

普通高等教育应用创新系列规划教材

创新方法学

主 编 冯 研 贾鸿莉 曹雯雯
副主编 张尔东 杨 昭
参 编 纪大伟



科学出版社



普通高等教育应用创新系列规划教材

创新方法学

主 编 冯 研 贾鸿莉 曹雯雯
副主编 张尔东 杨 昭
参 编 纪大伟

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书内容包括绪论、思维概述、TRIZ 中的创新思维方法、技术系统进化法则、资源分析、40 个发明原理、技术矛盾与阿奇舒勒矛盾矩阵、物理矛盾与解决方法、功能分析、物-场模型分析方法、发明问题标准解法、ARIZ、科学效应和现象、专利与专利申请。全书充分反映了 TRIZ 的发展与主要内容体系,并结合最新的科技发展成果,补充了大量的 TRIZ 创新的实例和图片,并给出申请专利的方法。

本书可以作为大学生 TRIZ 研究与学习的创新课程教材,也可作为企业、科研机构等行业技术创新培训的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

创新方法学/冯研,贾鸿莉,曹雯雯主编. —北京:科学出版社,2016
普通高等教育应用创新系列规划教材
ISBN 978-7-03-046820-8

I. ①创… II. ①冯… ②贾… ③曹… III. ①创造学—高等学校—教材 IV. ①G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 311332 号

责任编辑:陈 亮 王京苏/责任校对:贾伟娟
责任印制:霍 兵/封面设计:蓝正设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 3 月第一次印刷 印张:21 1/4

字数:488 000

POD 定价:53.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

目前,创新能力的高低已经成为衡量一个国家综合国力强弱的重要因素。为了适应世界经济的激烈竞争和科技的迅猛发展,世界各国都在调整经济政策、科技政策和发展战略。“提高自主创新能力,建设创新型国家,这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键。”创新方法是科技创新的主要抓手,先进的创新方法是自主创新能力的重要武器。

在我国建设创新型国家的进程中,对创新方法的研究和掌握具有基础性、根本性、科学性和先导性的意义。苏联发明家根里奇·阿奇舒勒通过长期研究分析全球范围内的大量发明专利,发现了人类发明创新的原理及其所遵循的客观规律,提出了解决发明创新问题的基本方法学——发明问题解决理论(the theory of inventive problem solving, TRIZ),这是全人类科学与智慧的结晶。

创新方法是科学思维、科学方法和科学工具的总称。本书首先介绍了 TRIZ 及创新思维、技术系统进化法则、资源分析,其次对 40 个发明原理、技术矛盾与阿奇舒勒矛盾矩阵、物理矛盾与解决方法进行介绍,并对其功能分析、物-场模型分析方法、发明问题标准解法进行讲解,最后结合哈尔滨石油学院专利实例介绍专利与专利申请。

本书共十四章,第一章由纪大伟编写;第二、三、四、五章由曹雯雯编写;第六、七章由贾鸿莉编写;第八、九、十二章由冯研编写;第十、十一章由张尔东编写;第十三、十四章由杨昭编写。

因篇幅所限,书后未能将所有参考文献一一列出。由于编者水平有限,书中难免存在不当之处,敬请指正。

编 者

2016 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 TRIZ 的诞生	1
第二节 TRIZ 在国内外的研究应用	5
第三节 TRIZ 与传统创新方法	8
第四节 我国创新方法的现状与问题	11
第五节 我国创新方法工作的总体思路	12
第六节 推广应用创新方法的实现意义	15
第七节 TRIZ 学习方式	16
本章小结	18
本章思考题	18
本章参考文献	18
第二章 思维概述	19
第一节 思维过程	19
第二节 思维形式及特点	21
第三节 思维惯性	24
第四节 创新思维	26
本章小结	28
本章思考题	28
本章参考文献	28
第三章 TRIZ 中的创新思维方法	29
第一节 九屏幕法	29
第二节 金鱼法	31
第三节 最终理想解	33
第四节 小人法	35
第五节 STC 算子方法	38
第六节 幻想法	39
本章小结	40
本章思考题	40
本章参考文献	40
第四章 技术系统进化法则	41
第一节 S-曲线及应用	41
第二节 技术系统进化法则概述	44
第三节 技术系统进化法则的应用	61

本章小结	64
本章思考题	64
本章参考文献	64
第五章 资源分析	66
第一节 资源的概念与分类	66
第二节 资源的考察与利用	78
本章小结	84
本章思考题	84
本章参考文献	84
第六章 40 个发明原理	85
第一节 发明的原理	85
第二节 40 个发明原理详解	88
第三节 40 个发明原理的分类	144
第四节 40 个发明原理的应用实例	144
第五节 怎样选择最合适的原理	146
本章小结	148
本章思考题	148
本章参考文献	149
第七章 技术矛盾与阿奇舒勒矛盾矩阵	150
第一节 技术矛盾	150
第二节 39 个通用工程参数	151
第三节 阿奇舒勒矛盾矩阵	157
第四节 阿奇舒勒矛盾矩阵应用实例	158
本章小结	159
本章思考题	159
本章参考文献	159
第八章 物理矛盾与解决方法	160
第一节 物理矛盾的描述	160
第二节 解决物理矛盾的分离原理	163
本章小结	188
本章思考题	188
本章参考文献	189
第九章 功能分析	190
第一节 功能分析概述	190
第二节 功能的分类	195
第三节 功能分析方法	197
本章小结	209
本章思考题	209

