

文章编号:1000-5471(2012)01-0108-06

# 《化学实验教学研究》课程中开设设计性实验的教学探索<sup>①</sup>

卢一卉, 黄梅, 宇杰

西南大学 化学化工学院, 重庆 400715

**摘要:** 论述了在《化学实验教学研究》课程中开设设计性实验的意义, 探讨了《化学实验教学研究》课程中设计性实验课题选择的原则、途径以及设计性实验的支架式教学策略, 总结了开设设计性实验的教学效果.

**关键词:** 《化学实验教学研究》课程; 设计性实验; 教学体会; 教学效果

**中图分类号:** G642.423

**文献标志码:** A

《化学实验教学研究》课程是大学教师教育化学专业学生的一门必修课, 课程的教学目标之一, 是使学生能够按照科学研究的基本方法研究和设计中学化学实验并能独立地解决实验中的疑难问题. 在《化学实验教学研究》课程中开设设计性实验, 能够较好的实现这一教学目标.

## 1 开设设计性实验的意义

设计性实验是指给定实验目的、要求和实验条件, 由学生自行设计实验方案并加以实现的实验<sup>[1]</sup>.

传统的《化学实验教学研究》课程教学方法比较单一, 一般采取教师讲解、学生听, 然后做实验的单向交流的教学模式, 学生缺乏主动思考和自主学习的能力. 在教学中, 教师只重视学生对知识、技能方面的学习, 没有体现以“方法”为中心的教学模式, 不利于对学生进行科学方法的训练和培养, 不能适应新课程改革对教师的要求<sup>[2]</sup>. 教学内容多为验证性实验, 实验方案是现成的, 学生在实验中, 缺乏独立思考, 对老师的依赖性很强, 不能锻炼学生解决问题、分析问题的能力, 更不能激发学生的学习兴趣、培养他们的创新精神和创新能力. 而大学生创新精神和创新能力的培养是提高高校教学质量的重要内容<sup>[3]</sup>.

在《化学实验教学研究》课程中开设设计性实验可以培养学生综合地、灵活地运用知识去解决实际问题的能力; 可以给学生开放的实验空间, 培养独立思考、勇于创新的思维能力和综合能力; 培养学生团队合作精神、实事求是的科学态度以及面对困难坚持不懈的意志品质.

## 2 开设设计性实验的教学体会

西南大学化学化工学院在《化学实验教学研究》课程中开设设计性实验已经多年, 通过几年的教学实践, 我们体会到设计性实验课题和内容的选择、教学方法和策略的运用以及评价方式的确定等方面是否合理、是否正确直接地影响着设计性实验的教学效果和教学目标的达成. 因此, 多年来我们探究了课题选择的原则和途径, 并以建构主义的理论作为教学的指导思想, 运用支架式教学策略进行教学, 收到了一定的效果.

① 收稿日期: 2011-06-02

作者简介: 卢一卉(1959-), 女, 重庆人, 高级实验师, 主要从事化学教学论实验教学工作.

## 2.1 设计性实验项目的选择原则

设计性实验项目的选题关系到学生能否顺利完成实验、达到预期教学目标,是整个设计性实验的关键,应遵循综合型、探究性、适中性 and 开放性原则。

所选择的课题要能够体现综合型和探究性<sup>[4]</sup>。这样有利于培养学生综合运用知识解决实际问题的能力,有利于学生体验科学探究的过程、学习科学研究的方法和思维方法,形成科学研究的基本能力。

所选择的课题难度应适中。若过于简单,则达不到创新的目的;反之,若过难,超出了学生现有的知识储备和能力的范围,学生通过努力也不能解决问题,则会使他们丧失信心而放弃继续进行实验研究。难度适中的实验课题,学生通过查阅资料,综合运用已有的知识能够解决问题,这样的课题才有利于启迪学生的思维,激发学生自主设计实验、解决问题的积极性和自信心。

所选择的课题应该是开放性的。问题解决的途径不是唯一的,可以用多种原理、多种方法和手段来解决问题。这样有利于培养学生的发散思维,有利于培养学生运用多种方法多种途径以及多种实验技术和手段解决问题的能力。

