

【工业设计】

从工业美学到智能美学

李洁, 袁萍, 张琰

(河北工业大学建筑与艺术设计学院, 天津 300131)

摘要: **目的** 分析技术革命引发人与工具关系的变革, 研究工业革命以来机器美学、技术美学、认知美学三个阶段的审美变化及发展规律, 探讨智能产品设计美学的发展趋势。**方法** 通过文献研究结合产品案例分析技术革命引发的产品设计美学发展, 基于情感计算、脑神经科学及哲学伦理的文献梳理及对比讨论智能产品美学的发展方向。**结论** 机器美学、技术美学、认知美学三个发展阶段中人与工具的关系体现为操作关系、协同关系及交互关系, 产品功能与形态之间的关系体现为形式追随功能、形式唤醒功能和形式映射功能; 智能产品在人机关系上表现出感知、行为、情感的融合关系, 形态上表现为形式逐渐脱离功能; 智能产品设计美学应重点考量可持续发展、社会伦理、情感异化和过度依赖的影响约束, 对智能产品采取“适度智能”的设计策略, 逐步形成“适智美学”。

关键词: 智能美学; 工业美学; 人工智能; 人机关系

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)02-0029-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.02.004

From Industrial Aesthetics to Intelligent Aesthetics

LI Jie, YUAN-Ping, ZHANG Rong

(School of Architecture & Art Design Hebei University of Technology, Tianjin 300131, China)

ABSTRACT: This paper aims to analyze the changes in the relationship between humans and tools caused by the technological revolution, study the aesthetic changes and development rules in the three stages of machine aesthetics, technological aesthetics, and cognitive aesthetics since the Industrial Revolution, and explore the development trend of intelligent product design aesthetics. This paper analyzes the development of product design aesthetics triggered by technological revolution through literature research and product case, comb and compares the development direction of smart product aesthetics based on the literature review of emotional computing, neuroscience and philosophical ethics. The relationship between humans and tools in the three development stages of machine aesthetics, technical aesthetics, and cognitive aesthetics is reflected in operational relationships, synergistic relationships, and interactive relationships. The relationship between product functions and forms is reflected in form following functions, form awakening functions, and form mapping function; smart products show the fusion relationship of perception, behavior, and emotion in the human-machine relationship, and the form is gradually separated from function; smart product design aesthetics should focus on sustainable development, social ethics, emotional alienation and excessive dependence. The design strategy of “appropriate intelligence” is adopted for smart products, and the “intelligence aesthetics” is gradually formed.

KEY WORDS: intelligent aesthetics; industrial aesthetics; artificial intelligence; human-machine relationship

美学通常被认为是主体能动的审美感知意识活动, 审美意识是沟通人类在有形的物质世界与无形的精神活动中的关键决策意识行为^[1]。产品设计美学包

含审美主体和审美客体, 审美客体是被审美主体所感受、体验、改造的具有审美属性的客观对象, 是在设计实践中人化的对象^[2]。产品美学通过审美客体的功

收稿日期: 2021-12-05

基金项目: 教育部人文社科项目 (20YJC760041)

作者简介: 李洁 (1981—), 女, 河北人, 硕士, 河北工业大学建筑与艺术设计学院副教授, 主要研究方向为工业设计与人机交互。

能与形态表现出来,对审美主体而言,产品功能用于实用需求,通过逻辑思维产生认知体验,产品形态用于情感需求,其审美体验是本能和自动化的,产品功能与形态的关系在不同时期有不同的表现。

