

信息技术与化学

移动学习 APP 在仪器分析实验教学中的应用*

黄嘉靖¹ 覃梦媛¹ 李晓霞¹ 李葆萍^{1,2**} 刘 媛³

(1. 北京师范大学教育学部 北京 100875; 2. 北京师范大学未来教育高精尖创新中心 北京 100875; 3. 北京师范大学分析测试中心 北京 100875)

摘要 仪器分析课程是大学中培养创新人才的重要实验课程。为解决学生在实验学习过程中基础薄弱、操作能力较弱,以及课堂教学效率和效果不佳等问题,研究设计和开发了微信小程序 APP,辅助学生进行实验学习。APP 的主要功能包括学习资源呈现、仪器操作指南、实验交互式探究。通过观察、访谈、问卷的方法对 APP 的应用效果进行研究,研究表明,移动学习 APP 的学习资源、实验操作、实验探究的功能能够有效帮助非化学专业的学生进行实验学习,减轻了教师教学的压力,学生在使用 APP 过程中的认识负荷也较低。

关键词 仪器分析 实验教学 移动学习 非化学专业

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2020060134

仪器分析是现代分析测试的核心,是一门以物质的理化性质为基础,利用特殊精密仪器来获取物质结构、组成、含量、性质以及化学反应机理的工具性课程^[1]。仪器分析的特点是灵敏度高、选择性好、快速、准确、应用广。以仪器分析为核心的现代分析技术课程在高等学校教学中占有重要地位,被列为化学专业的必修课或选修课,而且也已经被很多非化学专业,如医学、生命科学、农学等相关专业列为了必修课^[2],这门课程对培养学生的科学思维、动手能力、创新意识等方面起着重要作用。

然而,目前大学仪器分析实验的教学中却存在着一些问题。主要表现为:仪器分析实验教学涉及的精密仪器设备价格昂贵,操作过程一旦出错就有可能对设备造成严重的损害^[3];仪器分析课程实践课时较少,而由于实验操作步骤较多等原因教师需要花较多时间讲解演示,学生实践操作的时间少^[4];实验课程中学生对于教师的讲解或演示存在听不清或看不见的情况,实验操作较为机械被动^[5]。这些情况对学生的科学素质与应用和创新能力的提高是极为不利的。因而,本研究尝试设计和开发微信小程序 APP,以期利用移动学习的便捷性、交互丰富性、情境相关性等特点,为学生提供直观清晰、具体细致的实验操作指导,帮助学生更好地进行实验操作和探究学习。本研究还进一步探究了 APP 对于学生进行仪器分析实验是否有帮助,主要关注 APP 的学习资源、实验操作、实验探究功能方面的使用成效和学生使用过程中的认知

负荷。

1 信息技术在实验教学中的应用研究现状

当前已经有不少学者关注到了现代信息技术在改善仪器分析教学中可以发挥的作用。陆霞^[6]、马荔^[7]等尝试了虚拟实验系统的设计与建设,系统提供了各种反应下的组合实验,减少了学生正式实验的失误率。郭永明^[8]、孙明哲^[9]等人开发了微课资源,让学生课前学习相关内容,以节省更多的课堂时间来指导学生课内实践活动和实验室操作。类似的,王欣之^[10]、柏琴琴^[11]、吴肖^[12]等人设计了实验教学移动学习环境,为学生提供实验相关的学习信息或资料,通过学生课前预习或课后复习的方式提升实验教学效果。何连军^[13]、郭明^[14]等人则借助在线课程平台,采用翻转课堂的形式开展仪器分析教学,帮助学生进行课前基础知识预习、实验模拟和课后复习巩固。这些研究没有将信息技术和真实的实验活动有机结合起来,对正式实验课堂的现场具体操作干预较少。

白亮^[15]、林兴桃^[16]等人关注到了实验中对学生的基础知识和基本仪器操作的指导,详细拆解了实验操作步骤和其中涉及的基础知识,但对原理和操作的呈现仅停留在静态、直观层面,缺乏交互和实验中探究环节的设计,不能动态调整仪器参数或测试方法,不利于学生科学探究能力的培养。在数据处理方面,白亮仅给出了数据处理的指导,而林

