

The Analysis of Vermicelli Equipment Innovation Based on the Theory of TRIZ

Huanhuan Li, Xiaoqin Shen, Bo Wang, Qiliang Cheng

School of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong
Email: 1318683769@qq.com

Received: Sep. 3rd, 2016; accepted: Sep. 23rd, 2016; published: Sep. 26th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

In view of the problems existing in the traditional artificial hang lever to dry noodle, the noodles manufacturing is analyzed and the innovation design scheme is put forward by using of the theory of TRIZ. A variety of solutions are put forward through the study of the definition of the fundamental problem, resource analysis, attribute analysis and nine screen method to determine available resources system. It also combined with the ultimate ideal solution and noodles processing technology. And some mechanical automation drying devices are designed in detail. Ultimately, the ideal design of low cost and high efficiency is summarized through the evaluation of the proposed scheme.

Keywords

The Theory of TRIZ, Noodles Processing Technology, Innovation Analysis

基于TRIZ理论的挂面设备创新分析

李欢欢, 沈孝芹, 王波, 程启良

山东建筑大学, 机电工程学院, 山东 济南
Email: 1318683769@qq.com

收稿日期: 2016年9月3日; 录用日期: 2016年9月23日; 发布日期: 2016年9月26日

摘要

针对传统面条机人工挂杆晾晒中存在的问题,运用TRIZ理论对面条制造进行分析,提出创新设计方案。通过对根本问题进行定义,资源分析、属性分析及九屏幕法确定系统可利用的资源,结合最终理想解和面条加工工艺提出多种解决方案,并对机械自动化晾晒装置进行了详细设计。最终通过对提出的方案进行评价,总结出成本低、效率高的理想设计方案。

关键词

TRIZ理论, 面条加工工艺, 创新分析

1. 引言

传统的压面条机由于体积小、功耗低、使用灵活等优点,而应用广泛。主要生产过程基本上分为:面条压制挤压成型、面条拉离出料口并切断、挂置到挂杆上晾晒、面条裁断及包装。目前这种传统压面条机存在必须人工将压出的面条拉离出料口的问题,消耗大量人工劳动,同时会因为操作不及时导致混作一团,甚至因相互黏结而导致重压。

TRIZ理论(发明问题与解决理论)由苏联发明家根里奇·阿奇舒勒创立。经典TRIZ理论经过发展逐渐形成了现在的TRIZ流派。U-TRIZ汇集了物场分析、因果分析、功能分析、属性分析的模型共同点,发展出了统一的SAFC模型,把解决发明问题的模型类型和求解工具进行了较多的简化和改进,在以功能为导向、以属性为核心的指导思想下,通过对物质属性或属性参数进行“变、增、减、测、稳”五种操作,将矛盾对立统一的双方进行分离,快捷地消除各种矛盾,调节不良作用,高效地解决发明问题[1]。

针对目前传统面条机存在的问题,本文依据TRIZ理论对问题的本源进行了分析,并应用TRIZ的理论得出了若干解决问题的方案。通过新方案的实施,改进并代替人工进行晾晒及切断的工序,大大提高了加工效率。

2. 问题定义与IFR(最终理想解)

问题定义是得到问题根源的根本方法,也是一种知识的表达形式,一个问题若定义清晰明确,可以很快获得解决方案[1]。传统的压面条机主要由挡面板、挤压凹槽沿横向的切面刀头、电机、厚度调节按钮、接面台、支架等主要部件构成(如图1),其工作原理是面团通过当面板进入面条机内部后,在切面刀头的挤压作用下,生产出面条[2]。这种面条机加工出的面条需要人工将面条挂置到挂杆上进行晾晒后切断方能得到成形面条。对于挂面的加工问题,首先将面条挂到挂杆上晾晒的目的,是要得到干燥的面条;在挂杆上晾晒完毕后还需进行切割,从此步骤可以看出最终是要得到长度一定的干燥面条,根据分析最终将问题定义为:如何得到长度一定且干燥的面条。

有了上面的问题定义。根据TRIZ理论该问题的IFR可以分层次定义为:

- 1) 面条本身无需晾晒,且面条无需切断,生产出来长度一定。
- 2) 面条需进行去除水分步骤,但可以在加工过程中实现:
 - a) 靠温度场来实现水分的去除;
 - b) 依靠电磁波实现水分的去除。
- 3) 面条采用现有的加工工艺,仍然需要对加工后的面条进行晾晒:

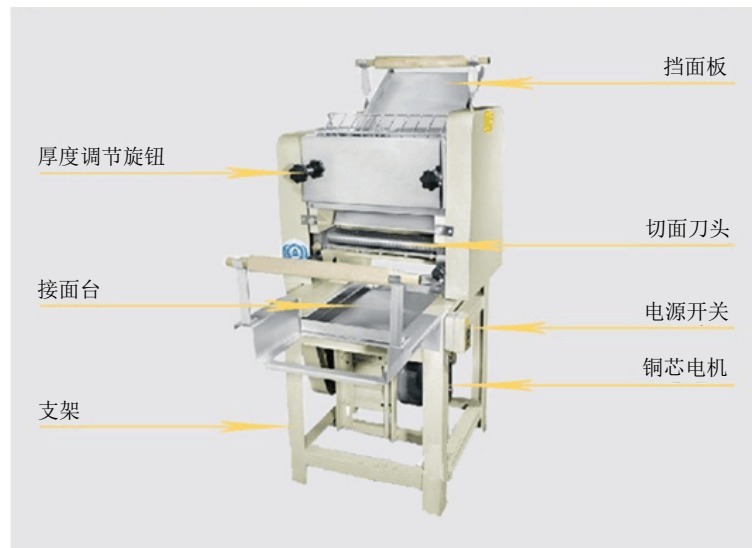


Figure 1. Noodle making machine
图 1. 面条机

- a) 面条生产的过程中自动到晾晒装置上；
- b) 改变面条的结构使面条晾晒工艺简单；
- c) 机械装置代替人工操作晾晒面条。

3. 问题分析

对技术系统作用对象、物体间相互作用、作用产生的结果进行分析，绘制压制面条挂杆晾晒这一过程的 SAFC 模型，如图 2 所示。

通过图 2 的 SAFC 模型可以看出，压面条机将面条压好后，面条本身具有黏性，如果人能及时将压好的面条分离开，挂到挂杆上晾晒，那么面条就不会出现黏结到一起的现象；另外人在操作时，具有动作延迟性，当人工作疲劳时，没能及时将面条分离并进行挂杆晾晒，那么面条便产生黏结。从分析可以看出，若面条不出现黏结的现象，要么面条在压制好之后就己不存在黏结性，要么达到及时挂杆晾晒的目的。本文直接从面条的加工过程入手解决问题，将面条的晾晒过程提前至加工过程，解决因为挂杆问题导致的众多问题。

为了更好的利用系统中的资源，将系统中更多隐藏的资源及其属性挖掘出来，使其成为能够利用的解决问题的资源[3] [4]，本文以晾晒的面条为系统研究对象，进行九屏幕法分析，如图 3 所示。

4. 设计方案

根据九屏幕图显示出的资源，首先对当前系统的子系统进行分析，也就是构成面条的物质，是水和面粉。面粉的过去是小麦，水的过去可能是水蒸气也可能是冰，这些都是可以考虑利用的资源。水的状态可以是固态，固态直接升华要比液态蒸发的速度快，从这一角度出发可以考虑将面条冷冻然后升华，水分得到去除。由此分析得到方案 1：挂面从挂面机出料口拉出，到一定长度，切断刀切断挂面，放置在传送带上，传送到冷藏箱，通过降温使面条里面的水呈固态冰，之后输送到真空室加热，使面条内部的固态冰直接升华为水蒸汽。

对于面条长度一定的最终理想解，若面条自身就是需要的长度，那就不用再将面条进行切断了。目前的压面条机是将面团纵向压制，也就是只要面团足够大，面条的长度就会一直增大。如果要想改变面

