

TRIZ与六西格玛集成的创新方法 框架与模式研究

□邵云飞 谢健民 唐小我 [电子科技大学 成都 610054]

[摘要] 企业创新,方法先行,科学的创新方法是企业提升自主创新能力的基础和保障。TRIZ作为科学的创新方法已受到学术界和企业界的高度重视,然而仍有其不足。本文在深入考察相关文献的基础上,发现六西格玛(6 σ)管理模式可以与之相互补充。由此,文章分析了TRIZ与六西格玛(6 σ)集成的依据;构建了TRIZ与六西格玛(6 σ)集成的框架;探讨了TRIZ与六西格玛改进(IFSS)的主要模式DMAIC的集成,以及TRIZ与六西格玛设计(DFSS)的主要模式DMADV的集成;并对后续的研究进行了展望。创新方法的研究对建设创新型国家有着重要的理论价值和现实意义。

[关键词] TRIZ; 六西格玛; 管理模式; 创新方法

[中图分类号] F270 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-8105(2010)06-0001-06

引言

提升企业自主创新能力已经成为关系我国经济结构调整、经济增长方式转变的重要战略任务,而科学的创新方法是提升自主创新能力的基础和重要保证。创新方法是指在创新的过程中,创新主体针对待解决的问题,分析问题、形成新设想、产生新方案、解决问题的系统性方法、策略和手段。

主要的创新方法包括远古阶段的“探索法”;近代的“试错法”、“形态分析法”、“头脑风暴法”、“综摄法”、“5W2H法”、“检核表法”、“属性列举法”、“TRIZ”;现代的中山正和法、信息交合法、六项思考帽法、公理化设计等^[1]。常用的一些创新方法,例如试错法是一种普通的非正式的解决问题的方法,是人们根据一定的经验,在问题空间内进行搜索,以达到问题解决的一种方法。形态分析法通过对问题的不同组合关系,可以得到若干个方案,分析每一个方案是否可行,筛选出最佳的方案,这是一种探索多维的非定量复杂问题的可行方案的方法。头脑风暴法通过召开专家会议,使与会者自由思考,畅所欲言,互相启发,从而引起思维共振,

并产生组合效应,诱发更多的创造性思维。可以看出,“试错法”、“形态分析法”、“头脑风暴法”这些传统创新方法更多依赖心理因素,具有很大的无序性、随机性和偶然性。而TRIZ是对人类创新活动规律和原理更深入更系统的揭示,是认识和推动人类创新活动的一个突破性成果,为企业进行创新活动提供了坚实的理论和方法基础。但是,大量的工程实例表明,TRIZ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,而六西格玛(6 σ)的两种主要管理模式DMAIC和DMADV能够很好地发现创新主体待解决的问题并准确描述。所以,将TRIZ与六西格玛集成作为一种创新方法进行研究具有重要的理论意义和现实意义。

目前,国内外学者对此已有探索,Elena A. Averboukh等认为将TRIZ与六西格玛(6 σ)集成可以作为一个非常强大的工具来大大削减企业运行的成本,可以更为准确地找到企业矛盾的根源^[2-5];企业和六西格玛黑带(6 sigma Black Belts)在实施六西格玛(6 σ)项目时融入TRIZ的先进工具,可以更有效地加快创新和提高产品/工艺改进或(重新)设计的

[收稿日期] 2010-07-18

[基金项目] 科技部科技基础性工作专项项目“技术创新方法集成研究与推广应用”(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教授,博士,博士生导师;谢健民(1981-)男,电子科技大学经济与管理学院博士研究生。

效率; Michael S.Slocum和Amir H.M.Kermani认为成功地融合TRIZ与六西格玛能够克服缺乏问题解决方案的缺陷,实现企业技术创新^[6]; Amir H.M. Kermani指出在实施六西格玛的各个环节都有可能出现问题^[7], Michael S.Slocum和Amir H.M. Kermani等认为不同的TRIZ工具可以与DMAIC的不同阶段进行集成^[6-8]; 罗振壁, 朱耀祥给出了用TRIZ改进DMAIC各个阶段的机遇^[9]; Haiyan Ru, Haibo Ru, HuangChao给出了将TRIZ与DMADV集成来解决问题的框架^[10]; 顾青峰研究了TRIZ在六西格玛设计(DFSS)当中的应用^[11]; 南新艳, 王志陵研究了将TRIZ和六西格玛应用于产品的概念设计^[12]。这些研究主要从宏观的角度探讨了TRIZ与六西格玛集成的作用以及利用TRIZ如何来改进六西格玛, 尚缺乏对TRIZ与六西格玛(6 σ)的两个主要的管理模式DMAIC、DMADV之间的集成研究。