* 北京市教育科学“十三五”规划课题资助(CHEA2020024)

** 通信联系人, E-mail: libp@bnu.edu.cn

兴桃还设计了数据记录和实验报告上传功能,方便学生数据处理。

综上所述,本研究针对学生设计的辅助其进行仪器分析实验的APP应具有以下核心功能:(1)提供必要的专业基础知识;(2)提供仪器操作的指南;(3)提供交互式探究学习功能。

2 APP系统的设计与开发

本研究APP的主要受众是尚未学习过“增塑剂样品的气质联用分析”实验理论课程的非化学专业学生。对非化学专业学生来说,由于其自身关于仪器分析实验的知识基础相对不系统,实验操作能力也较为薄弱,在仪器分析实验的学习中则会感到更为困难,更倾向于被动机械地完成实验,这对学生的科学素质与应用和创新能力的提高是极为不利的。因而,对于非化学专业的学生,需要更加注重对其基础知识和具体实验操作的指导,让学生熟悉各种实验的原理、仪器的操作方法等,培养其主动实践探索的科学精神和应用创新能力。

基于上述考虑,本研究设计的探究式仪器分析实验微信小程序APP“Labnu”的功能设计如图1所示,主要包括学习资源库、仪器操作指南、交互式学习探究等3部分核心功能。学习资源库功能为学生提供了实验相关各个模块涉及的知识内容,便于有需要的学生查看,弥补专业知识欠缺带来的问题;仪器操作指南功能提供了实验操作步骤的具体操作详解,便于学生快速上手仪器操作,减少由于不熟悉仪器带来的操作失误和困难;交互式学习探究功能则提供了操作的即时反馈、数据记录和个性化的实验探索过程,有利于培养学生的思考和探究能力。

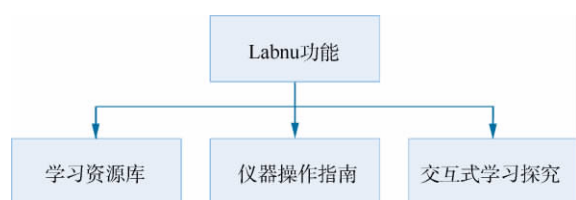


Fig 1 APP function design

图1 APP功能设计

在界面设计和业务逻辑上,本研究注重学生的使用体验和个性化的学习过程。“学习资源库”和“仪器操作指南”不强制学生进行学习,而是采用点选的方式,有需要的学生可以点击查看相关学习资源或操作指南,而已经掌握的学生可以跳过。这种根据学生需要再展开知识模块的设计可以差异化地满足不同学习者的学习需要。进一步地,对于选

择查看资源或操作的学生,APP设计时考虑到不同学生认知风格偏好的差异,提供了图片、视频、文字等多种呈现方式的内容,学生可以根据自身偏好进行选择。此外,APP中采用的图片均为实验室以及器材的真实照片,能够使学习者在真实操作中准确分辨实验室的各部分布局以及器材,快速上手实验。在上手操作时,APP还为学生提供每一步操作的即时反馈和指导,引导学生自主完成实验。

2.1 研发环境与技术

本研究使用Axure RP软件完成了APP的UI设计原型,而后借助于“微信开发者工具”编译器,使用HTML5语言完成了APP的开发。

2.2 功能结构和主要界面

本研究将“增塑剂样品的气质联用分析”实验的步骤内容分为配制、操作、分析、报告4个模块,实验的基本流程如图2所示,学生可以按照配制溶液、仪器操作、上机分析、报告上传的一般步骤使用APP辅助实验,也可以根据自身需要点击对应的模块进行学习。

除报告上传模块,配制、操作、分析模块中均涉及大量的学习资源设计、仪器操作指南设计以及交互式探究设计,以下仅选取部分例子说明各个功能的实现。

2.3 学习资源库模块

以配制环节中配制溶液体积计算这一步骤为例,展示其中的学习资源开发。如图3所示,如果学生对体积计算这一操作有疑问,可以点击蓝色字查看如何计算需要配制的溶液体积,APP内提供了相应的知识卡片为学习者及时解决疑问,如果学生对这一步骤认知很清晰,则可以跳过这一学习资源。根据学习者学习需要展开学习资源,这一设计可以为非化学专业学生提供即时、个性化的指导,弥补部分学生因专业基础薄弱带来的差距。

