

以创新为导向，思政为内核——数字化赋能分析化学实验教学模式改革

王俊*, 刘洁, 姬柳迪, 李月生, 王谢磊, 钟博豪, 江星奇
湖北科技学院核技术与化学生物学院, 湖北咸宁

摘要: 针对目前分析化学实验学生被动学, 内在驱动力不足等问题, 探讨以“创新型”人才培养为目标, 数字化教学助力, “基础型—设计型—创新型”进阶式实验教学模式为载体, 实施“预研为先—抛锚教学—实验探究—科技前沿—总结反思”的教学设计, 引导学生深入学习与实践。系统梳理实验项目中的课程思政切入点, 将思政元素有机融入实验教学内容, 激发学生的内在驱动力、团队合作意识, 树立严谨的科学思维和职业素养。

关键词: 分析化学实验; 数字化; 创新型; 课程思政; 教学方法

Innovation-oriented and with Ideological and Political Education as the Core——Reform of the Experimental Teaching Model of Analytical Chemistry Empowered by Digitalization

Jun Wang*, Jie Liu, Liudi Ji, Yuesheng Li, Xielei Wang, Bohao Zhong, Xingqi Jiang

School of Nuclear Technology and Chemical & Biology, Hubei University of Science and Technology, Xianning, Hubei

Abstract: In response to the problems such as students' passive learning and insufficient internal driving force in current analytical chemistry experiments, this paper explores implementing a teaching design of “preliminary research first anchored instruction experimental exploration the forefront of science and technology summarization and reflection” with the goal of cultivating “innovative” talents, the assistance of digital teaching, and taking the progressive experimental teaching mode of “basic —design —innovative “ as the carrier. It aims to guide students to conduct in-depth learning and practice. Systematically sort out the entry points of curriculum ideology and politics in experimental projects, organically integrate ideological and political elements into the experimental teaching content, stimulates students' internal driving force and team cooperation awareness, and helps them establish rigorous scientific thinking and professional qualities.

Keywords: Analytical Chemistry Experiment; Digitization; Innovation; Ideological And Political Education In Curriculum; Teaching Method

1 引言

《分析化学实验》是一门实践性很强的课程，相对于理论教学，具有较强的观察性、操作性和理论实践融合性等特点[1]。本课程教学针对的是我院化学、应用化学专业的大学二年级学生。传统实验教学模式，大多数教师仍然采用满堂灌的教学方法，先讲解实验目的、原理、实验步骤、注意事项及演示实验操作，再由学生照本宣科的进行实验。在整个实验过程中，学生仅是被动式的完成实验，如同工业流水线上千篇一律的工序，对身处互联网时代、思维活跃的学生而言，极易滋生乏味之感。原有的“考勤+实验报告+试卷考核”的考核评价体系也毫无挑战性。因此，教师应采取符合学生学情的教学模式，充分的发挥学生主观能动性，实现课程教学目标。

以笔者所授《分析化学实验》课程为例，通过全过程数字化教学助力，建立“基础型-设计型-创新型”的递进式教学模式，融入课程思政元素、革新教学方法、注重过程性评价并强化操作考核有效解决实验教学形式单一、学习资源有限、学习时空受限大而导致的价值引领薄弱的问题，适应社会对“创新型”人才的需要。

2 构建全过程数字化

教育数字化正成为普遍共识。《分析化学实验》课程教学采用“课前-课中-课后”三管齐下的全过程数字化教学模式，结合现代技术提高教学质量。

2.1 课前基础预研，培养自主学习意识

课前，教师线上发布实验预习任务书，内容包括基础知识、方法原理、所需仪器、干扰来源及消除、标准溶液的配制、“量”的问题、知识迁移。如表1所示，以“水的硬度测定”实验为例，发布的课前预研任务单[2]。学生通过前六部分的自主学习完成预习报告的书写，并通过小组分工合作录制小微视频。知微见能，发挥微课堂的大力量，提高同学们的个人专业能力，鼓励同学们积极展示自我，训练表达能力。第七部分知识迁移的研习为后

