



2012年3月30日 第一期

编委：郑燕青，孔海宽，陈晓峰

本期编辑：孔海宽，涂小牛，忻隼



主办单位：中国科学院上海硅酸盐研究所中试基地党总支 / 承办单位：中试基地第二党支部

萃智小报

Innovation-TRIZ

半月刊

『每月15日，
30日出版』

An Introduction to
TRIZ



The Russian Theory of
Inventive Problem Solving

刊 首 语

中国是一个拥有灿烂文明的古国，在漫长的历史长河中在创新方面取得了辉煌的成就。但是进入到近代之后，创新活力却远远落后于西方国家，尤其是在第三次科技革命浪潮席卷全球的情况下，我国的科技创新能力仍显得动力不足，创新的三种形态明显发展不足。

“自主创新，方法先行”。不论是一项科学研究或解决一个技术难题，大部分精力都用在寻求一种或一套解决方法，方法找到了，问题自然迎刃而解。“工欲善其事，必先利其器”，那么萃智（TRIZ）就是最好的创新利器，它给我们提供一套先进、实用的创新方法。目前，是否掌握TRIZ理论与方法，已成为当今世界区分普通的专业人才与高级创新人才的衡量标准。学习和推广TRIZ理论与方法在我国已经晚了一步。但是，只要努力学习、研究、实践TRIZ理论与方法，我们就能从中获得无穷的创新力量，极大地增强自主创新能力，为创新发展做出贡献。（郑燕青）

“我不但自己发明，我还有责任帮助那些想发明创造的人。”——阿奇舒勒

萃智 (TRIZ) 简介

TRIZ是俄文“发明问题解决理论”的读音首字母缩写，对应的英文名是TIPS（Theory of Inventive Problem Solving）。由前苏联伟大的科学家根里奇·阿奇舒勒及其同伴们在研究全世界250多万件高水平的发明专利后，创造的一套完整的发明创新理论与方法集成。是到目前为止世界上最先进而实用的发明创新的方法学，被誉为解决发明问题的神奇的点金术，在美日被称为超级发明术。

TRIZ使创新有法可依。TRIZ提出的一整套解决发明创新难题的分析方法、分析工具、发明原理、解题模型、标准解法等系统工具与方法，完全改变了过去研发工作中靠千百次的反复试验，或靠专家的灵感突发而解决问题的方式。TRIZ提供了一种辩证的思考方式，即：将问题当作一个系统加以理解，首先设想其理想解，然后设法解决相关矛盾，给发明者一个清晰的发明创新路线图。

TRIZ理论不仅具有崭新的理念、思维方式、基础理论，而且有原理、参数、分析方法、工具和流程，可操作性强。应用范围也从单独的工程技术领域逐渐向自然科学、社会科学、管理科学、生物科学等领域渗透和扩散。以其良好的可操作性、系统性和实用性在全球创新和创造学领域占据着独特的地位。

早在前苏联时期TRIZ作为国家的机密是被严格保守的，直到1987年苏联解体，才逐渐扩散到一些西方国家。1989年，阿奇舒勒集合了当时世界上数十位TRIZ专家，在彼得罗扎沃茨克建立了国际TRIZ协会，他自己担任首届主席。这也是至今最权威的TRIZ学术研究机构，在全球拥有数千名专家。目前，国外一些大学已经将TRIZ纳入正式的教育内容，甚至还成立了专门学习该理论的发明学院。在我国，国家科技部于2007年已批准黑龙江、江苏等省作为TRIZ理论学习和推广应用的试点省。（涂小牛）

TRIZ之父——阿奇舒勒

根里奇·阿奇舒勒（Genrich S. Altshuller，1926年10月15日—1998年9月24日）出生于前苏联北部城市塔什干（今乌兹别克斯坦首都）。阿奇舒勒在14岁时就获得了首个专利证书，专利作品是水下呼吸器。15岁的时候，他制作了一条船，船上装有使用碳化物作燃料的喷气发动机。从1946年开始，经过研究成



千上万的专利，发现了发明背后存在的模式并形成TRIZ理论的原始基础。为了验证这些理论，相继做出了多项发明。比如：排雷装置（获得苏联发明竞赛的一等奖）、发明船上的火箭引擎、发明无法移动潜水艇的逃生方法等等，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。

