

Exploration of University Physics Experiment Teaching in “New Engineering” Environment Based on TRIZ Theory

Shengqiao Wang Pengjin Shang Jingchao Sun* Rulin Wang Houjun Cheng

School of Aeronautics and Astronautics, Shenyang Aerospace University, Shenyang, Liaoning, 110136, China

Abstract

College physics experiment, as an important basic technical course for engineering students, provides students with important practical experience. Based on the current traditional college physics experiment teaching system, this paper puts forward a complete systematic analysis using TRIZ theory and ARIZ algorithm, and uses five innovative principles to solve the fundamental problems discovered in the teaching inquiry process. At the same time, special attention is paid to the combination of university physics and engineering majors, extract the basic knowledge of related engineering, and organically connect the reasonable structure of them. Finally, a complete process of experimental teaching design of gas velocity measurement is successfully designed in this way.

Keywords

university physics experiment; TRIZ theory; ARIZ algorithm; engineering combination

TRIZ 理论下“新工科”环境的大学物理实验教学探索

王晟乔 尚芃锦 孙景超* 王汝麟 程厚君

沈阳航空航天大学航空宇航学院, 中国·辽宁 沈阳 110136

摘要

大学物理实验作为工科专业学生至关重要的技术基础课, 它为学生提供了重要的实践体验。基于当前传统的大学物理实验教学体系, 论文提出采用TRIZ理论及其中ARIZ算法进行了完整的系统分析, 并采用五种创新原理以解决在教学探究过程中发掘出的根本问题。同时, 特别关注将大学物理学科与工科专业进行结合, 提取相关工科的基础知识, 有机连接其中的合理结构。最后通过这种方式, 成功设计了一组气体流速测量的实验教学设计的完整过程。

关键词

大学物理实验; TRIZ理论; ARIZ算法; 工科结合

1 引言

高等工科教育在我国发展至今已有多多年, 大学物理实验教学作为工科领域一门重要的基础课, 在联系大学物理的实践教学同时, 对培养学生的创新思维和综合素质起着关键作用。2023年4月4日, 教育部印发《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》中提到两点关于高等工科教育学科专业的工作部署:

①对现有工科专业全要素改造升级, 将相关学科专业

发展前沿成果、最新要求融入人才培养方案和教学过程。

②推动现有工科交叉复合、工科与其他学科交叉融合、应用理科向工科延伸, 形成新兴交叉学科专业, 培育新的工科领域。

由此得出, 在政策的引领下高校的专业教育和教学将进行一系列长期和阶段性的改革升级, 其中学生作为受教育的主体, 也可以积极发挥作用, 论文从学生的角度给出一套学生的思考和答案, 希望能在客观上起到一定的建言献策的作用。

2 新教学模式探究背景

基于TRIZ理论下“新工科”环境的大学物理实验教学探索是以TRIZ创新理论为引导, 结合我国大学物理实验教学的实践发展来展开的, 同时根据大学物理实验的教学方案与航空航天、信息控制或机械设计等相关工科方向进行联系, 实现当前国家对于“新工科”建设的学科交叉融合的发展理念^[1]。

【基金项目】辽宁省大学生创新创业训练计划支持项目 (项目编号: S202310143032)。

【作者简介】王晟乔 (2004-), 男, 中国吉林长春人, 本科, 从事飞行器制造工程研究。

【通讯作者】孙景超 (1980-), 男, 蒙古族, 中国辽宁义人, 硕士, 高级实验师, 从事二维纳米材料传感器及其应用研究。

2.1 TRIZ 理论教学模式介绍

TRIZ，即“发明问题解决理论”，它将解决创新问题的方法总结为 39 个发明原理，每个原理都提供了一种解决特定类型问题的方法^[2]，以提出创新性解决方案，能创造出系统性的创新与改善设计者思考过程的方法论。本文后续即应用 TRIZ 理论中的 ARIZ 算法和 39 个原理中的第 1 条分割原理、第 5 条组组合并原理、第 24 条中介物原理、第 28 条替代原理和第 33 条同质性原理分别在大学物理实验设计中进行简单应用及简述。

2.2 开展新大学物理教学模式应用意义

结合当前大学物理的教学现状，通过合理运用一种 TRIZ 教学理论模式，作为本项目的教学设计原理。一方面，有助于弥合实操实验课程与专业理论课之间的缝隙，更能够使各知识点有机串联，构建起更具主题性的学习框架；另一方面，TRIZ 教学模式将理论应用到实际操作中，还能激发学生的学习兴趣，通过教学驱动的方式，让学生积极探索其中应用性、开放性的科技创新实践模式。TRIZ 理论模式有利于满足成果导向与转化，确保新知识能够及时、有效地转化为学生自身的实际能力，为其未来职业发展奠定坚实基础。

