

采用 TRIZ 和 Pro/Innovator 的开关盒 装配工艺创新设计*

李田,成思源,周金平,王学鹏,郭钟宁

(广东工业大学机电工程学院,广州 510006;广东省创新方法与决策管理系统重点实验室,广州 510006)

摘要:介绍 TRIZ 体系和计算机辅助创新软件 Pro/Innovator 的应用流程。以 Pro/Innovator 6.0 为平台,对开关盒装配现存问题进行组件分析和问题分解,根据创新原理模块得出多种解决方案,并进行方案评估。通过开关盒装配问题实例的解决过程,探讨应用计算机辅助创新软件解决工程问题的途径。

关键词:TRIZ 体系; Pro/Innovator 软件; 开关盒装配

中图分类号:TH122 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—3133(2014)05—0096—04

Innovation design for assembly of switch-box based on TRIZ and Pro/Innovator

Li Tian, Cheng Siyuan, Zhou Jinping, Wang Xuepeng, Guo Zhongning

(School of Electromechanical Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China;

China Key Laboratory of Innovation Method and Decision Management

System of Guangdong Province, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The component system of Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) and the computer aided innovation application workflow of Pro/Innovator are introduced. Based on the Pro/Innovator 6.0 platform, through component analysis and problem-decomposition of the existing problems about assembly of switch-box, several solutions are derived from the innovation principle modules and are evaluated subsequently. Through the resolution of the case about assembly of switch-box, it shows an effective approach to settle engineering problem by the application of computer aided innovation software.

Key words: TRIZ; Pro/Innovator; assembly of switch-box

0 引言

从工业革命时代至今,产品的技术创新是一种经济性的活动,具有一定的风险性,仅靠增加科研投入并不一定能够保证创新的产出提高。由前苏联发明家和创造学家 G. S. Altshuller 创立的 TRIZ 体系,也称为发明问题解决理论,曾被称为前苏联的“国术”和“点金术”。TRIZ 体系是建立在 250 万份高水平的发明专利的研究、分析、归纳和总结的基础之上,萃取了数以万计发明家的智慧及卓越成果。当今世界众多国家和政府都在致力于研究和运用 TRIZ,并与传统的创新技术及计算机软件相结合,用以解决多种技术领

域的创新课题^[1]。

计算机辅助创新(Computer Aided Innovation, CAI)作为工程领域一个重要的计算机辅助技术的出现,它得益于科学的创新理论、方法的出现以及与计算机技术的融合,它改变了传统创新方法和进程的随机性和偶然性,在当今工程技术中有着广泛的应用。本文通过基于 Pro/Innovator 的开关盒装配问题的案例分析,对计算机辅助创新软件的解题流程进行了研究。

1 TRIZ 方法概述

国际著名 TRIZ 专家 Savaransky 对 TRIZ 给出的定

* 国家科技部创新方法工作专项资助项目(2011HM020300);广东省省部产学研结合项目(2011A091000040);广东省科技计划项目(2011A060901001)

义是: TRIZ 是基于很多领域的科学知识及大量发明专利的方法; 是面向设计者而不是面向机器的, 其分析解决过程往往因问题本身的不同而不同; 运用 TRIZ 方法解决问题的过程是一个系统化地应用已有知识的过程; 是一种解决发明问题的方法, 是在解决设计中的冲突的过程中而逐步获得创新解^[2]。

TRIZ 由以下 9 个经典理论体系构成: 技术系统进化法则、40 个发明原理、物-场模型、发明问题的标准解系统、科学效应知识库、矛盾矩阵、物理矛盾分析法、最终理想解 (FIR) 以及发明问题解决算法 (ARIZ)。图 1 所示为 TRIZ 体系各项内容间的关系。

TRIZ 方法以技术系统功能分析、技术冲突与矛盾分析、资源分析和物-场模型等为分析工具, 对于一般性标准的发明问题可以运用发明问题标准解法、效应知识库、技术矛盾创新原理和物理矛盾分离方法四大工具予以求解; 对非标准问题则可运用 ARIZ 工具予以解决。

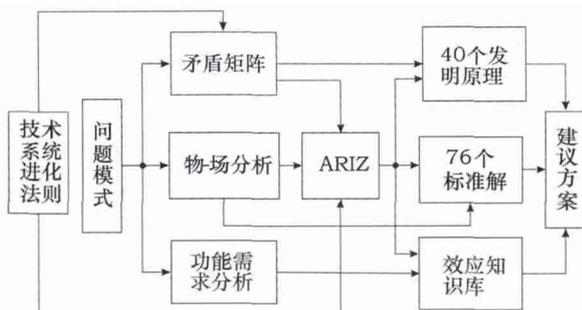


图 1 TRIZ 体系各项内容间的关系

TRIZ 解决发明创造问题的一般方法^[3-4]是: 首先将需解决的问题加以定义、明确; 然后根据 TRIZ 提供的方法, 将该问题转化为类似的标准问题, 即可查得 TRIZ 中已总结归纳出的类似问题的标准解决方法; 最后依据此类标准解方法给出的启示, 得出用户需要解决问题的方案。

