

技术创新方法的发展历程及解决方案研究

□邵云飞 叶 茂 唐小我 [电子科技大学 成都 610054]

[摘 要] 技术创新日益成为经济增长的关键,在建设创新型国家的大背景下,技术创新受到了学界和业界广泛的关注,技术创新方法也逐渐成为研究的焦点。本文在相关文献研究的基础上,对技术创新方法的起源进行分析,将其发展历程分为三个阶段。基于技术创新方法的特性进行分类评述,挖掘出创新方法发展过程中各种方法的关联关系,并进一步探讨这些方法针对创新问题的解决方案。对技术创新方法的研究,既可以丰富其理论,又可以指导企业进行技术创新活动,提高创新效率,具有重要的理论价值和实践意义。

[关键词] 创新方法; 发展历程; 解决方案; TRIZ

[中图分类号]F224 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1008-8105(2009)05-0001-08

引言

技术创新是企业生存和发展的不竭源泉和动力,技术创新活动是有规律可循的,发掘、认识和把握这些规律,掌握其技术创新的方法,可以加快人们创造发明的进程、帮助企业提高技术创新的效率。笛卡尔曾说过:“人类历史上最有价值的知识是方法的知识”。先进的创新方法是科技进步的基础和保证,是提升国家创新能力的重要手段。

目前,我国学者分别从创新模式^[1-5]、创新能力^[6]、创新的影响因素^[7-8]等多方面对技术创新进行了深入的研究。技术创新,方法先行。本文通过对技术创新方法发展历程的讨论,从不同的创新视角考察创新方法的特征,挖掘各种方法之间的关联关系,并分析创新方法的运用要领,为创新方法集成研究打下基础,为实际运用创新方法提供参考,促进创新方法在学校、企业的普及与推广,进一步推动科技进步,增强国家的竞争优势。

一、技术创新方法的发展历程

1912年,美籍奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特(J. A. Schumpeter)首次提出创新(innovation)的概念,并认为技术创新是资本主义经济增长的主要

源泉^[9],由此拉开了创新理论研究的序幕。在分析众多学者研究成果的基础上,我们认为技术创新方法就是在技术创新过程中,创新主体针对待解决的问题,进行分析、形成新设想、产生新方案、解决问题的系统性方法和策略。

最早的创新方法可追溯到公元4世纪的启发法,目前已有技术创新方法三百多种,本文按其发展的时序,将其分为三个阶段:远古研究阶段(公元4世纪~19世纪)、近代研究阶段(20世纪上初~20世纪50年代)、现代研究阶段(20世纪60年代~至今)。

(一) 技术创新方法发展的远古阶段

技术创新方法发展的远古阶段是指公元4世纪~19世纪的启发法。“heuristics”(启发)源自希腊语heuriskein,古希腊数学家帕普斯(Pappus of Alexandria)在公元4世纪首先提出该术语,亦称为探索法,是人们根据一定的经验,在问题空间内进行搜索,寻求解决问题的经验,从而快速解决目标问题的一种方法^[10]。启发法的内涵实质上是“单凭经验的方法”、有根据的推测、直觉的判断或者只是常识。典型的启发法是试错法(Trail and error,亦称为试探或试凑)。

(二) 技术创新方法发展的近代阶段

技术创新方法发展的近代阶段是指20世纪初~20世纪50年代,主要的创新方法是头脑风暴法、形

[收稿日期] 2009-03-27

[基金项目] 科技部科技基础性工作专项项目(2007FY140400);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-08-0094)资助。

[作者简介] 邵云飞(1963-)女,电子科技大学经济与管理学院博士,教授,博士生导师;叶茂(1980-)女,电子科技大学经济与管理学院博士研究生。

态分析法、综摄法、5W2H法、检核表法、TRIZ、属性列举法等。

1. 头脑风暴法(Brain Storm)是美国BBDO广告公司创始人亚历克斯·奥斯本(Alex Osborn)1938年提出的。最早是精神病学上的术语,指精神病患者精神错乱的状态,现在则是无限制的自由联想和讨论的代名词^[11]。它通常采用专家小组会议的形式进行,使与会者自由思考,畅所欲言,互相启发,从而引起思想共振,并产生组合效应,激发更多的创造性思维,获得创新的设想。头脑风暴法有4条基本原则:注重数量、禁止批评、鼓励奇思妙想、组合和改进设想^[12]。

2. 形态分析法(Morphological analysis简称MA)是瑞士天文学家弗里茨·兹维基(Fritz Zwicky)1942年提出。是一种系统化构思和程式化解题的方法,通过将对象各要素所对应的技术形态进行组合,从中寻求创新性设想来进行创新^[13]。弗里茨·兹维基认为它是一种简单的、规则的考虑问题的方法^[14]。我们认为准确地界定构成系统的要素、全面地分析各要素的技术形态是运用形态分析法的关键。

