

# 多科轮训联合Seminar教学法在生物技术专业实践教学中的应用

## ——基于创新人才培养的教学策略探索

陈耿榕, 蒋承展, 唐铭沂, 苏恩丽, 蒋边, 彭慧, 王冬, 冯瑜菲\*

岭南师范学院生命科学与技术学院, 广东 湛江

收稿日期: 2025年4月7日; 录用日期: 2025年5月20日; 发布日期: 2025年5月29日

### 摘要

生物技术专业是一门涉及生物学、化学、医学、工程学等多个领域的交叉性应用型学科, 技术更新快、实践要求高。以往传统教学方法多以教师单向传授为主, 且各项课程设置相对独立, 难以形成系统性认知。本研究通过引入多科轮训的方式、联合Seminar教学法、构建IESC (Integrated-Exploratory-Synergistic-Creative) 培养体系和实施五阶集成策略, 旨在拓宽学生知识边界、促进知识融合, 培养学生思辨创新思维, 提高解决复杂科学问题的能力, 进而为生物技术专业提供一种学科交叉与实践能力并重的教学模式。

### 关键词

生物技术, 多科轮训, Seminar教学法, IESC培育体系, 五阶集成策略

# Application of Interdisciplinary Rotational Training Combined with Seminar Teaching in Practical Education for Biotechnology Majors

## —Exploration of Teaching Strategies for the Cultivation of Innovative Talents

Gengrong Chen, Chengzhan Jiang, Mingyi Tang, Enli Su, Bian Jiang, Hui Peng, Dong Wang, Yufei Feng\*

School of Life Science and Technology, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

\*通讯作者。

文章引用: 陈耿榕, 蒋承展, 唐铭沂, 苏恩丽, 蒋边, 彭慧, 王冬, 冯瑜菲. 多科轮训联合 Seminar 教学法在生物技术专业实践教学中的应用[J]. 创新教育研究, 2025, 13(5): 578-585. DOI: 10.12677/ces.2025.135379

Received: Apr. 7<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 20<sup>th</sup>, 2025; published: May 29<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

**Biotechnology is an interdisciplinary and application-oriented discipline encompassing biology, chemistry, medicine, engineering and other fields, characterized by rapid technological updates and high practical requirements. Traditional teaching methods have predominantly relied on one-way knowledge transmission from instructors, with relatively isolated course arrangements that hinder the formation of systematic understanding. This study introduces a multi-disciplinary rotational training approach, integrates the Seminar pedagogy, constructs the IESC (Integrated-Exploratory-Synergistic-Creative) training system, and implements a five-stage integrated strategy. The system aims to broaden students' knowledge boundaries, facilitate knowledge integration, cultivate critical and innovative thinking, and enhance their ability to solve complex scientific problems. Ultimately, it provides a teaching model that equally emphasizes interdisciplinary integration and practical competency development for biotechnology education.**

## Keywords

**Biotechnology, Interdisciplinary Rotational Training, Seminar Pedagogy, IESC Cultivation System, Five-Stage Integrated Strategy**

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

生物技术作为兼具前沿引领性和学科交叉融合特征的战略学科，近年来在医药健康、现代农业、环境治理等领域展现出强劲的发展态势和广泛的应用前景。在高等教育深化改革的时代背景下，国家对生物技术专业人才培养提出了更高标准和前瞻性要求，着力培养具有创新能力的应用型专业人才，以推动我国生物技术领域的跨越式发展。由此可见，应用型创新人才培养是国家创新驱动发展战略的核心支撑，教育改革将其作为战略重点推进，而教育理念的创新突破则是实现这一人才培养目标的首要条件[1][2]。针对传统生物技术专业教学中存在的教师单向灌输、学生被动接受的知识传递模式，以及由此导致的学习积极性不足、实践创新能力培养欠缺等问题，本研究以 Piaget 提出的建构主义理论和 Klein 构建的跨学科学习模型为理论基础，创新性地提出“多科轮训”与“研讨会(Seminar)教学法”的有机融合模式。其中，多科轮训模式借鉴 Kolb 的经验学习循环理论，通过“具体经验 - 反思观察 - 抽象概念化 - 主动实践”的螺旋式学习路径，系统促进知识内化进程；而 Seminar 教学法则体现了 Vygotsky 的社会文化理论，依托师生协作与同伴辩论，推动学生认知发展至“最近发展区”。在跨学科教学实践领域，美国 STEM 教育实践注重学科融合的课程设计，国内学者陈坚则提出“四链融合”模式强化产学研协同育人机制[2]，这些探索为跨学科人才培养积累了宝贵经验。基于此，本研究通过构建“IESC 培养体系”(Integrated-Exploratory-Synergistic-Creative)和实施“五阶集成策略”，着力培养兼具深厚专业知识、扎实实践技能和多学科交叉素养(“知识 - 能力 - 素质”)三位一体的应用型创新人才。这一教学改革方案不仅顺应了高等教育创新发展的趋势，更有效提升了生物技术专业人才培养质量。

