



高等院校“十二五”精品课程建设成果



TRIZ 创新理论实用指南

TRIZ CHUANGXIN LILUN SHIYONG ZHINAN



YZLI0890146446

■ 编著 徐起贺 仕中晋 戚新波
■ 主审 秦东晨 马利杰

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校“十二五”精品课程建设成果

清华大学出版社

TRIZ 创新理论实用指南

徐起贺 任中普 戚新波 编著
秦东晨 马利杰 主审



YZLI0890145446

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

TRIZ 创新理论实用指南 / 徐起贺, 任中普, 戚新波编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 5640 - 5389 - 5

I. ①T… II. ①徐… ②任… ③戚… III. ①创造学 - 指南
IV. ①G305 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 265500 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14.25

插 页 / 2

字 数 / 330 千字

版 次 / 2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 2000 册

定 价 / 34.00 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前 言

当今世界，科学技术日新月异，以信息技术和生物技术为代表的高新技术产业迅猛发展，科技与经济的结合日益紧密，知识对人类社会经济和生活的影响日趋明显，人类社会已经步入了以知识的生产、分配和使用为基础的，以创造性的人力资源为依托的，以高科技产业为支柱的知识经济时代。知识经济的社会是创新的社会，创新是知识经济的灵魂，更是一个国家国民经济可持续发展的基石。没有创新就没有新兴技术，经济的发展也就成了无源之水，无本之木。

为了适应 21 世纪人才培养的需求，必须更新教育观念，探索教育改革之路，而教育的重点是加强学生素质教育和创新能力的培养。胡锦涛同志在中共十七大上指出：“提高自主创新能力，建设创新型国家是国家发展战略的核心，是提高综合国力的关键。”“要坚持走中国特色自主创新道路，把增强自主创新能力贯彻到现代化建设的各个方面。”贯彻科学发展观，发展循环经济，走新型工业化和生态文明之路，提高整个国民经济的可持续发展能力，构建和谐社会和全面建设小康社会，所有这些艰巨的任务都离不开创新。因此，创新是一个民族进步的灵魂，是科技和经济发展的原动力。当今世界各国之间在政治、经济、军事和科学技术方面的激烈竞争，归根到底是综合国力的竞争，实质上就是科技创新能力和人才的竞争，而人才竞争的本质是人才创造力的竞争。在培养具有创新能力的跨世纪的高素质人才方面，高等教育具有义不容辞的重要责任。因此在深化教育体制改革，全面推进素质教育的今天，极有必要在高等院校中开设创新设计课程，建立先进的创新人才培养体系，以便培养学生的创新意识，掌握创新设计的基本理论和方法，为提高我国的自主创新能力、加速推进创新型国家的建设提供强有力的人才支撑。

TRIZ 被称为发明问题解决理论，是目前世界上公认的最全面、最系统的解决发明创造问题的理论，该理论非常适合企业解决技术冲突，是实现技术创新的有力工具。它是由苏联发明家根里奇·阿奇舒勒等从 1946 年开始，在分析研究了全世界 250 万件高水平发明专利的基础上，提出的一套具有完整理论体系的创新方法。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。利用 TRIZ 理论，可以帮助我们有效地打破思维定势，扩展创新思维能力，借助于科学的问题分析方法，引导我们沿着合理的途径寻求问题的创新性解决办法。TRIZ 曾经被称为苏联的“点金术”，被欧美等国家的专家

认为是“超级发明术”，在军事、工业、航空航天等领域发挥了巨大的作用。今天 TRIZ 在技术及非技术领域中的许多问题创新解的获得过程中得到成功应用，很多世界 500 强企业，如福特、东芝、宝洁等均采用 TRIZ 以更快的速度开发更好的产品。一些创造学专家甚至认为：阿奇舒勒所创建的 TRIZ 理论，是发明了发明与创新的方法，是 20 世纪最伟大的发明。由此可见，引进、推广这一方法有利于我国发明创新工作的开展，有利于有中国特色的创新方法的发展，有利于提高广大科技工作者的发明创造潜力，从而大大加快发明创造的进程，提升产品的创新水平。

为了配合开设 TRIZ 创新理论学习的需要，本书结合目前国内外技术创新领域的研究成果与发展方向，系统地介绍了 TRIZ 的理论体系及其应用，主要内容包括：TRIZ 发明问题解决理论概述、技术系统的进化及其应用、发明创造的理想解与可用资源、40 个发明创新原理及其应用、设计中的冲突及其解决原理、物场模型分析与标准解法、发明问题解决算法、科学效应和现象及详解、应用 TRIZ 解决创新问题的实例、解决发明问题的多种创新方法等。在讲述过程中密切联系工程实际，引入大量创新实例，循序渐进，深入浅出，图文并茂，叙述力求简明、通俗易懂、有趣味性，突出体现创新思维特征，注重培养学生创新意识和能力。为学生将来在生产实践中能尽快适应科学技术高速发展的形势，打下了良好的基础。TRIZ 既是一种全新的思考方式，也是一种开发技能的工具，因此 TRIZ 的力量在于应用，只有通过实践才能掌握该理论。希望大家在学完本书后，能比较全面地了解关于 TRIZ 的相关知识，并能用 TRIZ 来解决科研、生产与生活中遇到的一些问题，有所发现、创新和发明，从而享受到从事创新活动所带来的快乐，为建设创新型国家贡献自己的一份力量。

