

分类号：TB472

学校代码：10363

密 级：公开

学 号：2220830108



安徽工程大学

Anhui Polytechnic University

硕士学位论文

题 目 基于视觉动力理论的托盘搬运式AGV叉车设计研究

——以合力品牌为例

论 文 作 者 魏雅雯

校 内 导 师 张学东

校 外 导 师 叶 飞

专业学位类别 艺术硕士

研究方向（领域） 艺术设计（产品与交互设计）

论文提交日期： 2025 年 5 月 1 日

分类号：TB472

单位代码：10363

密 级：公开

学 号：2220830108

题 目 基于视觉动力理论的托盘搬运式 AGV 叉车设计研究——以合力品牌为例

题 目 Research on the design of pallet handling AGV forklift based on visual dynamics theory: A case study of Heli brand

学生姓名： 魏雅雯

校内导师： 张学东

校外导师： 叶 飞

专业学位类别： 艺术硕士

研究方向（领域）： 艺术设计（产品与交互设计）

论文答辩日期： 2025 年 5 月 9 日

安徽工程大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：我恪守学术道德，崇尚严谨学风。所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已明确注明和引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品及成果的内容。论文为本人亲自撰写，我对所写的内容负责，并完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

学位论文作者签名：



日期： 2025 年 5 月 8 日

安徽工程大学学位论文版权使用授权书

学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅或借阅。本人授权安徽工程大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密 ☐，在 ____ 年解密后适用本版权书。

本学位论文属于

不保密 ☐。

学位论文作者签名：魏和俊

日期：2025 年 5 月 8 日

指导教师签名：38281

日期：2025 年 5 月 8 日

基于视觉动力理论的托盘搬运式 AGV 叉车设计研究

—以合力品牌为例

摘 要

AGV 叉车作为智能物流体系中的重要设备之一，在物流市场上占据着越来越重要的地位。为提高市场竞争力，企业需要形成独特的 AGV 叉车造型设计区别于竞争对手；从工业设计发展的角度，企业研发的 AGV 叉车也必须满足用户意象需求。因此，对托盘搬运式 AGV 叉车外观造型进行以视觉动力理论为导向的设计研究，是市场发展和技术发展的必然结果，也是 AGV 叉车造型研发在工业设计方向的未来趋势。

本研究将托盘搬运式 AGV 叉车作为研究对象，以视觉动力理论为基础展开造型要素与视觉意象词汇的关系研究，设计出符合意象词汇的托盘搬运式 AGV 叉车。首先，通过文献分析总结了视觉动力理论的基本概念及造型方式，重点探讨了倾斜、比例、形变、楔形等造型方式对造型意象的影响，为后续研究提供理论支持。其次，结合对托盘搬运式 AGV 叉车的深入调研，分析其与传统叉车的区别后，从用户群体、使用场景及合力品牌的品牌文化中归纳出品牌特征，提取出“结实感、科技感、灵动感”三组核心视觉意象。第三，分析造型与意象之间的关联性，探讨了造型要素与视觉意象之间的影响因素。然后，对 AGV 叉车部件拆解与编码，结合数量化 I 类分析方法，研究不同部件造型对“结实、科技、灵动”感知的影响权重，构建了符合 AGV 造型需求的视觉动力设计框架。

基于以上研究，进行托盘搬运式 AGV 叉车造型设计。该设计通过低重心的造型比例、厚重的线条和块状结构，提升了造型的“结实感”；通过流畅

的折面过渡设计、一体化显示屏和 LED 灯等元素，提升了造型的“科技感”；倾斜和形变要素结合圆润的倒角与曲面过渡，柔化整体造型边缘，提升了造型的“灵动感”。最后，通过实验验证该托盘搬运式 AGV 叉车的设计可以充分体现其视觉意象。

本研究通过应用视觉动力原理，对托盘搬运式 AGV 叉车造型进行设计。有利于提升托盘搬运式 AGV 叉车的视觉动力，优化其外观造型；有利于企业提升产品的市场吸引力和品牌识别度，增强竞争优势。此外，将视觉动力理论引入工业车辆领域，不仅丰富了理论研究内容，还拓宽了视觉动力理论在工业车辆上的研究路径。

关键词：视觉动力理论；AGV 叉车；造型设计；品牌形象；视觉意象

RESEARCH ON THE DESIGN OF PALLET HANDLING AGV FORKLIFT BASED ON VISUAL DYNAMICS THEORY: A CASE STUDY OF HELI BRAND

ABSTRACT

As one of the important equipment in the intelligent logistics system, AGV forklifts are occupying an increasingly important position in the logistics market. To enhance market competitiveness, enterprises need to form a unique AGV forklift design that distinguishes them from their competitors; From the perspective of industrial design development, AGV forklifts developed by enterprises must also meet user image needs. Therefore, conducting design research on the appearance of tray handling AGV forklifts guided by visual dynamics theory is an inevitable result of market and technological development, and also the future trend of AGV forklift styling research and development in industrial design direction.

This study takes the tray handling AGV forklift as the research object, and based on the theory of visual dynamics, explores the relationship between styling elements and visual imagery vocabulary, and designs a tray handling AGV forklift that conforms to imagery vocabulary. Firstly, the basic concepts and modeling methods of visual dynamics theory were summarized through literature analysis, with a focus on exploring the influence of modeling methods such as tilt, proportion, deformation, and wedge on modeling imagery, providing theoretical support for subsequent research. Secondly, based on in-depth research on tray handling AGV forklifts and analysis of their differences from traditional forklifts, brand characteristics were summarized from user groups, usage scenarios, and the brand culture of Heli brand, and three core visual images of "solidity, technology,

and agility" were extracted. Thirdly, the correlation between styling and imagery was analyzed, and the influencing factors between styling elements and visual imagery were explored. Then, by disassembling and coding the components of AGV forklifts, combined with quantitative Type I analysis methods, the influence weights of different component shapes on the perception of "sturdy, technological, and agile" were studied, and a visual dynamic design framework that meets the requirements of AGV shape was constructed.

Based on the above research, design the shape of a pallet handling AGV forklift. This design enhances the "solidity" of the shape through a low center of gravity proportion, heavy lines, and block structure; Through smooth folding transition design, integrated display screen, LED lights and other elements, the "technological sense" of the shape has been enhanced; The combination of tilt and deformation elements with rounded chamfers and surface transitions softens the overall shape edges, enhancing the "flexibility" of the shape. Finally, the design of the tray handling AGV forklift can fully reflect its visual imagery through experimental verification.

This study applies the principle of visual dynamics to design the shape of a pallet handling AGV forklift. Beneficial for enhancing the visual power and optimizing the appearance of pallet handling AGV forklifts; It is beneficial for enterprises to enhance the market attractiveness and brand recognition of their products, and strengthen their competitive advantage. In addition, introducing the theory of visual dynamics into the field of industrial vehicles not only enriches the theoretical research content, but also broadens the research path of visual dynamics theory in industrial vehicles.

Keywords: Visual Dynamics Theory; Agv Forklifts; Styling Design; Brand Image; Visual Imagery

目 录

摘 要	I
ABSTRACT	III
第一章 绪论	1
1.1 课题背景及来源	1
1.2 国内外研究现状	4
1.3 研究目的和意义	10
1.4 研究内容和方法	11
第二章 视觉动力的理论与造型方式	14
2.1 视觉动力的理论概述	14
2.1.1 视知觉概念和特点	14
2.1.2 视觉动力理论	15
2.2 视觉动力的造型方式	17
2.2.1 倾斜	17
2.2.2 比例	18
2.2.3 形变	20
2.2.4 楔形	21
2.3 本章小结	23
第三章 托盘搬运式 AGV 叉车及合力品牌分析	24
3.1 托盘搬运式 AGV 叉车的结构	24
3.2 托盘搬运式 AGV 叉车用户及使用场景分析	25
3.2.1 用户分析	25
3.2.2 场景分析	28
3.3 AGV 叉车品牌分析	30
3.3.1 品牌	30
3.3.2 国外 AGV 叉车品牌分析	30
3.3.3 国内 AGV 叉车品牌分析	32
3.4 合力品牌分析	36
3.4.1 合力品牌文化分析	36

3.4.2 合力品牌视觉识别分析	39
3.4.3 合力品牌认知分析	41
3.4.4 合力 AGV 产品分析	42
3.5 本章小结	45
第四章 品牌形象与视觉意象的构建	46
4.1 基于合力品牌形象的造型词汇筛选	46
4.1.1 合力品牌形象的关键词提炼	47
4.1.2 品牌形象词汇的筛选	48
4.1.3 最终品牌形象词汇的确立	50
4.1.4 视觉意象词汇的样本筛选与问卷收集	51
4.2 “结实感”造型视觉动力分析	52
4.2.1 案例分析	53
4.2.2 “结实感”视觉动力特征总结	55
4.3 “科技感”造型视觉动力分析	56
4.3.1 案例分析	56
4.3.2 “科技感”视觉动力特征总结	59
4.4 “灵动感”造型视觉动力分析	60
4.4.1 案例分析	60
4.4.2 “灵动感”视觉动力特征总结	62
4.5 本章小结	63
第五章 托盘搬运式 AGV 叉车视觉意象调研及其视觉力分析	64
5.1 托盘搬运式 AGV 叉车视觉意象调研	64
5.1.1 托盘搬运式 AGV 叉车样本筛选	64
5.1.2 问卷制作与收集	65
5.2 基于视觉动力理论的造型样本部件拆解	66
5.2.1 样本部件拆解	66
5.2.2 样本部件编码	69
5.3 数量化 I 类分析	72
5.3.1 Python 模型的搭建	72

5.3.2 量化结果分析	73
5.4 本章小结	77
第六章 托盘搬运式 AGV 叉车设计方案及验证	79
6.1 设计方案的思路与构想	79
6.1.1 基本造型框架	79
6.1.2 外观造型细节	80
6.1.3 品牌形象在外观上的应用	81
6.2 方案推演	83
6.2.1 草图推演	83
6.2.2 方案深化模型构建	83
6.2.3 最终场景效果展示	87
6.3 方案验证	89
总结与展望	90
参考文献	91
附录 1	94
附录 2	109
附录 3	118
附录 4	128
附录 5	129
附录 6	132
攻读学位期间学术成果	135
致谢	136

第一章 绪论

1.1 课题背景及来源

1.课题来源

（1）社会背景

传统的生产制造工厂慢慢的开始转变为数字化工厂，以机代人，降低生产成本，提高生产效率。AGV 叉车作为智能物流体系中的重要设备之一，在物流市场上占据着越来越重要的地位。AGV 叉车可与企业生产及仓储系统对接、可连续工作，减少了传统人工作业时可能存在的“信息孤岛”，让物流生产数据可追溯，提高生产效率、降低固定及意外成本。

在智能化仓储建设进程中，自动导引运输车（AGV）作为关键物流装备，正不断拓展其行业应用深度，市场渗透率显著提升。随着工业智能化转型深入推进，AGV 无人搬运设备在厂内物流环节的应用持续深化，已成为智慧工厂建设中不可或缺的基础设施^[1]。

近年来，国内 AGV 叉车行业实现了较快发展，众多企业凭借强大的创新能力、可靠的产品质量，不仅在国内市场站稳了脚跟，更加速进军海外，在这片蓝海中逐渐崭露头角。2022 年中国市场 AGV 叉车销量创新高，达到 8.14 万台，同比增长 27.67%；市场规模 96.73 亿元，同比增长 23.83%。与此同时，海外需求持续释放，出口占比近 26%，创历史新高。2023 年随着防疫政策的变化，国内经济也将逐渐复苏，AGV 叉车销量有望突破 11 万台，同比增速将超过 40%，市场规模超 130 亿元（图 1-1）。

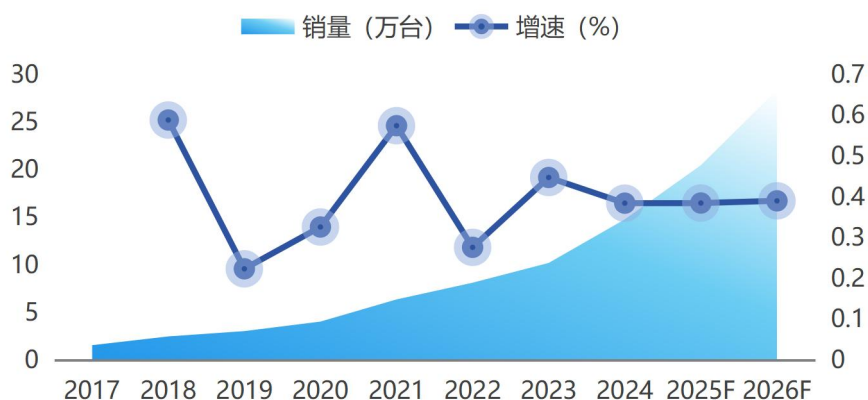


图 1-1 2017-2026 年中国 AGV 市场销量及变化趋势（图片来源：笔者自绘）

^[1] 孙懿. 国产重载 AGV 加速出海[N]. 人民日报海外版,2025-02-14(010).

在物流和仓储行业，托盘式 AGV 叉车和堆垛式 AGV 叉车占据了主要的市场份额（图 1-2）。托盘式 AGV 叉车由于其较小的尺寸和高度灵活的操作能力，可以在仓库中的狭窄通道中灵活运行，轻松执行货物的取放任务。此外，其较低的负载能力范围也使其更适合处理中小型货物，这些货物常常是物流和仓储行业的常见货物。在成本效益方面，托盘式 AGV 叉车也具有优势，它的购置和运营成本相对较低。堆垛式 AGV 叉车则是高层仓库环境的优选设备，可同时满足堆垛和搬运作业。

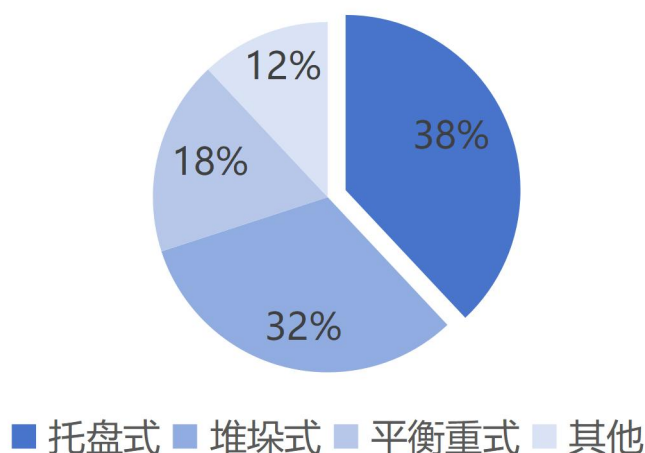


图 1-2 2017-2026 年中国 AGV 市场销量及变化趋势（图片来源：笔者自绘）

（2）理论背景

在行业竞争白热化背景下，制造企业亟需通过差异化造型建立产品识别度，同时兼顾工业设计领域的功能美学需求。^[1]了解消费者的情感偏好才能洞悉市场发展，感性意象是研究用户心理体验的有效方式，因此应用意象对产品造型进行优化、创造是一种设计趋势。

在哲学、艺术、美学、建筑、艺术评论、平面、戏剧等相当多的领域，^[2]式样的问题一直是很多学者大关注的焦点。众多的学者都针对形式问题进行了探讨，其中格式塔心理学派对众多研究者产生了很深刻的影响。格式塔学派的代表人物阿恩海姆在格式塔相关理论的基础之上提出了自己的“视觉动力”理论，探讨了形式与视觉之间的相互生成的关系。阿恩海姆结合着艺术作品深入的分析了形态的构成属性在视知觉中的解构与重构方式，探讨了视知觉对形态产生视觉审美的运行机制。视觉意象的本质在于构建具象形态与抽象

^[1] Hsiao S.W, Chen C.H. A Semantic and Shape Grammar Based Approach for Product Design[J]. Design Studies, 1997, 18(3):275-296.

^[2] 苏建宁, 李鹤岐. 基于感性意象的产品造型设计方法研究[J]. 机械工程学报, 2004, 40(4):164-167.

思维的认知桥梁，其深层价值体现在对感知边界的突破与重构。阿恩海姆的视觉思维理论揭示了人类认知活动的本质规律——形态感知并非简单的物理信号接收，而是经由视觉意象进行信息编码的创造性思维过程。这种认知机制在艺术创作与科学探索中展现出普适性：平面设计通过视觉张力场传递隐喻信息，建筑空间借由结构韵律唤醒情感共鸣，影视艺术运用蒙太奇意象激发叙事想象。这些跨领域实践共同印证了视觉意象作为“认知催化剂”的核心作用，它既消解了感性与理性的对立鸿沟，也重塑了艺术表达与科学逻辑的对话范式。

在产品设计领域，阿恩海姆的形态感知理论仍处于认知荒漠状态。当前设计研究多聚焦于功能性优化或风格化表达，鲜少触及视觉意象的认知转化机制。这种理论缺位导致设计实践停留在表象层，难以构建用户深层的认知共鸣。反观舞台设计中灯光意象的情绪引导、建筑立面韵律的空间叙事，这些成熟方法论无不印证视觉思维理论的实践价值。设计学科亟需建立跨维度的理论嫁接体系，将视觉意象的解码机制转化为可操作的造型语法。

理论的沉睡状态实则是创新惰性的映射。先哲的认知美学框架犹如未经雕琢的璞玉，只需通过设计语境的适应性转化，便可锻造出打开用户心智的密钥。当参数化建模技术与格式塔心理学原理碰撞，当材质情感映射与视觉动力理论交融，产品设计完全可能催生出新的范式革命。拒绝这种思想资源的开采，不仅是学术视野的局限，更是对设计本体论认知的怠慢。唯有让经典理论在设计实践中重获新生，才能真正实现从“造型修饰”到“认知建构”的范式跃迁。

迫于市场竞争压力，企业不得不形成独特的 AGV 叉车造型区别于竞争对手；从工业设计发展的角度，企业研发的 AGV 叉车也必须满足用户意象需求。在这两方面的影响下，对托盘搬运式 AGV 叉车外观造型进行视知觉与形式动力设计研究，是市场发展和技术发展的必然结果，也是 AGV 叉车造型研发在工业设计方向的未来趋势。

因此，本课题尝试运用视觉动力理论的产品设计方法对托盘搬运式 AGV 叉车进行外观造型设计。

2.课题来源

本课题来自合力叉车的 AGV 部门的企业命题，项目名称：合力托盘搬运 AGV 专用车工业设计。

1.2 国内外研究现状

1.视觉动力理论研究现状

(1) 国外

国外关于视觉动力（Visual Dynamics）的研究以鲁道夫·阿恩海姆（Rudolf Arnheim）的格式塔心理学理论为根基。其经典著作《艺术与视知觉》提出“形式动力”概念，阐释视觉元素通过张力、平衡与运动暗示构成的动态系统^[1]；《视觉思维》则从认知心理学角度论证视觉感知的创造性思维本质^[2]。后续《建筑形式的视觉动力》《中心的力量》等专著，分别从空间构型与画面构图维度深化了视觉力学分析体系，探讨实体与虚空的动态关系、向心与离心的结构法则^[3]（图 1-3）。

该理论在实践领域具有广泛渗透性：建筑设计中通过形态张力重构空间体验，影视艺术借动态构图强化叙事节奏，平面设计则以视觉势能引导信息层级。其跨学科影响持续延伸至舞台艺术、广告传播及数字媒体领域，成为解析视觉语言内在能量的核心方法论之一。



图 1-3 国外视觉动力理论相关著作（图片来源：网络）

笔者根据阿恩海姆的形式动力美学思想绘制了一个时间轴可以更好的理解其思想发展过程（图 1-4）。

[1] 鲁道夫·阿恩海姆. 艺术与视知觉[M]. 四川人民出版社, 1998.

[2] 鲁道夫·阿恩海姆. 视觉思维——审美直觉心理学[M]. 四川人民出版社, 1998.

[3] 鲁道夫·阿恩海姆. 建筑形式的视觉动力[M]. 中国建筑工业出版社, 2006.

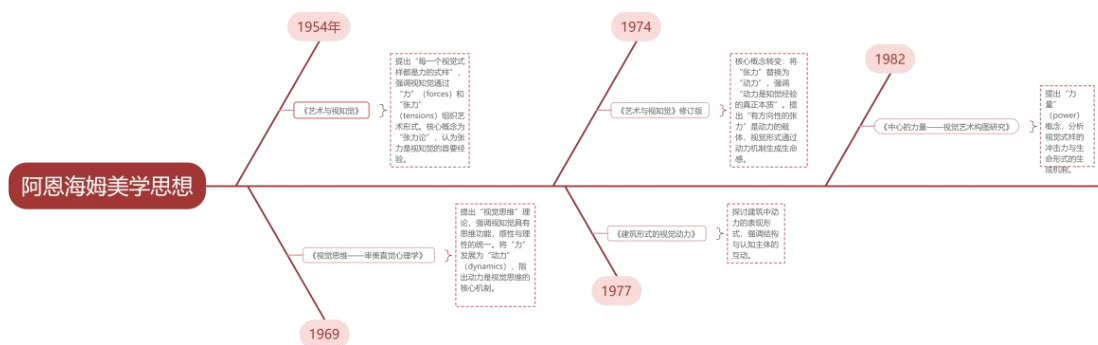


图 1-4 阿恩海姆的视觉动力美学思想时间轴（图片来源：笔者自绘）

格式塔心理学作为视觉动力理论前身，国外很多学者对其展开研究，格式塔理论是一种心理学理论，强调人类大脑在感知过程中倾向于将视觉元素组织成有意义的整体。

Chang 等人（2002）研究了格式塔理论在教育视觉屏幕设计中的应用，提炼出与教育视觉屏幕设计最相关的格式塔定律，并将其应用于重新设计教学多媒体应用程序“伤口护理”。Xu 和 Miller（2016）使用格式塔分组定律识别网页中的语义块，将分组格式塔定律解释为语义块检测的规则。研究表明，^[1]格式塔定律能够有效帮助设计师优化网页布局，提升用户体验。Lugo 等人（2016）利用格式塔理论分析汽车轮辋产品审美主体偏好与量化格式塔原理的关系。格式塔定律能够有效解释用户对产品外观的审美偏好，为产品设计提供了理论支持。Jin（2018）以格式塔理论为指导，对书籍封面设计的视觉表达进行了研究。研究指出，格式塔理论能够帮助设计师更好地组织视觉元素，提升书籍封面的吸引力和视觉效果。Chuang 等人（2023）^[2]利用眼动追踪技术研究了摄影中格式塔特性对人们视觉认知过程的影响，格式塔定律能够有效引导观众的视觉注意力，提升摄影作品的观赏性。Khamis 等人（2023）^[3]探讨了格式塔理论在图形设计中的应用，强调了格式塔视觉原则在视觉文档设计中的重要性。研究指出，格式塔定律能够帮助设计师更好地组织视觉元素，提升设计作品的整体效果。

（2）国内

目前国内对于视知觉形式动力理论的探究主要是对阿恩海姆的理论成果进行解读与分析，视觉动力理论的研究在国内外呈现出不同的侧重点。国外研究主要集中在心理学领域，

[1] Xu Z, & Miller, J. Identifying semantic blocks in Web pages using Gestalt laws of grouping[J]. World Wide Web, 2016, 19, 957-978.

[2] Chuang H.C, Tseng H, & Tang D. An eye tracking study of the application of gestalt theory in photography[J]. Journal of Eye Movement Research, 2023, 16.

[3] Khamis M.H, Azni Z.M, Abd Aziz S.H, & Aminordin A. The Integration of Gestalt Theory to The Graphic Design [J]. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 2023.

注重理论的积累与深入探讨,尤其是以鲁道夫·阿恩海姆为代表的学者,通过系统性的心理学分析,奠定了视觉动力理论的基础。相比之下,国内研究则更注重理论的拓展与学科交叉,特别是在工业设计领域,视觉动力理论得到了广泛应用。国内学者通过将视觉动力理论与工业设计相结合,探索了其在实践中的应用价值,推动了理论的本土化与创新发展。

国内学者在视觉动力理论层面的研究中,宁海林(2006)对视觉动力的演化发展、审美机制及拓展应用进行了深入研究,^[1]并尝试将中国美学与设计理论融入其中,推动了理论的本土化进程。张乾(2013)则结合符号学与格式塔理论,提出了视知觉形式动力的产品形态设计方法,为视觉动力理论的实际应用提供了新的思路。

李满坡(2024)基于视觉动力理论和仿生设计方法,^[2]针对用户对踝足支具的功能与意象需求,将踝足支具的结构优化与造型创新设计作为研究重点。卢兆麟等人(2023)提出了^[3]“视觉动力—灰色关联分析”方法,并将其应用于车型设计开发。侯士江(2021)通过视觉动力分析,^[4]探讨了叉车造型的意象仿生设计。研究从视知觉层面出发,综合考虑理性与感性视觉意象,通过分析叉车的形态、结构和色彩,提出了基于视觉动力的造型设计方法。该研究强调了视觉动力在产品设计中的重要性,并通过实例验证了其在提升叉车造型力量感和牢固感方面的有效性。吴俭涛等人(2023)^[5]采用视觉动力形式分析,建立了产品形态轻量化意象的映射关系,并通过曲线控制法进行初始形态方案设计。该研究展示了视觉动力理论在轻量化设计中的应用,为康护辅具等产品的设计提供了新的思路。尚会超等人(2019)^[6]通过建立减速机造型设计的视觉动力体系,为工业设计提供了规律化、系统化的解决方案。郭若宇等人(2017)基于图形心理学的视觉动力学理论,^[7]分析了汽车前脸造型视觉力的表现,并通过问卷调研和数理分析验证了普通观者对视觉力强弱的感知。该研究为汽车造型设计提供了创新方法,强调了视觉动力在塑造汽车动感和力量感方面的重要性。荣歆等人(2018)从视觉动力学的角度对我国铁路机车外观与涂装设计进行了研究。他们通过分析轨道车辆的形态和色彩^[8],提出了基于视觉动力的设计策略,为轨道车辆的外观设计提供了理论支持。为了方便理解,笔者根据目前的研究现状制作了

[1] 宁海林. 阿恩海姆的视觉动力学述评[J]. 自然辩证法研究,2006,(03):32-34+74.

[2] 李满坡. 基于视觉动力的踝足支具仿生设计研究[D]. 燕山大学,2024.

[3] 卢兆麟,宋浩. 基于视觉动力—灰色关联分析的车身造型形态进化机制研究[J]. 北京理工大学学报, 2023, 43(9): 903-911.

[4] 侯士江,王建暖,刘甲财,等. 叉车造型的视觉动力分析及其意象仿生设计研究[J]. 包装工程,2021,42(22):108-114.

