

•教育专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201807025

www.dxxh.pku.edu.cn

**编者按:** 为了指导我国高等学校化学类专业理论课教学改革和教学建设,保障教学内容,提高人才培养质量,2013–2017年教育部高等学校化学类专业教学指导委员会(以下简称教指委)于2016年制订了《化学类专业化学理论教学建议内容》(以下简称《建议内容》,发表于大学化学,2016,31(11),11–18)。近两年来,教指委致力于鼓励各高校就如何将《建议内容》组织成课程教学内容,形成系统的课程体系和人才培养方案展开研讨和经验交流;并征求对《建议内容》的意见和建议,以期能够根据学科和经济社会的发展和人才培养的需要,不断丰富、调整和完善《建议内容》。

各高校积极响应,参与《建议内容》意见征集、课程教学内容编排、课程体系设计等研讨活动,取得了一系列研究成果及实践经验,并借助《大学化学》“教育专题”栏目与同行分享、交流。目前该专题已发表相关论文2篇(张树永,朱亚先.浅议基于学科思维的化学类专业课程体系设计与课程内容编排.大学化学,2017,32(1),9–14;张树永,侯文华,刁国旺.高等学校化学类专业物理化学相关教学内容与教学要求建议.大学化学,2017,32(2),9–18.),本期将发表论文9篇。这些论文将集结于“化学类专业理论课程体系与教学内容改革”网络特刊中(客座编辑:朱亚先教授)。也欢迎各位老师继续踊跃投稿!

## 基于大类招生培养模式的化学人才培养方案和课程体系设计

黎朝,洪炜,杨朝勇,杨柳,朱亚先\*

厦门大学化学化工学院,厦门 361005

**摘要:** 大类招生培养是以学生为本的培养模式的改革。在此背景下我校化学学科制订了以满足学生多样化需求为导向的人才培养方案,构建了一个包括公共基础课、通识课、学科通修课、多层次的实践类课程、模块化的专业方向性课程以及突显学科优势的选修课在内的课程体系,并完善了配套的保障机制。

**关键词:** 人才培养方案;课程体系;大类招生培养;化学学科

**中图分类号:** G64; O6

## Design of Training Program and Curriculum for Chemistry Majors Based on the Background of Enrollment and Cultivation

LI Zhao, HONG Wei, YANG Chaoyong, YANG Liu, ZHU Yaxian \*

College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, P. R. China.

**Abstract:** We discussed the training program based on the “enrollment and training of students in large category” for chemistry majors of College of Chemistry and Chemical Engineering at Xiamen University, and expounded the curriculum system including public basic courses, general knowledge courses, core subject courses, multi-level practical courses, modular and professional courses, and the elective courses.

收稿: 2018-07-11; 录用: 2018-08-06; 网络发表: 2018-08-30

\*通讯作者, Email: yaxian@xmu.edu.cn

基金资助: 国家基础科学人才培养基金项目(J1310024)

**Key Words:** Training program; Curriculum system; Enrollment and cultivation; Chemistry major

大类招生培养作为一种新时期人才培养模式,受到了各高校尤其是综合性大学的普遍重视并践行<sup>[1]</sup>。该培养模式是指高校在招生时将相近学科门类,通常是同院系的专业合并,按一个大类招生。学生入校后经过 1-2 年的公共基础课程的学习,再进行专业划分及后续的专业教育。

我国高校逐渐推行大类招生培养是时代和社会发展的必然要求,符合高等教育教学发展趋势。从根本上说,大类招生培养是“以学生为中心”、突显学生中心地位和主体地位的培养模式的改革<sup>[2]</sup>。

为此,必须对以往强调专、深、尖,忽视学科交叉融合的专业招生课程体系进行合理的改革和创新,建立起“厚基础、宽口径、多元化”的课程体系。同时,教育部高等学校化学类专业教学指导分委员会(以下简称化学教指委)于 2006-2010 年制订了《高等学校化学类专业指导性专业规范》<sup>[3]</sup>,2013-2017 年制订了《化学类专业教学质量国家标准》<sup>[4]</sup>。这两个文件对化学类专业的人才培养目标、培养基本要求、教学基本内容等作出了明确规定。在此基础上,化学教指委又先后制订了《化学理论教学建议内容》<sup>[5]</sup>及《化学实验教学建议内容》<sup>[6]</sup>,进一步明确化学类专业人才培养体系中涉及专业教学的基础性和建议性教学内容。如何将这些要求与大类招生相结合?为此,我们进行了一些探索。