3. 综摄法(Synectics method)是威廉·戈登(William Gordon)1944年提出的。Synectics一词来自古希腊语synektikos,意思将表面上互不相关的各种元素连接在一起^[15]。是一种运用类比进行创新的方法,它的主要思想是“变陌生为熟悉,变熟悉为陌生”。戈登认为创新不是阐明事物间已知的联系,而是探明事物间未知的联系,采用非逻辑推理等方法,把那些看似无关的东西联系起来,即综摄起来。综摄法采用会议的方式进行。

4. “5W2H”法亦称为七何分析法,由美国陆军在第二次世界大战中首创。5W2H的含义是:Why、What、Where、When、Who、How、How much,人们利用这7个问题进行设问,探寻创新思路,构思设计,实现新的发明创造^[16]。在创新活动中使用5W2H法将问题的主要方面都列举出来,减少了思考问题时发生遗漏的现象。在5W2H法的基础上,检核表法逐渐发展起来。

最早的检核表法是奥斯本检核表法,其引导性思维源自奥斯本,所以由以奥斯本的名字命名。奥斯本在其著作《发挥创造力》一书中介绍了很多激励思维的方法,美国麻省理工学院工程研究室从中选择出75个并将其归纳为9大问题,编制出《新创意检核用表》作为提示人们进行创新的工具,人们根据检核表上所列的条目逐一分析问题的各个方面^[17]。

奥斯本检核表的9个问题,如表1所示。

表1 奥斯本检核表

9大问题	一系列的小问题
1 能否有其他用途	现有事物是否有其他新的用途? 稍加改进是否有其他用途? 等等
2 能否借鉴	能否借鉴别处的经验? 能否从别处得到启发? 能否模仿别的事物? 等等
3 能否改变	现有的事物能否作某些改变? 能否改变其意义、制作方法、运动形式、形状、颜色、气味、声音? 等等
4 能否扩大	现有的事物能否扩大其使用范围? 能否增加其附加值? 能否延长其使用寿命? 能否添加某些部件? 能否提高其强度? 能否增加其长度、宽度、厚度、高度? 等等
5 能否缩小	现有的事物能否缩小其体积、尺寸? 能否减轻其重量? 能否变薄? 能否压缩、浓缩? 等等
6 能否代用	现有的事物能否用其他事物代替? 能否使用其他的原理、结构、工艺、方法来代替现有的? 能否使用其他的材料、元件? 等等
7 能否调整	能否调换设计方案、元件、部件? 能否调整程序、顺序、速度? 等等
8 能否颠倒	能否因果颠倒? 能否正负颠倒? 能否里外互换? 能否上下颠倒? 能否左右互换? 等等
9 能否组合	能否将不同材料、元件、产品组合起来? 能否将不同学科、原理综合在一起? 能否将不同的设想、方案组合起来? 等等

5. TRIZ是俄文“теории решения изобретательских задач”的英文音译“Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch”的缩写,其英文全称是Theory of the Solution of Inventive Problems(缩写为TIPS),我国有学者将TRIZ译作“萃智”。TRIZ是由前苏联发明家根里奇·阿齐舒勒(Genrich S. Altshuller)提出。从1946年开始,阿齐舒勒带领一批学者在研究了世界各国200万份高水平专利的基础上,提出了一套具有完整体系的发明问题解决理论和方法——TRIZ^[18-20]。

TRIZ理论核心包括9个部分:八大技术系统进化路径、最终理想解IFR(Ideal Final Result)、40个发明原理、39个通用过程参数和矛盾矩阵、物理矛盾和分离原理、物-场模型分析、标准解法、发明问题标准算法(ARIZ)、物理效应库。本文将整个TRIZ理论体系的内容分为术语、工具、算法三大部分,各部分主要内容的构成,如图1所示。