本章参考文献	209
第十章 物-场模型分析	210
第一节 物-场模型分析概述	210
第二节 物-场模型分析方法	217
第三节 物-场模型分析应用实例	228
本章小结	235
本章思考题	235
本章参考文献	236
第十一章 发明问题标准解法	237
第一节 发明问题标准解法的概述	237
第二节 发明问题标准解法详解	242
第三节 76 个标准解法的应用	273
本章小结	280
本章思考题	280
本章参考文献	280
第十二章 ARIZ	281
第一节 AIRZ 概述	281
第二节 ARIZ-85C 解题流程	282
第三节 ARIZ 实例	286
第四节 初步分析发明形式算法	289
本章小结	292
本章思考题	292
第十三章 科学效应和现象	293
第一节 常见功能	293
第二节 科学效应和现象清单	294
第三节 科学效应和现象的应用步骤	301
本章小结	302
本章思考题	303
第十四章 专利与专利申请	304
第一节 专利的基本知识	304
第二节 专利申请	309
第三节 专利申请文件撰写示例	316
本章小结	328
本章思考题	328
本章参考文献	329

第一章 绪 论

回顾科学发展史，每一次重大的跨越和重要的发现，都与思维创新、方法创新、工具创新密切相关。科学思维、科学方法和科学工具三个方面创新的有机结合可以统称为“创新方法”。在近、现代科学史上，许多重大科学发现本身就是科学思维、科学方法或科学工具的创新。世界许多科学家对创新方法都有非常精辟的论述，巴甫洛夫讲：“科学是随着研究方法所获得的成就而前进的。”笛卡儿讲：“人类历史上最有价值的知识是方法知识。”中国老一辈的教育家蔡元培先生在评价当时中国的科技状况时说，中国没有科学的原因在于没有科学的方法。华罗庚是著名的科学家，但是他为了推动优选法，不遗余力，深入工厂、农村，解决了许多实际问题。

当今时代是知识经济时代，创新已成为促进经济和社会发展的内生力量，创新能力已经成为衡量一个国家和地区综合实力的重要指标。建设创新型国家和创新型省份的核心任务就是要增强自主创新能力。“自主创新，方法先行”，创新方法是提升自主创新能力，实现科技跨越式发展的关键。

科学技术发展到一定程度，就会形成新的方法，新的方法又推动了新一轮的科技进步，这是一个相辅相成、螺旋式推进的过程。虽然科学研究没有一成不变的模式，它需要新的突破和新的思维，但是科学研究的过程非常讲究方法、讲究原理、讲究规律，也讲究基本功。我们认为，创新方法如同打开创新之门的钥匙，逻辑、技巧、手段本身就是智慧的结晶，这是集中了多少经验之后总结出的规律。创新能力是可以通过研究、学习、归纳、训练而得到激发和提升的。应重视创新方法的研究和推广，不断强化本国的国际竞争力。进入 21 世纪后的这些年来发达国家的经验表明，研究和推广创新方法，大幅度提高创新的效率和速度是发展中国家增强自主创新能力、实现跨越式发展的捷径。

第一节 TRIZ 的诞生

一、什么是 TRIZ?

“发明问题解决理论”(TRIZ)的出现为人们提供了一套全新的创新理论，揭开了人类创新发明史的新篇章。TRIZ 是根里奇·阿奇舒勒(G. S. Altshuller)带领一批学者从 1946 年开始，经过 50 多年对世界上 250 多万件专利文献加以搜索、研究、整理、归纳、提炼，建立的一整套系统化、实用性的解决发明问题的理论、方法和体系。阿奇舒勒以新颖的方式对专利进行分析类，特别研究专利发明家解决发明问题的思路和方法，从而发现 250 多万份专利中只有 4 万份是发明专利，其他都是某种程度的改进与完善。经研究，他们发现：技术系统的发展不是随机的，而是遵循同样的一些进化规律，人们根据这些进化规律就可以预测技术系统未来的发展方向。他们也发现：技术创新所面临的基本问题和矛盾是相似的，而大量发明创新过程都有相似的解决问题的思路。因此，阿奇舒勒等指出，创新

所寻求的科学原理和法则是客观存在的,大量发明创新都依据同样的创新原理,并会在后来的一次次发明创新中被反复应用,只是被使用的技术领域不同而已。所以,发明创新是有理论依据的、是完全有规律可以遵循的。

TRIZ 是一门科学的创造方法学。它是基于本体论、认识论和自然辩证法产生的,也是基于技术系统演变的内在客观规律来对问题进行逻辑分析和方案综合的。它可以定向一步一步地引导人们去创新,而不是盲目的、随意的。它提供了一系列的工具,包括解决技术矛盾的 40 个发明原理(inventive principle)和矛盾矩阵、解决物理矛盾的 4 个分离原理、76 个发明问题的标准解法和发明问题解决算法(algorithm of inventive-problem solving, ARIZ)等。它使人们可以按照解决问题的不同方法,针对不同问题,在不同阶段和不同时间去操作和执行,因此发明就可以被量化进行,也可以被控制,而不是仅凭灵感和悟性来完成。

