

文章编号: 2617-6084 (2024) 01-0061-05

以教学—竞赛—改革的循环模式构建化学实验赛和 化学实验教学改革深度融合

张莹, 马鹤, 郭春

(沈阳药科大学 制药工程学院, 辽宁 沈阳 110015)

摘要: 化学实验赛有助于培养学生的综合素质和创新能力, 促进实验课程体系和教学内容的改革以及实验教学质量的提高。本文提出教学—竞赛—改革的持续循环, 将多层次化学实验赛(1.技能赛、2.设计赛、3.兴趣赛)与基础化学实验教学深度融合。以赛(技能赛)促学, 以赛(设计赛、兴趣赛)促改, 通过比赛促进了学生对基本操作的重视和实验知识学习的热情; 达成了学生自主架构实验内容和理论知识联系的目标。对于创新思维的启蒙和高水平化学本科人才的培养, 具有积极的引导作用。

关键词: 化学实验赛; 实验教学; 创新人才培养

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

化学是一门实验性很强的学科, 实验不仅是学生获取知识与技能的重要途径, 更是培养学生创新精神和实践能力的重要方法^[1]。化学实验赛是在紧密结合实验教学或新技术应用的基础上, 引导学生通过完成竞赛任务来发现问题、解决问题, 增强学习及研究主动性, 培养学生综合能力和创新精神的一种特殊模式^[2]。自 1998 年以来, 全国大学生化学实验竞赛先后在南开大学、吉林大学、北京大学等成功举办 12 届; 亦有 20 多个省、自治区和直辖市开展了各种类型的大学生化学实验赛, 随之产生了不同的比赛模式, 如化学知识理论笔试+实验操作考试型(以下简称为“笔试+操作”)、创新实验设计型和科研论文评比型等。其中, 笔试+操作型较为普遍, 且与本科生化学实验教学内容密切相关。“笔试”内容包括实验室安全知识、实验室常识及 4 大化学知识, 一般占总成绩的 30%~40%; “操作”内容为大学基础化学实验, 一般占总成绩的 60%~70%。创新实验设计型和科研论文评比型是近几年发展的新模式, 注重把反映新知识、新理论、新技术、新方法的科研成果设计为适合本科生实验教学的基础实验、综合实验, 培育学生的创新能力, 同时, 也有助于促进学生和教师共同参与教学实验的设计和改革^[3]。随着竞赛规则和形式的发展, 大学生化学实验赛在提高本科生化学实验教学质量、深化本科生化学实验教学改革及创新人才培养方面, 已取得了有目共睹的成绩^[4-5]。

投稿日期: 2022-10-10

基金项目: 2022 年度辽宁省普通高等教育本科教学改革研究项目(528); 2021 年度辽宁省普通高等教育本科教学改革研究优质教学资源建设与共享项目(638); 2021 年辽宁省双一流课程建设项目; 2021 年沈阳药科大学线上线下混合式一流课程建设项目; 2021 年沈阳药科大学线上一流课程培育项目; 2017 年辽宁省普通高等学校创新创业教育试点专业“药物化学”建设项目(1911520043)。

作者简介: 张莹(1977-), 女(汉族), 辽宁沈阳人, 副教授, 博士, 主要从事无机化学理论与实验教学及相关科学研究。Tel 18341400571, E-mail: zhangying@syphu.edu.cn。

目前, 全国高等学校本科教育呈现“以本为本”“四个回归”的新形势, 如何有效加强学科竞赛的内涵建设, 充分发挥学科竞赛对教学的引导与促进作用, 对推进高水平本科教育具有重要意义^[6-7]。纵观全国大学生化学实验赛对高水平本科人才培养的作用, 总体上依然存在学生基础实验操作功底不够扎实、基础理论和基础实验教学衔接不够紧密及综合实验能力欠缺、创新能力有待提高等问题^[8]。基于以上问题, 开展教学—竞赛—改革的持续循环(如图 1), 将技能赛、设计赛、兴趣赛三类逐级提高的实验赛贯穿在大学一年级学生学习基础知识的过程中, 以赛(技能赛)促学, 激发起学生对基本操作规范化的重视和对专业理论知识学习的热情; 以赛(设计赛)促改, 引导学生自主架构实验内容和理论知识的联系, 促进实验教学内容的改革与创新; 在此基础上进行兴趣赛, 具有撬动全系列实验课程的效果, 对于创新思维的启蒙和高水平化学本科人才的培养, 具有积极的引导作用。

