

智慧水务背景下给排水工程仪表与控制课程教学改革研究

王文怀 任玉成 汪秋刚^(通讯作者)

石河子大学, 新疆维吾尔自治区石河子市, 832003;

摘要: 智慧水务迅猛发展对给排水专业人才培养提出新要求, 仪表与控制类课程从教学理念到内容体系及实施路径的滞后性日益凸显。基于此, 本研究以智慧水务背景下“给排水工程仪表与控制”课程教学改革为主线, 从改革必要性、课程教学特征及实施路径三个维度, 系统探讨了该课程的教学转型策略。研究认为: 教学改革是赋能“新工科”内涵建设, 驱动产教深度融合的关键抓手; 课程教学表现出知识体系多学科交叉融合, 教学载体虚实协同, 教学内容时效性和场景化双轴发展等特征; 改革路径涉及课程内容重构、教学模式创新、产教协同深化等3个层次。通过上述改革, 可以使课程教学更贴近工程实际并支持培养适应智慧水务新要求的给排水专业复合型人才。

关键词: 智慧水务; 给排水工程仪表与控制; 教学改革; 虚实协同; 产教融合

DOI: 10.69979/3029-2735.26.05.048

引言

“给排水工程仪表与控制”作为给排水科学与工程专业的核心课程, 承载着培养学生工程认知、掌握自动控制原理及熟悉系统运行管理维护的关键任务。当前, 在“智慧水务”战略的持续推进下, 水务行业正经历从人工经验驱动向数据驱动、从分散局部控制向全流程系统集成的根本性转变。这一变革对从业人员的知识维度与工程创新能力提出了更高的挑战。然而, 传统的教学模式仍多以单一仪表原理讲解与理论认知学习为主, 存在教学内容滞后于行业动态、实践环节与工程实际脱节、学生系统集成思维欠缺等突出问题。因此, 深度剖析智慧水务背景下的课程教学痛点, 系统性探寻教学改革的实施路径, 对于提升人才培养质量进而应对行业快速发展需求意义重大。

1 智慧水务背景下课程教学改革的重要性

1.1 驱动新工科建设与产教深度融合的关键举措

“新工科”建设的核心逻辑在于学科交叉融合与复杂工程实践能力的塑造, 而智慧水务的发展正是这一理念的具体表现。本课程处于工艺技术、自动化控制与信息技术交叉点, 教学改革方向高度契合新工科建设内在要求。通过将物联网、大数据及人工智能等前沿技术有机嵌入教学体系, 能够打破传统教学中“重工艺、轻设备、弱控制”的孤岛效应, 为传统工科专业的现代化转型提供路径参考。同时, 智慧水务发展为水务行业深入人才培养体系提供了可能, 通过课程内容调整和实验平

台更新等措施, 使课堂教学更贴近生产一线。从学科建设的角度来看, 智慧水务要素纳入仪表与控制课程有利于改变传统课程在专业体系中所处的边缘地位, 成为理论学习 and 工程应用之间的联系纽带^[1]。在产教协同视角下, 此次改革推动了行业需求到教学环节的有效传递, 让学生在学校便能接触到实际工程场景和先进技术, 并为其之后走上工作岗位夯实基础。

1.2 适应行业数字化转型的必然要求

智慧水务的兴起重塑了水务行业的生产力形态。具体而言, 传统的“人工巡检+经验调控+分散控制”模式正加速向“感知精准、过程透明、决策科学、自动控制”的智慧化集成模式演进。这种转变对从业人员能力结构有了全新要求, 仅仅掌握工艺原理或者设备操作已经不足以满足实际工作的需求。然而, 目前给排水工程仪表与控制课程教学内容和教学方式仍停留在传统模式, 如主要侧重于仪表选型、基本原理介绍、简单控制环节解析等。这种教学与实际的错位, 直接导致学生在面对水厂运行调控、管网动态模拟、系统自动控制等复杂工作任务时, 表现出严重的知识迁移能力不足与工程视野狭隘。因此, 课程教学改革成为缩短人才培养和行业需求差距不可缺少的一环。通过系统性调整课程内容, 可以帮助学生预先构建适应未来智慧水务发展趋势的知识图谱与工程思维。

2 智慧水务背景下课程教学改革的特点

2.1 知识体系的“跨学科融合性”

