



技术创新方法培训丛书·中国科协

建筑安全与环境国家重点实验室/常卫华◎编著

TRIZ理论在 建筑工程中的应用

APPLICATION TRIZ TO CONSTRUCTION ENGINEERING

 中国科学技术出版社



技术创新方法培训丛书·中国科协

TRIZ理论在建筑工程中的应用

建筑安全与环境国家重点实验室/常卫华 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

TRIZ 理论在建筑工程中的应用/常卫华编著. —北京:中国科学技术出版社, 2011.2

ISBN 978-7-5046-5786-2

I. ①T… II. ①常… III. ①创造学-应用-建筑工程-研究 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 019202 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

责任编辑 郑洪炜 李 剑

封面设计 世纪佳想

责任校对 刘洪岩

责任印制 王 沛

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62173865 传真:010-62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×960 毫米 1/16 印张:12.25 插页:2 字数:220 千字

2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—1500 册 定价:32.00 元

ISBN 978-7-5046-5786-2/TU·83

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

《技术创新方法培训丛书》指导委员会

主 任:齐 让

委 员:赵忠贤 柯炳生 戴汝为 刘汝林
柯 伟 黄其励 王 俊 宋南平
张 勤 林海燕 周 元 檀润华
张武城 赵 敏 宋天虎 柳纯录

《技术创新方法培训丛书》编委会

主 任:王延祐

副主任:盛小列 任 林 朱雪芬 李赤泉
委 员:白元平 李性慈 王清勤 杨书宣
周安春 张建功 肖中汉 张 宁
李先正 刘明亮 向朝阳 张小红
施楣梧 徐 华 白 露

总 序

在世界经济全球化进程中,提高科技创新能力已成为各国提高综合国力的战略选择。在这场提高综合国力的竞争中,优先掌握具有自主知识产权的核心技术已成为实现跨越式发展的关键要素。

党的十七大提出了建设创新型国家和提高企业自主创新能力的伟大战略任务。提倡创新思维、掌握创新方法是提高创新能力的关键要素。“自主创新,方法先行。创新方法是自主创新根本之源。”2008年,按照科技部、国家发改委、教育部、中国科协联合发布的《关于加强创新方法工作的若干意见》,中国科协积极行动起来,首先将创新方法工作列入中国科协、国家发改委、国资委、科技部四部门联合开展的全国“讲理想、比贡献”活动深入开展的重要内容之一,并且组织中国科协咨询中心等单位承担了技术创新方法培训工作。

技术创新方法培训是创新方法工作的重要组成部分,是培养创新意识、推广创新方法、培育创新型人才、增强企业自主创新能力的重要抓手。中国科协在科技部支持下,以建设高水平的创新型科技人才队伍为目标,按照“政府引导、企业主体、专家支撑、社会参与、突出重点、试点先行、扎实推进”的原则,充分发挥全国学会、地方科协和企业科协的协同作用,依托国内外现有培训资源,先期选择制造、信息、农业、材料、仪器仪表、汽车等领域,面向企业有重点、有目标、分期分批地开展了不同层次、不同形式的技术创新方法培训试点工作,取得了明显的成效,受到了广大企业科技工作者的欢迎。

开发具有普适性、针对性、指导性的专业类培训教材是开展技术创新方法培训的一项重要基础性工作。为此,中国科协组织部分全国学会的专家、学者,针对制造、信息、农业、材料等领域陆续开展了《技术创新方法培训丛书》专业类培训教材编写工作。丛书集中搜集整理和分析总结了一批专业技术性强,具有针对性、实用性的案例。教材的编写过程既是对国外先进创新方法的领会与吸收,也是对我国创新思维和行业创新实践的总结与提升,它凝结了许多专家学者和具有丰富实践经验的技术人员的智慧。通过出版《技术创新方法培训丛书》,希望能够给不同行业的

科技工作者提供学习和借鉴,为从事创新方法培训的各界人士提供参考。我们计划在3~5年的时间内,组织编写几套有专业技术特点的创新方法培训书籍,使之成为推进我国创新方法工作的有力支撑。

