

化学专业英语高效多元化教学模式的探索与实践

吴倩*

中南大学化学化工学院, 长沙 410083

摘要: 根据化学专业英语教学中的问题, 提出了建立有效的多元化教学方法。方法包括: 在课中利用词根词缀梳理专业词汇来提升学习效率、基于翻转课堂的中英文互动来提升学习兴趣、在课前课后利用线上教学平台进行听说训练强化听说能力, 以及开展模拟学术研讨会的课堂活动来提高学习自主能动性。此教学方法为专业英语教学改革提供重要研究依据。

关键词: 化学专业英语; 教学改革; 多元化教学模式; 翻转课堂

中图分类号: G64; O6

Exploration and Practice of Efficient Diversified Teaching Mode of Specialized English for Chemistry

Qian Wu *

College of Chemistry and Chemical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China.

Abstract: In this paper, an efficient diversified teaching method was proposed to address the issues on teaching of specialized English for chemistry. The method includes summarizing words and terms by suffix and prefix in lectures for improving learning efficiency, classroom interactions based on “flipped classroom” for promoting study interests, daily post-class practice on listening and on online teaching platforms for enhancing listening and oral skills, and seminar-based classroom activity in each section of the courses for improving subjective initiative for learning. This method provides an important reference for teaching reform of specialized English for chemistry.

Key Words: Specialized English for chemistry; Teaching reform; Diversified teaching mode; Flipped classroom

随着专业发展越来越国际化、本科生继续进行专业深造的比例越来越大, 针对一门专业的英语教学显得越来越重要^[1]。学生不论是毕业后参加工作还是继续深造读研, 都需要接触到大量的专业英语词汇和英语阅读, 同时也会遇到需要用英语进行专业内容交流的口语听说场合。特别是对于化学这样一门基础学科, 不论是对其发展历史还是学科前沿的理解都离不开英语基础。这使得化学专业英语成为化学专业的本科生在学习完基础知识后的重要专业课程^[2]。

一些学校目前也在开展双语教学课程。但是, 由于国内本科生与以英语为母语的国家的本科生相比英语水平存在较大差距, 直接进行双语教学往往会使得学生专业知识和英语都无法掌握得很好。所以, 一门在完成专业基础课程后的针对国内学生的有效专业英语课程显得尤为重要。目前, 国内高校的专业英语课程主要以四大化学的专业内容为逻辑顺序来对专业英语词汇和表达进行讲解, 同

收稿: 2022-11-23; 录用: 2023-03-09; 网络发表: 2023-03-31

*通讯作者, Email: qianwu@csu.edu.cn

基金资助: 国家自然科学基金面上项目(22074159)和青年项目(21804142); 湖南省自然科学基金优青项目(2022JJ20054)

时辅以学术交流英语的初级内容^[3]。内容虽然全面,但学生的学习效率和兴趣总是难以提升,对词汇的死记硬背也容易出现应付考试、学完就忘的问题。然而,近年来,随着信息技术的发展和教学方法的不断推陈出新,其实有很多新的教学理念(如翻转课堂、“在学中用”教学、主体探究型教学、交流互动型教学^[4-6])和教学资源(在线教学平台,如雨课堂、超星学习通、钉钉课堂,以及在线媒体资源,如视频网站、慕课平台、在线交互平台^[7,8])可以融入到专业英语教学中来,解决前述问题。但是,目前能为这些新概念和资源在专业英语教学中的落地提出实质有效方法的工作不多,新的教学理念和丰富的资源反而会造成教师的教授和引导作用在教学中减弱,全班的参与度不如传统教学方式。

本文就是基于这些新的教学理念和资源为专业英语教学模式和考核模式的多元化和有效性的提升从课堂知识点梳理方式、互动方式、课堂活动开展方式和课前后自主学习方式等方面提出了一些实质的方法以及应用实例,使得这些新的教学概念可以在化学专业英语的教学中落地。真正促进学生自主学习专业英语的自主能动性、学习兴趣以及学习的效率,最终提升这门课程的教学效果。

