



萃智 (TRIZ) : 解决发明创新问题的理论

孙柏林 (少将)

当今，国与国之间在政治、经济、军事等领域的竞争，归根结底是创新能力的竞争。因此，世界各国无不重视创新理论和方法学的研究与应用。“萃智” (TRIZ) 为人们提供了一套全新的“解决发明创新问题的理论”，它已经成为创造性解决技术问题的诀窍，以及发明创新的“点金术”。什么是萃智理论？它在国防科技工业领域有什么用途？了解这些，对于促进我军装备建设的跨越式发展，早日实现从机械化向信息化的转型当会有所裨益。

萃智理论的来龙去脉

20 世纪 40 年代中期，前苏联发明家、曾供职于海军科技部门、后任苏联萃智协会主席的根里奇·阿奇舒勒 (Genrich Altshuller) 创建了一门解决发明创新问题的理论。理论名称的俄文首字母缩写为 ТРИЗ (对应的英文为 TRIZ，并解释为 Theory of Inventive Problem Solving)，中文名称



萃智理论的创始人
根里奇·阿奇舒勒。

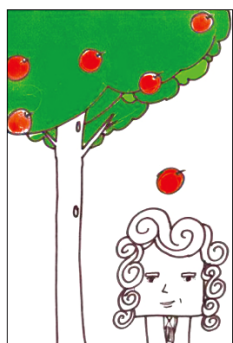
按 TRIZ 音译为“萃智”。

萃智理论的创立

萃智的基本思想是：“引入最少的外部资源，消除创新过程中遇到的矛盾，而使系统向理想状态发展”。基于这一思想，萃智发展了一种崭新的分析式思维方法，即“将问题作为一个系统加以考虑，在着手解决问题之前首先勾画出理想的解决目标，进而设法消除创新设计过程中的矛盾”。阿奇舒勒提出了一种全新的理念：创新是有规律可循的，人们只要经过学习和训练就能够掌握创新的规律，可以像解数学题一样，按照一定的思路和步骤来进行创新。以往的创新方法只是将人们在生活中一些零散的经验加以归纳，而萃智理论中的创新原理形成了系统体系，从而能有效地指导人们有规律、按步骤地进行创新活动。

阿奇舒勒于 1946 年开始发明创新问题的理论研究，并穷其毕生精力致力于萃智理论的发展和完善。当时，阿奇舒勒在前苏联里海海军专利局工作。

在处理发明专利的过程中，他通过搜集、整理、研究、归纳和提炼，发现任何领域的产品发明改进、技术变革创新，都存在着产生、生长、成熟、衰老、灭亡的过程，和生物系统一样有规律可循。如果人们掌握了这些规律，就可以能动地进行产品设计并预测产品的未来趋势，大大加快创造发明的进程。



发明创新并不是都像牛顿那样靠苹果“砸”出来的，而是有规律可循、有法则可依。



育文凭。

阿奇舒勒指出，解决发明问题过程中所寻求的科学原理和法则是客观存在的，大量发明面临的基本问题和矛盾（技术矛盾和物理矛盾）也是相同的，同样的技术创新原理和相应的解决问题方案，会在后来的一次次发明创新中被反复应用，只不过被用到的技术领域不同而已。因此，将那些已有的知识进行提炼和重组，形成一套系统化的理论，就可以用来指导后来的发明、创新和开发。

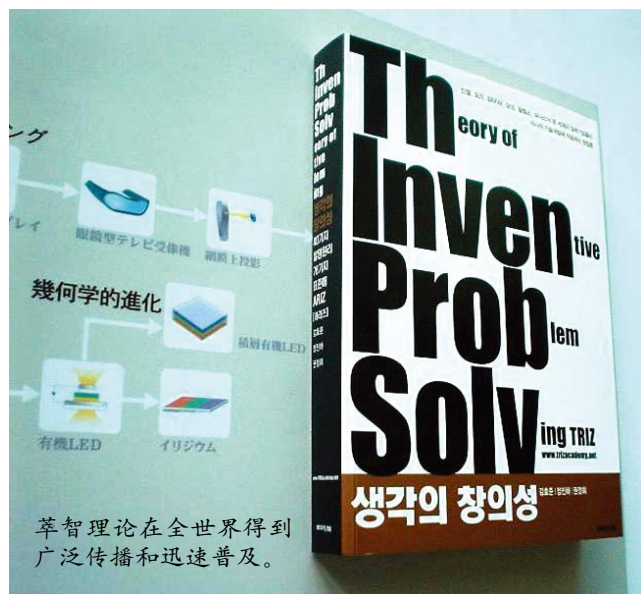
研究和实践表明，萃智包含的具有普遍性的创新方法和规律，可以广泛应用到许多技术领域。萃智理论为我们提供的统一的创新步骤和思路，是将特殊问题归结为萃智的一般性问题，然后用带有普遍性的萃智原理和算法去寻求标准解法，并在此基础上演绎形成初始问题的具体解法。

