

TRIZ方法在《拖拉机构造》课程 教学中的探索与应用

赵 静, 王小丽, 贾 鹏

(山东理工大学农业工程与食品科学学院, 山东 淄博 255000)

摘 要: 在专业课程教学中培养学生的创新能力和创新意识, 对学生以后从事本专业的工作或继续深造具有重要的意义。本文探讨了TRIZ方法在农业机械化及自动化专业的核心课程《拖拉机构造》中的应用, 旨在提高学生的创新思维和创新能力。分析拖拉机构造教学中存在的问题, 结合TRIZ创新方法的应用特点, 在课程教学大纲中融入了TRIZ方法的内容, 并以实际案例探讨了TRIZ理论融入《拖拉机构造》课程教学中的应用可行性及效果。

关键词: TRIZ方法; 拖拉机构造; 多屏幕法; 矛盾分析法; 课程教学; 创新能力

中图分类号: G643 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-2154 (2024) 02-0095-05

0 引言

拖拉机构造课程是农业机械化及其自动化专业的专业核心课程之一, 旨在培养学生运用所学专业基础课, 掌握一定专业技能, 进入相关企业和公司后能够学以致用。因此在拖拉机构造教学中, 为提高学生发现问题和解决问题的能力, 需要探索如何有效地将创新思维和创新方法融入课程教学中。TRIZ理论是一种解决问题的方法论, 具有系统性、科学性、实用性和创新性等特点, 教学过程中融入TRIZ创新思维方法可为改进方案的设计打开思路 and 提供工具^[1-3]。本文将探讨TRIZ理论和方法在《拖拉机构造》课程教学中的具体应用, 促进农机专业学生创新思维能力的提升。

1 拖拉机构造教学中存在的问题

拖拉机构造教学内容涉及内燃机构造、拖拉机底盘、动力输出与控制等3大部分。主要教学目标是学习拖拉机构造的基本知识和相关理论, 使学生了解动力机械在农业生产中的地位和作用; 了解拖拉机的发展趋势和方向; 培养学生进一步学好农机专业

的兴趣, 提高学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力, 具备拖拉机综合创新设计及制造的能力; 同时培养学生的创新思维和创新意识, 以及运用创新方法解决拖拉机构造和使用中遇到的问题, 为学生毕业后从事农机相关的科学研究、应用开发和推广应用打下良好的基础。

笔者多年的课程教学实践表明, 《拖拉机构造》课程教学效果一般, 教学过程的主要问题是教学内容多和教学课时少, 部分学生对此类涉农课程存在偏见, 缺少兴趣和积极性, 无法主动思考和探寻现有拖拉机结构或应用中存在的问题, 形成利用新技术和新工艺去改进和完善的意识。如何培养基础厚、能力强、素质高和具有创新能力的人才是拖拉机构造课程教学中必须面对的问题。因此, 如何在拖拉机构造教学过程中, 引导学生进行创新思维, 利用创新方法去改进和完善拖拉机某些零部件的功能或性能, 需要教师认真分析设计每次的课堂教学内容, 设置相应的问题, 督促学生进行积极思考, 同时通过竞赛或比赛, 把TRIZ方法应用到作品设计上。传统的思维方法和教学方式, 对学生的思维方

收稿日期: 2023-10-23

基金项目: 山东理工大学2019年创新创业教育改革立项(2019034)

作者简介: 赵静(1971—), 女, 博士, 副教授, 研究方向为智能农机装备设计。E-mail: zbceozj@163.com

通讯作者: 贾鹏(1986—), 女, 博士, 副教授, 研究方向为机械设计及理论。E-mail: jiapeng_meiki@163.com

式形成限制，无法积极进行创新设计，主要原因是学生没有掌握科学的思维方法，导致了学生思维的惯性和惰性。

为了培养学生的创新意识和创新能力，采用 TRIZ 理论对《拖拉机构造》课程教学内容进行补充，结合项目教学和案例教学等方法，引导学生在课程学习中积极思考和创新^[4-6]。

