

基于 TRIZ 理论的公共扶手消毒装置设计

郜红合, 曾旭, 赵谦

(辽宁石油化工大学, 抚顺 113001)

摘要: **目的** 解决目前公共扶手消毒设备自动化程度低且需要人力操作的问题。**方法** 首先对现有公共扶手消毒设备进行调研分析, 找出存在的缺陷与问题; 然后利用 TRIZ 理论中的功能分析、因果分析法进行分析, 归纳出根本问题; 最后利用物理矛盾、物场分析法、ARIZ 算法工具找到问题的最终解, 并形成最优解决方案。**结果** 运用 TRIZ 工具解决问题, 设计出一款能够自主通过公共扶手上的障碍部分, 实现无接触式全自动公共扶手消毒设备。**结论** 方案解决了目前公共扶手消毒设备存在的诸多问题, 为 TRIZ 理论在解决实际问题中的应用提供思路 and 参考。

关键词: TRIZ; 公共扶手; 消毒; ARIZ 算法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)18-0333-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.18.042

Design of Public Handrail Disinfection Device Based on TRIZ Theory

GAO Hong-he, ZENG Xu, ZHAO Qian

(Liaoning Petrochemical University, Fushun 113001, China)

ABSTRACT: To solve the problem that the current handrail disinfection equipment is low in automation and requires personnel participation. Firstly, this paper analyzes the initial situation of the invention problem to find out the defects and problems of the current handrail disinfection equipment. Secondly, the functional analysis and causal analysis in the TRIZ theory is used to analyze the fundamental problems. Finally, the physical contradictions and objects field analysis and ARIZ algorithm tools is used to find the final solution to the problem and form the optimal solution. The TRIZ tool is used to solve the problem, and a handrail disinfection device that can pass through obstacles on the handrail autonomously and realize non-contact automatic disinfection is designed, which successfully solves many problems existing in the current handrail disinfection equipment, and provides ideas and references for the application of TRIZ theory in solving practical problems.

KEY WORDS: TRIZ; handrail; disinfection; ARIZ algorithm

2020 年新冠病毒突然爆发,病毒传播的形式和途径也越来越广泛,通过对病毒传播途径的深入研究发现,新型冠状病毒不仅可以通过空气传播,还可以通过直接接触传播和间接接触传播^[1]。公共扶手因其巨大的使用量成为了病毒滋生和间接传播的重要途径。而目前用于公共扶手消毒的手段主要还是人工采用喷壶喷洒或者擦拭的方法,既费时费力,又不能保证消毒的频率和效果。在疫情防控中,科技的巨大作用愈发彰显,习总书记也强调要把创新摆放在国家发展

全局的核心位置^[2]。本研究以此为背景,利用 TRIZ 理论对公共扶手消毒设备的无接触式和自动化展开分析与设计,并形成一套可行的解决方案,为 TRIZ 理论的实际应用提供思路 and 参考。

1 TRIZ 理论概述

1.1 TRIZ 理论概述

TRIZ 理论是由苏联发明家阿奇舒勒在 1946 年提

收稿日期: 2021-03-20

基金项目: 辽宁省教育厅教学改革项目“艺术设计类专业工作室教学过程质量控制研究与实践”(2018); 辽宁石油化工大学研究生教改项目“新文科背景下综合类高校艺术硕士的培养路径研究”(2020Y13); 辽宁省教育厅教学改革项目“新文科背景下复合型艺术设计人才培养模式构建研究”(2021)

作者简介: 郜红合(1979—), 男, 安徽人, 硕士, 辽宁石油化工大学副教授, 主要从事产品设计研究。

出的。它是基于知识的、面向人的、解决发明问题的系统化的方法学^[3-4]。TRIZ 理论现已形成发现问题、分析问题、解决问题的整理论体系^[5]。TRIZ 理论着力于澄清和强调系统中存在的矛盾,基于技术的发展演化规律发明创造、解决难题并研究整个设计与开发过程^[6-7]。近年来 TRIZ 理论在创新设计中得到了极为广泛地运用^[8-10]。

1.2 基于 TRIZ 的产品创新设计流程

TRIZ 理论是一种问题解决方法,是建立了解决问题的通用模型并指明了其发展方向,目前在产品创新设计领域被广泛使用^[11]。TRIZ 理论应用过程的基本思路见图 1^[12]。

