



中国化学科学丛书

环境化学学科前沿与展望

国家自然科学基金委员会化学科学部 组编

王春霞 朱利中 江桂斌 主编

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY



科学出版社

中国化学科学丛书

环境化学学科前沿与展望

国家自然科学基金委员会化学科学部 组编

王春霞 朱利中 江桂斌 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书由我国环境化学领域若干著名专家和部分海外学者撰写而成,在很大程度上反映了本学科的主流研究方向与水平。书中第一篇系国家自然科学基金委员会化学科学部环境化学“十二五”规划的主体内容,通而读之,有益于了解环境化学前沿并把握未来发展方向。第二篇至第八篇较为系统地总结了环境分析化学、大气和水体污染与控制、土壤污染与修复、污染物环境过程与消减、污染生态化学与毒理学、理论环境化学等方面的新进展。第九篇选择了相关的热点问题加以论述,如纳米材料的环境应用与生物效应、环境污染与健康、化学污染与食品安全、放射化学、风险评估与管理等。作者们从不同角度研讨了环境化学的机遇与难点,提出了对未来发展的见解与思考。

本书可供从事环境化学研究的学者以及高等学校或科研院所环境专业的师生阅读,亦可供相关人员参考。有兴趣的读者可在此基础上开展进一步探索或选择自己的研究课题。

图书在版编目(CIP)数据

环境化学学科前沿与展望/国家自然科学基金委员会化学科学部组编;王春霞,朱利中,江桂斌主编. —北京:科学出版社,2011

(中国化学科学丛书)

ISBN 978-7-03-031011-8

I. 环… II. ① 国… ② 王… ③ 朱… ④ 江… III. 环境化学 IV. X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011) 第 085378 号

责任编辑:周巧龙 刘 冉 杨 震/责任校对:刘小梅
责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年6月第一次印刷 印张:48

印数:1—2500 字数:1 140 000

定价:138.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《中国化学科学丛书》序

跨入 21 世纪的十年，全球政治、经济、科技格局发生了巨大变化，中国在成为名副其实的中国经济大国的同时，也成为科学技术研究的大国。随着中国对科学技术和基础研究投入的不断加大，随着人类对物质世界认识的不断深化，化学学科迎来了新的发展机遇。

国家自然科学基金委员会化学科学部为了全面贯彻国家科技发展中长期规划，落实科教兴国和自主创新的战略，组织化学化工领域广大专家对化学科学学科的战略地位、发展规律和特点、近年来学科发展现状与研究动态、未来 5~10 年各分支学科领域的发展布局与优先领域及重要发展方向、国际合作以及保障措施等展开了深入细致的战略调研，通过几十次不同规模的研讨会，历时两年多形成了化学学科发展战略研究报告和各分支学科的学科发展战略报告。在此基础上，组织编写了《中国化学科学丛书》。

丛书包括八卷，分别为《无机化学学科前沿与展望》、《有机化学学科前沿与展望》、《物理化学学科前沿与展望》、《高分子科学学科前沿与展望》、《分析化学学科前沿与展望》、《化学工程学科前沿与展望》、《环境化学学科前沿与展望》、《化学生物学学科前沿与展望》。

目前，全国科技界正在制定“十二五”学科发展战略与优先发展领域。我们希望能通过本丛书的出版，把科学家对化学学科及其分支学科发展调研成果提供给广大化学工作者作为参考。在丛书的编写过程中，国家自然科学基金委员会化学科学部专家咨询委员以及我国化学、化工界的科研人员对丛书的内容和相关材料曾做过多次研讨，提出了许多宝贵的建议和修改意见，在此向他们表示衷心感谢。高松院士、麻生明院士、田中群院士、张希院士和王利祥研究员、陈洪渊院士、段雪院士、江桂斌院士和朱利中教授以及蒋华良研究员分别作为无机化学、有机化学、物理化学、高分子科学、分析化学、化学工程、环境化学和化学生物学前沿与展望分册的主编科学家，对各自负责的分册付出了大量的辛勤劳动来组织编写工作，化学科学部各学科主任、项目主任及全体工作人员也为丛书的出版做出了巨大努力，在此一并表示感谢。

梁文平

2011 年 1 月

前 言

环境化学是一门研究有害化学物质在环境介质中的存在、化学特性、行为和效应及其控制的化学原理和方法的科学。经过 30 多年的发展历程，我国环境化学学科已经成为化学的一个重要分支，成为环境科学的主流与核心组成部分。