因此本文在深入考察相关文献的基础上, 分析了TRIZ与六西格玛(6 σ)管理模式集成的依据, 构建了TRIZ与六西格玛(6 σ)管理模式集成的框架, 研究了TRIZ与六西格玛(6 σ)改进(IFSS)的主要模式DMAIC的集成, 研究了TRIZ与六西格玛设计(DFSS)的主要模式DMADV的集成并对文献[10]提出的框架进行了修正。

一、TRIZ与六西格玛集成的依据

TRIZ是前苏联著名发明家Altshuller及其合作者在分析大量专利的基础上, 总结出的各种技术发展进化遵循的规律模式及解决各种工程矛盾的创新原理和法则^[13]。六西格玛(6 σ)管理是寻求同时增加顾客满意和企业经济增长的经营战略途径, 是使企业获得快速增长和竞争力的经营方式。它不是单纯的技术方法的引用, 而是全新的管理模式。推行该模式的最终目的, 就是通过设计并监控流程, 使可能的失误减少到最低限度。企业将可以做到质量与效率最高、成本最低、流程的周期最短、利润贡献率最大、全方位顾客满意。将二者进行集成可以从以下角度分析, 一方面, TRIZ能够弥补六西格玛管理模式的缺陷, 另一方面六西格玛能够弥补TRIZ的不足。

(一) TRIZ的视角

TRIZ具有系统的创新方法和工具, 其理论体系包括九个部分: 八大进化法则; 最终理想解; 40个发明原理; 39个工程参数和矛盾矩阵; 物理矛盾的分离原理; 物场模型分析; 发明问题的标准解法; 发明问题标准算法(ARIZ); 物理效应和现象知识库等^[14]。利用TRIZ的这些方法和工具实现创新的流

程图, 如图1所示。

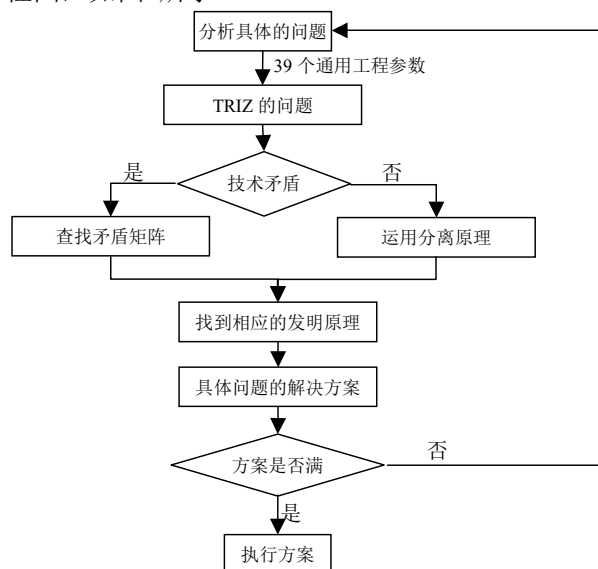


图1 运用TRIZ实现创新的流程图

利用TRIZ实现创新的过程可描述为: 首先分析待解决的问题, 使用39个通用工程参数中和该问题相适应的参数来表述待解决的问题, 将一个具体的问题转化为TRIZ问题; 其次确定该TRIZ问题是技术矛盾还是物理矛盾, 如果是技术矛盾, 就利用矛盾矩阵从40个发明原理当中找到相适应的原理, 如果是物理矛盾, 就利用分离原理来确定相适应的发明原理; 最后, 通过发明原理来找到具体问题的解决方案, 并对方案进行评估, 如果方案满意可行, 就执行该方案, 如果方案不可行, 就重复所有步骤, 直到找到满意可行的方案为止。

