

面向工科专业的少学时普通化学课程创新与实践 ——以“电化学基础”章节为例

冯东阳*, 夏鸣, 汤简赫, 孙晓云, 沈德芬

沈阳航空航天大学理学院, 沈阳 110136

摘要: 针对少学时普通化学课程中学生个体间差异较大、学习兴趣低下及课程应用性差等问题, 以学生为中心, 对课程内容、课程资源、课程思政及评价体系进行优化设计, 打造了一个基于多课堂联动的普通化学课程教学模式。通过将自建学习资源与跨校课程资源进行有机融合, 创建混合式教学课堂, 建设递进式教学资源, 解决不同学生化学基础差异大的问题。依托科创实践教学课堂, 构建进阶型实验教学内容, 激发学生学习兴趣, 提升课程应用性。该教学模式在教学实践中取得了较好成效, 为今后工科专业中少学时普通化学课程的有效开展借鉴价值。

关键词: 普通化学; 教学模式; 少学时; 创新与实践

中图分类号: G64; O6

Innovation and Practice of General Chemistry Course with Reduced Lecture Hour for Engineering Specialty: A Case Study of “Fundamentals of Electrochemistry”

Dongyang Feng*, Ming Xia, Jianhe Tang, Xiaoyun Sun, Defen Shen

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China.

Abstract: To address issues in short duration general chemistry courses, such as significant individual differences among students, lack of interest in learning, and poor applicability of the course, a student-centered approach was adopted. The course content, resources, ideological and political education, and assessment systems were optimized to create an integrated teaching model for general chemistry. By incorporating both self-developed and cross-institutional resources, a blended learning environment was established, providing progressive teaching materials to mitigate disparities in students' chemistry foundations. The introduction of advanced experimental curriculum, grounded in scientific innovation, was designed to stimulate student interest and enhance the course's practical relevance. This teaching model has shown positive outcomes in practice and offers valuable insights for the future development of general chemistry courses with reduced lecture hours in engineering programs.

Key Words: General chemistry; Teaching model; Reduced lecture hour; Innovation and practice

普通化学课程是高等院校为部分工科专业的本科生所开设的一门公共基础课。该课程阐述了化学的经典理论, 体现了化学与工程技术间的交叉互融, 培养学生利用化学基本原理去解决工科专业实际问题的能力^[1]。受现行高考政策中“3+3”和“3+1+2”模式的影响, 部分学生在高中阶段未学习化学课程^[2,3], 由于缺少必要的高中化学基础知识储备, 加之课程的学时有限^[4], 这一部分学生在

学习该课程时会倍感吃力^[5], 这对高校普通化学课程的高质量建设以服务于教育强国战略^[6]提出了更新的要求。

在现有的课程改革案例中, 大多是实施了“线上+线下”混合式教学模式^[7-10], 这种模式虽然在有限的教学时间内提升教学效率, 但教学场所大多限制于常规的教学课堂本身, 缺少丰富、趣味的线下化学科技实践活动, 也缺乏对其它专业学科的有力支撑, 在课程的深度、广度、应用性及趣味性等方面存在有一定的局限性, 难以满足新学情的教学需求。

多课堂联动式教学模式指在同一门课程中采用了不同的课堂教学过程, 结合不同课堂的教学特点, 发挥各自在教学中的优势, 共同驱动课程教学过程的有效进行^[11,12]。沈阳航空航天大学普通化学教研团队从当下学生的学情出发, 将混合式教学课堂和科创实践课堂进行有机融合, 并对该多课堂教学模式下的课程内容进行优化。该教学模式有助于激发学生的学习兴趣, 提升整体教学质量和课程的应用性, 受到师生广泛好评, 为培养研究应用型人才打下坚实基础。本文就我校普通化学课程在少学时教学背景下的改革经验加以分享讨论, 以求教于广大同行, 共同持续推进该课程的改革。

