

情境视角下就地热再生车辆产品设计策略

翁超, 巩淼森, 梁峭

(江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 针对就地热再生车辆商品化程度低、功能构建不合理等问题, 从情境意识出发, 探究情境视角下就地热再生车辆的创新设计策略。**方法** 引入情境意识理论, 对就地热再生车辆特征与问题进行分析, 结合智能控制技术、人机交互研究与用户体验研究发展趋势, 从设备转运、工程作业、用户操作、设备养护四个方面构建了就地热再生车辆的情境模型, 并从完善功能结构、优化内外饰设计、提升人机舒适性、注重用户体验的角度提出基于上述情境要素的产品设计策略。**结论** 情境意识理论的应用有助于设计者打破“功能第一”的思维局限, 从更加系统、全面的视角把握设计需求, 优化产品开发流程, 最终实现产品功能完善、用户体验良好的目标。

关键词: 情境理论; 情境意识; 工程装备车辆; 就地热再生; 设计策略; 用户体验

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)02-0129-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.02.020

Design Strategies of In-place Hot Recycling Vehicle Based on Situational Factors

WENG Chao, GONG Miao-sen, LIANG Qiao

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: Aiming at the problems of low commercialization and irrational function construction of in-place hot recycling vehicles, the work aims to explore the innovative design strategies of in-place hot recycling vehicles based on situational factors from situational awareness. The theory of situational awareness was introduced and the characteristics and problems of in-place hot recycling vehicles were analyzed. Combined with the trend of intelligent control technology, human-computer interaction research and user experience research, the situational model of in-place hot recycling vehicles was constructed from four aspects: equipment transport, engineering operation, user operation and equipment maintenance. And the product design strategy based on the above situational factors was proposed from the perspective of improving functional structure, optimizing interior and exterior decoration design, improving human-computer interaction and paying attention to user experience. The application of situational awareness theory helps designers break the thinking limit of “function first” and grasp the design requirements from a more systematic and comprehensive perspective, optimize the product development process, and finally achieve the goal of perfect product functions and good user experience.

KEY WORDS: situational theory; situational awareness; engineering vehicle; in-place hot recycling; design strategy; user experience

就地热再生车辆作为沥青路面养护的重要工具, 具有能耗低、效率高等特点, 是过去乡镇企业、修理厂和道班工人革新自制的产品, 虽在推动机械化养路

方面作出巨大贡献, 但其通用化、标准化与系列化程度不高^[1], 产品设计策略与研究方法模糊, 制约了进一步发展。在工业设计领域, 情境视角作为了解用户

收稿日期: 2020-10-01

基金项目: 2019年江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX19_1871); 教育部人文社科研究青年基金项目(19YJC760054)

作者简介: 翁超(1995—), 男, 江苏人, 江南大学硕士生, 主攻产品设计与用户体验设计。

通信作者: 巩淼森(1978—), 男, 浙江人, 博士, 江南大学副教授, 主要研究方向为战略性可持续设计、服务设计和社会创新。

目标,挖掘产品设计需求的重要因素,有助于设计师更加趋近产品使用情境,发展出合理的设计方案。因此,研究并建立就地热再生车辆的情境模型,从系统设计的层面重新审视各情境要素之间的关系,分析能够介入的设计机会并形成创新设计策略成为必要。

1 情境视角的设计内涵

谭浩等人^[2]率先将情境观引入设计实践活动,提出“设计情境”的概念,认为设计情境不仅包含与设计直接相关的知识,而且将一些难以直接表达的知识通过案例情境进行表达。罗仕鉴等人^[3]进一步探讨了情境在产品设计中的作用,指出产品设计情境是产品设计过程中可能发生的设计环境的总和。本文使用的“情境视角”概念接近上述学者的理论,与情境感知、情境创建等理论具有显著区别。情境视角,是将目光聚焦于人、物、社会、自然等组成的大环境系统,不仅关注产品的本体要素,还关注与产品有关的周边要素^[4]。设计师在面对系统性强、复杂度高、动态特征明显的设计对象时,透过情境视角研究人—物—环境之间的关系状态,有助于挖掘全面而可靠的设计需求,从而指导概念设计的发展。

