

基于现代 TRIZ 工具的多功能课桌创新设计

桂科, 刘江南, 张文博, 张晓东, 易滨林

(湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082)

摘要: **目的** 结合高校不同教学环节对课桌的功能需求, 设计一种集多种功能于一体的新型课桌, 解决因教室资源与教学需求不匹配而导致的教学设施不足的问题。**方法** 运用现代 TRIZ 功能导向搜索, 在各领域搜索可实现课桌各分功能的相关产品或装置; 运用对标分析, 优选相关产品功能实现的机构运动方案或结构; 运用特征传递工具, 将优选的功能实现方案应用于课桌设计。**结论** 通过运用上述方法, 借用其他领域较成熟的功能实现原理和结构, 低风险、低成本地产生创新解决方案, 设计出一种创新性突出的多功能课桌。相对于常规的产品开发全新方案设计, 该设计方法提高了创新设计效率, 缩短了产品开发周期, 设计方案具有较好的可靠性。

关键词: 功能导向搜索; 对标分析; 特征传递; 课桌; 创新设计

中图分类号: J525.3; TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)14-0034-04

Innovative Design of a Multipurpose Desk Based on Modern TRIZ Tools

GUI Ke, LIU Jiang-nan, ZHANG Wen-bo, ZHANG Xiao-dong, YI Bin-lin

(State key Laboratory of Advanced Automobile Body Design and Manufacture of Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: The new type of desk is designed based on functional demands of different modes of teaching. It can make up the insufficient classroom resources with multiple functions. Searching for products or devices with relative functions in different fields can be realized by using the Function Oriented Search of modern TRIZ. Suitable functional structures of relative products are selected by Benchmarking. With the application of Feature Transfer, the selected functional structures were transferred to the desk. Based on approaches above, innovative solutions are acquired with low cost and low risk by using mature functional principles and structures, and eventually an innovative multipurpose desk is designed. Compared to regular product developing methods, this program improves the efficiency of innovative design process, shortens the product development cycle, and has high reliability.

KEY WORDS: function oriented search; benchmarking; feature transfer; desk; innovative design

自高校扩招以来, 普通高校本专科招生人数由 1998 年的 108 万飙升到 2014 年的 720 万, 招生数量超过过去的 6 倍多^[1]。招生人数的激增一定程度上带来了教学资源不足的问题。教育改革涉及教学基础设施的改进, 尽管近十多年来国家投入了大量的人力和财力用于高校校园扩建, 但是仍有不少高校由于种种原因依然存在教学资源不足和教室资源紧张

的问题。培养全面发展的高素质人才需要多样化的课堂形式, 需要不同种类的教学场地和教学设备。教室若分别专用于普通授课、多媒体课、讨论课、设计绘图、自习和考试等教学环节, 则迫切地需要新建或改建教室, 新建教室会增加高校的运行成本和财政支出, 而改建教室后专用教室数量增加, 通用教室数量减少, 造成教室资源的极大浪费, 难以

收稿日期: 2016-03-01

基金项目: 国家自然科学基金项目 (51375153); 湖南省自然科学基金项目 (13JJ6028)

作者简介: 桂科 (1990—), 男, 河南人, 湖南大学硕士生, 主攻产品开发创新设计。

通讯作者: 刘江南 (1965—), 女, 湖南人, 博士, 湖南大学教授, 主要研究方向为产品开发创新设计、机构学、机械系统优化设计。

提高教室的利用率。若让这些环节共享，普通课桌却难以满足不同教学环节的特殊功能需求，因此设计一种集多种功能于一体的多教学环节共享型课桌，实现一桌多用，满足不同教学环节的各种特殊功能需求，具有良好的应用价值。

1 TRIZ 理论与产品创新设计

TRIZ 理论是前苏联以 G·S·Altshuller 为首的专家，通过对世界各国数百万件高水平发明专利进行分析后提出的一种解决发明问题的理论^[2]。TRIZ 理论充分利用历史案例和经验，为设计师们提供系统化的创新方法，能够减少设计过程中传统试错法的盲目性，提高了设计效率，缩短了产品研发周期，提供了解决发明问题的科学原理和指导性工具。TRIZ 理论是解决发明问题的一般方法，通过将特殊问题进行定义、明确，用 TRIZ 语言标准化，对标准问题的总结与分析得出问题的标准解，再由标准解类比得出问题的具体解，进而确定最终方案^[3]。经过 60 多年的研究，TRIZ 理论已经形成了比较成熟的解决发明问题的理论方法和工具^[4]。在产品创新设计中运用现代 TRIZ 功能导向搜索，在技术发展比较成熟的领域搜索技术原理或方案，确立标杆，对标杆进行综合分析优选竞争系统，选择方案或原理进行特征传递，可实现不同领域间的技术迁移。

