

文章编号 :1006 - 2106(2006)07 - 0096 - 06

创新实践呼唤创新理论^{*}

——发明问题解决理论(TRIZ)综述

薛晓滨^{**}

(铁道第二勘察设计院 , 四川 成都 610031)

摘要 研究目的 技术创新实践是一项实实在在的科学活动 ,既需要政策和制度保证 ,又需要正确运用科学理论作指导 。采用科学的方法 ,才能达到“事半功倍”的效果。本文研究的目的是 ,借鉴发达国家在技术创新过程中运用的创新理论和方法 ,实现指导工程技术领域的技术创新活动。

研究方法 查阅大量的文献和互联网信息和资料 ,通过调研相应的软件产品商 ,结合国内外知名企业应用的实例 ,分析、归纳和总结。

研究结果 找到了一种可运用于指导工程技术创新活动的理论和方法。

研究结论 本文在对科技创新的由来以及创新的传统方法进行简要阐述的基础上 ,论述了现代科技创新实践必须依靠科学的方法论作为理论指导。这个方法论就是当今在发达国家已经广泛应用的发明问题解决理论(TRIZ)。本文着重对 TRIZ 的基本原理、理论体系组成、国外应用情况进行了较为系统地阐述 ,并且简要地介绍了信息技术的最新成果——基于 TRIZ 的计算机辅助创新技术(CAI)。最后 ,提出了应用 TRIZ 指导创新实践的几点启示。

关键词 创新 ;TRIZ ;矛盾矩阵 ;物质 - 场分析法 ;技术进化 ;CAI

中图分类号 :N05 ;G305 **文献标识码** :A

Innovation Practices Calling for Innovation Theory

——A Summarization on TRIZ

XUE Xiao - bin

(The Second Survey and Design Institute of China Railway , Chengdu , Sichuan 610031 , China)

Abstract : Research purposes : Technological innovation is a substantial technological action that need science theory guiding , as well as the protection of rules and regulations for it , such as it can be got two times doing one . The purposes in this paper are guiding technological innovation in engineering field with used innovation theory and methods by developmental country.

Research methods : Exploring a lot of documentations and information in internet , and getting into the products about company developing software , the author use methods of analyzing , generalization and summarization.

Research results : exploring a theory and method to guide the technological innovation action.

Research conclusions : On based of inducing the cause and traditional methods of innovation , the technological innovation action must be guided by scientific theory is discussed in this paper. This theory is TRIZ. The basic principle , system and applications of TRIZ are discussed in the paper. Also the latest effect in information is induced. Finally , a few of enlightenments are put forward in the paper.

Key words : innovation ;TRIZ ;contradiction matrix ;matter - field method ;technological evolution ;CAI

* 收稿日期 2006 - 06 - 13

** 作者简介:薛晓滨,1958 年出生,男,教授级高级工程师。

党中央提出“建设创新型国家的战略决策”极大地激发了全国人民进行科技创新的热情。科技创新活动是一项实实在在的科学活动,既需要政策和制度保证,以激发人们的创新热情,但仅有热情还不够,正确运用科学理论作指导,采用科学方法,才能达到“事半功倍”的效果。本文在简要论述创新理论及其方法发展的基础上,重点对当今国际上最新的创新理论——TRIZ 进行较为系统的介绍,希望引起工程领域从事科技创新实践的所有相关人员的高度重视。

创新作为一个概念,最初还是以技术创新(Technological Innovation)的概念出现的。有关技术创新最早的概念是由美籍奥地利经济学家约瑟夫·阿洛伊斯·熊彼特(1883 - 1950 年)于 1912 年以德文所著的《经济发展理论》一书中首先提出。熊彼特把创新概括为发明的首次应用。科技创新,即技术创新,国外称之为“ Technological Innovation ”,以下通称为技术创新或创新。目前对技术创新最简单、最直观的表述是:技术创新是科技新成果(包括概念、发现、发明和其它成果)转变成一种新的或改进的能够带来经济收益的新技术、新工艺和新产品。传统的创新方法非常多,将近 300 种左右,常用的有试错法、头脑风暴法、形态分析法、属性列举法等等。但这些传统的创新方法都过多依赖于人的心理因素,其过程具有很大的无序性、随机性和偶然性,以致于可操作性、重复性不强,难以寻找其规律,难以大规模地推广和复制,大多数人很难学习和掌握,只能是少数专家的“灵光一现”。创新,需要运用领域知识,去发现问题、解决问题。那么创新是否有规律可循?是否有理论作指导?答案是肯定的。当前,一个被俄罗斯、美国、日本、欧洲等发达国家用于指导技术创新的科学先进的理论——发明问题解决理论(TRIZ)已经得到广泛应用。在这些国家,该理论已成为指导人们进行发明创新、解决工程问题的方法论。

