

21 世纪高等院校教材

化学导论

马子川 于海涛 主编



科学出版社

21 世纪高等院校教材

化 学 导 论

马子川 于海涛 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书简要介绍化学学科及其主要应用领域,共8章:第1章为化学学科体系简介,简要介绍无机化学、有机化学、分析化学、物理化学和理论化学、环境化学、高分子化学、化学工程与工业化学8个分支学科的基本内涵及主要研究内容;第2~8章分别介绍化学与工业、化学与农业、化学与军事、化学与能源、化学与材料、化学与生活、化学与环境等内容。各章末配有思考题。

本书可作为高等学校理学类专业一年级本科生的通识课教材,也可供中学教师及高中生参考。

图书在版编目(CIP)数据

化学导论/马子川,于海涛主编. —北京:科学出版社,2011.9

21世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-032161-9

I. ①化… II. ①马…②于… III. ①化学-高等学校-教材 IV. ①O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第171822号

责任编辑:丁里/责任校对:何艳萍

责任印制:张克忠/封面设计:华路天然工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年9月第一版 开本:720×1000 1/16

2011年9月第一次印刷 印张:10 1/4

印数:1—4 000 字数:207 000

定价:22.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）》的贯彻落实，人才培养模式的改革与创新成为当前我国高校深化教学改革、提高人才培养质量的关键。作为人才培养模式改革的一项新举措，近年来许多高校实行了按照学科大类或者文理科大类进行招生。学生进校后，先进行通识教育，然后再自主选择专业、分流培养。因此，在通识教育阶段有必要开设一些导论性的课程，使学生了解相关学科专业的概况，为学生理性选择主修专业提供帮助。本书就是为适应这种人才培养模式改革而编写的，出版前曾作为讲义在河北师范大学汇华学院使用。

本书共 8 章。第 1 章为化学学科体系简介，简要介绍无机化学、有机化学、分析化学、物理化学和理论化学、环境化学、高分子化学、化学工程与工业化学 8 个分支学科的基本内涵及主要研究内容；第 2 章化学与工业，介绍石油化工、煤化工、精细化工和医药化工，使学生体会化学在建立和发展现代工业中所起的重要作用；第 3 章化学与农业，从化学肥料、化学农药、农副产品的生物化工及生物质资源化利用几个方面，简单介绍化学对农业的重要贡献；第 4 章化学与军事，介绍炸药、烟火剂、火箭推进剂以及化学武器，使学生深刻认识到化学已渗透到许多军事领域之中，掌握化学可以为保卫祖国、巩固国防贡献力量；第 5 章化学与能源，通过简单介绍石油炼制、煤炭的清洁利用、化学电源和光伏能源，说明化学在能源的开发和利用方面扮演着重要的角色；第 6 章化学与材料，重点介绍金属材料、无机非金属材料、高分子材料和纳米材料，使学生体会到新材料的开发和材料性质与功能的研究都离不开化学这一中心学科的参与；第 7 章化学与生活，简要介绍营养化学、食品添加剂、洗涤用化学品及化妆用化学品，使学生了解化学与日常生活的密切联系；第 8 章化学与环境，在介绍环境及环境问题定义的基础上，综述环境污染与环境变化、环境中的持久性有机污染物、污染控制化学、绿色化学 4 个专题，说明化学知识和化学技术可以帮助人们认识 and 解决环境问题。本书可作为高等学校理学类专业一年级本科生的通识课教材，也可供中学教师及高中生参考。使用本书作为教材建议先讲第 1 章，其他各章内容既有联系，又相互独立，可根据不同教学要求选讲。

本书第 1 章、第 3 章、第 5 章和第 8 章由马子川编写，第 2 章、第 4 章、第 6 章和第 7 章由于海涛编写。马子川负责全书的整理、修改和定稿。

本书为河北师范大学汇华学院 2009 年精品教材项目研究成果。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 化学学科体系简介	1
1.1 概述	1
1.2 无机化学简介	3
1.3 有机化学简介	4
1.4 分析化学简介	5
1.5 物理化学和理论化学简介	6
1.6 环境化学简介	7
1.7 高分子化学简介	8
1.8 化学工程与工业化学简介	9
思考题	11
第 2 章 化学与工业	12
2.1 概述.....	12
2.2 石油化工.....	13
2.3 煤化工.....	15
2.4 精细化工.....	18
2.5 医药化工.....	25
思考题	31
第 3 章 化学与农业	32
3.1 概述.....	32
3.2 化学肥料.....	32
3.3 化学农药.....	34
3.4 农副产品的生物化工.....	39
3.5 生物质资源化利用.....	44
思考题	46
第 4 章 化学与军事	47
4.1 概述.....	47
4.2 炸药.....	47
4.3 烟火剂.....	52
4.4 火箭推进剂.....	54

