

面向工程教育认证的《食品分析实验》智慧教学体系构建与实践 ——融合人工智能与课程思政的 OBE 导向改革

王 会 陈 芳 方春敏

聊城大学 药学与食品工程学院（哈瓦那学院）、山东省蛋白与多肽类药物应用技术重点实验室（筹） 山东
聊城 252059

【摘 要】：工程教育认证关注课程是否真正促成学生能力形成，并要求教学过程能够留下可追溯的达成证据。《食品分析实验》原有教学在目标对应、综合任务、过程评价以及课程思政的连续融入方面仍有改进空间。基于 OBE 思路，课程从毕业要求指标点出发，把人工智能工具嵌入预习、实验实施、数据分析和课后反馈，同时将食品安全责任、科学诚信和标准意识放入具体实验任务中。改革的重点不是简单增加数字化资源，而是重新梳理目标、项目、评价与改进之间的关系，使方案设计、规范操作、数据判断和责任意识能够在同一教学过程中得到训练与评价。

【关键词】：工程教育认证；食品分析实验；人工智能；课程思政；OBE；智慧教学

DOI:10.12417/2705-1358.26.15.051

在工程教育认证框架下，一门实验课程的价值不能只用“做过多少实验”来衡量，更需要说明学生通过这些实验形成了哪些能力，以及这些能力如何被评价。《食品分析实验》涉及水分、灰分、蛋白质、脂肪、总糖、添加剂和污染物等检测内容，既有较强的操作性，也包含标准执行、质量判断和数据解释等工程要求。面对食品检测技术的数字化发展，课程教学有必要从相对独立的单项操作训练，逐步转向以问题和数据为线索的综合实践。

1 《食品分析实验》教学现状及问题分析

从现有教学运行情况看，基本操作训练、实验报告撰写以及线上资源建设已有一定基础，但与认证强调的“目标—实施—评价—改进”逻辑相比仍存在脱节。首先，部分实验任务与毕业要求指标点之间的对应关系不够明确，学生完成操作后，方案设计、现代工具使用和工程伦理等能力是否得到训练并不容易判断。其次，验证性实验占比较高，学生自主查阅标准、比较方法和处理异常数据的机会偏少。再次，成绩更多来自最终报告，称量、配液、仪器使用、原始记录等过程信息没有得到充分利用。课程思政和 AI 虽已进入课堂，但多以案例介绍或工具演示的形式出现，与具体任务和评价标准结合得还不紧密。基于这些问题，后续改革需把知识学习、能力训练和价值判断放到同一教学链条中考虑^[1-3]。

2 改革基础与建设思路

工程教育认证要求课程对毕业要求的支撑“可说明、可评

价、可改进”。因此，实验教学不应止于按步骤完成操作，而应让学生经历问题识别、方法选择、实验实施、结果解释和反思改进的完整过程。食品分析直接关联质量控制和食品安全，学生既要得到较可靠的检测结果，也要理解方法适用范围、误差来源及检测结论的责任边界。

AI 在课程中定位为辅助判断工具。课前用于推送资源和识别预习薄弱点；课中根据电子记录提示明显异常；课后检查数据完整性、计算链条和报告格式，为教师复核提供线索^[4]。课程思政则不另设独立环节，而是进入原始记录、标准查阅、异常数据处理和结果判定，使食品安全、科学诚信和职业伦理表现为可观察的实验行为^[5-7]。

3 智慧教学体系构建

3.1 课程目标重构

课程目标按照学生完成课程后能够表现出的学习成果重新表述。目标 1 要求学生理解常用食品分析方法的基本原理、适用条件以及相关检测标准；目标 2 强调根据样品特点选择检测方法，能够完成预处理、试剂配制、仪器校准和规范操作；目标 3 关注数据能力，要求学生利用统计分析、图表和适当的 AI 工具识别异常、分析误差并形成有依据的结论；目标 4 则落实实验安全、科学诚信、食品安全责任、职业伦理和团队协作等要求。四项目标分别对应知识理解、实验实施、数据判断和职业素养，又在综合实验中相互交叉。

3.2 教学内容重构

教学内容按能力难度逐步增加。基础部分仍保留水分、灰分、酸价、蛋白质和还原糖等经典测定,用于训练称量、配液、滴定和仪器操作等基本规范;进入综合设计阶段后,学生围绕乳制品、食用油或果蔬饮料的质量评价查阅标准、比较方法并确定实验方案。智能拓展任务把标准曲线拟合、异常值识别和品质预测引入数据处理,使学生看到数字工具在检测中的具体用途。工程应用部分则采用添加剂合规性、粮油风险判断以及标签与实测结果一致性等情境,要求学生不仅给出检测结果,还要解释其质量含义。

