

国内外军工企业 TRIZ 创新方法推广应用研究

赵晶晶, 段倩倩

(北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

摘要:技术创新能力作为军工企业核心能力的体现在当今竞争激烈的时代显得日益重要,而 TRIZ 又作为技术创新最倚重的科学方法阐明了创新其实是有规律可循的。本文对 TRIZ 理论的起源、内容及与传统创新方法的比较优势进行了介绍。分析了 TRIZ 在国内外军工企业的推广应用情况及未来发展趋势,并举出 TRIZ 在 F-111 战斗轰炸机机翼改进上的应用案例,最后提出了未来研究可在推广应用相应的服务平台建设上做出努力。

关键词:TRIZ; 军工企业; 推广应用

中图分类号:C931.2;E07 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)12-0082-05

创新,似乎在当今社会被认为是一个最热门的话题,没有创新就没有新兴技术。但对于创新,人们好像无法明确地知道用何种思维、方法、甚至于工具去实现创新,它在人们潜意识里被更多地认为是一种概念。其实创新的科学方法早已有之,即发明问题解决理论—TRIZ,它通过提供实现创新的方法,逐渐培养使用者创新的思维^[1]。TRIZ 是“发明问题解决理论”(Theory of Inventive Problem Solving)的俄语单词首字母缩写,在欧美国家也常表示为 TIPS。

TRIZ 理论是当前国内外军工企业在实现技术创新方面非常倚重的一项创新方法,也是目前世界上公认的最全面、最系统的解决发明创造的理论,TRIZ 理论由于非常适合大型科技工业企业解决技术冲突难题,是实现技术创新的有力工具,因而在军工企业被广泛推行。TRIZ 理论的推广应用有助于建立健全的科学技术创新机制、提高军工企业的科技水平,同时增强核心技术创新能力,推广应用 TRIZ 理论也是当前国防科技工业的一项重要任务。

1 TRIZ 理论概述

1.1 TRIZ 方法的起源

TRIZ 之父根里奇·阿奇舒勒于 1946 年开始了发明问题解决理论的研究工作,通过对大量专利的研究,他发现了发明背后存在的一般模式并形成了 TRIZ 理论的原始基础,此后在海军专利局处理世界

各国著名发明专利的工作中,阿奇舒勒想到:当人们进行发明创造、解决技术难题时,能不能有可以遵循的科学方法和法则,从而使人类能够迅速地实现新的发明创造或解决技术上的难题呢。

在以后的时间里,阿奇舒勒穷其毕生的精力致力于 TRIZ 的研究和完善。在他的领导下,苏联的各个研究机构、大学、甚至还包括企业组成了 TRIZ 的研究团体,先后分析了全球近 250 万份高水平的发明专利,总结出各种技术发展进化遵循的规律模式,以及解决各种技术矛盾和物理矛盾的创新原理和方法,建立起一个由解决技术问题,实现创新开发的各种方法、算法组成的综合理论体系,并综合多学科领域的原理和法则,最终建立了丰富的 TRIZ 理论体系^[2]。

1.2 TRIZ 方法的主要内容

TRIZ 的理论体系庞大,主要包括以下内容^[3]:

1) 技术系统进化理论。作为 TRIZ 的核心,该理论指出技术系统一直处于进化之中,解决冲突是进化的推动力。TRIZ 中的产品进化过程分为婴儿期、成长期、成熟期、衰退期四个阶段,针对技术系统中产品进化和演变规律,在大量专利分析的基础上 TRIZ 理论总结出八个基本进化法则。利用这些进化法则,可以分析确认当前产品的技术状态并预测其未来发展趋势,从而开发富有竞争力的新产品。

2) 创新思维方法与问题分析方法。TRIZ 理论

收稿日期:2013-08-25

基金项目:科技部创新方法工作专项(2011IM010300)

