

新农科视域下“定量分析化学”的教学改革探索与实践

白玲*, 卢丽敏, 汪小强, 吴东平, 高艳莎

江西农业大学化学与材料学院, 南昌 330045

摘要: “定量分析化学”是农林高校相关专业学生必修的基础课, 在农、林、动科、环境、食品、生物类专业均有开设, 在“新农科”建设背景下, 本文针对课程学时数少和教学内容多、与“新农科”理念契合不足、教学内容和思政内容割裂、教学模式和考核方式单一、教学资源缺乏等教学痛点, 从教学内容、教学设计、教学模式、教学资源、思政教育、考核方式等方面提出了对策和建议, 以期对“定量分析化学”课程改革提供可借鉴的经验。

关键词: 定量分析化学; 教学改革; 思政教育; 实践与对策

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Teaching Reforms in “Quantitative Analytical Chemistry” under the Perspective of New Agricultural Science

Ling Bai*, Limin Lu, Xiaoqiang Wang, Dongping Wu, Yansha Gao

College of Chemistry and Materials, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China.

Abstract: “Quantitative Analytical Chemistry” is a compulsory foundational course for students in relevant majors at agricultural and forestry universities. It is offered in various fields such as agriculture, forestry, animal science, biology, food science, environmental science, and biology. Under the background of the construction of “new agricultural science”, this paper addresses several pain points in the teaching process, including the misalignment of limited teaching hours with extensive course content, lack of integration between the course’s subject matter and the concept of “New Agricultural Sciences”, disconnection between teaching content and ideological and political education, monotony in teaching modes and evaluation methods, and scarcity of teaching resources. The paper proposes solutions and suggestions in terms of teaching content, teaching design, teaching modes, teaching resources, ideological and political education, and evaluation methods, aiming to provide a reference for the reform of the “Quantitative Analytical Chemistry” course.

Key Words: Quantitative analytical chemistry; Reform in education; Ideological and political education; Practice and solutions

1 “定量分析化学”在农业高校人才培养中的地位与作用及教学现状

2019年以来, 我国全面推进“新农科”建设, 提出了面向新农业、新农村、新农民、新生态发展新农科的“四个面向”新理念, 对农业高校的农科人才培养提出了新要求和新挑战^[1]。而“定量分析化学”课程是农、林、动科、环境、食品、生物类专业学生必修的一门学科基础课, 是一门理论联系实际思想应用的典范课程, 也是学生后续进行科学研究和农科实践必须掌握的理论工具和培

收稿: 2023-08-28; 录用: 2023-10-27; 网络发表: 2023-11-03

*通讯作者, Email: lingbb716@163.com

基金资助: 江西省高等学校教学改革研究课题(JXJG-20-3-18); 江西农业大学线上线下混合式一流本科课程建设项目(赣农大教发[2021]41号)

养农科学生的应用及创新能力的基础,对“新农科”人才培养具有重要的支撑和推动作用。因此,为了契合“新农科”建设要求,全面提高课程教学质量,近年来各高校的分析化学工作者进行了大量教学改革研究,如表1所示,并取得了一定的改革成效。由表1可知,对于在不区分化学类和非化学类专业混合式的“分析化学”教学改革探索较多^[2-8],以及化学类的教学改革也较多^[9-14]。但对于独立的非化学类的基础“分析化学”教学改革较少^[15,16],其中农林高校只有一篇关于教材建设改革的报道。而且目前对于基础定量分析化学的教学仍然存在以下问题:

