

翻转课堂模式在光度法测铁实验教学中的应用

王海霞^{1,*} 王婉秦¹ 蒲 敏² 雷 鸣² 王向东¹

(¹西安交通大学理学院, 西安 710049; ²北京化工大学理学院, 北京 100029)

摘要: 翻转课堂模式有助于使课堂教学从以教师为中心向以学生为中心转变, 因而受到教育界广泛关注。以邻二氮菲分光光度法测定水中微量铁为例, 探索了翻转课堂教学模式在非化学化工类大学化学实验教学中的应用。依据翻转课堂教学流程研究了课前视频、课前在线检测题及课上活动的设计与实施方案, 探索了将科技文献用于课前视频的教学方法。利用课上活动给学生提供自我展示的机会; 利用课前视频和课前在线检测使学生的课前预习落到实处、拓宽学生视野、激发学生对化学实验的兴趣。

关键词: 翻转教学; 实验教学; 大学化学; 以学生为中心; 科技文献; 教学设计

中图分类号: G64; O6

The Application of Flipped Classroom Mode in the Experimental Teaching of Photometric Determination of Iron

WANG Hai-Xia^{1,*} WANG Wan-Qin¹ PU Min² LEI Ming² WANG Xiang-Dong¹

(¹*School of Science, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, P. R. China;*

²*School of Science, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, P. R. China)*

Abstract: The flipped classroom has drawn much attention because it facilitates the transition from a teacher-centered classroom to a student-centered classroom. Taking an experiment of the phenanthroline spectrophotometric determination of micro-iron in water, as an example, the paper explores the application of the flipped classroom teaching mode in college chemistry laboratory teaching for non-chemistry majors. According to the flipped classroom teaching process, this paper studies the instructional design and implementation of the pre-class video, the pre-class test and classroom activities in class. And it also explores the teaching method of the scientific and technological literature application of a pre-class video. Classroom activities provide students with the opportunity to present themselves. The pre-class video and the testing help students to prepare experiment, broaden the vision of students, and motivate students' interest in the chemistry experiment.

Key Words: Flipped teaching; Experimental teaching; College Chemistry; Student-centered; Scientific literature; Instructional design

翻转课堂是一种创新的教学模式^[1], 正在为教育带来一场翻天覆地的变革^[2]。在这种教学模式下, 传统的发生在教室里的教学被翻转在教室外进行, 反之亦然。近年来有不少关于翻转课堂在实验教学中的应用探索^[3], 如东北师范大学徐姐等^[4]以解决中学化学实验学时不足等问题为目标, 介绍了化学实验的翻转教学模式与支撑系统; 吉林大学王彦沙和刘松艳^[5]介绍了“乙酸解离常数的测定”实验的翻

*通讯作者, Email: hxwang@xjtu.edu.cn

基金资助: 西安交通大学教师教学发展中心教学改革项目(1402Z-3)

转课堂教学方案设计；浙江工业大学王红等^[6]设计了“甲苯氧化制备苯甲酸实验”的翻转课堂教学流程，文献的实践结果证明了翻转课堂教学模式有助于提高化学实验教学效果。

“邻二氮菲分光光度法测定水中微量铁”实验是很多理工科院校面向非化学化工类学生开设的一个经典实验^[7-9]，本文探索了翻转课堂教学模式在该实验教学中的应用，并结合前期工作^[10]，探索了科技文献在翻转课堂课前教学微视频制作中的应用。

