

十二、中国环境化学进展

我国环境化学研究与国际上几乎同时起步于 70 年代初期,但由于受环境意识、经济发展水平和总体科技水平等因素的制约,进展比国际上缓慢。尽管如此,经过 20 多年的发展,该项研究作为大气、水体和土壤环境的污染防治与对策提供了许多有实用价值和一定科学水平的成果,初步形成了这一新兴学科的体系,培养了一支环境化学科研队伍。

自 70 年代起,在典型地区环境质量评价、环境容量和环境背景值调查研究、污染源普查及大气、水体、土壤中环境污染物的表征、迁移转化、生物效应及污染控制等方面进行了大量研究;近年来对酸雨形成、温室气体来源、水体富营养化及微量元素、有毒有害有机物等对人体和生态、环境的影响的研究,使我国环境化学得到迅速发展。

(一) 环境分析化学方面的研究

(1)环境分析监测方法与标准参考物质研究。先后制定出我国的《环境监测标准方法》、《环境污染分析方法》和《环境监测分析方法》,修订了《水和废水监测分析方法》,编写了《环境监测技术规范》、《环境空气与环境水质监测质量保证手册》、《降水化学成分统一监测分析方法》、《污染源统一分析方法(废水和废气)》等;目前我国已有水、气、沉积物、生物、有机物环境标准参考物和质量控制样品 100 余种。

(2)环境分析方法研究。环境中痕量和超痕量无机污染物的分析方法,包括原子吸收法、阳极溶出伏安法、库仑分析法、离子选择电极法、比色法、分光光度法、X 射线荧光光谱法、电感耦合等离子体发射光谱法、质子荧光光谱法、中子活化技术、离子色谱法、流动注射分析法等,均在广泛研究的基础上发展并得到应用。对有机污染物的分离、分析方法,包括气相色谱法、高效液相色谱法、色—质谱联用法、荧光光谱法、红外光谱法、核磁共振法、激光技术、微分脉冲极谱法及其他联用技术如 GC/AAS、HPLC/AAS、HPLC/ICP-AES 等,进行了广泛研究和应用。

(3)形态分析研究。水体中重金属形态的系统分析,水体、大气和土壤中铅、汞、砷、硫和锡的形态分析,环境样品中硒的形态分析,大气颗粒物中硫和某些金属元素的价态分析等,取得一定进展。

(4)采样技术和分析测试仪器化。研究、发展了一批采样器和分析仪器,如大气气体鼓泡采样器、多层浸渍膜采样器、被动式 SO₂ 采样器、雨水及雨水颗粒物自动采样器、采水器;基于库仑法的大气污染物分析仪、紫外荧光法和化学发光法气体分析仪,光离子化检测气相色谱仪、石墨原位富集氢化物分析仪、智能型高压液相色谱仪,离子色谱仪,高效毛细管电泳仪、流动注射分析仪等。在原位采样、自动连续监测系统和遥感监测技术方面也取得一定进展。

(二) 大气、水体和土壤环境化学方面的研究

1. 有关大气环境中化学问题的研究

(1)大气污染物的表征研究。对燃煤形成的主要大气污染物进行了区域性

的化学表征和物理表征，着重研究颗粒物中各元素的时空分布特征、颗粒物化学组成与粒度的关系，判明主要污染源及其相对贡献率、颗粒物对酸雨形成的作用等。

(2)大气污染物迁移、转化规律研究。着重研究有代表性的光化学烟雾污染和酸雨形成的大气化学过程；大气中有机物的降解、化学转化机制；臭氧耗损物质和温室气体的大气反应等。

(3)大气污染的化学模式研究。建立了烟团模式、光化学烟雾污染模式、酸雨化学模式、包括化学转化在内的三维欧拉模式以及平流层臭氧化学模式等一系列大气污染化学模式，用于研究我国大气污染的各种化学过程。