## 2.2 设计性实验的选题途径

目前中学化学新课程改革强调化学实验社会化、化学实验生活化,注重培养和发展学生的观察能力、实验能力、思维能力和自学能力,使他们能综合应用化学和其他学科的知识、技能解释和解决简单的实际问题。作为培养中学化学教师师资的《化学实验教学研究》课程,其主要研究的内容是中学化学实验或实验教学中的问题。因此,应从以下几方面进行设计性实验的选题。

### 2.2.1 结合中学实验教学问题进行选题

结合中学化学实验教学中的问题进行选题,这样既训练了学生的实验设计和研究能力,又解决了中学化学实验教学的实际问题,使学生更有兴趣去进行研究。如“铜与浓硫酸反应”实验,其教学目的是:通过实验来说明浓硫酸的强氧化性,它能使单质铜被氧化成  $\text{Cu}^{2+}$ ,自身被还原成+4价的  $\text{SO}_2$ 。然而,在教育实习公开课上,我们发现很多学校在进行这个实验时,都不能直观地观察到  $\text{Cu}^{2+}$  的蓝色溶液,所得的产物中有大量的黑色沉淀;实验装置也是敞开的,使有毒的  $\text{SO}_2$  气体直接地排放在教室中,影响师生的健康。我们将此问题作为设计性实验的课题,提出实验的目的和要求,让学生对此实验进行研究,找出实验中的问题,并针对问题进行改进,最终收到了好的效果。

### 2.2.2 从与日常生活有关的化学问题中选题

将化学教学与日常生活联系起来是新课程改革的内容之一。新课程改革要求通过学习,能够让学生运用所学知识解决生活中的一些简单问题。因此,我们在选择设计性实验内容时,也非常注意选择与生活和社会联系紧密的课题,如食用碘盐中碘的家庭检测方法实验设计、白酒中甲醛的检测实验设计等内容。

### 2.2.3 从更新实验技术解决实验问题方面选题

中学化学新课程改革强调,将先进的实验技术和手段引入中学化学实验教学。我们选取了一些中学化学实验,让学生用手持技术(一种先进的、运用传感技术的便携式数据采集系统)来进行实验设计。通过“手持技术测定补钙剂中钙的含量”、“手持技术探究影响反应速率因素”等实验的学习,学生既完成了设计性实验的任务,又学习到了用新的实验技术解决化学实验问题的方法。

## 2.3 设计性实验的支架式教学策略

根据《化学实验教学研究》课程的教学目标和学生的认知水平,我们确立了各个阶段的教学目标,遵循循序渐进的原则,分层次安排实验内容,并依据建构主义的学习理论来指导教学,运用支架式教学策略来进行教学。

支架式教学(Scaffolding Instruction)<sup>[5]</sup>思想来源于前苏联著名的心理学家维果斯基的“最邻近发展区”理论。“支架”原指建筑工地上的脚手架,即建筑工人们在建造或装饰建筑物时,所使用的能够为工人和建筑材料提供支持的暂时性的平台、柱子等。建构主义者从维果斯基的思想出发,借用了建筑业中的“脚手架”(Scaffolding)作为前面所述概念框架的形象比喻,这种框架按照学生智力的“最邻近发展区”来建立的,即将学生的智力水平通过搭建的“脚手架”的“支架作用”从一个水平提升到另一个更高的水平,从而完成对

所学知识意义构建。支架式教学由“搭建脚手架”、“进入情境”、“独立探索”、“协作学习”和“效果评价”等教学环节组成<sup>[6]</sup>。

在支架式教学理论的指导下,本课程设计性实验的教学策略和步骤如下。

### 2.3.1 搭建脚手架——把学生的学习逐步引向深入

西南大学化学工学院的《化学实验教学研究》课程是在大三上期开设的,学生在前面的实验课程中,因学时数较少,开设的设计性实验较少(有的课程几乎没有开设),学生缺乏自主设计实验和研究实验的能力。因此,在教学中我们通过搭建“脚手架”,设计了三层“最近发展区”,每一层以下一层为基础,使学生通过我们搭建的“脚手架”一步一步地学会如何控制实验条件、如何改进有问题的实验、如何根据实验目的和要求设计新实验、如何独立地解决实验问题。具体做法见表 1。