第二次世界大战以后到 20 世纪 70 年代，欧美发达国家经济高速发展，各种化学品的合成和使用以前所未有的速度增加，导致各种危害环境和人体健康的污染事件时有发生，如著名的英国伦敦烟雾事件和美国洛杉矶光化学烟雾事件、日本水俣病和痛痛病等公害事件。这些环境问题的出现，引发了对污染物的分析方法、区域分布、变化趋势、毒性效应等的研究，逐渐促成了国际环境化学学科的诞生。1972 年 6 月，联合国在瑞典的斯德哥尔摩召开了有 113 个国家参加的人类环境会议，讨论了保护全球环境的行动计划，通过了《人类环境宣言》，成为人类保护环境的重要里程碑，催生和加快了若干相应的环境科学与技术的学科的诞生与发展。1973 年 8 月，我国第一次环境保护会议召开，会议确立了环境保护工作的基本方针，通过了《关于保护和改善环境的若干规定》，揭开了我国当代环境保护的序幕，成为新中国环境科学事业的标志性起点。20 世纪 80 年代至今，人类合成和使用的化学品种类和数量持续增加，各种化学污染问题更加突出，进一步推动了人们运用环境化学的基本原理与技术，系统研究环境中化学污染物的迁移转化行为、毒理效应、风险评价和控制技术等，环境化学作为独立的学科门类进入全面和成熟发展阶段，并具备了相对完整、丰富的研究内涵和学科特色。

作为环境科学的重要基础学科和化学学科的组成部分，环境化学从其诞生之日起，就肩负了探讨化学污染物的浓度水平、污染机制、迁移转化、毒性效应和控制技术等使命。环境化学在认识和解决环境污染问题中发挥着至关重要的作用。环境是一个复杂的多因素开放体系，污染物存在的种类多、浓度范围广，并以不同的价态、形态、异构体、同族体甚至手性对映体赋存，它们在同一介质或不同介质间吸附分配、沉积包埋、交换转化、代谢降解或累积放大，乃至发生全球性长距离迁移；介质组成和微界面环境对污染物的毒性表达、迁移转化与生物有效性具有重要影响；环境中通常存在多种化学物的复合污染，表现出低剂量效应、复合生物乃至生态效应；化学污染物可通过食物链等途径影响人类健康。因此，探讨环境污染机制和解决全球环境问题特别需要环境化学发挥主体作用。环境化学不仅为环境污染物的识别提供定性、定量技术，而且从分子水平为掌握其迁移转化行为、区域环境过程、生物生态效应等提供重要的研究方法和手段，为环境污染控制与修复提供新思路、新技术、新材料，还可为政府环境决策、强化环境管理、履行国际环境公约等提供科学依据与技术支撑。环境化学在保障生态环境安全、实施可持续发展战略中起着不可替代的作用。

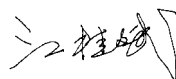
“三十而立，四十不惑。”经历 30 多年的风雨兼程，环境化学已经在彷徨、迷茫和兴奋之中由“而立”奔向“不惑”。历经几代科学家不懈努力，我国环境化学已经发展成为以化学污染物引起的环境问题为研究对象，以解决环境污染问题和保护人类健康为目标的一门新兴学科。作为经济高速增长的发展中国家，我国目前正面临比发达国家更加复杂的环境问题，而妥善解决环境问题是社会经济可持续发展的重要保证。用创新的思维和超前的理念，发现和探索不同于“传统”环境治理的新思路、新理论、新方法和新技术，不仅是解决环境问题的根本出路，而且对环境化学自身的发展具有深远的影响。

在过去的几十年中，我国环境科学工作者在污染物的分析表征、迁移转化、毒性效应和控制技术等方面开展了大量的工作，取得了显著成绩。在典型化学污染物的环境化学行为与生态毒理效应，环境内分泌干扰物的筛选与控制技术，持久性有毒化学污染物形态、环境过程、毒理效应与控制原理，典型持久性有毒物质的分析新方法，典型污染物的环境危险性评价方法学基础研究等方面承担了各种层次的国家级重要研究项目，取得了一批创新性的研究成果，形成了多部门、多层次的环境化学研究队伍，研究的水平、深度和广度有了空前的提高。这些研究不仅为制定国家环境保护政策法规和履行国际环境公约提供了重要技术支持，而且在国际学术界产生了重要影响。但是，我们更应该清醒地认识到，我国环境化学在学科积累、人才队伍和研究基础方面均相对薄弱，在研究的原创性、系统综合性、应用性和产业化等方面差距更加明显。环境化学涉及的研究内涵却非常丰富，国家和社会需求非常迫切，未来发展任重道远。

