

【专题：智能交互时代智能制造的创新设计理论及方法】

中国人工智能产品的设计评价现状与发展趋势研究综述

陈国强, 徐丽, 于雷, 涂伟龙, 杨智文

(燕山大学, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: **目的** 针对中国的设计现状, 通过探索现有产品的设计评价体系是否适切于人工智能产品, 能够为人工智能产品的设计及评价研究提供一个更完整的视角。**方法** 以对比分析为主要研究手段。探析产品和人工智能产品的核心理念, 分析两者之间的区别, 为研究主体定性; 针对产品和人工智能产品的设计评价展开数据计量分析, 了解2个领域的研究热点与发展趋势; 剖析人工智能、人工智能产品和人工智能产品设计评价的现存问题和发展演进, 从历史角度梳理阶段性研究成果并展开热点评述, 进一步定义人工智能产品的设计评价热点前沿与发展趋势; 综合所有分析结果共同定位现有产品的设计评价体系对人工智能产品设计评价的适切度。**结果** 论述了人工智能产品设计评价的重要作用, 梳理了现存理论与方法, 定位了发展程度, 预测了未来的研究重点和发展方向, 为构建更加科学、客观且适切的人工智能产品的设计评价体系提供了理论依据。有助于把控生成产品的质量, 提高产品应用落地率, 使之与研发投入保持相互平衡的状态, 同时可反向助力于优化人工智能的算法和技术。**结论** 综合基本逻辑的区别探析、数据计量分析和发展演进研究的结果, 论证了中国现有产品的设计评价体系与人工智能产品的设计评价体系是部分适切的关系, 因此人工智能产品的设计评价体系研究与构建不能完全移植产品设计评价的研究成果, 需要在部分借鉴与参考现有成果的基础之上展开以人工智能产品特殊性为核心的针对性研究, 进而构建成熟的人工智能产品的设计评价体系。

关键词: 设计评价; 人工智能产品; 数据计量分析; 发展演进

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)12-0016-13

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.12.002

Research Review on the Current Situation and Development Trend of Chinese AI Product Design Evaluation

CHEN Guo-qiang, XU Li, YU Lei, TU Wei-long, YANG Zhi-wen

(Yanshan University, Hebei Qinhuangdao 066000, China)

ABSTRACT: The work aims to provide a more complete perspective for the design and evaluation of AI products by exploring whether the existing product design evaluation system is suitable for AI products in view of the current design situation in China. Comparative analysis was used as the main research method. First of all, the core concepts of the product and AI product were explored, and the difference between the both was analyzed. Secondly, data econometric analysis was carried out on the design evaluation of products and AI products to understand the research hot spot and development trend of the two fields. Thirdly, the existing problems and evolution of AI, AI products and AI product design evaluation were analyzed. The historical perspective was used to sort out the phased research results and launch hot comments to further define the hot frontier and development trend of AI product design evaluation. Finally, all the analysis results were integrated to determine the suitability of the existing product design evaluation system to the design evaluation of AI products. The important role of design evaluation of AI products was discussed, the existing theories and

收稿日期: 2023-01-24

基金项目: 国家社会科学基金艺术学项目(21BG125)

作者简介: 陈国强(1975—), 男, 教授, 博士, 主要研究方向为高端装备创新设计理论及方法研究。

通信作者: 徐丽(1993—), 女, 博士生, 主要研究方向为装备制造产品创新设计理论及方法研究、农用机械生态化设计研究。

methods were sorted out, the development degree was positioned and the future research focus and development direction were predicted, which provided a theoretical basis for building a more scientific, objective and appropriate design evaluation system of AI products, and then helped to control the quality of generated products, increase the product adoption rates in balance with R&D investment and optimize the AI algorithms and technologies in reverse. Based on the results of basic logic analysis, data econometric analysis and development evolution research, the relationship between the existing product design evaluation system in China and the design evaluation system of AI products is demonstrated. Therefore, the research and construction of the design evaluation system of AI products can not completely transplant the research results of product design evaluation and it is necessary to carry out targeted research with the particularity of AI products as the core on the basis of partial reference and reference to build a mature design evaluation system of AI products.

KEY WORDS: design evaluation; AI products; data econometric analysis; development evolution

新一轮的科技革命不断刺激着产业革新, 全行业智能化转型成为时代主题^[1]。人工智能作为智能化转型的核心热点, 具有自我收集、学习和分析数据的能力, 能够通过推导与演绎感知环境并作出反馈^[2]。人工智能的研究成果可以有效地从技术、理论、方法和应用的角度模拟并拓展人的智能, 其相关应用已经逐渐蔓延至包括产品设计在内的各个领域, 给产品的设计、体验和欣赏带来新的机遇和挑战。

目前, 我国在该领域的研究多注重算法的精进。但就科技而言, 现阶段人工智能产品是否能被人们所认可, 是否具有足够的可靠性, 是否具有个性化特征和情感属性引发了学者的深入思考, 许多学者也由此提出了“人工智能威胁论”^[3]“人工智能责任鸿沟”^[4]“人工智能算法厌恶”^[5]“人工智能伦理理论”^[6]等理论。综合而言, 人工智能产品的核心优势是具有自主性和学习能力, 在发展过程中也因此出现自我学习的可控性弱、产品情感化设计缺失、人与人工智能产品之间的信任与协同度低、隐私保护与伦理遵守缺陷、可靠性评价不成体系、产品准入制度不完善和产品应用落地率低等问题, 究其成因, 核心是缺少对人工智能产品的设计评价标准与体系的系统性研究。

本文主要以中国人工智能产品的设计现状为基础, 针对其设计评价展开研究解析: 运用数据计量分析的方法, 对比分析产品设计评价和人工智能产品的设计评价, 归纳总结人工智能产品的设计评价研究进展和发展历程, 阐述研究热点与前沿领域, 最终定位中国现有产品的设计评价体系与人工智能产品设计的适切度, 为构建中国人工智能产品的设计评价体系进行基础性研究。

1 基本逻辑的区别

基本逻辑是事物最基本的原理或事实, 把握事物的基本逻辑可以保证认识和研究事物方向的正确性。因此, 基于基本逻辑的分析和推演能够输出客观且正确的研究结论, 其重要作用^[7]如图 1 所示。本研究的目的为定位现有产品的设计评价体系对人工智能产品的适切度, 产品和人工智能产品基本逻辑的研究可作为基础。

第四次工业革命又称为绿色革命, 人工智能成为革命中推动新技术、新业态、新模式发展和传统产业变革的重要力量^[8]。人工智能的本质是数据和计算, 可以具化为算力、算法和数据, 数据的可计算性是促进前沿科技不断演进的核心力量^[9]。可计算是第四次工业革命的基本逻辑, 其哲学含义可以解释为具备正确可能性的思想、实现正确思想的可被计算的所有对象及能够计算所有可能性的算力 3 个要素^[10-11]。在第四次工业革命的背景下, 产品和人工智能产品都可以进行以可计算为核心的基本逻辑探析。

产品的本质可以理解为满足用户需求的方案, Creusen^[12]强调产品具有物理属性, 表现为不同功能模块的创新组合; Brakus^[13]和 Homburg 等^[14]提出产品能够表达情感, 是对服务的一种物理化呈现; 张林波等^[15]提出产品具有生态性, 是一种为消费者“量需定制”的使用体验。王宏飞^[16]认为人工智能产品是具有信息计算和学习能力的工具或相关功能零部件的集合, 其设计是利用知识对产品或零部件进行整合使其具备目标功能的手段; 齐佳音等^[17]强调人工智能产品凭借较强的感知、计算和决策能力能够更为高效地

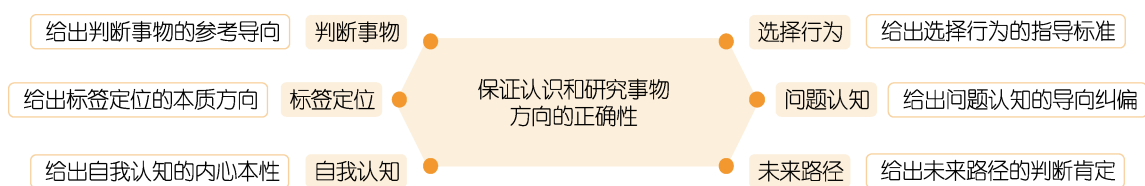


图 1 基本逻辑的重要作用
Fig.1 Important role of the basic logic

实现预期设计目标;杨慧等^[18]从消费者购买意愿的角度论述了对人工智能产品展开设计评价的强需求性。由此可知,人工智能产品是产品的智能化升级,是第四次工业革命背景下产品的重要组成部分之一。以第四次工业革命的基本逻辑为参照进行分析:产品和人工智能产品的基本逻辑可以定义为思想、对象和算力三个维度^[19],具备正确可能性的思想可以理解为用户和人工智能产品的合理性和正确性,强调的是评价的概念,其中产品的基本逻辑包含功能、情感与服务的满足度^[20-22],人工智能产品更加强调功能目标的达成度;实现正确思想的可被计算的所有对象可以细化为用户和人工智能产品本身所表现出来的特性,如功能、形态、色彩、材质等方面(即产品构成的基础模块),是产品整体和各部分零件所具有的产品数据的集合;能够计算所有可能性的算力可以定义为实现设计需求与目标达成度的能力^[23-24]。