(二) 六西格玛(6 σ)的视角

六西格玛(6 σ)是一套管理制度, 在过去20年里, 逐渐从使用统计工具改善流程为重点演变成一套全面的企业管理系统。六西格玛(6 σ)已经成为一个提高质量、降低成本、提高客户忠诚度以及增加利润的代名词。六西格玛(6 σ)的管理方法主要涉及两个方面, 一个是六西格玛流程改善(IFSS), 另一个是六西格玛设计(DFSS)。六西格玛流程改善采用的主要模式是DMAIC, 六西格玛设计采用的主要模式是DMADV。

实施DMAIC的主要目的是通过对过程的考察, 用数据分析方法, 以“财务指标”作为评价标准, 找出流程中需要改进项目或机会, 通常每个六西格玛项目就是一个DMAIC循环。DMAIC包括五个阶段: 界定或定义(define)阶段, 对项目、流程以及客户认为的关键因素进行定义; 测量(measurement)阶段, 确定当前流程的缺陷率,

用数据精确地定义会出现的问题以及出现这些问题的条件;分析(analysis)阶段,分析数据、创建详细流程图,以找到问题的根本原因并提供改进的机会;改进(improvement)阶段;专注于分析阶段确定的根本原因,同时进行概括、选择、设计和改进试点;控制(control)阶段,重点是通过创建一个有效的系统来管理流程的运行以巩固所获得的成果。

DMAIC流程所能取得的改进成果有时候是有限的,当过程的西格玛水平接近5时,进一步改进的空间就变得狭窄,很难达到6西格玛的改进目标,所以在这个时候企业为了获得更好的业绩,就应该放弃原来的流程,对原流程进行重新设计,这种重新设计的方法就是六西格玛设计(DFSS)。六西格玛设计主要采用的模式是DMADV模式,该模式主要适用于流程的重新设计和对现有产品的突破性改进,五个阶段分别为:定义阶段(define)、测量阶段(measure)、分析阶段(analysis)、设计阶段(design)、

验证阶段(verify)。

(三) TRIZ与六西格玛(6 σ)集成的视角

从图1所示的流程可以看出,TRIZ有很好的解决问题的方法和工具,但是对具体问题的描述和分析没有合适的方法和工具,是依靠人们的经验总结,通过对问题的定性描述来实现的。所以,为了更好地运用TRIZ对企业实施创新,迫切需要和其他的方法或工具进行集成来解决这一问题,而六西格玛(6 σ)的两种主要管理模式DMAIC和DMADV能够很好的发现创新主体待解决的问题并准确描述。因此,可以将TRIZ与六西格玛(6 σ)管理模式集成作为一种科学的创新方法来实现创新。

在实施六西格玛项目时,可以通过DMAIC和DMADV两种主要的管理模式准确地找到流程当中存在的问题,但是这两种模式没有给出解决这些问题合适的工具。通过将TRIZ与六西格玛(6 σ)管理模式的集成,可以提高六西格玛项目实施的效率,六西格玛(6 σ)所使用的方法和TRIZ的比较^[8],如表1所示。

表1 六西格玛解决问题方法与TRIZ方法的比较

	六西格玛解决问题方法	TRIZ
引导产生创新和 创新性解决办 法的决策过程	A)发现问题的方法:以数据为基础,建立过程模型以便准确描述问题。 B)激发构想的方法:心理学方法(头脑风暴法,形态分析法等等)和试验设计(DOE)。在短期内,解决复杂问题、找出有效的低成本 的创新性解决方案以及找出提高过程性能西格玛水平的解决方案等方面,这些方法往往不够有效。会消耗大量时间、人力和资金。	A)发现问题的方法:没有合适的方法 B)激发构想的方法:一套系统有效的基于知识库的分析方法和工具(例如矛盾解决矩阵、物-场模型系统进化模式等),它们适合于收集构想和激发创新构想。这些方法特别适用于界定/识别和改进/设计阶段。
构想产生过程	传统的构想产生过程由3个步骤组成:1.产生可供选择的构想;2.甄别筛选供选择的构想;3.评价最佳构想。 这些步骤涉及许多没有充分系统化的讨论,消耗了时间和人力。	TRIZ提供了促进这些过程步骤的基于知识库的有效工具并且支持决策和评价。

