

## ARIZ 算法在注塑模具设计冲突问题中的应用研究\*

王昌<sup>1,2</sup> 魏闯<sup>1</sup>

(1 内蒙古科技大学 机械工程学院,包头 014010)(2 大连理工大学 机械工程学院,大连 116024)

Application and research of ARIZ algorithm in the conflict questions  
of plastic injection mould designWANG Chang<sup>1,2</sup>, WEI Chuang<sup>1</sup>

(1 Mechanical Engineering School, IMUST, Baotou 014010, China)

(2 Mechanical Engineering School, DLUT, Dalian 116024, China)

【摘要】TRIZ 理论中的 ARIZ 算法主要用于解决复杂的技术冲突问题, ARIZ 集成了 TRIZ 的多个工具, 给出了从问题分析到方案解决的整个流程。在概括 TRIZ 理论的方法和观点基础上, 阐述了 ARIZ 包含的概念、规则和主要思想, 介绍了 ARIZ 解决问题的 9 大步骤。结合注塑模具设计中一些依靠正常思维方式很难解决的技术冲突问题, 给出应用 ARIZ 方法解决这些复杂问题的工程实例。

关键词: TRIZ; ARIZ; 注塑模具

【Abstract】ARIZ algorithm of TRIZ theory is used to solve complex technical problems of conflict, ARIZ integrated many tools of TRIZ and presented the entire flow process from problems analysis to scheme solution. On the basis of summarizing the method and point of view of TRIZ theory it expounded the concept and dominant ideas contained by ARIZ introduced the nine major steps of settling issues of by ARIZ. Contact some rely on the normal way of thinking very difficult to solve the technical problem of conflict in the plastic injection mould design and given out engineering examples of solving complex problems by applying ARIZ.

Key words: TRIZ; ARIZ; Plastic injection mould

中图分类号: TH166 文献标识码: A

## 1 引言

TRIZ 理论中的各种方法和工具在国内已开始应用于产品设计及管理领域。ARIZ 是 TRIZ 中最强有力的解决发明问题工具, 专门用于解决复杂、困难的发明问题, 但 ARIZ 本身过于复杂, 不宜掌握, 对使用者要求较高, ARIZ 的应用远不及 TRIZ 其他方法工具那样广泛, 且国内外的 TRIZ 辅助创新软件大都没有包括 ARIZ。随着国家创新战略的深入, 企业对创新级别和深度的要求不断提高, 有必要开展针对复杂问题创新方法工具的理论及应用研究。文中介绍了 ARIZ 的内容及应用方法, 并提出了一些发展及改进 ARIZ 的构想。

## 2 ARIZ 概述

(1) ARIZ 是通过确定和解决引起问题的技术矛盾, 以进行发明问题转发的一套连续过程的程序。它采用步步紧逼的方法, 将一个状况模糊的原始发明问题转化为一个简单的问题模型, 然后构想其理想解, 再进一步分析和解决矛盾。(2) 问题解决者一旦采用了 ARIZ 来解决问题, 其惯性思维因素必须被加以控制。(3) ARIZ 也不断地获得广泛的、最新知识基础的支持。此原理的惟一目的是确保解决方案的实现中, 系统的状态尽可能的保持平稳。

## 3 ARIZ-85 九步骤法介绍

根里奇·阿奇舒勒的 ARIZ-85 共有 9 个关键步骤, 每个步骤

中含有数量不等的多个子步骤。在一个具体的问题解决过程中, 并没有强制要求按顺序走完所有的 9 个步骤, 而是, 一旦在某个步骤中获得了问题的解决方案, 就可跳过中间的其他几个无关步骤, 直接进入后续的相关步骤来完成问题的解决。

## 3.1 步骤 1: 分析问题

本步骤的主要目的是促进一个状态含糊的问题转化为一个可准确描述的极其单一化的模型——问题模型。详细步骤如下: (1) 使用非专业术语, 依据下列模式陈述“迷你”问题: 技术矛盾 TC-1, 技术矛盾 TC-2。(2) 冲突元素包括一个工件和一个工具。(3) 建立技术矛盾的图解模型。(4) 从 2 个冲突模型图中, 选择一个能表达关键制造流程最好性能的图。(5) 通过指出元件的限制状态来强化冲突。(6) 阐述以下各点来陈述问题模型: 冲突的元件, 冲突的强化规则; 通过添加的元素可以给予什么? 这个称为 X 的元素, 将其引入系统来解决问题。(7) 考虑应用标准解法的系列解法来解决问题模型, 如果问题不能获得解决, 则进入步骤 2, 如果问题解决了, 可以直接跳到步骤 7, 当然, ARIZ 建议仍然进入步骤 2 来继续分析问题。

