

## 【结题报告】

# 基于 TRIZ 的简化专利标注体系

项目负责人：梁田

预计完成时间：2013.6

实际完成时间：2013.5

## 目 录

一、项目研究背景 .....	2
1、项目研究目标及适用范围 .....	2
2、文献调研及综述 .....	2
3、已有研究方案及存在问题分析 .....	4
二、项目研究方案 .....	7
三、项目研究内容 .....	8
1、四元组专利标注体系: .....	8
2、建立“问题——方法”矩阵并用于数值仿真 .....	10
2.1 建立“问题——方法”矩阵 .....	10
2.2 数值仿真 .....	12
2.2.1 网络模型选择 .....	12
2.2.2 网络参数的设置 .....	13
2.2.3 学习样本 .....	13
2.2.4 运行结果 .....	14
2.2.5 结果分析 .....	15
四、结论及下一步工作 .....	16
参考文献 .....	18

## 一、 项目研究背景

### 1、 项目研究目标及适用范围

本项目研究目标：尝试建立一种基于 TRIZ 原理的简化专利标注方法，形成适用于 Matlab 神经网络模型的“问题—方法”矩阵，探索构建计算机辅助创新推理模型的方法。

项目成果内容包括：

- 1)、基于 TRIZ 的简化专利标注体系；
- 2)、大口径光学元件检测技术“问题——方法”矩阵；
- 3)、神经网络推理模型。

利用该简化专利标注方法，领域专家通过阅读专利文献对专利的发明创新部分所采用的原理和科学效应进行人工标注，形成由 4 个基本要素组成的领域知识体系，并在此基础上形成“问题——方法”矩阵。该“问题—方法”矩阵可用于神经网络推理模型，进而形成计算机辅助创新推理模型。普通科研人员在进进行大口径光学元件检测技术创新时，可通过输入需要解决的问题，经由计算机辅助推理模型得到相应的推荐解决办法。

该简化专利标注方法的潜在应用包括：将领域知识体系应用于专利检索系统，提高非专业检索人员的查全率和查准率；将计算机辅助创新设计引入技术创新研究中，通过人机结合来加速产品创新的进程等。

### 2、 文献调研及综述

随着光学加工和检测技术的不断发展，大口径非球面光学元件已成为天文光学、空间光学和地基空间目标探测与识别、激光大气传输、惯性约束聚变（ICF）等领域中起支撑作用的关键部件之一。制约大口径非球面镜加工水平的关键，则取决于与制造要求相适应的检测方法和仪器。而大口径光学元件的检测仪器国外对我国实施技术封锁，因而迫切需要开展自主研发，摆脱受制于人的困境。

专利文献能及时反映新技术、新方案和新工艺以及各领域最新研究成果，对产品和技术创新有极其重要的借鉴意义。同时，随着经济全球化时代的到来，技

术竞争日益加剧,快速开发满足用户需求的新技术是关系企业生死存亡和国家创新力量的大事。基于以上原因,高效利用已公开的专利技术,辅助技术创新,缩短技术开发周期成为了专利研究的重点之一<sup>[1, 2]</sup>。

1946年,前苏联海军部专利局的专家 G. S. Ahshuller 及其领导的团队在对全世界 250 万件专利进行整理、归纳、总结和研究的基础上,创建了发明问题解决理论体系,即 TRIZ 理论。该理论中有消解产品中存在的冲突的方法,提出消解冲突的发明问题解决原理。80 年代中期前,该理论只在前苏联研究应用,前苏联将其列为机密。90 年代,随着苏联的解体,一部分 TRIZ 理论的专家开始移居到西方国家,后来逐渐把 TRIZ 理论传播到世界各地,将其应用到产品创新开发领域中,取得了理想的效果。各种关于 TRIZ 的研究与培训的机构纷纷成立,主要有复兴领导力研究院 (RLI)、发明机器公司 (IMC) 和国际联想公司 (III) 等。美国供应商协会把 TRIZ 列为与质量功能展开 (QFD), 稳健设计 (田口方法) 并列的质量工程方法,并且从 1995 年开始举办了以三者为主题的全面产品开发年会。RLI 总裁 Kowahck 和 Domb 于 1996 年在互联网上创办了 TRIZ 杂志<sup>[3]</sup>。

我国虽然在上世纪 80 年代就引入了 TRIZ 理论,但真正意义上的研究与应用直到近几年才开始,目前尚处在消化、吸收阶段<sup>[4]</sup>。近年来,国家越来越重视创新思维、创新工具和方法的研究,大力推广 TRIZ 理论在高校和企业中进行培训,以提高教育工作者、学生和企业的自主创新的思维和自主创新的能力。2007 年 8 月,国家科技部批准授予黑龙江省和四川省为“科技部技术创新方法试点省”。2008 年 4 月,产品技术创新方法的培训工作也在全国拉开帷幕。目前,研究 TRIZ 的学术组织和商业组织不断增多,学术会议也频频召开,TRIZ 在国内正处于发展的黄金时期。

一个新技术的产生应该用创新性的思维方法解决技术开发中所要面临的问题,即技术开发中所存在的矛盾或冲突<sup>[5]</sup>。根据 TRIZ 理论可知,解决冲突就是在改进系统中的一个零部件或性能的同时,不对系统或相邻系统中的其它零部件或性能造成负面影响。此外,技术创新的目的是消除冲突或将冲突转化为有利的条件,从而产生创新解。根据 TRIZ 理论工具之一的冲突技术可知,在产品设计过程中先将产品存在的复杂问题进行转化,使用冲突技术来描述产品存在的问题,即对问题做一般化处理,应用 TRIZ 理论的工具来获得问题的最佳解,之

