

新工科OBE理念下《自动控制原理》课程教学改革探索与实践

秦迎梅

天津职业技术师范大学自动化与电气工程学院，天津

收稿日期：2025年5月26日；录用日期：2025年6月30日；发布日期：2025年7月8日

摘要

在新工科建设背景下，针对《自动控制原理》课程存在的教学目标重知识轻能力、教学内容脱离工程实际、教学模式单一及考核方式固化等问题，本研究以成果导向教育(OBE)理念为核心，构建“目标-内容-方法-评价”四位一体的教学闭环体系，通过重构课程目标，引入工程案例库及科研项目转化教学资源等多种方式深入推进新工科建设落地，系统性提升高等教育人才创新能力、实践能力和综合素质，构建与科技革命和产业变革相适应的育人体系，推动高等教育从被动适应科技发展向主动促进产业升级发展。

关键词

新工科，教学改革，OBE理念

Exploration and Practice of Teaching Reform in the Course of “Principles of Automatic Control” with OBE Concept in New Engineering

Yingmei Qin

School of Automation and Electrical Engineering, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin

Received: May 26th, 2025; accepted: Jun. 30th, 2025; published: Jul. 8th, 2025

Abstract

Based on the construction of new engineering, in view of the problems existing in the course “Principles of Automatic Control”, such as emphasizing knowledge over ability in teaching objectives,

teaching content divorced from engineering practice, single teaching mode and fixed assessment methods, this study takes the concept of outcome-oriented Education (OBE) as the core and constructs a four-in-one teaching closed-loop system of “objective-content-method-evaluation”. By reconstructing course objectives, introducing engineering case libraries and transforming research projects into teaching resources, and other means, we will further promote the implementation of new engineering, systematically enhance the innovation ability, practical ability and comprehensive quality of talents in higher education, build an education system that is compatible with the technological revolution and industrial transformation, and drive higher education to shift from passively adapting to technological development to actively promoting industrial upgrading and development.

Keywords

New Engineering, Teaching Reform, OBE Concept

Copyright © 2025 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

高等工程教育在我国高等教育中占有重要的地位。深化工程教育改革、建设工程教育强国，对服务和支撑我国经济转型升级意义重大。

2017 年教育部提出新工科建设方案，将具有较强工程实践能力、创新思维能力，能够胜任行业发展需求的高素质应用型人才作为高校工程人才培养的基本要求[1]。OBE (Outcome-Based Education)，即成果导向教育，是工程教育专业认证最核心的教育理念，其宗旨为“以学生为中心，成果为导向，建立持续改进机制”，通过反向设计课程体系与教学策略，构建持续改进的质量闭环。以《自动控制原理》课程为例，OBE 理念的深化应用需突破传统知识的灌输模式，着重于系统性培养解决复杂工程问题的能力。

最新研究表明，成功的 OBE 实施依托于三维联动框架：在能力定义方面，需依照工程教育认证标准构建可量化的能力指标，实现从学科知识到复杂工程能力的学习成果转化[2]；在动态反馈方面，通过开发过程性评价和考核制度建立能力达成度的监测模型，形成对教学效果的持续跟踪机制[3]；在持续改进方面，则须创建产业需求与教育考核的双向驱动系统，确保课程内容与前沿技术发展保持动态同步[4]。这三个理论维度共同构成 OBE 实现的关键支柱，形成了“定义 - 监测 - 进化”的递进结构，标志着工程教育从静态知识传递向动态能力培养的系统性转型。

新工科是为了满足国家战略发展和应对国际竞争形势而提出的全工程教育模式，其致力于培养具有创新精神、实践能力和全球竞争力的人才，注重学生综合素质和实际应用能力的提高，也是工程教育改革的一部分，旨在推动高等教育向全方位、多元化和创新化的方向发展[5] [6]。OBE (Outcome-Based Education, 成果导向教育)理念强调以学生为中心，注重成果产出，以持续改进为驱动[7]。将 OBE 理念与新工科建设结合，可以更好地推进落实新工科建设，促进高等教育质量的根本性提升，从而更好地适应并带动科技和产业发展。

