



ISSN 0577-6686  
CODEN CHHKA2

# 机械工程学报<sup>®</sup>

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING



CMES 中国机械工程学会主办

半月刊 | **11** / 2012  
第 48 卷

ISSN 0577-6686



9 770577 668125

11 >

## 本刊荣获

- ★ 首届“国家期刊奖”(1999年)
- ★ 第二届“国家期刊奖”(2003年)
- ★ 第三届“国家期刊奖”(2005年)
- ★ “中国期刊方阵”双高期刊
- ★ 中国科协精品科技期刊工程项目资助期刊
- ★ 国家自然科学基金委员会资助
- ★ 第二届中国出版政府奖期刊奖

# 机械工程学报

## JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

2012年第48卷第11期 6月5日出版

Vol.48 No.11 Published on June 5, 2012

(半月刊, 1953年创刊)

(Semimonthly, started in 1953)

版权所有: ©2012 Journal of Mechanical Engineering

主管: 中国科学技术协会

主办: 中国机械工程学会

编辑出版: 《机械工程学报》编辑部

编辑部地址: 北京百万庄大街22号(100037)

主编: 宋天虎

常务副主编: 王淑芹

编辑部主任:

副主编: 郑小光

责任编辑: 岑伟

电话: (010)88379907

传真: (010)88379504

DOI: 10.3901/JME

http://www.cjmenet.com.cn

E-mail: jme@cmes.org

cjme@263.net

印刷: 北京机工印刷厂

国内发行: 北京报刊发行局

订购处: 全国各地邮局

### Responsible Department:

China Association for Science and Technology

### Sponsored by:

Chinese Mechanical Engineering Society

### Edited and Published by:

Editorial Office of JOURNAL OF  
MECHANICAL ENGINEERING

### Address:

22 Baiwanzhuang Dajie, Beijing 100037, China

Chief Editor: Song Tianhu

Executive Chief Editor: Wang Shuqin

Deputy Chief Editor: Zheng Xiaoguang

Tel: 0086-10-88379907

Fax: 0086-10-88379504

DOI: 10.3901/JME

http://www.cjmenet.com.cn

E-mail: jme@cmes.org

cjme@263.net

### Distributed Abroad by:

China International Book Trading Corporation

(P.O.Box 399, Beijing, China)

Code: M201

## 《机械工程学报》董事会

### 董事长:

宋天虎(中国机械工程学会)

### 副董事长:

王文斌(机械工业信息研究院)

### 董事:

王田苗

(北京航空航天大学机械工程及自动化学院)

王庆丰

(浙江大学流体传动及控制国家重点实验室)

王时龙(重庆大学机械传动国家重点实验室)

王祖温(大连海事大学)

王润孝(西北工业大学)

邓宗全(哈尔滨工业大学)

仪垂杰(青岛理工大学)

刘宏民(燕山大学)

吕明(太原理工大学)

孙汉旭(北京邮电大学自动化学院)

闫献国(太原科技大学)

严新平(武汉理工大学)

何存富(北京工业大学)

张义民(东北大学机械工程与自动化学院)

张宪民(华南理工大学机械工程学院)

李大勇(哈尔滨理工大学)

李圣怡

(国防科技大学机电工程与自动化学院)

李杨民(澳门大学)

李剑峰(山东大学)

李荣彬(香港理工大学)

李荣德(沈阳工业大学)

杨兆军(吉林大学)

邵新宇(华中科技大学机械科学与工程学院)

季林红(清华大学精密仪器与机械学系)

姚振强(上海交通大学机械与动力工程学院)

胡燕平(湖南科技大学)

赵韩(合肥工业大学)

项昌乐(北京理工大学)

徐西鹏(华侨大学)

徐金梧(北京科技大学)

袁寿其(江苏大学)

贾振元(大连理工大学机械工程学院)

郭隐彪(厦门大学)

高健(广东工业大学)

梅雪松(西安交通大学机械工程学院)

黄田(天津大学机械工程学院)

黄明辉(中南大学机电工程学院)

黄洪钟(电子科技大学机械电子工程学院)

葛世荣(中国矿业大学)

韩旭(湖南大学机械与运载工程学院)

谭援强(湘潭大学机械工程学院)

檀润华(河北工业大学)

ISSN 0577-6686

CN11-2187/TH

国内邮发代号: 2-362 国外发行代号: M201

国内定价: 35元/期, 840元/年

# 机械工程学报

JIXIE GONGCHENG XUEBAO

2012年第48卷第11期 6月5日出版

## 目次

### ××× 创新设计专栏 ×××

- 机械功能对称的概念体系及其应用 ..... 冯培恩 曾令斌 邱清盈等 (1)
- 基于技术进化理论的破坏性创新预测与实现模型 ..... 孙建广 檀润华 江屏 (11)
- 异构模块组合耦合分析的完全关联矩阵 ..... 陈羽 滕弘飞 (21)
- 面向功能创新的功能进化、组合与失效研究 ..... 曹国忠 郭海霞 檀润华等 (29)
- 专利设计知识的创新性评估方法及其在创新设计中的应用 ..... 邱清盈 薛驰 冯培恩等 (39)
- 基于功能裁剪的专利规避设计 ..... 江屏 罗平亚 孙建广等 (46)
- 模块化产品族演进创新方法研究 ..... 侯亮 王浩伦 穆瑞等 (55)
- 基于 TRIZ 的可拆卸联接改进设计 ..... 刘志峰 胡迪 高洋等 (65)
- 集成 TRIZ 的产品生态设计方法研究 ..... 刘征 潘凯 顾新建 (72)
- TRIZ 辅助功能周期确立方法 ..... 张鹏 檀润华 (78)
- 基于复杂网络与公理设计的产品平台设计方法 ..... 刘曦泽 祁国宁 纪杨建等 (86)
- 基于公理设计和设计关联矩阵的产品平台设计新方法 ..... 肖人彬 程贤福 陈诚等 (94)
- 基于相似性与结构敏感性分析的产品平台设计过程模型 ..... 张换高 赵文燕 江屏等 (104)

## 机械学

### 机构学及机器人

- 虚拟轴机床并联机构的自适应动态滑模运动控制 ..... 高国琴 郑海滨 (119)
- 基于蛇形魔方机构分析的模块化可重构机构理论 ..... 丁希仑 吕胜男 (126)
- 基于非瞬时支链位形设计的并联机构内部奇异消除方法 ..... 刘延斌 李志松 韩建海 (136)

