

# 基于意图认知的复杂电气产品外观设计策略

吕中意

(成都理工大学工程技术学院, 四川 乐山 614000)

**摘 要:** 受功能结构等多重约束和功能导向设计理念影响, 复杂电气产品外观设计更关注工程技术的合理性和功能表达的完整性, 易忽略用户对产品的认知体验需求。针对这一问题, 分析该产品外观设计意图产生模式和用户意图认知模式, 总结意图认知中存在的3个问题: 用户认知创新与失真导致意图超出与缺漏、设计师与用户的认知差异导致语义鸿沟、用户单纯化认知导致理解障碍。针对性提出复杂电气产品的3项外观设计策略: 基于质量功能配置法(QFD)的用户认知前置、构建延续性与差异性并存的外观设计特征库、以用户认知和工程约束共性特征为引导的族群收敛, 以在技术约束基础上实现用户对设计意图信息的获取和情感的满足, 进而提升该产品外观设计的市场竞争力。

**关 键 词:** 用户体验; 电气产品; 设计意图; 意图认知; 外观设计

中图分类号: TP 47

DOI: 10.11996/JGJ.2095-302X.2020050779

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2020)05-0779-09

## Exterior design strategies of complex electrical products based on intention cognition

LYU Zhong-yi

(The Engineering & Technical College of Chengdu University of Technology, Leshan Sichuan 614000, China)

**Abstract:** Influenced by multiple feature constraints and function-oriented design philosophy, the complex exterior design of electrical products lays more emphasis on the rationality of engineering technology and integrity of functional expression, but is likely to overlook users' demand of product cognitive experience. In view of this problem, analyses were made on the design intention generation mode and user intention cognition mode, which led to the summary of three problems in intention cognition: intention exceeding and omission caused by users' innovation and distortion in cognition, semantic gap incurred by the cognitive difference between designers and users, and comprehension obstacle resulting from users' simplified cognition. Three strategies for the exterior design of complex electrical products were proposed: putting forward user cognition in design stage by quality function deployment (QFD), building database from continuity and difference perspectives, and group convergence guided by common characteristics of user cognition and engineering constraints. In

收稿日期: 2020-04-27; 定稿日期: 2020-06-21

Received: 27 April, 2020; Finalized: 21 June, 2020

基金项目: 四川省哲学社会科学重点基金项目(GYSJ18-039); 成都理工大学工程技术学院设计促进基金项目(2019sj002); 川开电气配电箱(柜)外观设计项目(C122018020); 川开电气中低压柜外观设计项目(C122018021)

**Foundation items:** Key Project of Philosophy and Social Science of Sichuan Province (GYSJ18-039); Project of Design Promotion Center of the Engineering & Technology College of Chengdu University of Technology (2019SJ002); Chuankai Electric Power Distribution Box (Cabinet) Exterior Design Project (C122018020); Chuankai Medium and Low Voltage Cabinet Exterior Design Project (C122018021)

第一作者: 吕中意(1984-), 女, 湖南娄底人, 副教授, 硕士。主要研究方向为工业设计、计算机辅助设计等。E-mail: 240650065@qq.com

**First author:** LYU Zhong-yi (1984-), female, associate professor, master. Her main research interests cover industrial design, CAID and so on.

E-mail: 240650065@qq.com

doing so, on the basis of technical constraints, users can obtain the design intention information and satisfy their emotions, which can enhance the market competitiveness of the exterior design of complex electrical products.

**Keywords:** user experience; electrical products; design intention; intention cognition; exterior design

随着用户对产品的需求从“功能”转变为“对信息的认知体验”<sup>[1]</sup>,设计理念从“产品导向”向“用户导向”转移<sup>[2]</sup>,设计目标逐渐聚焦于用户认知<sup>[3]</sup>,使其成为衡量产品品质的核心标准之一<sup>[4]</sup>。从认知视角看,外观是产品信息的外在表征,是最直接和稳定的用户认知对象<sup>[5]</sup>。面对大型电气设备类功能需求型复杂产品,由于其外形庞大、结构复杂、零部件众多且涉及使用专用件,外观设计工作的发散性和自由度大大降低<sup>[6]</sup>,导致当前该类产品外观设计理念更多地停留在“物”的层面,更关注外观设计对于功能的表现<sup>[7]</sup>及外观的技术合理性<sup>[8]</sup>。如何以用户认知为线索,提升外观设计方案的“表达”和“沟通”能力,在技术约束基础上实现用户对设计意图信息的获取和情感的满足,逐渐成为复杂电气产品外观设计研究关注的焦点。