1 翻转课堂与传统课堂教学流程对比

图1是翻转课堂与传统课堂的教学流程对比。

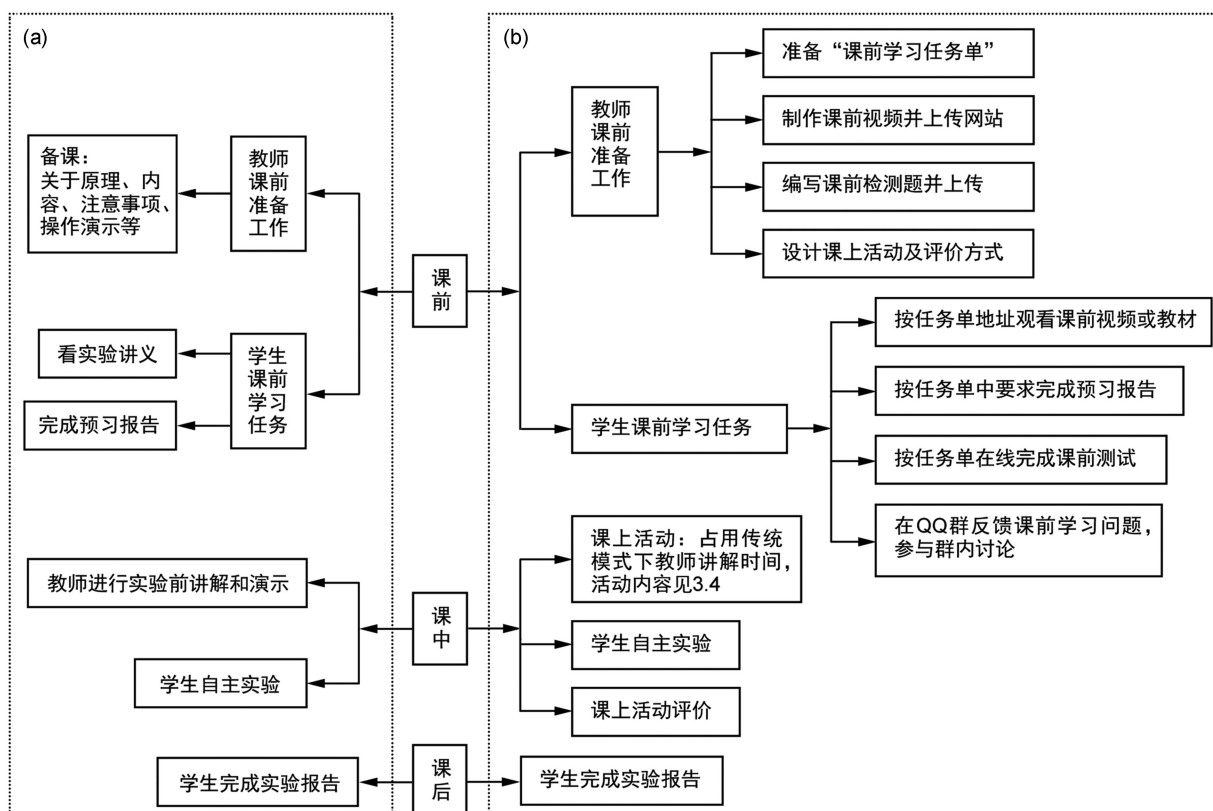


图1 翻转课堂模式与传统模式教学流程对比

(a) 传统教学模式；(b) 翻转课堂教学模式

2 传统教学模式下存在的一些教学问题

2.1 实验预习流于形式

传统教学中，由于学生在大学化学理论教学中并不学习光度分析知识，因而预习实验需要花费较多时间，结果学生预习报告抄讲义现象严重，预习流于形式。这个问题已经引起大家的重视^[6,11]，吉林大学^[5]、浙江工业大学^[6]有教师采取翻转课堂教学方式加强实验前预习，北京化工大学则利用MOOC课程帮助学生进行大学化学实验预习^[12]，改变传统预习方式对改变实验流于形式的问题起到了积极的作用。

2.2 缺乏实验课分层教学条件

高等教育的教学原则之一是因材施教，但传统模式下有限课时只能面向同一教学班讲相同的内容，教学覆盖面难以满足不同层次学生的需要。同一教学班学生的理解能力和动手能力有较大的差异，2016年春季学期对西安交通大学4个教学班的问卷调查显示，中学没有使用过吸量管或移液管的

