

工业设计方法的多维分析及其可视化

张晓晨, 姚小玉, 梁颖嫦, 胡飞

(广东工业大学, 广州 510090)

摘要: **目的** 针对工业设计概念界定模糊的现状, 梳理工业设计的定义, 归纳工业设计的主要研究内容, 展开工业设计方法多维交叉分析, 探索方法与现状之间的关系。 **方法** 在梳理工业设计定义的基础上, 明确工业设计的研究内容, 并据此将收集和筛选到的工业设计方法投影于流程-属性-要素维度, 借助交叉分析比较法, 比较经典工业设计方法在多重维度下的共性与特性, 再将投影和分析过程可视化, 最后归纳发展趋势。 **结果** 归纳了工业设计方法在不同时代和工业发展背景下的研究特性与影响内因。 **结论** 当前工业设计方法以“物”的定性研究为关注重点, 并已呈现出“物”、“人”、“事”综合分析的趋势。通过对经典工业设计方法的多维交叉分析, 归纳总结了工业设计方法的发展趋向, 为工业设计方法的发展和 innovation 提供了新的思路。

关键词: 工业设计方法; 多维交叉分析; 流程维度; 属性维度; 要素维度

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)04-0034-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.04.004

Multi-dimensional Analysis and Visualization of Industrial Design Methods

ZHANG Xiao-chen, YAO Xiao-yu, LIANG Ying-chang, HU Fei

(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

ABSTRACT: The work aims to sort out the definition and summarize the main research content of industrial design, carry out the multi-dimensional and cross-over analysis on the industrial design method, and explore the relationship between the method and the current situation, regarding the current situation that the definition of industrial design concept is ambiguous. On the basis of sorting out the definition of industrial design, the research content of industrial design was clarified. Based on this, the collected and screened industrial design methods were projected on the process-attribute-element dimension. With the help of cross analysis comparison method, the commonness and characteristics of conventional industrial design methods in multiple dimensions were compared. Then, the projection and analysis process was visualized. Finally, the development trend was summarized. The research characteristics and internal influence factors of industrial design methods in different eras and industrial development backgrounds were summarized. The current industrial design method still focuses on the qualitative research of “things”, but it has shown a trend of comprehensive analysis on “things”, “person” and “events”. Based on the multi-dimensional and cross-over analysis on the conventional industrial design method, the development trend of industrial design method is summarized to provide new ideas for the development and innovation of industrial design method.

KEY WORDS: industrial design methods; multi-dimensional and cross-over analysis; procedure dimension; attribute dimension; element dimension

收稿日期: 2019-12-10

基金项目: 教育部人文社会科学基金 (18YJCZH249); 广东省社会科学研究基地“设计科学与艺术研究中心”; 广东省体验设计集成创新科研团队 (2016WCXTD013); 广东省体验设计教学团队 (粤教高函[2018]179号); 广东工业大学质量工程教学 (2018-132)

作者简介: 张晓晨 (1984—), 男, 山东人, 博士, 广东工业大学讲师, 主要研究方向为人工智能设计与可穿戴设计。

通信作者: 胡飞 (1977—), 男, 湖北人, 博士, 广东工业大学教授、博士生导师, 主要研究方向为服务设计、体验设计与设计战略。

工业设计作为人类设计活动的延续和发展,有着悠久的历史渊源;作为一门独立完整的现代学科,它经历了长期的酝酿阶段,直到20世纪20年代才开始确立^[1]。在国际工业设计协会(World Design Organization, WDO, 原名为 ICSID, The International Council of Societies of Industrial Design)成立的60余年间,虽然工业设计定义一直在迭代、演进,但是其涵盖的内容越来越宽泛,与各设计领域的界线也越来越模糊,导致许多相关从业人员对工业设计的理解不够明确。另外,由于我国引入工业设计的时间较晚,部分有关工业设计定义的史实缺乏考证。本文拟通过对工业设计定义溯源,获得相对完整、清晰的工业设计发展脉络,明确其主要研究内容,并据此基于工业设计方法,探索该领域的发展现状与应用方法之间的关系。

1 工业设计概述

1.1 工业设计历史与研究范围

工业设计是机械化生产和工业发展的衍生物,其名称早在1919年之前就已经被提出^[2],前期主要用于描述广告中的工业产品;而后美国早期的工业设计师贝尔·盖茨将工业设计应用于产品设计,自此工业设计的涵义逐渐向产品设计转变^[3]。工业设计有狭义和广义之分:狭义工业设计面向的对象主要是“物”,包括产品、交通工具、机床设备等;广义工业设计则几乎涵盖了人类社会的所有造物活动,例如环境设计、室内设计、区域设计等^[4-5]。就当前工业设计的涵盖内容而言,虽然工业设计涉及的领域日益复杂^[6],但是无论如何变化,其核心始终围绕着产品设计^[7],因此,本文采用狭义工业设计的对象范围作为工业设计研究内容的界定基础。

1.2 工业设计定义的演绎历程

工业设计是研究人为事物的应用科学。相较工业生产起步较早的西方国家,我国引入工业设计的时间较晚,这使得国内对于工业设计定义的时间节点认识存在偏差。厘清工业设计定义的相关时间节点,有助于准确梳理工业设计的发展脉络,深入挖掘工业设计领域定义、方法及现状的关系。国际工业设计协会自1957年成立至今,曾多次修订和补充工业设计定义,国内学者普遍认为,工业设计定义的重要时间节点分别为1970年、1980年、2006年和2015年,但经调研发现,国内外在工业设计定义公布年限方面存在矛盾,具体如下:(1)在国际工业设计协会官网上检索到的工业设计定义,仅介绍了1959年、1960年代初期、1969年和2015年的相关定义,并未提及1970年、1980年及2006年的定义^[8];(2)国际工业设计协会官方的工业设计定义曾在1980年的第十一届巴黎年会上被修订过^[9],然而根据国际工业设计协会于