续创新实验打下基础。同时，也避免了学生过度依赖教材，应付差事般潦草完成预习报告的简单誊写。

表1. 水的硬度测定预研任务单

序号	预习内容	预习任务
1	基础知识	水的硬度的含义、表示方法 (1) 如何测定总硬度、钙硬和镁硬?
2	方法原理	(2) 测定条件是什么? 为何要控制? (3) 选用何种指示剂?
3	所用仪器	(1) 选用何种滴定管? (2) 试样如何量取?
4	干扰来源及消除	是否存在干扰离子, 如何消除?
5	标准溶液	标准溶液的配制方法及原因。 (1) 基准物质是否需要准确称量?
6	“量”的问题	(2) 被测的水样是否需要准确量取? (3) 缓冲溶液是否需要准确移取? (4) 掩蔽剂是否需要准确移取? (1) 水的硬度还有什么方法可以测定? (2) 鸡蛋壳中钙含量是否也能用该方法
7	知识迁移	测定? (3) 葡萄糖酸钙口服液中的钙含量如何测定?

2.2 课中技术赋能，提高学生创新思维

课中引入数字化手持技术实验，实现技术赋能教育，技术为教学服务。例如在“酸碱标准溶液的配制及浓度比较实验”中，利用pH传感器进行滴定。数字化实验的直观性、实时性、便携性等特点让学生在从颜色变化的宏观世界进入微观粒子世界的学习中，借助数据观察粒子间的化学反应真谛，获取抽象知识概念的可视化感受，助推化学观念的养成。通过数字化实验和常规滴定两组实验数据的比对，让同学们体会到“条条大路通罗马”——不管采用哪种滴定方法，只要采用的实验方法正确、操作准确，得到的数据均是准确可靠的。同学们纷纷感叹于数字化实验的方便快捷，直观感受到了科技发展对教育的促进作用。

2.3 课后虚拟仿真实验融入、电子实验报告反思总结，提高实验技能和科学素养

课后，学生通过虚拟仿真实验平台，复习实验操作，理解抽象的理论知识，且不受时空的限制，

提高了学习的灵活性。

结合电子实验报告的书写让学生们及时记录每个实验的瞬间。学生进行自我反思时, 总结经验教训, 能够更加清晰地理解实验的原理和目的, 同时也锻炼了分析问题和解决问题的能力, 不断提高实验设计、操作水平。



图1. 开展手持技术实验

3 自主学习提升学生的创新思维

打造“进阶式”教学模式, 形成了“基础实

验”——“设计实验”——“创新实验”三个层次的教学内容, 层层递进。

3.1 基础实验

基础的验证性实验的教学目的是使学生掌握分析化学实验的基本技能, 规范基本操作, 理解和应用化学原理, 有助于培养学生良好的实验习惯和严谨的科学态度[1]。在日常教学中教师要做到操作示范、反复检查和指导, 随时纠正学生的错误操作, 鼓励学生相互监督。且每位学生的实验情况都记录在实验情况登记表中, 作为平时成绩的依据。

3.2 设计实验

开设设计实验旨在培养学生运用理论知识设计实验的能力和独立操作的能力。学生在接受一个教材上没有现成实验方法的实际分析实验任务后, 通过查找资料, 然后根据分析对象、样品的性质, 综合运用有关的理论知识和测定方法, 确定具体的分析方法, 选择仪器、试剂, 课上学生代表们交流汇报实验方案, 最后独立完成实验[3]。实践证明, 通过亲身参与、寻求知识的体验, 学生获得了积极情感态度, 调动了学生学习的主动性和积极性, 并在交流讨论实验方案的过程中不仅培养了学生的团队合作精神和交流能力, 还帮助他们养成实事求是的科学态度。例如在磷酸盐混合液各组分含量的测定中, 有同学提出参考混合碱的双指示剂法, 但对于指示剂及滴定剂的使用顺序上有所争议。化学作为一门实验的学科, 鼓励学生大胆尝试, 分组完成对