参加本书编写的人员有：任中普（第一章、第三章），戚新波（第六章第一、二、三节，第八章第一、二、三节），本书其他部分章节由徐起贺编写。全书由徐起贺、任中普、戚新波同志担任主编，并由徐起贺负责全书的统稿工作。

本书承郑州大学秦东晨教授、河南科技学院马利杰博士审阅，他们对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议，对提高本书的编写水平和质量给予了很大的帮助。在本书的编写过程中，还得到了相关院系教师的支持与帮助，在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中不足和疏漏之处在所难免，敬请广大师生及各位读者批评指正，以便再版时修改和补充。另外，由于实施创新教育是一项全新的课题，许多问题尚在探索之中，编者在编写过程中参考了许多论文和资料，参阅了目前已经出版的这方面的著作和教材，有些地方引用了文中的部分成果和观点，在此特向原作者表示衷心的感谢。

最后，我想说的是，作为 TRIZ 理论的研究者和传播者，我们所做的工作，

都是为了实现阿奇舒勒的核心理念，即通过 TRIZ 理论的学习，让每个人都拥有最罕见的天赋和最杰出的思维。同时，更要学习他从不索取回报的伟大精神，他从未说过“给我”，他总是说“请将这个拿去”。这就是一个伟大的发明家为我们树立的光辉榜样。

编 者

目 录

第一章 TRIZ 发明问题解决理论概述	1
第一节 TRIZ 理论的起源与发展	2
第二节 TRIZ 理论的主要内容	3
第三节 TRIZ 解决发明创造问题的一般方法	6
第四节 发明创造的等级划分	7
第五节 TRIZ 理论的应用与进展	9
第六节 TRIZ 理论的发展趋势	10
思考题	13
第二章 技术系统的进化及其应用	14
第一节 技术系统进化的 S 曲线	14
第二节 技术系统进化的定律	18
第三节 技术系统的进化模式	19
第四节 技术进化理论的应用	24
思考题	34
第三章 发明创造的理想解与可用资源	35
第一节 发明创造的理想解	35
第二节 发明创造的可用资源	41
思考题	44
第四章 40 个发明创新原理及其应用	45
第一节 发明创新原理的由来	45
第二节 发明创新原理及应用	45
第三节 发明创新原理使用窍门	59
思考题	63
第五章 设计中的冲突及其解决原理	64
第一节 冲突的概念及其分类	64
第二节 物理冲突及其解决原理	65
第三节 分离原理与发明原理的综合应用	69
第四节 技术冲突及其解决原理	71
第五节 利用冲突矩阵实现创新	76
思考题	84
第六章 物场模型分析与标准解法	85
第一节 物场模型的概念与分类	85
第二节 物场分析的一般解法	87

第三节	物场模型的构建及应用	89
第四节	物场分析的标准解法系统	92
思考题		104
第七章	发明问题解决算法	105
第一节	ARIZ 概述	105
第二节	ARIZ-85 的基本步骤	106
第三节	利用 ARIZ 解决创新问题	117
思考题		118
第八章	科学效应和现象及详解	119
第一节	科学效应和现象的作用	119
第二节	科学效应和现象清单	119
第三节	科学效应和现象的应用步骤	127
第四节	科学效应和现象详解	128
思考题		163
第九章	应用 TRIZ 解决创新问题的实例	164
第一节	污水管材的创新设计	164
第二节	薄板玻璃的加工	167
第三节	减少热处理过程中的烟雾污染	169
第四节	宝马汽车的外形设计	171
第五节	飞机机翼的进化	173
第六节	提高智能吸尘器的清洁效果	177
第七节	破冰船的创新设计	179
第八节	滚动直线导轨的集成化创新设计	181
第九节	计算机辅助创新设计简介	185
思考题		190
第十章	解决发明问题的多种创新方法	192
第一节	常用的几种传统创新设计方法	192
第二节	TRIZ 中常用的创新思维方法	197
第三节	TRIZ 理论解决问题的方法	203
第四节	传统创新方法与 TRIZ 方法的比较	206
第五节	TRIZ 理论的推广与扩展	208
思考题		210
附录 A	TRIZ 之父——根里奇·阿奇舒勒简介	211
附录 B	阿奇舒勒冲突矩阵表	插页
附录 C	常用创新思维与技法的类型及特点	215
参考文献		219

