

TRIZ的设计思维 与方法

刘 尚 刘 冬 王宇清 编著



HEUP 哈尔滨工程大学出版社

TRIZ 的设计思维与方法

刘 尚 刘 冬 王宇清 编著

 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书内容包含了工程设计、创新思维方法、矛盾分析、物-场分析、科学效应、ARIZ 算法、技术系统进化法则、进化树、功能分析和 OTSM - TRIZ。全书在阐述创新在工程设计中的重要地位的基础上,以经典 TRIZ 理论的方法和工具为根本,结合功能分析、OTSM - TRIZ、进化树等方法,形成适合于从简单问题情境到复杂问题情境的分析、求解的强有效的创新方法。

本书可以作为大学本科生、研究生 TRIZ 理论学习与研究的创新课程教材,也可作为企业、科研机构创新培训参考书。

图书在版编目(CIP)数据

TRIZ 的设计思维与方法/刘尚,刘冬,王宇清编著.
—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2017.7
ISBN 978 - 7 - 5661 - 1570 - 6

I. ①T… II. ①刘… ②刘… ③王… III. ①创造学
IV. ①G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 166335 号

选题策划 宗盼盼

责任编辑 张忠远 宗盼盼

封面设计 博鑫设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京中石油彩色印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 960 mm 1/16
印 张 16.5
插 页 1
字 数 350 千字
版 次 2017 年 7 月第 1 版
印 次 2017 年 7 月第 1 次印刷
定 价 49.80 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

设计是一项创造性的思维活动,设计的结果受设计师的专业知识、经验以及兴趣爱好的影响。同时,设计也是企业产品开发过程中的重要环节,由市场需求和企业潜力来引导、约束和驱动,影响着企业新产品开发的效率和质量。如何在科技发展日新月异的今天,帮助设计师充分发挥设计才能,设计出有竞争力的产品,是设计理论与方法所关注的问题。为此,科研人员努力研究能够帮助设计师解决问题的理论、方法与工具。

苏联专利审核员根里奇·阿奇舒勒及一批工作人员,通过对大量的专利分析发现,技术系统的进化存在着某些规律,于是致力于研究将这些规律转变为有效的发明问题解决工具。在研究过程中,逐渐开发出矛盾分析、物-场分析、科学效应、技术系统进化法则等有效工具,并通过对创新思维的研究,引入了克服惯性思维的思维方法,形成一套理论体系完整、强有力的发明问题解决理论,称为 TRIZ 理论。近年来,TRIZ 理论在应用和推广过程中逐渐发展、完善,并得到了广泛的关注。本书以经典 TRIZ 理论为基础,加入功能分析、进化树和 OTSM-TRIZ 的内容,以便为设计师所用。

本书共 8 章。第 1 章介绍了创新设计在工程设计中的重要地位,以及 TRIZ 理论体系结构和创新思维方法;第 2 章介绍了矛盾分析方法,包括技术矛盾、物理矛盾的基本概念和解决方法,详解了 40 个发明原理、39 个工程参数、分离原理等内容,以及应用根本矛盾分析法来解决矛盾问题的流程;第 3 章介绍了物-场分析方法,包括物-场模型的基本结构和模型变换方法,详解了 76 种标准解法;第 4 章介绍了经典 TRIZ 理论中的 30 个功能词汇和科学效应库的应用方法,并引入了效应链和扩展功能词汇的内容;第 5 章详细介绍了发明问题解决算法的 1985 年版本——ARIZ-85;第 6 章介绍了技术系统进化法则和进化树的应用方法;第 7 章介绍了功能分析方法;第 8 章介绍了 OTSM-TRIZ 的关键技术,包括 ENV 模型,问题流网络技术和复杂矛盾问题情境的分析方法。本书第 1 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章由刘尚编撰,第 2 章、第 3 章由刘冬编撰,第 4 章由王宇清编撰。

感谢在读和已毕业的研究生胡骥、何春江、李岩、高超为本书的编写工作搜集

和整理了部分素材与案例;感谢哈尔滨工程大学的郭峰老师和贾刚老师的大力支持和帮助。

本书部分参考资料和图片来源于网络,由于是长期积累所得,个别图片资料难以查明来源。在此,谨向这些文献的作者表示深深的感谢。

由于时间仓促,水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

2017 年 4 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 工程设计与创新	1
1.2 发明问题解决理论	4
1.3 TRIZ 理论体系	9
1.4 TRIZ 理论应用流程	12
1.5 TRIZ 理论中的创新思维方法	14
第 2 章 矛盾分析	23
2.1 概述	23
2.2 技术矛盾	24
2.3 物理矛盾	53
2.4 从技术矛盾到物理矛盾	55
2.5 矛盾分析法	57
第 3 章 物-场分析与 76 种标准解法	64
3.1 概述	64
3.2 物-场分析	64
3.3 76 个标准解法详解	72
3.4 76 个标准解法的应用	93
第 4 章 科学效应	98
4.1 概述	98
4.2 功能与科学效应	98
4.3 功能-效应的扩展及应用	112
第 5 章 发明问题解决算法 ARIZ	117
5.1 概述	117
5.2 ARIZ 流程	117
5.3 ARIZ-85 详解	120
5.4 ARIZ-85 应用实例	131
第 6 章 技术系统进化	137
6.1 概述	137
6.2 技术系统的进化	137

6.3	经典 TRIZ 理论技术进化法则详解	145
6.4	进化树	161
第 7 章	功能分析	177
7.1	概述	177
7.2	功能的含义	177
7.3	功能分析	186
7.4	功能裁剪	209
第 8 章	OTSM - TRIZ	212
8.1	OTSM - TRIZ 简介	212
8.2	ENV 模型	213
8.3	OTSM - TRIZ 的问题流网络方法	222
8.4	矛盾分析技术的发展	236
8.5	OTSM - TRIZ 应用实例	247
参考文献		252