萃智理论在前苏联的发展

从1946年至今，萃智这一方法学体系在实践中不断丰富和完善，取得了良好的应用成果和巨大的经济效益。在萃智的发展过程中，进行了大规模普查式专利文献分析，提炼出大量发明启示，提出了一系列发明方法概念。在阿奇舒勒的领导下，前苏联的研究机构、大学、企业组成了萃智研究团体，在分析世界上数百万份高水平发明专利的基础上，建立起由解决技术问题和实现创新开发的各种方法、算法组成的综合理论体系。

从20世纪60年代末开始，前苏联就建立了各种形式的发明创新学校，以及全国性和地方性的发明家组织。在这些学校和组织里，人们试验解决发明问题的技巧，并使它更加有效。萃智理论还被作为大学技术专业的必修科目而进入俄罗斯教育系统。在创新实践方面，前苏联要求设计部门中设计工程师和创新发明工程师的比例为7:1，即7名设计工程师就要配备1名创新发明工程师；并规定，凡担任经济、科技领导职务者，要先获得发明教

育文凭。二战以后，前苏联的经济技术基础在与欧美国家相差悬殊的基础上得到迅猛发展，创新能力提高快、创新成果多、创新水平高；在20世纪70年代中期，前苏联专利申请量和批准量跃居世界第二，萃智理论和方法体系的使用功不可灭。这一理论体系支持了前苏联近半个世纪科学技术的发展，在冷战时期保持了对美国的军事力量平衡，成就了苏联成为世界两个超级大国之一的霸主地位。萃智理论在前苏联各经济、技术部门的广泛应用及明显成效，证明了该理论的科学伟大和方法正确。



萃智理论在全世界得到广泛传播和迅速普及。

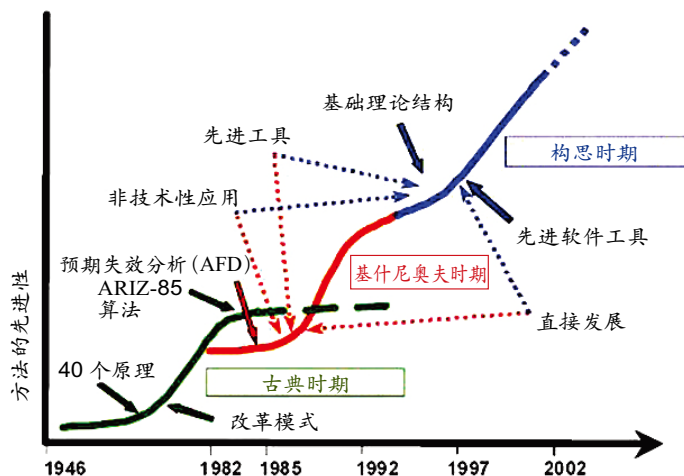
苏联于 1989 年成立了萃智协会，由阿奇舒勒出任主席。而国际萃智协会 (MATRIZ) 也是由阿奇舒勒于 1989 年创建的，总部位于俄罗斯的彼得罗扎沃茨克。国际萃智协会是萃智理论最权威的研究和推广学术性机构，目前在全球 10 多个国家和地区拥有 30 余个成员组织。该协会还在