### 机械动力学

- 高速主轴系统静止及运转状态下动力学特性对比分析 ..... 孙伟 汪博 闻邦椿 (146)
- 调制式永磁齿轮气隙磁场及转矩分析计算 ..... 葛研军 聂重阳 辛强 (153)
- 二维声学数值计算的径向插值有限元法 ..... 夏百战 于德介 姚凌云 (159)
- 甚低频拖曳天线的稳态动力学研究 ..... 郑小洪 侯志强 韩维等 (166)

## 制造科学与技术

### 制造工艺与装备

- 基于数值仿真技术的单颗磨粒切削机理 ..... 言兰 姜峰 融亦鸣 (172)
- 大口径轴对称非球面气囊抛光进动运动建模及控制 ..... 潘日 王振忠 郭隐彪等 (183)
- 基于 Hermite 插值的复杂光学曲面车削加工路径规划 ..... 王兴盛 康敏 (191)

# JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

Vol.48 No.11 June 2012

## CONTENTS

- Research on Mechanical Function Symmetry Architecture and Its Application  
..... FENG Peien ZENG Lingbin QIU Qingying et al (1)
- Model for Roadmapping Disruptive Innovation Based on Technology Evolution Theory  
..... SUN Jianguang TAN Runhua JIANG Ping (11)
- Comprehensive Dependency Matrix for Heterogeneous Modular Combination  
Coupling Analysis..... CHEN Yu TENG Hongfei (21)
- Research on Function Evolution, Combination and Failure Mode for Product Function Innovation  
..... CAO Guozhong GUO Haixia TAN Runhua et al (29)
- Novelty Evaluation Method of Patent Design Knowledge and Its Application in Creative Design  
..... QIU Qingying XUE Chi FENG Peien et al (39)
- Method about Patent Design Around Based on Function Trimming  
..... JIANG Ping LUO Pingya SUN Jianguang et al (46)
- Research on the Evolution & Innovation for Modular Product Family  
..... HOU Liang WANG Haolun MU Rui et al (55)
- TRIZ Based Revised Design for Disassembly of Joint Structure  
..... LIU Zhifeng HU Di GAO Yang et al (65)
- Research on Product Ecological Design Method Integrating TRIZ  
..... LIU Zheng PAN Kai GU Xinjian (72)
- Method of Establish Functional Period Assisted by TRIZ  
..... ZHANG Peng TAN Runhua (78)
- Product Platform Design Method Based on Complex Network and Axiomatic Design  
..... LIU Xize QI Guoning JI Yangjian et al (86)
- New Approach to Product Platform Design Based on Axiomatic Design  
and Design Relationship Matrix..... XIAO Renbin CHENG Xianfu CHEN Cheng et al (94)
- Product Platform Design Process Model Based on Similarity  
and Structural Sensitivity Analysis.....ZHANG Huangao ZHAO Wenyan JIANG Ping et al (104)
- Adaptive Dynamic Sliding Mode Motion Control for the Parallel Mechanism of  
Virtual Axis Machine Tool.....GAO Guoqin ZHENG Haibin (119)
- Reconfiguration Theory of Modular Reconfigurable Mechanism Based on  
Analysis of Snake Cube.....DING Xilun LÜ Shengnan (126)
- (下转封三)

DOI : 10.3901/JME.2012.11.046

# 基于功能裁剪的专利规避设计\*

江 屏<sup>1,2</sup> 罗平亚<sup>1</sup> 孙建广<sup>2</sup> 檀润华<sup>2</sup>

(1. 西南石油大学油气藏地质及开发工程国家重点实验室 成都 610500 ;

2. 河北工业大学河北省制造业创新方法工程技术研究中心 天津 300130)

**摘要 :** 在当前知识经济时代企业进入市场所面临的专利壁垒越来越多,其技术发展的空间越来越小。因此企业需要系统化创新方法来指导专利规避设计,在保证不侵犯现有专利权的前提下,利用现有专利技术的优势,高效、快速地开辟新技术市场。以专利侵权判定为依据,通过 TRIZ 中功能裁剪方法构建规避对象的功能模型,根据组件规避原则建立新产品的裁剪变体并确定问题或直接产生概念解,再应用 TRIZ 中的发明原理、标准解和效应库等来激发设计方案,形成了融合专利侵权判定与功能裁剪于一体的专利规避设计流程。应用该流程对我国的弧齿锥齿轮铣齿机进行案例分析。

**关键词 :** 专利规避设计 功能裁剪 TRIZ 铣齿机

中图分类号 : TH122

## Method about Patent Design Around Based on Function Trimming

JIANG Ping<sup>1,2</sup> LUO Pingya<sup>1</sup> SUN Jianguang<sup>2</sup> TAN Runhua<sup>2</sup>

(1. The State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Development Engineering,

Southwest Petroleum University, Chengdu 610500;

(2. Engineering Research Center of Manufacturing Innovation Methods of Hebei Province,

Hebei University of Technology, Tianjin 300130)

**Abstract :** In the era of knowledge-based economy, the patent barriers are getting more and more serious for enterprises when they enter the market, the space for the development of their technology is getting smaller and smaller. Therefore systematical innovative methods are badly needed to guide the enterprises to design around patents and achieve better technology market without infringement on the basis of existing patents' technology advantages. The function trimming of TRIZ is applied to building the function model of existing patent obeyed to rules of patent infringement judgment and then the designer constructs trimming model of existing patent according to rules of patent infringement judgment and identifies the problems or gets solution of patent design around existing patent. The invention principles, standard solutions and effect in TRIZ are applied to solving the problems and then a conception is gotten. The integrated process for designing around patents though function trimming and patent infringement judgment greatly increases the possibility of design-around. The spiral bevel gear milling machine is analyzed as a case study by above integrated process.

