

设计认知的回顾与展望

周美玉, 王征宇, 施正宇
(华东理工大学, 上海 200237)

摘要: **目的** 以设计认知研究的发展历程为出发点, 从设计认知研究现状切入, 以系统的角度探讨不同因素对设计发展过程的影响, 并对设计认知的研究方向、实验方法、研究成果等进行全面的归纳和研讨, 旨在对未来的设计认知研究提供新的视角和思路。**方法** 根据研究侧重点的不同, 将现有文献归类划分为设计媒介、认知刺激、设计师及设计团队四类, 依次对划分后的研究进行整体分析、归纳及总结。**结论** 针对当前设计认知研究领域缺乏统一的研究范式、研究内容碎片化、研究重点不突出、设计实践与理论研究结论存在冲突等问题, 提出未来的研究应结合大数据、人工智能、神经科学等研究成果, 采用更多种类方法对设计认知问题展开探索, 提高理论研究成果在现实设计中的适用度。从元认知的视角探讨设计认知将成为未来重要研究方向之一, 这将更有利于分析和发现设计师在设计过程不同阶段的创新思维演变, 并逐步建立统一的研究范式以及全面的设计认知研究框架。

关键词: 认知科学; 设计认知; 设计沟通; 信息加工

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)04-0045-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.04.005

Review and Prospect of Design Cognition

ZHOU Mei-yu, WANG Zheng-yu, SHI Zheng-yu
(East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effects of different factors on design development from a systematic perspective by taking the whole development process of design cognition research as a starting point and starting from the current situation of design cognition research, and comprehensively summarize and discuss the research direction, experiment methods and research results of design cognition, thus providing new perspective and idea for the future research on design recognition. According to the research emphasis, the literature was roughly divided into four categories: design media, cognitive stimulation, designers, and design teams, and these four categories were analyzed, summarized and concluded in turn. In consideration of some problems in the current design cognition field, such as lack of unified research standards, fragmentation of research structure, blurred research focus, differences between actual design problems and laboratory research conclusions, it is proposed that the future research will combine the research results of big data, artificial intelligence, neuroscience, and other research fields and adopt multiple methods to explore design cognition problems, thus improving the applicability of theoretical research results in practical design. Exploring design cognition from the perspective of metacognition will be one of the important research directions in the future research field, which will be more conducive to analyzing and discovering the evolution of designers' innovative thinking at different stages of the design process, and gradually establishing a unified research standard and a complete framework of design cognition.

KEY WORDS: cognitive science; design cognition; design communication; information processing

收稿日期: 2020-12-21

基金项目: 上海市艺术科学规划项目 (ZD2018F01)

作者简介: 周美玉 (1963—), 男, 江西人, 硕士, 华东理工大学教授、博士生导师, 主要研究方向为产品设计理论、感性工学。

通信作者: 王征宇 (1996—), 女, 安徽人, 华东理工大学博士生, 主要研究方向为设计认知、产品设计理论。

工程科学、计算机科学以及应用认知心理学等学科研究,为认知科学的发展提供了重要的研究基础^[1]。自1960年以来,设计认知研究逐步进入人们的视野^[2],吸引着越来越多的学者对设计认知进行深入地挖掘和研究。设计认知是从人的认知的角度研究设计发展的问题,运用科学的推理方法和实验手段,分析设计过程中的信息交互及其对设计绩效影响,并得出设计认知规律,以帮助设计师进行优化判断和决策^[3],对设计团队创造力提高能起到较为重要的作用。

为了更好地回顾设计认知研究的发展历程,本文在收集相关研究文献的基础上,对文献进行分析和整理后发现设计认知领域论文自1970年以来在数量上呈现较快的增长趋势,研究覆盖面也逐渐变得更加广泛^[4]。同时设计认知研究也存在一些尚未跨越的障碍,例如研究手段较为单一、定性研究方法仍然占据主导地位、重点研究内容相似度较高、缺乏统一的研究规范与全面的设计认知研究框架、现实设计与理论研究结果的冲突等。

一些学者针对当前设计认知研究领域中出现的问题,从不同的研究视角对问题进行了深入探究,力求得到设计认知更加系统、全面以及更具科学性的研究模式。刘征^[5]从草图概念特征、草图认知、草图研究方法以及计算机辅助草图设计技术四个方面对设计草图的认知问题进行分析,总结了草图认知活动的规律,为计算机辅助草图系统的研究和发展提供了必要的理论基础。有研究者通过对近20年设计灵感及固化相关文献进行研究后,发现当前该领域的文献大多采用不同种类的定性研究方法,并且不同学者研究的结果也存在一定差距^[4];在对研究文献中设计认知影响因素进行收集和比较分析后,总结了设计灵感和固化方面相关的研究方法,并为未来该领域实验研究的发展提供了详细的建议。文献[3]提出设计元认知对充分理解设计师在设计过程中表现起到至关重要的作用,但元认知在目前的设计认知研究中往往被忽视;从元认知的视角出发,对设计认知相关文献进行分析后,发现这些文献在问题求解、类比推理、心理模拟和设计固化、设计方案生成等方面的研究结论上存在较高的一致性。

设计认知领域研究可以分为设计媒介、认知刺激、设计师及设计团队四种类型。本文在对设计认知概念、理论、设计沟通媒介,以及设计认知研究的复杂性进行分析的基础上,对上述各类型的研究方向、研究方法和研究结论进行探讨,并对其中存在的问题进行分析,提出研究建议和展望。

