

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202212051

www.dxhx.pku.edu.cn

国内外物理化学教材“界面与胶体化学”部分内容的比较研究

原弘*, 尹林林, 欧阳述昕, 李武客

华中师范大学化学学院, 化学国家级实验教学示范中心(华中师范大学), 武汉 430079

摘要: 以物理化学教材中界面化学与胶体化学的内容编写为研究对象, 详细比较了不同版本中英文教材中对该部分知识的概念表述、内容取舍、编排方式等, 其中中文教材按照学科类别(如理科版、工科版、农林版等)和同一主编不同版本两种方式进行了比较, 英文版物理化学教材比较了五个版本, 其中对Atkins主编的教材进行了三个版次的分析。追溯、剖析了该部分内容编写方式的差异和演进变化, 为相关学科的教材编写和课堂教学提供参考。

关键词: 物理化学; 界面化学; 胶体化学; 教材研究

中图分类号: G64; O64

A Comparative Study on the Content of “Interface and Colloidal Chemistry” in Chinese and English Physical Chemistry Textbooks

Hong Yuan *, Linlin Yin, Shuxin Ouyang, Wuke Li

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Central China Normal University), College of Chemistry, Central China Normal University, Wuhan 430079, China.

Abstract: This paper focused on the compilation of interface chemistry and colloidal chemistry in physical chemistry textbooks, and a detailed comparison was given about the concept elucidation, content selection and arrangement of knowledge in different versions of Chinese and English textbooks. The Chinese textbooks are compared according to the subject category (such as science edition, engineering edition, agriculture and forestry edition) and different versions of the same editor-in-chief. For the English textbooks, we compared the textbooks compiled by different editors and the three versions compiled by Peter Atkins. The differences and evolution of the compilation methods on interface and colloidal chemistry was analyzed, which provides a reference for compiling textbook and course teaching of related disciplines.

Key Words: Physical chemistry; Interface chemistry; Colloidal chemistry; Textbook research

随着科技的发展, 特别是一系列现代分析测试技术(X射线光电子能谱、扫描隧道显微镜、原子力显微镜、近场光学显微镜、扫描电化学显微镜等)的应用, 人类获取了越来越多的实验证据, 不仅有力地支撑原来基于宏观数据猜测、抽象出来的与表/界面有关的科学模型, 也不断扩展和深化对该领域的认知与理解(特别是在微观的分子水平), 使得与表/界面相关的研究在科技发展(如工业催化、环境与能源、精密制造、材料科学与工程、生命科学与医学等)中扮演越来越重要的角色^[1,2]。作为研究物质科学重要分支之一的化学, 与表/界面相关的内容是非常重要的部分, 在国内高校的化学或近化学专业的课程学习中, 表/界面相关内容主要在物理化学课程中学习。本文以大学化学专业(理

收稿: 2022-12-18; 录用: 2023-01-26; 网络发表: 2023-02-06

*通讯作者, Email: yuanhong@mail.ccnu.edu.cn

基金资助: 湖北高校省级教学研究项目(2021093); 教育部2022年高等教育中外教材比较研究重点项目(化学类专业核心课程教材国内外对比研究)

科、工科和师范类)以及近化学专业(化工、农林类等)物理化学课程中表/界面化学与胶体化学等相关内容的教材编写为研究对象, 主要从基本概念辨析、基本内容比较、知识融合及前沿进展等方面进行研究, 分析不同教材间编写的异同及其相关知识内容随时代的演进变化, 以期为该部分的教材编写和课程教学提供参考。

1 基本概念辨析

从与表面(surface)、界面(interface)和胶体(colloid)相关的国际著名杂志名称及演变过程、关注的主题等(表1)可以看出, 随着人类对该部分内容认识的加深, 基于液体表面、固体表面发展起来的“表面物理化学”以及从“溶液”体系研究发展出来的“胶体化学”不断丰富并逐渐融合。原初集中于表面(气-液界面、气-固界面)的研究现在更多地拓展到了液-液界面、液-固界面甚至固-固界面, 其相关物理化学的内涵也更加丰富。特别是在现代表征新技术以及纳米科技的推动下, 人们对界面与胶体在时空维度上的理解越来越深刻, 在宏观、表象研究的基础上更加注重纳米及以下层次的微观认识和分子水平的本质理解, 从原来主要注重物理性质的研究转向更加注重化学性质的揭示, 尤其是表/界面的化学修饰、催化反应性能等以及高分子溶液及其相关化学反应性能等相关成果, 使得“界面与胶体化学”中“化学”层面的内容更加丰富。该领域的研究也不再仅仅限于物理、化学两个学科, 其与材料、能源、环境、生物、医学、精密制造等学科的交叉融合越来越深入。因此, 基于其研究对象内在结构的本质、规律及丰富的内容, 本部分可统称为界面科学(Interface Science), 其中的胶体部分可称为胶体科学(Colloidal Science), 这样才能更为准确、全面地反映其内涵与外延。

