·教学改革·

基于虚拟仿真技术的中药专业核心课程《中药分析学》融入式教学设计

沈岚　张彤　王志　丁越　浦益琼　林晓
上海中医药大学中药学院，上海　201203
通信作者：沈岚，Email：alansusu@sina.com

【摘要】 上海中医药大学《中药分析学》课程于2017年被列为上海市重点建设课程，于2021年入选上海市一流课程，2023年入选国家一流课程。本文梳理《中药分析学》课程中关于鉴别分析、定量分析、检查、指纹图谱与特征图谱等教学内容与虚拟仿真实验项目有机融合的知识点，构建课程知识点地图；以气相色谱分析技术为例，介绍中药学气相色谱分析技术虚拟仿真实验项目的构建思路，并从学生完成度分析、学习成绩与错误率分析等维度进行教学效果评价，为推进虚拟仿真技术融入核心课程建设奠定坚实基础，不断提高课堂教学质量，实现决胜课堂的目标。

【关键词】 虚拟仿真实验；　中药分析学；　融入式；　教学设计
【中图分类号】 R33
基金项目：2020 教育部新农科研究与实践项目；上海中医药大学第十九期课程建设项目（2019SHUTCM030）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230711-01483

The integrated teaching design of the core course of Chinese medicine specialty "*Traditional Chinese Medicine Analytics*" based on virtual simulation

Shen Lan, Zhang Tong, Wang Zhi, Ding Yue, Pu Yiqiong, Lin Xiao
School of Pharmacy, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China
Corresponding author: Shen Lan, Email: alansusu@sina.com

【**Abstract**】 The course of "*Traditional Chinese Medicine Analytics*" of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine was listed as the Shanghai Key construction course in 2017, was selected as the Shanghai first-class course in 2021, and was selected as the national first-class course in 2023. This article reviews the knowledge points of identification analysis, quantitative analysis, inspection, fingerprint, and specific chromatogram in the course of "*Traditional Chinese Medicine Analytics*" which are integrated to the virtual simulation experimental projects to construct a knowledge map for this course. With gas chromatography as an example, this article introduces the ideas for constructing virtual simulation experimental projects of gas chromatography analytical techniques in traditional Chinese medicine and evaluates the teaching effect from the dimensions of the degree of student completion, learning performance, and error rate, so as to lay a solid foundation for promoting the integration of virtual simulation technology into the construction of core courses, continuously improve the quality of classroom teaching, and achieve the goal of winning in the classroom.

【**Key words**】 Virtual simulation experiment;　*Traditional Chinese Medicine Analytics*;　Integration; Teaching design
Fund program: 2020 New Agricultural Science Research and Reform Practice Project of the Ministry of Education; The 19th Course Construction Project of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine (2019SHUTCM030)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230711-01483

中药分析学是以中医药理论为指导，运用现代分析理论和方法，研究中药质量分析的一门学科[1]。作为中药学专业的核心课程之一，具有综合性、应用性强和进展性快的特点[2-3]，课程设计了理论教学-中药综合实验模块-基地实习模块贯穿联动的实施方案，从理论-实验-实习的三阶段递进体现课程的应用性，帮助学生最终在真实工作场景中掌握中药分析技术。但教学反馈发现，学生对中药分析的理解停留在“知其然而不知其所以然”的技能操作层面，符合中药特点的分析思维尚未很好形成；而且实验教学仪器数量有限，通常只能安排实验示教或者大班教学，学生上机时间较少，主动性不强，各校理论教学学时差异较大，难以帮助学生牢固掌握中药分析技能。

虚拟仿真技术及其交互设备的迅速发展为解决此类问题提供了有效的手段。分析仪器的操作界面和工作站作为一个真实的模拟器供学生操作训练，可解决实验条件不足和大型实验仪器不够等问题[4-5]；各种试错路径的先导设置，可以让学生在实验过程中拥有足够的自主意识，帮助学生形成正确的中药分析思维，切实提高实验教学效果[6]。上海中医药大学《中药分析学》课程于2017年被列为上海市重点建设课程，2019年结题被评为“优秀”，于2021年入选上海市一流课程，2023年入选国家一流课程。本文在前期良好的建设基础上，进一步梳理《中药分析学》课程中适宜与虚拟仿真实验项目有机融合的知识点，构建课程知识点地图，并对已实施的虚拟仿真实验项目的教学效果进行评价，为推进虚拟仿真技术融入核心课程建设奠定坚实基础，不断提高课堂教学质量，实现决胜课堂的目标。