1 设计认知概念、理论及特征

1.1 设计认知

设计是人类实现自己设想、计划、策划、创意的

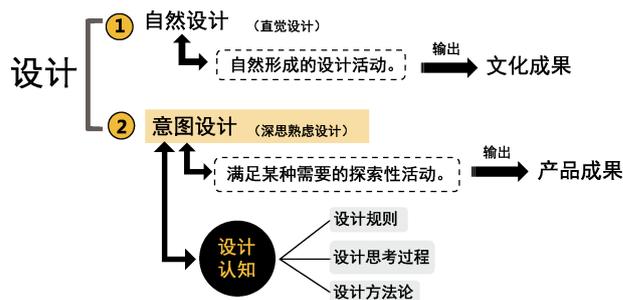


图1 设计与设计认知的关系

Fig.1 Relationship between design and design cognition

一种拓展性活动^[6-7]。根据人类设计概念的产生到结果的过程可以将设计分成自然（直觉）设计及意图设计两种类型^[8]。对设计从简单的设计概念到创意实现的过程进行研究,就是对于单个设计师或者团队设计认知过程的研究^[9]。如果把设计定义为一种由满足需求驱动的探索性活动,则对其可以从设计的原则、设计的过程以及设计方法论三个方面进行探讨^[10],且这三个方面总称为“设计认知”,见图1。设计认知的研究能够帮助研究人员了解设计师在设计过程中复杂心智的变化情况,解析设计师运用知识进行设计的过程,它对设计师创造力的增强、设计绩效的提升以及数据驱动的计算机辅助设计系统(CAD)的知识自动化起到极大地促进作用。

1.2 设计认知理论

设计是一种将抽象本质和产品形体结合进行创造的综合性学科^[11],其认知研究的发展依赖于相关学科的进步^[12]。工程学、计算机科学、脑神经科学以及应用认知心理学的发展,为设计认知提供了良好的研究基础。自图灵测试的提出与发展,到人工智能的兴起,增强了计算机模拟人类的思考方式提供了技术依据。此外专家系统(知识基础系统)也为解决设计过程中的认知问题提供了理论基础。目前设计认知理论研究主要将解题模式以及运筹学运用到设计行为、设计过程建模、算法创新等方面,Simon提出的问题求解理论和Schon提出的情境反思理论最具代表性,设计与设计认知的关系见图1。本文以时间为轴,将设计认知理论大致划分为经典设计认知理论和新型设计认知理论两个部分。经典设计认知理论包含“分析—综合—评估”模型理论^[13]、模式语言体系理论^[14]、符号信息加工理论^[15]、情境理论^[16]、图式推理理论^[17]等,主要采用更加系统思考方式对认知问题进行研究,重点关注设计认知理论的系统性和规律性。

新型设计认知理论包含“想象—表达—实验”模型理论^[18]、抽象草图图表分析理论^[19]、复合型设计生成新模型^[20]、设计三层结构理论^[21]等。新型设计认知理论也同样关注理论的系统性,但其更多地从宏观层面进行系统性研究,同时该理论在促进设计管理和设计教育的发展方面的研究也取得了一些具有实

用价值的成果。此外，新型理论提倡设计研究数据的运用，并试图依托模型理论研究设计认知问题，目前已经开始转向更有实用性的设计理论研究和跨学科研究。

1.3 设计认知特征

设计也可认为是一项以目标为导向、有约束的决策活动，设计发展过程具有组织性、复杂性、耦合性的特点^[9,22]。设计认知也具有逻辑性的特征，它依附于设计实践的验证，实用性特征明显，研究难度较高，而设计认知的复杂性特征在设计过程中是普遍存在的，因此受到学界的重视。

2008 年 Zamenopoulos 提出了设计认知复杂性理论，并系统地论证了设计认知的复杂性问题，他认为设计认知的复杂性包括以下四个方面^[23]。

1) 设计团队的复杂性。现阶段设计的发展逐渐走向多领域人员合作的趋势^[24]，设计师的能力、背景、经验等都对设计过程产生较大的影响。此外，由不同设计师组成的设计团队之间在设计效率、团队认知绩效等方面存在较大的差异性，这也表明设计认知研究变得更加复杂化、多样化，设计团队内设计师间的交互信息认知成为研究热点。

2) 设计过程的复杂性。设计活动本身是一个动态发展的过程，其发展并不具备规律性，对其变化的预测因此较困难^[10]。设计过程中产生的交互信息是多样的，如在产品设计概念阶段多是语言文字信息，方案阶段是二维或三维图形信息，最后阶段用于交互的则是样机，这使得设计过程不同阶段的信息认知变得复杂。

3) 设计内容的复杂性。设计师在设计过程中为寻求最优解，会根据实际情况对方案进行不断地对比、修改、更新或删除，期间易受到一些认知刺激的影响。故对设计内容的分析、研究和完整获取对于设计认知主体提出更高的要求。

4) 设计方法的复杂性。设计过程面临大量模糊定义问题^[25-26]，相应的设计方法众多^[27]。在不同的设计阶段中，设计人员会根据现实情况采用与之相对应的设计信息交互媒介及方法，由此也会使得设计认知研究同样具有较高的复杂性。

2 设计认知主要研究方向及其研究现状

设计作为一项复杂且多耦合的活动，其背后隐藏着诸多模糊的定义和信息，每个设计阶段所包含的心智活动都存在一定的差异性，部分心智活动及其规律对产品设计的完成存在密切关系^[12,28]。因此，本文从设计主体出发，认为设计过程中不同因素给设计带来的影响较为重要。由此将这些影响因素归为“设计客体”、“设计主体”两大类，见图 2。“设计客体”包含设计媒介与认知刺激两个部分，其研究内容包括草

