

·管理科学与工程·

TRIZ理论集成与应用研究综述



□邵云飞 王思梦 詹坤

[电子科技大学 成都 610054]

[摘要] 发明问题解决理论 (TRIZ) 对各种技术需求、商业需求、管理需求具有普遍的实用价值, 越来越受到许多学者的关注。立足于TRIZ完善和发展层面, 根据研究目的和内容不同, 从TRIZ理论体系、TRIZ集成研究及TRIZ应用研究三个层面对TRIZ进行剖析, 结合TRIZ理论体系对其研究方法及在设计制造领域和管理领域的应用进行剖析, 思考如何找到一个合适的方法对TRIZ各种工具方向进行集成整合, 如何找到一个合适的系统对TRIZ的集成应用加以提升, 如何找到一个正确的目标来对现有的方法体系进行拓展。

[关键词] TRIZ理论体系; 文献综述; 集成与应用

[中图分类号] F270

[文献标识码] A

[DOI] 10.14071/j.1008-8105(2017)-0053

A Review of TRIZ Theory Integration and its Application

SHAO Yun-fei WANG Si-meng ZHAN Kun

(University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054 China)

Abstract The invention problem solving theory (TRIZ) has universal practical value for various technical needs, business needs and management needs, and has attracted more and more scholars' attention. With the aim of TRIZ perfection and development, the TRIZ theoretical system, TRIZ integration research and TRIZ application research are analyzed according to different research purposes and contents. Combining the TRIZ theory system, the TRIZ research method and its application in the field of design and manufacturing and management are investigated in the paper in order to find a suitable method to integrate the various tools of TRIZ, to find a suitable system which can improve the integrated application of TRIZ, and to find a correct way to expand the existing method system.

Key words TRIZ; literature review; integration and application research

引言

发明问题解决理论 (TRIZ) 来源于阿奇舒勒对250万份专利的总结和分析。TRIZ理论是基于知识系统原理的问题发明解决方法, 其被解释为一种能有效描述新技术、新系统发展的方法体系, 能详细阐述技术及系统的一系列演化过程^[1]。此外,

TRIZ理论也被认为是一种工具包解决方案, 为待解决的问题提供了一系列分析方法和解决方案^[2]。国际TRIZ协会认为: TRIZ是基于研究工程与其他人工系统进化的应用学科。首先, 通过引导工程系统朝着他们进化模式进行进化, 达到最有效和最高效的发展; 其次, 以最有效和最快速的方式、方法解决问题以及其他障碍。TRIZ最初产生是用于解决创新性问题的理论, 它为创新性的复杂问题解决提

[收稿日期] 2018-09-22

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“新一代信息技术产业‘联盟组合’与创新能力研究: 涌现、构型与治理”(71572028); 科技部创新方法工作专项项目“四川省创新方法推广应用与示范”(2017IM010700)。

[作者简介] 邵云飞(1963-)女, 电子科技大学经济与管理学院教授、博导; 王思梦(1990-)女, 电子科技大学经济与管理学院博士研究生; 詹坤(1988-)男, 电子科技大学经济与管理学院博士研究生。

供了一种有效模式^[3]。经典TRIZ理论更多关注的是: 是否解决了问题, 是否对正确的问题进行正确解决? 随着TRIZ理论的发展, 该理论逐渐扩展到机械制造与设计、产品设计与创新等领域, 形成了一系列解决创新性问题的强有力的方法。现代TRIZ理论更多关注的是: 是否对正确的问题提供合理可靠性的解决方案, 是否显著性地提升了产品发展演变中主要价值参数。此外, 经典TRIZ理论与现代TRIZ理论相比而言: 其分析工具少; 更多关注于工程领域, 而忽视商业价值; 重视具有创造性想法, 而开发具有现实意义的创新产品和技术却不占优势; 方案的可行性差, 理论体系不严谨; 专利中没有分析阶段, 在解决发明问题时却需要大量的分析。而现代TRIZ(后文简称TRIZ)提供了从“问题识别-行动方案-方案确定”的一系列解决方案, 通过基于技术发展演化规律、研究整个设计与开发过程, 从而实现了创新的流程化、创新过程的可预见性。实践表明: 企业或联盟利用TRIZ理论开展创新, 可提高80%~100%的专利数量、60%~79%的新产品开发效率, 缩短50%的产品上市时间^[4]。TRIZ通过在全世界广泛的应用与实践, 已经成为解决技术问题和非技术问题的重要方法和工具。

TRIZ虽然成功地揭示了创造发明的内在规律和原理, 对问题解决以及技术创新提供了清晰有效的方法。但是, 它是一个复杂的理论系统, 由于理论、方法的复杂、繁琐, 要想快速掌握并在工程领域、管理领域进行灵活的运用存在一定困难; 同时, TRIZ对于问题的解决缺乏一个统一公认的标准, 需要进行持续有效的改进^[5]。当前对TRIZ理论研究主要是从以下方面进行展开: 按分析应用工具之间的逻辑关系; 按其包含的主要八大演化法则; 对理论的发展历程及内容进行阐述, 其研究更多关注于现有理论系统内容的概括和总结。Mann研究发现, 一些TRIZ工具并不能完全分析或解释某一个类型的问题, 此外通过矛盾矩阵来解决技术冲突成功率只有48%^[6]。经典TRIZ更多的是为设计人员解决设计过程中出现的具体问题, 过于关注定性问题而忽视定量问题; 没有针对具体产品的开发设计流程, 提出具有实际应用的设计冲突解决和分析方法; 同时, 问题通用解一般化和抽象化不能直接提供问题的最终解决方案^[7]。此外, 不能有效优化参数设置, 对二级问题的验证存在困难; 对于复杂多层次问题, 也没有合适的方法和工具。