1　基于虚拟仿真技术的中药学专业核心课程《中药分析学》的必要性

随着现代科学技术的进步，中药分析方法向仪器化、自动化、快速和微量的方向发展。采用分离能力强、灵敏度高、稳定性好的大型分析仪器已成为趋势。如高效液相色谱、气相色谱、高效毛细管电泳、超临界流体色谱、高速逆流色谱及色谱-质谱联用技术等已广泛应用于中药分析。在仪器联用技术、微量检测技术、色谱通用检测技术、智能色谱、高效分离技术、中药活性检测技术等方面进一步发展，以适应中药分析的要求。但目前实验场地、大型分析仪器等设备以及师资等实验教学资源的短缺是很多普通高等医学院校亟待解决的问题；特别是大型分析仪器价格昂贵，数量不足的现状，且易发生因学生对仪器不熟悉而损坏仪器的情况，以至于教师不敢放手学生单独上机练习。上机时间受限，学生易产生畏难情绪，学习积极性不高，限制了学生对中药分析技术的掌握。此外，对中药杂质与有害物质的检查各校很少有实验项目展开，如果进行虚拟仿真设计构思，可突破现实实验中对涉及毒性试剂、过敏性、易燃易爆等危险性较高实验的限制，优势十分显著。因此，非常有必要将虚拟仿真实验项目融入课程教学，结合理论教学，贯穿实验及实习教学之中，在线上的灵活时间段供学生学习使用，弥补上述的局限性，改变实验教学现状。

2　基于虚拟仿真技术的中药学专业核心课程《中药分析学》融入式教学设计

2.1　课程教学知识点与虚拟仿真实验项目的融合知识点地图的构建

《中药分析学》课程教学突出理论联系实际和中医药思维，力求能充分反映当前中药研究与生产实践，并与国家最新药品标准接轨，引导学生理解在中医药理论指导下的中药质量（传递）规律。在整体教学中以中药质量控制的分析方法为主线，从反映中药质量特性（真实性、有效性、安全性、整体性和均一性）出发，全面系统地介绍相关的基础理论、基本知识、基本技能和创新思维方法。中药分析技术贯穿中药质量分析工作程序的每个环节，主要体现在鉴别、检查、含量测定及中药质量标准制定，涉及物理学、化学、生物学等多种技术手段。因此，教学知识点与虚拟仿真实验项目的融合知识点地图紧紧围绕以上环节构建（图1）。

2.2　知识点与虚拟仿真实验项目融合的设计思路

以气相色谱分析技术为例，按照2020年版《中国药典》四部通则0521气相色谱法的要求，介绍中药学气相色谱分析技术虚拟仿真实验项目的构建思路。设计思想是在对气相色谱系统操作和工作站软件模拟的同时，着重关注对规范化操作、虚拟考核评分模块和中医药思维构建的设计。

设计中首先进行中药气相色谱分析的技术要点分解，精准实现知识目标的梳理，完成技术要点知识库的建立。其主要包括供试品的制备、对照品的配制、载气的选择、色谱柱选择、柱温设置、检测器的选择、开机前检查、开机及方法设置、进样设