后再把这个最佳解与实际问题相融合，最后得到产品最佳创新解。该方法也就是从特解到普通解，再从普通解到特解的过程。TRIZ 理论的引入，使技术人员对技术创新中解决问题的方法有了一个全新的认识，这种解决问题的方法可以极大地推动技术的创新，能够改善产品原有的创新模式快速提升产品的创新速度，因此普及 TRIZ 理论产品创新专家系统的发展有着长远的积极的意义。

随着计算机软件技术的发展，在 TRIZ 理论应用方面处于领先地位的俄罗斯、美国、德国、日本等国，逐渐开发出相关的软件做有力支撑<sup>[6,7]</sup>。如美国的 Invention machine 公司与 Ideation International 公司分别基于 TRIZ 开发出了软件 Goldfire Innovator<sup>[8]</sup>及 Innovation WorkBench (IWB)<sup>[9]</sup>；德国一家公司 2001 年也推出了基于 TRIZ 的软件 Trisolver2.1<sup>[10]</sup>。

以上这些软件的中都包含了对 TRIZ 理论的应用，并且应用范围已经遍及机械、电子、化工、食品、航空以及经济管理等诸多领域，并在福特、通用汽车、克莱斯勒、波音、HP、索尼、松下电器、西门子、奔驰、宝马等国外众多公司成功应用，取得明显的经济效益<sup>[11]</sup>。该技术对于解决产品中所存在的矛盾冲突十分有效，其应用效果远好于传统的矛盾冲突解决方法。但这些软件都是基于 C/S 架构的，而且购买价格昂贵，不容易普及。

目前，国内研究和应用 TRIZ 的企业也有很多。例如亿维讯公司是一家从事计算机辅助创新技术的高新技术企业，研发了 TRIZ 理论创新软件 Pro/Innovator<sup>[12]</sup>。UT 斯达康通讯有限公司利用亿维讯研发的 Pro/Irmovator 软件也攻克了很多难题，像数字电视机顶盒天线连接的问题以及电磁兼容问题，不仅缩短了产品上市时间，而且节省大量资金。中兴通讯公司在引入 TRIZ 理论的应用以后，申请了六项专利，攻克了二十一个技术难题<sup>[13]</sup>。河北工业大学的檀润华教授及其领导的团队与石家庄工大创新科技有限公司共同研发了计算机辅助创新设计系统----InventionTool<sup>[14]</sup>。

### 3、 已有研究方案及存在问题分析

TRIZ 是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，其核心是冲突解决原理。大量的设计实例研究表明，设计问题的表达和描述对问题的解决非常重要。很多问题都是伴随着问题描述越来越清晰而得到解决

的。Ahshuller 通过对 250 万件专利的详细研究, 提出用 39 个通用工程参数来描述冲突, 用 40 条发明原理来描述解决冲突的方法。39 个工程参数描述了设计问题的问题空间, 而 40 条发明原理则描述了设计问题的解空间。为了得到问题的解, 须建立问题空间与解空间之间的映射关系, 这个映射关系就是冲突矩阵。用以指导冲突的解决和产品的创新设计。

然而, 传统的 TRIZ 理论存在以下缺点:

(1)、不便于增加新的工程参数和解决原理, 不便于增加新的实例<sup>[15]</sup>。冲突解决原理是建立在对现有发明分析的基础之上的, 对越来越多的新的发明实例, 它并没有一个较好的学习机制。然而, 对某一具体领域来说, 本领域的解决原理可能更有针对性, 这就需要补充大量相关的实例并进行学习;

(2)、不能揭示标准工程参数与解决原理之间的非线性关系<sup>[15]</sup>。

除此以外, TRIZ 理论本身也显得过于“庞大”, 结构也较为松散, 普通科研人员难于在短时间内学习和驾驭, 不利于 TRIZ 理论的推广。国内外许多 TRIZ 专家都注意到繁杂的 TRIZ 系统在推广应用中的难度, 并着手进行简化<sup>[16]</sup>。其中著名的有: SIT、USIT、RLI 等。

(1) SIT (Structured Inventive Thinking) 模式<sup>[17]</sup>

SIT 意为结构化创新思考, 创始人为 G. S. Altshuller 的学生 Genady Falkowski。他认为 TRIZ 过于复杂的体系是其推广的障碍, 简化工作才是当务之急。19 世纪 80 年代, Falkowski 开始了简化 TRIZ 的研究工作, 开发出了 SIT, 即结构化的创新方法。相对于 TRIZ, SIT 主要的特点可以归结为三点:

1) 清楚的问题定义。问题解决者按要求可以将给定的问题定义为三个列表: 有害参数列表、系统及周边环境物体列表、问题解决目标, 从而产生了标准的问题解决目标。

2) 系统化的流程。使用 SIT 解决问题总体分为三个步骤: 问题重组、策略选择、概念生成。

3) 精简的工具。SIT 中在概念生成阶段仅包含 5 种工具, 和 TRIZ 的 40 个发明原理及 76 种标准解比起来, 缩短了找到最终理想解的进程。

(2) USIT 模式

1995 年, 福特公司的 Ed Sickafus 博士将 SIT 方法结构化形成 USIT (Unified

Structured Inventive Thinking ) 模式<sup>[18]</sup>，该模式帮助福特公司的工程师在短时间内（3 天培训期）接受和掌握 TRIZ，为实际问题在概念产生阶段快速地产生多种解决方法。USIT 将 TRIZ 设计过程分为 3 个阶段：问题定义、问题分析和概念产生，它将解决方法概念的产生的简化为只有 4 种技术（属性维度化、对象复数化、功能分布法和功能变换法）。该方法不需要采用知识库或计算机软件，但解决问题的好坏依赖于问题解决人员知识的广度和深度。

