**现代化学实验技术教学改革探析**

黄艺鹏，胡存杰，阮贵华，李建平, 张连明

（桂林理工大学化学与生物工程学院，广西 桂林541006）

**基金项目**：桂林理工大学实践条件与实践基地建设项目（No. 202102609012）。

**作者简介**：黄艺鹏（1991–），男，广西桂平人，理学博士，讲师，主要从事分离科学与技术的教学与研究工作。

**摘要:** 现代化学实验技术课程中往往难以充分调动学生学习的积极性，影响课堂教学质量和教学效果。通过剖析现代化学实验技术教学中学生独立操作机会少、对仪器内部结构与工作原理不清、缺少课程思政教育、以完成任务为导向、课程成绩评定缺少仪器实际操作考核等突出问题的原因，提出相应的教学改革措施。通过实验教学改革，激发学生学习的主观能动性，提高学生的基本实验技能和仪器操作能力，培养学生的创新思维、科学精神、正确的职业道德观、社会服务意识等态度与价值观，为学生今后从事化学检验和科研工作打下坚实的实践基础。

**关键词:** 现代化学实验技术；主观能动性；教学改革

现代化学实验技术（以仪器分析实验为主）是化学以及化学相关专业的重要基础课程之一。尽管经过仪器分析理论课的学习，学生仍然难以想象和理解相关仪器的构造和测试原理。通过开展现代化学实验技术课程，有助于学生加深对仪器构造、仪器工作基本原理及理论知识的理解，掌握分析化仪器的基本操作技能及数据处理与分析，提高学生实践和解决实际问题的能力，以适应未来工作岗位和科研之需[1-3]。然而，以往现代化学实验技术中存在着学生参与度低、自主思考少、以完成实验任务为目的等问题，极大地影响实验教学质量，难以达到实验教学预设的培养目标，因此亟需对实验教学进行改革，进一步提高实验课程的教学质量，充分发挥这门课程应有的作用[4]。本研究以桂林理工大学应用化学专业的《现代化学实验综合1》课程为例对实验教学改革进行探析。

**一、现存突出问题与改进**

**1. 学生独立操作机会少及改进措施**

现代化学实验技术教学中存在最突出的问题是学生独立操作的机会较少，甚至有部分学生在实验课结束后仍然对实验流程及仪器操作步骤没有留下印象。原因主要是：（1）目前大部分高校均面临着现代化学实验教学中实验室的部分仪器设备数量无法满足2人/台或1人/台的分配，因此在实验教学中往往是以不少于3人为一组来共同完成相关的实验，部分同学在实验课中未能得到独立操作的机会。（2）对于利用较为贵重且对操作要求较高的仪器开展的实验，大多学生只能聆听老师的讲解和观察老师的演示，缺少学生动手操作的机会，因此难以提起学生的兴趣，最终导致实验教学质量下降，不利于培养学生的实验操作技能。（3）部分学生存在惰性。如上所述，由于部分仪器设备数量无法满足2人/台或1人/台的分配，因此部分实验按照每组3–4人进行分配。然而，部分学生会认为毕竟实验数据可在同组同学之间共用，只要同组的其他同学完成实验，无需自己动手也能够在课后完成实验报告。

针对以上问题，我们近年来采取小组交叉实验的教学模式[5]。例如应用化学专业近几年的招生人数在80至90人之间，在实验教学中将学生分成4个大组，平均每组20余人，然后每个大组再根据仪器设备的数量进一步分小组。每次实验课同时开展4个实验项目，由4位老师分别带领1个大组开展实验教学，两周内（每周安排两次课）4组同学交换实验项目，两周后再开展4个新的实验项目。采用这种方式，较好地解决了实验仪器数量少使学生动手操作机会少的问题，从而保证了实验课的教学质量。为了避免实验课中学生操作不当引起仪器的损坏，尤其是一些对操作要求较高的贵重仪器，需要任课教师高度负责，全程跟进，耐心指导学生。这样既能及时发现学生的问题，也能减少学生担心造成仪器损坏而不敢动手操作的心理负担。此外，为了消除部分学生的惰性，在开始实验前老师向学生说明各小组完成实验内容后会抽取部分学生进行随堂考核仪器操作。教师根据学生在课堂的表现，抽取动手操作较少的学生进行额外的简单操作考核，让学生意识到在后续的实验中要变得更主动。