以“表达”和“沟通”为目标的外观设计始于设计师的设计意图,终于用户的意图认知。本文以四川某电气企业(简称 A 企业)落地配电柜外观设计为例,探究复杂电气产品外观设计意图产生模式及用户意图认知模式,分析用户在该类产品外观设计意图认知中存在的 key 问题,并以该企业多个系列复杂电气产品外观设计为例,提出以提升用户意图认知为目标的 3 项设计策略,为复杂电气产品外观设计工作提供参考。

## 1 复杂电气产品外观设计意图产生

外观设计意图指设计过程中以产品外观为核心的设计师心智活动及结果<sup>[9]</sup>,反映了设计师对设计目标的理解及设计所传达的内涵<sup>[10]</sup>。较之常规产品,复杂电气产品的外观设计受到更强的工程技术、人机关系等的约束,意图产生过程更长、更理性,其简要过程如图 1 所示。

### 1.1 意图获取

意图获取指对用户需求及设计任务的理解过程,通过调研分析,逐步识别用户需求、理解任务,形成设计方向与框架。对于复杂电气产品而言,可将用户分为 3 个类别,即产品安装人员、日常操作人员和维护人员。具体的调研与识别对象主要包括

用户、我方和竞争方,目标是明晰用户群体特征、用户对该类产品的识别经验、用户使用产品时的环境特征及关键操作行为;明晰我方品牌内涵、查阅产品族特征库、分析生产条件、探讨竞争策略、识别关键约束和特征;同时对竞品特征进行分析,甚至根据条件分析其设计策略和营销策略等。以 A 企业落地配电柜为例,该产品为成套配电设备的核心产品,体量较大、结构复杂、零部件多、因不同施工项目下使用需求不同而需针对性设计元件排布,且需使用电气专用件,对其外观设计意图获取见表 1。

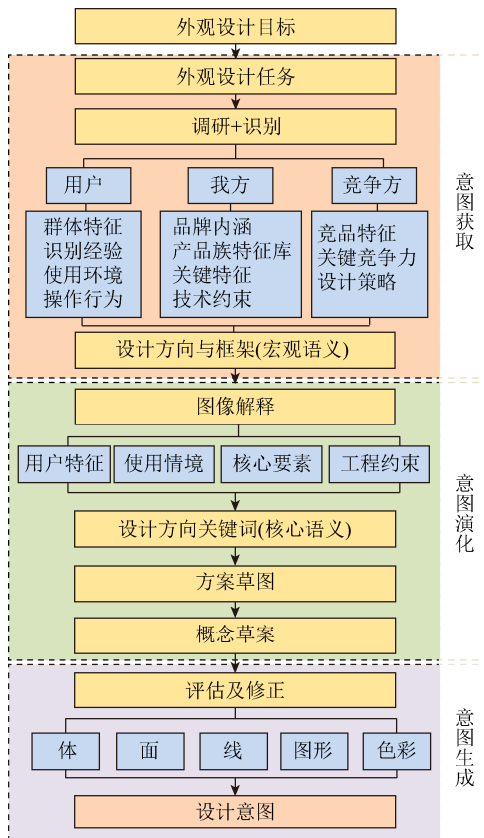


图 1 复杂电气产品外观设计意图产生过程

Fig. 1 Production process of complex electrical product exterior design intention

### 1.2 意图演化

意图演化指将获取的设计意图进行推演,形成较优的概念草案,需充分考虑功能和工程约束,感性发散与理性收敛相结合<sup>[11]</sup>。意图演化过程包括图

像解释和草案推敲：设计师以“用户特征”、“使用情境”、“核心特征”和“工程约束”为主要内容，对设计方向与框架进行进一步的图像解释，确定外观设计的核心语义；通过计算机辅助设计手段，形成具有发散性和广度的概念草图，依据关键词进行草图推敲，得到具有一定收敛性和深度的概念草案。以落地配电柜为例，其图像解释见表 2。该落地柜包括

户内、户外 2 种，两者在核心功能、操作方式、整体尺寸等方面基本一致，在眉头尺寸、元件布置、防护等级等方面差异较大。为提高设计效率，草图推敲以户外落地柜为对象，待概念草案确定后，再将外观要素特征延伸至户内落地柜进行进一步收敛。户外落地柜草图推敲思路见表 3，推敲方案如图 2 所示。

表 1 A 企业落地配电柜外观设计意图获取

Table 1 Obtain floor electrical cabinet exterior design intention of company A

| 调研与识别 | 使用环境           |         | 关键操作行为            | 识别经验           | 群体特征        |
|-------|----------------|---------|-------------------|----------------|-------------|
|       | 用户             | 户外路旁    | 吊装；安装；调试          | 技术性操控与识别       | 男性；中青年；中等学历 |
|       |                | 户内公共空间  | 开锁柜门；读取仪表         | 抽象审美经验缺乏       | 电气相关专业      |
|       |                |         | 操作旋钮及操纵杆；关停；维修等   | 配套操作工具简洁、硬朗    | 逻辑性思维方式     |
|       | 我方             | 品牌内涵    | 产品族特征             | 关键约束           | 注意事项        |
|       |                | 安全；创新科技 | 简洁；高效；稳重          | 钣金工艺；丝印工艺；防护指标 | 柜体尺寸不恒定     |
|       |                |         | 劳尔 7035+7037 为主配色 | 散热指标；吊装要求      | 面板元件不恒定     |
|       | 企业 logo 色为辅助配色 |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                |         |                   |                |             |
|       |                | </      |                   |                |             |