1 我校普通化学课程的教学现状及存在问题

普通化学课程是我校飞行器动力工程等十余个工科专业的本科一年级学生必修的基础考查课, 共32学时(理论课24学时、实验课8学时), 是高中化学基础知识与大学相关专业课间的桥梁。在2021-2023年期间, 教研团队就学生的基础、兴趣及课程应用性等方面对近400余名学生进行问卷调查。结果显示, 在高中阶段, 有22.5%的学生未系统学习过化学课程, 而有近三分之一的学生从未接触过化学实验。为此, 结合课程特点, 我们凝练出了三大潜在教学痛点问题。

1.1 学生个体间化学知识水平差异较大, 整体教学质量难提升

普通化学课程学时较短, 教师难以在有限的教学时间进行高效教学, 部分学生学习时感到有心无力、事倍功半, 易导致班级中不同学生间的成绩差异增大。

1.2 学生学习兴趣低下, 学习热情难激发

化学基础薄弱的学生由于需要在短时间内增补大量的化学知识, 学习压力倍增。在被调研的学生中, 有27.5%的学生在学习前对课程学习毫无兴趣, 易出现学习主动性差、课堂参与度较低及考试不重视等现象, 导致学生学习效率下降。

1.3 教学内容和模式固化严重, 化学知识与理工科应用难结合

通过问卷调查的形式发现, 有43.5%的学生在结课后认为普通化学课程在部分工科专业间的应用作用不突出。究其主要原因, 是原先固有的教学内容多以强调化学理论的知识学习为主, 与不同工科专业联系不够紧密, 课程体系对工科应用的支撑作用不突出, 难以实现成果导向教育(OBE)的教学理念。

2 多课堂融合模式下的普通化学课程教学设计

2.1 课程设计理念

教研团队以学生为中心, 基于普通化学课程中潜在的整体教学质量难提升、学生学习热情难激发及化学与应用难结合的问题, 构建了集混合式教学课堂与科创实践教学课堂于一体的多课堂融合的教学模式(图1), 并对该模式下的教学内容、评价体系、课程资源和课程思政进行了建设。

从实施途径上看(图2), 混合式课堂与科创实践课堂彼此间交叉融合, 对每一个课堂中的教学内容进行递进式设计, 依托网络教学平台对学生的进行学习数据进行获取, 通过教学反馈对教学过程和评价体系做出及时调整, 持续优化课程建设。

2.2 构建混合式教学课堂

借助学习通平台, 基于普通化学课程, 教学团队将自建线上学习资源和大连理工大学跨校课程进行有机融合, 以其作为线上课程, 以校内课堂教学作为线下课程, 打造了混合式教学课堂(图3), 对课堂中的理论课、实验课和习题课的线上、线下教学过程进行优化, 以期提升整体的教学质量。



