

基于应用型创新人才培养的实验教学模式研究

孔祥平* 曲宝涵 吕海涛 马传利 王娟

(青岛农业大学化学与药学院, 山东 青岛 266109)

摘要: 为培养应用型创新人才, 构建了无机及分析化学实验教学模式实施方案, 提出具体实施办法, 展望预期效果, 指出需要解决的问题。该模式倡导以校内教学为主导, 企业、社会共同参与的“学产结合”、“学研结合”方式, 鼓励学生参与到实际生产、社会服务和科学研究中去, 学生的创新能力和社会适应能力将得到提高。

关键词: 应用型人才; 创新能力; 无机及分析化学实验; 教学模式
中图分类号: O6; G64

The Experimental Teaching Mode for Training Applied Innovative Talents

KONG Xiang-Ping* QU Bao-Han LÜ Hai-Tao MA Chuan-Li WANG Juan

(College of Chemistry and Pharmacy, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, Shandong Province, P. R. China)

Abstract: The experiment teaching mode of inorganic and analytical chemistry was constructed for training applied innovative talents. The specific implementation measures of this mode were proposed, with the expected results prospected. Problems needed to be solved were also pointed out. The teaching mode advocates the primary classroom teaching combined with the participation of company and society, where the "learning-production" and "learning-research" will be formed. Students are encouraged to get involved in the practical production, social service and scientific research. In such a way, their abilities of innovation and social adaptation will be improved.

Key Words: Applied talents; Innovative ability; Inorganic and analytical chemistry experiment; Teaching mode

随着我国社会经济和科学技术的迅速发展, 各行各业需要大量具有宽厚专业理论知识和突出实践能力的“应用型人才”^[1]。应用型人才培养模式已成为我国高等教育人才培养理论和实践研究的热点之一^[1-4]。实验教学是高等院校教学体系的重要组成部分, 是培养学生科技素质的重要环节, 是实施素质教育、促进知识向能力转化、培养应用型创新人才的重要途径^[5]。因此, 实验教学模式是应用型人才培养模式的重要组成部分。

陈爽等^[6]在地方高校高素质应用型人才培养模式要求下, 融合四大化学实验, 以“合成制备—分析表征—性能应用”为主线, 构建了“一体化、三阶段、三层次、同平台”的化学化工实验课程新体系。汪学英等^[7]构建了基于应用型人才培养模式的“基础实验—综合实验—设计研究实验”的基础化

*通讯作者, Email: kxp2004@163.com

基金资助: 山东省精品课程建设项目(2011BK174, 2012BK142, 2012BK144); 青岛农业大学应用型人才特色名校建设工程教学研究项目(XJG2013074, XJG2013075)

学实验教学体系。孔祥平等^[8]为培养应用型创新人才,开展了开放式分析化学实验教学模式研究。白靖文等^[9]开展了基于应用型创新人才培养的高等农业院校分析化学实验课程教学改革研究。王丽梅^[5]为培养创新性应用型人才,在分子化学实验教学中实施了启发式、问题式、项目式等多种教学方法,逐步形成了分层次、多元化实验教学方法。但目前基于应用型创新人才培养的无机及分析化学实验研究较少,仅见崔春仙和么敬霞^[10]构建的多层次课程体系、小组讨论式实验教学模式。

在青岛农业大学实施“山东省应用型人才特色名校建设工程”的背景下,依托山东省基础课教学示范中心和特色名校建设产学研合作平台,本文在注重学生操作基本技能的基础上,建立在教学内容上注重“从实践中来到实践中去”;在教学模式上注重以校内教学为主导,企业、社会共同参与的“学产结合”、“学研结合”的基于应用型创新人才培养的无机及分析化学实验开放式、分层次教学模式。