因此, 本文立足于TRIZ完善和发展层面, 以TRIZ理论发展及集成应用为关系导向, 根据研究目

的和内容不同, 从以下三个方面展开综述: (1) TRIZ理论体系的拓展: 由于, TRIZ不能提供全面的解决方法, 适用于所有服务领域, 因而需要对TRIZ理论以及实践应用的相关内容进行系统拓展研究。(2) TRIZ集成研究: TRIZ理论具有系统的创新方法和工具, 但是对问题的准确描述却没有合适的方式, 更多依靠的是对经验总结; 将TRIZ与其他理论融合进行集成研究可以解决创新当中“做什么”和“如何做”的问题^[8]。(3) TRIZ应用研究: 分析和确认产品目前的技术状态, 了解技术进化的方向和途径、产生市场需求, 预测产品发展方向; 从而做出前瞻性决策、产生新技术, 进行专利规避、制定企业战略和指导设计活动。TRIZ理论认为: 所有技术系统的进化都遵循一定客观规律; 技术系统一直处于进化之中, 解决技术系统矛盾是进化的推动力; 而理论源于技术系统的总结, 也需要不断进行完善和进化。因而, 本文从以上三个层面对TRIZ进行综述, 同时结合TRIZ理论体系对其从研究方法上、内容上进行归纳总结, 并分析其研究的不足以及探讨未来研究趋势。

一、TRIZ理论体系

(一) 理论框架: 基本原理与分析-求解工具

TRIZ理论主要由三部分组成: 一是TRIZ理论的基本原理; 二是问题分析体系; 三是TRIZ问题求解体系(如图1)。TRIZ理论强调技术系统一直处于不断演化中, 技术进步受到客观规律的支配, 解决矛盾就是解决阻碍技术系统进化、实现系统从低级到高级演进的过程。技术系统进化发展是TRIZ的理论基础。TRIZ主要提供了四种分析工具。一是技术冲突与矛盾分析, 通过将待解决的具体问题转化为矛盾矩阵, 进而查找相应发明原理从而得到解决办法。二是技术系统需求分析, 通过运用空间分隔、时间分隔、部分与整体分隔以及条件分隔等方法将矛盾分隔, 通过分离法则进而解决技术系统的功能需求。三是物-场模型分析, 将待解决的具体问题转化为利用“物质和场”描述的“标准物-场模型”, 分析物场模型中不足、过度、有害的作用, 查找与之对应的76种标准解法得到解决方案模型。四是资源分析, 通过分析待解决问题系统中组件及组件间的相互作用关系, 建立功能模型, 运用知识效应库, 产生解决方案模型。与之相对应, TRIZ问题求解方法主要有: 创新原理、标准解、效应知识库。TRIZ解决问题的主要步骤包

括：首先将面临具体问题转换为TRIZ问题，得出解决工程问题的根本原因。通过对已有技术、专利所使用的创新方法建立可供创新工作借鉴的知识库。即使遇到尚未出现过的创新问题，仍然可以从

知识库中寻找可以借鉴的创新原则、模式、方法。得到TRIZ问题后，运用TRIZ工具，建立问题的模型，进而运用相关TRIZ工具求解得出一套关于解决创新问题的综合行动方案。