## 2. 多科轮训联合 Seminar 教学法在生物技术人才培养中的应用

生物技术的发展是建立在与医学、化学、工程学及数学等学科深度融合的基础上[3]，这种跨学科交融不仅拓展了生物学的研究领域，也对生物技术专业人才培养提出了全新的要求[4]。不但需要培养学生具备核心专业与交叉学科的复合知识体系，还要提升学生的技术整合能力(如将生物技术与工程的技术结合)、创新思维能力(运用多学科方法解决生物学问题)和团队协作能力。Seminar 教学法起源于德国洪堡大学，近年来在工程教育与医学教育中广泛应用，其核心是通过小组研讨培养批判性思维。国内学者王峰证实，Seminar 能显著提升学生的知识迁移能力。然而，现有研究多聚焦单一学科，跨学科轮训与 Seminar 的协同机制尚未充分探索。为弥补这一研究缺口和达成上述培养目标，本研究提出采用“多科轮训联合 Seminar 教学法”的培养模式(见图 1)，通过构建“IESC 培养体系”和实施“五阶集成策略”，有效实现知识融合与能力提升的协同培养目标。

“多科轮训”是指学生在培养周期内，依次在不同的学科或专业领域进行阶段性的学习和实践，继而突破传统单一学科界限，使学生具备跨学科协作能力和系统思维。在轮训过程中联合 Seminar 教学法，对发现的问题研讨解决方案或针对轮训过程中的关键知识点进行主题讨论，旨在促进学生的主动学习和深度参与。各轮训模块聚焦核心课程的技能训练，以“基因工程 - 生物信息学 - 基础医学”轮训为例。在基因工程课程中，教师介绍 CRISPR/Cas9 基因编辑系统。从 Cas9 靶位点的选择出发，讲述特定序列特征与编辑效果的关联，让学生理解如何精准定位靶基因。随后，指导学生进行 guide RNA (gRNA) 体外转录载体的构建，通过实际动手操作掌握载体构建的关键步骤。随后继续讲解 Cas9 蛋白在特定位置切割 DNA 双链的作用机制，以直观的模式或动画，帮助学生理解其分子层面的工作原理。此外，引入不同生物体的基因编辑案例，如模式生物小鼠、斑马鱼或拟南芥，让学生进一步理解 CRISPR/Cas9 基因编辑的原理与该项技术的应用。在生物信息学轮训阶段，学生运用所学工具，分析基因编辑的效率及脱靶效应。教师引入相关数据库和算法，如 CRISPR Design Tool，引导学生预测编辑效率与脱靶风险。同时，组织 Seminar 研讨活动，各实践小组对拟编辑靶基因的 Cas9 靶点设计展开分析与讨论。学生需回顾基因工程轮训所学知识，结合生物信息学数据，确认各组的 gRNA 合成序列。在此过程中，学生不仅梳理了跨学科知识，还培养了数据驱动的研究思维。进入基础医学轮训，学生将前两轮所学付诸实践。比如，开展基因编辑在疾病模型构建中的实验，通过编辑斑马鱼特定基因，模拟人类遗传疾病，深入理解疾病的发病机制。在实验过程中，穿插 Seminar 研讨，引导学生从多学科视角探讨前沿问题。讨论“基因编辑技术的脱靶风险”时，学生可结合基因工程中的载体优化、生物信息学中的靶点预测，提出创新性的解决方案。而在探讨“基因编辑技术可能带来的伦理风险”时，学生需从基础医学的临床应用、生物信息学的数据安全，以及社会伦理规范等多个维度进行思考。这种多科轮训与 Seminar 相结合的培养模式，鼓励学生提出自己的观点并进行论证，让学生能够在深入讨论中将这些不同学科的知识进行整合并运用其来支持或反驳观点，不仅帮助学生建立起跨学科的知识体系、培养学生的批判性思维还锻炼了学生解决复杂问题的能力。



