

## 可用性工程在电动汽车造型设计中的应用研究

张家祺, 黄锦源, 代亚君, 杨冬梅

(河北工业大学, 天津 300401)

**摘要:** 将可用性工程生命周期引入电动汽车造型设计中, 并对其生命周期的各个阶段特点进行分析, 对汽车造型设计中如何应用可用性工程方法, 提高汽车外观造型的可用性程度进行了总结。最后, 结合电动汽车造型设计的变革性、特殊性以及时效性, 提出一种科学化的工作流程。

**关键词:** 可用性工程; 电动汽车; 用户

**中图分类号:** TB472   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1001-3563(2013)22-0030-03

### Research on Application of Usability Engineering in Electric Vehicle Design

ZHANG Jia-qi, HUANG Jin-yuan, DAI Ya-jun, YANG Dong-mei

(Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

**Abstract:** Through the introduction of usability engineering life cycle to the electric auto's modeling design and the characteristics analysis of different stages in its life cycle, it discussed and summarized the methods of applying usability engineering to auto appearance design to improve the usability of automotive exterior appearance. Together with the changeability, particularity and pragmativity in automotive modeling design, a scientific work process is introduced.

**Key words:** usability engineering; electric vehicle; user

电动汽车作为社会科技发展、环保意识加强的产物, 与人类未来的生产生活息息相关。随着技术的不断进步, 电动汽车的内部结构发生了本质的变化, 结构通过造型直观地呈现给用户, 造型设计将对其外观美感以及使用方式产生巨大的影响。因此, 造型设计是未来电动汽车设计必须重视而不可回避的问题, 对电动汽车的造型设计及提高其可用性的探索也会有别于传统汽车, 具有非常重要的研究意义。

### 1 引入可用性工程的设计思路

每次科学技术的进步, 设计潮流的变革都会给产品设计带来新的理念。近年来, “以用户为中心的设计”成为重要的设计主题, 其衍生出了“交互设计”、“情感化设计”、“界面设计”以及“人类因素学”等设计理论与方法。以上多种理论方法既有联系又有区别, 但它们所要解决的一个共同核心问题, 就是如何使产

品更加适合用户的使用, 如何使产品具有更高的可用性。因此, 可用性是设计的核心问题之一。可用性是一个多因素概念, 涉及到容易学习、容易使用、系统的有效性、用户满意以及把这些因素与实际使用环境联系在一起针对特定目标的评价。

电动汽车作为一种更加环保的多学科交叉产物, 世界众多汽车制造商已经给予了极大的重视。随着电机、电池、线控、差速转向等关键技术的不断进步, 由于内部机械结构发生了本质变化, 驾驶舱及驾驶方式都随之产生变化, 自内而外导致造型可变性大大增加。和传统汽车一样, 在设计过程中如何协调技术理论、生产工艺、大众审美之间的关系, 成为主要解决的理论性问题。对于用户来说, 汽车复杂的内部结构不容易透彻地理解, 最好的方法是使造型设计更加适合用户的使用, 核心目的就是给消费者带来高可用性的汽车产品。

面对汽车整车设计的复杂性, 尤其是电动汽车具备

**收稿日期:** 2013-01-22

**基金项目:** 河北省自然科学基金资助项目(E2012202133)

**作者简介:** 张家祺(1963—), 男, 天津人, 硕士, 河北工业大学副教授, 主要研究方向为工业设计。

试验阶段的多种可能性,以及电动汽车造型设计本着“以用户为中心的设计”主题,引入可用性工程理论<sup>[1]</sup>可以更加积极地协调多学科知识在电动汽车造型设计中的应用。因为,可用性工程是以提高产品可用性为目标的多学科交叉理论,综合了技术学科、心理学、工业设计、人机工程学、社会学等学科的方法,强调在产品开发过程中要紧紧围绕用户这个出发点,要有用户的积极参与,以便及时获得用户的反馈并据此反复改进设计,其核心是以用户为中心的设计方法论。它包括一整套工程过程、方法、工具和国际标准,应用于产品生命周期的各个阶段,能有效评估和提高产品可用性质量,弥补了常规开发方法无法保证可用性质量的不足。

## 2 电动汽车造型设计中的可用性探索

### 2.1 可用性工程生命周期中的设计程序

可用性工程生命周期是基于快速应用开发模型的生命周期,其提供的规范指导产品在设计阶段的研究活动。可用性工程生命周期强调以用户为中心的设计理念,对产品进行反复测试和反复设计<sup>[1]</sup>。