## 3.2 步骤 2: 分析问题模型

步骤 2 的目的是创建用来解决问题的有效资源的清单。包括: (1) 定义操作区域(OZ) (2) 定义操作时间(OT) (3) 定义并分析系统的物质和场资源(SFR)、环境、工件、创建资源清单。

\* 来稿日期: 2008-11-26 \* 基金项目: 内蒙古自治区高等学校科学研究项目(NJZY07102)

### 3.3 步骤3 陈述 IFR(最终理想解)和物理矛盾

经过本步骤,可获得最终理想解 IFR 的未来图像,也确定了阻碍获得 IFR 的物理矛盾。

(1)用以下模板来确定并文件化 IFR 的第1种表达式: X(元件)的引入,在操作空间和时间内,不会以任何方式使系统变复杂,也不产生任何的有害效应,而且消除了原有害功能,并保持了工具有用执行的执行能力。

(2)通过引入附加要求来强化 IFR-1 给系统引入新的物质和场,只能使用步骤2中的3所列清单中的SFR,禁止引入其他的物质和场。

(3)根据下列模板,从宏观级来表述物理矛盾:在操作时间和空间内,应该是(指出物理的宏观状态),以形成(指出矛盾的作用之一),又应该是(指出相反的物理的宏观状态)以形成(指出另一个冲突作用或需求)。

(4)根据下列模板,从微观级来表述物理矛盾:物质的粒子(指出他们的物理状态或作用)必须在操作区域内(指出依据3所要求的宏观状态),又不能在那里(或必须有相反的状态或作用),以提供(指出依据3所要求的另一个宏观状态)。

(5)表述 IFR-2 所选 X 元件在操作时间和操作空间内,具有相反的两种状态或属性。

(6)尝试用标准解法来解决行问题,如果问题仍然没有得到解决,则进入下一个步骤4。如果使用标准解法解决了问题,可以直接跳到步骤7。

### 3.4 步骤4 动用物—场资源

步骤4由通过对SFR生产的、对已可用资源进行微小改动且几乎免费获得的、导向增加资源可用性的一系列过程所组成。

(1)考虑使用物质资源的混合体来解决问题。(2)考虑使用真空区或物质资源混合物与真空区一起来代替物质资源解决问题。(3)考虑使用源资源、或源物质资源与真空区的混合体来解决问题。(4)考虑是否通过引入一个电场或2个交互作用的电场来解决问题。(5)考虑使用场和物质,或与场有相应的物质添加剂来解决问题。

### 3.5 步骤5 应用知识库

很多情况下步骤4可以帮助我们找到解法方案并直接进入步骤7,如果没有找到解法,推荐使用步骤5。步骤5的目的是动用TRIZ知识库中积累的所有经验。

(1)考虑应用标准解法来解决物理问题。

(2)参考那些用ARIZ已经解决的非标准问题的解决方案来解决问题。

(3)考虑利用分离原理来解决物理矛盾。

### 3.6 步骤6 转换或替代问题

正确地理解并解决问题,发明问题不可能在一开始就能得到精确地表述,问题解决过程本身也伴随着修改问题陈述的过程。

(1)如果问题得到解决则跳转到步骤7。

(2)如果问题没有获得解决,检查步骤1的描述是否陈述的是几个问题的联合体,然后遵照步骤1中1重新分析确定主要问题。

(3)如果问题仍然不能得到解决,通过选择步骤1中4的另外一对技术矛盾,来转换问题。

(4)如果问题依然不能得到解决,回到步骤1,重新定义关于超系统的“迷你”问题。

### 3.7 步骤7 分析解决物理矛盾的方法

步骤7的主要目标是检查解决方案的质量。

(1)仔细考虑每种引入的物质和场,是否可以用已有的物质和场代替。

(2)对方案的初步评估包括:解决方案是否满足IFR-1的主要需求?解决方案解决了那一个物理矛盾?新系统是否包含了至少一个易控元素?是哪一个元素?是如何控制的?解决方案是否为符合现实的“单循环”问题模型、“多循环”情况而建立?

