

航空特色背景下研究生创新能力培养研究与实践

——以“先进制造理论与技术”课程为例

张立峰, 邓云飞, 王 轩, 苏砚文, 张桂昌, 高 轩, 李淑凤

中国民航大学航空工程学院, 天津

收稿日期: 2023年9月6日; 录用日期: 2023年10月5日; 发布日期: 2023年10月12日

摘 要

本论文旨在探讨在航空特色背景下, 如何有效地培养先进制造领域的创新能力, 通过协同模式实现课程教学与创新能力培养的紧密结合。以“先进制造理论与技术”课程为例, 本文将结合航空特色背景高校的特点, 探讨先进制造课程的创新, 以及如何通过协同培养模式将课程教学与创新能力培养有机结合, 培养适应航空航天行业发展需要的人才。

关键词

创新能力, 研究生教育, 案例教学

Fostering Graduate Innovation Capabilities in the Aviation Domain: A Study and Practical Approach

—Illustrated with the “Advanced Manufacturing Theory and Technology” Course

Lifeng Zhang, Yunfei Deng, Xuan Wang, Yanwen Su, Guichang Zhang, Xuan Gao, Shufeng Li

College of Aeronautical Engineering, Civil Aviation University of China, Tianjin

Received: Sep. 6th, 2023; accepted: Oct. 5th, 2023; published: Oct. 12th, 2023

Abstract

This paper aims to explore effective methods for fostering innovation capabilities in the field of

文章引用: 张立峰, 邓云飞, 王轩, 苏砚文, 张桂昌, 高轩, 李淑凤. 航空特色背景下研究生创新能力培养研究与实践[J]. 教育进展, 2023, 13(10): 7382-7386. DOI: 10.12677/ae.2023.13101148

advanced manufacturing within the context of aviation. Realize a close combination of course teaching and innovation ability cultivation through collaborative mode. Using the course "Advanced Manufacturing Theory and Technology" as a case study, it investigated innovative approaches tailored to aviation-focused institutions. The study delves into synergizing curriculum delivery with the cultivation of innovation skills, ultimately nurturing talent equipped to meet the evolving demands of the aerospace industry.

Keywords

Innovation Capability, Graduate Education, Case-Based Teaching

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

航空制造业作为高科技和高附加值的产业领域，不仅对制造技术提出了更高要求，也对人才培养提出了新的挑战。传统的课程设置和教学方法已经不能满足培养学生创新能力的要求。因此，如何在航空特色背景下创新先进制造课程，同时引入协同培养模式，已成为高校教育和航空制造业发展的重要议题。航空制造业作为现代工业的重要支柱之一，在技术发展和产业竞争中具有显著地位。然而，随着技术不断更新和市场需求的多样化，传统的教育模式已经无法满足培养学生全面创新能力的需求[1] [2] [3] [4]。

中国民航大学是一所具有航空特色典型的典型高校，《先进制造理论与技术》是目前机械工程学科研究生教育的重要基础课程，对后续相关的课题研究具有支撑作用，同时也是了解当前航空业技术发展的渠道。目前的研究生课程教学方式普遍延续了本科阶段教学的单向传授模式，未充分重视培养研究生的创新能力。本文以案例教学法为基础，结合信息技术手段，以航空发动机典型零件制造为案例，探索融合航空特色背景与信息技术的研究生课程教学新模式。通过案例教学引导，课程将理论教学与实际工程实践相结合，使研究生能够在案例分析中逐步构建起系统完整的知识框架，从而提升他们的综合创新能力。

2. 传统先进制造技术课程教学的反思

航空制造业的快速发展对人才的需求提出了更高的要求。先进制造技术课程作为人才培养的核心环节，其创新是不可忽视的。

以学科角度审视。当前，民航大学机械工程学科涵盖了航空运维技术与装备、民航机电系统检测与控制技术、航空机械系统及自动化、飞机部件加工理论与方法等四个研究方向。为适应学科飞速演进带来的挑战，必须对机械工程研究生的课程设置和教学内容进行优化调整，摒弃以往仅注重课程内在完整性的模式。与此同时，应强调理论与实践的有机融合，将教学实践与工程实际紧密结合，并促进航空先进制造与科研能力的并进培养。

从教育方面进行分析，近年来随着研究生规模的扩大，教师难以有足够的时间和精力来进行教学创新和改进[5]。大规模的教学工作可能导致教师只能采用传统的教学方法，限制了教学质量的提升[6] [7]。此外，课程教师可能难以与每个学生建立良好的互动和沟通，从而导致学生对课程内容的理解和参与度降低，制约研究生创新能力的提升。