## 1 建立适应大类招生的多路径培养方案

厦门大学从 2013 级开始全面实施本科生按学科大类招生、培养和管理的方案。化学学科本着“强化基础、注重能力、面向前沿、提高素质、因材施教、分流培养”的教学指导思想,制订了“宽口径、厚基础、多样化、多途径”的人才培养模式(图 1)。

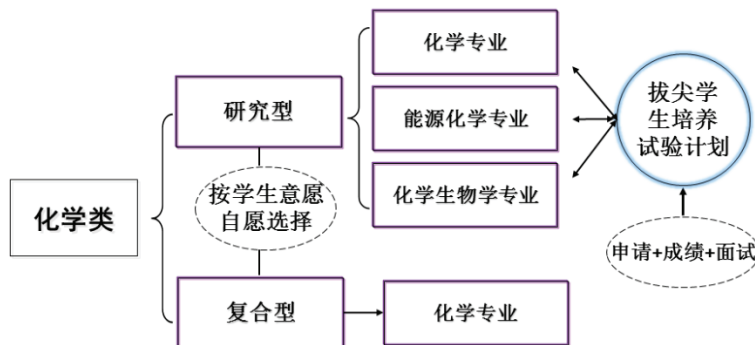


图 1 多途径培养方案示意图

学生入学一年半按大类培养,学习相同的公共基本课程、学科通修课程和通识教育课程。二年级第一学期末,根据选择专业的标准及要求,按学生的专业意愿,以公正、公开、公平的原则,由学生在化学、能源化学及化学生物学三个专业内自主选择。

为了充分体现学生的个性化培养,我们在化学专业中设计了“研究型人才班”和“复合型人才班”两种不同的培养模式。二年级第二学期末,引导学生根据自己的职业规划进行选择,并允许学生更改。对于将来有志从事化学类学术研究或教育事业的学生,可选择研究型人才培养模式;而毕业后走择业、创业道路的,宜选择复合型人才培养模式。两种模式的选择不以成绩为考量,完全由学生自主选择。拔尖学生培养试验计划于一年级第一学期末在全校范围内进行遴选,入选拔尖计划的学生在其后的专业选择时具有优先权。另外,拔尖计划采取动态管理,选择研究型培养方案的学生,不受专业限制,还有机会申请进入拔尖计划学习。而选择复合型的学生,在专业课学分要求方面给予一定的降低,可根据将来就业、创业的需要,在全校范围内选择一定学分的跨专业课程。

在教学计划中也制订了分流培养的方案：(1) 公共基本课程、通识教育课程、专业通修课程设置相同。(2) “研究型人才班”的课程设置从本科宽厚、研究生精专的整体考虑，无论是在必修课还是在选修课的设置上注重理论宽厚并加强科研训练，为今后能适应学科发展越来越专深、交叉性越来越强的硕士和博士研究奠定基础。(3) “复合型人才班”化学选修课程以应用性较强的课程为主，在完成基本的化学理论课与实验课的基础上，鼓励学生选择他们感兴趣的非化学专业的课程(不超过 15 学分)。

本方案打破了传统的按专业招生、入学后进行专业教育、培养专门人才的人才培养模式，体现了“以学生为中心”的教育理念。学生入学后被赋予一定程度的专业选择权，从而减少高考填报志愿的盲目性，有助于从源头上提高专业认同感，增强学生学习的积极性与主动性。同时，入校后的二次选择专业还引入了竞争机制，使学生在竞争中学会选择，找到自己的坐标和定位。

## 2 构建多元化的课程体系

### 2.1 课程体系的基本构架

多样化、多途径的人才培养方案需要与之配套的、具有一定灵活性的教学计划和课程体系，这也是大类招生培养的改革设想付诸实践的关键所在。为此我们制订了适合大类招生、大类培养的课程体系构架，将课程分为公共基本课程、通识教育课程、学科通修课程以及专业或方向性课程 4 个部分，并大幅度增加了选修课和实践类课程的比例(图 2)。不同模块的课程设置，给予学生更多的选择权，满足了学生个性化发展的需要。