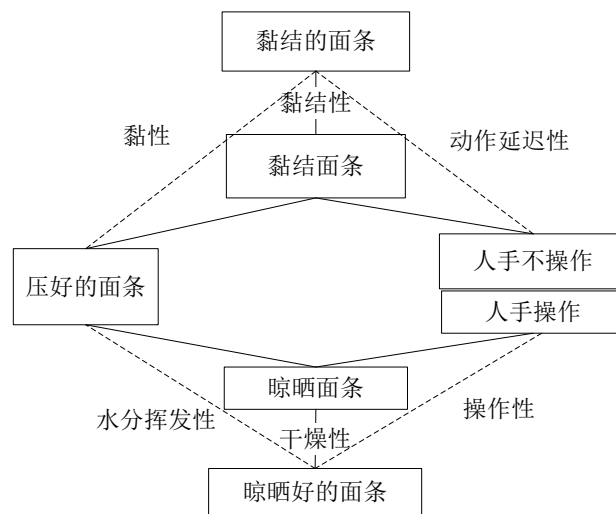


Figure 2. SAFC model of drying noodles
图 2. 面条晾晒的 SAFC 模型

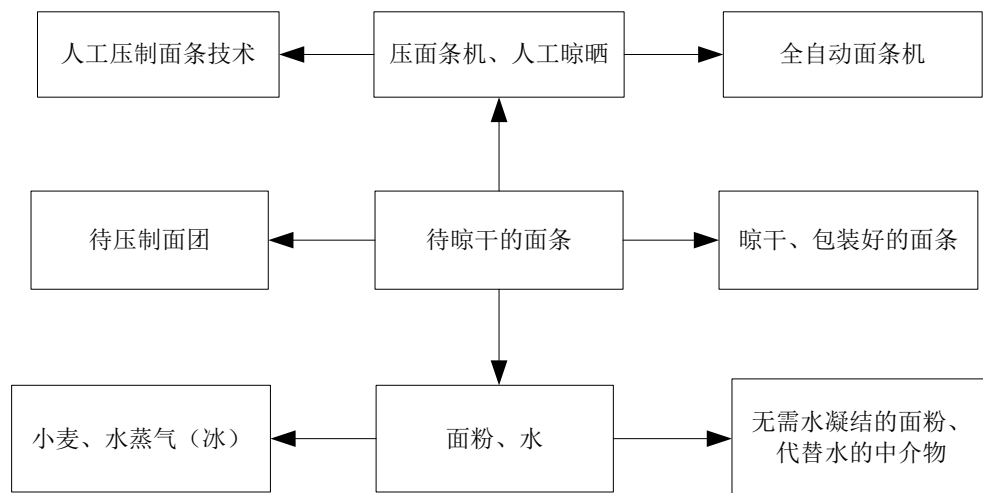


Figure 3. Nine-screen of noodle making
图 3. 面条制造的九屏幕图

条的长度，使其压制好之后就复合规定的长度。根据目前已有的资源及属性如表 1 所示，和好的面团经过压制后通常呈长方形的片状，面条的长度取决于面团的长度。面条的形状取决于压面条刀的凹槽形状，面条长度之所以不断加长是因为刀具的凹槽成圆周分布，刀具在滚动的过程中面条不断被挤压成型[4][5]，如图 4 所示。

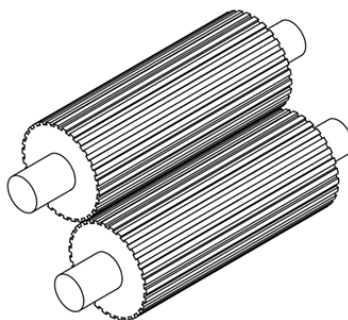
要想实现面条长度不用切断即可实现长度要求，本文考虑到改变挤压刀的结构，目前面条机的刀具凹槽呈周向排列。根据四十条发明原理中的自服务原理，可以让面条自己变成想要的长度，但是要借助挤压刀来帮助实现。本文将挤压刀的凹槽改变一下排布方式，使其沿轴向排布，那么面条长度就取决于挤压刀的长度。

得到方案 2：改变挤压刀的结构，面条长度一定无需切断。改造完之后的挤压刀如图 5 所示。

对压制的面条进行分析，其由水和面粉组成，形成面条需要加水，而制作成面条后，又需要将水去除，在这两个过程中，第一步中水是有益因素，第二步中水又变为有害物质，此时便存在既需要水又需

Table 1. Analysis of resource properties of noodle extruding machine**表 1.** 面条挤压机的资源属性分析

组件	属性 1	属性 2	属性 3	属性 4	属性 5	功能
面团	长方形	薄片状				被挤压
压面刀	圆柱状	有凹槽	滚动性	挤压性	凹槽周向排列	挤压面团
面条	细长型	柔性				成型

**Figure 4.** Traditional noodle pressing hob**图 4.** 传统面条压制滚刀图**Figure 5.** Schematic diagram of the structure of the modified extrusion cutter**图 5.** 改造后的挤压刀结构示意图

