

基于 TRIZ 理论的电烤箱自清洁系统研究

张茜¹ 高月华² 崔丽飞³

(1 河北工业职业技术大学 河北 石家庄 050091; 2 河北大学 河北 保定 071002; 3 石家庄科技信息职业学院 河北 石家庄 050090)

摘要: 本文针对家用电烤箱使用过后,电烤箱内壁、烤架等沾染油污难以清除的问题,提出运用 TRIZ 理论进行问题分析,找到根原因,再利用技术冲突解决原理,对现有的家用电烤箱清洁过程中存在的问题进行求解,得到创新性的解决办法。最后运用得到的解决办法进行电烤箱清洁部分的设计,得到具有较高实用价值的电烤箱清洁系统的设计方案。

关键词: TRIZ 理论; 冲突矩阵; 电烤箱

0 引言

随着家用电器技术的发展,电烤箱作为一种厨房电器,越来越受到人们的欢迎。虽然电烤箱烤制出的食物鲜美,但是在使用电烤箱烤制完食物后其清洗工作却是十分麻烦的。传统电烤箱工作时产生的油烟和蒸汽通过自动排气孔排出箱体,降温过程中,会在电烤箱内胆外、箱体内沉积油污,无法清洁。电烤箱使用完后,需伸手进入电烤箱擦拭内胆,有些死角不易清洁到,会残留油污,久而久之会产生一些不利于健康的物质。

当前市面上的电烤箱大多没有自清洁功能,需要利用清洁剂手动清洁,由于箱体内部结构复杂,清洁时比较困难,使用清洁剂也会有污染物产生。现有某些专利中,设计了通过对电烤箱内部进行高温加热的方式将食物残渣碳化,后用抹布将残渣碳化物抹干净。这种方式耗费能源,且温度过高容易损伤电热元件。

本文利用 TRIZ 原理分析电烤箱清洁问题的核心所在,基于 TRIZ 理论工具找出问题解决办法,提出了一种电烤箱蒸汽自清洁装置,解决上述难题。

1 TRIZ 理论简介

TRIZ 理论是专门用于创新性地发现问题和解决问题的一种工具。现代 TRIZ 理论体系主要包括以下几个方面:创新思维方法与问题分析方法,技术系统进化法则,技术冲突解决原理,创新问题标准解法,发明问题解决算法 ARIZ,以及基于物理、化学和几何学等工

程学原理而构建的知识库^[1]。其中利用矛盾(或者称为“冲突”)解决问题是最常用的 TRIZ 工具之一。阿奇舒勒将矛盾分为管理矛盾、技术矛盾和物理矛盾三大类^[2],本文就以其中的问题分析方法和技术冲突为主要工具,进行电烤箱清洁困难问题的分析和求解。

2 基于 TRIZ 理论的电烤箱自清洁系统设计思路

2.1 问题的描述

现有电烤箱结构包括外壳、电烤箱内胆、箱门、烤架、滴油盘、炉灯、电热元件、控制面板、风扇、风扇电动机、电源插头。各元件之间的作用原理是:外壳包裹电烤箱内胆;外壳支撑箱门;外壳支撑控制面板;电烤箱内胆支撑烤架、烤架支撑食品;电烤箱内胆支撑滴油盘;电烤箱内胆支撑炉灯;电烤箱内胆支撑电热元件;电热元件加热食品;电烤箱内胆支撑风扇电动机;风扇电动机驱动和支撑风扇。

当前市面上的电烤箱大多没有自清洁的功能,需要利用清洁剂手动清洁,由于箱体内部结构复杂,清洁时比较困难,哪怕使用清洁刷等工具,也很难将边边角角清洗干净,且使用清洁剂会有污染产生。利用 TRIZ 原理要解决的问题包括:能够自动地进行电烤箱内部的油污清洁;清洁效果好;清洁装置最好利用现有的结构,尽量少加其他元件;清洁尽量时间短,快速有效。

