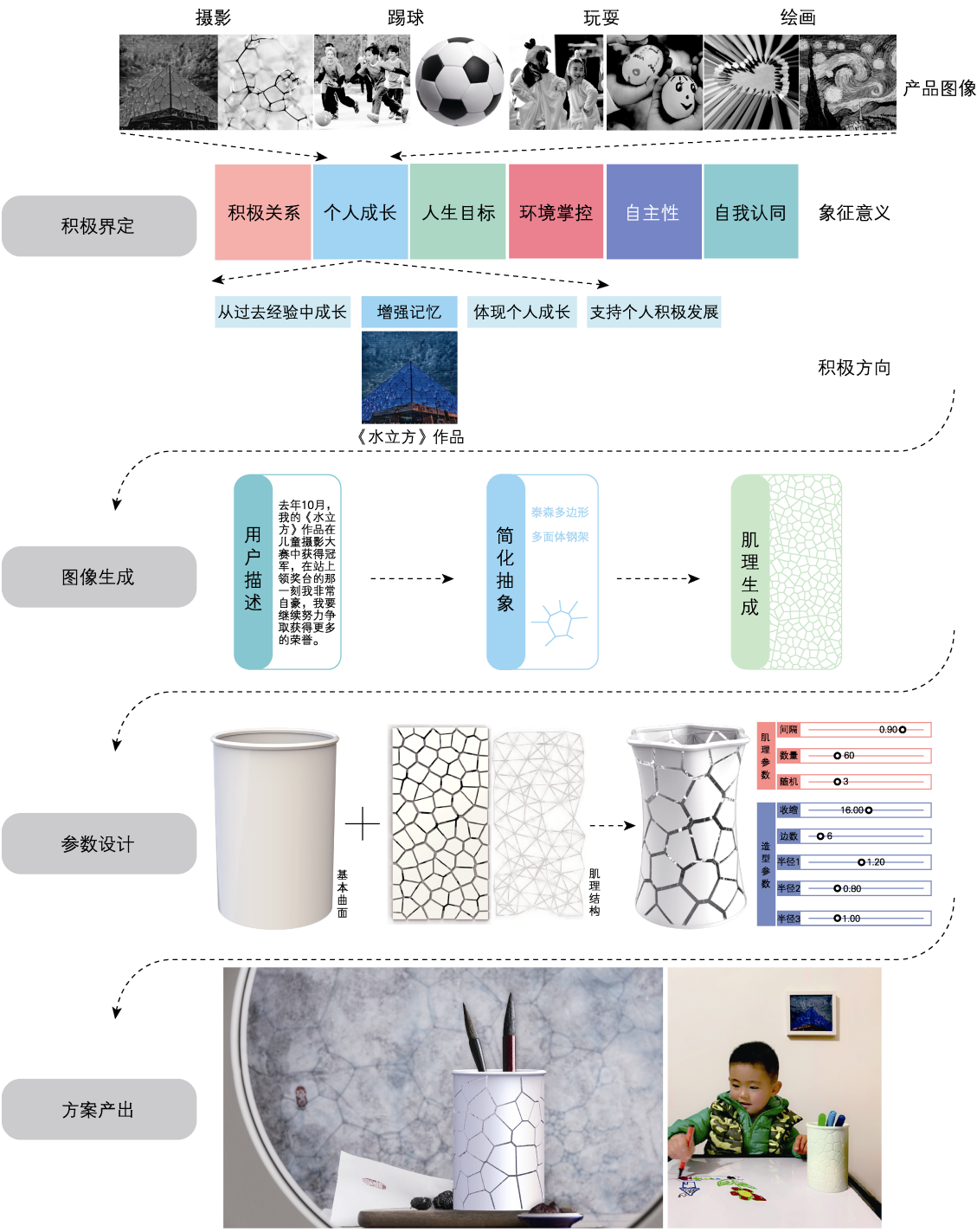


图 6 参数化笔筒积极体验设计模型
Fig.6 Positive experience design model of parametric brush pot

成长”、“从过去经验中成长”、“增强记忆”。本案例中影响小朋友最深的时刻是“摄影比赛获得冠军”，设计师提取了“增强记忆”作为积极设计方向，因此，在接下来的图像生成中，通过再现摄影比赛冠军时刻，以视觉感知的方式增加目标用户的美好记忆，增加积极体验，激励健康成长。通过生活中的物品让用户产生有意义的联想，进而得出设计方向的路径，该路径与 ORTH D 等人^[13]的研究具有一致性。