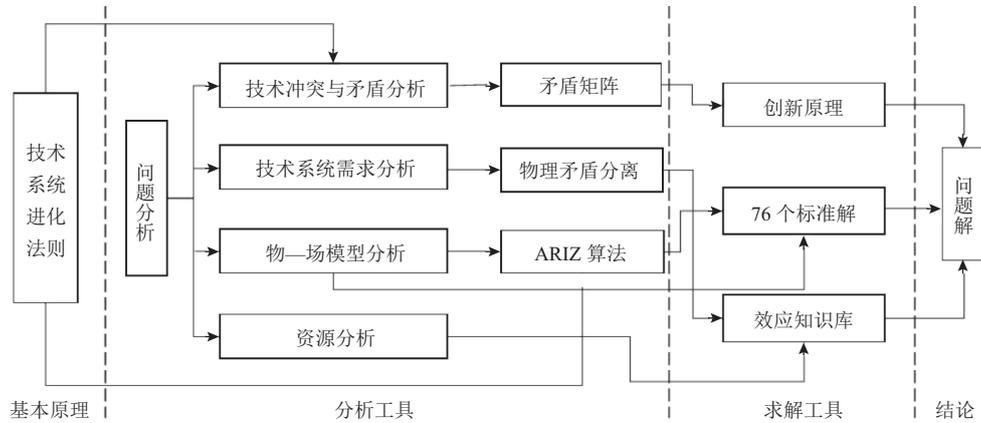


图 1 TRIZ理论框架

(二) 解决流程：标准问题与非标准问题

TRIZ将发明问题分为二大类：标准问题和非标准问题。TRIZ解决问题流程是首先将待解决的问题转化为

通用问题，提取实际问题中的技术矛盾或物理矛盾；然后利用TRIZ工具对问题进行分析得到TRIZ的解决方案模型；最后根据发明原理得到解决方案（如图2）。

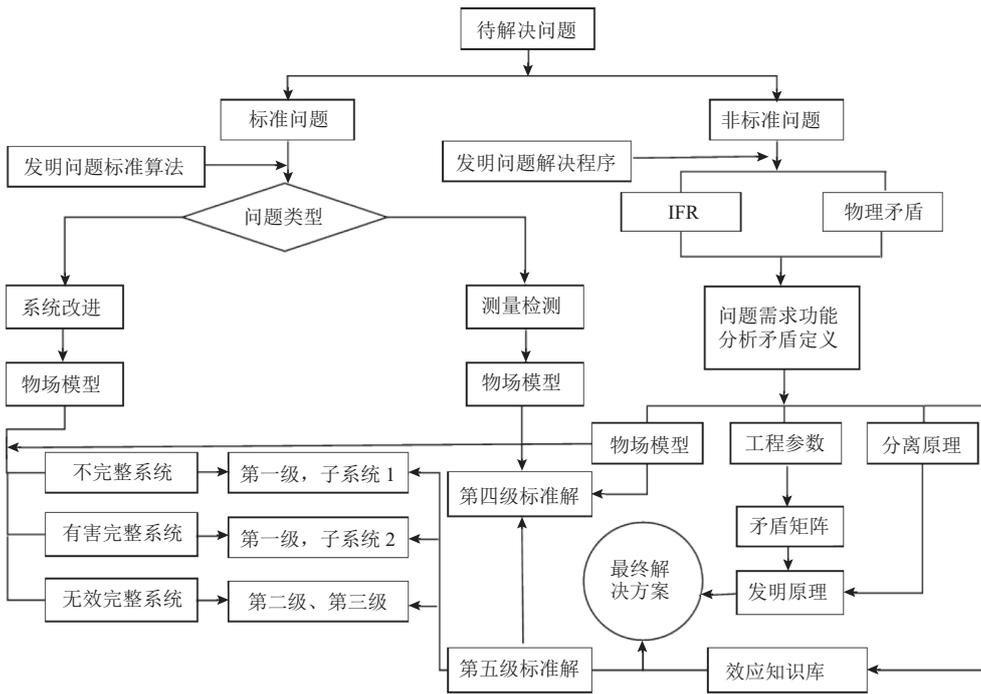


图 2 TRIZ问题解决流程

标准问题可以依据技术系统进化法则确定问题的改进方向和解决方法。对于标准问题解决方法则被称为发明问题的标准算法。标准算法分为5级、18个子级、76个标准解法（如表1），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。凡是属于TRIZ标准问题，通过对问题类型进行判别，从而确立标准模型就能快速获得问

题解决方法。标准算法是针对标准问题的解决方法而提出，通过标准算法解决问题，可以通过以下步骤进行：（1）确定问题类型、找出问题所在区域，划分相关因素；（2）如果问题是针对系统进行改进，则建立问题解决的物-场模型；（3）如果是对某问题的测量或者检查，则应用标准算法中4级17个标准解法；（4）通过获得标准算法和解决方

案, 对问题进行简化, 简化原则基于第5级17个标准解法而进行。

表 1 标准算法分级表

| 类别 | 子系统个数 | 标准解个数 |
|-----------------------|-------|-------|
| 第一级: 构建或完善物-场模型的标准解系统 | 2 | 13 |
| 第二级: 对效应不足的物-场模型进行改善 | 4 | 23 |
| 第三级: 向超系统或者微观系统进化 | 2 | 6 |
| 第四级: 测量与检验的标准解系统 | 5 | 17 |
| 第五级: 标准解的应用方法和准则 | 6 | 17 |

非标准问题主要应用ARIZ来进行解决, ARIZ是发明问题解决过程中应遵循的理论方法和步骤, 是基于技术系统进化法则的一套完整问题解决程序, 主要是通过将非标准问题转为标准问题, 然后通过标准算法进而获得解决方案。发明问题解决理论的核心是技术进化原理。根据技术进化原理, 技术系统一直处于进化之中, 解决冲突是其进化的推动力。进化速度随技术系统一般冲突的解决而降低, 使其产生突变的唯一方法是解决阻碍其进化过程中的深层次冲突。阿奇舒勒的ARIZ共有9个关键步骤, 每个步骤中含有数量不等的多个子步骤。在一个具体的问题解决过程中, 如在某个步骤中获得了问题解决方案, 可跳过中间其他几个无关步骤, 直接进入后续相关步骤来完成问题的解决。ARIZ特点是使用流程化的步骤来解决复杂工程问题, 能够快速接近最优解; 可以在系统最小改变或者没有系统参数恶化的情况下消除问题。

二、集成研究: TRIZ与创新方法的协同再造

由于TRIZ理论体系存在一定的局限, 不能有效解决创新领域中更加专业化的矛盾问题, TRIZ也正在结合其他的方法或理论来进行改进, 以增强

该方法的有效性。当前, 国内外专家学者探讨将TRIZ与其他学科方法结合用以解决较复杂的矛盾问题。Hipple将TRIZ与其他理想化工具、六西格玛(6σ)、质量屋(QFD)以及其他创新方法(精益生产、6顶帽等)集成, 构建了TRIZ问题基本的解决流程^[9]。邵云飞、杜欣通过对6σ/QFD/TRIZ集成的理论依据进行阐述; 对三种方法在产品创新过程及优劣势进行比较分析; 系统构建了基于6σ、QFD与TRIZ集成的产品创新设计方法总体框架及流程^[10]。目前TRIZ与其他理论的集成研究主要集中于六西格玛(6σ)、质量屋(QFD)以及其他创新技法(如BS法、检核表法结合)等; 从集成研究成果以及集成模式来看, 主要是将TRIZ与其他工具、方法、理论等进行结合, 通过相互协同的方式以解决复杂化、系统化的问题。

(一) TRIZ与6σ集成

TRIZ主要借助于经验总结, 通过发现设计中的冲突, 对问题进行定性描述来实现问题的解决; 而6σ管理核心在于在对现有流程或者产品进行优化改进, 找出流程、产品中存在的问题或缺陷, 使之在低成本、高质量的条件下达达到DFSS水平。DFSS在研发项目管理方面比TRIZ更具有广泛的适用性, 而TRIZ在专利方面比DFSS更具有优势。如: 三星依据企业自身特点, 将TRIZ与六西格玛进行整合形成了独特的基于3T的DFSS, 最大限度发挥了创新方法在企业发展中的作用。六西格玛与TRIZ的理论关系如图3所示。TRIZ理论具有系统的创新方法和问题解决工具, 但对问题的具体描述却没有提供合适的路径, 其更多来源于对经验的总结和归纳, 将TRIZ与六西格玛(6σ)集成可以有效解决“做什么”和“如何做”的问题。因而通过将TRIZ与6σ进行集成研究, 可以实现二者之间的优势互补, 加强创新以及提高产品的技术创新或工艺创新效率。

