

【特别策划】

“元”设计研究与展望：元宇宙时代下的数字内容设计

柴春雷¹, 印杨¹, 冯哲裕¹, 石佳文¹, 叶子怡¹, 邱懿锋¹, 张婷¹, 秦月²

(1.浙江大学 现代工业设计研究所, 杭州 310027; 2.杭州万事利丝绸文化股份有限公司, 杭州 310000)

摘要: **目的** 对元宇宙时代下的数字内容设计(“元”设计)进行了研究与展望。**方法** 以“元”设计的概念为基础,从“元”设计的特点、价值、内容、关键技术及未来的研究前景等方面,对“元”设计的发展进行了探讨。**结果** 总结了“元”设计为设计工具迭代、商业模式发展、行业融合趋势等带来的影响。**结论** 在梳理“元”设计发展模式的基础上,进一步解析了“元”设计的本质并探索了“元”设计的发展方向;“元”设计新思维利用多种新技术的融合发展,让数字内容设计变得更加高效便捷;“元”设计的发展将加强虚实场景的融合,促进基础设施的升级并推动商业模式的迭代。

关键词: 元宇宙;“元”设计;数字化设计;数字内容设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)04-0059-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.04.008

Research and Prospect of "Meta" Design: Digital Content Design in the Metaverse Era

CHAI Chun-lei¹, YIN Yang¹, FENG Zhe-yu¹, SHI Jia-wen¹, YE Zi-yi¹,
QIU Yi-feng¹, ZHANG Ting¹, QIN Yue²

(1.Modern Industrial Design Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2.Wensli Silk Culture Research Institute, Hangzhou 310000, China)

ABSTRACT: The work aims to study and prospect the digital content design ("meta" design) in the metaverse era. Based on the concept of "meta" design, the development of "meta" design was discussed from the characteristics, value, content, key technology, and future research requirements. The impact of "meta" design on the iteration of design tools, the development of business models, and the trend of industry integration were summarized. On the basis of combing the development mode of "meta" design, the essence of "meta" design is further analyzed and the development direction of "meta" design is explored. The new thinking of "meta" design makes use of the integration and development of a variety of new technologies, making the digital content design more efficient and convenient. The development of "meta" design will enhance the integration of virtual and real scenarios, facilitate the upgrading of infrastructures and drive the iteration of business models.

KEY WORDS: metaverse; "meta" design; digital design; digital content design

随着数字技术的进步,独立于现实世界之外的数字世界变得愈发重要,元宇宙成为热门话题^[1]。在此背景下,设计活动需要考虑如何营造个性化的虚拟空间以及新维度的交互体验,如何借助“元”设计的思维方式和生产方法去创造数字内容,即元宇宙的设计范式问题^[2]。

1963年荷兰设计师Andries Van Onck初次对“元设计”进行探索,提出了复杂性理论和信息系统的工业设计方法。在此之后,“元设计”的概念在设计、创意和研究方法等方面已被众多学者定义和讨论,但由于不同时代背景下的技术发展程度存在差异,不同学者对元设计概念的理解有所不同。2006年美国学

收稿日期: 2022-10-29

基金项目: 浙江省基础公益研究计划(LGF20F020019)

作者简介: 柴春雷(1978—),男,博士,教授,主要研究方向为商业和服务设计、文化与设计认知、交互和智能设计。

通信作者: 张婷(1980—),女,硕士,中级实验师,主要研究方向为创业孵化、创新设计,产业研究。

者费舍尔重提“元设计”的概念，他指出元设计将重新定义并创造社会，催生新的设计协作形式^[3]；2007年，费舍尔对元设计进行了进一步阐述，他认为元设计拓展了设计的边界，改变了设计的分工，并将设计和技术环境定义为有生命的实体^[4]。元设计改变了只由设计师承担设计工作的模式^[5-6]，鼓励用户成为超越系统功能和内容的共同设计者^[7-9]。英国学者布里斯托尔已将元设计应用到不同场景，并将其视为一种拓展设计范围的新方法——“元参数设计”^[10]。虽然“元”设计的概念被提出已有十余年，但是由于使用场景和技术的不断发展，“元”设计的概念和内涵也在不断发展变化。

在互联网、虚拟现实、人工智能等多重技术驱动发展的元宇宙时代，设计将发生重大变革，梳理并重构“元”设计的概念是适时之举。本文基于当前元宇宙的技术发展，在前人提出元设计概念的基础上，赋予元设计以数字化与智能化内容生产的内涵，提出了“元”设计的概念、特点、价值、内容及关键技术，从不同的层面和空间对“元”设计的“人”“物”“场”“商”进行研究，为数字化创新设计及智能协同设计提供参考。

1 “元”设计的发展契机

随着时代的变迁，设计也在不断发展变化，见图1。设计经历了从工业化大生产时代下的“造物设计”到移动互联网时代下的“体验设计”再到人工智能时代下的“数字化设计”的发展^[11-14]，并将进一步演变为元宇宙时代下的“元设计”。在元宇宙被广泛关注和深入讨论之际，重新审视并重定义“元”设计的内涵变得迫切且必要。

在元宇宙时代下，设计活动主要从以下三个方面进行了革新（见图2）：（1）设计对象的改变，随着空间的不断拓展，设计的对象将转移到数字空间、物理空间和人类社会的交界处^[15]，并从“实体产品”逐渐转变为“智能工具、虚拟环境、数字产品、商业系统、交互体验”^[16]，设计范围从产品设计逐步扩充到智能协同设计，智能交互设计、“元”设计等^[17]；（2）设计调研方式的变化，随着互联网的发展及元宇宙时代的到来，独立的散点数据被整合为海量的系统数据，设计活动也趋向于用大量数据去客观且科学地分析用户的行为规律、发现用户的真实需求并创造新的应用价值；（3）设计师角色的转变，在设计对象