“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索。”推广创新方法是一项长期的战略性工作。创新方法培训工作不可能一蹴而就,它需要社会各界,特别是企业科技工作者的认同和参与。创新方法培训的成效,需要广大科技工作者通过艰苦劳动、创造性实践,以取得具有知识产权的成果来证实。我们要进一步发挥全国学会、地方科协和各地企业科协组织优势,大力普及科学知识,倡导科学方法,传播科学思想,弘扬科学精神,为团结动员广大科技工作者进行创新实践开辟更为广阔的空间,搭建更为科学有效的平台,为建设创新型国家作出更大的贡献。



2009年8月

前 言

近年来,在我国建设创新型国家的历程中,越来越多的企业参与其中,发挥了主导和骨干作用,为逐步建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系作出了贡献。

科技部、国资委和全国总工会从各自职能出发,有针对性地对创新型企业试点予以支持,形成了推进企业自主创新能力提升的合力。2008 年至今,全国共有 550 家企业获得创新型企业称号。其中包括许多建筑工程行业企业,如中国建筑工程总公司、中国铁道建筑总公司、中国交通建设集团有限公司、中国铁路工程总公司、重庆交通科研设计院、西南化工研究设计院等。这些建筑工程领域创新型企业为本行业创新发展做出了表率。

诞生于苏联的发明问题解决理论(TRIZ 理论)为企业技术创新提供了应用工具和方法,在美国、德国、日本、韩国等发达国家被广泛应用。近年来,我国企业也广泛应用这一理论进行技术创新,如建筑工程领域企业中铁二院利用 TRIZ 软件对设计进行创新研究,取得了一系列的成果。

本书以苏联发明问题解决理论(经典 TRIZ 理论)为核心,用实际的建筑工程案例诠释 TRIZ 理论,研究其在建筑工程中的应用。在资料的整理中,收集了苏联、美国、德国等国家在建筑工程中应用 TRIZ 的案例,并整理了我国建筑工程领域部分案例,同时应用 TRIZ 工具解决了部分实际工程问题,为将 TRIZ 理论引入建筑工程行业做了积极的探索。

本书共七章。第一章主要介绍 TRIZ 的发展及建筑工程领域对 TRIZ 的应用;第二章至第七章,分别介绍了 40 个发明原理、技术矛盾、物理矛盾与分离原理、物质-场分析法与标准解、技术系统进化理论、发明问题解决算法——ARIZ 的基本理论及其在建筑工程中应用。

本书在技术创新方法培训丛书指导委员会及编委会专家的指导下完成。在编写过程中得到了中国建筑科学研究院众多资深专家的指点和帮助,并得到了中国建筑科学研究院科学技术处的大力支持;博士后李建辉、硕士生万操为本书翻译了多篇外文资料,并参与了部分章节的校阅工作;建研科技股份有限公司创新方法研究

小组的多名成员为本书提供了应用案例,并协助进行了方案分析工作。在此一并表示衷心感谢!

本书得到了创新方法工作专项(编号:2010IM021300)及中国建筑科学研究院建筑安全与环境国家重点实验室开放基金(编号:BSBE2010-11)、“十一五”国家科技支撑计划项目《既有村镇住宅改造关键技术研究》(编号:2006BAJ04A03-04)的资助。