4.5 化学武器·····	57
思考题·····	61
第5章 化学与能源 ·····	62
5.1 概述·····	62
5.2 石油炼制·····	62
5.3 煤炭的清洁利用·····	66
5.4 化学电源·····	68
5.5 光伏能源·····	72
思考题·····	74
第6章 化学与材料 ·····	75
6.1 概述·····	75
6.2 金属材料·····	75
6.3 无机非金属材料·····	80
6.4 高分子材料·····	84
6.5 纳米材料·····	90
思考题·····	94
第7章 化学与生活 ·····	95
7.1 概述·····	95
7.2 营养化学·····	95
7.3 食品添加剂·····	101
7.4 洗涤用化学品·····	103
7.5 化妆用化学品·····	109
思考题·····	115
第8章 化学与环境 ·····	116
8.1 概述·····	116
8.2 环境污染与环境变化·····	118
8.3 环境中的持久性有机污染物·····	144
8.4 污染控制化学·····	146
8.5 绿色化学·····	150
思考题·····	155
参考文献 ·····	156

第 1 章 化学学科体系简介

1.1 概 述

化学是一门中心科学，也是一门既古老又现代的学科，已渗透到工业、农业、军事、能源、材料、环境及人类社会生活的各个方面，从人类的衣、食、住、行到高科技太空探险，从纸、墨、笔、砚到高科技电子产品，从我们身边的饮用水、垃圾问题到全球变暖、酸雨、替代能源、低碳经济、核武器等当今社会的热点问题，无一不与化学有着密切的联系，在一定程度上讲，其产生、发展乃至最终解决，都离不开化学。

样式新颖、种类繁多的衣服大部分是用合成纤维制成并由合成染料上色的。各种品牌的矿泉水含有人体所需的多种微量元素，必须经过化学检验以保证质量。食品是用化肥和农药辅助生产的粮食加工的。房子是用水泥、玻璃、油漆、密封胶等化学建材产品建造的。汽车的金属部件和油漆显然是化学品，车厢内的装潢材料通常是特种塑料或经化学制剂处理过的皮革制品，汽车的轮胎多由合成橡胶制成，车用燃油和润滑油是含化学添加剂的石油化工产品，蓄电池是化学电源；尾气排放系统中用来降低污染的催化转化器装有用铂、铑和其他一些化学物质组成的催化剂，它可将汽车尾气中的氧化氮、一氧化碳和未燃尽的碳氢化合物转化成低毒害的物质。飞机和航天器需要用质强量轻的新型金属和非金属材料来制造，而且需要特种燃油。肥皂和牙膏是日用化学品，维生素和药物也是由化学家合成的。书刊、报纸是用化学家发明的油墨和经化学过程生产出的纸张印制而成的。

再从社会发展来看，化学对于实现农业、工业、国防和科学技术现代化具有重要的作用。农业要大幅度的增产，农、林、牧、副、渔各业要全面发展，在很大程度上依赖于化学科学的成就。化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学产品，不仅可以提高产量，而且也改进了耕作方法。高效、低污染的新农药的研制，长效化肥和复合化肥的生产，农副业产品的综合利用和合理储运，也都需要应用化学知识。在工业现代化和国防现代化方面，亟需研制各种性能迥异的金属材料、非金属材料和高分子材料。在煤、石油和天然气的开发、炼制和综合利用中包含着极为丰富的化学知识，并已形成煤化学、石油化学等专业领域。导弹的生产、人造卫星的发射，需要很多种具有特殊性能的化学产品，如高能燃料、高能电池、高敏胶片及耐高温、耐辐射的材料等。

