

基于 TRIZ 理论的榨汁机创新设计研究

周东亚, 金燕, 朱宏轩

(青岛理工大学 艺术与设计学院, 山东 青岛 266033)

摘要: **目的** 基于 TRIZ 理论探索榨汁机存在的潜在问题, 并依次解决电机温度升高、刀具存在的安全隐患和杯体内壁清洁困难问题。**方法** 在问题识别阶段, 运用系统组件和功能分析对榨汁机进行问题描述, 并通过因果分析流程探索问题发生的根本原因; 结合分析结果, 利用矛盾分析、技术系统进化、科学效应与效应知识库、发明问题解决算法、物场分析等方法获得问题的最终理想解, 得出可行性方案。**结果** 通过 TRIZ 理论相关工具的运用获得问题的原理解, 解决了产品的安全隐患、工作散热和清洁问题, 设计出一款既保证了使用寿命和使用安全性, 又强化了使用便捷性的榨汁机产品。**结论** TRIZ 理论为设计中多个方案的探索提供了依据, 使榨汁机产品存在的诸多问题得到解决和优化; 同时, 为该理论在家电类产品的结构优化设计上提供一定的参考与借鉴。

关键词: TRIZ; 榨汁机; 组件; ARIZ; 矛盾理论

中图分类号: 00000 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)08-0402-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.08.046

Research on Innovative Design of Juicer Based on TRIZ Theory

ZHOU Dong-ya, JIN Yan, ZHU Hong-xuan

(School of Art and Design, Qingdao University of Technology, Shandong Qingdao 266033, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the potential problems of juicer based on TRIZ theory and solve the problems of temperature rise of motor, safety hazard of tools and difficult cleaning of cup inner wall in turn. In the stage of problem identification, the system components and function analysis were used to describe the problems of juicer, and the root cause of the problems was explored through the causal analysis process. Combined with the analysis results, the final ideal solutions of the problems were obtained by contradiction analysis, technological system evolution, scientific effect and effect knowledge base, invention problem solving algorithm, physical field analysis and other methods, and the feasibility scheme was proposed. By using the tools related to TRIZ theory, the fundamental solutions of problems were obtained, solving the problems of product safety hazard, working heat dissipation and cleaning. Thus, a juicer not only ensuring the service life and safety, but also strengthening the use of convenience was designed. TRIZ theory provides a basis for the exploration of multiple schemes in the design, which solves many problems existing in juicer and optimizes the juicer. At the same time, the theory can be used for reference in the structural optimization design of household appliances.

KEY WORDS: TRIZ; juicer; component; ARIZ; contradiction theory

工业产品日趋成为社会发展和经济增速的重要组成部分, 在互联网时代背景下, 信息的多元化, 生活的多样化, 不断催生着新事物的出现。其中工业产品的创新也在朝着新的方向发展, 由设计服务逐渐演

变成设计产业^[1]。榨汁机作为厨电类产品的一种, 其市场前景也在不断攀升^[2], 由厨电类的市场数据可知, 包括榨汁机在内的各类小家电已然成为了消费者追捧的对象之一。受到消费者需求的影响, 榨汁类产

收稿日期: 2022-11-24

基金项目: 山东省社会科学规划研究项目基金(21DWYJ08); 青岛理工大学 2020 年本科教学改革与研究项目(F2020-068); 山东省研究生教育质量提升计划: 专业学位研究生教学案例库建设项目(SDYAL19101)

作者简介: 周东亚(1995—), 男, 硕士生, 主攻产品设计工程应用。

通信作者: 金燕(1988—), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向为用户体验设计及产品设计、交互行为。

品不断推陈出新, 根据实现功能的不同被生产出了不同的产品, 如原汁机、料理机、破壁机等。榨汁机作为家电类产品的一种, 在很大程度上提升了人们的生活品质。文中基于 TRIZ 理论的系统分析流程, 发掘榨汁机产品存在的潜在问题, 对所提出的问题分析求解, 得出合理性方案, 使产品存在的有害作用逐渐减小, 为家电类产品的功能创新设计提供一定的思路。

1 TRIZ 理论概述及应用

1.1 TRIZ 理论概述

TRIZ 理论又名“发明问题解决理论”, 是由根里奇·阿奇舒勒和一批学者通过专利和案例总结出来

的解决发明问题的理论体系^[3]。TRIZ 理论在定义问题和解决问题阶段为工程设计的创新提供了新思路, 随着其在工程设计等领域的不断运用与发展, 在解决系统技术和工程难题方面发挥着极其重要的作用^[4], 充分说明了该理论的科学性、严谨性和逻辑性。对于初始问题的研究, TRIZ 理论体系系统功能组件分析和因果分析是问题识别或定义阶段的关键分析工具, 是对研究内容核心问题的重要探索途径之一。矛盾矩阵、物场模型、技术进化法则、ARIZ 和科学效应库被定义为 TRIZ 理论中的问题解决工具, 通过对工具所提供的问题解决思路的合理运用来达到获取最终理想解的目的。由于 TRIZ 体系的复杂性, 在实际应用中, 需遵循一定的应用流程, 见图 1, 使 TRIZ 的应用更加严谨、科学^[5]。