**Figure 1.** Introduction to interdisciplinary rotational training and Seminar teaching method  
**图 1.** 多科轮训和 Seminar 教学法介绍

### 3. IESC 教学体系的构建与五阶集成策略的实施

本文在探究生物技术专业人才培养实践教学改革的改革中，提出“多科轮训-Seminar 教学法”，通过多科轮训整合分子生物学、基因工程等核心课程的知识体系，结合 Seminar 教学法的研讨式学习，构建“需求导向-知识建构-思维拓展-价值实现”的教学闭环。该模式旨在强化课程间的逻辑衔接，提升知识的系统性与应用性；借助 Seminar 的辩证研讨机制，训练学生的批判性思维与复杂问题解决能力。为确保教学模式的有效实施，本研究构建“IESC 四维培育体系”（见图 2）和实施“五阶集成策略”（见图 4），以形成产业、教育、科研、创新创业的深度融合与有机联动。其中，IESC 体系各维度皆有理论借鉴。“整合”借鉴“一致性建构”理论，确保课程目标、教学与评价一致；“探索”融合项目式学习(Project-Based Learning, PBL)模式，以科研项目驱动探究；“协同”参照产学研合作教育理论，深度促进高校、企业与行业之间的紧密协作，提升学生职业竞争力；“创新”汲取奥斯本理论，激发双创热情，培育创新人才。

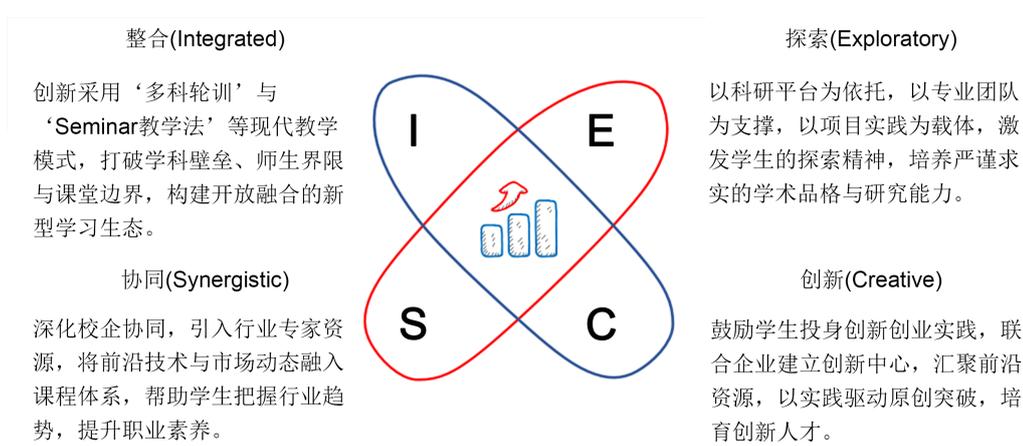


Figure 2. “IESC” cultivation system  
图 2. “IESC” 培育体系

#### 3.1. “IESC” 四维培育体系

##### 3.1.1. 整合(Integrated)——教育革新的贯彻

教育革新要实现战略转型，亟需不断更新教学内容和教学方法。在学科维度，采用多科轮训架构，建立基础-专业-前沿课程衔接机制，以能力矩阵为导向重组课程内容，设计螺旋递进的知识图谱；在师生互动层面，搭建智能教学支持系统，依托多屏交互的研讨型智慧教室实现教学场景的智能切换，通过虚拟仿真实验平台和在线学习系统构建“虚实融合”的实践环境[5]；在课堂边界拓展方面，创新性地实施“三空间联动”教学模式——物理空间的翻转课堂[6]、虚拟空间的云端实验室、社会空间的产业实践基地协同运作，最终形成“学科交叉-师生协同-场域联通”的开放式育人新范式，全面提升学生的复合型创新能力。