**Key words :** Patent design around Function trimming TRIZ Gear milling machine

## 0 前言

随着国际科技竞争的深入,竞争环境由国内市场向国外市场的不断扩大,中国企业在步入国际市场时,首要面临的是如何突破国外领先者设置的专

利壁垒<sup>[1]</sup>;因此,专利战略已成为企业在国际市场竞争中攻防战的有力武器<sup>[2]</sup>。此外,新产品的研发周期越来越短,能否快速地响应市场需求,抓住创新技术的制高点是企业立于不败之地的关键所在,这就要求我国企业在未来国际竞争环境中必须掌握产品的核心技术。但是,由于我国技术发展相对于发达国家存在一定差距,绝大多数核心技术掌握在国际跨国公司手中,通过专利规避设计突破跨国公司设置的专利壁垒并形成自主知识产权的产品核心

\* 国家自然科学基金(51105128, 70972050),河北省自然科学基金(E2009000070)和河北工业大学优秀青年科技创新基金资助项目。20110619 收到初稿,20120425 收到修改稿

技术是当前我国企业的首要任务之一。

专利规避设计是一项源于美国的合法竞争行为。最初专利规避设计只是当做专利系统工作的一种方式，旨在鼓励发明和促进大众文化的进步<sup>[3]</sup>。SCHECHTER<sup>[4]</sup>将专利规避设计定义为企业为了避开其他竞争者公司的专利权利要求的阻碍或者袭击而进行的新设计绕道发展的设计过程。专利规避由法律、专利策略等方面的规避已经转化为规避设计，通过重新对技术方案的改进来实现与现有专利的保护范围不同的新技术。中国台湾省学者近年在专利规避设计方面研究颇多，如黄文仪<sup>[5]</sup>采用组件回避设计方法、等价交换方式、技术手段回避设计法与创新思维结合进行专利回避设计。随着 TRIZ 等创新方法的融入，为规避设计提供了新的发展方向。刘尚志等<sup>[6-7]</sup>结合专利策略，将 TRIZ 与 QFD 等一系列方法进行创新规避设计，并成功应用于自行车飞轮的规避设计。张祥唐等<sup>[8-9]</sup>利用专利技术矩阵与 TRIZ 方法结合，以组件关联分析找到关键组件进行专利群之规避设计程序，并针对一群婴儿车产品群进行收折装置的规避设计。徐业良等<sup>[10]</sup>提出一个结合专利资讯与公理设计结合的创新设计流程等。目前，中国台湾省学者对于专利规避与 TRIZ 的结合重点是在规避设计的后期应用 TRIZ 中的发明原理来启发实现新设计的概念解，并没有很好地融合 TRIZ 中的其他方法与工具，也没有发挥 TRIZ 分析专利技术的优势。

产品专利文献包含着创新性和实用性的技术方案<sup>[11]</sup>。专利规避设计根据专利公开的技术说明书和权力要求书确定出专利的核心技术和保护范围，在充分掌握该技术内涵的同时找出其权利要求中的漏洞、技术特征的不足，针对这些漏洞和不足，在不侵犯专利权的前提下，“借用”现有专利技术的优势进行技术创新，实现规避该专利的技术垄断。因此，本文引入 TRIZ 理论中的功能裁剪作为技术特征分析的方法，应用功能分析方法构建其功能模型，结合专利规避设计原则对现有技术进行分析，确定出专利规避设计的具体方向，然后应用裁剪方法产生多个裁剪变体。若裁剪变体能够直接对应于新设计的产品概念模型，则应用企业知识库和设计经验转化为设计方案；若不能直接转化，则归纳为某个具体问题，然后应用 TRIZ 方法(冲突理论、物质—场、效应库、发明原理等)来解决问题，找到新设计的概念解，最后将设计方案进行专利侵权判断，根据侵权的可能性选出最优解，建立整合专利侵权判定与功能裁剪于一体的专利规避设计流程。这样既能剖析规避对象中的组件—功能关系，充分掌握核

心技术，又能产生规避成功率高的新产品，快速响应市场需求。应用基于功能裁剪的专利规避流程进行了弧齿锥齿轮铣齿机专利的规避设计分析。

## 1 专利侵权与功能裁剪结合的专利规避设计

### 1.1 专利规避设计的基本原则

专利规避最初的目的是从法律的角度来绕开某项专利的保护范围以避免专利权人进行侵权诉讼，专利规避是企业进行市场竞争的合法行为<sup>[3]</sup>。因此首先对专利规避设计的实施方法做出回应的多源于法律学者，并随着专利纠纷案件的不断积累，总结与归纳出了相应的组件规避原则，主要是从删除、替换、更改以及语义描述的变化等方面进行专利规避。实际应用中专利规避设计可遵循的三点原则：减少组件数量以满足全面覆盖原则；使用替代的方法使被告主体不同于权利要求中指出的技术以防止字面侵权；从方法/功能/结果上对构成要件进行实质性改变，以避免侵犯等同原则。

专利规避设计原则是从侵权判断的角度进行分析，根据权利要求书分析专利的必要技术特征，对其进行删减和替代，以减少侵权的可能性。专利规避设计原则是宏观层面上的指导方针，对设计人员来说，需要具体可以实施的过程来详细指导如何在现有专利技术基础上进行重组和替代，开发出新的技术方案绕开现有专利的保护范围。功能裁剪作为有效的分析工具能够指导设计人员进行技术分析，并结合专利规避设计原则选择合理的技术进行删除或替代，从根本上突破现有专利的技术垄断。

### 1.2 功能裁剪

功能裁剪通常作为 TRIZ 理论中的问题分析工具，是定义问题和提高系统理想化程度与价值的有效方法。功能裁剪是当功能模型建立之后，通过对非必要组件进行删除、替换，或者利用其他资源添加到原模型中，以使设计系统最大限度的趋近于最终理想解的过程，如图 1 所示。

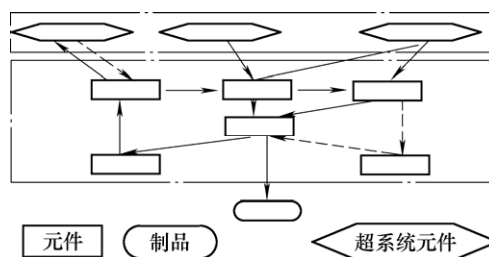


图1 功能裁剪模型

在 TechOptimizer 软件的“问题管理”模块中，在功能模型中给出了消除“有害作用”和提高“部

分有用作用”的概念,并根据“问题等级”进行组件归类,从而针对非必要组件做出“裁剪”动作。JANTSCHGI 等<sup>[12]</sup>用以下问题来描述裁剪的过程:

是否可以删除掉组件或(辅助)功能; 是否可以删除必要的功能; 是否一些组件的功能或组件本身可以被替代; 是否有不需要的功能可以由其他功能排除; 是否有操作组件可以由其他组件替换; 是否有操作组件可以由已存资源所替代; 是否系统可以取代功能本身; 是否有大量可利用且能使用的资源。

专利规避设计是指为规避专利保护范围来修改现有机构设计,在设计思路重于如何利用不同之构造来达成相同之功能,避免触犯他人权利。功能裁剪过程中,根据功能之间的相互关系对功能所对应的实现组件进行重组,产生多种裁剪变体,每个裁剪变体都可以认为是一种新的设计模型,这种模型既实现了现有产品的功能优化,同时对产品的结构组件进行了重构。另外,裁剪动作与组件规避原则作用是一致的,只是组件规避原则是针对侵权判定原则提出的规避策略,而功能裁剪是面向创新的概念设计分析,将组件规避原则与功能裁剪进行结合,对产品的功能和结构进行重新的设计,裁剪后得到的概念模型能够大大提高新设计结果的可专利性,尤其能得到高级别的发明,几乎不存在侵权风险。