1959年至1999年召开的国际会议考证,期间仅在1963年于巴黎举办过一次国际会议^[10];(3)对比1959年与1980年的定义,显然,国内公认的1980年定义^[11]实则为国际工业设计协会官网于1959年的定义;(4)比较2002年与2006年定义的内容^[12],并结合文献研究发现,2006年的定义源于何人可教授对国际工业设计协会于2002年发布的《设计的定义》的译文^[13]。

1.3 工业设计定义

在特定时代背景下,工业设计定义的关注焦点不尽相同,本文将工业设计定义拆解为对象和要素,从而能够进一步检验采用狭义工业设计作为研究范围的合理性,以及明确工业设计在不同时间节点需要综合考虑的设计内容。本文以国际工业设计协会官方收录的信息和2002年的定义^[14]为基准,即依据国际工业设计协会于1959年、20世纪60年代初期、1969年、2002年和2015年先后五次修订的定义,从对象和要素两方面对工业设计的定义进行分析,见表1。1959年公布的工业设计定义主要界定了工业设计师的职责和任务,即工业设计师凭借训练、技术知识、经验及视觉敏感性,对批量生产的工业产品进行材料、结构、形态、色彩、表面处理等方面的设计,同时也关注产品的包装、广告、展示及市场营销等^[15];20世纪60年代初期的定义则将工业设计师的活动范围扩展到几乎包含所有类型的人工制品,其旨在使人类的生活变得高效、愉悦;1969年,马尔多纳多提出了第三个工业设计定义,强调工业设计的目的是确定工业产品的形式品质,注重结构和功能之间的关系^[3];2002年的工业设计定义主要从设计的目的和宏观任务(评价标准)两个方面强调了设计的范畴,包括责任伦理、道德规范、社会意义及人文价值,提出了产品生命周期系统、创新技术人性化、可持续发展、文化多样性等概念^[16];在2015年的定义描述中,可以明确感知到(工业)设计定义的升级、涵盖范围的扩大、格局的攀升,设计不仅是工业化、信息化时代的设计,而且是生活方式的和谐设计^[16]。

随着全球工业化大发展、社会进步、经济提升,工业设计正逐渐摆脱“工业”的限定,其内容及范围在不断扩大:(1)就对象而言,工业产品始终是工业设计的研究关注点,但工业设计的对象并不仅限于此,其已经逐步拓展到系统、服务及体验等非物质产品;(2)就要素而言,其内容由材料、肌理、形状、颜色等外在特征,以及功能、结构等内在品质,外延至了商业、技术、消费者各个领域。

工业设计定义是时代特征的映射,是工业设计师应遵循的设计指南。处于极其注重社会伦理、道德文化的21世纪,仅强调工业产品外在特征和内在品质的工业设计定义已经不能满足当前时代的设计需求,例如1959年、20世纪60年代初期、1969年的定义

表 1 国际工业设计协会工业设计定义分析
Tab.1 Analysis on definitions of industrial design by WDO (ICSID)

时间	定义	关键词								
		对象		要素						
1959 年	工业设计师是通过训练、技术知识、经验和视觉感受来确定工业过程中批量产品的材料、肌理、形状、颜色、表面装饰。在不同的情况下，工业设计师可能会关注工业生产对象的全部或部分方面；而当解决这些问题除了需要技术知识和经验之外，还需要视觉欣赏能力时，工业设计师也可能会关注包装、广告、展览和营销方面的问题。	产品		外在特征						
20 世纪 60 年代 初期	工业设计师的作用是赋予对象和服务以形式，使人类的生活行为变得高效和令人满意。目前，工业设计师的活动范围包括几乎所有类型的人工制品，特别是那些大规模生产和机械驱动的产品。	产品		外在特征						
1969 年	工业设计是一种创造性的活动，其目的是确定工业产品的形式品质。这些形式品质不仅是外在的特征，而且主要是把系统从生产者和使用者的角度转换成连贯、统一的结构和功能关系。工业设计范围延伸到人类环境的方方面面，这些都受到工业生产的制约。	产 品	环 境	外 在 特 征	功 能	结 构				
2002 年	设计是一种创造性的活动，其目的是为物品、过程、服务及它们在整个生命周期中构成的系统，建立起多方面的品质。因此，设计既是创新技术人性化的重要因素，又是经济文化交流的关键因素。 设计的任务，即致力于发现和评估与下列五种项目在结构、组织、功能、表现以及经济上的关系：（1）增强全球可持续性发展和环境保护（全球道德规范）；（2）给全人类社会、集体和个人带来利益和自由；（3）最终用户、制造者和市场经营者（社会道德规范）；（4）在世界全球化背景下支持文化的多样性（文化道德规范）；（5）赋予产品、服务和系统以表现性的形式（语义学）并与它们的内涵相协调（美学）。	产 品	过 程	生 命 周 期	服 务	功 能	结 构	组 织	内 涵	经 济
2015 年	（工业）设计旨在引导创新，促进商业成功和提供更好质量的生活，是一种将策略性解决问题的过程应用于产品、系统、服务及体验的设计活动。它是一种跨学科的专业，将创新、技术、商业、研究与消费者紧密联系在一起，共同进行创造性活动，并将需要解决的问题、提出的解决方案进行可视化，重新解构问题，并将其作为建立更好的产品、系统、服务、体验或商业网络的机会，提供新的价值和竞争优势。工业设计是通过设计输出物对社会、经济、环境及伦理方面问题的回应，旨在创造一个更好的世界。	产 品	系 统	服 务	体 验	商 业	创 新	技 术	消 费 者	

