

基于课立方系统的大学化学实验教学模式改革实践

马海凤, 刘斌*, 芦昌盛, 周爱东, 田笑丛, 王凤彬

南京大学化学化工学院, 化学国家级实验教学示范中心(南京大学), 南京 210023

摘要: 在传统的大学化学实验教学中, 学生以被动接受为主, 学习交互性差, 自主思考不足, 不利于学生综合素质的培养和创新能力的提高。随着互联网技术的飞速发展, 基于各种信息化手段的教学模式应运而生。课立方系统可集预习系统、微信公众平台、翻转课堂等多种教学模式为一体, 形成以学生为中心的全周期智能化教学模式, 实现学生的实验课前练习测试、课堂数据记录、课后作业互评讨论等多种功能。实践表明, 课立方系统应用于大学化学实验课程教学, 能够有效提高化学实验课的教学效率, 并且大大促进学生的自主学习, 为互动式大学化学实验教学注入新的活力。

关键词: 大学化学实验; 教学模式; 课立方; 自主学习

中图分类号: G64, O6-3

Reform and Practice of Teaching Modes in University Chemistry Laboratories Based on Course Cubic

MA Haifeng, LIU Bin *, LU Changsheng, ZHOU Aidong, TIAN Xiaocong, WANG Fengbin

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Nanjing University), School of Chemistry & Chemical Engineering, Nanjing University, Nanjing 210023, P. R. China.

Abstract: Traditional university chemistry laboratories usually feature tedious teaching process, which may result in passive study, less or no learning interaction, and the lack of independent thinking, operation and innovation. This is bad for us to achieve the targets of comprehensive training upon freshmen in universities. With the rapid development of internet technology, a variety of information-based teaching modes have been established. Course Cubic system can merge several teaching modes, such as experiment preview, WeChat platform, and flipped class into a student-centered overall process and intelligent teaching mode. Students can conduct practice tests before experiments, record and upload experimental data in class, and carry out mutual evaluations after class. The practice shows that Course Cubic system can improve the efficiency of experiment teaching and greatly promote students' self-directed learning, increasing the interaction in experiment teaching.

Key Words: University chemistry laboratory; Teaching mode; Course cubic; Self-directed learning

化学实验课是实施全面化学教育的重要环节^[1]。化学实验类课程不同于理论课, 更加注重培养学生的动手能力及思维方式。随着高等教育的发展和网络环境的优化, 吉林大学^[2]、浙江大学、南京大学^[3]等高校先后开展了翻转课堂、微信公众平台、预习系统等多种教学模式的改革^[4,5], 以促进学生的自主学习及培养学生的创新思维能力^[6]。如果将多种教学模式有效地融合为一体, 应该可以更好地辅助化学实验教学^[7]。我们也开展了这方面的研究, 并取得了一些经验。

收稿: 2018-11-23; 录用: 2018-12-27; 网络发表: 2019-01-02

*通讯作者, Email: chem718@nju.edu.cn

基金资助: 江苏省高等教育教改研究课题(2017JSJG089); 南京大学校级教改项目(201614B1)

1 大学化学实验教学存在的问题

传统的化学实验教学方法较为单一,遵循“学生预习-教师讲解-学生做实验-交实验报告”的模式。该方法重点强调实验过程到位,导致学生接受实验理论知识和操作技能的被动化程度高、自主学习程度低,严重影响和阻碍学生分析问题和解决问题的能力培养^[8]。以南京大学大学化学实验课程为例,综合学生的建议,目前的实验教学存在以下问题:

(1) 实验报告耗时多、篇幅长。大学化学实验平均每学年约开设实验26个。绝大多数学生平均(每个实验)耗时约1小时书写实验报告,每份实验报告短则3-4页,长至7-8页;学生学习负担较重,无法进行更有效的学习。同时,部分学生认为报告写得越多、越细,得分越高,而忽略对实验原理等内容的深层次学习。