传统“给排水工程仪表与控制”课程知识体系较为单一，目前多局限于底层仪表的物理原理、选型规范及基础控制理论讲解，与整体工艺系统的关联度和耦合度偏低。然而，智慧水务背景下课程知识体系呈现鲜明的跨学科交叉融合特征。这种整合并不是不同学科内容间的简单叠加，而是以给排水工艺系统运行为基础，有机地全方面引入传感技术、通信网络、自动控制与大数据处理等多维知识链条^[2]。其中，传感技术有助于学生认识前端数据是怎样准确获取，通信网络知识使得学生能够知道系统内各种数据的传输路径，自动控制内容的引入使得学生能够掌握装置是怎样按照命令来完成其执行动作，而数据处理则指导了学生理解海量运行信息是怎样转化成可供决策的基础。这种多学科知识融合使课程内容由对设备的单一认识拓展到对系统的全面掌握，由对局部操作的认识提升到对全局运行的宏观把控。在此基础上，学生所面临的课程内容已经不是孤立的仪表和控制回路，而是覆盖感知、传输、控制和分析等诸多环节的全链条技术体系，这使得该课程担负起给排水科学与工程专业工艺原理和系统运行维护相结合的关键作用。

2.2 教学载体的“虚实协同性”

数字化信息时代，课程教学载体演变为“物理实体+数字虚拟”深度协同的多维格局。传统的教学载体是以实体设备为主，例如仪表实物、控制柜和小型实验装置等，由学生动手布线、设置参数和调试运行来完成学习。这类实体操作有助于学生对装备建立直观的理解，但是受限于场地条件、装备数量和运行成本等因素，很难涵盖复杂多变的水厂实际工程场景。引入虚拟仿真教学载体后，教学模式发生了根本性变革。通过虚拟平台高保真还原水厂全流程运行场景，支持学生在零风险环境下进行故障诊断、参数调优及异常工况模拟等方面的深入学习。在教学实践中，实体载体侧重于基础操作训练与物理感知的构建，而虚拟平台则用于拓展教学边界，展现复杂系统联动与长周期运行趋势。这种虚实互补的教学载体，既保留了动手实践的工程触感，又打破了物理条件的刚性约束，得以让课程教学在安全可控的前提下达到更全面的学习、训练目标。

2.3 教学内容的“动态时效性”与“工程场景化”

智慧水务持续推进，驱动“给排水工程仪表与控制”课程教学内容向“动态更新”与“情境解构”双轴发展的特征^[3]。传统教学内容更新较为缓慢，偏重于仪表基

本原理、通用控制方法和常规操作规程等内容的阐述，滞后于一线工程实际。现阶段，智慧水务领域技术发展迅猛，新型传感器、远程传输和智能调控在水务行业的应用越来越普遍，需要将业内新概念、新设备、新方法带入课堂，让学生能够接触目前项目实际应用的前沿技术和方案。同时，教学内容也体现了明显的场景化特点。以往教学大多是按知识类型进行模块划分，各个模块间较为独立，学生学习时很难建立起与实际水厂运行场景的联系。随着智慧水务的持续推进，教学内容组织方式逐步贴近工程场景。以取水、输水、净水、配水为核心，将仪表性能需求、控制策略设计及系统协同运行深度嵌入到具体的工程情境中。这种场景化的教学设计，旨在引导学生在解决复杂工程问题的过程中，自发完成知识的迁移与内化，从而构建起适应智慧水务要求的系统化思维。

3 智慧水务背景下课程教学改革的实施路径

3.1 架构导向：重构系统化的课程内容体系

传统“给排水工程仪表与控制”课程内容体系多集中在仪表原理、选型方法和基础控制理论等方面，存在明显的知识碎片化且与工艺流程脱节。智慧水务语境下课程内容重构方向由零散的仪表控制知识走向系统化技术体系。重构的课程内容主要围绕给排水系统工艺这一主线，把感知、传输、控制、管理4个层次有机地串连起来。具体而言，感知层覆盖了现代传感技术的内容，让学生掌握水质、流量、压力等重要参数的精确获取方式；传输层介绍了通信网络的相关知识，有助于学生了解不同器件间数据流动路径和协议标准；控制层重点介绍自动控制系统组成及运行逻辑，让学生掌握装置是怎样按照设定指令来完成其执行动作；而管理层则涉及到数据汇集和运行状态分析等内容，指导学生树立以系统运行为导向的全局视野^[4]。这一教学内容的组织方法打破了传统教学模式中仪表与控制的分离，让学生在学的全过程中能够全面地理解从数据采集到系统运行调控的各个环节。以实际项目应用为例，上海城投水务集团对泰和水厂进行改造时，基于工业以太网对进水、加药和过滤等分布式控制系统进行集成控制，并在出水等环节引入在线监测仪器与可编程逻辑控制器实现了全域联网调控^[5]，成为该课帮助学生树立系统观念所必需的教学素材。