表 2 A 企业落地配电柜图像解释

Table 2 Floor electrical cabinet exterior design intention image interpretation of company A

| 图像<br>解释 | 用户特征                                                                                | 使用情境                                                                                | 核心要素                                                                                 | 工程约束                                                                                  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|          |  |  |  |  |
|          | 男性；中青年；中等学历<br>电气相关专业；逻辑性思维<br>方式；审美经验缺乏                                            | 城市；公共区域<br>复杂操作；尺寸多变<br>操作工具简洁、硬朗                                                   | 体量；正面；背面；眉头<br>元件布置区；散热板<br>拉手；铰链                                                    | 户内、外电气柜外观延续<br>丝印工艺；钣金精度；防护等级<br>吊装受力；元件布置规范                                          |
|          | 外观设计关键词(核心语义)                                                                       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|          | 新颖、简洁、稳重、标准化、包容、延续性、整体性、丝印、散热、防伪                                                    |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |

表 3 落地配电柜中的户外落地柜草图推敲思路

Table 3 Sketch deliberation thinking of outdoor floor electrical cabinet

| 推敲方案   | 具体推敲思路                                                                                        |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 原始草图   | 前门无元件；防护、散热要求高；包裹式柜体；内嵌式前门；地台上凹抬高；内嵌式散热板                                                      |
| 草图推敲 1 | 包裹式柜体开门操作易卡绊，改为开放式柜体；沿用内嵌式前门、地台；内嵌式散热效率不够，改为开放式散热；眉头与底座增加倒角细节以强化用户识别                          |
| 草图推敲 2 | 沿用开放式柜体；内嵌式前门开门转角受限，改为外开式；改地台上凹为落地式，以降低加工难度；沿用开放式散热并调整为四周散热；改倒角式眉头为平直式，以降低识别难度；增加底部内缩细节强化用户认知 |
| 草图推敲 3 | 沿用开放式柜体和前门；改四周散热为后部散热；沿用平直底部；改平直眉头为倾斜以强化认知；去底部内缩造型以降低加工难度；增加腰线和前门图案以塑造细节感；上下色块呼应以提升认知一致性      |
| 概念草案   | 沿用开放式柜体、后部散热、平直底部；增加眉头高度并改为平直眉头以降低产品型号标识认知难度；沿用腰线并增大色块占比以降低加工难度；改前门纵向满布图案为纵向线条；沿用上下色块呼应       |



图2 落地配电柜中的户外落地柜草图推敲

Fig. 2 Sketch deliberation of outdoor floor electrical cabinet

### 1.3 意图生成

意图生成指对概念草案进行评估与修正,得到最终的设计意图,表征为产品外观的各要素特征及相互关系<sup>[12]</sup>。意图生成过程中,要求设计师在把握好产品深层次属性要求基础上,结合功能结构、加工工艺等要求,通过评审和优化持续收敛,与用户和专家不断交流、与工程技术人员反复协调,甚至在局部细节处再创造,寻找有限范围内的最优方案,形成产品最终的视觉形象,引导用户认知,以传递设计目标中的认知语义。以前述配电柜为例,将图2中推敲所得户外落地柜外观设计草案进行细节调整,并将要素特征延伸至户内落地柜,并推敲其元件布置、logo位置、腰线配色等细节,如图3所示。最终完成落地配电柜的外观设计意图如图4所示。

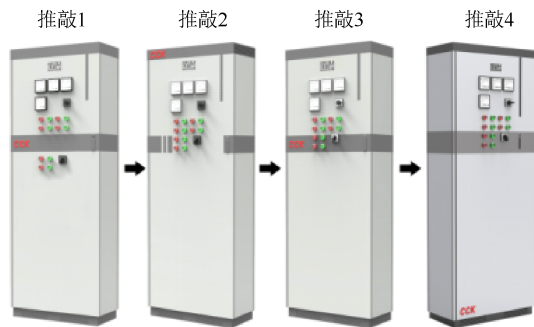


图3 落地配电柜中的户内落地柜外观细节推敲

Fig. 3 Exterior design details deliberation of indoor floor electrical cabinet



图4 落地配电柜外观设计意图

Fig. 4 Floor electrical cabinet exterior design intention

## 2 复杂电气产品外观设计意图认知

产品外观设计意图认知指用户储存、加工、恢复、使用产品外观要素特征感觉的过程<sup>[13]</sup>,对于复杂电气产品来说,因各要素中元素的多样性、元素关系的相对复杂性及功能结构对外观的强约束性,其外观意图认知过程更长,受逻辑思维的影响更大,主要包括外观设计要素特征感知、要素特征识别、设计意义获取3个阶段,如图5所示。