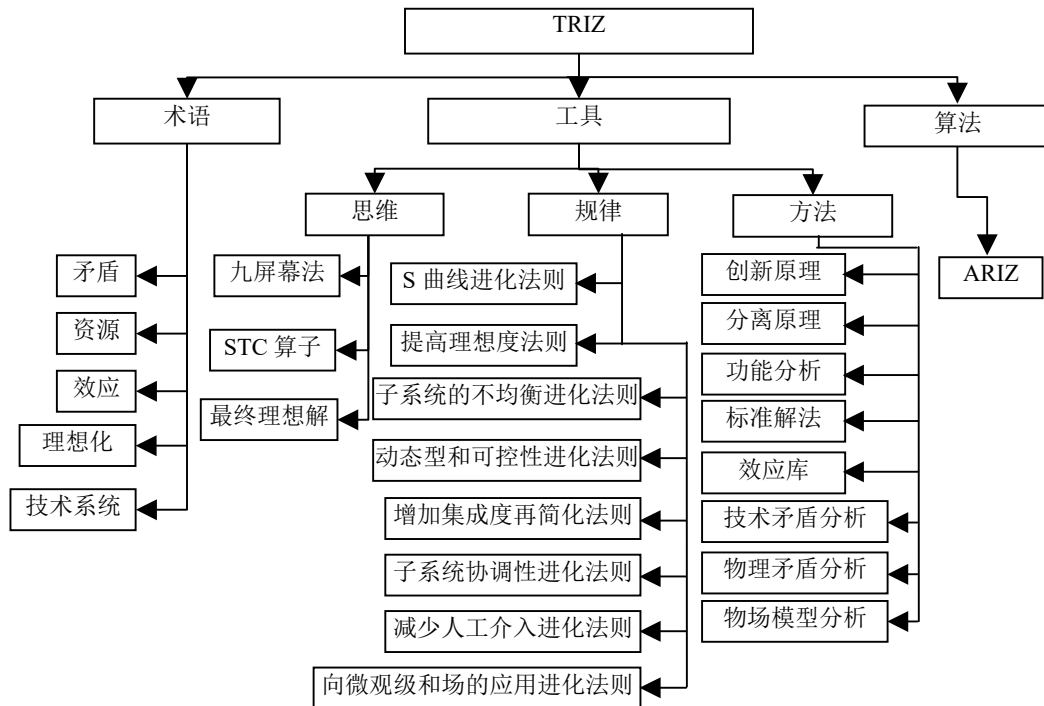


图1 TRIZ理论体系构成图

6. 属性列举法 (Attribute Listing Technique) 由美国内布拉斯大学的克劳福德 (Robert Crawford) 1954年提出。把所研究的对象分解成细小的组成部分, 各部分具有的功能、特征、属性、与整体的关系等, 尽量全部列举出来, 并做详细记录^[21]。其核心是通过仔细观察、分析目标事物的属性, 设法改变事物原有的某些特征或性质 (如功能、形状、大小等), 从所列项目中挖掘出发明创造的主题, 提出创造性设想。

(三) 技术创新方法发展的现代阶段

技术创新方法发展的现代阶段是指从20世纪60年代至今。主要的创新方法是中山正和法、信息交合法、六项思考帽法、公理化设计法。

1. 中山正和法, 简称为NM法。是以巴甫洛夫的高级神经活动学说为基础的, 认为人的记忆力分为第一信号系统与第二信号系统^[21]。第一信号系统只能反射类似记忆的事物, 中山正和称之为“点的记忆”; 第二信号系统可用语言表达有条理的记忆, 中山正和称之为“线的记忆”。这种方法的内涵是通过联想、类比等方法来收集平时积累的“点的记忆”, 再经过重新组合、类比引导, 就可以把它们连接成“线的记忆”, 这样就会涌现大量新的创造性设想, 产生新的发明。

2. 信息交合法, 亦称为魔球法。认为主体对大脑中贮存的信息和新接受的信息进行巧妙的系统综合, 必然产生新信息^[17]。信息交合法实质上就是利用物体的信息来构造其信息场, 通过信息场寻求创新性的设想。在构造信息场的时候, 将该物体所能实现的功能、物体的属性信息进行分解, 分别投射到2个垂直相交的坐标轴上, 通过将坐标轴中各个坐标点进行相互组合寻求创新方案。

3. 六项思考帽法 (Six Thinking Hats)。其实质是利用白、绿、红、黑、黄、蓝六种颜色代表不同的思维角色, 帮助人们在分析问题的过程中通过变换思维角色进行创新^[22]。运用该法, 人们在思考问题的时候, 有效地区分感性认识与理性认识, 使得思维变得清晰, 并针对目标问题进行全方位的剖析。

4. 公理化设计 (Axiomatic design), 简称AD^[23]。在设计时, 以用户需求为出发点, 从用户域到功能域再到物理域最后到过程域, 进行曲折映射, 得到4个域各自的层次结构树, 从而得到清晰的设计框架和具体的参数、变量。

二、各阶段主要技术创新方法的特性及创新视角的分析

(一) 基于经验的方法

启发法是基于已有的经验, 运用启发法进行创

新的效率因人而异,也因待解决问题的难易程度而有所差别。随着启发法不断地发展,其应用范围逐渐扩大,在心理学领域、工程领域、计算机、哲学、法律等领域都有广泛的应用。

(二) 基于智力交流激励的方法

头脑风暴法的特点是旨在为人们营造一种宽松的环境,最大限度地激发人的创造力,使人们相互启发,提出大量的创新性设想,从而获得问题的解决方案。但是由于其时间成本较高,并且其效果的好坏很大程度上依赖于会议召集者的引导,所以该法不太适合解决一般性的问题,主要针对需要探索创新性解决方案,并且需要获得与此有关的大量设想的特殊问题。