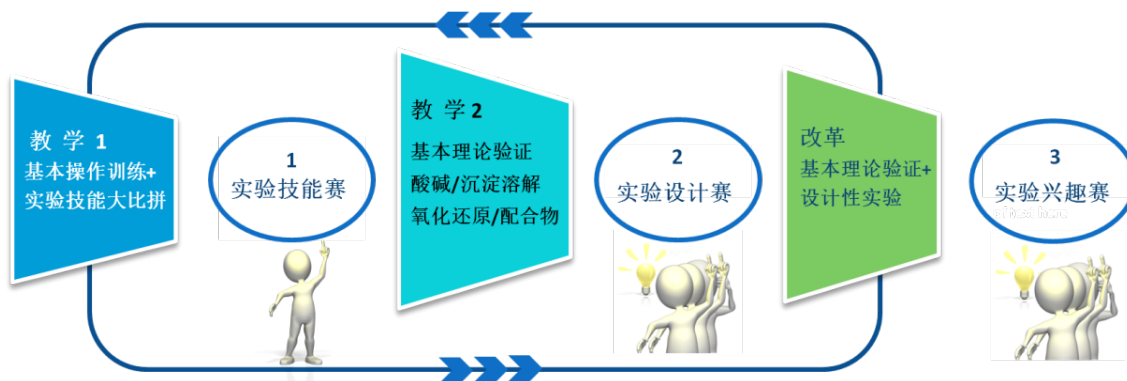


Fig 1 Flow chart of teaching-competition-reform cycle integration

图 1 教学—竞赛—改革循环融合流程图

沈阳药科大学无机化学实验自 2016 年起, 进行了规范化建设与管理, 无机化学实验所涉及的基本操作规范化视频、实验演示视频资料和课件等已应用于实验教学, 学生反馈较好。2020 年, 无机化学实验获沈阳药科大学一流课程项目资助。本课程在线上超星平台已完成二次开课, 线下已采用研讨式教学及全过程定量可溯性评价的考核方法, 为实验赛的开展做好了教学内容、方法和考核方式的全面准备^[9-10]。在此基础上, 逐级开展了技能赛, 设计赛及兴趣赛, 具体实施过程如下。

1 以化学实验技能赛为牵引, 搭建实验教学方法和基本操作规范化的桥梁, 解决学生基础实验操作功底不够扎实的问题

化学实验技能赛面向大学一年级学生在第一学期进行, 由实验课教师以班级为单位随堂进行, 在教学方法上增加操作规范性点评环节。按表 1 所示由专任教师按操作评分细则和笔试的综合成绩进行初赛评选, 按 10%比例进入复赛, 结果在校级公众平台进行宣传。

现无机化学实验课程是线上线下混合式课程, 线上含规范化视频、实验演示视频资料共计 19 个、课件 8 个, 由学生课前预习、教师课中讲授的方式进行操作规范化教学。对标解决学生基础实验操

作功底不够扎实的问题，教师在要求学生掌握规范的实验操作基础上，进一步让学生从原理上弄清为什么必须采用规范操作，通过增加实验技能比拼互评环节，点评学生的不规范操作，加深学生对不规范操作的认识，强化学生的自我纠正意识。首先，学生对照规范化操作进行自评，随时了解自己的问题所在，以便及时进行改正；其次，随堂开展班级内的实验技能互评，加强师生互动。每一次实验中，可以抽查一至多名学生上台演示一项基本操作，其他学生和教师“挑刺”，找到演示学生操作中存在的问题。这无论对演示学生还是“挑刺”学生，都会是一个印象深刻的环节。