1 化学专业英语的教学内容、目标以及教材的选择

化学专业英语课程的主要内容包括两大块,一是无机化学、有机化学、物理化学和分析化学四大化学领域常用的英文词汇、表达及其用法,二是化学科技论文阅读、翻译及写作中的基本原则和要领。课程设置的目的是让学生通过掌握以上课程内容了解专业英语与日常英语之间的区别、具备基本的独立阅读和翻译化学领域科技论文的能力,以及基础的科技论文写作能力,为以后学业和工作上的进一步深造打下基础。

目前还没有一本教材可以全面囊括专业词汇学习和科技论文写作这两部分内容。在专业英语基础词汇与表达的学习方面,大部分的国内教材是以四大化学分支来分类进行介绍的,比如《应用化学专业英语》^[9]、《化学与应用化学专业英语》^[10]、《化学专业英语基础教程》^[11]。这些教材的优点是将专业英语内容按化学学科分支进行了梳理,但缺点是学生很难从每一部分宽泛的课文中系统地梳理词汇知识点。而还有一些英文教材,如牛津专业英语基础丛书 *Advanced Chemistry through Diagrams* 的化学卷^[12]、*Advanced Inorganic Chemistry*^[13]。这些教材的优势是语言上更为纯正,但劣势主要是没有结合中国学生学习专业英语的需求来整理重点,比较适合作为拓展阅读教材。还有一类教材,如缪煜清编著的《化学专业英语》^[14],更着重于梳理词汇的词根词缀以及总结对词汇的逻辑记忆方法,这种教材对于中国学生词汇的学习更加有效。在英文科技论文阅读和写作方面的教材不多,主要有《中英文科技论文写作教程》^[15]、《英文科技论文写作与发表》^[16]。因此,为了全面囊括课程的教学内容,我们可以挑选一本从四大化学分支进行梳理的国内专业英语书作为词汇与表达部分的主教材,另外选择一本科技论文写作的书作为论文写作部分的教材。同时,采用缪煜清编著的《化学专业英语》教材中对词根词缀的梳理的内容穿插在整个教学中讲解。最后,在平时阅读训练作业中选取部分英文原版书籍作为阅读教材。只有深挖每本教材的优势才能更好地使学生掌握本课程的所有内容。

2 化学专业英语课程的教学现状与问题

2.1 难以系统地梳理知识点

目前专业英语的学习主要还是通过化学的学科分支来梳理知识点,这样难以形成以英语为核心的系统知识点,使学生觉得词汇很多、很难记。因此,我们急需一种以语言为核心的知识网络,使学生找到词汇本身的逻辑来进行学习和记忆。

2.2 讲专业知识与讲英语词汇无法融合

学习专业英语时要求学生专业知识已经有了很好的掌握和正确的理解。因此,在课程当中,老师通常在讲解英语词汇和表达时会花时间去解释化学知识。如果采用中文解释将造成英语的讲解

时间被压缩；如果采用英语，学生通常会跟不上节奏，捕捉不到重点。目前急需两者可以很好融合的教学方法。

2.3 学生听说能力提高困难

英语听说能力一直是中国学生学习英语的弱点。目前虽然已经有很多课堂开展了丰富的口语互动环节来调动学生练习听说的积极性，但是其他学生很难跟随参与互动过程。最后将造成老师与互动的学生在进行交流而其他学生注意力分散，造成课堂的拖沓。

2.4 学生学习自主能动性差

专业英语学习不像理工科的其他专业课程一样具有强的逻辑性和关联性，所以学生大多是被动地记忆和阅读。所以，一个可以调动学生自主能动性的专业英语课堂非常的重要。

3 化学专业英语高效多元化教学方法的建立

如图1所示，我们建立的多元化教学模式旨在从课前课后、课中教学、课中互动，以及课堂活动等多个方面对教学方法进行创新，结合线上教学平台、翻转课堂模式、模拟情景教学模式等新型教学方法来有效地提高学生的兴趣、学习效率，以及学习的自主能动性。