图1 多课堂融合模式下的普通化学课程

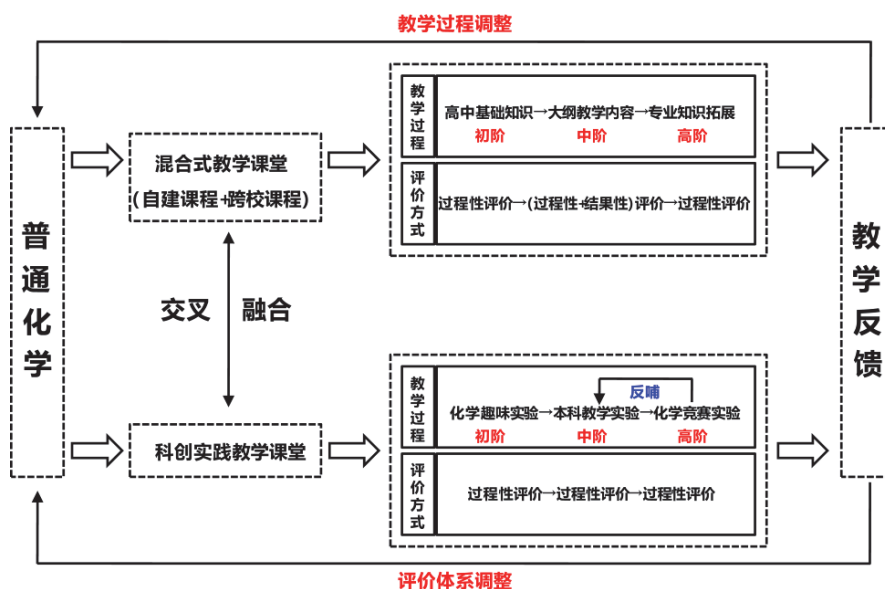


图2 普通化学课程在多课堂融合模式下的教学方案

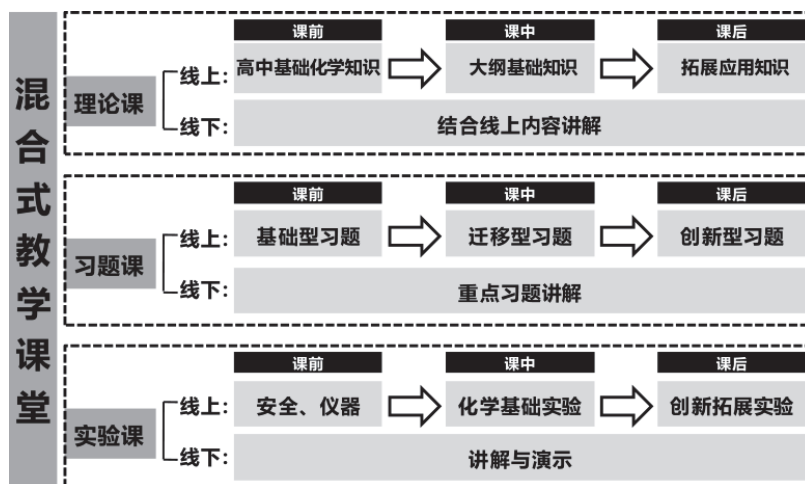


图3 混合式教学课堂的实施方案

应用为导向的理论课教学。课前设置预习环节,以“高中相关化学基础知识”为切入点,建立大学化学与高中化学间的联系;课中遵循“应用-知识-应用”的理念,引入应用案例,讲解化学知识,解释所选案例;课后结合学生专业特点,给定方向,布置拓展作业(视频或论文),探究知识应用。

进阶型的实验课教学。课前,教师于线上平台中设置预习内容,注重实验室安全培训及化学实验基础知识的介绍;课中,在线下教学环节中,完成“化学反应焓变的测定”“醋酸解离度和解离常数的测定”“邻菲罗啉-铁配合物组成及稳定常数的测定”和“电沉积镍镀层”四个实验,教师要注重对较难实验内容和操作的讲授;课后,借助学习通平台,设计拓展实验模块(视频及配套文档),辅以与学生专业相关的教学资源,学生在线上完成拓展实验学习。

多类型的习题课教学。借助学习通平台,设计基础型、迁移型和创新型习题教学资源。基础型习题教学主要在线上借助教学视频实现,学生自己完成,旨在帮助学生巩固课上知识。迁移型和创新型习题在线下课堂教学环节中完成,穿插在教师的实际教学中。其中,迁移型视频注重将不同章节、学科间的知识相互融合,引导学生进行知识间的迁移;创新型视频注重将基础理论知识与科研热点问题结合,引导学生进行猜想和求证。对于习题课中学生反馈的问题,教师可利用课余时间线下答疑,亦可借助QQ、微信或网络教学工具等方式进行解答。

2.3 创建“赛教结合”式的校内科创实践教学课堂

基于科创实践教学课堂,提升学生的学习兴趣和课程应用性。该课堂是对混合式教学课堂的补充,在科技创新俱乐部和教学团队的协同作用下完成实施过程,学生可利用课余时间自愿参与,每学期参与学生人数大约为600人左右(约占课程总人数50%),其中参与到竞赛阶段的学生人数大约为400人左右(约占课程总人数30%)。