本文围绕《自动控制原理》课程教学改革展开探索，紧密贴合新工科建设需求，将 OBE 理念贯穿于教学实践全过程，构建起“目标 - 内容 - 方法 - 评价”的教学闭环体系。通过重构课程目标、优化教学内容、创新教学模式以及完善考核评价机制，力求解决传统教学模式下知识传授与能力培养不平衡、理论与实践脱节等问题，全方位提升学生的创新思维、实践操作能力以及综合素养。不仅为《自动控制原

理》课程教学改革提供了经验，也为其他工程课程的改革提供了可借鉴的范例，助力高等教育在新工科背景下实现人才培养模式的创新与突破，为社会输送更多适应科技发展和产业革命的高素质工程人才。

2. 问题解析

2.1. 教学目标重知识轻能力

当前的教学目标主要存在两个问题。一是重知识灌输、轻能力培养，教学目标以学生理解和掌握自动控制原理的知识点(如闭环控制、性能分析、校正等)为主，虽然在培养学生分析和解决理论问题能力方面有一定的体现，但是在培养学生分析和解决复杂工程问题的能力目标方面具有较大的差距，尤其是培养学生工程思维和科学能力方面缺乏足够的支撑点。二是重知识本身、轻知识结构，受限于课程学时，课程重点学习线性定常系统的建模、分析及校正，对离散系统和非线性系统的分析研究较少，导致自动控制理论知识结构不完整，学生不能够较为宏观全面地认识自动控制原理，不利于培养学生工程系统思维。

2.2. 教学内容脱离工程实际

基于 OBE (成果导向教育)理念，当前课程教学在促进学生能力培养方面存在三方面突出问题。

首先，教学内容与工程实际的衔接深度不足。课程聚焦电路及运动系统的抽象数学建模，缺乏对典型工程系统(如工业自动化控制、智能设备系统)的完整案例解析，导致学生被限制在特定学科领域内，导致他们对其他学科的了解和掌握相对较少，难以建立“数学模型 - 工程需求 - 系统实现”的完整认知链条，不利于 OBE 理念中“运用专业知识解决复杂工程问题”核心能力的培养[8]。因此，学生在面对实际工程场景时，普遍存在模型转化能力薄弱、工程约束条件考虑不足等问题，无法有效将理论知识转化为工程实践的解决方案。

其次，教学内容的动态更新机制有待强化。现有体系对控制领域新兴技术(如自适应控制算法、分布式控制系统)的引入相对滞后，未能及时反映行业发展动态与技术升级趋势，课程内容更新周期长于技术迭代速度。这使得学生在跟踪学科前沿、获取最新知识方面存在明显短板，在应对行业技术迭代时缺乏知识储备和敏锐度，制约了学生未来的职业发展潜力。

第三，教学前瞻性设计尚未充分体现 OBE 的“学生中心”理念。课程内容局限于传统控制理论框架，对跨学科融合领域及未来技术方向(如人工智能与控制理论的交叉应用)的覆盖不足，导致学生在培养创新思维、拓展技术视野方面受限，应对新兴领域挑战时缺乏前瞻性思维和探索能力。

2.3. 教学模式缺乏多样化

教学模式存在以下几个亟待优化的方面。一是教学方法单一，过于依赖讲授式教学，缺乏如项目式教学、任务驱动式教学等多样化的教学方法，这些评价方式能够真实反映学生的学习状态和效果，为改进、优化教学活动提供依据[9]。与“以学生为中心”的教育理念距离较远。课程以传统课堂授课模式为主，电子资源为辅的授课方式，网络资源内容较局限，无法为学生提供丰富的、可移动的、灵活多样而不受时空限制的柔性学习方式。二是学生参与度低，课堂氛围较为沉闷，学生缺乏主动参与和思考的机会。三是缺乏足够的实践环节：除课程配备的实验学时外，实践操作和机会不足，学生难以将所学知识转化为实际能力。无法结合线上资源的多样性和线下师生互动的直接性来激发学生的学习热情与创新能力[10]。

2.4. 课程考核方式单一

课程考核形式的单一，具体表现包括以下几方面：评价方式上过度依赖笔试(占比 $\geq 70\%$)，考核内容

偏重公式推导与计算技巧(占比 $\geq 60\%$), 评价主体局限于教师单方面评判。单一考核导致三重割裂, 这种评价方式不能够从多个维度去评价学生的综合能力: 其一, 知识掌握与工程能力的割裂, 学生擅长解题却无法完成控制系统实物调试; 其二, 学习过程与最终评价的割裂, 忽视项目设计、仿真实验等过程性能力发展; 其三, 个体差异与统一标准的割裂, 难以考察学生的创新思维与复杂工程问题解决能力。这种考核模式与新工科倡导的“持续改进”理念形成悖论, 即, 工程教育认证标准明确要求建立多元化评价体系, 其中过程性评价占比应不低于 40% [11]。