作者简介:赵晶晶(1989—),女,河北石家庄人,北京理工大学管理与经济学院研究生,研究方向:创新与知识管理、现代组织模式管理研究;段倩倩(1986—),女,山东济宁人,北京理工大学管理与经济学院博士生,研究方向:现代组织管理、创新与知识管理。

中提供了如何系统分析问题的科学方法。对于复杂问题的分析,则提出了功能的物质-场模型,这个模型可以帮助技术人员找到技术冲突的类型,该种分析方法是 TRIZ 的工具之一。

3) 冲突解决原理。不同的发明创造往往遵循着一般共同的规律。TRIZ 主要研究技术和物理两种冲突,按标准参数确定冲突后,利用 39×39 条工程参数及 40 条发明创造原理结合工程实际寻求具体的解决方案。

4) 创新问题标准解法。针对物-场模型确立及使用的复杂性,TRIZ 理论为物-场模型提供了模式的解法,适用于解决标准问题并能快速获得解决方案,该标准解法系统包括了 76 个标准解法,共分为 5 级,18 个子集。

5) 发明问题解决算法 ARIZ。主要针对问题情境复杂,矛盾及相关部件不明确的技术系统,它是一个非计算性的逻辑过程,要求对初始问题进行一系列变形及再定义,实现对问题的逐步深入分析转化,直到解决问题。

6) 基于工程学原理而构建的知识库。利用工程学数百万项发明专利的分析结果而构建的知识库可以为技术创新提供丰富的方案来源,产生应用本领域或其他领域的有关定律解决设计问题的效应。

1.3 TRIZ 方法与传统创新方法的比较

传统的创新方法有头脑风暴法、试错法、形态分析法等,这些创新方法是在 TRIZ 理论还没有确立之前,人们经常使用的解决发明问题的方法。传统创新方法在促进科技进步过程中发挥了不小的作用,但这些传统的创新方法具有高度抽象与概括的形式化倾向,在运用中往往受到使用者技能、经验以及知识水平的制约,思维过程过于非逻辑,因此运用效果的波动性也比较大。传统创新方法对于解决相对简单的、发明级别较低的问题是行之有效的,但是通常无法解决一些比较困难的、发明级别较高的问题。

TRIZ 理论的基础是技术系统进化的客观规律,它既可以被认知也可以用于解决发明问题,这套理论是建立在科学技术成果基础之上的,是具有推广性和普适性的解决发明问题的专门工具,它的原理、法则及步骤等都是来源于人类长期探索与改造自然的实践经验,以帮助设计者快速找到发明问题的有效解决方案。在运用 TRIZ 理论解决发明问题时,可根据技术系统进化的客观规律来初步确定解决问题的方向,也有效地避免了各种传统创新方法中反复进行的大量探索工作,因此其创新成果有着无与伦比的高效

率和稳定性。TRIZ 形成了良好的体系,并且具有非常严密的逻辑性,应用的有效性极高,可以广泛地应用于各个领域,指导人们创造性地解决问题。由此可见,与传统创新方法相比,TRIZ 理论最主要的优点就是成功揭示了发明创造的内在规律和原理,能够基于技术系统进化规律准确地确定探索方向,预测未来发展趋势,打通知识领域的界限,实现技术突破,从而创造性地解决问题^[4]。