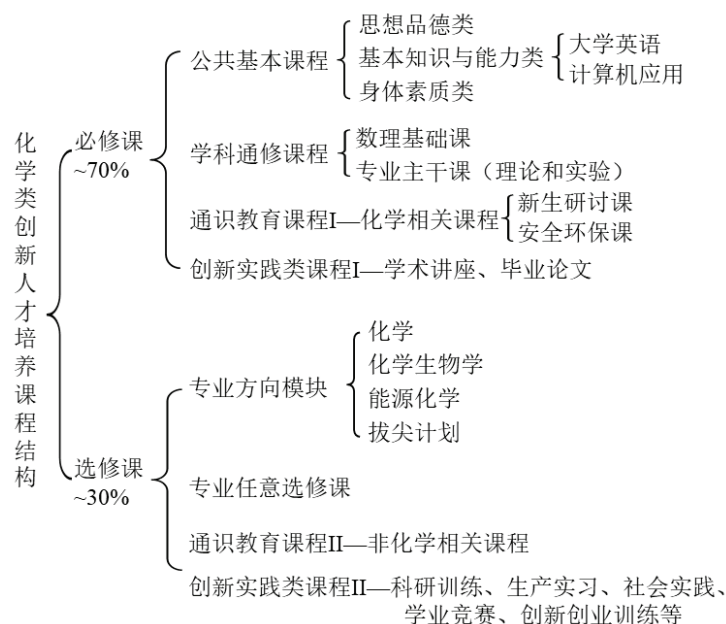


图 2 课程体系基本构架

### 2.2 优化、调整公共课程和通识课程

公共基本课程包括思政、英语、计算机、体育等。思政课由原来安排在一、二年级调整为一、二、三年级内灵活设置；英语课实施目标管理、分级教学，更强调学生自主学习能力的培养。除了学校专门为理工科学生开设的人文、社会科学类通识课程外，我们开设了“新生研讨课”和“化学实验安全与环保”两门与化学相关的课程作为通识类必修课程。

### 2.3 主要化学理论课程设置

我们根据化学教指委制订的《化学类专业教学质量国家标准》<sup>[3]</sup>、《高等学校化学类专业指导性

专业规范》<sup>[4]</sup>、《化学理论教学建议内容》<sup>[5]</sup>，并遵循学生知识、素质、能力的形成规律和学科内在逻辑顺序设立了主要化学课程。

我们将《化学理论教学建议内容》“Ⅰ”设置了无机化学(一)(4学分)、物理化学(一)(3学分)、物理化学(二)(3学分)、统计热力学(1学分)这4门主要课程，分别在一上、二下、三上、二年级第三学期开设；将《化学理论教学建议内容》“Ⅱ”分解到无机化学(一)、结构化学(4学分，二上开设)2门课程。无机化学(一)内容看似和部分物理化学、结构化学内容有一些重叠，但这不是简单的重复，物理化学、结构化学在微积分、线性代数和大学物理的基础上更高层次的讲授，是知识学习螺旋式上升过程，符合学生的认知规律。同时，我们也协调不同课程的授课内容，例如，无机化学(一)和结构化学都讲授原子结构内容，无机化学(一)的侧重点为核外电子排布、周期、族以及有效核电荷数、原子半径、电离能、电子亲和能、电负性的变化规律，而结构化学则侧重于薛定谔方程的求解等。

我们将《化学理论教学建议内容》“Ⅲ”设置了分析化学(一)(3学分)、分析化学(二)(4学分)、化学信息学(2学分)3门课程，分别在一上、三下、二上开设；《化学理论教学建议内容》“Ⅳ”设置了有机化学(一)(3学分)、有机化学(二)(3学分)(分别在二上、二下开设)，以及生物化学(2和4学分，供学生选择，二下开设)；《化学理论教学建议内容》“Ⅴ”设置了无机化学(二)(2学分)、中级无机化学(2学分)，分别在一上、三下开设；《化学理论教学建议内容》“Ⅵ”“Ⅶ”设置了化学工程基础(2学分)、高分子化学(2学分)，均在三上开设。

此外，将分析化学(一)从原来的二上提前至一下，结构化学从三上提前到二上开设。这些都体现了“理论先导”的课程体系设计思想<sup>[7]</sup>，有利于学生尽早建立起系统的学科知识框架和思维模式，使后续课程的学习能在更高的水平上展开。

