

## 新工科背景下材料专业分析化学课程教学改革思考

杜红莉

河北地质大学宝石与材料工艺学院, 河北 石家庄 050031

**[摘要]**分析化学作为新工科建设下的材料科学与工程学科的基本科目,应符合“新工科”的发展特点,该科目还需要进一步注重实用性以及与本学科之间的联系,并着眼于培养复合人才。为提升课堂的教育效果,进一步推进教学改革,我们把拓宽课堂教学、探究型教育实践、学科思政教育等纳入了课堂教育,以提高学校育人目标,同时建立了更加完善的教学评估考核制度,指导学生全身心地参与课堂,以此全方位提高了学生的整体水平和学科素质。

**[关键词]**新工科;分析化学;教学改革

DOI: 10.33142/fme.v4i2.9628

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

### Reflections on the Teaching Reform of Analytical Chemistry in Materials Majors under the Background of New Engineering

DU Hongli

College of Gems and Materials, Hebei GEO University, Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

**Abstract:** As a basic subject in the field of materials science and engineering under the construction of the new engineering discipline, analytical chemistry should conform to the development characteristics of the "new engineering discipline". This subject also needs to further focus on practicality and connection with its own discipline, and focus on cultivating composite talents. In order to improve the educational effectiveness of the classroom and further promote teaching reform, we have included expanding classroom teaching, exploring educational practices, and subject ideological and political education in classroom education to improve the school's educational goals. At the same time, we have established a more comprehensive teaching evaluation and assessment system to guide students to fully participate in the classroom, thereby comprehensively improving their overall level and subject quality.

**Keywords:** new engineering; analytical chemistry; teaching reform

#### 引言

2017年2月,国家教育部印发了《教育部高中教育司有关深入开展“新工科”研究与实践的通告》,期望各地高等院校深入开展“新工科”的科学研究活动,进一步推动工程技术教学变革,促进“新工科”的建立与蓬勃发展<sup>[1]</sup>。自此后,众多院校的专业课程都不断地在教学理念、方法、技能与手段等方面,进行了全新的探讨与研发以应对此次中国高等教育重大变革<sup>[2-3]</sup>。分析化学已成为传统的理学与工科的基本科目,对于开发新型的生物医药、环保科技和新型建筑技术等重要工程技术应用领域,均发生了重大影响。在“新工科”的思想指引下,本课题组在结合学科特点的基础上,针对教学方法、教学思政实际和课程评估系统等方面制定了相应的措施,以进一步推动分析与化学教学改革,切实提高质量,更好地适应新时期经济发展之需要。

#### 1 课程教学问题

分析化学是河北地质大学材料科学与工程本科专业的专业基础课,该课程授课对象为本专业大二学生。主要授课内容包括:分析试样的采集与制备、分析化学中的误差与数据处理、酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定、重量分析法和分光光度法等方面。教学中重点阐

述主要技术方法及其应用。经过本课的教学,要求学生在掌握了定量分析与分析化学基本原理的前提下,能够针对分析特性、分析对象进行分析方法的选择,并具有分析问题、解决具体问题的基本能力和较强的创造力。但目前该课程在教学过程中存在以下问题:

##### 1.1 理论教学方式单一,教学效果不理想

分析化学课程是在大二上学期开设,多数专业课还没有开始授课,很多学生觉得分析化学与专业课的学习联系不大,导致学生对该课程学习兴趣不高。再加上分析化学课中的教学知识点较多且相互之间联系复杂,要在限定教学时间内(32学时)完成教学任务,因此老师们通常都是采用以教材为中心的传统教学模式,而学生们只能是被动地接触知识点以顺利完成计划。

##### 1.2 理论知识与专业特色脱钩

分析化学虽然是一门实用性非常强的课程,但是由于分析化学课程中的教材内容大多都以介绍化学基本原理为主,所使用案例也较少,且没有具体的实践步骤,因此学生们还是无法真正地学以致用。有的任课教师教授的内容单一以课本为主,缺乏与本专业特色的结合,满足不了本专业对分析人才的要求,更不用说培养满足社会需求的复合型人才。