第一章 TRIZ 发明问题解决理论概述

TRIZ (系俄文字母对应的拉丁字母缩写) 意为解决发明创造问题的理论, 起源于苏联, 英译为 Theory of Inventive Problem Solving, 英文缩写为 TIPS。1946 年, 以苏联海军专利部阿奇舒勒 (G. S. Altshuller) 为首的专家开始对数以百万计的专利文献加以研究, 经过 50 多年的收集整理、归纳提炼, 发现技术系统的开发创新是有规律可循的, 并在此基础上建立了一整套系统化的、实用的解决创造发明问题的方法。TRIZ 理论认为发明问题的核心是解决冲突, 在设计过程中不断地发现冲突, 利用发明原理解决冲突, 才能获得理想的产品。TRIZ 是基于知识的、面向人的解决发明问题的系统化方法学, 其核心是技术系统进化原理, 该理论的主要来源及构成如图 1-1 所示。

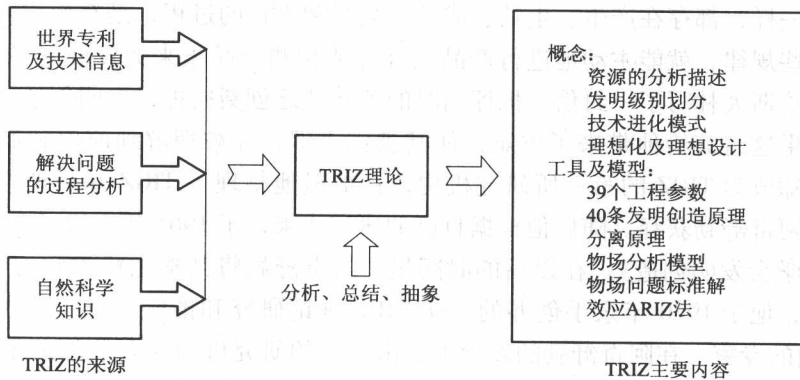


图 1-1 TRIZ 理论的主要来源及构成

利用 TRIZ 理论, 设计者能够系统地分析问题, 快速找到问题的本质或者冲突, 打破思维定势, 拓宽思路, 准确地发现产品设计中需要解决的问题, 以新的视角分析问题。根据技术进化规律预测未来发展趋势, 找到具有创新性的解决方案, 从而缩短发明的周期, 提高发明的成功率, 也使发明问题具有可预见性。因此 TRIZ 理论可以加快人们发明创造的进程, 而且能得到高质量的创新产品, 是实现创新设计和概念设计的最有效方法。由于 TRIZ 将产品创新的核心——产生新的工作原理的过程具体化了, 并提出了一系列规则、算法与发明创造原理供研究人员使用, 因而使它成为一种较为完善的创新设计理论和方法体系。

目前 TRIZ 被认为是可以帮助人们挖掘和开发自己的创造潜能、最全面系统地论述发明创造和实现技术创新的新理论, 被欧美等国的专家认为是“超级发明术”。一些创造学专家甚至认为阿奇舒勒所创建的 TRIZ 理论, 是发明了发明与创新的方法, 是 20 世纪最伟大的发明。

第一节 TRIZ 理论的起源与发展

一、TRIZ 理论的起源

TRIZ 之父根里奇·阿奇舒勒, 1926 年 10 月 15 日生于苏联的塔什干, 他在 14 岁时就获得了首个专利证书, 专利作品是水下呼吸器, 即用过氧化氢分解氧气的水下呼吸装置成功解决了水下呼吸的难题。在 15 岁时他制造了一条船, 船上装有使用碳化物作燃料的喷气发动机。1946 年, 阿奇舒勒开始了发明问题解决理论的研究工作, 通过研究成千上万的专利, 他发现了发明背后存在的模式并形成了 TRIZ 理论的原始基础。为了验证这些理论, 他相继做了许多发明, 例如获得苏联发明竞赛一等奖的排雷装置、船上的火箭引擎、无法移动潜水艇的逃生方法等, 其中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。在海军专利局处理世界各国著名发明专利的过程中, 阿奇舒勒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, 是否有可以遵循的科学方法和法则, 从而能迅速地实现新的发明创造或解决技术难题呢? 答案是肯定的。他发现任何领域的产品改进、技术创新和生物系统一样, 都存在产生、生长、成熟、衰老和灭亡的过程, 是有规律可循的。人们如果掌握了这些规律, 就能主动地进行产品设计并能预测产品未来的发展趋势。1948 年 12 月, 阿奇舒勒给斯大林写了一封信, 批评当时的苏联缺乏创新精神, 发明创造处于无知和混乱的状态。结果这封信给他带来了灾难, 使其锒铛入狱, 并被押解到西伯利亚投入集中营里。而集中营却成为 TRIZ 的第一所研究机构, 在那里他整理了 TRIZ 基础理论。斯大林去世一年半后, 阿奇舒勒获释。随后他根据自己的研究成果, 于 1961 年出版了有关 TRIZ 理论的著作《怎样学会发明创造》。在以后的时间里, 阿奇舒勒将其毕生精力致力于 TRIZ 理论的研究和完善, 他于 1970 年亲手创办的一所 TRIZ 理论研究和推广学校, 后来培养了很多 TRIZ 应用方面的专家。在阿奇舒勒的领导下, 由苏联的研究机构、大学和企业组成的 TRIZ 研究团体, 分析了世界上近 250 万份高水平的发明专利, 总结出各种技术进化所遵循的规律和模式, 以及解决各种技术冲突和物理冲突的创新原理和法则, 建立了一个由解决技术难题, 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, 形成了 TRIZ 理论体系。