## 2 基于功能裁剪的专利规避设计流程

基于功能裁剪的专利规避设计充分发挥了 TRIZ 的各种分析方法和工具,且通过裁剪生成的结果将侵权风险降到了最低,设计人员根据最优解进行详细设计得到新产品,往往发明等级很高。较之原有的规避设计方法,不仅能成功地打破专利壁垒,而且比仅用原理解启发概念解的方法直观、形象,通过分析现有技术的组件之间的功能关系,更好地掌握核心技术,预测高新技术的趋向,有利于企业抢占更大的市场。基于功能裁剪的专利规避设计流程(图 2)主要分为 4 个阶段。

(1) 找到规避对象:主要是进行相关专利的检索与分析,从而找到所关注的竞争者关键技术的专利原形。

(2) 找出规避的突破口:通过建立规避对象产品的功能模型,分析其技术组件之间的功能结构关系,确定规避设计所要进行的创新点与发展方向,应用裁剪作问题的产生工具,得到的结果既通过了专利侵权判定原则的检验,又产生了新设计的创新问题。

(3) 解决问题:通过 TRIZ 理论中解决问题的各种有效工具,如冲突解决理论与物质—场分析得到问题解决的新思路,转化为详细设计的概念方案。

(4) 专利的侵权分析:专利规避设计的最终目标是开发出新产品并保证其技术特征不落入到现有专利的保护范围,因此,应用专利侵权判定原则对设计方案进行侵权判断,根据各个方案技术特征与现有专利保护范围进行对比,确定各技术方案侵权的可能性,并将侵权概率最小的设计方案作为最优方案,进行产品的开发和技术的专利保护。

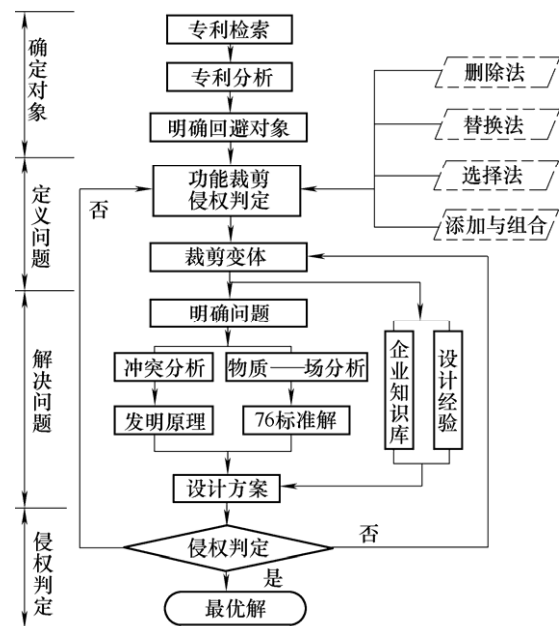


图 2 专利侵权判定与功能裁剪集成的专利规避设计流程

### 2.1 确定规避对象

通过专利的检索和分析来确定规避对象,目前专利检索最常用的有效方法是关键词检索与 IPC 检索。关键词检索是通过对规避对象的相关文献了解,得到其主题关键词,然后进入专利数据库对相关选项进行检索。IPC 是目前唯一国际通用的专利文献分类和检索工具,是检索各国专利共同的钥匙,全世界大多数国家采用。一般情况下,这两种方法应采用布尔逻辑组合检索,在保证所查专利准确、全面的前提下,尽量减少后续分析的工作量。

获得了相关专利后,通过对专利信息进行分析确定被规避对象。专利分析要依据分析者所关注的信息点来制定分析策略。从专利规避的角度对专利信息进行分析是为了发掘专利中有利于进行技术创新的技术特征和信息。TRIZ 理论主要是从创新的角度提取大量专利中的技术发展规律,研究解决技术难题,冲突与发明原理,以及技术创新的系统的理论。专利地图对专利文献进行统计并把结果整理成各种图表来说明技术—功效、竞争力、技术发展方

向等信息。本文结合 TRIZ 与专利地图分析大量相关专利，并从功能—技术发展的角度进行筛选、归类，选出所要规避的竞争对手的专利原形。

### 2.2 定义规避问题

组件规避原则主要从绕开专利的保护范围出发，运用删除、替换、添加后重新组合功能组件等方法来实现规避，且满足或更好地实现功能需求。功能裁剪的基本模式同样也是删除、替换、添加三个方向，这与组件规避原则的实质一致。如组件规避原则中的删除法：将原专利范围中的一个以上组件删除，即如 A+B+C 组合以 A+B 实现效果，若可以则完成规避效果。同样在裁剪中剪掉组件的动机也是不影响其功能的实现，或是有害组件，从这个角度讲，功能裁剪的范围更大，另外定义组件的功能类型与等级的标准因人而异，功能裁剪实现现有专利产品功能重新定义与规划。在不同的情况下，同一种组件的作用往往是不同的。如现在手机的智能化程度越来越高，代表它满足功能要求的性能提高了，但成本也随之上升，使得一些消费者不能承受；另外对于某些顾客，如老年人，智能化的功能对其而言是多余的，过剩的功能，道理是一样的。表 1 将组件规避原则与功能裁剪的基本模式进行了对比。

表 1 组件规避原则与功能裁剪模式的对比

组件规避原则	功能裁剪模式	关键图示
删除法	是否有组件或(辅助)功能可以删除掉；是否有必要的功能可以删除；是否有不需要的功能可以由其他功能所排除	
替换法	是否有操作组件可以由其他组件替换；是否一些组件的功能或组件本身可以被替代；是否系统可以取代功能本身	
选择法	是否有操作组件可以由已存资源所替代	
添加与组合	是否有大量可利用且能使用的资源	

基于功能裁剪的专利规避将裁剪的各种方式对应于不同的组件规避原则，通过建立功能模型并结合组件规避原则进行裁剪，规避了侵权判定的各个原则，使得产生的裁剪变体对应的概念模型均不落入规避对象的保护范围当中，已达到裁剪过程与侵权判定过程的统一。也就是说上述流程中删除法、替换法、选择法、添加与组合得到的结果均不落入规避对象的专利权利保护范围。