第1章 绪 论

1.1 工程设计与创新

工程设计的主要任务是应用科学知识和工程知识来解决技术问题,然后在材料、经济、技术、法律、环境以及人的因素的约束和需求下,对所提出的技术方案进行优化。技术问题一旦被确定为具体的设计任务,设计师就要通过设计活动来解决问题。设计活动的结果不仅仅是思维上的创新,还要在物理上形成具体的产品。

设计师以专业的方法找到问题解,并形成产品,这一过程中设计师面临的压力很大,因为他们的想法、知识、技术决定了产品的技术、经济、生态等属性。一个好的设计,会涉及人类生活的方方面面,设计师需要具有科学的洞察力和对科学原理的正确应用,需要专业经验,需要具备足以支持将想法变成物理实体的物理知识,需要专业的责任感。

Dixon 和 Penny 用图 1-1 来表达工程设计在技术与文化中的交叉位置^[1,2]。设计是一种与经济、政治、艺术相关的创造性思维活动,需要扎实的数学、物理学、化学、力学等知识,要熟悉工程知识、材料知识、设计理论,同时感兴趣的知识和经验在设计中也起到重要作用。

工程设计的目的是产生满足人们生活需要的产品。在产品全生命周期管理过程(图 1-2)中,设计是不可缺少或被替代的重要环节。然而,设计的过程是复杂的。由图 1-1 所示,工程设计涉及人们日常生活所接触到的科学技术和文化艺术领域的问题,这就决定了设计的复杂性。工程设计面临着不同的任务,设计师的设计行为、设计内容也不相同。

工程设计可分为原始创新设计、适应性设计和变形设计。原始创新设计的过程是对问题产生新的解决方案的过程,新的解决方案可以通过对已有的技术方案选择并组合产生,也可以发明一种全新的技术。原始创新设计的产物可以是整个产品,也可以是部件或者零件。适应性设计是在不改变原理方案的基础上,对产品进行技术调整以适应环境变化的需要。这类设计的重点通常放在几何学(力、刚度等)、生产和材料等问题上。适应性设计中可能涉及某一部件或者零件的原始创新设计。变形设计是指在产品设计中给定的取值范围内改变零部件的尺寸,来达

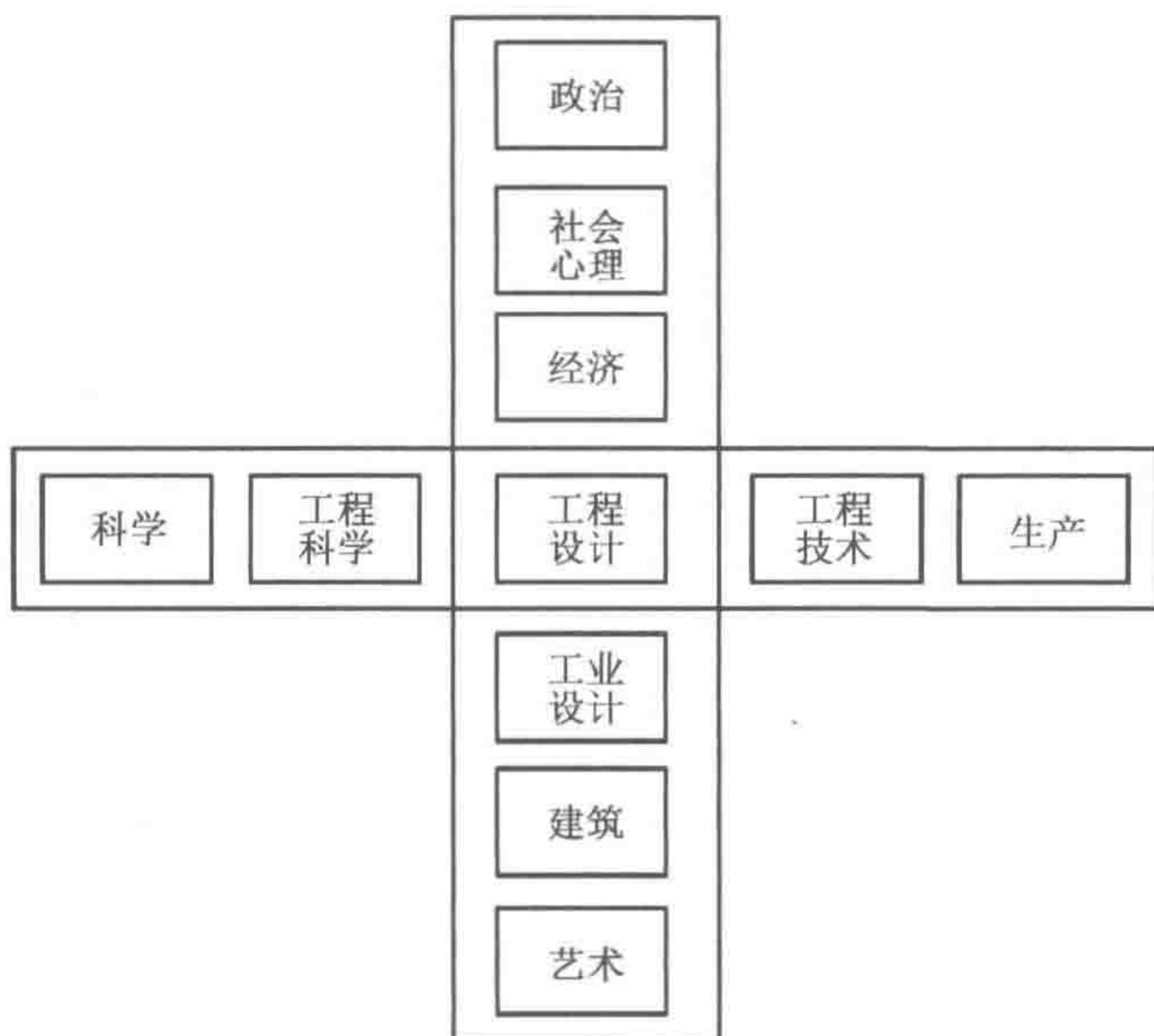


图 1-1 工程设计在技术与文化中的交叉位置

到设计要求的设计行为。

尽管这三类设计所关注的内容不同,但是对于某一项具体的设计任务,很难精确地界定其所属的设计类型。这种宽泛的划分有助于了解设计的特点和复杂性。

从设计师的设计行为的角度,可以将设计分为概念设计、技术设计和详细设计。图 1-3 描述了设计中的这三种行为。可以将设计理解为信息在问题分析、概念设计、技术设计和详细设计等行为中的处理过程。