2.4 仪器操作指南模块

以配制环节中移液器操作这一步骤为例,展示仪器操作指南的功能使用。移液器操作较为复杂,非化学专业的学生可能不太熟悉,因而在APP中用文字提示了移液器使用的注意事项,降低操作失误的风险。APP中仪器操作指南仍采用点选的设计,操作有困难的学生可以查看仪器操作指南,其他学生可以跳过,而除了在蓝色字处链接了移液器使用的图文教程之外,页面还提供了视频教程,这样的设计可以为不同认知风格偏好的学生提供多样

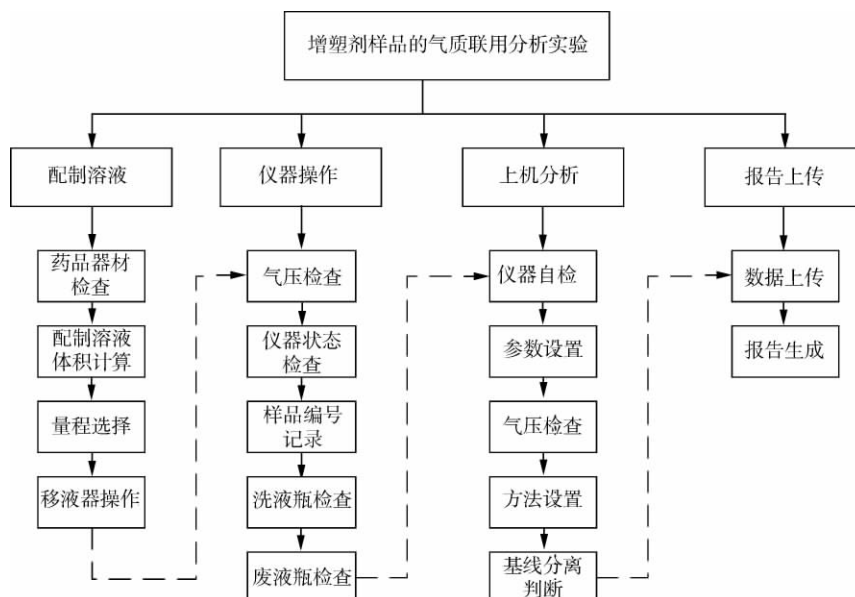


Fig 2 The experimental process

图 2 实验流程



Fig 3 Learning resources of solution volume calculation

图 3 溶液体积计算学习资源

化的选择。此外,图片、视频中的移液器均和实验室的规格相符,便于学生快速上手实验操作。具体页面如图 4 所示。

2.5 交互式学习探究模块

本研究开发的 APP 的交互性和探究性主要体现在设计多个问题让学习者在实验过程中思考,并提供即时和具体的反馈,强化实验操作和基本知识的理解,通过“试错”培养学生的探究精神。以上机分析这一环节为例展示 APP 的交互式学习探究活动的实施。在这一环节中,APP 并未直接告诉学生要得到“基线分离”的谱图应设置的升温速率参数,而是让学生通过和 APP 进行交互,根据得

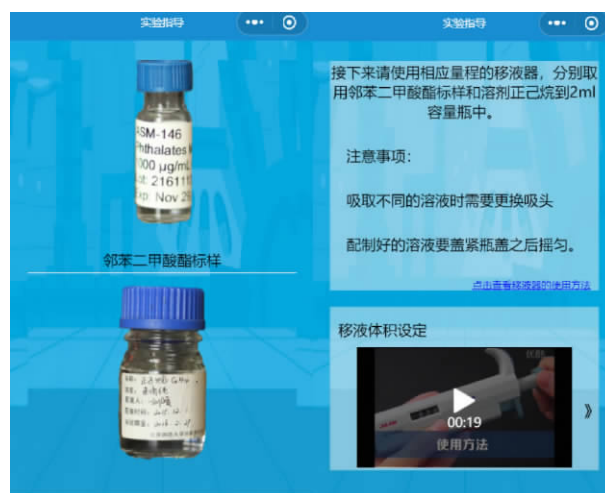


Fig 4 Instrument operation guide for pipette operation

图 4 移液器操作中的仪器操作指南

到的反馈和指导,自主判断分析界面中的图谱状态,不断调整参数范围以最终实现“基线分离”。这一设计能让学生的自主探究能力得到锻炼。具体的探究反馈的步骤如图 5 所示。具体在 APP 内呈现效果如图 6 所示。