学生约占40%–50%，可见学生水平参差不齐，而目前尚不具备按水平差异分班教学的条件，有必要加强学生的自主学习。

2.3 课堂上缺乏知识内化时间

与4学时实验相比，在2学时的低学时实验教学中，学生操作与实验报告出错较多，分析原因可知，修课学生没有光度分析先行知识，实验课上教师讲解时间很有限，学生来不及消化知识，就忙碌地赶时间完成实验，导致出错现象较多，表1列出了2学时实验的实验内容及往年学生常犯错误。传统实验教学中存在的这些问题，有望通过翻转课堂教学模式得到解决。

表1 实验内容及以往学生在实验中常犯的错误

主要实验内容和步骤	学生以往常犯错误举例
配制做工作曲线用的系列铁标准溶液和测试用未知水样	忘了加显色剂、使用吸量管时错误地以拇指按压吸量管口等
测定吸光度(2学时实验只测工作曲线和水样铁含量)	忘设置测试波长、手拿了比色皿的光玻璃面、溶液顺序搞混乱
处理数据：做工作曲线，在工作曲线上查出所配未知水样的浓度，计算实验台上水样中铁的浓度	作图不规范、遗漏图的要素、没有在图上标出查找未知量的过程；从工作曲线上得到的铁含量当作最后的实验结果写进报告

3 翻转课堂模式下的教学设计与实施

3.1 课前学习任务书设计与实施

怎样使学生没有遗漏地完成翻转课堂课前学习任务？以前的普遍经验是给学生提供课前任务书。本实验的翻转教学任务书内容包括：告知学生课前学习应达成的目标、应完成的具体任务(比如哪些是必看视频，哪些是选看视频)、视频的存放网址、预习报告的具体要求、课前检测题网址、课上各项活动安排及评分标准等。课前任务书提前一周通过QQ群发给学生，不另发纸质任务书。

3.2 课前视频设计与实施

课前视频是翻转课堂模式下学生预习实验的主要教材，既承担着传统教学课上的教师讲解任务，又起着扩展教学覆盖面、增加学生知识面及激发学生实验兴趣的作用。视频清单如表2所示。

表2 课前视频内容与学生任务

视频清单	视频内容简介及学生任务
实验原理	郎伯比尔定律、波长选择方法、参比溶液的作用与选择、显色条件的选择(哪些试剂用吸量管，哪些用量筒)、工作曲线绘制方法和要求、获得水样铁含量的方法等，学生必看视频
实验内容与注意事项	根据往年学生易出错的地方进行强调，包括容量瓶、吸量管、比色皿以及分光光度计使用中的注意事项，也包括数据处理与实验报告书写中的注意事项，学生必看视频
722s分光光度计原理及操作方法演示	仪器操作演示为真人演示，学生必看视频；仪器原理为ppt讲解，学生选看视频
容量瓶、移液管与吸量管的使用视频	操作演示，学生选看视频
光度分析应用文献举例	介绍与学生专业有关的科技文献，激发兴趣、开拓眼界，学生选看视频

为了激发学生自主学习的兴趣，在课前视频中增加了介绍光度分析的科技文献讲解视频，供学生选看。比如针对能源与动力工程学院的学生，在光度分析实验教学中，可以分别制作介绍下面几篇文献的视频：“含锌工业用水中痕量总铁测定的分光光度法”^[13]“甲基橙光度法测定锅炉用水和冷却水中碱度的研究”^[14]“分光光度法测定中国实验快堆三回路水中的联氨”^[15]，这些论文中的仪器及实验过程与学生实验有相似之处，学生可以通过视频跟着教师的讲解看原始论文，从而真实体验所做实验的应用背景、感受自己将要做的实验和生产实际及科学研究的关系，以此激励学生认真对待看上去普普通通的教学实验，讲解文献时应考虑到学生是非化学化工类的低年级学生，文献讲解达