1 TRIZ 产生背景

TRIZ 是“发明问题解决理论”的俄文首字母缩写。其创始人是前苏联伟大科学家和发明家根里奇·阿奇舒勒(Genrich Altshuller)。阿奇舒勒于 1926 年 10 月出身于前苏联北部城市塔什干,今乌兹别克共和国首都。由于卓越的发明才能,阿奇舒勒进入了前苏联海军专利评审机构进行专利评审工作。就在这一工作期间,以阿奇舒勒为首的研究团队开始对 250 万个高水平的发明专利进行研究。他们发现,每一个具有创意的专利,基本上都是在解决冲突和矛盾的问题,解决这些冲突和矛盾的基本原理被一再地使用,而且通常是在隔了数年后。阿奇舒勒据此推论,解决发明问题

过程中所寻求的科学原理和法则是客观存在的,大量发明面临的基本问题和矛盾也是相同的,同样的技术创新原理和相应的解决问题方案,会在后来的一次次发明中被重复应用,只是应用的技术领域不同而已。因此将那些已有的知识进行提炼和重组,形成一套系统化的理论,就可以用来指导后来者的发明创新。如果后来的发明家能够拥有早期解决方案的知识,那么他们的发明创新工作将会更为容易。1956 年,阿奇舒勒发表了第一篇有关 TRIZ 的论文,1961 年出版了第一本有关 TRIZ 著作《怎样学会发明创造》,1970 年创办了一所进行 TRIZ 研究推广的学校,培养了一大批 TRIZ 应用的专家。冷战期间,美国、德国等西方国家惊异于前苏联在兵器、航空、航天等军事工业等方面的创造能力,将 TRIZ 称之为“神奇点金术”,曾经围绕其展开过惊心动魄的间谍战。苏联解体后,TRIZ 随其研究人员移居国外而真相大白,并迅速在欧美等发达国家中推广应用。经过实践的检验证明,已为众多知名企业和研发机构带来了重大的经济效益和社会效益。如今,在中国,该理论和方法刚刚开始推广和初步进入应用阶段。

2 发明问题解决理论(TRIZ)

2.1 TRIZ 基本原理

阿奇舒勒提出了 40 条发明创新原理(由于篇幅所限,不能详细介绍)作为 TRIZ 的基本原理。这些基本原理来源于 2 个发现:

(1)技术的演化不是一个随机过程,它与需求的演化相关,并且每个工程领域的演化都对其它工程领域产生影响。任何领域的技术变革、创新与生物系统一样,都存在产生、生长、成熟、衰老、灭亡的过程,是有规律可循的。

(2)创造性问题来自矛盾,解决矛盾有 2 个方法:一是在冲突参数间寻找折衷方案,二是消除矛盾。TRIZ 的目标是通过消除矛盾来解决问题。

2.2 TRIZ 体系结构

2.2.1 创新的 5 个层次

TRIZ 在对数百万计的发明专利分析研究的基础上,将发明创新问题分为 5 个层次:第一,显而易见的解决方案(占有所有专利的 32 %);第二,次要的改善和消除一些矛盾(占有所有专利的 45 %);第三,重要的改善和需要应用物质-场分析法(占有所有专利的 18 %);第四,根本的改变、新概念和需要应用 ARIZ 算法(占有所有专利的 4 %);第五,前所未有的新发现(占有所有专利的 1 %)。阿奇舒勒认为,第一层次的创新,只是对现有的系统提供一些改善,并没有引起明显地变革,