更重要的是,借助 TRIZ,人们能够打破思维定式、拓宽思路、正确地发现产品或系统中存在的问题,激发创新思维,找到具有创新性的解决方案。同时,TRIZ 可以有效地消除不同学科、工程领域和创造性之间的界限,从而使问题得到发明创新性的解决。TRIZ 已运用于各行各业,世界 500 强中的多数企业都已经成功地运用 TRIZ 获得了发明成果。所有这一切都证明了 TRIZ 在广泛的学科领域和问题解决之中的有效性。

二、TRIZ 之父——根里奇·阿奇舒勒

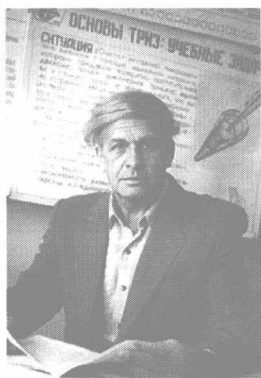


图 1-1 TRIZ 之父——
根里奇·阿奇舒勒

根里奇·阿奇舒勒(也译为根里奇·阿利赫舒列尔)(图 1-1),1926 年 10 月 15 日出生于苏联的乌兹别克斯坦首府塔什干,在阿塞拜疆的首府巴库居住了很多年,1990 年之后移居卡累利亚的彼得罗扎沃茨克。他研究建立了一门奇妙的创造科学——TRIZ。

阿奇舒勒在 14 岁时就获得了首个专利证书,专利作品是水下呼吸器(亦称为潜水器)。15 岁的时候,他制作了一条船,船上装有使用碳化物作燃料的喷气发动机。

从 1946 年开始,通过对成千上万专利的研究,他发现了发明背后存在的模式并形成 TRIZ 的原始基础。为了验证这些理论,他相继做出了多项发明。比如,排雷装置获得苏联发明竞赛的一等奖、发明船上的火箭引擎、发明从潜水艇里逃生的方法等,多项发明被列为军事机密,阿奇舒勒也因此被安排到海军专利局工作。海军专利的局长非常喜欢奇思妙想,有一次他让阿奇舒勒为他的一个念头想出答案:为困在敌区的士兵找出不用任何外界支援而逃脱的办法。为了解决这个问题,阿奇舒勒发明了一种新型武器——一种由普通药物制作的剧毒化学品,这是一项很好的发明,他有幸得到时任克格勃首脑的贝利亚的接见。

1948 年 12 月,因担忧第二次世界大战的胜利使得苏联缺乏创新气氛,阿奇舒勒写了一封为自身引来危险的信,信封上写着“斯大林同志亲启”。他向国家领袖指出当时苏联对发明创造缺乏创新精神的混乱状态。在信的末尾他还表达了更激烈的想法:有一种理论可以帮助工程师进行发明。这种理论能够带来可贵的成果并可以引起技术世界的一场革

命。阿奇舒勒说，我不但自己发明，我还有责任帮助那些想发明创造的人。

当时的科学家声称发明是偶然的结果，或者跟一个人的情绪或血型有关。阿奇舒勒不能接受这种说法，他考虑如果还不曾有发明创造法，总要有人来做这件事情。

阿奇舒勒将这个想法和他的同学拉菲尔·沙佩罗讲了。沙佩罗也想成为发明家。在当时，阿奇舒勒已经意识到发明只不过是利用一些原则将技术矛盾消除。如果发明者能够了解并运用这些原理，发明就会水到渠成。沙佩罗对这一想法非常感兴趣，并建议他应该给斯大林写信以求得支持。阿奇舒勒和沙佩罗开始准备。他们在搜索新的方法，研究了所有现存的专利项目，参加了发明竞赛，并在一次国家发明大赛中获奖。

1950年，他们突然得到通知要到格鲁吉亚的第比利斯，到达之后就被逮捕了。两天以后，在贝利亚下属的一个监狱里开始被审讯，他们被指控利用发明技术进行阴谋破坏，被判刑25年。

被捕以后，由于各种恶劣情况的出现，为了保存生命，阿奇舒勒利用TRIZ来做自我保护。在莫斯科监狱，阿奇舒勒拒绝签署认罪书而被定为“连轴审讯”的对象。他被整夜审讯，白天不允许睡觉，阿奇舒勒明白如果这样下去他的生存将会毫无希望。他将问题确定为：我怎么才能同时做到既睡又不睡呢？这项任务看起来很难完成。他被允许休息的方式就是在椅子上睁着眼睛坐着。这意味着，想要睡觉，他的眼睛必须同时又睁着又闭着。他从烟盒上撕下两片纸，用烧过的火柴头在每片纸上画一个黑球。他的同室囚友将两片“纸眼球”蘸上口水粘在他闭着的眼睛上。然后他就坐着，冲着牢房门的窥视孔，安然入睡。这样他天天就能睡觉，以至于他的审讯者很奇怪，为什么每天夜里审讯他时他还是那么精神。

后来，阿奇舒勒被转到西伯利亚的古拉格劳改营，他在那里每天工作12h。想到这样繁重的劳动将会难以支持下去，他向自己提问：哪种情况更好些？是继续工作，还是拒绝工作而被监禁起来？他选择了监禁，被转到监狱和罪犯关在一起。这里，求生变得简单多了。他向囚犯们讲了很多他熟记于心的科幻故事，使得他们对他都很友好。

之后，他又被转到另一个劳改营，那里关押着很多高级知识分子（科学家、律师、建筑设计师），他们都在郁郁等死。为了使这些人燃起求生的希望，阿奇舒勒开创了他的“一个学生的大学”。每天有12~14h，他挨个到每一个重新燃起生活热情的教授那里去听课，就这样他获得了他的“大学教育”。