##### 3.1.2. 探索(Exploratory)——科研引领的落实

科研引领作为 IESC 培养体系的关键维度，其核心在于构建“项目驱动-平台支撑-导师引领”三位一体的科研训练机制。首先，通过课程实验夯实学生的科研基本功、依托生物技术综合大实验实现多技术串联[7]。其次，通过申报大学生课外科研项目、开展 SRTP (Student Research Training Program) 训练或加入教师科研团队等多元化途径[8]，开展完整的科研课题研究，从而系统提升学生的科研素养。在此过程中，指导教师为学生提供全方位的实验环境。通过构建“实体+虚拟”双轨实验平台，设置“文献研读

- 问题发现 - 方案设计”三阶研讨流程,将科研数据转化为实验素材、将技术难题转化为毕业设计课题,引导学生了解学科发展动态、提升学生的科研设计能力,让学生在解决实际问题的过程中,深化对专业知识理解,掌握科研的方法与技能,有效指导学生从科研新手逐步成长为具有独立科研能力的专业人才。

### 3.1.3. 协同(Synergistic)——产业融合的体现

构建“需求对接 - 资源整合 - 协同育人”的三维联动机制,进而打破学校与企业之间的壁垒,达成紧密协同的合作关系,推动生物技术专业人才培养改革[9]。在产教融合改革过程中,通过“学校 + 企业”的教学方式,邀请企业专家参与 Seminar 讨论和多科轮训实践指导,分享产业实际案例,使教学不再局限于书本知识,而是以产业需求为导向,实时更新教学内容,确保学生所学知识和技能与产业发展保持同步。同时开展企业轮岗实习,进一步了解产业前沿技术与操作规范,提升个人职业素养,为适应未来工作岗位做好充分准备。

### 3.1.4. 创新(Creative)——创新创业的促进

在实施国家创新驱动发展战略背景下,高校作为创新创业教育的主阵地,肩负着培养具备创新精神、创业能力,即敢闯会创的创客型人才的重要使命[10]。为全面激发学生的创新创业意识,高校精心搭建“六维”协同的创新创业教育生态体系(见图3)。联合政府、企业和社会组织,形成共建共治共享的育人格局;确保教育政策、产业政策与创新政策相互衔接,对人力、物力、财力等资源进行系统整合,进而形成优势互补与资源共享;举办交流活动、创新创业竞赛(如“挑战杯”、“互联网+”、创新创业大赛等),搭建线上线下相结合的综合服务平台,助力各方资源有效对接,以赛促学的同时不仅进一步完善成果转化落地也为企业发展注入新的灵感与动力[11]。