1 实验教学模式实施方案的构建

潘懋元和车如山^[11]指出“应用型本科院校应通过产学研结合的方式,培养服务地方的应用型创新人才”。根据这一思路,本文构建了如图1所示的无机及分析化学实验教学模式实施方案。该方案在注重学生操作基本技能的基础上,根据教师科研和生产实践不断更新实验教学内容和提高实验教学效果,充分体现经典实验和实践实验的结合。然后,采用开放式教学模式^[8],学生自主确定实验题目或教师指定题目,查阅相关文献,自主设计实验。在此基础上,依托特色名校建设产学研合作平台,注重因材施教,鼓励学生参与实际生产和社会服务,同时鼓励学生参与教师的科研工作,实现“学产结合”、“学研结合”的开放式、分层次教学模式。

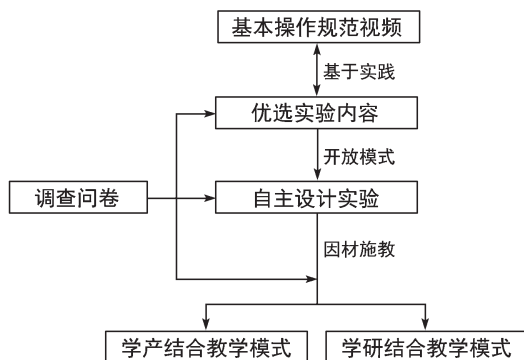


图1 基于应用型创新人才培养的无机及分析化学实验教学模式实施方案

2 实验教学模式的实施办法

2.1 高素质师资队伍是关键

一支结构合理、实力雄厚的实验师资队伍,是提升高校实验教学水平、培养具有科技创新能力的应用型人才的基础^[12]。目前青岛农业大学无机及分析化学实验教研团队共有7人,其中专职教师5人(教授1人,副教授4人),均为具有博士学位、长期从事该门课程教授工作的中青年教师,且均长期教授无机化学或分析化学理论课,擅长打破理论课和实验课的界限,将实验课与理论课有机结合起来;另有实验室管理人员2人(高级实验师1人,实验师1人),他们兢兢业业,在配合教师授课方面任劳任怨,和教师建立起了良好的和谐关系,为高质量完成该实验课奠定了基础。总之,青岛农业大学已建立了一支综合素质高、结构合理、相对稳定的无机及分析化学实验师资队伍,从根本上保障了该实验课的教学质量。

另外,与三明学院实施的培训进修制度类似^[12],学校制定鼓励政策,促进实验师资队伍的自我提升。近年来,无机及分析化学实验教研团队有1人到美国克莱姆森大学化学系做访问学者,2人参加

了高校青年教师教学方法与教学艺术研修班, 4人到企业参与社会实践, 1人攻读博士学位。通过这些方式, 改善实验师资队伍的知识结构, 提高他们的业务水平和综合素质。例如, 1位实验师在取得博士学位后的一年时间内, 不但能胜任实验课的讲授工作, 还能灵活地将自己主持的科研项目与实验课结合起来, 指导学生申请校大学生科技创新基金项目1项, 并与学生合作发表科研论文1篇。

2.2 实验操作规范是基础

实验操作规范是得到可靠数据的保障, 是实验课开展应用型人才培养的基础。目前, 国内实验教学改革多强调综合性、设计性实验培养学生的自学、创新能力, 忽视了实验基本操作技能的重要性^[13]。实际上, 实验基本操作技能是开展综合性和设计性实验的基础, 没有良好的实验习惯, 综合性和设计性实验的效果根本无法得到保障。例如, 在指导大四学生完成本科毕业论文时发现, 个别学生实验基本操作技能较差, 连标准溶液都不能准确配制, 其实验结果的准确性就可想而知了。

