

面向军事应用的《自动控制原理》教学研究

程晓燕, 李凡

陆军兵种大学, 北京 100072

DOI:10.61369/EDTR.2025050011

摘要 : 《自动控制原理》是军事院校工科专业的核心基础课程, 其教学质量直接关系到高素质新型军事人才的培养。传统教学模式普遍存在理论与实践脱节、军事特色不鲜明、学生学习兴趣不高等问题。为适应新时代军事变革对人才知识、能力、素质的新要求, 本文从理论层面、实践层面系统探讨了面向军事应用的《自动控制原理》教学创新理论与实践, 分析了当前教学改革面临的挑战, 并提出了相应的对策建议, 以期为军事工程教育的创新发展提供有益参考。

关键词 : 自动控制原理; 军事应用; 教学创新; 能力培养; 案例驱动

Research on Teaching "Automatic Control Principles" for Military Applications

Cheng Xiaoyan, Li Fan

PLA Army Services University, Beijing 100072

Abstract : "Automatic Control Principles" is a core foundational course for engineering programs at military academies, and its teaching quality directly impacts the cultivation of high-quality, new-generation military talent. Traditional teaching methods commonly suffer from a disconnect between theory and practice, lack of distinct military characteristics, and low student interest. To meet the new requirements for knowledge, skills, and qualities set by contemporary military reforms, this paper systematically explores innovative theories and practices for teaching "Automatic Control Principles" with a focus on military applications, analyzes the challenges faced in current educational reforms, and proposes corresponding countermeasures and suggestions, aiming to provide valuable references for the innovative development of military engineering education.

Keywords : Automatic Control Principles; military applications; teaching innovation; ability development; case driven

随着以信息化、智能化为特征的新军事革命的深入发展, 战争形态正加速向信息化战争、智能化战争演变。无人机蜂群作战、无人装备集群控制、精确制导、智能指挥与控制系统等尖端军事领域, 无不依赖于自动控制理论与技术的支撑。作为这些领域的基础性、先导性学科, 《自动控制原理》课程在军事院校人才培养体系中占据着举足轻重的地位。它不仅是学员掌握现代武器装备工作原理、理解复杂作战体系运行机制的理论基石, 更是培养其运用系统工程方法解决军事实际问题能力的关键环节^[1-3]。长期以来, 军事院校的《自动控制原理》教学在一定程度上沿袭了地方高校的模式, 存在一些亟待解决的问题, 例如教学内容“军味”不浓、教学方法较为单一、实践环节“虚”多“实”少、考核评价体系固化等, 严重制约了课程教学质量的提升, 影响了人才培养目标的实现^[4-6]。因此, 立足新时代强军目标, 面向未来战场需求, 对《自动控制原理》课程进行全方位、深层次的教学改革创新, 已成为军事工程教育领域一项刻不容缓的重要任务。本文旨在探索将自动控制理论与军事应用深度融合的教学新路, 通过构建科学的理论指导体系, 并付诸扎实的教学实践, 培养出既懂控制理论、又通晓军事应用, 既能分析问题、又能创新解决方案的高素质、复合型军事人才。

一、教学创新的理论框架构建

(一) 以军事需求为牵引, 重塑教学目标与内容

军事需求是军事教育的出发点和落脚点^[7]。教学创新的首要任务是打破“就控制论控制”的传统思维定式, 将教学目标与军队现代化建设和未来战争需求紧密对接。

1. 重塑教学目标, 将传统的“掌握经典控制理论”的知识目标, 升级为“具备运用控制理论分析和解决军事装备与作战系统实际问题能力”的综合能力目标。具体分解为知识、能力、素养三个层次。在知识层面, 不仅要掌握控制系统的数学建模、时域/频域分析、稳定性判断、校正设计等核心理论, 更要理解这些理论在导弹制导律、雷达天线跟踪、无人机姿态控制、火炮随动系

作者简介: 程晓燕 (1982-), 女, 汉族, 河北省邢台人, 博士研究生, 副教授, 无人系统。

统等具体军事装备中的物理实现和工程意义；在能力层面，重点培养学员的系统思维能力（从整体上理解装备控制回路）、工程实践能力（使用工具进行建模、仿真与调试）、创新应用能力（针对复杂战场环境提出改进控制策略）以及团队协作与沟通能力；在素养层面，培育学员的“制胜”意识、严谨求实的科学精神、勇于探索的创新精神和深厚的爱国情怀，使其将个人专业发展与强军兴军伟业紧密结合。