研究生创新能力不足的深层原因可以追溯到课程设置、教学方法、师资队伍等多个方面[8] [9] [10] [11] [12]。值得注意的是我校机械工程学科,当前研究生课程的设置呈现出普遍的趋同化倾向,然而不同课程之间以及实践教学环节之间的衔接不够紧密,这种不充分的衔接阻碍了创新能力的培养。其次,部分研究生未能充分认识到课程和工程实践学习的重要性,缺乏足够的跨学科和跨专业视野,这也制约了他们的创新能力的发展。在教学方法方面,一些课程的教学内容泛化,更新不及时,这导致学生难以获取最新信息和科技前沿,从而无法有效培养创新意识和创新能力。此外,教师在授课中的偏重知识传授而缺乏经典案例,以及过多采用本科生教学方式,限制了研究生在教学研讨过程中的积极参与度。

随着研究生招生规模的扩大,师资短缺逐渐凸显。部分导师面临的问题在于,尽管学术造诣卓越,但其指导学生的数量过多,导致承担过重的行政、教学和科研职责,难以为研究生提供深入的指导与教育。此外,部分导师所涉科研计划和人均经费相对不足,有限的科研项目和经费限制了学生的学术交流参与,这种现状限制了研究生的发展空间与创新能力的培育。

3. 航空特色背景下的创新能力协同培养策略

先进制造课程的创新需要紧密结合航空制造业的特点,注重理论与实践的结合。课程设置应包括先进制造理论、超精密加工技术、航空材料加工技术、复合加工技术、增材制造技术、加工仿真技术、智能制造和自动化等内容,同时强调解决实际问题的能力培养。教学方法应多样化,例如项目驱动教学、案例教学等,采用典型的工程应用案例培养学生的实际应用能力和创新思维。通过这些创新内容融入航空背景下的先进制造课程,可以更好地满足航空航天行业的需求,培养适应未来航空制造发展的人才。

在先进制造领域的研究生课程教学中,创新能力的培养至关重要。为此,可以采取问题驱动学习、案例研究、团队合作项目和开放式实验等策略,引导学生将理论知识应用于实际问题的解决中。同时,跨学科融合、创新讲座、实践机会等方法有助于培养学生的综合素养和开放思维。参与行业内的创新竞赛、个性化指导等也能激发学生的创新潜能,为他们未来在制造领域的成功发展打下坚实基础。

协同培养模式将高校、航空企业和科研机构紧密结合,共同实现全程人才培养。高校根据航空制造业需求调整课程和教学内容,企业提供实际问题与实践平台,科研机构提供前沿技术支持。不同层次、领域的合作有助于培养适应行业发展的人才。该模式在先进制造领域的研究生教育中尤为重要,将高校、企业和科研机构有机融合,实现全方位人才培养协同。在航空制造业领域,这模式潜力巨大,紧密结合知识与实际应用,提供真实学习体验。高校根据航空制造需求调整课程,确保学生获取最新实用知识,培养核心技能。企业参与至关重要,提供问题和实践平台,使学生直面行业挑战,培养解决问题、创新思维。学生与企业专业人士互动,将理论运用实践。科研机构前沿技术支持核心,提供最新研究和创新意识,促进产学研结合,推动行业发展。协同培养模式拓展研究生培养平台,高校、企业、科研机构紧密合作,融合不同层次、领域,培养适应行业需求的高素质人才,为航空制造业的发展注入创新动力。

4. 先进制造课程案例教学与创新

图 1 为《先进制造理论与技术》案例教学 - 航空发动机模块的教学过程示意图。在《先进制造理论与技术》课程中,以航空发动机典型零件制造为案例教学创新,将典型零件如涡轮叶片、燃烧室内衬、机匣等作为研究对象,设计完整制造流程,从材料选择到质量控制全面覆盖。探索新材料应用如高温合金、陶瓷复合材料,强调性能优势和工艺优化。研究激光切割、电火花加工、高速铣削等先进加工技术,通过实际操作体验现代制造过程。引入 CAD、CAM 等数字化制造工具,培养学生数字化思维。介绍 X 射线、超声波等非破坏性检测技术,强调质量控制对安全的重要性。鼓励学生面对设计和工艺挑战,提出创新解决方案,通过小组竞赛激发创意。安排实地参观航空发动机制造厂,深入了解现实制造环境。