**2. 对仪器内部结构与工作原理不清及改进措施**

在仪器分析理论课中学生已经学习了各类分析仪器的基本结构和工作原理，但在理论课中由于没能真正近距离接触仪器，较难想象出仪器的真实结构。现代化学实验技术实验课为学生认识仪器的真实结构提供了良好的机会。然而，基于以下原因，通过现代化学实验技术实验课仍难以达到加深学生对仪器结构和工作原理的认识和理解的预期。（1）部分任课教师本身对仪器的结构就不够熟悉，讲解不够充分，影响学生的掌握程度。（2）在不拆卸的情况下，学生无法观察到仪器的内部结构。（3）实验课时间较为紧张，部分教师为了给学生留较多的时间用于操作，对仪器的介绍过于简单。部分学生认为只要能够使用仪器完成实验即可，对仪器的结构不感兴趣，在老师介绍时也不认真听讲。

为了能让学生在现代化学实验课中更好地掌握各类分析仪器的结构和工作原理，首先要求教师能够提升自身知识和教学水平[6]，熟悉仪器的结构、工作原理、仪器的使用注意事项、常见故障和保养方法。为了帮助教师（尤其是年轻教师）熟悉仪器，在开课前管理实验室的资深教师亲自对其他任课老师进行相关仪器的培训，并且在平时请仪器工程师上门维修仪器时通知任课教师参加培训，由工程师对任课教师进行更加系统的培训。在向学生介绍仪器内部结构时，可充分利用已损坏待报废的仪器，允许学生拆卸待报废的仪器，了解内部关键部件，并要求学生在了解清楚后将仪器恢复至拆卸前的状态。借助废弃的仪器，不仅能够帮助学生熟悉仪器的结构，还能够锻炼学生动手组装仪器的能力。此外，适当采用虚拟仿真技术进行教学能够弥补在老师介绍仪器内部结构时（不拆卸的情况下）学生无法观察到仪器内部结构的问题。采用虚拟仿真技术还可以让学生在虚拟的场景中动手实践，避免教师在介绍仪器的过程中学生因没有参与感而失去兴趣[7, 8]。学生在预习中经过虚拟仿真技术了解仪器的结构并进行模拟仿真实验操作，能够为实验课中线下实际操作打下基础，降低线下操作失误的概率，从而可以加快学生线下完成实验的速度和降低仪器损坏的风险。

**3. 实验课中缺少课程思政教育及改进措施**

现代化学实验技术是培养学生走上科学研究和行业生产实践极其重要的环节，因此在开展实验教学工作时融入课程思政教育，培养学生的创新思维、科学精神、正确的职业道德观、责任观、社会服务意识等十分必要。然而，在平时的实验教学中大部分老师极少融入课程思政教育，具体体现在：（1）实验内容较为陈旧，难以反映学科的前沿发展状况，不利于培养学生的学科前沿视角。（2）实验教学内容与企业需求脱节，学生难以感受到所学实验技术在行业内的用途，从而也不认真对待，不利于培养严谨的科学态度和形成正确的职业道德观和社会服务意识。（3）缺乏设计型实验，无法让学生真正体会到完整的仪器分析流程，不利于培养创新型人才。（4）实验所用的仪器本身就是较好的思政点，通过介绍相关仪器在国内和国际的发展水平不仅可以加深学生对所用仪器的理解，还能够让学生了解到仪器的发展状况，激发仪器研制兴趣。然而，在实验教学过程中教师往往容易将其忽略。（5）缺乏引导式的教学方式。在实验教学中时而会出现仪器参数设置不合适导致测试结果异常的情况，但由于学生没有经验而难以自行找出问题所在。当发生这种情况时，老师往往会习惯性自己查找并把问题直接解决，学生既不知道是什么原因才导致测试异常，更是失去了学习排查仪器测试异常的宝贵机会。如此缺少引导式的教学方式不利于培养学生独立思考和解决问题的能力。