1 工业时代的产品设计美学

1.1 机械化时代的机器美学

第一次工业革命结束了手工业时代。珍妮纺纱机的发明和瓦特对蒸汽机的改良解放了人类双手,工具成为工业生产中人们加速实现生产目标的中介。工业文明不仅带来了生产力的提高,也空前地看重科学、理性,这种思想影响着工业文明的发展,也改变了产品美学的发展方向。机械时代初期,人们认为机器生产的产品没有灵魂也会让人类失去灵魂^[3]。随着时代的发展,对科学的重视、对理性的推崇促使产品摒弃了手工业时代的装饰风格,进而追求以数学为基础的秩序感和精确感。机械生产带来生活水平的提高,机器美学影响了大众的审美体验,人们逐渐接受机器的形制及机械生产的产品,开始欣赏、赞颂机器美。这种机器“美”的本质无疑与科技进步、工业革命及资本主义商业文明大发展的历史背景有着深层次的内在联系^[4]。

1.2 电气时代的技术美学

第二次工业革命,电力技术极大地促进了产品的发明与应用,电器工具成为人肢体的延伸和替代,加强和扩大了人的活动能力和活动范围^[5]。电力技术提高生产力的同时也大大降低了生产成本,商品极其丰富,市场的供需关系也随之发生改变。在成本不足以成为生产商最重要竞争手段之后,产品造型的竞争愈烈,商家为争夺市场更加关注技术研发与产品造型,从而推动了产品技术与美学的共同发展。技术美学作为机器美学的拓展,它主张科学研究成果转化为艺术生产实践的方式、方法及其规律所体现出的美学价值^[6]。技术美学相较于机器美学的发展,在于由产品外形触动消费者更深层次的需求,体现出因技术支持功能的

实现而产生新的合目的性和合规律性的功能美^[7]。例如 50 年代由于美国战后经济繁荣,消费主义盛行,流线型这种象征速度感、科技感的造型因易使人联想到繁盛的生活而大受欢迎。

1.3 信息时代的认知美学

第三次技术革命,信息技术实现工具的远程控制,人与工具的关系再次升级,机器不仅作为人肢体的延伸同时也是人经验和技能的物化,甚至反过来规范人的行为方式^[5]。认知美学基于技术美学的拓展,依据人的认知和情感进行人机交互设计,实现设计以人为本。信息技术发展下产品不断升级和细分,设计在各产业领域实现标准范式,例如计算机的键盘鼠标、操作系统、图形程序界面等产品的美学标准就是建立在人的认知及经验基础之上并反向规范人的行为方式。三个发展阶段的代表产品,见图 1。

1.4 总结

工业革命以来,科技进步促进产品美学发展。手工业时代到工业时代是一场划时代的变革,千年文化积累造就的手工艺美学被工业大生产打破。工业时代初期,消费者不能接受机器制产品,认为其粗制滥造没有灵魂,科技进步与产品美学处于对立状态。20 世纪初步入机器美学时代,科技带来的生产力提高和生产成本降低使商品普及化,消费者转而崇尚机械之美的严谨、精确和秩序感,产品设计美学中功能主义占上风,体现为形式追随功能。20 世纪中期步入技术美学时代,科技的进一步发展使得商品极大丰富,消费者开始不满足产品的使用功能,产品制造者通过产品造型吸引消费者以满足更深层次的精神需求,产品设计美学体现为形式唤醒功能。20 世纪末期步入认知美学时代,信息技术的发展改变了人机交互方式,并使产品细分化、专业化、标准化,认知美学通过产品形态固化人的经验和技能并规范人的行为方式,产品设计美学体现为形式映射功能。21 世纪初,人工智能时代到来,如同第一次工业革命一样,面临划时代的科技变革,人工智能时代产品设计美学必然有新的发展和突破。



图 1 机器美学、技术美学和认知美学的代表产品

Fig.1 Representative products of machine aesthetics, technical aesthetics and cognitive aesthetics