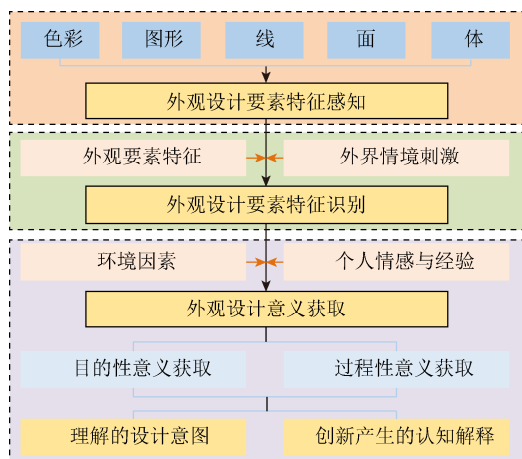


图5 复杂电气产品外观设计意图认知流程

Fig. 5 Cognitive process of complex electrical product exterior design intention

### 2.1 外观设计要素特征感知

一般而言,用户对产品的外观认知来自于视觉,相对单纯的认知渠道使其对设计意图的理解完全取决于外观要素特征,外观要素指基于审美与认知的复杂产品整体外观的构成要素,包括体、面、线、图形与色彩5大内容<sup>[14]</sup>。对于电气产品而言,体即产品外缘所形成的体积,是设计意图的起点,体特征指向产品整体与部分、部分与部分之间的比例关系,如均衡、对称、厚薄等,对体的感知具有一定抽象性,影响着用户对其他要素的理解;面指构成体的各个自由面,是意图认知的间接认知要素,与结构工艺紧密相关,较之体,面特征的感知更具象和直观;线指构成电气产品显著或独特形态的特征线,是意图的直接认知要素,其线型、流动、回转等构成的线条张力,形成了电气产品的静动态韵味;图形是表征特定意义的局部、辅助认知要素,起到补充和提炼面、线意义的作用;色彩附着于4个要素之上,具有最强创造性和自发性,其强大表现力来自于用户对色彩的意义联想<sup>[15]</sup>。因复杂电气产品体型较

大,用户对外观要素的感知,常遵循先具象后抽象、先直观后间接的顺序,受操作情境影响,常出现用户专注于与操作行为紧密相关的个别要素而忽略对整体感知的现象。对外观要素的感知是复杂电气产品外观设计意图认知的起点,构成了特征识别的基础。

## 2.2 外观设计要素特征识别

外观设计要素特征识别是指用户将感知的外观要素与记忆中的特征模板进行匹配,寻找其相似性的过程<sup>[16]</sup>,是设计意图认知的核心阶段。当用户通过搜索,配对到与所感知要素特征匹配的记忆原型,将快速形成识别结果,进入下一步的意图理解和解释阶段;如用户难以配对,则可能中断意图认知,或为当前要素特征创造一个抽象语义,继续尝试解释意图。匹配顺畅且准确是特征识别的关键所在,极大影响了认知的可靠性和用户体验结果。以前述户外落地配电柜为例,在评审过程中,正面比例设计得到了良好评价,以5阶李克特量表评估,评审团队(分别是总设计师、项目部长、安装组长、操作组长、维护组长各1人)对该项要素评估均分为4.60(即介于“较好”与“好”之间,趋向“好”)。究其原因,如图6所示,深色腰线将柜体分为上下C、D两部分,其高度分别为 $H_C=840\text{ mm}$ , $H_D=1360\text{ mm}$ , $H_C:H_D=0.6176$ ;腰线A与底部深色散热板B是柜体正面关键深色区,具有较强的视觉识别性,其高度分别为 $H_A=60\text{ mm}$ , $H_B=98\text{ mm}$ , $H_B:H_A=0.6122$ ;2个比例均趋向于黄金分割,评审人员虽无法用肉眼准确判断尺寸,但各关键区域尺寸比例与黄金分割比例记忆原型