3.3 AI 赋能教学流程设计

教学过程按实验发生的先后顺序组织。课前,学生通过平台完成微课、标准方法和安全要求的学习,并参加预习测试;课中,学生分组完成实验,同时记录并上传称样量、滴定体积、吸光度、标准曲线参数等关键数据。系统对明显超出合理范围的吸光度、平行样差异、空白值或单位换算进行提示,但是否需要重做、如何解释仍由学生结合实验条件判断,教师负责复核。课后,学生提交实验报告和反思记录,AI 可先检查数据缺项、图表格式、计算链条及误差分析中的明显问题,教师再从方法合理性、结论可靠性和责任意识等方面进行评价。由此形成的过程数据可继续用于课程目标达成分析^[8]。

4 课程思政融入设计

4.1 思政目标与专业目标协同

课程思政的落点设置在课程目标4,但其实施并不局限于某一节课。实验中的安全操作、原始记录、标准执行、异常数据处理和小组协作都被作为观察点,与相应项目的评价标准相联系。学生需要在任务中说明为什么要如实记录、为什么不能随意舍弃“不好看”的数据、为什么检测结果必须依据标准解释。这样的安排使食品安全、科学诚信、工程伦理和社会责任不再停留在概念层面,而是体现在每一次操作和判断之中。

4.2 思政元素与实验项目融合

思政元素与实验内容采用“就题进入”的方式。水分、灰分测定可结合标签标示与实测结果讨论产品信息真实性;蛋白质测定除训练凯氏定氮法外,还引导学生分析方法假设、适用范围及其局限;食品添加剂检测直接使用食品安全标准和限量要求,让学生练习依据标准判断结果,而不是只完成数值计算。重金属或农药残留的虚拟仿真任务则把检测结果放到产业链安全和监管情境中讨论,使学生理解检测数据与健康风险、生产管理之间的联系^[9]。

4.3 思政评价方式设计

对课程思政的评价尽量依托学生已经完成的实验活动,而不单独增加抽象问答。教师从三类材料中取证:一类是实验行为,如安全规范、原始记录真实性、团队分工和守规情况;一类是学生在报告、误差分析和反思记录中的文字说明;另一类是工程应用任务中的判断结果及理由,例如能否依据标准说明某项检测结果的合规性,并进一步讨论其对企业生产、市场监管或消费者权益意味着什么。通过这种方式,价值判断与专业判断使用同一组任务证据。

5 教学评价与达成度分析

5.1 多元过程评价体系

成绩由多个环节共同构成,其中课前预习与测试占15%,实验操作与规范占25%,实验数据处理占20%,实验报告与结果讨论占25%,课程思政与反思改进占15%。不同环节关注的内容并不重复:预习部分主要看标准阅读、安全要求和基本原理是否掌握;操作环节记录样品处理、试剂配制、仪器使用及协作规范;数据处理侧重标准曲线、结果计算、异常识别、误差分析和AI工具的合理使用;实验报告评价图表、论证、结论及其工程解释;反思部分则考察学生对食品安全责任、科学诚信和职业伦理的理解^[10]。这样可以避免一次报告成绩代表全部学习表现。

5.2 课程目标达成度计算

课程目标达成度按对应评价环节的权重进行汇总。若某一目标由若干评价环节共同支撑,各环节权重记为 W_i ,平均得分率记为 S_i ,则该目标的达成度为 $\Sigma(W_i \times S_i)$ 。以目标3为例,数据处理、实验报告和课后反思的权重分别设为0.50、0.30和0.20;当三个环节的得分率依次为0.82、0.80和0.78时,计算得到的目标达成度约为0.81。课程组据此建立“实验项目—评价环节—课程目标”的对应表,不仅查看总体结果,也关注某一能力在班级中的集中薄弱点。