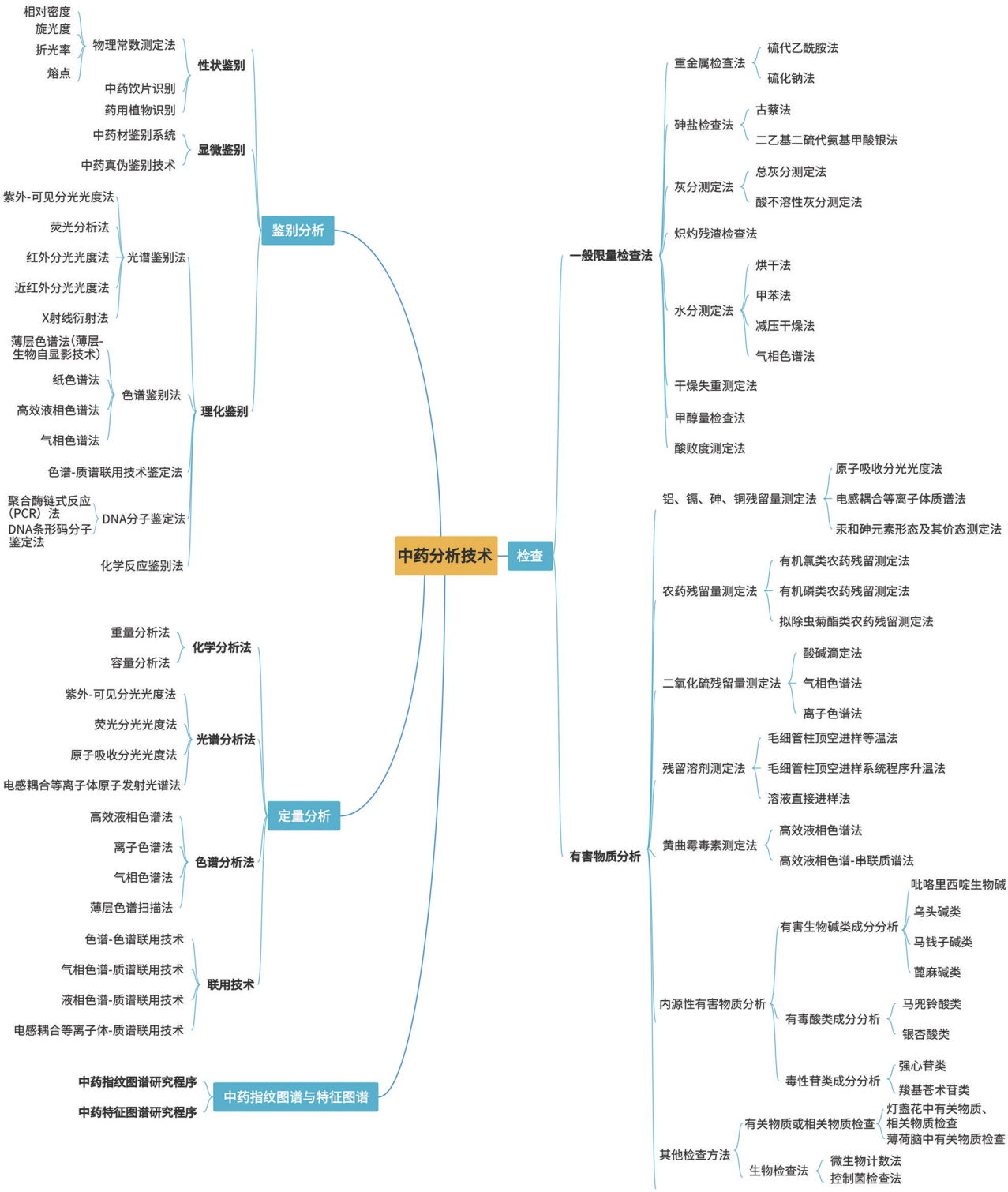


图 1　教学知识点与虚拟仿真实验项目的融合知识点地图

置、数据分析等 10 个实验模块，为建立虚拟实验项目构架奠定坚实基础。

结合理论教学中含量测定药味选定原则、测定成分选定原则的理论教学知识点，从设计的试错中，逐步纠正学生的中药分析思维，进一步理解“中医药理论指导下”的中药分析的内涵。例如，根据学生较难掌握的知识难点“含量测定药味的选定”及“测定成分的选定”，在给定中药处方的基础上，设计给出不同的选项及依据。学生必须在全面分析处方君臣佐使配伍、明晰中药贵重药味及毒剧药味目录、明确选定药味的有效成分、毒性成分、总成分、易损失成分、专属性成分、测定成分有中医理论