表1 课程教学改革现状情况对比

参考文献	发表年份	课程适用专业类别	改革内容
[2]	2023	化学化工类、环境工程类、生物医药类专业	以新工科人才需求为导向,采用项目驱动教学法进行课程改革
[3]	2023	化学、化学工程与技术、制药工程、环境科学与工程等专业	将专业课程与思想政治教育全方位糅合、渗透,形成“教书育人”一体化的全新教育模式
[4]	2022	化学、制药、环境与材料等专业	采用问题导向教学法,案例分析教学法落实“课程思政”教学改革
[5]	2022	应用化学、材料科学、食品科学、医疗器械等	在医工交叉背景下,从理论课程与医学深度融合、创新交叉融合教学新模式、强化医学应用实践课程等进行改革
[6]	2022	化工、环境、药学、食品等理工科类专业	融入思政的“分析化学”课程教学改革
[7]	2022	化学学院、环境学院、药学院、轻型产业学院和生命科学学院各专业	从课程目标、教学内容、教学方式、评价方式等方面开展线上线下混合式教学改革
[8]	2021	材料类、环境类、食品类、药学类等相关专业	工程认证背景下《基础分析化学》课程教学体系(教学模式、考核方式、实践及实验比重)的改革
[9]	2021	化学类专业分析化学系列课程	教师队伍、教学内容、教学方法、教材建设、教学管理等方面的改革
[10]	2021	化学工程与工艺专业	线上线下混合式教学模式改革
[11]	2021	化学与化学工程学院相关专业	课程思政建设改革
[12]	2021	化学及化工类专业	教学内容、教学模式、考核方式等方面的改革
[13]	2020	材料化学专业	从教学内容、教学方法、教学手段和考核方法等方面的改革
[14]	2020	化学及化工类专业	教学内容、教学方法、评价方式等方面的改革
[15]	2021	农学类、林学类、动物科学类、环境类、食品类、生物类等相关专业	新形态教材建设改革
[16]	2021	医药类专业	竞争型教学模式改革

(1) 非化学类专业的学时数少和教学内容多的矛盾日益突出,课堂教学学时严重不足。如,我校非化学类专业的“定量分析化学”只有24学时或16学时,而化学类专业一般为48学时或64学时不等。

(2) 课程的知识架构体系教育的深度和广度不足,无法挑战学习的“高阶性”。

(3) 课程“思政体系”教育的深度和广度不足;与“新农科”理念契合不足,为专业课程服务的作用较为薄弱。

(4) 教学模式、方法和考核方式等与现代教育教学技术结合的深度不足,教学相长的程度不够。

(5) 课程教学资源的深度和广度不足,无法有效驱动课程改革。

因此,为了解决课程的上述教学痛点,我们以“学生发展为中心,实现知识、能力、价值培养

三位一体”的教学理念为引领，紧紧围绕“定量分析化学课程服务新农科人才培养”为核心，从“思政铸魂”和“能力培养”两个维度来精心设计课程的教学改革。

2 “定量分析化学”课程的教学改革与实践

2.1 丰富课程教学内容，完善课程知识架构体系。

2.1.1 构建“点、线、面”三结合并融合农科应用的课程内容体系

① 构建“点、线、面”三结合具有“整体观、全局观、发展观、创新观”的知识架构体系，提升教学内容深度，强化“知识体系”教育。“定量分析化学”具有完备的知识架构体系。经过精心梳理和小结，该体系由“点”(章知识点、章节精讲课视频等)、“线”(创新主线(分析化学理论、方法、仪器的发展创新、理论联系实际、课程前沿和新进展等)、课程体系, 知识点思政线等)、“面”(知识结构树、滴定分析法小结、方法应用典型案例、思政典型案例等)三部分构成，这样能使知识点串成线、连成面、构成体，形成了一套具有“整体观、全局观、发展观、创新观”的知识架构体系。引导和培养学生科学思维方法，深化知识理解，培养创新意识。课程主要分析方法的发展创新主线如图1所示。

