

# 基于 D4S 理论的穿戴式汽车维修工具灯设计研究

于东玖, 张继发, 曾丽娣, 陆济利  
(广东工业大学, 广州 510090)

**摘要:** **目的** 为了提高汽车维修工具灯的使用性品质, 解决汽车维修过程中的不便问题。**方法** 分析问题并结合 D4S 中产品使用性以及技术志向先行设计策略, 从维修工具灯的使用体验、人机工学、可穿戴、LED 应用等层面提高汽车维修工具灯的使用性能, 进行概念设计的初步探索。**结论** 通过可持续设计理论指导下的评估体系考量汽车维修工具灯概念设计能够得出穿戴式汽车维修工具灯的设计方案, 能有效解决汽车维修过程中光线不足的问题。

**关键词:** D4S; 可穿戴; 汽修工具灯

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)16-0087-04

## Design of Wearable Tool Light for Auto Repair Based on D4S Theory

YU Dong-jiu, ZHANG Ji-fa, ZENG Li-di, LU Ji-li  
(Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

**ABSTRACT:** In order to improve the quality of the auto repair tool-light and solve the problems occurred in the vehicle maintenance process. By analysis of the problems, integrated with product usability design strategy and technological ambition priority design strategy in D4S(Design for Sustainability)theory, from the experience of using repair tool-light, ergonomics, wearable, LED application levels, this improved the usability of the auto repair tool-light and preliminary explored the conceptual design of it. Via the evaluating system guided by D4S theory, this examine the conceptual design and obtain the blue print of wearable auto repair tool-light, which effectively solute the problem of vehicle maintenance and repair process in low light.

**KEY WORDS:** D4S; wearable; auto repair tool-light

近年来, 我国汽车保有量的逐年增长以及汽车物流业和滴滴、Uber 等打车行业的发展, 加大了城市汽车的使用量, 这无疑使汽车维修保养市场扩大, 汽车维修工具的使用频率也逐渐增多。现如今, 汽车的科技含量越来越高, 构造也越来越精密, 这对汽车维修企业的服务质量要求也越来越高<sup>[1]</sup>。但在追求维修效率的同时, 人们发现汽车在维修或保养过程中使用的工具仍有各种不人性化的设计, 与可持续设计所提倡的产品品质相悖, 比如汽车维修过程中光照不足, 因此人们决定探究可穿戴设备的技术和应用, 结合可持续设计的方法和策略, 重新定义汽车维修工具灯的操作方式, 从维修工具灯的使用体验、人机工学、可穿戴、

LED 技术应用等层面提高工具的使用性。

### 1 应用于汽修工具灯的 D4S 理论

可持续设计简称 D4S, 是指从经济、环境和社会 3 个层面<sup>[2]</sup>控制产品的品质, 使产品或服务可持续地引导或满足消费需求。本项目主要通过可持续设计理论<sup>[3]</sup>中的产品使用性设计策略和技术志向的先行设计策略来引导汽车维修工具灯的设计。其中产品使用性设计<sup>[4]</sup>策略包括符合使用行为、模块化设计、产品功能可转换、多功能设计、使用形态可变化、感性工学<sup>[5]</sup>、符合认知习惯、人性化的人机工学<sup>[6]</sup>, 它

收稿日期: 2016-04-06

基金项目: 2013 年度教育部人文社会科学规划基金项目 (13YJAZH121); 2014 年国家级大学生创新创业训练项目 (201411845041)

作者简介: 于东玖 (1972—), 男, 安徽人, 博士, 广东工业大学副教授、硕士生导师, 主要研究方向为可持续设计。

以用户使用为研究重心，挖掘、满足用户使用汽修工具灯的期望和需求，以此提高产品的可靠性和耐用性、延长产品生命周期、增强产品使用体验，并以 8 个设计策略为要点建立了战略轮模型来引导和评估汽车维修工具灯的设计。另外技术志向的先行设计策略也为本项目提供了轻量化和可穿戴的理论依据。轻量化主要指在满足产品使用性的前提下，通过减少材料使用量来实现环保并为可穿戴的实现提供有力条件。可穿戴<sup>[7]</sup>使产品与人无限接近，使产品更人性化，使新技术更贴近人的生活。基于可持续的设计策略进行的可穿戴式汽车维修工具灯的创新设计，从工具灯的有用性、可用性、易用性和好用性等层面提高了其使用品质和体验。