因此不能算是真正的创新,第二层次的创新,需要使用 40 项发明原理分离与解决技术上的矛盾,需要应用来自同一领域不同方向的知识,第三层次的创新,需要使用 76 个标准解解决物理上的矛盾,矛盾的消除需要最大限度地利用系统内的资源并借助物理学、化学、几何学等工程学原理。第四层次的创新,需要使用 ARIZ 算法对初始问题进行变形以及再定义等一系列非计算性的逻辑推理,实现对问题的逐步深入分析和转化,最终解决问题。第五层次的创新,是人类开创性的,很难有明确的方法可循。因此,第一层次与第五层次的创新应该排除在 TRIZ 应用方法之外。创新的层次越高,使用的工具和方法也越具威力性,每一层次的创新发明也都有它自己定义的方式和解决问题的工具及方法。

2.2.2 TRIZ 体系组成

TRIZ 体系的核心主要由 5 个方面组成:

2.2.2.1 创新思维方法与问题分析方法

TRIZ 中提供了如何进行系统分析问题的科学方法。如多屏幕法,资源-时间-成本(RTC)算子法,金鱼法等等。多屏幕法,能够帮助我们从结构、时间,以及因果关系等多维空间对问题进行全面、系统的分析,即该方法不仅研究问题的现状,而且考虑与之相关的过去、未来、子系统、超系统等多方面的状态,资源-时间-成本(RTC)算子法,是通过夸张的手法改变物体在资源、时间和成本等方面的参数,帮助我们想象各种可能,大大扩展思维,突破思维定势,金鱼法,首先从幻想式构想中分离出现实部分,对于不现实部分,通过引入其它资源,一些想法由不现实变为现实,然后继续对不现实部分进行分析,直到全部变为现实。

2.2.2.2 技术系统进化法则

TRIZ 中包含的技术系统进化法则主要有:提高理想度法则,完备性法则,能量传导法则,提高柔性、移动性和可控性法则,向微观系统升迁法则等。这些法则基本涵盖了各种产品核心技术的进化规律,每条法则又包含不同数目的具体进化路线和模式。由于篇幅所限,本文仅以两个法则为例,从应用的角度阐述其原理。

(1) 完备性法则。更加完备的系统是由单一系统向多系统的进化过程,如图 1 所示。双色铅笔、多色圆珠笔等等,是由功能完全相同的物体组成,带摄像功能的手机是由功能不同的物体组成;又如:在矿井事故救援中,救援人员的防护服早期设计由两套系统组成,一套是冷却系统,一套是供氧装置,此后的设计是将两套系统合二为一,将冷却系统中的水换成液态氧,液体汽化有制冷作用,液氧汽化后,就可供救援人员呼吸。新的设计大大减少救援装备的体积、质量,同时也有效地

利用系统内的资源并降低了系统成本。依据这个进化原则,系统首先由多个同一性质的系统组成,增强系统的单一功能,然后多个功能不同的系统结合在一起实现多个功能,最终希望由一个系统执行多个功能。

