

# TRIZ 技术研究及在教学工具创新设计中的应用

韩立芳,张明勤,李海青,石海龙,臧德江

(山东建筑大学 机电工程学院,山东 济南 250101)

**摘要:**TRIZ 是对 250 万项发明专利进行研究后,形成的解决工程问题的方法论。介绍了 TRIZ 的起源、基本理论、方法体系及 CAI。结合实例,运用冲突矩阵查找创新原理,完成新产品的设计。利用其分割、柔性壳体或薄膜、参数变化、复合材料等创新原理解决传统教学工具的弊端,详细论述了 TRIZ 解决问题的基本步骤。

**关键词:**TRIZ;创新设计;技术冲突;冲突矩阵;教学工具

**中图分类号:**TB472

**文献标识码:**B

## Application of TRIZ in teaching aids innovation

HAN Li-fang, ZHANG Ming-qin, LI Hai-qing, *et al.*

(School of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

**Abstract:**TRIZ is an innovation theory summarized from 2.5 million patents that help people solve engineering problems. The derivation of TRIZ, basic principles, methodology and CAI are introduced in this paper. According to the actual example, by applying TRIZ and by means of conflict matrix principle, the innovation of the teaching aids has been discussed and explored. By applying principles including segmentation, flexible shells or thin films, parameter changes, and composite materials, the disadvantages of traditional teaching aids can be overcome. The basic process about how to solve the problems is described.

**Key words:**TRIZ; innovative design; technical conflict; conflict matrix; teaching aid

### 1 TRIZ 理论及计算机辅助创新

TRIZ<sup>[1-5]</sup> (Theory of Inventive Problem Solving) 是“创造性问题解决理论”的俄语缩写。俄罗斯发明家根里奇·阿奇舒勒(Genrich Altshuller)于 1946 年开始创立 TRIZ。Altshuller 领导的研究机构分析了世界近 250 万件高水平的发明专利,花费 1500 人·年的时间,并综合多学科领域的原理和法则,建立起了 TRIZ 理论体系。其目的是研究人类进行发明创造、解决技术难题过程中所遵循的科学原理和法则。人们如果掌握了这些规律,就能能动地进行产品设计,并能预测产品的未来发展趋势。TRIZ 理论正是这

些规律的综合。运用这一理论,可大大加快人们创造发明的进程,而且能得到高质量的创新产品。TRIZ 包括一套理论基础及各类知识库工具,至今主要的用户集中在工程界,包括设计、研发、制造、安全、可靠性及其他领域。然而,TRIZ 科学还在继续发展,且目前其正被应用于管理、流程改进及战略规划等商业领域。

TRIZ 是一种建立在技术系统演变规律基础上的问题解决系统。技术系统演变的 8 个模式、39 个通用参数、40 条发明原理、39×39 冲突矩阵、76 个标准解、发明问题解决算法(ARIZ)以及工程知识效应库等一同构成了 TRIZ 的理论与方法体系<sup>[6]</sup>。

计算机辅助创新 CAI (Computer-Aided Inventive) 以 TRIZ 理论方法为基础,以分析解决产品和制造流程中存在的矛盾为出发点,从而可以从根本上解决新产品开发中技术难题而实现创新,并可为工程技术领域新产品、新技术的创新开发提供科学的理论指导和指明探索方向,具有重要的学术价值。Invention Tool2.0 是跟踪并采用 TRIZ 理论最新研究成果,由国内自主研发的第一套计算机辅助创新(CAI)设计软件系统。它是基于知识和实例的创新工具,适用于各种工程领域内的产品创新、工艺创新,能帮助企业和工程技术人员在产品概念设计阶段解决产品开发中的关键问题,高质、高效、方便、实用地提出可行的创新设计方案,将设计引向正确的方向。计算机创新主流软件 TechOptimizer 是 Invention Machine (发明机器)公司开发的,此软件是基于知识的创新工具,它以 TRIZ 理论方法为基础,结合现代设计方法学、计算机辅助技术、多学科领域的知识,以分析解决产品及其制造过程中遇到的矛盾为出发点,从而可以从根本上解决新产品开发过程中遇到的技术难题而实现创新,并可为工程技术领域新产品、新技术的创新提供科学的理论指导,并指明探索方向,能实现产品基本设计概念的革新,并确保在概念设计阶段所研究的问题是正确。