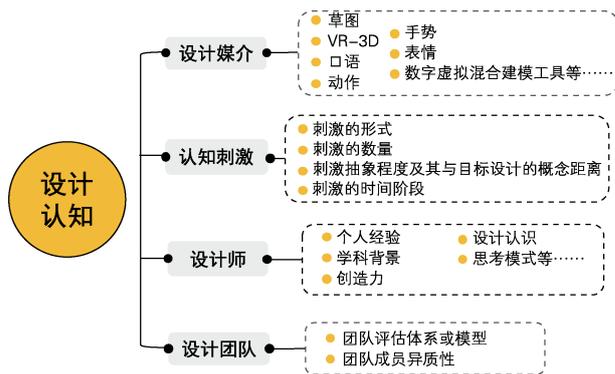


图 2 设计认知研究分类

Fig.2 Classification of design cognition researches

图、口语、视觉刺激、触觉刺激等相关因素。“设计主体”则包含设计师和设计团队两个部分，其研究内容包括团队绩效、团队创造力、潜意识影响、设计师思维固化等。通过“设计客体”、“设计主体”两大类文献的研究，并分类提出目前设计认知领域中存在的问题。

2.1 设计媒介

设计媒介是人类感官及思维的延伸^[29-30]，其能够帮助设计师在设计过程中完成信息交换的任务，增强信息传播的高效性和辨识度^[31]。因此，设计媒介的选用对设计细节修改、错误纠正等产生巨大的影响^[32]。设计师在设计过程中大多依赖视觉沟通媒介进行交流，例如图形图像等^[17]，“视觉思维”在设计认知过程中起到了关键作用^[33]。设计沟通媒介一般分为传统媒介和新媒介两类，传统媒介包含口语、表情、动作、手势，绘制的草图、制作的实体模型以及计算机模型等。新媒介是一种综合性概念，它包含文字、声音、声像、综合、通道五个体系的综合^[34]。目前新媒介相关研究取得了丰硕成果，并开发了许多分析工具和模型，例如自动生成二维草图及三维图像的树结构遗传算法模型^[35]、数字虚拟混合建模工具(HIS)^[36]、VR3d草图^[37]等。目前，设计媒介主要研究内容大多集中在传统草图、CAD、VR-3D、数字虚拟混合建模等视觉媒介对设计认知效率的影响方面。

研究人员对设计草图的认知研究后发现草图表达与设计认知活动之间存在内在联系，不同形式草图方案的运用能够提高设计成果的创造性^[38]。此外，草图信息的收集和分析有利于获取设计师的抽象思维演变过程^[34,39]和其认知草图的规律，这些研究为机器识别草图技术的发展提供理论基础^[5]。

随着计算机辅助设计等技术的发展，学者开始探索除传统媒介以外新型设计媒介的认知研究^[40]。刘弘等人^[35]利用树结构的遗传算法来优化设计过程生成二维草图及三维图像，在解决产品外观创新问题上，促进设计人员间的交流便利性，提高了设计师的概念理解能力和设计创新水平；Dorta 等人提出并利用数

字虚拟混合建模工具,将草图进行三维可视化呈现,增强了设计师与草图的良好互动效率,有利于设计师之间的理解和认知,进一步促进设计的创新和深入发展^[36]。此外,也有学者在探索传统媒介和新型媒介之间的设计认知的差异和优劣性问题。其中比较具有代表性的是 Bilda 和 Demirkan 的研究,他们发现大部分情况下新媒介的使用可能会带来新的设计工作模式,对设计师产生更好的影响,但在视觉空间特征感知、设计组织关系、提供替代解决方案等方面,传统草图使用效果更好^[41];文献[42]认为新媒介的应用场景更多,并且其使用可以改善设计师共同进化感知概念以及发现空间关系的视觉特征能力。然而,新媒介的使用效果与设计师的个人经验存在联系,新手在面对某些特定的设计任务时,采用传统草图等工具更为有效^[43]。综合来看,这些研究都基本肯定了新媒介的未来发展潜力,以及对设计创意的促进作用。

目前“视觉”以外的设计媒介研究仍处于探索阶段,但该领域已具备一些研究基础。在无视觉媒介的设计研究中,设计师采用触觉、听觉等媒介来代替视觉媒介,它们的运用重新表达了设计师的认知与感知^[33]。此外,口语媒介对设计研究同样具有较大的影响作用。徐江等提出了一个集数据链接、过程链接、概念链接为一体的多维设计认知模型,通过收集设计过程中的口语信息,对设计过程中的认知变化进行捕获^[44],此研究结论论证了口语媒介数据的收集和分析同样能够为设计师提供设计反馈及指导。

2.2 认知刺激

设计认知的研究目的是总结设计规律。在探索过程中,许多研究人员通过认知实验,控制认知刺激的类型、数量和实验时间等内容,推导分析出设计规律中的影响因子^[45]。在设计认知实验中,以认知刺激为条件的研究最为广泛,目前相关研究主要集中于刺激变量对设计认知的影响,可以分为刺激形式、刺激数量、刺激抽象程度及其与目标设计之间接近程度、刺激的呈现阶段四类。

2.2.1 刺激的形式

设计研究过程中,设计师绝大数的认知信息来源于视觉刺激、听觉刺激和触觉刺激。其中视觉刺激易对设计师产生影响^[46],并在设计研究过程中起到引导作用,故相关研究的数量最多。设计过程中,范例和相关简报的提供对设计师产生影响,使其的作品产生较多与范例相似的特征,并且设计想法的类别也因此减少,从而影响设计的创新性^[45,47]; Goldschmidt 认为刺激形式的不同能够给设计创新带来不同的影响,其研究成果证明文本显示的视觉刺激易帮助设计者提高解决方案的质量和创意^[48]。