根据学科的知识构架，我们把无机化学(一)、无机化学(二)、分析化学(一)、分析化学(二)、结构化学、有机化学(一)、有机化学(二)、物理化学(一)、物理化学(二)、生物化学、高分子化学作为“学科通修课程”或称“大类平台课程”，使学生充分重视此类课程学习，从而获得化学学科最为基本的知识、能力、技能和方法，搭建起学科知识的主要框架，为今后的专业课程的学习奠定宽厚的基础。

## 2.4 分层次打造实验课程

化学是一门以实验为主的学科，实验教学是整个化学教育教学中极为关键的环节，它对学生多方位协调发展，特别对创新能力的培养尤为重要。我们根据化学教指委《化学实验教学建议内容》<sup>[6]</sup>在课程设计中将实验课程分为三个层次：基础实验、综合实验训练以及设计性和研究性实验。

第一层次的基础实验注重实验知识和技能的训练。首先，新生入校后必须进行“化学实验安全与环保”(对应于《化学实验教学建议内容》“Ⅰ”)课程的学习。通过该课程后，方可进入实验室学习。一年级开设基础化学实验(一)(6学分)，内容包括化学实验基本操作、化学原理实验、无机物制备与分离、滴定分析、重量分析、元素化学实验等；二年级开设基础化学实验(二)(4学分)，主要内容为有机化学实验基本操作、有机化合物制备与分离、配合物制备实验等；三年级开设基础实验(三)(5学分)，内容为基本物理量的测量与表征，包含了物理化学和仪器分析实验。第一层次的课程是所有化学类学生的必修课，目的是使学生均能熟练掌握基础知识和基本技能，为今后的发展打下基础。基础实验课程不分专业，采取平行班教学，体现了宽口径和厚基础的宗旨。

第二层次的课程为综合实验，包括综合化学实验(一)、综合化学实验(二)、化学生物学综合实验、能源化学综合实验。综合类实验属于方向性课程，按照专业开设，不同专业的学生选择不同类别的综合实验，体现了多样化和多途径。较之第一层次以基本操作训练和验证性实验为主，第二层次的课程更强调多学科的交叉融合以及根据所学的知识进行综合设计实验。

第三层次为设计性和研究性实验，包括各类创新基金课题以及毕业论文。该层次的实验着重培养学生的创新能力，要求学生通过文献调查、思考、讨论，设计实验课题，并动手完成自己设计的实验方案。且课题不以学生所在专业为限，可以在学院范围内选择导师和课题，赋予了学生更大范

围内选择研究方向的自由度。

除此之外,在短学期设立开放实验项目,如无机化学课外实践;对拔尖试验班在第一、第二层次之间开设“强化实验”;同时,还依托科研实验室开设一些展现学科前沿的研究性实验,鼓励教师将科研成果及时转化为综合性、设计性和探索性的实验。

## 2.5 建设各具特色的专业方向课程

专业方向性课程是专业特色的体现,在大类培养的教学体系中,我们将之设置为模块课程。学生根据自己的个性、兴趣和未来的职业规划,在教师指导下选择课程并形成自己的专业或专业方向。根据化学类专业具体情况,我们将专业方向性课程分为4个模块,分别对应化学、化学生物学和能源化学3个专业方向以及一个为拔尖学生专门设计的模块,学生须根据个人情况任选其一。

化学专业的模块课程强调宽厚的基础理论和科研训练,共计17学分,包括统计热力学、中级无机化学、谱学基础、化学工程基础、化学工程基础实验、配位化学实验、综合化学实验(一)、综合化学实验(二)等课程。该模块课程设置出发点为,使学生具有宽厚的基础,学科视野开阔,化学知识扎实,为他们在化学以及相关交叉学科领域的发展打下良好的基础。

化学生物学专业培养目标为具有化学与生物交叉学科知识的专门人才,因此其模块课程中包含化学生物学、微生物学、细胞生物学、生物化学实验和化学生物学综合实验等交叉学科课程,共计18学分。

