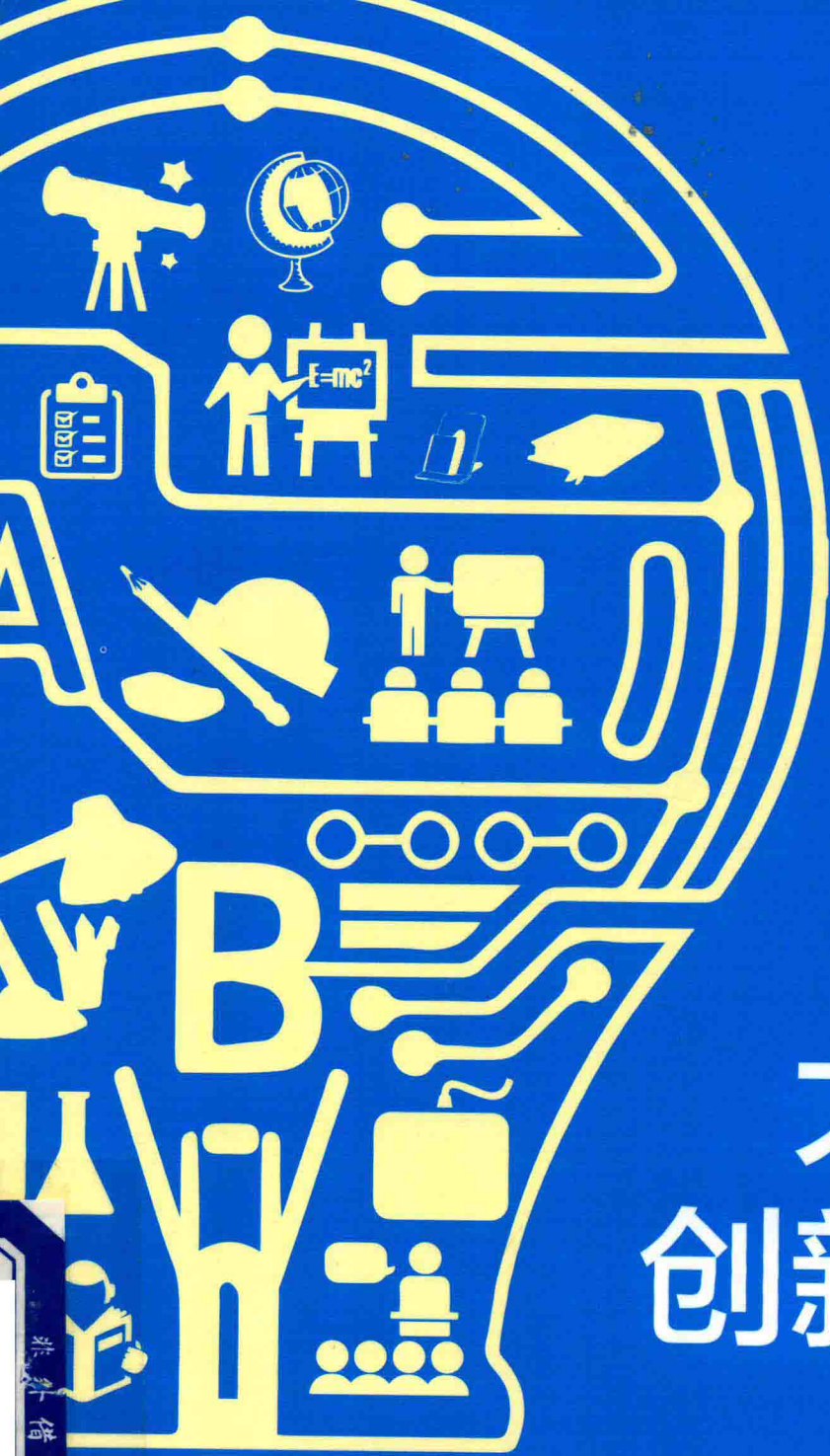


高等学校创新创业系列



大学生 创新方法

主编 罗玲玲

为你带来全新的思维方式，
引爆思考的革命，
迎接创新的无限可能！

高等教育出版社

高等学校创新创业系列



大学生 创新方法

主 编 罗玲玲

赵新军 李大鹏 吴俊杰

为你带来全新的思维方式，
引爆思考的革命，
迎接创新的无限可能！

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是教育部高等学校创新方法教学指导分委员会承担的科技部创新方法工作专项“大学生创新创业方法训练体系构建与应用示范”(2015IM040200)项目的系列成果之一。全书共分四部分:第一部分绪论(第一章),第二部分TRIZ方法(第二至六章),第三部分其他发明方法(第七、八章),第四部分创新方法与大学生创新实践的结合(第九至十一章)。