2 计算机辅助创新平台——Pro/Innovator

CAI 是将 TRIZ 方法、本体论、现代设计方法学、语义处理技术与计算机软件技术融为一体的创新设计技术, 它以分析解决产品创新和工艺创新中遇到的各种矛盾为出发点, 基于问题求解理论和已有的知识总结, 辅助企业在产品设计和工艺设计中进行功能创新和原理创新, 可极大地提高企业技术创新的能力和效率^[5]。目前我国市场上比较有影响的 CAI 软件有美国亿维迅公司推出的 Pro/Innovator 软件, Invention

Machine 公司的 Goldfire Innovator 软件、TechOptimizer 软件, 还有河北工业大学研制的 InventionTool 创新软件等, 此类软件为正确地描述问题、创造性地解决问题, 以及客观地评价方案等提供了一系列可操作的手段, 为实现创新设计问题的流水线式解决方式提供了条件。

在 Pro/Innovator 6.0 软件的应用中, 技术人员首先通过初始问题的描述, 对问题进行系统分析, 寻找问题产生的原因, 不断分解问题并形成问题列表, 通过矛盾问题求解或根本问题求解, 参考软件中创新原理模块的相关内容, 找出解决问题的方法和备选方案 (必要时对其进行资源分析、可行性分析或风险性分析), 可以对各备选方案生成评价报告, 还具有专利查询及申请的功能, 其典型解题流程^[6-7]如图 2 所示。

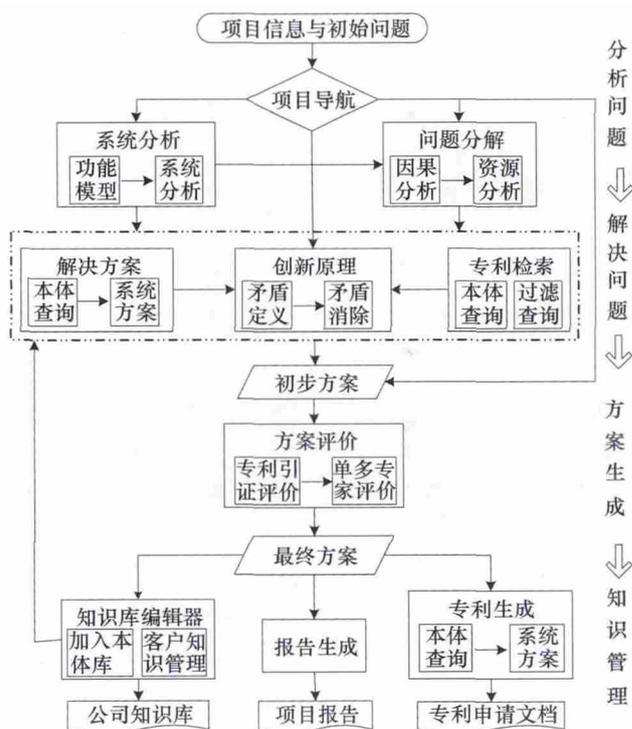


图 2 Pro/Innovator 典型解题流程

3 应用实例

本文以 Pro/Innovator 6.0 软件为平台, 通过开关盒装配实例来说明其解决问题的流程。

3.1 工况背景及初始问题描述

珠江三角洲有许多电工产品生产企业, 开关面板是各企业的主导产品之一。其中开关盒的装配均采用人工作业方式, 开关盒装配组件如图 3 所示, 工人左手抓取一个开关盒移动至作业区, 然后持住开关盒,

右手分别抓取一个接线铜座和两个接触铜座,依次用力安插进开关盒对应座孔内,然后左手移动已装配的开关盒到成品区,交由下一工序处理,如图 4 所示。

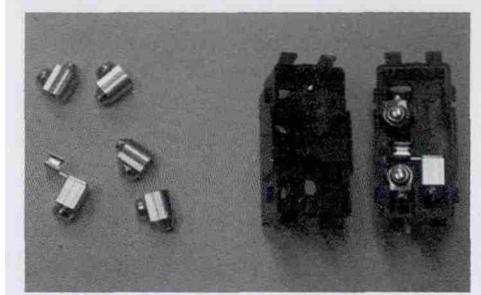


图 3 开关盒装配组件



图 4 人工装配开关盒

由于开关盒整体为一个内凹的箱状空间结构,空间非常狭小,且铜座和开关盒一般采用过盈(或过渡)配合,工人右手安装铜座时,两手指很难进入狭小内凹空间,耗时较多且安装费力,经常手指碰擦盒座边缘及其他表面而受伤,工人需要带硅胶指套保护,这样进一步加大了作业难度。