2 TRIZ理论概述

TRIZ 理论是一种创新方法论，它的全称为“发明问题解决理论”（Theory of Inventive Problem Solving）。中心思想是通过解决矛盾来实现产品的改进和创新，其理论来源和构成如图 1 所示。在实际应用中，解决技术矛盾主要是利用 TRIZ 理论的 39 个通用工程参数、40 个发明创造原理及其组成的矛

盾矩阵，从中找出解决问题的思路和通用方法，解决物理矛盾主要运用五大分离原理等^[7-8]。

TRIZ 是一种系统性的解决问题和发明创新方法，发源于前苏联，由 GENRICH S. ALTSHULLER 等人在 1946 年提出，经过数十年的实践应用和理论研究，不断发展壮大。上世纪 80 年代末 90 年代初，TRIZ 开始进入中国，得到了一些企业、高校和科研机构的关注和应用，尤其在汽车、机械和电子等行业得到广泛应用。近年来，TRIZ 得到了越来越多的关注和应用，各国都在积极推广和应用 TRIZ 来提高创新发明能力和竞争力。同时，也有学者对 TRIZ 理论和应用进行了深化和拓展，形成了一些新的研究方向和发展趋势。许多高校也开始在通识课程中设立 TRIZ 课程，通过 TRIZ 思想及方法的传授，提高学生的创新意识和创新能力^[9-11]。

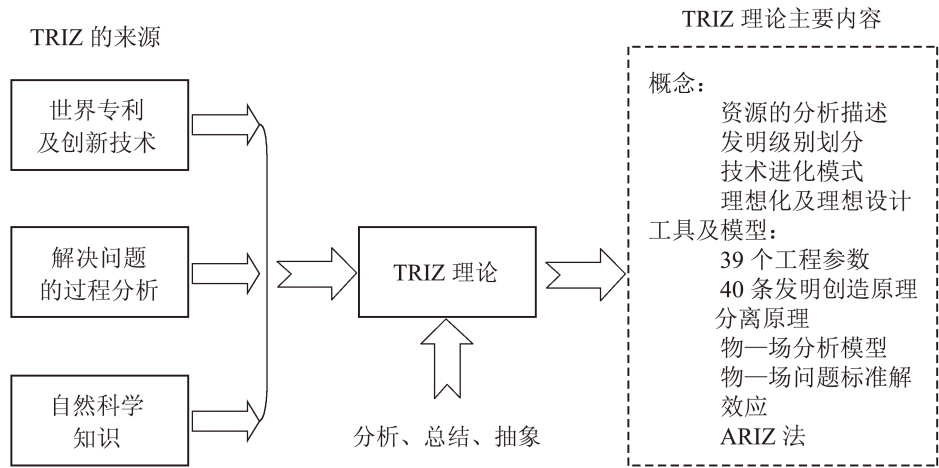


图 1 TRIZ 理论来源及构成

3 TRIZ方法在《拖拉机构造》课程教学中的应用

3.1 TRIZ理论融入拖拉机构造的课程教学内容设计

将 TRIZ 理论和方法融入到课堂教学中，引导学生在学好专业课基本知识的同时，积极主动地进行思维发散，并利用 TRIZ 的各项创新技法对拖拉机整机、各零部件结构或功能进行改进和完善，在以后

的学习和工作中，能够有意识地利用各种创新思维和创新技法对工作中遇到的问题进行创新。根据拖拉机构造课程的教学内容特点，选择性地融入 TRIZ 相关的理论和方法，目的是通过课程学习，培养学生工程实践意识和创新能力。重新修订后的拖拉机构造教学内容及学时安排如表 1 所示。

表1 课程教学学时分配表

课程内容	课时安排	教学内容
概述	讲授 2 学时	增加采用 TRIZ 理论技术系统及技术系统进化法则分析拖拉机构造
发动机工作原理和总体构造	讲授 2 学时 实验操作 2 学时	增加采用 TRIZ 分割原理分析拖拉机各个系统

