

# 新工科理念驱动的课程创新与实践：以“水工艺设备基础”为例

汪秋刚 任玉成 王文怀<sup>(通讯作者)</sup>

石河子大学，新疆维吾尔自治区石河子市，832003；

**摘要：**随着新工科的发展，传统的专业课程面临着知识体系的重构、教学模式的创新以及能力为导向的转型等多重挑战。本文以“水工艺设备基础”这一课程为具体研究对象，针对传统教学模式中存在的知识碎片化、理论与实践不连贯以及评价机制单一等问题，依据新工科教育理念进行了课程创新和实践探索。研究采取模块化知识体系重构，虚实互补与产教融合的教学情景建构，以及双师双能型教师团队与动态评价机制建设等三条路径开展实践。研究表明：模块化体系把课程分为基础，动力，专用设备和智能控制等模块，构成了贯通过程，装备和控制等系统化认知框架；虚实互补，产教融合借助虚拟仿真平台结合企业现场实际，扩大教学场景深度和广度；双师双能团队和动态评价机制使师资结构和评价方式协同优化。本课程创新为同类型专业核心课程新工科改造，提供了可资借鉴的实践路径。

**关键词：**新工科理念；课程创新；实践；水工艺设备基础

**DOI：**10.69979/3029-2735.26.05.046

## 引言

新工科建设是为了迎接新一轮科技革命和产业变革给工程人才培养带来的新需求，核心是促进专业课程体系由知识传授到能力培养发生根本性变革。“水工艺设备基础”被视为给排水科学与工程、环境工程等领域的中心课程，它肩负着将工艺原理与实际工程应用相结合的核心职责。但在传统教学中，设备知识与工艺系统相脱节、教学内容落后于技术发展、考核方式难以真实反映学生能力水平等问题普遍存在，导致学生面对复杂工程问题时，常表现出综合分析能力欠缺、适应期长等缺陷。在新工科理念指导下，如何重构课程内涵、创新教学模式、健全评价机制，实现课程内容与产业需求同向同步、能力培养与工程实践紧密衔接，已成为教学改革中亟待解决的重要问题。本文从重要性、基本特征与实践路径三个方面对课程创新实践进行系统阐释，以期对相关探索提供参考。

## 1 新工科理念下水工艺设备基础课程创新的重要性

### 1.1 对接产业转型升级，填补人才供需之间的脱节

目前我国水务行业正在经历着由传统工程建设到智慧化，精细化运行的深刻变革，水处理设施在运行方式，设备构成及技术体系等方面都发生了重大改变。这一产业层面上的转型直接带动专业人才知识结构和能

力规格需求的调整。但传统“水工艺设备基础”课程通常限于机械结构原理性教学，缺乏设备-工艺联动关系，系统集成能力和工程现场实际作业逻辑关照，致使学生走上工作岗位时，面对错综复杂的设备系统和运行工况时往往表现出适应期较长，动手能力较弱和综合分析能力不足等特点。人才培养供给侧和产业需求侧的脱节不仅限制着学生职业发展起点的提升，而且还一定程度地影响着企业技术升级效率和质量的提升<sup>[1]</sup>。新工科理念是积极应对这种冲突。面向产业需求重塑课程内涵，把设备教学放置在真实工程场景和工艺系统中，帮助学生在大学阶段即构建面向工程实际的知识框架和思维方式。唯有使课程内容与产业节奏同频，才能真正缩小人才能力供给与岗位需求之间的距离，为行业转型提供扎实的人才支撑。

### 1.2 落实“复杂工程问题”能力培养，提升专业核心竞争力

在工程教育的认证标准中，对于“复杂的工程问题”的定义要求毕业生必须能够运用深度原理进行深入的分析，并能够提出相应的解决策略，同时还要考虑到多重的约束条件。在给排水科学与工程以及相关领域中，“水工艺设备基础”这一课程正好是培养学生综合技能的核心环节。水处理工程复杂的问题通常不是简单的水质达标问题，而体现在工艺运行和设备状态的互相耦合

上一水泵效率波动有可能来自水力条件变化,膜组件污染速率和预处理工艺密切相关,自控系统报警信号后面是机械结构老化或者工艺参数偏移。这种类型的问题不能仅仅依赖单一课程的知识点来解决,学生需要构建一个将工艺原理、设备特性和运行管理整合在一起的综合认知框架。传统教学中将设备知识简化为结构拆解与参数记忆,割裂了设备与工艺的内在联系,使得学生在面对现场综合性故障时难以形成系统性的分析思路<sup>[2]</sup>。新工科理念推动的课程创新强调将工程实际复杂问题作为教学载体,从整体工程系统角度指导学生认识装备功能定位和运行规律。学生在学习阶段就能经历由发现问题,诊断原因直至优化方案等一整套思维训练时,他们解决复杂工程问题所需要的核心能力就会逐渐形成,职业的核心竞争力就会因此而得到本质上的提高。