就过程而言,情境视角下的设计过程强调情境要素在设计流程中由浅入深、由粗到细、由表及里的影响,可以分为四个阶段,见图1。过程代表着情境意识不断地内化与深化,从初期情境意识介入以帮助确定设计方向,到情境驱动以指导具体的设计工作。

2 就地热再生车辆产品现状

就地热再生是一种通过车辆编组对沥青路面进行加热、耙松、复拌与摊铺处理,实现路面修复与养护的技术。目前国内外拥有完整产品线的企业共十余家,包括德国维特根、芬兰卡罗泰康、加拿大Ecopave、马泰克及国内南京英达、江苏奥新、鞍山森远等。各品牌产品在作业原理上基本保持一致,但在商品化程度与技术成熟度方面具有明显差异,见图2。国内就

地热再生车辆商品化与技术成熟度不足的问题,一方面是由产品自身特点导致的,另一方面也与产品开发过程中理论指导的缺乏有关。

就地热再生车辆的特点可归结为四个方面:(1)产品体量大、价值高,属于重资产设备;(2)迭代周期长,企业多采用局部优化的方式实现功能升级;(3)产品研发过程片面强调“功能实现”,忽视人机交互与用户体验问题;(4)“人本主义”设计思想在该产品中应用程度低。

现如今国内产品虽在技术层面已完成一定积累,能总体实现路面养护工作的需要,但在市场竞争中仍受到自身劣势的威胁,主要表现为:(1)功能构建不合理,产品在设计过程中片面强调“功能第一”,且迭代过程随意,导致整车功能构建缺乏标准,车辆系统兼容性差;(2)车辆空间布局混乱,操作人员行为动线交叉,工作效率下降;(3)设备商品化程度低,国内产品在内外饰设计、产品价值优化、标准化与系列化方面不足,竞争力受限;(4)情境适应能力不足,现有产品设备缺乏应对高纬、高寒、高热等极端工况的能力,可靠性不足;(5)缺乏用户体验方面的设计思考,产品设备缺少高温保护、噪声防护、人机工程、操作安全、操作效率等方面的研究与设计。

3 情境模型构建与优化设计分析

3.1 就地热再生车辆情境模型的构建

产品设计情境是指在产品设计过程中可能发生的设计环境的总和^[3]。就地热再生车辆的情境包含用户情境与设备情境,见图3。前者又进一步分为车上情境与车下情境,表现为操作人员在车上与车下进行设备操作时“人—物”的总和,研究的是操作者与设备之间的动态关系与用户需求;设备情境主要指设备整体在作业过程中面对的“物—环境”的总和,研究的是设备在不同工作情境下由于环境变化带来的对设备功能的要求。