3 基于 TRIZ 理论的分析探索与应用

目前，在越来越多的大学教育、医疗人才培养、工程信息思维培养等过程中，以培养创新型人才为目标，在实践

中锻炼学生提出问题、建立标准解方案的能力。其中单泉和陈砚等提出把 TRIZ 理论在机械原理实验中的教学^[3]，喻罡和高燕华提出的 TRIZ 理论在新医科人才工科创新思维与能力培养^[4]。均表明在当前教学改革环境下，通过在新模式、新思维、新引导的不断探索，我们有能力也有机会开拓出更多更好的教学模式，并培养出具有较强的创新精神和综合素质的专业人才。

3.1 对当前现状进行系统分析

根据 TRIZ 理论表明，矛盾冲突表现在因改善一个系统特征而恶化另一个系统特征的情况，解决技术冲突的过程包括分析问题，确定要改善的通用工程参数和随之恶化的通用工程参数，然后找到对能够解决问题的发明原理，再根据这些原理找到解决问题的方法^[5]。论文在分析大学物理实验现状、存在的问题以及学生的发展的前提下，分别对功能、资源、因果和原因进行完整的系统分析，从中提出根本问题，便于后续采用具体原理对大学物理实验教学与学生创新思维培养的冲突矛盾进行优化。系统分析如图 1、图 2^[6-10]所示。

3.2 采用 ARIZ 算法解决问题矛盾

联系前文的问题现状阐述以及 TRIZ 理论模式的良好应用前景，后续采用 ARIZ 算法进行大学物理实验教学中的优化研究，以达到大学物理实验课程教育改革的目的是，如图 3 所示，展示了通过 ARIZ 算法解决这一矛盾的思考过程。

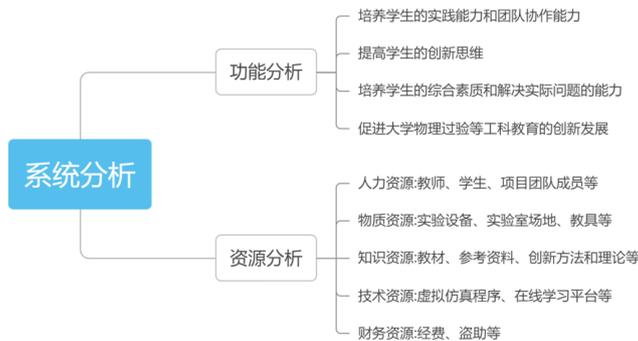


图 1 系统分析 (一)

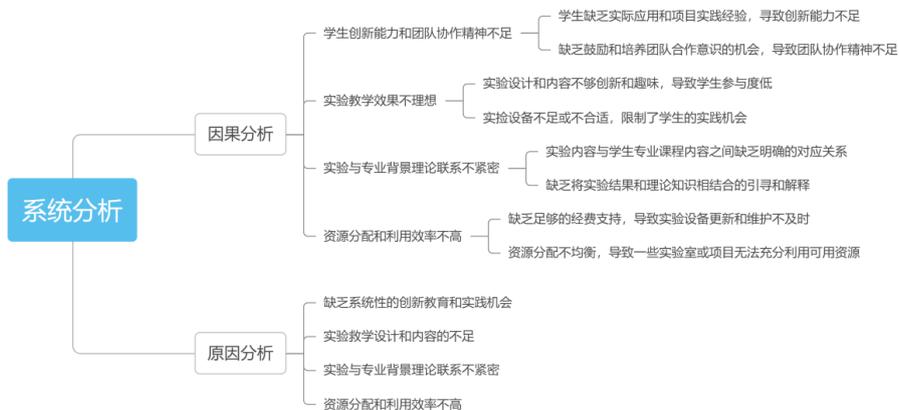


图 2 系统分析 (二)



图3 应用 ARIZ 算法解决过程

3.2.1 确定初始问题

在探索大学物理实验教学等高等工科教学过程中,分析到其中根本的教学结果在于是否达到了对学生的能力培养包括创新思维以及独立解决问题的能力,由此论文提出项目根本问题“如何在大学物理实验教学中有效培养学生的创新能力和团队协作精神?”

3.2.2 细化问题

①如何应用 TRIZ 创新理论,以推动物理实验等工科教育的发展?

②如何设计实验教学流程和内容,以培养学生的创新能力?

③如何利用实体教具或虚拟仿真程序,提高实验教学的效果和水平?

④如何通过大学生物理实验竞赛等途径验证和改进教学过程中的实践方案?

