

智慧水利背景下水利高校“三融四联动”产学研协同育人模式研究——以浙江水利水电学院为例

沈丹丹, 韩宇平*, 黄冬菁, 宣伟栋, 卢德宝, 山成菊, 王蕙
浙江水利水电学院水利工程学院, 浙江 杭州 310018
DOI:10.61369/EIR.2026060014

摘 要 : 我国正处在智慧水利建设的攻坚期与教育数字化战略转型的关键期, 水利行业对既懂专业理论、又熟悉数字技术和工程实践的复合型人才提出了更高要求。面对地方水利高校在产学研协同育人中存在的主体协同不够紧密、课程与产业需求衔接不够及时、实践教学与真实工程场景脱节、评价反馈机制相对单一等问题, 本文以浙江水利水电学院为例, 构建了“三融四联动”产学研协同育人模式。其中, “三融”强调产教融合、科教融合、学教融合, 着力打通产业需求、科研资源与学生成长之间的连接; “四联动”围绕培养方案、师资队伍、实践基地和双创能力四个关键环节, 形成协同推进、动态优化的育人路径。研究进一步提出以数据驱动、智能匹配、虚实联动和可信评价为支撑的运行机制, 通过企业需求动态感知、课程体系及时调整、校企双导师协同指导、虚拟仿真与实体实践递进衔接等方式, 提升人才培养与智慧水利发展需求的适配度。

关 键 词 : 智慧水利; 水利高校; 三融四联动; 产学研协同育人

Research on the “Three Integrations and Four Linkages” Industry-University-Research Collaborative Education Model in Water Conservancy Universities under the Background of Smart Water Conservancy—Taking Zhejiang University of Water Resources and Electric Power as an Example

Shen Dandan, Han Yiping*, Huang Dongjing, Xuan Weidong, Lu Debao, Shan Chengju, Wang Hui
College of Water Resources Engineering, Zhejiang University of Water Resources and Electric Power, Hangzhou, Zhejiang 310018

Abstract : China is currently in a critical period of smart water conservancy construction and the strategic transformation of educational digitalization, placing higher demands on the water conservancy industry for compound talents who possess both professional theoretical knowledge and familiarity with digital technologies and engineering practices. Facing issues such as insufficiently close collaboration among entities, untimely alignment of curricula with industry demands, disconnection between practical teaching and real-world engineering scenarios, and relatively singular evaluation and feedback mechanisms in industry-university-research collaborative education at local water conservancy universities, this paper takes Zhejiang University of Water Resources and Electric Power as an example to construct a “Three Integrations and Four Linkages” industry-university-research collaborative education model. Here, “Three Integrations” emphasize the integration of industry and education, science and education, and learning and teaching, aiming to bridge the connections between industry demands, scientific research resources, and student growth; “Four Linkages” revolve around four key aspects—cultivation plans, faculty teams, practical bases, and innovation and entrepreneurship capabilities—forming a collaborative and dynamically optimized educational pathway. The study further proposes an operational mechanism supported by data-driven approaches, intelligent matching, virtual-real linkages, and trustworthy evaluations. By dynamically sensing enterprise demands, promptly adjusting curricula, collaboratively guiding students with dual mentors from universities and enterprises, and progressively linking virtual simulations with real-world practices, the model enhances the alignment between talent cultivation and the developmental needs of smart water conservancy.

Keywords : smart water conservancy; waterconservancy universities; Three Integrations And Four Linkages; industry-university-research collaborative education

基金项目: 水利高等教育教学改革课题(编号: 2025SLGJ86); 水利行业高校“三融四联动”产学研协同育人机制创新研究; 浙江省高等教育学会高等教育研究课题(编号: KT2025475); “结构-过程-情境”三维驱动的《水文学原理》智能教材建设; 水利高等教育教学改革重点课题(编号: 2025SLGJ33); 生成式人工智能驱动的水文与水资源工程本科专业人才培养方案优化与实践。