内容就过于局限。而服务、体验等非物质设计则更偏向于服务设计、体验设计领域，因此本文基于狭义工业设计，以批量化的工业产品为研究对象。结合 2002 年和 2015 年的定义，总结得出工业设计的主要研究内容，即工业设计是一种以批量生产的工业产品为基础、以人的需求为导向、以外部因素的限定为条件、以物为核心产出的创造性活动，包括对物的功能、结构、形态等内容的确定，对人的使用需求、价值观念的分析，以及对经济、生态、资源等外部因素的考量。

2 工业设计方法的分类维度

工业设计主张在工业生产中发现问题的，并使用设计方法导出解决方案。将工业设计方法按照设计流程分类，有助于了解当前对于不同工业设计阶段的关注度；按照属性维度分类，能够帮助理解工业设计现状的研究性质。另外，通过上述分析，将各定义拆分为物、环境、人、经济等要素，按照要素维度分类，将进一步明确工业设计领域的设计重点。

交叉分析法是数据挖掘中的经典方法，将数据投

影并展现于不同分类维度，通过对投影后的数据进行多角度的展开联结交叉分析，能够比较容易地发现利用单维度分析法难以发现的问题^[17]。本文将流程维度、属性维度、要素维度作为工业设计方法的分类依据，使用交叉分析，研究工业设计方法发展的现状及内因。

1) 流程维度。工业设计的根本目标是解决问题，主张优先发现问题，进而提出最优解决方法。在这一过程中，发散与聚焦能够起到设计创新与决策的作用。本文采用双钻设计模式（Double-diamond Design Process），并依据“发现正确问题”和“制定正确方案”两次发散-聚焦阶段^[18]，按照设计流程将工业设计方法分为探索、定义、开发和交付四个阶段。

2) 属性维度。定性、定量研究源于社会研究领域，是两类不同性质的探讨方式^[19]。本文将方法的属性维度分为三类，分别为定性、定量和混合。其中，混合研究是定性研究与定量研究的组合，主要从定性研究中发掘定量研究的机会点，依据定量分析和归纳，修正定性结论，并交替迭代。

3) 要素维度。工业设计是研究人为事物的科学。

柳冠中教授提出的事理学理论,可用于研究一个人或多个人在不同环境、条件、时间等因素下的需求,以及在这些因素的影响下,人的使用状态、使用过程的特征^[4,20]。事理学将设计简约为:外部因素与内部因素在共同作用下结合而成的“关联性”系统,其中内部因素主要与“物”相关,而外部因素包含“人、时、地、事”^[21]。“人”是工业设计的既定服务目标,“物”是运用科学技术创造的人们工作生活所需的设计对象,“事”是确定产品是此物而非他物的限定范畴^[22],“时”和“地”是“事”发生的时间和空间条件,两者与“事”的关系密不可分,因此本文将“时”与“地”纳入“事”的涵盖范围。基于此,将物、人、事作为要素维度的分类依据。物:指人工物,即人造的且为人所用的产品,主要考虑材料、肌理、形状等外在特征和结构、功能等

内在品质。人:指与用户相关的研究内容,包括用户的目的、行为、态度,生活习惯、价值观等特征。事:泛指除人之外的外部因素,例如经济、环境、资源、文化、地域、时间等。

3 工业设计方法收集及归类

围绕工业设计主要研究内容,收集工业设计方法,提取具有代表性的一百一十八种方法,剔除以非工业设计为主要研究或应用领域的方法,合并同类项后,筛选出六十九种工业设计方法,并将各方法按照流程维度、属性维度和要素维度进行分类。工业设计方法在三个维度下的投影见表 2。例如,序号为 39 的“产品可用性评估”^[23]方法,主张通过对产品原型的

表 2 工业设计方法在三个维度下的投影
Tab.2 The projections of industrial design methods in three dimensions

序号	英文名称	中文名称	流程维度				属性维度			要素维度		
			发 现	定 义	开 发	交 付	定 性	混 合	定 量	物	人	事
1	Affinity Diagram	亲和图	●				●					●
2	Attribute Listing Technique	属性列举法			●		●			●		
3	ARIZ	ARIZ			●			●				●
4	Attribute Dependency Template	属性相关模板法			●				●	●		
5	Brain Writing 6-3-5	6-3-5 法		●			●			●		
6	Bionics	仿生法			●		●			●		
7	Brain Storming	头脑风暴			●		●					●
8	Case Studies	案例研究	●				●					●
9	Component-based Functional Analysis Method	基于组件的功能分析方法		●				●		●		
10	Case-Based Reasoning	基于实例推理			●		●			●		
11	Combination Method	组合法			●		●			●		
12	Component Control Template	组件控制模板法			●				●	●		
13	Critical Incident Technique	关键事件法	●				●					●
14	Desirability Testing	期望值测试				●	●					●
15	Diary Studies	日记研究	●				●					●
16	Displacement Template	去除模板法			●				●	●		
17	Ergonomic Analysis	人体工程学分析				●		●		●		
18	Fly-on-the-Wall Observation	隐蔽观察法	●				●					●
19	Focus Groups	焦点小组	●				●					●
20	Failure Mode and Effect Analysis	失效模式与影响分析				●			●	●		
21	Fast Track Life Cycle Analysis	生命周期快速分析			●			●		●		
22	Fish Trap Model	渔网模型			●				●	●		
23	Function Analysis System Technique	FAST 功能分析方法				●		●		●		
24	Function-Behavior-Structure	FBS 模型			●			●		●		
25	Functional Surface Relationship De-marcating	机能面关系界定法			●			●		●		
26	Harris Profile	哈里斯图表				●		●		●		
27	Holistic Thinking	整体思考法		●			●					●
28	How-tos	How-to			●		●					●