Paul Beitz 在 *Engineering Design* 一书中阐述了这三个设计阶段的设计活动^[3]: 概念设计是通过抽象化方法确定设计问题,拟定功能结构,寻求适当的原理解及其组合的过程。概念设计的结果是确定设计问题的原理解。技术设计是以概念设计的结果为起点,依据技术的、经济的标准对概念解逐步细化,直至产生的结果能够用于详细设计。详细设计是对技术设计的结果进行细化,到每一个零件的形状、结构、尺寸、表面特征以及选材,最终形成图纸和技术文件的过程。

可以看出,在设计师的设计行为过程中,技术设计和详细设计都具有明确的经济、技术标准的约束和限制。而概念设计阶段,问题的抽象化、原理解的寻求及选定过程都存在较广阔的思维空间,是设计过程中的创新活动环节。

从工程设计的目的和任务可以看出,工程设计是以满足人们社会生活需要为目的的解决问题的过程,图 1-4 为解决问题的一般流程。每一个具体问题的解决

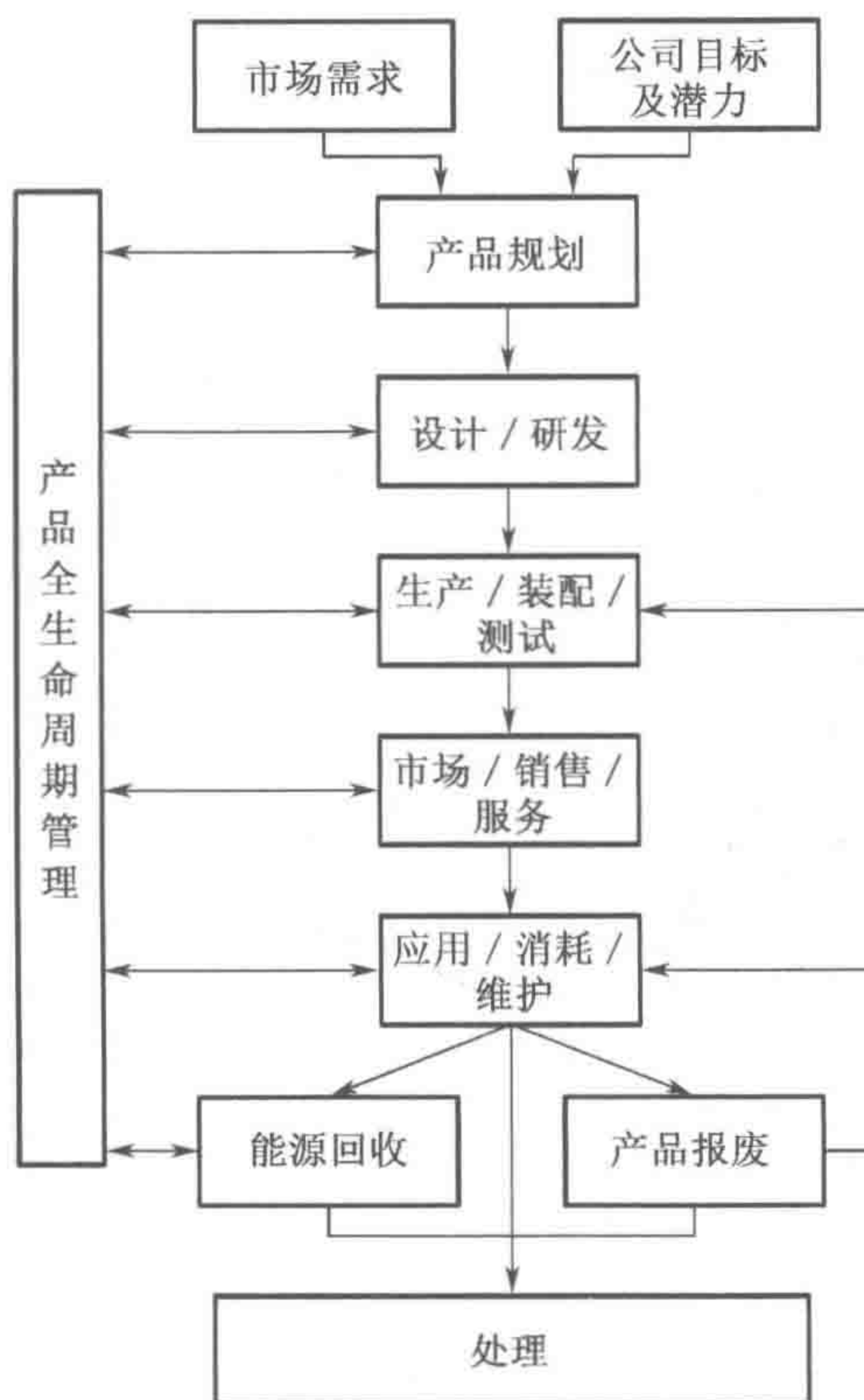


图 1-2 产品全生命周期

都要通过问题分析这一过程。问题分析,是为了弄清楚什么是已知的、什么是未知的。问题分析的结果,依赖于参与者的知识、经验、能力,以及他们所从事的专业领域。通过问题分析,可以整理出一些与问题相关的信息。例如,约束、可能解、类似问题的解决方法等。对这些相关信息进行整理,对找到关键问题是十分必要的。定义关键问题是通过抽象化的过程来确定目标和约束,抽象形式描述的问题更具有一般性,这对于一些非常规的解决方案的产生是有利的。创新过程中,会通过各种方法产生解决方案,并对解决方案进行变形或组合。当产生的解决方案较多时,需要通过评价和决策的过程选择最好的解决方案。