1998 年推出 MATRIZ 认证，由易到难共分五级，被公认为世界上最权威的萃智应用能力认证之一。

萃智理论在世界的传播

苏联解体以前，萃智一直不为西方国家所熟知。美、德等西方国家惊异于前苏联在军事、工业等方面的创造能力，实施间谍计划探究其奥秘，并把创造奇迹的萃智理论称为“点金术”。1991 年苏联解体后，大批萃智研究者移居美国等西方国家，萃智理论开始在全世界得到广泛传播和迅速普及。萃智逐渐受到质量工程、产品开发和管理等人员的高度重视，将它与“质量功能展开”(QFD)、“稳健设计”(SD) 并称为产品设计三大方法。欧美和亚洲一些国家和地区（包括我国大陆和台湾）出现了以萃智为基础的研究、咨询机构和公司，一些大学将萃智列为工程设计方法学课程。经过半个多世纪的发展，萃智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，在世界广泛应用，创造出成千上万项重大发明，取得了重大的经济效益和社会效益。

萃智的发展共经历了 3 个阶段。第一阶段（1946 ~ 1980 年）称为古典时期，这个时期建立了萃智的概念基础。虽开发了许多概念和方法，但没有集成；虽积累了大量的工程知识，但只是用描述的方式表达，只适合于手工使用。第二阶段称为基什尼奥夫 (Kishinev) 时期，起源于上世纪 80 年代在摩尔多瓦的基什尼奥夫一所萃智技术学校的创办。



萃智理论的发展过程

这所学校的目标是集成萃智的方法、工具和积累知识，并用计算机化的方法来表示。第三阶段称为构思 (Ideation) 时期（始于 1992 年），起源于美国构思公司调整和开发萃智使之应用于工程研究。经过 60 多年发展，萃智从分析发明创新问题发展到开发基于信息技术的驱动方法，现已进入发明工

程阶段。可以预见，萃智将进一步增强解决问题的技能、提供集成的系统分析方法，直至模拟创造。

萃智理论在西方工业国家逐渐受到极大重视，萃智的研究与实践得以迅速普及和发展。美国在一些大学相继开设萃智课程，成立了有关的研究、咨询机构。日本从 1996 年开始有杂志介绍萃智理论及应用实例。早在 1993 年，美国通用汽车、克莱斯勒、施乐、罗克维尔和强生等一些知名企业就开始了萃智理论的研究和应用，并有成功案例的报道。制造业中的领先企业如波音、三星等公司已将萃智理论引入研发流程，在创新应用方面取得重大突破，经济效益十分显著。据统计，利用萃智理论可以使专利数量增加 80% ~ 100%、专利质量得到提高，可以使新产品开发效率提高 60% ~ 70%，同时使产品上市时间缩短 50%。

对我国而言，萃智却“养在深闺人未识”。萃智理论传入中国已有 10 多年，但由于历史原因及受传统创新技法的

《财富》杂志刊登日本三星公司在萃智 (TRIZ) 创新应用上取得重大突破的消息。



		Worsening Feature		Improving Feature					
		Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Length of stationary object	Area of moving object	Area of stationary object	Volume of moving object	Volume of stationary object
1	Weight of moving object	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-
2	Weight of stationary object	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2
3	Length of moving object	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-
4	Length of stationary object	-	35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14
5	Area of moving object	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-
6	Area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-

阿奇舒勒矛盾矩阵（两个局部）。

影响，一直未引起足够重视，影响了我国创新人才的培养和自主创新活动的开展。特别是在企业，创新活动远不够积极，也少有理论指引，与世界科技大国的差距越发明显。2000 年以后，国内一些科研机构、公司和专家开始认识萃智，少数大学和企业的一些专家学者陆续引入萃智，并开展理论和应用研究，发表论文、编著书籍。

萃智理论的基本内容

萃智理论体系以辩证法、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。

萃智理论的主要内容

现代萃智理论主要包括：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。

萃智的九大经典理论体系

(1)技术系统八大进化法则。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”。萃智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。

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。

		Worsening Feature		Improving Feature					
		Speed	Shape	Loss of Time	Reliability	Measurement accuracy	Ease of operation	Adaptability or versatility	System complexity
Speed	+	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Shape	-	35, 15, 34, 15	+	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Loss of Information	26, 32	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Loss of Time	-	35, 15, 34, 15	+	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Measurement accuracy	28, 32, 32, 24	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Ease of operation	18, 13, 24	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Ease of repair	34, 9	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Adaptability or versatility	35, 10, 34	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
System complexity	34, 10, 29	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34
Productivity	14, 10, 34, 40	35, 15, 34, 15	-	14, 16, 34, 17	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	32, 28, 13, 12	15, 10, 26	10, 28, 4, 34