## 2 新工科理念下水工艺设备基础课程创新的特点

### 2.1 课程内容的重构特性

新工科理念下课程内容重构的核心是突破传统教学按设备类型逐一系列出的知识组织模式,向基于工程系统的整合性知识体系转变。传统的“水工艺设备基础”课通常把水泵,风机,阀门,管道和专用处理设备作为彼此独立的教学单元来进行教学,学生虽已掌握各种设备结构参数,在工艺系统里,理解设备间以及设备与介质间的互动关系是相当困难的。重构后的课程内容不再停留于设备本体的孤立讲解,而是将设备知识置于水处理工艺全流程之中,建立起“工艺目标确定了设备选型,设备特性对工艺效果产生了反作用”的双向关联逻辑。

### 2.2 教学模式的情境性与实践性

新工科理念下的教学模式变革,强调在学生与学习对象之间建立一种直接互动、亲身体验的关系,推动知识获取由被动接受转向主动感知与实践操作。在传统的“水工艺设备基础”这门课程中,教学主要依赖于书籍中的内容和课堂授课,这使得学生不得不面对静态的结构简图和抽象的尺寸参数,装置内部构造复杂,操作过程动态多变,很难完全展现于纸上,学生对于装置的认知也常常停留于符号化的水平,缺少直观体认和具身感受。情境化教学模式专门针对这一现状进行了研究,利用虚拟仿真技术建立了一个可以互动的装置模型,使学生能够在数字环境下完成对装置的拆解和装配,通过观察介质流动路径和关键部件空间位置关系得到近似实际操作手眼协调体验。

## 2.3 评价体系的多元化

以新工科理念为导向的评价体系变革,旨在突破传统课程考核对期末笔试的单一依赖,推动考核重心由知识识记向能力达成转移。传统“水工艺设备基础”课程考核模式多为闭卷考试,学生应以短期记忆的形式对设备结构参数和工作原理进行测试,考后知识留存率较低,而且很难真实地反映出学生在遇到工程问题时所应用所学知识分析和判断的真实程度<sup>[3]</sup>。构建多元化评价体系,把考核贯穿整个课程学习过程中,保留知识掌握层面所需的基础理论考核并加入设备选型方案论证、以工程图纸识读和故障诊断分析为能力取向的考核项目使得学生在逻辑分析,工程判断和专业表达方面都有相应的考核渠道。

## 3 新工科理念下水工艺设备基础课程创新的实践路径

### 3.1 重构模块化知识体系,打造“金课”内容

新工科理念落地到实践层面首先表现在课程知识体系结构性再造上,核心途径是突破传统章节安排线性逻辑,采用模块化方法对教学内容进行了重新安排,使得课程内容在保持固有系统性的同时,具有面向工程实际应用指向。基础模块重点介绍了设备材料特性和腐蚀防护原理等内容,为下文的学习打下了共同的基础;动力模块集成了水泵,风机和搅拌器等动力类设备进行教学,强调了它们在能量转换和流体输运方面的共性功能属性;专用设备模块以膜处理设备,臭氧发生设备和紫外消毒设备为核心,以深度处理单元为核心,突出工艺目标在设备结构中的决定性地位;智能控制模块整合了传感器、执行器和自动化系统的知识,展现了现代水处理设备的操作特性<sup>[4]</sup>。该模块化架构使得知识组织方式符合工程实践中的逻辑,学生在每个模块学习结束后都会对某个功能系统建立全面的理解。在创建“金课”教学内容的做法上,同济大学环境科学学院以“膜处理设备”单元为重点构建目标,以膜组件结构为核心、膜污染控制设备,在线清洗系统三个层面对教学资源进行了整理,并介绍了项目实际应用的柱式膜组件和帘式膜组件的实物模型,结合膜生物反应器过程运行逻辑展开教学,让学生形成膜设备处理污水的系统化认识。