综上所述,产品和人工智能产品的基本逻辑研究奠定了设计评价的核心地位,进一步验证了本研究的需求性与必要性。对比分析基本逻辑可知:人工智能产品的设计评价须在合理性与正确性的评价、整体与零部件所具有的数据集合评价和预期目标达成度评价的基础之上增加情感与服务的满足度评价,可以为评价系统和指标体系的构建提供一定的指导。

2 数据计量分析

2.1 研究方法

本文的研究方法为文献计量法,利用数学和统计学的手段进行定量分析,预测产品设计评价和人工智能产品设计评价的研究现状与发展趋势。分析流程为定义研究目的与范围、选择恰当的分析技术、收集数据及数据分析^[25]。技术的选择需基于研究目的与范围,本节重点针对产品设计评价和人工智能产品的设计评价展开空间分布和时间演进可视化分析,通过对比的手段,探讨现有产品的设计评价体系与人工智能产品的设计评价体系的适切度。空间分布可视化分析

包括科研机构、发文作者和热点主题的共现分析,目的在于为研究者提供该领域的研究热点和发展方向;时间演进可视化分析包括发文数量和热点主题,有助于分析目标领域的发展历史并预测发展趋势^[26]。运用 CiteSpace (版本号为 5.7.R2) 展开标题、摘要、关键词、作者、国家/地区、科研机构等信息的数据挖掘与分析^[27]。为确保原始样本数据足够全面和权威,选择中国知网中的中文社会科学引文索引 CSSCI 和核心期刊数据集作为原始样本源进行数据的搜集和整理,检索的结束时间为 2022 年 12 月 31 日。以“产品设计评价”为主题词进行检索,去除新闻、课程、金融、旅游和化工等文献以提升研究数据的代表性和准确性,确定样本数据为 366 篇。以人工智能领域具有代表性的技术算法(人工智能、机器学习、深度学习、决策树、随机森林、支持向量机、朴素贝叶斯、K 近邻算法、逻辑回归和神经网络等)为关键词,通过机器筛选和人工筛选结合的方式在产品设计评价样本数据中筛选与人工智能产品相关的样本,最终确定人工智能产品的设计评价研究样本数据为 29 篇。分别以 366 篇和 29 篇样本数据为基础数据展开关于“产品设计评价”和“人工智能产品的设计评价”两方面的数据计量分析。

2.2 空间分布可视化分析

运用 CiteSpace V 软件,网络节点先后选择机构、作者和关键词,分别得到如图 2—4 所示的产品设计评价和人工智能产品的设计评价关于科研机构、发文作者和热点主题的共现网络,进而展开共现分析,结果见表 1—3。共现结果表明,在产品设计评价领域中,科研机构和发文作者方面的研究力量雄厚,人工智能产品的设计评价研究力量薄弱。以理工类院校为核心力量,地理位置的分散和研究方向的发散限制了相互之间的研究合作,但仍存在核心团队。其中,西北工业大学以陈彦嵩等^[28]为核心,研究以机电产品设计评价、文创产品设计评价和网络评价群决策系统为主;合肥工业大学以鲍宏等^[29]为核心,主要研究产品

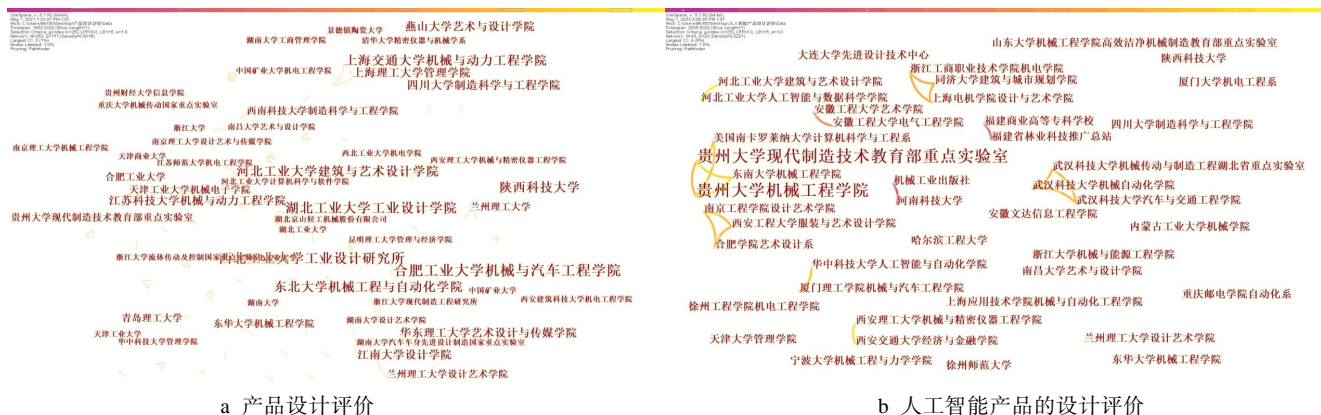


图 2 科研机构共现网络

Fig.2 Co-emergence network of scientific research institutions

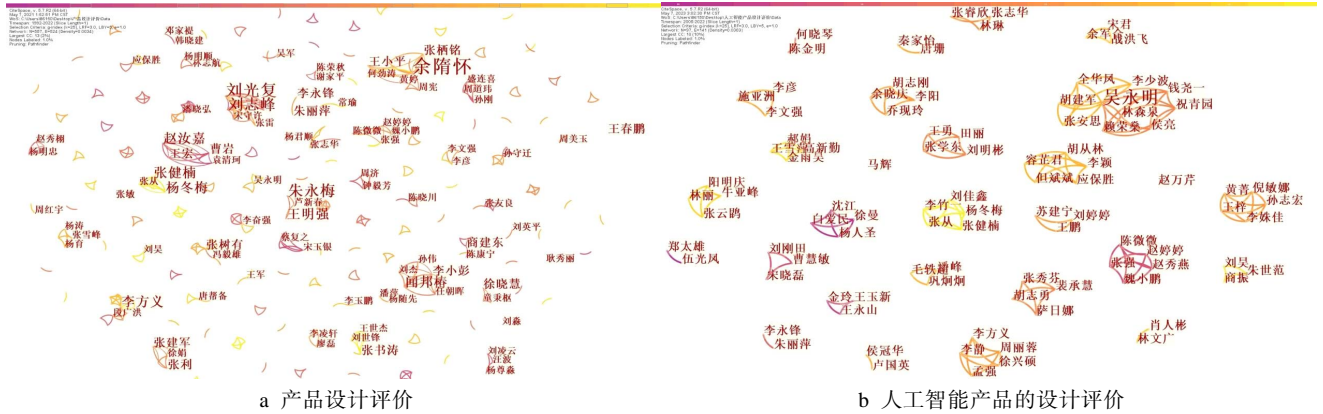


图 3 发文作者共现网络
Fig.3 Co-emergence network of authors



图 4 热点主题共现网络
Fig.4 Co-emergence network of hot topics

表 1 科研机构共现分析结果对比
Tab.1 Comparison of the co-emergence analysis results of scientific research institutions

项目	机构数量		机构之间连线		共现网络密度	
	N	状态	E	状态	Density 值	状态
产品设计评价	352	相对雄厚	111	较少	0.001 8	较低
人工智能产品的设计评价	43	薄弱	20	极少	0.022 1	一般

表 2 发文作者共现分析结果对比
Tab.2 Comparison of the co-emergence analysis results of authors

项目	作者数量		作者之间连线		共现网络密度	
	N	状态	E	状态	Density 值	状态
产品设计评价	557	相对雄厚	524	较多	0.003 4	较低
人工智能产品的设计评价	97	薄弱	141	一般	0.030 3	相对较高