与 SIT 相比，USIT 对概念生成阶段的 5 个引导工具做了修改，根据对象—功能—属性分别应用了相应的工具进行针对性的创新思考。5 个概念生成工具分别为：物体多元法、属性次元方法、功能分配方法、概念合并方法和概念一般化方法。与 SIT 方法不同，USIT 中的概念合并方法、概念一般化方法，专门用来打破思维定势。

### （3）RLI（Renaissance Leadership Institute）模式<sup>[19]</sup>

该模式是由 RLI 公司的分支机构 Leonardo da Vinci 研究院的一些专家开发的，RLI 模式对 TRIZ 的贡献在：针对 TRIZ 的复杂性，开发了 8 个问题解决的算法；针对物质场分析工具存在的缺陷，提出运用三元代替物质场的三元分析法（Triad Analysis），并将其结合到所开发的 8 个发明算法中。

近年来国内一些学者也已经注意到 TRIZ 简化改造的重要性和必要性，曹福全提出了 S-TRIZ 概念<sup>[4]</sup>，将发明问题解决算法（ARIZ—85）的九个步骤压缩为四个：描述问题、分析问题、方案确定、方案评价。描述问题即用非专业术语以最小方式对要解决的问题进行描述，分析问题阶段包括陈述矛盾、确定理想解、资源分析三个步骤，方案确定阶段即针对矛盾分析结果和理想解，应用简化的创新原理，利用资源产生解决方案，方案评价阶段主要是对获得的方案进行评价，方案的先进性、问题解决的效果，是否有超效应等。

人工神经网络是模拟人脑信息处理的一种推理方式。人工神经网络具有较强的数值处理能力，能够从具体数据中获取设计的隐含知识并指导设计。人工神经网络推理具有良好的自学习、自组织和容错能力，擅长于联想设计。Kumara<sup>[20]</sup>用人工神经网络建模人类联想记忆，基于部分或全部功能要求推理生成创新方案。钟佩思<sup>[21]</sup>结合人工神经网络和专家系统的优点，提出了混合型专家系统结构，并应用于复杂产品方案设计中。黄洪钟<sup>[15]</sup>将冲突矩阵变换为一个以工程参数及

其冲突为输入层，以冲突解决原理为输出层的三层 BP 神经网络模型。但人工神经网络推理也有一些缺点，如需大量的训练样本、训练过程强烈依赖于网络结构、训练时间长等。

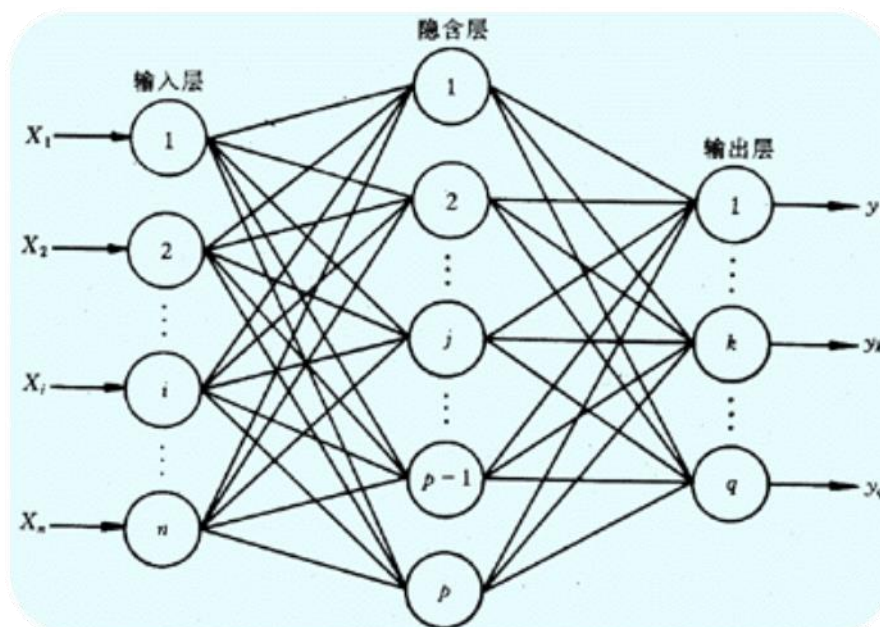


图 1 BP 神经网络结构

本项目尝试提出基于 TRIZ 的简化专利标注方法，使得普通科研人员可以在较短时间内接受和掌握基于简化 TRIZ 理论的基本分析方法，并应用于专利标注以形成适用于人工神经网络模型的“问题—方法”矩阵。同时，在创新方案生成阶段，尝试借助 Matlab 软件的人工神经网络开发工具箱，探索一种较简便的开发计算机辅助创新模型的方法。

## 二、项目研究方案

为使研究的成果服务于中科院科技创新活动，本项目选取大口径光学元件面型检测技术这一研究主题，借鉴了前人的相关研究成果，尝试采用 4 元组模型，即“基本信息”、“问题描述”、“实现手段”、“技术功效”来描述专利文献中核心技术信息，形成适用于 Matlab ANN 工具箱建模的“问题—方法”矩阵，进而到适用于大口径光学元件面型检测技术的计算机辅助创新模型。