3. 改革与实践

根据新工科下人才培养“OBE”模式, 以最终目标为起点, 反向进行课程设计, 开展教学活动。首先明确培养目标和毕业要求; 其次, 构建课程体系、确定教学内容、教学资源以及教学方法。

3.1. 培养目标

从本校测控技术与仪器专业人才培养目标和毕业要求出发, 按照新工科下 OBE 理念, 结合本课程特点, 明确自动控制原理课程所支撑的毕业要求指标点, 采用逆向思维方式进行教学设计, 同时, 做好课程思政工作。将课程的培养目标确定为以下三点:

课程目标 1: 掌握专业基础知识, 包括控制理论的相关概念、学习对象和目标, 对控制理论有全面和宏观的认识, 培养学生的工科人文情怀和精益求精的工匠精神、团结协作精神。

课程目标 2: 能够应用控制系统的数学建模方法及时域、频域等分析方法, 构建系统模型、分析系统性能和设计校正系统, 具备综合运用专业知识进行复杂工程问题的解决方案比较和综合的能力。培养学生分析问题、解决问题的能力以及严谨的工程思维和数学逻辑思维能力, 提升创新能力。

课程目标 3: 熟练应用 MATLAB 软件以及仿真平台进行控制系统的实验方案设计和实验结果分析。具备进行实验系统方案设计的能力以及对实验结果进行分析的能力。

3.2. 教学内容

针对传统教学内容脱离工程实际的问题, 本研究以新工科 OBE 理念为指引, 构建“理论 - 实践 - 创新”三维联动的课程内容体系。首先, 打破原有线性连续系统为主的单一知识框架, 增设离散系统、非线性系统及智能控制模块(如模糊 PID 控制、神经网络控制), 通过对比教学强化学生对复杂工程系统的认知。其次, 引入科教融合导向的工程案例库, 将教师科研项目(如“脑控智能轮椅的设计与实现”)、学科竞赛题目(如“嵌入式芯片与系统设计”)转化为教学素材, 充分调动学生理论与实际结合的能力, 通过讨论分析等环节将理论知识融会贯通, 内化为可以应用在实际项目中的知识。

3.3. 教学模式与方法

改革传统的授课模式, 创新教学方法和手段。OBE 理念的核心在于以预期学习成果为导向, 全面规划和实施教学活动。这种理念不仅关注知识的传授, 更重视学生综合能力的培养, 使其具备适应未来多样化职业需求的能力。以学生为中心, 变被动教学为主动教学, 采用启发式、翻转式、讨论式、线上和线下结合的混合式教学方法, 授课过程遵从问题导入 - 启发思考 - 理论讲授 - 归纳总结 - 案例分析 - 得出答案, 采用观看视频、课堂讲解、课堂讨论、课后调研、教学平台推送有教育意义的案例等形式多样的教学手段。

3.4. 考核与评价

课程在考核方式与实践环节上进行针对性地改革。

首先，在课程考核方式上，打破传统以期末闭卷考试为主的单一模式，构建以“过程性考核 + 期末考核”相结合的多元考核体系。过程性考核主要包括课堂小测、作业完成质量、学习过程参与度、课程项目展示等，占总成绩的 40%。期末考核采用考试环节，占比 60%，但与传统考试相比，更侧重考核学生综合分析与实际控制问题的能力。

其次，围绕课程核心知识点，设置贴近工程实际的模块化项目实践任务，例如“PID 控制器参数整定实验”、“控制系统稳定性分析”等内容，由教师指导学生以小组形式进行探究与实现。在实践中，教师负责引导与组织，学生作为学习的主体，参与项目方案的设计、问题的识别与解决，增强学生对理论知识的理解深度和应用广度。

此外，积极引入科研元素，通过“教师科研项目任务拆解”与“课程设计融合小课题”等模式，将教师承担的部分科研任务以适度简化、模块重构的方式引入课堂实践。例如控制算法优化、模型仿真验证等实际问题，鼓励学生在教师指导下尝试解决，提升其创新意识和科学研究能力，初步实现科教融合、教研协同育人。