二、TRIZ 理论的发展

从 20 世纪 70 年代开始, 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, 并使它们更加有效。现在, 在 80 座城市里, 大约有 100 所这样的学校在工作着, 每年都有几千名科技工作者、工程师和大学生在学习 TRIZ 理论。其中, 最著名的就是 1971 年在阿塞拜疆创办的世界上第一所发明创造大学。事实上, 苏联及东欧的科学家大都采用 TRIZ 做发明创造的工作, 不仅在大学理工科开设了 TRIZ 课程, 甚至在中、小学阶段也采用 TRIZ 理论对学生进行创新教育。在创新实践方面, 苏联大力推广 TRIZ 理论, 从而使苏联在 20 世纪 70 年代中期专利申请量跃居世界第二, 在冷战时期保持了对美国的军事力量平衡。

苏联解体后, 大批 TRIZ 专家移居欧美等发达地区, 将 TRIZ 理论系统传入西方, 在美、

欧、日、韩等世界各地得到了广泛的研究与应用。目前, TRIZ 已经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。在俄罗斯, TRIZ 理论已广泛应用于众多高科技工程领域中; 欧洲以瑞典皇家工科大学 (KTH) 为中心, 集中十几家企业开始了利用 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; 在以色列也成立了相应的研发机构; 在美国也有诸多大学相继进行了 TRIZ 的技术研究……世界各地有关 TRIZ 的研究咨询机构相继成立, TRIZ 理论和方法在众多跨国公司中迅速得以推广。如今 TRIZ 已在全世界被广泛应用, 创造出成千上万项重大发明。经过半个多世纪的发展, TRIZ 理论和方法加上计算机辅助创新已经发展成为一套解决新产品开发实际问题的成熟理论和方法体系, 并经过实践的检验, 为众多知名企业和研发机构创造了巨大的经济效益和社会效益。目前, TRIZ 正在成为许多现代企业的独门暗器, 可以帮助企业从技术“跟随者”成为行业的“领跑者”, 从而为企业赢得核心竞争力。

第二节 TRIZ 理论的主要内容

一、TRIZ 理论的基本观点

1. 理想技术系统

TRIZ 认为, 对技术系统本身而言, 重要的不在于系统本身, 而在于如何更科学地实现功能, 较好的技术系统应是在构造和使用维护中都消耗资源较少, 却能完成同样功能的系统; 理想系统则是不需要建筑材料, 不耗费能量和空间, 不需要维护, 也不会损坏的系统, 即在物理上不存在, 却能完成所需要的功能。这一思想充分体现了简化的原则, 是 TRIZ 所追求的理想目标。

2. 缩小的问题与扩大的问题

在解决问题的初期, 面对需要克服的缺陷可以有很多不同的思路。例如: 改变系统, 改变子系统和其中的某一部件, 改变高一层次的系统, 都可能使问题得到解决。思路不同, 所思考的问题及对应的解决方案也会有所不同。

TRIZ 将所有的问题分为两类: 缩小的问题和扩大的问题。缩小的问题致力于使系统不变甚至简化, 而消除系统的缺点, 完成改进; 扩大的问题则不对可选择的改变加以约束, 因而可能为实现所需功能而开发一个新的系统, 使解决方案复杂化, 甚至使解决问题所需的耗费与解决的效果相比得不偿失。TRIZ 建议采用缩小的问题, 这一思想也符合理想技术系统的要求。

3. 系统冲突

系统冲突是 TRIZ 的一个核心概念, 表示隐藏在问题后面的固有矛盾。如果要改进系统的某一部分属性, 其他的某些属性就会恶化, 就像天平一样, 一端翘起, 另一端必然下降, 这种问题就称为系统冲突。典型的系统冲突有重量 - 强度, 形状 - 速度, 可靠性 - 复杂性冲突等。TRIZ 认为, 发明可以认为是系统冲突的解决过程。

4. 物理冲突

物理冲突又称为内部系统冲突。如果互相独立的属性集中于系统的同一元素上, 就称为存在物理冲突。物理冲突的定义是: 同一物体必须处于互相排斥的物理状态, 也可以表述为

为了实现功能 F1，元素应具有属性 P 或者为了实现功能 F2，元素应有对立的属性 P'。根据 TRIZ 理论，物理冲突可以用四种方法解决：把对立属性在时间上加以分割，把对立属性在空间上加以分割，把对立属性在条件上加以分割和把对立属性所在的系统与部件分割。