本书主要介绍TRIZ创新方法,包括TRIZ理论体系、TRIZ创新思维、资源分析、技术矛盾和物理矛盾概念、发明原理及分离原理、物场模型分析等内容。同时,本书还介绍了等价变换方法的原理、变换合成的思想,以及等价变换方程式和变换合成方法等内容。

本书为大学生创新方法的教育教学提供支撑。通过本书学习,学生能系统了解以TRIZ创新方法为主的复杂性、专业性的创新方法,掌握创造性解决问题的基本程序、技巧和工具,将创新方法运用于专业课程设计、大学生创新创业训练计划和大学生科技竞赛项目中,提升创造性解决问题的能力,提高技术发明成功率。

本书配套大量数字化教学资源,包括主要知识点的扩展阅读、思考与练习题答案及部分教学视频。本书可作为高等学校创新创业教育的教学用书,以及参与创新创业训练计划和科技竞赛培训的参考用书,也可为各行各业有志于创新和发明的人士提供学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学生创新方法 / 罗玲玲主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2017.12

高等学校创新创业系列

ISBN 978-7-04-048893-7

I. ①大… II. ①罗… III. ①大学生-创造教育-高等学校-教材 IV. ①G640

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第280340号

大学生创新方法

DAXUESHENG CHUANGXIN FANGFA

策划编辑 元方

责任编辑 元方

封面设计 李树龙

版式设计 李树龙

插图绘制 杜晓丹

责任校对 张薇

责任印制 田甜

出版发行 高等教育出版社

咨询电话 400-810-0598

社址 北京市西城区德外大街4号

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100120

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

印刷 北京信彩瑞禾印刷厂

网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>

<http://www.hepmall.com>

<http://www.hepmall.cn>

开本 787mm×1092mm 1/16

版次 2017年12月第1版

印张 20.25

印次 2017年12月第1次印刷

字数 400千字

定价 38.00元

购书热线 010-58581118

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 48893-00

大学生 创新方法

主编 罗玲玲

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/1250942>, 或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录, 进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号 (20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮, 开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制, 部分内容无法在
手机端显示, 请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题, 请发邮件至 abook@hep.com.cn。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/1250942>

本书得到了教育部高等学校创新方法教学指导分委员会的大力
支持及科技部创新方法工作专项“大学生创新创业方法训练体系构
建与应用示范”(2015IM040200)项目的资助。

本书编写人员

主 编：罗玲玲

副主编：赵新军 李大鹏 吴俊杰

成 员：(以姓氏笔画为序)

于 凯 王海燕 王 滨 史 波 冯 林

朱瑞富 刘 武 刘甜甜 李 泉 杨伯军

张建辉 张 崴 陈 光 周贤永 钟 莹

梁洪力 葛 杨 谢燮正

前言

创新是一个国家发展的动力，是人类社会进步的源泉。21世纪是知识经济占主导地位的时代，对创新创业型人才的呼唤使人们比以往任何时候都更加关注创新创业教育。随着我国创新型国家体系建设的不断深入，我国高校创新创业教育面临着新的挑战，需要培养大量具有创新精神、创业意识和创新创业能力的新型人才。在2015年的政府工作报告中，李克强总理提出了“大众创业、万众创新”的号召。同年5月，国务院办公厅印发的《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》提出，到2020年建立健全创新创业课堂教学、自主学习、结合实践、指导帮扶、文化引领融为一体的高校创新创业教育体系，人才培养质量显著提升，学生的创新精神、创业意识和创新创业能力明显增强，投身创业实践的学生显著增加。