### 1.3 德育与课程思政缺乏有效的融合

通过课程思政加强大学生思想政治教育,是落实高校立德树人根本任务的重要举措。传统的高等教育思政课与专业教育往往分别进行,缺乏有效的融合,若在专业课程中单独或生硬地引入思政内容,易引起学生反感情绪。分析化学课程区别于其他课程的独特之处,是“量”的概念,其内容本身具有较强的思政教育意义,在课程中寻找恰当的切合点渗透教育,是实施“全员教育、全面教育”的必然举措。

#### 1.4 教学评价单一

传统的分析化学理论课程的分,一般以期末闭卷考试结果确定(期末考试成绩通常占总成绩的百分之七十以上),试卷类型一般以选择题、填空题、简答题等居多,而考查范围也一般以记忆地分析化学知识为主,但这样单一化的考试方法,既无法充分考查学习者的基本知识水平和全面素养,更无法充分调动他们的复习兴趣和能。

## 2 教学方法与手段改革

### 2.1 翻转课堂

翻转课堂可以让满堂灌的传统教学,变成师生间互动式教学,通过鼓励学生在课外教学活动中自主学习和合作学习,使每位学生真正参与到课程中,体会到课程的兴趣点,也能让老师能够真正地了解学生对知识的掌握程度。例如,分析化学中酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定和沉淀滴定这四章,有些内容可以类比,教师不必重复讲解。可以以酸碱滴定知识为例,着重介绍了下列几个方面的内容:(1)酸碱滴定中滴定曲线的描绘(滴定前、计量点前、计量点、计量点后介质中pH值的规律);(2)滴定曲线的图形;(3)滴定突跃的定义及判断;(4)干扰滴定突跃的原因和指示剂的选用;(5)酸碱指示剂的变色机理。对照上述一些情况,针对与之内容相似的配位滴定、氧化还原滴定和沉淀滴定的学习,可在中间预留几天时间先让学生们进行线下预习,查找资料,接着再分组介绍在配位滴定、氧化还原滴定和沉淀滴定中,以上一些知识和酸碱滴定的差异与联系(如滴定中纵坐标的改变,配位滴定中酸度的作用,指示剂变色原理的不同),并指导学生在预习过程中,不要以孤立、片面地去掌握知识点,而要注意新旧知识点的关系,也可借助思维导图学会对知识点的整理,并试图在多方面开展课题学习,以培养他们研究现象、解决问题的能力。这样的教授方式将课堂学习的主动性让给了学习者,学习者在整个课堂过程中由“听”转化为“学”,形成了学习活动的探索人、探索者,并积极地主动发展思维,主动进行认知系统的建构,其效果比老师直接讲授要好得多。

### 2.2 案例式教学

由于分析化学在材料科学、生命科学、环境保护等科学领域中具有广泛的运用,人们能够利用不同的科学方法

和技术手段,获取分析数据,并从中获得相关化合物的化学成分、结构和特性方面的信息。随着科学技术的发展与进步,可适时更换课程内容或超越教科书,在讲课中选取若干难易适当、同本专业有关的实践领域,指导学生进行反思,并启发他们将分析化学的理论和实际问题同自己的学科领域相互联系,尤其是在某些实践问题。例如,在水处理领域中应用较多的Fenton氧化技术,反应体系中过氧化氢( $H_2O_2$ )浓度等对降解污染物的效率有很大影响,通过检测 $H_2O_2$ 浓度变化能够间接了解体系的降解机理。引入案例“钛盐光度法测定Fenton氧化中的过氧化氢”可促进分析化学中吸光光度法的学习<sup>[4]</sup>。根据文献中的方案,可设置下列思考题引导学生学习:(1)钛盐分光光度法测定过氧化氢含量的原理;(2)吸收曲线的作用;(3)标准曲线如何制作,摩尔吸光系数的含义;(4)偏离朗伯-比尔定律的可能原因;(5)参比溶液的选择;(6)是否还有其他方法测定过氧化氢的浓度?分光光度法与其相比有何优势?通过实例知识点解析,可在教师与学生互动中完成吸光光度法一章重点知识的学习。在具体分析中学习,引导学生如何将所学知识应用到实践中。利用此例,也能让学习者体会怎样灵活应用所学的知识。如若单独测定 $H_2O_2$ 的浓度,高锰酸钾法、碘量法也可使用。但由于该系统的具体特点,溶液中会产生部分的有机污染物和亚铁离子,会损耗高锰酸钾或使部分的 $I^-$ 氧化成 $I_2$ ,损耗碘化钾,使测得的残余 $H_2O_2$ 浓度偏高。所以这两个个指标测定 $H_2O_2$ 浓度时产生的偏差相当大,检测结果不正确。

