

机械设备造型设计的结构性分析

刘靛静, 马彧

(天津工业大学, 天津 300387)

摘要: **目的** 针对机械装备造型设计而言, 产品的结构方式促成产品造型设计, 产品的结构性直接影响产品的品牌形象。**方法** 以机械装备造型设计流程为基础, 分析了影响造型外观的若干因素之间的关系, 产品的功能因素、人机因素、技术因素直接影响产品的结构因素, 产品的结构因素影响产品形态。并结合影响机械装备造型设计的典型结构, 分别对机械装备的壳体结构、连接结构和运动结构的形式和安装性形成的造型特点进行了分析和总结。结合实例, 建立纺织机械装备 VCRO-E 型自动络筒机的评价体系, 并对自动络筒机造型的视觉特征进行了分解, 通过对自动络筒机造型设计中的形态因素、人机因素和功能因素进行结构性分析和应用, 以验证以上方法的可行性。**结论** 产品的结构形式是机械设备造型设计过程中的关键因素, 合理的结构方式是决定机械装备造型的重要特征。

关键词: 设计因素; 造型设计; 结构因素; 典型结构

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)12-0203-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.12.038

Structural Analysis of Mechanical Equipment Modeling Design

LIU Liang-jing, MA Yu

(Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

ABSTRACT: In terms of mechanical equipment shape design, the structure of the product promotes the shape design of the product. The constitutive property directly affects the product brand image. Based on the process of mechanical equipment shape design, it analyzes the relationship between several factors that affect the appearance of the shape. The functional factors, human factors, and technical factors of the product directly affect the structural factors of the product. Structural factors of the product affect the product form. Combined with the typical structure that affects the mechanical equipment design, it analyzes and summarizes the shape features formed by the form and installation of mechanical equipment shell structure, connection structure and movement structure. The evaluation system of VCRO-E automatic winder for textile machinery and equipment is established according to the instance, and the visual features of automatic winder modeling are decomposed. Through analyzing and applying the structural factors, human factors and functional factors in automatic winder shape design, the feasibility of the above methods is verified. The structural form of the product is a key factor in the design process of the mechanical equipment. A reasonable structural method is an important feature that determines the shape of the mechanical equipment.

KEY WORDS: design elements; modeling design; structural factors; typical structure

近年来, 随着社会的发展, 人们对于各类产品不断有新的认知和需求。在满足产品功能前提下希望对其美学进行提升, 通过造型设计, 达到视觉美的享受。在造型设计过程中, 从产品的形状、颜色和质感体现

产品设计特点。功能、结构、人机等是造型设计阶段的技术指引, 然而结构设计常常被忽视, 导致设备不能达到既定的外观形态, 使产品的可行性差。对设备的造型因素进行分析, 阐述结构影响产品造型。不同

收稿日期: 2018-02-27

作者简介: 刘靛静 (1987—), 女, 内蒙古人, 天津工业大学硕士生, 主攻工业设计。

通信作者: 马彧 (1962—), 男, 江苏人, 天津工业大学教授, 主要从事中国文化设计、产品设计方面的教学与研究。

的结构形式将直接影响产品的造型,结构是形状的基础,形状是结构的不同表现形式^[1]。

1 造型设计因素分析

为了符合国际市场需求,通过造型设计提升品牌形象,通过对产品造型的设计因素进行划分,在设计过程中造型得到设计因素的支持,进而将概念设计转化为设计产品。

对于产品造型设计来说,将设计流程分成3个部分:产品分析阶段,获取并分析用户诉求信息;产品设计阶段,基于设计因素构建概念化设计方案;最终方案,将概念设计落实到技术解决方案。产品概念方案到技术图纸方案是设计的主要过程,依据设计流程进行若干因素划分,通过设计流程分析产品设计各因素间的关联性及各对应因素的关系,其流程图见图1。