3.2 问题分析与分解

在 Pro/Innovator 的系统分析模块中,需先构建组件模型,包括系统作用对象、系统组件和超系统组件,分析组件之间的相互作用,发现系统中存在的有害和非优化作用,理清模型功能实现的机理;然后定义组件的角色,将各组件及其之间的作用转化为主能量流、控制流、结构流或自定义流,呈现系统中能量、信息和物质的传递与转换;再转到问题分解模块中将初始问题分解,图形化表达出问题产生的因果关系,梳理和明确下一步求解的方向。

在本案例中,首先对开关盒装配系统进行组件分析,其模型如图 5 所示,明确该系统中的系统作用对象(铜座)、系统组件(开关盒)和超系统组件(工作台、左手、带指套的右手),并分析组件之间的相互作用,同时明确该系统中的结构流、控制流及各组件在流的

传递中承担的角色。

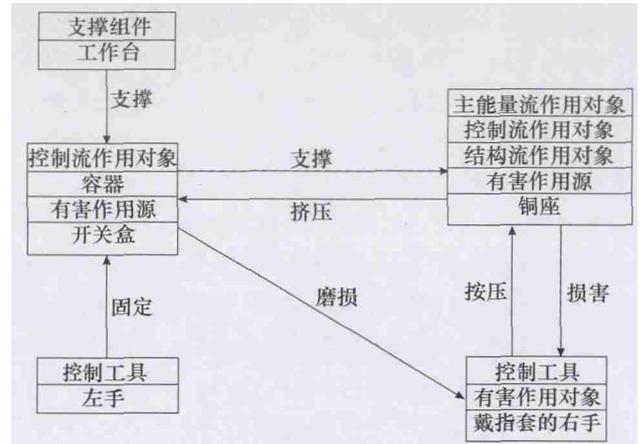


图 5 组件分析模型

在该开关盒装配实例中,将铜座与开关盒的装配效率不足作为初始问题,将可能产生该问题的原因作为子问题分别列出,依次探索其子问题至不可分解为止。初始问题分解如图 6 所示,最终得到三个子问题:1) 开关盒安装铜座的座孔空间不足(不利于手指进行装配)。2) 开关盒腔壁上端对装配铜座的手指有磨损。3) 缺少装配机构,应对开关盒实行机械化装配。

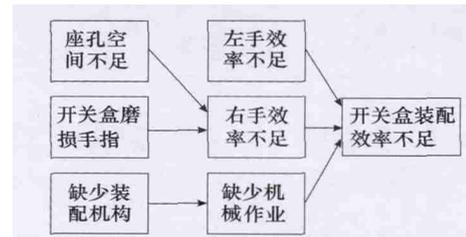


图 6 初始问题分解

3.3 问题解决与方案生成

Pro/Innovator 软件的解决问题模块有解决方案模块、创新原理模块及专利查询模块三种。解决方案模块拥有丰富且强大的技术方案知识库,包括基于专利和创新原理的 TRIZ 应用实例的预定义方案,以及由用户以往的经验而自定义的技术方案。创新原理模块的 TRIZ 工具基础是矛盾矩阵,定义了矛盾之后会自动列出与其相关的创新原理,且伴随若干创新原理应用实例,可作为解决有类似矛盾问题的参考。如果以上两个模块都未能很好地解决问题,可利用专利查询模块,在专利网络知识库查找技术方案。

3.3.1 针对子问题 1) 进行矛盾分析

首先以矛盾定义的方式,确定开关盒座孔的形状和装配的可靠性为要改善和恶化的参数,从矛盾矩阵可得到三个供参考的创新原理: No. 10 预操作原理、

No. 40 复合材料和 No. 16 未达到或超过作用原理。

1) 参照 No. 10 预操作原理给出的“预先安置物体,使其在最方便的位置开始发挥作用”的描述,得到启示:借助安置辅助板,在辅助板上开设有与开关盒三个座孔相应的孔,以此预先定位铜座与开关盒座孔。由此可确定方案 1:安装辅助装置即上、下两个辅助板。首先将开孔的下辅助板压在开关盒上,然后把三个铜座分别找准安装在相应的孔内,并使铜座下端均有一部分进入开关盒座孔内,再将上辅助板沿导柱放在下辅助板上并施压,上辅助板的凸台能保证铜座完全地进入到各自对应的座孔内。完成装配后,将上辅助板和下辅助板依次取下,进行下一个开关盒的装配。该辅助装置结构示意图如图 7 所示。