无机及分析化学实验课是我校相关专业开设的第一门化学基础实验课, 对学生养成良好的实验习惯和思维方式至关重要。在培养学生实验操作规范方面, 主要采用以下方法: (1) 制作一套无机及分析化学实验基本操作规范视频, 在实验前后均让学生观察有关实验的正确操作和常见错误操作, 采用“内省”的方式, 强化学生对基本操作技能的掌握。(2) 让学生轮流协助实验师准备实验, 一方面使学生全面了解所做实验的完整操作过程, 加强对其基本操作技能的训练, 另一方面使学生了解实验准备老师的辛苦, 从而更认真地完成实验。(3) 通过加强实验课与理论课的联系, 使学生明白实验操作规范的重要性。例如, 分析化学理论课上讲到滴定分析实验误差为0.1%, 滴定量通常为20–30 mL, 通过在实验课上提问该知识点, 指出误差0.1%就意味着0.02–0.03 mL, 而通常1滴液体约0.05 mL, 这样学生不仅明白了为什么需要半滴操作, 而且明白了操作规范的重要性。(4) 根据文献^[8]制定的考核方法, 把上学期的笔试改为笔试加实验操作规范考试, 强调实验操作规范的重要性。

2.3 教材和实验内容的选择

教材选用山东大学、山东师范大学等高校合编的普通高等教育“十一五”国家规划教材, 该教材对实验内容的选择既经典又新颖, 既能满足实验教学对基础知识、基本技能的要求, 又实现了实验内容的趣味性、先进性和环境友好性^[14]。立足于实验教学的整体性、基础性、综合性和创新性优选实验内容, 同时将实验内容划分为“基础型实验”、“综合、设计型实验”和“研究创新型实验”三个层次, 并形成必做实验、选做实验和自主研究型实验等不同板块, 配合与之相适应的教学方法进行实施^[8]。另外, 每学期实验课结束时, 通过发放调研问卷, 了解学生的“知、情、意、行”, 根据学生的反馈结果, 调整相应的实验内容。例如, 根据学生反映的课程过多注重了定量分析, 而无机化学中的定性分析涉及相对较少的情况, 增加了一些关于无机化学的实验内容, 并取得了良好的效果。

在实验内容设置上, 白靖文等^[9]提出尽量减少验证性实验内容的比例, 增加通过实验技能和方法解决实际问题的综合性实验的比例, 加入一些发散拓展性实验的思路。在此基础上, 我们坚持“从实践中来、到实践中去”的原则优选实验内容, 坚持“学以致用”的原则, 使学生明白“学是为了用”的道理。例如, “氯化钠的提纯”、“水样中化学需氧量的测定”、“碳酸钠的制备及含量测定”和“废干电池的回收利用”等。这些实验与现实接近, 既能增强学生的环保意识, 又能激发学生的兴趣。通过将个别实验在教材的基础上加以扩展, 激发学生的学习兴趣。例如, 根据教材上采用蒸馏法测定复合肥中总氮含量的实验内容, 指导学生利用该方法测定虾壳中氮含量, 使学生掌握了凯氏定氮法, 该部分内容已与学生合作发表于《实验室研究与探索》^[15]。该实验既包含无机化学实验中简单玻璃加工及打孔等操作, 又包含分析化学实验中的滴定操作, 综合性强, 很好地锻炼了学生的动手能力, 提高了其科学实验素养。另外, 通过将科研与实验课相结合, 激发学生的学习兴趣。例如, 根据发表于 *Carbohydrate Polymers* 上的电位滴定法同时测定羧甲基壳聚糖的取代度、脱乙酰度和—COONa分布系数的成果^[16], 指导学生设计了电导滴定法同时测定羧甲基壳聚糖的取代度、脱乙酰度和—COONa分布系

数的实验,该部分内容已与学生合作发表于《理化检验——化学分册》^[17],并将编入综合化学实验教材。

2.4 自主设计实验是参与科研和实践的前提和保障

在基础实验和综合实验的基础上进行设计实验,主要是培养学生分析问题、解决问题的思维能力,提高学生面对生产和生活中的一些实际化学问题设计解决方案并加以实施的综合素质^[14]。由此可见,设计实验旨在培养和考核学生综合运用理论知识和实验技能解决实际问题的能力,是锻炼学生独立开展研究工作的重要环节。因此,自主设计实验是实验课培养学生“应用型创新素质”的必经之路,是将来学生参与科研和实践的基础。