2.2 问题分析

2.2.1 最终理想解

TRIZ 中用产品的有用功能总和除以有害功能与

成本的总和来表示理想度，理想度越大，表示产品越理想^[3]。最终理想解（IFR）就是尽可能地增大有用或者有益的功能，减少甚至消除有害功能，尽可能地不使用任何资源就可以得到想要的功能，即产品设计的最理想效果。最终理想解模型常用于解决问题之前的问题分析，作为整个设计的终极目标。

对于电烤箱清洁系统而言，最终理想解是电烤箱烤熟食物但不产生任何油污、残渣，不会污染电烤箱内部。这显然不符合客观事实，因此分析得到次理想解作为设计的最终目标。

即不用采用清洁剂也不用使用人工和工具就能将电烤箱内部油污清洗干净。通过上述分析，本设计的方向为尽可能让食物少产生油污、找到方法使电烤箱内部尽量少沾染油污、清洁的时候不用人工和清洁剂就能清除干净。

2.2.2 功能分析模型建立

功能分析是一个分析问题的工具，是一种识别系统和超系统组件的功能、特点及其成本的分析工具^[4]。建立功能模型是进行功能分析的核心步骤。TRIZ 功能描述的方法为“动词+名词”的形式，本设计中，家用电烤箱的功能描述为“烤制食物”。本文以此为基对电烤箱的整个系统进行功能分析，化繁为简，建立功能模型。

- 建立功能模型的关键步骤为：
- 第一，确定元件、制品和超系统。这里的元件即功能的载体，一定是组件、机械零件或元器件等；制品一般指功能对象；而超系统包括各种场或者能源，例如，电场、磁场、重力场等。
 - 第二，进行作用（或链接）分析。功能的载体与功能对象之间必须有相互作用，且功能对象至少有一个参数应该被这个相互作用改变或保持。
 - 第三，绘制功能模型图。
- 本文系统中，制品为食物，元件为家用电烤箱的机械结构、控制板和配件，超系统为人和电，建立功能模型。功能分析模型如图 1 所示。
- 通过功能分析模型可以看出，导致电烤箱系

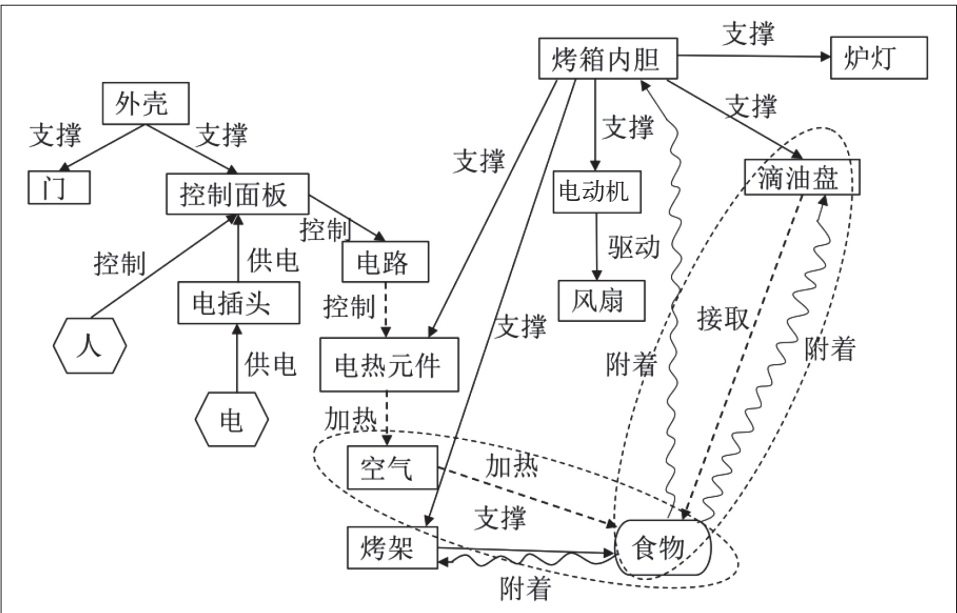


图 1 功能分析模型

统内部难清洁的有害作用，包括食物残渣附着底油盘不充分、食物残渣附着在电烤箱内部（内胆、烤架）等冲突区域。这些问题可以通过冲突工具或者裁剪工具解决，本文采用技术冲突工具解决。