从图 1-4 可以看出,创新是产生新想法、新构思的唯一环节,在此之前的环节是为这一环节准备信息,而此后的环节是对创新结果的信息处理。创新这一环节本身,是工程师将收集到的信息利用自身的经验、知识通过思维进行加工处理的过程,思维的结果是产生新的想法、新构思。因此可以说,创新是工程设计的灵魂,也

是工程设计中至关重要的一步。没有了创新,设计也就失去了意义。

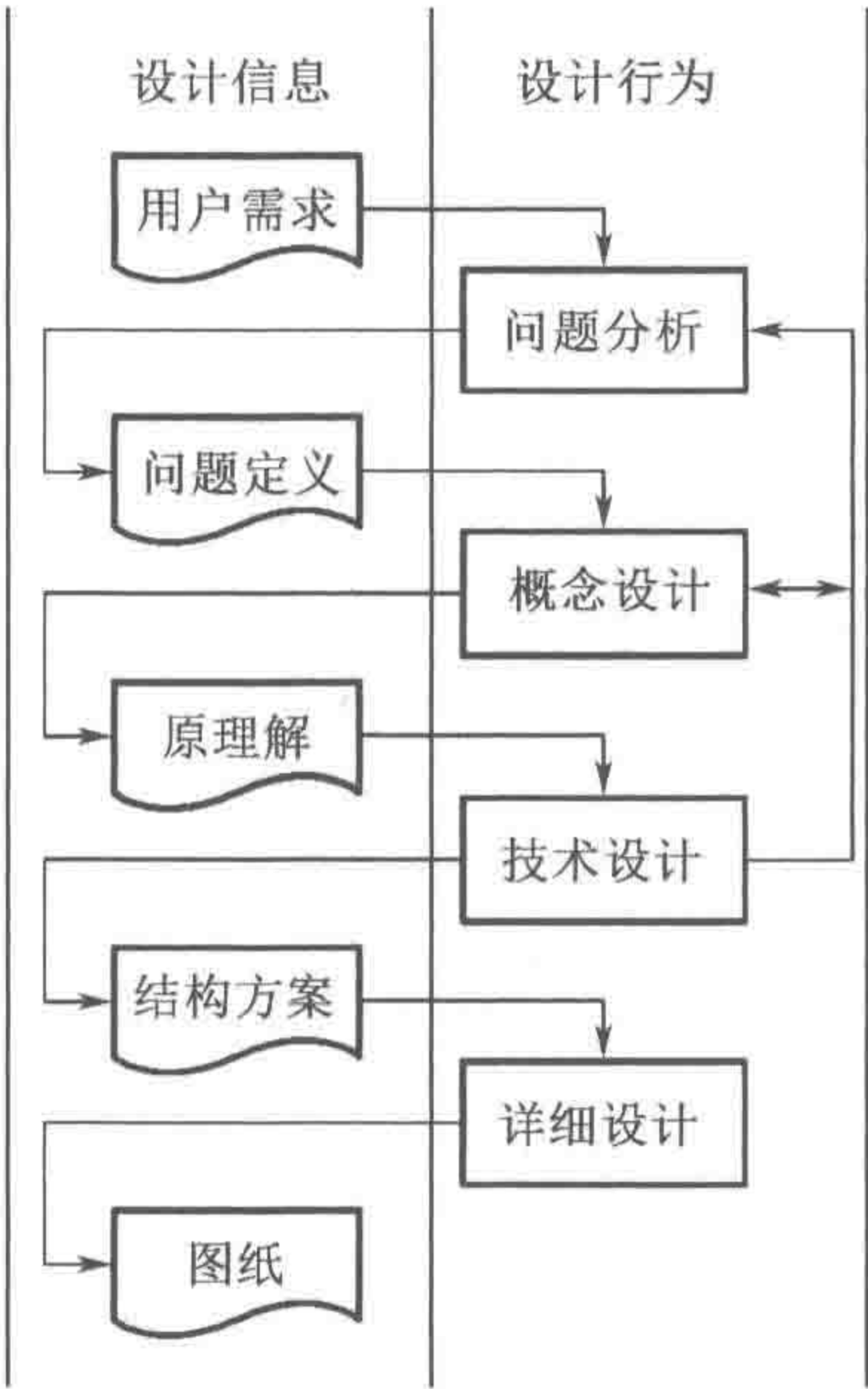


图 1-3 设计过程

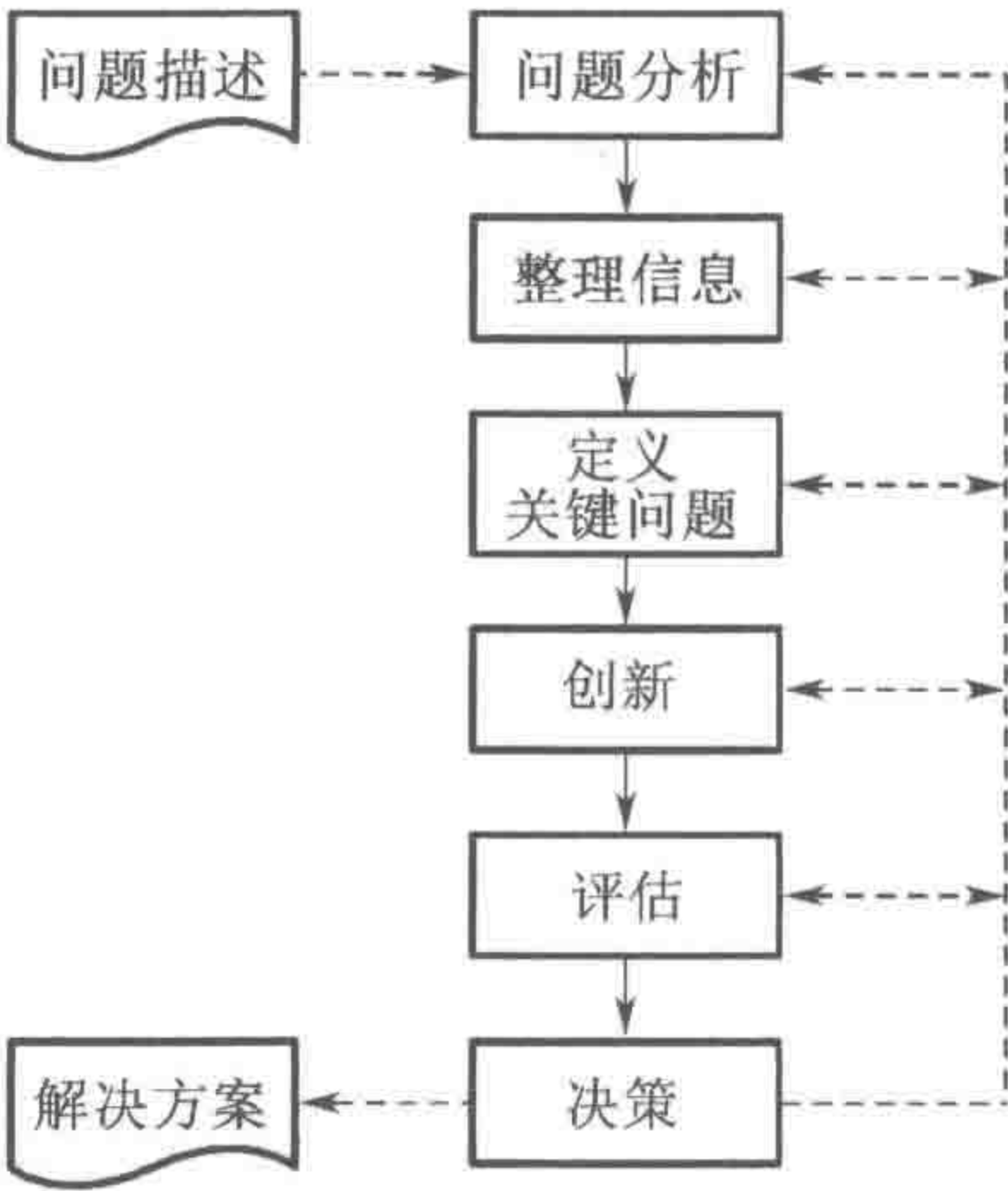


图 1-4 解决问题的一般流程

创新需要科学的理论与方法的引导,概念设计的研究为创新行为提供了理论与方法的支持。在概念设计方法的研究中,一方面人们试图应用计算机的信息处理能力和人工智能手段来帮助人处理设计信息,产生创新解;另一方面,试图利用人类发展过程中已有的设计成果,挖掘成果中的知识,并充分考虑思维的特点,形成适合于人的有效的思维方法来引导设计行为,产生创新解。

TRIZ 理论便属于后者。TRIZ 理论是在专利分析的基础上,形成的一套理论体系完整的系统化设计理论和方法,提供了充分考虑人的思维特征的创新思维方法。

1.2 发明问题解决理论

1.2.1 TRIZ 理论发展简史

TRIZ 理论(发明问题解决理论)被认为是“使人聪明”的理论,在苏联作为国家机密,在军事、航空航天、工业等领域发挥着巨大的作用。1991 年之后,流传到