到激发兴趣的目的即可,不可过多过深。学生也可以根据自己的实验安排,在写实验报告前看这部分视频。

3.3 课前检测题设计与实施

课前检测题是在课前视频的基础上解决实验预习流于形式问题的第二个措施,回答课前检测题是检验学生课前视频学习效果及帮助学生内化知识的有效途径,是翻转课堂教学设计中非常重要的内容,应该在设计好足够数量的课前测试题以后才开始翻转教学。本实验共设计了23道检测题,包括多项选择题、正误判断题和填空题,表3列出了部分课前检测题。教学实施中,课前测试为在线测试,在任务书中应指明在线检测完成的截止时间,学生完成在线检测和书写预习报告,各占预习成绩的50%。课前教师可以得到学生答题的统计结果,为课上有效讲解作好准备。

表3 课前检测题及作用(部分)

检测题样例	作用
调透射比(透光率)为0时,样品室的盖子应该揭开还是合上? A 揭开; B 合上; C 不知道	了解分光光度计的构造和测试原理
用实验测得的吸光度和对应的浓度绘制工作曲线时,所有点都应该在直线上才行: A 正确; B 错误; C 不知道	了解实验数据的正确处理方法,通过本测试题再次提醒学生处理实验数据时正确的作图方法
下列试剂中必须用移液管移取的是: A 邻二氮菲溶液; B 盐酸羟胺溶液; C 醋酸钠溶液; D $20\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的铁标准溶液; E 未知铁水样	了解实验原理中显色的条件及各种试剂用量是如何得出的;理解实验操作中如何正确选择量器
用手拿比色皿时只能拿: A 毛玻璃面; B 光玻璃面; C 不知道	这类题的作用是通过重复使学生了解正确的操作
测定溶液吸光度的顺序是_____	了解实验测定技巧

3.4 课上活动设计与实施

实验课的翻转教学与理论课不同,能够用于翻转的时间是传统教学模式中教师实验课上的讲解时间,翻转目的是利用课堂时间开展以学生为中心的互动活动,表4列举了部分课上活动及记分方法。

通过互动达到下述目标: (1) 激发学生参与化学实验的兴趣; (2) 进一步内化课前视频所学新知识,使学生明明白白做实验; (3) 减少实验操作错误和实验报告错误的发生; (4) 给学生提供展示预习结果的机会,进一步改变预习流于形式的问题。

表4 课上活动及评分方式

活动	活动内容目的及记分方法
教师讲解重要事项(约2-4分钟)	向学生介绍新实验室安全设施,据课前检测题统计结果讲需要再强调的一些问题
学生抢答或提问(约4-6分钟)	学生就实验操作及安全注意事项等进行抢答。每次参与奖励0.1分
学生演示操作,其他学生纠错评价(约10-15分钟)	学生边说边操作722s分光光度计(最高奖励0.5分)、比色皿、吸量管和容量瓶操作要点(每项最高奖励0.3分),纠错者每次奖励0.1分
关于实验数据处理与实验报告的讨论(约3-5分钟)	针对往年学生实验操作和实验报告中的主要问题以及学生课前自检题的反馈情况设计课上讨论题,例如: 1) 测完自配水样的A值后,如何利用工作曲线得到实验台上原水样的铁含量? 2) 横坐标可不可以用50 mL容量瓶中所含铁的微克数? 如果可以,如何得到实验台上水样中铁的含量? 3) 横坐标可不可以用配制标准系列时加入的标准溶液的体积? 如果可以,如何得到实验台上水样中铁的含量?
学生实验(约70-80分钟)及小结	完成实验内容,期间教师巡视进行个别提问或解答问题,实验结束后进行问卷调查和小结

在教学实施中,抢答环节学生不用举手,自己站起来报学号后四位直接抢答以节约课堂活动时间。因为答错很可能会遭到自己同学的一致反驳,所以多数学生课前准备很充分。为了找到他人的错误,学生也听得比较仔细,强化了对实验中易错问题的注意。实验结束后进行问卷调查和小结,