[5] 吴俭涛,覃忠志,孙利,等. 基于视觉动力形式的康护辅具轻量化设计研究[J]. 包装工程, 2023, 44(4): 123-131,149.

[6] 尚会超,李婷,付晓莉. 基于视觉动力理论的减速机造型设计[J]. 包装工程, 2019, 40(24):

[7] 郭若宇,尹欢,彭婧. 视觉力在汽车前脸造型设计中的应用分析[J]. 包装工程,2017,38(16):152-157.

[8] 荣歆,向泽锐,支锦亦. 设计传承——基于视觉动力学的轨道车辆外观与涂装设计研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计),2018(06):173-177.

表格（表 1-1）。

表 1-1 视觉动力理论国内研究现状（表格来源：笔者自绘）

研究 层面	观点	人物
理论 层面	对视觉动力的演化发展、审美机制及拓展应用进行了深入研究，并尝试将中国美学与设计理论融入其中。	宁海林（2006）
	结合符号学与格式塔理论，提出了视知觉形式动力的产品形态设计方法，为视觉动力理论的实际应用提供了新的思路。	张乾（2013）
实践 层面	提出了“视觉动力—灰色关联分析”方法，并将其应用于车型设计开发。	卢兆麟等人 （2023）
	通过建立减速机造型设计的视觉动力体系，为工业设计提供了规律化、系统化的解决方案。	尚会超等人 （2019）
	则将视觉动力理论与拓扑优化相结合，实现了踝足支具的轻量化与造型意象优化。	吴俭涛等人 （2023）
	运用视觉动力理论中对视觉力的塑造和品牌造型基因研究中产品基因表现，提出公交车产品的造型方法。	吴跃杰（2021）
	探讨视觉动力理论中的仿生方式，并通过实例验证了其在提升叉车造型力量感和牢固感方面的有效性。	侯士江（2021）
	基于图形心理学的视觉动力学理论，为汽车造型设计提供了创新方法，强调了视觉动力在塑造汽车动感和力量感方面的重要性。	郭若宇（2017）
	通过分析轨道车辆的形态和色彩，提出了基于视觉动力的设计策略。	荣歆（2018）
	基于视觉动力理论和仿生设计方法，针对用户对踝足支具的功能与意象需求，将踝足支具的结构优化与造型创新设计作为研究重点。	李满坡（2024）

尽管视觉动力理论在国内外研究中取得了一些进展，但仍存在一些问题。目前，理论应用方法尚不完善，设计实践中的应用研究较为欠缺，导致理论的实际落地效果有限。未来研究应进一步深化视觉动力理论在设计实践中的应用，探索其在工程车辆设计领域的实际价值。

2.托盘搬运式 AGV 叉车造型设计现状

（1）国外

国外仓储物流 AGV 技术发展较早,^[1]技术上的革新与造型上的创新已经是成熟发展阶段。欧美、日本等工业设计较发达的国家,早已意识到产品外观的个性化创新对提升整体价值的重要性,已经开始推出赋予设计感与品牌感的 AGV 叉车。

欧美生产的 AGV 叉车以林德 AGV 叉车为代表,主要采用模块化设计,各个部件最终组装成成品,产品的适应性强,能胜任复杂的路线需求和生产计划,整体外观显得较为稳重(图 1-5)。颜色也遵循品牌统一色。从整体来分析,国际上的 AGV 厂商技术发展时间长,各方面有长期的技术积累,产品性能可靠、自动化程度高,是厂内物流的不可缺少的一部分。



图 1-5 林德 AGV 叉车(图片来源:网络)

理论层面, Kyung Sup Kim 等人(2003)^[2]提出了一个分析模型,用于设计具有多负载 AGV 的串联 AGV 系统。通过仿真,展示了该模型的性能优势。^[3]Ho 和 Hsieh(2004)提出了一种机器到环路分配和布局设计方法,用于多负载 AGV 的串联 AGV 系统,实现了工作负荷平衡和流动距离最小化。Yang 等人(2022)基于人性化设计理论,对某重载 AGV 的外观设计进行了优化。研究分析了 AGV 设计领域的安全性、人机工程学、外形设计、色彩设计等实践^[4]。Yan 等人(2016)^[5]采用失效模式效应和临界分析(FMECA)对 AGV 关键部件进行了危害分析,并建立了故障树分析(FTA)模型,以识别关键组件和任务阶段。

[1] 李明,张莹. AGV 运载车的人性化设计研究[J]. 设计,2017(17):104-105.

[2] Kyung Sup Kim,Byung Do Chung,Moosung Jae. A design for a tandem AGVS with multi-load AGVs[J]. Int. J Adv Manuf Technology,2003,22,744-752.

[3] Ho Y, & Hsieh P. A machine-to-loop assignment and layout design methodology for tandem AGV systems with multiple-load vehicles[J]. International Journal of Production Research,2004,42,801-832.

[4] Yang Yufan. An AGV Appearance Optimization Design Based On Humanized Design Theory[J]. International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice,2022,1-4.

[5] Yan R,Dunnett S J & Jackson L M. Reliability Modelling of Automated Guided Vehicles by the Use of Failure Modes Effects and Criticality Analysis and Fault Tree Analysis[J]. Student Conference on Operational Research,2016.

Fuad（2007）针对不同使用场景，为 AGV 设计了一款三指夹具，展示了针对特定功能需求的设计创新。

（2）国内

我国 AGV 叉车的发展起步虽然比较晚，但是技术功能上面发展迅速，与国外的 AGV 叉车差距逐渐缩小。^[1]目前我国 85% 以上的智能引导车都是我国自主研发的产品。但从市场上来看，国产品牌普遍把光聚焦在“价格战”上，总是通过降低价格来提高市场竞争力，形成无序竞争的恶性局面；从产品造型上来说（如图 1-6），^[2]国产 AGV 叉车创新性不足，企业没有统一的设计标准，造型简单，缺少美感与辨识度，行业工业设计能力欠缺，只是对内部机械进行简单地包裹，在工艺方面只求成本低，这就导致了国产 AGV 叉车整体发展水平落后，国产品牌与国外先进品牌差距的产生，产品研发的每一步都应该做到精益求精、把控细节。工业设计在优化产品、提高附加值、提高竞争力上都有重要的作用。



图 1-6 国内 AGV 叉车造型（图片来源：网络）

近年来，国内学者从多个角度对 AGV 叉车及相关物流设备的造型设计进行了深入研究，涉及感性工学、模块化设计、人性化设计、产品族 DNA 等理论，为该领域的设计实践提供了丰富的理论支持。

感性工学与色彩心理学的应用方面，^[3]周健（2023）采用感性工学和色彩心理学的研

^[1] 金亚萍. AGV 引爆物流智能化革命[J]. 机器人产业,2017(02):36-43.

^[2] Ying Zheng,Ke Su,Wei Xuan Song. Study on Agricultural Machinery Products Development Based on Industrial Design Innovation[J]. Applied Mechanics and Materials,2014,3634.

^[3] 周健. AGV 叉车的造型设计[D]. 东南大学,2021.

究方法,对 AGV 叉车的造型进行优化设计。研究基于感性工学原理,对 AGV 叉车的用户感性意象进行了深入分析,提出了优化设计策略。

陈怡静(2019)^[1]使用感性工学、卡片分类法以及模糊综合评价法构建因素指标,针对医疗病区物流 AGV 的造型设计与评价进行了研究。

模块化与家族化设计方面,戴鹏(2022)以 AGV 叉车造型设计为研究对象,^[2]提出了基于模块划分的家族化设计策略。研究强调品牌旗下产品族群造型设计必须建立单个产品之间的造型联系,以提升品牌识别度。张文召(2019)将产品基因网络概念引入物流装备造型设计中,^[3]建立了物流装备造型基因网络模型,并应用于人工优化设计与智能优化设计阶段,实现了计算机辅助物流装备造型设计的升级迭代。

特殊场景与功能优化设计方面,柳国光等人(2016)^[4]针对丘陵山地农业生产运输困难的情况,设计了一种无人驾驶山地单轨运输车,展示了特殊使用场景下的设计创新。

杜娟和马彧(2022)基于 QFD 和 TRIZ 的 AGV 物流小车造型设计,^[5]利用分割、改变颜色、维数变化等原理进行造型设计,为物流运送装备创新设计提供了借鉴。

总的来说,国内外学者在 AGV 及相关物流设备的造型设计领域进行了多维度的研究,涉及感性工学、模块化设计、人性化设计、产品族 DNA 等理论。国内研究更多关注于造型设计的感性化、模块化和家族化策略,强调品牌识别度和用户体验;国外研究则侧重于系统设计优化、功能创新以及可靠性分析。

1.3 研究目的和意义

1.研究目的

- (1) 优化 AGV 的外观设计。以视觉动力理论对 AGV 的外观设计进行指导。
- (2) 提高合力品牌托盘搬运式 AGV 叉车品牌辨识度。

2.研究意义

(1) 提升 AGV 叉车的视觉动力。通过合理的外观设计,可以增强叉车的可识别性,使其在复杂工作环境中更加明显,减少因视觉模糊或不清晰导致的误操作,进而提高工作效率和安全性。基于视觉动力理论,通过优化形状、颜色和布局,使 AGV 叉车在动态环

[1] 陈怡静. 医疗病区智能 AGV 垃圾车造型设计分析研究[D]. 南京航空航天大学,2018.

[2] 戴鹏. 基于模块划分的家族化概念叉车设计研究[D]. 湖南大学,2020.

[3] 张文召. 基于产品基因网络的物流装备造型设计研究与应用[D]. 贵州大学,2019.

[4] 柳国光,楼婷婷,徐锦大,等. 丘陵山地无人驾驶单轨运输车设计[J]. 中国农机化学报,2016,37(12):127-130+156.

[5] 杜娟,马彧. 基于 QFD 和 TRIZ 的 AGV 物流小车造型设计[J]. 工业设计,2022,(06):25-27.

境中的状态变化能够被操作员快速识别，从而有效预防潜在的危险和操作错误。

(2) 提升品牌形象和市场竞争能力。在市场竞争日益激烈的 AGV 行业，外观设计不仅仅是美学问题，更是产品差异化的关键之一。通过应用视觉动力原理进行外观设计，可以帮助企业提升产品的市场吸引力，提高品牌识别度，增强竞争优势。具有现代感、功能性与美观性的 AGV 叉车外观设计将更受市场和用户的青睐，尤其是在追求高效、智能的现代物流领域。

(3) 丰富现有的视觉动力理论内容。将视觉动力理论引入工业车辆领域，丰富了视觉动力理论内容，从理论的高度重塑托盘搬运式 AGV 叉车造型。

1.4 研究内容和方法

1.研究内容

本研究以视觉动力理论为核心，探讨其在托盘搬运式 AGV 叉车造型设计中的应用，并以合力品牌为例，构建具有“结实感、科技感、灵动感”的 AGV 设计方案。研究内容涵盖理论基础、产品调研、意象构建、设计分析与方案实践，具体包括以下几个方面：

(1) 通过视觉动力理论的相关文献分析，总结其基本概念及表现形式，重点探讨倾斜、比例、形变、楔形等造型方式如何影响产品的造型意象，为后续分析提供理论支持。

(2) 对托盘搬运式 AGV 叉车进行深入调研，分析其与传统叉车的区别，通过对用户群体、使用场景的分析，结合合力品牌的品牌文化，归纳其品牌特征，为托盘搬运式 AGV 叉车提供造型意象。

(3) 通过品牌形象与视觉意象的构建，提取符合合力品牌特征的视觉意象词汇，并筛选出“结实感、科技感、灵动感”三组核心意象。采用问卷调研的方式，分析不同产品造型与造型意象之间的关联性，并进一步探讨视觉动力元素如何影响造型意象。

(4) 对托盘搬运式 AGV 叉车的样本，进行量化分析。将调研所得样本利用视觉动力理论的造型方式进行部件拆解与编码，结合数量化I类分析方法，研究不同部件造型对“结实、科技、灵动”感知的影响权重，为后续设计提供数据支持，并归纳出符合托盘搬运式 AGV 叉车造型需求的视觉动力设计框架。

(5) 在前期调研和分析的基础上，提出托盘搬运式 AGV 叉车的造型设计方案。设计过程包括造型草图推演、方案深化、产品建模与渲染展示，最终形成符合视觉动力理论、

兼具品牌特征与市场需求的托盘搬运式 AGV 叉车造型设计方案。

本研究不仅为托盘搬运式 AGV 叉车的造型设计提供理论依据，还为工业车辆的造型感性设计探索了一条新的研究路径，笔者根据本次内容绘制了一副框架流程图（图 1-7）。

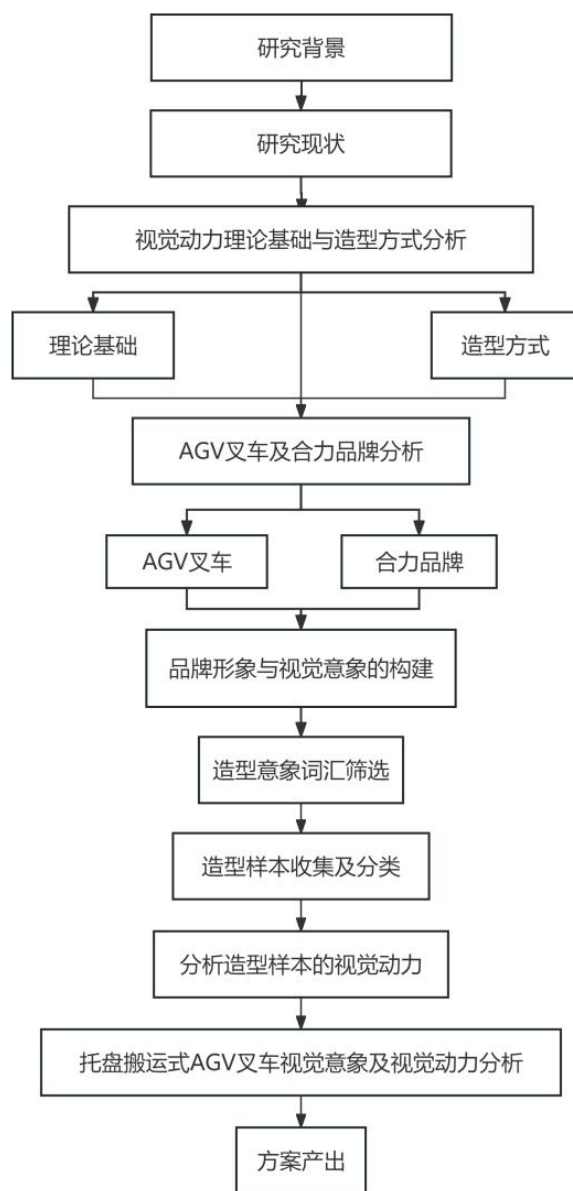


图 1-7 研究框架流程图（图片来源：笔者自绘）

2.研究方法

本研究以视觉动力理论为基础，围绕托盘搬运式 AGV 的造型设计展开，结合定性分析与定量研究的方法，探讨造型设计元素与感性意象之间的关系。研究方法主要包括以下

几个方面：

（1）文献研究法。系统梳理视觉动力理论的相关研究，重点分析倾斜、比例、形变、楔形等设计要素对产品造型的影响。同时，研究 AGV 产品的设计要素、市场现状、用户需求以及合力品牌文化，为造型设计提供理论支撑。

（2）问卷调研法。结合多类别产品的造型案例，制作问卷并收集受访者的反馈数据。通过数据分析，研究不同造型特征（倾斜、比例、形变、楔形）与感性意象之间的关系，归纳出引发不同感性意象的造型设计元素。

（3）数量化I类分析方法。对托盘搬运式 AGV 的造型样本进行定量研究。通过样本筛选、部件拆分与编码，量化问卷数据，分析不同部件造型对“结实、科技、灵动”感知的影响权重，进一步提炼出符合设计需求的造型元素。

本研究通过理论研究、实地调研、问卷数据分析与设计实践相结合的方法，探索视觉动力理论在托盘搬运式 AGV 叉车造型设计中的应用，为工业车辆的造型优化提供科学的研究方法和实践指导。

第二章 视觉动力的理论与造型方式

2.1 视觉动力的理论概述

2.1.1 视知觉概念和特点

（1）视知觉的概念

视知觉是视觉的一种属性，视觉可划分为视感觉和视知觉两个部分。通过比较和分析两者的差异，可以更深入地理解视知觉的特点。视感觉指的是认知主体对视觉对象的片段化、离散化和表象化的感知。在这一层面上，认知主体仅对刺激物形成感性的初步认识，不涉及更高层次的视觉信息处理。相比之下，视知觉是指人在视觉信息的刺激下，通过大脑的处理，将零散的视觉元素组织成有意义的整体，从而理解和辨识视觉对象的过程。在这一过程中，个体不仅仅是被动地接收外界的视觉信息，而是通过已有的经验、知识和认知机制，对这些信息进行筛选、归纳和整合，使其形成一个完整的知觉图式。这种认知活动具有整体化和综合化的特征，即个体不会孤立地感知某一细节，而是结合整体的背景、形态、色彩、空间关系等因素来理解视觉对象。视知觉的核心在于提取视觉对象的本质意义，即超越表面特征，抓住其关键特征，使之符合个体的认知需求。它从眼睛接收视觉刺激开始，通过传导至大脑，完成接收和识别的过程^[1]。在视觉对象刺激大脑发动深度思维之前，视觉系统自身已对刺激进行了初步处理，这种处理的核心机制是对视觉认知中的刺激进行简化，如图 2-1。

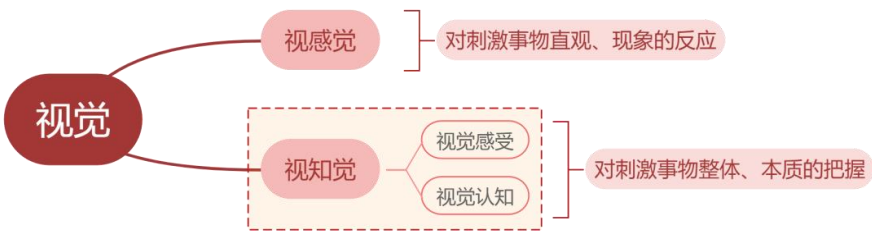


图 2-1 视知觉的概念（图片来源：笔者自绘）

视知觉不仅是视觉的一个层面，也属于知觉的一部分。知觉具有两个特性——整体性和主动性。整体性强调对事物不同特征（如形、色、质等物理属性和喜欢、讨厌等情感属

^[1] 张乾. 基于视知觉形式动力理论的产品形态设计研究[D]. 江南大学, 2013: 45-47.

性)的整体把握;主动性强调知觉主体以主动态度解释和理解事物,而非机械地叠加元素。知觉过程看似迅速直观,实则受到观察者的生活经验、信仰、记忆等影响,包含想象、情感和理解。因此,视知觉不仅关注视觉刺激的“式样”,还涉及刺激所唤醒的情感成分。

(2) 视知觉的特点

整体性。视知觉不仅是对单一视觉刺激的反应,而是将形状、颜色、大小等不同信息整合,形成对视觉对象的全面感知和理解。

简化性。视知觉能够优先处理重要信息,忽略次要内容,并通过分组、补全等方式简化复杂刺激,提升感知效率。

稳定性。视知觉在多变环境中保持对物体的稳定感知,并结合记忆与经验赋予视觉刺激意义,帮助我们识别和分类物体。

过程性。视知觉是一个逐步发展的过程,包括视觉刺激接收、信息传导和大脑加工,每一步都对最终感知至关重要。

这些特点使得视知觉成为一种复杂但高效的认知功能,帮助我们更好地理解和适应视觉环境中的各种信息(图 2-2)。

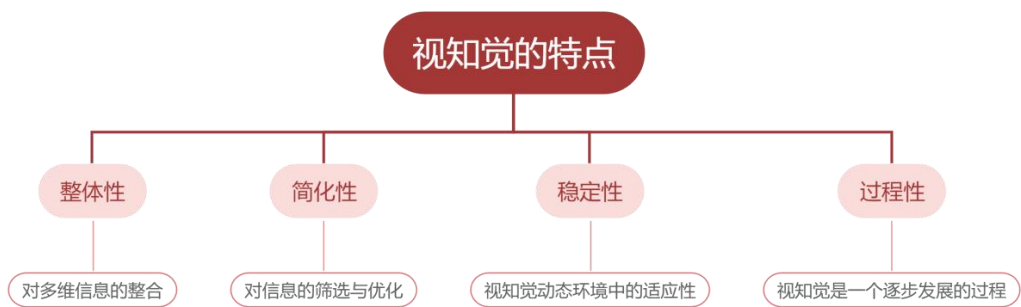


图 2-2 视知觉的特点 (图片来源: 笔者自绘)

2.1.2 视觉动力理论

(1) 产生与发展

视觉动力理论的产生与发展可以追溯到 20 世纪初期,随着科学技术和理论研究的不断进步,尤其是在物理学和心理学领域的突破。格式塔心理学——心理学的一大流派,对视知觉动力理论的形成起到了关键作用。

格式塔心理学的核心理念是“整体大于部分之和”,即人类在知觉过程中倾向于将感知到的刺激整合成一个完整的图像,而不仅仅是对单一元素的反应。这一理论的奠基人包括韦特默、苛勒和考夫卡。这些学者自 1910 年起开展合作,并在 1912 年共同提出了格式

塔心理学的基本理论。韦特默的《关于运动知觉的实验》（1912）尤其重要，^[1]它不仅奠定了格式塔心理学的基础，而且首次提出了“运动知觉”的概念，为后来的视觉动力学研究开辟了道路。

格式塔心理学强调人的经验和行为具有整体性，认为整体并非只是各个部分的简单相加，意识也不仅仅是由感觉元素构成的机械组合，行为并非单纯依赖于反射弧的循环机制。随着这一理论不断发展，其研究和应用逐步突破了心理学的范畴，扩展至多个学科领域。格式塔心理学提出，所有外在事物从本质上说都是力的作用模式，具有力的结构。^[2]视觉动力理论由格式塔心理学演变而来。在阿恩海姆的观点中“力的思维”贯穿其理论体系。他认为“力”是触动观者内心共鸣的关键因素，对视觉思维理论至关重要。视觉动力理论的发展历经三个阶段，即“完形——张力——形式动力”。

视觉动力的提出具有重要意义，它将人对形态的认知视为一种在格式塔理论“完形趋势”下无意识进行的审美活动。这一思维过程并非静止的，是视觉与认知主体之间物理力与心理力相互作用的结果，是动态的行为过程。格式塔理论主要研究外在事物的“形”，关注形的完形过程及其感性作用，其核心是形态的表达。而相比之下，视觉动力理论更加注重视觉刺激的接收方，围绕形态与视知觉之间的关系展开讨论。通过引入“动力”概念，艺术作品在视觉刺激和接收方的交互作用中展现出更强的生命力。

（2）本质与核心

视觉动力的核心在于将视觉对象和视觉知觉过程视为一种“力的结构”。这种“力”并非物理意义上的力量，而是一种由视觉刺激引发的心理知觉力量。它体现了视觉刺激对人类知觉系统的作用，不仅是视觉对象本身的固有特性，^[3]更是在观察者的感知过程中赋予视觉对象的一种心理表现。视觉对象通过形状、颜色、排列方式等元素产生吸引、引导或排斥观察者注意力的感知力量，而这种力量的来源则在于视觉刺激特征与观察者感知机制的交互，例如明亮的颜色或对比鲜明的图案往往能够激发更强烈的视觉动力。此外，视觉动力通过力的结构将视觉对象与认知活动紧密连接，使视觉刺激兼具感性和理性的体验。

视觉动力的另一个关键特性是其矢量化表现，即具有强度、方向和作用点的力量属性。强度反映视觉对象对观察者影响的程度，其大小取决于刺激物的显著性，例如颜色的饱和度、形状的复杂性或对比的强弱；方向则决定观察者注意力的流动路径，如对角线的排列、

[1] 车文博. 西方心理学史[M]. 杭州:浙江教育出版社,1998:412.

[2] 邵斯宇. 阿恩海姆审美直觉心理学理论研究[D]. 吉林大学,2017.: 6

[3] 鲁道夫·阿恩海姆. 艺术心理学新论[M]. 郭小平,翟灿,译. 北京:商务印书馆,1994:18.

箭头的指向性或构图中的视觉引导线，都能形成清晰的视觉流向；而作用点则是视觉动力的起点或焦点，通常是视觉对象中最吸引注意力的部分，明确的作用点有助于组织视觉信息，使观察者更容易理解图像或场景的意图。矢量特性的存在不仅能够引导观察者的注意力，还能激发情感或行为反应，从而为视觉对象注入动态生命力。

视觉动力的本质在于其动态性，它并非静态的，而是在视觉对象与观察者的交互过程中持续变化。视觉刺激本身具有动态特征，例如旋转的螺旋图案或复杂的几何结构能够传递出运动感，而观察者的认知活动则进一步强化了这种动态性。在感知过程中，观察者通过解读、联想和整合视觉信息，^[1]使视觉动力呈现出更鲜明的动态特征，使得静态的视觉对象在心理感知中呈现出动态感。例如，一幅画的构图如果运用了巧妙的平衡设计，可能会让观察者感受到画面似乎在“流动”或充满“生命力”。

简而言之，视觉动力的本质是一种以“力”为核心的知觉机制，它通过将视觉刺激转化为具有矢量属性的心理力量，建立视觉对象与认知主体之间的动态联系。视觉动力赋予静态视觉对象生命力和意义感，为视觉艺术、设计以及审美体验提供了深刻的理论基础和实践启示。

2.2 视觉动力的造型方式

视觉动力在造型设计中的表现形式主要体现在倾斜、比例、形变、楔形等关键视觉特征，这些特征通过特定的形式语言塑造产品的动感、张力与力量感，使静态形态呈现出富有活力的视觉效果。

2.2.1 倾斜

阿恩海姆认为倾斜是获得动力体验最直接而有效的方法。倾斜被人眼自发地感知为一种偏离标准方向（垂直或水平）的状态。由于这一偏离正常位置的倾斜，视觉系统会产生一种“纠正”倾向，试图将其恢复至水平或垂直方向，从而在视觉上形成张力，并赋予形态以知觉上的动力感。正因如此，雕塑家奥古斯特·罗丹在其作品中常常运用倾斜，以暗示运动感。这种倾斜不仅赋予雕塑“具有表现性的方向”，强化了其外在形态的含义，还使作品更具生命力与动态效果（图 2-3）。

^[1] 李想. 工业产品设计中的视觉动力[M]. 人民邮电出版社, 2020:20-23.