2 TRIZ 在军工企业的研究与推广现状及未来发展趋势

2.1 国外军工企业研究与推广过程

20 世纪初开始,国外军工企业积极响应军事变革需求,以技术创新为主导,更加强调创新方法在军工等高技术企业中的应用,催生了一大批重大研究成果,TRIZ 就是其中之一。对 TRIZ 的研究起源于前苏联军方,TRIZ 理论完成以后,被迅速用于国防科研领域,产生了一大批具有代表性的国防科技成果。例如无壳弹药的设计、战斗机防弹玻璃的改进、火炮炮管的改进、飞船空间碎片碰撞模拟器的概念设计等等。20 世纪 50 年代至 80 年代末是 TRIZ 蓬勃发展的时期,在冷战期间,前苏联凭借其创新发明政策的实施使得苏联在 20 世纪 70 年代中期专利申请量和批准量跃居世界第二,有力增添了与美国对峙的军事力量。当时,TRIZ 之父阿奇舒勒的学生大部分都来自军工领域,虽然苏联政府包括现在的俄罗斯都未公开说明其军事上取得很大成就其中一个重要原因是 TRIZ,但 TRIZ 为航天事业做出了贡献是毋庸置疑的,1957 年,苏联发射世界第一颗人造地球卫星;1961 年,苏联宇航员加加林第一个飞上太空;1970 年,苏联“金星”7 号探测器首次在金星上着陆;1986 年,苏联发射“和平号”空间站。应该说,TRIZ 在国际上的广泛传播实际上是始于 1992 年,苏联解体后,TRIZ 系统地传入西方发达国家,在美、欧、日、韩等各国的军事领域得到了广泛的研究与应用^[5]。目前,TRIZ 已成为最有效的创新问题求解方法和计算机辅助创新技术的核心理论。

2.2 国内军工企业研究与推广现状

TRIZ 大约是在 1997 年传入我国,之后在国内一些知名学者的提议下由政府立项推动,各大高校及科研院所展开学术研究,企业积极参与,特别是承担国防科研生产任务,从事为国家武装力量提供各种武器装备研制和生产经营活动的各大军工集团,主要有中国船舶、中国兵器、中国航天、电子工业等大型军工团体,纷纷投入研究,当中最为典型的的就是中国电子

科技集团公司第十四研究所(简称十四所),其主要推广的创新方法就是 TRIZ,创新方法的引入为十四所技术创新能力的提升提供了新的契机,并在创新产品质量提升、研发成本节约、关键技术突破等方面取得明显成效。TRIZ 引入中国虽然只有短短十几年,但它已经逐渐得到国内各复杂重大科技工程研制机构的重视,国内军工企业竞相效仿学习,以求大大提升军工企业的自主创新能力和知识产权自我保护能力^[6]。在以 TRIZ 为核心的创新方法与技术研究应用方面,走在前列的是亿维讯科技有限公司公司,作为一家专业公司,他们的创新技术研究水平目前已经处于世界前列。

2.3 TRIZ 研究与实践工作的未来趋势

TRIZ 在军工企业的推广应用需结合军工团体项目中复杂重大科技工程的特点,充分注重创新方法的集成化、工程化和标准化建设。由于早期的 TRIZ 方法相对繁琐和零散,从 20 世纪 80 年代开始有专家用计算机化的方式表达 TRIZ,在军工项目中,工程本身具有复杂性、重大性、科技含量高等特点,运用集成和简化 TRIZ 的方法、工具和应用程序就显得更加必要,推动 TRIZ 方法的进一步普及是目前工作的一个趋势。在工程化方面,TRIZ 在传到西方国家以后应用于美国工程研究和实践,这项技术也从分析发明问题阶段发展到发明工程阶段,此后也必将继续实现工程化转型。在实施标准上,国际 TRIZ 协会已制定和实施“国际 TRIZ 认证”体系,使得军工企业技术创新的水平有了客观的评判标准和创新人才的培训标准。目前,国内“国际 TRIZ 认证”体系的工作才刚刚起步,尚有很大发展空间^[7]。

3 TRIZ 在军工企业的应用案例

TRIZ 在军工企业主导技术创新的应用可以说无处不在,通用公司的 F-111 战斗轰炸机机翼进化过程是应用 TRIZ 解决问题的典型^[8]。

3.1 背景及问题描述

F-111 是美国通用动力公司研制的超音速战斗轰炸机,这也是世界上最早的实用型变后掠翼飞机。当时,向后掠的机翼突破了音障的障碍,但与不向后掠的平直机翼相比,在同样的条件下产生的升力却要小很多。这不仅对飞机的起飞、着陆以及巡航带来了不利的影响,而且浪费了很多宝贵的燃料。制造出一种适应飞机的各种飞行速度又具有快慢兼顾特点的机翼,成为当时航空界面临的一大难题。