续表

课程内容	课时安排	教学内容
曲柄连杆机构	讲授 2 学时 实验操作 2 学时	增加采用 40 个发明原理中的 1 号原理 (分割), 18 号原理 (机械振动), 35 号原理 (物理或化学参数改变), 40 号发明原理 (复合材料, 组合不同属性的物质, 形成具有优良属性的物质实现功能) 辅助讲解
配气机构	讲授 2 学时 实验操作 2 学时	增加采用头脑风暴法 ^[12] 进行创新思维, 分析配气机构的可创新性
传动系概述	讲授 2 学时	增加采用 TRIZ “系统思维” 方法中的多屏幕法来讲解传动系统
离合器	讲授 2 学时 实验操作 2 学时	增加采用 TRIZ 中的分割原理分析主副离合器, 采用类比法, 分析拖拉机能不能不用离合器
变速器和分动器	讲授 2 学时	增加实际教学案例: 以现在正在兴起的拖拉机动力换挡技术即是利用了 28 号发明原理为案例, 分析机械系统替代, 利用电子控制系统实现拖拉机的动力换挡功能
柴油机燃料供给系	讲授 2 学时	增加采用 TRIZ 40 个发明创造原理中第 25 号发明原理分析柴油机采用增压技术的效果
后桥、车架、行走系、转向系、制动系	讲授 6 学时 实验操作 6 学时	增加采用发明原理中的第 28 号原理机械系统替代和 29 号原理气动与液压结构原理, 利用空气或液压技术来代替机械操纵系统中的棘轮、摇臂和传动杆等, 即通过利用液体或气体, 甚至利用可膨胀的或可充气的对象来实现气动和液压原理
液压悬挂系	讲授 6 学时 实验操作 2 学时	增加引导学生对高度调节、阻力调节和位置调节方法分析存在的问题, 找出物理矛盾或技术矛盾, 利用物理矛盾的四大分离原理尝试解决或利用阿奇舒乐矛盾矩阵找出可有效利用的发明创造原理

3.2 TRIZ融入拖拉机构造教学案例

TRIZ 理论体系内容非常多, 选择合适的 TRIZ 思想和创新方法引入到拖拉机课程教学中, 探索如何有效将 TRIZ 理论融入到专业课程的教学, 真正能够引导学生进行创新思维和创新设计。

3.2.1 引入TRIZ理论的多屏幕法帮助学生克服思维定势

多屏幕法是一种综合考虑问题的方法, 是指在分析和解决问题时, 不仅要考虑当前的系统, 还要考虑它的超系统和子系统; 不仅要考虑当前系统的过去和将来, 还要考虑超系统和子系统的过去和将来^[13]。在讲授拖拉机传动系统内容时, 教材中只涉及到机械传动系统, 学生也已经学习过液压与气压传动系统, 如果不进行引导, 学生可能联想不到拖拉机的传动系统也可以采用液压传动或电传动。TRIZ 理论中的多屏幕法, 具有可操作性和实用性强的特点, 能帮助应用者质疑和超越常规, 克服思维定势, 为解决实践中的疑难问题提供清晰的思维路径。如图 2 所示, 通过将多屏幕法引入拖拉机中的传动系统, 学生将来从事相关专业工作时遇到需要解决的问题

和矛盾时, 会有意识地运用多屏幕法去积极思考。

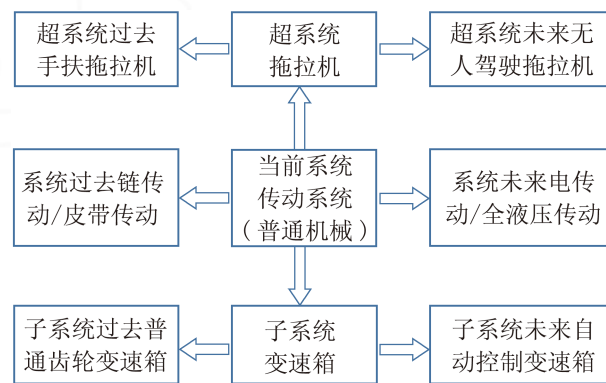


图 2 拖拉机传动系统的系统思维的多屏幕法

3.2.2 TRIZ矛盾分析法引入拖拉机悬挂系统

TRIZ 理论中的矛盾可分为 2 类, 一类是物理矛盾, 是指在一个系统中对同一个参数提出相反的要求, 解决物理矛盾的方法主要有四大分离原理: 空间分离、时间分离、条件分离和系统级别分离; 一类是技术矛盾, 即在一个系统内, 一个参数的改善会导致另一个参数的恶化, 这 2 个参数就形成了 1 对技术矛盾, 解决技术矛盾的方法主要是利用 39 个通用