图2. 虚拟仿真实验平台

比实验，在实验中探寻真知。由实验结果分析方案的可行性，并提出改进措施，进而培养学生的创新思维，提升学生的科研和实践能力。

3.3 创新实验

随着学生知识的积累和实验技能的提高，在实验教学中应鼓励并创造机会让学生大胆进行创新尝试，以激发学生创新探索的兴趣[4]。创新实验的教学有利于学生树立“所学知识能够解决实际问题”的观念，真正做到学以致用，激发学生的探究欲。笔者精心选择了贴近生活的实验项目：绿茶中铁含量的测定，食醋总酸度的测定，食醋中钙、镁、铁含量的测定，某一品牌牛奶或奶粉中钙镁铁含量的测定，鸡蛋壳中钙、镁、铁含量的测定，葡萄糖酸钙锌口服液中钙、锌含量的测定，基于Cu-BTC框架构建高灵敏日落黄和柠檬黄同时检测电化学传感平台等。在此阶段的实验教学中要求学生能在知识运用、分析方法、实际应用等方面有所创新。教师对学生的实验方案仔细审查，让学生大胆尝试，允许失败，最后汇报总结，如图2所示。通过创新实验让学生在探索中感受化学研究中的资料收集、资料处理分析、实验条件研究、实验实施、结论的得出的科学研究方法。整个实验过程学生有着绝对的自主权，教师仅对探索过程和最后的分析结果作客观的评价。从而使学生会辩证的思维方法，锻炼独立自主勇于实践的能力，进而培养适应社会的综合性、应用型及实践型的高素质创新人才。

实践证明，通过“进阶式”的实验教学模式培

养，对当前大学生的实验技能和创新能力培养起到了明显的促进作用。我院学生连续5届获得湖北省普通高校化学实验技能竞赛专业组三等奖(含)以上奖项。团队教师在指导学生参加的校级、省级创新创业大赛、化学(化工)学术创新成果报告会上也屡有斩获，获批省级和国家级大创项目。

4 教学方法及评价模式革新

4.1 思政元素融入

分析化学实验旨在培养学生掌握定量分析实验的基本操作技能、建立“量”的概念，为后续学习和研究提供方法和工具。作为与生活最贴近的学科，在实验授课过程中开展思政教育是培育新时代新人的关键。课程思政并不意味着要把所有专业课都上成思想政治课，而是要形成合理的、多元化的、务实的体系，既来源于生活，又服务于生活。思政素材繁多，笔者以学科知识为主线，我院化学专业开设的15个分析化学实验项目如珍珠般串联，紧密围绕知识传授、能力培养与价值塑造三维目标，深度融合课程思政元素，实现“润物无声”的育人效果。使得学生获得热爱化学、崇尚科学的情感和价值观。如下表2所示[5]。如在酸碱滴定实验中，引导学生感受“量变引起质变”，滴定终点的正确与否往往是一滴之差，就像下围棋“虽一子之差，但蕴百盘之功力也”。

