

基于“学习金字塔理论”的物理化学实验教学模式改革实践

王玉峰* 张秀成 方涛 荣春光 王崇 周志强 向兴德 孙墨珑

(东北林业大学理学院, 黑龙江省化学实验教学示范中心, 哈尔滨 150040)

摘要: 介绍了东北林业大学物理化学实验课程教学中基于“学习金字塔理论”进行教学模式改革实践的情况。在实施实验教学过程中, 通过增加“学生通过在线实验视频预习”“学生为学生讲解实验”“操作前学生小组讨论”和“操作后学生小组总结讨论”等学习环节, 建立了一种有效的“以学生为中心”的实验教学模式, 促进了学生综合素质和创新能力的培养, 取得了良好的教学效果。

关键词: 物理化学实验; 学习金字塔理论; 教学模式改革; 实践

中图分类号: G64; O6

Practice of Physical Chemistry Laboratory Teaching Mode Reform Based on the Learning Pyramid

WANG Yu-Feng* ZHANG Xiu-Cheng FANG Tao RONG Chun-Guang
WANG Chong ZHOU Zhi-Qiang XIANG Xing-De SUN Mo-Long

(Heilongjiang Province Experimental Teaching Demonstration Center for Chemistry, College of Science,
Northeast Forestry University, Harbin 150040, P. R. China)

Abstract: This paper introduces the practice of physical chemistry laboratory teaching mode reform based on the Learning Pyramid in Northeast Forestry University. By using “students preview on the online experiment video”, “students lectured the experiment to other students”, “student group discussion before operation” and “students group summary discussion after operation”, a more effective laboratory teaching mode of “student-centered” is established. The teaching practice proves that it is an effective route to cultivate the comprehensive quality and the independent innovation ability of students.

Key Words: Physical chemistry laboratory; Cone of learning; Teaching mode reform; Practice

物理化学实验是化学化工类及相关专业如生物科学、生物技术、食品科学、材料化学、林产化工、轻工造纸等专业的学科基础课, 大部分内容是经典实验。如何通过这些基础经典的实验课教学有效地建立“以学生为中心”的教学模式, 激发学生的兴趣, 引导主动学习, 使学生扎实熟练地掌握实验原理和实验技能, 并在此基础上实现创新和综合能力的培养, 是当前物理化学实验教学研究的热点。近年各兄弟院校在推进目标导向的实验设计、改革实验教学模式、改革教学理念和教学方法、开发新原理新实验、实验目标的达成度考核和实验信息化等等方面都做了大量的工作, 取得了许多有益的经验^[1]。本文从提高学生学习效率出发, 基于“金字塔学习理论”, 对物理化学实验传统教学模式

*通讯作者, Email: hxwyf@126.com

基金资助: 黑龙江省高等学校教改工程项目(JG2013310106)

从“预习”“讲解”“小组讨论”等环节进行了初步的改革实践,以期建立更有效的“以学生为中心,给予学生更多自主学习空间”^[2]的教学模式。经过三届学生的实践,取得了良好的教学效果。

1 基于“学习金字塔理论”改进物理化学实验教学模式的意义

1.1 学习金字塔理论

“学习金字塔”最早是由美国学者、著名的学习专家爱德加·戴尔(Edgar Dale) 1946年出版的《视听教学法》一书中首先提出的(当时叫“经验之塔”),后来美国缅因州的国家训练实验室和其他学者也做了这方面的研究。“学习金字塔理论”用金字塔模型和具体数字直观地展示了不同的学习方式或教学方式,使用学习者在两周以后还能记住内容的比例,即两周以后学习内容平均保持率(留存率)来评判学习效果。如图1(参考Edgar Dale^[3]和Tmoas Lord^[4]的研究绘制)所示,根据学习内容保持率由低到高,依次为听讲(4%–8%)、阅读(6%–10%)、视听(12%–18%)、示范(20%–45%)、学生独立动手做(45%–65%)、小组讨论(60%–80%)和教授给他人(80%–98%),从而形成了金字塔状。金字塔最顶端的学习方式是老师讲、学生听,这种学习效果是最低的,两周以后学习的内容只能留下(4%–8%),金字塔的最底端,其教学效果可以高达(80%–98%)。也就是如果学生有机会把上课内容立即运用,或是让学生有机会当同学的老师,效果可高达(80%–98%)。