目前,广受人们关注的几个重大问题——环境的保护、能源的开发利用、功能材料的研制、生命过程奥秘的探索,都与化学密切相关。随着工业生产的发展,工业废气、废水和废渣越来越多,处理不当就会污染环境。全球气温变暖、臭氧层破坏和酸雨是三大环境问题,正在危及人类的生存和发展。因此,“三废”的治理和利用,寻找净化环境的方法和对污染物的监测,都是现今化学工作者的重要任务。在能源开发和利用方面,化学工作者曾为人类使用煤和石油作出重大贡献,现在又在为开发新能源积极努力。太阳能和氢能源的研究都是化学科学研究的前沿课题。材料科学是以化学、物理和生物学等为基础的边缘科学,主要是研究和开发具有电、磁、光和催化等各种性能的新材料,如高温超导体、非线性光学材料和功能性高分子合成材料等。生命过程中充满着各种生物化学反应,当今化学家和生物学家正在通力合作,探索生命现象的奥秘,从原子、分子水平上对生命过程作出化学的说明则是化学家的优势。

事实上,任何物质和能量乃至生物对人类来说都有两面性。天然化合物也有两面性,有的甚至有非常强的毒性。无论是化学创造的新物质还是自然界原有的物质,都要合理使用。化学对于人类的贡献利弊共存,是一把“双刃剑”。化学能够帮助人们了解化学物质的性质和变化规律,了解人们的两面性的本质,这是合理使用它们的科学基础。化学也能帮助人们认识自然界发生的各种化学过程,使人们能够正确地利用和控制它们。例如,通过化学的研究,人们发现破坏臭氧层的是氟利昂之类的化学物质,基本清楚了臭氧层的形成和被破坏的机理,在此基础上找到了保护臭氧层的途径。M. Molina、F. S. Rowland 和 P. Crutzen 三位科学家因为在研究大气层化学,特别是臭氧层的形成和破坏方面所取得的成果而获得 1995 年诺贝尔化学奖。化学不仅在解决化学品问题上起关键作用,而且在处理物理的和生物的危险因素方面也能够发挥主要作用。例如,对受到放射性、紫外线等辐射的人体的处理与治疗就是利用螯合反应排除金属,或者用自由基清除剂、抑制剂以及细胞保护剂等化学物质阻止其对人体的损伤。

现代化学有非常丰富的研究对象,徐光宪院士曾建议对化学定义如下:化学是主要研究原子、分子片、分子、原子分子团簇、原子分子的激发态与过渡态及吸附态、超分子、生物大分子、分子和原子的各种不同尺度和不同复杂程度的聚集态与组装态,直到分子材料、分子器件和分子机器的合成与反应,分离和分析,结构和形态,物理性能和生物活性及其规律与应用的自然科学。这个定义的上半句是化学的主要研究对象,下半句是研究内容和方法。除主要对象外,化学也可研究分子聚集态以后的层次,如研究生物层次的生命化学、脑化学、神经化学,研究宇宙层次的天体化学,研究地质层次的地球化学等。这些是化学和其他一级学科交叉的例子。

因此，可以说，化学与社会及人们所关心的各种事物之间存在着复杂而紧密的联系，在美国出版的 *Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society* 一书中，将这种联系比喻为一张美丽的蜘蛛网 (Eubanks, et al. , 2008)，如图 1.1 所示。