在实际教学过程中,该环节往往容易流于形式,原因主要有两方面:一方面由于自主设计实验时间较长、每位学生的实验内容不同,无形中增加了指导教师和准备实验人员的工作量,导致他们的积极性不高;另一方面由于自主设计实验需要花费大量的精力,而收获往往是无形的,导致部分学生的积极性不高。要解决以上问题,也要相应地从以下两方面着手:一方面适当增加指导设计实验的劳务费,设计实验求质不求量,采用开放式教学模式^[8],每学期末开展1-2个自主设计实验,同时强化成熟设计实验向综合实验的转化,增加指导教师和准备实验人员的成就感。例如,2.3小节中所提到的学生参与的两个实验开始均为教师指导下的设计实验,发展成熟后转化为选做的综合实验,大大激发了教师 and 学生的积极性。另一方面适当提高自主设计实验所占平时成绩的权重,将设计实验内容尽量与生产、生活和科研相结合,提高学生主动参与自主设计实验的积极性和成就感。总之,该过程如果组织得当,必将激发学生主动学习的兴趣,增强学生的理解、思维、判断、组织、文字表达能力和创新能力^[8],为将来参与生产实践和科研打下坚实的基础。

2.5 鼓励学生参与生产实践和科研

在学生具备了一定的自主设计实验能力的基础上,与企业 and 教师合作,通过调查问卷了解学生的意愿,鼓励部分感兴趣的学生参与生产实践和科研,并为他们创造必要的条件。在生产实践方面,必须要有企业参与。本课程依托“特色名校建设产学研合作平台”,与“青岛中一检测有限公司”和“青岛瀚生生物科技有限公司”等需要无机及分析化学实验专业知识的知名企业合作,通过开办“中一检测班”和“瀚生卓越农化班”等形式,让学生深入企业,充分了解企业的具体情况,把所学知识应用到具体的生产实践中去。学生通过考核后,由学院和企业共同为学生颁发结业证书。这些措施的实施,激发了学生参与生产实践的积极性,大大提高了其生产实践和社会适应能力,将来在就业方面就会表现出竞争优势。

参与教师或实验室人员的科研项目是学生参与科研的捷径,因为这些课题教师研究和指导经验较丰富,仪器药品也较齐全。另一方面,鼓励学生在教师指导下,查阅文献、自拟题目、制定方案,写出开题报告,申请大学生创新项目,既锻炼学生的科研创新能力,又锻炼学生申请课题的能力。坚持“学生提高,师生共同受益”的原则,通过学生创新能力的培养,学生就会相应产生参与科研的愿望,而随着学生能力的提高,教师普遍愿意带学生从事科研工作,教师也成为受益者,学生的创新能力和科研素养进一步得到提升,为其将来从事科研工作打下坚实的基础,表现在主动要求参与“大学生创新项目”和与教师合作发表科研论文人数的增加上。

3 预期效果

传统的无机及分析化学实验教学模式中,学生缺少主观能动性,实验过程中“照葫芦画瓢”,看一步做一步,实验效果差,学生分析、解决实际问题的能力和创造力得不到应有的培养与提高。虽然崔春仙和么敬霞^[10]通过构建多层次课程体系、优化教学内容、建立小组讨论式实验教学模式取得了良好的教学效果,但由于实验内容长期固化,学生从事科学实验的兴趣得不到提高。针对该问题,本文提出在教学内容上注重“从实践中来、到实践中去”,坚持“学以致用”的新型教学模式,加强了学生

重视实验课的程度,提高了学生从事科学实验的兴趣,反过来在实验数据处理过程中又用到大量理论知识,又促进了其对理论知识的学习兴趣。该教学模式在教学方法上采用开放式、分层次教学,它是一种旨在培养学生创新意识与实践能力的新型教学模式,既是课内教学的有益补充,又能充分发挥学生的积极性和创造性,不但使学生有独立思考、自主学习的时间和空间,而且还能提高学生的实验技能和综合应用知识的能力,培养学生实事求是的工作作风和严谨的科学态度,符合循序渐进、因材施教和发展性教学的原则。另外,该教学模式倡导以校内教学为主导,企业、社会共同参与的“学产结合”、“学研结合”方式,学生的创新能力和社会适应能力得到提高,在考研和就业方面将表现出竞争优势。