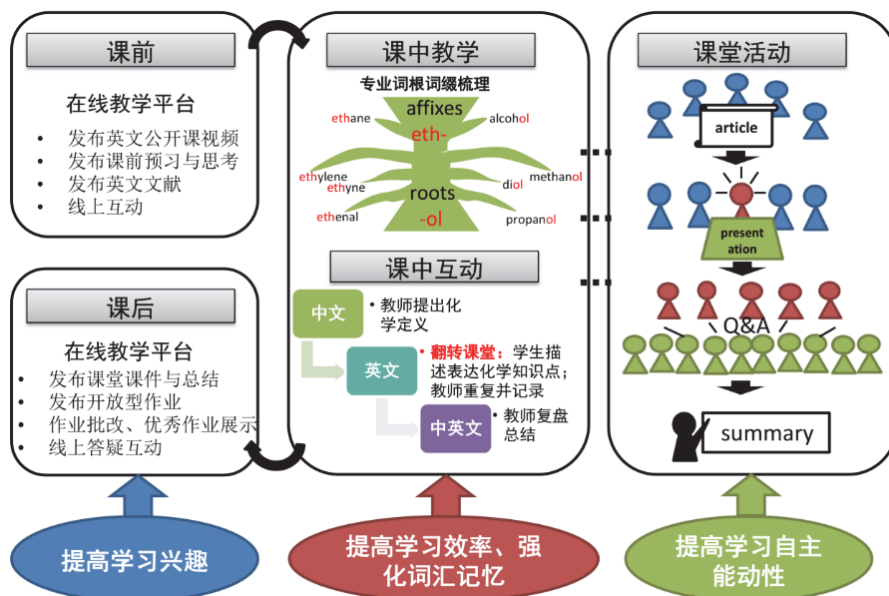


图1 化学专业英语多元化教学模式

3.1 课中教学：利用专业词汇的词根词缀梳理串联语言知识点

专业词汇通常生僻难以记忆，但是也不是完全没有规律。特别是科学相关的词汇，通常都是常见词汇的合成词。因此，抓住相关的词根词缀，便可以轻松记忆，甚至对不认识的词汇也能大概猜出意思。例如化学无机酸根离子的命名，通常是由元素名为词根，以不同价态阴根离子的变形为词缀来合成的。如不同价态的氯酸根：次氯酸根为hypochlorite，亚氯酸根为chlorite，氯酸根为chlorate，高氯酸根为perchlorate。其中-*chlor*-就是元素氯的词根，而-*ite*是低价态氧化阴根离子的词缀，-*ate*是高价态氧化阴根离子的词缀。由于氯酸根有4个价态，那么更高或更低的价态就只能在词的前面加前缀，而*hypo*-就是表示低的前缀，*hyper*就是表示高的前缀。而这里perchlorate中的*per*-相当于是*hyper*-的变形。同样的词根还会用到其他专业词汇上，比如hyperoxide (过氧化物)中的*hyper*-也是表示高价态的意思。在以往的教改文献中，词根词缀梳理法常见于化合物命名那一部分的教授^[17,18]，但对于其他专业词汇的教学却常常被忽略，如大部分专业词汇中都含有的数字、程度、位置或单位等方面

的词根词缀,列于表1。笔者提倡在进行四大化学领域英语课程的讲解之前先将这些应用频次很多的专业词汇词根词缀总结出来(如表1),让学生先抓住这些“根”。如果我们以词根词缀作为词汇梳理点,一个词根就可以串联出四大化学的同词源的专业词汇,甚至还会联系到日常英语词汇^[19],让学生产生兴趣。同时在四大化学每个章节的词汇讲解中都可以贯穿相应单词的词根词缀拆分,使学生记忆更深刻。这种利用词根词缀串联各专业章节有效梳理词汇知识点的方法在以往论文中很少提及。

