

基于TRIZ的教学改革设计与实践

苏飞^{1*}, 宗雪平², 姜道连¹

¹天津理工大学集成电路科学与工程学院, 天津

²天津理工大学化学化工学院, 天津

收稿日期: 2024年9月13日; 录用日期: 2024年10月11日; 发布日期: 2024年10月22日

摘要

随着人工智能时代的到来, 创新和创业成为当代大学生实践的主旋律, 而创新思维是创新能力体现的核心。培养大学生创新思维, TRIZ是一个很好的工具。TRIZ法是一种基于知识的方法, 它通过采用自然科学及工程技术中的效应知识, 是解决发明问题启发式的方法论。其特点是基于逻辑和数据而不是直觉, 因此能够提供再现性和可预测性。把TRIZ应用于大学生创新实践活动, 指导学生应用创新工具规范化创新活动, 提升其发现问题, 分析问题和解决问题的能力是一种实践教学的改革。本文首先介绍TRIZ的发展历史及国内外应用现况; 其次, 分析大学生实践活动的特点; 第三, 详细介绍TRIZ导入实践教学的过程; 第四, 以实践案例说明TRIZ指导创新实践的方法和过程; 最后, 给出本文小结。

关键词

TRIZ, 创新方法, 冲突, 发明原理

Design and Practice of Teaching Reform Based on TRIZ

Fei Su^{1*}, Xueping Zong², Daolian Jiang¹

¹School of Integrated Circuit Science and Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin

²School of Chemistry and Chemical Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin

Received: Sep. 13th, 2024; accepted: Oct. 11th, 2024; published: Oct. 22nd, 2024

Abstract

With the advent of the era of artificial intelligence, innovation and entrepreneurship have become the main themes of contemporary college students' practice, and innovative thinking is the core of innovative ability. TRIZ is a great tool for cultivating innovative thinking among college students.

*通讯作者。

TRIZ method is a knowledge-based approach that utilizes knowledge of effects from natural sciences and engineering technology to solve heuristic methods for solving invention problems. Its characteristic is based on logic and data rather than intuition, thus providing reproducibility and predictability. Applying TRIZ to college students' innovative practice activities, guiding students to apply innovative tools to standardize innovation activities, and enhancing their ability to identify, analyze, and solve problems is a reform of practical teaching. This article begins by introducing the development history of TRIZ and its current application status both domestically and internationally. Secondly, it analyzes the characteristics of practical activities among university students. Thirdly, it provides a detailed introduction to the process of introducing TRIZ into practical teaching. Fourthly, practical case studies are used to illustrate the methods and processes of TRIZ in guiding innovative practices. Finally, a summary of this article is presented.

Keywords

TRIZ, Innovation Method, Contradiction, Inventive Principle

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



1. 引言

“TRIZ”一词是俄文“发明问题解决理论”的首字母缩写，英文名称为 Theory of Inventive Problem Solving。它是对 250 万份专利文献的研究开发后，建立的一整套体系化的、实用的发明问题解决方法，这就是所谓的 TRIZ 法理论[1]。技术系统的进化模式是 TRIZ 法理论的基础，该模式包含用于工程技术系统进化的基本规律，可以帮助人们形成对问题发展轨迹的总体概念，得到其发展前景的正确判断，从而增强人们解决问题的能力。TRIZ 的体系结构如下，见图 1。