需求分析、设计/测试/开发和安装部署这3个阶段,在产品整个设计生命周期中是依次递进的规范工作流程,前两个阶段属于设计范畴,后一个阶段属于生产制造范畴。调查分析是生命周期的前期,主要完成设计的准备工作并提出设计目标。设计/测试/开发阶段可以分为“设计研发”、“评估测试”和“反馈调整”:设计研发是生命周期的中期,主要实现产品具体功能、结构和外观造型;评估测试和反馈调整是生命周期的后期,在此阶段要完成面向市场的产品可用性评估与测试,其重点是不断进行测试微调,完善产品设计<sup>[2]</sup>。作为设计研究,在此只对前两个阶段进行分析。

由于汽车及电动汽车造型设计基本采用逆向工程法,从模型上采集数据后进行计算机模拟分析,可以通过修改参数方便地进行反复测试和反复设计。

### 2.2 电动汽车设计中应用生命周期的预期目标

#### 2.2.1 需求分析阶段

需求分析阶段的主要任务是明确符合用户和市场要求的设计目标,着重强调需求导向性。首先要确定产品使用者,也就是目标用户及其使用习惯。

汽车,尤其是电动汽车作为新晋产品,针对用户需要进行重新调查,其包括使用方式、受众审美、用户

的行动需要、用户的认知需要、用户情景等分析。通过调研结果确定一款电动汽车造型,包括车门开启关闭方式、控制台布置、驾驶视野、电动辅助设备,使之尽可能适合受众群体的行为习惯<sup>[3-4]</sup>。

对于已有汽车造型或同种类汽车的造型进行分析,因为在满足汽车内部机械结构和相关标准技术要求的前提下,汽车造型首要体现的是一个地域的汽车文化,可以代表一个区域甚至一个国家的文化。比如美国车的肌肉感,德国车的厚重感,英国车的高贵感,日本车的轻便小巧感。当然这只是大部分车的表面直观感觉,更深层的是其车辆造型融入了当地的生产生活以及文化。现今,汽车制造业已经国际化,参与竞争的品牌众多,文化作为标新立异的符号应当充分体现在汽车造型设计上。电动汽车正处在试验阶段,具备多种造型可能性,可以利用其结构大幅变化的优势形成新的造型特点,表达未来的汽车造型文化。

伴随人机工程学、应用心理学、人类工效学等研究人和机器关系的学科发展进步,对可用性的研究可以促进各学科间相容性的挺高。因此,调查分析在用户的定位、设计目标的确定以及指导可用性工程3个阶段起到关键作用。可用性的应用工作将会更多集中在产品生命周期的前期,从设计之初就更加尊重用户。

#### 2.2.2 设计研发阶段

设计研发可以分为概念设计阶段和详细设计阶段。概念设计阶段采用并行设计、参与性设计,详细设计阶段采用整体性设计、反复设计的开发方式。

针对电动汽车由新工艺、新材料等客观技术性因素引发的造型设计变革,在设计开发之初就要着重对涉及技术性因素变化的关键点进行分析。电动机技术在轮毂上的革新、线控技术的发展、差速转向技术的完善使电动汽车内部结构发生了巨大变化,使造型的改变有了无限可能。例如,车身前部,电动汽车完全改变了发动机前置的通常布局,直接采用轮毂电机推动汽车前进,线控技术的应用简化了转向机构的机械部件,在这些技术之上的改变让设计师在汽车造型设计上有了更大的发挥空间。车身中部,因为电动汽车发动机的改变,所以电动汽车前脸仅只是对前悬结构的包裹,这是典型的微型电动汽车造型,发动机变为电动机使其缩短了前悬的距离,减少了汽车的重量同时使前悬挂变短,缩小了车体的体积,在性能上也加强了车身的通过性能和离去性能。车身后部,电动

汽车通过对发动机等机械结构的轻量化、紧凑化处理,前车身造型的缩小使得座舱空间得到了有效扩大,由于电动汽车省去了油箱,所以蓄电池系统放置相对灵活;去除了传动轴所引起的后排中座下方的突起,这都给后排座椅下部腾出了空间。