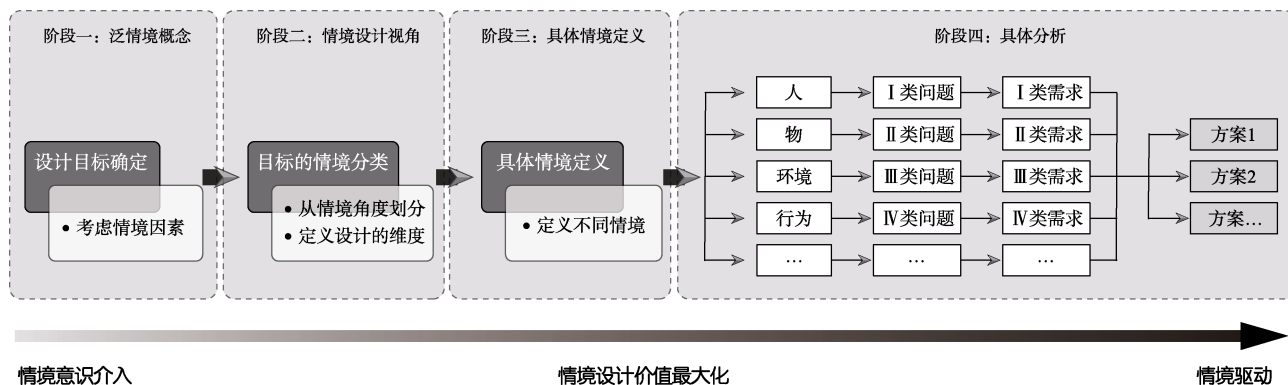


图1 情境视角下产品设计过程示意

Fig.1 Schematic diagram of product design process from a situational perspective



图 2 国内外就地热再生车辆对比分析

Fig.2 Comparative analysis of domestic and foreign thermal regenerative vehicles

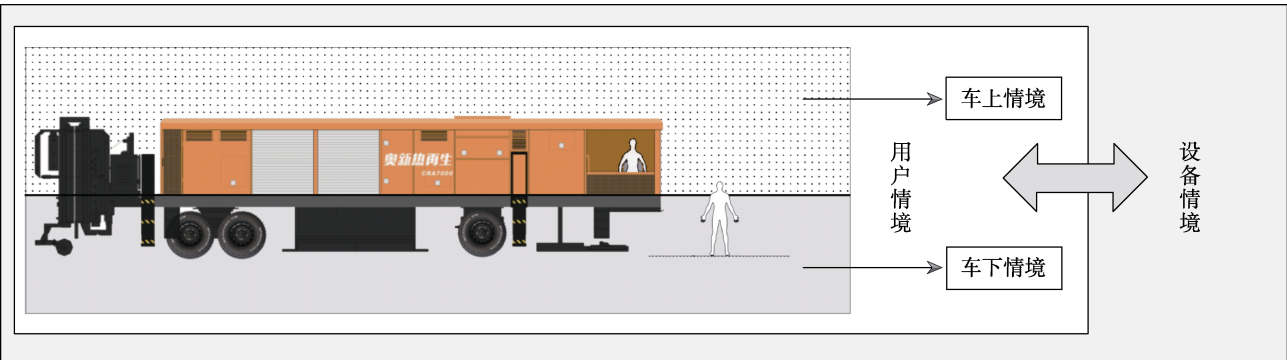


图 3 就地热再生车辆情境示意

Fig.3 Scenario of in-place hot recycling vehicle

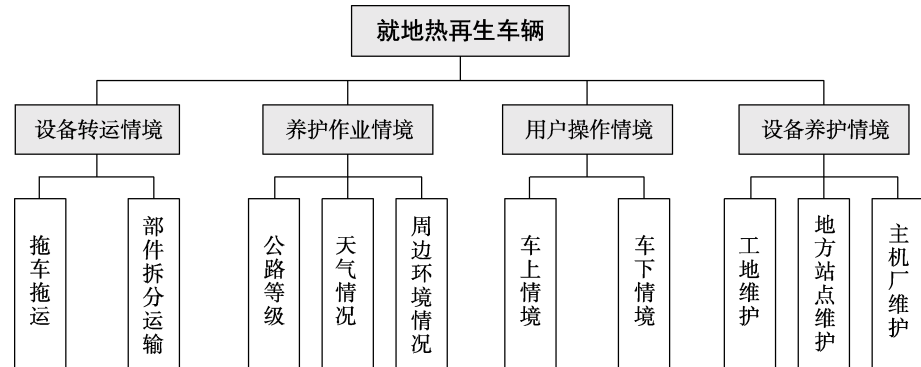


图 4 就地热再生车辆情境模型

Fig.4 Scenario model of in-place hot recycling vehicle

通过对现场施工情况以及操作人员的长期跟踪调查发现,就地热再生车辆的设备情境可以总结为四种(见图 4):(1)设备转运情境,热再生车辆自身不具备长途奔袭的能力,需借助重型拖车转运至施工现场;(2)养护作业情境,就地热再生车辆主要的工