2 公共扶手存在问题分析

通过从不同维度对公共扶手的消毒过程进行细致调研,本研究归纳出目前扶手消毒系统的工作原理是人操作消毒设备对公共扶手进行消毒。目前扶手消毒系统存在的主要问题是消毒效率低且操作者劳动量很大。

通过国家知识产权局网站对现有专利及商品进行检索分析,并结合 TRIZ 进化曲线可以得出目前公共扶手消毒设备正处于发展阶段中的婴儿期^[13]。现有公共扶手消毒设备方案主要有手动和自动 2 种^[14]。自动消毒设备见图 2,只能应用于住宅、医院等建筑的简单栏杆式公共扶手^[15-16],无法自由地独立通过如公交、地铁等交通工具内具有多重障碍(连接部分,弯曲部分)的公共扶手。手动消毒设备^[17-19]见图 3,虽

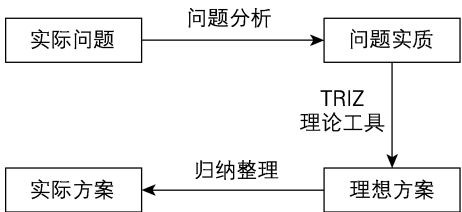


图 1 TRIZ 理论解决问题基本思路
Fig.1 Basic ideas map of solving problems with TRIZ theory

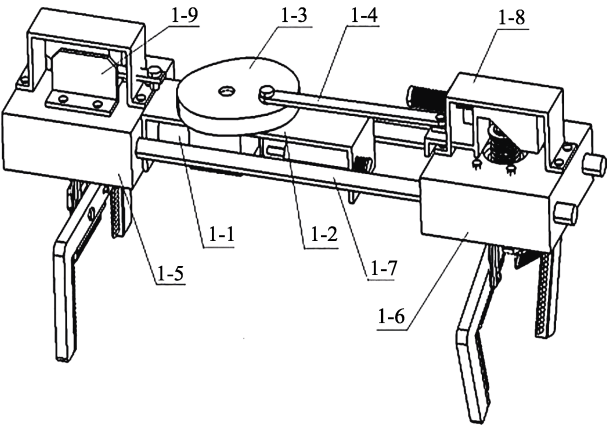


图 2 自动消毒设备
Fig.2 Automatic disinfection equipment

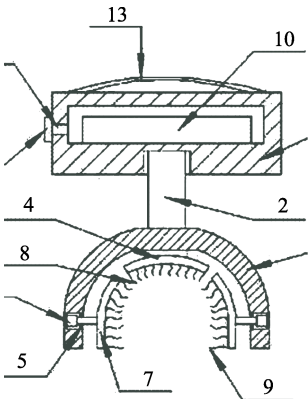


Fig.3 Manual disinfection equipment
图 3 手动消毒设备

然能够借助人力操作通过障碍,解决适应性的问题,但是效率非常低,需要耗费大量的人力和物力。

3 系统分析

3.1 系统及组件的功能分析

系统功能分析从分析产品功能入手,理清技术系统的主要功能及其辅助功能,找出系统问题的所在,并经过功能整理,明确功能之间的联系。本研究对目前公共扶手消毒装置的功能系统进行分析,得出目前消毒系统的组成为组件(外壳、消毒部分和动力部分)和超系统组件(扶手、病毒和人),见表 1。

结合目前消毒系统的组件分析其相互作用,可以得到外壳、消毒部分、动力部分、扶手、病毒、人之间的相互作用关系,见表 2。并据此建立各部分组件的功能模型见图 4。通过对上述组件分析得知:在目前系统中,公共扶手会对消毒设备外壳产生阻碍的有害作用;人与消毒设备之间的相互作用是人为消毒设

表 1 功能组件分析
Tab.1 Functional component analysis

工程系统	主要功能	组件	超系统组件
扶手消毒设备	消除病毒	外壳	扶手
		消毒部分	病毒
		动力部分	人

表 2 组件相互作用分析
Tab.2 Interaction analysis

扶手消毒设备相互作用分析表					
	外壳	消毒部分	动力部分	扶手	病毒 人
外壳		+	+	+	- -
消毒部分	+		-	+	+ -
动力部分	+	-		-	- +
扶手	+	+	-		+ +
病毒	-	+	-	+	
人	-	-	+	+	+