在另一个古拉格劳改营——瓦库塔煤矿，他每天利用12~14h研发TRIZ，并不断地为煤矿发生的紧急技术问题出谋献策。没有人相信这个年轻人是第一次在煤矿上工作，他们都认为他在骗人，矿长不相信是TRIZ和方法帮助他解决问题。

有一天晚上，阿奇舒勒听到斯大林去世的消息。一年半以后，阿奇舒勒被释放了。在他返回巴库时，才知道他的母亲因为看不到与儿子重逢的希望而自杀了。

1956年，阿奇舒勒和沙佩罗合写的文章《发明创造心理学》在《心理学问题》杂志上发表了。对研究创造性心理过程的科学家来说，这篇文章无疑像一枚重磅炸弹。直到那时，苏联和其他国家的心理学家还都在认为发明是由偶然顿悟产生的——来源于突然产生的思想火花。

阿奇舒勒在研究了大量的世界范围的专利后，依赖人类发明活动的结果，提出了不

同的发明路径，即发明是从对问题的分析以找出矛盾而产生的。在研究了 20 万项专利之后，阿奇舒勒得出结论：至少有 1500 对技术矛盾是可以通过运用基本原理而相对容易地被解决。他的一句至理名言是“你可以等待 100 年获得顿悟，也可以利用这些原理用 15 分钟解决问题”。阿奇舒勒的反对者如果知道 H. 阿尔托夫（阿奇舒勒的笔名）所写的奇妙的科幻小说足够支持他的生活费用，而这些小说都是利用 TRIZ 原理写出来的，他们还能说什么呢？阿奇舒勒就是用他的创造性思想来写这些小说的。1961 年，阿奇舒勒出版了他的第一本书《如何学会发明》，在这本书里他嘲笑人们普遍接受的看法，他批评了用错误尝试法去进行发明。

1959 年，为了使他的理论得到认可，阿奇舒勒给苏联当时的最高专利机构——苏联发明创造者联合会写了一封信，他要求能够得到一个证明自己理论的机会。9 年后，在写了上百封信后，他终于得到了回信，信中要求他在 1968 年 12 月之前到格鲁吉亚的津塔里举行一个关于发明方法的研讨会。

这是 TRIZ 的第一个研讨会，也是他第一次遇到了自认为是他的学生的人。一些年轻的工程师（以后还有更多的人）在各自的城市开创了 TRIZ 学校，成百上千的经过阿奇舒勒学校培训过的人，邀请他去不同城市举办研讨会和 TRIZ 培训班。

1969 年，阿奇舒勒出版了他的新作《发明大全》。在这本书中，他给读者提供了 40 个创新原理——第一套解决复杂问题的完整法则。

安格林是列宁格勒的一位杰出的发明家，曾经饱尝发明创新之艰辛，其利用试错法申报了 40 项专利。当安格林又一次参加了 TRIZ 研讨会的时候，整个会议期间他都沉默不语。当大家都离开后，他仍旧独坐在桌边，双手捂住头，“我浪费了多少时间啊！”他说，“多少时间……我要是早些知道 TRIZ 那该有多好啊！”

20 世纪 70~80 年代，TRIZ 进入成熟阶段，截至 1985 年，阿奇舒勒共出版 14 本著作，主要有《如何学会发明》《创造发明原理》《创造发明的运算法则》《发明创造——精确的科学》《职业——探索新事物》《寻找创意》《寻找新创意从发端到技术》《发明问题求解的理论和实践》等，这些书籍的印刷总量超过百万册，为科技创新做出了历史性的巨大贡献。

苏联 TRIZ 协会于 1989 年成立，由阿奇舒勒出任主席。1989 年成立的阿奇舒勒基金会使 TRIZ 研究达到了高峰。阿奇舒勒 1998 年 9 月 24 日逝世于彼得罗扎沃茨克，享年 72 岁。

三、阿奇舒勒的发现

通过多年来对大量专利的潜心研究，阿奇舒勒在研究过程中有如下发现。

(1) 以往不同领域的发明创新浩如烟海、数不胜数，但是可以归纳的类型却并不多，大量专利是使用同一个原理提出的。可以看到，不同时代的发明，不同领域的发明，应用的原理（方法）是被反复利用的。

(2) 每条发明原理（方法）并不限定应用于某一特定的领域，而是融合了物理、化学和各个工程领域的原理，并且这些原理可以适用于不同领域的发明创造的创新之中。

(3) 类似的矛盾或者问题与该问题的解决原理会在不同的工业及科学领域交替出现。

(4) 技术系统进化的规律（模式）会在不同的工程及科学领域交替出现。

(5) 在实际创新设计中所依据的科学原理往往属于其他领域。

第二节 TRIZ 在国内外的研究应用

一、国外研究与应用情况

苏联把注重国民创新能力的开发载入苏联宪法之中,并在大学中开设科学研究原理、技术创造原理等相关创新课程,以提高学生的创新思维能力。从 20 世纪 60 年代末开始,苏联建立了各种形式的发明创造学校,成立了全国性和地方性的发明家组织,在这些组织和学校里,可以试验解决发明课题的新技巧,并使它更加有效。在 80 座城市里,大约有 100 所这样的学院及学校在进行有关 TRIZ 的教学活动。每年都有几千名科学家工作者、工程师和大学生在学习 TRIZ。其中,最著名的就是 1971 年在阿塞拜疆创办了世界上第一所发明创造大学,该大学的任务是训练学生具备解决各种发明创造性问题的能力,培养具有各种发明创造才能的人才。