创新创业教育以培养具有创新精神、创业意识和创新创业能力的人才为目标，创新方法教学是创新创业教育的重要手段和内容之一，涉及科学思维、科学方法和科学工具等内容。创新方法教学工作是创新创业教育的重要组成部分，是加强创新创业人才培养的重要基础。推动高校创新方法的应用实践工作、构建高校创新方法培养体系势在必行。2013年5月，教育部成立了高等学校创新方法教学指导分委员会，负责开展全国高校创新方法教学的研究、咨询、指导、评估和服务等工作。2015年，作为教指委一项重要工作，同济大学牵头，大连理工大学、东北大学、山东大学、中国科学院大学、西南交通大学、哈尔滨工程大学、河北工业大学、浙江工业大学、沈阳师范大学等高校共同参与申报并获批科技部创新方法工作专项“大学生创新创业方法训练体系构建与应用示范”（2015IM040200）项目。在该项目的支持下，教指委提出了面向学生的三层次《大学生创新方法训练及应用基本要求》，编制了大学生创新方法应用能力等级规范国家标准（分初、中、高三个等级）（报批稿），并组建了编写团队，着手编写出版高等学校创新方法系列教材。其中《大学生创新基础》是面向大学生的通识课程教材，培养学生的创新思维，让学生了解基本的创新方法；《大学生创新方法》让大学生系统地掌握创新方法，能够运用创新方法解决简单问题；《大学生创新实践》面向大学高年级学生及研究生，让学生掌握比较复杂的创新方法，能够运用创新方法解决较复杂的实际问题。

本教材为系列教材的第二本，通过本教材学习，学生能系统了解以TRIZ创新

方法为主的复杂性、专业性的创新方法，掌握创造性解决问题的基本程序、技巧和工具，将创新方法运用于专业课程设计、大学生创新创业训练计划和大学生创新竞赛项目中。

本教材共分十一章，各章主要内容如下：第一章介绍TRIZ发展史、TRIZ方法论和TRIZ解题流程；第二章重点介绍TRIZ创新思维及其技法应用，以及资源分析的方法；第三章讨论技术矛盾及其解决方法；第四章介绍物理矛盾及相关理论与方法；第五章讨论物场模型分析方法；第六章是40个发明原理的综合拓展应用简介；第七章介绍等价变换方法；第八章讨论一种从设计方法中总结出来的创新方法——变换合成方法；第九章讨论创新方法融入课程设计的过程；第十章讨论创新方法与大学生创新创业计划的结合；第十一章讨论如何在科技竞赛中运用创新方法。

本教材编写分工如下：第一章梁洪力、王海燕，第二章冯林、张崴、李大鹏、赵新军，第三章周贤永、陈光，第四章赵新军、钟莹，第五章杨伯军、张建辉，第六章刘武，第七章王滨，第八章谢燮正、王滨，第九章葛杨、于凯，第十章史波、于凯，第十一章刘甜甜、李泉、朱瑞富。罗玲玲审阅了全部书稿，赵新军、李大鹏、吴俊杰审阅了部分书稿，并参与了格式的修改。

本教材在编写过程中参考了大量专家学者的文献和研究资料，除参考、选取了列举于书后“参考文献”中的部分内容外，还参考了其他著作、书籍、报刊及网络资料，吸收了其中不少有益的见解和精彩的案例。在此一并表示感谢！限于水平和时间，书中难免有疏漏之处，敬请各位专家、老师和同学不吝赐教。

编 者

2017年8月

目 录

第一章 绪论

- 第一节 引言 / 4
- 第二节 TRIZ 发展史 / 6
- 第三节 创新方法学习指南 / 21
- 思考与练习 / 22

第二章 TRIZ 创新思维与方法

- 第一节 TRIZ “思维桥” / 28
- 第二节 最终理想解 / 30
- 第三节 九屏幕法 / 37
- 第四节 尺寸 - 时间 - 成本 (STC) 法 / 41
- 第五节 金鱼法 / 44
- 第六节 聪明小人法 / 48
- 第七节 TRIZ 的资源分析 / 53
- 思考与练习 / 58

