

# 《机电系统设计》课程改革建设一流专业的路径研究

鹿芳媛 程卫东<sup>(通讯作者)</sup> 张国海 王伯龙

山东理工大学农业工程与食品科学学院, 山东 淄博 255000

**摘要:**为解决《机电系统设计》课程教学中书本知识点创新受限及学时少内容多的问题, 加强学生的创新能力培养, 对课程教学目标进行了优化改进, 通过创新方法融入课程理论教学和课程设计实践教学的方式进行了课程改革。课前和课中引入 TRIZ 理论等创新方法, 激发学生的创新意识和创新思维, 课程设计要求通过采用创新方法提出设计方案的形式, 培养学生的创新设计能力。通过上述改革和培养措施, 旨在引导学生自主形成应用创新思维解决机电系统设计中的实际问题的意识。该课程改革方法可为其他专业的机电系统设计类课程提供教学改革思路。

**关键词:**机电系统设计; 创新方法; 一流专业; TRIZ 理论

**中图分类号:** G712

## 0 引言

山东理工大学农业机械化及其自动化专业是国家特色专业、省品牌专业、省“一流专业”和“卓越工程师教育培养计划”试点专业, 在现代化智慧农业发展背景下, 对农机专业人才的培养提出了更高的要求, 注重对学生的技术能力、设计能力、创新能力、数据分析和团队合作等能力的培养。其中创新能力指的是: 学生应具备创新思维和解决实际工程应用问题的能力, 能够根据农业生产的实际需求和现有技术的状况, 提出创新的解决方案, 改进和优化农业机械设备<sup>[1]</sup>。

《机电系统设计》作为农机专业的核心专业课, 是培养农机自动化领域高质量专业人才的必备专业基础课程<sup>[2]</sup>。该课程是多学科交叉融合的综合性课程, 涉及的共性关键技术较多, 包括伺服驱动、检测传感、信息处理技术、自动控制等技术, 课程理论性强, 涵盖的知识面广, 具有实践性及应用性强的特点。目前课程教学过程中所面临的问题主要有以下两方面: (1) 课程涵盖技术内容更新迭代较快, 书本中知识点过时或已被工程应用淘汰, 知识点创新受限; (2) 专业知识点多且难度较大, 课程课时有限, 且开课时间为第七学期, 学生投入精力不足, 导致时间资源矛盾突出。

为解决上述课程教授过程中存在的问题以及加强对学生创新能力的培养, 对《机电系统设计》课程进行创新改革, 将创新思维与创新方法融入课程教学, 提高学生的创新意识和能力, 逐步培养学生结合现代工程控制理论设计智能农业机械的能力。

## 1 课程建设背景

机电一体化技术是将机械设计、液压与气压传动技术、现代控制理论、电子信息技术等有机结合的综合性技术<sup>[3]</sup>。在农机专业课程设置时, 《机电系统设计》的先修课程为《机械设计基础》、《液压与气压传动》、《传感器及检测技术》、《电工电子学》、《工厂电气控制技术》等专业课程。可以看出该课程的学习门槛较高, 需要学生掌握多门基础课程和专业课程知识点, 且能够将先修课程知识点进行融会贯通, 才能开展本课程的学习任务。课程改革前采用的传动灌输式教学方法和教学环境, 难以全面调动学生的学习热情和积极性, 学生对知识点理解不透彻, 在实验课程教学环节中无法将所学理论知识点与实践相结合。该教学效果显然无法满足农机专业高质量人才的培养目标要求。

因此, 根据山东理工大学农业机械化及其自动化专业人才培养计划要求, 首先对《机电系统设计》的教学目标进行优化。从培养学生知识、能力和素质三方面进行改进, 优化后的教学目标如下。

知识目标: ①掌握机电融合的设计方法; ②熟悉机电系统中控制子系统的开发过程; ③了解常见控制系统和驱动系统特点。素质目标: ①培养学生具有从事机电系统设计、机电设备安装和机电设备调试等技术工作的能力, ②具有设计和创新型设计机电产品的能力。

能力目标: ①严谨认真的工作态度; ②具有整体思维与创新思维的能力; ③提高学生自主学习和自我发展的能力。改进后的教学目标在教授学生理论知识点的基

础上,重点突出了对学生创新意识和能力的培养,引导学生将机电一体化技术与农机专业知识体系进行有机融合,达到农机专业人才培养目标要求,让学生逐步具备适应现代智能农机行业未来发展趋势的创新设计能力。