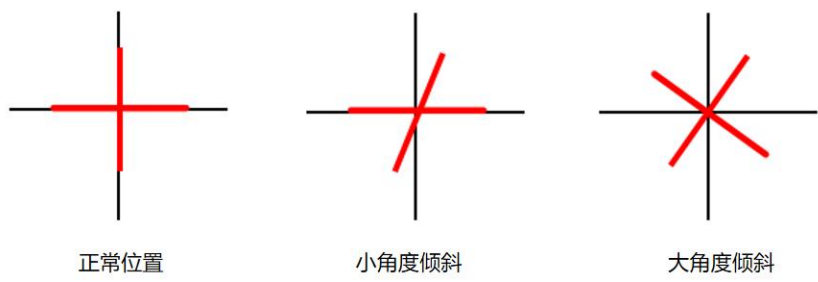


图 2-3 倾斜的表现形式（图片来源：笔者自绘）

在工业设计领域，AGV 叉车的造型语言正经历从功能性载体向视觉动力表达的范式转型。基于人机工程学与动态美学原理，当代企业愈发注重通过车身造型的立体化塑造提升产品视觉吸引力。其侧面盖板与底盘的结构衔接处经参数化设计，形成了具有引导性的基础造型骨架——虽然各品牌在折线角度、曲率半径等具体参数上存在差异，但其线条走势普遍呈现向车体前端汇聚的共性特征。这种前冲式造型策略通过符合人体工学的比例布局，配合渐消曲面的过渡处理，不仅强化了设备的速度感知，更通过矢量化形态语言构建出明确的运动态势感知（图 2-4）。

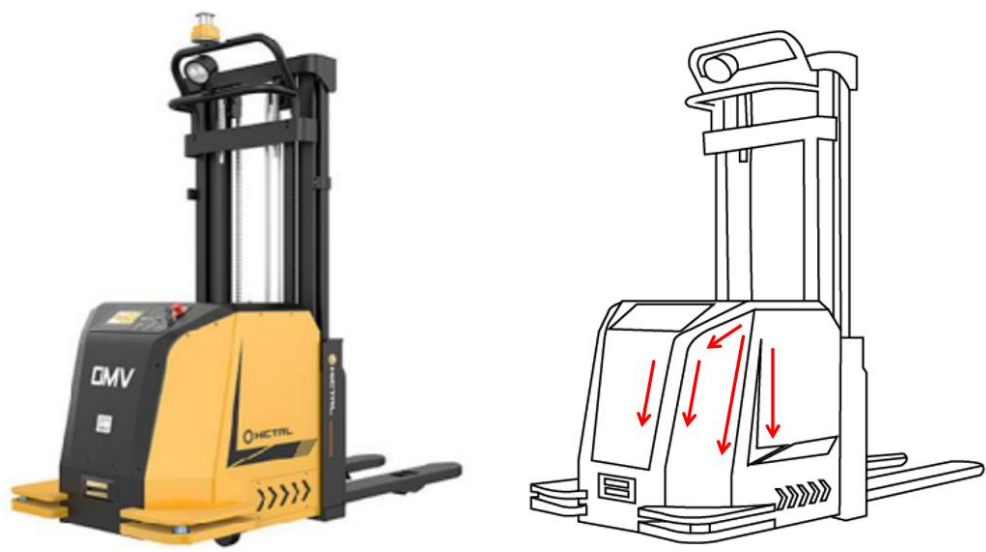


图 2-4 倾斜在 AGV 中的表现形式（图片来源：笔者自绘）

2.2.2 比例

视觉对象之间的面积比例差异显著影响视觉动力的形成与感知效果。当占比大的式样位于下部，而占比小的式样位于上部时，视觉重心下移，这种分布方式带来的视觉感受是稳定且厚重的，给人以踏实、沉稳的心理体验。这种视觉重心偏下的拉力使画面显得更加扎实，具有稳固的平衡感，这是哈曼卡顿推出的一款音响（图 2-5），底部支撑腿的设计

减少了整体造型的笨重感。通过对视觉对象比例与位置的巧妙运用，设计者或艺术创作者能够有效引导观者的注意力，调动情感共鸣，并赋予作品更丰富的视觉张力和生命力。



图 2-5 哈曼卡顿音响（图片来源：网络）

在造型美学体系中，比例与尺度构成形态语义的核心解码维度。比例作为形态关系的隐性语法，既包含整体与局部模块的嵌套式尺寸逻辑，也暗含单一形体长宽高轴向的几何约束法则。黄金分割比例以其天然的和谐性构建视觉张力场，整数比例彰显机械制造的理性基因，均方根比例系统则通过几何级数关系塑造空间的韵律层次，而中间值比例作为动态平衡的调解者，常在传统与创新的碰撞中孵化出新的形式语言。

尺度作为物与人对话的界面参数，本质上是功能语义与感知心理的双重投射。它不仅通过人机交互的物理适配构建功能合理性，更通过视觉量感的虚实对比传递产品性格密码。优秀的尺度设计能突破物理尺寸的桎梏，在微型元件中营造宏大叙事的气场，或在庞然巨物中保留人性化的亲近感。这种充满辩证智慧的尺度魔术，往往通过模数化分割体系与视错觉修正技术的双重作用，将冰冷的工程数据转化为可被感知的生命力。如图 2-6 所示，是一些常用的比例关系。

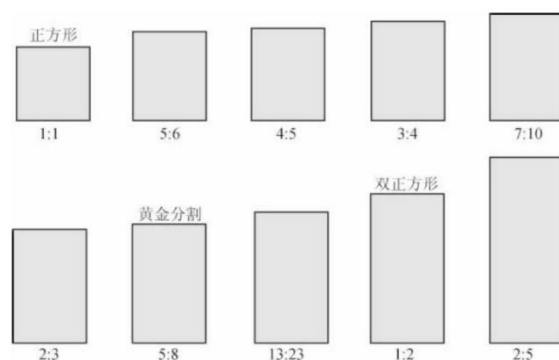


图 2-6 常用的比例关系（图片来源：笔者自绘）

如图 2-7，是车身不同比例的 AGV 叉车，可以发现左边的窄长型 AGV 叉车相较于右边的有向上的动力趋势，而右边低重心的比例更稳定结实。



图 2-7 比例在 AGV 中的表现形式（图片来源：笔者自绘）

2.2.3 形变

形变指的是物体偏离其原本应有的形态，或者脱离人类思想意识中对常规形态的认知。正是由于这种偏离，我们能够在许多静止的物体上感受到其所呈现出的动力感。在人类的视觉认知中，某些形态被认为是最标准、最稳定的，圆形以中心为基准向四周均匀扩散，视觉张力在各个方向上相互抵消，合力趋于零，因此给人以平衡稳定的感受。而相比之下，椭圆形则因偏离了这些标准形态，而表现出一种不稳定状态，其视觉力正是来源于对正常状态的偏离（图 2-8）。椭圆形是由正圆形在水平方向上受到拉力作用而形成的，因此带有明显的横向延展趋势。此外，力的作用不仅限于单一方向，不同位置和方向的受力会创造出各种形变的形态。

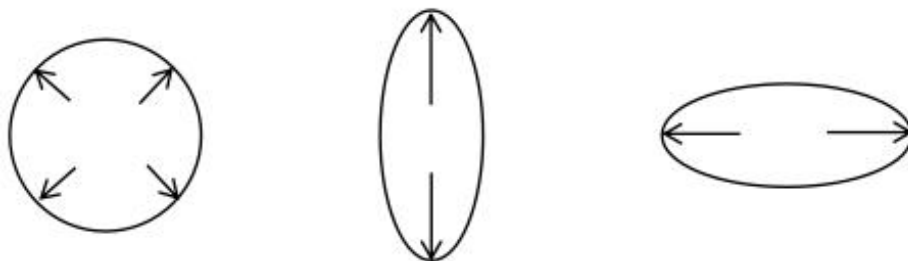


图 2-8 图形的形变（图片来源：笔者自绘）

在视觉认知过程中，个体通常倾向于将复杂的形态归纳和简化为基本形状，以便更容

易识别和理解。这一原则同样适用于叉车的外观造型设计，其中，各个部分的轮廓形态可以被视作基本几何形状经过变形、延展或组合而形成的结果。通过合理组织这些部分的动力式样，使形态之间的张力与节奏得以协调，不仅能够保持整体造型的清晰度和可识别性，还能赋予其更为丰富的视觉层次感和动感效果，从而增强产品的视觉冲击力和设计表现力。

仙工智能生产的一款堆垛式 AGV，通过线性描绘可以看出左图车身表面的造型处理采用了形变的手法，使整体视觉力逐步加强，塑造出了稳重、灵巧、速度的感受（图 2-9）。

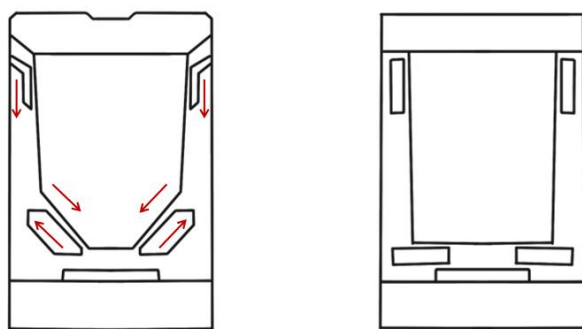


图 2-9 仙工智能 AGV 造型中的形变（图片来源：笔者自绘）

2.2.4 楔形

在视觉动力理论中，楔形（wedge shape）是一种常见的视觉表现形式，通常用于营造方向性、动势和张力感。楔形结构的基本特征是具有一端宽大、另一端收窄的形态，这一形态在视觉上能够引导视线流动，增强物体的动感和稳定性，并强化整体造型的力量感。由于楔形在视觉上呈现出明显的指向性，观者的视线往往会沿着其开口处向收缩端聚焦，从而形成一定的动势。这种形态可以暗示压缩、扩展、推进或稳定的力量，使静态的形态表现出更强的张力和节奏感。在工业设计、建筑以及交通工具造型中，楔形被广泛应用于强调速度感、力量感以及方向性的设计需求。在汽车、飞机和高铁的造型设计中，楔形元素常用于车头或机身前端，以优化空气动力学性能并增强视觉冲击力。

火焰是楔形的典型代表之一（图 2-10）。知觉中激活格式塔心理学的“未完形效应”。以现代工业设计中的速度符号为例，跑车侧翼凌厉的斜切面、高铁车头极具张力的流线型轮廓、乃至冷兵器时代弓箭的破风造型，本质上都是对楔形原型的拓扑演变。这些凝固在静止形态中的楔形基因，通过锐角导向、剖面梯度衰减等造型语法，在三维空间中建构出虚拟的势能场域，使观察者产生即将突破静态平衡的动能预期。

横向维度上，延展的基底构建出稳定性意象；纵向维度中，锋利的收束趋势则暗示着

突破性力量。这种矛盾的统一体恰恰构成了速度美学的终极密码——在稳定与动荡的临界点上，用凝固的几何语言讲述即将爆发的运动史诗。

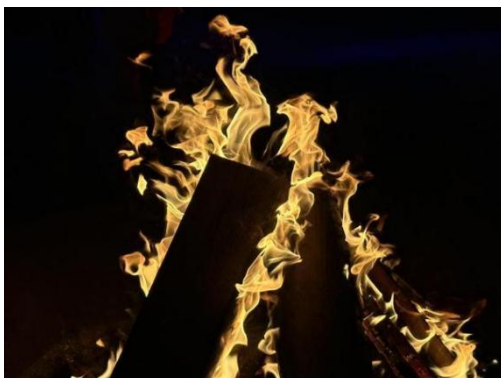


图 2-10 火焰中的楔形（图片来源：笔者自摄）

具有楔形形态的物体在运动中能够减少阻力，更适合快速移动。这种形态因其内在的方向性和流线感，自然地赋予了动感与速度的视觉体验。丹麦设计师 Naver Collection 设计的书桌以实木为主要材质（图 2-11），整体呈现出简约却不失巧妙的设计风格。书桌侧面采用楔形结构，使两侧形成一薄一厚的对比，如图 2-9。这样的设计巧妙地打破了传统书桌的对称与沉稳感，在视觉上带来一种微妙的不平衡感。这种不稳定的视觉效果使得认知主体自然而然地感受到有一种无形的力量在维持画面的平衡，从而在心理层面化解了实木材质可能带来的厚重与呆板感。同时，这种设计不仅突出了书桌的艺术性与独特性，还增强了空间的视觉层次感，使家具在实用性与美感之间达到了和谐统一。



图 2-11 丹麦设计师 Naver Collection 设计的书桌（图片来源：网络）

通过对比可以看出，上宽下窄的楔形可以减少 AGV 造型中的蠢笨感使得 AGV 视觉效果更丰富（图 2-12）。

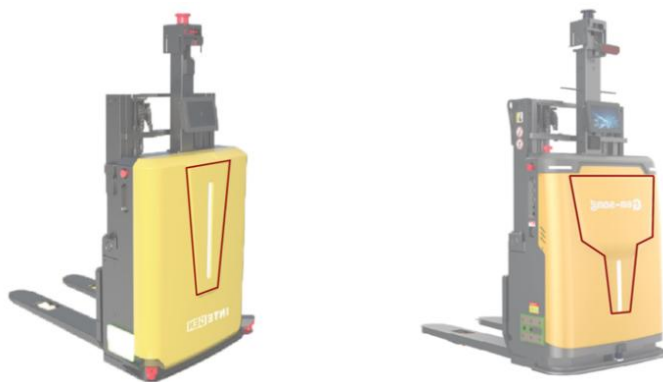


图 2-12 楔形在 AGV 中的造型表现（图片来源：笔者自绘）

2.3 本章小结

本章围绕“视觉动力”这一核心概念，系统阐述了其理论基础与造型方式，并进一步探讨了其对设计实践的启示。

从视知觉的概念和特点入手，阐述了视觉感知的主观性和能动性，为理解视觉动力奠定了认知基础。通过对视觉动力理论的概述，明确了视觉动力是指视觉元素在画面中所呈现出的运动趋势和力量感，其本质是视觉元素的不平衡状态对观者心理产生的动态影响。

重点分析了视觉动力的四种主要造型方式：倾斜、比例、形变和楔形。通过具体案例，详细阐述了每种造型方式如何通过打破视觉平衡，营造出方向性、速度感和力量感等视觉动力效果。例如，倾斜可以通过改变元素的水平或垂直状态，产生不稳定感和运动趋势；比例则通过夸张或缩小元素尺寸，形成视觉对比，引导观者视线；形变通过对元素形态的扭曲和拉伸，赋予其动态张力；楔形则利用其尖锐的形态，营造出强烈的方向性和冲击力。

通过对视觉动力理论的系统阐述和案例分析，为理解视觉动力的本质、掌握其造型方式、并将其应用于设计实践提供了全面的理论指导和实践参考。

第三章 托盘搬运式 AGV 叉车及合力品牌分析

3.1 托盘搬运式 AGV 叉车的结构

本次研究主要针对托盘搬运式 AGV 叉车来进行，AGV 叉车相较传统叉车在结构和造型上有所不同，下面将总结二者的区别并详细分析合力品牌 AGV 系列的产品。

AGV 叉车产品相较于传统叉车 AGV 叉车产品相较于传统叉车，取消了驾驶舱，结构更加封闭化、紧凑化，造型更接近智能设备更加科技化、紧凑化、封闭化，并融入了智能化交互设计（表 3-1）。

表 3-1 传统叉车与 AGV 叉车的区别（表格来源：笔者自制）

对比维度	传统叉车	AGV 叉车
设计理念	人工驾驶，强调操控与舒适性	自动化为核心，强调智能化、科技感
车身结构	结构开放，驾驶舱占主要空间	取消驾驶舱，封闭式紧凑设计
外观线条	直线硬朗，工业感强	流线型、圆润过渡，更具未来感
机械结构	机械部件裸露，手动操作	结构封闭，传感器隐藏，更智能化
色彩风格	高饱和工业色（红、黄、黑）	低饱和科技色（银、蓝、白、灰）
交互设计	物理控制界面（方向盘、仪表盘）	触控屏、远程控制、智能灯光
灯光系统	传统照明+警示灯	LED 灯带+激光投影+智能交互
品牌识别	依靠色彩+LOGO，造型差异小	造型自由度高，品牌特征更明显

AGV 叉车的技术参数主要包括尺寸参数、性能参数与重量参数，AGV 叉车的尺寸参数包括其外形尺寸；性能参数有额定载重量，其重量参数指 AGV 叉车的自重与前后桥负荷等参数。参考合力品牌提供的 AGV 叉车技术参数，初定技术参数如表 3-2 所示。

表 3-2 托盘搬运式 AGV 叉车的技术参数（表格来源：笔者自制）

名称	单位	数值
额定载荷	KG	1500
起升高度	MM	205
全长	MM	1700
全宽	MM	1000
全高	MM	1900

托盘搬运式 AGV 叉车由多个核心组件组成，各部分协同工作以确保设备高效、安全、稳定地完成搬运任务（图 3-1）。



图 3-1 托盘搬运式 AGV 叉车的结构（图片来源：笔者自绘）

3.2 托盘搬运式 AGV 叉车用户及使用场景分析

3.2.1 用户分析

（1）用户定位

在 AGV 无人叉车的使用过程中，主要涉及四类用户群体：AGV 操作人员、AGV 设备检修与维护人员、合力企业高层管理者以及订购合力 AGV 产品的客户。每类用户群体在 AGV 的使用场景中扮演不同的角色，其需求和感知对 AGV 的造型设计具有重要影响（表 3-3）。

表 3-3 用户定位（表格来源：笔者自制）

用户人群	角色	特点	关注点
操作人员	负责远程监控和操控 AGV 叉车，确保设备高效完成任务。	一线员工，每天使用 AGV 的时间较长。	远程操控的便捷性、设备状态的清晰识别、外观的科技感。
检修人员	负责 AGV 的日常检修、故障排查和设备维护。	技术人员，具备一定的机械和电气知识，每周检修设备 2 次。	设备的模块化设计、结构清晰性、维护的便捷性。
企业高层	负责企业的整体战略规划和品牌形象管理。	关注企业的长期发展和品牌价值，对 AGV 的外观设计有较高的审美和品牌要求。	①AGV 的外观设计是否符合企业的品牌形象和核心价值。 ②AGV 的造型设计是否能够提升企业的市场竞争力和

用户人群	角色	特点	关注点
			品牌辨识度。
产品客户	直接采购和使用 AGV 的企业或个人。	关注 AGV 的实际性能和使用体验，对 AGV 的外观设计有较高的功能性和实用性要求。	①AGV 的外观设计是否与其工厂或仓库的环境协调。 ②AGV 的造型设计是否能够提升工作效率和用户体验。

(2) 用户访谈

在本次研究中，访谈采用了面对面访谈、电话访谈及在线会议相结合的形式，以确保数据的全面性和多样性。每次访谈时长控制在 30 至 60 分钟，旨在覆盖所有关键问题并深入挖掘用户需求。访谈过程中，使用录音设备记录内容，确保信息的完整性和准确性，访谈结束后及时整理记录并提取关键信息。样本选择方面，每类用户群体（包括 AGV 操作人员、AGV 设备检修与维护人员、合力企业高层管理者及订购合力 AGV 产品的客户）选取了 5 至 10 名受访者，确保样本具有代表性，并尽量覆盖不同年龄段、工作经验和背景的用户，以全面反映多样化的需求。数据分析采用定性分析方法，从访谈结果中提取共性需求和改进建议，并将这些需求与 AGV 造型设计方向进行关联，为后续设计实践提供科学依据。通过系统的访谈与数据分析，本研究为 AGV 造型设计的优化奠定了坚实的用户需求基础。

AGV 操作人员的访谈目标为了解操作人员对 AGV 造型设计的感知和需求，特别是远程操控场景下的使用体验（表 3-4）。

表 3-4 AGV 操作人员访谈提纲（表格来源：笔者自制）

问题类别	具体问题
基本信息	1.您的工作职责是什么？每天使用 AGV 的时间有多长？ 2.您主要通过什么方式远程操控 AGV？
外观感知	1.您对当前 AGV 的外观设计有什么看法？是否容易识别？ 2.您认为 AGV 的造型设计是否体现了科技感和现代感？
使用体验	1.在远程操控过程中，AGV 的外观设计是否对您的操作有影响？（如灯光、标识等） 2.您是否遇到过因外观设计问题导致的操控困难？（如难以识别设备状态）
改进建议	1.您希望 AGV 的外观设计在哪些方面进行改进？（如灯光、颜色、造型等） 2. 您认为哪些设计元素可以提升远程操控的体验？
安全性	1.您认为 AGV 的外观设计是否足够安全？（如警示灯、防撞设计等） 2.您对 AGV 的安全性设计有什么建议？

AGV 维护及检修人员的访谈目的是为了解维护人员对 AGV 造型设计的需求，特别是检修和维护场景下的使用体验（表 3-5）。

表 3-5 AGV 维护及检修人员访谈提纲（表格来源：笔者自制）

问题类别	具体问题
基本信息	1.您的工作职责是什么？每天需要检修 AGV 的频率如何？ 2.您在检修过程中主要接触 AGV 的哪些部分？（如外部结构、内部组件）
外观感知	1.您对当前 AGV 的外观设计有什么看法？是否便于检修和维护？ 2.您认为 AGV 的造型设计是否体现了模块化和标准化？
使用体验	1.在检修过程中，AGV 的外观设计是否对您的工作有影响？（如拆卸难度、标识清晰度） 2.您是否遇到过因外观设计问题导致的检修困难？（如难以定位故障部件）
改进建议	1.您希望 AGV 的外观设计在哪些方面进行改进？（如可拆卸面板、颜色分区等） 2.您认为哪些设计元素可以提升检修的便利性？
耐用性与防护性	1.您认为 AGV 的外观材质是否足够耐用？（如防刮、防腐蚀） 2.您对 AGV 的防护性设计有什么建议？（如防护罩、防尘设计）

企业高层管理者的访谈目的是为了了解高层管理者对 AGV 造型设计的期望，特别是品牌形象和市场竞争力的需求（表 3-6）。

表 3-6 企业高层管理者的访谈提纲（表格来源：笔者自制）

问题类别	具体问题
基本信息	1.您在合力企业的职位是什么？主要负责哪些工作？ 2.您对 AGV 产品的市场定位和发展战略有什么看法？
品牌形象	1.您认为 AGV 的外观设计是否能够传递合力品牌的形象和核心价值？（如“可靠”、“高效”） 2.您对 AGV 的品牌标识设计有什么看法？（如颜色、标志）
市场竞争力	1.您认为 AGV 的造型设计是否能够提升企业的市场竞争力？ 2.您对 AGV 的外观设计在市场竞争中的表现有什么期望？
改进建议	1.您希望 AGV 的外观设计在哪些方面进行改进？（如科技感、高端感） 2.您认为哪些设计元素可以增强 AGV 的市场吸引力？
品牌一致性	1.您认为 AGV 的造型设计是否与企业的其他产品线保持一致？ 2.您对 AGV 的品牌一致性设计有什么建议？

订购合力 AGV 产品的客户的访谈目的是为了了解客户对 AGV 造型设计的感知和需求，特别是功能性和环境协调性方面的需求（表 3-7）。

表 3-7 订购合力 AGV 产品的客户的访谈提纲（表格来源：笔者自制）

问题类别	具体问题
基本信息	1.您所在的企业是什么行业？主要使用 AGV 的场景是什么？（如工厂、仓库） 2.您对 AGV 产品的采购和使用体验如何？
品牌形象	1.您对当前 AGV 的外观设计有什么看法？是否符合您的期望？ 2.您认为 AGV 的造型设计是否体现了现代化和高端感？
市场竞争力	1.在使用过程中，AGV 的外观设计是否对您的工作有影响？（如环境协调性、功能性） 2.您是否遇到过因外观设计问题导致的使用困难？（如视觉突兀、操作不便）
改进建议	1 您希望 AGV 的外观设计在哪些方面进行改进？（如颜色、材质、造型） 2.您认为哪些设计元素可以提升 AGV 的使用体验？
环境协调性	1.您认为 AGV 的外观设计是否与您的工厂或仓库环境协调？

问题类别	具体问题
	2.您对 AGV 的环境协调性设计有什么建议？

（3）用户分析

根据对 AGV 操作人员、AGV 设备检修与维护人员、合力企业高层管理者和订购合力 AGV 产品的客户四类用户群体的访谈结果，提取了用户对 AGV 造型设计的核心需求。通过对四类用户群体的需求分析，本研究总结了其需求的关键词（表 3-8）。

表 3-8 用户需求与 AGV 造型设计的关联（表格来源：笔者自制）

用户群体	核心需求	关键词
操作人员	清晰易识别、科技感、人机交互友好、安全性	科技、安全、智能
维护人员	结构清晰、耐用、人性化	人性化、耐用、清晰
企业高层	可以传递品牌形象、科技感、美观、品牌一致性	美观、品牌形象
产品客户	与使用环境适配、功能性、安全、美观	安全、美观、适应性

3.2.2 场景分析

托盘搬运式 AGV 叉车的设计与应用中，使用场景是影响用户需求和造型设计的重要因素。主要通过对 AGV 在工厂车间、仓库和物流中心三种典型室内使用场景的分析，可以更深入地理解用户在实际场景中的需求。

在室内环境中，AGV 的造型设计需紧密结合特定场景的功能需求与环境特征。工厂车间的封闭空间内设备密集分布的特性要求 AGV 采用紧凑型车体结构（图 3-2）。由于人员与自动化设备共存的特殊工况，安全设计成为核心要素，减少事故发生。

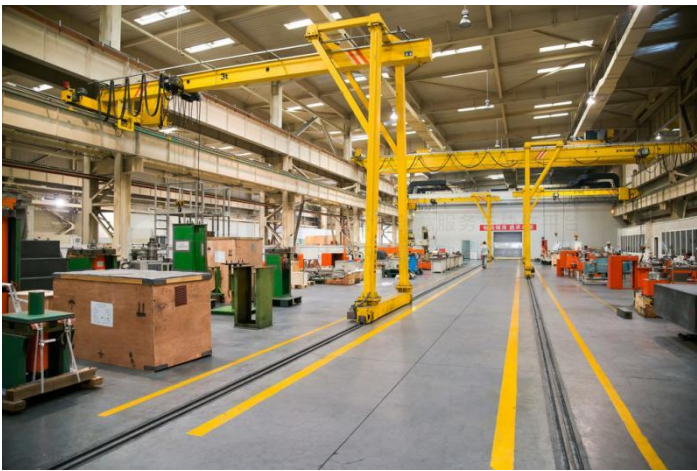


图 3-2 工厂车间的使用场景（图片来源：网络）

仓储场景的特殊性主要体现在货架紧凑规整的布局带来的空间上的约束，AGV 需在

2-3 米宽的通道内完成精准定位与全向移动（图 3-3）。



图 3-3 仓储的使用场景（图片来源：网络）

物流中心作为高频次物料流转节点，对 AGV 的续航和能效有较高的需求（图 3-4）。



图 3-4 物流中心的使用场景（图片来源：网络）

通过对 AGV 在工厂车间、仓库和物流中心三种典型室内使用场景的分析，总结了不同场景下用户的核心需求及其对造型设计的影响，如表 3-。这些分析为后续的造型设计提供了科学依据（表 3-9）。

表 3-9 使用场景与 AGV 造型设计的关联（表格来源：笔者自制）

使用场景	核心需求	关键词
工厂车间	安全、易于识别	紧凑、警示
仓库	高效、灵活、安全	灵动、美观
物流中心	稳定、高续航、协调环境	轻量化、结实

3.3 AGV 叉车品牌分析

3.3.1 品牌

品牌（Brand）是指企业或产品在市场形成的独特标识，它不仅包括名称、标志、符号、设计等视觉元素，还包含消费者对该品牌的认知、联想和情感价值。品牌的核心作用是区分竞争对手，建立市场认知，增强用户忠诚度。美国市场营销协会（AMA）定义品牌为：^[1]“一种名称、术语、标志、符号或设计，或它们的组合，以识别某个卖方或某群卖方的产品或服务，并使之与竞争对手的产品或服务区分开来。”

品牌的成长阶段也体现出消费者的一个体验阶段，^[2]就品牌体验的整个过程来看，消费者感受、认知品牌概念和企业价值文化等都要通过产品造型来实现。产品的造型、形态、材料、色彩等是用来构筑品牌个性识别特征的关键所在。

品牌是一个复杂而多维的概念，涉及多个层面和要素。一个成功的品牌不仅能够为企业带来市场竞争优势，还能够与消费者建立深厚的情感联系，从而实现长期的可持续发展。企业通过生产与制造产品，使产品能够满足消费者的使用，^[3]同时产品又将自身的形态知觉深深印在用户脑海里，不仅能得到消费者的认可和接纳，更成为传递企业品牌形象的载体。

品牌形象（Brand Image）是指消费者在长期接触品牌的过程中，通过品牌的视觉、口碑、广告、服务等各方面信息，对品牌形成的整体认知和主观感受。品牌形象不仅包括品牌的外在识别系统（如 Logo、包装、产品设计等），更包括消费者对品牌的联想、情感认同以及品牌所代表的文化价值。

品牌形象的建立不是一蹴而就的，而是一个长期积累的过程，^[4]需要通过一致性的品牌传播策略、产品设计、市场营销等方式，使消费者在心理上对品牌形成固定的认知。

3.3.2 国外 AGV 叉车品牌分析

（1）林德

林德物料搬运为设备及内部物流系统解决方案的集成供应商，在全球 100 多个国家及

^[1] 徐适. 品牌设计法则[M]. 人民邮电出版社, 2019:14-20.