## 2 传统教学工具带来的问题

随着现代科技的飞速发展,现代教育技术也越来越接近现代技术,计算机辅助教学已越来越多地走进课堂。基于 Internet 环境的学习模式,有利于培养学生发现问题、解决问题的能力,并发展创新思维,对培养学生的自主学习能力,进一步提高学生的信息素养,起着积极的作用<sup>[7]</sup>。多媒体教学越来越普遍,已经成为 21 世纪教育教学改革的一个重要突破口,相对于传统的教学方式而言,它可以利用其对文本声音图形图象动画等的综合处理特点,编制系列教学课件,充分创造出一个生动逼真的教学环境,为教师教学的顺利实施提供形象的表达工具,给教学带来了全新的理念。但是多媒体教学也有其弊端,不利于课堂师生之间的交流,在一定程度上扼杀了学生逻辑思维能力和创造能力的培养。在中小学的大部分课程以及高等院校中大量的计算性课程不可能完全脱离传统的粉笔教学的方式,粉笔仍然是教学的主要工具。但是粉笔粉尘带来的危害是不可

忽视的,因此对此进行改进创新是非常必要的,具有很现实的实际意义。

粉笔教具是目前教学的必备工具,用它来传授知识,是最原始和最传统的主要教学工具之一,粉笔从其应用到现在已有几千年的历史,对人类的教育事业作出了不可磨灭的贡献。随着历史的进步和社会的发展,人类对粉笔教具的认识不断提高,即粉笔给人类教育事业带来进步和作出巨大贡献,但也给从事教育事业的教师及学生带来巨大的危害。主要危害表现在:对师生对皮肤的危害、呼吸系统的危害、对眼睛的危害、对耳的危害、对空气质量的影响、粉笔对学生近视的影响、诱发其它疾病等。

教师在教学过程中,如果用手直接拿取粉笔,粉笔粉尘不可避免地会沾在手上,它对皮肤膜有刺激作用,如果暑天遇汗水解,产生碱性物质,对皮肤粘膜的刺激就更大,因为人体皮肤所生存的环境为弱酸性环境,这样在粉尘碱性作用下破坏了皮肤的基本生存环境,粉笔粉尘使皮肤变得干燥、粗糙,并伴有搔痒感觉,使人体不适,严重者会引起粉刺、毛囊炎、脓皮病、皮肤皲裂和大量毛发脱落,影响和干扰了教师正常工作和生活<sup>[8]</sup>。

综上所述,粉笔已经给师生造成了不可忽视的危害,对其进行改进或创新是非常必要的。

## 3 基于 TRIZ 的教学工具创新设计

TRIZ 理论认为,发明问题的核心是解决冲突,产品进化过程就是不断解决产品所存在冲突的过程,设计人员在设计过程中不断地发现并解决冲突,是推动其向理想化方向进化的动力。目前 TRIZ 研究的冲突重点在技术冲突和物理冲突上。技术冲突是指一个作用同时导致有用及有害两种结果,也可指有用作用的引入或有害效应的消除导致一个或几个子系统或系统变坏。物理冲突是指为了实现某种功能,一个子系统或元件应具有一种特性,但同时出现了与此特性相反的特性。TRIZ 中采用四条分离原理来解决物理冲突:空间分离、时间分离、部分和整体之间的分离、按条件分离<sup>[9]</sup>。把实际的矛盾冲突转化为标准参数,然后利用 TRIZ 解决问题的方法就能找到发明原理中的标准解,然后将其转化成特定解(实际解),从而实现产品的改进或创新。TRIZ 问题求解过程如图 1 所示。