作者简介: 沈丹丹(1992-), 女, 汉族, 江苏如皋人, 博士, 讲师, 主要研究方向: 流域水文模拟等。

通讯作者: 韩宇平(1975-), 男, 宁夏彭阳人, 教授, 博士生导师, 现任浙江水利水电学院学科建设与研究生管理处处长。

引言

当前,我国正处在智慧水利建设的攻坚期与教育数字化战略转型的关键期^[1]。新一代信息技术如数字孪生、物联网与人工智能的深度融合,正推动水利行业向数字化、智能化方向发生深刻变革,对高层次应用型、复合型人才的需求日益迫切^[2]。国家“教育数字化战略行动”的深入推进,为高等工程教育改革指明了方向,要求高校尤其是地方应用型本科高校,必须创新人才培养模式,破解教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接的难题。浙江作为长三角一体化发展核心区与国家水网先导区,其“千项万亿”水网工程、海塘安澜工程等重大战略需求,更对属地水利类高校的人才培养质量提出了直接挑战^[3]。

一、“三融四联动”协同育人模式的理论构建

本研究针对地方高校产学研协同育人的现实困境,以数字化转型为核心驱动力,构建了“三融四联动”协同育人理论模式。该模式旨在通过深度融合与联动机制,破解主体协同失效、供需脱节、评价单一等关键问题,系统化培养契合智慧水利发展需求的高素质应用型人才^[4]。

(一) 理论框架的核心内涵

“三融四联动”模式的核心内涵在于以智能技术为引擎,重构协同育人的内在逻辑与运行范式。

“三融”旨在破解协同主体间的壁垒,深化育人内涵。一、产教融合,强调超越传统的松散合作,构建基于数据智能的供需对接机制。通过集成长三角70余家水利企业岗位需求,形成企业需求信息库,辅助分析企业技术需求(如“数字孪生建模”)与专业课程设置之间的关联度,推动人才培养方案与行业前沿动态同频共振。二、科教融合,聚焦将科研资源、前沿方法与真实项目反哺教学^[5]。依托水利工程施工虚拟仿真实验室等平台,将教师的横向课题、科研成果(如新安江模型、SWAT模型应用)转化为虚拟仿真教学案例,让学生在“认知建模→方案推演”中锻炼创新思维。三、学教融合,突出学生主体地位,通过实习岗位与学生能力特征的动态对接、双创项目“需求-方案-孵化”机制,激发学生内生动力,实现个性化赋能。

“四联动”是“三融”理念在关键育人环节的具体实践路径,形成能力培养的闭环。培养方案联动是龙头,通过动态跟踪行业企业需求变化,当企业需求关键词增幅较为明显时,适时启动课程优化流程,并邀请企业专家参与方案修订^[6]。师资队伍联动是关键,实施“校内导师+企业导师”双轨制,探索建立教师与企业实践岗位双向对接机制,提升教师工程实践能力。实践基地联动是载体,打造“数字孪生沙盘(如钱塘江工程案例)+实体实践基地”的虚实结合平台,构建“虚拟仿真训练→实体基地实战”的能力进阶链。双创能力联动是目标,改革激励机制,鼓励校企导师联合指导学生将企业真实技术难题转化为双创项目,通过竞赛锤炼解决复杂工程问题的能力^[7]。

“三融”与“四联动”并非孤立存在,而是相互支撑、互为因果的有机整体,其内在逻辑关系如图1所示。

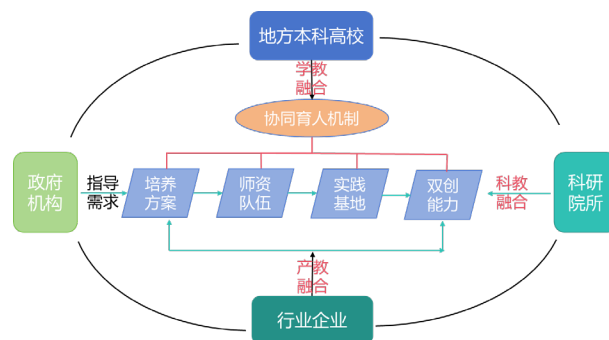


图1. “三融四联动”协同育人改革关系图

(二) 系统架构与运行机制

为保障上述内涵的有效落地,本研究构建了一个多层次、闭环式的系统架构。

在目标层,该模式以培养“懂理论、精技术、通实践”的复合型水利人才为根本目标,其培养成效由包含课程数字化适配率、企业评价权重、区块链存证覆盖率等12项核心指标的智能评估体系进行衡量。