3 APP 的教学应用研究设计

3.1 研究样本

本研究的研究对象为选修了“现代分析技术与应用”课程的北京师范大学的理科院系研究生。学生可通过微信小程序查询 Labnu 访问到 APP 并将其用于每周 2 个课时的“增塑剂样品的气质分离”实验的课程教学中。本研究开展了 2 周的实验,共

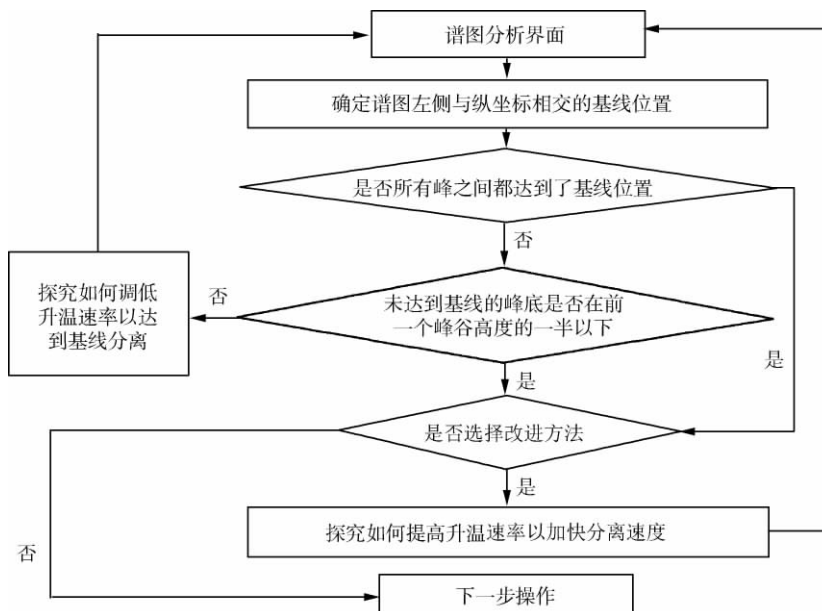


Fig 5 The steps of exploration

图5 探究的步骤

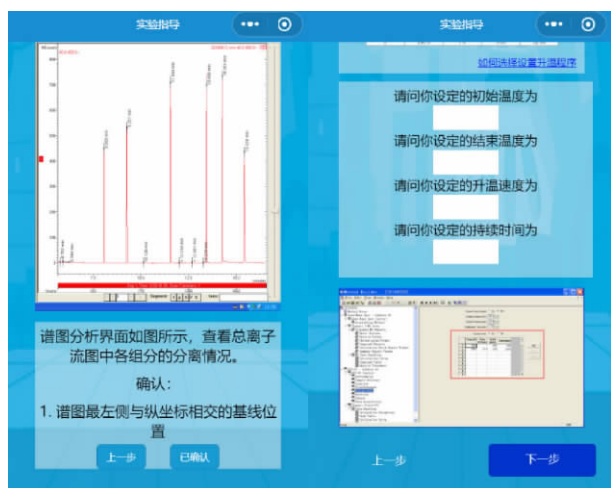


Fig 6 Interactive inquiry learning activities in computer analysis

图6 上机分析环节中的交互式探究学习活动

收集了8位学生和1名主讲教师的数据。在学生进行实验的过程中,研究者留心观察学生的学习行为,并进行记录整理。在实验结束后,收集了8名学习者的认知负荷问卷,最后对8名学生和1名课程主讲教师进行了访谈。