2.2.3 因果分析

一个复杂系统包含的相互作用因素非常多，在进行创新设计的时候，往往很难一眼就看到问题的关键因素。这就用到了 TIRZ 中另一种问题分析方式，即因果分析。因果分析是从系统存在的问题入手，分析形成此问题的原因，再分析这个原因形成的原因，以此类推层层分解，直至分析到问题的根本，无法再分解为止。因果分析可以从两个方面进行，一方面是向着求因的方向，即由现在分析过去；另一方面是向着求果的方向，即由现在分析未来。在这个分析过程中，创新者需要深入梳理问题产生的隐含逻辑及其形成机制，最后通过最终原因，找到解决问题的“关键点”。这一层一层的因果关系成链状结构，故因果分析也被称为因果链分析。

对于电烤箱自清洁系统来说，存在的主要问题为电烤箱内部沾染油污；进一步分析，出现此问题的原因有三个：电烤箱清洁不彻底、电烤箱内壁的性质为容易沾油污以及电烤箱专门用来收集油污的底油盘接取油污不充分；再进一步分析这三个原因形成的原因，逐渐得到多个问题关键点。具体因果链分析如图 2 所示。

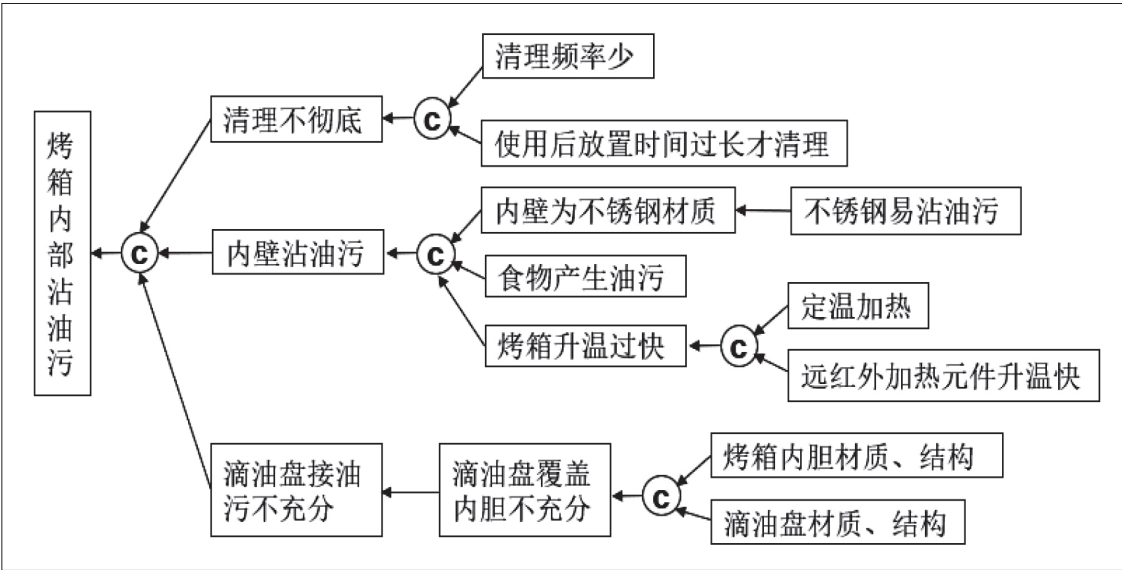


图 2 因果链分析

2.2.4 冲突区域确定

通过功能分析和因果链分析，得到三个问题关键点和若干冲突区域：

- (1) 烤架与食物组成的冲突区域，涉及的根原因是烤架材质；
- (2) 电热元件与烤架组成的冲突区域，涉及的根原因是电热元件材质；
- (3) 电路与电热元件组成的冲突区域，涉及的根原因是电路设计；
- (4) 电烤箱内胆与食物组成的冲突区域，涉及的根原因是电烤箱内胆材质；
- (5) 滴油盘与食物组成的冲突区域，涉及的根原因是滴油盘形状；
- (6) 电烤箱内胆与滴油盘组成的冲突区域，涉及的根原因是电烤箱内胆材质、结构。