二、TRIZ 理论的主要内容

TRIZ 理论的体系庞大，主要包括以下内容。

1. 产品进化理论

发明问题解决理论的核心是技术系统进化理论，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。进化速度随着技术系统一般冲突的解决而降低，使其产生突变的唯一方法是解决阻碍其进化的深层次冲突。TRIZ 中的产品进化过程分为 4 个阶段：婴儿期、成长期、成熟期和退出期。处于前两个阶段的产品，企业应加大投入，尽快使其进入成熟期，以使企业获得最大的效益；处于成熟期的产品，企业应对其替代技术进行研究，使产品获得新的替代技术，以应对未来的市场竞争；处于退出期的产品使企业利润急剧下降，应尽快淘汰。这些可以为产品规划提供具体的、科学的支持。产品进化理论还研究产品进化定律、进化模式与进化路线。沿着这些路线设计者可以较快地取得设计中的突破。

2. 分析

分析是 TRIZ 的工具之一，是解决问题的一个重要阶段。包括产品的功能分析、理想解的确定、可用资源分析和冲突区域的确定。功能分析的目的是从完成功能的角度分析系统、子系统和部件。该过程包括裁减，即研究每一个功能是否必要，如果必要，系统中的其他元件是否可以完成其功能。设计中的重要突破、成本或复杂程度的显著降低往往是功能分析及裁减的结果。假如在分析阶段问题的解已经找到，可以转到实现阶段；假如问题的解没有找到，而该问题的解需要最大限度地创新，则基于知识的三种工具——原理、预测和效应等来解决问题。在很多的 TRIZ 应用实例中，三种工具需要同时采用。

3. 冲突解决原理

原理是获得冲突解所应遵循的一般规律，TRIZ 主要研究技术与物理两种冲突。技术冲突是指传统设计中所说的折中，即由于系统本身某一部分的影响，所需要的状态不能达到；物理冲突是指一个物体有相反的需求。TRIZ 引导设计者挑选能解决特定冲突的原理，其前提是要按标准参数确定冲突，然后利用 39 × 39 条标准冲突和 40 条发明创造原理解决冲突。

4. 物质-场分析

阿奇舒勒对发明问题解决理论的贡献之一是提出了功能的物质-场的描述方法与模型。其原理为：所有的功能可分解为两种物质和一种场，即一种功能是由两种物质及一种场的三元件组成。产品是功能的一种实现，因此可用物质-场分析产品的功能，这种分析方法是 TRIZ 的工具之一。

5. 效应

效应是指应用本领域特别是其他领域的有关定律解决设计中的问题，如采用数学、化学、生物和电子等领域中的原理解决机械设计中的创新问题。

6. 发明问题解决算法 ARIZ

TRIZ 认为，一个问题解决的困难程度取决于对该问题的描述或程式化方法，描述得越

清楚,问题的解就越容易找到。TRIZ 中发明问题求解的过程是对问题不断地描述、不断地程式化的过程。经过这一过程,初始问题最根本的冲突被清楚地暴露出来,能否求解已很清楚。如果已有的知识能用于该问题则有解,如果已有的知识不能解决该问题则无解,需等待自然科学或技术的进一步发展,该过程是靠 ARIZ 算法实现的。

ARIZ (Algorithm for Inventive Problem Solving) 称为发明问题解决算法,是 TRIZ 的一种主要工具,是解决发明问题的完整算法。该算法主要针对问题情境复杂、冲突及其相关部件不明确的技术系统,通过对初始问题进行一系列分析及再定义等非计算性的逻辑过程,实现对问题的逐步深入分析和转化,最终解决问题。该算法特别强调冲突与理想解的标准化,一方面技术系统向理想解的方向进化,另一方面如果一个技术问题存在冲突需要克服,该问题就变成一个创新问题。

ARIZ 中冲突的消除有强大的效应知识库的支持,效应知识库包括物理的、化学的、几何的等效应。作为一种规则,经过分析与效应的应用后问题仍无解,则认为初始问题定义有误,需对问题进行更一般化的定义。应用 ARIZ 取得成功的关键在于没有理解问题的本质前,要不断地对问题进行细化,一直到确定了物理冲突,该过程及物理冲突的求解已有软件支持。

根据以上分析可知,TRIZ 的基本理论体系可用图 1-2 所示的屋状结构表示,图中比较详细和形象地展示了 TRIZ 的内容和层次,可见 TRIZ 是一个比较完整的理论体系。这个体系包括:以辩证法、系统论、认识论为理论指导;以自然科学、系统科学和思维科学为科学支撑;以海量专利的分析和总结为理论基础;以技术系统进化法则为理论主干;以技术系统/技术过程、冲突、资源、理想化最终结果为基本概念;以解决工程技术问题和复杂发明问题所需的各种问题分析工具、问题求解工具和解题流程为操作工具。