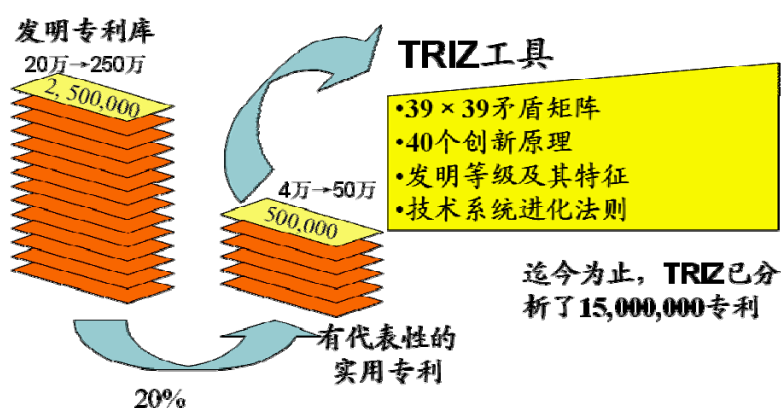
1948年12月，阿奇舒勒写了一封信给斯大林，向国家领袖指出当时的前苏联缺乏创新精神，发明创造处于无知和混乱的状态。结果这封信给他带来了灾难，他被判刑25年，并被押解到西伯利亚，投入到集中营中，然而集中营却成为他TRIZ的第一所研究机构。他在斯大林去世一年半后获释。

1956年发表了第一篇有关TRIZ理论的论文《发明创造心理学》一文，一石激起千层浪，轰动了前苏联的科技界，为发明创造开辟了新的天地。1961年出版了第一本有关TRIZ理论的著作《怎样学会发明创造》。1969年，出版了《发明大全》一书。在这本书中，他系统全面的阐述了40条理论，即第一套解决复杂发明问题的完整理论。1970年一手创办了一所进行TRIZ理论研究和推广的学校，后来培养了很多TRIZ应用方面的专家。1989年，他集合了当时世界上数十位TRIZ专家，在彼得罗扎沃茨克建立了国际TRIZ协会，他自己也当之无愧的成为了首届主席。（涂小牛）



TRIZ理论概述

上世纪40年代，前苏联科学家阿奇舒勒带领他的团队开始了一项伟大的研究，希望找到发明创造的方法。在研究了250万份发明专利后，得出一个惊人的结论：人们解决技术问题方法很多是重复的。阿奇舒勒一共总结出40种最常用的方法，并起名为40个创新原理。



经过几十年的研究，TRIZ理论形成了完整的理论体系。

TRIZ 的核心思想

通过对大量专利的分析，阿奇舒勒得出了以下三条发现，构成TRIZ理论的核心思想：

1. 类似的问题与解在不同的工业及科学领域交替出现。——创新的规律性
2. 技术系统进化的模式在不同的工程及科学领域交替出现。——他山之石，可以攻玉
3. 创新所依据的科学原理往往属于其他领域。——拓宽思路、打破思维定势

TRIZ理论的基本内容

TRIZ理论体系以辩证法、系统论和认识论为哲学指导，以自然科学、系统科学和思维科学的研究成果为根基和支柱，以技术系统进化法则为理论基础，以技术系统（如产品）和技术过程（如工艺流程）、在技术进化中产生的矛盾、解决矛盾所用的资源、技术进化方向的理想化为四大基本概念，包括了解决工程矛盾问题和复杂发明问题所需的各种分析方法、解题工具和算法流程。

TRIZ理论的主要内容

现代TRIZ理论主要包括：系统分析问题的科学方法，可以帮助人们快速确认核心问题，发现根本矛盾所在；技术系统进化法则，可以用来分析当前产品的技术状态，预测未来发展趋势；技术矛盾解决原理，可以基于这些原理，结合具体的技术矛盾，寻求解决方案；标准的模型处理方法，包括模型的修整、转换、

物质与场的添加等等；解决发明创新问题的算法，可以通过一系列变形和再定义等非计算性逻辑过程，实现对问题的逐步深入分析及问题转化，最终解决问题；基于学科原理构建的知识库，可以为技术创新提供丰富的方案来源。