掌握了沉积滴定的知识点之后,为了帮助学生系统地了解这部分的要点,将介绍案例“硫氰酸盐沉淀滴定法测定太阳能电池用银浆中的银”<sup>[5]</sup>。太阳能电池银浆是生产太阳动力电池的原料,是获得高效率、廉价太阳动力电池的最重要的一种物质。银浆中的银浓度也有一个合理的范围,所以正确计算太阳动力电池用银浆中的银浓度非常关键。分析该案例时需要学生思考以下问题:(1)滴定前,样品如何预处理?(2)标准溶液如何配制?(3)滴定中溶液酸度控制有何要求?(4)如何根据消耗标准溶液的量计算银含量?(5)硫氰酸盐滴定 $Ag^+$ 的条件、指示剂、终点颜色的变化?通过对这一系列问题的探究,就会完成沉淀滴定中佛尔哈德法知识体系的构建。

通过案例法教学,不仅可以丰富教材,拓宽学生科研视野,还可以使学生在分析案例时受到启发,了解什么是创新项目等,让学生了解大学生创新可以从哪些方面入手运用所学知识分析问题解决问题。

### 2.3 思政与专业教育同频

2020年6月1日,国家教育部发布了《高等教育课程建设指导纲要》,将全面推动高等学校教学思政体系建设。从高校“育人”本质要求出发,不能单一地就思政谈“思政”发展,而是应该抓住课堂改革的核心,提倡将思

想政治教育的理论、价值信念及其精神追求渗透到各门学科当中去,潜移默化地影响学生们的价值观、行为举止,达到“润物无声”地进行思政教学工作,发挥专业知识体系中蕴含的思想政治教育的功能。分析化学课程中有些内容本身具有较强的思政教育意义,教师要展开讲解或设计活动以突出这部分内容。

分析化学不同于其他学科的独特之处,就在于其研究“量”的概念,常需与数值打交道。例如实验操作中,如何正确地读取数据、正确保存数据的数值及进行数值计算,这些不仅影响待测组分的含量,还对数据准确度有重要意义。要给学生灌输“实事求是”的正确观念,应认真详细地记载原始数据并仔细观测真实情况,而对于某些特殊信息,则不可因为精密性而任意舍弃数据,应根据正确的统计手段(4 $\bar{d}$ 、Q 检验法或格鲁布斯法)来决定对数据的取舍程度,更不能任意更改数值,甚至弄虚作假。

分析化学知识系统中蕴含着丰富的辩证哲理内涵,在课堂中渗入了一些辩证哲学原则、指导学生运用辩证思维去分析和解决问题,从而促进对分析中化学知识点的正确了解与把握。例如在酸碱滴定和配位滴定中,滴定终点的判断都是通过指示剂颜色的变化来确定的,指示剂在这两种滴定中是否通用?两种指示剂的变色本质是否相同呢?那你要去思考这些现象发生的原因,找到根源,直指核心。现象是可以直接认识的,本质则只能间接地被认识。要想解释这些问题,就要从两种滴定方法指示剂变色原理入手。酸碱指示剂通常为有机酸或有机碱,其酸式及其对应的共轭碱式具有不同的颜色。当介质的 pH 值变动后,酸式或碱式组分的分布分数也发生变化,从而反映了颜色的变化规律。

