

Theory of Inventive Problem Solving

# TRIZ—发明问题 解决理论

高常青 编著



科学出版社

# TRIZ——发明问题解决理论

高常青 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以产品概念设计理论为基础,详细介绍了发明问题解决理论(TRIZ)在新产品研发过程以及技术创新过程中的应用。全书共9章,内容包括绪论、产品的概念设计、创新思维、资源分析、系统功能分析、冲突及其解决原理、物质-场分析法与标准解、效应、技术系统进化理论。

本书以“反映研究热点、服务企业发展、塑造创新人才”为目标,理论阐述与工程实例讲解相结合,每章节附有思考题。

本书可以作为高等院校本科生、研究生的创新设计理论学习用书,也可以作为广大企业设计人员、管理人员及MBA学员提高创新能力的学习用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

TRIZ——发明问题解决理论/高常青编著. —北京:科学出版社,2011.4  
ISBN 978-7-03-030629-6

I. ①T… II. ①高… III. ①创造学-研究 IV. ①G305

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第048950号

责任编辑:潘斯斯 张丽花 / 责任校对:郭瑞芝  
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室 毛剑秋

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>

德庄印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2011年4月第一版 开本:B5(720×1000)

2011年4月第一次印刷 印张:8 1/2 插页:1

印数:1—4 000

字数:170 000

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 前 言

人类对事物本质及发展规律的认知与掌握，直接影响着人类实践活动的内容与方式。当我们迈入 21 世纪，科技创新进一步成为社会和经济发展的主导力量，世界各国综合国力的较量越来越体现为以知识服务与技术创新为主要内容的竞争，“创新”已经成为这个时代的主旋律，成为影响一个国家与民族发展的决定性因素。在这特殊的历史背景下，中国共产党在十七大报告明确指出：“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。”

中华民族在政治、经济领域展示出独具的创造力。但是我们在科学技术领域的创造力仍需提高。由于缺乏自主知识产权，中国处于国际化分工的外围和产业链的下游。我们必须设法改变这一现状。从工程技术的角度看，创新型国家的建设，终究要落实到新产品的开发、发明的诞生、工艺问题的解决等具体技术问题的解决过程中。在企业中普及先进的技术创新方法，在学校中开展创新能力教育，是一项紧迫的历史任务。

怎样才能促进发明创造的产生，怎样才能提高解决问题的效率，技术创新的过程究竟有无规律可以遵循。上述问题都是机械设计及理论的核心研究内容之一。诞生于前苏联的 TRIZ 理论，即发明问题解决理论，对创新问题的解决有较为完整的流程，可操作性强，很适合我国目前机械行业的发展现状，对产品概念创新有普遍的指导意义。

作者在国家自然科学基金（50905074）、科技部创新方法工作项目（2009IM021000）、济南大学博士基金（B0625）等多方面的资助下，有幸能够把 TRIZ 理论的研究、探索和实践坚持下来。现将部分学习内容写成此书，为推动创新型国家的建设和创新方法工作项目的顺利开展，尽一点微薄之力。本书重点介绍了 TRIZ（发明问题解决理论）的核心内容及主要概念，并结合概念设计理论中的功能分析、价值优化等方法，讲解 TRIZ 理论的具体应用。

感谢亿维讯公司（IWINT）的大力支持。基于计算机辅助创新设计平台 Pro/Innovator 与创新能力拓展平台 CBT/NOVA，我们针对创新方法的研究、应用与推广进行了大量的实践与探索。

本书适合企业工程技术人员、科研院所新产品开发人员、高校教师学生学习使用。

作者研究和应用 TRIZ 理论的时间有限，书中观点与论述中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

作者

2011年1月

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 创新的内涵.....	1
第二节 技术创新的重要性.....	2
第三节 创新方法的发展.....	2
第四节 面向制造业的技术创新方法.....	4
第五节 经典的设计理论.....	4
第六节 发明问题解决理论.....	7
思考题 .....	12
<b>第二章 产品的概念设计</b> .....	13
第一节 产品的设计流程 .....	13
第二节 概念设计原理方案的确定 .....	14
第三节 案例 .....	15
第四节 TRIZ 应解决的问题 .....	17
思考题 .....	18
<b>第三章 创新思维</b> .....	19
第一节 九屏幕法 .....	19
第二节 STC 算子 .....	20
第三节 金鱼法 .....	21
第四节 小人法 .....	21
第五节 理想解 .....	23
思考题 .....	24
<b>第四章 资源分析</b> .....	25
第一节 实例分析与思考 .....	25
第二节 可用资源的分类 .....	26
第三节 资源分析 .....	27
第四节 资源评估原则 .....	29