## 2 创新方法融入课程

### 2.1 课程知识体系优化

针对《机电系统设计》课程涵盖知识面广、内容繁多,且与先修课程知识点联系紧密等特点,在教学设计中采用了模块化教学<sup>[4]</sup>。该模块化教学的设置方法为,根据 TRIZ 理论 40 个发明原理中的“分割原理”,将《机电系统设计》课程知识点进行零散化分割,然后按照机电一体化系统所包含的五个机电要素,即机械传动子系统、传感检测子系统、智能控制子系统、动力驱动子系统及机电系统总体方案,进行知识点归纳分类。

通过上述模块化教学设计,打破了原有传统教学的知识传授体系的禁锢,让学生在课程开始前,快速且深刻的了解课程知识点分配的设计意图。同时,课程教学模块的教授顺序为由“总”到“分”,由“易”到“难”,即先讲解机电系统总体设计方案,让学生初步认识机电系统的概念,然后再讲解较容易理解的机械传动子系统和动力驱动子系统,最后讲解较难的传感检测子系统和智能控制子系统。该教学模块实现了机电系统设计课程知识体系的重塑与优化,经过 2 年的教学实施,证明该课程知识系统的改革,对激发学生学习兴趣,以及对机电一体化技术系统的理解与掌握起到关键作用。

### 2.2 创新方法融入课前预学

为进一步提高学生的学习效率,在有限的课堂教学中开发学生的创新性思维,将创新思维与创新方法融入到《机电系统设计》课程模块化知识体系中[5,6]。由于课程理论学时仅 28 学时,无法通过压缩机电系统理论知识点的方式插入创新方法理论知识点。因此,在课程开始前,通过网络教学平台发布 TRIZ 理论的基本原理、概念、应用案例等,让学生提前进行线上自学,初步了解创新方法的核心思想及应用情况。同时,在机电课程教学群中,课程教师共享各种引入 TRIZ 理论解决工程设计问题的实例,并对经典案例进行分析讲解,调动学生对案例中的机电要素进行分析和讨论。一方面,提升学生对行业前沿技术发展水平的认知,深化科

技创新在机电行业发展中重要性的意识,提高学生对专业的认同感和使命感。另一方面,引导学挖掘自身的创新能力,鼓励学生采用创新方法、创新理论等提出具体的设计方案。

为了充分调动学生课前学习的参与度,将学生在网络教学平台和机电课程教学群中的学习活动痕迹(如在线活跃度、答题讨论量、创新设计方案等)纳入过程性考核,改部分分值占平时成绩权重的 40%。通过课前预学环节的改革,很大程度上解决了《机电系统设计》课程内容繁多但学时不足,学生课上知识点啃不透的难题。

### 2.3 创新方法融入课中研学

学生通过课前预学初步掌握了创新方法的基本理论及其在机电系统中的应用形式,为继续深化学生对自身创新能力的挖掘和应用,将创新方法的部分理论知识,融入到《机电系统设计》课堂教学中。

在课堂授课过程中,基于 TRIZ 理论,将 40 个发明原理、技术系统分析与进化、问题分析工具等常用的创新方法,融入到机电系统设计知识体系的具体知识点中,部分知识点融合情况见表 1。课上组织开放式讨论,学生结合课前自学情况分享自己创新方案的观点和想法,对于同一知识点,采用不同的创新方法能够获得意想不到的创新设计方案。通过讨论与分析,解决书本案例陈旧过时,知识点创新受限的问题。另外,注重与先修课程知识点融合,如结合工程力学、电气工程等学科知识,探索更全面的机电系统设计解决方案。将学生课上参与讨论及创新设计方案分享情况纳入过程性考核,该部分分值占平时成绩权重的 30%。

表 1 创新方法融入课程知识点

序号	知识点	创新方法	融入后教学方式
	齿轮间隙传动的形式	技术矛盾和矛盾矩阵	案例式教学 翻转课堂
	同步带传动设计	进化法则	探究式教学
	轴与支撑、联轴器	TRIZ 四十发明原理: 局部特性	探究式教学
	位移传感器	TRIZ 四十发明原理: 周期性作用	任务驱动式教学
	交流伺服电动机的调速	功能分析、进化方法	案例式教学 探究式教学

### 2.4 创新方法融入课后拓学

机电一体化系统设计对学生的动手实践能力要求较高,学生在掌握理论知识点的基础上,更重要的将理

论知识应用于系统设计，因此需要加强对学生理论与实践结合的能力。为此，《机电系统设计》课程设置有4学时实验，分别在课程团队建设的机电系统（柔性试验台）实验室和机电系统（机器人）实验室开展实验学习。其中机电系统（柔性试验台）实验室属于机电课程群高阶综合实验实训，该实验装置涵盖了机电系统的全部机电要素，是为学生提供实践动手能力训练的专项平台。机电系统（机器人）实验室是机电课程群教学成果的最终载体，即《机电系统设计》课程的经典教学模块“工业机器人”工程实训实验训练平台。通过两个实验的开展，有效地将工程实例中的理论知识与实践动手能力相融合。