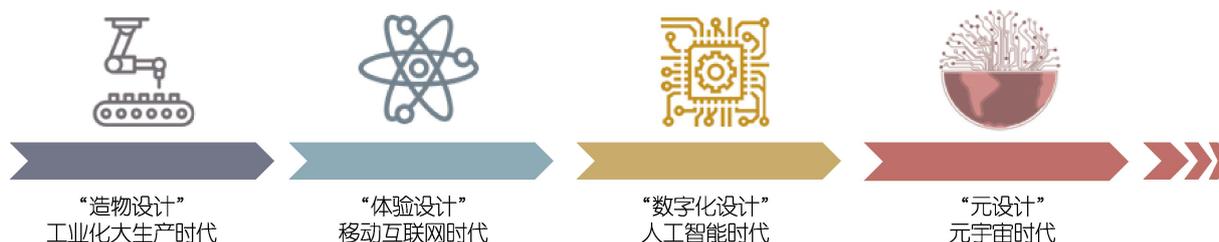


图1 设计的发展变化图
Fig.1 Diagram of design evolution

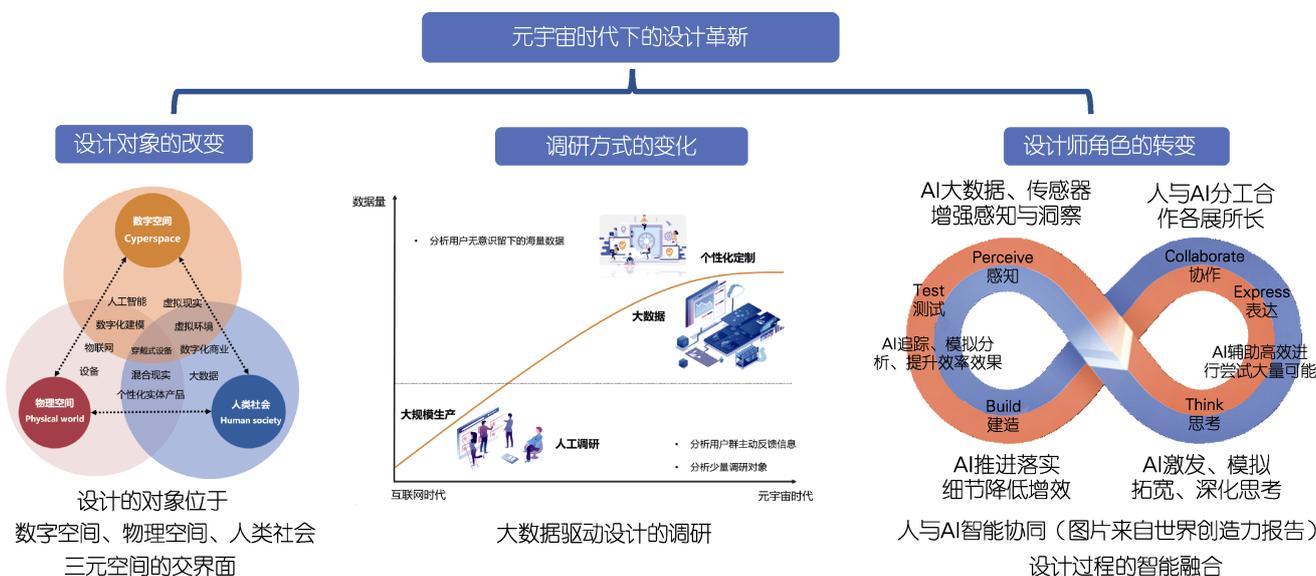


图2 元宇宙时代下的设计革新
Fig.2 Design innovation in the metaverse age

改变的背景下,传统设计转变为数字化设计,设计师的独立设计模式也将逐渐转变为群体场景下智能融合的协同设计模式^[18]。

2 “元”设计的内涵

2.1 “元”设计概念

在元宇宙视域下,人类逐渐向虚拟空间延展,设计也随之变换,从三维工业的造物设计到二维屏幕的体验设计,再发展到三维虚拟的数字化设计^[19]。未来,在虚实空间相融的复合环境中,设计将打破时间和空间的束缚^[20],转变为元宇宙时代下的数字内容设计,即“元”设计。现在的“元”设计与1963年荷兰设计师Andries Van Onck提出的元设计相比,在空间、技术、工具和设计对象等方面都发生了诸多变化。

“元”的英文翻译为“meta”,意思是“更全面”或“超越”。“元”指跳出系统之外从抽象层面对系统属性(如基础、方法、形式和效用等)的解构。从抽象层面来看,“元”设计是“对设计的设计”,是一种超越设计本身的,对设计流程、设计方法及设计形式

进行重构的思维方式。从具象层面来看,“元”设计是在元宇宙中的数字内容创造活动,是在数字化生产时代的造物设计,是指以数字化的形式将物理空间和虚拟空间融合连接。多元的设计群体将结合人工智能、区块链、互联网等技术进行协同共创,产出多样且具有商业价值的数字内容,并搭建具有创造价值的虚拟社会^[21]。

2.2 “元”设计的特点与价值

“元”设计不同于动画设计与游戏设计。动画设计与游戏设计的虚拟属性较多,然而“元”设计的现实属性较多;动画设计与游戏设计需要专业的设计师使用特定的技能工具才可构建出一个架空的世界,但“元”设计运用智能平台辅助用户进行设计,形式更丰富真实;动画设计与游戏设计的内容需要承载一定的故事或游戏情节,但“元”设计的目的是创造无限的元宇宙数字内容^[22];动画设计与游戏设计强调消费和消遣并通过用户消费来营收,但“元”设计强调用户的创造价值,消费即投资(见表1)。

表1 动画设计、游戏设计、“元”设计对比表
Tab.1 Comparison of animation design, game design, "meta" design

类目	动画设计	游戏设计	“元”设计
设计对象	动画故事,人物,场景,物品等	游戏玩法,故事,人物,场景,物品等	元宇宙内的数字内容及新的商业模式等
设计人员	动画设计师	游戏设计师	设计师+消费者+智能工具
空间转换	无空间转换	无空间转换	虚拟和现实交融
设计目的	讲故事	休闲娱乐	创造有商业价值的数字内容
所需技能	手绘、建模、摄影等	建模、数值平衡等	无需特定技能,发挥各领域特长
工具使用	3dsMax、Maya、PS、Flash et al	ZBrush、Unity、PS、UE4/5、Blender et al	计算机辅助+人工智能辅助设计工具
设计环境	现实	现实	元宇宙+现实
商业模式	版权、收视率、广告等	游戏售卖,游戏充值等	消费即投资
创新范围	局限在动画行业内	局限在游戏行业内	各行各业无限制

“元”设计有以下九大特点:(1)现实性,“元”设计是与现实中的人和物紧密联系的,而不是虚拟的;(2)开放性,“元”设计不是针对特定领域的设计,而是一个开放的设计活动;(3)协同性,随着设计环境变得虚实结合,“元”设计使各行业协同成为可能;(4)经济性,“元”设计不仅赋予数字化内容经济价值,还可进行交易获利;(5)智能性,“元”设计辅助用户运用智能设计平台创作个性化的数字产品;(6)易用性,智能工具的升级让元设计的门槛降低,使设计师和用户能更好地进行协同创新;(7)兼容性,“元”设计不仅接受传统设计的思维、内容、流程等,还将对不同设计门类进行融合;(8)持续性,“元”设计是在无限的元宇宙空间中不断创造新的设计内

