

5G 时代背景下艺术品交易 APP 的用户体验提升路径研究

魏惠兰¹, 管顺丰², 赵宸², 张雪晖³, 张怡晶¹

(1.湖北工业大学 工业设计学院, 武汉 430014; 2.武汉理工大学 艺术与设计学院, 武汉 430014; 3.格拉斯哥大学 亚当斯密商学院, 格拉斯哥 G12 8QQ)

摘要: **目的** 2013 年至今, 艺术品交易 APP 的数量迅速增长, 但整体发展极不平衡, 5G 技术的发展为用户体验的提升提供了良好的契机。厘清艺术品交易 APP 的用户痛点与用户需求, 基于 5G 时代背景挖掘提升用户体验的机会点, 对艺术品交易 APP 的良性发展有着重要的理论与现实意义。**方法** 综合运用文献研究法、网络调查法、深度访谈法, 基于用户体验满意度调研与深度访谈的综合结果, 归纳总结出提升艺术品交易 APP 用户体验的机会点、策略与方向。**结论** 艺术品交易 APP 用户在功能体验、环境体验与情感体验等方面都存在尚未满足的需求, 设计者应秉承高效率、情感化、个性化的优化设计策略, 为用户提供简单高效的功能操作、个性化的界面与服务、智能化的人机交互, 并不断对艺术品交易 APP 进行优化设计, 从而提升其用户体验。

关键词: 5G 时代; 艺术品交易 APP; 用户体验; 用户痛点; 优化设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)12-0359-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.12.045

User Experience Improvement Path of Art Trading APP in the 5G Era

WEI Hui-lan¹, GUAN Shun-feng², ZHAO Chen², ZHANG Xue-hui³, ZHANG Yi-jing¹

(1.School of Industrial Design, Hubei University of Technology, Wuhan 430014, China;

2.School of Art and Design, Wuhan University of Technology, Wuhan 430014, China;

3.Adam Smith Business School, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ, England)

ABSTRACT: Since 2013, the number of art trading apps has grown rapidly, but the overall development is extremely uneven. The development of 5G technology provides a good opportunity for the improvement of its user experience. The paper aims to clarify the pain points and user needs of art trading app and explore the opportunities to improve user experience based on the background of 5G era, which is of great theoretical and practical significance for the benign development of art trading app. Based on the comprehensive results of customer satisfaction survey and in-depth interview, the opportunity points, strategies and directions of improving the user experience of art trading app are summarized by literature research, network investigation and in-depth interview. Art trading app users have unsatisfied needs in function experience, environment experience and emotional experience. Designers should adhere to the optimization design strategy of high efficiency, emotionalization and personalization to provide users with simple and efficient function operation, personalized interface and service, and intelligent human-computer interaction, so as to continuously optimize the design of art trading app and put forward suggestions.

KEY WORDS: 5G era; art trading APP; user experience; user pain point; optimum design

《Hiscox 艺术品网上交易报告》显示, 2019 年艺术品在线交易额达到了 48 亿美元, 相较于 2013 年的

15 亿美元, 增幅达到了 219%。随着 5G 网络时代的到来, 艺术品交易 APP 的数量与艺术品线上交易的

收稿日期: 2022-01-24

基金项目: 湖北工业大学博士科研启动基金项目 (BSQD2020070); 湖北省社科基金 (2021300); 湖北省教育厅青年人才科研项目 (Q20211412); 武汉市社科联课题 (WHSKL2021140)

作者简介: 魏惠兰 (1990—), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为产品设计、设计管理。

金额都将持续增长,然而,艺术品交易 APP 持续发展的表象下仍掩藏着一些突出的问题,如作品展示形式单一、缺乏直观立体性^[1],呈现出多、散、杂的发展态势等^[2],这些问题与艺术品交易 APP 的用户体验密切相关。

目前,学术界对艺术品交易 APP 的研究成果主要集中在经营模式、软件开发环境与工具等方面,鲜有基于 5G 技术革新、用户体验与用户需求提出的艺术品交易 APP 优化设计的理论成果。在 5G 网络与体验经济的双重时代背景下,关注用户需求,以提升用户体验为核心目标,不断对平台进行优化设计,是艺术品交易 APP 获得持久的用户忠诚度与经济效益的必要条件。