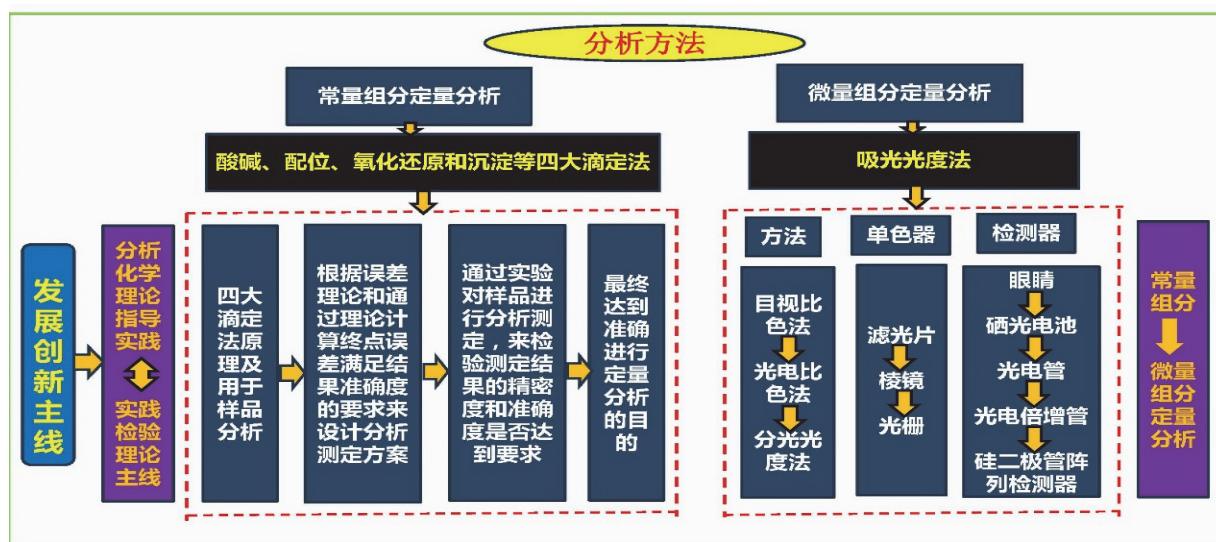


图1 课程主要分析方法的发展创新主线

② 融合农科专业知识，扩展教学内容广度。将新农科的理念、需求和前沿等融入课程内容，建设分析化学农科应用案例库，建立化学基础知识与涉农等相关专业课程之间的相互关系，落实新农科理念，实现化学知识的迁移和延伸，实现与农科的有效融合。例如，四大滴定法在非化学类专业的应用典型案例目录如图2所示。

2.1.2 完善和创新“定量分析化学”课程思政内容知识体系

深入挖掘课程蕴含的思政元素，构建了以课程知识点、理论创立历史、分析方法的应用和分析科学家的励志故事等思政典型案例为“切入点”，以挖掘出的各章节对应的思政元素为“融入点”，涵盖“知农爱农家国情怀、科学素养、责任担当、辩证唯物主义的哲学思想、绿色环保思想”等模块构成的课程思政内容体系；建设了课程思政案例库。提升思政教学内容的深度广度，实现与思政的有效融合。

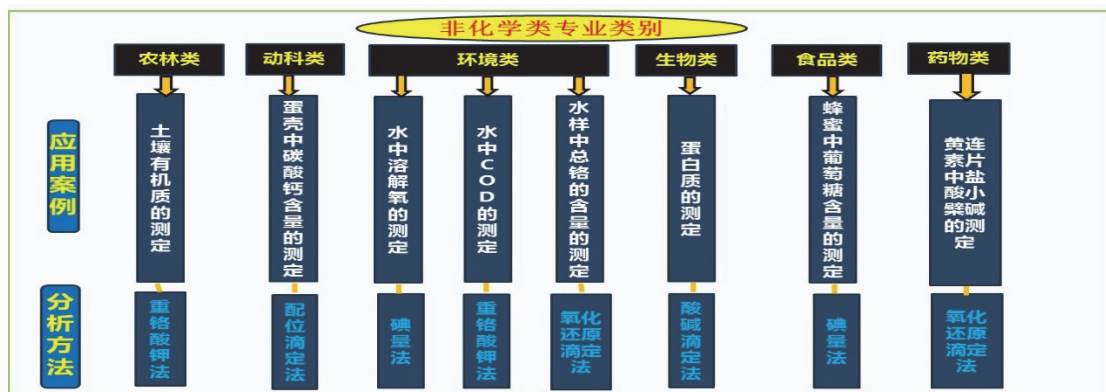


图2 四大滴定法与“农林高校”各类专业结合的样品分析测定应用案例

2.2 深挖课程思政，实现价值塑造

2.2.1 采用专业教学与思政教育的融合设计，优化教学活动设计

依托课程内容体系，采用知识点思政线和教学案例思政线贯穿课程始终。知识点思政线即围绕具体的知识点展开，通过有机融入思政元素，润物无声地培养学生的智育和德育。教学案例思政线即从教学案例中挖掘思政元素，引导学生从“定量分析化学”角度去思考这些社会问题，将所学知识与社会实际问题相结合，形成自己的科学观和世界观。“定量分析化学”专业教学与课程思政相融合的教学设计如表2所示。