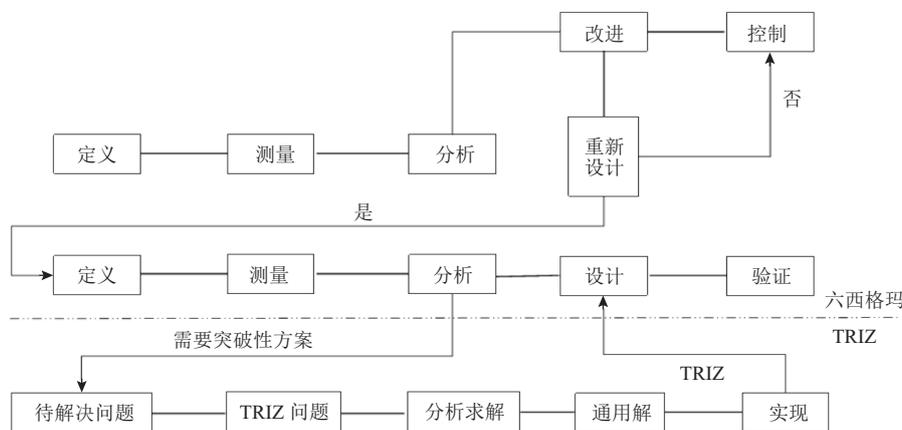


图 3 TRIZ与六西格玛(6σ)理论集成示意图

现有的TRIZ与6σ集成研究主要集中于宏观与微观两个层面。宏观层面：TRIZ与整个6σ管理体系进行集成。Averboukh认为企业可以通过TRIZ与6σ集成运用，来有效降低企业运营成本，寻找企业管理中的矛盾根源^[11]。Slocum研究表明基于TRIZ与6σ的集成能有效解决方案中问题存在的缺陷，提高企业技术创新优势^[12]。微观层面：就某一个具体方法或方面进行集成。不同的TRIZ分析应用工具可以根据DMAIC、DMAIV的不同阶段进行匹配。邵云飞、谢建明通过对TRIZ与6σ的两个主要管理模式DMAIC、DMADV之间的集成研究，构建了TRIZ与六西格玛(6σ)的集成框架；探讨了TRIZ与六西格玛改进(IFSS)主要模式DMAIC集成^[8]；Bariani等将TRIZ和6σ结合，分析研究了产品结构的合理性问题^[13]。

(二) TRIZ与QFD集成

QFD是产品开发中连接用户需求与产品属性的工具，QFD在产品的设计过程中，对创新主体待解决

问题进行了准确描述，通过量化分析寻找技术关键措施，最终保证了产品的开发和生产质量。但是QFD对如何进行创新并没有合适的工具和方法，面对复杂产品设计体系仍存在局限。此外，对于技术关键措施进行工艺创新还是产品创新无法进行准确的判断。而TRIZ具有一套基于知识库完整有效的问题分析方法和求解工具，其来源于大量的工程实践、专利分析、经验的归纳和总结，具有普遍的适用价值；但是TRIZ缺乏发现问题的方法和对创新的流程管理，对客户和市场需求缺乏分析工具，寻找矛盾的方法客观性不足。因而通过TRIZ与QFD进行集成可以满足用户和市场需求问题描述以及产品创新设计，解决不同的质量关键点之间存在的相互矛盾问题，为应对复杂问题解决提供新的途径(如图4)。如：TRIZ中的矛盾矩阵已经被多次应用于DFSS以解决在QFD中已确立的矛盾问题，在QFD的第一个质量屋中的顶部，排列了协调性和冲突性的产品功能特性。

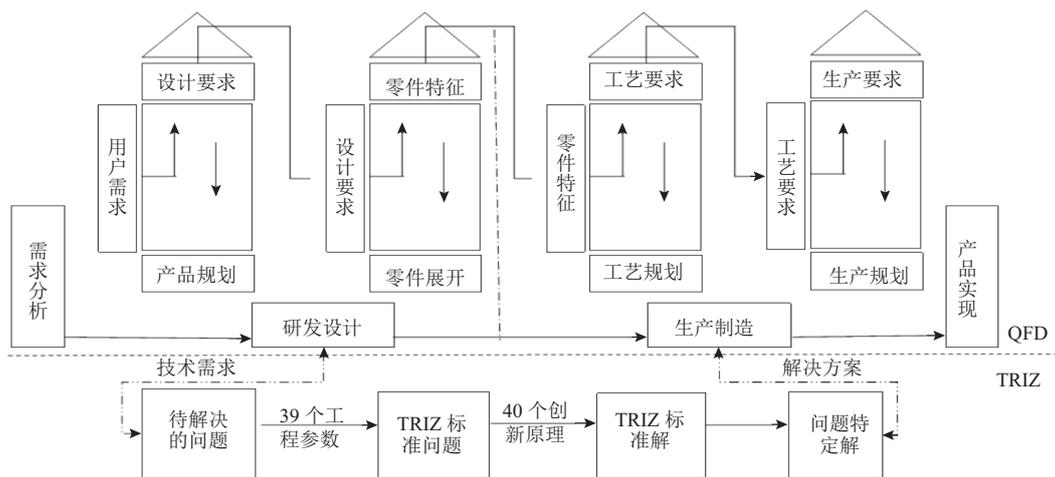


图 4 TRIZ与QFD集成解决问题模型图

目前针对TRIZ与QFD的集成研究主要从以下两个角度展开。(1) TRIZ分析应用工具在QFD过程中的运用。在产品的设计过程中：马怀宇提出了基于QFD、功能分析和TRIZ集成的概念设计过程集成模型^[14]。侯智等利用QFD、TRIZ和三次设计的集成模型，解决了现行产品设计过程中存在的矛盾问题^[15]。此外，华中生提出将QFD与TRIZ三种技术工具相融合的产品概念设计方法，减少了传统方法的缺陷，改善了设计过程，缩短了设计周期^[16]。(2) TRIZ与QFD在产品创新中的应用。Killander^[17]通过借助于软件的支持将TRIZ与有限元分析，与QFD等结合，能够更有效地提高设计质量和设计效率，

妥善解决复杂问题。Yamashina发现新产品开发过程中结合QFD与TRIZ进行研究，同时结合质量特性和零部件的质量屋分析，可以确定出需要技术创新的零部件^[18]。刘金林提出将QFD与TRIZ应用到舰船动力装置概念设计中，分析QFD与TRIZ理论的实施方法，并深入研究实施过程中指标获取方法、权重计算方法、技术指标冲突的解决方法及方案的模糊综合评价等相关问题^[19]。