本书对当前环境化学研究的一些热点问题及重要进展进行了讨论和总结，同时也对“十二五”和未来研究的重点领域进行了深入探讨。“十二五”期间，环境化学与其他学科一样将面临着新的发展机遇。如何抓住机遇，凝练学科目标，解决科学问题，促进环境化学发展？相信读者通过阅读本书，可以找到部分答案。本书的总论“我国环境化学学科发展现状与展望”是在国家自然科学基金委员会化学科学部环境化学学科“十二五”发展战略规划的基础上总结撰写而成的。第二篇至第九篇按照环境化学的分支学科排列，作者们从不同角度对环境分析新方法、新技术原理，大气复合污染过程与控制原理，水体与土壤污染过程、控制与修复原理，污染物的生物有效性及生态效应的化学机制，污染物的生态毒理与健康效应，污染物界面过程、生物转化与毒性效应，污染物多介质界面行为、区域环境过程与调控，纳米颗粒物的环境行为与生物效应，环境友好和功能材料在污染控制中的应用，化学污染物暴露与食品安全，以及化学品的风险评估与管理的理论与方法等颇为丰富的环境化学研究内容进行了比较全面的综论与前景展望。参加撰写的作者都是在环境化学一线从事相关研究工作并具有深刻见解的专家，他们的论述能够反映和代表我国目前环境化学领域的工作特色和主流发展趋势，希望能够对广大环境化学工作者、研究生及环境管理专家有所裨益。

本书是我国环境化学老、中、青三代科学工作者共同努力的结果。作者包括 8 位院士和近 30 位国家杰出青年科学基金获得者或海外合作基金获得者。他们的倾心支持和高度的责任心，使得书稿能够在短时间内完成，充分展现了我国环境化学学界空前的凝聚力和向上的、充满生机与朝气的精神风貌。在此，谨向所有作者的辛勤工作表示诚挚的谢意，向关心和支 持本书出版的各位专家表示崇高的敬意。

受编者学识水平所限，在组稿和选稿过程中难免挂一漏万、失之偏颇。“他山之石，可以攻玉。”环境化学学科一直是在不断学习中提高的，学科的发展是永无止境的，人们对环境问题的认识也总是不断发展和提高的。以史为鉴，继往开来；百尺竿头，更进一步。能对读者了解并把握环境化学研究的热点和前沿领域起到抛砖引玉的作用，引起广大读者的广泛兴趣、讨论、争论和批评指正，是编者期待和深感欣慰之处。

 谨识

2011年2月16日

目 录

《中国化学科学丛书》序

前言

第一篇

我国环境化学学科发展现状与展望 3

第二篇

环境样品的采集与前处理技术 27

形态分析及其进展 43

高分辨色谱-质谱在环境分析中的应用 55

生物检测在环境监测中的应用 63

多种环境介质中新型有机污染物的分析方法 75

环境分析仪器研制的若干进展 101

第三篇

我国的大气复合型污染及其形成机理 115

灰霾与大气化学过程 128

大气污染控制的主要化学问题、研究进展及发展方向 146

机动车氮氧化物污染及控制 172

大气颗粒物污染及控制：前沿与展望 194

室内有机污染及控制技术研究 212

工业挥发性有机污染物(VOCs)控制材料与反应过程 227

第四篇

水中溶解态有机质对污染物环境行为的影响 243

湖泊富营养化产生、成灾机理及控藻研究进展 253

我国水质基准的研究进展 276

纳米技术在地下水污染控制与修复中的应用 290

有机废水的资源化 301

工业废水污染控制化学过程及其处理技术 314

第五篇

| | |
|-----------------------------|-----|
| 有机污染物土壤界面吸附行为 | 331 |
| 土壤中有机污染物生物有效性及其评价方法研究 | 346 |
| 土壤-植物系统中污染物的生物过程及控制 | 355 |
| 土壤有机污染的缓解与修复技术原理 | 372 |
| 沉积物风险评估中的生物可利用性问题 | 391 |