表 3 热点主题共现分析结果对比
Tab.3 Comparison of the co-emergence analysis results of hot topics

项目	关键词数量		关键词之间连线		共现网络密度	
	N	状态	E	状态	Density 值	状态
产品设计评价	530	较多	1 047	较多	0.007 5	较低
人工智能产品的设计评价	105	较少	139	一般	0.025 5	相对较高

生产设计制造的绿色设计评价;浙江大学团队依托计算机学院和 CAD&CG 国家重点实验室的先进科研条件,借助计算机学科产品参数化网络分析等手段主要对复杂产品展开设计评价研究^[30];河北工业大学杨冬梅等^[31]主要研究老年人产品设计评价;山东大学马艳等^[32]主要研究绿色设计与生命周期评价。人工智能产品的设计评价领域研究力量薄弱,整体合作水平一般。相比较而言,产品设计评价研究相对成熟,体系仍在不断完善,人工智能产品的设计评价研究处于萌芽探索阶段。

高频关键词能够反映目标领域的研究重点,见表

4—5。采用层次分析法聚焦热点主题,更有助于深入分析。采用 KJ 法^[33](一种民主评议、集体决策的思维方式,更加侧重于综合性地归纳不同性质的数据,保证分析结果更加客观、理性)先后对 2 个领域的高频关键词进行层次分类、归纳和命名,去除与检索项重复性较强的关键词(“产品设计、设计评价、评价和设计”等),最终的分析结果相对一致,同样可以整理为三大热点主题,如图 5 所示,其中设计评价理论是基础研究,设计评价方法是行动指南,设计评价应用是实例验证。

表 4 产品设计评价高频关键词
Tab.4 High-frequency key words of product design evaluation

关键词	频次	中心性	关键词	频次	中心性	关键词	频次	中心性
产品设计	98	0.67	评价模型	8	0.07	产品评价	5	0.02
设计评价	27	0.15	模糊评价	8	0.05	感性意象	5	0.02
层次分析法	27	0.18	模糊层次分析法	7	0.03	主成分分析	5	0.02
方案评价	25	0.23	评价方法	7	0.06	决策	5	0.05
工业设计	21	0.19	生命周期评价	7	0.03	优度评价	5	0.03
绿色设计	16	0.11	设计方案	6	0.02	工业产品	4	0.06
评价	16	0.11	BP 神经网络	6	0.02	方案设计	4	0.02
概念设计	15	0.09	绿色产品	6	0.06	产品服务系统	4	0.06
综合评价	15	0.10	模糊数学	6	0.02	评价指标	4	0.01
模糊综合评价	11	0.02	可用性	6	0.02	大规模定制	4	0.02
产品造型设计	11	0.05	创新设计	6	0.04	产品质量	4	0.00
并行工程	10	0.10	指标体系	6	0.05	可装配性评价	4	0.02
感性工学	10	0.07	信息熵	5	0.02			

表 5 人工智能产品的设计评价高频关键词
Tab.5 High-frequency key words of AI product design evaluation

关键词	频次	中心性	关键词	频次	中心性	关键词	频次	中心性
产品设计	9	0.08	模糊神经网络	3	0.02	评价系统	2	0.00
BP 神经网络	6	0.05	神经网络	3	0.00	创新设计	2	0.02
产品造型设计	4	0.01	评价	3	0.00	设计	2	0.00
感性工学	4	0.01	评价模型	3	0.06	人工神经网络	2	0.01
方案评价	3	0.01	感性意象	2	0.02	支持向量机	2	0.00
遗传算法	3	0.00	评价方法	2	0.00			

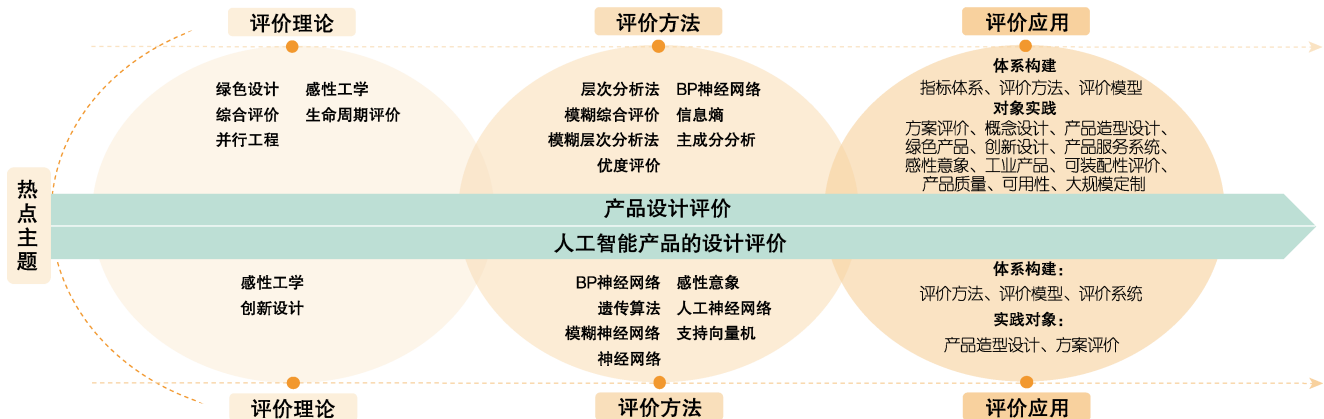


图 5 三大热点主题 (KJ 法聚类)
Fig.5 Three hot topics (KJ method clustering)

通过对三大热点主题的深入分析可知, 现有产品的设计评价理论研究较为丰富且评价体系相对成熟。如图 6 所示, 为构建评价体系, 需要在评价理论的基础上提出相应的评价指标体系, 选择或创新应用合适的评价方法, 从而形成基于某理论或某评价方法的评价模型。评价对象实践是针对某一产品类别、设计环节、具体的产品设计或设计要素进行的实际评价活动。产品设计评价往往涉及产品全生命周期的众多复杂问题, 其研究需立足于相关学科的众多思想理论^[34]。目前我国产品设计评价理论研究以综合评价和生命周期评价为基础, 主要从产品设计开发、生产制造管理、生态环境保护的角度出发, 构建相应的评价理论。科学性是客观评价的基础, 适配性是合理评价的前提。然而, 关于人工智能产品的设计评价理论研究有限, 且针对性不强。目前的研究主要集中在方法领域, 进一步验证了关于人工智能产品的设计评价研究未成体系。综合来看, 面对具有复杂系统的人工智能产品, 对其进行科学、客观、適切且全面的评价极具难度和挑战性。

2.3 时间演进可视化分析

年度发文量见图 7, 热点主题突现值的对比分析

如图 8—9 所示。产品设计评价大致可分为 3 个阶段: 萌芽探索阶段 (1992—1997 年), 产品设计评价发迹于产品设计市场实践研究, 以产学研模式探索为代表, 标志着产品设计评价领域的初步确立; 快速发展阶段 (1998—2007 年), 随着经济的高速发展和国外优秀产品的不断涌进, 国外先进设计实践理论进一步促进了国内产品设计评价的研究, 使之呈现出两段式高速增长态势, 相关研究发展迅猛, 研究内容更加全面和深入, 整体研究框架基本确立; 波动发展阶段 (2008—2022 年), 该阶段产品设计评价研究受国家发展战略、信息技术革命和社会环境因素的影响呈现三段式波动状态。随着《关于促进工业设计发展的若干指导意见》的发布, 工业设计学科中以感性工学为代表的从设计要素和用户体验视域出发的产品设计感性评价研究逐步展开。文化建设、健康中国^[35]等国家战略的提出以及大数据^[36]、机器深度学习技术^[37]的快速发展进一步拓展了产品设计评价的研究方向, 使之在研究内容和方法方面取得了突破性创新。对比可知, 人工智能产品的设计评价研究起源于产品设计评价快速发展后期, 主要驱动力是技术革命。