经过裁剪之后，得到了多个裁剪变体，每一个

裁剪变体都对应着一个新的功能模型。若其能够直接转化为产品设计概念，即可通过企业知识库或技术经验来进一步转化为设计方案；若不能直接对应于概念解，则归纳该问题为工程设计问题，从而在原设计的基础上，找到了技术创新的突破口，即明确了规避设计的新问题。

### 2.3 解决规避问题

通过功能裁剪对现有专利技术进行功能重组，确定出规避该专利的技术方向，将其转化为 TRIZ 中的标准问题，针对功能模型的特点，将其转化为冲突或物质—模型，应用冲突解决原理和标准解来确定原理解并结合该技术的具体领域进一步进行技术设计确定领域解，如图 3 所示。

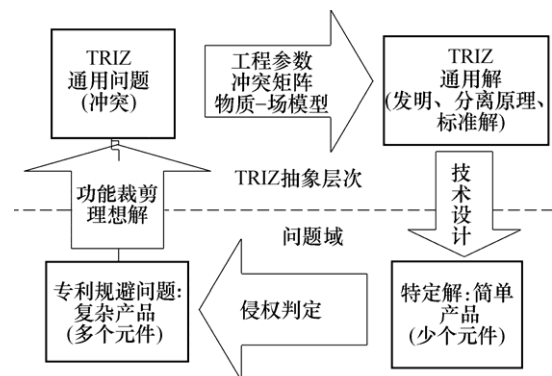


图 3 基于 TRIZ 的专利创新规避设计过程

TRIZ 作为系统科学的设计理论与方法，能够快速地将传统设计问题和技术难点转化为 TRIZ 问题。它将工程问题总结为冲突，产品进化过程就是不断解决产品所存在的冲突的过程。对于冲突的描述或者应用 39 个工程参数予以描述，或者归纳为物质—场问题，分析工程技术中的矛盾与缺陷。如果是技术冲突，则将冲突双方转化为工程参数并通过冲突矩阵来找到发明原理启发设计方案；如果是物理冲突，则转化为物质—场模型，利用标准解、效应库等其他工具来激发设计方案。

### 2.4 技术方案的侵权判定

在 TRIZ 指导下通过产品创新得到了新的技术方案，需要根据实际工作要求进行侵权判断的评价以寻找最优解。目前法律上公认的专利侵权判定原则<sup>[13]</sup>主要包括：全面覆盖原则、等同原则、禁止反悔原则、多余指定原则。多余指定原则实际上不是一个判断上的标准，而只是在判断前确定专利保护范围的一个准则而已。当被控侵权物完全落入全面覆盖中的字面侵害时，或满足申请专利范围的所有限制条件，但其技术特征的手段，功能或结果截然不同，则尽管落入字面侵权，但不涉及侵权。可以称之为逆等同原则。在进行规避设计中，需按照一定的优先顺序来进行专利侵权判定，如图 4 所示。



按照专利侵权判定的流程对比新技术与原有专利技术的技术特征,判断新技术的必要技术特征是否落入规避专利的保护范围,并对比两者技术能力的“价值”、“有效性”和“可靠性”。

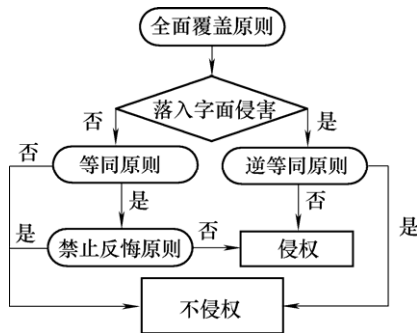


图 4 侵权判定原则的优先顺序

### 3 弧齿锥齿轮铣齿机的规避设计

弧齿锥齿轮铣齿机是现有机床中最复杂的机床,实现数控化可提高精度、质量和啮合性能。目前美国 Gleason 公司已研制出格里森制六轴五联动的数控铣齿机,在国际上申请专利技术的同时在我国重新申请 35 项专利。这些专利主要是关于机床加工原理、刀具加工方法的发明专利,基本上垄断了所有弧齿锥齿轮加工技术,该公司对我国实行了全面的技术封锁。

天津精诚机床制造有限公司通过自身产品开发能力开发了中国第一台具有自主知识产权的四轴联动弧齿锥齿轮铣齿机并申请了专利保护,本文以基于功能裁剪的专利规避设计对精诚机床制造有限公司和美国 Gleason 公司的机床核心技术进行功能建模与裁剪,并应用组件规避原则进行分析,来验证该流程的合理性。

步骤(1):弧齿锥齿轮铣齿机相关专利的检索与分析。通过网络进入美国专利数据库,以“铣齿机”、“弧齿锥齿轮”等关键词与它的 IPC 号“B23F 9/”进行布尔搜索,下载到 176 个相关专利,检索策略如表 2 所示。通过对其摘要进行逐一阅读并分析,筛选出格里森齿制的原型专利 US4981402 作为规避目标专利。在明确规避设计对象之后,首先建立该专利的功能模型来描述产品、组件和超系统以及它们之间相互关系;分析产品与所需性能水平之间的关系,定义每个功能为有用作用或有害作用。有用功能包括标准作用、不足作用和过剩作用。不足作用、过剩作用和有害作用均是现有产品中的小问题和重新设计或改进的地方。这些作用被称为功能等级,并定义组件基本性能的功能模型为主体作用对象<sup>[14]</sup>。

表 2 专利检索背景表

检索范围	检索内容
搜寻公司	Gleason 公司
搜寻国家	美国
搜寻年份	1985-2009
搜寻权位	Title-TTL, Abstract-ABST, Claims-ACLM, SPEC, IPC-ICL(B23F 9/)
搜寻语言	英文
数据库名称	USPTO( <a href="http://www.uspto.gov/patft/index.htm">http://www.uspto.gov/patft/index.htm</a> )
关键词	“gear milling machine” “spiral bevel gears” “spiral bevel gear” “gleason spiral bevel gears” ICL/(B23F 9/\$)AND(ABST/(“gear milling machine” OR “spiral bevel gears” OR “spiral bevel gear” OR “gleason spiral bevel gears”)OR ACLM/(“gear milling machine” OR “spiral bevel gears” OR “spiral bevel gear” OR “gleason spiral bevel gears”)OR TTL/(“gear milling machine” OR “spiral bevel gears” OR “spiral bevel gear” OR “gleason spiral bevel gears”)OR SPEC/(“gear milling machine” OR “spiral bevel gears” OR “spiral bevel gear” OR “gleason spiral bevel gears”))
检索语法	

