

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201807001

www.dxhx.pku.edu.cn

定量分析化学实验课程教学内容改革及考核方法探索

周文峰*, 鲁润华, 张三兵

中国农业大学理学院, 北京 100083

摘要: 根据中国农业大学 2016 版本本科人才培养方案, 定量分析化学实验作为理学院化学理科基地一门本科专业基础课程, 学时数由旧版培养方案的 64 改变为 32, 相应的教学内容也有所减少。本文探讨了如何在新版培养方案的框架内, 结合化学类专业化学实验教学建议内容培养目标, 在少学时的情况下对实验教学内容进行合理选择并编排成一体化的实验教学体系, 同时探讨实验课的考核方法并对成绩评定系统进行改革。

关键词: 定量分析化学; 教学内容; 考核方法; 改革

中图分类号: G64; O6

Reformation of Contents and Evaluation Methods of “Quantitative Chemical Analysis Laboratory”

ZHOU Wenfeng*, LU Runhua, ZHANG Sanbing

College of Science, China Agricultural University, Beijing 100083, P. R. China.

Abstract: Quantitative Analytical Chemistry Laboratory is a fundamental course for undergraduates of the Chemical Science Base of the College of Science in China Agricultural University. The teaching hours were changed from 64 to 32 in the new curriculum, and the corresponding teaching contents were reduced. This paper discusses the way to combine the “teaching suggestion content of the chemistry experiments for students in chemistry majors” and training objectives within the framework of the new curriculum. In the case of less lab-teaching hours, the lab-teaching contents were reasonably selected and arranged into an integrated lab-teaching system. At the same time, the evaluation method of the experimental was reformed, and the performance of the new evaluation system was discussed.

Key Words: Quantitative chemical analysis laboratory; Teaching contents; Evaluation methods; Reform

中国农业大学 2016 版理学院化学专业本科人才培养方案将化学专业的培养目标设定为: 培养具有深厚人文底蕴、扎实化学基础知识、理论与实践技能, 并具有良好的农药学、农学、生物学知识, 具有自主学习能力和创新意识, 具有一定国际视野、科学精神和创业意识, 具有历史使命感和社会责任心的行业领军后备人才和拔尖创新后备人才, 既能从事化学及相关领域的科学研究、技术开发、教学及管理工作, 也具有进一步深造的基础和发展的潜能。根据这一培养目标, 学院对培养方案的课程设置进行了重新规划, 作为专业基础课程的定量分析化学实验, 其教学学时数从 64 压缩到 32。

2013–2017 年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会制定了化学类专业化学理论教学建议内容和化学类专业化学实验教学建议内容, 其中定量分析化学理论部分包括: 化学测量误差与质量

收稿: 2018-07-02; 录用: 2018-07-25; 网络发表: 2018-07-31

*通讯作者, Email: zhouwenfeng@cau.edu.cn

基金资助: 中国农业大学校级教改项目

保证、样品采集与制备及化学分析；实验部分包括玻璃仪器的洗涤、干燥与使用，溶液的配制、稀释与定量移取，样品的称量，样品采集、保存、预处理与制备，沉淀及其转移、洗涤、干燥、恒重，滴定等^[1,2]。如何将这些理论知识点与实验教学相结合，在相对较少的 32 学时中实现定量分析化学实验的教学目标，对实验内容及考核方法进行改革势在必行。

1 定量分析化学实验课程教学内容改革

如何在新版培养方案学时减半的条件下达到教学要求，取决于实验教学内容的选择和安排。考虑到该课程的教学目标是：加深学生对理论课定量分析化学的基本理论、基础知识的理解及应用；正确掌握基本的操作技能和常见典型的分析方法，掌握常见类型样品的处理方法；确立“量”的概念，正确地选择合适的仪器达到实验要求的准确度；能正确地处理实验数据，撰写实验报告。根据这一目标，我们对实验课的内容进行了以下整合：