欧美国家。目前,是大部分国际大公司(如三星、摩托罗拉、通用电气、中兴通信等)认可并采用的创新方法。

但是在 TRIZ 理论诞生之前,发明创造通常被认为是“智者”的行为,是上帝赐予的灵感爆发的结果。苏联专利局专利审核员根里奇·阿奇舒勒却坚信发明创造的基本原理是客观存在的,这些原理不仅能被人认识,而且还能被人们利用形成一套完整的理论,这种理论可以提高发明成功率,缩短发明的周期,可以使发明问题具有可预见性。在根里奇·阿奇舒勒及一批研究人员的多年努力下,经过分析研究大量高水平专利,创建了发明问题解决理论,其俄文首字母的发音为 TRIZ,目前人们习惯于称其为 TRIZ 理论。TRIZ 理论发展简史如下:

1946—1950 年,Altshuller 开始研究 TRIZ,并举办早期的培训。此时,他意识到要得到创新性的解决方案,一定要解决技术矛盾。

1950—1954 年,Altshuller 给斯大林写信指出当时苏联创新系统存在的问题,结果作为政治犯被捕入狱,1954 年被释放恢复名誉。

1956 年,Altshuller 和 Shapiro 在《心理学问题》杂志上发表了题为“关于技术创造力”的文章。该文是第一篇正式发表的 TRIZ 论文,介绍了技术矛盾、理想度、创造性的系统思考或多屏幕思维的概念以及技术系统完备性法则和发明原理。同年,提出发明问题解决算法(ARIZ),其中包括最初的 10 个步骤和 5 个发明原理。