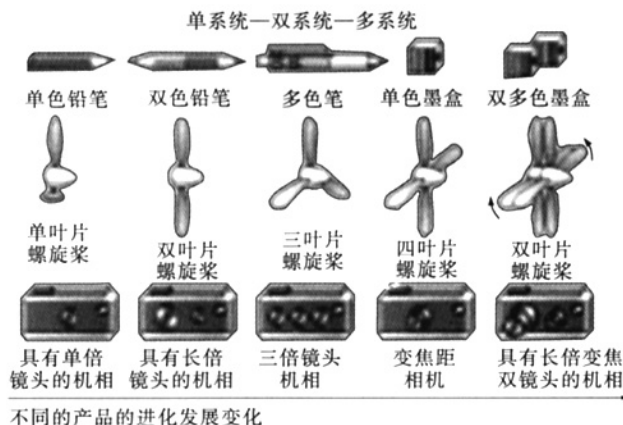


图 1 完备系统进化方向

(2) 提高柔性、移动性和可控性法则。作为计算机外围设备的键盘已经是随处可见。目前常见的键盘是一个刚性整体,体积也比较大,不方便携带。在美国海军陆战队配备一种可以折叠的键盘,便于行军中携带,在一些 PDA 产品中,键盘就是其柔性的外包装套的一部分,展开后就是一个键盘;而现在的很多设备中,键盘是液晶触摸屏的一部分。最近,以色列一家公司推出一种虚拟激光键盘(图 2),它通过将全尺寸键盘的影像投影到桌子平面上,用户在上面就可以象使用物理键盘一样直接输入文本。这些键盘的形式基本上代表其发展历程。简单分析一下,我们可以发现键盘的演变规律,即从一体化的刚性键盘到折叠式键盘、到柔性键盘、到液晶键盘、再到激光键盘。如果我们将键盘核心技术的这种演变过程抽象出来,会发现它是按照刚性-铰链式-柔性-气体-液体-场的发展路线。其实很多产品的发展也是沿着这条路线不断进化。如轴承,它从开始的单排球轴承,到多排球轴承,到微球轴承,到气体、液体支撑轴承,到磁悬浮轴承。切割技术,从原始的锯条,到砂轮片,到高压水射流,到激光切割等等。它们在本质上基本都是沿着与键盘相似的演变路线不断发展的。

2.2.2.3 技术矛盾矩阵

不同的发明创造往往遵循某一相似规律。在对专利研究中,阿奇舒勒发现,仅有 39 项工程参数在彼此相对改善和恶化,而这些专利都是在不同的领域上解决这些工程参数的冲突与矛盾。这些矛盾不断地出现,又不断地被解决。由此,他总结出解决冲突和矛盾的 40 个创新原理。之后,将这些冲突与冲突解决原理组成一个由 39 个改善参数与 39 个恶化参数构成的



图 2 激光虚拟键盘

矩阵, 矩阵的横轴表示希望得到改善的参数, 纵轴表示某技术特性改善引起恶化的参数, 横纵轴各参数交叉处的数字表示用来解决系统矛盾时所使用创新原理的

编号。这就是著名的技术矛盾矩阵(见表 1)。由于篇幅所限 39 个工程参数和 40 个创新原理不能一一列举。这里, 用一个例子来说明矛盾矩阵的应用方法。例如, 将卫星送入太空时希望卫星的重量越轻越好, 因为这将更加容易运载, 同时成本也会降低。但若减小重量, 势必要缩小尺寸, 卫星的性能就会受到影响。这样在使卫星更易于运载时, 卫星的重量和尺寸之间就产生了矛盾。由于这一矛盾产生在卫星运动时, 卫星的重量和尺寸分别对应矛盾矩阵中“运动物体的重量”(要改善的) 和“运动物体的尺寸”(恶化的) 两个技术特性。上述两特性在矛盾矩阵的交叉点向我们提供了 4 个创新原理供参考, 分别为第 8、15、29 和 34 号创新原理。8 号创新原理是配重; 15 号原理是动态性改变; 29 号原理是气压或液压构造; 34 号原理是去除且重新产生零件。矩阵所提供的创新原理既可单独采用, 也可组合应用。针对具体的矛盾, 可以基于这些创新原理寻求具体解决方案。