在基本操作部分保留了滴定操作基本练习，旨在训练学生使用滴定管的基本操作。定量分析强调“量”的概念，体现在每一个操作步骤都与分析结果紧密相关^[3]，操作的正确及熟练程度决定后续所有滴定分析实验的成败。同时保留了天平称量练习，以训练学生对实验室万分之一天平的使用，对差减法、直接法等称量操作方法的掌握。保留了酸碱溶液、 KMnO_4 标准溶液、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的配制，使学生掌握粗配后标定及直接配制等溶液配制方法，同时掌握容量瓶、移液管及吸量管的使用，为本实验课程及后续仪器分析实验等相关课程打下基础。

在定量化学分析实验部分保留了食醋中酸含量、氨水测定、消毒水中过氧化氢含量、自来水总硬度及铁矿石中铁含量的测定。这些实验的保留充分考虑了样品种类：既有液体又有固体；既有易保存样品又有易挥发或易沉淀样品；既有酸碱、金属离子样品，又有氧化性强的样品；既有实验室试剂又有实际样品。这种设计使学生在今后面对不同类型的样品时有一定的经验。同时保留了分光光度法测铁含量的实验，用以训练学生掌握基本的分光光度计的使用、微量样品的测定，并用以比较铁矿石中铁含量测定方法之间的差异。同时，由于该实验操作繁琐，我们采用了分组实验，每组 3-4 人共同努力，合作完成吸收曲线和工作曲线数据的采集和绘制，这种模式有助于培养学生分工协作的团队精神。同时在分光光度法实验中，要求学生采用合适的绘图软件绘制吸收曲线和工作曲线，并且给出线性方程和回归系数，锻炼学生利用计算机处理实验数据的能力。

新的教学内容中除了基本操作、基础性实验和综合性实验外，还安排了两个开放实验——硫磷混酸含量测定和农药波尔多液中铜含量的测定。感兴趣的学生可以自行设计实验方案，联系教师安排实验室进行实验。硫磷混酸含量测定实验的安排是考虑到该混酸在化学实验中应用范围较广，且本课程铁矿石中铁含量的测定实验中也用到了硫磷混酸。农药波尔多液中铜含量的测定实验体现了农业大学的特色，贴合了学生所在的农药学科，也激发了学生进行自主学习和创新性学习的兴趣。

此次调整，以课程教学目标为导向，保留了部分经典实验，引入了部分新实验，还引入了开放实验，在压缩课时的条件下，保留了基本操作，保持了实验内容和操作训练的系统性，又兼顾了学有余力的学生，可以充分发挥学生的主观能动性。

2 定量分析化学实验考核方法改革及探索

为了实现学生培养目标及课程的教学目标，合理地进行成绩评定非常重要。化学实验的考核评价不仅是对学生学习成绩做出一个公正、合理的评价，也是一种有效的实验教学管理方法^[4]。制定出严格的考核体系，可以促使学生重视基本操作、养成严谨的实验态度^[5]。

新的考核方法保留了预习环节，要求学生撰写并提交预习报告，在实验课的前十分钟进行预习效果测试，测试题涵盖了当次实验基本原理及相关基本操作等内容，题型为选择题、填空题及判断

题。整个预习环节占总成绩的 10%。同时保留了对出勤的要求，在 8 次实验课中不允许无故缺课，请假最多两次。缺课 3 次及以上，则该学期实验课程不能通过。

新的考核方法中实验操作由原来占成绩组成的 50%降到 30%，将原来由教师观察记录为主，分解为学生操作演示和分组观察记录。在八次实验课上，每次随机选择 4 名学生，单独到台前演示一个当次或上次实验涉及的操作，其他同学可以提出改进建议。这样既可以锻炼参加演示学生的操作技能和胆量，同时也能锻炼其余学生的观察能力并印证自身操作准确与否。操作演示表现占成绩组成的 10%。在实验过程中，实验指导教师在指导全部学生实验的同时，会选择 8 名学生对其操作的准确程度及熟练程度进行观察和记录，这样每位学生从开始实验到结束，均会有两次记录结果，每次记录均占成绩的 10%。“精密度和准确度”作为分析化学实验课程的核心概念^[6]，需要在考核方法中加以体现。此次改革，实验结果的精密度占成绩的 10%，准确度占 30%。我们在考核方法中特别设置了精密度的要求，学生需要反复练习和重复实验才可以保证精密度。学生在完成实验数据后，可以自行计算实验结果的精密度，精密度不达标的，在时间允许的情况下必须重做或补做实验。在一定的精密度下，准确度是实验成败的标志。为了使 学生获得准确的数据，我们要求每位实验指导教师在实验前都必须对学生测定的实际样品进行测定，获得准确数据。将学生和教师数据比对，相对误差在 0.3%以内的方可得到准确度部分的满分，其余在 0.5%、0.8%、1%之内的，得分递减(见表 1 数据)。对准确度的要求有助于培养学生严谨的工作作风。