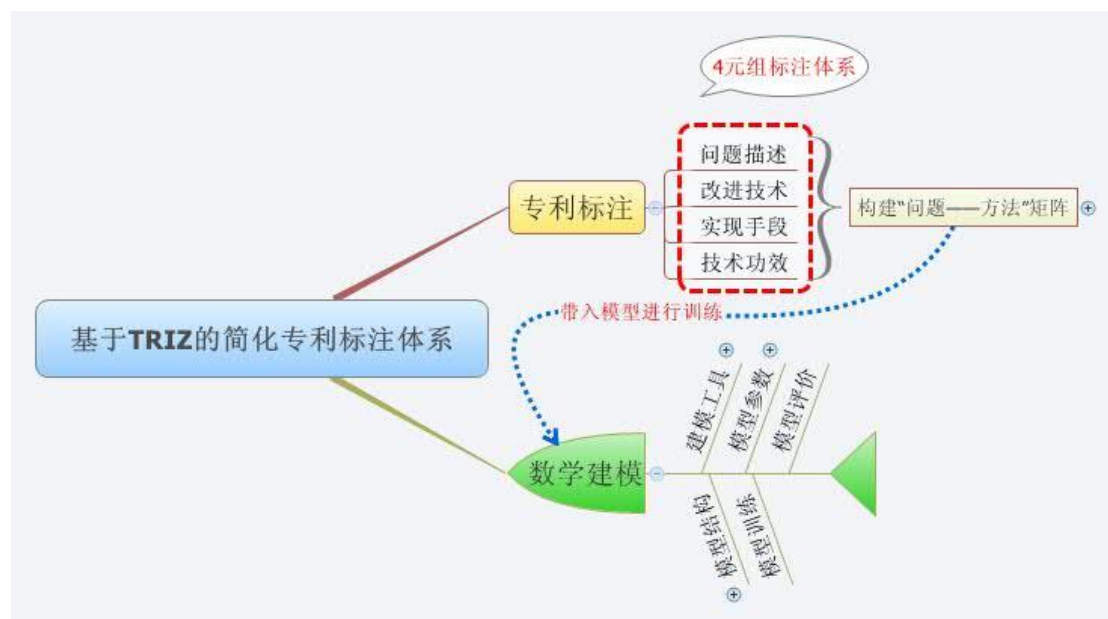


图2 项目方案示意图

具体研究方案：

- 1, 建立领域概念词表并对专利进行 4 元组标注：本项目在领域专家的辅助下，形成领域知识体系技术词典。同时，针对 72 件大口径光学元件面型检测技术专利，结合领域知识体系技术词典，利用“基本信息”、“问题描述”、“实现手段”、“技术功效”4 个元组对专利进行标注。
- 2, 形成“问题——方法”矩阵并用于数值仿真：根据 4 元组标注结果，形成 31 个技术问题参数和 52 个技术手段参数，并利用两参数构建“问题——方法”矩阵。利用 Matlab 软件中的人工神经网络工具箱，将传统 TRIZ 理论的冲突矩阵变换为一个以实际工作中需要解决的技术问题为输入层，以解决问题的技术手段为输出层，并包含若干隐含层的 4 层人工神经网络模型。模型利用已有的发明实例和问题解决方案作为学习样本，弹性 BP 学习算法作为模型学习算法，形成能够针对技术问题进行自动判断技术手段的数学模型。

### 三、 项目研究内容

#### 1、4 元组专利标注体系：

为了将复杂的专利文献知识化，形成简单易用的创新方案源数据，有利于“问题—方法”矩阵的建立，进而应用于计算机辅助创新推理模型。本项目参考前人

的相关研究，在领域专家的帮助下建立了一个由 4 个元组组成的专利标注体系。这 4 个元组包括：基本信息、问题描述、改进技术、实现手段。

表 1 4 元组模型及其内容

元组编号	元组名称	描述内容
PA	基本信息	包括申请人，名称，专利号，申请日期，发明人等
PB	问题描述	主要描述专利的应用领域等以及背景，主要对专利解决问题的效果进行描述，如加工要求、安装要求、环境要求、测量精度、稳定性、误差、测量过程时间消耗、工作范围（工序检测、现场检测、实验室检测）等。
PC	实现手段	主要专利中实现专利功能最关键的若干技术或部件
PD	技术功效	描述专利实现或达到的效果

在构建领域知识体系的过程中，不仅标注了专利保护特征，还对专利的创新特征进行了标注。专利摘要主要用来概括说明专利解决的问题及所采用的结构，而专利的权利要求书是说明专利的保护范围和保护内容，能够集中反映了专利的保护特征和创新特征，这两部分能够较全面的反映专利的保护特性和创新特性。因此，本项目在选取标引来源时，通过对摘要、权力要求书的计算机自动抽取和专家修正，实现了专利知识体系的构建。

采用了 4 个基本要素标注体系，允许领域专家采用自然语言的短语或句子对专利技术进行描述，因此除了便于专家利用自身专业知识开展专利标注外，也能够使后期应用该专利系统的设计人员进行参考阅读。这一特点相对于传统 TRIZ 理论提供的概括性相对较高的术语而言，在后期应用于计算机辅助创新推理模型的过程中具有易上手和易理解的特点。

表 2 专利 CN101709955 的标注结果

元组编号	元组名称	标注内容
PA	基本信息	专利名称：PA1=子孔径拼接干涉检测光学非球面面形的装置； 专利类型：PA2=发明专利； 申请日期：PA3=2009.11.24； 发明人：PA4=王孝坤； 申请号：PA5=200910217903.4；