第六篇

| | |
|---------------------------------|-----|
| 持久性有机污染物的大气长距离传输 | 407 |
| 重金属的化学与生物形态及生物有效性 | 420 |
| 环境汞污染研究进展 | 431 |
| 砷和汞的生物地球化学循环：从环境化学过程到健康效应 | 461 |
| 新型污染物——卤系阻燃剂的研究现状及展望 | 486 |
| 有毒难降解有机污染物的光降解及其机理 | 500 |
| 持久性卤代有机物在环境介质中的光化学转化和形成机制 | 513 |
| 典型工业生产过程持久性有机污染物生成机制与控制原理 | 526 |

第七篇

| | |
|---------------------------|-----|
| 污染生态化学研究进展与展望 | 539 |
| 新型羟基自由基产生的分子机理 | 548 |
| 全氟及多氟化合物的生态毒理效应研究 | 556 |
| POPs 低剂量长期暴露的生态毒理效应 | 569 |
| 基于毒理基因组学的化合物毒性分类与预测 | 577 |
| DNA 加合物及其毒理效应 | 584 |
| 手性污染物的对映体选择性环境效应 | 596 |
| 环境内分泌干扰物的筛选及其毒性作用机理 | 607 |

第八篇

| | |
|-------------------------------|-----|
| 计算毒理学的研究进展与展望 | 629 |
| 量子化学计算在环境化学机理研究中的应用 | 642 |
| 有机污染物生物效应的 QSAR 预测与机制探索 | 650 |

第九篇

| | |
|--------------------------------|-----|
| 环境纳米材料在水质控制中的研究进展、应用及生态效应····· | 663 |
| 环境污染与健康效应····· | 678 |
| 中国环境放射化学战略····· | 689 |
| 化学污染物暴露与食品安全····· | 697 |
| 纳米颗粒与有机物间的相互作用及环境效应····· | 711 |
| 固体废弃物污染及其控制与资源化····· | 725 |
| 典型电子垃圾污染区域的污染特征及其演变····· | 737 |

第一篇

我国环境化学学科发展现状与展望

一、环境化学的战略地位

(一) 环境化学发展的总体态势及国际地位

1. 环境化学发展历程

环境化学是人们在认识和解决环境问题过程中逐渐形成的学科。第二次世界大战以后到 20 世纪 70 年代, 欧美发达国家的经济高速发展, 各种化学品的合成和使用以前所未有的速度增加, 导致各种危害环境和人体健康的污染事件时有发生, 如著名的伦敦烟雾事件和洛杉矶光化学烟雾事件、日本水俣病和痛痛病等八大公害事件。这些环境问题的出现, 引发了污染物残留分析和控制方法的研究, 形成了环境化学的初步概念。随着对环境污染问题研究的深入, 化学原理和技术被越来越多地用于研究和治理环境污染, 一些与化学相关的环境科学专著相继出版, 环境化学学科基本形成。

20 世纪 80 年代至今, 人类合成和使用的化学品种类和数量继续增加, 各种化学污染问题更加突出, 从而进一步推动了科学家应用化学原理与技术系统研究化学污染物迁移转化等环境行为、毒性效应与风险评价及污染控制与治理方法。环境化学作为独立的学科门类进入全面和成熟发展阶段, 并具有自己的内涵和特点。

我国环境化学研究已有近 40 年历史。20 世纪 70 年代, 主要围绕工业“三废”处理、重金属污染、环境容量与环境背景值调查和污染源普查等开展工作。“八五”与“九五”期间, 主要针对我国面临的重大环境污染问题开展研究, 如光化学烟雾、区域酸雨的形成与控制、典型有机污染物环境行为、废水无害化与资源化等。最近 10 年, 在国家自然科学基金、国家科技部等资助下, 在有毒有害污染物的环境行为、迁移转化规律、环境风险评价、污染控制与治理等领域开展了较深入的研究, 取得了一系列具有国际影响的创新性成果, 为国家环境保护决策提供了重要科学数据。

2. 环境化学发展的总体态势

环境化学是一门快速发展的新兴交叉学科, 其研究领域不断扩展, 研究深度不断增加, 研究焦点与人们关注的热点紧密结合, 呈现出如下发展趋势:

1) 研究方法不断完善 环境化学工作者越来越多地应用化学、地学、生物学、毒理学、流行病学及数学等其他学科的新思维、新方法和新技术研究环境问题, 如在环境污染化学领域, 应用大气科学的方法和数学模型研究污染物的长距离传输; 在理论环境化学领域, 应用定量结构-效应关系研究污染物的剂量-效应关系和结构-毒性之间的关系; 在环境毒理学领域, 应用基因组学、代谢组学、蛋白质组学、金属组学及环境组学等各种组学技术研究相关科学问题。此外, 环境化学从传统的热力学平衡方法发展到应用动力学方法研究多

介质环境过程及效应。

2) 研究内容不断丰富 关注的污染物不断增加,从重金属、常见有机污染物逐渐转向持久性有毒污染物和新型污染物,如溴代联苯醚、全氟辛烷化合物、内分泌干扰物、纳米颗粒物以及污染物的降解和代谢产物;研究体系更加接近真实环境,由单一污染发展到复合污染,由单一介质发展到多介质体系。

3) 研究深度不断增加 由传统的现状调查等表象研究发展到注重机制机理研究,从分子、细胞、个体、种群水平发展到生态系统研究;从研究高浓度、单一污染的短期生态效应转向研究低浓度、复合污染的长期效应。

4) 研究领域不断扩大 由室内环境发展到室外环境;由多介质界面行为研究发展到区域环境调控;由区域环境发展到全球环境;从生物有效性发展到毒性机制;从生态毒理学发展到健康效应;环境化学不断与其他学科交叉和渗透,形成环境与健康等新的重要研究方向。

3. 环境化学学科的国际地位

随着人们对环境质量和人体健康的日益关注,环境化学学科的地位不断提高。1995年, Sherwood Rowland, Mavio Molina 和 Paul Crutzen 获得诺贝尔化学奖,标志着环境化学的研究成果得到了国际学术界的认可。

在我国,随着经济社会的高速发展所带来日益严重的环境污染问题,环境化学工作者针对这些问题的研究成果,不仅丰富了环境化学的内涵,同时得到国际同行的认可和好评,主要表现在:

第一,我国环境化学工作者在 *Nature* 和 *PNAS* 等顶级期刊上发表的论文从无到有,在国际著名的环境科学与技术刊物 *Environ Sci Technol* 发表的论文迅速增加,目前稳居世界第二位;论文的引用率稳步提高;有些论文被作为封面论文发表,引起国际学术界高度关注。

第二,已有一批学者开始在所研究的领域产生重要的国际影响。我国环境科学工作者担任了一些重要国际环境科学刊物,如 *Environ Sci Technol*, *Water Res*, *Environ Pollut*, *Chemosphere*, *Chem Res Toxicol*, *Environ Int* 和 *J Environ Monitoring* 等杂志的副主编或编辑(6人)、编委(15人), *Environ Sci Technol* 的 Asian Office 设在北京,成为美国化学会在我国大陆设立的第一个 Office。

第三,我国环境化学工作者在许多国际组织任职,如联合国环境规划署暨斯德哥尔摩公约秘书处全球持久性有机污染物监测亚太区域协调委员会主席和全球协调委员会委员(亚洲代表), IUPAC 的 Titular Member 等。

第四,由我国科学家组织并担任主席的环境化学国际会议逐年增多,如 2009 年在北京举办的第 29 届国际二噁英大会和在贵阳举行的第 9 届全球汞污染物国际会议,均在本领域产生了重要的影响。

(二) 对推动其他学科和相关技术发展所起的作用

作为一个新兴的交叉学科,环境化学的发展推动了环境科学及化学、地球科学、生物学、毒理学、生态学、土壤学、大气科学和水科学等相关学科的发展。环境化学的发展为

其他学科的发展提出了需求,促使其他学科发展新方法和新技术以满足环境化学研究的要求。反过来,环境化学发展的新方法和新技术又可应用到其他学科的研究,推动其他学科的发展。如水俣病、痛痛病等环境化学问题的研究,推动了原子光谱-质谱联用技术的发展,由此发展的复杂基体中重金属形态分析方法又在生命科学、食品科学、地球科学等其他领域发挥了巨大的作用。可以相信,环境化学的进一步发展将更加依赖于多学科的有机融合和交叉,在这种交叉融合中,将会产生一些新的学科增长点,推动其他相关学科的发展。