据分析,系统存在的技术冲突为:①传统固定机翼不适合高空飞行,此时飞机消耗的能量大。②改进

的三角机翼不适合低速飞行,此时飞机消耗的能量大。矛盾集中体现在飞机的飞行速度与其在飞行时能量的消耗这两个工程参数之间。

3.2 TRIZ 的应用过程

基于 TRIZ 理论,要解决的以上技术冲突问题涉及两个工程参数,根据这两个工程参数,可从冲突矩阵中得到若干条创新原理,排除效果不明显的创新原理,最后得到两个可以提供解决问题方法的创新原理:15 号动态化原理和 35 号参数变化原理。按照这两条创新原理提供的方法,技术人员对 F-111 机翼进行改进,使其成为活动部件。并且,在飞机飞行时,飞行员可以自由地控制机翼的形态,使之能够在比较大的范围内改变“后掠角”的大小,从而获得从平直翼到三角翼的变化。这样就适应了飞机从低速到高速不同飞行状态下的要求。设计流程如图 1 所示。

根据图 1 流程,设计人员找到了最满意的思路:能够在同一架飞机上得到平直翼和三角翼的优良飞行特性,极大地节约了在起飞与降落过程(平直翼在低速飞行中,可得到较大的升力,从而缩短跑道的长度,借此节约了能源)和高速飞行过程(三角翼在高速飞行中,可以轻易的突破音障,减轻机翼的受力,提高飞机在高速飞行时的强度,最终也降低了能量的消耗)消耗的能量。

3.3 创新应用的评价

TRIZ 理论的应用,改变了飞机的飞行形态,使飞机在不同的飞行状态下,得到不同的气动外形,可以在很大程度上节约不必要的能耗。根据 35 号参数变化原理,并结合 15 号动态化原理给出的启示,技术人员将飞机的机翼设计成一个活动的可变翼。这是飞机制造理念上的一个大胆的创新,它一举突破了传统的固定机翼设计理念,在飞行器设计制造领域开辟了一片新天地。反思传统的妥协式思维方式,就只能在速度与能耗之间,做折中性的设计,利用冲突矩阵查出的创新原理启示,避免了传统的妥协方式,从一个全新的角度,更好地解决了速度与能量这对技术冲突,这是应用 TRIZ 理论解决问题的一个经典案例。

根据以上分析,技术人员成功得出 F-111 这种在当时是最新型的可变后掠翼战斗轰炸机,它开创了新一代超音速战斗机的新纪元。新的设计方案虽然抛弃了传统的固定翼设计理念,但可变翼飞机仍保留了平直机翼升力的最大优点。在高速飞行时,三角翼又能轻易地突破音障,从而有效地降低了飞机迎风面积大的不足,实现了节能减耗以及提高飞行速度的期望,最终实现了提高其战斗力的根本目的。