容来丰富自身发展的;(9)创新性,“元”设计是对现有设计模式的革新,为数字内容生成提供了全新的设计范式。

“元”设计的价值主要体现在三个方面:(1)创造价值,“元”设计可造就元宇宙中的万事万物,创新跨空间的商业模式,创造数据驱动的设计工具和革新传统的设计范式;(2)拓展价值,“元”设计是可持续发展的,是虚实融生的,是协同创新的,“元”设计突破了现实空间的限制、打破了交互设备的约束、拓展了设计领域的范围;(3)商业价值:“元”设计运用海量的数据创造丰富的数字化内容,在区块链技术的支撑下,数字化内容具有了商品价值和版权标识,进而改变了传统的商业模式和投资行为。

2.3 “元”设计的研究内容

在虚实融生的元宇宙空间下，“元”设计主要关注以下研究内容：“元”设计运用数字创造的“造物逻辑”去拓展设计的边界，运用计算思维去连接不同人群与设计师的协同创作，运用智能工具和设备进行协同设计。“元”设计模糊了虚实空间的界限，提供了新维度的交互体验，实现了实体产品与数字产品的双向转换，形成了复合式商业模式。“元”设计由元设计师进行实践创造（见图3）。“元”设计突破了不同设计的壁垒，降低了设计的门槛，提高了设计审美与设计技术水平。元设计师巧妙运用不同的技术来提升用户体验并创造参数化、数字化、个性化、产业化的设计。

1) “元”设计辅助创造虚拟空间并连接现实空间。设计环境从单一的现实空间或虚拟空间发展为两者的复合空间^[23]。“元”设计结合多种创新技术将虚实空间紧密相连，同时还创造出新型的社会形态。“元”设计对人们的生产与生活产生影响，涉及衣、食、住、行、用、玩、商、赏等方面。

2) 元数据驱动数字化转换。“元”设计是指再造

数字世界的万事万物。在数据驱动下，“元”设计用数据的形式将物质产品从现实空间传输到虚拟空间。元数据将释放设计生产力，元设计师运用数字转换方式对物理产品进行再表达，让其拥有参数设计的工程性和数字设计的价值性^[24]。在数字算力的推动下，使人工智能、大数据等数字化软硬件基础设施进行迭代，并辅助各个行业实现数字化转型升级。AIGC（人工智能自主生成内容）的出现将实现AI从0到1的创造，也将改变设计生产的方式。元设计将从以设计师为主体的计算机辅助设计转向数据驱动AI生成平台的协同设计。

3) 智能工具和辅助设备的迭代。科技的不断发展极大地推进了智能工具和设备的迭代升级^[25]。智能工具与设备辅助用户快速复刻或创造数字空间。如今，Readyplayer.me、uMake、Artbreeder、Nightcafe等智能生成平台与软件如雨后春笋般涌现，这为元设计师定义、编译全新的世界，提供了强有力的设计工具。Haptic Links、Meta Quest Pro等设备在材料、光学技术方面的创新为“元”设计的空间连接与沉浸体验提供了基础条件。

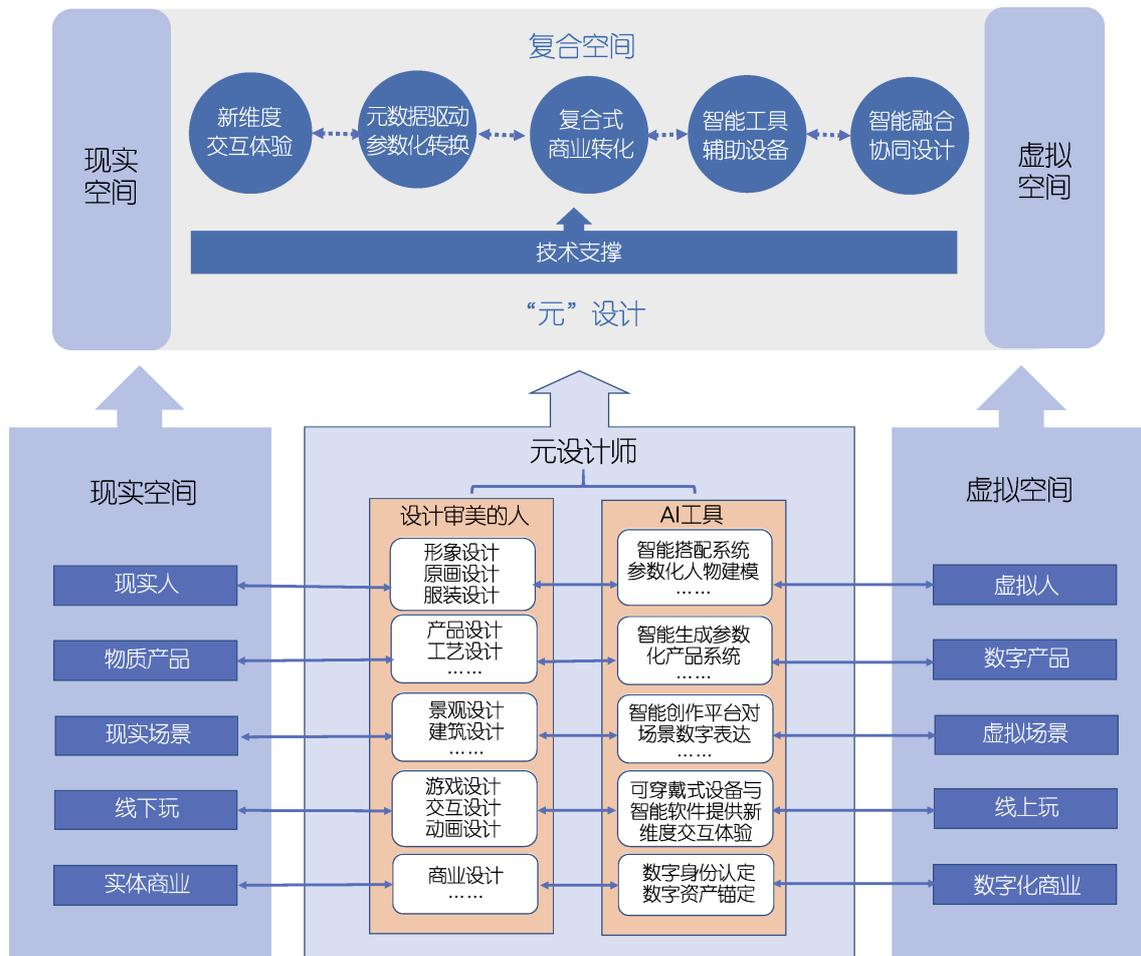


图3 “元”设计和元设计师的研究内容及相互关系

Fig.3 Research content and interrelation of "meta" design and meta designer

4) 新维度的交互体验。“元”设计让人们摆脱了空间的束缚, 提供了空间转换的通道。“元”设计的交互体验从单一的视觉感受逐渐向多种感官维度进行探索。近年来, 微软 MR 眼镜 Hololens、TCL XR 眼镜雷鸟 1S、Nreal AR 眼镜 NrealX 等产品把超短焦光学模组 (pancake)、光学传感器、纳米光栅波导等材料运用到镜片上, 以影响用户的感知交互。现有不少学者从压力感、触感^[26]等方面进行交互探索。元设计师结合交互技术与设备从感官 (视觉、触感、听觉、嗅觉等) 维度对交互模式进行创新, 将用户身临其境地带入虚拟场景。