另外，化学实验技能赛的考核细则是经评审专家审慎制定的结果，是科学合理评价学生实验操作的重要依据，对于实验操作的规范性具有指导意义。

2 以化学实验设计赛为切入点，建立实验教学内容改革的长效机制，解决基础理论和基础实验教学衔接不够紧密的问题

化学实验设计赛具体实施如表1所示，由大学一年级学生在第一学期进行，学生自主架构实验内容，建立理论知识点和实验结果的联系，通过实验结果验证实验目的，再提交实验论文。实验教学中，对标化学实验设计赛，强化基础实验的教学内容结合无机化学基本理论，让学生更加全面地掌握化学实验的基本技能和化学研究的基本思路，有效解决基础理论和基础实验教学衔接不够紧密的问题。如酸碱平衡理论中缓冲溶液的选择与配制，可以设定为设计赛的选题之一。学生在此选题下，可以结合缓冲溶液在药学中的应用，如眼药水的配制，来设计具体实验内容，通过实验结果予以验证设计目标是否达成。

经教研组论证具有课程改革前景的内容，予以指导教师和学生有效的激励，从而建立起吸引科研教学一线的优秀青年教师投身于实验教学内容更新的长效机制。

3 以化学实验兴趣赛的科研式教学模式，促进学生综合实验能力的提高和创新能力的培养

化学实验兴趣赛具体实施如表1，面向大学一年级学生在第二学期自由组队，自由选择指导教师，在无机化学、无机新材料领域结合自己专业范围的科学研究进展选题，在教师指导下进行文献检索，设计实验方案，再自行进行实验记录、数据处理及撰写实验报告。这种模拟科研式教学的训练方式，充分发挥学生的主动性、能动性和创造性；让学生打开思路，拓展思维，激发起科研兴趣和创新能力。

本赛要求把反映新知识、新方法的科研成果设计为适合本科生教学的实验内容，参赛队提交一项创新实验作品。这种模拟科研式训练选拔出来的获奖学生，具有清晰的科研思路，打开了本专业相关的科研视野，提高了综合实验能力，同时，启蒙了学生的创新能力。

Table 1 Organization and Implementation Methods of Chemical Experiment Competition

表 1 化学实验赛组织实施方法

内容	技能赛	设计赛	兴趣赛
时间	大学一年级第一学期	大学一年级第一学期	大学一年级第二学期
范围	全校各专业	全校各专业	全省化学相关专业
基本操作:		设计实验验证基本理论:	科学研究: 无机化学、无机新材料
题目	加热、冷却、溶解、分离、蒸发、结晶、提纯等	自主架构实验内容, 建立理论知识点和实验结果的联系	领域结合自己专业范围
个人赛:		团体赛:	分组团体赛:
按 20% 推荐/班		自由组队、自由选择指导教师	自由组队、自由选择指导教师
内容与专家组评选:		内容与专家组评选:	内容与评审:
初赛	笔试 40%+随机抽题 60%	预实验设计方案	实验指导书+研究报告+实验操作
按 10% 比例进入复赛		按 10% 比例进入复赛	视频前 25% 进入复赛
成绩与奖项:		成绩与奖项:	成绩与奖项:
复赛	笔试 30%+操作 60%+视频讲解 10%	预实验方案 30%+实验操作 30%+研究论文 40%	通讯评审 50%+现场答辩 50%