^[2] 曹哲祥. 产品造型设计[M]. 清华大学出版社, 2018:86-100.

^[3] 顾青. 设计之间:从观看到观察[M]. 同济大学出版社, 2018.:153-158.

^[4] 张明立,冯宁. 品牌管理[M]. 清华大学出版社, 2010:47-56.

主要地区均设有销售及服务分支机构。

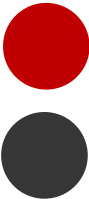
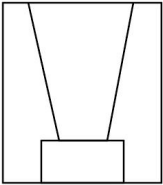
从对林德的品牌分析来看，其品牌形象主要聚焦在高端、稳重上。林德 AGV 叉车主要为托盘搬运系列（表 3-10）。

表 3-10 林德 AGV 叉车产品矩阵（表格来源：笔者自制）

林德产品矩阵	
产品系列	产品图片
托盘搬运系列	

林德 AGV 产品采用统一的深红与黑色标准涂装，深红色给人高端、奢华的感觉，黑色则代表着稳重与专业，两者的结合完美诠释了林德品牌高端、稳重的形象。车身设计融合了硬朗的结构线与圆润的边缘处理，既展现出产品的力量感与稳重感，又通过流畅的线条过渡提升了整体的视觉美感。简洁的车身设计摒弃了过多装饰，以极简主义风格凸显产品的实用性与专业性，进一步强化了林德品牌稳重、值得信赖的特质，使其在同类产品中脱颖而出（表 3-11）。

表 3-11 林德 AGV 叉车产品分析（表格来源：笔者自制）

产品分析			
标准色	车身符号	外观分析	品牌关键词
		色彩：使用统一标准色，车身为黑红拼色。 造型：造型统一，家族化特征明显。	高端 稳重

（2）科朗

科朗（Crown）是全球领先的物料搬运设备制造商之一，成立于 20 世纪 50 年代，总部位于美国俄亥俄州。作为一家家族企业，科朗以其创新技术、卓越品质和客户至上的理念著称，致力于为全球客户提供高效的叉车和物料搬运解决方案。科朗的品牌文化核心是“创新与安全性”。

科朗的品牌形象以专业性、技术领先和客户信任为标志，是一个以技术创新为驱动、以客户安全需求为导向的品牌，凭借卓越的产品和服务，在全球物料搬运行业中树立了良

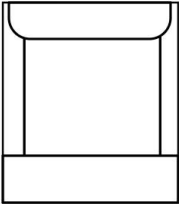
好的声誉和领先地位。科朗产品系列按照功能划分，包括 RT 犀利、WP 系列、WT 系列（表 3-12）。

表 3-12 科朗 AGV 叉车产品矩阵（表格来源：笔者自制）

科朗产品矩阵	
产品系列	产品图片
RT 系列	
WP 系列	
WT 系列	

科朗的产品注重实用性与人性化，外观简洁大方，色彩以标志性的浅米色为主，传递出安全、亲和的企业气质。统一的标准色和家族化外观具有很好的品牌辨识度；大面其浅色涂装点缀着高饱和度的橙色，恰如其分的表达了科朗品牌关键词的创新。其造型线条上柔和，采用大量的曲线、曲面，这一点与科朗安全的品牌形象很符合（表 3-13）。

表 3-13 科朗 AGV 叉车产品分析（表格来源：笔者自制）

产品分析			
标准色	车身符号	外观分析	品牌关键词
		色彩：使用统一标准色，浅暖色给人一种安全、温暖的感觉。体现品牌的特点。 造型：造型统一，家族化特征明显，外观大面积使用弧线曲线，产品造型具有亲和力，侧面表达了品牌的安全感。	安全、创新

3.3.3 国内 AGV 叉车品牌分析

在工业设计范式迭代的驱动下，中国 AGV 制造企业正经历从技术参数竞争向品牌价值建构的战略转型。这种设计思维的进化体现在企业开始将产品外观作为品牌基因的视觉载体，通过系统性构建具有文化识别度的造型语言，实现技术产品向品牌叙事的价值跃迁。

前瞻性企业正运用产品语义学原理，将企业核心理念转译为可感知的形态符号：或通过刚柔相济的轮廓线传递稳健创新的品牌性格，或借助模块化拼接的界面设计隐喻开放协作的价值主张。这种设计战略的升级不仅体现在对国际主流 AGV 造型语言的解构重组，更在于将东方制造美学的虚实相生理念融入人机交互界面设计，形成具有文化根性的差异化竞争优势。

(1) 海康

海康成立于 2016 年，是行业内冉冉升起的新星，是全球领先的机器视觉和移动机器人产品及解决方案提供商，致力于推动工业物联网、智慧物流和智能制造的发展。公司构建了一个开放且合作的生态系统，为工业和物流领域的用户提供高效服务。凭借创新技术，海康持续推动智能化应用，始终走在智能制造的前沿，引领行业进步。

从对海康的品牌分析来看，年轻化的风格一直是他们的主旋律，其品牌形象主要聚焦在智能、创新、时尚上。海康旗下的 AGV 叉车产品根据外观造型特征和工作方式的不同，主要分为四个系列：堆高系列、全向系列、平衡重系列和搬运系列（表 3-14）。

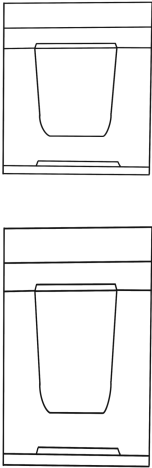
表 3-14 海康 AGV 叉车产品矩阵（表格来源：笔者自制）

海康产品矩阵	
产品系列	产品图片
全向系列	
z 堆高系列	
平衡重系列	
搬运系列	

海康产品矩阵	
产品系列	产品图片
平衡重系列	

搬运系列 AGV 叉车是海康目前产品线中型号最多的系列，具有独特的 U 字型车身线条，整体造型呈现出圆润的卡通几何风格，既现代又富有亲和力。在涂装方面，海康 AGV 叉车全系列产品均采用企业标准色——黑色、灰色和橙色。这三种颜色的搭配不仅符合海康一贯的品牌形象，还赋予产品活力与年轻的品牌形象。车身主体为银灰色，边缘部分采用橙色线条点缀，增添了动感和活力。整体造型呈方形，车身表面设计有统一的凹槽，使得外观更加简洁而富有层次感。车身侧面则采用了带弧度的方形设计，体现出流线型的美学，增强了整体视觉的协调性和动感效果。这一系列的设计不仅提升了 AGV 叉车的功能性，也使其在视觉上更加具有吸引力，同时符合现代工业设计的趋势，展示了海康在智能化物流和搬运领域的创新、新时代、智能的品牌形象（表 3-15）。

表 3-15 海康 AGV 叉车产品矩阵（表格来源：笔者自制）

产品分析			
标准色	车身符号	外观分析	品牌文化
		色彩：使用统一标准色，车身整体为银灰色，边缘用橙色线条点缀，增添活力的氛围，很契合品牌形象。 造型：造型统一，家族化特征明显。	活力 时尚 年轻化

（2）海豚之星

苏州海豚之星智能科技专注于智能物流搬运机器人及智能数字调控管理系统平台的研发与应用。品牌始终坚持以创新为核心，秉持着一切皆为简单而来的品牌理念。

海豚之星的 AGV 叉车根据外观造型特征和工作方式的不同，主要分为三个系列：M 系列、A 系列、AS 系列和搬运系列。其中，A 系列为堆垛式 AGV 叉车，M 系列为托盘搬运式 AGV 叉车，AS 系列为平衡重式 AGV 叉车，分别满足不同的作业需求和工作环境（表 3-16）。

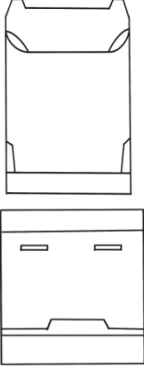
表 3-16 海豚之星 AGV 叉车产品矩阵（表格来源：笔者自制）

海豚之星产品矩阵	
产品系列	产品图片
M 系列	
A 系列	
AS 系列	

在涂装设计方面，海豚之星的 AGV 叉车全系列产品均采用企业标准色——白色、黑色、银色和蓝色。车身的黑白拼色设计使产品更加简洁现代，正面黑色部分配以银色金属倒角装饰，增添了视觉层次感和精致感。AS 系列特别注重细节处理，车身上的装饰物巧妙地设计成像表情般的元素，使得整体造型更具个性和丰富性。此外，整体车身形态为方形，表面通过弧形处理使得线条更加流畅，而侧面则利用黑色块面进行分割，进一步增强了视觉吸引力和动感效果（表 3-17）。

表 3-17 海豚之星 AGV 叉车产品分析（表格来源：笔者自制）

产品分析			
标准色	车身符号	外观分析	品牌文化

产品分析			
标准色	车身符号	外观分析	品牌文化
		色彩：使用统一标准色，车身为黑白拼色，大面积浅色视觉上可以增添简洁感。正面黑色部分利用银色金属点缀边缘倒角增加辨识度。 造型：造型统一，家族化特征明显 AS 系列将车身上的装饰物巧妙处理，像表情一样使得整体更加丰富，体现品牌的创新性。	亲和 独特 简洁

3.4 合力品牌分析

3.4.1 合力品牌文化分析

（1）企业发展历史

上世纪 50 年代，为响应国家“赶英超美”的号召，合肥矿山机器厂（后更名为合肥起重运输机器厂）于 1958 年成立，成为合力公司的前身（图 3-5）。合力的发展历程体现了艰苦奋斗、勇于创新的企业精神，这种精神深深植根于每一位合力人心中，激励着他们在新时代继续砥砺前行，推动民族工业的繁荣与进步。



图 3-5 合肥矿山机器厂新厂鸟瞰图（图片来源：网络）

合肥起重运输机器厂（合力前身）经历了重重困难，在 1975 年后逐步恢复生产，并依靠坚韧不拔的精神推进技术创新。1963-1976 年间，企业共研制 6 类叉车产品，包括 1969

年批量投产的 3CH 叉车、1970 年国内首台侧面叉车及 1976 年实现周总理夙愿的 CPCJ-20 型集装箱叉车（图 3-6）这些成果奠定了合力以工业车辆为核心业务的技术与实践基础，也塑造了企业在困境中奋进的精神，促使其在后续市场竞争中持续引领行业发展。



图 3-6 我国第一台 20 吨集装箱叉车（图片来源：网络）

1979-1988 年是合力发展史上的关键十年，公司确立了以叉车为主业的发展方向，并引进了国际先进技术，成立了合肥叉车总厂（图 3-7）。1983 年转轨定向后，合力专注于叉车业务，产值从几千万元增长到百亿元，成为中国民族叉车第一品牌。这十年的奋斗精神激励着合力人在“世界五强百年合力”的新征程中继续前行。

1989 年至 1998 年，合力加快转型升级，巩固了行业龙头地位，被誉为“世界叉车制造业迟到的大力士”。这十年，合力以务实担当的精神，勇担振兴民族叉车工业的使命，为中国工业车辆行业的技术进步和产业升级作出了重要贡献。



图 3-7 成立安徽叉车集团公司（图片来源：网络）

2009 年，面对全球金融危机，合力开启提质增效、奋勇争先的关键十年。未来，公司将以“世界五强，百年合力”为目标，持续创新，勇攀高峰。

通过对合力企业发展历程的深入考察，可以看出该企业具有悠久的历史传承。在漫长的发展过程中，企业始终展现出不畏艰难、勇于克服困难的坚韧品格。在不同历史时期的社会背景下，企业始终坚持务实担当的精神内核，将坚韧不拔的企业精神贯穿于整个发展历程。合力作为叉车行业的领军企业，其始终秉持振兴民族工业的崇高使命，为中国工业车辆行业的进步与发展作出了卓越贡献。

(2) 品牌文化与核心价值观

合力叉车是安徽叉车集团旗下的子公司，自成立以来，公司就秉持着“合力，提升未来”的企业使命，并践行“以人为本，以精品回报社会”的核心价值观，脚踏实地在工程机械行业稳步发展。“合力”一词承载了合力品牌的战略框架，通过整合四个核心维度构建竞争优势：以品质创新推动高效物流装备的可靠性升级，践行绿色制造理念实现全产业链可持续发展；依托系统化集成构建协同化产业生态体系，借助智能技术驱动行业数字化转型。这四个维度的协同作用，不仅体现了企业从产品研发到产业生态的立体化布局，更彰显了现代制造业“技术赋能、价值共创”的演进方向。合力品牌不仅是中国机械叉车行业的领军者，还在全球范围内树立了响亮的声誉。合力秉承融合、开放与创新的理念，与目标生态链条携手合作，致力于知行合一，共同推动生态的进化与发展。（表 3-18）。

表 3-18 合力品牌核心价值观（表格来源：笔者自制）

关键词	概念	含义
合力，提升未来	企业使命	推动行业技术进步，提升人类工作与生活质量。
合力，让世界更合力	行业地位	合力品牌不仅是中国机械叉车行业的领军者，还在全球范围内树立了响亮的声誉。
百年合力	企业愿景	追求基业长青，跻身世界工业车辆五强。
以人为本，以精品回报社会	文化核心	“以人为本”是合力企业文化的核心，“以精品回报社会”视为“以人为本”的具体体现。
融合、开放与创新	企业理念	坚持技术创新和管理创新，持续推出高效、环保的运搬装备。
合品质之力，共享可靠搬运。 合绿色之力，共筑持续发展。 合系统之力，共创高效生态。 合智能之力，共建科技未来。	战略框架	通过整合四个核心维度构建竞争优势。

3.4.2 合力品牌视觉识别分析

(1) Logo 与标准色

合力品牌的 Logo 设计为现代简约风格，整体设计简洁明了，符合工程车辆企业的品牌形象（图 3-8）。



图 3-8 合力品牌 Logo（图片来源：网络）

合力品牌标准色为红色和黑色，下面为具体 CMYK 参数（图 3-9）。

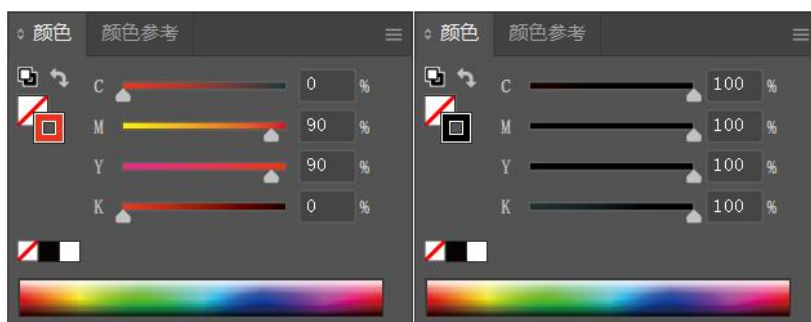


图 3-9 合力品牌标准色（图片来源：笔者自制）

(2) 广告与传播媒介：

通过研究合力品牌的广告、宣传片、社交媒体内容等，分析其视觉风格和传播策略。下面为合力官网首页（图 3-10）、小程序（图 3-11）和社交媒体账号的首页（图 3-12）。



图 3-10 合力官网首页（图片来源：网络）



图 3-11 合力小程序首页（图片来源：网络）



图 3-12 合力社交媒体首页（图片来源：网络）

合力品牌的广告与宣传片紧扣品牌标准色，采用高对比度的色彩红色和黑，保持与广告和宣传片一致的视觉风格，强化品牌识别度。通过展示叉车在工厂、港口、物流中心等实际应用场景，强调产品的实用性和高效性。使用流畅的镜头切换和动态特效（如叉车运行的轨迹、数据可视化），传递品牌的科技感和专业性。视频宣传片通过讲述合力从创业到成为行业领军者的历程，传递了“民族品牌、全球视野”的信息。广告中常出现国际化场景（如海外工厂、全球物流网络），表现了品牌的全球化形象。

通过对合力品牌视觉识别系统和传播媒体的调研，通过对合力品牌的视觉识别系统以及传播媒体（官网、社交媒体、广告宣传等）的调研，可以发现其品牌形象在视觉层面较为统一，主要体现在以下几个方面：

①品牌色彩：合力的品牌主色调为红色，这一色彩在 LOGO、官网、社交媒体及产品宣传中均有广泛应用。红色象征着力量、活力、热情，与工业制造行业的高效能、高强度工作场景相匹配，也增强了品牌的视觉识别度。

②品牌 LOGO：合力的 LOGO 设计简洁有力，采用粗壮的字体，结合红色调，进一步强调了品牌的稳健性与力量感。

③传播媒介：在合力的官网、社交媒体宣传中，品牌始终围绕“可靠、强大、专业”的形象进行传播，传达出品牌的行业引领性和稳定性。

3.4.3 合力品牌认知分析

品牌各种属性与消费者认知均有关联，^[1]消费者对品牌的综合认知构成了产品要满足消费者对造型风格的需求，须从消费者的品牌认知出发研究品牌与品牌设计之间深层次的关联性。通过对合力品牌用户的访谈，收集了消费者对合力品牌的评价（表 3-19）。

表 3-19 合力品牌用户评价（表格来源：笔者自制）

受访人员	企业	身份	评价
刘先生	宁波港矿石分公司	流机主管	合力是一个有着深厚底蕴的老品牌了，很可靠，也很低调。
李先生	中国物流亳州有限公司	总经理	一直在使用合力品牌的产品，感觉合力是一个很踏实的牌子。
费先生	陆岛工程技术有限公司	总经理	品牌在工业叉车领域算是很亲民、友好的品牌。

通过对合力品牌用户评价的调研，可以得出合力品牌是一个拥有较高知名和认可度的品牌，拥有很多忠实客户，通过他们对合力品牌描述可以总结出合力品牌具有可靠、低调、

^[1] 朱炜,赵磊,王小龙. 基于品牌意象的 SUV 造型设计方法[J]. 机械设计,2017,34(01):118-121.

亲民的特点。

3.4.4 合力 AGV 产品分析

产品识别体系的构建本质上是品牌与用户建立认知契约的战略过程。^[1]在体验经济语境下,企业通过系统化设计战略将品牌基因编码为可感知的视觉语言,这种具象化的品牌表达不仅形成差异化的市场区隔,更在用户心中构筑起立体化的认知路径。产品识别是引导用户辨认与认可的最直接途径。在进行产品识别设计时,应遵循以下原则:

(1) 独特性:对于带有企业品牌属性的产品,独特性意味着该产品具备与其他品牌竞争产品相区别的特性。这种特性有助于产品市场中脱颖而出,让消费者能够轻易将其与其他竞品区分开来,从而强化品牌形象。

(2) 相似性:同一企业旗下不同产品在外观特征上的相似性,的确是品牌识别的一个重要组成部分。通过保持设计元素的一致性,如色彩、线条、造型等,品牌能够在消费者心中建立起清晰、统一的品牌形象,使得旗下的各类产品能够被一眼辨认出属于同一个品牌家族。这样不仅能够增强品牌的整体辨识度,还能提高品牌的一致性和忠诚度。

(3) 延续性:识别确实需要具备一定的变化空间,不能僵化,而要具备适应性,以便在品牌的发展过程中保持连贯性,同时顺应市场趋势和技术进步。产品设计从来不是静态的,而是处于不断的演进、衍生与优化过程中,因此,在保证品牌一致性的同时,识别特征也需要灵活调整,以适应产品的自然进化。

(4) 准确性:并非所有的产品识别特征都能为品牌带来价值。优秀的产品识别不仅仅是外观设计的独特性,更在于它能否准确地传达品牌的核心价值与理念,从而在消费者心中形成深刻的印象和情感联结。产品的外观、功能、材料等元素,都应该有意识地与品牌的使命、愿景和文化相契合,这样才能真正实现品牌价值的传递。精准传递品牌内涵是设计成功的关键。产品不仅仅是一个工具,它背后承载着品牌的情感和文化。通过设计的每一个细节,品牌能够传递它所代表的理念。

(5) 持久性:在商业产品设计的大环境下,产品是否符合时代潮流的确是用户在评估设计时的重要因素。品牌的识别特性,特别是具有持久性的设计元素,能够帮助企业维持其品牌形象的连续性和长期传承经典设计元素的继承是一个关键点,它能够平衡时代需求和品牌个性。例如,某些品牌的标志、颜色、形状或者材料的使用,能够在不同时间段

^[1] Anna V. Redefining industrial design: changes in the design practice in Finland[D]. Helsinki: University of Art and Design Helsinki, 2007.

继续维持一种“时间穿越感”，让消费者无论在哪个时代都能够联想到品牌的独特性。过度保守可能导致设计陈旧、缺乏活力，无法吸引现代消费者；而过度创新可能会失去品牌的经典元素，导致消费者难以识别和联想到品牌。因此，如何在不断变化的市场中，适时地对经典设计进行“升级”或“变革”，使其既符合现代审美，又能延续品牌独特性，是现代产品设计中的一大挑战。。

（6）适用性：^[1]产品结构会因功能的差异而发生改变，这些变化可能会打破原有的布局。所以，在选取产品识别特征时，通常以局部为单位进行抽象设计。通过不同局部的灵活组合，可以满足多样化的产品需求，确保产品识别在不同功能和结构的产品中都能有效发挥作用。

合力叉车的主打产品为“合力、HELI”牌系列叉车，公司产品涵盖 1-46 吨，提供 30 多个吨位等级、1000 多个品种和 6000 多种型号。合力品牌的产品设计整体形态遵循工业车辆的设计逻辑，以功能性导向为主，强调稳定性、承载能力和耐用性，车身造型普遍厚重，确保车辆在高强度工业环境下的可靠性。外观上，合力品牌的主色调为红色，象征力量、活力与动力，辅助色主要包括黑色、灰色、白色和蓝色，产品适用于现代工业环境。

本次研究主要针对托盘搬运式 AGV 叉车来进行，从合力品牌 AGV 系列产品特征来看（图 3-13），AGV 叉车的设计并未与传统叉车区分开来，虽然取消了驾驶舱，但是整体造型较为生硬，不够智能化。并且未沿用统一的风格基调，搬运式 AGV 叉车、堆垛式 AGV 叉车、前移式 AGV 叉车和插腿式 AGV 叉车的车身形态较为统一，但是其余产品上并没有与其统一。AGV 系列在色彩涂装上，为了体现企业形象和精神，红色占据了主导地位，大量的红色作为辅助色进行修饰和强调。红黑搭配，这种配色放在传统叉车上可以体现出叉车的稳重、醒目和充满动力的精神面貌，但是在 AGV 叉车上会显得较为突兀。



图 3-13 合力 AGV 系列产品（图片来源：网络）

^[1] Chen H Y,Luo S J. Product visual image design based on product family DNA[C]//9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design. Kunming,China,2008:783-787.