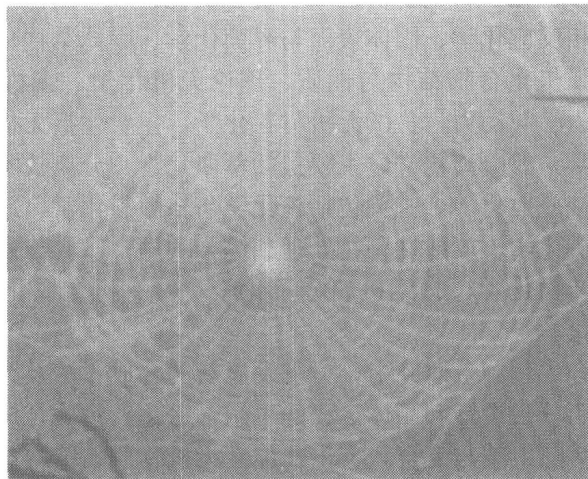


图 1.1 蜘蛛网

我们特别钦佩该书作者使用蜘蛛网这一比喻。第一，它形象地描述了化学与人类社会联系的广泛性、紧密性和复杂性。这启示我们，化学可以帮助人们认识 and 解决许多领域中的问题。第二，蜘蛛网是一个蜘蛛通过日复一日、勤劳刻苦的劳作编织完成的，这个过程中蜘蛛会吐出一根根长长的、随风飘起的蛛丝，并相互粘牢在一起。这启示我们，要学习化学，需要像蜘蛛那样有良好的态度，坚持不懈的努力，构建起自己坚固而有弹性的知识网络。第三，在本课程及本书中，我们在简单介绍化学主要分支学科和基本思想的基础上，通过选择一些与化学密切相关的应用领域和事例，试图帮助学生从一定的高度和角度审视“化学蜘蛛网”，为他们选择学习专业乃至规划个人职业生涯提供决策参考。

1.2 无机化学简介

无机化学是研究无机物质的组成、性质、结构和反应的科学，它是化学中最古老的分支学科之一。在我国国家自然科学基金委员会中，无机化学被列为化学科学部的一个独立学科，目前的项目主任是陈荣研究员；在中国化学会中设有无机化学学科委员会，目前的主任是孙为银教授。

无机化学的主要研究领域有：①无机合成和制备化学，主要包含合成与制备技术、合成化学；②元素化学，包含稀土化学、主族元素化学、过渡金属化学、丰产元素与多酸化学；③配位化学，主要包括固体配位化学、溶液配位化学、功能配合物化学；④生物无机化学，主要包括金属蛋白（酶）化学、生物微量元素化学、细胞生物无机化学、生物矿化及生物界面化学；⑤固体无机化学，主要包括缺陷化学、固相反应化学、固体表面与界面化学、固体结构化学；⑥物理无机化学，主要包括无机化合物结构与性质、理论无机化学、无机光化学、分子磁体、无机反应热力学与动力学；⑦无机材料化学，主要包括无机固体功能材料化学、仿生材料化学；⑧分离化学，主要包括萃取化学、分离技术与方法、无机膜化学与分离；⑨核放射化学，主要包括核化学与核燃料化学、放射性药物和标记化合物、放射分析化学、放射性废物处理和综合利用；⑩同位素化学；⑪无机纳米化学；⑫无机药物化学；⑬无机超分子化学；⑭有机金属化学；⑮原子簇化学；⑯应用无机化学。

无机化学在合成和制备研究中，力求发展新的合成方法及路线，揭示新的反应机理，注重运用分子设计和晶体工程的思想，深化新物质合成及聚集状态的研究，关注无机材料的组装与复合，突出功能性无机物质的结构与性能关系，以及新材料的应用基础研究；通过与物理学的交叉，运用物质科学的基础理论和表征技术，发展和强化无机物质及其材料与器件的性质研究；无机化学与生命科学的交叉突出无机物生物效应的化学基础，深化金属生物大分子、无机仿生过程及分子以上层次生物无机化学研究。

近年来，无机化学学科的研究水平提高很快，运用现代物理实验方法，如射线、中子衍射、电子衍射、磁共振、光谱、质谱、色谱等方法，使无机化学的研究由宏观深入到微观，从而将元素及其化合物的性质和反应同结构联系起来，形成现代无机化学。无机化学随着广度上的拓宽和深度上的推进，已经发展到了一个新的阶段，无论在科学地位上还是对国民经济和社会发展的作用方面都有其重要的战略地位。

1.3 有机化学简介

有机化学是研究有机物质的来源与组成、合成与制备、结构与性质、反应与转化，以及功能与作用机理的科学。在人类已知的化合物中，有机化合物占了绝大多数。与生命活动密切相关的有机化合物广泛存在于人类居住的地球上，使地球充满生机与活力。近年来，新合成的有机化合物数量以千万计，极大地丰富了我们的物质世界，满足了日益增长的社会需要。