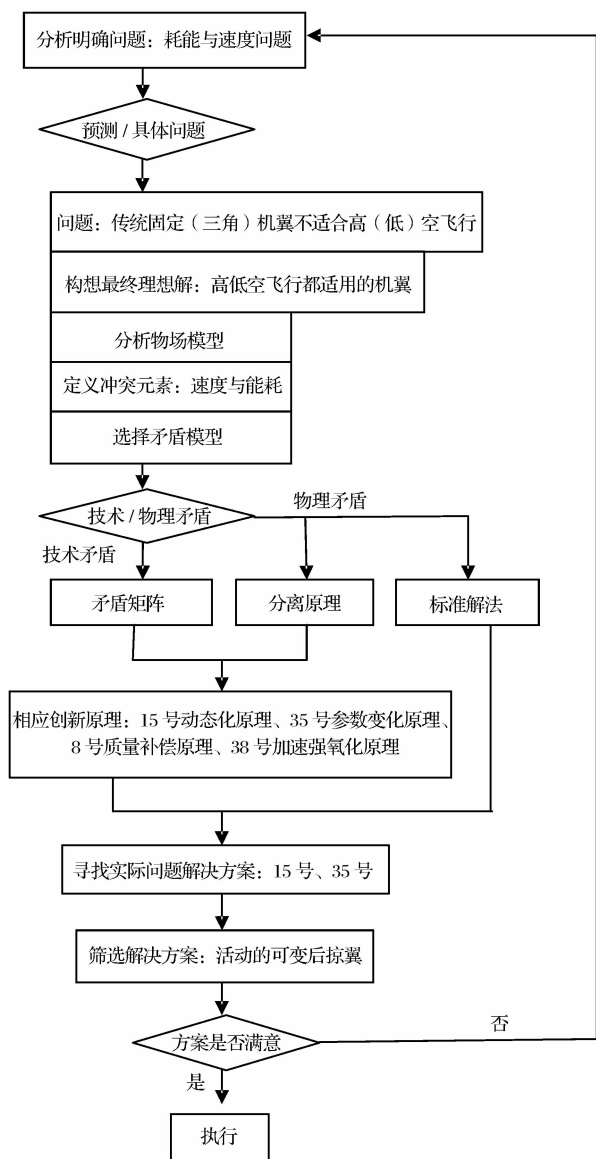


图 1 TRIZ 方法设计改进机翼流程图

TRIZ 理论是当前国内外军工企业在实现产品及技术创新方面非常倚重的一项创新方法,也是目前世界上公认的最全面、最系统的解决发明创造的理论,TRIZ 理论由于非常适合大型科技工业企业解决技术冲突难题,是实现产品技术创新的有力工具,因而在军工企业被广泛推行。TRIZ 理论的推广应用有助于建立健全的科学技术创新机制、提高军工企业的科技水平,同时增强核心技术创新能力,推广应用 TRIZ 理论也是当前国防科技工业的一项重要任务。TRIZ 是一套以人为导向的知识系统之间系统化创新问题解决方法。它有别于传统的脑力激荡,TRIZ 强调发明或创新可依一定的程序与步骤进行,而非仅是随机或天马行空的脑力刺激而已。

我们知道,TRIZ 最初起源于前苏联军方,然而

在国际上的广泛传播实际上是始于 1992 年苏联解体后,那时 TRIZ 才系统地传入西方发达国家,在美、欧、日、韩等各国的军事领域得到了广泛的研究与应用,在美国达到应用的高峰。TRIZ 起源于苏联却在美国得到发展,主要是由于 TRIZ 的应用需要有丰富的想象力和广阔的知识面,美国在人文环境和创新自由方面相对更有发挥优势,另外很多创新需要政府、社会环境的支持以及知识产权政策的保护,要有好的经济基础。所有这些国外应用案例的启示均为 TRIZ 在我国军工企业的顺利推广以及高效应用提供一些借鉴。

4 结束语

TRIZ 理论与方法是已经被实践证实了的科学有效的技术创新方法,承担国防科研生产任务的各大军工集团应加强对 TRIZ 理论的研究,并积极促成 TRIZ 在军工企业的广泛推广应用,结合自身实际努力实现新的技术突破,以提高我国军工企业的技术创新能力。

由于大陆 TRIZ 研究和应用起步较晚,虽有政府计划项目资助,但 TRIZ 仍是一个需要与产业、工程紧密结合的实践性极强的方法,想要扎实推进 TRIZ 在军工企业的推广与应用工作,还要注意进行相应的推广应用服务平台建设。未来的研究可以在军工企业构建计算机辅助创新设计平台上做出努力。军工企业一旦有了这样的平台,就能利用强大的创新问题库、解决方案库和专利库,对设计方案进行技术和经济的评估,提出可行的创新设计方案^[9]。