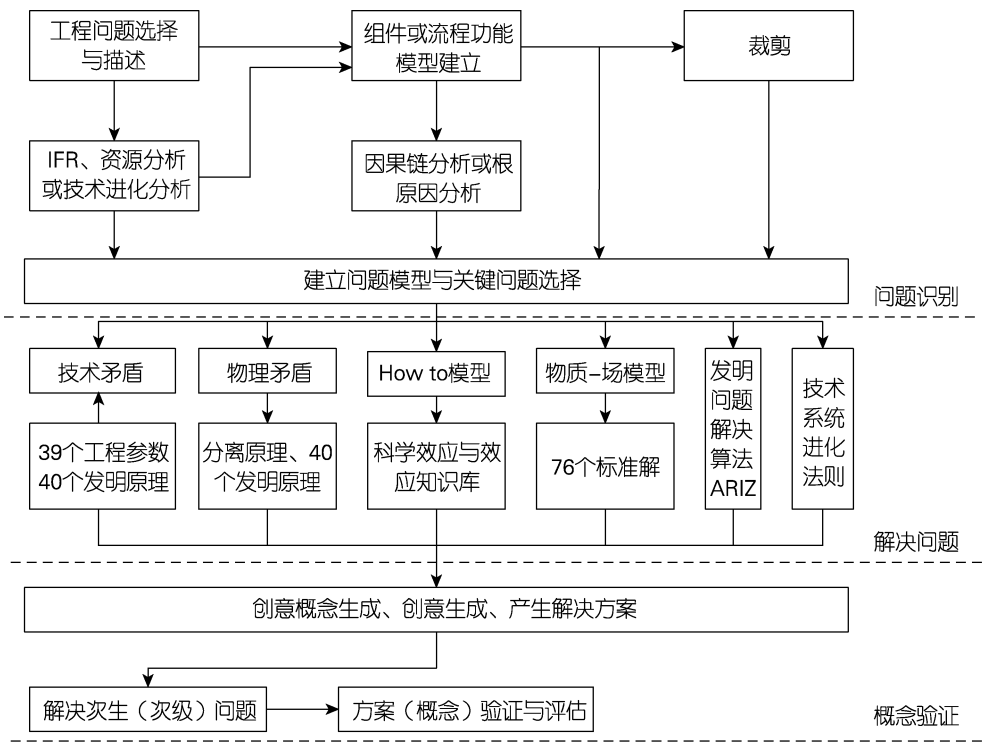


图 1 TRIZ 创新问题求解流程
Fig.1 TRIZ innovation problem solving process
(图片摘自《技术创新方法——TRIZ 理论及应用》)

1.2 TRIZ 理论在工业设计中的应用

在工业产品的研发过程中, TRIZ 理论为产品的工程设计提供了研究思路。该理论既能对研究问题的主要方面进行发掘, 又能对问题的解决提供依据, 获得最终方案。一方面, 将问题发掘与问题解决相结合, 解决产品功能结构问题是 TRIZ 理论应用的一种方式, 如杨亮亮^[6]等基于 TRIZ 理论的设计方法, 对保温杯的结构进行设计研究, 以达到调节温度的效果; 张简一^[7]等在 TRIZ 理论的指导下, 以产品的多功能设计为目的, 对筷子储存盒进行了结构上的改进; 周升^[8]等在包装盒铲边装置优化设计中不仅分析了系

统组件, 而且构建了物场模型及运用物理矛盾的方式, 对产品结构做了相关调整; 郜红合^[9]等针对公共扶手消毒装置的设计, 在问题解决阶段, 利用物场分析、物理冲突和 ARIZ 算法寻找技术系统的最终理想解, 从而在结构上进行优化设计; 杨超^[10]等在研究中首先利用 TRIZ 理论探索初始问题发生的根本原因, 其次是对问题的解决, 运用到的 TRIZ 理论相关工具包括物场模型和矛盾理论, 最后得出若干解决方案, 并加以评价。另一方面, TRIZ 理论运用的另一种方式为仅对问题的解决发挥主要作用, 如贺雪梅^[11]等在洞察用户需求的基础上, 将技术矛盾的矛盾矩阵运用

到饮水机产品的设计中,在产品结构上进行了优化设计;王欢^[12]等运用 TRIZ 理论中的矛盾矩阵对粮食收集机进行创新设计,并利用物场分析模型对该技术系统的部件进行分析,同样是在结构设计中改善了功能;朱玉杰^[13]等将矛盾矩阵运用到智能汽车窗帘设计,满足了多个方面的设计需求。

综上所述, TRIZ 理论在产品问题发掘和问题解决方面发挥着重要作用, 基于 TRIZ 理论的设计研究, 将会促进用户需求的有效解决及产品设计研究的稳步发展。

2 基于 TRIZ 理论的榨汁机创新设计

2.1 问题描述与系统分析

榨汁机作为常用电器之一,在人们的饮食健康及便捷性上发挥着重要作用,因此对榨汁机的创新设计研究具有重要意义。市场上的榨汁机具体可分为家用榨汁机、便携式榨汁机^[14]及商用榨汁机,与榨汁机具有相似结构及相同工作原理的电器产品还包括破壁机、原汁机、料理机等^[15]。其组件包括电机、刀盘、底座、杯体、杯盖、转轴 6 个部件。

在设计过程中,对产品组件工作状态的分析和描述是文中研究的重点之一,根据 TRIZ 理论体系的分析方法,对榨汁机系统组件的分析有利于产品潜在问题的发掘,并指导进一步的研究工作,其具体流程为组件的识别、分析组件之间相互作用和功能模型构建。在技术系统众多组件中,需识别出组件的所属范围,并描述技术系统实现的主要功能,这将有损于组件之间相互作用矩阵的构建,进而根据组件之间的两两比较结果,获得技术系统的功能模型,总结出该模型中两个组件之间表现出的有害功能,并作为文中该理论解决的主要问题;然后对分析出的榨汁机存在的主要问题进行分析,探讨产品潜在问题出现的主要原因。