4.2 图像生成

设计师基于“增强记忆”设计方向，引导用户描述获奖作品的背后故事、美好时刻，如获奖时间、奖项名称、获奖感受、未来期望等。整理用户描述的内容：“去年 10 月，我的《水立方》作品在儿童摄影大赛中获得冠军，在站上领奖台的那一刻我非常自豪，我要继续努力争取获得更多荣誉。”通过分析、提炼目标用户描述中的核心语汇图形，将其简化抽象为泰森多边形、多面体钢架结构等可视化信息。通过计算机生成参数化图像肌理，使用户通过图形就能联想到获得冠军的美好时刻，给予积极的视觉感知，达到“增强记忆”的目的。通过从用户故事描述中提取关键信息，以及生成设计概念的方式验证了吴春茂等人^[14]提出的积极体验概念设计画布的可行性，这也与 GIOIA D A 提出的方法步骤具有一致性。

4.3 参数设计

结合目标用户不喜欢收纳的现实困境，在与用户沟通的基础上，设计师通过笔筒设计，以期解决以上功能困境。首先，让用户选择造型曲面库与色彩构成库，并将生成的肌理图像作为前期模型设计基础。在设计师优化基本曲面与肌理结构后，为参数化笔筒模型设置了多个参数输入端，分别包括造型部分的收缩、半径、边数，以及肌理部分的随机、数量、间隔。基于加工制作、设计美感的需求，设计师对该产品的部分参数设定了固定值与阈值，包括将产品厚度设定为 3 mm，使封边横截面保持水平，让肌理形态参数在一定范围内调整。然后，设计师邀请用户参与调整肌理参数与造型参数，增加用户参数设计的互动积极体验。同时，将二维积极图形转化为三维产品，使用户对产品建立情感依附关系。通过用户协同参数化设计的方式，将产品的积极象征意义融入参数化图像肌理中的设计方法，对学者 BANIHASHEMI S 等人^[15]提出的参数化设计方法，从设计过程与积极体验的角度均进行了有意义的补充。

4.4 方案产出

参数化设计完成后，设计师通过 3D 打印技术快速制作了实体参数化笔筒。将参数化笔筒送到小朋友手中时，他非常喜欢并愉快地使用了起来。分析原因是泰森多边形肌理使其产生了积极联想，并增强了其

获奖时刻的积极记忆，有利于个人成长。这验证了 ORTH D 等人^[13]提出的积极联想可增强人与产品依附关系的观点。用户参与产品造型、色彩、肌理设计生成的参数化笔筒，给用户带来了情理之中、意料之外的惊喜感。这也证明了基于积极体验的参数化设计不但可以创造更多可能性，而且可以提升用户的主观幸福感。

5 结语

本文的研究创新点包括：（1）在理论层面，基于积极体验设计方法与参数化产品设计流程，提出了一种参数化产品积极体验设计框架，即通过积极界定、图像生成、参数设计、方案产出，实现了界定目标用户积极体验点、生成积极视觉图像、协同参与参数化设计过程，以及设计结果提升用户的积极体验的目的；（2）在实践层面，通过 4 个设计案例验证了积极体验参数化产品设计模型，并以参数化笔筒设计为例，讨论了设计模型的有效性。其研究局限性体现在：本文并未基于企业实践课题，对积极体验与参数化设计相互影响机制模型进行跨维度、多途径、系统性的设计验证。

后续研究可在本文基础上，从积极界定、图像生成、参数设计、方案产出等多角度进行深层次、精细化探索与实践，以贡献积极体验与参数化设计相关知识。

参考文献:

- [1] 何恕预, 刘斌. 特征尺寸驱动的鞋楦参数化设计[J]. 机械工程学报, 2017, 53(21): 118-127.
HE Shu-yu, LIU Bin. Parametric Design of Shoe Last Based on Feature Size[J]. Journal of Mechanical Engineer, 2017, 53(21): 118-127.
- [2] 姜峰. 参数化设计在公共建筑中的应用[J]. 装饰, 2019(6): 110-113.
JIANG Feng. The Applied Practice of Parametric Design in Public Buildings[J]. Zhuangshi, 2019(6): 110-113.
- [3] 陈龙, 王进, 陆国栋. 三维服装参数化设计技术[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2011, 23(9): 1504-1511.
CHEN Long, WANG Jin, LU Guo-dong. 3D Garment Design with Parameterization Methods[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2011, 23(9): 1504-1511.
- [4] SELIGMAN M E P, CSIKSZENTMIHALYI M. Positive Psychology: An Introduction[J]. American Psychologist, 2000, 55(1): 5-14.
- [5] DESMET P M A, POHLMAYER A E. Positive Design: an Introduction to Design for Subjective Well-being[J]. International Journal of Design, 2013, 7(3): 5-19.
- [6] HASSENZAH M, ECKOLDT K, DIFENBACH S, et al. Designing Moments of Meaning and Pleasure.