二、TRIZ与六西格玛集成的框架

基于以上两个角度的分析,六西格玛管理模式能够很好地发现流程当中所存在的问题,告诉人们应该进行创新,但是在创新过程当中合适的方法和工具尚需探索,而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,更多的是依靠人们的经验总结。所以,将TRIZ与六西格玛(6 σ)融合可以解决创新当中“做什么”和“如何做”的问题。

根据本文分析的TRIZ与六西格玛集成的依据,将二者集成的框架,如图2所示。

根据该框架,一个创新问题解决的过程可以描述为:首先采用DMAIC模式,在这一阶段对问题进

行定义、测量、分析直到进入改进阶段,如果在改进阶段问题得以解决,则转到控制阶段,如果通过改进还是无法满足要求,就转到采用DMADV模式。在DMADV模式中,如果在A(分析)阶段,需要突破性的方案,则进入TRIZ,将用六西格玛管理模式描述的问题转换成TRIZ问题,使用TRIZ的40个发明原理;39个工程参数和矛盾矩阵;物理矛盾的分离原理;物场模型分析;发明问题的标准解法;发明问题标准算法(ARIZ);物理效应和现象知识库等方法 and 工具找到问题的解并实现后,再回到D(设计)阶段,最后验证,整个问题的解决过程就此完成。

在构建了TRIZ与六西格玛(6 σ)管理模式集成的框架之后,TRIZ可以与DMAIC;TRIZ可以与DMADV分别进行集成来实现创新。

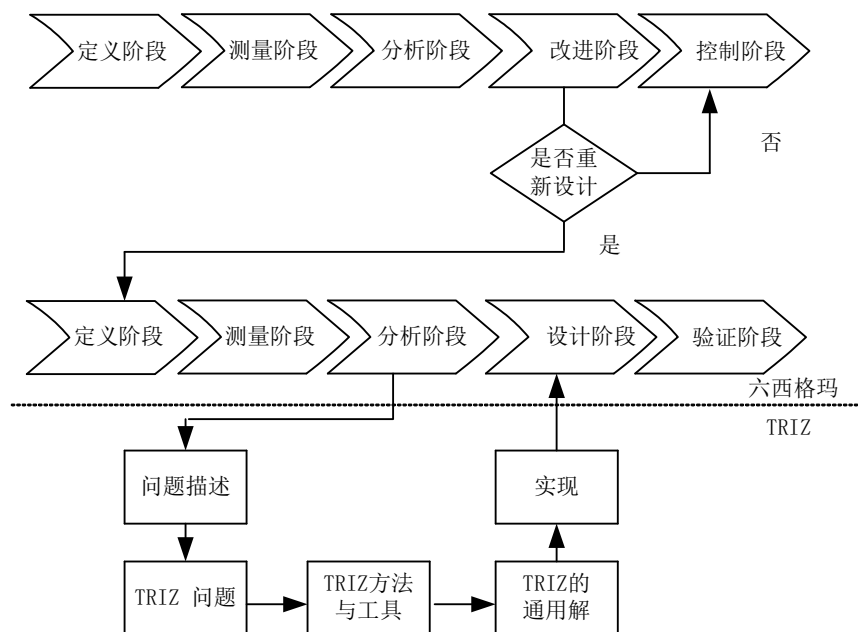


图2 TRIZ与六西格玛(6σ)管理模式集成框架图

三、TRIZ与六西格玛集成的模式分析

企业在实施六西格玛(6σ)管理时,各个环节都有可能出现问题。在界定或定义(define)阶段出现的问题有:可能对顾客需求、喜好等缺乏了解,低估可能在解决主要问题时出现的次要问题,故障/失效分析不够全面完备等。在测量(measurement)阶段主要的问题有:测量系统缺乏足够的准确性;数据收集和测量活动耗费过多的时间等。在改进/设计(improvement/design)阶段的主要问题是缺乏有效的和创新的改进构想、或者缺乏有竞争力的设计。验证/控制阶段(verify/control)阶段主要问题是潜在失效模式分析缺乏系统性和全面性。在这些阶段容易出现的问题不仅会造成延迟,而且导致返工,从而增加了劣质成本(COPQ)。反复收集构想、不断开会讨论、大量甄别筛选资料信息以及测量和分析等活动也都降低了进一步展开六西格玛项目的总体接受和支持水平。正因如此,迫切需要采用其他有效的分析方法工具和六西格玛(6σ)进行集成,来弥补六西格玛管理模式各个阶段的不足。