2.1.1 系统组件及功能分析

产品的功能是由系统内的组件相互作用所实现

的,该研究将根据产品的系统组件及组件之间的相互作用,对榨汁机展开设计分析。其中系统组件,见表1。

组件包括系统组件和超系统组件,组件的相互作用关系分析是功能分析中的一个重要步骤,技术系统中系统组件和超系统组件之间存在一定的相互作用,可用矩阵表示(见表2),其中“-”表示组件之间不发生相互作用,“+”表示组件之间发生相互作用。通过分析可知,两组件之间存在的相互作用是本文研究的重点,因此根据两个组件之间的相互作用建立榨汁机的功能模型图(见图2),在众多的组件对中,刀具对食物(水果)的切割作用、水对杯体和刀具的清洁作用均表现为功能不足,转轴和电机、刀具和人、食物(水果)和杯体或刀具两者之间的相互作用均会产生有害功能,其余组件对的相互作用功能表现正常。

表 1 组件列表
Tab.1 Component list

技术系统	主要功能	系统组件	超系统组件
家用榨汁机	切割物体 (水果)	电机	食物(水果) 液体(水) 空气 人
		转轴	
		刀具	
		底座	
		杯体	
		杯盖	

根据以上分析可知,榨汁机产生的有害作用概括为转轴的高速转动加热电机,影响产品的使用寿命;刀具存在的安全隐患问题尤为突出;果蔬残渣引起的产品清洁问题。

2.1.2 鱼骨图分析

鱼骨图 (Fishbone Diagram) 是由石川馨提出的分析问题产生原因的一种因果分析法^[16], 鱼骨图可总结为三种类型, 分别为原因型、整理问题型和对策型^[17], 根据文中的研究对象和研究内容, 原因型鱼骨图更加有利于进一步的问题分析与研究。

表 2 榨汁机的相互作用矩阵
Tab.2 Interaction matrix of juicer

[illegible]

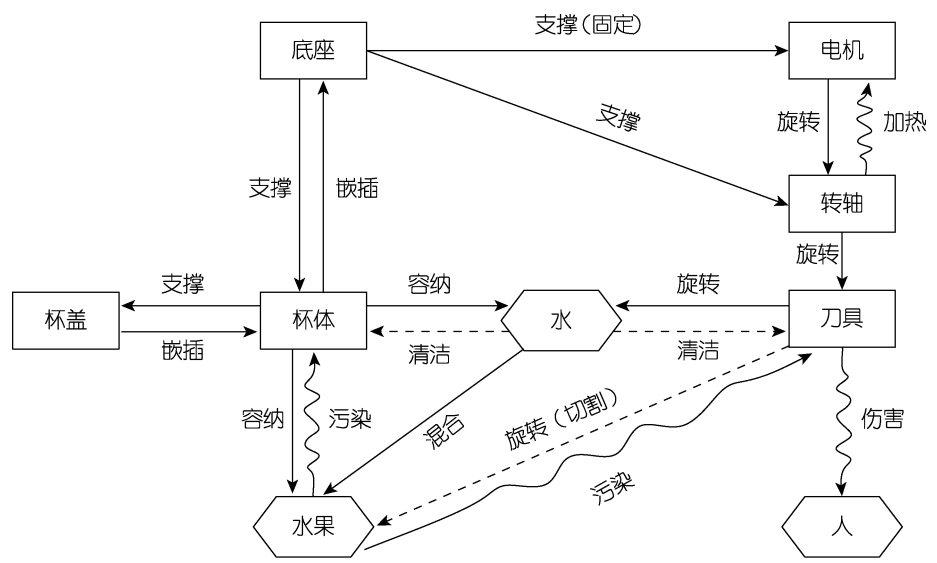


图 2 榨汁机的功能模型图
Fig.2 Functional model diagram of juicer

鱼骨图因果分析法具有透过问题现象看本质的特性,具有逻辑性强,易操作等优势。本节将以技术系统的功能问题为核心,以鱼骨图的形式对相关问题展开因果分析,利用头脑风暴法列举出引起相关问题的可能原因,通过调研及评价,找到导致功能问题的重要原因。将文中技术系统的功能分析结果作为因果分析的关键因素,在系统功能分析阶段,家用榨汁机的有害作用主要体现在三个方面,分别是:电机温度升高;刀具具有安全隐患;杯体内壁清洁困难。

对电机温度升高的系统问题,可从技术系统、人、环境和方法层面进行原因分析,分析结果包括:技术系统散热性差,转轴转动速率快,时间久;设备使用意识薄弱,加工食物量过多及操作不当;产品内部温度高,空气流通性差;使用流程复杂等都可作为引起该问题的可能原因,见图 3。