4. 基于 OBE 的立体化教学体系构建

通过重构教学内容形成工程场景与理论模型的双向映射机制，设计“线上精讲 + 线下项目”混合式路径强化知行融合，并建立 OBE 动态评估体系实现“评价 - 诊断 - 优化”闭环，为智能制造时代培养具备“技术 + 创新”双核素养的工程人才。

4.1. 教学内容重构

通过对智能装备控制、能源系统优化等工程场景的需求解构与要素分析，建立“工程场景拆解 - 理论知识点提取 - 建模方法映射”的三级转化路径，将工程实际问题中的控制目标、约束条件等转化为课程知识点的教学重点，强化数学模型与工程需求的逻辑关联，使学生在掌握基础理论的同时，建立从抽象建模到工程应用的系统性思维，提升将课程知识转化为实际工程问题解决方案的能力。同时，进行跨学科知识模块的嵌入设计，根据学生所学专业进行融合，例如人工智能与控制交叉模块等有利于学生将相似领域的知识内容进行系统性串联和整合。

4.2. 线上线下融合路径

线上使用网络资源进行赋能，搭建超星学习通、MOOC 等平台，提供教学视频、电子教材、习题库及考研真题解析，覆盖理论知识点。

线下环节采用项目式教学法，即以学生为中心，由教师引导学生完成一个完整“项目”的教学方法，其典型特点为“以学生为中心、教师为引导、项目为载体”。项目导向评估能较全面展示学生能力，它采用小组合作的形式进行，由学生自行安排组织学习行为，克服并解决实际项目中遇到的问题与困难，最终共同完成整个项目，并形成成果。

4.3. OBE 导向的教学效果评估

4.3.1. 多维度评价

通过雨课堂实时答题数据，分析学生对“相位裕度”“根轨迹分离点”等关键概念的掌握程度进行过程性评价。课程设计环节要求学生提交针对具体案例的分析过程及解决方案，使学生不仅在过程性评价中确保知识从记忆层面深化至应用层面，避免“公式会背、问题不会解”的脱节现象，更能够在成果性评价中突破传统框架的实践空间，培育“工程 + 创新”的复合素养。

4.3.2. 建立动态优化机制

通过构建“数据采集-问题诊断-策略调整”的闭环流程实现教学持续改进,具体通过问卷调查、行业导师反馈、能力达成度报告等多渠道收集教学效果数据,识别学生能力达成薄弱环节(如某知识点掌握不足或某类工程问题解决能力欠缺等),据此制定短期、中期、长期优化策略。短期可针对薄弱知识点增加实操课或调整教学方法,中期联合企业开发新工程案例或引入前沿技术模块,长期则修订课程大纲重构知识体系,并建立《教学改进台账》详细记录优化措施、实施效果及数据对比(如下一届学生对应指标点达成度提升情况),形成可追溯的持续改进证据链,确保教学内容与 OBE 能力培养目标动态适配,持续提升课程对学生复杂工程问题解决能力的支撑效力。

5. 案例分析

以本校测控技术与仪器专业《自动控制原理》课程为例,说明本文所提出的教学方法的实施过程。

首先,在明确课程教学目标的基础上,动态调整教学内容,在 2024 年的授课过程中,将科研项目“脑控智能轮椅的设计与实现”融入到课程内容中,揭示传统控制理论与新兴脑机接口技术的结合为人类社会带来的积极影响,这一内容的引入极大地提高了学生对课程的学习兴趣,同时,也扩展了学生对新技术的认知。

其次,教学模式采用线上线下相结合的形式,线下教学在传统教师讲学生听的基础上,结合了项目式教学形式,即 3~5 人为一个小组,选择和控制相关的课题,在充分评估课题可行性的基础上,指导学生利用控制理论知识和科学分析方法完成课题,并形成报告。比如,24 级某个项目小组根据任课教师的科研课题选择了“脑控下肢外骨骼”,在小组成员的合作下,完成了课题现状分析、技术手段与实现方法的论证分析,形成了完整的总结报告,此外,依托这一项目,获批国家级大学生创新创业项目 1 项。线上教学一是依托雨课堂建立了完整的习题库;另外,在超星学习通、MOOC 推荐课程资源给学生,增强学生自主学习的能力。