3.2 研究过程和工具

研究过程如图7所示。

本研究基于观察和访谈,了解APP中学习资

源、实验操作、实验探究等功能对于学习者实验的帮助。此外,本研究还借鉴了约翰·斯威勒(John Sweller)等人的研究编制了认知负荷的量表^[17],开发了包含心理体验和心理努力2个维度,共8道题目的认知负荷测量量表,各维度题目如表1所示。量表采用6点评分方式用来测量学生在使用APP过程中的认知负荷。

4 结果分析

4.1 课堂观察及访谈结果分析

通过观察学生在实验过程中使用APP的表现和分析学生的访谈结果,发现学生对于利用小程序辅助化学分析实验的新型教学模式表现出新奇感和兴趣,其在实验过程中遇到的知识性和操作性的问题大多都可以通过小程序得到及时的指导和反馈。对于实验中的知识卡片、视频讲解等资源模块,专业基础较强的学生觉得不是很必要,但是基础较弱的学生觉得还是比较有必要的,而小程序中按需查看的界面设计满足了不同学生的学习需求;对于实验步骤的操作指南模块,学习者表示可以根据小程序中的指导较快地定位实验操作步骤,操作步骤可操作性强、易于上手,但是有时存在图片或视频加载缓慢的问题,这是由于本研究开发的小程序所使用的服务器带宽不足,从而影响了用户体验和使用



Fig 7 Research process

图7 研究过程

成效;对于探究功能模块,有经验的学习者较快地设置好了参数,得到了可以分析的实验图像,但多位学习者表示自己在小程序中进行了多次试错,在尝试的过程中回顾了所学知识,进行了思考,才最终得出了合适的参数范围,这在一定程度上强化了学生对实验原理的理解。

本研究还通过教师的访谈对小程序的教学效果进行了验证。教师在访谈中反馈到,使用小程序辅助实验的学生在实验过程中可以基本不需要老师的指导,独立完成整个实验。这表明了利用小程序辅助实验教学可以减轻教师的教学压力,把更多的时间留给学生自主探索和操作,提升了教学效益,培

养了学生的自主性和探究能力。

4.2 学生认知负荷结果分析

借助 APP 移动学习的方式对于学习者来说是一个新的体验,通过测量学习者在该学习模式下的认知负荷可以在一定程度上证明本研究开发的 APP 辅助实验教学的有效性。如表 1 所示,问卷整体信度 0.81,认知负荷得分 5.86,其中学生心理体验得分为 5.90,信度 0.70,心理努力得分为 5.80,信度 0.65。结果表明学生使用移动学习 APP 的认知负荷水平是相当低的,说明使用移动学习 APP 进行仪器分析实验学习体验比较好,没有造成额外的心理负担,对学生的学习是有促进作用的。

表 1 学生认知负荷测量结果 (N=8)

Table 1 The result of students' cognitive load (N=8)

题目	M	SD
心理体验 ($\alpha=0.70$)	5.90	0.05
1. 我觉得这种学习方式让学习活动更丰富	5.88	0.33
2. 我觉得使用 APP 对于我学习新知识很有帮助	5.88	0.33
3. APP 所提供的引导机制让我的学习过程更为顺畅	5.88	0.33
4. APP 可以帮助我在需要时获得有用的信息	6.00	0.00
5. APP 可以让我学得更好	5.88	0.33
心理努力 ($\alpha=0.65$)	5.80	0.14
1. 使用这样的学习方式比一般的计算机辅助学习更有效果	5.88	0.33
2. 在使用 APP 的过程中,我认为其中的操作并不困难	5.88	0.33
3. 在使用 APP 的过程中,并不需要花费过多的时间和精力	5.63	0.70
认知负荷水平	5.86	0.10

5 结语

研究发现,APP 中的学习资源、基础操作和探究模块对非化学专业的学生学习仪器分析实验是有帮助的。使用移动学习 APP 来辅助非化学专业学生进行仪器分析实验,这一新型教学模式的教学效果表现在以下几个方面:一是有效解决了该实验课程中存在的 2 大问题——专业和非专业学生的不同学习需求和非专业学生学习压力大的问题、对专业基础水平相差较大的学生进行教学时教师教学负担重的问题;二是有效提高了实验教学的教学效率和效果。