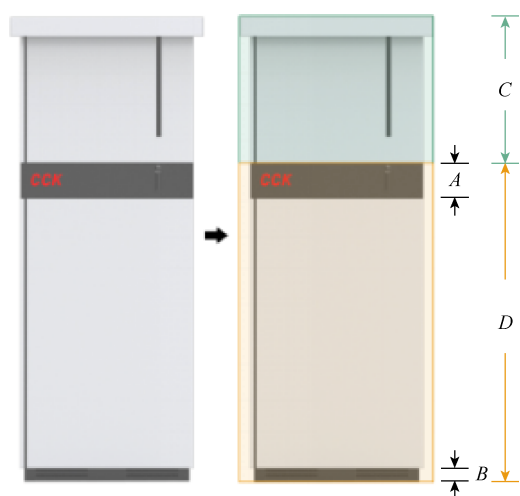


图6 户外落地柜正面的4个关键高度分区

Fig. 6 Four critical height partitions of outdoor floor electrical cabinet on the facade

进行了快速匹配,直接进入到了“比例协调,具有美感”这一设计意图的理解阶段。

## 2.3 外观设计意义获取

基于工程技术的强约束性及操作行为的强干扰性,复杂电气产品外观设计的意义获取包括理性的以功能实现和审美满足为主的目的性意义获取、感性的以心理反馈和愉悦感为主的过程性意义获取<sup>[2]</sup>。两者之间目的性意义是基础,而过程性意义是用户体验评判的核心,均受到用户能力与知识、态度与情感及认知需求的影响,也受到所处情境的制约,其获取的可靠性取决于用户对要素感知的完整性和特征识别的准确性,用户可能因个人知识水平的局限、电气产品操作行为对注意力的挤压造成意图认知的不完整或特征识别的不准确,也可能因外观与功能之间良好的匹配关系引发个人思考,从而创造出新的认知解释。这个过程中,遗漏不可避免,而新的创造是对设计意图的良好补充。以落地配电柜为例,邀请9名用户(分别是安装人员、操作人员、维护人员各3人)对户内、户外2台样机进行外观设计意图认知并以亲和图法归类统计认知结果,其结果如图7所示。从该项认知结果看,意图遗漏、超出和对等3者并存。通过整理用户认知过程语言记录,发现要素特征与产品结构之间有良好的匹配关系(如两侧纵向棱线特征与隐藏式纵向铰链连接方式、散热板平直通孔与底部内缩式结构等)、要素特征之间协调统一(如左右两侧及正面纵向线性图案、水平腰线与底部水平散热板等)有助于提升用户对外观意图信息的获取、匹配和反馈效率,而要素与结构匹配之间的非对映性(如户内落地柜腰线宽度与电气元件布局匹配关系等)易造成用户认知与设计意图之间的不对等。

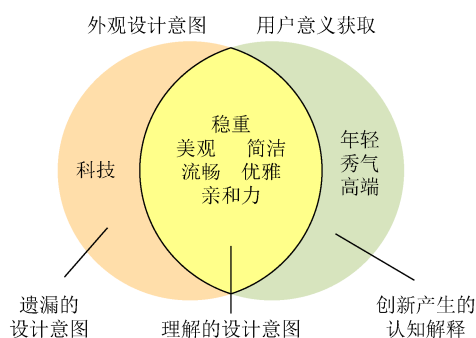


图7 样机外观设计意图认知结果

Fig. 7 Prototype exterior design intention cognition result

### 3 复杂电气产品外观设计意图认知中存在的问题

#### 3.1 创新与失真之下的意图超出与缺漏

当用户感知外观要素并能将其特征与自身记忆原型相匹配,或尽管不能匹配,但仍能发挥已有知识经验和想象力,构建新的语义与之衔接,便能进行下一步的特征解释和意图理解,这一过程离不开用户积极主动的思考和自身经验与情感的参与,由于用户个人内在因素的作用,且同时在使用情境影响下,要素特征的意义获取可能经历多种解释,则可能出现意图认知的3种情况:①用户不能还原设计意图,导致设计意图认知的缺漏;②用户主观能动延展了外观设计语义,在认知中增添了个人创新内容而出现认知超出;③用户虽受到内在因素和外界情境的影响,但仍能抗除干扰,完全准确地获取意义。实际工作中,如图7所示,这3种情况均存在,其中意图认知的缺漏和与设计意图背离的超出都将影响设计目标的达成,是设计中要避免的问题。

#### 3.2 判断顺序与关注要素差异导致的语义鸿沟

在设计意图产生过程中,设计师基于专业训练,更加关注电气产品外观的整体意义和所传达的产品风格,在对各外观要素进行折衷组合过程中,对要素之间的细微差异有较敏锐的感知能力,对方案的思考更偏向于先抽象后具象,即先体后面、先线后图的顺序<sup>[17]</sup>。在意图认知过程中,用户更关注具体的形面与图案,常按照先色彩、后图形,先线面、后体量的顺序感知产品外观,对抽象体量的关注较低,对具象图案和色彩则关注较多,对细节差异的感知较弱,可能出现因差异较小或者因个人爱好,忽略某些要素,造成认知的遗漏。设计师与用户对复杂电气产品外观要素的关注顺序与关注度之间的差异,容易造成两者对意图判断产生差别,最终形成认知语义鸿沟。