思考题 .....	31
<b>第五章 系统功能分析 .....</b>	<b>32</b>
第一节 系统功能分析概述 .....	32
第二节 技术系统及其级别 .....	33
第三节 功能的定义及其分类 .....	34
第四节 功能分析及功能元求解 .....	38
第五节 技术系统的价值优化 .....	41
第六节 技术系统裁剪法 .....	44
思考题 .....	47
<b>第六章 冲突及其解决原理 .....</b>	<b>48</b>
第一节 冲突的含义及其类别 .....	48
第二节 技术冲突解决原理 .....	48
第三节 物理冲突解决原理 .....	60
第四节 分离原理与发明原理的关系 .....	61
第五节 冲突解决原理的应用 .....	61
思考题 .....	64
<b>第七章 物质—场分析法与标准解 .....</b>	<b>65</b>
第一节 物质—场分析法 .....	65
第二节 标准解 .....	66
第三节 标准解法应用步骤 .....	89
思考题 .....	90
<b>第八章 效应 .....</b>	<b>91</b>
第一节 科学效应 .....	91
第二节 科学效应与功能实现 .....	91
第三节 科学效应及其应用 .....	100
第四节 基于效应的功能原理设计 .....	110
思考题 .....	111
<b>第九章 技术系统进化理论 .....</b>	<b>112</b>
第一节 基本概念 .....	112
第二节 技术成熟度预测 .....	114
第三节 技术系统进化模式 .....	115

---

第四节	系统特征及其零部件的不均衡进化	115
第五节	向宏观层次进化	116
第六节	向微观层次进化	117
第七节	增强相互作用	118
第八节	技术系统的扩充与简化	120
第九节	技术系统进化模式的应用	121
	思考题	123
	参考文献	124
附录 1	常用科学效应和现象列表	125
附录 2	Altshuller's Matrix	插页



# 第一章 绪 论

创新是一项系统的工程，随着知识经济时代的到来，社会的进步与经济的发展更加依赖于创新的实践，同时创新的实践需要创新设计方法的指导。

## 第一节 创新的内涵

美籍奥裔经济学家熊彼特（Joseph A. Schumpeter）于1912年在其著作《经济发展理论》中将“创新”作为一个经济学概念首次提出。熊彼特认为创新是发明的第一次商品化，也就是说，把发明引入生产体系并为商业化生产服务的过程就是创新，它意味着建立新的生产函数或供应函数，是在生产体系中引进一种生产要素和生产条件的新的组合。

从上述论述中可以看出，“创新”是一个系统化的过程，一般来说，商业上的成功产品创新是在一定的社会政治、经济环境下，科学发明、工程开发、企业文化、市场需求等各种因素综合作用的产物，如图1-1所示。因此，可以将创新看做在科学发明与工程开发的基础上使之实用化与商业化的连续社会技术实践过程。创新的范围广泛，包括科技创新，但又不仅限于科技范畴之内。

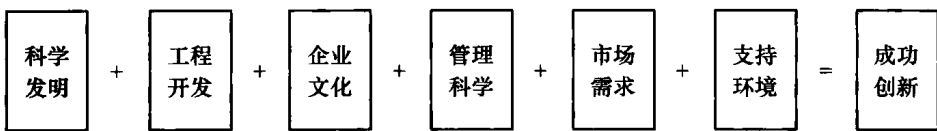


图 1-1 成功创新的要素

全面的研究创新过程，涉及的领域与学科十分宽泛。但从成功创新的组成要素上看，尽管创新不简单地等同于科学发明与工程开发，但是很明显，发明创造活动是创新活动的重要基础，没有发明创造，创新的过程也无法完成。由于本书的主要内容是针对产品开发与生产制造中技术问题的解决，故书中后续部分提及的“创新”侧重于科学发明的含义。