技术冲突解决问题矩阵的使用方法见图 2 所示。

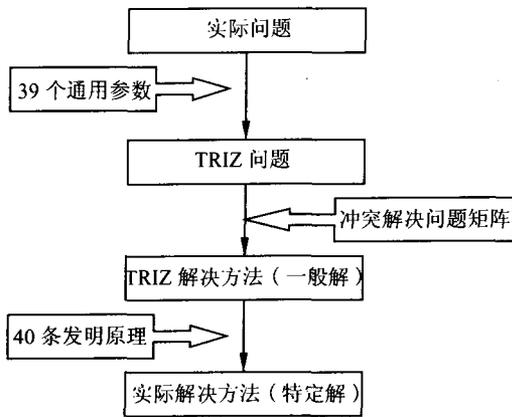


图 1 TRIZ 问题求解过程

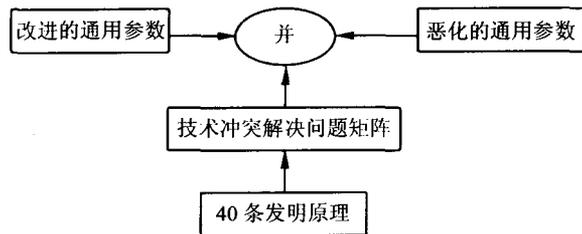


图 2 TRIZ 解决问题矩阵使用方法

### 3.1 运用 TRIZ 分析粉笔存在的冲突

根据 2 中对使用粉笔的必要性及粉笔的危害性的分析,可以确定粉笔存在的问题是:使用时粉尘飞扬、易断、使用时间短、材质的腐蚀性、书写不流畅、不清晰等。如果要减少粉笔带来的有害因素(污染),来满足要求,则会导致材料成本增加或部分材料损失,粉笔的重量、体积发生改变,粉笔的不稳定性(易断)可能也会增加。如果要使粉笔使用时不易折断,即要提高其稳定性来满足要求,则会导致制造过程或粉笔结构复杂化,材料成本增加或部分材料损失等。同时此产品改进中也存在物理冲突,此处应选择空间分离来解决。

综上分析,对于此产品的改进与创新可参考的发明原理可通过表 1、表 2<sup>[9]</sup> 确定,其技术冲突可用 TRIZ 中的 39 个通用工程参数描述,如表 1 所示,横坐标和纵坐标分别是改进的通用参数和恶化的通用参数,表中的数字就是 40 条发明原理中的原理排列序号,如“35”就是指第 35 个发明原理:参数变化。确定参考的发明原理的详细内容见表 2。

表 1 技术冲突解决问题矩阵

| 通用工程参数               | 恶化的通用参数 |               |     |                |     |                |     |               |     |               |     |
|----------------------|---------|---------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
|                      | 1       | 2             | ... | 8              | ... | 13             | ... | 23            | ... | 36            | ... |
|                      | 静止物体的质量 |               |     | 静止物体的体积        |     | 结构的稳定性         |     | 物质的损失         |     | 装置的复杂性        |     |
| 改进的通用参数 13 结构的稳定性    |         | 26, 39, 1, 40 |     | 34, 28, 35, 40 |     |                |     | 2, 14, 30, 40 |     | 2, 35, 22, 26 |     |
| 改进的通用参数 31 物体产生的有害因素 |         | 35, 22, 1, 39 |     | 30, 18, 35, 4  |     | 35, 40, 27, 39 |     | 10, 1, 34     |     | 19, 1, 31     |     |

表 2 发明原理

| 序号 | 原理名称    | 原理解释   |
|----|---------|--|
| 1  | 分割      | 1) 将一个物体分成相互独立的部分;<br>2) 使物体分成容易组装及拆卸的部分;<br>3) 增加物体相互独立部分的程度。                           |
| 2  | 分离      | 1) 将一个物体中的“干扰”部分分离出去;<br>2) 将物体中的关键部分挑选或分离出来。  |
| 30 | 柔性壳体或薄膜 | 1) 用柔性壳体或薄膜代替传统结构;<br>2) 使用柔性壳体或薄膜将物体与环境隔离。  |
| 34 | 抛弃与修复   | 1) 当一个物体完成了其功能或变得无用时,抛弃或修改该物体中的一个元件;<br>2) 立即修复一个物体中所损耗的部分。                              |
| 35 | 参数变化    | 1) 改变物体的物理状态,即使物体在气态、液态、固态之间变化;<br>2) 改变物体的浓度或黏度;<br>3) 改变物体的柔性;<br>4) 改变温度;<br>5) 改变压力。 |
| 39 | 惰性环境    | 1) 用惰性环境代替通常环境<br>2) 在某一物体中添加自然部件或惰性成分。  |
| 40 | 复合材料    | 将材质单一的材料改为复合材料   |