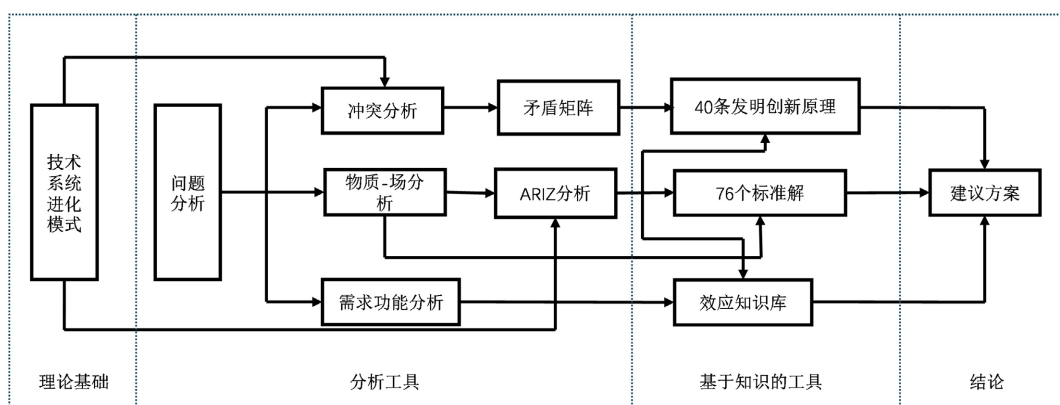


Figure 1. The architecture of TRIZ method

图 1. TRIZ 法的体系结构

TRIZ 从分析问题，解决问题，提出建议三个阶段提供了理论支撑。它提供了九屏幕法、IFR 法等五种创新思维方法，利用冲突分析、物质场分析、需求功能分析等三种分析工具建立起矛盾矩阵，并基于 ARIZ (Algorithm for Inventive-Problem Solving) 算法，40 条发明创新原理、76 个标准解、效应知识库给出创新建议方法，使创新过程有章可循[2]-[3]。

1.1. TRIZ 在国内外的应用

目前, TRIZ 法已在自动控制, 电气与电子, 航天航空, 机械仪器, 动力, 汽车, 化工制药, 医疗卫生, 轻工和食品等十大技术领域发挥作用, 并延伸到非技术领域。国外 TRIZ 法专家正在试图把 TRIZ 法用于管理和商业领域并取得成果。TRIZ 法正成为全能的创新方法[4]。美国、日本和台湾地区出现了以 TRIZ 为基础的研究, 一些大学已将 TRIZ 列为工程设计方法学课程。

2016 年 5 月, 中共中央、国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》, 提出到 2020 年进入创新型国家行列、2030 年跻身创新型国家前列、到 2050 年建成世界科技创新强国“三步走”目标。纲要指出, 创新驱动就是创新成为引领发展的第一动力, 科技创新与制度创新、管理创新、商业模式创新、业态创新和文化创新相结合, 推动发展方式向依靠持续的知识积累、技术进步和劳动力素质提升转变, 促进经济向形态更高级、分工更精细、结构更合理的阶段演进[5]。

我国政府十分重视 TRIZ 法的研究、推广和应用工作。中国科协早在 2008 年就联合发布国科发财(2008) 197 号文, 文中三次提到要推广和应用 TRIZ 法。文中提出“推进 TRIZ 等国际先进技术创新方法与中国本土需求融合; 推广 TRIZ 中成熟方法在企业中的应用。”2017 年 7 月, 国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心是在全国首家制造业创新方法省级工程技术研究中心成立并通过科技部验收, 正式开启了 TRIZ 在中国高校、研究所、企业等领域推广应用的先河。

1.2. TRIZ 理论的局限性

我们必须客观地认识到, TRIZ 理论虽然提供了解决发明问题的途径, 但是, 科技发明纷繁复杂, TRIZ 在与实际问题相结合时, 表现出一定的局限性。首先, 不同的创新问题需要不同解决方法, 但是, 如何根据特定问题选择特定的 TRIZ 工具, 并没有给出清晰的建议。其次, 很多 TRIZ 工具没有集成为一个系统, 相对独立, 如九屏幕法侧重系统外围的分析、系统进化理论中 IFR 的定义则侧重产品自身的评价参数等。第三, 各种方法和工具之间存在交叉和重叠。如冲突矩阵和物-场分析出发点都是基于矛盾原理, 此外, TRIZ 面对新兴的技术如何发挥其指导发明的作用, 更是需要探索的问题。

为了克服 TRIZ 理论的局限性, 需要我们在实践中根据问题实际, 应用 TRIZ 工具进行各种尝试和探索, 找到适合工具和方法组合。这是对大学生学习和掌握 TRIZ 理论的有效途径, 同时, 在与新兴科技如人工智能问题结合时, 发现 TRIZ 工具的局限性和解决案例也会为发展 TRIZ 理论提供重要参考。本文以笔者指导的“智能天线系统设计”为例, 说明 TRIZ 理论如何应用指导实践。

2. 大学生创新实践特点

为了激发大学生创新实践的活力, 提升创新能力, 从国家层面、省部级层面等提供了各种创新实践竞赛类活动, 如挑战杯, 互联网+等, 目标是培养掌握科学思维、科学方法和科学工具的创新型人才, 提升我国的原始创新力。虽然在创新平台方面, 学校为大学生提供了丰富的资源, 然而, 大学生对产品需求、市场定位、生产流程等方面的体验缺乏, 对组织管理、商品企划、时间成本的管理缺乏, 使得大学生创新实践呈现如下几个显著的特点。