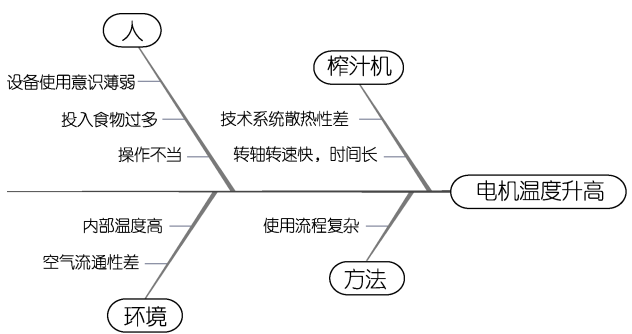


图 3 电机温度升高鱼骨图
Fig.3 Fishbone diagram of motor temperature rise

采用同样的分析流程对刀具存在的安全隐患问题和产品的清洁问题进行原因分析。刀具存在安全隐患的原因包括:刀具不仅锋利,而且转速快,刀具的脱离可能会击穿杯体,对人产生不同程度的伤害;用户操作不当,安全意识薄弱;使用坚硬的材料做刀具;

对使用方法不明确等。杯体清洁困难的原因包括:产品外观和结构较为复杂,容量较大;加工物体过多,清洁力不强;杯体材料性能差;清洁方式不当等。

通过因果分析,在诸多原因中寻找导致问题出现的主要原因是下一步研究的重点,表 3 为该技术系统的鱼骨图分析评价表,评价采取调研的形式进行。针对每种可能存在的原因进行三个层次的评价,即:发生可能性、解决可能性和验证可能性,根据评价结果筛选出对问题影响较大的因素。由表 3 可知,电机温度升高的主要原因可包括技术系统散热性差和空气流通性差;刀具对人产生伤害的主要原因包括刀具的锋利程度和设备摆放问题;杯体内壁清洁困难主要是由产品结构和容量及清洁方式不当所引起的。

2.2 基于 TRIZ 理论的问题求解

通过对榨汁机产品的相关分析,已初步得出该产品所需改进的方向,并对所需改进的方向作出原因分析,首先是产品工作状态下的电机发热问题,如果热量得不到有效控制,将会影响产品的使用寿命;其次是该产品存在的安全隐患问题,高速旋转的锋利刀片极易在用户使用不当时对其产生伤害;最后是产品的清洁问题,产品使用后的清洁方便快捷,这是该产品或该类产品应该具备的属性。

TRIZ 理论为产品创新设计的求解问题提供了思路,针对产品需要改进的功能问题,将利用该理论的相关工具进行创新设计。

2.2.1 物理矛盾与分离原理

通过将技术矛盾转化为物理矛盾的方式解决电机产生过多热量的问题,其中技术矛盾是为了加强榨汁机的榨汁效率,需要电机提供足够的机械能;但机械能的增加会引起产品内部热量的增加,进而使产品的使用寿命有所下降。

表 3 鱼骨图分析评估表
Tab.3 Fishbone diagram analysis and evaluation form

序号	待解决问题	因素	发生可能性			解决可能性			验证可能性			评价结果
			V	S	N	V	S	N	V	S	N	
1	电机温度升高	技术系统散热性差	▲			▲			▲			VVV
2		转轴转动速率快，时间长		▲		▲				▲		SVS
3		设备使用意识薄弱		▲			▲				▲	SSN
4		投入食物过多			▲	▲			▲			NVV
5		操作不当		▲			▲		▲			SSV
6		空气流通性差	▲			▲				▲		VVS
7		外界气温较高		▲		▲			▲			SVV
8		使用流程复杂		▲			▲				▲	SSN
9	刀具对人产生伤害	刀具转速快	▲				▲			▲		VSS
10		杯体被刀具击穿		▲			▲			▲		SSS
11		刀具脱离设备			▲		▲			▲		NSS
12		刀具过于锋利	▲			▲			▲			VVV
13		操作不当	▲				▲			▲		VSS
14		设备摆放不当	▲			▲			▲			VVV
15		安全意识薄弱		▲			▲			▲		SSS
16		使用坚硬的材料做刀具	▲					▲		▲		VNS
17		杯体易被击穿			▲			▲			▲	NNN
18		操作方式不明确		▲			▲			▲		SSS
19	杯体内壁清洁困难	结构复杂	▲			▲			▲			VVV
20		容量较大	▲			▲			▲			VVV
21		投入物体量过多		▲		▲			▲			SVV
22		对设备清洁意识弱		▲			▲			▲		SSS
23		杯体材料性能差		▲		▲				▲		SVS
24		清洁方法不当	▲			▲			▲			VVV

根据以上分析，物理矛盾可以定义为：电机在通电的情况下，应该为刀具提供较多的动能，使刀具高速旋转；在同等条件下，电机应该为刀具提供较少的动能，降低电机工作时产生的热量，以达到保护产品的目的。

根据 TRIZ 理论中分离原理与发明原理之间的对应关系（见表 4），由分析可知，物理矛盾的解决可利用空间分离原理中的发明原理 24——借助中介物原理，向产品内部引入足量的空气，使用空气冷却的方式降低内部温度；亦可采用时间分离原理中的 10——预先作用原理，在产品内部预先安装降温所需组件，从而起到降低产品内部温度的作用。

2.2.2 技术系统进化

技术系统进化法则为产品能够向着产品性能优化的方向发展提供了思路，基于产品的全生命周期，该进化法则的运用阶段也有所差异。根据以上对研究问题的叙述，榨汁机内部电机工作产生的热量是研究的重点之一，采用技术系统进化法则对其进行求解，探索可行性方案。

在该问题中，电机产生的热量越多，证明产品的

表 4 分离原理与发明原理之间的关系
Tab.4 Correspondence between separation principle and invention principle