#### 3.3 复杂化表现意图与单纯化认知意图导致的理解障碍

复杂电气产品外观设计意图演化过程中,用户的目的性和过程性意义需求是依据,各方利益约束和工程约束是限制条件。尽管用户需求和设计目标相对集约,外观设计过程依然遵循先发散后收敛规律。在发散阶段,不同的外观要素因不同的组合方式,完全可以传递同一设计意图,以及相同的要素

因不同的组合方式,完全可以改变所传递的意图。这种要素、组合方式与意图之间的非对等性,在一定程度上导致了设计师在发散性设计中出现复杂化意图表现趋势,而发散性设计是后期收敛的基础,势必对收敛阶段的意图表达造成影响。用户不曾参与意图获取和演化过程,所面对的是已经表达为“物”的稳定对象,从认知的规律来说,用户对产品外观的认知常从最易识别的要素特征入手,如电气元件操作面板上直观的颜色、图案等,利用自有的认知经验进行特征匹配和意图解释。用户单纯化的认知面对在多项约束下均衡收敛、相对复杂的设计意图,常出现理解上的障碍,表现出“认知有限、意图无穷”的矛盾,矛盾过大则影响用户对产品形象的认可。

### 4 基于用户认知的复杂电气产品外观设计策略

要解决用户在复杂电气产品外观意图认知中存在的问题,设计过程中需遵循“以用户认知为中心”原则,以用户认知体验作为外观设计目标,并关注意图认知链中的特征感知、识别和意义获取行为,主要体现于:在外观设计的意图获取阶段既重视操作情境对用户识别的影响,也充分考虑用户自身的情感与既有识别经验的影响;在意图演化阶段打破当前仅关注外观设计对于功能的表现及外观的技术合理性局限,将用户外观认知需求与工程技术可行性置于同等层面;在方案评估及修正阶段积极考虑用户认知偏好,激发用户的设计参与度。与A企业近3年的合作过程中,基于多个系列复杂电气产品外观设计实践,总结提升该类产品用户意图认知设计策略如下:

#### 4.1 针对意图超出与缺漏——基于QFD的用户认知前置策略

不论是功能改进还是外观设计,对于产品研发而言,新颖并接受是第一评判条件,但在创新过程中,功能改进与外观设计的工作思路差异较大,功能改进常有明确的行为目标作为依据,外观设计对感性思考和模糊性判断的依赖更强,即便是对于受工程技术强约束的复杂电气产品亦是如此,这种感性和模糊性降低了意图表达的准确性,加重了用户认知障碍,容易导致对设计意图理解的超出与缺漏。要改善这一问题,可将用户在意义获取中可能存在的创新提前应用于设计,并将可能的缺漏进行

提示与反馈。质量功能配置法(quality function deployment, QFD)以多层次演绎分析将客户和市场需求转化为设计要求,有助于挖掘用户语义信息。文献[18]在落地配电柜外观设计中,尝试从基础、增强2个层次建立外观设计QFD需求模型,以适应外观设计草案阶段的发散要求和修正阶段的收敛要求,给设计工作提供更准确的方向,保证新颖性的同时,提升方案的接受程度。该策略下所得设计方案如图4所示,尽管在用户意图认知中存在如图7所示的遗漏与超出,但遗漏项较少,超出认知均为积极性解读,采用5阶李克特量表进行用户认知接受度评估,得图4所示方案用户认知接受度为4.33,介于设计意图认知非常清晰与清晰之间,验证了该项策略的可行性。

#### 4.2 针对语义鸿沟——延续性与差异性并存的外观设计特征库策略

面对用户先具象后抽象的识别特征,要缩减因判断顺序与关注要素差异导致的用户对复杂电气产品外观认知的语义鸿沟,可考虑基于功能的延续性和使用情境的相似性划分产品族,并在产品族的设计中,建立抽象识别特征相同或相似延续、具象识别特征各不相同的外观设计特征库。抽象识别特征的延续能在一定程度上形成该类电气产品外观的用户记忆原型,给用户意图认知线索,降低对该类特征的识别难度,直接影响用户在族内识别的速度和准确性<sup>[19]</sup>;具象识别特征的各不相同则有利于提高产品外观的丰富度,给用户个体差异化提示,和而不同,既有视觉认知的连贯感,又有族内不同序列的独特性,在构建连贯与独特的过程中,不断加强用户感知外观要素惯性、缩短认知鸿沟,提升感知信息与记忆中特征模板匹配速度。