续表 2

序号	英文名称	中文名称	流程维度				属性维度			要素维度		
			发 现	定 义	开 发	交 付	定 性	混 合	定 量	物	人	事
29	KANO Model	KANO 模型		●			●				●	
30	Morphological Analysis	形态分析法				●	●			●		
31	Objective Tree Method	目标树法		●				●		●		
32	Osborn's Checklist	奥斯本检核表法			●		●			●		
33	Personal Inventories	个人清单	●				●				●	
34	Pros and Cons List	优缺点列举法	●				●				●	
35	Participant Observation	参与式观察法	●				●				●	
36	Positioning Map	定位图		●			●			●		
37	Personas	用户角色		●			●				●	
38	Prototyping	原型法				●	●			●		
39	Product Usability Evaluation	产品可用性评估				●		●		●		
40	Questionnaires	问卷调查	●						●		●	
41	Quality Function Deployment Method	质量功能展开法		●			●					●
42	Quantitative Structural Changes	定量结构变化法			●				●	●		
43	Replacement Template	替换模板法			●				●	●		
44	Resource Analysis	资源分析法			●		●					●
45	Reverse Engineering	逆向工程				●			●	●		
46	Ranking and Scoring Methods	名次记分法				●			●	●		
47	Scenarios	情境法	●				●					●
48	The Performance Specification Method	性能规格分析法			●		●			●		
49	Social-Economic-Technological	SET 系列因素	●				●					●
50	Shadowing	投影法		●			●				●	
51	S-Field Analysis	物场分析方法		●				●		●		
52	Synecdoche	提喻法			●		●			●		
53	Systematic Thinking of Objective Realizing Method	T.T-storm			●		●			●		
54	Storyboards	故事板			●		●					●
55	Semantic Differential	语意差异法				●			●	●		
56	Trimming	系统裁剪法		●				●		●		
57	The Analytic Hierarchy Process	层次分析法		●					●	●		
58	The Association Method	联想法			●		●			●		
59	Task Analysis	任务分析	●						●			●
60	Parallel Design	并行设计			●				●	●		
61	Taguchi Methods	田口法			●				●	●		
62	Technical-Economic Evaluation	技术-经济评价法				●			●			●
63	User Interview	用户访谈	●				●				●	
64	User Journey Maps	用户旅程图		●			●				●	
65	Vision in Product Design	产品设计愿景		●			●				●	
66	Value Opportunity Analysis	价值机会分析				●	●			●		
67	Weighted Objectives Method	目标加权法				●			●	●		
68	5W1H	5W1H 设问法		●			●					●
69	7*7Method	7*7 法		●			●					●

功能、结构等进行定性与定量分析,以验证及评估产品的可用性,并根据结果改进设计,因此该方法适用

于流程维度的交付阶段,属性维度的混合分析,以及要素维度中的“物”要素;序号为 49 的“SET 系列因

素”^[24]方法,强调从社会趋势、经济动力和先进技术三个外部因素进行多角度分析,进而发现在现有产品和新趋势的推动下,新产品或重大产品改进的缺口,该方法能够通过对现有产品长期、整体的分析,发现设计问题,启发设计思路,因此将“SET 系列因素”方法归类为流程维度的发现阶段,属性维度的定性分析,以及要素维度中的“事”要素。

在方法的收集和归类过程中,部分方法能够作用于流程维度的多个阶段,同时,由于各团队在使用同一设计方法时,其关注重点与研究目的的不同,可能会导致对方法的分类存在争议的问题,因此本文选取各方法的主要应用场景作为划分依据。

4 结果与分析

4.1 单维数据分析

就流程维度而言,处于开发阶段的方法最多,共计二十五种;而处于探索阶段的方法有十三种,数量最少;定义和交付阶段方法数量分别为十七种和十四种。工业设计方法的流程维度见图1。显然,在以产品为研究对象的工业设计中,设计师依然将解决问题作为设计的关键;随着人们对设计本质的认知加深,提出问题与解决问题的设计方法在数量上的差距已经缩小;而设计师对于产品测试评估方面的关注度较低,这可能会导致生产出的产品不能够完全符合现实生活的需求,限制产品后续的应用与推广。

就属性维度而言,定性方法共计四十种,混合方法十二种,定量方法十七种,工业设计方法的属性维

度见图2。工业设计是感性与理性综合的产物,从图2可以发现,定性研究的方法居多,表明在目前的工业设计体系中,设计师侧重于对产品及其周边深层次的解释与归纳;定量研究的产生是由于19世纪中期设计师为解决美国工业生产发展迅猛与廉价劳动力不足的矛盾,提出的强调可互换性的美国制造体系^[1],随后标准化的生产模式逐渐被各国应用,并成为工业生产的重要指标,这为基于测量与计算的定量研究提供了前提和基础;然而,缺乏定性分析的定量研究难以作出科学的设计描述,难以得出具有指导性且有说服力的结论,因此定量方法和混合方法也占据了一定比例。