在机制层,核心是构建了“数据驱动、动态响应、精准匹配”的运行机制。首先,是数据驱动的动态响应机制。智慧协同中心作为协同育人的重要支撑,持续关注产业需求变化,当特定技术需求频次增幅较为明显时,及时向培养方案优化、课程内容调整等环节反馈相关信息,实现从需求感知到方案调适的快速响应。其次,是智能匹配机制。基于历史校企合作数据,构建了包含合作领域匹配度(40%)、资源互补性(30%)、成果转化力(30%)的推荐算法模型,为二级学院自动推送合作匹配度高的企业清单,并生成定制化合作方案,极大提升了协同效率。最后,是过程留痕与可信评价机制。学生参与的工程实践、课程设计等成果,经企业导师审核后,可通过电子档案、过程记录等方式进行保存,形成包括实践过程、成果版本、导师评价等内容的综合性材料,为人才培养质量评价和持续改进提供依据,提升了企业参与育人的积极性^[8]。

在保障层,该模式依托浙江水利水电学院“一体递进式”实践教学体系与“1+1+7”现代产业学院建设基础,获得了学校在政策(如《产学研合作协同育人项目管理办法》)、平台(虚拟仿真实验室)与经费上的全方位支持,为模式的顺利实施提供了坚实保障。

综上所述,“三融四联动”模式通过明晰的理论内涵、系统的架构设计与创新的运行机制,为破解地方高校产学研协同育人困境提供了一个兼具理论前瞻性与实践可行性的解决方案。

二、“三融四联动”协同育人模式实践路径与实施体系

（一）智能协同育人机制的建设与组织保障

实践的首要任务是建立能够支撑多元主体高效协同的组织架构与运行机制。学校成立了由分管校领导牵头，整合教务、科研、人事等部门及二级学院资源的产学研协同育人领导小组，负责顶层设计与统筹协调。同步设立的智慧协同中心作为技术中枢，承担核心数据整合与智能分析功能。该中心集成了学校虚拟仿真实验室数据、长三角70余家水利企业岗位需求数据库等多元信息源，可生成涵盖课程共建、师资交流等6个维度的校企合作成效可视化报告；动态追踪企业需求，当“数字孪生”、“智能调度”等高频关键词在岗位需求中占比增幅超15%时，则触发培养方案优化流程；基于历史合作协议数据，运用合作领域匹配度（40%）、资源互补性（30%）、成果转化力（30%）的算法模型，为学院智能推荐合作匹配度高的企业清单。此举从制度与技术层面确保了协同育人的长效性与精准性。

（二）数据驱动的专业结构与课程体系重构

在明确机制保障后，改革重点指向人才培养的核心——专业与课程体系。本研究实施了“双线并进”的课程改革策略。一方面，是虚拟仿真课程的深度开发。将传统的企业案例讲授升级为VR/AR工程案例库，企业专家可通过虚拟仿真平台远程演示钱塘江堤防监测等真实工程场景，学生可随时调取案例进行三维模拟操作，极大提升了教学的直观性与沉浸感。另一方面，是企业实景课程的有机融入。与浙江省水利水电勘测设计院等合作企业共建在线协作平台，企业专家通过该平台远程参与直播授课、指导课程设计与毕业设计。课程在线协作平台的应用，使企业导师可通过移动端实时批注学生设计方案，将平均反馈时间从7天缩短至24小时以内，毕业设计评分系统则自动采集企业导师评价并赋予不低于40%的权重，形成了更为客观的考评机制。

（三）教师工程实践能力的数字化转型

高水平的师资是决定育人质量的关键。本项目聚焦教师工程实践能力的培养的数字化转型，构建了“虚实融合实训-能力精准诊断-智能匹配服务”的全链条提升体系。首先，搭建虚实融合的实训平台。依托学校虚拟仿真实验室，开发了教师数字孪生建模能力认证模块，要求专业教师必须完成流域防洪调度、水库智能调度等3个真实工程案例的虚拟推演，基于教师参与的横向课题、教学案例更新率及企业技术攻关贡献度等多维度数据，构建教师能力雷达图，并每学期生成个性化发展建议书。最后，建立智能匹配的柔性流动机制。通过分析教师科研方向（SCI/EI论文关键词库）与企业专利技术需求库，实现校企双向挂职的精准推送，使教师实践流动工作站的年均选派效率提升3倍，有效破解了