(三) TRIZ与其他创新技法集成

TRIZ与其他创新技法的集成研究主要从以下两个视角进行：(1) 集成应用研究途径。Choi将设计公理理论(AD)与TRIZ理论结合，设计了新

型自行车链轮, 解决了自行车设计中的动力传输问题^[20]。Robles等在化学工程创新方法的系统研究中将TRIZ与逻辑推理理论结合, 利用这两种理论各自优势以及相互协同效应构建了一套新的创新工具以解决工程实际问题^[21]。Berdonosov将TRIZ与分形理论(Fractal)结合, 用于企业软件系统设计^[22]; Kremer等提出将公理化设计、TRIZ和混合整数规划(MIP)结合解决工程设计问题, 将公理化设计问题分解成若干个相互独立的子问题, 通过TRIZ生成所有可行的设计概念, 和MIP优化成本和可用的设计选项的数值之间的配置, 结合机车镇流器装置案例来论证结果的正确性^[23]。(2)集成方法体系研究。Schulz等提出将TRIZ与其他方法进行集成, 通过构建产品发展过程四阶段框架, 提高了企业技

术竞争优势^[24]。Cascini等将TRIZ与CAD及计算机辅助创新工具相结合, 通过将技术矛盾转化为物理矛盾, 为解决方案转化提供了一个全新的设计优化思路^[25]; Cavallucci通过TRIZ与信息技术中的本体论进行集成研究, 构建了基于本体的TRIZ知识表现形式^[26]; Melgoza等将TRIZ理论与枚举法、QFD集成, 通过建立协同机制, 将集成创新方法用于患者使用的医用支架设计, 建立TRIZ集成方法对特别问题的解决流程^[27]。这些方法通过与TRIZ进行协同整合, 极大地提高了方法的使用范围和使用价值(如表2)。因为通过集成形成优势互补方法可以应用到新产品设计阶段, 包括概念设计及方案设计, 此外这些方法的本身优势也得到保留, 如: 产品定义或新产品生产阶段的工程样品原型制造。

表 2 TRIZ与创新方法的集成应用

| TRIZ | 产品开发过程 | | | | | | |
|------------|--------|------|------|------|------|-------|--------|
| | 产品定义 | | | 设计阶段 | | 原型 | 后期设计开发 |
| | 构想 | 产品需求 | 资料收集 | 概念 | 方案设计 | 测试与验证 | 生产与销售 |
| 6 σ | √ | √ | √ | √ | √ | | |
| QFD | √ | √ | √ | √ | √ | | |
| AD | | √ | | √ | √ | | |
| TOC | | √ | | √ | √ | | |
| DFMA | | | | √ | √ | | |
| RP | | | | √ | √ | √ | |

三、应用研究

(一) 在设计制造领域应用

TRIZ在产品领域的应用主要体现在利用TRIZ理论进行产品和技术预测, 通过TRIZ理论解决新产品开发和设计中的问题, 如TRIZ的产品绿色创新设计、协同设计以及TRIZ与其他方法集成的设计等; 解决工程实际中的关键技术问题, 特别是新产品开发、机械设计制造等; 从一般性上探索TRIZ理论在产品创新中的作用。例如, 将TRIZ技术系统演化规律与产品设计的应用程序框架结合起来, 并分析其在设计过程中的影响; 利用参数矩阵, 对39个工程参数赋以一定权值构建评价矩阵, 解决协同产品开发过程中矛盾的消除问题; 基于TRIZ理论设计以消费者需求为中心的产品。运用TRIZ攻克工程问题, 解决新产品开发、机械设计制造中的难题是TRIZ运用的集中点。Dombe利用TRIZ工具应用于汽车安全气囊设计^[28]。Mann将TRIZ与根原因分析工具结合解决了系统创新设计中的失效原因问题^[29]。Schulz等提出将TRIZ和其他方法集成, 构建一个四阶段产品发展过程框架, 为

企业赢得技术竞争优势^[24]。Coulibalys等构建了一种新产品设计与开发的新方法, 将该TRIZ理论与约束理论结合, 应用于气囊设计, 并在工程实际中验证了该方法的有效性^[30]; Chiu利用TRIZ理论研究新型油漆材料、屋顶耐热彩色板漆, 通过耐热试验结果分析研究, 成功地开发出了一种新的油漆, 从而可节省电超过20%, 达到新型材料节能环保的要求^[31]。许崇春对基于技术路线图、专利地图和TRIZ集成的产业集群创新技术路径做了研究, 提出了将技术路线图、专利地图和TRIZ等创新方法融合集成并应用于产业集群技术创新的新路径^[32]。

制造领域的运用主要集中在生产效率的提高、技术工艺改进、产品品质、专利规避等方面。黄向明等将TRIZ技术运用于持续质量改进, 分析了电子产品在烧结和研磨加工过程出现的质量问题, 通过工程实践应用, 提高了生产加工的效率和产品合格率^[33]; 李牧南基于TRIZ技术系统演进视角对软件体系架构技术系统进行分析, 综合运用当前主流的面向服务的体系架构模型对计算机辅助创新软件的体系架构进行分析和改进设计^[34]; Shirwaiker提出一套新的设计方法, 将设计原理与TRIZ理论相结

合,提高了制造业里有关设计领域中设计问题的解决效率和设计效果问题,同时对两种原理之间的相互兼容性问题做了讨论^[35]。杨云霞研究认为:通过专利检索及信息分析,可以有效归纳竞争对手专利技术特征,运用TRIZ进行创新式回避设计进行新产品的技术开发。能提高新产品、新技术的开发成功概率,同时也可以回避目前已知竞争对手的专利,减少专利侵权风险^[36]。

(二) 在管理领域应用

虽然TRIZ理论的产生是基于发现产品创新规律,然而TRIZ理论的更多发展则是在非产品创新的管理领域。管理领域也和设计制造一样,也存在矛盾和冲突;TRIZ理论体系中的创新管理以及发现-分析-解决问题的思路和方法在管理领域具有普遍的适用性;如果将TRIZ在设计制造领域系统的作用和成熟的理论及方法应用于管理领域,同样也能解决企业的管理问题^[37]。TRIZ理论方法通过分析企业组织系统进化模式,构建企业管理中的创新理论和方法;从管理主体、管理对象和管理方法出发,通过管理主体对管理对象的作用效果判断管理绩效,对企业管理中的矛盾和冲突问题进行求解,能有效推动企业管理创新^[38]。