表2 定量分析化学课程思政教学设计举例

教学内容	思政点	思政融合设计
第1章 分析化学概论	分析化学任务和作用	通过案例教学和分析科学家故事，培养化学人的社会责任感和担当意识
第2章 定量分析的误差和分析结果的数据处理	随机误差的性质	通过分析随机误差的正态分布图，引导学生在思考问题时应全盘考虑，不应以点带面，误入歧途。培养学生正确的人生观
第3章 滴定分析法概述	分析结果的计算	通过案例教学，培养工匠精神和责任意识
第4章 酸碱滴定法	酸碱指示剂的变色原理	通过分析、讨论变色范围，培养学生“量变到质变”的哲学思维
第5章 配位滴定法	金属指示剂应具备的条件	通过讨论教学，培养学生具体问题具体分析的辩证唯物主义思想
第6章 氧化还原滴定法	重铬酸钾法	讨论重铬酸钾溶液及废液中三价铬的回收，培养学生环保意识和身为化学人的社会责任感
第7章 沉淀滴定法	沉淀滴定法的应用	提升利用所学知识分析问题、解决问题的能力
第8章 重量分析法	重量分析法在粮食贮藏和加工中的作用	弘扬社会主义核心价值观，贯彻落实“十四五”粮食安全战略，培养学生的社会责任感，用科技服务于社会
第9章 吸光光度法	物质对光的选择性吸收	通过分析物质选择性吸收光的基本原理，对学生渗透本质决定现象的哲学思想

2.2.2 讲好课程思政，实现价值塑造

(1) 讲好分析化学发展史和科学家故事，厚植学生爱国情怀，弘扬社会主义核心价值观，培养社会责任感、担当意识和勇攀科学高峰的精神和精益求精的工匠精神。课程主要分析方法的创立科学家如表3所示。

表3 课程主要分析方法的创立科学家

科学家名称	分析方法创立年份	分析方法名称
贝采利乌斯(瑞典)	1810年	重量分析法
盖-吕萨克(法国)	1824年	酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法
朗伯(瑞士)	1729年	吸光光度法
比尔(德国)	1852年	朗伯-比尔定律
施瓦岑巴赫(瑞士)	1945年	配位滴定法
高鸿(中国)	1956年	示波滴定分析

(2) 讲好辩证法哲学思想在分析化学中的应用(见表4), 培养学生辩证唯物主义的思想观和方法论。

表4 部分课程内容体现的辩证法哲学思想

序号	课程内容	思政目标
1	氧化还原滴定法: 氧化与还原, 氧化与还原反应的实质为电子的转移 酸碱滴定法: 酸与碱, 实现酸碱之间的转化可以通过质子的得失	培养批判性思维能力、勇于探索的科学精神、 对立统一 等辩证唯物主义思想
2	酸碱、配位、沉淀和氧化还原四大滴定法的滴定曲线均有滴定突跃, 当滴定剂添加到一定程度时就会出现变色、沉淀等现象, 即量变导致质变	培养厚积薄发、行稳致远的品质, 提升理论联系实际的能力和 从量变到质变 的唯物主义思想观和方法论
3	四大滴定法中, 为了判断反应的完全程度都需要用指示剂指示终点, 但不同的是使用指示剂的类型及变色原理不同	说明各种滴定分析方法使用的指示剂是存在 共性与个性的辩证关系 。在学习过程中要善于总结规律, 寻找事物的共同规律, 注意前后知识的相互联系, 从而掌握科学的学习方法
4	高锰酸钾法测定氮时出现微红色30 s且不褪色即为终点, 是因为空气中的还原性物质、粉尘等使稍微过量的高锰酸钾重新被还原致使粉红色消失	体现了“ 通过现象看本质 ”的哲学思想。因此, 在学习过程中, 不仅要看实验现象, 还要透过现象思考分析内在本质, 知其然同时也要知其所以然