		授权公开号：PA6=CN101709955
PB	问题描述	大口径凹形、凸形非球面以及离轴非球面面形的检测
PC	实现手段	干涉仪出射的平行光经透射球转变为标准球面波，计算机提取干涉仪测量的各子孔径相位分布数据，对其进行分析和处理，并通过拼接算法获得被测光学非球面全口径的面形误差分布
PD	技术功效	拓宽了干涉仪测试的横向和纵向动态范围，无需其它辅助光学元件就能够高分辨、高精度的实现面形检测，测试成本低、工期短

## 2、建立“问题——方法”矩阵并用于数值仿真

### 2.1 建立“问题——方法”矩阵

为了尝试解决传统 TRIZ 理论存在的不足，本项目利用领域概念词表及领域知识体系，在领域专家的辅助下针对 72 件干涉法面型参数检测技术专利中的“问题描述”、“改进技术”、“实现手段”等若干元组中的技术问题和技术手段进行了专家归纳和总结，形成了 31 组含有统一描述形式的技术问题表和 52 组技术手段参数表，并利用两表构建基于 TRIZ 理论的“问题——方法”矩阵。

1	测量波面在小孔处不能反射
2	光学系统的简化
3	不需要参考波面
4	高精度
5	测量非球面
6	同时观察干涉条纹和记录被测面状态
7	解决参考光和被测光之间的光强差问题
8	解决参考光和被测光之间的光程差问题
9	减小了测量过程中平板的内部反射和重力的影响
10	平面度校正
11	测量球面曲率半径和外径之比小的面形
12	随时对被测面进行对准调整
13	抑制变化的像差
14	变化的横向测量分辨率
15	大范围测量表面形状
16	不受相位偏差的影响
17	不受高度差限制
18	测量方式的切换
19	测量圆弧状和螺旋状的曲线
20	用于透镜研磨加工
21	减小频率残留波动
22	分离条纹扫描误差
23	减小误差
24	抑制干扰
25	放大观察
26	表面波动检查

图 3 技术问题表（部分）

1	新元件结构
2	被测表面反射光
3	点光源的波面
4	对称放置
5	镀膜
6	pass match
7	调整非平行放置的half mirror的距离
8	衍射光学元件对光束进行分割
9	被测面突出放置在液体中
10	和特定几何形状的参考波面进行干涉
11	和透射的光束通过成像透镜成像
12	多波长光源或光束
13	通过一个小孔返回并与参考光进行干涉
14	替换式的光束直径调整机构
15	分束
16	外差干涉
17	测量位相信号
18	聚焦的控制与检测
19	改变被测面与基准面的倾斜关系
20	可变光栅
21	旋光元件
22	新的移动调整机构
23	利用装置的MTF修正位相差分布
24	测量透镜旋转时反射光的振动量
25	基准面位置
26	孔径光阑

图 4 技术手段参数表（部分）

	问题	1	2	3	4	5	6	7
	问题 解决办法	测量波面在小孔处不能反射	光学系统的简化	不需要参考波面	高精度	测量非球面	同时观察干涉条纹和记录被测面状态	解决参考光和被测光之间的光程差问题
1	测量波面在小孔处不能反射	1, 51						
2	光学系统的简化		2, 3, 15, 14, 25, 31, 40, 42, 52					
3	不需要参考波面		2, 3, 15,	2, 3, 15,				
4	高精度		2, 3, 15, 25, 40	2, 3, 15,	1, 2, 3, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 32, 40, 41, 50			
5	测量非球面		2, 3, 15, 25, 40, 42	2, 3, 15,	2, 3, 8, 12, 13, 15, 21, 24, 25, 32, 40, 50	1, 2, 3, 8, 13, 15, 20, 21, 22, 30, 32, 37, 38, 39, 50,		
6	同时观察干涉条纹和记录被测面状态						4, 5	
7	解决参考光和被测光之间的光程差问题							6, 8
8	解决参考光和被测光之间的光程差问题							6, 7

图 5 “问题——方法” 矩阵（部分）

## 2.2 数值仿真

本项目尝试利用 Matlab 软件中的人工神经网络工具箱，探索一种较简便的开发计算机辅助创新模型的方法。本项目将传统 TRIZ 理论的核心——冲突矩阵变换为一个以实际工作中需要解决的技术问题为输入层，以解决问题的技术手段为输出层的人工神经网络模型。经过模型自动判断形成的“建议解决方案”，在科研人员着手制定新问题的解决方案时具有一定的辅助作用。

Matlab 是 MathWorks 公司于推出的一套高性能的数值计算和可视化软件，它集数值分析、矩阵运算、信号处理和图形显示于一体，构成了一个方便的、界面友好的用户环境。Matlab 强大的功能在于它的开放式的可扩展环境以及诸多的面向不同应用领域的工具箱。Artificial Neural Network Toolbox（人工神经网络工具箱）是 Matlab 环境下所开发出来的许多工具箱之一。

### 2.2.1 网络模型选择

通过分析冲突解决原理的模型，本项目采用四层 BP 神经网络，以“问题——方法”矩阵的“问题”参数为输入，解决原理为输出，并包含 2 个隐含层的 4 层人工神经网络模型，其网络结构如图 4 所示。