## 2 研究步骤和方法

主要研究步骤见图 1，主要分为 4 个步骤。前期调研通过用户体验的研究方法<sup>[7]</sup>，如用户访谈和用户观察法，通过倾听用户在维修车辆过程中面临的问题和痛点，以及观察用户在实际维修任务中的典型行为，查找用户在使用汽车维修工具灯时的需求点，并且通过书籍和网络文献进行数据资料收集补充。针对前期调研发现的问题，对汽车维修工具灯进行功能分析，根据前期研究数据得出的需求点，分析产品的预定功能、理清产品的功能结构，将功能和与之相关的各个零部件相联系。该过程有助于人们在后面的概念设计中获得新的设计创意以及实现具体特定的功能。



图 1 主要研究步骤  
Fig.1 Main research steps

在可持续设计理念的产品使用性设计策略引导下，根据具体实现的特定功能和结构，通过手绘和建模渲染来提出概念设计。以可持续设计理念中的产品使用性设计策略为依据的<sup>[8-9]</sup>，以可视化的形式评估最终的概念设计。

## 3 汽车维修工具灯前期调研及问题分析

### 3.1 前期现场调研

首先要对维修人员检查车头发动机、变速箱、

冷凝箱、水箱、更换轮胎以及检查车底盘等典型操作进行调查，在 3 家 4S 店维修间和 4 家汽车维修店观察和记录维修检查操作的情景，典型操作情景见图 2，在现场与维修人员做简单的可用性测试，倾听他们的想法，达到协同设计<sup>[10]</sup>的要求，并进行问卷调查。该前期调研问卷从符合使用行为、模块化设计、产品功能可转换、多功能设计、使用形态可变化、感性工学、符合认知习惯、人机工学的角度，从 1~5 的自然数评估了现有的汽车维修工具灯。



图 2 典型操作情景  
Fig.2 Typical operation scenario

通过访谈、观察和问卷调查得出汽车维修过程存在的 3 个主要问题点，其中经过统计分析得 51.4% 的用户出现问题一，使用不人性化，在维修车头和车底且照明不良的情况时，不但要使用扳手、螺丝刀等维修工具，还要另外手持照明工具，或者需要另外一名工人协助手持照明工具，不易配合，而且一般维修时用于照明的手电筒较重，造成手持手电筒者肌肉酸痛，导致工作的效率较低；29.2% 的用户出现问题二，使用不灵便，形态较大较长，在一些结构复杂的部位无法灵活地改变光线角度照明；12.5% 的用户出现问题三，现有的维修照明工具不实用，不易于与其他维修工具配合使用以及 6.9% 的用户出现其他问题，问题图表见图 3。

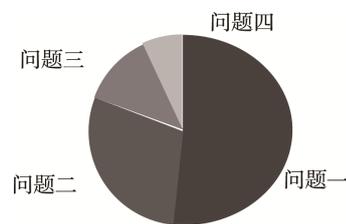


图 3 问题图表  
Fig.3 Problem chart

### 3.2 问题分析和解决策略

问题分析主要是针对前期调研得出的问题点进

行分析推断，得出汽车维修工具灯更应该是小型轻便的、可灵活调节光线角度的、易于与其他维修工配合使用的、持久耐用的。结合可持续设计的产品使用性设计策略发现，要符合用户的使用行为习惯，避免使用工具时产生其他不便；要引用模块化设计；要根据使用情况考虑产品功能转换；要运用多功能设计来提高产品使用价值；追求使用形态可变化，适应产品使用场景；联系感性工学，关怀用户使用情感；符合认知习惯，提高产品易用性；从人机工学的角度确保产品的可用性，从而对汽车维修工具灯的设计进行功能分析和引导。穿戴式的汽车维修