2. 有关水环境中化学问题的研究

我国水环境化学研究涉及全国重点江河、湖泊、城市、海湾等水体的环境污染问题和环境化学过程，较多地研究重金属污染化学，其次是研究有机物污染。

(1)重金属的水污染化学研究。着重研究内陆水体汞、镉等重金属污染化学过程，也涉及许多沿海、海湾及河口等水域，主要研究重金属分布、形态变化、迁移转化、生物有效性、生物积累及其生态效应等问题。近年来还研究了酸性矿山废水的环境化学问题。

(2)有机污染物的水环境化学问题。研究工作主要涉及有机氯及若干新开发的化学杀虫剂，致癌致畸、致突变物质和潜在有毒有机物的水解、光解、生物降解、吸附/解吸等过程及降解或代谢产物分析与表征和反应动力学。着重研究六六六、对硫磷、苯酰苯脲、烷基苯磺酸钠、有机磷酸酯、苯酚、苯胺等。

(3)水环境中金属甲基化的研究。研究工作主要涉及水体中锡和汞的甲基化或烷基化过程，尤其是汞的甲基化生成及释放过程。

3. 有关土壤环境中的化学问题研究

我国土壤环境化学研究围绕农用化学品和工业污染物做了大量工作。农药研究方面，60年代、70年代和80年代初期着重研究有机氯、有机磷等农药的环境行为、污染动态；80年代中期以后侧重研究新农药在土壤中的降解和环境毒理学、迁移转化模式和地下水污染过程及有机污染物在农田中的环境行为，如三氯乙醛等有机污染物的转化机制，难降解有机物如多氯联苯、苯并(a)芘、聚氯乙烯等的降解过程研究；土壤中重金属如镉的污染情况，与地方病有关的土壤元素如硒的研究；土壤元素背景值和环境容量研究；以及稀土元素和放射性核素等的环境化学研究。近年来还进行了土壤中温室气体的释放过程研究。

(三) 有关污染生态化学方面的研究

主要以两种方式进行研究，一种是从实际环境问题出发，研究化学物质在生态环境中的化学行为与生态效应，包括与宏观生态过程有关的化学反应和与微观生态过程有关的化学作用机制；另一种是以化学基本理论为基础，研究化学污染物的结构与其活性或效应之间的关系。

(1)化学物质生物地球化学循环中的一些化学研究。研究了我国沿海许多海湾、河口的痕量重金属、磷氮营养物、农药及其他有机污染物的环境化学行为、污染生态化学。80年代后期长江口生物地球化学研究较系统、全面，

是对河口海洋化学物质在化学、生物和物理等因素作用下的综合性研究。

(2)微量元素与地方病环境因素的研究。主要围绕我国大骨节病病因开展了硒的环境生物化学研究,涉及硒在不同环境介质中的形态、与有机物的相互作用、生物有效性等许多方面,揭示了硒与大骨节病化学病因的关系及其防治途径,取得较显著的成果。

(3)构效关系的研究。主要研究了致癌物分子结构与理化性质和生物活性的关系,着重研究量子化学方法和分子连接性法。前者的代表性工作主要有多环芳烃的致癌性,提出了双区理论,后者的代表性工作有分子结构和理化性质、活性相关性的研究。

(4)典型化学污染物生态化学的研究。目前正在进行的国家自然科学基金重大项目《典型化学污染物在环境中的变化及其生态效应》可代表当前国内污染生态化学的研究水平和动向。

(四) 污染控制、预防的化学方面研究

我国的环境污染控制化学研究 20 多年来一直以“终端污染控制”为主,其中又以污染治理新材料的研究开发居多,而对治理技术和新工艺中的化学过程研究较少。近年来,污染控制战略开始向污染预防体系转移,但与此有关的化学研究尚未很好开始。