结合不同的实验内容,我们将该课堂中的实验分为趣味实验、教学实验及竞赛实验。其中,趣味实验是1次/学期,所选实验具备操作便捷、原理简单、现象明显等特点,其目的是希望通过实验提高学生参与化学学习的积极性;教学实验是对混合式课堂中常规实验教学的补充,方便学生利用课余时间重新回顾课上实验内容,起到夯实实验基础的作用;竞赛实验是学生创新能力的提升,开展频次为1次/学期,通过竞赛的方式,让学生将不同的工科专业特色融合化学实验中,先进行实验方案的设计,论证可行性后,再开展实验。

2.4 建立课程的学习评价体系

基于不同课堂教学过程,分设7项成绩考核项目,优化各项成绩评定标准,对学生学习情况进行综合评定(表1)。混合式教学课堂的评价在整个教学评价体系中占据核心地位,参考学生平时表现成绩(包括出勤、课堂发言)、实验成绩、期末成绩和跨校课程成绩(视频观看、讨论参与情况),以过程性考核为主、结果性考核为辅。科创实践教学课堂的学习评价以过程性评价为主,包括拓展视频成绩和课外实验成绩,其中,对于拓展视频,学生结合实践经历,以组队形式(至多6人/组)完成1个长度约3分钟左右的视频,视频中要求组内所有成员出境,并提供个人信息,视频内容风格可选用情景剧、PPT讲解、化学实验操作等形式,选题方向包括工科专业中的化学、化学科学前沿、化学与航空航天等方面,教师依据视频内容及视频制作质量进行打分;课外实验成绩统计学生参与课外化学实验及竞赛获奖的情况,教师依据实际情况进行分级打分。

表1 课程中的各项成绩占比

课堂	混合式教学课堂(80%)					科创实践课堂(20%)	
	项目	平时	实验	期末	跨校课程		拓展视频
微课视频					交流讨论		
比例	10%	25%	25%	10%	10%	10%	10%

3 多课堂融合模式下的普通化学课程实践—以“电化学基础”章节为例

下面以普通化学课程中的“电化学基础”章节中的“化学电池”内容为例(表2)，加以说明。

表2 多课堂融合模式下的课程教学方案(“化学电池”内容举例)

课堂类型	课前	课中	课后
理论课	氧化还原反应	化学电池	腐蚀性测试方法
混合式教学课堂	实验课	直流电源使用	Tafel曲线的测定
习题课	电池符号的书写	湿法冶金中的电池问题	东方红一号中的化学电源
科创实践教学课堂	碘钟实验(趣味)	金属电镀改进实验(教学)	合金的制备及腐蚀性测试实验(竞赛)

3.1 校内混合式教学课堂的实践

对于理论课，讲解“化学电池”内容时，在课前，于超星泛雅平台中布置有关“氧化还原基本原理”的预习内容，基于高中基础知识点，将学生分成小组进行讨论学习；在课中，在各小组学生将预习结果进行汇报后，教师先列举“辽宁舰前世今生”例子(图4)，引入“金属电化学腐蚀”的概念，再抛出问题，让学生带着问题学习“化学电池”的相关知识内容，最后，利用所讲授内容解释船舶在海洋中腐蚀的原因；在课后，结合我校航空、金属材料等工科专业特色，为学生布置“常用金属电化学腐蚀测试方法介绍”的拓展作业。

应用

思考与讨论

结合预习内容，观察“辽宁号”航母和“瓦良格号”航空母舰的区别，谈谈为什么会有如此不同？

物理腐蚀、化学腐蚀、**电化学腐蚀** ?

知识

3.2.1 原电池的组成

▶ 电极
 ◆ 正极: 活泼性较弱的金属或其它电极材料
 ◆ 负极: 活泼性较强的金属或其它电极材料

▶ 电解质溶液

电解质	正极	负极	正极反应	负极反应	电解质
稀硫酸溶液	碳	铁	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	Na_2SO_4
氯化铜溶液	银	铁	$2Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Cu$	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	氯+碘化钾溶液
氯化铁溶液	铂	铁	$2Fe^{3+} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{2+}$	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	1-乙基咪唑磺酸盐