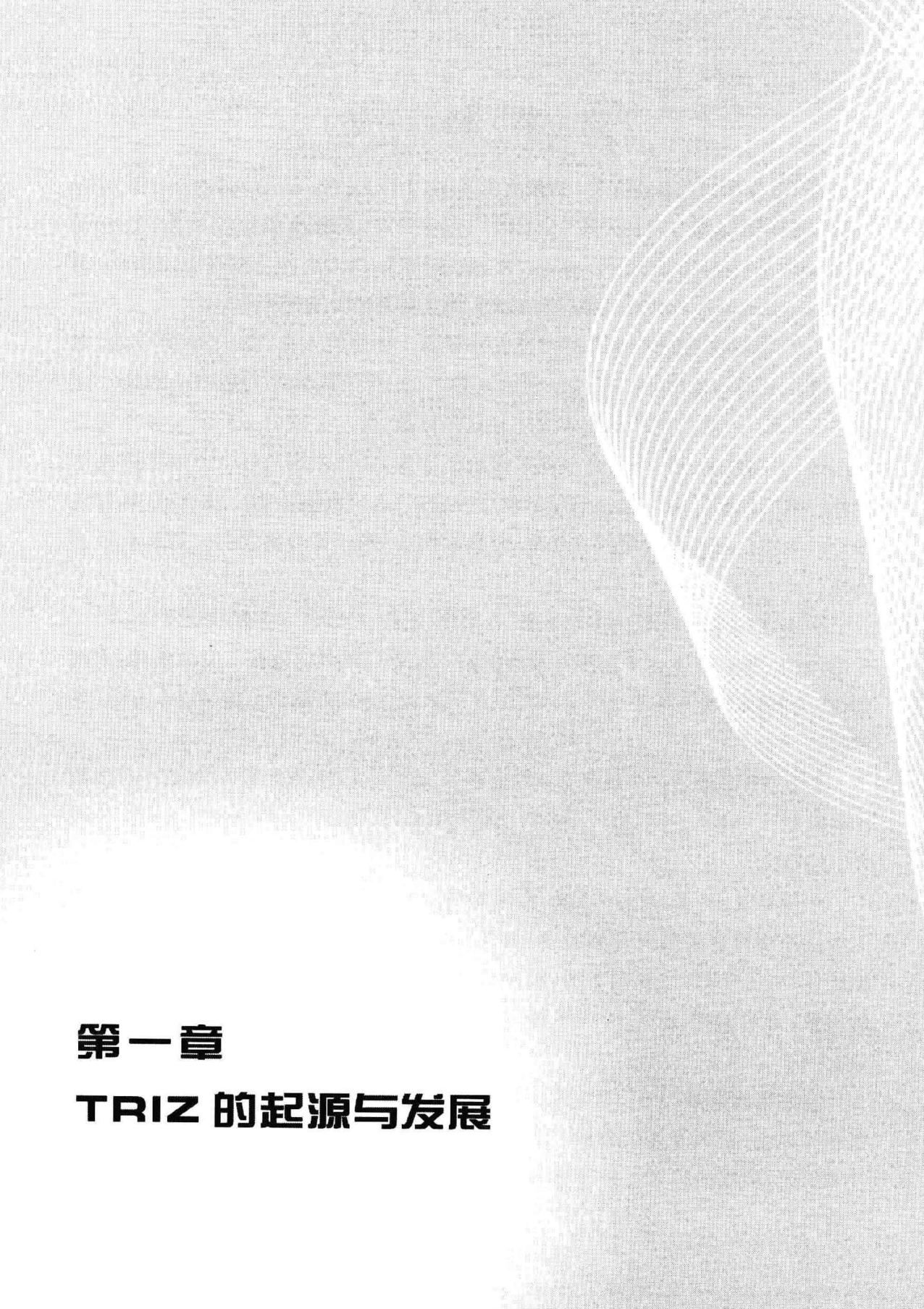
在编写过程中,作者汇总了学习、研究、应用中的体会和成果,也融合部分 TRIZ 网站资料和应用案例,以推动 TRIZ 理论在我国建筑领域应用。作者学习、研究、应用 TRIZ 时间较短,书中观点如有不妥之处,欢迎批评指正。

常卫华

2011 年 2 月

目 录

总 序	齐让
前 言	常卫华
第一章 TRIZ 的起源与发展	1
第一节 概述	2
第二节 TRIZ 的发展与应用	3
第三节 TRIZ 的五级发明说	8
第四节 TRIZ 的基本理论体系及核心思想	10
第二章 40 个发明原理及其应用	15
第一节 40 个发明原理介绍	16
第二节 40 个发明原理在建筑工程中的应用	28
第三章 技术矛盾	53
第一节 矛盾的概念	54
第二节 技术矛盾的解决	54
第三节 矛盾矩阵应用实例	60
第四章 物理矛盾与分离原理	67
第一节 物理矛盾及解决方法	68
第二节 分离原理在建筑工程中的应用	71
第五章 物质—场分析法与标准解	89
第一节 物质—场分析	90
第二节 物质—场理论在建筑工程中的应用	99
第六章 技术进化理论	107
第一节 技术进化理论概述	108
第二节 技术系统八大进化法则	110
第三节 技术进化法在建筑工程中的应用	118
第七章 发明问题解决算法——ARIZ	129
第一节 ARIZ 介绍	130
第二节 ARIZ 算法在建筑工程中的应用	136
参考文献	175
附 录 矛盾矩阵表	179