去除水的物理矛盾。由得到的物理矛盾分析水的存在，在不同时间段其利害因素不同，那么根据分离原理中的时间分离方法可以对问题进行解决[1]。分离原理、分析方法与发明措施之间存在对应关系。时间分离方法对应的发明原理如表 2 所示。

根据时间分离方法与发明措施的对应关系，发现在所有的发明原理中 10 号发明原理预先作用原理对方案的得出提示作用较大。传统的面条生产工艺是面条挤压之后通过挂置在挂杆上进行晾晒去除水分，若将水分去除工作在挂杆之前就预先进行，则无需对面条进行挂杆工序。因此在通过发明原理的提示和实际问题的具体分析，可以得到方案 3：

将去除水的部分提前到面条切断之前，采取将压制出的面条在切断之前采用微波加热分离出水分的办法。

前面所有的方案是在事前和事中便实现了面条的干燥工序，根据稍微次之的最终理想解，仍需要将面条进行晾晒，但要代替人的工作，提高效率。

面条晾晒的传统方法是将压好的面条挂到挂杆上，进而本文对面条挂杆进行分析，挂杆具有单一性，挂杆将面条进行挑起后切断，并放置于通风处晾晒。之所以将面条挂到挂杆上就是为了使面条与空气有足够的接触空间，在空气流动的作用下将水分带走达到晾干的目的，但由于单杆作用，需要外力才能将

Table 2. The corresponding relation of time separation method and the invention measures
表 2. 时间分离方法与发明措施的对应关系

方法	时间分离
措施	09 预先反作用 10 预先作用 11 事先防范 15 动态性 16 不足或过度作用 18 振动 19 周期性作用 20 有效持续作用 21 急速作用 26 复制 29 气压与液压结构 34 抛弃与再生 37 热膨胀

面条挂到杆上，降低了工作效率，为提高挂杆的效率，若增加挂杆的数量，查阅进化法则中增加集成度再进行简化法则，对本问题有明显提示作用，其内容为：

- 1) 增加集成度的路径；
- 2) 简化路径；
- 3) 单一双一多路径；
- 4) 子系统分离路径。

对本问题中的挂杆进行分析，要增加挂杆集成度，需采取单一双一多路径的进化方法，将单一的挂杆变为多杆，让多个杆共同作用，但仍保持杆之间有空隙，留有空气流通的空间，有利于水分的蒸发。

根据分析得到方案 4：将晾晒面条的挂杆转化为网状结构，面条可以直接从挤压装置上通过传送带到达网状的晾晒网上，无需人工再进行操作。

结合实际的面条挂杆需要，要想将面条晒到上面，需要挤压出的面条挂在孔中，或将面条直接晾晒在挂杆网上，由于面条具有柔性，不及时晾晒就会产生堆积，因此需要挂杆网进行移动，但挂杆网为片状结构，要增加它的移动性，需要对挂杆网进一步优化，从进化法则中可以得到增加移动性的法则为：动态性和可控性进化法则，其内容为：

- 1) 向移动性增强的方向转化路径；
- 2) 增加自由度的方向；
- 3) 增加可控性的路径；
- 4) 改变稳定的路径。

其中增加自由度方法即：刚体 - 单铰链 - 多铰链 - 柔性体 - 气体、液体 - 场。

根据此方法可以将挂杆网进一步优化，得到方案 5：将挂面晾晒网优化为柔性挂杆网，如图 6 所示。

如图 5 将挂杆网变为柔性，并与传动带结合，柔性挂杆网置于出面条口下端，柔性挂杆网不停的旋转带动压制出的面条平铺在网面上，面条到固定长度后，将面条切断，在传动中，利用烘干技术立即烘干。由于网状挂杆通风性较好，而且其片状结构容易移动操作，面条不易出现错乱，因此可以代替单一的挂杆晾晒方式。