能源化学专业是2015年教育部批准我校设立的全国首个能源化学本科专业,目标是培养化学及其与能源化学相关的交叉学科知识的创新型人才。我们从2012年开始探索能源化学课程设置,当时国内外均没有可供借鉴的课程体系。通过调研我们提出了该专业学生应具备的知识、能力和素养要求,对能源化学知识点进行了梳理,并根据学科逻辑顺序和学生知识、能力形成的规律将之组合,将工科内容融入理科,创建了12门能源化学课程群。经过两年的运行,最终优化为10门,合计19学分。模块内第一个层次为能源基础类课程,如能源化学导论、能源材料基础、能源化学工程基础、能源化学中的数理方法;第二个层次为能源体系课程,如电化学能源、碳资源化学、太阳能转化、能源系统工程、能源化学综合实验;第三个层次为前沿进展课程,如高等能源化学。

“拔尖学生培养试验计划”目标是培养化学及相关学科科学研究领域的科学家和领军人物,因此我们特别注重学生自主学习能力,提出问题、分析问题和解决问题能力,创新意识和创新能力的培养。为拔尖学生专门设计的模块课程体系包括:无机化学研讨课(1学分)、分析化学研讨课(1学分)、有机化学研讨课(2学分)、物理化学研讨课(2学分),由院士、杰青、教学名师等牵头主持。研讨课围绕传承、探究、批判、发现、构建等五个课程建设核心要素展开实践,培养学生阅读文献、归纳、表达(口头、书面)、质疑、合作、讨论等能力。通过文献阅读、报告、讨论/辩论等环节,着力引导学生独立思考、启发其开放性思维,引导学生主动学习。并根据不同年级,聘请国内外名校教师为拔尖学生开设学科研究进展、专题课程等,此类课程名称不固定,每年根据具体情况开设。基础化学实验课程也以小班独立开设,强化单元实验技能训练,注重过程训练。同时,还开设了专门的基础实验(一)、(二)、(三)的“强化实验”,在部分实验课后增加“延伸实验”等。并结合实验室开放,引导学生自主研究,增加科研训练学分。

## 2.6 开设体现学科优势的任意选修课程

《化学类专业教学质量国家标准》要求“各高等学校还应设置能够体现学科、地域或者行业特点的课程”。根据学科优势情况,我们设置任意选修课程模块,以满足学生多样化的需求。任意选修课程包括化学二级学科下的理论与实验课程以及某些三级学科层次上的专门课程。侧重理论或计算方面的,如无机合成化学、有机合成化学、超分子化学、金属有机化学、催化导论、计算化学、化学中的数理方法、化学动力学和反应动态学等;侧重应用方面的课程,如环境化学、分析生物化学、电镀原理与应用、腐蚀与防腐、化学电源、应用有机化学等;侧重化学软件应用系列课程,如

分子图形、计算机在化学中的应用；侧重培养学生的科研素养类课程，如化学科研素养与方法、化学论文写作与交流、诺贝尔奖史话，并课外开设“化院故事”系列讲座；侧重化学研究进展的课程，如无机化学新兴领域简介，有机化学前沿领域简介，化学生物学讲座，今日化学（一）、（二）、（三）、（四）等。研究进展类课程内容不固定，由学院知名教授承担或邀请国内外名家第三学期来我院讲学，每年根据学科进展常讲常新。

### 3 完善各项保障机制

#### 3.1 因材施教，分级教学

由于国内不同省份的中学化学教学各不相同，导致学生入学时的化学基础差异较大。针对这种现象，无机化学采取分级教学：第一学期“无机化学(一)”开设快班与慢班，程度较高的学生可以选择课时较少的快班；“无机化学(二)”在第一周进行水平考试，根据考试成绩确定可否申请免修或部分免听。“生物化学”设置2学分和4学分不同层次课程，供学生根据自身情况选择。数理课程按程度设A、B两级：B级课程为理科普通型，满足化学专业人才对数理课程的基本要求，A级课程为理科增强型，适合要求自己达到较高理论水平的学生修读。

#### 3.2 建立导学机制，培养激发学生的个人兴趣

将原来讲座形式的“学科入门指导”课程改为强调师生互动和学生自主学习的“新生研讨课”。课程的主要内容为化学各学科的现状与前景、培养方案与教学计划、学科知识图谱、大学教学特点与学习方法、职业生涯规划等。研讨课的学习使学生刚入学即体验到化学的魅力，有利于培养学科兴趣，拓宽学术视野，激发学生对学科热点、焦点问题的思考，从而培养学生自主性、独立性和研究性的学习习惯，引导学生顺利实现从中学学习方式到大学学习方式的转变。