表1 与表面(surface)、界面(interface)和胶体(colloid)相关的国际著名杂志

刊物的名称	创刊年份	原刊名	关注点
<i>Journal of Colloid and Interface Science</i>	1946年, 1966年 改为现刊名	<i>Journal of Colloid Science</i>	the fundamental principles of colloid and interface science
<i>Surface Science</i>	1964年		the fundamental aspects of chemistry and physics occurring at a wide range of surfaces and interfaces
<i>Applied Surface Science</i>	1977年, 1985年 改为现刊名	<i>Applications of Surface Science</i>	a better understanding of surfaces, interfaces, nanostructures and their applications
<i>Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects</i> 和 <i>Colloids and Surfaces B: Biointerfaces</i>	1980年, 1993年 改为现刊名	<i>Colloids and Surfaces</i>	the principles and applications of colloid and interface science
<i>Langmuir</i>	1985年		the science and application of systems and materials in which the interface dominates structure and function
<i>Surfaces and Interfaces</i>	2016年		all research areas on surfaces and interfaces
<i>Advances in Colloid and Interface Science</i>	1967年		experimental and theoretical developments in interfacial and colloidal phenomena and their implications in biology, chemistry, physics and technology
<i>Progress in Surface Science</i>	1971年		various aspects of surface science
<i>Current Opinion in Colloid & Interface Science</i>	1996年		the science related to interfaces and on the behavior of colloids and amphiphiles in solution

当然,除了上述这个基本概念外,还有亲水与疏水、自组装、纳米粒子等一系列由于科技发展而需要重新凝练的概念等。即使这些概念及其演变在有的教材中没有体现,也希望教师能够在课堂中简要介绍,给学生打开一扇了解科技前沿的“窗”。

2 主要内容比较

对国内的物理化学教材而言,尽管种类非常繁多,并有一定的差别,但是大多比较相似(表2)。本文主要选取国内有代表性的教材分两种方式进行比较分析,第一种方式是分类别横向比较,其中又按专业特点以理科类、工科类、农林类等进行比较,第二种方式是分版本纵向比较,以南京大学傅献彩老师等人主编的《物理化学》第四版、第五版、第六版和华中师范大学万洪文老师等人主编的《物理化学》第一版、第二版、第三版作为研究对象进行比较。

表2 不同主编物理化学教材“界面与胶体化学”内容比较(理科类)

主编	章节及标题	页面占比 (百分比)	主编	章节及标题	页面占比 (百分比)
傅献彩等 (上、下册) ^[2]	第13章 表面物理化学	181/1007	华东理工大学版	第15章 界面现象	87/747
	第14章 胶体分散系统和大分子溶液	(17.97%)	(上、下册) ^[10]	第18章 胶体	(10.65%)
韩德刚等 ^[3]	第17章 表面化学及膜化学	55/563	天津大学版	第10章 界面现象	95/713
	第18章 疏液溶胶及高分子溶液	(9.77%)	(上、下册) ^[11]	第12章 胶体化学	(13.32%)
范康年等 ^[4]	第15章 界面现象和表面化学	75/990	朱文涛	第11章 表面化学及胶体的基本知识	65/613
	第16章 胶体与超分子体系热力学	(7.58%)	(上、下册) ^[12]		(10.60%)
朱志昂等 ^[5]	第13章 界面现象	50/403	大连理工大学版 ^[13]	第5章 界面化学	34/300
	第14章 胶体化学	(12.41%)			(11.33%)
孙世刚等 (上、下册) ^[6]	第14章 界面现象	93/478	杜凤沛等 ^[14]	第6章 界面现象	104/331
	第15章 胶体	(19.46%)		第7章 胶体化学	(31.42%)
武汉大学物理化学 教研组(上、下册) ^[7]	第16章 界面化学	128/461	郑新生等 ^[15]	第8章 表面物理化学	79/278
	第17章 胶体分散体系	(27.77%)		第9章 胶体化学	(28.42%)
杨永华等 ^[8]	第10章 界面现象与胶体分散系统	73/670		第10章 高分子溶液	
		(10.90%)	彭笑刚 ^[16]	第10章 表面与胶体(1): 表面	80/675
万洪文等 ^[9]	第11章 胶体与界面化学	44/428		第11章 表面与胶体(2): 胶体溶液	(11.85%)
		(10.28%)			