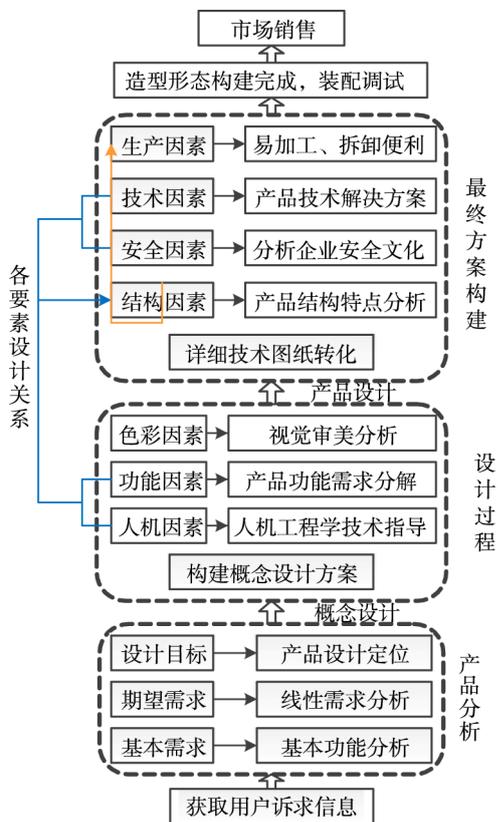


图1 基于设计流程的因素关系

Fig.1 Factor relationships based on the design process

一般来讲,产品造型设计因素分为形态因素、结构因素、功能因素、人机因素、技术因素等。其中功能因素、人机因素、技术因素(材料及加工工艺等)直接影响结构因素,结构因素作用于产品形态,而结构设计是产品尺寸、形状及组合方式的设计^[2]。简言之,功能、人机、技术影响结构,结构是造型设计的联系和纽带^[3]。

2 造型设计中典型结构分析

任何产品都有自身的结构特点,通常外观造型结构由壳(箱)体、连接机构、运动机构等组成。基于此功能,分析典型结构对产品造型的影响。

2.1 壳(箱)体

外壳和箱体的形象是标示性信息呈现的一种途径,也是造型设计的关键因素^[4],设备外观不仅局限于功能需求,在其能满足功能的前提下,良好的外观形象刺激用户深入了解其内在文化^[5]。壳体的形状、强度设计、定位安装和拆卸,都将影响外部结构的设计,因此壳体外观具有复杂多变的结构。

设备的壳体通常由壳体自身结构、壳体各部分配件组成,面板、观察窗、盖板和侧板组成壳体自身结构,壳体配件一般由按钮、把手、拉手和支脚等附件辅助完成^[3]。其结构组合具有多样化的设计特点,有助于产品形成不同的风格。不同壳体结构的空气净化器设计见图2,相同功能的产品运用不同壳体组合方式则造型不同。

2.2 连接结构

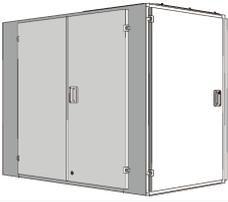
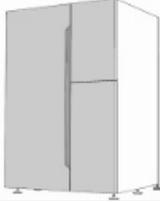
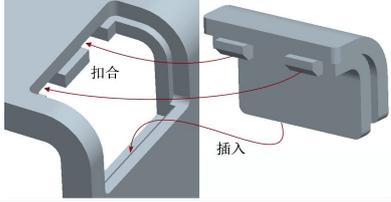
设备通常由许多部件连接件组成,使功能部件以各种方式连接在一起,以形成整体并实现产品造型功能。不同的连接结构承载不同的功能,从设计师角度来看,连接结构直接关系的产品外形,它通常由框架、部件间连接件组成。框架的形状基本决定壳体造型,作为支撑并连接壳体的重要组成部分,连接件决定装配顺序,不同的安装顺序,结构布局不同,形成的外观也具有差异性。常用设备连接方式比较见表1,设计师在运用连接结构时使外部结构具有更大的灵活性,更易成为结构创新的源泉。