在完成客观技术性因素变化分析后,设计师应当并行提出多种电动汽车造型方案,在此并不是对产品具体的形态、功能、交互方式等作出规定,而是要为产品确立一定的标准。随后的方案讨论过程中最好的形式是邀请用户参与其中,即使由用户提出的设计方案往往是不可行的,但他们参与对现有方案的挑选提出的意见和建议通常是非常有意义的。在整体性设计阶段应该综合前两个阶段的优势部分,归纳出可行性的设计方案,功能、形态、交互方式等具体内容都应当逐渐确立下来。在整个造型设计周期中,充分利用电动汽车设计的逆向工程法,反复模拟分析采集到的数据,不断修改参数进行反复设计,可以不断提高电动汽车的设计质量。

### 2.2.3 评估测试阶段

可用性评价指标根据 ISO 9241211 国际标准,产品的可用性可以通过有效性、效率和满意度这 3 个指标来评价。其中,有效性是指用户完成特定任务和达到特定目标时所具有的正确和完整程度。效率指的是用户完成任务的正确和完整程度与所使用资源之间的比率。在相同使用环境下,用户使用效率是评定同类产品或同一产品不同版本优劣的依据之一。满意度指的是用户在使用产品过程中具有的主观满意和接受程度,它在很大程度上影响用户使用产品的动机和绩效<sup>[9]</sup>。

3 个评价指标的关系是相辅相成的,目的就是为用户提供高可用性的电动汽车造型。在此,可以吸收人机工程学的经验应用到可用性工程上。比如,提高电动汽车造型的可学习性,旨在使用户在最短时间内可以自由操作完成任务;降低错误率,减少用户对操作界面理解上的偏差,顺应用户惯性思维,并且防止用户因长时间操作导致的错误;减少思维负担,主要针对新用户和非频繁使用用户,保证直观的识别减少记忆负担;确保一致性,避免用户在界面视觉寻找所带来的疲劳感,也可以减少用户的思想负荷,而且一致性可以让用户借助自身已有的操作经验和习惯,来帮助用户更加轻松地学习使用不同的系统<sup>[9]</sup>。

电动汽车作为新型环保车型,目前其构造方法和传统汽车类似,所以造型设计评估标准的内容可与现有汽车评估相类似。涉及的有效性包括:车门开启方式、驾驶操控界面使用符号易辨认易学性更高等;效率包括:车门或舱室开启关闭动作的简化程度、电动辅助设备的智能化、由线控设备给予的反馈信息及时化等;满意度包括:舒适性、视野范围、驾驶疲劳度等。电动汽车效果见图 1。

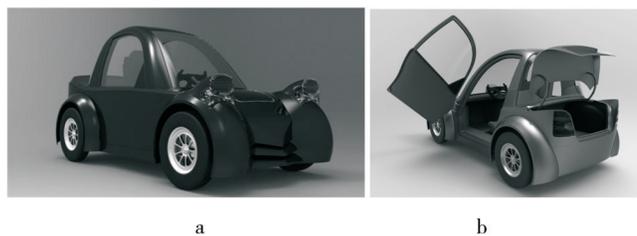


图 1 电动汽车效果

Fig.1 Electric vehicle effects picture

### 2.2.4 反馈调整阶段

在反馈调整过程中要重点确定调整目标、确定被调量和确定操作量。调整目标根据设计之初的产品定位得来,根据电动汽车造型评估数据深化可用性程度,进一步明确目标,确定被调量和操作量直接关系到用户使用过程操作程序的复杂程度、认知度的高低程度。

由于电动汽车出现的时间相对较短,可借鉴车型不多,所以在其评估之后,及时收集可用性数据,作出进一步的可用性评估,同时也为原型车造型改进或新一代产品打下基础。

## 3 结语

在电动汽车造型设计过程中引入可用性工程,通过对可用性工程生命周期中需求分析、设计/测试/开发这 2 个阶段的分析把握,能有效协调电动汽车因客观技术性变化所引发的造型变化,减小改变对用户造成的冲击,有助于预估产品使用的宜人性,减少故障,改善安全性,节约成本,提高用户满意度。随着可用性研究水平的提高,可用性工作逐渐由主要集中于产品生命周期的中、后期转向前期。电动汽车作为具有环保理念的未來性产品备受期待,如何使造型设计更加适合用户的使用并提高驾驶安全和乐趣,是未来电

(下转第 55 页)