(3) 讲好绿色分析方法的设计和建立, 如: 重铬酸钾法测定铁是测定矿石中全铁量的标准方法, 但由于 HgCl_2 有毒, 不利于环境保护, 因此多种无汞定铁法应运而生。培养学生绿色分析化学理念和提升环境保护意识及食品安全意识。

(4) 讲好滴定分析方法在环境、农业和食品分析监测中应用(见图2), 强化分析方案设计训练, 提升学生理论联系实际(如, 分析化学理论运用于农科实践)和创新的能力, 塑造学生“知农爱农”的情怀、健康的思想观念和道德品质。具体的改革措施有: ① 系统讲授分析方案设计和设计案例; ② 运用所学知识及有关参考资料对实际试样写出实验分析方案设计; ③ 在老师指导下对样品体系的组分含量进行分析, 培养学生分析问题、解决问题和创新的能力, 提高学生的分析化学素质。

2.3 采用线上线下混合式教学模式, 突出能力培养, 实现学以致用

2.3.1 线上线下课程学时分布

我校根据课程开设专业的不同, 有24和16学时两种。我们分别精选了12和8个学时为线上教学内容, 12和8学时为线下教学内容。具体如图3所示。

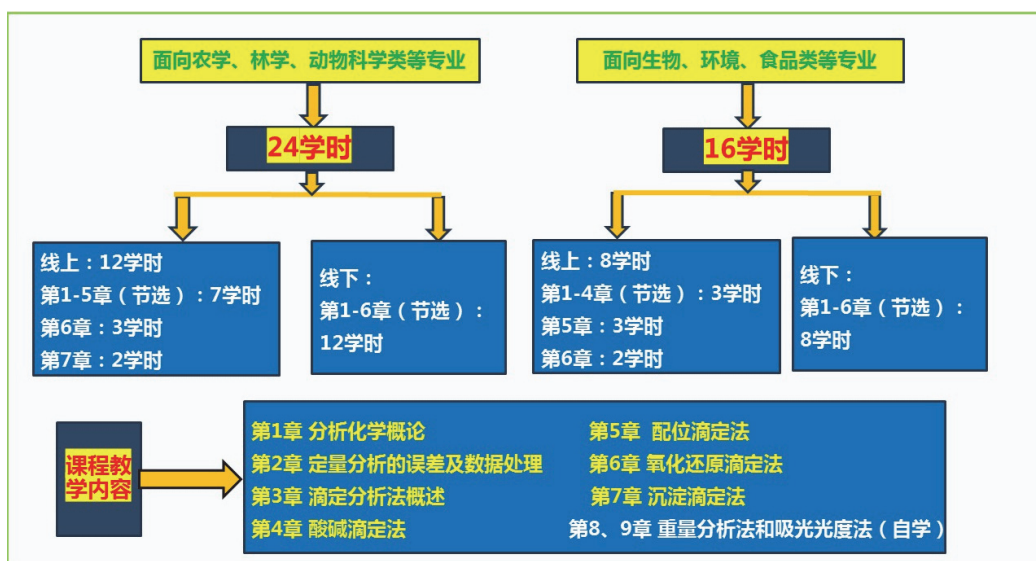


图3 线上线下课程学时安排

2.3.2 构建“课前导学→课堂学习→课后提升”的线上线下混合教学模式

充分利用现代化数字技术,采用“课前自主学习→课中探究学习→课后拓展提高”的线上线下混合教学模式(见图4)。依托建设的定量分析化学在线一流课程超星平台、新形态“二维码”教材,每个环节采用不同的教学方法,引导学生进行深度学习,在基础→提高→应用三个层次上,实现有效学习。具体如图4所示。

