



技术创新方法培训丛书

科学技术部

# 寻找创意 TRIZ入门

Explore Creativity: TRIZ Introduction

陈素勤 张 娜 李介玉 译  
王巍巍 高海红 何 谦  
林 岳 史晓凌 审  
门艳玲 校

〔俄〕根里奇·阿奇舒勒  
Genrich Altshuller

405



科学出版社

G305

127

KD00969405



技术创新方法培训丛书

科学技术部

# 寻找创意 TRIZ入门

Explore Creativity: TRIZ Introduction

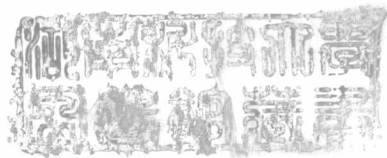
陈素勤 张 娜 李介玉 译

王巍巍 高海红 何 谦

林 岳 史晓凌 审

门艳玲 校

〔俄〕根里奇·阿奇舒勒  
**Genrich Altshuller**



湖南科技大学图书馆



KD00969405

科学出版社

北京

图字：01-2012-8044

## 内 容 简 介

本书是《技术创新方法培训丛书》之一。

许多人都试图了解创造的秘密，但是，只有阿奇舒勒成功地创造了严谨的发明问题解决理论（TRIZ）。在研究了数万项专利和发明后，阿奇舒勒发现了发明的主要规律，并揭示了发明的管理过程。发明过程要求有正确的思维理念，克服思维惯性，追求理想的解决方案，解决任何非标准问题隐藏的矛盾。TRIZ 理论是全世界公认的、用来解决人类活动不同领域内的创造性问题的理论，从结构、设计开始，以广告、管理结束。

本书全面、完整地介绍了 TRIZ 理论。首次引用了 TRIZ 理论的基本工具：发明问题标准解、完整的发明问题解决算法（ARIZ-85B）、解决技术矛盾的创新原理。在发明问题解决理论和需要独立解决的习题的帮助下提出了大量发明创造的方法。

力求提高创新效率的人将会对本书感兴趣，本书不只适合发明家和工程师，还适合企业家、管理人员、从事创新事业的人群，以及大学生及中学生阅读。

Translation from the Russian language edition

Найти идею by G. Altshuller 1986, 2001

Copyright© by U. E. Komarcheva 2007

Chinese edition copyright© by IWINT 2010

### 图书在版编目(CIP)数据

寻找创意：TRIZ 入门（Explore Creativity: TRIZ Introduction）/（俄罗斯）阿奇舒勒（Altshuller, G.）著；陈素勤等译。—北京：科学出版社，2013.1

（技术创新方法培训丛书）

ISBN 978-7-03-036004-5

I. 寻… II. ①阿…②陈… III. 创造学-基本知识 IV. G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 267817 号

责任编辑：李 敏 王 倩 / 责任校对：包志虹

责任印制：钱玉芬 / 封面设计：陈 敬

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>

骏志印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2013 年 1 月第 一 版 开本：B5（720×1000）

2013 年 1 月第一次印刷 印张：15 3/4 插页：2

字数：300 000

定价：68.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

## 《技术创新方法培训丛书》总编委会

**主任** 刘燕华 国务院参事

王伟中 科学技术部副部长

**副主任** 张晓原 科学技术部科研条件与财务司司长

郭日生 中国 21 世纪议程管理中心主任

**委员** (按姓氏笔画排序)

么 厉 马俊如 马晋并 仲伟俊 任定成

孙增奇 严登华 李 普 吴 英 吴学梯

张巧显 张武城 林 岳 周 元 赵 敏

常 影 翟立新 潘晓东 霍 竹 檀润华

## 总 序

2006年2月，国务院发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，纲要中明确提出了建设创新型国家的宏伟战略目标。2007年10月，胡锦涛总书记在党的十七大报告中指出：“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。”为深入贯彻党的十七大精神，落实科学发展观和《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，从源头上推进创新型国家建设，按照温家宝总理在王大珩、叶笃正、刘东生院士《关于加强我国创新方法工作的建议》中“自主创新，方法先行”的批示要求，科学技术部会同国家发展和改革委员会、财政部、教育部和中国科学技术协会，联合启动了创新方法工作。