在创新的实践方面,苏联在设计部门要求所配备的设计工程师和创新发明工程师的比例为 7:1,即 7 名工程师就需配备 1 名创新发明工程师,并规定:凡担任经济、科技领导职务者必须先获得发明教育文凭,从而使苏联在 20 世纪 70 年代中期专利申请量和批准量跃居世界第二,在冷战时期保持了对美国的军事力量平衡。即使现在的俄罗斯,也在积极地把 TRIZ 广泛地应用到众多高科技工程(特别是军工)领域中,并取得了良好的效果。

苏联解体后,大批的 TRIZ 专家移居美国,并把 TRIZ 带到美国,相继成立了多家 TRIZ 研究咨询机构,使 TRIZ 在多个跨国公司迅速得以推广并为之带来巨大收益。美国的一些世界级公司,如波音、福特、英特尔、通用汽车、克莱斯勒、罗克维尔、强生、摩托罗拉、惠普、宝洁、施乐等在技术产品创新中都开展了理论研究和实际应用,并取得了显著的效果。例如,2001 年,波音公司邀请了 25 名前苏联 TRIZ 专家,对波音 450 名工程师进行了两个星期的培训加讨论,取得了 767 空中加油机研发的关键技术突破,最终波音战胜空客公司,赢得了 15 亿美元空中加油机订单;福特汽车公司通过运用 TRIZ 提出了解决推力轴承在大负荷时出现偏移问题的 28 个解决方案,每年新创造的效益估计在 1 亿美元以上;Inter 公司在 1996 年成功运用 TRIZ 完成 Sputnik、Bubbles 两个项目后,开始针对 TRIZ 实现了全球范围制造业的推广普及,并全面推行了以 TRIZ 学习和应用为内容的 Level1 和 Level2 课程。2007 年,Inter 已经开始了制造业之外的 TRIZ 应用探索和拓展。可见美国主要是以企业和研究机构相联合的方式共同推广、应用 TRIZ 的。

日本从 1996 年开始不断地有杂志介绍 TRIZ 的理论方法及应用实例。于 1997 年夏季正式引入 TRIZ,东京大学成立了 TRIZ 研究团体。1997 年起,日本著名的思想库——三菱研究院开始向企业提供 TRIZ 培训和软件产品。1998 年,日本大阪大学建立了日本 TRIZ 网站,日本三洋管理研究所成立了日本 TRIZ 研究小组,向企业、大学和研究机构提供 TRIZ 培训和咨询。1999 年日本学者基于 TRIZ 提出统一结构发明思想(unified structured inventive thinking, USIT)。在研发能力方面,日本的索尼、松下电器、日产汽车、富士施乐、理光、日立公司(Hitachi GST)在硬盘驱动器的开发中,将 TRIZ 的矛盾矩阵参数与硬盘驱动器技术参数之间进行比对,将发明原理与现有硬盘驱动器的专利进行比对,取得

了两项硬盘驱动器开发成果；日本的汽车制造 Honda 利用 TRIZ 软件，缩短项目信息调查分析阶段的平均时间，使平均时间从 22 000h 减少到 1000h 等，可见日本主要是以企业为主导推广、应用 TRIZ 的。

韩国在推广、应用 TRIZ 方法时，也主要采用企业主导方式。例如，韩国的三星电子、LG 等大企业积极引进 TRIZ，并在技术与产品开发中广泛应用，取得了显著成效。三星电子公司于 1997 年专门成立了 TRIZ 学习和应用协会，在研发部门实施技术创新理论培训。TRIZ 的应用为该公司解决了大量的实际技术问题，节省了大量研发资金。1998~2002 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，连续五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，产生了 52 项专利技术，节约了 1.5 亿美元；2004 年三星电子以 1604 项发明专利超过 Inter 名列第六。目前三星电子公司已成为在中国申请专利最多的国外企业。

欧洲于 2000 年 10 月成立了 TRIZ 协会，旨在推进 TRIZ 在欧洲的研究和应用。例如，以瑞典皇家工科大学为中心，集中几十家企业开始实施利用 TRIZ 进行创造性设计的研究计划。实际上，欧洲最早接触 TRIZ 的国家是民主德国。1973 年，民主德国首次翻译出版了阿奇舒勒的著作。20 世纪 90 年代初，统一后的德国在设置一些与机械工程大学科系有关的设计课程时，就对 TRIZ 进行了系统介绍。1997 年以后，理工科大学在设计课程或创新管理课程中都讲授 TRIZ。在 TRIZ 研究方面，德国形成了若干基于 TRIZ 的创新方法学，如面向矛盾的创新战略理论、以问题为中心的发明方案（PI-konzept）和面向市场的创新战略等。在计算机辅助创新软件发明方面，德国 1998 年推出了基于 TRIZ 的计算机辅助教学（computer aided instruction, CAI）软件 TriSolver，2007 年推出了 TriSIDEAS。在实践应用方面，德国所有名列世界 500 强的大企业都采用了 TRIZ，如西门子、奔驰、宝马、大众、博世等著名公司都有专门机构和专人负责理论的培训和应用。宝马公司曾经利用 TRIZ，成功地解决了迷你型汽车车身短与在交通事故中防撞性能较低的矛盾。另外，德国还将 TRIZ 的应用推广到成套设备制造、采掘技术、动力技术、家用电器、仪器仪表、航天航空、自动化机械制造、化工、医疗技术、电气技术、食品、电子技术、制药、汽车、包装、精密机械等各个行业。可见，欧洲主要是以研究机构研发和企业推动相结合的方式来推广应用 TRIZ。