分离原理	发明原理
空间分离原理	1、2、3、17、13、14、7、30、4、24、26
时间分离原理	15、10、19、11、16、21、26、18、37、34、9、20
条件分离原理	35、32、36、31、38、39、28、29
整体与部分分离原理	1、25、40、33、12、5、6、23、22、27、13、8

工作效率越高，产品主要功能向着性能提高的方向发展，那么产品内部的散热效率就需得到相应的提高，反之，则使子系统出现不均衡进化的情况。针对此种现象，可采用技术系统进化法则中“向超系统进化法则”对问题求解，具体如下：当技术系统所提供的资源无法满足产品功能需要或相关组件的功能实现受到限制时，超系统资源可以作为满足功能需要的有效资源，当产品内部组件无法达到理想的散热效果，可借助外置散热装置来散热。具体实施为，当榨汁机正

常工作时,在产品底部外接一个散热装置,满足其散热需求。

2.2.3 技术矛盾与 40 个发明原理

技术矛盾的解决方案模型为 40 个发明原理,可以有效地解决设计中的矛盾冲突,为产品的问题解决寻求最优解。

结合上述分析可知,榨汁机杯体内壁清洁困难是生活中的常见问题,其技术矛盾可以定义为,若使榨汁机杯体内壁易于清洗,就要在产品结构设计上降低复杂程度,减少杯体容量;但榨汁机结构的改变,容量的缩减,会导致出汁率降低,从而影响用户的使用体验。

通过分析,可以将以上矛盾归结为 39 个通用技术参数,分别为生产率(导致恶化的参数)、系统的复杂性(导致恶化的参数)、物体产生的有害因素(需改善的参数)。从矛盾矩阵表中可以找到对应的发明原理:22. 变害为利原理、35. 物理或化学参数改变原理、18. 机械振动原理、39. 惰性环境原理、1. 分割原理、19. 周期性作用原理。结合研究对象的主要矛盾和产品的适用性,较为合适的发明原理为,分割原理和物理或化学参数改变原理。

物理或化学参数改变原理即改变物质属性,使其提供有用功能,基于该原理改变榨汁机杯体的物理属性,使杯体使用完毕后,能够实现自清洁的功能,在保证出汁率的同时,可以有效地解决主要矛盾;另一方面,分割原理指将系统分割成若干部分,以分解和组合的方式实现不同的功能,对杯体进行分割,使其在清洁过程中实现分解,在产品工作时实现组合,以此实现不同状态下的不同功能。

2.2.4 科学效应与效应知识库

科学效应知识库包含了多种解决问题的科学原理,可以分为物理效应、几何效应和化学效应等类别,针对需要解决的技术问题,科学效应库的应用可以使问题解决简易化、合理化。根据问题的描述可知,榨汁机杯体内壁清洁困难是由食物残渣与杯体间的相互作用导致的,希望改进的方向是在不需要过多人力处理的情况下,实现杯体的清洁效果,此时,改变食物残渣与杯体内壁的吸附属性是问题研究的核心。因此,需实现的功能为改变物体表面属性。通过查找效应知识库得出,其所对应的原理有摩擦力、扩散、包

辛格效应、放电、机械振动和热处理等,结合研究内容,将摩擦力作为主效应。由于摩擦力效应的实现是以摩擦力的改变为基础的,由查找效应库可知,摩擦力的控制对应的化学效应库包括使用表面活性物质和聚合涂层、氢化作用和电解等,结合表面活性物质和聚合涂层效应对摩擦力进行控制,进一步影响摩擦力效应,使食物残渣与杯体间作用力减小,见图 4。

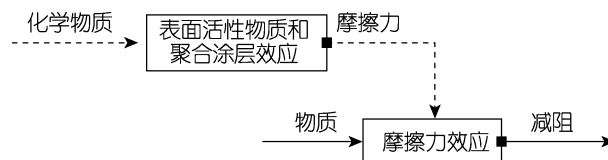


图 4 表面活性物质和聚合涂层效应与摩擦力效应的控制模式

Fig.4 Control modes of surfactant and polymeric coating effects and friction effects

2.2.5 发明问题解决算法 ARIZ 的应用

ARIZ 算法是将极为复杂的问题转化为 TRIZ 的标准问题,从而形成物理矛盾的过程。

首先根据图 2 所示功能模型图,对“刀具存在安全隐患”问题进行问题描述:a. 电机提供使刀具旋转的动能;b. 刀具的存在使榨汁效率提高;c. 刀具存在一定的安全隐患;其次是通过系统分析流程描述最小问题,即在保证不存在安全隐患的同时,榨汁机具有正常的工作效率。并在各系统组件的基础上得到技术矛盾 EC1(刀具存在杯体中,可使食物的加工效率得到有效提高;同时,杯体中刀具的存在,会使整个技术系统存在安全隐患),见图 5a、EC2(刀具不存在杯体中,技术系统无安全隐患;同时,将会使食物的加工效率降低),见图 5b,然而,TRIZ 要求使矛盾尖锐化,而不是缓和矛盾,故选择 EC1 为主要矛盾。通过分析可知,有必要找到一个 X,可以保证刀具仅在设备工作时存在于杯体中,停止工作时不会存在安全隐患。接下来便是对资源的分析,操作区域(何处发生矛盾)为 OZ₁(刀具切割水果的区域)和 OZ₂(刀具存在安全隐患发生区域),见图 6a;操作时间(何时发生矛盾)为 OT₁(刀具加工食物时)和 OT₂(刀具未加工食物时),见图 6b。通过分析,最终理想解 IFR-1 可以定义为“存在一个 X,在杯体底部操作区域范围内,可以实现提高榨汁效率的有用功能,