就要素维度而言,工业设计方法多针对“物”的研究,共计三十九种,“事”和“人”的研究方法各有十五种,工业设计方法的要素维度见图3。这是因为工业设计的研究对象以产品为主,多数方法更加关注“物”自身的影响因素;处在文化融合、资源紧缺的社会环境下,设计不得不从“事”的角度思考如何以最少的物质投入,获得最大的社会效益,由此关于“事”的研究方法也占据了部分比重;另外设计是人的设计,旨在为人们创造更合理的生存(使用)方式^[25],虽然目前关于“人”的设计方法仅占有所有方法的1/5,但是可以预见未来的工业设计将充分意识到“人”在设计活动中的重要作用,更加关注人的需求。

4.2 二维数据分析

在流程和属性维度下,探索和定义阶段用于发现问题,侧重于分析与理解产品及用户活动的特征、象

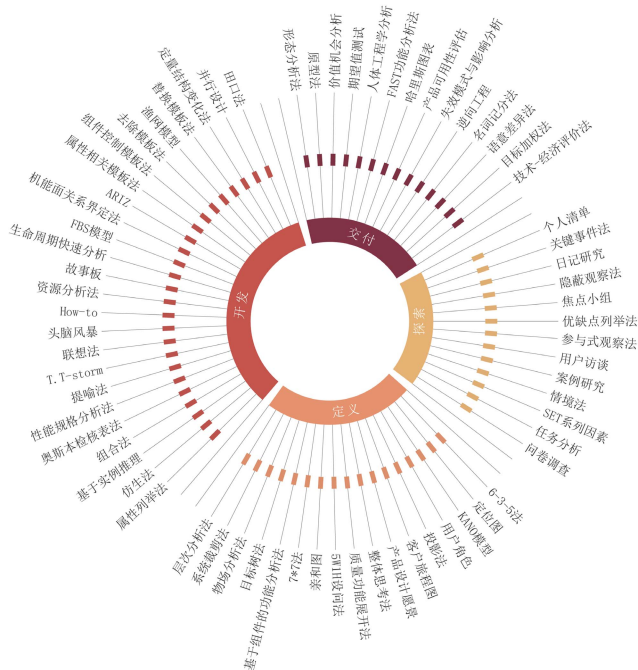


图1 工业设计方法的流程维度

Fig.1 The procedure dimension projection of industrial design methods

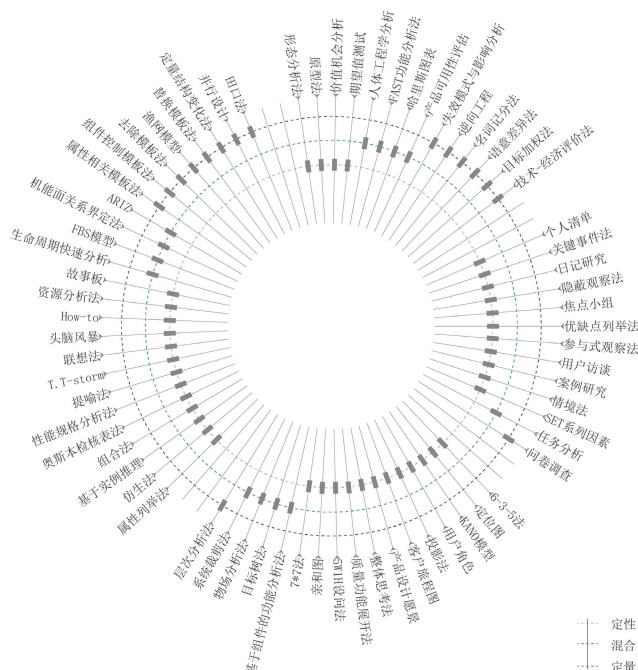


图2 工业设计方法的属性维度

Fig.2 The attribute dimension projection of industrial design methods

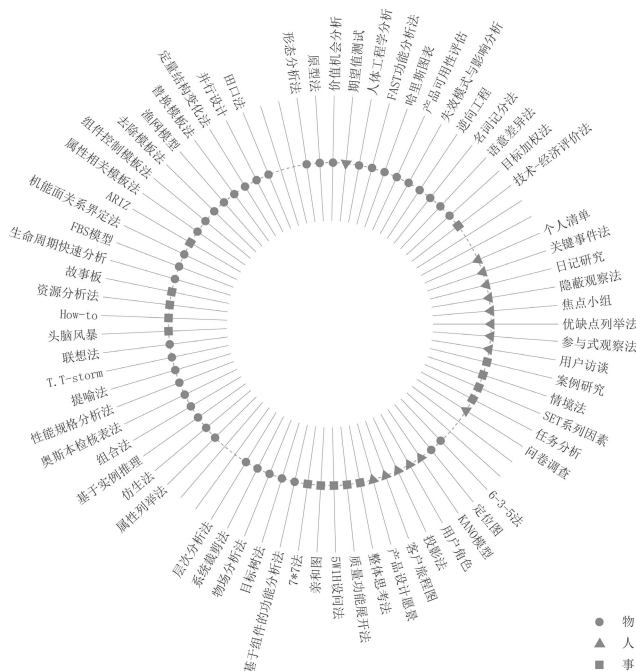


图3 工业设计方法的要素维度

Fig.3 The element dimension projection of industrial design methods

征和意义,具有人文主义色彩,因此在发现和定义阶段使用的方法多数为定性方法;开发阶段要求进一步归纳、总结设计问题,将其具体化,同时还需要基于功能、结构等变量间的关系,发散构思解决方案,因此定性方法与定量方法的分布在数量上较均衡;交付阶段主要以测试评估为主,侧重客观结果,其应用的方法多采用量表形式,此阶段带有定量成分的研究占比较大。工业设计方法的流程-属性见图4。