创新方法是科学思维、科学方法和科学工具的总称，科学思维创新是科学技术取得突破性、革命性进展的先决条件，科学方法创新是实现科学技术跨越式发展的重要基础，而科学工具创新则是开展科学研究和实现发明创造的必要手段。创新方法工作要以思维创新、方法创新和工具创新为主要内容，以机制创新、管理创新和体制创新为主要保障，营造良好的创新环境，建立有利于创新型人才培养的素质教育体系，形成全社会关注创新、学习创新、勇于创新的良好社会氛围，培养掌握科学思维、科学方法和科学工具的创新型人才，培育拥有自主知识产权和持续创新能力的创新型企业，研发具有自主知识产权的科学方法和科学工具，为自主创新战略、建设创新型国家提供强有力的人才、方法和工具支撑。

技术创新方法培训作为创新方法工作面向国民经济和社会发展主战场的重要方面，是传播技术创新方法、推广技术创新工具、增强企业自主创新能力的重点抓手，是提高科技人才创新能力的重要工作。以技术创新方法培训为突破口，传播创新意识和创新方法，推广创新先进手段，培育创新型人才，增强企业自主创



新能力，是建设以企业为主体，产、学、研相结合的技术创新体系的关键所在。因此，2007年8月以来，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，科学技术部进行了技术创新方法培训工作的部署，并在地方申报的基础上，在黑龙江、四川、上海、江苏、浙江、内蒙古等省（自治区、直辖市）推动实施了技术创新方法培训地方试点工作。

培训教材建设是开展技术创新方法培训的基础性工作。必须开发针对性强、实用性强、适应企业技术创新能力建设需求的权威性的培训教材，为技术创新方法培训工作提供有力的支持。2008年2月，在科学技术部科研条件与财务司、政策法规与体制改革司的协调领导下，中国21世纪议程管理中心组织专家启动了《技术创新方法培训丛书》的编写工作。按照《技术创新方法培训教材编制方案》总体框架，系列培训教材分为通用类和专业类两个层面。首批通用类培训丛书主要包括：技术创新方法概论、企业技术创新管理理论与方法、中国技术创新政策、TRIZ入门及实践、六西格玛管理理论及实践案例集等。专业类培训丛书则按制造、电子、农业、材料、能源、环保等不同行业领域分类，建设符合行业技术创新活动特点的专业化教材体系。

“自主创新，方法先行。”创新方法是一项从源头推进自主创新的开创性、长期性和基础性工作。希望《技术创新方法培训丛书》的出版，为全国不同地区开展技术创新方法师资、科技管理人员、企业家和技术研发人员的培训提供标准化的教学参考书，为探索有中国特色的技术创新方法能力建设体系提供经验借鉴。让我们继续解放思想，转变观念，大胆探索，积极实践，以技术创新方法培训作为重要载体，扎实有效地推进创新方法工作，为提升我国的自主创新能力、实现建设创新型国家的宏伟目标作出积极的贡献！

科学技术部 副部长

2008年9月

## 译者序

本书的作者是原苏联的科学家、发明家根里奇·阿奇舒勒。本书的初稿形成于1956年，1957年正式出版。本书以大量的发明专利（证书）作为基础，从而形成独特的创新方法——TRIZ理论，有利于各行各业的学习和研究，并且在实践中得到了验证。作者在原苏联创办了一系列的发明问题解决理论（TRIZ）的培训班，亦在小学多次举办了学习班，从而使TRIZ理论更加深入人心。尤其是从20世纪80年代起，在西方发达国家，TRIZ理论在工商界获得了广泛的研究和应用，各种创新书籍云集。