第三章 技术矛盾及其解决方法

- 第一节 技术矛盾 / 65
- 第二节 通用工程参数 / 72
- 第三节 矛盾矩阵 / 78
- 第四节 解决技术矛盾的步骤 / 81
- 第五节 案例分析 / 83
- 思考与练习 / 90

第四章 物理矛盾及其解决方法

- 第一节 物理矛盾 / 95
- 第二节 物理矛盾与技术矛盾 / 98
- 第三节 解决物理矛盾的步骤 / 100
- 第四节 解决物理矛盾的分离原理方法 / 103

第五章 物场分析方法

- 第一节 物场分析及其模型 / 121
- 第二节 物场模型的分类 / 128
- 第三节 物场模型变换 / 131
- 第四节 物场分析方法的应用流程 / 133
- 第五节 标准解 / 134
- 第六节 案例分析 / 137
- 思考与练习 / 140

第六章 40 个发明原理的综合拓展应用

- 第一节 基于功能的发明原理分类及应用 / 144
- 第二节 40 个发明原理在管理领域的应用 / 148
- 第三节 40 个发明原理的拓展 / 156
- 思考与练习 / 163

第七章 等价变换方法

- 第一节 等价变换理论及模型 / 168
- 第二节 等价变换方法的运用流程 / 172
- 第三节 等价变换方法的辅助工具 / 179
- 思考与练习 / 185

第八章 变换合成方法

- 第一节 变换合成方法概述 / 190
- 第二节 变换合成方法的程序和变换合成规律 / 194
- 第三节 变换合成方法的辅助工具 / 203
- 第四节 变换合成方法的运用案例 / 210
- 思考与练习 / 212