中文教材对该部分知识大都单独设立章节,其中一至三章不等,大部分教材一般分为两章,一章为界面化学,一章为胶体化学,个别教材合为一章,也有个别农科教材为了强调大分子溶液部分,把该部分也单独设立一章。基本内容涵盖界面化学、胶体化学、大分子溶液等主要内容,具体到知识点则有界面现象、比表面、表面张力、表面自由能、弯曲液面的特性(Laplace方程、Kelvins方程等)、亚稳态、溶液表面的吸附、表面活性剂、固体表面吸附、接触角、润湿作用、微乳液、胶体体系、胶体的制备及纯化、胶体的性质(光学、电学、动力学、稳定性与聚沉作用等)、大分子溶液、大分子溶液的渗透压、大分子溶液的黏度、凝胶等内容。与界面相关的电化学内容如电极电势、电极反应、电极极化、超电势、电化学腐蚀与防护等安排在电化学部分,有的教材把与界面相关的异相催化反

应安排在化学动力学部分。当然,不同的教材也有不同的选择,略讲或不讲的内容各不相同,也有教材会增加部分前沿内容如现代表面分析技术、纳米粒子、半导体光化学和光电化学等,但选取的内容还是以经典理论为主。在内容编排上,占教材总页数的10%–20%,一般不超过20%,农林类教材在此部分的页数占比较高,在30%左右,重在突出物理化学的应用性。整体而言,中文教材该部分自成体系,内容变化不大,特别是与界面(如双电层理论等)相关的最新科学进展反映不够充分,即使有些教材中引入了现代分析表征技术等内容,但是和原有内容体系的融合度有待进一步挖掘,只有深度融合才能够既体现科技发展对经典内容的丰富深化,又体现经典内容对科技发展的指导作用。

作为基础课的物理化学中文教材,理科类和工科类教材在内容选择和编排方式等方面差别不是很大,只是教学的深浅程度不同,理科教材中“界面与胶体化学”部分页数占比差别较大,而工科教材中“界面与胶体化学”部分通常页数占比在10%左右,这个可能与我国工科专业建设中重视应用的理念相关。在工科认证、新工科建设等政策措施逐渐推进的今天,在物理化学基础课的教学中如何培养学生扎实的理论功底应是重要研究方向之一,需要根据工科人才培养的目标要求探索合适的教学内容、编排方式以及教学理念等,而不仅仅是根据课时的多少以及在知识层面与专业相关性的强弱来选择确定教学内容及讲解层次,让学生掌握“界面与胶体化学”的核心要义才是根本。同时还要看到随着科技的发展,与界面相关的科学技术在化工生产中的作用愈益重要,因此,即使在工科人才培养中也需要适当加强该部分的教学。

对于农林院校,开设物理化学课程的主要为近化学专业,如生命科学、环境科学与工程、食品科学与工程等专业,其共同的部分是表/界面基础知识及胶体化学,在电池电动势和电化学腐蚀两部分均涉及相关内容,不同之处在于杜凤沛版加强了与农药制剂紧密相关的表面活性剂、微乳及两亲分子有序组合体等内容^[14],而郑新生版加强了高分子溶液部分的内容,旨在有力支撑该校生命科学等强势学科的高质量发展^[15],两本书的特色与两校的学科优势密切相关。