改进了本科生导师制，由原来入校即指定导师改为第一学期期末由学生和导师双向选择，促进了师生之间更顺畅的交流。另外，设立了教授office-time，定期邀请教学科研经历和人生阅历丰富的教师与学生面对面交流。

设立1学分“学术讲座”必修课程，要求学生在学期间须累计参加学术讲座不少于30次，其中一、二年级各5次，三、四年级各10次，每年考核1次。针对低年级的“学术讲座”内容，我们组织了“杰青讲坛”“院士讲坛”等活动。讲座邀请学术能力强、科研水平高的教授，同时也邀请在化学化工相关企业卓有建树的业内人士，与学生探讨学术问题、交流创业经验，分享个人的成长道路。而对高年级的“学术讲座”则要求学生参加各种学术报告或课题组的组会，并鼓励高年级学生参加学院组织的“诺贝尔获奖者系列讲座”“南强系列讲座”“卢嘉锡系列讲座”等学术活动，使学生了解各学科研究前沿，为学生开启一扇通向未来的“窗口”。

#### 3.3 形成系统和完整的科研训练机制

我们依托厦门大学化学学科的科研优势，为本科生提供了体现学科发展前沿、培养创新意识和科学研究才能的科研训练课题和场所。构建了初级-中级-高级三个层次、循序渐进的科研训练平台，制订了系统的本科生科研训练方案，包括文献检索、选题、项目申请、设计研究路线、大型仪器使用、实验操作、分析数据、归纳总结、撰写论文、化学交流表达能力的训练等；设立了不同层次的科研训练项目，如学院级“育苗基金”“创新基金”及学校“大学生创新创业训练计划”“基础科研基金”“校长基金”等；制订了具体的政策，每年组织立项、申请、评审、签订项目责任书、过程检查、中期检查、结题墙报展示、汇报答辩、评奖等。

与此配套，我们在教学计划和课程安排上将学科通修课程适度提前，以便三、四年级学生有可能拿出更多的时间参与科研和创新训练；将原来的生产实习必修课改为科研训练、创业创新训练和生产实习三者选一；为提升学生创新创业能力，引导学生自主性、探索性、实践性学习，厦门大学实行本科生创新学分奖励制度，自2015级起将创新学分作为必修学分，计入教学计划总学分，要求

每名本科生应至少取得2学分,除此之外,我们还将“科研训练”设为院选学分。毕业论文调整为大三第三学期启动,学生可以充分利用暑假和大四一学年的时间进行论文的研究工作,且导师的选择不局限于本专业方向,可在全院范围内选择。这样既充分利用了化学学科的强大科研实力和资源,又使学生有了更大的选择和发展空间,提升了学生的综合能力。

## 4 结语

“以学生为中心”的大类招生培养是根据我国教育发展的实际情况和社会对人才需求做出的教学改革。它不是招生方式的简单改变,更不是相近专业的简单归并,而是涉及到高校关于教学理念、培养目标、培养方案、培养途径、教学计划、教学管理与组织等方面的根本性变革。在实施过程中除了对人才培养方案和教学计划的重新修订外,在学生管理、教学管理等方面也要做出相应的调整 and 适应。

新的培养方案和教学计划迄今实施了5年,在这5年中我们也不断对其进行研究和完善。从目前的效果来看,绝大多数学生都认为新的培养方案更适合他们个性化的发展,同时也需要他们有更强的自主性,改变过去被动学习的习惯。我们相信鼓励学生个性多样发展的创新人才培养模式的方向是正确的,但人才培养又是一个漫长的过程,需要我们在具体实施过程中不断总结经验和教训,并根据社会的发展进行一定的调整,以达到全面提升本科人才培养水平的教育教学改革目标。

## 参 考 文 献

- [1] 李斌, 罗赣虹. 大学教育科学, **2012**, 135 (5), 11.
- [2] 黄晓波. 华南师范大学学报(社会科学版), **2013**, No. 6, 43.
- [3] 2006-2010年教育部高等学校化学化工学科教学指导委员会化学类专业教学指导分委员会. 高等学校化学类专业指导性专业规范. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [4] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准(上). 北京: 高等教育出版社, 2018: 130-137.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 张树永, 朱亚先. 大学化学, **2017**, 32 (1), 9.