第九章 创新方法与课程设计

- 第一节 课程设计的完成方法和创新要求 / 217
- 第二节 以问题为中心的课程设计 / 220

第三节 创新方法如何融入课程设计 / 231

第四节 创新方法应用案例分析 / 237

思考与练习 / 242

第十章 创新方法与大学生创新创业训练计划

第一节 大学生创新创业训练计划 / 246

第二节 基于项目的学习 / 253

第三节 创新方法融入大学生创新创业
训练计划 / 256

第四节 创新方法应用案例分析 / 259

思考与练习 / 277

第十一章 通过科技竞赛掌握创新方法

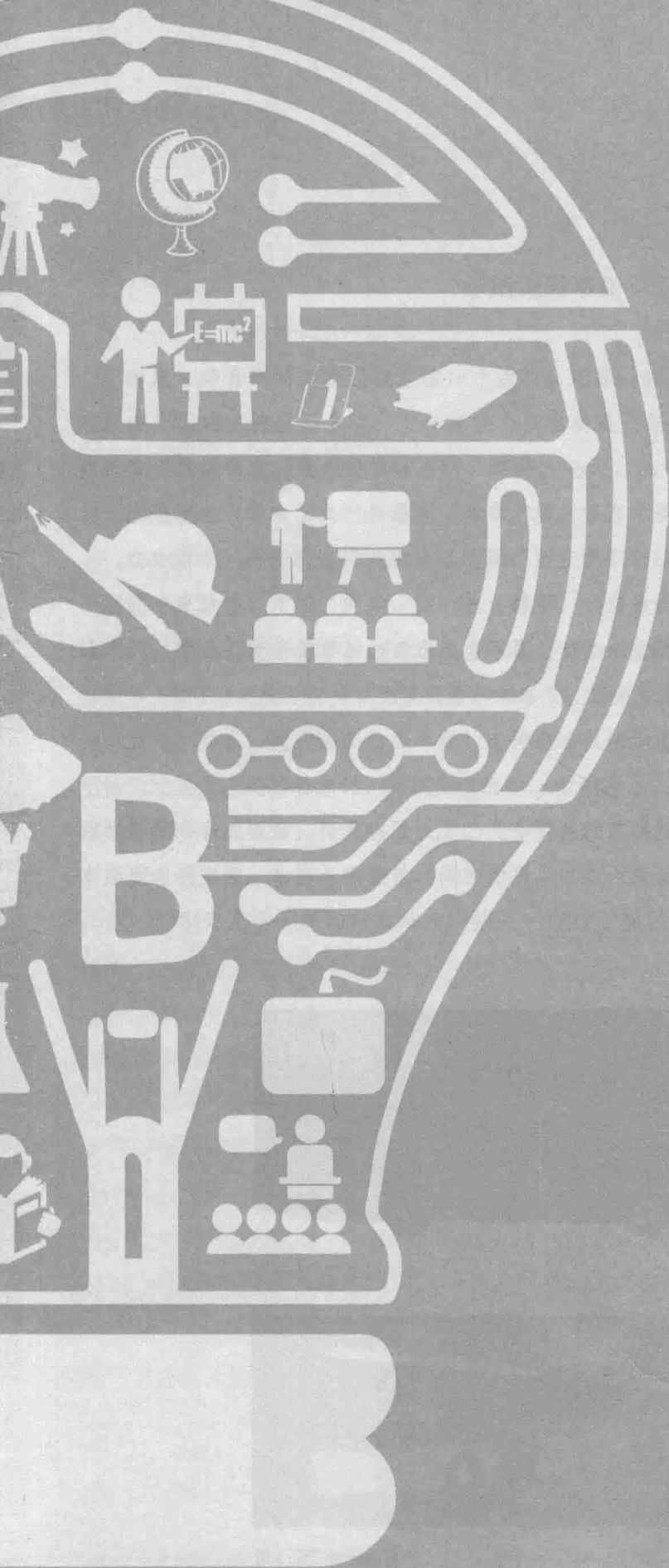
第一节 大学生科技竞赛简介 / 283

第二节 如何运用创新方法解题和设计 / 287

第三节 创新方法应用案例分析 / 293

思考与练习 / 308

参考文献 / 310



第一章 绪论

矛盾无时不在

清晨一睁开眼睛，我们就面临一个矛盾：起床，还是再睡一会儿？起床的理由有很多，上班、送孩子上学、上午有一个报告要提交等。再睡一会儿的理由可能是昨天晚上加班很晚、夜里没有休息好，等等。总之，从一睁开眼睛面临第一个矛盾，到闭上眼睛进入梦乡，我们会遇到一系列矛盾，甚至矛盾也会进入梦里。

在生活中，不同的选择就构成了矛盾；而在我们创造的系统中，系统不同，参数之间的冲突就构成矛盾。例如，在一些大都市，公交系统非常繁忙，尤其是上下班高峰期间。那么，能否把单层公交车改为双层公交车或者是三层公交车呢？这样的高层公交车（图1-1）就可以搭载更多数量的乘客了。但是双层或高层公交车在转弯时很难保持稳定，那么，能否加长公交车呢？这样也可以增加搭载乘客的数量，但其操控性不佳，尤其是在道路转弯时，如图1-2所示。由此可见，虽然加高或加长公交车可以增加搭载乘客的数量，但是也降低了公交车稳定性或操控性指标，也就是引发了公交车高度与稳定性、长度与操控性之间的矛盾。这些矛盾该如何处理呢？是妥协，还是二选一？作为发明问题的有效解决方法——TRIZ，提供了很多彻底化解类似矛盾的方法。