通过与竞品品牌的对比分析(表 3-20)，合力 AGV 系列造型特征较为分散，不同型号之间的线条、比例、结构设计存在较大差异，缺乏统一的视觉辨识度。这种现象导致品牌文化的延续性较弱，使得用户难以通过产品造型直接识别其品牌归属。而且在造型上并未很好的表达品牌的核心价值观，与品牌形象特征不符。

表 3-20 品牌文化关键词与产品的关联性对比（表格来源：笔者自制）

品牌	品牌文化关键词	产品示例
林德	高端、稳重	
科朗	诚信、安全	
海康	年轻化、时尚、活力	
海豚之星	简洁、亲和	
合力	坚韧、未来、高效	

在全球智能物流装备迭代的浪潮中，AGV 叉车的进化轨迹正突破传统工具属性，逐步演变为融合尖端科技与人文思考的系统化解决方案。领先企业的产品战略呈现出多维共生的创新图景：

（1）注重产品个性化。随着市场需求和消费者的审美不断变化，传统的千篇一律的设备造型已经逐渐无法满足当今消费者对个性化和差异化产品的追求。在这种背景下，产品个性化设计成为了许多企业提升竞争力和品牌识别度的关键因素。

（2）注重自身产品的系统化。企业通过在产品设计中持续沿用能够代表品牌特色的家族化特征，逐步塑造出独特的企业文化形象。这种系统化的设计理念贯穿于产品研发的各

个环节，从外观到功能，全方位体现企业的品牌内涵，增强品牌在消费者心中的印象。

（3）整体性强。企业通过在产品设计中持续沿用能够代表品牌特色的家族化特征，逐步塑造出独特的企业文化形象。这种系统化的设计理念贯穿于产品研发的各个环节，从外观到功能，全方位体现企业的品牌内涵，增强品牌在消费者心中的印象。

通过与合力品牌的对比，可以发现每个品牌其内涵文化都不同，在产品上的表现也大有不同。从中可以找到属于合力品牌特有的品牌特点：坚韧、提升未来、高效。

3.5 本章小结

本章明确了传统叉车与 AGV 叉车的区别，通过对 AGV 叉车结构、用户需求和和使用场景的研究，结合品牌与品牌形象概念的梳理、国内外优秀工业叉车品牌的分析得到合力品牌形象的三个关键词即：坚韧、提升未来、高效。发现合力的 AGV 产品与其品牌形象在一定程度上存在不匹配的现象，后续研究将深入探讨如何提高合力品牌 AGV 产品与其品牌形象的统一性。

后续的研究可以深入分析合力 AGV 叉车在市场中的表现，以及消费者对其品牌形象的认知。通过用户反馈、市场调研等方式，结合视觉动力理论和工业设计的最佳实践，逐步优化 AGV 产品的设计，使其更加符合合力品牌的形象特点。通过改进 AGV 产品设计与品牌形象的一致性，合力能够在市场中树立更加鲜明的品牌特征，吸引目标消费者，并提高市场竞争力。

第四章 品牌形象与视觉意象的构建

4.1 基于合力品牌形象的造型词汇筛选

品牌意象是品牌各种属性与消费者的关联，是企业、设计师、品牌管理者与消费者等对品牌进行长期沟通所形成的统一性和共性认知。产品要满足消费者对造型风格的需求并保持其风格的统一性和共性，须从消费者的品牌意象认知出发研究品牌意象与品牌设计因子之间深层次的关联性，以指导具体设计。品牌意象是多维度的，它包括但不限于视觉特征、产品质量、品牌文化、情感联结等方面。这些属性通过长期的品牌沟通，形成了消费者心中对品牌的独特认知。而消费者在选择产品时，往往是基于他们对品牌的认知和情感反应来做决定的。品牌形象与产品造型意向词汇的转换是一项将抽象的品牌价值观、文化理念和市场定位转化为具体设计语言的关键过程。图 4-1 是本次品牌形象与视觉意象的构建研究流程图。

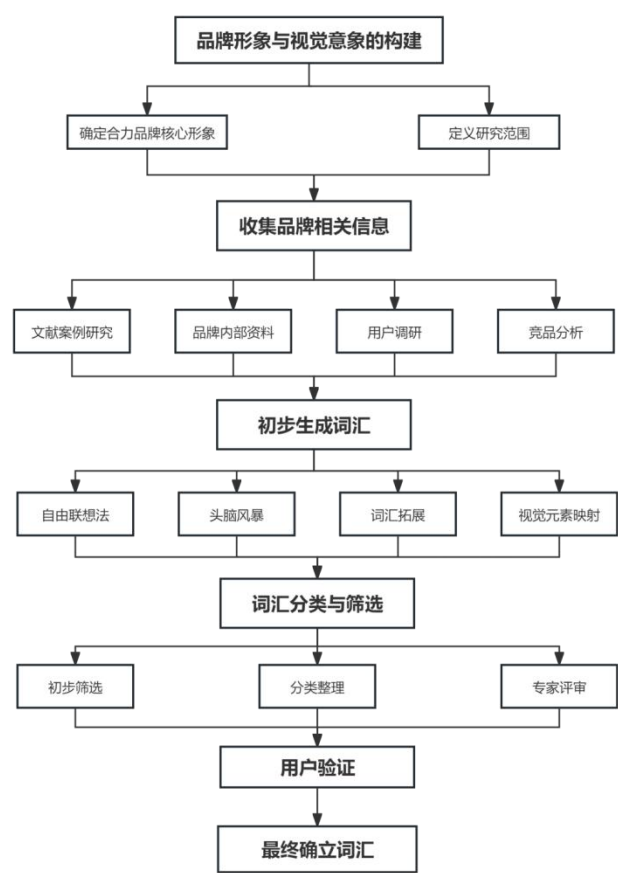


图 4-1 品牌形象与视觉意象的构建流程（图片来源：笔者自绘）

	节能	灵动	简单	易用	简约	科技	多元	丰富
	智能	现代	力量	坚固	牢固	耐用	酷炫	霸气

4.1.2 品牌形象词汇的筛选

对已经收集到的 72 个品牌形象关联词汇，经过由 5 位企业管理人员、5 位 AGV 叉车操作人员、20 位设计专业学生、2 位设计专业老师和 4 位产品设计师的小组（共 36 位受试者，收到有效问卷 35 份）进行讨论与甄选，剔除意思相近、相关度不大的词汇；进一步经由焦点小组讨论、筛选，最终确定最适合描述形容这 24 张品牌特征样本的 40 个意象词汇（表 4-2）。

表 4-2 初步筛选的 40 个视觉意象词汇（表格来源：笔者自绘）

结实	牢固	灵动	力量	科技	简约	时尚	机械	智能	现代
科技	环保	特别	先进	亲和	易用	灵活	美观	时尚	硬朗
精致	优雅	流线	新颖	经典	创新	理性	豪华	高效	绿色
商务	安全	复杂	饱满	温润	复杂	气派	稳重	年轻	简洁

针对上述 40 个意象词汇，研究团队邀请了 7 名专家进行评分，包括设计学博士、合力工业设计师和设计专业教师。由于该团队对词汇的感受度和准确度非常敏锐，评分结果具有较高的可靠性。评分团队完成了词汇的分类及相似度评分，最终得到一个 40×40 的相似系数矩阵。随后，通过对各个相似系数进行平均运算，数据被导入 SPSS 软件进行聚类分析。依据聚类分析生成的树状图，最终确定了 8 组感性词汇，每组选择了最能体现特征的词汇，构成了评价品牌意象的 8 个核心词汇：结实的、特别的、简约的、科技的、力量的、先进的、灵动的、亲和的。

同时，为了进行更为全面的意象评价，附加了这些核心词汇的反义词，形成了调查问卷中使用的意象评价词汇对：单薄的——结实的，大众的——特别的，华丽的——简约的，传统的——科技的，温和的——力量的，保守的——先进的，呆板的——灵动的，疏远的——亲和的。（表 4-3）。

表 4-3 初步筛选的 40 个视觉意象词汇（表格来源：笔者自绘）

单薄的-结实的	大众的-特别的	华丽的-简约的	传统的-科技的
温和的-力量的	保守的-先进的	呆板的-灵动的	疏远的-亲近的

将上文筛选出的 24 张品牌意象样本图片和最终筛选后的 8 对视觉意象词汇进行新的一

轮问卷调查（表 4-4）。

表 4-4 品牌意象词汇样本 1 语义调查问卷（表格来源：笔者自绘）

品牌意象样本 1	意向词汇	-3 -2 -1 0 1 2 3
	轻薄的——结实的	
	传统的——科技的	
	呆板的——灵动的	
	华丽的——简约的	
	大众的——特别的	
	保守的——先进的	
	疏远的——亲和的	
	温和的——力量的	

问卷调查共发放给 32 人，最终回收有效问卷 30 份，调查对象包括合力企业管理人员、品牌设计师、大学教师、产品设计师和设计系学生。调查采用李克特七级量表，对最终筛选出的 24 张样本图片进行评分，并评估 8 组意象描述词组，将调查对象的真实感受用恰当的分数表示。以“单薄的-结实的”为例：-3 分表示极为单薄，-2 分表示较为单薄，-1 分表示单薄，0 分表示折中状态，1 分表示结实，2 分表示较为结实，3 分表示极为结实。通过打分，调查对象对品牌形象样本图片的感受被量化为可测量的数值，为后续研究提供了数据支持。（问卷见附录 1）。通过对测量值进行统计分析，得到 8 对视觉意象词组对应样本的平均值（表 4-5）

表 4-5 8 对感性意象词组对应品牌意象样本的平均值（表格来源：笔者自绘）

感性词汇对	得分均值								
	1	2	3	4	5	...	22	23	24
单薄的——结实的	2.11	1.67	1.32	1.11	-0.81	...	0.23	2.09	0.68
大众的——特别的	1.02	-0.39	1.25	0.21	-0.32	...	0.98	0.71	0.68
华丽的——简约的	1.22	0.29	-0.99	1.39	2.09	...	1.69	-2.02	0.23
传统的——科技的	0.06	2.78	0.36	1.59	1.29	...	-1.22	0.36	-0.83
温和的——力量的	0.21	2.05	0.32	0.26	0.39	...	1.26	2.09	0.72
保守的——先进的	0.38	0.28	1.26	2.57	0.77	...	0.73	-2.13	-1.29
呆板的——灵动的	-0.38	-2.29	-0.39	0.22	2.32	...	0.30	2.11	0.99
疏远的——亲和的	0.96	0.39	2.33	1.99	1.85		0.22	0.05	1.28

4.1.3 最终品牌形象词汇的确立

为挑选出最适合合力品牌 AGV 产品的造型意象语义和品牌形象语义，并对以上获得的 8 个词汇对的视觉意象数据形容词进行因子分析，我们首先需要检验问卷的信度和效度，以确保此次实验数据的真实性和可靠性，以及是否适合进行因子分析。本文采用 SPSS 对问卷数据进行了分析。如表 4-6 所示，本问卷数据的信度系数为 0.810，大于 0.8，表明该量表的信度较好，问卷的可靠性较强，且在探索性研究中具有较高的信度，后续的数据分析是可信的。

表 4-6 可靠性统计

可靠性统计		
克隆巴赫系数 Alpha	基于标准化项的克隆巴赫 Alpha	项数
0.810	0.796	8

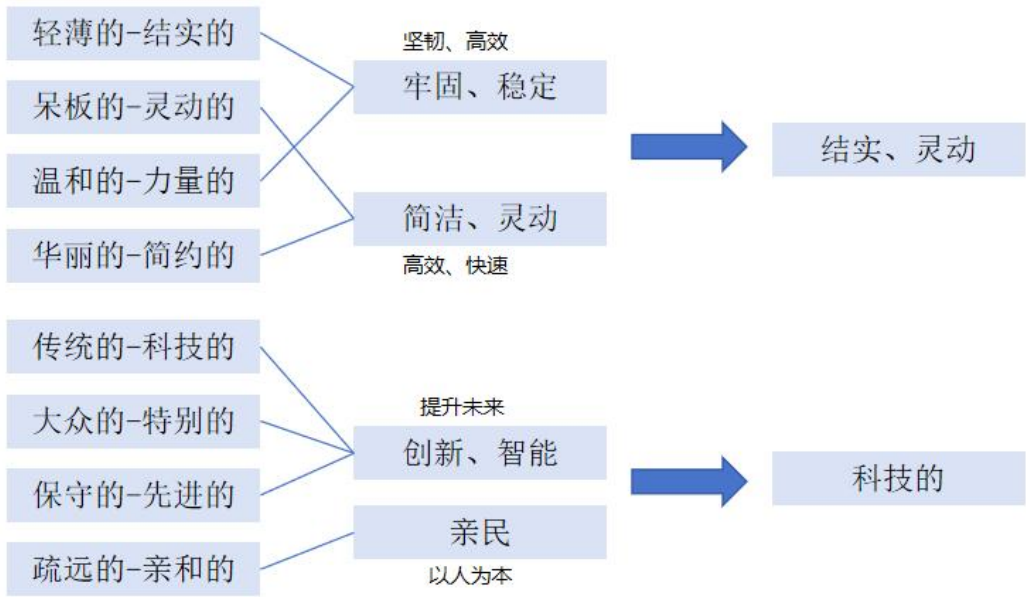
在检验过程中，当 KMO 值大于 0.6 时，说明问卷的可靠性良好，适合进行因子分析。本次实验数据的 KMO 值为 0.796，超过了 0.6 的标准，且巴特利特球形度检验的显著性 p 值为 0.000，明显小于 0.050，如表 4-7 所示，表明问卷具有良好的效度，适合进行因子分析。

表 4-7 效度检验

KMO 和巴特利特检验		
KMO 取样适切性量数	0.798	
巴特利特球形度检验	近似卡方	107.047
	自由度	36
	显著性	000

根据前文对数据的信度和效度分析与检验，现对数据进行因子分析，以提取合力品牌的视觉意象主成分因子。将数据导入 SPSS 软件，并采用最大方差旋转法进行因子分析，旋转后的因子矩阵较为清晰地显示出结果。8 个意象因子成分被分为两个主成分。第一类因子包括：轻薄的-结实的；呆板的-灵动的；温和的-力量的；华丽的-简约的，这些被归类为造型意象因子。第二类因子包括：传统的-科技的；保守的-先进的；大众的-特别的；疏远的-亲和的，这些被归类为风格意象因子。

通过上述划分，合力品牌的视觉意象被归纳为造型意象和风格意象两大类。每类因子内部分别包含多个意象因子，后续将进一步对这些因子进行总结和提炼，提取出能够代表所有意象因子的核心因子（图 4-3）。



最终选取三对品牌视觉意象词汇，即结实的——单薄的；科技的——传统的；灵动的——呆板的（表 4-8）。

表 4-8 托盘搬运式 AGV 叉车造型意象词汇对（表格来源：笔者自制）

托盘搬运式 AGV 叉车造型意象词汇对		
结实的——单薄的	科技的——传统的	灵动的——呆板的

4.1.4 视觉意象词汇的样本筛选与问卷收集

为了深入探究三组视觉意象词汇的视觉动力，笔者从网络上收集了多样化的产品造型设计案例，通过这些案例探索其与三个视觉意象词汇之间的关系。所收集的图片涵盖了多种产品类别，确保涵盖广泛的视觉场景与主题从而能更好地反映不同意象的感知差异。

后续的调查和数据分析将基于这些案例进行深入的分析，运用视觉动力理论中的倾斜、形变、比例、楔形元素分析不同造型如何与受访者的感知产生关系，进而揭示造型与视觉意象之间的深层次联系。

为了量化受访者对图片与意象词汇之间关系的感知，我设计了下面问卷（表 4-9）。受访者在填写问卷时，需根据个人的直观感受，选择最符合该图片的词汇。问卷提供三个意象词汇，分别是：结实的、科技的、灵动的。问卷共包含 30 个视觉意象造型样本，通过

线上平台发放，收集了 50 位来自不同职业背景的受访者的反馈（问卷见附录 2）。根据问卷调研的结果，我对所有图片进行了分类，并将其分别归入三组意象词汇。每组图片的得分情况反映了该图片与相关意向词汇的契合度。通过这种分类方式，可以观察到不同造型在不同情感维度中的表现（表 4-9）。

表 4-9 视觉意向词汇的造型样本 1 问卷（表格来源：笔者自绘）

视觉意象词汇的样本 1	意象词汇	意象判断
	结实的	√
	科技的	
	灵动的	

下面将问卷调研结果通过视觉动力的方法进行分类与分析，并总结出可以与三组意象词汇产生共鸣的造型特征。

4.2 “结实感” 造型视觉动力分析

给人“结实的”感觉的造型通常具有稳固性、厚重感、力量感和抗冲击性。这类造型传达的是一种可靠、坚固和安全的特质，能够激发观者对稳定、耐用和强度的联想。根据调研得出的一些造型案例，它们引发了结实的视觉意象（图 4-4）。

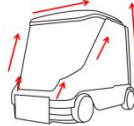
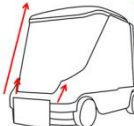
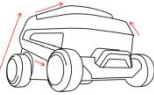
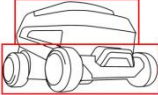
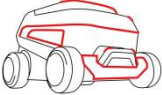
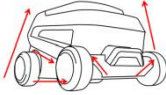
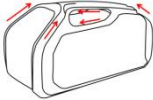
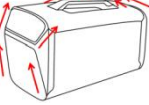
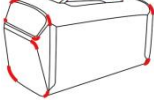
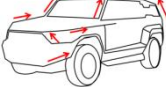
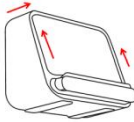
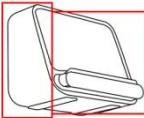
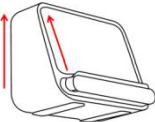
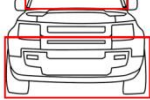
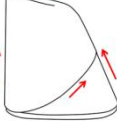
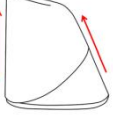


图 4-4 “结实的” 视觉意象造型案例（图片来源：网络）

4.2.1 案例分析

根据调研结果挑选了一些典型案例，结合视觉动力理论对造型外观进行分析，绘制了下面表格（表 4-10），并挑选典型案例进行详细阐述。

表 4-10 “结实的”视觉意象造型案例分析（表格来源：笔者自制）

案例	倾斜	比例	形变	楔形
1				
2				
3				
4				
5				
6				/
7				
8				
9				

表格中的案例在造型上展现出明显的结实感，这一特征主要源于其在倾斜、比例、形变、楔形四个方面的视觉动力处理，下面将挑选典型案例进行详细阐述。

这是一款无人运输车（图 4-5），根据倾斜、比例、形变和楔形的综合运用分析其造型特征。车身采用低重心与宽体比例，使整体视觉趋于稳定，避免高耸或纤细造型带来的不安定感，同时四个大型轮胎增强了支撑力，使其具备扎实的地面附着力，从视觉上强化了坚固可靠的印象。倾斜的运用体现在车身上部的前倾设计，赋予其前冲的动势，既增强科技感，又避免柔和曲线削弱其硬朗感。车身的比例经过精确调整，层次分明的上、中、下三层结构使其更加有序，黑色玻璃的中层封闭设计减少多余开口，强化整体的稳固性，厚重的底盘构成扎实的下层支撑，确保视觉上的沉稳感。形变的手法表现在车身以大面积直线和硬朗折角构成，前端和侧面的锐利切割带来强烈的机械感，赋予车辆抗冲击的视觉力。前端的黑色保险杠则采用楔形设计，不仅增强厚重感，还进一步提升车辆安全的感觉，水平 LED 灯带则利用楔形的横向拉伸效应，使车身显得更宽更稳固，同时赋予其未来感和科技气息。轮胎的设计同样借助形变原则，超大轮胎与深凹轮毂结构增加视觉上的厚重感，金属质感的装饰使其更具机械张力，与军用越野车的坚固轮胎相呼应。前端的水平 LED 灯带则利用楔形的横向拉伸效应，使车身显得更宽更稳固，同时赋予其未来感和科技气息。这些设计语言的巧妙融合，使该无人运输车不仅呈现出强大的结实稳固感，同时兼具实用性和科技感。



图 4-5 无人运输车造型分析（图片来源：笔者自绘）

这款便携式冰箱的造型通过视觉动力理论中的倾斜、比例、形变和楔形设计，同样成功塑造出坚固耐用的视觉形象（图 4-6）。机身略微前倾，使其避免呆板的静态印象，增强动感的同时，又保持了稳定性，不会因过度倾斜而削弱结实感。紧凑的比例确保了便携

性，同时较厚的外壳增加了视觉上的厚重感，使其在小巧的体积中依然显得坚固可靠，强化了抗冲击的认知。形态上采用平直线条，减少曲面，使整体视觉更具刚性，避免因过多柔和造型而显得轻盈或脆弱。侧面微楔形的处理，则打破了过于方正的呆板感，使造型更具力量感，同时在视觉上加强了稳固性，使其看起来更加坚实且富有张力。通过这些设计手法，这款冰箱在视觉上展现出强烈的工业感，并通过合理的结构优化，确保其在户外或专业环境下都能给人以可靠耐用的印象。



图 4-6 便携式冰箱造型分析（图片来源：笔者自绘）

4.2.2 “结实感”视觉动力特征总结

从对这些案例的造型分析来看，可以看出这些案例造型在倾斜、比例、形变、楔形四个方面都表现出一定的共性，主要体现在以下几个方面：

（1）倾斜（动感与稳定性的平衡）

大多数案例采用轻微倾斜，既避免呆板，又不会造成不稳定的视觉感受。例如，汽车类产品（SUV、未来感载具）^[1]通过前倾车头设计来提升冲击力，而音箱、电子设备则保持较小的倾斜角度，以增强稳重感。

（2）比例（厚重感与精巧感的对比）

造型普遍采用较厚重的比例设计，尤其是车辆、工业设备、音箱等，表现出强壮、坚固的视觉效果。方形和矩形结构给人以稳重、^[2]坚固的感觉，常用于建筑和工业设计中，能够传达出结实感。小型电子产品则在保证坚固感的前提下，通过较小的比例优化人体工学，保证使用的舒适度。

^[1] 唐智,程建新.大型装备工业设计[M].化学工业出版社:202212.192.:46

^[2] 孙文涛,董斌.立体构成与形态造型[M].辽宁科学技术出版社,2010:31-35.

(3) 形变（刚性与柔性结合）

大多数案例的形变以刚性线条为主，减少过多的曲线，形成稳定且坚固的视觉印象。工业设备与 SUV 车身采用多面切割的形变方式，增强机械感和结实感。

(4) 楔形（力量感的塑造）

采用适度的楔形结构，既增强动感，又保证稳固。车辆的车头、音箱的侧边、电子设备的边角均采用类似设计，避免过于圆润导致失去结实感。

4.3 “科技感” 造型视觉动力分析

给人“科技”感觉的图形通常具备现代感、简洁性、几何化和未来感等特征。科技感的图形往往能够传递出先进、智能、高效和创新的氛围。这些图形通过独特的设计语言，创造出一种与现代技术、智能系统和未来趋势相符合的视觉体验。以下是引发“能够科技”感觉的案例（图 4-7）。

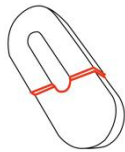
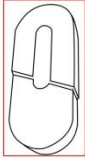
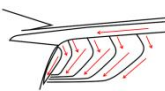
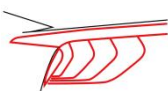
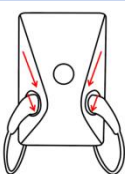
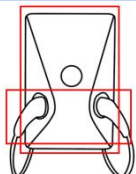
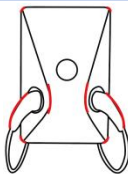
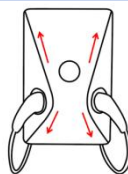
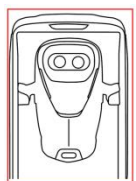
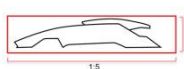
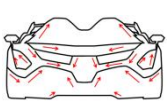
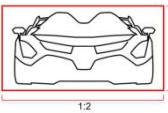
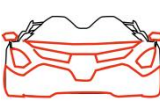
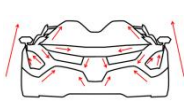


图 4-7 “科技的” 视觉意象造型案例（图片来源：网络）

4.3.1 案例分析

根据调研结果，结合视觉动力理论对这些样本造型外观的科技感进行分析，绘制了下面表格（表 4-11）。

表 4-11 “科技的” 视觉意象造型案例分析（表格来源：笔者自制）

案例	倾斜	比例	形变	楔形
1				/
2				
3				
4		/		
5				
6				
7				
8				

表格中的案例在造型上展现出明显的科技感，这一特征主要源于其在倾斜、比例、形变、楔形四个方面的视觉动力处理，下面将挑选典型案例进行详细阐述。

这款机器人设备在造型上运用了多种视觉动力要素，以强化其科技感。支架部分采用

了适度的前倾设计，使设备避免呆板的静态形态，同时增强了动感，使整体视觉形象更具未来感（图 4-8）。比例上形成了高而纤细的框架与紧凑核心部分的对比，强调了高密度集成的特性，使其看起来更加精密且符合高科技设备的形象。形变方面，大量直线与棱角的运用边缘以柔和的小弧度倒角过渡。侧面采用的微楔形设计在保证稳定性的同时，增加了力量感，使设备的造型避免过于方正单调，并且增强了未来科技感。沿着设备主体分布的 LED 灯带则通过流畅的线条设计，与硬朗的造型形成对比，营造出一种冷峻且富有智能感的氛围，同时灯带的颜色和分布方式进一步强化了产品的高科技属性，使其在视觉上更符合人们对智能设备的认知。



图 4-8 工业机器人造型分析（图片来源：笔者自绘）

这一款智能扫地机器人（图 4-9）。在倾斜设计上，整体呈现出略微前倾的状态，使其避免呆板的静态形态的同时增强视觉冲击力，让人联想到高科技产品的流畅性。在比例上，机身紧凑且以竖直形态为主，适中的侧面厚度增强了设备的稳固性，使其看起来更加坚固且充满科技感。在形变上，采用了大量直线的设计，小弧度的曲面造型，使产品呈现出更加现代和未来科技的特征。楔形设计的巧妙运用，使得设备侧面呈现出微楔形状态，这不仅增强了产品的动感，同时也在视觉上增加了层次感，避免造型过于呆板单调，并进一步强化了未来科技感。LED 灯带的应用更是直接提升了产品的科技属性，蓝色光带沿着机身流畅地延展，与整体硬朗的造型形成对比，赋予设备更强的智能化特征，同时增强了互动性，使其看起来更加现代。冷色调的灯光与金属质感外壳的结合，则进一步突出了产品的高科技形象，使其在视觉上极具未来感和创新感。



图 4-9 智能扫地机器人造型分析（图片来源：笔者自绘）

4.3.2 “科技感”视觉动力特征总结

从对这些案例的造型分析来看，可以看出科技感造型在倾斜、比例、形变、楔形四个方面都表现出一定的共性，主要体现在以下几个方面：

（1）倾斜（锐利感与稳定性的结合）

大多数案例采用适度的倾斜设计，以增强科技感，同时保持视觉上的稳定性。AGV 叉车、电子设备等产品通常在局部区域（如机身边缘、灯光组件）加入小角度倾斜，以减少呆板感，而未来感更强的产品（如概念车、智能设备）则会通过更大角度的前倾或后倾设计，强调速度感与力量感。

（2）比例（厚重感与轻盈感的对比）

科技感造型在比例上呈现出厚重与轻盈的对比，不同产品类型的设计策略有所不同。工业设备采用更厚重的比例，展现结实与安全感，同时在关键部位（如车身上部、护罩）通过收窄或削薄处理。通过灯光设计和光影效果来增强科技感，如使用 LED 灯带、背光设计、投影等，光影的变化可以为造型增添动态和未来感。例如，^[1]将具有科技特征的结构模块嵌入到设计作品中，如在书籍设计中嵌入类似手术缝线的书脊设计、X 光片折页模块，或在产品设计中加入机械结构、电子元件等模块，能够增强科技感。

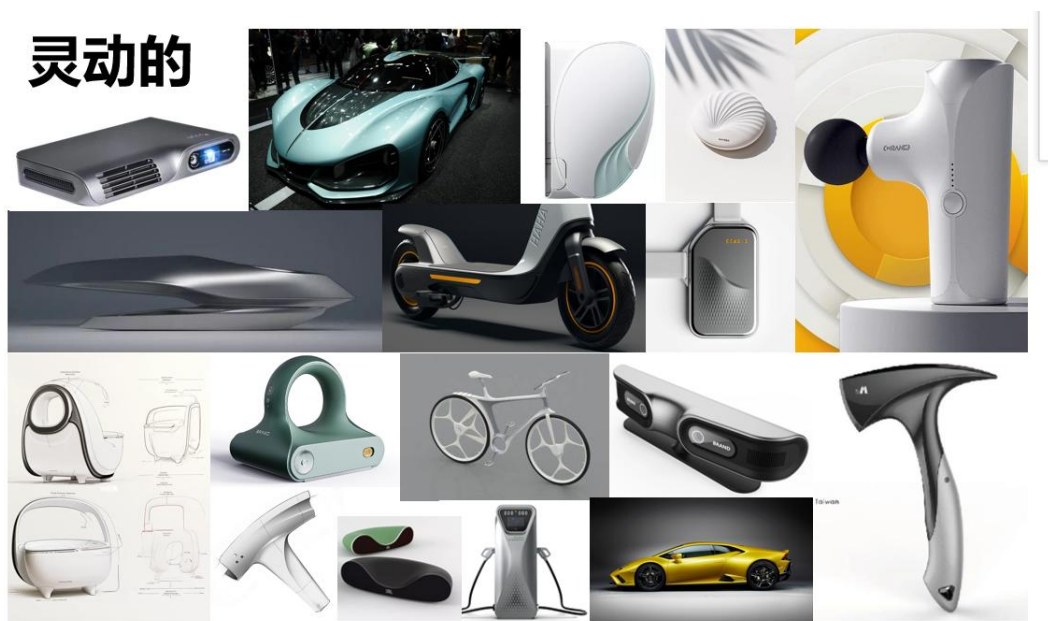
（3）形变（锐利线条与流畅曲面的结合）

大多数科技感造型采用刚性线条塑造核心结构，以突出科技感的理性和精密感，同时

^[1] 罗仕鉴,朱上上,孙守迁,等. 产品造型设计中的用户知识与设计知识研究[J]. 中国机械工程,2004,(08):53-56+78.