(2) 缺乏检测学生预习效果及学习情况的有效手段。部分学生课前“机械”预习,预习效果差,上课时“照方抓药”。通常,大学化学实验每节课在开始时播放课程录像10-15分钟,长则30分钟,加上约30分钟的教师讲解,导致实验课期间部分学生注意力不集中,学习效果不佳。

(3) 学生无法及时了解实验报告批改结果。教师批改实验报告完成后,一般于下次课上发放批改后的报告,时效性差,导致学生不能及时了解自己对现象解释的合理性及误差分析的正确性等信息,不利于提高学生分析解决问题的能力。

(4) 师生互动困难。部分学生性格内向,不愿在实验中提问;同时学生在课下学习所遇到的问题,无法得到及时有效的解决。

2 课立方系统的优势

“课立方”是由南京大学电子学院王自强团队自主研发的面向高校课堂的智能化教学互动及管理系统,可借助于手机端的微信公众号进行辅助教学,学生和教师各自拥有不同界面的PC端后台系统^[9]。通过课立方平台和内嵌工具,可以顺利实现教师和学生在课堂中以及课堂前后的全方位教学互动,提升学生的学习参与度,建立过程性评价机制。目前系统涵盖了签到、课前练习、课堂小测、抢答、众答、实时反馈、课堂评价等多种师生互动功能(图1),成功实现在“大学化学”理论课程方面的应用,实现了理论教学与实体课堂的有效融合^[10]。

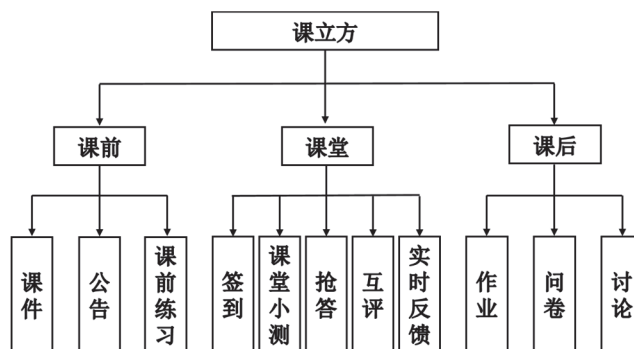


图1 课立方系统的教学辅助功能

除了拥有传统的课前、课堂和课后的师生互动功能之外,课立方系统还具有大数据分析功能,教师可根据在后台看到的学生标记的难点及提出的问题,有选择地备课;针对小班化化学实验教学,教师可设置助教模式,并将学生分组,同时掌握多个班级学习动态,了解学生需求;对于作业未完成的学生,教师可给该学生发私信;教师可通过课立方更有效地掌控整个教学过程,包括学生成绩、课前报告、教学分析等。

3 课立方系统应用于大学化学实验

3.1 课前自主化预习

在传统实验教学模式下,学生在课前需要耗费大量时间撰写实验预习报告,其关注重点首先在于报告格式和内容的抄写,但是因为无暇深入理解实验原理和步骤特点而不知其所以然,条理混乱,导致部分学生虽已预习,但达不到理想的预习效果;同时,教师缺乏有效手段来检测预习效果。实验课堂讲解期间,部分学生不能深入理解实验设计思路和方法,造成随后的实验操作效果不佳。

在课立方系统的辅助下,教师在实验课开始前即可提前上传相关课件及资料,并发公告提示、布置课前练习等;学生可在手机端微信公众号上收到提示消息,并及时进行课前自主化预习。

以实验“粗盐的提纯”为例,教师课前将实验报告模板(图2)、本次实验课涉及的危险化学品安全技术说明书(MSDS)(图3)、微课等发放至“课件”菜单,学生可选择下载或在线浏览。教师可提前发布公告,写明实验中用到的鉴定方法,以便学生定向精准预习。