1. TRIZ在信息管理中的应用。企业的信息化建设是提高企业核心竞争力的重要手段,随着工业4.0、互联网+、中国制造2025等概念的提出,以互联网信息技术为主的信息物理系统(Cyber Physical Systems),使得企业的生产制造与管理运营逐渐呈现出数字化、网络化、自动化、自主化趋势。Brad等提出了利用TRIZ构建开放的软件平台,通过创新过程,构建基于互联网的知识管理软件平台^[39]。仇成等运用TRIZ理论从宏观、微观两个层面对企业信息管理系统的演化规律、演化动力及路线进行了剖析,为TRIZ的技术进化理论在企业信息管理中的应用提供了新的管理思路^[40]。黄庆等在分析供应链信息流集成的基础上,通过TRIZ与QFD相结合,构建了供应链信息流基础模型,有效地解决了各个供应链环节上的信息不对称问题,降低了供应链的风险^[41]。罗以洪、邵云飞根据TRIZ建立了理想化信息系统架构概念,通过TRIZ、BSC及战略一致性模型结合,建立反映企业业务系统与信息系统之间的匹配关系数学模型,解决了信息系统规划中的矛盾^[42]。Park等利用TRIZ理论的技术进化趋势标准来评估专利技术和行动对象(SAO),利用文本挖掘技术来处理大的专利数据,并自动对这些数据进行分析^[43]。王君华文通过对TRIZ理论进行提

炼和升华,构建面向TRIZ的企业内部协同创新体系的特征和条件,得出面向TRIZ企业内部协同创新体系构建的六个关键点、四大主题要素^[44]。在信息化时代,企业的快捷反映,柔性管理也显得尤为重要,而TRIZ理论中的系统完备法则,系统协调性、可控性、动态性的进化法则能给企业的信息系统管理决策提供新的参考路径。

2. TRIZ在组织管理中的应用。企业的组织管理主要通过建立合理有效的组织结构,梳理组织流程,明确组织目标等,从而推动组织成员中的综合效应的提高;而TRIZ中的子系统的不均衡进化法则、增加裁剪度趋势法则、提高理想度法则等,能有效解决企业在组织管理中的矛盾和冲突。杨波利用TRIZ的基本原理和解决问题的思路,设计了基于TRIZ的有效求解企业管理冲突的流程优化模式:即界定、转换、解决工具和方法、基于预测的改进、评价与控制的闭合循环回路,进而提高企业的管理创新效率^[45]。吕荣胜、张增阔等通过引入TRIZ创新方法,结合公司战略、供应链相关理论提出了BPR的推进模式,研究利用TRIZ再造企业关键流程、组织结构和企业文化模型的方法^[46];Movarrei指出石化项目供应链管理中的TRIZ理论运用,加速创新步伐,应用TRIZ理论解决多样技术难题^[47];Akay等提出了运用TRIZ理论分析制造业中生产过程中人力因素的影响问题^[48];赵文燕、张换高等在研究国内外大量文献的基础上,将TRIZ的问题解决流程与六西格玛流程结合,提出企业在管理流程优化中的应用流程方法^[49];陈子顺、檀润华等在六西格玛的改进阶段,将TRIZ理论与约束理论中的冲突解决图表相结合,提高了企业解决矛盾问题的能力,提出了解决矛盾问题的方法,实现了模型的构建^[50]。Song-Kyoo Kim提出了在事件驱动条件下利用TRIZ理论设计数字目标管理流程的问题,以此促进电信行业的效能增加^[51]。Yang结合TRIZ提出发展信息技术强化政府对医疗保健行业的应用,为服务创新的实施和解决方案的高可行性提供了有效的解决途径^[52]。杨燕、邵云飞应用TRIZ理论构建了企业间网络协同模型和基于TRIZ的扩展矛盾矩阵表^[53]。随着企业对TRIZ理论应用的深入,大大提升了企业组织管理能力,推动了企业科技创新能力的提高,从而实现企业“创新”与“质量”的双赢。

3. TRIZ在商业管理中的应用。TRIZ强调在创新中对主要价值参数(MPV)的影响,在产品不同的生命周期,其MPV也存在不同,以MPV提升作为创新导向和市场决策,有利于企业对自身R&D水

平评估,同时也可以有效降低项目投资风险^[54]。TRIZ理论通过与因果链分析相结合,引入价值工程概念,对系统性的难题产生的根本原因进行分析,形成了功能分析。Kaplan将TRIZ应用于决策风险分析中,将TRIZ作为决策过程的外环^[55]。Jirman提出将TRIZ创新方法应用于玻璃处理技术的评价,并利用独特有效的制度体系解决新出现的问题^[56]。Park等利用TRIZ理论的技术进化趋势标准来评估专利技术和行动对象(SAO),利用文本挖掘技术来处理大的专利数据,并自动对这些数据进行分析和处理^[43]。TRIZ中的主要价值参数分析(Main Parameter of Value)以及功能导向搜索等成为商业领域中的重要工具,为许多复杂的多层次的评估、决策问题提供了新的思路和方法。此外,TRIZ还在知识产权领域得到广泛的应用,通过与专利战略相联系,为专利战略提供一系列的问题决绝方案。例如:采用裁剪法来进行专利规避,利用TRIZ中的问题解决工具对专利的等同原理进行破坏,将技术进化的趋势在专利布局中进行运用。

四、研究展望

综合国内外学者对TRIZ与其他学科方法组合及集成应用研究成果,从理论和实践上对以TRIZ与其他创新方法的具体集成过程和途径实践应用于研究,目前TRIZ与其他工具、方法、理论等结合更有利于解决复杂的矛盾问题。

虽然许多专家学者对TRIZ与其他不同的理论、方法、工具进行集成应用研究,但更多研究是关注于对现有的理论体系进行规范性的补充和整合。从定量或者定性的角度对不同的理论、方法进行比较或效用分析的较少;集成应用解决问题的类型较为单一,系统化和规范化缺失。

目前TRIZ与其他学科方法的集成应用还存在以下不足:(1)TRIZ方法过于僵化,难以适应在各种情况下的应用。TRIZ与其他学科方法集成解决的问题类型多数是工程技术领域,涉及其他专业的应用较少。如何找到一个正确的方法对TRIZ各种工具方向进行集成整合。(2)多方法的协同应用集成较少。如何找到一个合适的系统加以提升,如:功能性搜索、次要问题的识别和解决。对很多复杂性系统问题的解决不是某一领域的知识能够解决的,在目前的研究中,有两种以上方法的集成及应用不多,文献研究发现将TRIZ与六西格玛(6 σ)、质量屋(QFD)单一方法的集成及应用较多涉及,