2 运用 TRIZ 理论的多教学环节共享型课桌的创新设计

2.1 需求分析与创新机会辨识

分析用户需求是产品设计前期开发工作的一个重点^[5]。如何全面、准确地获取并分析产品的需求，是产品设计能否成功的一个关键因素。结合用户需求的多样性、多变性与模糊性，通过市场分析、问卷调查、实地走访及论文和专利等资源查阅，对用户需求进行调研。首先确定调研的内容，主要包括确定课桌存在哪些使用环节和不同环节用户对课桌有何种使用需求。针对课桌的一般用户对象，选择高等学校的学生和老师作为调研对象。结合需要获取的信息内容，针对调研对象进行问卷调查、实地观察与走访。

整理规范用户需求信息，确定课桌存在普通课堂、设计绘图课、多媒体课、小班讨论课、自习和考试以及其他的室内活动等教学环节。针对课桌的

不同使用环节进行创新机会辨识，从用户观察和体验中获取用户的主要需求信息；运用 TRIZ 创新理论的矛盾与冲突分析，对课桌在使用过程中存在的矛盾和冲突进行分析总结；结合产品主要价值参数趋势分析，确定产品发展所处阶段及其提升能力；从空间、时间、边界等多角度分析问题^[6]。总结提炼出以下用户需求：普通课桌不适合不同身高的人使用；多媒体课堂需要专门的电脑桌；小班讨论课需要能用于面对面讨论的会议桌；课程设计绘图时需要不同高度，多角度绘图；自习和考试需要安静的小环境；活动课需要腾出教室空间。

2.2 功能设计

功能设计是产品概念设计中的核心部分之一^[7]，通过对用户需求信息进行分析，将需求分析结果输出为产品设计的功能。开发产品的有用功能，避免有害功能，直接关系到产品的价值及市场竞争力^[8]。传统的功能设计方法有黑箱法、头脑风暴法及形态分析法等。这些方法虽然可行，但是也存在一定的不足，如头脑风暴法、形态分析法具有直觉性与随机性，工作量大。多教学环节共享型课桌的设计运用现代 TRIZ 功能导向搜索、对标分析、特征传递来进行新产品的功能设计，降低了传统功能设计方法的盲目性，提高了设计效率。多教学环节共享型课桌的需求与功能对应关系见图 1。

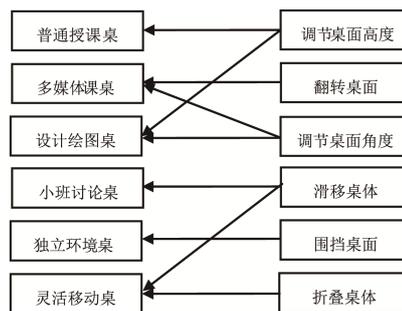


图 1 需求与功能对应关系

Fig.1 Correspondence between demand and function

2.3 功能的确定和实现方案设计

2.3.1 功能的一般化描述

运用 TRIZ 理论进行产品的功能设计时，为了便于在其他领域搜索到可实现课桌各功能的相关产品及其结构，需要对产品的功能进行一般化描述，即用“动词+名词”的形式描述产品的功能。多教学环节共享型课桌具有 6 个功能，桌体调高功能用于普通授课和设计绘图环节，满足学生对不同桌体高度

的需求；桌面角度调节功能用于设计绘图环节，满足学生对不同桌面角度的需求；桌面翻转功能用于多媒体教学环节，满足学生对电子化教学设备的需求；整桌移动功能用于讨论课环节，满足学生面对面交流的需求；桌侧板抽拉功能用于自习和考试环节，满足学生对安静的考试和自习以及防止考场作弊的需求；桌身折叠功能用于课桌集中存放和运输环节，满足节省空间资源的需求。多教学环节共享型课桌功能的一般化描述见图2。

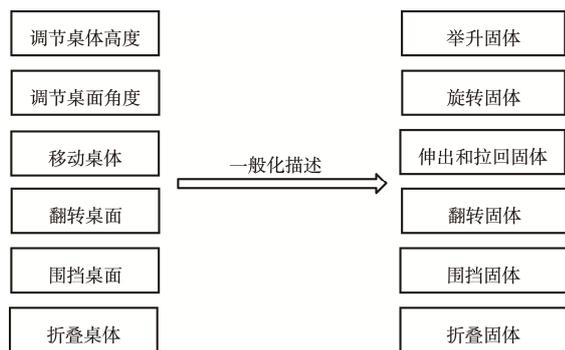


图2 多教学环节共享型课桌功能的一般化描述

Fig.2 Generalized description of functions of the multipurpose desk

2.3.2 功能导向搜索功能实现方案

功能导向搜索是一种用于技术发展成熟领域寻找功能实现方案的工具^[9]，与大多数基于关键词搜索的常用搜索引擎如百度、谷歌等不同的是，功能导向搜索以行为和对象为出发点，将功能进行一般化处理，从发展比较成熟和先进的领域，寻找可靠性比较高的技术方案进行迁移，用于解决新产品的技术问题。通过技术迁移能够更容易、更快速、更高效、更可靠地得到产品的设计方案，解决现有的问题。