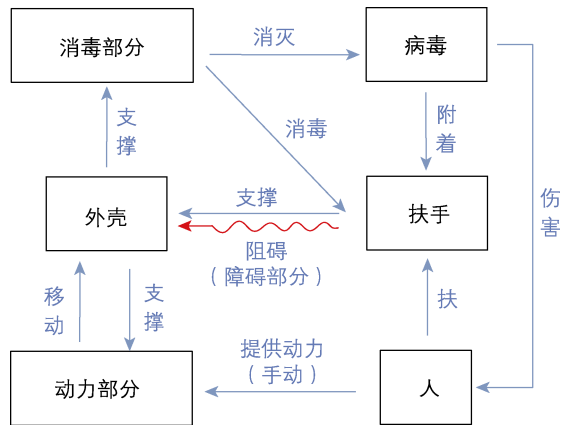


图 4 组件功能模型
Fig.4 Component function model

备提供动力和控制。因此，为进一步解决上述问题，一是要实现公共扶手消毒设备的无接触式功能必须使产品自主为外壳提供动力；二是要实现自动化消毒必须能够实现产品外壳的运动克服公共扶手（障碍部分）带来的阻碍。

3.2 因果分析

因果分析又称因果链分析，是通过构建因果链指出事件发生的原因和导致的结果的分析方法。根据对以上组件的分析，通过使用故障树分析法得出：在这一多因素问题中，提高消毒效率是本项目最有效的解决办法，而在提高消毒效率的方法中，改良消毒工具使其实现自动化又是最有效的解决办法。故障树分析模型见图 5。

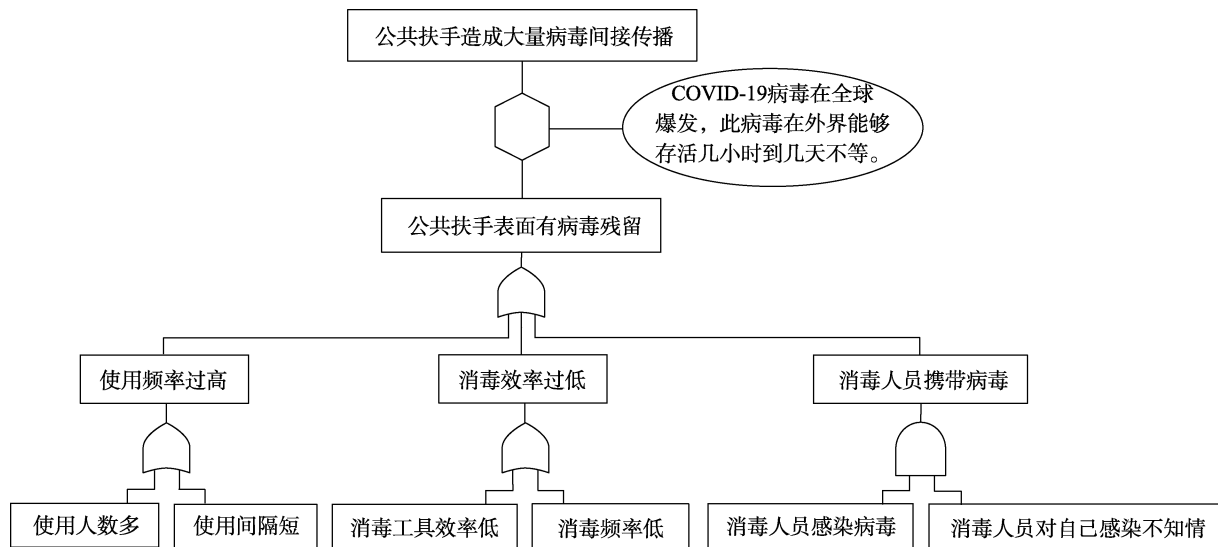


图 5 故障树分析法模型
Fig.5 Fault tree analysis model

4 运用 TRIZ 工具解决问题

4.1 寻找问题实质

将自动化公共扶手消毒设备面临的具体问题描述进行汇总分析，得出目前实现其自动化最大的困难是如何克服公共扶手障碍对外壳带来的阻碍，即：①外壳如何通过公共扶手弯曲部分；②外壳如何通过公共扶手连接部分。

针对产品创新设计方面，TRIZ 理论主要提出了技术进化理论、冲突解决原理、40 个发明原理和矛盾矩阵、理想解、物质-场模型和效应等创新工具^[20]，笔者将选择适当的工具对以上问题进行逐一解决。