而其他多种方法协同应用或集成创新研究较少。由于TRIZ应用中需要应用者根据掌握的领域知识和经验发现设计中的冲突,通常情况冲突发现的过程又是通过对问题的定性描述予以完成,而其他设计理论中,特别是QFD恰恰又能解决将用户需求的问题转化为具体参数的问题,因此将TRIZ与多种方法有机复合更能发挥各自优势,更有助于解决产品设计等方面的技术问题。(3)以TRIZ为主的集成创新方法缺乏系统的结构、解决问题的处理流程算法以及评价体系及应用途径。如何找到一个正确的目标来实现,如:MPV的发现,需求的识别和演进,进化规律及演化曲线、制造/加工的趋势,功能集成。从文献中我们发现,许多对TRIZ的集成研究过多地关注于不同的理论工具,这使得理论系统过于繁杂,并影响其应用表现。如:设计开发一个成功的产品是否需要运用这些理论中所涵盖的技术方法(Cavallucci, Smith, Park)^[57-58]?研究表明,由于企业的资源禀赋存在缺失以致其无法拥有足够的人力资源来对研发部门进行技术方法培训,而且新的学习者面对如此庞大的理论知识系统,除了要求其掌握TRIZ自身知识,还需了解和掌握专业应用领域知识,增加了学习应用推广的难度,在实际运用中容易产生挫折感影响实践效果。因此,需要一个设计良好的方法运用路径,在每一个执行步骤中,根据不同的情景所列出不同的参考方法,按照不同的专业需求选择不同的集成工具和应用路径。此外,TRIZ与其他学科方法的集成没有考虑到不同情景下文化、经济发展环境等因素对TRIZ发展的影响,没有从不同的环境视角来认识和完善TRIZ体系。

参考文献

- [1] SAVRANSKY S D. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving[M]. [S.l.]: CRC Press, 2000.
- [2] GADD K. TRIZ Problem-Solving Maps and Algorithms[J]. TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving, 2011: 419-450.
- [3] 井辉, 郇志坚. 基于TRIZ的复杂管理问题求解模式研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2005, 26(11): 155-159.
- [4] 郭大成, 吴正刚. 利用TRIZ理论提升国防科技工业创新效率[J]. 国防科技工业, 2007(7): 51-53.
- [5] ILEVBAR I M, PROBERT D, PHAAL R. A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice[J]. Technovation, 2013, 33(2): 30-37.
- [6] MANN D, CEO S D. Evolutionary-Potential™ in

Technical and Business Systems[J]. *Triz Journal*, 2002(6): 1-6.

[7] CAVALLUCCI D, KHOMENKO N, MOREL C. Towards inventive design through management of contradictions [C]. [s.l.]: 2005 CIRP International Design Seminar, 2005.

[8] 邵云飞, 谢健民, 唐小我. TRIZ与六西格玛集成的创新方法框架与模式研究[J]. *电子科技大学学报 (社科版)*, 2010, 12(6): 1-6.

[9] HIPPLE J. The Integration of TRIZ with other ideation tools and processes as well as with psychological assessment tools[J]. *Creativity and Innovation Management*, 2005, 14(1): 22-33.

[10] 邵云飞, 杜欣, 唐小我. 基于6 σ /QFD/TRIZ集成的产品创新设计方法[J]. *系统工程*, 2011, 29(4): 77-83.

[11] AVERBOUKH E A. Six Sigma Trends: TRIZ Six Sigma for Cost Reduction: Strategic Breakthrough Training Based Projects[J]. *The TRIZ Journal*, 2006(7): 5-6.

[12] SLOCUM M S, KERMANI A H M. Case study: Integrating TRIZ into six sigma[J/OL]. (2014-04-01). <http://www.triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/caso-study-integrating-triz-six-sigma-2/>.

[13] BARIANI P F, BERTI G A, LUCCHETTA G. A combined DFMA and TRIZ approach to the simplification of product structure[J]. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 2004, 218(8): 1023-1027.

[14] 马怀宇, 孟明辰. 基于TRIZ/QFD/FA的产品概念设计过程模型[J]. *清华大学学报(自然科学版)*, 2001(11): 56-59.

[15] 侯智, 张根保, 丁志华, 等. 基于QFD、TRIZ和三次设计的集成化设计方法研究[J]. *组合机床与自动化加工技术*, 2003(2): 32-33.

[16] 华中生, 汪炜. 基于QFD与TRIZ技术工具的产品概念设计方法[J]. *计算机集成制造系统*, 2005, 10(12): 1588-1593.

[17] KILLANDER A J. Why design methodologies are difficult to implement[J]. *International Journal of Technology Management*, 2001, 21(3-4): 271-276.

[18] YAMASHINA H, ITO T, KAWADA H. Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ[J]. *International Journal of Production Research*, 2002, 40(5): 1031-1050.

[19] 刘金林, 曾凡明, 涂皓. QFD和TRIZ集成理论在舰船动力装置概念设计中的应用[J]. *大连海事大学学报: 自然科学版*, 2013(4): 86-90.

[20] LEE K S, CHOI J H. A conceptual design of new automatic bicycle transmission by TRIZ and design axiom[J]. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers*, 2009, 33(3): 269-275.

[21] ROBLES G C, NEGNY S, LANN J M L. Case-based reasoning and TRIZ: A coupling for innovative conception in

Chemical Engineering[J]. *Chemical Engineering and Processing*, 2009, 48(1): 239-249.

[22] BERDONOSOV V D. Fractality of knowledge and TRIZ[J]. *Procedia Engineering*, 2011, 9: 659-664.

[23] KREMER G O, CHIU M C, LIN C Y, et al. Application of axiomatic design, TRIZ, and mixed integer programming to develop innovative designs: A locomotive ballast arrangement case study[J]. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2012, 61(5-8): 827-842.

[24] SCHULZ A P, CLAUSING D P, FRICKE E. Development and integration of winning technologies as key to competitive advantage[J]. *Systems Engineering*, 2000, 3(4): 180-211.