此外,相较视觉刺激,听觉刺激更易通过潜意识

建议激发设计师的设计灵感^[49]。听觉刺激起到良好的认知传达作用,因此在设计教育、设计创新活动中,运用听觉刺激能帮助学生及设计师更好地进行思考,增强设计成果的原创性。设计的空间感通过触觉记忆,对设计师产生刺激影响。Miller 发现二维刺激能够促进设计师产生更具创造力的想法,其设计成果的功能也更集中,而三维刺激则促进设计师产生了更多数量的设计想法^[50]。类似的结论在 Simon 的研究中得到证实,他发现二维刺激的提供数量(客户审美意向图)与设计结果创造性之间存在着正相关关系^[51]。关于视觉和听觉刺激的研究,有的学者应用 fMRI 技术探讨正常人、聋人对视觉刺激反应的差异,结果发现两者的闪烁频率和亮度的反应规律相似,但聋人的视皮质最大兴奋的闪烁频率高于正常人^[52]。通过视觉刺激产生的认知差异,设计师能为聋人提供特殊的视觉设计。

视觉刺激是设计信息的主要来源,其研究发展对设计认知产生积极影响。但以视觉刺激为主导的研究现象可能会带来忽视其他“四感”数据收集的负面作用,进而影响了设计认知研究。未来的研究应更加关注听觉、触觉等多刺激对设计效率的影响及对设计认知产生的作用,并且借助元认知的视角重新看待设计认知,促进对设计师在设计过程中不确定性心智波动变化的完整理解,为设计研究提供新思路。

2.2.2 刺激的数量

在设计不同的阶段中,设计师受到的刺激数量会对其认知多样化起到影响作用,其中专注于单一刺激的设计师易出现设计固化现象^[53]。在多量刺激的研究中发现,多形式的刺激易降低设计应用的实例整合效应^[54],提高多类别的设计成果产出^[55]。此外,设计想法的质量与设计范例的借用程度存在显著的正相关关系,但设计想法和成果的数量并未对设计质量产生影响^[45]。

目前该领域的文献已经对刺激数量带来的影响进行了较为全面地研究,但综合来看大部分的研究仅分析了无刺激与多刺激两个对照组,并未通过多组分析探索刺激数量和设计创新与新颖程度之间的比例关系。在刺激物的选用上也尚未对其属性进行明确的划分,而不同属性范例刺激的提供可能会对设计师产生相反的作用,并且属性划分问题也会对既得数据的精准度产生影响。

2.2.3 刺激抽象程度及其与目标设计之间接近程度

随着设计认知研究的不断发展,研究人员开始对刺激变量的抽象程度以及其与目标设计之间的接近程度展开研究。Sio 等人^[45]发现较为单一且抽象的范例更能提高设计想法的新颖性,高熟悉度的领域范例同样能够增加设计师想法的创新性^[56]。Alipour 等人

通过文献研究后提出刺激与设计目标物保持一定相似性距离可以减少设计固化现象,增加设计的创新性^[57]; Tseng 通过实验研究得出在产品的功能、结构、外观等方面,远距离范例的参考能够对设计师产生积极作用,从而增加解决方案的数量和提高设计的创新性。Tseng 认为,在设计初期远距离范例可能会对设计师产生消极作用^[58]。

刺激的抽象程度对设计认知的影响研究,有利于对设计创新的发展。刺激变量与目标设计的相似度,使得设计师产生认知上的熟悉度,而该熟悉度对设计师的创新思维会产生影响。高相似范例的多量刺激,会固化设计师的设计认知,从而产生创新麻痹现象。因此,设计师如何通过刺激变量学习相似范例,从而达到认知上创新,能为未来认知创新研究起到指导作用。

2.2.4 刺激呈现的阶段

一些学者认为,在不同设计阶段呈现刺激会对设计师的设计方案产生影响,该领域研究的发展情况能够减少对设计成果的消极作用。设计过程一般经历产品定义、概念设计、技术设计、详细设计四个阶段^[59],若把技术设计归入概念设计,则可以将设计过程划分成产品定义、概念设计以及详细设计三个阶段^[60]。由于当前刺激呈现阶段的影响研究,具有较强的目标时序性,故根据时间将设计过程分为设计初期(概念创新阶段)、设计中期(知识补充及细节设计阶段)以及设计后期(设计总结及修改阶段)三类。部分学者认为,设计过程中刺激呈现的越早,对设计成果起到的影响越积极^[4],但 Perttula 等人^[61]发现在设计前期进行刺激相比在设计中期进行刺激的设计师,产出的设计成果类别更少,此问题可能源于不同设计阶段适用的刺激类型存在差异性。在设计过程进行到细节设计阶段时,设计师可能会出现思维固化现象,该现象的认知促使设计师搜寻更多设计灵感,激发新的设计思想来打破设计固化^[55],此阶段设计刺激的呈现能够给设计师带来更多新颖的想法。

由于不同研究针对的设计过程阶段存在差异性,加之缺少对设计过程进行精细划分的方法,因此实验设计中刺激呈现时的精确时间阶段仍较模糊。此外,目前该领域缺乏对不同设计阶段适用的刺激类型问题的研究。同时,需要进一步探索设计阶段的发展和设计新想法的输出在固化问题上的作用。