(三) 基于组合的方法

形态分析法在多维的信息空间中寻求创新,而信息交合法在二维的空间中寻求创新,这两种方法均是基于组合的创新方法。

形态分析法的特征是从构成系统的各个主要因素出发,将思考范围划分为几个不同的维度空间,在各异的组合中寻求创新。如果形态组合的方案过多,在筛选方案阶段所面临的工作量就庞大。在构成系统各要素的形态组合方案不是太多的情况下,形态分析法比较有效。信息交合法则通过将信息的组合限定在了一个二维空间中,从而避免了形态分析法评价筛选方案的困境,是对形态分析法的简化。由于其强调从事物的功能、特性等方面来探寻创新性设想,所以适用于产品的概念设计阶段。

(四) 基于类比的方法

综摄法的特点是将整个思维过程分为了两个阶段:第一阶段主要是依靠原来的知识来认识陌生事物;第二阶段是对原本熟悉的事物进行新的认识。在整个过程中,运用类比将表面上看起来不同而实际上有关联的事物综合起来。适合于产品的概念设计阶段,基于类比进行创新。

(五) 基于设问的方法

“5W2H”法、奥斯本检核表法、属性列举法这三种方法各自引导创新的问题不同,但都是基于设问的创新方法。

5W2H帮助人们从7个方面进行分析,其特点是首先帮助人们找出问题,再针对问题部署具体的实施步骤,并且将所要耗费的成本纳入考虑范围中。由于5W2H法简单、方便、易于理解和使用,目前已

广泛地应用于技术创新、企业管理、广告营销策划等领域。

奥斯本检核表法以表格的形式,帮助人们通过设问的方式从9个方面思考,让人们在创新过程中有一个可以依循的航标。从其问题的内容来看,都与具体的产品有关,并有助于对已有产品的改进和新产品的开发,故适用于产品的概念设计阶段。

属性列举法引导人们从事物的不同属性来思考问题。由于列举法易于理解,操作简单,既适用于个人,也适用于群体进行创新活动。此外,由于该方法进行创新的时候是针对具体事物的属性进行分析,所以适用于产品的概念设计阶段。

(六) 基于解决矛盾的方法

TRIZ与中山正和法都是基于解决矛盾的方法,来处理创新问题。

TRIZ通常先将实际问题转换为TRIZ问题,然后利用TRIZ理论和工具来进行求解,获得TRIZ问题的通用解,再根据实际条件的限制,将TRIZ问题的解转化为具体问题的解。TRIZ是建立在普遍性原理之上的,适用性较广。

中山正和法通常先分析问题,建立基于直觉的解决方案假说,然后找出现实情况和解决方案之间的矛盾,最后解决矛盾。可以从杂乱的问题中找出事物之间显性和隐性的关联,理清思路,适合在创新活动中出现的看似模糊且牵涉面较广的问题。

(七) 基于变化思维角色的方法

六项思考帽法是基于变换思维角色的方法。一方面通过限定人们思考的角度,最大限度地减少个人因素影响,另一方面引导人们从多个角度进行分析,使其思考的范围更全面。目前,六项思考帽法已被美国、英国、加拿大等50多个国家设置为教学课程,同时也被许多全球著名的企业所采用(例如:微软、IBM、西门子、诺基亚、波音公司等)。

(八) 基于公理的方法

公理化设计最为显著的特点是运用独立性公理和信息公理来指导整个设计过程。独立性公理要求在设计的时候要保持单个功能的独立性,这样可以保证在对某一功能对应的设计进行调整时,不会影响其他的功能。该法使得设计问题可以按照程式化的步骤进行,有效地提高设计的成功率和质量,适用于创新过程中的设计问题。