优势方面, 首先大学生在校学习时间充足, 自主学习能力强, 对项目入手较快, 且以学习为主要目标的初衷, 使其更容易倾听组织管理者即指导教师的建议, 组织纪律性好; 其次, 大学生创新思维活跃, 接受新鲜事物快。当实践对自己未来目标起到较大促进作用时, 主动性和积极性强; 第三, 运用 IT 技术能力强, 这是学习能力强的综合体现。借助 IT 工具涉猎与创新活动相关的技术基础, 并关注创业类的新闻, 使自身得到全面发展; 第四, 精力充沛, 不怕失败。大学生的实践是提升其综合素质的宝贵机会, 它们敢闯敢干, 敢于接受新鲜事物以促进未来创业之梦。各类创新实践都有不同额度的基金支持, 且没有

家庭方面的负担，可以全身心投入实践。

劣势方面，首先，大学生缺乏社会经验，对于实践活动中出现的非技术因素往往显得过于乐观，对于出现的失败和挫折显得束手无策，成为较大的心理阻碍；第二，对创新活动过程期望过于理想化，急于求成且缺乏市场意识和产品开发管理经验，这是大学生创新实践的主要障碍。大学生虽然掌握了一定的理论知识，但缺乏工程实践，对创新过程中出现的实际问题估计不足。第三，对创新的理解停留在美妙的想法层面，企划书往往虎头蛇尾，妄想通过创意获得创投。实际上，无论是商品开发，还是生产管理，像苹果、摩托罗拉、三星等国际性大公司都会借助 TRIZ、6 SIGMA 进行指导和管理。第四，综合素质方面偏弱。一个完整的创新创业过程，涉及管理、法律、风险投资等方面的知识。虽然大学生通过选修相关课程或者组队方式具有一定的综合处理能力，但实际问题往往更加复杂。当多个非技术因素问题集中出现时，大学生往往表现得片面。

显然，利用 TRIZ 指导创新实践的优势，把 TRIZ 引入到大学生各项实践活动中，从市场需求、问题的提出、焦点的分析、建议的提出各个环节，为培养“创新”人才提供有效的途径。首先，TRIZ 理论提供了思维基础，强化大学生创新意识与创新精神。通过五种创新思维方法的学习与研究，TRIZ 可以使学生打破了原有的思维定势，延展看问题的角度和广度，从而有效地提升大学生的创新意识和观念，提升其发现问题、解决问题的创新意识和强化创新精神。其次，TRIZ 理论是培养创新人才的方法论。在 TRIZ 理论中，10 个技术系统进化规律、40 个发明创新原理、76 个标准解和效应知识库等核心内容以及技术矛盾和物理矛盾的 ARIZ 解决方法的学习，让学生的创新能力得到很大提高，使创新实践过程有章可循，有法可依。创新能力的培养是以培养人的创新思维和创造能力为基本价值取向的教育，TRIZ 理论与其他创新理论相比较，更具有普遍性、实用性和可操作性。因此，在大学创新实践教育中引入 TRIZ 理论、以此培养大学生的创新思维、提高大学生的创新能力具有积极意义。

3. TRIZ 导入教学实践

从 2017 年我校引入 TRIZ 以来，我们完成了教改立项、课程开设、辐射应用、创新实践指导、创新评价等方面的初期准备，并取得了一定的实效，使越来越多的学生和老师了解、应用 TRIZ。下面，从 TRIZ 导入、课程建设、实践指导、取得实绩四个方面说明 TRIZ 指导创新实践的过程[6]。

我们从全校各学院遴选 20 位老师展开了近 1 个月的理论培训、案例分析和沙盘实践，老师们基本掌握 TRIZ 创新方法论的理念，创新工具的应用，创新理念得到拓展，结合各自教研活动，形成 TRIZ 应用于教学改革的思维雏形。

在一期培训并取得良好效果基础上，进行 TRIZ 应用展开，分成两个路线，一个是外部指导企业产品创新。首先，组建 TRIZ 团队，成员是获得 TRIZ 工程认证的优质教师。其次，联系 TRIZ 专家作为咨询顾问进行项目指导。以 TRIZ 师资培训、TRIZ 应用展开和企业项目指导作为三个重要效果，评价 TRIZ 导入是否成功的考核指标。第二条路线是校园内部对大学生的培训。首先，筹划了《创新方法与应用》独立公选课程，完成了配套的各项教学文件的设计和起草。从内容的编排上，侧重 TRIZ 发明工具的应用，目标是提升大学生创新的理念，建立起一定的创新方法和流程，增强创新意识。