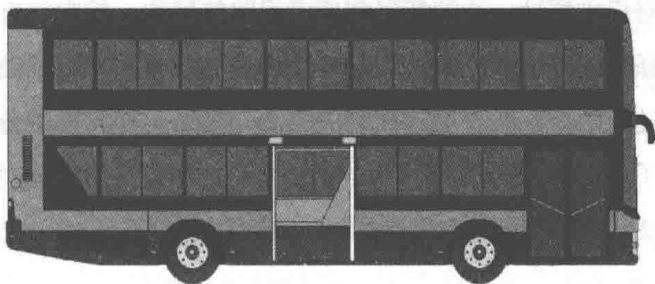


图1-1 双层公交车



图1-2 加长公交车

第一节 引言

很长一段时间以来，人们认为发明创造是“智者”的专利，是灵感爆发的结果。从人类发明史来看，绝大多数发明创造都经历了漫长的过程和无数次失败，最终才获得成功，整个过程没有明确的思路 and 方向指引，就如同在黑夜里摸索前行。爱迪生在发明电灯的过程中，为寻找合适的灯丝，试验了数千种材料；为试制一种新的蓄电池，失败了八千多次。爱迪生有一句名言：“天才，百分之一是灵感，百分之九十九是汗水。但那百分之一的灵感是最重要的，甚至比那百分之九十九的汗水都要重要。”这句名言往往被人们用来形容发明创造的不易，以及灵感在发明创造中的关键作用。在人们的意识中，发明创造具有很大的随机性，依赖于发明人的知识和耐力，需要不断尝试不同的方法。为此，很多人认为“发明创造没有方法可循”，如马赫、罗素、维特根斯坦、波普尔等学者认为，发明创造主要靠天才的灵感和非逻辑思维，不存在可以遵循的创新技法。

发明创造真的没有规律和模式吗？真的没有方法吗？事实上，人们也从未停止对发明创造规律和方法的探寻，在长期的探索过程中，形成了用于创新者个体创新的联想法、形态分析法、信息交合法、迁移法、侧向法、反向探索法、检核表法等，以及用于群体创新的头脑风暴、综摄法、六顶思考帽、专家调查法、综合集成研讨法等创新方法。据不完全统计，这样的创新方法大概有上千种，其目的大多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，其中绝大多数方法是“扩大范围，尝试选择”的以量取胜方法，其本质是建立在发散思维基础上的“试错法”，即在解决问题的过程中，不断思考寻找解决办法，不断选择和尝试各种方案。

图1-3解释了试错法搜寻解决方案的过程。一个发明者在面临待解决的“任务”时，并不清楚正确的解决方案在哪里，甚至不清楚下一步该如何做，一个很自然的做法是从自己熟悉的专业领域、经验或习惯出发，这就是心理惯性^①方向（psychological inertia vector, PIV），先产生一定的概念，并按照概念的方向进行思考。当发现概念不完全正确时，搜寻解决方案的工作已经走到一个完全错误的方向上，发明者只好重新回到任务的出发点，调整研究思路，开发一个新的概念，再次进行搜

① 心理惯性是一种思维活动，指一个人按照熟悉的、既定的方式进行思考，反映了一个人对环境的适应程度。心理惯性往往由多种因素造成，如担心脱离自己的专业领域进入一个未知的世界，也可能是担心思维过于跳跃而显得荒唐等。

索。试错法就是这样一个不断重复“如果……会……”的思考过程。

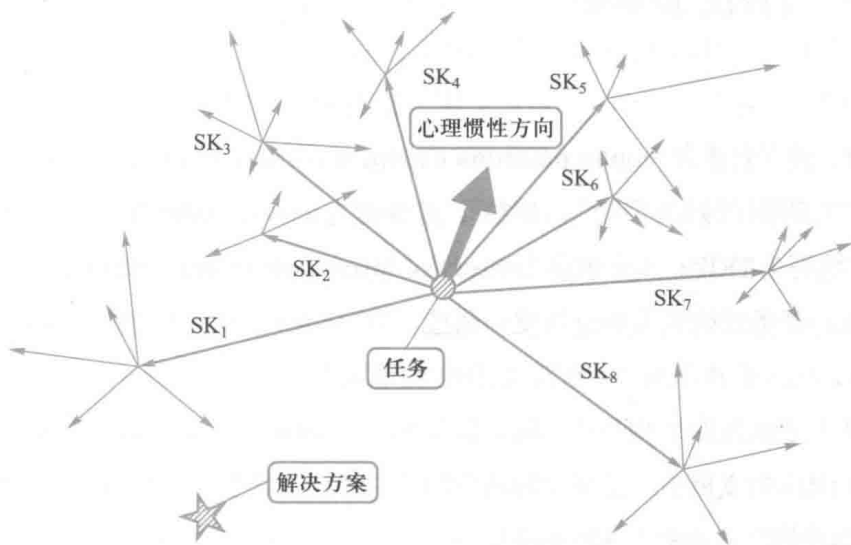


图 1-3 试错法搜寻解决方案示意图

图 1-3 中箭头方向就是解决问题的方向，其不同的指向代表寻找解决方案的不同尝试，指向比较密集的方向就是心理惯性方向，即从前经验的方向，但有时心理惯性方向反而阻碍了解决方案的产生，这也正是试错法效率低的根本原因。