1) 使用物理矛盾工具解决外壳如何通过公共扶手弯曲部分的问题。在既要使设备保持硬度以便固定于公共扶手上，同时又需要具有柔软度来通过弯曲部分这一矛盾中，可以将其归纳为在外壳强度这个单一参数上出现的软和硬两个对立面。针对这一问题可以

采用物理矛盾中的空间分离原理进行解决，根据空间分离原理中的发明原理中的分割原理，将设备分为三段，使其既能通过弯曲部分，又能保持强度固定于公共扶手上。

2) 使用物场分析工具解决外壳如何通过公共扶手连接部分的问题。构建此问题的物场模型：机械场（F）、扶手（S1）和外壳（S2）。通过分析发现，公共扶手（S1）对外壳（S2）产生有害作用是公共扶手（障碍部分）阻碍外壳运动，见图 6。接下来采用“产生有害作用时，引入变形的第三种物质 S”这一标准解法，将全包裹的环形外壳变形为 U 形外壳，引入 U 形外壳 S2，使公共扶手的连接部分能够从 U 形外壳上方开口通过。

在解决完上述问题后，从子系统不均衡进化法则出发重新对系统进行分析，列举每个方案解决的问题和存在的短板，重新得出问题③：U 形外壳虽然能通过公共扶手连接部分，但稳定性差，容易从公共扶手上脱落。

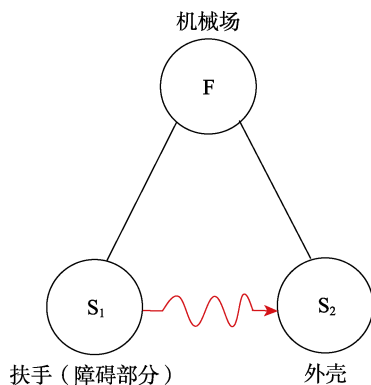


图6 物场分析模型
Fig.6 Object-field analysis model

4.2 使用 ARIZ 算法工具解决问题③

ARIZ 是发明问题解决的完整算法,该算法采用一套逻辑过程逐步将初始问题程式化。ARIZ 算法解决复杂问题的过程是对初始问题不断剖析、不断缩小的过程^[21-22]。在分析 ARIZ 过程中发现其对问题精确分析定义和寻找相互矛盾对象的功能,将问题解决的完整算法应用到设计程序中,使 ARIZ 算法为设计流程提供指导依据,并提取完整的逻辑过程将设计问题程式化,有针对性、高效快捷地解决问题以达到设计的最优目标^[23-25]。

解决具体步骤如下:

步骤一:问题分析与表述。针对问题③进一步进行分析,将问题最小化,总结出解决问题需要实现“U形外壳通过公共扶手障碍”和“公共扶手支撑U形外壳”2种功能。通过分析发现此处无解,进行下一步。

步骤二:系统分析及冲突表述。采用问题模型(技术矛盾)进行分析:

技术矛盾 EC1:如果U形外壳的开口趋于闭合,公共扶手能很好地支撑外壳,但外壳不能通过公共扶手障碍,见图7。

技术矛盾 EC2:如果U形外壳的开口趋于张开,公共扶手无法有效支撑外壳,但外壳能够通过公共扶手障碍,见图8。

通过问题模型(技术矛盾)归纳总结出U形外壳具有阻止公共扶手支撑外壳(有害功能)和消除公共扶手障碍带来的阻碍(有用功能)这2种功能。综合上面的分析发现,矛盾冲突对中的工具是U形外壳。进而选择技术矛盾 EC1,激化矛盾为U形外壳的开口为O型,即完全闭合。此时公共扶手能极好地支撑外壳,但外壳完全不能通过公共扶手障碍。因此可以将问题抽象为寻找某个元素,使公共扶手既能支撑外壳,又能通过公共扶手障碍。通过应用标准解,查找矛盾矩阵,应用对应原理分析以上问题,经过多种方案的比对分析,技术矛盾工具对此问题无解。