本研究也存在一些不足,如由于仪器设备数量的限制,选课学生数量比较少,使得样本量较小,尽管笔者通过实际的课堂观察和师生访谈获得了关于 APP 教学应用效果方面的质性的证据,后续还是需要累计更多的样本量进行结果统计以增强研究结论的可靠性和可解释性。此外,开发环境受限,APP 视频加载慢影响了部分用户体验等,但本研

究可以为未来化学实验分析领域的实验教学的研究和实践提供新的思考,期待未来移动学习领域的研究者能更多地关注到移动学习 APP 在分析化学实验领域的应用,尤其是针对非化学专业的大学生这个群体,他们对于这种新的实验教学方式具有较为强烈的兴趣和需求。此外,建议在大学生化学分析实验教学中,教师可以调整传统的教学策略,尝试使用移动学习 APP 进行辅助教学,如此可以解决实验课上由于学生人数较多听不清教师讲解、教师难以及时为学生提供反馈等问题,减轻教师工作压力,同时也将更多的时间留给学生自主进行实验,有利于研究型人才的培养。

参 考 文 献

- [1] 袁霖,李尊华,袁先友,等. 广州化工,2013,41(19): 137-138,144
- [2] 孟磊,袁超,李聪,等. 江西农业学报,2010,22(8): 189-190
- [3] 文艳霞,公维洁,鲍海琴,等. 广州化工,2018,46(15): 187-189

- [4] 陆宏志, 徐守芳. 实验室科学, 2016, 19 (3): 66—68
- [5] 范润珍. 广州化工, 2015, 43 (4): 181—183
- [6] 陆霞, 田地, 何禹潼, 等. 实验室研究与探索, 2015, 34 (11): 120—123
- [7] 马荔, 张卫, 韩莉, 等. 大学化学, 2018, 33 (3): 78—83
- [8] 郭永明, 胡凤萍. 广州化工, 2017, 45 (3): 98—100
- [9] 孙明哲, 吴威, 宋笛, 等. 教育现代化, 2018, 5 (4): 322—323
- [10] 王欣之, 红梅. 药学教育, 2017 (1): 54—56
- [11] 柏琴琴, 陈丽丽, 杨赞, 等. 教育现代化, 2018, 5 (24): 59—62
- [12] 吴肖, 熊建文. 现代教育技术, 2017 (1): 44—49
- [13] 何连军, 李巍巍, 何艺, 等. 化学教育 (中英文), 2019, 40 (8): 61—66
- [14] 郭明, 夏琪涵, 周建钟, 等. 化学教育 (中英文), 2019, 40 (6): 30—35
- [15] 白亮, 高宏, 马成举, 等. 物理实验, 2018, 38 (8): 50—53
- [16] 林兴桃, 鲁理平, 赵靖强. 实验室科学, 2018, 21 (6): 81—83, 86
- [17] Sweller J, van Merriënboer J J G, Paas F G W C. Educational Psychology Review, 1998 (10): 251—296

Application of Mobile Learning APP in Instrumental Analysis Experiment Teaching

HUANG Jia-Jing¹ QIN Meng-Yuan¹ LI Xiao-Xia¹ LI Bao-Ping^{1,2**} LIU Yuan³

(1. Education Department, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Advanced Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3. Analysis and Testing Center, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract Instrumental analysis course is an important experimental course for cultivating innovative talents in universities. In order to solve the problems of students' weak foundation, weak operational ability, and poor classroom teaching efficiency and effect in experimental learning process, this study designed and developed a WeChat mini program APP to assist students in experimental learning. The main functions of APP include learning resource presentation, instrument operation guide and experimental interactive exploration. This study also conducted an effect study by means of observation, interview and questionnaire. The research results show that the learning resources, experimental operation and experimental inquiry functions of mobile learning APP can effectively help non-chemistry students to conduct experimental learning, reduce the teaching pressure of teachers, and lower the cognitive load of students in using the APP.

Keywords instrumental analysis; experimental teaching; mobile learning; non-chemistry