爱德加·戴尔提出,学习效果平均在约30%以下的几种传统方式(听讲、阅读、视听和示范),都是个人学习或被动学习方式;而学习效果平均在约50%以上的(学生动手做,小组讨论和马上应用教授他人)都是团队学习、主动学习和参与式学习方式。由此看出,主动的、团队的、参与式学习效果优于被动的、个体的学习。这些结论为教师改革教学方法,设计课堂活动提供了明确的理论框架和实践基础。

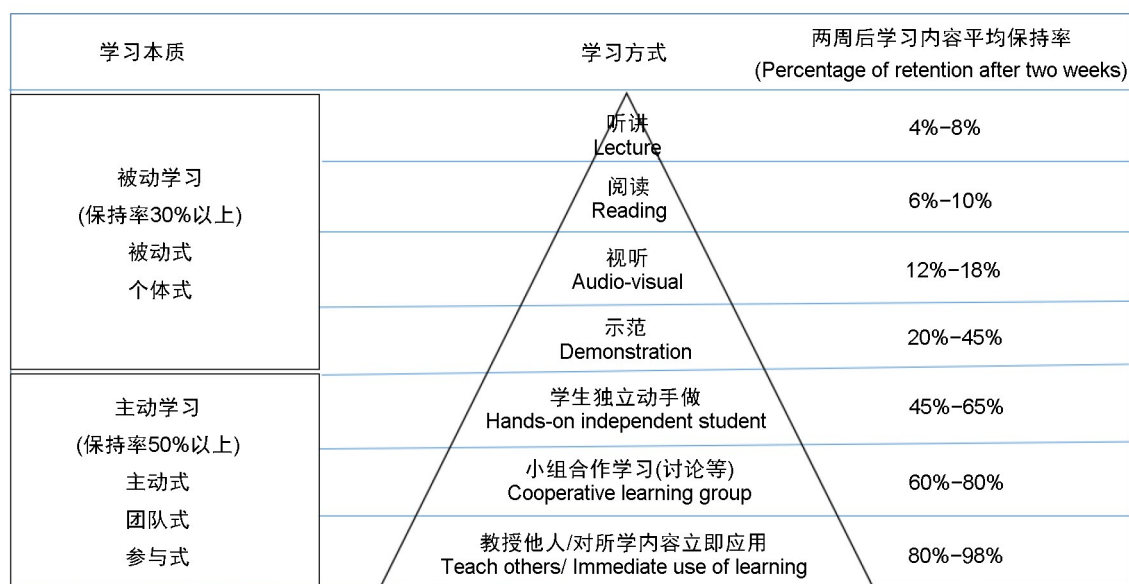


图1 学习金字塔(Cone of Learning)理论示意图(参考 Edgar Dale 和 Thomas Lord 数据)

1.2 基于“学习金字塔理论”改进物理化学实验教学模式的意义

目前多数农林院校物理化学实验教学仍是沿用传统的教学模式,即“学生阅读实验教材预习+教师讲解演示+学生操作+教师签字”模式,这种模式学生基本上处于被动学习状态,未能充分调动学生主动学习的兴趣,学生不能扎实有效地掌握所学,教学效果大打折扣。为了在学生以被动学习,个

体学习为主的教学模式中引入主动学习、团队学习、参与学习的教学模式，我校基于“学习金字塔理论”的原理，对物理化学实验教学的传统模式进行了初步改革实践，几年来我们逐步建立了“学生网络在线实验视频预习+做过实验的学生讲解演示实验+操作前学生小组讨论+学生操作+操作后学生小组总结讨论+教师签字”的教学模式。新模式在传统模式基础上增加的“小组讨论”属于团队学习，“教授他人”属于主动学习和参与式学习，能比较有效地“以学生为中心”，激发学生的实验兴趣，取得了良好的教学效果。实践证明是一种比较高效的物理化学实验课堂教学模式。

关于“学习金字塔理论”从1946年提出至今已有70余年，美国的教育体系很早就已经运用了学习金字塔理论，并且形成了较为丰富的课堂教学案例^[5]。国内关于“学习金字塔理论”的讨论和应用近些年来逐渐活跃起来，例如在电工学教学^[6]、管理课程教学^[7]、信息技术教学^[8]、数学教学^[9]和英语教学^[10]等学科的教学方面都有若干应用案例，而将“学习金字塔理论”应用于物理化学实验教学的讨论应用尚未见报道。