当要解决的问题不是很复杂且可行方案的个数并不多时，比如只有几十种，试错法非常有效；但是当解决比较复杂的问题时，运用试错法会浪费大量的精力和时间，而且常常找不到解决方案。长期以来，提高这一效率的方法主要是依靠增加人力来弥补。所要解决的问题越复杂，就需要进行更多的试验，就会有更多的人参与到问题解决的工作中去。根里奇·阿奇舒勒曾经这样形容试错法：试错法就像是有一千个人挖掘不同的沟渠，但挖掘的原理仍然是一样的。一个独立的发明者或探索者，通过使用良好的方法，可能比“一组矿工”工作更有效。^①

阿奇舒勒认为，试错法与现代科学技术的发展要求不相适应，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。他一直坚信，发明创造的基本原理是客观存在的，这些原理不仅能被发现，而且还能被整理成一套理论，掌握该理论的人既能提高发明的成功率、缩短发明的周期，还能使发明问题具有可预见性，这套理论就是一整套体系化的、实用的解决发明问题的方法——TRIZ。

① 迈克尔 A 奥尔洛夫. 用 TRIZ 进行创造性思考实用指南 [M]. 陈劲, 朱凌, 郑尧力, 译. 北京: 科学出版社, 2010.

第二节 TRIZ发展史



扩展阅读 1-1
TRIZ之父：根里奇·阿奇舒勒

TRIZ，俄文表述为 теория решения изобретательских задач，缩写为“ТРИЗ”，翻译为“发明问题解决理论”；用拉丁文表述为 teoriya resheniya izobreatatelskikh zadatch，缩写为 TRIZ；英文说法为 theory of inventive problem solving，缩写为 TIPS。TRIZ 的核心任务是研究人类进行发明创造、解决问题过程中所遵循的科学原理和规律。目前，我国将其译为“萃智”，我国台湾地区译为“萃思”。

TRIZ 由苏联发明家根里奇·阿奇舒勒创立于 1946 年，阿奇舒勒被称为 TRIZ 之父。回顾 TRIZ 的发展史，呈现出鲜明的阶段性特征，其发展历程可用表示技术系统发展的“S 曲线”来表示（见图 1-4）。