根据学生们的实际情况和兴趣，我们采用了因材施教的教学方法，把参加培训大学生分成两类，即普通班和提高班。普通班的学生在完成 TRIZ 理论知识学习以后，提交一份 TRIZ 应用于实践的案例报告。引导学生把实践活动分成设计、测试、分析、改善和控制五个阶段，并选择使用不同的 TRIZ 指导工具如需求分析、IFR、S 曲线、矛盾矩阵、Su-F、76 标准解、AFD、知识效应等，来评价学生在实践活动中应用 TRIZ 的指导率大小。

针对提高班的同学，我们进行更为全面和深入的 TRIZ 理论培训和沙盘讲解，并对普通班级中较为成

功的案例进行分享，强化大学生的 TRIZ 创新意识，启发基于 TRIZ 的创新灵感。结合学生们参加的各项竞赛活动，完成创新方案设计。然后，在各个 TRIZ 培训老师的组织下，参加各种创新创业类比赛。完成从学习、实践、竞赛、应用的全链条指导和管理。

4. TRIZ 与科技实践相结合案例

以笔者所指导项目为例，说明 TRIZ 指导实践的过程，该作品获得了 2019 年天津市创新大赛一等奖第一名。该项目借助 TRIZ 创新工具实现采用微波式输电的方式来改善无线充电设备的适用性和无线输电距离。按照问题分析、IFR 定义、功能分析定义矛盾、借助发明原理和物场分析寻找解决方案。

4.1. 问题定义与 IFR 定义

这是发现矛盾的关键性一步，需要对无线输电现有技术综合分析后发现矛盾所在，并准确地描述出来。如“充电设备与手机的距离想在保证充电效果的同时尽量拉开二者的距离就难以实现”指出充电效率和距离是一对矛盾体。基于此，我们根据天线传输效率的公式来定义 IFR，其最大值的获取在分子无穷大及分母无穷小时获得，从而初步得到电能、空气、智能系统是可以改善系统性能的资源要素，而我们的设计目标是智能系统。

4.2. 功能分析

初步分析得到电能、空气、智能系统三个资源要素后，对学生进行分组，分别查阅参考文献并进行头脑风暴，把要素映射成实际的材料、技术参数，得出电源、接收线圈、手机、发送线圈、导热装置、驱动芯片、温感系统、磁场、电场共九个指标。据此，建立功能分析表，各个指标之间正负影响的相关性。为了更加清楚地表明各指标对功能地影响，还建立了功能列举表，明确指出各指标对各种功能影响的正负性和程度。

这个阶段，学生们对项目如何开展具有更为清楚的认识，并创造性地设计出功能分析原理图，并按照 TRIZ 理论中的裁剪规则、因果理论进行简化，凸出问题矛盾。图 2 是裁剪前后的对比图[7]。

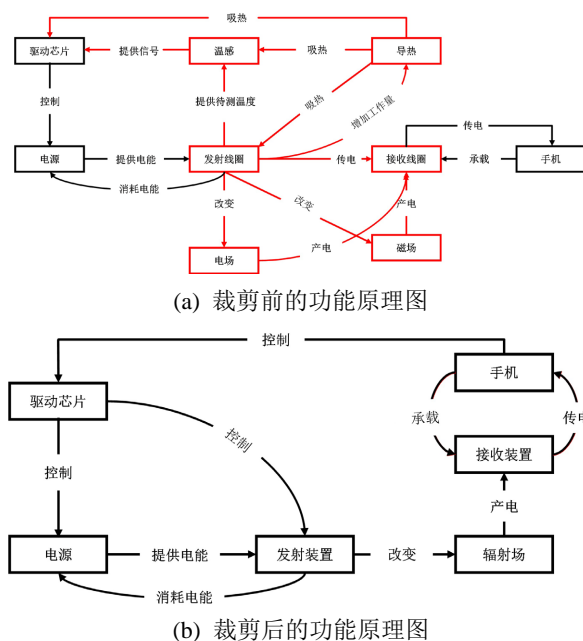


Figure 2. Functional schematic diagram before and after cutting
图 2. 裁剪前后的功能原理图

这个过程是发明创造性的，是学生们按照 TRIZ 理论推进设计的必然结果。因为，涉及电子领域的专业知识，我与学生们共同进行了探讨，主要对学生运用 TRIZ 工具指导实践表示肯定，同时，对专业技术问题进行指导，进一步激发他们的创造积极性。