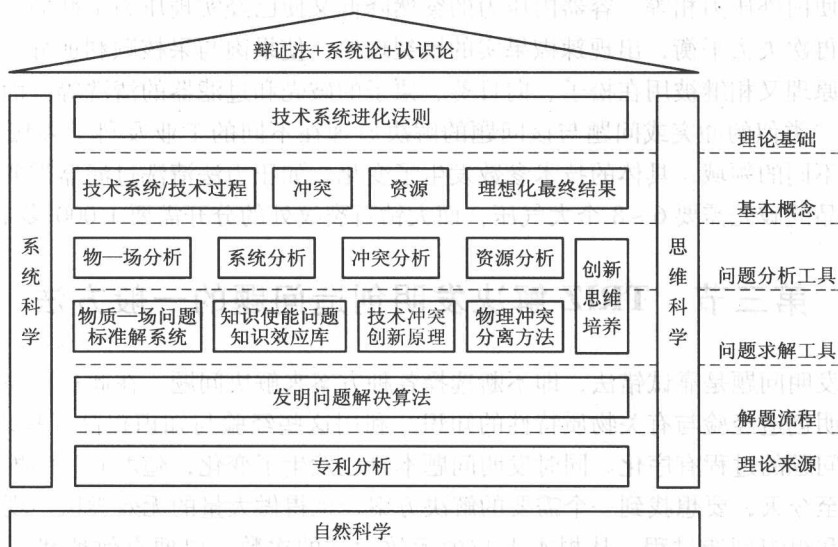


图 1-2 TRIZ 的基本理论体系框架

经过多年的不断发展,这一方法学体系在实践中逐渐丰富和完善,已经取得了良好的应用效果和巨大的经济效益,成为适用于各个年龄段和多种知识层面人的有效创新方法。

三、TRIZ 理论的重要发现

在技术发展的历史长河中，人类已完成了许多产品的设计，设计人员或发明家已经积累了很多发明创造的经验。通过研究成千上万的专利，阿奇舒勒发现：

(1) 在以往不同领域的发明中所用到的原理（方法）并不多，不同时代的发明，不同领域的发明，其应用的原理（方法）被反复利用；

(2) 每条发明原理（方法）并不限定应用于某一特殊领域，而是融合了物理的、化学的和各工程领域的原理，这些原理适用于不同领域的发明创造和创新；

(3) 类似的冲突或问题与该问题的解决原理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及模式在不同的工程及科学领域交替出现；

(5) 创新设计所依据的科学原理往往属于其他领域。

例如，20 世纪 80 年代中期，某钻石生产公司遇到的问题是需要把有裂纹的大钻石，在裂纹处使其破碎和分开，以生产出满足用户大小要求的产品。在很长一段时间内，公司的技术人员花费了大量的精力和经费，一直没能很好地解决这个问题。最后，经过分析发现可以用加压减压爆裂的方法——压力变化原理来解决问题，从而实现了在大钻石的裂纹处破碎和分开。尽管问题解决了，但是他们没有发现实际上类似的问题在几十年前的其他领域早已解决了，而且已经申请了发明专利。

20 世纪 40 年代，农业上遇到了如何把辣椒的果肉与果核有效分开，从而生产辣椒的果肉罐头食品的问题。经过分析，发现最有效的方法是把辣椒放在一个密闭的容器中，并使容器内的压力由 1 个大气压逐渐增加到 8 个大气压，然后使容器内的压力突然降低到 1 个大气压，由于容器内压力的骤变，使容器内辣椒果实产生内外的压力差，导致其在最薄的部分产生裂纹，使内外压力相等。容器内压力的突然降低又使已经实现压力平衡的、已产生裂纹的辣椒果实再次失去平衡，出现辣椒果实的爆裂现象，使果肉与果核顺利地分开。

同样的原理又相继被用在松子、向日葵、栗子的破壳和过滤器的清洗等方面。上述几个实例说明了“类似的冲突或问题与该问题的解决原理在不同的工业及科学领域交替出现”。只不过针对不同的领域，具体的技术参数发生了变化。如压力法清洗过滤器需要 5~10 个大气压，农产品的破壳需要 6~8 个大气压，而大钻石裂纹处的分开需要 1 000 多个大气压。

第三节 TRIZ 解决发明创造问题的一般方法

最早的发明问题是靠试错法，即不断选择各种方案来解决问题。在此过程中，人们积累了大量的发明创造经验与有关物质特性的知识。利用这些经验与知识提高了探求的方向性，使解决发明问题的过程有序化。同时发明问题本身也发生了变化，随着时间的推移变得越来越复杂，直至今日，要想找到一个需要的解决方案，也得做大量的无效尝试。现在需要新的方法来控制和组织创造过程，从根本上减少无效尝试的次数，以便有效地找到新方法。因此，必须有一套具有科学依据并行之有效的解决发明问题的理论。

TRIZ 解决发明创造问题的一般方法是：首先设计者应将需要解决的特殊问题加以定义和明确；其次利用物质-场分析等方法，将需要解决的特殊问题转化为类似的标准问题；然后利用 TRIZ 中解决发明问题的原理和工具，求出该标准问题的标准解决方法；最后，根据