第一章

TRIZ 的起源与发展

第一节 概 述

TRIZ(发明问题解决理论)的俄文拼写为:Теория Решения Изобретательских Задач,俄语缩写为 ТРИЗ。按 ISO/R9—1968E 规定,转换成拉丁文为:Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch,首字母缩写为 TRIZ。英文翻译为:Theory of Inventive Problem Solving,缩写为 TIPS,其含义为发明问题解决理论。

TRIZ 理论是苏联的阿奇舒勒及其领导的一批研究人员,自 1946 年开始,在分析研究了世界各国 250 万件专利的基础上,所提出的发明问题解决理论。阿奇舒勒坚信:产品或技术系统的进化有规律可循,生产实践中遇到的工程矛盾往复出现,彻底解决工程矛盾的创新原理容易掌握,其他领域的科学原理可解决本领域技术的发明问题。这些原理不仅可被确认,也可被整理为一种理论,掌握该理论的人不仅可提高发明的成功率、缩短发明的周期,也可使发明问题具有可预见性。

TRIZ 理论属于苏联的国家机密,在军事、工业、航空航天等领域均发挥了巨大作用,成为创新的“点金术”,西方发达国家一直望尘莫及。随着苏联的解体,大批 TRIZ 专家移居欧美等发达国家,TRIZ 才为世人所知,传播到美国、欧洲、日本、韩国等地。

如今 TRIZ 成为许多现代企业的创新工具,可以轻易解决那些“看似不可能解决的问题”,并形成专利,提升企业的核心竞争力,从“跟随者”快速成长为行业的技术“领跑者”。

在俄罗斯、美国、欧洲、日本、韩国等国家和地区,TRIZ 受到高度重视,其研究与应用获得很大的普及和发展,并且已为众多知名企业创造了显著的效益。据统计,应用 TRIZ 理论与方法,可以增加 80%~100%的专利数量,并提高专利的质量;可以提高 60%~70%的新产品开发效率;可以使产品上市时间缩短 50%。

经过实践检验,TRIZ 理论的应用领域不仅限于工程技术,而且还可拓展到管理和社会、家庭等各个方面。现在,全世界每年都召开 TRIZ 理论学术会议,开展研究、应用的探讨。许多国家和地区也纷纷建立 TRIZ 网站,传递、交流有关信息。

第二节 TRIZ 的发展与应用

一、TRIZ 的发展过程

根据 TRIZ 研究的发展过程,其研究历史可划分为四个时期。

1. TRIZ 萌芽期(1946~1956 年)

这一阶段开始研究隐藏在发明背后的规律,直至第一篇 TRIZ 论文发表。

1946 年,阿奇舒勒在专利局工作期间,总是考虑这样一个问题:当人们进行发明创造、解决技术难题时,是否有可遵循的方法和法则。经过对成千上万项专利的研究,他发现任何领域产品的改进、技术的变革、创新和生物系统都存在产生、生长、成熟、衰老、灭亡的规律。人们一旦掌握了这些规律,就可能动地进行产品设计,并可预测产品的未来趋势。这一思想火花为后来 TRIZ 理论的建立奠定了基础。

1956 年,阿奇舒勒和沙佩罗在 *About a technology of creativity* 首次介绍了发明背后的 TRIZ 理论方法及技术演进规律,把 TRIZ 理论描述为一种技术矛盾、理想的最终结果、发明原则、一种程序。这一思想框架对 TRIZ 基本理论的真正建构起到了决定性作用。

2. TRIZ 初建期(1957~1985 年)

这一阶段解决发明问题规则系统的新版本发布,标志着 TRIZ 理论体系的建立与完善。

经过萌芽期,阿奇舒勒的 TRIZ 理论科学思想框架初步形成。1961 年,阿奇舒勒出版了 *How to learn to invent*,首次探讨了发明问题解决方法,TRIZ 理论使用步骤以及存在的问题,详细描述了发明问题解决算法。1964 年,阿奇舒勒出版了 *The foundation of invention*,提出了 69 个发明原则和技术矛盾矩阵。1969 年,阿奇舒勒在 *Algorithm of Invention* 中,阐述了技术系统演化的阶段性、ARIZ-61(algo-rithm for inventive-problem solving)、ARIZ-71 以及 ARIZ-71 的实际应用,并首次描述了 40 项发明原理和技术矛盾矩阵。1973 年,民主德国学者 Dietmar Zobel 开始翻译阿奇舒勒的著作,成为除苏联以外最早研究 ARIZ 理论的外国学者。1979 年,阿奇舒勒出版了 *Creativity as an exact science*,阐述 70 个发明问题、ARIZ-77 的应用实例、技术系统演化规律及其“S”生命线、发明规则(标准)、物质-场分析、40 个创新