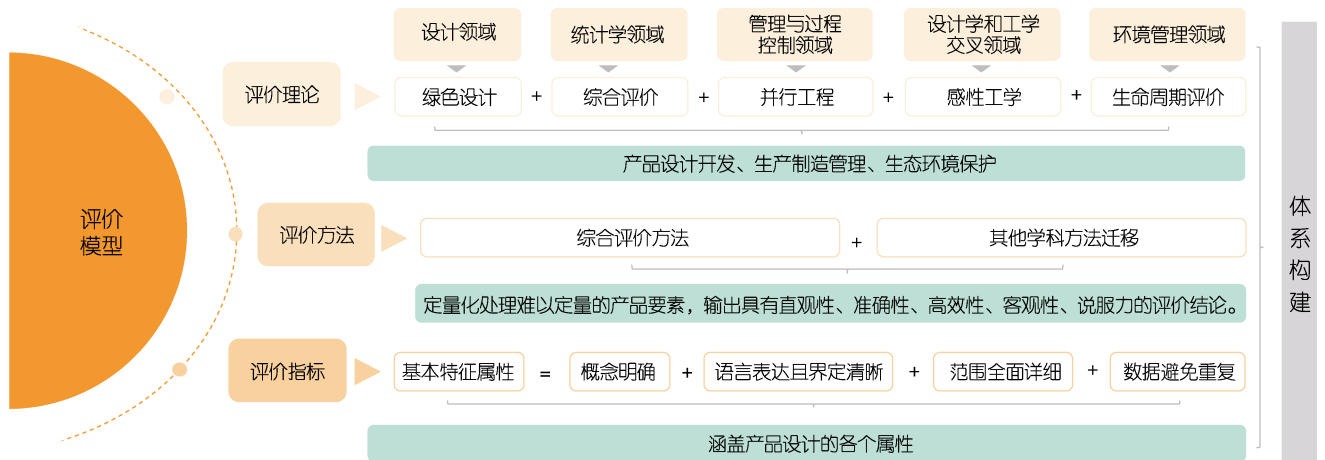


图 6 产品设计评价应用体系构建图解

Fig.6 Illustration of product design evaluation application system construction

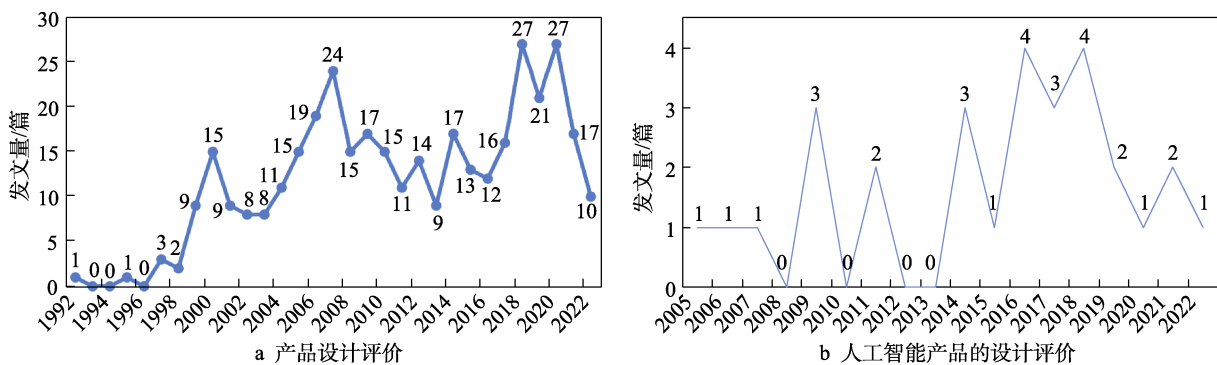


图 7 年度发文量

Fig.7 Annual publication volume

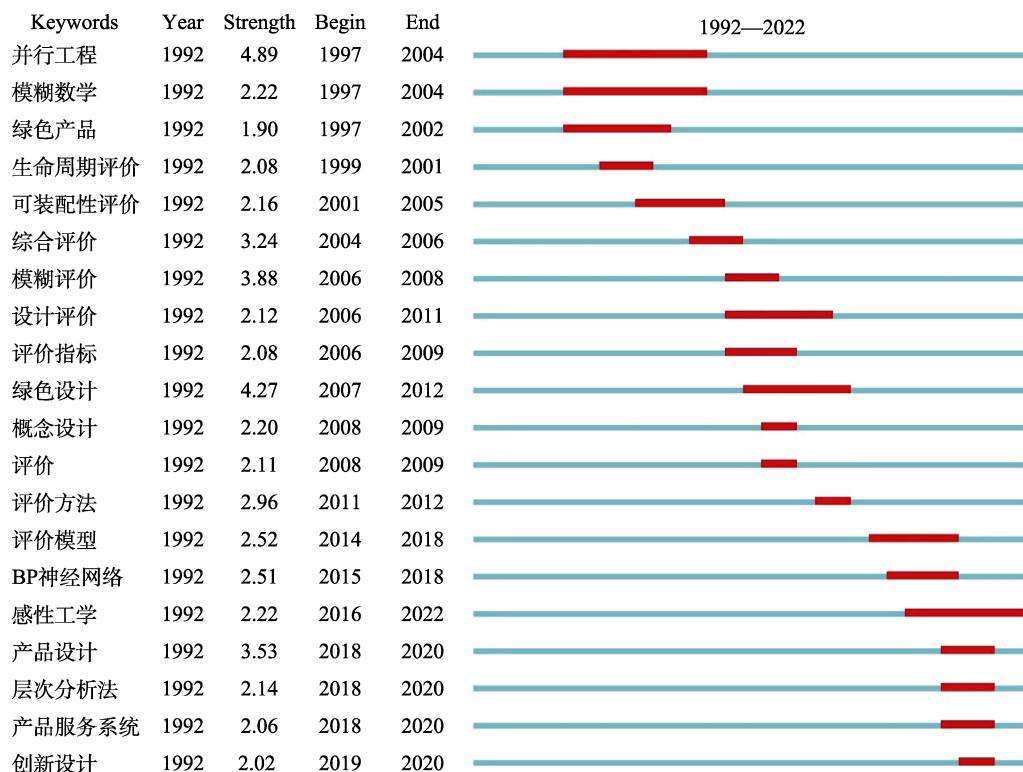


图8 产品设计评价关键词突现值排名

Fig.8 Key word emergence value ranking of product design evaluation

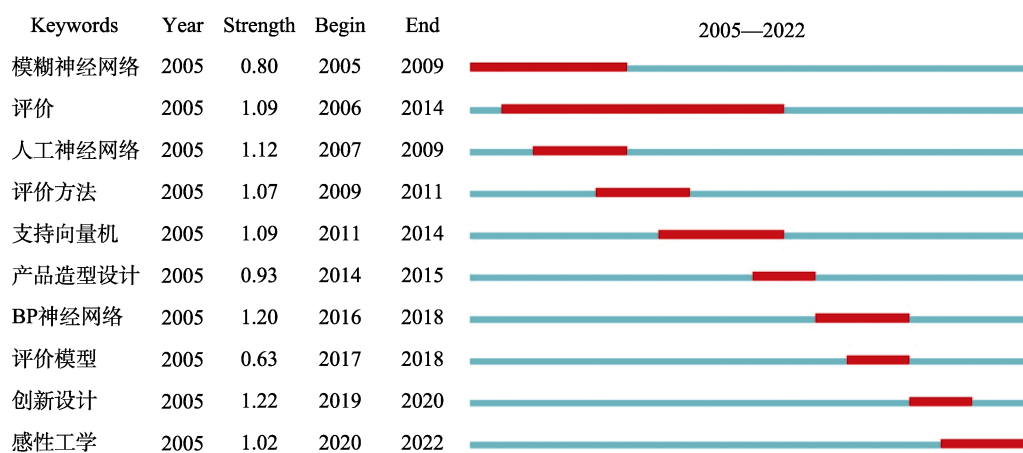


图9 人工智能产品的设计评价关键词突现值排名

Fig.9 Key word emergence value ranking of AI product design evaluation

目前产品设计评价领域的研究呈现理论、方法和应用三驱并进的态势：理论研究主要是指从以绿色设计为核心的环境保护评价及以并行工程为核心的生产制造管理评价转向以设计思维为核心的设计要素评价、用户体验评价和设计制造的综合评价；方法研究从利用模糊数学对多因素且模糊的评价指标进行科学量化处理的研究开始，不断探索其他应用于产品设计评价的新方法，通过融合的手段不断提升评价方法的适配性，进而提高评价结果的精确度；评价应用从致力于开发产品设计评价决策支持系统向致力于促进更加优良的方案设计产出进行转变。人工智能产品的设计评价研究主要集中于评价方法研究，不断

探索将以BP神经网络为代表的机器学习技术作为评价方法的创新应用。

2.4 可视化分析结果

空间分布和时间演进可视化对比分析结果表明：人工智能产品的设计评价研究力量薄弱，研究方向不聚焦，技术革命是主要驱动力。现有的研究内容以方法研究为主，方法的研究主要集中于利用人工智能技术手段对现有产品展开设计评价研究，对人工智能产品自身的设计评价研究更为薄弱。随着人工智能相关技术的快速发展，人工智能产品大量涌现。由于缺少有效的评价体系，无法保证人工