作情境为高速公路、国省干线以及市政道路等沥青铺装路面,不同情境下车流量、车速、物资供应条件的差异对设备作业有直接影响;(3)用户操作情境,热再生车辆为多功能复合型产品,一车多人,工作职能有明确区分且与活动区域对应;(4)设备养护情境,

热再生车辆的出勤率呈现周期变化，每年除春夏秋 9 个月集中工作外，其余时间多在主机厂维修保养，该情境具有特殊性。

3.2 就地热再生车辆的优化设计分析

基于前文建立的热再生车辆情境模型，使用产品设计研究方法，分析归纳了热再生车辆在四种典型情境下，不同相关者与各要素之间的交互关系，见表 1，得出就地热再生车辆的五个设计优化方向：整车总体布置优化、车辆与车辆编组的智能化发展、商品化诉求下整车内外饰的设计优化、整车人机交互优化以及整车用户体验设计研究与优化。

4 就地热再生车辆产品设计策略

4.1 营造符合设备情境的整车内外饰

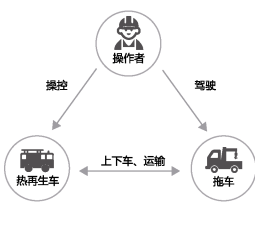
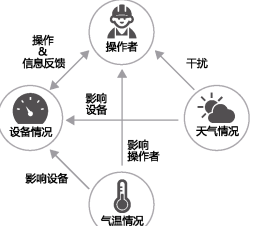
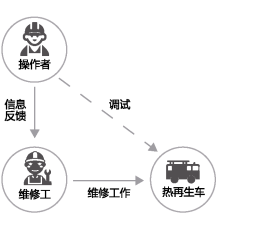
车辆内外饰设计水平是整车商品化的直接体现，影响产品在市场中的竞争力。产品的表现形式，如质量水平、式样、造型、商标及包装等是能够让消费者直接感知的部分。美观的外造型设计与符合人机工程的内饰设计能给整体产品带来极高的附加值^[5]。就地热再生车辆的内外饰设计应对四个情境中环境、技术、行为与文化等要素作出回应。

外造型方面，针对产品复杂的技术特征与恶劣的工作环境，可以通过覆盖件整合与色彩对比调和的方

式，弱化结构件外露带来的“无序感”；对加热、刨铣、摊铺等直接与沥青材料接触的部件，应使用深色耐高温涂料进行喷涂，塑造秩序感。2019 年江苏奥新在二期设备改造中，见图 5，将车辆编组的功能部件由早期银白色涂装变更为灰黑色，并重新整合覆盖件，在确保功能的情况下减少管线的裸露，最终提升车辆编组的整体性与统一性。需要注意的是，在进行整车涂装时尤其要注意该行业中色彩的警示性作用与民族属性^[6]，特别是在公路事业领域色彩具有特定的文化习惯，如慎重使用白色条状、黑色条状的涂装方式，避免忌讳。如在欧美文化中，白色的象征意义是高雅、纯洁，受到广泛推崇。但在东方文化中，白色却是禁忌色彩，象征死亡、凶兆和无生命的表现。西方高端装备制造品牌利勃海尔（LIEBHERR）、维特根（WIRTGEN）、海德堡来（HIDROMEK）等常使用大面积的白色来表现产品的科技感、品质感。在我国，无论是三一（SANY）、中联（ZOOMLION）还是徐工（XCMG）等装备制造品牌，普遍采用红、黄、灰、蓝、绿等色相的涂装来塑造产品形象。