从历史的纵向比较而言,中文版教材内容变化较小。查阅参照众多中文版教材,我们发现2000年以后出版的教材中进行的调整主要为引入科技发展新进展等内容,“界面与胶体化学”部分普遍引入了“纳米粒子”的专题,这与世纪之交的纳米科技研究热潮密切相关^[17]。傅献彩版的《物理化学》从2005年的第五版增加了“纳米粒子”的主题。万洪文版的《物理化学》2002年第一版就有纳米粒子的阅读材料,第二版则改为选学材料,但是除了表面效应、部分液相制备方法等内容外,纳米粒子的小尺寸效应、量子尺寸效应、宏观量子隧道效应及其众多应用领域与传统“界面与胶体化学”主题内容相关性不强,再者该领域的研究发展较快、变化较大,为此在2022年的第三版中把该部分内容做成了线上资源,供有兴趣的学生阅读,这样可利用信息技术的优势随时更新该部分内容,易使教材建设与时俱进。

对于外国教材中心推荐的六本英文版物理化学教材,查阅发现Andrew Cooksy的*Physical Chemistry: Thermodynamics Statistical Mechanics and Kinetics* (1st, 2013)中很少涉及表/界面化学的内容,只在文中点到surface tension,在题目中也仅出现2次,而colloid在正文中没有出现,因此,我们主要分析了如下五本教材(见表3)。英文版的教材较少单独设立章节,通常融合在相关部分,如在液体部分讲解表面张力和溶液的表面特性,在化学动力学部分介绍异相催化反应,在电化学部分阐述界面的电学特性,在溶液部分讲解黏度和动力学特性,这样有利于建立各部分知识之间的内在联系,但是对胶体化学的整体认识有待学生自己梳理总结,因此许多国外高校通常以单独设置课程的方式扩展学生对该主题内容认识与理解。

对于外文教材,我们比较了Atkins的*Physical Chemistry*三个版本(9、10、11版)中“界面与胶体化学”的相关内容。整体而言,该教材的编写方式变化比较大,相关内容在第9版中分在17 Molecular interactions, 18 Materials, 23 Catalysis三部分,主要内容是从分子间作用力引出界面现象及相关规律,然后重点阐述了Aggregation and self-assembly和Heterogeneous catalysis两方面的内容;在第10版中分布在Chapter 16 Molecular interactions, Chapter 17 Macromolecules and self-assembly, Chapter 21 Reaction dynamics, Chapter 22 Processes on solid surfaces四部分,主要内容是从液体中分子间作用力

表3 英文版物理化学教材的比较

主编	章节及标题	主要内容
Peter Atkins, Julio de Paula, James Keeler <i>Physical Chemistry</i> 2018 (11th) ^[18]	FOCUS 14 Molecular interactions	TOPIC 14C Liquids 14C.1 Molecular interactions in liquids 14C.2 The liquid–vapour interface 14C.3 Surface films 14C.4 Condensation TOPIC 14D Macromolecules 14D.1 Average molar masses 14D.2 The different levels of structure 14D.3 Random coils 14D.4 Mechanical properties 14D.5 Thermal properties TOPIC 14E Self-assembly 14E.1 Colloids 14E.2 Micelles and biological membranes
	FOCUS 19 Processes at solid surfaces	TOPIC 19A An introduction to solid surfaces 19A.1 Surface growth 19A.2 Physisorption and chemisorption 19A.3 Experimental techniques TOPIC 19B Adsorption and desorption 19B.1 Adsorption isotherms 19B.2 The rates of adsorption and desorption TOPIC 19C Heterogeneous catalysis 19C.1 Mechanisms of heterogeneous catalysis systems 19C.2 Catalytic activity at surfaces TOPIC 19D Processes at electrodes 19D.1 The electrode- solution interface 19D.2 The current density at an electrode 19D.3 Voltammetry 19D.4 Electrolysis 19D.5 Working galvanic cells
Ira N. Levine <i>Physical Chemistry</i> 2009 (6th) ^[19]	Chapter 7 One-Component Phase Equilibrium and Surfaces	7.6 Surfaces and Nanoparticles 7.7 The Interphase Region 7.8 Curved Interfaces 7.9 Colloids
	Chapter 15 Transport Processes	15.3 Viscosity 15.4 Diffusion and Sedimentation
	Chapter 16 Reaction Kinetics	16.18 Adsorption of Gases on Solids 16.19 Heterogeneous Catalysis
	Chapter 23 Solids and Liquids	23.10 Determination of Surface Structures
Robert G. Mortimer <i>Physical Chemistry</i> 2008 (3rd) ^[20]	5 Phase Equilibrium	5.5 Surfaces in One-Component Systems The Energy Attributed to a Surface, Surface Tension, The Laplace Equation 5.6 Surfaces in Multicomponent Systems
	28 The Structure of Solids, Liquids, and Polymers	28.10 Nanomaterials