1 艺术品交易 APP 的发展模式及发展契机

1.1 艺术品交易 APP 的定义与类型

艺术品交易 APP 指通过第三方交易平台实现艺术品网上交易的应用程序,主要存在于手机、平板电脑等移动设备之中,是艺术品电商交易的重要渠道之一,由艺术品交易网站发展而来。国内首个移动在线艺术品交易 APP——“翰墨千秋”诞生于 2013 年,2014 年“翰墨千秋”推出了在线拍卖业务,成为国内首个支持在线拍卖业务的艺术品交易 APP^[3]。

从运行模式来看,目前的艺术品交易 APP 主要分为 3 类:一是交易主导型,即以营利为主要目的,如“Hihey 艺术网”;二是文化主导型,即以文化艺术传承与保护为主要目的、艺术品交易为次要功能,以“绝艺”为代表;三是传播主导型,即以艺术品信息展示、艺术家推广为主要目的,艺术品交易作为附属功能存在,以“艺术狗”为典型。

1.2 艺术品交易 APP 的现状特征

笔者依据网络调研与分析结果,将艺术品交易 APP 目前的发展特征总结为交易模式多样化、生命周期短、界面设计共性化,这些不仅是 APP 用户体验的重要决定因素,也是挖掘优化设计机会点、提升用户体验的突破点。

艺术品交易 APP 的在线交易模式主要有 5 类,分别为固定价格交易、拍卖交易、租赁交易、挂牌交易与众筹交易。其中,固定价格交易与拍卖交易最为普遍,例如“艺术蜥蜴”与“Hihey 艺术网”;租赁交易,让用户以低价格、低风险的形式,在一定时间内拥有艺术品,以“说艺术”为代表;挂牌交易,将份额标的物等额拆分,然后将享有的所有权公开挂牌交易^[4],如“云诺艺术品交易”;众筹交易,以“团购+预购”的方式,向公众募集项目资金,并同时向大众推广艺术家的创意和其他信息,如“艺术家”。

艺术品交易 APP 存在留存率低、竞争激烈等问题,以艺术品交易为主要功能的“掌拍艺术”“疯狂

艺术”的用户数量于 2018 年分别达到了 249.87 万和 1.7 万(根据“酷传”“百度统计”^[5]数据平台所提供的 Android 和 IOS 两大运营商的下载数量进行统计),但却于 2020 年先后下架。同时,2020 年各运营商又推出了一批新的艺术品交易 APP,并获得了良好的市场反响,如“观复”“i 艺术”和“至尊宝物”等。由此可知,艺术品交易 APP 的发展面临着生命周期短、竞争激烈等问题。

艺术品交易 APP 的界面布局表现出共性化的特征,界面内容一般由状态栏、导航栏、标签栏和内容区 4 个部分组成。状态栏与其他 APP 一样可以展示手机信号、电池使用情况、网络状态等信息;导航栏大多采用轮播导航、Tab 导航、组合导航等排列方式;标签栏位于底端,一般呈线性布局;内容区大多采用选项卡式、旋转木马式、图表式等布局方式来排列信息。

1.3 5G 技术为提升艺术品交易 APP 用户体验提供契机

5G 是移动通信技术由技术为中心向用户为中心转变的里程碑,这也是它区别于前几代移动通信技术的关键之处。2019 年 6 月,中国工业和信息化部向中国电信、中国移动、中国联通三大基础电信运营商及中国广播电视网络有限公司发放了 4 张 5G 商用牌照,标志着中国正式进入 5G 时代^[6]。5G 所带来的革新与进步,可以使蜂窝移动通信技术的数据传输速率大幅提升、网络响应更快,为艺术品交易 APP 的优化提供了新的契机,主要体现为通过底层技术革新的方式,完善并提升了移动互联网的技术与用户体验。