表 1 TRIZ 矛盾矩阵

| 性能改善参数 性能恶化参数 | 1. 运动物体重量 | 2. 静止物体重量 | 3. 运动物体长度 | 4. 静止物体长度 | 5. 运动物体面积 | ... | 22. 能量损失 | ... | 30. 有害因数影响 | ... | 39. 生产能力 |
|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|---------------|
| 1. 运动物体重量 | | | 8, 15, 29, 34 | | 17, 29, 34, 8 | | 6, 12, 34, 19 | | 18, 21, 22, 27 | | 8, 24, 35, 37 |
| 2. 静止物体重量 | | | | | | | | | | | |
| 3. 运动物体长度 | 8, 15, 29, 34 | | | | 4, 15, 17 | | 2, 7, 35, 39 | | 1, 15, 17, 24 | | 4, 14, 28, 29 |
| 4. 静止物体长度 | | 20, 35, 29, 40 | | | | | 6, 28 | | 1, 18 | | 7, 14, 26, 30 |
| 5. 运动物体面积 | 2, 4, 17, 29 | | 4, 14, 15, 18 | | | | 15, 17, 26, 30 | | 1, 22, 26, 33 | | 2, 10, 26, 34 |
| ⋮ | | | | | | | | | | | |
| 33. 便于操作 | 2, 13, 15, 25 | 1, 6, 13, 25 | 1, 12, 13, 17 | | 1, 17, 13, 16 | | 2, 13, 19 | | 2, 25, 28, 39 | | 1, 15, 28 |
| ⋮ | | | | | | | | | | | |
| 39. 生产能力 | 24, 26, 35, 37 | 8, 15, 27, 28 | 4, 18, 28, 34 | 7, 14, 26, 30 | 10, 26, 31, 34 | | 10, 28, 29, 35 | | 13, 22, 24, 35 | | |

2.2.2.4 物质 – 场分析标准解法

阿奇舒勒对 TRIZ 的贡献之一是, 提出了物质 – 场描述方法与模型。阿奇舒勒认为, 每一个技术系统都可由许多功能不同的子系统所组成, 因此, 每一个系统都有它的子系统, 而每个子系统都可以再进一步地细分, 直到分子、原子、质子与电子等微观层次。无论大系统、子系统、还是微观层次, 都具有功能, 所有的功能都可分解为 2 种物质和 1 种场(即三元素组成)。在物质 – 场模型的定义中, 物质是指某种物体或过程, 可以是整个系统, 也可以是系统内的子系统或单个的物体, 甚至可以是环境, 取决于实际情况。场是指完成某种功能所需的手法或手段, 通常是一些能量形式, 如磁场、重力场、电能、热能、化学能、机械能、声能、光能等等。图 3 是 TRIZ 的物质 – 场模型图。

图中 S_1 及 S_2 是物质, F 为场。物质 S_1 可以是被控粒子、材料、物体或过程, 物质 S_2 是控制 S_1 的工具或物体, 场 F 是用于 S_1 与 S_2 之间相互作用的能量, 如机械能、液压能、电磁能等等。在物质 – 场分析中,

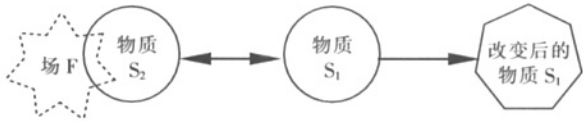


图 3 TRIZ 的物质 – 场模型图

理想的功能是场 F 通过物质 S_2 作用于物质 S_1 并改变物质 S_1 。当技术系统不以专业名词表达, 而采用简化的物质 – 场模型来表示时, 就可以通过有关“同类问题的模型”来分析目前系统所存在的问题。阿奇舒勒认为, 这些同类问题已被早期的研究发明人员以不同的专利提出了解决方案。随着 TRIZ 的不断完善和发展, 这一方法已被分为 5 种类别, 共 76 个标准解:

- 类别一: 物质 – 场的建立与破坏(13 种标准);
- 类别二: 物质 – 场的发展(23 种标准);
- 类别三: 从基本系统转换到大系统或子系统, 以至於微观层次(6 种标准);
- 类别四: 系统内部的测量与检查(17 种标准);

类别五:简化与改善策略(17种标准)。

运用这76种标准解,就是朝着改善技术系统理想化方向的努力。任何技术系统都可以不断地朝向理想化的境界迈进,也就是说系统可以不断地变得更可靠、更简单、更有效。发明的艺术就在于如何推开迈向理想化途径中的障碍物,从根本上改善技术系统。

2.2.2.5 问题解决算法 ARIZ(Algorithm for Inventive Problem Solving)。

TRIZ认为,一个创新问题解决的困难程度取决于对该问题的描述和问题的标准化程度,描述得越清楚,问题的标准化程度越高,问题就越容易解决。在ARIZ算法中,创新问题求解的过程是对问题不断地描述、不断地标准化的过程。在这一过程中,初始问题最根本的矛盾被清晰地显现出来。如果方案库里已有的数据能够用于该问题,则有标准解;如果已有的数据不能解决该问题,则无标准解,有待科学技术的进一步发展。ARIZ就是处理该过程的算法。该算法主要包含6个模块:

- (1) 情境分析,构建问题模型;
- (2) 基于物场分析法的问题模型分析;
- (3) 定义最终理想解与物理矛盾;
- (4) 物理矛盾解决;
- (5) 如果矛盾不能解决,调整或者重新构建初始问题模型;
- (6) 解决方案分析与评价。

ARIZ算法流程如图4所示。应用ARIZ取得成功的关键是,在理解问题的本质前,要不断地对问题进行细化,直至确定了问题所包含的物理矛盾。

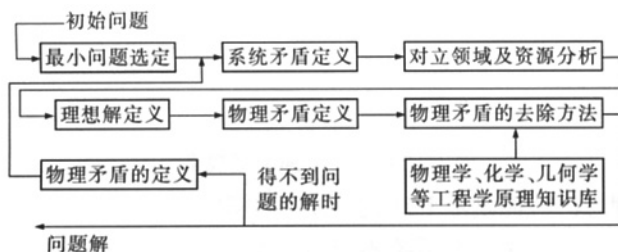


图4 ARIZ算法流程

从上面描述的TRIZ体系的5个方面来看,其核心思想主要体现3点:第一,无论是一个简单产品还是复杂的技术系统,其核心技术的发展都是遵循着客观的规律发展演变的,即具有客观的进化规律和模式。第二,各种技术难题、冲突和矛盾的不断解决是推动这种进化过程的动力。第三,技术系统发展的理想状态是用最少的资源实现最大数目的功能。

3 国外应用 TRIZ 进行技术创新简介

欧洲以瑞典皇家工科大学(KTH)为中心,集中十

几家企业开始实施利用TRIZ进行创造性设计的研究计划;日本从1996年开始不断有杂志介绍TRIZ的理论方法及应用实例;在美国,有关TRIZ的研究咨询机构相继成立,TRIZ和方法在多个跨国公司迅速得以推广并为之带来巨大收益。如福特汽车公司遇到了推力轴承在大负荷时出现偏移的问题。通过运用TRIZ,产生了28个新概念(问题的解决方案),其中一个非常吸引人的概念是:利用小热膨胀系数的材料制造轴承,从而很好地解决了推力轴承在大负荷时出现偏移的问题。波音公司邀请25名TRIZ前苏联专家,对波音450名工程师进行了两星期培训加讨论,取得了767空中加油机研发的关键技术突破,从而战胜空中客车公司,赢得15亿美元空中加油机订单。2003年,“非典型肺炎”肆虐中国及全球的许多国家,新加坡的TRIZ研究人员就利用40条发明创新原理,提出了防止“非典型肺炎”的一系列方法,其中许多措施被新加坡政府采用,收到了非常好的效果。

一个有典型代表意义运用TRIZ给企业带来实际效益的例子是韩国三星电子。1997年,三星电子引入TRIZ,在研发部门实施技术创新理论培训;1998年至2002年,三星电子共获得了美国工业设计协会颁发的17项工业设计奖,连续5年成为获奖最多的公司。2003年,三星电子在67个研究开发项目中使用了TRIZ,为三星电子节约了1.5亿美元,并产生了52项专利技术。2004年以1604项发明专利超过Intel名列第六,领先于日本竞争对手日立、索尼、东芝和富士通。三星电子CEO尹钟龙表示,要在2005年和2006年分别注册2000多件专利技术(以申请美国专利为准)进入世界前5大专利企业排行榜,并于2007年进入前3位。三星电子从技术引进到技术创新的成功之路给渴望在经济全球化竞争中占有一席之地的中国企业提供了很多有益的和可借鉴的启示。

4 TRIZ与信息技术结合的产物——计算机辅助创新技术CAI(Computer Aided Innovation)

TRIZ仍在不断地发展中,随着信息技术的不断发展,一门以发明创造问题解决理论(TRIZ)为基础,结合现代设计方法学、语义处理技术、专利分析技术、多领域科学知识以及计算机软件技术等综合而成的新兴技术——计算机辅助创新技术CAI(Computer Aided Innovation)已经出现,并迅速在国外开始推广应用。