5) 复合式商业模式转化。随着区块链技术的不断发展, 产品的生产效率和流转效率持续加快。在数字转换的同时商业模式也随之转变, 在复合空间中衍生出新的商业模式^[27]。随着 Web3.0 的到来, 它将把资产的权益赋给创作者, 实现去中心化的经济系统。元设计师可运用区块链技术对自己创作的数字内容进行独一无二地标记与验证, 使数字内容成为非同质化代币 (NFT) 并进行交易。由于 NFT 的独特性, Web3 应用程序可对创作者的数字身份和数据进行识别和保护, 也可对数字资产进行存储等。从实体产品数字化到数字产品资产化的过程是复合式商业模式的转化方式。该方法从产品数据、内容数据和用户数据三个方面对资产进行数字设计与转换。随着转换方式的变化, 在投资、娱乐、消费等方面的传统商业将向虚实空间结合、实体与数字产品转换、去中心化交

易等方面进行转化。

6) 智能融合协同设计。在“元”设计中, 数字内容设计具有数字化、工程化和产业化的特征。设计过程需要人-设备-智能平台共同完成^[28]。随着智能工具和设备的不断迭代, 许多数字智能平台将赋能大众去设计个性化的产品、创造新颖的艺术形式, 并实现智能协同设计。“元”设计模糊了不同行业的边界, 让不同人群得以跨领域合作。“元”设计在协同设计的过程中, 应用数据与用户的智能融合洞察方法, 对数据进行智能挖掘与分析, 并洞察用户在言论、行动、想法和感受方面的移情, 实现数据智能融合的产品定位。通过对量级与细分维度的数据和标签化用户数据进行智能分析, 智能挖掘用户的显隐性需求, 辅助精准预测市场意图与定位空间, 将数据融合广域行业现状, 洞察佐证战略机会点及价值评估, 完成对某一特定产品的发力点研究。

2.4 “元”设计相关技术支撑

技术创新为“元”设计创造元宇宙提供了生产力, 将在以下六个方面提供技术支持, 其中包括搭建数字化环境、提供新维度交互体验、驱动数字化转换、创新复合商业模式、迭代智能工具和辅助设备、融合 AI 协同设计^[29]。将从六大技术对“元”设计发展进行解析 (数字化建模技术、交互技术、数字孪生技术、区块链技术、人工智能技术、协同综合技术), 见图 4。

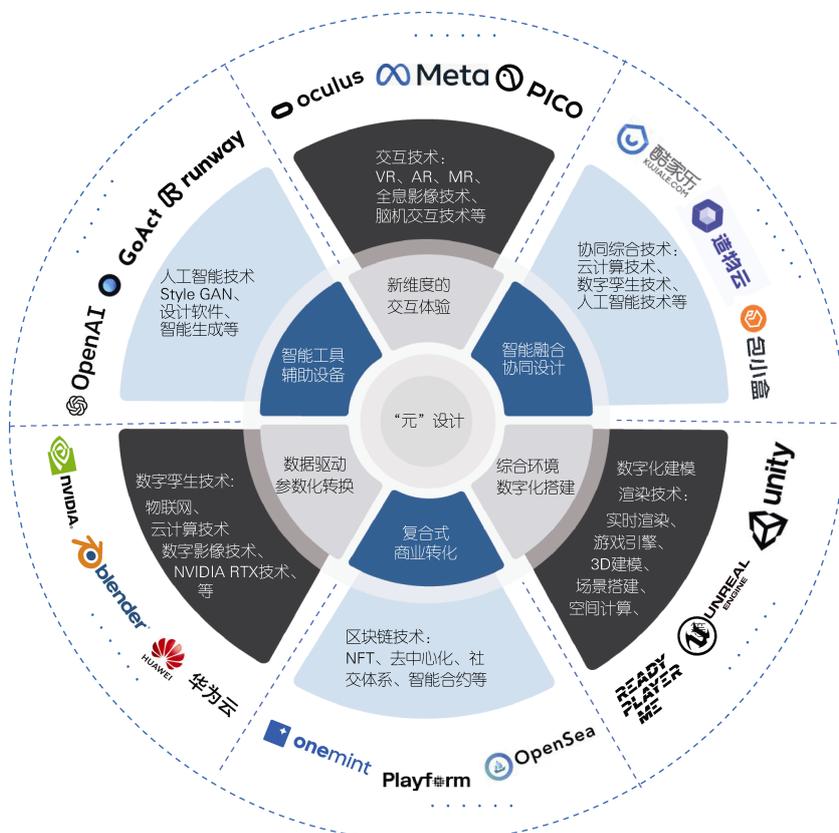


图 4 “元”设计相关技术图
Fig.4 Related technical drawings of "meta" design

1) 数字化建模渲染技术。通过海量数据训练人工智能模型并结合实时渲染、游戏引擎、空间计算等具体技术细节^[30-32],生成繁多的模型,构建虚拟的万事万物^[33],最终实现元宇宙的综合环境数字化搭建。如今,数字化建模渲染技术广泛应用于游戏、动画等各类设计行业^[34],如 Wolf3D 的 Ready Player Me 已实现将照片生成可编辑的 3D 游戏角色。

2) 交互技术。拓展现实技术(VR、AR、MR、XR)^[35]结合多种感官维度(触觉、味觉、听觉等)^[36-37]催生了新形式的人机交互,给予用户新维度的交互体验,如 TokkingHeads 实现了用户控制面部表情、AI 同步制作肖像动画的新自拍交互。

3) 数字孪生技术。数字孪生技术通过数据驱动参数化转换连接了虚实环境,将物理对象转换为虚拟对象^[38-39],看山击水旗下的 GoAct 已实现将手机采集的物品图像生成高精度 3D 模型。数字孪生技术也将结合物联网,实现物与物、物与人、人与人之间的广泛连接以及物品的智能化管理。

4) 区块链技术。区块链又叫做价值互联网,是实现元宇宙内复合式商业转化的重要基础^[40-41]。区块链技术构建了虚拟与现实世界之间的经济体系^[42],促进了社交和身份系统的融合。数字经济下的商业模式是指将数字化产品资产化^[43],即“消费即投资”。用户可以在 Playform Art Mine 生成独一无二的 NFT 艺术品并在 OpenSea 平台进行自由交易。