原理的演变,并绘制了使用几种物理效应解决发明问题的表,系统地构建了 ARIZ 理论体系的基本框架。1980 年,阿奇舒勒和塞路特斯基在 *Wings for icarus* 中,对 ARIZ 理论进行了进一步完善。1984 年,阿奇舒勒又出版了 *The art of inventing-and suddenly the inventor appeared* 一书,介绍了创造性学习、78 个实际问题以及解决问题的 27 个实用工具和技术。1985 年,阿奇舒勒、Zlotin 和 Filatov 在其著作 *Profession: to search for new* 中阐释了 TRIZ 和 FSA(Fellows of Society of Actuaries)基本概念,并论证了 TRIZ 和 FSA 的使用方法。这一时期,由于苏联国内环境的影响,ARIZ 理论的研究主要由阿奇舒勒领军,而且仅限于苏联。

3. TRIZ 发展期(1986~1990 年)

这一阶段苏联成立了 TRIZ 协会,TRIZ 理论不断发展。

1985 年以后,随着部分 TRIZ 专家移居到欧美等国家和地区,TRIZ 理论在全世界范围内开始广泛传播,世界各国研究 TRIZ 理论的专家学者越来越多,极大地推动了 TRIZ 理论的发展。

1989 年,阿奇舒勒召集当时世界上数十位 TRIZ 专家,在彼得罗扎沃茨克建立了国际 TRIZ 协会,阿奇舒勒担任首届主席。该协会自建立之日起就一直是 TRIZ 理论最权威的学术研究机构,目前,它在全球 10 多个国家和地区拥有 30 多个组织成员,数千名 TRIZ 专家。1990 年,阿奇舒勒和萨拉马托研究了现代 TRIZ 理论的应用与发展。这一时期,TRIZ 研究的特点是仍以苏联为主,但在世界范围内特别是被欧美发达国家逐渐认可,这预示着 TRIZ 研究将在世界范围内广泛兴起。

4. TRIZ 成熟期(1991 年至今)

TRIZ 理论在世界各国迅速发展。

1991 年苏联解体后,世界范围内的 TRIZ 研究迅速兴起。这一时期 TRIZ 研究的特点是,深入研究 TRIZ 理论在生产实践中存在的问题,开发 TRIZ 软件系统,把 TRIZ 理论与其他创新理论整合,不断拓展其应用领域。俄罗斯学者 Timokhov 在 *Collection of creative problems about biology, ecology and triz* 中把生物学、生态学与 TRIZ 理论相结合,从生物学、生态学的视野寻求发明问题解决方案。Mann 开展了生物学与 TRIZ 整合的研究;Masaya 研究了 TRIZ 分割原理在航空机场分区管理中的应用;Belsk 等学者研究了 TRIZ 的 40 个发明原理在非技术领域中的应用;英国学者 Fey 和 Rivin 探讨了利用 TRIZ 开发新产品;Loh 等人为 TRIZ 理论的应用开发软件,进行专利自动分类;Mann、Zlotin、Zusman 等认为阿奇舒勒的 39 个工程参数已经无法满足目前产品的发展形势,他们提出了 48 个工

程参数,补充了 37 个组合创新原理,使 TRIZ 更加实用。

二、TRIZ 在世界各国的应用情况

1. 苏联与俄罗斯

苏联时期,TRIZ 理论创建后,政府对其宣传、教育和培训做了很多工作。注重国民创新能力的开发写入了苏联宪法。在大学中开设了创新课程,有 500 多所学校教授 TRIZ 理论。TRIZ 培训从职业工程师开始,逐渐发展到大学生、高中生,甚至发展到小学五、六年级以上的学生。TRIZ 理论在苏联属于国家机密,在各领域发挥了巨大作用。苏联解体后,俄罗斯对 TRIZ 理论的研究热情依然不减。