表1 专业词汇相关的词根词缀梳理

类别	亚类	词根词缀	专业词汇举例
数字	常规数字	mono-/uni-, bi-/di-/twi-, tri-, qua-/tetra-, penta-, hex-/hexa-, hepta-/sept-, oct-, nona-/nov-	monomer, monochrome, dioxide, quadruple
	碳数	meth-, eth-, prop-, but-, am-/pent-, hex-, hept-, oct-, non-	methane, ethanol, propane, butene
单位	数量级	hecto-, kilo-, myria-, mega-, giga-, cent-, mill-, micro-, nano-	centimeter, milliliter, megawatt
	单位名称	-gram, -meter, -liter	micrometer, kilogram
	程度	hyper-, hypo-, infra-, sub-	hyperoxide, hyperglycemia, hypothermia, subcellular
	多少	oligo-, mani-, multi-	oligonucleotide, multiple
	大小	mini-, micro-, mili-, meso-, mid-, macro-, max-	miniature, microbe, microscope, macropores
	半全	demi-, hemi-, semi-, holo-, pan-, omni-	hemisphere, semiconductor, holoprotein, panacea
	位置	ortho-, meta-, para-	ortho-phenylenediamine
位置	基团位置	ortho-, meta-, para-	ortho-phenylenediamine
	化学异构	levo-, dextro-, cis-, trans-	levothyroxine, dextro-amino acid
	空间位置	intra-, intro-, endo-, inter-, extro-, exo-	intramolecular, endothermic, exogenous

3.2 课中互动：通过翻转课堂实践表达训练融合专业和英语

近年来,翻转课堂作为一种新的教学模式受到广泛的关注^[20]。其最大的特点就是能调动学生学习的自主能动性,由被动的接受变为主动的学习。翻转课堂模式下,学生需要完成自主学习初步掌握知识。教师成为学习的引导者、组织者、监督者及评价者。这样的学习模式非常适合专业英语课程,因为学生在学习这门课程前实际上已具备扎实的化学和英语基础,那么可以很好地主动预习理解知识点。而在课堂上,更需要的是实践与练习来加深学生对专业英语的掌握。从前述可知,专业英语经常陷入“讲英语变为讲化学”的尴尬境地,同时不管是中文讲解还是英文讲解都难以达到好的学习效果。所以,笔者认为,最好的讲授互动方式如图1所示,老师在课前向学生发放资料来预习这节课的所有词汇表达以及相关的视频,引导学生认真预习这些内容;上课时,老师通过图片、公式或视频等方式引入化学知识作为话题,然后要求学生通过自己理解的化学知识以及预习的词汇内容来进行英语表达,描述一个已知的化学定义、化学定理或参数概念,由老师说变为学生说。同时,在学生描述的过程中,教师将关键的词汇和表达写在黑板上,使得所有学生都可参与到这个互动中来。在讨论完成后,老师再最后纠正学生关键词汇表达上的错误并总结所涉及的所有重点词汇和表达,这里的词汇总结可以以上一节词根词缀的梳理法来讲解。近年来大部分论文将翻转课堂的概念应用到专业英语教学的课堂活动中,并把重点放在如何给学生布置任务以及对学生评价上,对教师如何引导学习以及最终归纳知识点上的阐述非常少。而这里笔者提出将翻转课堂贯穿于整个教学的词汇讲解环节,并通过学生边讲、老师边板书重要词汇,以及最后进行梳理总结的方法来突出老师的引导作用。在这个过程中,引出专业知识的过程可以用中文,让学生有时间回忆学过的概念;与老师互动发言的过程采用英文;而最后老师总结知识点则采用中英文结合,从而使中英文有机结合。

例如,在讲解化学实验过程过滤时,可以直接给出过滤的装置图,然后要求学生先自己思考“*What is this chemical process for? How to describe this chemical process?*”提供5 min思考时间后,学生进行英文回答,在回答过程中记下他们使用过的重要词汇和表达,如分离固体和液体(*separate solids from fluids*)、过滤(*filtration*)、滤液(*filtrate*)、滤纸(*filter paper*)、折叠滤纸(*fold the paper*)、润湿滤纸(*wet the paper*)、漏斗(*funnel*)、玻棒(*glass rod*)、烧杯(*beaker*)等。错误的用词也可以先写上去。当学生讲完后,可以将这些重要词汇的正确形式讲解并总结词根词缀。