5) 人工智能技术。人工智能技术在神经网络等算法的优化下不断迭代,Deep Dream 和 Midjourney 等 AI 辅助设计工具和平台脱颖而出,通过对海量数据的学习,即可快速生成高质量图片,极大降低了设

计门槛和成本。在智能工具辅助设备的协助下将产生智能生成、参数化建模、创造数字化产品的新设计范式^[44]。

6) 协同综合技术。协同综合技术涵盖了设计师之间、技术与设备之间、不同行业之间的多方位协同。造物云、酷家乐等 3D 设计平台就提供了智能融合的协同设计功能,为设计师提供设计灵感,提高设计效率,降低设计成本。

3 “元”设计发展模式

“元”设计是在数字化生产时代下的造物设计,它以一种数字化的形式连接了现实空间与虚拟空间^[45]。

“元”设计是虚实相生的,元设计师在两个空间之间反复切换,灵活地进行实体和数字内容创造。设计范式也因“元”设计而发生了改变和重构,设计师从创意表达的主导者转变为与 AI 工具共同设计的协作者。同时,智能设计工具的不断更新,也将帮助元设计师更好地进行数字化生产,最终形成虚实相生的生产关系和发展模式^[46],如图 5。

3.1 虚拟与现实的横向连接通道

随着数字化生产时代的来临,商业模式将发生新的变革。“元”设计从“人、物、场、商”四个维度将现实空间与虚拟空间连接起来,这比现实空间中所探讨的“人、物、场”更加深入。

首先从“人、物、场”的维度探讨虚拟和现实的连接方式。第一,以虚拟形象进入的“人”^[47]。现实中的人以虚拟化身的形态进入元宇宙,并以虚拟化身参与到元宇宙的社交中。这将建立起新的社会关系,

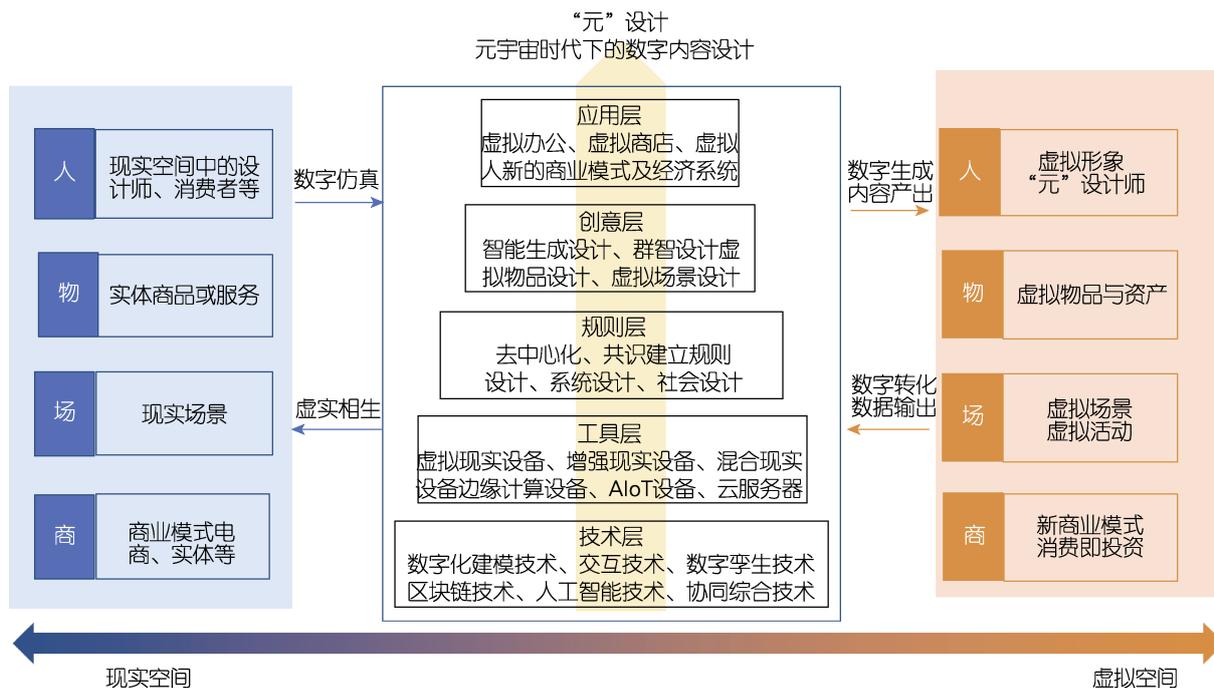


图 5 “元”设计发展模式及内容图

Fig.5 Development model and content of "meta" design

并形成双轨制交际圈发展模式。第二,以数字形态记录的“物”。实体产品通过“元”设计进行数字化仿真,在虚拟空间中以数字内容的形态出现,虚拟空间中的造物设计又反过来影响实体空间中产品的设计和生 产,进一步促进设计师的创意表达和应用。第三,虚拟空间存在的“场”。现实中的三维场景将通过数字仿真方式在虚拟空间中复现。在现实中不存在的场景,亦可以通过“元”设计,在虚拟空间中利用数字引擎进行搭建。这两者都可为用户营造强烈的沉浸感,进而优化甚至代替实体空间中的感官感受。

与现实空间中有所不同的是对于“商”的定义。在“元”设计之中,“商”代表的是消费即投资的概念,如“购买实物产品+赠送数字藏品”已经成为了如今企业打通现实和元宇宙的新营销方式。虚拟场景中的万物都以数字形态永久存在,而这些虚拟物件是否具有其相应的价值,成为了一个值得探讨的问题。因此,在从传统商业模式转换到“元”设计时代商业模式的过程中,需要建立新的价值共识,最终实现虚实之间的动态平衡。

3.2 自下而上的纵向层级关系

“元”设计自下而上可分为五个层级,分别是技术层、工具层、规则层、创意层和应用层,不同层级之间存在着相互作用的关系。

技术层是“元”设计的基础,为其他层级提供技术支持。各类技术辅助用户创作创意内容,帮助元设计师更好地创建虚拟空间。元设计师运用可视化、具象化的形式,可以将抽象的虚拟空间展现出来。工具层基于技术层而产生,关注如何设计新维度的交互体验,帮助元设计师和用户更好地进入虚拟空间,积极参与到数字化生产的设计活动之中。规则层在虚实空间的转换中,对“人、物、场、商”四个维度之间的运行关系进行重新定义,并形成新的组织逻辑,如去中心化机制、新的市场竞争环境、新的变现机制等。