为了更快地促进国内学者、工商界人士、工程师和大学生学习和研究TRIZ理论，在科学技术部条件与财务司协调领导下，中国21世纪议程管理中心具体组织指导完成了本书的翻译工作。本书的翻译得到了国家创新方法工作专项“技术创新方法辅助创新体系和推广机制研究、培训教材开发及成效评估”项目（项目编号：2008IM030300）的支持。中国21世纪议程管理中心潘晓东处长、张巧显研究员指导和协调了本书的翻译工作。

本书由北京亿维讯科技有限公司组织精英团队基于俄文原著2007年版进行翻译。中国燃气涡轮研究院研究员李介玉、副译审陈素勤和翻译张娜、王巍巍、何谦、高海红等参与了翻译、校对。其中陈素勤完成了本书前言、第一、二、六章的翻译，张娜完成了第三、四、五、七、八、九、十章的翻译，李介玉完成了附录1~3的翻译，王巍巍完成了附录4的翻译，何谦完成了附录5的翻译，高海红完成了作者生平简介及附录6的翻译。另外，李介玉和陈素勤还对全文译稿进行了校对。北京亿维讯科技有限公司林岳、史晓凌对全书译稿进行了审阅，门艳玲、赵岩对本书进行了详尽的后期校对。

在本书的翻译过程中，中国燃气涡轮研究院院长郭昕、党委书记李建榕、档案馆馆长张玉芳、副馆长毛茂华和全体情报翻译人员给予了大力支持，在此致以衷心的感谢！

本书虽经多次校对，仍难免出现不足和疏漏，敬请广大读者批评、指正。

# 前 言

## 追求理想——决无妥协

拿在您手中的是一本关于发明理论的书。该书于 1986 年第一次出版。由于一些特殊原因，该书在第一次出版的 20 年后，在无任何改变的情况下再次出版。尤其是在我们这个不断出现新生事物和批驳旧理论及方法的日新月异时期，特殊原因有很多，不止一条。

第一，发明问题解决理论一点也不过时（但是，老实说，从那个时候到现在它没有大的发展）。世界上许多国家的研究人员多次证明，发明问题解决理论是一种用来解决最棘手的创新问题的工具。该书是关于发明问题解决理论的一本经典之作，也是阿奇舒勒的最后一部作品。该书全面完整地介绍了发明问题解决理论。尽管阿奇舒勒的学生和追随者的工作仍然很有意义，但是不了解 TRIZ 方法的根源，工作也未必能顺利进行。

另外，与上一版本相比，该书进行了大量的补充，主要有发明问题标准解的目录、发明问题解决算法 ARIZ-85B 的完整版、作者自传、某些问题的答案，以及阿奇舒勒的关于怎样创建自己的发明问题解决理论讲座的叙述。该书多年来率先给出了解决技术矛盾的列表（附表 2-1）。

第二，发明问题解决理论——这是“我们的”发明，意指原苏联时期创建的理论。20 世纪七八十年代，发明问题解决理论使用非常广泛，相关出版物的俄文版出版总数约达 100 万册。但在后来，改革开始了，在苏联，人们对发明问题解决理论的兴趣逐渐变淡了。在国家瓦解、无法顾及科学的年代，这就不足为奇了。与此同时，阿奇舒勒的学生大多去了国外（美国和德国居多），发明问题解决理论便在西方国家广泛传播。目前，发明问题解决理论相关出版物的其他语种的出版量，远远超过俄文版本。以下这些著名的公司，如 Ford、Motorola、





Procter & Gamble、Eli Lilly、Jet Propulsion Laboratories、3M、Siemens、Philips、LG 等，都把发明问题解决理论作为对工程技术人员进行培训的内容之一。1998 年 10 月，阿奇舒勒学院<sup>①</sup>在美国创办，在该学院工程师和管理人员学习发明的有效方法。许多相关网站还在运营<sup>②</sup>。