楔形设计在科技感造型中广泛应用，以增强力量感和速度感。智能设备的显示面板、工业设备的控制界面等部位均通过楔形元素来引导视觉重心，减少呆板感，使整体造型更具方向性与冲击力。特别是在高科技产品中，楔形的应用往往结合光影、材质处理，使产品在视觉上更加智能化和未来感。

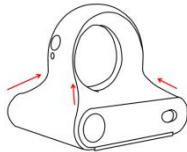
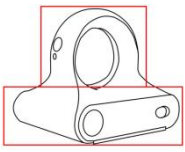
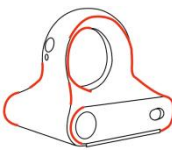
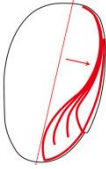
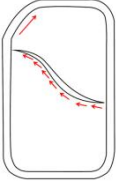
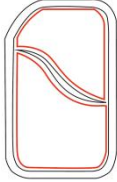
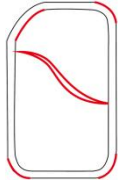
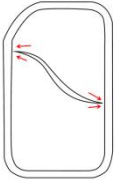
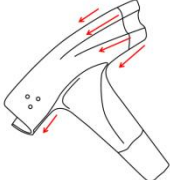
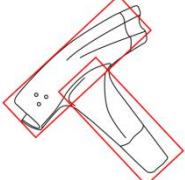
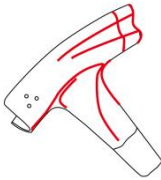
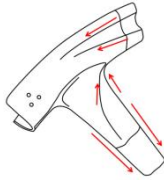
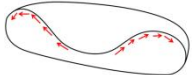
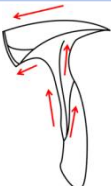
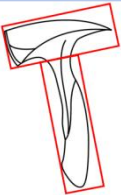
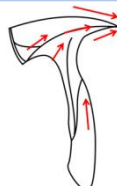
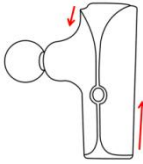
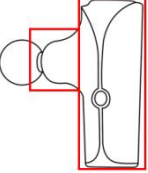
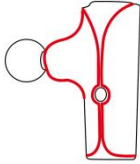
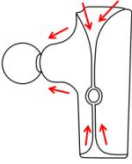
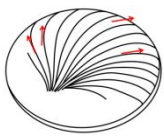
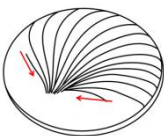
给人“灵动”感觉的造型通常具有流动感、柔和性、自由感和灵活性。这类造型传达的是一种生命力、快速变化的特质，能够激发观者对运动、活力和轻松的联想。以下是根据调研得出的一些造型案例，它们引发了灵动的视觉意象（图 4-10）。



4.4.1 案例分析

60

表 4-12 “灵动的”视觉意象造型案例分析（表格来源：笔者自制）

案例	倾斜	比例	形变	楔形
1				/
2				
3				
4				
5				/
6				
7				
8		/		

曲线与弯曲的线条本身具有自然的倾斜特性，使视觉元素呈现出前进或流动的趋势。这种倾斜感能够打破静态的平衡，增强图形的动感，使其更具生命力。例如，波浪形、螺

旋形的设计往往依靠倾斜的走势来塑造动态感，使水流、风吹或羽毛飞舞的意象更具自然的流动性和轻盈感，从而形成顺畅而富有韵律的视觉体验。^[1]下面将挑选典型案例进行详细阐述。

基于视觉动力理论中的倾斜、比例、形变和楔形四个维度，筋膜枪的造型在静态中展现出明显的灵动感（图 4-11）。其机身顶部呈现微微倾斜，与前端按摩头的水平线形成对比使整体造型更具动感，仿佛处于随时待命的状态，而非呆板直立；机身比例相对修长，手柄部分较长，按摩头突出于机身前方，形成前后不对称的布局，这种非均衡的比例打破了呆板的直线形态，使产品更加轻盈，并在视觉上强化动感；外壳采用柔和的曲面过渡，特别是在按摩头与机身连接部分呈现流畅的弧线，使整体造型更加顺滑，减少生硬感，同时符合人体工学设计，避免了棱角分明的工业感，增强产品的亲和力；筋膜枪的顶部和底部均呈现一定的收窄趋势，特别是顶部略微收敛，形成楔形效果，使视觉重心向下集中，既增强了稳定性，又带来了速度感，使其在视觉上更加轻盈符合灵动感的表达。该筋膜枪通过倾斜的机身、非对称的比例、流畅的形变以及顶部的楔形设计，在静态中展现出动态美感，使产品更具灵动性，并在视觉上传达出轻便、易操控且富有现代感的特性。

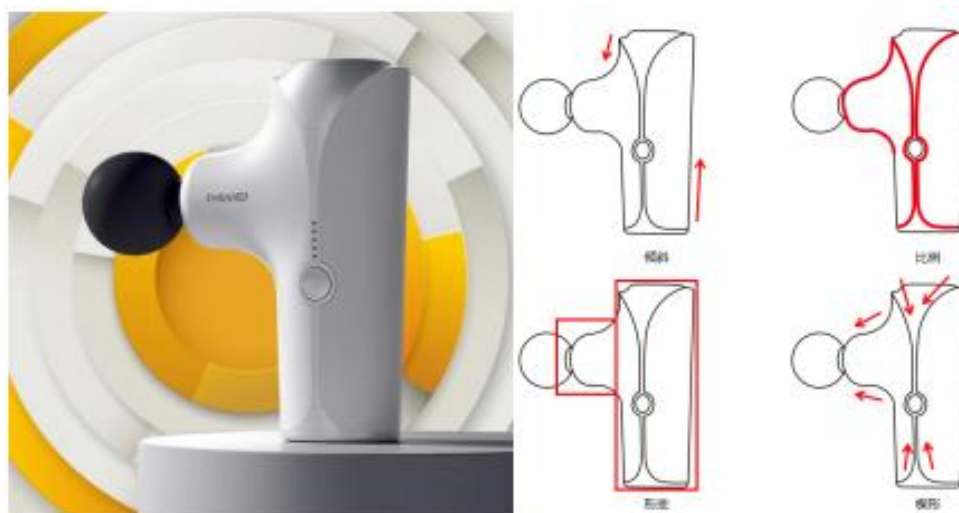


图 4-11 筋膜枪造型分析（图片来源：笔者自绘）

4.4.2 “灵动感”视觉动力特征总结

从对这些案例的造型分析来看，可以看出灵动感造型在倾斜、比例、形变、楔形四个

^[1] 胡洁,王伶俐. 设计形态学[M]. 中国纺织出版社:202210.216.

方面都表现出一定的共性，主要体现在以下几个方面：

（1）倾斜（动感与流畅感的融合）

灵动造型通常采用适度的倾斜设计打破静态形态的呆板感，使产品在视觉上更具活力。对于功能性较强的产品，倾斜元素多用于局部结构，如机身边缘、灯光组件。而在强调速度感与灵活性的产品，如运动器械或智能穿戴设备，则会采用更大角度的倾斜，使整体形态呈现前冲或跃动的视觉效果，从而增强灵动感。

（2）比例（稳健感与轻巧感的平衡）

灵动造型的比例设计强调稳健感与轻巧感的平衡，不同产品类型采用不同的策略。采用稳固的基础比例，在车身上部或边缘部位通过收窄、削薄等手法降低视觉重量，使其看起来更加灵活。对于消费类产品，如电子设备或小型家电，则倾向于更紧凑的比例，通过纤细、修长或悬浮式设计营造轻盈感，使产品在视觉上更显灵动。

（3）形变（刚性线条与柔和曲面的协调）

直线与棱角的设计可以增强结构的清晰感，使产品看起来更具动感，而流畅的曲面过渡则能提升产品的柔和度，使其造型更丰富。例如，SUV 车身通常以直线和硬朗轮廓为主，但在边角加入圆润过渡，使其在保持功能性的同时，避免过度生硬感，从而增强整体的灵动性。

（5）楔形（方向感与跃动感的塑造）

楔形元素在灵动造型中起到引导视线、塑造动感的作用。产品的边角或界面布局通常采用楔形设计，使视觉重心向前集中，形成流畅的运动趋势。显示屏、运动器械的握柄，往往通过楔形结构加强产品的方向性，使其看起来更具冲击力和灵活性。

4.5 本章小结

本章节首先从品牌形象中提取了三个视觉意象词汇，分别是“结实”、“科技”、“灵动”。根据所得词汇搜集了大量优秀的造型设计案例，通过问卷调研的方式得出不同造型的不同视觉意象，然后对这些图片进行分类。最后运用视觉动力理论的方法对这些造型进行详细分析，得出其产生不同视觉意象的具体原因。

通过本章节的研究结果可以归纳适用于托盘搬运式 AGV 叉车的关键造型设计元素，以确保产品在视觉层面准确传达“结实感、科技感、灵动感”三种感性意象。

第五章 托盘搬运式 AGV 叉车视觉意象调研及其视觉力分析

5.1 托盘搬运式 AGV 叉车视觉意象调研

5.1.1 托盘搬运式 AGV 叉车样本筛选

在样本筛选方面，从市场上搜集大量具有代表性的 AGV 叉车造型，并结合其品牌、功能、设计风格等因素进行筛选，以确保样本覆盖不同的造型特征，同时避免风格趋同导致的研究偏差。在托盘搬运式 AGV 叉车造型意象调研中，样本的收集与筛选是至关重要的环节，它直接影响到研究的广度和准确性。为提高研究的集中性，在选取样本时，主要聚焦在托盘式 AGV 叉车这种类型，选取在造型设计上具有代表性的样本，额定载重量为 1-3 t 为主。样本的收集主要基于市场调研和文献分析，从国内外知名品牌的托盘搬运式 AGV 叉车产品中，挑选具有代表性的造型案例，包括不同品牌、设计风格、功能特点的产品，以确保研究样本的多样性和全面性。在筛选过程中，重点关注样本在造型上的差异性，使其能够涵盖“结实的、科技的、灵动的”三种意象特征，从而保证后续研究对不同视觉感受的精准分析。下面是初步搜集的 35 个样本（图 5-1）。



图 5-1 初步收集的 35 个托盘式 AGV 叉车样本（图片来源：笔者自绘）

在对初步收集到的叉车样本开展研究时，首先要进行筛选工作。由于研究需要，那些造型相似度偏高、不满足意象评价条件的样本需被剔除。鉴于托盘搬运式 AGV 叉车造型

需具备显著风格特征倾向，且产品造型形态应尽可能多样化，我们针对前期收集的 35 个国内外托盘式 AGV 叉车样本严格筛选，最终确定了 18 个造型各异的叉车作为本次研究的样本。为了让样本在后续调查中能更有效地发挥作用，避免因角度、位置、颜色等外界因素干扰研究结果，必须将这些叉车样本处理成统一格式的图片。在处理过程中，AGV 样本视角应优先选用侧面视图，同时，图片尺寸与分辨率需保持一致。尤为关键的是，要对图片执行灰度处理操作，通过这一方式消除颜色因素对视觉意象判断造成的偏差，处理后的样本图片示例（图 5-2）。



图 5-2 筛选后的 18 件托盘式 AGV 叉车样本的灰度处理（图片来源：笔者自绘）

5.1.2 问卷制作与收集

在托盘搬运式 AGV 叉车造型意象调研中，问卷设计与意象词汇的匹配是研究的关键环节，可以通过用户主观评价的方法，探讨不同造型特征所引发的感性认知。根据第四章品牌与意向词汇的转换可以得出目标意向词汇三组：轻薄的——结实的；传统的——科技的；呆板的——灵动的。问卷的核心部分围绕这些意象词汇展开，设计了样本图片与词汇匹配的评价任务，让受访者根据自身的直观感受，对不同托盘搬运式 AGV 叉车造型样本与感性意象词汇的契合度进行评分。评分采用五级李克特量表，以量化受访者对各个样本

的感知程度，提高研究的科学性和可比性。此外，为了确保问卷的合理性和有效性，在正式发放前进行了小范围的预调查，收集反馈并优化问卷设计，使其能够更准确地反映造型特征与感性意象之间的对应关系。最终，通过广泛的数据收集与分析，明确不同设计特征如何影响用户的感知体验，为后续托盘搬运式 AGV 叉车的造型设计提供指导。根据第四章品牌与意向词汇的转换可以得出目标意向词汇三组：轻薄的——结实的；传统的——科技的；呆板的——灵动的。

运用语义差异法将上文中获取的意象认知空间的语汇与其反向语义进行配对，如：轻薄的——结实的；传统的——科技的；呆板的——灵动的，并制作成 7 级李克特量表，结合筛选出的代表性样本，设计成调查问卷（问卷见附录 3），其中以样本 1 为例，评估尺度为：-3 表示非常轻薄，-2 表示较为轻薄，-1 表示一般轻薄；0 表示居中，既不轻薄也不结实；1 表示一般结实，2 表示较为结实，3 表示非常结实（表 5-1）。

表 5-1 AGV 叉车样本 1 语义差异法调研问卷（表格来源：笔者自制）

AGV 叉车样本 1	意象词汇	-3 -2 -1 0 1 2 3
	轻薄的——结实的	
	传统的——科技的	
	呆板的——灵动的	

针对目标人群开展意象调查问卷发放工作，总计发放了 90 份问卷，回收后经筛选得到 84 份有效问卷。参与此次调查的人员共 84 名，具体构成如下：来自设计行业的人员有 42 人，AGV 叉车操作人员有 24 人，就职于 AGV 叉车制造企业的生产人员有 24 人。

5.2 基于视觉动力理论的造型样本部件拆解

5.2.1 样本部件拆解

首先对 18 件样本的造型线提取出来（图 5-3），为了进一步量化不同造型特征对感性意象的影响，需要对筛选出的造型样本进行部件拆分与编码分析。根据第三章中对托盘搬运式 AGV 叉车组成部分研究的结果，按照功能与视觉动力特征将样本拆分为关键部件，对 AGV 的各关键部件进行拆分和编码，以独立分析不同部件对感性意象的影响。

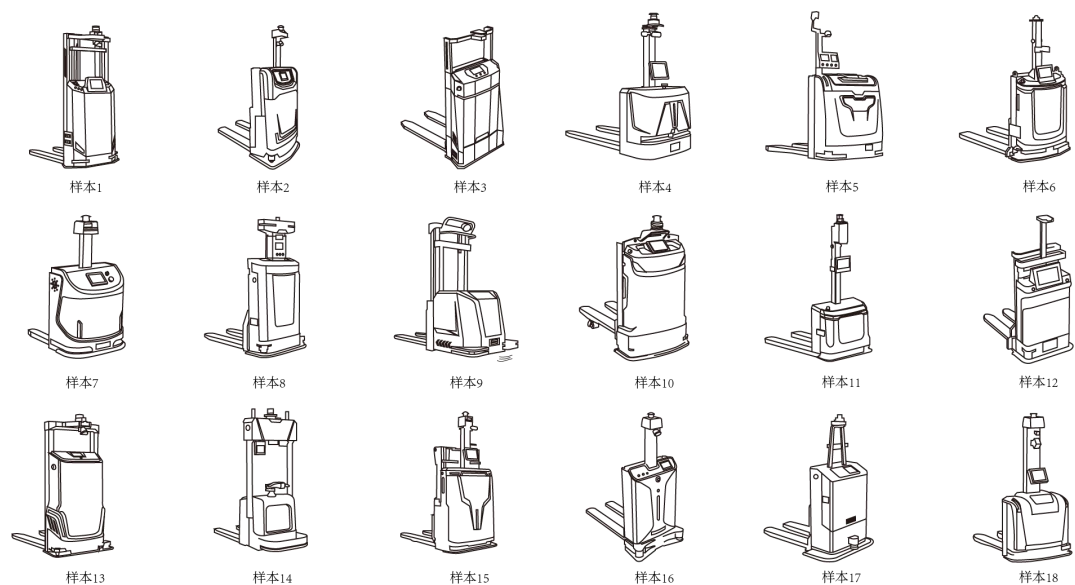
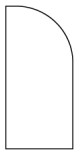
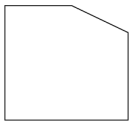


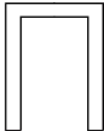
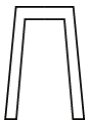
图 5-3 18 件样本的造型线提取（图片来源：笔者自绘）

其中，车身正面形态主要通过比例进行分类，划分为长宽比 1:1 和 1:2 的两种形态。车身侧面则依据形变与倾斜进行分类，包括曲面形变、大角度倾斜、小角度倾斜和无倾斜四种类型。车身底座的分类方式结合了形变与楔形，划分为曲面形变、楔形及无形变楔形三种形态。显示器的划分则依据安放位置，分析不同显示器布局对智能化体验的影响。此外，门架部分则结合比例、形变和楔形进行分类。通过对这些部件的系统性拆分和分类，本研究为后续的感性意象分析提供了科学的编码基础，从而更精准地探讨造型特征对用户感知的影响。在拆分的基础上，为确保数据的标准化处理，采用编码方法对各个部件的造型特征进行分类归纳，对不同部件的形态特征进行描绘（表 5-2）。

表 5-2 形态要素形状提取（表格来源：笔者自制）

项目	类目	示例	视觉动力造型方式
车身正面			比例
			比例

项目	类目	示例	视觉动力造型方式
车身侧面			形变
			大角度倾斜
			小角度倾斜
			无倾斜与形变
底座			形变
			无倾斜与形变
			楔形
显示器位置	位于机身		\

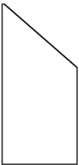
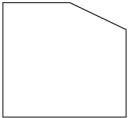
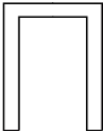
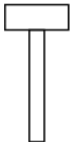
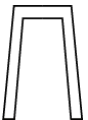
项目	类目	示例	视觉动力造型方式
	位于门架		\
门架			形变
			比例
			楔形

5.2.2 样本部件编码

从上一节中的 AGV 造型形态设计要素表中可以清楚地了解每个项目及所有类目的定义描述，并对各造型形态特征项目和类目进行编号，其中，各造型形态特征项目以字母编号、而各项目中的类目（即形态设计要素）以数字编号。最终得到的形态要素编码表（表 5-3）所示。

表 5-3 产品形态要素编码表（表格来源：笔者自制）

项目	类目	示例
车身正面 A		A1
		A2
车身侧面 B		B1

项目	类目	示例
		B2
		B3
		B4
底座 C		C1
		C2
		C3
显示器位置 D	位于机身	D1
	位于门架	D2
门架 E		E1
		E2
		E3
	无门架	E4

根据以上的编码方式，在仔细观察所选择的 18 件实验样本后，可以针对实验样本的造型形态特征，依次整理出构成 32 件实验样本的形态设计要素编码表（表 5-4），下面以样本 1 为例进行展示（表 5-5）。

表 5-4 18 件样本形态设计要素编码（表格来源：笔者自制）

样本	车身正面	车身侧面	车身底座	显示器	门架
1	A1	B2	C3	D1	E1
2	A1	B1	C2	D1	E2
3	A1	B4	C2	D1	E1
4	A2	B1	C1	D1	E2
5	A1	B4	C3	D2	E2
6	A2	B3	C2	D1	E1
7	A1	B2	C2	D1	E1
8	A2	B4	C1	D2	E1
9	A1	B4	C3	D2	E2
10	A2	B4	C2	D2	E2
11	A2	B1	C2	D2	E2
12	A1	B4	C3	D1	E2
13	A1	B4	C2	D1	E4
14	A2	B4	C2	D2	E2
15	A1	B4	C2	D1	E2
16	A1	B2	C2	D1	E2
17	A1	B2	C3	D1	E3
18	A2	B1	C2	D2	E2

表 5-5 样本 01 形态设计要素编码（表格来源：笔者自制）

样本 1	项目	类目	编码
	正面形态	长方形	A1
	侧面形态	大角度倾斜	B2
	底座	楔形	C3
	显示器位置	位于机身	D1
	门架	方形常规门架	E1

在进行数据分析之前，需要对每个项目中的类目进一步量化，将具备该形态要素的类目定义为“1”，不具备则定义为“0”，使得每个项目中的类目之和为 1，例如样本 1 中 A1、A2、A3 的值均为 0，A4 的值为 1，满足 A1+A2+A3+A4 的和为 1。最终得到的量化后的编码表如表 5-3 所示。

表 5-6 18 件样本形态要素量化编码表（表格来源：笔者自制）

样本	正面 1	正面 2	侧面 1	侧面 2	侧面 3	侧面 4	底座 1	底座 2	底座 3	显示器 1	显示器 2	门架 1	门架 2	门架 3	门架 4
1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
4	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

样本	正面1	正面2	侧面1	侧面2	侧面3	侧面4	底座1	底座2	底座3	显示器1	显示器2	门架1	门架2	门架3	门架4
5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
6	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
7	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
8	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
9	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
10	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
11	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
12	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
13	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
14	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
15	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
16	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
17	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
18	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0

5.3 数量化 I 类分析

5.3.1 Python 模型的搭建

Python 是一种广泛应用于数据分析和机器学习的编程语言，^[1]以其丰富的库和工具生态系统而著称。在数据分析领域，Python 提供了多种高效的模型和工具，支持数据的处理、分析与可视化，为研究者提供了强大的技术支持。其开源性、易用性以及广泛的社区支持，使其成为数据科学研究和应用的首选编程语言之一。通过 Python，可以便捷地实现从数据预处理到复杂模型构建的全流程分析任务。

从数量化 I 类分析的结果中能准确地得到每个代表性视觉意象所对应的类目，即细分形态设计要素的得分值，其中，得分的范围值与该项目对于意象判断影响二者之间呈正相关，即范围值越大意象判断影响就越大，反之亦然。详细来讲，细分形态设计要素类目的得分（绝对值）与各视觉意象也呈正相关，但有正负之分，其中得分（绝对值）越大与视觉意象的相关程度也越大，反之亦然，正负则是所倾向的正负极视觉意象。

前文中收集和筛选视觉意象形容词与实验样本，对 AGV 叉车造型形态设计要素进行分析和归纳总结，得到关于 AGV 叉车形态要素的量化编码表进行后续的数量化 I 类分析。将视觉意象形容词的平均值与 18 个 AGV 叉车样本的形态设计要素量化编码值组合成矩阵，导入到 Python 数据分析模型中进行回归分析。运用 Python 模型进行多元线性回归分析（见

^[1] 韦斯·麦金尼. 利用 Python 进行数据分析[M]. 机械工业出版社:2018.