5.3 教学实践结果

改革在食品科学与工程专业两个自然班中实施一个学期。课堂组织由单纯的“讲解—操作—交报告”改为平台预习、实验过程记录、数据诊断和课后反馈相衔接的方式。从该学期的课堂记录和学生作业表现看,教师能够根据预习测试中暴露的问题调整讲解重点,学生在试剂配制、平行样测定、原始数据记录和仪器使用方面的规范性有所改善。与以往只呈现实验数值相比,部分报告开始主动使用图表解释结果,并能把误差来源和质量判断联系起来。将标准条款和真实案例放入实验讨论后,学生对检测结果所对应的职业责任也有了更具体的认识。

6 持续改进机制

6.1 基于数据的教学诊断

平台记录的预习、测试、操作、实验数据、报告和反思信息,被用来判断学生究竟在哪一环节遇到困难。例如,标准曲线相关性不理想可能与配液或读数有关,滴定终点偏差可能来自操作判断,误差分析过于笼统则可能反映学生对方法原理理解不足。教师不直接把所有问题归结为“学生基础差”,而是结合过程证据判断是学习资源、课堂示范、标准理解还是操作训练需要调整。发现问题后,学生层面补充针对性资源,课程层面修改实验项目或评分标准,涉及毕业要求支撑的问题再反馈到专业层面的课程体系评价中。

6.2 教学内容持续优化

教学内容的调整依据每轮课程的达成情况进行。若基础操作问题集中出现,则增加关键步骤的短视频或虚拟仿真练习;若学生会做实验但不会解释数据,则在后续任务中强化标准曲线、置信区间、相对偏差和回收率等训练;工程应用能力不足时,增加需要查阅标准、比较方案和作出质量判断的综合任务。课程思政部分同样根据学生反思中的薄弱点调整问题设计,例如讨论凯氏定氮法的局限,或分析检测值接近添加剂限量时应

如何作出审慎的合规判断。

6.3 教师能力持续提升

课程实施对教师能力也提出了新的要求。教师既要熟悉食品分析实验技术和工程教育认证逻辑,又需要理解学习数据的含义,能够合理使用 AI 工具,并把课程思政转化为可执行的实验任务。为此,课程组采用集体备课和实验后复盘的方式,共同查看平台记录、学生报告和评分结果。每轮实验留下的问题及处理办法形成改进记录,下一轮备课时再据此修订。

7 结论

围绕工程教育认证的要求,本课程对《食品分析实验》的目标、任务、学习过程和评价方式进行了重新组织。OBE 的作用主要体现在把毕业要求落实到具体实验及其证据;人工智能用于支持预习诊断、实验数据检查和课后反馈;食品安全责任、科学诚信、标准意识和工程伦理则通过原始记录、标准判断和反思任务进入实验全过程。从一个学期的实践情况看,这种组织方式有助于教师更及时地掌握学生的学习困难,也使学生在规范操作、数据解释和质量判断之间建立更清晰的联系。后续仍需通过连续的达成分析和教学复盘检验并完善该体系。

参考文献:

- [1] 唐莹莹,杨慧萍,袁建.具有粮油特色的食品分析全实验教学改革与实践[J].粮食科技与经济,2021,46(1):60-61+77.
- [2] 原晓喻,黄现青,赵秋艳,等.基于应用型人才培养的“食品分析与检验”实验教学思索[J].农产品加工,2021,(4):112-114.
- [3] 侯真真,吴慧,李瑞婷,等.OBE 理念下“食品分析”教学模式改革的探讨[J].农产品加工,2022,(10):96-98+102.
- [4] 隋春霞,冯时,王多,等.数智化时代背景下《食品化学与分析》课程思政建设的教学改革与实践[J].食品工业科技,2024,45(11):323-332.
- [5] 孙春燕,李红霞,时晓磊,等.“现代食品分析新技术”课程思政教学设计与实践[J].食品工业,2022,43(7):267-270.
- [6] 张永清,肖付刚,李光辉,等.基于课程思政的“食品分析”教学研究与实践[J].广州化工,2022,50(15):203-206.
- [7] 米红波,吕长鑫,刁小琴,等.OBE 理念下“食品机械与设备”教学大纲的设计[J].食品工业,2022,43(3):230-232.
- [8] 王岩,刘茂华,由迎春.工程教育认证背景下课程教学改革的研究与实践[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2021,23(1):90-97.
- [9] 彭荣富,张婧,田好敏,等.工程教育认证背景下课程目标达成度评测研究[J].科技视界,2022,(2):41-43.
- [10] 郭丽红,吴海涛,杨洁,等.持续改进理念在工程教育专业认证中的实践[J].中国现代教育装备,2022,(1):69-71.