2 教学模式改革实施过程

2.1 实验预习方式改革

实验预习方式改革主要是改阅读实验教材预习为网络在线观看实验视频预习。物理化学实验预习的难点在于实验仪器和操作部分，传统预习的做法是学生靠阅读实验教材预习，这样阅读预习的不足是学生对于物化实验仪器的结构和使用不能理解想象到位，为了解决这个问题，我们建设了“物理化学实验网络在线课程”平台，学生通过网络在线课程观看实验短视频和回答问题来完成实验预习。例如燃烧焓测定这个经典实验，仪器操作较为复杂，对于初学者是一个技术含量较高，有一定难度的实验，单纯阅读实验教材预习，学生很难达到理想的效果。在该实验的在线课程中，我们将操作部分的内容按照(1)“称样”、(2)“压片”、(3)“绑丝”、(4)“检查通路”、(5)“充氧”、(6)“加水”、(7)“测定”和(8)“收尾工作”等操作单元做成由教师演示讲解的短视频，视频中穿插提问，只有回答了问题才能完成实验预习。这种观看操作视频的预习方式较之于阅读教材预习的方式提高了预习效率。初步的网络在线预习改革实验受到了学生的热烈欢迎，学生给出了统计平均5.0分的高度评价(满分5.0分，本学期参与在线学习的128名同学参加了网络评价)。

2.2 实验讲解方式改革

实验讲解方式改革主要是改教师讲解为由做过实验的学生讲解、教授同学。由于物理化学实验所用仪器的特殊性，实验教学一般采用大循环方式进行。在我校一名教师一般指导3个左右不同的实验项目，每个实验项目有3个左右小组的学生(两人一组)，从第二次循环开始，参与循环的同学中一定有已做过某个实验的同学。传统的教学模式，操作前由教师为学生进行实验讲解，学生听讲。尽管有对学生进行的提问，但是由于学生主要是被动地听讲，学生自主学习的兴趣没有充分地被激发出来，为了变学生被动听讲为主动学习，我们参照“学习金字塔理论”中“对所学内容立即应用，教授别人”的学习方式，从第二次循环开始(第一次循环由教师讲解，给学生讲解做个示范)，实验讲解环节由已做过实验的同学以“过来人”的角色为将要做的同学讲解实验。因大家已做过在线视频预习，所以讲解以强调实验关键步骤、难点和注意事项为主。这种教学方式对学生的要求更高，学生实验中更用心。因为要求每个学生都要为其他同学讲解，所以如果学生对已做实验理解不透，操作掌握不准确，为其他同学讲解时就会讲解不好，会感觉有失颜面，好多同学为了更好地给同学讲解，实验时更用心，更认真。事实上，当学生教别人时，要对所教的内容熟悉、理解，通过思维内化为自己的知识体系之后再以其他人能懂的语言表达出来，学生由被动听转变为主动讲，由原来个体学习转变为小组集体学习，调动了学生学习的积极性，使学生的多种能力得到锻炼和发展。开始试验这种模式时，我们担心同学为同学讲解的积极性不高，后来的事实证明，这些90后的同学们，多数学生愿意当

“老师”教授别人。为同学讲授，不仅巩固了所学内容，也锻炼了表达能力，同时也获得了实验成绩加分。

这种模式还能大大节省以往由教师讲解所花费的时间。按一个实验项目讲解大约15分钟计算，三个实验讲解完大约需要45分钟左右，而且教师讲解A实验项目时，做B、C实验的同学要等待教师讲解完A项目以后，才能给B项目的同学讲解，B项目讲解完给C项目讲解，这样做的弊端是A、B、C三个项目的同学正式开始实验的时间不同，造成不同程度的“窝工”。采用“学生教学生”讲解的模式，可以三个项目同时开始，大约15分钟左右结束。讲解部分能节约30分钟左右的时间，且能避免“窝工”现象。教师在这个环节要密切注意观察、倾听各组同学讲解的情况，做好补充、纠偏工作。