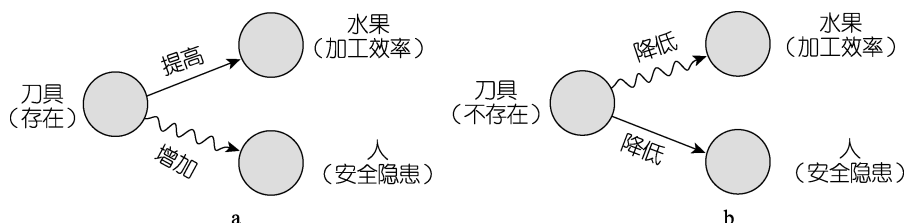


图 5 技术矛盾

Fig.5 Technical contradiction

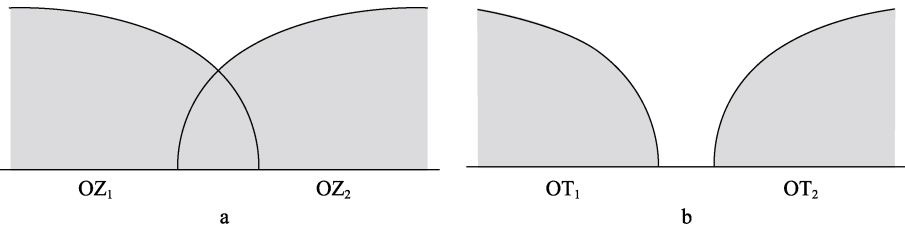


图 6 操作区域和操作时间
Fig.6 Operation area and operation time

能够降低刀具存在的安全隐患问题”。最后，在不引入新物质情况下，使用限制条件刀具和杯体应用 IFR-1，得出相应可能的解决方案。

1)根据以上分析,IFR-1 具体化后的设计方案如下。

方案 1: 使用新型刀具。为保证榨汁机的正常工作,并提高榨汁效率,要求所使用的刀具必须坚固、锋利、使用寿命长;同时,又不存在伤害用户的安全隐患。因此,刀具的结构设计可作为消除有害作用的思路之一。

方案 2: 使用杯体。在保证刀具不改变的情况下,只改变杯体的结构,将杯体和刀具实施有效的分离,避免由于用户的疏忽而伤到用户。

2) 利用分离原理消除物理矛盾。

通过对操作时间和操作区域的分析可知,空间分离无法在解决该矛盾时发挥作用,而时间分离是解决该矛盾的一种方式思路。

方案 3: 通过时间分离的方式消除物理矛盾。例如,发明原理 10—预先作用原理。可在榨汁机使用结束后,针对榨汁机存在的安全隐患,预先做好相应的安全措施。

2.2.6 物质-场分析

物质-场分析是 TRIZ 理论中重要的问题分析工具之一,是对产品的部分组件及组件之间的相互作用关系进行构建并分析的过程,其核心思想是通过最小的改变解决问题。针对以上问题,刀具所存在的安全隐患问题,亦可采用物场分析的方法探索新的解决方案,其中物质包括:电机、刀具和人,场包括:机械场、重力场和电场,构建出物场模型,并从 76 个标准解中找到消除模型中有害作用的恰当方法,即 76 个标准解中 S1.2.3 引入新的物质,进而得到新的解决方案,解除有害作用,经过分析可知,新物质可以为发声装置或发光装置,即当刀具产生空转时,为避免存在的隐患,采用提示音或指示灯的方式对产品使用者做出提示,见图 7,旨在提高使用者的安全意识。

2.3 问题解决方案

由上文分析可知,榨汁机设备存在的 3 个问题分别是:电机工作温度升高、刀具存在的安全隐患、杯体内壁清洁问题。而针对每个存在的问题,经过分析后,都得到了相应的解决方案及思路,见表 5。电机

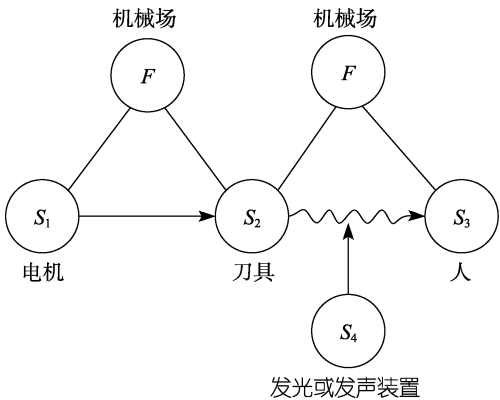


图 7 物场模型
Fig.7 Physical field model

表 5 问题解决方案
Tab.5 Problem solution

待解决的 问题	应用原理	解决方案及思路
电机温度 升高	物理矛盾	a.增强产品内部空气流通性
		b.预先安装降温所需组件
	技术系统进化	c.外接散热装置
刀具存在 安全隐患	ARIZ	d.改变刀具结构或杯体结构
	物质-场分析	e.预先做好相应的安全措施
		f.发光或发声装置
杯体内壁 清洁困难	技术矛盾	g.改变杯体内壁的物理属性
	科学效应与 效应知识库	h.改变杯体结构
		i.表面活性物质和聚合涂层