附录 5、附录 6），最终得到分析结果。

5.3.2 量化结果分析

（1）结实的——单薄的

设计要素与视觉意象词汇“结实的——单薄的”之间的关系分析结果（表 5-7）。

表 5-7 设计要素与视觉意象词汇“结实的-单薄的”之间的关系分析数据

（表格来源：笔者自制）

结实的——单薄的				
项目	类目	标准系数	偏相关系数	复相关系数
车身正面(A)	车身正面(a1)	0.71	0.526	0.778
	车身正面(a2)	0.803		
车身侧面(B)	车身侧面(b1)	0.659	0.479	
	车身侧面(b2)	0.442		
	车身侧面(b3)	0.619		
	车身侧面(b4)	0.173		
底座(C)	底座(c1)	0.161	0.449	
	底座(c2)	0.727		
	底座(c3)	0.54		
显示器位置(D)	位置(d1)	0.83	0.353	
	位置(d2)	0.810		
门架(E)	门架(e1)	0.299	0.286	
	门架(e2)	0.593		
	门架(e3)	0.120		
	门架(e4)	0.881		

数据确定复相关系数为 0.764，表明模型精度较高。正面形态（0.526）、侧面形态（0.479）这些项目对 AGV 叉车的“结实的-单薄的”影响较大，所以可将其定义为体现该意象词汇的个性要素；而显示器位置（0.353）、门架（0.286）项目的偏相关系数较小，可以明确这些项目对 AGV 叉车的“结实的-单薄的”影响较小，则可将其定义为该意象平台要素（图 5-4）。



图 5-4 “结实的-单薄的” 偏相关系数（图片来源：笔者自绘）

就类目得分而言，当门架为 e4 时，意象更偏向于结实的；当底座为 c2 时，意象更偏向于结实的；当正面形态为 a2 时，意象更偏向结实的；当侧面形态为 b1 时，意象更偏向结实；当显示器位置位于车身时，意象更偏向结实的。

基于上述分析，设计出具有“结实”意象的 AGV 叉车，需着重设计个性要素侧面形态和正面形态设计项目，应优先选用曲面形变侧面形态、1：1 车身长宽比，可以使 AGV 叉车造型更结实。

（2）科技的——传统的

设计要素与感性词汇“科技的——传统的”之间的关系分析结果（表 5-8）。

表 5-8 设计要素与意象词汇“科技的-传统的”之间的关系分析结果

（表格来源：笔者自绘）

科技的——传统的				
项目	类目	标准系数	偏相关系数	复相关系数
车身正面(A)	车身正面(a1)	0.719	0.353	0.878
	车身正面(a2)	0.331		
车身侧面(B)	车身侧面(b1)	0.564	0.79	
	车身侧面(b2)	0.846		
	车身侧面(b3)	0.325		
	车身侧面(b4)	0.53		
底座(C)	底座(c1)	-0.03	0.449	
	底座(c2)	0.82		
	底座(c3)	0.87		
显示器位置(D)	位置(d1)	0.80	0.526	
	位置(d2)	0.93		

科技的——传统的				
项目	类目	标准系数	偏相关系数	复相关系数
门架(E)	门架(e1)	0.46	0.286	
	门架(e2)	0.57		
	门架(e3)	-0.17		
	门架(e4)	0.53		

数据确定复相关系数为 0.764,表明模型精度较高。侧面形态(0.79)、显示器位置(0.526)这些项目对 AGV 叉车的“灵动的-呆板的”影响较大,所以可将其定义为体现该意象词汇的个性要素;而正面形态(0.353)、门架(0.286)项目的偏相关系数较小,可以明确这些项目对 AGV 叉车的“科技的-传统的”影响较小,则可将其定义为该意象平台要素(图 5-5)。

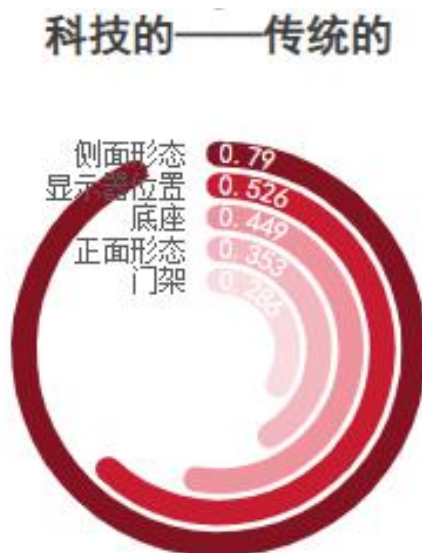


图 5-5 “科技的-传统的”偏相关系数(图片来源:笔者自绘)

就类目得分而言,当门架为 e4 时,意象更偏向于科技的;当底座为 c3 时,意象更偏向于科技的;当正面形态为 a1 时,意象更偏向科技的;当侧面形态为 b2 时,意象更偏向科技;当显示器位置位于车身时,意象更偏向科技的。

基于上述分析,设计出具有“科技”意象的 AGV 叉车,需着重设计个性要素侧面形态和显示器位置设计项目,应优先选用大角度倾斜侧面形态、显示器位于车身的设计,可以使 AGV 叉车造型更科技。

(3) 灵动的——呆板的

设计要素与感性词汇“灵动的——呆板的”之间的关系分析结果(表 5-9)

表 5-9 设计要素与意象词汇“灵动的-呆板的”之间的关系分析结果

(表格来源:笔者自制)

灵动的——呆板的				
项目	类目	标准系数	偏相关系数	复相关系数
车身正面(A)	车身正面(a1)	0.738	0.201	0.764
	车身正面(a2)	0.903		
车身侧面(B)	车身侧面(b1)	0.116	0.404	
	车身侧面(b2)	0.684		
	车身侧面(b3)	0.445		
	车身侧面(b4)	0.397		
底座(C)	底座(c1)	0.880	0.481	
	底座(c2)	0.834		
	底座(c3)	-0.072		
显示器位置(D)	位置(d1)	0.562	0.355	
	位置(d2)	0.796		
门架(E)	门架(e1)	0.584	0.858	
	门架(e2)	0.466		
	门架(e3)	0.160		
	门架(e4)	0.432		

数据确定复相关系数为 0.764，表明模型精度较高。门架造型（0.858）、底座（0.481）这些项目对 AGV 叉车的“灵动的-呆板的”影响较大，所以可将其定义为体现该意象词汇的个性要素；而正面形态（0.201）、显示器位置（0.355）项目的偏相关系数较小，可以明确这些项目对 AGV 叉车的“灵动的-呆板的”影响较小，则可将其定义为该意象平台要素（图 5-6）。

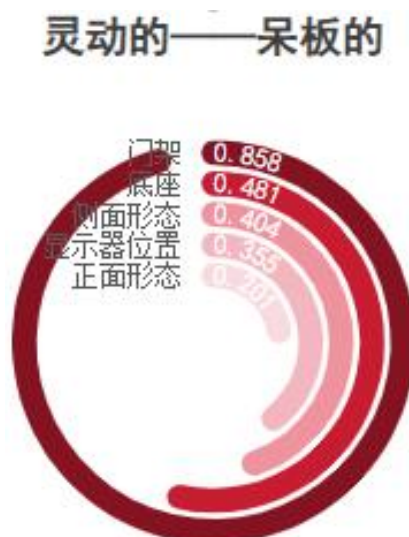


图 5-6 “灵动的-呆板的”偏相关系数（图片来源：笔者自绘）

就类目得分而言，当门架为 e1 时，意象更偏向于灵动的；当底座为 c1 时，意象更偏

向于灵动的；当正面形态为 a2 时，意象更偏向灵动；当侧面形态为 b2 时，意象更偏向灵动；当显示器位置位于门架时，意象更偏向灵动。

基于上述分析，设计出具有“灵动”意象的 AGV 叉车，需着重设计个性要素底座形态和门架形态等设计项目，应优先选用楔形门架、楔形底座形态，可以使 AGV 叉车造型更灵动。

5.4 本章小结

本节基于量化数据分析的结果，归纳适用于托盘搬运式 AGV 叉车的关键造型设计元素，并形成明确的设计指导原则，以确保产品在视觉层面准确传达“结实的、科技的、灵动的”三种视觉意象。

在“结实感”方面，可以通过视觉动力理论中的比例和形变要素，总结能够增强结实感的造型特征，采用低重心设计以提升稳固性，运用厚重的线条和块状结构以增强坚固耐用的视觉印象（表 5-10）。

表 5-10 “结实感”视觉意象造型归纳（表格来源：笔者自制）

曲面形变侧面形态	1: 1 长宽比正面造型
	

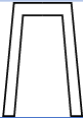
在“科技感”方面，提取具有未来感与高科技属性的造型元素，例如流畅的折面过渡设计能够增加产品的科技感，一体化显示屏应用不仅能强化智能感知，还能增强科技感氛围（表 5-11）。

表 5-11 “科技感”视觉意象造型归纳（表格来源：笔者自制）

显示器位置	侧面形态
位于车身	

在“灵动感”方面，通过倾斜和形变要素，归纳能够表现灵动特质的造型语言，运用圆润的倒角来塑造整体造型边缘，以增强灵活感，同时通过曲面过渡柔化整体造型，使产品呈现更具生命力的流畅感（表 5-12）。

表 5-12 “科技感”视觉意象造型归纳（表格来源：笔者自制）

底座形态	门架形态
	

第六章 托盘搬运式 AGV 叉车设计方案及验证

本章基于前文中的研究结论，结合品牌形象与用户需求，提出托盘搬运式 AGV 叉车的设计方案。首先，阐述设计的整体思路，包括造型方向、细节处理及品牌特征的融入。接着，通过造型草图推演探索不同的设计可能性，并在此基础上进行方案深化与产品模型构建。最终，以渲染效果图和场景展示的方式呈现最终设计方案，确保产品既符合视觉动力理论的造型原则，又能满足市场需求和品牌定位。

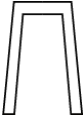
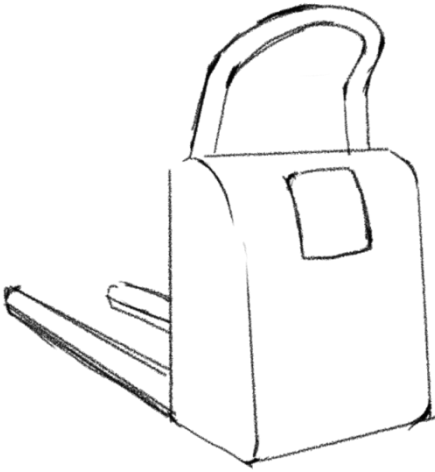
6.1 设计方案的思路与构想

基于前期的各项研究与分析，得出适合托盘搬运式 AGV 叉车的外观造型；造型融入品牌文化、特色。利用视觉动力理论的造型方式来完成托盘搬运式 AGV 叉车的三大造型意象，包括“结实感、科技感、灵动感”。

6.1.1 基本造型框架

通过前期的量化研究可以得出托盘式 AGV 叉车的基本造型框架（表 6-1）。

表 6-1 托盘搬运式 AGV 叉车基本造型框架

				一体化显示屏
				

（1）结实感的表达，通过低重心比例、厚重的结构及稳定的线条，使产品在视觉上呈现稳固的形象。

(2) 科技感的表达, 流畅的曲面过渡设计能够增加产品的科技感, 一体化显示屏应用赋予车体流畅且富有科技感的外观。

(3) 灵动感的表达, 通过适当的倾斜结构、动感线条与流畅过渡, 轻体量的门架造型也可以增添灵动的感觉。

6.1.2 外观造型细节

根据第四章所分析的“结实感”、“科技感”、“灵动感”三个视觉意象要素造型规律归纳出符合本次托盘搬运式 AGV 叉车外观细节处理上的设计策略。

结实感, 低重心的比例形态可以让造型更稳定, 前倾的车头设计来提升冲击力, 增加整体造型的力量感。上窄下宽的楔形也可以达到降低重心的效果, 从而提升造型的结实感。

(6-1) 包裹式的结构可以使整体造型增添体块感, 更加厚实。(图 6-2)。

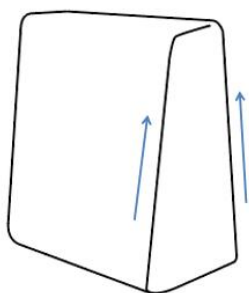


图 6-1 楔形的造型方式

(图片来源: 笔者自绘)

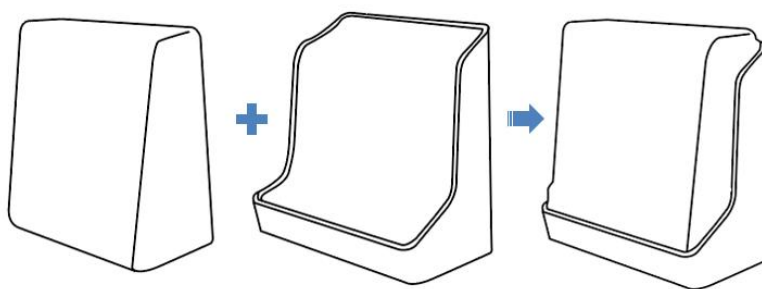


图 6-2 包裹式结构

(图片来源: 笔者自绘)

科技感, 在局部区域(如机身边缘、灯光组件)加入小角度倾斜, 可以增添造型的科技感, 车身轮廓通常以直线和大面积平面为主, 而在边缘或功能接口处融入圆角或小幅曲面, 既保证了工业产品的坚固感, 又可以提升视觉上的高级感和现代感。LED 灯带围绕产品结构线分布也可以提升外观造型的科技感(图 6-3)。

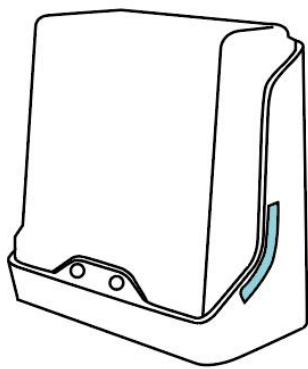


图 6-3 科技感的表达（图片来源：笔者自绘）

灵动感，流畅的曲面过渡则能提升产品的柔和度，使其造型更丰富。在不影响整体造型的情况下，可以在关键部位的细节处理上采用曲面、流线型的造型，增添造型的灵动感，例如门架的造型可以采用形变的手法，形成有弧度的造型，在不改变造型框架的基础上让整体更有活力（图 6-4）。



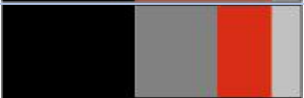
图 6-4 灵动感的表达（图片来源：笔者自绘）

6.1.3 品牌形象在外观上的应用

在色彩涂装上，提取合力品牌色 CMYK，使用合力品牌红黑配色。通过前期对合力 AGV 系列产品的分析可以发现，合力 AGV 在色彩涂装上还不够合理，不能够体现品牌形象，在不改变品牌标准色的基础上，可以优化色彩比例，使其更符合其视觉意象。在品牌配色的基础上添加一些增添科技感的金属灰，这种处理手法可以在不影响品牌特征的同时又赋予整体外观未来感和智能感。不同的色彩比例，给人感觉也大不相同，笔者根据已经确定的色彩运用不同比例调配，制定了以下四种方案（表 6-2）。

表 6-2 托盘搬运式 AGV 叉车配色方案（表格来源：笔者自绘）

配色方案	色彩比例	色彩选择
方案一		红、黑、白

方案二		红、黑、灰
方案三		红、黑、深灰、浅灰
方案四		红、黑

通过访谈专业色彩设计人员、合力 AGV 设计人员、导师以及设计专业学生，得出方案三的调和比例更适用于本次设计，所以将选用方案三作为本次托盘搬运式 AGV 叉车的色彩涂装方案（图 6-5）。



图 6-5 托盘搬运式 AGV 叉车色彩涂装 CMYK（图片来源：笔者自绘）

Logo 作为最容易识别品牌特征的元素，进行造型设计时可以将合力品牌 Logo 提取出来，放置在产品的显著位置，更容易识别品牌特征。在 Logo 周围按照其边缘线添加一些线条纹理，可以使车身表面的外观设计更加丰富，体现灵动感，也可以提高品牌辨识度（图 6-6）。

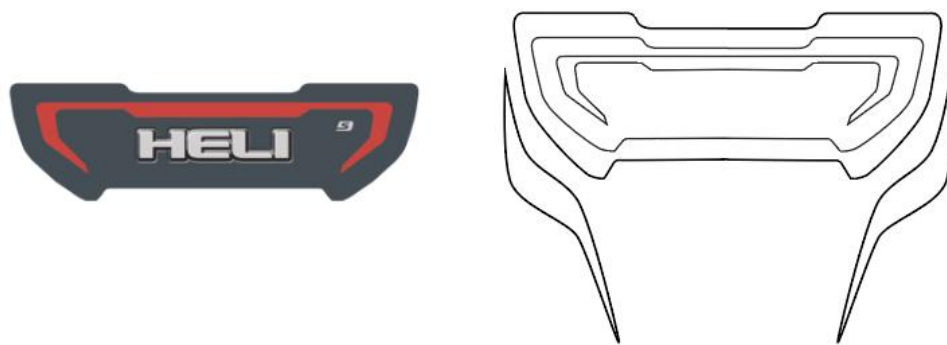


图 6-6 AGV 叉车 Logo 的处理（图片来源：笔者自绘）

6.2 方案推演

6.2.1 草图推演

本节主要展示托盘搬运式 AGV 叉车的造型探索过程，通过手绘草图推演逐步优化外观设计。结合“结实的、科技的、灵动的”三个视觉意象，探索不同的造型可能性，并筛选出最符合设计目标的方案（图 6-2）。

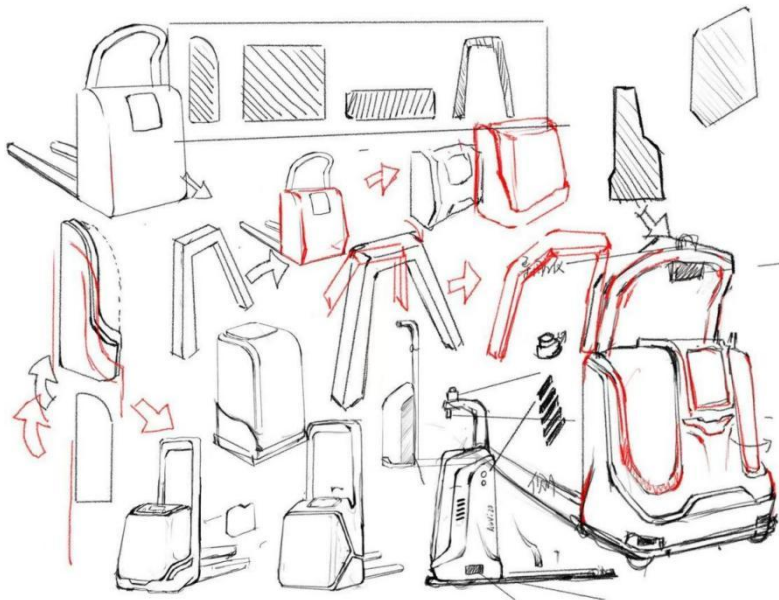


图 6-7 托盘搬运式 AGV 叉车草图设计（图片来源：笔者自绘）

6.2.2 方案深化模型构建

本节基于前一阶段确定的最终设计方案，进一步优化造型细节，并构建高精度的产品三维模型。通过深化设计，将视觉动力理论中的倾斜、比例、形变、楔形等要素更精准地

应用于产品造型，使其既符合“结实、科技、灵动”的视觉意象，又能满足实际功能需求。

(1) 模型图



图 6-8 方案深化模型角度一（图片来源：笔者自绘）



图 6-9 方案深化模型角度二（图片来源：笔者自绘）



图 6-10 方案深化模型角度三（图片来源：笔者自绘）

(2) 尺寸图

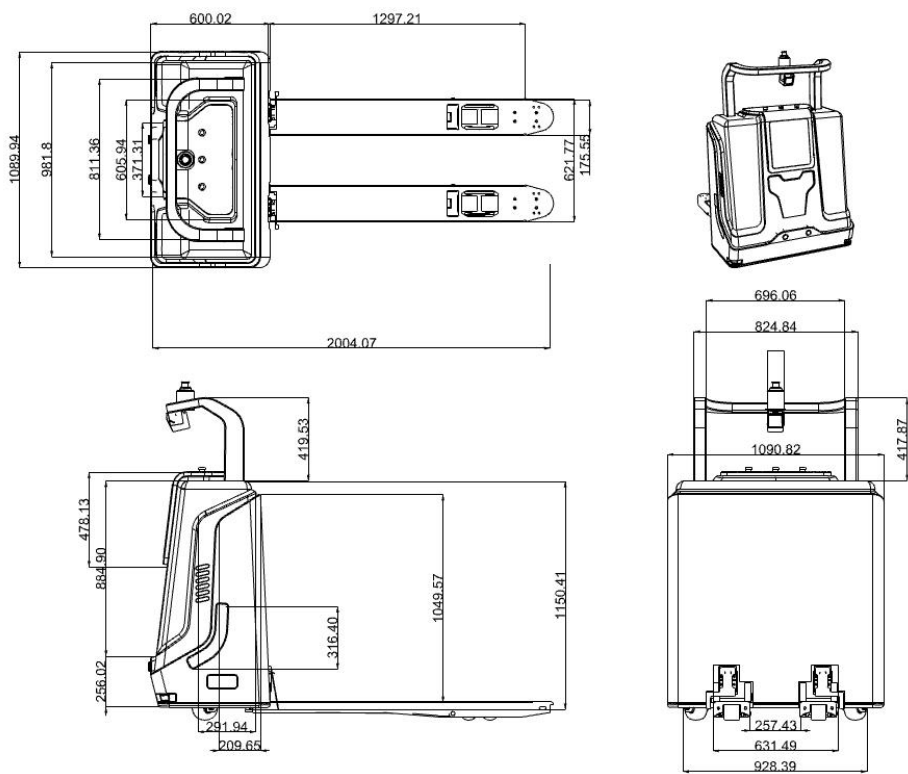


图 6-11 尺寸图（图片来源：笔者自绘）

(3) 爆炸图



图 6-12 爆炸图（图片来源：笔者自绘）

（4）细节展示



图 6-13 Logo 应用细节图（图片来源：笔者自绘）

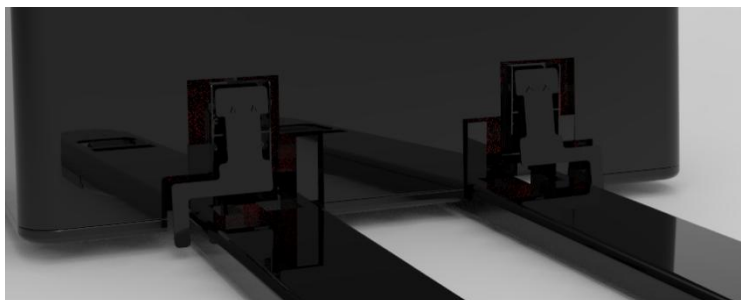


图 6-14 货叉细节图（图片来源：笔者自绘）



图 6-15 侧边 LED 灯细节图（图片来源：笔者自绘）

6.2.3 最终场景效果展示

本节通过高质量的三维渲染展示托盘搬运式 AGV 的最终设计方案，并结合实际应用场景，验证其视觉表现和功能适用性。渲染不仅用于表现产品的材质、光影效果和造型特征，还能增强设计的直观性，使观者更清晰地理解 AGV 叉车在真实工作环境中的应用价值（图 6-16、6-17、6-18）。

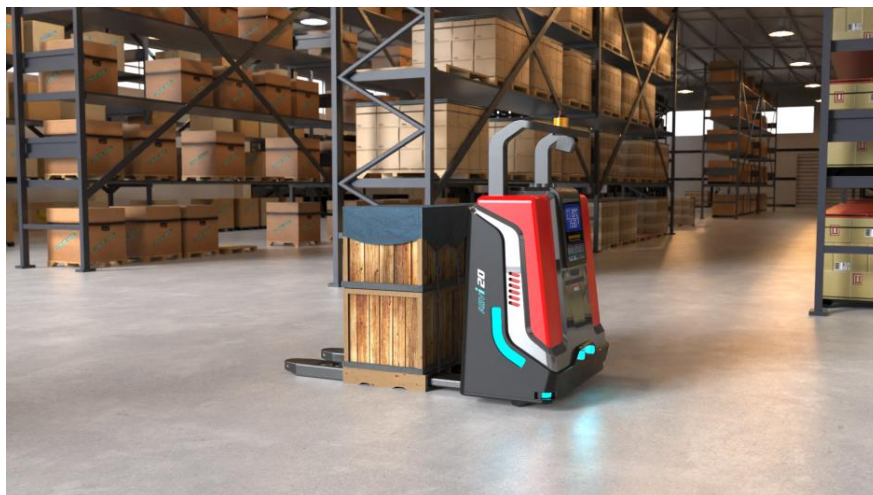


图 6-16 场景图 1（图片来源：笔者自绘）



图 6-17 场景图 2（图片来源：笔者自绘）



图 6-18 场景图 3（图片来源：笔者自绘）

6.3 方案验证

方案验证的核心目标在于评估托盘搬运式 AGV 叉车造型设计与目标意象的契合度。基于视觉动力理论框架，本研究通过结构化问卷展开意象匹配度测评，评价维度聚焦于前期研究提取的关键视觉意象词汇：结实感、科技感与灵动感。采用李克特五级语义差异量表作为评价工具，设置“非常不符合”至“非常符合”的梯度标尺（1-5 分），构建造型样本与意象维度的映射关系矩阵（见附录 4）。

通过随机抽样获得 30 份有效问卷数据，统计分析显示各维度均值分别为：结实感 4.7 分、科技感 4.3 分、灵动感 3.8 分（见表 6-3）。结果表明，当前造型方案在核心意象传达上呈现显著倾向性——结构刚性与技术先进性维度达成高度共识，而动态表现维度由于视觉动力元素的梯度衰减，仍存在优化空间。整体评价数据与预设目标意象形成了有效契合，验证了视觉动力理论在 AGV 造型语义控制中的指导价值。尤其值得注意的是，尽管灵动感的评分低于前两项指标，但仍处于可接受阈值，反映出该理论体系在平衡功能约束与美学表达方面的实践效能。

表 6-3 托盘搬运式 AGV 叉车造型评价平均分（表格来源：笔者自绘）

结实感	科技感	灵动感
4.7	4.3	3.8

总结与展望

本文针对托盘搬运式 AGV 叉车的产品特殊性，从品牌意象需要传递的信息出发，以视觉动力为理论指导，构建了基于视觉动力理论的品牌意象构建方式和托盘搬运式 AGV 叉车设计流程，并完成设计实践。

主要任务及研究成果如下：

（1）基于视觉动力的设计策略构建

梳理了视觉动力理论与品牌意象之间的关系，并基于此建立了托盘搬运式 AGV 叉车的视觉动力分析模型，用以分析托盘搬运式 AGV 叉车的意象造型与视觉动力造型方式之间的映射关系。结合品牌意象的提取与分析，结合视觉动力分析模型，构建了基于视觉动力理论的“品牌—意象—造型”三位一体设计方法。

（2）基于视觉动力理论的品牌意象构建

梳理合力品牌文化，从中中提取了三个视觉意象词汇，根据所得词汇得出不同造型的不同视觉意象，运用视觉动力理论的方法对这些造型进行分析，得出其产生不同视觉意象的具体原因，将品牌意象与视觉动力理论关联，利用视觉动力理论将抽象的文化转换为具象的产品载体。

（3）托盘搬运式 AGV 叉车造型设计实践

通过对意象样本的视觉动力方式的研究，构建视觉意象样本库，结合意象需求，实现基于视觉动力形式的托盘搬运式 AGV 叉车造型设计，得到了具有良好的意象表达效果的托盘搬运式 AGV 叉车造型。

本文创新点如下：

（1）视觉动力理论与品牌意象提炼的方法融合

探索了视觉动力表现形式与品牌意象表达之间的关系，基于对视觉动力的分析，构建了 AGV 叉车造型的视觉动力分析模型，为托盘搬运式 AGV 叉车的设计提供了新的理论框架和方法，有效提升了品牌意象表达设计的效。

（2）基于视觉动力理论的托盘搬运式 AGV 叉车设计研究

设计并产出一款符合视觉动力理论要求的 AGV 叉车，功能造型设计上它可以解决现有 AGV 叉车造型设计趋同化的问题，更好的代表品牌，提升品牌辨识度，提高市场竞争力。

参考文献

- [1] 孙懿. 国产重载 AGV 加速出海[N]. 人民日报海外版,2025-02-14(010).
- [2] Hsiao S.W, Chen C.H. A Semantic and Shape Grammar Based Approach for Product Design[J]. Design Studies,1997,18(3):275-296.
- [3] 苏建宁,李鹤岐. 基于感性意象的产品造型设计方法研究[J]. 机械工程学报,2004,40(4):164-167.
- [4] 汪振城. 视觉思维中的意象及其功能——鲁道夫·阿恩海姆视觉思维理论解读[J]. 学术论坛,2005,(02):129-133
- [5] 鲁道夫·阿恩海姆. 艺术与视知觉[M]. 四川人民出版社, 1998.
- [6] 鲁道夫·阿恩海姆. 视觉思维——审美直觉心理学[M]. 四川人民出版社, 1998.
- [7] 鲁道夫·阿恩海姆. 建筑形式的视觉动力[M]. 中国建筑工业出版社, 2006.
- [8] 鲁道夫·阿恩海姆. 中心的力量——视觉艺术构图研究[M]. 中国建筑工业出版社, 2006.
- [9] 邵斯宇. 阿恩海姆审美直觉心理学理论研究[D]. 吉林大学,2017.
- [10] 李天鹏. 鲁道夫·阿恩海姆早期美学思想研究[D]. 西南交通大学,2019.
- [11] Xu Z, & Miller, J. Identifying semantic blocks in Web pages using Gestalt laws of grouping[J]. World Wide Web,2016,19, 957-978.
- [12] Chuang H.C, Tseng H, & Tang D. An eye tracking study of the application of gestalt theory in photography[J]. Journal of Eye Movement Research,2023,16.
- [13] Khamis M.H, Azni Z.M, Abd Aziz S.H, & Aminordin A. The Integration of Gestalt Theory to The Graphic Design[J]. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences,2023.
- [14] 宁海林. 阿恩海姆的视觉动力学述评[J]. 自然辩证法研究,2006,(03):32-34+74.
- [15] 李满坡. 基于视觉动力的踝足支具仿生设计研究[D]. 燕山大学,2024.
- [16] 卢兆麟, 宋浩. 基于视觉动力—灰色关联分析的车身造型形态进化机制研究[J]. 北京理工大学学报, 2023, 43(9): 903-911.
- [17] 侯士江,王建暖,刘甲财,等. 叉车造型的视觉动力分析及其意象仿生设计研究[J]. 包装工程,2021,42(22):108-114.
- [18] 吴俭涛,覃忠志,孙利,等. 基于视觉动力形式的康护辅具轻量化设计研究[J]. 包装工程, 2023, 44(4): 123-131,149.