(三) 在国家总体学科发展布局中的地位

环境化学是环境科学的核心学科,也是化学学科的重要组成部分,在国家总体学科布局中具有重要的地位。“十一五”期间,国家根据当前我国基础研究的现状和国际科学发展趋势,对基础研究进行全面布局。确定了数学、物理、化学、生物、地学和天文学等基础科学的前沿领域,明确指出环境问题是物理、化学、生物和地学的重要研究内容;规划了基础科学前沿领域支持的8个重点方向,其中“地球系统过程与资源、环境和灾害效应”、“新物质创造与转化的化学过程”、“科学实验与观测方法、技术和设备的创新”等3个方向与环境化学直接相关;而围绕国家重大战略需求重点支持的10个优先研究领域,有5个与环境化学密切相关,包括工程科学、能源科学、材料科学、资源环境与灾害科学、海洋科学等。

(四) 落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要》的情况

《国家中长期科学和技术发展规划纲要》将改善生态和环境列入重点领域和优先主题,明确指出“改善生态和环境是事关经济社会可持续发展和人民生活质量提高的重大问题”。落实该纲要的关键之一是根据我国环境污染所呈现的压缩型、复合型、结构型污染的特点,开展针对性的研究,发展污染控制与治理的新技术,逐渐改善生态环境状况,实现经济社会可持续发展。近年来,“973”,“863”和国家自然科学基金重大项目资助了多项环境科学的相关课题,开展环境保护的理论、方法和关键技术研究。最近,为了解决日益严重的水污染问题,缓解工农业和居民饮用水的紧张状况,改善日益恶化的水生态环境,国家设立“水体污染控制与治理科技重大专项”。在以上国家重大项目的实施中,环境化学起到了不可缺少的关键作用。

(五) 满足国民经济社会发展、国防安全的需要

作为经济高速增长的发展中国家,我国目前正面临比工业发达国家更加复杂的环境问题。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题,在我国已经集中出现。环境污染不仅造成了巨大的经济损失,还给人民生活和健康带来严重的威胁。另外,因环境污染造成的工农业产品有毒有害物质超标问题已成为我国出口贸易的障碍,由此,给我国经济发展带来严重的负面影响。环境化学在提高资源利用效率,降低污染排放强度,修复污染环境,突破发达国家设置的贸易壁垒,改善生态环境和保障人类健康等方面都起着不可替代的作用。

环境化学在保障国家安全中起重要作用。由于恐怖主义的潜在威胁,人们不得不面临

恐怖分子将生化和化学战剂释放到空气和饮用水中所带来的国家安全问题，环境化学家必须研究建立生化和化学战剂的快速灵敏的分析方法与预警系统。另外，随着各种新传染病的不断出现，环境化学将在传染病与环境的相互关系研究中发挥重要作用。

二、环境化学的发展态势

(一) 环境化学的定义与内涵

环境化学是一门研究有害化学物质在环境介质中的存在、化学特性、行为和效应及其控制的化学原理和方法的科学。它是环境科学的核心组成部分，也是化学科学的重要分支学科。环境化学是在化学科学传统理论和方法基础上发展起来的，以化学物质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。

环境化学的特点是从微观的原子、分子水平上，研究宏观环境现象与变化的化学机制及其防治途径，其核心是研究化学污染物在环境中的化学转化和生物生态效应。研究内容包括：有害物质在环境介质中存在的浓度水平和形态；潜在有害物质的来源，它们在环境介质中和不同介质之间迁移转化的化学行为及归趋；有害物质对环境和生态系统及人体健康产生效应的机制和风险；有害物质已造成影响的缓解和消除以及防止产生危害的方法和途径。

环境化学在与其他学科的交叉融合中得到迅速发展，在解决重大环境问题中发挥着至关重要的作用，并逐渐形成了环境化学的分支学科：环境分析化学、环境污染化学、污染控制化学、污染生态化学和理论环境化学等。