有机化学的发展使得煤、石油、天然气、农林等自然资源得到了充分的综合

利用,同时,形成了元素有机化学、燃料化学、药物化学和高分子化学等分支学科。这些分支学科又为合成塑料、橡胶、纤维、染料和药物等有机化学工业提供了理论指导。

在我国国家自然科学基金委员会中有机化学被列为化学科学部的一个独立学科,目前的项目主任是杜灿屏研究员;在中国化学会中设有有机化学学科委员会,现任主任是姜标研究员。

有机化学的研究领域主要涉及:①有机合成,主要包括有机合成反应、复杂化合物的设计与合成、选择性有机反应、催化与不对称反应、组合合成等;②金属有机化学,主要包括金属络合物的合成与反应、生物金属有机化学、金属有机材料化学;③元素有机化学,主要包括有机磷化学、有机硅化学、有机硼化学、有机氟化学;④天然有机化学,主要包括甾体及萜类化学、中草药与植物化学、海洋天然产物化学、天然产物合成化学、微生物与真菌化学;⑤物理有机化学,主要包括活泼中间体化学、有机光化学、立体化学基础、有机分子结构与反应活性、理论与计算有机化学、有机超分子与聚集体化学、生物物理有机化学;⑥药物化学,主要包括药物分子设计与合成、药物构效关系;⑦化学生物学与生物有机化学,主要包括多肽化学、核酸化学、蛋白质化学、糖化学、仿生模拟酶与酶化学、生物催化与生物合成;⑧有机分析,主要包括有机分析方法、手性分离化学、生物有机分析;⑨应用有机化学,主要包括农用化学品化学、食品化学、香料与染料化学;⑩绿色有机化学;⑪有机分子功能材料化学,主要包括功能有机分子的设计与合成、功能有机分子的组装与性质、生物有机功能材料。

有机化学的新理论、新反应、新方法不仅推动了化学学科的发展,同时也促进了该学科与生命、材料、能源、信息、农业和环境等相关领域在更大程度上的交叉和渗透,进一步拓展了有机化学的研究领域。当今有机化学研究的特点是:有机化学的分子设计、分子识别与组装等概念正在影响着多个学科的发展;选择性反应尤其是催化不对称反应,已成为有机化学研究的热点;绿色化学也成为有机化学研究中具有战略意义的前沿,正在为合理利用资源、解决环境污染等发挥重要的作用;有机化学与生命科学的交叉为研究和认识生命体系中的复杂现象提供了新的方法和手段;有机化学与材料科学的交叉促进了新型有机功能物质的发现、制备和应用;新技术的发现与应用推动了有机化学的发展。有机化学的应用已深入人类生活的各个领域,因此学习有机化学对提高人们的科学素养有着重要的意义。

1.4 分析化学简介

分析化学是研究物质的组成和结构,确定物质在不同状态和演变过程中的化学成分、含量和时空分布的量测科学。在我国国家自然科学基金委员会中分析化

学被列为化学科学部的一个独立学科，目前的项目主任是庄乾坤教授；在中国化学会中设有分析化学学科委员会，现任主任是杨秀荣研究员。

分析化学的研究范围广泛，分支甚多，常见的分析化学研究领域有：①色谱分析，主要包括气相色谱、液相色谱、离子色谱与薄层色谱、毛细管电泳及电色谱、微流控系统与芯片分析、色谱柱固定相与填料；②电化学分析，主要包括伏安法、生物电化学分析、化学修饰电极、微电极与超微电极、光谱电化学分析、电化学传感器、电致化学发光；③光谱分析，主要包括原子发射与吸收光谱、原子荧光与 X 射线荧光光谱、分子荧光与磷光光谱、化学发光与生物发光、紫外与可见光谱、红外与拉曼光谱、光声光谱、共振光谱；④波谱分析与成像分析；⑤质谱分析；⑥分析仪器与试剂，主要包括联用技术、分析仪器关键部件、配件研制、分析仪器微型化、极端条件下分析技术；⑦热分析与能谱分析；⑧放射分析；⑨生化分析及生物传感，主要包括单分子及单细胞分析、纳米生物化学分析方法、药物与临床分析、细胞与病毒分析、免疫分析化学、生物分析芯片；⑩活体与复杂样品分析；⑪样品前处理方法与技术；⑫化学计量学与化学信息学；⑬表面、形态与形貌分析，主要包括表面及界面分析、微区分析、形态分析、扫描探针形貌分析。