“TRIZ 之父”——阿奇舒勒毕生从事 TRIZ 理论的研究应用工作,编辑出版了大量有关 TRIZ 理论的书籍,撰写了数十篇发明问题解决理论方面的文章,为科技创新作出了历史性的巨大贡献。阿奇舒勒的妻子等 3 位家庭成员在阿奇舒勒近 50 年积累的档案文献的基础上建立了阿奇舒勒官方资料库。其内容包括独一无二的原始资料,已发表和尚未发表的专著,科学史实的索引卡片,与同行、评论家以及一些机构之间的往来书信等。2003 年 10 月 15 日,阿奇舒勒官方资料库网站开通。

2. 美国

美国于 1991 年发表了第一篇 TRIZ 论文;1992 年,一些公司着手进行 TRIZ 理论的咨询和软件开发工作;1993 年,TRIZ 理论正式进入美国;1996 年,创办了 TRIZ 期刊;1999 年,美国阿奇舒勒研究院成立。

美国的一些世界级公司,如波音、福特、通用汽车、克莱斯勒、罗克维尔、强生、摩托罗拉、惠普、宝洁等在技术产品创新中都开展了 TRIZ 理论的研究和应用,取得了显著的效果。波音公司利用 TRIZ 理论,解决了波音 767 飞机改造为空中加油机的关键技术,从而战胜了法国空中客车公司,为该公司赢得了 15 亿美元的订单。福特汽车公司应用 TRIZ 理论后,每年新创造的效益约在 1 亿美元以上。

3. 德国

最早介绍 TRIZ 理论的是民主德国。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,在统一后的德国,一些与机械工程有关的大学院系在讲授设计课程时,对 TRIZ 理论进行了介绍。1996 年,西门子公司开始在产品研发过程中采用 TRIZ 理论。1997 年,理工科大学在设计课程或创新管理课程中都要讲授 TRIZ 理论。

德国所有名列世界 500 强的大企业都采用了 TRIZ 理论,如西门子、奔驰、宝马、大众、博世等著名公司都有专门机构及专人负责 TRIZ 理论的培训和应用。现在,德国应用 TRIZ 理论的行业很广,包括成套设备制造、采掘技术、动力技术、家用电器、仪器仪表、航空航天、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。在计算机辅助创新软件开发方面,德国于 1998 年推出了基于 TRIZ 理论的 CAI 软件 TriSolver 1.0B,于 2007 年推出了 TRIS IDEAS。关于 TRIZ 理论研究,德国作了进一步的发展,形成了若干基于 TRIZ 理论的创新方法论:面向矛盾的创新战略理论、以问题为中心的发明方案和面向市场的创新战略。

4. 日本

日本于 1997 年正式引进 TRIZ 理论——东京大学成立了 TRIZ 理论研究团体;1997 年,三菱研究院开始向企业提供 TRIZ 理论培训和软件产品;1998 年,日本大阪学院大学建立了日本 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 理论培训和咨询。

日本的索尼、松下电器、日产汽车、富士施乐、理光、日立制作所都在技术和产品开发中研究应用 TRIZ 理论,并取得了成功。日本索尼公司每年要推出 50 种新产品,其动力来源于创新战略与 TRIZ 等创新理论方法的研究应用。

5. 韩国

韩国的三星电子、LG 等大企业积极引进 TRIZ 理论,在技术与产品开发中广泛应用,取得了显著成效。2003 年,三星电子公司采用 TRIZ 理论指导项目研发,节约相关成本 1.5 亿美元,在 67 个研发项目中运用 TRIZ 理论,成功地申请了 52 项专利。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。

6. 新加坡

新加坡有关部门利用 TRIZ 理论的 40 条发明原理,在 2003 年“非典”肆虐期间,提出了防止“非典”传染的一系列方法,其中有多项措施被新加坡政府采用,收到了非常好的效果。

7. 瑞典

瑞典以皇家工科大学(KTH)为中心,集中了十几家企业开始实施应用 TRIZ 理论进行创造设计的研究计划。

8. 欧洲

欧洲于 2000 年 10 月成立了欧洲 TRIZ 协会——ETRIA(The European TRIZ Association),旨在推进 TRIZ 理论在欧洲的研究和应用。