类似的标准解决方法的提示并应用各种已有的技术知识和经验，就可以构思解决特殊问题的创新设计方法了。当然，某些特殊问题也可以利用头脑风暴法直接解决，但难度很大。TRIZ 解决发明创造问题的一般方法可用图 1-3 表示，图中的 39 个工程参数和 40 个解决发明创造的原理将在后面介绍。

现用一个初等数学的例子来说明 TRIZ 方法的操作过程。如图 1-4 所示，一元二次方程求根有两种途径，用头脑风暴法求解看起来很直接，但解题者必须经过严格的数学训练，并且试凑若干次后才能得出正确的解。而程式化的求解过程步骤虽然较多（见图 1-4 中箭头所指方向），但可以保证一次性地成功得到结果，从而为一元二次方程求根提供了解题的规律。该求根方法与 TRIZ 方法的操作过程有完全相似之处，由此可见，利用 TRIZ 方法进行程式化的求解，可以少走很多弯路，从而直达理想化的目标。

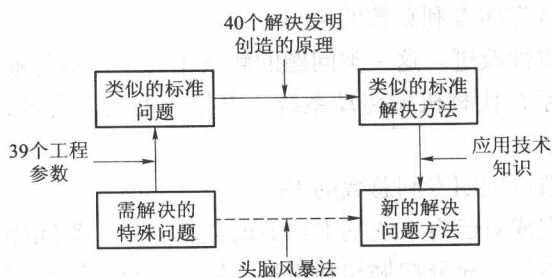


图 1-3 TRIZ 解决发明创造问题的一般方法

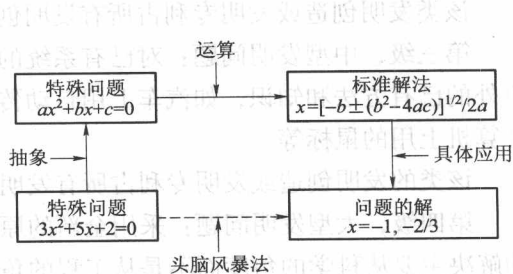


图 1-4 解一元二次方程的基本方法

例 1-1 需要设计一台旋转式切削机器。该机器需要具备低转速（100 r/min）、高动力以取代一般高转速（3 600 r/min）的交流电动机。具体的分析解决该问题的框图如图 1-5 所示。

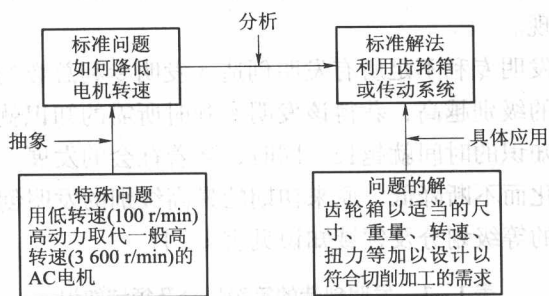


图 1-5 设计低转速高动力机器分析框图

第四节 发明创造的等级划分

阿奇舒勒和他的同事们，通过对大量的专利进行分析后发现，各国不同的发明专利内部蕴含的科学知识、技术水平都有很大的区别和差异。以往在没有分清这些发明专利的具体内容时，很难区分出不同发明专利存在的知识含量、技术水平、应用范围、重要性、对人类贡献的大小等问题。因此，把各种不同的发明专利依据其对科学的贡献程度、技术的应用范围

及为社会带来的经济效益等情况，划分一定的等级加以区别，以便更好地推广和应用。在 TRIZ 理论中，阿奇舒勒将发明专利或发明创造分为以下 5 个等级。

第一级，最小发明问题：通常的设计问题，或对已有系统的简单改进。这一类问题的解决主要凭借设计人员自身掌握的知识和经验，不需要创新，只是知识和经验的应用。如用厚隔热层减少建筑物墙体的热量损失，用承载量更大的重型卡车替代轻型卡车，以实现运输成本的降低。

该类发明创造或发明专利占有所有发明创造或发明专利总数的 32%。

第二级，小型发明问题：通过解决一个技术冲突对已有系统进行少量改进。这一类问题的解决主要采用行业内已有的理论、知识和经验即可实现。解决这类问题的传统方法是折中法，如在焊接装置上增加一个灭火器、可调整的方向盘、可折叠野外宿营帐篷等。

该类发明创造或发明专利占有所有发明创造或发明专利总数的 45%。

第三级，中型发明问题：对已有系统的根本性改进。这一类问题的解决主要采用本行业以外的已有方法和知识，如汽车上用自动传动系统代替机械传动系统，电钻上安装离合器，计算机上用的鼠标等。

该类的发明创造或发明专利占有所有发明创造或发明专利总数的 18%。

第四级，大型发明问题：采用全新的原理完成对已有系统基本功能的创新。这一类问题的解决主要从科学的角度而不是从工程的角度出发，充分挖掘和利用科学知识、科学原理实现新的发明创造，如第一台内燃机的出现、集成电路的发明、充气轮胎的发明、记忆合金制成的锁、虚拟现实的出现等。