除了美、日、韩和欧洲的主要国家之外，保加利亚、印度等 10 余个国家及中国台湾地区也相继开展了 TRIZ 的研究和应用。全世界每年都召开各种 TRIZ 的国际学术会议。目前，全球已有 200 多万件专利应用了 TRIZ 的原理和规则，设计制造业、机械、电子、化工、医药等工程技术领域的技术开发、产品创新设计。

二、国内研究与应用情况

1990 年 10 月，天津大学牛占文教授发表于《中国工程机械》上的介绍性文章，标志着 TRIZ 开始进入中国。1990 年，吴光威、刘树兰编译了《创造是一门精密的科学》。1998 年，刘思平、刘树武在《创造方法学》一书中详细介绍了物-场分析方法。2000 年，朱占文、徐燕申介绍了由美国 IMC 公司开发的基于 TRIZ 的 CAI 软件 Techoptimizer。2004 年以后，中国部分学术期刊开始刊发一系列研究 TRIZ 方面的论文和著作。河北工业大学、清华大

学、复旦大学、上海交通大学、四川大学等都在理论研究方面做了较多工作，马建红和檀润华（2007 年）采用 TRIZ 方法及模糊集成技术对微摩擦技术仪力传感器进行设计与研究等。北京亿维讯公司推广 CAI 工具 Pro Innovator，并为国内许多企业开展 TRIZ 的培训和咨询。中兴通讯公司引入了 TRIZ 体系，有多个项目申请了专利。杭州和达机电工程有限公司与国电机械设计研究所合作，开展了 TRIZ 的研究和应用工作，至今已发表了多篇论文。黑龙江省率先开通了国内的第一家 TRIZ 专题网站。

从 20 世纪 80 年代始，我国引进和翻译了一批国外关系创新技法的研究成果，并在此基础上开始了创造工程和创新技法的研究与普及。根据奥斯本检核表法，我国著名学者许立言、张福奎提出了“发明创造十二法”，用于青少年小发明思路检核。上海和田路小学的师生们在总结各种创新技法的基础上创造了“和田技法”。集思广益法则是在辽宁省科协举办的创造力开发培训班活动中，试验了多种头脑风暴法的组织实施效果后，由赵惠田总结的一种比较适合我国企业内以小组会议形式进行集思广益，促进创新构思的方法，其原型是“635 法”，并将我国开调查会的习惯做法，与头脑风暴法、KJ 法等技法加以综合后形成的。1990 年 10 月，宋文奎在由中国发明协会召开的“开发创造力，促进发明活动”研讨会上发表两种新的创造技法，即“扩、缩笔记目录分类法”和“可变多维形态属性列举法”。

20 世纪 90 年代初 TRIZ 传入中国，目前已经引起了许多专家学者的关注，并试图创立中国特色的 TRIZ 体系。以河北工业大学檀润华教授为核心的创新方法工程技术研究中心师资团队，近五年先后承担了创新方法工作专项、国家科技支撑计划、863 计划、国家自然科学基金等纵向科研项目 50 余项，获得省部级奖项 19 项；开发了国内第一套具有自主知识产权的中文版计算机辅助创新软件 Invention Tool，获得了软件著作权登记 7 项；获得授权专利 66 项，发表文章三大索引收录论文 219 篇、专著 27 本。在创新型人才培养方面长期为企业进行 TRIZ 讲座和培训，帮助企业解决技术难题 130 余项，申请专利 76 项。

应当看到，我国对 TRIZ 的深入研究与应用仅是近几年的事情。近年来，TRIZ 已经逐渐得到国内诸多科研机构、公司企业和专家学者的重视。作为长期从事计算机辅助创新技术及相关工具开发和技术咨询的高新技术企业——北京亿维讯公司一直走在以 TRIZ 为核心的创新方法及其计算机实现技术的研究开发与行业应用的前列，是当今国内创新技术研发的领跑者。亿维讯公司在北京设有 CAI 研发中心，共同负责公司核心技术和产品研发及行业创新解决方案的定制研发，致力于创新方法和技术在中国和世界各地的应用及推广。亿维讯提供的一套完整的计算机辅助创新解决方案，正在国内诸多科研院所和大型企业研究机构中发挥作用，为快速提升我国的技术创新水平提供方法上的支持。

在理论上，人们关于科技创新的推广和扩散的研究较多，其重点是科技成果的推广和转化，并成为国家和区域创新系统的一个重要组成部分，但是深入研究科技创新方法的理论文章不多，从创新体系角度研究创新方法的成果则显得更少。这是我国科技成果、学术界今后应当不断加强开展学术研究的领域之一。

2007 年 5 月，科学技术部正式启动了以 TRIZ 为主的创新方法推广工作，并于 5 月 17 日在北京召开了企业技术创新方法培训研讨会。2008 年 4 月 23 日，科学技术部、国家