TRIZ的九大经典理论体系

1. 八大技术系统进化法则
2. 最终理想解
3. 40个创新原理
4. 39个通用参数和阿奇舒勒矛盾矩阵
5. 物理矛盾和分离原理
6. 物质-场模型分析
7. 76个标准解法
8. ARIZ 发明问题解决算法
9. 科学原理知识库

(1) 八大技术系统进化法则

阿奇舒勒的技术系统进化论与自然科学中的达尔文生物进化论、斯宾塞的社会达尔文主义齐肩，被称为“三大进化论”。TRIZ的技术系统八大进化法则分别是：技术系统的S曲线进化法则、提高理想度法则、子系统的不均衡进化法则、动态性和可控性进化法则、增加集成度再进行简化法则、子系统协调性进化法则、向微观级和场的应用进化法则、减少人工介入的进化法则。

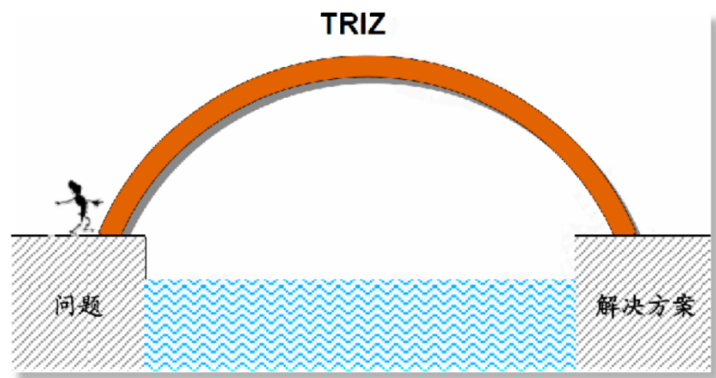
这八大进化法则可以作为预测市场需求、评估技术系统、产生新技术、专利布局和制定企业战略的解决工具。

(2) 最终理想解

在解决问题之初，TRIZ首先抛开各种客观限制条件，理想化地定义问题的“最终理想解”（IFR）并明确其所在方位，并在问题解决过程中向此目标前进，从而避免传统创新方法中缺乏最终目标的弊端、提升创新设计的效率。最终理想解保持原系统的优点并消除其不足，没有使系统更复杂也没有引入新的缺陷。

(3) 40个创新原理。

阿奇舒勒通过对大量专利的分析研究，提炼出最重要、具有普遍意义的40个创新原理，它们是分割、抽取、局部质量、非对称合并、普遍性、嵌套、配重、预先反作用、预先作用、预先应急措施、等势原则、逆向思维、曲面化、动态化、不足或超额行动、一维变多维、机械振动、周期性动作、有效作用的连续性、紧急行动、变害为利、反馈、中介物、自服务、复制、一次性用品、机械系统的替代、气体与液压结构、柔



性外壳和薄膜、多孔材料、改变颜色、同质性、抛弃与再生、物理/化学状态变化、相变、热膨胀、加速氧化、惰性环境、复合材料。

(4) 39个工程参数及阿奇舒勒矛盾矩阵

阿奇舒勒还发现，在不同领域解决工程中的技术冲突（矛盾）时，仅有39项工程参数在彼此相对改善或恶化。他将矛盾与解决原理组成一个由39个改善参数与39个恶化参数构成的矩阵，矩阵的纵轴表示希望得到改善的参数、横轴表示某技术特性改善引起恶化的参数，横、纵轴各参数交叉处的数字表示用来解决矛盾时所使用的40个创新原理的编号。这就是著名的技术矛盾矩阵，也称阿奇舒勒矛盾矩阵。当问题解决者根据工程中的矛盾提供两个工程参数后，就可以从矩阵表中直接查找出化解该矛盾的发明原理。