工具灯更符合使用行为和人机工程学原理，更能提高汽车维修工具灯的使用性。

## 4 汽车维修工具灯案例设计

### 4.1 概念描述

通过前期调查、问题分析和可持续设计策略的理论指导，使产品具有可穿戴、45°斜面旋转结构调节光线角度、LED 技术的具体特征，实施汽车维修工具灯的方案设计，其概念思维见图 4。

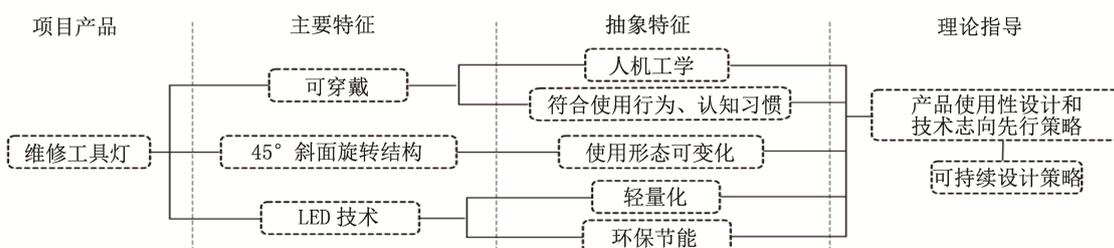


图 4 概念思维  
Fig.4 Conceptual mind

### 4.2 方案展示

根据前期调研和功能分析得出的问题和解决策略，通过犀牛软件建模和 Keyshot 软件渲染，得出的方案效果见图 5。可穿戴式汽车维修工具灯包括可套穿于手指的指环、与指环侧面固定连接的灯座、通过斜面与灯座可旋转对接的灯头。灯头的旋转轴垂直于其对接斜面，旋转角度至少为 180°。工具灯通过指环套接于手指无需手持，亦可套接在其他如螺丝刀灯圆柱装的维修工具上使用。灯头与灯座斜面对接成一定角度，沿旋转轴旋转，灯头的照明方向翻转一定角度，从手指方向改变为手指侧方向进行照明，灵活改变照明的方向，避免手腕过度弯曲，从手指侧方进行照明，其使用情景见图 6。根据国标的中国成年人人体尺寸<sup>[11]</sup>中 18~60 岁男性的 P50 值，对中食指远位指关节宽度和食指长度，进行可穿戴式工具灯指环的设计。



图 5 方案效果

Fig.5 Project effect diagram

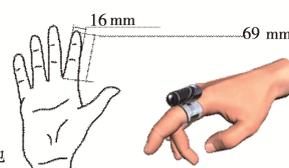


图 6 使用情景

Fig.6 Usage scenario diagram

### 4.3 方案评估

在方案评估中，再次回到现场，让维修人员使用穿戴式维修工具灯进行维修工作，并通过访谈、观察和 50 份有效问卷调查来进行评估。评估角度包括操作方便性等符合使用行为特性、可拆卸和可组装的模块化设计方式、产品功能可转换性、多功能

设计特征、适应不同的使用方式的可变化形态特征、关怀用户使用情感的感性工学理论特征、符合用户认知习惯的特征、人机工学形态规范<sup>[12]</sup>，基于产品使用性设计策略的战略轮见图 7。通过战略轮来对比传统维修使用的灯具和可穿戴式维修工具灯，发现后者更符合可持续设计理念的产品使用性设计标准。从使用者角度来说，穿戴式汽车维修工具灯给维修人员带来了更多方便，解决了汽车维修环境照明不良问题，同时减轻了人力负担，让维修人员能更全身心地投入到工作中；从行业的角度来说，可穿戴式维修工具灯运用的新设计和新技术更符合使用行为和人机工学，提高了维修人员的工作效率，减少了汽车维修过程中的差错和不方便，体现了企业的品牌专业性和对员工的人性化关怀；从市场的角度来说，国内的汽车维修市场需求庞大而且在不断增长，可穿戴式维修工具灯不但顺应市场，而且解决