3.2.3 分析冲突

①教学模式冲突:传统的教学模式偏重于知识灌输,缺乏培养学生创新能力的环境。

②学科隔阂冲突:工科教育与其他学科之间存在隔阂,缺乏跨学科的综合能力培养。

③实验教学冲突:学生更多地处于被动接受的状态,缺乏主动参与和探索的机会。

④资源限制冲突:实验教学可能受到实验设备、教具和资源的限制,难以提供多样化和创新性的实验体验。

3.2.4 应用 TRIZ 原理解决问题

联系下文中应用 TRIZ 理论指导教学实验设计的实施开展,此处引出应用的四组原理,为论文的教学探索提出指导思想。

①分割原理、组合(合并)原理:应用分割原理将实验过程、实验仪器或计算过程等进行合理分割,以达到让学生分别理解、合并吸收的目的,减少生硬的知识灌输。

②替代原理:通过引入与实验本质不相关的操作替代实验中某个难以计算或理解的部分,突破传统教学方式的限制。

③同质性原理:本文旨在联系工科课程包括大学物理实验与航空专业、机械专业或电子专业相关联,以跨学科整合的方式推动学生思考。

④中介物原理:通过采用实物操作教学之外的介质,作为传递衔接让学生更容易或有更多方式对知识进行接纳吸收。

4 用 TRIZ 理论指导实验教学设计的实施与成效

4.1 应用同质性原理确定实验设计选题

气体流速测量实验在科技和机械生产的诸多领域都是非常常见的物理测量实验,本次实验设计选择与航空特色相结合,引入飞机空速管装置,通过跨专业的学科整合推动项目学习,帮助学生在专业前沿应用的角度体会物理实验,同时也在物理实验进行的同时吸引航空专业学生的兴趣。另外,在实验装置设置过程中,结合了流体力学与热学的两种测速方法,将两种方法结合为本项目的实验装置以测量气体流速,让学生更直观地感受在当前“新工科”环境下推动学科交叉的发展优势。

4.2 应用替代原理确定实验设计原理

应用替代原理是在实验中将气体流速测量的固有思维进行转化的主要方法。首先,因为气体看不见、摸不着的,与固体或液体相比,其测量更为复杂。其次,对气体流速的认识相对不够深入,不如对力平衡、热平衡和电学方程那样的熟悉。因此,我们采用类比固体或液体的测速方法,并将气体流速转化为其他指标进行衡量。通过此方式不仅能够简化实验过程,还能够加深学生对气体流动特性的理解,并培养其在解决实际问题时灵活运用知识的能力。

4.3 应用分割原理和合并原理确定实验设计内容

采用分割原理,本实验设计将气体流速实验分割为喷嘴压差法和热线法对小型实验风洞的空气流速进行测量,实验过程中,可以对两方面实验原理分别介绍,分别操作,再进行合体讲解。喷嘴压差法通过操作水柱压差计来计算流速,而热线法则利用热线流速仪来确定流速。通过提出两种方法相结合的气体流速测量实验,验证得到此方式具有良好的可拓展性及理论与实践的系统性。

4.4 应用中物原理确定实验设计仪器

结合当前的大学物理实验教学的传统实物教学设备,同时设有线上虚拟平台,通过数字化教学设备,在避免实验设备老化影响试验正常结果的同时,还为学生们在时间和空间上提供了更多自主的实验选择,给予学生更自由的实验设计方式,避免担心因为实验步骤错误导致设备损坏等问题。此外,这种数字化操作有别于传统实物操作,更能为学生带来学习新鲜感,提高学习兴趣以及创新精神。

5 结语

论文对当前大学物理教学方式的问题进行深入研究,并在研究过程中运用 TRIZ 理论模式进行教育优化探索。应用 ARIZ 算法分析高等工科教育与学生创新思维锻炼的矛盾现实。基于此对当前教学问题提出 TRIZ 理论的解决方法,其中主要应用到分割原理、组合合并原理、中介物原理、替代原理和同质性原理。通过上述方法的实施不仅能够提高学生多学科学习的兴趣,还能够增强他们的思维灵活性。该

教育模式不仅在理论上为基础,而且在实际应用中也表现出了潜在的前景,这为后续相关教学实践的应用提供了有力的支持。

参考文献

- [1] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017(3):1-6.
- [2] 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):92-97.
- [3] 单泉,陈砚,马廉洁,等. TRIZ理论在机械原理实验教学中的应用研究[J].高教学刊,2022,8(22):144-147.
- [4] 喻罡,高燕华.基于TRIZ的新医科人才工科创新思维与能力培养[J].中国医学教育技术,2023,37(6):710-714.
- [5] 王智慧,王成军.基于TRIZ理论的机器人工程专业的课程教学方法探索[J].萍乡学院学报,2023,40(3):90-94.
- [6] 赵玉连,郭俊旺,李艳聪.面向新工科的大学物理实验教学改革探索[J].科教导刊(下旬刊),2020(33):69-70.
- [7] 林二妹.改革大学物理实验教学,促进学生创新能力的培养[J].广西物理,2020,41(3):76-78.
- [8] 沈洋.高校大学物理实验课程教学改革研究[J].黑龙江科学,2020,11(11):86-87.
- [9] 解玉鹏,李鑫海,盖啸尘.应用型高校大学物理实验课程教学改革研究[J].大学物理实验,2020,33(1):123-125.
- [10] 陶勇芳,商存慧.CDIO大纲对高等工科教育创新的启示[J].中国高教研究,2006(11):81-83.