2.3 冲突解决理论

本文首先使用冲突解决理论中的技术冲突工具解决问题。

根据上述分析，选择滴油盘与食物组成的冲突区域作为问题关键点，可将冲突描述为：为了改善电烤箱滴油盘接取油烟不充分，需要加大滴油盘面积，电烤箱四周都用滴油盘来覆盖，但这样做会导致电烤箱散热不好。

选择电路与电热元件组成的冲突区域作为关键点，可将冲突描述为：为了提高电烤箱控温系统的控温特性，使食物产生油污较少，需要增加电烤箱曲线控温的功能，但这样做会导致电烤箱的控制系统

变得复杂。

通过查阅 TRIZ 冲突矩阵表，可得到发明原理。技术冲突矩阵分析结果见表 1。

分析上述发明原理，根据 No.27 低成本、不耐用的物体代替昂贵、耐用的物体和 No.15 动态化，得到：用透气性好但不透

表 1 技术冲突矩阵分析结果

预改善参数	被恶化参数	发明原理
静止物体的面积 6	影响物体的有害因素 30	No.27, No.2, No.39, No.35
自动化程度 38	装置的复杂性 36	No.15, No.24, No.10

油的吸油纸代替滴油盘，覆盖在电烤箱内壁，在电烤箱内部加入卡槽用于放置吸油纸，使用完毕后直接扔掉吸油纸，下次使用时再放入；依据 No.35 参数变化和 No.24 中介物，得到：加入蒸汽产生装置，电烤箱使用后，用蒸汽雾化电烤箱内壁油污。

初步确定设计方案为设计一种带有蒸汽发生装置的电烤箱自清洁系统，电烤箱使用完毕后，打开蒸汽发生装置，将油污雾化，然后油污染到电烤箱下方的底油盘中。底油盘上放置吸油纸，清洁结束只需将吸油纸拿走扔掉即可。

3 电烤箱自清洁系统创新设计方案

本文设计的电烤箱自清洁系统的核心为蒸汽产生装置。该装置主要包括进水结构、水泵、蒸汽发生器和排放结构，另外还有用于与家用电烤箱机壳连接的软管及其接口，且配备了外部的储水容器。水泵和蒸汽发生器设在电烤箱壳体内部，进水结构与底壳连接并插入底壳内与水泵连接，排放结构的一端与蒸汽发生器连接，另一端穿过底壳并伸出于底壳外。

蒸汽发生装置设计图如图 3 所示。其中，5 为储

水箱。1、2、3 为三个电极，对应不同水位时，对储水箱的水进行加热，产生蒸汽。三个电极相隔 1 ~ 2mm，避免因距离过近产生水膜。4 为检测单元，通过导线与三个电极相连，用于检测感应信号，并将信号传至电烤箱控制面板。套筒 6 将检测电极组 1、2、3 围在其内部，可降低储水箱 5 内水的晃动，确保检测电极组测量数值更加准确。使用时 7 连接外部水泵，水泵连接电烤箱（8 为电烤箱箱体，如图 4 所示）