步骤三:确定理想解及物理矛盾。通过分析定义理想最终解为:使外壳通过公共扶手连接部分,外壳

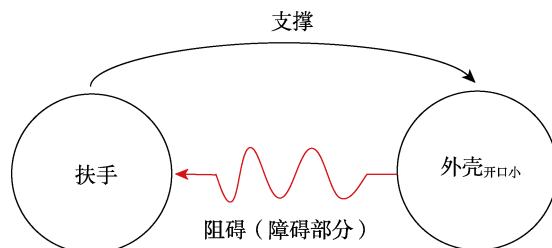


图7 EC1 技术矛盾模型
Fig.7 EC1 technical contradiction model

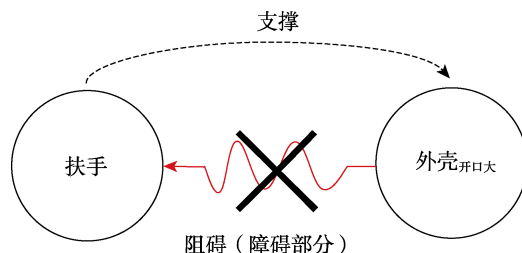


图8 EC2 技术矛盾模型
Fig.8 EC2 technical contradiction model

必须在经过公共扶手连接处时呈现U形状状态,同时外壳为了受到公共扶手的支撑,必须在运动时对公共扶手呈包裹状态。

使用物理矛盾工具进行分析,定义操作空间为:OZ1:阻挡外壳通过部分,见图9红色区域;OZ2:支撑外壳运动部分(见图9)。因为空间区域交叉,不适用于空间分离问题的解决,于是使用时间分离法进行问题解决。通过定义操作时间为:OT1:通过公共扶手障碍时;OT2:沿公共扶手运动时。物理矛盾操作时间见图10。

根据上述分析,因为时间、空间均存在交叉,故使用条件分离方法解决。

根据条件分离给出的推荐发明原理19—周期性动作,在U形槽内设置多个挡板,每当外壳经过公共扶手连接处时,公共扶手拨动U形外壳上的挡板通过;而在外壳沿公共扶手运动时,公共扶手能够对挡板起到支撑作用,见如图11。通过分析发现有解,略过步骤四、五、六,进行ARIZ法的步骤七。

步骤七:原理解评价判断是否为最终解。检查目前的解决方案发现,本方案应用了操作区内已存在的外壳,同时没有引入其他物质和场。解决方案满足最终理想解的主要要求,即在经过公共扶手连接处时呈现U形状状态,在沿公共扶手运动时能够受到公共扶手支撑。此解决方案可以作为最终解,进行步骤八。

步骤八:原理解利用。检查应用方案,新系统的解决方案可以有效地应用于无接触公共扶手消毒设备的自动化上,使其能够自主通过公共扶手的连接部分。

步骤九:对全过程合理性的分析。通过利用ARIZ算法工具,有效地解决了U形外壳存在的弊端,通过原理解得到的新方案能够使其顺利通过公共扶手连接处且不会过多地影响稳定性,达到自动化要求。



图 9 物理矛盾操作空间
Fig.9 Physical contradiction operation space

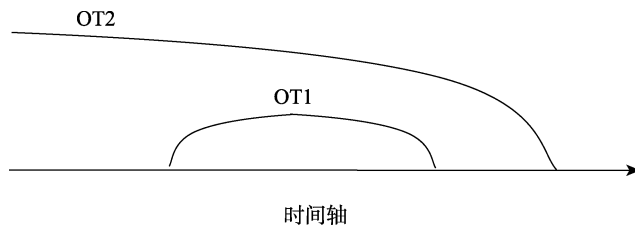


图 10 物理矛盾操作时间
Fig.10 Physical contradiction operation time



图 11 挡板工作原理
Fig.11 Working principle of baffle

5 技术方案整理

5.1 全部技术方案整理及评价

方案一：

①采用三段式设计，使消毒环能够自主通过公共扶手弯曲部分。②采用带挡杆的 U 形外壳，使消毒环能够自主通过公共扶手的连接部分。③使用电机带动内置橡胶轮提供动力。④消毒环内壁设有连接储液仓的消毒海绵，操作人员仅需添加消毒剂即可。

方案一评价：此方案合理地解决了消毒环所面临的大部分问题，但由于使用了 U 形外壳，使消毒工作无法覆盖公共扶手顶部，存在消毒漏洞。经过分析讨论，形成方案二。

方案二：

在方案一的基础上新增⑤、修改③。⑤首尾两节提供水平动力，中间节通过旋转向上对消毒环包裹消毒，在经过公共扶手处时首中尾节方向一致。③使用电机带动内置橡胶轮提供动力。首尾节为水平方向动力，中间节为垂直方向动力。