发展和改革委员会、教育部、中国科学技术协会四部委下发了《关于加强创新方法工作的若干意见》，对推进创新方法工作提出了明确的部署和要求。在出台相关政策的同时，设立技术创新方法试点省的工作亦有条不紊地进行。2007年8月13日，科学技术部批准了黑龙江省、四川省为国家首批技术创新方法试点省。2009年，科学技术部又批复了天津市、浙江省、山东省、湖北省、广东省、重庆市、陕西省、新疆维吾尔自治区、厦门市等9个省份，钢铁研究总院、煤炭科学研究总院、军事医学科学院、北京市科学技术研究院4个科研院所，以及海尔集团、大唐集团2个大型企业的试点工作方案，全面推进创新方法试点工作。

第三节 TRIZ 与传统创新方法

当前，创新理发研究中心存在的主要问题是：第一，在众多的创新方法中，有的还只是使用于某些特定的领域，不具有普遍适用的价值。第二，随着电子计算机模拟人类思维功能的开发和研究，人的创新思维可通过人机互动不断得到激发和拓展，创新技法的大小也要适应时代的潮流而发展。第三，对创新技法的系统化还处于争论阶段。有的学者认为创新技法本身是为了促进创新思维的进步，因而不能形成一个体系，否则体系本身就落入了原有思维的窠臼，反而失去了创新的意义。然而，也有学者认为如果不对创新技法进行归纳，那么人们对此会无从下手，而给创新及法规类就是为了提高创新思维能力。

由于创新方法的复杂性，其理论体系至今还不是十分成熟。据统计，至今有提出创新技法1000多种，得到较为广泛应用的有300多种。1906年，美国一位专利审查人普林德尔写了一篇《发明的艺术》的论文，首先提出对工程师进行创新能力训练的建议，并以实例阐述了一些逐步改进发明的技巧和方法，后来另一专利审查人撰写了《发明家的心理学》，其中专列有发明方法一章。以后，奥肯和史蒂文森相继开办了方明方法和创造工程课程。

世界上第一种创造技法，即智力激励法（集思广益法），于1938年由美国人A. F. 奥斯本首创，一直到1953年才总结经验著书立说，这是创新方法开发史的重大里程碑。后来，德国创造学者鲁尔巴赫根据德意志民族过于沉思的性格特点，对奥斯本智力激励法加以改进从而提出了“635法”。1946年，来自瑞士的天文学家茨维基在参与火箭研制的过程中利用排列组合原理制定了“形态分析法”，他按照火箭各主要部件可能有的各种形态的不同组合，得到576中火箭构造方案，从而推动了火箭的发明创造。1944年，美国麻省理工学院教授戈登提出了著名的“提喻法”，也称为类比思考法、集思法、分合法等，成为最受欢迎的创新技法之一。第二次世界大战中美国陆军兵器修理部首创了“5W1H法”，这种方法简单、方便，易于理解、使用，富有启发意义，广泛用于企业管理和技术创新活动中，对于弥补考虑问题的疏漏非常有帮助。1985年，De Bono发明了“六帽思考法”，这种技法不是创作者列举一系列思考的内容，而是提出六种思考的模式和方向，即白帽（事实、数据、信息）、红帽（直觉、感觉、情绪）、黑帽（判断和警戒）、黄帽（逻辑推理）、绿帽（创造、取代和建议）、蓝帽（控制或统摄，即元认知）。1987年，Rober Williams 和 John Stockmyer 在《右脑的改革》一书中提出了“左右脑联合创新技法”，这种技法是一个逐步把右脑（创新的一方）和左脑（逻辑的一方）联合起来进行创

新的过程。1998 年, Bob King 总结了一系列有效的创新方法。尽管这些技法相对于那些已在科学和技术领域中得到广泛证实的早期技法而显得比较年轻,但它们也得到了许多人的广泛应用。

传统创新方法主要是通过思维的逆向和发散,克服思维惯性,达到拓展创新者思路的目的。例如,联想法、形态分析法、信息交合法、迁移法、侧向法、“反向探索法”、检合表法等主要是拓展创新者个体的思维方向。而头脑风暴、综摄法、六顶思考帽、专家调查法、综合集成研讨法主要是基于群体思维层面,尽可能增加问题的解决空间,然后从中优选的创新方法。这些传统方法的创新模式大多是“扩大范围,尝试选择”的以良取胜方法。其本质是建立在发散思维基础上的“试错法”。这种试错,就个体创新方法而言,缺乏程序化,缺少熟练的引导者,缺少熟练的参与者;就群体创新方法而言,缺乏真正意义上的创新激发源,小组个体在思考过程中并没有完全拜托重复思考,不能有效地提升人们的思考深度,常常有一些有关问题上不能达成一致,形成“内耗”,甚至错过了潜在的诸多伟大创意。这种试错发导致了种种流行的、似是而非的见解,一部分人认为“创新取决于偶然性”,另一部分人认为“创新取决于顽强,应该坚定地试过各种方案”,还有一部分人认为“创新取决于天生的能力”。传统的创新方法具有高度的概括抽象性,是从人的思维和心里层面来拓展创新的。