内饰设计方面，主要考虑设备情境中关于人的要素，即行为要素。热再生具有复杂的用户操作情境，并且同一辆车上存在数个操作人员同时工作的情境。因此，车内饰的设计除了考虑每个操作人员独立的人机问题外，还需要从多人协同工作的任务情况、行为情况进行设计。

表 1 就地热再生车辆设计优化分析
Tab.1 Optimization analysis of in-place hot recycling vehicle design

	设备转运情境	养护作业情境	用户操作情境	设备养护情境
交互过程				
诉求	1. 操作者：车辆快速升降且过程平稳、操作简单 2. 拖车司机：避免超重、装卸快、安全 3. 业务方：运输费用低、运输安全	1. 操作者：作业简单，实时获取车辆状态信息 2. 业务方：提升作业效率、降低能耗、养护质量提升 3. 过路行人：通行安全，施工环保 4. 能源供应方：油料储存安全，更换过程迅速	1. 操作者：洞察环境，座舱封闭且能调节温度；工作效率与工作安全 2. 业务方：人身安全与工作效率保障；操作简单，员工可替换	1. 操作者：快速获取故障点，修复后自动反馈 2. 业务方：维修简单，通过耗材替换 3. 维修工：系统自检进行故障显示，耗材标准化更换
设计需求	车辆总布置合理 智能控制系统 工作路径规划 设备轻量化 组件模块化	智能化电控 状态显示 数据监测 数据分析 车队联动 能源转化率 电子安全保障	透明座舱 全景监控 内饰人机工程 智能交互系统 温控与新风 智能化电控	大数据监测 维修记录 维修反馈 产品标准制定 组件集成化

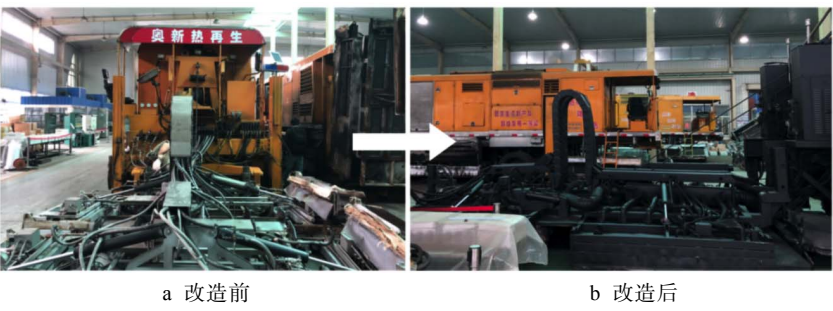


图 5 奥新加热部件涂装更改对比
Fig.5 Comparison of painting changes of Aoxin heating parts



图 6 Caterpillar 320 智能操作系统示意
Fig.6 Caterpillar 320's intelligent operating system

4.2 搭建以操作情境为基础的智能控制系统

就地热再生车辆的智能化发展是必然趋势，且具有两方面要求。一方面要求设备单体具备集监测、分析及预判于一体的智能控制能力，另一方面要求车辆编组之间形成信息交互与工作协同的能力。要从 0 到 1 构建该智能控制系统，基于对用户操作情境的解读与剖析提供了有力的抓手。

例如，Caterpillar 320 挖掘机的设计团队在构建智能操作辅助系统时，以用户操作情境为基础，梳理了车上与车下的操作任务，并收集完成每项任务所对应的肢体动作与硬件设备的动态数据，找出其中能被简化或整合的部分，最终借助先进的电液控制技术，实现了对操作动作的简化，见图 6。优化后的控制系统能将修坡、挖方等任务简化至单手操作，大大提升工作效率，降低了设备的操作难度^[7]。

在多设备间信息交互与协同工作技术研究方面，龙头企业三一集团于 2018 年公布的车辆智能协作系统，综合利用传感、探测、视觉和卫星等多信息融合手段，通过车载传感器、无人机和远程存储运算设备，对作业场地进行数据采集与任务分析，并将结果反馈至车队编组的各成员，协助进行任务调度与路线规划。实践证明，这一构建在操作情境基础上的信息交互与工作协同系统，增强了设备作业规划、行为决策与远程控制的能力，降低了用户的操作难度与操作门槛，进一步扩大了产品的适用情境，尤其是在应对高危作业环境与远程作业任务时。