发明创造实际上就是一个产品创新设计的过程，其关键是设计的创新。创新设计是一种创造性的智力活动，是参与者充分发挥自己的创造力，利用人类已有的科学技术成果，进行创新构思，进行产品分析和设计的过程。

## 第二节 技术创新的重要性

在过去的 20 年里，中国的制造业企业经历了十分迅速的发展阶段。但是由于我们缺乏自主创新能力，没有自己的知识产权，导致我们国家的机械行业长期处于国际化产业链的下游，高额的利润大多数被西方国家获得，我国的制造业企业长期处于国际竞争的不利地位。

尽管我们的制造业靠“本土优势”成为“世界工厂”，但是我们必须清醒地意识到，没有核心技术支持的制造无法取得高额利润，也无法长期保持自身的低成本优势，越来越多的国家，如印度、泰国、越南、罗马尼亚等国，正积极的挑战中国的低成本优势。

时代的特征是我们每个人无法左右的。“技术创新”是我们所处历史阶段的时代特征。经济是人类文明与社会进步的基础。从人类经济发展宏观与共性的角度看，经济和生产力经历了三个时代，如表 1-1 所示。

表 1-1 经济和生产力发展的阶段

阶段	时期	经济与生产特征
前工业经济（从原始经济到农业经济）	1800 年以前	农业、畜牧业、渔业、手工业
工业经济（资源经济）	1800 年至 20 世纪末	机械化生产
后工业经济（知识经济）	21 世纪以后	以计算机为代表的高科技知识

联合国世界经济合作与发展组织提出：“知识经济指的是以知识（智力）资源的占有、配置、生产和使用（消费）为最重要因素的经济”。知识经济的出现是经济与科技发展的必然产物。从宏观的经济角度讲，知识经济首先出现在 20 世纪 90 年代高度发达的国家中，如美国、日本和西欧某些经济发达国家和地区。知识经济的形成判据有三个：①知识和信息对经济增长的贡献率过半；②知识和信息产业在国民生产总值过半；③对知识和信息产业的总投资占总投资 50% 以上。

知识经济的到来，对各国经济的发展有以下积极的影响：①有利于可持续发展，知识作为资源，它是一种可以再生的、无限的、反复使用的、无污染的、可持续发展的资源；②促进实现世界经济全球化发展，知识及其信息通过网络突破国界向各方“辐射”传播，实现全球相互促进的理想境界；③发展中国家和地区可加速发展，如果把握好机遇，可以利用信息化技术带动和促进农业现代化和工业化进程。

## 第三节 创新方法的发展

创新是一个极其复杂的过程，人类对创新本质的认识与研究还远远达不到

科学的层次。但是众多创新学者，经数十年的研究发现，科学技术的发明创造有一定的规律可循，他们大多是以原则、诀窍、思路形式指导人们克服心理和思维的障碍，改善思维的灵活性的过程。自 20 世纪 30 年代~80 年代，世界上出现了 300 多种创新技法，10 多种创造原理。这些创新技法，各自从不同的角度，在一定程度上突破了制约创新的相关因素的限制。所谓创新技法，就是在创造心理、创造性思维方法和认识规律基础上的技巧。这些创新技法不存在科学的逻辑关系，大多数目前在理论上处于“初生期”，还远远未达到纯粹的科学水平。从思维的角度，创新是人类驾驭形象思维与逻辑思维、发散思维与收敛思维的过程。

经过数十年的发展，在掌握已有创新技法的基础上，结合认知科学、人工智能、设计方法学、科学技术哲学等前沿学科，创新设计方法已成为一门独立且有待于开发的新的设计技术和方法。创新设计方法的发展历程如图 1-2 所示。最初的创新研究侧重于人的创造性思维，总结出一些具有指导意义的规律，形成各种创新技法，如头脑风暴法、联想法、类比法、侧向思考、仿生法等。后来，创新方法的研究开始注重以知识（专利）为基础，通过对专利的分析与研究，总结创造活动所遵循的创新原理，该阶段的典型创新方法是 TRIZ 理论。随着计算机技术的发展，创新方法的研究也出现新的趋势。现阶段，各种成熟的创新设计方法开始集成化研究与应用，并与计算机（包括网络）技术相结合，形成计算机辅助创新（Computer Aided Innovation, CAI）技术，如 QFD、可靠性设计、网络协同创新技术、有限元分析等各种成熟的技术和方法开始融入到创新设计过程中。