3.3 课堂活动:课堂模拟学术研讨会调动学生自主能动性

以上的多元化教学模式虽然增强了学生自主学习的能力,但仍然是由老师抛出的学习内容,在激发学生英语学习的自主能动性上仍然不够彻底。笔者认为,最为彻底的对学习自主能动性的激发莫过于学生学习自己所想学的,表达自己所想表达的。要做到这一点,应该尽量减少课本规定的框架。因此,围绕一个主题的学术研讨会(*seminar*)是可以做到这一点的很好的情景模拟教学模式。在每个章节结束的最后,可以抽一节课来开展这样的研讨会。如图1所示,研讨会以一篇本章相关的化学学术论文为主题,而这篇论文由选中此主题的学生小组自行选择,相当于让学生自己选择“教材”,充分提高学生的自主能动性,同时又让学生了解学术科研平台的使用。将此论文上载到可视化平台,要求所有学生提前预习,而选择这个文献的小组需要更加深入地阅读理解论文,并作出一个PPT来对文献背景、内容、创新点等进行英文介绍。介绍完后,课堂将像学术研讨会一样开放所有学生举手向报告者进行提问,报告小组的所有成员均可以进行回答,在沟通的过程中报告的小组和其他小组都自主地对论文涉及的英语表达进行了学习。教师主要以倾听和记录为主,对每位学生的打分计入课程考评(详细在第4部分讲解)。所有讨论结束后,教师将对论文涉及的重点表达和词汇进行深入讲解(详细在第5部分进行讨论)。这种围绕文献阅读的研讨会借鉴于已报道的专业英语学术文献汇报实践活动^[21],但是,这些实践活动通常缺少调动全班所有学生共同参与的方法以及老师在文献学习过程中的引导方式,导致学生应付式地完成报告任务。这里我们的创新点就在研讨会的模式中所设计的细节提高了所有学生的参与度,同时通过最后老师的总结讲解画龙点睛地升华了学生对文献的正确理解。

下面以具体文献为例进行讲解:

1) 全课程6个章节,所以将学生分为6组。每个章节最后的学术研讨会将抽取一组学生作为研讨会的汇报组。

2) 由学生选择与分析化学这一节相关的英文文献“*Fast Quantitation of Target Analytes in Small Volumes of Complex Samples by Matrix-Compatible Solid-Phase Microextraction Devices (Angew. Chem. Int. Ed. 2016, 55, 7510–7514)*”进行研读,同时在课前所有其他组也需要对论文进行提前预习。

3) 课堂上,该组学生中随机抽选一人,进行研讨会情景模拟作为报告人对论文相关工作进行学术报告。报告需要包括: *background of this work* (此工作的背景)、*novelty of this work* (工作的创新点)、*methods of this work* (此工作所用方法)、*results and discussion of this work* (结果与讨论)和 *conclusion* (结论)。报告完后所有其他组的成员根据报告内容进行自由提问和讨论,全程采用英文。

4) 老师在没有学生提问和讨论的时候可以进行提问,但以学生之间提问和回答为主。例如,在此过程中,老师针对这篇论文的主旨进行提问:“*Since SPME is a traditional technique developed for several decades, what do you think is the novelty of this SPME technique, and why could it be used in small volumes of complex samples?*”学生需要回答到一些关键的技术特点,如 *the thin nature of the coatings of SPME fibers ($\Phi \leq 10 \mu\text{m}$)*、*biocompatibility of the coatings* 或者 *the selectivity of the adsorption property of the coatings*。在此过程中,老师对每一位学生的表现进行记录,以及记录下学生讲过的关键词。

5) 最后,老师对论文的背景意义、创新型、方法和结果讨论进行一个正确的总结,并对从中提炼出来的关键词汇和表达进行正确的理解和翻译的讲解(突出词根词缀的梳理),以纠正学生的错误以及深化学生的印象,如图2所示。