图2 不同壳体结构的空气净化器设计

Fig.2 Design of air purifier with different shell structures

表 1 常用设备连接方式比较
Tab.1 Comparison of common connection methods

	方式1	方式2	方式3	方式4
图示				
安装性	铰链连接，部件置于柜体前侧	轴式铰链连接，柜体与外部件同一平面	内铰链连接主体骨架，组装灵活，质量稳定	卡扣结构连接，形状众多，但原理相同。将两侧位置配合扣紧
造型特点	突出线条感和层次感，易形成独特设计风格	样式固定，外观变化较小	轮廓清晰，造型设计自由度大，风格特点突出，易体现简约设计特征	造型整体统一，没有紧锁部件，线条流畅清晰，安装拆卸方便

2.3 运动结构

机械设备中的运动分为线性运动、轴式运动，部件根据一定的运动轨迹以及运动空间移动，其结构及安装具有多样性^[6]。应用不同的运动机构将给机械设备外观带来巨大变化，见表 2。

表 2 运动结构对外观的影响

Tab.2 The influence of sports structure on appearance

结构	运动方式	特点分析	造型
轴	单轴	轴线方向转动	轴向圆润、轻巧造型
	多轴	多向滚动	半包式结构，结构紧密造型简约为主。
导轨	垂直（水平）线性滑轨	导轨上运动件平行于壳体表面	全罩式钣金保护，造型简约整体
	特殊轨道	运动件沿特定轨迹行走	多采用半罩式结构，保证轨道轮廓，运动件移位性

简言之，结构设计是外观的信息传达，外观的修饰及美化是品牌形象特征的体现，用不同的结构设计可达到设计预想的外观形态，实现结构的多样性。

3 VCRO-E 自动式络筒机的实例应用

根据以上方法，对中国纺织集团 VCRO-E 自动式络筒机进行造型设计改造，通过设计过程中各因素对应关系来建立造型设计评价，分为目标层，即造型设计方案；基本层，属于造型方案领域，是用户对络筒机造型意向和解读过程；指标层，即基本层的进一步细分并描述。然后针对形态、人机、功能方面的设计特征加以提炼，见表 3。

表 3 络筒机造型评价体系

Tab.3 Appearance evaluation system of winding machine

目标层	基本层	指标层
络筒机造型设计	形态	品牌文化
		形态结构创新
	人机	操作舒适度
		安全性
功能	安装、拆卸	
		制造工艺

根据以上 3 种评价指标所示，以此为基础进行造型分析。

3.1 形态因素^[7]

依据用户需求，对络筒机造型及 VI 标识进行规范设计。产品形态体现造型特征，VI 标识规范体现产品族特性。VI 标识规范内容：颜色、型号字体、标志、铭牌、通风口结构、滤网结构、操作面板结构、把手结构等。根据规范项进行企业个性化设计。

此外，造型设计不仅仅表现风格，而且通过结构本身体现设备的设计美感，来提高设计的实用性^[8]。基于使用功能，将典型结构运用到设备中去，来确定形体轮廓。机头（方式 3）运用箱形结构采用全罩式钣金保护，内铰链连接主体框架，同时外部件运用特异结构设计，增加造型美观的设计需求。纱库（方式 1）运用内铰链连接，部分柜体外露形式，对称式结构门板设计，体现视觉稳定性，整体突出设计的层次感。另外，设计原则体现两者整体性，除设计元素相同外，设计时直线性轨道承载运动件（落筒小车和游动风机）以简洁为主，体现简洁轻巧的设计风格。底部罩板黑白双层结构设计，一方面体现结构的稳定性，另一方面解决机头及纱库造型呼应关系问题。