在上文对创新方法特征分析的基础上,本文尝

试找出处于不同阶段创新方法之间的关联,如图2所示。从远古发展阶段到近代阶段再到现代阶段,技术创新方法的发展经历了由简单到复杂,由单一

到系统,由完全依赖人工思维到借助于计算机辅助创新的不断发展和完善的过程。

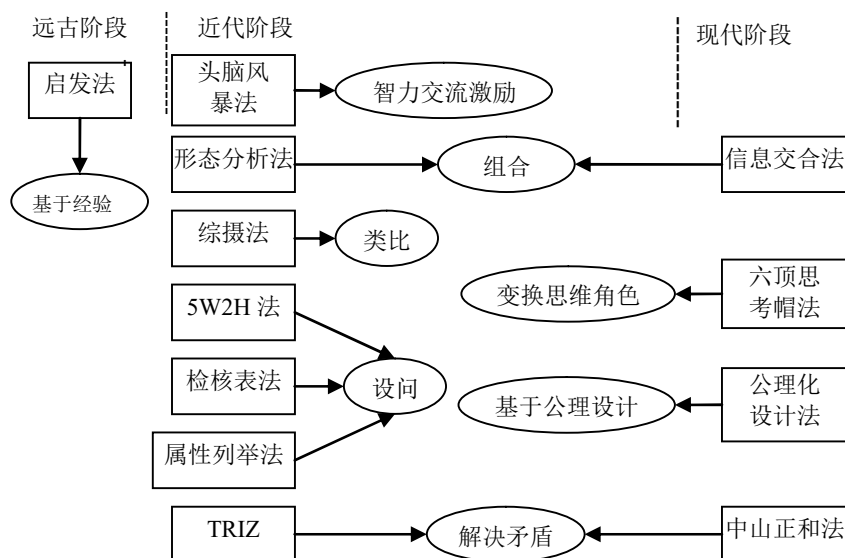


图2 技术创新方法发展历程及创新视角

三、各阶段主要技术创新方法的解决方案

在对技术创新方法发展历程及文献[24]分析的基础上,给出相应的解决方案,既为后续研究奠定基础,又可指导企业技术创新活动。

（一）启发法的解决方案

启发法有三种模式可以选择:正向求解、逆向求解、渐进求解。下面针对典型的启发法——试错法,分析该法的解决方案,如图3所示。

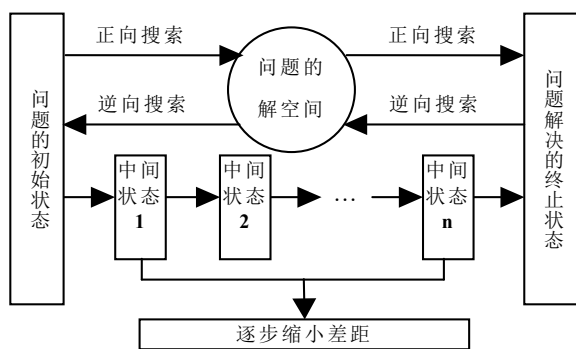


图3 启发法的运用模式图

运用试错法,依据经验不断尝试可能的解决方案,直到找到问题的解决方案或者所有可以尝试的方案都已试完,整个试错过程结束。试错的策略有两种:按优先次序或按随机次序。按优先次序试错,首先尝试最有可能的方案,接着尝试可能性稍微次之的方案。按随机次序试错,采用随机的方式来尝

试可能的方案。如图4所示。

（二）头脑风暴法与综摄法的解决方案

头脑风暴法通常采用专家小组会议的形式进行,执行过程分为两个阶段:会前准备阶段和会议执行阶段,如图5所示。

与头脑风暴法相似,综摄法也是采用会议的方式进行,如图6所示。

（三）TRIZ的解决方案

TRIZ提供的工具较多,根据不同的问题要选择不同的工具来解决各异的发明问题,其解决方案较为复杂(另文研究)。

（四）六项思考帽法的解决方案

首先戴上白色的中立帽子陈述问题;再戴上绿色的活力帽子提出设想方案;然后戴上黄色的正面帽子列举目标事物的优点;接着戴上黑色的负面帽子列举目标事物的缺点;继而戴上红色的评判帽子对所提出的设想进行评判;最后戴上蓝色的指挥帽子筛选的方案,如图7所示。