一方面，自己国家创立的东西得到承认并被全世界广泛应用，这当然是件好事；但另一方面，很遗憾，因为我们常常会忘记自己好的东西，平静地看着其他人运用自己的发明创造来获得名利和金钱。20 世纪 90 年代末，俄罗斯人对发明问题理论的兴趣明显回升，出现了许多与发明问题解决理论有关的网站<sup>③</sup>，其中，包括阿奇舒勒基金网站<sup>④</sup>。进行“发明问题解决理论”的查询，系统可以找出几万个网站。还有已出版的书籍，如《创新思维的方法》《创新思维实用指南》，毫无疑问非常好。但是，很遗憾，每一个把自己称做发明问题解决理论专家的人，实际上与真正的专家还相差甚远。发明问题解决理论的发展是缓慢的，但是一直在发展。在其他任何学科中，都会出现新的流派和产生被称做“异端者”的潮流，这一点不可避免，甚至可能是有益的，因为停滞是危险的。该书可以帮助理解经典的发明问题解决理论以及弄清楚什么是什么。

第三，由于发明问题解决理论有进行发明创造和发挥创造力的作用，所以它位于其他的创新方法（如头脑风暴、横向思维）中间，同时，它又占主导地位。因为，发明问题解决理论在原则上改变和创建了新理念及工作流程。这是一门周密的、确凿的、有依据的和有事实证明的学科。

然而，许多在创新方法领域工作的专家，在自己的工作中很少或根本就没有提到发明问题解决理论。甚至著名的创新方法的老师、横向思维的创始人爱德华·波诺，在自己最著名的作品中也没有用任何词汇提到过该理论。要知道，发明问题解决理论是创新方法的发展，也是向前迈进的一步！如果没有发明问题解决理论，创新方法就会停滞不前，头脑风暴法和其他方法的各种改进都不能使创新者获得大的荣誉。

第四，发明问题解决理论不只是一种理论，它对工程事业以及它最终能涉及

① 见 [www.aitriz.org](http://www.aitriz.org)

② 例如，[www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com)，[www.ideationtriz.com](http://www.ideationtriz.com)，[www.xtriz.com](http://www.xtriz.com)

③ 例如，[www.triz-ri.ru](http://www.triz-ri.ru)，[www.trizland.ru](http://www.trizland.ru)，[www.triz-spb.ru](http://www.triz-spb.ru)

④ [www.altshuller.ru](http://www.altshuller.ru)

的领域（广告等）都是有益的。它还是一种思维方法和模式，是解决任何问题的特殊方法——无论是新产品的的设计、建造别墅，还是箱子里物品的摆放。在这一方面，发明问题解决理论具有多方面的益处，因为它提供了了解周围世界的强有力的工具。为此，我将更加详细地介绍发明问题解决理论的普及性。

发明问题解决理论是一门复杂的学科，很难学习、研究。该学科包含许多工具、创新原理、法则、标准解法，即整个世界。所有的要素都很重要，而且，每一个要素都不是独立运作的。任何一个人都可以从发明问题解决理论中找到有益的部分。该理论传授的是跨学科的方法和如何克服陈旧观念和思维惯性，在拒绝妥协、没有任何损失的情况下力求获得有效的解决方案，坚持不懈地力争实现理想。

人类总是本能地在擅长的领域、行业、学科内寻找方案，并有意识地不介入其他与之相关联的、具有表象的科学领域。

对于并不复杂的问题，解决方法可以在某一个专业或行业范围内找到，专业知识起着很大的作用。但是，在解决复杂的问题时则相反，专业知识减缓了发明的过程。这是因为，创新者被熟悉的现象向后引领，进入不会获得突破性发明的领域，而那些对该学科的规定和本质一知半解的人，常常有能力完成被认为是不可能完成的事情，并有了重大的发明。历史上有很多这样的例子，即非专业人员完成了杰出学者多年探索未果的发明，如啤酒酿造工人焦耳、航海家莫扎伊斯基、理发师布阿松、法学家哈博、医生德阿拉门别尔、在专利局工作的爱因斯坦等。发明不是人类人为地为科学事实划分边界，而是专业行为。发明问题解决理论鼓励每个人拓宽思维，不要局限在某一件事情上。我们可以在任何地方找到新的理念，如生物指南、文艺电影、诗歌书籍或者旅行中。