[25] CASCINI G, RISSONE P, ROTINI F, et al. Systematic design through the integration of TRIZ and optimization tools[J]. *Procedia Engineering*, 2011, 9: 674-679.

[26] CAVALLUCCI D, ROUSSELOT F, ZANNI C. An ontology for TRIZ[J]. *Procedia Engineering*, 2011, 9: 251-260.

[27] MELGOZA E L, SERENO L, ROSELL A, et al. An integrated parameterized tool for designing a customized tracheal stent[J]. *Computer-Aided Design*, 2012, 44(12): 1173-1181.

[28] DOMB E, KOWALICK J. Applying TRIZ to develop new designs for the future of the airbag[C]. *Detroit: the 1988 sae international Congress & exposition*, 1998.

[29] MANN D L, HUGHES E J. TRIZ-Based Root Cause Failure Analysis For Hydraulic Systems[M]//*Hydraulic Failure Analysis: Fluids, Components, and System Effects*. [s.l.]: ASTM International, 2001.

[30] COULIBALY S, HUA Z, SHI Q, et al. TRIZ technology forecasting as QFD input within the NPD activities[J]. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 2004, 17(2): 284-288.

[31] CHIU R S, CHENG S T. The improvement of heat insulation for roof steel plates by TRIZ application[J]. *Journal of Marine Science and Technology-Taiwan*, 2012, 20(2): 122-131.

[32] 许崇春. 基于技术路线图、专利地图和TRIZ集成的产业集群创新技术路径研究[J]. *科技进步与对策*, 2012(14): 46-49.

[33] 黄向明, 周志雄, 黄绍波. TRIZ在产品质量改进中的应用[J]. *工业工程*, 2009(01): 136-139.

[34] 李牧南, 熊俊霞, 许治, 等. TRIZ技术系统演进视角的计算机辅助创新软件体系架构[J]. *计算机集成制造系统*, 2013, 19(2): 309-318.

[35] SHIRWAIKER R, OKUDAN G. Triz and axiomatic design: a review of case-studies and a proposed synergistic use[J]. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2008, 19(1): 33-47.

[36] 杨云霞. TRIZ理论应用中的专利侵权风险分析[J]. *情报杂志*, 2009, 28(8): 30-32.

- [37] HSU H T, TSAI B S, CHEN K T. A TRIZ Approach to Business Management Formulation-A Case of HRMS Industry[J]. Lecture Notes in Engineers and Computer Science, 2013(1): 181-902.
- [38] 杨波. 基于 TRIZ 的科技型小微企业管理创新研究[J]. 科研管理, 2014, 8: 012.
- [39] BRAD S, FULEA M, MOCAN B, et al. Software platform for supporting open innovation[C]. Robotics: Automation, Quality and Testing, 2008,3: 224-229.
- [40] 仇成, 冯俊文. 基于TRIZ技术系统进化理论的企业管理信息系统演化分析[J]. 中国制造业信息化: 学术版, 2008(1): 19-22.
- [41] 黄庆, 杨智懿, 周贤永. 基于 QFD/TRIZ理论的供应链信息流的集成研究[J]. 科技管理研究, 2009, 9: 139.
- [42] 罗以洪, 邵云飞. 基于TRIZ及BSC的企业信息系统规划架构设计研究[J]. 管理科学学报, 2012, 15(9): 20-34.
- [43] PARK H, REE J J, KIM K. Identification of promising patents for technology transfers using TRIZ evolution trends[J]. Expert Systems with Applications, 2013, 40(2): 736-743.
- [44] 王君华, 刘国新. 面向TRIZ的企业内部协同创新体系构建思路[J]. 科学学研究, 2015, 33(6): 943-950.
- [45] 杨波. 基于TRIZ的管理冲突求解程式优化研究[J]. 管理评论, 2012, 24(3): 58-65.
- [46] 吕荣胜, 张增阔, 张风波. 基于TRIZ理论的企业流程再造实施模型研究[J]. 经济学动态, 2011(3): 50-53.
- [47] MOVARREI R, VESSAL S R. Theory of inventive problem solving (TRIZ) applied in supply chain management of petrochemical projects[C]. [s.l.]: Industrial Engineering and Engineering Management, 2007.
- [48] AKAY D, DEMIRAY A, KURT M. Collaborative tool for solving human factors problems in the manufacturing environment: the Theory of Inventive Problem Solving Technique (TRIZ) method[J]. International Journal of Production Research, 2008, 46(11): 2913-2925.
- [49] 赵文燕, 张换高, 檀润华, 等. TRIZ在管理流程优化中的应用[J]. 工程设计学报, 2008(2): 79-85.
- [50] 陈子顺, 檀润华, 张建辉. TRIZ和TOC理论在六西格玛中的应用[J]. 机械设计, 2008(10): 19-21.
- [51] SONG-KYOO K. Design of event driven Digital Right Management by using Theory of Inventive Problem Solving [C]. [s.l.]: Industrial Engineering and Engineering Management, 2008.
- [52] Yang H L, Hsiao S L. Mechanisms of developing innovative IT-enabled services: A case study of Taiwanese healthcare service[J]. Technovation, 2009, 29(5): 327-337.
- [53] 杨燕, 邵云飞. 企业间网络协同模型的构建——基于TRIZ的扩展矛盾矩阵表[J]. 技术经济, 2011(3): 30-35.
- [54] 文竹, 文宗川. 基于现代萃智理论的科技型小微企业金融支持方法研究[J]. 中国科技论坛, 2014(9): 111-114.
- [55] KAPLAN S. On the application to risk and decision analysis of TRIZ, the Russian theory of inventive problem-solving[C]. [s.l.]: Risk-Based Decision Making in Water Resources, VIII, ASCE, 1997.
- [56] JIRMAN P, MATOUK I. Application of the TRIZ method for development and evaluation of innovations in glass processing for the 21st century[J]. Advanced Materials Research Trans, 2008, 39-40: 523-528.
- [57] CAVALLUCCI D, LUTZ P. Intuitive design method (IDM), a new approach on design methods integration [C]. Cambridge: ICAD2000: First International Conference on Axiomatic Design, 2000.
- [58] SMITH L R. Six Sigma and the evolution of quality in product development[J]. Six Sigma Forum Magazine, 2001, 1(1): 28-35.

编辑 刘波