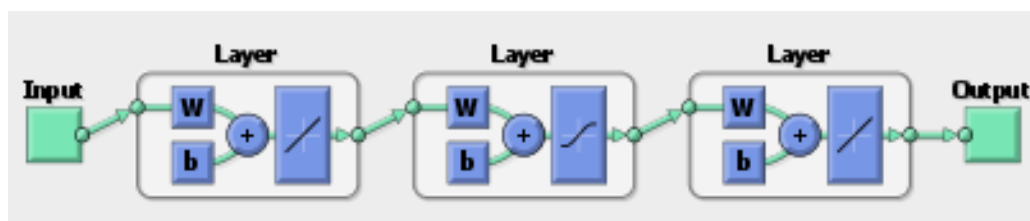


图 6 基于“问题——方法”矩阵的 BP 模型

### 2.2.2 网络参数的设置

(1) 输入节点数：依据“问题——方法”矩阵中问题组数来设置输入节点数，则需要 32 个输入节点；

(2) 隐含节点数：经多次试验，两层隐含层节点数分别选为 32 和 40 比较合适；

(3) 输出节点数：输出节点数为解决方法的数目 52；

(4) 传递函数：如图 2 所示，隐含层中的神经元均采用正切 S 型传递函数 (tansig)，输出层神经元采用线性传递函数 (Purelin)；

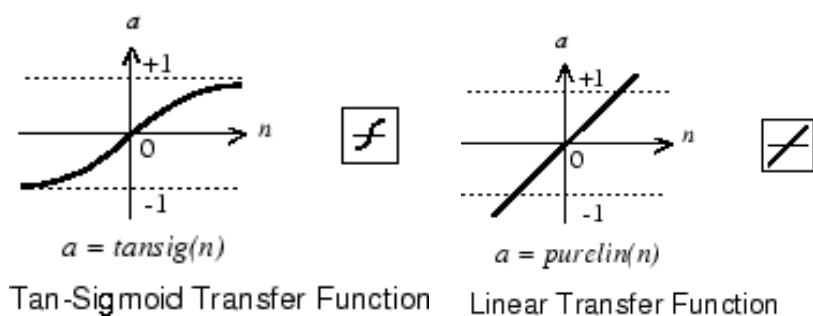


图 7 隐含层神经元传递函数

(5) 学习周期：预设 100 个。学习目标：总均方误差 MSE (Mean Squared Error) 小于误差限 0.01；

### 2.2.3 学习样本

学习的样本来自于现有的发明或具体领域已解决的问题。对于每一个样本案例，首先将问题抽象对应为问题列表中 32 条特定的问题，解决的方法抽象对应为 52 种解决方法中若干条。比如，为了测量非球面元件面形参数时不使用参考波面这一问题，解决方案采用了“被测表面反射光”，“点光源”和“分束”3 种办法。按表 3 的过程就得到了一组学习样本。

表 1 获取学习样本

主要问题及对应输入节点	解决办法及对应输出节点
测量非球面 $X_5=1$ ; 不使用参考波面 $X_3=1$ ;	利用被测表面反射光 $Y_2=1$ ; 点光源 $Y_3=1$ ; 分束 $Y_{15}=1$ ;

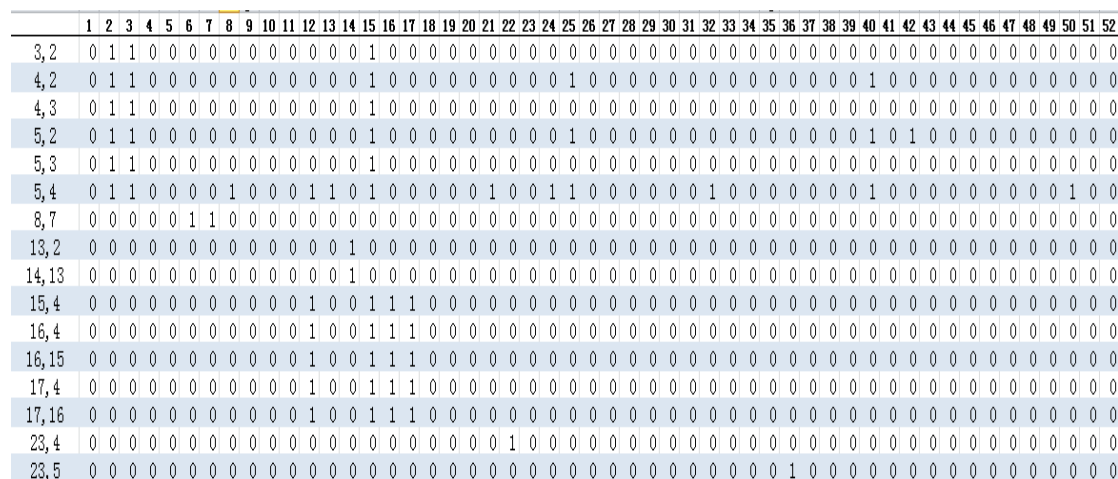


图 8 “问题—方法”的矩阵描述

### 2.2.4 运行结果

项目组通过专家人工标引的方法，从 72 件干涉法面型参数检测技术专利中提取出 52 组“问题—方法”样本，其中 47 组样本作为学习样本集对神经网络数学模型进行训练。