(待续)

(续表3)

主编	章节及标题	主要内容
McQuarrie, Simon <i>Physical Chemistry-A Molecular Approach</i> 1997 ^[21]	Chapter 31 Solids and Surface Chemistry	31-6 A Gas Molecule Can Physisorb or Chemisorb to a Solid Surface 31-7 Isotherms Are Plots of Surface Coverage as a Function of Gas Pressure at Constant Temperature 31-8 The Langmuir Isotherm Can Be Used to Derive Rate Laws for Surface-Catalyzed Gas-Phase Reactions 31-9 The Structure of a Surface is Different from That of a Bulk Solid 31-10 The Reaction Between $\text{H}_2(\text{g})$ and $\text{N}_2(\text{g})$ to Make $\text{NH}_3(\text{g})$ Can Be Surface Catalyzed
David W. Ball <i>Physical Chemistry</i> 2003, 1st ^[22]	22 Surfaces	22.1 Synopsis 22.2 Liquids: Surface Tension 22.3 Interface Effects 22.4 Surface Films 22.5 Solid Surfaces 22.6 Coverage and Catalysis

出发, 引出界面现象的相关规律, 详细阐述了self-assembly、the structure of macromolecules、the properties of macromolecules及Determination of size and shape (这部分对应于中文的表面活性剂、自组装、大分子溶液等内容), 然后又对电极表面、固体表面的吸附和催化反应进行了阐述; 在第11版中分布在FOCUS 14 Molecular interactions, FOCUS 19 Processes at solid surfaces两部分, 前者侧重于液相界面的特征(引出了界面现象及相关规律)及其与液相有关的macromolecules与self-assembly等内容, 后者侧重于固相表面的特征及相关的吸附特性、异相催化、电化学过程等。比较而言, 第11版的编排分别集中于液相、固相的形式, 知识层次上更有条理性, 使学生更易于学习掌握。值得指出的是, 从第9版到第11版, 在教材中既有与理论内容相关的科技发展前沿专题, 还有进一步深化人们对基本理论理解的现代测量技术专题, 这些都更有利于学生加深理解理论和实践是相互促进的、科学技术是不断发展的。

基于上述分析, 结合对多所高校的调研, 由于当前学时等因素所限, 大家很难完全覆盖“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”中与表/界面相关的所有要求^[23], 大部分只是完成部分内容的学习, 这些也都明显地反映在教材的编写上, 因此在后续的工作中, 无论是课堂教学还是教材编写还需要集中于核心基础内容, 只有真正掌握基本概念、基本规律, 后期对偏应用型的知识就容易拓宽, 进一步深化才有可能, 这也是人才培养中基础课教学的核心价值。

3 知识融合及前沿发展

在中英文教材中, 很多基本概念的引出表述方式及深化扩展程度有较大差异, 下面以表面张力、双电层理论、纳米粒子三个主题为例进行比较分析。

首先, 以表面张力(surface tension)的引出及讲解为例进行分析比较, 以利教材编写和课堂教学。对于绝大多数中文教材, 通常在介绍比表面积概念之后, 直接从液体界面层分子与体相分子的受力差异出发, 提出液体有缩小其表面积的趋势, 说明液体表面层具有一种作用力, 引出表面张力(即液体表面的收缩力)^[2,4,5]。表面张力是指在液体或固体表面上, 垂直于任一单位长度并与表面相切的收缩力, 通常单位为 $\text{mN}\cdot\text{m}^{-1}$ ^[24]。其物理意义为在与液相表面相切的方向上垂直作用于表面上任意单位长度切线上的表面收缩力, 用 σ 或 γ 表示, 单位为 $\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ 。然后再阐述表面张力的测定方法、影响因素