通过这些创新方法,学生将更深入地理解航空发动机零件制造的复杂性,培养在先进制造领域的技术洞察力和创新能力,实现理论与实践的有机结合。

课程教学实施中,以航空发动机的关键部附件的机械制造和加工为例,选取航空发动机机壳零件作为研究对象,在课程中探讨航空薄壁型构件的独特加工特性,了解镍合金、钛合金等高温合金材料的加工特性,掌握切削原理、顺逆铣削、直角切削、切削仿真、切削变形区、加工方法创新等知识点。

实际的航空零部件制造案例教学,深化学生对典型的航空材料力学性能与加工方法的理解,尤其对机械工程学研究生,为他们开启了航空制造领域的大门。通过典型零部件如涡轮叶片、燃烧室内衬、机匣的案例,学生获得直观的学习体验,并在设计和加工模拟实践中掌握了相关材料加工技术。案例的深入研究使学生熟悉了先进制造技术的应用,形成了“航空零部件-航空材料性能-航空先进制造工艺-加工质量检测”的综合知识体系。在探究切削磨削原理、切削工艺和切削过程仿真等科学问题时,学生的思维得到了提升,积极主动地解决复杂难题,培养了科研创新潜能。这种实践过程丰富了学生的科研经验,将学术理论与实际问题融合。实际航空零部件制造案例教学不仅丰富了学生的学习资源,更在实践中培养了他们的综合素养。通过对航空材料、制造工艺和加工过程的深入探讨,学生逐渐成为了解航空领域复杂性的专业人才。引导学生积极探索科学问题,激发了他们的求知欲望和学习热情,为未来的研究和创新奠定了坚实的基础。

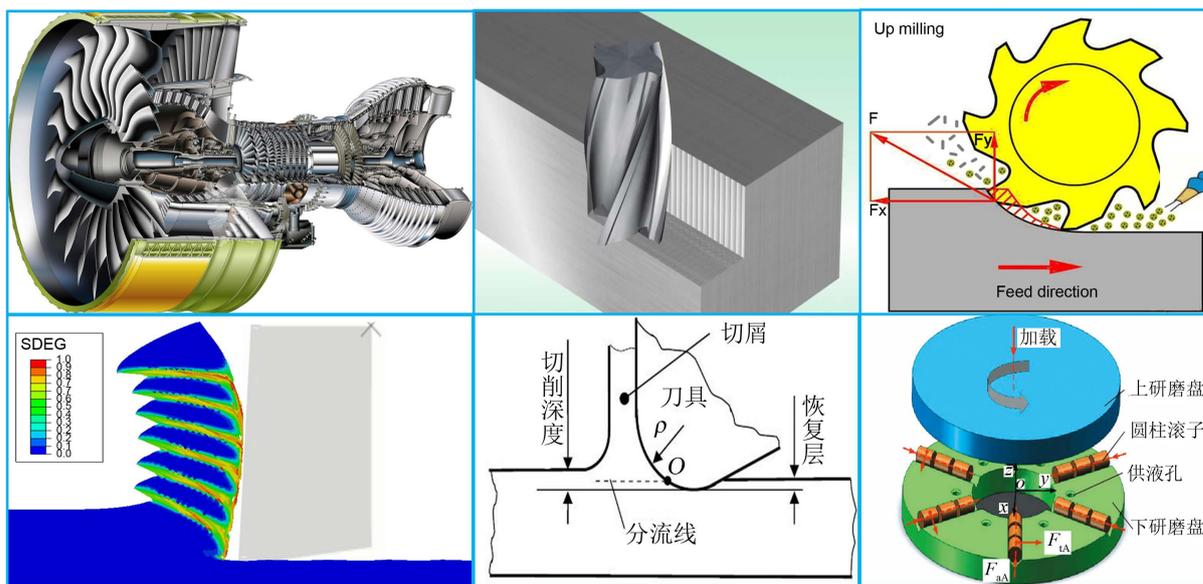


Figure 1. Case Study of “Advanced Manufacturing Theory and Technology”—Aviation Engine

图 1. 《先进制造理论与技术》案例教学示意图 - 航空发动机模块

当设计《先进制造理论与技术》案例教学的教学内容时,可以按照以下四个环节展开,以确保学生全面了解先进制造理论和技术在航空工业中的应用,深入理解关键知识点,构件立体化的知识体系:

第一环节,航空发动机机匣制造工艺。首先,介绍航空发动机的基本构造和机匣的重要作用。探讨航空发动机机匣的制造流程,包括材料选择、热处理、成形工艺等。讲解材料的性能要求,如高温耐受性、抗腐蚀性等。通过案例分析,展示典型航空发动机机匣的制造过程,强调工艺对零件性能的影响。