在技术层和工具层的基础之上,创意层应运而生。“元”设计将设计师与消费者之间的界限变得模糊,除了设计师产出创意之外,每个用户也可以参与到内容创作、个性化定制的活动中。基于规则层中设计师与技术的协作关系,设计师的效率将大幅提升,设计的创意度也将提高。同时设计创作的门槛将不断降低,可以让更多用户参与到设计活动中。应用层是“元”设计的最终目的。在设计对象、设计方法等发生变化之后,必将出现新的应用场景和商业模式。“元”设计充分考虑元宇宙的存在意义,权衡向外探索与向内探索的困境,开拓新的发展空间,通过虚拟空间来促进现实空间的发展,形成正向反馈,避免形成内耗。

3.3 数字内容创造的纵横交叉发展

从横向上来看,现实空间与虚拟空间由“元”设

计进行连接。虚拟空间与现实空间相辅相成、共同发展是“元”设计追求的最终目标,也是“元”设计在空间范畴上的发展脉络。从纵向上来看,“元”设计又呈现为具有发展关系的多个层级。技术和工具为规则制定提供支撑,进而为创意激发和数字内容应用创造发展环境。这与元宇宙的发展进程呈对应关系,是“元”设计在时间范畴上的发展脉络。

在设计 的范围上,“元”设计突破了时间和空间的限制,极大地拓宽了设计的边界,也让设计师自由地发挥创造力。“元”设计将设计与科技进行融合并发展,用计算的思维去做设计,促进不同学科的融合。在设计的成果上,“元”设计能够产出更加多样化、个性化的数字内容,并以更加公平公开的方式分配劳动成果。在设计 的价值上,“元”设计在同等时间内,可以创造出更多具有价值的产物,不仅促进了个人发展,也促进了全社会的发展。

4 “元”设计展望

“元”设计的发展将促进软硬件技术与设备的迭代升级,推动商业模式的迭代,加强虚实场景的融合。

“元”设计的范围将覆盖到生活的各个场景,实现跨平台、跨行业的生态互通和融合,最终达到虚实融生的社会形态,人类社会将进入超元宇宙空间,如图6。

4.1 硬件设备的迭代

随着虚拟现实、增强现实、混合现实、拟真现实(VR、AR、MR、ER)等技术的发展,硬件设备将向体积小、重量轻、精度高等方向进行迭代,将辅助“元”设计运用多元物理信号(人因研究)去实现多样的数据传输交互形式,为用户提供更加舒适的设计体验。即将到来的“算力时代”,为硬件设备的数字化信息处理能力带来新一轮的突破,打破虚拟和真实的边界,彻底重构元设计师的生产方式。用户将以更真实的交互感受和更自然的姿态进入“元”空间,并实现数字化协同设计和实时性场景搭建。新的硬件设备将向交互体验更强、数字化协作更方便、实时性更强的方向发展。

4.2 软件技术升级

在数字化生产时代下,“元”设计将创造新的设计范式——运用数字驱动和计算思维的“造物逻辑”去拓展设计的边界。随着AIGC(Artificial Intelligence Generated Content)技术的发展,数据驱动人工智能算法对内容进行自主生产的方式将颠覆现有内容生产模式。AIGC将成为数字内容创新发展的新引擎,为智能数字的内容孪生、内容编辑和内容创作提供下一代智能设计软件。智能设计软件将辅助元设计师进行横向领域的跨越,也将增大元设计师在垂直领域延展的可能性。同时,多模态数据的形变统合、扩展现

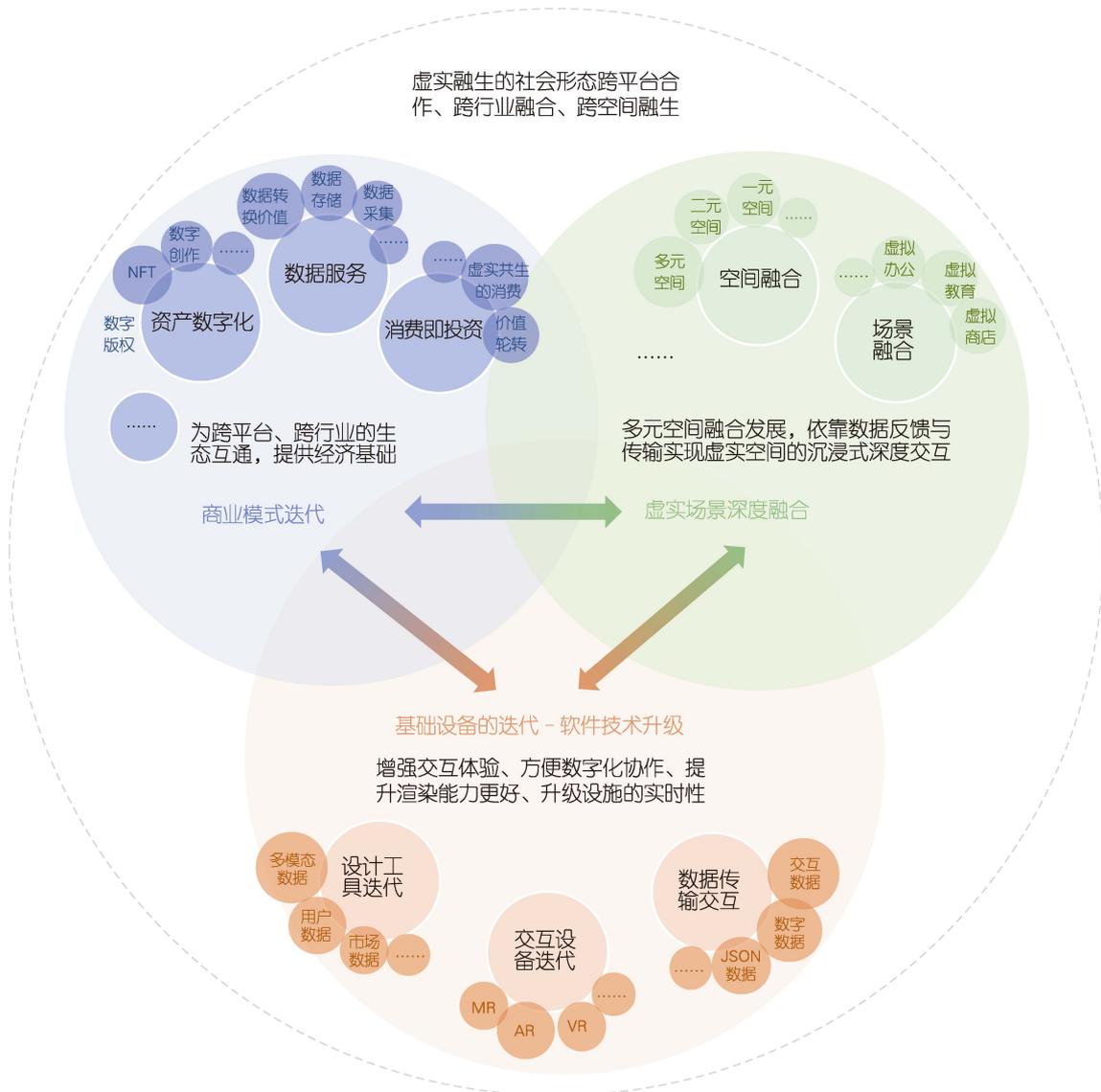


图6 “元”设计展望图
Fig.6 "Meta" design prospect

实技术的发展也为设计师提供了智能设计平台、数据传输等协同工具，让元设计师可自由运行各类图形密集型智能3D设计软件。随着内容生产方式的转变（AIGC）、智能设计软件的迭代，中国将迎来换道超车的机会。