可以看出,试错法与头脑风暴法一样,效率是低下的。当发明家遇到各种复杂问题时,不断思考解决问题的方法,不断选择各种方案,不断尝试,最终找到解决办法,这就是试错法。试错法是最原始的求新的方法,这也是历史上技术创新的第一种方法,过去的发明家一直采用此法获得重大发明。可季节设计人员根据已有的产品及以往的设计经验提出新产品的工作原理,通过持续修改、完善、再修改、再完善,然后做样件,如果样件不能满足要求,再回到方案设计重新开始,直到样件证明设计满足要求了,则转入小批量和批量生产。比如,有五个装着无颜色液体的杯子,外表看起来完全一样。哪两个杯子里的液体混合在一起会形成红色的混合物呢?要弄清楚这个问题就不得不挨个试,在这个过程中没有其他好办法,唯一能做的就是一个一个排除性地重复混合。

人们用试错法造出了第一批燧石刀、箭、炮、风车、楼房和舰船。试错法是一条漫长的途径,需要大量的牺牲和浪费许多不成功的样品。但随着技术的加快发展,试错法越来越不适应需要。例如,为了筛选出最理想的核反应堆或快速巡洋舰,人们不可能建造几千个来逐一尝试。所谓创新是少数天才的工作,正是试错发的经验之谈。发明史表面,这个数字的浮动范围非常大,最简单的任务需要几十次尝试,复杂的任务需要几十万次。试错发再尝试 10 种乃至 20 种方案是非常有效的,而在解决复杂任务时,则会浪费大量的精力和时间。

在解决复杂问题时,试错法不仅没有益处,反而会使问题复杂化,因为任务通常在偶然、不确定的情况下发生,经常没有必要的信息,然而又存在多余的信息。试错法不能及时发展重要的问题,往往解决问题需要推迟几十年,甚至上百年。例如,弯月型望远镜,它的发明者马克思托夫承认,在笛卡儿和牛顿时代就应该发明出来,那时已经有此种需求。青霉素的发明者弗莱明也证实,该发明有可能会提前 20 年,那样就可能挽救两千万人的生命。20 世纪中叶开始前就已经非常明显,甚至使用大量的人力资源,也不能保障发明

所需要的速度。

传统的创新方法具有高度的概括抽象性，是从人的思维和心理层面拓展创新思路，在实践中实用的效果受到创新者自身的经验、技术和知识积累水平的制约。因此，传统的创新方法在切实可行性方面存在问题，并难以令人信服，从而导致人们对“发明创造有方法可循”的怀疑。例如，马赫、罗素、维特根斯坦、波普尔等学者认为创造发明主要是靠天才的灵感和非逻辑思维，不存在可以遵循的创新技法。部分创造学研究者侧重于对人特别是着重于对天才发明家的研究，对人的非逻辑思维创造过程、特点和机理的研究；当爱因斯坦去世后，一些心理学家、脑神经科学家、社会科学家和历史学家总认为爱因斯坦的大脑存在着不解之谜，以致不惜解剖其大脑来进行长期的研究。

总体来看，传统的创新方法大多是鼓励思维的发散或逆向的试错法和折中性的方案，创新的效果不高。阿奇舒勒认为，尝试法和依据它所进行的创造性劳动的组织，是与现代科学技术革命的要求不相适应，需要新的、能够大大减少无用试验数量的控制创造过程的方法，需要新的、能够有效地运用新方法的创造过程组织法。阿奇舒勒强调，需要在科学上有根据，在实践上行得通的解决发明课题的理论。

从 1946 年开始，阿奇舒勒带领一批学者从 250 万项发明专利中挑选出 4 万项高水平的专利文献，从中概括出一批普遍性、有效性强的技法，制定了《发明课题程序大纲》《基本措施表》《标准解法表》等，形成了有自己特色的，迥异于美、日等国形式的创新技法体系，并在群众性的发明创造基础上，不断得到开发和进一步完善。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 TRIZ 著作《如何发明创造》，这种技术法是世界性的发明专利知识的基础上进行创新的方法。TRIZ 迅速传入西方国家，并不断得到补充和发展。尤其是随着信息技术的不断发展，一门以发明创造问题解决理论为基础，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已经出现，并迅速在国外开始推广应用。

阿奇舒勒和他的 TRIZ 研究机构 50 多年来提出了 TRIZ 的系列工具，如冲突矩阵，76 个标准解，ARIZ，预期失效分析（anticipatory failure determination, AFD），物-场分析，八种演化类型，科学效应，40 个发明原理，39 个工程参数，物理学、化学、几何学等工程学原理知识库等，常用的有基于宏观的矛盾矩阵法（冲突矩阵法）和基于微观的物-场变换法。事实上，TRIZ 针对输入输出的关系（效应）、冲突和技术进化都有比较完善的理论。这些工具为创新理论软件化提供了基础，从而为 TRIZ 的实际应用提供了条件。TRIZ 体系主要包括以下六个方面的内容。

（1）创新思维方法与问题分析方法。TRIZ 中提供了如何系统分析问题的科学方法，如九屏幕法等；而对于复杂问题的分析，则包含了科学的问题分析建模方法-物-场分析法，它可以帮助人们快速确认核心问题，可以快速发现根本矛盾所在。

（2）技术系统进化法则。针对技术系统进化演变的规律，在大量专利分析的基础上，TRIZ 总结出了八个基本进化法则。利用这些进化法则，可以分析确认当前产品的技术状态，并能够预测未来的发展趋势，从而开发出富有竞争力的新产品。

（3）技术矛盾解决原理。不同的发明创造往往需要遵循共同的规律。TRIZ 将这些共