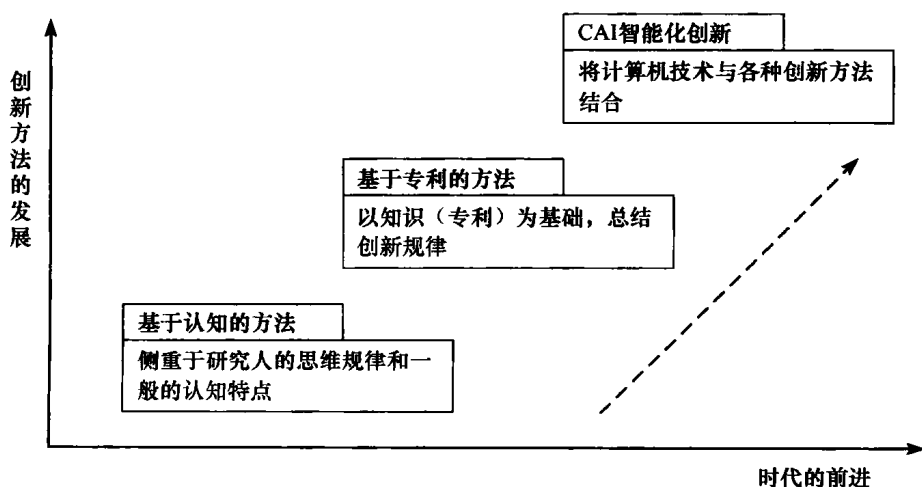


图 1-2 创新设计方法的发展

## 第四节 面向制造业的技术创新方法

试凑法是解决问题的传统方法之一。查尔斯·固特异（Charles Goodyear）发明硫化橡胶（即制造橡胶）的方法是试凑法的典型案例。查尔斯·固特异的一生只解决了一个难题，对于他而言，要获得“发明的技巧”，他一次生命的时间远远不够。实际上，甚至在解决这一个问题的时候他也是非常幸运的，大多数研究者在解决类似的难题时，往往用了一生的时间也没有任何结果。传统的方法还包括 635 法、陈列法、戈登法等。传统的方法从“问题”到“解”的路径长，不易找到理想的解，如图 1-3 所示。

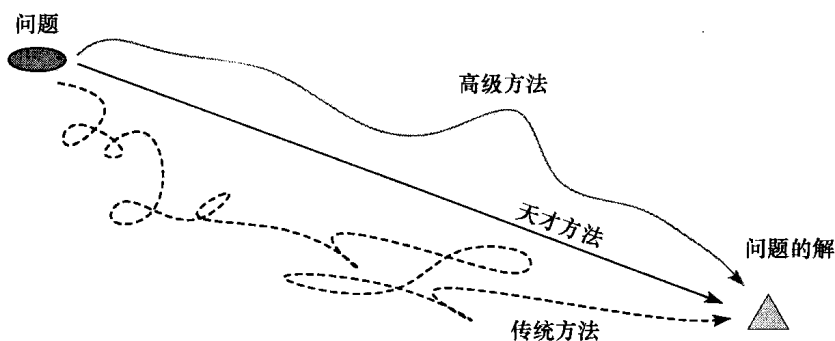


图 1-3 问题解决的三条路径

图 1-3 中有三条路径，分别是传统方法、天才方法、高级方法所获得解得路径。天才方法是指设计者是天才，无论什么问题，总能找到解决这个问题的捷径，不走弯路，获得问题的答案。另一条路径是采用高级方法所获得解的过程，该类方法路径虽然存在曲折，但在一定范围之内，是制造业企业研发人员应该掌握的方法。发明问题解决理论（TRIZ）是目前应用效果较好的一种高级方法。

技术创新方法处于进化状态，今天研发人员经常采用的方法不能代表未来还经常被采用，为了适应复杂产品创新的需要，新的技术创新方法不断诞生。新方法的诞生与不合时宜的方法的淘汰都是不可避免的。

## 第五节 经典的设计理论

设计是人类的基本实践活动，进入 20 世纪 60 年代后，产品设计理论的研究得到了极大的发展。产品设计方法学是研究产品设计的过程、规律，以及设计中思维和工作方法的一门综合性学科。