1956—1959 年,进一步发展 ARIZ 算法达到 15 个步骤和 18 个发明原理(包含子原理);引入“最终理想解 IFR”的步骤。

1963 年,引入 ARIZ 术语,将发明问题解决算法命名为“ARIZ”,算法包含 18 个步骤和 7 个发明原理(包含 36 个子原理)。

1964 年,ARIZ 算法包括 18 个步骤、31 个发明原理和第一版矛盾矩阵(16×16 个参数)。

1964—1968 年,ARIZ 扩展为 25 个步骤,35 个发明原理和解决技术矛盾的矛盾矩阵(32×32 个参数)。在这个时期,Altshuller 除了继续开发解决发明问题的工具外,他和他的同事开始研究创造性思维系统,并提出理想机器的概念。

1969 年,Altshuller 在苏联成立了第一个 TRIZ 培训和研究中心(阿塞拜疆发明创造公共学院),建立了第一个致力于在全国范围内发展 TRIZ 的开放资源(发明方法公共研究室)。

1971 年,ARIZ-71 包括 35 个步骤,40 个发明原理(88 个子原理)以及矛盾矩阵(39×39 参数)。该版本 ARIZ 算法是 TRIZ 进程中的重要阶段。引入了 STC 算子和小矮人的第一个版本,使用物理效应解决发明问题。同时,开始由 Yuri Gorin 开发物理效应库,把一般的技术功能同物理效应和现象联系起来。

1974 年,成立圣彼得堡 TRIZ 学校,这是苏联最有影响的 TRIZ 学校。

1975 年,引入物-场模型,并发布 5 个标准解。改进 ARIZ 算法为 ARIZ-75B,包含 35 个步骤。提出物理矛盾的概念,并将发明问题的解决方法研究的主要精力放在解决物理矛盾上。

1977 年,发展 ARIZ 算法,提出 ARIZ-77,包括 31 个步骤,并引入物理矛盾的微观层概念,提出组件冲突对、操作区和操作时间的概念。逐渐淡化了矛盾矩阵的使用。

1979 年,出版《创造是一门精密的科学》,至今仍被视为是 TRIZ 的主要著作。同时,确定了技术系统进化理论的课题,确定了一些技术进化路线,后来被称为技术系统进化的 9 条法则。

1982 年,ARIZ-82 包含 34 个步骤,引入 X 元素和最小问题的概念,以及典型的矛盾、解决物理矛盾的原理、聪明的小矮人等,解决技术矛盾的矛盾矩阵和 40 个发明原理被从 ARIZ 中排除。将 ARIZ 定义为解决“非标准”发明问题的工具,而剩余的“标准”的发明问题可以用标准解来解决。重要的是标准解中隐含了技术系统进化法则。同时,提出 54 个标准解;发起生物效应的研究;将 TRIZ 向工程技术以外的领域延伸。

1985 年,ARIZ-85(目前唯一被正式广泛接受的 ARIZ 版本)出现。标准解法增至 76 个,并划分为 5 大类。发展了几何效应和化学效应。进一步发展 ARIZ,并以 OTSM 作为 TRIZ 发展的主要阶段。同时,一批 TRIZ 专家,包括 B. Zlotin, S. Litvin 和 V. Guerassimov 为分析技术系统和产品开发了功能成本分析法(Function Cost Analysis, FCA)。目前,FCA 和功能裁剪被认为是 TRIZ 理论的一部分。同年,技术系统进化法则也得到了发展,出现了许多具体的趋势和技术进化路线。TRIZ 理论的工具延伸至专利规避领域。

1986 年,将研究的关注点转移到研究人的创新个性上面。

1989 年,首个 TRIZ 软件“*Invention Machine*”出现,后来发展成为“*Tech Optimizer*”和“*Goldfire Innovator*”。N. Khpmenko 开始投入大量的精力研究 OTSM。同年,苏联 TRIZ 联合会成立。

1990 年,俄语“TRIZ”杂志诞生,1997 年因经济原因停刊,2005 年复刊。

1990—1994 年,Altshuller 与 I. Vertkin 出版了《创造性人的人生策略》,总结了他们致力关于创造性人发展的理论。在此期间,美国 Ideation International 公司发布了一个新的 TRIZ 软件包“*Innovation Workbench*”,首次引入发明情境因果模型。V. Timokhov 出版了《生物效应库》。

1994—1998 年,俄罗斯 TRIZ 协会成为国际 TRIZ 协会。1996 年 *TRIZ Journal* 杂志启动。1998 年,Altshuller 去世。

1998—2004 年,不同 TRIZ 组织的专家开发了属于自己的 TRIZ 版本,如

Ideation - TRIZ, TRIZ+, xTRIZ, CreaTRIZ, OTSM - TRIZ。为避免混淆,1998 年以前,在 Altshuller 引导下开发的 TRIZ 称为“经典 TRIZ”。在此阶段,出现了若干 TRIZ 简化版本,如 SIT, ASIT, USIT 等,由于过于简化,而且消除了 TRIZ 的一些基本概念,并不为 TRIZ 界认同。矛盾矩阵在 ARIZ 中被排除,但是出现了新版的矛盾矩阵(2003 版矛盾矩阵)。

1998—2004 年,欧洲 TRIZ 协会,法国 TRIZ 协会和意大利 TRIZ 协会相继成立,Altshuller 研究院在美国成立。

2004—2008 年,一些复杂问题情境的分析工具出现,如根本矛盾分析法(RCA+),问题流技术,功能线索(Function Clues),功能导向搜索(FOS),系统进化趋势雷达图等。技术系统进化法则也得到了发展,Ideation International 公司提出的直接进化理论(Directed Evolution)包含了 400 条左右的进化路线。TRIZ 与质量管理方法的结合应用,如 QFD/TRIZ, DFSS/TRIZ 等。日本 TRIZ 协会成立。

1.2.2 TRIZ 理论中的发明等级

通过对专利分析发现,不同的专利蕴含的科学知识,技术水平存在着很大的差异。区分专利的知识含量、技术水平、应用范围、重要性和对人类的贡献大小,这对于专利更好地推广应用是有益的。TRIZ 理论将问题分解为 5 个等级:

L1 级所要解决的问题是通常的设计问题,或者对已有的系统的简单改进,问题的解决过程中不需要解决矛盾。设计人员应用自身的经验即可解决,不需要创新。例如,通过增加空气流动速度或者表面积,来提高散热效率。

L2 级所要解决的问题需要通过对系统进行少量的改进来解决矛盾。设计人员应用行业内已有的方法就可以解决。例如,在枪支上面增加瞄准镜。

L3 级所要解决的问题只有通过对系统进行根本性改变,来解决矛盾。设计人员需要用到行业以外的知识。例如,用液压系统代替连杆机构对零件夹紧。

L4 级所要解决的问题,需要采用全新的科学原理,解的发现主要是从科学的角度,而不是工程的角度。例如,虚拟键盘、集成电路、内燃机等。

L5 级所要解决的问题是应用罕见的发明原理导致的新系统的发明。例如,飞机、计算机、蒸汽机等。

从上述的 5 个级别来看,级别越高,需要的知识越多、所涉及的技术领域越宽,难度越大。将上述级别汇总见表 1-1。

表 1-1 TRIZ 理论中问题解的级别

级别	创新程度	问题复杂程度	知识来源	比例	参考解数量
L1	明确的解	使某一组件实现预期任务,未解决矛盾	个人知识	32%	10
L2	少量改进	通过移植相似的系统的方案来解决矛盾	行业内的知识	45%	100
L3	根本性改进	通过改变或者消除至少一个主要系统组件来解决矛盾	行业外的知识	18%	1 000
L4	全新的概念	用跨学科的方法解决系统矛盾,产生新系统	科学原理	4%	100 000
L5	发现	解决了矛盾,导致了创新的发明	人类已知的知识	<1%	1 000 000

Altschuller 认为,高级别的解对人类的贡献远远高于低级别的解。L1 的解非常简单,L5 的解非常难得。因此,确定对 L2 ~ L4 级别的专利进行分析,这是 TRIZ 理论的专利基础。因此,TRIZ 理论中的技术方法体现了 L2 ~ L4 级解的技巧、方法,应用 TRIZ 理论所产生的专利级别也在 L2 ~ L4 之间。TRIZ 理论对 L5 级的问题无能为力,而产生 L1 级的解不需要使用 TRIZ。

1.2.3 TRIZ 理论三个公理

Altschuller 对大量的专利、技术系统进化历史和列于百科全书中的科学发现进行了分析,提出了 TRIZ 理论的三个公理。这三个公理回答了在创新过程中,我们如何快速有效地聚焦并搜索到与问题的解决有关的知识,而不影响解的质量这个问题。这三个公理是 TRIZ 成为创新问题解决科学方法的基础^[4]。

1. 技术系统进化法则公理(第一公理)

技术系统不是随机进化的,而是按照进化法则进化的。这些进化法则是不以人的意志为转移的,但是能够被观察、描述,并用来开发有效的问题解决方法。好的问题解决方案一定是按照进化法则构建出来的。

2. 矛盾公理(第二公理)

技术系统的进化不是随机的,而是一定要克服矛盾。为了获得具有突破性的创意,我们应该找到克服矛盾的办法。好的问题解决方案一定要克服矛盾才能获得。

3. 具体问题情境公理(第三公理)

一个具体问题的求解一定要在具体问题情境的约束下进行。稳健的问题解决方案一定是尽可能少地引入新资源的解决方案。

1.3 TRIZ 理论体系

1.3.1 TRIZ 理论体系结构

TRIZ 理论是通过大量的专利分析提炼出来的,它揭示了技术系统进化的客观规律,回答了如何应用前人的发明技巧来引导创新的问题,提供了定义问题和解决问题的系统化方法,建立了用于克服惯性思维的创新思维方法,形成包括理论基础、基本概念、问题分析工具、问题求解工具和问题解决算法在内的、结构完整的理论体系,TRIZ 理论体系结构如图 1-5 所示。