温度的升高是由转轴高速旋转所引起的,该问题的有效解决将会使设备中的组件保持良好的物理属性。首先在产品底部增加散热结构,可以使空气冷却的作用得到有效发挥;其次是散热组件的设计,可以有效降低产品内部温度;最后当技术系统无法满足所需设计目的时,外接散热装置的设计可以为其功能的实现提供依据,该方案的设计已经由系统组件向着超系统组件转化,为问题的解决开拓了思路。

榨汁机的刀具组件一般裸露在杯体底部并高速旋转,存在一定的安全隐患,为保证电机工作时能够达到有效安全的目的,根据“预先做好相应的安全措施”的思路,可在杯体与底座接触面上设置启动开关(一级开关),当该开关受到一定压力的作用时就启

动，进而保证旋钮开关（二级开关）的控制作用。因此，二级开关是在一级开关连通的状态下发挥作用的；或者针对刀具本身进行设计，通过改变刀具结构的方式避免安全问题的发生，伸缩式刀具结构可以有效地保护用户在不经意间出现的安全问题；为提高用户在产品使用时的安全意识，采用最能引人注意的“声音”和“光源”刺激用户的听觉和视觉，起到警示作用，减少安全问题发生率。

为方便杯体内壁的清洗，首先可以从改变材料的物理属性进行设计，如杯体内壁使用纳米材料^[18]进行生产，可以有效利用纳米材料的自清洁功能，使杯体的清洁工作可以快速完成；其次，亦可通过杯体的结构设计规避清洁困难问题，如对杯体的模块化设计，分别在使用阶段和清洁阶段完成相应的组合与拆解，满足不同状态下的不同功能；最后，可通过在杯体内壁加入化学物质或涂层，减小残渣物质与内壁之间的作用力，使其内壁易于冲洗，达到清洁方便快捷的目的。

根据设计思路的阐述及对方案的探索，对榨汁机的各组件结构设计进行具体描述是该研究内容的最

终目标。如表 6 所示，分别对所得产品结构方案进行图形化展示，其中方案 a 和 b 要求在产品内部安装降温组件，并增加空气流通性，散热组件（散热扇）安装位置为产品底座底部，其中散热孔作为空气流通通道；方案 c 由系统向着超系统进化，是单一组件进化到多组件的过程，其结构中内置 4 个散热组件，并作用在榨汁机的底部；方案 d 和 h 同时需要对杯体进行结构设计，通过分析，模块化设计可作为设计思路之一，因此，将整个杯体分解为 3 个部分，根据需要进行组装或拆解；方案 e 为技术系统添加新的组件（压力开关），其位置为底座受压力最强部分；方案 f 发光装置（指示灯）的设计需具有易被用户察觉的特性，因此，指示灯的位置设置在底座正视图的中轴线上，并距离旋钮较近处较为合适；方案 g 和 i 是通过改变产品材料的物理或化学属性进行问题解决的一种方式，在结构上不过多赘述。

综合各个方案解决的特定问题，榨汁机产品的最终解决方案见图 8。方案的提出较好地诠释了 TRIZ 理论在产品结构设计或功能改进上的可实施性，为相关研究提供参考。

表 6 结构描述
Tab.6 Structure description

序号	结构示意图	结构参数/mm	结构说明
a/b			散热组件的内置和散热孔可以有效增加空气流通性
c			借助超系统组件，强化散热效率
d/h			根据需求对杯体进行结构分解或组合

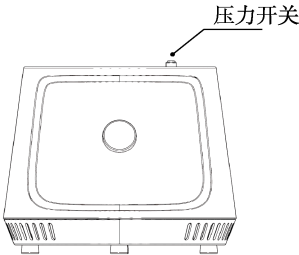
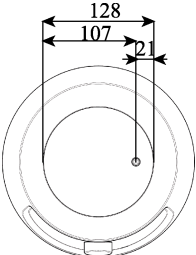
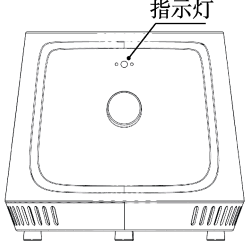
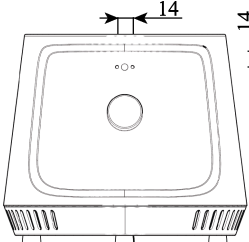
续表 6			
序号	结构示意图	结构参数/mm	结构说明
e			压力开关受压启动，接通旋钮控制电路
f			发光装置具有安全警示作用



图 8 解决方案效果图
Fig.8 Solution renderings

3 结语

文中基于 TRIZ 理论的研究方法，以榨汁机为研究对象，通过发掘问题、分析问题、解决问题的研究思路，为研究对象的创新设计提供有力依据。通过技术系统的组件功能分析、因果分析等方法，探索需解决的问题和引起问题发生的根本原因，并且针对主要原因做进一步的分析求解，根据原因表现的主要特性，选择 TRIZ 理论中恰当的问题解决工具。本文通过技术矛盾、物理矛盾、科学效应知识库、物场模型、发明问题解决算法等工具的运用，获得技术系统的最终理想解。TRIZ 理论在产品中的有效应用，不仅扩大了理论的研究范畴，而且利于工业产品的长足发展。

参考文献：

[1] 刘宁, 杨芳. 智能互联时代的工业设计创新发展研究[J]. 包装工程, 2021, 42(14): 101-107.
LIU Ning, YANG Fang. Development of Industrial Design in Intelligent and Internet Era[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(14): 101-107.