数据传输速率的大幅提升为艺术品交易 APP 提供了更高清、更完整的作品展示图片,为 3D 人机交互展示等提供了底层技术支撑。更快的网络响应即较低的网络延迟,为满足艺术品交易 APP 用户对即时性的在线交流、物流运输信息更新、售后等需求提供了条件支撑。整体而言,5G 技术的应用能够为艺术品交易 APP 亟待优化的作品展示形式单一,缺乏直观立体性,呈现多、散、杂的发展态势,生命周期短等难题提供底层技术支撑。

2 艺术品交易 APP 的用户体验

2.1 用户体验层次

Josep 等^[7]指出,体验是“第四种经济提供物”,它从服务中分离出来,就像服务曾从商品中分离出来那样。良好的用户体验是艺术品交易 APP 开发者的共同追求。

软件产品用户体验的概念模型,由性能、满意度和情感 3 个因素构成^[8],其中性能和满意度共同组成了产品的可用性评价,即“功能体验”。显然,“功能体验”和“情感体验”是软件产品的 2 个基本体验因

素。同时, 根据消费行为理论, “环境因素”是消费者感受、体会产品的基本影响因素。由此, 艺术品交易 APP 的用户体验分析维度可以概括为“功能体验”“情感体验”和“环境体验”。

“功能体验”是艺术品交易 APP 用户对平台功能的整体感受和评价, 一般包含了产品功能的范围、内容、结构等体验。“情感体验”是艺术品交易 APP 用户对平台服务的心理感受和评价, 借鉴相关研究成果, 笔者将用户“情感体验”概括为“审美感知”“审美想象”和“知觉风险”^[9]。“环境体验”是影响 APP 用户体验的环境因素, 一般包括感官环境、技术环境和交互环境。艺术品交易 APP 的用户体验构成层次及内容见图 1。

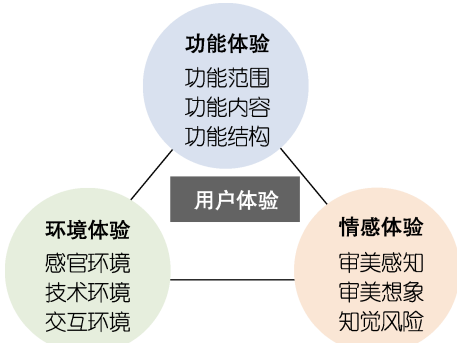


图 1 艺术品交易 APP 的用户体验构成层次与内容

Fig.1 Composition and content of user experience of art trading APP

2.2 用户体验调研

鉴于当下艺术品交易 APP 的用户人群基数相对较小、难以开展规模性的用户调研等现状, 笔者综合运用田野调查、用户满意度调查和深度访谈等方法对 APP 的用户体验现状进行了调研。通过田野调查, 主要对 IOS 和安卓两大运营平台中艺术品交易 APP 的下载量及用户的网络反馈信息进行了归纳总结, 便于深度访谈的问题设置及活动开展。随后, 选取 8 位经常使用艺术品交易 APP、具有较高审美素质的专家型用户作为调研对象, 围绕 3 个维度 9 个因素对满意度和具体建议进行调查和深度访谈(深度访谈过程中, 访谈人员会对受访对象的相关意见与建议进行文字记录)。满意度调查统计结果见表 1, 具体访谈内容见表 2。

运用算数平均值公式 $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ 对满意度调查结果进行分析发现: 整体而言, 用户满意度最高的是环境体验 ($\bar{X}$ 为 5.00), 功能体验次之 ($\bar{X}$ 为 4.75), 用户情感体验满意度最低 ($\bar{X}$ 为 4.63); 具体而言, 用户对目前的技术环境最为满意 ($\bar{X}$ 为 5.63), 对功能内容、审美感知、感官环境、审美想象、功能范围较为满意 ($\bar{X}$ 均高于 4.50); 用户满意度较低的是知

觉风险 ($\bar{X}$ 为 4.00)、功能结构 ($\bar{X}$ 为 4.38) 和交互环境 ($\bar{X}$ 为 4.38)。

表 1 艺术品交易 APP 用户体验满意度调查结果
Tab.1 User satisfaction survey results of art trading APP