每一项发明都在解决矛盾。例如，在设计新产品时，公司可能遇到质量与价格之间的矛盾、可靠性与复杂性之间的矛盾、拓宽市场的需要和来自竞争者压力之间的矛盾。发明问题解决理论将所有这些矛盾详细地划分为技术矛盾和物理矛盾。运用已知的方法改变整个系统中部分系统的时候，就会造成系统中另一部分的恶化，这时就会产生技术矛盾。例如，在提高零件强度时又不允许增加其质量，在温度提高时材料的机械性能却大大改变，或者在提高质量和缩短周期时成本增加。物理矛盾指的是，针对系统的某个参数，提出不同的相互矛盾的要求。例如，零件应实现自身的功能，并且又不能加大产品的外形尺寸；一个物体同时要满足高温和低



温的要求。物理矛盾中，矛盾达到极限的时候，就会导致无法解决的情况发生。

传统的解决方法为折中的方法，我们有意识地牺牲一些参数来维护另外一些参数。尽管在很多情况下，折中的方法是可行的，但折中的方法不足以消除矛盾。发明问题解决理论在矛盾中给创新者的思维指引了方向：必须避免折中的方法，相反，要有意识地强化矛盾。发明问题解决理论证明，在一定阶段把问题条件复杂化能够更有效地解决问题。解决方案复杂化时，我们可以明确地消除一些差的、折中的方法，避免进入死胡同以及进行不必要的徘徊，逐渐地向不久前还被认为是不可能出现的解决方案靠近；另外，约束理论的创造者艾利·高德拉特也遵循了这个原则。他的雷雨云方法是通过另外一种形式形成的，但性质是相同的——折中的方法总是不好。

发明问题解决理论中，理想的解决方法被称做理想化的最终结果。在发明问题解决理论中，理想化的最终结果的特殊性就是其“无偿性”，当达到最终结果的时候，没有浪费多余的能源、材料、时间。我们已经习惯为一切付费。付费的必要性似乎如此明显，工程师们只关心一点，就是费用不应太高。发明问题解决理论的创新思想应以理想的解决为目的：“如果存在有害的因素，应与其斗争。理想的结果应是该因素自动消失。但是，该有害因素与其他有害因素结合在一起是可以被消除的。大概没有什么是最理想的，就让有害的因素开始带来益处吧。多年使用发明问题解决理论的经验表明，理想的解决方法在实际中常常是能够实现的，或者非常接近实现。例如，理想的机器应做到，其功能能够由另外一台兼容的机器完成。理想的方法应做到，通过完成以前要求的行为就能达到目的，因此，在需要用到这一方法的时刻，完成上述行为不需要花费任何时间、任何能源。”阿奇舒勒在书中写道。<sup>①</sup>

发明问题解决理论知识能拓宽人们对世界的认识，使人们能够解决以前难以解决的问题。目前，解决问题的创新方法要求运用不同领域的知识，包括管理。有效地解决组织问题、进行战略性选择、创建新的企业，选择更吸引顾客的方法等，到处都需要创新思维。理念是发明创新的产物，也能强化发明问题解决理论的氛围。读完这本书，你会感觉生活中的问题变少了，因为许多问题你现在都能解决了。

---

① 阿奇舒勒. 1979. 创新是精密学科

# 目 录

总序	
译者序	
前言	
第一章 可怕的飓风	1
第二章 膝盖上的风暴	12
第三章 注意：问题	25
第四章 胜利公式	39
第五章 进化法则的小故事	52
第六章 矛盾的歼灭者	64
第七章 逻辑之冰，想象力之火	79
第八章 理想之巅	94
第九章 罗宾逊沉重的独木船	113
第十章 培养你的天才思维	125
附录1 消除技术矛盾的40条主要创新原理	136
附录2 发明问题解决算法 ARIZ-85C	145
附录3 某些问题的答案	170
附录4 解决发明问题的标准解法（76个标准解法）	174
附录5 创造性个体的人生战略（节选）	225
附录6 怎样进行发明问题解决理论的培训	234