智能产品质量和需求的满意达成度。深入研究相关理论和原则, 构建系统性的评价指标体系及理论模型成为研究重点。综合而言, 空间分布和时间演进的可视化分析揭示了人工智能产品设计评价在研究热点和趋势上与产品设计评价具有一定的内容重合性和规律统一性。因此, 产品设计评价已形成的相对成熟的理论研究和评价体系在一定程度上能够为人工智能产品的设计评价提供基础和思路。除此之外, 可视化的分析结果进一步验证了在创新驱动的社会发展中, 对大量涌现的人工智能产品进行评价以输出真正优良的转化方案是本领域需要解决的应用实践问题。

3 发展演进研究

由于现阶段关于人工智能产品的设计评价研究有限, 可分析的数据样本相对有限, 本研究尝试从人工智能、人工智能产品和产品设计评价的发展历程等角度找到人工智能产品设计评价发展演进的切入点, 以期更好地了解人工智能产品设计评价研究中的现存问题, 提出针对性的解决办法。

3.1 人工智能的发展历程

人工智能的核心是机器智能, 包括感知、思维、学习和行为四个部分, 关键技术包含算法(重要推动力)、软件框架(算法应用媒介)和芯片(关键基础硬件)^[38], 其概念的提出可以追溯到“图灵测试”^[39],

人工智能在 1956 年的达特茅斯会议上被正式确定为研究学科, 部分代表性成果见表 6。

人工智能的发展经历了 3 次发展高潮和 2 次寒冬, 在不断演进的过程中形成了三大核心内涵, 如图 10 所示。计算智能、感知智能和认知智能是主要的发展方向^[40]。人工智能的发展将历经“弱、强、超”3 个阶段。目前的研究在弱人工智能阶段已经有所突破, 机器成为辅助人类完成任务的重要手段, 但仍不具备通用性的人类智慧; 强人工智能时代的机器将会具备认知智能, 拥有意识和思想, 处于待探索阶段; 超人工智能属于相对遥远的未来领域^[41]。

人工智能的发展可以划分为 6 个阶段: 起步发展阶段(1956—1974 年)、反思发展阶段(1975—1980 年)、快速发展阶段(1981—1987 年)、抑制发展阶段(1988—1993 年)、复苏发展阶段(1994—2005 年)和高速发展阶段(2006—2022 年)。2006 年以深度学习为代表的人工智能技术的飞速发展, 促进了人工智能在第三次发展高潮中由复苏发展转向高速发展^[42]。

3.2 人工智能产品的发展历程

以“人工智能+产品设计”为检索词, 确定样本数据为 142 篇, 运用 CiteSpace V 软件展开人工智能产品热点主题共现分析和时间演进分析, 结果如图 11 所示, 输出的 359 个关键词彼此之间的连线较多 ($E=705$), 共现网络密度较低 (Density 值=0.001 1)。综合分析可知, 现有的研究主要集中于不同技术手段

表 6 人工智能取得的重大研究成果
Tab.6 Major research achievements in AI

时间	研究成果	时间	研究成果	时间	研究成果
1950 年	图灵算法 遗传算法	1982 年	霍普菲尔德网络	2001 年	随机森林
1952 年	语音识别	1983 年	随机霍普菲尔德网络	2003 年	物元系统
1956 年	模拟人类机器 人工智能	1985 年	贝叶斯网络	2005 年	物联网
1958 年	人工神经网络	1986 年	BP 神经网络	2006 年	“云计算”概念
1960 年	语义网络	1987 年	人工生命	2006 年	“深度学习”神经网络
1968 年	专家系统	20 世纪 80 年代	类脑智能	2010 年	迁移学习
	增强学习雏形	1989 年	万能近似定理	2012 年	知识图谱
	深度学习雏形	1989 年	卷积神经网络	2014 年	生成对抗网络
	模式识别	1990 年	量子信息	2014 年	无监督学习算法
20 世纪 50—70 年代	搜索式推理	20 世纪 90 年代	自动工程	2015 年	残差网络
	自然语言	1995 年	支持向量机	2018 年	BERT 模型
	机器视觉	1995 年	AdaBoost 算法	2019 年	集成通用近似量子计算系统
	知识工程	1995 年	互联网	2020 年	自然语言深度学习模型
	微世界	1997 年	LSTM	2021 年	DALL·E 和 CLIP 神经网络
1980 年	大数据	1998 年	语义网	2022 年	生物计量学
1982 年	神经网络算法	2001 年	条件随机场模型	2022 年	网络防御

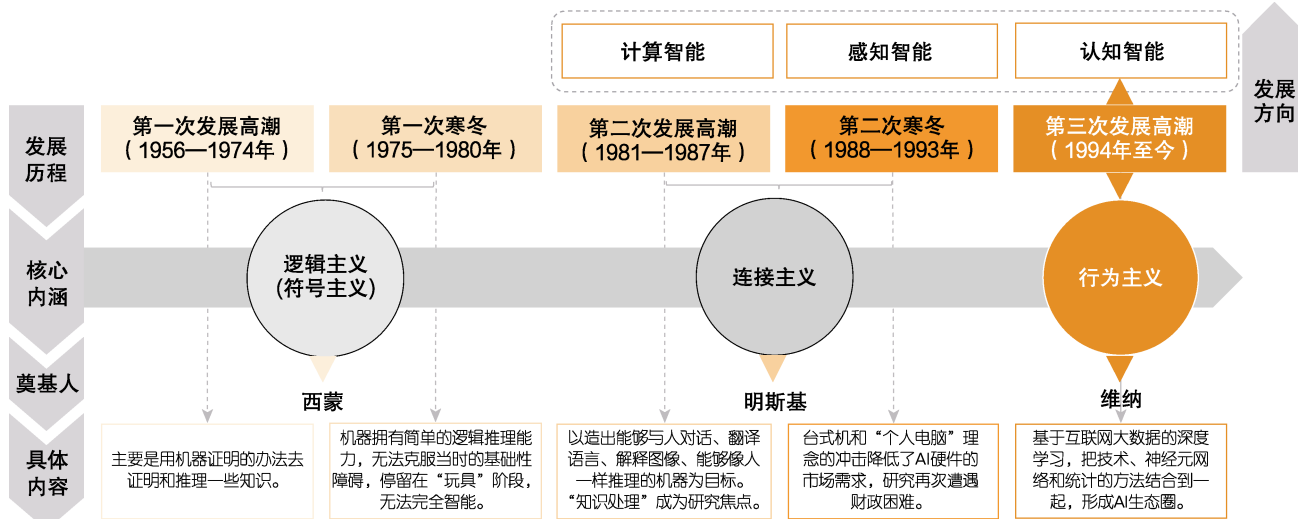


图 10 人工智能发展历程
Fig.10 Development evolution of AI

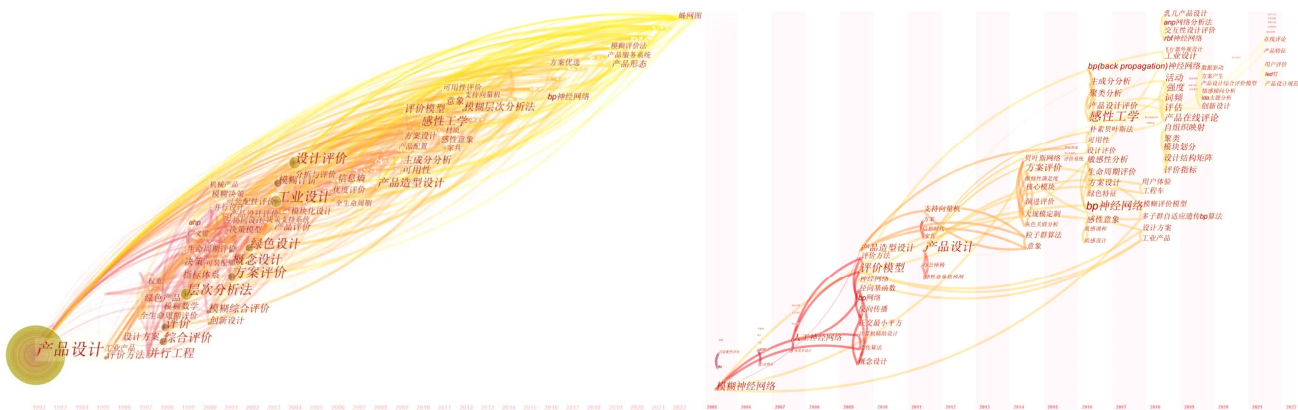


图 11 热点主题共现网络、热点主题 Timezone 图谱 (人工智能产品)
Fig.11 Co-emergence network and Timezone map of hot topics (AI product)