2 人工智能时代的智能美学

2017 年被称为人工智能元年，人类社会步入人工智能时代。人工智能技术正在促进人类社会发生转变，这种转变将比工业革命发生速度快 10 倍，规模大 300 倍，影响大 3 000 倍^[8]。审美客体从手工业时代起，历经机械化和电气化技术革命后一直保持“物质呈现”的属性，信息化革命之后，计算机的出现实现了审美客体的“虚拟呈现”，尤其是进入人工智能时代以来，审美活动从产品被动审美的“单向度”转向主客体互相联系与影响的“多向度”模式^[2]。人与智能产品的交互系统随着人工智能技术的发展，从被动交互、强迫式主动交互，快速地向主动交互发展，主动交互系统会增强人的沟通意愿和体验信任^[9]。人工智能、大数据、机器人技术的强势发展使产品的人机关系表现为融合共生，体现为通过计算设计达到人机的感知融合、行为融合、情感融合甚至生物融合，融合的程度从弱融合发展到中融合及强融合，人工智能技术的成熟给产品美学带来新的发展，见图 2。

2.1 智能美学初期

刚刚步入人工智能时代，人机的感知融合、行为融合及情感融合还处于弱融合阶段，智能美学亦属于起步阶段。弱融合阶段人工智能产品如智能手机、音箱、门锁、扫地机器人等通过多感官通道获取用户需求信息，基于大数据和算法模型与用户进行交互，见图 3。智能技术的进步使得人机交互摒弃以往在机器、技术、认知美学时代的人—机接触交互范式，而是基于语音、眼动、面部识别等生理信号建立新的非接触交互范式。在此基础上产品形态也将迎来革命性的变化，智能产品美学将脱离以往基于接触型交互的形态设计，人机界面因素也不再是限制产品形态的壁垒。产品形态脱离接触型人机界面后将依据消费者个性

化审美进行计算设计。计算美学将开辟新的审美维度和消费观念，影响用户审美体验模式从被动转化为主动，基于用户个性审美需求进行产品形态的计算设计，用户亦可参与其中。人工智能时代在很大程度上解放了功能对形态的限制，也给设计师对文化、经济、技术等社会要素的理解和把握能力提出了很高要求^[10]。

2.2 智能美学发展

虽然目前处于人与智能产品的弱融合阶段，但人工智能技术研发正在从感知融合向情感融合快速迈进，人工智能产品的情感强融合未来指日可待。强融合产品可以自然地识别、理解、甚至产生类人情感，使得机器与人在自然属性、精神属性和社会属性中具有相似性，目前机器人技术研发正朝着提高共情能力以达到情感融合的类人性方向发展。机器人真能（要）做到情感强融合吗？情感强融合的机器人形态美学如何体现？这些问题正是目前学术界讨论的热门话题，本文从情感计算、脑神经认知、哲学伦理三个方向进行文献梳理，探讨未来智能美学的发展方向。

2.2.1 情感计算

人工情感是模拟人类情感智能的一门新型交叉学科，涉及心理学、神经生理学、计算机科学、脑科学等学科，以数学语言对人类情感进行建模，使机器能够识别或表达人类情感，甚至还可以通过模拟人类情感机理赋予机器更高的智能^[10]。情感交互的最终目标是使计算机在理解人类情感状态的前提下，进行合理调整顺应用户情感的迁移，在人工智能的语境下情感交互系统的重点是使用各种感知方式来识别、解释和响应人类的情感^[11]。如果与这样在自然、精神及社会属性中都具有高逼真度的智能产品共同工作与生活，人与智能产品的界限会随着产品角色的转变而模糊，即不仅作为被操作、指令的智能行为体，而是成为人类伙伴的类人智能体。

时代	美学	人机关系	美学特点	代表产品
蒸汽时代	机器美学	操作关系	形式追随功能	
电气时代	技术美学	协同关系	形式唤醒功能	
信息时代	认知美学	交互关系	形式映射功能	
智能时代	智能美学	融合关系	形式脱离功能	

图 2 机器美学、技术美学、认知美学及智能美学的美学特点

Fig.2 The aesthetic characteristics of machine aesthetics, technical aesthetics, cognitive aesthetics and intelligent aesthetics