（五）公理化设计法的解决方案

在公理化设计中,整个设计要求满足独立性公理和信息公理,在设计的过程中相邻域之间进行反复的迭代,各个域之间的曲折映射关系如图8所示。

公理化设计指导创新的解决方案:首先根据总客户需求,确定总功能需求;然后根据总功能需求,确定总设计参数;最后根据总设计参数,确定总过程变量,如图9所示。

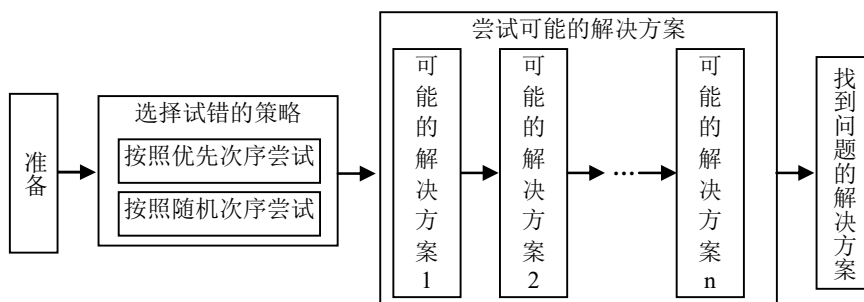


图4 试错法指导创新的解决方案

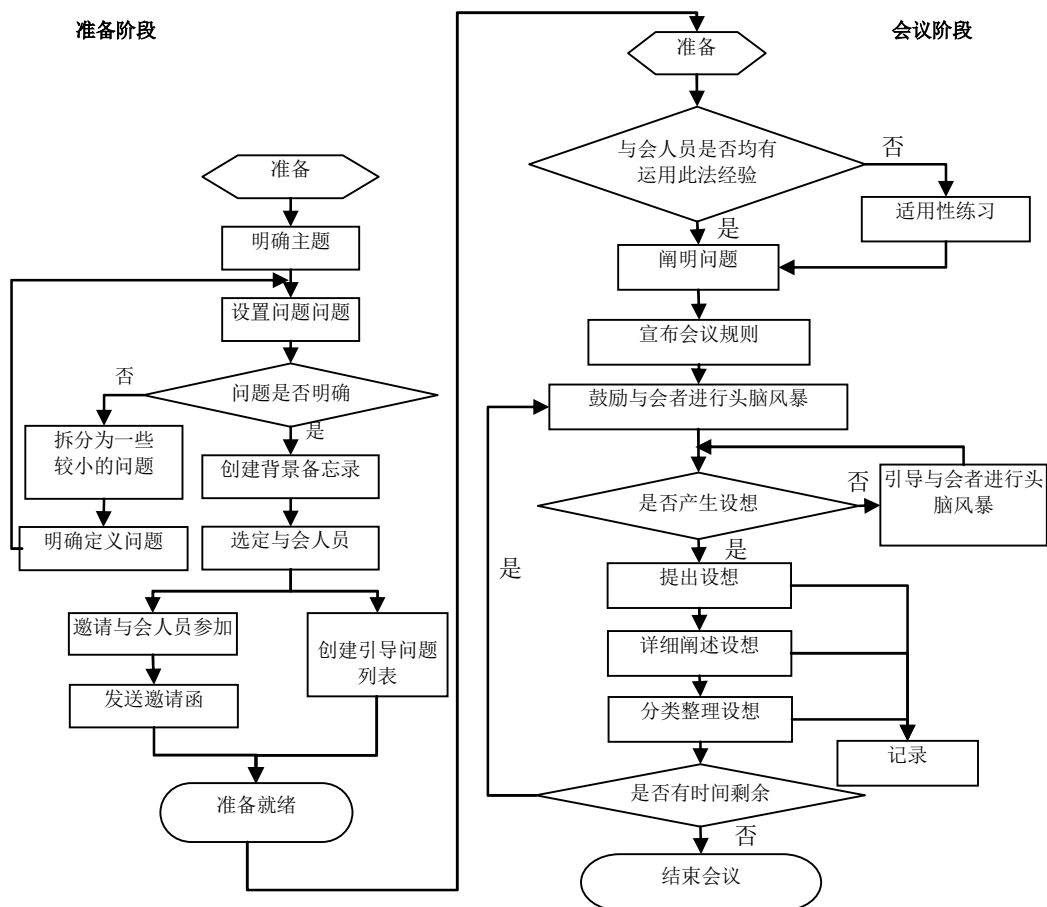


图5 头脑风暴法的解决方案

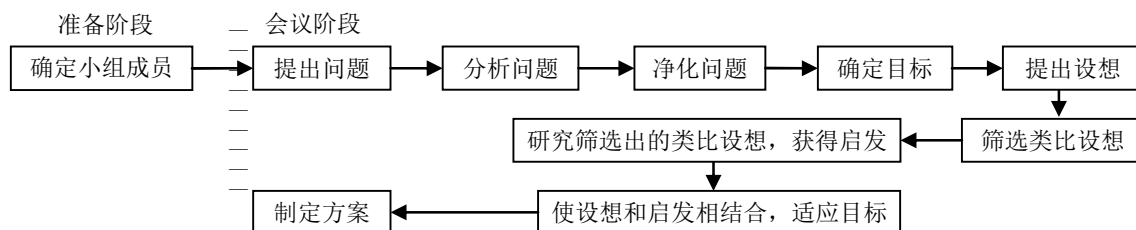


图6 综摄法的解决方案

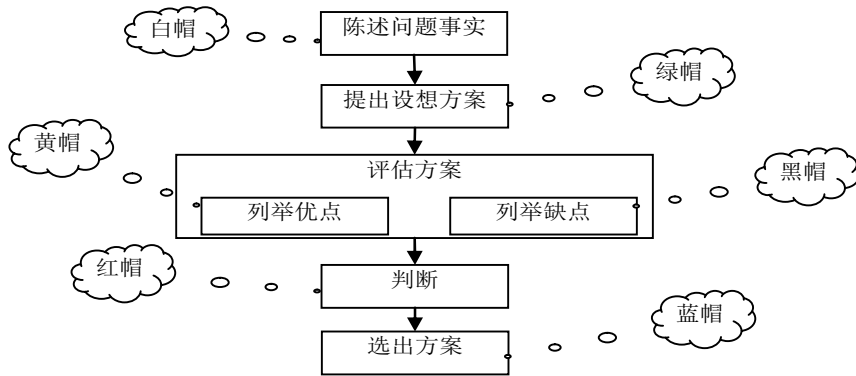