工程参数和 40 个发明创造原理组成的矛盾矩阵来寻求解决方法^[14]。

拖拉机的悬挂装置分为机械悬挂装置和液压悬挂装置，前者是杠杆、棘轮或钢索将农具悬挂的连接装置；后者是利用液压油缸升降农机具的连接装置，在农机进行田间作业时可以方便地将农机具悬挂起来。在这个液压悬挂系统中存在许多有待改进和完善的部分。通过分析和明确该系统中存在的矛盾，运用 TRIZ 理论中物理矛盾的解决方法和技术矛盾的解决方法去思考和创新。

拖拉机挂接农机具进行田间作业时，农机具要与地面接触，在农机具运输过程中，农机具不能与地面接触，这种既要农机具与地面接触，又不让农机具与地面接触，对农机具的位置提出了相反的要求，此时就可以利用物理矛盾解决方法中的时间分离原理来解决。

要求拖拉机可根据不同的土壤和工作情况自动进行耕深的精准调节，需要增加各种控制系统和传感器等。但控制系统的可靠性和装置的复杂度构成一对矛盾，要想提高控制系统的可靠性，就必须通过增加传感器的数量及增加不同类型的传感器，例如通过测速雷达和车轮上编码器来测量轮子的滑转

率，导致控制装置的复杂性增加。查找 TRIZ 矛盾矩阵，可应用的发明原理有 15 号发明原理（动态性）、3 号发明原理（局部质量）和 29 号发明原理（气动与液压结构），综合分析后可选择 15 号发明原理（调整物体或环境的性能，使其在工作的各阶段到达最优状态），因此通过在不同工作阶段调整传感器的权重，让不同传感器工作时获得最优工况^[15]。

3.3 TRIZ 引入课程实践教学

拖拉机构造和农业机械学都属于农业机械化及其自动化本科的专业核心课程，拖拉机属于动力机械，主要是挂接各种农机具完成田间作业。近 3 年来为了将创新思维和 TRIZ 方法与专业实践教学相融合，将拖拉机构造和农业机械学 2 门课程设计一起进行，由指导老师分配课程设计题目，主要是围绕农业工程性能实验室已有的拖拉机和农机具进行结构和功能的创新。要求在提交设计说明书时，写明所采用的创新技法 and 创造原理等，以图纸的形式展现创新设计的成果，每个小组必须参加实践环节的答辩，无创新性的思考和未利用 TRIZ 方法进行设计视为不合格，TRIZ 引入实践教学流程如图 3 所示。通过将实践环节跨课程结合，将 TRIZ 创新理论与专业知识较好地进行了融合，为后续的毕业设计奠定了良好的基础。

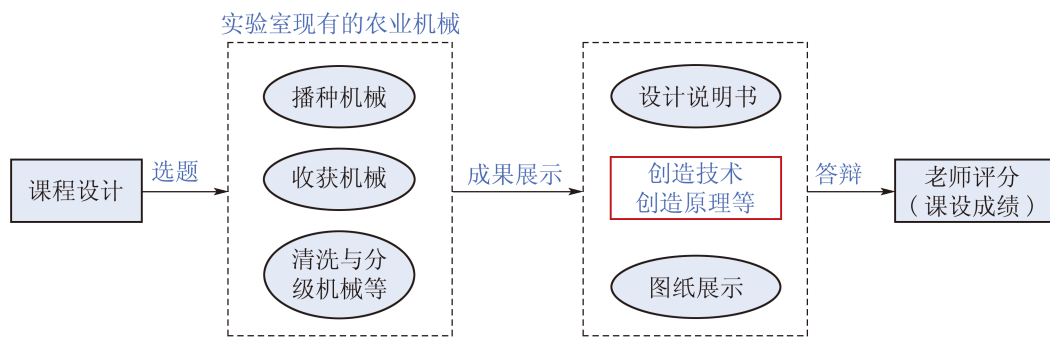


图 3 TRIZ 方法引入专业课程实践流程

4 结语

在拖拉机构造教学实践中，引入和融合 TRIZ 理论有助于培养学生的创新思维意识和创新解决问题的能力。但目前专业课程教学课时比较少，无法利用较长时间系统讲授 TRIZ 理论的知识和方法，可将 TRIZ 理论作为通识课程在大一或大二时进行开设，在大三和大学四年进行专业课程讲授时只做引导即可。在毕业设计时，可鼓励学生综合运用 TRIZ