等。对于纯物质表面张力的讨论,大多数教材是从表面张力与分子的性质有关的角度出发,按照分子间作用强弱(具有如下关系:金属键>离子键>极性共价键>非极性共价键)来进行分析。在这部分内容的前后介绍表面自由能,此编排有助于读者理解表面张力,同时清晰区分二者的关系,之后就是弯曲液面的附加压力和蒸气压的相关内容。英文教材中关于表面张力的编写形式多样,大部分是在介绍了分子间作用力后引出,这样有助于深刻理解表面张力的影响因素^[18,20];也有教材与中文教材的引出方式类似,由两相界面出发分析问题,只是内容安排有差异,有的教材单独设置一章surface^[22],先讲表面张力的概念,有的则将相关内容安排在了相平衡部分^[19,20],后者利于不同层次理解气-液体系的热力学特点。这些多样的安排方式都为教师课堂教学提供了丰富的参考,教师可结合学校、学科特点充分发挥,展示个性化的教学。当然,也有个别中文教材建议不讲表面张力这个概念^[3]、个别英文教材也不涉及表/界面化学的内容,在实际教学中如何处理需要教师依照专业培养目标和课程大纲而定。

其次,以双电层理论的编写安排、表述内容及扩展程度等进行分析。中文教材中通常把双电层理论安排在胶体化学部分讲解,内容包括界面电荷、双电层、双电层模型(Helmholtz平行板双电层模型、Gouy-Chapman扩散双电层模型以及Stern双电层模型),主要用于理解胶体的电学性质以及解释电解质对胶体稳定性的影响等。基于传统实验提出的这三个模型经过一个世纪的洗礼,对其理解的深度不断增加,相关实验证据越来越丰富^[25,26],但是这些内容在中文教材中较少体现,更缺少与现代分析技术的联系。而在英文教材中,由于大部分很少单独讲授胶体化学,双电层理论往往放在电化学部分,用于解释与电极-溶液界面相关的现象,尽管有的提及了Helmholtz平行板双电层模型、Gouy-Chapman扩散双电层模型,个别教材也提到了Grahame模型^[18],但是还是以介绍Stern双电层模型及相关计算为主^[19,20]。这种编排方式有利于较深入地掌握Stern模型及相关计算,但是缺少对该模型发展演变过程的梳理,不利于通过该部分的教学培养学生的科学思维 and 创新能力。英文教材可借鉴的部分就是其中加入了较多新内容,反映了近年谱学技术发展提供的新证据和新的分析方法,以及其对能源、环境等领域的指导作用,这样有利于学生以发展的眼光看问题,从传统实验到理论模型,从对理论模型的深化理解到指导科研、生产实践,形成一个螺旋式前进的科学演进历程。上述中英文教材的编写方式都对我们课堂教学有很好的借鉴作用。

最后,以纳米粒子主题内容及编排设计为例进行分析。在世纪之交,纳米科技(如纳米粒子、纳米材料等)的发展成为生产变革的重要动力之一,同时期的中文教材中大部分都编写了相关内容,有的是阅读材料,有的是选学内容,这是由于该部分与物理化学直接相关的知识仅为表面效应、制备过程的亚稳态、Lamer模型等^[2,16],而其中的小尺寸效应、量子尺寸效应、宏观量子隧道效应等则主要与物质结构部分知识联系比较紧密,与传统的“小物化”教材反而联系较少,因此在个别新形态教材中甚至把该部分内容放在了线上资源里面^[9]。再者,纳米材料的引入(如油溶性胶体的电学性质与稳定性、纳米高分子材料、复合纳米材料等)增加了液相溶胶的多样性,有些实验现象尚不能够用经典理论进行完整解释,而相关新理论还不够成熟,使得中文教材中胶体性质部分的编写更加困难,因此,未来在教材修订中如何引入科技新进展是我们必须面对的一个重要挑战。而英文教材中则很少单独提及纳米粒子,即使有也主要作为典型案例或者讲解某一个方面,由于英文教材通常属于“大物化”,涵盖物质结构、光谱原理等部分,这种分散的编排方式就可以比较全面地介绍纳米粒子,并且能够促进对原有知识框架体系的理解和深化^[18]。综合中英文教材的编排,建议在完成“大物化”后再讲解纳米粒子/材料,同时科学分析并明确界定胶体粒子/材料与纳米粒子/材料的特征及其之间的关系,这样才能够更加系统、全面。因此该部分内容在课堂教学中建议主要以点上的融入为主,在探索中寻求系统、深入的编写体例和教学方式。

4 结语

综上所述,中外教材对于“界面及胶体化学”部分的编写主要呈现如下几个特点:

1) 从编写形式上, 中文教材通常把该部分独立编写, 主要分为界面化学和胶体化学两个部分, 个别学校把高分子溶液部分单独成章, 而外文教材中很少设立单独章节, 主要把界面化学内容分散在相关部分(如相平衡、分子间作用力、固体、液体等章节), 胶体化学部分则很少介绍甚至不介绍。国内外很多高校往往通过单独设置课程的方式以进一步彰显该部分内容的重要性。

2) 从主要内容上, 大部分中文教材均涉及界面现象、弯曲液面的特性(附加压力和蒸气压等)、界面吸附、溶液或固体表面特性、表面活性剂、溶胶的特性(光学、动力学、光学、稳定性、流变性等性质)等。尽管不同教材的扩充内容有所差异, 主要有自组装膜、表面分析技术、纳米粒子等, 这些内容通常与主题联系不紧密, 在物理化学学科特点方面凸显不足。由于英文教材通常分散在不同部分, 可以集中讲解某一主题, 但是不如中文教材编排的地方在于知识之间的相互联系略微不足。

3) 在历史演变上, 由于中文教材单独设立章节, 自成体系, 内容变化较小, 反映科研进展不够显著, 即使加进去了一些新进展的内容(如谱学表征技术、纳米粒子等), 但由于融合度不足而不利于学生深入理解, 而英文教材该部分内容通常分散在不同的部分, 比较容易在特定知识点处添加反映最新进展的相关材料, 并且融合度比较容易把握, 使得整体上教材的编写比较流畅。

参 考 文 献

- [1] Myers, D. *Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications*, 2nd ed.; John Wiley & Sons, Inc.: New York, USA, 1999.
- [2] 傅献彩, 侯文华. 物理化学. 第6版. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [3] 韩德刚, 高执棣, 高盘良. 物理化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [4] 范康年, 周鸣飞. 物理化学. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [5] 朱志昂, 阮文娟. 物理化学. 第5版. 北京: 科学出版社, 2014.
- [6] 孙世刚. 物理化学. 厦门: 厦门大学出版社, 2008.
- [7] 武汉大学物理化学教研组. 物理化学. 第2版. 武汉: 武汉大学出版社, 2010.
- [8] 杨永华. 物理化学. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [9] 万洪文, 詹正坤, 原弘, 范楼珍. 物理化学. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [10] 彭昌军, 胡英. 物理化学. 第7版. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [11] 天津大学物理化学教研室. 物理化学. 第6版. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [12] 朱文涛. 物理化学. 北京: 清华大学出版社, 1995.
- [13] 大连理工大学物理化学教研室. 物理化学. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [14] 杜凤沛, 韩杰, 范海林. 简明物理化学. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [15] 郑新生, 唐树戈, 李丽芳, 王嘉讯. 物理化学. 第6版. 北京: 科学出版社, 2022.
- [16] 彭笑刚. 物理化学讲义. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [17] Cademartiri, L.; Ozin, G. A.; Arsenault, A. *Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials*, 2nd ed.; Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, 2009.
- [18] Atkins, P.; de Paula, J.; Keeler, J. *Physical Chemistry*, 11th ed.; Oxford University Press: New York, USA, 2018.
- [19] Levine, I. N. *Physical Chemistry*, 6th ed.; McGraw-Hill: Boston, USA, 2009.
- [20] Mortimer, R. G. *Physical Chemistry*, 3rd ed.; Elsevier Academic Press: San Diego, California, USA, 2008.
- [21] McQuarrie, D. A.; Simon, J. D. *Physical Chemistry: A Molecular Approach*, 1st ed.; University Science Books: Sausalito, California, USA, 1997.
- [22] Ball, D. W. *Physical Chemistry*, 1st ed.; Thomson Learning: New York, USA, 2003.
- [23] 张树永, 李金林, 范楼珍, 侯文华, 刁国旺, 郭玉鹏. 大学化学, **2021**, 36 (1), 2009052.
- [24] 化学名词审定委员会. 化学名词. 第2版. 北京: 科学出版社, 2016: 461.
- [25] Wu, J. Z. *Chem. Rev.* **2022**, 122, 10821.
- [26] Li, P.; Jiang, Y. L.; Hu, Y. C.; Men, Y.; Liu, Y. W.; Cai, W. B.; Chen, S. L. *Nat. Catal.* **2022**, 5, 900.