2.围绕新的教学目标，对教学内容进行的重构，将课程内容进行“军事化”改造和“模块化”整合。例如，将“案例教学法”贯穿于课程始终。在讲解“数学模型”时，以“导弹纵向运动传递函数”为例；在分析“时域响应”时，以“火炮位置伺服系统的阶跃响应与动态指标”为例；在讲授“频率法”时，以“雷达天线跟踪系统的频域特性与抗干扰能力”为例。这些鲜活的军事案例能将抽象的理论具象化，使学员直观感受到理论的“战斗力”；在完成经典理论教学后，增设若干军事应用专题模块，如“无人飞行器控制技术”“精确制导与控制”“多智能体协同控制”等，可以邀请部队一线专家或装备研制单位的工程师进行专题讲座，或组织学员进行文献综述和研讨，紧跟技术发展和装备更新步伐；淘汰陈旧内容，融入前沿技术，适当精简一些与军事应用关联度不高的纯理论推导，增加对现代控制理论（如 PID 控制、鲁棒控制、自适应控制、智能控制）在军事领域应用的介绍，拓宽学员的学术视野。

（二）以能力培养为核心，创新教学模式与方法

教学模式与方法的创新是实现能力培养目标的关键路径。倡导从“以教为中心”向“以学为中心”转变，构建多元化、互动式的教学模式。

1. 推行“案例驱动-项目导向”的混合式教学模式

案例驱动（Case-Driven）是以精心设计的军事案例为切入点，引导学员发现问题、分析问题，并运用所学理论知识寻求解决方案^[8]。例如，在讲解“系统稳定性”时，可以提出“某型无人机在突防过程中遭遇强气流干扰，姿态角发散，如何设计控制器增强其鲁棒性？”的案例，激发学员的探究兴趣；项目导向（Project-Oriented）是将课程学习过程转化为完成一个综合性军事项目的过程^[9-10]。例如，将学员分组，要求其设计并仿真实现一个“小型无人机自主航线跟踪控制系统”。项目涵盖需求分析、方案设计、数学建模、控制器参数整定、仿真验证、结果分析等完整流程，使学员在“做中学”，全面锻炼其工程实践能力。

在授课过程中，实施“翻转课堂”与“研讨式教学”，对于部分章节，如“状态空间分析”等，可以提前布置学习资料和视频，让学员在课前自主学习。课堂上，教师不再进行满堂灌，而是组织学员进行小组讨论、成果展示和辩论，针对疑难问题进行深度剖析，教师扮演引导者和启发者的角色；强化“启发式”与“探究式”教学：在教学中多设置“为什么是这样？”“还能怎样改进？”等开放性问题，鼓励学员大胆质疑、积极思考。例如，在讲解 PID 参数整定时，可以引导学员思考“在战场电磁干扰环境下，传统的 Z-N 整定法是否依然适用？如何设计一种具有自适应能力的 PID 控制器？”等问题。

（三）以信息技术为支撑，打造虚实结合的实践平台

现代信息技术为教学创新提供了前所未有的强大支撑。构建一个“虚拟仿真为主、实物实验为辅、虚实结合、互为补充”的实践教学新体系，是解决实践环节“虚”多“实”少难题的有效途径。

1. 构建高保真度的军事装备虚拟仿真平台

利用 MATLAB/Simulink 建立虚拟实验室，开发一系列与军事应用紧密结合的仿真模块库，如“导弹制导与控制仿真模块库”、“无人机飞控系统仿真模块库”、“雷达伺服系统仿真模块库”等。学员可以在虚拟环境中，自由搭建系统模型，调整参数，观察不同控制策略下的系统响应，甚至模拟强风、电磁干扰等复杂战场环境，进行故障注入和容错控制研究；引入游戏引擎和 VR/AR 技术：对于一些宏观的、系统级的控制问题，如无人机编队飞行、无人战车协同作战等，可以利用 Unity 3D、Unreal 等游戏引擎构建高度沉浸式的三维虚拟战场环境。学员可以通过 VR 设备“身临其境”地操控虚拟装备，体验控制算法在实际战场环境中的效果，极大地提升了学习的趣味性和直观性。

2. 建设小型化、模块化的实物实验平台

开发基于开源硬件的实验平台，利用 Arduino、STM32 等开源硬件，结合陀螺仪、加速度计、电机、舵机等传感器和执行器，搭建低成本、模块化的无人车、无人机模型实物平台。这些平台虽然性能不及现役装备，但其核心控制原理是相通的。学员可以在实物平台上亲手焊接、编程、调试，将虚拟仿真中的代码部署到真实硬件上，感受理论与实践的差异，培养解决实际工程问题的能力。开放实验室，鼓励创新实践，将实验室作为第二课堂，对学员全面开放，并设立创新奖励加分，鼓励学员基于实物平台进行自主选题、自主设计的创新性实验项目，如“基于视觉的无人车自主避障”“四旋翼无人机自主降落”等，激发其创新潜能。