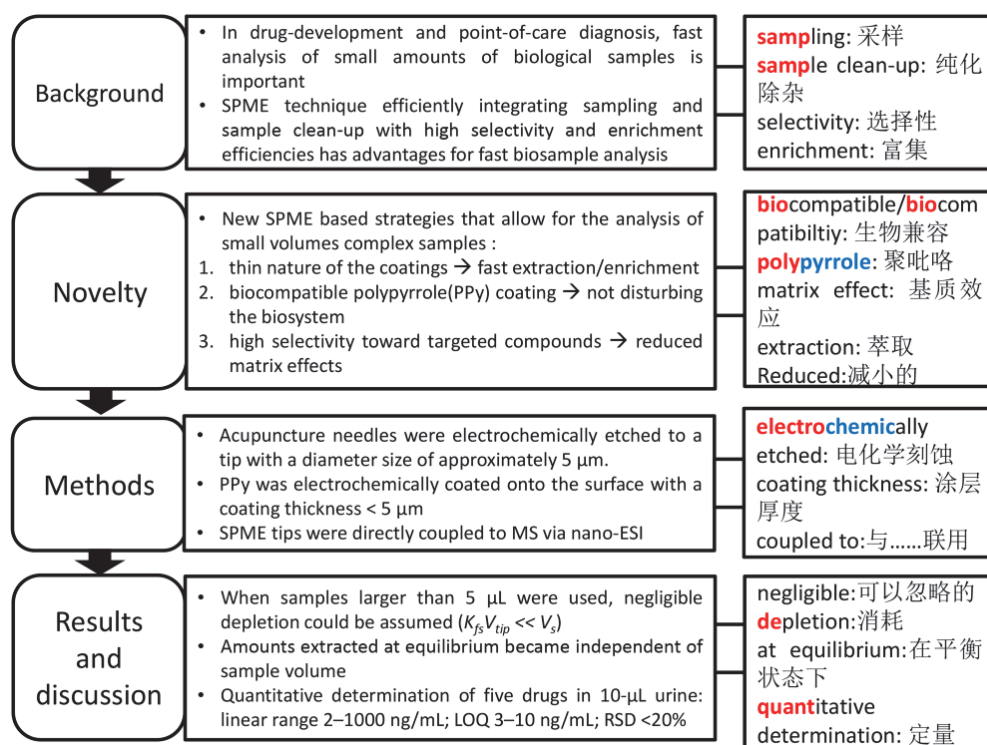


图2 学术研讨会论文分析总结实例

3.4 课前课后：利用网络平台工具辅助听说能力训练

随着互联网的快速发展，学生接受知识的方式和途径也变得多种多样，而网络平台通常有丰富的影音资源，可以给学生提供更纯正的英语资源^[22]。但是，怎样利用这些资源来有效提高学生的听说理解能力呢？笔者提出利用线上世界著名大学的化学原文公开课视频作为基础，以网络教学可视化平台为辅助来进行课后的听说练习。例如视频网站的全套麻省理工大学的基础化学公开课(<https://www.bilibili.com/video/BV1NA41187du?p=2>)就是很好的听力练习资源，这些资源可以通过视频编辑有选择性地上载到线上教学平台中，并在视频后编辑与视频相关的英文问题，如关于视频中涉及的化学定义和知识的问答题、视频中关键语句的中文意思翻译、视频中关键词汇在视频中正确的表达等。通过这些问题来使学生思考视频内容，同时考查学生对视频的理解程度。这些课程最大的好处是源自著名大学的英语母语老师的表述，更加纯正和地道。在课前或课后，要求每一位学生在线上教学平台回答问题(文字或语音都可以)作为课后或预习作业，老师选择优秀的作业进行平台展示。这种听说训练环节是目前专业英语教学改革中很少提出的。

这里以化学动力学部分的专业英语课程的课前预习为例，课前预习步骤如下：

1) 在上课前一天在线上教学平台(如畅课平台)的化学动力学章节的讨论专区上载关于chemical kinetics的一段公开课视频(https://v.youku.com/v_show/id_XMTU1NDE1ODc5Ng==.html)。由于视频没有中英文字幕，所以可以锻炼学生的听力和即时理解能力。

2) 在讨论贴中发布以下几个问题：

- What does the slope in the time curves of a reaction represent?
- During a reaction process, would k be changed with the time? Why?
- What does the value of k indicate for a reaction?