图7 六项思考帽法的解决方案

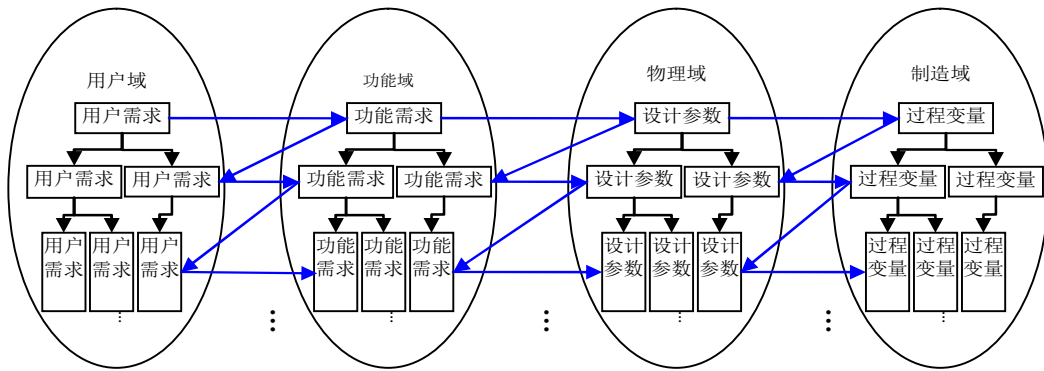


图8 域的曲折映射示意图

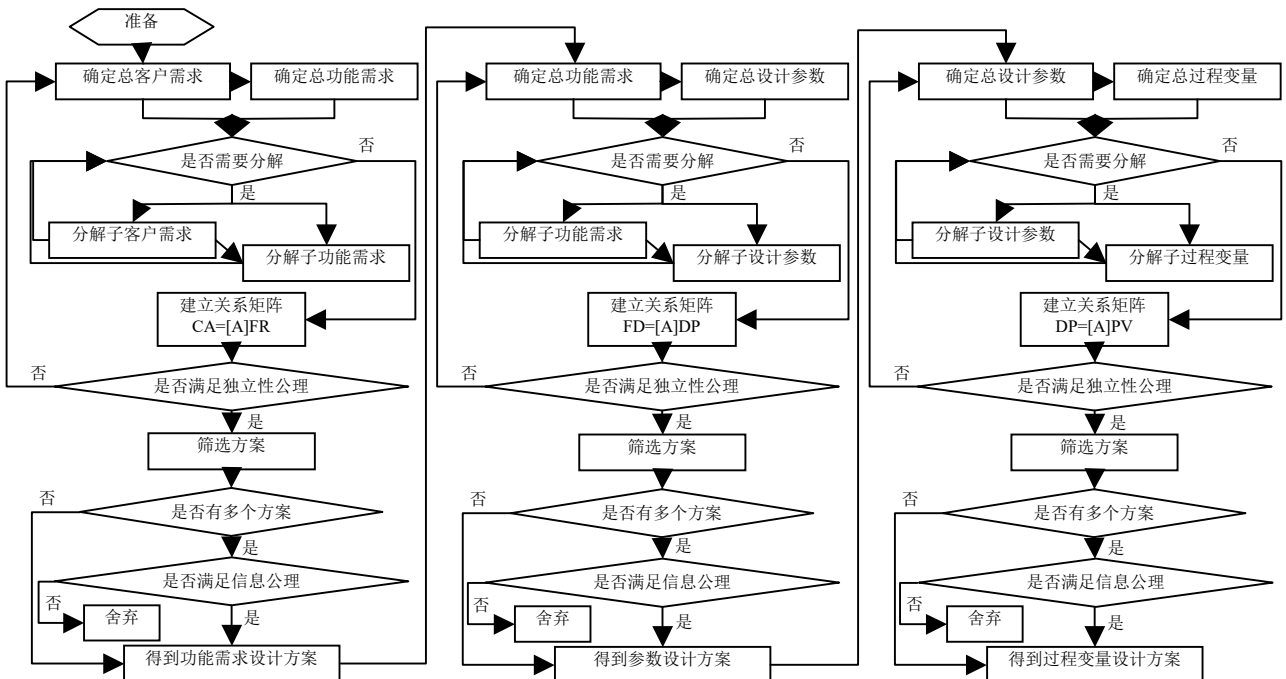


图9 公理化设计的解决方案

(六) 其他

形态分析法指导创新的解决方案: 首先明确问题、再分析要素、然后分析形态、接着组合形态产生创新方案、再筛选方案、最后执行方案。

信息交合法指导创新的解决方案: 首先明确问题、再构造信息场、然后组合坐标点产生创新方案、接着筛选方案、最后执行方案。

5W2H法、奥斯本法、属性列举法这三种方法的解决方案相似: 首先分析待解决问题本身的属性; 再依照各种方法各自所列的问题或属性进行分析; 然后尝试各种可能的改进, 获得创新性的设想方案; 接着筛选方案; 最后执行方案。