设计方法学的研究结果包括设计理论与设计方法。设计理论是研究产品设计

过程的系统行为和基本规律，设计方法是产品设计的具体手段。

目前的产品设计问题一般表述为以经验为基础的演绎、归纳的设计过程。设计是从需求出发寻求设计出的产品解的过程，研究设计理论的目的在于发展新一代用计算机可帮助产品设计人员高效率与高质量地寻求设计解的技术。

通过对有关设计方面的文献资料的综合与分析，现代产品设计理论与方法的研究主要集中在以下三个方面：设计本质的研究、设计过程的研究、设计技术的研究，如表 1-2 所示。通常一种设计理论涉及多个研究主题。

表 1-2 现代设计理论与方法的研究

研究主题	研究内容
设计本质的研究	侧重于从哲学与认知的角度对人类设计活动的认知模型研究，探讨设计活动的本质。例如，日本东京大学的吉川弘之提出了通用设计理论（General Design Theory），研究总结了人类设计过程，提出了反映设计本质的三个公理。山东大学黄克正教授提出了分解重构理论（Principle of Decomposition and Reconstitution），指出新发明（设计）的本质是现实世界的分解和重新组合构造
设计过程的研究	研究设计活动进行的步骤与方式，可分为描述型与规定型两类。描述型过程模型对设计过程中可行的活动进行描述，强调求解的思路，如 French 的四阶段进程。规定型过程模型规定设计过程所必需的活动，规定出较好的活动模式，如 Koller 提出的四阶段进程及 Cross 设计进程
设计技术的研究	针对产品设计过程的某些阶段或某些方面研究其具体实现的方法。目前该方面的研究主要涉及设计的基本理论与技术、设计过程某阶段的研究、设计方法及 DFX 设计等方面。例如，并行设计、系统设计、功能设计、价值工程、虚拟现实、仿真技术、人工智能理论、概念设计、公差设计、参数化设计、优化设计、田口设计方法、绿色设计、设计自动化等

目前有代表性的设计理论方法主要有如下几种。

### 1. 质量功能配置（Quality Function Deployment, QFD）

为了缩短产品设计周期，设计者应十分清楚用户对待设计产品的要求，根据用户要求明确设计要求，以此作为设计的出发点。QFD 通过质量屋（House of Quality, HOQ）建立用户要求与设计要求之间的关系，并可以支持设计及制造全过程。它是一种将用户需求整机特性、零部件特性、工艺要求、制造要求的多层次演绎的分析方法。QFD 的核心思想是从产品开发的可行性分析研究到产品的生产都是以用户的需求为驱动，强调用户需求明确的转化为产品开发管理者、设计者、制造工艺部门，以及生产计划部门等有关人员均能理解的各种具体信息，从而保证企业最终生产出符合用户需要的产品。

QFD 是日本的 Akao 于 1966 年提出的，经过不断完善，成为全面质量管理中的设计工具。在概念设计阶段中，HOQ 给出了待设计产品明确的设计要求，但是并没有给出实现这些要求的具体方法与规则。

## 2. 公理化设计 (Axiomatic Design, AD)

美国麻省理工学院机械工程系 Nam P. Suh 等学者自 1990 年来对设计理论进行了系统的研究, 提出了设计公理体系。AD 的出发点是将传统上以经验为主的设计, 建立成以科学公理、法则为基础的公理体系。设计的问题域看做顾客需求域 [CA<sub>s</sub>]、功能域 [FR<sub>s</sub>]、物理域 [DP<sub>s</sub>]、过程域 [PV<sub>s</sub>] 四个依次通过映射机制相联系的问题域概念模型。应当提及的是, 此通过映射机制如从功能域映射至物理域的定义为

$$[\text{FRs}] = [\text{A}][\text{DPs}]$$

式中, A 为设计矩阵, 表示产品设计的特征。

在公理化设计体系中, 其主要贡献在于提出公理抽象本身推进了设计研究的深化。AD 提出了两个基本公理, 其余的公理、法则均由两个公理衍生而得, 此两个公理为:

① 独立性公理。保持功能需求的独立性, 功能需求是满足设计目标的独立性功能需求的最小数目。

② 信息公理。使设计信息内容最小化, 信息内容定义为满足给定 FR 的可能性。

在满足独立性公理的设计中, 具有最大的成功可能性的设计为最佳的设计。在 AD 体系中对于如何确定每个域的特征参量, 确定设计矩阵 [A] 和减少信息量以建立健壮的设计过程, Nam P. Suh 给出了实现设计流程的概念系统结构图。目前该原理系统结构仅能实现综合与控制, 满足独立性公理的设计过程。这个概念结构图中包括三类基本单元结构: 综合器、控制器及反馈器。AD 基本上是一种概念上的表达, 距离完善的理论体系和实用尚有很大的距离, 但 AD 表明了一种关于设计的考虑。

## 3. 通用设计理论 (General Design Theory, GDT) 与泛设计理论 (Universal Design Theory, UDT)

日本东京大学人造物工程研究中心吉川弘之等自 20 世纪 70 年代起研究提出 GDT, 主要通过用数学形式来表达设计过程, 处理人类思维活动领域内设计表示为知识处理的概念模型。他们认为 GDT 不仅是设计的理论, 还是关于设计知识的抽象的理论。

基于 GDT, 1998 年 5 月 Karlsruhe 会上又提出了一个精细设计过程模型, 以改进 GDT 原先对实际设计过程描述的不足。在这个模型中, “设计” 定义为完成技术规格书的过程。设计过程的开始, 根据功能、行为状态、属性以确定设计目标的技术规格书, 随着设计过程的发展, 技术规格书不断精确化, 成为稳定

的、完整的和可行的最终产品定义。精确化的演绎过程用一个元模型的映射机制以建立需求、功能、物理等多模型的问题域。基于上述基本理论方法，提出了一个技术实现的知识处理的工程框架。GDT 学者主要兴趣在于研究设计活动的认知问题，对于工程问题的表达则难以处理。

德国 Karlsruhe 大学计算机应用设计与生产研究所的学者 H. Grabowski 教授认为德国的目标不仅在于寻求较低廉的成本生产产品，更重要的是使德国生产别人不能生产的产品，因而创造发明的产品就是德国企业经常性的行为。他们提出泛设计理论（UDT），研究结构化表达设计过程的方法，以奠定实现新一代计算机辅助设计技术系统的理论前提，并开发了一个原理性的演示系统。其目的在于探求设计过程是如何组织的，计算机如何能用于支持设计的全过程。

#### 4. Pahl 和 Beitz 的理论

普适设计方法学（Comprehensive Design Methodology）建立了设计人员在每一设计阶段的工作步骤计划，这些计划包括策略、规则、原理，从而形成一个完整的设计过程模型。一个特定产品的设计可完全按该过程模型进行，也可选择其中一部分使用。

该方法中，概念设计阶段的核心是建立待设计产品或技术系统的功能结构。产品首先由总功能描述，总功能可分解为分功能，各分功能可一直分解到能实现为止。该理论所给出的建立功能结构的方法是一种基于经验的方法，没有太多的规则可以遵循，对于经验不足的设计人员，或有一定的设计经验，但经验中知识含量不高的设计人员，该理论不一定有效。

## 第六节 发明问题解决理论

创新是人类文明进步的动力，是技术和经济发展的原动力，设计的本质是革新和创造，强调创新设计是要求在设计中更充分发挥设计人员的创造力，利用最新科技成果，在现代设计理论和方法的指导下，设计出更具有竞争力的产品。

在心理学和行为科学的基础上，人们研究了许许多多创新思维的方法，如头脑风暴法、奥斯本验核表法、类比法、仿生联想法等。这些方法的优点是易于产生大量的创造性想法。但其缺点也十分突出，其产生的创造性想法的可靠性或者说可实现性较差，不易获得最优解，问题求解的效率低。

以心理学和行为科学为基础的创新思维方法之所以有这种弊端，是因为其缺乏工程设计知识基础。而 TRIZ 理论是建立在大量专利分析的基础上，具有较强的工程实践性，是各行业发明问题解决方法的经验总结，逻辑性好。经过近 60 年的发展，TRIZ 在世界范围内取得日益广泛的应用。实践证明，TRIZ 是解