在设计中的运用，是对人工智能产品设计过程的研究。对人工智能产品的研究处于不断发展中，感性工学、价值工程学、情感计算和设计伦理可以被纳入其中。深入研究发现，该领域现有的研究中虽然没有直接体现设计评价，但研究内容表明现有的理论研究慢慢在向人工智能和人工智能产品的评价方向倾斜，如“人工智能威胁论”“人工智能责任鸿沟”“人工智能算法厌恶”“人工智能伦理论”等，从不同的切入点展开对人工智能和人工智能产品的评判，为人工智能产品的设计评价提供了一定的研究基础。

随着人工智能相关技术的发展，具有时代代表性的人工智能产品层出不穷，部分产品见表 7。结合人工智能的发展历程进行分析，未来人工智能产品的发展将追求更自然的交互、更智慧的功能、更个性的服务和更全面的自动化生产^[43]。人工智能产品是公式化的设计产物，能更好地满足用户在使用功能方面的需求。然而在实际生活中，产品除了需要具备使用功能之外，也要具备文化功能和审美功能^[44]。而现阶段的人工智能并不具备对社会环境、文化底蕴和人类情感的理解能力，因此生成的产品对文化、审美和情感的

表达相对较弱。

结合共现分析结果、时间演进分析结果和代表性产品产生的时间可知，人工智能产品的文献研究起步于 1996 年，其发展历程可以分为 3 个阶段：萌芽探索阶段（1951—1995 年）、稳步发展阶段（1996—2005 年）和高速发展阶段（2006—2022 年）。

3.3 人工智能产品的设计评价发展历程

综合数据计量对比分析(产品设计评价与人工智能产品的设计评价)和人工智能与人工智能产品的发展历程分析，探讨人工智能产品的设计评价发展历程和历史演进。如图 12 所示为人工智能、人工智能产品、产品设计评价和人工智能产品设计评价的发展历程图解，由人工智能产品的设计评价发文量时间演进可视化分析结果可知，2005 年为起始点，年发文量较低且不稳定，其发展历程可划分为 4 个阶段：萌芽探索阶段（1951—2005 年）、波动发展阶段（2006—2013 年）、稳步发展阶段（2014—2018 年）和抑制发展阶段（2019—2022 年）。综合分析相关领域的研究现状和趋势，可大胆地猜测未来将进入蓬勃发展阶段。

表 7 具有代表性的人工智能产品
Tab.7 Representative AI product

时间	研究成果	时间	研究成果
1951 年	第一台神经网络机	2015 年	Skype 实时翻译工具
20 世纪 50—70 年代	国际象棋程序	2015 年	康奈尔大学开发的鸟脸识别技术
20 世纪 50—70 年代	第一台通用机器人	2015 年	基于文本的人工智能助理“M”
1997 年	国际象棋机器人深蓝	2016 年	Google AlphaGo、第一代专用芯片 TPU
2009 年	Youtube 自动字幕	2016 年	Chatbots
2010 年	谷歌无人驾驶汽车	2016 年	第一个人造纳米尺度随机相变神经元
2011 年	苹果语音个人助手 Siri	2016 年	IBM Watson Analytics
2011 年	第一代智能恒温器 Nest	2017 年	Google 开源深度学习系统 Tensorflow 1.0
2011 年	人工智能仿生眼	2017 年	类人机器人索菲亚
2012 年	Google 个人助理 Google Now	2018 年	新闻写作机器人 Wordsmith
2013 年	福特汽车全球第一条自动化生产线	2019 年至今	RPA 1.0、RPA 2.0、RPA 3.0、RPA4.0
2014 年	人工智能小冰、语音助手 Cortana	2019 年	微软人工智能 Torque 中文版
2014 年	百度 Deep Speech 语音识别系统	2020 年	量子计算原型机“九章”
2014 年	谷歌人工智能项目 DeepMind	2022 年	Chat GPT

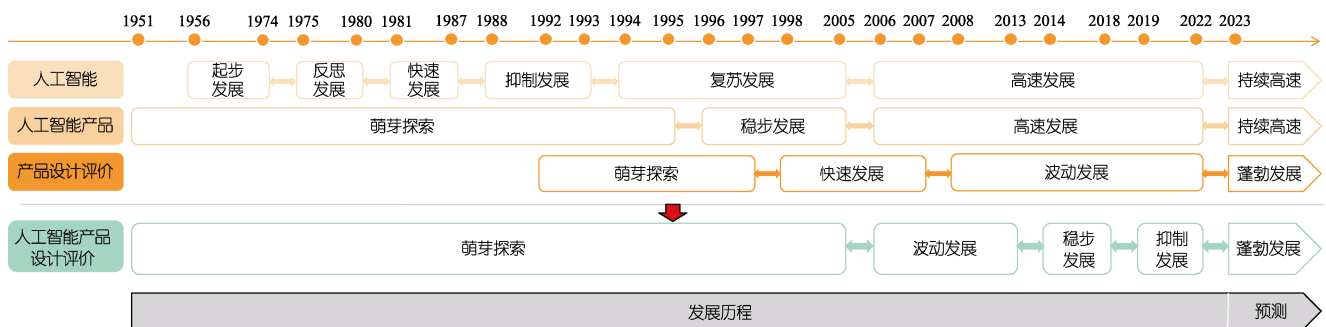


图 12 发展历程

Fig.12 Development evolution

3.4 人工智能产品的设计评价发展演进

发展演进分析能够将目标研究领域的前沿热点进行直观的可视化表达,有利于以热点主题为中心探讨研究趋势。通过将热点主题带入发展历程(如图 12 所示)中,进行双维度的研究,横向沿人工智能产品的设计评价发展历程展开,纵向以热点主题为核心,历史发展演进图解如图 13 所示。由于人工智能产品的设计评价未成体系,研究力量比较薄弱,因此演进趋势的研究可以借鉴产品设计评价的成熟体系:理论研究以设计思维为核心,展开融合设计要素、用户体验和设计制造等方面的综合性评价理论研究;在方法上致力于研究综合的评价方法和其他学科方法的迁移,进而实现多方法的创新融合;在应用演进分析中,重点对设计方案的直接评价进行研究,评判并把控人工智能产品的质量,提高产品应用落地率。

4 评价体系适切度定位

评价体系适切度定位是指现有产品设计评价体系是否适切于人工智能产品的设计评价分析,通过基

本逻辑(基本逻辑的区别)、研究热点与评价体系(数据计量分析)、发展历程与发展演进(发展演进研究),层层递进地论述了二者之间部分适切的关系。如图 14 所示,综合分析结果可知:从宏观的角度来看,二者具有较高的内容重合性和规律统一性,因此现有的产品设计评价体系与人工智能产品的设计评价体系是部分适切的关系,具体的作用机制包括补充、借鉴、拓展、预测与指导;从微观的角度来看,基本逻辑的对比分析表明二者在思想维度不确切,对象维度和算力维度保持相对适切但研究的侧重点有所不同,提出了人工智能产品的设计评价需要在现有的三大评价模块(产品合理性与正确性评价、整体与零部件所具有的产品数据的集合评价、预期目标达成度评价)的基础上增加情感与服务满意度模块,构建四大模块体系。研究热点与评价体系的对比分析说明了二者具有共同的前沿研究内容(评价理论、方法、应用)和评价体系中方法维度的研究成果,针对人工智能产品设计评价体系的不足,提出构建系统性的评价指标体系与理论模型的研究重点。二者的发展历程大致保持统一,然而人工智能产品的设计评价起步较