2.3 操作前小组讨论

操作前小组讨论主要是学生组织学生在操作动手前小组预习讨论。按照传统模式，讲解完毕学生就开始实验操作了。但是，学生是否明确了实验目的，是否理解了实验依据的原理，是否清楚直接测量的物理量是什么？需要经数据处理得到的物理量又是什么？二者之间的关系是什么？为了准确测定那些直接测量的物理量要特别注意的关键步骤和采取的措施(注意事项)是什么？等等，这些都是在操作前需要理清的问题。为了确保学生在动手实验之前搞清楚以上问题，我们加入了一个“操作前学生小组讨论”的环节，大约10-15分钟。由教师提出要讨论的以上问题，要求由学生担任讨论的小组长组织讨论，每个同学都必须发言，经讨论理清上述问题。讨论完毕，教师随机抽查提问，以检查学生是否确实理解，然后再开始实验操作。我们实践发现，在有了这个讨论环节之后，学生对于实验的目的更加明确，思路更清晰，知道自己要做什么，怎么做，如何做到误差最小和实施实验注意事项等等，对实验操作更自信了。

2.4 操作后小组讨论

操作后小组讨论主要是操作完成后学生组织学生小组总结性讨论。按照传统模式，操作完毕后教师检查学生记录的数据和仪器后就可以给学生签字，学生整理完仪器，打扫完卫生就可以离开实验室了。一次偶然，我们在和实验操作失败的同学一起分析讨论失败原因时，回顾了实验的全过程，找到了原因并解决了问题，学生感叹这样的回顾分析收获很大。受此启发，我们在实验教学中增加了一个“操作后小组讨论”的环节，这里讨论的主要问题与操作前讨论的有所不同，重点根据亲身经验，总结实验是否达到了实验的目的？关键操作步骤是什么？注意事项有哪些？影响实验误差的因素以及数据处理的注意事项，对本实验的改进意见，与本实验相关的知识拓展等等。学生通过对亲身经历过的实验做回顾性的讨论总结，对实验内容的掌握更加扎实熟练，形成了对于实验整体系统而又有重点的认识。同学们反映收获很大，对给其他同学讲解实验充满信心。

3 新教学模式的实施效果和适用性

3.1 实施效果

(1) 这种“网络在线实验视频预习”“学生教学生”、操作前后“学生小组讨论”的教学模式，实施三年来，受到同学的欢迎与肯定，在书面反馈意见中，95%以上的同学认为该模式使他们对所做实验目的更明确，对实验原理理解更深刻，操作思路更清晰，实验技能掌握更牢固，对实验更感兴趣了，学生做实验时更自信了，同时表达能力也得到了锻炼。

(2) 该模式节省了实验讲解的时间。省下的时间用于深入的讨论和总结，使学生对实验有更深入的理解和认识。

(3) 该教学模式下还使实验仪器的损坏率明显降低。这可能是该模式下学生对实验预习较充分，理解和掌握技能更熟练，操作更用心更认真所致。

(4) 整个实验教学过程中, 学生是学习主体, 教师起主导作用。改革实践初步建立了一种比较有效的“以学生为中心, 给学生更多自主学习空间”的物理化学实验教学模式。

3.2 教学模式的适用性

本文提出的“学生网络在线观看实验视频预习+做过实验的学生为未做过实验的学生讲解+操作前学生小组讨论+学生操作+操作后学生小组讨论+教师签字”教学模式, 虽是一种比较有效的“以学生为中心, 给学生更多自主学习空间”的教学模式, 但也只对某些实验课教学具有适用性, 而对于另外一些实验课教学不宜采用。

(1) “做过实验的学生为未做过实验的学生讲解演示”的教学模式仅适用于类似物理化学实验、仪器分析实验和个别专业课实验等因仪器台套原因采用大循环式上课的实验课教学, 并且是经典实验或某些综合实验, 这类课程的实验一般有3个左右实验项目同时进行, 且每个实验项目大约6人左右。这样的课程具备做过实验的学生为没做过的同学讲解的条件, 也便于操作前后展开小组讨论; 不适用于设计实验课教学(因每个同学做的实验项目不同); 也不适用于无机化学、分析化学、有机化学等基础化学实验课教学, 因其采用非大循环的方式授课, 每次实验全班做同一个实验项目, 不具备学生教学生的条件, 所以不宜采用“学生教学生”的模式。