当前的分析化学发展很快，研究体系由简单转入复杂，组学样品、活体生物等成为关注焦点；研究层次已进入单细胞、单分子水平；研究对象更多地转向生物活性物质，如 DNA、蛋白质、手性药物和环境毒物等；研究信息已由组成延伸至功能、结构、形态及立体构象等，化学计量学及化学信息学得到重视；研究指导思想已不再拘泥于传统或简单原理的仪器分析，微/纳米概念、微流控学、仿生原理等被越来越多地纳入分析化学研究之中。

1.5 物理化学和理论化学简介

物理化学是化学学科的一个古老而重要的分支学科，它借助数学、物理等基础科学的理论和实验手段来研究化学中的普遍原理和方法，研究化学系统行为最一般的宏观、微观规律与理论。早些年，物理化学涵盖量子化学和结构化学的内容，近几十年，这些领域的研究发展迅速，现在采用了物理化学和理论化学并称的提法。在我国国家自然科学基金委员会中物理化学和理论化学被列为化学科学部的两个独立学科，目前的项目主任是杨俊林博士和高飞雪博士；在中国化学会中设有物理化学学科委员会，目前的主任是唐有祺院士，同时还设有电化学专业委员会、胶体与界面化学专业委员会、催化专业委员会、理论化学专业委员会、光化学专业委员会等。在本科化学类专业中，物理化学和结构化学都是专业核心课程，对化学人才培养起着重要的作用。

物理化学和理论化学是化学科学的重要基础,它涵盖以下分支学科或研究领域:①热力学,主要涉及量热学、化学平衡与热力学参数、非平衡态热力学与耗散结构、溶液化学、复杂流体及统计热力学;②化学动力学,主要涉及宏观动力学、超快动力学、分子动态学和激发态化学;③电化学,主要涉及电极过程动力学、界面电化学、电催化、光电化学、腐蚀电化学、材料电化学、纳米电化学及化学电源;④胶体与界面化学,主要涉及分散体系与流变性能、表面/界面吸附现象、表面/界面表征技术、表面活性剂、超细粉和颗粒、分子组装与聚集体;⑤催化化学,主要涉及均相催化、多相催化、仿生催化、光催化及催化表征方法与技术;⑥光化学和辐射化学,主要涉及光化学与光物理过程、感光化学、辐射化学、材料光化学、超快光谱学及等离子体化学与应用;⑦生物物理化学,主要涉及生物光电化学与热力学、生命过程动力学、结构生物物理化学及生物物理化学方法与技术;⑧结构化学,主要涉及体相结构、表面结构、溶液结构、动态结构、纳米及介观结构、光谱与波谱学;⑨理论和计算化学,主要涉及量子化学、化学统计力学、化学动力学理论及计算模拟方法与应用;⑩化学信息学,主要涉及化学反应和化学过程的信息学、分子信息学、分子信息处理中的算法及化学数据库。

近年来,物理化学和理论化学的研究内容不断丰富和拓展:从单分子、分子聚集体到凝聚态,从分子间弱相互作用到化学键形成,从简单体系到复杂体系;借助物理化学手段和理论方法,获取从基态到激发态、从稳态到瞬态的分子结构以及动态变化的信息。物理化学的研究呈现出以下态势:宏观与微观相结合、体相与表(界)面相结合、静态与动态相结合、理论与实验相结合,并进一步深入到对化学反应和物质结构调控的研究。

物理化学和理论化学非常容易与能源、环境、生命、材料、信息等领域基础科学相交叉,能够积极推动许多新的学科生长点的产生。物理化学在化学和相关科学的发展中发挥着越来越重要的作用。

1.6 环境化学简介

环境化学是以化学科学的理论和方法为基础发展起来的,是以化学物质在环境中出现而引起的环境问题为研究对象,以解决环境问题为目标的一门新兴学科。环境化学主要研究化学物质特别是污染物在环境介质中的存在、迁移转化、归趋、效应和控制的化学原理和方法。它既是环境科学的核心组成部分,也是化学科学的一个分支。在我国国家自然科学基金委员会中环境化学被列为化学科学部的一个独立学科,目前的项目主任是王春霞研究员;在中国化学会中也设有环境化学专业委员会,目前的主任是江桂斌院士。