最后,考核采用过程考核(占比 40%) + 结课考试(占比 60%)的形式完成。过程考核主要包括课上讨论、课后作业、项目完成情况,其中,课上讨论的主题选择在契合课程目标的同时,也注重趣味性和思政特点,比如“如何看待传统控制理论在新时代的发展?”、“请结合电影钱学森和相关资料,谈一谈钱学森在控制科学中的伟大贡献,以及我们国家控制工程的发展历程。”等。结课考试在考查自动控制原理理论知识的同时,更注重综合设计和分析能力,如要求学生完成实际控制系统的性能分析并提供可行的校正方案等。

通过以上的教学过程,在 24 年测控技术与仪器专业《自动控制原理》课程用于分析的 47 份样本中,课程目标 1 的问卷达成度为 0.883,课程目标 2 的问卷达成度为 0.808,课程目标 1 的问卷达成度为 0.883(各课程目标详见 3.1 节),总体达成度良好。

综合以上分析,通过课程改革,本校 24 年学生在课程目标达成度方面有了较为明显的提升,学生的学习主动性更强,学习效果有了明显的提高和改善。此外,后续的跟踪调研显示,本门课程的学习结果也为《过程控制》等后续课程,打下了良好的基础。

6. 结论

基于新工科 OBE 理念的《自动控制原理》课程教学改革,通过重构教学目标、优化教学内容、创新教学模式、完善考核体系,有效解决了传统教学中“重知识轻能力”“理论与实践脱节”“考核方式单一”等突出问题,不仅有助于推动教学质量的整体提升,还有助于提升学生的综合能力和就业优势。

本研究的核心价值在于构建了“目标-内容-方法-评价”四位一体的 OBE 教学闭环体系,实现了

“知识传授 - 能力培养 - 价值塑造”的协同推进。未来需进一步深化三方面探索：一是动态更新教学内容，融入人工智能等新兴技术模块；二是强化校企协同育人，建立企业需求驱动的“项目库”与“双师型”师资；三是完善持续改进机制，通过定期开展周期性的教学研讨活动，及时收集学生反馈意见，结合大数据分析精准优化教学策略，为新工科背景下工程教育的高质量发展提供可复制的实践经验。

参考文献

- [1] 高蓬辉, 张东海, 黄建恩, 等. 专业认证背景下的新工科人才培养体系构建[J]. 中阿科技论坛(中英文), 2021(9): 145-148.
- [2] 金乐, 梁源, 颜佳波, 邓远锋, 邝田锋, 韦壹. 基于 OBE 理念的实践教学模式的改革研究[J]. 教育进展, 2024, 14(11): 978-982.
- [3] 于金伙, 邓艳桃. 基于 OBE 模型的人工智能创新教育方法研究[J]. 创新教育研究, 2024, 12(12): 588-593.
- [4] 陈婷婷. 基于 OBE 理念的高校课堂教学质量评价研究[J]. 教育进展, 2025, 15(1): 322-328.
- [5] 林健. 深入扎实推进新工科建设: 新工科研究与实践项目的组织和实施[J]. 高等工程教育研究, 2017(5): 18-31.
- [6] 马丹, 乔兴, 郭爽. OBE 理念下应用型本科高校线性代数课程体系的构建与实践研究[J]. 教育进展, 2025, 15(4): 748-754.
- [7] 杨毅刚, 宋庆, 唐浩. 工程教育专业认证与 CDIO 模式异同分析与相互借鉴[J]. 高等工程教育研究, 2018(5): 45-51.
- [8] 魏青, 赵璐, 刘树仁, 饶桂维, 都韶婷. 以交叉创新型人才为导向的实验教学改革与探索[J]. 教育进展, 2025, 15(1): 1332-1337.
- [9] 李梓柔, 成智慧, 张文慧, 许朝霞, 张学智. 基于 OBE-LTPR 教学模式的“地球概论”教学改革探究[J]. 教育进展, 2023, 13(12): 9812-9819.
- [10] 崔澍, 周亚楠, 白婧婷. 基于线上线下混合教学模式的高校口译智慧课堂建设探索[J]. 职业教育发展, 2025, 14(3): 25-33.
- [11] 汤简赫, 夏鸣, 冯东阳, 孙晓云. 基于 OBE 理念的普通化学课程教学改革探索[J]. 教育进展, 2024, 14(12): 1065-1071.