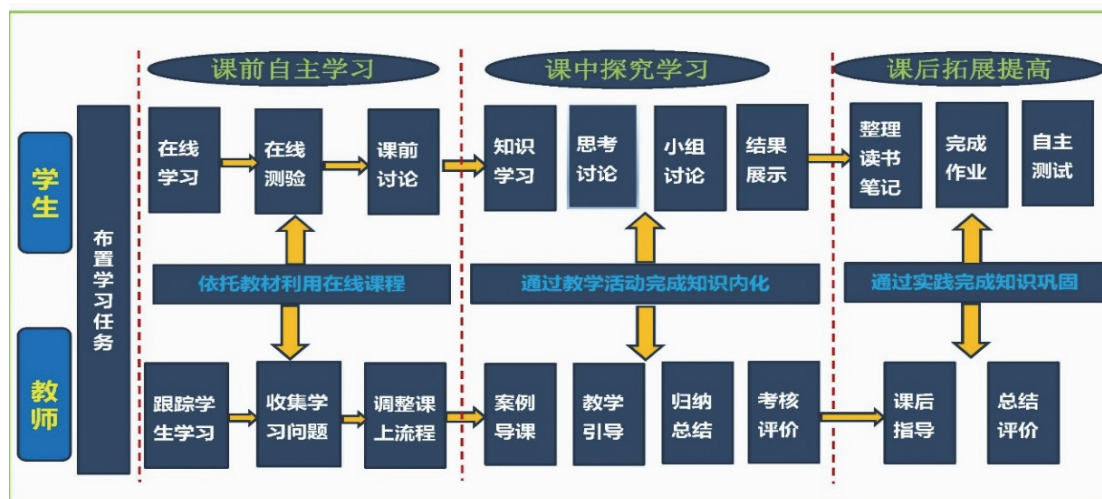


图4 线上线下混合式教学模式

(1) 课前自主学习。课前教师在学习平台发布话题讨论、学习资料等预习任务,依托线上教学资源,以学生自学为主,自主完成章节的线上学习,如,观看和学习授课视频、知识点小结、科学家传记、应用案例、思政案例及进行单元测试等;学生对老师提出的思考题进行讨论,查找资料,完成预习任务。教师跟踪学生线上预习情况,并根据预习完成情况梳理出学习问题。

(2) 课中探究学习。课中由教师精心讲授,深度挖掘课程思政案例,通过问题驱动法、“盐入水浸润式”思政教学法、案例教学法、翻转课堂法、分组讨论法等多种新型教学方法的配合使用;增

加“滴定分析小结——补充讲课、课程思政案例教学、分析方案设计——主题研讨、分析方法的选择——案例点评、习题课——作业讲评”五个主题课堂教学，实现知识传授与价值培养双目标。例如，教师可结合生活中典型案例导入，对课前学生预习情况进行分析和点评，然后分析知识点重难点讲解；在教师的指导下，学生通过小组讨论等方法分析问题、解决问题，激发其学习兴趣。通过案例教学引导学生学会提出问题、分析问题和解决问题。

(3) 课后拓展提高。为了对课中的学习内容进行强化提高，课后要求学生整理读书笔记比较线上提交。教师在学习平台发布拓展任务、测试题、思考题等，学生完成拓展任务和单元自测；课后依托学习通，以讨论、抢答、问卷、随堂测试等方式检查学生学习效果，及时查漏补缺。同时利用QQ、微信等为学生答疑解惑；通过绘制章节知识结构树、教师提问、问题讨论等方式，培养学生自主学习及归纳总结的能力，实现知识内化。

因此，通过上述线上线下双线融合的教学模式，能打破时间与空间的局限，将课堂从线下实体课堂延伸到线上虚拟课堂，全方位研究思政元素与专业知识在课前、课中、课后无缝对接的教学方法、教学案例等；然后以实践结果为依据，反思教学效果，优化课程专业和思政教学策略和案例，为切实提高专业课程育人实效提供有力保障。

2.4 建设和丰富立体化教学资源库，全过程协同教学

充分利用现代化数字技术，与时俱进、匠心打造了线上线下教学资源平台，强化教材建设。建设了“线上线下2维度、课前课中课后3段衔接、基础教辅拓展3模块”全程贯穿、立体化的教学资源保障体系。例如，我校构建了线上《定量分析化学》(2021年)一流课程教学平台和《定量分析化学》(2018和2022年)新形态“二维码”线下(纸质)线上(二维码)教材平台。该平台具有丰富多彩的教辅材料和课外拓展材料。如，3模块融合农科特色的教学资源库，可以方便地获知“知识体系”、“思政体系”和“拓展材料”等创新性内容；同时在新形态教材中的“二维码”融入精讲视频、章知识结构树、应用案例库、思政案例库、相关化学家传记等“3模块”资源(见图5)，学习时可与金课资源进行有效互补并可实时动态更新，从而实现教学资源协同的全过程教学环境，立体贯通的教学流程；有效提升学生学习兴趣和学习效率，拓展知识面，提升课程的改革效果。