帮助学生查找课前预习和实验中的漏洞, 促使学生在以后的实验中注意改进。

4 教学反思

翻转课堂教学模式下最大的变化是: 学生在实验操作和实验报告中的错误明显减少, 其中, 实验报告中水样铁含量的报告错误率从非翻转班的40%左右下降为5%以下, 说明大多数学生通过课前学习和课上活动内化了应会知识。翻转课堂教学模式充分考虑了学生之间的差异, 课前视频分为必看和选看, 实现了效果上的分层次教学, 使得基础差的学生增强了信心, 大多数学生能够按照课前任务书的要求自己组织语言完成预习报告, 减少了满篇抄讲义的现象, 使预习不再流于形式。多轮教学实践表明, 在不考虑学生自由选择重复观看视频的情况下, 学生在课外完成预习和实验报告的总时间与传统教学模式基本一致。翻转教学提高了教学效果, 且未增加学生的时间成本。

将科技文献用于课前视频使学生从新的角度看到了传统教学中没有机会看到的分析方法的应用背景, 激发了学生对实验的好奇与兴趣。问卷调查显示, 92%以上的学生喜欢翻转课堂模式的化学实验教学。学生说“这样的视频教学感觉收获很多, 对于操作也有了更深刻的认知”“翻转教学更好地让我们利用了课余时间”“文献视频很有趣”。但也有学生说“很好, 很有帮助, 但有点浪费时间”, 与学生交流得知, 浪费时间的主要原因是, 课程网站经常很堵。

总之, 翻转课堂相比于传统课堂更加注重学生的主动学习, 加强了学生的自我责任感, 在不久的将来翻转课堂将会成为教学模式的新常态, 但仅依靠简单的形式翻转是达不到提高教学效果目的的。像传统课堂一样, 在翻转课堂模式下, 教师也需要精心设计各个教学环节并付诸实施, 在实践中总结经验, 不断改进。

参 考 文 献

- [1] Gregory, S. M.; Shuman, T. R.; Cook, K. E. *IEEE Trans. Educ.* **2013**, 56 (4), 430.
- [2] 宋述强. 中国教育报, 2015-06-02(第8版).
- [3] Li, D. H.; Jiang, B. S.; Li, H. Y.; Liu, X. P. *Comput. Appl. Eng. Educ.* **2015**, 24 (2), 234.
- [4] 徐 妲, 钟绍春, 马相春. 远程教育杂志, **2013**, No. 5, 107.
- [5] 王彦沙, 刘松艳. 大学化学, **2016**, 31 (4), 17.
- [6] 王 红, 曾秀琼, 刘秋平, 梁秋霞, 强根荣. 实验技术与管理, **2015**, 32 (5), 196.
- [7] 西安交通大学基础化学教研室. 普通化学实验. 第1版. 西安: 西安交通大学出版社, 1995: 41-45.
- [8] 李聚源. 普通化学实验. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 2007: 66-68.
- [9] 贺拥军, 赵世永. 普通化学实验. 西安: 西北工业大学出版社, 2007: 87-88.
- [10] 王海霞. 化工高等教育, **2016**, No. 5, 117.
- [11] 吉邢虎, 吴卫兵, 何治柯. 化学通报, **2015**, 78 (12), 1176.
- [12] 张丽丹. 大学化学实验 MOOC. [2016-10-02]. http://www.icourses.cn/coursestatic/course_3339.html.
- [13] 杨丽君, 唐美华, 张之翼, 高亚茹, 石成成, 张建枚, 金 栋, 陈国松. 工业水处理, **2015**, 35 (11), 86.
- [14] 林培喜, 周 天. 化学工程师, **2013**, No. 11, 23.
- [15] 黄文杰, 王 密, 高耀鹏, 谢 淳, 俞晓琛. 核科学与工程, **2013**, 33 (1), 15.