- [19] 尚会超,李婷,付晓莉. 基于视觉动力理论的减速机造型设计[J]. 包装工程, 2019, 40(24):
- [20] 郭若宇,尹欢,彭婧. 视觉力在汽车前脸造型设计中的应用分析[J]. 包装工程,2017,38(16):152-157.
- [21] 荣歆,向泽锐,支锦亦. 设计传承——基于视觉动力学的轨道车辆外观与涂装设计研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计),2018(06):173-177.
- [22] 李明,张莹. AGV 运载车的人性化设计研究[J]. 设计,2017(17):104-105.
- [23] Kyung Sup Kim,Byung Do Chung,Moosung Jae. A design for a tandem AGVS with muti-load AGVs[J]. Int. J Adv Manuf Technology,2003,22,744-752.
- [24] Ho Y, & Hsieh P. A machine-to-loop assignment and layout design methodology for tandem AGV systems with multiple-load vehicles[J]. International Journal of Production Research,2004,42,801-832.
- [25] Yang Yufan. An AGV Appearance Optimization Design Based On Humanized Design Theory[J]. International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice,2022,1-4.
- [26] Yan R,Dunnett S J & Jackson L M. Reliability Modelling of Automated Guided Vehicles by the Use of Failure Modes Effects and Criticality Analysis and Fault Tree Analysis[J]. Student Conference on Operational Research,2016.
- [27] 金亚萍. AGV 引爆物流智能化革命[J]. 机器人产业,2017(02):36-43.
- [28] Ying Zheng,Ke Su,Wei Xuan Song. Study on Agricultural Machinery Products Development Based on Industrial Design Innovation[J]. Applied Mechanics and Materials,2014,3634.
- [30] [29] 周健. AGV 叉车的造型设计[D]. 东南大学,2021.
- [32] 陈怡静. 医疗病区智能 AGV 垃圾车造型设计分析研究[D]. 南京航空航天大学,2018.
- [33] 戴鹏. 基于模块划分的家族化概念叉车设计研究[D]. 湖南大学,2020.
- [34] 张文召. 基于产品基因网络的物流装备造型设计研究与应用[D]. 贵州大学,2019.
- [35] 柳国光,楼婷婷,徐锦大,等. 丘陵山地无人驾驶单轨运输车设计[J]. 中国农机化学报,2016,37(12):127-130+156.
- [36] 杜娟,马戣. 基于 QFD 和 TRIZ 的 AGV 物流小车造型设计[J]. 工业设计,2022,(06):25-27.
- [37] 张乾. 基于视知觉形式动力理论的产品形态设计研究[D]. 江南大学, 2013: 45-47.

- [38] 车文博. 西方心理学史[M]. 杭州:浙江教育出版社,1998:412.
- [39] 邵斯宇. 阿恩海姆审美直觉心理学理论研究[D]. 吉林大学,2017.
- [40] 鲁道夫·阿恩海姆. 艺术心理学新论[M]. 郭小平,翟灿,译. 北京:商务印书馆,1994:18.
- [41] 李想. 工业产品设计中的视觉动力[M]. 人民邮电出版社, 2020.
- [42] 徐乙元. 基于视觉意象的家用轿车中控台造型设计研究[D]. 重庆大学,2018.
- [43] 徐适. 品牌设计法则[M]. 人民邮电出版社, 2019.
- [44] 曹哲祥. 产品造型设计[M]. 清华大学出版社,2018.
- [45] 顾青. 设计之问:从观看到观察[M]. 同济大学出版社,2018.
- [46] 张明立,冯宁. 品牌管理[M]. 清华大学出版社,2010.
- [47] 朱炜,赵磊,王小龙. 基于品牌意象的 SUV 造型设计方法[J]. 机械设计,2017,34(01):118-121.
- [48] Anna V. Redefining industrial design: changes in the design practice in Finland[D]. Helsinki: University of Art and Design Helsinki, 2007.
- [49] Chen H Y,Luo S J. Product visual image design based on product family DNA[C]// 9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design. Kunming,China,2008:783-787.
- [50] 唐智,程建新.大型装备工业设计[M].化学工业出版社:202212.192.
- [51] 孙文涛,董斌. 立体构成与形态造型[M]. 辽宁科学技术出版社,2010.
- [52] 罗仕鉴,朱上上,孙守迁,等. 产品造型设计中的用户知识与设计知识研究[J]. 中国机械工程,2004,(08):53-56+78.
- [53] 胡洁,王伶俐. 设计形态学[M]. 中国纺织出版社:202210.216.
- [54] 韦斯·麦金尼. 利用 Python 进行数据分析[M]. 机械工业出版社:2018.
- [55] 魏璐璐. 基于感性工学的丹麦家具造型设计研究[D]. 江南大学,2020.

附录 1

品牌意象词汇语义调查问卷

您好，这是一份关于合力品牌的意象评价问卷，需要您的支持，本次调研结果仅用于毕业设计研究，无任何经济利益，本次调查采用匿名形式，不会泄露您的信息，衷心希望得到您的配合，谢谢。

1.样本 1[矩阵量表题]



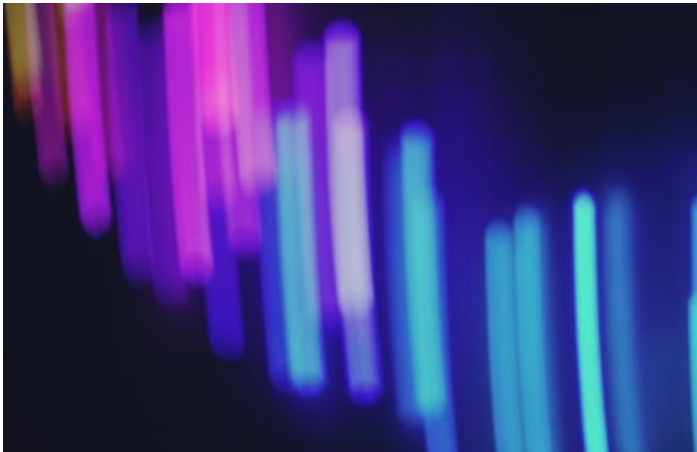
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的
大众的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	个性的
华丽的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	简洁的
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
温和的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	力量的
保守的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	先进的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
疏远的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	亲和的

2.样本 2[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

3.样本 3[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

4.样本 4[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

5.样本 5[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

6.样本 6[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

7.样本 7[矩阵量表题]



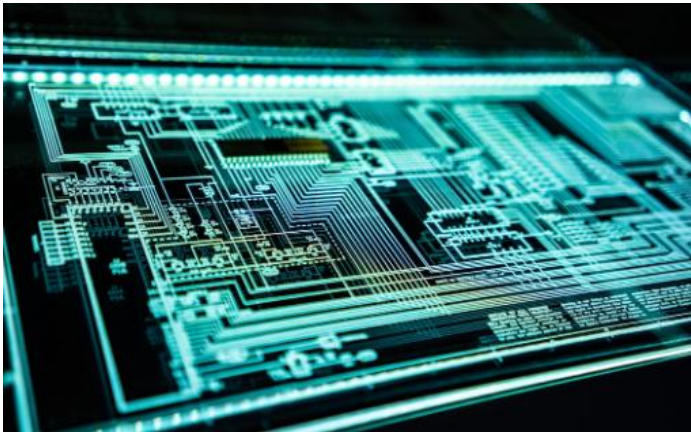
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

8.样本 8[矩阵量表题]



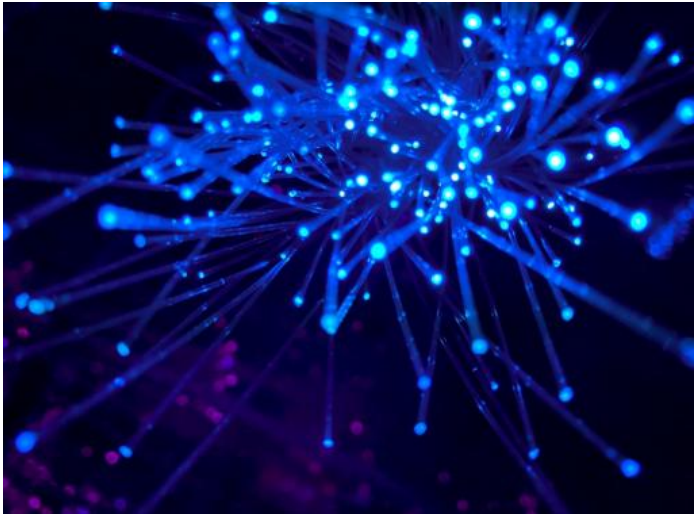
	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

9.样本 9[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

10.样本 10[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

11.样本 11[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

12.样本 12[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的
大众的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	个性的
华丽的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	简洁的
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
温和的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	力量的
保守的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	先进的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
疏远的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	亲和的

13.样本 13[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

14.样本 14[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

15.样本 15[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的
大众的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	个性的
华丽的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	简洁的
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
温和的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	力量的
保守的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	先进的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
疏远的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	亲和的

16.样本 16[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

17.样本 17[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

18.样本 18 [矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

19.样本 19[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

20.样本 20 [矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的
大众的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	个性的
华丽的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	简洁的
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
温和的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	力量的
保守的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	先进的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
疏远的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	亲和的

21. 样本 21[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

22. 样本 22[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的
大众的	○	○	○	○	○	○	○	个性的
华丽的	○	○	○	○	○	○	○	简洁的
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
温和的	○	○	○	○	○	○	○	力量的
保守的	○	○	○	○	○	○	○	先进的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
疏远的	○	○	○	○	○	○	○	亲和的

23.样本 23[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的
大众的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	个性的
华丽的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	简洁的
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
温和的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	力量的
保守的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	先进的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
疏远的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	亲和的

24.样本 24[矩阵量表题]



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的
大众的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	个性的
华丽的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	简洁的
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
温和的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	力量的
保守的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	先进的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
疏远的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	亲和的

附录 2

视觉意向词汇调研问卷

您好！这是一份关于“视觉意象”的调研问卷，希望您能给予支持与帮助。请您将问卷中所展示的工业设计案例，按照您的主观意象进行判断，在最符合您视觉感受的词汇旁打“√”。问卷调研可能会耗费您一些时间，敬请谅解！感谢您的协助，为本次研究带来帮助。

1.样本 1

视觉意象词汇的样本	意象词汇	意象判断
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

2.样本 2

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

3.样本 3

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

4.样本 4

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

5.样本 5

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

6.样本 6

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

7.样本 7

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

8.样本 8

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

9.样本 9

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

10.样本 10

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

11.样本 11

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

12.样本 12

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

13.样本 13

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

14.样本 14

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

15.样本 15

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	灵动的	

16.样本 16

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

17.样本 17

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

18.样本 18

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

19.样本 19

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

20.样本 20

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

21.样本 21

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

22.样本 22

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

23.样本 23

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

24.样本 24

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

25.样本 25

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

26.样本 26

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	灵动的	

27.样本 27

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

28.样本 28

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

29.样本 29

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

30.样本 30

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
-----------	------	----

视觉意象词汇的样本	意象词汇	得分
	结实的	
	科技的	
	灵动的	

附录 3

AGV 叉车造型意象调研问卷

您好，我们正在做一项 AGV 叉车造型设计的研究，需要您的宝贵意见,本调查问仅供学术参考，所有信息将保密。 AGV 叉车是一种自动化的物流设备，可以实现无人操作、自主导航、自动搬运等功能。AGV 叉车可以用于仓库、工厂、码头等场合，实现物料的自动化搬运和管理。请您按照自己的感觉对下面几张 AGV 叉车造型样本图片进行打分，（以下叉车均为载荷为 1-3T 的托盘搬运式 AGV 叉车，其体积、尺寸基本保持一致）。规定叉车造型的具体评价尺度为，如下图所示，将每对意象词汇分为 7 个标度分值：-3，-2，-1，0，1，2，3。

1.样本 1



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	○	○	○	○	○	○	○	科技的
呆板的	○	○	○	○	○	○	○	灵动的
单薄的	○	○	○	○	○	○	○	结实的

2.样本 2



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

3.样本 3



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

4.样本 4



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

5.样本 5



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

6.样本 6



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

7.样本 7



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

8.样本 8



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

9.样本 9



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

10.样本 10



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

11.样本 11



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

12.样本 12



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

13.样本 13



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

14.样本 14



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

15.样本 15



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

16.样本 16



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

17.样本 17



	-3	-2	-1	0	1	2	3	
传统的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	科技的
呆板的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	灵动的
单薄的	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	结实的

附录 4

您好，感谢您百忙之中参与此次调查，请您如实填写下列问题。请您按照以下三个维度以 1-5 分评价该产品造型给人的感受。



	1	2	3	4	5
结实的	☐	☐	☐	☐	☐
科技的	☐	☐	☐	☐	☐
灵动的	☐	☐	☐	☐	☐

附录 5

Python 模型计算流程

造型设计要素作为自变量，即定性变量，表示为 x ；用户对产品的感性意象评价值作为因变量，即定量变量，表示为 y 。假设产品包含 r 个造型设计要素，第 j 个造型设计要素包含 c_j 个类目，第 j 个造型设计要素的定性数据第 k 类目在第 i 个样本中的反应定义为 $\delta_i(j,k)$ ，则

$$\delta_i(j,k)=\begin{cases} 1 & \text{当第 } i \text{ 个样本中第 } j \text{ 个要素的定性数据为第 } k \text{ 类目时,} \\ 0 & \text{否则。} \end{cases} \quad (1.1)$$

定义 $n \times p$ 阶矩阵 X 为反应矩阵

$$X = \{\delta_i(j,k)\} \quad (1.2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{其中: } j = 1, 2, \dots, m$$

$$k = 1, 2, \dots, r_j$$

假设因变量与各项目及其类目符合以下线性模型：

$$y_i = \sum_{k=1}^{r_j} \sum_{j=1}^m \delta_i(j,k) \cdot b_{j,k} + \varepsilon_i \quad (1.3)$$

其中， $b_{j,k}$ 是常数，仅取第 j 个项目的第 k 个类目， ε_i 则表示第 i 个产品样本的感性意象调查值的随机误差。

依据最小二乘原理，求解系数 $b_{j,k}$ 的最小二乘估计值，使得残差平方和达到极小值：

$$q = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n \left[y_i - \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j,k) \cdot b_{j,k} \right]^2 \quad (1.4)$$

为此，求解 q 关于 $b_{j,k}$ 的偏导数并令其等于零，得到正规方程组：

$$\frac{\partial q}{\partial b_{u,v}} = -2 \sum_{i=1}^n \left[y_i - \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j,k) \cdot b_{j,k} \right] \delta_i(u,v) = 0 \quad (1.5)$$

其中，

$$u = 1, 2, \dots, m$$

$$v = 1, 2, \dots, r_u$$

使 q 取得最小值的 $b_{j,k}$ 记为 $\hat{b}_{j,k}$ ，则 $\hat{b}_{j,k}$ 满足式以上公式，同时也应满足方程组

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \left[\sum_{i=1}^n \delta_i(j,k) \cdot \delta_i(u,v) \right] \hat{b}_{j,k} = \sum_{i=1}^n \delta_i(u,v) * y_i \quad (1.6)$$

该方程组称为正规方程组，求解该方程组得到 $b_{j,k}$ 的最小二乘估计值 $b_{j,k}$

对于应用于问卷调查的 n 个代表性样品，可据此预测出其感性意象评价值

$$\hat{y}_i = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j,k) * \hat{b}_{j,k} \quad (1.7)$$

同时，式(1.8)可进一步描述为

$$\hat{y}_i = \bar{y} + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j,k) \cdot b_{j,k}^* \quad (1.8)$$

其中， $\bar{y}$ 为 y^i 的平均值，即

$$\hat{y}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.9)$$

$b_{j,k}^*$ 为标准系数，与系数 $\hat{b}_{j,k}$ 之间的关系可表示为

$$b_{j,k}^* = \hat{b}_{j,k} - \frac{1}{n} \sum_{l=1}^{r_j} n_{j,l} * \hat{b}_{j,l} \quad (1.10)$$

其中， $n_{j,l}$ 表示在 n 个代表性样品中第 j 项目的第 l 类目出现的次数，其满足

$$\sum_{l=1}^{r_j} n_{j,l} = n \quad (1.11)$$

为评价系统的预测精度，引入复相关系数 R ，

$$R = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1.12)$$

同时，决定系数 R^2 表示模型精度。

为求解每个造型设计元素对感性意象评价值的贡献，以 $x_i^{(j)}$ 表示第 i 个样品第 j 个项目的定量数据。

$$x_i^{(j)} = \sum_{k=1}^{r_j} \delta_i(j,k) \cdot \hat{b}_{j,k} \quad (1.13)$$

令

$$s_{t,w} = \sum_{i=1}^n (x_i^{(t)} - \bar{x}^{(t)}) (x_i^{(w)} - \bar{x}^{(w)}) \quad (1.14)$$

$$t, w = 1, 2, \dots, m, m+1$$

其中,

$$x_i^{(m+1)} = y_i \quad (1.15)$$

$$\bar{x}^{(u)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^{(u)} \quad (1.16)$$

综上, 包括因变量感性意象评价值在内的 $m+1$ 个变量组成样本相关矩阵, 表示为:

$$H = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & h_{1,m+1} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & \cdots & h_{2,m+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m+1,1} & h_{m+1,2} & \cdots & h_{m+1,m+1} \end{bmatrix} \quad (1.17)$$

其中,

$$h_{t,w} = \frac{s_{t,w}}{\sqrt{s_{t,t} \cdot s_{w,w}}} \quad (1.18)$$

矩阵 H^{-1} 为矩阵 H 的逆矩阵, 其 (t, w) 元素表示为 $h^{t,w}$, 则因变量感性意象评价值 y 与产品第 t 个造型设计要素之间的偏相关系数为

$$\rho_{y,t} = \frac{-h^{t,m+1}}{\sqrt{h^{t,t} h^{m+1,m+1}}} \quad (1.19)$$

附录 6

Python 模型源代码

```
import numpy as np
import pandas as pd

# 读取数据
file_path = 'D:/轻巧矩阵(5).xlsx'
Xn = pd.read_excel(file_path, usecols="B:M", skiprows=1, nrows=14).values # 类目
Y = pd.read_excel(file_path, usecols="A", skiprows=1, nrows=14).values # 各意象

# 矩阵计算
B = np.linalg.pinv(Xn.T @ Xn) @ Xn.T @ Y
M = Xn @ B

# 类目求和
a = M[0] + M[1] + M[2]
b = M[3] + M[4] + M[5]
c = M[6] + M[7]
d = M[8] + M[9] + M[10] + M[11]

# 总和个数罗列
T = np.array([a, a, a, b, b, b, c, c, d, d, d, d])
T = T.reshape(-1, 1)
B1 = B - T / len(M)
print("B1:")
print(B1)

# 计算 L
L = Xn @ B
print("L:")
```

```
print(L)

# 计算 N
YY = np.mean(Y)
N = np.sum((Y - YY) ** 2)
print("N:")
print(N)

# 计算 O
O = np.sum((L - YY) ** 2)
print("O:")
print(O)

# 计算  $R^2$ 
R2 = O / N
print("R2:")
print(R2)

# 类目罗列
P1 = Xn[:, 0:3] @ B[0:3]
P2 = Xn[:, 3:6] @ B[3:6]
P3 = Xn[:, 6:8] @ B[6:8]
P4 = Xn[:, 8:12] @ B[8:12]
P = np.hstack((P1, P2, P3, P4, Y))

# 均值计算
X1 = np.mean(P, axis=0)

# 矩阵标准化
u = P.shape[1]
for t in range(u):
    for i in range(P.shape[0]):
```

$$P[i, t] = P[i, t] - X1[t]$$

```
print("P:")
print(P)

# 计算协方差矩阵
S = P.T @ P

# 标准化协方差矩阵
for t in range(u):
    for w in range(u):
        S[t, w] = S[t, w] / np.sqrt(S[t, t] * S[w, w])

# 计算伪逆
S1 = np.linalg.pinv(S)

# 计算 Q1
Q1 = np.zeros((1, Xn.shape[1]))
for t in range(Xn.shape[1]):
    Q = -S1[t, u] / np.sqrt(S1[t, t] * S1[u, u])
    Q1[0, t] = Q

print("Q1:")
print(Q1)
```

攻读学位期间学术成果

1. 《流浪动物安家计划 IP 形象设计》获得米兰设计周中国高校设计学科师生优秀作品展一等奖；
2. 《ANAN》获得安徽省原创动漫大赛动漫周边类二等奖；
3. 《麋鹿 LULU IP 形象设计》获得安徽省原创动漫设计大赛动漫周边类三等奖；
4. 《WITH u 陪伴式儿童输液椅》获得第十二届未来设计师·全国高校数字艺术大赛三等奖；
5. 《红色文旅 华章献礼》获得米兰设计周中国高校设计学科师生优秀作品展安徽赛区三等奖；
6. 《折叠式屏显支架》获得第八届安徽省工业设计大赛优秀奖；
7. 《佛山醒狮 IP 形象设计》获得安徽省原创动漫设计大赛动漫周边类二等奖；
8. 《怪兽萌》获得 2023 安徽省大学生原创动漫大赛插画类三等奖；
9. 《星座物语·十二星座 IP 形象设计》获得第十二届未来设计师·全国高校数字艺术设计大赛二等奖；
10. 《徽州情》获第二届安徽省乡村振兴创新创业大赛三等奖；
11. 《乡村茶舍》获第二届安徽省乡村振兴创新创业大赛三等奖；
12. 《原创 ip 形象表情包设计》在第十一届未来设计师·全国高校数字艺术大赛获得二等奖；
13. 《城市味道包装设计》在第十一届未来设计师·全国高校数字艺术大赛获得三等奖；
14. 《禧银书院室内空间设计》在 2022 安徽省环境设计大赛中获得三等奖；
15. 《望秦川》在第十一届未来设计·全国高校数字艺术大赛获得三等奖；
16. 《皖风——皖南传统文化插画及周边设计》在 2022 安徽省原创动漫大赛中获得二等奖；《基于可持续理念的循环快递盒设计》在第二届大学生可持续设计大赛中获得三等奖；
17. 《小暖熊——智能暖手宝设计》在第四届香港当代设计奖中获得铜奖；
18. 《川黄茶叶包装设计》在 GCROSS AWARD 2023 中获得铜奖；
19. 《NEW BOXS》在全国大学生工业设计大赛中安徽赛区获得二等奖；
20. 《人性化儿童医疗输液椅》在全国大学生工业设计大赛中获得二等奖。

致谢

当敲下这行字时，才意识到我的学生时代即将落幕。这一年，我二十四岁，这一刻，我百感交集。感恩父母，予我暖衣饱食，给我探寻未知世界的自由。感谢导师，从选题到开题报告再到论文初稿，无一不是导师的心血和谆谆教诲，中间几经波折，都是导师不厌其烦的指导与包容。感谢自己，在焦虑下成长，在内卷中找到自己的节奏，在大流中不人云亦云，每一天明媚灿烂，做自己的超级英雄。最后的敬意，要献给那些知道我不完美却依然爱我的人，和勇敢度过所有不完美日子却依然坚强走完这一生的我自己。

学术之路永无止境，这段硕士经历只是我人生旅程中的一个驿站。未来，我将带着这份感恩之心，继续保持对知识的渴望和对探索的热情，在人生的道路上不断前行。

至此，千言万语终觉词不达意，往事难寻，而来日之路光明灿烂。

尚德敏学 唯实惟新