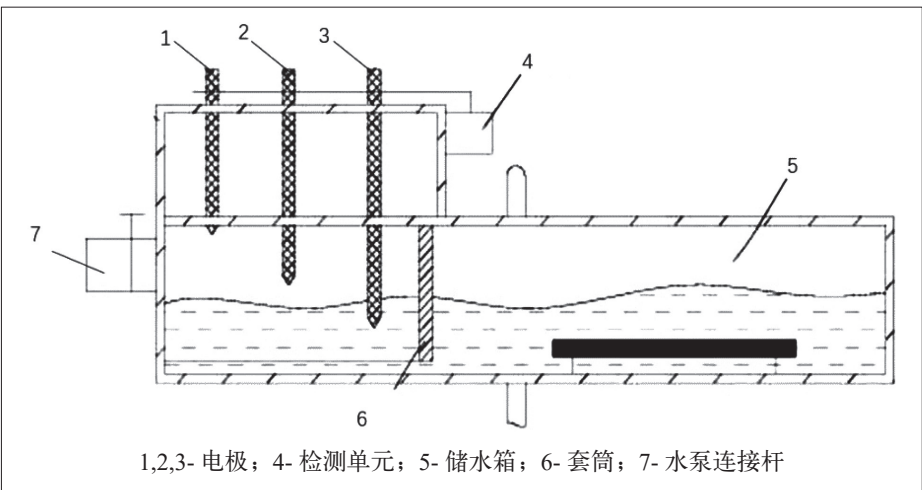


图 3 蒸汽发生装置示意图

的外部接口 9，通过 9 对电烤箱注水。油污蒸汽雾化结束后，可将图 4 中的 10 部分打开，取走吸油纸。

4 结语

本文利用 TRIZ 原理，解决电烤箱使用时清洁困难的问题，使用多种 TRIZ 工具分析根原因并利用技术冲突得出多种方案，最优方案为设计一种蒸汽发生装置安装在电烤箱内部，食物烤熟拿出后产生蒸汽，雾化油污，使其充分附着在滴油盘里，滴油盘中放置吸油纸，可轻松更换，并最终完成系统设计。本文设计的蒸汽产生装置，通过设置可容纳水泵和蒸汽发生器等部件的外壳体，这些部件可以形成一个相对独立于家用电烤箱的机壳的模组，一方面利于安装，可以提高生产效率；另一方面利于维修，可有效降低生产和维修不良率，提高产品质量。

基金项目：本文系石家庄市科学技术研究与发展计划项目——基于 TRIZ 的抗生素发酵过程智能控制系统优化成果（项目编号 211200541）；暨河北工业职业技术大学市厅级预研课题——基于 ROS 的跟随式医疗辅助机器人设计成果（项目编号 zy202307）。

参考文献：

[1] 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.

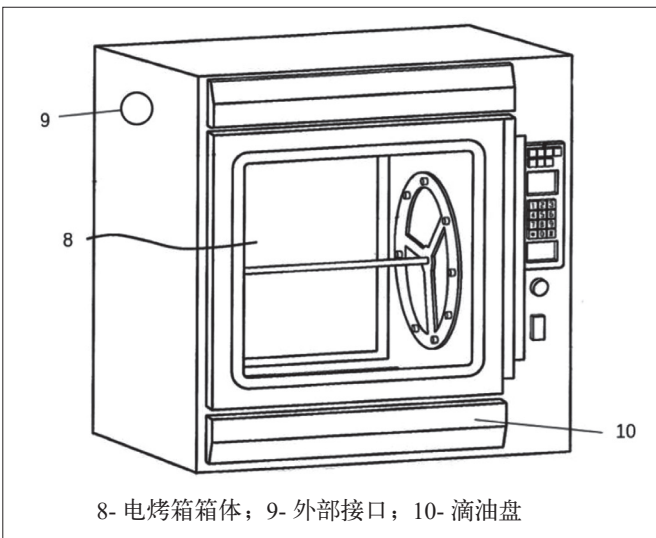


图 4 电烤箱本体示意图

[2] 张茜，崔丽飞，高月华，等．基于发明问题解决理论的抗生素发酵过程控制系统设计[J]．云南化工，2021，48(10):100-102.

[3] 周永清，丁永前，薛金林．基于 TRIZ 的机构搭接实验台创新研发[J]．中国现代教育装备，2022(13):56-60.

[4] 刘丽，陈海周，解伟民，等．TRIZ 理论在立式冷藏展示柜噪声改进中的应用[J]．科学技术创新，2020(27):172-173.

作者简介：张茜（1990.05-），女，汉族，河北石家庄人，硕士研究生，讲师，研究方向：智能控制、TRIZ 创新方法、机器人技术；高月华（1977.09-），女，汉族，河北石家庄人，硕士研究生，副教授，研究方向：控制系统、通信工程；崔丽飞（1992.05-），女，满族，河北承德人，本科，助教，研究方向：通信与信息系统。