创新工具和专业知识的进行拖拉机等农机产品的改进设计。AM

参考文献

- [1] 王秀丽, 朱耿先.《基础工业工程》课程教学中融入 TRIZ 创新思维方法的研究[J]. 教育教学论坛, 2019, 407(13): 151-154.
- [2] 李群. 农业机械化及其自动化专业课程的教学方法探讨[J]. 现代农村科技, 2023, 617(1): 89-

- 90.
- [3] 耿海洋, 张晶森, 代佳鑫, 等. TRIZ 理论在过程流体机械课程教学中的应用 [J]. 黑龙江科学, 2022, 13 (17): 124-125.
- [4] 赵静, 柏雪源, 宋景玲. 基于创新实践能力培养的拖拉机构造教学设计——以拖拉机动力输出与控制为例 [J]. 大学教育, 2015 (3): 90-92.
- [5] 辛礼兵. 基于机械设计课程开展 TRIZ 理论教学的实践研究 [J]. 安徽职业技术学院学报, 2019, 18 (2): 93-96.
- [6] 闫建国, 王利娟, 侯占峰, 等. 基于理论与实践深度融合的拖拉机汽车学课程改革与实践——以内蒙古农业大学为例 [J]. 内蒙古农业大学学报 (社会科学版), 2021, 23 (6): 41-45.
- [7] 李彦, 刘红围, 李梦蝶, 等. 设计思维研究综述 [J]. 机械工程学报, 2017, 53 (15): 1-20.
- [8] 武继江. TRIZ 的 40 个发明原理在大学物理课程中的体现 [J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5 (3): 151-153.
- [9] 焦连志, 黄晓萍, 毛世阳. TRIZ 理论对高校大学生创新思维与能力培养的启示 [J]. 科技创业月刊, 2022, 35 (1): 150-153.
- [10] 卢俊, 卢庆华. 化工原理融合创新理论教学实践的应用探索 [J]. 广州化工, 2021, 49 (7): 157-158, 197.
- [11] 曾诚. TRIZ 理论在高校创新创业教育中的应用 [J]. 创新与创业教育, 2022, 13 (5): 88-94.
- [12] 安凤岐. 头脑风暴法在《拖拉机构造》课程中的应用 [J]. 科技资讯, 2017, 31 (10): 292-294.
- [13] 郭宇刚, 赵微, 张锐. 创新方法驱动下的教育资源开发研究 [J]. 创新创业理论研究与实践, 2020, 3 (12): 12-14.
- [14] 刘尚, 张悦扬, 王亚楠, 等. 基于仿生设计的物理矛盾求解方法 [J]. 机械设计与研究, 2020, 36 (6): 15-19, 23.
- [15] 翟长远, 杨硕, 王秀, 等. 农机装备智能测控技术研究现状与展望 [J]. 农业机械学报, 2022, 53 (4): 1-20.

Exploration and Application of TRIZ Method in the Teaching of Tractor Structure Course

ZHAO Jing, WANG Xiaoli, JIA Peng

(College of Agricultural Engineering and Food Science, Shandong University of Technology, Zibo 255000, China)

Abstract: Cultivating students' innovation ability and innovation consciousness in professional course teaching is of great significance for their future work or further study in the profession. This paper explores the application of TRIZ method in the professional course "Tractor Structure" of agricultural mechanization and automation, aiming to improve students' innovative thinking and innovation ability. Based on the problems existing in the teaching of tractor structure, combined with the application characteristics of TRIZ innovation method, the content of TRIZ method is integrated into the course teaching outline, and the feasibility and effect of TRIZ theory in the teaching of "Tractor Structure" are discussed with practical cases.

Key words: TRIZ method; tractor structure; multi-screen method; contradiction analysis; course teaching; innovation ability