▶ 盐桥/隔膜 构成内回路

▶ 外电路导线或连接装置 构成外回路

应用

▶ 辽宁舰的前世今生—船舶的电化学腐蚀与防护

◆ 船舶的电化学腐蚀

吸氧腐蚀: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
 析氢腐蚀: $2H_2O + O_2 + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
 负极反应: $Fe - 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$
 正极反应: $Fe - 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$

图4 基于“应用-知识-应用”教学理念设计的理论课教学内容

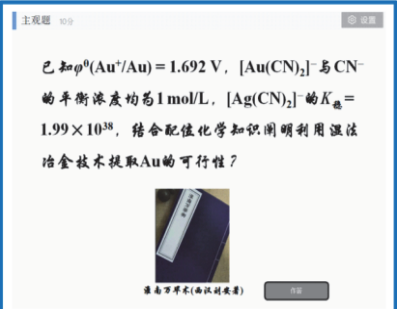
对于实验课，进行“金属镍电镀”实验时，在课前，于超星泛雅平台上发布电子分析天平、稳压直流电源等仪器的操作使用视频，学生以小组的形式进行线上预习；在课中，教师根据各小组预习情况，结合演示实验，进行针对性讲解；在课后，在掌握电镀基本操作的基础上，结合工科专业特色，引入“金属材料电化学腐蚀测试”的实验内容，如“Tafel曲线测定”“交流阻抗测试”等实验，并在线上平台中发布。

对于习题课，进行“电极电势”习题讲解时，在线上，布置以单个知识为基础型习题讲解视频，如书写电池反应及电池符号；在线下，针对迁移型习题的设计，首先，要求学生通过查阅文献资料后了解湿法冶金的基本原理及实施过程。在此基础上，进一步融合配位化学的专业知识，深入探讨如何利用湿法冶金技术高效提取纯金单质。随后，引导学生分析相关的电极反应，并应用能斯特方程精确计算电极电势，以此作为连接电化学与配位化学两大领域的桥梁(图5)。这一设计不仅促进了理论知识的交叉融合，还巧妙引入了工业生产中的实际案例，从而使学生能够在理论与实践

的双重维度上深理解，提升解决实际问题的能力。对于创新型习题，结合我校航空航天特色，选择我国首颗人造卫星——东方红一号的例子^[13]，向学生提问时至今日该卫星是否还能播放东方红乐曲，让学生查阅资料后分组讨论，教师再通过东方红一号采用银锌蓄电池给仪器舱提供电源的实际情况，结合化学电池中的电极反应、电池反应($\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{O} = \text{ZnO} + 2\text{Ag}$)进行讲解，并给出“电池反应结束后，卫星的电源能量耗尽，无法播放乐曲”的合理解释。

设置问题

已知 $\varphi^\ominus(\text{Au}^+/\text{Au}) = 1.692 \text{ V}$ ， $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ 与 CN^- 的平衡浓度均为 1 mol/L ， $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 的 $K_{\text{稳}} = 1.99 \times 10^{38}$ ，结合配位化学知识阐明利用湿法冶金技术提取Au的可行性？



分析讨论

$$\text{Au} \xrightarrow{\varphi^\ominus(\text{Au}^+/\text{Au})=1.69\text{V}} \text{Au}^+ \xrightarrow{1.20, +\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-} \text{Au}(\text{OH})_3$$

$$\text{Au} \xrightarrow{\varphi^\ominus[\text{Au}(\text{CN})_2]^-/\text{Au}]=? \text{V}} [\text{Au}(\text{CN})_2]^-$$

$$\text{Au} + 2\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Au}(\text{CN})_2]^-$$

$$4\text{Au} + 8\text{CN}^- + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4[\text{Au}(\text{CN})_2]^- + 4\text{OH}^-$$

$$\text{Zn} + 2[\text{Au}(\text{CN})_2]^- = 2\text{Au} + [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$$

讲解答疑

已知 $\varphi^\ominus(\text{Au}^+/\text{Au}) = 1.692 \text{ V}$ ， $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ 与 CN^- 的平衡浓度均为 1 mol/L ， $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 的 $K_{\text{稳}} = 1.99 \times 10^{38}$ ，结合配位化学知识阐明利用湿法冶金技术提取Au的可行性？

