

“四链融合·五维协同·三位一体”：服务绿色产业的高职环保人才培养创新范式与实践探索——以广西物流职业技术学院为例

周鹏, 许艺馨*, 陈冬梅, 黄丽蓉
广西物流职业技术学院, 广西 贵港 537100
DOI:10.61369/ECE.2025130048

摘 要： 针对高职环保人才培养中产教协同浅化、课程体系与产业技术脱节、实践教学资源匮乏三大难题,本研究构建“四链融合·五维协同·三位一体”育人模式。该模式以服务绿色产业为导向,创新机制:以“产业链需求牵引教育链目标,创新链成果赋能人才链质量,人才链反哺产业链升级,教育链支撑创新链孵化”的“四链融合”破解协同壁垒;优化路径:据此动态耦合“课程重构、实践赋能、科研反哺、师资融通、服务反馈”五个维度(“五维协同”),促进育人要素深度互动;突破瓶颈:建立“实体实训基地(基础技能)+虚拟仿真实验室(高危/复杂工艺)+产业现场教学点(实战应用)”构成的“三位一体”阶梯式实践教学体系,突破高危、高成本实训限制。实践表明,该模式显著提升了人才培养质量与服务效能,有力支撑区域绿色发展,具备重要推广价值。

关 键 词： 环保人才培养; 产教融合; 四链融合; 五维协同; 三位一体; 绿色产业

"Four-Chains Integration · Five-Dimensions Collaboration · Trinity": Innovation Paradigm and Practice Exploration of Higher Vocational Environmental Protection Talent Cultivation Serving Green Industry — A Case Study of Guangxi Logistics Vocational and Technical College

Zhou Peng, Xu Yixin*, Chen Dongmei, Huang Lirong
Guangxi Logistics Vocational and Technical College, Guigang, Guangxi 537100

Abstract : Aiming at the three major problems in higher vocational environmental protection talent cultivation, namely the superficial industry-education collaboration, the disconnection between the curriculum system and industrial technology, and the lack of practical teaching resources, this study constructs a "four-chains integration · five-dimensions collaboration · trinity" education model. Guided by serving the green industry, this model innovates mechanisms: the "four-chains integration" of "industrial chain demand drives the goal of education chain, innovation chain achievements empower the quality of talent chain, talent chain feeds back the upgrading of industrial chain, and education chain supports the incubation of innovation chain" to break the collaboration barriers; optimizes paths: dynamically coupling the five dimensions of "curriculum reconstruction, practical empowerment, scientific research feedback, teacher integration, and service feedback" ("five-dimensions collaboration") to promote in-depth interaction of educational elements; breaks through bottlenecks: establishing a "trinity" stepped practical teaching system consisting of "physical training bases (basic skills) + virtual simulation laboratories (high-risk/complex processes) + industrial on-site teaching points (actual combat application)" to break through the limitations of high-risk and high-cost training. Practice shows that this model has significantly improved the quality of talent cultivation and service efficiency, strongly supported regional green development, and has important promotion value.

Keywords : environmental protection talent cultivation; industry-education integration; four-chains integration; five-dimensions collaboration; trinity; green industry

基金项目：

广西物流职业技术学院2024年校级教育教学改革研究项目《新质生产力背景下高职环保专业产教融合育人模式的研究与探索》(GXWLJG2024A010);
《生态建设,教育先行,新时代环境专业融合“生态文明教育”的案例式教学改革探索》(GXWLJG2024A016)。

作者简介：

周鹏(1982-),男,广西贵港人,副教授,高级工程师,研究方向为环境保护及高等职业教育;
许艺馨(1989-),女,广西贵港人,副教授,高级工程师,研究方向为环境保护及高等职业教育。

引言

党的十八大以来将生态文明纳入“五位一体”总体布局。作为南方生态屏障，广西肩负维护国家生态安全、推动绿色发展的重大使命。习近平总书记明确要求广西“在推动绿色发展上实现更大进展”，强调“广西生态优势金不换”。区域绿色产业升级对高素质环保技术技能人才需求激增^[1]。然而，传统高职环保人才培养面临挑战：校企合作形式化、育人深度不足致产教协同“浅化”；课程内容滞后于绿色技术迭代，新标准工艺融入不足致课程体系与产业需求“脱节”；高危操作、高成本设备及复杂工艺难以实训再现，资源“匮乏”阻碍学生技术应用与创新能力培养^[2,3]，制约人才供给与产业需求匹配。

为此，广西物流职业技术学院联合区域龙头企业，依托校企平台与教改实践，历经“夯基础、强特色、促转化”三阶段探索，创新提出并实践“四链融合·多维协同·三位一体”高职环保人才培养模式，着力破解上述难题，服务区域绿色发展人才需求。本研究阐述该模式理论逻辑、创新内涵、实践路径及成效。