TRIZ揭示了创新实践的规律,总结了求解创新问题的分析方法和解决方法,是指导人们进行创新实践的理论基础和方法论。但是,如何运用好TRIZ,仍然

需要大量的已有知识的支持:包括技术知识、科学原理、专利知识、各种社会知识、经验知识、成功案例、失败案例等等。尤其是专利知识已经成为实现创新最主要的知识来源之一。据统计,每年世界上发明创造的 90%~95% 都是以专利的形式出现;而充分利用专利知识进行技术创新,能节省我们 60% 的研发时间和 40% 的研发资金投入。作为前人创新成果的结晶,专利知识技术含量高,可靠性强。但是,专利涉及的领域和数量层出不穷,如何在有限的时间内征服如此巨大的信息量?如何在浩瀚的知识海洋中寻找有用的知识?全靠人力为之,真可谓大海捞针,而且面对越来越加快的知识更新速度,人脑已经无法有效地担当海量知识的记忆载体和处理中枢;其次,个体的知识已无法支持复杂的产品和工程研发创新。因此,必须把个体的知识转换成公有的、有组织的、可共享的知识。CAI(计算机辅助创新技术)能辅助人们进行高效地创新。它能帮助人们学习和应用 TRIZ,综合、积累相关知识,分析、求解创新问题,快速地帮助人们运用 TRIZ 得出问题的领域解,并提出问题的建议方案。关于 CAI 技术,将另文作详细阐述。

5 结束语

综上所述,相对于传统的创新方法,TRIZ 具有鲜明的特点和优势。它将发明创造问题归纳为 5 个层次、39 项技术特性、40 个创新原理;由创新思维方法与问题分析方法、技术系统进化法则、技术矛盾矩阵、物质-场分析标准解法和问题解决算法(ARIZ)5 个分析和解决问题的方法论构成的一整套系统化的、实用的解决发明问题的理论方法体系。它成功地揭示了创造发明的内在规律和原理,并基于技术发展的进化规律来研究整个技术发展过程。可快速确认和解决系统中存在的矛盾,大大加快发明创造进程,提升创新的能力。具体来说运用 TRIZ 可以给我们以下启示:

- (1) 创新将像从事日常技术工作一样成为可能;
- (2) 创新不再是专家的“灵光一现”,创新可以持

续不断地进行下去;

(3) 对问题进行系统分析,高效发现问题本质,使准确定义问题和矛盾成为可能;

(4) 能对创新性问题或者矛盾解决提供更合理的方案和更好的创意;

(5) 能打破思维定势,激发创新思维,从更广的视角看待问题;

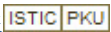
(6) 基于技术系统进化规律,准确确定探索方向,预测未来发展趋势,开发新产品;

(7) 打破知识领域界限,实现技术突破。

参考文献:

- [1] 根里奇·阿奇舒勒.发明家诞生了[M].范怡红,黄玉凇,译.成都:西南交通大学出版社,2004.
- [2] 张晓芒.创新思维训练[M].北京:企业管理出版社,2004.
- [3] 赵新军.技术创新理论(TRIZ)及其应用[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [4] 牛晓.实用的问题模型分析工具:TRIZ 中的物-场分析[N/OL].科报网,2004-11-03. <http://www.stdaily.com/gb/computer/2004-11/103/content-318006.htm>.
- [5] 牛占文,徐燕申,林岳,等.发明创造的科学方法论. TRIZ [J].中国机械工程,1999,10(1):84-89.
- [6] 宋保华. TRIZ(发明问题解决理论)将发明分为五级[N/OL].赛迪网,2005-09-11. <http://tech.ccidnet.com/art/786120050911/329693-2.html>.
- [7] 麦炳.中兴成功引入 TRIZ 体系攻克 21 个技术难题[N/OL].赛迪网,2005-05-10. <http://tech.ccidnet.com/art/883/20050510/247781-1.html>.
- [8] 麦炳. CAI 技术打造强劲的技术创新引擎[N/OL].赛迪网,2005-09-11. <http://industry.ccidnet.com/art/786/20050911/329651-1.html>.
- [9] 非凡. TRIZ 理论中的技术系统进化法则[N/OL].赛迪网,2005-09-11. <http://tech.ccidnet.com/art/786/20050911/329701-1.html>.