4 教学—竞赛—改革的实施反馈

从教学到竞赛的实施方法对于解决学生基础实验操作功底不够扎实、基础理论和基础实验教学衔接不够紧密及综合实验能力欠缺、创新能力有待提高的问题, 采取了对参赛学生随机方式发放调查问卷的形式来评估。综合分析问卷结果, 验证教学—竞赛的实施效果, 如图 2。关于参加实验赛最有价值的收获, 24.1% 的学生认为是通过化学实验赛提升了实验技能, 26.5% 的学生认为是增加了对科研项目的体验, 对实验学习的兴趣和科学研究的热情占比 18.4%。实验设计赛中, 对提升实验能力最有帮助的环节, 28.4% 的学生认为是实际操作, 24.7% 的学生认为是文献资料查阅, 实验方案制定的占比为 22.2%。可见, 通过比赛达成了学生对基本操作的重视和实验知识学习的热情; 促进了学生自主架构实验内容和理论知识联系的目标; 对于创新思维的启蒙和高水平化学本科人才的培养, 具有积极的引导作用。

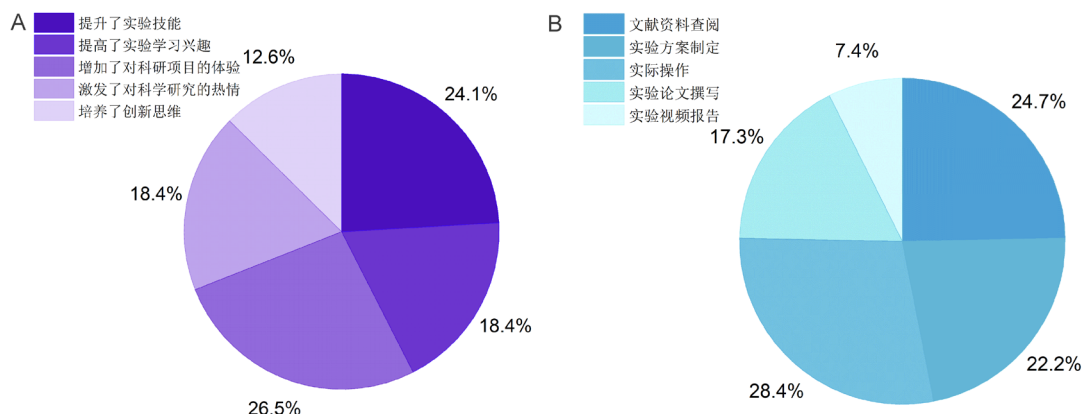


Fig 2 Questionnaire feedback of teaching-competition (A) The most valuable gain of participating in the experimental competition (B) The most helpful link to improve the experimental ability

图 2 教学—竞赛的问卷反馈 (A) 参加实验赛最有价值的收获 (B) 提升实验能力最有帮助的环节

以化学实验设计赛/兴趣赛为载体,对优化综合性、开放性实验教学内容方面的教学改革也初见成效。现无机化学实验课程中存在验证性实验多,综合性实验少,开放性实验欠缺的问题。表 2 是经设计赛、兴趣赛筛选,适宜转化为综合性、开放性实验的教学内容,符合实验室现有条件,指导教师积极参与,具有进行下一步教学改革的实际价值。

Table 2 Implementation feedback of transforming experimental competition content into teaching content reform

表 2 实验赛内容转化为教学内容的实施反馈

设计赛项目名称	教学内容优化
利用废铝罐制备明矾及产品纯度计算	综合性实验
药用碱式碳酸铋的制备、结果表征及制酸力检查	综合性实验
兴趣赛项目名称	教学内容优化
讨论硫代硫酸钠对钙化防御的缓解	开放性实验
优异光催化性能的纳米级二氧化钛的制备与表征	开放性实验
探究液相化学还原法制备纳米银所需的条件	开放性实验
探究 Fe ₃ O ₄ 在最适 pH 值下催化 H ₂ O ₂ 产生羟基自由基的实验	开放性实验

5 结语

本文以大学一年级学生为参赛主体逐级开展化学技能赛、设计赛和兴趣赛,融合实施实验教学手段、考核方法及实验内容的改革,有效促进了学生对基本操作的重视和实验知识学习的热情,达成了学生自主架构实验内容和理论知识联系的教学目标,具有撬动全系列实验课程的效果,为后续省级、全国实验赛做了思想动员和一定的知识技能储备,弥补了学生待到竞赛佳期至,方觉己不足的遗憾。对于创新思维的启蒙和高水平化学本科人才的培养,具有积极的引导作用。