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，萃智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。

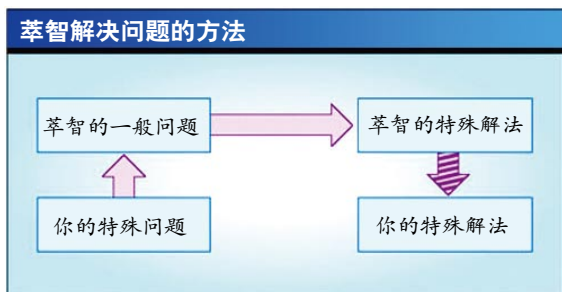
(6) 物质-场模型分析。阿奇舒勒认为,每一个技术系统都可以由许多功能不同的子系统组成,而每个子系统又可以进一步细分,直到分子、原子、质子与电子等微观层次。无论大系统、子系统还是微观层次都具有功能,所有的功能都可分解为 2 种物质和 1 种场(即二元素组成)。在物质-

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-场分析是萃智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) 解决创新问题的算法。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。

(8) 创新问题的标准解法。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萃智理论研究的最重要课题,也是萃智高级理论的精华。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。

(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。

萃智理论的特点和优势

相对于传统的创新方法，比如试错法、头脑风暴法（brainstorming）等，萃智理论具有鲜明的特点和优势。它成功地揭示了创造发明的内在规律和原理，着力于澄清而不是逃避系统中存在的矛盾；其目标是完全解决矛盾、获得最终理想解，而不是采取折衷或妥协的做法；它是基于技术的发展演化规律研究整个开发过程，而不再是随机的行为。实践证明，运用萃智理论可大大加快人们创造发明的进程，而且能得到高质量的创新产品；它能够帮助我们系统地分析问题情境，快速发现问题的本质和矛盾，准确地确定探索方向而不会错过各种可能；它能够帮助我们突破思维障碍、打破思维定势，以新的视角分析问题，进行逻辑性和非逻辑性的系统思维；它还能根据技术进化规律预测未来发展趋势，帮助我们开发富有竞争力的新产品。

萃智理论以其良好的可操作性、系统性和实用性，在全球的创造学研究领域占据着独特的地位。在经历了理论创建与理论体系的内部集成后，萃智理论正处于自身进一步完善与发展、与其他先进创新理论方法集成的阶段，已成为创新理论与方法学以及计算机辅助创新技术的最重要的基础。

萃智在国防科技工业领域的应用

萃智理论从创立伊始就与国防科技、尖端武器联系在一起。究其原因，一是发明者阿奇舒勒出自前苏联海军科技部门，他研究萃智理论的素材也多来自海军专利局；二是萃智理论与许多其他新科学技术一样，其成果也是最先应用于军事领域。为了检验自己的理论，阿奇舒勒还完成了多项军事发明，其中“排雷装置”一项获得前苏联发明竞赛的一等奖。

在武器装备创新与设计过程中，经常会遇到难以解决的冲突（矛盾），而萃智理论提供了一整套基



借助萃智理论设计的无壳子弹。

于知识的技术解决方法。应用萃智理论中的冲突解决理论，可以对给定的冲突寻找出多个解。冲突通常可分为技术冲突、物理冲突与管理冲突三类，萃智理论研究前两种冲突的解决方法。下面举几个案例，说明萃智理论是如何提升国防科技工业创新效率的。

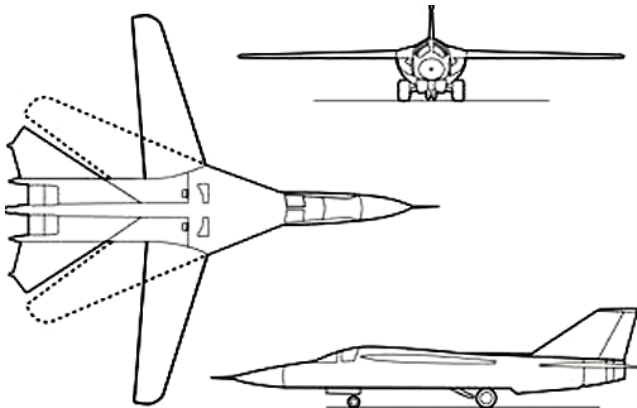
案例一：无壳子弹的设计。步枪每发射一颗子弹，就会从枪膛里退出一枚铜弹壳。为节省铜材料，人们利