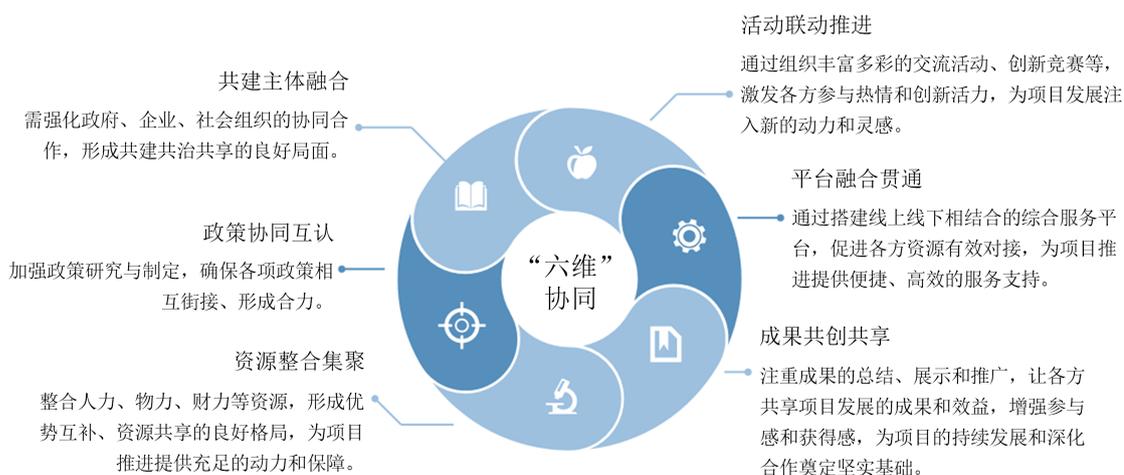


Figure 3. The “six-dimensional” collaboration model

图3. “六维”协同模式

## 3.2. “五阶集成”实施策略

“五阶集成”实施策略旨在完成基于 IESC 理念制定的“知识 - 能力 - 素质”三维培养目标,实现教学体系质量的螺旋式提升,为应用型创新人才培养提供实践路径[12][13]。第一阶段为目标导向的轮训体系设计。通过组织专业教师与行业专家研讨,确定各轮训模块的预期成果(例如:生物技术专业基因工程模块要求学生掌握基因克隆实验操作),进而制定差异化教学内容与时间序列,确保知识传授、能力训练和素质养成呈阶梯式推进。第二阶段为师生互动的研讨式学习共同体构建。明确 Seminar 主题、形式与

要求,在每个轮训阶段结束后组织 Seminar 研讨会,引导学生分享学习心得、提出问题、探讨解决方案,形成“个体学习-集体建构”的双循环认知发展机制。第三阶段为跨学科的师资结构优化。从学科背景、行业经验、教学法三个维度配置教师发展路径。实施“双师双能”培育计划以加强复合型师资队伍的建设,提升教师课程整合与实践指导能力,为教学体系的实施提供有力保障。第四阶段完善多元化评价体系。整合过程性评价(学生成长档案)、结果性评价(能力认证)和增值性评价(素质发展量表),结合师生互评、同行评议,全面分析教学效果。第五阶段建立质量保证机制。根据评价结果及时调整教学内容、与产业需求的匹配度、教学策略和学习风格的適切性,建立年度教学质量报告制度,规范模式迭代流程,确保教学体系持续改进,实现教学与产业需求的动态适配,不断提升人才培养质量(图 4)。

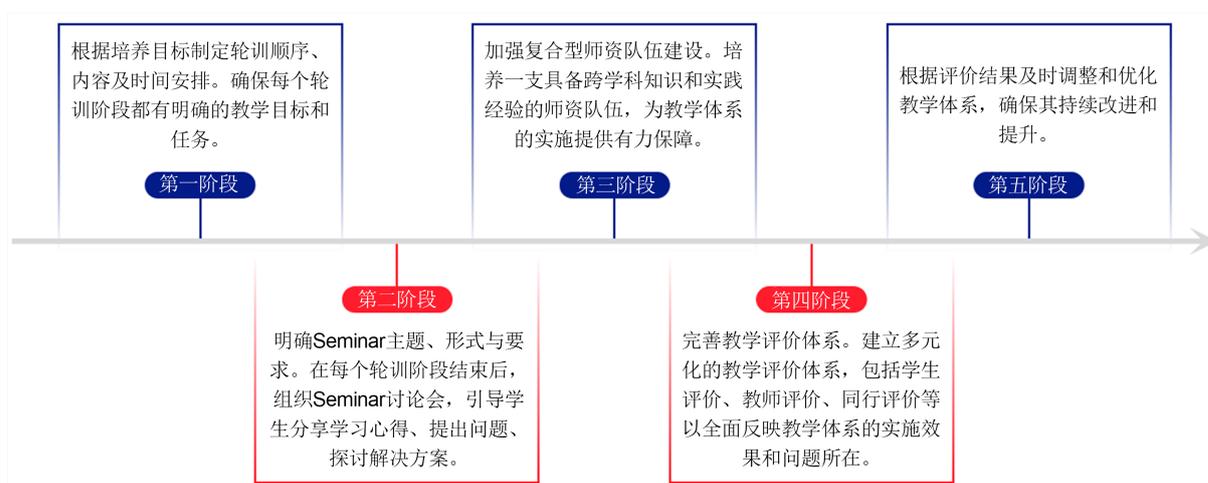


Figure 4. Five-stage integrated strategy

图 4. 五阶集成策略

#### 4. 教学效果评估

传统教学评价体系过度依赖期末考试成绩这一总结性评价方式[14],导致评价过程呈现“三重失衡”现象,即重结果轻过程、重知识轻素养、重个体轻协作。这种评价方式不但难以捕捉学生在学习过程中的动态发展轨迹,也无法有效评估学生的高阶思维能力和复杂情境问题解决能力。为突破这一困局,本文提出“三元评价模式”(见图 5),从评价方法、评价内容和评价主体三个维度,构建全面、科学的教学评价体系。