解：

$$\text{Au}^+ + 2\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Au}(\text{CN})_2]^-$$

$$K_{\text{稳}} = \frac{[\text{Au}(\text{CN})_2]^-}{[\text{Au}^+][\text{CN}^-]^2} = 1.99 \times 10^{38}$$

$$[\text{Au}^+] = [\text{Au}(\text{CN})_2]^- / (K_{\text{稳}} \cdot [\text{CN}^-]^2) = 5.03 \times 10^{-39} \text{ mol/L}$$

$$\varphi^\ominus([\text{Ag}(\text{CN})_2]^-/\text{Au}) = \varphi^\ominus(\text{Au}^+/\text{Au}) + 0.0592 \lg [\text{Au}^+] = -0.575 \text{ V}$$

答：……

图5 迁移型习题课教学内容

3.2 校内科创实践课堂的实践

在课前，设计适合不同专业本科学生开展的化学趣味实验(图6)，例如，基于氧化还原反应基本原理设计的碘钟实验，学生线上报名参与，由教师利用课余时间带领学生完成实验，以激发学生的学习热情；在课中，简化“金属镍电镀”实验设计，依托科技俱乐部，组织学生于化学实验室开展电镀实验，并进行成果展示；在课后，借助电化学工作站，将交流阻抗等测试技术应用于金属腐蚀性测试中，设计化学竞赛型实验。此外，教研团队也将学生的优秀科创成果推广至本科实验教学中，结合教学要求，设计具有工科专业特色的综合型实验，补充日常实验教学内容，以达到“科教结合，相互促进”的目的。例如，我们对2022年辽宁省大学生化学实验创新设计竞赛作品“基于电沉积法制备镀镍层及其腐蚀性能探究”进行了多学时的模块化设计，打造了一个融合有工科专业特色的本科教学实验。



图6 科创实践教学课堂中的教学内容

4 结语

基于当下高等院校少学时普通课程学情的特殊性，以学生为中心，打造了一个集混合式教学课

堂与科创实践融合于一体的教学模式。经过教学实践证明,该模式可发挥各个课堂的教学特点,弥补普通化学传统教学模式的不足,激发学生的学习热情,有效提升整体教学质量和课程的应用性,为增强新时代大学生的化学基本综合素质奠定了基础,具备一定的推广借鉴价值,能够为相关工科专业普通化学课程的有效实施提供帮助。

致谢: 感谢大连理工大学化学学院胡涛教授在跨校修读课程建设中提供的支持与帮助。

参 考 文 献

- [1] 沈宏,徐端钧,方文军,聂晶晶. 大学化学, **2019**, *34* (4), 12.
- [2] 唐文瑞,刘希伟. 教育教学论坛, **2023**, No. 5, 11.
- [3] 叶晓萍,童义平. 广东化工, **2016**, *43* (20), 216.
- [4] 闫红亮,王明文,李新学,车平,臧丽坤. 大学化学, **2018**, *33* (4), 7.
- [5] 冯东阳,夏鸣,任飞,孙晓云,沈德芬,汤简赫. 创新教育研究, **2022**, *10* (11), 3000.
- [6] 习近平: 扎实推动教育强国建设. 中国政府网. [2024-04-10]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202309/content_6904156.htm
- [7] 衡利苹,王祖彬. 大学化学, **2017**, *32* (2), 29.
- [8] 陈莹. 广州化工, **2021**, *49* (2), 154.
- [9] 王鲁敏,杨昕,冯凯,肖翠平. 山东化工, **2021**, *50* (13), 225.
- [10] 何名芳,周德志,曹小华,王萍萍,钟婵娟,徐常龙. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (16), 24.
- [11] 陈云,高英,吴庆生. 大学化学, **2017**, *32* (11), 7.
- [12] 张丽媛,纳青青. 解剖学研究, **2023**, *45* (5), 479.
- [13] 鹿现永,杨青林,朱英. 大学化学, **2016**, *31* (6), 21.