3.2 人机因素

为使改良后的产品合理化,面板和把手设计需以人机工程学数据支持,增强设计的易用性。

1) 操作舒适度。针对产品现状进行分析,提供更符合人机工程学的设计。例如,当机械设备高度一定时,根据人体尺寸数据,把手的安装高度选取人身高50%的位置作为设计依据,以适合不同身高的人使用^[9],改变把手的结构形式,减少设备开启时拉力操作引起的疲劳感,对把手进行合理化的结构改造,增强实用性和装饰感。人机工程学运用见图3,图3a为原产品的高度,图3b改变把手结构形状,提高人机舒适度及操作效率。

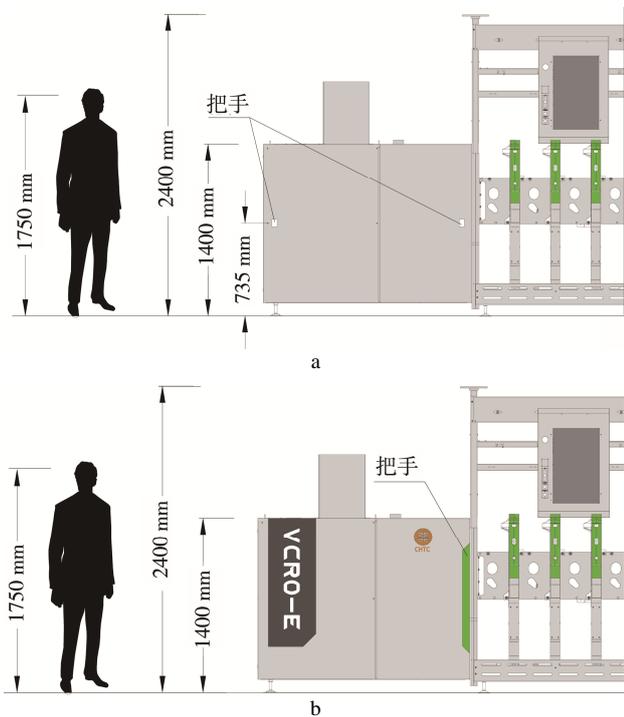


图3 人机工程学运用

Fig.3 Ergonomics application

2) 安全性。安全性是另一个重要因素,络筒机的纱库门出现多个尖角,增加使用过程中的人为伤害,通过对原设备操作习惯及使用频率的调查,并以

使用功能为前提,对设备外罩进行结构模块化分区,通过产品模块化设计,不仅可以满足用户多样化多层次的需求,而且产品设计生产周期短、产量高、成本低,具有很强的市场竞争能力^[10],见图4。

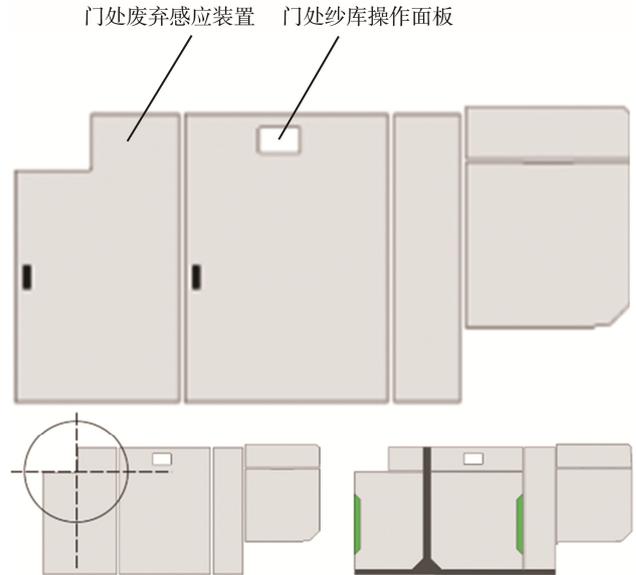


图4 安全性设计演变

Fig.4 Security, modular design evolution

图4中 a 门处为废弃感应装置, b 门为纱库操作面板,开启检修频率较少,将其整体进行功能和美学分析,门的结构形态改变,保证使用者心理安全性,且减少人力资源浪费,改变后的设计增强了整体的立体感,形成视觉冲击力更强的现代设计。