此外，课程结束后开展多项拓学活动，如组织学生进农机实验室参观，鼓励学生参与感兴趣的教师科研项目，指导学生参加各类创新设计比赛获，组织学生去智能农机装备企业实习等，不仅拓展了学生视野，促进学生自主创新，还为学生后续的就业与深造奠定了基础。

通过将 TRIZ 理论等创新方法和理论，融入《机电系统设计》课程的课前预学、课中研学和课后拓学环节中，全面挖掘学生的创新思维，培养学生的创新意识和解决问题的能力，使其在机电系统设计领域具备更深入的理解、设计和应用能力。

### 3 创新方法融入课程设计

由于《机电系统设计》是一门实践性较强的课程，为了加强对学生采用理论知识解决实际工程应用问题的能力培养，本课程在理论课程结束后还设置了32学时的课程设计。课程设计的目的是培养学生的综合应用能力、技术分析与评估能力、创新思维和设计能力、实践操作能力等，其中创新思维与设计能力主要指：设计过程中，学生针对实际工程问题进行创新，提出创新性的解决方案和设计理念。培养学生的创造性思维，激发学生的创新意识和创业精神。

因此，学生在课程设计中，采用自选题目方式，每人一题，选题内容须满足机电一体化系统的五大要素，设计内容要求学生在创新思维的指导下，采用1-2种创新方法提出创新设计方案。如学生自选题“玉米行间除草机”，采用40个发明原理中的局部特性原理，对除草刀进行局部特殊材料加工与装配的设计，提高了除草刀的结构强度；采用复制原理，设计6行除草刀，

进行多行作业，提高除草效率；采用不对称原理，将除草刀片的螺旋度设计为不对称型，利用对除草刀片螺旋度状态的改变来达到优化刀片旋土阻力的目的。

通过将创新方法融入课程设计中，进一步强化了学生应用创新方法解决机电系统设计中相关问题的能力，培养了学生的设计思维，帮助学生开拓思路，激发创新意识，培养运用多元思维和专业理论知识解决问题的能力。

### 4 结语

针对山东理工大学农业机械化及其自动化一流专业人才培养计划的要求，对《机电系统设计》课程的教学目标进行了优化改进，在知识目标、能力目标和素质目标中，重点突出了对学生创新能力方面的培养。

按照教学目标要求，在《机电系统设计》课程的理论教学、实践教学和课程设计中分别融入了创新方法和创新理论，从理论到实践，全面激发学生的创新意识和创新能力。通过本课程教学改革，大大提高了学生采用多元化的思维方式进行机电系统创新设计的能力。

### 参考文献

- [1]付晓明,尚家杰,马永财等.“双一流”建设背景下地方高等农业院校农机专业人才培养模式设计[J].农机使用与维修,2022(10):144-147.
  - [2]屈哲,何勋,张红梅等.新工科背景下农机一流专业建设与人才培养探索[J].农业开发与装备,2021(09):82-83.
  - [3]阮培英,程卫东,蔡善儒等.机电系统设计课程改革助推智能农机专业人才培养的研究[J].农业工程与装备,2021,48(04):72-74.
  - [4]程卫东,王淑君,鹿芳媛.基于OBE理念的机电课程群项目驱动教学改革探索[J].中国现代教育装备,2021(05):100-102.
  - [5]张博峰,高聪聪,冯青华.创新方法融入电工电子课程的研究与实践[J].汽车实用技术,2023,48(04):151-155.
  - [6]高涵.创新方法融入专业课程设计的策略研究[D].大连:大连理工大学,2019.
- 作者简介：**鹿芳媛(1990—)，女，汉族，山东淄博人，山东理工大学农业工程与食品科学学院，工学博士，讲师，主要从事智能农机装备研究。程卫东(1965—)，

男，汉族，辽宁凤城人，山东理工大学农业工程与食品科学学院，工学学士，副教授，研究方向为机电装备设计。

基金项目：2020 年山东省本科教学改革研究面上项目

“面向一流专业和卓越工程师培养的机电课程群教学模式研究与改革”（编号：2020M212）。山东理工大学教学研究与改革项目基于“理实一体化”机电系统设计实践教学改革研究（编号：2022122188）。