一般认为,环境化学涵盖以下分支学科或研究领域:①环境分析化学,主要涉及无机污染物、有机污染物、污染物代谢产物及污染物形态的分离分析;②环境污染化学,主要涉及大气污染化学、水污染化学、土壤污染化学、固体废弃物污染化学、放射污染化学、纳米材料污染化学及复合污染化学;③污染控制化学,主要涉及大气、水、土壤及固体废弃物的污染控制化学;④污染生态化学,主要涉及污染物赋存形态和生物有效性、污染物与生物大分子的相互作用、污染物的生态毒性和毒理;⑤理论环境化学,主要涉及污染化学动力学、污染物构效关系、化学计量学在环境化学中的应用及环境污染模式与预测;⑥区域环境化学,主要涉及化学污染物的源汇识别、污染物的区域环境化学过程及污染物输送中的化学机理;⑦化学环境污染与健康,主要涉及环境污染的生物标志物、环境污染与食品安全、人居环境与健康及环境暴露与毒理学。

近年来,环境化学在与其他学科的交叉渗透中不断开拓新的研究空间。在广度上,将土、水、气、生物作为一个完整系统来研究,更具系统性和综合性;在深度上,对活性基团进行动态微观活性的研究也在深入进行。环境化学和相关学科结合,正在有毒化学物质的化学与生物污染控制和保护生态环境与人体健康等研究领域发挥越来越重要的作用。

在国家自然科学基金委员会发布的 2010 年申请指南中可以发现,近期环境化学的鼓励研究方向有:城市大气污染的重要化学反应过程及机理(重点研究沙尘暴和大气中 $\text{PM}_{2.5}$ 及更细颗粒物);污染物质在多介质界面的复杂反应、传输机理及形态结构变化;难降解有毒有机污染物结构、生物活性及生物标记物;环境体系中的多种污染物交互作用及联合效应;污染土壤和水体修复的化学与生物学原理;城市垃圾和固体废弃物处置机理及新技术;痕量污染物的环境分析化学新原理、新技术研究,持久性有机物及痕量内分泌干扰化合物的环境行为与生态效应等。

可以预测,环境化学在与相关学科的综合交叉中将会迅速发展,将会在推动基础科学研究和解决人类和国家面对的重大环境问题中发挥越来越重要的作用。

1.7 高分子化学简介

高分子化学是研究高分子的形成、化学结构与链结构、聚集态结构、性能与功能、加工及利用的学科门类,研究对象包括合成高分子、生物大分子和超分子聚合物等。在我国国家自然科学基金委员会中高分子化学被列为化学科学部的一个独立学科,目前的项目主任是董建华教授;在中国化学会中设有高分子化学学科委员会,现任主任是周其凤院士。

高分子化学主要研究领域有：①高分子合成化学，主要包括高分子设计与合成、配位聚合与离子型聚合、高分子光化学与辐射化学、生物参与的聚合与降解反应、缩聚反应、自由基聚合；②高分子化学反应，主要包括高分子降解与交联、高分子接枝与嵌段、高分子改性反应与方法；③功能与智能高分子，主要包括吸附与分离功能高分子、高分子催化剂和高分子试剂、医用与药用高分子、生物活性高分子、液晶态高分子、光电磁功能高分子、储能与换能高分子、高分子功能膜、仿生高分子；④基于可再生资源的天然高分子与生物高分子；⑤高分子组装与超分子结构，主要包括超分子聚合物、超支化与树形高分子；⑥高分子物理与高分子物理化学，主要包括高分子溶液、高分子聚集态结构、高分子转变与相变、高分子形变与取向、高分子纳米微结构及尺寸效应、高分子表面与界面、高分子结构与性能关系、高分子测试及表征方法、高分子流变学、聚电解质与高分子凝胶、高分子塑性与黏弹性、高分子统计理论、高分子理论计算与模拟；⑦应用高分子化学与物理，主要包括高分子加工原理与新方法、高性能聚合物、高分子多相与多组分复合体系、聚合反应动力学及聚合反应过程控制、杂化高分子、高分子循环利用。

在分子化学领域，近年来鼓励研究的方向包括：①合成分子的各种聚合方法学，相对分子质量和产物结构等可控的聚合反应及大分子的生物合成方法研究；②分子参与的化学过程；③非石油资源合成分子，超分子聚合物、超支化分子等各种新结构和分子立体化学研究。