上述案例说明从设备操作情境入手，对于设计师

快速把握就地热再生车辆智能系统的设计要点有显著帮助，最终有助于进一步降低设备的操作难度、扩展设备的使用场景。

4.3 构建符合多情境分类的车辆总布置

车辆总布置是实现功能目标，进行整车设计开发的基础。总布置设计是基于整车目标进行不断优化设计的过程，在此过程中需要在空间需求、人机工程以及整车性能指标之间进行协调设计，寻求最优布置方案并兼顾零部件技术可行性^[8]。就地热再生车辆虽然技术属性突出，但显然不是“唯技术驱动”的，设备具体的工作情境才是技术应用的归宿。在产品尚未形成相对稳定的总布置模式时，对使用情境的系统分析有助于提升设计的全面性与可靠性，国内一举成名的某型 8×8 全地形车是情境推动设计发展的典型案例。设计团队首先在野外任务中产生了某种穿越山地、丛林、岸滩、泥泞等特殊复杂地域的轻型高机动车辆的需求，系统梳理了车辆数十种使用情境后，确定了总体设计要求，形成相应的技术标准，并引入履带车相关技术要素，针对变速与转向系统进行技术创新，最终形成结构新颖、布置合理、功能强大的车辆平台。

国内就地热再生车辆面对的同样是多变的工作情境。在车辆总布置模式确定之前，应分析在设备转运、养护作业、用户操作与设备养护四种典型情境下，“环境”对车辆整体尺寸、整车质量、机械性能、力学性能等方面的要求，以及“人”在车辆功能布局、空间设计、人机舒适性与安全性等方面的需求，最终在上述耦合性问题中寻求最优布置方案。

4.4 优化用户情境主导的人机交互问题

人机交互设计决定工程机械的可用性、易用性和友好性,是产生良好用户体验的基础^[9],真实的用户情境则是发现核心人机交互问题的重要来源。伴随信息技术和智能科技在工程机械中的应用,工程机械的驾驶空间、人机界面、车机操作系统共同构成复杂的人机交互系统,并呈现出软硬件结合的交互趋势^[10]。对于热再生车辆人机交互的“硬件”,需要研究车上用户情境中“人”的行为以及天气、气温、扬尘、烟气等因素对人的影响,运用人机工程学知识,将人体尺寸、运动特性等度量要素运用到空间设计与内饰设计中^[11],再通过 JACK 等工程仿真软件对驾驶员进行可视性分析、可达性分析与舒适度分析^[12]。

国内热再生车辆人机交互的软件部分尚处于空白,仅能初步实现机械运行状态的显示以及主要机械动作的操控,车辆状态的大数据监测手段尚未应用。因此从用户情境的角度,探析目前热再生车辆软件操作上的问题,重视车辆工作状态监测、阀门仪表智能控制、车辆自身与设备编组间信息交互、车辆维修状态动态监测等工作,是加强热再生车辆“软件”层面人机交互的有效途径。

4.5 构筑综合情境下“有意义”的整车体验

Nathan Shedroff 认为有意义的体验与琐碎的体验截然不同,在于强化或改变了顾客的目的感和意义。他们建立了体验矩阵,通过产品、服务、品牌、渠道等多维客户体验,有意识地唤起某些深受重视的意义^[13]。在面对消费市场时,客户对产品的认同能提高消费达成率,客户需要的是易用、好用、可靠的产品。这种综合体验评价背后,是在综合情境中有意识地关注和重视某些意义,最终借由外观、交互、功能、产品服务等方面将这些意义整体地反映出来,形成完整的体验。