参考文献

- [1] 檀润华,王庆禹,苑彩云.发明问题解决理论:TRIZ—TRIZ 过程、工具及发展趋势[J].机械设计,2001(7):7—12.
- [2] 根里奇·阿奇舒勒.创新算法——TRIZ、系统创新和技术创造力[M].武汉:华中科技大学出版社,2008:13—15.
- [3] 郑称. TRIZ 的产生及其理论体系——TRIZ:创造性问题解决理论[J].科技进步与对策,2002(1):112—114.
- [4] 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(2):76—77.
- [5] 徐峰.国外企业应用创新方法的经验与启示[J].中国科技论坛,2009(8):140—143.
- [6] 赵敏,胡钰.创新的方法[M].北京:当代中国出版社,2008:169—171.
- [7] 陈光.中国大陆 TRIZ 研究与推广:现状与问题[J].管理观察,2009(2):79—81.
- [8] 徐起贺,任中普,戚新波. TRIZ 创新理论实用指南[M].北京:北京理工大学出版社,2011:173—176.
- [9] 阮汝祥.推进军工企业技术创新的新思考[J].国防科技工业,2007(2):40—42.

The Research of Popularization and Application of TRIZ Innovation Method in Military Enterprises at Home and Abroad

ZHAO Jing-jing, DUAN Qian-qian

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 10081, China)

Abstract: Technology innovation ability as embodiment of the military enterprise core competence is increasingly important in fiercely competitive era, and TRIZ which is regarded as the scientific method relied by technology innovation clarifies that innovation has rules to follow. In this paper, TRIZ theory's origin, content and comparative advantages with traditional innovation methods are introduced. This article studies the application situation and future development trend of TRIZ in military enterprises at home and abroad, and then gives an application case of wing evolution on fighter-bomber F-111. Finally it puts forward the future research can make effort to study the corresponding service platform construction.

Key words: TRIZ; military enterprise; popularization and application

(上接第 45 页)

Research on the Upgrade Strategy of High-tech Industrial Competitiveness of Shanxi Province

CHAI Hua-qi, CUI Xiao-min, GAO Xing

(School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710129, China)

Abstract: On the basis of the profound research, this article applies factor analysis to explore regional high-tech industry competitiveness from two aspects of intra-industry competitiveness and peripheral support of regional scientific and technological about the competitiveness of high technology industry of Shaanxi Province. The results show that the intra-industry competitiveness in Shaanxi Province is relatively poor, but the peripheral support of regional scientific and technological in Shaanxi Province is relatively rich, and the comprehensive competitiveness ranked eighth in the country. Based on this evaluation, this article put forward the "Hail" model which take the high-tech people as the core to coordinate the scientific and technological resources to enhance the high-tech industry competitiveness in Shaanxi Province.

Key words: scientific and technological resources; competitiveness of high-tech industry; factor analysis; "Hail" model

(上接第 69 页)

Evaluation of Agricultural Land Use Efficiency in China's Western Based on DEA Theory and Model

HUANG Jing, LIU Xin-ping, Ayitursun Shamxi

(College of Management, Xinjiang Agricultural University, Wulumqi 830052, China)

Abstract: This paper constructed evaluation index system based on the input-output analysis, in order to evaluated agricultural land use efficiency. Study is to reveal agricultural land use efficiency change and its reasons in the western region, and pionted out the effects of unreasonable input on output of agricultural land. According to the evaluation value of DUM about agricultural land use efficiency, showing selected agricultural land use has a large difference in different space. At the same time, based on the models, agricultural land use technical efficiency and scale restricted efficiency efficiency, and they will be constraints of agricultural land intensive use in the future. To improve agricultural land use efficiency, ameliorate the pattern of extensive management of agricultural land, must be scientific planning, rational distribution of resources, optimizing the structure.

Key words: agricultural land use efficiency; DEA; input-putout; Western region