手抓群众体育,一手抓竞技体育,让体育运动器材不仅坚实、耐用、经济,而且成为生活中形式美的重要组成部分,甚至发挥其审美示范的效应。

## 5 结语

体育作为一种社会现象,运动员在体育比赛中表现出的高超艺术,是体育运动中美的体现,它像一幅幅流动的画面,给人以美的享受<sup>[8]</sup>。作为现代工业产品之一的体育运动器材,更应与时俱进,顺应体育运动给人们传递审美的需求,同时它也是现代科技与经济、文化高度融合的体现。科技的进步为体育运动器材的革新提供了保障,大众审美水平的提高为体育运动器材的发展带来了动力。只要坚持国家和社会共同兴办体育事业的方针,走社会化、产业化的道路,就能真正实现体育运动器材的跨越式大发展。

### 参考文献:

- [1] 张秀波.体育器材概论[M].北京:北京体育大学出版社,2008.  
ZHANG Xiu-bo.Sports Equipment Introduction[M].Beijing: Beijing Sport University Press,2008.
- [2] 李乐山.工业设计心理学[M].北京:高等教育出版社,2004.  
LI Le-shan.Industrial Design Psychology[M].Beijing: Higher Education Press,2004.

(上接第32页)

动汽车可用性研究的重点。

### 参考文献:

- [1] NIELSEN J.可用性工程[M].刘正捷,译.北京:机械工业出版社,2004.  
NIELSEN J.Usability Engineering[M].LIU Zheng-jie, Translate.Beijing: China Machine Press,2004.
- [2] POLONA V. Usability Engineering: Process, Products and Examples[J].Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(4): 854—855.
- [3] 张慧妹,王婧菁,张宇,等.基于工业设计的节能环保汽车设计与研究[J].包装工程,2011,32(4):111—113.  
ZHANG Hui-shu, WANG Jing-jing, ZHANG Yu, et al. Design and Research on Clean-running Vehicles Based on Industrial Design[J].Packaging Engineering, 2011, 32(4): 111—113.

- [3] 谢永当.工业车辆造型设计研究[M].合肥:合肥工业大学,2010.  
XIE Yong-dang.Research on Vehicle Design Industry[M].Hefei:Hefei University of Technology,2010.
- [4] 王大中,蔡猛.乒乓球文化·技术与传播[M].北京:北京广播学院出版社,2004.  
WANG Da-zhong, CAI Meng.Table Tennis Culture, Technology and Communication[M].Beijing: Beijing Broadcasting Institute Press,2004.
- [5] 魏长增,张品.工业设计与产品语义学[J].包装工程,2003,24(2):81—83.  
WEI Chang-zeng, ZHANG Pin.Industrial Design and Product Semantics[J].Packaging Engineering, 2003, 24(2): 81—83.
- [6] 高锐涛,曹玉华,张小开.当代工业设计中材料角色的转变[J].包装工程,2006,27(6):315—317.  
GAO Rui-tao, CAO Yu-hua, ZHANG Xiao-kai.Role of the Contemporary Transformation of Materials in Industrial Design [J].Packaging Engineering, 2006, 27(6): 315—317.
- [7] 高增霞,梁金辉.关于体育运动中诸多美学问题的思考[J].首都体育学院学报,2006,18(4):123—125.  
GAO Zeng-xia, LIANG Jin-hui.Thinking about the Many Aesthetic Problems in Sports[J].Journal of Capital Institute of Physical Education, 2006, 18(4): 123—125.
- [8] 马建伟.浅谈体育运动与审美[J].成功·教育,2007(2).(余不详)  
MA Jian-wei.Discussion on Sports and Aesthetic[J].Success · Education, 2007(2).

- [4] 王蓉.面向用户感知的产品设计可用性研究[J].机械,2012,39(9):46—49.  
WANG Rong.Study of the Availability of Product Design Based on Users Perception[J].Machinery, 2012, 39(9): 46—49.
- [5] 曾栋,陈亚明.基于可用性的产品外观设计评价系统研究[J].包装工程,2008,29(1):137—139.  
ZENG Dong, CHEN Ya-ming.Research on Product Appearance Evaluation System Based on Usability[J].Packaging Engineering, 2008, 29(1): 137—139.
- [6] 任工昌,陈健.可用性工程学在人机界面中的应用研究[J].机电产品开发与创新,2013,26(1):17—19.  
REN Gong-Chang, CHEN Jian.Research on the Application of Usability Engineering in Human-machine Interaction[J].Development&Innovation of Machinery&Electrical Products, 2013, 26(1): 17—19.