内容	功能体验			情感体验			环境体验		
$\bar{X}$	4.75			4.63			5.00		
内容	功能范围	功能结构	功能内容	审美感知	审美想象	知觉风险	感官环境	技术环境	交互环境
$\bar{X}$	4.50	4.38	5.38	5.13	4.75	4.00	5.00	5.63	4.38

注: 李克特七度量表的“十分不满意”“非常不满意”“比较不满意”“一般”“比较满意”“非常满意”“十分满意”, 7 个选项分别记 1、2、3、4、5、6、7 分。

表 2 艺术品交易 APP 用户体验田野调查和深度访谈的内容
Tab.2 Contents of field investigation and in-depth interview on user experience of art trading APP

维度	因素	田野调查的内容	深度访谈的问题
功能体验	功能范围	平台的定位、功能种类	1.您最常使用的平台功能是哪些?
	功能结构	功能的组合关系	2.您对平台功能结构的优化建议?
	功能内容	功能的完整性	3.是否存在您迫切需要、但平台未提供的功能?
情感体验	审美感知	平台的视觉、听觉效果	4.您对平台界面布局与视听效果的优化建议?
	审美想象	平台氛围对艺术鉴赏的影响	5.您对平台营造氛围的优化建议?
	知觉风险	平台能否保护用户的浏览隐私、交易安全	6.您对平台提供的风险保障的优化建议?
环境体验	感官环境	平台是否易于观看、色彩等是否和谐	7.平台对您的视觉、听觉和触觉方面产生不良生理影响的潜在因素? 您的建议是?
	技术环境	平台展示、操作、交易的流畅度	8.您对平台技术环境的优化建议?
	交互环境	人机交互的便利性、智能化	9.您对平台人机交互环境的优化建议?

3 提升艺术品交易 APP 用户体验的机会点与策略

3.1 机会点

通过对田野调查、用户体验满意度调查和深度访谈的结论进行分析与凝练, 笔者总结了艺术品交易

APP 用户在“功能体验”“情感体验”“环境体验”等方面的具体“痛点”，并基于此挖掘提升 APP 用户体验的关键价值机会点^[10]。

在“功能体验”方面，艺术品交易 APP 用户的主要“痛点”是功能结构复杂、功能内容烦琐、部分功能缺失等；在“情感体验”方面，用户的主要“痛

点”是缺乏人性关怀和隐私保障；在“环境体验”方面，用户的主要“痛点”表现为平台的交互方式单调、缺乏趣味性。依据上述用户痛点，提升艺术品交易 APP 用户体验的价值机会点主要表现为：为用户提供简单高效的功能操作、个性化的界面与服务、智能化的人机交互，见图 2。

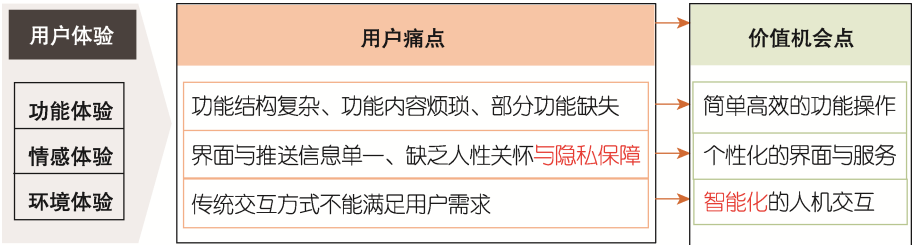


图 2 艺术品交易 APP 的用户痛点与优化设计的机会

Fig.2 User pain points and optimization design opportunities of art trading APP

3.2 设计优化策略

笔者基于用户痛点及价值机会点，结合艺术品交易 APP 用户体验优化设计的根本宗旨，提出了艺术品交易 APP 优化设计的 3 个基本策略：高效率、个性化、情感化。

1) 高效率。高效率是相对于艺术品交易 APP 的操作便利性而言的，高效率的设计策略包含简化、高效 2 个方面的要求，坚持“少即是多”“专注核心功能”“合理分类”等原则，运用“转移”策略使智能系统对 APP 的操作程序进行简化。