表 1 课程考核方法改革对照表

原评价方式			新评价方式		
考核形式	分值	评分依据	考核形式	分值	评分依据
预习	10	预习报告+实验前测验	预习	10	预习报告+实验前测验
出勤	10	出勤率	出勤	10	出勤率
实验操作	50	操作规范及熟练程度	实验操作	30	操作规范及熟练程度
实验报告	30	实验报告格式	精密度	10	实验结果的精密度
			准确度	30	实验结果的准确度
			实验报告	10	实验报告格式、有效数字等

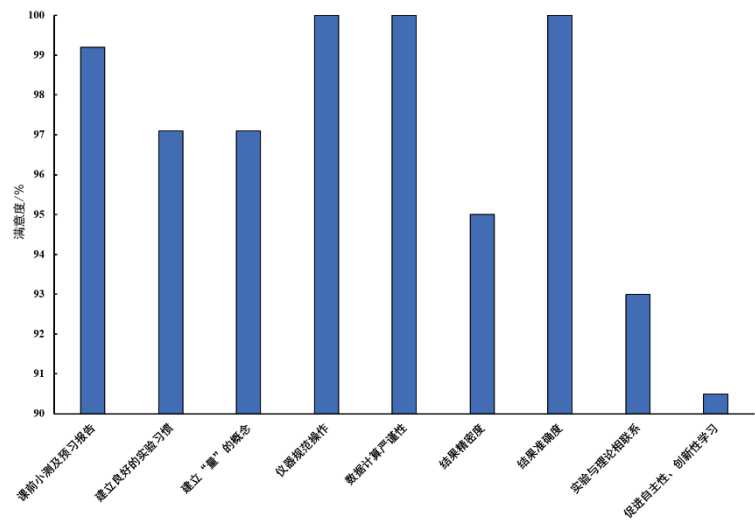


图 1 学生对课程教学目标达成情况的认可度统计

对实验报告的要求分为实验报告格式、原始数据记录、数据处理及计算、有效数字等几个方面。关注学生养成正确的数据记录习惯,例如不能用铅笔记数据,数据一次记录到位,不能誊写、涂画等。同时培养学生养成良好的书写规范实验报告的习惯,注意保留合适的有效数字,进一步认识有效数字和所选择仪器、方法、所测定样品含量之间的关系,进一步加强“量”的概念。

实验成绩评定方法改革促进学生在每个环节发挥主观能动性,变被动学习为主动学习,学生在有限的实验课时中主动反复练习,得到了令人满意的效果。

3 结语

经过 2017 年、2018 年春季学期的实践,我们的课程内容及考核方法改革均取得了令人满意的效果。对 2018 年春季的 109 名学生进行了调查问卷,对回收的 106 份有效问卷分析见图 1。可见,学生实验教学目标的达成满意度都在 90%以上,特别是对课前预习和小测、规范操作、数据计算和实验结果的准确度的形成方面非常满意。但在实验与理论联系、促进自主性,创新性学习方面满意度略偏低,这也是我们未来改革的方向。

参 考 文 献

- [1] 2013-2017年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会. 大学化学, **2016**, 31 (11), 11.
- [2] 2013-2017年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会. 大学化学, **2017**, 32 (8), 1.
- [3] 张素斌, 赵建芬. 大学化学, **2013**, 28 (4), 28.
- [4] 王桂仙, 张启伟. 广东化工, **2012**, 39 (12), 178.
- [5] 姚奇志, 金谷, 汪红蕾, 李娇, 刘红瑜. 大学化学, **2014**, 29 (3), 17.
- [6] 卢昕, 黄都, 刘承伟, 黎冬梅, 陈美基. 大学化学, **2011**, 26 (4), 10.