4 存在问题

该教学模式实施起来具有一定难度,在实际操作过程中往往容易流于形式,达不到预期效果。实施该模式要想取得良好的教学效果,必须解决以下几方面的问题。首先,该模式对实验室硬件设施要求高,对实验室管理者和实验教师素质要求更高。这就要求高校要持续对实验室硬件设施进行投入,同时建立常态化的培训进修制度。其次,在有限学时的情况下兼顾基础和学生创新素养的培养,需要采用开放式教学模式,实验室管理者和实验教师的工作量大大增加,应有相应的实验室开放专项基金支持。再次,与企业建立长期有效合作机制,便于开展“学产结合”的教学模式。因此,所培养学生必须“厚基础、强能力、高素质”,这样才能得到企业认可,形成良性循环。最后,实验的主体是学生,在充满诱惑的外部环境下,如何激发学生参与生产实践和科研的积极性?这就要求真正以“学生为主体”,让学生真正感受到学有所得,在实践中实现自身价值。

5 结束语

基于应用型创新人才培养的无机及分析化学实验教学模式厚基础、重应用,倡导以校内教学为主导,企业、社会共同参与的“学产结合”、“学研结合”方式,鼓励学生参与到实际生产、社会服务和科学研究中去,学生的创新能力和社会适应能力得到提高,在考研和就业方面将表现出竞争优势。该教学模式的成功实施,有望为“如何培养应用型人才”提供一个范例,并为相同背景条件的其他高校提供经验。

参 考 文 献

- [1] 王玉萍. 地方性本科院校应用型人才培养研究[M]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [2] 王红兵, 赵兰蓉, 韩 梦, 张盈盈. 文教资料, **2012**, No. 1, 142.
- [3] 秦悦悦. 高校应用型本科人才培养模式研究与实践[M]. 重庆: 重庆大学, 2009.
- [4] 焦 健. 高校本科应用型人才培养模式研究——以工商管理专业为例[M]. 太原: 山西财经大学, 2013.
- [5] 王丽梅. 实验技术与管理, **2014**, 31 (1), 19.
- [6] 陈 爽, 苏育志, 赵建华, 张建华, 周爱菊, 王 静, 董 文, 王正平, 梁 红. 实验技术与管理, **2012**, 29 (3), 1.
- [7] 汪学英, 徐肖那, 李巧云. 常熟理工学院学报(哲学社会科学), **2008**, No. 12, 120.
- [8] 孔祥平, 王 娟, 吕海涛. 实验技术与管理, **2011**, 28 (7), 164.
- [9] 白靖文, 徐雅琴, 许 晶, 邢志勇, 徐宝荣, 付 颖. 化工高等教育, **2012**, No. 6, 28.
- [10] 崔春仙, 么敬霞. 中国轻工教育, **2014**, No. 6, 74.
- [11] 潘懋元, 车如山. 高等教育研究, **2009**, 30 (5), 35.
- [12] 龚兵丽, 戴克林. 实验技术与管理, **2014**, 31 (8), 246.
- [13] 赵春玲, 阮喜荣, 万端极, 胡立新. 大学化学, **2009**, 24 (5), 27.
- [14] 崔学桂, 张晓丽, 胡清萍. 基础化学实验(1)——无机及分析化学实验. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [15] 孔祥平, 王 娟, 曲秋世, 吕海涛. 实验室研究与探索, **2011**, 30 (6), 37.
- [16] Kong, X. P. *Carbohydr. Polym.* **2012**, 88 (1), 336.
- [17] 孔祥平, 张保华, 钟 鑫, 邹聪聪, 于丹丹, 王 娟. 理化检验——化学分册, **2015**, 51 (5), 697.