2.3 设计师

设计师个人的经验、学科背景、创造力水平、思考模式等都会对设计概念及设计深化产生影响,推动设计师差异因素影响研究,对设计的质量、效率、创新性等方面起到主导作用。在个人经验对设计影响的研究中,Ozgu 发现资深设计师相较新手设计师而言,拥有权衡设计新颖性和设计效率等的的能力,且更具丰

富的设计经验,因此其更易掌控结构相似性的类比设计。Ozgu 还认为专业知识水平、源与目标之间的距离,以及源与目标之间建立的相似性类型是设计类比中相互影响的三个重要因素^[62]。专家和新手在进行产品概念评价时,在步骤上具有一致性,但在内容上专家的评价较新手而言更加客观全面^[63-64]。

有学者对设计师专业背景和创造力差异带来的影响进行了比较研究。Lawson^[65]认为理科背景的学生通常会采用以问题为中心的方法对问题结构进行描述,而建筑设计专业背景的学生更倾向于以提出设计方案为中心的方法。此问题的原因可能来源于不同学科在学生能力的培养方面关注的侧重点不同,对学生的设计行为产生了较为明显的影响。Wang 等人^[66]采用语义链接对不同层次创造性思维的成员在团队协作设计任务中的表现进行探讨、分析和评价,结果显示设计师的创造力水平与其在团队设计中的表现基本成正比,但创造力水平较低的设计师并未使设计速度减缓,相反其为设计概念提供了知识补充。在行为及思考模式上,设计师之间也同样存在差异。新手偏向从远域获得灵感,更加关注设计本身的功能性,而专家偏向从近域出发,关注设计的完整性^[67]。

综上所述,当前关于设计师差异的研究存在共同的局限。大部分研究的结论来源于数目较少的实验,可能对结论的精准度产生影响,对研究人员的数据分析、结果推测能力的要求较高。此外,该领域多数关于专业背景差异相关的研究,常选择背景差异较大的被试,例如理科与设计学科背景等,缺乏对设计相关学科更细致地划分,例如产品设计、环境设计、平面设计、数字媒体设计等专业背景间的差异研究。

2.4 设计团队

设计团队是指为实现某种设计目标而由相互协同的个体所组建的群体,该群体往往由设计师组成。但由于网络技术、计算机辅助工具等技术的发展,使得设计逐渐演变成由不同专业背景、不同地域的成员协同完成的创新性活动^[24],设计团队的成员构成也日益呈现多样化的特点。作为设计创新中的一个重要因素,设计团队的认知研究具有重要的理论与实践价值。因此设计团队的认知过程、创造力绩效、个人能力等方面的研究引起了学者们的关注,并形成了一些较为完整的评估问卷或模型。例如情景态势评估问卷^[67]、科技团队创造力评估模型^[68]等,这些评估问卷或模型研究非常重视集体绩效的影响因素,忽视了由个人特征差异引发的团队成员异质性问题。

目前这方面问题涉及范围较广,有研究采用多角度对其进行界定,例如年龄、种族、学科背景、创造力、能力等方面的差异。异质性划分及其界定方法的不同会带来迥然不同的研究结果^[69]。Tindale 的实验

研究表明具有较强设计能力的人在团队合作中能够起到良好的作用^[70]。此外,协同设计活动中成员的合理分组至关重要,设计团队成员间在能力、背景等方面存在较大差异,可能会对设计过程产生设计目标模糊、沟通障碍等不利影响^[71],其原因是来源于成员学科背景、能力的差异所带来的基础概念知识储备与思维方式上的差异。然而,并不是所有背景不同的团队都会带来设计阻碍问题。如若成员背景与目标设计相关,此种异质性可能会起到促进设计多样化的作用。这在先前的研究中得到了证实,相较于相同学科背景的设计团队,尽管不同学科背景团队在设计前期出现认知与信息交流不畅、设计效率较低等问题,但该团队极具发展潜力。在设计活动的中后期阶段,设计效率明显变高,设计的流畅度也逐渐增加,并且提出的概念发散程度较大、信息蕴涵量较多^[72]。

异质性给设计团队带来了两种相反的影响,正确的利用异质性能减少设计过程中的思维盲点,增强团队内部的良性互动。目前设计认知团队相关研究在异质性的界定上较为分散,并未形成系统性的结论。相应的具体研究方法及标准尚未统一,因而研究结果的偏差具有一定的必然性。

3 现存问题与展望

上述通过对设计认知研究文献的收集与总结,及对设计认知研究的设计认知媒介、认知刺激、设计认知主体(设计师和设计团队)四个领域进行了概括性的梳理。在研究的过程中发现,自1970年以来,设计认知的研究领域在不断拓展,其中设计媒介的进步发展、认知刺激的深入探索和设计师的认知研究为该领域提供技术指导和设计参考,但仍存在需要进一步突破的共性问题。

1) 研究手段以定性研究为主,缺少一定的科学性和严密性,使得设计认知对设计过程的认识还停留在概念层面,凸显隐含的设计知识和功能的表征数据较困难。有学者借助语义链接手段,得出了设计师心智影像中知识单元与设计认知的部分联系。但由于现阶段语义数据的处理并未完全实现计算机算法自动化,因此随着文本数据的增加,可能导致数据处理速度缓慢或信息遗漏等问题。因实验样本量的有限性,设计认知规律的探究仍需要时间。

2) 研究的集中度较高。从收集的研究文献来看,多数研究的重点放在设计认知研究方法,以及模型和工具开发等方面,而关于设计者认知过程中的心智影像内在运作机理的研究仍处于初始研究阶段。