图3 智能时代初期代表产品

Fig.3 Representative products at the beginning of the intelligent era

许多工程师致力于将人工情感计算应用于机器人等智能产品的研究。刘宁针对机器人情感缺失的问题,提出了一种基于博弈的机器人认知情感交互模型^[12]。吴伟国等针对未来仿人机器人与人类长期共存将会带来机器人对人的心理问题,建立了一种更具普遍性的人工情感计算模型^[13]。解仑等建立服务机器人的连续可控情感调节模型^[14]。韩晶等为了增强机器人的认知情感分析能力,提出了一种基于 Gross 认知重评策略的认知情感交互模型^[15]。路飞等针对家庭服务机器人提出了以用户情感为核心的机器人服务任务自主认知方法^[16]。祝宇虹等指出人工情感对机器人的认知智能是在自然情感机理的基础上进行研究的,人工情感研究者的最终目的是在实际机器人中引入情感机理,以实现具有认知智能和情感智能的完全拟人机器人^[10]。

2.2.2 脑神经科学

许多脑神经学家及心理学家致力于人类情感认知的研究,为人工情感计算提供理论依据,并从脑认知层面推进人工智能发展。刘烨等指出长期以来认知与情绪被认为是相互分离的系统,但是近期大量认知科学和神经生物学研究表明,认知与情绪之间的关系可能是相互依赖,而不是彼此分离,认知和情绪交互作用的基本思想可以被用于机器人系统的表情识别和情绪学习^[17]。LeDoux 发现某些情绪反应可以不需要意识、认知的参与,因为从丘脑到杏仁核的捷径绕过了新皮质,情绪本身即可触发行为而无需理智

的参与^[18]。Miwa 等人建立了 APC (Arousal-Pleasant-Certain) 三维心理向量空间应用于机器学习、动态情绪调节及机器人的个性化研究领域^[19]。Breazeal 提出了 AVS (Arousal-Valence-Stance) 情绪空间模型在表情机器人 Kismet 的研究应用^[20]。

2.2.3 哲学伦理

目前哲学伦理方向对人工智能的研究主要集中在两方面:首先是人工智能能否成为道德主体,其次是机器人情感融合的伦理问题。孙伟平等提出人工智能产品无法真正地成为道德主体,即使有人认可某些人工智能产品的主体地位,这种地位也是人类所赋予的^[21]。贾桢列举了人工智能面临的伦理问题:人工智能应用中的不公平性问题、人工智能主体道德责任缺失问题、人工智能使用主体的情感异化问题;人工智能的安全隐患:网络安全、信息安全、经济金融安全、国家安全;人工智能隐私泄露问题;人工智能的信任危机^[21]。陶然等论述了智能化设计带来的风险:智能化设计带来精神孤独和情感异化;使用智能产品导致人的惰性增长和人体功能减退;人工智能大发展带来资源消耗和环境污染^[22]。王亮提出了人机交互的伦理陷阱“单向度情感”问题,这种情感大多是“一厢情愿”非对称的,会使人类沉迷于虚拟的人机交互之中无法自拔^[23]。周帅以智能看护产品为例,论述了智能化依赖导致人情冷漠的问题,智能产品看护将促使儿童产生一定程度的孤独封闭、敏感自卑和沟通交际障碍^[24]。杜严勇提出将老人交给机器人看护会使老人减

少与社会外界的交流沟通机会,使老人感到孤单甚至感觉被遗弃^[25]。

2.2.4 总结

从情感计算、脑神经认知、哲学伦理三个方向的研究可以看出,工程师、心理学家和哲学家对人工智能发展的思考有所不同,科学家致力于研究人类情感的生物学机制,工程师致力于将人工情感应用于智能产品,而哲学家更多地反思强人工智能产品在人类社会的地位及对人类发展产生的影响。欧盟委员会的人工智能高级专家组(AI HLEG)于2018年12月发布了《可信人工智能伦理指南草案》,指出道德标准是人工智能良性发展的重要标准和保障^[26]。技术安全可靠且合乎人类社会伦理规范至关重要,因此强智能产品的设计美学需要科学家、工程师、社会学家及设计师共同推动。