(3)通过专利搜索来检查解决方案的新颖性。

### 3.8 步骤8 利用解决方案

步骤8的目的就是将由你所发现的解决方案除去面纱,获得资源的最大化应用。

(1)定义包含已变化系统的超系统该如何进行改变。

(2)检查被改变的超系统,是否能以另一种方式进行应用。

(3)应用解决方案解决其他问题 ①陈述一个通用解法原理。

②考虑该解法原理对其他问题的直接应用。③考虑使用相反的解法原理来解决其他问题。

### 3.9 步骤9 分析解决问题的过程

使用ARIZ解决每一个问题都能很好地增长使用者的创新的潜能,然而,要想获得这些,要求对解法过程进行透彻地分析,这就是步骤9的主要目的。

## 4 ARIZ算法在注塑模具设计中的应用

点浇口是模具设计中一种常见的浇口类型,与其他浇口比较它具有以下优点:模具设计时,对浇口位置的限制较少,可较自由地选择进料部位,浇口尺寸小,熔体通过浇口时流速增加,产生摩擦热使熔体温度升高,粘度降低,有利于充模,塑件内应力小,尤其浇口附近。点浇口的结构如图1所示。

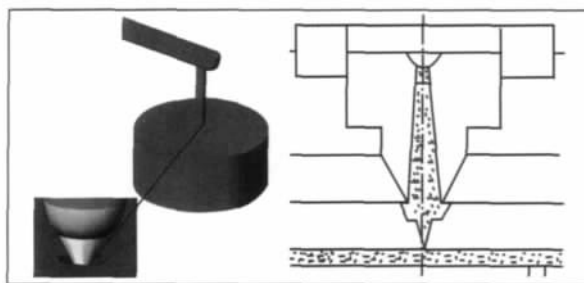


图1 点浇口的结构

点浇口最大的缺点是:点浇口模具需两个以上的分型面,模具结构复杂,制造成本很高。应用ARIZ来解决这个问题。

### 4.1 步骤1 分析问题

现在的主要问题是:点浇口模具分型面多,结构复杂,成本高。我们要把它设计成单型面,减少复杂的结构,降低成本。

构建技术矛盾。

TC1 使用点浇口使模具分型面多,一般都要三板模,结构复杂。

TC2 使用两板模,简化结构,这将导致浇注系统中废料无法取出。

#### 4.2 步骤 2 分析问题模型

操作区域是 模具设计中的定模、动模、浇口。操作时间是 从模具成型到开模这段时间。

#### 4.3 步骤 3 陈述 IFR 和物理矛盾

陈述改进后的理想状态：不影响点浇口原来所具有的优点，同时能够降低结构的复杂性，减少制造成本。

从微观级表述物理矛盾：我们要简化模具浇注系统的复杂性，同时又不能增加制造上的难度。

由于定模和动模结构复杂改进起来比较困难，选择浇口作为改进对象。应用 39 个通用的工程参数和 40 条发明原理解决冲突，当简化了装置的复杂性，同时却增加了制造上的难度。使用冲突矩阵表，我们可得 1, 13, 26, 27 四条发明原理。经过分析应用 NO.1 分割发明原理，将点浇口分割设计成潜伏式浇口。示意图，如图 2 所示。

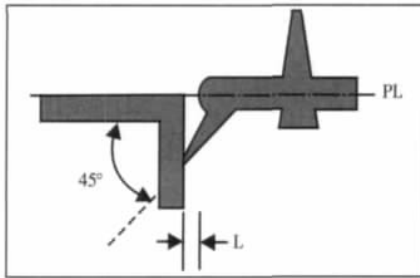
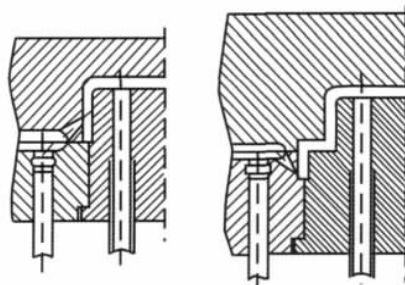