配位滴定中普遍利用各种金属分子指示剂指定终点。金属离子指示剂通常指具有配位性质的有机染料,它可以作为一个配位物,在特定环境下与被滴定金属离子反应,形成一个与指示剂本身颜色不同的配位物质( $M+In=MIn$ ),当靠近化学计量点时,已与指示剂配位的金属离子被 EDTA 置换,释放出指示剂,这样就产生溶液颜色的变化( $MIn+Y=MY+In$ )。即体系最终显示为指示剂自身的颜色。所以在分析化学中不能仅仅满足观察实验现象,更要去解密实验现象背后的密码。

#### 2.4 完善教学评价

教学评价是检查教师教学效果的重要环节,恰当的评价方法不但能够客观、真实、公允地反映学生的学习情况,而且也可以指导培养他们正确的学习态度和行为。根据《河北地质大学关于进一步规范本科课程过程性考核工作的实施意见(试行)》文件要求,摒弃传统的以期末试卷作为评价的唯一手段,而应该增加过程性考核比重,丰富其考核形式,科学设计了课程考核成绩组成。课程考试

总分主要由过程性考核成绩和期末考试总分两方面构成,其中过程性考核成绩占百分之五十,期末总分占百分之五十。过程性考核由章节作业、在线测验、讨论表现等组成。课后作业测评学生阶段性知识掌握程度,敦促学生及时回顾总结,培养学生学习能力和方法,养成良好学习习惯;课堂测试题型以客观题为主,可快速测试学生对知识点掌握情况,提高课堂学习效率。讨论表现让更多的学生能够由被动学习变为主动学习,让有潜能的学生充分发挥自己的个性,施展自己的才能。期末考试以闭卷形式在线下课堂进行。考题设有基本知识分析和综合分析等题型,全面涵盖课程目标,保障了从设计基础、问题分析、应用解决方案等毕业目标的完成;同时各个学习阶段的考试分值适当分配,注重测试的开放性与探究性,既反映出分析化学基础知识的一般性质,也为学习者提供了灵活、全面地运用基础知识、基本技能发现问题的余地和可能性。

#### 3 结束语

在以培育具有创新创业意识和跨领域综合研究技能的新型技术人才为旨的新兴技术科学发展历史背景下,分析化学课程的教育目标应与当前社会发展趋势相适应,根据当前客观的学情需要,对以往的传统教学方法进行改良以体现“新工科”教学思想,并培养本科生的综合研究方面的科学意识与实际技能。通过在教学过程中引入翻转课堂、案例式教学的教学手段,增加课程教学的趣味性,提高课程教学质量,同时重构分析化学考核体系,使分析化学考核方式更加实用化。在满足知识体系传输的基础上,深度挖掘思政元素,并巧妙地将其融入课程教学中,使立德树人教育深入人心,实现立体化育人的目标。

基金项目:河北地质大学教学改革研究与实践项目(2021J49)。

#### [参考文献]

- [1]佚名.“新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J].高等工程教育研究,2017(2):24-25.
  - [2]武英杰,林俊良,李超,等.新工科背景下无机与分析化学课程思政教学探索[J].化工管理,2022(24):15-18.
  - [3]王宇,吴亚东,王艳芳,等.新工科背景下思政教育融入化学化工课程建设的探索与实践[J].化工高等教育,2021,38(6):17-20.
  - [4]姜成春,庞素艳,马军,等.钛盐光度法测定 Fenton 氧化中的过氧化氢[J].中国给水排水,2006,22(4):88-91.
  - [5]汪晓华,姚凤花,何莉,等.硫氰酸盐沉淀滴定法测定太阳能电池用银浆中的银[J].理化检验-化学分册,2014,50(11):1458-1460.
- 作者简介:杜红莉(1978—),女,河北石家庄,工学博士,研究员,主要从事纳米功能材料教学与研究。