在功能设计阶段，对多教学环节共享型课桌的功能进行一般化描述，明确问题。“调节桌体高度”一般化描述为“举升固体”，将具体的调高问题一般化。利用百度、谷歌等常用搜索引擎，专用商业软件如 Goldfire、Invention Tool 等工具在其他行业以及专利库中搜索功能关键词，找到一系列概念实现方案。以“举升固体”为例，检索出剪叉式高空作业平台、蜗轮蜗杆升降机、电脑椅、千斤顶等“举升固体”的解决方案，功能导向搜索结果见图3。

2.3.3 对标分析竞争系统

标杆是为选择最好的工程系统以进行改进以及为特征传递做准备而选择的“强有力的竞争系统^[10]。”

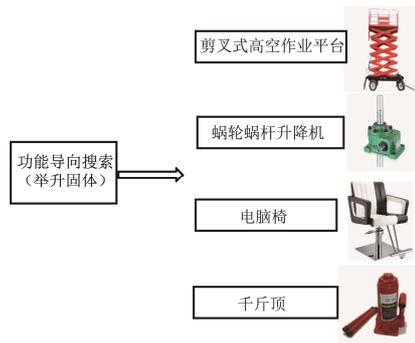


图3 功能导向搜索结果

Fig.3 Results of function-oriented search

对标分析即是从系统的主要价值参数、每个价值参数的提升能力等方面，对功能导向搜索所选择的工程系统进行综合比较、分析、评定等级。确定系统的理想度，应采用结构简单、成本低廉的结构实现产品功能。针对多教学环节共享型课桌各个分功能，对功能导向搜索分析选择出的技术方案进行综合比较，评价各竞争系统。如“举升固体”，剪叉式高空作业平台杆结构占据较大空间，降低了空间利用率和舒适性；电脑椅利用气压升降对零部件的加工精度要求高，成本高，且气压升降存在不稳定性；千斤顶液压结构复杂，成本高，且调节速度慢，使用不便。经过综合评价与分析，选择将蜗轮蜗杆升降机的蜗轮蜗杆传动原理，用作多教学环节共享型课桌桌体调高的解决方案。其优点是：动力源直接来自于使用者，结构省力，节能环保，蜗轮蜗杆具有自锁特点，可以实现课桌高度在一定范围内任意调节而无需外加锁定装置。对标分析结果见图4。

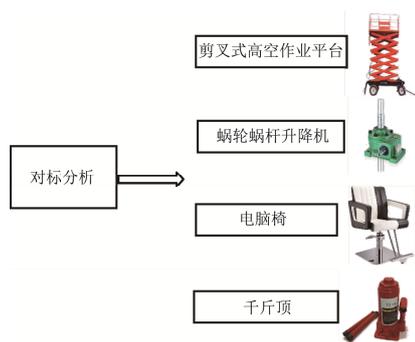


图4 对标分析结果

Fig.4 Results of benchmarking

2.3.4 特征传递构建基础系统

特征传递是一种用于改善基础工程系统，从替代工程系统传递相关特性的分析工具^[10-11]，即把其他技术发展比较成熟的领域中解决类似问题的方案或原理，迁移到系统上用于解决现有问题。针对多教学环节共享型课桌的设计，仍以调节桌体高度为