3.3 功能因素

结构设计作为造型设计与技术生产之间的桥梁,主要满足产品功能实现,使设计达到生产要求。在满足功能性基本原则的基础上进行改良设计,采用组装结构,使络筒机安装的简易性和可靠性达到标准,同时达到运输和拆卸简单的目的。

根据以上设计特点,对络筒机结构部件进行改善,将设计因素转化为结构设计图纸,并检验设计成果,最终实物见图5。



图5 最终实物效果

Fig.5 Final physical effect

此外,结合该设备展会反馈信息实际情况对络筒机进行补充和完善,并根据该企业的制造要求对棉纺产品进行后续成套设计,运用不同结构设计满足设备设计需要。

4 结语

对影响造型的若干因素以及设备的典型结构进行分析。针对设计过程若干因素之间的关系,建立络筒机造型评价体系,对形态、人机和功能 3 个方面进行分析,明确设计因素都不能脱离结构来实现,结构设计的不同形成设备外观的差异性。同时设计师对于典型结构的认识、了解以及恰当地处理结构与若干因素的联系,有助于提升产品的造型能力。

参考文献:

- [1] 刘恒丽,刘宝顺,李晓娜. 基于机制和物质特性的结构设计[J]. 应用力学与材料, 2014(20): 100—103.
LIU Heng-li, LIU Bao-shun, LI Xiao-na. Structure Design Based on Mechanism and Materials Property[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014(20): 100—103.
- [2] 许磊. 面向工业设计的产品表面处理技术的研究与应用[D]. 济南: 山东大学, 2008.
XU Lei. Research and Application of Surface Treatment Technology for Industrial Design[D]. Jinan: Shandong University, 2008.
- [3] 罗家莉. 壳体结构设计对产品造型的影响[J]. 包装工程, 2010, 31(4): 7—9.
LUO Jia-li. Effect of Shell Structure Design on Product Styling[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(4): 7—9.
- [4] 王华斌,郑建启. 产品竞争力系统性结构分析研究[J]. 机械设计, 2014(3): 97—101.
WANG Hua-bin, ZHENG Jian-qi. Research on Systematic Structure of Product Competitiveness[J]. Mechanical Design, 2014(3): 97—101.
- [5] 罗家莉. 产品结构的重要性及影响因素探析[J]. 包装工程, 2009, 30(6): 127—129.
LUO Jia-li. The Importance and Influence Factors of Product Structure Design[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(6): 127—129.
- [6] 李艳兵. 机械结构设计的方法和基本要求[J]. 黑龙江科技信息, 2007(24): 4.
LI Yan-bing. Methods and Basic Requirements of Mechanical Structure Design[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2007(24): 4.
- [7] 孙琳. 基于美学原理的石油机械设备外观设计方法[J]. 石油天然气学报, 2011(2): 158—160.
SUN Lin. Design Method of Petroleum Machinery Equipment Based on Aesthetics Principle[J]. Journal of Petroleum and Natural Gas, 2011(2): 158—160.
- [8] 王金广,禄璟. 基于适度创新设计的产品形象(PI)理论研究[J]. 机械设计, 2012(11): 97—98.
WANG Jin-guang, LU Jing. Moderate Innovation Design of Product Image Based on the Theory of (PI)[J]. Mechanical Design, 2012(11): 97—98.
- [9] 纪洁. 数控机床造型设计分析[D]. 沈阳: 东北大学, 2008.
JI Jie. Modeling Design of CNC Machine Tools[D]. Shenyang: Northeastern University, 2008.
- [10] 白晓波,王超. 产品造型设计中的结构因素分析[J]. 包装工程, 2009, 30(4): 111—112.
BAI Xiao-bo, WANG Chao. Structural Factors Analysis in Product Modeling Design[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4): 111—112.