方案二评价：此方案合理地解决了方案一面临的问题，但仍需要工作人员定时添加消毒剂。而后对消毒方式使用了 TRIZ 的动态性进化法则进行横向推演，最终采用了紫外线照射的消毒设计，形成方案三。

方案三：

在方案二的基础上修改④。④使用紫外线照射的方式进行消毒。

方案三评价：至此无接触公共扶手消毒环已经能够极好地满足其全部功能需要，经过分析讨论将此方

案采纳为最终确定方案并形成专利预案^[26-27]。

5.2 最终确定方案

本研究确定出最终方案见图 12。方案包含：①采用三段式设计，使消毒环能够自主通过公共扶手弯曲部分。②采用带挡杆的 U 形外壳，使消毒环能够自主通过公共扶手的连接部分。③使用电机带动内置橡胶轮提供动力。首尾节为水平方向动力，中间节为垂直方向动力。④使用紫外线照射的方式进行消毒。⑤首尾两节提供水平动力，中间节通过旋转向上对消毒环包裹消毒，在经过公共扶手处时首中尾节方向一致。

该设计较以往的产品具有以下显著特点：一是采用了无接触自动清洁的设计，在消毒工作时从启动到结束不需要任何肢体接触；二是可自主通过公共扶手连接处及公共扶手的弯曲部分，无需使用多个设备或手动操作；三是使用紫外线照射消毒方式，无需工作人员对消毒剂进行频繁补充。

6 结语

设计的本质是使设计物最大限度地满足人的需求^[28-30]，本研究运用 TRIZ 理论（主要 ARIZ 法）对公共扶手自动化消毒设备存在的多个问题逐一进行分析解决，使其更能满足当今疫情下人们对公共卫生安全的迫切需求。本研究通过对现有产品存在的问题进行分析，找出目前公共扶手消毒设备存在的缺陷，运用 TRIZ 工具分析、解决存在的问题并形成最终解，设计出了一款能够自主通过公共扶手上存在的诸多障碍，并实现无接触式全自动消毒的公共扶手消毒设备。



图 12 最终方案示意图

Fig.12 Schematic diagram of the final plan

参考文献：

- [1] 武汉大学国家发展战略研究院新冠病毒疫情防控研究课题组. 抗击新冠病毒疫情的中国经验[J]. 学习与实践, 2020(4): 22-34.
Research Group on Novel Coronavirus Epidemic Prevention and Control, National Institute of Development Strategy, Wuhan University. China's Experience in Fighting COVID-19 Epidemic[J]. Study and Practice, 2020(4): 22-34.
- [2] 李悦. 适应经济发展新常态——学习习近平总书记关于经济发展的系列重要讲话精神[J]. 理论导报, 2017(3): 38-40.
LI Yue. Adapting to the New Normal of Economic Development: Learning the Spirit of General Secretary XI Jin-ping's Series of Important Speeches on Economic Development[J]. Theoretical Review, 2017(3): 38-40.
- [3] 熊兴福, 孙雪梅. TRIZ 理论在超市环保购物袋设计中的应用[J]. 包装工程, 2008, 29(10): 185-187.
XIONG Xing-fu, SUN Xue-mei. Application of TRIZ Theory in the Design of Environ-friendly Shopping Bags