一、理论框架与模式构建：四链－多维－三位的系统创新

（一）理念引领：构建“四链融合”的产教共生生态闭环

突破“校热企冷”局限，创立“四链”（产业链、教育链、创新链、人才链）深度融合、共生循环的育人新生态^[4]：

产业链牵引教育链：联合龙头企业（如北控水务、广西环投），通过岗位能力与技术路线分析，精准识别区域环保产业核心岗位需求与技术趋势，动态调整人才培养目标。

创新链赋能人才链：建立“研发→成果→教学资源”快速转化机制。例如，将合作研究成果（如《贵港市VOCs防治对策》）转化为课程核心模块；将专利技术（如“微电解协同处理有机废气”）转化为虚拟实训及教学案例，确保前沿技术1年内进课堂^[5]。

人才链反哺产业链与创新链：订单生/优秀毕业生定向输送企业担任技术骨干，并作为“企业导师”反哺教学，参与重大工程（如产业园VOCs治理），形成“需求→培养→就业→贡献→反哺”闭环生态。

教育链支撑创新链与人才链：依托共建平台（如产业学院、联合实验室），提供支持并共同承担研发项目，学生参与中试，教育链成为创新孵化与人才可持续发展的基石^[6]。

该机制推动高职环保教育由被动“适应产业”转向主动“支撑并引领产业升级”，构建了互动支撑、循环增益的产教深度融合发展新生态。

（二）路径创新：打造“多维协同”的动态耦合育人范式

基于“四链融合”奠定的生态基础，创新性地将育人过程中的五个关键维度——“课程重构、实践赋能、科研反哺、师资融通、服务反馈”——进行深度耦合与动态协同^[7]，形成螺旋上升的育人回路：

课程重构：系统解构产业链需求与创新链成果，转化为模块化活页教材、新型课程资源包（年均更新超15%）及虚拟仿真实训项目。如将北控水务“1+X”证书标准、真实项目方案动态转化为课程内容，确保教学与产业同步^[8]。

实践赋能：转化教师承接的企业真实技术服务项目（如产业

园VOCs治理）为综合性实践。学生在“双导师”指导下参与项目全链条环节（累计30余项），在解决复杂工程问题中锤炼能力。

科研反哺：建立教师企业实践与科研“成果双登记”制度。教师每年企业实践≥2月，所获技术需求、案例、成果纳入教学资源库。鼓励学生参与科研项目，转化科研过程为学习情境[9]。

师资融通：实施“校企双聘、双向流动”。企业工程师深度参与课程开发、教学与指导；专业教师参与企业技术革新。双师型教师占比达64%，形成动态“双师”资源池，为其他维度提供核心纽带。

服务反馈：依托产教融合共同体，常态化开展技术推广与下乡服务。校内运营“邕易收”智能回收站项目（线上预约+线下回收+资源化），成为实践基地与社区窗口。师生通过服务检验所学、发现问题，反馈优化课程、科研及培养方案。

多维深度交织、相互驱动：科研反哺驱动课程更新与实践设计；师资融通贯穿各维；服务反馈延伸实践并检验优化；课程与实践支撑科研与服务。由此形成“教学做研服”一体化、持续迭代的育人范式，破解课程与产业脱节难题。

（三）机制保障：创立“三位一体”的虚实融合阶梯实训体系

针对环保领域实训普遍存在的“高危险实施、高耗难承受、高效难达成”三重矛盾，系统性构建了“实体+虚拟+现场”三位一体、阶梯递进的实践教学新机制^[10]：

实体基地夯基础：建成2000㎡校内基地，含环境监测、水处理仿真等12功能区，承担基础认知、原理验证与操作训练。

虚拟仿真破瓶颈：深度应用数字孪生与VR/AR技术，高精度建模真实设施（如化工厂VOCs治理孪生体），还原有限空间作业、危化品泄漏处置等高危害场景。学生可安全进行反复操作、故障诊断与工艺优化训练，依托实时反馈与智能评价系统获得精准指导，破解安全风险与成本限制。

现场教学练实战：与北控水务等20余家企业共建校外“厂中校”基地。学生完成基础及虚拟训练后，进入真实项目一线，在工程师指导下参与设备运维、数据分析等“沉浸式”学习，实现技能向实战升华。

该体系核心在于“阶梯递进”（基础→高危/复杂→综合实

战)与“虚实互补”(虚拟数据驱动优化,现场数据反哺升级)。通过“虚”破瓶颈、“实”练真功、“虚-实”联动,显著提升实训安全性、经济性与实效性,成为解决资源匮乏与高危实训难题的标杆方案。

二、实践成效与应用推广

(一) 人才培养质量显著跃升

就业质量提升显著:麦可思数据显示,环保类专业毕业生就业率提升25%,区内就业占比超85%,专业对口率90%以上。订单班精准培养的100余名技术骨干成为区域重大环境治理项目中坚力量。2024年获评“全区就业创业工作突出单位和留桂就业贡献突出单位”。