4.3 商业模式的转化与迭代

在数字经济下，区块链技术构建了虚拟与现实世界之间的经济体系，驱动了商业模式的转化与迭代，赋予了数字资产的产权与价值。“元”设计发展模式使产品的产出与运转效率得到快速提升，同时两者也在共同进化，实现线上与线下虚实共生的消费。在数字转换的趋势下，将衍生出资产数字化、数据服务、沉浸式娱乐、消费即投资等商业模式^[48]。在监控资产的动态数据、虚实空间的数据交换、沉浸式的交互体验、个性化的数字内容创作等方面，创新的商

业模式将提升资产的公正性、审核数据的有效性及其真实性、增强交互的沉浸感与交互性、保护资产的版权与增值等，为跨平台、跨行业的生态互通，提供经济基础。

4.4 虚实场景的深度融合

在元宇宙时代下，“元”设计逐步突破时空的限制，将设计范围覆盖至各个生活场景^[49-50]，如虚拟办公、虚拟商店、虚拟教育等。“元”设计将促进人类本体的数字化迁徙，进一步实现本体与数字分身从指尖驱动到自然驱动，同时实现身份、社交、生活、娱乐等多维度的融合。技术、设备、工具的迭代升级将辅助元设计师以数字仿真的方式复现或创造虚拟场景。随着现实空间的实体以数字内容的形态出现在虚拟空间中，“元”设计将从一元空间不断拓展到多元空间，人们将依靠数据反馈与传输实现虚实空间的沉浸式深度交互。

4.5 跨平台、跨行业的生态互通和融合

随着虚实空间的深度融合、多元数据的无限共享和商业模式的转化升级,“元”设计将针对每个独立的“元”空间逐步建立通用标准,打通数据,并呈现多行业共享互通的融合趋势。各种虚拟体验将不再以割裂的独立IP形式出现,取而代之的是完整的虚拟生活场景与内容,最终实现虚拟资产及信息在多平台之间的流通与共享。随着数字空间向智能化发展,现有社会的组织与运作将发生改变,所有物体在虚拟空间中都有自己的数字孪生体^[51]。同时,数字孪生将向高等级发展,形成虚实空间完全共通的状态,最终实现虚实融生的社会形态。

5 结语

“元”设计是随着设计和前沿技术的深入发展而出现的新思维,是在元宇宙时代下的新设计形式,其研究内容、技术框架和实现方式等尚处于初级阶段。本研究对“元”设计的概念、研究内容、特点、价值、关键技术及未来的研究需求进行了梳理,具有一定里程碑意义。

本文首先对“元”设计的概念进行了界定,并提出了当下主要关注的六类“元”设计内容。其次,通过与其他领域的设计进行对比,得出了“元”设计的意义所在——创造价值、拓展价值、商业价值,并具体阐述了与“元”设计密切相关的六大类支撑技术。然后从横向、纵向以及时空发展的视角,从多维度构建了“元”设计模型。最后,指出了“元”设计未来的潜在研究方向,在设计工具、交互设备的迭代升级,跨平台跨行业的生态互通和融合等方面,都具有广泛的研究空间。

“元”设计是未来的设计,也是设计的未来。“元”设计理论模型将指导未来的设计活动,其理论也会随着时代发展不断完善进步。在“元”设计思维的引领下,世界将变得无限广阔,人类也将迎来新的生活方式。

参考文献:

- [1] BOURLAKIS M, PAPAGIANNIDIS S, LI F. Retail Spatial Evolution: Paving the Way from Traditional to Metaverse Retailing[J]. *Electronic Commerce Research*, 2009, 9(1): 135-148.
- [2] DIONISIO J D N, GILBERT R. 3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities[J]. *ACM Computing Surveys*, 2013, 45(3): 1-38.
- [3] FISCHER G, GIACCARDI E. Meta-Design: A Framework for the Future of End-User Development End User Development[M]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2006: 427-457.
- [4] Fischer G. Meta-design: Expanding Boundaries and Redistributing Control in Design[J]. *Lecture Notes in Computer Science*, 2007, 4662: 193-206.
- [5] GIACCARDI E, FISCHER G. Creativity and Evolution: A Metadesign Perspective[J]. *Digital Creativity*, 2008, 19(1): 19-32.
- [6] FISCHER G, GIACCARDI E, YE Y, et al. Meta-Design[J]. *Communications of the ACM*, 2004, 47(9): 33-37.
- [7] Fischer G, Scharff E. Meta-design: design for Designers[C]//Proceedings of the 3rd Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques. 2000: 396-405.
- [8] FISCHER G. Symmetry of Ignorance, Social Creativity, and Meta-Design[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2000, 13(7): 527-537.
- [9] FISCHER G. End-User Development and Meta-design: Foundations for Cultures of Participation[C]//V. Pipek, M.B. Rosson, B de Ruyter, et al. *End User Development Berlin, Heidelberg: Springer*, 2009: 3-14.
- [10] HARDING J E, SHEPHERD P. Meta-Parametric Design[J]. *Design Studies*, 2017, 52: 73-95.
- [11] 罗仕鉴, 张德寅. 设计产业数字化创新模式研究[J]. *装饰*, 2022(01): 17-21.
- [12] LUO Shi-jian, ZHANG De-yin. A Preliminary Study of Innovation Mode for Design Industry Digitalization[J]. *Art & Design*, 2022(01): 17-21.
- [13] CASTELLS M. The rise of the network society[M]. 2nd ed., with a new pref. Chichester, West Sussex, MA: Wiley-Blackwell, 2010.
- [14] 柳冠中. 急需重新理解“工业设计”的“源”与“元”——由“产业链”引发的思考[J]. *艺术百家*, 2009, 25(01): 99-108.
- [15] LIU Guan-zhong. It is Urgent to re-Understand the "Origin" and "Primacy" of "Industry Design"—Thoughts Caused by "Industry Chain"[J]. *Hundred Schools in Arts*, 2009, 25(1): 99-108.
- [16] 潘彦鹤, 孙守迁, 包恩伟. 计算机辅助工业设计技术发展状况与趋势[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 1999(03): 57-61.
- [17] PAN Yun-he, SUN Shou-qian, BAO En-wei. The Current Developing Situation and Trend of Computer Aided Industrial Design Technology[J]. *Jouraal of Computer Aided Design & Computer Graphics*, 1999(03): 57-61.
- [18] 吴朝晖. 交叉会聚推动人工智能人才培养和科技创新[J]. *中国大学教学*, 2019(02): 4-8.
- [19] WU Zhao-hui. Cross Convergence Promotes the Cultivation of Artificial Intelligence Talents and Scientific and Technological Innovation[J]. *China University Teaching*, 2019(02): 4-8.
- [20] MALAMAS E N, PETRAKIS E G M, ZERVAKIS M, et al. A Survey on Industrial Vision Systems, Applications and Tools[J]. *Image and Vision Computing*, 2003, 21(2): 171-188.