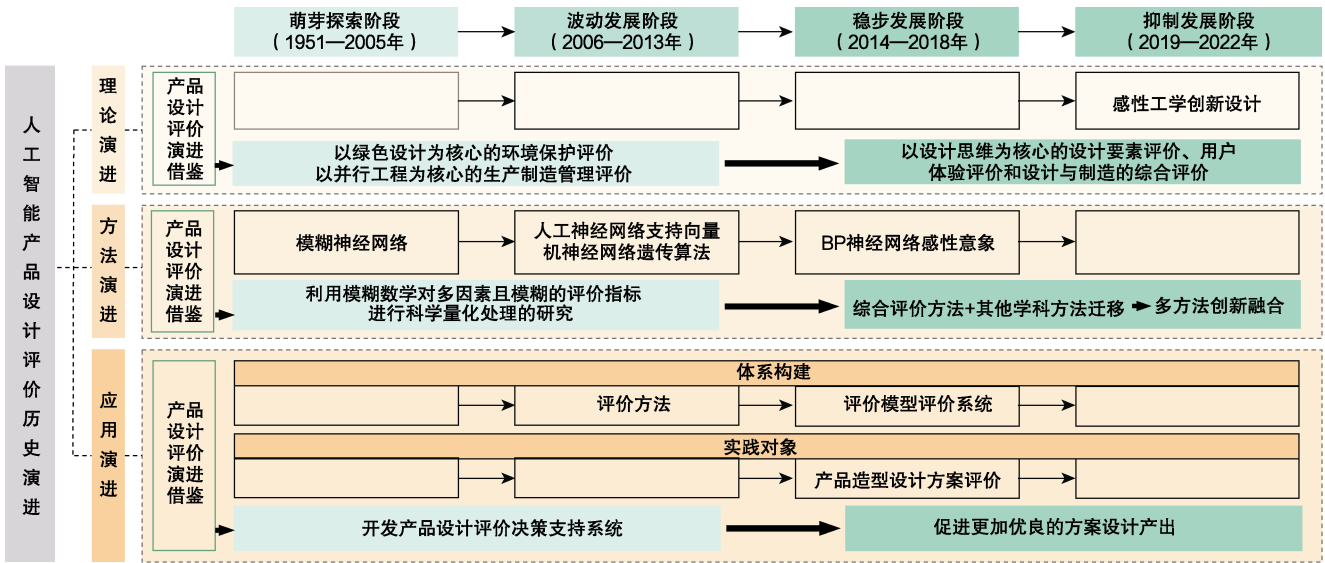


图 13 人工智能产品设计评价历史演进
Fig.13 Historical evolution of AI product design evaluation

产品设计评价		作用机制	人工智能产品设计评价	适切度	适切角度	不适切角度	具体内容
基本逻辑的区别	基本逻辑	补充	判定是否正确且合理的评价体系 (强调功能目标的达成度)	部分适切	对象维度和算力维度保持相对适切	思想维度和算力维度的侧重点不同	产品合理性与正确性评价 整体与零部件所具有产品数据的集合评价 预期目标达成度评价 情感与服务满意度评价
	研究热点	借鉴	判定是否正确且合理的评价体系 (强调功能目标的达成度)	部分适切	三大研究热点一致	具体研究内容不完全适切	借鉴现有研究热点的研究成果 基本体系框架可完全移植
数据计量分析	评价理论	拓展	整体和零部件所具有的产品数据的集合 具有智能化特征	部分适切	方法研究维度一致	具体研究内容不完全适切	以人工智能产品的特殊性为核心做研究
	评价方法		实现设计需求与目标达成度的能力 人工智能技术加持				构建系统性的评价指标体系与理论模型为研究重点
发展演进研究	发展历程	预测	实现设计需求与目标达成度的能力 人工智能技术加持	部分适切	发展历程大致保持统一	起步时间不同步 同历史时段下的具体表现有出入	预测未来发展趋势 以人工智能产品的特殊性为核心做研究 综合性的评价理论研究 多方法的创新融合研究
	发展演进	指导	开发产品设计评价决策支持系统	部分适切	研究维度适切	具体研究内容不完全适切	产品设计方案的直接评价研究

图 14 评价体系适切度定位
Fig.14 Evaluation system suitability orientation

晚,同历史时段下的具体表现与产品设计评价发展状况有所出入。发展演进的研究维度保持彼此适切,而具体内容不完全适切,需要以人工智能产品的特殊性为核心进行针对性的研究。人工智能产品的设计评价发展方向可以利用现有的产品设计评价体系进行有效预测:追求综合性的评价理论研究、实现多方法的创新融合研究和产品设计方案的直接评价研究。

5 结语

放眼未来,人工智能技术和人工智能产品的研究成果将呈现爆炸式增长,然而以人工智能为工具进行设计转化生成的产品不可能自我演变出情感和道德。

面对大量涌现的人工智能产品,对其进行科学且有效的设计评价研究是保证质量和需求达成度的决定性手段。因此,在人工智能产品和服务的研究中,评价环节需要被高度重视。本文对比分析了国内产品设计评价和人工智能产品设计评价的现有研究成果、热点和趋势,指出了现阶段研究存在的问题与难点;探索了产品和人工智能产品的基本逻辑,保证了研究方向的正确性;结合人工智能和人工智能产品发展历程的研究结果,梳理了人工智能产品的设计评价发展演进,对热点与趋势进行了预测,最终实现了现有产品设计评价体系与人工智能产品的设计评价体系适切度的定位。结果表明,现有的产品设计评价体系对人工智能产品的设计评价体系研究有较强的借鉴价值,

领域的跨界、团队研究成果的集聚效应、产品品类研究成果的嫁接、科技创新、政策引导、需求升级、设计能动性的提高和评价视角的转变可以在不同的历史阶段下为人工智能产品的设计评价研究提供有效的发展路径。构建系统性的评价体系,有利于人工智能产品设计积极地应对社会、技术和需求的飞速变化,作出实时且有效的正反馈,最终保证人工智能产品的质量 and 应用落地率。总体来说,目前人工智能产品的设计评价研究相对薄弱且处于抑制发展阶段,如何构建更加完善且适切的评价体系需要更加深入的探索研究。

参考文献:

- [1] 陆继翔,余隋怀,陆长德. 面向工业设计的智能设计体系[J]. 机械设计, 2020, 37(4): 140-144.
LU Ji-xiang, YU Sui-huai, LU Chang-de. Intelligent Design System for Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(4): 140-144.
- [2] MARTÍNEZ-PLUMED F, GÓMEZ E, HERNÁNDEZ-ORALLO J. Futures of Artificial Intelligence through Technology Readiness Levels[J]. Telematics and Informatics, 2021, 58: 101, 525.
- [3] DE VAN N. The Ethics of AI, Unesco and the African Ubuntu Perspective[J]. Journal of Information, Communication and Ethics in Society, 2023, 21(1): 112-128.
- [4] 褚建勋,刘新生. 试论人工智能产品可靠性与企业伦理责任[J]. 自然辩证法研究, 2022, 38(10): 71-77.
CHU Jian-xun, LIU Xin-sheng. On the Reliability of Artificial Intelligence Products and the Ethical Responsibility of Enterprises[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2022, 38(10): 71-77.
- [5] 李游,梁哲浩,常亚平. 用户对人工智能产品的算法厌恶研究述评及展望[J]. 管理学报, 2022, 19(11): 1725-1732.
LI You, LIANG Zhe-hao, CHANG Ya-ping. Consumers' Algorithm Aversion to AI Products: A Literature Review and Prospect[J]. Chinese Journal of Management, 2022, 19(11): 1725-1732.
- [6] HOLMES W, PORAYSKA-POMSTA K. The Ethics of Artificial Intelligence in Education: Practices, Challenges, and Debates[M]. New York: Routledge, 2022.
- [7] HEIDEGGER M. Basic Questions of Philosophy: Selected "Problems" of "Logic"[M]. Bloomington: Indiana University Press, 1994
- [8] QIN Shi-fan, LI Long-jiang. Visual Analysis of Image Processing in the Mining Field Based on a Knowledge Map[J]. Sustainability, 2023, 15(3): 1810.
- [9] 曹祥哲. 人工智能视域下的产品设计新特征及情感交互设计探究[J]. 包装工程, 2022, 43(18): 32-38.
CAO Xiang-zhe. New Features of Product Design and Emotional Interaction Design from Perspective of Artificial Intelligence[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(18): 32-38.
- [10] SAMPATH KUMAR V R, KHAMIS A, FIORINI S, et al. Ontologies for Industry 4.0[J]. The Knowledge Engineering Review, 2019, 34: e17.
- [11] 马奔,叶紫蒙,杨悦兮. 中国式现代化与第四次工业革命: 风险和应对[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2023(1): 11-19.
MA Ben, YE Zi-meng, YANG Yue-xi. Chinese Path to Modernization and the Fourth Industrial Revolution: Risks and Solutions[J]. Journal of Shandong University (Philosophy and Social Sciences), 2023(1): 11-19.
- [12] CREUSEN M E H. Research Opportunities Related to Consumer Response to Product Design[J]. Journal of Product Innovation Management, 2011, 28(3): 405-408.
- [13] BRAKUS J. Experiential Product Attributes and Preferences for New Products: The Role of Processing Fluency[J]. Journal of Business Research, 2014, 67(11): 2291-2298.
- [14] HOMBURG C, SCHWEMMLE M, KUEHNL C. New Product Design: Concept, Measurement, and Consequences[J]. Journal of Marketing, 2015, 79(3): 41-56.
- [15] 张林波,虞慧怡,郝超志,等. 生态产品概念再定义及其内涵辨析[J]. 环境科学研究, 2021, 34(3): 655-660.
ZHANG Lin-bo, YU Hui-yi, HAO Chao-zhi, et al. Redefinition and Connotation Analysis of Ecosystem Product[J]. Research of Environmental Sciences, 2021, 34(3): 655-660.
- [16] 王宏飞. 论人工智能产品的设计逻辑[J]. 创意设计源, 2019(6): 43-47.
WANG Hong-fei. On the Design Logic of Artificial Intelligence Products[J]. Idea&Design, 2019(6): 43-47.
- [17] 齐佳音,王琳琳,袁雨飞. 人工智能产品的适应性创新逻辑——哈贝马斯交往理论视角[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2021, 20(1): 31-45.
QI Jia-yin, WANG Lin-lin, YUAN Yu-fei. Adaptive Innovation of AI Products: Based on Habermas' Communication Theory[J]. Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition), 2021, 20(1): 31-45.
- [18] 杨慧,王舒婷. 人工智能产品对消费者自我扩展感知的影响研究[J]. 江西社会科学, 2021, 41(11): 211-220.
YANG Hui, WANG Shu-ting. Research on the Influence of Artificial Intelligence Products on Consumers' Self-Expansion Perception[J]. Jiangxi Social Sciences, 2021, 41(11): 211-220.
- [19] LONGLEY J, NORMANN D. Higher-Order Computability[M]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015.
- [20] 任成元. 产品设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2016.
REN Cheng-yuan. Product Design[M]. Beijing: Posts and Telecommunications Press, 2016.
- [21] LUCHS M G, BROWER J, CHITTURI R. Product Choice and the Importance of Aesthetic Design Given the Emotion-Laden Trade-off between Sustainability