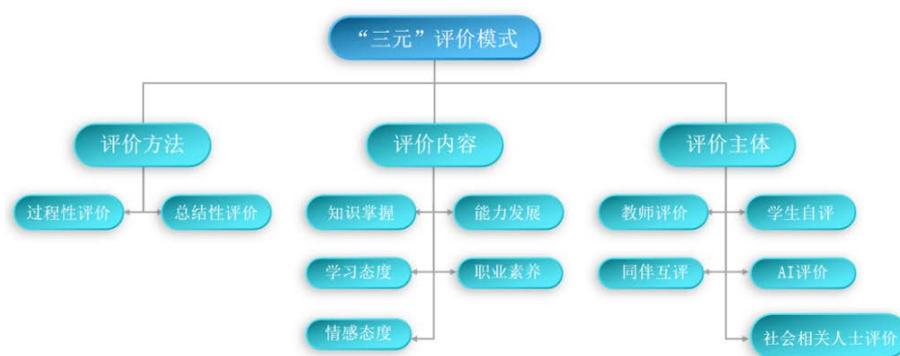
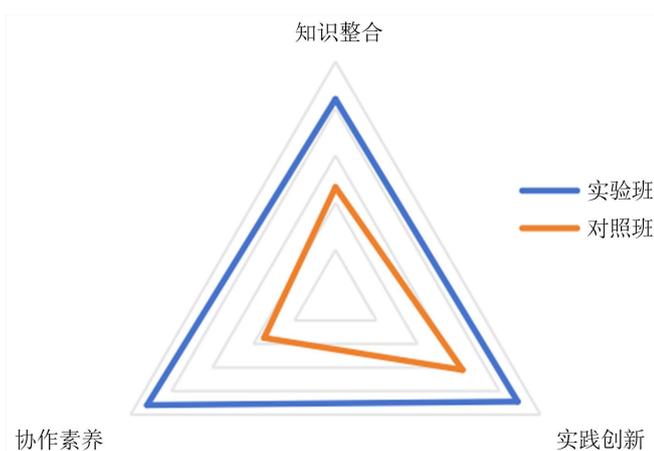


Figure 5. The "three-element" evaluation model

图 5. “三元”评价模式

在评价方法上,建立过程性与总结性评价的双轨机制。前者借助学习通、雨课堂等在线教育平台,追踪学生线上活动数据(如:签到频次、随堂测验、问卷调查及互动讨论参与度等)多维度衡量学生学习成效与素养[15];后者采用模块化考核(理论测试+实践任务)实现知识体系的整合性评估。在评价内容上,构建“知识-能力-素养”三维框架,运用项目式学习、案例分析、跟岗顶岗实习等多元方式重点考察知识迁移、创新思维和职业伦理等核心素养,并借助他人评价、心理测评等工具评估学生情感态度。在评价主体上,形成“师生-AI-行业”协同网络,打破教师单一评价的局限,通过自评互评、智能分析、企业评价等方式,实现教学评价从封闭系统向开放生态的转变。

上述构建的“三元评价模式”不仅重塑了教学评价的体系架构,更为创新教学模式的实践效果验证提供了科学标尺。为切实检验该评价模式赋能下的教学改革成效,本研究选取生物技术专业两个平行班(实验班和对照班)进行对比实验(见图6)。实验班采用多科轮训联合 Seminar 教学法,对照班沿用传统教学模式。通过一学年的跟踪评估,实验班学生在以下方面显著优于对照班:在知识整合上,实验班凭借创新教学法高效精准梳理多学科知识,构建连贯图谱,优势突出;协作素养方面,小组研讨的高频互动锻造其团队协同力,默契配合超对照班;实践创新领域,受教学模式激励,实验班将理论迁移实际,开拓创新,解决问题与思维活跃度大幅领先。以上教学评估效果印证了多科轮训与 Seminar 教学法的协同效应,彰显该创新教学模式培育高素质人才的卓越效能与前景。