用萃智理论的技术系统进化理论中的“进化模式 2”，通过“去除辅助功能”来“增加理想化程度或水平”，研制出无壳子弹和其他无壳弹药。

案例二：战斗机窗格玻璃的设计。战斗机防弹玻璃从设计开始就有严重缺陷——虽然玻璃被子弹击中时不会破碎，但会有裂痕，严重影响驾驶员的视线。利用萃智理论技术系统进化理论中的“进化模式 10”，通过“物体的局部替换”、“以结构改善入手进化系统”，研制成功了新颖的战斗机窗格玻璃。它由一些小块玻璃组成，用透明的黏合剂粘在丙烯酸可塑板上，被子弹击中时，裂痕只出现在一小块玻璃上而不会扩展。

案例三：火炮炮管的设计。炮管设计中存在着物理矛盾，即炮管直径必须足够大，以使炮弹容易射出；同时又必须足够小，以免火药爆炸推力的泄漏。按照萃智理论的“空间分离原理”，可以将炮管内部分为前后两个部分，后部的爆室做成锥形，使

借鉴萃智创新方法设计的变后掠翼战斗机。



炮弹与它总可以形成封闭空间，这就解决了火炮炮管设计的物理矛盾。

案例四：飞船空间碎片碰撞模拟器的设计。为了模拟空间碎片碰撞在太空飞行的飞船，将一颗直径3~5毫米的钢球放入射流发生器中，经加速后与假设的飞船壳体碰撞。钢球在速度超过8千米/秒后会碎裂，而速度达到16千米/秒才能模拟实际的碰撞情况，这个物理冲突可以用“时间分离原理”来解决——在高速运动钢球碎裂产生离心倾向的同时，又使其产生向心力，使得分离不发生。具体地说，可以通过在钢球表面涂敷爆炸物层来实现时间分离：当高速运动的钢球破碎并分离的一瞬间，爆炸物产生向心爆炸，防止钢球破碎分离。

案例五：飞机机翼的设计。早期的飞机机翼是平直的，但在接近音速时，机翼上出现了激波；采用后掠翼可以延迟激波的产生、突破音障，但在飞机起降和巡航时升力不足。应用萃智理论中的技术矛盾矩阵，可以使得矛盾一方得到改进而又不削弱另一方的期望。具体的创新方法就是采用变后掠翼：在常规飞行时机翼平直，升力性能好；而在高速飞行时两翼尽量后掠，能够轻易突破音障。

案例六：飞机仪表板的设计。2002年，中航一集团沈阳飞机设计研究所一名刚毕业的大学生受命独立设计一个既不挡飞行员视线、面积又要足够大的仪表板。在不知从何着手之际，他受益于萃智培训课程，查询了阿奇舒勒矛盾矩阵并利用时间分离原理和基于条件的分离原理，解决了仪表板既要“面积小”又要“面积大”的矛盾。

案例七：舰载武器装备研制。2005~2006年，中船重工集团某研究所利用基于萃智理论的Pro/



在武器装备创新与设计过程中，萃智理论可以应对难以解决的矛盾，提供一整套创新的解决方法。

Innovator 软件，为声学释放器、信号检测、鱼雷设计、高温超导等问题的解决提供了很好的思路。

经过半个多世纪的发展和实践检验，萃智已经发展成为一套解决新产品开发实际问题的成熟的理论和实用的方法体系，其应用领域也从工程技术扩展到管理、社会等方面。适用于非技术领域的萃智工具有创新原理、矛盾分析、物质-场模型、理想度、系统演化趋势等。例如，矛盾矩阵可以用于解决管理和组织矛盾；物质-场模型可使高度复杂的问题变得可视化；预期失效判定工具可以预测和评估决策风险；系统演化定律可以预测未来的商业模式等。需要注意的是，萃智理论应用于非技术领域时，很多工具和方法要根据非技术领域的特点加以修改。