实验预习报告可以加深学生对实验的理解,课前学生仍须书写简易的预习报告并拍照上传至课立方系统,教师收到后进行审阅并及时反馈给学生,预习报告合格方能进入教室进行实验。自主化预习的关键在于检测学生预习效果,这一步骤可通过学生完成课前练习来实现。课前练习共有10道题,每道题有3次回答机会(图4);如果最终仍回答错误,系统会给出题目解析,引导学生思考。所有题目回答完毕后,系统自动显示得分及答案解析,加深学生对题目知识点的掌握。在这种模式下,学生可以发现预习过程中未掌握的知识点或者能力项,从而在上课时有针对性地提高听课效率。

粗盐的提纯

一、实验现象记录

二、实验结果

1. 理论产量 _____ g
计算过程

2. 提纯后产品质量 _____ g, 提纯产率 = _____ %

3. 定性鉴定

离子	步骤	现象		结论		方程式
		粗盐	产品	粗盐	产品	
K ⁺						
Mg ²⁺						
Ca ²⁺						
SO ₄ ²⁻						

三、实验结果分析及小结

四、注意事项

图2 实验报告模板

危险化学品安全周知卡		
危险性类别	品名、英文名、分子式、CAS号	危险性标志
腐蚀	氢氧化钠 Sodium hydroxide NaOH CAS号: 1310-73-2	
危险性理化数据		危险性
熔点: 318.4℃ 沸点: 1390℃ 相对密度(ρ=1): 2.12 蒸汽压: 739℃		本品不会燃烧,遇水和水蒸气大量放热,形成腐蚀性溶液。与酸发生中和反应并放热。具有强腐蚀性。纯品及含量超30%水溶液均具腐蚀性。
接触后表现		现场急救措施
本品有强烈刺激和腐蚀性。粉尘或烟雾刺激眼和呼吸道,腐蚀鼻中隔;皮肤和眼直接接触可引起灼伤;误服可造成消化道灼伤,黏膜糜烂、出血和休克。		皮肤接触: 立即用水冲洗至少15分钟。若有灼伤,就医治疗。 眼睛接触: 立即提起眼睑,用流动清水或生理盐水冲洗至少15分钟。或用3%硼酸溶液冲洗。就医。 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处,必要时进行人工呼吸。就医。 食入: 患者清醒时立即漱口,口服稀释的醋或柠檬汁,就医。
身体防护措施		
		
泄露应急处理		
隔离泄漏污染区,周围设警告标志,建议应急处理人员戴好防毒面具,穿化学防护服。不要直接接触泄漏物,用洁净的铲子收集于干燥洁净的容器中,以少量加入大量水中,调节至中性,再放入废水系统。也可以用大量水冲洗,经稀释的废水放入废水系统。如大量泄漏,收集回收或无害处理后废弃。		
浓度		灭火方法及灭火剂
MAC(mg/m ³): 0.5		雾状水、砂土

图3 危化品 MSDS

中国移动 4G 晚上7:34

× 课前练习 ...

10/11 已答:9题

10. (单选题)
下列关于玻璃棒在“粗盐提纯”实验中,作用表达错误的是?

☐ A. 捣碎研细

☐ B. 搅拌溶解

☐ C. 引流浊液

☒ D. 搅拌防溅

1/3答题 答案错误,请继续作答

提交

图4 学生手机端课前练习界面

在课立方系统的数据分析支持下,教师可在后台接收到学生答题易错点及回答次数分析。由图5可知第5题学生错误率最高,即可调出该题,进一步在课堂上为学生细致讲解。

3.2 实验课堂数据记录及反馈

在实验课程中,可以通过课立方系统手机端的课堂小测试提交实验数据,如实验中粗产品的产量、滴定实验中的分析结果等,教师可获得所有原始数据并汇总到Excel表进行统计分析,如图6所示。可以看出,在“硝酸钾的制备”实验中,学生制备的粗产品产量分布在3.2–6.5 g,重结晶收率为45%–93%。大部分制备产量高的学生,其重结晶操作收率一般;而少数制备产量低的学生,其重结晶操作收率则较好。针对这一结果,教师可对学生进行提问,共同讨论分析。