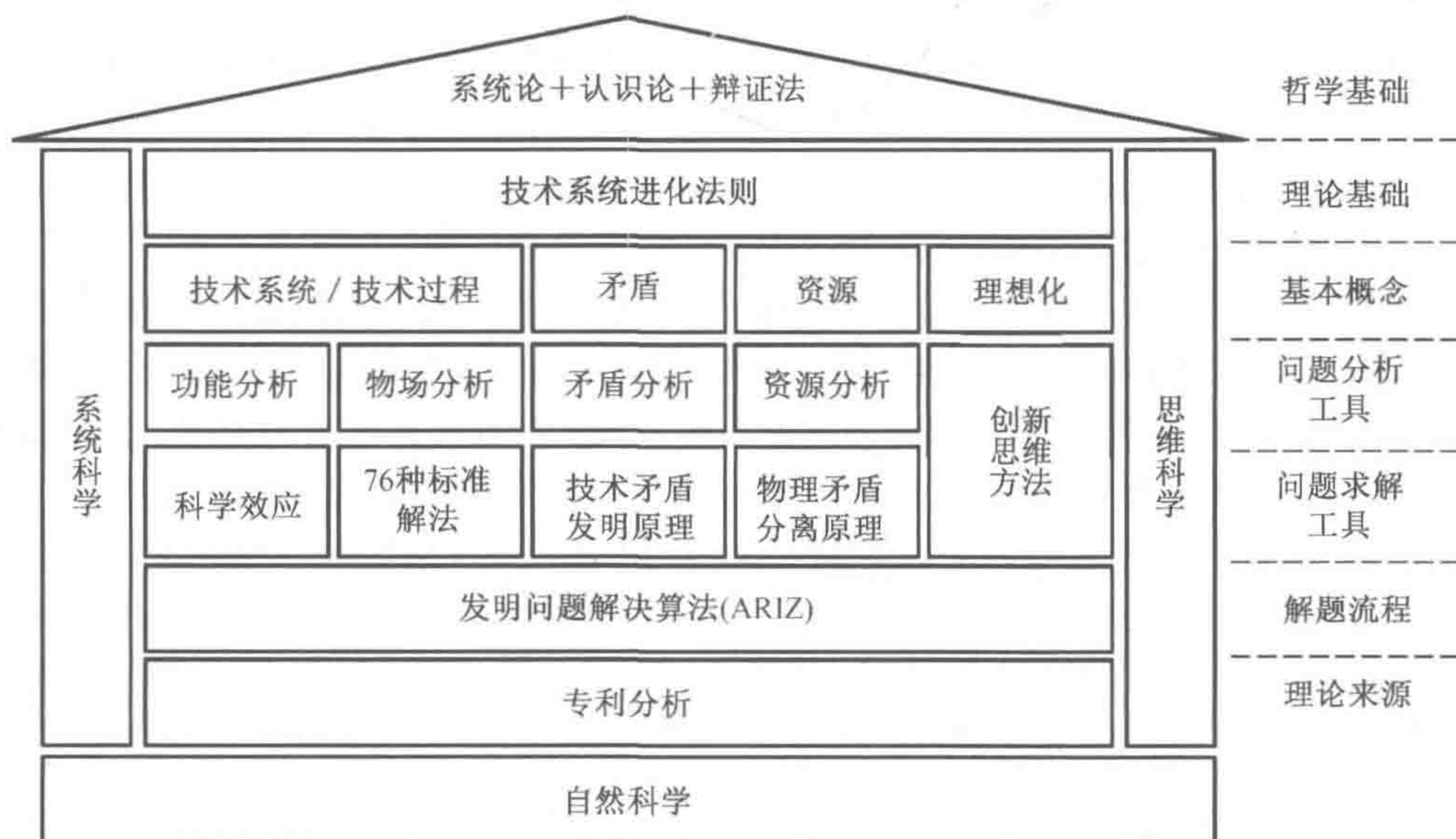


图 1-5 TRIZ 理论体系结构

技术系统/技术过程是人们的研究对象,人们解决工程问题在本质上是消除存在于技术系统/技术过程中的不期望的现象或者效应,或者降低技术系统/技术过程的运行成本,并保证技术系统/技术过程达到期望的目的。

技术系统进化法则揭示了技术系统进化的规律。技术系统是向着理想度提高的方向进化的;技术系统只有在符合完备法则和能量传递法则的前提下,才能有开始和完成功能;但是,仅仅这样是不够的,技术系统各个子系统以及参数之间要向

着协调化的方向发展;技术系统在进化过程中,子系统之间的进化是不平衡的,这就需要通过动态化的方法调节这种不平衡,消除不平衡带来的矛盾;技术系统的进化是通过资源的消耗和引入实现的,当宏观层面的资源已经耗尽,需要在微观层面上寻找资源,向微观级跃迁便成为技术系统进化的必然途径;随着技术系统或某一子系统走向成熟,技术系统本身或者其中的一部分也逐渐地合并进入超系统中,最终完全合并进入超系统,其功能由超系统组件完成,而其本身的物理结构消失。技术系统进化法则不仅仅揭示了技术系统的进化规律,同时也为人们创新思维提供了参考和指引。目前,技术系统进化法则得到丰富和发展,形成多个分支,越来越成为创新思维的强有力的引导工具。

技术矛盾和发明原理是 TRIZ 理论中的一种问题模型和求解工具。在 TRIZ 理论中,当人们的期望与物理现实之间产生冲突的时候,便无法通过参数优化的方法对技术系统改良,这时,只有通过改变物理条件才能够实现人们的期望。这种冲突称为技术矛盾。技术矛盾分析和求解工具中包含 39 个工程参数、矛盾矩阵和 40 个发明原理。39 个工程参数用来定义技术矛盾;矛盾矩阵用来为技术矛盾寻求具体的发明原理;40 个发明原理是经过专利分析提炼出来的,用来为消除技术矛盾提供策略。

物理矛盾和分离方法是 TRIZ 理论中的一种问题模型和求解工具。当人们的期望与物理现实的冲突聚焦在一个点(参数、结构等)上时,就会对这一点(参数,结构等)产生相反的要求,这种系统某一点上产生的相反要求的冲突称为物理矛盾。分离方法通过对系统调整,将引起冲突的两方面的期望分布在不同的时间、空间、条件和系统中,达到消除矛盾的目的。40 个发明原理也对分离方法提供了有效的支持。

物-场模型和 76 种标准解法是 TRIZ 理论中的一种问题模型与求解工具。物-场模型是以图形化的方式来表达技术系统的某一功能,这种图形化表达能够给人形象直观的印象,有助于分析问题情境。物-场模型中,任何一个功能都由两个物质和一个场构成,物质之间存在相互作用关系。对于问题系统,可根据物质之间的作用关系的类型来从 76 种标准解法中选择适合的解法,对问题求解。76 种标准解法也体现了技术进化法则。

任何功能都是通过物理载体所体现出来的科学现象或者科学效应来完成的。功能是 TRIZ 理论中一种模型化的问题表达方法,建立功能表达的最初目的是匹配能够实现功能的科学效应,Altschuller 从专利中提炼出 30 种常用的功能词汇,并建立了功能效应目录。后来,在功能词汇表达的基础上,开发了 How to 模型,并形成了功能导向搜索技术,不仅仅可以用来搜寻能够实现功能的科学效应,也能够搜索到实现功能的相似系统的案例。TRIZ 理论的这项技术,回答了用什么效应能够实现功能的问题。

惯性思维是创新设计过程中的思维限制。惯性思维的存在,往往使人们忽略