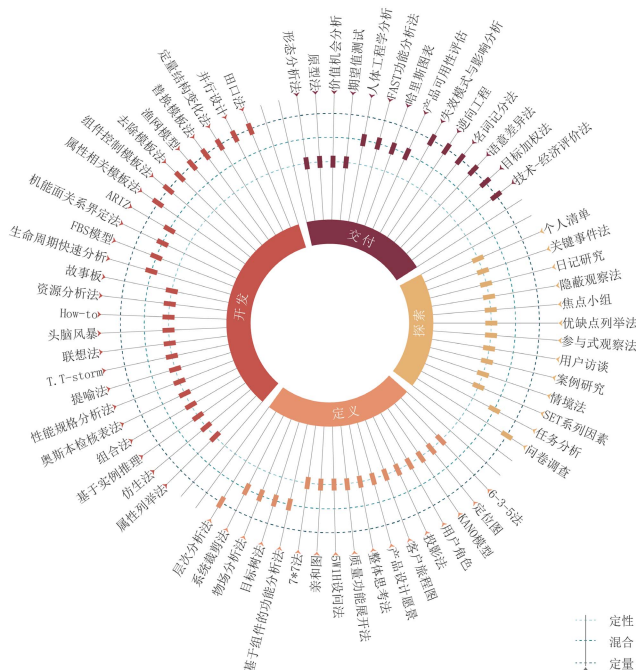


图4 工业设计方法的流程-属性

Fig.4 The procedure-attribute projections of industrial design methods

在流程与要素维度下,提出的设计问题若仅研究“物”自身的特性,虽然设计出的产品可能会有功能、形式方面的升级,但是极有可能并不适合用户的生活方式,或者缺乏对业务环境的支持。优秀的产品设计需要在提出问题时,综合考虑人的习惯、交互方式,以及社会对其各方面的影响与约束,因此在探索和定义阶段关于“人”与“事”的设计方法居多;相反,开发与交付阶段以产品为载体,集中针对提出的问题进行构思并优化可行的解决方案,最终将产品作为设计输出,向外界提供更优质的生活方式,因此在流程的后两个阶段更多的方法专注于对“物”的研究。工业设计方法的流程-要素见图5。

在属性与要素维度下,有关“人”和“事”要素的研究多以体验、观察为主要手段,强调潜在需求的挖掘与分析,其中定性属性占多数,而含定量成分的方法较少;在工业设计中,物是产品功能、结构、形态、交互、价值等一切内涵的核心载体,与“物”相关的定性方法和含定量成分的方法数量相近,可见针对“物”的研究既需要从感性层面考虑和分析其意义,又需要从理性角度探索其部件间的内在联系,另外,针对搜集的全部方法而言,在“物”的研究方法中,几乎一半的方法来源于TRIZ理论,偏向工程和机械研究,这从侧面解释了工业设计方法中定性方法与含定量成分的方法所占比例接近的现象。工业设计方法的属性-要素见图6。

4.3 三维数据分析

基于流程-属性-要素三个维度的交叉分析整体评价工业设计方法,见图7,可以得出以下几点:(1)工

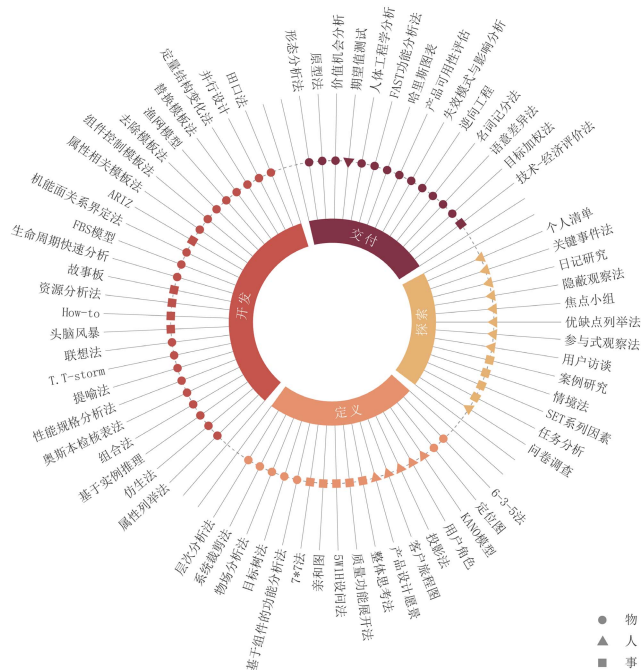


图5 工业设计方法的流程-要素

Fig.5 The procedure-element projections of industrial design methods

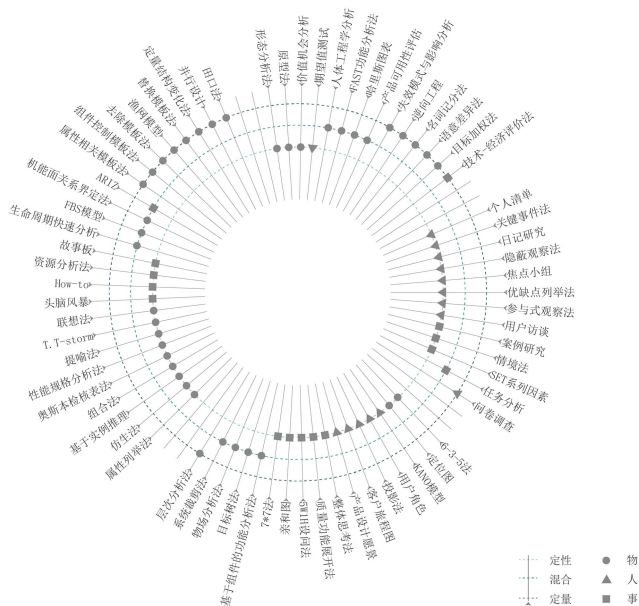


图6 工业设计方法的属性-要素
Fig.6 The attribute-element projections of industrial design methods