- and Functional Performance[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2012, 29(6): 903-916.
- [22] ROTH C H, KINNEY L L, JOHN E B. *Fundamentals of logic design*[M]. Enhanced seventh edition.
- [23] GIL D, HOBSON S, MOJSILOVIć A, et al. *AI for Management: An Overview*[M]//*The Future of Management in an AI World*. Cham: Palgrave Macmillan, 2020: 3-19.
- [24] NETO W L, AUSTIN M, TEMPLE S, et al. *LSOracle: A Logic Synthesis Framework Driven by Artificial Intelligence: Invited Paper*[C]//2019 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD). Westminister, CO, USA. IEEE, 2019: 1-6.
- [25] 师洪波, 郭红梅, 岳婷, 等. 基于分布式大数据技术的科学计量模块化分析平台构建研究[J]. *数据分析与知识发现*, 2020, 4(Z1): 231-238.
- SHI Hong-bo, GUO Hong-mei, YUE Ting, et al. Research on the Construction of Modular Analysis Platform for Scientific Metrology Based on Distributed Big Data Technology[J]. *Data Analysis and Knowledge Discovery*, 2020, 4(Z1): 231-238.
- [26] 孙大光, 唐小飞, 鲁平俊. 知识创新管理研究热点与演进——基于“协同引证矩阵”和“时间异质性 LOG 模型”的分析[J]. *科研管理*, 2021, 42(2): 1-11.
- SUN Da-guang, TANG Xiao-fei, LU Ping-jun. Hotspots and Evolution of Knowledge Innovation Management Research—An Analysis Based on Cocitation Matrix and Time-Heterogenous Log-Multiplicative Model[J]. *Science Research Management*, 2021, 42(2): 1-11.
- [27] 许娜, 黄岚铃. 基于 CiteSpace 的旅游服务设计研究可视化分析[J]. *包装工程*, 2022, 43(24)204-214
- XU Na, HUANG Lan-ling. Visual Analysis of Tourism Service Design Research Based on CiteSpace[J]. *Packaging Engineering*, 2022, 43(24)204-214
- [28] 陈彦嵩, 余隋怀, 初建杰, 等. 基于犹豫模糊集的飞机驾驶舱形态评价[J]. *浙江大学学报(工学版)*, 2022, 56(8): 1568-1577.
- CHEN Yan-hao, YU Sui-huai, CHU Jian-jie, et al. Evaluation of Aircraft Cockpit Form Based on Hesitant Fuzzy Sets[J]. *Journal of Zhejiang University (Engineering Science)*, 2022, 56(8): 1568-1577.
- [29] 鲍宏, 刘光复, 张雷, 等. 面向多样性和绿色性需求满意的产品配置设计[J]. *中国机械工程*, 2012, 23(7): 815-822.
- BAO Hong, LIU Guang-fu, ZHANG Lei, et al. Product Configuration Design Oriented to Satisfaction for Diversity and Green Requirements[J]. *China Mechanical Engineering*, 2012, 23(7): 815-822.
- [30] 杨智渊, 杨文波, 杨光, 等. 人工智能赋能的设计评价方法研究与应用[J]. *包装工程*, 2021, 42(18): 24-34, 62.
- YANG Zhi-yuan, YANG Wen-bo, YANG Guang, et al. Research and Application of Artificial Intelligent Empowered Design Evaluation Method[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(18): 24-34, 62.
- [31] 杨冬梅, 刘佳鑫, 张健楠, 等. 面向居家辅助康复产品的设计评价方法[J]. *机械设计*, 2022, 39(1): 154-160.
- YANG Dong-mei, LIU Jia-xin, ZHANG Jian-nan, et al. Design Evaluation Method for Home-Based Assisted Rehabilitation Products[J]. *Journal of Machine Design*, 2022, 39(1): 154-160.
- [32] 马艳, 李方义, 王黎明, 等. 基于多层次数据分配的机床生命周期环境影响评价[J]. *计算机集成制造系统*, 2021, 27(3): 757-769.
- MA Yan, LI Fang-yi, WANG Li-ming, et al. Life Cycle Environmental Impact Assessment of Machine Tool Based on Multi-Level Data Distribution[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2021, 27(3): 757-769.
- [33] 杨宁, 张志强. 结合计量分析和内容分析的科学数据集使用特征研究[J]. *图书情报工作*, 2022, 66(10): 122-130.
- YANG Ning, ZHANG Zhi-qiang. Research on the Use Characteristics of Scientific Datasets Combined with Quantitative Analysis and Content Analysis[J]. *Library and Information Service*, 2022, 66(10): 122-130.
- [34] DÉR A, KALUZA A, REIMER L, et al. Integration of Energy Oriented Manufacturing Simulation into the Life Cycle Evaluation of Lightweight Body Parts[J]. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 2022, 9(3): 899-918.
- [35] 吴宁, 石丹阳. 新时代中国特色社会主义健康中国[J]. *社会科学家*, 2022, 308(12): 30-37.
- WU Ning, SHI Dan-yang. New Age Socialism with Chinese Characteristics Healthy China[J]. *Social Scientist*, 2022, 308(12): 30-37.
- [36] IAFRATE F. *Artificial Intelligence and Big Data: The Birth of a New Intelligence*[M]. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2018.
- [37] JOEL S, MIGUEL A, GUILLERMO F, et al. Pattern Recognition and Deep Learning Technologies, Enablers of Industry 4.0, and Their Role in Engineering Research[J]. *Symmetry*, 2023, 15(2): 535.
- [38] AHMED N, WAHED M, THOMPSON N C. The Growing Influence of Industry in AI Research[J]. *Science*, 2023, 379(6635): 884-886.
- [39] 高新民, 罗岩超. “图灵测试”与人工智能元问题探微[J]. *江汉论坛*, 2021(1): 56-64.
- GAO Xin-min, LUO Yan-chao. On "Turing Test" and Meta-Problem of Artificial Intelligence[J]. *Jiangnan Tribune*, 2021(1): 56-64.
- [40] 李开复, 王咏刚. *人工智能*[M]. 北京: 文化发展出版社, 2017.
- LI Kai-fu, WANG Yong-gang. *Artificial Intelligence*[M]. Cultural Development Press, 2017.