参考文献:

- [1] 田东亮, 钱建刚, 翟锦, 等. 创新能力培养为导向的大学化学实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2022,41(2): 219-223.
- [2] 郑琤, 魏巧华, 汤傲, 等. 从化学实验竞赛探讨高校化学实验教学的改革和创新——第 11 届全国大学生化学实验邀请赛理论试题的解析与思考[J]. 化学教育(中英文), 2021,42(6): 61-64.
- [3] 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.
- [4] 隆异娟, 龚成斌, 任文山, 等. “取竞通优”——第 2 届全国大学生化学实验创新设计大赛的赛后总结与思考[J]. 大学化学, 2022,4: 33.
- [5] 叶玲, 孙伟海, 张海连, 等. 基于大学生化学实验大赛的无机化学实验教学设计[J]. 大学化学, 2019,34(3): 77-83.
- [6] 唐景莉. 坚持“以本为本”推进“四个回归”——新时代全国高等学校本科教育工作会议述评[J]. 中国高等教育, 2018(Z2): 11-12.
- [7] 索绪斌, 张涵. “以本为本”推进高等药学教育改革[J]. 药学教育, 2020,36(1): 10-13.
- [8] 屈学俭, 董伟, 童程霞, 等. 从大学生化学实验技能大赛引发的思考[J]. 化学教育(中英文), 2019,40(14): 46-48.

(下转至第 70 页)

Reform of environmental chemistry experiment based on the cultivation of research-oriented talents

ZHANG Conglu, XU Shuang, LUN Xiaowen, WANG Ting

(School of Pharmaceutical Engineering, Shenyang Pharmaceutical University, Benxi 117004, China)

Abstract: Guided by the goal of cultivating research-oriented talents and based on the talent training objectives of environmental science major at Shenyang Pharmaceutical University, the teaching reform of environmental chemistry experiment was conducted. A student-centered experimental teaching system with the goal of improving the students' innovative ability was established. The practices showed that students' theoretical knowledge, comprehensive ability were organically integrated. Students' abilities of scientific research innovation, team cooperation, language expression and paper writing were fully improved. This experimental reform could lay a foundation for cultivating qualified innovative talents in environmental science.

Keyword: environmental chemistry experiment; research-oriented talents; reform; training mode

(上接第 65 页)

[9] 张莹, 王绍宁, 郭春. 实验类课程全过程定量可溯评价探索-以无机化学实验为例[J]. 当代教育实践与教学研究, 2022,2: 110-112.

[10] 夏丹丹, 段丽颖, 王绍宁. 以提高学生能动性为目标的无机化学实验教学改革探索[J]. 高等药学教育研究, 2020(3): 7-12.

Constructing the deep integration of chemistry experiment competition and chemistry experiment teaching reform with the cycle mode of teaching-competition-reform

ZHANG Ying, MA He, GUO Chun

(School of Pharmaceutical Engineering, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110015, China)

Abstract: The chemical experiment competition is helpful to cultivate students' comprehensive quality and innovation ability, promote the reform of experimental course system and teaching contents, and improve the quality of experimental teaching. This paper proposes a continuous cycle of teaching-competition-reform, which deeply integrates the multi-level chemistry experiment competition (1. skill competition, 2. design competition, 3. interest competition) with basic chemistry experiment teaching. The competition (skill competition) promotes learning, and competition (design competition, interest competition) promotes reform as well. Through the competition, students' attention to basic operations and enthusiasm for learning experimental knowledge have been enhanced. The goal of allowing students to independently structure experimental content and link theoretical knowledge has been achieved. It plays a positive guiding role in enlightening innovative thinking and training high-level undergraduate talents in chemistry.

Keywords: chemical experiment competition; experimental teaching; innovative talents training