分析资源属性，挂杆为圆柱形，面条为圆柱形，并具有柔性，挂杆的方式为面条挂在挂杆外侧完成晾晒，挂杆晾晒的方式增加了将面条挂到挂杆上的工序，若考虑面条挤压出之后能自动存在挂杆上便可减少工序提高效率。传统的面条机在制作时采用的是将面条挤压成形。可利用的资源是面条挤压机，若不用挂杆就能将面条挂到杆上，那么杆直接连接到挤压机的出口上，面条挤出之后直接到杆上即可。目前面临的问题是杆很粗，面条很细如何上杆。由此考虑到将挂杆细化，在不影响食用的情况下，面条适当增粗，然后将挂杆直接连接挤压面条的出口，使细杆穿到面条中间，那么需要将面条空心化，则略去中间将面条搭到挂杆上的过程，节省了时间，然后完成晾晒工序。由此分析得到方案 6：将面条空心化，其示意图如图 7 所示。

根据资源分析，可利用的资源有面条、挂杆、托盘、切断刀、挂钩。可将面条上杆的动作分解成两部分：杆自动上钩，面条自动上杆。

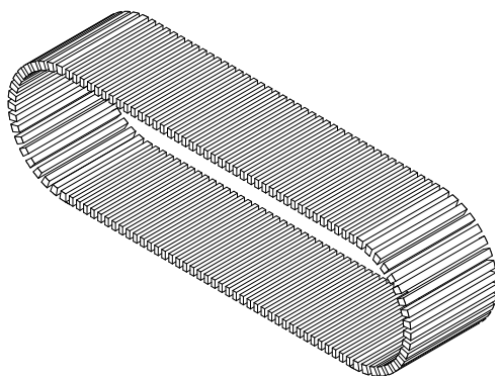


Figure 6. Sketch map of flexible link net structure
图 6. 柔性挂杆网结构示意图

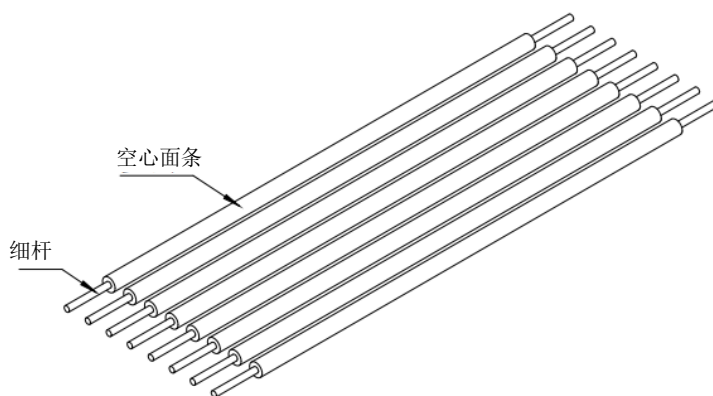


Figure 7. Schematic diagram of structure of a thin rod drying hollow noodle
图 7. 细杆晾晒空心面条结构示意图

根据对资源的属性分析,挂杆可利用的资源有托盘面条机等,托盘具有承载性可承载挂杆,本身具有固定性,若使托盘的一部分可移动,推动挂杆依靠自身的重力自动上挂钩,则可实现预期目的。另外切断刀在切断面条的过生向下的动作,可借助这一动作使托盘移动。将挂杆托盘的一端设置成活动部分,活动部分依靠切断刀向下的力带动托盘做倾斜动作,进入使挂杆依靠自身的重力吊到挂钩上。机构如图 8 所示。

挂杆到达皮带下方时,面条可利用自身的重力(场资源)下垂到杆的一侧,考虑到可利用的资源为挂杆、面条的柔性,挂杆根据前面的分析可通过传动链往上走,此时可利用挂杆的运动面条的相对静止,将挂杆慢慢移动到面条附近,并利用应用柔性壳体的发明原理,添加软舌结构,随着挂杆上升自动挂到挂杆上。最终方案如图 9 所示。

该方案在面条机将面条压制出之后,通过皮带将面条往前传送,并通过切断刀传送到软舌处,由于重力作用使继续面条下垂,而同时挂杆通过挂钩在传动机构的带动下到达软舌处,使挂杆正好处在下垂的面条之间,由于软舌呈柔性,挂杆克服软舌阻力,继续上移将下垂的面条挂到了挂杆上。该方案很好的解决了人工将面条挂杆劳动强度大的问题。