以A企业配电柜产品族为例,其包括户外落地柜、户内落地柜、户外挂墙箱、户内挂墙箱和户内配电箱,以落地柜外观设计风格和各区域比例等抽象特征为共性基础,以腰线、转角棱线、Logo放置位置等具象特征为差异性特征,完成全系列产品外观设计如图8所示,邀请前述9名用户以5阶李克特量表进行该产品族的视觉识别评估,整体识别性得分为4.56,偏向识别非常清晰;在2次项目应用中(分别为四川某机场电气设备项目、四川某企业智慧工厂电气设备项目),以鲜明的产品族形象和良好的视觉识别体验获得认可,验证了该项策略的合理性。



图8 配电柜产品族外观设计

Fig. 8 Distribution cabinet product family exterior design

#### 4.3 针对理解障碍——以用户认知和工程约束共性特征为引导的族群收敛策略

面对用户单纯化认知设计意图和设计师复杂化表现意图所造成的理解障碍,尤其是不同族群之间的产品因使用环境和功能需求差异较大,更难形成稳定的用户认知经验问题,应充分重视族群的设计收敛,即充分重视复杂电气产品不同产品族之间外观设计的工程约束相似性和用户对外观意图的认知共性。用户认知共性指向族群的设计收敛方向,在复杂电气产品领域,该共性表现在偏好简洁稳重外观、重视外观与功能的良好匹配、受到技术操作干扰较大、易专注于个别要素而忽略整体感知、对产品外观的美学差异敏感度较差等。基于此,在外观设计收敛时,需建立特征简洁易懂、功能匹配合理、脉络关系清晰、设计语义不断重叠的外观要素体系,固化用户认知路径。工程约束相似性的准确把握意味着收敛的合理性。尽管多种情境和操作状态下,不同系列复杂电气产品外观设计所受约束各有侧重,但在生产工艺、防护等级、吊装受力和元件布置规范上有一定共性,对这些工程约束共性满足的同时,外观设计工作可以形成不同族群之间局部精炼、稳定的视觉图像,促使用户的“短时印象”向“长时记忆”转化,进一步构建用户相对稳定的认知模式。

依该思路,完成A企业除配电柜产品族外的2

个产品系列外观设计，经多轮方案评估，最终选定低压和高压电气柜外观设计方案如图 9 所示。在方案评估中，“对产品功能的表达”、“与企业其余类型产品之间风格的延续”、“对企业品牌的表达”3 条评估内容考核族群外观体系建设水平和设

计收敛效果，13 名用户(分别是安装调试人员 3 人、操作人员 6 人、维护人员各 4 人)以 5 阶李克特量表进行方案评估，得评估均值见表 4，各项评估结果为“较好”与“好”之间，验证了该项策略的合理性。



图 9 低压和高压电气柜外观设计(正面联排效果)

Fig. 9 Low voltage & High voltage electric cabinet exterior design (front abreast effect)

表 4 高、低压电气柜族群外观内涵认知体系建设评估均值

Table 4 The evaluating mean of high and low voltage electric cabinet exterior design intention cognitive

| 产品品类  | 对产品功能的表达 | 与企业其余类型产品之间风格的延续 | 对企业品牌的表达 |
|-------|----------|------------------|----------|
| 低压电气柜 | 4.08     | 4.15             | 4.08     |
| 高压电气  | 4.85     | 4.38             | 4.77     |

5 结 束 语

依托用户需求的复杂电气产品外观设计意图与用户认知之间既相互独立，又在不同阶段彼此影响。用户在理解产品外观时，并不只是简单地读取与接收，而是对各要素特征进行主动解读，在与产品情感共鸣的过程中生成新的解释，其认知结果向内转化成为用户对产品的识别惯性，向外输出形成对产品外观设计的评价。复杂电气产品外观设计工作受到功能结构的强约束，发散性和自由度较低，设计要素之间的关系相对更复杂，用户认知时更易出现用户认知创新与失真之下的意图超出与缺漏、因用户与设计师之间判断、关注差异导致的语义鸿沟及因设计师表达复杂化与用户认知单纯化导致的理解障碍。本文基于系列设计实践，提出基于 QFD 的用户认知前置、建立抽象识别特征相同或相似延续、具象识别特征各不相同的外观设计特征库及以用户认知和工程约束共性特征为引导的族群收敛 3 项外观设计策略，较之现有在“物”层面关注该类产品外观设计技术合理性和功能表达完整性的思路，本文的思考有助于将复杂电气产品外观设计引向“表达”与“沟通”层面，从“自我视角”向“用户视角”转移，有利于提升产品的市场竞争力。

参 考 文 献

References

[1] 杨延璞, 刘琼. 设计意图驱动的产品形态设计方法[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(4): 867-874.  
YANG Y P, LIU Q. Product form design method driven by design intent[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(4): 867-874 (in Chinese).

[2] 张凯. 产品设计中的认知模式研究[D]. 南京: 南京艺术学院, 2019.  
ZHANG K. Cognition model study in product design[D]. Nanjing: Nanjing University of the Arts, 2019 (in Chinese).