为了加强实验课中对学生进行课程思政教育，采用以下方式解决上述问题。（1）更新实验内容，舍弃部分内容陈旧的实验项目，增加能够反映当前学科前沿的实验项目，帮助学生了解到时下的研究热点，在一定程度上为有考研意愿的学生指明方向。（2）主动与学生实习单位的技术人员沟通，了解企业的一些基本测试项目以及企业希望接收到的实习生具备哪些方面的实验技能，并在安排实验教学项目时适当参考企业技术人员的反馈意见。这样才能更好地帮助学生了解到所学的实验技能的实用之处，将来可以在实习单位和工作单位中快速上手，在生产实践中更好地发挥出自己的价值，从而提高学生学习兴趣。（3）在完成课程大纲要求的基础上增加和丰富创新实验和探索性实验项目，根据现有仪器资源和学生技能的掌握情况选择创新实验和探索性实验项目，让学生从样品前处理、测试条件优化、样品测试等分析测试完整过程中学习分析方法的建立，激发学生的求知欲和创造性。（4）在向学生介绍实验所用仪器时讲述仪器的发展历程，尤其是国产品牌的仪器研发情况，让学生了解当前我国在相应仪器研制中取得的成就以及待改进的地方。对于购买了多种品牌的仪器设备，在实验课中对比使用，让学生从使用的体验评价不同品牌的仪器之间各有何优势与不足。例如在进行原子吸收光谱相关实验时，同时使用普析的原子吸收光谱仪和德国耶拿原子吸收光谱仪开展实验，在学生完成实验后请学生评价两台仪器的优势与不足，借此不仅可以培养学生发现问题与分析问题的能力，还可以让学生感受到与德国品牌仪器相比国产品牌的原子吸收光谱仪在哪些方面更有优势。（5）现代化学实验的最主要目的就是让学生学会使用常用的分析测试仪器，因此实验课中在学生不清楚仪器的使用和操作时，老师需要采用引导式的教学方法帮助学生掌握仪器的使用而不是直接帮忙学生设置和调节仪器参数进行实验。当学生设置的参数不合适引起测试结果异常时，教师需要根据自己的经验带领学生一起寻找问题所在，教会学生如何排查和解决问题。

**4. 以完成任务为导向开展实验及改进措施**

在实验教学中，部分老师和学生存在以完成任务为导向开展实验，并以完成实验速度的快慢作为学生课堂表现好坏的评判依据。尽快在实验开始前老师都会向学生讲述实验的目的，但在开始实验后并没有将实验目的贯彻于整个教学过程当中，结果就会导致学生过度追求完成实验的速度，对实验过程中产生的异常情况不愿意用心去分析问题所在，只想着找老师或其他同学帮忙尽快解决。此外，为了减少学生实验失败的概率，有时候老师还会直接帮忙设置和调节仪器参数，这虽然能够让学生更快地完成实验，但学生始终处于被动的学习状态，实验过程中学生极少自主思考，因此不利于培养学生的思考能力和动手能力。

为了改变以完成任务为导向的评价方式，近年来笔者加大了对学生实验过程的监督与评价。对由于仪器出现小故障或在进样、仪器参数设置等方面的操作存在一些问题造成实验不顺利，但通过认真分析排除问题后又能完成实验的学生给予肯定。对于无法自己找到问题的学生，老师则通过与学生交流引导，帮助学生分析问题出现的潜在原因，然后由学生根据老师提出的原因进行逐一排除，避免由老师直接动手解决。

**5. 课程成绩评定缺少仪器实际操作的考核及改进措施**

尽管近年来课程已经采用了预习报告、课堂表现、实验报告和期末考试（实验理论笔试）组成的多方面评定方式，仍然难以在课堂上充分调动学生的实验积极性，原因主要是缺少了仪器实际操作的考核环节。由于期末考试只考实验理论而没有实操环节，学生只需熟记实验的原理和内容即可获得高分，从而会形成实际操作不重要的错误想法，从而在平时的实验中也不积极学习相关仪器的具体使用。