2.5 改革考核方式，全面评价学生学习效果

依托学习通，采取过程性评价和总结性评价相结合，构建多元化评价模式，实现对学生全过程、多层面综合性评价，如图6所示。

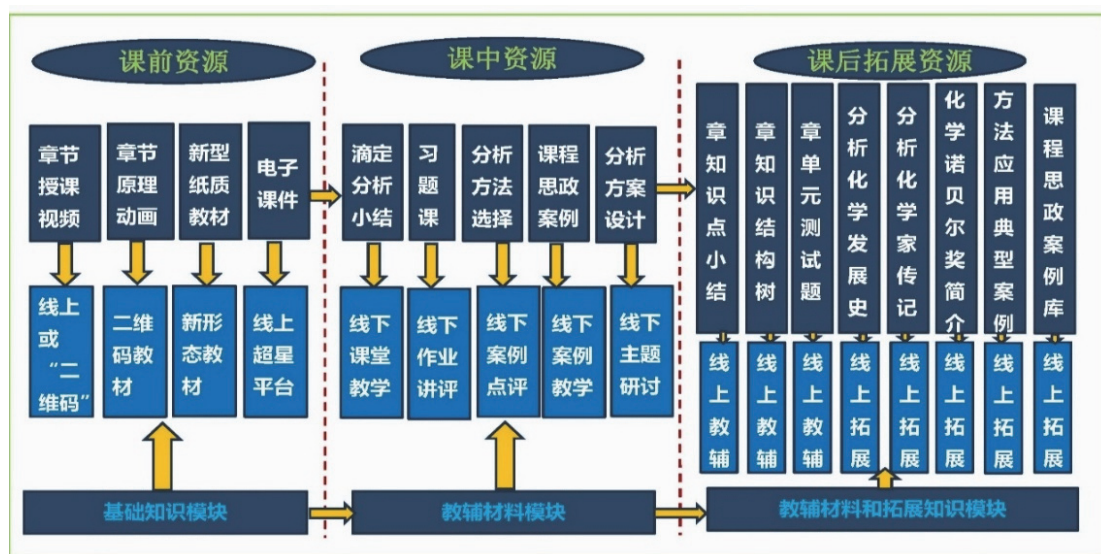


图5 “基础知识、教辅材料和课外拓展材料”3模块教学资源图

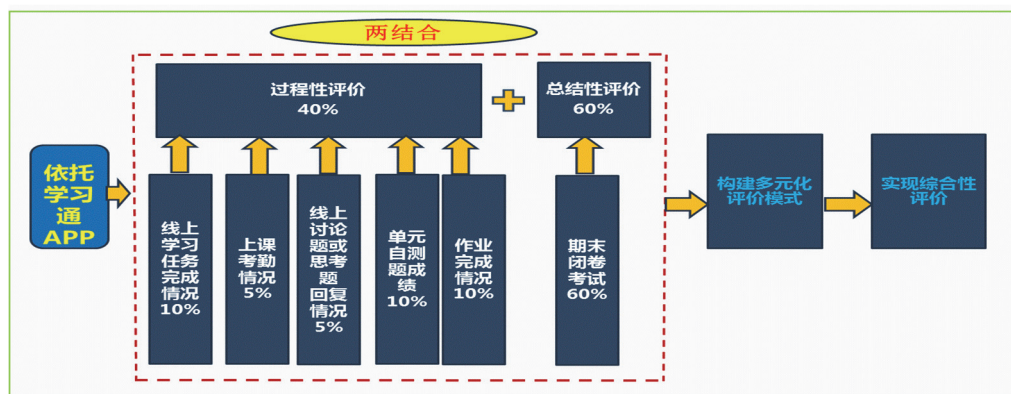


图6 课程多元化评价模式

因此, 通过将上述“教学内容、教学设计、教学模式、教学资源、考核方式”的改革对策进行教学过程的全程贯通, 使得知识体系与思政体系之间、线上与线下的教学资源之间、教师的教与学生的学之间, 既相互独立又紧密相连, 构成一个相互协调又相互促进的有机整体, 贯穿教学教育的全过程, 有利于达到立德树人的培养目标。