(5) 物理矛盾和四大分离原理

有时一个技术系统的工程参数具有相反的需求，比如要求某个参数既要出现又不存在、或既要高又要低、或既要大又要小等等，这时就出现了物理矛盾。相对于技术矛盾，物理矛盾是创新中要解决的更尖锐的矛盾，物理矛盾所存在的子系统就是系统的关键子系统。系统或关键子系统应该具有满足某个需求的参数特性，但另一个需求又要求系统或关键子系统不具有上述参数特性，这就产生了物理矛盾。分离原理是阿奇舒勒针对物理矛盾的解决而提出的，共有11种分离方法，归纳为空间分离、时间分离、居于条件的分离和系统级别分离等四大分离原理。

(6) 物质-场模型分析

阿奇舒勒认为，每一个技术系统都可以由许多功能不同的子系统组成，而每个子系统又可以进一步细分，直到分子、原子、质子与电子等微观层次。无论大系统、子系统还是微观层次都具有功能，所有的功能都可分解为2种物质和1种场（即二元素组成）。在物质-场模型的定义中，物质是指某种物体或过程。根据实际情况，物质可以是整个系统也可以是系统内的子系统或单个物体，甚至可以是环境。场是指完成某种功能所需的手法或手段，通常表现为能量形式，如磁场、重力场、电能、热能、化学能、机械能、声

能、光能等等。物质-场分析是TRIZ理论中的一种分析工具，用于建立与已存在的技术系统或新系统问题相联系的功能模型。

(7) 76个标准解法

阿奇舒勒于1985年创立的标准解法共有76个，分成5级。标准解法可以在一两步中快速解决标准问题，各级中解法的先后顺序反映了技术系统必然的进化过程和进化方向。发明问题的标准解法是阿奇舒勒后期进行TRIZ理论研究的最重要课题，也是TRIZ高级理论的精华。标准解法是解决非标准问题的基础，非标准问题主要应用ARIZ来进行解决，而ARIZ的主要思路是将非标准问题通过各种方法转化为标准问题，然后应用标准解法来获得解决方案。

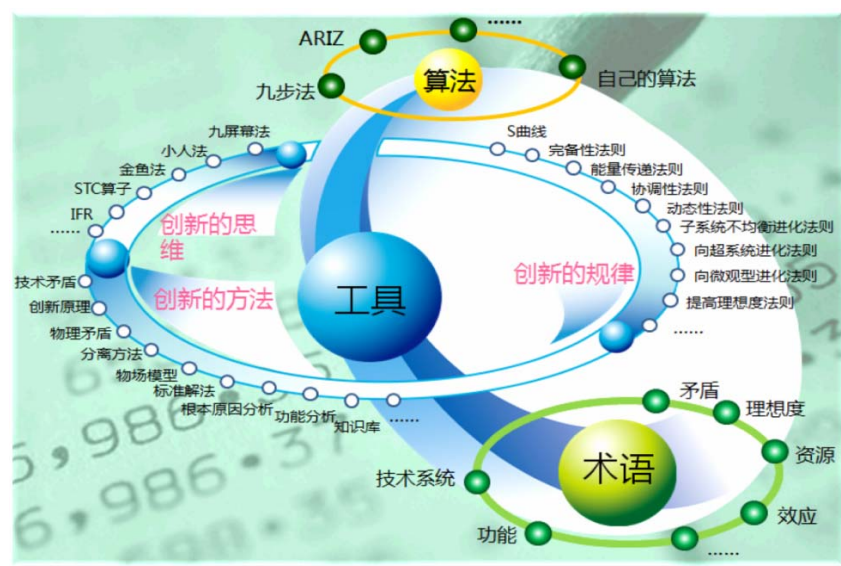
(8) ARIZ 发明问题解决算法

解决创新问题的算法（ARIZ）由阿奇舒勒于1977年提出，是针对解决非标准问题而提出的一套算法，经过多次修改才形成比较完善的理论体系。ARIZ有3条原则：一是ARIZ旨在确定和解决引起问题的技术矛盾；二是问题解决者一旦采用ARIZ来解决问题，必须控制自己的惯性思维因素；三是ARIZ应不断地获得广泛的、最新的知识基础的支持。ARIZ-85算法包括9个步骤，即分析问题、分析问题模型、陈述最终理想解和物理矛盾、动用物质-场资源、应用知识库、转化或替代问题、分析解决物理矛盾的方法、利用解法概念、分析解决问题的过程。