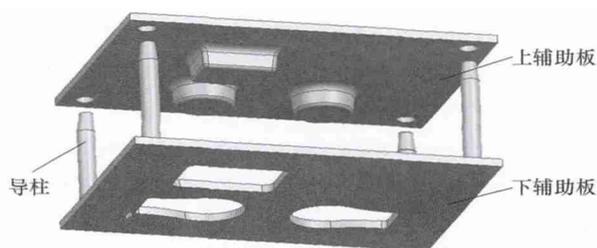


图 7 辅助装置结构示意图

2) 参考 No. 40 复合材料原理,可得到启示:将铜座与开关盒座孔内壁换为有较好挠性的材料。于是得到方案 2:用挠性材料制作开关盒座孔内壁,且顶部配有卡槽以定位铜座。

3.3.2 针对子问题 2) 进行分析

装配时开关盒对手指有磨损(即有害)作用,可采用第一类标准解之 S1.2.1:引入中介物消除有害作用,于是得到方案 3:引入铜座夹持工具,能准确抓取筒座,并对准开关盒的铜座孔,作业人员手腕施力,通过铜座夹持工具传递,快速将铜座按压到座孔内。

3.3.3 针对子问题 3) 进行分析

由于全部装配均为人工操作,工作效率较低,采用机械装配机构可提高开关盒装配的效率,于是得到方案 4:采取简易机械手。首先设计一套开关盒定位夹具,实现三个座孔的精确定位。然后由简易机械手抓取铜座对准座孔,将铜座插入座孔内。

3.4 方案评价

上述生成的预选方案可在 Pro/Innovator 6.0 软件的方案评价模块中,通过应用评价模型确定解决问题的最佳方案。评价模型是一个参数集合,其允许依照用户设置的不同评价指标组合设置权重,来实现对多个技术方案的定量评价。在开关盒装配的实例中,以

装配效率、实现成本和对现有工况改变程度为评价参数,并分别确定三个参数的相对权重依次为 40%,40%和 20%,然后对四个预选方案评价后得出结论:方案 1 的设计与实施最为简单,成本较低,且实现了双手同时操作,提高了装配效率。

此外还可以在此基础上再做改进:同时在上、下辅助板上分别开设多组凸台和铜座孔,亦可利用简易液压缸对上辅助板进行施压,即可同时完成对多个开关盒的装配,实现小批量化。该方案制作成本低,能显著降低人工操作难度,有效提高开关盒装配工艺的效率。

4 结语

由上述开关盒装配问题分析及解决的过程可以看出,计算机辅助创新软件为工程设计人员提供了一套系统分析解决问题的程序,并且可以根据其中所给出的大量文献知识库信息得到多种预选方案。通过应用 TRIZ 方法和 Pro/Innovator 6.0 创新软件,对开关盒装配工艺现存问题进行了问题分析与矛盾解决,构思出了借助辅助板的开关盒装配新工艺,提高了开关盒的装配效率。该方案设计原理也可应用到类似的产品零/部件装配问题的作业流程中。

参考文献:

- [1] 张武城. 技术创新方法概论 [M]. 北京: 科学出版社 2009.
- [2] 沈萌红. 创新的方法——TRIZ 理论概述 [M]. 北京: 北京大学出版社 2011.
- [3] 张雷, 赵京. TRIZ 中解决矛盾的产品概念设计过程模型 [J]. 机械设计与制造 2007(9): 202-204.
- [4] 曾昭旺, 朱文坚. 基于 TRIZ 的药物释放胶囊驱动机构的创新设计 [J]. 现代制造工程 2008(10): 109-111.
- [5] 刘训涛, 曹贺, 陈国晶. TRIZ 理论及应用 [M]. 北京: 北京大学出版社 2011.
- [6] 贾建贞, 柏轲. 基于 TRIZ 和 Pro/Innovator 平台的石油机械产品创新设计 [J]. 机械 2013(2): 34-38, 51.
- [7] 闫晓玲, 王望龙. 基于 TRIZ 和 Pro/Innovator 平台的产品创新设计 [J]. 机床与液压 2009, 37(7): 192-195.

作者简介: 李田, 硕士研究生, 主要研究方向为计算机辅助创新及创新方法。

成思源, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为逆向工程技术、机械 CAD/CAE 技术和创新方法。

E-mail: litianll@sina.cn

收稿日期: 2013-06-18