2) 个性化。个性化是一个独立个体按照自由的意志来表达自我、表现性情的过程，其内核是一种自我放松、无拘无束的心理驱动^[11]。个性化设计要求设计人员在界面定义、基本功能设置、信息推送等设计中坚持“多种选项”“定制服务”等原则，使用户可以更换 APP 的界面风格、信息展示与推送形式，从而满足用户的差异化审美需求。

3) 情感化。在人与物之间的交互关系中，人始终处于核心的地位^[12]，人的情感是设计所要关注的重要内容，因此，情感化是艺术品交易 APP 优化设计需要遵循的重要策略。情感化的设计策略包含人性化、趣味化 2 个方面的内涵，不仅要求设计人员坚持“人性关怀”的原则，在优化设计中关注用户的生理结构、行为习惯及心理需求，同时还要在人机交互环境优化设计中适当增加趣味性的元素。

4 提升艺术品交易 APP 用户体验的设计优化重点与应用研究

4.1 科学重组功能结构，完善用户功能体验

借鉴成熟的 APP 设计经验，结合 5G 时代艺术品交易的特点，笔者将艺术品交易 APP 的基本功能模块概括为“艺术推荐”“艺术互动”“艺术商城”和“个人中心”4 个方面，各模块的具体内容见图 3。

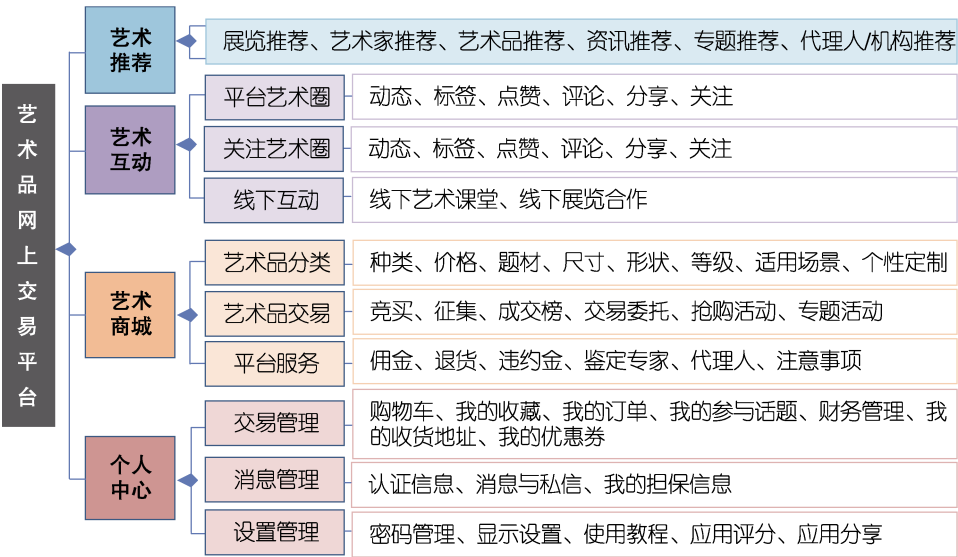


图 3 艺术品交易 APP 基本功能的结构与内容

Fig.3 Structure and content of basic functions of art trading APP

APP 的具体类型决定了功能模块重点区域设置的差异。传播主导型与文化主导型的艺术品交易 APP, 应该选择“展示主导型”设计模式, 其功能的设计重点是“艺术推荐”“艺术互动”等功能模块。交易主导型的艺术品交易 APP, 应该选择“交易主导型”设计模式, 其功能的设计重点是“艺术商城”“个人中心”和“艺术推荐”等功能模块。

4.2 定制个性化的界面布局, 提升用户情感体验

艺术品消费的目的是审美或投资, 属于高于一般物质消费的范畴。艺术品交易 APP 用户群体一般具有雄厚的经济实力、良好的教育背景与审美素质, 对界面的审美要求高于一般的消费群体。这类用户群体往往对界面的个性化、定制化等有着较高的要求。