## 第一章 | 可怕的飓风

请设想一下，每天严格按计划应起飞 150 架飞机的机场景象。乘客坐在自己的座位上，信号盘闪亮：“严禁吸烟！系好安全带！”然而，其中 100 架飞机上的乘务员微笑着通知：“对不起，航班取消……请您领取行李……请乘坐公交车或出租车……”这样一来，本应有 50 趟班机正常起飞，但是，其中 49 趟临时着陆。乘务员满脸堆笑：“请原谅，航班中断……行李……公交车……”仅有一趟航班飞抵了应到城市。

读者有权反驳：没有这样的机场！

那么请设想一下，一个建筑单位，每年被划拨修建 150 幢楼房的款项，而年终结算的结果却是 100 幢楼房在修建过程中倒塌，49 幢楼房只有底层才能居住，只有一幢五层的楼房是完全可以居住的。

读者再次反驳：没有这样的建筑商！的确，没有这样的建筑商。我仅仅是为了直观地证明，创新发明中的情形是怎样的。

全苏发明改革协会（VOIR）中央委员会的一个代表在文章中这样写道：“国内每年进行约 15 000 项科研工作，其中，大约三分之二的项目在实验阶段或样品试验阶段被中断，许多用于新技术发明的国家资金被白白浪费掉。在达到应用阶段的科研产品中，只有 85% 的产品被一两个企业掌握并应用，而只有 2% 的产品能应用在五个或五个以上的企业。”<sup>①</sup>

发明技术的传统方法——试错法，是一种效率较低的方法。解决发明问题是人类活动的古老形式之一，也可能就是最古老的形式。然而，保守者们会惊奇地发现，在我们这个年代，似乎和几千年前一样，发明工艺的基本方法仍然是试错法，其实质在于连续不断地推出和探索一切可能解决问题的方法的思想。在此条件下，每一次不成功的思想被抛掉，取而代之的是一种新的思想。寻找新的思想

---

<sup>①</sup> 见《社会主义工报》，1982 年 6 月 26 日



无规则可言，解决问题的关键可能是任何一种思想，甚至是最“古怪的”思想。没有确切的评判思想的规则可言，思想恰当或不恰当，值得检验或者不值得，都是主观判断。

于是，解决问题的方案被随意分解。然而，随着科学技术知识的发展，形成了许多原则上可行或不可行的概念。现代发明家将这些概念综合起来，对方案进行筛选，剔除那些他们认为不可行的方案。增加筛选力度是试错法历史性发展的主要趋势。<sup>①</sup> 进行筛选，有助于对已经具有常规答案（即或多或少已具有习惯答案）的问题的解决，但又急剧增加了要求推陈出新的“古怪”思想问题的解决的困难程度。

试错法发展的另一趋势是用思维想法来代替物质实验。现代发明家接收到的知识范围如此巨大，以至于许多尝试的结果都可能被提前预测到。此时，发明家可能依靠的不仅是自己的知识，还可能依靠大量的科技文献，或者可能咨询其他的专家。所有这些都可能在采用真实的物质实验的条件下，对方案的大部分进行理论评估。思维实验来得非常迅速，这是其主要优点。但是，思维实验是主观的，会受到心理的干扰。此外，思维实验与实际实验相比，通常不会出现意料之外的附带的发明，以及所有不可能的意外现象和效果。

\* \* \*

有一次，在一个发明理论学习班上，我向学员们提出了这样一个问题。

**问题 1-1** 在熔铁的时候，熔铁炉中形成炉渣（温度约 1000 摄氏度）。向在运转钢轨上的浇铸桶中倒入炉渣，并运往炉渣再造设备（使用液体炉渣较为经济，固体炉渣“再熔”无利润可言）。装入桶中的炉渣慢慢冷下来，溶液的表面形成硬壳。要将炉渣从桶中倒出，可使用专门的打桩设备在硬壳上打两个孔。完成打孔需要时间，而炉渣持续冷却，硬壳厚度不断增加……最终，只能倒出不超过 60% ~ 70% 的炉渣。浇铸桶被运到专门的跨接桥上，变硬的炉渣被敲出，装上汽车，运往工厂附近的废料堆。