9. 以色列

作为一个典型的以创新为动力的国家,以色列在创新理论与实践方面都有独特之处。以色列的发明与创新方法学研究始于 20 世纪 70 年代,在系统研究苏联发明家和研究人员创立的 TRIZ 的基础上,以色列科学家提出了“系统性发明思维理论(SIT)”,并在实践中不断验证和完善,并加以推广应用。这一理论对世界的发明与创新方法学研究产生了一定影响。

10. 加拿大

加拿大开始重视创新和创新方法问题始于 20 世纪 90 年代末。政府不仅设立了创新基金,而且在大学设立了设计研究教育首席席位。加拿大的主要创新方法研究和教育机构是各大学的工学院。蒙特利尔康卡迪大学等开设了创新方法学课题,多伦多大学、莱森大学等大学的学者在创新方法学研究方面取得了一定成果,卡尔加里、McMaster 和 Sherbrooke 大学等在创新能力培养教育改革方面形成了自己的特色。

11. 中国

20 世纪 80 年代中期,中国大陆的个别科研人员在研究专利时已经了解到 TRIZ 理论;1997 年前后,中国大陆少数学者在参加国际会议的时候再次接触了 TRIZ,并自发进行研究,在某些高校专业开设了小范围的 TRIZ 选修课。

2007 年 7 月,温家宝总理作出“自主创新、方法先行”的重要指示。TRIZ 理论的引入符合我国深入贯彻科学发展观的要求,具有增强自主创新能力的作用。2008 年,科技部提出推进创新方法上“三个层面、三个对象(企业、科研机构、教育系统)、三个创新”的总体指导思想以及“培训先行、试点先行”的总体策略。同年 4 月,国家发改委、科技部、教育部、中国科协四部委联合发文,要求在全国推广 TRIZ 理论与方法,确定黑龙江省、四川省、浙江省为国家创新方法试点省。

三、TRIZ 理论在建筑工程中的应用

在苏联及美国,TRIZ 在建筑工程中的应用较多,形成了很多建筑技术产品的专利。

在我国,科技部、国务院国资委、中华全国总工会联合命名了多家“创新型企业”,其中包括中国建筑工程总公司、中国铁道建筑总公司、中国交通建设集团有限公司、中国铁路工程总公司、重庆交通科研设计院、西南化工研究设计院等从事建筑工程的大型企业。

中铁二院利用 TRIZ 软件进行技术研究,取得了一系列的成果。在“既有路堤修建无砟轨道路基”项目的研究工作中,通过 TRIZ 分析,取得了红色粉砂岩“冲击碾压补强结合封闭排水”加固的技术方案,对高速铁路设计和施工具有重要的指导意义,该技术成果已经应用于浙赣线 200km/h 提速改造工程,取得了良好的社会效益,具有较高的应用和推广价值。

在“铁路桥梁减隔震支座研究”项目中,通过 TRIZ 分析,采用 ZX 型减隔震支座降低高烈度地震区桥梁墩台的水平地震作用,大大减少了墩台的配筋量,解决了高烈度地震区桥梁墩台配筋困难的问题,同时提高了桥梁抗震的安全性。

作为当今最有效的技术创新方法之一,TRIZ 在我国的推广工作已经进入了快速普及阶段,在今后的技术创新中,将会取得更大的成绩。

第三节 TRIZ 的五级发明说

TRIZ 按照创新程度将发明分为五个等级,深入分析和研究不同等级发明的特点,开发出了面向不同等级的科学创新方法和工具,如表 1.1 所示。具体如下:

1. 第一级:最小型发明

在产品的单独组件中进行少量的变更,这些变更不会影响产品系统的整体结构。

该类发明并不需要任何相邻领域的专门技术或知识。特定专业领域的任何专家,依靠个人专业知识基本都能做到该类创新。例如以增加维护墙的厚度隔离减少热损失,改变剪力墙的肢厚比以形成短肢剪力墙等。据统计,大约有 32% 的发明专利属于第一级发明。

2. 第二级:小型发明

此时产品系统中的某个组件发生部分变化,改变的参数约数十个,即以定性方式改善产品。创新过程中利用本行业知识,通过与同类系统的类比即可找到创新方案,如屋面板使用保温材料形成隔热层,建筑物的维护墙效仿该措施,在外墙面采用保温材料形成隔热层。约 45% 的发明专利属于此等级。