在分子物理领域，主要方向包括：①提出分子凝聚态物理新概念，深入研究聚合物结构及其动态演变，加深对聚合物结晶、液晶和玻璃化等转变过程的认识，注重从单链分子聚集态到成型过程聚集态的研究；②关注新结构分子的表征及结构与性能关系；③加强对分子溶液和聚合物流变学的研究；④发展分子新理论与计算模拟方法，关注多尺度关联计算模拟方法的研究。

在功能分子领域，主要方向包括：①具有电、光、磁特性分子的研究；②生物学、医学、药学相关分子的研究；③吸附与分离、催化与试剂、传感和分子识别等功能分子的研究。

1.8 化学工程与工业化学简介

化学工程与工业化学是研究物质转化过程中物质的运动、传递、反应及其相互关系的科学，是研究大规模地改变物料的化学组成和物理性质的工程技术学科。其任务是认识物质转化过程中传递现象和规律及其对反应本身和目标产品性能的影响，研究洁净高效地进行物质转化的工艺、流程和设备，建立使之工业化的设计、放大和调控的理论和方法，并重点关注化学工程与技术领域独特的新理

念、新概念、新方法及在该领域的创造性应用。

在我国国家自然科学基金委员会中化工学科包括化学工程与工业化学两个方面，目前的项目主任是孙宏伟研究员。中国化工学会下设 20 个专业分委员会，中国化工学会现任理事长是曹湘洪院士。

化学工程与工业化学研究的对象不但包括在化工生产装置中进行的化学变化过程，而且还包括把混合物分离为纯净组分的过程，以及改变物料物理状态和性质的各种过程。化学工程与工业化学主要研究领域有：①化工热力学和基础数据，主要包括状态方程与溶液理论、相平衡、化学平衡、热力学理论及计算机模拟、化工基础数据；②传递过程，主要包括化工流体力学和传递性质、传热过程及设备、传质过程、颗粒学、非常规条件下的传递过程；③分离过程，主要包括蒸馏、蒸发与结晶、干燥与吸收、萃取、吸附与离子交换、机械分离过程、膜分离、非常规分离技术；④化学反应工程，主要包括化学反应动力学、反应器原理及传递特性、反应器的模型化和优化、流态化技术和多相流反应工程、固定床反应工程、聚合反应工程、电化学反应工程、生化反应工程、催化剂工程；⑤化工系统工程，主要包括化学过程的控制与模拟、化工系统的优化；⑥无机化工，主要包括基础无机化工、工业电化学、精细无机化工、核化工与放射化工；⑦有机化工，主要包括基础有机化工、精细有机化工；⑧生物化工与食品化工，主要包括生化反应动力学及反应器、生化分离工程、生化过程的优化与控制、生物催化过程、天然产物及农产品的化学改性、生物医药工程、绿色食品工程与技术；⑨能源化工，主要包括煤化工、石油化工、燃料电池、天然气及碳化工、生物质能源化工；⑩化工冶金；⑪环境化工，主要包括环境治理中的物理化学原理、“三废”治理技术中的化工过程、环境友好的化工过程、可持续发展环境化工的新概念；⑫资源化工，主要包括资源有效利用与循环利用、材料制备的化工基础。

近年来，从复杂体系中提炼出共性关键科学问题、逐步形成系统理论和关键技术，已成为化学工程与工业化学学科基础研究的主流，该领域研究内涵也出现了许多新的变化，主要表现在：从宏观性质测量和关联转向对微介观结构、界面与多尺度问题的研究、观测和模拟，并注重研究结构的优化与调控、过程强化和放大的科学规律；从对常规系统的研究拓宽到非常规和极端过程的研究；从化学加工过程拓展到化学产品工程等。

化学工程学以化学为基础，并结合物理学、数学及工业经济基本法则，研究化学工业中具有共同特点的物理和化学变化过程及其有关的机理和设备，找到其中具有规律性的问题，以求得在化工技术开发中减少盲目性，增加自觉性，以指导各种过程及其设备的改进和发展。它是化学加工技术的科学基础，是将实验室研究成果转化为现实生产力的强有力的工具和杠杆。