创新能力明显增强:2023-2025年,学生获省级及以上职业技能竞赛、“挑战杯”、创新创业大赛奖项40余项。含2025年广西技能大赛生态保护赛道银牌2项(晋级世赛争夺赛),“挑战杯”广西赛一等奖1项、二等奖5项,中国国际大学生创新创业大赛广西赛银奖1项、铜奖5项。奖项数量与层级提升,体现学生解决复杂工程问题及创新创业能力增强。

(二) 产业服务效能深度凸显

技术研发转化与经济效益:校企联合研发的“微电解协同处理有机废气技术”、“高效低耗农村污水模块化设备”等10项核心专利技术应用用于贵港产业园区VOCs治理、桂平/平南农村污水改造项目。应用表明,平均降低治理成本约30%。成果团队编制的《贵港市VOCs污染防治技术指南》等文件,为覃塘产业园区20余家企业提供“一企一策”方案,解决环保问题10余项,服务解决率100%。

技术服务基层与社会效益:师生团队深入园区、乡村开展“技术技能服务下乡”20余场,为企业提供免费环境检测咨询,培训乡镇污水运维人员及环保专员500余人次。联合开展“1+X污水处理”、“1+X水环境监测”认证,年均培养持证人员300余人。校内“邕易收”智能回收站年处理废旧物资50余吨,成为绿色教育典范。

(三) 社会认可与示范推广

该模式获得权威认可,中国环境保护产业协会会长考察后指出其深度融通产业链、创新链与教育链,所培养学生技术扎实、

创新能力突出,为筑牢南方生态屏障、服务区域绿色发展及深化中国-东盟生态环保合作提供了坚实人才支撑与模式参考。《人民网》、《光明日报》等主流媒体进行了专题报道,在全国职教及环保领域反响积极。

用人单位高度评价毕业生“技术基础扎实、动手能力强、善解决现场问题、具创新意识”,满意度持续高于95%。核心合作企业北控水务牵头成立“全国生态环保行业产教融合共同体”并任理事长单位;广西环保产业投资集团基于合作成功获批“广西博士后创新实践基地”。

模式跨区域推广成效显著:广东某职院环境工程学院借鉴“三位一体”实训体系及“五维协同”路径共建虚拟仿真资源库,学生参与真实项目比例提升40%,2025年省级技能大赛获奖数增加50%。广西某职院引入“四链融合”机制与“三位一体”实训模式共建“林业环保产业学院”,“高危环境监测”等虚拟仿真实训模块有效解决森林污染监测实训难题,实训安全事故率降为零。作为共同体理事单位,近两年主办或参与产教融合活动12场次,年均受益师生超2000人。依托中国-东盟平台,为东盟国家举办环保技术培训班3期,培训学员120人次,推广中国职教经验。

三、结论与展望

本研究提出“四链融合·五维协同·三位一体”高职环保人才培养模式,系深化产教融合、服务绿色发展战略的重要创新。其核心价值在于:理念创新,形成“产-教-创-才”四链耦合、循环共育人生态,推动职教引领产业升级;路径创新,实现课程、实践、科研、师资、服务五维协同互哺,构建闭环迭代育人范式;技术创新,融合数字孪生、VR/AR技术建立阶梯式虚实融合实训体系,解决高危、高成本实训瓶颈。

实践表明,该模式显著提升了环保人才培养质量、科技转化与社会服务效能,有效支撑区域绿色发展及生态文明建设,具备重要推广价值。未来将深化“四链融合”机制,拓展“五维协同”内涵(如强化数字智能素养),升级实训体系智能化水平(如引入AI个性化评价),并探索模式在新能源、绿色制造等更广领域应用,为现代职教体系建设与服务国家绿色战略提供支撑。

参考文献

- [1]黄尧.深化产教融合推动职业教育高质量发展[J].中国职业技术教育,2022(01):5-10.
- [2]王屹,等.职业教育服务区域产业发展的路径创新研究[J].中国职业技术教育,2023(24):15-21.
- [3]李梦卿,杨秋月.职业教育专业教学资源库建设的现实困境与突破路径[J].中国高教研究,2024(02):98-103.
- [4]匡瑛,李琪.职业教育“产教融合”生态系统的构建研究[J].教育发展研究,2023,43(03):76-82.
- [5]徐国庆.国家专业教学标准建设是职业教育高质量发展的基础性工程[J].中国职业技术教育,2021(01):5-10.
- [6]祁占勇,任雪园.职业教育产教融合政策执行偏差及其矫正[J].教育学报,2022,18(05):118-130.
- [7]和震,李晨.职业教育产教融合:内涵、困境与深化路径[J].教育研究,2023,44(07):118-129.
- [8]庄西真.职业教育课程改革:逻辑起点、现实挑战与未来走向[J].教育研究,2023,44(11):145-154.
- [9]崔景贵,汪静.职业院校“双师型”教师科研能力提升的困境与突破[J].职业技术教育,2024,45(01):67-72.
- [10]谢莉花,唐锡雷.职业教育实践教学体系的构建:基于能力递进的视角[J].职业技术教育,2024,45(05):28-34.