4.3. 矛盾分析物场模型

为了对冲突矩阵进行矛盾分析，首先要细化问题的描述，采用 TRIZ 理论中规范的“如果 - 那么 - 但是”语法结构。第二步，定义矛盾参数，及每个矛盾参数对 IFR 的贡献。本项目中共得到两种符合实际的冲突描述，如表 1 [7]。

Table 1. Conflict description

表 1. 冲突描述

| a. | | |
|----|---------|---------|
| 如果 | 充电距离 | 不增加充电距离 |
| 那么 | 使用方便性提高 | 功率和效率提高 |
| 但是 | 功率和效率下降 | 使用方便性下降 |
| b. | | |
| 如果 | 增大功率 | 降低功率 |
| 那么 | 效率提高 | 安全性提高 |
| 但是 | 安全性下降 | 效率降低 |

借助于 TRIZ 冲突矩阵，问题 a 的解决发明原理为 No. 10 和 No. 28，问题 b 的解决发明原理为 No. 28 和 No. 24。因而，得到微波方式和磁电共振两种解决方案。把问题的解决向前推进了一大步。分别组织两组同学对两种方案进行调查，发现两种方案各有利弊。为了得到最佳方案，仍需借助 TRIZ 工具进行取舍。

我们采用了物场模型，分析两种方式对人体辐射这一关键因素。对于方案 b，物场模型中 s1 定义为人体，s2 定义为核磁共振发射器，F 定义为电磁场。通过物场分析及 76 个标准解，得出为了有效降低电磁辐射，需要选用特定的辐射频率及特殊的介质，这实际上从应用层面否定了该方案的可行性。因此，选择方案 a 进行设计。

有了上面的实践过程，学生们对 TRIZ 理论有了更为清楚的认识，并体会到如何根据项目实际选择不同的 TRIZ 工具进行指导分析。并掌握了问题分析、IFR 定义、功能分析定义矛盾、借助发明原理和物场分析寻找解决方案这套基本推进流程。

5. 总结

本论文首先对 TRIZ 创新方法的系统架构进行介绍，并梳理了 TRIZ 在国内外创新实践中的应用现状；其次，对当代大学生在校参加各项实践活动的特点进行了较为详细的分析，指出脱离产品设计和实际是其主要障碍。因而，把 TRIZ 应用于指导大学生创新实践是恰当的教学改革；第三，结合笔者 TRIZ 教学改革，较为详细地介绍了 TRIZ 导入、课程建设、实践指导等方面的具体举措和实施步骤，并用取得的实绩证明了教学改革的成功性和可操作性。第四，笔者以所带项目实践为案例，较为详细地说明了 TRIZ 与创新活动结合和应用的过程。

TRIZ 是为了完成创新活动全过程，多种创新方法融合或集成而形成的创新方法的哲学，运用创新思维、创新方法、创新管理在不同层次上进行创新活动。它与大学生各项创新实践相结合，不但极大增强大学生的创新能力，更为其达到毕业要求进行高阶学习架设了桥梁！

基金项目

天津理工大学研究生教学基金(TRIZ 提升研究生创新实践能力的方法研究: ZDXM2209)资助。
天津理工大学教学基金项目(KG24-05: 课程思政课改专项《应用光谱解析》)资助。

参考文献

- [1] 曾蓓, 吕建秋. 基于 CiteSpace 的国内 TRIZ 研究热点及前沿分析[J]. 科技管理研究, 2019, 18(6): 260-265.
- [2] 郭宇刚. 基于 TRIZ 理论的创新创业教育实践教学研究——以创客教育创业项目分析为例[J]. 创新创业理论与实践, 2019, 18(9): 188-191.
- [3] 闫洪波, 曹国忠, 檀润华, 杨泽中. TRIZ 与六西格玛设计集成创新及问题定义阶段融合应用研究[J]. 中国机械工程, 2018, 29(13): 1560-1567.
- [4] 聂文龙, 邓云蛟, 侯雨雷. TRIZ 理论应用于研究生创新能力培养的探索[J]. 教学研究, 2019, 42(4): 48-52.
- [5] 国务院公报. 中共中央 国务院印发《国家创新驱动发展战略纲要》[EB/OL].
https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5076961.htm, 2016-05-19.
- [6] 苏飞, 裴小兵. 基于 TRIZ 创新方法的实践教学改革[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2020, 22(增 1): 58-63.
- [7] 史鑫源, 苏飞, 等. TRIZ 创新方法的工程应用案例——智能天线阵列系统设计[J]. 创新教育研究, 2020, 8(5): 751-758. <https://doi.org/10.12677/CES.2020.85122>