在专利 US4981402 中(图 5)<sup>[15]</sup>, 可动坐标轴包括三个直线运动轴( $X, Y, Z$ )和三个回转轴( $T, W, P$ )。一种操作方法是利用计算机控制可动轴( $X, Y, Z, T, W, P$ )对应建立通用斜齿轮和准双面齿轮加工机床及加工参量。它主要包括机身 10、立柱 12、工作支架 14、刀具箱 18、刀架 22、刀杆 24、摇台 26、床鞍 28、工件箱 32、工件轴 36、工作主轴台 38、三直线导轨(16, 20, 30)及弧形导轨 34, 另外还有驱动六轴运动的伺服电动机等。依据专利说明书描述的技术实施方案建立各组件之间的关系,如机身 10 对立柱 12 的关系表示为机身 10 支撑立柱 12,而导轨 30 对床鞍 28 的关系为导轨 30 导向床鞍 28。

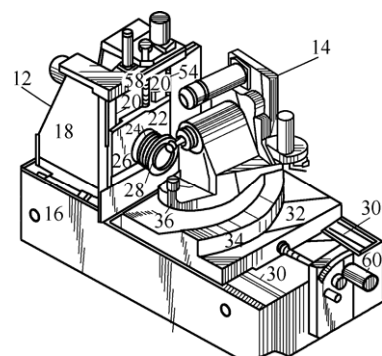


图 5 格里森六轴五联动铣齿机模型

步骤(2):建立主要元件之间的关系。铣齿机的功能主要是实现刀具与工件之间的相互运动,将运动分解为六轴的组合联动来实现要求的齿形。所以定义第一对作用的功能类型为辅助作用,而第二对

为基本作用(实现Z轴的进给运动)。以此类推，建立如表3所示的主要元件之间的关系。

表3 铣齿机组件的主要功能关系

组件	作用	对象	功能类型	功能等级
机身 10	支撑	立柱 12	辅助功能	满足
	支撑	床鞍 28	辅助功能	满足
	支持	导轨 16	辅助功能	满足
	支持	导轨 30	辅助功能	满足
立柱 12	支撑	工作支架 14	辅助功能	满足
	支持	导轨 20	辅助功能	满足
床鞍 28	支持	弧形导轨 34	辅助功能	满足
	支撑	摇台 26	辅助功能	满足
导轨 16	导向	工作支架 14	基本功能(X)	满足
导轨 30	导向	床鞍 28	基本功能(Z)	满足
工作支架 14	支持	导轨 20	辅助功能	满足
导轨 20	导向	刀具箱 18	基本功能(Y)	满足
弧形导轨 34	导向	摇台 26	基本功能 P	过剩
摇台 26	支持	工件箱 32	辅助功能	满足

(续)

组件	作用	对象	功能类型	功能等级
摇台 26	支撑	工作主轴台 38	辅助功能	满足
刀具箱 18	支撑	刀架 22	辅助功能	满足
工件箱 32	支撑	工件轴 36	辅助功能	满足
	支持	工作主轴台 38	辅助功能	满足
工作主轴台 38	支撑	工件轴 36	辅助功能	满足
	安装	工件毛坯	辅助功能	满足
工件轴 36	旋转	工件毛坯	基本功能(W)	满足
	支撑	刀杆 24	辅助功能	满足
刀架 22	安装	铣刀盘	辅助功能	满足
刀轴 24	旋转	铣刀盘	基本功能(T)	过剩

从图6中可以看到对于刀具主轴的伺服驱动是过剩的作用，采用选择法进行裁剪，并试想用现有技术实现其功能 T' (问题1)；另外对于工件箱的安装角的控制，伺服电动机 P 的作用也是过剩的，采用删除法去掉，但出现的问题2是如何实现调整安装角(功能 P')。因而得到裁剪变体如图7所示。

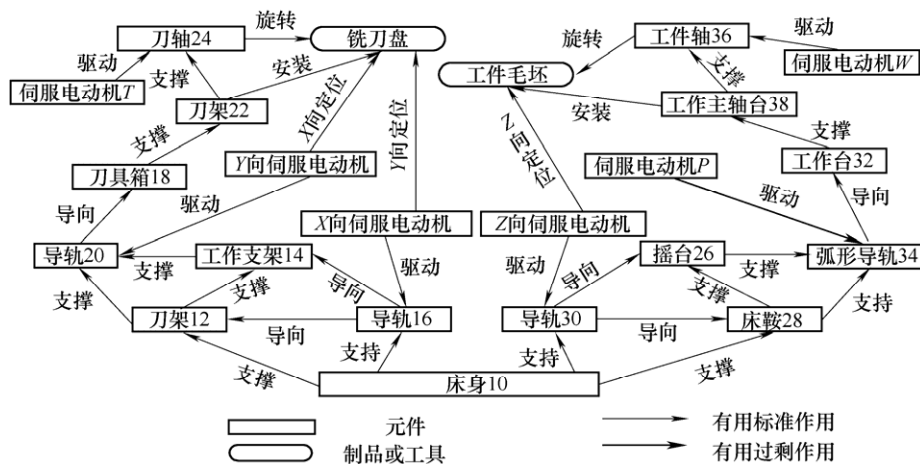


图6 全驱动弧齿锥齿轮铣齿机功能模型

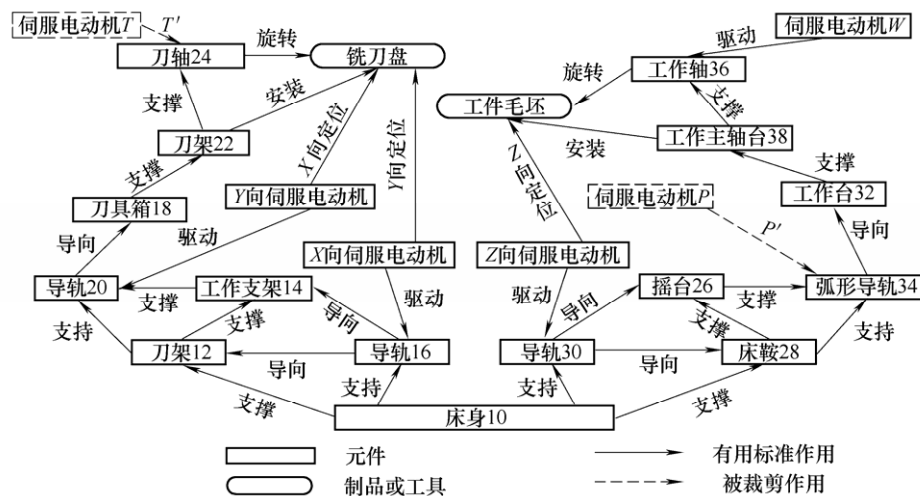


图7 弧齿锥齿轮铣齿机裁剪变体

步骤(3): 根据裁剪变体进行设计方案的细化。由于原作用为过剩作用, 裁剪之后得到的模型产生了两个问题。分别用冲突参数和物质—场分析将它们转化为 TRIZ 问题。