3 “定量分析化学”课程教学改革的实践和效果

通过构建的“点、线、面”专业知识教育与思想政治教育全方面糅合和渗透的崭新的一体化教育模式, 并将其应用于我校2021至2022级部分班级的本科生(一届学生涉及20多个专业、40多个班级、约1600余学生)的“定量分析化学”课程教学中, 取得了良好的教学效果。例如, 实验班级惟义农学2201班、惟义资环2101班期末考试卷面平均成绩均在80分左右, 同比非实验班级农学2202班、农学2101班, 平均成绩提高了8个点左右, 获得了学生一致好评。改革效果主要表现在以下几个方面。

(1) 加深了学生对爱国及“知农爱农”情怀和使命担当、哲学思想、环保思想等的理解和应用, 全方位提高其知识和思想水平。

(2) 提高了大学生的自主学习、逻辑思维、辩证思维等科学思维能力, 挑战了学习的“高阶性”; 同时提高了理论联系实际等分析化学知识运用于分析、解决和创新实际问题的能力。

(3) 线上线下混合式教学模式的使用和丰富的教学资源, 打破了课内与课外、时间与空间的局限, 较好地解决了课程内容多和学时少的矛盾, 拓展了知识面, 提升学生的学习兴趣 and 参与度, 大大提高了学生的学习效率和热情, 从而大幅度提高了课程的教学质量。

(4) 促进和提升了教师课程和教材建设等教学改革的能力, 提高了教师的思想和专业等综合素质。

4 结语

总体来说, 课程教学改革后, 学生情怀素质、学习和创新等综合能力显著提升, 为培养卓越农林新人才打下了坚实基础, 实现了立德树人和课程育人的统一。

展望未来, 我们将循序渐进地不断强化和优化课程改革, 培养更多满足新时代要求、创新型和应用型本科人才。

参 考 文 献

[1] 许晶, 付颖. 大学化学, 2022, 37 (8), 1.

[2] 高慧颖, 李艳青, 周阳修, 权宇珩, 赵鹏, 马宵颖, 杨华. 云南化工, 2023, 50 (7), 172.

- [3] 李燕, 蒋晓杰, 杨效登. 鲁东大学学报(自然科学版), **2023**, *39* (1), 38.
- [4] 闫卫红, 刘学国, 曾宪彩, 罗建成. 广州化工, **2022**, *50* (24), 216.
- [5] 辛艳梅. 广州化工, **2022**, *50* (22), 215.
- [6] 祝小艳, 钟桐生, 李媛, 贺国文. 化工时刊, **2022**, *36* (9), 47.
- [7] 许旭, 张蕾, 娄振宁, 张渝阳, 刘雪岩, 毛全兴. 广州化工, **2022**, *50* (15), 200.
- [8] 姜媛媛, 逯一中, 倪朋娟, 段广彬. 山东化工, **2021**, *50* (24), 232.
- [9] 吕海涛. 高师理科学刊, **2021**, *41* (10), 96.
- [10] 邹本雪, 刘瑶, 李爱雪, 张慧东, 于永鹏, 姜洪武. 广州化工, **2021**, *49* (18), 175.
- [11] 黄宝美, 杨智文, 张思涵, 谢玉芬. 广州化工, **2021**, *49* (18), 199.
- [12] 柯从玉, 郑莉, 张智平, 于洪江. 广州化工, **2021**, *49* (3), 117.
- [13] 张楠. 教育教学论坛, **2020**, No. 49, 194.
- [14] 赵丹丹, 陈盛余. 山东化工, **2020**, *49* (21), 159.
- [15] 白玲, 卢丽敏, 吴东平, 高艳莎. 江西化工, **2021**, *37* (5), 106.
- [16] 任丽英, 李倩倩, 马允, 王坤, 刘家水. 包头医学院学报, **2021**, *37* (1), 106.