- [17] 辛向阳. 交互设计: 从物理逻辑到行为逻辑[J]. 装饰, 2015(01): 58-62.
XIN Xiang-yang. Interaction Design: From Logic of Things to Logic of Behaviors[J]. Art & Design, 2015(1): 58-62.
- [18] YIN Y, QIN S. A Smart Performance Measurement Approach for Collaborative Design in Industry 4.0[J]. Advances in Mechanical Engineering, 2019, 11(1): 1687814018822570.
- [19] 熊光楞, 王克明, 郭斌. 数字化设计与虚拟样机技术[J]. CAD/CAM与制造业信息化, 2004(Z1): 33-34.
XIONG Guang-leng, Wang Ke-ming, GUO Bin. Digital Design and Virtual Prototype Technology[J]. Cad/cam, 2004(S1): 33-34.
- [20] Wang P, Luo M. A Digital Twin-Based Big Data Virtual and Real Fusion Learning Reference Framework Supported by Industrial Internet towards Smart Manufacturing[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2021, 58: 16-32.
- [21] Wang F-Y, Qin R, Wang X, et al. MetaSocieties in Metaverse: MetaEconomics and MetaManagement for MetaEnterprises and MetaCities[J]. IEEE Transactions on Computational Social Systems, 2022, 9(1): 2-7.
- [22] SHIN D. The Actualization of Meta Affordances: Conceptualizing Affordance Actualization in the Metaverse Games[J]. Computers in Human Behavior, 2022, 133: 107292.
- [23] Roo J S, Hachet M. Towards a Hybrid Space Combining Spatial Augmented Reality and Virtual Reality[C]//2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI). IEEE, 2017: 195-198.
- [24] ROLLER D. An Approach to Computer-Aided Parametric Design[J]. Computer-Aided Design, 1991, 23(5): 385-391.
- [25] Feng S, Li L X, Cen L. An Object-Oriented Intelligent Design Tool to Aid the Design of Manufacturing Systems[J]. Knowledge-Based Systems, 2001, 14(5): 225-232.
- [26] JE S, LIM H, MOON K, et al. Elevate: A Walkable Pin-Array for Large Shape-Changing Terrains[C]//Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2021: 1-11.
- [27] KIM T, KIM S. Digital Transformation, Business Model and Metaverse[J]. Journal of Digital Convergence, The Society of Digital Policy & Management, 2021, 19(11): 215-224.
- [28] Xin H, Zhao D. Trend of Artificial Intelligence Aided Industrial Design[C]//Advances in Ergonomics in Design: Proceedings of the AHFE 2021 Virtual Conference on Ergonomics in Design, July 25-29, 2021, USA. Springer International Publishing, 2021: 420-428.
- [29] Cai Y, Llorca J, Tulino A M, et al. Compute-and data-intensive networks: The key to the metaverse[C]//2022 1st International Conference on 6G Networking (6GNet). IEEE, 2022: 1-8.
- [30] WU Zhan-wei, WANG Heng, ZHANG Hua. Virtual Scene Modeling Technology Based on OpenGL and 3dsMAX[A]. 2011 Fourth International Symposium on Computational Intelligence and Design[c]. 2011, 2: 170-173.
- [31] WU S, RUPPRECHT C, VEDALDI A. Unsupervised Learning of Probably Symmetric Deformable 3D Objects from Images in the Wild[J]. 2019.
- [32] PAN X, DAI B, LIU Z, et al. Do 2D GANs Know 3D Shape? Unsupervised 3D Shape Reconstruction from 2D Image GANs[J]. arXiv: 2011.00844[cs].
- [33] MAGNENAT-THALMANN N, SEO H, CORDIER F. Automatic Modeling of Virtual Humans and Body Clothing[J]. Journal of Computer Science and Technology, 2004, 19(5): 575-584.
- [34] LIN J, YUAN Y, ZOU Z. Meingame: Create a Game Character Face from a Single Por-trait[C]//Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 2021.
- [35] MANN S, FURNESS T, YUAN Y, et al. All Reality: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X, Y), and Multimeditated Realit[J]. arXiv preprint arXiv, 2018(4): 83-86.
- [36] 宋爱国, 田磊, 倪得晶, 等. 多模态力触觉交互技术及应用[J]. 中国科学: 信息科学, 2017, 47(09): 1183-1197.
SONG Ai-guo, TIAN Lei, NI De-jing, et al. Multi-Mode Haptic Interaction Technique and Its Application[J]. Scientia Sinica (Informationis), 2017, 47(9): 1183-1197.
- [37] Cheng L P, Roumen T, Rantzsch H, et al. Turkdeck: Physical Virtual Reality Based on people[C]//Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on User Interface Software & Technology. 2015: 417-426.
- [38] 刘检华, 孙连胜, 张旭, 等. 三维数字化设计制造技术内涵及关键问题[J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20(030): 494-504.
LIU Jian-hua, SUN Lian-sheng, ZHANG Xu, et al. Connotation and Key Problem of Three-Dimensional Digital Design and Manufacturing Technology[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2014, 20(03): 494-504.
- [39] LI S, ZHU Z, WANG H, et al. 3D Virtual Urban Scene Reconstruction from a Single Optical Remote Sensing Image[J]. IEEE Access, 2019, 7: 68305-68315.
- [40] GADEKALLU T R, HUYNH-THE T, WANG W, et al. Blockchain for the Metaverse: A Review[J]. arXiv preprint arXiv, 2022(03): 09738
- [41] Zheng Z, Xie S, Dai H, et al. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends[C]//2017 IEEE international congress on big data (BigData congress). Ieee, 2017: 557-564.
- [42] SABERI S, KOUHIZADEH M, SARKIS J, et al. Blockchain Technology and Its Relationships to Sustainable Supply Chain Management[J]. International Journal of Production Research, 2019, 57(7): 2117-2135.