图5 课立方系统给出的课前练习数据分析

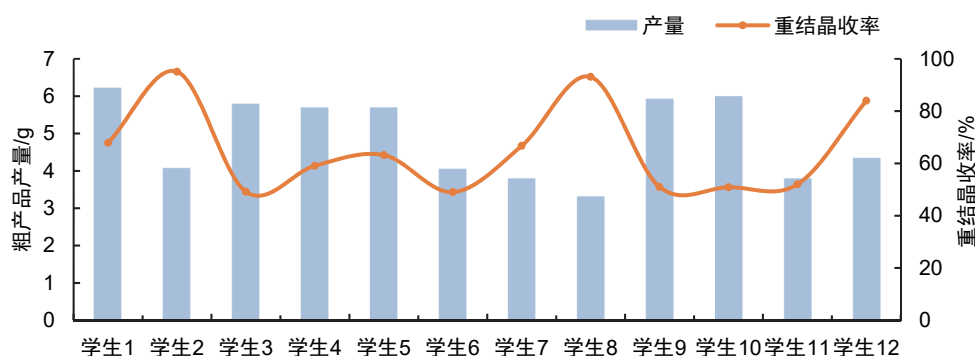


图6 硝酸钾的制备实验的学生数据

虽然双向互动教学系统可以突破传统实验教学束缚，实现优质资源共享和教学质量监控^[11]，但在利用南京大学化学国家级实验教学示范中心双向互动系统教学时，教师面向的讲解对象较多(100人以上)，不能满足所有学生与教师进行及时有效沟通的要求。课立方系统则提供给学生及时反馈的功能，学生可点赞或提出疑问，教师在收到提示后，可以根据学生提出的问题再做详细讲解。在此功能辅助下，学生的问题能得到及时解决，有利于激发学习兴趣，增强学习动力。

3.3 课后作业互评讨论

在传统的大学化学实验课程中，实验报告须在课上完成，而学生完成时间长短不一，易造成教学实验拖沓，占用课后时间。利用课立方系统将问题布置成课后作业，合并课前练习、课堂数据共同计分，可以减轻学生当场上交实验报告的压力，也有利于其课后对实验进行回顾与思考。作业完成后，教师设置“学生互评”模式，学生按小组互评课后作业；这种方式既能加深学生对问题的理解，也能让学生借鉴彼此的思考方式(图7)。学生互评完毕后，教师可在系统上对学生互评结果进行审阅，如答案有异议，教师可后台评论、与学生沟通，并在下次课堂上再次讲解。

总览

教学计划

第1讲 绪论

第2讲 五水硫酸铜...

第3讲 硫酸亚铁铵...

第4讲 粗盐的提纯

第5讲 容量仪器的...

第6讲 盐酸标准溶...

第7讲 混合碱的组...

第8讲 EDTA的标...

第9讲 铁矿中铁含...

第10讲 二草酸合...

教学资源

师生

数据

讨论区

设置

学生互评详情 (学生提交作业后, 需完成互评任务才可获得成绩, 否则成绩为0)

学生1	171830075	3/3	已完成
姓名	学号	互评进度	互评状态
1.主观题 (5分)			
称取0.1600 g纯Zn片, 经溶解后于实际体积为250 mL容量瓶中, 稀释至标线, 配成标准溶液, 然后用25.00 mL吸管 (经校准实际体积为24.94 mL), 吸取一份Zn标准溶液, 问相当于Zn片称量的相对误差为多少?			
评阅标准1: 相对校准、相对误差的计算			
被互评人	打分	备注	互评时间
学生2(171830640)	3.0	校准值减去理论值应为负数, 因此相对误差也为负。直接...	2017-11-08 23:18
学生3(171830571)	5.0	答案正确。可简化为用溶液体积计算。	2017-11-08 23:22
学生4(171830570)	4.0	答案正确。但是是下一题答案。	2017-11-08 23:25
2.主观题 (5分)			
称取0.1600 g纯Zn片, 经溶解后于实际体积为250 mL容量瓶中, 稀释至标线, 配成标准溶液 (容量瓶与25.00 mL吸管相对校准结果, 液面比标线高0.80 mL), 然后用吸管吸取一份Zn标准溶液, 问相当于Zn片称量的相对误差为多少?			
评阅标准1: 相对校准、相对误差的计算			
被互评人	打分	备注	互评时间
学生2(171830640)	4.0	只需要拿溶液体积算相对误差即可。误差应为0.80 mL在每个...	2017-11-08 23:18
学生3(171830571)	5.0	答案正确。可简化为用溶液体积计算。	2017-11-08 23:22
学生4(171830570)	3.0	答案正确。以及这一题为上一题答案。	2017-11-08 23:25