### 2.3.2 进入情境——引发认知冲突,激发学习动机

将学生引入一定的问题情境(概念框架中的某一节点)。用中学化学教学或实验教学中的问题来设置问题情境。如通过列举或再现中学化学实验教学中的问题,引出“什么是化学实验条件”、“如何控制化学实验条件”、“如何改进或设计实验”等问题,引发学生的认知冲突,激发学习动机和探究欲望,并通过具体的实验研究,学习实验条件控制的科学方法。

表 1 设计性实验的支架式教学方法和步骤

搭建脚手架		学习的主要内容	教学方法
脚手架类型	搭建目的		
方法介绍	1、学习实验的研究方法、思维方法。 2、学习参考资料的查阅方法和资料的利用方法。为后面的学习提供方法指导。	1. 实验条件控制方法:简单比较法和正交实验法。 2. 实验改进、设计的思维方法:逆向思维法、类比思维法、对比思维法及联想思维法。 3. 查阅和使用参考文献的方法。	案例教学法
实验探究的方法学习	初步学习和体验控制实验条件的方法。为后面进行设计性实验打下基础	1. 酸与铁丝反应的最佳实验条件的探究。 2. 碘盐中碘的检验实验条件的控制。 3. 木炭还原氧化铜实验条件的探究。	实验问题、假设、步骤都由教师确定,学生只需亲自动手完成实验,进行观察、记录、分析实验现象,获得实验结论,体验用简单比较法或正交实验法探究实验条件的过程和方法。
实验改进(或设计)的方法学习	学习、体验实验的改进方法、新实验的设计方法及思维方法,为独立进行设计性实验打下基础。	1. 纸上层析的最佳实验条件探究。 2. 浓硫酸与铜反应实验方法的改进及条件探究。 3. 蔗糖与浓硫酸反应实验装置的改进及条件探究。 4. 氨催化氧化实验设计及条件探究。	实验问题、假设由教师提出或引导提出,由学生亲自设计实验方案并完成实验活动。在整个过程中,教师的作用是引导,并为有困难和问题的学生提供帮助。
独立完成设计实验	独立进行设计性实验,检验前期学习成果。	用手持技术探究影响化学反应速率的因素。	完全由学生根据实验目的和要求,独立提出问题、猜想假设、设计实验方案、进行实验、记录实验现象、分析得出结论,并对整个活动进行反思、评价。教师的作用是引导学生总结、反思,并给每位学生进行评价。

### 2.3.3 独立探索、协作学习——完成对新知识的意义建构

在实验探究和研究阶段,要求学生根据教师给定的实验项目进行探索,得出实验结论,完成对实验的

改进或设计. 在实验课程初期, 教师给予学生较多的帮助. 如在进行“酸与铁丝反应的最佳实验条件的探究”、“碘盐中碘的检验实验条件的控制”和“木炭还原氧化铜实验条件的探究”等实验, 教师会给学生提供方法的指导, 引导学生运用科学方法去研究实验, 学会思考问题的方式和方法; 随着课程的进行, 教师的帮助就逐渐地减少了, 而代之以引导、提示, 越来越多地放手让学生自己去独立地探索; 最后让学生自己在教师搭建的“脚手架”上继续攀升, 独立解决问题.

探究性学习, 通常需要小组的协作. 为了便于学生的协作学习, 我们将学生以2人/组进行分组, 方便他们交流、讨论、合作. 在实验中, 对于某些难度稍大的实验, 又将每台学生分成1~2个大的小组(约4~8人)进行探究, 让学生协商、讨论、交流, 在共享集体的思维成果的基础上, 达到对所学习的内容的正确理解和运用, 完成对所学知识意义构建.

## 2.4 设计性实验的教学评价

我们主要是从设计性实验的三个阶段, 即实验的前期、中期和后期对学生设计性实验能力进行综合的评价.

### 2.4.1 实验前期的评价

实验前期的评价, 主要是对学生实验方案设计能力的评价, 为此我们设计了专门的“设计性实验设计报告书”, 其主要内容包括:

- (1) 基本信息: 包括实验项目名称、姓名、学号、同组人、实验时间等;
- (2) 实验的目的、原理、实验内容、实验指标;
- (3) 实验设计(或改进)思路;
- (4) 实验所用仪器药品清单、实验方法及步骤、参考文献;
- (5) 实验现象(数据)记录: 要求用表格记录, 表格由学生自己设计;
- (6) 指导教师意见: 对学生设计的实验方案的可行性给出评价和一些指导性意见.