### 3.2 构建“虚实互补、产教融合”的立体化教学场景

在新工科教育观念下,“虚实互补,产教结合”被视为课程创新的关键实践途径,其核心思想是将数字教学资源与实体教学环境进行有机融合,同时开放学校教学

和企业现场的空间隔阂,让学生在各种学习场景下得到互补性认知体验。在这条道路上虚拟仿真技术起到了无可取代的作用,可以打破物理空间上的局限,把教学现场很难直接观测到的装置内部构造出来、高危的操作环节和复杂的运行工况通过可视化和可交互等形式展现,填补了实物教学深度和广度的限制。产教融合向纵深发展,教学场景由校内扩展到企业现场,让学生观察到真实生产环境下设备运行状况,参与到日常巡检和维护工作、理解现场故障处理流程以建立对设备工程应用全面理解。哈尔滨工业大学环境学院和北控水务集团有限公司联合建设的“智慧水务虚拟模拟教学平台”,将北控水务所属大型污水处理厂实时运营数据连接到校内教学系统,同学们可以通过该平台调取工厂内提升泵房,曝气系统和污泥脱水机房这类关键设备运行参数及历史曲线,并在虚拟界面上完成对该装置运行状态的解析,同时在双方联合建设的校外实践基地支持下,每学期都有学生进厂现场观摩和操作练习,做到线上线下数据分析和实物观察互证。

### 3.3 建立“双师双能”型教师团队与动态评价机制

实践路径中新工科理念的进一步推进离不开教师队伍结构优化和评价机制改革等多方面的合力。“双师双能”教师团队建设强调教师不仅要有坚实的理论教学能力还要有指导工程实践的能力,核心是要突破传统师资队伍理论研究和工程实践割裂的状况。通过在教学团队中引入行业经验丰富的企业技术人员,在激励校内专任教师到企业中深度参与工程实践的同时,逐渐形成结构合理,优势互补的教师配置。从评价机制来看,动态评价注重学习过程中的持续观察与反馈,评价重点由期末一次性考核转向贯穿全课程的能力达成度考核,评价内容涵盖理论知识掌握、工程方案设计、实践操作表现及团队协作能力等多个维度。评价主体亦从单一任课教师拓展至企业导师、小组同伴及学生本人,多主体共同参与的评价方式有助于形成更为全面、客观的学业评价<sup>[5]</sup>。在“水工艺设备基础”这一课程的建设过程中,重庆大学环境与生态学院聘请了重庆水务集团股份有限公司旗下的鸡冠石污水处理厂的总工程师作为兼职教授,这位总工程师已经连续三年参与了课程的教学,他主要负责设备的运行和维护部分,并在课程设计过程中与学校的教师合作,共同制定了评估标准,并对学生的设备选择方案进行了实地评估和指导。学校和企业双方老师联合组建的教学团队让学生学习的过程既能得到理论深度又能得到工程经验指导,动态评价机制保证了

学生学习进度的及时反馈和有效引导,教师队伍建设和评价方式改革相互支持共同确保课程创新目标得以实现。

## 4 小结

新工科理念推动下的“水工艺设备基础”课程创新以产业需求为主线,以解决复杂工程化问题的能力发展为主线,从内容,方式和考核三个维度构成系统化改革路径。从课程内容方面看,模块化知识体系重构突破了以设备类型为单位的传统线性结构,构建起工艺,设备和控制三位一体系统化认知框架;教学模式方面,以情境模式为指导的虚实互补和产教融合让学生通过数字交互和实物操作得到深度体认的同时也把教学场景扩展到企业现场;评价机制方面,多元化过程评价和双师双能型教师团队建设达到能力达成度多维考量和师资结构协同优化。实践证明,以上创新路径有利于缩短人才培养和行业需求的距离,促进学生综合解决复杂工程问题。本课程改革实践对于新工科下专业核心课程内涵式发展有示范意义。

## 参考文献

- [1]郑瑶.《水工艺设备基础》课程教学模式改革分析[J].中国新通信,2018,20(21):194-195.
- [2]柴蓓蓓,任武昂,路程.提高《水工艺设备基础》课程教学效果的几点措施[J].新丝路(下旬),2016,(09):107.
- [3]周真明,苑宝玲,沈春花.“水工艺设备基础”课程的教学和训练方法探讨[J].人力资源管理,2014,(05):240-241.
- [4]甄树聪,董晓慧,周友新.《水工艺设备基础》课程教学现状与改革[J].考试周刊,2010,(24):24-26.
- [5]赵星明.“水工艺设备基础”课程教学研究与实践[J].科技信息,2010,(08):512+515.

作者简介:汪秋刚(1991.08-),男,汉族,籍贯:甘肃省定西市,职称:副教授,学历:硕士,研究方向:景观水体修复理论与技术。

项目:2025年兵团教改项目“兵团精神融入边疆高校给排水专业课程的思政元素体系构建与协同育人机制研究”(编号:BTBKXM-2025-Y34);2025年石河子大学教改项目“兵团精神融入边疆高校给排水专业课程的思政元素体系构建与协同育人机制研究”(编号:JGY-2025-13)。