中山正和法采用会议的形式进行, 其解决方案为: 明确问题, 填写, 横向排列初始设想卡片, 填写, 纵向添加启发设想卡片, 归类整理卡片, 组合卡片, 筛选方案, 执行方案。

四、结束语

本文分析了技术创新方法的发展历程, 明确了技术创新方法发展历程中主要方法的起源, 基于各种方法的特性进行分类评述, 挖掘出它们之间潜在的关系及创新视角, 并进一步给出主要技术创新方法针对创新问题的解决方案。既有利于从整体上认识现有的技术创新方法, 又可以帮助企业结合自身实际情况的需求, 选择适宜的创新方法, 提高创新的效率, 也为我们后续对技术创新方法的集成研究打下了基础。

参考文献

- [1] 李新安. 产业集群合作创新优势的演变机制研究[J]. 科技进步与对策, 2007, 24(2): 65-68.
- [2] 魏江, 叶波. 企业集群的创新集成: 集群学习与挤压效应[J]. 中国软科学, 2002, (12): 38-42.
- [3] 陈劲, 王方瑞. 中国企业技术和市场协同创新机制探讨——基于“环境-管理-创新不确定性”的变量相关分析[J]. 科学学研究, 2006, 24(4): 629-634.
- [4] 陈晓红, 解海涛. 基于“四主体动态模型”的中小企业协同创新体系研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2006, 8: 37-43.
- [5] 邵云飞, 唐小我. 我国技术创新研究综述[J]. 电子科技大学学报(社科版), 2002, 4(1): 48-52.

[6] 柳卸林, 胡志坚. 中国区域创新能力的分布于成因[J]. 科学学研究, 2002, 20(5): 550-556.

[7] 肖广岭, 柳卸林. 我国技术创新的环境问题及其对策[J]. 中国软科学, 2001, (1): 18-24.

[8] 邵云飞, 欧阳青燕. 网络化与集群优势的综合集成——基于网络特征的集群创新研究[J]. 电子科技大学学报(社科版), 2008, 10(6): 28-32.

[9] SCHUMPETER J A. 经济发展理论[M]. 何畏, 译. 北京: 商务印书馆, 1990: 98.

[10] G·波利亚. 怎样解题[M]. 涂泓, 冯承天, 译. 上海: 上海科技教育出版社, 2007: 93.

[11] 李祖扬, 柳洲. 创新原理与方略[M]. 天津: 天津人民出版社, 2007: 144.

[12] A·F·奥斯本. 创造性想像[M]. 广东: 广东人民出版社, 1987.

[13] RICHEY T. Problem structuring using computer-aided morphological analysis[J]. Journal of the Operational Research Society, 2006, 57: 792-801.

[14] ZWICKY F. Morphological Astronomy[M]. Berlin: springer-verlag, 1957: 68, 845.

[15] 罗玲玲, 唐淑凤. 科技团队创造力的经典研究——评戈登在官对创造实证研究方面的贡献[J]. 科学技术与辩证法, 2004, 21 (6): 34-37.

[16] 尹成湖. 创新的理性认识及实践[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 9.

[17] 甘自恒. 创造学原理和方法——广义创造学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 10, 179, 193.

[18] SOUCHKOV V. Four Views on TRIZ[EB/OL]. [2009-02-08]. <http://www.triz-journal.com/archives>, 1999, 3.

[19] 丁俊武, 韩玉启, 郑称德. 创新问题解决理论-TRIZ理论综述[J]. 科学学与科学技术管理, 2004, 11: 54-60.

[20] 陈一斌, 陈和平. TRIZ理论在美国[J]. 全科技经济瞭望. 2008, 23(1): 29-34.

[21] 姚风云, 苑成存. 创造学理论与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 156, 194.

[22] Edward de Bono. Six Thinking Hats[M]. Back Bay Books, 1999.

[23] SUH N P. Axiomatic Design: Advances and Applications[M]. New York: Oxford university press, 2001.

[24] 邵云飞, 叶茂, 唐小我. 典型创新方法运用的流程及范围研究[J]. 经济体制改革, 2008, 11增刊: 72-79.

(下转第23页)