学员们拿到了“解决问题”的问卷，要求用正号表示自己认为是可行的方案或者可用来检验的方案，并用负号表示原则上拒绝的方案。第一组学员是 19 名工程师，其中，有 11 名冶金工作者。第二组有 8 名工程师和 12 名大学生，其中没有冶金工作者。实验结果见表 1-1。

<sup>①</sup> 美国研究员爱杜阿尔特·托尔达依克（1874 ~ 1949 年）使用了原创术语：试错法



表 1-1

解决问题 1-1 的方案	第一组		第二组	
	正	负	正	负
1 搅拌炉渣	2	17	9	11
2 加温炉渣	13	6	16	4
3 炉渣中添加油漆	—	19	2	18
4 用可拆卸盖盖住炉渣桶	14	5	11	9
5 炉渣中添加冰块（雪、水）	—	19	—	20
6 把炉渣桶放到强磁场中	2	17	14	6
7 采用超声波处理炉渣	1	18	11	9

专家较多的小组坚持传统的方案，并且非常统一地不接受“突发奇想”的方案，而非专家们能非常宽容地接受这些“突发奇想”的方案。这可以简单地证明，非常了解炼铁生产真实条件的专家们，行动上更有信心，更能果断地避开明显不适合的方案。然而，必须考虑一个非常重要的结果：两个小组都拒绝了最“突发奇想”的方案 5，而该方案与正常答案原则上吻合。

\* \* \*

试错法完全适用于解决不复杂的课题。但是，如果面对几百甚至几千种可能的解决方案时，要得到正确答案可能会花费很长时间，或许甚至根本就无能为力，并不是所有的发明家都能耐心地对 100 个解决方案逐个进行筛选。而且即便有这种坚忍不拔的精神，也无法避免徒劳无功的结局。正确的答案可能不被发现，即使发现了，也可能被判定为无效。

技术发展的速度原则上首先与新机械、新工艺流程、新仪器的出现与实现有关。为此，需要强有力的、不陈腐的、“突发性的”奇思妙想。但是，正是试错法在这里停滞不前。没有人会信心十足地使用这种方法来解决需要上千种尝试为“代价”的问题。如果某人凑巧在某个条件下解决了这一问题，那么这个人就有可能胜任解决以下问题的的工作。

为什么总要花费成千上万次试错的“代价”来解决问题呢？

在发明家的一生中，常常重复着相同的情况：长时间的思考，对所有可能的方案进行逐一筛选，并在某个偶然的提示中突发奇想。吉列恩奇耶夫花费三年时间，通过对方案逐个排除的方法，终于找到了问题的解决方案。有时，他能感觉到，他无意识地在正确方案周围绕圈。然而，正是许多最有反差的思想从某种意义上逐渐地浓缩到了一起，迸发了思想的火花。有时，智慧的光芒，仅仅需要一



个时机的火花来点燃。<sup>①</sup>

心理学家试图通过实验来模拟解决问题的过程。在此条件下，通常使用的不是发明问题，而是拼图和谜语。认为需要观察人类行为（来自英文 behaviour）的行为心理学家断定，解决问题的过程的外部特征是存在的，人能够集中精力并将方案逐个分解。心理学家格施达利特这样解释了问题的实质，即人会构建问题中说明对象的思维形象（gestalt，德语），而后才重新组合这个形象，改变其组成元素之间的联系，然后，突然发现一个对问题的新理解，发现组成元素之间的某些联系，或者该对象以及对象元素的新特点。

在 20 世纪 20~30 年代，德国心理学家 K. 杜恩格尔进行了更加详尽的实验。他和他的同行们一样，使用了简单的问题和简单的智力开发，并假设可将得出的结论成功地用于解决更为复杂的问题。然而，分析悠久的发明历史却无法得出这样的依据。经验证明，解决简单问题的途径非常多。追究到底是通过第二次试错法还是第十次试错法才解决了问题是没有实际意义的。所有的问题全在于通过上千次试错法来解决难题的机理仍不清晰。在解决这样的问题时，可能出现除分解方案外的其他情况。许多复杂问题的解决方案非常简单，不需要任何特殊的知识。许多人在尝试寻找解决问题的方案上失败了，然而总会有某个人成功。这是怎么一回事呢？为什么这样的情况不会重复？为什么解决难题的人能够“茅塞顿开”，而在解决下一个问题时又无能为力？总而言之，为什么难题总是很难？