例，通过对竞争系统的综合对比与分析，确定将蜗轮蜗杆传动原理用于多教学环节共享型课桌的桌体调高，实现环保、连续性调高，特征传递结果见图 5。

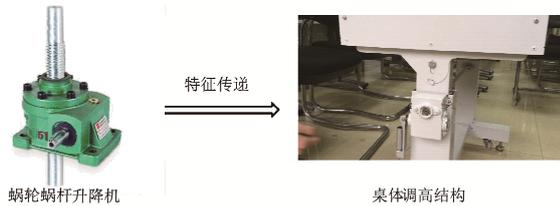


图 5 特征传递结果

Fig.5 Results of feature transfer

3 多教学环节共享型课桌功能系统的实现方案

运用现代 TRIZ 功能导向搜索、对标分析、特征传递等工具，进行多教学环节共享型课桌的设计，按照这里所述调节桌体高度设计流程，最终实现将发展成熟领域的技术方案迁移到多教学环节共享型课桌，如蜗轮蜗杆升降机原理到桌体高度调节、绘图桌的角度调节机构到桌面双面使用和桌面角度调节、内燃机配气装置的凸轮机构到伸缩式万向轮实现桌体移动等技术方案的迁移。运用简单的机械结构巧妙地实现了多教学环节共享型课桌的 6 个功能，根据本设计方案完成的设计产品已获得国家发明专利授权，专利号 ZL201410213189.2，对应制作的实物样机在第六届全国大学生机械创新设计大赛中荣获一等奖。多教学环节共享型课桌功能展示见图 6。

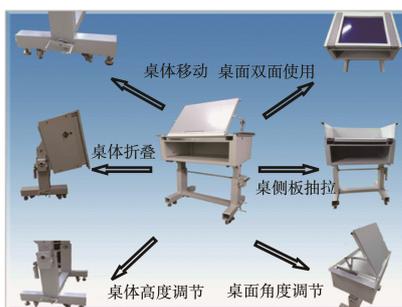


图 6 多教学环节共享型课桌功能展示

Fig.6 The function display of the multipurpose desk

4 结语

运用 TRIZ 理论工具进行多教学环节共享型课桌的设计开发，成功地实现产品的 6 个功能，提高了产品的设计效率。多教学环节共享型课桌可使同一教室应用于多个教学环节，提高了教室的利用率，可有效地缓解部分高校存在的教室资源不足的问题，可应用

于各类高校，易于推广，具有良好的市场前景。

参考文献：

- [1] 葛蕾. 2014 年全国教育事业发展统计公报[R]. 2015. GE Lei. National Education Career Statistical Bulletin in 2014[R]. 2015.
- [2] 刘征, 潘凯, 顾新建. 集成 TRIZ 的产品生态设计方法研究[J]. 机械工程学报, 2012, 48(11): 72—77. LIU Zheng, PAN Kai, GU Xin-jian. Research on Product Ecological Design Method Integrating TRIZ[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(11): 72—77.
- [3] ALTSHULLER G S. The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity[M]. Worcester: Technical Innovation Center, 1999.
- [4] 刘征, 顾新建, 潘凯, 等. 基于 TRIZ 的产品生态设计方法研究——融合规则和案例推理[J]. 浙江大学学报(工学版), 2014, 48(3): 436—444. LIU Zheng, GU Xin-jian, PAN Kai, et al. Research on TRIZ-based Product Eco-design: Integrating Rule-based Reasoning and Case-based Reasoning[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2014, 48(3): 436—444.
- [5] 聂大安, 李彦, 麻广林, 等. 基于用户需求分类的同步多产品设计方法[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(6): 1131—1137. NIE Da-an, LI Yan, MA Guang-lin, et al. Simultaneous Multi-product Design Method Based on Customer Requirements Classification[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(6): 1131—1137.
- [6] 杨智皓, 何邦贵, 杨朝丽, 等. 基于 TRIZ 及 TOC 理论的滤棒测径仪结构设计[J]. 包装工程, 2015, 36(21): 79—83. YANG Zhi-hao, HE Bang-gui, YANG Chao-li, et al. Structure Design of the Diameter Measuring Gauge of Filter Rod Based on TRIZ and TOC[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(21): 79—83.
- [7] PAHL G, BEITZ W, FELDHOUSEN J, et al. Engineering Design: a Systematic Approach[M]. Springer, 2007.
- [8] 曹国忠, 郭海霞, 檀润华, 等. 面向功能创新的功能进化、组合与失效研究[J]. 机械工程学报, 2012, 48(11): 29—38. CAO Guo-zhong, GUO Hai-xia, TAN Run-hua, et al. Research on Function Evolution, Combination and Failure Mode for Product Function Innovation[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(11): 29—38.
- [9] LITVIN S. New TRIZ: Based Tool-Function-Oriented Search(FOS)[C]. Florence: Firenze University Press, 2004.
- [10] 孙光瑞, 张亚池. 新中式家具情感化设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2014(4): 11—13. SUN Guang-rui, ZHANG Ya-chi. Study on New Chinese Furniture Emotional Design[J]. Furniture & Interior Design, 2014(4): 11—13.
- [11] SOUCHKOV V. The International TRIZ Association[EB/OL]. [2015-06-06]. <http://matriz.org/wp-content/uploads/2012/10/TRIZGlossaryVersion1-2.pdf>.