的一致性及与药理作用和功能主治的一致性等背景知识下，才能选择正确，并进行后续操作。这个环节可有效锻炼学生正确的科研思维，在试错中不断修正，形成对“中医药理论指导下的中药分析”内涵的有形理解，为科学建立中药质量标准树立正确的大局观。在“供试品的制备”“对照品的配制”等步骤中强调对中国药典凡例中术语的正确理解，从而指导规范性操作。例如样品前处理中涉及的“取、称取、称定、精密称定及约”等药典术语的规范化操作要求以及定容的操作要点，为学生正确研读中国药典打下基础。在“开机前检查”设置了对仪器登记、不同气体钢瓶等关键项目的检查。例如气体纯度、阀门、钢瓶安全性注意事项，强化学生大型分析仪器使用前必须充分准备的实验思维。在“开机及方法设置”“进样设置”中采用动画技术模拟化学工作站（online）的工作流程，采用虚拟软件模拟载气流速、色谱柱温度（程序升温）、检测器、进样方式及气化室温度等参数设定来建立气相色谱分析方法。在“数据分析”模块中同样采用动画技术模拟化学工作站（offline）中内标法、外标法和面积归一化法数据分析的过程、标准曲线的建立以及报告的读取，参数主要包括保留时间、色谱峰面积、理论塔板数、分离度、灵敏度和拖尾因子等。以上关键实验操作将设计百余个关键知识点库，采用 Javascript 1.5 语言编写，以虚拟实验动画形式呈现，给学生提供一种游戏任务通关的体验，提高学生自主学习兴趣。模拟实验结束后，虚拟考核评分模块可根据学生的答题情况及时给出评分，明确错误点，使学生清晰了解知识点掌握的薄弱环节；同时教师也可即时查看学生的学习情况和进度，明确学生的学习难点，便于强化教学。学生可多次学习，直至完全掌握。

2.3　课程考核方案的设计

《中药分析学》课程的考核采用多元化评价，以校智慧学习课程中心为平台进行评价要求的发布，同时采用虚拟仿真实验项目的自主评分系统以及学生学习进度进行评分，将虚拟仿真实验项目的学习融入平时成绩的构成中。

3　教学效果与评价

3.1　学生完成度分析

《中药分析学》课程的授课对象为中药学专业本科四年级学生，课程安排在第四学年第一学期。教学实施中强化虚拟仿真实验过程管理，做好形成性评价和课程反思。在虚拟仿真实验项目学习中，学生以学号建立账户，后台自动记录学生虚拟实验过程中的运行数据以供实验教师分析[7]。在对 2017 级中药学专业 122 名学生运用虚拟仿真实验学习系统学习“中药新药研究虚拟综合性实验”的情况分析中，学生总完成率为 100.0%；显示本虚拟仿真实验学习系统在实验教学中运行顺利，未发生因软件系统错误而出现的实验教学失误。图 2 为系统自动记录的学生学习虚拟仿真实验学习系统的参与度，均在 50.0% 以上，且通过 2 次及以上虚拟实验的学习，学生对中药新药研究虚拟全过程的掌握较为熟悉。

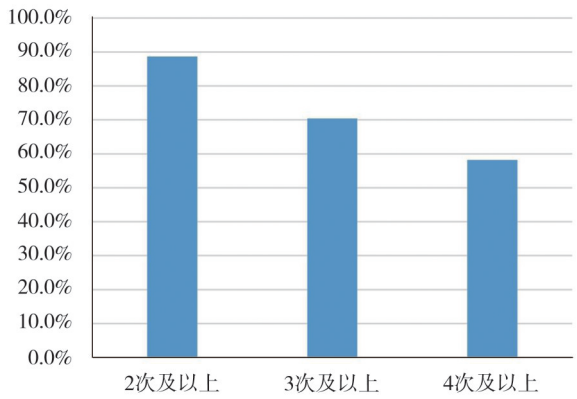


图 2　学生学习虚拟仿真实验学习系统的参与度

3.2　学习成绩与错误率分析

在对 122 名学生运用虚拟仿真实验学习系统学习“中药新药研究虚拟综合性实验”的情况分析显示，学生初次、第二次及第三次虚拟实验的平均成绩分别为 50.8 分、73.9 分和 92.4 分；错误率分析显示，学生在实验思维培训模块和规范化操作方面失分率较高，特别是药典术语、实验条件设置等关键知识点的平均错误率均高于 50.0%，这反映出对知识点理论理解不透彻。结合错误率分析，教师有针对性地发现了问题所在，加强了后续课程相关难点的理论讲解并请学生进一步进行虚拟实验。随着模拟次数的增加，第二次和第三次降至 38.5% 和 21.2%，学生实现了规范性操作熟练掌握和实验思维培养，提升了教学的精准性。

4　结语

中药分析专业核心能力如何在“以临床价值为导向的药物创新”政策导向下进行提升，以适应由