1) 应用 TRIZ 中 39 个工程参数描述问题 1: 需要改善的参数为 32 可制造性, 恶化的工程参数为 38 自动化程度。查找冲突矩阵的结果为 1 分割、8 质量补偿、28 机械系统的替代。根据发明原理会引发不同的设计方案, 如原理 28 机械系统的替代会引导设计者寻找已有成本低且不影响可靠性的资源。

2) 对于问题 2 应用物质—场模型来描述其冲突,  $S_0$  表示成本,  $S_1$  表示伺服电动机,  $S_2$  表示弧形导轨, 它们之间的场为  $F_{EM}$ ,  $S_1$  对  $S_2$  的作用为过剩作用, 从而导致  $S_1$  对  $S_0$  的作用为有害作用, 如图 8 所示。因为对于第三物质  $S_0$  的有害作用是由于  $F_{EM}$  引起的, 所以首先要考虑与“场的改变”相联系的标准解。如 NO.10, 改变已有物质  $S_1$  去除有害作用, 从而破坏原有的场  $F_{EM}$ , 引入一种新场  $F_{Me}$ , 得到图 9 中新的物质—场模型。

根据 TRIZ 的原理解进行弧齿锥齿轮铣齿机的技术方案设计。对于问题 1, 将伺服电动机用普通的电动机替代实现其旋转运动, 分齿运动可由工件的伺服运动  $W$  与  $X$ 、 $Y$  轴的联动来完成, 从而满足了刀具的加工运动要求, 且成本大大降低和保证了加工精度; 对于问题 2, 考虑在摇台 26 和床鞍 28

之间用链条啮合组件替代原伺服电动机来实现安装角的调节(功能  $P'$ ), 这样得到的结果操作方便, 成本大幅降低, 能够满足大部分客户的需求。因此得到新的功能模型如图 10 所示。天津精诚机床制造有限公司开发出了四轴联动的弧齿锥齿轮铣齿机设计方案, 符合图 10 最终技术方案, 该产品专利号为 CN200810054176.X(图 11)<sup>[16]</sup>。

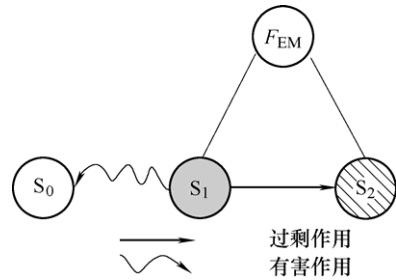


图 8 问题 1 的物质—场模型

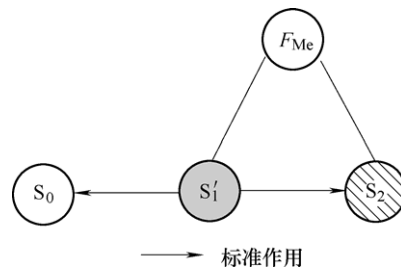


图 9 新的物质—场模型

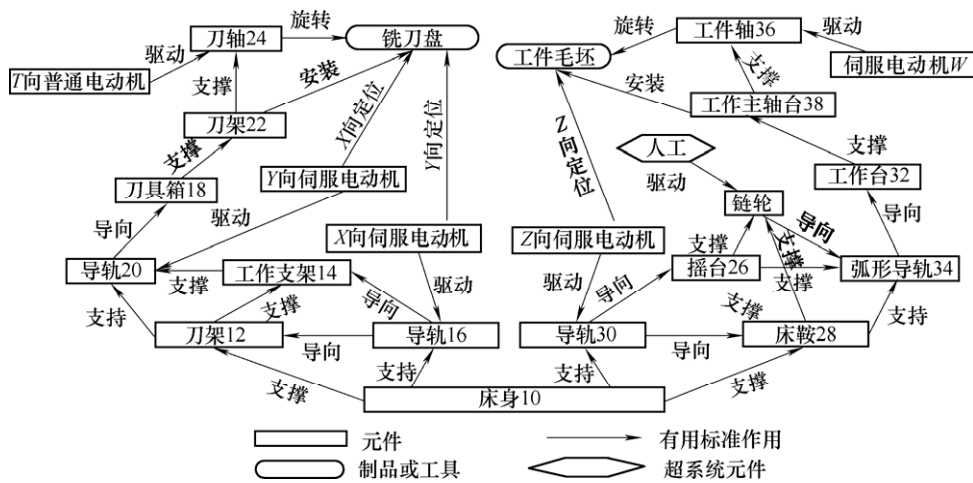


图 10 弧齿锥齿轮铣齿机新功能模型

该方案针对 Gleason 公司所设计的五轴联动铣齿机中分度调节这一过剩功能, 通过利用链轮链条传动进行手动调节来规避专利 US4981402 中的专利保护范围, 确定了四轴联动的加工方式, 并以此工作原理进行全新的弧齿锥齿轮铣齿机开发。此设计方案既吸取了该专利的技术优势, 又针对其功能过剩进行了改进, 在不侵犯现有专利保护范围的前提下实现了弧齿锥齿轮的加工, 同时降低了铣齿机

的成本。该方案是我国具有独立知识产权的弧齿锥齿轮铣齿机, 打破了美国 Gleason 公司对我国机床技术所设置的技术壁垒和贸易垄断, 赢得市场主动权。以此专利技术为基础, 天津精诚机床制造有限公司开发了系列化弧齿锥齿轮加工设备, 这些产品不仅填补国内空白, 同时出口到伊朗、西班牙等国家, 与美国 Gleason 公司展开了国际竞争。

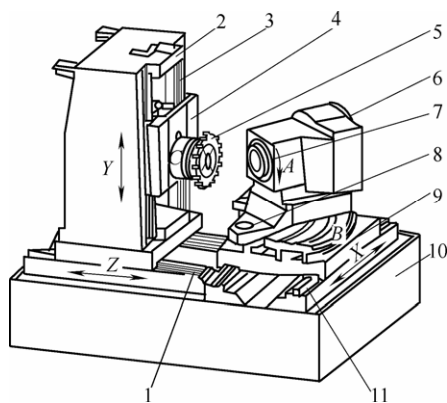


图 11 四轴四联动铣齿机

1. Z 轴直线导轨 2. 立柱 3. Y 轴直线导轨  
4. 刀具箱 5. 刀盘 6. 工件箱 7. 工件主轴  
8. 回转轴 9. 床鞍 10. 床身 11. X 轴直线导轨

## 4 结论

(1) 专利规避设计是一种以规避现有专利保护范围为目标创新设计，基于功能裁剪的专利规避设计将 TRIZ 作为突破专利壁垒的有效方法，通过应用 TRIZ 的分析工具确定出规避设计所要解决的问题，并指导设计人员在吸收现有专利技术优势，采用 TRIZ 的知识工具集来解决问题实现持续性创新，并保证新技术不落入规避对象的专利保护范围。