(一) TRIZ与DMAIC的集成

不同的TRIZ工具可以与DMAIC的不同阶段进行集成^[6,8]。以下进行具体讨论:

定义(define)阶段包含三个关键要素:对问题的描述;CTQ(Critical-To-Quality)品质关键点;顾客认为存在的缺陷。定义阶段是开始一个六西格玛项目的关键,因为要准确描述所要解决的问题或者需要

改进的流程。但是这些需要改进的流程通常是比较模糊的,通过CTQ对这些流程进行定义是非常困难的,描述出来的问题有可能是 inaccurate的,这就造成了DMAIC后面的阶段无法进行或者朝着错误的方向发展。TRIZ理论当中的ARIZ(发明问题解决算法),IFR(最终理想解)等工具可以和定义阶段的三个要素结合起来对需要改进的流程或存在的问题进行更为准确的定义。

测量(measure)阶段主要是通过审查资料和收集数据去量化当前流程的所有要素,以明确当前流程的运行状况。有些要素有时候是不能或者很难被量化,因为通常要量化这些要素会很费时费力。所以可以运用TRIZ理论当中的5级76个标准解法来帮助解决这一问题。

分析(analysis)阶段通过分析数据、创建详细流程图以找到问题的根本原因并提供改进的机会。这一阶段的关键是分析各个变量之间的关系,以找到哪个变量是关键变量。通过分析这些变量,如果只改变哪些关键变量而使其它的变量保持不变的话是很困难的,因为这些变量之间总是存在关联的。许多黑带大师尝试利用统计数据和优化技术,比如数学建模,线性或非线性规划去解决这个种问题,但是TRIZ的“矛盾冲突矩阵”工具可以更好地解决这一问题,通过找出冲突区,然后着重于解决根源矛盾。

改进(improvement)阶段专注于分析阶段确定的根本原因,同时进行概括、选择、设计和改进试点,试图用最好的方式来改进流程,达到最好的质

量。这一阶段通常用的方法是试错法,头脑风暴法等,这些方法通常比较费时费力,不够系统,容易忽略系统广阔的边界。TRIZ理论是系统的方法,通过“八大进化法则”、“最终理想解”等工具,来改进流程当中每一个需要改进的地方,来是流程达到或接近理想效果。

控制(control)阶段是通过创建一个有效的系统来管理流程的运行以巩固所获得的成果。创建这个系统的关键是预测当流程改进以后如果失败了,能够找到造成这个流程失败的根源并能够解决这个问题。TRIZ理论当中的预期失效分析(Anticipatory Failure Determination, AFD)工具能够通过反向思维将失效问题转化为发明问题。

用TRIZ改进DMAIC各个阶段的机遇,如表2所示。

表2 利用TRIZ改进DMAIC的机遇

DMAIC各阶段	TRIZ的机遇
定义/识别阶段(define)	ARIZ、最终理想解
测量阶段(measure)	76个标准解法
分析阶段(analysis)	矛盾冲突矩阵
改进阶段(improve)	八大进化法则、最终理想解
控制阶段(control)	如期失效分析(AFD)

(二) TRIZ与DMADV的集成

DMAIC流程所能取得的改进成果有时候是有限的,当过程的西格玛水平接近5时,进一步改进的空间就变得狭窄,很难达到六西格玛(6 σ)的改进目

标,所以在这个时候企业为了获得更好的业绩,就应该放弃原来的流程,对原流程进行重新设计,这种重新设计的方法就是六西格玛设计(DFSS),六西格玛设计的主要模式是DMADV。

每个新产品都是根据市场需求而开发的。作为六西格玛设计而言,企业首先是把市场需求转化为产品信息(性能、外观、成本等),然后转化为设计研发信息(功能、外观、零部件等)。但是,设计出来的产品还必须具有可生产性,因而设计的信息将由工程部转化为生产信息(如生产工艺等),最后生产出来的产品由相关部门进行质量控制,也就是说需要有质量控制标准。所以在这一系列过程中,都会产生一定的偏差,导致最后生产出来的产品不能满足最终客户(市场)的需求。因此,在DFSS提出的DMADV方法论中,TRIZ可以更多地用来设计满足某项功能的实现,即把产品的信息转化为设计信息^[11]。