教师通过对“设计性实验设计报告书”的检查, 可检查学生的实验方案是否可行和合理、设计思路是否清晰和正确、方法是否得当等, 并从中评价学生实验方案的设计能力.

### 2.4.2 实验中期的评价

实验中期的评价主要是评价学生在研究过程中的表现和能力. 教师在实验过程中通过观察学生在实验过程中的表现来进行评价. 评价的主要内容包括: 学生实验的态度、实验的参与度、实验中分析和解决问题的能力、操作的规范性和协调性等.

### 2.4.3 实验后期的评价

实验后期的评价主要是从学生实验研究结果的正确性(或准确性)以及对实验研究进行总结的能力等方面进行评价. 主要是通过“设计性实验报告书”来对学生在某一具体的设计性实验中的能力进行评价. 其主要内容除“设计性实验设计报告书”的相关内容外还包括以下几点:

- (1) 问题与讨论: 主要是针对实验过程中的问题和结果进行讨论;
- (2) 指导教师意见: 对学生的最终实验方案给予评价, 对学生在实验过程中的态度、独立分析问题和解决问题的能力、实验结果的正确性、实验过程中的问题、方法等方面做出反馈.

通过检查学生的实验报告, 可以评价学生对该设计性实验的最终方案是否正确, 对结果或问题的讨论及分析是否正确、全面、清晰, 结论是否正确, 对存在的问题是否认识清楚、是否有解决的策略.

## 3 开设设计性实验的教学效果

自开设设计性实验以来, 我们不断地总结经验, 收到了较好的效果. 无论是学生还是教师都有较大的收获, 具体表现在以下几方面.

### 3.1 改变学生的学习方式, 激发学习积极性

通过设计性实验等教学的实施, 学生改变了过去“照方抓药”的被动学习方式, 逐渐地形成了“自主学习”的方式. 在学习中, 由于没有现成的实验方案, 需要学生通过自主查阅资料、小组讨论和处理收集到的

资料,形成初步的实验方案;在用初步方案进行实验的过程中不断完善和优化实验方案,最终得出实验结果.在此过程中,学生逐渐地学会了发现问题、解决问题的方法和策略;同时,通过小组合作,共同讨论,克服困难,解决问题,形成了合作学习的良好氛围,并通过自我或同伴的监控、激励、反思和评价,使知识与技能、实验研究方法和思维方法、情感态度价值观等方面都得到发展;学生在自主解决问题的过程中,体验到了探究的乐趣、增强了学习的自信心、尝到了解决问题后成功的喜悦,使学习的积极性得到激发和提升.

### 3.2 形成科学研究的基本能力

由于没有现成的实验方案,需要学生从查阅资料入手,且课题来源于教学实际和社会生活之中,实验的整个过程都类似科学研究的过程.学生通过发现问题、收集信息资料、处理信息资料、设计实验方案、进行实验探究、集体讨论交流和表达、获取结论等活动,体验了科学探究的过程,学习了如何进行科学研究的基本方法,初步形成了科学研究的基本能力.

### 3.3 促进了学生非智力因素的发展

#### 3.3.1 促使学生形成科学的态度和科学的精神

设计性实验不要求学生一定要得到好的实验结果,而看重的是学生在这个过程中对科学研究过程的学习和体验、对知识的灵活运用能力、对科学方法的获取程度以及严谨的科学态度及科学精神的形成.因此,设计性实验教学改变了学生只重视实验结果、不重视实验过程及方法的体验和学习的现象,同时还改变了个别学生为了得到好的实验成绩而篡改实验数据的一些不良习惯.

#### 3.3.2 促使学生形成良好的心理素质和意志品质

设计性实验在查阅资料、设计实验方案、进行实验探究、处理结果、最后得出结论等过程中基本上都要求学生独立或小组共同去完成.在完成任务的过程中,特别是实验探究的过程中难免会遇到很多困难、挫折和压力需要学生自己去克服、去承受.在此过程中,学生逐渐形成了能耐得住寂寞、承受失败和压力的心理素质以及面对困难不退却、坚持不懈的意志品质.