3) 缺乏完整的研究框架。大部分研究都是围绕设计认知过程分解来展开,因而存在研究点分散,没有形成统一的研究框架等问题。此外将实验变量(例

如实验时间、问卷、被试的学科背景、被试的设计经验、实验任务的复杂度分析、设计评价标准等)进行整体化研究的文献数目较少,导致一些设计认知文献分析的研究结论存在差距和出入。

4) 设计认知媒介研究单一。多数研究媒介集中在视觉方面,例如草图、视频、手势等,其他感觉通道的媒介认知研究较少,如听觉、触觉等的认知对设计绩效的影响。此外,多感觉通道的复合刺激对设计认知的影响目前的研究鲜有涉及,这方面的研究理论及方法上需进一步发展。

5) 理论研究与实践研究脱节。针对设计认知领域的理论和设计实践间差异性的研究也比较少,部分实验的研究结论没有对设计实践产生指导作用^[4]。

目前设计认知领域的研究仍处于发展阶段,但已逐渐向更加系统、清晰的成熟阶段迈进。学者们也逐渐意识到研究范式、系统研究框架等的重要性,提出将“计算设计”作为设计认知领域的主要研究发展方向,并对此进行了深入探索^[73]。由于设计认知研究的复杂性较高,涉及的隐含因素较多,故该领域研究方法、刺激变量的多通道整合认知仍有很长的路要走。笔者认为未来的研究将会从设计元认知的理论探索入手,通过分析设计师在不同设计阶段的思维演变规律,构建设计认知研究的基本框架,并以此为基础,再对各变量进行逐步的分类研究。

随着计算机技术相关研究的深入,以符号表征人的心智并在设计认知中应用将成为可能,大数据分析、机器视觉、深度学习和计算模型等方法的运用,对设计认知研究将会起到极大地促进作用。因此未来的研究将会探索多学科交叉研究,采用新的研究方法及实验技术,例如脑电、肌电、眼动追踪、功能磁共振成像(fMRI)等生理测量技术,扩大设计认知实验数据来源,捕捉在设计认知过程中的生理变化数据,为解开设计师心智影像的运作机理提供技术支持,从而促进设计认知的研究进入一个新的阶段。

另外,理论研究对设计实践具有指导作用。由于研究范式、方法等的差别,使得不同实验研究的结论存在偏差,其在指导实际设计实践中难以达到预期目标的问题。因此,未来的研究可以采用定性(实际案例分析、观察记录等)与定量(语义、手势、表情等信息编码计算)相结合的研究手段,再辅以生理测试技术,以弥合实际设计实践与实验室研究之间存在的差距,提升未来研究成果在设计实际中的实用价值。

4 结语

设计认知研究数目的增长无疑对该领域的发展起到积极的影响,但同时也对研究的规律总结及结构整合带来了难题与挑战。针对此问题,本文结合当前

设计认知领域的基本发展情况,将设计认知研究文献划分为设计媒介、认知刺激、设计师及设计团队四类,并依次对每一类文献进行重点介绍,分析每一类研究的发展情况、研究方法以及研究结论。研究结果显示当前该领域研究存在定量研究少、研究集中度高、缺乏完整的研究框架、设计认知媒介研究单一以及理论与实践研究脱节问题。针对此问题,文中提出了基本的解决方案,为未来的研究提供了理论基础及热点方向的建议。

参考文献:

- [1] GARDNER Howard. The Mind's New Science History of the Cognitive Revolution[M]. New York: Basic Books, 1985.
- [2] SIMON H A. The Sciences of the Artificial[M]. Cambridge: MIT Press, 1969.
- [3] BALL L J, CHRISTENSEN B T. Advancing an Understanding of Design Cognition and Design Metacognition Progress and Prospects[J]. Design Studies, 2019(6): 35-59.
- [4] VASCONCELOS L A. Inspiration and fixation: Questions, Methods, Findings, and Challenges[J]. Design Studies, 2016(2): 1-32.
- [5] 刘征. 基于设计认知的草图研究综述[J]. 浙江大学学报, 2010(12): 2376-2382.
LIU Zheng. Review of Sketch Based on Design Cognition[J]. Journal of Zhejiang University, 2010(12): 2376-2382.
- [6] GOEL V. Sketches of thought[M]. Cambridge: MIT Press, 1995.
- [7] COYNE R. Wicked Problems Revisited[J]. Design Studies, 2005, 26(1): 5-17.
- [8] ALEXANDER C. Notes on the Synthesis of Form[M]. Harvard: Harvard University Press, 1964.
- [9] GERO J S. Design Prototypes: Knowledge Representation Schema for Design[J]. AI Magazine, 1990, 11(4): 26-36.
- [10] 陈超萃. 设计认知: 设计中的认知科学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
CHEN Chao-cui. Cognition Design: Cognitive Science in Design[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2008.
- [11] 西蒙. 人工科学: 复杂性面面观[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2004.
SIMON. The Science of Artificial[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Education Press, 2004.
- [12] BROADBENT G, WARD A. Design Methods in Architecture[M]. New York: George Wittenborn, 1969.
- [13] JONES J C. A Method of Systematic Design[C]. Conference on Design Methods, 1963.
- [14] ALEXANDER C. The Determination of Components for an Indian Village[J]. Developments in Design Methodology, 1984(1): 33-56.
- [15] NEWELL H. Physical Symbol Systems[J]. Cognitive Science, 1976, 4(5): 135-183.
- [16] SCHON D A. Kinds of Seeing and Their Functions in Designing[J]. Design Studies, 1992, 13(2): 135-156.
- [17] GOLDSCHMIDT G. On Visual Design Thinking: the Visual Kinds of Architecture[J]. Design Studies, 1994, 15(2): 158-174.
- [18] ZEISEL J. Environment/Behavior/Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape, and Planning[M]. London: Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape and Planning, 2006.
- [19] DOGAN F, NERSESSIAN N J. Generic Abstraction in Design Creativity: The Case of Staatsgalerie by James Stirling[J]. Design Studies, 2010, 31(3): 207-236.
- [20] SINGH V, NING G. Towards an Integrated Generative Design Framework[J]. Design Studies, 2012, 33(2): 185-207.
- [21] KHOULY T, PENN A. On an Integrated Analytical Approach to Describe Quality Design Process in Light of Deterministic Information Theory[C]. DCC 2012, 2012.
- [22] ERICSSON K A. Protocol Analysis: Verbal Reports as Data[J]. Journal of Marketing Research, 1986, 23(3): 306-307.
- [23] ZAMENOPOULOS T. Design out of Complexity: a Mathematical Theory of Design as an Universal Property of Organization[D]. London: University College London, 2008.
- [24] 高曙明, 何发智. 分布式协同设计技术综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004(2): 149-157.
GAO Shu-ming, HE Fa-zhi. Survey of Distributed and Collaborative Design[J]. Journal of Computer Aided Design and Computer Graphics, 2004(2): 149-157.
- [25] GOEL V. Sketches of Thought[M]. Cambridge: MIT, 1995.
- [26] CROSS N. Expertise in Design: An Overview[J]. Design Studies, 2004, 25(5): 427-441.
- [27] 徐江, 王修越. 基于语义链接的设计认知多维建模方法[J]. 机械工程学报, 2017, 53(15): 32-39.
XU Jiang, WANG Xiu-yue. The Multidimensional Modeling Method of Design Cognition Based on Semantic Link[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2017, 53(15): 32-39.
- [28] CROSS N. Design Cognition: Results from Protocol and Other Empirical Studies of Design Activity[J]. Design Knowing and Learning, 2001(1): 79-103.
- [29] MCLUHAN M, LAPHAM L H. Understanding Media: The Extensions of Man[M]. New York: The Mit Press, 1994.
- [30] 王安霞, 马君. 基于新媒介语境下的视觉信息沟建设

- 计研究[J]. 包装工程, 2015, 36(8): 34-38.
- WANG An-xia, MA Jun. Visual Information Communication Design Based on New Media Context[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(8): 34-38.
- [31] 岳泉. 信息传播的新媒介及其影响分析[J]. 情报科学, 2007(5): 666-670.
- YUE Quan. Analysis on the New Media of Information Communication and its Influences[J]. Information Science, 2007(5): 666-670.
- [32] CLEMMENSEN Torkil. Human Work Interaction Design: Designing for Human Work[M]. New York: Springer US, 2006.
- [33] HEYLIGHEN A. Designing in the Absence of Sight: Design Cognition Re-articulated[J]. Design Studies, 2014, 35(2): 113-132.
- [34] STAHOVICH T F. Generating Multiple New Designs from a Sketch[C]. Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence, 1996.
- [35] 刘弘, 刘希玉. 支持外观造型创新设计的计算机辅助设计环境[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003(10): 1258-1262.
- LIU Hong, LIU Xi-yu. Supporting Creative Configuration Design in A Computer Aided Design Environment[J]. Journal of Computer Aided Design and Computer Graphics, 2003(10): 1258-1262.
- [36] DORTA T, PREZ E, LESAGE A. The Ideation Gap: Hybrid Tools, Design Flow and Practice[J]. Design Studies, 2008, 29(2): 121-141.
- [37] RAHIMIAN F P, IBRAHIM R. Impacts of VR 3D Sketching on Novice Designers' Spatial Cognition in Collaborative Conceptual Architectural Design[J]. Design Studies, 2011, 32(3): 255-291.
- [38] 熊艳, 李彦. 基于草图认知分析的产品形态设计[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(7): 1354-1362.
- XIONG Yan, LI Yan. Product form Design Based on the Sketch Cognitive Analysis[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2010, 16(7): 1354-1362.
- [39] SUWA M, TVERSKY B. What Do Architects and Students Perceive in Their Design Sketches? A Protocol Analysis[J]. Design Studies, 1997, 18(4): 385-403.
- [40] YANG M C, KARA L B. Sketching and Pen-based Design Interaction[J]. Artificial Intelligence for Engineering Design Analysis & Manufacturing, 2012, 26(3): 241-243.
- [41] BILDA Z, DEMIRKAN H. An Insight on Designers' Sketching Activities in Traditional Versus Digital Media[J]. Design Studies, 2003, 24(1): 27-50.
- [42] RAHIMIAN F P, IBRAHIM R. Impacts of VR 3D Sketching on Novice Designers' Spatial Cognition in Collaborative Conceptual Architectural Design[J]. Design Studies, 2011, 32(3): 255-291.
- [43] 何靖. 工具使用对平面设计初学者草图构思行为影响的比较研究[J]. 装饰, 2019(11): 96-99.
- HE Jing. A Comparative Study of the Effects of Tool Use on Graphic Design Beginners' Sketching Behavior[J]. Decoration, 2019(11): 96-99.
- [44] 徐江, 王修越. 基于确定性信息理论的设计认知复杂度计算方法[J]. 中国机械工程, 2017, 28(5): 596-602.
- XU Jiang, WANG Xiu-yue. Complexity Computation Approach of Design Cognition Using Deterministic Information Theory[J]. China Mechanical Engineering, 2017, 28(5): 596-602.
- [45] SIO U N. Fixation or Inspiration? A Meta-analytic Review of the Role of Examples on Design Processes[J]. Design Studies, 2015, 39(2): 70-99.
- [46] GOLDSCHMIDT G. Variances in the Impact of Visual Stimuli on Design Problem Solving Performance[J]. Design Studies, 2006, 27(5): 549-569.
- [47] JANSSON D G, SMITH S M. Design fixation[J]. Design Studies, 1991, 12(1): 3-11.
- [48] GOLDSCHMIDT G, SEVER A L. Inspiring Design Ideas with Texts[J]. Design Studies, 2011, 32(2): 139-155.
- [49] TILANKA C. The Effect of Subliminal Suggestions on Sudden Moments of Inspiration (SMI) in the Design Process[J]. Design Studies, 2013, 34(2): 193-215.
- [50] MILLER S R, TOH C A. The Impact of Example Modality and Physical Interactions on Design Creativity[J]. Journal of Mechanical Design, 2014, 136(9): 543-552.
- [51] LAING S, MASOODIAN M. A Study of the Influence of Visual Imagery on Graphic Design Ideation[J]. Design Studies, 2016, 45(2): 187-209.
- [52] 崔湧, 翟仁友. 聋人与正常人视觉频率反应特征的功能MRI研究[J]. 中国医学影像技术, 2003(8): 987-989.
- CUI Yong, ZHAI Ren-you. Rate Dependence of Visual Cortex Response in the Deaf and Normal Volunteers: An fMRI Study[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2003(8): 987-989.
- [53] JANSSON D G, SMITH S M. Design Fixation[J]. Design Studies, 1991, 12(1): 3-11.
- [54] LANDAU J D. Source monitoring in a generative task[J]. Memory, 2002, 10(3): 187-197.
- [55] PERTTULA M K. Exposure Effects in Design Idea Generation: Unconscious Conformity or a Product of Sampling Probability[J]. In Nord Design Reykjavik Iceland, 2006(1): 42-55.
- [56] WILSON J O, ROSEN D, NELSON B A. The Effects of Biological Examples in Idea Generation[J]. Design Studies, 2010, 31(2): 169-186.
- [57] ALIPOUR L. A Review of Design Fixation: Research Directions and Key Factors[J]. International Journal of