2.3 强情感融合下的智能美学

强情感融合下智能产品的设计美学主要受两方面影响,即情感认知与伦理道德。首先,智能产品的造型设计对用户在产品功能认知及情感认知方面均会产生影响。恐怖谷理论表明机器人外形触发人的情感并影响人对机器人的审美评价。李洁研究认为人形机器人外观形态影响用户对机器人的情感认知和功能认知,且情感认知对用户喜爱度的影响大于功能认知^[27]。其次,智能产品造型设计也应受到伦理道德的制约,周至禹提出工程师设计师要反思智能产品的技术风险,做好智能产品前瞻性的伦理评估^[28];杜严勇论述了机器人外观对道德能力建构的影响^[29];李超提出智能产品设计的“适度主义”倾向^[30]。因此,强情感融合下的智能产品设计不能完全被技术牵引放任前行,还应考虑人作为自由体和社会体在情感认知和伦理道德上的约束。智能产品设计应重点考量可持续发展、社会伦理、情感异化、过度依赖的影响,对智能产品依据使用环境、使用人群、使用时间采取“适度智能”的设计策略,在人工智能时代逐步形成“适智美学”,见图4。

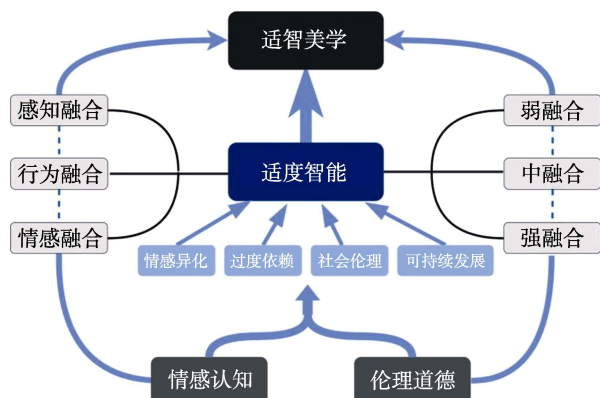


图4 智能美学的影响因素

Fig.4 Influencing factors of intelligent aesthetics

3 结语

技术进步是社会发展的必然规律,技术发展带来一系列生产、生活及社会的变化,同时影响产品设计美学。工业革命时期产品设计美学经历了三个阶段:机械时代的机器美学、电气时代的技术美学、信息时代的认知美学,体现在产品功能与形态的关系上表现为形式追随功能、形式唤醒功能、形式映射功能。21世纪伊始进入人工智能时代,技术的巨大变革正在改变智能产品的设计美学,表现为人与智能产品的融合共生。在人工智能初期的弱融合阶段,产品设计美学表现为形式脱离功能,产品基于消费者个性化审美,依托大数据与深度学习开展智能产品形态的计算美学设计。未来人工智能的强融合阶段,产品设计美学应考虑可持续发展、社会伦理、情感异化、过度依赖的影响约束,对智能产品采取“适度智能”的设计策略,逐步形成“适智美学”。人工智能技术正处于发展的黄金时期,在医疗、教育、交通等社会生活关键领域发挥越来越大的作用,人机关系问题是当代重大的工程问题、社会问题、哲学问题及设计问题。思考产品设计中功能与形态的美学关系,其本质是思考人如何在技术的快速变革下发挥人的主体性作用,尊重人性、实现人的价值,让人类成为技术的主宰。

参考文献:

- [1] 覃京燕. 审美意识对人工智能与创新设计的影响研究[J]. 包装工程, 2019, 40(4): 59-71.
QIN Jing-yan. Impact of Aesthetic Consciousness on Artificial Intelligence and Innovation Design[J]. PACKAGING ENGINEERING, 2019, 40(4): 59-71.
- [2] 赖守亮. 虚拟美学中审美客体的演化: 单向度到多向度[J]. 设计艺术研究, 2016, 6(2): 1-5.
LAI Shou-liang. Evolution of Aesthetic Object in Virtual Aesthetics: One-Dimensional to Multi-Dimensional[J]. Design Research, 2016, 6(2): 1-5.
- [3] 弗兰克·惠特福德. 包豪斯[M]. 林鹤, 译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2001.
WHITFORD F. Bauhaus[M]. Lin He, translate. Beijing: Life·Reading·Xinzhil Sanlian Bookstore, 2001.
- [4] 汪江华. 机器美学与现代建筑[J]. 新建筑, 2015(2): 99-101.
WANG Jiang-hua. Machine Aesthetic and Modern Architecture[J]. New Architecture, 2015(2): 99-101.
- [5] 徐恒醇. 生活情怀与工具的人性化[J]. 装饰, 2014(1): 12-15.
XU Heng-chun. Life Feelings and Humanization of Tools[J]. Art & Design, 2014(1): 12-15.
- [6] 高鑫. 技术美学研究(上)[J]. 现代传播(中国传媒大学学报), 2011(2): 63-70.
GAO Xin. Technical Aesthetics Research[J]. Modern Communication (Journal of Communication University of China), 2011(2): 63-70.
- [7] 徐恒醇. 现代产品设计的美学视野——从机器美学到