[2] 应婕. 线上市场占比扩大, 原汁机成为市场热点——中国榨汁机市场 2015 年第一季度回顾[J]. 电器, 2015(8): 66-67.
YING Jie. The Proportion of Online Market Has Expanded, and Juicer Has Become a Hot Spot in the Market—Review of Juicer Market in China in the First Quarter of 2015[J]. China Appliance, 2015(8): 66-67.

[3] 房浩南, 金信琴, 张简一. 基于 TRIZ 理论家用螺丝刀优化设计[J]. 设计, 2020, 33(15): 134-136.

- FANG Hao-nan, JIN Xin-qin, ZHANG Jian-yi. Optimal Design of Household Screwdriver Based on Triz Theory[J]. Design, 2020, 33(15): 134-136.
- [4] 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.
- [5] 成思源, 周金平, 郭钟宁. 技术创新方法: TRIZ 理论及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.
- CHENG Si-yuan, ZHOU Jin-ping, GUO Zhong-ning. [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2014.
- [6] 杨亮亮, 冯乙. 基于 TRIZ 理论的可调温保温杯创新设计[J]. 设计, 2021, 34(17): 136-138.
- YANG Liang-liang, FENG Yi. Innovative Design of the Thermos Cup that can Adjust the Temperatures Based on the Theory of Triz[J]. Design, 2021, 34(17): 136-138.
- [7] 张简一, 卫杜倩. 基于 TRIZ 理论裁剪法的筷子储存盒设计[J]. 设计, 2020, 33(17): 140-142.
- ZHANG Jian-yi, WEI Du-qian. Design of Chopsticks Storage Box Based on Triz Theory Cutting Method[J]. Design, 2020, 33(17): 140-142.
- [8] 周升, 邓援超, 梁进伟, 等. TRIZ 理论在包装盒铲边装置优化设计中的应用[J]. 机械设计, 2019, 36(S1): 77-80.
- ZHOU Sheng, DENG Yuan-chao, LIANG Jin-wei, et al. Application of TRIZ Theory in Optimum Design of Edge-Shoveling Device of Packaging Box[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(S1): 77-80.
- [9] 郝红合, 曾旭, 赵谦. 基于 TRIZ 理论的公共扶手消毒装置设计[J]. 包装工程, 2021, 42(18): 333-340.
- GAO Hong-he, ZENG Xu, ZHAO Qian. Design of Public Handrail Disinfection Device Based on TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(18): 333-340.
- [10] 杨超, 邓援超, 郝雪君, 等. 基于 TRIZ 理论的套袋机套袋装置优化设计[J]. 包装工程, 2020, 41(15): 193-199.
- YANG Chao, DENG Yuan-chao, HAO Xue-jun, et al. Optimal Design of Bagging Device of Bagging Machine Based on TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(15): 193-199.
- [11] 贺雪梅, 李隆真, 梁金生. TRIZ 冲突解决原理在饮水机设计中的应用[J]. 包装工程, 2015, 36(14): 60-63.
- HE Xue-mei, LI Long-zhen, LIANG Jin-sheng. Application of TRIZ Contradiction Solving Principles in Water Dispenser Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(14): 60-63.
- [12] 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, 15.
- WANG Huan, SUN Tao, WU Zhou-xin, et al. Application of TRIZ in the Design of Grain Collecting Machine[J]. Machinery Design & Manufacture, 2021(1): 6-9, 15.
- [13] 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, 79.
- ZHU Yu-jie, CAO Jia-ping, GAO Zhi-yong. Innovation Design of Intelligent Automobile Curtain Based on TRIZ Theory[J]. Journal of Chongqing University of Technology (Natural Science), 2020, 34(12): 53-58, 79.
- [14] 徐梦媛, 鲁玉军, 唐曹丹, 等. 基于 TRIZ 理论的便携式榨汁机优化设计[J]. 轻工机械, 2020, 38(2): 77-83.
- XU Meng-yuan, LU Yu-jun, TANG Cao-dan, et al. Optimum Design Method of Portable Juicer Based on TRIZ[J]. Light Industry Machinery, 2020, 38(2): 77-83.
- [15] 侯婷婷. 榨汁机、原汁机、料理机、破壁机,傻傻分不清楚[J]. 家用电器, 2018 (09): 90-91.
- HOU Ting-ting. Juicer, Juice Machine, Cooking Machine, Broken Wall Machine, Silly not Clear? [J]. Home Appliances, 2018 (09): 90-91.
- [16] 高祖成, 周喆, 陆向科, 等. 鱼骨图在解决产品开发问题中的应用[J]. 内燃机与配件, 2021(14): 206-207.
- GAO Zu-cheng, ZHOU Zhe, LU Xiang-ke, et al. Application of Fishbone Diagram in Solving Product Development Problems[J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2021(14): 206-207.
- [17] 陈国强, 许森, 贺志伟, 等. 基于鱼骨图分析的汽车加速无力原因及改进[J]. 汽车电器, 2019(1): 73-74.
- CHEN Guo-qiang, XU Sen, HE Zhi-wei, et al. Cause Analysis and Improvement of Vehicle Accelerating Fault Based on Fishbone Analysis Method[J]. Auto Electric Parts, 2019(1): 73-74.
- [18] 刘昊. 自清洁材料与表面 纳米技术方法[J]. 国外科技新书评介, 2013, (10): 15-16.
- LIU Hao. Self-cleaning Materials and Surface Nanotechnology Methods[J]. Review and Introduction of Foreign Science and Technology New Books, 2013, (10): 15-16.

责任编辑: 陈作