(1)污染控制化学研究概况。这一领域主要是开展了污染控制材料的化学研究。基础研究和应用研究较多的污染控制材料包括絮凝剂、催化剂、膜材料、吸附剂等。

絮凝剂作为水处理剂的应用历史悠久。除传统的无机絮凝剂,如硫酸铝、硫酸亚铁外,我国从 70 年代起就已开始生产碱式氯化铝(聚氯化铝)以及高分子絮凝剂,如聚丙烯酰胺和改性聚丙烯酰胺,并广泛应用于水处理和废水处理。近年来着重于从絮凝基础性研究入手,开发了新的高效絮凝剂,包括聚氯化铁、聚磷氯化铝、改性天然高分子等。

催化剂广泛用于工业废气和废水催化处理。我国已研制出各种催化剂,尤其是非贵金属氧化物催化剂,已用于 SO_2 和 NO_2 等工业废气的处理,用于机动车排气净化的稀土复合氧化物催化剂、催化甲醇分解的铜-镍基、铜-锌基非贵金属催化剂,用于催化甲苯、吡啶、丁酮、二乙胺等深度氧化的多元贱金属氧化物催化剂,用于废水中苯酚、丙烯腈、丁酮、醋酸等湿式催化氧化的多种贱金属复合氧化物催化剂等。这一方面多数属于催化剂制备研究和应用研究,基础理论研究较少。

20 多年来我国适用于环境污染控制的高分子膜材料研制和应用取得了较快进展。已研制成功并得到应用的这类膜材料已形成系列,按功能分有渗析膜、超滤膜和反渗透膜,按材料分有醋酸纤维素膜、聚砜膜、聚砜酰胺膜、磺化聚苯醚膜、聚偏氟乙烯膜、改性聚丙烯膜等,按膜构型分有板式膜、管式膜、卷式膜、中空纤维膜等。在膜材料制备和应用的基础性研究方面也取得不同程度的进展。

用于环境污染控制的吸附剂、离子交换剂、固硫剂及其他工业废水和废气处理剂的研制和应用也取得了不同程度的进展。

(2)污染控制过程化学研究。进行了较系统的基础化学研究的污染控制工艺包括:

高浓度难降解有机废水的湿式氧化和湿式催化氧化过程；
烟气脱硫、脱硝工艺化学过程；
草浆黑液综合回收利用工艺过程；
磷石膏作为硫资源回收利用工艺过程；
某些固体废物综合回收利用过程等。

(3)我国污染预防、清洁生产中的化学研究。虽然我国早在 70 年代初的“32 字环境保护方针”中提出了综合利用和预防为主的设想，也制定了一些有关政策，但在实际贯彻执行中一直以终端污染控制为主。近年来，我国已开始与国际组织合作，实施以清洁生产概念为核心的污染预防试点工作。这是我国污染控制战略从终端污染控制体系向污染预防体系转移的开始。

目前已在我国“攀登计划”中立项的《有毒重金属的污染预防及废物资源化新过程开发中的基础性研究》，是这一方面的一个开端。它将用 3—5 年时间提出发生源预防铬、铅污染的新观念、新理论、新工艺。

(五) 环境化学科研队伍建设情况

我国环境科研队伍由环保局系统、中国科学院系统、国家教委系统、各产业部门和军队系统组成，其中包括研究机构和监测网络。据统计，我国环境保护科研机构近 400 个，工程师、助理研究员以上的科研设计人员达 3800 多人；全国环境监测站 2000 多个，已形成一支学科基本配套的环保科研队伍。

环境化学科研队伍主要由中国科学院、高等学校和环保局等三个方面组成。目前许多高校和中国科学院研究所设有环境化学硕士学位，中国科学院生态环境研究中心、北京大学、南开大学、南京大学等为环境化学博士学位授予单位，北京工业大学和吉林大学设有博士生导师。

中国环境科学学会 1979 年成立时设立环境化学专业委员会，此后每 1—2 年组织一次学术活动，1982 年创办《环境化学》学术期刊，1988 年国家自然科学基金委员会化学部设立环境化学学科等，对我国环境化学学科的发展均起了很好的促进作用。