马克思在《资本论》中指出，完成所有的重大发明的不是一个人，而是“整个现代人的集体”。在特别困难的情况下，一项课题还要由几代发明家不断地“研磨”来完成。从 20 世纪末（特别是在爱迪生以后），研究人员开始有意识地通过集体努力解决一项课题，以此来弥补试错法的不完善之处。广阔的“搜索”领域被划分为小的工作阶段，在每个工作阶段都有大量研究人员的参与。所有的工作阶段变得越来越短，而在每一个阶段浓缩的力量则越来越重要。

心理学家分析近百年的发明，发现无法提出用“现代人集体”的智慧来解决一项重要课题的实验。只有在近些年才开始出现了一些不大的但也可被视做实际发明课题的经验信息。

下面就是这样的一项课题。

\* \* \*

**问题 1-2** 航空高度表（测高计）在工作，测量高度变化对压力的影响。从

<sup>①</sup> 见《社会主义工报》，1983 年 12 月 25 日



实际上讲，这是一块普通的高度表，刻度尺显示长度（高度）单位。高度表上有两个圆形的刻度盘（图 1-1），大的刻度盘表示米，小的表示千米。飞行员常常混淆这两个刻度盘。因此，心理学家和工程师决定安装一种新的高度表。在这种高度表上，用水平的刻度来表示千米，而用圆形刻度表示米（图 1-2）。这样的仪表的设计是由高技术水平的工程师来完成的。从课题上来讲，他们能够胜任，但是，其设计结果出现了复杂的、带繁多齿和轮的结构。其中的摩擦如此之大，以至于新的仪表全然没有了精度。所有的实验都无法减少齿轮的数量。于是，这个问题被交给了一个对该类困难问题了解甚少的人。

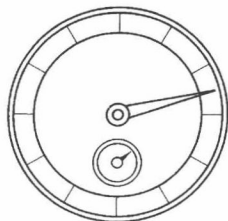


图 1-1

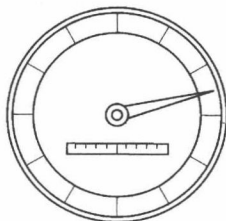


图 1-2

解决该问题实际上不要求任何专门的知识。原理上，高度表与六年级物理教科书中介绍的压力装置没有很大区别：一根可弯曲的金属管子，它的一端被牢固焊接，而另一端与一个在其中测量压力的容器连接。在压力增加时，管子伸开，其被焊接的一端也被迫转动，借助摇杆和齿轮将该转动传导到指针上。

“记录下来的东西能够准确地判断所发生的一切。发明家总是竭尽全力地从各个方面思考一个困难的问题，但毫无成效。发明家昼夜思考该问题，这个问题对他来讲似乎是无法解决的。但是，努力的探索仍在不断进行。探索就像一场可怕的游戏，发明家开始可以在其中找到满足，但是随后又出现了许多使其苦恼的幻觉。该问题完全支配着他，他不可能不去思考。因此，发明家决定无论如何都要解脱。有一次，他停下工作，到城郊森林去旅行。秋天的树叶在空气中飞舞，发明家在迷糊的状态中沿着林间小道徘徊，许多意象不断在脑海中闪现。突然，在他的思绪中连续出现了自卷成圈和不断扩展的高度表弹簧。出乎意料地违背发明家意志的是，在弹簧上出现一个黑点，而该点记述了随弹簧自卷成圈和不断扩展形成的一条弧线。后来问题解决了，弹簧上黑点的运动轨迹正是那一条他怎么也无法找到的水平线。”<sup>①</sup>

① 见《技术-青年》，1976年