- in Supermarkets[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(10): 185-187.
- [4] 檀润华. 创新设计——TRIZ: 发明问题解决理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- TAN Run-hua. Innovative Design: TRIZ: Theory of Invention Problem Solving[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [5] 刘晓雯. 基于 TRIZ 的榨菜真空包装机设计[J]. 包装工程, 2016, 37(7): 99-102.
- LIU Xiao-wen. Design of Vacuum Packaging Machine for Pickled Mustard Based on TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(7): 99-102.
- [6] 汪雪锋, 李兵, 许幸荣, 等. 基于形态分析法的创新导图构建及应用研究[J]. 科学学研究, 2014, 32(2): 178-183.
- WANG Xue-feng, LI Bing, XU Xing-rong, et al. Research on Construction and Application of Innovation Mapping Based on Morphology Analysis[J]. Studies in Science of Science, 2014, 32(2): 178-183.
- [7] 李利. TRIZ 理论在同时基水声测距接收系统性能改进中的应用[J]. 声学技术, 2020, 39(5): 540-545.
- LI Li. Application of TRIZ Theory in Improving the Receiving Performance of Underwater Acoustic Ranging System Synchronized with Transmitter[J]. Technical Acoustics, 2020, 39(5): 540-545.
- [8] 张雷, 张伟伟, 蒋诗新, 等. 基于 TRIZ 与专利分析的产品绿色创新设计方法[J]. 机械设计与研究, 2016, 32(5): 1-4.
- ZHANG Lei, ZHANG Wei-wei, JIANG Shi-xin, et al. Green Product Innovation Design Method Based on TRIZ and Patent Analysis[J]. Machine Design and Research, 2016, 32(5): 1-4.
- [9] 吴继军, 肖更生, 徐玉娟, 等. TRIZ 理论在果汁杀菌技术中的应用[J]. 热带作物学报, 2016, 37(3): 627-632.
- WU Ji-jun, XIAO Geng-sheng, XU Yu-juan, et al. Application of TRIZ in Fruit Juice Sterilization[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2016, 37(3): 627-632.
- [10] 刘志峰, 胡迪, 高洋, 等. 基于 TRIZ 的可拆卸联接改进设计[J]. 机械工程学报, 2012, 48(11): 65-71.
- LIU Zhi-feng, HU Di, GAO Yang, et al. TRIZ Based Revised Design for Disassembly of Joint Structure[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(11): 65-71.
- [11] 张乐, 孙志学, 胡成朵, 等. TRIZ 理论在老人购物车设计中的应用研究[J]. 机械设计, 2017, 34(12): 126-128.
- ZHANG Le, SUN Zhi-xue, HU Cheng-duo, et al. Application of TRIZ Theory in Shopping Cart Design for the Elderly[J]. Machine Design, 2017, 34(12): 126-128.
- [12] 付敏, 梁建楠, 井永晋, 等. 基于 SCI 数据库分析的 TRIZ 学术研究综述与展望[J]. 机械设计, 2020, 37(12): 1-12.
- FU Min, LIANG Jian-nan, JING Yong-jin, et al. Review and Prospect of TRIZ Academic Research Based on SCI Database Analysis[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(12): 1-12.
- [13] 刘力萌, 檀润华, 张换高, 等. 基于情景与 TRIZ 的产品概念设计过程研究[J]. 机械设计, 2021, 38(2): 15-22.
- LIU Li-meng, TAN Run-hua, ZHANG Huan-gao, et al. Research on Product Conceptual Design Process Based on Scenic and TRIZ[J]. Journal of Machine Design, 2021, 38(2): 15-22.
- [14] 陈国强, 戴成, 申正义, 等. 基于 QFD 与 FBS 的可移动电力检测设备创新设计[J]. 包装工程, 2021, 42(2): 43-50.
- CHEN Guo-qiang, DAI Cheng, SHEN Zheng-yi, et al. Innovative Design of Mobile Power Detection Equipment Based on QFD and FBS[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 43-50.
- [15] 王欢, 孙涛, 吴周鑫, 等. TRIZ 理论在粮食收集机设计中的应用[J]. 机械设计与制造, 2021(1): 6-9.
- WANG Huan, SUN Tao, WU Zhou-xin, et al. Application of TRIZ Theory in Grain Collector Design[J]. Machinery Design & Manufacture, 2021(1): 6-9.
- [16] 王秀红, 唐淑珍, 梁帅鹏, 等. 基于 TRIZ 的自动爬梯轮椅专利规避创新设计[J]. 机电工程, 2020, 37(12): 1416-1424.
- WANG Xiu-hong, TANG Shu-zhen, LIANG Shuai-peng, et al. An Innovative Design for Patent Circumvention of Escalator Wheelchair Based on TRIZ[J]. Mechanical and Electrical Engineering, 2020, 37(12): 1416-1424.
- [17] 朱玉杰, 曹嘉平, 高志勇. 基于 TRIZ 理论的智能汽车窗帘设计[J]. 重庆理工大学学报(自然科学): 2020, 34(12): 53-58.
- ZHU Yu-jie, CAO Jia-ping, GAO Zhi-yong. Intelligent Car Curtain Design Based on TRIZ Theory[J]. Journal of Chongqing University of Technology(Natural Science), 2020, 34(12): 53-58.
- [18] 李燕, 刘元寅. 防疫产品设计中的人性化关怀[J]. 设计, 2020, 33(6): 88-91.
- LI Yan, LIU Yuan-yin. Humanized Care in the Design of Epidemic Prevention Products[J]. Design, 2020, 33(6): 88-91.
- [19] 宛明, 李炜娟, 张琦, 等. 江西省某大型超市自动扶梯扶手表面细菌污染特征分析[J]. 环境与健康杂志, 2018, 35(7): 609-612.
- WAN Ming, LI Wei-juan, ZHANG Qi, et al. Analysis on Bacterial Contamination Characteristics of Escalator Handrail Surface in a Supermarket in Jiangxi Province[J]. Journal of Environment and Health, 2018, 35(7): 609-612.
- [20] 沈宗. 智能自动扶梯的应用研究与发展思考[J]. 中国电梯, 2020, 31(22): 29-35.
- SHEN Zong. Application Research and Development of Intelligent Escalator[J]. China Elevator, 2020, 31(22): 29-35.