就地热再生车辆的设备养护情境具有特殊性,设备养护周期长,养护成本高是一般产品不具备的。因此在设计过程中除了注重作业高效、能耗经济、功能可靠、操作舒适等意义外,更要强调设备易维护、服务伙伴关系稳固等方面的意义。如利勃海尔(LIEBHERR)在完成了一台高端产品的设计之后,相应地还构建了一套可靠稳固的服务伙伴关系。利勃海尔设计搭建了一套服务网络以及现代化仓库,保证标准化的替换件在第一时间抵达客户手中。甚至在极端情况下,能够提供加急的昼夜服务。因此,就地热再生车辆“有意义”的体验不仅包含在产品使用本身,也体现在购买、服务、售后等过程中,企业能够通过与产品相关的情境传达价值主张。

5 结语

本文从情境视角出发,提出改变就地热再生车辆

“唯技术优先”、“唯功能优先”的产品开发模式,通过对就地热再生车辆的特征与问题的研究,论证了情境意识介入该车辆设计的价值。在对热再生车辆情境要素进行调查研究的基础上,构建了热再生车辆的情境模型,并利用设计研究方法,从设备转运、养护作业、用户操作与设备养护四个典型情境中总结出五个主要设计机会,最终由此提出热再生车辆的设计策略。该方法改进了热再生车辆结构设计松散、商品化程度不足与用户体验差等缺陷,为热再生车辆设计的系统性和完整性提供了参考。

参考文献:

- [1] 文立环. 高速公路养护方案与机械设备的改进研究[D]. 西安: 长安大学, 2011.
WEN Li-huan. Highway Maintenance Plan and Mechanical Equipment Improvement Research[D]. Xi'an: Chang'an University, 2011.
- [2] 谭浩, 赵江洪, 王巍, 等. 基于案例的工业设计情境模型及其应用[J]. 机械工程学报, 2006(12): 151-157.
TAN Hao, ZHAO Jiang-hong, WANG Wei, et al. Case-based Industrial Design Scenario Model and Its Application[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2006(12): 151-157.
- [3] 罗仕鉴, 朱上上, 唐云开. 知识驱动的产品设计情境[J]. 浙江大学学报, 2008, 42(11): 1849-1855.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang, TANG Yun-kai. Knowledge Driven Scenario in Product Design[J]. Journal of Zhejiang University, 2008, 42(11): 1849-1855.
- [4] 沙强, 周美霞. 使用情境视角下的儿童推车人性化设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(18): 104-108.
SHA Qiang, ZHOU Mei-xia. Study on the Humanized Design of Children's Trolley from the Perspective of Situation[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(18): 104-108.
- [5] 马晓丹, 余隋怀. 基于商品化设计思想的机械产品开发[J]. 机械制造, 2013, 51(8): 35-36.
MA Xiao-dan, YU Sui-huai. Mechanical Product Development Based on Commercial Design Idea[J]. Machinery, 2013, 51(8): 35-36.
- [6] 符蝶, 陈筱. 农业机械产品涂装设计的设计要素[J]. 广西农业机械化, 2019(3): 32.
FU Die, CHEN Xiao. Design Elements of Painting Design for Agricultural Machinery Products[J]. Guangxi Agricultural Mechanization, 2019(3): 32.
- [7] 张利. 变革时代来临新一代卡特液压挖掘机全球首发[J]. 工程机械文摘, 2017(6): 5-7.
ZHANG Li. A New Generation of Caterpillar Hydraulic Excavators is Launched Worldwide[J]. Construction Machinery Digest, 2017(6): 5-7.
- [8] 陈子晃. 浅析纯电动新能源汽车整车正向开发总布置设计[J]. 机电技术, 2017(1): 107-109.
CHENG Zi-huang. A Brief Analysis of the Layout Design of the Overall Forward Development of Electric Vehicles[J]. Mechanical & Electrical Technology, 2017(1): 107-109.

(下转第 142 页)