图 9 训练样本和测试样本分组

神经网络学习过程误差曲线如图 7 所示。

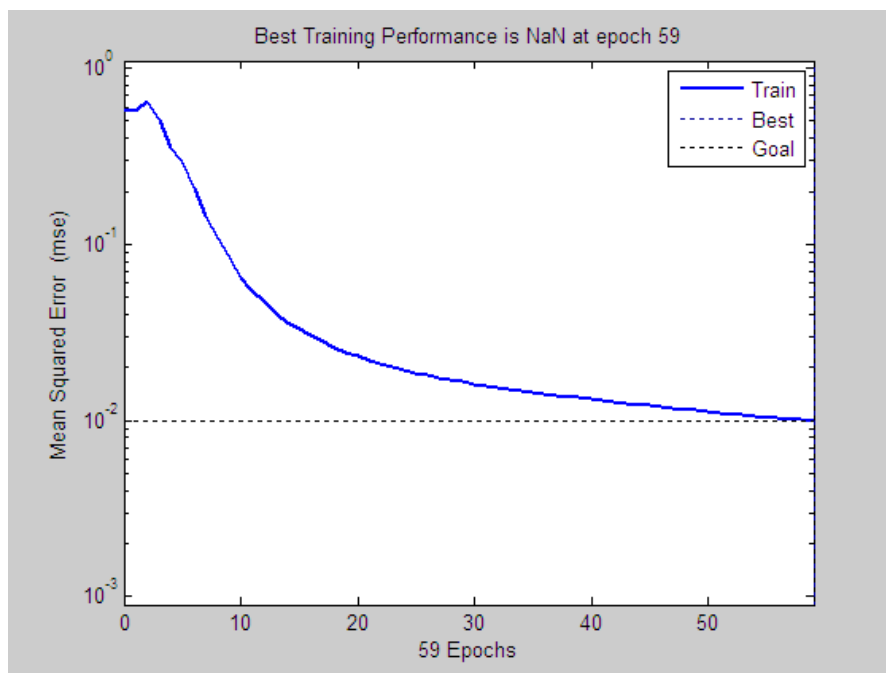


图 10 神经网络学习过程误差曲线

### 2.2.5 结果分析

从以上结果可以看出，经过很短的时间（59 个训练周期）网络的总均方误差达到了允许误差 0.01 以下，表现了较好的收敛性。因此所选择的隐含层节点数、学习函数等网络参数比较适合。

依据训练好的网络，将 5 组未经训练的样本作为检验样本集输入经过训练的人工神经网络模型，就能通过数学模型预测得到相应的问题解决办法。为了对数学模型的自动预测性能进行检测，采用总均方误差 MSE 评价模型预测效果。经过运算，检验样本预测均方误差为 0.1846。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
预测方法	26, 25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0							
	28, 15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30, 4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
	31, 2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
已有方法	26, 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	28, 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	30, 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
	31, 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31, 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图 11 预测样本已有方法与模型产生的预测方法比较



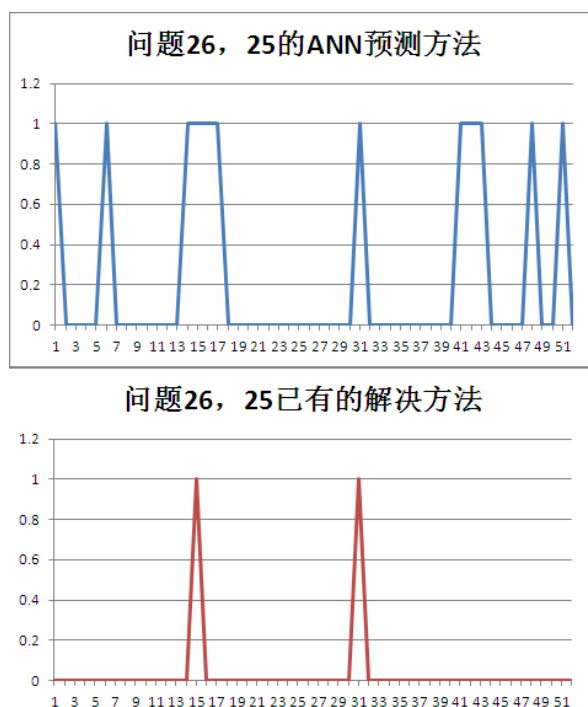


图 12 问题组 26—25 的预测方法与已有方法比较

#### 四、结论及下一步工作

本项目借鉴了前人的相关研究，认为 TRIZ 理论本身显得过于“庞大”，普通科研人员难于在短时间内学习和驾驭，不利于 TRIZ 理论的推广。同时，为了解决 TRIZ 理论不便于增加新的工程参数和解决原理，不便于增加新的实例的缺点，项目尝试建立一种普通科研人员易于理解和掌握的 TRIZ 简化专利标注方法，形成适用于 Matlab 人工神经网络模型的“问题—方法”矩阵，探索构建计算机辅助创新推理模型的方法。

项目在领域专家的辅助下，利用创新到所项目中形成的领域知识分类体系技术词典，针对 72 件干涉法面型参数检测技术专利中的“问题描述”、“改进技术”、“实现手段”等若干元组中的技术问题和技术手段进行计算机辅助下的专家归纳和总结，形成了 31 组含有统一描述形式的技术问题表和 52 组技术手段参数表，并利用两表构建基于 TRIZ 理论的“问题——方法”矩阵。同时，利用 Matlab 软件中的人工神经网络工具箱，将传统 TRIZ 理论的冲突矩阵变换为一个以实际工作中需要解决的技术问题为输入层，以解决问题的技术手段为输出层，并包含 2 个隐含层的 4 层人工神经网络模型。模型利用已有的发明实例和问题解决方案作为学习样本，弹性 BP 学习算法作为模型学习算法，经过较短的时间（59 个训

练周期)网络的总均方误差达到了允许误差 0.01 以下,表现了较好的收敛性,形成了针对技术问题进行自动判断技术手段的数学模型。经过模型自动判断形成的“建议解决方案”,在科研人员应用 TRIZ 理论寻找问题的解决方案时具有一定的参考辅助作用。同时,该“建议解决方案”对与专利分析及专利数据库构建也具有一定的辅助作用。