- 29-35.
- [21] 周挺娜. 一种公共扶手清洁装置[P]. 浙江: CN106974426B, 2019-06-11.
ZHOU Ting-na. A Kind of Public Handrail Cleaning Device[P]. Zhejiang: CN106974426B, 2019-06-11.
- [22] 罗华生, 刘颂, 梁景棠. 基于温度控制的透析用水管道消毒系统设计[J]. 中国医学装备, 2018, 15(5): 1-4.
LUO Hua-sheng, LIU Song, LIANG Jing-tang. Design of Disinfection System for Dialysis Water Pipe Based on Temperature Control[J]. China Medical Equipment, 2018, 15(5): 1-4.
- [23] 陶涛, 张换高, 张鹏, 等. 基于 LT 表的 TRIZ 冲突解算法及其应用[J]. 机械设计, 2018, 35(4): 32-39.
TAO Tao, ZHANG Huan-gao, ZHANG Peng, et al. Algorithm of TRIZ Contradiction Solving Based on LT-table and Its Application Research[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(4): 32-39.
- [24] 温会涛, 陈德金, 贾喜庆, 等. 基于 TRIZ 理论的企业技术问题解决流程设计[J]. 海峡科学, 2018(4): 110-114.
WEN Hui-tao, CHEN De-jin, JIA Xi-qing, et al. Design of Enterprise Technical Problem Solving Process Based on TRIZ Theory[J]. Strait Science, 2018(4): 110-114.
- [25] 郝兴玉, 贺刚, 董佳佳, 等. 基于 ARIZ 算法的方草捆收集车改进设计与试验[J]. 农业机械学报, 2016, 47(S1): 254-260.
HAO Xing-yu, HE Gang, DONG Jia-jia, et al. Improved Design and Test on Collecting Wagon of Rectangular Bale Based on ARIZ Algorithm[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2016, 47(S1): 254-260.
- [26] 梁瑞, 檀润华, 张建辉. 技术进化引导的多冲突混合信息求解过程模型[J]. 机械工程学报, 2020, 56(21): 219-230.
LIANG Rui, TAN Run-hua, ZHANG Jian-hui. Technology Evolution-guided Multi-conflict Hybrid Information Solving Process Model[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2020, 56(21): 219-230.
- [27] 付敏, 张水, 杨沐霖, 等. 基于 ARIZ-91 的咬合式双层辊模生物质成型机概念设计[J]. 可再生能源, 2019, 37(3): 335-341.
FU Min, ZHANG Shui, YANG Mu-lin, et al. Conceptual Design of the Biomass Briquetting Machine with Occlusion-type Double-layer Pressure Roller and Ring Die Based on ARIZ-91[J]. Renewable Energy Resources, 2019, 37(3): 335-341.
- [28] 袁和法, 丁伟, 陈慎任. 医疗设备的人性化设计[J]. 机械设计与研究, 2004(5): 81-83.
YUAN He-fa, DING Wei, CHEN Shen-ren. The Humanization Design of Medical Equipment[J]. Machine Design and Research, 2004(5): 81-83.
- [29] 张英. 关于智能产品设计伦理问题的研究[J]. 设计, 2018(3): 49-50.
ZHANG Ying. A Study on the Design Ethical Issues of Intelligent Products[J]. Design, 2018(3): 49-50.
- [30] 唐晓刚. 浅析当下艺术设计教育的培养导向[J]. 工业设计, 2019(1): 33-36.
TANG Xiao-gang. Analysis on the Training Orientation of Current Art Design Education[J]. Industrial Design, 2019(1): 33-36.