通过讨论贴下学生的回答统计学生的预习情况，并评分记录。

3) 在化学动力学这节课的最开始点名几个学生课上用英文回答这几个问题，同时解释正确

答案:

a. From this video we could find that the slope of time curves represents the rate of the reaction at each time point.

b. “ k ” would not be changed with the time during reactions. In this video, the teacher pointed that k equals to the ratio of the reaction rate (which is equal to the slope of the time curve) to the concentration of the reactant. From the time curves, the reaction rate would always decrease with the decrease of reactant concentration, so we could conclude that k , the ratio of them, would be the same all the time.

c. “ k ” indicates how fast the reaction would occur (take place).

4) 最后老师通过这个视频总结有用的词汇: rate law, reactant, slope, equal to, ratio of A to B, change in A, be divided by等。

4 准确与多元的考评方法的建立

对于英语课程来说,考核不应单一地以期末考试、考勤和作业为主要内容,应该建立多元的考核体系。所以,考核内容可以分为听、说、读、写四方面的全面考核,每方面需要做到占比均匀且均可以拉开分数差距。所有考核内容以及其在总分中的占比如表2所示。

表2 化学专业英语考核详细信息表

考核目标	考核内容	总分占比	考核依据
听说能力	课堂互动	15%	所有学生的基础分为60分,一次互动加一次分,满分10分,根据互动的情况在6-10分内浮动。总分达到100分则不再加分
听说能力	模拟研讨会(翻转课堂)	25%	分组报告部分:文献理解正确性(30%)、报告口语表达能力(30%)和报告结构的新颖性(20%) 问答部分:单独考查每一个组员与其他同学的英文交流,包括回答其他同学的问题(10%)与向其他组提问(10%)
读写能力	开放性作业	10%	根据作业上交的情况以及正确性打分
读写能力	期末笔试	50%	专业英语词汇(20%)、化合物命名(20%)、中文翻译英文(15%)、英文翻译中文(15%)、专业文献阅读理解(20%)以及看图填空(10%)

4.1 听和说——课堂互动、课后作业以及学术研讨会考核

听和说的考核评定拉不开分数差距是目前很多课程的通病。这主要是由于教师难以在平时互动中找到客观的评价标准,以及一对一的互动难以普及到所有学生等问题造成的。这里,我们采用平时课堂互动和每个章节的学术研讨会活动来考核学生的听说能力,其中课堂互动占总成绩的15%,而学术研讨会占总成绩的25%,而课后作业涉及视频理解或语音回答的也属于听说考核的范畴。

课堂互动的形式主要有翻转课堂上的话题讨论(如3.2节)、英文翻译以及单词默写或化合物命名。同一个问题可以同时让多人进行回答,以此对比进行给分,多人回答一个问题也可以激发大家对英语表达的更多思考。每一次互动都坚持做好评价记录,最终的互动评分将可以实现公平公正。

学术研讨会的内容和形式在3.3节已详细介绍,这里提出考核中注意的几点:(1) 为了提高所有组员在报告过程中的参与度,可以采用报告人现场抽签的方式来选定,这样就使得所有组员都有可能成为报告人,从而促使他们都认真积极地准备研讨会。(2) 在研讨会提问环节,所有的组员都站上台来进行回答。所有组员的回答以及所有学生的提问都需要记录下来,用以成为这次研讨会考核的加分。而对于报告的总体打分则分为文献理解的正确性、报告PPT制作的结构完整以及新颖性、报告人报告的口头表达能力几方面来分别打分再综合起来。报告的打分所有组员都是相同的,而不同的是提问和回答部分不同组员的表现。