决发明问题的强有力的方法学。因此，本书选择 TRIZ 理论作为创新设计方法。

TRIZ 是俄语“发明问题解决理论”的缩写，其研究始于 1946 年，前苏联著名发明家 G. S. Altshuller 领导的研究机构分析了世界近 250 万件高水平的发明专利，并综合多学科领域的原理和法则后，建立起 TRIZ 理论体系。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。TRIZ 是基于知识、面向人的发明问题系统解决方法学，且适用于各行业。

TRIZ 理论认为，任何领域的产品改进、技术变革、技术创新和生物系统一样，都存在产生、生长、成熟、衰老、灭亡的过程，是有规律可循的。TRIZ 正是这些规律的综合。运用该理论，可加快人们创造发明的进程。经过近 60 年的发展，TRIZ 理论在前苏联、日本及欧美各国广泛应用。

常用的 TRIZ 理论问题解决工具如下。

### 1. 冲突矩阵

TRIZ 理论总结出用于解决技术冲突的 40 条通用发明原理，并为了冲突描述的标准化总结出 39 个通用工程参数。

冲突矩阵是一个  $40 \times 40$  的矩阵，其中第 1 行和第 1 列为顺序排列的标准工程参数序号。除第 1 行和第 1 列，其余 39 行和 39 列形成一矩阵，其元素为一组数字或为空，这组数字代表解决相应冲突的发明原理序号。运用冲突解决矩阵时，首先针对具体问题确定技术冲突，然后将该技术冲突采用标准的两个工程参数进行描述，通过标准工程参数序号在冲突矩阵中确定可采用的发明原理。

### 2. 分离原理

分离原理为物理冲突提供解决方法。通常，分离原理有四种形式：①空间分离；②时间分离；③基于条件的分离；④整体与局部的分离。

### 3. 76 个标准解

物质—场分析法（S—F 分析法）是 TRIZ 理论的基础，其指出一个存在的功能必定由三个基本元件组成（两种物质和一种场）。物质可以是任何形式的零件，场是一种能量形式，如图 1-4 所示。

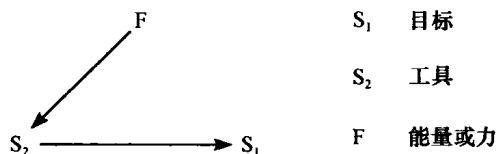


图 1-4 物质—场分析法模型



基于物质—场分析法在不同领域的分析与应用，Altshuller 总结了不同领域的问题解决的通用标准条件及标准解法，这些标准解法共有 76 个，即 76 个标准解。76 个标准解共分为 5 类：①不改变或少量改变以改进系统（13 个解）；②改变系统（23 个解）；③系统传递（6 个解）；④检测与测量（17 个解）；⑤简化与改进策略（17 个解）。

#### 4. 理想解

TRIZ 的一个基本观点是，任何系统都向其理想解方向进化，理想状态不断增加。理想状态（Ideality）定义为

$$\text{Ideality} = \frac{\text{所有有益作用}}{\text{所有有害作用}}$$

理想解即消除了所有有害作用，充分发挥有益作用的解决方案。理想解实际是不存在的，当技术系统越接近理想解，其成本越低、效率越高，系统的现有资源利用率越高。

#### 5. ARIZ 算法

ARIZ 是为复杂问题提供简单化解决方法的逻辑结构化过程，是 TRIZ 的核心分析工具。ARIZ 有多个版本，差异在于设计步骤数目的不同。以下是 ARIZ-77 的设计步骤。

第一步：选择问题。

第二步：建立问题模型。

第三步：分析问题模式。

第四步：消除物理矛盾。

第五步：初步评价所得解决方案。

第六步：发展所得答案。

第七步：分析解决进程。

其中，每一步又有详细的解决问题的步骤和推理程序。

#### 6. 产品技术进化理论

产生、生长、成熟、衰老、灭亡是事物发展的一般规律。自然界、人类社会总处于不断变化之中。TRIZ 理论指出，技术系统也有自身的进化规律。任何技术的发展历程均可以分为四个阶段，即婴儿期、成长期、成熟期、退出期，如图 1-5 所示。

产品进化的实质是产品核心技术从低级向高级变化的过程。TRIZ 的产品技术进化理论有多个版本，其中“直接进化论”提供了 8 种进化模式。