### 3.2 基于冲突解决原理的创新方案及其选择

根据表2中列举的发明原理解释的提示,通过分析,可以利用以下有参考价值的原理对产品进行创新:

利用“空间分离”和发明原理1、2、30,可设计一结构简单、使用方便的薄的柔性壳体-“粉笔套”来实现粉笔与手的隔离。这样就避免了教师的手部皮肤与粉笔的长时间直接接触,从而减少了对皮肤的损害。此类产品在江南一带已经有很多厂家生产并得到了推广,受到教师的好评,但是经过调查山东大部分地区仍没有上市此类产品。

利用发明原理35,可通过固态和液态之间的变化来实现解决冲突。将传统的固态粉笔设计为无粉尘、易擦写的液体粉笔,这样就减少了粉尘对师生皮肤及呼吸系统以及其他器官的危害,同时也减轻了对空气质量的影响。在第17届国际文具纸制品展上,一款来自韩国的无粉尘、易擦写的液体“粉笔”受到了厂商们的青睐。

利用发明原理40,采用复合材料,设计成本低的无尘粉笔,将纯石膏粉经过各种化学配方定型而成,在一定程度上减少了粉尘飞扬。这是目前学校使用最为广泛的粉笔产品。

利用发明原理34,抛弃粉笔使用多媒体教学,这样可以最大程度的避开粉笔粉尘的危害。大部分高等院校已经普及了这种教学方式,这也是21世纪教育教学改革的一个重要突破口。

利用计算机辅助创新软件来解决创新设计问题,我们可以从数据库提供的众多专利案例中得到创新设计的方案提示,同时我们也可以尝试把技术冲突解决原理、物场效应和进化模块相结合来得到产品的进化趋势及理想模型,这将对我们以后的设计趋向提供很好的提示,这也是我们正在研究的内容。

## 4 结束语

21世纪是创新的世纪,TRIZ提供了一种解决创新性技术发明的新方法,近几年来TRIZ不断地完善和发展成为产品设计飞速发展的强有力的辅助工具,它不仅应用在生活中产品的创新设计中,也可以应用于大型工程产品的创新以及商业管理中,其应用领域在不断的扩展。本文中TRIZ在传统教学工具创新设计中的应用,虽然应用对象较简单,但却有针对性地解决了传统教具带来的问题,所以也充分说明TRIZ的应用有效性和广泛性。在现今社会这一应用对提倡绿色设计、节约能源、降低成本、促进可持续发展都具有一定的意义。

### 参考文献:

- [1] Altshuller G S. And suddenly the inventor appeared-TRIZ[M]. Worcester: Technical Innovation Center, 1996. 1-76.
- [2] Altshuller G S. The innovation algorithm[M]. Worcester: Technical Innovation Center, 1996. 1-76.
- [3] Zhao J, Li H. Innovation Design Method for Electronic Consuming Products Figures Based on TRIZ[J]. Journal of Electronic Science and Technology of China. 2006, 4(1): 93-96.
- [4] 张卫国,张国全,何海,等.运用TRIZ理论解决复杂机电产品的创新设计问题[J].机械设计与研究, 2005, 21(3): 15-18.
- [5] 何川,张志远,张珣,等. TRIZ的研究与应用[J].机械工程师, 2004(7): 3-6.
- [6] What is TRIZ [EB/OL]. <http://www.triz-journal.com>. 2005.
- [7] 庄振春,张冬梅,韦统周.基于Internet资源的探究学习模式的教学设计[J].山东建筑工程学院学报, 2004, 19(2): 88-90.
- [8] 粉笔的危害[EB/OL]. <http://www.vvblog.com/user1/3833/index.shtml>. 2006.
- [9] 檀润华,发明问题解决理论[M].北京:科学出版社, 2004.
- [10] Chen Jahau Lewis and Liu Chih-Chen. An eco-innovative design approach the TRIZ method without contradiction analysis[J]. The Journal of Sustainable Product Design, 2001(1): 263-272.