图 2 潜伏式浇口的结构

原来的点浇口设计是垂直的，从中间进料。现在利用分割原理把原来直通的点浇口，分割成直通和倾斜两部份组成的潜伏式浇口，这样浇注系统和分型面在同一水平面内，这样当分型面打开顶出塑件时，浇注系统里的废料也同时被顶出。这样就可以把原来设计的用来取出浇注系统废料的分型面去掉，该原来的多分型面为现在的单分型面。如图 3 所示，两种结构不同潜伏式浇口。



(a) 上潜式结构 (b) 下潜式结构

图 3 两种结构不同潜伏式浇口

#### 4.4 步骤 7 分析解决物理矛盾的方法

检查解决方案 新方案重新设计流道，简化了原来的模具结构，降低了制造成本。

解决方案的初步评估 新方案实现了系统功能，新方案解决了一个物理冲突，新方案降低了结构的复杂性，易于工程实现。

采纳此方案 改进设计后潜伏式浇口基本上解决了点浇口结构复杂的问题，降低了成本。

#### 4.5 步骤 8 和步骤 9

步骤 8、步骤 9 主要是由 TRIZ 专家分析总结问题解决过程和方案解，用以改进和完善 ARIZ 排气槽是模具排气系统中的重

要部分，作用是排出型腔里的空气。如果型腔里的空气不能及时排出，将使模具产生收缩、表面凹陷等缺陷。但是使用排气槽排气时，又会产生溢边，影响精度和效率。

由于注塑件和空气都是固定的改进起来比较困难，选择型腔作为改进对象。利用冲突矩阵和 40 条发明创造原理解决冲突，为了消除溢边提高精度就不能开排气槽，没有排气槽型腔里的空气无法排出，就会产生缺陷，造成注塑件的损失。使用冲突矩阵表，我们可得 10, 24, 31, 35 四条发明原理。经过分析应用 NO.31 多孔材料发明原理。如图 4 所示，材料结构模型。

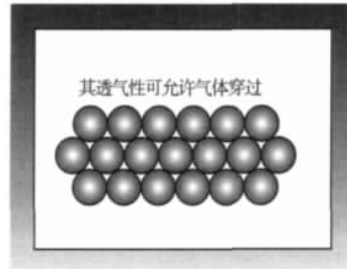


图 4 材料结构模型

在实际操作中可以在型腔中镶上一块多孔金属材料，而后开排气道。这样既消除了溢边，提高了塑件精度，又排出了型腔空气。如图 5 所示，应用示意图。

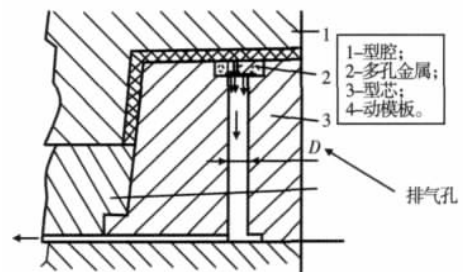


图 5 应用示意图

## 5 结束语

ARIZ 包含了 TRIZ 理论的大多数观点和工具，给出了解决复杂技术问题的完整流程，发展了 TRIZ 理论。注塑模具设计中存在很多技术冲突，这些冲突按照一般的方法很难获得比较理想的解决方案。ARIZ 里包含的概念、规则和主要思想在注塑模具设计中的应用研究，有助于开拓设计人员的思路，提高注塑模具设计的水平。

#### 参考文献

- 1 杨清亮. 发明是这样诞生的 [M]. TRIZ 理论全接触[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006
- 2 赵新军. 技术创新理论(TRIZ)及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004
- 3 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
- 4 邹继强. 塑料制品及其成型模具设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
- 5 韦子辉, 阎会强, 檀润华. TRIZ 理论中 ARIZ 算法研究与应用. 机械设计[J]. 2008, 25(4): 57-61
- 6 刘龙. 应用 TRIZ 解决创新问题的新方式 [J]. 机械设计与制造, 2006(11): 162-164
- 7 Gregory Frenklach. A new problem-solving algorithm [DB/OL]. <http://www.triz-journal.com/> 2007