**Figure 6.** Comparison of core competencies between experimental class and control class

**图 6.** 实验班与对照班核心能力对比

## 5. 讨论

基于 IESC 培育体系理念,本研究通过构建多科轮训联合 Seminar 教学法,为生物技术专业实践教学改革提供了新的思路和方法。多学科交叉的轮训模式有效打破了学生的知识壁垒并帮助学生建立系统化的知识框架。值得注意的是,轮训内容的衔接性和递进性仍需进一步优化;Seminar 教学法的参与规则及研讨质量还有待提高。未来可继续探索将虚拟仿真实验技术与 Seminar 相结合,通过模拟真实科研场景,增强学生的实践认知能力。同时,还要进一步学习产教融合、多元协同育人的成功经验,为人才培养提供更多实践机会和资源支持,探索生物技术专业与行业企业之间的深度合作机制。开发基于真实产业需求的实习岗位(如:与“模式动物实验平台”携手共建生产实习岗位),为生物技术专业学生提供实践实训机会。未来,我们将继续探索国际化人才培养路径。通过持续优化教学体系,为生物技术领域输送更多具备创新能力和国际视野的高素质应用型创新人才。

## 基金项目

岭南师范学院 2023 年度校级教学质量与教学改革工程项目“基于生物技术的医学创新研究与应用转化实践教学基地”(项目编号: 000302303704); 岭南师范学院 2023 年度校级教育教学研究和改革资助项目“基于科教融合的生物技术专业《食品安全学》教学模式的探索与实践”(岭师教务〔2023〕85 号, 5); 2025 年岭南师范学院大学生创新创业训练计划资助项目“*pi4kb* 基因在斑马鱼视网膜发育及光转导功能中的作用及其分子机制”(双创〔2025〕14 号, 97)。

## 参考文献

- [1] 贾鑫, 岳鑫, 张英, 等. 应用型人才培养模式下中药生物技术课程教学改革新路径[J]. 卫生职业教育, 2025, 43(1): 31-34.
- [2] 陈坚. 基于 STEM 教育理念的应用型人才培养[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2022, 41(6): 607-610.
- [3] Burggren, W., Chapman, K., Keller, B.B., et al. (2017) Interdisciplinarity in the Biological Sciences. In: Frodeman, R., Ed., *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, 2nd Edition, Oxford University Press, 101-113.
- [4] 龚洪. 交叉学科视域下复合型教师的培养旨向及实现路径[J]. 内蒙古社会科学, 2023, 44(2): 205-212.
- [5] 缪玉周, 周书民, 高金贺, 等. 基于课堂教学改革为导向的高校智慧教室建设探析——以华东理工大学为例[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2022, 41(4): 397-400.
- [6] 路景涛, 王怡, 夏觅真, 等. 翻转课堂联合 Seminar 教学法构建“细胞工程”教学模式探讨[J]. 教育教学论坛, 2024(51): 149-152.
- [7] 王峰, 陈雪芹, 陈健, 等. 科研带动教学、促进学生创新能力培养的教学实践——以哈工大微纳卫星学生团队培养模式为例[J]. 大学教育, 2020(3): 146-148.
- [8] 王谦, 周小玉, 毕大森, 等. “新工科”项目促进和科研带动本科学生发展的教学模式研究[J]. 模具工业, 2018, 44(5): 72-73, 77.
- [9] 王鹏. 产教融合背景下食品生物技术专业改革与实践[J]. 中国食品, 2024(14): 15-17.
- [10] 王启要, 庄英萍, 白云鹏, 等. 生物工程创客体系构建和创新人才培养探索——以华东理工大学“生物创客”为例[J]. 化工高等教育, 2020, 37(5): 26-30.
- [11] 陈珠灵, 汤傲, 许紫婷, 等. 以赛促改推动科研反哺本科实验教学[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(10): 22-24.
- [12] 熊兴东. 医学院校生物技术专业应用型人才培养模式的改革与实践[J]. 卫生职业教育, 2022, 40(7): 1-3.
- [13] 王俊富, 刘才玮, 邵先锋. 基于递进式训练的“双创”教育教学模式改革探索[J]. 高教学刊, 2025, 11(3): 76-79+84.
- [14] 陈积忠. 教育质量唯分数评价的弊端和应对策略[J]. 课程教育研究, 2020(46): 3-4.
- [15] 熊秋林, 邹晴岚, 金丽萍, 等. 混合式在线教学模式设计与实践——以“自然地理学”课程为例[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2022, 41(1): 83-86.