#### 3.3.3 强化了学生的合作精神和意识

设计性实验一般内容较多、难度较验证性实验大,若个人独立完成比较困难.在完成实验的过程中需要与同学相互讨论、研究,得到同学的帮助才能够在较短的时间内,较好地完成任务.通过设计性实验的学习和训练,使学生学会了与人相处、学习他人的长处、尊重他人、依靠大家的力量去完成课题,强化了学生的合作精神和合作意识.

### 3.3 促进了教师的专业化发展,提升教师的教学素质

教师专业化是指教师在整个职业生涯中,通过专门的训练和终身学习,逐步习得教育专业的知识与技能,并在教育实践中不断提高自身的从教素质,成为一个良好的教育专业工作者的专业成长过程<sup>[7]</sup>.所谓教师专业化发展是指:将教师视为为社会提供教育教学服务的专业工作者,通过不断接受新知识、增长专业能力,从而使其具备教育教学的知识和技能、提高教育教学水平的过程<sup>[8]</sup>.在实施设计性实验的过程中,对教师也是一个较大的挑战.

随着知识与技术以及教育观念的日新月异的更新,在设计和实施设计性实验教学时,都会遇到一些新的知识、新的技术和新的教育理念,要求教师要在工作中不断地更新自己的专业知识、专业技能,不断地学习新的教育思想,形成新的教育理念.改变不适应学生发展的教学方法,不断对教学进行反思、总结.在不断的反思和改进的过程中,教师自身的专业能力、教育教学能力和组织管理能力得到提升.同时,在实施设计性实验的过程中,一些新问题会不断地被发现,这就为教师提供了新的教育教学研究课题,在研究中使教师的研究能力、学术水平以及教学能力得到提升.

综上所述,在《化学实验教学研究》课程中开设设计性实验,有利于调动学生的学习积极性和主动性,使他们逐渐形成发现和解决问题的能力以及创新的思维和能力.同时,设计性实验的开设对教师和学生都提出了更高的要求,如何在《化学实验教学研究》课程中更好地实施设计性实验教学,使其取得更好的教学效果,还需要教师在今后的教学实践中继续探索和实践.

**参考文献:**

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高等学校本科教学工作水平评估方案(试行) [EB/OL]. [http://xpgb.swu.edu.cn/article/2007/0624/article\\_210.html](http://xpgb.swu.edu.cn/article/2007/0624/article_210.html). 2008-08-18.
- [2] 卢一卉. “化学实验教学研究”课程改革初探 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 34(2): 197-200.
- [3] 刘学忠. 大学生创新精神与创新能力的培养路径 [J]. 教育研究, 2008, 336(1): 103-105.
- [4] 解从霞, 孙雪梅, 罗世忠, 等. 开设基础化学准设计性实验的探索以实践 [J]. 大学化学, 2009, 24(6): 26-28.
- [5] JONASSEN D, DAVIDSON M, COLLINS M, et al. Constructivism and Computer-Mediated Communication in Distance Education [J]. The American Journal of Distance Education, 1995, 9(2): 17-25.
- [6] 李明兰, 袁新秀, 焦培慧. 支架式教学在大学英语课堂中的运用 [J]. 教育探索, 2008, 198(1): 27-28.
- [7] 刘捷. 专业化: 挑战 21 世纪的教师 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2002: 42-43.
- [8] 中华人民共和国教育部师范教育司. 教师专业化的理论与实践 [M]. 北京: 人民教育出版社, 2003: 46-50.

## Teaching Research on Design Experiments in the University Course “Research of Chemistry Experimental Teaching”

LU Yi-hui, HUANG Mei, YU Jie

*School of Chemistry and Chemical Engineering, Southwest University, Chongqing 400715, China*

**Abstract:** The significance of design experiments in the course Research of Chemistry Experimental Teaching is introduced. The selection principles and approaches of experimental projects as well as the scaffolding instruction strategies of design experiments are discussed. The teaching effectiveness of design experiments is summarized.

**Key words:** “Research of Chemistry Experimental Teaching”; design experiment; teaching experience; teaching effectiveness

责任编辑 潘春燕