(2) 教学模式中的“学生网络在线观看实验视频预习+操作前学生小组讨论”和“操作后学生小组讨论”的做法, 可以在其他实验课程教学中尝试采用。

(3) 新教学模式下教师的职责: 新教学模式是“以学生为中心(主体)”的教学模式, 学生自己在线视频预习, 学生教学生, 学生组织学生讨论, 自己做实验, 那么教师在新教学模式下的职责是什么? 在新教学模式下, 教师虽不为主体, 但应发挥主导作用, 具体应注意以下几个方面:

① 精心做好在线实验演示视频并上传在线课程平台; 实验前上网查阅学生网上预习情况, 动态更新内容, 做好与学生的互动;

② 按照选课(网上开放选课的情况)名单点名, 课前检查预习报告, 是否穿实验服等;

③ 第一次循环, 做好给学生的实验讲解示范, 从第二次循环开始, 组织“学生教学生”, 同时对各组进行观察、倾听、纠错、补充等;

④ 操作前后, 向学生提出讨论要求, 安排“学生组织学生小组讨论”, 并抽查提问;

⑤ 实验操作中, 回答学生问题, 并给予操作指导;

⑥ 检查学生原始报告, 签字;

⑦ 检查学生整理仪器药品、实验台, 打扫卫生情况。

(4) 其他。该教学模式与传统模式相比, “学生在线视频预习”和“学生教学生”两个环节, 节省了课堂教师讲解的时间, 比较容易为任课教师所接受(但是会有老师担心学生讲解不到位, 忍不住去代替学生讲解, 这是需要注意避免的问题。即使学生讲解中有不对的地方, 也不要急于纠正, 一定让学生讲完后再予以纠正); 而对于操作前后的两次“学生小组讨论”, 由于与传统模式相比是多出来的环节, 对于实验指导教师来讲是增加了工作量, 但对于学生深入掌握实验原理和技能是很有助益的。

4 结 语

培养学生的创新能力和综合能力已成为现阶段实验教学发展的总体趋势^[11,12], 而学生具备创新 and 综合能力的基础是学生首先对于基础经典实验的原理和技能具有扎实熟练的掌握。因而迫切需要更为有效的教学模式。我校近几年基于“学习金字塔理论”, 对物理化学实验的教学模式进行了改革实践尝试, 初步建立了一种比较有效的“以学生为中心”的物理化学实验教学模式, 即“网络在线观看实验视频预习+做过实验的学生为未做过实验的学生讲解演示+操作前学生小组讨论+学生操作+操作后学生小组讨论+教师检查签字”的教学模式。几年的实践表明, 该教学模式激发了学生的实验

兴趣,提高了学生学习的自主性和积极性,取得了良好的教学效果。该教学模式在实施的过程中受到学生欢迎,也对起主导(引导)作用的实验指导教师提出了更高的要求。当然实施中也还存在一些问题。例如,如何使每位任课教师都能更有效地组织实验课各个环节井然有序地进行,如何使各个环节的考核更加合理等等,有待今后去进一步完善和改进。

参 考 文 献

- [1] 张树永,侯文华,刁国旺. 大学化学, **2017**, 32 (9) 1.
- [2] 淳 远,高 卫,杨金月. 大学化学, **2017**, 32 (7), 33.
- [3] Dale, E. *Audio-Visual Methods in Teaching*, 3rd ed.; Holt, Rinehart & Winston: New York, USA, 1969; pp 108.
- [4] Lord, T. *Journal of College Science Teaching* **2007**, 37 (2), 14.
- [5] The Learning Pyramid: Does it Point Teachers in the Right Direction. (2013-03-18)[2016-05-25].
http://findarticles.com/p/articles/mi_qa3673/is_1_128/ai_n29381540/.
- [6] 崔 雪,樊亚东. 电气电子教学学报, **2011**, 33 (4), 83.
- [7] 顾 敏. 中国管理信息化, **2011**, 14 (21), 90.
- [8] 张成尧. 中国电化教育, **2013**, 321 (10), 125.
- [9] 兰张柳. 广西教育, **2014**, No. 10, 59.
- [10] 张军丽,赵 雪. 中国校外教育, **2010**, No. 12, 107.
- [11] 孙尔康,邱金恒,张剑荣,张家玫,董 林. 实验技术与管理, **2008**, 25 (8), 22.
- [12] 陈永宝,瞿学红,刘淑珍. 大学化学, **2013**, 28 (6), 17.