4.2 引导式教学

教师在实验讲授过程中，改变原有的注入式



图3. 创新实验汇报

表2. 思政元素融入实验教学

序号	项目名称	思政要点
1	分析天平的称量练习	了解天平的发展史，培养创新精神。
2	酸碱标准溶液的配制和浓度的比较	介绍实验要求、分析测试准确度、精密度的特点，鼓励学生应该认真细致，养成严谨的科学精神。综合利用著名科学家的科研故事讲授。
3	NaOH标准溶液浓度的标定	以克服困难、实事求是价值观为导向，引导学生体会分析化学家探索科研问题时的艰辛，帮助学生建立健全的职业道德观，强化诚信红线，拒绝数据造假。
4	碱液中NaOH及Na ₂ CO ₃ 含量的测定（双指示剂法）	讲授侯氏制碱法引入实验内容，培养学生的创新精神。
5	铵盐中铵态氮的测定（甲醛-酸碱滴定法）	从滴定的半滴操作，理解物质由“量变到质变”的过程，学会理性思考问题。
6	磷酸盐各组分含量的测定（酸碱滴定法）	通过自主设计实验，培养学生独立思考能力和正确的判断力。鼓励学生勇于创新，不怕失败。
7	EDTA标准溶液的配制和标定	通过EDTA滴定法与诺贝尔奖的介绍，培养学生科学的思维。
8	水的硬度测定（配位滴定法）	环保意识。深刻认识“绿水青山就是金山银山”。
9	铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定（配位滴定法）	指出络合滴定的发展同时也促进了金属指示剂的发展，并间接促进了显色反应和光度分析的大发展，实验分析方法的改进和仪器分析手段的发展使得滴定终点判定的手段越来越智能化和准确化，对分析化学的进步起到了巨大作用。
10	高锰酸钾标准溶液的配制及标定	溶液中H ⁺ 浓度的大小会影响实验结果，使学生形象地体会到量变引起质变的哲学道理。
11	过氧化氢含量的测定（高锰酸钾法）	通过职业素养的养成要求引入实验教学内容
12	绿矾中铁含量的测定	环境保护意识教育。每组学生按照实验所需自行配制重铬酸钾溶液，实验结束之后需要将剩余的未受污染的标液提供给下一个班级使用，节约实验成本。
13	Na ₂ S ₂ O ₃ 标准溶液的配制及标定	本实验所需共用试剂较多，有意识地培养学生的团队协作精神和环保意识。引导学生发扬团结合作、相互配合的团队意识，将实验仪器和公用试剂摆放整齐并做到用完即复原，不能随便动用他人的仪器和药品，为自己和他人创造舒适的实验环境。
14	间接碘量法测铜盐中的铜	培养学生精益求精的工匠精神。
15	氯化物中氯含量的测定（银量法）	根据溶度积规则解决一个企业中出现的重金属污染问题，培养学以致用能力，以及关注环境以及环境保护的思想。

教学，以学生为中心，翻转课堂，采用引导发现法教学。教师决不能仅是知识的搬运工，而应在教学过程中充分的激发学生的好奇心，让学生在实践过程中以研究为导向，发现问题，然后在教师的引导启发下自己来寻找解决方案。如“硫代硫酸钠标准溶液的配制与标定”的实验中，课程伊始引入真实问题情境“硫代硫酸钠的应用非常广泛，在医疗领域，可用于解毒，特别是氰化物中毒。在工业领域，可用于照相业的定影剂以及纸浆漂白时的脱氯剂。那么该如何配制它的水溶液呢？”导入课堂，随后创设“问题串”进行抛锚式教学，引导学生思考讨论，进而总结归纳实验的原理、步骤及注意事项，建构知识体系。如图4所示。

4.3 强化实验操作考核

在传统教学模式下，实验课程的成绩取决于考勤+实验报告+笔试，忽视了学生的实操能力考核。

在新的教学模式下，平时成绩组成多元化，考勤作为学生的基本职责之外，分析化学实验的平时成绩应全面反映学生的实验能力、基本素养以及他们在实验过程中的表现。实验操作与操守方面考核学生实验过程中操作的规范性，纪律、卫生情况等；预习报告的工整度、完整度等考核学生的自学能力，小微视频的文案制作、视频制作锻炼学生课件制作的应用能力，增加学生的参与度；实验报告的完整度和正确度是考核学生专业掌握程度、数据运算处理能力以及学生学习态度的重要指标。锻炼了学生的逻辑思维和科学素养。撰写电子实验总结报告，学生们全面、系统地回顾实验过程，分析实验结果，并总结实验中的收获与不足，提高学生的反思能力。