在DMADV模式的A(分析)阶段,主要工作是产生一个全新的概念,也就是方案设计,此阶段决定了新设计出来的产品是否具有创新性和竞争力。在这一阶段设计者如果仍然采用传统的创新方法,比如试错法和头脑风暴法,不但效率低下,而且往往难以产生出创新性的产品概念来。而概念设计阶段,正是DMADV中最关键的同时也是最薄弱的环节^[15]。TRIZ的工具恰恰能够更好地进行概念设计,在这一阶段,也是TRIZ和六西格玛集成最紧密的阶段^[12]。本文对Haiyan Ru, Haibo Ru, HuangChao^[10]等人给出的TRIZ与DMADV集成的框架图进行了修正,如图3所示。

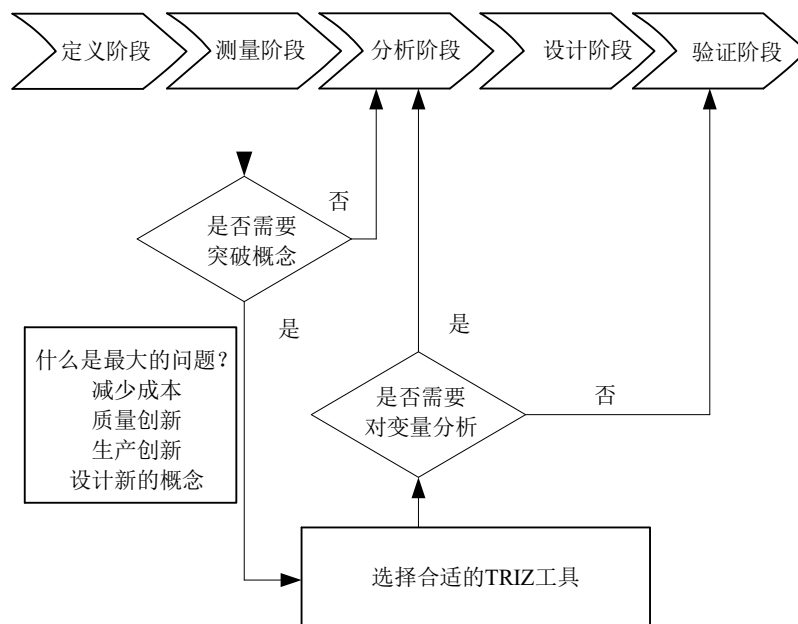


图3 TRIZ与DMADV集成框架图

在DMACV的测量(measurement)阶段,主要是用来确定当前流程的缺陷率,用数据精确地定义会出现的问题以及出现这些问题的条件,如果在这一阶段需要突破概念设计则需要确定在减少成本、质量创新、生产创新、设计新的概念当中什么是最大的问题,然后借助TRIZ的方法和工具来解决问题。

四、结束语

本文分析了TRIZ与六西格玛(6 σ)集成的依据,构建了TRIZ与六西格玛(6 σ)集成的框架,进一步研究了TRIZ与六西格玛改进(IFSS)主要模式DMAIC的集成,以及TRIZ与六西格玛设计(DFSS)主要模式DMADV的集成,并对Haiyan Ru, Haibo Ru, HuangChao^[10]等人提出的TRIZ与DMADV集成的框架图进行了修正。

在构建了TRIZ与六西格玛(6 σ)管理模式集成的框架之后,TRIZ可以与DMAIC;TRIZ可以与DMADV分别进行集成来帮助企业实现创新,并用这些方法来指导企业创新活动,由此可以提升企业的技术创新能力。例如可以用于流程的重新设计和对现有产品的突破性改进,以加快企业员工创造发明的进程、帮助企业提高技术创新的效率,更有效地进行技术创新。同时,将TRIZ和六西格玛(6 σ)管理模式的集成作为一种创新方法不仅应用于产品的概念设计,而且应用于管理创新、组织创新等方面。六西格玛(6 σ)不仅能够发现产品的质量管理流程存在的问题,是否能够发现政府部门、学校、服务行业、企业职能部门管理流程所存在的问题,尚可做进一步的探索。而TRIZ理论作为一种创新方法,不仅能够解决机械设计所遇到的问题,通过对40条原理进行拓展和开发新的矛盾冲突矩阵结合TRIZ理论的其他工具,同样能够解决职能部门管理流程所存在的问题。