3.2 范式转型：创新“虚实互动”驱动的教学模式

针对传统模式中“重理论轻实践、认知滞后于应用”

的弊端,教学改革应致力于构建“虚实协同、项目驱动”的复合型教学范式。传统教学模式主要通过课堂讲授并配以少量验证性实验来进行教学,学生学习时常处于一种比较被动地学习方式,对于仪表和控制知识的了解大多停留在理论层面上。智慧水务语境下教学模式创新的着力点是构建虚实协同与项目驱动相结合的教学新形式,一方面通过引入虚拟仿真教学手段,弥补实际复杂工况呈现困难的缺陷。另一方面,实体实验的教学方法使得学生可以通过触摸真实的设备、调整接线、观察运行中的各种现象,从而对仪器和控制系统有一个直观的体验。这两种教学方式互相配合,构成了一个由基础认知向综合应用过渡的学习链条。具体的教学实践过程中,同济大学将数字孪生虚拟水厂作为教学平台引入给排水仪表与控制课程,学生在虚拟环境下完成取水、加药、过滤和输水等全过程控制参数设置和运行调试工作,然后利用实体小型控制平台对调试结果进行合理性验证。该教学模式把学习过程由单一被动接受转变为主动观察调控,让学生通过反复实验来深化对控制原理及工程应用的认识,促进教学过程参与性和实效性。

3.3 机制深化: 构建产教协同的价值共创平台

智慧水务的迅猛发展使行业对于人才实践能力要求越来越高,仅仅依靠校内教学资源已经很难适应人才培养需求,产教协同深化已经成为当前课程教学改革中的一个重要方向。其核心机制在于打通“学-研-产”全链条信息通路,通过联合建设校外实践基地、共同开发工程案例库、邀请行业专家进入课堂等多元形式,实现教学语境与工程一线的深度耦合。通过这些途径,可以让学生从教室里走出来,观察实际工作场景下仪表和控制系统是怎样工作的,日常检修时是怎样查找问题的,以及怎样根据操作数据来调整工艺运行参数。企业参与人才培养时,还可以把一线技术经验和实际案例引入学校,让教学内容更接近工程实际^[6]。在具体产教协同实践过程中,北京工业大学给排水专业和北京北排建设有限公司共建了校外实践基地,由企业技术人员指导学生参加污水处理厂自动控制系统日常巡检和运行记录,通过现场跟岗,掌握控制系统实际运行状态和维护要求。该合作模式让学生在课堂外得到真正的工程体验,同时让课程教学和行业应用更贴近,还能为学校掌握行业技术变化和调整教学内容提供一种有效途径。

4 小结

智慧水务背景下的“给排水工程仪表与控制”课程教学改革,是一场涵盖教育理念、知识体系及实施范式的全方位系统性重塑。该研究通过对改革重要性,课程特点及实施路径三个维度进行深入探讨,阐明课程改革对于顺应行业数字化转型,促进新工科建设和产教融合发展的实践意义,剖析课程知识体系由单一设备认知到跨学科融合,教学载体由实体操作到虚实结合拓展,以及教学内容从“静态通用”向“动态场景化”的时效迭代,提出重构课程内容、创新教学模式、深化产教协同等具体路径。课程改革的核心理念是打破传统教学模式中仪表与控制分离,以及理论与工程之间联系不够紧密的现状,从而构建起一套深度契合智慧水务实战场景、具备前瞻性的复合型人才培养模式。

参考文献

- [1] 吴星杰,李丽,程浩亮. 给排水工程仪表与控制翻转课堂的教学实践研究[J]. 中国教育技术装备, 2024, (02): 49-52.
- [2] 任玉成,李俊峰,额热艾汗. 给排水工程仪表与控制课程混合式教学改革研究与实践[J]. 中国现代教育装备, 2022, (07): 72-75.
- [3] 许航,沈桢,郑晓英,等. 《给排水工程仪表与控制》课程的教学改革与实践[J]. 教育现代化, 2018, 5(53): 96-97+108.
- [4] 皇甫小留,时文歆,何强,等. 城市水系统智慧化背景下给排水工程仪表与控制课程改革探索[J]. 教育信息化论坛, 2024(15): 9-11.
- [5] 戴国庆. 泰和水厂扩建工程自动化控制技术的设计和实现. [J]. 上海建设科技, 2017(04): 70-73.
- [6] 王维荣,刘义华. 高校产学研合作教育模式创新研究[J]. 产业创新研究, 2025(2): 196-198.

作者简介: 王文怀(1994.02-),男,汉族,籍贯:陕西省渭南市,职称:副教授,学历:博士,研究方向:水环境污染综合治理。

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)。