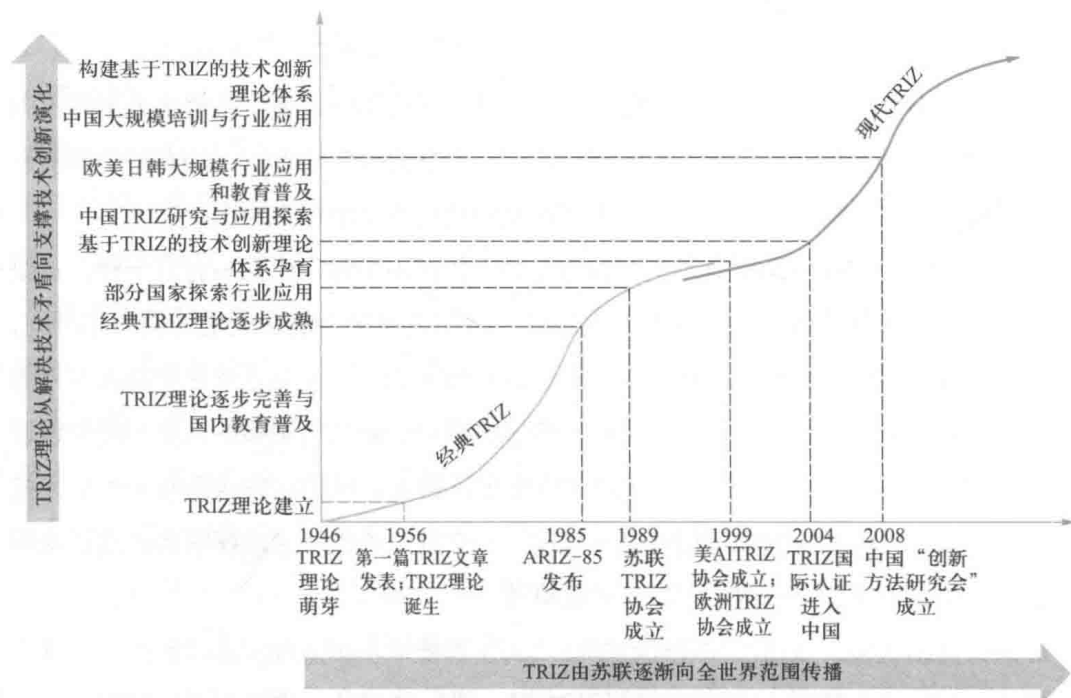


图 1-4 TRIZ 的发展与演化

一、经典 TRIZ 的发展

从 1946 年到 20 世纪 90 年代初的近半个世纪里，经典 TRIZ 经历了从产生到发展、再到成熟的整个过程，如图 1-4 中第一条 S 曲线所示。

1. 经典TRIZ的婴儿期

1946年,以苏联海军专利部阿奇舒勒为首的专家开始对数以百万计专利文献进行研究,关注高效的发明创造解决方法与无效的解决方法的不同特征,以及隐藏在发明背后的规律。研究发现,每个发明创造问题至少包含一个技术矛盾,只要能够解决最根本的技术矛盾,发明问题便能得到解决,技术系统也能沿着自身的进化路线继续发展。同时,阿奇舒勒还发现一些发明家虽然偶然解决了技术矛盾,但未对这一经验进行总结,在遇到新问题时依然不会想到寻找和提取包含在问题中的矛盾。基于这些发现,阿奇舒勒1956年在《心理学问题》杂志上发表了第一篇TRIZ论文《发明创造心理学》,并提出技术进化理论,标志着TRIZ的诞生。

2. 经典TRIZ的成长期

1959年,为帮助所有发明者找到一种解决发明问题的流程,阿奇舒勒正式提出发明问题解决算法(algorithm for inventive problem solving, ARIZ-58),他强调这个算法应该对发明任务进行连续分析,以界定、调查和消除技术矛盾,这一过程并不能代替知识与能力,但能防止许多错误的发生,并为解决发明问题提供良好策略。这之后,TRIZ进入快速发展期。1961年,第一本TRIZ书籍《如何学会发明》出版;1977年,物场分析模型和效应知识库^①被提出;1979年,分离原理被提出;1980年,第一届TRIZ大会在苏联Perestroika召开,自此TRIZ开始引起大众的关注,TRIZ从专家的研究应用走向教育普及。在阿奇舒勒的倡导下,与TRIZ有关的培训学校开始设立,其中,1982年Boris Zlotin和Alla Zusman在Kishinev创办了TRIZ技术学校最为有名。该学校专门教授TRIZ方法学,并为工业企业提供TRIZ咨询,培养了大量学生,出版9本TRIZ著作,对集成TRIZ方法、工具和积累知识,以及用计算机的方法表示TRIZ起到了重要作用。1985年发明问题解决算法新版本ARIZ-85^②的发布,以及76个标准解法(standard solution)的发布,标志着经典TRIZ的主要工具已基本开发完成。

3. 经典TRIZ的成熟期

从20世纪80年代中期到90年代初是经典TRIZ发展的成熟期。这一阶段,主要研究工作是整合独立开发的各个TRIZ工具,形成经典TRIZ体系。1989年,TRIZ协

① 阿奇舒勒认识到,对于困难的发明问题来说,通过运用物理、化学、几何和其他效应,通常能大大提高解决方案的理想度,易于方案的实施,为此,开发了效应知识库。

② ARIZ采用循序渐进的方法对问题进行分析,目的是揭示、列出并解决各种矛盾。ARIZ的最初版本,如1958年版、1961年版、1971年版和1977年版等,与1985年版差别很大,并且只有几个部分。到1985年,ARIZ已经扩大至六十多个步骤,1995年在ARIZ-85基础上又推出了增强型ARIZ。