- Experience Design and Happiness[J]. International Journal of Design, 2013, 7(3): 21-31.
- [7] RYFF C D. Beyond Ponce de Leon: New Directions in Quest of Successful Ageing[J]. International Journal of Behavioral Development, 1989, 12(1): 35-55.
- [8] 吴春茂, 韦伟, 李沛. 提升主观幸福感的积极设计模型研究[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 29-33.
WU Chun-mao, WEI Wei, LI Pei. Positive Design Model for Improving Subjective Well-being[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 29-33.
- [9] 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 Lamps Based on Grasshopper Plug-in[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(18): 209-213.
- [10] 王珂, 刘扬. 参数化设计与 3D 打印的协同发展研究[J]. 包装工程, 2017, 38(16): 147-151.
WANG Ke, LIU Yang. Synergistic Development of Parametric Design and 3D Printing[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(16): 147-151.
- [11] CASAIS M, MUGGE R, DESMET P. Objects with Symbolic Meaning: 16 Directions to Inspire Design for Well-being[J]. Design Research, 2018, 16(3/4): 247-281.
- [12] GIOIA D A, CORLEY K G, HAMILTON A L. Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology[J]. Organizational Research Methods, 2012, 16(1): 15-31.
- [13] ORTH D, THURGOOD C, HOVEN E V D. Designing Objects with Meaningful Associations[J]. International Journal of Design, 2018, 12(2): 91-104.
- [14] 吴春茂, 张笑男, 吴翔. 基于积极体验的概念设计画布构建[J]. 包装工程, 2020, 41(16): 76-82.
WU Chun-mao, ZHANG Xiao-nan, WU Xiang. Canvas Construction of Conceptual Design Based on the Positive Experience[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(16): 76-82.
- [15] BANIHASHEMI S, TABADKANI A, HOSSEINI M R. Integration of Parametric Design into Modular Coordination: aConstruction Waste Reduction Workflow[J]. Automation in Construction, 2018, 88(4): 1-12.

(上接第 82 页)

- [7] 刘金磊. 人与产品亲密情感研究[D]. 上海: 复旦大学, 2014.
LIU Jin-lei. Investigating the Relationship between Human and Their Personal Technical Products[D]. Shanghai: Fudan University, 2014.
- [8] KIM Y M, KWON D S. A Fuzzy Intimacy Space Model to Develop Human-robot Affective Relationship[C]. Kobe: World Automation Congress (WAC), 2010.
- [9] 王向峰. 论艺术的审美意象创造[J]. 辽宁大学学报(哲学社会科学版), 2019, 47(1): 137-144.
WANG Xiang-feng. On the Creation of Aesthetic Imagery in Art[J]. Journal of Liaoning University (Philosophy and Social Sciences), 2019, 47(1): 137-144.
- [10] 杜娟, 郑枫. 感性意象设计的方法及应用研究进展[J]. 机械设计, 2019, 36(3): 124-128.
DU Juan, ZHENG Feng. Research Progress of Kansei Image Design Method and Application[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(3): 124-128.
- [11] 谭征宇, 戴维, 谭浩. 基于意象的三维手势设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(4): 61-65.
TAN Zheng-yu, DAI Wei, TAN Hao. Three-dimensional Gesture Design Based on Imagery[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(4): 61-65.
- [12] 尹彦青, 赵丹华, 赵江洪. 汽车内饰设计中的品牌调性研究[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 102-108.
- YIN Yan-qing, ZHAO Dan-hua, ZHAO Jiang-hong. Perceptual Model of Automobile Interior Quality[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 102-108.
- [13] 刘霁虹, 支锦亦, 支宇. 产品设计中基于思维自适应模型的用户认知研究[J]. 机械设计, 2018, 35(2): 115-118.
LIU Ji-hong, ZHI Jin-yi, ZHI Yu. User Cognition Study Based on Self-adaptive Thinking Model in the Product Design[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(2): 115-118.
- [14] 许承萍. 中国儿童和青少年(3-18 岁)情绪词库及发展常模的建立[D]. 南京: 东南大学, 2014.
XU Cheng-ping. Emotion Word Comprehension from 3 to 18 years old: a Developmental Survey of Chinese[D]. Nanjing: Dongnan University, 2014.
- [15] PEARL C. 语音用户界面设计: 对话式体验设计原则[M]. 王一行, 译. 北京: 电子工业出版社, 2018.
PEARL C. Designing Voice User Interfaces: Principles of Conversational Experiences[M]. WANG Yi-xing, Translate. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2018.
- [16] 刘扬, 林子, 康司辰. 汉语的语素概念提取与语义构词分析[J]. 中文信息学报, 2018, 32(2): 12-21.
LIU Yang, LIN Zi, KANG Si-chen. Towards a Description of Chinese Morphemic Concepts and Semantic Word-formation[J]. Journal of Chinese Information Processing, 2018, 32(2): 12-21.