第二环节,钛合金薄壁件加工方法。深入探讨钛合金薄壁件加工的挑战和方法。介绍钛合金的优势和难点,如低热导率、切削难度等。讲解薄壁件的特点,以及加工中可能出现的变形、残余应力等问题。探讨切削参数的选择、刀具材料的优化,以及冷却液的应用,以降低切削温度和延长刀具寿命。

第三环节，顺逆铣高速铣削工艺。引入顺逆铣高速铣削工艺，介绍其在航空发动机零件制造中的应用。详解高速铣削的原理，包括切削力、温度控制等。讲解顺逆铣的优点，如减少切削轨迹、提高效率等。通过案例展示，演示顺逆铣工艺对钛合金薄壁件的加工效果和优势。

第四环节，切削变形区、切削原理、切削仿真技术、发动机轴承滚子的创新加工方法。探讨切削变形区的概念和影响因素，分析切削时的应力和变形分布。介绍切削原理，包括切削力的产生和切削机理。引入切削仿真技术，讲解如何使用仿真软件模拟切削过程，优化刀具路径和参数。最后，介绍发动机轴承滚子的创新加工方法，如高速磨削、电火花等，强调创新技术对提升加工效率和零件质量的重要作用。

通过以上四个步骤，学生将全面了解航空发动机机匣制造工艺、钛合金薄壁件加工、顺逆铣高速铣削工艺、切削变形区、切削原理、切削仿真技术以及发动机轴承滚子的创新加工方法。这样的教学设计将帮助学生建立深入的先进制造知识体系，为未来在航空领域的应用和创新奠定坚实基础。

5. 结论与展望

在航空特色背景下，创新先进制造课程是培养适应行业发展需要的人才所必需的。协同培养模式为高校、企业和科研机构提供了一个共同发展的平台，有助于优化人才培养方案，促进产学研合作，推动航空制造业的创新发展。然而，我们也必须看到，协同培养模式的实施仍面临一些制度和操作上的挑战。高校需要加强师资队伍的培训，提高教师的实践能力和行业洞察力。同时，相关政策和机制也需要进一步完善，以支持协同模式的推广和落地。本文深入探索了机械工程类研究生创新能力培养新模式，提出了基于航空特色背景案例教学的教学方案。其研究工作对于革新研究生教学和提高学生综合创新能力具有一定的参考价值。

基金项目

本文承蒙中国民航大学 2023 年研究生教育改革与研究项目：“航空特色背景下先进制造课程创新能力协同培养研究与实践”资助完成。

参考文献

- [1] 曹自洋, 杨勇, 付贵忠. 面向制造强国战略的机械类研究生创新能力培养[J]. 南方农机, 2023, 54(13): 176-178+185.
- [2] 宁利川, 谢元敏, 朱文琼, 等. 面向智能制造的机械专业研究生培养模式探究[J]. 大学教育, 2021(12): 174-176.
- [3] 许明, 王万强, 陈昌. 新工科智能制造研究生全培养周期方法探索[J]. 科技风, 2021(19): 149-150.
- [4] 纪仁杰, 刘永红, 蔡宝平. 基于创新能力培养研究生优质课程建设与实践——以“现代机械制造技术”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2020(45): 170-171.
- [5] 陈继文, 杨红娟, 姬帅, 等. 面向新一代智能制造的机械类研究生创新能力培养研究[J]. 高教学刊, 2020(27): 32-35.
- [6] 汪朝晖, 范勤, 蒋国璋, 等. 面向“中国制造 2025”的机械类专业学位研究生培养新模式[J]. 教育教学论坛, 2020(1): 61-63.
- [7] 李云宏. 研究生创新教育方式的思考[J]. 中国冶金教育, 2019(5): 23-25.
- [8] 张东民, 张而耕, 郑刚, 等. 《先进制造系统》应用型研究生课程教学改革探索[J]. 科技创新导报, 2019, 16(25): 194-195.
- [9] 李迎光, 郝小忠, 刘长青, 等. 航空航天制造学科拔尖人才培养的固溶模式[J]. 高教学刊, 2019(10): 6-9.
- [10] 袁春元, 周宏根, 王新彦, 等. 研究生多学科协同创新指导模式改革与实践[J]. 当代教育实践与教学研究, 2019(3): 161-162+165.
- [11] 王红军, 彭莹莹. 基于创新能力的智能制造研究生人才培养体系建设[J]. 教育教学论坛, 2018(30): 88-89.
- [12] 唐向红, 刘国凯. 面向智能制造的研究生人才培养研究[J]. 课程教育研究, 2016(18): 5-6.