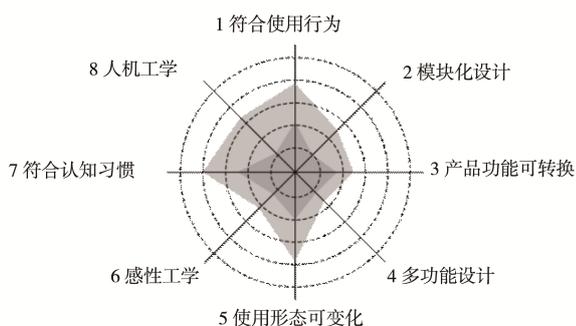


图7 基于产品使用性设计策略的战略轮

Fig.7 Strategy wheel based on product usability design strategy

了具体的汽车维修问题,将来必受到市场的热捧;从环境的角度来说,人们设计的可穿戴工具灯的使用材料是ABS环保材料,使用的技术也是节能环保的LED,这让工具更具可持续性,也为保护环境出了力。

## 5 结语

通过可持续设计策略的研究引导的穿戴式汽车维修工具灯设计获得了一定成果。穿戴式汽车维修工具灯为汽车维修人员提供了更多便利,这里采用的D4S可持续设计中的产品使用性以及技术志向先行设计策略,使汽车维修工具灯更符合维修人员的使用行为习惯,提高了产品的易用性和耐用性,使使用灵活轻便,巧妙地解决了汽车维修光线不足问题。D4S可持续设计策略在汽车维修产品再设计中起到了核心的指导作用,可持续也成为了评价汽车维修工具的重要标准。

### 参考文献:

- [1] 张夏爽. 汽车维修行业的发展现状及对策[J]. 技术与市场, 2016(1): 162—163.  
ZHANG Xia-shuang. Development Status and Countermeasures of Auto Maintenance Industry[J]. Echnology and Market, 2016(1): 162—163.
- [2] ROSEN M. Sustainable Manufacturing and Design: Concepts, Practices and Needs[J]. Sustainability, 2012(4): 154

- 174.
- [3] 代尔夫特理工大学工业设计工程学院. 代尔夫特设计指南[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014.  
School of Industrial Design and Engineering in Delft University of Technology. Delft Design Guide[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2014.
- [4] SHEDROFF N. 设计反思: 可持续设计策略与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.  
SHEDROFF N. Reflection of Design: Sustainable Design Strategies and Practices[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2011.
- [5] 杨超翔, 刘森, 章彰. 基于感性工学的 OLED 灯具设计评价方法研究[J]. 设计, 2014(6): 115—118.  
YANG Chao-xiang, LIU Miao, ZHANG Zhang. Research on Evaluation Method of OLED Lighting Design Based on Kansei Engineering[J]. Design, 2014(6): 115—118.
- [6] 秦悦. 产品人性化设计中的人机工程学[J]. 现代营销, 2011(5): 168—169.  
QIN Yue. Human Computer Engineering in Humanized Design of Products[J]. Marketing Management Review, 2011(5): 168—169.
- [7] 李唯婷, 陈净莲. 工业产品的用户体验设计[J]. 艺术教育, 2016(1): 222.  
LI Wei-ting, CHEN Jing-lian. User Experience Design of Industrial Product[J]. Art Education, 2016(1): 222.
- [8] 于东玖, 凡荣. 基于 D4S 理论的竹材家具设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(8): 66—69.  
YU Dong-jiu, FAN Rong. The Bamboo Furniture Design Based on D4S Theory[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(8): 66—69.
- [9] 湘衡. Axo Light 2014 灯饰新产品[J]. 家具与室内装饰, 2014(1): 104—107.  
XIANG Heng. Axo Light 2014 New Lamps[J]. Furniture & Interior Design, 2014(1): 104—107.
- [10] ANNE C. 可持续设计变革[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 2012.  
ANNE C. Design for Sustainable Change[M]. Changsha: Hunan University Press, 2012.
- [11] GB/T 10000-1988, 中国成年人人体尺寸[S].  
GB/T 10000-1988, Human Dimensions of Chinese Adults[S].
- [12] 方舟. 2015 欧洲灯光展剪影——来自意大利米兰国际家具展的报道[J]. 家具与室内装饰, 2015(5): 64—67.  
FANG Zhou. 2015 European Lighting Exhibition Silhouette: Reports from Milan, Italy International Furniture Exhibition[J]. Furniture & Interior Design, 2015(5): 64—67.