5. 方案总结与创新性分析

根据前面的分析与总结得出了很多与面条加工相关的创新性方案,这些方案同时也存在一定的利弊。下面将这些方案进行总结概括并进行相应的评价,如表 3 所示。

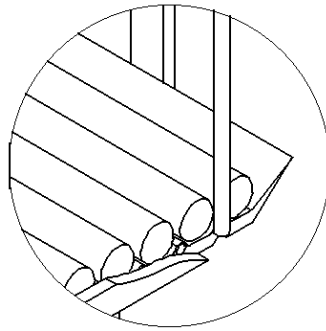
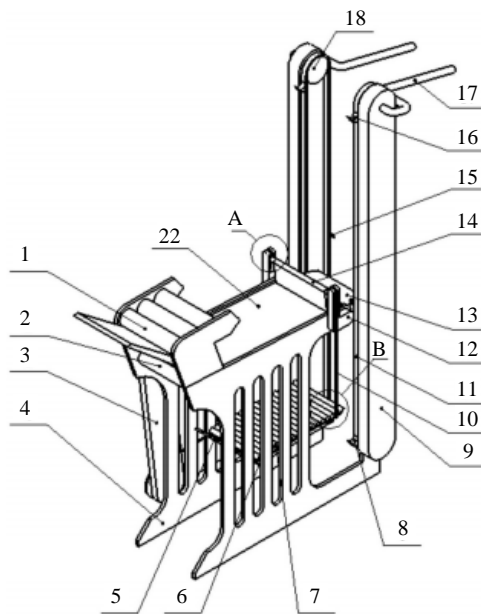


Figure 8. Structure diagram of pallet carrying hanging rod
图 8. 托盘承载挂杆的结构图



1.面条机 2.皮带辊 3.第一传动链 4.支架 5.托盘 6.托盘固定辊 7.挂杆 8.第二组挂钩 9.保护罩 10.拉杆 11.链条 12.第二传动链 13.软舌 14.切断刀 15.第三组挂钩 16. 第一组挂钩 17.周转架 18.链轮 19.切断刀支架 20.滑轮 21.拉绳 22.皮带

Figure 9. The overall structure of the program 7
图 9. 方案 7 的整体结构图

Table 3. Solution summary and evaluation
表 3. 解决方案汇总与评价

方案编号及方案	方案评价
1.将面条冷冻干燥去除水分	冷冻过程需增加冷冻设备，成本高
2.改变挤压刀结构得到定长面条	适宜制作定长面条
3.改变面条的结构，使面条成空心结构	承载晾晒的铁丝较多，增加成本
4.加工过程中直接烘干	须加烘干设备，成本高
5.挂杆晾晒结构改成网状面板结构	晾晒时间较长
6.柔性挂杆网	晾晒时间较长
7.采用机械结构使面条在加工过程中自动挂到挂杆上	成本低，晾晒时间适宜

通过对方案的评价可以得出方案 2 和方案 7 为理想度较高的方案, 方案 2 根据 TRIZ 理论中的发明原理 - 自服务原理, 采用更换压制面条滚刀的方式, 通过挤压就可生产出指定长度的面条, 节省了面条切断的工序, 并结合传送带和微波加热烘干的方法, 解决了面条晾晒需要人工挂杆的问题; 方案 7 采用机械结构代替人工操作, 通过对资源及资源属性的分析, 实现了针对传统压面条机的后续工序的自动化改造, 可实现传统面条机压出面条的自动上杆操作, 人工只需要将上杆的面条移走即可, 由机械结构代替了人工挂杆操作, 节省了劳动力, 具有很大的应用价值。综合运用 TRIZ 的分析工具和知识库工具可以帮助设计人员克服心理惯性, 建立问题分析模型, 扩展设计人员的知识积累, 降低新产品开发的技术风险[6]。

基金项目

山东省高等学校科研计划项目(J14LB05); 山东建筑大学博士科研基金项目(XNBS1014)。

参考文献 (References)

- [1] 赵敏, 张武城. TRIZ 进阶及实战: 大道至简的发明方法[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [2] 金捷. 多功能家用面条机的设计[J]. 机械, 2010, 37(12): 51-53.
- [3] 杨清亮. 发明是这样诞生——TRIZ 理论全接触[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [4] 张明勤, 范存礼, 王日君, 张士军. TRIZ 入门 100 问——TRIZ 创新工具引导[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [5] 黄华栋, 熊越东. 基于 TRIZ 理论的一种刀具的设计[J]. 组合技术与机床, 2014, 35(2): 131-133.
- [6] 高常青, 黄克正, 张勇. TRIZ 理论在产品创新设计中的应用[J]. 机械科学与技术, 2006, 25(4): 501-504.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: met@hanspub.org