艺术品交易 APP 平台在界面设计时, 应该充分利用 5G 网络数据传输速率大幅提升的优势, 为用户提供适当的声乐与动画效果以及不同类型的自定义界面风格, 在 APP 的状态栏、导航栏、标签栏和内容区的设计上进行创新, 为用户提供愉悦的情感体验。同时, 为了降低用户的风险感知, 满足用户对资金、隐私安全的需要, 平台在优化设计中可以提供多样化的程序解锁功能, 如指纹解锁、密码解锁、手势解锁、面部识别解锁等。

4.3 不断革新人机交互, 优化用户环境体验

感官体验和人机交互模式是影响艺术品交易 APP 用户环境体验的重要因素, 需要从以下几个方面对用户环境体验进行优化。

首先, 运用 5G 技术开发并完善平台的语音操作^[13]、体感追踪^[14]等智能人机交互功能, 不断丰富人机交互方式, 为用户提供较全面的语音交互^[15]、眼动识别交互 (Tobii 眼动仪)、手势追踪与识别交互 (Untouch 的黎曼平台) 等交互形式, 满足用户对交互环境的需求; 其次, 改进感官体验环境, 根据近视眼、远视眼人群的需要, 平台设计中应该为用户提供字体类型与字体大小的自定义设置选项, 以及不同光线下的浏览模式选项等; 此外, 平台应为用户提供简化、便利的交互环境, 如提供手机短信验证码自动识别、复制、粘贴等功能, 从而提升用户使用 APP 的便利性体验; 对部分艺术家、题材、艺术拍卖机构等信息提供选择隐藏的功能, 赋予用户信息选择的自主权。只有不断对这些细节进行完善和优化, 才能提升用户对交互环境的整体满意度。

4.4 设计应用开发案例——“缘易”

依据上述理论分析, 笔者设计了一款艺术品交易 APP——“缘易”, 具体界面布局及功能见图 4。



图 4 艺术品交易 APP “缘易”
Fig.4 Art trading APP “Yuan yi”

“缘易”APP的优化及创新之处主要表现为：以提升用户体验为宗旨，立足于5G提供的技术支撑，从功能、环境、情感3个维度对艺术品交易APP进行了探索性的优化设计。笔者基于用户在功能体验、环境体验和情感体验等方面的需求，结合5G时代蜂窝移动通信技术的数据传输速率大幅提升和网络响应更快等底层技术优势，依据“高效率”“个性化”和“情感化”的设计策略，优化了艺术品交易APP的功能结构，简化了界面主页及布局，如图4a、4b、4c；同时，针对用户情感体验痛点，增添了个性化的界面风格选项及多样化的程序解锁功能，如图4d；此外，还根据用户环境体验痛点完善了语音交互（如图4e）、眼动识别交互（如图4f）、手势追踪与识别交互（如图4c）等人机交互形式。

5 结语

随着网络消费的普及、5G技术的推广，艺术品交易APP的发展前景日益广阔。以用户体验与需求为中心的设计优化思路与方案，对艺术品交易APP获取更大的市场份额、创造更高的经济效益、获得持续的良性发展具有重大的实践指导意义。

笔者基于用户体验和艺术消费行为分析理论，构建了由功能体验、情感体验和环境体验3个维度构成的用户体验分析构架。在此基础上，运用田野调查、用户体验满意度调查和深度访谈等方法研究了艺术品交易APP的用户体验现状，从中识别了用户需求与设计机会点。最后，依据设计机会点与设计策略提出了APP优化设计重点与设计应用开发案例，为艺术品交易APP更精准地提升用户体验、获得持久的发展提供了参考。