- 技术美学和设计美学[J]. 装饰, 2010(4): 21-25.
- XU Heng-chun. The Aesthetic Vision of Modern Product Design: from the Aesthetics of Machine to the Aesthetics of Technology and Design[J]. Art & Design, 2010(4): 21-25.
- [8] 吴琼. 人工智能时代的创新设计思维[J]. 装饰, 2019(11): 18-21.
- WU Qiong. Innovative Design Thinking in the Era of Artificial Intelligence[J]. Art & Design, 2019(11): 18-21.
- [9] 覃京燕, 陈智博, 张文昊, 等. 家庭智能产品的主动交互设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(20): 67-73.
- QIN Jing-yan, CHEN Zhi-bo, ZHANG Wen-hao, et al. Active Interaction Design of Family Intelligent Products[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(20): 67-73.
- [10] 祝宇虹, 魏金海, 毛俊鑫. 人工情感研究综述[J]. 江南大学学报(自然科学版), 2012, 11(4): 497-504.
- ZHU Yu-hong, Wei Jin-hai, Mao Jun-xin. Summary of Artificial Emotion[J]. Journal of Jiangnan University (Natural Science Edition), 2012, 11(4): 497-504.
- [11] 覃京燕. 人工智能对交互设计的影响研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 27-31.
- QIN Jing-yan. Impaction of Artificial Intelligence on Interaction Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 27-31.
- [12] 刘宁. 人机交互的情感拟人化策略研究[D]. 重庆: 重庆邮电大学, 2019.
- LIU Ning. Emotion Anthropomorphic Strategies in Human Computer[D]. Chongqing: Chongqing University of Posts and Telecommunications, 2019.
- [13] 吴伟国, 李虹漫. PAD 情感空间内人工情感建模及人机交互实验[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2019, 51(1): 29-37.
- WU Wei-guo, LI Hong-man. Artificial Emotion Modeling in PAD Emotional Space and Human-robot Interactive Experiment[J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2019, 51(1): 29-37.
- [14] 解仑, 刘欣, 贺苗, 等. 连续空间中机器人的情绪交互模型[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2016, 47(9): 3050-3057.
- XIE Lun, LIU Xin, HE Miao, et al. Robot Emotional Interaction Model in Continuous Space[J]. Journal of Central South University (Science and Technology) 2016, 47(9): 3050-3057.
- [15] 韩晶, 解仑, 刘欣, 等. 基于Gross认知重评的机器人认知情感交互模型[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2015, 45(2): 270-274.
- HAN Jing, XIE Lun, LIU Xin, et al. Cognitive Emotion Interaction Model of Robot Based on Gross Cognitive Reappraisal[J]. Journal of Southeast University(Natural Science Edition), 2015, 45(2): 270-274.
- [16] 路飞, 姜媛, 田国会. 基于情感—时空信息的机器人服务自主认知及个性化选择[J]. 机器人, 2018, 40(4): 448-456.
- LU Fei, JIANG Yuan, TIAN Guo-hui. Autonomous Cognition and Personalized Selection of Robot Services Based on Emotion-Space-Time Information[J]. Robot, 2018, 40(4): 448-456.
- [17] 刘烨, 付秋芳, 傅小兰. 认知与情绪的交互作用[J]. 科学通报, 2009, 54(18): 2783-2796.
- LIU Ye, FU Qiu-fang, FU Xiao-lan. The Interaction Between Cognition and Emotion[J]. Chinese Science Bulletin, 2009, 54(18): 2783-2796.
- [18] 丹尼尔·戈德曼. EQ: 情感智商[M]. 上海科学技术出版社, 1997.
- GOLDMAN D. EQ: Emotional Intelligence Quotient[M]. Shanghai Science and Technology Press, 1997.
- [19] ZECCA M, ROCCELLA S, Miwa H. On the Development of the Emotion Expression Humanoid Robot WE-4RII with RCH-1[C]. Tokyo: Proceedings of the 4th IEEE/RAS International Conference on Humanoid Robots, 2005.
- [20] Cynthia Breazeal. Function Meets Style: Insights from Emotion Theory Applied to HRI[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews, 2004, 34(2): 187-194.
- [21] 贾桢. 人工智能发展的伦理审视[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
- JIA Zhen. Ethical Review of the Development of Artificial Intelligence[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2019.
- [22] 陶然, 周艳. 论智能化设计中的设计伦理[J]. 设计艺术研究, 2011(3): 34-37.
- TAO Ran, ZHOU Yan. Ethics in the Intelligent Design[J]. Design Research, 2011(3): 34-37.
- [23] 王亮. 社交机器人“单向度情感”伦理风险问题刍议[J]. 自然辩证法研究, 2020, 36(1): 56-61.
- WANG Liang. Discussion on“Unidirectional Emotional”Ethical Risk Arising from Social Robots[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2020, 36(1): 56-61.
- [24] 周帅. 智能产品的设计伦理问题研究[D]. 北京: 中国艺术研究院, 2018.
- ZHOU Shuai. Design Ethics of Intelligent Products[D]. Beijing: Chinese National Academy of Arts, 2018.
- [25] 杜严勇. 关于机器人应用的伦理问题[J]. 科学与社会, 2015, 5(2): 25-34.
- DU Yan-yong. Ethical Reflection on Robotic Applications[J]. Science and Society, 2015, 5(2): 25-34.
- [26] 汪丽. 欧盟委员会发布《可信人工智能伦理指南》草案[J]. 信息安全与通信保密, 2019(1): 6.
- WANG Li. European Commission Releases draft “Ethics Guidelines for Trusted Artificial Intelligence”[J]. Information Security and Communications Privacy, 2019(1): 6.
- [27] 李洁, 郭士杰. 人形机器人造型意象与用户情感认知研究[J]. 机械设计, 2019, 36(5): 134-138.
- LI Jie, GUO Shi-jie. Image Modeling Design and User Emotional Cognition of Humanoid Robot[J]. Journal Of Machine Design, 2019, 36(5): 134-138.
- [28] 周至禹. 人工智能系统及产品设计的伦理问题探究[J]. 创意与设计, 2019(1): 23-30.
- ZHOU Zhi-Yu. Ethical Issues of Artificial Intelligence System and Product Design[J]. Creative Design, 2019(1): 23-30.
- [29] 杜严勇. 恐怖谷效应探析[J]. 云南社会科学, 2020(3): 37-44.
- DU Yan-yong. Analysis of the Uncanny Valley Effect[J]. Yunnan Social Sciences, 2020(3): 37-44.
- [30] 李超. 物质主义下的“适度设计”之思辨[J]. 设计, 2019, 32(15): 84-85.
- LI Chao. Reflections on “Moderate Design” under Materialism[J]. Design, 2019, 32(15): 84-85.