(二) 学科的发展特点

1. 学科发展动力

工业革命以来，随着人类经济社会的快速发展，环境问题日益严重，其中 80% 以上是由化学物质污染造成的。探明环境问题的化学机制，为解决环境问题提供科学依据，已成为环境化学工作者的一个重要职责，也是环境化学发展的原动力。我国环境问题的严重性和复杂性促使环境化学学科得以迅速发展。为保障环境安全和百姓健康，我国环保投入不断增加，为环境化学学科发展提供了物质基础和资金保障。20 世纪 80 年代初期，全国环保投资为 25 亿~30 亿元/年，占同期 GDP 的 0.51%；到 80 年代末期，投资总额超过 100 亿元，占同期 GDP 的 0.60%；“九五”期末，投资总额达到 1010 亿元，占同期 GDP 的 1.02%，首次突破 1%；“十五”期末，投资总额达到 2388 亿元，占同期 GDP 的 1.30%；2007 年，全国环境污染治理投资总额达 3387 亿元，是 1981 年 25 亿元的 135 倍；占同期 GDP 的 1.36%。国家需求和环保投入的增加，加上公众环境意识提高，使更多人投身环保工作，为环境化学学科发展奠定了人力基础。科学技术飞速发展促使研究手段不断更新，加上与其他相关学科的交叉融合，不断推动环境化学学科向纵深发展。环境化学学科的发展动力已从解决环境问题的被动需求转为预防环境污染、保护和改善生存环境、建设生态文明的主动意愿，这种转变必将进一步推动环境化学学科的持续快速发展。

2. 人才培养特点

经过近 40 年的发展,我国环境化学队伍不断充实壮大,研究人员素质不断提高,同时培养了大批各类环保科技创新人才,有力推动了我国环保事业的发展。目前,我国环境科学与环境工程专业学位授予点分布如下:学士点分别为 186 个和 250 个,硕士点分别为 156 个和 168 个,博士点分别为 42 个和 52 个。经济社会高速发展对环境保护提出了更高的要求,环境化学学科的人才队伍不断壮大。如 2002 年召开的第一届全国环境化学大会,与会代表约 150 人,2009 年第五届全国环境化学大会,注册人员增至 900 余人。在研究队伍壮大的同时,研究人员的素质不断提高。2000 年以来,数十名从事环境化学领域研究的青年科技人员入选中国科学院“百人计划”,成为教育部“长江学者特聘教授”和(或)国家杰出青年科学基金获得者。随着越来越多国外优秀年轻学者回国工作,环境化学学科队伍的年龄和知识结构将不断优化,并将为社会培育和输送更多环保科技创新人才,促进我国经济社会与环境的协调持续发展。

3. 学科交叉状况

环境化学是随着环境问题的出现而产生的,并在与地学、生物学、医学等其他学科的交叉融合中逐渐发展。分析化学、物理化学、有机化学等化学分支学科的发展推动了环境化学的发展。同时,随着我国环境化学学科地位和影响力的迅速上升,越来越多的化学工作者关注环境问题,交叉进入环境化学研究领域。环境化学主要研究污染物在地球表层各圈层(大气、水、土壤等)中(或圈层间)的环境行为、生物生态效应及控制的化学原理和方法,因此,环境化学与地球科学的交叉发展非常紧密。一方面,地球科学的发展推动了环境化学的发展。另一方面,环境化学的发展也会影响地球科学的发展,使其从过去单纯研究地球演化规律及对人类的影响逐渐转向同时关注人类活动对地球特别是地球表层系统演化的影响。环境化学与生物科学的交叉融合日益深入,环境化学需要从分子和细胞水平研究污染物的致毒作用及机理,而生物科学和生态学工作者在研究污染生态效应时,也必须了解污染物的环境行为与过程。在环境污染治理实践中环境化学与工程科学的交叉不断深入。环境化学与计算机科学的交叉使以实验为基础的环境化学研究趋于理论化和科学化,并解决了一些过去难以进行数值求解的问题,促进了理论环境化学的发展。同样,环境化学与其他学科交叉融合,相互促进发展。

4. 成果转移态势

近 40 年来,我国环境化学工作者瞄准国家需求,针对影响国计民生的重大环境问题开展了卓有成效的工作,在基础研究、应用基础和工程应用研究方面取得了一系列高水平的创新成果,为我国环境保护及经济社会发展做出了重要贡献,并在国内外产生了重要与深远的影响。近 10 年来,环境科学领域共获得国家三大奖 63 项,其中自然科学奖 10 项,技术发明奖 9 项,科技进步奖 44 项,涉及环境分析化学、环境污染化学、污染控制化学和污染生态化学等。可见,本领域的基础研究成果已逐渐转化为生产力,并在我国环境保护事业中发挥了十分重要的作用。