4.2 读和写——作业布置以及期末笔试

读与写的考核比较传统,大部分的期末笔试都是着重于读写方面的考查,但是平时的作业同样可以在更广的范围内考查学生平时的读写练习。因此,可以将平时作业设置考核占比为10%,而笔试占比50%。为了提高平时作业的自由和多样,可以布置一些主动探索类的读写作业。例如,要求学生自己主动搜集10个化学专业词汇中的词根与词缀,并据此对专业词汇进行举例拆分。期末考试主要考查学生在专业英语词汇、化合物命名、中文翻译英文、英文翻译中文以及专业文献阅读理解几个方面的能力。

5 结语

本文从教学内容目的、教学过程中的问题、解决问题的教学手段、考核方式等几方面全面论述了如何建立多元的教学方法以提高化学专业英语教学的效率和培养学生的效果。提出了四点:在课中通过词根词缀梳理串联专业英语知识点的方法来解决英文知识点无逻辑的问题;在课中通过引入专业话题,然后翻转课堂英语互动,最后进行中文总结讲解的方式来解决讲专业与讲英语无法融合的问题;在每章节通过课堂模拟学术研讨会的方式进行情景模拟教学,实现学生学自己想学、说自己想说,充分调动学生的自主能动性;在课前后利用网络平台工具辅助来解决学生听说能力练习困难的问题。该教学模式对大学化学专业英语的教学方法创新和课程建设具有重要示范作用。

参 考 文 献

- [1] 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. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [2] 陈锦添, 王娟娟. 化学教育(中英文), **2020**, *41* (16), 113.
- [3] 程巴雪, 聂俊, 张先正, 钟振林. 大学化学, **2008**, *23* (3), 8.
- [4] 蒋达洪, 姚晓青, 黄艳仙, 肖朵朵. 大学化学, **2020**, *35* (2), 21.
- [5] 刘仰硕, 刘雪莲. 广州化工, **2017**, *45* (6), 186.
- [6] 张璐, 张欣, 李雅萍, 吉琳. 化学教育(中英文), **2022**, *43* (8), 38.
- [7] 冯伟. 广东化工, **2020**, *47* (9), 201.
- [8] 刘红艳, 韩生华, 张海荣, 许琳, 陆慧娟, 张秀娟. 河南化工, **2018**, *35* (3), 57.
- [9] 黄忠, 谢晋会, 付颖. 应用化学专业英语. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [10] 王幸宜. 化学与应用化学专业英语. 第2版. 上海: 华东理工大学出版社, 2016.
- [11] 赵建军. 化学专业英语基础教程. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2011.
- [12] 荣国斌, 饶腊霞. *Advanced Chemistry through Diagrams*. 上海: 上海外语教育出版社, 2000.
- [13] Cotton, F. A.; Wilkinson, S. G.; Murillo, C. A.; Bochmann, M. *Advanced Inorganic Chemistry*; Wiley-Blackwell: New York, NY, USA, 1999.
- [14] 缪煜清. 化学专业英语. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2015.
- [15] 刘振海. 中国科学院研究生院教材: 中英文科技论文写作教程. 北京: 高等教育出版社, 2007: 296.
- [16] 张康. 英文科技论文写作与发表. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [17] 张来苹, 胡利强. 广州化工, **2015**, *43* (17), 227.
- [18] 时凯歌, 王朝阳, 杨光. 化学教育(中英文), **2022**, *43* (10), 52.
- [19] 王通, 孙熾, 王莉娜, 李春生, 毛晓亮, 冯佳. 现代交际, **2016**, No. 13, 48.
- [20] 王莹. 现代交际, **2021**, No. 23, 212.
- [21] 周雅倩, 吴文海, 孙勇, 龙德清, 丁宗庆, 王吉利. 汉江师范学院学报, **2021**, *41* (6), 124.
- [22] 武琳, 汪谢. 广东化工, **2020**, *47* (11), 239.