高校教师工程实践能力不足的痛点。

（四）虚实联动的智能实践育人平台建设

为破解传统实习中“岗位不对口、资源难共享、成果没认证”的三大痛点，实践教学改革着力推进智能化实践支撑条件建设。核心是探索建设虚实结合的实训基地。依托浙江省水利水电勘测设计院等校外合作单位，拓展实体实践基地资源，并结合水位、流速、闸门运行等典型工程监测数据，引入虚拟仿真教学场景，服务学生开展防洪推演、闸门调度等模拟训练。学生先在校内虚拟平台完成相关情境训练，再进入实体基地参与真实工程认知与实践，逐步形成“先虚后实、以虚强实”的能力培养路径。同时，探索建立实习资源与学生能力特征相匹配的推荐机制。围绕杭嘉湖南排工程、新安江水库调度等真实工程案例，建设实践案例资源库，并根据学生前三年课程学习基础、虚拟仿真训练表现、兴趣标签等多个维度，推荐与学生能力基础和发展方向较为契合的实践项目。此外，在实践成果评价方面，探索引入电子档案和过程记录机制，学生完成的实践成果经企业导师审核后形成可追溯的过程材料，为实践成果认定、质量评价和持续改进提供依据，提升实践成果的真实性与可信度。

（五）数据赋能的大学生创新创业能力培养

将创新创业教育全面融入协同育人体系，是提升人才创新精神与实践能力的重要一环。本项目实施了“需求-方案-孵化”三级推进机制。在需求层，合作企业通过在线平台发布真实的技术难题与项目需求。在方案层，学生团队在校企双导师的联合指导下，利用钉钉、GitLab等在线协作工具进行方案设计与开发。在孵化层，优秀的项目方案被纳入校企联合技术攻关项目，并优先推荐至省级及以上创新创业竞赛平台进行锤炼和展示。这一机制有效打通了从产业需求识别到创新成果产出的完整链条，显著提升了学生解决复杂实际工程问题的综合能力。

三、结论

“三融四联动”产学研协同育人模式，是地方水利高校回应智慧水利建设需求的一种有益探索。该模式不是简单地把企业资源、科研项目和实践教学“拼接”在一起，而是围绕人才培养全过程，将产教融合、科教融合和学教融合贯通起来，并通过培养方案、师资队伍、实践基地和双创能力的联动建设，推动人才培养从相对封闭的校内培养，逐步转向面向行业真实需求的开放协同培养。尤其是在数字化技术支撑下，产业需求能够更及时地反馈到课程体系和实践教学中，学生也能在更接近真实工程的场景中提升解决复杂问题的能力。

参考文献

- [1] 王彦博，佟京楠，苏比努尔·阿里木. 新质生产力在统筹教育、科技、人才“三位一体”条件下的发展探究[J]. 黑河学院学报, 2025, 16(03): 68-71+101.
- [2] 赵鑫，王明明，史建华. 基于产学研协同育人机制的智能制造应用型人才培养模式研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2025, (04): 143-146.
- [3] 陈玲玲，王波，李柳红，等. 产学研用协同创新理论框架研究——以柳州市为例[J]. 科技资讯, 2025, 23(05): 10-12.
- [4] 张玉敏. 大学实践教学基地建设的多维度需求分析[J]. 现代商贸工业, 2025, (12): 108-111.
- [5] 忻慧慧，牛豪毅，徐龙昂，等. 新工科背景下地方工科院校创新创业教育体系构建[J]. 科教文汇, 2025, (08): 19-22.
- [6] 熊巧，李寅秋，左相如，等. 产-学-研协同育人机制下环境工程创新型人才培养模式的研究与实践[J]. 湖北师范大学学报(自然科学版), 2025, 45(01): 110-114.
- [7] 张丽. 新商科背景下以企业为主体的产学研协同育人模式思考[J]. 黄河科技学院学报, 2025, 27(04): 86-91.
- [8] 郑思海，臧建文，刘冬云，等. 政产学研多元协同育人模式研究——以河北金融学院“金税育才”战略合作项目为例[J]. 公关世界, 2025, (07): 61-63.