(编辑 慕成娟)

作者: 薛晓滨, XUE Xiao-bin
作者单位: 铁道第二勘察设计院, 四川, 成都, 610031
刊名: 铁道工程学报 
英文刊名: JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY
年, 卷(期): 2006(7)
被引用次数: 3次

参考文献(9条)

1. 根里奇·阿奇舒勒;范怡红;黄玉凇 [发明家诞生了](#) 2004
2. 张晓芒 [创新思维训练](#) 2004
3. 赵新军 [技术创新理论\(TRIZ\)及其应用](#) 2004
4. 牛晓 [实用的问题模型分析工具:TRIZ中的物-场分析法](#) 2004
5. 牛占文;徐燕申;林岳 [发明创造的科学方法论. TRIZ\[期刊论文\]-中国机械工程](#) 1999(01)
6. 宋保华 [TRIZ\(发明问题解决理论\)将发明分为五级](#) 2005
7. 麦炳 [中兴成功引入TRIZ体系攻克21个技术难题](#) 2005
8. 麦炳 [CAI技术打造强劲的技术创新引擎](#) 2005
9. 非凡 [TRIZ理论中的技术系统进化法则](#) 2005

本文读者也读过(9条)

1. 马建红. 檀润华. MA Jian-hong. TAN Run-hua [基于TRIZ及ABD的创新设计研究\[期刊论文\]-工程设计学报](#)2006, 13(4)
2. 马力辉. 檀润华. MA Li-hui. TAN Run-hua [基于TRIZ进化理论和TOC必备树的冲突发现与解决方法\[期刊论文\]-工程设计学报](#)2007, 14(3)
3. 刘龙. LIU Long [应用TRIZ解决创新问题的新方式\[期刊论文\]-机械设计与制造](#)2006(11)
4. 张志远. 何川. 张珣 [TRIZ理论研究综述\[期刊论文\]-重庆工商大学学报\(自然科学版\)](#)2004, 21(1)
5. 聂惠娟. 袁峰. NIE Hui-juan. YUAN Feng [创新技法与TRIZ的应用研究\[期刊论文\]-机械设计与制造](#)2007(10)
6. 徐克庄. Xu Kezhuang [TRIZ理论的研究应用概况\(I \) \[期刊论文\]-杭州化工](#)2008, 38(2)
7. 檀润华. 张青华. 纪纯 [TRIZ中技术进化定律、进化路线及应用\[期刊论文\]-工业工程与管理](#)2003, 8(1)
8. 丁俊武. 韩玉启. 郑称德 [创新问题解决理论-TRIZ研究综述\[期刊论文\]-科学与科学技术管理](#)2004, 25(11)
9. 高常青. 黄克正. 张勇. Gao Changqing. Huang Kezheng. Zhang Yong [TRIZ理论在产品创新设计中的应用\[期刊论文\]-机械科学与技术](#)2006, 25(4)

引证文献(3条)

1. 许德志. 熊威 [将TRIZ引入到高职创新教育中的研究与探索\[期刊论文\]-沈阳工程学院学报\(社会科学版\)](#) 2010(1)
2. 朱险峰. 沙洪. 谢小波. 王明时 [TRIZ在生物医学工程中的实证分析\[期刊论文\]-天津大学学报\(社会科学版\)](#) 2010(5)
3. 孙峰华. 王亮申. 顾九春 [TRIZ研究的历史现状及前瞻\[期刊论文\]-鲁东大学学报\(自然科学版\)](#) 2010(1)

引用本文格式: 薛晓滨. XUE Xiao-bin [创新实践呼唤创新理论——发明问题解决理论\(TRIZ\)综述\[期刊论文\]-铁道工程学报](#) 2006(7)