(9) 科学效应和现象知识库

科学原理尤其是科学效应和现象的应用，对发明问题的解决具有超乎想象的、强有力的帮助。应用科学效应和现象应遵循5个步骤，解决发明问题时经常会遇到需要实现的30种功能，这些功能的实现经常会用到100个科学效应和现象。知识库是以物理、化学、数学等领域数百万项发明专利的分析结果为基础构建的，可以为技术创新提供丰富的方案来源。

（孔海宽）



运用创新原理解决安全气囊的自由张开问题

汽车市场的蓬勃发展为广大消费者提供了更多选择，影响消费者购买的因素有很多：品牌、价格、油耗……但安全仍然是第一要素。相信大多数消费者在浏览汽车的有关数据的时候总会注意汽车有没有配置ABS（Anti-lock Break System，防抱死制动系统）和SRS（Supplemental Restraint System，安全气囊防护系统）。

目前，在正面碰撞事故中保护乘员安全的前部正面安全气囊技术已经相当成熟，但为了有效地保护侧面碰撞中乘员的安全，有必要开发并安装相应的侧面安全气囊。大多数汽车制造商都打算把气囊安装在座椅皮里面，这种安装方式的优点是显而易见的，安装方便并能最有效地保护车内人员，但由此也产生了一个难题：发生侧面碰撞时，气囊必须穿破座椅皮，才能张开而保护乘员的安全；但在平时，要求座椅皮有很好的强度，不易开裂。各大汽车生产商虽然进行了多次试验和尝试，仍然没有很好地解决这一对矛盾。为此，有专家尝试运用TRIZ理论解决这一矛盾。



运用TRIZ语言描述这一问题就是：气囊可以自由穿出并张开，座椅皮对其没有阻碍。联系日常生活中的常识，我们知道，一件物品的缝合处往往是最薄弱的部位。因此，理想的方案是：在气囊从座椅皮的穿出处设置合理的连接缝，链接处密实地缝合在一起，但气囊在张开时不受任何阻碍或者阻碍极小。

根据分析，这个问题我们可以从以下四个方面考虑：

1) 改进缝合设计；

这是最容易想到的方法。运用TRIZ理论中技术系统进化法则中的提高柔性法则：将缝合处的连接由固定的“线”连接改为“扣”连接，如：把缝合处的座椅皮叠合在一起，以“扣合力”加以连接。在正常使用中，这类连接能够提供足够的张力，而在气囊张开时产生的向外的垂直作用力下，叠合在一起的座椅皮又能够迅速脱离约束，不阻碍气囊的张开。

2) 采取措施使张开时的能量集中在连接缝上；

运用TRIZ理论的40个创新原理中的“逆向思维”（Do It in Reverse）：如果要使缝合区最薄弱，我们通常会把着眼点放在缝合方式上，而利用这一原理，我们可以通过使缝合区的强度弱化而达到使其最薄弱的目的，如：在气囊的座椅皮穿出区域上开孔，然后用其它织物连接在座椅皮的孔的边缘上，两片织物就像孔的两扇窗户一样，两织物之间也用缝合的方式连接，这样就能够使缝合区是最薄弱的。这一方法同时也利用了40个创新原理中的“复合材料（Composite Material）”原理。

3) 降低连接缝的强度；

运用“预先反作用（Prior Counteraction）”原理，对缝合用线预先进行处理，使其在受到气囊张开时的作用下能够容易地绷断。

4) 改善座椅皮的附着方式。

如果气囊在座椅皮内部就张开，将可能会导致气囊不能穿出座椅皮而无法起到保护作用，因此应考虑将座椅皮与座椅更紧密地连接在一起。可以采用如下方案：运用“合并（Consolidation）”原理，将座椅皮和座椅内的填充物黏合在一起，从而改善座椅皮的附着方式。

汽车，这一古老而又历久愈新的伟大发明，虽然它在现代社会中作为交通工具的身份越来越淡。但“安全”永远是它的主题。早在20世纪八九十年代，全球第二大汽车制造商——福特公司就引入TRIZ理论解决它在汽车设计中的种种问题，并取得了不同寻常的成效。（忻隽）