萃智理论需要改进和发展

尽管萃智理论已经发展了几十年，其成熟部分也解决了许多设计难题，产生了巨大的经济效益；但随着萃智理论工程应用范围的扩大，也暴露出自

身一些弱点和需要完善之处，以及如何与其他设计理论、方法集成应用的问题。

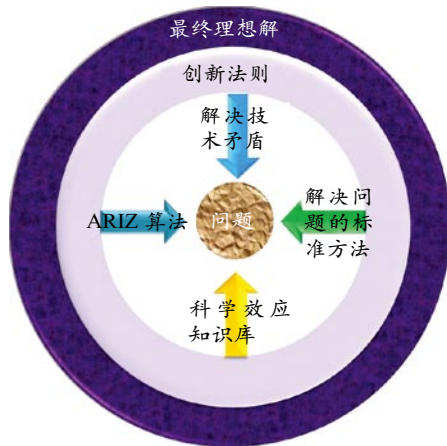
萃智理论自身的完善

萃智理论目前仍处于“婴儿期”，还远未达到纯粹科学的地步，称之为“方法学”是合适的。萃智理论的覆盖面还不够宽，知识库中还少有近些年异军突起的信息技术和生物技术的成果。为了适应现代产品设计的需要，萃智面临着自身现代化建设的问题，这是当前国际上萃智研究的重点之一。完善萃智理论的方向大致包括：技术起源和技术演化理论；克服心理惯性的技术；分析、描述和解决发明问题的技术；指导建立技术功能和特定设计方法，以及技术和自然知识之间的关系，等等。具体包括：

(1)在萃智理论中融入经验思维模式。萃智解决问题过程中的一个难点，是如何将问题的通解具体化，这需要有深厚的领域背景知识。因此，尽管萃智理论的创始人阿奇舒勒否认经验知识在萃智中的重要性，但从有关公式中仍然可以看出，经验知识对萃智理论的应用构成了重要支持。所以，在萃智理论中融入经验思维模式，应是萃智理论在应用中的一个发展方向。

(2)根据物质—场模型提出新的符号系统。物质—场模型是萃智理论中一个非常重要的工具，对于描述产品功能是很方便的。但是一个产品往往有多个功能，当该模型用于描述多功能技术系统时便会遇到很大困难，甚至无法进行描述。因此，根据阿奇舒勒的物质—场模型提出适应性更强的符号系统，是萃智理论的一个发展方向。

(3)进一步完善冲突解决理论。一些专家认为，冲突及解决技术中的 39 个工程参数及 40 条解决原理还不够完善。近年来萃智理论的应用实例表明，有些设计中的冲突(矛盾)不能用 39 个工程参数描述，因此，也就不能选用冲突解决原理。如果增加冲突



如何用萃智理论解决实际问题?

的工程参数个数（现在已经扩展到 48 个），冲突解决矩阵将如何改变？40 条解决原理是否已覆盖了所有的设计问题，如果增加条数（现在已经有 50 多条创新原理），冲突矩阵将如何改变？这些问题的解决也是萃智理论的一个发展方向。

(4)对 ARIZ 算法加以改进。ARIZ 算法在实用中存在一些缺陷，如不易确定“最小问题”。对 ARIZ 的改进主要从以下 4 方面进行：①引入问题程式过程的内容。

需要对初始问题进行描述以助于解决问题；对问题所处的环境进行描述以选择更有希望的问题陈述。②尽可能多地采用产生解的工具。③提供多种描述典型问题的菜单。④采用结构化的方法，使微观算法、例题、定义等分开，使 ARIZ 应用更加方便。

萃智与其他设计方法的集成

萃智理论主要是解决设计中“如何做”(How)的问题，对设计中“做什么”(What)的问题未能给出合适的工具。大量的工程实例表明，萃智的出发点是借助于经验发现设计中的冲突，冲突发现的过程也是通过对问题的定性描述来实现的。因此，如何将萃智与其他设计方法相结合，以弥补萃智的不足，已成为设计领域的重要研究方向。

其他一些设计理论，特别是“质量功能布置”(QFD)恰恰能解决“做什么”的问题。所以，将两者有机地结合，发挥各自的优势，将更有助于产品创新。另外，萃智与“质量功能布置”都未给出具体的参数设计方法，而“稳健设计”则特别适合于详细设计阶段的参数设计。将萃智、质量功能布置和稳健设计等方法集成，能形成从产品定义、概念设计到详细设计的强有力支持工具。因此，三者的有机集成已成为设计领域的重要研究方向。[16]