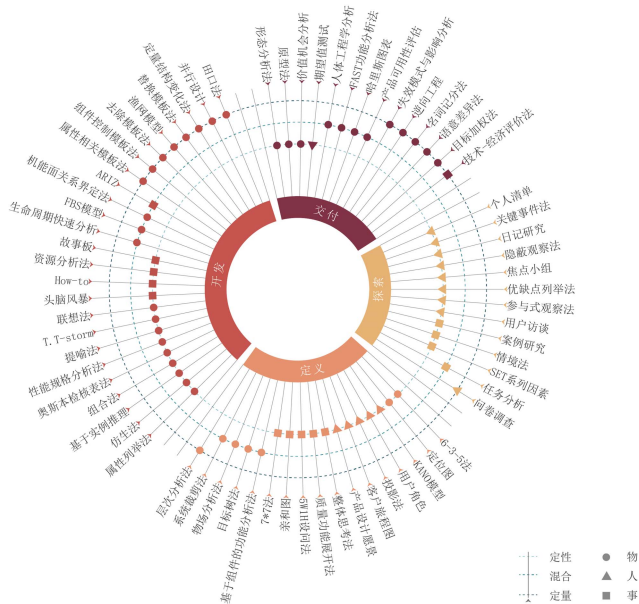


图7 工业设计方法流程-属性-要素
Fig.7 The procedure-attribute-element projections of industrial design methods

业设计是解决产品制造、流通、使用、回收之间矛盾的系统方法^[24]，因此在产品设计的全流程中，应将“物”的设计适应“人”与“事”的约束，从而创造出符合生活及社会需求的仁品、善品^[26]；（2）自工业革命以来，产品始终是工业设计的核心对象，同时人的衣、食、住、行、游均以产品为主要载体，因此工业设计方法中关于“物”的研究最多，而“物”常涉及产品的结构、功能、原理、工艺等内容，需要定量分析与验证，故“物”的方法中多有定量成分；（3）“人”与“事”是产品发挥其价值的媒介，其在工业设计中的作用越来越

重要，集中作用在发现问题阶段，由此可见，在解决具体问题前，首先应该明确设计人群、痛点及应用环境等外部因素。

以流程维度为主轴，综合分析各阶段方法的使用现状，能够发现存在于工业设计领域发展方面的不足。在探索和定义阶段，工业设计针对“物”的研究方法不足这两个阶段的1/4，其中定量性质的方法仅有一种，这说明在设计的前期阶段，设计师虽然已经关注到“人”与“事”对设计的重要性，但是忽略了“物”自身（功能、结构等方面）在定量方面的问题探讨，因此出现了一种顾此失彼的现象；开发和交付阶段研究“人”的方法仅有一种，并且研究“事”的方法也仅有六种，反映了当前工业设计在解决具体问题时，只专注于“物”的设计与开发，没有考虑到例如操作方式等，与“人”相关的要素将会对后期产品的推广及使用产生巨大影响，另外缺乏资源、环境等与“事”相关的要素控制和协调，在工业产品生命周期^[27]的生产、使用、回收三个阶段中，极易造成材料过度使用和不可回收，进而不利于设计生态观^[21]的持续稳定发展。

5 结语

借鉴交叉分析法的部分内容与诠释规则，通过梳理工业设计涵义的历史发展与变迁，将经典工业设计方法投影于流程、属性、要素三个维度，并围绕其投影展开二维-三维交叉分析，归纳工业设计方法在不同时代和工业发展背景下的研究特性与影响内因。当前工业设计领域依然以关于“物”的定性研究为关注重点，但已逐渐呈现出“物”、“人”、“事”全方位综合分析的趋势。同时，也反映出未来的工业设计师应适应产品内在品质与外在特征、用户需求和行为，以及各种外部因素的制约，以实现产品设计创新或优化迭代。

从方法收集的全面性看，虽然本文囊括的工业设计方法有限，但是这些方法都是依据大量权威工业设计书籍与文献，并在当前工业设计领域普遍应用的方法，因此能够基本反映出工业设计的发展现状。本文以工业设计定义为研究起点，围绕经典工业设计方法展开多维度交叉分析并将其可视化，挖掘时代背景下，工业设计方法在不同维度间的隐藏信息和潜在关联，为工业设计方法的发展历程归纳总结和趋势预测提供新的思路与模式。

工业设计方法的多维度的定性投影，带来了不可避免的核心属性简化和次级信息流失，在投影结果与分析上存在对不同时期的工业特色、地域文化与设计思维的不同解读。在后续工作中，将深度细化文中的核心维度属性，结合量化交叉分析法，构建工业设计方法的知识图谱复杂关系模型，使对工业设计方法的现状解析和趋势预测更为客观与合理。

参考文献:

- [1] 何人可. 工业设计史[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
HE Ren-ke. A History of Industrial Design[M]. Beijing: Higher Education Press, 2010.
- [2] 王受之. 世界现代设计史[M]. 北京: 中国青年出版社, 2002.
WANG Shou-zhi. A History of Modern Design[M]. Beijing: China Youth Press, 2002.
- [3] 凌继尧. 工业设计概念的衍变[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计版), 2009(4): 13-15.
LING Ji-yao. Evolution of the Concept of Industrial Design[J]. Journal of Nanjing Arts Institute (Fine Arts & Design), 2009(4): 13-15.
- [4] 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(1): 99-108.
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.
- [5] 张宪荣. 工业设计辞典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
ZHANG Xian-rong. Industrial Design Dictionary[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011.
- [6] 马赛. 工业设计中的系统重构与创新[J]. 包装工程, 2018, 39(22): 8-11.
MA Sai. Reconstruction and Reformation of System in Industrial Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 8-11.
- [7] 罗仕鉴. 新定义工业设计[J]. 设计, 2015(14): 154-155.
LUO Shi-jian. Redefining Industrial Design[J]. Design, 2015(14): 154-155.
- [8] WDO. Industrial Design Definition History[EB/OL]. (2019-01-01)[2019-11-31]. <http://wdo.org/about/definition/industrial-design-definition-history/>.
- [9] 黄毓瑜. 现代工业设计概论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
HUANG Yu-yu. Survey of Modern Industrial Design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004.
- [10] 李乐山. 工业设计思想基础[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
LI Le-shan. Approaches of Industrial Design[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2007.
- [11] 周宁昌, 张超. 由工业设计的定义看科学与人文的关系[J]. 机械设计, 2013, 30(5): 107-108.
ZHOU Ning-chang, ZHANG Chao. Research on the Relationship between Science and Humanity Based on the Definition of Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(5): 107-108.
- [12] MUTLU B, ER A. Design Innovation: Historical and Theoretical Perspectives on Product Innovation by Design[C]. Barcelona: A Paper Presented at the 5th European Academy of Design Conference, Barcelona, 2003.
- [13] 付秀飞. 试匡正对 ICSID 工业设计定义的不当引译[J]. 艺术教育, 2011(7): 12-13.
FU Xiu-fei. Trying to Correct Inappropriate Translation of ICSID Industrial Design Definition[J]. Art Education, 2011(7): 12-13.
- [14] 桂劲松, 王赞平. 工业设计的价值创新与伦理责任——《2006 年国际工业设计联合会工业设计定义》关键词解读[J]. 美术大观, 2008(7): 174-175.
GUI Jin-song, WANG Yun-ping. Potential Value and Ethic Duty of Industrial Design[J]. Art Panorama, 2008(7): 174-175.
- [15] 张磊, 葛为民, 李玲玲, 等. 工业设计定义、范畴、方法及发展趋势综述[J]. 机械设计, 2013, 30(8): 97-101.
ZHANG Lei, GE Wei-min, LI Ling-ling, et al. Overview on Definition, Scope, Method and Development Trend of Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(8): 97-101.
- [16] 罗婷. 设计三态: 由工业设计定义变化论起[J]. 艺术百家, 2017, 33(6): 247-248.
LUO Ting. Three Forms of Design: Talking from the Definition of Industrial Design[J]. Hundred Schools in Arts, 2017, 33(6): 247-248.
- [17] BOLT A, AALST W M P V D. Multidimensional Process Mining Using Process Cubes[M]. Switzerland: Springer International Publishing, 2015.
- [18] Design Council. The Design Process: What is the Double Diamond[EB/OL]. (2019-01-01)[2019-12-31]. <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>.
- [19] 风笑天. 定性研究: 本质特征与方法论意义[J]. 东南学术, 2017(3): 56-61.
FENG Xiao-tian. Qualitative Research: Essential Features and Methodological Significance[J]. Southeast Academic Research, 2017(3): 56-61.
- [20] 柳冠中. 事理学方法论[M]. 上海: 上海人民美术出版社, 2018.
LIU Guan-zhong. The Design Methodology[M]. Shanghai: Shanghai People's Fine Arts Publishing House, 2018.
- [21] 胡飞. 试析工业设计的三要素[J]. 华侨大学学报(哲学社会科学版), 2004(4): 123-127.
HU Fei. Analyzing Three Factors of Industrial Design[J]. Journal of Huaqiao University (Philosophy & Social Sciences), 2004(4): 123-127.
- [22] 柳冠中. 清华大学柳冠中教授“从‘造物’向‘谋事’思维方式转变”的专题讲座[J]. 工业设计, 2015(7): 16-17.
LIU Guan-zhong. Tsinghua University Professor LIU Guan-zhong “From ‘Creation’ to ‘Man’ Way of Thinking” Seminar[J]. Industrial Design, 2015(7): 16-17.
- [23] 代尔夫特理工大学工业设计工程学院. 设计方法与策略: 代尔夫特设计指南[M]. 倪裕伟, 译. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014.
School of Industrial Design and Engineering, Delft University of Technology. Delft Design Guide: Design Strategies and Methods[M]. NI Yu-wei, Translate. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2014.
- [24] CAGANJ, VOGEL C. 创造突破性产品: 从产品策略到项目定案的创新[M]. 辛向阳, 潘龙, 译. 北京: 机械工业出版社, 2004.
CAGANJ, VOGEL C. Creating Breakthrough Products: Innovation from Product Planning to Program Approval[M]. XIN Xiang-yang, PAN Long Translate. Beijing: China Machine Press, 2004.
- [25] 柳冠中. 作为方法论的工业设计——再论“使用方式说”[J]. 装饰, 1995(1): 14-15.
LIU Guan-zhong. Industrial Design as Methodology: Re-discussion on “Usage Theory”[J]. Zhuangshi, 1995(1): 14-15.
- [26] 陆定邦. 正创造/镜子理论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.
LU Ding-bang. Mirror Theory for Positive Creativity[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- [27] 艾斯林格·哈特姆特. 一线之间: 设计战略如何决定商业的未来[M]. 孙映辉, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.
ESSLINGER H. A Fine Line: How Design Strategies are Shaping the Future of Business[M]. SUN Ying-hui, Translate. Beijing: China Renmin University Press, 2012.