(2) 功能裁剪与组件规避原则相对应，建立了整合裁剪方法与专利侵权判定为一体的面向创新的专利规避设计过程。功能裁剪用于专利技术特征的前期，根据组件规避原则对其进行组件裁剪得到不侵犯现有专利权的裁剪变体，将裁剪变体的具体问题转化为 TRIZ 的标准问题，通过解决问题实现全新的技术来规避现有专利的保护范围。

(3) 应用基于功能裁剪的专利规避设计流程对弧齿锥齿轮铣齿机进行专利规避设计，以突破美国 Gleason 公司的五轴联动数控铣齿机专利为目标，通过建立对功能模型并按照组件规避原则选择裁剪模式进行铣齿机的功能重组与技术重构，开发出具有自主知识产权的四轴联动数控铣齿机，成功突破国外对我国数控弧齿锥齿轮铣齿机的技术垄断。

## 参 考 文 献

- [1] 姚新超. 国际专利壁垒的发展趋势及我国企业的应对措施[J]. 对外经贸实务, 2005(5): 28-30.  
YAO Xinchao. The developing current of international patents barrier and the measure of our Chinese enterprises[J]. Practice in Foreign Economic Relations and Trade, 2005(5): 28-30.

- [2] 李宗芳. 对中国企业专利战略选择的思考[J]. 科技情报开发与经济, 2005, 15(1): 170-171.  
LI Zongfang. Considerations about the choice of the patent strategy by Chinese enterprises[J]. Sci./tech. Information Development & Economy, 2005, 15(1): 170-171.
- [3] PATRICK Burns, PINKERTON John, PATRICIA Prior, et al. Patent Resources Group, Inc. Design around valid US patents[R]. Bonita Springs: Patent Resources Group, Inc., 1994.
- [4] SCHECHTER R E. Intellectual property: The Law of copyrights, patents and trademarks[M]. Minnesota: Thomson West, 2003.
- [5] 黄文仪. 专利实务 [M]. 四版. 中国台北: 三民书局, 2004.  
HUANG Wenyi. Patent practice [D]. 4th ed. Taipei, China: San Min Book Co., Ltd., 2004.
- [6] 刘尚志, 陈佳麟, 曾锦焕. 专利技术策略与创新回避设计[C/CD]// 研究发展管理实务案件暨论文研讨会, 台北, 中国, 1998.  
LIU Shangzhi, CHEN Jialin, ZENG Jinhuan. Patented technology strategy and innovation design around patents[C/CD]// Workshop of Case about R&D Management and Practice, Taipei, China, 1998.
- [7] 陈佳麟. 专利产品设计方法与策略整合之研究[D]. 中国台湾: 台湾交通大学, 2002.  
CHEN Jialin. Research of integration of design method and strategies of patented product[D]. Taiwan, China: Taiwan Chiao Tung University, 2002.
- [8] 张祥唐, 周炜程. 以组件关联分析进行专利群之回避设计程序[C/CD]// 台湾第十一届学术研讨会, 台中, 中国, 2006.  
ZHANG Xiangtang, ZHOU Weicheng. Process of the design around the patent group based on correlation analysis of components[C/CD]// The Eleventh Symposium on Taiwan, Taichung, China, 2006.
- [9] 周炜程. 整合 TRIZ 的解题技术与专利回避概念于产品发展之研究[D]. 中国台湾: 树德科技大学, 2006.  
ZHOU Weicheng. Research of integration problem solving techniques of TRIZ and design around the concept in product development[D]. Taiwan, China: Shu-Te University of Technology, 2006.
- [10] 徐业良, 许博尔, 洪永杰. 结合专利信息与公理设计之创新设计流程[J]. 品质学报, 2009, 16(3): 153-163.  
XU Yeliang, XU Boer, HONG Yongjie. Development of a design methodology based on patent and axiomatic design[J]. Journal of Quality, 2009, 16(3): 153-163.

- [11] 王朝霞, 邱清盈, 冯培恩, 等. 机械产品专利技术方案信息抽取方法[J]. 机械工程学报, 2009, 45(10): 198-206.  
WANG Chaoxia, QIU Qingying, FENG Peien, et al. Information extraction method of technical solution from mechanical product patent[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2009, 45(10): 198-206.
- [12] JANTSCHGI J, FRESNER J. Linking TRIZ & sustainability (training and consulting models)[C/CD]// The Fourth European TRIZ Symposium, June 30–July 1, 2005, Frankfurt/Main, 2005.
- [13] 施炳轩. 专利回避设计策略研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.  
SHI Bingxuan. Research on strategy of design around patent[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006.
- [14] BUSOV B, MANN D L, JIRMAN P. TRIZ and invention machine: Methods and systems for creative engineering and education in the 21st century[C/CD]// 1st International Conference on Advanced Engineering Design, 1999, May, Prague, 1999.
- [15] THEODORE J. KRENZE R. Multi-axis bevel and hypoid gear generating machine: USA, 4981402[P]. 1987-08-24.
- [16] 王在江, 黄淑静. 四轴四联动数控弧齿锥齿轮铣齿机布局: 中国, 200810054176.X[P]. 2009-01-14.  
WANG Zaijiang, HUANG Shujing. Layout of four linkage four-axis NC spiral bevel gear cutting machine: China, 200810054176.X[P]. 2009-01-14.

作者简介: 江屏(通信作者), 男, 1977 年出生, 博士后。主要研究方向为创新设计理论、专利规避设计和石油钻采的技术创新。

E-mail: jiangping@hebut.edu.cn

罗平亚, 男, 1940 年出生, 中国工程院院士。主要研究方向为聚合物泥浆技术、完井技术以及井壁稳定、三次采油技术。

E-mail: sklalog@swpi.edu.cn

孙建广, 男, 1971 年出生, 博士, 副教授。主要研究方向为破坏性创新方法。

E-mail: sjg@hebut.edu.cn

檀润华, 男, 1958 年出生, 博士, 教授, 博士研究生导师。主要研究方法为创新设计理论、计算机辅助创新设计与软件开发。

E-mail: rhtan@hebut.edu.cn