二、教学创新的实践探索与成效

基于上述理论框架，在某军事院校的《自动控制原理》课程中进行了教学改革初步实践，取得了显著成效。

（一）实践方案设计

1. 教学对象：选取两个军事工科专业学员班作为实验班，采用创新教学模式；另选取两个平行班作为对照班，采用传统教学模式。

2. 教学内容：实验班和对照班使用相同的经典理论教材，但实验班在教学过程中全面融入军事案例，并增设“无人机控制”专题模块。

3. 教学方法：实验班采用“案例驱动-项目导向”的混合式教学，并结合翻转课堂和虚拟仿真实验。对照班以课堂讲授为主，辅以传统的 MATLAB 仿真实验。

4. 考核方式：实验班的考核方式为“过程性评价（60%）+ 终结性评价（40%）”。过程性评价包括课堂表现、案例分析报告、项目设计报告与答辩、虚拟仿真实验成果等。终结性评价为

开卷考试，侧重于综合应用能力。对照班仍采用“期末闭卷考试（70%）+平时成绩（30%）”的传统模式。

5. 实践项目：实验班学员以3-4人为一组，完成“基于STM32的无人车循迹控制系统”项目。项目要求从硬件选型、电路设计、控制算法编写（如PID控制）到整车调试，最终实现无人车在指定黑线上稳定行驶。

（二）实践成效分析

1. 学习兴趣与主动性显著提升

通过问卷调查和课堂观察发现，实验班学员对课程的学习兴趣和满意度远高于对照班。军事案例的引入和项目式学习，使学员普遍感到“课程有用、学有价值”，从“要我学”转变为“我要学”。在项目实施过程中，学员主动查阅文献、讨论方案、熬夜调试的积极性非常高。

2. 知识掌握更加扎实且应用能力突出

从期末考试（实验班为开卷，对照班为闭卷）的答卷情况来看，实验班学员在需要综合运用多个知识点解决复杂军事应用问题的题目上，得分率明显高于对照班。他们不仅能够准确阐述控制理论，更能清晰地阐述理论在导弹、无人机等装备中的应用，展现出更强的知识迁移和应用能力。

3. 工程实践与创新能力得到有效锻炼

在“无人车循迹”项目答辩中，实验班学员展示了系统设计、代码实现、调试过程和最终效果，并能够对遇到的问题（如电机响应延迟、传感器噪声干扰）进行分析，并提出改进方案。

这种解决实际工程问题的能力，是传统教学模式难以培养的。多位学员在项目报告中提出了有创意的想法，如引入模糊PID控制以适应不同光照条件下的循迹。

4. 团队协作与沟通能力明显增强

项目式学习迫使学员必须在团队中进行分工合作、沟通交流、协同攻关。这有效培养了他们的团队协作精神和领导能力，为未来在部队岗位上的工作打下了良好基础。

三、结论

面向军事应用的《自动控制原理》教学创新，是一项系统工程，是培养适应未来战争需求的高素质新型军事人才的必然要求。本文构建的“三位一体”教学创新理论框架，以及“案例驱动-项目导向-虚实结合”的立体化教学模式，通过实践检验，证明其在激发学习兴趣、夯实理论基础、提升工程实践能力和创新素养方面具有显著优势。教学改革的道路并非一蹴而就，需要持续不断地探索、实践和完善。面对挑战，必须以更大的决心和魄力，深化师资队伍建设，优化教学资源配置，创新教学管理机制，引导学员转变学习观念。唯有如此，才能将《自动控制原理》这门课程打造成连接理论与实践、院校与战场的坚实桥梁，为强军兴军事业源源不断地输送能够担当打赢重任的优秀军事人才，为实现中国梦强军梦贡献应有的智慧和力量。

参考文献

- [1] 李德毅, 曾大军. 智能时代的军事革命与人才培养 [J]. 中国军事科学, 2018, 31(1): 2-10.
- [2] 王飞跃, 赵春明. 从“自动控制”到“自主控制”：智能无人系统控制理论的新发展 [J]. 自动化学报, 2020, 46(1): 1-15.
- [3] 刘洋, 张文辉. 面向新工科的《自动控制原理》课程教学改革与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2019, (3): 150-154.
- [4] 陈杰, 高岩. 军事院校工程实践创新能力培养体系研究 [J]. 军事高等教育研究, 2021, 44(2): 78-82.
- [5] 李斌, 王宏. 虚拟仿真技术在军事教育中的应用现状与发展趋势 [J]. 装备学院学报, 2017, 28(5): 112-117.
- [6] Kheir, N. A., & GM, A. A. A. (2018). Modern Control Systems: An Introduction with MATLAB and Simulink. Journal of Engineering Research and Application.
- [7] 王伟, 李静. 新工科背景下《自动控制原理》课程混合式教学模式研究与实践 [J]. 高教论坛, 2023(05): 78-81.
- [8] 张晓东, 陈璐. 基于OBE理念的《自动控制原理》课程教学改革探索 [J]. 教育现代化, 2022, 9(24): 138-141.
- [9] 刘洋, 赵敏. 融入课程思政的《自动控制原理》课程教学设计与实践 [J]. 中国现代教育装备, 2023(02): 68-71.
- [10] 张明, 陈璐. 基于OBE理念的《自动控制原理》课程教学改革与实践 [J]. 教育现代化, 2022, 9(10): 135-138.