[3] 张婉玉, 余隋怀, 刘卓. 基于心智模型测量的智能机器人服务设计[J]. 机械设计, 2018, 35(5): 105-110.  
ZHANG W Y, YU S H, LIU Z. Service design of intelligent robot based on mental model measurement[J]. Journal of Mechanical Design, 2018, 35(5): 105-110 (in Chinese).

[4] 康信辉. 基于模糊 QFD 的产品形态情感化设计研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2019.  
KANG X H. Research on product form emotionalization design based on fuzzy QFD[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2019 (in Chinese).

[5] 李愚. 面向工业设计的产品基因网络模型研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2018.  
LI Y. Research on product gene network model for industrial design[D]. Hangzhou: Zhejiang University of

- Technology, 2018 (in Chinese).
- [6] 张军. 基于知识的复杂产品工业设计辅助系统的研究与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.
- ZHANG J. Research and application of complex product industrial design assistant system based on knowledge[D]. Changsha: Hunan University, 2013 (in Chinese).
- [7] 李伟湛, 杨先英. 基于模块化功能分解的大型复杂构造产品造型设计方法[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 134-139.
- LI W Z, YANG X Y. Modeling design method of large complex structure product based on modular function decomposition[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(16): 134-139 (in Chinese).
- [8] 周庆. 复杂工业设计产品外观轮廓合理性的模型研究[J]. 计算机仿真, 2015, 32(4): 355-358, 362.
- ZHOU Q. Model research on rationality of product appearance and profile in complex industrial design[J]. Computer Simulation, 2015, 32(4): 355-358, 362 (in Chinese).
- [9] 孙睿. 观念与视野: 当代艺术设计中的身体[D]. 南京: 南京艺术学院, 2019.
- SUN R. Concept and vision: the body in contemporary art design[D]. Nanjing: Nanjing University of the Arts, 2019 (in Chinese).
- [10] 周鑫. 基于虚拟工程设计的数控机床工业设计研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2018.
- ZHOU X. Industrial design of CNC machine tools based on virtual engineering design[D]. Xi'an: Xi'an Electronic University of Science And Technology, 2018 (in Chinese).
- [11] 刘征宏. 面向产品概念设计的隐性知识转化模型构建及重用研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2016.
- LIU Z H. Research on the construction and reuse of tacit knowledge transformation model for product conceptual design [D]. Guiyang: Guizhou University, 2016 (in Chinese).
- [12] 马宏宇. 产品美学价值的设计创新路径研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2017.
- MA H Y. Research on the design innovation path of product aesthetic value[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2017 (in Chinese).
- [13] 曾栋, 周砖, 程海峰, 等. 产品设计中的触觉体验研究[J]. 包装工程, 2020, 41(2): 134-141.
- ZENG D, ZHOU Z, CHENG H F, et al. Research on tactile experience in product design[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(2): 134-141 (in Chinese).
- [14] 丁寅. 产品造型感知意象及其在产品设计中的创新性应用研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2010.
- DING Y. Product shape perception image and its innovative application in product design[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2010 (in Chinese).
- [15] 鲁道夫·阿恩海姆. 艺术与视知觉[M]. 孟沛欣, 译. 长沙: 湖南美术出版社, 2008: 307-308.
- ARNHEIM R. Art and visual perception[M]. MENG P X, Trans. Changsha: Hunan Fine Arts Publishing House, 2008: 307-308 (in Chinese).
- [16] 李然, 赵江洪, 谭浩. SUV 汽车造型原型获取与表征[J]. 包装工程, 2013, 34(14): 26-29, 56.
- LI R, ZHAO J H, TAN H. Acquisition and characterization of SUV vehicle modeling prototype[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(14): 26-29, 56 (in Chinese).
- [17] 孙效华, 张义文, 侯璐, 等. 人工智能产品与服务体系研究综述[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 49-61.
- SUN X H, ZHANG Y W, HOU L, et al. Research summary of artificial intelligence product and service system[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 49-61 (in Chinese).
- [18] 吕中意, 杨波, 黄峰. 基于 QFD 的复杂产品外观设计与改进[J]. 机械设计, 2019, 36(11): 119-126.
- LYU Z Y, YANG B, HUANG F. Exterior design and optimization of complex products based on QFD[J]. Mechanical Design, 2019, 36(11): 119-126 (in Chinese).
- [19] 蒋廉雄, 朱辉煌. 品牌认知模式与品牌效应发生机制: 超越“认知-属性”范式的理论建构[J]. 管理世界, 2010(9): 95-115, 188.
- JIANG L X, ZHU H H. Brand cognition model and mechanism of brand effect: theoretical construction beyond the “cognition-attribute” paradigm[J]. Management World, 2010(9): 95-115, 188 (in Chinese).