后续我们将从以下方面做进一步的研究。通过建立TRIZ与六西格玛集成的模糊算法来明确用户的需求,选择最优的工具和产品设计方案。创新的服务对象是针对用户,TRIZ与六西格玛(6 σ)集成的核心内容也是用户的需求,在客观世界及工程领域中,普遍存在着模糊现象,用户的需求就具有很大的模糊性。这样就可以针对不同行业用户的需求特点,通过模糊数学将用户需求进行分类,转化为工程术语,并且确定各项需求在产品设计开发中的重要性。此外,TRIZ发明原理的选择和产品设计方案选择都带有很大的模糊性,可以应用模糊数学将其过程明晰化,这样能够更好地确定矛盾冲突矩阵当中发明原理的选择和选择最优的设计方案。

参考文献

- [1] 邵云飞,叶茂,唐小我.技术创新方法的发展历程及解决方案研究[J].电子科技大学学报(社科版),2009,5:1-8.
- [2] AVERBOUKH E A. Six Sigma Trends:TRIZ Six Sigma for Cost Reduction:Strategic Breakthrough Training Based Projects[J/OL].TRIZ Journal, July,2006. <http://www.triz-journal.com/>.
- [3] AVERBOUKH E A. Six Sigma Trends:TRIZ Six Sigma for Analysis and Elimination of Root Causes[J/OL]. Six Sigma, June,2006. <http://www.triz-journal.com/>.
- [4] AVERBOUKH E A. Six Sigma Project- and Business Process Management with I-TRIZ[J/OL].Six Sigma Journal, May,2006. <http://www.triz-journal.com/>.
- [5] AVERBOUKH E A. Six Sigma Trends: Six Sigma in Financial Services[J/OL].TRIZ Journal, April,2006. <http://www.triz-journal.com/>.
- [6] SLOCUM M S, KERMANI A H M. Case Study: Integrating TRIZ Into Six Sigma[J/OL]. March,2007. <http://www.triz-journal.com/>.
- [7] KERMANI A H M. Empowering Six Sigma methodology via the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) [J/OL] December,2003. <http://www.triz-journal.com/>.
- [8] AVERBOUKH E A. I-TRIZ for Six Sigma Business Process Management [J/OL].TRIZ Journal, December,2003. <http://www.triz-journal.com/>.
- [9] 罗振壁,朱耀祥. 创新设计与管理(六):QFD与TRIZ-6 σ 法之一[J]. 世界制造技术与装备市场, 2006, (4): 92-98
- [10] RU Hai-yan, RU Hai-bo, HUANG Chao. Seeking innovation in a Six-Sigma Project by applying TRIZ theory [J/OL]. TRIZ Journal, September,2005. <http://www.triz-journal.com/>.
- [11] 顾青峰.TRIZ在DFSS中的应用[J]. 中国质量, 2005, (4): 40-42.
- [12] 南新艳,王志陵. 六西格玛设计在新品开发中的应用研究(之二)——应用TRIZ方法产生设计概念[J]. 上海质量, 2007, (7): 43-46.
- [13] GADD K. Altshuller Father of Innovation—the Contradiction of TRIZ[J/OL].TRIZ Journal, November,2002. <http://www.triz-journal.com/>.
- [14] MOEHRLE M G. What is TRIZ? From Conceptual Basicsto a Framework for Research[J]. CREATIVITY AND INNOVATION MANAGEMENT, 2005,(1):3-13.
- [15] ANNAMALAI C. Combining Innovation With Six Sigma[J].ASQ Six Sigma Forum Magazine, 2008, (2): 36-37
- [16] 牛占文,徐燕申,林岳,等. 发明创造的科学方法论——TRIZ[J]. 中国机械工程, 1999,(1): 84-89.

(下转第43页)