该类的发明创造或发明专利占有所有发明创造或发明专利总数的 4%。

第五级，重大发明问题：罕见的科学原理导致一种新系统的发明、发现。这一类问题的解决主要是依据自然规律的新发现或科学的新发现，如计算机、形状记忆合金、蒸汽机、激光、晶体管等的首次发现。

该类的发明创造或发明专利不足所有发明创造或发明专利总数的 1%。

实际上，发明创造的级别越高，获得该发明专利时所需的知识就越多，这些知识所处的领域就越宽，搜索有用知识的时间就越长。同时，随着社会的发展、科技水平的提高，发明创造的等级随时间的变化而不断降低，原来初期的最高级别的发明创造逐渐成为人们熟悉和了解的知识。发明创造的等级划分及领域知识见表 1-1。

表 1-1 发明创造的等级划分及领域知识

发明创造级别	创新的程度	比例/%	知识来源	参考解的数量/个
1	明确的解	32	个人的知识	10
2	少量的改进	45	公司内的知识	100
3	根本性的改进	18	行业内的知识	1 000
4	全新的概念	4	行业以外的知识	10 000
5	重大的发现	<1	所有已知的知识	100 000

由表 1-1 可以发现：95% 的发明专利是利用了行业内的知识，只有少于 5% 发明专利是利用了行业外的及整个社会的知识。因此，如果企业遇到技术冲突或问题，可以先在行业

内寻找答案；若不可能，再向行业外拓展，寻找解决方法。若想实现创新，尤其是重大的发明创造，就要充分挖掘和利用行业外的知识，正所谓“创新设计所依据的科学原理往往属于其他领域”。

由表 1-1 还可以看出，第三、四、五级的专利才会涉及技术系统的关键技术和核心技术。比例高达 77% 的第一、二级发明创造处于低水平状态，一般来说使用价值不大，而这部分发明创造中非职务发明人占了绝大多数的比例。他们为发明创造贡献了自己的热情，投入了大量的人力、物力和财力，但由于技术等级所限定收效不高，这与他们选择的发明方向和发明方法有着不可分割的联系。让发明人，尤其是非职务发明人掌握正确的发明创新方法，找准发明方向，提高发明创造的等级，正是 TRIZ 理论的魅力所在。需要说明的是，任何一种方法都不是万能的，都有一定的局限性，TRIZ 理论只适用于二、三、四级专利的产生。

第五节 TRIZ 理论的应用与进展

一、TRIZ 理论的基本应用

经过多年的发展和实践的检验，TRIZ 理论已经形成了一套解决新产品开发问题的成熟理论和方法体系，不仅在苏联得到了广泛的应用，在美国的很多企业，如波音、通用、克莱斯勒和摩托罗拉等公司的新产品开发中也得到了全面的应用，取得了巨大的经济效益和社会效益。TRIZ 理论普遍应用的结果，不仅提高了发明的成功率，缩短了发明的周期，还使发明问题具有可预见性。TRIZ 理论广泛应用于工程技术领域，并且应用范围越来越广。目前已逐步向其他领域渗透和扩展，由原来擅长的工程技术领域分别向自然科学、社会科学、管理科学、教育科学、生物科学等领域发展，用于指导各领域冲突问题的解决。Rockwell Automotive 公司针对某型号汽车的刹车系统应用 TRIZ 理论进行了创新设计，通过 TRIZ 理论的应用，刹车系统发生了重要的变化，系统由原来的 12 个零件缩减为 4 个，成本减少 50%，但刹车系统的功能却没有变化。福特汽车（Ford Motor）公司遇到了推力轴承在大负荷时出现偏移的问题，通过应用 TRIZ 理论，产生了 28 个问题的解决方案，其中一个非常吸引人的方案是：利用小热膨胀系数的材料制造这种轴承，最后很好地解决了推力轴承在大负荷时出现偏移的问题。2003 年，当“非典型肺炎”肆虐中国及全球许多国家时，新加坡的研究人员利用 TRIZ 的发明原理，提出了预防、检测和治疗该种疾病的一系列创新方法和措施，其中不少措施被新加坡政府所采用，收到了非常好的防治效果。德国进入世界 500 强的企业如西门子、奔驰、大众和博世都设有专门的 TRIZ 机构，对员工进行培训并推广应用，取得了良好的效果。在俄罗斯，TRIZ 理论的培训已扩展到小学生、中学生和大学生，其结果是学生们正在改变他们思考问题的方式，能用相对容易的方法处理比较困难的问题，使其创新能力迅速提高。因此，TRIZ 理论在培养青少年创新能力的过程中，具有巨大的社会意义。

二、TRIZ 理论在中国的进展

在我国学术界，少数研究专利的科技工作者和学者在 20 世纪 80 年代中期就已经初步接