期末通过实验操作考核，可以了解教师和学生“教/学怎么样”的情况。考核内容有理论考核、操作技能考核，如称量部分的考核评分标准

如表3所示。主要考核学生实验相关知识点（理论性）和操作能力（规范性）、动手能力（能动性）、分析问题和解决问题能力（主动性）[6]。

5 结语

分析化学实验是化学类专业学生的一门必修课，通过数字化助力、自主性提升、教学方法优化、教学考核调整使学生在分析化学实验课堂上充满活力，让学生主动的去锻炼、掌握实验的基本技能，提高自己的综合素质和创新能力。给学生更多的自主性，多参与实验的设计、讨论、结果的总结，给学生创造宽松的实验时间和良好的实验条件。教师教学的目的不仅仅是教授知识，而是传授学生学习方法的宝库，从而为后续专业课程的学习及完成学位论文和走上工作岗位后参加科研、生产奠定必须的理论和实践。这是素质教育的要求，也

是教师不断追求的教学目标。

致谢

本文由基金项目：湖北科技学院课程思政专项教研项目（2023XK004）资助。

参考文献

[1] 柳玉英, 王平, 王粤博, 刘青, 蔺红桃, 张天, 范慧清. 改革分析化学实验教学模式 培养学生自主学习能力. [J]实验室研究与探索. 2018, 37(04): 217-220.

[2] 宿艳, 张永策, 潘玉珍, 杨成, 王雪, 黎原, 姜文凤. 以学生为中心的“五法联动”分析化学实验教学创新实践[J]. 大学化学. 2021, 36(9), 1-6.

[3] 韦国兵, 李成虎. “基础型-设计型-创新型”分析化学实验教学模式的研究[J]. 宜春学院学报. 2010, 32(12): 167-168.

[4] 韦国兵, 李成虎. “基础型-设计型-创新型”分析化学实

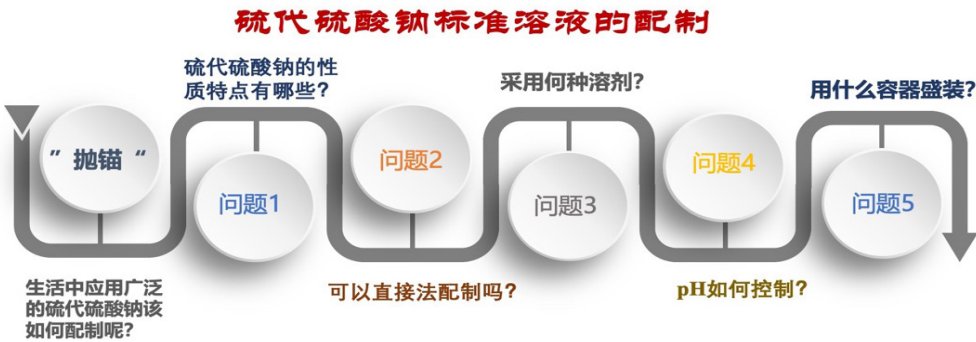


图4. 创设“问题串”教学

表3. 期末终期考核部分评分标准

序号	评分点	分值	评分标准
1	称量操作	16	1.1锥形瓶是否洗净（外壁水分擦干内壁无明显水分），2分
			1.2检查天平水平，2分
			1.3倾出试样操作是否规范，3分
			1.4倾出试样是否符合要求，2分
			1.5开关天平门操作是否得当，1分
			1.6记录数据是否正确，2分
			1.7称量完毕关天平门，1分
			1.8天平内外是否清洁，2分
			1.9是否登记使用记录本，1分

- 验教学模式的教学实践研究[J]当代教育论坛(教学研究). 2011(02): 113-115.
- 素的探索与实践[J]. 广东化工. 2021. 48(19): 294-295.
- [6] 石国芳. 高职分析化学实验基于学生职业能力培养的教学改革[J]. 中国校外教育. 2017(34): 142
- [5] 崔志民, 侯永平, 钱建刚. 分析化学实验教学中融入思政元