参考文献：

- [1] 李运团. 网络艺术品交易发展及瓶颈初探[C]. “智慧城市：新媒体、社会参与和管理”国际研讨会论文选集, 2014: 239-248.
LI Yun-tuan. Development and Bottleneck of Online Art Trade[C]. Selected Papers of The International Symposium on "Smart Cities: New Media, Social Participation and Management", 2014: 239-248.
- [2] 陈梦园. 艺术品网上交易平台的信用认证问题[J]. 艺术科技, 2017, 30(6): 423.
CHEN Meng-yuan. Credit Certification of Online Art Trading Platform[J]. Art Science and Technology, 2017, 30(6): 423.
- [3] 赵书波. 基于互联网的艺术品交易问题研究[M]. 北京：知识产权出版社, 2016: 17.
ZHAO Shu-bo. Research on Art Transaction Based on Internet[M]. Beijing: Intellectual Property Press, 2016: 17.
- [4] 乔桂明. 文化产业的金融支持与服务创新[M]. 苏州：苏州大学出版社, 2013.
QIAO Gui-ming. Financial Support and Service Innovation in Cultural Industry[M]. Suzhou: Suzhou University Press, 2013.
- [5] 李旭, 翟颖琳. 基于数据分析平台的APP交互设计测试评估研究[J]. 包装工程, 2018(2): 143-148.
LI Xu, ZHAI Ying-lin. Test and Evaluation of APP Interactive Design Based on Data Analysis Platform[J]. Packaging Engineering, 2018(2): 143-148.
- [6] 李华君, 王沛佳. 5G技术背景下传媒领域的变革特征、演化趋势与延展路径[J]. 宁夏社会科学, 2020(6): 204-208.
LI Jun-hua, WANG Pei-jia. The Transformation Characteristics, Evolution Trend and Extension Path of the Media Field under the Background of 5G Technology[J]. Ningxia Social Sciences, 2020(6): 204-208.
- [7] JOSEPH B P, JAMES H. 体验经济[M]. 北京：机械工业出版社, 2016.
JOSEPH B P, JAMES H. Experience Economy[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2016.
- [8] 彭鑫媛, 程诺, 裴蕊, 等. 移动视频平台用户体验影响因素实证分析[J]. 包装工程, 2021, 42(12): 167-175.
PENG Xin-yuan, CHENG Nuo, PEI Rui, et al. Empirical Analysis on Influencing Factors of User Experience on Mobile Video Platform[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(12): 167-175.
- [9] 曹南南. 国产大制作电影的艺术消费行为研究[D]. 武汉：武汉理工大学, 2017.
CAO Nan-nan. Research on Art Consumption Behavior of Domestic Made Films[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2017.
- [10] 王晰, 石磊, 辛向阳. 基于价值机会理论的联合办公用户体验探究[J]. 包装工程, 2018(20): 217-223.
WANG Qing, SHI Lei, XIN Xiang-yang. Exploration of Joint Office User Experience Based on Value Opportunity Theory[J]. Packing Engineering, 2018(20): 217-223.
- [11] 王子乔, 崔天剑. 可穿戴设备的个性化设计研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2015(6): 178-181.
WANG Zi-qiao, CUI Tian-jian. Research on Personalized Design of Wearable Devices[J]. Journal of Nanjing Art Institute (Art and Design), 2015(6): 178-181.
- [12] 夏颖翀. 博物馆数字媒体展陈设计中的情感化设计思考[J]. 美术观察, 2019(10): 80-81.
XIA Ying-chong. Emotional Design in Museum Digital Media Exhibition Design[J]. Art Observation, 2019(10): 80-81.
- [13] 杨毅. 智能无人机系统设计[J]. 包装工程, 2020, 41(8): 338.
YANG Yi. Design of Intelligent UAV System[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(8): 338.
- [14] 李豪, 侯文军, 陈筱琳. 基于因子分析的智能语音系统设计评估体系[J]. 包装工程, 2018(16): 42-49.
LI Hao, HOU Wen-jun, CHEN You-lin. Design and Evaluation System of Smart Phone Speech System Based on Factor Analysis[J]. Packing Engineering, 2018(16): 42-49.
- [15] GREG M. Android 传感器高级编程[M]. 北京：清华大学出版社, 2013.
GREG M. Android Sensor Advanced Programming[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013.

责任编辑：马梦遥