图7 学生在互评时的打分及详细解答

讨论区有助于一些性格内向的学生大胆发表自己的看法, 也可以让教师关注到更多人的需求; 同时, 学有余力的学生也可对其他学生的问题发表自己的看法和见解, 从师生教学模式扩展为“师生互动、生生互动”, 促进教学更为高效有序。

3.4 翻转课堂功能的实现

课立方集成了促进学生课前、课中以及课后的全方位自主学习的功能模块, 使得其在翻转课堂的实现方面有着更大的优势。在综合型、设计性实验中, 教师在课前将实验相关的微课及其他资料发布到课立方, 通过视频等资料引导学生的自主思考与实验设计; 其后, 学生的预习报告可以通过拍照上传的方式提交, 教师可在课立方后台提前了解学生的预习及对设计实验的认识和安排情况。在课堂上, 学生分组针对实验疑惑点进行讨论, 并在实验中进行验证; 同时, 学生提供实时反馈后, 教师可以引导其他学生共同思考并答疑解惑。实验完成后, 学生须思考总结实验的收获、注意事项等, 最后在课立方作业中以文档形式提交小论文(论文提交没有时间局限和空间限制), 教师也可及时收到并批改。与此同时, 学生可针对设计实验在讨论区内发帖, 可在任意自主学习时段将个人想法和意见发布在帖子中与其他学生交流, 达到共同思考和提高的目的。

4 结语

经过一年的改革实践, 课立方系统辅助大学化学实验教学模式深受学生欢迎。在课立方系统的支持下, 教学过程中的交流互动显著加强, 学生的学习兴趣 and 自主学习程度大大提高; 教师也可提高教学效率, 实现半人工智能化报告批改。这表明在综合预习系统、微信公众平台和翻转课堂等多种教学手段的情况下, 课立方系统辅助大学化学实验教学模式成效显著, 可在化学实验教学的改革中进行推广。

参 考 文 献

- [1] 戴安邦. 大学化学, 1989, 4 (1), 1.
- [2] 王彦沙, 刘松艳. 大学化学, 2016, 31 (4), 17.

-
- [3] 奚忠华, 淳远, 周爱东, 章文伟. 实验技术与管理, **2018**, 35 (11), 90.
- [4] 李玲, 段淑雅. 大学化学, **2018**, 33 (5), 5.
- [5] 唐金晶, 李泽全, 曹渊, 鲜晓红. 实验技术与管理, **2015**, 32 (2), 188.
- [6] 王峥, 连培红, 李琳, 罗复蓉, 刘红英, 周立群. 大学化学, **2017**, 32 (6), 23.
- [7] 李婉, 黄微, 刘济红, 高明丽, 朱平平. 大学化学, **2017**, 32 (7), 18.
- [8] 蔡鹰, 李思东, 杨磊, 黄娜, 吴湛霞. 实验技术与管理, **2018**, 35 (3), 19.
- [9] 李冰蕾. “课立方”智能课堂学习模式下学生学习策略研究[D]. 南京: 南京大学, 2018.
- [10] 芦昌盛, 马海凤. 大学化学, **2018**, 33 (11), 86.
- [11] 张家玫, 屠庆云, 张剑荣, 孙尔康. 实验技术与管理, **2004**, 21 (2), 41.