- Design Creativity and Innovation, 2017, 6(4): 1-14.
- [58] TSENG I, MOSS J, CAGAN J. The Role of Timing and Analogical Similarity in the Stimulation of Idea Generation in Design[J]. Design Studies, 2008, 29(3): 203-221.
- [59] PAHL G, BEITZ W. Engineering Design: A Systematic Approach[J]. Students Quarterly Journal, 2007, 34(133): 63-64.
- [60] MARLIN D. Engineering Design Models: Context, Theory and Practice[J]. Journal of Engineering Design, 1998, 9(4): 315-327.
- [61] PERTTULA M K. Structural Tendencies and Exposure Effects in Design Idea Generation[C]. Asme International Design Engineering Technical Conferences & Computers & Information in Engineering Conference, 2006.
- [62] OZKAN O. Cognitive Strategies of Analogical Reasoning in Design: Differences between Expert and Novice Designers[J]. Design Studies, 2013, 34(2): 161-192.
- [63] FEI Cen. Behavioral Analysis of Analogical Reasoning in Design: Differences among Designers with Different Expertise Levels[J]. Design Studies, 2015, 36(1): 3-30.
- [64] 洪碧云. 专家与新手产品概念设计评价的差异性研究[J]. 包装工程, 2018, 39(6): 229-233.
HONG Bi-yun. Difference between Experts and Novices Product Conceptual Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(6): 229-233.
- [65] LAWSON B R. Problem Solving in Architectural Design[D]. Birmingham: University of Aston in Birmingham, 1972.
- [66] WANG Z. The Impact of Different Levels of Creative Thinking Members in Group Collaboration Based on Semantic Link[J]. International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies, 2019(4): 240-246.
- [67] ISAKSEN S G. Situational Outlook Questionnaire: A measure of the Climate for Creativity and Change[J]. Psychological Reports, 1999, 85(10): 665-674.
- [68] 周耀烈, 张佳鸿. 高科技企业创造力评估指标体系初探[J]. 经济论坛, 2007(11): 80-83.
ZHOU Yao-lie, ZHANG Jia-hong. A Preliminary Study on the index system of high-tech Enterprise creativity evaluation[J]. Economic Forum, 2007(11): 80-83.
- [69] 张弘韬. 设计师创意驱动力研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2014.
ZHANG Hong-tao. Study on Designers' Driving Force for Creativity[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2014.
- [70] TINDALE R S. Assembly Bonus Effect or Typical Group Performance Comment[J]. Journal of Applied Psychology, 1992, 77(1): 102-105.
- [71] NIJSTAD B A. Cognitive Stimulation and Interference in Groups: Exposure Effects in an Idea Generation Task[J]. Journal of Experimental Social Psychology, 2002, 38(6): 535-544.
- [72] 王征宇. 基于语义信息计算的团队设计成员创造力影响研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2020.
WANG Zheng-yu. Research on the Influence of Creativity of Design Team Members Based on Semantic Information Computing[D]. Shang-hai: East China University of Science and Technology, 2020.
- [73] MICHAEL J. Computational Design: Technology, Cognition and Environments[M]. Harvard: Harvard University Press, 2021.