项目中采用的 4 元组简化专利标注方法和原有的冲突矩阵方法相比,利用人工神经网络的方法具有以下特点:

(1)、只需要添加输入或输出的节点数就可以相应增加新的工程参数或冲突解决原理。科研人员也可以根据实际情况来确定适合自己的网络结构模型,使 TRIZ 理论的应用不再局限于原有的冲突矩阵范围;

(2)、新的案例可以立即用作网络的训练样本。科研人员可以更多地利用本领域的样本进行训练。使新问题的解决更有针对性;

(3)、训练后的网络权值反映问题与解决方案之间的非线性关系。

经过项目组成员的努力,该模型系统虽然部分实现了预期的功能,但是由于受到能力和精力的限制,加之对 USIT 等简化 TRIZ 观念及 Matlab 编程技术掌握水平有限,项目的研究存在着诸多问题,有待于进一步研究并加以改进和完善的方面有:

(1),加强基础理论研究。主要是对简化 TRIZ 理论、设计创新技术等等的研究,探索方案设计过程的特性及需要遵循的原则和规范。深入研究简化 TRIZ 理论,对简化专利标注体系的科学性以及实践检验开展进一步研究。

(2),进一步研究人工神经网络技术在专利分析中的应用。BP 神经网络在实际应用中也存在一些问题,网络的稳定性和可塑性较差,即一个已完全学习好的 BP 网络,当它遇到一个与训练样本差别很大的新问题时,为保证较高的预测准确性需要重新训练网络。另外中间层隐蔽的神经元个数设置多少才合适,少量的学习样本结果是否具有应用等问题,还需做进一步研究。

(3),半自动专利标注技术的研究。目前,项目仅对 72 项专利的问题和进行了专家人工标注,较为费时费力。在大数据发展的背景下,计算机自动标注技术是开发实用辅助创新系统的前提,对简化 TRIZ 理论的发展和丰富起着重要作用。

(4), 建模技术研究。主要研究面向方案设计的产 品模型和方案设计过程模型的建立方法, 使方案设计的模型描述、模型的操作和演化等有利于计算机的表达和处理, 能更符合设计者的思维模式和设计习惯。使方案设计的建模技术面向产品级和全生命周期。

## 参考文献

- [1] 辛明远, 王永. 基于 TRIZ 的计算机辅助创新系统设计[J]. 黑河学院学报, 2011, (05): 9-12.
- [2] 于潇, 孙英隽. 专利情报分析对企业创新的影响研究[J]. 情报科学, 2007, (11): 1668-1671+1678.
- [3] 胡艳营. 基于 TRIZ 的计算机辅助机械产品创新设计研究[D]. 青岛大学, 2007.
- [4] 曹福全, 于凤丽, 王洪波. TRIZ “本土化”理论体系构建研究——S-TRIZ 概念的提出[J]. 黑河学院学报, 2012, (04): 9-12.
- [5] 檀润华, 张瑞红, 江屏, 等. 产品设计中的冲突确定方法及解决过程[J]. 机械设计, 2003, (10): 4-7.
- [6] 刘仁伟. 基于 TRIZ 的计算机辅助产品创新设计系统研究与开发[D]. 山东大学, 2012.
- [7] 赵秀. 基于 TRIZ 理论的计算机辅助创新设计方法探讨[J]. 计算机与数字工程, 2007, (12): 109-112+163.
- [8] 'Goldfire Innovator', <[http://www.ideationtriz.com/new/iwb.asp](http://inventionmachine.com/products-and-services/innovation-software/goldfire-innovator/>2013].</a></li><li>[9] 'Innovation WorkBench 3.2', <<a href=)>2013].
- [10] 'Trisolver 2.1', <<http://www.trisolver.eu/>>.
- [11] 任工昌, 田昕. 基于 TRIZ 的计算机辅助冲突解决系统研究[J]. 微计算机信息, 2006, (30): 85-88.
- [12] 'Pro/Innovator', <[http://www.iwint.com.cn/Software\\_products.aspx?nid=3&pid=55&tid=60](http://www.iwint.com.cn/Software_products.aspx?nid=3&pid=55&tid=60)>.
- [13] 林艳, 王宏起. TRIZ 理论促进企业创新的作用机理与策略[J]. 中国科技论坛, 2008, (12): 57-60+65.
- [14] 马建红, 李娟, 檀润华. 计算机辅助创新设计系统-InventionTool2.0 开发[J]. 河北工业大学学报, 2004, (04): 1-6.
- [15] 黄洪钟, 余其兵, 薛立华. 基于 BP 神经网络的 TRIZ 理论冲突矩阵[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2005, (03): 127-132.
- [16] 曹福全, 吴春娟. 简化——TRIZ 理论“本土化”的必由之路[J]. 黑河学院学报, 2011, (03): 8-10.
- [17] 何慧, 李彦, 李文强, 等. 系统化创新方法 SIT 及在工程中的应用[J]. 机械设计与制造, 2009, (05): 78-80.
- [18] 郭彩玲, 戴庆辉. 统一结构的发明思想 USIT——TRIZ 的一种新模式[J]. 科技进步与对策, 2003, (14): 65-67.

- 
- [19] 何川. 基于 TRIZ 的方案设计智能决策支持系统理论与方法研究[D]. 西南石油学院, 2004.
- [20] Soundar Kumara, Inyong Ham. Use of Associative Memory and Self-Organization in Conceptual Design[J]. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 1990, 39(1): 117-120.
- [21] 钟佩思, 高国安. 基于神经网络块的混合型方案设计知识库系统[J]. 机械设计, 1999, (05): 2-3+42-43.