为了让学生在课堂上都主动参与到仪器的操作，增加了仪器操作的随堂和期末考核。每节课在学生完成基本的实验内容后，老师抽取部分学生要求学生根据老师给出的测试条件（在课堂实验内容的基础上适当更改一些实验参数）进行操作，然后根据学生的表现对其课堂表现进行打分，并对学生的操作进行点评，使其他学生也能从中学习。期末的实际操作考核则是让学生根据题目给出的实验内容进行从开机、测试到结束关机的步骤进行演示。通过加入随堂和期末实操考核，大大提高学生的动手积极性。

**二、教学改革成效**

随着本实验课程改革的推进，教师实验教学水平得到较大的提升，并积累了一定的经验，实验教学内容得到有效落实。学生上机操作的时间得到较大的保障，并且学习热情明显提升，对学习目的更加清晰。通过上机实践不仅锻炼了仪器操作技能，也对仪器分析理论知识有了更深的理解。通过探索性和设计实验，学生对分析测定的流程、分析方法的建立有了基本的认识。通过引导式教学，学生发现和解决问题的能力得到较全面的提高。通过加强课程思政教育，学生的创新思维、科学精神、职业道德观、社会服务意识等得到增强。这为其投入毕业论文实验、开展学生创新项目和后续的科学研究、实习、就业或创业等夯实了坚强基础。经过改革，《现代化学实验综合1》的教学目标更容易达成，教学质量得到显著的提升。

**三、结语**

本文对现代化学实验技术课程中学生仪器操作少、对仪器内部结构和工作原理不清、缺少课程思政教育、以完成任务为导向和课程成绩评定缺少实操考核造成学生在实验课中参与度低、自主思考少而影响实验教学质量的问题分别进行剖析并提出相应的改革措施，为提高现代化学实验技术的教学质量以及后续进一步教改和拓展奠定了良好的基础。

**参考文献：**

[1] 王 宏, 陈 浩. 分析化学实验教学改革实践[J]. 大学化学, 2011, 26(1): 35-36．

[2] 高俊, 徐建强. 分析化学实验教学的考核方法探索[J]. 广州化工, 2012, 39(9): 199-200.

[3] 邵明标. “课堂思政”背景下仪器分析实验教学改革路径探析[J]. 化学工程与装备, 2021, 6: 279-280.

[4] 种瑞峰, 常志显, 冯彩霞, 等. “学生自主设计”仪器分析实验课程教学的研究. 实验科学与技术, 2021, 19(4): 51-56.

[5] 邹志娟，杜雪英. 高校仪器分析实验教学现状及改革初探[J]. 山东化工, 2021, 50: 218-219.

[6] 李贵，魏华，龙华，等. 《现代仪器分析》实验教学改革初探[J]. 教育教学论坛, 2019, 10: 277-288.

[7] 邓雅琼, 肖欢, 王萌, 等. 初探虚拟仿真技术在现代仪器分析中的应用[J]. 光明中医, 2021, 36(15): 3630-3633.

[8] 樊强文，任绘君，武国蓉，等. 虚实结合模式在“现代仪器分析实验”中的教学改革与实践[J]. 东华理工大学学报, 2021, 40(3): 297-300.

**Studying on Teaching Reform of the Course of Modern Instrument Based Chemistry Experiments**

HUANG Yipeng, HU Cunjie, RUAN Guihua, LI Jianping, ZHANG Lianming

(College of Chemistry and Bioengineering, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004, China)

**Abstract:** The enthusiasm of students in the course of modern instrument based chemistry experiments is usually difficult to be motivated, which affects the teaching quality and effectiveness. Herein, reasons for the problems in teaching, including lack of independent operation opportunities, unclearness to the internal structure and working principle of the instrument, lack of ideological education, the task-oriented, and lack of actual instrumental operation tests, are probing. In addition, teaching reform measures were pointed out to address the aforementioned problems. Through the experimental teaching reform, the subjective initiative of students in learning was greatly stimulated, which improved their experimental skills and instrument operation ability. Also, the attitudes and sense of values of the students, such as innovative thinking, scientific spirit, correct professional ethics, social service awareness were cultivated, which lay a solid practical foundation for students to engage in chemical inspection and scientific research work in the future.

**Key words:** modern instrument based chemistry experiments; subjective initiative; teaching reform